

受入ID- 1519990825D00048

昭和 5 6 年度

国有林野事業特別會計 技術開発試験成績報告書

(完了 分)



昭和 5 7 年 1 2 月



02000-00043102-1

林 業 試 験 場

昭和56年度国有林野事業特別会計
技術開発試験成績報告書

目 次

1	リモートセンシング技術による実用的森林資源調査法	1
2	地域施業計画に対する電算機利用システムの開発	55
3	林間放牧によるササ地帯天然下種更新のための適性放牧強度	79
4	林業機械の振動騒音の防止(作業方法の改善)	99
5	林道法面工法の評価検討	135
6	林業労働災害の原因分析	173
7	集材作業における副作業軽減策について	385
8	次代検定林に関するデータ解析プログラムの開発	403
9	林業薬剤の環境に及ぼす影響と合理的使用法	
	(1) マツクイムシ防除	445
10	林業薬剤の環境に及ぼす影響と合理的使用法	
	(2) 散布跡地	475
11	南西諸島における広葉樹林の更新技術の開発	511
12	薬木薬草の生産技術の現状と問題点	545
13	ポトゾル地帯の更新法	573

リモートセンシング技術による
実用的森林資源調査法

リモートセンシング技術による実用的森林資源調査法

I 試験担当者

経営部第2科長	中 島 巖
経営部第2科航測研究室長	大 貫 仁 人
“ 室員	樋 渡 幸 男
“	長谷川 訓 子
“	沢 田 治 雄
測定研究室員	栗 屋 善 雄

II 試験目的

1972年の地球資源観測衛星ランドサットの打上げ以来、この衛星からのデータの利用に関する実証プロジェクト研究が世界各国により行われ、このデータが広域的地球資源の把握と監視のための手段として高く評価され、広い分野で実用化への技術開発が進められている。

この試験研究は、ランドサットデータのものつ広域同時性、繰返し観測による時系列性、および、電子計算機処理可能なデータであることなどの特性を広域森林資源調査に有効に活用するための技術開発を目的として行った。この報告では、試験期間の中で、ある程度成果を得た次の事項について述べることにする。

- (1) ランドサットデータの前処理手法の開発
- (2) ランドサットデータによる森林解析法の開発
- (3) ランドサットデータをデータベースとする森林調査法の開発

この報告は、下記の分担にてとりまとめた。

- ① 全体のとりまとめ、蓄積量調査：大貫仁人
- ② 前処理、画像処理システム：沢田治雄
- ③ 画像処理：栗屋善雄
- ④ 写真判読、モザイク作成：長谷川訓子
- ⑤ 地上調査および資料収集：全員

III 試験の経過と得られた成果

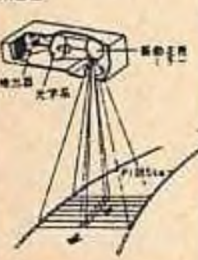
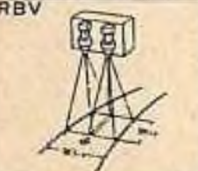
1. ランドサットデータの前処理手法の確立
- 1-1. ランドサットデータ

地球資源観測実験衛星ランドサットは、地上約915kmの高度から太陽に同期してデータを収集するように設計された人工衛星で、表1-1に示す諸元を有し、表1-2に示す検知器を搭載している。日本では、1979年1月から宇宙開発事業団地球観測センターで受信されており、データの提供が行われている。

表1-1 ランドサット2・3号の主要諸元

形 式	項 目	数 値 等	備 考
	ランドサット3号、同2号	衛星高度 約915km 重量 約970kg (3号) 約953kg (2号) 全長 約3m 姿勢制御 三軸姿勢制御	公称 太陽電池展開時の 幅幅: 約4m
	周期	約103分	
	軌道傾斜角	約99度	
	衛星軌道	太陽同期準円軌道	
	回帰日数	18日	
	1日当たり 回帰数	14回	
	降交点通過 地方平均 太陽時	午前9時30分	
	搭載センサ	MSS, RBV, DCS	DCSは地センサ (DCP)が必要
	通信リンク	2GHz帯、400MHz帯 VHF帯	
	打上げ 年月日	1978年3月5日 (3号) 1975年1月22日 (2号)	

表1-2 ランドサット検知器主要諸元

形 式	項 目	仕 様 等	備 考
	名 称	マルチスペクトル・スキャナ	ランドサット3号、同2号搭載
	波長帯	バンド4: 0.5~0.6μm バンド5: 0.6~0.7μm バンド6: 0.7~0.8μm バンド7: 0.8~1.1μm バンド8: 10.4~12.6μm	可視バンド 近赤外線バンド 熱赤外線バンド(3号のみ、 ただし1979.3月で運用停止)
	地表解像度	79m (可視近赤外) 240m (熱赤外)	
	観測幅	185km	衛星飛行方向は連続 デジタル
	伝送速度	15.06Mbps	
	重量	64kg (48kg)	カコ内は2号搭載
	消費電力	55W (42W)	
	名 称	リターンビーム・ビジコン・カメラ	ランドサット3号搭載
	波長帯	0.505~ 0.750μm	
	地表解像度	40m (公称)	
	観測幅	98×98km	サブシーン アナログ
	重量	66kg (2号時のもの)	
	消費電力	163W (2号時のもの)	

本研究に用いたランドサットデータは、表1-3に示すものである。

1-2 ランドサットデータの前処理

表1-3 ランドサットデータ

シーン名	年 月 日	形 態
高山	1972.10.5	NASA BIP2
高山	1975.3.11	NASA BIP2
高山	1979.5.23	バルク BIL
高山	1979.10.23	精密 BIL
高山	1979.11.1	精密 BIL

1-2-1 検知器間の感度補正

ランドサット・MSSデータは、6個のセンサーで収録される(図1-1参照)。この6

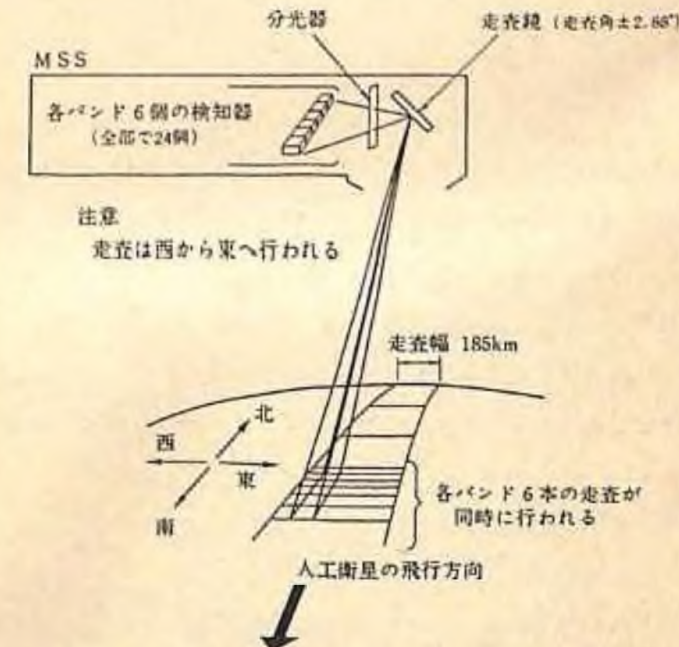


図1-1 ランドサットのMSSによる観測

個のセンサーの感度特性がそれぞれ異なるため、解析用データの作成を行う前に、まず、この感度特性を均一にするために補正を行う必要がある。一般に、この補正法としては、各検知器で収録したデータの累積頻度分布を求め、それぞれの累積頻度分布を等しくする変換式を求め、これによる補正法が用いられている。この手法は、森林地帯での解析では、やや不十分であるため、この研究のため「循環回帰式」による補正法を開発した。この循環回帰式とは、相隣接した検知器で得られたデータで、しかも、同一被写体とみられる画素のデータ

のみを用いて、4バンドそれぞれのデータ間の回帰式を求め、この回帰式が、6個の検知器間で相矛盾しないように調整するものである。この循環回帰式を用いた補正法の概要は、以下の通りである。

循環回帰式は隣あったライン(スキャナ)で隣あった画素はほとんど同じ物体であり同じ輝度をもつという仮定に基づく。

隣りあう2本のスキャナA, Bについて、Aのデータを X_A , X_A に隣あうBのデータを X_B としてスキャナAとBの回帰式、 $\hat{X}_B = a_{AB} + b_{AB} X_A$ を求めると、これはAのデータをBの輝度に変換する輝度補正式となる($\hat{X}_B : X_A$ により求められた推定値)。

この回帰式をランドサットの6本のスキャナの隣接しあうものについて求める。

$$\hat{X}_2 = a_{12} + b_{12} X_1 \quad (1)$$

⋮

$$\hat{X}_1 = a_{61} + b_{61} X_6 \quad (6)$$

(1)の補正式にランドサットのデータの取り得る0～127の数値を代入し、さらにその結果を(2)～(6)へと続けて代入すれば、これらの輝度補正式が適切なものであれば、(6)式での \hat{X}_1 は(1)式での X_1 の値に一致する(回帰の循環性)。

データの変化が激しく回帰が循環しない場合は回帰式からの残差の大きいデータをt検定により除いた後、新たに回帰式を決定しなおす。

次に基準となるスキャナを定め、他のスキャナの輝度を基準スキャナの輝度に変換する補正式を求める。

今、基準スキャナを1とすると、

$$\text{6番目のスキャナ} \quad \hat{X}_1 = a_{61} + b_{61} X_6$$

$$\text{5番目のスキャナ} \quad \hat{X}_1 = a_{61} + b_{61} (a_{56} + b_{56} X_5)$$

(6)に(5)を代入して

$$= (a_{61} + b_{61} \cdot a_{56}) + b_{61} b_{56} X_5 = a_{51} + b_{51} X_5$$

$$\text{ただし} \quad a_{51} = a_{61} + b_{61} \cdot a_{56} \quad b_{51} = b_{61} b_{56}$$

$$i \text{ 番目のスキャナ} \quad \hat{X}_1 = a_{j1} + b_{j1} (a_{ij} + b_{ij} X_i)$$

$$= a_{ij} + b_{ij} X_i \quad \text{ただし} \quad j = i + 1$$

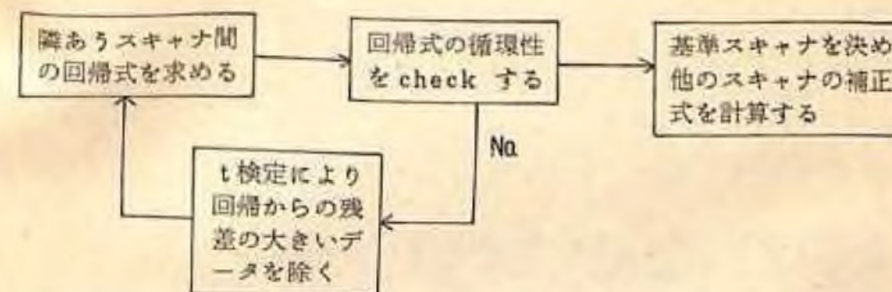
として5本のスキャナの輝度を1本目の輝度に変換するスキャナ補正式が求まる。

一般にはスキャナ本数をn, 基準スキャナをk, 補正したいスキャナをiとすると

$$\hat{X}_k = a_{jk} + b_{jk} (a_{ij} + b_{ij} X_i) \quad \text{ただし} \quad j = i + 1$$

としてスキャナ補正式が定まる。

これを流れ図に示すと下図となる。



1-2-2 幾何学的補正と正方形画素編集法

ランドサット画像は、撮像時間内での地球の回転のため、矩形とはならず平行四辺形(画素 約80m×60m)となる。また、投影法が地図の場合と異なるため、地図と比較して幾何学的な歪を持っている。このランドサットデータを地図と同じ投影法で変換し、しかも、取扱いの容易な正方形画素に編集するために、双8次多項式を用いた最近接画素法を採用した地図座標変換プログラムの開発を行った。この変換には、2万5千分の1の地形図上およびランドサット画像上で設定した地上基準点(GCP)が用いられる。一般にGCPの必要数は、20～35点であり、変換精度を、1画素以内にすることができる。

1-2-3 非画像データのオーバーレイ手法

ランドサットデータをはじめとするリモートセンシングデータは、地表事物により反射または、放射された電磁波情報を記録したものにすぎないが、このデータを処理・解析する際に、各種の既存の図面データや森林調査簿等の資料(非画像データ)を効率的、有機的に結びつけることによって、より目的に合った情報抽出が可能となる。この研究にあたって、非画像データを二次元的画像として重ね合わせを行うオーバーレイ手法を開発した。オーバーレイデータ作成のためのデータベースとして、50m×50mの正方形のメッシュ(グリッド)方式を採用した。オーバーレイデータ作成手順を図1-2に示す。非画像データの入力法として、

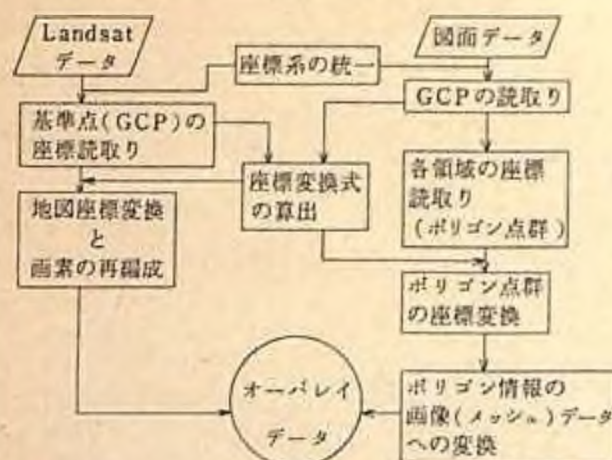


図1-2 オーバーレイデータの作成手順



写真1-1 林班界情報をランドサット画像にオーバーレイした結果

①ドラムスキャナーによるデジタル化、および ③座標読取装置による、各項目に対しての多角形の点群(ポリゴンデータ)化による2つの入力手法が可能である。写真1-1には、王滝営林署管内図(5万分の1)での林班界情報をドラムスキャナーで入力し、ランドサットデータにオーバーレイした画像を示す。

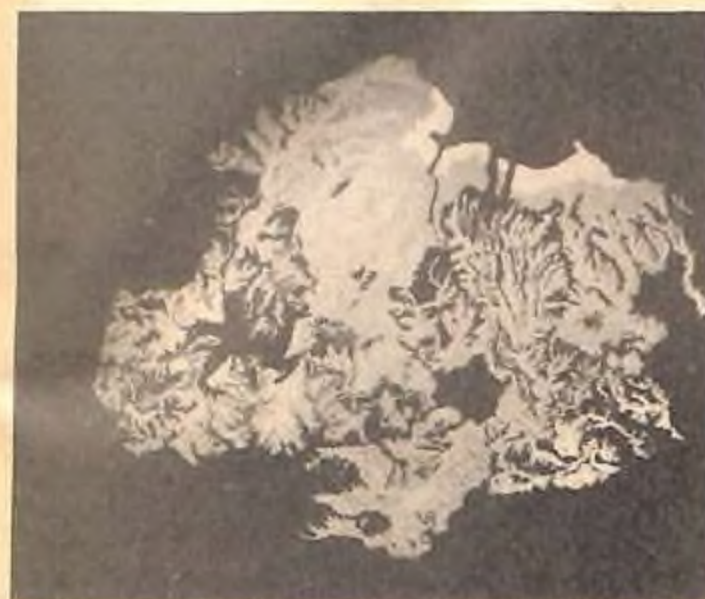


写真1-2 土壌図をランドサットデータにオーバーレイした結果

写真1-2には、御岳経営区土壌図および三浦経営区土壌図(縮尺2万分の1, 1959年作製)を座標読取装置により、ポリゴンデータとして読取り、メッシュデータに変換した結果を示す。ポリゴンデータからメッシュデータへの変換のルーチンを図1-3に示す。この地域では、前記の土壌図の他に、地質図(木曾谷地質図 縮尺5万分の1, 1953年作製)の画像化を行った。土壌図および地質図の各項目(地質区分, 土壌型)

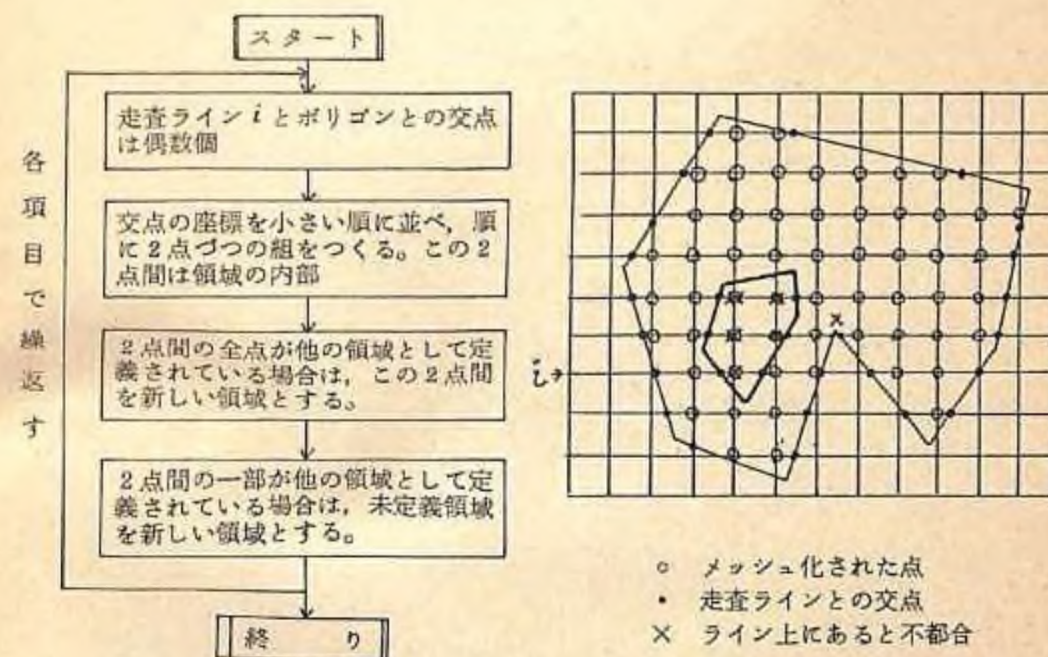


図1-3 ポリゴンデータのメッシュデータへの変換ルーチン

毎の読取りは、原図面をトレースし、座標読取り装置により、各項目を閉鎖領域曲線の座標として、最大2mm間隔のポリゴンデータとして読取り、併せて、GCPも同一ファイルに読込んだ。座標変換式として、双3次多項式まで検討し、アフィン変換で十分であるとの結果を得た(変換式の精度は、縮尺2万分の1の図面で5mm以内)。この地域内に生じた地質型および土壌型は、それぞれ22個であり、ポリゴンの点群の大きさは、地質図で約4万点、土壌図で、御岳経営区、三浦経営区 それぞれ、約2万点であった。ポリゴン点群からメッシュデータへの変換時間は、それぞれ、大型電子計算機のCPUタイムで、10秒程度であった。変換時間が小さいということは、図面情報を、線情報として保存しておいても十分活用できることを示すものであり、線情報のままに保持できれば、座標系の異なるデータベースに対しても、オーバレイデータとして容易に利用できることにもなる。

1-2-4 森林解析における地形情報の利用法

1-2-4-1 地形条件の解析

国土数値情報の一つである標高データ(原データは250mメッシュデータ)をランドサットデータ(50mメッシュ)にオーバレイした結果を用いて、地形解析を行うことができる。メッシュ毎の地形解析を(1)式を用いて行うプログラムの開発を行い、メッシュ毎の地形方位(α)と傾斜角(ϵ)の算出を行った。

$$\left. \begin{array}{l} \text{地形方位} \quad \tan \alpha = B2/B1 \\ \text{傾斜角} \quad \tan \epsilon = \sqrt{B1^2 + B2^2} \end{array} \right\} \quad (1)$$

但し

N	Z1	Z2	Z3
	Z4	Z5	Z6
	Z7	Z8	Z9

←b→

メッシュ Z5 の地形で
Z1, ..., Z9 は、隣接
のメッシュの標高

$$\left\{ \begin{array}{l} B1 = \frac{(Z1 + Z2 + Z3) - (Z7 + Z8 + Z9)}{6a} \\ B2 = \frac{(Z3 + Z6 + Z9) - (Z1 + Z4 + Z7)}{6b} \end{array} \right.$$

地形方位と傾斜角の解析画像を写真1-3と4に示す。地形方位は、ランドサットデータ



写真1-3 地形情報
(地形方位)



写真1-4 地形情報
(傾斜角)

4, 5	0 ~ 8°
3	8 ~ 20°
2	20 ~ 40°
1	40° 以上

撮像時刻の太陽条件から、向日面を明るく、背日面を暗く表示している。また、傾斜角は、表1-3に示す区分基準に従って、同一の区分メッシュが同一の色調になるように表示している。

表 1-3 傾斜類型区分表

類型区分	傾斜角
1	40° 以上
2	30° - 40° 20° - 30°
3	15° - 20° 8° - 15°
4	3° - 8°
5	0° - 3°

1-2-4-2 相対日射係数の算出と、ランドサットデータからの地形効果の除去

メッシュ（画素）毎の地形条件とランドサットデータ撮像時の太陽条件から、メッシュ毎の相対日射係数を求める計算式(2)を誘導し、相対日射係数画像の作成を行った。写真1-5にこの研究に用いたランドサット撮像時刻の相対日射係数画像を示す。



写真 1-5
相対日射係数画像

$$\begin{aligned} \sin \beta = & (\cos \epsilon \sin \phi - \sin \epsilon \cos \alpha \cos \phi) \sin \delta \\ & + (\cos \epsilon \cos \phi + \sin \epsilon \cos \alpha \sin \phi) \cos \tau \cos \delta \\ & + \sin \epsilon \sin \alpha \sin \tau \cos \delta \end{aligned} \quad (2)$$

ここで ϕ : その地点の緯度
 δ : 撮像日時の視赤緯
 τ : 時角
 ϵ : メッシュの傾斜角
 α : メッシュの方位角

(2)式で求められる相対日射係数を用いて、ランドサットデータから地形効果を除去する方法として、(3)式を採用し、地形効果を除去した画像の作成手法の開発を行った。

$$S' = \frac{1}{F} (S - L_p) \quad (3)$$

ここで S : オリジナルデータ
 S' : 変換データ
 L_p : バスラジアンズの推定量
 F : 相対日射係数

この地形効果除去の手法（消影手法）は、森林型区分精度を向上させることが示されている。

2 ランドサットデータと森林型との関係

ランドサットデータにより林型区分の可能性を検討するため、王滝営林署管内南滝越、北滝越、濁川国有林をテストサイトを選定し、このテストサイト全域の空中写真モザイクを作成した。（写真2-1、24頁掲載）モザイク作成に使用した空中写真は、山-882（第4オンタケサン）C10～C19、1979年10月林野庁撮影のもので、使用枚数は、180枚、作成のための作業時間は、約200時間を要した。

空中写真モザイク上で林型を判読し、このテストエリアに出現するいろいろな林型を選び代表的な地点にトレーニングエリアを選定した。トレーニングエリアの数は、全体で45箇所であり、それぞれのトレーニングエリアの写真上の特性と、森林調査簿での記載事項を表2-1に示す。

表2-1 トレーニングエリアの写真特性と

No	航空写真上				森林調							
	記号	主要樹種	疎密度	樹高 (小中大) (123)	人・天・別	林班	小 班	混				
								針				
								ヒノキ	サワラ	ヒバ	ネズコ	シラベ
1	N	コメツガ	散	1	天							
2	N2-1	コメツガ	疎	2	天	680	い	40	—	10	—	—
						681	い	30	5	5	5	5
3	S		散	1	未位	677	い	—	—	—	—	—
4	P	ハイマツ			天	760	イ	(高 山帯)				
5	N2-2	コメツガ	中	2	天	759	い					20
6	YK	カラマツ		1(人)	天	748	い	5	15			5
		(伐採後カラマツ幼樹林)				744	い	5	10			5
7	C	(伐採地)			天	749	い	5	10			10
8	P	カラマツ	密	1(人)	天	740	い	10	25			5
9	N4-1		中	3	天	738	い	5	85			
						738	は	5	85			
10	PK	カラマツ	密	1(人)	天伐	712	に	—				
					人	712	は					
11	NL2-2		中	3	天	766	い	5	25			
12	AK	カラマツ	密	2	人	737	ち					
					人	737	ぬ					
					人	737	る					
					人	737	ね					
13	YK	カラマツ	中	2(人)	人	734	い					
					天	734	ろ					
					人	735	は					
					天	735	に					
14	AK	カラマツ	密	2(人)	人	731	ほ					
					人		へ					
					人		と					
15	Ah	ヒノキ	密	3	天	723	い	80	5		5	
16	AK	カラマツ	中	3(人)	人	653	ろ					
					人	653	は					
					人	653	に					
					人	653	へ					
17	S	L	散	1	天	647	わ					
					人	647	れ					

森林調査簿記載事項

査 簿												
交 歩 合 (%)												
葉 樹							広 葉 樹				林 齢	疎密度
コメツガ	トウヒ	モミ	ヒメコマツ	コウヤマキ	アカマツ	カラマツ	カンバ	ミズナラ	その他L	笹		
25	20								5		250	疎
25	20								5			
—	—	—									—	—
85	40						5				190	疎
30	40						5				230	疎
30	40						5		5		210	疎
35	35						5				230	疎
15	25	5					10		5		250	疎
		5					5				270	中
		5					5				270	中
											—	—
						100					—	—
10	10	15					20		15		230	中
											9	—
							100				19	中
							100				13	—
							100				8	—
							100				8	—
							100				9	—
							100				8	—
							100				8	—
											7	—
							100				25	中
							100				16	中
							100		5		270	中
							100				17	中
							100				11	—
							100				14	—
							100				6	中
							70		80		19	—
							100				6	—

No.	航 空 写 真 上				森 林 調 査									
	記 号	主 要 樹 種	疎密度	樹 高 (小中大) 1 2 3	人・天・別	林 班	小 班	混						
								針						
								ヒノキ	サワラ	ヒ バ	ネズコ	シラベ		
18	S	カラマツ ヒノキ	中	2	天	643	い							
					天	643	ろ							
					人	632	そ							
					人	632	つ	100						
					人	632	ね	100						
					人	632	な	100						
					人	632	ら							
					人	632	む	100						
					人	632	う							
					人	632	の							
					人	634	へ							
					人	634	と	100						
					人	634	ち							
					人	634	り						100	
					人	635	へ							
					人	635	る							
					人	635	わ							
					人	635	か	100						
					人	635	れ	100						
19	S	笹 カラマツ	散	1	人	610	い							
					人	610	ろ							
					人	610	は							
					人	610	に	75						
					人	610	イ							
					人	611	い							
					人	611	ろ							
					未位	611	は	—						
					人	611	に							
					—		ロ							
20	N4-6		中	3	天	326	い	5	5				5	
21	NL2-1		中	3	天	804	い	5	10					
					天	808	い	20	10				5	
					天	809	い	5	5					
22	LN3-1		中	3	天	816	ろ	30	15			5		
					天	816	は	25	5			10		

査 簿													
交 歩 合 (%)													
葉 樹										広 葉 樹			
コメツガ	トウヒ	モミ	ヒメ コマツ	コウ ヤマキ	アカマツ	カラマツ	カンバ	ミズナラ	その他L	笹	林 齢	疎密度	
									100		8	—	
							80		20		11	—	
						100					6	—	
											6	—	
											6	—	
						100					8	—	
											8	—	
						100					6	—	
											6	—	
					100						6	—	
						100					9	—	
											9	—	
	100										9	—	
		100									9	—	
											8	—	
									100		7	—	
									100		7	—	
											6	—	
						100					11	—	
						100					7	—	
							100				10	—	
						25					1	—	
										笹生地		—	
						100					10	—	
							100				10	—	
											—	—	
						100					10	—	
										笹生地		—	
15	30	5	10				25				210	中	
30	25	5					10		15		250	疎	
20	20	10	5						10		250	中	
25	35	5					15	5	5		250	疎	
		5					30	5	10		210	中	
		10					30	5	15		210	中	

航空写真上					森林調査							
No	記号	主要樹種	疎密度	樹高 (小中大) 123	人・天・別	林班	小班	混				
								針				
								ヒノキ	サワラ	ヒバ	ネズコ	シラベ
23	YK	カラマツ	密	1(人)	天	816	は	25	5		10	
24	C	伐			天	817	ろ	15	10			
25	F		疎中	3	天	817	は	15	5			
26	Ah	ヒノキ	中	2~3	天	335	い		5			
27	Ah	ヒノキ	密	2	天	337	い	—				
28	N4-2		中	2	天	355	い	5	20			
29	E	崩壊地			人	372	い	60	20			
30	NL3-3	コメツガ	中	3	人	342	い	90				
31	AK	カラマツ	中	2	人	343	は	75	25			
32	NL3-1	コメツガ	中	3	天	452	は					5
33	N4-8		中	3	天	430	い	5	30			
34	名古	屋営林	局管内		天	430	ろ	5	10			
35	Ah	ヒノキ	密	2	天	426	い	10	20		5	
36	Ah	ヒノキ	密	3	人	421	ろ					
37	N4-4	コメツガ	中	3	天	422	ろ					
38	民	有林			天	414	い	10	25			15
39	N4-8	ヒノキ	中	3	天	415	は					15
40	N4-5	ヒノキ	中	3	天	411	い	10	40			5
41	N4-7	ヒノキ	密	3	天	409	い	25	50		5	
42	AK	カラマツ	中	2	天	410	い		5			15
43	AK	カラマツ	中	2	人	615	い	75	10		5	
44	AK	カラマツ	中	2	人	551	い	90	(人)10			
45	水				天	333	い		5			

査 簿											林 齢	疎密度
交 歩 合 (%)												
葉 樹							広 葉 樹					
コメツガ	トウヒ	モミ	ヒメ コマツ	コウ ヤマキ	アカマツ	カラマツ	カンバ	ミズナラ	その他L	笹		
		10					80	5	15		210	中
		5					50	10	10		210	疎
		10					50	10	10		210	疎
30	45		5				10		5		220	中
											—	—
15	20	15	5				10		10		220	中
						10		5	5		40	中
							10				46	中
											17	—
30	45						20				160	疎
25	10	10		5				5	10		210	中
35	20	15					10		5		210	中
25		15	5				10		10			
						100					17	中
						100					17	中
15	5	15	5				20		5		240	中
25	35	5					15		5		210	中
25	35	5					15		5		260	中
10	30								5		240	中
	5	5					5		5		260	中
40	35								5			
			5						5		270	密
											45	密
30	50	5					5	5			210	中
			15						5		270	密
		5	5						5		210	中
			10						5		210	中
						100					8	—
						100					10	—

1979. 10. 23

No	分類		林令	疎密度	樹種
	記号	項目別			
4	P	天然林			ハイマツ
32	NL3-1	"	240	中	サワラ, コメツガ, トウヒ, ガンバ
21	NL2-1	"	250	疎	キノヒノキ, コメツガ, ガンバ
22	LN3-1	"	210	中	サワラ, コメツガ, トウヒ, ネズコ, キノヒノキ
2	N2-1	"	250	疎	キノヒノキ, コメツガ, トウヒ
5	N2-2	"	190	"	トウヒ, コメツガ, シラベ
11	NL3-2	"	230	中	サワラ, コメツガ, ガンバ
28	N4-2	"	160	密	トウヒ, コメツガ, シラベ
30	NL3-3	"	210	中	サワラ, コメツガ, トウヒ, ガンバ
9	N4-1	"	270	密	サワラ (95%)
37	N4-4	"	210	"	トウヒ, コメツガ, サワラ, ガンバ
40	N4-3	"	270	"	キノヒノキ, ネズコ
41	N4-5	"	210	"	キノヒノキ, ネズコ
20	N4-6	"	210	"	トウヒ, コメツガ, ヒメコ, ガンバ
42	N4-7	"	210	"	キノヒノキ, ヒメコ, ネズコ
33	N4-8	"	240	"	サワラ, トウヒ, キノヒノキ, コメツガ

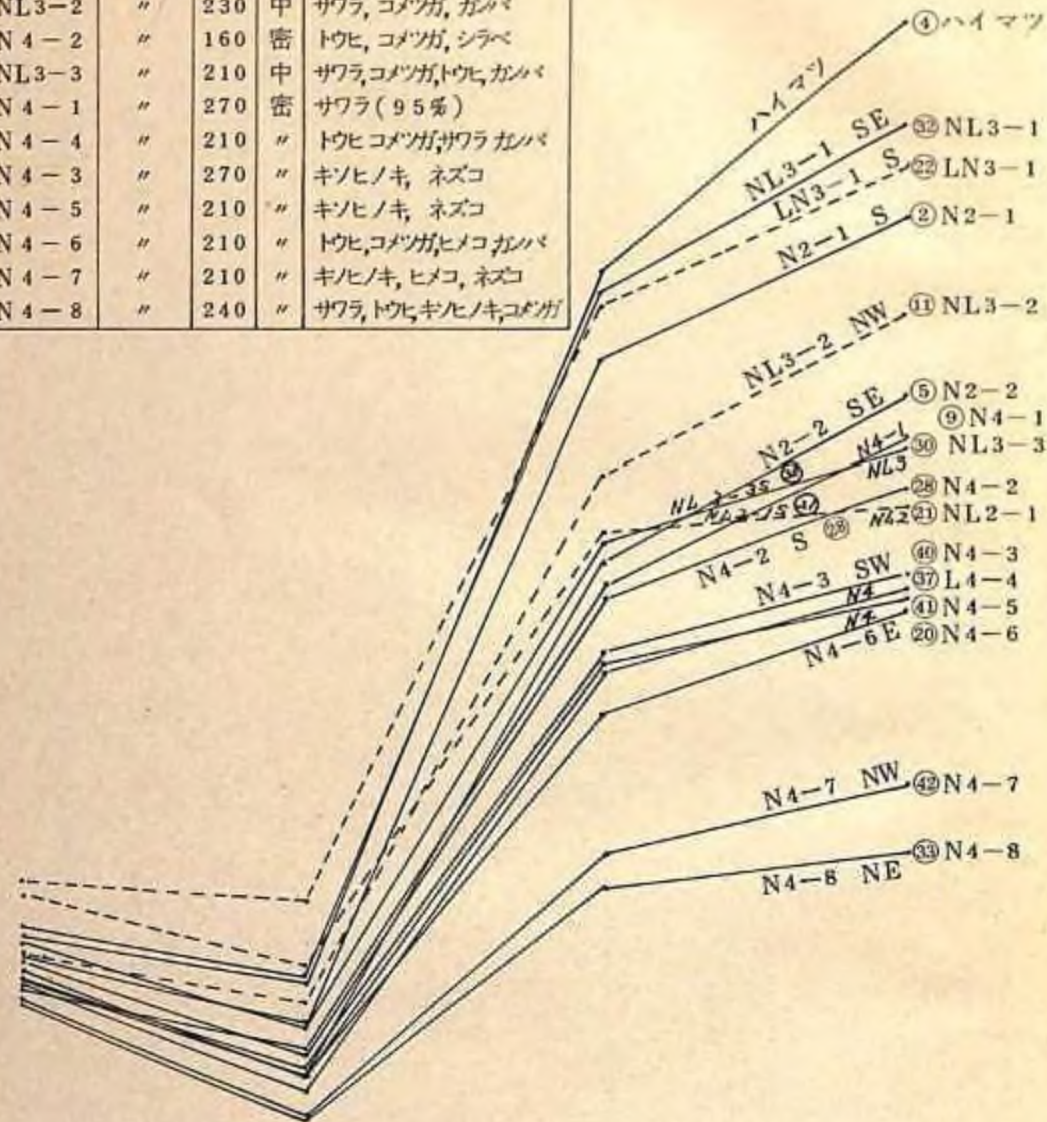
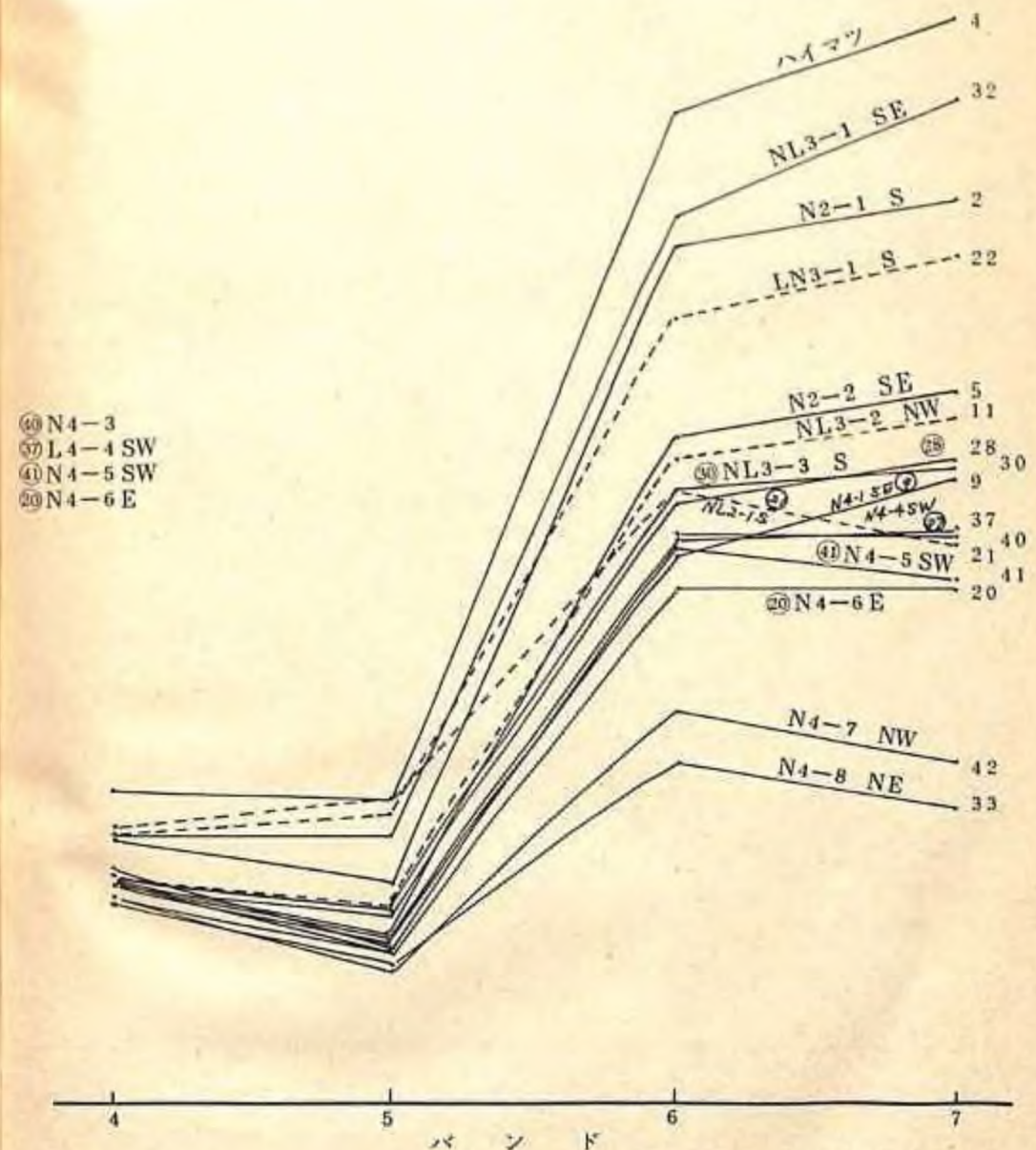


図2-1 (I) トレーニングエリアのランドサットデータの特徴

- 20 -

1979. 11. 1



- 21 -

No	分類		林令	疎密度	樹種
	記号	項目別			
4	P	天然林			ハイマツ
32	NL3-1	"	240	中	サワラ, コメツガ, トウヒ, ガンバ
21	NL2-1	"	250	疎	キノヒノキ, コメツガ, トウヒ, ガンバ
22	LN3-1	"	210	中	サワラ, ミズナラ, サワラ, ネズコ, キノヒノキ
2	N2-1	"	250	疎	キノヒノキ, コメツガ, トウヒ
5	N2-2	"	190	"	トウヒ, コメツガ, シラベ
11	NL3-2	"	230	中	サワラ, コメツガ, ガンバ
28	N4-2	"	160	密	トウヒ, コメツガ, シラベ
30	NL3-3	"	210	中	サワラ, コメツガ, トウヒ, ガンバ
9	N4-1	"	270	密	サワラ (95%)
37	N4-4	"	210	"	トウヒ, コメツガ, サワラ, ガンバ
40	N4-3	"	270	"	キノヒノキ, ネズコ
41	N4-5	"	210	"	キノヒノキ, ネズコ
20	N4-6	"	210	"	トウヒ, コメツガ, ヒメコ, ガンバ
42	N4-7	"	210	"	キノヒノキ, ヒメコ, ネズコ
33	N4-8	"	240	"	サワラ, トウヒ, キノヒノキ, コメツガ

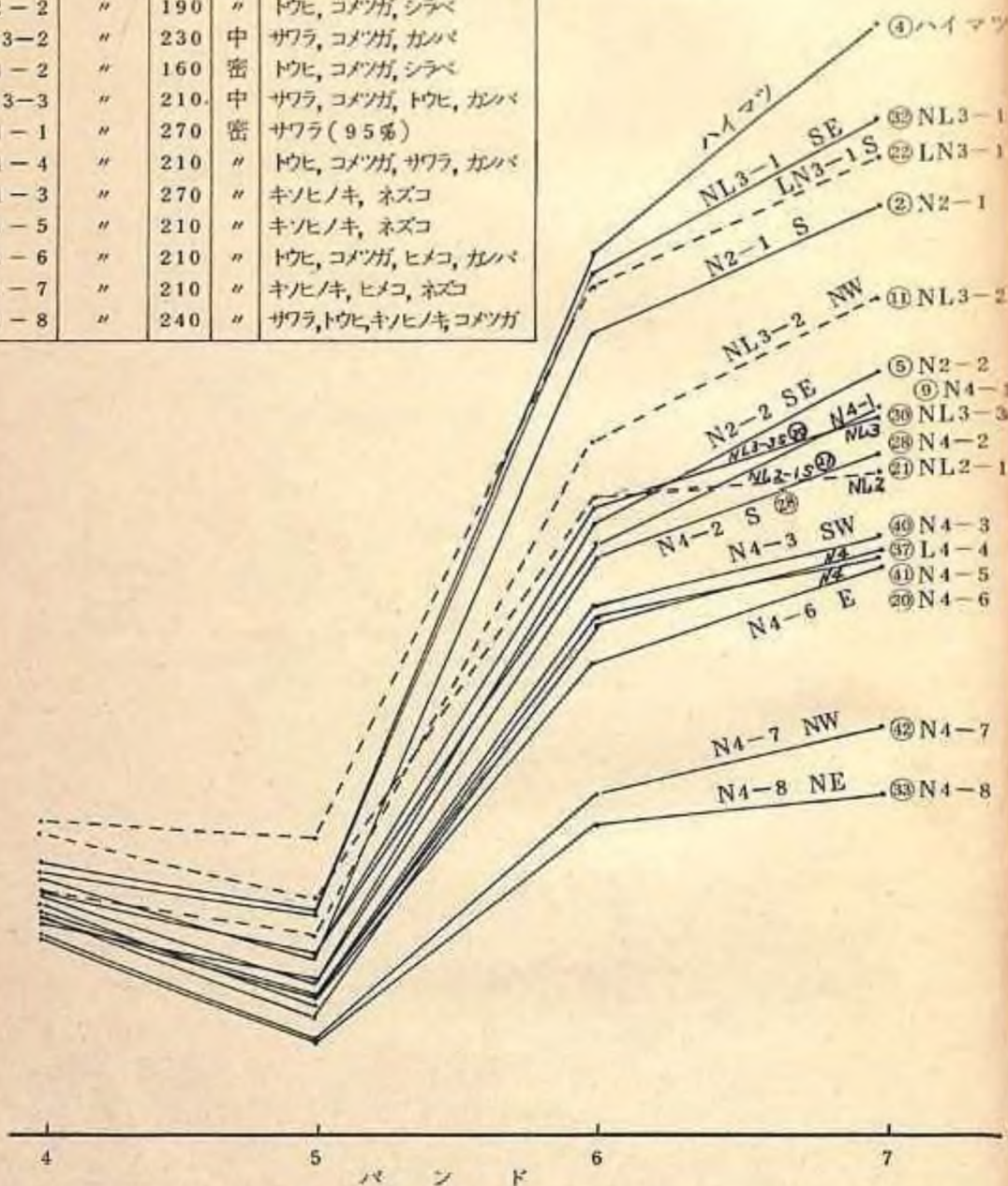




写真 2-1 御岳テストエリアの空中写真モザイク

次に、これらのトレーニングエリアがランドサットデータ上でどのように表現されているかを代表的なトレーニングエリアについて、1979年10月28日と同年11月1日のデータについて整理しとりまとめ、結果を4次元のグラフとして表現した(図2-1)。この図から、林型のちがいが、ランドサットデータにかなり反映されていることが明らかとなった。

8 ランドサットデータによる森林解析手法の開発

ランドサットデータをはじめとするリモートセンシングデータは、例えば、可視域、近赤外域、熱赤外域等の巾の広い電磁波情報を多波長帯でとらえたものであり、いうなれば、多次元(多チャンネル)データである。表1-2から明らかなように、ランドサット・MSSデータは、4次元データである。さらに多時期データの組合せや非画像データの利用等チャンネル数(次元)の大きなデータが利用される。このデータを解析するためには、濃度変換、エッジ強調、カラー合成、フィルタリング等の前処理的画像処理に加えて、多次元データ解析手法が有効に利用される。この研究では、多変量解析手法による画像解析のための基本的プログラムの開発を行なった。

画像解析手法として、一般的に、トレーニングエリアのランドツルースを解析の基本として用いる「教師あり」区分法と、画像データがもつ多次元の特徴空間を統計的に解析する「教師なし」区分法が使われている。

ここでは、「教師あり」区分法として、(1)最尤法、(2)距離法、(3)線型判別法、

(4)相関法、(5)正規化相関法 についてのプログラム開発を、「教師なし」区分法として、クラスタリング手法のプログラム開発を行なった。さらに、多次元の特徴空間を強調し、しかも、有効なチャンネルの選定等に役に立つ主成分分析プログラムの開発を行なった。以下、それぞれの手法の概略をのべる。

8-1 最尤法

$$X_{ik} = \begin{pmatrix} X_{i1k} \\ X_{i2k} \\ \vdots \\ X_{ink} \end{pmatrix} \quad \begin{cases} k=1, \dots, L & : \text{クラス総数} \\ i=1, \dots, m & : \text{ランドツルースデータの個数} \end{cases}$$

X が正規分布に従うと仮定されるとき、クラス k の確率密度関数 $f_k(X)$ は次式で表わされる。

$$f_k(X) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} |\Sigma_k|^{\frac{1}{2}}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (X - \bar{X}_k)^t \Sigma_k^{-1} (X - \bar{X}_k) \right\}$$

Σ_k は クラス k の分散-共分散行列

$$\Sigma_k = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (X_{ik} - \bar{X}_k)^t (X_{ik} - \bar{X}_k)$$

ただし

$$\bar{X}_k = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_{ik}$$

$$d_k^2 = (X - \bar{X}_k)^t \Sigma_k^{-1} (X - \bar{X}_k) \quad \text{とおくと}$$

$$f_k(X) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} |\Sigma_k|^{\frac{1}{2}}} \exp \left(-\frac{1}{2} d_k^2 \right)$$

上式の対数をとって

$$g_k(X) = \log |\Sigma_k| + d_k^2$$

未知データ X がいずれのクラスにも属さないこともあるため、次のような許容限界値を消

足するデータのみを最尤法にかけるように工夫する。

$$d_k^2 \leq d_a^2$$

または

$$\frac{|X_j - X_{jk}|}{\sigma_{jk}} \leq t_{ja} \quad (j=1, \dots, n)$$

普通 d_a または t_{ja} は経験的に定められる。

3-2 線型判別法

m 個のクラス g_k ($k=1, \dots, m$) があり、おのおのが、 $N(\mu_k, \Sigma_k)$ に従う正規確率密度をもつとき、その確率密度は(4)式で表わされる。

$$f_k(X) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} |\Sigma_k|^{\frac{1}{2}}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (X - \mu_k)^t \Sigma_k^{-1} (X - \mu_k) \right\} \quad (4)$$

両辺を対数変換して U_k とおくと、

$$U_k = -\frac{n}{2} \log(2\pi) - \frac{1}{2} \log |\Sigma_k| - \frac{1}{2} (X - \mu_k)^t \Sigma_k^{-1} (X - \mu_k) \quad (5)$$

$$= -\frac{1}{2} X^t \Sigma_k^{-1} X + X^t \Sigma_k^{-1} \mu_k - \frac{1}{2} \mu_k^t \Sigma_k^{-1} \mu_k + \ell_k \quad (6)$$

ただし $\ell_k = -\frac{1}{2} (\log |\Sigma_k| + n \log(2\pi))$

(5)式は変数 X_1, X_2, \dots, X_n に関して、2次式となるので、この値が最大となるクラスに判別すればよい。もし、分散・共分散行列 Σ_k がどのクラスでも一定で、 $\Sigma_k = \Sigma$ ($k=1, \dots, n$) とおけるなら、(6)式の各項の中で、

$$-\frac{1}{2} X^t \Sigma^{-1} X + \ell_k$$

の部分は、すべてのクラスに共通となるから、この部分を除くと、(6)式と等価な(7)式が得られる。

$$U_k = X^t \Sigma \mu_k - \frac{1}{2} \mu_k^t \Sigma^{-1} \mu_k \quad (7)$$

(7)式は、変数 $X = (X_1, \dots, X_n)^t$ に関して一次式である。これを線型判別式という。すなわち、(7)式の U_k を最大とするような、クラスに区分すればよい。

3-3 最短距離法

最短距離法は、未知のデータが帰属すべきクラスを、そのデータから最も近いクラスに分類する方法で、この場合に用いる距離には、いろいろな概念がある。ここでは、ユークリッドの距離を採用した。

ユークリッド距離は、次式で定義される。

$$d_k^2 = (X - \mu_k)^t (X - \mu_k) = \|X - \mu_k\|^2$$

$$X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix} \quad \mu_k = \begin{pmatrix} \bar{X}_{1k} \\ \bar{X}_{2k} \\ \vdots \\ \bar{X}_{nk} \end{pmatrix} \quad \text{クラス } k \text{ の平均ベクトル}$$

3-4 相関法

$$\mu_k = \begin{pmatrix} \mu_{k1} \\ \mu_{k2} \\ \vdots \\ \mu_{kn} \end{pmatrix} \quad X = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix} \quad \text{とおくとき}$$

$$r_k = \frac{\mu_k^t X}{|\mu_k^t \mu_k|^{\frac{1}{2}}} \quad \text{と定義した } r_k \text{ が最大となる対}$$

象画素をクラス k に区分する方法

3-5 正規化相関法

$$\rho_k = \frac{(\mu_k - \bar{\mu}_k)^t X}{|(\mu_k - \bar{\mu}_k)^t (\mu_k - \bar{\mu}_k)|^{\frac{1}{2}}}$$

$$\text{但し } \bar{\mu}_k = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \mu_{kj}$$

と定義した ρ_k が最大となるような、クラス k に、対象画素 X を区分する方法

8-6 クラスタリング手法

クラスター解析は、ランドツルスデータを用いない分類法の1つで、ランドツルスの実行できない地域の解析や、解析対象となる分類項目が明確に定義されにくい場合、または、オリジナルデータが形づくるスペクトル空間がランドツルスだけでは、十分にうまくならない場合に、理論的に一貫した手法で分類を行なうことのできる極めて有効な機能である。クラスターとクラスターの類似度をどのように定義するかによって、いくつかの手法が考えられている。ここでは、最短距離法 (nearest neighbour method) によるクラスター解析プログラムの開発を行った。次にクラスター解析のアルゴリズムを示す。

8-6-1 クラスター解析手順

ここで採用したクラスター解析の手順は、

- I) N個のクラスターの仮の中心位置の初期値を決める。
- II) 解析しようとする領域に含まれる点群がどのクラスター中心に“近い”かを分類する。
- III) 各クラスターに属すると判定されたデータ点群から、そのクラスターの新しい中心位置を算出する。
- IV) 中心位置が変化しなくなるまで、すなわち、全てのデータ点群が前回までにとられたクラスターに属すると判定されるまで、(II)と(III)の手順を繰り返す。
- V) 最終的に各クラスターの中心位置が定まったら、各クラスター間の分離度を算出し、各クラスター間に類似性が見い出せたら、それらのクラスターのグループ化を行う。

以上のクラスター解析の手順を流れ図に示すと図8-1となる。通常クラスター内のデータは、楕円状にその値が分布するとみなされるから、クラスター間の分離度の尺度は図8-2に示すように、2つのクラスターが存在する時にクラスター中心を結ぶ直線距離とクラスターの境界と中心との間の距離を D_{rs} , D_r , D_s とすると

$$\text{分離度 } \Delta_{rs} = \frac{D_{rs}}{D_r + D_s}$$

で定義する。

$$\text{ここで } D_{rs} = \left(\sum_{i=1}^L (\mu_{ir} - \mu_{is})^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$D_k = \frac{(L+2)^{\frac{1}{2}} \left(\sum_{i=1}^L (\mu_{ir} - \mu_{is})^2 \right)^{\frac{1}{2}}}{\left(\sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L (\sigma_k^{-1})_{ij} (\mu_{ir} - \mu_{is})^t (\mu_{jr} - \mu_{js}) \right)^{\frac{1}{2}}}$$

($k = r, s$)

ここで算出された分離度 Δ_{rs} を用いると

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| (a) $\Delta_{rs} > 1$ | 分離度がよい |
| (b) $1 \geq \Delta_{rs} \geq 0.75$ | 分離度が悪い |
| (c) $0.75 > \Delta_{rs}$ | 類似性があり、1つのグループとしてみなすことが可能 |

と判定できる。

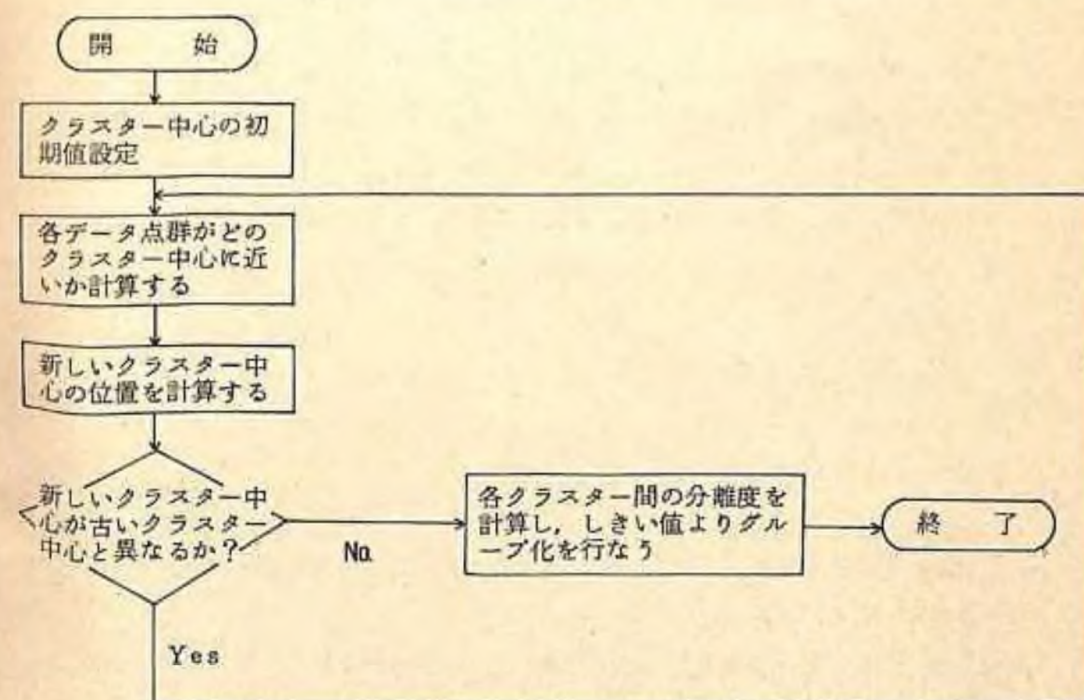


図8-1 クラスタリング・アルゴリズム

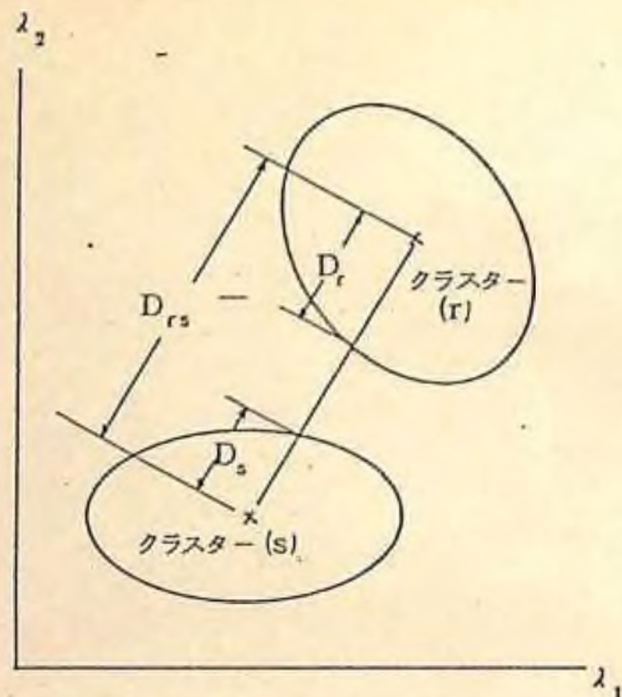


図 3-2 クラスタ間の分離度

3-7 主成分分析法

主成分分析とは、 n 次元のデータ $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)^t$ のもつ情報を、少数次元 (m 次元) の総合特性値 $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_m)^t$ (これを主成分という) に要約する手法である。この総合特性値 (主成分) Z は、もとの n 次元の変数の 1 次式で表わされる。

$$Z_i = a_{i1} X_1 + a_{i2} X_2 + \dots + a_{in} X_n = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \quad (8)$$

但し $\sum_{j=1}^n a_{ij}^2 = 1 \quad (i = 1, \dots, m)$

これらの主成分の係数 $\{a_{ij}\}$ は、 m 個の主成分が互に無相関で、かつ、もとの n 次元の情報をできるだけ多く集めるように定められる。

いま、 X の分散-共分散行列を Σ とおくと、主成分の係数ベクトル $A = \{a_{ij}\}$ は、次の固有方程式を解けばよい。

$$\Sigma A - \lambda A = 0 \quad (9)$$

$$|\Sigma - \lambda I| = 0 \quad (10)$$

(10) 式で求められる Σ の固有値は n 個の正または 0 の値をもつ。この固有値の大きいほうから順に m 個 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_m$ をとり、対応する固有ベクトル $\{a_{1i}\}$,

$\{a_{2i}\}, \dots, \{a_{mi}\}; i = 1, 2, \dots, n$ を主成分の係数 $\{a_{ij}\}$ とすればよい。

この主成分は、次の性質をもつ。

- 1) 主成分 Z_k の分散は、固有値 λ_k に等しい。
- 2) 各主成分は互に無相関である。
- 3) 主成分 Z_k ともとのデータ X_i との相関は次式で与えられる。

$$r(Z_k, X_i) = \sqrt{\lambda_k} a_{ki} \quad (k = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, p)$$

- 4) この相関係数を 2 乗して、 i について加えると λ_k になる。

$$\sum_{i=1}^n r^2(Z_k, X_i) = \sum \lambda_k a_{ki}^2 = \lambda_k$$

- 5) m 個の主成分 $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_m\}$ のもとの変数 X_i に対する寄与率 ν_i は次式となる。

$$\nu_i = \sum_{k=1}^m r^2(Z_k, X_i) = \sum_{k=1}^m \lambda_k a_{ki}^2$$

- 6) 各データ X_i の m 個の主成分 (Z_1, Z_2, \dots, Z_m) に対する重回帰式は次式となる。

$$X_i = a_{1i} Z_1 + a_{2i} Z_2 + \dots + a_{mi} Z_m \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

3-8 森林型区分の実験

上記した、いくつかの画像解析の手法により、1979年10月23日のランドサットデータを用いて、同一のトレーニングエリアデータから、森林の被覆タイプ区分を行なったところ、表 3-1 ~ 表 3-6 となった。

ここで設定したクラスの数には 17 で、各クラスの平均と共分散は表 3-7 の通りである。区分結果は、各クラスをさらに統合し、区分精度および図化精度でとりまとめている。ここで、区分精度と図化精度は、次式で定義している。

$$\text{区分精度} \quad C_{ij} = \frac{n_{ij}}{\sum_{j=1}^{k+1} n_{ij}} \times 100(\%)$$

表 3-1 最尤法による森林型区分結果 (国値=8 のとき)

区 分 項 目	図化精度 (%)	ランドサットデータによる区分結果 (%)							
		S	H	L	Y	G	B	F	none
針 葉 樹 林 (S)	83.7	(90)	2		1		1		6
混交林広葉樹林 (H)	48.0	13	(59)	14	8		6		
カラマツ林 (L)	54.5		1	(70)		2	17		4
幼令林疎林 (Y)	70.1	1	8	9	(76)				6
ササ・草地 (G)	70.9			9		(73)	4	7	7
伐採地新植地 (B)	32.0	15	1	21			(63)		
農地裸地 (F)	81.0							(86)	14

全体の区分精度=87.94%

全体の図化精度=77.58%

表 3-2 最尤法による森林型区分結果 (国値=10 のとき)

区 分 項 目	図化精度 (%)	ランドサットデータによる区分結果 (%)							
		S	H	L	Y	G	B	F	none
針 葉 樹 林 (S)	86.9	(93)	2		1		1		3
混交林広葉樹林 (H)	48.0	13	(59)	14	8		6		
カラマツ林 (L)	56.1		7	(73)	1	1	17		1
幼令林疎林 (Y)	72.7	1	9	8	(79)				3
ササ・草地 (G)	73.4			9		(76)	4	7	4
伐採地新植地 (B)	32.0	15	1	21			(63)		
農地裸地 (F)	92.7							(74)	

全体の区分精度=88.11%

全体の図化精度=80.69%

表 3-3 線型判別関数法による区分結果

区 分 項 目	図化精度 (%)	ランドサットデータによる区分結果 (%)							
		S	H	L	Y	G	B	F	
針 葉 樹 林 (S)	85.7	(96)	2				2		
混交林広葉樹林 (H)	44.1	12	(56)	13	14		5		
カラマツ林 (L)	45.5	2	8	(59)	1	5	25		
幼令林疎林 (Y)	72.4	2	7	7	(83)		1		
ササ・草地 (G)	65.1			12		(74)	4	10	
伐採地新植地 (B)	15.8	38	5	19	2		(86)		
農地裸地 (F)	87.8			3				(97)	

全体の区分精度=87.75%

全体の図化精度=77.75%

表 3-4 最短距離法による区分結果

区 分 項 目	図化精度 (%)	ランドサットデータによる区分結果 (%)							
		S	H	L	Y	G	B	F	
針 葉 樹 林 (S)	68.6	(93)	5		1		1		
混交林広葉樹林 (H)	29.3	34	(44)	8	9		5		
カラマツ林 (L)	36.5	21	9	(46)	2	5	17		
幼令林疎林 (Y)	62.1	3	19	6	(72)				
ササ・草地 (G)	52.9	4	1	16	12	(59)		8	
伐採地新植地 (B)	1.0	77	8	13			(2)		
農地裸地 (F)	82.5			11				(89)	

全体の区分精度=78.34%

全体の図化精度=68.31%

表 3-5 相関法による区分結果

区 分 項 目	図化精度 (%)	ランドサットデータによる区分結果 (%)							
		S	H	L	Y	G	B	F	
針 葉 樹 林 (S)	72.4	(82)	4	4	2		8		
混交林広葉樹林 (H)	30.1	9	(48)	14	21		8		
カラマツ林 (L)	36.7	3	5	(61)		13	18		
幼令林疎林 (Y)	31.2	12	36	13	(38)		1		
ササ・草地 (G)	28.2	1		39		(41)	3	16	
新採地新植地 (B)	10.2	19		55			(26)		
農地裸地 (F)	78.3	1				14		(85)	

全体の区分精度=78.31%

全体の図化精度=61.65%

表 3-6 正規化相関法による区分結果

区 分 項 目	図化精度 (%)	ランドサットデータによる区分結果 (%)							
		S	H	L	Y	G	B	F	
針 葉 樹 林 (S)	65.1	(80)	8	4	6		5	2	
混交林広葉樹林 (H)	23.5	14	(40)	18	18	1	9		
カラマツ林 (L)	25.5	9	16	(39)	8	11	16	1	
幼令林疎林 (Y)	15.5	20	34	19	(22)	1	4		
ササ・草地 (G)	39.1	3	3	22	1	(57)	9	5	
伐採地新植地 (B)	9.8	38	1	23	4	4	(26)	4	
農地裸地 (F)	59.3	7		2		11	7	(73)	

全体の区分精度=74.03%

全体の図化精度=54.11%

表 3-7 森林型区分に用いたクラスの平均値と分散・共分散行列

ク ラ ス 名	記 号	バ ン ド	平 均 値	分 散 ・ 共 分 散 行 列			
				1	2	3	4
針 葉 樹 林	1S	1	10.6	0.49	0.14	0.82	0.18
		2	17.1	0.14	0.88	0.51	0.48
		3	22.4	0.32	0.51	2.24	2.08
		4	25.3	0.15	0.48	2.08	3.77
	2S	1	3.4	0.58	-	0.10	-
		2	5.8	0.07	0.89	0.14	0.28
		3	14.8	0.10	0.14	1.42	1.12
		4	17.1	-	0.28	1.12	2.07
	3S	1	10.3	0.23	0.14	0.08	0.21
		2	7.4	0.14	0.52	0.10	0.25
		3	24.8	0.08	0.10	0.78	0.50
		4	30.4	0.21	0.25	0.50	1.05
	4S	1	11.7	0.78	0.25	1.48	1.29
		2	8.9	0.25	0.75	1.88	1.29
		3	31.7	1.48	1.33	8.05	7.27
		4	36.4	1.29	1.29	7.27	7.51
	5S	1	11.1	0.65	0.37	0.96	0.79
		2	7.8	0.37	1.00	2.08	2.35
		3	25.8	0.96	2.08	7.90	7.41
		4	30.1	0.79	2.35	7.41	8.00
	6S	1	10.9	0.73	0.18	1.16	1.48
		2	7.9	0.18	0.53	0.67	0.96
		3	24.5	1.16	0.67	7.29	7.67
		4	28.7	1.48	0.96	7.67	10.26
混交林広葉樹林	7H	1	18.0	1.04	0.92	4.03	4.83
		2	11.0	0.92	1.83	8.13	8.92
		3	40.6	4.03	8.13	40.66	44.10
		4	46.0	4.83	8.92	44.10	51.12
	8H	1	12.9	0.97	0.56	1.94	2.26
		2	10.7	0.56	1.18	1.84	2.14
		3	36.3	1.94	1.84	23.55	26.88
		4	41.5	2.26	2.14	26.88	34.15
	9H	1	11.8	1.15	1.07	4.98	6.37
		2	9.8	1.07	1.47	5.64	7.37
		3	30.0	4.98	5.64	32.03	41.27
		4	34.9	6.37	7.37	41.27	56.96
カラマツ 林	10L	1	13.5	2.14	3.24	2.48	2.96
		2	13.4	3.24	4.49	4.73	5.72
		3	23.8	2.48	4.73	8.13	7.72
		4	31.9	2.96	5.72	7.72	9.51
	11L	1	14.5	3.85	2.45	1.02	0.93
		2	12.1	2.45	2.52	0.22	0.99
		3	36.8	10.22	8.56	4.53	46.74
		4	40.3	9.93	8.99	4.57	52.51
	12G	1	14.7	3.88	1.98	1.54	1.16
		2	10.9	1.98	1.47	0.85	0.77
		3	41.9	15.45	6.85	9.57	11.26
		4	46.4	19.16	7.97	11.26	13.47
	18G	1	12.6	1.01	0.48	0.69	0.44
		2	9.2	0.48	0.84	0.50	0.24
		3	34.8	0.69	0.50	4.67	4.73
		4	41.8	0.44	0.24	4.73	5.27
	14G	1	16.4	2.84	2.11	8.18	8.52
		2	13.2	2.11	3.20	4.65	3.94
		3	43.8	8.18	4.65	61.84	72.77
		4	57.1	8.52	3.94	72.77	91.12
伐採地・新植地	15B	1	18.9	13.96	18.09	23.82	27.73
		2	13.6	18.09	26.57	33.83	30.72
		3	38.3	23.82	33.83	122.16	125.84
		4	39.3	27.73	30.72	125.84	132.75
	16Y	1	12.1	0.90	0.55	2.87	3.07
		2	9.8	0.55	1.34	2.85	2.62
		3	27.2	2.87	2.85	21.73	21.71
		4	30.1	3.07	2.62	21.71	24.64
	17F	1	17.3	13.8	17.2	-	-
		2	15.9	17.2	23.2	0.18	0.84
		3	25.5	-	0.18	3.87	3.88
		4	24.4	-	0.89	3.88	6.08
幼令林疎林	17F	1	17.3	13.8	17.2	-	-
		2	15.9	17.2	23.2	0.18	0.84
		3	25.5	-	0.18	3.87	3.88
		4	24.4	-	0.89	3.88	6.08
農地・裸地	17F	1	17.3	13.8	17.2	-	-
		2	15.9	17.2	23.2	0.18	0.84
		3	25.5	-	0.18	3.87	3.88
		4	24.4	-	0.89	3.88	6.08

$$\text{図化精度 } M_i = \frac{n_{ii}}{\sum_{j=1}^{k+1} n_{ij} + \sum_{i=1}^k n_{ij} - n_{ii}} \times 100 \quad (\%)$$

$$\text{全体の区分精度 } C = \sum_{i=1}^k P_i \quad C_{ii}$$

$$\text{全体の図化精度 } M = \sum_{i=1}^k P_i \quad M_i$$

ここで

n_{ij} : i のクラスのデータが j のクラスに区分された個数

k : クラスの数

区分精度、図化精度共に精度的にすぐれている順序は次の通りであった。

最尤法>線型判別法>最短距離法>相関法>正規化相関法

最尤法と線型判別法との区分結果は、精度的には、若干前者が優れているが、ほぼ同じ結果となる。計算時間は500ライン×512画素、4次元データを17クラスに区分した場合最尤法が124分、線型判別法が48分で、約3倍後者が計算時間が短いという利点があることから、ソフトウェアで森林の解析を行おうとする場合、トレーニングエリアの取捨選択や評価等の解析過程の試行錯誤の作業過程に用いることに有効と考えられる。トレーニングエリアが純粹でなく混合している場合には、個々のクラスの区分結果は最尤法が最適であるという結果を得た。

8-9 クラスタリングによる森林型区分実験

前記のクラスタリングのルーチンにより、クラスター解析を行った。用いたデータは1979年11月1日のものである。

この11月のデータに対して、186のカテゴリーの設定が可能であった。ここで求められた各カテゴリーを、実際のカテゴリーと対応する対応表を作ることが問題となる。この場合、2-8で用いたと同じトレーニングエリアを用いた対応表作成を行った。この対応表から作成した森林型区分図の精度を表8-8に示す。この場合の基準データとして、同じトレーニングエリアのデータを用いた。

表8-8 クラスタリングによる森林型区分結果

区 分 項 目	図化精度 (%)	ランドサットデータによる区分結果(%)							
		S	H	L	Y	G	B	F	none
針 葉 樹 林 (S)	71.5	(76)	2		20	2			
混交林広葉樹林 (H)	38.0	8	(50)	12	12	17	1		
カラマツ林 (L)	62.2	1	6	(75)	7	5	6		
幼令林疎林 (Y)	16.9	13	11	18	(56)	2			
ササ・草地 (G)	63.0		15	2	4	(78)	1		
伐採地新植地 (B)	67.1	4	0	9	1		(74)	3	9
農地裸地 (F)	94.3			2				(98)	

全体の区分精度=72.95%

全体の図化精度=61.46%

4. ランドサットデータによる森林解析精度の向上

ランドサットデータの解析手法については8に述べたように、それぞれが特色をもつことにもふれた。解析手法としては、「教師なし」区分手法と「教師あり」区分手法があるが、「教師なし」区分手法の代表的手法としてのクラスタリング手法では、統計的に求められるクラスターを最終的にどのように意味づけするか、すなわち、クラスターのグループへの割付け法が問題であり、このために、トレーニングエリアのランドツルースを必要とする。また、「教師あり」区分手法は、トレーニングエリアのランドツルースに基づく、統計量が最終的なクラス区分に用いられるため、対象地全域にわたる画像全体に対して、統計的な調和のあるトレーニングデータの選定が必要となるが、調和をもたせることが困難で、この解析のために、あらかじめ、画像空間を明確化する必要があり、そのために、「教師なし」区分手法が必要となる。すなわち、「教師なし」区分手法と「教師あり」区分手法を調和した形で利用できる体系化が効率的画像解析の手法として必要となる。

さらに、画像解析の手法に加えて、解析精度を向上させる手法として、特に森林植生を解析する場合、季節変動を行うスペクトル情報の効率的利用が必要となる。すなわち、画素単位でオーバレイデータとして集積したマルチテンポラルデータの活用である。御岳山テストエリアにおいて、紅葉前(19791023)と紅葉後(1979111)の2時期の8次元のランドサットデータを用いた場合、①針葉樹林、②針広混交林および広葉樹林、③カラマツ林、④幼令林、⑤ササ生地、⑥裸地と伐採地、⑦農地、村落、裸地の7項目の最尤法による森林被覆区分では、単時期のデータを用いた場合に比べて、区分精度で10%、図化精



図 3-8 2 時期 8 次元ランドサットデータによる森林被覆タイプ区分結果を X-Y プロッターで図面化したもの



度で 20% 程度の判別能向上がみられた (表 3-9)。こゝで求めた森林被覆タイプ区分の結果を、X-Y プロッターにより図面化したものを、図 3-8 に示す。

表 3-9 2 時期のマルチテンポラルランドサットデータによる森林型区分結果
(主成分分析法, 最尤法使用)

区 分 項 目	図化精度 (%)	ランドサットデータによる区分結果 (%)							
		S	H	L	Y	G	B	F	none
針 葉 樹 林 (S)	85	(92)	4		2				2
混交林広葉樹林 (H)	82	1	(93)	2	1	2			1
カラマツ林 (L)	85			(87)	8	1	3		1
幼令林疎林 (Y)	58		15	2	(83)				
ササ・草地 (G)	85	1	4	1		(90)	1		3
伐採地新植地 (B)	75	1				6	(84)		9
農地裸地 (F)	91				7			(90)	3

全体の区分精度 = 90.4%

全体の図化精度 = 85.4%

5. ランドサットデータをデータベースとする森林調査の開発

5-1 はじめに

ランドサットデータを画像解析することにより作成された森林植生区分や森林型区分の結果は、カラーコード化し出力すれば、短時間のうちに図面化され、分布図となる。これは、それ自体有効に利用されるが、また、森林資源調査等のデータベースとして活用される。画像解析の手法によりある程度均一的な森林型として区分が可能であれば、個々の森林型に平均蓄積量を乗ずることにより、概略的な総蓄積量が求められる。Langley (1975) や Colwell (1976) は、このような概念に基づいて、広域的な森林資源調査にランドサットデータが利用可能であることを示した。この場合、広域同時性に特長をもつランドサットデータをデータベースとした多段サンプリングが採用された。即ち、人工衛星データ — 航空機データ — 地上調査データといった多段的なデータの利用により各々により得られる情報の特性 (表 5-1 参照) を有効に活用しようとするものである。蓄積量調査の場合、蓄積量に関連する情報量の連繫を行う。すなわち、ランドサットデータでの画素単位での材積級区分、空中写真によるプロット当りの、または、単木の材積量推定、地上調査によるプロットまたは単木の材積測定等の材積に関連する情報量を相互に活用する手法を採用する。この場合、推定材積量に比例する確率で、それぞれの情報の結びつきを行なう手法として、確

表5-1 各種データの特性の比較

データの種類 データの特徴	地上調査データ	航空機データ	人工衛星データ
広域性	△	○ 観測時間がかかる	◎
広域同時性	△ 不可能	○ 航行時間の差異がある	◎
周期性	△ ロボット観測で可能	△ 経費が増大	◎
緊急性	○ 時間的に間に合わない 接近不可能	◎	△ 周期の間は不可能
定性的精度	◎ 高い詳細度	◎ 解像度がすぐれている	○ 解像力に限界がある
定量的精度	◎ 計測可能	○ 空中写真判読材積表の活用	△ 補助データが必要
電子計算機処理	○ 可能ではあるが量的能力なし	○ 可能だが経費が高い	◎ 解像力に問題あり
単位面積当りの経費	△	△	◎

◎：非常にすぐれている

○：ややすぐれている、または普通

△：やや劣る

率比例抽出法が効率的に利用された。この試験研究は、この手法の適用試験とし実施した。

5-2 ランドサットデータの材積級区分

3-1で述べた画像解析の手法によって行った土地利用区分および林型区分結果を用いて、森林蓄積に関連する指標としての材積級区分を行った。区分項目は、①河川・湖水・貯水池、②裸地・崩壊地・河川敷、③都市・村落、④水田・畑地、⑤ササ生地および草地、⑥伐採跡地・新植地、⑦若令林、⑧広葉樹林（二次林を含む）、⑨マツ林、⑩カラマツ林、⑪スギ・ヒノキ壮令林、⑫針広混交林、⑬針葉樹天然林である。これらの区分精度は、区分精度91.5%、図化精度86.2%であった。これらの区分項目に対して、地上調査結果および森林調査簿を参考として、材積級区分を試みた。設定した材積級は、①NF（材積10m³/ha以下）②T1（10～150m³/ha）、③T2（150～350m³/ha）、④T3（350m³/ha以上）の4区分である。この区分項目と材積級の対応は表5-2であった。この材積級区分に従いランドサットデータを区分した結果を、空中写真判読結果により評価したところ、

表5-3となった。この表から明らかなように、隣接する材積級間では、若干の混同がみられるが、2階級離れるとほとんど混同はみられない。画像解析にあたって、どの区分項目にも属さないもの、および、陰という項目で区分された結果をNFと材積級区分したため、NFがT1、T2、T3と混同されるという結果となった。全体的な材積級区分精度は、88.6%と良好な結果を得た。誤った区分結果により生起する各材積級の面積変化は、NF=+3.9%、T1=-10.0%、T2=-8.5%、T3=+7.4%であった。

表5-2 材積級と区分項目との対応

材積級	NF	T1	T2	T3
区分項目	①②③④⑤⑥⑦	⑧⑨⑩	⑪⑫	⑬

表5-3 LANDSAT・MSSデータの材積級区分
（トレーニングエリアでの結果）

材積級	LANDSAT データの材積級区分				材積級	ウェイト
	NF	T1	T2	T3		
空判 NF	98.7%	1.3%	0%	0%	NF = None forest 10m³/ha以下	0
中 T1	11.6	83.7	3.7	1.0	T1 = 150m³/ha以下	1
写 T2	2.2	1.4	67.6	28.8	T2 = 150～ 350m³/ha	3
真読 T3	1.4	2.6	18.5	77.5	T3 = 350m³/ha以上	5
材積級変化	+3.9	-10.0	-8.5	+7.4		

5-3 第1次抽出単位PSUの設定

材積級に区分したランドサットデータの各画素に対して、材積級に正比例したウェイトづけを行った。ここで採用したウェイトは、NF=0、T1=1、T2=3、T3=5である。

本研究で森林の蓄積量調査のために採用した確率比例抽出法による多段サンプリング調査において、推定材積量 \hat{V} は

$$\hat{V} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \frac{y_i}{p_i}$$

で表わされ、その分散 $\text{Var}(\hat{V})$ は

$$\text{Var}(\hat{V}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i \left(\frac{y_i}{p_i} - V \right)^2 = \frac{1}{n} S^2$$

で表わされる。

ここで、一般に用いられている信頼限界の概念は

$$P\left\{\hat{V} - t_{\alpha; n-1} \sqrt{V_{ar}(\hat{V})} < \mu < \hat{V} + t_{\alpha; n-1} \sqrt{V_{ar}(\hat{V})}\right\} = 1 - \alpha$$

と表わされ、ある一定の精度 d を得ることを考えたとき、

$$d = t \sqrt{V_{ar}(\hat{V})}$$

即ち、

$$d^2 = t^2 V_{ar}(\hat{V}) = \frac{t^2 S^2}{n}$$

よって、サンプリングサイズ n は

$$n = \frac{t^2 S^2}{d^2}$$

となる。ところで、 S^2 は、未知であるため、 n を決定するためには、あらかじめ S^2 を推定する必要がある。

いま、ランドサントデータの各画素に対して材積級区分を行なった結果に対して、 N 個の第 1 次抽出単位 PSU を設定することを考えるから、母集団の分散 S^2 は、

$$S^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2$$

ここで

y_i : 第 i 番目の PSU の総蓄積量

\bar{y} : 平均

で与えられる。ところで、各 PSU の総蓄積量は、その PSU に含まれる画素に与えられたウェイトの総和であり、次式であらわされる。

$$y_i = \sum_{\ell} \sum_k W_{\ell k} \cdot C_{\ell k}$$

ここで

$k = 1, \dots, m$; PSU のライン番号

$\ell = 1, \dots, n$; PSU の各ラインに含まれる画素番号

W ; 材積級 C に与えられたウェイト

C ; 第 $k-\ell$ 番目の画素に与えられた材積級

即ち、PSU 内分散 S^2 は、PSU の大きさや形によって変化する可能性がある。ここで、 S^2 が、PSU の形を矩形と考えた場合、この矩形の大きさによりどのように変化するかを検討した。対象地として、5 万分の 1 の地形図の図葉「加子母」と「上松」を選定し、それぞれの地域に対して別個に検討した。この 5 万分の 1 の地形図の 1 図葉の大きさは、37 cm \times 45 cm = 18500 m \times 22500 m = 370 ライン \times 450 画素 (ランドサットの画素の大きさ 50 m \times 50 m) に相当するが、実験には、対象母集団として公約数の多い、360 ライン \times 450 画素を採用した。PSU として、 m ライン \times n 画素の矩形を考えたとき、 m と n をいろいろと変化させて、 S^2 がどのように変化するかを求めたところ、PSU に含まれる画素数 (PSU の大きさ) と S^2 との関係は、図 5-1 となった。結果として、「加子母」と「上松」との差異は図から明らかなように全くみられなかった。また、PSU の形 (たて長、または、よこ長の矩形) による差異もみられなかった。PSU の大きさと S^2 との関係は、図 3-1 より明らかなように、逆比例的関係にあることが判明し、PSU 内分散 S^2 が小さく、かつ、PSU の大きさが適度に小さな範囲として、PSU の大きさは、画素数として、900 ~ 1,200 が最適であるとの結果を得た。

この地域の空中写真は、画枠 18 cm (焦点距離 21 cm)、縮尺 2 万分の 1、オーバーラップ 60%、サイドラップ 80% で撮影されているから、1 モデルの有効面積は 2160 m \times 1440 m = 310 ha である。この有効面積は、画素数 43 ライン \times 29 画素 = 1247 画素となる。そこで、分散の大きさと空中写真上での判読作業の容易さ、および、地上調査の行程を勘案した場合、PSU の大きさとして、40 ライン \times 30 画素、または、40 ライン \times 25 画素位の空中写真の 1 モデル分の大きさが適当であるという指針を

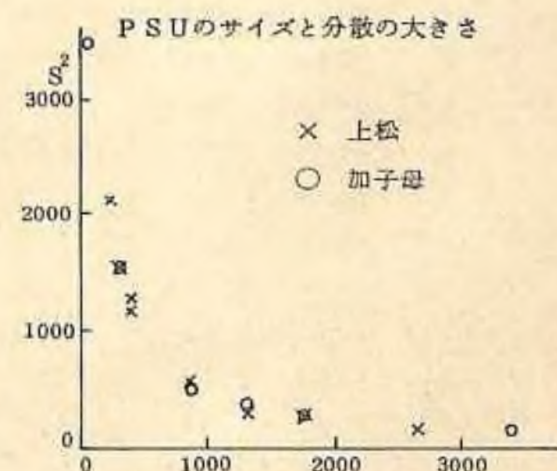


図 5-1 PSU のサイズ

得た。

調査対象地域を東西15等分、南北10等分に分割すると、1個のPSUの大きさは、東西1.5km×南北1.85km=2775haで、1110個の面素からなり、上記の検討結果にも合致するため、この大きさでPSUの設定を行った。PSUは、全体でN=150個である。それぞれのPSUに対して、各面素に対して、表5-4のような材積級のウェイトづけを行い、PSUのウェイト合計 W_i ($i=1, 2, \dots, N$)を求めた。

この W_i を補助情報として用いて、各PSUの抽出確率 P_i を計算した。

$$P_i = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^N W_i} \quad (i=1, 2, \dots, N)$$

抽出確率 P_i に正比例するような抽出法を用いて、PSUの抽出を行った。抽出したPSUの数は、調査費用、作業効率、誤差率を勘案し、 $m=10$ 個とした。抽出したPSUの配置とそのPSUの抽出確率 P_i を図5-2に示す。

P.S.U.No.2 表5-4 各SSUの判読材積

SSU No.	林分体積指数	判読材積 m ³ /ha	調査簿による m ³ /ha
1	2099	370	290
2	1702	108	290
3	1164	360	290
4	2052	478	290
5	8050	671	420
* 6	2519	263	310
7	1297	288	420
* 8	2180	435	420
9	2140	670	290
10	706	296	350
* ⑪	1716	654	360
12	2369	782	360
13	1735	295	350
14	642	98	320
15	1609	455	360

判読材積：空中写真林分材積表から求めた値

林分体積指数：判読林分高と樹冠疎密度の積

調査簿による材積

：五滝営林署の森林調査簿に記載されている、小班単位での蓄積量

* : 現地調査用に選定されたSSU

* ⑪ : 現地調査を行なったプロット

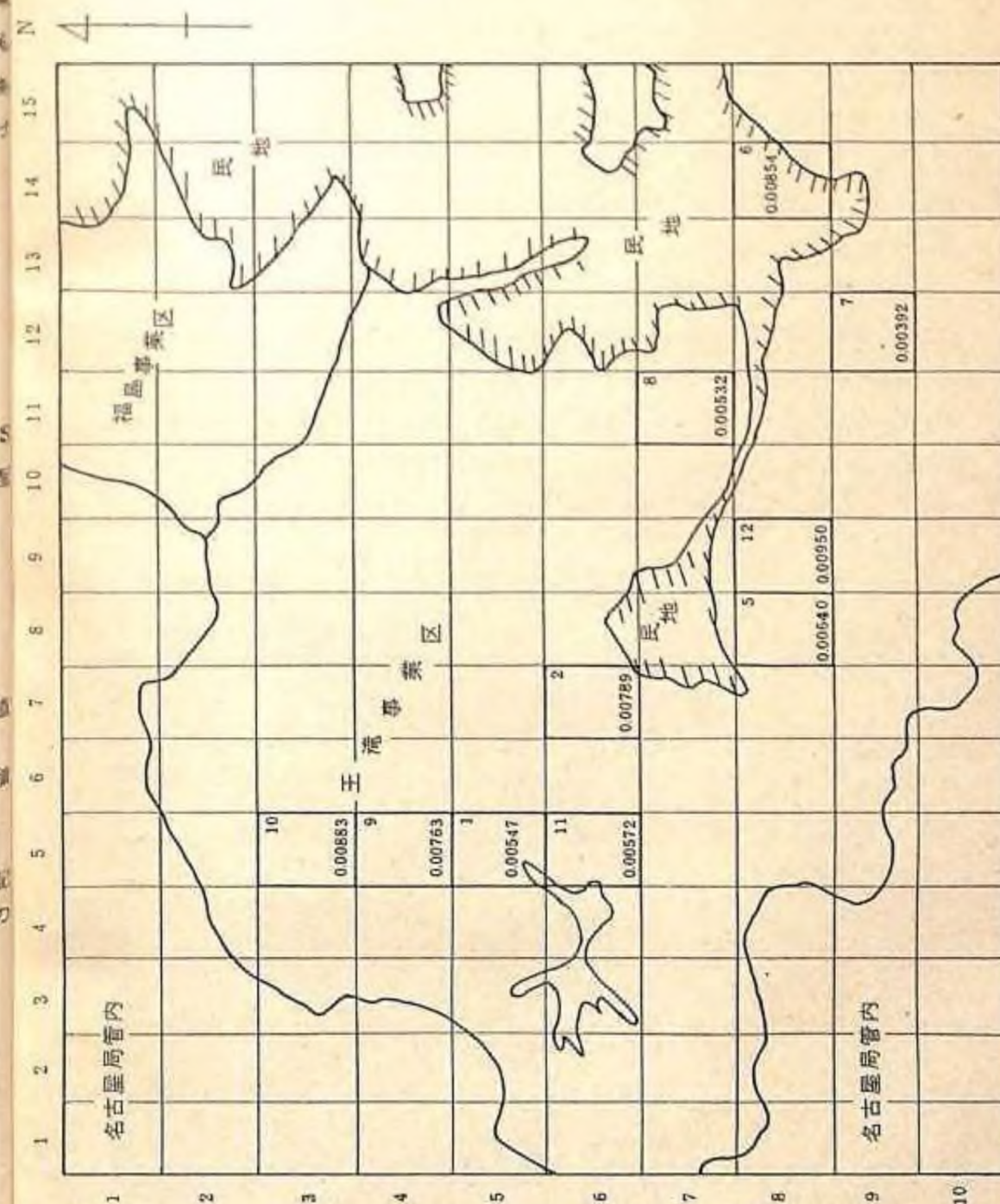


図5-2 抽出された第1次抽出プロット(PSU)の配置図とその抽出確率(P_i)

5-4 第2次抽出単位SSUの設定とSSUの蓄積量推定

抽出されたPSU10個に対し、各々のPSUに、地図上で図5-3に示すような15個のSSUを設定した。

また、各PSUおよび各SSUを空中写真(林野庁1974年10月撮影の2.5倍伸し、写真縮尺約8千分の1)に移写した。その1例を写真5-1に示す。

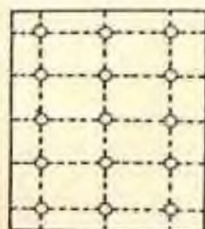


図5-3 SSUの配置
(○:SSU)

各PSUの15個のSSUに対して、林分高、樹冠直径、本数、疎密度、標高、傾斜を判読因子として、写真判読を行った。判読結果を用いて、空中写真林分材積表(第8地域木曽ヒノキ林、亜高山NL混交林、ヒノキ林、カラマツ林空中写真林分材積表)から、判読材積を求めた。この結果の1例を表5-4に示す。この判読材積を指標とし、判読材積に比例する抽出確率により、各PSUから、3個のSSUを選定し、現



写真5-1
抽出されたPSUと
配置されたSSU

地調査用プロットとした。

5-5 現地調査

選定されたSSU、合計30点について現地調査を計画し実行した。調査は、空中写真上に落されたSSUの位置に主プロットを設定し、時間が許せば、その東西南北へ50m移動した位置に副プロットを設定して、各調査点で0.04haの円形プロットの毎木調査を行った。実際に調査ができたのは、30個のSSUのうち、17個についてであった。調査結果を、表5-5に示す。

表5-5 SSUの現地調査結果と判読値

PSU No.	SSU No.	地上調査値 (m ³ /ha)	判読材積 (m ³ /ha)	森林調査簿 (m ³ /ha)	PSU内でのSSU の抽出確率P _{ij}	PSUの抽出 確率 P _i
1	3	207	143	270	0.1001	0.00547
2	11	620	654	360	0.1073	0.00789
5	4	350	218		0.1045	0.00640
	10	706	652	550	0.1220	
6	12	918	730	450	0.1978	0.00854
	15	550	506	450	0.1944	
7	12	404	365	170	0.0784	0.00392
8	12	673	640	430	0.1602	0.00582
9	1	772	512	300	0.0791	0.00763
	3	457	559	590	0.0863	
	4	1002	455	500	0.1547	
	7	568	626	300	0.0967	
	14	848	843	250	0.0530	
10	9a	292	280	300	} 0.0873	0.00888
	9b	721	526	230		
	12a	141	125	230	} 0.0620	
	12b	219	448	230		
11	5a	90	404	130	} 0.1059	0.00572
	5b	267	271	130		
	8a	475	495	170	} 0.1526	
	8b	473	477	170		
12	4	561	472	400	0.0630	0.00950

5-6 対象地域の蓄積量推定

以上のような手順で調査を行ったとき、2段階確率比例抽出法となる。このときの対象地域の総蓄積量 \hat{V} は、(11)式で与えられ、

$$\hat{V} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{V_i}{p_i} \quad (11)$$

その分散 $V_{ar}(\hat{V})$ は、(12)式で与えられる。

$$V_{ar}(\hat{V}) = \frac{1}{m(m-1)} \left(\sum_{i=1}^m \left(\frac{V_i}{p_i} \right)^2 - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m \frac{V_i}{p_i} \right)^2 \right) \quad (12)$$

ここで

$$V_i = \frac{A}{Na} \cdot \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} \frac{V_{ij}}{p_{ij}} \quad (13)$$

但し

V_i : 第 i 番目の PSU の推定材積

p_i : 第 i 番目の PSU の抽出確率

m : 抽出された PSU の数

A : PSU の面積

N : 各 PSU に設定した SSU の数

a : SSU の面積

n_i : 第 i 番目の PSU において抽出された SSU の数

V_{ij} : 第 i 番目の PSU の第 j 番目の SSU での現地調査材積

p_{ij} : 第 i 番目の PSU の第 j 番目の SSU の抽出確率

表 5-6 と 7 に、この計算式を用いた計算手順を示す。

ただし、 $A = 2775 \text{ ha}$

$m = 10$

$a = 0.04 \text{ ha}$

表 5-6、7 より次の結果を得た。

$$\hat{V} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{V_i}{p_i} = 13141.91735 \Rightarrow 13140.000 (\text{m}^3)$$

$$V_{ar}(\hat{V}) = \frac{1}{m(m-1)} \left(\sum_{i=1}^m \left(\frac{V_i}{p_i} \right)^2 - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m \frac{V_i}{p_i} \right)^2 \right)$$

$$= 29382 \times 10^{12}$$

$$\sqrt{V_{ar}(\hat{V})} = 171410.973 \Rightarrow 17140.00 (\text{m}^3)$$

$$\text{誤差率 } e = \frac{t_{0.05,9} \sqrt{V_{ar}(\hat{V})}}{\hat{V}} \times 100 = \frac{(2.262)(17140.00)}{(13140.000)} \times 100 = 29.51 (\%)$$

表 5-6 第 2 次抽出プロット (SSU) の地上調査結果から第 1 次抽出プロット PSU の蓄積推定手順

PSU No	SSU No	n_i	SSU の地上調査値 (V_{ij}/a) m^3/ha	PSU 内での SSU の抽出 確率 (p_{ij})	($\frac{V_{ij}}{a \cdot p_{ij}}$)	$V_i/A = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} \frac{V_{ij}}{a \cdot p_{ij}}$	$\frac{1}{N} \frac{V_i}{A'}$ (m^3/ha)
1	3	1	207	0.1001	2067.93	2067.93	1378.62
2	11	1	620	0.1073	5778.19	5778.19	385.213
5	4	2	350 706	0.1045 0.1220	3349.28 5786.89	4568.08	304.589
6	12	2	918 550	0.1978 0.1944	4641.05 2829.22	3785.18	2490.09
7	12	1	404	0.0784	5153.06	5153.06	843.537
8	12	1	673	0.1602	4201.00	4201.00	280.067
9	1	5	772 457 1002 563 348	0.0791 0.0868 0.1547 0.0967 0.0530	9759.80 5295.48 6477.05 5822.18 6566.04	6784.10	452.273
10	9a 9b 12a 12b	2	292 721 141 219	0.0873 0.0621	5801.83 2898.55	4350.19	290.013
11	5a 5b 8a 8b	2	90 267 475 473	0.1059 0.1526	1685.55 3106.16	2395.86	159.724
12	4	1	561	0.0630	8904.76	8904.76	593.651

表5-7 第1次抽出プロットPSUの蓄積推定値からの蓄積量(\hat{V})と分散($V_{ar}(\hat{V})$)の計算手順

PSU No.	PSUの推定材積 (V_i/A)	PSUの抽出確率	$V_i/p_i:A$
1	137862	0.00547	25203291
2	385213	0.00789	48822940
5	304539	0.00640	47584219
6	249009	0.00854	29157963
7	343537	0.00392	87636990
8	280067	0.00532	52644173
9	452273	0.00763	59275623
10	290013	0.00883	32844054
11	159724	0.00572	27923776
12	593651	0.00950	62489579

$$\sum_{i=1}^m \frac{V_i}{p_i} \cdot \frac{1}{A} = 473582607$$

$$\begin{aligned} \hat{V} &= \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{V_i}{p_i} = \frac{1}{m} \cdot A \cdot \sum_{i=1}^m \frac{V_i}{p_i A} = \frac{1}{10} \cdot (2775) \cdot (473582607) \\ &= 1314191735 \text{ m}^3 \\ &= 13140000 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{ar}(\hat{V}) &= \frac{1}{m(m-1)} \left(\sum_{i=1}^m \left(\frac{V_i}{p_i} \right)^2 - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m \frac{V_i}{p_i} \right)^2 \right) \\ &= \frac{A^2}{m(m-1)} \left[\sum_{i=1}^m \left(\frac{V_i}{A \cdot p_i} \right)^2 - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m \frac{V_i}{A \cdot p_i} \right)^2 \right] \\ &= \frac{(2775)^2}{(10)(9)} \left(25862 \times 10^{10} - \frac{1}{10} (47358 \times 10^5)^2 \right) \\ &= 29382 \times 10^{12} \end{aligned}$$

確率比例抽出法においては、補助変量と目的変量とが正比例しているかどうかにより推定の精度が影響される。

空中写真の判読材積 V_A と現地調査により得られた立木材積 V_G との関係をみると図5-4となり、ほぼ正比例関係がみとめられる。PSU毎に求めた蓄積量の指標であるウェイト合計とこゝで最終的に求めたPSUの推定材積との関係は、図5-5となり、正比例的関係がみられない。この点については今後の検討を要する課題である。

一方、対象地域の総蓄積量を森林調査簿から求めてみた(ただし、対象地に民有林が含まれるが、民有林の調査簿が手に入らなかったため、国有林の調査簿の結果を空中写真情報を加味して演繹した)ところ、 $V=913$ 万 m^3 となり、推定蓄積量 $\hat{V}=1314$ 万 m^3 は約44%の過大推定となった。これは、表5-5からも明らかなように現地調査値 V_G と森林調査簿記載値 V_B との関係が図5-6に示すように、 V_G が V_B に比べて過大となっていること、および、空中写真判読材積 V_A と V_B との関係も図5-7より明らかなよう

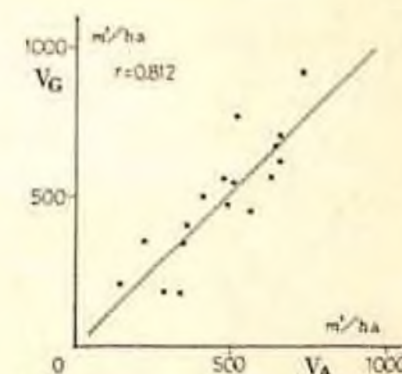


図5-4 判読材積と現地調査材積

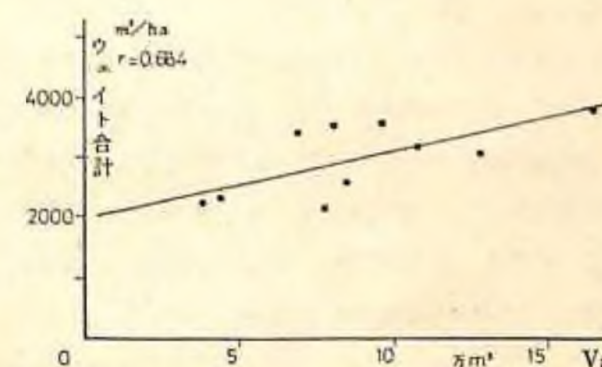


図5-5 PSU推定材積とウェイト合計

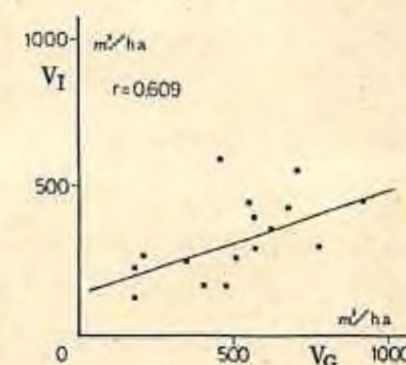


図5-6 現地調査材積と調査簿記載値

に V_A が V_B に比べ過大になっていることに原因しているものと推定される。

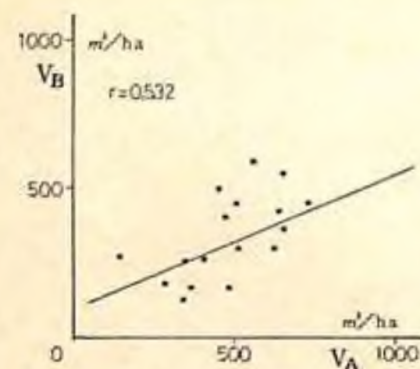


図 5-7 判読材積と調査簿記載値

IV ま と め

ランドサットデータを林業的に利用するための基礎的技術として、ランドサットデータの電磁的補正や地図座標変換、オーバーレイデータ作成等の前処理システムが完成し、5万分の1の地形図を基準とするデータベースの作成が可能となった。マルチテンポラル・ランドサットデータ利用により、森林型区分、土地利用区分が区分精度85%以上で行え得る技術が確立した。また、最尤法、最短距離法、線型判別関数法、相関法、正規化相関法、クラスティング手法、主成分分析法等の画像処理技術をシステム化した。国土数値情報のランドサットデータへのオーバーレイシステムが整備され、250mメッシュの標高データをキュービックコンボリューション手法により、50mメッシュのデータに変換し、地形解析を行うシステムの作成を行った。さらに、この地形情報を用いて、太陽条件を加えて、相対日射係数をメッシュ毎に求めるシステムを作成した。さらに、この相対日射係数を用いて、ランドサットデータから地形効果を除去する消影技術を開発した。この手法を適用することにより、山岳地帯での森林型区分精度を区分精度で10%、図化精度で15%向上させることができた。

ランドサットデータによる土地被覆区分、森林型区分結果から蓄積級区分が88.6%の精度で可能であった。また、ランドサットデータをデータベースとする多段（今回は2段）サンプリング手法を適用して、森林資源調査実験を行ったところ、ランドサットデータ上で設定される第1次抽出プロットの大きさは、50mの正方形画素で、900～1200個位の大きさが適切で、面積として、はゞ、2万分の1の空中写真の1モデル分の大きさが適正であるとの結果を得た。対象面積4万haの森林に対して、10個のPSU、17個の第2次抽出プロットの地上調査（地上調査プロット面積計0.7ha）の結果から蓄積量を推定した結果、合計蓄積量1,314万m³（誤差率29.5%）となり、森林調査簿合計913万m³に比較して、44%の過大推定となった。

V お わ り に

本試験研究において開発されたランドサットデータの前処理手法および画像解析手法は、基本的処理手法として、ランドサットデータ利用にあたって既に全般的な利用が計られている。多段サンプリング手法は、広域的資源調査に効率的に利用可能であることが明らかとなり、本研究成果は伐採材積量把握やバイオマス賦存量調査への適用のための基礎的技術として活用が期待されている。

本研究においては、リモートセンシング技術による調査手法の体系化、新技術の経済効率性の考察ならびに新技術の実用化等についての検討を行なうまでには至っていない、これらは今後の残された課題である。

関 連 業 績

- 1 中島 巖、大貫仁人：LANDSATデータによる陸域環境の計測、環境のモニタリングのためのリモートセンシングデータの処理に関する研究 P.27~39 産業研究所 1977
- 2 中島 巖、大貫仁人：LANDSATデータによる陸域環境の計測 P.22~37 産業研究所 1979
- 3 大貫仁人：LANDSAT、MSSデータを利用した森林調査法（Ⅲ）、第90日林論 1979
- 4 沢田治雄：LANDSAT、MSSデータを利用した森林伐採面積の把握（Ⅰ）、第90回日林論、1979
- 5 大貫仁人他：基礎と応用、林業の統計学、地球出版、1979
- 6 Itsuhito Ohnuki：Landat Data Processing Study for Forest Management, prepared for International Geographical Union: Commission on Geographical Data Sensing and Processing 1980
- 7 中島 巖：リモートセンシング技術の動向 — 農林業分野 — リモートセンシングセミナー資料集 P.37~44, 1980
- 8 大貫仁人：ランドサットデータの林業的利用 — 現状と将来 — , 林業技術6468 P.11~16, 1981
- 9 大貫仁人：リモートセンシングデータの森林情報への利用と問題点、写真測量とリモートセンシング 81 I P.31~35, 1981
- 10 大貫仁人：LANDSATデータの地形条件の差による電磁的歪の補正法とその効果、192回日林論、1981 P.147~148

- 1.1 大貫仁人：LANDSAT・MSSデータを利用した森林調査法（Ⅳ） — 蓄積量推定について — , 92回日林論 1981 P.151~152
- 1.2 I.Nakajima, I.Ohnaki: Computer-aided Remote Sensing Application for Forest planning, XVII IUFRO World Congress Div.6. P.195~210, 1982

地域施業計画に対する電算機 利用システムの開発

地域施業計画に対する電算機利用システムの開発

I 試験担当者

経営部 経営第2科測定研究室 天 野 正 博
栗 屋 仁 志

II 試験目的

伐区分散、母樹保残、択伐、漸伐あるいは大径木生産といったように施業体系が複雑多岐にわたり、かつ森林の多目的機能に配慮しながら地域施業計画を編成しなければならない現在、計画樹立に必要な情報管理業務は増加の一途をたどっている。このため国有林においては、すでに森林資源に関する基本的な情報源の一つである森林調査簿を電子計算機によって作成し、かつその情報を磁気テープ上に格納している。この作業は過去10余年にわたって行われているにもかかわらず、電子計算機利用サービスがオフライン形式のままであるため、データ処理を依頼してから結果を受け取るまでのターンアラウンド時間が長過ぎ、緊急のデータ検索業務や地域施業計画編成時に必要が生じる都度データをチェックすることは不可能であり、本来の意味でのデータベース機能は果していない。

ここでは最近パーソナル・コンピュータと呼ばれている低価格の電子計算機システムを用いて、地域施業計画のためのデータベース管理システムを設計し、前橋営林局月夜野事業区を対象に森林資源に関するデータベースの生成から利用までのテストを行い、ほぼ実用化できる見通しがついたので報告する。なおデータベース作成に必要な情報の殆んどは前橋営林局計画課から提供して頂いたことを厚く感謝します。

III 試験の経過と得られた成果

1. 林業情報データベース化のねらい

(1) 林業における情報の重要性

林業では造林してから伐採するまでに長期間を要するため、その間の木材需要の動向、世界市場からみた国産材の地位の変動といった外部因子だけでなく、生長過程における天候、病虫害による被害や森林施業を通じた人間の森林への干渉、土壌型と樹種との関連といったように、林木の生長はそれを取り巻く環境因子から種々の影響を受ける。そして土壌改良、農薬散布、散水やビニールハウスといった集約的な施業によりある程度は環境因子のコントロールが可能な農業とは異なり、林業はこうした環境因子のインパクトに対し全く受動的で

ある。したがって森林及びそれを取り巻く環境に関する情報それ自体は知識に過ぎないが、生産性の高い森林構造を作り上げられるか否かは、これらの情報をいかにうまく活用するかにかかっている。

一方電子計算機の発達に伴ない、かつてのハードウェア優先の時代から物質としては存在しない情報自体も価値をもつハードウェア、ソフトウェア並列の時代になってきており、情報の活用手段も従来に比べ格段に進歩している。この観点から森林計画やその主たる情報源である森林調査簿等の林業における位置関係をみると、図-1 のようになる。

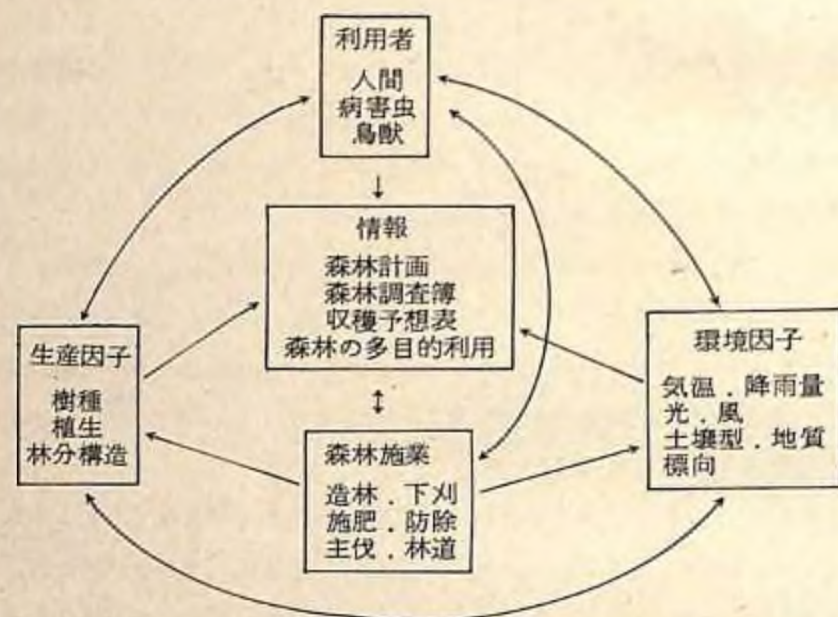


図-1 ソフトウェアとしての森林計画・森林調査

(2) 地域施業計画編成に必要なデータ

地域施業計画に必要なデータの情報源としては、森林調査簿、森林基本図、収穫予想表の3つが主なものとしてあげられる。森林調査簿に関連したデータとしては簿冊上に記載されている小班を森林の取り扱い方法、樹種、地位等が同じものにグループ化し、グループごとに面積、蓄積、生長量を集計することによって、地域施業計画の基本的な部分である保続計算のための計算単位グループを作成し、このグループの現況を把握することによって計画区の資源状況を推定することができる。収穫予想表は将来における蓄積の推定や間伐時期、主伐時期の決定に用いられる。また収穫予想表は森林調査簿の自動更新にも重要な役割を果たしている。通常の前予想表は樹種別、地位別に作られているが、保続計算に用いるときは複数の予想表から各計算単位グループに適した収穫表を合成する。森林基本原図は計画区における

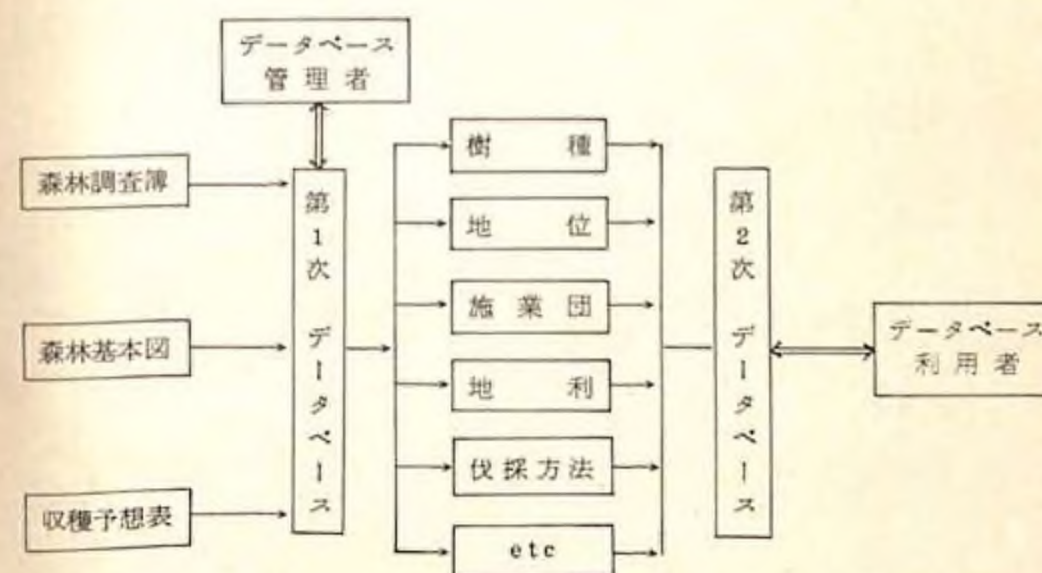


図-2 データベースの概要

樹種、林令等による林分の分布状態を把握したり、伐採可能小班の抽出、伐区の設定及び林道との位置関係を考慮した搬出系路の選択といったことに用いる。地域施業計画とこれらの森林資源情報との関係を図-2に示す。ここで第1次データベースとは各種の情報がそれを利用するシステムから全く独立して存在している状態のデータベースを意味している。一般にデータベースとして蓄積される情報は、営林局、林野庁といった組織を横断的にカバーしていくので、将来いかなる部門でどのような利用目的が生じようとも情報提供サービスが可能のように、新たなデータ項目の追加、あるいは不用となった項目の削除ができ、またデータベース管理システムが実行される電子計算機の機種変更に対応できる柔軟性を保持する立場から、できるだけシンプルな形でのデータ登録が望ましい。一方、第2次データベースは情報利用者ができるだけ使用し易い形に加工したものが望ましいといえる。表-1に第1次データベースの森林調査簿を、表-2に地域施業計画の保続計算に使用するための集計後の計算単位グループの現況表を示す。表-1は小班のデータであり、表-2は地種細分、施業団、樹種によって共通なものを拾い集め、その集計値から収穫予想表を用いて主、副林木、補正係数を計算したものである。これが第2次データベースとして地域施業計画編成に用いられる。

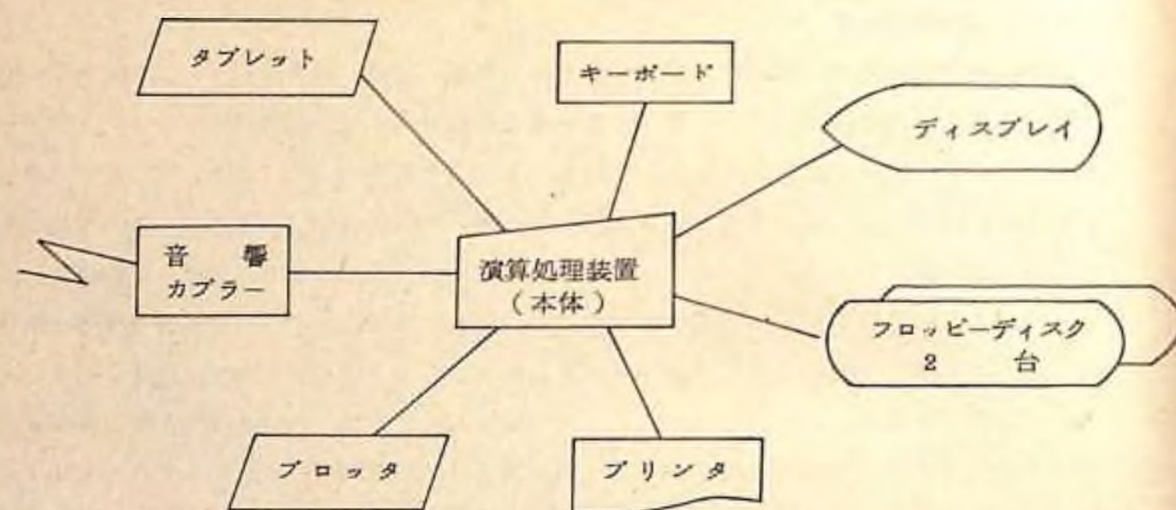


図-3 システム構成図の例

表-3 システムの価格と性能の例

装置名	価格(円)	性能
演算処理装置 (コンピュータ本体)	228000	メモリー 184Kバイト グラフィック表字能力 640×400ドット RS-232C インターフェイス 使用条件 温度 0~85℃, 湿度 20~80% 電源 AC100V±10%
フロッピーディスク ユニット	442000	記憶容量 2Mバイト DMA転送方式 8インチ フロッピーディスク使用
プリンタ	96500	印字速度 50字/秒 印字用紙 10インチ グラフィック印字可能
タブレット	850000	デジタイズエリア 279mm×279mm 分解能 0.25mm データレート 100座標/秒 インタフェース RS232C
プロッター	200000	作図領域 381mm×254mm 作図速度 40cm/秒 ファイバーペン、ボールペン両用
音響カプラー	49800	通信方式: 全二重, 半二重 動作モード: CALL/ANSWER切替 通信速度: 300ビット/秒
ディスプレイ	58800	出力: モノクロ 分解能: 640×400
合計	1,425,100	

を有する装置の使用が測定研究室では不可能であったので、他の類似品を使ってテストを行った。例えば演算処理装置については当研究室で保有しているのは型式の古いものであったため、2台の演算処理装置を並列的に動かすことによって設計システムとほぼ同等の機能を与え、プロッターもそれに該当するものが当研究室にないため、ハードコピーでこれを代用した。

作業の流れとしては、地理情報についてはタブレットから電氣的に2次元座標として読み取られた森林基本原図の位置情報がフロッピーディスク上に貯えられた後、必要な部分がプロッタ、あるいはディスプレイ上に出力される。属性情報としての森林調査簿の情報はキーボードから入力したものがフロッピーディスクに貯えられ、必要な部分がプリンタ、またはディスプレイ上に出力される。また音響カプラーに電話の受話器をセットすることにより、公衆回線を利用して他のシステムとデータの交換を行う。

3 データベースの構造についての提案

ファイルの構成

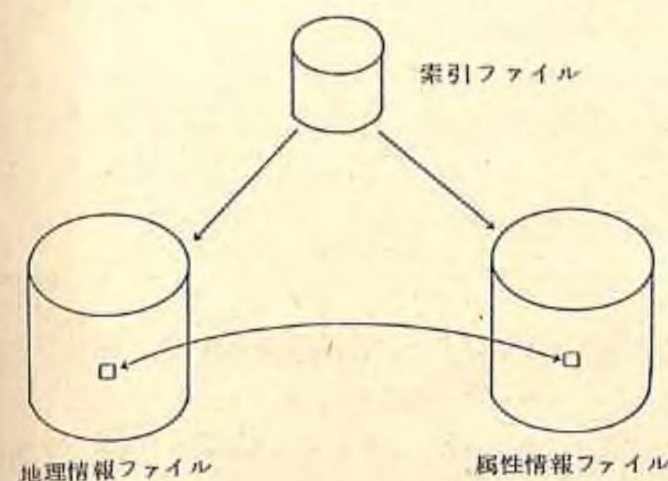


図-4 ファイルの構成

可変長レコードで構成される地理情報ファイルと、固定長からなる属性ファイルは、お互いのアドレスを保持し、かつ索引ファイルにより管理される。

セスを開始する。

(1) 属性情報ファイル

森林資源情報は属性情報と地理情報という2つの異なるタイプの情報から構成されているため、単独のファイルで両者を管理するのは困難である。そこで図-4のようなファイル構成をとって情報を管理する。このデータ構造では属性情報と地理情報を別々のファイルに確保し、両者をコントロールするファイルとして索引ファイルを設け、データ利用者からの問い合わせは一旦このファイルに集められ、そこで必要なデータが属性情報ファイル及び地理情報ファイルのどこの番地に格納されているかを調べた後、システムは各情報ファイルへのアクセスを開始する。

森林調査簿に関するデータ項目及びデータ量はあらかじめ決まっているので、データベースの内部構造を単純なものにする意味からも固定長のランダムファイルとしてある。但し冗長さを省くため、通常の集計、変更作業に何らの関係をもたない項目はディスク上に置くのを避け、現在営林局で作成されている森林調査簿磁気テープをバックアップファイルとして、必要なときのみフロッピーディスクの一部の情報と磁気テープ上の情報を置き換えてデータベースに取り込むこととする。今回使用頻度が高いと考えて取り上げた小班内のデータ項目を表-4に記す。

(2) 地理情報ファイル

表-4 属性情報ファイルのデータ項目

[illegible]

た情報の出力もX-Yプロッターのような特殊な機器がなくとも、通常のプリンターによるデジタルマップでの出力が可能である。図-5にその例を示す。しかし既存の森林資源に関する主たる情報源は森林調査簿と基本原図であるが、これらは不規則な境界線をもつ小班を単位としているため、メッシュ情報に変換するには多大な労力を要するという欠点がある。

つぎにポリゴン方式について調べてみる。国有林における多くの小班は複数の樹種から構成され、また森林の多目的利用を考慮して代区を縮小、分散したり保護樹帯を設置するため、1小班内で幾つかの異なった施業がとられていることが普通である。ポリゴン方式は林相や小班、土壌型分布のような複雑な区画をそのまま保持できるため、1小班内ですら幾つかの施業タイプに分割されている基本原図などもそのままの形で電子計算機の記憶媒体上に格納しておくことができ都合よい。但しポリゴン図形は情報量として比較的大きくなるため、大規模な地域を対象としてデータ解析を行うような場合、処理時間がメッシュ方式に比べ相当かかる。また情報の構造が複雑であるためソフトウェア自体も大きくなり、情報の入出力にデジタイザーやスキャナー、X-Yプロッターのような特殊な入出力装置が必要となる欠点もある。

今迄述べてきたメッシュ及びポリゴン方式の長所、短所を表にまとめて比較し易くしたものが、表-5である。

表-5 メッシュ、ポリゴン両方式の長・短所

	メッシュ	ポリゴン
地図、属性データの入力	規格化	不統一
入力作業	ソフト面で労力大	ハード面が特殊
コンピュータの容量	小規模	大規模
データハンドリング	容易	面倒
データ解析法	多様	制限される
再現された地図	粗い	細かい

(3) メッシュ・ポリゴン・ハイブリッド方式による地理情報ファイル

メッシュ及びポリゴン情報を一つのデータベース管理システム内で取り扱うことによつて、両者の長所を生かすことを試みた。ここではメッシュ情報は長期の保続計画あるいは全国レベルでの森林資源の分布状態を調べたり、センサスによるメッシュデータとの対応づけに用いることを目的とし、ポリゴン情報は1・2分期を対象とした短期の保続計画における伐採対象林分の抽出、あるいは伐区の設定等に用いることを目的とする。データ構造としては、基本原図上に描かれている17座標系の500m×500mを基本メッシュとし、その中に

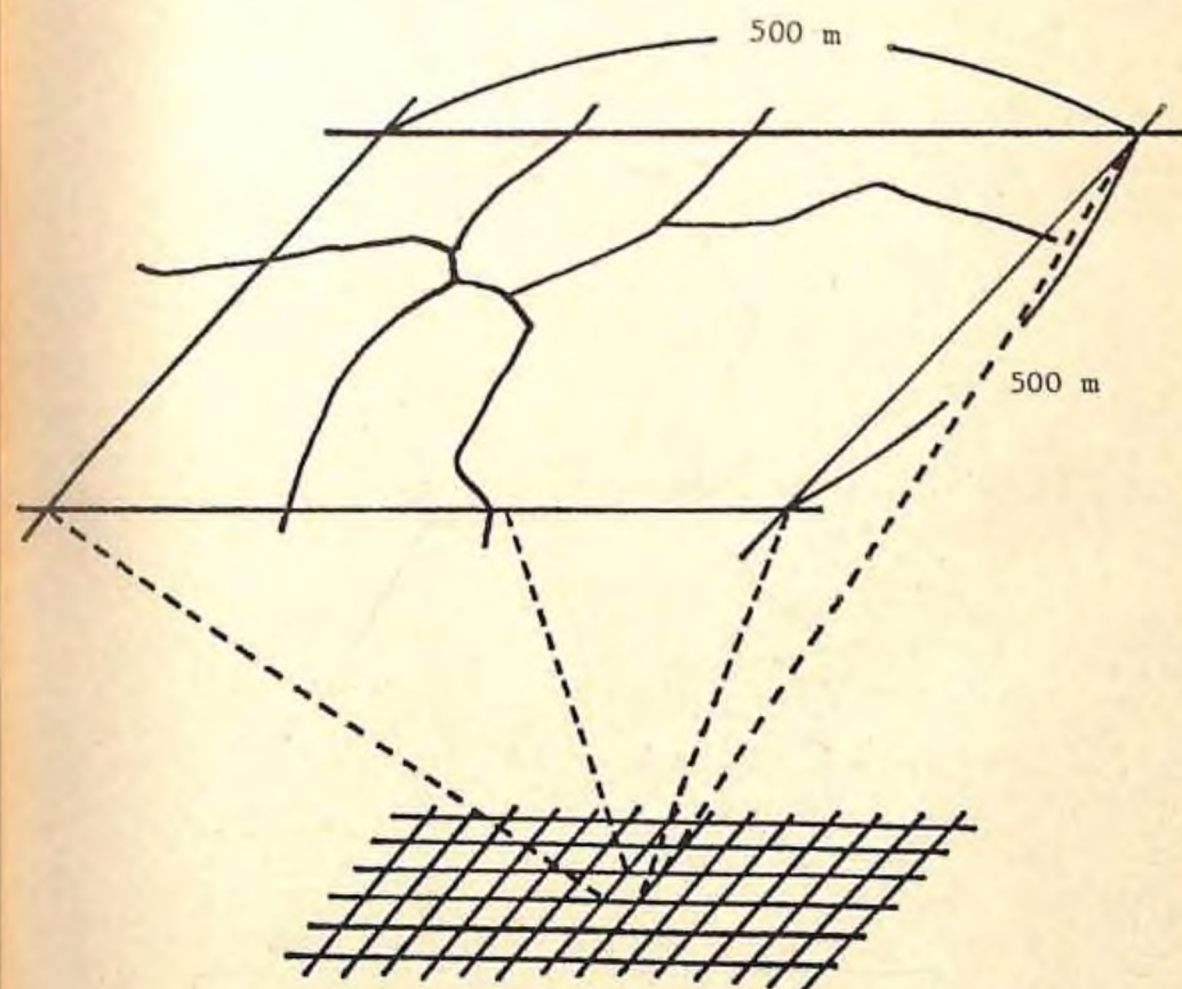
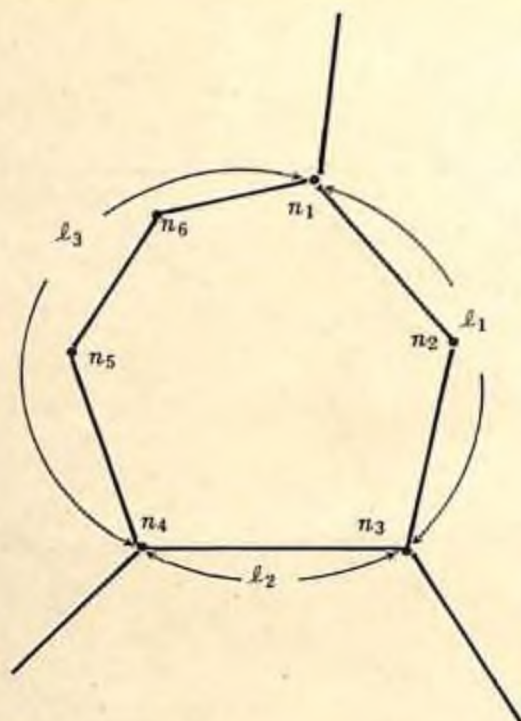


図-6 メッシュとポリゴン情報の関係

図-6のようなポリゴン図形が書き込まれる。

(4) ポリゴン情報の格納方法

一般に小班区画は、図-7のように多角形からなっており、この図の場合は小班は $\ell_1 \sim \ell_3$ という線か、あるいは $n_1 \sim n_6$ の点で表わすことができる。森林は山岳地域にあって一般にその形状は複雑であるため、ときには1つの線が50個程の点で表現されることもある。しかし小班区画を形成する線分はせいぜい10本もあれば十分なので、地理情報ファイルには、表-6のように点を基本とするファイル構成をとり、索引ファイルは線を基本とした、表-7のようなファイルにした。



〔図-7〕 小班区画における点と線

l : 線番号

n : 点番号

表-6 地理情報ファイルのデータ構成

メッシュ座標		線 番 号	点 座 標	
X	Y		X	Y
- 8 5, 5	7 8 0	1	8 2 1	1 1 3
			3 2 8	1 4 0
			3 1 3	1 6 1
		2	3 1 3	1 6 1
			⋮	⋮
			⋮	⋮
			5 4	2 8
		⋮	⋮	⋮
		⋮	⋮	⋮
		⋮	⋮	⋮

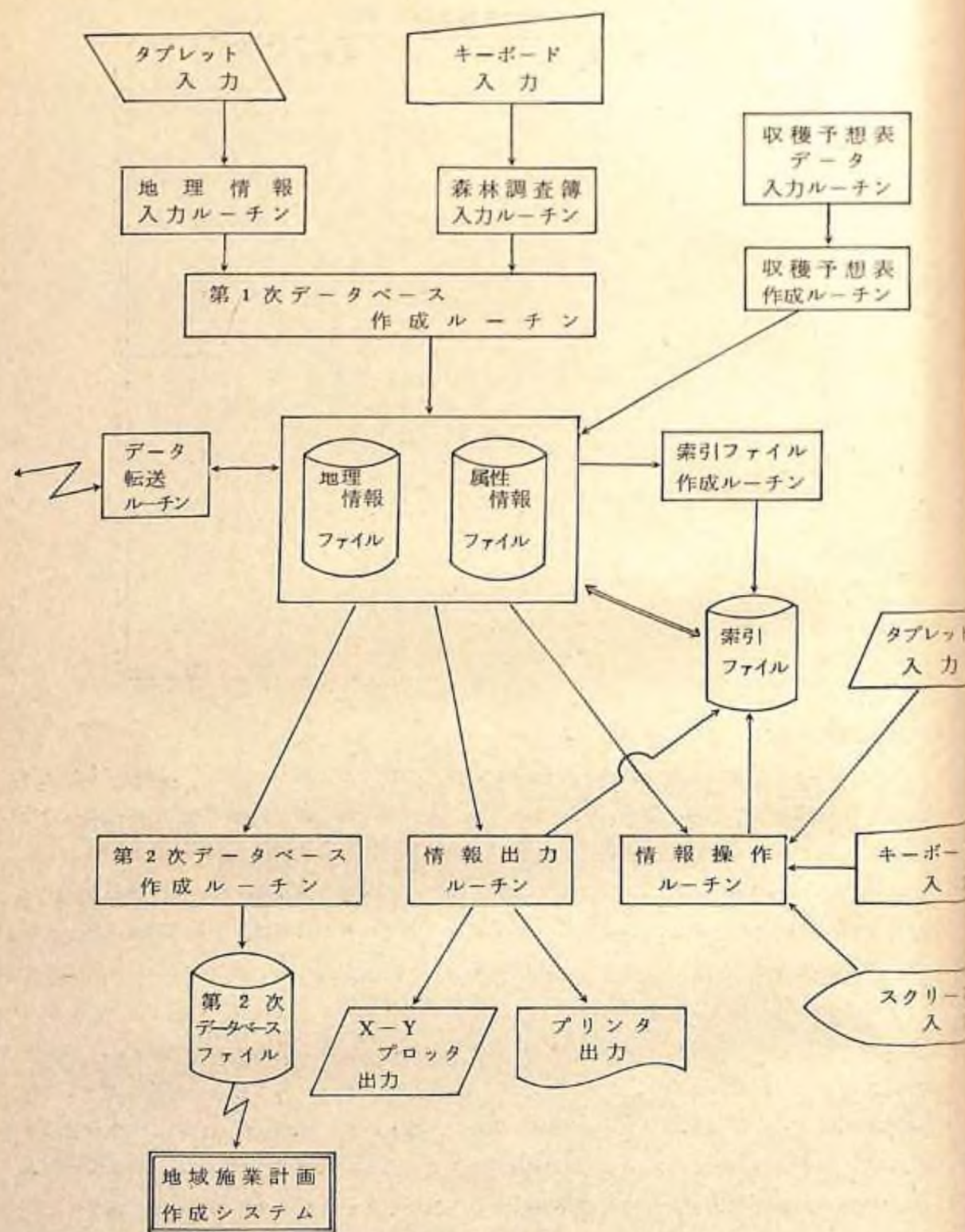
メッシュ座標のX, Yは17座標系の値であり, 点座標のX, Yは, 各メッシュの左下隅を0とし, 17座標系の0.5' (500m)を1000とした相対座標である。

表-7 索引ファイルにおける地理情報関係のデータ構造

林 班 名	小 班 名	メ ッ シ ュ 座 標		線 番 号
		X	Y	
2 1 4	よ	- 8 8 5	7 8 5	3
				4
		- 9 0 0	7 8 0	1
				2
		- 8 9 5	7 8 0	1
	わ	- 8 9 0	7 8 0	1
		- 8 8 5	7 8 5	4
				5
				7
				8
		⋮	⋮	⋮

4. 地域施業計画データベース管理システム

地域施業計画のためのデータベース管理システムの概要を, 図-8に沿って説明する。地理情報, 森林調査簿, 収穫予想表データの入力ルーチンは最初のデータベース生成時にのみ必要であり, 一旦ファイルに格納されてしまえば, 後は部分的な修正やファイルの自動更新によって最新のデータが確保されていく。しかしデータベース本体の生成には相当な経費を覚悟せねばならず, 今回入力に要した作業量は, 基本図1枚当りの入力複雑さによって0.5日~1.0日, 森林調査簿の入力には40~50小班の入力に1時間を要した。このことから1計画区分のデータ入力には約2ヶ月を要するだろう。一旦入力されたデータベースの追加, 削除, 修正, 合併, 分割といった作業はタブレット, キーボード, あるいはスクリーン上でのライトペンの使用によって行われる。第1次データベースは第2次データベース作成ルーチンによって地域施業計画編成に必要な形のデータに集約, あるいは翻訳され, 通信回線を経由して地域施業計画作成システムを運転している電子計算機に転送される。一方第一次データベースの情報自体も計画区などの位置にどのような性格をもった小班があるかを把握するのに有効であり, これらは情報出力ルーチンによって検索, 出力される。



〔図-8〕 地域施業計画データベース管理システム

5. データベース管理システム使用についての具体例

データベース管理システムについての理解を助けるため、具体的に幾つかのルーチンの使用例をあげる。

(1) 属性情報

図-9に示すように(i)でシステムは入力作業を行うか確認作業を行うのかを聞いてくる。

〔1〕とキーインするとシステムは(ii)でデータ記録用のフロッピーディスクをディスクドライブユニットにセットすることを促すメッセージを出し、セットが終ると続いて注意事項及び現在システムが新しいデータを書き込もうとしているレコード番号を出力する。このレコード番号はファイルの最後に位置するレコードの番号であり、これ以外のレコード番号のところに入力したいのなら、「レコードno. フヘンコウシマスカ〔y/n〕?」の問いに〔n〕と答えて、希望のレコード番号を入力すればよい。以上の手続きが終ると(iii)のような入力項目を示す見出しが画面上に現われるので、カーソルの誘導に従って森林調査簿のデータを逐次入力していく。一方(i)の段階で〔2〕を選択し、続いて確認作業を行いたいレコード番号を指示すると、システムは現在指示されたレコード番号上に記憶されているデータを(iv)のように画面上に出力する。ここで〔+〕は何のデータも入っていない項目を示す。そこで修正、追加あるいは削除したいデータあるいは〔+〕のところをライトペンで押すと、それ迄イエローで表示されていたデータがブルーに変わり、データの変更作業を促す。そこで新しいデータを入力すれば、データの変更、追加ができ、もし〔RETURN〕キーのみを入力すれば、そのデータは現在のレコードから削除される。

入力作業と同様な会話手順により森林調査簿データの集計も可能である。樹種別に集計した結果例を、図-10に示す。

(2) 地理情報

地理情報入力のために今回使用したパーソナル・コンピュータがカナ文字機構をもたないため、全て英文での応答になり理解し難い面もあるが、図-11の下線部(i)~(v)が利用者の応答部分で、それ以外はシステムからのメッセージである。(i)ではデータ書き込み用のカセットテープをカセットテープユニットにセットすることを促し、(ii)でデジタイザーの入力準備作業方法を指示し、(iii)で入力結果をハードコピー上に出力するか否かを質問している。(iv)でタイトルを、(v)でファイル番号、(vi)でレコードサイズを順次入力した後、デジタイザー上で基本図をトレースしていくと、入力経過をモニターするため画面上に出力されてくる。

地理情報を出力するには小班単位で行う場合とメッシュ単位で出力する2通りがあるが、ここではメッシュ単位での出力例を示す。なおメッシュ単位で出力するには、記憶媒体上から切り出されてくる地図は全て四角形でなければならない。

[1] ニュウリョウ ワキ^ニ ヨウ
[2] カクニン ワキ^ニ ヨウ
[3] シュウリョウ

(四)

1) 17-イスク アタリ 480 ショウパン ノ ソクセイ テーグ カ ニュウリョク テキマス
2) ニュウリョク ハ ヒタリスズメ テキマス

(III)

キノウ ホアン シュ ハツツ イ
コートー リン クアーン サイフアン セキョー シュ
リンチ コートー メンセキ ケンサウイ トウ ショウライ トウ
チ リ ショウ
クワン ホウイ クイ シュ テン コンコウ メンセキ レイ キョウ
コウ ショウ リンシュ サウイセキ ノトウ セイチャウ チョウサ ト
コウ チシツ ト

【RET】タテマ : テーラ サクシヨ 美々 【DEL】 : ニュウリョク シナオシ

モノウ コート 211	ホアン リン +	チ クフン 2	シュ サイフン 211	ハツサ イ セツ ウ 20	イ シュ カン +	リンチ 41	ショ コ +	チ バンセキ 41	ウ ン +	ク ン +	ウ ン +	ト ウ 12	ウ ン +	ショ ウ 12	ウ ン +	ト ウ 12	ウ ン +	ト ウ 12	ウ ン +
モノウ コート 211	ホアン リン +	チ クフン 2	シュ サイフン 211	ハツサ イ セツ ウ 20	イ シュ カン +	リンチ 41	ショ コ +	チ バンセキ 41	ウ ン +	ク ン +	ウ ン +	ト ウ 12	ウ ン +	ショ ウ 12	ウ ン +	ト ウ 12	ウ ン +	ト ウ 12	ウ ン +
モノウ コート 211	ホアン リン +	チ クフン 2	シュ サイフン 211	ハツサ イ セツ ウ 20	イ シュ カン +	リンチ 41	ショ コ +	チ バンセキ 41	ウ ン +	ク ン +	ウ ン +	ト ウ 12	ウ ン +	ショ ウ 12	ウ ン +	ト ウ 12	ウ ン +	ト ウ 12	ウ ン +

図-9 森林調査簿入力ルーチン応答例

***** シェワフイヒョウ(1) *****

[illegible]

レイ		チ	フ	セ	キ		セ	イ	チヨ	ウ	リヨ	ウ	
キヨウ	メンセキ	N		L		ゴウカイ	N		L		ゴウカイ		
9	0.45	70		0		70	27		0		27		
ケイ	0.45	70		0		70	27		0		27		

***** 91274E32(1) *****

$$11^2 \times 11^2 = 11^4 = 14641$$

レイ		チ	フ	セ	キ		セ	イ	チョ	ウ	リョ	ウ	
キョウ	ズンセキ	N		L		ゴウケイ	N		L		ゴウケイ		
9	0.60	93		0		93	32		0		32		
7.5	0.60	93		0		93	32		0		32		

***** シュワウイヒョウ(1) *****

$$\text{リンシ1} = \text{シ}^{\text{シ}} \text{1シ1} = \text{シシシ}^{\text{シ}} \text{シ}$$

レイ			チ	ク	セ	キ			セ	イ	チョ	ウ	リョ	ウ			コ	ウ	ク	イ
チヨ	メン	セキ	N			L		コ	ウ	ク	イ	N			L		コ	ウ	ク	イ
7	5.10		0			371		371				0			167		167			
21	1.32		0			171		171				0			0		0			
クイ	6.42		0			542		542				0			167		167			

***** シュウケイショウ(1) *****

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

レイ		チ	ク	セ	キ		セ	イ	チョ	ウ	リョ	ウ
キョウ	マンセキ	N		L		N		L				コウカイ
ア	0.50	0		319		0		279				279
カ	1.96	0		304		0		109				109
サ	2.19	0		286		0		0				0
シ	12.65	0		1209		0		388				388

図-10 森林調査簿集計リスト(例)

SET A DATA TAPE ON THE INTERNAL UNIT? [Y/N] Y
 ON THE CURVE READER ----- (i)
 1:PRESS [RUN] SWITCH
 2:MODE=X-Y
 2:COLUMN SET=1
 4:X-LOCK=OFF
 HAVE YOU PREPARED THE CURVE READER? [Y/N] Y
 (ii)
 SET [A] POINT ON THE CURVE READER
 [NOTE] RESET [X],[Y] WHEN INPUT [A] ADDRESS
 MAKE A COPY? [Y/N] Y
 (iii)
 INPUT THE TITLE [A72]
 *** KIHONZU ***
 (iv)
 INPUT THE FILE NO. & RECORD SIZE
 (IF YOU DO NOT KNOW NO.,
 INPUT FILE NO.= [0])
 FILE NO.= 1 (v)
 RECORD SIZE= 2000 (vi)

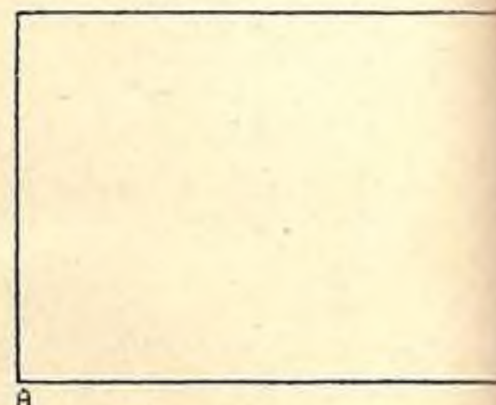


図-1.1 基本入力応答例

Enter grid address X,Y
 Left lower corner = ? -85.5,79.5
 Right upper corner = ? -82.0,82.0
 Need grid [y/n] = ? n

図-1.2 地図情報出力のための応答例

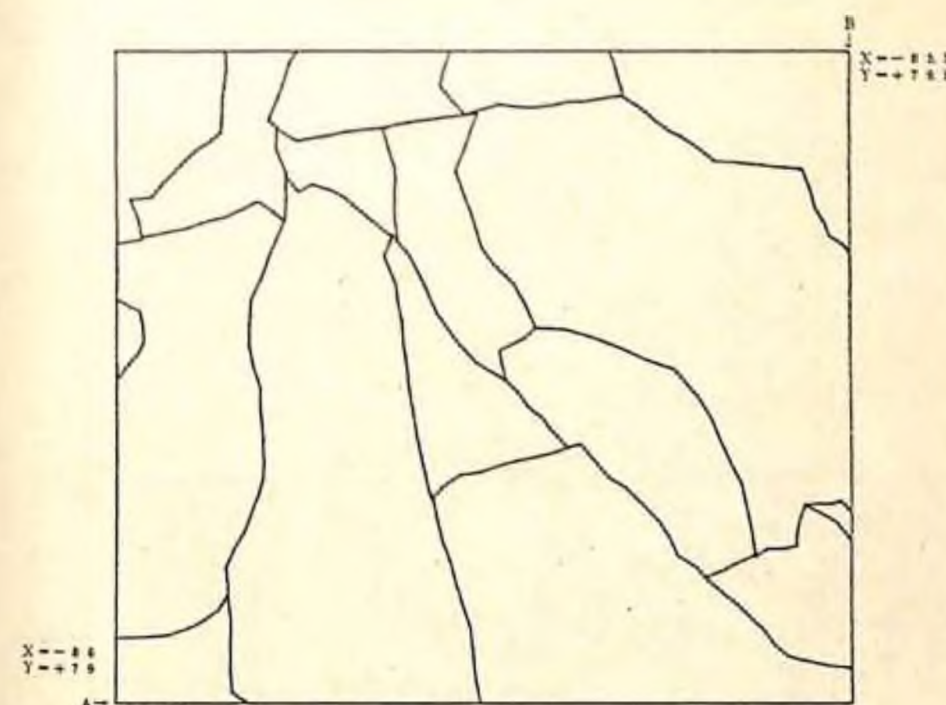


図-1.3 a 基本図出力例

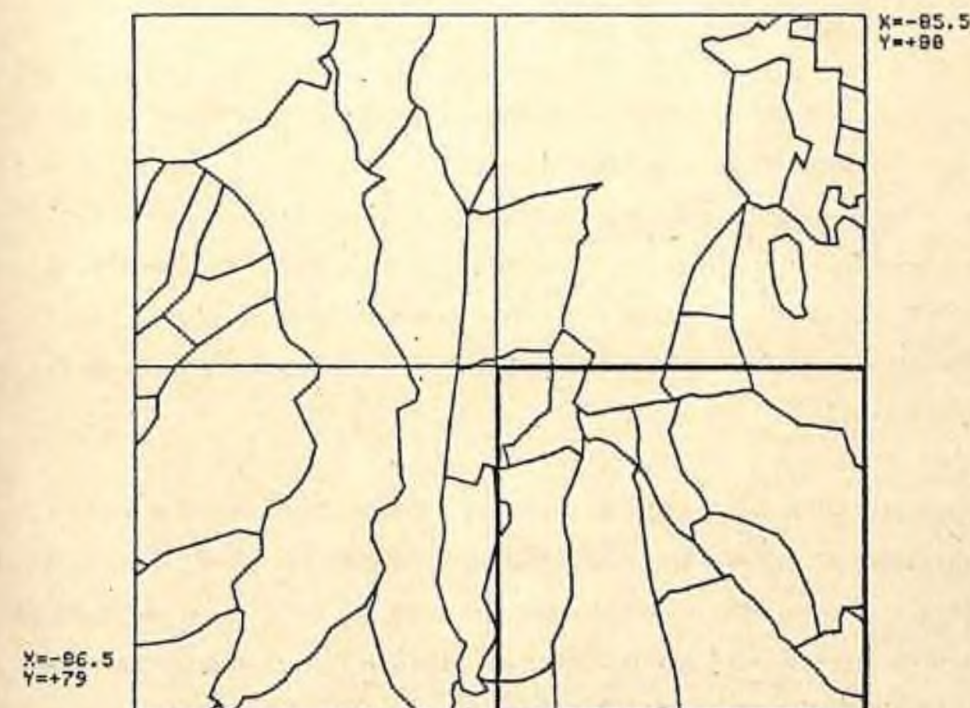


図-1.3 b 基本図出力例

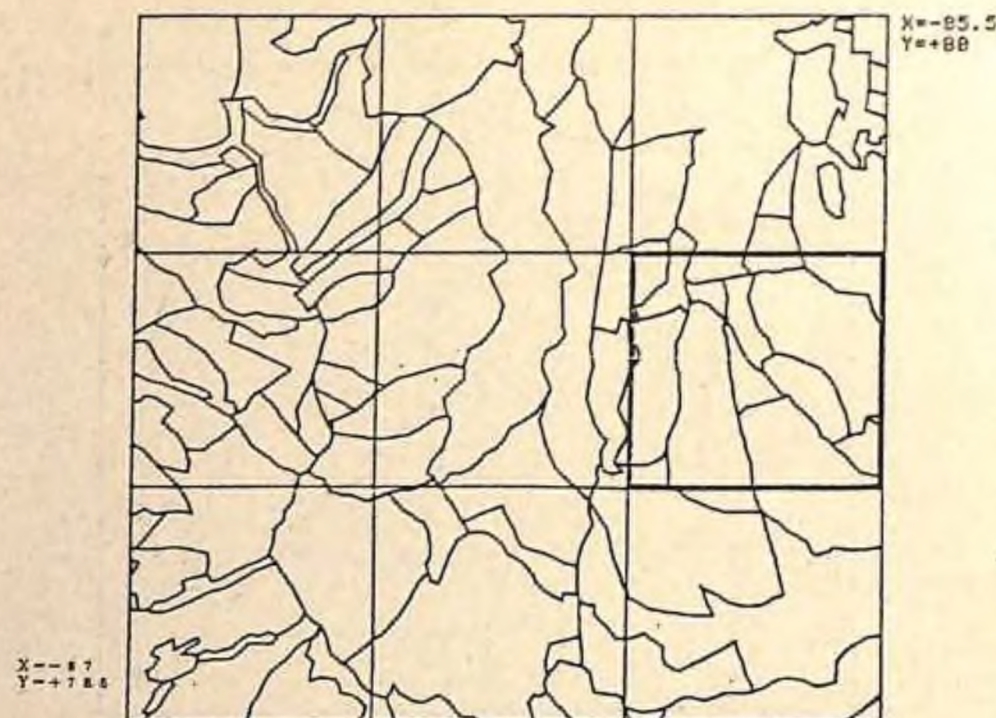


図-13c 基本図出力例

まず、図-12に示すように、出力したい部分を指示するのに、〔Left lower corner=〕の質問に対しては四角形の西南隅の17座標系の座標値を、〔Right upper corner=〕の質問の後には東北隅にあたる座標値を入力する。最後の〔Need grid〔y/n〕=〕の質問は、出力された基本原図上に500m×500mのメッシュラインを書き込むか否かの問い合わせである。図-13a～図-13cに出力面積を順次拡大していく例を示す。図-13b、図-13cの太線枠で囲まれた部分が、図-13aに相当している。なお図-13-aにおいて、A点が〔Left lower corner〕にB点が〔Right upper corner〕に相当している。

6 ま と め

すでに各営林局では森林調査簿の電子計算機による処理を開始してから10年たち、また一部の営林局ではそれ以外の分野での電子計算機の利用も活発化してきたことから、電子計算機による新しい処理業務形態に対する適応力は著しく向上してきている。今回の試験に際してもデータベース管理システムの参考資料として幾つかのシステム設計書を営林局に依頼したが、それらは電子計算機の処理能力を十分に意識したものであり、こうしたことから最近急速に発達してきたオフィス・オートメーション化への下地は十分できあがっていると判断される。し

かし現実には森林調査簿の集計業務だけを取り上げても、ルーチンワーク化しているものは別として、特定データ項目の検索、集計、あるいは森林資源に関する問い合わせ業務の多くは、未だ手作業に頼っている。

こうしたことから、森林資源情報に関するデータベース管理システムの導入は、速効性を十分期待できるものといえよう。また地域施業計画の中で重要な役割を果たす保続計算の電子計算機処理方式も固まりつつあることから、両者を一つのシステムとして統合すれば、林野庁、営林局といった組織体の上層部からのデータの要求、あるいは政策変更による計画の見直し等にも柔軟に対応できるようになるであろう。

林間放牧によるササ地帯天然下種
更新のための適性放牧強度

林間放牧によるササ地帯天然下種更新のための適正放牧強度

I 試験担当者

本場・経営部	岩波 悠紀, 山脇 泉, 岩元 守男
東北支場・経営部	神長 毎夫, 小川 澄, 川崎 金治
高萩試験地	岡野 誠一, 渡部 貢

II 試験目的

林床に広く分布するササが森林の天然更新を妨げて来たことはよく知られている。同様に、長草型草地を代表するもう一つのタイプであるススキ型草地も、ススキが密に生育する場合は灌木類の侵入が困難である。

そこで本試験では、林床のササ生地への繁殖肉用牛の放牧が、アカマツ稚樹の発生とその成長に及ぼす影響の観察を通じ、ササ地帯における天然下種更新のための適正放牧強度を明らかにすることを目的とした。

その試験地には岩手県盛岡営林署小沢山国有林70林班内の姫神肉用牛生産育成実験牧場放牧跡地と茨城県高萩営林署奥撫国有林175林班内の十王町高原町営牧場を選んだ。前者の林床植生はクマイザサが中心であり、後者はアズマネザサが主体である。さらに、参考のために林試高萩試験地（茨城県十王町）内のススキ型草地も取上げた。

III 試験の経過と得られた成果

1. 姫神牧場の例 — 神長毎夫, 小川 澄, 川崎金治

(1) 調査地の概況

本試験地は林野庁で実施した青森営林局姫神肉用牛生産育成実験の跡地である。同地では、昭和50年から53年までの4年間、クマイザサ生地の放牧とアカマツの天然更新についての試験を続けており、その成績はすでに報告した。¹⁾ その試験では、軽度牧区10haと重度牧区5haの2牧区が設けられ、日本短角種繁殖雌牛（子付）1群80～50頭が6月下旬と9月下旬の2回にわたり放牧され、重度牧区では可食草類のほとんどが食い尽くされた。草類に対する適正利用率は約60%と言われているが、この重度牧区の利用率は70～80%であった。

本研究は、この重度牧区をその後休牧することによって、どのようにアカマツ稚樹が発生成長したかを調査したものである。なお、本報告では、昭和50年の放牧試験にまでさ

かのぼって考察を加えた。

(2) 調査結果

1) クマイザサの回復状況

試験地におけるクマイザサの稈数及び新稈高の推移を図-1, 2に示す。これは、試験区内に1㎡の固定調査枠10個を設けて調査したものである。なお、昭和50年以前の同地は軽い放牧や、地ごしらえのための刈払いが行われていたために、試験開始時（昭和50年）のクマイザサ稈高は30～40cmと比較的に低いものであった。

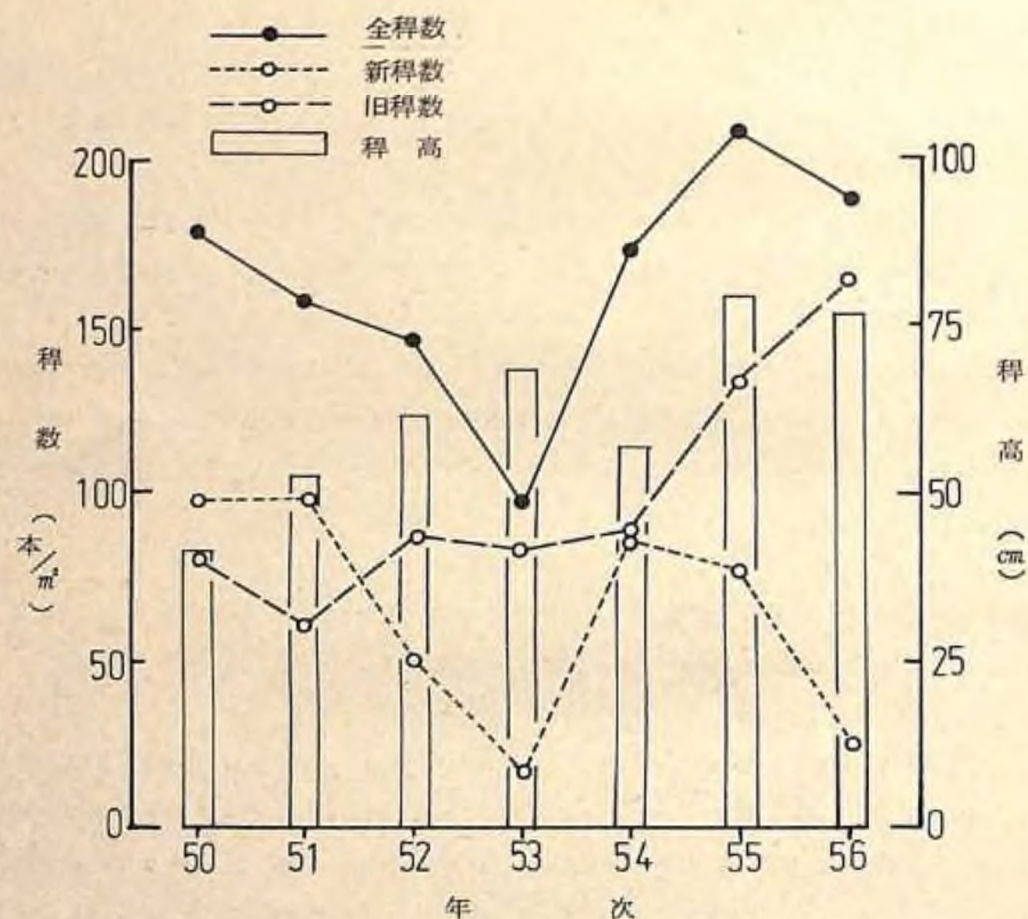


図-1 禁牧区の稈数と新稈高の推移

まず、図-1の禁牧区では、50年以降放置されていたために（その前までは多少刈払い処理が加えられた）、稈高は徐々に高まり、50年に比較し、55、56年にはほぼ2倍の80cm近くにまで達した。一方、50年に約180本/㎡であった稈数は、

54、56年にもほぼ180～200本/㎡であり、ほとんど増加を示さなかった。ただし、53年の稈数は100本/㎡に落ち込んだが、これはササ筍発生の特年に当った結果である。

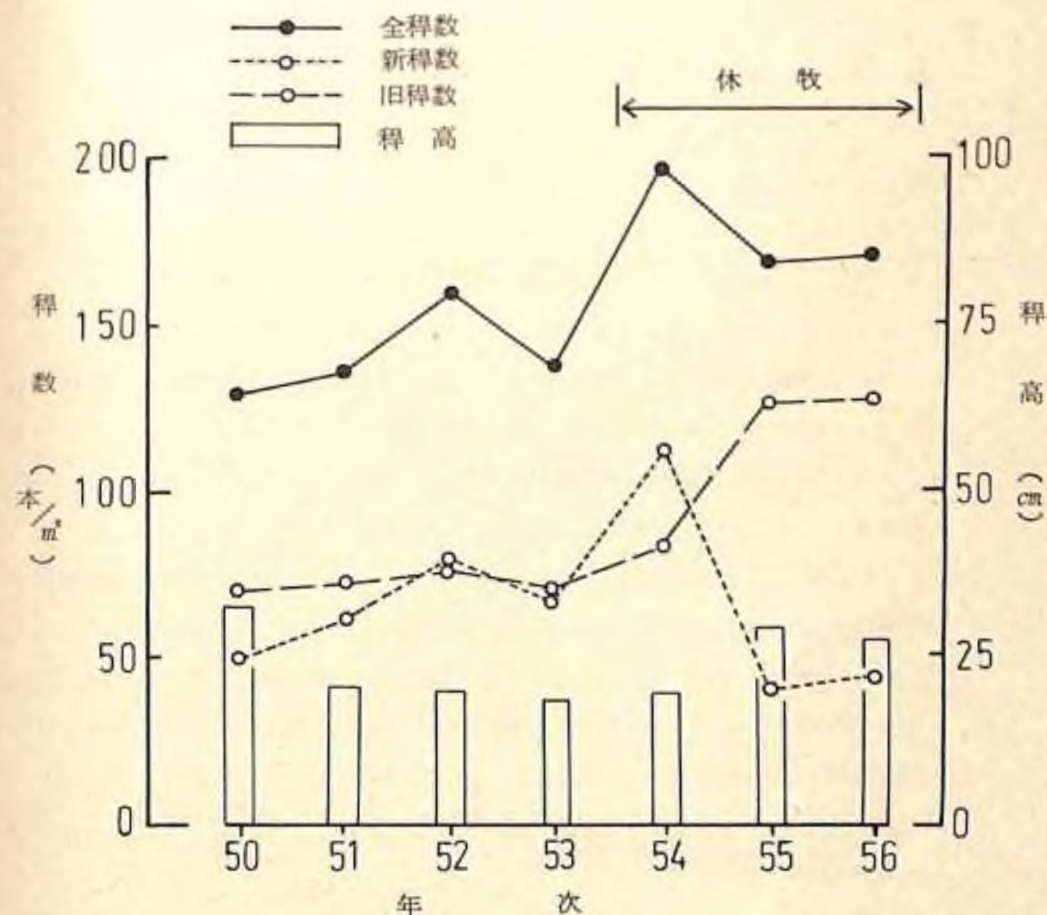


図-2 放牧区の稈数と新稈高の推移

これに対し、図-2の放牧区では、当初38cmであった稈高が、放牧4年目の53年には19cmに低下した。しかし、その後の放牧中止により56年には28cmに回復した。しかし、稈数については、放牧によって増加の傾向を示し、58年にみられた筍の豊年もほとんど影響をみせなかった。

クマイザサ並びにそれ以外の草本、木本類植物の可食生草量を表-1に示す。可食草量とは、ササ及び木本類植物の場合は葉部だけを指している。

禁牧区のクマイザサは新葉と古葉がほぼ4:6の比率を保ちながら、全体として増加する傾向を示した。

表-1 可食草量の推移 (Kg f.w./10a)

	禁 牧 区			放 牧 区								
				放 牧				休 牧				
年 次	50	58	56	50	51	52	53	54	55	56		
新 葉	117	81	190	148	201	193	214	205	80	67		
古 葉	167	348	223	195	15	45	10	28	189	201		
小 計	284	429	413	343	216	238	224	233	269	268		
その他	203	156	192	166	296	320	280	313	296	243		
計	487	585	605	509	512	558	504	546	565	511		

これに対し、放牧区でも放牧を開始したばかりの50年には、禁牧区と同様に、クマイザサの古葉重が新葉重を上まわった。しかし、その後は放牧によって採食されたために、たとえば放牧2年目(51年)の古葉に例をとれば、前年の1/10以下に低下した。古葉に代って、放牧継続期間中は新葉重が増加した。これは放牧によって新稈の発生が高まったことが大きく影響したものとみられる。一方、休牧2, 3年目(55, 56年)には新稈の発生が少なかったために(一般に休牧すると、新稈の発生が低下する)、新葉重は放牧中の1/2~1/3に減少した。しかし、休牧によって古葉量が増したために、新、古葉合計では、放牧期間中よりも増加する傾向を示した。ササ葉以外を含めた休牧中の全可食草量は放牧期間中と大差なく、500Kg/10a台で推移した。

2) 固定試験地におけるアカマツ稚樹の生育

試験区内に1m×5mの固定調査枠20個を配置し、アカマツ稚樹の樹高分布を調査した結果を表-2に示す。

まず、禁牧区であるが、1年生アカマツの存在は54, 55及び56年のいずれにも観察されず、2年生以上のものも、わずかに0.01~0.02本/m²みられたにすぎなかった。これは、ササの落葉が厚く堆積していたために、アカマツの発芽そのものが困難であることを示している。

これに比較すると、放牧区におけるアカマツの発生は著しく、1年生稚樹は0.1~0.8本/m²、2年生以上を含めた全稚樹数は1.1~1.8本/m²に達した。このようにアカマツ稚樹の発生にとって、放牧は極めて有効であることを示した。

4年間の放牧により、クマイザサの矮性化が進んだとは言えるものの、休牧3年目の昭和56年におけるクマイザサ群落の草高は80cm前後であった。陽樹であるアカマツ稚樹が健全に生育してマツ林を形成するためには、短年月の間にアカマツ稚樹の樹高が

表-2 アカマツ稚樹の樹高階別本数

区分 年次 本数 樹高階	禁牧区			放牧区		
	54	55	56	54	55	56
	本数比率 (本/m ²)(%)	本数比率 (本/m ²)(%)	本数比率 (本/m ²)(%)	本数比率 (本/m ²)(%)	本数比率 (本/m ²)(%)	本数比率 (本/m ²)(%)
(1年生)	0 —	0 —	0 —	0.24 21.5	0.28 21.0	0.11 8.3
(2年生以上)						
10cm以下	0 —	0 —	0 —	0.34 30.3	0.31 23.3	0.34 25.6
11~20	0.01 50.0	0 —	0 —	0.34 30.3	0.36 27.1	0.24 18.0
21~30	0 —	0 —	0 —	0.14 12.5	0.18 13.5	0.27 20.3
31~40	0.01 50.0	0 —	0 —	0.03 2.7	0.05 3.8	0.11 8.3
41~50	0 —	0 —	0 —	0.03 2.7	0.08 6.0	0.08 6.0
51以上	0 —	0.01 10.0	0.01 10.0	0 —	0.07 5.3	0.18 13.5
計	0.02 10.0	0.01 10.0	0.01 10.0	1.12 10.0	1.33 10.0	1.33 10.0

80cmを超える必要がある。樹高が80cmを超えたアカマツ稚樹数は、54年に0.06本/m²であったものが、55年には約0.2本/m²に達し、さらに、56年になると約0.4本/m²に増加した。このように、放牧跡地のアカマツ稚樹は順調な伸長成長を示した。

表-3 アカマツ稚樹の樹高階別本数

調査地	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
樹高階	本数比率 (本/m ²)(%)	本数比率 (本/m ²)(%)	本数比率 (本/m ²)(%)	本数比率 (本/m ²)(%)
10 cm以下	0.01 0.5	0.02 2.7	0 0	0.01 2.5
11~20	0.17 7.8	0.15 20.0	0.04 22.2	0.08 20.0
21~30	0.48 19.6	0.16 21.8	0.02 11.1	0.10 25.0
31~40	0.54 24.6	0.11 14.7	0.08 44.4	0.08 20.0
41~50	0.30 13.7	0.14 18.6	0 0	0.06 15.0
51~60	0.24 11.0	0.06 8.0	0.02 11.1	0.05 12.5
61~70	0.18 8.2	0.05 6.7	0 0	0.01 2.5
71~80	0.08 3.6	0.03 4.0	0.01 5.6	0.01 2.5
81~90	0.04 1.8	0.03 4.0	0 0	0 0
91~100	0.12 5.5	0 0	0.01 5.6	0 0
101 以上	0.08 3.6	0 0	0 0	0 0
計	2.19 10.0	0.75 10.0	0.18 10.0	0.40 10.0

表-4 アカマツ稚樹調査地の林床植生

草類別	調査地 項目	No.1		No.2		No.3		No.4		主要草種
		被度(%)	高さ(cm)	被度(%)	高さ(cm)	被度(%)	高さ(cm)	被度(%)	高さ(cm)	
サ	サ	24.0	36	61.0	37	65.0	37	95.0	50	クマイザサ
イ	ネ	20.5	49	1.9	58	6.2	59	3.0	58	ススキ、ヒメノガ ヤス、オオアブラ スキ
ス	ゲ	6.6	17	6.3	22	14.0	20	0.2	21	アオスゲ、ヒカゲ ゲ
雑	草	10.1	38	5.8	37	7.3	40	2.1	36	ノコンギク、キジ シロ、オオバギボ シ、チゴユリ
シ	ダ	3.3	50	2.0	48	6.6	50	0	0	ワラビ
木	本 (うちアカマツ)	42.4 (18.1)	45 (62)	18.8 (4.6)	42 (60)	11.5 (0.1)	50 (30)	9.1 (23)	48 (44)	アカマツ、ヤマブ ク、ツルウメ、モ ミジイチゴ
計		106.9		95.8		110.6		109.4		

3) 林床植生型とアカマツ稚樹

クマイザサの密度を異にする4地点を選び、それぞれ10m×10mの調査枠を設定し、林床植生型の相異とアカマツ稚樹の生育との関係を検討した結果が表-3である。その4地点の植生状況は表-4の通りである。即ち、調査点No.1は、クマイザサの被度が24%と低く、クマイザサの生育が最も劣った。これに対しNo.2及びNo.3のクマイザサ被度は60～65%、No.4に至っては95%、とクマイザサが密に繁茂していた。

これら4調査地におけるアカマツの全稚樹数をみると、最も多いのはNo.1の2.2本/m²であり、次いでNo.2の0.8本/m²であった。これに対し、No.3及びNo.4では0.2～0.4本/m²と稚樹数は少なかった。

次に、樹高階別にアカマツ稚樹の出現率をみると、No.1では、30cm以下の稚樹が28%と他の3地点に比較すると低い反面、61cm以上になると23%と非常に高かった。即ち、クマイザサ被度の低いNo.1地点では、出現稚樹数が多いのみならず、稚樹の成長が良好であることを示した。

2. 高原牧場の例 岩波悠紀、岡野誠一、岩元守男

(1) 調査計画

放牧共用林野として古い歴史を持つ高原牧場のうち現在使われている面積は約60haにすぎないが、補助飼料を与えながら、60頭前後の黒毛和種牛を周年放牧している。

牧場内における、アカマツ稚樹の侵入状況と放牧強度との関係を明らかにするに当り、まず、牧場内の林相及び林床植生型を調査した。

さらに、アカマツ稚樹の多い2箇所(A及びB地)を選び、4m×100mの調査ベルトを設け、植生、地型等とアカマツ稚樹の分布との関係を詳細に検討した(図-3参照)。調査地Aは10～20度の南東向き傾斜面であり、4、5年前に掃除刈りを行っている。一方、B調査地は谷をはさんだ南西向き及び北東向きの斜面であり、最大傾斜度はほぼ30度である。また、B地における掃除刈り実施は7、8年前であるが、それ以降は人為処理を加えていない。即ち、アカマツ稚樹が侵入してまだ日の浅いA地に対し、B地はそれよりもさらに3～4年を経過した状態の場所である。

なお、本調査は昭和57年3月及び4月に実施した。

(2) 調査結果

1) 牧場内の林相及び林床植生

牧場内の林相区分を図-3に示す。林相は二次林であるコナラを中心とした広葉樹林と植栽されたクスギ林及び放牧地内に侵入してきたアカマツ林の3つに分けた。

図-3にみるように、コナラ林その他は、牧場の北西部及び南東部に集中している。これらの地域は傾斜がきついため、もともと放牧家畜があまり入らない場所である。中央部に小地域分布するコナラ林も同様に急傾斜地である。そのような地形の所は放牧利用や牧野管理がいきとどかないために二次林化したものである。北西部のコナラ林分の全部及び南東部のコナラ林分の一部は林床草が少ないために、現在放牧対象地から外されている。

クスギ林が放牧地の中央部に分布している。ただし、このクスギは大正時代から昭和20年代にかけて、牧野の庇陰樹として植栽されたものである。従って、その林齢は70年生位から25年生前後にまで及んでおり、胸高直径は70年生林で約5.2cm、25年生林で約1.8cmであった。また、その立木密度は、60～70年生林で200～300本/ha、25～30年生林で500～600本/haを示した。

このクスギが植栽されている放牧地内に、アカマツが屋根部を中心に分布している。アカマツの樹齢は古いもので約45年生を示した。このように、アカマツは放牧利用されている場所、即ち、家畜の放牧圧が適度に加わった所に分布していることになる。

牧場内の林床植生を図-3に示す。林床植生は長年の放牧によって、アズマネザサとワラビが中心となっており、植生型はササ型、ササ・灌木型、ササ・ワラビ型、ワラビ型、ワラビ・ササ型、ワラビ・イネ科草型、ササ・雑草型及び灌木型の7つとした。なお、イネ科草とは、オーチャードグラス、ケンタッキブルーグラスの牧草を含む、シ

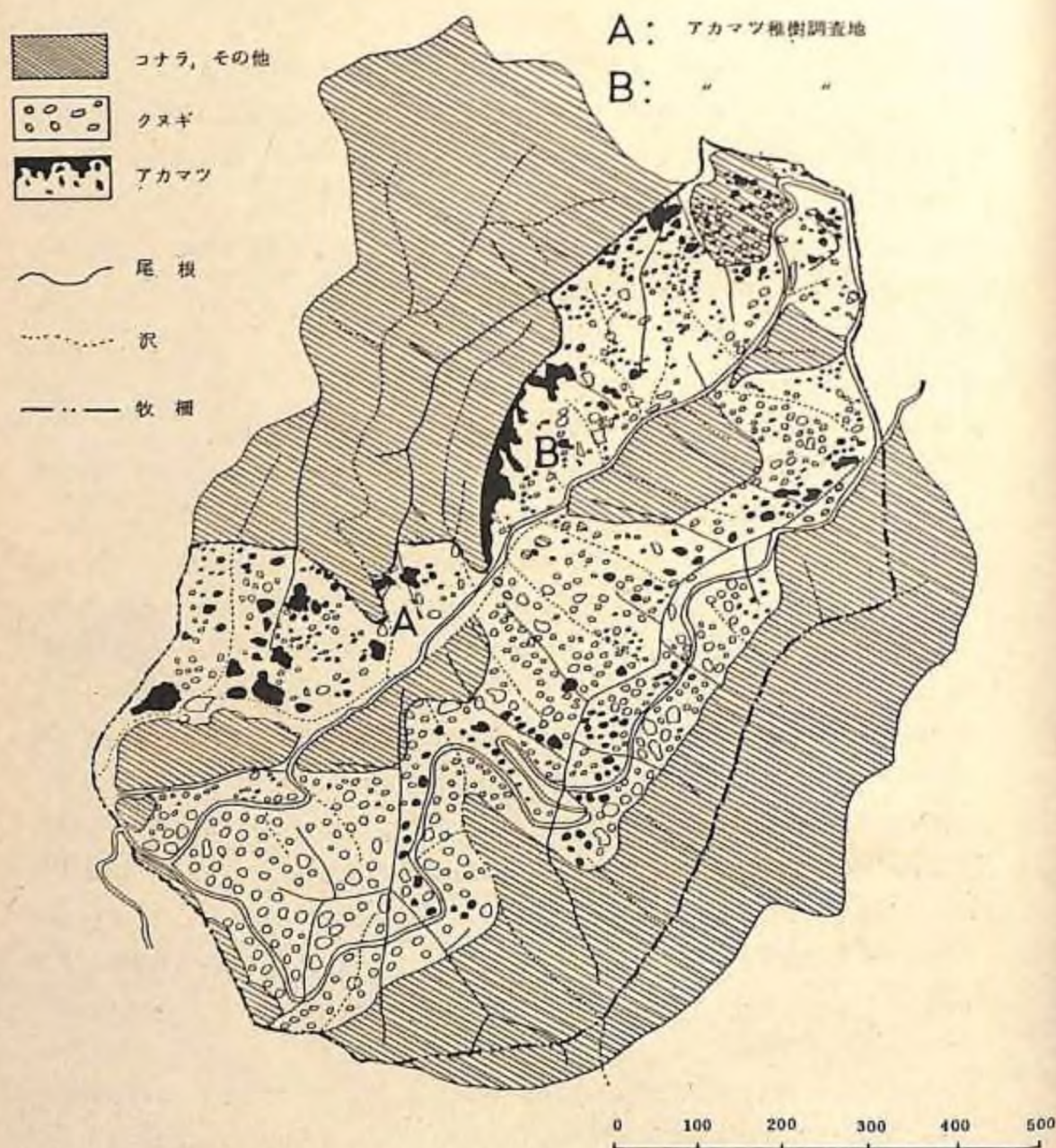


図-3 高原牧場内の林相

バ、ヌカバ、サイトウガヤ、チカラシバ、トダシバなどである。雑草類はタガネソウ、ニガナ、ヨモギ、ノアザミ、イヌヨモギなどで、灌木類にはヤマツツジ、ノイバラ、アセビ、ヤマハギ、ガマズミなどが含まれる。

図-4で明らかなように、ササ型植生が最も広く分布し、現放牧地の半分近くを占めている。その分布域は放牧地の南東域に相当し、地形的には北西向斜面のほとんど全部と南東向斜面でも庇陰樹としてのクスギが密に植栽された地域である。

一方、放牧地の北西域に広がる南東向斜面は、もともとクスギの庇陰樹が極めて少ないために、林床草の生産性は高い。従って、最もよく放牧家畜に利用されている地域であり、放牧圧の加わり方によって特徴ある植生型を形成している。この放牧圧の強度は傾斜度の影響を強く受け、傾斜度が低くなるほど放牧圧は高まる。

放牧圧の高い地域ではアズマネザサに代ってワラビが増加している。

アズマネザサとワラビとの関係も、放牧強度と地形とのからみで、ササ・ワラビ型、ワラビ・ササ型、ワラビ型などに分れている。最も放牧圧の高い所ではワラビ・イネ科草型となっており、シバの優占度が高まっている。しかし、シバ型草地を形成するまでには至っていない。道路で区切られた放牧地の北西域は放牧圧が高いとは言えるものの、そのなかで、多少家畜の利用度が劣る所は灌木型となっている。

アカマツ稚樹が最も広く分布するのはこの灌木型植生域であるが、その原因については次項で考察する。

2) 林床植生型とアカマツ稚樹

放牧地内の植生型は放牧の影響を強く受けることは論をまたないが、この植生型とアカマツ稚樹の分布との関係を検討するために4m×100mの調査枠を設け、アカマツ稚樹を樹高別に調査した。その結果はA地の例を図-5に、B地を図-6に示す。

図-5に示したように、灌木型の植生域でアカマツ全稚樹数が最も多く15-25本/m²に達し、次に多いのはワラビ・灌木型植生の10-20本/m²であった。これに対しワラビ・シバ型及び立場における稚樹数は非常に少なく、特に後者は1本/m²を越えなかった。

このように、灌木型植生の所はアカマツ稚樹数が多いのみならず、樹高の高いものが多く分布するところに特徴があった。このことは図-6の例でも同様であり、アカマツ稚樹がみられたのは灌木型植生の場所に限られた。

灌木型は比較的急傾斜面に成立する植生型であり、全体としてみた放牧牛の踏圧は必ずしも高くない。しかし、傾斜が急のために、緩斜面のように牛はアトランダムに歩きまわるのではなく、ほぼ決まったコースを歩く傾向がある。そのことによって、いわゆ

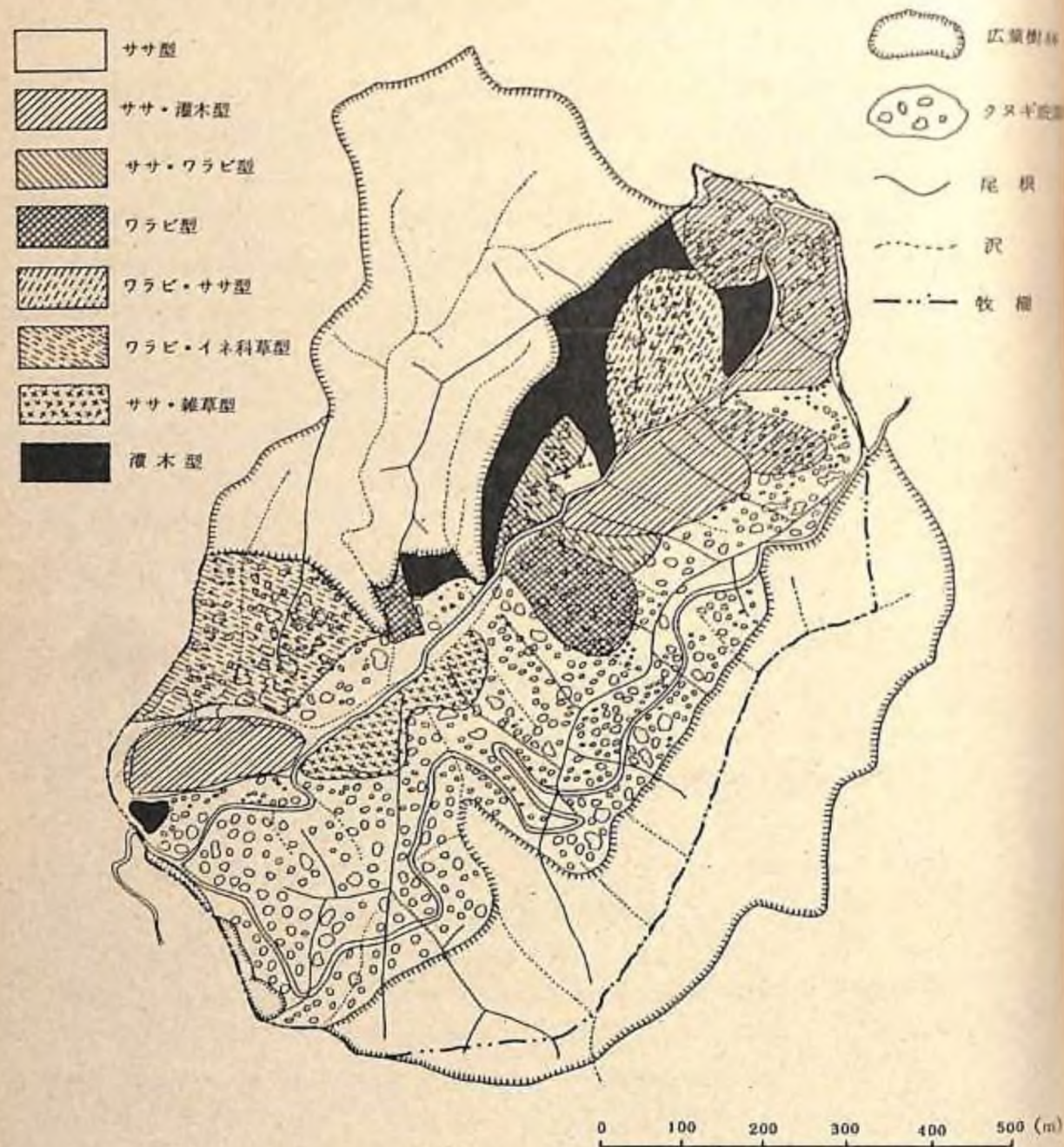


図-4 高原牧場の林床植生

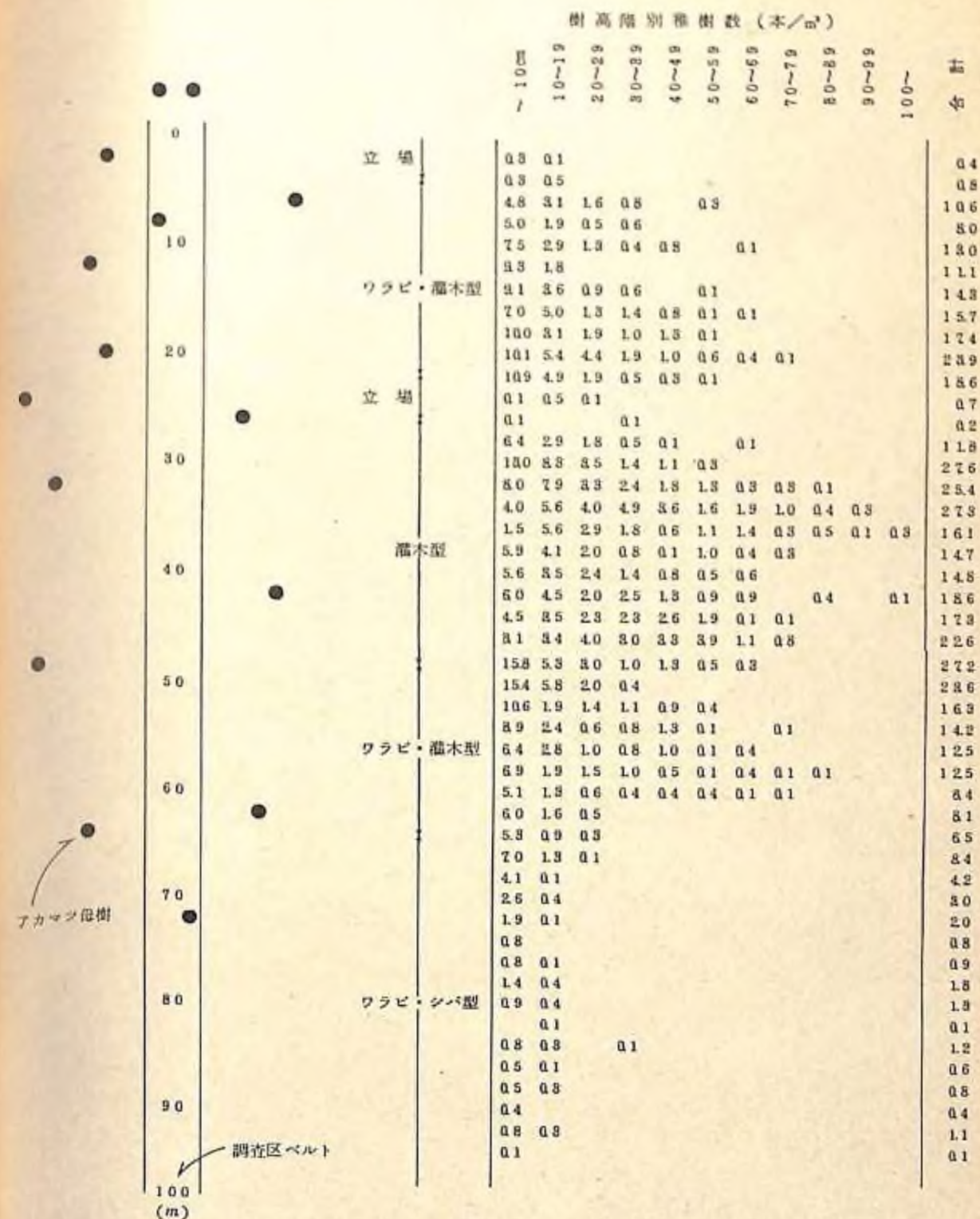


図-5 A地における植生型とアカマツ稚樹の分布

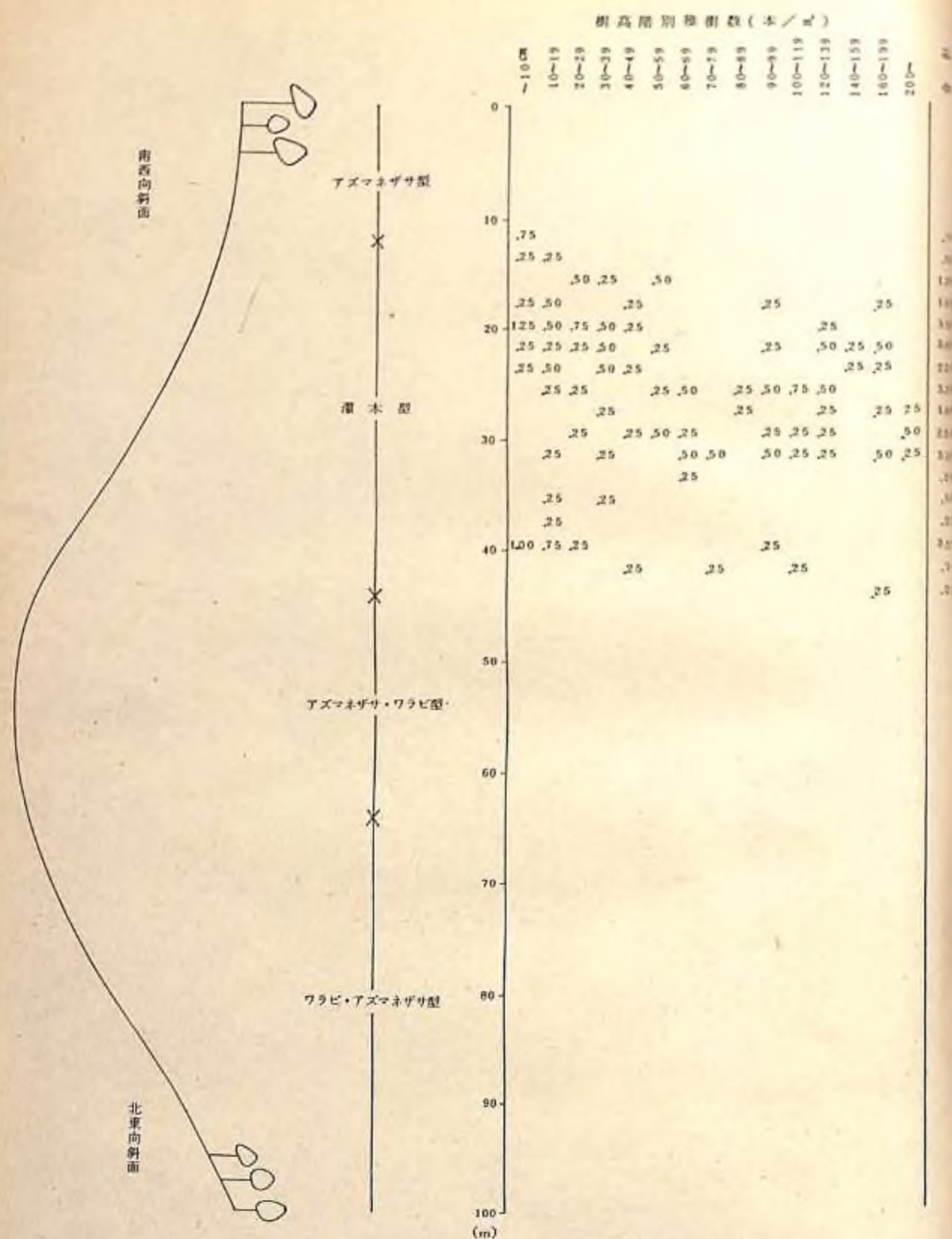


図-6 B地における植生型とアカマツ稚樹の分布

る、牛道が形成され、その部分だけ土壌が露出する例が多い。そのような土壌の露出部では、アカマツの発芽が極めて良好であり、牛の踏圧被害の少ない場所では伸長成長がスムーズに進むことになる。即ち、灌木型植生地にアカマツ稚樹数が多いのは、そこが牛道の形成され易い場所だからである。同様の理由によって、ワラビ・灌木型植生地においてもアカマツ稚樹数は比較的が多い。

当牧場の植生は、放牧圧が強まると、ワラビ・シバ型に移行する。この植生型の所は、全体のアカマツ稚樹数が少ないこともさることながら、その稚樹が樹高20cmを超える段階まで生存出来ないところに特徴がある(図-5)。この草地型は、短草形であり、また、種子の発芽を阻害するリターを欠くために、アカマツの幼樹そのものはよく発生する。しかし、放牧強度が高いために、幼樹が十分に定着出来ないうちに、放牧牛の踏傷を受けて枯死することになる。同草地型で、20cmを超えるアカマツが育たないのはそのためである。

立場とは、放牧牛がそこを休息に使うために裸地化した場所を指す。図-5にみられる立場はごく小型のものであった。上述のように裸地化し、土壌が露出することは、アカマツの発芽を助ける最も重要な因子である。しかし、放牧圧が極端に高い立場では、発芽したアカマツが殆んど成長することなく消失することになる。立場のアカマツ稚樹数がワラビ・シバ型植生地より、さらに少ないのはそのためである。

図-6のB調査地では、アズマネザサ型植生の場合、アカマツ稚樹を欠いている。長年の放牧の結果、同地のアズマネザサ稈高は35-50cmにすぎなかった。しかし、この程度では、いわゆる牛道が形成されるような地形ではないために、地表が露出するまでには至らない。そのことが、アカマツの発芽及び成長を阻んできたものと考えられる。全牧場にわたってみると、アズマネザサ型植生の場所はアカマツ稚樹を欠いている。

ワラビ型植生地を対象とした具体的な調査資料を欠いたが、この植生型もアカマツ稚樹は観察されなかった。もともと、ワラビ型草地では、アカマツの成長期に、その葉身が水平且つ密に展開するために、陽樹であるアカマツの発生が困難である。このアズマネザサとワラビが結び付いたアズマネザサ・ワラビ型及びワラビ・アズマネザサ型植生地も同様に、アカマツ稚樹はみられなかった。

図-5のA地に対し、図-6のB地ではアカマツの若い稚樹が少ないことが特徴であった。B地では、A地よりもさらに長い歳月放牧管理が加わらなかったために、リターが厚くなり、後続の稚樹の発生を困難にした結果とみられる。

(1) 試験計画

ススキ型草地を対象に、黒毛和種牛の放牧と休牧の組合せが、アカマツ稚樹の発生とその成長状況に及ぼす影響の解析を試みた。

試験地の北側にアカマツ50年生林があり、本研究はそこからの側方天然下種更新を期待したものである。図-7にみるように、50m×80mの試験対象地内に、重度放牧区と軽度放牧区を設け、それらはさらに、それぞれ1年だけの放牧から4年連続放牧の4区に分割した(表-5)。放牧は6月と8月の計2回実施し、放牧強度はCOW-day/ha値で重度放牧区300(利用率80~90%)、軽度放牧区はその半分程度(利用率50~60%)であった。なお、対照に禁牧区と刈払い区(年2回アカマツ以外を

刈払い)を設けた。処理区の面積は重度放牧の処理区で25a(50m×5m)とし、その他の軽放牧、刈払い、禁牧区はいずれも4a(50m×8m)である。

(2) 試験結果

1) 植生の推移

試験地の北側がアカマツ林であり、南側はスギ、ヒノキの防風林帯(図-7)となっている関係から、試験区内の南、北寄りには土壌水分が多いために、植生の発達が顕著であり、リター層も厚かった。

試験を開始した昭和51年における禁牧区内の地上部現存量を図-8に示す。現存量

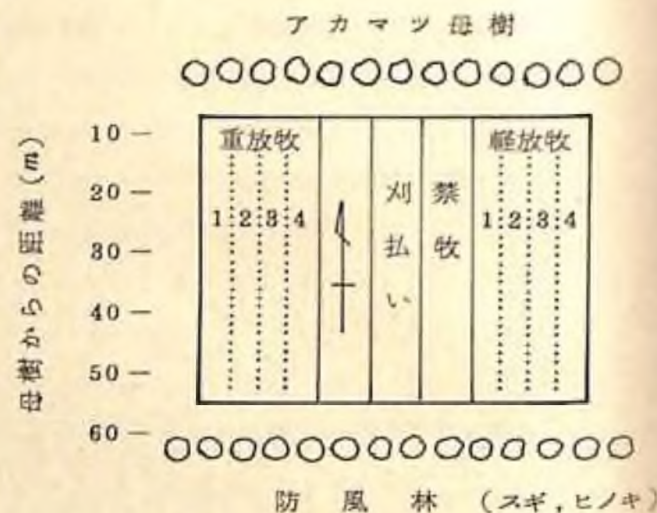


図-7 試験区の配置

表-5 各牧区の放牧実施年度

区 名		放 牧 年 度			
		76	77	78	79
重	1	○			
放	2	○	○		
牧	3	○	○	○	
	4	○	○	○	○

の内容は、ススキが90%を超えており、その他としてはトダシバ、アズマネザサ、ヒカゲスゲ、ノコンギクなどであった。現存量をアカマツ母樹林からの距離との関係からみると、試験区のはほぼ中央に当たる30mが最も低く、約1Kg/m²であった。そこからアカマツ母樹林及び防風林帯に向かうにつれ順次現存量が高まり、アカマツ母樹林から10mの所では2Kg/m²、50mでは2.7Kg/m²に達した。このように林帯に近づくほど現存量が高まるのは、上述のように、林帯に近いほど庇陰度が高いために有効土壌水分が多いために考えられる。

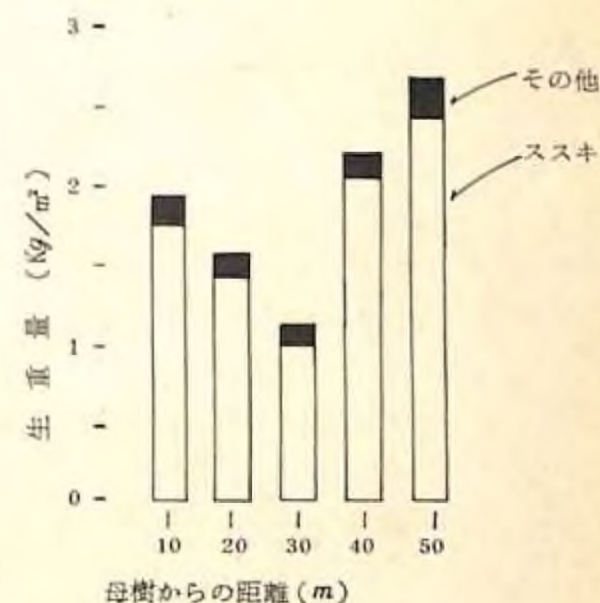
2) アカマツ稚樹の分布

昭和54年12月に調査した処理区別の現存アカマツ稚樹数を表-6に示す。

表-6 処理区別の現存稚樹数(昭和54年12月)

稚樹数(本/m ²)	重 放 牧				軽 放 牧				刈 払	禁 牧
	1	2	3	4	1	2	3	4		
当 年 生	0.2	0.8	1.9	0.7	0.7	0.8	3.3	2.3	5.4	0.4
1 年 生 以 上	6.6	6.9	6.3	4.1	7.9	9.8	17.3	16.7	21.8	7.5
合 計	6.8	7.7	8.2	4.8	8.6	10.6	20.6	19.0	27.2	7.9

まず、当年生稚樹についてみると、重度放牧、軽度放牧共に、1~2年の放牧区では、その後の2~8年にわたる休牧のために、稚樹数は禁牧区と同様に1本/m²以下であった。しかし、放牧の継続年数の多い区では、当年生稚樹数が2~3本/m²と増加し、放牧の効果を確認した。ただし、重-4区では0.7本/m²と低い値にとどまった。これは調査年にも強い放牧圧が加わったための蹄傷害の結果とみた。1m²当りの全稚樹数についてみると、禁牧区の約8本に対し、刈払い区では2.7本にも達し、陽樹としてのアカマ



ツの特性が強く反映していた。

これに対し、重度放牧区の全稚樹数は、重-4区を除き、禁牧区と同レベルであった。即ち、アカマツ稚樹の発生にとって、重度の放牧圧を加えることは好ましい結果をもたらさないことを示唆した。一方、軽放牧区でも軽-1区及び軽-2区の全稚樹数は禁牧区と大差なかったものの、軽-3区及び軽-4区のそれは禁牧区の2倍を超えた。

アカマツ稚樹の分布をアカマツ母樹からの距離との関連でみたのが図-9である。これは昭和54年12月に調査したもので、典型的な例として、禁牧区、刈払い区他に、重-1区及び重-4区を取上げた。

先ず禁牧区をみると、30mの所に稚樹数分布の山があり、その値は約25本/m²に達した。30mから遠ざかるにつれ稚樹数を減じ、40m以遠では殆んど稚樹をみなかった。一方、30mより母樹に近づくにつれ、同様に稚樹数が減少し、10m以下では殆んどアカマツを欠いた。このような稚樹の分布型は、図-8に示したススキ現存量の多寡と深く関連したものである。即ち、母樹からの距離30m付近で稚樹数が最も多いのは、この付近の植生が疎のためである。一方、そこから遠ざかるにつれて稚樹数が減少するのは、そこがススキの生育が著しく、陽樹であるアカマツの生育にとって不適な環境だからである。

一方、刈払い区では稚樹の発生を阻害するリター及び植生を欠くために、アカマツ種

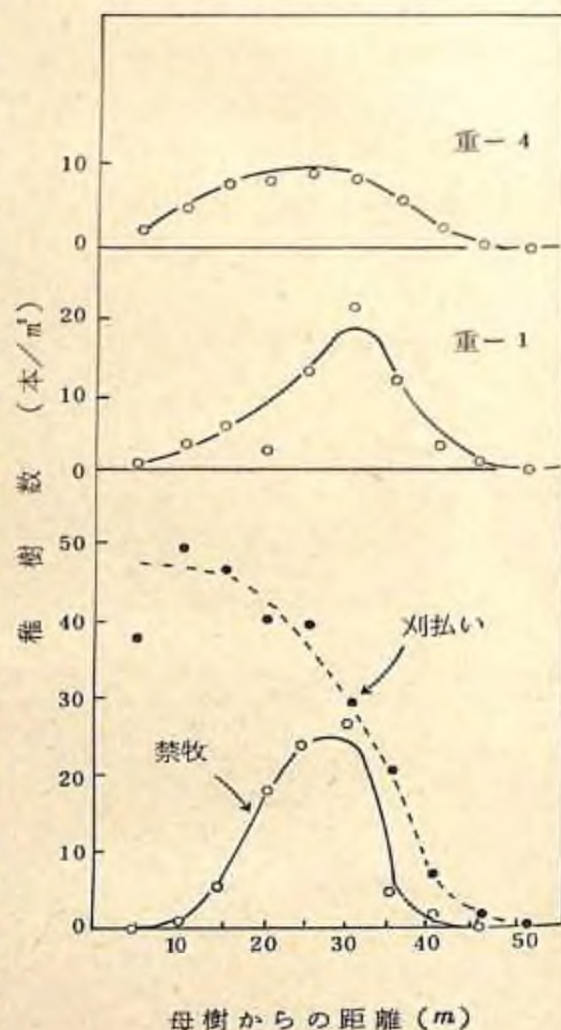


図-9 母樹からの距離と出現稚樹数 (昭和54年12月)

子の落下数の多寡を反映して、母樹に近くなるほど稚樹数は多く、10m付近ではほぼ50本/m²に達した。1m²当りの稚樹数は、20m付近では約40本、30mで30本、40m付近でも8本に達した。しかし、45mでは約1本/m²の稚樹数に低下し、50mでは殆んど観察されなかった。

これに対し、重-1区では昭和51年に重度の放牧圧を加えたものの、その後は休牧を続けたために、ススキなどの生育が大分回復していた。従って、稚樹数の分布型は禁牧区に近いものであった。一方、重-4区では、重度の放牧を4年間にわたり続けたため、稚樹の分布に特徴を示した。即ち、禁牧区及び重-1区では、30m付近の稚樹数が20~30本/m²に達したにもかかわらず、重-4区では10本/m²にすぎなかった。このことは、放牧圧が強すぎて、発生した稚樹が放牧牛の蹄傷害を受けるために、枯死するものが多いことを示した。

一方、10m付近及び40m付近の稚樹数は刈払い区と同様に比較的多かった。このことは、この付近のようにススキなどが密に生育する条件では、むしろ、このような強度放牧が長年続けられることが、アカマツ稚樹の発生にとって好ましいことを示している。

なお、全体的にみると、一般に言われているように、稚樹の発生は母樹から40m位までであった。

樹高階別の稚樹数分布を図-10に示す。

刈払い区では、樹高10cm未満のものが40%を占めており、アカマツ種子の発芽にとって、ススキなどの長草型植生を欠くことが如何に好ましい環境であるかを示している。一方、刈払い区では、

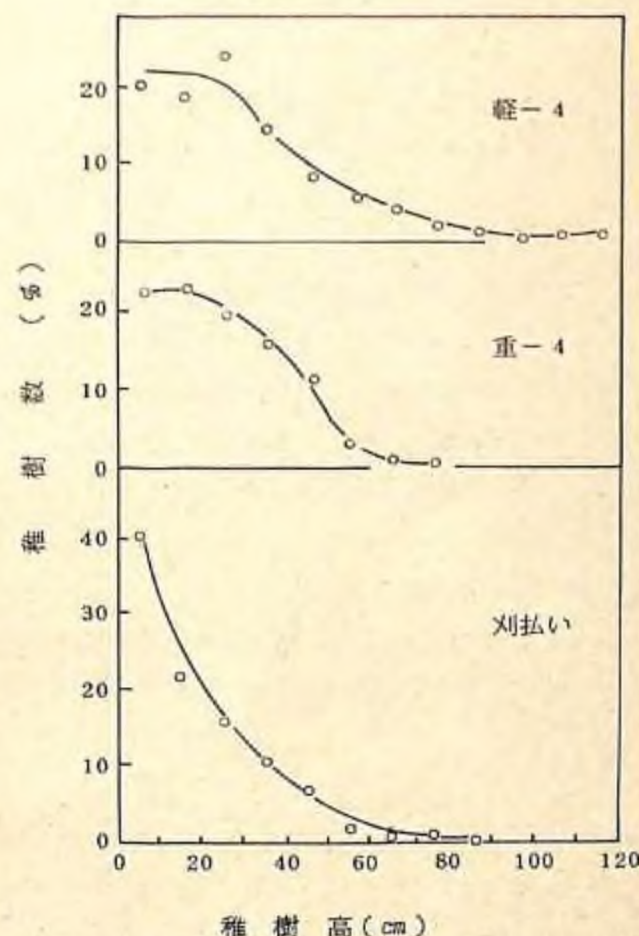


図-10 樹高別の稚樹数分布 (昭和54年12月)

最も稚樹高の高いものでも90cmが限界であった。このことは、庇圧植生を欠くために、稚樹が徒長することなく良好な成長をしていることを示唆している。

これに対し、重一4区、軽一4区とも10cm未満の稚樹の占有率は20%にとどまり、刈払い区よりは、アカマツ種子の発芽率が劣ることを示した。一方、最高樹高は重一4区で80cmと刈払い区より低かったものの、軽一4区では120cmに達した。このことは、重放牧区では放牧牛の蹄傷害が大きく、稚樹の成長が阻害されたり、枯死するものが多いことを示している。また、軽一4区の稚樹高が高いのは、稚樹が徒長気味であることを示唆している。

4. ま と め

長草型植生地を対象にしてのアカマツ天然下種更新のためには、先ず、ササナリススキを中心とした長草型の植生構造を破壊しなければならない。

ところで、ススキは放牧圧に弱いために、ススキ型植生を退化させるには、軽度の放牧で充分であり、強度の放牧を加えることは、折角発生した幼樹を蹄傷害で失うことになる。しかし、放牧を中止すると、ススキ型草地への回復が速やかである。従って、発芽したアカマツの成長を期待するためには、軽度の放牧を長年繰返す必要があった。

一方、クマイザサまたはアズマネザサ生地は、放牧圧に対する抵抗性が比較的強い。特に後者は放牧圧に強く、関東地方の立木または無立木状態の放牧地に普通にみられる植生タイプである。従って、これらのササ生地を対象にしての森林の天然更新を期待するためには、強度の放牧を徹底して加える必要がある。しかし、限度を越えた放牧圧を長年加えることは、ススキ生地と同様に、発生稚樹を傷つけることになる。従って、ササが衰退した後は、軽度の放牧を続けるか、または休牧期間をはさむことが望ましい。

引 用 文 献

- 1) 神長毎夫・小川 澄・二瓶守治：クマイザサ地の放牧とアカマツの天然更新，昭和58年度（第82回）林業技術研究集録 1979

林業機械の振動騒音の防止 (作業方法の改善)

林業機械の振動騒音の防止（作業方法の改善）

I 試験担当者

機械化部作業科作業第一研究室

豊川 勝生 石井 邦彦 奥田 吉春

II 試験目的

現在、林業でよく使用されているトラクタ、集材機について1日の振動、騒音の暴露状態を明らかにし、その問題点の解明と作業改善を目的に、まず人間工学的チェックリストによる聞き取り調査を行い運転作業における問題点を抽出した。ここで、運転手が振動・騒音をどのように考えているかを検討した。そして、実際の現場での振動、騒音を分析検討することにより、その評価とそれを取りまく作業の改善を考えた。

III 試験の経過と得られた成果

1 集材機、トラクタの振動、騒音に対する運転手の関心度調査

(1) 調査方法

今回使用した人間工学的チェックリストはNational Board of Occupational Safety and HealthとスウェーデンにおけるRoyal College of Forestry作成の“運搬、操縦用の機械類のための人間工学的チェックリスト”である。このチェックリストは、①乗り降り ②作業者と作業位置の適合 ③運転席 ④運転室 ⑤操縦器具の配置、位置、操作力 ⑥計器 ⑦視野 ⑧室内環境 ⑨排気 ⑩騒音 ⑪振動の各項目について、運転手がどれ位の関心度をもっているかを3段階区分で記入してもらう調査と具体的な52の質問からなるチェックリストによる調査からなっている。（調査様式表-1参照）

なお、調査対象運転手はトラクタ運転手60名、集材機運転手57名である。

(2-1) 調査結果 — 52の質問からなるチェックリストの分析

52の質問の中で、50%以上の訴えがあったものは、①振動に暴露されて疲れたり能
表-1(1) 調査項目(52の質問)

① 乗 り 降 り	①-1 スリップの危険はありませんか
	①-2 乗り降りの際に、事故を起こしやすい危険なものがでていませんか
	①-3 ドアはすばやく開けることができますか
	①-4 非常口の数に十分ありますか
	①-5 乗り降りに不自由は感じませんか

② 作業 位置	②-1	ペダルやレバーは使いやすいところにありますか	
	②-2	体をねじったり無理な姿勢をしないで操作ができますか	
	②-3	作業位置はおおむね快適ですか	
③ 座 席	③-1	座席の安全性は大丈夫ですか	
	③-2	座席の位置や背もたれの傾斜は良好ですか	
	③-3	座席、背もたれの張り具合（摩擦、通気具合）は良好ですか	
	③-4	座席のスプリングはショックに対して十分ですか	
	③-5	座席の高さ、長さの調節範囲は十分ですか	
	③-6	座席は簡単に調節できますか	
④ 運 転 室	④-1	運手室の広さは十分ですか	
	④-2	運転室に危険な突出物はありませんか	
	④-3	運転室の掃除は簡単にできますか	
⑤ レ バ ・ ペ ダ ル 等	⑤-1	よく使うレバー、ペダル類は簡単にとどく範囲にありますか	ペダル レバー
	⑤-2	操縦するのに無理な力をいれなくてすみすみますか	ペダル レバー
	⑤-3	レバー、ペダル類の動かす範囲は丁度いい具合になっていますか	ペダル レバー
	⑤-4	ハンドル、レバー、ペダル等の使い分けはうまくなっていますか （機能に合っていますか）	ペダル レバー
	⑤-5	操縦かん1本あたりの作業量は適当になっていますか	ペダル レバー
	⑤-6	レバーやペダルは操作まちがいがいがないよう配置されていますか	ペダル レバー
⑥ 計 器	⑥-1	必要だと思われる計器類はみんなそろっていますか	
	⑥-2	不必要だと思われる計器類はありませんか	
	⑥-3	危険信号は目につく位置にありますか	
	⑥-4	計器類はその場に合った形をしていますか	
	⑥-5	計器類の配置はうまくできていますか	
	⑥-6	計器類はみやすくなっていますか	
⑦ 視 野	⑦-1	運転中、地表がよくみえますか	
	⑦-2	運転中、上の方はよくみえますか	

⑦ 視 野	⑦-3	この機械に視野のじゃまになるものがついていませんか	
	⑦-4	窓から外をみる時、反射で困ることがありませんか	
	⑦-5	窓ふき用のワイパーや、洗浄用具がついていますか	
⑧ 明 る さ ・ 気 風 温	⑧-1	運転室内の明るさは十分ですか	
	⑧-2	夏の暑さからうまく保護されていますか	
	⑧-3	冬の寒さからうまく保護されていますか	
	⑧-4	すきま風が入ってくるようなことはありませんか	
⑨ 排 気	⑨-1	運転室は排気ガスの臭い しませんか	
	⑨-2	運転室は油やガソリンの臭い しませんか	
⑩ 騒 音	⑩-1	耳せんなどしなくても難聴になる危険はないですか	
	⑩-2	耳などしなくても騒音作業中いらいらすることはありますか	
⑪ 振 動	⑪-1	この機械は振動から守られるような設計になっていますか	
	⑪-2	作業中、振動からそんなに妨げられずに作業ができますか	
	⑪-3	作業中、振動に暴露されて疲れたり能率が低下するようなことはありませんか	
	⑪-4	作業中の振動は快適性からいって、がまんができるくらいのものでしょうか	

調 査 項 目（3段階評価）

評価のポイント	あま り 重 要 で ない	重 要	か な り 重 要	評価のポイント	あま り 重 要 で ない	重 要	か な り 重 要
①乗 り 降 り				⑦視 野			
②作 業 位 置				⑧明 る さ、 気 風、 温			
③座 席				⑨排 気			
④運 転 室				⑩騒 音			
⑤レバー、ペダル等				⑪振 動			
⑥計 器							

率が低下する ②非常口の数が十分でない ③夏の暑さから保護されていない ④窓の外をみる時、反射で困ることがある、であった。また、トラクタについては特に③座席 ⑦視野の項目で訴え率が高い傾向にあった。

（2-2） 調査結果 — 11項目からなる人間工学的チェックリストによる分析

11項目に対する運転手の反応（関心度）の平均と標準偏差を表-2に示す。なお評価点は、各項目の“あまり重要でない”に1点，“重要”に2点，“かなり重要”に3点を

与えている。これによると、集材機では1⑦視野、2⑪振動、3⑩騒音、4③座席、5⑤レバー、ペダル の項に関心が高く、トラクタでは1⑪振動、2⑦視野、3⑩騒音、4③レバー、ペダル、5③座席 の順に関心が高かった。

さらに、この結果を追求するために、各項目の評価点の母平均が2でないことの確かをし、すなわち評価点が平均2より偏っていることの強さの検定を試みた。表-2の*が1%有意、*5%有意を示している。これによると、①乗り降り ⑥計器 ⑨排気 の3項目は、林業機械に対する関心度では低い項目であり、逆に⑪振動、⑦視野、⑩騒音、③座席 の項目は関心度の高い項目であることが分析された。

このように、振動、騒音に関しては運転手が高い関心を示しており、また具体的にチェックリストの振動に関する質問でも訴え率が高いようである。

表-2 運転手の関心度

評価項目	集材機	トラクタ	合計
①乗りおり	1.386** (0.701)	1.617** (0.761)	1.504** (0.738)
②作業位置	1.965 (0.654)	2.067 (0.686)	2.017 (0.669)
③座席	2.123 (0.657)	2.150* (0.577)	2.137* (0.615)
④運転室	1.860 (0.667)	2.000 (0.689)	1.932 (0.679)
⑤レバー・ペダル	2.088 (0.662)	2.167 (0.740)	2.128 (0.701)
⑥計器	1.877 (0.734)	1.750** (0.728)	1.812** (0.730)
⑦視野	2.333* (0.690)	2.367** (0.736)	2.350** (0.711)
⑧明るさ・気温・すきま風	1.965 (0.731)	2.000 (0.713)	1.983 (0.719)
⑨排気	1.947 (0.718)	1.700* (0.696)	1.821** (0.715)
⑩騒音	2.193* (0.611)	2.267** (0.733)	2.231** (0.674)
⑪振動	2.333** (0.636)	2.417** (0.696)	2.376** (0.666)
台数	57	60	117

** : 1%有意

* : 5%有意

2 集材機、トラクタの作業時における座席振動の実態

(1) 調査方法

振動測定は、トラクタ8台(クローラ型5台、ホイール型3台)、集材機10台につい

て行われた。その概要は表-3のようである。測定は、箱型の3方向の振動同時測定可能のビックアップ(リオン株式会社製PV-82A)を集材機、トラクタの座席上に置き、振動計(リオン株式会社製3チャンネル公害用振動レベル計VM-16)を通してデータレコーダ(共和電業株式会社製RTP-520A)に記録させてきた。このデータを研究室で再生させ、 $\frac{1}{3}$ オクターブ周波数分析器(リオン株式会社製SA-57)で分析し、レベルレコーダ(リオン株式会社製LR-04)で記録検討した。

(2) 振動の分布

1集材サイクルの例として、そのチャート(図-1(1),(2))と振動のレベル頻度(1サイクル中における1.5秒ごとの振動のレベル頻度)を図-2(1),(2)に示した。チャートやレベル頻度図からわかる通り分布型は両端に2つのピークをもつ分布型となる。これはいわゆる林業機械作業時(集材機では「空搬器走行」、「実搬器走行」時等、トラクタでは「空車走行」、「実車走行」時等)と停止時(「荷掛け待ち」、「荷はずし待ち」等)の振動が現われたものと思われる。

表-3 振動調査の概要

集 材 機						
機 種	場 所	索張り方式	平均集材 距	平均1 集材 サイクル時間	備 考	
MS70-3MA	千頭営林署	ダブル・エンドレス	20m	2分29秒	積み込み線	
MS70-5MAB	〃	〃	30m	2分50秒	〃	
Y33HD6	〃	エンドレス・タイラー	450m	12分17秒		
Y33HD6	〃	〃	250m	6分01秒		
MS70-3MA	〃	ダブル・エンドレス	20m	15分11秒	積み込み線	
Y33HD6	〃	エンドレス・タイラー	750m	8分12秒		
Y32E	水戸営林署	〃	200m	8分04秒		
Y33HD6	〃	〃	450m	6分44秒		
Y43	富岡営林署	〃	500m	12分44秒	荷上げ集材	
Y43	棚倉営林署	〃	900m	21分04秒		

機 種	場 所	平均集材 距 離	路 面 状 態	平均 1 集材 サイクル時間	平均傾斜
D40A	福島 営林署	480 m	①良砂	27分30秒	7°
D40A	棚倉 営林署	360 m	①良砂	24分50秒	15°
CT35 (サルキー)	静岡 営林署	800 m	③ぬかるみ粘土 所々点石	43分50秒	10°
T50	原ノ町営林署	250 m	③かわいた粘土 枝条, 伐根	14分45秒	12°
CT-35	水戸 営林署	400 m	①良砂	32分57秒	9°
NTK-5	沼田 営林署	180 m	③ぬかるみ, 枝条, 伐根, 点石	18分17秒	9°
T50	"	"	③ "	24分30秒	9°
T50	"	260 m	③林道, 粘土	25分50秒	5°

(3) ISO基準

全身振動に対する人体暴露の評価指針の代表的なものは、ISO (国際標準化機構) による1974年の“全身振動暴露の評価に関する指針 (ISO 2631)”である。この指針は立位及び坐位の人間にその支持部分の表面から伝えられる振動に適用される。対象とする振動の周波数範囲は1~80Hzで、振動の測定位置は振動体と人体に接触する部分の振動を測定する (この調査の場合は、座席上に箱形の振動ピックアップを取り付けた)。加速度は実効値 (rms) を使用する。測定値は1/3オクターブまたはそれ以下の狭帯域のフィルターを使用して分析される。振動の人体への影響を決定する物理的因子としては、振動の強さ、周波数、振動の方向、持続時間 (暴露時間) の4因子が重要である。これら4因子で示される振動を評価する場合、この指針では次の3曲線を示している。(a)作業能率の保持 (疲労・能率減退境界) (b)健康や安全の保持 (暴露限界) (c)快適地の保持 (快感減退境界) 普通の分析では、この3境界の内、疲労・能率減退境界を使用する。なお、暴露限界は疲労・能率減退境界より6dB高く、快感減退境界は10dB低い基準である。

(4) 調査振動の評価

測定振動をISO基準に沿って評価してみる。ISO基準へのあてはめについては、3つの問題点がある。第1の問題点は、どの部分の振動値を読むかである。これは、ピーク値を読む方法、中央値を読む方法等があるが、この場合、中央値を読んだ。第2の問題点は、前に検討した通り要素作業ごとに振動レベルが異なる点である。ここでは要素作業ご

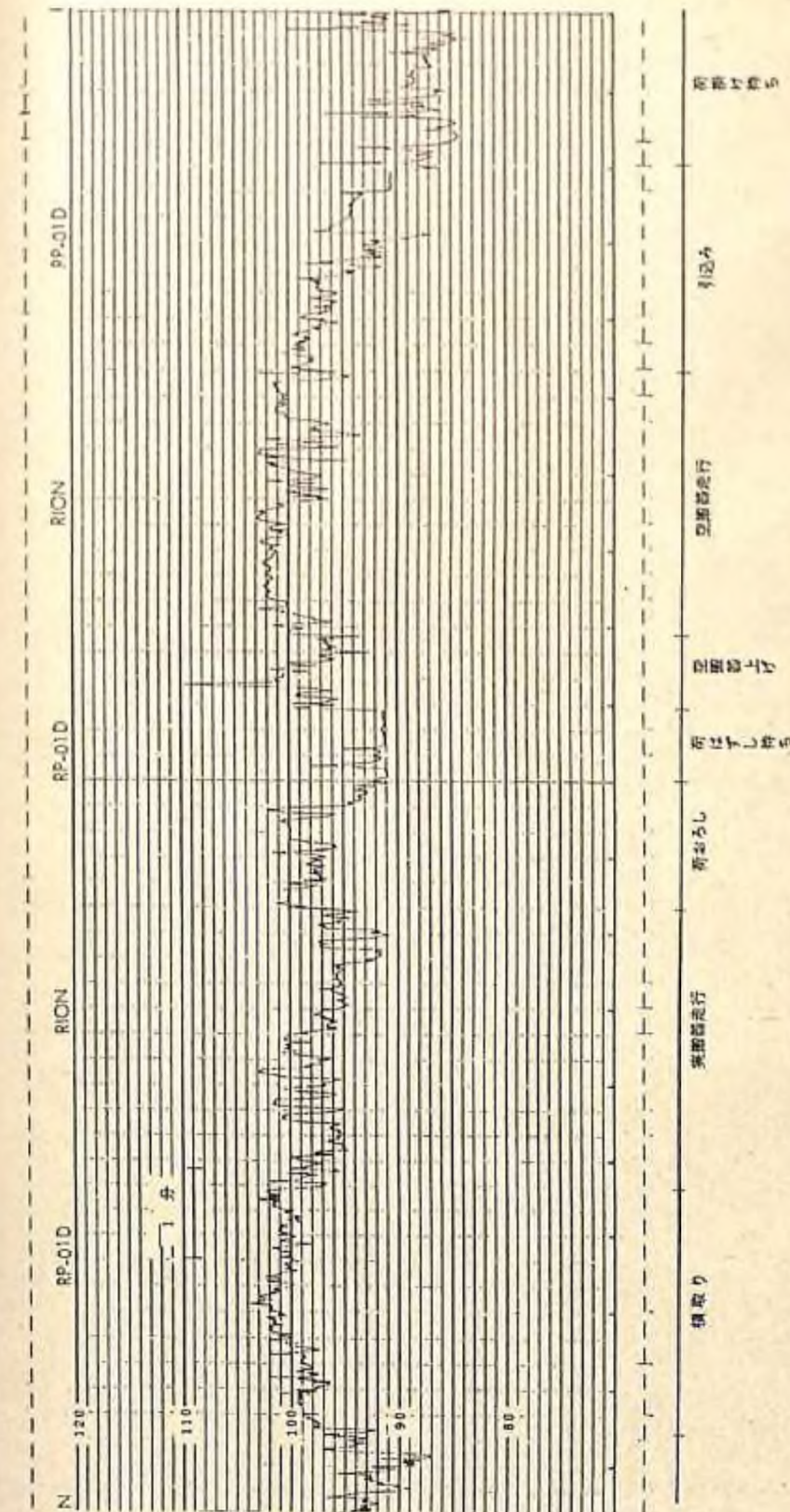
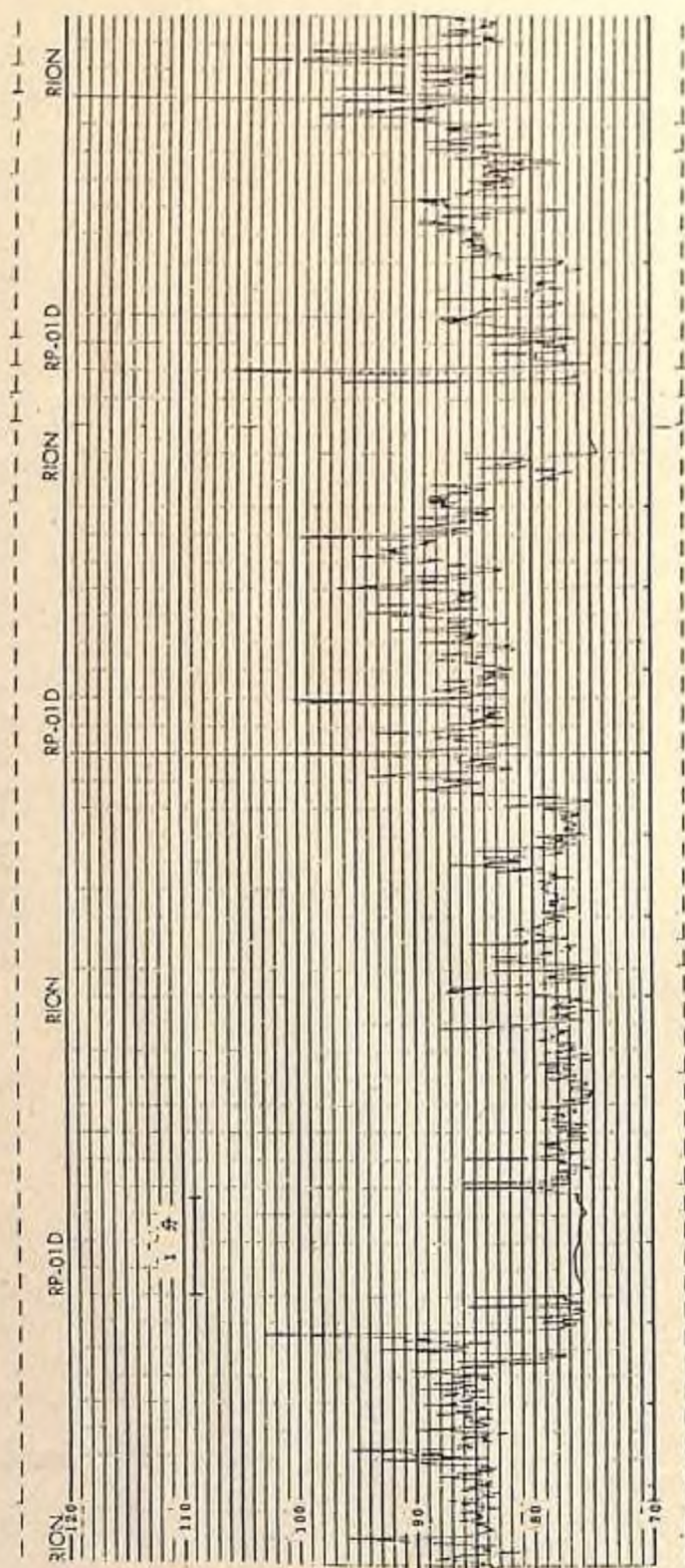


図-1(1) 集材機 Y43 振動例 Lin(Z方向)



空重走行
荷掛け待ち
クレーン移動
荷掛け待ち
クレーン移動
荷掛け待ち
空重走行

図-1(2) トラクタNTK5振動例Lin(Z方向)

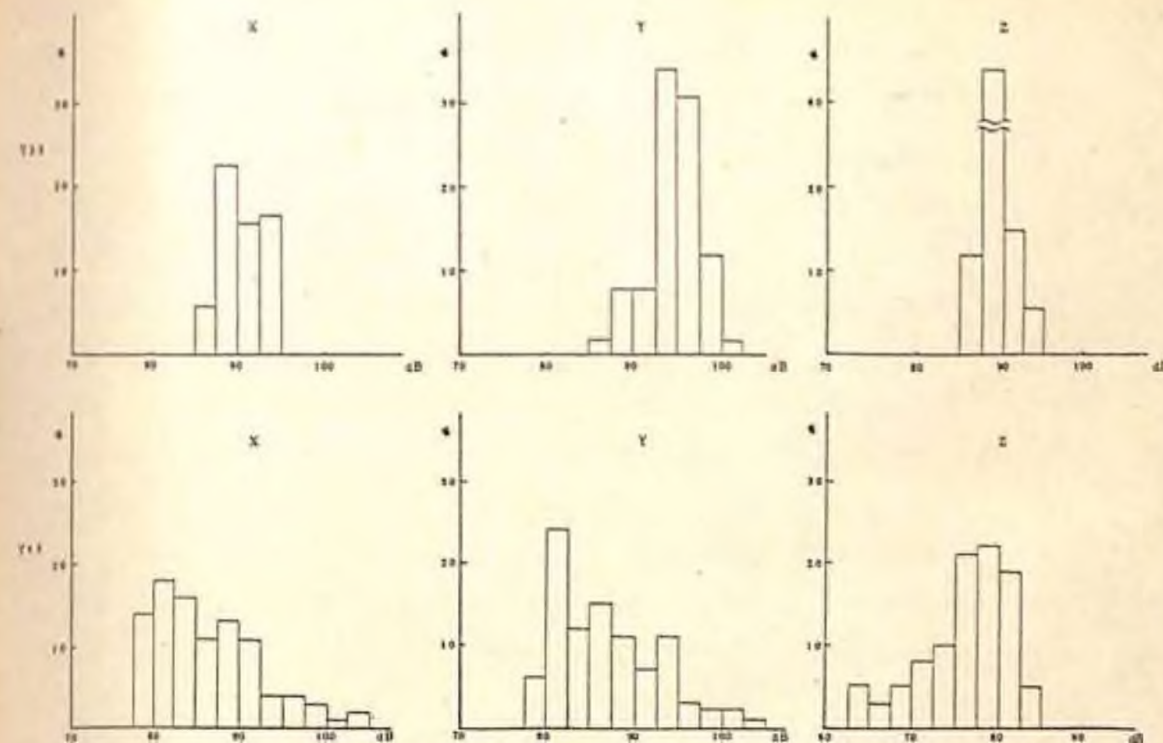


図-2(1) 作業時間(1集材サイクル)に対するレベル別暴露時間分布(Lin)

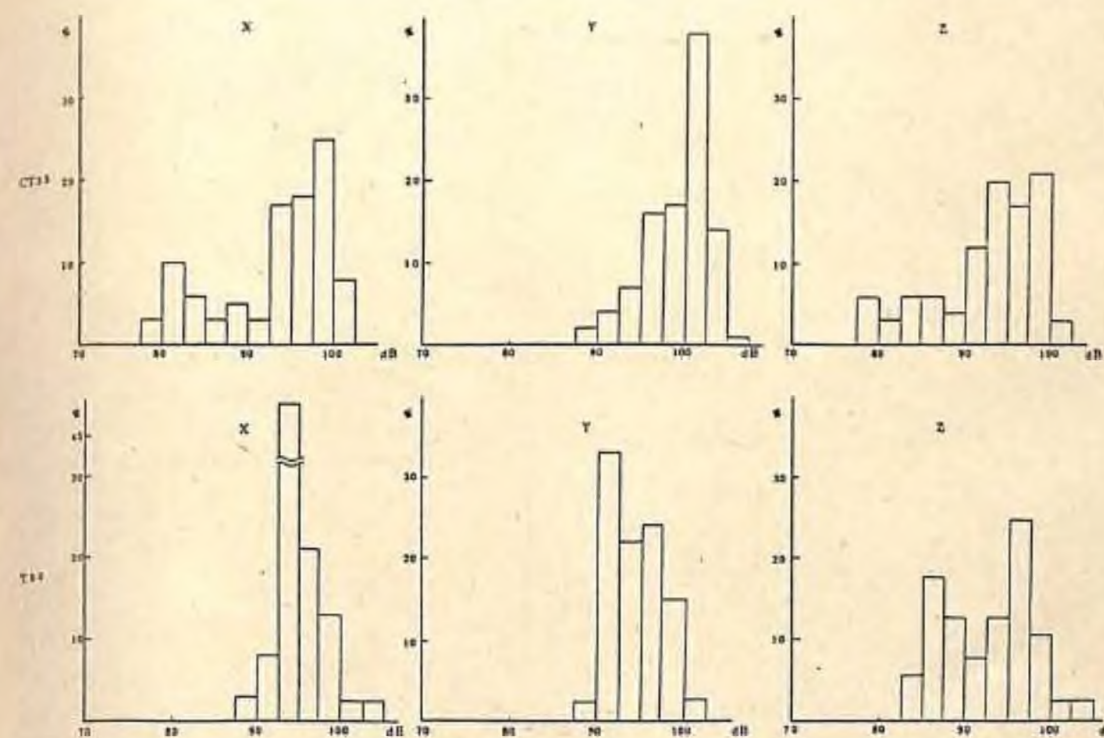


図-2(2) 全作業時間(1集材サイクル)に対するレベル別暴露時間分布(Lin)

とに評価し、それで全体を評価した。第3の問題点は、振動暴露時間の問題である。普通1日の作業時間として8時間値をとるが、実際の作業は、休憩、打合せ、機械の保守点検等でそれより短い。今回、1の関心度調査で並行して行った調査ではトラクタ5.7時間、集材機5.9時間であった。また、以前（昭和50年度、特別研究促進調整費「局所振動障害の発生機序に関する総合研究」⁽¹⁾）では集材機の場合6時間53.9%、5時間32.8%、4時間7.7%とこれも6時間位が多い。振動暴露時間は6時間とみれば十分であろう。

今回調査の振動のレベルは図-3(1)~(8)のようになり、中央値は問題がない。各値の範囲は95%信頼限界を示しているが、集材機の実搬器走行で8 Hzの所でこれが高い値を示している。しかし、工程別での振動暴露時間（表-4）で比較してみるとこれも問題はない。

表-4は集材機の場合は集材距離、荷掛け材の分散度等により変化するし、トラクタの場合も集材距離、ウィンチ引き距離等によって変化するものである。しかし、1日の作業時間そのものは6時間の範囲なので、1日の合計時間としては目安として使えるものと考えられる。

表-4 各工程別1日の暴露時間

集材機			トラクタ		
工 程	1 サイクル 平均頻度(%)	1日換算 時間(分)	工 程	1 サイクル 平均頻度(%)	1日換算 時間(分)
空搬器上げ	4(4.0)	14	空車走行	28(10.0)	101
空搬器走行	16(5.2)	58	荷掛け待ち	18(10.9)	65
引 込 み	9(5.5)	32	ウィンチ引き	7(3.0)	25
荷掛け待ち	29(15.9)	104	実車走行	23(8.1)	83
横 取 り	11(4.0)	40	荷はずし待ち	12(10.2)	43
実搬器走行	19(9.4)	68	盤台整理	13(4.1)	47
荷おろし	5(6.8)	18			6時間
荷はずし待ち	6(5.7)	22			
		6時間			

(): 標準偏差

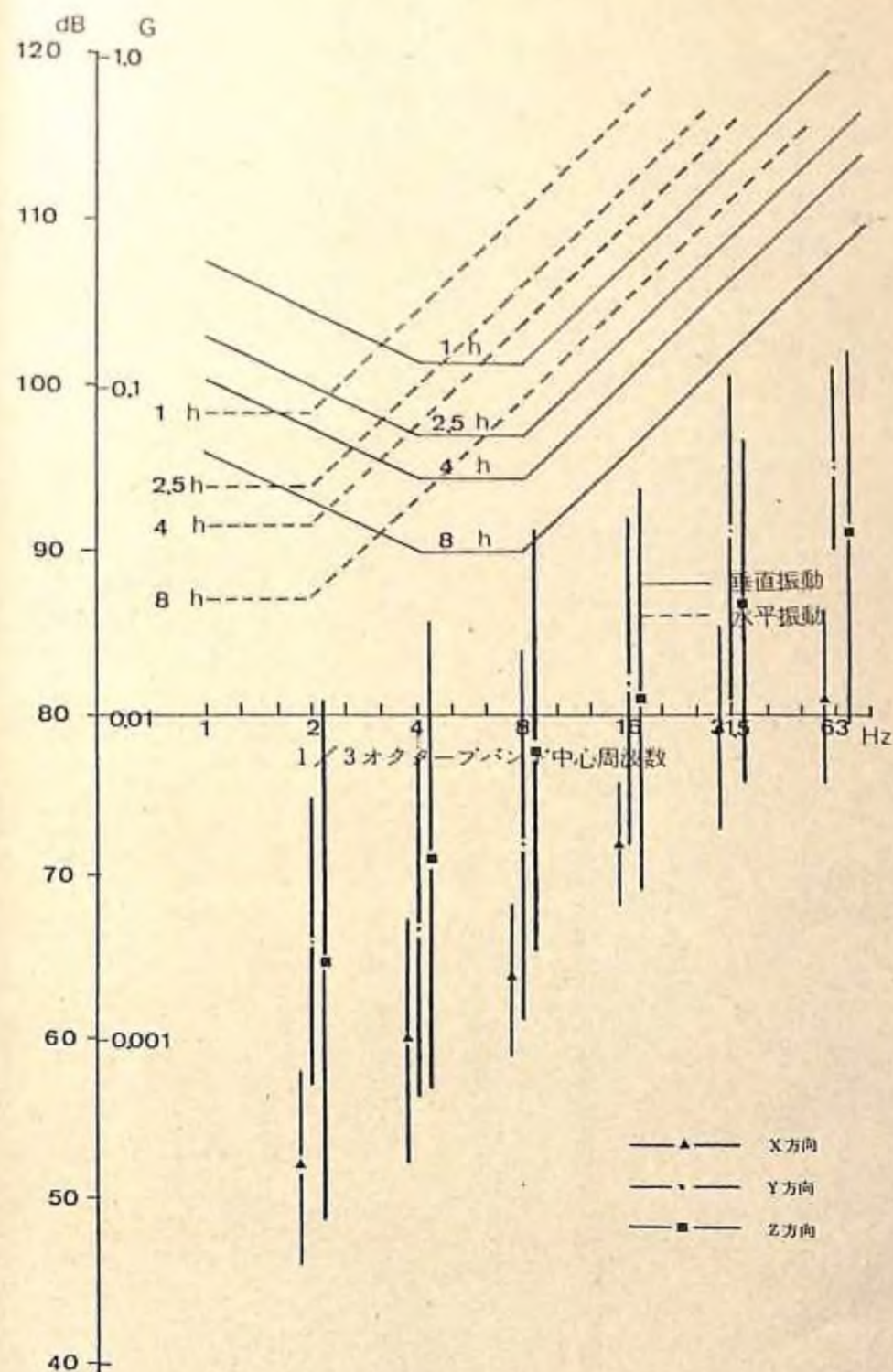


図-3(1) 空搬器走行（集材機）

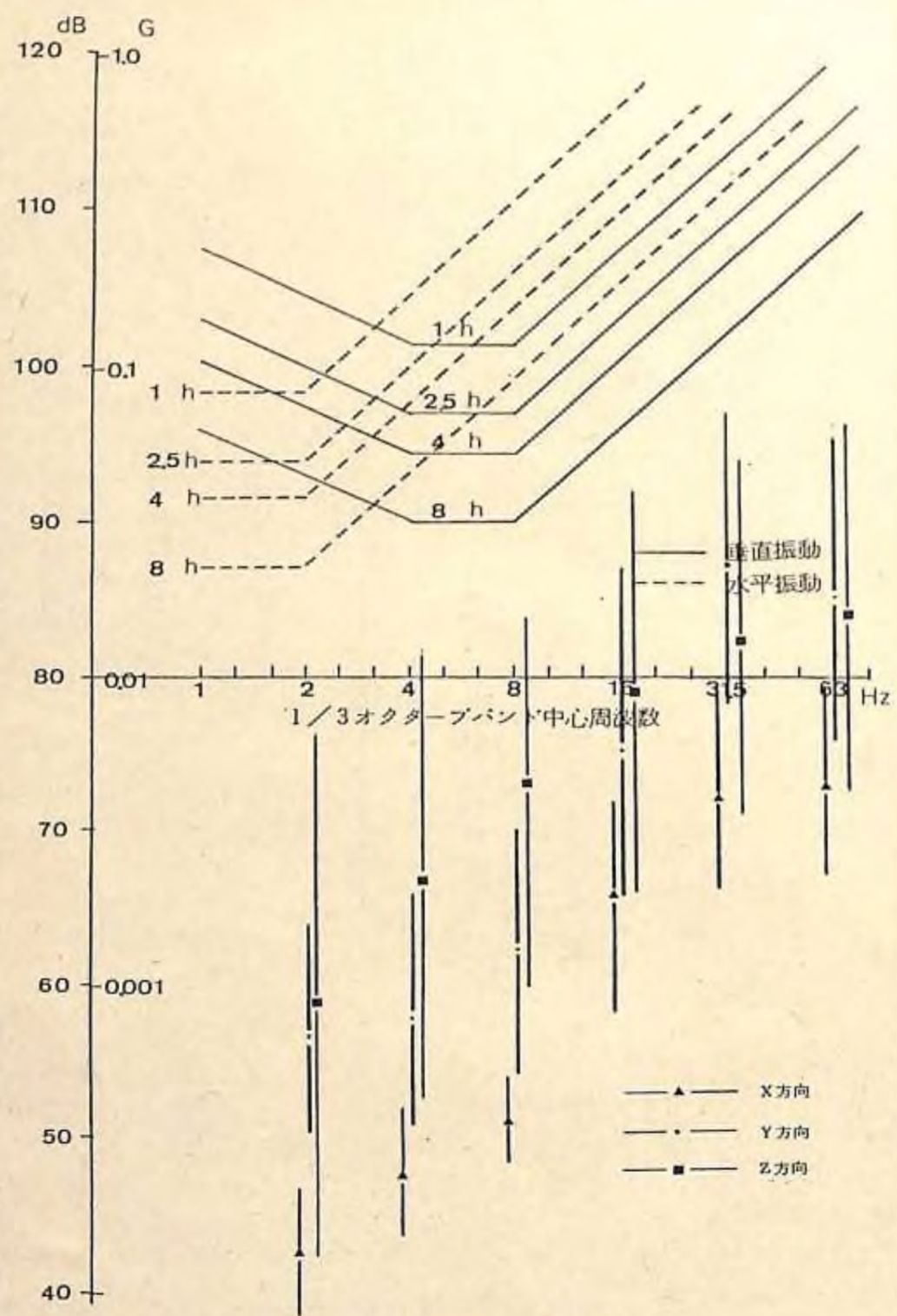


図-3(2) 荷掛け待ち (集材機)

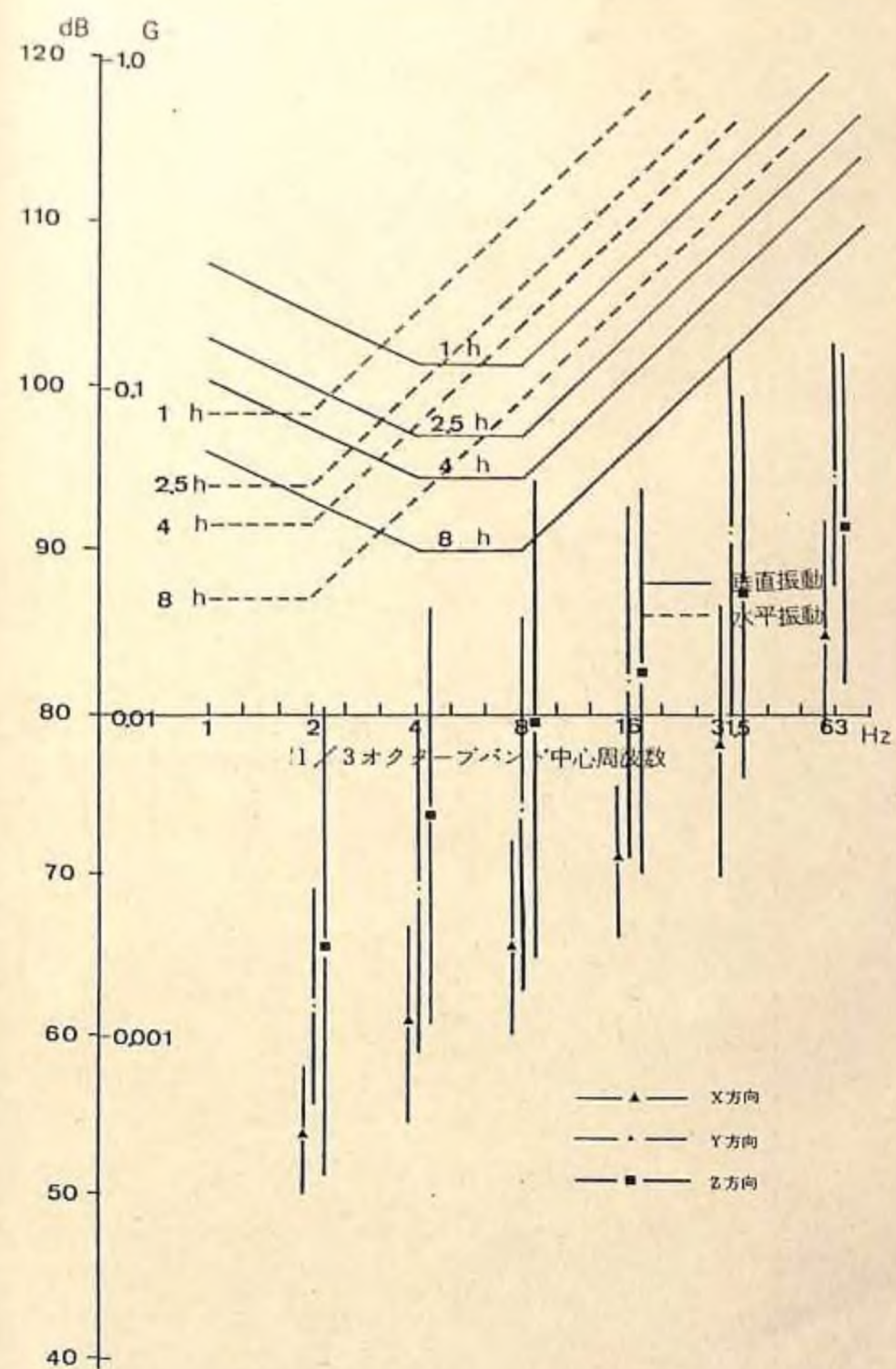


図-3(3) 実搬器走行 (集材機)

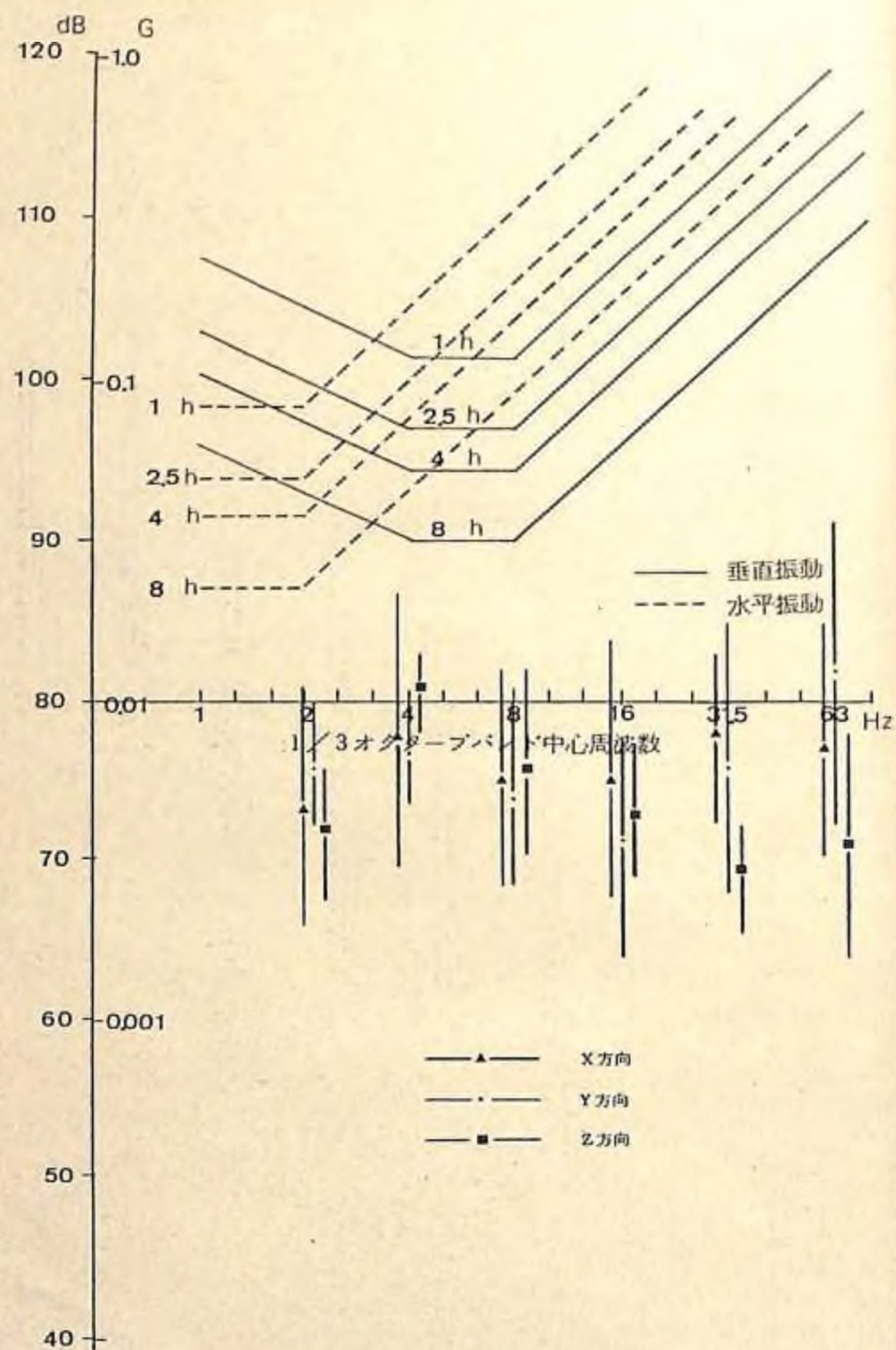


図-3(4) 空車走行 (トラクタ)

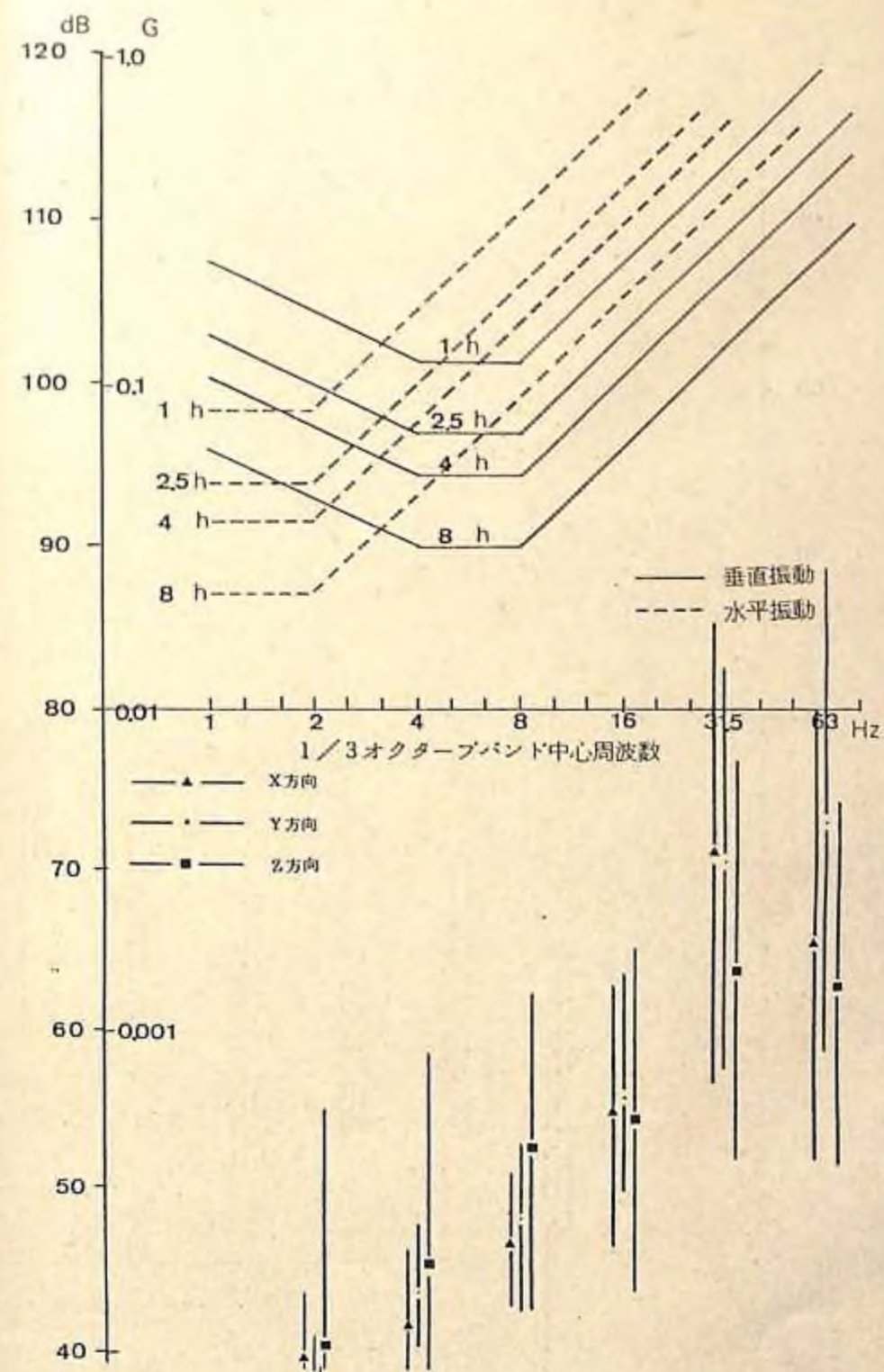


図-3(5) 荷掛け待ち (トラクタ)

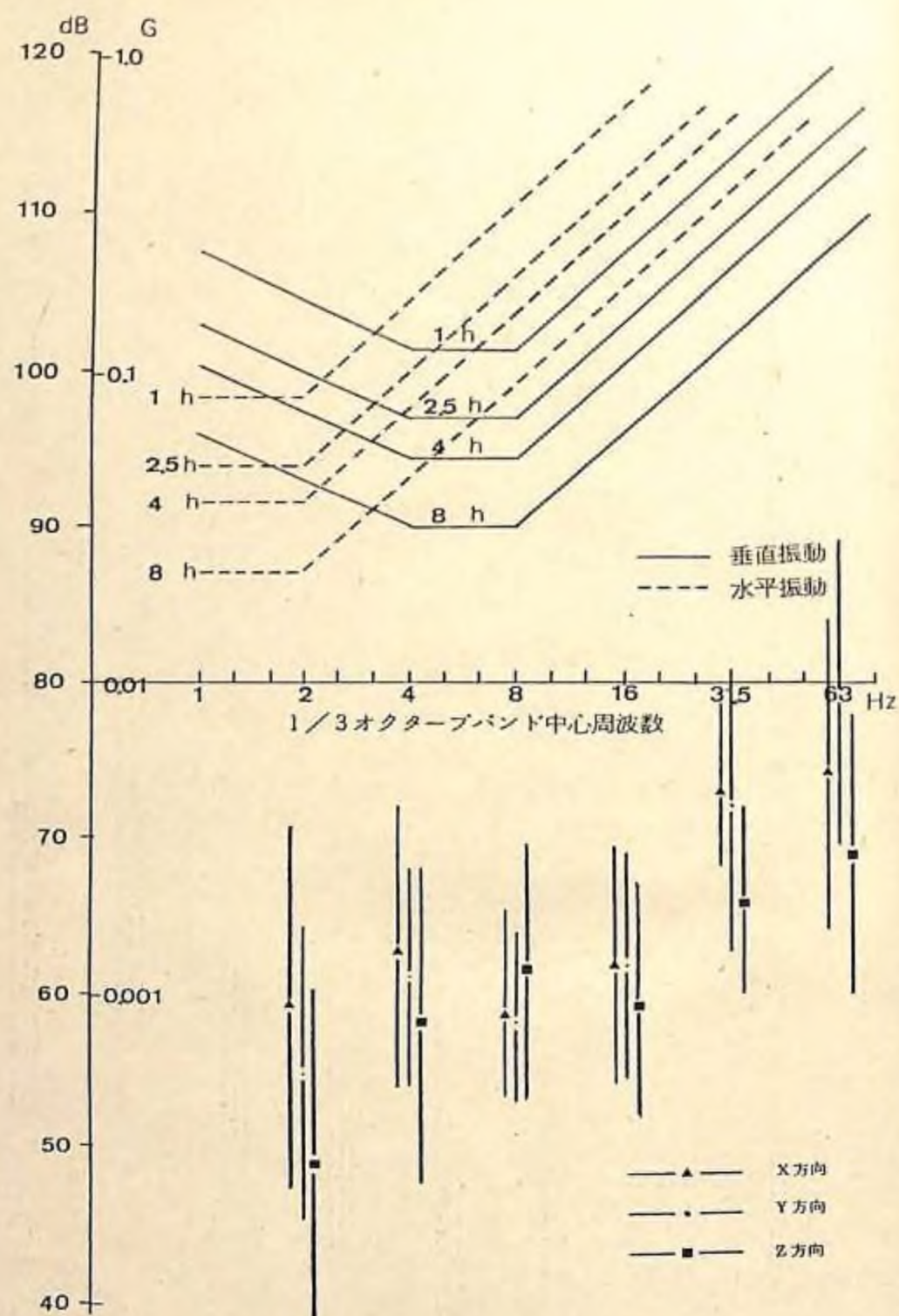


図-3(6) ウィンチ引き (トラクタ)

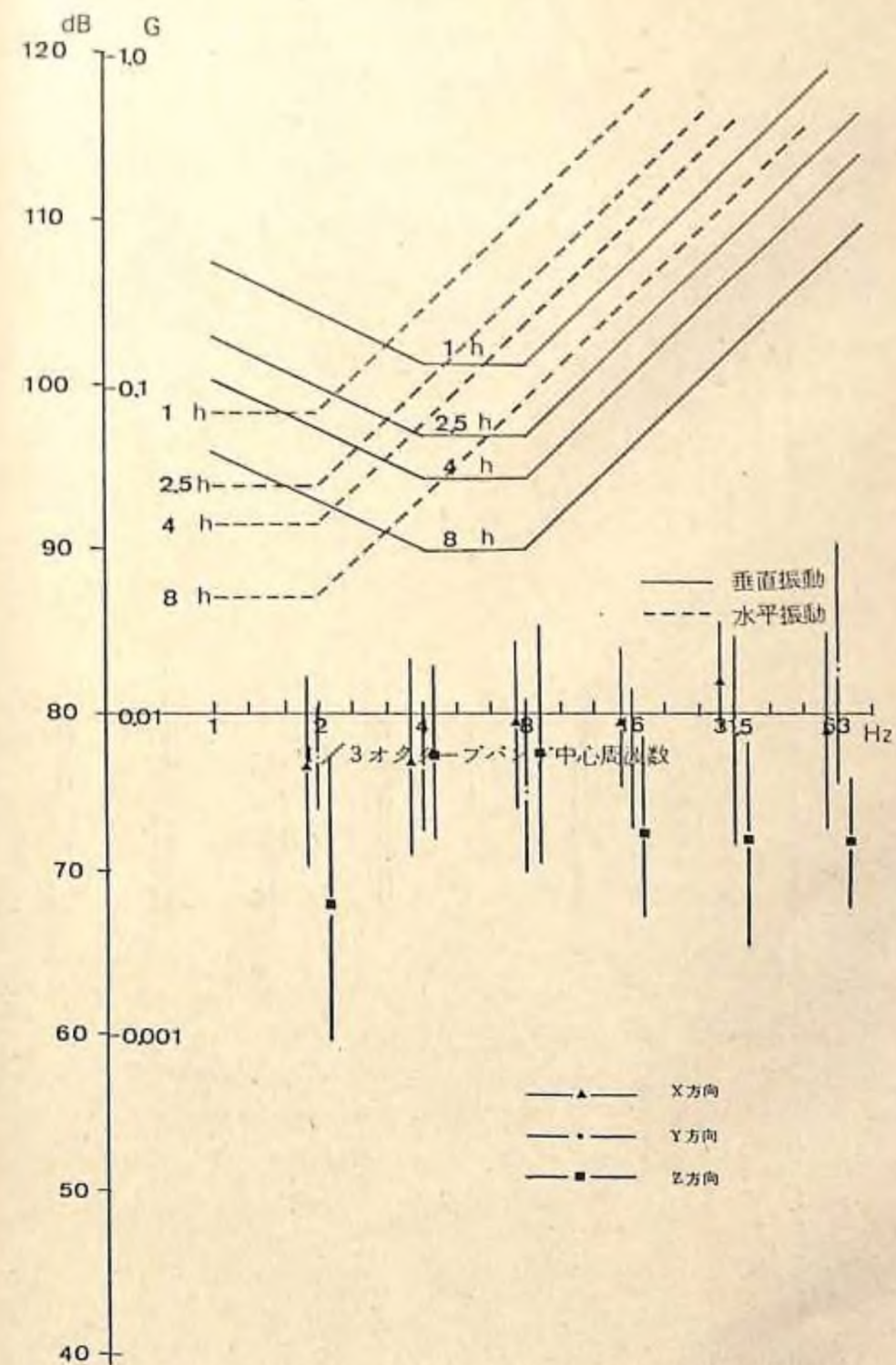


図-3(7) 実車走行 (トラクタ)

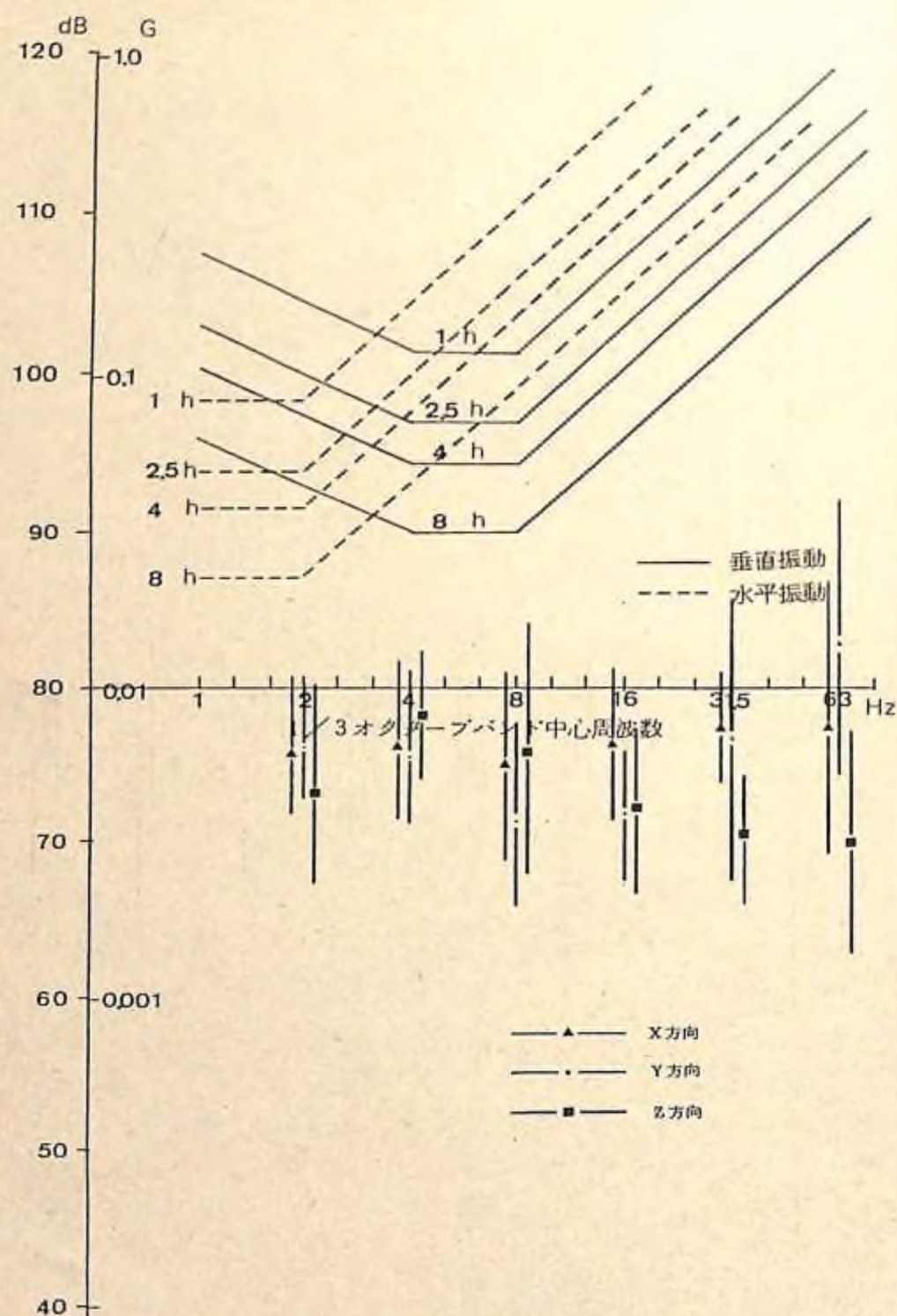


図-3(8) 盤台上での整理

2. 集材機・トラクタの作業時における騒音暴露の実態

(1) 調査方法

騒音測定はトラクタ4台(クローラ型2台, ホイール型2台), 集材機8台で行われた。その概要は表-5のようである。騒音の測定には, 集材機, トラクタのドアを開けた状態で運転手耳元近くに精密騒音計(リオン株式会社製NA-60)を置き, これから出る信号をデーターレコーダ(ソニーマグネスケール株式会社製FR-3215W)に記録させた。これを研究室で再生させ, $\frac{1}{3}$ オクターブ周波数分析器(リオン株式会社製SA-57)で分析し, レベルレコーダ(リオン株式会社製LR-04)で記録検討した。

(2) 騒音の分布

1集材サイクルの例として, そのチャート(図-4(1), (2))と騒音のレベル頻度(1サイクル中における1.5秒ごとの騒音レベル頻度)を示した(図-5)

(3) 騒音の周波数分析結果

図-6(1)~(3)は, 集材機(Y43)とトラクタ(T-50)の $\frac{1}{3}$ オクターブバンドによる周波数分析結果の1例を示す(図上の曲線は日本産業衛生学会の勧告による許容基準線)。これによると集材機騒音の卓越周波数成分は「空搬器上げ」, 「空搬器走行」工程で500 Hz 附近, 「実搬器走行」で700 Hz 附近, 「横取り」で1 kHz 附近にあり, トラクタでは500 1 kHz 附近に卓越周波数成分がある。

表-5 騒音調査の概要

集材機

機種	場所	索張り方式	平均集材距離	平均1集材サイクル時間	備考
Y33HD6	水戸営林署	エンドレス・タイラー	450 m	6分44秒	積み込み線 荷上げ集材
Y33EPA	"	"	300 m	10分07秒	
Y32E	"	"	200 m	7分59秒	
MS70-3MA	千頭営林署	ダブル・エンドレス	20 m	13分03秒	
Y43	富岡営林署	エンドレス・タイラー	500 m	17分20秒	
Y43	棚倉営林署	"	900 m	16分50秒	
Y43	棚倉営林署	"	900 m	21分20秒	
MS70-54MAB	高萩営林署	"	350 m	12分50秒	

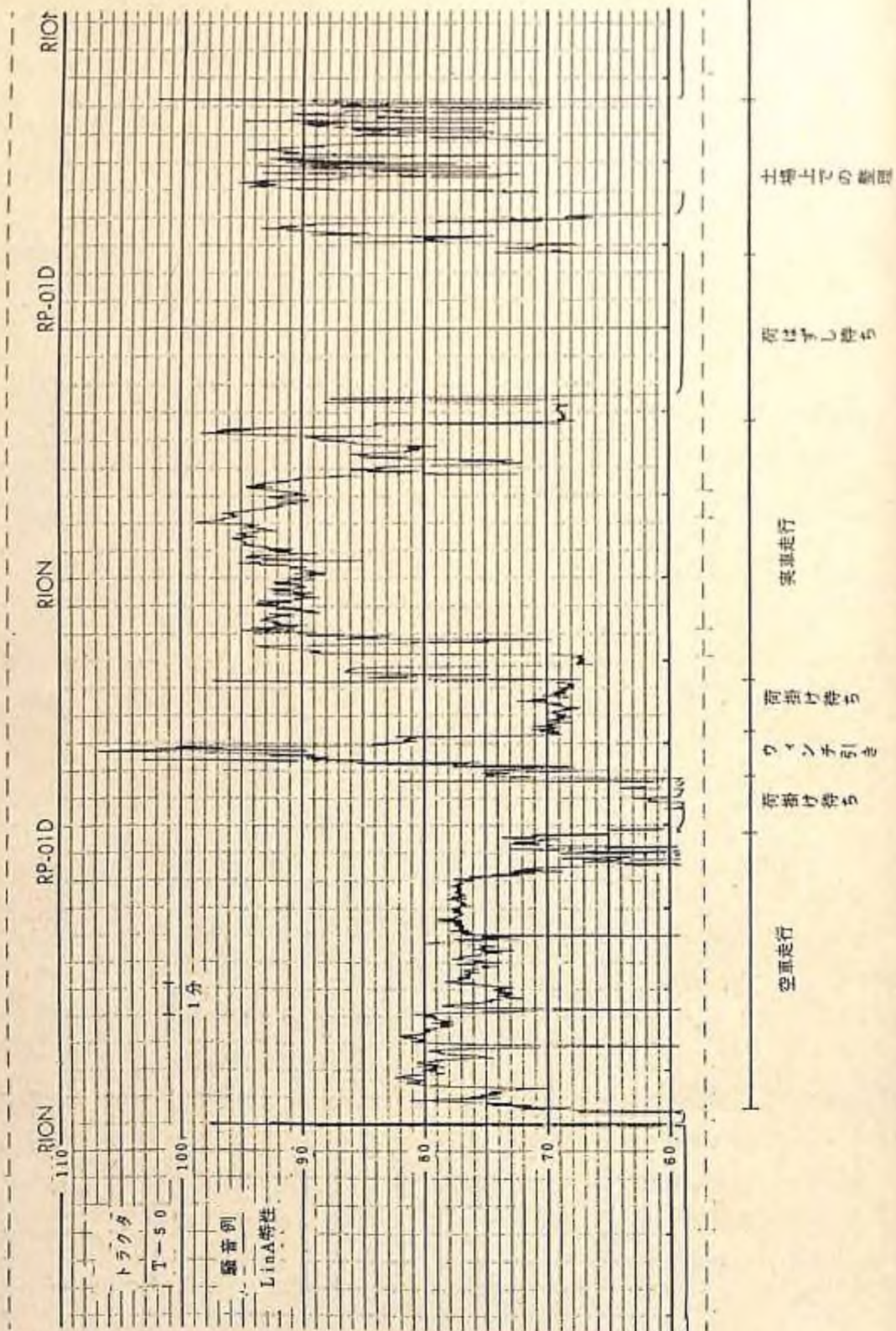


図-4(1)

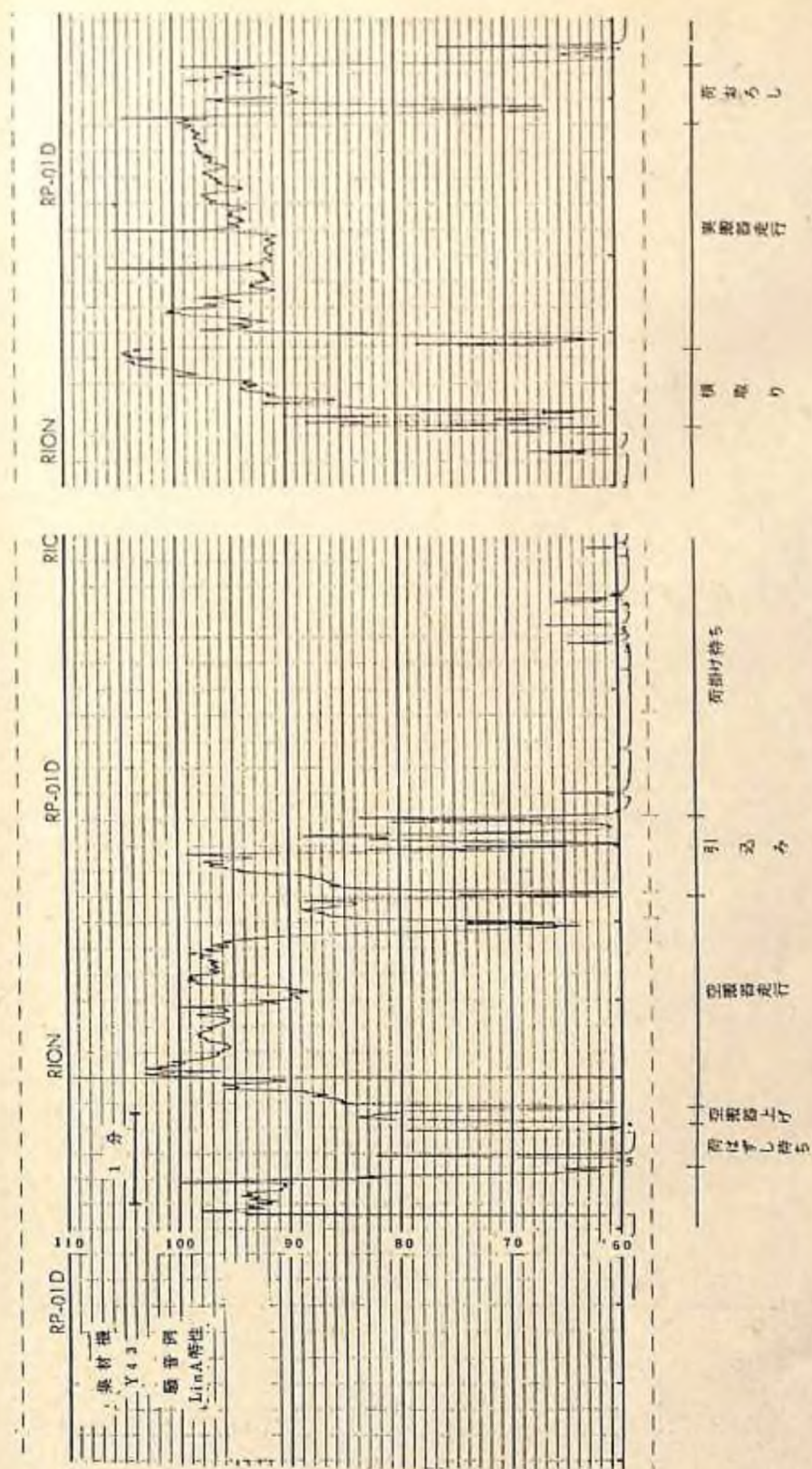


図-4(2)

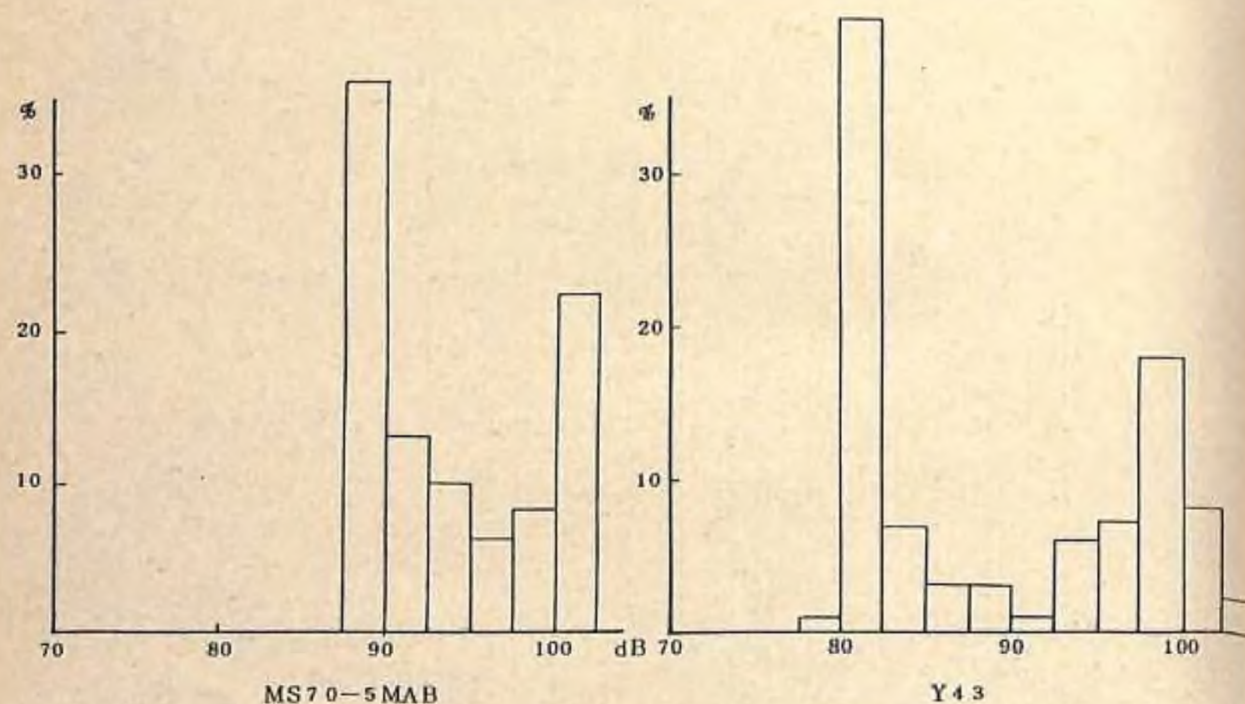
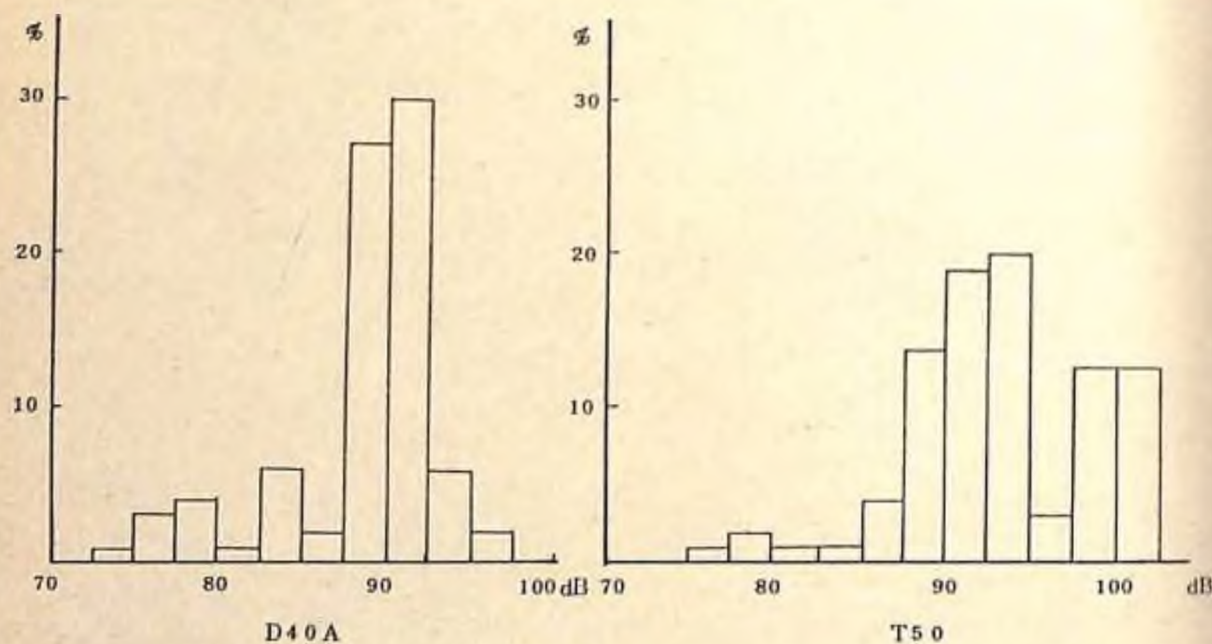


図-5 全作業時間(1集材サイクル)に対するレベル別暴露時分布(LinA特性)

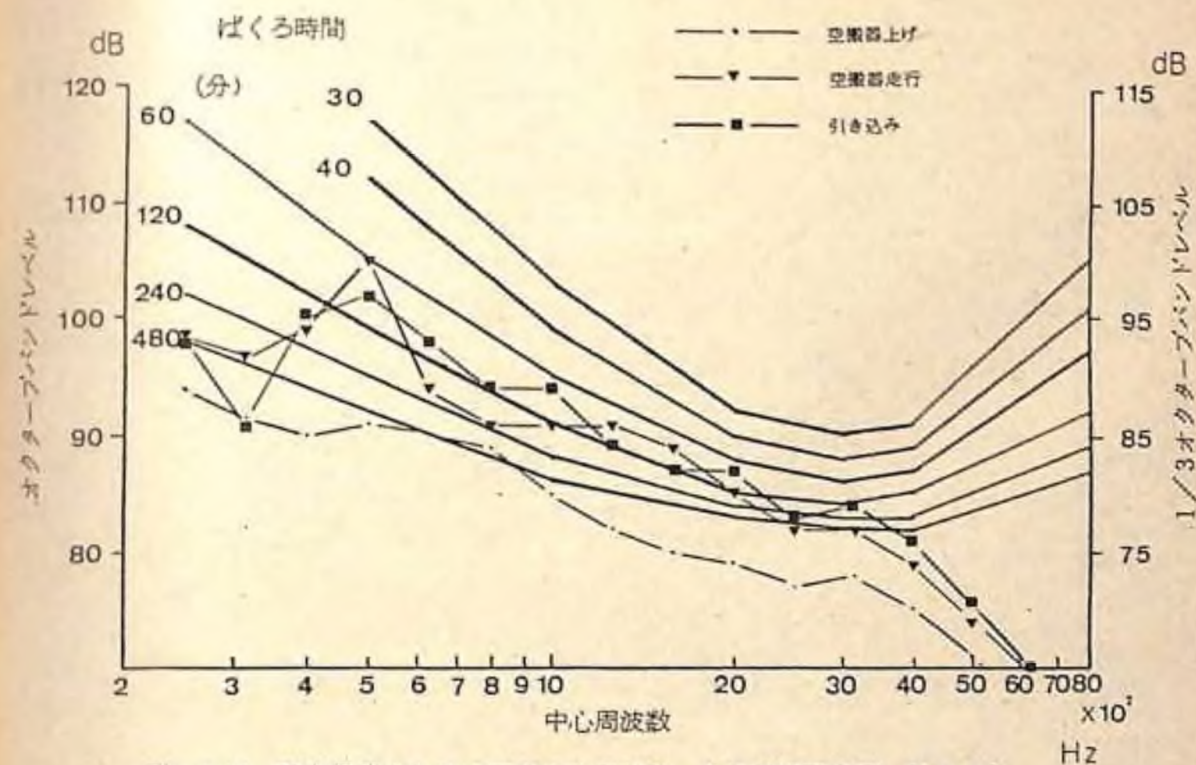


図-6(1) 聴力保護のための騒音の許容基準 (集材機騒音例 Y43)

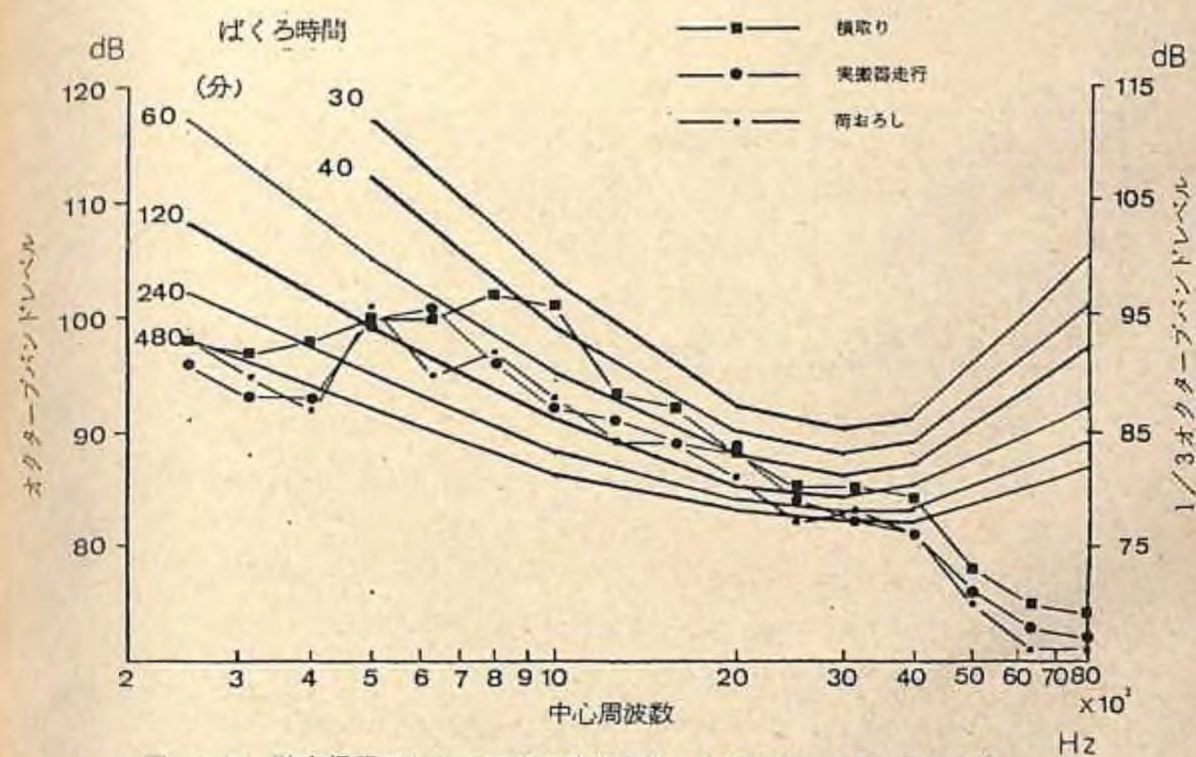


図-6(2) 聴力保護のための騒音の許容基準 (集材機騒音例 Y43)

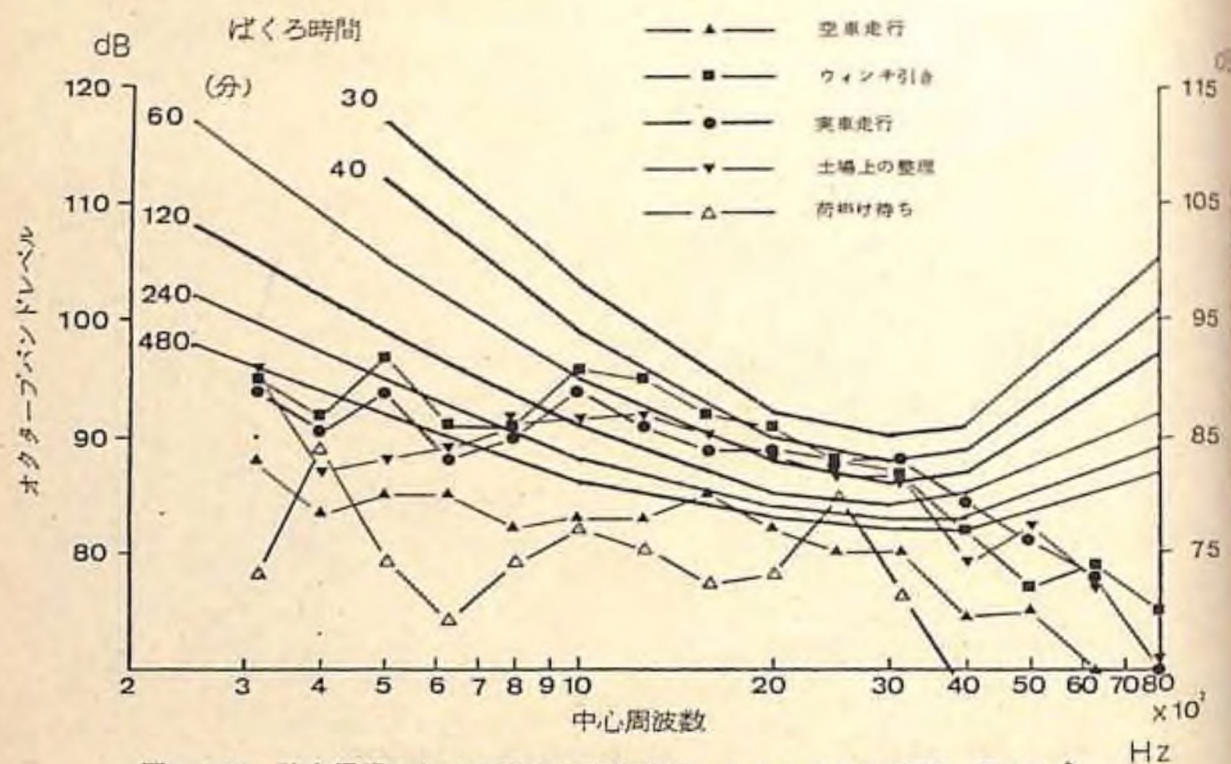


図-6(3) 聴力保護のための騒音の許容基準 (トラクタ騒音例 T50)

トラクタ

機種	場所	平均集材距離	路面状態	平均1集材 サイクル時間	平均傾斜
T50	福島営林署	350m	悪 泥沼、石、枝葉	19分15秒	7°
T50	"	480m	良 砂	25分02秒	7°
D40A	"	480m	良 砂	25分35秒	7°
D40A	棚倉営林署	360m	良 砂	27分10秒	15°

(4) 騒音の評価法

騒音の評価法には色々な立場からの評価法がある。適用目的を4分類すると、

① 聴力保護のための騒音

- 日本産業衛生学会の勧告
- ISO1999 (聴力保護のための作業間露聴の評価)
- NR数 (騒音評価指数)
- OSHA (米国, 1969, 職業安全保護法による評価)

② 音声了解度の判定のための騒音評価

- AI (明瞭度指数)
- SIL (会話妨害レベル)
- PSIL (" ")

③ 室内環境保全のための騒音評価

- NC (室内の騒音評価曲線)
- NCA (騒音基準交代曲線)

④ 地域環境騒音の評価

- Lr (ISO R1966 社会的反応の騒音評価)
- WECPNL (航空機騒音の評価)

以上であるが、この基準の中で林業機械に適応できるのは、①日本産業衛生学会の勧告と②ISO 1999と考え、この2基準で調査騒音の評価を試みる。

(5) 調査騒音の評価

① 日本産業衛生学会の勧告による評価

激しい騒音下で作業する人にとって、聴力障害の問題は重要である。この場合、永久聴力損失をどこまで許容するかが問題となる。この勧告はその限界を日常会話の聴取にほとんど支障をきたさない程度に置いている。これは、ここに勧告する基準以下であれば、1日8時間以内の騒音暴露が日常的に10年以上続いた場合でも永久聴力損失を1kHz以下の周波数領域で10dB以下、2kHzの周波数で15dB以下、3kHz以上の周波数領域では20dB以下に納めることを意味している。

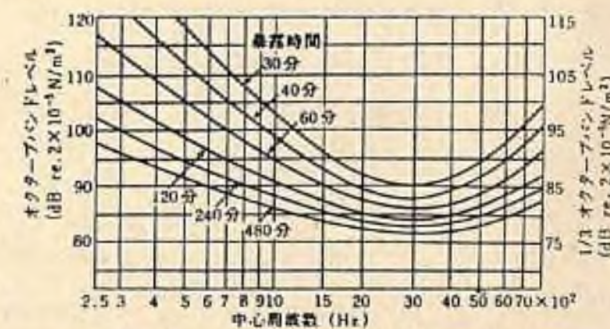


図-7 聴力保護のための騒音の許容基準

表-6 聴力保護のための騒音の許容基準

中心周波数	許容オクターブバンドレベル dB					
Hz	480分	240分	120分	60分	40分	30分
250	98	102	108	117	120	120
500	92	95	99	105	112	117
1000	86	88	91	95	99	103
2000	83	84	85	88	90	92
3000	82	83	84	86	88	90
4000	82	83	85	87	89	91
8000	87	89	92	97	101	105

許容基準は図-7, 表-6に示したところである。騒音のレベルは振動と異なり要素作業ごとには変化した。要素作業内では変動が少なかった。よって、要素作業内では定常的な音圧レベルが続いていると考え、各工程ごとの暴露時間計で検討してみた。

集材機

集材機は主な工程として、「空搬器走行」、「荷掛け待ち」、「横取り」、「実搬器走行」の4工程を検討した(図-8(1))。値は各集材機の騒音の中央値の平均とその95%信頼限界を示している。表-4の1日の騒音暴露時間と比較してみると、1 kHzで「空搬器走行」、「横取り」、2 kHzで「空搬器走行」、「横取り」、「実搬器走行」が許容基準以上にあることになる。耳栓の使用、「空搬器走行」時での無駄なエンジンのふかしを減らし、「横取り」時では長い横取り距離をなるべく減らし、材つり上げ時での支障物を少なくし、集材しやすい立木伐倒方向を考える作業等の改善が望まれる。

トラクタ

集材機と同様の検討をした。トラクタの場合はおおむね許容基準をパスしているが、95%信頼限界の上限値で越えているものもみられた。集材機同様、1 kHz, 2 kHzでの改善が望まれる。(図-8(2))

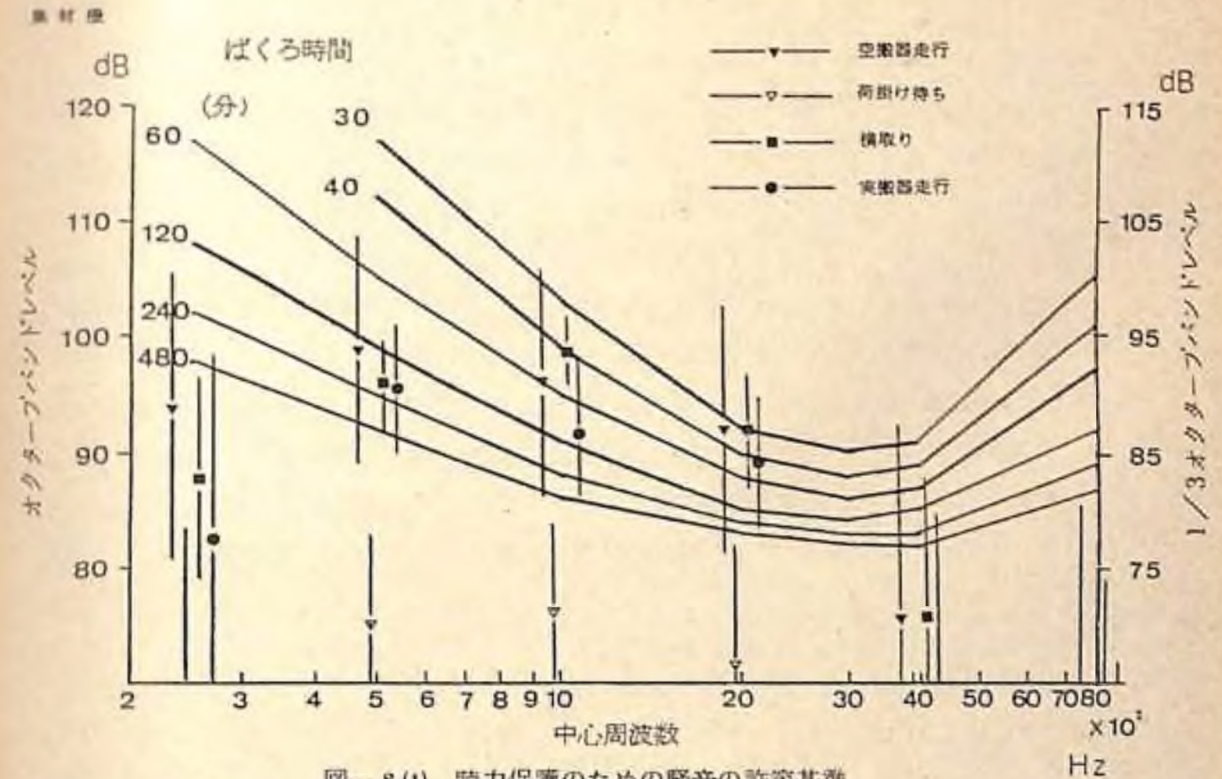


図-8(1) 聴力保護のための騒音の許容基準

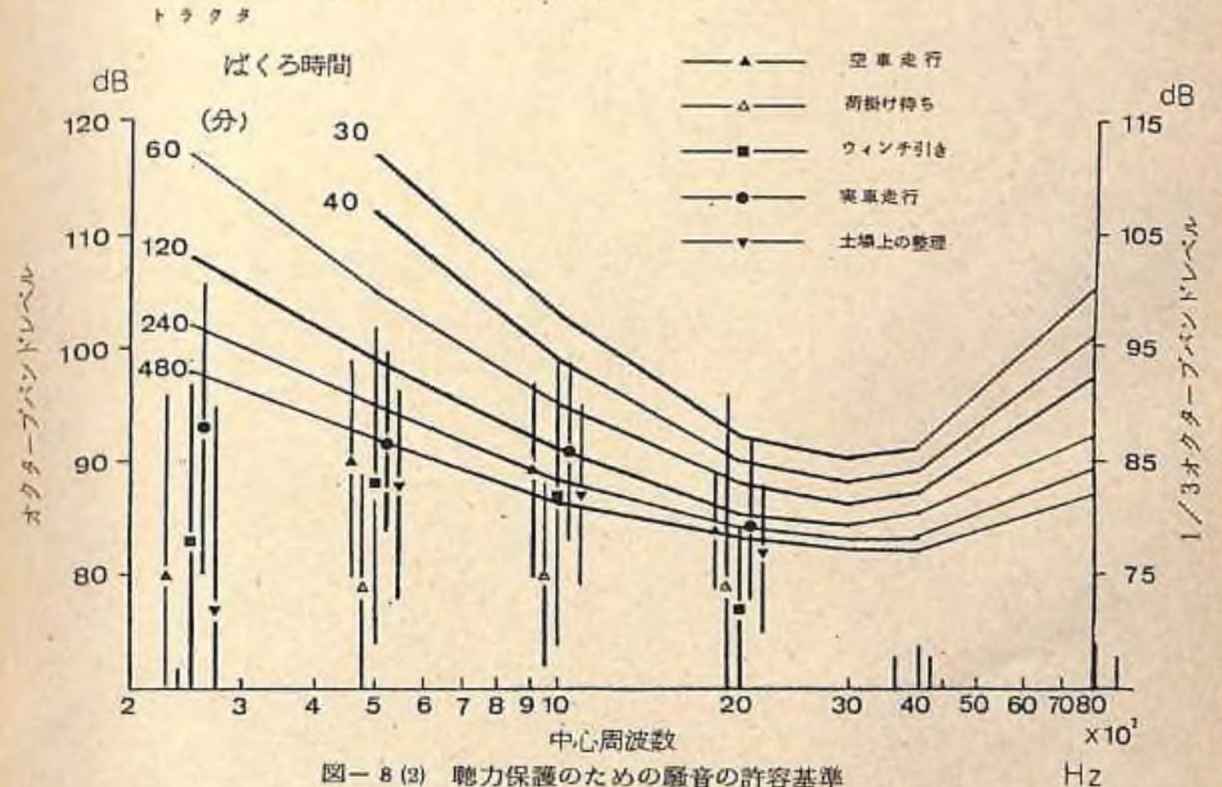


図-8(2) 聴力保護のための騒音の許容基準

② ISO 1999 (1971年)による評価

この勧告では、1週間40時間連続的に騒音暴露される場合を基本とし、500 1000 2000Hz の聴力損失の平均が25 dB 以上の場合を“聴力障害”と定義し、騒音暴露群における“聴力障害者”の出現百分率と、非騒音暴露におけるそれとの差を危険率と名づけ、この値が10～20% (40年で)程度にとどまるレベルとして、85～90dB(A) という値を提案している。結論は産業衛生学会のそれと大差はないが、ISOでは断続暴露の影響を等音響エネルギー法則に基づいて考えている。

この規格の適用方法を示すと以下のようになる。①騒音測定 (騒音レベル、騒音のレベル別持続時間) → ②レベル別騒音暴露指数の算出 (表-7 参照) → ③合成騒音暴露指数の計算 (レベル別騒音暴露指数の合算) → ④等価騒音レベルの算出 (表-8 参照) → ⑤暴露年数の設定 → ⑥聴力障害発生の危険率推定 (表-9 参照)

表-7 部分騒音露聴指数表

1週間の 持続時間		部 分 騒 音 露 聴 指 数								
		騒音レベルdB(A) (組分けの中点)								
時間	min	80	65	90	95	100	105	110	115	120
	10					5	15	40	130	415
	12					5	15	50	160	500
	14					5	20	60	185	585
	1					5	20	65	210	665
	18					10	25	75	235	750
	20					10	25	85	255	835
	25				5	10	35	105	330	1040
	30				5	15	40	125	395	1250
	40				5	15	55	165	525	1670
	50				5	20	70	210	660	1080
	60			5	10	25	80	250	790	1500
	70			5	10	30	90	290	920	1920
	80			5	10	35	105	330	1050	2380
	90			5	10	40	120	375	1190	2750
	100			5	15	40	130	415	1320	3170
	2			5	15	50	160	500	1580	4000
	25			5	20	65	200	625	1980	5250
	3			10	25	75	235	750	2370	6500
	35		5	10	30	90	275	875	2770	7750
	4		5	10	30	100	315	1000	3160	10000
	5		5	15	40	125	395	1250	3950	12500
	6		5	15	45	150	475	1500	4740	15000
	7		5	20	55	175	555	1750	5530	17500
	8		5	20	65	200	630	2000	2320	20000
	9		5	25	70	225	710	2250	2710	22500
	10	5	10	25	80	250	790	2500	7910	25000
	12	5	10	30	95	300	950	3000	3490	30000
	14	5	10	35	110	350	1110	3500	4100	
	16	5	15	40	125	400	1260	4000	4600	
	18	5	15	45	140	450	1420	4500	5120	
	20	5	15	50	160	500	1580	5000	5800	
	25	5	20	65	200	625	1980	6250	19800	
	30	10	25	75	235	750	2370	7500	23700	
	35	10	30	90	275	875	2770	8750	27700	
	44	10	30	100	315	1000	3160	10000	31600	

表-8 合成騒音露聴指数と等価連続騒音

等価連続騒音レベル L_{eq} (dB(A))	10	15	20	25	30	40	50	60
合成騒音露聴指数	80	82	83	84	85	86	87	88
等価連続騒音レベル L_{eq} (dB(A))	800	1,000	1,250	1,600	2,000	2,500	3,100	
合成騒音露聴指数	99	100	101	102	103	104	105	

表-9 危険率表

等価連続 騒音レベル dB(A)	危険率 [%] 聴力障害の総計 [%]	パーセンテージ									
		露聴年 (露聴年数=年令-18年)									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
≤80	(a) 危険率 [%]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	2	3	5	7	10	14	21	33	50
85	(a) 危険率 [%]	0	1	3	5	6	7	8	9	10	7
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	3	6	10	13	17	22	30	43	57
90	(a) 危険率 [%]	0	4	10	13	16	16	18	20	21	15
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	6	13	19	23	26	32	41	54	65
95	(a) 危険率 [%]	0	7	17	24	28	29	31	32	29	23
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	9	20	29	35	39	45	53	62	73
100	(a) 危険率 [%]	0	12	29	37	42	43	44	44	41	33
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	14	32	42	49	53	58	65	74	83
105	(a) 危険率 [%]	0	18	42	53	58	60	62	61	54	41
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	20	45	58	65	70	76	82	87	91
110	(a) 危険率 [%]	0	26	55	71	78	78	77	72	62	46
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	28	58	76	85	88	91	93	95	95
115	(a) 危険率 [%]	0	36	71	83	87	84	81	75	64	47
	(b) 聴力障害の総計 [%]	1	38	74	88	94	94	95	96	97	97

表中の暴露年数は1週間の作業時間を40時間、1年を50週として考えている。

調査騒音は集材機とトラクタとのグループに分け、それぞれのデータの工程別中央値、各グループ内で平均して、この平均値と95%信頼限界上限値とで分析を進めていくことにする。

なお、表-9の内、露聴年数の参考のために1のチェックリスト調査で出された運転手の運転年数、年令の分布表を表-10に掲げた。

表-10 林業機械運転手の年令、運転経験年数の分布

類別	機 種		集 材 機 %	ト ラ ク タ %	合 計 %
	階級				
年 令 (才)	25—			1.9	0.9
	30—			3.8	1.9
	35—		5.5	11.5	8.4
	40—		18.1	26.8	22.4
	45—		32.6	32.7	32.7
	50—		30.8	15.4	23.4
	55—		12.7	7.7	10.3
	平均 (標準偏差)		48.7 (5.1)	45.4 (6.4)	47.3 (6.2)
運 転 経 験 年 数 (年)	0—		2.0	7.0	4.3
	5—		10.0	14.0	11.8
	10—		18.0	14.0	16.1
	15—		32.0	44.2	37.6
	20—		26.0	9.3	18.3
	25—		12.0	9.3	10.8
	30—			2.3	1.1
	平均 (標準偏差)		17.8 (6.2)	16.1 (7.0)	17.0 (6.6)

表-10より騒音暴露年数は最大30年位になると考えてよい。また、表-9は1週間の作業時間を40時間とみているが、騒音暴露から考えた時間は33時間とみてよいと思われるので(6時間×5.5日=33時間)、30年は、 $30 \times \frac{33}{40} \div 25$ 年とみなしてよいと思われる。よって、表-9と表-11より普通の運転(騒音平均値)の場合は、危険率29%、騒音が激しい場合の運転で危険率43%となる。

集材機と同様に、暴露年数25年で、表-9と表-12より普通の運転の場合は危険率16%、騒音が激しい場合の運転では危険率43%となる。

① 集材機

表-11 騒音暴露計算手順表

工 程	1週間の平均 継続時間	(A) 平均値	95%(B) 上限値	レベル別騒音暴露指数 (A)	(B)
空気器上げ	77分	95dB	101dB	10	35
空搬器走行	5時間19分	96	104	45	475
引込み	2時間56分	96	101	25	75
荷掛け待ち	9時間32分	80	85	5	10
横取り	3時間40分	98	102	100	100
実搬器走行	6時間14分	95	99	55	175
荷おろし	99分	11	96	5	15
荷はずし待ち	2時間 1分	80	86	—	—
合成騒音暴露指数				245	885
等価騒音レベル				94	99

② ト ラ ク タ

表-12 騒音暴露計算手順表

工 程	1週間の平均 継続時間	平均値 (A)	95% 上限値(B)	レベル別騒音暴露指数 (A)	(B)
空車走行	9時間16分	94	101	80	250
荷掛け待ち	5時間58分	84	90	5	45
ウィンチ引き	2時間18分	91	106	5	200
実車走行	7時間37分	96	102	65	200
荷はづし待ち	3時間57分	79	87	—	5
盤台整理	4時間19分	8	100	15	125
合成騒音暴露指数				170	825
等価騒音レベル				92	99

(6) 耳栓の使用状況

ここで耳栓の使用状況を調べてみる。資料は人間工学的チェックリスト調査の時調べたものである。

表-13 耳栓の使用状況

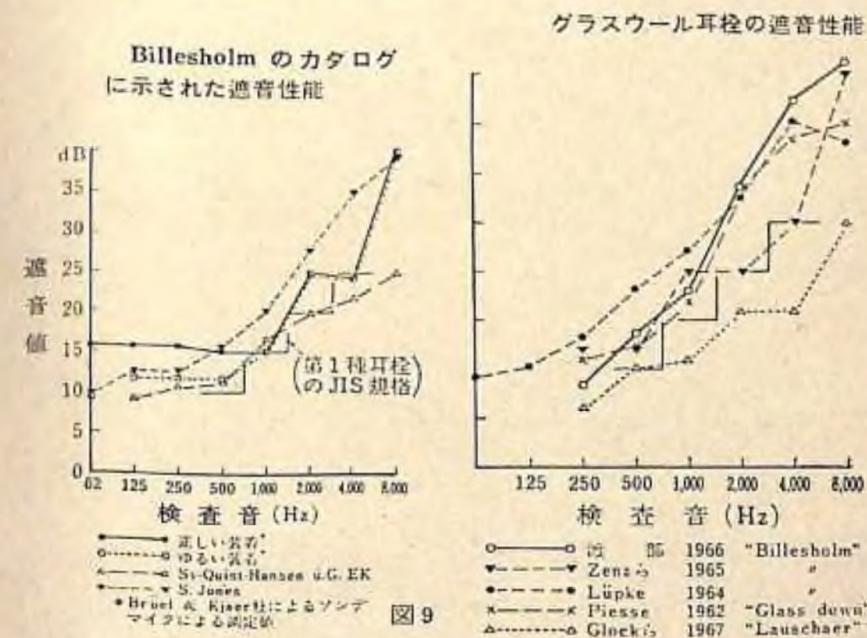
	いつも耳栓 をつける	時々耳栓 をつける	耳栓を つけない	調 査 者
集材機運転手	2名	4名	94名	54名
トラクタ運転手	12名	12名	76名	43名

耳栓使用者が非常に少ない。耳栓を使用すると信号音が聞こえないとかの意見もあるが、労働科学研究所の調査ではそれ程でもないとの結論がでている。参考までに、耳栓のJIS規格(表-14)と実際の遮音効果性能の一例(図-9)を示す。

表-14 防音用耳せん性能(JIS B9904-1958)

周 波 数 (Hz)	しゃ音値(dB)	
	1 種	2 種
500	10以上	10未満
1000	15 "	—
2000	20 "	20以上
4000	25 "	25 "

備考：2種1000Hzのしゃ音値15dB以下にするのが望ましい。



これらの資料から検討すると、集材機、トラクタで問題となっている1 kHz, 2 kHzの周波数帯で耳栓はそれぞれ15, 25 dB以上の遮音効果があるので、耳栓の使用でこれらの周波数帯でも問題がなくなり、耳栓の使用は騒音対策の一手段となることがわかる。

4. あとがき

振動、騒音について残された問題点をあげると、

- ① 現場での振動、騒音がいわゆる間欠振動、騒音であるため、その暴露時間の正確な推定を含め、その評価方法を確立すること。
- ② 林業機械運転中の騒音、振動が作業者に与える生理的負担の解明をはかること。
- ③ トラクタ振動と地表状態との関連を把握すること。
- ④ 低周波域の振動（揺れという超低周波域も含めて）の解明をはかること。
- ⑤ 騒音対策として、機械内に防音材をはること、耳栓の使用等があげられるが、その効果とより使いやすいものを追求していくことがあげられる。

林道法面工法の評価検討

林道法面工法の評価検討

I 試験担当者

林道研究室 井上 源基 福田 章史
市原 恒一
機械科長 福田 光正

II 試験の経過と得られた成果

1. はじめに

林道は、林業の合理的経営や森林の集約的管理にとって基幹となるものであり、木材等林産物の搬出のみならず、森林の有する多面的機能を充足するためには、適正な林道開設計画による基盤の整備促進が必要である。

林道の開設行為は、機能性を確保しうる最小限の範囲内における投資しか認められず、一方、建設の場としての地形或いは自然条件が大きな問題となっている。

ある限度内での林道開設単価に対して、機能性を確保し、しかも自然植生・景観の破壊や流出土砂等の林地破壊を無くすることは林業従事者にとって関心事であり、これらに対する、より有効な対策工法の定着化が望まれている。

林道建設に伴うこれらの問題解決は、短期的な対応策ではなく林道網計画を包含した森林全体にわたる展望からのアプローチと共に、地道な長期的・時系列的な調査検討が早道であると考えられる。

本報告は、林道建設に係る問題の1つとして、林道法面を取り上げ、その工法の選択に関する基礎資料を得るために主として、定量的な実態調査を行い、成果をとりまとめたものである。

なお、課題設定の背景には、盛土における法面勾配の緩急が、切取土量の増大および路側構造物の設置等につながり、ひいては林道の開設単価に大きくはねかえってくるため、これら林地保全的配慮からの法面緩勾配化に対する技術的な評価検討の要請があったと聞いているが、この課題を受けるに当って、敢えて切取法面を対象とした。それは、切取りにおける法面勾配の場合、地山の土質および地質構造等をもとに、経験的な値を参考にして標準土工定規を定めており、自然あるがままの地山との関連の度合が盛土法面より顕著で、従来の定性的な要因分析にとどまらず、定量的な関係の検討をそこに見出そうと、かねてより着目していたためである。

2 研究の目的

林道法面の崩落は、発生機構の違いにより局所的な表層土の侵食による崩れと法面全面の崩部に及ぶ大規模な崩壊に分けられる。一般に前者は年月と共に、法面が空気や水、温度変化等の気象の影響により漸次侵食し崩落するのに対し、後者は集中豪雨や土木的欠損等による土砂移動に原因することが多い。しかし、これらの誘因も法面を取りまく周辺の環境や地質・地質、或いは法面の切取り施工法等により崩壊発生率や崩落パターンは異なってくる事が予想される。本報告では、特に前者に相当する切取法面の崩壊について検討したものである。

前者の局所的な土砂崩落や法面の表層侵食による崩れの発生機構は、一般に、風水や寒暖等の気象変化により法面表層土が侵食・風化を受け徐々に崩れ、侵食がすすむにつれ流水の集中箇所は雨裂を生じ、ガリ侵食へと発展していくことが多い。これらの崩落は、林道路面上に堆積し、或いは側溝を埋めて、林道の交通機能を麻痺させ、排水を悪くする原因となる。また、この徐々に起る崩壊も、地質や気象或いは法面上部の状況等によりさらに深層風化へと発展し、ひいては大規模な崩壊を起こす誘因ともなる。

これらの崩壊に対しては、地形的な制約の中で安定化させる切取勾配や法高を見い出すことが必要となる。しかし、我が国のような急峻山岳地においては、全てにわたって、この方法を適用することは不可能に近い。従って、急な切取り面或いは高い法高を余儀無くされる箇所に対しては、どうしても人工的緑化基礎工の併用が必要となる。人為的に植物の生育に適した生育基盤を整備するための工法には、現在、ネット張工（全網、合成繊維網）、法枠工（コンクリート、コンクリートブロック、プラスチック、山形鋼、丸太）、編柵工、土留工（蛇籠、丸太積、そだ積、コンクリート板）等の種類がみられる。また、法面の安定上やむをえないときはコンクリートやコンクリートブロックの壁で固めたり、法面を金網で覆い全面にモルタルを吹付けたりする場合もある。しかし、これらの工法は、得てしてその使用に一定性がなく、不要な箇所に設けたり、或いは適切でない工法が使われたりして、その適用に不備な点が多い。これらの工法を適材適所に整備し、法面の安定化を促すためには、工法の特性もさることながら、まず植物を法面に導入することの可能な限界について究明する必要がある。

本報告は、この様な観点から、林道の交通障害、或いは環境破壊に影響を及ぼす法面崩壊の問題を取り上げ、法面を安定化させるための工法について技術的な評価検討を加え、工法適用箇所の条件や施工上の問題点を明らかにして工法選択の基礎資料を得ようとするものである。

3 調査及び調査地概要

林道の切取法面の崩壊に影響を及ぼす因子は、一般に降水や気温等の気象条件や土質のような直接的因子と切取法面を構成する土工因子及び法面を取りまく周辺環境のような間接的因子

があり、これらの因子により、崩壊が発生することになる。一般に切取法面を構成する因子としては、法高、法長、法勾配、林道路線面での幾何構造因子（縦断勾配、幅員、曲線半径）、側溝の有無等があり、他方、法面を取りまく環境因子としては、周辺地形や地況、周辺の林相、法面の方位、法面の位置等が考えられる。しかし、これらの因子は崩壊に対して個々単体として影響を与えるものでなく、相互に複雑に組合され、さまざまな崩落を誘発することになる。そこで、崩壊現象を明らかにするためにはこれらの因子をなるべく一定にし、誘発原因を検討する事が必要と思われる。

本調査ではこの様な考えから従来からの法面崩壊の原因究明に関する幾多の報告から、最も崩壊に関係する地質因子を一定にし検討を行った。

本調査では、特に比較的均一な土質で我が国に広範に分布し、しかも崩落し易いマサ土を既設の林道に選り調査対象とした。

調査に当っては、従来からの定性的な調査に加え、特に定量的な調査に重点をおき、法高毎の侵食量、法高毎の表層土の含水率及び表層土の硬度を詳細に調査し、法面の崩落形状パターンについて検討するとともに、崩落形状パターンの違いによる個々の法面の要因をもとに数量化による判別解析を実行した。

表一は、本調査概要の野帳を示したものである。崩落の侵食量は写真一に示すような簡易



写真1 地形凹凸測定機による
林道法面の形状把握



写真2 林道法面の調査状況

表 1 調查因子

[illegible]

測定機を製作し、法面に沿って侵食深を測定した。また法面の表層土の調査法は、山中式硬度計及び岩露出部法面ではシュミットテストハンマーを用いて硬度測定を行い、あわせてハンデータイプ含水率計による法面の含水率を測定した(写真-2)。これらの測定は法面に沿って20cm毎に行った。また、当該切取法面の他の因子、例えば林道の幾何構造因子(縦断勾配、幅員、曲線半径)、法肩の地山勾配、施工時の切取り勾配等はハンドレベル、メートルなわを用い、さらに地形図および計画設計図等を併用し、各因子の定量情報を収集した。

調査地は、前橋営林局管内の阿武隈山系浜通り4営林署管内（勿来、平、富岡、浪江）のマサ土地帯に対象をおき、既設林道の切取り法面に調査箇所を設定した。当調査地は、いずれも地形は急峻で、山地の気象は寒冷かつ積雪も多い。（図-1は、調査位置図を示したものである。）

本調査は54年度から実施され、54年度は次の4営林署5林道路線を対象にランダムに切取法面を抽出設定し調査を行った。さらに55年度は、林道1路線を対象として約50～70m間隔に調査地点を設定し調査を行った。

盤木沢林道 (勿来 営林署)	3箇所	54年度
田神 " (平営林署)	5 "	"
木戸川 " (富岡営林署)	5 "	"
野行 " (浪江 ")	2 "	"
三程 " (")	1 "	"
戸渡 " (平 ")	32 "	55年度

調査は、いずれも10月～11月にかけて実施したものである。

また、前落土および堆積土等の計測に座標読取装置（カブリーダ）を用い、数量化解析には当
場電算機を用いて実行した。

4. 調査結果及び考察

花崗岩風化によるマサ土法面の崩落は、外観上、皆同様の形態で崩れ或いは安定を保持しているようにみえるが、それらの崩落の大きさやその崩れ方は各要因が複雑に影響し合い各種各様の崩壊現象を呈することが推察できる。

これらの関係を明らかにするために、先ず各切取法面の崩落土量、堆積土量と各要因の関係を定量的に検討し、さらに崩落法面の形状パターンと要因の関係を判別解析により検討した。

1) 林道切取法面に影響を及ぼす因子

表-2は、本調査切取法面48ヶ所の各要因と崩落土量、堆積土量の調査結果を示したものである。各要因は、大別して切取面を構成する因子（法高、計画施工法長、計画施工切取勾配）林道の幾何構造因子（縦断勾配、幅員、曲線半径）、周囲環境（法面方位、法肩勾配、法肩状

表 - 2 調

査 結 果 表

TABLE: NORIMEN NO HOORAKU

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1 :	5.8	7.2	51.17	5	4.3	50	235	14	1	3	498
2 :	8.6	11.1	50.51	0	5.9	200	130	10	1	3	502
3 :	8.2	10.8	49.31	-9.9	4.6	200	180	17	3	3	548
4 :	7.8	8.8	62.51	5	4.9	60	305	12	3	3	645
5 :	2.5	3	60.15	9	5.9	20	270	27	1	2	688
6 :	3.4	3.8	62.46	5	5.4	30	180	9	3	3	649
7 :	3	3.8	51.2	12	5.7	30	150	15	1	3	648
8 :	3.8	4.4	61.04	6	6	20	170	17	3	3	682
9 :	7	7.7	63.26	10	6.4	15	32	28	3	1	355
10 :	6.5	7.6	61.42	7	6.4	20	80	27	3	1	340
11 :	6	6.6	61.56	6	5.9	15	290	22	3	1	350
12 :	5	5.8	63.26	6	4.2	15	300	28	3	1	355
13 :	2.8	4.6	54.36	2.5	4.7	200	250	11	3	3	360
14 :	6.3	8.7	47.37	3	4.4	200	269	10	3	3	555
15 :	4.8	5.8	53.37	6	5.8	200	220	24	3	3	580
16 :	8.2	13.9	63.26	9	4.7	12	8	20	1	2	380
17 :	4.5	5.3	60.51	3	4.3	20	310	20	2	2	695
18 :	3.5	4.1	62.48	3	4.2	30	5	25	2	2	693
19 :	2.8	3.3	66.16	5	3.7	200	5	28	2	2	691
20 :	3.8	4.2	65.54	5	3.7	200	185	10	3	3	690
21 :	4.9	5.4	66.58	6	4.8	200	40	20	1	2	693
22 :	7.8	8.5	64.03	2.5	5	200	75	8	1	3	692
23 :	5.8	6.7	63.26	2.5	5	200	223	8	3	3	692
24 :	4.4	4.8	66.3	6	4.7	30	328	31	1	1	685
25 :	4.1	4.3	72.24	9	4.6	25	358	38	2	1	680
26 :	5.3	6.5	61.19	0	4.5	20	28	32	2	1	675
27 :	4.4	5.3	55.5	5.5	4.6	30	300	20	2	2	672
28 :	6	6.9	59.45	5	4.6	60	270	10	3	3	670
29 :	4.6	5	66.19	6	4.7	30	315	27	2	1	668
30 :	5.5	6	67.18	7	4.6	20	275	30	2	2	664
31 :	3.7	4.6	54.45	6	4.7	40	160	19	3	3	658
32 :	3.3	4.3	51.03	3	4.7	60	180	12	3	3	656
33 :	4.4	4.8	68.53	6	5	20	355	45	3	1	651
34 :	5.3	6.1	60.16	5	4.4	80	192	15	3	3	645
35 :	3.8	4.3	58.49	6	5.5	20	335	20	2	2	635
36 :	3.5	4.1	60.15	10	5.5	20	320	19	2	2	633
37 :	6.6	7.3	63.26	10	4.8	20	305	23	2	3	630
38 :	5.9	6.9	60.52	10	5.1	20	285	26	2	3	629
39 :	6.3	6.9	65.4	9.5	5.8	15	65	22	1	2	623
40 :	5.7	6.5	66.19	9	4.7	15	350	26	1	1	619
41 :	3.4	3.8	61.48	8	4.7	20	175	14	1	3	612
42 :	5.9	6.3	66.52	7	6.2	15	30	16	1	3	610
43 :	4.7	4.9	72.51	5	4.4	20	47	26	1	1	595
44 :	5.5	6.1	62.56	6	5.5	20	325	25	1	2	593
45 :	5.9	6.8	64.37	9	5.8	15	315	28	1	1	581
46 :	4	4.3	69.27	5	4.8	15	335	38	1	2	580
47 :	4.7	5	71.12	7	4.7	15	300	34	1	2	579
48 :	6.6	6.9	73.08	8	4.1	20	0	40	1	1	570

M	N	HO-DO	TAI-DO	
2	2	0.668	0.148	勿来背林署
1	2	1.569	0.298	
1	2	2.134	0	
1	4	1.366	0.253	平
1	4	0.506	0.154	
1	4	0.362	0.087	
1	4	0.393	0.214	
1	4	0.674	0.02	
1	9	5.126	0.466	富岡
1	9	4.365	0.051	
1	9	2.072	0.015	
1	9	2.58	0.138	
1	9	0.675	0.188	
2	5	0.851	0.451	浪江
2	5	0.641	0.292	
1	8	1.6348	0.46	
1	6	2.194	0	平〔凡例〕
1	6	1.497	0.169	A : 法高 (m)
1	6	0.797	0.002	B : 法長 (m)
2	6	0.398	0.397	C : 相对切取勾配 (度)
1	6	1.662	0.298	D : 縦断勾配 (%)
1	6	1.796	0.015	E : 幅員 (m)
1	6	1.131	0.324	F : 曲線半径 (m) (200はストレート)
1	6	1.703	0.038	G : 法面方位 (度)
1	6	1.166	0.112	H : 法肩 (地山) 勾配 (度)
1	6	3.775	0.328	I : 法肩状況 (1:雑木 2:植栽 3:林地)
1	6	1.311	0.234	J : 集水地形 (1:凹形 2:平直 3:凸形)
1	6	0.863	0.008	K : 標高 (m)
1	6	1.801	0.066	L : 側溝 (1:無, 2:有)
1	6	1.595	0.277	M : 緑化工 (1:無, 2:有)
1	6	0.565	0.217	N : 施工経年
1	6	0.334	0.236	HO-DO:
1	6	1.847	0.386	TAI-DO:
2	7	1.067	0.094	
1	7	0.973	0.257	
1	7	1.117	0.32	
1	7	2.471	0	
1	7	2.387	0.059	
1	7	2.405	0.399	
1	7	3.582	0.5	
2	7	0.543	0.015	
1	7	1.422	0.296	
1	7	1.124	0.195	
1	7	2.369	0	
2	7	3.881	0.049	
2	7	1.061	0.496	
1	7	1.233	0.67	
1	7	3.012	0.061	

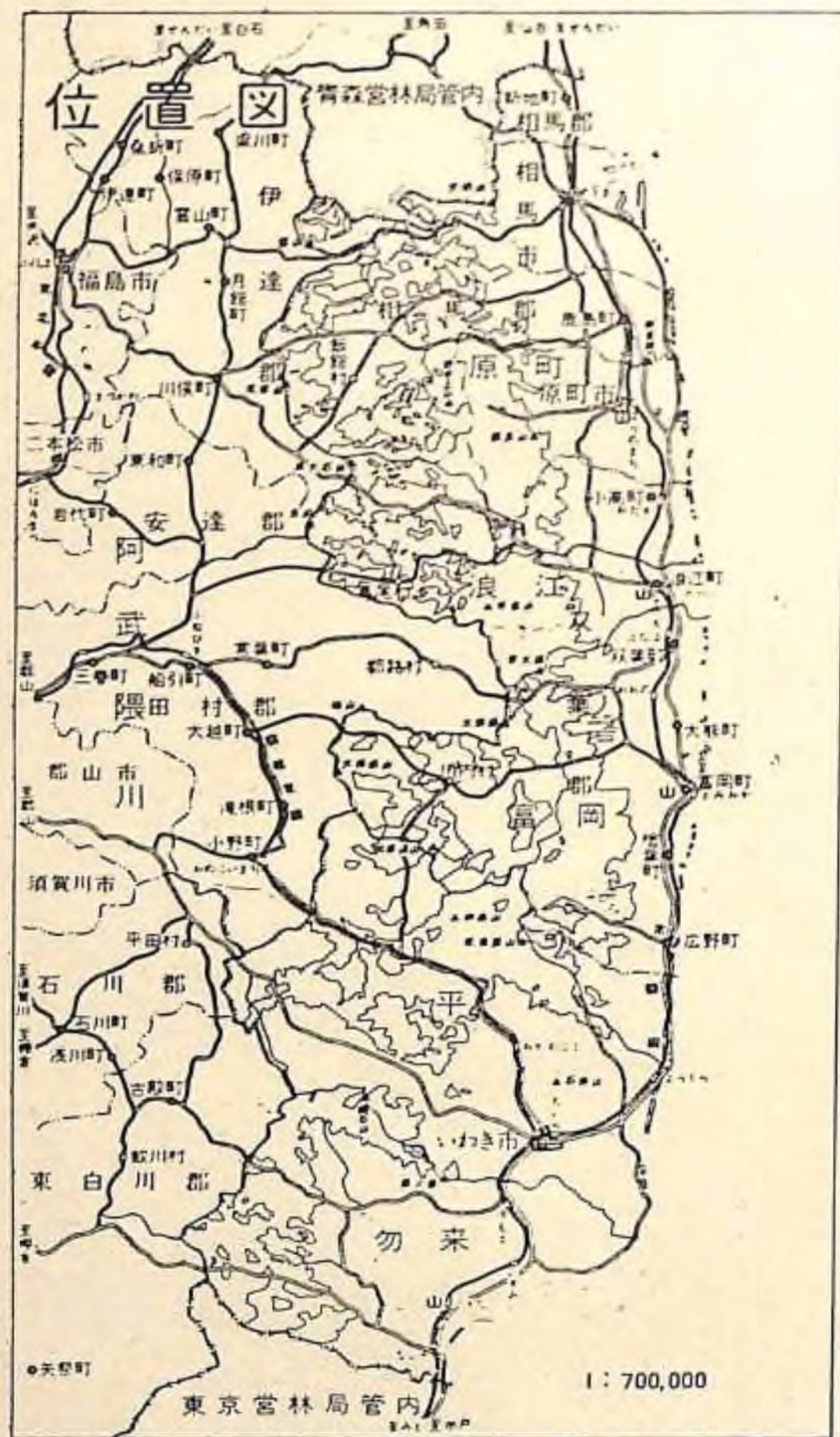


図-1 調査位置図

況集水地形、標高)
およびその他の要因
(傾斜の有無、緑化
工の有無、補修の有
無、経年)からなり
各名称は下図の通り
である。

これらの要因と崩
落土量及び堆積土量
との関係を個々に検
討する。

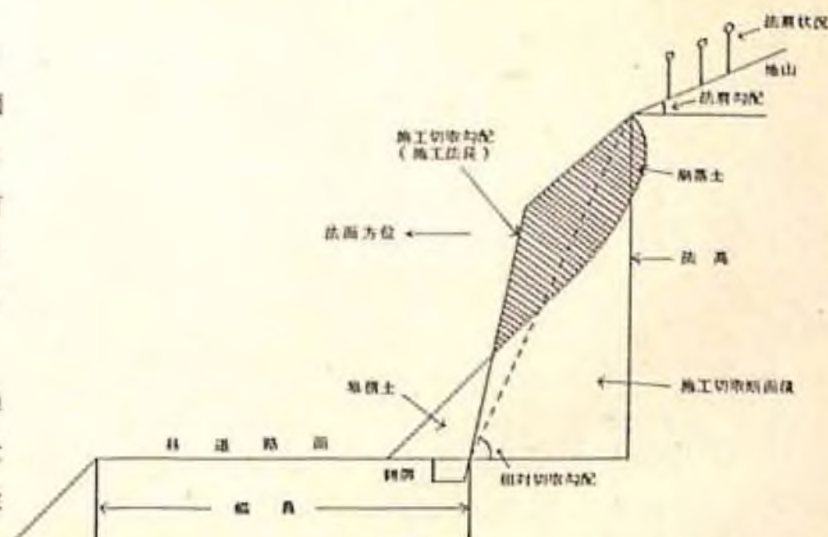


図-2 切取法面の崩壊に関する諸元

1) 法面を構成する要因と崩落土量、堆積土量

林道建設によって切取られた法面は、安定を保ち得ない切取勾配では施工経年がたつに従い下図に示す様な形態をたどり、上部崩壊土は林道路面上に堆積されていくことになる。従って一般には崩落土量は堆積土量と相関の関係になるが、多くの場合適宜林道補修により堆積土は除去される。特に、マサ土等の切取法面ではその頻度は多く、堆積土量の値は不確実なものとなる。図

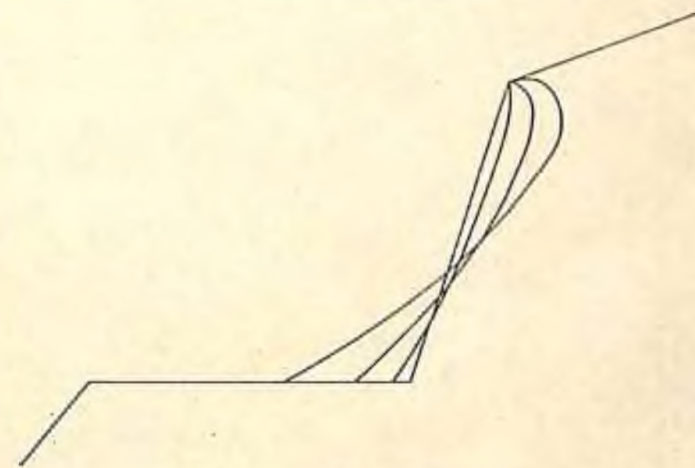


図-3 切取法面の崩壊推移

4は、本調査地について、崩落土量と堆積土量の関係を示したものであるが、その関係はほとんど認められていないことがわかる。そこで、本分析では崩落土量について各要因の関係をみることにした。

図-5、6、7は、法面を構成する法高、法長(施工時切取面の長さ)及び相対切取勾配と崩落土量の関係を示したものである。図及び表-2からも明らかな如く、崩落土量は法高が高い程大きく、法長が長い程増大することがわかる。また、相対切取勾配は、顕著な

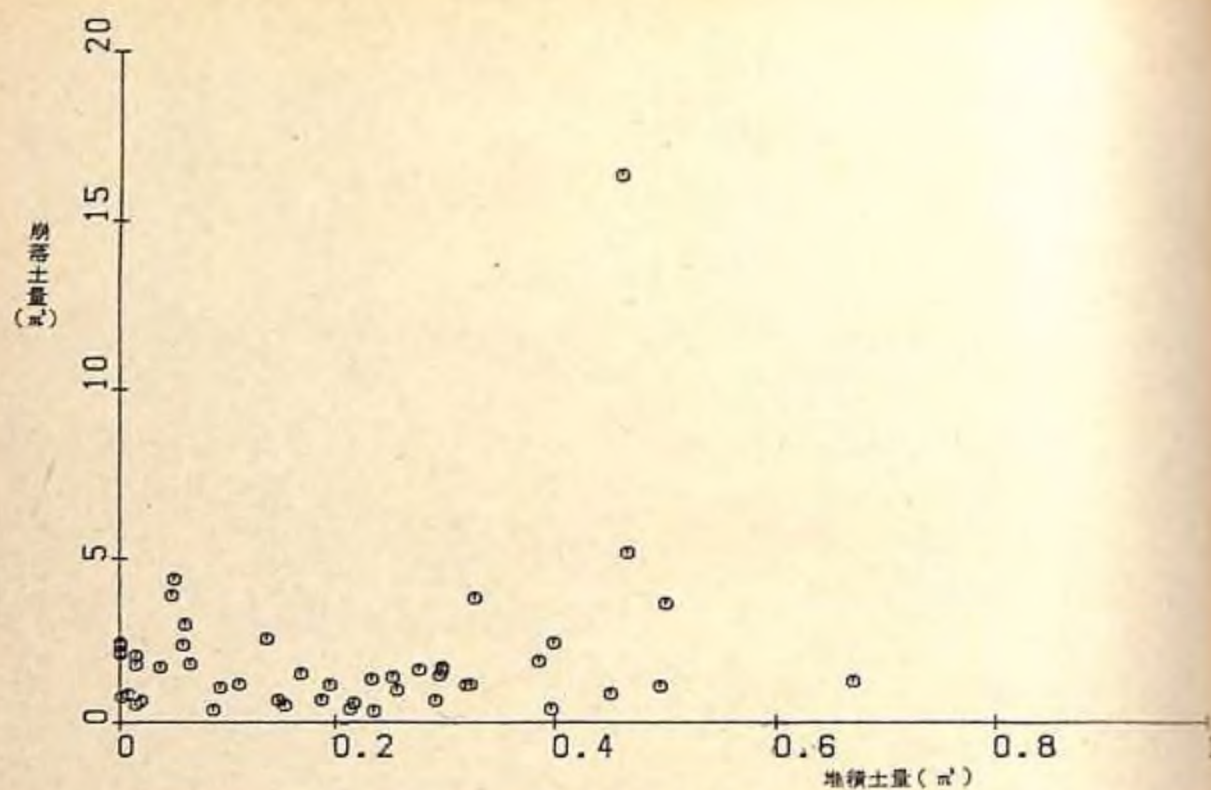


図-4 崩落土量と堆積土量

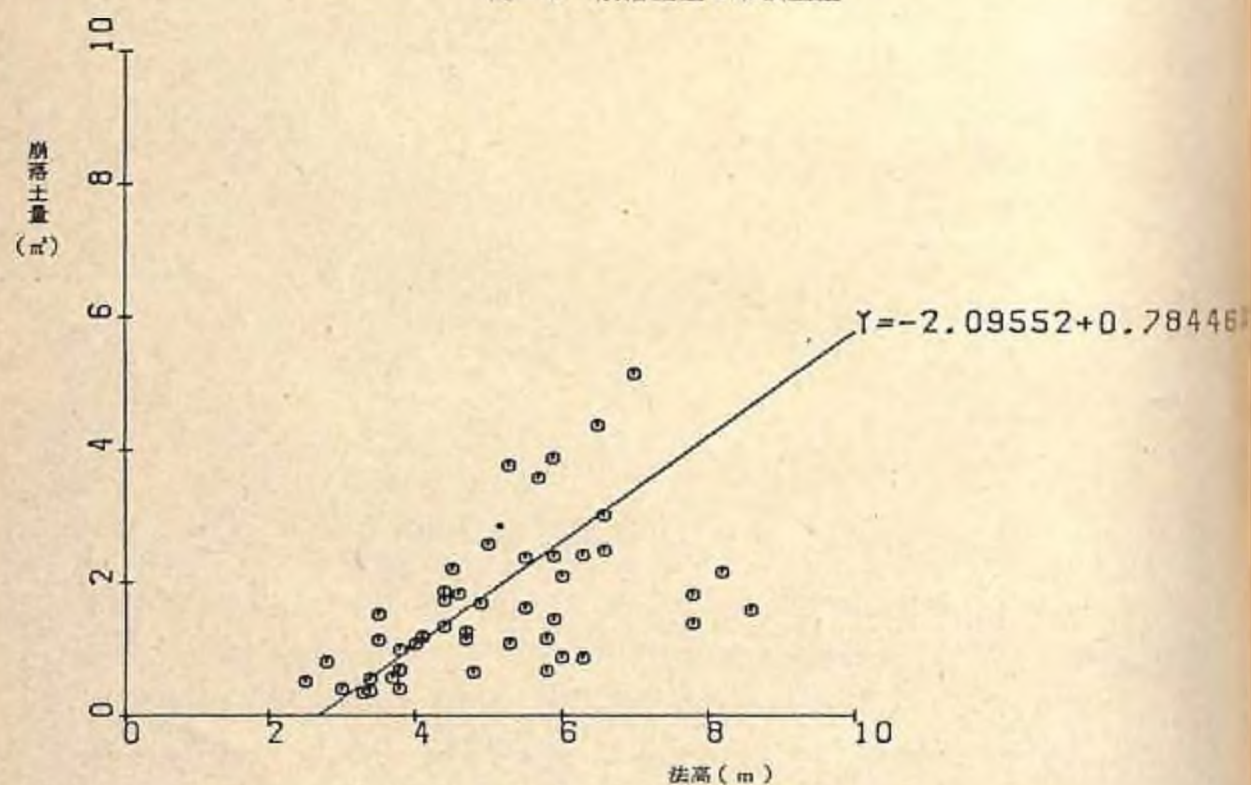


図-5 崩落土量と法高

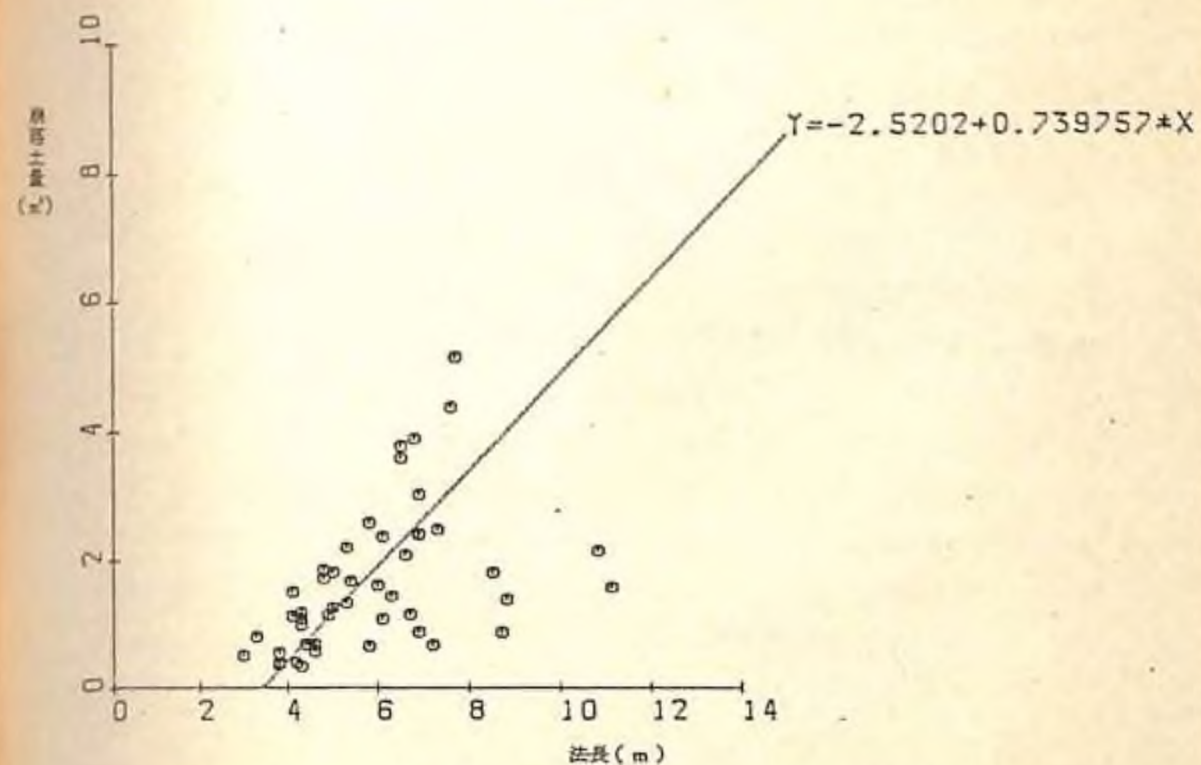


図-6 崩落土量と法長

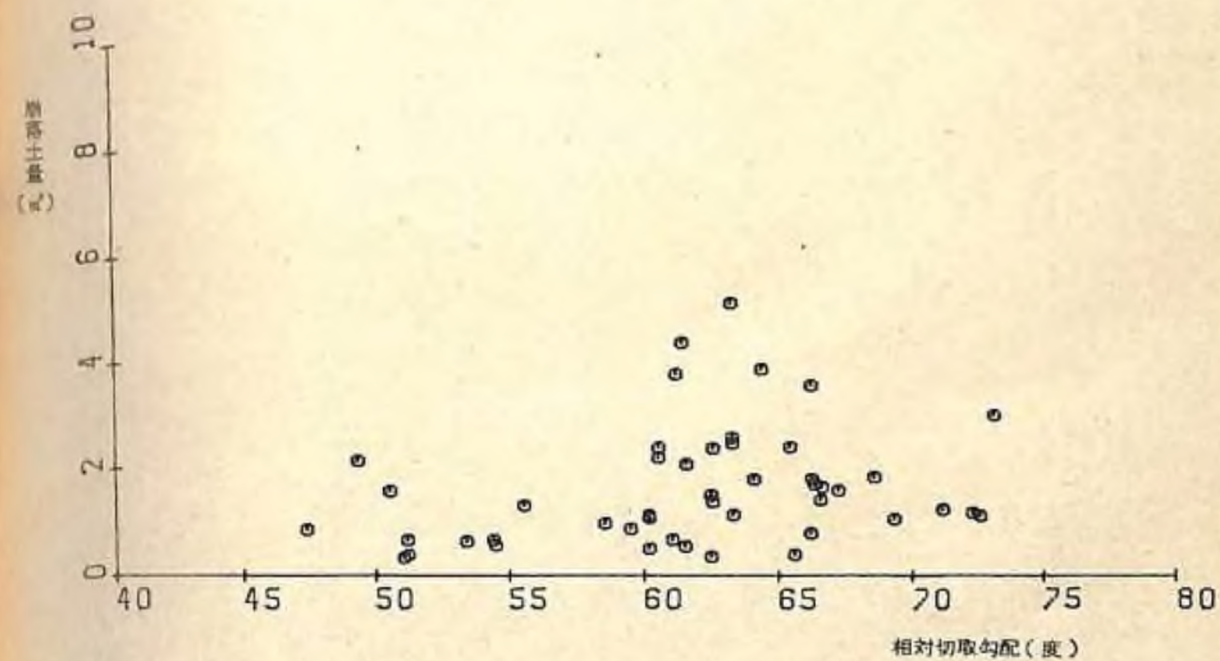


図-7 崩落土量と相对切取勾配

関係は認められていないが、勾配が急になるに従って、崩落土量も増大する傾向が明らかにされた。これらの関係について、それぞれ相関係数を求めると、法高と崩落土量では0.4975、法長と崩落土量では0.6589、相対切取勾配と崩落土量では0.3373であった。相対切取勾配については、図-2から明らかな如く、施工時切取面が2段切り以上になると1段切りに比べ実際の切取角度は緩になり、これらの関係を考慮すると切取勾配と崩落土量の関係はさらに高くなることが予想される。これらについてはさらに後述する。次に林道路線の幾何構造要因と崩落土量の関係についてみると図-8、9、10の通りである。図からも明らかな如く、崩落土量は、林道の縦断勾配および幅員についてはその関係はほとんど認められていない（相関係数はそれぞれ0.2229、0.1197）。しかし、縦断勾配については、勾配が大きくなるに従って切取法面の崩落も増大する傾向が推察できる。さらに曲線半径の違いによる崩落土量の影響についてみると、崩落土量は曲線半径が小さい程大きく、半径が大きくなるに従って小さくなる関係が認められた（直線の場合の半径を200mとした場合、相関係数0.3957）。

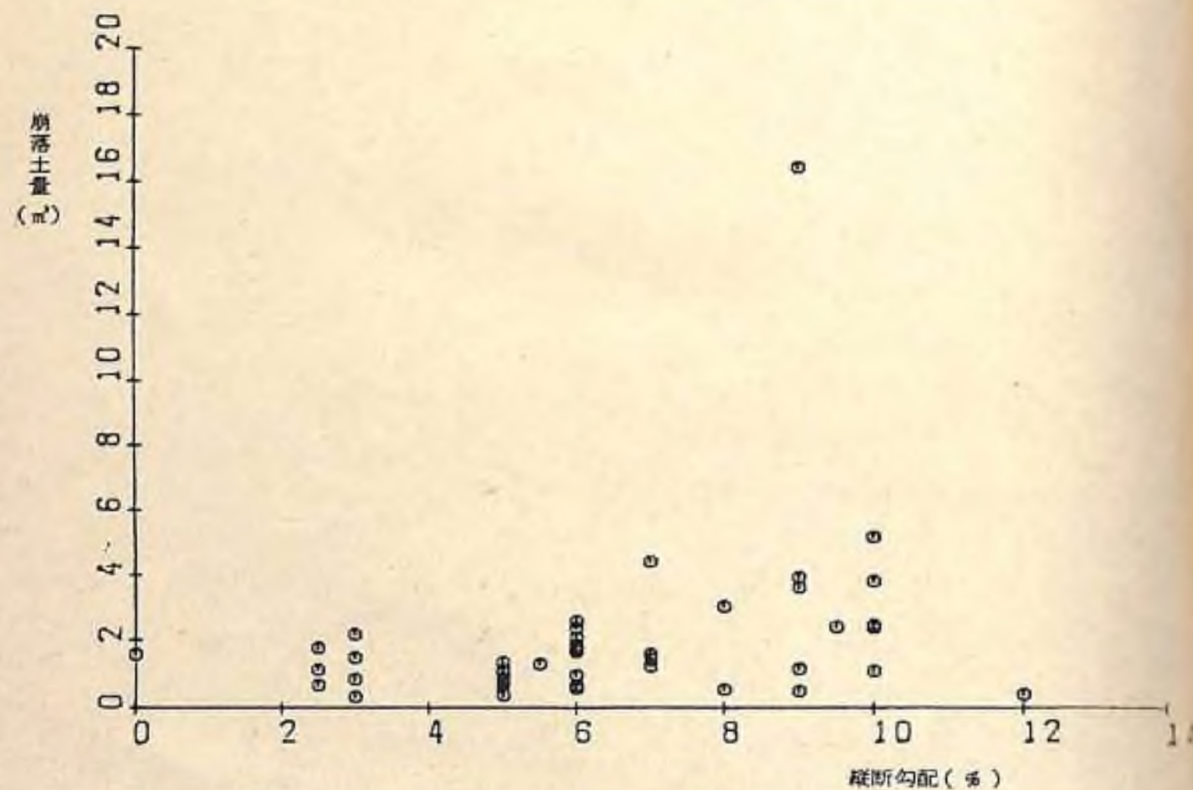


図-8 崩落土量と縦断勾配

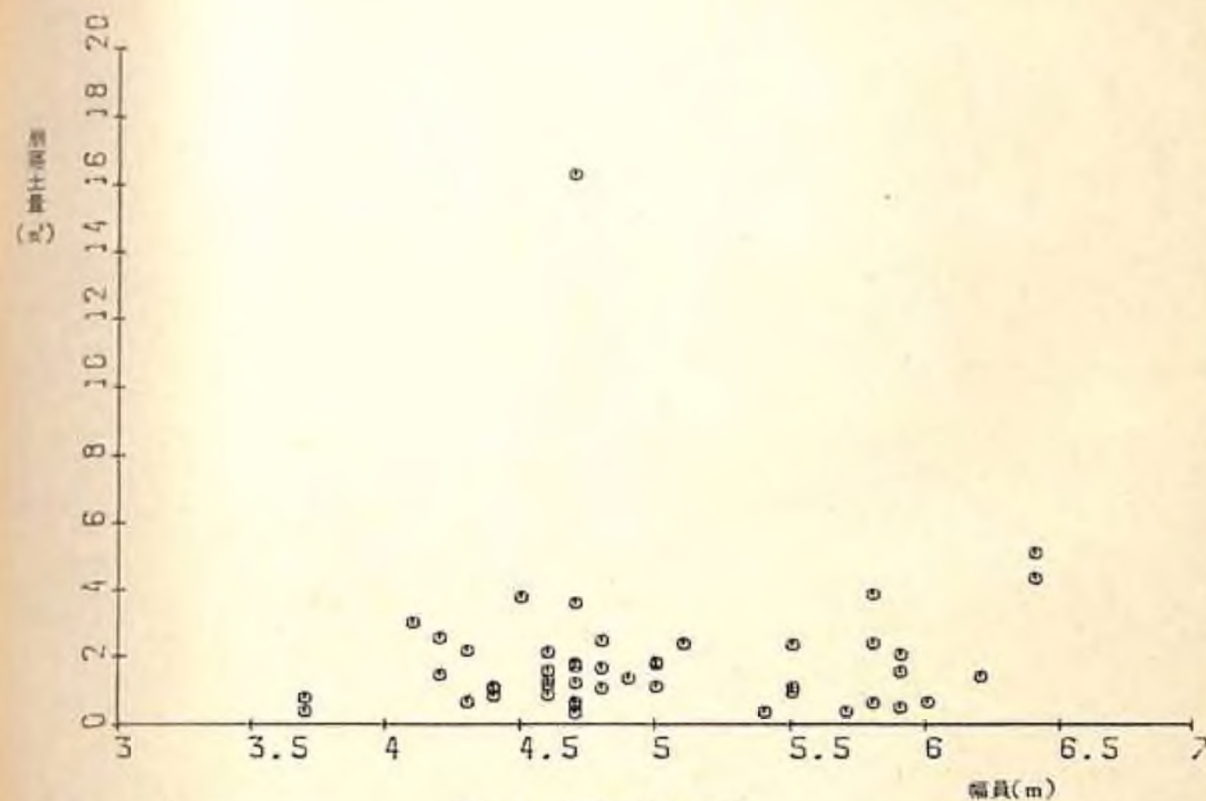


図-9 崩落土量と幅員

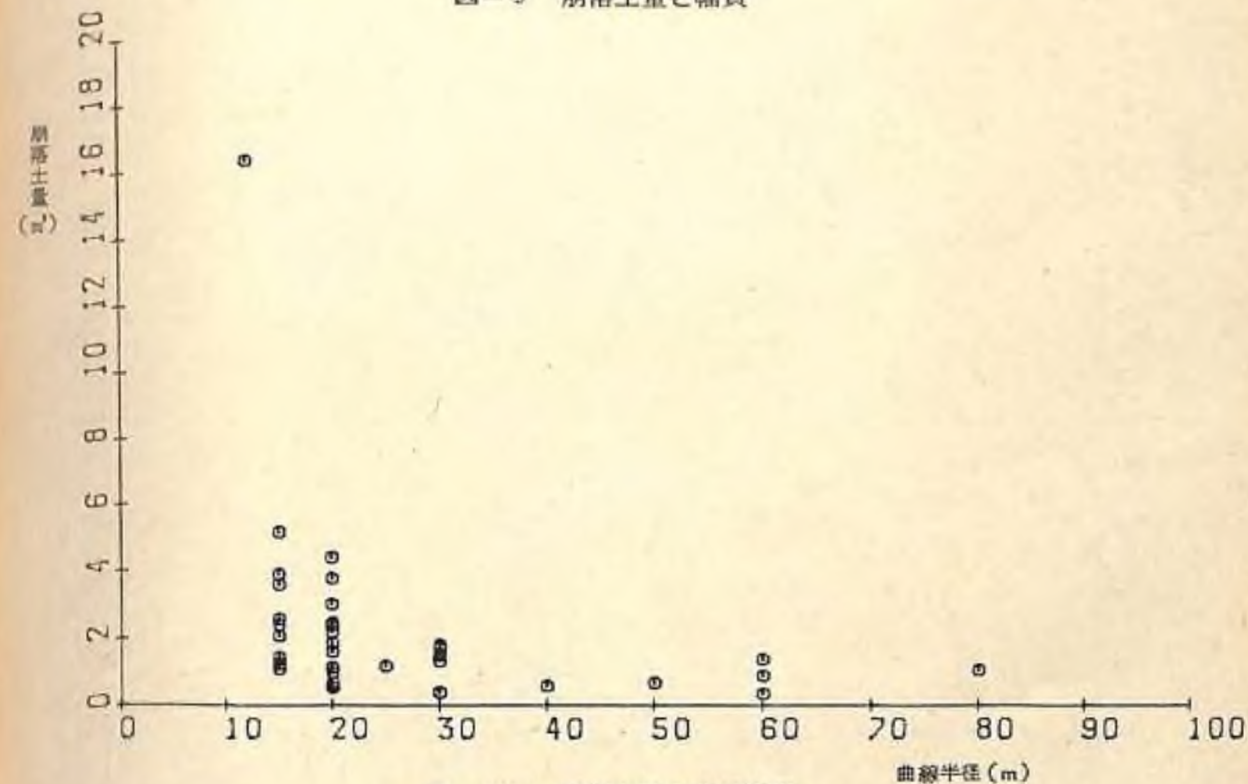


図-10 崩落土量と曲線半径

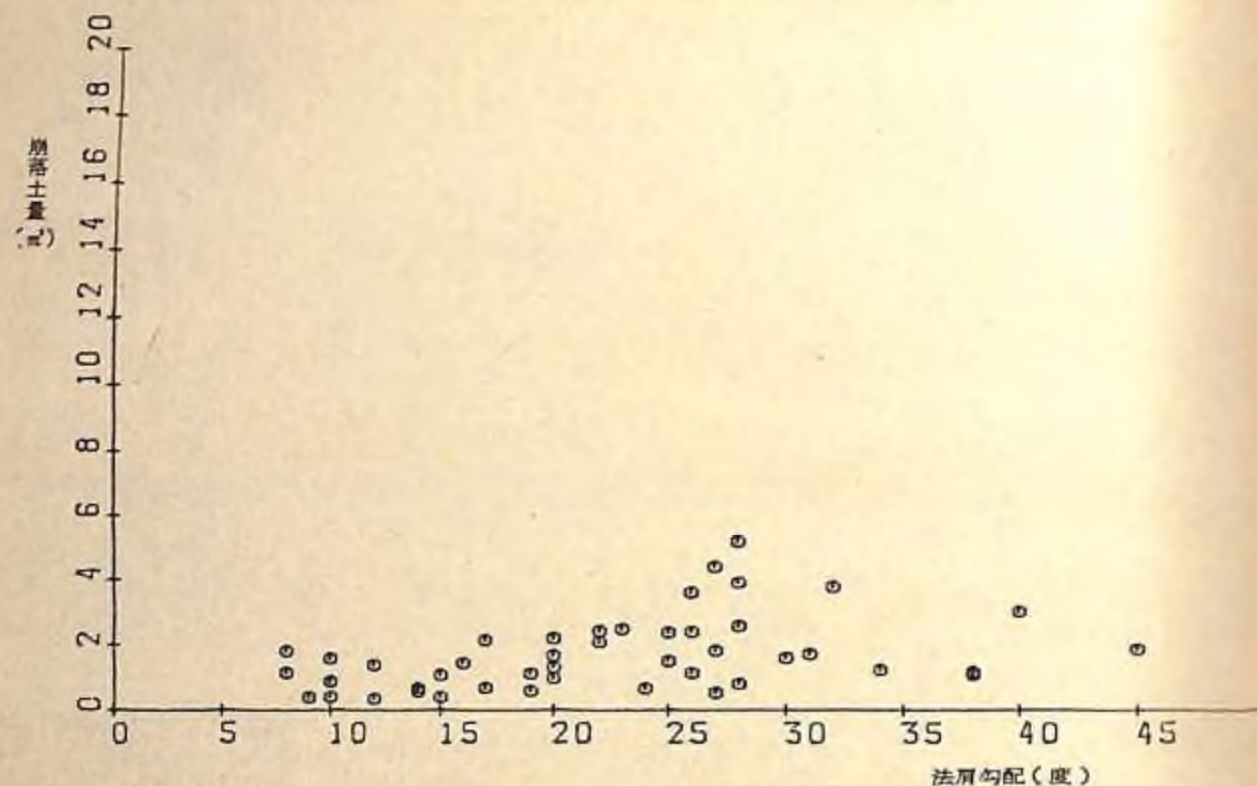


図-1-1 崩落土量と法肩勾配

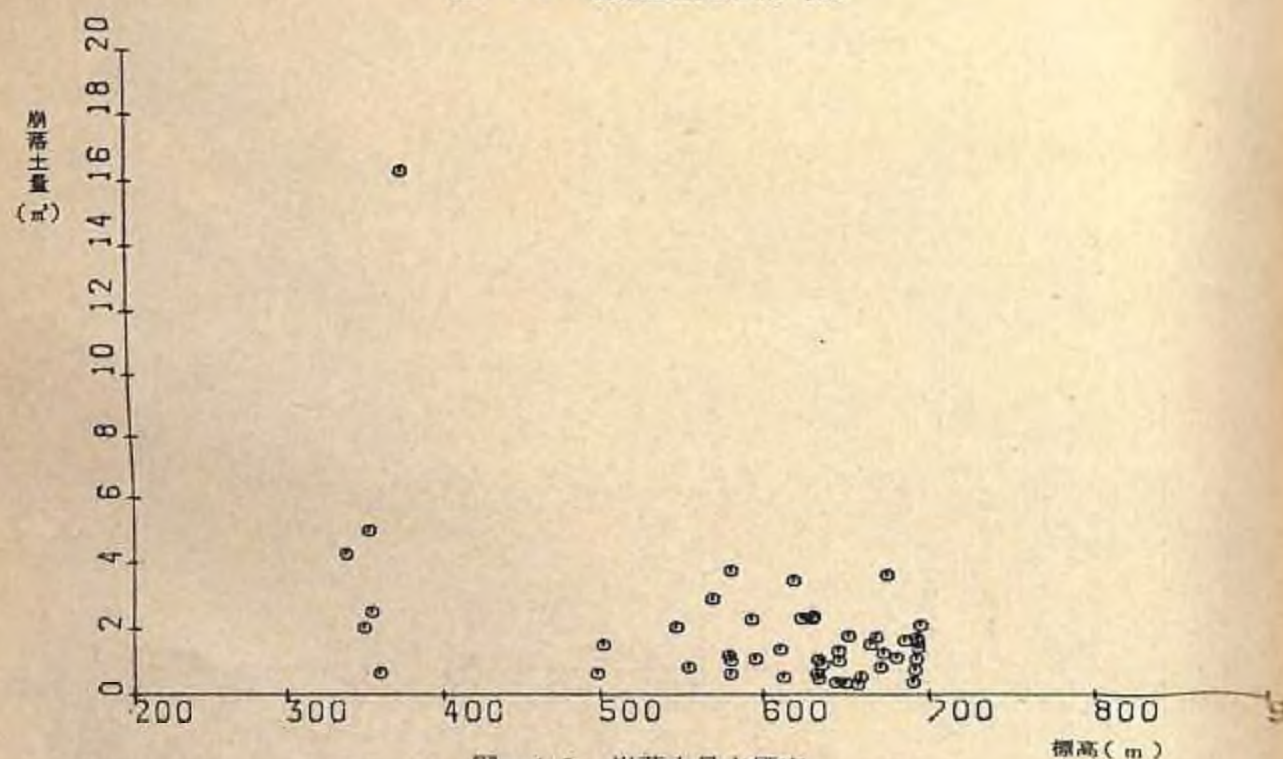


図-1-2 崩落土量と標高

図-1-1, 1-2, 1-3は、それぞれ崩壊土量と法肩（地山）勾配、標高、及び施工経年の関係を示したものであるが、図より崩落土量は法肩勾配が急な程大きく、施工から年数が経つに従って増大する傾向が認められた（それぞれ相関係数0.4322, 0.3422）。また、標高については、崩落土量は標高が低い程大きくなる傾向が示された（相関係数0.4474）。これは林道自身の位置についても言えるが、一路線についても、標高が低い程沢沿になり、高度が上るに従って中腹、稜線に位置することになり、集水地形と同時に含水率の大小に関係する結果ではないかと推察された。

以上のごとく、各要因は崩落土量に少なからず影響を及ぼすことが推察されたが、さらに、法面の崩落の直接的起因要因との関係についてさらに検討した。

ii) 法面硬度、含水率及び相対切取勾配と崩落土量率

i) において、崩落土量は、施工切取法面の大きさ、（即ち法高及び法長）により最も影響を受けることから、各法面箇所の条件を一定にするために、図-2に示す施行切取法面断面面積に対する崩落土量面積の割合（即ち法肩から垂直に下した線と施工切取面で囲まれた施工時の法面体積に対する崩落土量の比率）の百分率を崩落率と呼称し、法面表層土の硬度及び含水率の関係を検討した。

表-8は、本調査についての崩落率、及び堆積率と、法面表層土平均含水率・硬度、法

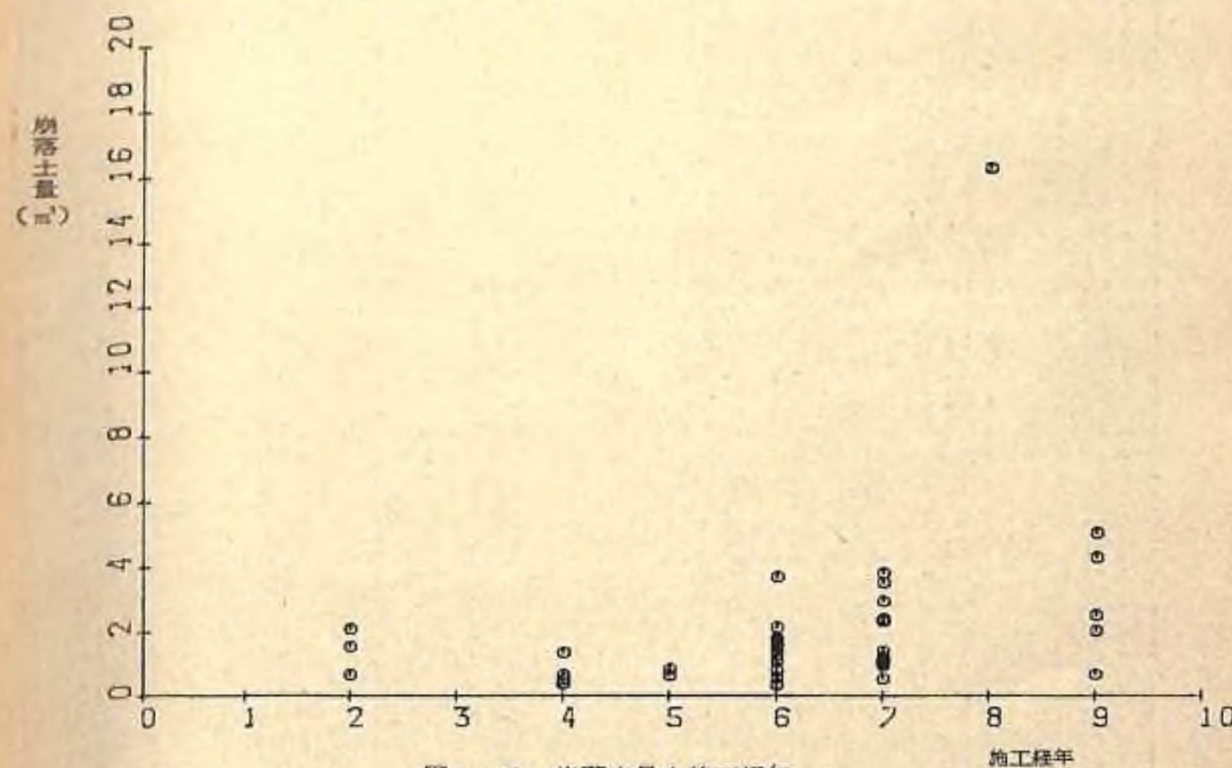


図-1-3 崩落土量と施工経年

表-3 切取法面崩落率と法面

TABLE: ノリメン ノ ホウラク マエバシ キョク 1979/80

	HORAKUDO	TAISEKIDO	GANSUIRITU	KODO	NORIGANS
1:	4.65	1.03	8.14	4.68	8
2:	5.21	0.99	7.6	7.1	9
3:	7.41	0	6	8.54	7
4:	7.82	1.45	6.33	10.01	16
5:	29.76	9.06	9	3.39	20
6:	12.23	2.94	6.13	6.78	12
7:	11.01	3.99	6	6.01	12
8:	14.81	0.44	6.13	5.58	18
9:	36.33	3.3	16.38	1.84	34
10:	31.93	0.37	9	1.54	30.5
11:	28.63	0.21	9.43	2.45	28.5
12:	32.82	1.76	14.67	2.6	25
13:	13.16	3.66	8.8	6.88	15
14:	4.39	2.32	10	14.72	10
15:	7.78	3.54	12	13.97	12
16:	27.78	0.78	2.2	3.02	22
17:	34.72	0	13.86	1.06	25
18:	37.52	4.24	8.43	2.02	30
19:	39.65	0.1	1.12	1.81	30
20:	10.53	1.05	7.67	3.44	20
21:	26.68	4.78	8.75	1.87	30
22:	10.28	0.09	4	8.02	16
23:	10.53	3.02	4.3	14.98	18
24:	35.7	0.8	10.29	2.57	29
25:	43.67	4.19	1.1	1.47	35
26:	38.44	3.34	9.78	0.62	38
27:	19.19	3.43	6.75	6.19	21
28:	7.41	0.07	5.22	11.03	15
29:	37.84	1.39	11.57	0.84	37
30:	20.19	3.1	9	3.44	25
31:	11.37	4.37	12.75	3.6	22.5
32:	7.41	5.23	11.17	8.02	18
33:	39.47	8.25	16.63	1.06	30
34:	11.78	1.04	8.14	2.8	18
35:	22.27	5.88	7.75	2.28	23
36:	25.86	7.41	10.86	1.04	23
37:	18.04	0	9.7	2.76	25
38:	19.97	0.49	6.56	2.53	28
39:	21.3	3.53	7.9	3.44	22
40:	34.11	4.76	9.56	0.89	34
41:	17.29	0.48	7	3.6	20
42:	17.93	3.73	7.75	1.7	17
43:	33.65	5.84	7.71	1.62	20
44:	31.09	0	10.22	1.84	22
45:	34.04	0.43	12.56	1.95	37
46:	31.3	14.63	7.38	1.95	21
47:	28.88	15.69	8.5	2.18	22
48:	45.78	0.93	13.58	1.08	40

率, 表層土硬度, 相対切取勾配

NORIKODO	KOBAL	TEKIYO
20.88	51.17	
15.8	50.51	
13.5	49.31	
20.09	62.51	
5.03	60.15	
27.1	62.46	
12.4	51.2	
4	61.04	
2.6	63.26	
3.65	61.42	
3.15	61.56	
2.93	63.26	
12.83	54.36	
14.72	47.37*	
13.97	53.37*	
3.02	63.26*	
10.51	60.51	
4.22	62.48	
8.15	66.16	
4.35	65.54	
4.89	66.58	
16.68	64.03	
14.47	63.26	
3.34	66.3	
4.68	72.24	
11.79	61.19	
13.73	55.5	
13.27	59.45	
4.35	66.19	
28.87	67.18	
3.6	54.45	
6.29	51.03	
4.54	68.53	
10.34	60.16	
3.34	58.49	
5.58	60.15	
3.49	63.26	
2.02	60.52	
6.78	65.4	
3.15	66.19	
15.8	61.48	
8.54	66.52	
3.39	72.51	
3.76	62.56	
1.47	64.37	
4.35	69.27	
2.72	71.12	
1.08	73.08	

〔凡例〕

HORAKUDO : 崩落率(%)

TAISEKIDO : 堆積率(%)

GANSUIRITU : 平均法面含水率(%)

KODO : 平均表層土硬度(%)

NORIGANSU : 地山含水率(%)

NORIKODO : 地山土質硬度(%)

KOBAL : 相対切取勾配(度)

肩（地山）含水率・硬度、及び相対切取勾配の関係を示したものである。法面表層土含水率及び硬度は、林道路面から法肩までの法の高さ毎（1 m間隔）の平均値である。（但し、表層土硬度に関しては岩露出部分は除去し平均したものであり、含水率についても法面最下部の側溝部分に水がたまっているものについてはその最下部の値を除いて平均化した。）表一3より、崩落率は、法面表層土の平均含水率が高い箇所程大きく、表層土の平均硬度が大きい箇所程小さい値を示しており、これらの関係について各調査箇所毎にプロットすると図一14、15のとおりであり、かなり高い相関が認められ、次式の算定式を得た。

$$Y_1 = -0.4793 + 2.6298 \bar{X}_1 \quad (r=0.6417) \quad (1)$$

$$Y_1 = 4.05416 \bar{X}_2^{-0.6774} \quad (r=-0.8075) \quad (2)$$

（ Y_1 ：崩落率（%）、 \bar{X}_1 ：表層土平均含水率（%）、 \bar{X}_2 ：表層土平均硬度（kg/cm²））

また、崩落率と地山の含水率及び地山の硬度との関係についてみると図一16、17に示すとおり、崩落率は地山の含水率が高い程大きく、地山の土壌硬度が大きい程、小さくなる関係が認められた。これらの関係を求めると次式の通りである。

$$Y_1 = 0.2758 X_1^{1.8909} \quad (r=0.8738) \quad (3)$$

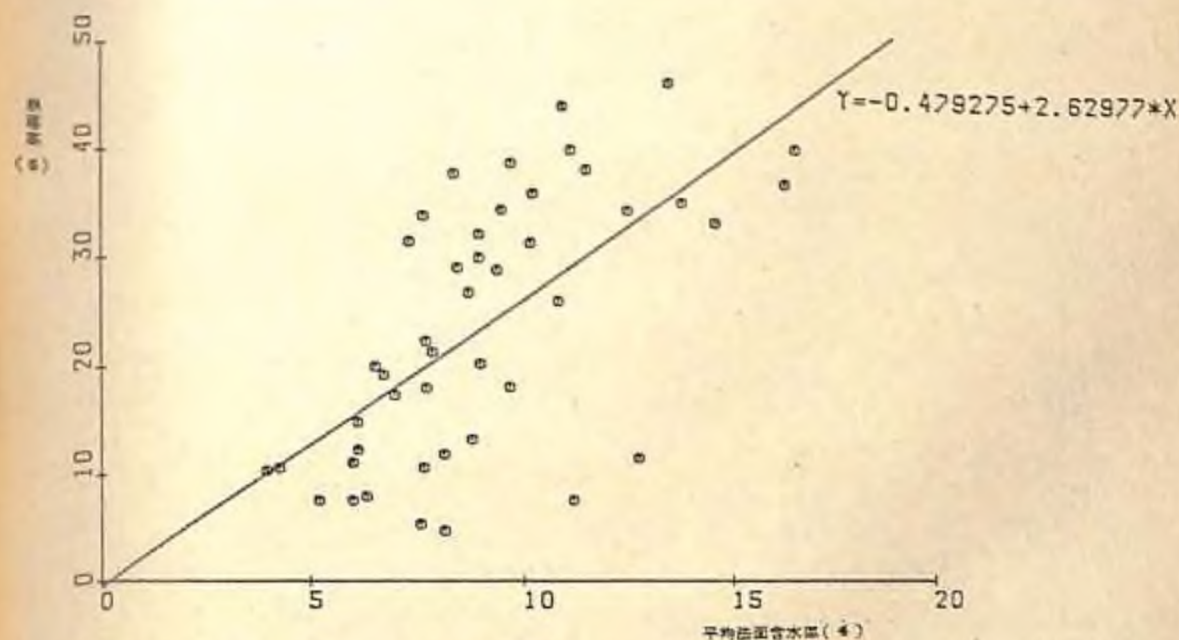
$$Y_1 = 5.19587 X_2^{-0.5417} \quad (r=-0.6478) \quad (4)$$

（ Y_1 ：崩落率（%）、 X_1 ：地山含水率（%）、 X_2 ：地山土壌硬度（kg/cm²））

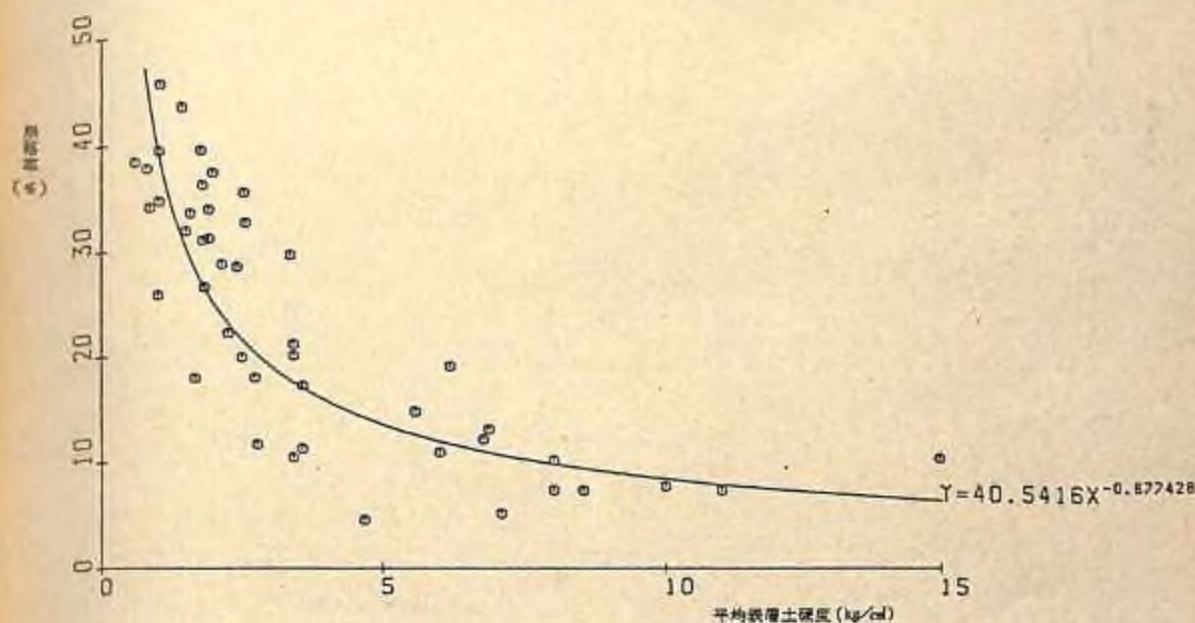
図一18、19は、それぞれ表層土平均含水率と表層土平均硬度の関係、および地山含水率と地山硬度の関係を示したものであるが、法面および地山のいずれにおいても含水率が高くなれば土の硬度は減少し、含水率が低くなるに従って土の硬度は増大する所謂逆関数の関係が示された。

以上の様に、水や土の硬さは切取法面の崩落に非常に影響を及ぼすことから、切取面の含水率或いは土質の硬度に影響を及ぼすと思われる切取面の方向、即ち法面方位の関係について検討した。図一20は、全調査地について、それぞれの切取法面の方位に対する崩落率をプロットしたものである。また図中の実線は各方位角毎（30度毎に分割した）の各地点の崩落率の平均を示したものである。図から明らかな様に、調査地の切取法面は東西南北の各方位に分布しているが、各方位に対する崩落率は北面方位になるに従って大きく、南面方位では小さいことがわかる。即ち、日当りの悪い北面は、気温の関係や含水率或いは冬季の凍結等により、日当りの良い南面方位に比べ崩落が促進されることがこの図から推察できた。

次に、施工時の切取勾配が崩落にどの様に関係するかについて検討した。そこで先述の相対切取勾配と崩落率との関係についてみると図一21のとおりであり、次式の関係が得



図一14 崩落率と平均法面含水率



図一15 崩落率と法面平均硬度

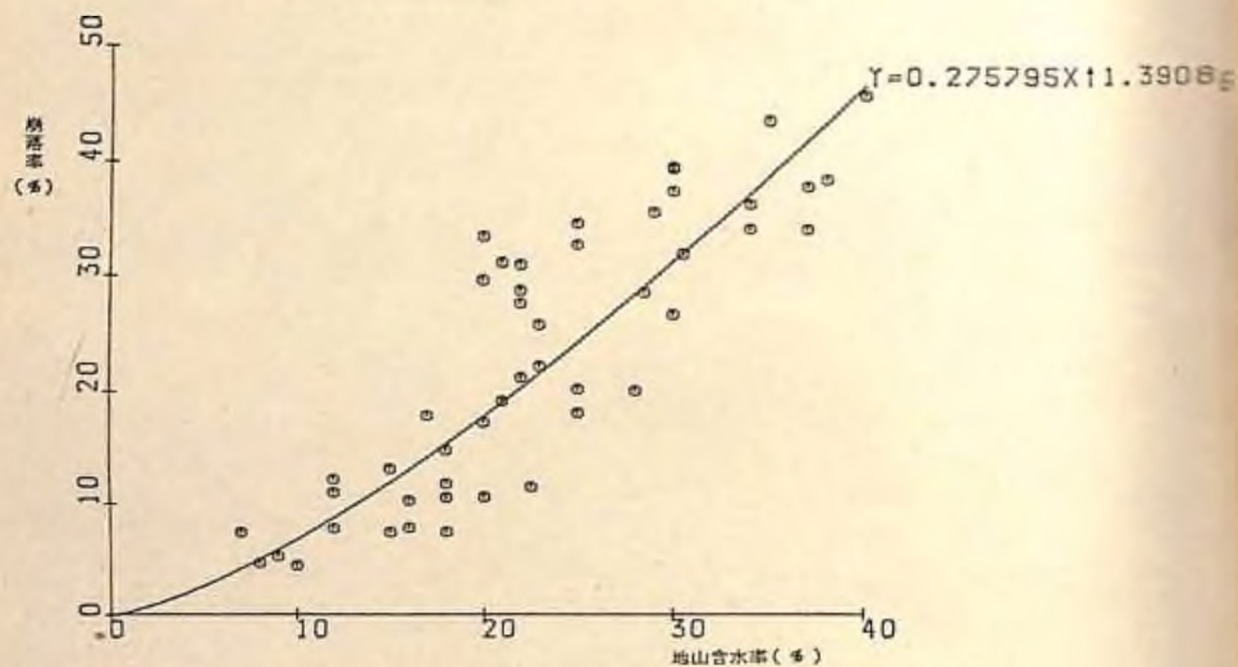


図-16 崩落率と地山含水率

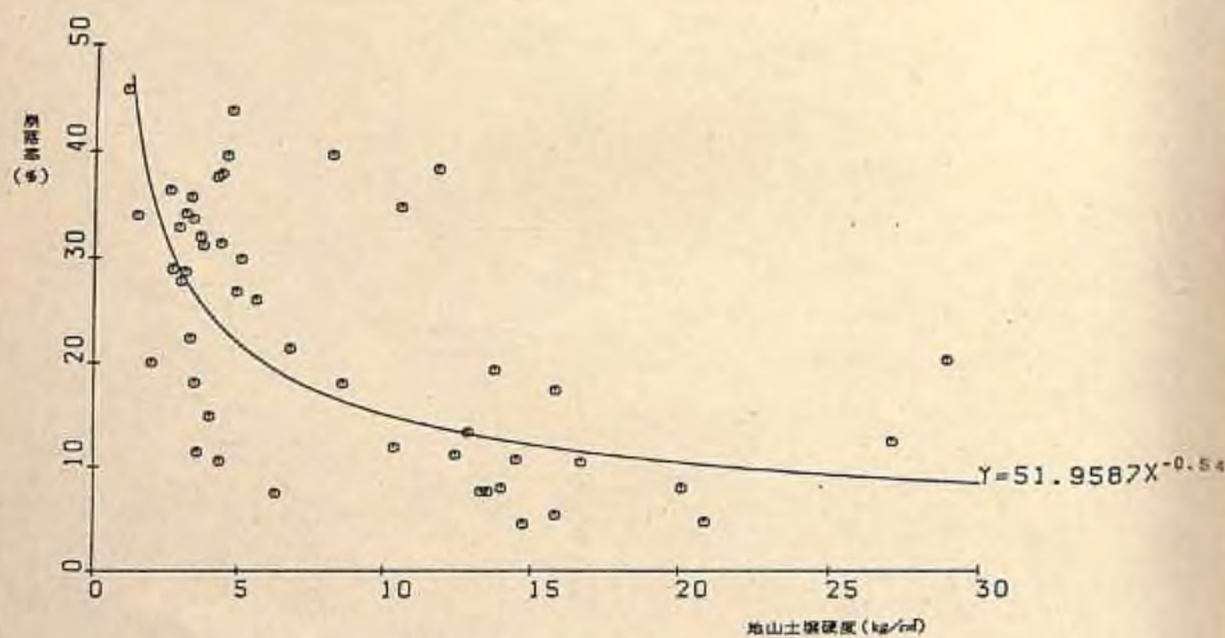


図-17 崩落率と地山土壌硬度

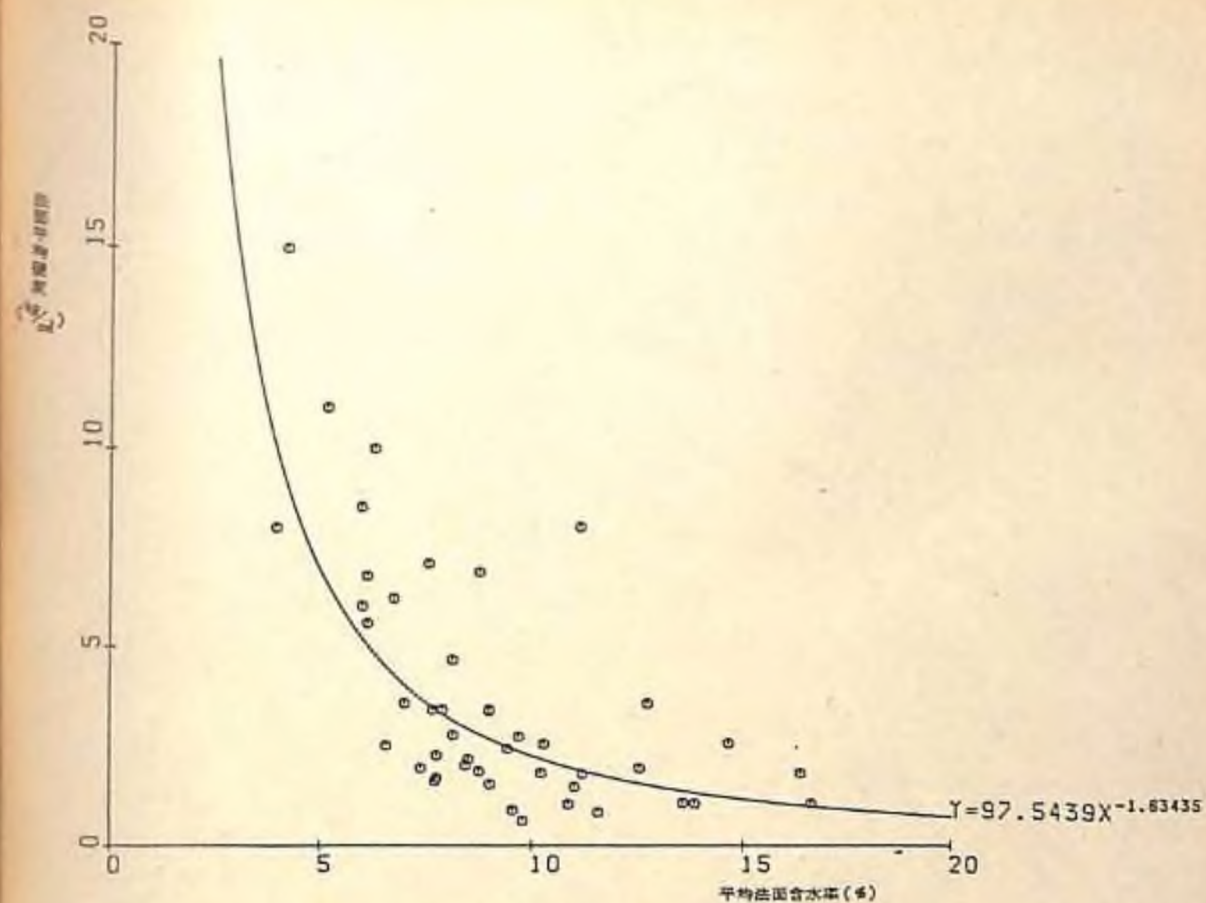


図-18 法面の平均表層土硬度と平均法面含水率

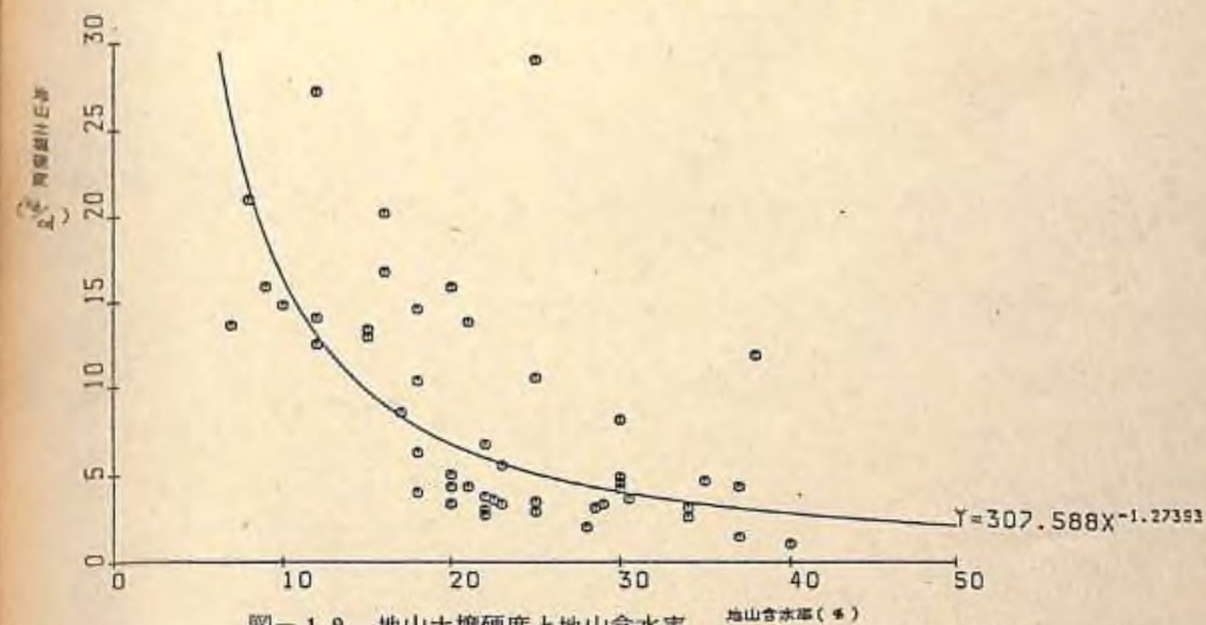


図-19 地山土壌硬度と地山含水率

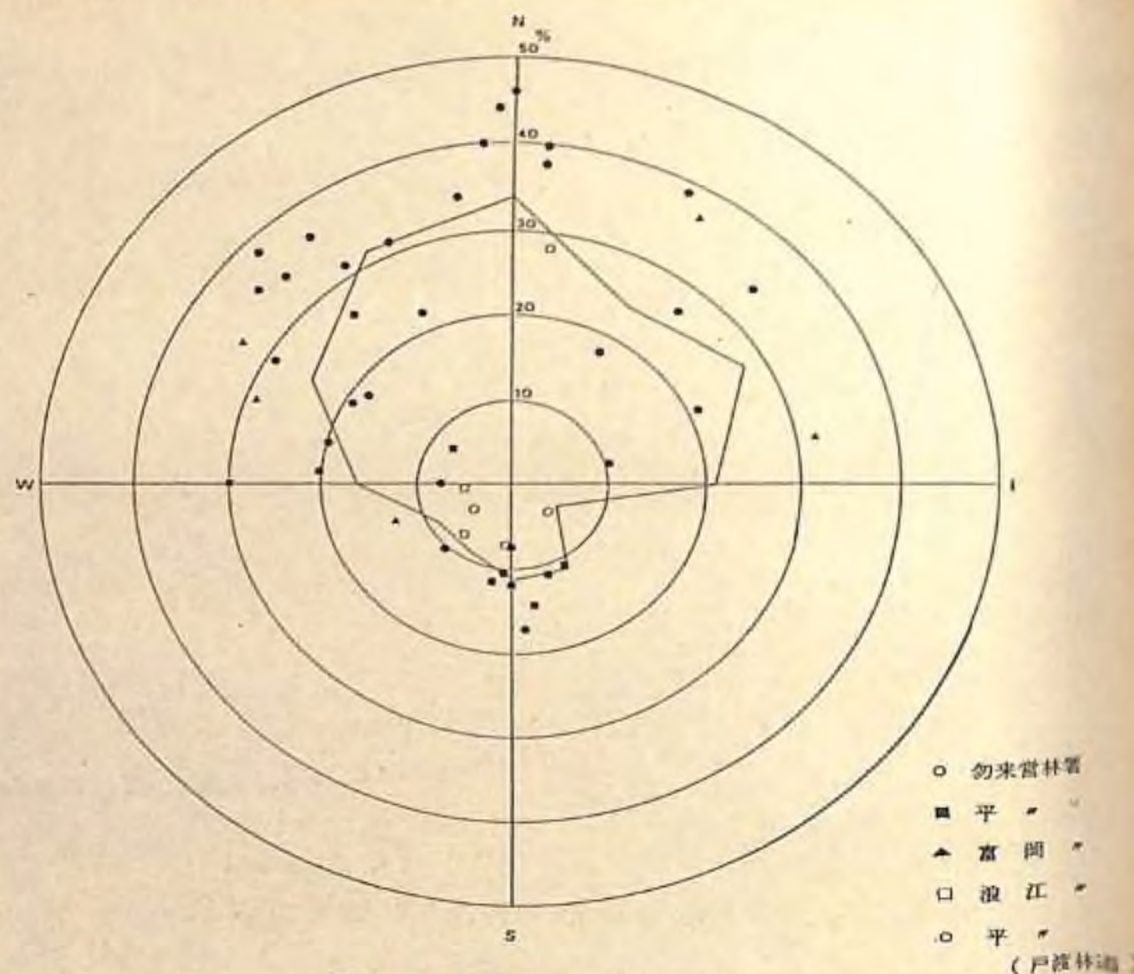


図-20 崩落率と法面方位の関係

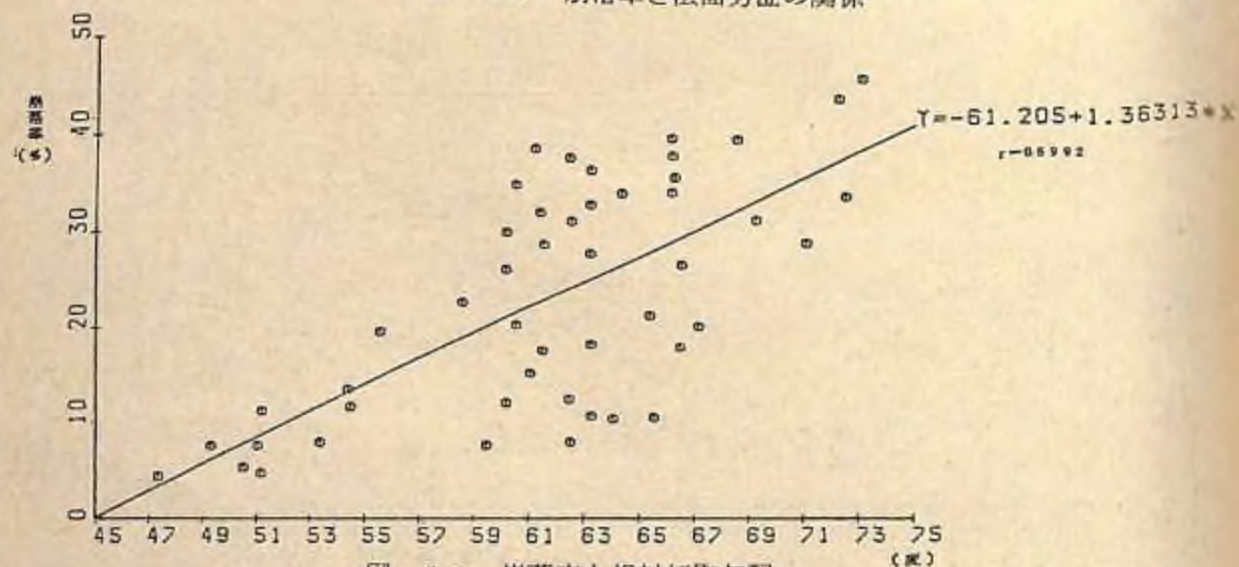


図-21 崩落率と相対切取勾配

られた。

$$Y_1 = -61.205 + 1.36313 X_3 \quad (r = 0.6992) \quad (5)$$

(Y_1 : 崩落率(%), X_3 : 相対切取勾配(度))

図-21及び(5)式から、崩落土量率は相対切取勾配が急角度で切るに従って増大し、相対切取勾配が45度附近で崩落率は0%に近づいていることがわかる。即ち本調査地のマサ土法面においては、崩落を最小にするためには、切取角度を45度(1割勾配)にする必要があり、法面に対し10%以内の崩落を許容する場合は、切取角度を約52~53度以内におさえることが必要である。以上のことから、崩落に対する切取り角度の一応の目安を算定することができた。

さらに、堆積率と各因子との関係については、先述の理由等によりほとんど関係がないことがわかった。

2) 林道切取法面の崩落形状

施工切取法面は、安定を保持できない切取勾配では施工後崩落を起すことになる。一般には図-8に示す様な形態を取るのが普通であるが、切取法面を取りまく各因子のため、その形態は多様性に富むことが推定できる。本調査では、計画施工図を基に施工切取面からの侵食深及び堆積厚を算定することにより法面の形状判定を試みた。

図-22~25は、54年度調査地点16箇所について法高を一定にした時の法肩から林道面までの相対長さ(各法高を20等分した)毎の侵食深と堆積厚を示したものである。図の縦軸はプラス側で侵食、マイナス側で堆積を示し、全体が0に近く、変動が小さい程施工切取原形に近い事を示している。図-22~25より、各法面は法肩に近い部分で侵食量が大きく、相対長さが法肩から約30%内で最大侵食を起こしている。また侵食は法肩から遠ざかるに従って減少し、林道面近く、即ち法肩から相対長さ約80%以上ではほとんど各箇所とも堆積していることがわかる。これらの関係をさらに検討するために法面の侵食部分即ち堆積部を除いた崩落部分だけを取り上げ、横軸に法肩からの相対長さの百分率、縦軸に累積侵食量の百分率を取り所謂分布関数の表現による侵食量の変化特性についてバレート曲線を用いて判別を行った。図26~29は、先の16箇所についての累積侵食量曲線を示したものである。バレート曲線による分布特性の解析に関する詳しい手法は、統計学の文献にあるのでここでは省略するが、本解析では法肩からの累積崩落分布曲線と45°対角線とに囲まれた面積の大きさにより、侵食崩落の形態を判別しようというものである。一般に、法面の侵食崩落がほとんどなかったり或いは法の各高さ毎に均一に侵食崩落している場合はその面積が0に近づき、正規分布的に侵食崩落している場合は、その面積は45°対角線によってできる三角形の面積の41.4%になり、さらに侵食崩落

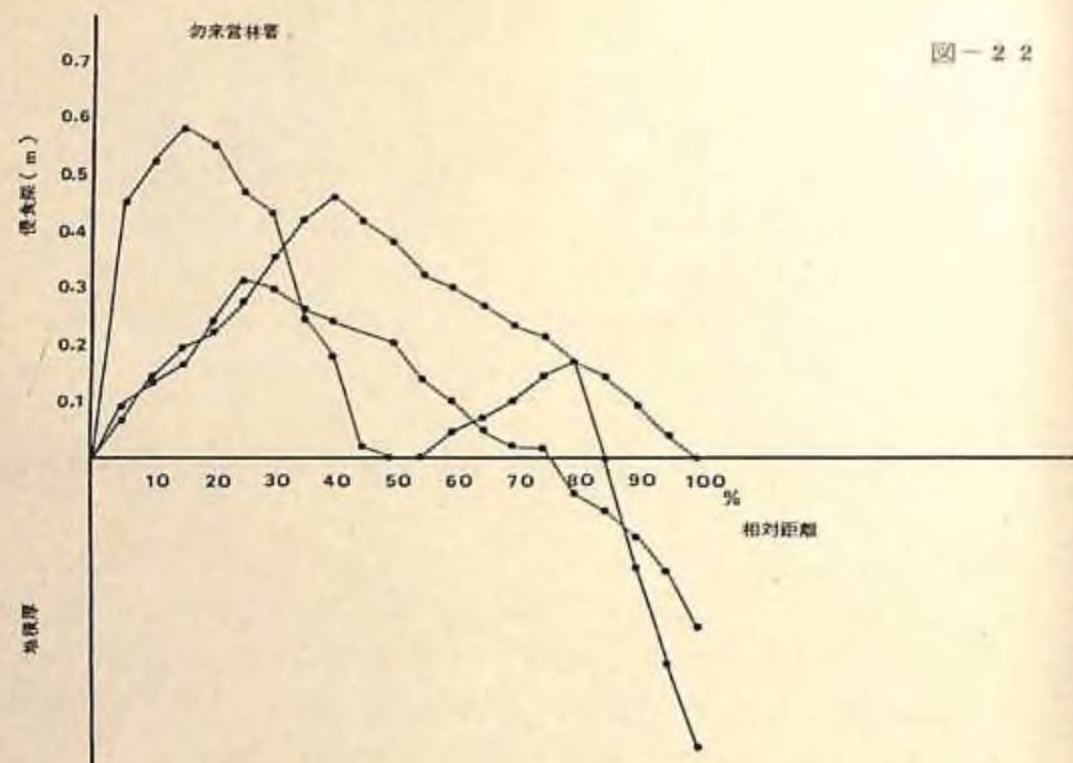


図-22

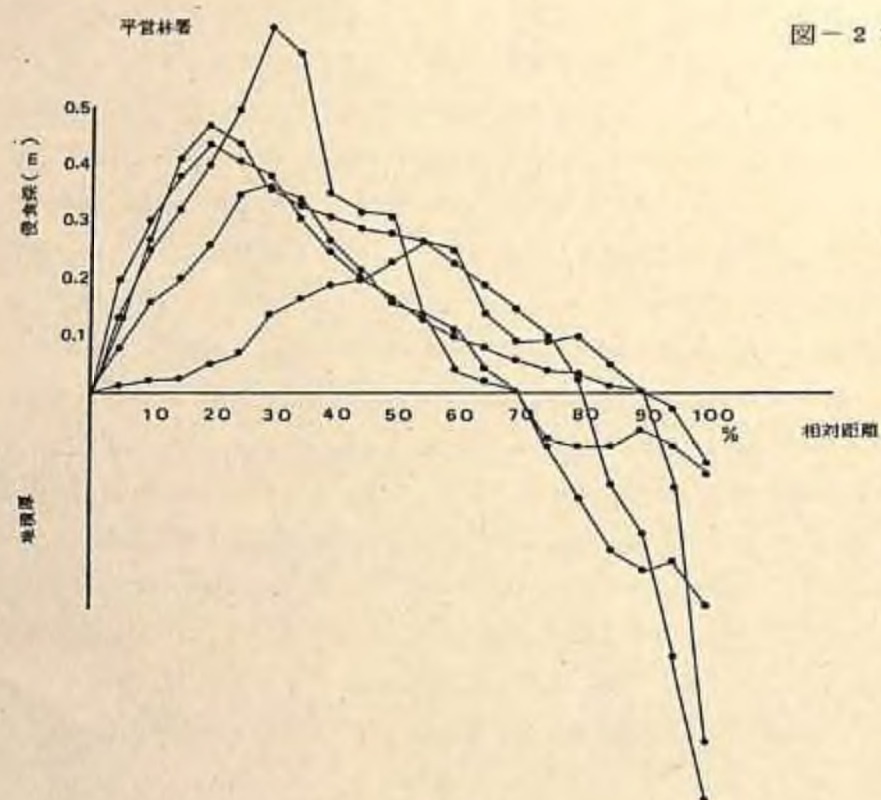


図-23

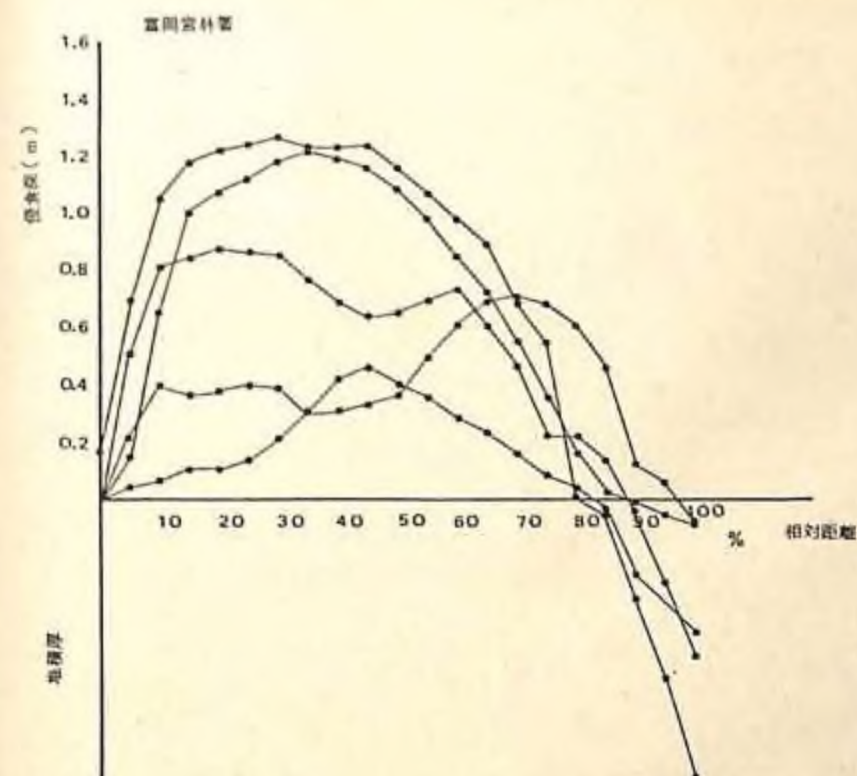


図-24

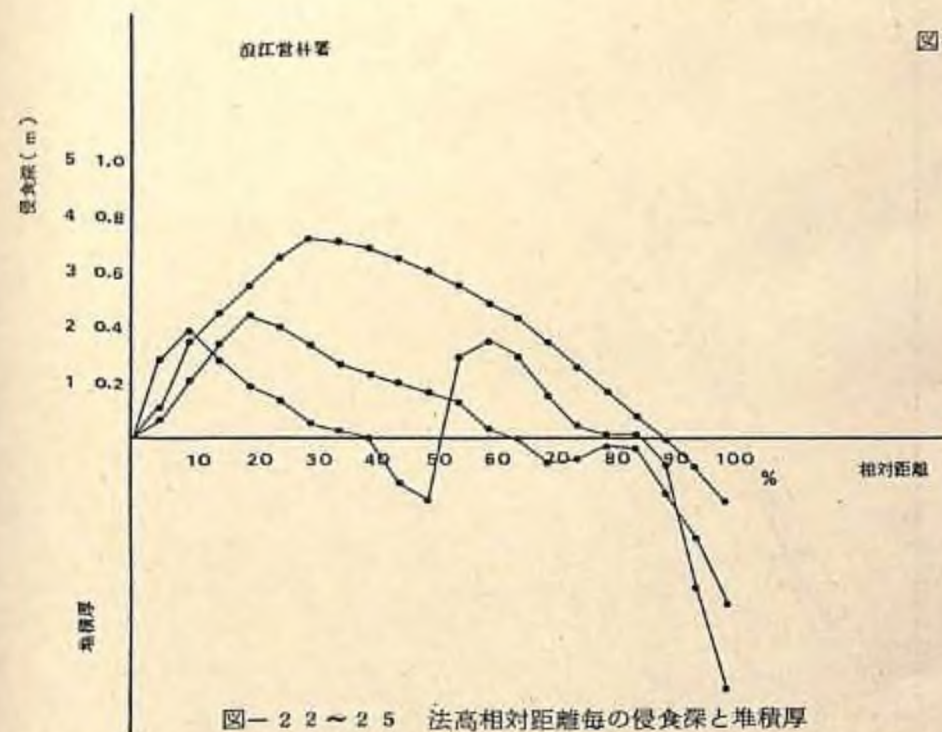


図-25

図-22~25 法高相对距離毎の侵食深と堆積厚

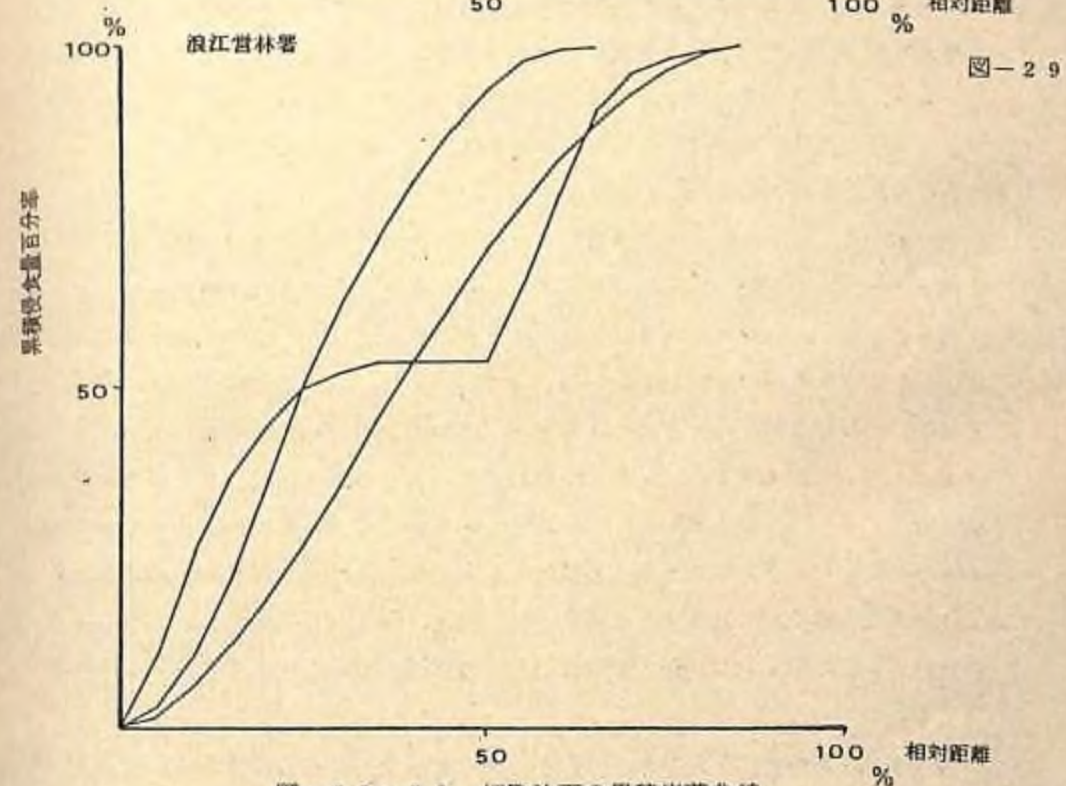
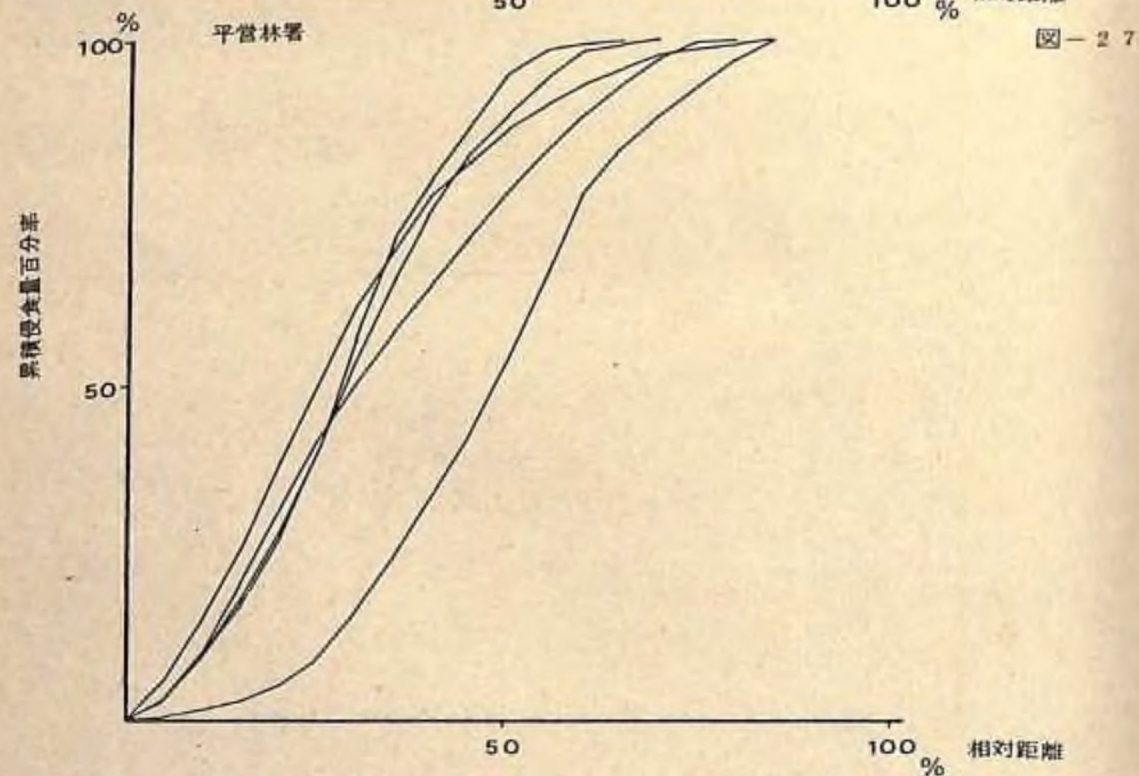
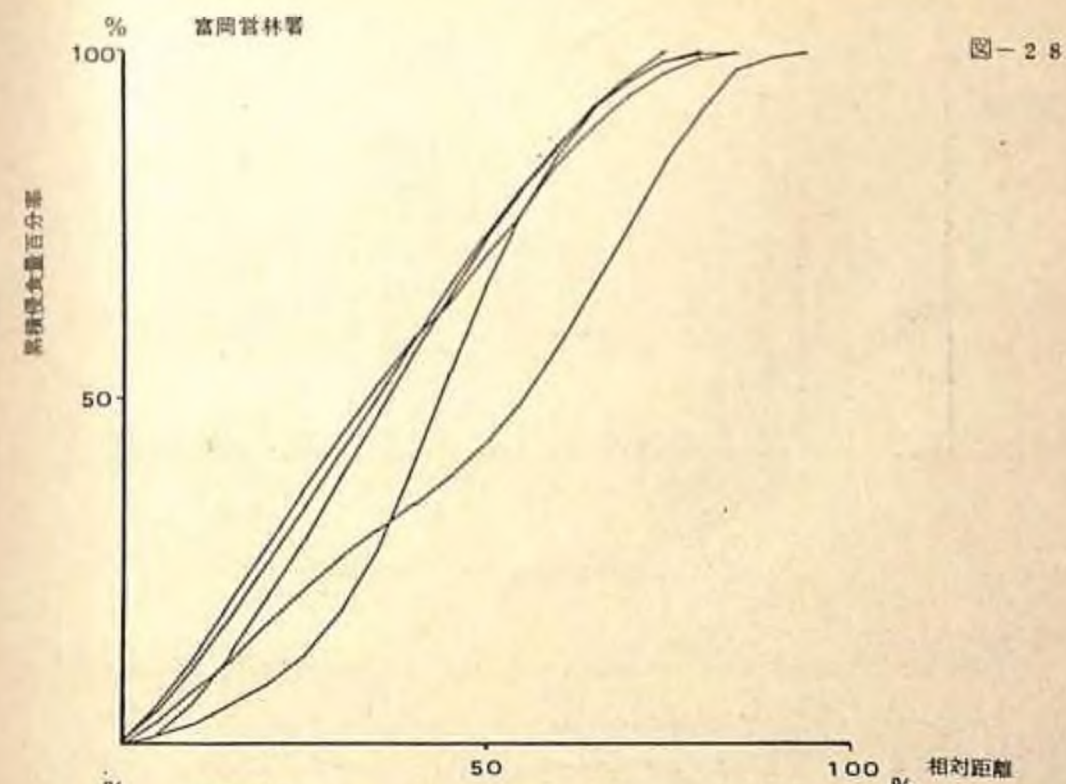
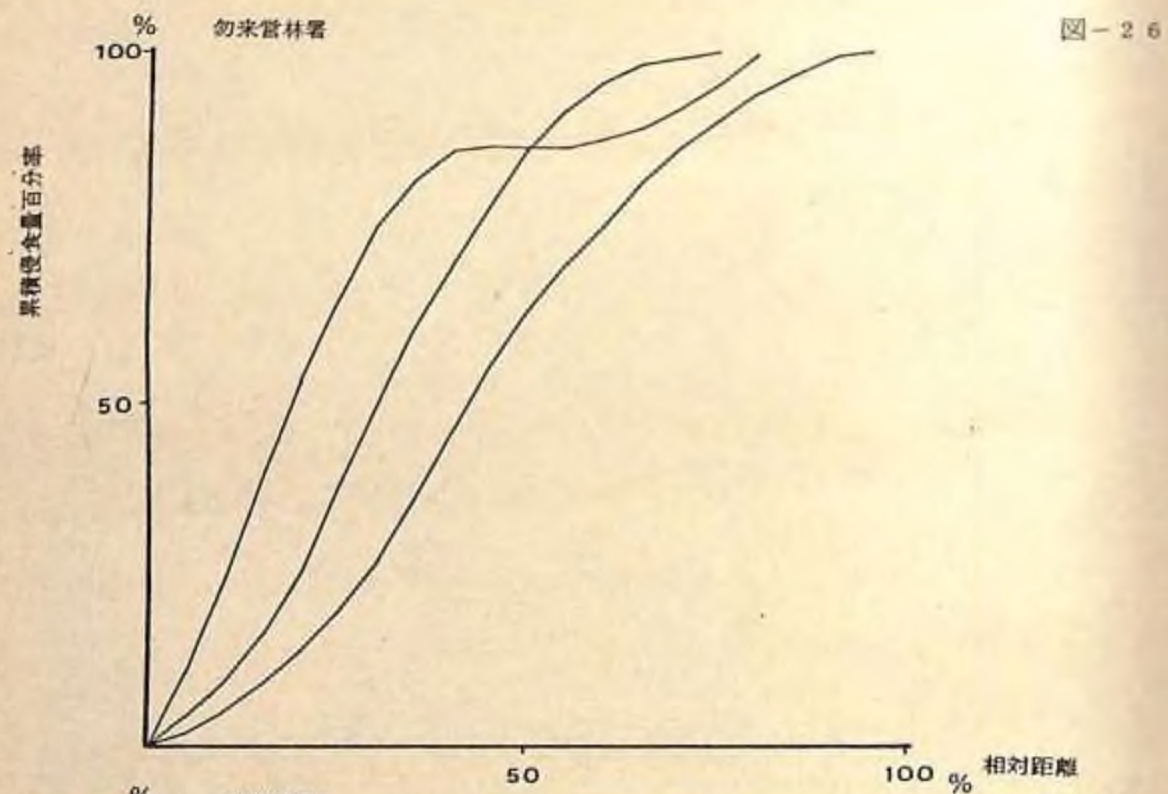


図-26~29 切取法面の累積崩落曲線

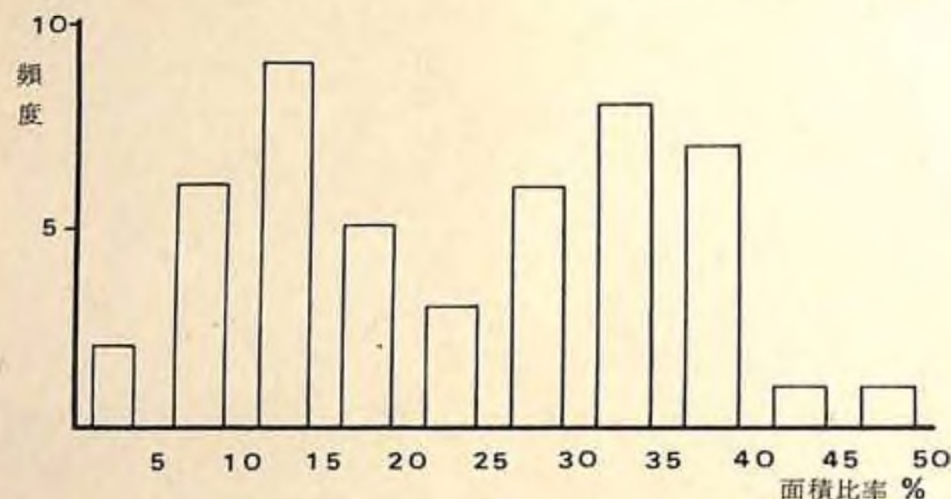


図-30 崩落形状判定に関する度数分布

が進み指数分布的に落ちている場合はその面積は三角形の面積の $\frac{1}{2}$ (50%)となる。本調査地についてその面積を求めると図-30のとおりになり、三角形の面積に対する比率は約5%~50%近くまで分布していることがわかる。即ち、本調査地の崩落パターンは一様分布の崩落パターンから正規分布のおよび指数分布の崩落パターンまで各種形態を示しており、これらの関係は崩落が漸次促進するに従い一様分布のパターンから正規分布のパターンさらに指数分布のパターンへと推移することが推察された。

3) 数値化による判別解析

1) 2) の結果、切取法面の崩落形状は、切取法面の侵食崩落の推移により均一・一様分布のパターンから指数分布のパターンまで分類することができた。換言するとこれらの形状は特殊事態がない限り図-2の推移形態をたどる事になり、切取断面に対する崩落土面積即ち崩落率と同一のものとなる。そこで本解析では、崩落量の小さい均一・一様分布のパターンに属するグループ(第1グループ)、崩落量の中程度の正規分布のパターンに属するグループ(第2グループ)および崩落量の大きい指数分布のパターンに属するグループ(第3グループ)の3グループに分類し、定性要因も含めた各要因に対して判別が可能かどうかについて検討を加えた。数値化判別解析の手法は多くの統計書にゆだねるが、数値化Ⅱ類は名義尺度で観測される特性を外的基準におき、各外的基準における各要因の度数分布をもとにして相関比最大化法により、各要因の得点を求めることにより分類しようとする手法である。

表-4は、本解析に用いられた要因とカテゴリーを示したものである。また表-5は各

表-4 各要因と水準分割表

ア イ テ ム			カ テ ゴ リ		
1	法	高 (m)	~4.5,	4.6~	6.0, 6.0~
2	法	長 (m)	~5.0,	5.1~	7.0, 7.1~
3	相 対 勾 配	(度)	~6.1,	6.1.1~	6.5, 6.5.1~
4	縦 断 勾 配	(%)	~6,	6.1~	
5	幅	員 (m)	~4.7,	4.7.1~	
6	曲 線 半 径	(m)	~2.0,	2.1~	
7	法 面 方 位		南		北
8	法 肩 勾 配	(度)	~1.5,	1.6~2.5,	2.6~
9	法 肩 状 況		雑木地, 植栽地(4.5年生), 林地		
10	集 水 地 形		凹形, 平形, 凸形		
11	標	高	~6.2.5,	6.2.6~	
12	側 溝 有 無		無		有
13	緑 化 工 有 無		無		有
14	補 修 有 無		無		有
15	経	年	~6,	7~	

要因カテゴリーについてのクロス集計表である。

以上の計算結果から各グループの判別に対する要因の影響について検討する。各要因の判別に対する効果はカテゴリースコア(固有ベクトル)の差が大きい程、即ち、Rangeが大きい程大きい。表-6は、各要因カテゴリーに関し、カテゴリースコア、平均スコア及び正規化したスコアについて示したものである。表-6からもわかる様に、Rangeの大きい要因は、集水地形が最も大きく、続いて法高、法肩状況、相対切取勾配、法肩勾配であり、経年、緑化工の有無、幅員等についてはRangeは小さい値を示した。図-31はRangeの大きい順に各要因のRangeを示したものである。

表-5 各要因カテゴリー

ITEM	CATEGORY	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ITEM 01	1	1	20	0	0	17	3	0	9	4	7	14	6	11	9	9	11	8	14
	2	2	0	18	0	3	14	1	5	6	7	11	7	10	8	11	7	5	12
	3	3	0	0	10	0	1	9	3	6	1	5	5	4	6	5	5	3	14
ITEM 02	1	4	17	3	0	20	0	0	7	4	9	14	6	12	8	9	11	8	14
	2	5	3	14	1	0	18	0	6	6	6	10	8	9	12	6	4	14	14
	3	6	0	1	9	0	0	10	4	6	0	6	4	4	6	4	6	4	6
ITEM 03	1	7	9	5	3	7	6	4	17	0	0	13	4	10	7	5	12	11	14
	2	8	4	6	6	4	6	6	0	16	0	9	7	5	11	11	5	4	14
	3	9	7	7	1	9	6	0	0	0	15	8	7	10	5	9	6	1	14
ITEM 04	1	10	14	11	5	14	10	6	13	9	8	30	0	17	13	9	21	14	14
	2	11	6	7	5	6	8	4	4	7	7	0	18	8	10	16	2	2	14
ITEM 05	1	12	11	10	4	12	9	4	10	5	10	17	8	25	0	10	15	10	14
	2	13	9	8	6	8	9	6	7	11	5	13	10	0	23	15	8	6	14
ITEM 06	1	14	9	11	5	9	12	4	5	11	9	9	16	10	15	25	0	2	14
	2	15	11	7	5	11	6	6	12	5	6	21	2	15	8	0	23	14	14
ITEM 07	1	16	8	5	3	6	4	4	11	4	1	14	2	10	6	2	14	16	14
	2	17	12	13	7	12	14	6	6	12	14	16	16	15	17	23	9	0	14
ITEM 08	1	18	6	4	5	6	3	6	6	6	1	12	3	9	6	2	13	12	14
	2	19	8	5	2	5	8	2	7	5	3	11	4	5	10	9	6	4	14
	3	20	6	9	3	9	7	2	2	5	11	7	11	11	7	14	4	0	14
ITEM 09	1	21	6	8	4	7	7	4	4	5	9	8	10	8	10	12	6	4	14
	2	22	7	4	1	6	5	1	5	3	4	6	6	8	4	7	5	0	14
	3	23	7	6	5	7	6	5	8	8	2	16	2	9	9	6	12	12	14
ITEM 10	1	24	3	7	3	5	6	2	0	6	7	6	7	8	5	10	3	0	14
	2	25	9	4	1	7	6	1	5	3	6	8	6	7	7	10	4	0	14
	3	26	8	7	6	8	6	7	12	7	2	16	5	10	11	5	16	16	14
ITEM 11	1	27	4	10	7	5	9	7	6	8	7	11	10	11	10	15	6	7	14
	2	28	16	8	3	15	9	3	11	8	8	19	8	14	13	10	17	9	14
ITEM 12	1	29	3	1	3	3	1	3	2	4	1	5	2	4	3	2	5	4	14
	2	30	17	17	7	17	17	7	15	12	14	25	16	21	20	23	18	12	14
ITEM 13	1	31	17	14	9	17	15	8	13	14	13	24	16	20	20	22	18	10	14
	2	32	3	4	1	3	3	2	4	2	2	6	2	5	3	3	5	6	14
ITEM 14	1	33	18	8	4	15	10	5	2	8	10	22	8	16	14	11	19	13	14
	2	34	2	10	6	5	8	5	5	8	5	8	10	9	9	14	4	3	14
ITEM 15	1	35	10	5	5	9	5	6	8	7	5	16	4	10	10	4	16	10	14
	2	36	10	13	5	11	13	4	9	9	10	14	14	15	13	21	7	6	14

に関するクロス集計表

18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
6	8	6	6	7	7	3	9	8	4	16	3	17	17	3	18	2	10	10
4	5	9	8	4	6	7	4	7	10	8	1	17	14	4	8	10	5	13
5	2	3	4	1	5	3	1	6	7	3	3	7	9	1	4	6	5	5
6	5	9	7	6	7	5	7	8	5	15	3	17	17	3	15	5	9	11
3	8	7	7	5	6	6	6	6	9	9	1	17	15	3	10	8	5	13
6	2	2	4	1	5	2	1	7	7	3	3	7	8	2	5	5	6	4
8	7	2	4	5	8	0	5	12	6	11	2	15	13	4	12	5	8	9
6	5	5	5	3	8	6	3	7	8	8	4	12	14	2	8	8	7	9
1	3	11	9	4	2	7	6	2	7	8	1	14	13	2	10	5	5	10
12	11	7	8	6	16	6	6	16	11	19	5	25	24	6	22	8	16	14
3	4	11	10	6	2	7	6	5	10	8	2	26	16	2	8	10	4	14
9	5	11	8	8	9	8	7	10	11	14	4	21	20	5	16	9	10	15
6	10	7	10	4	9	5	7	11	10	13	3	20	20	3	14	9	10	13
2	9	14	12	7	6	10	10	5	15	10	2	23	22	3	11	14	4	21
13	6	4	6	5	12	3	4	16	6	17	5	18	18	5	19	4	16	7
12	4	0	4	0	12	0	0	16	7	9	4	12	10	6	13	3	10	6
3	11	18	14	12	6	13	14	5	14	18	3	29	30	2	17	15	10	22
15	0	0	6	0	9	0	1	14	6	9	5	10	10	5	12	3	9	6
0	15	0	4	6	5	1	8	6	6	9	1	14	14	1	10	5	6	9
0	0	18	8	6	4	12	5	1	9	9	1	17	16	2	8	10	5	13
6	4	8	18	0	0	5	7	6	13	5	2	16	14	4	12	6	7	11
0	6	6	0	12	0	3	7	2	0	12	0	12	12	0	7	5	5	7
9	5	4	0	0	18	5	0	13	8	10	5	13	14	4	11	7	8	10
0	1	12	5	3	5	13	0	0	8	5	1	12	12	1	5	8	8	10
1	8	5	7	7	0	0	14	0	5	9	1	13	13	1	9	5	5	9
14	6	1	6	2	13	0	0	21	8	13	5	16	13	6	16	5	12	9
6	6	9	13	0	8	8	5	8	21	0	2	19	15	6	8	13	5	16
9	9	9	5	12	10	5	9	13	0	27	5	22	25	2	22	5	15	12
5	1	1	2	0	5	1	1	5	2	5	7	0	6	1	5	2	3	4
10	14	17	16	12	13	12	13	16	19	22	0	41	34	7	25	16	17	24
10	14	16	14	12	14	12	13	15	15	25	6	34	40	0	25	15	16	24
5	1	2	4	0	4	1	1	6	6	2	1	7	0	8	5	3	4	4
12	10	8	12	7	11	5	9	16	8	22	5	25	25	5	30	0	18	12
3	5	10	6	5	7	8	5	5	13	5	2	16	15	3	0	18	2	16
9	6	5	7	5	8	3	5	12	5	15	3	17	16	4	18	2	20	0
6	9	13	11	7	10	10	9	9	16	12	4	24	24	4	12	16	0	28

表-6 各要因カテゴリーに関するスコア表

ITEM	CATEGORY	RCORE	MEAN SCORE	NORMAL SCORE
ITEM 01	1	-0385504E+00	-0136108	-0199396
	2	0982794E-02		0145986
	3	0000000E+00		0136108
ITEM 02	1	-0356957E-01	-0061280	0025584
	2	-0123751E+00		-0062471
	3	0000000E+00		0061260
ITEM 03	1	0142325E+00	-0010294	0152619
	2	-0182101E+00		-0171808
	3	0000000E+00		0010294
ITEM 04	1	-0198956E+00	-0124348	-0074609
	2	0000000E+00		0124348
ITEM 05	1	-0844193E-01	-0043968	-0040451
	2	0000000E+00		0043968
ITEM 06	1	-0174224E+00	-0090742	-0083482
	2	0000000E+00		0090742
ITEM 07	1	0000000E+00	-0127108	0127108
	2	-0190663E+00		-0063554
ITEM 08	1	0000000E+00	-0156832	0156832
	2	-0136922E+00		0019909
	3	-0304116E+00		-0147284
ITEM 09	1	0194032E+00	0201305	-0007272
	2	0000000E+00		-0201305
	3	0342780E+00		0141475
ITEM 10	1	0000000E+00	0312185	-0312185
	2	0351982E+00		0039797
	3	0478911E+00		0166726
ITEM 11	1	0000000E+00	0130622	-0130622
	2	0232217E+00		0101595
ITEM 12	1	0000000E+00	-0114786	0114786
	2	-0134388E+00		-0019598
ITEM 13	1	-0648186E+01	-0054016	-0010803
	2	0000000E+00		0054016
ITEM 14	1	0853069E+01	0053317	0031990
	2	0000000E+00		-0053317
ITEM 15	1	0000000E+00	-0016795	0016795
	2	-0287918E-01		-0011996

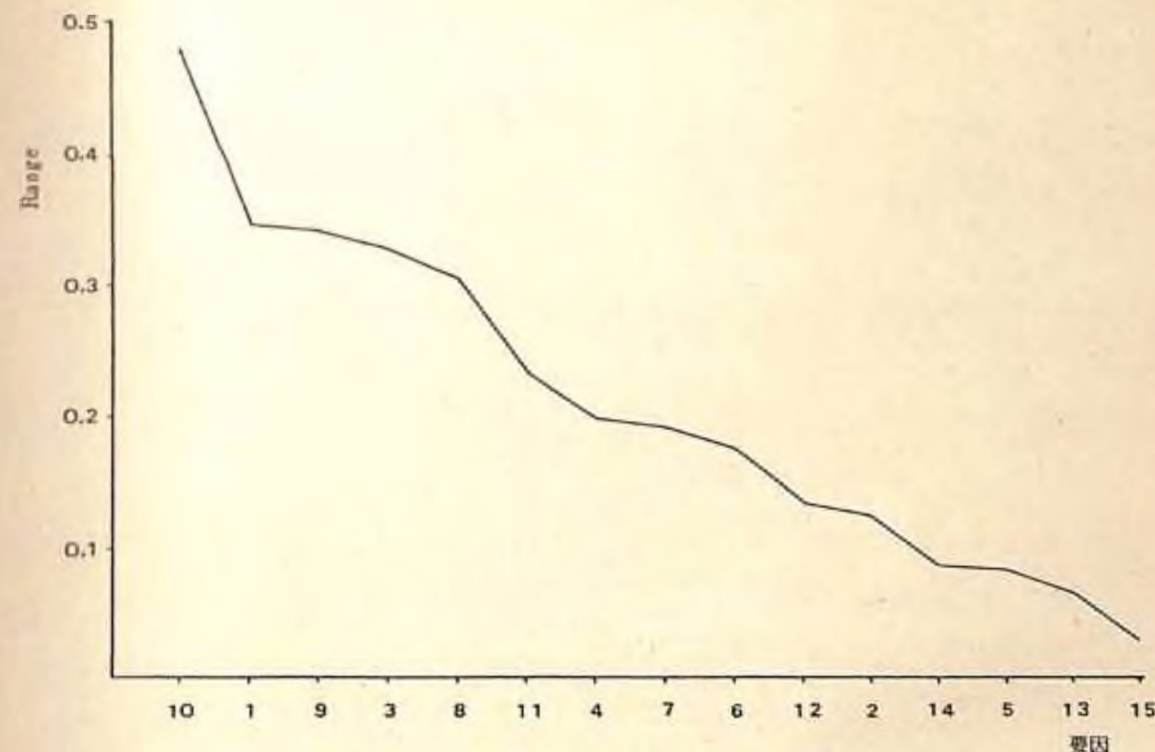


図-3-1 判別に関する各要因の Range と効果順位

以上の各要因に対して、3グループ間の判別とその適中率を求めた。図-3-2は、上記スコアに対するグループ別の度数分布であり、正規分布に近似させたものである。それぞれ3グループの正規分布の密度関数は次式のとおりである。

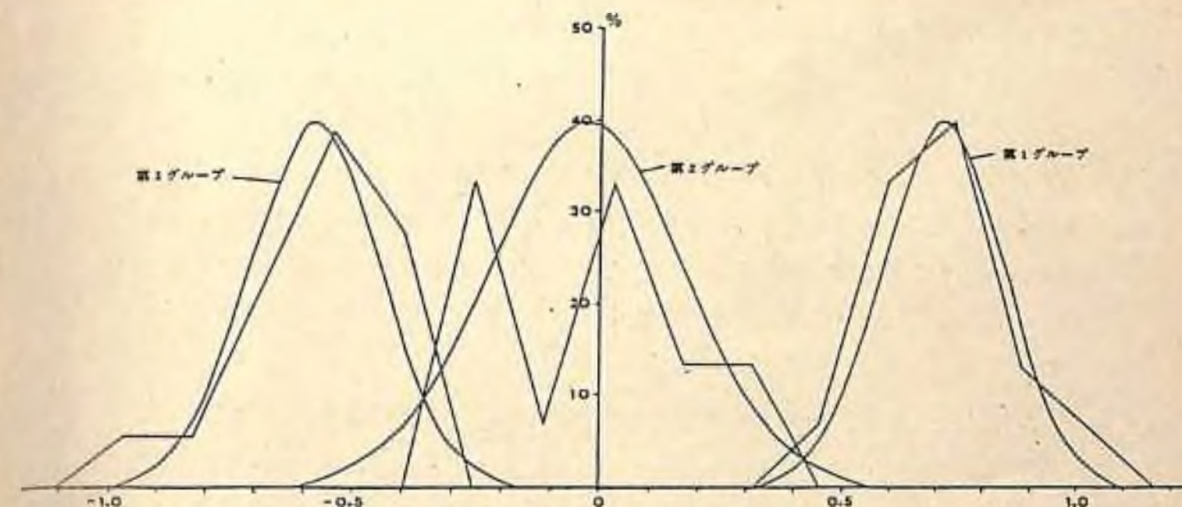


図-3-2 判別解析によるグループ別サンプルスコア度数分布

第1グループ

$$f_1(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 0.1283} e^{-\frac{(x-0.7185)^2}{2 \times 0.0165}} \quad \text{--- ()}$$

第2グループ

$$f_2(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 0.1963} e^{-\frac{(x+0.0258)^2}{2 \times 0.0385}} \quad \text{--- ()}$$

第3グループ

$$f_3(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 0.1337} e^{-\frac{(x+0.5772)^2}{2 \times 0.0179}} \quad \text{--- ()}$$

また適中率は、第1グループと第2グループの分割点(0.4099)および第2グループと第3グループの分割点(-0.3274)より次式のとおりの高い値が示された。

$$P = \frac{n_3}{N} \int_{-\infty}^{-0.3274} f_3(x) dx + \frac{n_2}{N} \int_{-0.3274}^{0.4099} f_2(x) dx + \frac{n_1}{N} \int_{0.4099}^{\infty} f_1(x) dx \quad \text{()}$$

$$= 0.962$$

以上のとおり、3グループの判別は高い適中率が示すように良好な判定結果を得た。

即ち、崩落土量の小さい均一・一様分布的崩落形状パターン、崩落土量が中程度の正規分布的崩落形状パターンおよび崩落土量の大きい指数分布的崩落形状パターンは本解析に用いた要因に対して明確にグループ分けができることが示された。

5. む す び

我が国は、一般に地形が急峻で、地質構造や土質条件の良くないところが多く、さらに、梅雨前線や台風によってもたらされる豪雨や冬季における積雪、寒冷等、気象に関する自然条件が厳しいので、法面の安定を保つための設計や施工の方法に多くの難しい問題をかかえている。特に、法面勾配は現地の地形、地質、気象条件、法面保護工の種類等を考慮して決定することが肝要である。

この研究は、林道の法面を安定させるための工法について技術的な評価検討を加え、工法適用箇所の条件や施工上の問題を明らかにして工法選択の基礎資料を得るために行われたものである。本報告では、特に切取法面を対象をおき、切取法面の崩壊に大きく影響する土質因子を

一定にするため、先ず比較的均一な土質のマサ土を既設林道の現場に選り、法面崩落形状と法勾配、表層土の硬度と含水率等の定量的実質調査を中心に調査を実行した。

今後の問題点としては、4章で述べた調査結果をさらに整理分析すると共に、多くのデータ収集をさらに加えて、法面安定に関する基本的な考察を深め、緑化基礎整備工の種類別適用範囲を明らかにし、植生を主とした林道法面工法に対する技術的な総合評価を中心に研究を進める必要がある。

林業労働災害の原因分析

林業労働災害の原因分析

I 試験担当者

機械化部 作業第一研究室

奥田吉春 石井邦彦 農川勝生

辻 隆道(前作業科長)

II 試験目的

1. はじめに

災害統計によると、最近の林業における労働災害は11,000件にも達し、そのうち国有林野事業の災害は2,200~2,500件程度で推移している。国有林野事業においても幾多の労働安全対策が積極的に推進されてきてはいるが、林業労働災害の要因は複雑多岐にわたるため、対策が応急的な対応にとどまりがちであり、問題の根本的な解決が図られているとはいえない。

災害の発生プロセスは、一般にその直接の原因とその背後誘因が存在するといわれる。そして、それらが単独に存在するのではなく、いくつかの原因や誘因が重なり合って災害をひき起こすものである。しかしながら、森林作業は余りにも異質のものの集合であるため、短時間内に災害原因を明らかにすることは非常に困難な分野である。そこで、災害と関係があり、あるいは関係がありそうな要因を調査し、これらを体系的に分析することによって災害原因を明らかにしていく必要がある。

林業労働災害に対して長期的な安全対策を定着させるためには、災害原因の分析と同時にそれらを基にした効率的な安全プログラムともいうべき安全計画を作成することが林業安全研究の当面する課題の一つであると考えられる。しかしながら、林業労働災害については研究的な解析が十分に行われているとはいえないが、この立場からの研究が強く要請されているところである。

この報告書は林業労働災害の統計的分析である。災害統計は災害防止や災害調査の上からも重要なものであるが、ここでは災害資料の代表的なものとして災害報告書を取りあげ、林業労働災害の中でも高い発生率を有し、かつ重大な災害が多い製品生産事業での労働災害の実態を把握するために災害分析した結果を報告するものである。

III 試験の経過と得られた成果

1. 調査の内容

災害原因分析を実施する際に、最初に問題となることは、いかなる災害要因が把握されているかということである。つまり、災害統計の有効性は多分にその構造に依存するものであるが、こ

こでの分析はすべて国有林野事業の災害報告書によるものであり、従って、把握できる災害要因もかなり限定されたものである。そこでこの分析では、災害をとりまく周辺の要因のほか、災害状況を災害報告書から一枚一枚読みとることによって得られる要因を加えて、いくらかでも災害の多変量解析が可能になるように配慮した。

表一 1 災 害 要 因 区 分

要 因	単 位	区 分
人 的 要 因	年 令	才 ~19 20~29 30~39 40~49 50~59 60~
	勤 続 年 数	年 1未 1~5未 5~10未 10~20未 20~
	経 験 年 数	年 1未 1~5未 5~10未 10~20未 20~
	給 与 雇 用 区 分	月給 出来高 定額日給 定内 常勤 常用 定期 臨時 基幹 出身 地 地元 近隣市町村 他府県 宿 泊 区 分 自宅 家族宿舍 合宿 その他
時 間 的 及 び 気 候 的 要 因	発 生 月	月 4~6 7~9 10~12 1~3
	曜 日	月 火 水 木 金 土
作 業 要 因	天 候	晴 曇 雨(雪)
	発 生 時 間	時 7~9 10~12 13~15 16~
作 業 要 因	作 業 場 所	林地等 伐倒木等上 土場 盤台 機上 道路 道路ぞい トラック荷台 大型機械 運転席 チェーンコンベア 樹上 屋内 庭 その他 傾 斜 平坦 ~10未 10~20未 20~30未 30~ 関係なし
	起 因 物	伐倒木 素材 機 末木枝条 木片 足場 チェンソー ソーチェーン トラクタ等 ワイヤロープ等 フック等 斧・鉋・鋸 金具 落石 ウルシ・ハチ 玉装 その他 なし 起因物の不安全状態 起因物自体の欠陥 安全防護の欠陥 周辺配置 作業環境の欠陥 その他 なし 不 安 全 行 動 規則無視の動作 共同動作の欠陥 危険動作 不安全な位置姿勢 保護具使用誤り その他 なし 事 故 の 型 墜落・転落 転倒 激突 飛来・落下 崩壊 激突され はさまれ・巻き込まれ 切れ・こすれ 踏み抜き 高温・有害物 火災 無理な動作 その他
災 害 の 性 質	傷 害 部 位	頭 顔 頸 手 腿 足 その他
	傷 害 名	刺創 切創 裂創 挫創 捻挫 骨折 打撲 その他 死 亡 重 傷 軽 傷
作 業 内 容		伐倒 造材 木寄せ 架設撤去 架線集材 トラクタ集材 巻立て トラクタ運材 盤台作設 機械の点検整備 計測 その他

分析に用いた災害要因区分は具体的には表一 1 のとおりである。これらの要因は年令から災害の程度までの 20 要因であるが、さらにこれらは便宜的に〈人的要因〉、〈時間的及び気候的要因〉、〈作業要因〉、〈危険条件及び不安全行動〉、〈災害の性質〉の 5 区分に大別した。

2 調査対象

分析の対象とした資料は、昭和 52 年度の国有林野事業における製品生産事業における災害報告書 1307 件のうち欠測値のあるものを除いた有効なもの 1051 件である。作業内容別営林(支)局別有効件数は表一 2 のとおりである。作業内容区分別にみると、伐倒、造林、架線集材(国表では集材機集材と表現している)、トラクタ集材、巻立て、架設撤去の合計で有効件数の約 85% を占めている。製品生産事業の重大災害はこれら 6 つの作業内容に含まれると考えられるので、以下の分析は製品生産事業全体のほか、作業内容区分別についてはこれら 6 作業区分について分析を行うこととした。

表一 2 作業内容別、営林(支)局別調査対象件数

営林局	伐 倒	造 林	架線集材	トラクタ集材	巻 立 て	架設撤去	その他	計
旭 川	12	21	2	27	14	1	3	80
北 見	12	24	6	11	16	5	11	85
帯 広	20	24	0	9	14	0	12	79
北海道	2	6	0	3	1	0	6	18
函 館	5	5	0	4	0	0	3	17
青 森	16	40	11	9	17	6	14	113
秋 田	16	29	28	3	3	10	8	77
前 橋	10	33	2	5	7	3	20	80
東 京	6	22	9	1	5	4	7	54
長 野	8	23	11	2	10	5	19	78
名古屋	8	8	3	0	0	2	4	25
大 阪	9	26	17	2	5	9	9	77
高 知	11	27	24	0	6	5	15	88
熊 本	22	47	14	1	22	21	33	160
計	157	335	127	77	120	71	164	1,051

3 分析の視点

既に述べたように、今回の災害分析は災害報告書から把握できる災害要因の分析である。災害原因分析としては、現状の実態把握とともに、多変量解析から災害類型を明らかにすることによって、製品生産事業の労働災害の質的特徴を把握するための基礎資料としての意味を持っている。

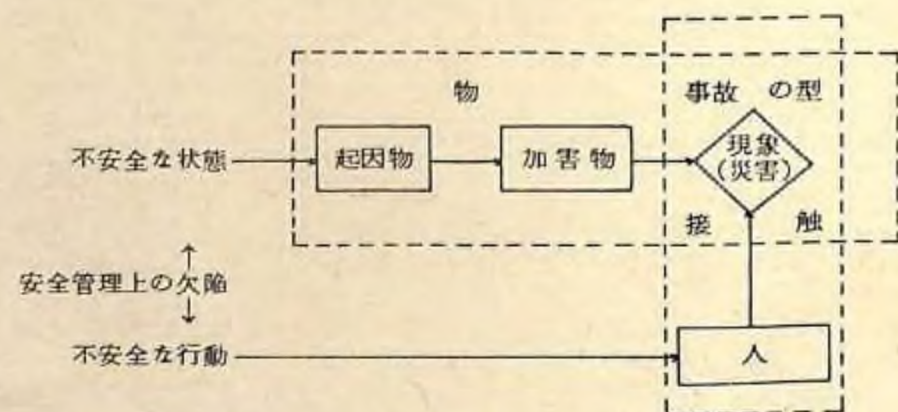
災害原因分析の今後の方向づけについてはあとで改めて述べることにして、今回の報告の分析の視点についてははじめに述べておくことにする。

林業労働災害の調査分析の現状では災害発生の原因追求はまだ十分であるとはいえない。この様な状況の中で、今回の災害分析はその入口に過ぎないが、手さぐりで考察を試みることによって災害発生のメカニズム解明の手がかりを得ようとするものである。

この報告書の分析の視点は以下のごとくである。

- 1) 大別した5つの要因群ごとに、代表的な要因を抽出し、作業内容(要素作業)によるクロス分析
- 2) 作業内容区別にみた代表的な災害要因間(主として起因物、事故の型とその他の要因)のクロス分析
- 3) 〈人的要因〉、〈時間的及び気候的要因〉、〈作業要因〉、〈危険条件及び不安全行動〉、〈災害の性質〉というそれぞれの要因群からみて、労働災害はどのように類型化されるかをみるためのパターン分類
- 4) 各要因群ごとの災害類型結果に基づく要素作業別、営林(支)局別の災害の類似性の検討
なお、要因群ごとの災害の類型化は数量化Ⅱ類(外的基準のない場合の多次元解析)によることにした。詳細については後述する。

ここで災害要因区分のための災害発生のメカニズムの考え方を示すと、一般に災害は物と人との関係において生ずる現象として把握されるところから、基本的には次のようになる。



災害発生の基本的モデル

この図の災害とは物が人に直接接触した現象とか、人が有害環境下に暴露された現象を示し、物と人との接触現象を○と△との組み合わせとして表現したものである。

そして、この物と人が組み合わされた接触の現象を「事故の型」として示している。さらに物の原因としては、これを「不安全状態」として示しており、その不安全状態にあったものを「起因物」として表現している。人についての要因としては、これを「不安全行動」として示している。「不安全行動」とは、災害の要因となった人の不安全行動をいう。

労働省における災害要因の分析では、何体的に把握され、しかも主観のほいる余地の少ない「事故の型」及び「起因物」の2種類の分類がよく使われる。

今回の分析においても、要因間のクロス分析では「事故の型」及び「起因物」と他の要因との分析に重点を置いている。

また、「不安全状態」、「不安全行動」の判定は分類する人の主観に左右されやすく、不正確になる恐れが多分にあるが、災害防止のうえで欠かすことの出来ない分類項目であるので、(危険条件及び不安全行動)の要因群の中に入れて解析することにした。

4 結果

4-1 労働災害の作業内容別クロス分析

集められたデータは、まず最初に単純分類やクロス集計によって集約することが有効であるとされる。ここでは、5つの要因群のそれぞれから代表的な要因を抽出し、製品生産事業の全般的傾向の分析では作業内容によるクロス分析、伐倒、造材、架橋集材、トラクタ集材、巻立て、架設撤去別の分析ではそれぞれの要素作業によるクロス分析を行なった。

それぞれの要因の категорияは作業内容区分によって異っている。表3～表7ではクロス分析にした代表的な要因以外のものも含まれる(後述の災害の類型化では全要因を使用した)が、作業内容別の categoriaの状況を示している。○印が該当する categoriaである。

なお、「作業場所」と「起因物」の要因区分では「災害報告書での表現」とあるように、災害報告書での種々の表現を含むものである。したがって、これらの要因の categoriaは作業内容ごとにある程度読みかえて使用する必要がある。

4-1-1 人的要因

人的要因は年齢、経験年数について述べる。

1) 全般的傾向

被災者の年齢、経験年数を分類してみると表-8、表-15のとおりであって、年齢別で40～49才の中年層に災害が多く約40%を占めている。また経験年数別では20年以上が約半数を占めている。

表-3 作業内容別にみた人的要因

要因	作業内容 カテゴリー		伐倒	造材	架線集材	トラクタ集材	巻立	架線撤去
	年令	作業内容	○	○	○	○	○	○
人的要因	年令	～19	○	○				
		20～29	○	○	○	○	○	○
		30～39	○	○	○	○	○	○
		40～49	○	○	○	○	○	○
		50～59	○	○	○	○	○	○
		60～	○	○	○	○	○	○
	勤続年数	1未	○	○	○	○	○	○
		1～5	○	○	○	○	○	○
		1～10未	○	○	○	○	○	○
		10～20未	○	○	○	○	○	○
		20～	○	○	○	○	○	○
	経験年数	1未	○	○	○	○	○	○
		1～5未	○	○	○	○	○	○
		5～10未	○	○	○	○	○	○
		10～20未	○	○	○	○	○	○
		20～	○	○	○	○	○	○
要 因	給与	月給	○	○	○	○	○	○
		出来高	○	○	○	○	○	○
		定額日給	○	○	○	○	○	○
	雇用区分	定内勤	○	○	○	○	○	○
		非常勤	○	○	○	○	○	○
		定期	○	○	○	○	○	○
		臨時	○	○		○	○	
		基幹	○	○	○	○	○	○
	出身地	地元	○	○	○	○	○	○
		近隣市町村	○	○	○	○	○	○
		他府県	○	○	○	○	○	○
	宿泊区分	自宅	○	○	○	○	○	○
		家族宿舍	○	○	○	○	○	○
		合宿その他	○	○	○	○	○	○

表-4 作業内容別にみた時間的及び気候的要因

要因	作業内容 カテゴリー		伐倒	造材	架線集材	トラクタ集材	巻立	架線撤去
	時間	作業内容	○	○	○	○	○	○
時間的及び気候的要因	発生日	4～6	○	○	○	○	○	○
		7～9	○	○	○	○	○	○
		10～12	○	○	○	○	○	○
		1～3	○	○	○	○	○	○
		月曜	○	○	○	○	○	○
		火曜	○	○	○	○	○	○
	天候	水曜	○	○	○	○	○	○
		木曜	○	○	○	○	○	○
		金曜	○	○	○	○	○	○
		土曜	○	○	○	○	○	○
		晴	○	○	○	○	○	○
		曇り	○	○	○	○	○	○
時間	発生時間	雨(雪)	○	○	○	○	○	○
		7～9	○	○	○	○	○	○
		10～12	○	○	○	○	○	○
		13～15	○	○	○	○	○	○
		16～	○	○	○	○	○	○
			○	○	○	○	○	○

表-5 作業内容別にみた作業要因

要因	作業内容 カテゴリー		伐倒	造材	架線集材	トラクタ集材	巻立	架線撤去	災害報告書での表現
	作業場	作業内容	○	○	○	○	○	○	
作業場	作業所	林地等	○	○	○	○	○	○	伐採地, 林内, 林地
		伐倒木上等	○	○	○	○	○	○	伐倒木上, 丸太上, 集材木上, 枝条上, 伐根上
		土場		○	○	○	○	○	土場
		盤台							盤台
		機上			○		○	○	機上
		道路	○	○	○	○	○	○	集材路, 作業道, 歩道, トラクタ道, 林道
	その他	道路ぞい	○				○	○	集材路ぞい 林道のり
		トラクタ荷台							トラクタ荷台
		大型機械			○	○			トラクタ上, トラック上, ドラム上, タイヤ上, 集材機上
		運転席			○	○			運転席, 助手席
		チェーンコンベア		○					チェーンコンベア, 造材ローラー
		樹上	○					○	ハシゴ上, 樹上, ハリ, 小屋の上
傾斜	傾斜	屋内		○	○	○		○	休憩小屋, テント内, 倉庫, 屋内
		庭							庭
		その他		○					その他
	関係なし	平担	○	○	○	○	○	○	
		～10未	○	○	○	○	○	○	
		10～20未	○	○	○	○	○	○	
		20～30未	○	○	○	○	○	○	
		30～	○	○	○	○	○	○	
		関係なし	○	○	○	○	○	○	

表一 6 (1) 作業内容別にみた危険条件及び不安全行動(1)

要因		作業内容	伐倒	造材	架線集材	トラクタ集材	巻立て	架設撤去	災害報告書での表現
危険条件及び不安全物	起	伐倒木	○	○	○			○	伐倒木、立木、かかり木
		素材	○	○	○	○	○	○	伐倒材、素材、集材木、伐根、伐採木
		枝				○			枝、葉、末木枝条、かん木、笹、つる、節
		末木枝条	○	○	○	○	○	○	枝、葉、末木枝条、かん木、笹、つる、節
		木片	○						伐根片、木片、鋸屑、樹皮、サルカ
		足場	○	○	○		○	○	路面、土場、足場、林地、集材路、地面、盤台
		チェーンソー	○	○	○		○	○	チェーンソー
		ソーチェーン	○						ソーチェーン
		トラクタ等	○	○	○	○	○	○	キャタピラ、排土板、トラクター、サルキー、トラック、ウインチ
		ワイヤロープ等		○	○	○	○	○	ワイヤ、スリングロープ、リフティング、ナイロンロープ
危険条件及び不安全物	起	フック等		○	○			○	フック、キャレジ、重機、シャックル、LB、クリップ
		斧・鉋等	○	○	○	○	○	○	斧、鉋、トビ、ツル、ハンマー、鋸
		金具	○			○		○	カッター、金具、ヤスリ、カスガイ、クサビ
		落石	○	○	○	○	○	○	玉石、落石、雪塊
		ウルシ・ハチ	○	○	○	○		○	ウルシ、ハチ、毛虫、マムシ
		玉		○					玉装
		その他			○	○	○	○	その他
		なし	○	○	○	○	○	○	なし
		起因物自体の欠陥	○	○	○	○	○	○	
		安全防護の欠陥			○		○		
危険条件及び不安全物	起	周辺配置	○	○	○	○	○	○	
		作業環境の欠陥	○	○	○	○			
		その他	○		○	○	○		
		なし	○	○	○	○	○	○	
		規則無視の動作		○				○	
		共同動作の欠陥	○	○	○	○	○	○	
		危険動作	○	○	○	○	○	○	
		不安な位置姿勢	○	○	○	○	○		
		保護具使用誤り	○	○	○				
		その他	○	○	○		○	○	
危険条件及び不安全物	起	なし	○	○	○		○	○	
		規則無視の動作		○				○	
		共同動作の欠陥	○	○	○	○	○	○	
		危険動作	○	○	○	○	○	○	
		不安な位置姿勢	○	○	○	○	○		
		保護具使用誤り	○	○	○				
		その他	○	○	○		○	○	
		なし	○	○	○		○	○	
		規則無視の動作		○				○	
		共同動作の欠陥	○	○	○	○	○	○	

表一 6 (2) 作業内容別にみた危険条件及び不安全行動

要因		作業内容	伐倒	造材	架線集材	トラクタ集材	巻立て	架設撤去
危険条件及び不安全行動(2)	事故	墜落・転落	○	○	○	○	○	○
		転倒	○	○	○	○	○	○
		激突	○	○	○	○	○	○
		飛来・落下	○	○	○	○	○	○
		崩壊倒壊	○	○	○		○	
		激突され	○	○	○	○	○	○
		はさまれ・巻きこまれ	○	○	○	○	○	○
		切れ・こすれ	○	○	○	○	○	○
		踏み抜き	○	○	○	○	○	○
		高温・有害物		○				
危険条件及び不安全行動(2)	事故	火災			○			
		無理な動作	○	○	○	○	○	○
		その他	○		○	○		

表一 7 作業内容別にみた災害の性質

要因		作業内容	伐倒	造材	架線集材	トラクタ集材	巻立て	架設撤去
災害の性質	災害	頭	○	○	○	○	○	○
		顔	○	○	○	○	○	○
		頸	○	○	○	○	○	○
		手	○	○	○	○	○	○
		足	○	○	○	○	○	○
		その他	○	○	○	○	○	○
		刺創	○	○	○	○	○	○
		切創	○	○	○	○	○	○
		裂創	○	○	○		○	○
		挫創	○	○	○	○	○	○
災害の性質	災害	捻挫	○	○	○	○	○	○
		骨折	○	○	○	○	○	○
		打撲	○	○	○	○	○	○
		その他	○	○	○	○	○	○
		死亡	○		○	○	○	
		重傷	○	○	○	○	○	○
		軽傷	○	○	○	○	○	○

ii) 伐倒

年令では40～49才代で、退避、追口切り等の要素作業の災害が多発している。経験年数では20年以上が約50%を占めている。(表一9, 表一16)

iii) 造材

枝払い(斧)で、40～49才、50～59才に多発しているが、この作業では20～29才にも相当多い。そのほか40～49才で枝払い(チェーンソー)、玉切りなどの災害が多い。経験年数では20年以上が圧倒的に多いが、枝払い(斧、チェーンソー)では経験年数の多少にかかわらず災害が多いのが特徴的である(表10, 表17)

iv) 架線集材

架線集材では年令50～59, 40～49, 経験年数では20以上の熟練者に災害が集中し

ており、しかも荷かけ作業に関する災害が圧倒的に多い。(表14、表18)

V) トラクタ集材

トラクタ集材では年齢40～49才代の災害が多いが、経験年数は10～20年に災害が集中している。要素作業は多岐にわたるが、荷かけに関する作業のほか、運転作業でもかなり災害が発生している。(表-12、表-19)。

VI) 巻立て

年齢40～59, 経験年数20年以上で、要素作業は材扱いに関する災害が圧倒的に多い(表-13、表-20)。

VII) 架設撤去

年齢40～49, 経験年数20年以上に災害が集中しているが、要素作業との組合せになると分散している(表-14、表-20)。

表-8 年齢(全体)

		年 令						計
		19	20	30	40	50	60	
作 業 内 容	伐 倒	1	19	28	71	35	3	157 (14.9)
	造 材	2	58	64	129	79	3	335 (31.9)
	木 寄 せ	0	0	2	5	2	0	9 (0.9)
	架 線 撤 去	0	7	13	33	13	5	71 (6.8)
	集 材 機 集 材	0	14	12	46	49	6	127 (12.1)
	トラクタ集材	0	7	23	35	9	2	77 (7.3)
	巻 立 て	0	13	16	45	36	10	120 (11.4)
	トラクタ運材	0	4	10	24	16	2	56 (5.3)
	盤 台 作 設	0	3	5	8	4	0	20 (1.9)
	機械の点検整備	0	0	4	9	4	0	17 (1.6)
容	計 測	0	3	3	8	4	0	18 (1.7)
	そ の 他	0	6	4	11	16	7	44 (4.2)
計		2	134	184	414	267	38	1051 (100)
		(0.3)	(12.8)	(17.5)	(40.4)	(25.4)	(3.6)	

	計	年 令						計
		19	20	30	40	50	60	
測 尺	0	1	0	1	1	0	0	2 (0.6)
切 玉	0	6	13	32	18	0	0	69 (20.6)
枝 払 い (チェーンソー)	0	11	27	34	18	0	0	90 (26.9)
枝 払い (斧)	0	32	16	42	35	2	2	127 (38.0)
主体作業その他	0	2	0	2	1	0	0	5 (1.5)
障害物除去	0	1	0	4	1	0	0	6 (1.8)
整 木 作 業	0	4	2	5	4	0	0	15 (4.5)
作 業 歩 行	1	1	3	7	1	0	0	13 (3.9)
附帯作業その他	0	0	1	1	0	1	0	3 (0.9)
退 避	0	0	1	0	1	0	0	2 (0.6)
玉 装 運 転	1	0	1	1	0	0	0	3 (0.9)
計		2	58	64	129	79	3	335 (100)
		(0.6)	(17.3)	(19.1)	(38.5)	(23.6)	(0.9)	

表-10 年齢(造材)

	計	年 令						計
		19	20	30	40	50	60	
受 口 切	0	2	2	2	5	2	0	11 (7.0)
退 口 切	0	2	4	19	31	5	1	61 (19.7)
矢 打	0	1	1	4	7	1	0	14 (4.5)
退 避	0	5	5	20	40	10	0	80 (25.5)
障害物(木)除去	1	4	7	9	29	7	1	51 (18.5)
かがり木処理	0	0	1	5	9	3	0	17 (5.7)
作 業 歩 行	0	4	5	6	21	5	1	36 (7.4)
附帯作業その他	0	1	1	3	9	2	0	16 (5.7)
計		1	19	28	71	35	3	157 (100)
		(0.6)	(12.1)	(17.8)	(45.3)	(22.3)	(1.9)	

表-9 年齢(伐倒)

表-11 年令(架組集材)

	年 令				
	20 イ 29	30 イ 39	40 イ 49	50 イ 59	計
荷造り作業	0	0	0	1	2 (16)
荷かけ作業	3	1	10	9	24 (189)
荷かけ歩行	1	3	7	6	17 (134)
合 図	0	3	2	5	10 (79)
荷かけ退避	2	1	9	11	27 (212)
障害物除去	2	1	3	2	8 (63)
荷かけその他	3	0	3	0	6 (167)
スリングはずし	3	2	6	10	21 (105)
材 整 理	0	0	0	1	1 (08)
荷おろし歩行	0	0	2	1	3 (24)
荷おろし退避	0	0	1	1	2 (16)
運 転	0	1	2	1	4 (31)
運 転・その他	0	0	1	1	2 (16)
計	14	12	46	49	127 (100)

表-12 年令(トラクタ集材)

	年 令				
	20 イ 29	30 イ 39	40 イ 49	50 イ 59	計
荷造り作業	0	0	1	0	1 (13)
荷かけ作業	1	1	4	2	9 (119)
荷かけ歩行	1	0	0	2	3 (39)
合 図	1	0	2	0	3 (39)
荷かけ退避	0	3	8	2	14 (185)
障害物除去	1	2	0	0	3 (39)
ワイヤー引き出し	2	2	2	0	6 (79)
その他の他	1	0	4	1	6 (79)
スリングはずし	0	2	1	1	4 (53)
材 整 理	0	1	1	0	2 (26)
荷おろし退避	0	1	1	0	2 (26)
荷おろしその他	0	6	3	0	9 (119)
運 転	0	1	1	0	2 (26)
運転(作設)	0	2	3	0	5 (56)
運転・その他	0	2	3	1	6 (79)
トラクタ道作設	0	1	2	0	3 (29)
その他の副作業	0	1	2	0	3 (29)
計	7 (32)	23 (90.3)	35 (41.1)	9 (26)	76 (100)

表-13 年令(巻立て)

	年 令				
	20 イ 29	30 イ 39	40 イ 49	50 イ 59	計
材 扱 い	12	15	37	26	99 (826)
その他の主作業	0	0	2	1	4 (33)
退 避	1	0	0	3	4 (33)
歩 行	0	1	5	4	10 (83)
その他の付帯作業	0	0	1	2	3 (25)
計	13 (108)	16 (133)	45 (376)	36 (300)	120 (100)

表-14 年令(架設撤去)

	年 令				
	20 イ 29	30 イ 39	40 イ 49	50 イ 59	計
機械据付け	0	1	1	0	2 (38)
器具運搬	0	0	5	2	7 (99)
支柱作業	3	0	3	2	9 (127)
架ひきまわし	0	4	4	2	10 (141)
ナイロンロープ	0	1	4	1	6 (85)
ひきまわし	0	1	1	0	3 (42)
作業歩行	1	0	0	0	1 (14)
スリング扱い	0	1	2	1	4 (56)
索 修 理	0	1	0	0	1 (14)
支柱撤去	0	1	2	2	5 (113)
ロープ類撤去	2	1	1	1	5 (56)
株 か え	1	1	1	1	4 (225)
そ の 他	0	2	10	2	16 (225)
計	7 (99)	13 (18.3)	33 (46.5)	13 (18.3)	71 (100)

表-15 経験年数(全体)

	経験年数					計
	1 未	1 1 5 未	5 10 未	10 20 未	20 1 未	
伐倒	15	22	22	23	75	157 (149)
造材	28	64	40	57	146	335 (319)
木寄せ	1	0	0	5	8	9 (9)
架線撤去	5	11	3	15	37	71 (63)
集材機集材	9	10	4	30	74	127 (121)
トラクタ集材	4	10	9	36	19	77 (73)
巻立て	3	14	15	23	65	120 (119)
トラクタ運材	1	2	5	16	32	56 (53)
盤台作設	0	3	1	4	12	20 (19)
機械の点検整備	0	1	3	5	8	17 (16)
計測	0	3	1	3	11	18 (17)
その他	4	6	4	3	27	44 (44)
計	69 (56)	146 (139)	117 (102)	220 (209)	509 (484)	1051 (100)

表-16 経験年数(伐倒)

	経験年数					計
	1 未	1 1 5 未	5 10 未	10 20 未	20 1 未	
受口切り	2	2	2	2	3	11 (11)
追口切り	1	3	5	3	19	31 (197)
矢打ち	1	1	0	2	3	7 (45)
退避	5	6	3	5	21	40 (251)
障害物(木)除去	2	4	5	7	11	29 (185)
かかり木処理	1	0	2	0	6	9 (57)
作業歩行	2	5	4	4	6	21 (134)
附帯作業その他	1	1	1	0	6	9 (57)
計	15 (96)	22 (145)	22 (140)	23 (146)	75 (478)	157 (156)

表-17 経験年数(造材)

	経験年数					計
	1 未	1 1 5 未	5 10 未	10 20 未	20 1 未	
測尺	1	0	0	0	1	2 (06)
玉切り	2	11	9	12	35	69 (206)
枝払い	5	17	17	19	32	90 (269)
枝(チェーンソー)払い	14	28	10	19	56	127 (380)
主索の作業	0	2	0	0	3	5 (15)
障害物除去	1	1	0	2	2	6 (18)
整木作業	2	2	1	1	9	15 (45)
作業歩行	2	2	2	3	4	13 (39)
附帯作業	0	1	0	1	1	3 (09)
その他	0	0	1	0	1	2 (06)
退避	1	0	0	0	2	3 (09)
玉装運	28 (84)	64 (191)	40 (119)	57 (171)	146 (436)	335 (100)
計	28 (84)	64 (191)	40 (119)	57 (171)	146 (436)	335 (100)

表-18 経験年数(集材集材)

	経験年数					計
	1 未	1 1 5 未	5 10 未	10 20 未	20 1 未	
荷造り作業	0	0	0	1	1	2 (16)
荷かけ作業	1	2	0	6	15	24 (189)
荷かけ歩行	1	0	1	4	11	17 (134)
合図	1	0	1	3	5	10 (79)
荷かけ退避	1	3	1	7	15	27 (212)
障害物除去	2	1	0	0	5	8 (63)
荷かけ・その他	1	2	0	2	1	6 (47)
スリングはずし	2	2	0	3	14	21 (165)
材整理	0	0	0	0	1	1 (08)
荷おろし歩行	0	0	0	1	2	3 (24)
荷おろし退避・その他	0	0	0	1	1	2 (16)
運転	0	0	0	2	2	4 (31)
運転・その他	0	0	1	0	1	2 (16)
計	9 (71)	10 (79)	4 (31)	30 (236)	74 (583)	127 (100)

表-119 経験年数(トラクタ集材)

	経験年数					計
	1 未	1 ~ 5 未	5 ~ 10 未	10 ~ 20 未	20 ~ 7	
荷造り作業	0	0	0	1	0	1 (13)
荷かけ作業	0	3	3	1	2	9 (11.7)
荷かけ歩行	1	1	0	0	1	3 (3.9)
合 図	0	1	0	2	0	3 (3.9)
荷かけ退避	1	1	0	5	7	14 (18.1)
障害物除去	0	0	1	2	0	3 (3.9)
ワイヤー引き出し その他の	0	2	0	3	1	6 (7.8)
スリングはし	0	1	0	2	3	6 (7.8)
材 整 理	0	0	0	3	1	4 (5.2)
荷おろし退避	0	0	0	2	0	2 (2.6)
その他の	1	0	0	7	1	9 (11.7)
運 転 (作設)	0	0	0	2	0	2 (2.6)
運 転・その他	0	1	3	1	0	5 (6.5)
トラクタ道作業	0	0	0	5	2	7 (9.1)
その他の副作業	0	0	2	0	1	3 (3.9)
計	3 (3.9)	10 (13.0)	9 (11.7)	36 (46.7)	19 (24.7)	77 (100)

表-20A 経験年数(巻立て)

	経験年数					計
	1 未	1 ~ 5 未	5 ~ 10 未	10 ~ 20 未	20 ~ 7	
材 扱 い	2	12	14	21	50	99 (82.6)
その他の主作業	0	0	0	0	4	4 (3.3)
退 避	0	1	0	1	2	4 (3.3)
歩 行	1	1	1	0	7	10 (8.3)
その他の付随作業	0	0	0	1	2	3 (2.5)
計	3 (2.5)	14 (11.7)	15 (12.5)	23 (19.2)	65 (54.1)	120 (100)

4-1-2 時間的及び気候的要因

i) 発生月

- ① 全般的傾向～発生月を4半期別にみると7～9月が多く、4～6月が少ない(表-21)。
月別の詳細を参考までに表-22に示した。
- ② 伐倒～1～3月、7～9月に多発している(表-23)。
- ③ 造材～7～9月が多く、4～6月が少ない(表-24)。
- ④ 架線集材～4半期間の差なし(表-25)。
- ⑤ トラクタ集材～架線集材に同じ(表-26)。
- ⑥ 巻立て～1月～3月に多発している(表-27)。
- ⑦ 架設撤去～1月～3月が少ない(表-28)

ii) 災害発生曜日

- ① 全般的傾向～水、火、木、金の順であり、土曜日は少ない(表-29)。表-30に休日
後の災害発生状況を示したが、休日後2～3日の発生率が高くなっている。
- ② 各作業内容区分ごとの傾向は表-31～表-36に示した。

iii) 天 候

天候区分別の災害発生状況は圧倒的に晴が多いのは常識的にも理解できるが、作業内容別には大差がない(表-37～表-43)

iv) 発生時間

- ① 全般的傾向～災害発生頻度を時間帯で調べてみると、午後前半と午前後半で約75%を占めている(表-44)。
- ② 作業内別にみても同様に午後前半と午前後半に集中する傾向にかわりはないが、伐倒ではその集中度が84%、トラクタ集材で71%となっている(表-45～表-50)。

4-1-3 作業要因

i) 作業場所

- ① 全般的傾向～災害場所は林業労働の性格からして、林地、伐採地等の比率が高く約50%を占めている。ついで土場、盤台、伐倒木上、集材木上などが多い(表-51)。
- ② 伐倒は林地での災害発生率が最も高い作業内容であるが、要素作業は退避、追口切り、障害物除去で多発している(表-52)。
- ③ 造材も林地での枝払いが圧倒的に多い(表-53)。
- ④ その他の作業内容については表-54～表-57に示す。

表-20B 経験年数(架設撤去)

	経験年数						計
	1 未	1 1 5 未	5 10 未	10 20 未	20 30 未	30 40 未	
架設撤去	0	0	0	1	1	2	2
機械据付け	0	0	0	1	1	2	2
器具運搬	0	0	1	2	4	7	7
支柱作設	1	2	0	2	4	9	9
架ひきまわし	0	2	0	2	6	10	10
パイロンロープ	0	2	0	0	4	6	6
ひきまわし	0	2	0	0	1	3	3
作業歩行	0	1	0	1	1	1	1
スリッパ扱い	1	0	0	0	0	1	1
索修理	0	0	1	0	3	4	4
支柱撤去	0	0	1	0	0	1	1
ロープ類撤去	1	2	0	1	4	8	8
株かえ	1	0	0	1	2	4	4
その他	1	2	0	5	8	16	16
計	5 (7.0)	11 (15.5)	3 (4.2)	15 (21.1)	37 (52.2)	71 (100)	71 (100)

表-21 発生日(全体)

	発生日						計
	1 3	4 6	7 9	10 12	11 1	12 2	
伐	49	26	51	31	157	157	157
造	80	62	103	90	335	335	335
木	2	3	2	2	9	9	9
架設撤去	10	20	17	24	71	71	71
集材機集材	36	25	33	38	127	127	127
トラクタ集材	21	18	19	19	77	77	77
巻立て	45	29	21	25	120	120	120
トラクタ運材	16	10	16	14	56	56	56
盤台作設	4	7	7	2	20	20	20
機械の点検整備	6	5	3	3	17	17	17
計	2	3	8	8	18	18	18
その他	8	7	11	18	44	44	44
計	279 (265)	215 (204)	288 (274)	269 (256)	1051 (100)	1051 (100)	1051 (100)

表-22 発生日(全体)

	発生日												計
	1 13	2 17	3 19	4 10	5 7	6 9	7 20	8 16	9 15	10 10	11 14	12 7	
伐	13	17	19	10	7	9	20	16	15	10	14	7	157
造	24	28	28	17	18	27	34	30	39	31	29	30	335
木	1	1	0	1	1	1	1	0	1	2	0	0	9
架設撤去	2	5	3	6	5	9	5	5	7	7	13	4	71
集材機集材	12	11	13	11	9	5	14	11	8	11	13	9	127
トラクタ集材	8	7	6	7	2	9	5	7	7	8	3	8	77
巻立て	14	17	14	3	10	10	9	6	6	10	9	6	120
トラクタ運材	5	9	2	5	1	4	5	5	6	7	5	2	56
盤台作設	1	3	0	2	4	1	2	2	3	0	1	1	20
機械の点検整備	2	3	1	3	1	1	1	2	0	1	1	1	17
計	1	0	1	0	2	1	1	1	3	2	3	3	18
その他	3	4	1	0	8	2	1	6	4	7	2	9	44
計	86	106	88	67	68	79	98	91	99	96	93	80	1051

表-23 発生日(伐倒)

	発生日						計
	1 3	4 6	7 9	10 12	11 1	12 2	
伐	3	2	4	2	11	7	11
造	11	9	7	4	31	4	31
木	2	1	3	1	7	1	7
架設撤去	17	5	9	9	40	9	40
集材機集材	3	3	18	5	29	5	29
トラクタ集材	5	2	1	1	9	1	9
巻立て	6	3	7	5	21	5	21
盤台作設	2	1	2	2	9	4	9
機械の点検整備	49 (21.2)	26 (16.6)	51 (32.5)	21 (19.7)	157 (100)	157 (100)	157 (100)

表-24 発生日(造材)

	発 生 月					計
	1 月	4 月	7 月	10 月	12 月	
測 尺	1	0	1	0	0	2 (06)
玉 切	17	13	20	19	19	69 (206)
枝 払	14	13	40	23	23	89 (269)
(チェーンソー)	30	29	28	40	40	127 (380)
枝 払	0	1	4	0	0	5 (15)
主 体	1	2	2	1	1	6 (18)
障 害	7	3	2	3	3	15 (45)
整 木	4	1	5	3	3	13 (39)
作 業	2	0	1	0	0	3 (9)
附 帯	2	0	0	0	0	2 (6)
そ の 他	2	0	0	1	1	3 (9)
避 難	2	0	0	0	0	2 (6)
玉 装	2	0	0	0	0	2 (6)
運 転	2	0	0	0	0	2 (6)
計	80 (239)	62 (185)	103 (107)	90 (269)	90 (269)	334 (100)

表-25 発生日(架線集材)

	発 生 月					計
	1 月	4 月	7 月	10 月	11 月	
荷 造	0	0	0	2	2	2 (16)
り 作	7	3	8	6	6	24 (89)
業	2	4	3	8	8	17 (53)
合	4	3	2	1	1	10 (29)
図	9	5	9	4	4	27 (81)
荷 け	1	3	1	3	3	8 (24)
退 避	3	0	1	2	2	6 (18)
障 害	6	4	5	6	6	21 (63)
物 除	1	0	0	0	0	1 (3)
去	3	0	1	2	2	6 (18)
集 材	6	4	5	6	6	21 (63)
機	1	0	0	0	0	1 (3)
ス	1	1	1	0	0	3 (9)
リ	1	0	1	0	0	2 (6)
ン	1	0	1	0	0	2 (6)
グ	1	0	1	0	0	2 (6)
は	1	1	1	1	1	4 (12)
ず	1	1	1	1	1	4 (12)
し	1	1	1	1	1	4 (12)
作 業	0	1	1	0	0	2 (6)
計	26 (78)	25 (75)	33 (99)	33 (99)	33 (99)	127 (381)

表-26 発生日(トラクタ集材)

	発 生 月					計
	1 月	4 月	7 月	10 月	12 月	
荷 造	0	0	0	1	1	1 (3)
り 作	2	0	5	2	2	9 (27)
業	1	0	1	1	1	3 (9)
合	2	1	0	0	0	3 (9)
図	3	4	4	3	3	14 (42)
荷 け	2	1	0	0	0	3 (9)
退 避	2	1	0	0	0	3 (9)
障 害	1	2	1	2	2	6 (18)
物 除	4	1	0	1	1	6 (18)
去	1	1	1	1	1	4 (12)
集 材	0	1	0	0	0	1 (3)
ス	2	1	1	1	1	5 (15)
リ	2	1	1	1	1	5 (15)
ン	2	1	1	1	1	5 (15)
グ	2	1	1	1	1	5 (15)
は	2	1	1	1	1	5 (15)
ず	2	1	1	1	1	5 (15)
し	2	1	1	1	1	5 (15)
作 業	2	1	1	1	1	5 (15)
計	21 (63)	18 (54)	19 (57)	19 (57)	19 (57)	77 (231)

表-27 発生日(巻立て)

	発 生 月					計
	1 月	4 月	7 月	10 月	12 月	
材 扱	37	23	20	19	19	99 (298)
い	2	0	1	1	1	4 (12)
その他の主作業	2	2	0	0	0	4 (12)
避 難	2	4	0	4	4	10 (30)
行 行	2	0	0	0	0	2 (6)
歩	2	0	0	0	0	2 (6)
その他の付帯作業	45 (135)	29 (87)	21 (63)	25 (75)	25 (75)	127 (381)
計	45 (135)	29 (87)	21 (63)	25 (75)	25 (75)	127 (381)

表-28 発生月(架設撤去)

	発 生 月				計
	1 }	4 }	7 }	10 }	
機械据付け	0	0	1	1	2 (28)
器具運搬	0	3	2	2	7 (99)
支柱作設	2	1	1	5	9 (127)
素ひきまわし	0	1	5	4	10 (14.1)
ナイロンロープ	1	3	1	1	6 (85)
ひきまわし	0	1	0	2	3 (4.2)
作業歩行	0	0	0	1	1 (1.4)
スリッパ扱い	3	1	0	0	4 (5.6)
渠修	0	1	0	0	1 (1.4)
支柱撤去	2	1	2	4	8 (11.3)
ロープ類撤去	0	2	2	0	4 (5.6)
株かえ	2	7	3	4	16 (22.5)
その他の	10 (14.1)	20 (182)	17 (239)	24 (328)	71 (100)
計					

表-29 曜日(全体)

	曜 日						計
	月	火	水	木	金	土	
伐 倒	32	29	35	21	34	6	157 (14.9)
造 材	60	60	82	69	51	12	335 (31.9)
木 寄	1	1	1	5	1	0	9 (0.9)
架 線 撤 去	13	13	11	17	14	3	77 (6.8)
集 材 機 集 材	19	26	23	25	23	11	127 (12.1)
トラクタ集材	18	20	13	13	11	2	77 (7.3)
巻 立 て	19	19	28	24	21	9	126 (11.4)
トラクタ運材	11	13	5	10	14	3	56 (5.3)
盤 台 作 設	1	5	7	1	5	1	20 (1.9)
機械の点検整備	2	2	5	1	4	3	17 (1.6)
計 測	2	3	2	3	4	4	18 (1.7)
そ の 他	6	8	11	4	11	4	44 (4.2)
計	184 (17.5)	199 (19.0)	223 (21.2)	193 (18.4)	193 (18.4)	58 (5.5)	1051 (100)

表-30 林田堤(全体)

	休 日 後				計	
	1 日	2 日	3 日	4 日		6 日
伐	41	68		42	6	157
造	80	159		90	6	335
木	1	2		6	0	9
架	18	23		29	1	71
集	27	55		39	6	127
トラクタ集材	22	33		20	2	77
巻	21	56		36	7	120
トラクタ運材	16	19		18	3	56
盤	4	12		3	1	20
機械の点検整備	3	6		5	3	17
計	4	5		6	3	18
その他	9	17		15	3	44
計	246	455		309	41	1051

表-31 曜日(伐倒)

		曜 日						計
		月	火	水	木	金	土	
伐	受口切り	4	1	3	1	2	0	11 (70)
	追口切り	5	3	9	5	8	1	21 (197)
	矢打ち	1	2	1	1	2	0	7 (45)
倒	退避	12	5	7	2	12	2	40 (25.5)
	障害物(木)除去	3	7	7	4	6	2	29 (185)
作	かかり木処理	2	2	2	2	1	0	9 (57)
	作業歩行	3	7	5	3	2	1	21 (134)
業	附帯作業その他	2	2	1	3	1	0	9 (57)
	計	32 (204)	29 (185)	35 (222)	21 (134)	34 (217)	6 (38)	157 (100)

表-32 曜日(造材)

		曜 日						
		月	火	水	木	金	土	計
造 材 作 業	測 尺	0	1	0	1	0	0	2 (06)
	玉 切	8	9	22	12	15	3	69 (206)
	枝 払 (チェーンソー)	17	24	16	15	15	2	89 (269)
	枝 払 い(幹)	33	19	31	23	14	7	127 (380)
	主体作業その他	1	0	2	2	0	0	5 (15)
	障害物除去	0	2	2	1	1	0	6 (18)
	整 木 作 業	0	2	5	7	1	0	15 (45)
	作 業 歩 行	1	2	3	4	3	0	13 (39)
	附帯作業その他	0	0	0	1	2	0	3 (09)
	退 避	0	1	0	1	0	0	2 (06)
玉 接 運 転	0	0	1	2	0	0	3 (09)	
計		60 (180)	60 (180)	82 (245)	69 (206)	51 (153)	12 (36)	334 (100)

表-33 曜日(架線集材)

	曜						日	
	月	火	水	木	金	土	計	
集材機集材作業	荷造り作業	0	2	0	0	0	0	2 (16)
	荷かけ作業	6	5	5	4	3	1	24 (189)
	荷かけ歩行	3	4	4	1	4	1	17 (134)
	合 図	0	2	1	2	4	1	10 (79)
	荷かけ退避	5	3	7	6	4	2	27 (212)
	障害物除去	2	0	1	2	2	1	8 (63)
	荷かけ・その他	0	4	1	0	1	0	6 (47)
	スリングはずし	1	4	2	10	1	3	21 (165)
	材 整 理	0	0	0	0	1	0	1 (08)
	荷おろし歩行	0	2	1	0	0	0	3 (24)
	荷おろし退避	0	0	0	0	2	0	2 (16)
	その他の他	0	0	1	0	1	2	4 (31)
運 転	2	0	0	0	0	0	2 (16)	
運 転・その他	19 (150)	26 (204)	23 (181)	25 (197)	23 (181)	11 (87)	127 (100)	
計								

表-34 曜日(トラクタ集材)

		曜					日	
		月	火	水	木	金	土	計
ト ラ ク タ 集 材 作 業	荷造り作業	0	0	0	0	0	1	1 (13)
	荷かけ作業	3	1	0	1	4	0	9 (117)
	荷かけ歩行	0	1	1	1	0	0	3 (39)
	合 図	1	1	0	0	1	0	3 (39)
	荷かけ退避	3	6	2	2	1	0	14 (181)
	障害物除去	0	0	0	1	1	1	3 (39)
	ワイヤー引き出し	3	2	0	1	0	0	6 (78)
	その他の他	2	0	3	0	1	0	6 (78)
	スリングはずし	1	2	1	0	0	0	4 (52)
	材 整 理	0	1	1	0	0	0	2 (26)
	荷おろし退避	2	3	1	2	1	0	9 (117)
	その他の他	0	0	1	1	0	0	2 (26)
	運 転 (作設)	1	0	2	1	1	0	5 (65)
運 転・その他	1	2	1	2	1	0	7 (91)	
トラクタ道作設	1	1	0	1	1	0	3 (39)	
その他の副作業	18 (234)	20 (259)	13 (169)	13 (169)	11 (143)	2 (26)	77 (100)	
計								

表-35 曜日(巻立て)

		曜 日						
		月	火	水	木	金	土	計
巻 立 て	材 扱 い	13	17	25	18	17	9	99 (826)
	その他の主作業	1	1	0	1	1	0	4 (33)
	退 避	1	0	1	2	0	0	4 (33)
	歩 行	3	0	2	2	3	0	10 (83)
	その他の付帯作業	1	1	0	1	0	0	3 (25)
	計	19 (153)	19 (158)	28 (214)	24 (200)	21 (175)	9 (75)	120 (100)

表-36 曜日(架設撤去)

	曜					日	
	月	火	水	木	金	土	計
機械据付け	0	1	0	0	1	0	2 (28)
器具運搬	0	1	1	2	3	0	7 (99)
支柱作設	2	3	2	0	2	0	9 (127)
索ひきまわし	1	2	2	3	2	0	10 (141)
ナイロンロープ	1	1	1	3	0	0	6 (85)
ひきまわし	0	0	1	1	1	0	3 (42)
作業歩行	1	0	0	0	0	0	1 (14)
スリッパ扱い	2	0	0	1	1	0	4 (56)
索修理	1	0	0	0	0	0	1 (14)
支払撤去	3	2	1	0	1	1	8 (113)
ロープ類撤去	0	1	2	1	0	0	4 (56)
株かえ	2	2	1	6	3	2	16 (225)
その他の	13 (183)	13 (183)	11 (155)	17 (240)	14 (197)	3 (42)	71 (100)
計							

表-37 天候(全体)

	天 候			計
	晴	曇	雨	
伐倒	109	37	11	157 (149)
造材	232	79	24	335 (319)
木寄せ	5	2	2	9 (99)
架線撤去	49	15	7	71 (68)
集材機集材	89	27	11	127 (121)
トラクタ集材	45	22	10	77 (73)
巻立て	76	33	11	120 (114)
トラクタ運材	42	8	6	56 (53)
盤台作設	13	6	1	20 (19)
機械の点検整備	9	7	1	17 (16)
計測	13	5	0	18 (17)
その他の	29	11	4	44 (42)
計	711 (676)	252 (240)	88 (84)	1051 (100)

表-38 天候(伐倒)

	天 候			計
	晴	曇	雨	
受口切り	7	4	0	11 (70)
退口切り	24	5	2	31 (197)
矢打ち	3	4	0	7 (45)
退避	33	6	1	40 (255)
障害物(木)除去	14	10	5	29 (185)
かかり木処理	6	1	2	9 (57)
作業歩行	13	17	1	21 (134)
附帯作業その他	9	0	0	9 (57)
計	109 (694)	37 (236)	11 (70)	157 (100)

表-39 天候(造材)

	天 候			計
	晴	曇	雨	
測尺	1	1	0	2 (06)
玉切り	41	20	8	69 (206)
枝払	61	22	7	90 (269)
(チェーンソー) 枝	97	24	6	127 (380)
主幹の作業	4	1	0	5 (15)
障害物除去	5	0	1	6 (18)
整木作	10	3	2	15 (45)
作業歩行	7	6	0	13 (39)
附帯作業	2	1	0	3 (9)
退避	1	1	0	2 (06)
玉装運	3	0	0	3 (9)
計	232 (692)	79 (236)	24 (72)	335 (100)

表-4.0 天候(架線集材)

	天 候		
	晴	曇	雨 (mm)
荷造り作業	1	1	0 (16)
荷かけ作業	20	2	2 (189)
荷かけ歩行	12	4	1 (114)
合 図	6	1	3 (79)
荷かけ退避	20	6	1 (212)
障害物除去	6	2	0 (63)
荷かけ・その他	5	1	0 (47)
スリンドラはし	12	6	3 (165)
材 勢 理	0	1	0 (08)
荷おろし歩行	2	1	0 (24)
荷おろし退避	2	0	0 (16)
運 転	2	2	0 (31)
運 転 その他	1	0	1 (16)
計	89 (700)	27 (213)	11 (87)
			127 (100)

表-4.1 天候(トラクタ集材)

	天 候		
	晴	曇	雨 (mm)
荷造り作業	1	0	0 (13)
荷かけ作業	2	6	1 (117)
荷かけ歩行	2	1	0 (39)
合 図	2	0	1 (39)
荷かけ退避	6	7	1 (141)
障害物除去	2	1	0 (39)
ワイヤー引き出し	3	2	1 (78)
スリンドラはし	3	1	2 (78)
材 整 理	4	0	0 (52)
荷おろし退避	2	0	0 (26)
運 転	9	0	0 (117)
運 転 (作設)	1	0	1 (26)
運 転 その他	4	1	0 (65)
トラクタ道作設	4	1	2 (91)
その他の副作業	0	2	1 (39)
計	45 (584)	22 (256)	10 (130)
			77 (100)

表-4.2 天候(巻立て)

	天 候		
	晴	曇	雨 (mm)
材扱い	65	27	7 (826)
その他の作業	2	1	1 (33)
退 避	2	1	1 (33)
歩 行	6	3	1 (83)
その他の付帯作業	1	1	1 (25)
計	76 (633)	33 (275)	11 (92)
			120 (100)

表-4.3 天候(架線撤去)

	天 候		
	晴	曇	雨 (mm)
機械据付け	0	0	2 (23)
器具運搬	2	2	3 (99)
支柱作設	5	4	0 (127)
索ひきまわし	8	1	1 (141)
ナイロンロープ	5	1	0 (85)
ひきまわし	2	1	0 (42)
作業歩行	1	0	0 (14)
スリンドラ扱い	3	1	0 (56)
索 修 理	1	0	0 (14)
支柱撤去	6	1	1 (113)
ロープ類撤去	3	1	0 (56)
株 か え	13	3	0 (225)
そ の 他	49 (680)	15 (211)	7 (99)
計			71 (100)

表-4.4 発生時間(全体)

	発 生 時 間			
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半
伐 倒	21	70	62	4
造 材	65	120	139	11
木 寄 せ	0	2	6	1
架線撤去	15	22	30	4
集材機集材	28	42	52	5
トラクタ集材	18	25	30	4
巻立て	23	46	49	2
トラクタ運	23	16	13	4
総台作設	6	6	8	0
機械の点検整備	7	5	5	0
測 計	4	6	8	0
そ の 他	12	13	16	3
計	222 (211)	373 (355)	418 (398)	38 (36)
				1051 (100)

表-4.5 発生時間(伐倒)

	発 生 時 間			
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半
受口切り	3	4	4	0
退口切り	2	14	14	1
矢 打 ち	1	1	5	0
退 避	4	22	14	0
障害物除去	3	13	12	1
かかり木理	1	5	3	0
処 理	4	8	8	1
作業歩行	3	3	2	1
附帯作業	21 (134)	70 (44.6)	62 (39.5)	4 (2.5)
計				157 (100)

表-46 発生時間(造材)

	発生時間				計
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半	
測 尺	0	0	2	0	2 (06)
玉 切	18	27	22	2	69 (206)
校 払 (チェーンソー)	14	44	32	0	90 (269)
枝 払い(斧)	21	42	58	6	127 (380)
主 体 作 業	0	0	4	1	5 (15)
その他	2	1	3	0	6 (18)
障害物除去	3	1	9	2	15 (45)
整 木 作 業	2	4	7	0	13 (39)
作 業 歩 行	2	1	0	0	3 (9)
附 帯 作 業	0	0	2	0	2 (6)
その他	3	0	0	0	3 (9)
退 避	65 (194)	120 (358)	139 (415)	11 (33)	335 (100)
玉 装 運 転					
計					

表-47 発生時間(架線集材)

	発生時間				計
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半	
荷 造 り 作 業	0	0	1	1	2 (16)
荷 かけ 作 業	7	10	7	0	24 (189)
荷 かけ 歩 行	7	5	5	0	17 (184)
合 図	1	3	5	1	10 (79)
荷 かけ 退 避	5	7	15	0	27 (212)
障 害 物 除 去	3	3	2	0	8 (63)
荷 かけ その他	0	2	4	0	6 (47)
スリングはずし	3	6	9	3	21 (165)
材 整 理	0	0	1	0	1 (8)
荷 おろし 歩 行	0	1	2	0	3 (24)
荷 おろし 退 避	0	1	1	0	2 (16)
その他	2	2	0	0	4 (31)
運 転	0	2	0	0	2 (16)
運 転 その他	28 (220)	42 (331)	52 (410)	5 (39)	127 (100)
計					

表-48 発生時間(トラクタ集材)

	発生時間				計
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半	
荷 造 り 作 業	0	1	0	0	1 (13)
荷 かけ 作 業	3	2	3	1	9 (117)
荷 かけ 歩 行	1	1	1	0	3 (39)
合 図	0	1	2	0	3 (39)
荷 かけ 退 避	5	6	3	0	14 (181)
障 害 物 除 去	1	0	2	0	3 (39)
ワイヤー引き出し その他	3	2	1	0	6 (78)
スリングはずし	0	2	4	0	6 (78)
材 整 理	2	2	0	0	4 (52)
荷 おろし 退 避	0	1	1	0	2 (26)
その他	0	3	4	2	9 (117)
運 転(作設)	0	2	0	0	2 (26)
運 転・その他	2	1	2	0	5 (65)
トラクタ作設	0	1	6	0	7 (91)
その他の副作業	1	0	1	1	3 (39)
計	18 (234)	25 (325)	30 (389)	4 (52)	77 (100)

表-49 発生時間(巻立て)

	発生時間				計
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半	
材 扱 い	18	39	41	1	99 (326)
その他の主作業	0	3	0	1	4 (33)
退 避	2	0	2	0	4 (33)
歩 行	3	3	4	0	10 (83)
その他の付帯作業	0	1	2	0	3 (25)
計	23 (192)	46 (383)	49 (408)	2 (17)	120 (100)

表-50 発生時間（架設撤去）

	発生時間				計
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半	
機械据付け	0	2	0	0	2 (28)
器具運搬	4	1	2	0	7 (99)
支柱作設	3	3	3	0	9 (127)
梁ひきまし	1	4	5	0	10 (141)
ナイロンロープ ひきまし	1	1	2	2	6 (85)
作業歩行	0	3	0	0	3 (42)
スリング扱い	0	0	1	0	1 (14)
梁修理	1	2	1	0	4 (56)
支柱撤去	0	0	1	0	1 (14)
ロープ類 撤去	2	3	2	1	8 (113)
株かえ	1	1	2	0	4 (56)
その他	2	2	11	1	16 (225)
計	15 (211)	22 (31.0)	30 (42.3)	4 (5.6)	71 (100)

表51 作業場所（全体）

	作業場所											計
	林地等	伐倒根 木上	土場	盤台	桧上	道路沿	道路	トラクタ台	ト集材機上	運転席	小屋内	その他
伐倒材	145	5	0	1	0	1	4	0	0	0	1	0
造木寄せ	191	46	36	51	0	6	0	0	0	2	0	1
梁線撤去	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
集材機集材	45	4	1	3	1	10	3	0	0	0	3	1
トラクタ集材	84	10	13	12	1	2	0	0	1	3	0	0
巻き立て	40	2	13	2	0	9	0	0	2	7	0	0
トラック運材	1	4	49	18	45	2	1	0	0	0	0	0
盤台作設	0	3	23	6	1	4	1	15	2	1	0	0
機械の 点検整理	6	1	3	7	0	0	0	0	0	0	3	0
計測	2	0	1	2	0	2	0	0	2	0	6	2
その他	0	1	8	4	0	1	1	1	0	1	0	0
計	12	0	2	0	1	7	1	3	1	0	3	1
計	535 (50.9)	76 (7.2)	149 (4.2)	106 (10.1)	49 (4.7)	44 (4.2)	11 (1.0)	19 (1.8)	8 (0.9)	12 (1.1)	22 (2.1)	5 (0.5)

表-52 作業場所（伐倒）

	作業場所				計
	林地等	伐倒根 木上	盤台	道路沿	
受口切り	10	1	0	0	11 (70)
退口切り	29	0	0	2	31 (197)
矢打ち	6	0	1	0	7 (4.5)
退避	39	0	0	1	40 (25.5)
障害物(木)除去	28	0	0	0	28 (18.5)
かかり木処理	8	1	0	0	9 (5.7)
作業歩行	17	3	0	1	21 (12.4)
附帯作業その他	8	0	0	0	8 (5.7)
計	145 (92.5)	5 (3.2)	1 (0.6)	4 (2.5)	157 (100)

表-53 作業場所（造材）

	作業場所								計
	林地等	伐倒根 木上	土場	盤台	道路沿	道路	小屋内	その他	
測尺	0	0	2	0	0	0	0	0	2 (0.6)
玉切り	27	4	17	17	2	1	1	0	69 (20.6)
枝払い (チェーンソー)	61	19	6	3	1	0	0	0	90 (23.9)
枝払い(斧)	87	22	4	12	1	0	0	1	127 (38.0)
主体作業その他	5	0	0	0	0	0	0	0	5 (1.5)
障害物除去	5	0	1	0	0	0	0	0	6 (1.8)
整木作業	1	0	1	13	0	0	0	0	15 (4.5)
作業歩行	5	1	1	3	2	1	0	0	13 (3.9)
附帯作業その他	0	0	1	2	0	0	0	0	3 (0.9)
退避	0	0	2	0	0	0	0	0	2 (0.6)
玉装運転	0	0	1	1	0	0	1	0	3 (0.9)
計	191 (57.1)	46 (12.7)	36 (10.7)	51 (15.2)	6 (1.8)	2 (0.6)	2 (0.6)	1 (0.3)	335 (100)

表一54 作業場所(架線集材)

	作業場所							計
	林地等	集伐材根木上	土場	盤台	棧上	道路上	トラクタ集材機上	小屋内
荷作り作業	2	0	0	0	0	0	0	2 (1.6)
荷かけ作業	20	1	1	2	0	0	0	24 (18.9)
荷かけ歩行	13	4	0	0	0	0	0	17 (13.4)
合 計	6	1	2	1	0	0	0	10 (7.9)
荷かけ退避	26	0	0	0	0	0	0	26 (21.2)
障害物除去	8	0	0	0	0	0	0	8 (6.3)
荷かけその他	3	0	0	1	0	2	0	6 (4.7)
スリングはずし	3	4	5	8	1	0	0	21 (11.5)
材 整 理	0	0	1	0	0	0	0	1 (0.8)
荷おろし歩行	1	0	2	0	0	0	0	3 (2.4)
荷おろし退避	0	0	2	0	0	0	0	2 (1.6)
その他	0	0	0	0	0	0	0	0 (0.0)
運 転	2	0	0	0	0	0	0	2 (1.6)
運 転 其 他	84	10	13	12	1	2	1	127 (100)
計	(66.1)	(7.9)	(10.2)	(9.4)	(0.8)	(1.6)	(0.8)	(24)

表一55 作業場所(トラクタ集材)

	作業場所							計	
	林地等	集伐材根木上	土場	盤台	道路上	トラクタ集材機上	運転席		小屋内
荷造り作業	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.3)
荷かけ作業	6	1	1	1	1	0	0	0	9 (11.7)
荷かけ歩行	2	1	0	0	0	0	0	0	3 (3.9)
合 計	3	0	0	0	0	0	0	0	3 (3.9)
荷かけ退避	11	0	1	0	2	0	0	0	14 (15.1)
障害物除去	2	0	0	0	1	0	0	0	3 (3.9)
ワイヤー引き出し	4	0	1	0	0	0	0	1	6 (7.8)
その他の	0	0	6	0	0	0	0	0	6 (7.8)
スリングはずし	0	0	2	2	0	0	0	0	4 (5.2)
材 整 理	0	0	2	0	0	0	0	0	2 (2.6)
荷おろし退避	0	0	2	0	0	0	0	0	2 (2.6)
その他の	2	0	0	0	2	0	5	0	9 (11.7)
運 転	0	0	0	0	0	0	2	0	2 (2.6)
運 転 (作 設)	1	0	0	0	2	2	0	0	5 (6.5)
運転その他	6	0	0	0	1	0	0	0	7 (9.1)
トラクタ道作設	2	0	0	0	0	0	0	1	3 (3.9)
その他の副作業	40 (51.9)	2 (2.6)	13 (16.9)	2 (2.6)	9 (11.7)	2 (2.6)	7 (9.1)	2 (2.6)	77 (100)
計									

表一56 作業場所(巻立て)

		作業場所							計
		林地等	伐倒根木上	土場	盤台	桟上	道路上	道路沿	
巻立て	材扱 い	1	3	39	17	37	2	0	99 (82.5)
	その他の主作業	0	0	4	0	0	0	0	4 (3.3)
	退避	0	1	1	0	2	0	0	4 (3.3)
	歩行	0	0	3	1	5	0	1	10 (8.3)
	その他の付帯作業	0	0	2	0	1	0	0	3 (2.5)
計		1 (0.8)	4 (3.3)	49 (40.9)	18 (15.0)	45 (37.5)	2 (1.7)	1 (0.8)	120 (100)

表一57 作業場所(架設撤去)

	作業場所							計		
	林地等	伐倒根木上	土場	盤台	棧上	道路上	道路沿		ハゲシ上	小屋内
機械据付け	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2 (2.8)
器具運搬	2	1	0	2	0	2	0	0	0	7 (9.9)
支柱作設	5	0	0	0	1	1	0	2	0	9 (12.7)
索ひきまわし	9	0	0	0	0	1	0	0	0	10 (14.1)
ナイロンロープ	5	0	0	0	0	1	0	0	0	6 (8.5)
ひきまわし	1	0	1	0	0	0	1	0	0	3 (4.2)
作業歩行	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1 (1.4)
スリング扱い	3	0	0	0	0	0	0	1	0	4 (5.6)
索修理	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
支柱撤去	6	0	0	0	0	1	1	0	0	8 (11.3)
ロープ類撤去	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4 (5.6)
株かえ	9	2	0	1	0	3	1	0	0	16 (22.5)
その他の	45 (63.5)	4 (5.6)	1 (1.4)	3 (4.2)	1 (1.4)	10 (14.1)	3 (4.2)	3 (4.2)	1 (1.4)	71 (100)
計										

ii) 傾斜

- ① 全般的傾向～災害場所の傾斜は平坦地が以外に多く30%に達している。また傾斜に関係のない場所での災害が16%ある(表58)。
- ② 伐倒、架線集材、架設撤去は傾斜型災害の傾向が強く、巻き立て、トラクタ集材は平坦地型の災害が多い。造材も最近では盤台造材が多いためか、平坦地の災害が多くなっている(表59～表64)。

4-1-4 危險條件及び不安全行動

i) 起因物

すでに述べたように起因物とは、災害発生のメカニズムにおいて不安全な状態にあった物である。起因物のカテゴリーにおいて「立木等」、「伐倒材」の表現方法が表-6(i)と異なっているが意味は同じである。

- ① 全般的傾向～起因物としては伐倒材（素材，集材木等），斧・鉋・鋸，チェーンソー，木枝条・かん木，林地・足場，立木等の順になっている（表一65）
- ② 伐倒では立木等，チェーンソー，斧・鉋・鋸に起因する災害が多く，これだけで67%に達している（表一66）。
- ③ 造材では斧・鉋・鋸，伐倒材，チェーンソーによるものが圧倒的に多く78%を占める（表67）。
- ④ 架線集材では伐倒材（集材木），ワイヤロープ類が多い（表一68）。
- ⑤ トラクタ集材でも伐倒材（集材木），ワイヤロープ類のほか，トラクタによるものが多い（表一67）。
- ⑥ 巻立て作業では伐倒材（素材），斧・鉋・鋸（ここではトビ，ツル），に起因するものが多く，3要因で約80%を占めている（表一70）
- ⑦ 架設撤去はワイヤロープ類によるものが多いが，その他は分散している（表一71）。

ii) 加害物

分析の視点で災害発生の基本的モデル図を示したが、同図の物のうち、直接人に触れて危害を加えたものを加害物としてあらわしている。起因物と加害物は必ずしも同じであるとは限らない。人が墜落、転倒して受傷した場合、墜落、転倒前に不安全な状態等の要因があったものを起因物とみなし、墜落、転倒の結果激突した対象物は加害物とみなす訳である。

この分析では、災害をもたらすもととなったという意味で「起因物」に重点を置いている。加害物の状況についても参考までに表-72～表-78に掲げておく。

5-1 複座 (複列)

	傾						斜	
	平	10	10	20	30	関係なし	計	
受口切り	2	2	3	1	3	0	11	(70)
退口切り	5	5	5	7	7	2	31	(197)
矢打ち	1	0	0	3	2	1	7	(45)
退避	7	1	10	9	5	8	40	(255)
障害物(木)除去	2	4	8	6	5	4	29	(185)
かかり木処理	0	1	2	5	0	1	9	(57)
作業歩行	1	3	6	3	3	5	21	(114)
附帯作業その他	1	4	1	0	2	1	9	(57)
計	19 (121)	20 (129)	35 (223)	34 (217)	27 (172)	22 (140)	157	(100)

(總發行所) 東京 丸の内區 有樂町一丁目

内 容	傾 斜						計
	平 坦	10 未	10 / 20 未	20 / 30 未	30 / 40 未	関係なし	
伐倒	19	20	35	34	27	22	157 (14.9)
造材	104	48	55	64	34	30	335 (31.9)
木寄せ	0	0	1	4	4	0	9 (0.9)
架線撤去	13	9	12	16	8	43	71 (6.8)
集材機集材	24	7	21	30	21	23	127 (12.1)
トラクタ集材	35	16	1	4	1	10	77 (7.3)
巻立て	51	21	8	2	1	37	120 (11.4)
トラクタ運材	30	8	1	0	2	15	56 (5.3)
盤台作設	5	4	3	1	2	5	20 (1.9)
機械の点検整備	12	3	1	1	0	0	17 (1.6)
計測	4	4	1	2	0	7	18 (1.7)
その他	21	6	3	3	2	9	44 (4.2)
計	318 (80.2)	146 (13.9)	153 (14.5)	161 (15.3)	102 (9.7)	171 (15.3)	1051 (100)

表一60 傾斜(造材)

	傾					斜	
	平	10	10 / 20	20 / 30	30 未	計	関係なし
測 尺	1	0	0	0	0	2 (0.6)	1
玉 切 り	30	7	7	12	6	69 (20.6)	7
(チェーンソー)	31	15	17	12	6	90 (26.9)	9
枝 払 い	24	18	25	33	19	127 (38.0)	8
主体作業その他	0	1	1	2	1	5 (1.5)	0
障害物除去	1	2	0	3	0	6 (1.8)	0
整 木 作 業	8	4	1	0	0	15 (4.5)	2
作 業 歩 行	6	1	3	1	2	13 (3.9)	0
附帯作業その他	1	0	0	1	0	3 (0.9)	1
退 避	2	0	0	0	0	2 (0.6)	0
玉 装 運 転	0	0	1	0	0	3 (0.9)	2
計	114 (31.1)	48 (14.3)	55 (16.4)	64 (19.1)	34 (10.1)	335 (100)	30 (9.0)

表一61 傾斜(架線集材)

	傾					斜	
	平	10	10 / 20	20 / 30	30 未	計	関係なし
荷造り作業	0	1	0	1	0	2 (1.6)	0
荷かけ作業	1	2	3	6	6	24 (18.9)	6
荷かけ歩行	0	1	6	7	1	17 (13.4)	2
合 図	2	0	3	2	1	10 (7.9)	2
荷かけ退避	2	1	4	8	8	27 (21.2)	4
障害物除去	0	0	1	3	2	8 (6.3)	2
荷かけその他	1	1	0	1	2	6 (4.7)	1
スリングはずし	11	0	4	2	0	21 (16.5)	4
材 整 理	1	0	0	0	0	1 (0.8)	0
荷おろし歩行	1	0	0	0	1	3 (2.4)	1
荷おろし退避	1	1	0	0	0	2 (1.6)	0
運 転	3	0	0	0	0	4 (3.1)	1
運 転 その他	1	0	1	0	0	2 (1.6)	0
計	24 (18.9)	7 (5.5)	22 (17.3)	30 (23.7)	21 (16.5)	127 (100)	23 (18.1)

表一62 傾斜(トラクタ集材)

	傾					斜	
	平	10	10 / 20	20 / 30	30 未	計	関係なし
荷造り作業	1	0	0	0	0	1 (1.3)	0
荷かけ作業	3	2	1	0	1	9 (11.7)	2
荷かけ歩行	0	1	2	0	0	3 (3.9)	0
合 図	1	1	0	1	0	3 (3.9)	0
荷かけ退避	7	2	3	1	0	14 (18.1)	1
障害物除去	2	1	0	0	0	3 (3.9)	0
ワイヤー引き出し	3	1	1	0	0	6 (7.8)	1
スリングはずし	2	2	0	0	0	6 (7.8)	2
材 整 理	2	0	0	0	0	4 (5.2)	2
荷おろし退避	2	0	0	0	0	2 (2.6)	0
荷おろし退避	3	2	3	0	0	9 (11.7)	1
運 転 (作設)	1	0	1	0	0	2 (2.6)	0
運 転 その他	3	2	0	0	0	5 (6.5)	0
トラクタ道作設	2	2	0	2	0	7 (7.1)	1
その他の副作業	3	0	0	0	0	3 (3.9)	0
計	35 (4.4)	16 (21.8)	11 (14.3)	4 (5.2)	1 (1.3)	77 (100)	10 (13.0)

表一63 傾斜(巻立て)

	傾					斜	
	平	10	10 / 20	20 / 30	30 未	計	関係なし
材 扱 い	40	19	6	2	1	99 (82.6)	31
その他の主作業	2	1	0	0	0	4 (3.3)	1
退 避	2	0	0	0	0	4 (3.3)	2
歩 行	6	0	1	0	0	10 (8.3)	3
その他の付帯作業	1	1	1	0	0	3 (2.5)	0
計	51 (42.5)	21 (17.5)	8 (6.7)	2 (1.7)	1 (0.8)	120 (100)	37 (30.8)

表一64 傾斜(架設撤去)

	傾斜				
	平	10 未	10 7 20 未	20 7 30 未	30 7 計
架線撤去	0	0	1	0	1
機械据付け	0	0	1	0	1
器具運搬	1	2	1	1	2
支柱設置	0	0	3	3	2
索ひきまわし	4	1	2	1	2
ナイロンロープ	3	0	0	2	1
ひきまわし	0	0	0	1	1
作業歩行	0	0	0	1	1
スリング扱い	0	1	0	0	0
索修理	2	0	1	1	0
支柱撤去	0	0	0	0	1
ロープ類撤去	1	1	0	2	2
株かえ	0	0	0	2	1
その他の	2	4	4	3	1
計	13 (8.3)	9 (12.7)	12 (16.9)	16 (22.5)	8 (11.3)

表一65 起吊物(全体)

	起吊物											
	立木等	伐倒材	植	末木・枝條木	木片・鋸屑	林地・足場	チエーン	ソーチエーン	トラクタ等	ワイローブ類	フロッタ類	斧・鉋・鋸
伐倒材	58	11	0	11	1	10	27	1	1	2	0	20
造材	1	88	0	24	0	16	76	0	2	1	1	98
木寄せ	1	2	0	2	0	1	1	0	0	0	0	1
架線撤去	2	8	0	6	0	8	1	0	1	19	6	9
集材機集材	1	51	0	13	0	9	1	0	2	25	5	9
トラクタ集材	0	21	0	10	0	0	0	0	13	13	0	7
内巻立て	0	46	19	3	0	4	1	0	3	1	0	30
トラクタ運材	0	26	0	1	0	5	0	0	7	0	1	10
容盤台作業	0	8	0	2	0	3	0	0	1	0	0	3
機械の点検整備	0	1	0	0	0	2	1	1	3	0	0	8
計	0	11	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0
その他の	0	4	1	2	0	4	1	0	2	1	0	9
計	63 (5.9)	277 (21.3)	20 (1.9)	74 (7.0)	1 (0.9)	65 (6.1)	109 (10.3)	2 (0.2)	36 (3.3)	62 (5.3)	13 (1.2)	204 (19.3)

表-56 起因物 (伐倒)

	起因物									
	立木等	伐倒材	末梢木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー類	斧・鉋・鋸	落石
受口切り	1	0	0	0	1	6	0	0	3	0
退口切り	17	1	1	0	0	7	1	0	2	1
矢打ち	2	0	0	0	0	2	0	0	2	1
退建	23	3	6	0	2	3	0	0	0	2
障害物(木)除去	0	1	3	0	2	7	0	1	12	0
かかりり木処理	7	1	0	0	0	0	0	1	0	0
作業歩行	4	5	1	0	5	1	0	0	0	4
作業帯の他	4	0	0	1	0	1	0	0	1	0
計	58 (97.0)	11 (7.0)	11 (7.0)	1 (0.6)	10 (6.4)	27 (17.2)	1 (0.6)	2 (1.3)	20 (12.7)	8 (5.1)
計	157 (100)	4 (2.5)	3 (1.9)	8 (5.1)	2 (1.3)	1 (0.6)	1 (0.6)	2 (1.3)	20 (12.7)	8 (5.1)

表-57 起因物 (造材)

	起因物									
	立木等	伐倒材	末梢木	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー類	ワイヤー類	斧・鉋・鋸	落石
測尺	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
切り	0	32	6	1	14	2	0	0	3	1
払い (チェーンソー)	0	23	10	3	54	0	0	0	0	0
枝払い(斧)	0	24	6	3	2	0	0	0	84	4
主そ	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0
体の他	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0
障害物除去	0	4	0	1	0	0	1	0	8	1
整木作	0	2	1	7	0	0	0	0	0	0
作業歩行	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
作業帯の他	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
退避	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
玉装運	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	1 (0.3)	88 (28.2)	24 (7.2)	16 (4.8)	76 (22.7)	2 (0.6)	1 (0.3)	1 (0.3)	98 (29.2)	6 (1.8)
計	11 (7.0)	4 (2.5)	3 (1.9)	8 (5.1)	2 (1.3)	1 (0.6)	1 (0.6)	2 (1.3)	20 (12.7)	8 (5.1)
計	157 (100)	4 (2.5)	3 (1.9)	8 (5.1)	2 (1.3)	1 (0.6)	1 (0.6)	2 (1.3)	20 (12.7)	8 (5.1)

表-68 起因物 (架線集材)

起 因 物										計		
立 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 柔 木	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソ ー	ト ラ ク タ 等	ワ ロ イ ヤ ー 類	フ ロ ッ ク ・ 類	斧 ・ 鋤 ・ 鋸	落 石	ウ ル シ ・ 等	そ の 他	な し
荷 造 り 作 業	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (16)
荷 かけ 作 業	0	9	0	0	0	6	2	1	2	0	0	24 (189)
荷 かけ 歩 行	0	7	2	0	0	0	1	0	2	0	0	17 (134)
合 計	0	3	0	0	0	5	1	0	0	0	0	10 (79)
荷 かけ 退 避	1	15	3	0	0	4	1	0	1	0	0	27 (212)
障 害 物 除 去	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6 (43)
荷 かけ ・ そ の 他	0	1	2	0	0	2	0	1	0	0	0	6 (47)
ス リ ン グ は し	0	11	0	1	0	8	0	1	0	0	0	21 (165)
材 整 理	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (08)
荷 お ろ し 歩 行	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3 (24)
荷 お ろ し 退 避	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2 (16)
そ の 他	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	4 (31)
運 転	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2 (16)
運 転 ・ そ の 他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2 (16)
計	1 (08)	51 (411)	13 (102)	9 (71)	1 (08)	25 (197)	5 (39)	9 (71)	6 (47)	1 (08)	2 (16)	127 (100)

表-69 起因物 (トラクタ集材)

	起因物										計
	伐倒材	末木・枝・柔木	トラクタ等	ワイヤー類	フック・クレーン・類	チェーンソー	トラクタ等	落石	ウシ・ハチ	その他	
荷造り作業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (13)
荷かけ作業	4	1	1	2	0	0	0	0	0	0	8 (117)
荷かけ歩行	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3 (39)
合 計	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3 (39)
荷かけ退避	7	4	0	3	0	0	0	0	0	0	14 (181)
障害物除去	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 (39)
ワイヤー引き出し	0	0	2	2	0	1	0	0	1	0	6 (78)
その他	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0	8 (78)
スリンドラはし	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	4 (53)
材 整 理	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3 (26)
荷おろし退避	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2 (117)
その他	2	1	3	0	0	0	0	0	3	0	9 (117)
運 転	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2 (06)
運 転(作設)	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	5 (65)
運 転・その他	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	7 (91)
トラクタ道作設	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3 (43)
その他の副作業	21 (272)	10 (130)	13 (169)	13 (169)	7 (91)	1 (13)	1 (13)	1 (13)	0 (78)	4 (52)	77 (100)
計	21 (272)	10 (130)	13 (169)	13 (169)	7 (91)	1 (13)	1 (13)	1 (13)	0 (78)	4 (52)	77 (100)

表-70 起因物 (巻立て)

	起因物									
	伐倒木	残材・木	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー類	斧・鉋・鋸	落石	その他	計
材扱	38	14	2	1	2	1	27	1	1	99 (826)
その他の主作業	3	0	1	0	0	0	0	0	0	4 (38)
退避	2	1	0	0	1	0	0	0	0	4 (38)
歩行	2	4	1	0	0	0	1	0	0	10 (88)
その他の作業	1	0	0	0	0	0	2	0	0	3 (25)
付帯作業	46 (384)	19 (158)	3 (25)	1 (68)	3 (25)	1 (48)	30 (251)	1 (48)	1 (48)	120 (100)
計										

表-71 起因物 (架線撤去)

	起因物											
	立木等	伐倒材	末木・残材	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー類	フック・タコ	斧・鉋・鋸	カタール・金具	落石	その他
機械据付け	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (28)
器具運搬	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	7 (99)
支柱設置	1	0	0	1	0	0	1	0	5	0	0	9 (127)
索ひきまわし	0	0	1	1	0	0	4	2	0	0	0	10 (41)
ワイヤーロープ	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	1	6 (85)
ひきまわし	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3 (42)
作業歩行	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (14)
スリング扱い	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4 (56)
索修理	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	1 (14)
支柱撤去	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8 (113)
ロープ類撤去	0	0	0	1	0	0	3	1	1	0	0	4 (56)
株かえ	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	16 (225)
その他	1	4	0	2	1	1	0	2	3	1	0	2 (28)
計	2 (28)	8 (113)	6 (85)	8 (113)	1 (14)	1 (14)	19 (256)	6 (85)	9 (127)	1 (14)	1 (14)	71 (100)

表-72 加害物 (全体)

作業内容	加害物										計									
	立木等	伐倒材	機	末木・枝・桑木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ソーチェン	トラクタ等	ワイヤー類		フタ・石類	斧・鉋・鋸	カッター・金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	玉装	
作業内容	伐倒	33	10	0	40	6	5	4	26	0	0	0	20	1	5	3	0	4	0	157 (149)
	造木	0	66	0	50	15	22	3	59	0	1	1	92	1	1	0	2	11	11	335 (319)
	架線撤去	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	9 (9)
	集材機集材	1	11	0	9	0	9	0	1	1	13	4	9	1	3	1	3	5	0	71 (68)
	トラクタ集材	0	53	0	24	3	7	1	0	0	15	6	5	0	3	1	4	5	0	127 (121)
	巻立て	0	16	0	14	1	2	0	0	10	8	3	7	2	2	1	7	4	0	77 (73)
	トラクタ運材	0	62	8	2	3	13	0	0	0	1	0	18	0	2	0	0	11	0	120 (114)
	盤台作業	1	24	0	2	0	11	0	0	6	0	1	3	2	1	0	1	4	0	56 (53)
	機械の点検整備	0	7	0	1	0	7	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	20 (19)
計測	0	8	0	0	0	1	0	2	3	0	0	8	0	0	0	1	2	0	17 (16)	
その他	0	5	0	3	1	3	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	18 (17)	
計	37 (35)	265 (251)	8 (08)	147 (140)	29 (28)	87 (83)	8 (08)	89 (85)	22 (21)	40 (38)	15 (14)	172 (114)	8 (08)	20 (19)	9 (09)	31 (29)	53 (50)	11 (10)	1051 (100)	

表-73 加害物 (伐倒)

	加害物											計	
	立木等	伐倒材	末木・枝・桑木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ソーチェン	斧・鉋・鋸	カッター・金具	落石	ウルシ・ハチ		なし
伐倒	受口切り	1	0	1	1	0	0	6	2	0	0	0	11 (70)
	退口切り	9	1	7	4	0	1	7	1	0	1	0	31 (197)
	矢打ち	2	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	7 (45)
	退避	11	3	18	0	1	2	3	0	0	1	0	40 (255)
	障害物(木)除去	1	1	6	1	1	0	3	13	0	0	2	29 (185)
作業	かかり木処理	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9 (57)
	作業歩行	1	4	5	0	2	1	3	1	1	2	0	21 (134)
	附帯作業	1	0	2	0	1	0	2	1	0	0	2	9 (57)
計	33 (21.0)	10 (6.0)	40 (25.6)	6 (3.8)	5 (3.2)	4 (2.5)	26 (16.6)	20 (12.7)	1 (0.6)	5 (3.2)	3 (1.9)	4 (2.5)	157 (100)

表-74 加害物 (造材)

	加害物										計			
	伐倒材	末梢・木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ワイロノ類	フブロッタ類	斧・鉋・鋸	カッター金具	落石		その他	なし	玉装
造材作業	測尺	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (06)
	玉切り	25	8	5	4	1	12	0	4	0	1	3	6	69 (206)
	枝払い (チェーンソー)	13	25	1	7	1	42	0	0	1	0	0	0	90 (269)
	枝払い(斧)	20	10	7	3	0	1	0	81	0	1	0	4	127 (380)
	主幹の作業	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	5 (15)
	その他の作業	0	2	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	6 (18)
	障害物除去	3	2	0	2	0	1	1	4	0	0	0	1	15 (45)
	整木作業	2	1	0	4	0	1	0	0	0	0	0	2	13 (39)
	歩行作業	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3 (09)
	附帯の作業	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (06)
玉装運	退避	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3 (09)
	計	66 (197)	50 (149)	15 (45)	22 (66)	2 (09)	59 (176)	1 (03)	1 (03)	92 (274)	1 (03)	2 (06)	11 (33)	11 (33)

表-75 加害物 (集材)

		加害物										計		
		伐倒材	末梢・木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ワイロブ類	フブ ブロッタ類	斧・鉋・鋸	落石	ウルシ・ヘチ		その他	なし
集材機	荷造り作業	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2 (16)
	荷かけ作業	8	5	0	0	0	5	3	0	1	0	0	2	24 (189)
	荷かけ歩行	7	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	17 (134)
	巡回	2	3	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	10 (79)
	荷かけ退避	14	6	1	1	1	3	0	0	1	0	0	0	27 (212)
	障害物除去	2	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	8 (63)
	荷かけ・その他	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	6 (47)
	スリンドはし	13	1	0	3	0	2	2	0	0	0	0	0	21 (165)
集材	材整理	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (08)
	荷おろし歩行	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 (24)
	荷おろし退避	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (16)
	その他の作業	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4 (31)
作業	運転・その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2 (16)
	計	53 (418)	24 (89)	3 (24)	7 (55)	1 (08)	15 (113)	6 (47)	5 (39)	3 (24)	1 (08)	4 (31)	5 (39)	127 (100)

表-76 加害物 (トラクタ集材)

	加害物										計	
	伐倒材	末木・木 枝・条	木片・鋸屑	林地・足場	トラクタ・類	ワイヤー・類	フロッタ・類	斧・鉋・鋸	カッター金具	落石		その他
荷造り作業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.3)
荷かけ作業	4	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1 (11.7)
荷かけ歩行	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3 (3.9)
合図	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3 (3.9)
荷かけ退避	7	5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	4 (18.1)
障害物除去	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3 (3.9)
ワイヤー引き出し	0	0	0	0	1	3	0	1	1	0	0	6 (7.8)
その他の	2	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	6 (7.8)
スリングはずし	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4 (5.2)
材整理	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2 (2.6)
荷おろし退避	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	4	9 (11.7)
その他の転	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2 (2.6)
運転(作設)	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	5 (6.5)
運転・その他	0	3	0	0	1	0	0	1	0	1	0	7 (9.1)
トラクタ道作設	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3 (3.9)
その他の副作業	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
計	16 (21.7)	14 (18.2)	1 (1.9)	2 (2.5)	10 (13.0)	8 (10.4)	9 (3.9)	7 (9.1)	2 (2.6)	2 (2.6)	7 (9.1)	4 (5.2)

表-77 加害物 (巻立て)

	加害物							計
	伐倒材	欂	末カ 木枝・木	木片・鋸屑	林地・足場	ワイヤー・類	斧・鉋・鋸	落石
扱他の作業	49	6	1	1	12	1	18	1
材主退歩	3	1	0	0	0	0	0	0
巻立て	4	0	0	0	0	0	0	0
歩の作業	5	1	1	1	1	0	0	0
付の作業	1	0	0	1	0	0	0	1
計	62 (51.6)	8 (6.7)	2 (1.7)	3 (2.5)	13 (10.8)	1 (0.8)	18 (15.0)	2 (1.7)
								11 (9.2)
								120 (100)

表-78 加害物（架設撤去）

	加害物	計	なし	その他	ウルシ・ベチ	落石	カッター金具	斧・鉋・鋸	フック・クランプ類	ワイヤー類	トラクタ等	ソーチェン	林地・足場	未架設木	伐倒木	立木等
機械据付け	架	3 (28)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
器具運搬	架	7 (29)	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
支柱設置	架	9 (127)	0	1	0	0	0	5	1	0	0	0	1	0	0	1
索ひきまわし	架	10 (141)	0	1	1	0	0	0	0	6	0	0	0	0	2	0
ナイロンロープ	架	6 (85)	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0
ひきまわし	架	3 (42)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
作業歩行	撤	1 (14)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
スリング扱い	撤	4 (56)	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0
索修理	撤	1 (14)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
支柱撤去	撤	8 (113)	1	0	0	0	1	1	0	2	0	0	1	1	1	0
ロープ類撤去	撤	4 (56)	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0
株かえ	撤	16 (225)	1	1	0	1	0	3	2	0	1	1	3	3	0	0
その他	撤	71 (100)	5	3	1	3	1	9	4	13	1	1	9	9	11	1
計			5	3	1	3	1	9	4	13	1	1	9	9	11	1

Ⅲ) 起因物と加害物

災害をもたらす直接のものは、いわゆる加害物であって、その加害物は常に起因物になるとは限らない。表-79～表-85まで両者の関係を示した。両者が同じでないという傾向がよくわかる。

Ⅳ) 不安全状態と不安全行動

一般に、災害は物と人との関係において生ずる現象として把握されるが、災害発生要因は物の側のみ、人の側のみ、物と人のそれぞれの側の3つのパターンに分かれて存在する。物の側の要因を不安全状態、人の側の要因を不安全行動と呼ぶことについては既に述べた。

しかしながら、これらの項目は災害防止上重要であるにもかかわらず、カテゴリーの分類は主観的にならざるを得ない。従って、正確さにかけるところがあるが、参考までにクロス集計の結果を示す。

① 表-86～表-92は不安全状態を示すものである。いずれの作業内容においても周辺配置の不安全状態が圧倒的に多い。ここでの周辺配置の不安全状態とは

- a. 不安全な物の貯蓄
- b. 作業場の乱雑
- c. 不安全な生産工程
- d. 不安全な作業位置
- e. 作業場がせまい

等が含まれる。

② 表-93～表-99は不安全行動に関するものである。不安全行動では「危険動作」と「不安全な位置姿勢」による災害発生率が高い。これらの項目には、それぞれ次のような内容が含まれている。

○ 危険動作

- a. 危険速度で動作した
- b. 危険部分に動作した
- c. 誤った機器の使い方をした
- d. 不安全な機器を使った
- e. 不安全に貯蓄した。
- f. 確認なしの行為

○ 不安全な位置姿勢

- a. 無理な姿勢で動作した
- b. 危険位置での動作
- c. 落下物下で作業した

表-79 起因物と加害物(全体)

起	因	物	加害										被害					計		
			立木等	伐集倒材	榿	末木・枝幹・木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ソーチェーン	トラクタ等	ワイヤー類	フック・タコ類	斧・鉋・鋸	カッター金具	落石	ウルシ・ハチ		その他	なし
立木等			32	0	0	28	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	63 (60)
伐倒木・集材木			1	182	1	35	2	24	3	11	2	2	0	0	0	2	0	1	3	277 (214)
榿			0	13	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	20 (19)
末木・枝幹・木			2	10	0	37	0	9	1	7	1	1	0	0	4	0	1	0	0	74 (70)
木片・鋸屑			0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.1)
林地・足場			1	12	1	2	0	26	1	3	1	1	0	0	5	1	1	6	2	65 (62)
チェーンソー			0	6	0	27	12	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109 (104)
ソーチェーン			0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (0.2)
トラクタ等			0	11	0	1	1	1	0	15	1	0	1	0	1	0	0	0	0	36 (0.4)
ワイヤー類			1	10	0	4	1	5	0	0	0	31	6	2	1	0	0	1	0	62 (5.9)
フック・タコ類			0	2	0	1	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	13 (1.2)
斧・鉋・鋸			0	12	2	8	12	13	0	1	2	0	0	152	0	1	0	0	0	204 (194)
カッター・金具			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	5 (0.5)
落石			0	5	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	13	0	0	2	0	25 (24)
ウルシ・ハチ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9 (0.9)
その他			0	2	0	1	1	3	0	0	1	1	0	0	1	0	23	0	0	33 (31)
なし			0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	41 (39)
玉装			0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9	12 (1.1)
計			37 (35)	265 (252)	8 (0.8)	147 (140)	29 (28)	87 (85)	8 (0.8)	39 (37)	22 (21)	40 (38)	15 (14)	172 (164)	9 (8.9)	20 (19)	31 (30)	53 (50)	11 (10)	1091 (1000)

表-80 起因物と加害物(伐倒)

起	加害物									
	伐倒木	伐倒材	末梢木・木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	クワ・鉋・鋸	落石	ウルシ・ハチ	計
伐倒木	30	0	26	0	1	0	0	1	0	58 (369)
伐倒材	0	5	2	1	0	2	1	0	0	11 (70)
末梢木・木	1	0	7	0	1	0	1	0	0	11 (70)
木片・鋸屑	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (06)
林地・足場	1	3	0	0	3	0	1	2	0	10 (04)
チェーンソー	0	0	3	3	0	0	21	0	0	27 (172)
クワ・鉋・鋸	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (06)
落石	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (06)
ウルシ・ハチ	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2 (13)
計	33 (21.0)	10 (6.4)	40 (25.5)	6 (3.8)	5 (3.2)	4 (2.5)	26 (16.6)	20 (12.7)	3 (1.9)	157 (100)

表-8.1 起因物と加害物(造材)

起 因 物	加 害 物									
	伐倒材	末木・枝・木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ワイヤー	フロッグ・ク	斧・鉋・鋸	カンタ・金具	落石
立木	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
倒材	52	12	0	10	1	10	0	2	0	0
末木・枝	2	7	0	5	1	6	0	3	0	0
林地・足場	2	1	0	3	1	2	0	2	1	0
チェーンソー	5	24	7	0	40	0	0	0	0	0
トラクタ等	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ワイヤー	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
フロッグ・ク	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
斧・鉋・鋸	1	3	7	2	0	1	0	84	0	0
落石	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1
ウルシ・ハチ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
な	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
玉	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
計	66 (197)	50 (147)	15 (45)	22 (66)	3 (9)	59 (176)	1 (3)	92 (274)	1 (3)	11 (33)

表-8.2 起因物と加害物(集材)

集 材	加 害 物									
	伐倒材	末木・枝・木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ワイヤー	フロッグ・ク	斧・鉋・鋸	落石	ウルシ・ハチ
立木	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
倒材	38	9	1	1	0	1	0	0	0	0
末木・枝	4	7	0	0	0	1	0	0	0	0
林地・足場	3	1	0	3	0	0	0	0	0	0
チェーンソー	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
トラクタ等	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ワイヤー	4	3	0	3	0	12	3	0	0	0
フロッグ・ク	0	1	0	0	0	1	3	0	0	0
斧・鉋・鋸	2	2	0	0	0	0	5	0	0	0
落石	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0
ウルシ・ハチ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
な	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
玉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	53 (167)	24 (89)	3 (24)	7 (55)	1 (3)	15 (47)	6 (18)	5 (15)	3 (9)	5 (15)

表-88 起因物と加害物(トラクタ集材)

加 害 物										計				
伐 倒 材	末 梢 木 枝 木 索・木	木 片・鋸屑	林 地・足場	ト ラ ク タ 等	ワ イ ロ 類	ブ ロ ッ ク 類	斧・鉋・鋸	カ ッ タ ー・金 具	落 石		ウ ル シ・字	そ の 他	な し	
伐 倒 材	11	5	0	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	21 (273)
末 梢 木 枝 木 索・木	1	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10 (130)
木 片・鋸屑	1	1	0	1	7	1	0	0	0	0	2	0	0	13 (169)
林 地・足場	3	0	1	0	0	7	1	1	0	0	0	0	0	13 (169)
ト ラ ク タ 等	0	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	7 (91)
ワ イ ロ 類	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1 (13)
ブ ロ ッ ク 類	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (13)
斧・鉋・鋸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (13)
カ ッ タ ー・金 具	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	6 (78)
落 石	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4 (52)
ウ ル シ・字	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
そ の 他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
な し	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	16 (208)	14 (182)	1 (13)	2 (26)	10 (130)	8 (104)	3 (39)	7 (91)	2 (26)	2 (26)	1 (13)	7 (91)	4 (52)	77 (100)

ト ラ ク タ ー 集 材 作 業	伐 倒 材	末 梢 木 枝 木 索・木	木 片・鋸屑	林 地・足場	ト ラ ク タ 等	ワ イ ロ 類	ブ ロ ッ ク 類	斧・鉋・鋸	カ ッ タ ー・金 具	落 石	ウ ル シ・字	そ の 他	な し	計
	11	5	0	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	21 (273)
	1	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10 (130)
	1	1	0	1	7	1	0	0	0	0	0	2	0	13 (169)
	3	0	1	0	0	7	1	1	0	0	0	0	0	13 (169)
	0	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	7 (91)
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1 (13)
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (13)
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (13)
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	6 (78)
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4 (52)
	16 (208)	14 (182)	1 (13)	2 (26)	10 (130)	8 (104)	3 (39)	7 (91)	2 (26)	2 (26)	1 (13)	7 (91)	4 (52)	77 (100)

表-84 起立物と加害物(巻立て)

起	伐倒材	加害物							計
		伐倒材	梢木・木	木片・鋸屑	林地・足場	ワヤロソ類	芹・鉈・鋸	落石	
伐倒材	38	1	1	0	2	0	4	0	46 (38.3)
末梢木	12	4	0	0	2	0	1	0	19 (15.8)
木	1	0	0	0	2	0	0	0	3 (2.5)
林地・足場	2	1	0	0	1	0	0	0	4 (3.3)
チェーンソー	0	0	0	1	0	0	0	0	1 (0.8)
トラクタ等	2	0	0	0	0	0	1	0	3 (2.5)
ワイヤロープ類	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (0.8)
芹・鉈・鋸	7	2	1	2	5	0	12	1	30 (25.0)
落石	0	0	0	0	0	0	0	1	1 (0.8)
その他	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (0.8)
な	0	0	0	0	0	0	0	11	11 (9.2)
計	62 (51.7)	8 (6.7)	2 (1.7)	3 (2.5)	13 (10.5)	1 (0.8)	18 (15.0)	2 (1.7)	120 (100)

表-85 起因物と加害物(架設撤去)

起 因 物	加 害 物						
	立木等	伐倒材	末木・枝・木	林地・足場	ソーテーション	トラクタ・ダンプ	ワイヤー
立木等	1	0	1	0	0	0	0
伐倒材	0	3	3	1	0	0	0
末木・枝・木	0	2	3	0	0	0	0
林地・足場	0	1	0	5	0	0	0
ソーテーション	0	0	0	0	1	0	0
トラクタ・ダンプ	0	0	0	0	0	1	0
ワイヤー	0	3	0	2	0	0	2
フック・フック	0	2	0	0	0	0	2
斧・鉋・鋸	0	0	1	0	0	0	8
カッター・金具	0	0	0	0	0	0	0
落石	0	0	0	0	0	0	0
ウルシ・ハチ	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	1	1	0	0	0
な し	0	0	0	0	0	0	0
計	1	11	9	9	1	1	1
	(1.4)	(15.5)	(12.7)	(12.7)	(1.4)	(1.4)	(1.4)

表-86 不安全状態(全体)

作 業 内 容	起因物の不安全状態				
	起の 因物 自体	安の 全防 護	作の 業欠 陥	周の 辺配 置	計
伐倒材	24	0	7	110	147
造木	46	0	5	224	335
寄せ	2	0	1	5	9
架設撤去	19	0	0	43	71
集材機集材	27	1	3	88	127
トラクタ集材	14	0	1	50	77
巻立て	26	1	0	71	120
トラクタ運材	10	0	0	42	56
盤台作業	7	0	0	11	20
機械の点検整備	5	0	0	6	17
計	4	0	0	13	18
その他	9	0	2	26	44
計	193	2	19	689	1051
	(18.4)	(0.2)	(1.8)	(65.5)	(100)

表-87 不安全状態(伐倒)

作 業	起因物の不安全状態				
	起の 因物 自体	周の 辺配 置	作の 業欠 陥	安の 全防 護	計
受口切り	2	8	0	0	11
追口切り	4	20	2	1	27
矢打ち	0	6	1	0	7
倒建	4	33	1	1	40
障害物(木)除去	1	24	0	0	25
かかり木処理	0	9	0	0	9
作業歩行	11	7	1	0	20
附帯作業その他	2	3	2	0	7
計	24	110	7	2	147
	(15.3)	(70.0)	(4.5)	(1.3)	(100)

表-88 不安全状態(造材)

	起因物の不安全状態					計
	起の 因物欠 自他陥	周 辺配 置	作 業環 境の陥	不 安 全 な 状 態	計	
測 尺	0	2	0	0	2	(06)
玉 切	6	58	3	2	69	(206)
枝 払	13	76	0	1	90	(269)
(チェーンソー)	13	62	2	50	127	(380)
技 師	1	2	0	2	5	(15)
主 体	0	4	0	2	6	(18)
そ の 他	2	13	0	0	15	(45)
障 害 物 除 去	9	3	0	1	13	(39)
整 木 作 業	1	0	0	2	3	(9)
作 業 歩 行	0	2	0	0	2	(6)
附 帯 作 業	1	2	0	0	3	(9)
そ の 他	1	2	0	0	3	(9)
退 避	46	224	5	60	335	(100)
玉 装 運 転	(137)	(659)	(15)	(79)		
計						

表-89 不安全状態(架線集材)

	起因物の不安全状態					計
	起の 因物欠 自他陥	安 全防 護の陥	周 辺配 置	作 業環 境の陥	不 安 全 な 状 態	
荷 造 り 作 業	0	0	2	0	0	2
集 材	2	1	18	0	1	24
材 機	9	0	7	1	0	17
合 図	2	0	8	0	0	10
荷 合 け 退 避	5	0	21	1	0	27
障 害 物 除 去	0	0	6	0	2	8
集 材	2	0	1	0	1	6
荷 合 け ・ そ の 他	2	0	19	0	0	21
ス リ ン グ は ず し	0	0	1	0	0	1
材 整 理	2	0	1	0	0	3
作 業	2	0	2	0	0	4
荷 合 け し 歩 行	0	0	2	0	0	2
荷 合 け し 退 避	2	0	2	0	0	4
そ の 他	1	0	0	1	0	2
運 転 ・ そ の 他	27	1	38	3	2	71
計	(21.3)	(0.8)	(69.2)	(2.4)	(1.6)	(4.7)

表-90 不安全状態(トラクタ集材)

	起因物の不安全状態					計
	起の 因物欠 自他陥	周 辺配 置	作 業環 境の陥	不 安 全 な 状 態	計	
荷 造 り 作 業	0	0	0	0	0	0
荷 合 け 退 避	2	4	0	1	2	9
材 機	0	3	0	0	0	3
合 図	0	3	0	0	0	3
荷 合 け 退 避	1	13	0	0	0	14
障 害 物 除 去	0	3	0	0	0	3
ス リ ン グ は ず し	2	3	0	0	1	6
材 整 理	1	4	0	1	0	6
荷 合 け し 歩 行	0	3	1	0	0	4
荷 合 け し 退 避	1	1	0	0	0	2
そ の 他	1	6	0	1	1	9
運 転 ・ そ の 他	0	2	0	0	0	2
運 転 (作 設)	1	2	0	0	2	5
ト ラ ク タ 道 作 設	4	2	0	0	1	7
そ の 他 の 副 作 業	1	1	0	0	1	3
計	14	50	1	3	9	77
	(182)	(64.9)	(1.3)	(3.9)	(11.7)	(100)

表-91 不安全状態(巻立て)

	安全状態					計
	起の 因物欠 自他陥	安 全防 護の陥	周 辺配 置	作 業環 境の陥	不 安 全 な 状 態	
材 扱 い	22	1	57	1	18	99
その他の主作業	0	0	4	0	0	4
退 避	2	0	2	0	0	4
歩 行	2	0	5	0	3	10
その他の付帯作業	0	0	3	0	0	3
計	26	1	71	1	21	120
	(21.7)	(0.8)	(59.2)	(6.8)	(17.5)	(100)

表-9.2 不安全状態 (架設撤去)

	不安全状態			計
	起因物・自	周辺配置	不安全状態	
架	機械据付け	1	0	2
線	器具運搬	3	1	7
撤	支柱設置	6	2	9
去	索ひきまわし	4	0	10
	ナイロンロープ	1	0	1
	ひきまわし	5	0	6
	作業歩行	1	1	3
	スリッパ	1	0	1
	索修理	3	0	4
	支柱撤去	1	0	1
	ロープ類撤去	3	1	8
	株かえ	1	0	4
	その他	2	4	16
計	19	43	9	71
	(268)	(605)	(127)	(100)

表-9.3 不安全行動 (全体)

	不安全行動						計
	規則無視の作	共同動作の臨	危険動作	不安全姿勢	保護具誤りの	その他不安な行動	
伐	0	8	73	73	1	0	157
造	1	18	153	159	2	0	335
木	0	3	4	2	0	0	9
架	0	8	37	26	0	0	71
線	0	12	59	53	1	1	127
集	0	15	37	25	0	0	77
材	1	22	52	44	0	1	120
トラクタ集材	1	8	27	20	0	0	56
巻立て	0	1	12	7	0	0	20
トラクタ運材	0	2	12	3	0	0	17
盤台作業	0	5	5	8	0	0	18
機械の点検整備	1	5	22	15	0	1	44
計	4	107	493	435	4	2	1051
	(0.4)	(10.2)	(46.8)	(41.4)	(0.4)	(0.6)	(100)

表-9.4 不安全行動 (伐倒)

	不安全行動					計
	共同動作の臨	危険動作	不安全姿勢	保護具誤りの	不安な行動	
受口切り	0	5	6	0	0	11
追口切り	3	13	13	0	2	31
矢打ち	1	4	2	0	0	7
退避	2	12	26	0	0	40
障害物(木)除去	0	21	7	1	0	29
かかり木処理	0	1	8	0	0	9
作業歩行	2	13	6	0	0	21
作業歩行	0	4	5	0	0	9
計	8	73	73	1	2	157
	(5.1)	(46.5)	(46.5)	(0.6)	(1.3)	(100)

表-9.5 不安全行動 (造材)

	不安全行動						計
	規則無視の作	共同動作の臨	危険動作	不安全姿勢	保護具誤りの	不安な行動	
尺	0	2	0	0	0	0	2
切り	0	4	30	33	0	2	69
払い	0	2	41	46	1	0	90
(チェーンソー)	0	5	57	65	0	0	127
枝払い(斧)	0	0	2	3	0	0	5
主体の作業	1	0	3	2	0	0	6
障害物除去	0	2	10	3	0	0	15
整木作業	0	1	8	4	0	0	13
作業歩行	0	0	1	2	0	0	3
作業歩行	0	2	0	0	0	0	2
退避	0	0	1	1	1	0	3
計	1	18	153	159	2	2	335
	(0.3)	(5.4)	(45.7)	(47.4)	(0.6)	(0.6)	(100)

表-96 不安全行動(架線集材)

	不 安 全 行 動						計
	共同動作点	危険動作	不位置安全姿勢	保護具誤り	その他行の不動	不安な行った	
荷造り作業	0	2	0	0	0	0	2 (16)
荷かけ作業	2	12	8	1	0	1	24 (189)
荷かけ歩行	0	11	6	0	0	0	17 (134)
合 図	2	2	6	0	0	0	10 (79)
荷かけ退避	1	5	21	0	0	0	27 (212)
障害物除去	0	7	1	0	0	0	8 (63)
荷かけ・その他	1	2	2	0	1	0	6 (47)
スリングはずし	5	13	3	0	0	0	21 (165)
材 整 理	0	1	0	0	0	0	1 (08)
荷おろし歩行	0	1	2	0	0	0	3 (24)
荷おろし退避	0	0	2	0	0	0	2 (16)
運 転	1	2	1	0	0	0	4 (31)
運 転・その他	0	1	1	0	0	0	2 (16)
計	12 (94)	59 (465)	53 (417)	1 (08)	1 (08)	1 (08)	127 (100)

表-97 不安全行動(トラクタ集材)

	不 安 全 行 動				計
	共同動作点	危険動作	不位置安全姿勢	危険動作	
荷造り作業	0	0	1	1	2 (13)
荷かけ作業	1	6	2	2	9 (117)
荷かけ歩行	0	1	2	2	5 (39)
合 図	1	0	2	2	5 (39)
荷かけ退避	6	2	6	6	20 (181)
障害物除去	0	1	2	2	5 (39)
ワイヤー引き出し	1	4	1	1	7 (78)
その他	2	3	1	1	7 (78)
スリングはずし	0	3	1	1	5 (52)
材 整 理	0	3	1	1	5 (52)
荷おろし退避	0	1	1	1	3 (26)
荷おろし他 転	1	8	0	0	9 (117)
運 転(作設)	0	1	1	1	3 (26)
運 転・その他	1	3	1	1	5 (65)
トラクタ道作設	1	3	3	3	10 (91)
その他の副作業	1	1	1	1	4 (39)
計	15 (195)	37 (480)	25 (325)	25 (325)	77 (100)

表-98 不安全行動(巻立て)

	不 安 全 行 動						計
	規則無視	共同動作点	危険動作	不位置安全姿勢	その他行の不動	不安な行った	
材 扱 い	1	19	39	39	1	1	99 (826)
その他の主作業	0	1	2	1	0	0	4 (33)
退 避	0	0	3	1	0	0	4 (33)
行	0	1	6	3	0	0	10 (83)
その他の付帯作業	0	1	2	0	0	0	3 (25)
計	1 (08)	22 (183)	52 (434)	44 (367)	1 (08)	1 (08)	120 (100)

表-99 不安全行動(架線撤去)

	不 安 全 行 動				計
	共同動作点	危険動作	不位置安全姿勢	危険動作	
機械据付け	0	0	2	2	4 (28)
器具運搬	0	4	3	3	10 (99)
支柱作設	1	3	5	5	14 (127)
索ひきまわし	0	6	4	4	14 (141)
ナイロンロープ	0	6	0	0	6 (85)
ひきまわし	0	2	1	1	4 (42)
作業歩行	0	1	0	0	1 (14)
スリング扱い	2	1	1	1	5 (56)
索 修 理	0	1	0	0	1 (14)
支柱撤去	1	5	2	2	10 (113)
ロープ類撤去	2	1	1	1	5 (56)
株 か え	2	7	7	7	16 (225)
そ の 他	8 (113)	37 (521)	26 (366)	26 (366)	71 (100)
計	15 (195)	37 (480)	25 (325)	25 (325)	77 (100)

③ 表-100～表-106は不安全状態と不安全行動のクロス表である。全般的傾向をみると(表-100)、不安全な状態および不安全な行動によるもの86.2%, 不安全な行動のみによるもの13.2%, 不安全な状態のみによるもの0.6%, 不安全な状態および不安全な行動のないもの0.0%となった。その中でも特に災害発生件数の多いのは周辺配置-危険動作, 周辺配置-不安全な位置姿勢, 起因物自体の欠陥-危険動作, 周辺配置-共同動作の欠陥の組合せ等にみられる。

V) 事故の型

事故の型は災害発生の基本的モデルで示したように災害を物と人とのふれ合いの段階でとらえたものである。そして、事故の型とは、「傷病を受けるものとなった起因物が関係した現象をいう」と定義される。定義の中で起因物が関係した現象として、災害をもたらした直接のものは、いわゆる加害物であって、両者は必ずしも同じではないからである。とはいえ、事故の型を加害物が起こした現象としないのは災害防止対策上起因物がより効果的だからである。

- ① 全般的傾向～切れ・こすれ, 衝突され, 飛来・落下, はさまれ・巻きこまれ, 転倒の順になっている(表-107)。
- ② 伐倒～退避-飛来落下, 障害物除去-切れ・こすれ, 追い口切り-飛来落下, 追い口切り-切れ・こすれ等の災害が多くなっている(表-108)。
- ③ 造材～枝払い(斧)-切れ・こすれ, 枝払い(チェーンソー)-切れ・こすれが圧倒的に多い(表-109)。
- ④ 架線集材～荷かけ作業-衝突され, 荷かけ退避-衝突され, スリングはずし-衝突され等の組合せが多い(表-110)。
- ⑤ トラクタ集材～全体的には, はさまれ・巻きこまれ, 衝突されが多いが, 要素作業別にみると分散する傾向が強い(表-111)。
- ⑥ 巻き立て～材扱い-衝突されが圧倒的に多く, 材扱い-墜落が続いている(表-112)。
- ⑦ 架設撤去～索ひきまわし-衝突され, 支柱作設-切れ・こすれが多いが, その他は分散されている(表-113)。

VI) 傷害部位

表-114～表-120は作業内容と傷害部位の関係を示したものである。全般的傾向で見ると傷害部位は造材一足が最も多いが, そのほか, 造材一腿, 巻立て一足, 造材一手, 造材一軀幹の組合せの頻度が高い。要素作業別にはそれぞれの表を参照。

VII) 傷病名

表-121～表-128に作業内容(要素作業)傷病名のクロス表を示した。災害報告書によると傷病名は重複しているものが多い。ここでは最初に書かれている傷病名で代表させた。

表-100 不安全状態と不安全行動(全体)

		不 安 全 行 動							計
		規則無視の作	共同動作の陥	危険動作	不位置全姿な勢	保便護用具誤りのり	その安全な行動	不動安全な行	
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	0	6	105	79	2	0	1	193 (18.4)
	安全防護の欠陥	0	0	0	0	1	0	1	2 (0.2)
	周辺配置	4	95	321	267	1	0	1	689 (65.5)
	作業環境の欠陥	0	0	11	7	0	0	1	19 (1.8)
	その他の不安全状態	0	0	4	1	0	2	2	9 (0.9)
	不安全状態がなかった	0	6	52	81	0	0	0	139 (13.2)
計		4 (0.4)	107 (10.2)	493 (46.8)	435 (41.4)	4 (0.4)	2 (0.2)	6 (0.6)	1051 (100)

表-101 不安全状態行動(伐倒)

		不 安 全 行 動						計
		共同動作の陥	危険動作	不位置全姿な勢	保便護用具誤りのり	その安全な行動	不動安全な行	
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	0	16	8	0	0	0	24 (15.3)
	安全防護の欠陥	0	0	0	0	0	0	0
	周辺配置	8	50	50	1	1	0	110 (70.0)
	作業環境の欠陥	0	4	3	0	0	0	7 (4.5)
	その他の不安全状態	0	0	1	0	1	0	2 (1.3)
	不安全状態がなかった	0	3	11	0	0	0	14 (8.9)
計		8 (5.1)	73 (46.5)	73 (46.5)	1 (0.6)	2 (1.6)	0	157 (100)

表-102 同上(造材)

		不 安 全 行 動							計
		規則無視の作	共同動作の陥	危険動作	不位置全姿な勢	保便護用具誤りのり	その安全な行動	不動安全な行	
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	0	0	20	23	2	1	1	46 (13.7)
	安全防護の欠陥	0	0	0	0	0	0	0	0
	周辺配置	1	17	104	102	0	0	0	224 (66.9)
	作業環境の欠陥	0	0	3	1	0	1	1	5 (1.5)
	その他の不安全状態	0	0	0	0	0	0	0	0
	不安全状態がなかった	0	1	26	33	0	0	0	60 (17.9)
計		1 (0.3)	18 (5.4)	153 (45.7)	159 (47.4)	2 (0.6)	2 (0.6)	2 (0.6)	335 (100)

表-103 不安全状態・行動(架線集材)

		不 安 全 行 動						計
		共同動作の陥	危険動作	不位置全姿は勢	保使用具誤りのり	安全行の他の不動	動がなかつた	
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	0	14	13	0	0	0	27 (21.3)
	安全防護の欠陥	0	0	0	1	0	0	1 (0.8)
	周辺配置	12	41	35	0	0	0	88 (69.2)
	作業環境の欠陥	0	1	2	0	0	0	3 (2.4)
	その他の不 安全状態	0	0	0	0	1	1	2 (1.6)
	不 安全状態 がなかった	0	3	3	0	0	0	6 (4.7)
	計	12 (9.4)	59 (46.5)	53 (41.7)	1 (1.8)	1 (0.8)	1 (0.8)	127 (100)

表-105 同上(巻立て)

		不 安 全 行 動						計
		規則無視の作	共同動作の陥	危険動作	不位置全姿は勢	動がなかつた	動がなかつた	
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	0	1	12	13	0	0	26 (21.7)
	安全防護の欠陥	0	0	0	0	1	1	2 (0.8)
	周辺配置	1	17	36	17	0	0	71 (59.2)
	その他の不 安全状態	0	0	1	0	0	0	1 (0.8)
	不 安全状態 がなかった	0	4	3	14	0	0	21 (17.5)
	計	1 (0.8)	22 (18.3)	52 (42.4)	44 (36.7)	1 (0.8)	1 (0.8)	120 (100)

表-104 同上(トラクタ集材)

		不 安 全 行 動				計
		共同動作の陥	危険動作	不位置全姿は勢	動がなかつた	
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	2	6	6	14	(18.2)
	周辺配置	13	22	15	50	(14.9)
	作業環境の欠陥	0	1	0	1	(1.3)
	その他の不 安全状態	0	3	0	3	(3.9)
	不 安全状態 がなかった	0	5	4	9	(11.7)
	計	15 (19.5)	37 (48.0)	25 (32.5)	77 (100)	

表-106 同上(架設撤去)

		不 安 全 行 動				計
		共同動作の陥	危険動作	不位置全姿は勢	動がなかつた	
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	1	11	7	19	(26.8)
	周辺配置	6	24	13	43	(60.5)
	不 安全状態 がなかった	1	2	6	9	(12.7)
	計	8 (11.3)	37 (52.1)	26 (36.6)	71 (100)	

表-107 事故の型(全体)

		事 故 の 型													計
		墜落	転倒	激突	飛来落下	崩壊倒壊	激突され	巻きこまれ	切れこすれ	踏み抜き	高温有害物	火災	無理な動作	その他	
作 業 内 容	伐倒	5	9	3	42	18	16	7	49	1	0	0	4	3	157 (14.9)
	造材	11	24	16	29	3	53	33	152	1	2	0	11	0	335 (31.9)
	木寄せ	0	3	0	0	1	2	0	2	0	1	0	0	0	9 (0.9)
	架線撤去	10	7	8	3	0	20	7	9	2	0	0	5	1	71 (6.8)
	集材機集材	6	14	12	16	3	46	8	11	4	0	1	5	1	127 (12.1)
	トラクタ集材	3	6	10	10	0	15	16	11	1	0	0	4	1	77 (7.3)
	巻立て	15	12	11	11	7	34	11	7	1	0	0	11	0	120 (11.4)
	トラクタ運材	9	4	9	5	0	14	9	1	1	0	0	4	0	56 (5.3)
	盤台作業	7	4	1	0	0	3	1	3	0	0	0	1	0	20 (1.9)
	機械の点検整備	0	0	2	1	0	2	1	8	0	0	1	2	0	17 (1.6)
	計測	6	4	0	1	1	3	2	0	0	0	0	1	0	18 (1.7)
	その他	5	3	1	6	0	8	3	6	0	1	3	6	2	44 (4.2)
	計	77 (7.3)	89 (8.5)	73 (6.9)	124 (11.8)	33 (3.1)	216 (20.6)	98 (9.3)	259 (24.7)	11 (1.0)	4 (0.4)	5 (0.5)	54 (5.1)	8 (0.8)	1051 (100.0)

表-108 事故の型(伐倒)

		事故の型												計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他		
伐倒作業	受口切り	1	0	0	3	0	0	0	7	0	0	0	11 (7.0)	
	追口切り	0	0	0	12	3	3	3	10	0	0	0	31 (19.7)	
	矢打ち	0	0	0	1	2	1	0	3	0	0	0	7 (4.5)	
	退避	1	3	0	18	5	4	3	4	1	0	1	40 (25.5)	
	障害物(木)除去	1	1	0	1	1	6	0	16	0	1	2	29 (18.5)	
	かかり木処理	0	0	0	2	6	0	1	0	0	0	0	9 (5.7)	
	作業歩行	1	5	3	4	1	1	0	5	0	1	0	21 (11.4)	
	附帯作業その他	1	0	0	1	0	1	0	4	0	2	0	9 (5.7)	
計		5 (3.2)	9 (5.7)	3 (1.9)	42 (26.8)	18 (11.5)	16 (10.2)	7 (4.5)	49 (31.2)	1 (0.6)	4 (2.5)	3 (1.9)	157 (100)	

表-109 事故の型(造材)

		事故の型											計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・転倒	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温・有害物	無理な動作	
造材作業	測尺	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2 (06)
	玉切り	2	3	2	5	1	19	17	15	0	2	3	69 (206)
	核払(チェーンソー)	6	7	3	10	1	15	2	46	0	0	0	90 (269)
	枝払い(斧)	2	8	6	7	1	11	5	82	1	0	4	127 (380)
	主体作業その他	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	5 (15)
	障害物除去	0	0	0	2	0	1	0	3	0	0	0	6 (18)
	整木作業	1	0	1	1	0	4	4	3	0	0	1	15 (45)
	作業歩行	0	5	3	0	0	1	2	0	0	0	2	13 (39)
	附帯作業その他	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3 (9)
	退避	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2 (6)
	玉装運	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3 (9)
	計	11 (33)	24 (72)	16 (48)	29 (87)	3 (9)	53 (157)	33 (99)	152 (453)	1 (3)	2 (6)	11 (33)	385 (100)

表-110 事故の型(架線集材)

		事故の型												計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	火災	無理な動作	その他	
集材機 集材 作業	荷造り作業	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2 (16)
	荷かけ作業	0	1	3	2	0	13	2	1	0	0	2	0	24 (189)
	荷かけ歩行	1	5	3	0	1	3	0	0	2	0	2	0	17 (134)
	合図	0	1	0	2	1	3	0	3	0	0	0	0	10 (79)
	荷かけ退避	3	4	2	7	1	10	0	0	0	0	0	0	27 (212)
	障害物除去	0	1	0	0	0	2	0	5	0	0	0	0	8 (63)
	荷かけ・その他	0	0	1	0	0	3	0	1	1	0	0	0	6 (47)
	スリングはずし	1	1	2	3	0	9	5	0	0	0	0	0	21 (165)
	材整理	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (8)
	荷おろし歩行	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3 (24)
	荷おろし退避 その他	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2 (16)
	運転	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	4 (31)
	運転・その他	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2 (16)
	計		6 (17)	14 (110)	12 (94)	16 (126)	3 (24)	46 (363)	8 (63)	11 (87)	4 (31)	1 (8)	5 (39)	1 (8)

表-111 事故の型(トラクタ集材)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
トラクタ集材作業	荷造り作業	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1 (1.3)
	荷かけ作業	1	0	1	1	2	2	1	0	1	0	9 (11.7)
	荷かけ歩行	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3 (3.9)
	合 図	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3 (3.9)
	荷かけ退避	0	2	0	3	6	0	2	0	1	0	14 (18.1)
	障害物除去	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3 (3.9)
	ワイヤ引出その他	0	0	1	0	1	2	1	1	0	0	6 (7.8)
	スリングはずし	0	0	0	2	0	3	1	0	0	0	6 (7.8)
	材 整 理	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4 (5.2)
	荷おろし退避その他	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2 (2.6)
	運 転	0	2	3	0	1	3	0	0	0	0	9 (11.7)
	運 転(作設)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2 (2.6)
	運 転・その他	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	5 (6.5)
トラクタ道作設	トラクタ道作設	1	1	1	2	0	2	0	0	0	0	7 (9.1)
	その他の副作業	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3 (3.9)
	計	3 (3.9)	6 (7.8)	10 (13.0)	10 (13.0)	15 (19.5)	16 (20.8)	11 (14.2)	1 (1.3)	4 (5.2)	1 (1.3)	77 (100)

表-112 事故の型(巻立て)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	
巻立て	材 扱 い	14	9	7	7	4	30	10	7	1	10	99 (82.6)
	その他の主作業	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	4 (3.3)
	退 避	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	4 (3.3)
	歩 行	1	1	3	1	1	2	0	0	0	1	16 (8.3)
	その他の付帯作業	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	3 (2.5)
	計	15 (12.5)	12 (16.0)	11 (19.2)	11 (9.2)	7 (5.8)	34 (28.3)	11 (9.2)	7 (5.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	120 (100)

表-113 事故の型(架設撤去)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
架設撤去	機 械 据 付 け	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2 (2.8)
	器 具 運 搬	3	0	2	0	0	0	0	0	2	0	7 (9.9)
	支 柱 作 設	1	1	0	1	1	0	5	0	0	0	9 (12.7)
	索 ひ き ま わ し	0	0	1	0	7	0	0	1	0	1	10 (14.1)
	ナイロンロープ ひ き ま わ し	1	0	1	0	1	2	0	1	0	0	6 (8.5)
	作 業 歩 行	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3 (4.2)
	スリング扱い	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	索 修 理	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4 (5.6)
	支 柱 撤 去	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	ロープ類撤去	1	1	1	1	2	0	1	0	1	0	8 (11.3)
	株 か え	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	4 (5.6)
	そ の 他	2	2	1	0	3	4	0	0	1	0	16 (22.5)
	計	10 (14.1)	6 (8.5)	8 (11.3)	3 (4.2)	20 (28.1)	7 (9.9)	9 (12.7)	2 (2.8)	5 (7.0)	1 (1.4)	71 (100)

表一 1 1 4 傷害部位 (全体)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
作 業 内 容	伐 倒	13	35	31	14	29	25	10	157 (14.9)
	造 材	5	41	43	45	67	130	4	335 (31.9)
	木 寄 せ	0	1	3	0	3	1	1	9 (0.9)
	架 線 撤 去	3	15	17	9	8	18	1	71 (6.8)
	集 材 機 集 材	12	25	35	21	11	19	1	127 (12.1)
	トラクタ集材	4	13	17	21	13	7	2	77 (7.3)
	巻 立 て	4	13	30	15	8	48	2	120 (11.4)
	トラクタ運材	3	4	16	7	7	19	0	56 (5.3)
	盤 台 作 業	1	0	6	3	5	4	1	20 (1.9)
	機械の点検整備	0	4	2	8	0	3	0	17 (1.6)
	計 測	4	1	7	1	1	4	0	18 (1.7)
	そ の 他	2	7	13	12	2	6	2	44 (4.2)
	計	51 (1.9)	159 (15.1)	223 (21.2)	156 (14.8)	154 (14.7)	284 (27.0)	24 (2.3)	1051 (100)

表一 1 1 5 傷害部位 (伐倒)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
伐 倒 作 業	受 口 切 り	0	1	1	2	2	5	0	11 (7.0)
	退 口 切 り	5	9	3	8	8	3	0	31 (19.7)
	矢 打 ち	0	1	3	0	0	3	0	7 (4.5)
	退 避	5	11	9	0	7	2	6	40 (25.5)
	障害物(木)除去	1	6	2	5	6	7	2	29 (18.5)
	かかり木処理	0	3	2	0	1	2	1	9 (6.7)
	作業歩行	2	2	8	4	4	1	0	21 (13.4)
	附 帯 作 業	0	2	3	0	1	2	1	9 (5.7)
	計	18 (8.3)	35 (22.3)	31 (19.7)	14 (8.9)	29 (18.5)	25 (15.9)	10 (6.4)	157 (100)

表一 1 1 7 傷害部位 (集材)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
作 業 内 容	荷 造 り	0	1	1	1	3	1	1	8 (1.6)
	荷 荷 け	0	6	1	5	4	1	2	24 (18.9)
	荷 荷 け	0	1	1	1	3	1	0	17 (11.2)
	合 図	1	5	3	10	0	0	1	10 (7.9)
	荷 荷 け	0	6	1	5	4	1	2	27 (21.2)
	障 害 物 除 去	0	1	1	1	1	1	0	6 (4.7)
	荷 荷 け・その他	0	1	1	1	3	1	1	8 (6.3)
	スリントはし	0	1	1	1	3	1	0	6 (4.7)
	材 整 理	0	1	1	1	3	1	0	21 (16.5)
	荷 荷 け	0	1	1	1	3	1	0	1 (0.8)
	荷 荷 け	0	1	1	1	3	1	0	3 (2.4)
	荷 荷 け	0	1	1	1	3	1	0	2 (1.6)
	運 転	0	1	1	1	3	1	0	4 (3.1)
	計	12 (9.4)	25 (19.7)	38 (29.9)	21 (16.5)	11 (8.7)	19 (15.0)	1 (0.8)	127 (100)

表一 1 1 6 傷害部位 (造材)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
作 業 内 容	尺 切 り	0	1	1	2	2	5	0	11 (7.0)
	切 払	5	9	3	8	8	3	0	31 (19.7)
	主 幹	0	1	3	0	0	3	0	7 (4.5)
	枝 主 幹	5	11	9	0	7	2	6	40 (25.5)
	障 害 物 除 去	1	6	2	5	6	7	2	29 (18.5)
	材 整 理	0	3	2	0	1	2	1	9 (6.7)
	作業歩行	2	2	8	4	4	1	0	21 (13.4)
	附 帯 作 業	0	2	3	0	1	2	1	9 (5.7)
	計	18 (8.3)	35 (22.3)	31 (19.7)	14 (8.9)	29 (18.5)	25 (15.9)	10 (6.4)	157 (100)

表-118 傷害部位(トラクタ集材)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
トラクタ集材作業	荷造り作業	0	0	1	0	0	0	0	1 (1.3)
	荷かけ作業	0	0	3	2	3	1	0	9 (11.7)
	荷かけ歩行	0	2	0	1	0	0	0	3 (3.9)
	合 図	0	0	1	2	0	0	0	3 (3.9)
	荷かけ退避	1	2	4	1	4	1	1	14 (18.1)
	障害物除去	0	0	0	1	1	1	0	3 (3.9)
	ワイヤー引き出し その他	0	1	0	2	2	0	1	6 (7.8)
	スリングはずし	0	1	0	4	0	1	0	6 (7.8)
	材 整 理	1	1	1	1	0	0	0	4 (5.2)
	荷おろし退避 その他	0	0	1	0	0	1	0	2 (2.6)
	運 転	2	2	2	2	1	0	0	9 (11.7)
	運 転(作設)	0	2	0	0	0	0	0	2 (2.6)
	運 転・その他	0	0	1	3	1	0	0	5 (6.5)
	トラクタ道作設	0	0	3	1	1	2	0	7 (9.1)
	その他の副作業	0	2	0	1	0	0	0	3 (3.9)
計		4 (5.2)	13 (16.9)	17 (22.1)	21 (27.2)	13 (16.9)	7 (9.1)	2 (2.6)	77 (100)

表-119 傷害部位(巻立て)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
巻立て	材 扱 い	3	8	24	12	7	43	2	99 (82.6)
	その他の主作業	0	0	2	1	0	1	0	4 (3.3)
	退 避	1	0	0	0	1	2	0	4 (3.3)
	歩 行	0	3	4	1	0	2	0	10 (8.3)
	その他の付帯作業	0	2	0	1	0	0	0	3 (2.5)
	計	4 (3.3)	13 (10.8)	30 (25.0)	15 (12.5)	8 (6.7)	48 (40.0)	2 (1.7)	120 (100)

表-120 傷害部位(架設撤去)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
架設撤去	機 械 据 付 け	0	0	1	0	0	1	0	2 (2.8)
	器 具 運 搬	0	0	4	0	1	2	0	7 (9.9)
	支 柱 作 設	1	2	0	0	2	4	0	9 (12.7)
	索ひきまわし	0	5	2	1	1	1	0	10 (14.1)
	ナイロンロープ ひきまわし	0	1	1	2	0	2	0	6 (8.5)
	作 業 歩 行	0	1	0	1	1	0	0	3 (4.2)
	スリング扱い	0	1	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	索 修 理	0	2	1	1	0	0	0	4 (5.6)
	支 柱 撤 去	0	0	0	0	0	1	0	1 (1.4)
	ロープ類撤去	0	1	3	2	0	1	1	8 (11.3)
	株 か え	0	1	2	0	1	0	0	4 (5.6)
	そ の 他	2	1	3	2	2	6	0	16 (22.5)
	計	3 (4.2)	15 (21.1)	17 (23.9)	9 (12.7)	8 (11.3)	18 (25.4)	1 (1.4)	71 (100)

全般的傾向では、挫創、打撲、骨折、切創が多く、これだけで全体の70%を占めている。

VIII) 災害の程度

表-129～表-135参照。

IX) 傷害部位と傷害名

① 全般的傾向～足一切創、軀幹一打撲、足一挫創、足一骨折、軀幹一骨折の頻度が高い(表-136)。

② 作業内容ごとには表-137～表-142参照。

X) 傷害部位と程度

表-143～表-149参照。

4-2 労働災害の要因間クロス分析

4-1では作業内容によるクロス分析を実施した。この章では代表的な災害要因間のクロス分析を行う。前章においても関連する要因間クロス分析を実施したが、ここでは最も代表的な災害要因である「起因物」と「事故の型」をとりあげ、その他の要因との関係について検討する。

4-2-1 起因物とその他の要因

i) 年令と起因物

年令構成が区分ごとに異なるので、これだけで両者の関係を知ることはむづかしい。参考までに表-150～表-156を示す。

ii) 発生月と起因物

表-157～表-163に発生月と起因物の関係を示す。具体的には各表によるが、伐倒における立木等に起因する災害が1～3月に多くて、7～9月に少ないことや、造材では7～9月にチェーンソーに起因するものや、10～12月に斧・鉈等による災害が比較的多くなっているのは特徴的な事象である。

iii) 作業場所と起因物

表-164～表-170参照。

IV) 起因物と不安全状態

表-171～表-176は起因物にどのような不安全な状態があったかを示すものである。

① 全般的傾向～伐倒材、斧・鉈・鋸、チェーンソーと周辺配置の不安全状態の組み合わせの頻度が高いが、斧・鉈・鋸一不安全状態なしの組み合わせも見逃がせない。

② 伐倒～立木等一周辺配置が圧倒的に多い。チェーンソー一周辺配置がそれについている。

表-122 傷害名(伐倒)

傷害名	傷害						
	計	その他	打撲	骨折	捻挫	挫創	裂創
受口切	11	3	0	0	1	5	1
受口切	(70)	12	5	5	1	3	2
受口切	21	1	0	2	0	2	0
受口切	(197)	10	6	8	2	10	0
受口切	7	1	0	2	0	4	2
受口切	(45)	11	1	2	0	4	2
受口切	40	2	0	0	1	5	0
受口切	(255)	4	4	4	3	2	0
受口切	29	1	1	0	1	3	2
受口切	(185)	2	2	0	0	0	0
受口切	9	2	1	0	1	3	2
受口切	(57)	4	4	4	3	2	0
受口切	21	1	2	0	0	2	0
受口切	(134)	1	2	0	0	2	0
受口切	9	1	2	0	0	2	0
受口切	(57)	1	2	0	0	2	0
受口切	2	5	34	22	5	2	2
受口切	(13)	44	19	21	10	34	5
受口切	157	279	121	134	64	217	32
受口切	(100)						

表-121 傷害名(全体)

作業内容	傷害						
	計	その他	打撲	骨折	捻挫	挫創	裂創
伐倒	157	44	19	21	10	34	5
伐倒	(149)	54	50	32	19	69	14
伐倒	335	1	1	4	0	1	1
伐倒	(319)	17	13	16	6	11	1
伐倒	9	18	30	29	10	22	4
伐倒	(99)	14	12	13	8	25	0
伐倒	71	13	34	20	14	24	1
伐倒	(68)	5	9	22	2	15	1
伐倒	127	2	6	5	1	5	0
伐倒	(121)	5	6	0	2	5	0
伐倒	77	2	4	0	1	5	0
伐倒	(73)	13	34	20	14	24	1
伐倒	120	5	9	22	2	15	1
伐倒	(114)	2	6	5	1	5	0
伐倒	56	2	4	0	1	5	0
伐倒	(53)	5	6	0	2	5	0
伐倒	20	2	4	5	1	5	0
伐倒	(19)	5	4	0	2	5	0
伐倒	17	13	8	4	4	9	1
伐倒	(16)	186	171	77	235	29	18
伐倒	1051	179	113	73	223	28	17
伐倒	(100)						

表-124 傷病名(造材)

	傷 病 名					
	刺創	切創	裂創	挫創	捻挫	骨折
測 尺	0	0	0	0	0	0
玉 切	0	9	2	16	1	12
枝 払	0	25	0	23	5	12
(チェーンソー)	1	58	10	17	4	3
技 師	0	2	0	1	1	0
主 体	0	0	1	2	0	0
作 業	0	0	0	0	0	0
障 害	0	2	0	3	1	4
除 去	0	0	1	4	3	1
整 木	0	0	0	1	1	0
作 業	0	0	1	4	3	1
歩 行	0	0	0	1	1	0
附 帯	0	0	0	1	1	0
作 業	0	0	0	1	1	0
他	0	0	0	1	1	0
退 避	0	0	0	1	1	0
玉 装	0	0	0	1	2	0
運 転	1	96	14	69	19	32
計	(03)	(286)	(42)	(206)	(57)	(95)
	2	2	0	2	0	0
計	(06)	69	13	14	15	19
	(206)	(206)	(206)	(206)	(206)	(206)
	2	2	0	2	0	0
計	(06)	69	13	14	15	19
	(206)	(206)	(206)	(206)	(206)	(206)
	2	2	0	2	0	0
計	(06)	69	13	14	15	19
	(206)	(206)	(206)	(206)	(206)	(206)

表-125 傷病名(架線集材)

	傷 病 名					
	刺創	切創	裂創	挫創	捻挫	骨折
荷造り作業	0	0	0	1	1	0
荷かけ作業	1	1	0	3	2	8
荷かけ歩行	1	0	2	3	2	2
合 図	0	0	0	2	1	2
荷かけ退避	1	0	1	5	1	8
障害物除去	2	2	1	1	0	0
荷かけその他	1	1	0	2	2	0
スリッパはなし	0	1	0	5	1	7
材 整 理	0	0	0	0	0	0
荷おろし歩行	0	0	0	0	0	0
荷おろし退避	0	0	0	0	0	0
その他	1	1	0	0	0	0
運 転	1	1	0	0	0	2
運 転	1	0	0	0	0	0
その他	8	6	4	22	10	29
計	(68)	(47)	(31)	(173)	(79)	(228)
	2	2	0	2	1	2
計	(16)	24	5	17	10	18
	(16)	24	5	17	10	18
	2	2	0	2	1	2
計	(16)	24	5	17	10	18
	(16)	24	5	17	10	18

表-126 傷病名(トラクタ集材)

	傷 病 名							
	刺創	切創	挫創	捻挫	骨折	打撲	その他	計
ト	0	0	0	1	0	0	0	1
ラ	0	0	1	3	3	0	2	9
タ	0	1	1	0	0	0	1	3
タ	0	0	1	1	0	1	0	3
集	0	0	4	1	4	2	3	14
材	0	2	0	0	0	1	0	3
整	0	1	1	0	0	2	2	6
理	1	0	4	0	1	0	0	6
荷	0	0	1	0	1	0	2	4
お	0	0	2	0	0	0	0	2
ろ	0	0	2	1	2	3	1	9
し	0	0	1	0	0	0	1	2
退	0	0	3	1	0	1	0	5
避	0	0	2	0	2	2	1	7
他	0	0	2	0	0	0	1	3
計	1	4	25	8	13	12	14	77
	(13)	(62)	(324)	(104)	(169)	(156)	(182)	(1000)

表-127 傷病名(巻立て)

		傷病名								計
		刺創	切創	裂創	挫創	捻挫	骨折	打撲	その他	
巻立て	材扱い	3	1	1	31	11	17	26	9	99 (82.6)
	その他の主作業	0	0	0	1	0	0	3	0	4 (3.3)
	退避	0	0	0	1	1	1	1	0	4 (3.3)
	歩行	0	0	0	1	2	2	4	1	10 (8.3)
	その他の付帯作業	0	0	0	0	0	0	0	3	3 (2.5)
	計	3 (2.5)	1 (0.8)	1 (0.8)	34 (28.4)	14 (11.7)	20 (16.7)	34 (28.3)	13 (10.8)	120 (100)

表-128 傷病名(架設撤去)

		傷 病 名							
		切創	裂創	挫創	捻挫	骨折	打撲	その他	計
架 線 撤 去	機 械 据 付 け	0	0	1	0	1	0	0	2 (2.8)
	器 具 運 搬	0	0	1	3	2	0	1	7 (9.9)
	支 柱 作 設	5	0	0	1	0	1	2	9 (12.7)
	索 ひ き ま わ し	0	1	2	0	2	1	4	10 (14.1)
	ナイロンロープ ひ き ま わ し	0	0	3	0	1	0	2	6 (8.5)
	作 業 歩 行	0	0	0	0	0	1	2	3 (4.2)
	ス リ ン グ 扱 い	0	0	0	0	0	0	1	1 (1.4)
	索 修 理	0	0	0	1	2	0	1	4 (5.6)
	支 柱 撤 去	0	0	0	0	1	0	0	1 (1.4)
	ロ ー プ 類 撤 去	0	0	0	0	5	1	2	8 (11.3)
	株 か え	0	0	2	0	0	2	0	4 (5.6)
	そ の 他	2	0	2	1	2	7	2	16 (22.5)
	計	7 (9.9)	1 (1.4)	11 (15.5)	6 (8.5)	16 (22.5)	13 (18.3)	17 (23.9)	71 (100)

表-129 傷病の程度(全体)

		程 度			
		死	重	軽	計
作業内容	伐倒	3	116	38	157 (14.9)
	造材	0	258	77	335 (31.9)
	木寄せ	0	8	1	9 (0.9)
	架線撤去	0	54	17	71 (6.8)
	集材機集材	4	96	27	127 (12.1)
	トラクタ集材	1	51	25	77 (7.3)
	巻立て	1	90	29	120 (11.4)
	トラック運材	0	46	10	56 (5.3)
	盤台作業	0	18	2	20 (1.9)
	機械の点検整備	0	7	10	17 (1.6)
	計測	0	13	5	18 (1.7)
	その他	0	31	13	44 (4.2)
	計	9 (0.9)	788 (74.9)	254 (24.2)	1051 (100)

表-131 程 度(造材)

		程 度		
		重	軽	計
造材作業	測尺	0	2	2 (0.6)
	玉切り	55	14	69 (20.6)
	枝払い	73	17	90 (26.9)
	(チェーンソー)			
	枝払い(斧)	95	32	127 (38.0)
	主体作業その他	3	2	5 (1.5)
	障害物除去	6	0	6 (1.8)
	整木作業	11	4	15 (4.5)
	作業歩行	8	5	13 (3.9)
	附帯作業その他	3	0	3 (0.9)
	退避	2	0	2 (0.6)
	玉装運転	2	1	3 (0.9)
	計	258 (77.0)	77 (23.0)	335 (100)

表-130 程 度(伐倒)

		程 度			
		死	重	軽	計
伐倒作業	受口切り	0	9	2	11 (7.0)
	退口切り	1	17	13	31 (19.7)
	矢打ち	0	7	0	7 (4.5)
	退避	1	31	8	40 (25.5)
	障害物(木)除去	0	19	10	29 (18.5)
	かかり木処理	0	8	1	9 (5.7)
	作業歩行	1	18	2	21 (13.4)
	附帯作業その他	0	7	2	9 (5.7)
	計	3 (1.9)	116 (73.9)	38 (24.2)	157 (100)

表-132 程 度(架線集材)

		程 度			
		死	重	軽	計
集材作業	荷造り作業	0	2	0	2 (1.6)
	荷かけ作業	0	21	3	24 (18.9)
	荷かけ歩行	0	11	6	17 (13.4)
	合図	0	10	0	10 (7.9)
	荷かけ退避	2	24	1	27 (21.2)
	障害物除去	0	6	2	8 (6.3)
	荷かけ・その他	1	5	0	6 (4.7)
	スリングはずし	0	13	8	21 (16.5)
	材整理	0	0	1	1 (0.8)
	荷おろし歩行	0	2	1	3 (2.4)
	荷おろし退避	1	0	1	2 (1.6)
	その他				
	運転	0	2	2	4 (3.1)
	運転・その他	0	0	2	2 (1.6)
	計	4 (3.1)	96 (75.6)	27 (21.3)	127 (100)

表-133 程 度 (トラクタ集材)

		程 度			
		死	重	軽	計
トラクタ集材作業	荷造り作業	0	1	0	1 (1.3)
	荷かけ作業	0	7	2	9 (11.7)
	荷かけ歩行	0	2	1	3 (3.9)
	合 図	0	1	2	3 (3.9)
	荷かけ退避	1	10	3	14 (18.1)
	障害物除去	0	2	1	3 (3.9)
	ワイヤー引き出しその他	0	3	3	6 (7.8)
	スリンドはずし	0	3	3	6 (7.8)
	材 整 理	0	3	1	4 (5.2)
	荷おろし退避その他	0	2	0	2 (2.6)
作 業	運 転	0	6	3	9 (11.7)
	運 転 (作設)	0	1	1	2 (2.6)
	運 転・その他	0	4	1	5 (6.5)
	トラクタ道作設	0	5	2	7 (9.1)
	その他の副作業	0	1	2	3 (3.9)
計		1 (1.3)	51 (66.2)	25 (32.5)	77 (100)

表-134 程 度 (巻立て)

		程 度			
		死	重	軽	計
巻立て	材 扱 い	1	73	25	99 (82.6)
	その他の主作業	0	3	1	4 (3.3)
	退 避	0	3	1	4 (3.3)
	歩 行	0	8	2	10 (8.8)
	その他の付帯作業	0	3	0	3 (2.5)
計		1 (0.8)	90 (75.0)	29 (24.2)	120 (100)

表-135 (架設撤去)

		程 度		
		重	軽	計
架設撤去	機械据付け	2	0	2 (2.8)
	器具運搬	6	1	7 (7.9)
	支柱作設	5	4	9 (12.7)
	索ひきまわし	9	1	10 (14.1)
	ナイロンロープひきまわし	3	3	6 (8.5)
	作業歩行	2	1	3 (4.2)
	スリンド扱い	0	1	1 (1.4)
	索 修 理	4	0	4 (5.6)
	支柱撤去	1	0	1 (1.4)
	ロープ類撤去	8	0	8 (11.3)
	株 か え	2	2	4 (5.6)
	そ の 他	12	4	16 (22.5)
計		54 (76.1)	17 (23.9)	71 (100)

表-137 傷害部位と傷害名 (伐倒)

傷害部位	傷害名	計	その他	打撲	骨折	捻挫	挫創	裂創	切創	刺創
		13 (8.8)	5 (3.3)	3 (2.2)	2 (1.5)	1 (0.8)	2 (1.5)	0 (0)	1 (0.8)	1 (0.8)
頭 顔 頸 手 足 その他	頭	13	5	3	2	1	2	0	1	1
	顔	13	5	3	2	1	2	0	1	1
	頸	13	5	3	2	1	2	0	1	1
	手	13	5	3	2	1	2	0	1	1
	足	13	5	3	2	1	2	0	1	1
	その他	13	5	3	2	1	2	0	1	1
	計	13	5	3	2	1	2	0	1	1
	計	13	5	3	2	1	2	0	1	1
	計	13	5	3	2	1	2	0	1	1
	計	13	5	3	2	1	2	0	1	1

表-136 傷害部位と傷害名 (全体)

傷害部位	傷害名	計	その他	打撲	骨折	捻挫	挫創	裂創	切創	刺創
		51 (4.9)	15 (1.5)	17 (1.7)	7 (0.7)	9 (0.9)	38 (3.8)	5 (0.5)	9 (0.9)	0 (0)
頭 顔 頸 手 足 その他	頭	51	15	17	7	9	38	5	9	0
	顔	51	15	17	7	9	38	5	9	0
	頸	51	15	17	7	9	38	5	9	0
	手	51	15	17	7	9	38	5	9	0
	足	51	15	17	7	9	38	5	9	0
	その他	51	15	17	7	9	38	5	9	0
	計	51	15	17	7	9	38	5	9	0
	計	51	15	17	7	9	38	5	9	0
	計	51	15	17	7	9	38	5	9	0
	計	51	15	17	7	9	38	5	9	0

表-138 傷害部位と傷害名 (造材)

傷害部位	傷害名	計	その他	打撲	骨折	捻挫	挫創	裂創	切創	刺創
		5 (1.5)	1 (0.3)	0 (0)	2 (0.6)	2 (0.6)	6 (1.8)	2 (0.6)	19 (5.7)	1 (0.3)
頭 顔 頸 手 足 その他	頭	5	1	0	2	2	6	2	19	1
	顔	5	1	0	2	2	6	2	19	1
	頸	5	1	0	2	2	6	2	19	1
	手	5	1	0	2	2	6	2	19	1
	足	5	1	0	2	2	6	2	19	1
	その他	5	1	0	2	2	6	2	19	1
	計	5	1	0	2	2	6	2	19	1
	計	5	1	0	2	2	6	2	19	1
	計	5	1	0	2	2	6	2	19	1
	計	5	1	0	2	2	6	2	19	1

表-140 傷害部位と傷害名(トラクタ集材)

		傷 害 名							計
		刺	切	挫	捻	骨	打	その他	
		創	創	創	挫	接	撲	他	
傷 害 部 位	頭	0	0	1	0	0	0	3	4 (52)
	顔	0	0	5	1	0	2	5	13 (169)
	軀幹	0	0	2	5	4	4	2	17 (221)
	手	1	2	10	1	2	2	3	21 (272)
	腿	0	2	2	1	5	3	0	13 (169)
	足	0	0	4	0	2	1	0	7 (91)
	その他	0	0	1	0	0	0	1	2 (26)
計		1 (1.3)	4 (5.2)	25 (32.4)	8 (10.4)	13 (16.9)	12 (15.6)	14 (18.2)	77 (100)

表-141 傷害部位と傷害名(巻立て)

		傷 害 名							計
		刺	切	裂	挫	捻	骨	打	
		創	創	創	挫	挫	接	撲	
傷 害 部 位	頭	0	0	0	1	0	0	3	4 (3.3)
	顔	0	0	0	4	0	1	3	13 (108)
	軀幹	0	0	0	7	7	4	11	39 (25.6)
	手	0	0	0	2	2	6	2	15 (12.5)
	腿	0	0	0	3	1	1	3	8 (6.7)
	足	3	1	1	17	4	8	12	48 (40.0)
	その他	0	0	0	0	0	0	0	2 (1.7)
計		3 (2.5)	1 (0.8)	1 (0.8)	34 (21.4)	14 (11.7)	20 (16.7)	34 (28.5)	120 (100)

表-144 傷害部位と程度
(伐倒)

		程 度			
		死	重	軽	計
傷 害 部 位	頭	0	11	2	13 (8.3)
	顔	0	19	16	35 (22.3)
	軀幹	2	28	1	31 (19.7)
	手	0	11	3	14 (8.9)
	腿	0	18	11	29 (18.5)
	足	0	24	1	25 (15.9)
	その他	1	5	4	10 (6.4)
計		3 (1.9)	116 (73.9)	38 (24.2)	157 (100)

表-145 傷害部位と程度
(造材)

		程 度		
		重	軽	計
傷 害 部 位	頭	3	2	5 (1.5)
	顔	28	13	41 (12.2)
	軀幹	30	13	43 (12.8)
	手	35	10	45 (13.4)
	腿	49	18	67 (20.0)
	足	109	21	130 (38.9)
	その他	4	0	4 (1.2)
計		258 (77.0)	77 (23.0)	335 (100)

表-146 傷害部位と程度
(架線集材)

		程 度			
		死	重	軽	計
傷 害 部 位	頭	1	8	3	12 (9.4)
	顔	0	15	10	25 (19.7)
	軀幹	1	34	3	38 (29.9)
	手	0	16	5	21 (16.5)
	腿	0	10	1	11 (8.7)
	足	1	13	5	19 (15.0)
	その他	1	0	0	1 (0.8)
計		4 (3.1)	96 (75.6)	27 (21.3)	127 (100)

表-142 傷害部位と傷害名(架設撤去)

		傷 害 名							計
		切	裂	挫	捻	骨	打	その他	
		創	創	創	挫	接	撲	他	
傷 害 部 位	頭	0	0	1	0	0	1	1	3 (4.2)
	顔	0	1	2	2	0	1	9	15 (21.1)
	軀幹	0	0	5	1	6	4	1	17 (23.9)
	手	0	0	2	1	4	2	0	9 (12.7)
	腿	2	0	0	0	1	1	4	8 (11.3)
	足	5	0	1	2	4	4	2	18 (25.4)
	その他	0	0	0	0	1	0	0	1 (1.4)
計		7 (9.9)	1 (1.4)	11 (15.5)	6 (8.5)	16 (22.5)	13 (18.3)	17 (23.9)	71 (100)

表-143 傷害部位と程度(全体)

		程 度			
		死	重	軽	計
傷 害 部 位	頭	1	40	10	51 (4.9)
	顔	1	94	64	159 (15.1)
	軀幹	3	175	45	223 (21.2)
	手	0	116	40	156 (14.8)
	腿	0	115	39	154 (14.7)
	足	1	233	50	284 (27.0)
	その他	3	15	6	24 (2.3)
計		9 (0.9)	788 (74.9)	254 (24.2)	1051 (100)

表-147 傷害部位と程度
(トラクタ集材)

		程 度			
		死	重	軽	計
傷 害 部 位	頭	0	4	0	4 (2)
	顔	1	5	7	13 (9)
	軀幹	0	12	5	17 (1)
	手	0	14	7	21 (2)
	腿	0	10	3	13 (9)
	足	0	5	2	7 (1)
	その他	0	1	1	2 (6)
計		1 (1.3)	51 (55.2)	25 (32.5)	77 (100)

表-148 傷害部位と程度
(巻立て)

		程 度			
		死	重	軽	計
傷 害 部 位	頭	0	2	2	4 (3.3)
	顔	0	8	5	13 (10.6)
	軀幹	0	22	8	30 (25.0)
	手	0	11	4	15 (12.5)
	腿	0	7	1	8 (6.7)
	足	0	39	9	48 (40.0)
	その他	1	1	0	2 (1.7)
計		1 (1.3)	90 (75.1)	29 (23.9)	120 (100)

表-149 傷害部位と程度
(架設撤去)

		程 度		
		重	軽	計
傷 害 部 位	頭	3	0	3 (4.2)
	顔	10	5	15 (21.1)
	軀幹	14	3	17 (23.9)
	手	6	3	9 (12.7)
	腿	6	2	8 (11.3)
	足	14	4	18 (25.4)
	その他	1	0	1 (1.4)
計		54 (75.1)	17 (23.9)	71 (100)

表-150 年令と起因物(全体)

		起 因 物																		計
		立 木 等	伐 倒 材	横 材	末 木 枝 条 ・ カン 木	木 片 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソ ー	ソ ー チ ェ ン	ト ラ ッ ク タ ク タ 等	ワ イ ヤ ー ロ ー プ 類	フ ッ ク ・ ブ ロ ッ ク 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	カ ッ タ ・ 金 具	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	玉 装	
年 令	～19	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3 (0.3)
	20～29	5	24	1	6	1	10	12	0	1	13	1	52	1	1	1	4	1	0	134 (12.8)
	30～39	6	33	0	16	0	14	32	1	9	5	2	35	0	2	4	9	13	3	184 (17.5)
	40～49	35	125	9	37	0	22	49	0	13	22	2	61	3	16	1	11	13	5	424 (40.4)
	50～59	16	79	9	13	0	17	16	1	10	21	4	48	0	6	2	9	12	4	267 (25.4)
	60～	1	16	1	1	0	1	0	0	3	1	3	7	1	0	1	0	2	0	38 (3.6)
計		62 (6.0)	277 (26.4)	20 (1.9)	73 (7.0)	1 (0.1)	65 (6.2)	109 (10.4)	2 (0.2)	36 (3.4)	62 (5.9)	13 (1.2)	204 (19.4)	5 (0.5)	25 (2.4)	9 (0.9)	33 (3.1)	41 (3.9)	12 (1.1)	1059 (100)

表-151 年令と起因物(伐倒)

		起 因 物													
		立 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 条 ・ カン 木	木 片 ・ 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソ ー	ソ ー チ ェ ン	ト ラ ッ ク タ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー ロ ー プ 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	な し	計
年 令	～19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (0.6)
	20～29	4	1	0	1	5	4	0	0	0	3	1	0	0	19 (12.1)
	30～39	5	0	3	0	1	8	1	0	0	6	2	0	2	28 (17.8)
	40～49	34	7	5	0	3	11	0	0	1	5	4	1	0	71 (45.3)
	50～59	14	3	2	0	1	4	0	0	1	5	1	2	2	35 (22.3)
	60～	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3 (1.9)
計		58 (38.0)	11 (7.0)	11 (7.0)	0 (0.6)	10 (6.4)	27 (17.3)	1 (0.6)	1 (0.6)	2 (1.3)	20 (12.7)	8 (5.1)	3 (1.9)	4 (2.5)	157 (100)

表-152 年令と起因物(造材)

		起 因 物													
		立 木 等	伐 倒 木	末 木 枝 条 ・ カン 木	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソ ー	ト ラ ッ ク タ ク ・ 等	ワ イ ヤ ー ロ ー プ 類	フ ッ ク タ ク ・ ク 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	そ の 他	な し	玉 装	計
年 令	～19	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2 (0.6)
	20～29	1	9	5	2	7	0	0	0	34	0	0	0	0	58 (17.3)
	30～39	0	11	7	3	24	0	0	0	12	0	1	4	2	64 (19.1)
	40～49	0	45	9	5	33	1	1	0	26	3	0	1	5	129 (38.5)
	50～59	0	23	3	5	12	1	0	0	24	3	1	3	4	79 (23.6)
	60～	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	8 (0.9)
計		1 (0.3)	88 (26.2)	24 (7.2)	16 (4.8)	76 (20.7)	2 (0.6)	1 (0.3)	1 (0.3)	98 (29.2)	6 (1.8)	2 (0.6)	9 (2.7)	11 (3.3)	385 (100)

表-153 年令と起因物(架線集材)

		起 因 物													
		立 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 条 ・ カン 木	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソ ー	ト ラ ッ ク タ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー ロ ー プ 類	フ ッ ク ・ ブ ロ ッ ク 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	計
年 令	20～29	0	3	0	1	0	0	6	1	3	0	0	0	0	14 (11.0)
	30～39	1	3	2	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	12 (9.4)
	40～49	0	19	6	3	1	1	8	0	1	5	0	1	1	46 (36.2)
	50～59	0	22	5	4	0	1	9	2	4	1	0	1	0	49 (38.7)
	60～	0	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	6 (4.7)
計		1 (0.8)	51 (40.1)	13 (10.2)	9 (7.1)	1 (0.8)	2 (1.6)	25 (19.7)	5 (2.9)	9 (7.1)	6 (4.7)	1 (0.8)	2 (1.6)	2 (1.6)	127 (100)

表-154 年令と起因物（トラクタ集材）

		起 因 物										計
		伐 倒 材	末 木 枝 葉 ・ カン 木	ト ラ ク タ ・ 等	ワイ ヤー ロー プ 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	カ ッ タ ー ・ 金 具	落 石	ウル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	
年	20~29	1	0	0	4	2	0	0	0	0	0	7 (92)
	30~39	6	2	5	1	3	0	0	1	3	2	23 (303)
	40~49	10	6	7	5	1	1	1	0	3	1	35 (411)
	50~59	2	1	1	3	1	0	0	0	0	1	9 (118)
	60~	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (26)
令	計	21 (277)	9 (118)	13 (171)	13 (171)	7 (92)	1 (13)	1 (13)	1 (13)	6 (79)	4 (53)	76 (100)

表-156 年令と起因物（架設撤去）

		起 因 物														
		立 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 葉 ・ カン 木	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソ ・ 等	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤー ロー プ 類	フ ラ ク タ ・ 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	カ ッ タ ー ・ 金 具	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	計
年	20~29	0	0	0	1	0	0	3	0	2	0	0	0	1	0	7 (99)
	30~39	0	1	1	3	0	0	3	1	2	0	0	1	1	0	13 (183)
	40~49	1	6	5	2	1	0	7	1	3	1	1	0	3	2	23 (465)
	50~59	1	0	0	2	0	0	6	2	1	0	0	0	1	0	13 (183)
	60~	0	1	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	5 (70)
令	計	2 (28)	8 (113)	6 (85)	8 (113)	1 (14)	1 (14)	19 (267)	6 (85)	9 (126)	1 (14)	1 (14)	1 (14)	8 (85)	2 (28)	71 (100)

表-155 年令と起因物（巻立て）

		起 因 物											
		伐 倒 材	機	末 木 枝 葉 ・ カン 木	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソ ・ 等	ト ラ ク タ ク ・ 等	ワ イ ヤー ロー プ 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	落 石	そ の 他	な し	計
年 令	20～29	6	1	0	0	1	0	0	4	0	1	1	13 8)
	30～39	5	0	0	0	0	0	0	7	0	1	3	16 3)
	40～49	16	9	2	2	0	0	0	11	1	0	4	45 6)
	50～59	12	8	1	2	0	3	1	6	0	0	3	36 0)
	60～	7	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	10 3)
計		46 (384)	19 (15.8)	3 (25)	4 (33)	1 (08)	3 (25)	1 (08)	30 (25.1)	1 (08)	1 (08)	11 (92)	120 (100)

表-157 発生月と起因物（全体）

				起 因 物																	計
		立 木 等	伐 倒 材	機	末 木 枝 葉 ・ カン 木	木 片 ・ 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソ ー	ソ ー チ ェ ン	ト ラ ク タ ・ 等	ワイ ヤー ロー プ 類	フ ラ ク タ ・ ブ ロ ッ ク 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	カ ッ タ ー ・ 金 具	落 石	ウル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	玉 装		
発 生 月	1 ～ 3	23	71	6	12	0	17	25	2	10	18	3	54	2	14	0	9	8	5	279 (265)	
	4 ～ 6	12	53	6	17	0	10	21	0	7	13	3	51	0	6	2	4	9	1	215 (235)	
	7 ～ 9	16	75	4	16	0	21	42	0	11	17	4	47	1	1	6	10	13	4	283 (274)	
	10～12	12	78	4	29	1	17	21	0	8	14	3	52	2	4	1	10	11	2	269 (256)	
	計	63 (60)	277 (264)	20 (19)	74 (70)	1 (01)	65 (62)	109 (104)	2 (02)	36 (34)	62 (59)	13 (12)	204 (194)	5 (05)	25 (24)	9 (09)	33 (31)	41 (39)	12 (11)	1051 (100)	

表-158 発生月と起因物(伐倒)

		起 因 物												計
		土 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 条 ・ カン 木	木 片 ・ 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ エ ー ン ソ ー	ソ ー チ エ ン	ト ラ ク タ ・ 等	ワイ ヤ ー ロ ー プ 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	
発 生 月	1~3	22	2	2	0	1	8	1	0	1	6	5	0	49 (312)
	4~6	11	0	2	0	2	6	0	0	0	4	1	0	26 (166)
	7~9	13	5	3	0	5	9	0	1	1	8	1	3	51 (325)
	10~12	13	4	4	1	2	4	0	0	0	2	1	0	31 (197)
	計	58	11 (70)	11 (70)	1 (06)	10 (04)	27 (173)	1 (01)	1 (06)	2 (13)	20 (127)	8 (51)	3 (18)	157 (100)

表-159 発生月と起因物(造材)

		起 因 物												計
		立 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 条 ・ カン 木	林 地 ・ 足 場	チ エ ー ン ソ ー	ト ラ ク タ ・ 等	ワイ ヤ ー ロ ー プ 類	フ ッ ク ・ タ ・ タ ・ 等	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	そ の 他	な し	
発 生 月	1~3	0	19	6	2	14	2	1	1	21	5	1	4	80 (239)
	4~6	0	15	5	2	14	0	0	0	24	0	0	1	62 (185)
	7~9	1	27	4	9	32	0	0	0	23	0	0	3	103 (307)
	10~12	0	27	9	3	16	0	0	0	30	1	1	1	90 (269)
	計	1 (03)	88 (262)	24 (72)	16 (48)	76 (227)	2 (06)	1 (03)	1 (03)	95 (292)	6 (18)	2 (06)	9 (27)	11 (33)

表-160 発生月と起因物(架線集材)

		起 因 物												計
		立 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 条 ・ 木	カ ン 木	林 地 ・ 足 場	チ エ ー ン ソ ー	ト ラ ク タ ・ 等	ワイ ヤ ー ロ ー プ 類	フ ッ ク ・ タ ・ タ ・ 等	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	
発 生 月	1~3	0	14	1	5	1	0	8	2	2	3	0	0	36 (283)
	4~6	0	10	2	0	0	1	4	2	3	2	0	1	25 (197)
	7~9	1	16	3	2	0	1	7	0	1	0	0	1	38 (260)
	10~12	0	17	7	2	0	0	6	1	3	1	1	0	38 (260)
	計	1 (08)	51 (401)	13 (42)	9 (71)	1 (08)	2 (16)	25 (197)	5 (39)	9 (71)	6 (47)	1 (08)	2 (06)	127 (100)

表-161 発生月と起因物(トラクタ集材)

		起 因 物										計
		伐 倒 材	末 木 枝 条 ・ 木	カ ン 木	ト ラ ク タ ・ 等	ワイ ヤ ー ロ ー プ 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	カ ン 木 ・ 金 具	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	
発 生 月	1~3	6	3	3	4	3	0	0	0	2	0	21 (272)
	4~6	4	2	2	3	2	0	1	0	2	2	18 (234)
	7~9	6	2	3	4	1	0	0	1	1	1	19 (247)
	10~12	5	3	5	2	1	1	0	0	1	1	19 (247)
	計	21 (272)	10 (130)	13 (109)	13 (169)	7 (91)	1 (13)	1 (13)	1 (13)	6 (78)	4 (52)	77 (100)

表-162 発生月と起因物(巻立て)

		起 因 物											
		伐 倒 材	植	末カ 木ン 枝条 ・木	林地・ 足場	チ エ ー ン ソ ー	トラ ク タ ・ 等	ワイ ヤ ー ロ ー プ 類	斧・鉋・ 鋸	落 石	そ の 他	な し	計
発 生 月	1～3	21	5	0	3	0	1	0	12	0	0	3	45 (375)
	4～6	8	6	1	0	1	0	0	8	1	0	4	29 (242)
	7～9	8	4	0	0	0	1	0	4	0	1	3	21 (175)
	10～12	9	4	2	1	0	1	1	6	0	0	1	25 (208)
	計	46 (384)	19 (158)	3 (25)	4 (33)	1 (08)	3 (25)	1 (08)	30 (251)	1 (08)	1 (08)	11 (92)	120 (100)

表-163 発生月と起因物(架設撤去)

		起 因 物														計
		立木等	伐倒材	末木・枝・木	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー類	フック・鉤	斧・鉋・鋸	カッター・金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	
発 年 月	1~3	1	1	0	1	1	0	3	0	1	0	1	0	1	0	10 (14.1)
	4~6	1	2	3	4	0	0	6	1	3	0	0	0	0	0	20 (28.2)
	7~9	0	1	1	1	0	1	5	4	0	0	0	1	2	1	17 (23.9)
	10~12	0	4	2	2	0	0	5	1	5	1	0	0	3	1	24 (33.8)
	計	2 (2.8)	8 (11.3)	6 (8.5)	8 (11.3)	1 (1.4)	1 (1.4)	19 (26.7)	6 (8.5)	9 (12.6)	1 (1.4)	1 (1.4)	1 (1.4)	6 (8.5)	2 (2.8)	71 (100)

表-164 作業場所と起因物(全体)

		起 因 物																		計
		立木等	伐倒材	機	かみ 木 枝 条	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー類	ブロック類	斧・鉋・鋸	カッター・金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	玉		
作業場所	林地等	59	91	0	58	1	32	82	1	6	42	8	106	3	18	6	4	18	0	535 (50.9)
	伐倒木上	1	45	0	4	0	3	4	0	0	2	0	14	0	1	0	0	2	0	76 (7.2)
	土場	0	71	1	3	0	11	11	1	6	5	1	22	2	3	1	2	7	2	140 (14.2)
	盤台	0	30	0	3	0	9	7	0	2	6	2	32	0	0	0	3	5	7	106 (10.1)
	路上	0	17	18	1	0	0	0	0	1	1	0	6	0	0	0	2	3	0	49 (4.7)
	道路沿	0	9	0	4	0	4	3	0	4	4	2	5	0	3	0	4	2	0	44 (4.2)
	トラクタ荷台	0	6	0	0	0	1	0	0	5	0	0	4	0	0	0	3	0	0	11 (1.0)
	トラクタ集材機上	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	19 (1.8)
	運搬席	0	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1	2	0	0	5 (0.5)
	チェーン・ベア	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12 (1.1)
	ハンゴ樹上	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	0	0	11 (1.0)
	小屋内	0	1	0	0	0	0	1	0	2	1	0	5	0	0	1	7	3	1	22 (2.1)
	庭	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5 (0.5)
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2 (0.2)
	計		63 (6.0)	277 (26.3)	20 (1.7)	74 (7.0)	1 (0.1)	65 (6.2)	109 (10.4)	2 (0.2)	36 (3.4)	62 (5.9)	13 (1.2)	204 (19.4)	5 (0.5)	25 (2.4)	9 (0.9)	33 (3.1)	41 (3.9)	12 (1.1)

表-165 作業場所と起因物(伐倒)

		起 因 物													
		立 木 等	伐 倒 木	末 木 枝 条 か ん 木	木 片 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソー	ソー チ ェ ー ン	トラ ック 等	ワイヤ ロー プ 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	ウル シ ・ ハ チ	な し	計
作 業 場 所	林 地 等	54	8	11	1	8	26	1	1	2	19	7	3	4	145 (92.4)
	伐 根 上	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5 (3.2)
	伐 倒 木 上														
	盤 台	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.6)
	道 路 上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (0.6)
	道 路 沿	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4 (2.5)
	ハンゴ樹上	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.6)
計	58 (36.9)	11 (7.0)	11 (7.0)	1 (0.1)	10 (6.4)	27 (17.2)	1 (0.6)	1 (0.6)	2 (1.3)	20 (12.7)	8 (5.1)	3 (1.9)	4 (2.5)	157 (100)	

表-166 作業場所と起因物(造材)

		起 因 物														計
		立 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 条 かん 木	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソー	ト ラ ク タ ク ・ 等	ワイ ヤ ロー プ 類	フ ブ ッ ク ・ 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	そ の 他	な し	玉 装		
作 業 場 所	林 地 等	1	85	19	8	54	0	0	0	63	5	0	5	0	191 (57.1)	
	伐 倒 木 上	0	24	3	1	4	0	0	0	12	0	0	2	0	46 (13.7)	
	土 場	0	12	0	4	10	0	0	0	5	1	2	1	2	36 (10.7)	
	盤 台	0	16	1	2	5	1	1	1	17	0	0	1	6	51 (15.2)	
	道 路 上	0	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6 (1.8)	
	チェン ソー ベ ア	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2 (0.6)	
	小 屋 内	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2 (0.6)	
	そ の 他	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1 (0.3)	
計	1 (0.3)	88 (26.3)	24 (7.2)	16 (4.8)	76 (22.7)	2 (0.6)	1 (0.3)	1 (0.3)	78 (23.4)	6 (1.8)	2 (0.6)	9 (2.7)	11 (3.3)	335 (100)		

表-167 作業場所と起因物(架線集材)

			起 因 物													計
			立木等	伐倒材	か木 末校条・木	林地・足場	チェンソー	トラクタ等	ワイローブ類	フック類	斧・鉋・鋸	落石	ウルシ・ハチ	その他	な し	
作業場所	林地等	木上	1	29	11	7	0	0	15	5	7	5	0	2	2	84 (66.1)
	伐倒根		0	6	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	10 (7.9)
	土場		0	9	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	13 (10.2)
	盤台		0	5	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	12 (9.4)
	機上		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
	道路上		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2 (1.6)
	トラクタ 集材中	上	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
	運搬席		0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3 (2.4)
	小屋		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
	計			1 (0.8)	51 (40.2)	13 (10.2)	9 (7.1)	1 (0.8)	2 (1.6)	25 (19.7)	5 (3.9)	9 (7.1)	6 (4.7)	1 (0.8)	2 (1.6)	2 (1.6)

表-168 作業場所と起因物(トラクタ集材)

			起 因 物										
			伐倒材	かみん 末木枝条・木	トラクタ等	ワイローブ類	斧・鉋・鋸	カッター金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	計
作業場所	林地等 伐倒根 土場 盤台 道路上 トラクタ中上 集材上 運転席 小屋内		10	6	5	8	5	1	0	0	1	4	40 (51.9)
			2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (2.6)
			5	0	3	4	0	0	0	1	0	0	13 (16.9)
			1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2 (2.6)
			2	3	1	1	1	0	1	0	0	0	9 (11.7)
			0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2 (2.1)
			1	0	4	0	0	0	0	0	2	0	7 (9.6)
			0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2 (2.1)
		計	21 (29.3)	10 (13.0)	13 (16.9)	13 (16.7)	7 (9.1)	1 (1.3)	1 (1.3)	1 (1.3)	6 (7.8)	4 (5.2)	77 (100)

表-169 作業場所と起因物(巻立て)

			起 因 物											
			伐 倒 材	機	末か 木枝 ・木	林地 ・足 場	チ ェ ン ソー	トラ クタ 等	ワイ ロー ブ 類	斧・鉋 ・鋸	落 石	そ の 他	な し	計
作 業 場 所	林地等	木上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1 (0.8)
	伐倒根		3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4 (3.3)
	土場		23	1	1	3	0	2	1	13	1	0	4	49 (40.8)
	盤台		3	0	1	1	1	0	0	10	0	0	2	18 (15.0)
	機上		17	17	1	0	0	1	0	5	0	1	3	45 (37.5)
	道路上		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2 (1.7)
	道路沿		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
	計		46 (38.3)	19 (15.8)	3 (2.5)	4 (3.3)	1 (0.8)	3 (2.5)	1 (0.5)	30 (25.0)	1 (0.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	120 (100)

表-170 作業場所と起因物(架設撤去)

			起 因 物														計
			立木等	伐倒材	末か木枝ん条・木	林地・足場	チェンソー	トラクタ等	ワイローブ類	フック類	斧・鉋・鋸	カッター・金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	
作業場所	林地等	木上	2	2	6	4	1	0	16	3	7	1	0	1	1	1	45 (60.4)
	伐倒根		0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4 (5.6)
	土場		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	盤台		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3 (4.2)
	機上		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1 (1.4)
	道路上		0	1	0	1	0	1	1	2	1	0	1	0	1	1	10 (14.1)
	道路沿		0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3 (4.2)
	ハシゴ上		0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3 (4.2)
	小屋内		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
計			2 (2.8)	8 (11.3)	6 (8.5)	8 (11.3)	1 (1.4)	1 (1.4)	19 (26.8)	6 (8.5)	9 (12.7)	1 (1.4)	1 (1.4)	1 (1.4)	6 (8.5)	2 (2.8)	71 (100)

③ 造材～全般的傾向に似ている。

④ 架線集材～伐倒材（集材木），ワイヤーロープ類～周辺配置の頻度が高い。

⑤ トラクタ集材～伐倒材（集材木），ワイヤーロープ，トラクター周辺配置の組み合わせが多い。

⑥ 巻立て～伐倒材（集材木），斧・鉋・鋸（トビ，ツル）～周辺配置の組み合わせにおいて被害が多発している。

⑦ 架設撤去～ワイヤーロープ～周辺配置が多い。

V) 起因物と不安全行動

表-177～表-183のとおり。

VI) 起因物と傷害部位，傷害名

災害をもたらした直接のものは，いわゆる加害物であり，起因物とは直接関係がない場合があるが，参考までに表-184～表-197までを掲げておく。

4-2-2 事故の型とその他の要因

既に述べたように，事故の型とは，起因物の不安全状態と人の不安全行動がどのように組み合わせられたか，つまり物と人の接触の現象をあらわすものである。ここでは説明を省略するが，事故の型とその他の要因とのクロス分析は以下のとおりである。

i) 年令と事故の型

表-198～表-204のとおり。

ii) 発生月と事故の型

表-205～表-211のとおり。

iii) 作業場所と事故の型

表-212～表-218のとおり。

IV) 不安全状態と事故の型

表-219～表-225のとおり。

V) 不安全行動と事故の型

表-226～表-232のとおり。

VI) 事象の型と傷害部位

表-233～表-239のとおり。

VII) 事故の型と傷害名

表-240～表-246のとおり。

表-171 起因物と不安全状態（全体）

		不 安 全 状 態						計
		起の 因物欠 自他陥	安全防 護の陥	周 辺 配 置	作 業 環 境 の陥	そ の 他 の 状 態	不 安 全 な か つ た 状 態	
起 因 物	立 木 等	11	0	49	1	1	1	63 (60)
	伐 倒 材	64	0	208	1	1	3	277 (264)
	機	10	0	10	0	0	0	20 (19)
	末木枝条 かん 木	8	0	63	0	0	3	74 (70)
	木片・鋸屑	0	0	1	0	0	0	1 (0.1)
	林地・足場	41	0	19	1	0	4	65 (62)
	チェーンソー	1	0	100	2	0	6	109 (104)
	ソーチェン	1	0	1	0	0	0	2 (0.2)
	トラクタ・ トラック等	11	0	24	0	0	1	36 (34)
	ワイヤー ロープ類	8	1	50	0	3	0	62 (59)
物	フック ブロック類	5	0	7	0	0	1	13 (1.2)
	斧・鉋・鋸	9	0	120	1	1	73	204 (194)
	カッター・金具	0	0	3	0	0	2	5 (0.5)
	落 石	9	1	6	7	1	1	25 (24)
	ウルジ・ハチ	0	0	6	3	0	0	9 (0.9)
	そ の 他	10	0	14	3	2	4	33 (31)
	な し	1	0	2	0	0	38	41 (39)
	玉 装	4	0	6	0	0	2	12 (1.1)
	計	193 (18.4)	2 (0.2)	689 (65.5)	19 (1.8)	9 (0.9)	139 (13.2)	1051 (100)

表-172 起因物と不安全状態（伐倒）

		不 安 全 状 態					
		起の 因物欠 自他陥	周 辺 配 置	作 業 環 境 の 陥	そ の 他 の 状 態	不 安 全 な か つ た 状 態	計
起 因	立 木 等	8	47	1	1	1	58 (380)
	伐 倒 材	3	7	0	1	0	11 (70)
	末木枝条 かん 木	0	10	0	0	1	11 (70)
	木片・鋸屑	0	1	0	0	0	1 (0.6)
	林地・足場	8	2	0	0	0	10 (64)
	チェーンソー	1	23	1	0	2	27 (173)
	ソーチェン	0	1	0	0	0	1 (0.6)
	トラクタ・ トラック等	0	1	0	0	0	1 (0.6)
	ワイヤー ロープ類	0	2	0	0	0	2 (1.3)
	斧・鉋・鋸	1	12	1	0	6	20 (127)
物	落 石	3	1	4	0	0	8 (5.1)
	ウルシ・ハチ	0	3	0	0	0	3 (1.9)
	な し	0	0	0	0	4	4 (2.5)
	計	24 (15.3)	110 (90.0)	7 (4.5)	2 (1.3)	14 (8.9)	157 (100)

表-173 起因物と不安全状態

	不安全状態					計
	起の 因	物欠 自	体陥 の	周囲 配置	作業 環境	
立 木 等	1	0	0	0	0	1 (03)
伐 倒 材	20	67	1	0	0	88 (262)
末木枝条 か 人 木	3	21	0	0	0	24 (72)
林地・足場	13	3	0	0	0	16 (48)
チェーンソー	0	71	1	4	0	76 (227)
トラクタ・ トラクタ等	0	2	0	0	0	2 (06)
ワイヤー ロープ等	0	1	0	0	0	1 (03)
フック・ フック類	0	1	0	0	0	1 (03)
斧・鉋・鋸	1	51	0	46	0	98 (292)
落 石	3	0	2	1	0	6 (18)
そ の 他	1	0	1	0	0	2 (06)
な し	1	1	0	7	0	9 (27)
玉 装	3	6	0	2	0	11 (33)
計	46 (137)	224 (659)	5 (15)	60 (179)	0	335 (100)

表-174 起因物と不安全状態(架線集材)

	不安全状態					計
	起の 因	物欠 自	体陥 の	周囲 配置	作業 環境	
立 木 等	0	0	0	1	0	1 (08)
伐 倒 材	9	0	0	42	0	51 (401)
末木枝条 か 人 木	2	0	0	11	0	13 (112)
林地・足場	7	0	0	0	1	8 (71)
チェーンソー	0	0	0	1	0	1 (08)
トラクタ・ トラクタ等	2	0	0	0	0	2 (16)
ワイヤー ロープ等	2	1	0	21	0	25 (197)
フック・ フック類	2	0	0	3	0	5 (39)
斧・鉋・鋸	0	0	0	6	0	6 (71)
落 石	2	0	0	2	1	5 (47)
ウルシ・ハチ	0	0	0	1	0	1 (08)
そ の 他	1	0	0	0	1	2 (16)
な し	0	0	0	0	0	0 (16)
計	27 (213)	1 (08)	3 (24)	88 (692)	2 (16)	127 (100)

表-174 起因物と不安全状態(トラクタ集材)

	不安全状態					計
	起の 因	物欠 自	体陥 の	周囲 配置	作業 環境	
伐 倒 材	4	17	0	0	0	21 (272)
末木枝条 か 人 木	2	7	0	0	1	10 (130)
トラクタ・ トラクタ等	5	8	0	0	0	13 (169)
ワイヤー ロープ類	2	9	0	2	0	13 (169)
斧・鉋・鋸	1	5	0	0	1	7 (91)
カッター・金具	0	0	0	0	1	1 (13)
落 石	0	1	0	0	0	1 (13)
ウルシ・ハチ	0	0	1	0	0	1 (13)
そ の 他	0	3	0	1	0	4 (78)
な し	0	0	0	0	0	0 (52)
計	14 (182)	50 (649)	1 (13)	3 (39)	2 (117)	77 (100)

表-175 起因物と不安全状態(巻立て)

	不安全状態					計
	起の 因	物欠 自	体陥 の	周囲 配置	作業 環境	
伐 倒 材	11	0	0	32	0	43 (384)
末木枝条 か 人 木	10	0	0	9	0	19 (158)
林地・足場	2	0	0	3	0	5 (25)
チェーンソー	0	0	0	1	0	1 (33)
トラクタ・ トラクタ等	0	0	0	3	0	3 (25)
ワイヤー ロープ類	0	0	0	1	0	1 (08)
斧・鉋・鋸	3	0	0	19	1	23 (251)
落 石	0	1	0	0	0	1 (08)
そ の 他	0	0	0	1	0	1 (08)
な し	0	0	0	1	0	1 (92)
計	26 (217)	1 (08)	1 (08)	71 (592)	2 (175)	120 (100)

表-176 起因物と不安全状態 (架設撤去)

	不安全状態			計
	起の 因物欠 自他陥	周 辺配 置	不 安 全 状 態	
立木等	1	1	0	2 (28)
伐倒材	4	4	0	8 (113)
末木枝葉 かん木	1	4	1	6 (83)
林地・足場	3	4	1	8 (113)
チェーンソー	0	1	0	1 (14)
トラクタ・ トラクタ等	0	1	0	1 (14)
ワイヤー ロープ類	4	15	0	19 (267)
フック・ ブロッタ類	3	2	1	6 (85)
斧・鉋・鋸	0	6	3	9 (126)
カッター・金具	0	0	1	1 (14)
落石	1	0	0	1 (14)
ウエルシ・ハチ	0	1	0	1 (14)
その他	2	4	0	6 (85)
な	0	0	2	2 (28)
計	19 (268)	43 (605)	9 (127)	71 (100)

表-177 起因物と不安全行動 (全体)

	不安全行動						計
	規 則 無 視 の 作 業	共 欠 同 動 作 の 陥	危 険 動 作 の 陥	不 位 置 安 全 な 勢	保 護 具 誤 り の 陥	不 安 全 な 行 動	
立木等	0	4	13	39	0	2	63 (60)
伐倒材	1	49	101	126	0	0	277 (264)
末木枝葉 かん木	0	2	9	9	0	0	20 (19)
林地・足場	0	4	55	15	0	0	74 (70)
木片・鋸屑	0	0	1	0	0	0	1 (01)
チェーンソー	0	1	37	25	1	1	65 (62)
ソーチェン	0	7	55	46	1	0	109 (104)
トラクタ・ トラクタ等	0	0	2	0	0	0	2 (02)
ワイヤー ロープ類	0	12	14	10	0	0	36 (34)
フック・ ブロッタ類	1	3	31	20	1	1	62 (59)
斧・鉋・鋸	0	1	9	3	0	0	13 (12)
カッター・金具	2	12	111	79	0	0	204 (194)
落石	0	1	3	1	0	0	5 (05)
ウエルシ・ハチ	0	2	15	6	0	2	25 (24)
その他	0	0	9	0	0	0	9 (09)
な	0	1	18	11	1	1	33 (31)
三	0	1	1	39	0	0	41 (39)
計	4 (04)	107 (102)	493 (468)	435 (414)	4 (04)	6 (06)	1051 (100)

表-178 起因物と不安全行動 (伐倒)

	不安全行動					計
	共 欠 同 動 作 の 陥	危 険 動 作	不 位 置 安 全 な 勢	保 護 具 誤 り の 陥	不 安 全 な 行 動	
立木等	3	14	39	0	2	58 (380)
伐倒材	1	6	4	0	0	11 (70)
末木枝葉 かん木	1	6	4	0	0	11 (70)
木片・鋸屑	0	1	0	0	0	1 (06)
林地・足場	0	9	1	0	0	10 (64)
チェーンソー	2	17	7	1	0	27 (173)
ソーチェン	0	1	0	0	0	1 (06)
トラクタ・ トラクタ等	1	0	0	0	0	1 (06)
ワイヤー ロープ類	0	1	1	0	0	2 (13)
斧・鉋・鋸	0	11	9	0	0	20 (127)
落石	0	4	4	0	0	8 (51)
ウエルシ・ハチ	0	3	0	0	0	3 (19)
な	0	0	4	0	0	4 (25)
計	8 (51)	73 (465)	73 (465)	1 (06)	2 (13)	157 (100)

表-179 起因物と不安全行動 (危険)

	不安全行動						計
	規 則 無 視 の 作 業	共 欠 同 動 作 の 陥	危 険 動 作	不 位 置 安 全 な 勢	保 護 具 誤 り の 陥	不 安 全 な 行 動	
立木等	0	0	1	0	0	0	1 (03)
伐倒材	0	10	30	48	0	0	88 (262)
末木枝葉 かん木	0	1	19	4	0	0	24 (72)
林地・足場	0	0	8	6	1	1	16 (48)
チェーンソー	0	3	35	38	0	0	76 (227)
トラクタ・ トラクタ等	0	1	1	0	0	0	2 (06)
ワイヤー ロープ等	0	0	1	0	0	0	1 (03)
フック・ ブロッタ類	0	0	1	0	0	0	1 (03)
斧・鉋・鋸	1	0	48	49	0	0	98 (292)
落石	0	0	5	1	0	0	6 (18)
その他	0	0	0	0	1	1	2 (06)
な	0	1	1	7	0	0	9 (27)
玉	0	2	3	6	0	0	11 (33)
計	1 (03)	18 (54)	153 (457)	159 (474)	2 (06)	2 (06)	395 (100)

表-180 起因物と不安全行動(架設集材)

	不 安 全 行 動						計
	共欠同動作の陥	危険動作	不位安全な姿勢	保護具誤りの	その安全な行動	不安な行動	
起	1	0	0	0	0	0	1 (08)
伐倒材	7	15	29	0	0	0	51 (401)
末木枝束	0	10	3	0	0	0	13 (102)
林地・足場	0	6	3	0	0	0	9 (71)
チェーンソー	0	0	1	0	0	0	1 (08)
トラクタ・トラクタ等	0	1	1	0	0	0	2 (16)
ワイヤーロープ類	3	11	9	1	1	0	25 (197)
フック・プロッタ類	0	3	2	0	0	0	5 (39)
斧・鉋・鋸	1	7	1	0	0	0	9 (71)
落石	0	4	1	0	0	0	6 (47)
ウルシ・ハチ	0	1	0	0	0	0	1 (08)
その他	0	1	1	0	0	0	2 (16)
な	0	0	2	0	0	0	2 (16)
計	12 (94)	59 (465)	58 (417)	1 (08)	1 (08)	1 (08)	127 (100)

表-181 起因物と不安全行動(トラクタ集材)

	不 安 全 行 動				計
	共欠同動作の陥	危険動作	不位安全な姿勢	計	
起	7	8	6	21 (272)	
伐倒材	1	7	2	10 (130)	
末木枝束	4	6	3	13 (169)	
トラクタ・トラクタ等	1	6	6	13 (169)	
ワイヤーロープ類	0	3	4	7 (91)	
斧・鉋・鋸	0	1	0	1 (13)	
落石	1	0	0	1 (13)	
ウルシ・ハチ	0	1	0	1 (13)	
その他	1	5	0	6 (78)	
な	0	0	4	4 (52)	
計	15 (195)	37 (480)	25 (325)	77 (100)	

表-182 起因物と不安全行動(巻立て)

	不 安 全 行 動						計
	規則無視の作	共欠同動作の陥	危険動作	不位安全な姿勢	不位安全な行動	不安な行動	
起	0	12	23	12	0	0	46 (384)
伐倒材	0	2	9	8	0	0	19 (158)
末木枝束	0	0	2	1	0	0	3 (25)
林地・足場	0	0	1	3	0	0	4 (33)
チェーンソー	0	0	1	0	0	0	1 (08)
トラクタ・トラクタ等	0	1	2	0	0	0	3 (25)
ワイヤーロープ類	0	0	0	1	0	0	1 (08)
斧・鉋・鋸	1	7	15	7	0	0	30 (251)
落石	0	0	0	0	1	0	1 (08)
その他	0	0	0	1	0	0	1 (08)
な	0	0	0	11	0	0	11 (92)
計	1 (08)	22 (183)	52 (414)	44 (367)	1 (03)	1 (03)	120 (100)

表-183 起因物と不安全行動(架設撤去)

	不 安 全 行 動				計
	共欠同動作の陥	危険動作	不位安全な姿勢	計	
起	0	2	0	2 (28)	
立木等	0	3	5	8 (113)	
伐倒材	0	6	0	6 (85)	
末木枝束	0	1	7	8 (113)	
林地・足場	0	1	0	1 (14)	
チェーンソー	1	0	0	1 (14)	
トラクタ・トラクタ等	4	12	3	19 (257)	
ワイヤーロープ類	1	4	1	6 (85)	
フック・プロッタ類	2	2	5	9 (126)	
斧・鉋・鋸	0	1	0	1 (14)	
落石	0	1	0	1 (14)	
ウルシ・ハチ	0	1	0	1 (14)	
その他	0	3	3	6 (85)	
な	0	0	2	2 (28)	
計	8 (113)	37 (521)	25 (366)	71 (100)	

表-184 起因物と傷害部位(全体)

		起 因 物																		計
		土 木 等	伐 倒 材	機 械	カ ン 条 木	木 片 ・ 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ェ ン ソ ー	ソ ー チ ェ ン	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー 類	フ ロ ッ ク ・ 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	カ ン ・ 金 具	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	玉 装	
傷 害 部 位	頭	11	20	0	3	0	4	2	0	2	1	0	4	0	2	1	0	0	0	53 (49)
	顔	18	17	4	16	0	4	27	1	7	19	4	26	0	4	3	8	0	1	159 (111)
	軀 幹	17	77	8	17	0	23	4	0	5	8	2	14	0	6	1	5	35	1	223 (212)
	手	2	29	2	9	0	11	18	1	6	22	3	28	3	3	4	10	0	5	156 (148)
	腿	5	44	2	16	1	5	25	0	4	4	2	35	0	4	0	3	1	3	154 (147)
	足	4	86	3	9	0	17	31	0	11	6	2	96	2	6	0	6	3	2	284 (270)
	その他	6	4	1	4	0	1	2	0	0	2	0	1	0	0	0	1	2	0	24 (23)
計	63 (50)	277 (264)	20 (19)	74 (70)	1 (0.1)	65 (62)	109 (104)	2 (0.2)	36 (34)	62 (59)	13 (12)	204 (194)	5 (0.5)	25 (24)	9 (0.9)	23 (31)	41 (39)	12 (11)	1051 (1000)	

表-186 起因物と傷害部位(造材)

		起 因 物													
		立木等	伐倒材	末木・枝條	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー	ロープ類	ブロック類	斧・鉈・鋸	落石	その他	なし	玉装
傷害部位	頭	1	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	5 (1.5)
	顔	0	2	6	1	18	0	0	1	11	0	1	0	1	41 (122)
	軀幹	0	21	4	6	2	0	0	0	2	1	0	7	0	43 (128)
	手	0	10	5	3	14	0	1	0	5	1	1	0	5	45 (134)
	腿	0	18	4	1	14	1	0	0	22	3	0	1	3	67 (200)
	足	0	33	5	5	26	1	0	0	57	1	0	0	2	130 (389)
	その他	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
計		1 (0.3)	88 (262)	24 (72)	16 (48)	76 (227)	2 (0.6)	1 (0.3)	1 (0.3)	98 (292)	6 (1.8)	2 (0.6)	9 (27)	11 (33)	335 (100)

表-185 起因物と傷害部位(伐倒)

		起 因 物														計
		立 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 条 木	カ ン 条 木	木 片 ・ 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ェ ン ソ ー	ソ ー チ ェ ン	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	な し	
傷 害 部 位	頭	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	13 (83)
	顔	16	2	1	0	1	6	0	0	0	1	3	3	2	0	35 (223)
	軀 幹	16	5	3	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	3	31 (197)
	手	1	0	0	0	4	4	1	0	0	0	4	0	0	0	14 (89)
	腿	5	2	3	1	2	11	0	0	0	1	3	1	0	0	29 (185)
	足	4	1	1	0	2	5	0	1	0	0	9	2	0	0	25 (159)
	その他	6	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	10 (64)
計		58 (380)	11 (70)	11 (70)	1 (0.6)	10 (64)	27 (173)	1 (0.6)	1 (0.6)	2 (1.3)	20 (127)	8 (5.1)	3 (1.9)	4 (2.5)	0	157 (100)

表-187 起因物と傷害部位(架線集材)

		起 因 物														計
		立 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 条 木	カ ン 条 木	林 地 ・ 足 場	チ ェ ン ソ ー	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー 類	フ ロ ッ ク ・ 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	落 石	そ の 他	ウ ル シ ・ ハ チ	な し	
傷 害 部 位	頭	0	10	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	12 (94)
	顔	0	3	4	1	1	0	9	3	2	1	0	1	0	0	25 (197)
	軀 幹	0	21	4	4	0	1	4	0	0	2	0	0	0	2	38 (299)
	手	1	5	1	0	0	0	1	7	0	4	1	1	0	0	21 (165)
	腿	0	5	2	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	11 (87)
	足	0	6	1	3	0	0	0	4	1	1	2	0	1	0	19 (150)
	その他	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
計		1 (0.8)	51 (401)	13 (102)	9 (71)	1 (0.8)	2 (1.6)	25 (197)	5 (3.9)	9 (71)	6 (4.7)	1 (0.8)	2 (1.6)	2 (1.6)	0	127 (100)

表-188 起因物と傷害部位(トラクタ集材)

		起 因 物										計
		伐 倒 材	末 木 枝 等	カ ン タ タ 等	ワ イ ヤ ー 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	カ タ ー ・ 金 具	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	
傷 害 部 位	頭	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4 (52)
	顔	5	1	3	1	1	0	0	0	2	0	13 (169)
	軀 幹	6	3	2	0	1	0	0	0	1	4	17 (221)
	手	1	1	3	9	1	1	1	1	3	0	21 (272)
	腿	4	5	1	1	2	0	0	0	0	0	13 (169)
	足	2	0	3	0	2	0	0	0	0	0	7 (91)
	その他	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2 (26)
計		21 (272)	10 (120)	13 (169)	13 (169)	7 (91)	1 (13)	1 (13)	1 (13)	6 (78)	4 (52)	77 (100)

表-189 起因物と傷害部位(巻立て)

		起 因 物											
		伐 倒 材	機	末カ 木ン 枝条 木	林地・足場	チェンソー	トラクタ・等	ワイヤー	ロープ類	斧・鉋・鋸	落 石	そ の 他	な し
傷 害 部 位	頭	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	4 (33)
	顔	3	3	0	0	1	0	0	6	0	0	0	13 (108)
	軀 幹	3	8	1	1	0	0	0	7	0	0	10	30 (250)
	手	9	2	1	1	0	0	0	2	0	0	0	15 (125)
	腿	3	2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	8 (67)
	足	28	3	0	2	0	1	0	11	1	1	1	48 (400)
	その他	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2 (17)
	計	46 (384)	19 (158)	3 (25)	4 (33)	1 (08)	3 (25)	1 (08)	30 (251)	1 (08)	1 (08)	11 (92)	120 (100)

表-190 起因物と傷害部位(架設撤去)

		起 因 物														計
		立木等	伐倒材	末木・枝・葉	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー類	ブロック類	斧・鉋・鋸	カギ・金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	
傷 害 部 位	頭	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 (42)
	顔	1	1	2	1	0	0	8	0	0	0	0	1	1	0	15 (211)
	軀 幹	1	3	2	2	0	0	4	2	0	0	1	0	0	2	17 (239)
	手	0	0	0	0	0	0	4	2	1	1	0	0	1	0	9 (127)
	腿	0	2	1	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	8 (113)
	足	0	2	1	2	0	1	2	1	5	0	0	0	4	0	18 (254)
	その他	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (14)
	計	2 (28)	8 (113)	6 (85)	8 (113)	1 (14)	1 (14)	19 (267)	6 (85)	9 (126)	1 (14)	1 (14)	1 (14)	6 (85)	2 (28)	71 (100)

表-191 起因物と傷害名(全体)

		起 因 物																		計
		立木等	伐倒材	機	末カン 木枝系木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ソーチェーン	トラクタ等	ワイヤー	ロープ類	フック類	斧・鉋・鋸	カッター金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	
傷 害 名	刺創	1	2	0	1	0	1	0	0	0	2	0	4	2	1	3	1	0	0	18 (17)
	切創	1	11	0	9	1	4	30	0	1	2	1	85	0	0	0	0	0	2	147 (140)
	裂創	0	6	0	2	0	1	4	0	0	2	0	13	0	1	0	0	0	0	29 (28)
	挫創	14	66	8	14	0	17	29	2	12	14	1	53	2	6	0	8	0	3	235 (224)
	捻挫	7	13	1	7	0	10	1	0	1	4	0	1	1	6	0	2	22	1	77 (73)
	骨折	11	79	6	13	0	13	8	0	7	11	6	14	0	2	0	4	0	3	171 (163)
	打撲	13	71	4	17	0	10	11	0	8	13	3	20	0	4	0	9	1	2	186 (177)
	その他	16	35	1	11	0	9	26	0	7	14	2	34	0	5	6	9	12	1	188 (179)
計	63 (60)	277 (264)	20 (19)	74 (70)	1 (01)	65 (62)	109 (104)	2 (02)	36 (34)	62 (59)	13 (12)	204 (194)	5 (05)	25 (24)	9 (09)	33 (31)	41 (39)	12 (11)	1051 (100)	

表-192 起因物と傷害名(伐倒)

		起 因 物												計
		立 木 等	伐 倒 材	末 カ 木 枝 条 木	木 片 ・ 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ェ ン ソ ー	ソ ー チ ェ ン	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	
傷 害 名	刺 創	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2 (1.3)
	切 創	1	1	2	1	1	9	0	0	0	7	0	0	22 (14.0)
	裂 創	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	5 (3.2)
	挫 創	14	2	2	0	2	8	1	0	0	3	2	0	34 (21.7)
	捻 挫	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	10 (6.4)
	骨 折	10	5	1	0	3	0	0	1	0	1	0	0	21 (13.4)
	打 撲	12	1	2	0	1	0	0	0	1	1	1	0	19 (12.1)
	その他	16	1	3	0	2	8	0	0	1	6	2	2	44 (27.9)
	計	58 (38.0)	11 (7.0)	11 (7.0)	1 (0.6)	10 (6.4)	27 (17.3)	1 (0.6)	1 (0.6)	2 (1.3)	20 (12.7)	8 (5.1)	3 (1.9)	157 (100)

表-193 起因物と傷害名(造材)

		起 因 物												計
		立 木 等	伐 倒 材	末 カ 木 枝 条 木	林 地 ・ 足 場	チ ェ ン ソ ー	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー 類	ブ ロ ッ ク 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	落 石	そ の 他	な し	
傷 害 名	刺 創	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.3)
	切 創	0	8	7	2	21	0	0	0	56	0	0	0	96 (28.6)
	裂 創	0	2	0	1	2	0	0	0	8	1	0	0	14 (4.2)
	挫 創	0	23	5	4	19	0	0	1	12	0	0	2	69 (20.6)
	捻 挫	1	2	3	3	1	0	0	0	0	3	1	4	19 (5.7)
	骨 折	0	17	1	1	7	0	0	0	3	0	0	0	32 (9.6)
	打 撲	0	25	7	2	9	2	0	0	3	1	0	0	50 (14.9)
	その他	0	10	1	3	17	0	1	0	16	1	1	3	54 (16.1)
	計	1 (0.3)	88 (21.2)	24 (7.2)	16 (4.8)	76 (22.7)	2 (0.6)	1 (0.3)	1 (0.3)	98 (29.2)	6 (1.8)	2 (0.6)	9 (2.7)	335 (100)

表-194 起因物と傷害名(架線集材)

		起 因 物												計
		立 木 等	伐 倒 材	末 カ 木 枝 条 木	林 地 ・ 足 場	チ ェ ン ソ ー	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー 類	ブ ロ ッ ク 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	
傷 害 名	刺 創	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	8 (6.8)
	切 創	0	1	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	6 (4.7)
	裂 創	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4 (3.1)
	挫 創	0	9	2	3	0	0	5	0	2	1	0	0	22 (17.3)
	捻 挫	0	1	2	2	0	0	2	0	0	1	0	0	10 (7.9)
	骨 折	0	14	3	1	0	2	7	0	1	1	0	0	29 (22.8)
	打 撲	0	14	3	2	1	0	6	2	0	2	0	0	30 (23.7)
	その他	0	10	1	0	0	0	2	2	1	1	0	1	18 (14.2)
	計	1 (0.8)	51 (40.1)	13 (10.2)	9 (7.1)	1 (0.8)	2 (1.6)	25 (19.7)	5 (3.9)	9 (7.1)	6 (4.7)	1 (0.8)	2 (1.6)	127 (100)

表-195 起因物と傷害名(トラクタ集材)

		起 因 物										計
		伐 倒 材	末 カ 木 枝 条 木	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	カ ッ タ ー 金 具	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	
傷 害 名	刺 創	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 (1.3)
	切 創	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	4 (5.2)
	挫 創	5	3	7	4	2	1	1	0	2	0	25 (32.4)
	捻 挫	3	1	1	1	0	0	0	0	0	2	8 (10.4)
	骨 折	6	3	1	1	1	0	0	0	1	0	13 (16.9)
	打 撲	3	3	1	2	1	0	0	0	2	0	12 (15.6)
	その他	4	0	3	3	0	0	0	1	1	2	14 (18.2)
	計	21 (27.2)	10 (13.0)	13 (16.9)	13 (16.7)	7 (9.1)	1 (1.3)	1 (1.3)	1 (1.3)	6 (7.8)	4 (5.2)	77 (100)

表-196 起因物と傷害名(巻立て)

		起 因 物											計
		伐 倒 材	機	末カ 木ン 枝条木	林地 ・足場	チェ ンソー	トラ クタ ・等	ワイ ヤー 類	斧・鉋 ・鋸	落 石	そ の 他	な し	
傷 害 名	刺 創	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3 (2.5)
	切 創	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 (0.8)
	裂 創	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (0.8)
	挫 創	17	7	0	1	0	0	0	7	0	0	2	34 (28.4)
	捻 挫	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	8	14 (11.7)
	骨 折	9	6	2	1	0	0	0	2	0	0	0	20 (16.7)
	打 撲	12	4	1	2	0	2	1	11	0	1	0	34 (28.3)
	その他	4	1	0	0	1	0	0	5	1	0	1	13 (10.8)
	計	46 (38.4)	19 (15.8)	3 (2.5)	4 (3.3)	1 (0.8)	3 (2.5)	1 (0.8)	30 (25.1)	1 (0.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	120 (100)

表-197 起因物と傷害名(架設撤去)

		起 因 物														
		立 木 等	伐 倒 材	末カ 木ン 枝条木	林地・足場	チェ ンソー	トラ クタ ・等	ワイ ヤー 類	フ ッ ク ・ 類	斧・鉋・鋸	カ タ ー・ 金具	落 石	ウル シ・ハ チ	そ の 他	な し	計
傷 害 名	切 創	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7 (9.9)
	裂 創	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	挫 創	0	2	1	2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	11 (15.5)
	捻 挫	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	6 (8.5)
	骨 折	0	1	1	3	0	0	3	5	1	0	1	0	1	0	16 (22.5)
	打 撲	1	2	1	1	1	1	3	1	0	0	0	0	2	0	13 (18.8)
	その他	0	2	3	1	0	0	6	0	1	0	0	1	2	1	17 (23.9)
計	2 (2.8)	8 (11.3)	6 (8.5)	8 (11.1)	1 (1.4)	1 (1.4)	19 (26.7)	6 (8.5)	9 (12.6)	1 (1.4)	1 (1.4)	1 (1.4)	6 (8.5)	2 (2.8)	71 (100)	

表-198 年令と事故の型(全体)

		事 故 の 型													計
		墜 落	転 倒	激 突	飛 来 ・ 落 下	崩 壊 ・ 倒 壊	激 突 さ れ	は さ ま れ ・ こ ま れ	切 れ ・ こ す れ	踏 み 抜 き	高 温 ・ 有 害 物	火 災	無 理 な 動 作	そ の 他	
年 令	～19	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3 (0.3)
	20～29	9	7	4	13	1	26	7	63	2	0	0	1	1	134 (12.8)
	30～39	12	13	23	16	3	27	19	51	2	1	1	13	3	184 (17.5)
	40～49	29	44	26	55	16	93	43	87	5	1	2	22	1	424 (40.4)
	50～59	22	22	17	34	11	58	25	54	2	2	2	16	2	267 (25.4)
	60～	5	2	2	5	2	12	4	3	0	0	0	2	1	38 (3.6)
	計	77 (7.3)	88 (8.5)	73 (6.9)	124 (11.8)	33 (3.1)	216 (20.6)	98 (9.3)	259 (24.7)	11 (1.0)	4 (0.4)	5 (0.5)	54 (5.1)	8 (0.8)	1050 (100)

表-199 年令と事故の型(伐倒)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
年	～19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (0.6)
	20～29	0	3	0	4	1	0	0	11	0	0	0	19 (12.1)
	30～39	1	1	2	5	1	2	0	14	0	2	0	28 (17.8)
	40～49	4	3	0	24	11	7	5	15	1	0	1	71 (45.3)
	50～59	0	2	1	9	4	6	1	8	0	2	2	35 (22.3)
令	60～	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3 (1.9)
	計	5 (3.2)	9 (5.7)	3 (1.9)	42 (26.8)	18 (11.5)	16 (10.2)	7 (4.5)	49 (31.2)	1 (0.6)	4 (2.5)	8 (1.9)	157 (100)

表-200 年令と事故の型(造材)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温有害物	無理な動作	計
年令	～19	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	(0.6)
	20～29	1	1	2	3	0	8	3	40	0	0	0	(5.8)
	30～39	3	4	3	8	0	10	6	27	0	0	3	(19.1)
	40～49	5	14	6	11	3	24	12	48	1	1	4	(35.5)
	50～59	2	5	4	6	0	11	12	35	0	1	3	(23.6)
	60～	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	(0.9)
計		11	24	16	29	3	53	33	152	1	2	11	(33.5)
		(3.3)	(7.2)	(4.8)	(8.7)	(0.9)	(15.7)	(9.9)	(45.3)	(0.3)	(0.6)	(3.3)	(100)

表-202 年令と事故の型(トラクタ集材)

		事故の型										
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
年令	20～29	0	0	0	0	1	1	4	1	0	0	7 (92)
	30～39	1	2	4	2	3	6	2	0	2	1	23 (303)
	40～49	2	2	5	5	10	7	3	0	1	0	35 (461)
	50～59	0	1	1	1	1	2	2	0	1	0	9 (118)
	60～	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2 (26)
計		3 (39)	5 (66)	10 (132)	10 (132)	15 (197)	16 (210)	11 (145)	1 (13)	4 (53)	1 (13)	76 (100)

表-201 年令と事故の型(架線集材)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	火災	無理な動作	その他
年令	20～29	1	0	1	1	0	5	2	3	1	0	0	(14.110)
	30～39	0	1	3	0	0	1	0	4	1	0	1	(12.94)
	40～49	2	7	3	7	0	17	3	3	1	1	2	(46.362)
	50～59	3	6	5	7	3	19	2	1	1	0	2	(49.387)
	60～	0	0	0	1	0	4	1	0	0	0	0	(6.47)
	計	6	14	12	16	3	46	8	11	4	1	5	(127.100)
		(4.7)	(11.0)	(9.4)	(12.6)	(2.4)	(36.3)	(6.0)	(8.7)	(3.1)	(0.8)	(3.9)	(100)

表-203 年令と事故の型(巻き立て)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	
年令	20～29	1	0	1	2	0	6	1	1	0	1	13 (108)
	30～39	1	0	4	1	1	2	3	1	0	3	16 (133)
	40～49	6	7	3	2	1	15	4	2	1	4	45 (376)
	50～59	4	5	3	5	4	7	2	3	0	3	36 (300)
	60～	3	0	0	1	1	4	1	0	0	0	10 (83)
計		15 (12.5)	12 (10.0)	11 (9.2)	11 (9.2)	7 (5.8)	34 (283)	11 (9.2)	7 (5.8)	1 (6.8)	11 (9.2)	120 (100)

表-204 年齢と事故の型(架設撤去)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
年齢	20~29	1	0	0	0	3	0	3	0	0	0	7 (99)
	30~39	2	1	2	0	5	0	1	1	0	1	13 (183)
	40~49	4	3	4	1	9	4	3	1	4	0	33 (465)
	50~59	3	0	1	2	2	2	2	0	1	0	13 (183)
	60~	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0	5 (70)
計		10 (14.1)	6 (0.5)	8 (11.3)	3 (4.2)	20 (28.1)	7 (9.9)	9 (12.7)	2 (2.8)	5 (7.0)	1 (1.4)	71 (100)

表-205 発生月と事故の型(全体)

		事故の型													計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温・有害物	火災	無理な動作	その他	
発生月	1~3	16	25	18	47	15	61	27	57	2	0	1	10	0	279 (265)
	4~6	19	16	10	27	5	37	20	62	5	1	0	12	1	215 (205)
	7~9	20	22	25	28	4	57	28	77	2	2	1	16	6	288 (274)
	10~12	22	26	20	22	9	61	23	63	2	1	3	16	1	269 (256)
	計	77 (73)	89 (85)	73 (69)	124 (118)	33 (31)	216 (206)	98 (93)	259 (247)	11 (1.0)	4 (0.4)	5 (0.5)	54 (5.1)	8 (0.8)	1051 (100)

表-206 発生月と事故の型(伐倒)

		事故の型											計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
発生月	1～ 3	1	2	0	22	8	1	0	14	0	1	0	49 (31.2)
	4～ 6	1	0	0	7	2	3	3	10	0	0	0	26 (16.6)
	7～ 8	1	4	1	8	2	6	4	19	1	2	3	51 (32.5)
	9～12	2	3	2	5	6	6	0	6	0	1	0	31 (19.7)
	計	5 (4.2)	9 (5.7)	3 (1.9)	42 (26.8)	18 (11.5)	16 (10.2)	7 (4.5)	49 (31.2)	1 (0.6)	4 (2.5)	3 (1.9)	157 (100)

表-207 発生月と事故の型(造材)

		事故の型											計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温・有害物	無理な動作	
発生月	1～3	1	7	5	9	1	17	11	25	0	0	4	80 (23.9)
	4～6	3	7	1	8	0	4	4	33	0	0	2	62 (18.5)
	7～9	3	7	6	6	1	13	9	51	1	1	5	103 (30.7)
	10～12	4	3	4	6	1	19	9	43	0	1	0	90 (26.9)
	計	11 (3.0)	24 (7.2)	16 (4.8)	29 (8.7)	3 (0.9)	53 (15.7)	33 (9.9)	152 (45.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	11 (3.3)	335 (100)

表-208 発生月と事故の型(架線集材)

		事故の型												計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	火災	無理な動作	その他	
発生月	1~3	1	2	1	4	2	17	3	4	1	0	1	0	36 (283)
	4~6	1	1	0	4	1	9	2	4	3	0	0	0	25 (197)
	7~9	1	4	7	7	0	12	0	0	0	1	1	0	33 (260)
	10~12	3	7	4	1	0	8	3	3	0	0	3	1	33 (260)
	計	6 (4.7)	14 (11.0)	12 (9.4)	16 (12.6)	3 (2.4)	46 (36.3)	8 (6.3)	11 (8.7)	4 (3.1)	1 (0.8)	5 (3.9)	1 (0.8)	127 (100)

表-210 発生月と事故の型(巻立て)

		事故の型										
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	計
発 生 月	1～3	4	7	3	3	4	12	5	3	1	3	45 (37.5)
	4～6	4	3	4	4	1	5	1	3	0	4	29 (24.2)
	7～9	4	0	2	2	1	5	3	1	0	3	21 (17.5)
	10～12	3	2	2	2	1	12	2	0	0	1	25 (20.8)
	計	15 (12.5)	12 (10.0)	11 (9.2)	11 (9.2)	7 (5.8)	34 (28.3)	11 (9.2)	7 (5.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	120 (100)

表-209 発生月と事故の型(トラクタ集材)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
発 生 月	1～3	0	2	2	5	4	4	4	0	0	0	21 (27.2)
	4～6	1	1	1	1	4	4	3	1	2	0	18 (23.4)
	7～9	1	2	3	1	5	3	2	0	1	1	19 (24.7)
	10～12	1	1	4	3	2	5	2	0	1	0	19 (24.7)
	計	3 (3.9)	6 (7.8)	10 (13.0)	10 (13.0)	15 (19.5)	16 (20.8)	11 (14.2)	1 (1.3)	4 (5.2)	1 (1.3)	77 (100)

表-211 発生月と事故の型(架設撤去)

		事故の型										
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
発生月	1～3	1	2	1	0	4	1	1	0	0	0	10 (14.1)
	4～6	4	0	2	1	6	3	3	0	1	0	20 (28.2)
	7～9	3	1	2	0	5	3	0	0	2	1	17 (23.9)
	10～12	2	3	3	2	5	0	5	2	2	0	24 (33.3)
	計	10 (14.1)	6 (8.5)	8 (11.3)	3 (4.2)	20 (28.1)	7 (9.9)	9 (12.7)	2 (2.8)	5 (7.0)	1 (1.4)	71 (100)

表-212 作業場所と事故の型(全体)

		事故の型													計
		墜落	転落	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温・有害物	火災	無理な動作	その他	
作業場所	林地等	18	25	23	83	21	101	31	179	8	1	1	29	5	535 (509)
	伐倒木・伐根上	12	20	8	1	2	7	2	22	1	0	0	1	0	76 (72)
	土場	1	16	10	19	3	49	20	19	1	2	0	8	1	149 (142)
	盤台	17	3	6	8	0	22	23	20	0	0	0	5	0	106 (101)
	桟上	8	4	7	2	5	12	6	2	0	0	0	3	0	49 (47)
	道路上	0	4	7	4	1	12	7	4	1	0	0	4	0	44 (42)
	道路沿	2	1	1	2	0	3	2	0	0	0	0	0	0	11 (10)
	トラック荷台	6	3	8	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	19 (18)
	トラクタ集材機上	2	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	8 (08)
	運転席	1	2	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0	1	12 (11)
	チェーンコンベア	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2 (02)
	ハシゴ・樹上	8	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11 (10)
小屋内	0	0	1	2	1	5	0	4	0	1	4	3	1	22 (21)	
庭	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	5 (05)	
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2 (12)	
計		77 (73)	89 (85)	73 (69)	124 (118)	33 (21)	216 (206)	98 (93)	259 (246)	11 (10)	4 (04)	5 (05)	54 (51)	8 (08)	1051 (100)

表-213 作業場所と事故の型(伐倒)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
作業場所	林地等	2	7	3	42	17	14	5	47	1	4	3	145 (924)
	伐倒木・伐根上	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5 (32)
	盤台	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (06)
	道路上	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (06)
	道路沿	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	4 (25)
	ハシゴ・樹上	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (06)
	計	5 (82)	7 (5.7)	3 (1.9)	42 (268)	18 (11.5)	16 (10.2)	7 (4.5)	49 (31.2)	1 (0.6)	4 (2.5)	3 (1.9)	157 (100)

表-214 作業場所と事故の型(造材)

		事故の型											計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温・有害物	無理な動作	
作業場所	林地等	2	11	5	21	2	29	8	103	1	0	9	191 (571)
	伐倒木・伐根上	8	9	5	0	0	2	1	20	0	0	1	46 (127)
	土場	0	2	0	2	0	10	7	18	0	2	0	36 (107)
	盤台	1	0	5	5	0	9	16	14	0	0	1	51 (152)
	道路上	0	1	0	1	0	3	0	1	0	0	0	6 (18)
	チェーンコンベア	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2 (06)
	小屋内	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2 (06)
	その他	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (03)
計		11 (33)	24 (72)	16 (48)	29 (87)	3 (07)	53 (158)	33 (99)	152 (454)	1 (03)	2 (06)	11 (33)	335 (100)

表-215 作業場所と事故の型(架線集材)

		事故の型												計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	火災	無理な動作	その他	
作業場所	林地等	4	9	7	11	1	30	4	8	4	1	5	0	84 (661)
	伐倒木・伐根上	1	4	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	10 (79)
	土場	0	1	1	4	1	4	1	1	0	0	0	0	13 (102)
	盤台	0	0	0	1	0	7	3	1	0	0	0	0	12 (94)
	桟上	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (08)
	道路上	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2 (16)
	トラクタ集材機上	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (08)
	運転席	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	3 (24)
作業場所	小屋内	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 (08)
	計	6 (47)	14 (110)	12 (94)	16 (126)	3 (24)	46 (362)	8 (63)	11 (86)	4 (31)	1 (08)	5 (39)	1 (08)	127 (100)

表-216 作業場所と事故の型(トラクタ集材)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻き込まれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
作業場所	林地等	2	3	3	6	7	8	6	1	4	0	40 (51.9)
	伐倒木・伐根上	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2 (2.6)
	土場	0	0	2	2	4	3	1	0	0	1	13 (16.9)
	盤台	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (2.6)
	道路上	0	0	2	1	1	3	2	0	0	0	9 (11.7)
	トラクタ集材機上	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2 (2.6)
	運転席	0	2	2	0	1	1	1	0	0	0	7 (9.1)
	小屋内	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2 (2.6)
計		3 (0.9)	6 (7.8)	10 (13.0)	10 (13.0)	15 (19.5)	16 (20.8)	11 (14.3)	1 (1.3)	4 (5.2)	1 (1.3)	77 (100)

表-217 作業場所と事故の型(巻き立て)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻き込まれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	
作業場所	林地等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1 (0.8)
	伐倒木・伐根上	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	4 (3.3)
	土場	0	7	6	8	2	16	2	3	1	4	49 (40.8)
	盤台	7	0	0	1	0	4	2	2	0	2	18 (15.0)
	機上	8	4	5	2	5	11	6	1	0	3	45 (37.5)
	道路上	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2 (1.7)
	道路沿	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1 (0.8)
	計	15 (12.5)	12 (10.0)	11 (9.2)	11 (9.2)	7 (5.8)	34 (28.3)	11 (9.2)	7 (5.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	120 (100)

表-218 作業場所と事故の型(架設撤去)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻き込まれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
作業場所	林地等	5	0	5	2	17	4	7	1	3	1	45 (63.4)
	伐倒木・伐根上	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4 (5.6)
	土場	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	盤台	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3 (4.2)
	機上	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (1.4)
	道路上	0	2	1	0	2	2	0	1	2	0	10 (14.1)
	道路沿	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3 (4.2)
	ハエゴ・樹上	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3 (4.2)
作業場所	小屋内	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	計	10 (14.1)	6 (8.5)	8 (11.3)	3 (4.2)	20 (28.2)	7 (9.9)	9 (12.7)	2 (2.8)	5 (7.0)	1 (1.4)	71 (100)

表-219 不安全状態と事故の型(全体)

事故の型	不安全状態					計
	起因物欠自体陥	安全防護の陥	周辺配置	作業環境の陥	その他不安全状態	
墜	29	0	45	0	3	77 (73)
転	34	0	53	1	1	89 (25)
激	28	0	34	3	8	73 (69)
飛来・落下	17	1	92	5	8	124 (118)
崩壊・倒壊	33	0	30	0	0	33 (31)
激突され	29	0	175	2	8	217 (206)
はさまれ・巻きこまれ	20	0	70	0	1	98 (93)
切れすれ	21	1	167	2	4	259 (247)
踏み抜き	4	0	6	0	1	11 (10)
高温・有害物	0	0	2	2	0	4 (0.4)
火災	1	0	1	2	1	5 (0.5)
無理な動作	7	0	8	0	39	54 (51)
その他	0	0	1	2	0	8 (0.8)
計	193 (184)	2 (0.2)	639 (65.5)	19 (1.8)	9 (0.9)	139 (13.2)

表-220 不安全状態と事故の型(伐倒)

事故の型	不安全状態					計
	起因物欠自体陥	安全防護の陥	周辺配置	作業環境の陥	その他不安全状態	
墜	4	1	0	0	0	5 (3.2)
転	4	5	0	0	0	9 (5.7)
激	0	1	1	0	1	3 (1.9)
飛来・落下	4	29	4	1	4	42 (36.8)
崩壊・倒壊	0	18	0	0	0	18 (11.5)
激突され	5	11	0	0	0	16 (10.2)
はさまれ・巻きこまれ	0	7	0	0	0	7 (4.5)
切れすれ	7	34	2	1	5	49 (31.2)
踏み抜き	0	1	0	0	0	1 (0.6)
無理な動作	0	0	0	0	4	4 (0.5)
その他	0	3	0	0	0	3 (1.9)
計	24 (15.3)	110 (70.0)	7 (4.5)	2 (1.3)	14 (8.9)	157 (100)

表-221 不安全状態と事故の型(造材)

事故の型	不安全状態					計
	起因物欠自体陥	安全防護の陥	周辺配置	作業環境の陥	その他不安全状態	
墜	5	6	0	0	0	11 (3.3)
転	11	12	1	0	0	24 (7.2)
激	7	8	1	0	0	16 (4.8)
飛来・落下	1	25	1	2	2	29 (8.7)
崩壊・倒壊	0	3	0	0	0	3 (0.9)
激突され	3	46	1	3	3	53 (15.7)
はさまれ・巻きこまれ	5	26	0	2	2	38 (9.9)
切れすれ	12	94	0	46	1	152 (45.3)
踏み抜き	0	1	0	0	0	1 (0.3)
高温・有害物	0	1	1	1	0	2 (0.6)
無理な動作	2	2	0	7	7	11 (3.3)
計	46 (13.7)	224 (66.9)	5 (1.5)	60 (17.9)	395 (100)	

表-222 不安全状態と事故の型(乗組乗材)

事故の型	不安全状態					計
	起因物欠自体陥	安全防護の陥	周辺配置	作業環境の陥	その他不安全状態	
墜	2	0	4	0	0	6 (4.7)
転	8	0	6	0	0	14 (11.0)
激	5	0	6	1	0	12 (9.4)
飛来・落下	3	0	13	0	0	16 (12.6)
崩壊・倒壊	0	0	3	0	0	3 (2.4)
激突され	5	0	38	1	2	46 (36.3)
はさまれ・巻きこまれ	0	0	8	0	0	8 (6.3)
切れすれ	1	1	6	0	0	8 (6.3)
踏み抜き	1	0	2	0	0	3 (2.4)
火災	0	0	0	1	0	1 (0.8)
無理な動作	2	0	1	0	0	3 (2.4)
その他	0	0	1	0	0	1 (0.8)
計	27 (21.3)	1 (0.8)	88 (68.2)	3 (2.4)	2 (1.6)	127 (100)

表-223 不安全状態と事故の型(トラクタ乗材)

事故の型	不安全状態					計
	起因物欠自体陥	安全防護の陥	周辺配置	作業環境の陥	その他不安全状態	
墜	1	2	0	0	0	3 (3.9)
転	2	4	0	0	0	6 (9.8)
激	3	6	0	0	1	10 (13.0)
飛来・落下	3	7	0	0	0	10 (13.0)
激突され	1	14	0	0	0	15 (19.5)
はさまれ・巻きこまれ	4	8	0	1	3	16 (20.8)
切れすれ	0	8	0	2	1	11 (14.2)
踏み抜き	0	1	0	0	0	1 (1.3)
無理な動作	0	0	0	0	4	4 (5.2)
その他	0	0	1	0	0	1 (1.3)
計	14 (11.2)	50 (64.9)	1 (1.3)	3 (3.9)	9 (11.7)	77 (100)

表-224 不安全状態と事故の型(巻立て)

事故の型	不安全状態					計
	起因物欠自体陥	安全防護の陥	周辺配置	作業環境の陥	その他不安全状態	
墜	2	0	12	0	1	15 (12.5)
転	3	0	8	0	1	12 (10.0)
激	6	0	2	0	3	11 (9.1)
飛来・落下	1	1	8	0	1	11 (9.1)
崩壊・倒壊	3	0	4	0	0	7 (5.8)
激突され	6	0	24	0	4	34 (28.3)
はさまれ・巻きこまれ	4	0	7	0	0	11 (9.1)
切れすれ	0	0	5	1	1	7 (5.8)
踏み抜き	1	0	0	0	0	1 (0.8)
無理な動作	0	0	1	0	10	11 (9.1)
計	26 (21.7)	1 (0.8)	77 (52.2)	1 (0.8)	21 (17.5)	120 (100)

表-225 不安全状態と事故の型
(架設撤去)

事故の型	不安全状態			計
	起の要因	周辺配置	不安全状態	
墜落	5	5	0	10 (14.1)
転倒	3	3	0	6 (8.5)
激突	4	3	1	8 (11.3)
飛来・落下	2	1	0	3 (4.2)
崩壊・倒壊	4	15	1	20 (28.1)
はさまれ・巻きこまれ	0	6	1	7 (9.9)
切れすれ	0	6	3	9 (12.7)
踏み抜き	1	1	0	2 (2.8)
無理な動作	0	2	3	5 (7.0)
その他	0	1	0	1 (1.4)
計	19 (26.8)	43 (60.5)	9 (12.7)	71 (100)

表-226 不安全行動と事故の型 (全体)

事故の型	不安全行動						計
	規則無視の作	共欠同動作の陥	危険動作	不位置全姿な勢	保護具誤りの	使用の他	
墜落	1	7	32	37	0	0	77 (75)
転倒	0	9	46	33	1	0	89 (85)
激突	0	6	37	30	0	0	73 (69)
飛来・落下	1	14	42	65	1	0	124 (118)
崩壊・倒壊	0	4	16	13	0	0	33 (31)
激突され	0	42	105	66	0	1	216 (206)
はさまれ・巻きこまれ	1	16	49	30	1	0	98 (93)
切れすれ	1	8	135	113	1	0	259 (247)
踏み抜き	0	0	9	2	0	0	11 (10)
高有火	0	0	2	1	0	1	4 (0.4)
無理な動作	0	0	2	2	0	1	5 (0.5)
その他	0	1	10	4	0	0	54 (51)
計	0	0	8	0	0	0	8 (0.8)
							1051 (100)

表-227 不安全行動と事故の型 (伐倒)

事故の型	不安全行動					計
	規則無視の作	共欠同動作の陥	危険動作	不位置全姿な勢	保護具誤りの	
墜落	0	0	3	2	0	5 (3.2)
転倒	1	1	8	0	0	9 (5.7)
激突	0	0	2	1	0	3 (1.9)
飛来・落下	1	1	9	31	1	42 (26.8)
崩壊・倒壊	2	7	9	0	0	18 (11.5)
激突され	1	8	6	0	1	16 (10.2)
はさまれ・巻きこまれ	1	1	5	0	0	7 (4.5)
切れすれ	2	31	15	0	1	49 (31.2)
踏み抜き	0	1	0	0	0	1 (0.6)
無理な動作	0	0	0	4	0	4 (2.5)
その他	0	0	3	0	0	3 (1.9)
計	8 (5.1)	78 (46.5)	73 (46.5)	1 (0.6)	2 (1.3)	157 (100)

表-228 不安全行動と事故の型 (造材)

事故の型	不安全行動				計
	規則無視の作	共欠同動作の陥	危険動作	不位置全姿な勢	
墜落	0	1	1	9	11 (33)
転倒	0	0	12	11	24 (72)
激突	0	0	6	10	16 (48)
飛来・落下	0	2	14	13	29 (87)
崩壊・倒壊	0	1	2	0	3 (0.9)
激突され	0	8	28	17	53 (15.7)
はさまれ・巻きこまれ	0	5	15	11	33 (9.9)
切れすれ	1	1	71	79	152 (45.3)
踏み抜き	0	0	1	0	1 (0.3)
高有火	0	0	0	1	2 (0.6)
無理な動作	0	0	3	8	11 (33)
計	1 (0.3)	18 (5.4)	153 (45.7)	159 (47.4)	335 (100)

表-229 不安全行動と事故の型 (架設集材)

事故の型	不安全行動						計
	規則無視の作	共欠同動作の陥	危険動作	不位置全姿な勢	保護具誤りの	使用の他	
墜落	1	1	0	5	0	0	6 (4.7)
転倒	1	1	7	6	0	0	14 (11.0)
激突	2	2	5	5	0	0	12 (9.4)
飛来・落下	2	2	4	10	0	0	16 (12.6)
崩壊・倒壊	1	3	1	1	0	0	3 (2.4)
激突され	3	22	19	0	1	1	46 (36.3)
はさまれ・巻きこまれ	1	6	1	0	0	0	8 (6.3)
切れすれ	1	6	3	0	0	0	11 (8.7)
踏み抜き	0	4	0	0	0	0	4 (3.1)
火災	0	0	0	1	0	0	1 (0.8)
無理な動作	0	3	1	0	0	0	5 (3.9)
その他	0	0	1	0	0	0	1 (0.8)
計	12 (9.4)	59 (46.5)	53 (41.7)	1 (0.8)	1 (0.8)	1 (0.8)	127 (100)

表-230 不安全行動と事故の型 (トラック集材)

事故の型	不安全行動				計
	規則無視の作	共欠同動作の陥	危険動作	不位置全姿な勢	
墜落	0	0	2	1	3 (3.9)
転倒	1	1	4	1	6 (7.8)
激突	0	0	8	2	10 (13.0)
飛来・落下	3	0	0	7	10 (13.0)
崩壊・倒壊	6	6	3	3	15 (19.5)
はさまれ・巻きこまれ	3	11	2	2	16 (20.8)
切れすれ	2	5	0	4	11 (14.2)
踏み抜き	0	0	0	1	1 (1.3)
無理な動作	0	0	0	4	4 (5.2)
その他	0	1	0	0	1 (1.3)
計	15 (19.5)	37 (48.0)	25 (32.5)	2 (2.5)	77 (100)

表-231 不安全行動と事故の型(巻立て)

		不 安 全 行 動						計
		規則無視の作	共同動作の陥	危険動作	不位置安全な勢	不位置安全な勢	動かなかつた	
事故の型	墜落	1	1	8	5	0		15 (12.5)
	転倒	0	1	6	5	0		12 (10.0)
	激突	0	2	3	6	0		11 (9.2)
	飛来・落下	0	2	7	1	1		11 (9.2)
	崩壊・倒壊	0	0	5	2	0		7 (5.8)
	激突され	0	12	15	7	0		34 (28.3)
	はさまれ・巻きこまれ	0	8	3	5	0		16 (13.5)
	切れ・こすれ	0	1	4	2	0		7 (5.8)
	踏み抜き	0	0	1	0	0		1 (0.8)
	無理な動作	0	0	0	11	0		11 (9.2)
計		1 (0.8)	22 (18.3)	52 (43.4)	44 (36.7)	1 (0.8)		120 (100)

表-232 不安全行動と事故の型(架設撤去)

		不 安 全 行 動						計
		共同動作の陥	危険動作	不位置安全な勢	不位置安全な勢	動かなかつた	動かなかつた	
事故の型	墜落	0	5	5				10 (14.1)
	転倒	1	2	3				6 (8.5)
	激突	0	5	3				8 (11.8)
	飛来・落下	1	2	0				3 (4.2)
	激突され	2	13	5				20 (28.1)
	はさまれ・巻きこまれ	3	4	0				7 (9.9)
	切れ・こすれ	0	3	6				9 (12.7)
	踏み抜き	0	1	1				2 (2.8)
	無理な動作	1	1	3				5 (7.0)
	その他	0	1	0				1 (1.4)
計		8 (11.3)	37 (52.1)	26 (36.6)				71 (100)

表-233 事故の型と傷害部位(全体)

		事 故 の 型													
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	はさまれ・巻きこまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温・有害物	火災	無理な動作	その他	計
傷 害 部 位	頭	12	3	2	14	6	10	1	2	0	0	0	1	1	51 (4.9)
	顔	5	8	5	44	3	59	1	23	0	3	4	1	3	159 (15.1)
	軀 幹	35	39	24	15	14	41	5	7	1	1	0	41	0	223 (21.2)
	手	6	11	14	10	1	22	37	50	0	0	0	1	4	156 (14.8)
	腿	3	13	10	14	3	30	18	58	2	0	1	2	0	154 (14.7)
	足	12	12	18	19	6	52	36	116	7	0	0	6	0	284 (27.0)
	その他	4	3	0	8	0	2	0	3	1	0	0	3	0	24 (2.3)
	計	77 (7.3)	89 (5.5)	73 (6.9)	124 (11.8)	33 (3.1)	216 (20.6)	28 (2.3)	259 (24.7)	11 (1.0)	4 (0.4)	5 (0.5)	54 (5.1)	8 (0.8)	1051 (100)

表-234 事故の型と傷害部位(伐倒)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	はさまれ・巻きこまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
傷害部位	頭	0	0	0	7	2	1	1	0	0	0	1	13 (8.3)
	顔	0	0	0	16	3	8	1	5	0	0	2	25 (22.3)
	軀幹	2	2	1	7	9	4	1	2	0	3	0	31 (19.7)
	手	1	2	1	1	0	0	0	9	0	0	0	14 (8.9)
	腿	0	3	1	2	2	1	2	18	0	0	0	29 (10.5)
	足	2	1	0	2	1	1	2	15	1	0	0	15 (15.9)
	その他	0	1	0	7	0	1	0	0	0	1	0	10 (6.4)
	計	5 (3.2)	9 (5.7)	3 (1.9)	42 (26.8)	18 (11.5)	16 (10.2)	7 (4.5)	49 (31.2)	1 (0.6)	4 (2.5)	3 (1.9)	157 (100)

表一 2 3 5 事故の型と傷害部位（造材）

		事故の型											計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高有温害・物	無理な動作	
傷害部位	頭	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	5 (1.5)
	顔	1	3	0	13	0	14	0	8	0	2	0	41 (12.2)
	軀幹	5	11	4	2	0	8	2	2	0	0	9	43 (12.8)
	手	1	0	5	5	0	2	9	23	0	0	0	45 (13.4)
	腿	0	3	2	6	1	14	9	31	0	0	1	67 (20.0)
	足	2	6	5	2	1	14	13	86	1	0	0	130 (38.9)
	その他	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4 (1.2)
計		11 (3.3)	24 (7.2)	16 (4.8)	29 (8.7)	3 (0.9)	53 (15.7)	33 (9.9)	152 (45.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	11 (3.3)	335 (100)

表一 2 3 6 事故の型と傷害部位（架線集材）

		事故の型												計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	火災	無理な動作	その他	
傷害部位	頭	1	0	1	4	1	4	0	1	0	0	0	0	12 (9.4)
	顔	0	2	2	6	0	12	0	2	0	1	0	0	25 (19.7)
	軀幹	4	8	4	2	2	13	0	1	0	0	4	0	38 (29.9)
	手	0	2	2	0	0	7	5	4	0	0	0	1	21 (16.5)
	腿	0	2	0	2	0	3	0	2	1	0	1	0	11 (8.7)
	足	0	0	3	2	0	7	3	1	3	0	0	0	19 (15.0)
	その他	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
計		6 (4.7)	14 (11.0)	12 (9.4)	16 (12.6)	3 (2.4)	46 (36.3)	8 (6.3)	11 (8.7)	4 (3.1)	1 (0.8)	5 (3.9)	1 (0.8)	127 (100)

表一 2 3 7 事故の型と傷害部位（トラクタ集材）

		事故の型										
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
傷害部位	頭	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4 (5.2)
	顔	0	1	3	2	4	0	3	0	0	0	13 (16.9)
	軀幹	1	3	2	1	4	1	1	0	4	0	17 (22.1)
	手	0	1	1	2	2	10	4	0	0	1	21 (27.2)
	腿	0	0	3	2	3	3	2	0	0	0	13 (16.9)
	足	1	0	0	2	1	2	1	0	0	0	7 (9.1)
	その他	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2 (2.6)
計		3 (2.9)	6 (7.8)	10 (13.0)	10 (13.0)	15 (19.5)	16 (20.8)	11 (14.2)	1 (1.3)	4 (5.2)	1 (1.3)	77 (100)

表一 2 3 8 事故の型と傷害部位（巻立て）

		事故の型										
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れす・れ	踏み抜き	無理な動作	計
傷害部位	頭	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4 (3.3)
	顔	2	1	0	4	0	6	0	0	0	0	13 (10.8)
	軀幹	5	4	4	1	2	4	0	0	0	10	30 (25.0)
	手	2	3	4	0	1	4	1	0	0	0	15 (12.5)
	腿	1	1	1	0	0	4	0	0	1	0	8 (6.7)
	足	1	3	2	6	3	15	10	7	0	1	48 (40.0)
	その他	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2 (1.7)
	計	15 (12.5)	12 (10.0)	11 (9.2)	11 (9.2)	7 (5.8)	34 (28.3)	11 (9.2)	7 (5.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	120 (100)

表-239 事故の型と傷害部位(架設撤去)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ	切られ	踏み抜き	無理な動作	その他	
傷害部位	頭	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3 (4.2)
	顔	0	1	0	1	9	0	2	0	1	1	15 (21.1)
	頸・幹	3	2	6	0	2	1	0	0	3	0	17 (23.9)
	手	0	1	0	1	2	4	0	0	1	0	9 (12.7)
	腿	0	1	1	0	3	0	3	0	0	0	8 (11.3)
	足	4	1	1	1	3	2	4	2	0	0	18 (25.4)
	その他	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
計		10 (14.1)	6 (8.5)	8 (11.3)	3 (4.2)	20 (28.1)	7 (9.9)	9 (12.7)	2 (2.8)	5 (7.0)	1 (1.4)	71 (100)

表-240 事故の型と傷害名(全部)

		事故の型													計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ	切られ	踏み抜き	高有温害・物	火災	無理な動作	その他	
傷害名	刺創	0	1	1	0	0	2	0	7	4	0	0	0	3	18 (1.7)
	切創	0	3	2	6	0	4	1	130	1	0	0	0	0	147 (14.2)
	裂創	1	2	1	2	0	5	1	15	1	1	0	0	0	29 (2.8)
	挫創	14	20	16	32	10	45	37	52	2	0	0	7	0	235 (22.4)
	捻挫	6	10	9	5	3	8	4	0	1	0	0	31	0	77 (7.3)
	骨折	24	18	17	20	6	49	34	1	0	0	0	2	0	171 (10.3)
	打撲	24	28	19	28	9	61	13	8	0	0	0	1	0	186 (17.7)
	その他	8	7	8	36	5	42	8	46	2	3	5	13	5	188 (17.9)
	計	77 (7.3)	89 (8.5)	73 (6.9)	124 (11.8)	33 (3.1)	216 (20.6)	98 (9.2)	259 (24.7)	11 (1.6)	4 (0.4)	5 (0.5)	54 (5.1)	8 (0.8)	1051 (100)

表-241 事故の型と傷害名(伐倒)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切られすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
傷害名	刺創	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2 (1.3)
	切創	0	0	1	1	0	0	0	20	0	0	0	22 (14.0)
	裂創	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5 (3.2)
	挫創	0	3	0	10	5	2	2	11	1	0	0	34 (21.7)
	捻挫	2	2	1	2	1	0	1	0	0	1	0	10 (6.4)
	骨折	2	3	0	6	3	5	2	0	0	0	0	21 (13.4)
	打撲	1	1	1	7	5	1	2	1	0	0	0	19 (12.1)
	その他	0	0	0	16	4	8	0	11	0	0	2	44 (2.7)
	計	5 (3.2)	9 (5.7)	3 (1.9)	42 (26.8)	18 (11.5)	16 (10.2)	7 (4.5)	49 (31.2)	1 (0.6)	4 (2.5)	3 (1.9)	157 (100)

表-242 事故の型と傷害名(造材)

		事故の型												計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	はさきこまれ・れ	切られす・れ	踏み抜き	高有温害・物	無理な動作		
傷害名	刺創	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (0.3)	
	切創	0	2	1	2	0	2	1	88	0	0	0	96 (28.5)	
	裂創	1	0	1	1	0	3	0	7	0	1	0	14 (4.2)	
	挫創	3	5	1	7	1	8	9	33	0	0	2	69 (20.5)	
	捻挫	1	4	3	1	0	1	3	0	0	0	6	19 (5.7)	
	骨折	2	3	4	3	0	7	13	1	0	0	0	33 (9.8)	
	打撲	3	7	3	5	1	24	5	2	0	0	0	50 (14.9)	
その他	1	3	3	10	1	8	3	21	0	1	3	54 (16.1)		
計		11 (3.3)	24 (7.1)	16 (4.8)	29 (8.6)	3 (0.9)	53 (15.8)	34 (10.1)	152 (45.2)	1 (0.3)	2 (0.6)	11 (3.3)	336 (100)	

表-243 事故の型と傷害名(架線集材)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ はさまれ	切こ れす ・れ	踏み 抜き	火災	無理な動作	その他
傷害名	刺創	0	1	1	0	0	0	0	2	3	0	0	1
	切創	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0
	裂創	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
	挫創	1	2	4	2	1	8	3	1	0	0	0	0
	捻挫	0	1	1	1	0	2	0	0	0	5	0	0
	骨折	3	2	3	4	1	13	3	0	0	0	0	0
	打撲	0	6	2	5	1	13	2	1	0	0	0	0
	その他	2	1	1	4	0	7	0	2	0	1	0	0
計		6 (4.7)	14 (11.0)	12 (9.4)	16 (12.6)	3 (2.4)	46 (36.3)	8 (6.3)	11 (8.7)	4 (3.1)	1 (0.8)	5 (3.9)	1 (0.8)
		計 127 (100)											

表-244 事故の型と傷害名(トラクタ集材)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ はさまれ	切こ れす ・れ	踏み 抜き	無理な動作	その他	計
傷害名	刺創	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (1.3)
	切創	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4 (5.2)
	挫創	1	2	3	6	3	9	1	0	0	0	0	25 (22.4)
	捻挫	0	1	1	0	4	0	0	0	0	2	0	8 (10.4)
	骨折	0	3	0	2	2	6	0	0	0	0	0	13 (16.9)
	打撲	1	0	5	2	3	0	1	0	0	0	0	12 (15.6)
	その他	1	0	1	0	3	1	4	1	2	1	1	14 (18.2)
計		3 (2.9)	6 (7.8)	10 (13.0)	10 (13.0)	15 (19.5)	16 (20.8)	11 (14.2)	1 (1.3)	4 (5.2)	1 (1.3)	1 (1.3)	77 (100)

表-245 事故の型と傷害名(巻立て)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ はさまれ	切こ れす ・れ	踏み 抜き	無理な動作	その他	計
傷害名	刺創	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3 (2.5)
	切創	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (0.8)
	裂創	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (0.8)
	挫創	4	3	2	3	3	12	5	0	0	2	0	34 (28.4)
	捻挫	1	1	2	0	1	0	0	0	1	8	0	14 (11.7)
	骨折	4	1	2	1	1	6	5	0	0	0	0	20 (16.7)
	打撲	5	7	4	2	2	10	1	3	0	0	0	34 (28.2)
	その他	1	0	1	5	0	5	0	0	0	1	0	13 (10.8)
計		15 (12.5)	12 (10.0)	11 (9.2)	11 (9.2)	5 (5.8)	34 (28.3)	11 (9.2)	7 (5.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	1 (0.8)	120 (100)

表-246 事故の型と傷害名(架設撤去)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ はさまれ	切こ れす ・れ	踏み 抜き	無理な動作	その他	計
傷害名	切創	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	7 (9.9)
	裂創	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	挫創	1	1	2	0	2	2	0	1	2	0	0	11 (15.5)
	捻挫	2	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	6 (8.5)
	骨折	4	1	3	1	5	2	0	0	0	0	0	16 (22.5)
	打撲	1	2	2	1	4	3	0	0	0	0	0	13 (18.3)
	その他	2	1	1	0	7	0	3	1	1	1	1	17 (23.9)
計		10 (14.1)	6 (8.5)	8 (11.3)	3 (4.2)	20 (28.1)	7 (9.9)	9 (12.7)	2 (2.8)	5 (7.0)	1 (1.4)	1 (1.4)	71 (100)

4-2-3 事故の型と起因物

表-247~表-258は事故の型と起因物のクロス分析である。クロス表から要因相互間の関係の深いものをあげるとつぎのとおりである。

i) 全般的傾向

- ① 斧・鉋・鋸一切れ・こすれ
- ② 伐倒材(集材木, 素材等)一激突され
- ③ チェーンソー一切れ・こすれ
- ④ 伐倒材一はさまれ・巻き込まれ
- ⑤ 伐倒材一転倒

ii) 伐 倒

- ① 立木等一飛来・落下
- ② チェーンソー一切れ・こすれ
- ③ 立木等一崩壊・倒壊
- ④ 斧・鉋・鋸一切れ・こすれ
- ⑤ 立木等一激突され

iii) 造 材

- ① 斧・鉋・鋸一切れ・こすれ
- ② チェーンソー一切れ・こすれ
- ③ 伐倒材一激突され
- ④ 伐倒材一はさまれ・巻き込まれ
- ⑤ チェーンソー一激突され

iv) 架線集材

- ① 伐倒材(集材木)一激突され
- ② ワイヤロープ類一激突され
- ③ 伐倒材一飛来・落下
- ④ 伐倒材一転倒

v) トラクタ集材

- ① 伐倒材(集材木)一激突され
- ② トラクター一はさまれ・巻き込まれ

vi) 巻立て

- ① 伐倒材(素材)一激突され
- ② 伐倒材一はさまれ・巻き込まれ

- ③ 斧・鉋・鋸(トビ・ツル)一墜落

- ④ 斧・鉋・鋸(トビ・ツル)一激突され

vii) 架設撤去

- ① ワイヤロープ類一激突され
- ② 斧・鉋・鋸一切れ・こすれ
- ③ 林地・足場一墜落

表-247 事故の型と起因物(全体)

		起 因 物																		
		立 木 等	伐 倒 材	機 械	カ ン 木 ・ 末 木 ・ 枝 葉	木 片 ・ 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ェ ン ソー	ソー チ ェ ン	トラ クタ 等	ワイ ヤー 類	フ ロ ック ・ タ ・ 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	金 ・ タ ・ 具	落 石	ウル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	玉 装	計
事 故 の 型	墜 落	2	29	4	4	0	13	0	0	5	2	1	12	0	0	0	4	0	1	77 (73)
	転 倒	0	38	4	16	0	17	0	0	2	2	0	4	0	3	0	2	0	1	89 (85)
	激 突	1	15	3	11	0	12	1	0	5	6	1	9	0	5	0	2	1	1	73 (69)
	飛来・落下	28	30	2	6	0	0	21	0	2	7	1	19	0	8	0	0	0	0	124 (118)
	崩壊・倒壊	16	10	2	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	33 (31)
	激突され	8	84	4	13	0	5	22	1	8	26	7	25	2	4	0	7	0	0	216 (206)
	はさまれ・ 巻き込まれ	5	46	1	2	0	2	0	0	9	10	2	4	1	0	0	8	1	7	98 (93)
	切れ・ こすれ	3	18	0	17	1	9	64	1	2	6	1	131	1	2	0	1	0	2	259 (247)
	踏み抜き	0	4	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	11 (10)
	高温・有害物	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	4 (04)
	火 災	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5 (05)
	無理な動作	0	3	0	1	0	6	0	0	0	1	0	0	1	2	0	1	39	0	54 (51)
	そ の 他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8 (08)
計		63 (60)	277 (264)	20 (19)	74 (70)	1 (01)	65 (62)	109 (104)	2 (02)	36 (34)	62 (59)	13 (12)	204 (194)	5 (05)	25 (24)	9 (09)	33 (31)	41 (39)	12 (11)	1057 (100)

表-248 事故の型と起因物(伐倒)

		起 因 物												計
		立木等	伐倒材	末カ木 木 木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー	斧・鉋・鋸	落石	ウルシ・ハチ	な	
事故の型	墜落	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5 (32)
	転倒	0	2	2	0	3	0	0	0	0	2	0	0	9 (57)
	激突	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3 (19)
	飛来・落下	27	3	3	0	0	3	0	0	3	3	0	0	42 (268)
	崩壊・倒壊	16	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	18 (115)
	激突され	6	2	2	0	0	3	0	1	2	0	0	0	16 (102)
	巻きこまれ	5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7 (45)
	切れ・こすれ	3	2	2	1	4	20	1	0	15	1	0	0	49 (312)
	踏み抜き	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (06)
	高温・有害物	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	火災	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	無理な動作	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4 (25)
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3 (19)
	計	58 (380)	11 (70)	11 (70)	1 (06)	10 (64)	20 (173)	1 (06)	2 (13)	20 (127)	8 (51)	3 (19)	4 (25)	157 (100)

表-249 事故の型と起因物(造伐)

		起 因 物												計
		立木等	伐倒材	末カ木 木 木	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー	斧・鉋・鋸	落石	その他	な	玉	
事故の型	墜落	0	8	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11 (33)
	転倒	0	13	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	24 (72)
	激突	0	7	0	3	0	0	0	1	3	0	1	1	16 (48)
	飛来・落下	1	3	2	0	16	0	0	6	0	0	0	0	29 (87)
	崩壊・倒壊	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3 (09)
	激突され	0	22	3	1	17	1	0	8	1	0	0	0	58 (157)
	巻きこまれ	0	19	1	2	0	0	1	1	0	1	1	7	33 (99)
	切れ・こすれ	0	12	11	3	42	0	0	81	1	0	0	2	152 (458)
	踏み抜き	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (03)
	高温・有害物	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2 (06)
	無理な動作	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	7	0	11 (33)
	計	1 (03)	88 (262)	24 (72)	16 (48)	76 (227)	2 (06)	1 (03)	98 (292)	6 (18)	2 (06)	9 (27)	11 (33)	395 (100)

表-250 事故の型と起因物(架線集材)

		起 因 物												計
		立木等	伐倒材	末カ木 木 木	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー	斧・鉋・鋸	落石	ウルシ・ハチ	その他	な	
事故の型	墜落	0	3	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	6 (47)
	転倒	0	6	4	2	0	0	1	0	1	0	0	0	14 (110)
	激突	1	2	3	2	0	0	3	0	0	0	0	0	12 (94)
	飛来・落下	0	12	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	16 (126)
	崩壊・倒壊	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 (24)
	激突され	0	19	3	1	0	1	18	4	2	3	0	0	46 (363)
	巻きこまれ	0	4	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	8 (63)
	切れ・こすれ	0	1	1	0	0	0	2	1	6	0	0	0	11 (87)
	踏み抜き	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	4 (31)
	火災	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1 (08)
	無理な動作	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	2	5 (39)
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (08)
	計	1 (08)	51 (401)	13 (102)	9 (71)	1 (08)	2 (16)	25 (197)	5 (39)	9 (71)	6 (47)	1 (08)	2 (16)	127 (100)

表-251 事故の型と起因物(トラクタ集材)

		起 因 物										
		伐 倒 材	カ ン 木 末 枝 条	ト ラ ク タ 等	ロ ー プ ヤ ー 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	金 具 ・ カ タ ー	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	計
事故の型	墜落	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3 (39)
	転倒	1	3	1	0	1	0	0	0	0	0	6 (78)
	激突	1	4	4	1	0	0	0	0	0	0	10 (130)
	飛来・落下	4	1	1	2	1	0	1	0	0	0	10 (130)
	激突され	8	0	0	4	0	0	0	0	3	0	15 (195)
	はさまれ	3	1	5	2	1	1	0	0	3	0	10 (208)
	巻きこまれ	2	1	1	3	4	0	0	0	0	0	11 (142)
	踏み抜き	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 (13)
	無理な動作	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4 (52)
	その他	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (13)
計		21 (272)	10 (130)	13 (169)	13 (169)	7 (91)	1 (13)	1 (13)	1 (13)	6 (78)	4 (52)	77 (100)

表一 252 事故の型と起因物（巻立て）

			起 因 物											計
			伐 倒 材	機	末カ 木ン 枝条 ・木	林地 ・足場	チェ ンソー	トラ ック 等	ワイ ヤー 類	斧・鉋 ・鋸	落 石	そ の 他	な し	
事故の型	墜落	落	1	4	2	0	0	0	0	8	0	0	0	15 (12.5)
	転倒	倒	5	4	0	1	0	0	0	2	0	0	0	12 (10.0)
	激突	突	2	3	1	1	0	0	0	3	0	1	0	11 (9.2)
	飛来・落下	下	4	2	0	0	1	0	0	3	1	0	0	11 (9.2)
	崩壊・倒壊	壊	4	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7 (5.8)
	激突され	れ	19	3	0	2	0	1	1	8	0	0	0	34 (28.3)
	はさまれ・	れ	9	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11 (9.2)
	巻きこまれ	れ	1	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	7 (5.8)
	踏み抜き	き	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
型	無理な動作	作	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11 (9.2)
	計		46 (38.4)	19 (15.8)	3 (2.5)	4 (3.3)	1 (0.8)	3 (2.5)	1 (0.8)	30 (25.1)	1 (0.8)	1 (0.8)	17 (14.2)	120 (100)

表一 253 事故の型と起因物（架線撤去）

			起 因 物														計
			立 木 等	伐 倒 材	末カ 木ン 枝条 ・木	林地 ・足場	チェ ンソー	トラ ック 等	ワイ ヤー 類	ブ ック ・類	斧・鉋 ・鋸	金 タ ・具	落 石	ウ ル シ ・ハチ	そ の 他	な し	
事故の型	墜落	落	1	1	0	5	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	19 (14.1)
	転倒	倒	0	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	6 (8.5)
	激突	突	0	1	2	1	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	8 (11.3)
	飛来・落下	下	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3 (4.2)
	激突され	れ	1	2	3	1	1	0	7	3	1	0	0	0	1	0	20 (28.1)
	はさまれ・	れ	0	1	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	1	0	7 (9.6)
	巻きこまれ	れ	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	0	1	0	9 (12.7)
	踏み抜き	き	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2 (2.8)
	無理な動作	作	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	8 (7.0)
型	その他		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (1.4)
	計		2 (2.8)	8 (11.3)	6 (8.5)	8 (11.3)	1 (1.4)	1 (1.4)	19 (26.7)	6 (8.5)	9 (12.6)	1 (1.4)	1 (1.4)	1 (1.4)	6 (8.5)	2 (2.8)	71 (100)

4-3 林業労働災害の類型化

災害特性を明らかにすることは、災害防止対策を推進する上からも重要なことである。

災害の特性を明らかにするための方法には種々のものが考えられるが、災害間の相対的比較を行うこともより効果的な方法の1つである。

しかしながら、既に述べたように、災害に関連する要因はいくつもあり、しかも災害はこれらの多項目にわたる要因相互の関連の上に成り立っている。そこで、災害間の相対的比較を行なうためには、災害要因1つ1つではなく、多くの要因を同時にしかも要因相互の関係も考慮に入れて災害のパターンを類型化していくことが必要になってくる。

あるものを類型化する場合、初めから客観的な基準があれば問題はないが、適当な基準がない場合、データ間の類似性から類型化していく方法に数量化Ⅲ類がある。

数量化Ⅲ類とはデータの要因区分（年令～19 20～29、作業場所一土場等をここでは要因区分という）に数値を与えることによって要因区分を数量化し、これらを用いて、要因区分の類似性と個々のデータの類似性の両面を描き出そうとする方法である。

要因区分の類似性とは、ある要因区分を持つデータが他のある要因区分を持つ傾向が強いかどうか、つまり、要因区分相互の結びつき程度を示すものと考えてよい。またデータの類似性は、あるデータとあるデータが似た要因区分パターンを示しているかどうか、その程度をあらわすものといつてよい。この方法は多次元で論ずることが多く、ここでは2次元（軸）まで求めた。

災害報告書から得られる要因は20あるので、さらに5つの要因群に大別して分析した。

4-3-1 全般的傾向としての災害の類型化

労働災害要因の類型化の結果は図1～図5に示すとおりである。図1の人的要因を例にとって説明する。

各要因区分はそれぞれ2つの数値をもってあり、したがって2次元の1点としての位置を占める。このとき、これらの位置は要因区分の結びつき具合から各軸の特性（意味）を読みとることができる。第Ⅰ軸は要因区分同志の結びつきがいちばん強いものであり、第Ⅱ軸が2番目に結びつきの強いものである。第Ⅰ軸は年令、経験年数等の配置からみて、マイナス側は＜熟練型＞の災害、プラス側は＜未熟練型＞の災害といふことができる。つまり、全般的傾向として人的要因から災害を分類するには、まず熟練型と未熟練型に分割することが考えられるということである。また第Ⅱ軸は雇用区分からみてマイナス側が＜季節労働型＞、プラス側が＜固定労働型＞と読みとることができる。このようなことから軸の方向を基準にして分類する場合には、軸を正負に2分割し、その組み合わせによって要因区分を4つに分割することが出来る。

その他の要因群についても同様に考察することができる。

図-2の時間的および年候的要因群の類型化では、やゝ明確さを欠くが、第Ⅰ軸を<雨天型>、<晴・曇天型>、第Ⅱ軸を<冬型>、<夏型>と名づけた。

図-3は作業要因に関するものである。傾斜、作業場所の要因区分から第Ⅱ軸は<平地型>、<急傾斜地型>に分割できるし、第Ⅱ軸はマイナス側で<大型機械型>、プラス側は樹上、横上等の<高所作業型>ということができる。

図-4は危険条件および不安全行動に関するものであるが、第Ⅱ軸のプラス側は起因物なし、無理な動作、不安全状態なし等の要因区分から<不安全行動型>ということができる。マイナス側は起因物や不安全状態等のカテゴリーから<危険条件型>と名づけられる。また、第Ⅱ軸は<特殊災害>、<一般災害>に分けられる。

図-5は災害の性質による分類である。第Ⅰ軸は傷害部位が明確に分けられており、プラス側は<上半身型>、マイナス側は<下半身型>と考えることができる。第Ⅱ軸は傷害名による類似性がみられ、プラス側は<骨折、捻挫型>、マイナス側は<切創、刺創型>ということができる。

5つの要因群による災害の類型化を要約すると表-254のようになる。相関係数(7)がその効果をあらわしている。

一方、この分析では要因群ごとに、災害データの1件1件にも2つの数値が与えられている。この数値は図-1~図-5で述べた要因区分の類型に応じて決まるものである。従ってこの数値の意味づけは、図-1~図-5の意味づけに対応するものと考えてよい。

このように各災害データ1件ごとに数値を与え、各作業内容別に平均値を算出し図示したのが図-6~図-10である。

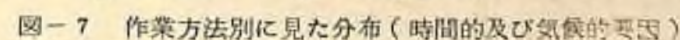
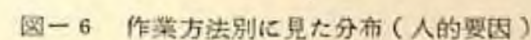
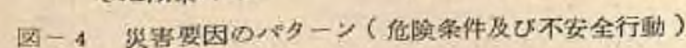
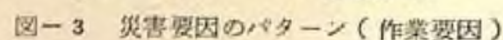
各要因群ごとに、各作業内容ごとの災害特性を2つの軸の意味づけに対応させて、相対的に比較することができる。

これら5つの要因群別に考察してきた災害の類型をさらに要約してみると図-11のようになる。

これは5つの要因群ごとの2つの軸、つまり10軸を10次元空間と考え、作業内容ごとの点の近いものから集めたものである。図-11では数字が大きい程距離が近いことを示している。

図-11によると総合的にみて架設撤去と架線集材作業の災害特性は最も近い関係にあり伐倒、トラクタ集材、造材が加わって1つのグループを形成している。また、トラクタ運材、盤台作設、巻き立てという素材を扱う作業内容で1つのグループを形成している。その他の作業は災害特性を異にしており、木寄せが最も異質な災害特性を示している。





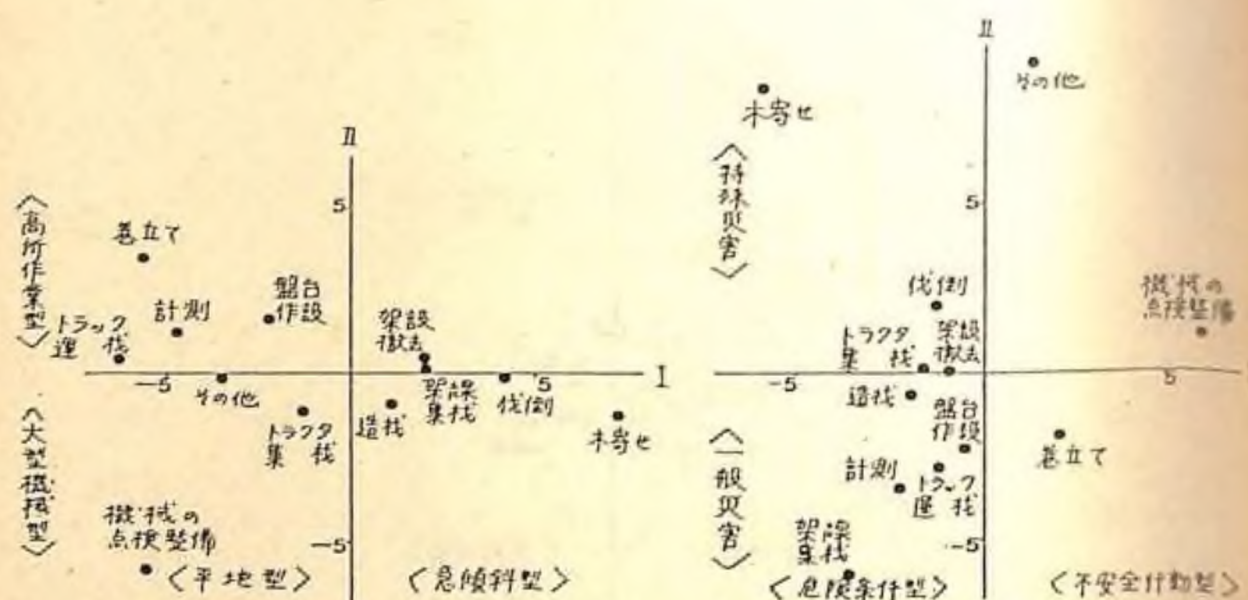


図-8 作業方法別に見た分布(作業要因)

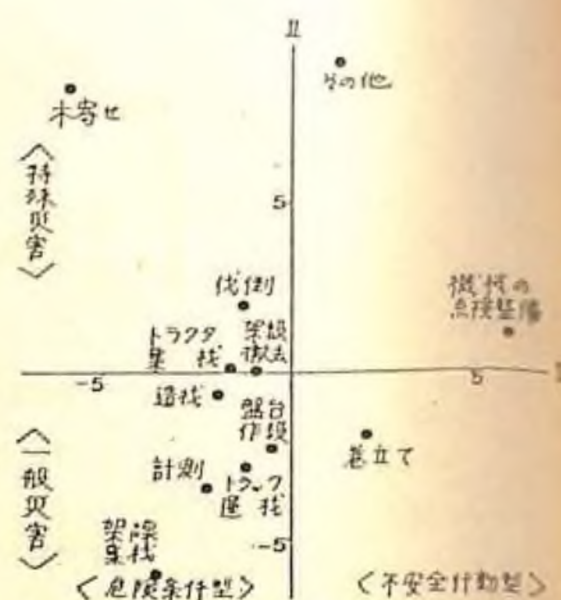


図-9 作業方法別に見た分布
(危険条件及び不安全行動)

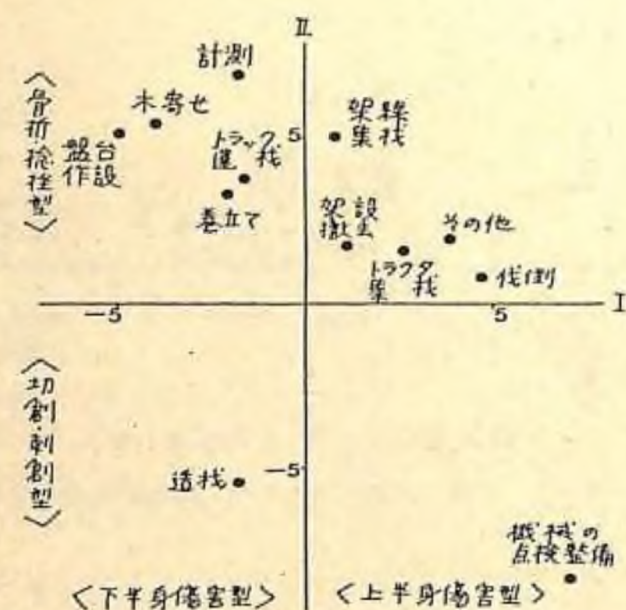


図-10 作業方法別に見た分布(災害の性質)

表-2.5.4 災害類型の要約(全体)

要 因 群	要 因 の 区 分 の 類 型 Ⅰ 軸 Ⅱ 軸	相 係 関 数 (ρ)
人 的 要 因	熟 練 型—未 熟 練 型	0.59
	季 節 労 務—固 定 労 務	0.55
時 間 的 及 び 気 候 的 要 因	雨 天 型—晴・曇 天 型	0.55
	冬 型—夏 型	0.54
作 業 要 因	平 地 型—急 傾 斜 型	0.88
	大 型 機 械 型—高 所 作 業 型	0.77
危 険 条 件 及 び 不 安 全 行 動	危 険 条 件 型—不 安 全 行 動 型	0.76
	一 般 災 害—特 殊 災 害	0.72
災 害 の 性 質	不 半 身 傷 害 型—上 半 身 傷 害 型	0.71
	切 創・刺 創 型—骨 折・捻 挫 型	0.71

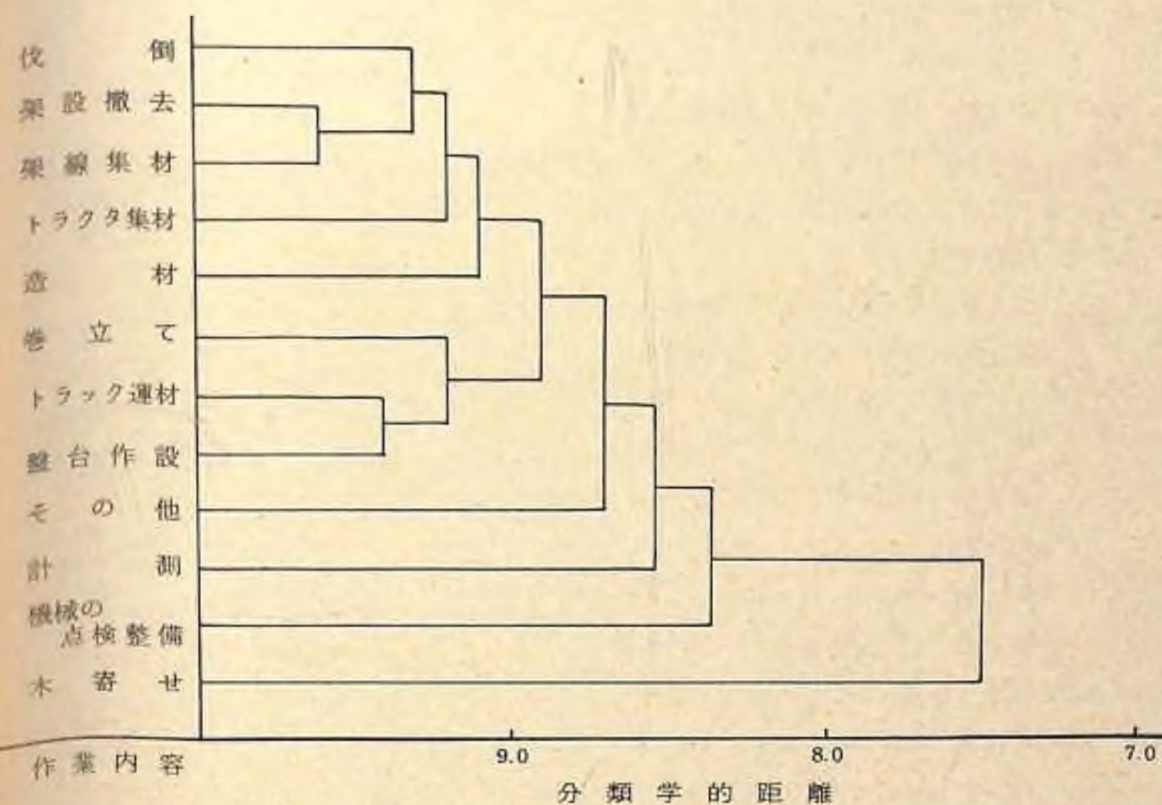


図-11 災害要因によるクラスター

4-3-2 作業内容別の災害の類型化

i) 伐倒災害の類型化

全般的傾向と同様に、伐倒災害の類型化の結果は図-12～図-16のようになる。各要因群ごとにみた各軸の意味は次のとおりである。左が各軸のマイナス側を示す。

① 人的要因

第Ⅰ軸 未熟練 ↔ 熟練

第Ⅱ軸 固定労務 ↔ 季節労務

② 時間的及び気候的要因

第Ⅰ軸 作業の中間 ↔ 作業の始めと終り

第Ⅱ軸 週初型 ↔ 週末型

③ 危険条件及び不安全行動

第Ⅰ軸 不安全状態・不安全行動混合型 ↔ 不安全行動型

第Ⅱ軸 激突、切れ、こすれ系 ↔ 激突され系

④ 作業要因

第Ⅰ軸 林地型 ↔ 林地以外

第Ⅱ軸 傾斜型 ↔ 平地型

⑤ 災害の性質

第Ⅰ軸 軽傷型 ↔ 重傷型

第Ⅱ軸 手、足、腿 ↔ 顔、頭、軀幹

ii) 造材災害の類型化(図-17～図-21)

① 人的要因

第Ⅰ軸 熟練型 ↔ 未熟練型

第Ⅱ軸 季節労務 ↔ 固定労務

② 時間的及び気候的要因

第Ⅰ軸 晴天型 ↔ 雨、曇天型

第Ⅱ軸 冬型 ↔ 夏型

③ 作業要因

第Ⅰ軸 傾斜型 ↔ 平地型

第Ⅱ軸 土場、道路型 ↔ 盤台型

④ 危険条件及び不安全行動

第Ⅰ軸 激突され、切れ ↔ 激突型・こすれ型

第Ⅱ軸 素材・末木枝条型 ↔ 斧・鉋型

⑤ 災害の性質

第Ⅰ軸 頭、顔、軀幹型 ↔ 手、足型

第Ⅱ軸 打撲、捻挫型 ↔ 裂創、切創型

iii) 架線集材災害の類型化(図-22～図-26)

① 人的要因

第Ⅰ軸 熟年型 ↔ 若年型

第Ⅱ軸 季節労務型 ↔ 固定労務型

② 時間的及び気候的要因

第Ⅰ期 冬型 ↔ 夏型

第Ⅱ軸 午後型 ↔ 午前型

③ 作業要因

第Ⅰ軸 傾斜型 ↔ 平地型

第Ⅱ軸 林地・盤台型 ↔ 集材木上・土場型

④ 危険条件及び不安全行動

第Ⅰ軸 不安全状態型 ↔ 不安全行動型

第Ⅱ軸 激突され系 ↔ 激突型

⑤ 災害の性質

第Ⅰ軸 軀幹、腿型 ↔ 顔、頭型

第Ⅱ軸 打撲、捻挫型 ↔ 裂創、刺創、挫創型

iv) トラクタ集材災害の類型化(図-27～図-31)

① 人的要因

第Ⅰ軸 季節労務 ↔ 固定労務

第Ⅱ軸 未熟練型 ↔ 熟練型

② 時間的及び気候的要因

第Ⅰ軸 午後型 ↔ 午前型

第Ⅱ軸 曇・雨型 ↔ 晴型

③ 作業要因

第Ⅰ軸 土場・林地型 ↔ 道路、集材木上型

第Ⅱ軸 平坦型 ↔ 傾斜型

④ 危険条件及び不安全行動

第Ⅰ軸 一般災害 ↔ 特殊災害

第Ⅱ軸 不安全状態行動混合型 ↔ 無理な動作型

⑤ 災害の性質

第Ⅰ軸 下半身傷害 ↔ 上半身傷害型

第Ⅱ軸 切創、挫創型 ↔ 捻挫、骨折、打撲型

V) 巻立て災害の類型化(図-32~図-36)

① 人的要因

第Ⅰ軸 熟年型 ↔ 若年型

第Ⅱ軸 季節労務型 ↔ 固定労務型

② 時間的及び気候的要因

第Ⅰ軸 冬型 ↔ 夏型

第Ⅱ軸 晴型 ↔ 雨・曇型

③ 作業要因

第Ⅰ軸 土場・盤台・道路型 ↔ 桟上型

第Ⅱ軸 平坦型 ↔ 傾斜型

④ 危険条件及び不安全行動

第Ⅰ軸 一般災害 ↔ 特殊災害

第Ⅱ軸 不安全状態・行動混合型 ↔ 無理な動作型

⑤ 災害の性質

第Ⅰ軸 普通の災害 ↔ 傷害名その他

第Ⅱ軸 手・足・腿 ↔ 頭・顔・軀幹

VI) 架設撤去災害の類型化(図-37~図-41)

① 人的要因

第Ⅰ軸 熟練型 ↔ 未熟練型

第Ⅱ軸 日給、出来高型 ↔ 月給型

② 時間的及び気候的要因

第Ⅰ軸 冬型 ↔ 夏型

第Ⅱ軸 午前型 ↔ 午後型

③ 作業要因

第Ⅰ軸 集材木上、樹上、盤台型 ↔ 道路、土場型

第Ⅱ軸 平坦型 ↔ 傾斜型

④ 危険条件及び不安全行動

第Ⅰ軸 不安全状態、行動混合型 ↔ 不安全姿勢、動作型

第Ⅱ軸 激突型 ↔ 激突され型

⑤ 災害の性質

第Ⅰ軸 軽傷型 ↔ 重傷型

第Ⅱ軸 顔、頭、軀幹 ↔ 手、足、腿

以上、作業内容区別に要因群ごとの災害の類型化を試みたが、各作業内容とも類似した類型が抽出できた。しかしながら、類型化のために単純化し過ぎたものや強引に類型化したものもある。図-12~図-41の図面上で近い要因区分同志は似ている訳で、各軸の意味づけは本来、要因区分の散布状態から総合的に解釈すべきものである。単純化し過ぎた類型は図にもどって意味づけを深める必要がある。

VII) 災害類型の要素作業別、営林局別考察

いままで作業内容別に5つの要因群から労働災害を類型化してきた。これらが、それぞれの要素作業、営林局別にどのような傾向にあるかをみるために平均値を出してみたのが表-255~表-260である。各要因群ごとの第Ⅰ軸、第Ⅱ軸の意味は、すでに述べた図-12~図-41に見合うものである。図で表現するのは省略するが、第Ⅰ軸、第Ⅱ軸を使って図示すれば要素作業別あるいは営林(支)局別の傾向を読みとることができる。この場合、数字が大きいほど(プラス側にも、マイナス側にも大きい、つまり原点から遠いほど)特殊災害を意味し、原点に近い程一般災害を意味している。

つぎに各軸の意味づけから、それぞれの軸を2分割し、プラス、マイナスを組合せると、 $\langle ++ \rangle$, $\langle +- \rangle$, $\langle -+ \rangle$, $\langle -- \rangle$ の4類型が出来る。表-255~表-260の要因別平均値から、各要因群を4類型に表現し直し、要素作業別、営林局別にみたのが表-261~表-266である。類型を単純化しすぎた傾向があるが、各要因群ごとの組合せから各要素作業、各営林(支)局の類型の特徴を読みとることができる。ただ、これはあくまでも要素作業別、局別の平均値から出発している点に留意すべきである。平均値は極端に大きい数字があると、それに影響されることも事実である。サンプル数の多いもの(表-255~表-260参照)についてはさほど問題はないが、サンプル数の少ないものについては慎重な対応が必要である。

つぎに全般的傾向でみたと同じように、5つの要因群別に考察してきた災害の類型をさらに要約してみる。

軸の方向を基準にした各要因群ごとの4類型(表-261~表-266)を総括しても要約ができるが、ここでは前と同じように5つの要因群ごとの2つの軸を使い、計10軸の10次元空間の1点として位置を考え、距離の近いものから集めたものである。樹状グラフの最初につながっている部分が、災害を総合的にみて(5つの要因群を全部加味して)、似ていることを示している。

ここでは、要素作業ごとの要約のほか、営林（支）局別についても要約を行っている。

図-42で伐倒災害を要素作業別にみると退口切りと退避が酷似しており、矢打ちや附帯作業その他がかなりかけ離れた傾向にある。

図-43の伐倒災害の営林（支）局別比較では、青森、秋田、大阪で1つのグループをつくり、帯広、前橋、熊本、高知で1つのグループをつくり、これらがさらに大きいグループを作っている。これに対して旭川は遠く離れた存在にあり、函館、長野等がこれに属している。

すでに述べた如く、これらの類似性は距離の近いものから集められたため、軸の方向による類似性よりも原点からの距離による類似性が強く表現されているように思われる。つまり最初に集まっているのが原点に近い一般災害、後から集まったのが原点から遠い特殊災害の傾向が強い。軸の方向による類似性は表-261～表-266のデータを使って分類した方がよさそうであるがここでは省略する。

造材、架線集材、トラクタ集材、巻立て、架設撤去の類似性は図-44～図-53のとおりである。

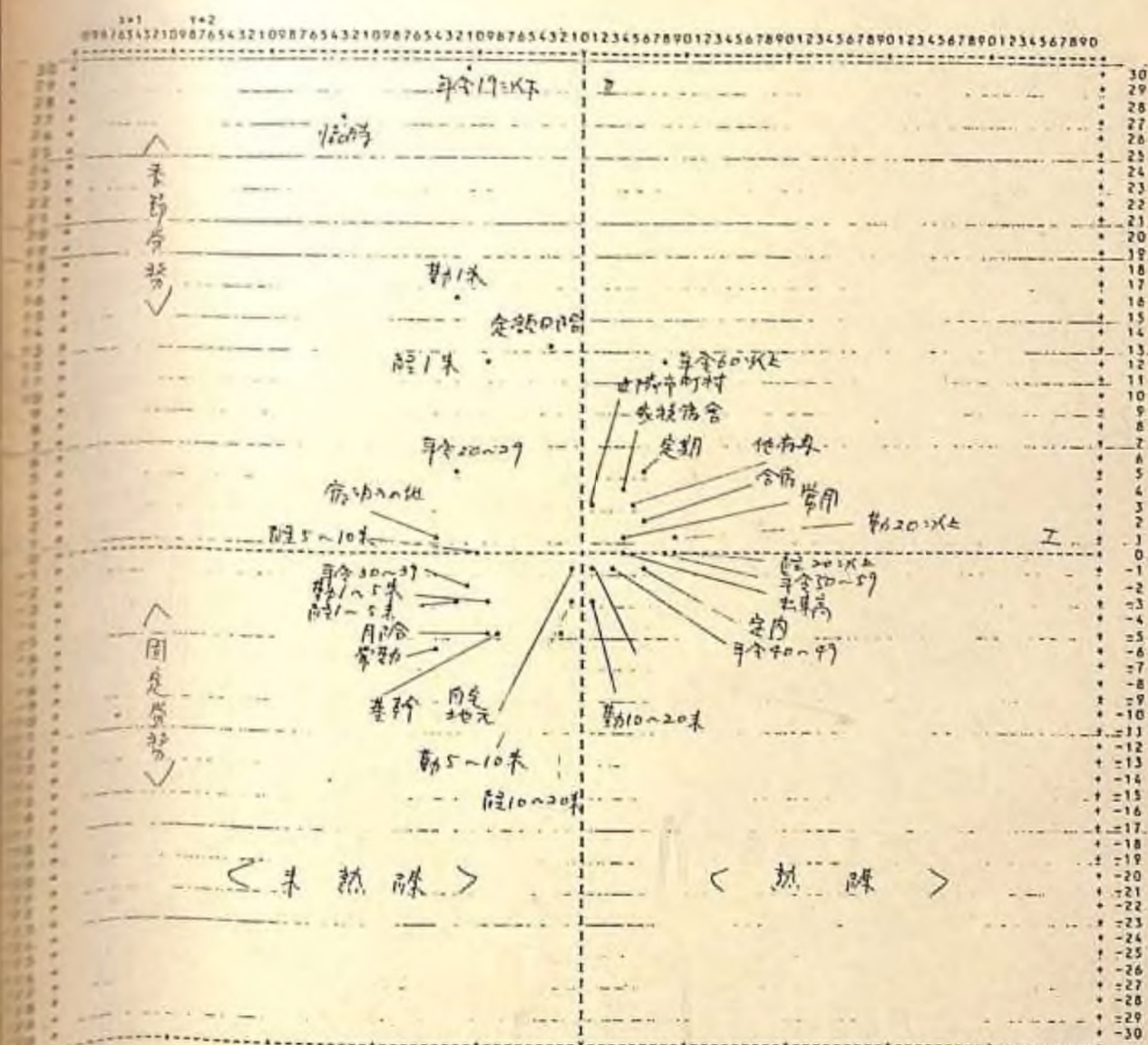


図-12 人的要因による伐倒作業災害の類型

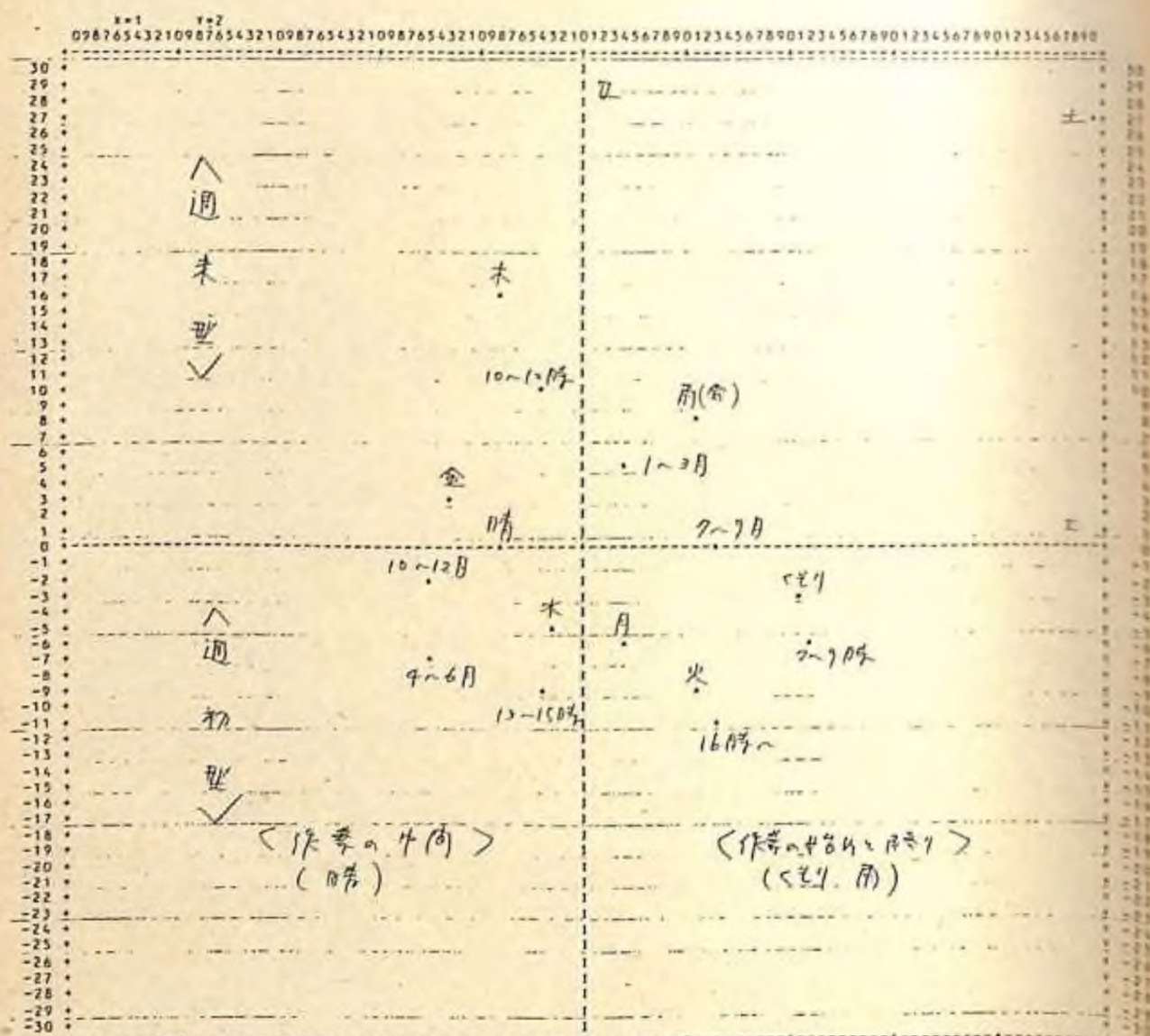


図-1-3 時間的及び気候的要因による伐倒作業災害の類型

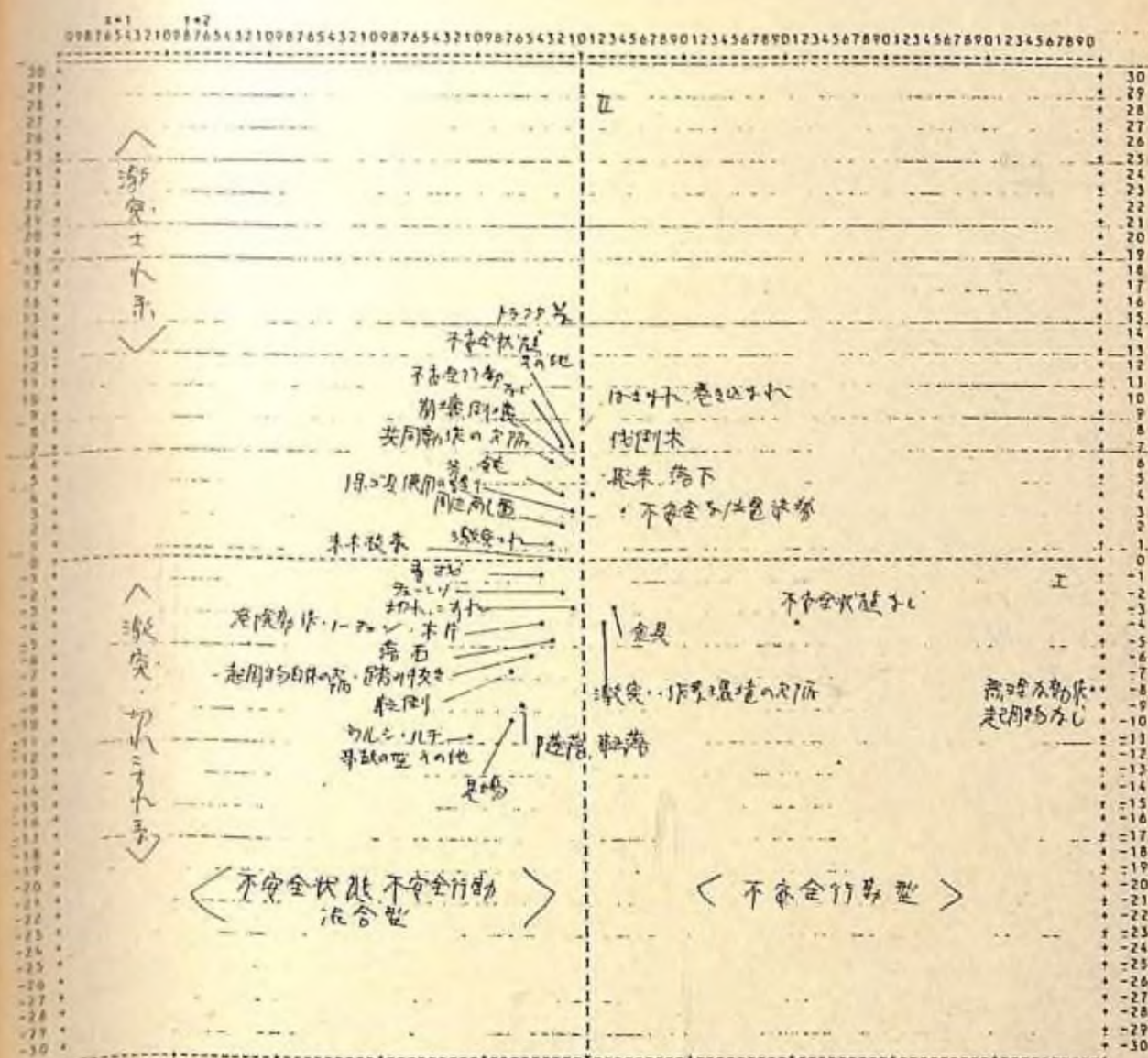


図-1-4 危険条件及び不安全行動による伐倒作業災害の類型

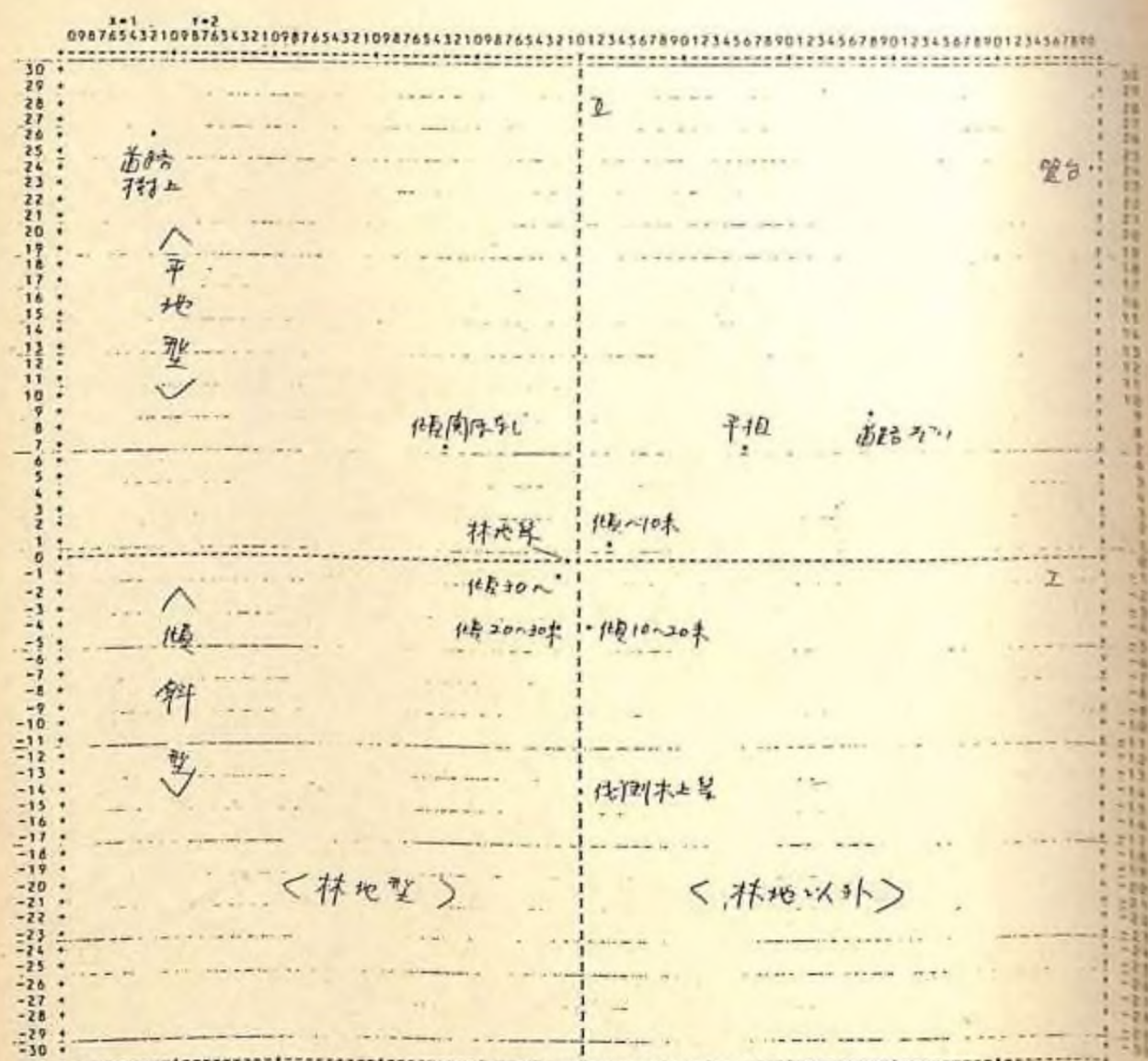


図-15 作業要因による伐倒作業災害の類型

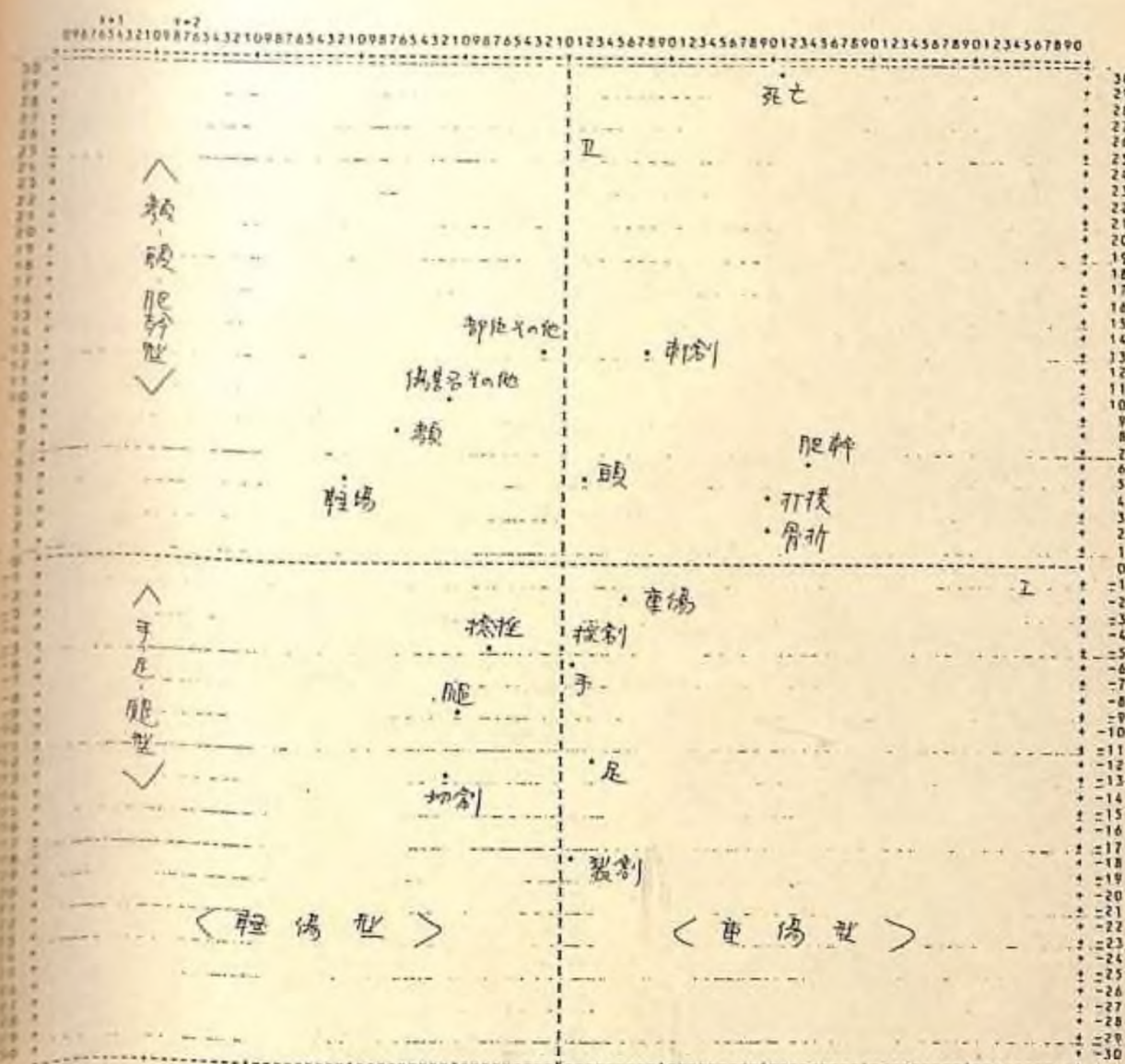
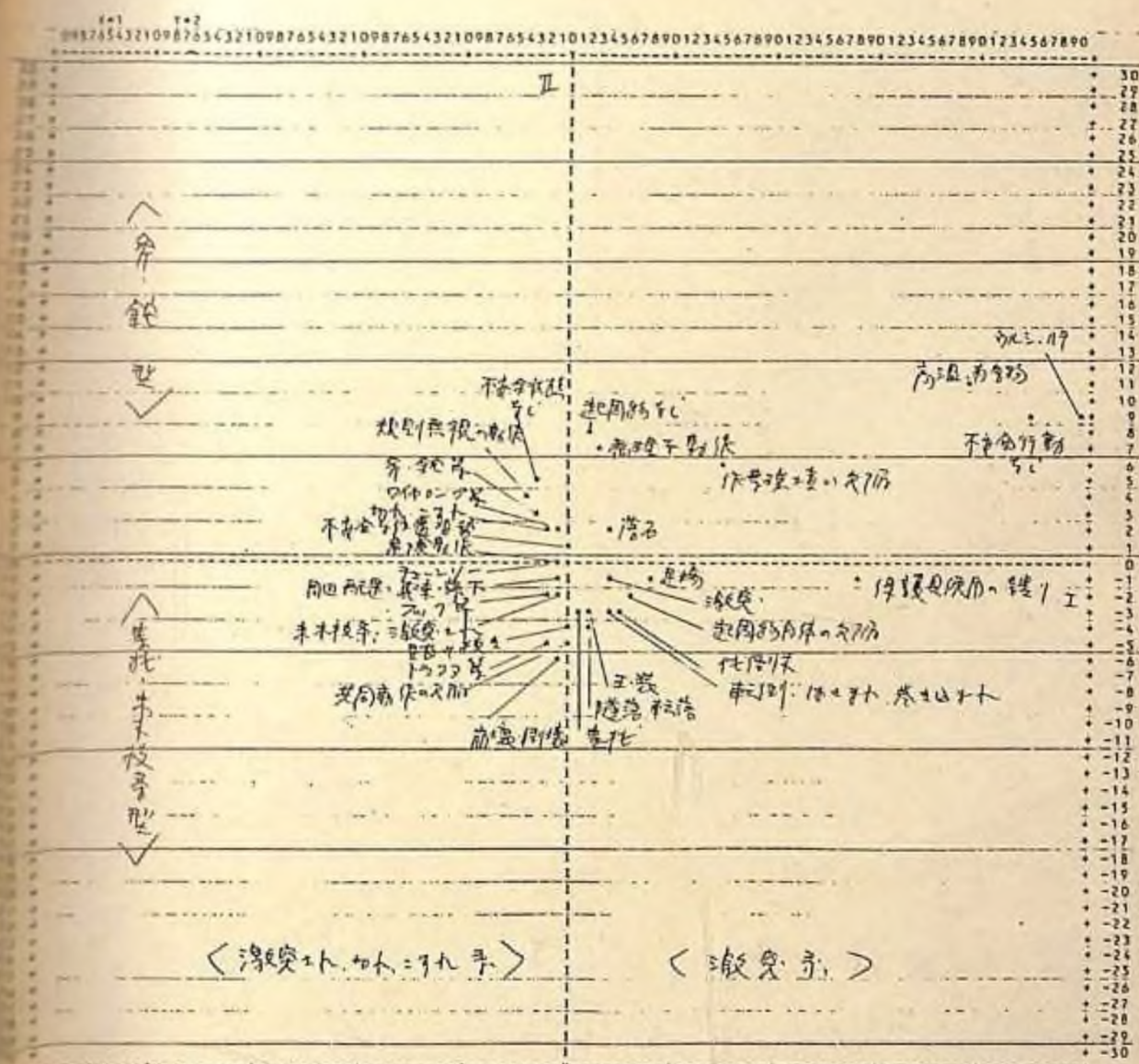


図-16 災害の性質による伐倒作業災害の類型



図一 1 9 作業要因による造材作業災害の類型



図一 2 0 危険条件及び不安全行動による造材作業災害の類型

X=1 Y=2		X=1 Y=2	
098765432109876543210987654321098765432101234567890123456789012345678901234567890		098765432109876543210987654321098765432101234567890123456789012345678901234567890	
30		30	
29		29	
28		28	
27		27	
26		26	
25		25	
24		24	
23		23	
22		22	
21		21	
20		20	
19		19	
18		18	
17		17	
16		16	
15		15	
14		14	
13		13	
12		12	
11		11	
10		10	
9		9	
8		8	
7		7	
6		6	
5		5	
4		4	
3		3	
2		2	
1		1	
0		0	
-1		-1	
-2		-2	
-3		-3	
-4		-4	
-5		-5	
-6		-6	
-7		-7	
-8		-8	
-9		-9	
-10		-10	
-11		-11	
-12		-12	
-13		-13	
-14		-14	
-15		-15	
-16		-16	
-17		-17	
-18		-18	
-19		-19	
-20		-20	
-21		-21	
-22		-22	
-23		-23	
-24		-24	
-25		-25	
-26		-26	
-27		-27	
-28		-28	
-29		-29	
-30		-30	

図-21 災害の性質による造材作業災害の類型

X=1 Y=2		X=1 Y=2	
098765432109876543210987654321098765432101234567890123456789012345678901234567890		098765432109876543210987654321098765432101234567890123456789012345678901234567890	
30		30	
29		29	
28		28	
27		27	
26		26	
25		25	
24		24	
23		23	
22		22	
21		21	
20		20	
19		19	
18		18	
17		17	
16		16	
15		15	
14		14	
13		13	
12		12	
11		11	
10		10	
9		9	
8		8	
7		7	
6		6	
5		5	
4		4	
3		3	
2		2	
1		1	
0		0	
-1		-1	
-2		-2	
-3		-3	
-4		-4	
-5		-5	
-6		-6	
-7		-7	
-8		-8	
-9		-9	
-10		-10	
-11		-11	
-12		-12	
-13		-13	
-14		-14	
-15		-15	
-16		-16	
-17		-17	
-18		-18	
-19		-19	
-20		-20	
-21		-21	
-22		-22	
-23		-23	
-24		-24	
-25		-25	
-26		-26	
-27		-27	
-28		-28	
-29		-29	
-30		-30	

図-22 人的要因による架線集材作業災害の類型

X=1 Y=2		X=2 Y=2	
09876543210987654321098765432101234567890123456789012345678901234567890		09876543210987654321098765432109876543210123456789012345678901234567890	
30		30	
29		29	
28		28	
27		27	
26		26	
25		25	
24		24	
23	人	23	
22	手	22	
21	前	21	
20	型	20	
19		19	
18		18	
17		17	
16		16	
15		15	
14		14	
13		13	
12		12	
11		11	
10		10	
9		9	
8		8	
7		7	
6		6	
5		5	
4		4	
3		3	
2		2	
1		1	
0		0	
-1		-1	
-2		-2	
-3		-3	
-4		-4	
-5		-5	
-6		-6	
-7		-7	
-8		-8	
-9		-9	
-10		-10	
-11		-11	
-12		-12	
-13		-13	
-14		-14	
-15		-15	
-16		-16	
-17		-17	
-18		-18	
-19		-19	
-20		-20	
-21		-21	
-22		-22	
-23		-23	
-24		-24	
-25		-25	
-26		-26	
-27		-27	
-28		-28	
-29		-29	
-30		-30	

図一 2 3 時間的及び気候的要因による架線集材作業災害の類型

X=1 Y=2		X=2 Y=2	
09876543210987654321098765432109876543210123456789012345678901234567890		09876543210987654321098765432109876543210123456789012345678901234567890	
30		30	
29		29	
28		28	
27		27	
26		26	
25		25	
24		24	
23		23	
22		22	
21		21	
20		20	
19		19	
18		18	
17		17	
16		16	
15		15	
14		14	
13		13	
12		12	
11		11	
10		10	
9		9	
8		8	
7		7	
6		6	
5		5	
4		4	
3		3	
2		2	
1		1	
0		0	
-1		-1	
-2		-2	
-3		-3	
-4		-4	
-5		-5	
-6		-6	
-7		-7	
-8		-8	
-9		-9	
-10		-10	
-11		-11	
-12		-12	
-13		-13	
-14		-14	
-15		-15	
-16		-16	
-17		-17	
-18		-18	
-19		-19	
-20		-20	
-21		-21	
-22		-22	
-23		-23	
-24		-24	
-25		-25	
-26		-26	
-27		-27	
-28		-28	
-29		-29	
-30		-30	

図一 2 4 作業要因による架線集材作業災害の類型



図一 2 7 人的要因によるトラクタ集材災害の類型



図一 2 8 時間的及び気候的要因によるトラクタ集材災害の類型

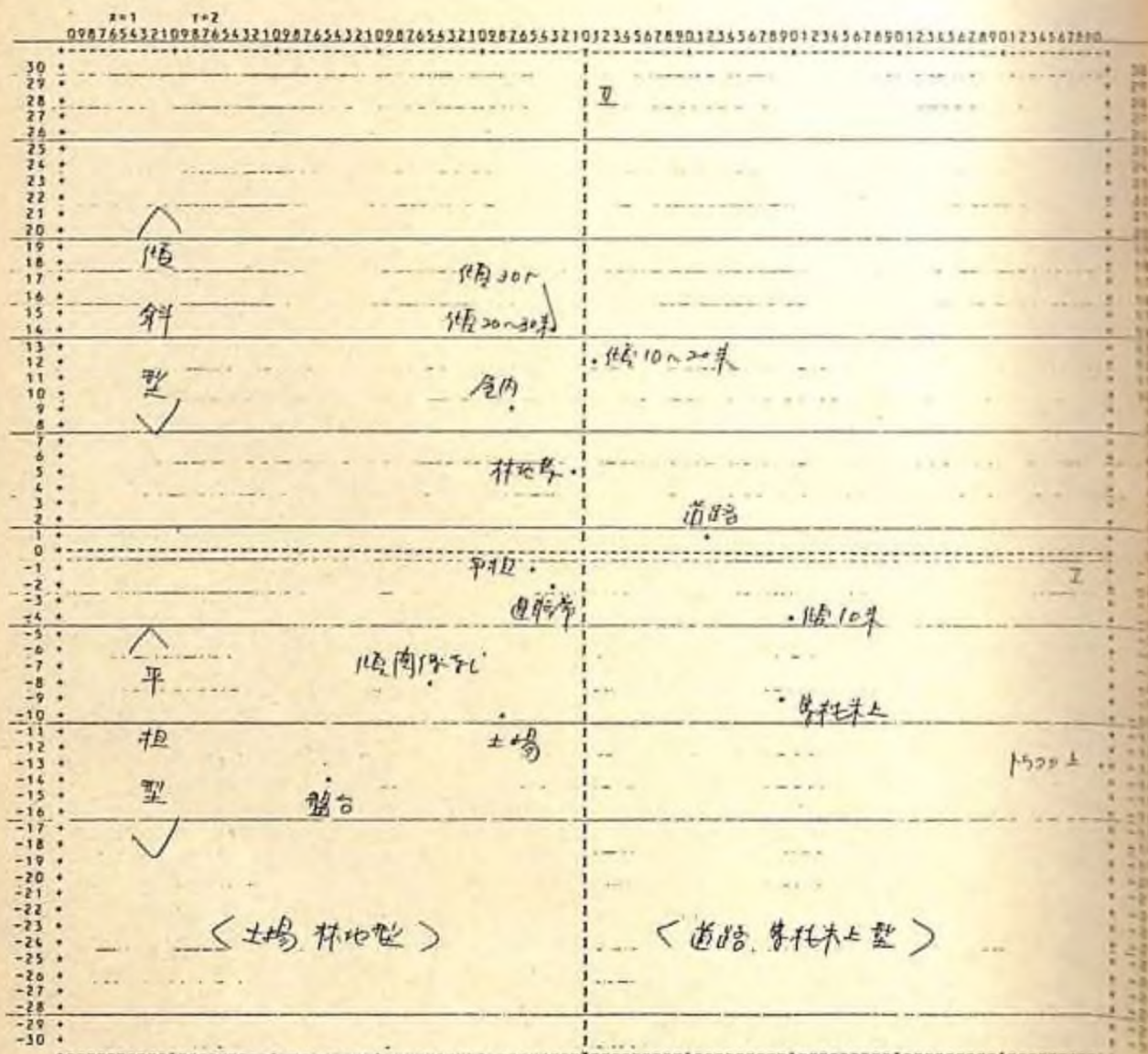


図-29 作業要因によるトラクタ集材災害の類型

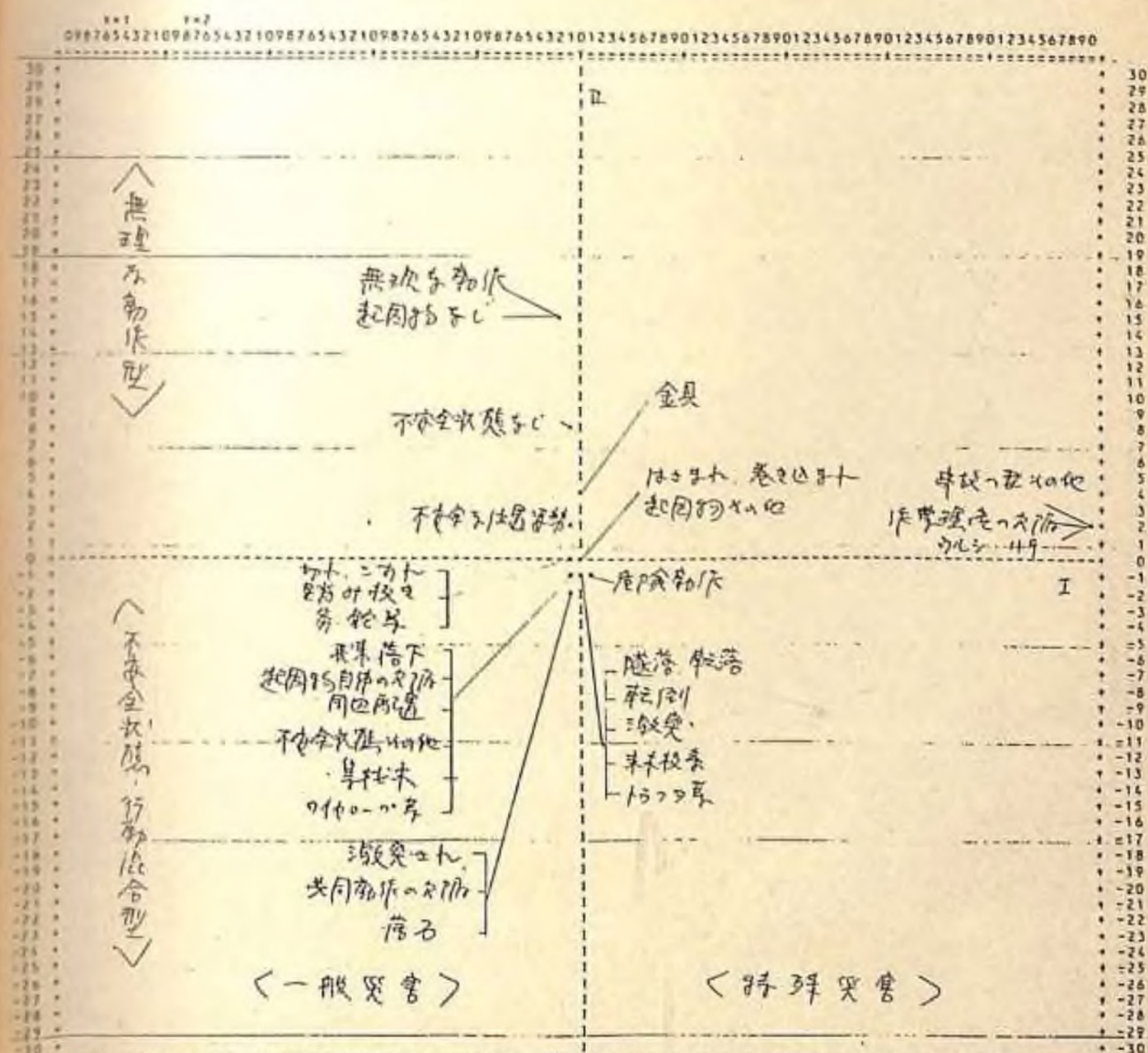


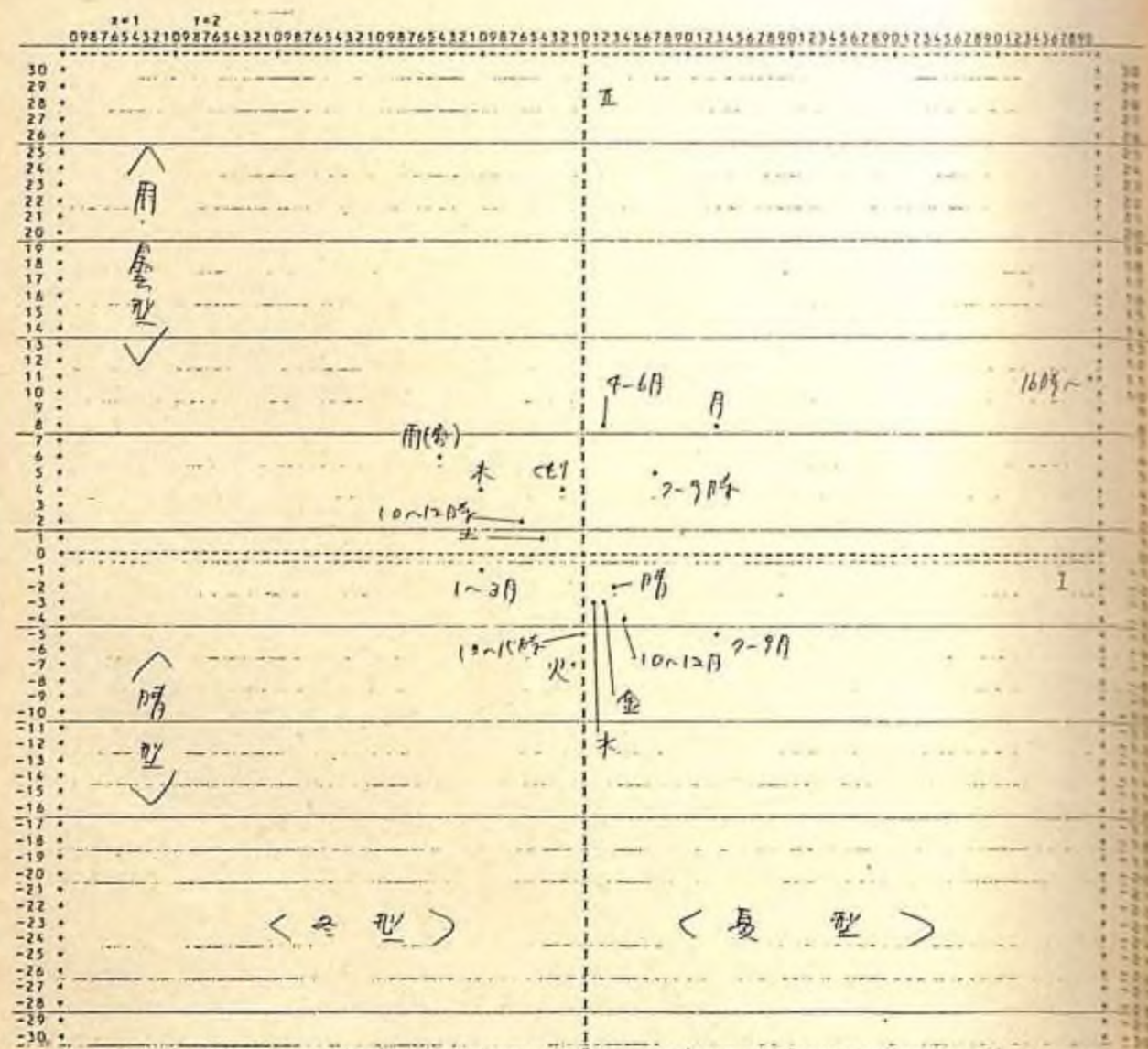
図-30 危険条件及び不安全行動によるトラクタ集材災害の類型

X=1 Y=2		09876543210987654321098765432101234567890123456789012345678901234567890	
30			
29			
28			
27			
26			
25			
24			
23			
22			
21			
20			死亡
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12			
11			
10			
9			
8			
7			
6			
5			
4			
3			
2			
1			
0			
-1			
-2			
-3			
-4			
-5			
-6			
-7			
-8			
-9			
-10			
-11			
-12			
-13			
-14			
-15			
-16			
-17			
-18			
-19			
-20			
-21			
-22			
-23			
-24			
-25			
-26			
-27			
-28			
-29			
-30			

図一 3 1 災害の性質によるトラクタ集材災害の類型

X=1 Y=2		09876543210987654321098765432101234567890123456789012345678901234567890	
30			
29			
28			
27			
26			
25			
24			
23			
22			
21			
20			
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12			
11			
10			
9			
8			
7			
6			
5			
4			
3			
2			
1			
0			
-1			
-2			
-3			
-4			
-5			
-6			
-7			
-8			
-9			
-10			
-11			
-12			
-13			
-14			
-15			
-16			
-17			
-18			
-19			
-20			
-21			
-22			
-23			
-24			
-25			
-26			
-27			
-28			
-29			
-30			

図一 3 2 人的要因による巻立て作業災害の類型



図一 3 3 時間的及び気候的要因による巻立て作業災害の類型



図一 3 4 作業要因による巻立て作業災害の類型

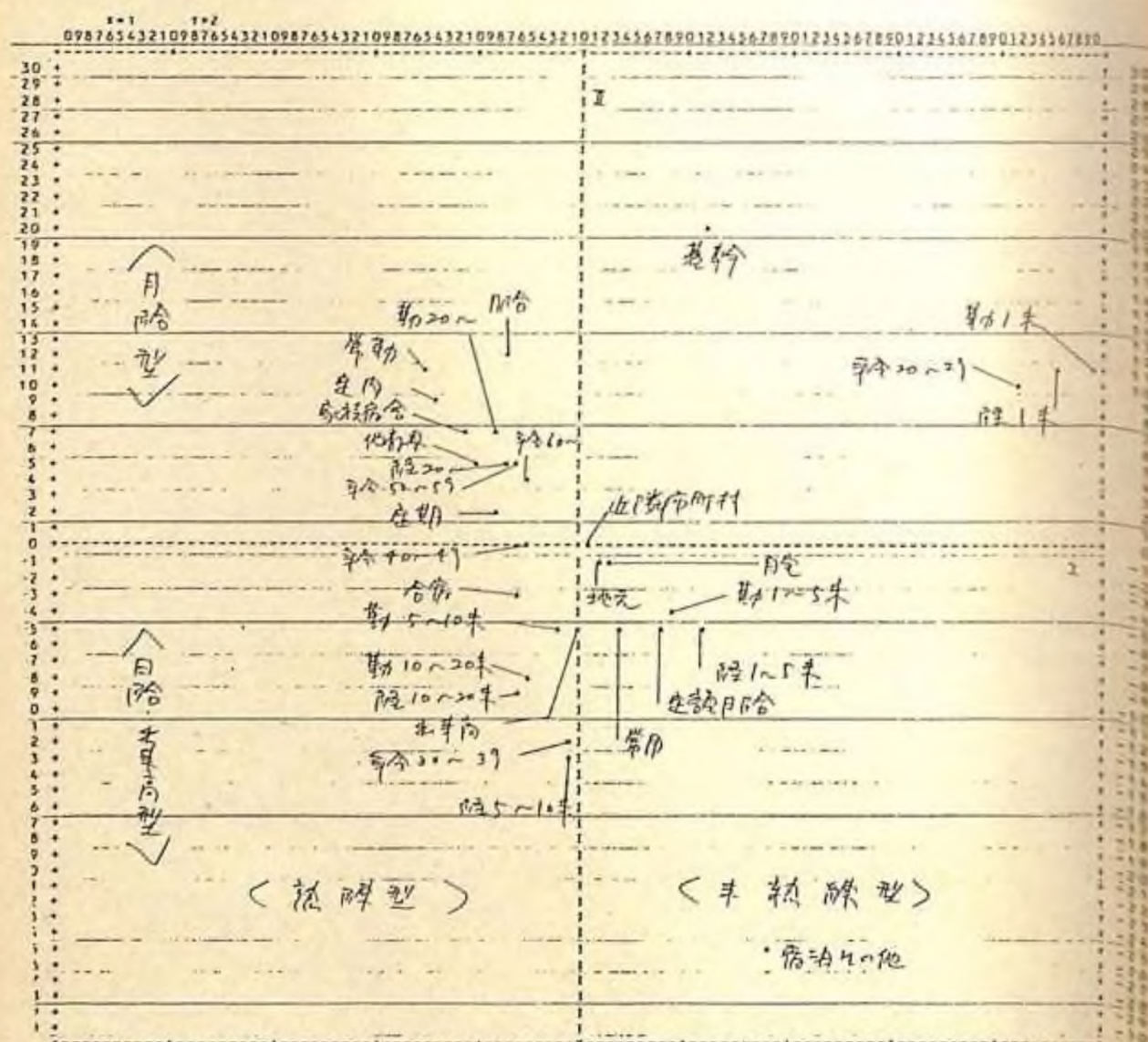


図-3-7 人的要因による架設撤去災害の類型

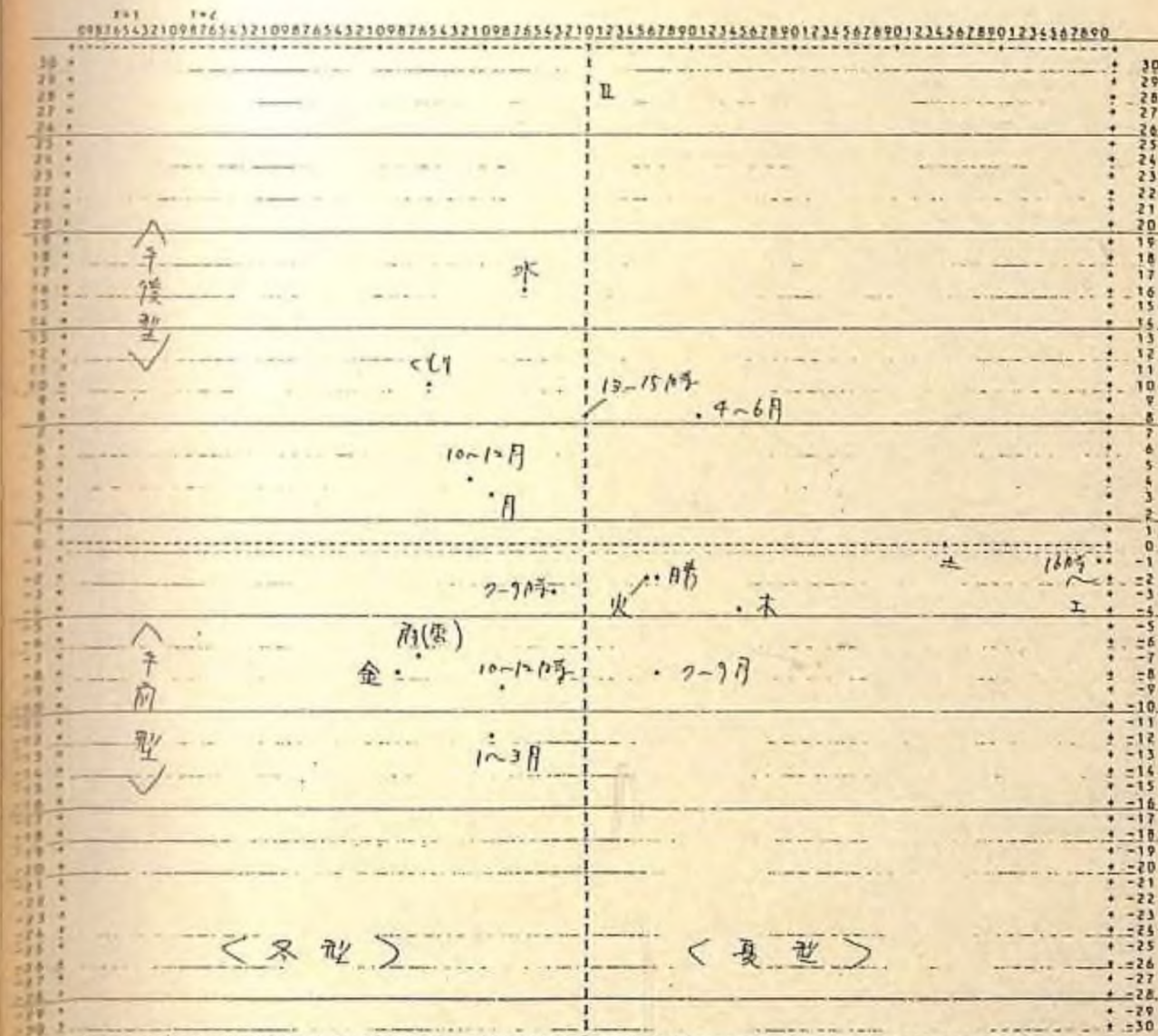


図-38 時間的及び気候的要因による架設撤去災害の類型

— 360 —

表-256 要素作業、局別に見た造材作業災害の要因別平均値

		サンプル数	人的要因		時間的及び気候的要因		作業要因		危険条件及び不安全行動		災害の性質	
			第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸
要素作業	測 尺	2	0.064	0.021	0.190	-0.037	0.536	-0.152	-0.012	-0.313	-0.407	-0.337
	玉 切 り	69	-0.030	0.002	-0.007	-0.006	0.156	-0.030	0.068	-0.076	-0.032	-0.013
	枝 払 い (チェーンソー)	90	0.011	-0.010	-0.012	0.014	-0.050	-0.012	-0.022	-0.061	0.028	0.012
	枝 払 い(斧)	127	0.007	-0.006	-0.010	0.003	-0.125	0.003	-0.047	0.102	0.030	0.009
	主体作業その他	5	0.033	-0.093	0.053	0.144	-0.289	0.007	-0.058	0.057	-0.012	0.005
	障害物除去	6	-0.011	0.007	0.028	-0.046	-0.114	-0.012	-0.100	0.064	-0.106	0.278
	整 木 作 業	15	-0.009	0.024	0.037	-0.036	0.411	0.203	-0.003	-0.048	-0.017	-0.070
	作 業 歩 行	13	0.013	0.078	0.046	0.012	0.089	-0.135	0.191	-0.110	-0.118	-0.052
	附帯作業その他	3	-0.017	0.143	-0.014	-0.048	0.088	0.130	0.069	0.139	-0.154	-0.213
	退 避	2	-0.071	0.256	0.246	-0.128	0.547	-0.454	0.030	-0.147	-0.030	-0.095
営林局	玉 装 運 転	3	0.039	0.068	-0.027	-0.200	0.348	0.772	0.493	-0.043	-0.134	0.058
	旭 川	21	0.006	0.016	-0.031	0.068	0.027	0.011	0.189	-0.029	-0.045	0.059
	北 見	24	0.091	0.022	0.005	-0.000	-0.109	0.028	-0.008	-0.021	-0.038	0.053
	帯 広	24	0.056	-0.008	0.054	-0.021	0.122	-0.117	0.017	-0.031	-0.063	-0.021
	北 海 道	6	-0.008	0.031	0.048	0.065	-0.154	-0.033	0.248	0.004	-0.050	-0.041
	函 館	5	-0.049	0.011	-0.064	-0.062	0.190	-0.154	-0.047	-0.141	-0.128	-0.041
	青 森	40	-0.035	-0.003	-0.025	0.025	-0.047	-0.125	0.028	-0.029	-0.027	0.003
	秋 田	29	-0.083	-0.004	0.024	-0.004	0.032	-0.131	-0.009	-0.092	-0.037	-0.059
	前 橋	33	-0.011	0.038	0.041	-0.024	0.018	0.044	-0.023	-0.021	0.035	-0.008
	東 京	22	-0.009	-0.026	-0.041	0.031	-0.185	-0.060	-0.055	0.142	0.078	-0.073
局	長 野	23	-0.041	0.025	-0.007	-0.025	0.104	0.066	-0.028	0.022	-0.020	-0.003
	名 古 屋	8	0.017	0.150	0.061	-0.114	0.126	-0.085	-0.026	-0.079	0.128	0.030
	大 阪	26	-0.017	-0.013	-0.037	0.004	-0.022	0.045	-0.021	-0.000	0.032	-0.029
	高 知	27	0.024	-0.024	0.030	0.017	0.039	0.025	-0.023	0.040	0.075	-0.034
	熊 本	47	0.034	-0.051	-0.016	-0.014	-0.011	0.188	-0.049	0.064	0.004	0.071

表-257 要素作業、局別に見た架線集材作業災害の要因別平均値

		サンプル数	人的要素		時間的及び気候的要素		作業要因		危険条件及び不安全行動		災害の性質	
			第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸
要素作業	荷 造 り 作 業	2	-0.149	-0.106	-0.360	-0.069	-0.248	-0.339	0.094	-0.136	-0.237	0.089
	荷 かけ 作 業	24	-0.005	-0.005	0.087	0.044	-0.178	-0.097	-0.028	-0.020	-0.078	-0.052
	荷 かけ 歩 行	17	-0.035	0.014	0.005	0.125	-0.337	0.121	0.124	0.079	-0.016	0.090
	合 図	10	-0.026	0.058	0.019	-0.156	0.021	0.116	-0.099	-0.079	-0.019	-0.123
	荷 かけ 退 避	27	-0.013	0.003	0.009	0.004	-0.274	-0.156	-0.062	0.024	-0.100	-0.028
	障 害 物 除 去	8	0.074	-0.086	0.033	0.117	-0.325	-0.137	0.201	-0.340	0.159	0.380
	荷 かけ 其 他	6	0.285	0.010	-0.111	-0.022	-0.011	-0.050	0.061	0.119	0.099	0.030
	スリングはずし	21	-0.010	-0.049	-0.083	-0.099	0.598	0.177	-0.145	-0.052	0.027	-0.055
	材 整 理	1	-0.012	0.076	-0.352	-0.339	0.970	0.189	-0.118	0.191	0.707	-0.129
	荷 おろし 退 避	3	-0.094	0.048	-0.080	-0.015	0.307	0.145	0.072	0.070	0.032	-0.124
営林局	荷 おろし 退 避	2	-0.032	0.134	0.074	-0.197	0.678	0.110	-0.160	-0.030	0.418	-0.397
	運 転	4	0.020	0.106	-0.033	0.155	1.091	0.198	-0.047	-0.106	0.059	0.136
	運 転 其 他	2	-0.110	0.086	0.667	-0.077	0.045	-0.073	1.255	1.367	0.604	0.105
	旭 川	2	0.194	0.338	-0.070	-0.094	0.958	-0.337	0.160	0.145	-0.247	-0.339
	北 海 道	6	0.168	0.168	0.081	0.142	-0.232	-0.281	0.320	-0.139	-0.171	0.026
	青 森	11	-0.063	0.006	-0.037	-0.113	0.251	0.152	-0.018	-0.083	-0.012	-0.071
	秋 田	28	-0.089	0.010	0.085	-0.036	0.015	0.220	-0.119	-0.050	-0.053	-0.050
	前 橋	2	-0.002	0.067	-0.294	0.057	0.115	-0.327	0.082	-0.117	-0.494	-0.250
	東 京	9	0.010	0.084	-0.003	0.027	-0.295	-0.369	-0.039	0.048	0.028	-0.177
	長 野	11	-0.022	0.004	0.061	0.071	0.095	0.026	0.181	0.161	0.138	0.084
局	名 古 屋	3	-0.002	0.149	-0.235	0.039	0.188	-0.382	-0.165	-0.041	-0.143	0.218
	大 阪	17	-0.017	0.039	-0.055	-0.028	-0.198	0.162	0.056	0.072	0.005	0.059
	高 知	24	0.118	-0.130	-0.044	-0.007	0.119	-0.174	-0.028	0.057	-0.012	0.128
	熊 本	14	-0.043	-0.066	0.056	0.069	-0.132	0.042	-0.021	-0.113	0.213	-0.061

表-258 要素作業、局別に見たトラクタ材作業災害の要因別平均値

		サンプル数	人的要因		時間的及び気候的要因		作業要因		危険条件及び不安全行動		災害の性質	
			第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸
要素作業	荷造り作業	1	-0093	1092	0174	0664	-0218	0186	-0159	1864	-0400	0833
	荷かけ作業	9	-0165	-0002	0115	-0309	0040	0083	-0033	0134	-0276	0224
	荷かけ歩行	3	-0288	-0061	0038	0034	0475	0384	-0056	-0031	0357	-0199
	台 図	3	0084	-0148	-0345	-0003	0108	0443	-0116	-0176	0020	-0039
	荷かけ退避	14	-0121	0117	0153	0018	-0013	0280	-0091	-0198	-0027	0183
	障害物除去	2	0104	-0161	-0047	-0185	0241	0068	-0069	0076	-0230	-0453
	ワイヤ引出し等	6	-0113	-0089	0191	0062	-0171	0120	-0024	0002	0191	-0156
	スリンドはずし	6	0031	0015	-0261	0077	-0305	-0896	-0043	-0132	0100	-0547
	材 整 理	4	0033	0090	0102	0217	-0963	-1019	1142	-0095	0208	0168
	荷おろし退避	2	0115	0017	-0052	0409	-0484	-0715	-0042	-0123	-0241	-0161
	運 転	9	0324	-0060	-0164	0004	0061	0167	0022	-0055	0016	0148
	運 転 (トラクタ道作設)	2	0419	0003	-0086	0194	-0191	0153	-0032	-0059	0639	0058
	運 転 そ の 他	5	-0102	-0180	0121	-0038	1078	-0386	-0025	0446	-0142	-0156
	トラクタ道作設	7	0088	0101	-0158	0012	0078	0326	-0058	0189	-0215	0062
	その他の副作業	3	-0020	0087	-0005	-0171	-0290	0272	-0061	0194	0510	-0174
営 林 (支) 局	旭 川	27	0074	-0080	0007	-0011	0283	-0137	-0045	0041	0028	-0041
	北 見	11	-0118	0025	0097	0097	-0209	0125	0357	0029	0007	-0081
	帯 広	9	-0099	-0035	-0115	0168	0028	0224	-0033	-0080	0090	0174
	北 海 道	3	-0179	0204	0276	0007	-0232	0148	-0110	0432	-0230	0058
	函 館	4	-0015	0066	-0075	-0047	-0376	-0133	-0058	-0134	-0204	0048
	青 森	9	0081	-0045	-0130	-0111	0096	-0044	-0004	0018	-0184	-0251
	秋 田	3	-0056	0014	0266	-0312	-0269	-0301	-0038	-0291	0351	0194
	前 橋	5	-0002	0103	0068	0096	-0456	0050	-0045	0066	-0150	-0271
	東 京	1	0062	0172	-0309	0055	0007	0974	0026	-0131	0538	0479
	長 野	2	0314	0195	-0368	-0140	-0327	0316	-0135	0717	0572	0409
	大 阪	2	-0150	0224	-0152	-0025	-0611	0089	-0046	-0114	-0046	0488
	熊 本	1	-0224	0243	0623	-0395	0684	0017	-0114	-0153	-0400	0833

表-259 要素作業、局別に見た巻き立て作業災害の要因別平均値

		サンプル数	人的要因		時間的及び気候的要因		作業要因		危険条件及び不安全行動		災害の性質	
			第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸
要素作業	材 扱 い	99	0014	-0007	-0001	-0024	0003	-0002	0003	0015	-0034	-0009
	そ の 他 の 作 業	4	-0218	0053	0090	0086	-0298	0117	0009	-0158	-0099	0085
	退 避	4	0014	0015	-0066	0228	0232	0131	-0039	-0164	-0128	0028
	歩 行	10	-0057	-0024	0053	0105	0034	-0208	-0039	0044	-0015	0005
	そ の 他 の 作 業	3	-0019	0242	-0173	-0005	-0140	0433	0096	-0202	0491	0127
営 林 (支) 局	旭 川	14	0102	-0033	-0035	0025	0091	-0034	-0045	0178	-0060	0104
	北 見	16	0083	0036	-0035	-0084	0248	-0114	0231	0045	-0079	-0119
	帯 広	14	0092	-0045	-0038	-0085	0383	-0170	-0048	-0092	-0089	0031
	北 海 道	1	0120	0301	-0175	-0103	0164	0302	0160	-0205	-0119	-0016
	青 森	17	-0032	0026	-0013	0089	-0175	0483	-0015	-0050	0015	-0064
	秋 田	3	0073	0078	-0120	-0073	-0112	0240	-0038	-0160	0145	-0286
	前 橋	7	-0014	0060	0293	-0056	0020	0095	-0044	-0098	-0048	-0105
	東 京	5	-0124	-0078	-0069	-0046	-0603	-0120	-0093	0384	-0084	-0210
	長 野	10	-0005	-0027	-0153	0124	-0006	0046	-0051	0090	-0003	0340
	大 阪	5	0017	0210	-0085	-0071	-0249	-0174	-0043	-0112	0272	0072
局	高 知	6	-0231	0054	0149	-0027	-0005	0061	-0006	-0159	-0051	0025
	熊 本	22	-0082	-0071	0077	0036	-0147	-0181	-0025	-0046	0018	-0007

表-260 要素作業、局別に見た架設撤去災害の要因別平均値

		サンプル数	人的要因		時間的及び気候的要因		作業要因		危険条件及び不安全行動		災害の性質	
			第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸
要素作業	機械据付け	2	-0.110	-0.122	-0.400	-0.489	-0.230	-0.716	-0.077	-0.365	0.449	0.061
	器具運搬	7	-0.176	0.051	-0.141	-0.041	0.163	-0.474	0.150	-0.165	0.177	0.028
	支柱作設	9	0.159	0.050	-0.219	0.069	-0.476	-0.165	0.272	-0.019	-0.508	0.417
	索ひきまわし	10	-0.032	-0.140	-0.003	-0.052	-0.023	-0.094	-0.262	0.154	-0.087	-0.388
	ナイロンロープ引きまわし	6	-0.144	0.091	0.349	0.050	0.034	0.273	-0.313	0.072	-0.004	-0.005
	作業歩行	3	-0.053	-0.178	-0.178	-0.020	0.121	0.681	-0.046	-0.192	-0.305	-0.218
	スリング扱い	1	0.943	0.214	-0.161	0.284	2.390	-1.126	-0.302	0.251	-0.869	-0.488
	索修理	4	-0.162	0.198	-0.158	-0.232	-0.418	-0.113	-0.175	0.104	0.150	-0.280
	支柱撤去	1	0.032	-0.432	0.111	0.356	0.088	-0.104	-0.232	-0.669	0.393	0.321
	ロープ類撤去	8	0.146	0.077	-0.032	-0.097	0.183	0.377	0.050	-0.005	0.450	-0.088
営林局	株かえ	4	0.203	-0.056	0.134	0.174	-0.071	0.471	-0.068	0.207	0.019	-0.030
	その他	16	-0.059	-0.008	0.164	0.081	0.037	-0.034	0.149	-0.008	0.028	0.163
	旭川	1	0.151	-0.199	-0.111	0.864	-0.217	0.510	-0.322	0.177	-0.869	-0.488
	北海道	5	-0.065	-0.125	-0.041	-0.089	-0.411	0.531	-0.007	-0.095	-0.144	-0.255
	青森	6	-0.060	-0.150	0.152	-0.177	0.242	-0.010	-0.280	0.290	0.125	0.026
	秋田	10	-0.078	-0.001	0.077	-0.057	0.038	-0.019	0.036	-0.131	0.119	-0.233
	前橋	3	0.232	0.055	-0.109	0.314	-0.043	0.241	-0.387	-0.103	0.109	-0.113
	東京	4	-0.130	-0.149	-0.189	0.229	-0.444	-0.023	0.114	-0.026	0.025	0.072
	長野	5	-0.073	-0.030	-0.149	0.271	-0.403	0.634	0.215	-0.202	-0.050	0.193
	名古屋	2	-0.001	-0.265	-0.379	-0.007	0.789	-0.033	0.276	-0.119	-0.014	0.581
営林局(支)	大阪	9	0.049	-0.119	0.152	-0.145	0.014	-0.121	-0.045	0.026	0.477	-0.016
	高知	5	-0.228	0.165	-0.097	0.317	-0.384	-0.383	0.360	0.057	-0.201	0.095
	熊本	21	0.105	0.148	0.016	-0.108	0.185	-0.195	-0.030	0.048	-0.181	0.074
	旭川											
	北海道											
	青森											
	秋田											
	前橋											
	東京											
	長野											

表-261 伐倒作業災害の類型

		サンプル数	人的要因				時間的及び気候的要因				作業要因				危険条件及び不安全行動				災害の性質			
			熟練	熟練	未熟練	未熟練	作業の始めと終わり	作業の始めと終わり	作業の始めと終わり	作業の始めと終わり	林地以外	林地以外	林地以外	林地以外	不安全行動・激突	不安全行動・激突	不安全行動・激突	不安全行動・激突	重傷・顔・頭・足・腰	重傷・顔・頭・足・腰	軽傷・顔・頭・足・腰	軽傷・顔・頭・足・腰
要素作業	受口切り				○				○													○
	退口切り		○						○		○										○	
	矢打ち		○						○		○										○	
	退避				○				○		○											○
	障害物除去		○				○		○				○									○
	かかり木処理		○						○				○									○
	作業歩行				○		○		○				○									○
	附帯その他		○						○				○									○
	旭川				○	○			○		○										○	
営林局(支)	北海道				○	○			○		○										○	
	青森				○	○			○		○										○	
	秋田				○	○			○		○										○	
	前橋		○						○		○										○	
	東京		○						○		○										○	
	長野		○						○		○										○	
	名古屋		○						○		○										○	
	大阪		○						○		○										○	
	高知		○						○		○										○	
	熊本		○						○		○										○	

表-262 造材作業災害の類型

	人的要因	時間的及び気候的要因				作業要因				危険条件及び不安全行動				災害の性質			
		未熟練 — 固定労働	未熟練 — 季節労働	熟練 — 固定労働	熟練 — 季節労働	雨・曇 — 夏	雨・曇 — 冬	晴 — 夏	晴 — 冬	平地 — 土場・道路 — 盤台	傾斜 — 土場・道路 — 盤台	傾斜 — 土場・道路 — 盤台	傾斜 — 土場・道路 — 盤台	頭・顔・足 — 打撲・捻挫 — 創傷	頭・顔・足 — 打撲・捻挫 — 創傷	頭・顔・足 — 打撲・捻挫 — 創傷	頭・顔・足 — 打撲・捻挫 — 創傷
測尺 玉切り 枝払い (チェーンソー) 枝払い(斧) 主体その他 障害物除去 整木作業 作業歩行 附帯その他 退避 玉装運	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
旭北帯北函青秋前東長名大高 海 川見広道館森田橋京野屋阪知本 古	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表-263 架線集材作業災害の類型

	人的要因	時間的及び気候的要因				作業要因				危険条件及び不安全行動				災害の性質			
		若年 — 固定労働	若年 — 季節労働	熟年 — 固定労働	熟年 — 季節労働	夏 — 午前	夏 — 午後	冬 — 午前	冬 — 午後	平地 — 集材木上・土場 — 盤台	傾斜 — 集材木上・土場 — 盤台	傾斜 — 集材木上・土場 — 盤台	傾斜 — 集材木上・土場 — 盤台	頭・顔・足 — 打撲・捻挫 — 創傷	頭・顔・足 — 打撲・捻挫 — 創傷	頭・顔・足 — 打撲・捻挫 — 創傷	頭・顔・足 — 打撲・捻挫 — 創傷
架線集材 荷掛歩行 荷掛退避 障害物除去 荷掛その他 スリングはずし 材整理 荷卸歩行 荷卸退避 運搬その他	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
旭北帯北函青秋前東長名大高 海 川道森田橋京野屋阪知本 古	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表-264 トラクタ集材作業災害の類型

	人的要因	時間的及び 気候的要因	作業要因	危険条件及び 不安全行動	災害の性質							
					固定労働 — 熟練	固定労働 — 未熟練	季節労働 — 熟練	季節労働 — 未熟練	午前 前	午前 後	午後 前	午後 後
要素 作業	荷造り											
	荷掛け歩行											
	荷掛退避											
	障害物除去											
	ワイヤ引出し											
要素 作業	スリングはずし											
	材整理											
	荷卸退避											
	運転(トラクタ)											
	運転(道作設)											
要素 作業	運転(その他)											
	トラクタ道作設											
	その他の副作業											
要素 作業	旭北帯北函青秋前東名大熊											
	川見広道館森田橋京屋阪本											

表-265 巻き立て作業災害の類型

	人的要因	時間的及び 気候的要因	作業要因	危険条件及び 不安全行動	災害の性質							
					若年 — 固定労働	若年 — 季節労働	熟年 — 固定労働	熟年 — 季節労働	夏 — 雨・曇	夏 — 晴	冬 — 雨・曇	冬 — 晴
要素 作業	材扱											
	その他の主体作業											
	退避											
	歩行											
	その他の附帯作業											
要素 作業	旭北帯北函青秋前東名大熊											
	川見広道館森田橋京屋阪本											

表-266 架線撤去災害の類型

		人的要因				時間的及び 気候的要因				作業要因				危険条件及び 不安行動				災害の性質				
		未 熟 練 1 月 給	未 熟 練 1 日 給 ・ 出来 高	熟 練 1 月 給	熟 練 1 日 給 ・ 出来 高	夏 1 午 後	夏 1 午 前	冬 1 午 後	冬 1 午 前	道 路 ・ 土 場 1 傾 斜	道 路 ・ 土 場 1 平 坦	集 材 木 上 ・ 樹 上 ・ 盤 台 1 傾 斜	集 材 木 上 ・ 樹 上 ・ 盤 台 1 平 坦	不 安 全 姿 勢 ・ 動 作 1 激 突 さ れ	不 安 全 姿 勢 ・ 動 作 1 激 突	不 安 全 状 態 ・ 行 動 1 激 突 さ れ	不 安 全 状 態 ・ 行 動 1 激 突	重 傷 1 手 ・ 足 ・ 腿 腿	重 傷 1 顔 ・ 頭 ・ 軀 幹	軽 傷 1 手 ・ 足 ・ 腿	軽 傷 1 顔 ・ 頭 ・ 軀 幹	
要 素 作 業	機械据付け 器具運搬 支柱作設 索ひきまわし ナイロンロープ 作業歩行 スリング扱い 索修理 支柱撤去 ロープ類撤去 株かえ その他	○		○	○			○	○		○	○	○		○		○	○			○	○
	旭北青秋前東長名大高熊 海古 川道森田橋京野屋阪知本		○		○			○	○		○	○	○		○		○	○			○	○
営 林 (支) 局																						

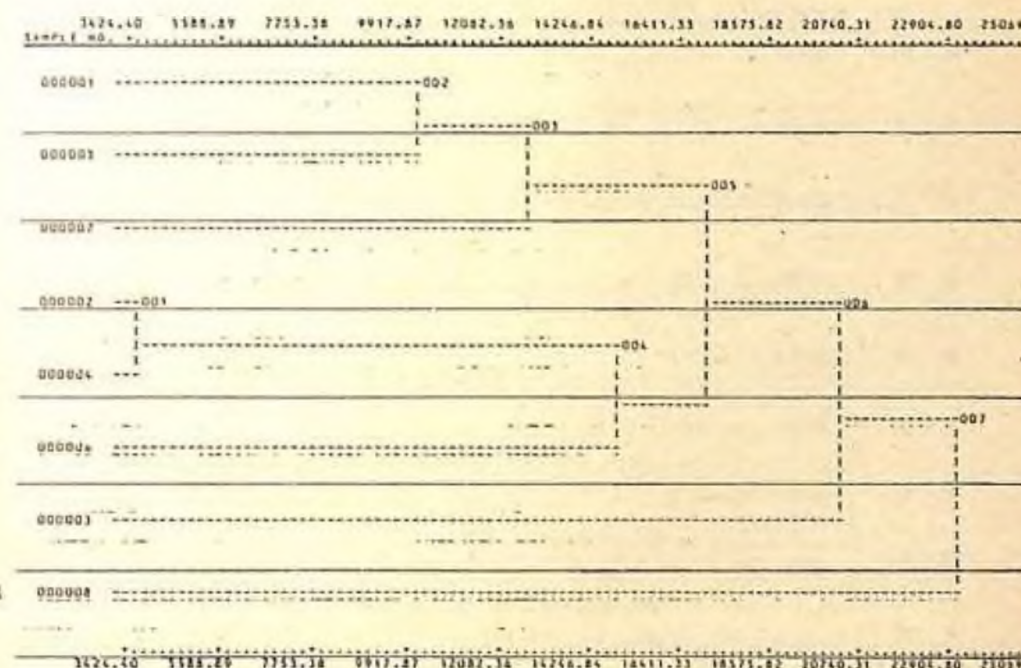


図-42 伐倒災害の類似性(要業作業別)

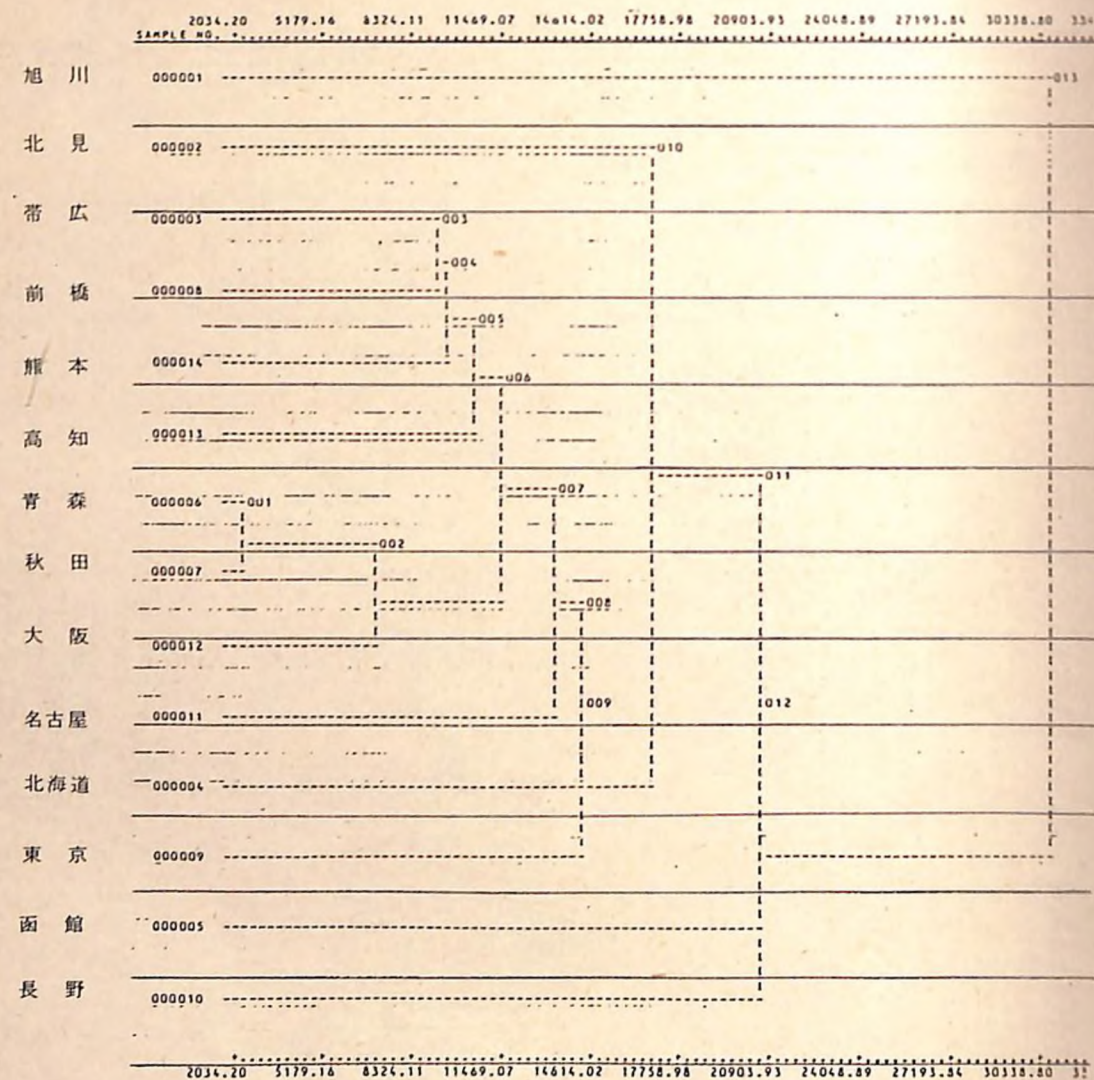


図-4-3 伐倒災害の類似性（営林局別）

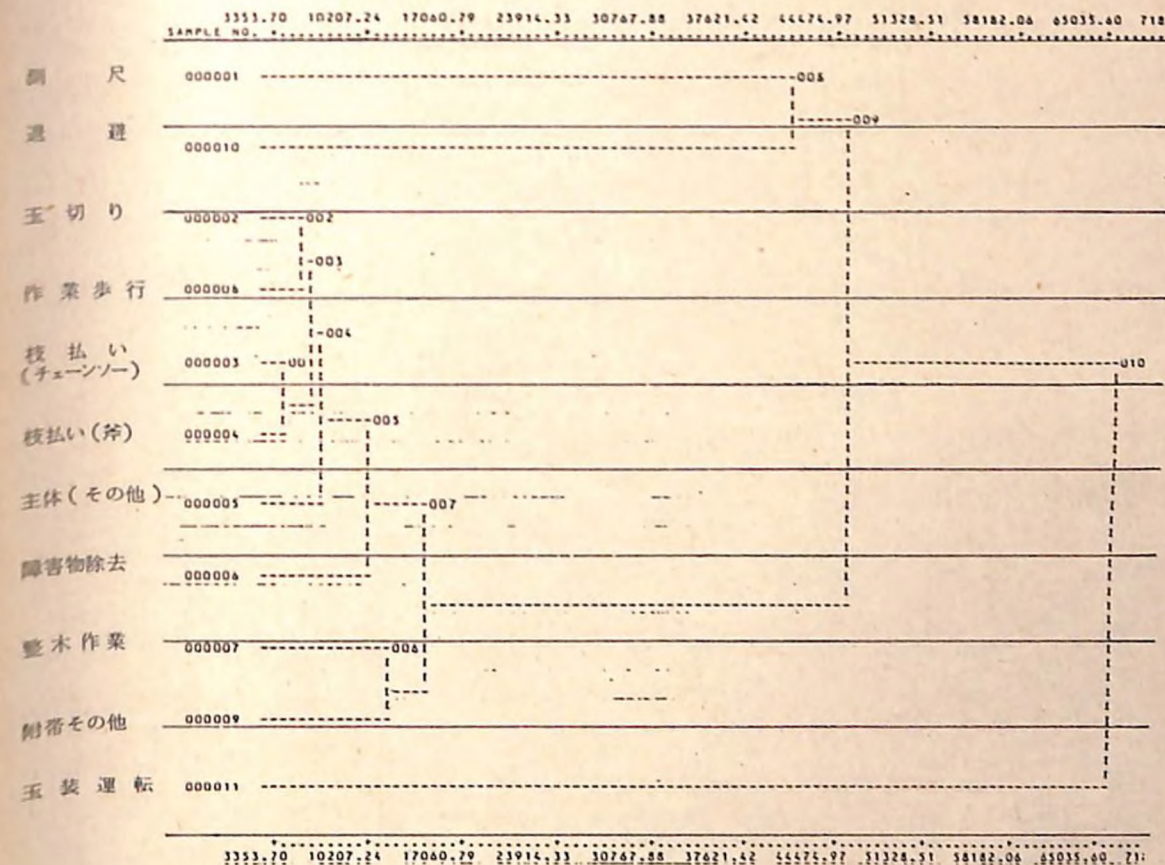


図-4-4 造材災害の類似性（要業作業別）

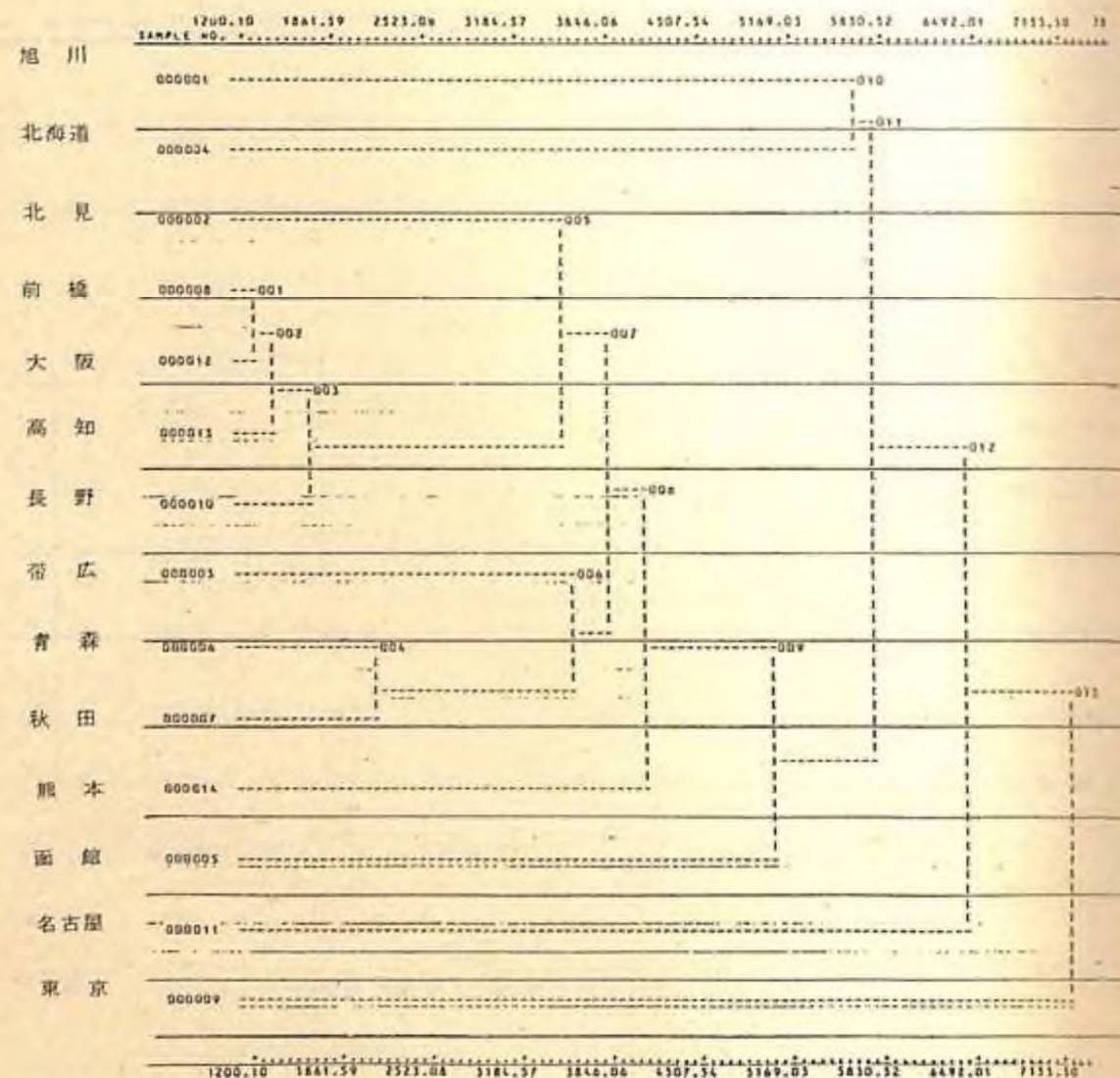


図-4-5 造材災害の類似性(営林局別)



図-4-6 架線集材災害の類似性(要業作業別)

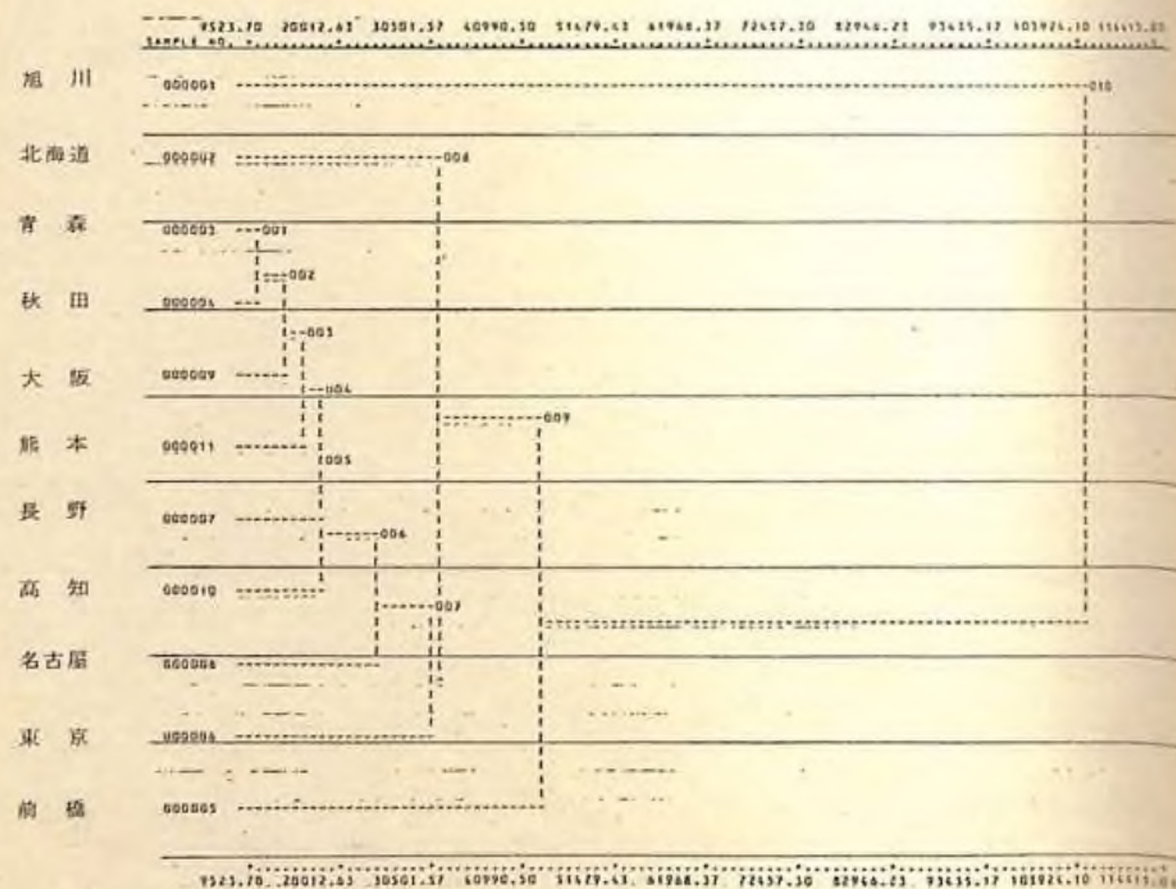


図-47 架線集材災害の類似性(営林(支)局別)

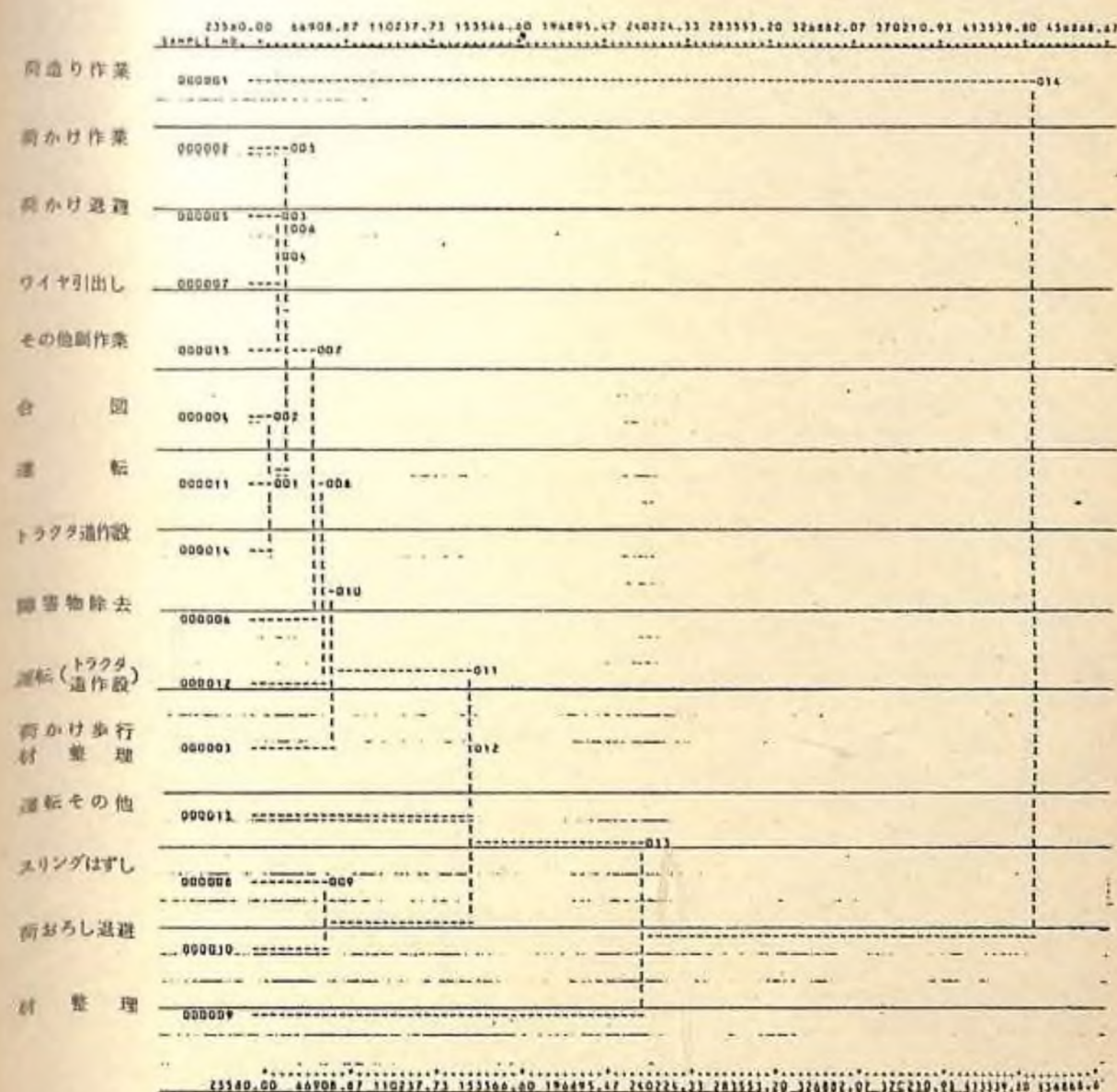


図-48 トラクタ集材災害の類似性(要業作業別)

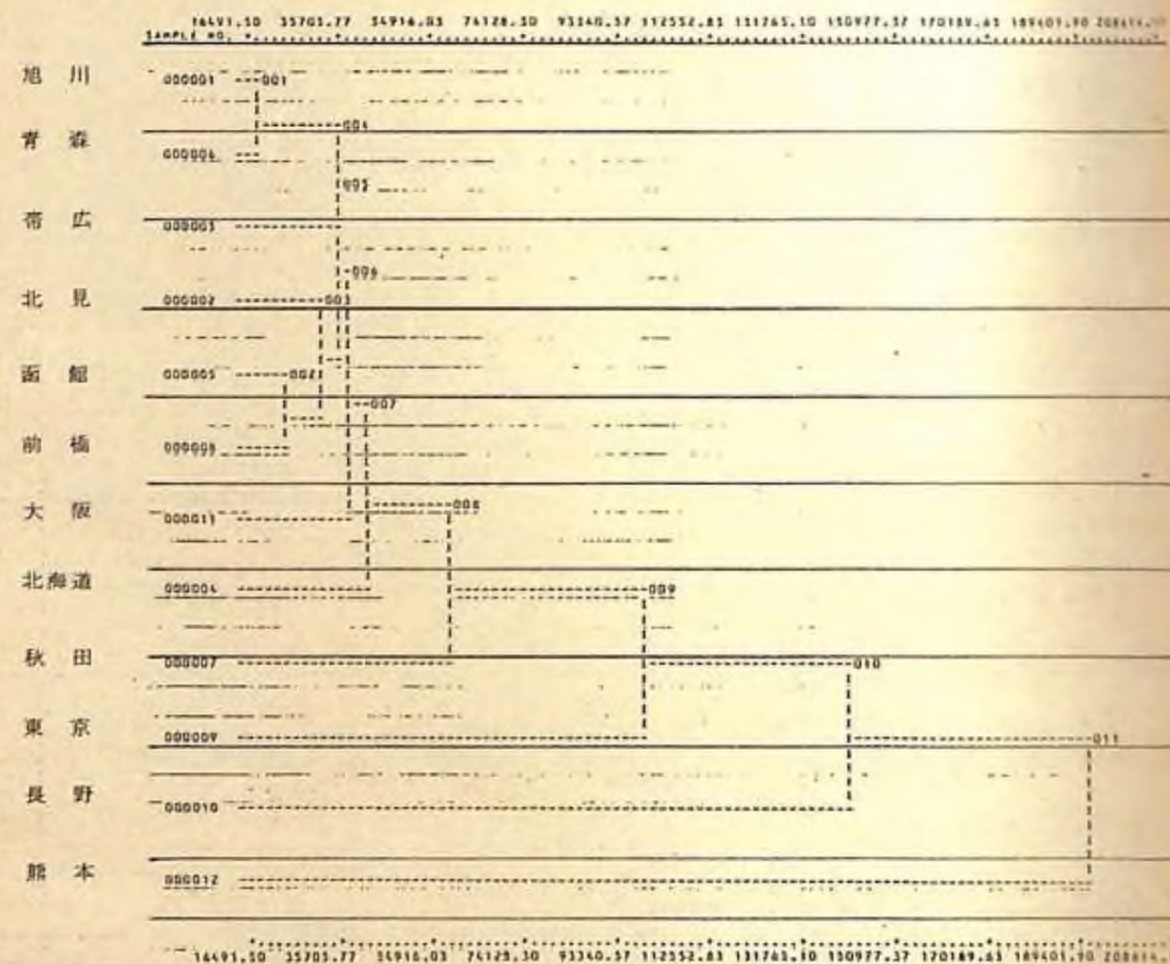


図-4-9 トラクタ集材災害の類似性 (営林局別)

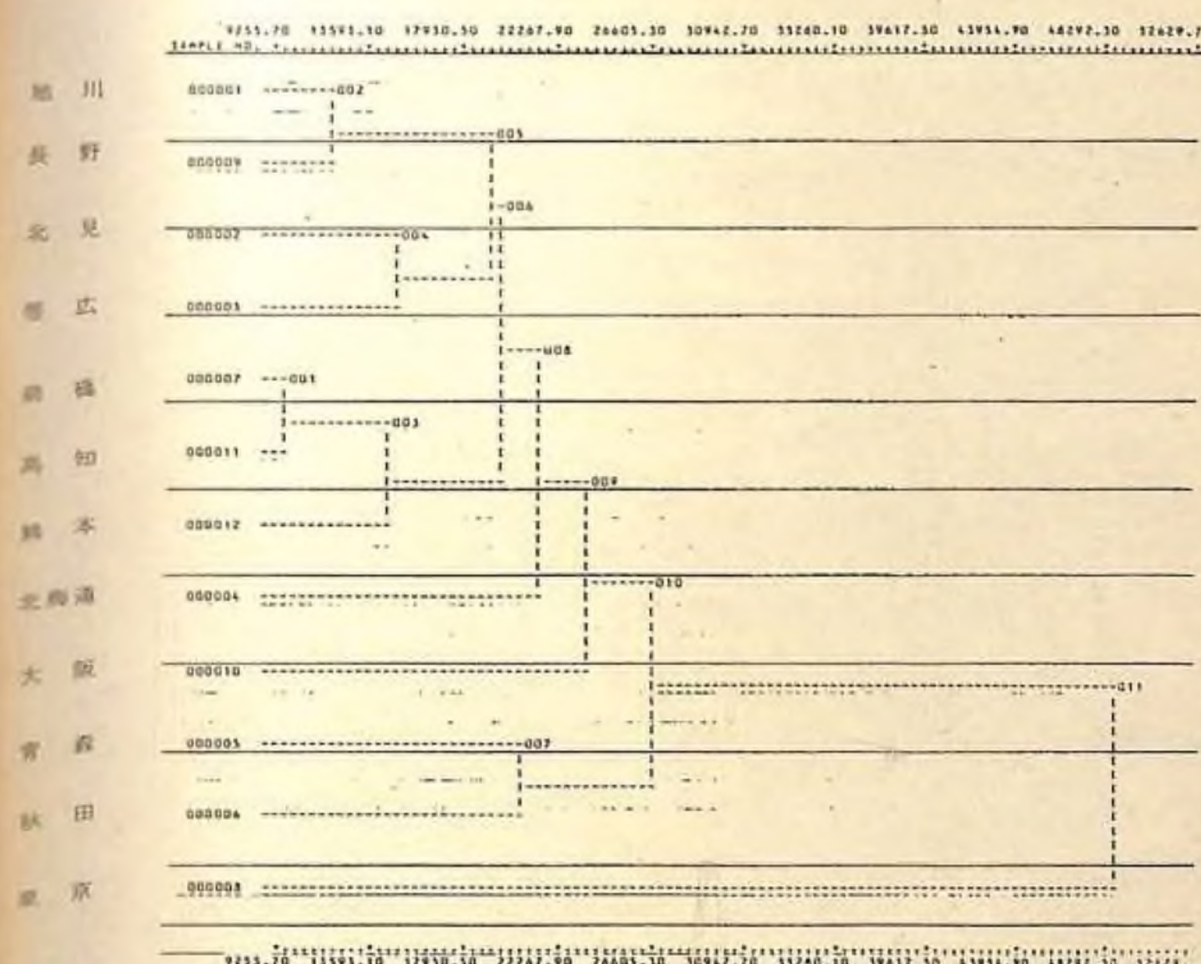


図-5-1 巻立て災害の類似性 (営林局別)

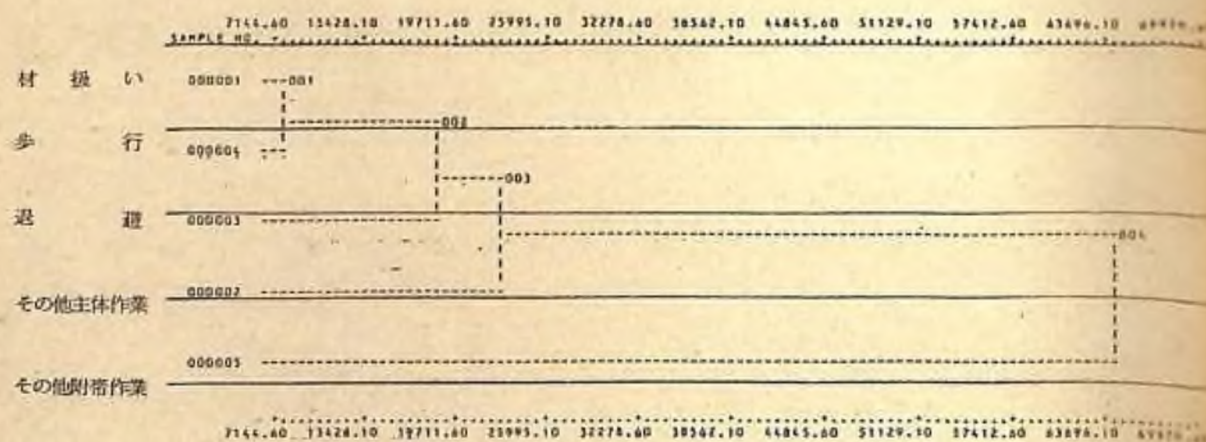


図-5-0 巻立て災害の類似性 (要業作業別)

4. 今後の問題点

この報告書の目標は、初めに述べたように林業労働災害の原因分析として、より研究解析的な接近を試みることにあった。

しかしながら、分析データのよりどころが現在の災害報告書であり、分析手法の未確立ということもあって、今回はクロス分析と類型化分析で終らざるを得なかった。また、限られた災害要因であっても、そこからより重要度の高い要因を抽出することが、今後の安全対策を樹立していく上でも重要なポイントになると考えたが、要因の抽出ということもかなり困難な作業であった。その意味では、類型化の分析は重要要因の抽出をある程度可能にしたと思われる。もう一度重要な要因に立返って要因間の因果関係（災害発生の予測）を検討することが今後に残されている。

最後に災害原因分析の今後の問題について2, 3述べておきたい。

- (1) 災害報告書の有効性は、報告書の内容や構造に依存する。国有林野事業の災害報告書はその評価体系が確立されているとはいいがたく、災害統計としての情報書を充実させる必要がある。特に災害発生のメカニズムの信憑性を損わない、災害の因果関係を保障したままで、なおかつ統計的な処理が可能な新しい災害報告書のあり方を検討しなければならない。
- (2) 災害統計の分析を従来の集計方式から統計的観察へ移行させる必要がある。災害の原因分析として、集計方式の分析には限界がある。多変量データの整数と同時にその分析方法を確立していく必要がある。
- (3) 林業労働災害は作業システムが異質なものの集合であるため、その原因が極めてむづかしい分野の1つであるといわれる。その中でも特に問題になるのが発生確率の問題である。効果的な災害分析を行なうためには、なんらかの形でそれぞれの作業の危険度ともいうべき災害発生確率が基礎にならなければならない。そして、さらに統計的解析により災害発生確率の評価、判別方法の開発の可能性を検討する必要がある。
- (4) 災害報告書は災害防止や災害調査の上からも重要なものである。しかしながら、その記述内容はいかに充実しても限界があり、ヒューマン・エラーや疲労のような間接原因までは情報量として把握することができない。

北欧諸国の林業界では災害統計の限界を補うものとしてニア事故分析がさかんである。我が国でも「ヒヤリ、ハット事故」の研究がはじまってきてはいるが、これらの分析は災害報告書では把握でき得ない災害の間接原因をも調査分析することが可能であるといわれる。災害報告書分析を補足する方法として、ニア事故分析の開発が望まれる。

集材作業における副作業軽減策 について

集材作業における副作業の軽減策

I 試験担当者

機械化部 作業第二研究室 辻 井 辰 雄
田 中 利 美
今 富 裕 樹

II 試験目的

森林に対する社会的要請が強まり、森林施業も小面積皆伐、択伐、漸伐等質的に変化してきている。このため、集材作業も伐区面積の縮小、伐区の分散等作業条件が変わり1伐区当りの集材量や集材期間が減少し、機械設備の移動、架設撤収等の副作業の比率が増大してきている。

なかでも、架線集材における集材線の架設は、作業の場が面積的広がりをもつ林地であるため移動が多く、分散しやすい作業形態となって作業手順が確立されにくく時間的なロスも多くみられる。また、盤台作設では生産途上の丸太を使用した画一的な方法が多くとられているうえ、振動障害の防止上から玉切装置の導入が加わったこともあって、多くの労力や時間を費やすとともに丸太の製品価値の低下にもつながることになっている。

このようなことから、副作業軽減の対策が求められている。そこで架線集材における副作業の実態を調査し、副作業軽減の手がかりを得る基礎資料とするとともに、問題点の検討を行ったものである。

III 試験の経過と得られた成果

1. 調査の方法

この調査は昭和54年度から昭和56年度までの3年間実施したものである。

昭和54年度は国有林の14営林(支)局に対して、表-1、-2に示した「集材機作業における副作業の実態調べ」および「集材機作業の作業条件調べ」の調査表に基づいて調査を依頼し、資料を収集した。

また、昭和55年度および昭和56年度は初年度の調査対象となった事業所の中から選定した12実行箇所について、作業分析および時間分析等による現地調査を行い、実態調査資料を補完した。

調査件数は155件で、局別では北海道2、旭川5、北見1、帯広1、函館3、青森15、秋田32、前橋8、東京19、長野23、名古屋16、大阪5、高知2、熊本23となっている。

市藥所

区 分	出 役 人 員				時 間 (a)×(b) 時間	延 時 間 (a)×(b) 時間
	定員内	作業主任者	運転手	定員外計 (a)人		
1 架設準備						
(1) 架線測量						
(2) 集材機等の運搬移動						
(3) 集材機の据付け						
(4) 通い道の作設						
(5) 電話線の引直し						
(6) 台付がライン等の 索加工						
(7) あて木作り						
(8) 付属器具材料等の 林内運搬						
(9) その他						
2 柱作り						
(1) 向柱						
(2) 元柱						
(3) 先柱						
(4) ガイドブロックの 取付け支柱						
(5) その他支柱						
3 索の引き回し作業						
(1) リードロープの 引き直し						
(2) 索の引き直し						
(3) その他						
4 検定及び試運転						
5 その他架設付帯作業						
6 解体撤収作業						
7 盤台作設作業						
(1) 資材等の運搬移動						
(2) 土工作業						
(3) 組立作業						
① 荷卸盤台						
② 横込盤台						
③ カスリ作設						
(4) 盤台の解体撤収 作業						
(5) その他						
8 玉切装置関係						
(1) 玉切装置の移動						
(2) 玉切装置の敷設						
(3) 解体撤収作業						
(4) その他						
副作業延時間計 (A)						
副作業延人員計(A)/8 (B)						
主 作 業 延 人 員	作 業 工 程	定員内	作業主任者	運転手	定員外	計 人
	元切					
	枝払					
	荷掛					
	運転					
	玉切					
	巻立					
	横込					
	荷外し					
	計 (C)					
通 勤 補 正	みなし延時間 (D)	(C) × 分				時間
	みなし延人員 (E)	(D) / 8				人日
	補正主作業延人員(F)	(C) - (D)				人日
	副作業率 (S)	(B) / ((B) + (F))				%
	(特記事項)					

事策所

条件因子	データ	条件因子	データ	条件因子	データ	条件因子	データ
1 箇 所		4 作業仕組		(5) 支間傾斜角	度	8 盤台関係	土
(1) 林小班		(1) 集材木		(6) 中央垂下比		(1) 種類	木製
(2) 号 級		全木	%	(7) 主索の盤台	m	(該当○印)	鋼製
(3) 通勤みなし		全幹	%	からの高さ			その他
(往復) 時間	分	半幹	%	(8) 中間サポート	有 無		(盤台)
		普通	%	(9) 設計荷重	Kg	(2) 構造	掘
		(2) 作業班編成					井 桁
		元切	人			(3) 規模	
		枝払	人			① 荷卸し盤台	
		荷掛	人	6 集材機		ア 間口 (a)	m
2 地況・林況		運搬	人	(1) 製作所		イ 奥行 (b)	cm
(1) 林地平均傾斜	度	玉切	人	(2) 型 式		ウ 高さ 最高	cm
(2) 人天別	人	積込	人	(3) ドラム数		最低	cm
	%			(4) 全装備重量		エ 面積 (a×b)	m ²
(3) 樹 種	%	計	人	(5) 購入年月		② 積込み盤台	
	%	(3) 基準作業量	人			ア 間口 (a)	m
(4) 番 種	%	(運転手)	含む			イ 奥行 (b)	cm
(5) 負材 m ³ 回り	宛		含まず			ウ 高さ 最高	cm
						最低	cm
		(4) 線下作業		7 付属器具		エ 面積 (a×b)	m ²
		排除方法		(1) 搬器型式		(4) 使用負材	
3 施 業		(5) 当該盤台の	m ³	(2) 搬器重量	Kg	① 丸太	m
(1) 伐採種		(6) 当該盤台の		(3) 重 鐘	Kg	(素材換算)	
	%	集材期間		(4) ブロック		② 製材	m
	%	開始 月 日		① ガイド 型式	ク	③ 鋼材総重量	Kg
	%	完了 月 日		数量			
(2) 伐採率	%			② サドル 型式	ク		
	%			数量			
	%			③ ヒール 型式	ク		
	%			数量			
	%			④ ローリング 型式	ク		
	%			数量			
(3) ha 当たり	宛	5 索 張 り		(5) クリップ		9 玉切装置	
出材量		(1) 方 式		① SKL 用	ク	(1) 製作所	
(素材換算)		(2) コントロール	有 無	② OPL 用	ク	(2) 型 式	
(4) 伐採面積	ha	スカイライン		③ GYL 用	ク	(3) 購入年月	
(1) 盤台の対象分		(3) 使用鋼索		(5) ターンバックル	ク		
(5) 施策制限の		SKL 号	%	(7) 張線器 型式	ク		
内容		LFL 号	%	数量			
		ELL 号	%				
		HBL 号	%				
		HAL 号	%				
		リード 号	%				
		(4) 支間水平距離	m				
		(モノケーブル					
		は支間計)					

なお、この中には少数ではあるが、調査が不完全なものや記入がやや不明確なものも含まれていたため、これらは取まとめの段階でその都度取捨したものもある。

2. 調査結果

(1) 架線集材の現状

架線集材の現状を調査資料を基に主な項目について取りまとめた結果は、図-1、-2、-3に示すとおりである。

架線集材作業の対象となった森林は天然林が55%、人工林が40%で残りが天然林と人工林の混ったものとなっており、伐採種は皆伐が81%と大部分を占め、次が皆伐に一部択伐の含まれたもので13%、残りは択伐、漸伐、間伐で3%から1%で少ない。

伐採面積は4ha~6haが32%、2ha~4haが26%、6ha~8haが15%となっており、以下は2ha以下が10%、10ha以上が9%、8ha~10haが8%の順になっている。そして、スパンは400m~600mが35%、600m~800mが30%、200m~400mが15%の順でつづき、800m~1000m、200m以下、1000m以上は10%以下となっている。この両者からみると、伐採面積で6ha以下が68%、スパンも600m以下が56%となっており、伐区縮小への移行もうかがえる。

次に、索張り方式ではエンドレスタイラー式が3分の2の65%、フォーリングブロック式の17%、タイラー式の8%となっており、スカイライン方式が全体の90%を占めている。また、この時の集材の状態も全幹材および半幹材によるものが84%で、全体が10%、普通材によるものは6%となっている。したがって、集材方法でみるかぎりでは全幹材または半幹材によるスカイライン方式が中心となっており、伐区縮小への移行も副作業の軽減につながると思われるランニングスカイライン式、ダンハム式、ハイリード式等の主索を用いない簡易な方式は少ないといえる。

盤台では木製盤台が36%、土盤台が22%、土盤台と木製盤台の併設が8%、鋼製盤台が2%となっているが、自然の地形利用や林道の捨土利用等による方法がとられて土工のみの盤台を作設しないものが3分の1の32%みられる。また、盤台作設の中にも巻立機やトラッククレーン等の導入によって積込盤台を作設しないものが木製盤台で50%、土盤台で21%、土盤台と木製盤台の併設で8%みられ、盤台の省力省資材化、小型化等の傾向がうかがわれる。

玉切装置はチェーンソーの振動対策および作業仕組の効率化をはかる目的で導入されているが、導入箇所が46%で未導入箇所の比率が高くなっている。機種別ではソー移動式が52%、ソー固定式が48%となっている。

なお、エンドレスタイラー式およびタイラー式等では木製盤台または土盤台と木製盤台の

併設による移動式または固定式の玉切装置の組合せが多く、軽架線では土盤台または土工のみのものによる移動式玉切装置または手持のチェーンソー使用の組合せが多くなっている。

組人員は6人の34%、7人の29%、8人の18%が多い。そして、伐倒1人~2人、荷かけ1人~2人、荷おろし(積込み兼務)1人、造材1人~3人、運転1人が主な作業配置となっている。

なお、地域によって索張り方式の採用や盤台作設にちがいがみられ、北部の北海道、旭川、北見、帯広、函館、青森、秋田等の営林(支)局においては軽架線を含めた種々の索張り方式が採用され、盤台作設なしまたは土盤台によるソー移動式の組合せが多くみられる。また、南部の大阪、高知、熊本等においてはエンドレスタイラー式による木製盤台または土・木併設によるソー固定式の組合せが多くみられる。

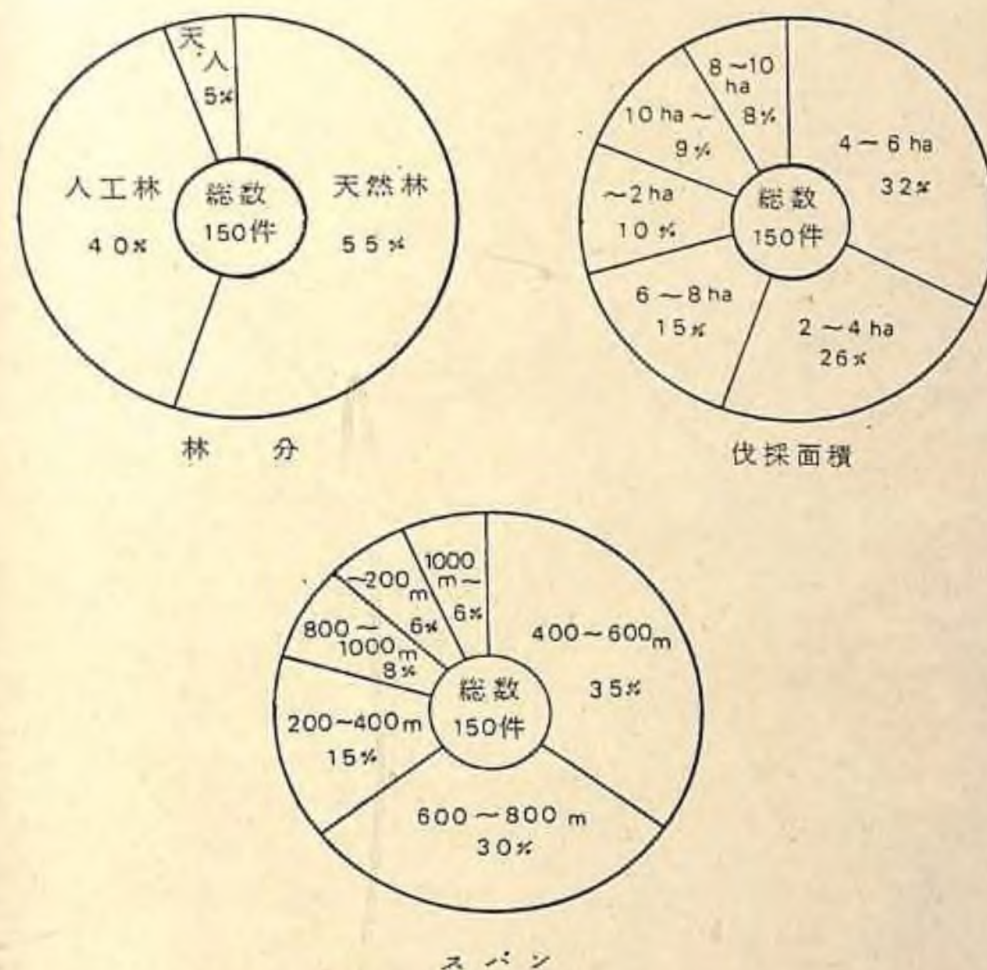


図-1 集材方法の現状 (I)

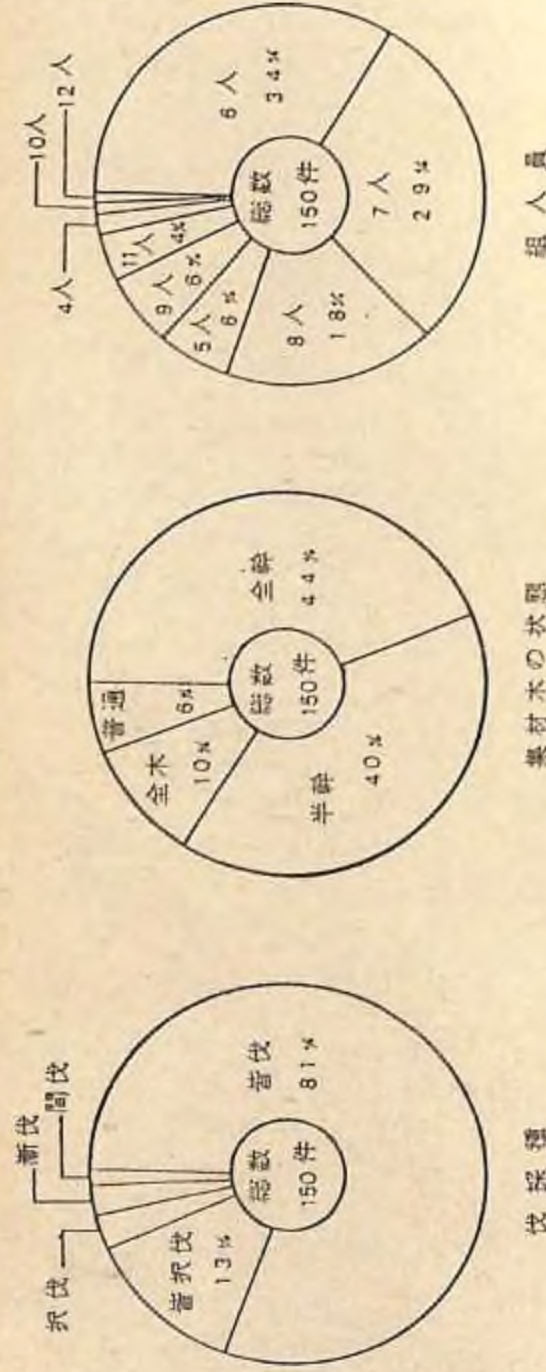


図-2 集材方法の現状 (2)

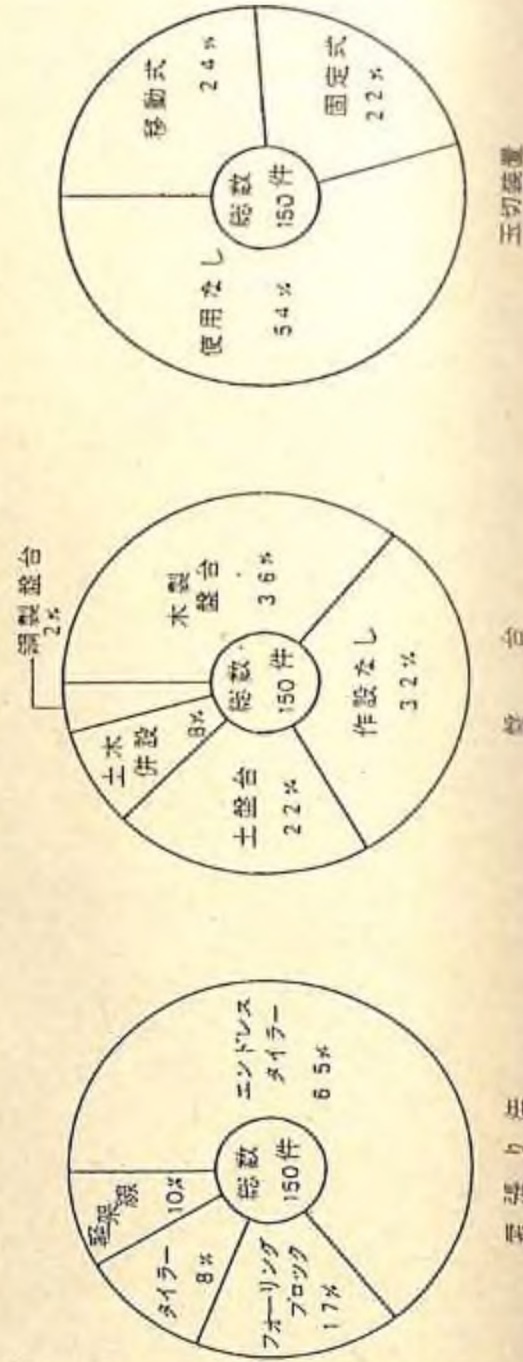


図-3 集材方法の現状 (3)

(2) 集材線の架設撤収

図-4は集材線の架設撤収作業における延人員、図-5は延人員の分布、表-3はスパンと主な器材の使用量について示したものである。

延人員は表-1に示す架線準備、柱作り、索の引き回し、検定試運転、その他の架設付帯作業、解体撤収の各要素作業の出役人員と所要時間から延時間を求め、1日の勤務時間を8時間として算出したものである。

索張り方式別にみると、エンドレスタイラー式が112、フォーリングブロック式が86、タイラー式77、軽架線38となっていて、エンドレスタイラー式の延人員が最も多いのに対して、軽架線ではその3分の1と少なくなっている。これを集材架線1m当り(延人員/スパン)に換算すると、エンドレスタイラー式が0.8、フォーリングブロック式が0.17、タイラー式と軽架線が0.13となる。フォーリングブロック式に較べてスパンが長いタイラー式の比率が逆転し少なくなってくる。

エンドレスタイラー式は各種の作業条件に対する適応性が高いこともあって実行箇所も65箇所と多いことはすでに述べた。しかし、索張りが複雑であるうえ表3に示したように器材の使用量も多くなっていることから架設撤収の面からみれば問題が含まれていることになる。特に、搬器や重錘の重量についてみると、搬器は75Kg~300Kg、重錘は60Kg~250Kgと大きなバラツキがみられる。この両者はスパンや最大積載荷重等によって技術的に決定されることともいえるが、必ずしも適合しているとはいえないところがある。架設の容易性のはかに経済性、能率性の問題も含まれることから、最適器材の選択については十分に検討を要することがらといえる。

なお、架設撤収作業は直接的な器材の使用量との関係のほか、支柱や荷おろし位置(盤台)の選定の難易、支障木や伐開幅、峯越しや沢横切り等の局所的な地形条件によっても大きく左右される。図-5に示した延人員の分布の中で、エンドレスタイラー式の延人員140~200のものは大部分がこれらの作業条件による影響が表示されている。現地に最も適合した他の索張り方式の検討とともに、計画段階での架設位置の設計については、十分な検討を行い無理のないものにする必要がある。

図6は架設撤収の要素作業別の割合を示したものである。

各索張り方式ともに架設準備が28%~32%、柱作りが20%~21%、索の引き回しが17%、検定及び試運転が3%~5%、その他架設付帯作業が3%~6%、解体撤収が21%~23%の範囲にあるが、エンドレスタイラー式での索の引き回し、軽架線での柱作りについては他の索張り方式に較べて高くなっていることと、軽架線での解体撤収の割合が低くなっていることが特徴的なことである。これらのことも、索張り方式選択の条件として今

後十分検討する必要があるといえる。

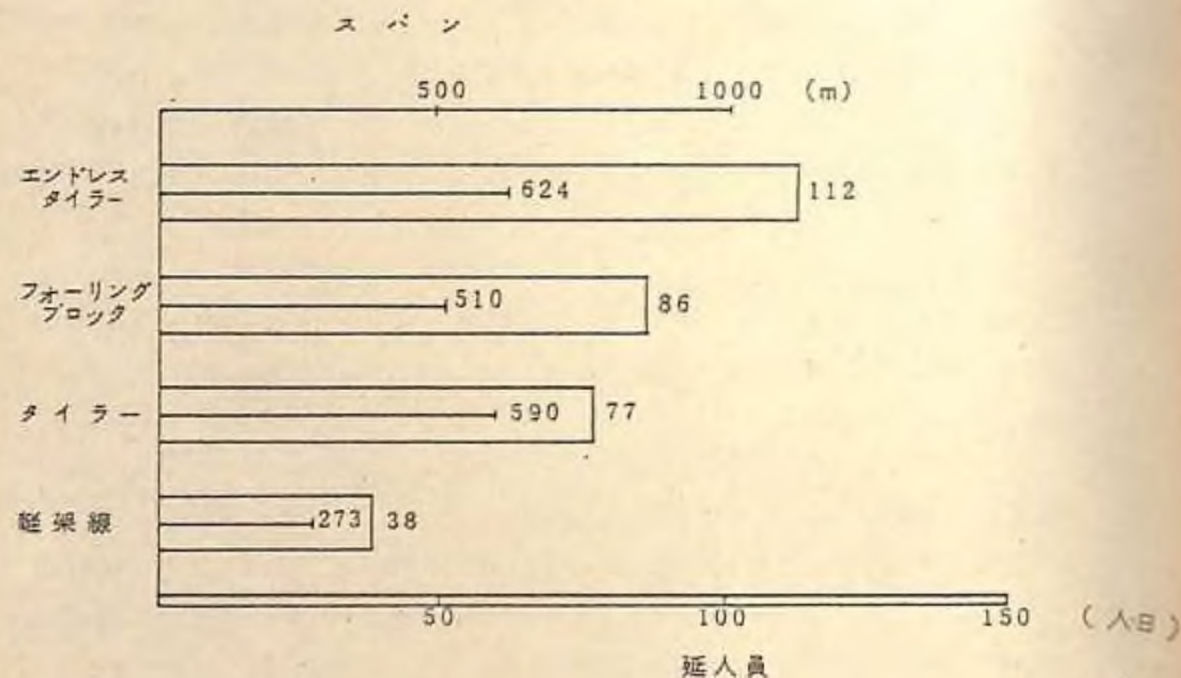


図-4 索張り方式別の架設撤収延人員

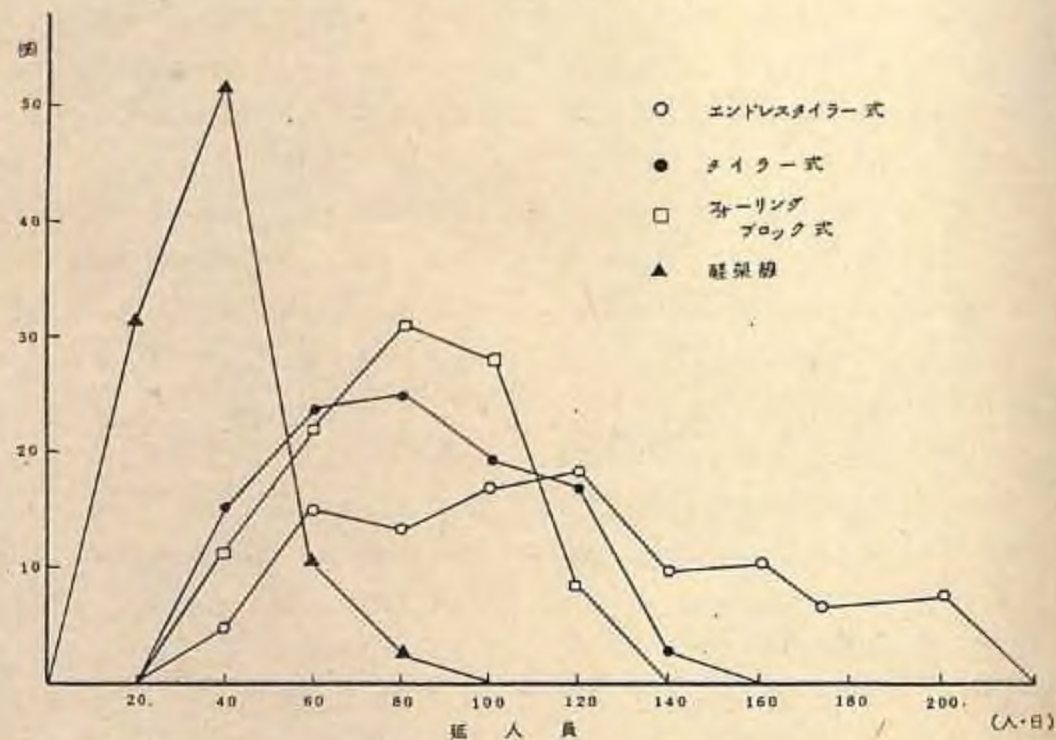


図-5 架設撤収の延人員分布

表-3 索張り方式と使用器材量

索張り方式	スパン (m)	搬器重量 (kg)	重錘 (kg)	ブロック類 (個)	クリップ類 (個)
エンドレスタイラー式	624	144	255	40	101
タイラー式	590	106	108	28	76
フォーリングブロック式	510	112	230	30	83
軽架線	273	23	25	13	36

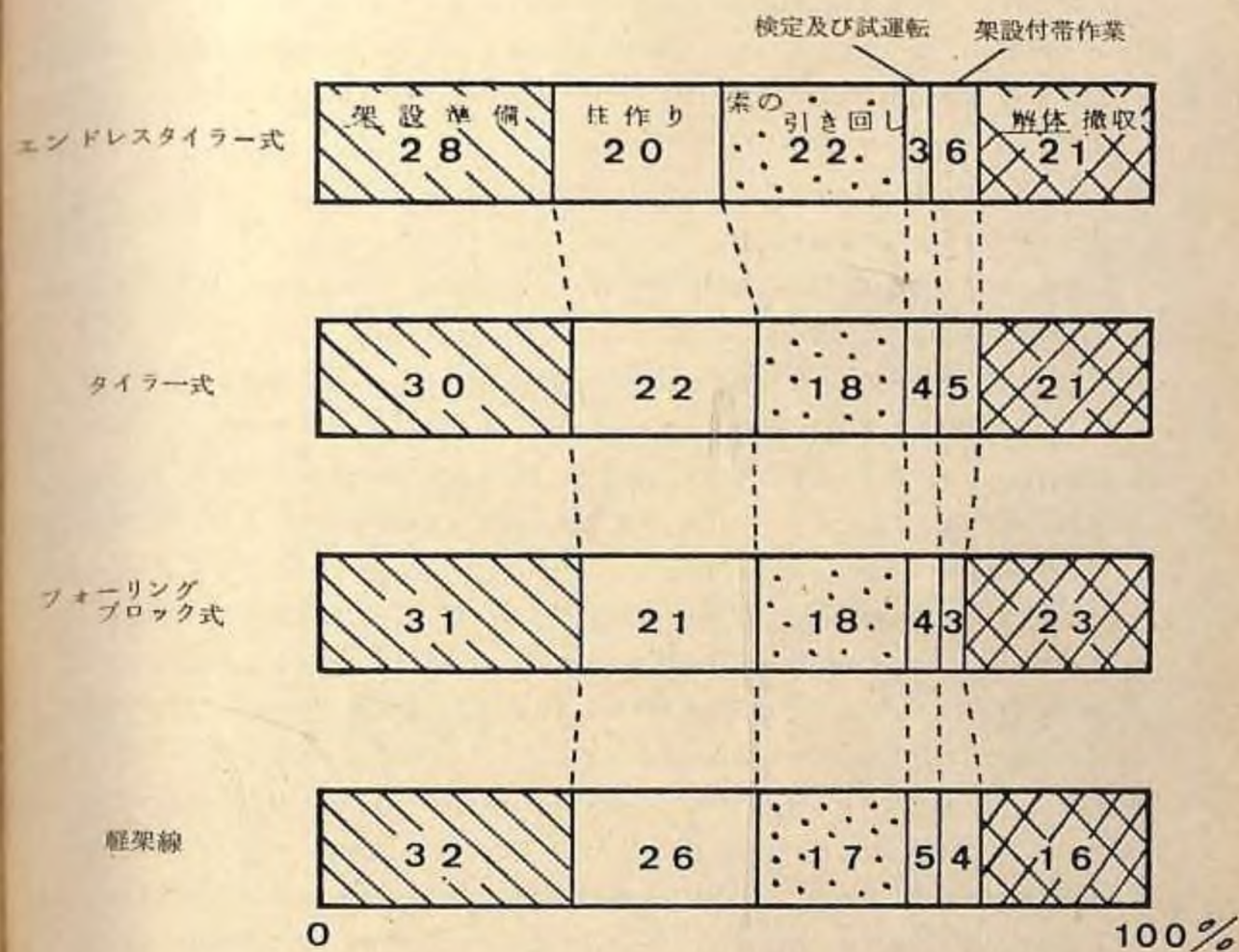


図-6 架設撤去の要素作業別割合

(3) 盤台作設作業

図-7は盤台面積と作設に使用した資材の材積(素材換算丸太), 図-8は作設延人員, 図-9は延人員の分布について示したものである。

盤台作設は前に述べたように, 省力省資材化および小型化の傾向がみられるが, 全体の68%は作設されている。これは玉切装置の基礎的な構造部としての意味も含まれており, 地形が急峻な場合には平坦な場所が確保できないこともあって, 荷おろしや造材等に必要な最小限の範囲内では作設する必要がある。

盤台の種類別面積は木製盤台が226㎡, 土・木併設が201㎡, 土盤台が154㎡, 鋼製盤台が155㎡となっている。そして, 面積の最大は470㎡の木製盤台で, 最小は42㎡の木製盤台となっている。また, 使用材積は木製盤台が40㎡, 土盤台と木製盤台の併設が29㎡, 土盤台が7㎡となっている。そして, 使用材積の最大は90㎡の木製盤台で, 最小は2㎡の土盤台となっている。

生産途上の丸太を60㎡以上も使用する木製盤台や土・木併設盤台については, 省資材化につながる土盤台への転換が必要といえる。

盤台作設延人員は資材等の運搬移動, 土工作業, 組立作業, 解体撤収等について, 集材線の架設撤収と同じ方法で算出している。

盤台の種類別にみると, 鋼製盤台が57, 木製盤台が42, 土・木併設が39, 土盤台で21となっている。そして, 面積1㎡当り(延人員/盤台面積)では鋼製盤台が0.36, 木製盤台が0.18, 土・木併設が0.19, 土盤台が0.14となり, 使用材積1㎡当り(延人員/使用材積)では木製盤台が1.05, 土・木併設が1.34, 土盤台が1.00となっている。なお, 鋼製盤台については丸太の使用量が少ないため省いている。

また, 延人員の分布についてみると, 延人員が70以上となっているものが木製盤台の17%にみられる。これらの大部分は面積で300㎡, 使用材積で60㎡以上となっていて, 盤台規模の縮小をはかって労力の軽減をする必要がある。鋼製盤台については, 延人員や単位面積当りの数値のいずれも他種に比べて高くなっている。これは導入されてからの期間も短く, 作設要領が習熟されていない面を考慮する必要がある。鋼製盤台の利点は生産材である丸太を使用しないため, 集材線の架設を待つ必要がなく同時に併行して作業ができ日数が短縮できることであろう。さらに, 軽量化, 作設方法の確立等の改良改善が望まれる。

その他, 線下作業排除を目的としたキックフック等による引込み方式の採用が26%みられる。このことによって, 盤台の作設位置がスカイラインより20m~30m離れていても支障がないため, 作設位置の範囲が拡大し適地が選択できることにもなる。また, 前述のように, ログロード等の巻立機やトラックのクレーン搭載化による積込み盤台(貯材盤台)

の作設をなくすことが軽減につながるであろう。

なお, 木製盤台等では集材線の架設が終了しない限り, 盤台の作設が実行できないため作業日数が長期にわたることと, 作設に特殊な技能を必要とすることも問題となっている。玉切装置も含めた一体化したコンパクトな設備機械を開発し, 少人数でしかも短期間に作設することが必要である。

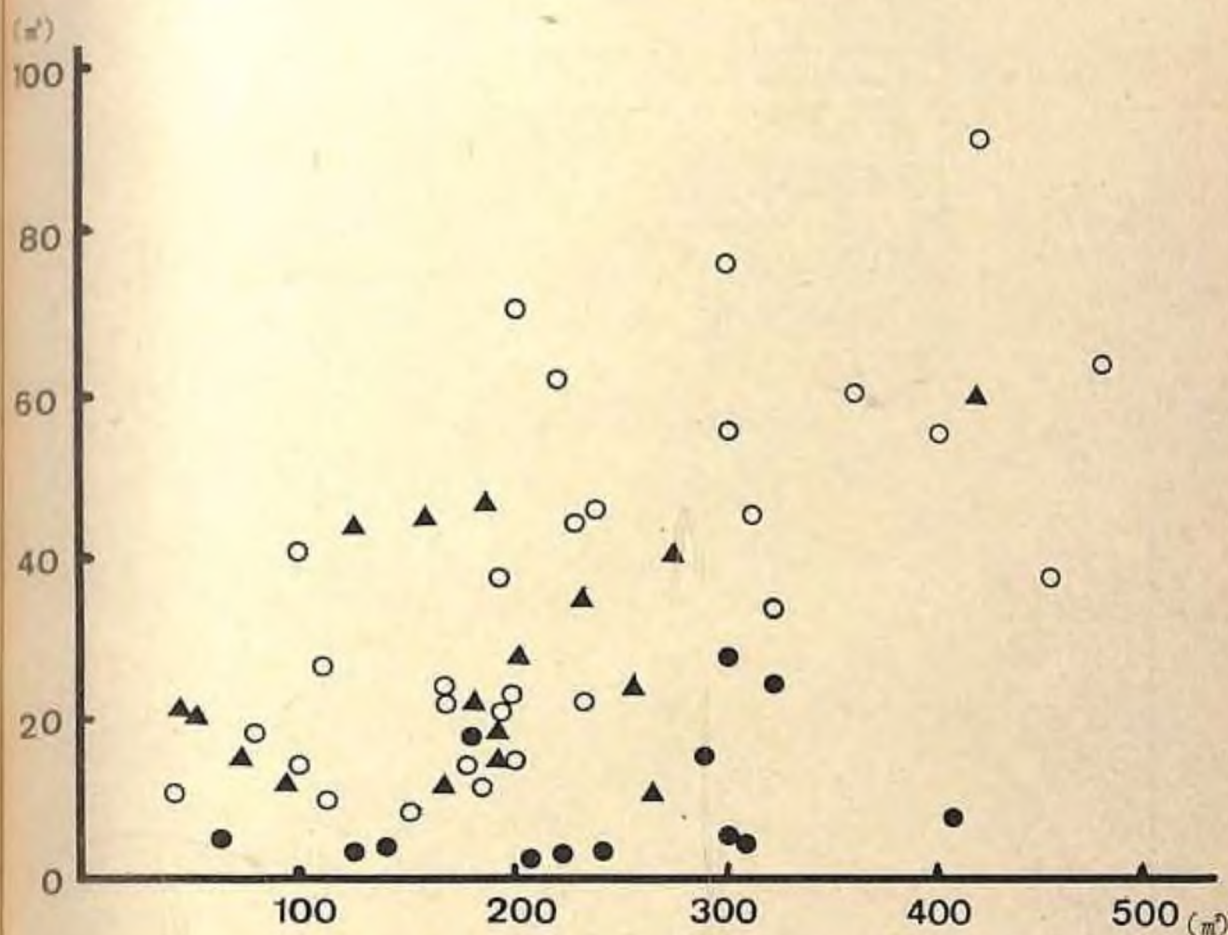


図-7 盤台の種類別面積および使用材積

○木製盤台 ●土盤台 ▲土・木併設

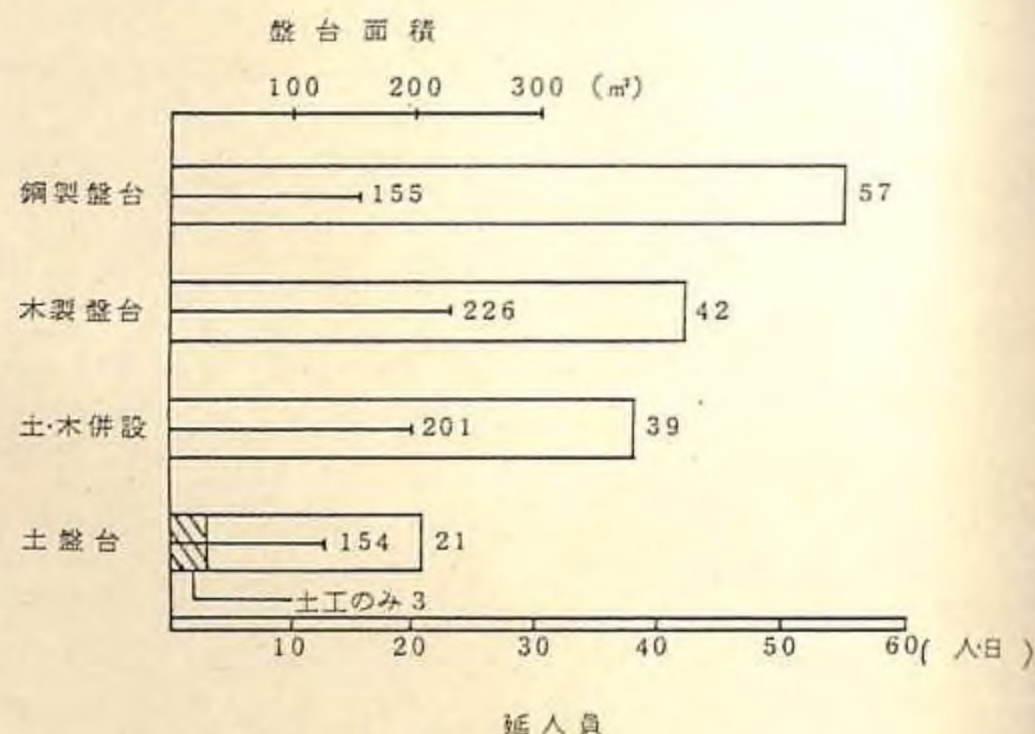


図-8 盤台作設延人員

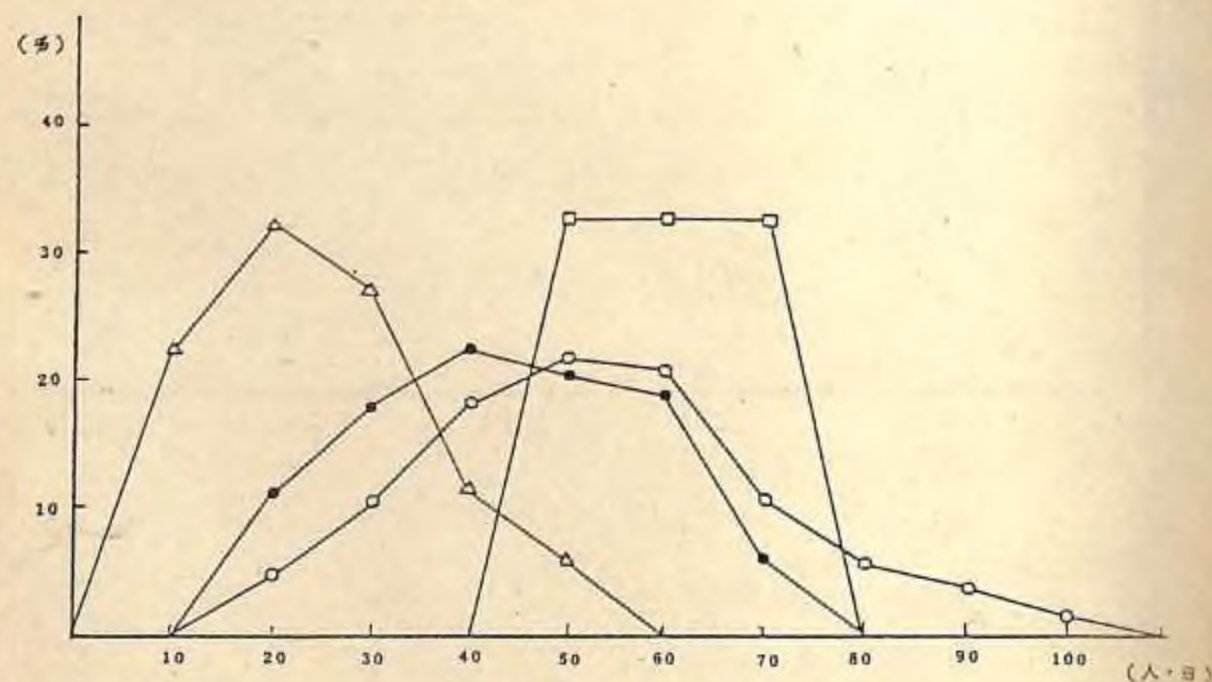


図-9 盤台作設延人員の分布

(4) 玉切装置の敷設作業

図-10は玉切装置の敷設延人員、図-11は盤台作設と玉切装置の延人員割合について示したものである。

玉切装置の延人員についても、玉切装置の移動、敷設、解体撤収等について、集材線の架設撤収と同様に算出している。

延人員を機種別にみると、ソー固定式が38、ソー移動式が9で固定式は移動式の4倍以上の労力を要している。固定式はローラー、チェーンコンベア等の材送り装置、チェーンソー、動力源等の敷設機材が多いが、移動式は動力源、電気コード等のみで機材が少ないことから、延人員に大きな差が生じているとみられる。特に、固定式では集材木の長い場合、30m以上にわたって敷設されている事例もみられ、荷おろし盤台を含めると50m以上の長さになっている。そのうえ、地形が急峻であれば敷設に多くの労力を要することになり、延人員で70以上となっているものが6%みられた。

図-11に示したように、集材線の架設撤収、盤台作設、玉切装置の敷設等の副作業全体に占める固定式玉切装置の割合は、土盤台が22%、土・木併設が20%、木製盤台が19%といずれも大きい。そして、盤台作設を含めると、土・木併設の固定式が40%、木製盤台の固定式が42%となっており、固定式玉切装置については機材の改良や敷設方法の改善が必要である。

また、これらの造材装置のはかにグラップルソー等の移動式玉切機械の導入も考慮する必要がある。すでに、トラクタ集材箇所での実行はみられるように、土場の地形条件として平坦地を多く必要とする面もあるが、林道の捨土等を利用して土場を拡張するとともに、走行による移動が可能であるため集材線や造材場所等の配置によっては導入が可能となり、軽減につながるとみられる。

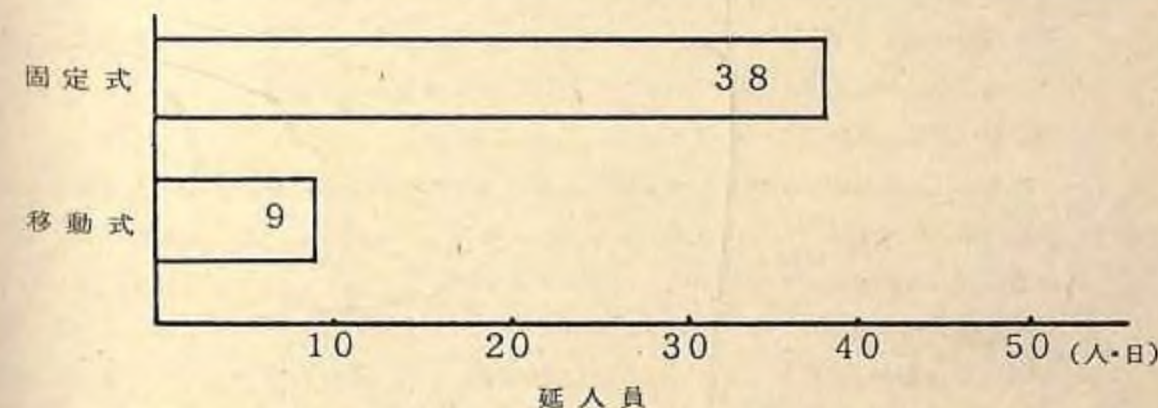
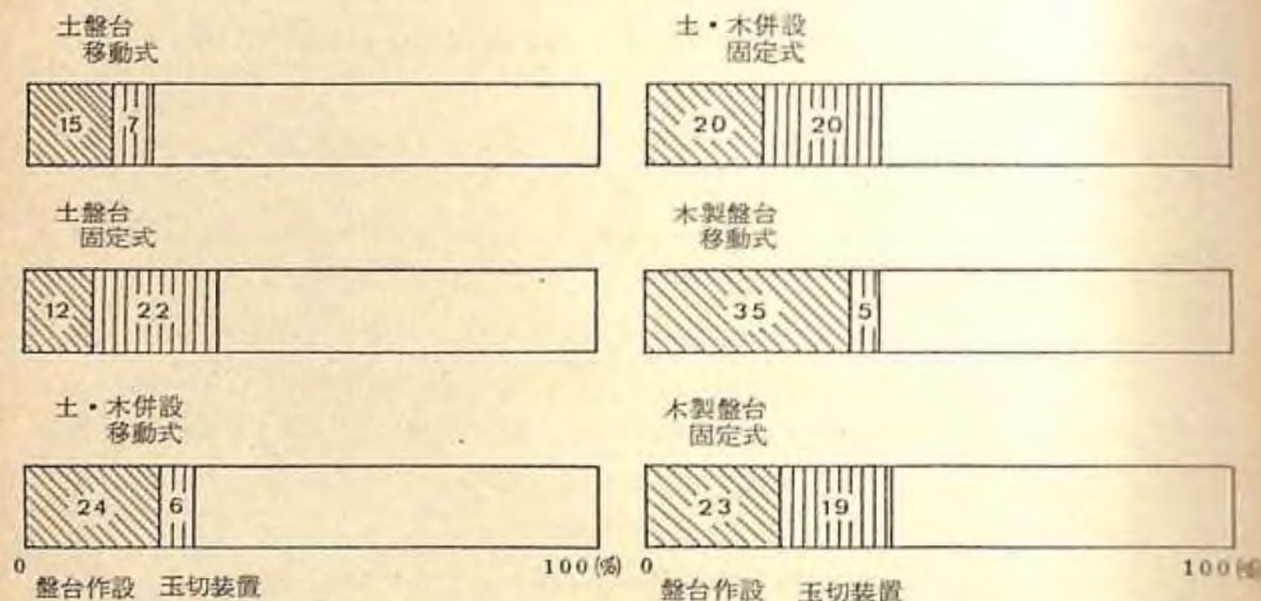


図-10 玉切装置の敷設延人員



図一 1 1 盤台作設、玉切装置敷設の延人員割合
(索張り方式はエンドレスタイラー式)

(5) 副作業延人員

図一 1 2 は 1 盤線当りの生産量と副作業率、表一 4 は副作業延人員について示したものである。

図一 1 2 の副作業率(S)は元切、枝払、荷かけ、運搬、玉切、巻立、積込、荷はずし等の主作業延人員を通勤補正し、補正主作業延人員(F)と副作業延人員(B)とから、 $(S)=(B)/\{(B)+(F)\}$ として求めたものである。

副作業率でみると当然のことではあるが、生産量が多い場合は主作業の割合が高くなって副作業率が減少する。この結果、1 盤線当りの生産量が 1,600 m³ 以下では副作業率が 30% を越すものが 27% になっている。これらは軽架線方式の土盤台においてもみられ、生産量に較べると副作業が多いことになる。

架線集材は架設撤収を主体とする副作業にかなりの労力を要し、その副作業率は生産量の多少に強い影響を受けることから、生産量が少ない場合には盤台作設、玉切り装置の敷設等の工程での軽減がより重要な課題となってくるであろう。また、生産量が多い場合には 1 盤台を 2~3 伐区の集材に使用する方法がとられているものが一部ではあるがみられた。伐区や索張り方式の決定時に、次の伐区との位置関係も考慮して盤台位置を選定することが必要不可欠な要件であろう。

表一 4 は集材線の架設撤収、盤台の作設解体、玉切装置の敷設撤収について、各方式別の延人員を比較したものである。

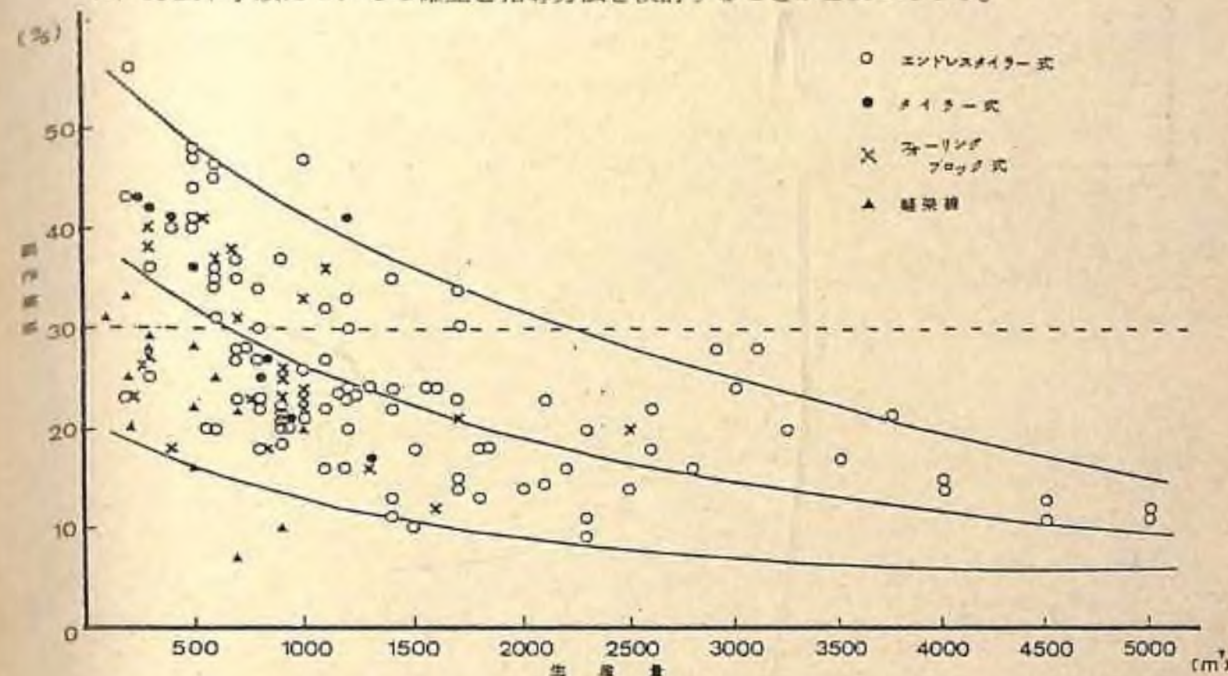
エンドレスタイラー式、木製盤台、ソー固定式玉切装置の組合せの延人員を 100 とした場合の各組合せの比率を示している。

索張り方式ではエンドレスタイラー式以外の方式による土・木併設盤台でのソー移動式玉切装置の組合せが低くなっている。副作業を固定化したものと考えてるのではなく、現地の集材条件に適合した方式を検討し、労力と使用器材の軽減および作設日数の短縮をはかることが必要であろう。

その他、作業仕組の選択にあたっては、トラクタ集材可能箇所ではトラクタ集材の実行を検討し、ログローダやトラッククレーンの導入をはかる。また、林道の捨土利用や自然の地形を利用した土盤台方式を活用し、盤台作設は作業の安全上からみた必要最小限の規模にとどめることが必要であろう。

以上のように架線集材における副作業の実態を調査し、その所要人員を中心に検討結果を述べた。一般的にはまだ副作業を固定化してみる傾向がうかがわれ、過去の調査結果とはほとんど変わっていない。複雑な地形条件の林地での作業としてみても 3 分の 1 以上の比率になるものは問題があるといえる。

画一的な索張り方式の採用や盤台の作設をとらず、現地に適合するものを選択するとともに、方法や手順についての確立と指導方法を検討することが必要であろう。



図一 1 2 1 盤線当りの生産量と副作業率

表-4 副作業延人員の比較

索張り方式	スパン(m)	盤 台	面積 (㎡)	玉切装置	延人員比率
エンドレスタイラー	624	木 製	226	固 定 式	100
"	"	"	"	移 動 式	86
"	"	土 木 併 設	201	固 定 式	90
"	"	"	"	移 動 式	77
"	"	土 盤 台	154	固 定 式	83
フォーリングブロック	510	木 製	226	固 定 式	80
"	"	"	"	移 動 式	66
"	"	土 木 併 設	201	移 動 式	65
"	"	土 盤 台	154	固 定 式	70
"	"	"	"	移 動 式	56
タ イ ラ ー	590	木 製	226	固 定 式	76
"	"	"	"	移 動 式	62
"	"	土 木 併 設	201	固 定 式	74
"	"	"	"	移 動 式	60
"	"	土 盤 台	154	移 動 式	52
軽 架 線	273	土 木 併 設	201	固 定 式	56
"	"	"	"	移 動 式	42
"	"	土 盤 台	154	移 動 式	33

次代検定林に関するデータ解析 プログラムの開発

次代検定林に関するデータ解析プログラムの開発

I 試験担当者

造林部遺伝育種第1研究室

明 石 孝 輝

大 庭 喜八郎

川 村 忠 士

II 試験目的

次代検定林データは、多方面にわたり活用されなければならないので、データバンクとして保存されるしくみとなっている。また、検定林調査後、ただちにデータ解析を急ぐものもある。このような検定林データの解析は、データを収集した対象の検定林が異なるだけで、共通の手法が用いられる場合が多い。そのため、一度、各種の解析プログラムを開発しておけば、利用者にとって大変便利となる。そのため、本課題では、検定林データの分析に必要となるのである解析手法を、それぞれ独立したプログラムとして開発した。将来、このようなプログラムは、データバンクと直結するなどして、効率よく利用されるであろう。

III 試験の経過と得られた成果

5年目ごとに実施されている次代検定林の調査は、すでに3回目の10年時の調査が完了したものもある。これらデータの解析には、現在、主に本課題の出発以前に開発した2元分類の分散分析が用いられている。しかし、この分析だけでは十分でなく、また、この分析が適用できないデータもあり、さらに、地域差検定林などの複数検定林を一緒にした分析も必要となっている。本課題で開発したプログラムの中には、地域差検定林の分散分析など、開発と同時に現在すでに利用されているものもある。なお、以下に述べるプログラムは、応用範囲の広い15種についてであるが他にも開発途中のプログラムもあり、また、必要であるが現在着手していないプログラムもある。したがって、育種実行面との綿密な打合せ等を含め、今後さらに開発をすすめる必要がある。

1 系統別データ数の異なる一元分類の分散分析（作製者、明石・川村）

(1) 計算内容

一般的な一元分類の分散分析と、とくに異なる点はない（表-1）。ただし、本プログラムは、系統別データ数の異なる分散分析に利用しやすく作製されている。また、分散分

表-1 系統別データ数の異なる一元分類の分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方の期待成分
系統	$s-1$	$S_1 = \sum X_{i.}^2 / m_i - (\sum X_{ij})^2 / \sum m_i$	$\sigma^2 + m_0 k_s^2$
誤差	$\sum m_i - s$	$S_2 = \sum X_{ij}^2 - \sum X_{i.}^2 / m_i = S_3 - S_1$	σ^2
全体	$\sum m_i - 1$	$S_3 = \sum X_{ij}^2 - (\sum X_{ij})^2 / \sum m_i$	

X_{ij} : i 系統の j 番目のデータ

σ^2 : 誤差分散

k_s^2 : 系統効果

m_0 : 系統ごと本数代表値

析のほか、印刷結果に示すような各統計値が求められる。

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- 系統別本数とデータ。
- 系統ごとの本数、合計、平均値、分散、標準偏差、変動係数。
- 分散分析表。

(3) データシートの書き方 (別表-1 参照)

- 表題カード (4 0 A 4) : 2 行にわたりデータ識別のための任意の表題を記入する。
- 系統数カード (1 1 0) : 1 0 カラムに右詰として、整数で系統数を記入する。
- 系統名カード (1 0 A 8) : 8 カラムに 1 個ずつ、系統名を順次記入する。
- 系統別本数カード (1 6 A 5) : 5 カラムに 1 個ずつ右詰として、整数で系統別本数を順次記入する。
- データカード (8 F 1 0.0) 1 0 カラムに 1 個ずつ実数で記入するが、次の系統のデータへ移るときには改行する。

2 欠測値のある 2 元分類データの分散分析 (作製者、明石)

乱塊法で植栽された検定林データの解析において、各プロットの平均値を用いて 2 元分類の分散分析を行うとすると、あるプロットが全部枯損し、平均値が得られなくなり、予定した分析ができなくなることがある。本プログラムは、この欠測値を補正して、分散分析を実行する。

(1) 計算内容

一般に、ある処理とブロックとの交互作用は、誤差とみなすべきものである。この前提

をもとに、ある検定林から得られたデータ (プロット別平均値) X_{ij} を、 i 番目の系統の j ブロックの測定値 (平均値) とするとき、その数学的モデルは次の式によって示される。

$$X_{ij} = m + C_i + R_j + e_{ij}$$

この式において、 m は、その検定林全体に通ずる平均値であり、 C_i は、 i 番目の系統の効果で、 R_j は、 j ブロックの効果である。 e_{ij} は、 i 番目の系統の j ブロックの測定データにともなう誤差である。本プログラムは、この誤差項 e_{ij} が最小となるような m 、 C_i 、 R_j の値を最小 2 乗法によって求め、その 3 者の和を欠測箇所の補正值とした。さらに補正後の全データについて、2 元分類の分散分析を実行した。なお、誤差の自由度は、欠測値の数だけ減らした。なお、後述するように最小 2 乗法の計算の精度を確かめるため、単位行列を印刷した。すなわち、この行列の対角要素が 1 と印刷されたとき、この分散分析は正しいと判定される。

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- 入力したデータの系統数 (行数)、ブロック数 (列数)、欠測値の数。
- データの一覧表。
- 単位行列。
- 全データについての推定値一覧表。
- 補正值を挿入したデータ一覧表。
- 系統 (行) ごとの平均値。
- ブロック (列) ごとの平均値。
- 総平均値。
- 分散分析表。

(3) データシートの書き方 (別表-2 参照)

- 表題カード (1 6 A 5) : データ識別のための任意の表題を第 1 行に記入する。
- 系統数、ブロック数、欠測値数カード (3 1 1 0) : 1 0 カラムに 1 個ずつ右詰として、整数で系統数 (行数)、ブロック数 (列数)、欠測値数を順次記入する。
- データカード (8 F 1 0.0) : 1 0 カラムに 1 個ずつ、1 番目の系統 (行) の各ブロック (各列) のデータ (平均値) を順次、実数で記入し、1 番目の系統が終れば改行し、次の系統へ移り同様の方法で記入する。

3 各ブロックに植栽された系統グループが異なる 2 元分類データの分散分析 (作製者、明石、川村)

次代検定法は、基本的に乱塊法を用いるように定められている。いうまでもなく、乱塊法は、ブロック間に立地差が大きく生じ、ブロック内の立地差が小さくなるようにしなければならない。しかし、生長調査の結果、この条件が不十分で、各系統の平均値が精度よく推定されない場合がある。このようなデータの精度を良くする方法の一つとして、ブロックの再区分が考えられる。しかし、この再区分によって、各ブロックの系統構成は異なるものとなる。ブロック内系統構成の異なるデータの分散分析については畑村らが報告している。計算手法は、かなりやっかいであるが本プログラムの開発によって、能率良く分析できる。

(1) 計算内容

前述したように、この分散分析は非常にやっかいであり、同時に、この分析の数学的証明も難解である。したがって、本文では、畑村らが最終的に集約して示した分散分析の手法と、推定系統平均値の算出過程および、系統平均値相互間差検定のための差の分散の算出過程だけを示す。

v : 系統数, b : ブロック数, p : ブロック内プロット数, r_i : i 系統のプロット数,
従がって、プロット総数は、 $N = bp = \sum_{i=1}^v r_i$

λ_{ik} : i 系統と k 系統を共に含むブロック数

i 系統が j ブロックにあるとき $\varepsilon_{ij} = 1$

i 系統が j ブロックにないとき $\varepsilon_{ij} = 0$

$$\lambda_{ik} = \sum_{j=1}^b \varepsilon_{ij} \varepsilon_{kj}$$

X_{ij} を i 系統の j ブロックにおけるデータとすれば、

$$Y_i = \sum_{j=1}^b \varepsilon_{ij} X_{ij} \quad \text{: 系統合計}$$

$$B_j = \sum_{i=1}^v \varepsilon_{ij} X_{ij} \quad \text{: ブロック合計}$$

$$T_i = \sum_{j=1}^b \varepsilon_{ij} B_j \quad \text{: } i \text{ 系統を含むブロック合計}$$

$$D_i = PV_i - T_i \dots\dots\dots \left(\sum_{i=1}^v D_i = 0 \text{ を検算に用いる} \right)$$

$$G = \sum_{j=1}^b B_j = \sum_{i=1}^v V_i = \sum_{i=1}^v \sum_{j=1}^b \varepsilon_{ij} X_{ij} = \sum X_{ij} \quad \text{: 総合計}$$

次の方程式を解く。

$$\begin{cases} D_i = \sum_{k=1}^v C_{ik} \mu_k & k=i \text{ のとき } C_{ik} = r_i(p-1) \\ G = \sum_{k=1}^v r_k \mu_k & k=i \text{ のとき } C_{ik} = -\lambda_{ik} \end{cases}$$

この解 μ_i が、推定系統平均値である。

表-2 各ブロックの系統が同じでない2元分類データの分散分析

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待値
系 統 (ブロックを除く)	$v-1$	$S_1 = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^v \hat{\mu}_i^2 D_i$ $= \frac{1}{p} \sum_{j=1}^b B_j^2 - G^2/N$	$\sigma^2 + \frac{1}{v-1} \sum_{j=1}^b \sum_{i=1}^v \varepsilon_{ij} (\mu_i - \frac{1}{p} \sum_{k=1}^v \varepsilon_{kj} \mu_k)^2$
ブロック (系統を無視する)	$b-1$	$S_2 = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^b B_j^2 - G^2/N$	1)
誤 差	$N-b-v+1$	$S_3 = S_4 - S_1 - S_2$	σ^2
全 体	$N-1$	$S_4 = \sum X_{ij}^2 - G^2/N$	

(注) 1) は系統効果を含むので表示しない。

各系統平均値相互間の差の分散は次式によって求められる。

$$V(\hat{\mu}_i - \hat{\mu}_k) = P(C^{ii} - 2C^{ik} + C^{kk})\sigma^2$$

従がって、系統平均値相互間の最小有意差は、この式で得られた分散と、各系統のプロット数、および、分散分析表の誤差の自由度に相当する t の値から算出される。ただし、 t 表の関係で、本プログラムでは最小有意差は計算できないので、利用者が別途求めなければならない。

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- ブロックごとプロット別データ。
- 分散分析作製過程における連立方程式。
- 上記連立方程式の逆行列。
- 連立方程式の解の精度をみるための単位行列。
- 連立方程式の解、すなわち、各系統の推定平均値。
- ブロック別プロットごとの系統名、自由度、標準偏差、変動係数、平均値。
- 系統番号、系統名、系統ごとのプロット数、系統ごとの全データを通ずる標準偏差、変動係数、平均値。ただし、変動量は、プロットごとの修正平方和の合計値をプロットごとの自由度の合計値で除した値であり、平均値は、プロットごとの平均値を再平均したものである。
- 分散分析表。
- 各系統の平均値および推定平均値および、各系統推定平均値相互間の差と、それに伴う分散。

(3) データシートの書き方(別表-3 参照)

- a 表題カード(20A4): データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 系統数, ブロック数, プロット数カード(3I10): 10カラムに1個ずつ右詰として, 整数で系統数, ブロック数, ブロックあたりプロット数を記入する。
- c 系統名カード(20A4): 4カラムに1個ずつ植栽系統名を順次記入する。
- d 系統配置カード(16I5): ブロックごとプロット別の植栽配置に従い, 系統番号(系統名カードの記入順位)を5カラムに1個ずつ右詰として, 整数で記入する。なお, ブロック別に改行しない。
- e データ数カード(16I5): ブロックごとプロット別データ数を系統配置カードと同じ順序で, 5カラムに1個ずつ右詰に整数で記入する。系統配置カードと同様にブロックによって改行しない。
- f データカード(16F5.0): dの系統配置で示したプロットの順序に従い, プロットごとのデータを実数で, 5カラムに1個ずつ記入し, プロットによって改行する。

4 複数検定林に共通の系統を植栽して得たデータの分散分析(作製者, 明石)

(1) 計算内容

複数の検定林に, いくつかの共通系統が植栽されている場合, 次のような情報が得られる。全検定林を通じて, どの系統が良いのか, 検定林によって系統の良悪に違いがあるのか, 検定林間の差があるかである。これらの検定のためのブロック別系統平均値をデータと

表-3 複数検定林に共通な系統の分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方の期待値
検定林	$f-1$	$S_1 = \sum X_{.j}^2 / (rs) - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf)$	$\sigma_2^2 + r\sigma_1^2 + rS\sigma_F^2$
1次誤差 (検定林内反復)	$f(r-1)$	$S_2 = \sum X_{jk}^2 / s - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf) - S_1$	$\sigma_2^2 + r\sigma_1^2$
系統	$s-1$	$S_3 = \sum X_{i.}^2 / (rf) - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf)$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{SF}^2 + rfK_S^2$
検定林×系統	$(f-1)(s-1)$	$S_4 = \sum X_{ij}^2 / r - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf) - S_1 - S_2$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{SF}^2$
2次誤差	$f(r-1)(s-1)$	$S_5 = S_6 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4$	σ_2^2
全体	$rsf-1$	$S_6 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf)$	

X_{ijk} : i 系統の j 検定林における k ブロックの効果

σ_2^2 : プロット間にもなう誤差分散

σ_1^2 : 検定林内ブロックにもなう誤差分散

σ_F^2 : 検定林間分散

σ_{SF}^2 : 検定林と系統との交互作用分散

K_S^2 : 系統効果

したときの分散分析は, 表-3に示すとおりである。この分散分析が, 一般に知られている副次級のある2元分類の分散分析と異なる点は, 検点林内がブロック区分されていることである。なお, 本プログラムは, 各検定林とも, 同数のブロックを保有する場合であり, 異なるものについては, 今後開発しなければならない。

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b 検定林ごとブロック別の各系統平均値。
- c 検定林ごとの各系統平均値と, 全検定林を通ずる各系統平均値。
- d 分散分析表。

(3) データシートの書き方(別表-4 参照)

- a 表題カード(20A4): データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 検定林数, 系統数, ブロック数, 可変FORMATカード(4I10): 10カラムに1個ずつ右詰として整数で, 検定林数, 系統数, ブロック数を記入する。つぎの10カラムには, 可変FORMATを用いるときのみ, 同様の書式で1を記入する。
- c 可変FORMATカード(20A4): 可変FORMATを用いるときのみ, その書式を()で記入する。
- d データカード(16F5.0): 1番目の検定林の1番目の系統の1ブロックから最終ブロックまでのデータ(平均値)を5カラムに1個ずつ実数で順次記入する。次の行に, 1番目の検定林の2番目の系統のデータを同様の要領で記入する。1番目の検定林のデータが終れば, 2番目の検定林のデータについて, 全く同様の方で記入する。なお, 可変FORMATを用いる場合は, それに応じた1データあたりのカラム数が増えるだけで, 改行要領は同様である。

5 地域差検定林データの分散分析(作製者, 明石)

地域差検定林データを分散分析して, 最良と判定される育種区の区分は, 地域と系統との交互作用が, 地域内検定林と系統との交互作用に比較し, なるべく大きくなるようにした場合である。本プログラムは, 1回の入力データについて, 試行錯誤的に, いく種類もの地域区分に対し分散分析を行い, 両交互作用の相対的大きさを比較できるようにつくられている。

(1) 計算内容

表-4に示すような分散分析をおこない, その平均平方の期待成分から, 地域と系統の交互作用分散, および地域内検定林と系統との交互作用分散を求め, 両者の相対比率を求める。この両分散の分割を伴った分散分析は, 利用者が指定した, 色々な地域区分について行われる。

表一 4 地域差検定林の分散分析

要 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方 の 期 待 値
地 域	$p-1$	$S_1 = \sum X_{ij..}^2 / (rsf) - (\sum X_{ijk\ell})^2 / (rsfp)$	$\sigma_2^2 + s\sigma_1^2 + r\sigma_{FS}^2 + rs\sigma_F^2 + rsfK_p^2$
地 域 内 検 定 林	$p(f-1)$	$S_2 = \sum X_{.jk.}^2 / (rs) - (\sum X_{ijk\ell})^2 / (rsfp) - S_1$	$\sigma_2^2 + s\sigma_1^2 + r\sigma_{FS}^2 + rs\sigma_F^2$
1 次 誤 差 (検定林内ブロック)	$pf(r-1)$	$S_3 = \sum X_{ijk\ell}^2 / s - (\sum X_{ijk\ell})^2 / (rsfp) - S_1 - S_2$	$\sigma_2^2 + s\sigma_1^2$
系 統	$s-1$	$S_4 = \sum X_{i...}^2 / (rfp) - (\sum X_{ijk\ell})^2 / (rsfp)$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{FS}^2 + rfp\sigma_S^2$
地 域 × 系 統	$(p-1)(s-1)$	$S_5 = \sum X_{ij..}^2 / (rf) - (\sum X_{ijk\ell})^2 / (rsfp) - S_1 - S_4$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{FS}^2 + rfp\sigma_S^2$
地域内検定林×系統	$p(f-1)(s-1)$	$S_6 = \sum X_{ijk\ell}^2 / r - (\sum X_{ijk\ell})^2 / (rsfp) - S_1 - S_2 - S_4 - S_5$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{FS}^2$
2 次 誤 差	$pf(r-1)(s-1)$	$S_7 = S_3 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4 - S_5 - S_6$	σ_2^2
全 体	$rsfp-1$	$S_8 = \sum X_{ijk\ell}^2 - (\sum X_{ijk\ell})^2 / (rsfp)$	

$X_{ijk\ell}$: i 系統の j 地域の k 検定林における ℓ ブロックのデータ (プロット平均値)

σ_2^2 : 検定林内ブロック間の検定林間にもなう誤差分散

σ_1^2 : 検定林内反復間にもなう誤差分散

σ_{FS}^2 : 検定林と系統との交互作用分散

σ_F^2 : 検定林間分散

K_p^2 : 地域効果

σ_S^2 : 系統分散

$\sigma_{p_s}^2$: 地域と系統との交互作用分散

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- 試行数 (地域区分の回数), 検定林数, ブロック数。
- 各検定林名。
- 各系統名。
- データ一覧表
- 区分した地域の数。
- 区分した地域ごとの検定林名。
- 検定林別平均値。
- 系統別平均値。
- 検定林ごと系統別平均値。
- 地域ごと系統別平均値。
- 地域別平均値。
- 分散分析表。
- 地域と系統との交互作用分散値と, 地域内検定林と系統との交互作用分散値, および両分散の相対比率。
- 以下, 2 回目の分散分析から, h, i, j を除いた, f から n までの各項が印刷される。

(3) データシートの書き方 (別表一 5 参照)

- 表題カード (20A4) : データ識別のための任意の表題を第 1 行に記入する。
- 試行数, 検定林数, 系統数, ブロック数カード (4I10) : 10 カラムに 1 個ずつ右詰として整数で, 試行数, 検定林数, 系統数, ブロック数 (検定林内ブロック数) を記入する。
- 検定林名カード (16A5) : 5 カラムに 1 個ずつ検定林名を順次記入する。
- 系統名カード (16A5) : 5 カラムに 1 個ずつ系統名を順次記入する。
- データカード (16F5.0) : 5 カラムに 1 個ずつ検定林ごとブロック別の各系統平均値を実数で記入する。即ち, 1 番目の検定林の 1 ブロックの系統別平均値の記入が終了すれば, 行を改め 2 ブロックの系統別平均値を記入する。1 番目の検定林についての記入が終了すれば, 2 番目の検定林について同様の要領で記入をくりかえし, 全検定林についての記入を行う。
- 地域区分数カード (I10) : 10 カラムに右詰として, 区分したい地域区分の数を整数で記入する。

g 地域ごと検定林カード(16I5):5カラムに右詰として、fで指定した地域の数に応じた、地域ごとの検定林数を整数で順次記入する。

h 地域ごと検定林名カード(16A5):5カラムに1個ずつ、gで指定した検定林数に応じた検定林名を順次記入する。1番目の地域の検定林名の記入が終れば、行を改め、2番目の地域の検定林名を同様の方法で記入し、順次、この方法で記入を行う。

i 以上の記入が終れば、bで記入した試行の回数に基づいて、fに戻りhまでの記入をくり返す。

6 単木混交植栽で得られたデータの分散分析(製作者、明石、川村)

単木混交で植栽した検定林のデータを系統別に集計するには、大きな手間を必要とする。本プログラムは、それを処理するためのものである。

(1) 計算内容

単木混交植栽の図面をまず入力し、同様の配置で入力したデータを系統別に集計し、各統計値を算出する。同時に、一元分類の分散分析を実行する。なお、本プログラムは、植栽配置が方形となっていることを前提としてつくられている。もしも、方形でないものに用いるときには、植栽配置の行と列のはみ出した部分に合せその他の行と列を延長し、図面上で方形として取扱う。また、非植栽の部分には、実験上用いなかった系統が植栽されていたものとして取扱い、データは欠測値として取扱う。

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b 実験上、用いなかったはずの所属不明の系統名。
- c 系統名の記入された植栽配置図。
- d 植栽配置図と同様のならびのデータ。
- e 系統ごとの本数、合計値、平均値、分散、変動係数。
- f 分散分析表。

(3) データシートの書き方(別表-6参照)

- a 表題カード(20A4):データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 植栽配置の行列数、系統数カード(3I10):10カラムずつに、右詰として植栽配置の行数と列数および植栽系統数を整数で記入する。
- c 系統名カード(16A5):植栽した各系統名を5カラムに1個ずつ順次記入する。
- d 植栽配置カード(16A5):系統名カードと同じ書式で、植栽配置に基づき第1行からの系統名を記入し、植栽行ごとに改行する。なお、未植栽の箇所があれば、cで記入した系統名以外の任意の系統名を記入する。

e データカード(16F5.0):dと全く同じ順序であり、5カラムに1個ずつ第1行からのデータを実数で記入し、植栽行ごとに改行する。なお欠測値には-1を記入する。

7 交配苗木を単木混交植栽して得たデータの交配組合せ別集計(製作者、川村・明石)

交配苗木を単木混交で植栽して得たデータを交配組合せ別に集計するプログラムである。交配苗木のデータは、交配設計によって交配組合せ別平均値を用いた色々な分析があるので、本プログラムは、交配組合せ別の集計にとどめた。

(1) 計算内容

単木混交植栽の図面を、両親の番号で入力し、同様の配置で入力したデータを両親別に集計し、交配組合せ別の本数および合計値、平均値、標準偏差、欠測数を求める。

(2) 印刷結果

- a 総本数
- b メス親数
- c オス親数
- d 両親別のつけられたデータ一覧表
- e 実験上用いなかったはずの所属不明の系統名とデータ
- f 交配組合せ別の本数および合計値、平均値、標準偏差、欠測数の数

(3) データシートの書き方(別表-7参照)

- a 表題カード(A80):データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 総本数と親数カード(3I10):10カラムずつ総データ数、メス親数、オス親数を右詰として、整数で順次記入する。
- c メス親番号カード(16I5):各メス親に与えた番号を5カラムに1個ずつ右詰として、整数で順次記入する。
- d オス親番号カード(16I5):各オス親に与えた番号を5カラムに1個ずつ右詰として、整数で順次記入する。
- e 配置図カード(16I5):植栽配置における1番目の個体のメス親番号を最初の5カラムに、次の5カラムにオス親の番号を両者とも右詰に整数で記入する。次の5カラムに2番目の個体のメス親番号、次の5カラムにオス親番号をといったように、全個体についての両親の番号を順次記入する。
- f データカード(16F5.0):5カラムに1個ずつ実数で、配置カードと同じ順序でデータを記入する。なお、この記入順位において、1個でも記入もれがあると、それ以降のデータ全部に狂いが生じるので、配置カードの個体数と、このデータ数を良く照合して記入する必要がある。

いくつかの産地から選抜されたものとして複数ずつに区分できる精英樹家系で、各個体からデータを得たときの分散分析に本プログラムは相当する。なお、このプログラムは、産地ごとの家系統が不揃いの場合や、家系ごとの個体の不揃いの場合にも、適用できるようにつくられている。

1例として説明すると、要因に産地、産地内家系、家系内個体(誤差)をとり、分散分析を行うが、データ数不揃いについては、重みづけによって修正検定を行う(表-5)。

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待成分
産 地	$p-1$	$S_1 = \sum X_{i..}^2 / m_{i.} - (\sum X_{ijk})^2 / \sum m_{ij}$	$\sigma^2 + n_2 K_S^2 + n_1 K_p^2$
産地内系統	$\sum s_i - p$	$S_2 = \sum X_{ij.}^2 / m_{ij} - \sum X_{i..}^2 / m_{i.}$	$\sigma^2 + n_3 K_S^2$
誤差(個体)	$\sum m_{ij} - \sum s_i$	$S_3 = S_4 - S_1 - S_2$	σ^2
全 体	$\sum m_{ij} - 1$	$S_4 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / \sum m_{ij}$	

$$n_j = \frac{1}{\sum s_i - p} \left(\sum m_{ij} - \sum \frac{m_{ij}^2}{m_{i.}} \right)$$

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b プロットごとの本数とデータ一覧表（プロットは上例の家系に相当する）。
- c 各分割区ごとの平均値、すなわち、NO1MEAN として印刷されるものは上例の産地ごとの平均値に相当し、NO2MEAN として印刷されるものは、同例の産地内の各家系平均値である。
- d 分散分析表。ただし、GROUP 1 は、上例の産地に相当し、GROUP 2 は、同例の産地内家系、G O S A は産地内個体に相当する。
- e 分散分析表の平均平方の期待成分から、各分散値を求めるのに必要な、各要因の本数代表値（3 個）。上例で説明すれば、1 番目に産地内の平均平方の期待成分中の家系ごと本数代表値、2 番目に家系の平均平方の期待成分中の家系ごと本数代表値、3 番目に産地の平均平方の期待成分中の産地ごと本数代表値である。

- a 表題カード(2 0 A 4) : データ識別のための任意の表題を第 1 行に記入する。
- b 分割区数, 可変FORMAT 有無カード(5 I 1 0) : 1 0 カラムに 1 個ずつ右詰として整数で, 第 1 分割区数(上例では産地数), 第 2 分割区の総数(上例では全家系数), 第 1 分割区の 1 区あたりの第 2 分割数(上例では産地あたり家系数), ただし, 不定のときには空白, 第 2 分割区の 1 区あたりの試料数(上例では家系あたり個体数), ただし, 不定のときは空白, さらに, 可変FORMAT カードを用いる場合にのみ任意の数字を順次記入する。
- c 第 1 分割区ごと第 2 分割区数カード(1 6 I 5) : 5 カラムに 1 個ずつ右詰として整数で, 第 1 分割区ごとの第 2 分割区の数を順次記入する。ただし, 第 1 分割区ごとの第 2 分割区の数が一定であれば, このカードは不要である。
- d 第 2 分割区ごとデータ数カード(1 6 I 5) : 5 カラム 1 個ずつ右詰として整数で, 第 2 分割区ごとのデータ数を順次記入する。ただし, 第 2 分割区ごとのデータ数が一定であれば, このカードは不要である。
- e 第 1 分割区名カード(1 0 A 8) : 8 カラムに 1 個ずつ, 第 1 分割区の名前を順次記入する。
- f 可変FORMAT カード(2 0 A 4) : b のカードにおいて, 可変FORMAT の使用を指示したときのみ, このカードは必要である。その場合は, データ入力の書式を() で 1 行内に記入する。
- g データカード(1 6 F 5. 0) : 可変FORMAT を用いない通常の場合は, 5 カラムに

1 個ずつ実数で、第1分割区の最初の分割区、第2分割区の最初の分割区から記入し、この分割区単位に改行し、記入を続ける。可変FORMATを用いる場合も、順序と改行については同様である。

9 3段分割実験データの分散分析(作製者、明石)

前述の2段分割実験データを、さらに1段多く分割した実験データが対象となるので、前例を拡張して例にとると、前例の各個体についての1個であったデータが、今回は複数個あった場合である。本プログラムの分散分析は、各段階の分割区の数に一定の場合にのみ、正しい結果が得られ、不揃いのときは近似的な結果となる。なお、一定であるかどうかという意味を前例について説明すると、産地ごとの家系が同数、もしくは、家系ごとの個体が同数、各個体から得たデータが同数等である。

(1) 計算内容

1例として説明すると、要因に産地、産地内家系、家系内個体、個体内試料(誤差)をとり分散分析を行う(表-6)。

表-6 3段分割実験データ分散分析(例)

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待成分
産 地	$p-1$	$S_1 = \sum X_{i...}^2 / n_{i..} - (\sum X_{ijk\ell})^2 / \sum n_{ijk}$	$\sigma^2 + n_1 K_1^2 + n_2 K_S^2 + n_3 K_P^2$
産地内系統	$\sum s_i - p$	$S_2 = \sum X_{ij..}^2 / n_{ij.} - \sum X_{i...}^2 / n_{i..}$	$\sigma^2 + n_1 K_1^2 + n_2 K_S^2$
個 体	$\sum m_{ij} - \sum s_i$	$S_3 = \sum X_{ijk.}^2 / n_{ijk} - \sum X_{ij..}^2 / n_{ij.}$	$\sigma^2 + n_1 K_1^2$
誤差(試料)	$\sum n_{ijk} - \sum m_{ij}$	$S_4 = S_5 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4$	σ^2
全 体	$\sum n_{ijk} - 1$	$S_5 = \sum X_{ijk\ell}^2 - (\sum X_{ijk\ell})^2 / \sum n_{ijk}$	

$X_{ijk\ell}$: i 産地の j 系統の k 個体の ℓ 番目のデータ

σ^2 : 誤差分散

K_1^2 : 個体効果

K_S^2 : 系統効果

K_P^2 : 産地効果

p : 産地数

s_i : i 産地の系統数

m_{ij} : i 産地の j 系統の個体数

n_{ijk} : i 産地の j 系統の k 個体の試料数

n_1 : 産地ごとの系統数

n_2 : 系統ごとの個体数

n_3 : 各個体ごとの試料数

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- データ一覧表。
- 各分割区ごとの平均値。前述の例にとるとGROUP MEANSとして印刷されるものは、産地ごとの平均値、PLOT MEANSとして印刷されるものは、家系別平均値、SUB PLOT MEANSは、個体ごとの平均値である。
- 分散分析表。この表における要因のうち、GROUPは、前例の場合の産地に相当し、PLOTは家系、SUB PLOTは個体、ERRORは試料に相当する。

(3) データシートの書き方(別表-9参照)

- 表題カード(20A4): データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- 分割区数、可変FORMAT有無カード(7I10): 10カラムに1個ずつ右詰として整数で、第1分割区数(前例では産地数)、第2分割区の総数(前例では総家系数)、第3分割区の総数(前例では全個体数)、第1分割区の1区あたりの第2分割区数(一定でないときは空白)、第2分割区の1区あたりの第3分割区数(一定でないときは空白)、第3分割区の1区あたりの試料数(一定でないときは空白)、さらに、次の10カラムに可変FORMATを用いるときのみ、任意の数字を記入する。
- 第1分割区ごと第2分割区数カード(16I5): 5カラムに1個ずつ右詰として整数で、第1分割区ごとの第2分割区の数に順次記入する。ただし、第1分割区ごとの第2分割区の数に一定であれば、このカードは不要である。
- 第2分割区ごと第3分割区数カード(16I5): 5カラムに1個ずつ右詰として整数で、第2分割区ごとの第3分割区の数に順次記入する。ただし、第2分割区ごとの第3分割区の数に一定であれば、このカードは不要である。
- 第3分割区ごとデータ数カード(16I5): 5カラムに1個ずつ右詰として整数で、第3分割区ごとのデータ数を順次記入する。ただし、データ数が一定であれば、このカードは不要である。
- 第1分割区名カード(10A8): 8カラムに1個ずつ、第1分割区の名前を順次記入する。
- 可変FORMATカード(20A4): bのカードにおいて、可変FORMATの使用を指示したときのみ、このカードは必要である。その場合は、データ入力書式を()で1行内に記入する。
- データカード(16F5.0): 可変FORMATを用いない通常の場合は、5カラムに1個ずつ実数で、第1分割区の最初の分割区、第2分割区の最初の分割区、さらに、第

3 分割区の最初のデータから記入し、この分割区単位に改行する。以降のデータも同様の順序で記入を行う。なお、可変FORMATを用いる場合も、順序と改行については同様に行う。

- 10 単木混交植栽地から、2 群のデータを得たとき、系統平均値を求め、両群データ間の相関係数を求める（作製者、明石）

ある単木混交植栽の検定林で、年次経過を通し、2 度のデータが得られたとき、幼老相関を求めるときなどに、このプログラムは用いられる。

(1) 計算内容

図面と同時に入力された2 群のデータについて、各系統の平均値を求め、両データ間の相関係数を求める。なお、このプログラムは基本的には、植栽配置において、各行とも同一数で、また、各列とも同一数であること、即ち方形であることを前提としている。方形でないものに対し、このプログラムを用いるときは、行および列の一番はみ出したところに林縁を合せ、方形データとして取り扱えば良い。この場合、図面上、未植栽となった箇所には実験上、用いなかった任意の系統名を記入し、対応するデータには、-1. を記入すれば良い。

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b 各系統名。
- c 系統名の記入された植栽配置図。
- d 植栽配置図と同様のならびの両群データ。
- e 系統別本数と群ごとの系統別平均値および両群を通じた系統別平均値。
- f 相関係数、回帰係数、回帰定数。
- g データの組数と、群別の合計値および群別平均値。

(3) データシートの書き方

- a データ識別のための任意の表題を第1 行に記入する。
- b 行列数、系統数カード(3 1 1 0) : 1 0 カラムに1 個ずつ右詰として整数で、植栽配置の行数、列数および植栽系統数を記入する。
- c 系統名カード(1 6 A 5) : 5 カラムに1 個ずつ、植栽配置の第1 行の系統名を順次記入し、植栽配置の行ごとに改行し記入を続ける。
- d データカード(1 6 F 5. 0) : 5 カラムに1 個ずつ実数で、植栽配置の第1 行のデータを順次記入し、植栽配置の行ごとに改行し記入を続ける。欠測箇所には- 1. を記入する。

- 11 データを大きさの順にならべかえ棒状グラフを書く（作製者、明石）

精英樹家系別平均値などを大きさの順にならべかえ、その結果を印刷したり、図示するプログラムである。このプログラムは、XY プロッターを用いた場合の1 列として示した。

(1) 計算内容

精英樹家系の平均値や、在来種の平均値などを入力し、大きさの順にならべかえ印刷する。また、XY プロッターを用いて、各平均値を棒状グラフで示す。この場合、必要に応じ、精英樹家系平均値と在来種の平均値の区分をして示すこともできる。

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b データ一覧表。
- c 大きい順にならべかえたデータ一覧表
- d XY プロッターに大きい順に書いた棒グラフが描かれる。ただし、指示によって、データ入力の順に描くこともできる。

(3) データシートの書き方（別表- 1 1 参照）

- a 表題カード(2 0 A 4) : データ識別のための任意の表題を第1 行に記入する。
- b データ数、割数、特定系統数、入れかえ指示、Y 軸名称カード(1 1 0 , F 1 0. 0 , 2 1 1 0 , 2 A 5) : 最初の1 0 カラムに右詰として整数でデータ数を記入する。次の1 0 カラムに実数でデータ縮尺のための割数を記入する。この割数は、棒状グラフの高さを1 0 cm までにとどめる条件となっているこのプログラムと、図化に際しての計算機の読みとりが、cm 単位となっていることを考え合せ、入力データの最高値を割算した場合1 0 cm 以内になるような値を選ばなければならない。なお、1 0 cm 以内にとどめるのは、Y 軸の刻みを1 0 cm までとったためであり、これにこだわらなければ1 4 cm まで高く画くことができる。次の1 0 カラムに右詰として整数で、斜線を入れる系統数を記入する。しかし、斜線を入れる系統が必要でなければ空白とする。次の1 0 カラムは、図化において、順位の入れかえが不要のときは空白とし、必要ならば、任意の整数を右詰に記入する。次の1 0 カラムは、Y 軸の名称を記入する。
- c 系統名カード(2 6 A 3 , 2 X) : 3 カラムに1 個ずつ、系統名を記入する。なお、系統数2 6 個ごとに改行する。
- d 特定系統名カード(2 6 A 3 , 2 X) : b のカードで、斜線を入れる指示を行ったときのみに、3 カラムに1 個ずつ、斜線を入れたい系統名を順次記入する。c カードと同様、系統名数2 6 個で改行する。
- e データカード(8 F 1 0. 0) : 1 0 カラムに1 個ずつ実数で、系統名と同じ順序でデ

ータを記入する。

12 完全ダイアルクロスの分散分析 (作製者, 川村・明石)

(1) 計算内容

ダイアルクロスの中で, もっとも完全な交配組合せをもつ交配計画であり, 雌雄同株の個体を母樹および花粉親として株あたり交配を行う方法である。交配組合せ数は, P 個の交配親の場合 P^2 個であり, この中には $P(P-1)$ 個の他殖と P 個の自殖が含まれる。この方法で得られる情報の種類は他の方法と比較し最高となる (図-1)。

完全ダイアルクロス						自殖のないダイアルクロス						片面ダイアルクロス					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1	○	○	○	○	○	1		○	○	○	○	1		○	○	○	○
2	○	○	○	○	○	2	○		○	○	○	2		○	○	○	○
3	○	○	○	○	○	3	○	○		○	○	3			○	○	○
4	○	○	○	○	○	4	○	○	○		○	4				○	○
5	○	○	○	○	○	5	○	○	○	○		5					○

図-1 ダイアルクロスの交配様式

表-7 完全ダイアルクロスにおけるデータ

♂	1	2	3	j	p	
1	X_{11k}	X_{12k}	X_{13k}			$X_{1..k}$
2	X_{21k}	X_{22k}	X_{23k}			$X_{2..k}$
3	X_{31k}	X_{32k}	X_{33k}			$X_{3..k}$
i				X_{ijk}		$X_{i..k}$
p					X_{ppk}	
	$X_{.1k}$	$X_{.2k}$	$X_{.3k}$	$X_{.jk}$		$X_{..k}$

X_{ijk} : i 母樹と j 花粉親の交配組合せの k ブロックのデータ
 $i=j$ は自殖

完全ダイアルクロスデータの一般的な表示は表-7に示すとおりである。この分散分析からは, 一般組合せ能力, 特定組合せ能力, 一般的な正逆交雑の差, および特定組合せにおける正逆差が情報として得られる。これら各要因の自由度と平方和の計算, および平均平方の期待成分は表-8に示すとおりである。なお, この完全ダイアルクロスの分散分析は, この方法よりも, さらに要因を分割する方法もあるが, 林木のように交配親がホモ個体でない場合に用いることは疑問があるので, これを無視した。

表-8 完全ダイアルクロスデータの分散分析

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待成分
ブ ロ ッ ク	$r-1$	$S_1 = \sum X_{..k}^2 / p^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (rp^2)$	$\sigma^2 + p k_R^2$
一般組合せ能力	$p-1$	$S_2 = \sum (X_{i..} + X_{.i.})^2 / (2rp) - 2(\sum X_{ijk})^2 / (rp^2)$	$\sigma^2 + 2r\sigma_S^2 + 2rp\sigma_G^2$
特定組合せ能力	$p(p-1)/2$	$S_3 = \sum (X_{ij.} + X_{.ij})^2 / (2r) + (\sum X_{ij.}^2) / r - \sum (X_{i..} + X_{.i.})^2 / (2rp) + \sum (X_{ijk})^2 / (rp^2)$	$\sigma^2 + 2r\sigma_S^2$
一般的な正逆交雑の差	$p-1$	$S_4 = \sum (X_{i..} - X_{.i.})^2 / (2rp)$	$\sigma + 2r\sigma_{SR}^2$
特定組合せにおける正逆交雑の差	$(p-1)(p-2)/2$	$S_5 = \sum (X_{ij.} - X_{.ij})^2 / (2r) - \sum (X_{i..} - X_{.i.})^2 / (2rp)$	$+ 2rp\sigma_{GR}^2$ $\sigma^2 + 2r\sigma_{SR}^2$
誤 差	$(p^2-1)(r-1)$	$S_6 = S_7 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4 - S_5$	σ^2
全 体	rp^2-1	$S_7 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (rp^2)$	

X_{ijk} : i 母樹と j 花粉親の交配で得られた k ブロックのデータ

σ^2 : 誤差分散

σ_{SR}^2 : 特定組合せにおける正逆交雑の差の分散

σ_{GR}^2 : 一般的な正逆交雑の差の分散

σ_S^2 : 特定組合せ能力の分散

k_R^2 : ブロック効果

σ_G^2 : 一般組合せ能力の分散

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- 交配組合せ表の様式でブロックごとに示したデータ。
- 全ブロックを通じて求められた交配組合せごとの平均値 (家系平均値)。
- 母樹と花粉親を通じて求められた交配親別平均値および, 母樹だけを基準として求め

た母樹別平均値、花粉親だけを基準として求めた花粉親別平均値。

e 分散分析表。

(3) データシートの書き方(別表-12参照)

- a 表題カード(20A4):第1カラムから第2カラムには、完全ダイアレルクロスデータのであることを記号としてCDと記入する。第3カラムと第4カラムは空白とする。第5カラムから第80カラムには、データ識別のための任意の表題を記入する。
- b 交配親数とブロック数カード(2I5):第1カラムから第5カラムには、交配親数を、第6カラムから第10カラムにはブロック数をそれぞれ整数で右詰に記入する。
- c 交配親の名前カード(10A8):8カラムに1個ずつ左詰として、交配親の名前を交配組合せ表の順序にしたがって記入する。
- d データカード(8F10.0):交配組合せ表の1ブロックの第1行について、1番目のデータ(1列目)から最後のデータ(最終列)まで10カラムに1個ずつ実数で記入する。第1行のデータが終わったら2行目のデータを行をかえ、同じ要領で記入する。2ブロックのデータに移る場合も、改行し、同じ要領で行をかえ、同様に記入をする。

13 自殖のないダイアレルクロスの分散分析(作製者、川村、明石)

(1) 計算内容

前述の完全ダイアレルクロスにおいて、自殖部分を含まないダイアレルクロスがこれに相当する。この交配組合せ数はP個の親の場合P(P-1)の他殖のみである。

自殖のないダイアレルクロスにおけるデータの一般的な表示は表-9のとおりである。

表-9 自殖のないダイアレルクロスにおけるデータ

♀ \ ♂	1	2	3	4	j	p
1		X_{12k}	X_{13k}	X_{14k}		$X_{1\cdot k}$
2	X_{21k}		X_{23k}	X_{24k}		$X_{2\cdot k}$
3	X_{31k}	X_{32k}		X_{34k}		$X_{3\cdot k}$
4	X_{41k}	X_{42k}	X_{43k}			$X_{4\cdot k}$
i					X_{ijk}	$X_{i\cdot k}$
p						
	$X_{\cdot 1k}$	$X_{\cdot 2k}$	$X_{\cdot 3k}$	$X_{\cdot 4k}$	$X_{\cdot jk}$	$X_{\cdot \cdot k}$

X_{ijk} : i母樹とj花粉親の交配組合せのkブロックのデータ

この分散分析からは、一般組合せ能力、特定組合せ能力、および両組合せ能力における正逆差が情報として得られる。これら各要因の自由度、平方和の計算と平均平方の期待成分は表-10に示すとおりである。

表-10 自殖のないダイアレルクロスデータの分散分析

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待成分
ブ ロ ッ ク	$r-1$	$S_1 = \sum X_{\cdot \cdot k}^2 / (p^2 - p) - (\sum X_{ijk})^2 / (r(p^2 - p))$	$\sigma^2 + (\frac{p^2}{p} - p) k_R^2$
一般組合せ能力	$p-1$	$S_2 = \sum (X_{i\cdot} + X_{\cdot i})^2 / (2r(p-2)) - 2(\sum X_{ijk})^2 / (rp(p-2))$	$\sigma^2 + 2r\sigma_S^2 + 2r(p-2)\sigma_G^2$
特定組合せ能力	$p(p-3)/2$	$S_3 = \sum (X_{ij\cdot} + X_{\cdot ij})^2 / (2r) - \sum (X_{i\cdot} + X_{\cdot i})^2 / (2r(p-2)) + (\sum X_{ijk})^2 / (r(p-1)(p-2))$	$\sigma^2 + 2r\sigma_S^2$
一般的な正逆交雑の差	$p-1$	$S_4 = \sum (X_{i\cdot} - X_{\cdot i})^2 / (2rp)$	$\sigma^2 + 2r\sigma_{SR}^2 + 2r(p-2)\sigma_{GR}^2$
特定組合せにおける正逆交雑の差	$(p-1)(p-2)/2$	$S_5 = \sum (X_{ij\cdot} - X_{\cdot ij})^2 / (2r) - \sum (X_{i\cdot} - X_{\cdot i})^2 / (2rp)$	$\sigma^2 + 2r\sigma_{SR}^2$
誤 差	$(p^2 - p - 1)(r - 1)$	$S_6 = S_7 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4 - S_5$	σ^2
全 体	$r(p^2 - p) - 1$	$S_7 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (r(p^2 - p))$	

X_{ijk} : i母樹とj花粉親の交配で得られたkブロックのデータ

σ^2 : 誤差分散

σ_{SR}^2 : 特定組合せにおける正逆交雑の差の分散

σ_S^2 : 特定組合せ能力の分散

σ_{GR}^2 : 一般的な正逆交雑の差の分散

k_R^2 : ブロック効果

σ_G^2 : 一般組合せ能力の分散

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b 交配組合せ表の様式でブロックごとに示したデータ。
- c 全ブロックを通じて求められた交配組合せ別平均値、即ち、正、逆別家系平均値および正逆に通ずる家系別平均値の一覧表。
- d 前述の完全ダイアレルクロスで説明したのと同様に、交配親別平均値、両親別平均値の一覧表。
- e 分散分析表。

f 分散分析の平均平方の期待成分から求められた、一般組合せ能力と特定組合せ能力、および両組合せ能力についての正逆差の各分散。

(3) データシートの書き方 (別表-13 参照)

- a 表題カード (20A4) : 第1カラムから第4カラムには、自殖のないダイアレルクロスであることを記号としてCDNSと記入する。第5カラムから第80カラムには、データ識別のための任意の表題を記入する。
- b 交配親数とブロック数カード (215) : 第1カラムから第5カラムには、交配親数を第6カラムから第10カラムにはブロック数をそれぞれ整数で右詰に記入する。
- c 交配親の名前カード (10A8) : 8カラムに1個ずつ左詰として、交配親の名前を交配組合せ表の順序に従って記入する。
- d データカード (8F10.0) : 交配組合せ表の1ブロックの第1行について1番目のデータ (1列目) から最後のデータ (最終列) まで10カラムに1個ずつ実数で記入するが、自殖でデータの無いところは、0もしくは空白とする。第1行目のデータの記入が終わったら第2行目のデータを行をかえ、同じ要領で記入する。2ブロックのデータに移る場合も改行し、同じ要領で記入を続ける。

14 片面ダイアレルクロスの分散分析 (作製者、川村・明石)

(1) 計算内容

この交配におけるデータの一般的な表示は、表-11のとおりである。これは、自殖を

表-11 片面ダイアレルクロスにおけるデータ

♀	♂	1	2	3	4	j	p	
1			X_{12k}	X_{13k}	X_{14k}			$X_{1..k}$
2				X_{23k}	X_{24k}			$X_{2..k}$
3					X_{34k}			$X_{3..k}$
4								
i						X_{ijk}		$X_{i..k}$
p								
								$X_{...k}$

X_{ijk} : i 母樹と j 花粉親の交配組合せの k ブロックのデータ

含めた対角線から右半分だけの交配を行う方法で、交配組合せ数は $P(P-1)/2$ である。各交配親の交配に關与する回数は、母樹と花粉親を別々に考えれば一定でないが、両親を通じてみると同一である。

この交配では片面だけのため、正逆交雑の差についての情報は得られないので、一般組合せ能力と特定組合せ能力が得られる。これら各要因の自由度と平方和の計算および平均平方の期待成分は表-12に示すとおりである。

表-12 片面ダイアレルクロスデータの分散分析

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待成分
ブ ロ ッ ク	$r-1$	$S_1 = \sum X_{..k}^2 / ((p^2-p)/2)$ $-(\sum X_{ijk})^2 / (r(p^2-p)/2)$	$\sigma^2 + ((p^2-p)/2)k_R^2$
一般組合せ能力	$p-1$	$S_2 = \sum X_{i..}^2 / (r(p-2))$ $-4(\sum X_{ijk})^2 / (rp(p-2))$	$\sigma^2 + r\sigma_S^2$ $+r(p-2)\sigma_G^2$
特定組合せ能力	$p(p-3)/2$	$S_3 = \sum X_{ij.}^2 / r - \sum X_{i..}^2 / (r(p-2))$ $+2(\sum X_{ijk})^2 / (r(p-1)(p-2))$	$\sigma^2 + r\sigma_S^2$
誤 差	$(r-1)((p^2-p)/2-1)$	$S_4 = S_5 - S_1 - S_2 - S_3$	σ^2
全 体	$r(p^2-p)/2-1$	$S_5 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (r(p^2-p)/2)$	

X_{ijk} : i 母樹と j 花粉親の交配で得られた k ブロックのデータ

σ^2 : 誤差分散

σ_S^2 : 特定組合せ能力の分散

σ_G^2 : 一般組合せ能力の分散

k_R^2 : ブロック効果

(2) 印刷効果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b ブロックごとに示したデータ。
- c 交配組合せ表の様式で示したブロックごとのデータ。
- d 全ブロックを通じて求められた交配組合せ別平均値の一覧表。
- e 母樹および花粉親を通ずる交配親別平均値の一覧表。
- f 分散分析表。
- g 分散分析の平均平方の期待成分から求められた、一般組合せ能力と特定組合せ能力の分散。

(3) データシートの書き方 (別表-14 参照)

- a 表題カード(20A4):第1カラムから第2カラムには、片面ダイアレルクロスであることの記号としてHDと記入する。第3カラムと第4カラムは空白とする。第5カラムから第80カラムには、データ識別のための任意の表題を記入する。
- b 交配親とブロック数カード(2I5):第1カラムから第5カラムには、交配親数を、第6カラムから第10カラムにはブロック数をそれぞれ整数で右詰に記入する。
- c 交配親の名前カード(10A8):8カラムに1個ずつ左詰として、交配親の名前を交配組合せ表の順序に従って記入する。
- d データカード(8F10.0):表-11にみるように、交配組合せ表の自殖を含めた対角線から下のデータがないので、各行とも最初のデータを1番目のデータとする。1ブロックの第1行の1番目のデータから最後のデータ(最終列)まで10カラムに1個ずつ実数で記入する。第1行目が終わったら第2行目のデータを行をかえて、同じ要領で記入する。2ブロックに移る場合も改行し、記入を続ける。

15 変数逐次選択方式の重回帰式による次代検定林の立地修正(作製者、大庭)

(1) 計算内容

九州地方の次代検定林の中にはマクロな立地変動を除去できるように設定されているものがある。この方法は、検定すべきクローンあるいは家系のプロット(5×5=25本あるいは7×7=49本)を狭んで立地差を知るためのプロット(以下立地修正区という)が傾斜方向に沿って配置してある。立地修正区には1系統あるいは複数系統が用いられている。

計算プログラムの手順は検定林の個体位置を座標軸(図面の左上を原点(1,1)とする)で決め立地修正区と検定区の別に系統番号、測定値を読み込み、系統別に生データの集計を行う。ついで立地修正区のデータのみを用い重回帰式を求める。なお、重回帰式の説明変数は、行(I)、列(J)、順斜行($K=I+J-1$)および逆斜行($L=I+(I, J \text{ のうちの大きい方})-J$)の1~4乗とそれらの交互作用の項を用いることとしている。

この重回帰式により、検定区、立地修正区についてマクロな立地変動を除去した個体修正値を計算し、系統別に集計を行う。この集計はプロット別に行い、以後の統計計算に必要な統計量も計算する。家系別に生データが、どのように修正されたかをみるため、表や検定林全体としての地力図を作製する。

(2) 印刷結果

集計あるいは計算途中の経過データを印刷するようにしているが、主な出力結果は次のような項目である。

- a 入力した全データについてのデータの組数、データ番号、形質数、ブロック数。

- b 立地修正区についての入力データのブロック別のプロット数、各プロットの行、列数、系統数、系統番号など。
- c 検定区の入力データについての、ブロック別プロット数、各プロットの行、列数、検定系統数と同系統番号、対照系統数と同系統番号など。
- d 立地修正区の系統番号と測定値および検定区の系統番号と測定値をプロット毎に座標をつけた一覧表。
- e 重回帰式算出に用いた生データの系統別分類と集計値。
- f 検定区が生データの系統別分類と集計値。
- g 重回帰式の計算経過。
- h プロット別個体修正値と生データの対照表。
- i 検定林全体について、個体の総平均値からの差値の地図上(座標)の表示。
- j 個体修正値について立地修正区、検定区別に系統分類を行い、集計値及び必要な統計量。
- k 各検定区がどのように修正されたかを知るための生データと修正データとを関連づけた表。

l その他の数表

(3) データシートの書き方

前記、(2)項のa~eのデータを所定の様式(省略)にしたがい記入する。なお、このほかに、入力データのチェックのための単純和や、地力図作製のための関連データを入力する。以上の記入方法については、その説明資料がはな雑になるので、別途準備することとして、本文では省略する。

別表-1 系統別データ数の異なる一元分類の分散分析

PAGE OF

of

No.	HONSUU Nō KōJONARU 1GENBUNRUI Nō BUNSANBUNSEKI ←任意の表題									
1	←系統数									
2	5									
3										
4	AA1	AA2	AA3	AA4	AA5	←系統名(8カラムに1個ずつ記入する)				
5	5	3	4	3	4	←系統ごとの件数				
6	8.0	7.6		8.4	5.5	6.9				
7	3.2	4.1		3.8						
8	4.5	5.1		5.4	6.0					
9	2.3	2.9		1.9						
10	11.4	12.3		10.1	9.9					
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										

別表-2 欠測値のある2元分類データの分散分析

Page 39

08

No.	
1	KETSUSOKUCHI NO ARU DATA ← 任意の表題
2	行数(例えばは系統数) 列数(例えばはブロック数) → 欠測の数
3	4 3 2
4	15.8 16.8 17.2
5	14.6 15.1 -1 データ(8F100)で記入し種裁行ごとに改行する
6	21.4 -1 18.0
7	23.4 25.6 22.9
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	

別表一 3 各プロットに植栽された系統が同じでない2元分類データの分散分析

DATA SHEET

WRITTEN BY

318

8

[illegible]

別表-4 複数検定林に共通の系統を植栽して得たデータの分散分析

DATA SHEET

WRITTEN BY

PAGE

05

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	FUKUSUU KENTEIRIN DATA NO BUNSANBUNSEKI ← 任意の表題	← 検定球数	← 系統数	← 平均数	← 標準差	← 可変FORMAT	← 170070データ	← 270070データ	← 370070データ	← 470070データ	← 570070データ	← 670070データ	← 770070データ	← 870070データ	← 970070データ	← 1070070データ	← 1170070データ	← 1270070データ	← 1370070データ	← 1470070データ	← 1570070データ	← 1670070データ	← 1770070データ	← 1870070データ	← 1970070データ
	ABC1	ABC2	ABC3	ABC4	ABC5	ABC6	ABC7	ABC8	ABC9	ABC10	ABC11	ABC12	ABC13	ABC14	ABC15	ABC16	ABC17	ABC18	ABC19	ABC20	ABC21	ABC22	ABC23	ABC24	ABC25
	7.4	8.6	7.8	8.4	8.9	6.4	8.1	10.1	5.4	8.6	7.9	6.9	7.6	4.9	7.1	7.4	4.1	8.0	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9

DATA SHEET

別表-5 地域差検定データの分散分析

PAGE OF

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	CHIKISAKENTEIRIN BUNSANBUNSEKI	← 任意の表題																							
2	← 試行の数	← 検定回数	← 系統数	← 検定回内ブロック数																					
3		2	4	5																					
4	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	← 検定回数(5カラムに1個ずつ記入する)																			
5	ST1	ST2	ST3	ST4	← 系統名(5カラムに1個ずつ記入する)																				
6	4.2	5.1	4.9	5.6	← 1番目の検定回内ブロックのデータを系統名の川順で記入する																				
7	3.4	4.6	7.2	8.4	← 1番目の検定回内2ブロックのデータを系統名の川順で記入する																				
8	5.2	6.5	6.8	5.9	← 2番目の検定回内1ブロックのデータを系統名の川順で記入する																				
9	3.6	4.5	5.4	4.1	← 2番目の検定回内2ブロックのデータを系統名の川順で記入する																				
10	7.1	6.3	6.6	6.8	← 3番目の検定回内1ブロックのデータを系統名の川順で記入する																				
11	5.4	4.9	4.0	6.3	← 3番目の検定回内2ブロックのデータを系統名の川順で記入する																				
12	8.1	7.4	7.7	8.1	← 4番目の検定回内1ブロックのデータを系統名の川順で記入する																				
13	3.9	4.5	6.1	5.2	← 4番目の検定回内2ブロックのデータを系統名の川順で記入する																				
14	4.9	5.4	6.4	7.3	← 5番目の検定回内1ブロックのデータを系統名の川順で記入する																				
15	7.5	6.4	8.1	8.2	← 5番目の検定回内2ブロックのデータを系統名の川順で記入する																				
16		2	3		← 区別する地域の数																				
17					← 区別した地域ごとの検定回数(5カラムに1個ずつ記入する)																				
18	PL1	PL2			← 区別した地域ごとの検定回数(4カラムに1個ずつ記入する)																				
19	PL3	PL4	PL5		← 区別した地域ごとの検定回数(4カラムに1個ずつ記入する)																				
20		3			← 区別しようとする地域の数																				
21	2	2	1		← 区別した地域ごとの検定回数(5カラムに1個ずつ記入する)																				
22	PL1	PL3			← 区別した地域ごとの検定回数(4カラムに1個ずつ記入する)																				
23	PL2	PL4			← 区別した地域ごとの検定回数(4カラムに1個ずつ記入する)																				
24	PL5				← 区別した地域ごとの検定回数(4カラムに1個ずつ記入する)																				
25																									

別表-6 単木調査機で得られたデータの分散分析

DATA SHEET

PAGE OF

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	TANBOKUKONGOH DATA NO	BUNSANBUNSEKI	← 任意の表題																						
2	← 行の数	← 列の数	← 植栽系統数																						
3		3	4	6																					
4	AA	BB	CC	DD	EE	FF	← 系統名(5カラムに1個ずつ記入するが、左語に4字以内としたがみやすい)																		
5	BB	CC	DD	EE																					
6	AA	AA	GG	FF	← 配置図(系統名と同様の書式とし、行ごとに改行する)																				
7	EE	CC	BB	SS																					
8	12.0	7.0	4.0	7.0																					
9	10.0	6.0	5.0	6.0	← データ(5カラムに1個ずつとし、行ごとに改行する)																				
10	15.0	13.0	8.0	4.0																					
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									
21																									
22																									
23																									
24																									
25																									

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								
	3DAN BUNKATSU JIKEN																								

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	TANBOKU SYOKUSAINIOKERU ZATAKANNO SOKKAN 任意の表題																								
	←行教 ←列教 ←系統教																								
	5 4 8																								
	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	5カラムに1個ずつ系統名をかく																
	AE	AD	AG	AF	配置図(系統名と同様の書式とし、植栽行ごとに改行する)																				
	AI	AF	AI	AH																					
	AC	AG	AF	AC																					
	AH	AB	AG	AB																					
	AF	AD	AI	AH																					
	4.6	3.8	4.6	7.2	1組目のデータ(配置図と同様のものなら5カラム1個ずつ書き込む)																				
	3.5	5.2	7.4	6.8																					
	4.6	4.6	9.1	9.8																					
	7.4	8.2	7.4	-1																					
	4.8	3.6	9.2	6.6																					
	5.8	4.9	5.9	8.4	2組目のデータ(配置図と同様のものなら5カラム1個ずつ書き込む)																				
	5.1	6.8	8.2	7.6																					
	6.4	-1	11.1	10.1																					
	9.1	9.3	8.6	6.2																					
	5.3	5.1	10.1	7.4																					

別表-11 データを大きさの順に並べ変え棒状
グラフを書く

DATA SHEET

WRITTEN BY

PAGE

5

[illegible]

別表-12 完全ダイアレルクロスの分散分析

DATA SHEET

WRITTEN BY

PAGE

37

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	CD TEST DATA OF DIALLEL CROSSING (1点位置の表題)																								
	←文題数 7077数																								
	4 2																								
	1RINSI	1RINSI	2RINSI	3RINSI	4RINSI	文配親名 (8カラムに1個ずつ記入する)																			
	15.05	13.50	27.52	17.89																					
	22.25	24.29	33.28	25.19																					
	20.61	24.93	41.91	33.07																					
	13.56	19.89	30.00	20.77	デ-タカード																				
	12.38	15.62	23.87	16.19																					
	21.58	20.79	25.93	24.74																					
	21.90	21.19	42.90	31.29																					
	16.19	19.88	28.56	17.89																					

別表-13 自殖のないダイアレルクロスの分散分析

DATA SHEET

PAGE	OF
------	----

WRITTEN BY

[illegible]

別表-14 片面ダイアレルクロスの分散分析

DATA SHEET

30 3076

WRITTEN BY

No	HD TEST DATA OF DIALLEL CROSSING (3代一仕意の表題)																								
2	交配親数 70-17数																								
3	7 3																								
4	RINSI	1RINSI	2RINSI	3RINSI	4RINSI	5RINSI	6RINSI	7-交配親名(8074に1個ずつ記入する)																	
5	8.38	9.18	15.17	10.56	7.74	12.14																			
6	6.94	12.89	11.67	18.76	7.09																				
7	21.07	15.03	10.33	12.34																					
8	15.35	8.17	11.52																						
9	16.00	7.92																							
10	10.60																								
11	8.06	7.36	21.60	6.77	7.80	12.75																			
12	11.20	11.25	11.19	13.13	5.88																				
13	13.07	10.80	7.47	8.87																					
14	14.30	6.14	11.37																						
15	8.25	9.69																							
16	8.57																								
17	8.68	10.39	9.00	5.63	11.87	10.73																			
18	10.86	15.48	12.47	14.86	12.44																				
19	19.18	15.91	3.33	7.14																					
20	13.71	12.62	14.35																						
21	19.13	8.76																							
22	13.09																								
23																									
24																									
25																									

林業薬剤の環境に及ぼす影響と 合理的使用法

(1) マツクイムシ防除

マツクイムシ防除等林業薬剤の影響と使用法

—フェニトロチオン（スミチオン，MEP）によるヒノキの異常落葉枯死について—

I 試験担当者

保護部林業薬剤科林業薬剤第2研究室	大久保 良 治
保護部林業薬剤科林業薬剤第2研究室	田 畑 勝 洋
関西支場保護部昆虫研究室	細 田 隆 治

※現財団法人林業科学技術振興所，前林業薬剤科長

II 試験目的

マツノザイセンチュウを伝播するマツノマダラカミキリの防除にフェニトロチオン（以下MEPと記す）が試験的に空中散布されたのは1972年頃からであるが，1974年以降は全国的に実施されるようになった。1974年，一部のMEP空中散布地やその隣接地帯でヒノキの異常枯死木が発見された。それ故に本報ではこのヒノキの異常枯死が何に起因するかを究明すると同時に異常枯死のメカニズムについて検討し，あわせて，その防止対策について2，3の思案をこころみた。

III 試験の経過と得られた成果

1) 薬害発見の経緯と再現

1974年，奈良営林署管内の地獄谷，野山，畝傍山の各国有林および福山営林署管内，さらには大阪府下能勢郡能勢町および河内長野市，山口県熊毛郡のMEP空中散布地およびその周辺で異常な落葉をともなって枯死するヒノキが発見された。この他高知県香北町でも同様な事例が報告された。このようなヒノキの異常落葉枯死現象は今までに前例がなく全く予想しなかったため，その対策は急を要し，原因究明のため関係機関の専門家による現地調査が大阪府能勢町倉垣地区および柏原地区や高知県香北町吉野地区で同年8月27日～30日の4日間にわたり詳細に調査された。その主な調査項目は空中散布地の林相，地形および土壌条件の検討や病虫害，気象害および生理障害の可能性についてであったが調査の結果はこれらのいずれでもない結論された。また，散布薬剤による薬害の可能性についても，実

用散布濃度では葉害は生じないこと、被害木と健全木のMEP付着量に差がないこと、新葉や新芽にはまったく葉害が観察されないことなどの点から葉害と断定するまでもいかなかった。しかし、被害の発生はMEP空中散布地域やその隣接地に限定されていることはいなめない事実でもあり、林野庁および国立林業試験場では1975年にヒノキの異常落葉枯死現象が葉害か否かを明らかにするため、名古屋営林署管内の豊橋国有林の約50年生のヒノキ造林地帯にMEP単剤およびMEPとEDBの混合乳剤を事業散布濃度で空中散布した。その結果、上述したMEP事業散布地でみられたと同様な障害が現われた。すなわち、1976年6月にはMEP単剤区で342本中51本(14.9%)、MEP+EDB混合区で288本中41本(14.2%)の枯死木が生じたと報告している。国立林業試験場でも後述する生物検定法によって同様な結果を得ており、溶剤のキシレンも事業散布濃度ではヒノキの異常はみとめられないことを明らかにした。したがって、このヒノキの異常落葉枯死原因はMEP自体によって誘起されることが判明した。

2) 葉害の発現症状と被害形態

1974年大阪府能勢町倉垣地区、柏原地区および高知県香北町吉野地区の被害木発生量はそれぞれ40本(11.4m²)、62本(3.5m²)および1833本(138.7m²)であった。材積からみても被害は樹齢と関係がないことが判る。すなわち、5年生以下の幼齢木から約80年生の高齢木まで広範囲にわたり発生している。被害は散布地やその周辺のヒノキ全体に観察されず小区域にまとまって点在する。被害形態ははじめ個々の枝条では葉色の異常としてあらわれ、約1ヶ月の期間を経て落葉枯死する。しかし、新葉(芽)は脱落しない。以上が現地でもとめられた葉害の発現症状と被害形態である。MEPによる異常落葉個体はヒノキ切枝にMEPを葉面散布することによって容易に検出することが可能であるがこの生物検定法によって現地調査では不明であった葉害の発現症状や被害形態がさらに明白となった。MEPによるヒノキの異常落葉現象はMEP処理後4~5日目に現われ、新葉(芽)を残して外観上まったく健全な鱗片葉が個々あるいは集団状に脱落する。ヒノキ個体の中にはMEPに対して感受性の異なる個体があり、処理数日後に顕著な落葉がみられる個体(以下感受性個体という)、処理約10日後に落葉する個体および全く異常がみとめられない個体(以下非感受性個体という)の3つのタイプに大別出来る。また、本現象はすべてのヒノキ個体にみとめられるものではなく、約10%の割合で生ずる。さらに5年生以下のヒノキ苗木では全く観察されない。

3) 樹冠の部位による感受性の差

1個体の樹冠の部位によるMEP感受性の差を検討するため、樹冠を上層、中層および下層とに分け、それぞれの部位より小枝をとり、MEP0.25%乳剤を葉面処理し、落葉量(自

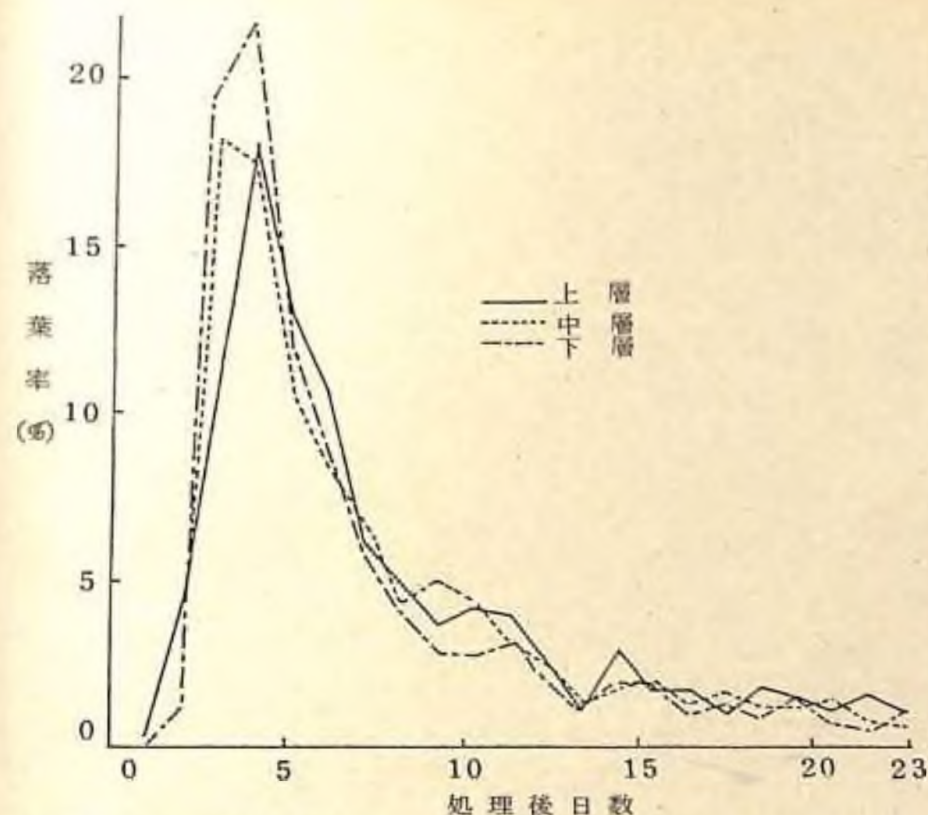


図-1 樹冠各層における感受性個体(派1, 4, 5, 7)のMEPによる平均落葉率の経日変化

然落葉量+高さ1mから2回落下したさいの落葉量)を経時的に調査した。その結果は図-1に示した通りである。上層、中層および下層ともMEP処理2日後より落葉が観察され、処理5日前後で最も顕著な落葉が生じ、処理23日後ではすべての葉は脱落した。したがって、樹冠のどの部位でもMEPに対する感受性には差がないことが判った。しかしながら、当年葉は旧葉よりもMEPに対する反応日数(落葉が始まるまでの日数)が長い傾向がある。

4) MEPの濃度と落葉量

感受性個体の小枝(25~30cm)に20, 10, 5, 2.5, 1.0, 0.5, 0.25および0.1ppmのMEPを葉面処理し、水挿して25℃下においた。処理後毎日、一定時刻の落葉量を調査した。その結果を総じてみた場合、供試した3本の感受性個体間にもMEPに対する薬剤感受性の差がみられるが、一般的にはMEP濃度が高いほど早期に顕著な落葉がみられ、濃度に応じた落葉現象がみとめられる。

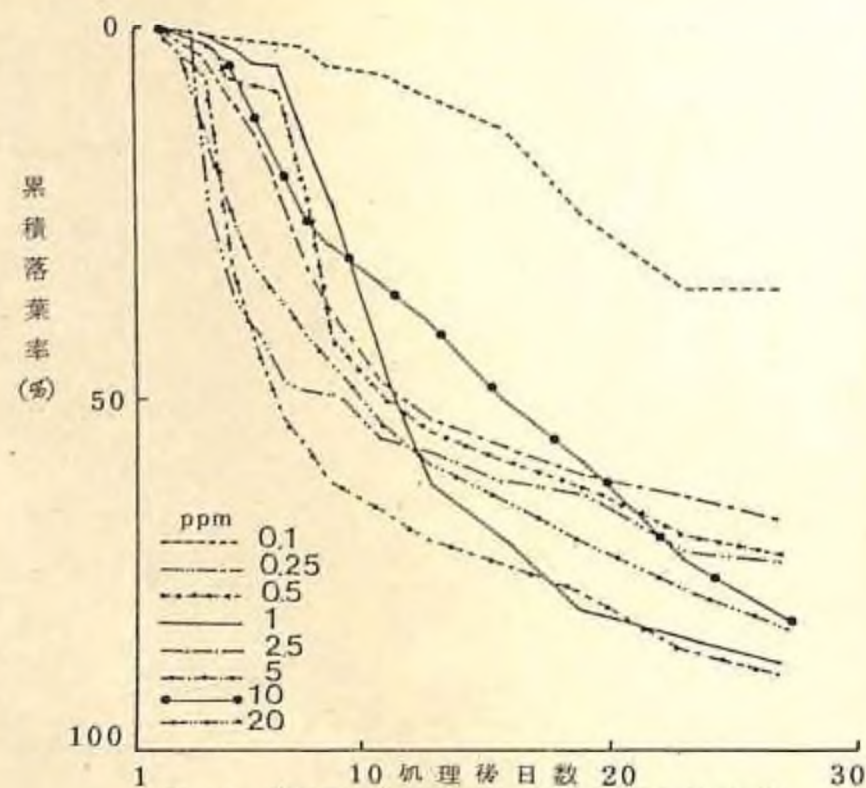


図-2 MEP濃度と累積落葉率(感受性個体No.2)

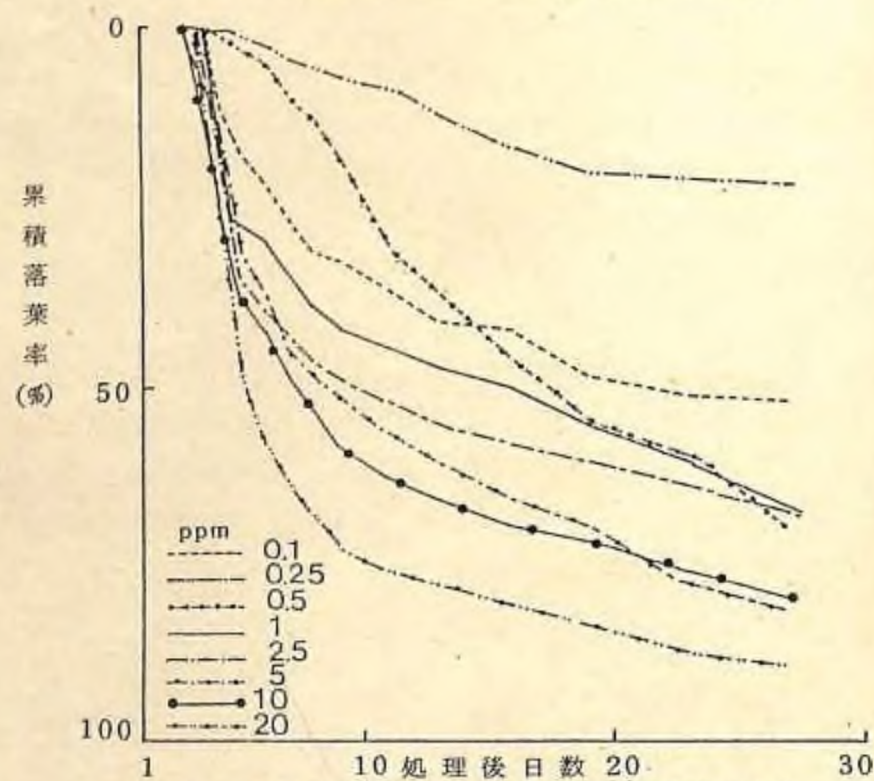


図-3 MEP濃度と累積落葉率(感受性個体No.6)

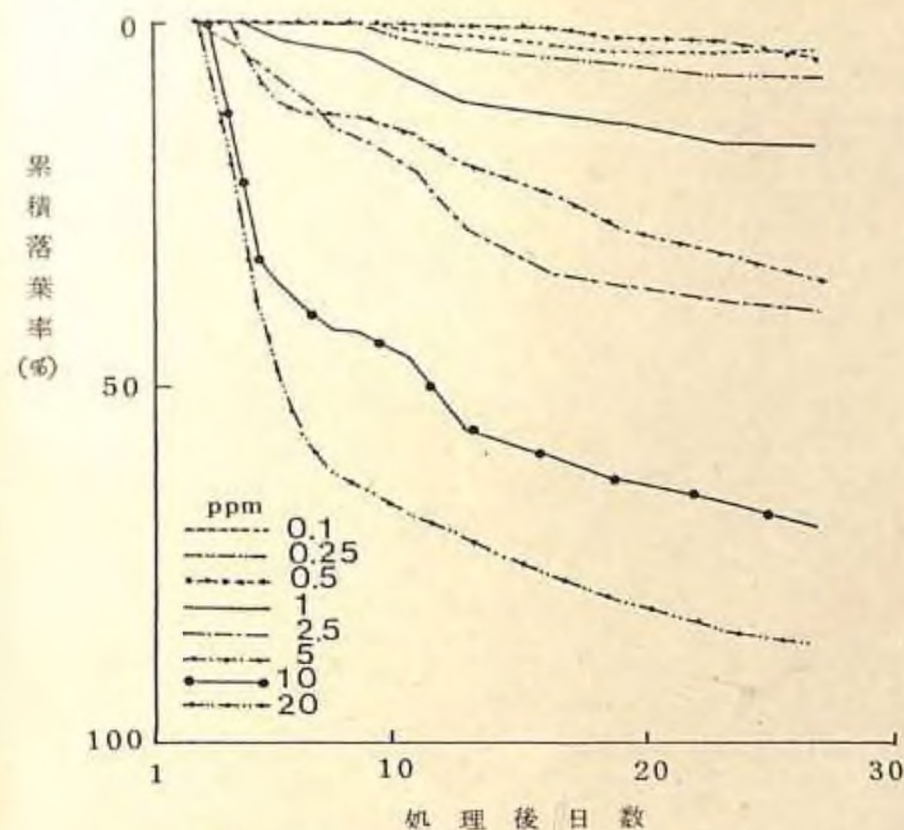


図-4 MEP濃度と累積落葉率(感受性個体No.7)

5) 落葉と季節的な違い

感受性および非感受性個体について1977年5月～1978年4月の約1年間にわたり、最大落葉量に達する日数を調査し、季節的な差があるか否かを検討した。その結果を表-1に示した。各月別の平均日数をみると、5および6月では4.1および4.0日であったが、最も気温の高い7月、8月では3.1日と日数が短縮される。しかし9月～12月、1月～2月と気温が低くなるにしたがい、落葉発現に要する日数が増え、とくに1月や2月では落葉はみだものの程度であった。3月、4月になると気温の上昇にともない日数も徐々に短くなる。一方、非感受性個体ではどの時期でも全く落葉は観察されなかった。この結果は反応日数が温度によって左右されることを示唆しており、この点についてさらに詳しく検討した結果、表-2に示したように、温度の低下にしたがい反応日数が遅延され、5℃下では全く落葉を示さなくなった。

表-1 感受性および非感受性個体のMEP処理による落葉に要した日数

	個体 番号	1977 5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1978 1月*	2月*	3月	4月
感 受 性 個 体	1	4	4	3	3	4	4	6	9	13	23	9	5
	2	4	4	3	3	4	4	6	9	—	22	9	6
	3	4	4	3	3	3	4	6	11	—	23	9	6
	4	4	4	3	4	3	4	6	12	—	23	9	6
	5	4	5	3	3	3	4	6	9	12	23	9	5
	6	4	5	4	3	3	3	6	9	13	22	9	6
	8	4	4	3	3	3	4	5	9	—	22	7	5
	9	5	3	3	3	4	4	7	11	—	23	7	6
	10	4	3	3	3	4	3	7	9	13	22	9	6
	平均	4.1	4.0	3.1	3.1	3.4	3.8	6.5	9.9	12.8	22.5	8.5	5.7
非 感 受 性 個 体	15	す べ て 落 葉 せ ず											
	16												
	17												
	18												
	19												

— 落葉せず

* 落葉は軽度

表-2 温度と落葉に要する日数との関係

	個 体 番 号	30℃	25℃	20℃	15℃	10℃	5℃
感 受 性 個 体	1	3	4	6	9	16*	—
	2	3	4	5	9	16*	—
	3	4	4	4	9	16*	—
	4	4	4	5	9	—	—
	5	4	4	5	9	15*	—
	6	4	4	5	9	—	—
	8	3	4	4	9	13*	—
	10	3	4	4	9	13*	—
	平均	3.5	4.0	5.0	9.0	14.8	—
非 感 受 性 個 体	15	—	—	—	—	—	—
	16	—	—	—	—	—	—
	17	—	—	—	—	—	—

— 落葉せず

* 軽度の落葉

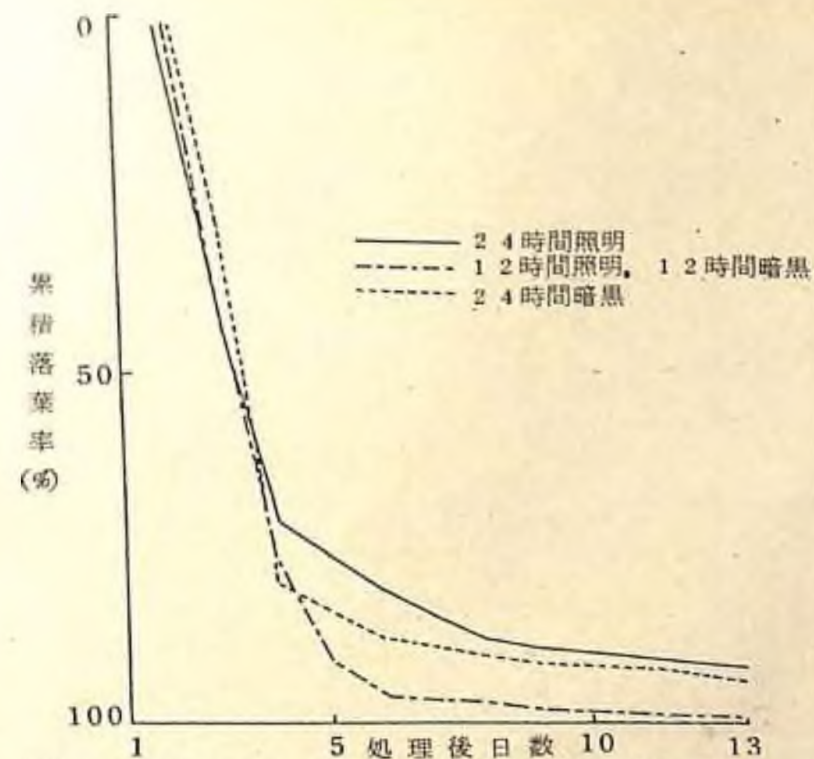


図-5 明暗条件下におけるMEP処理感受性個体(Ⅲ3)の累積落葉率

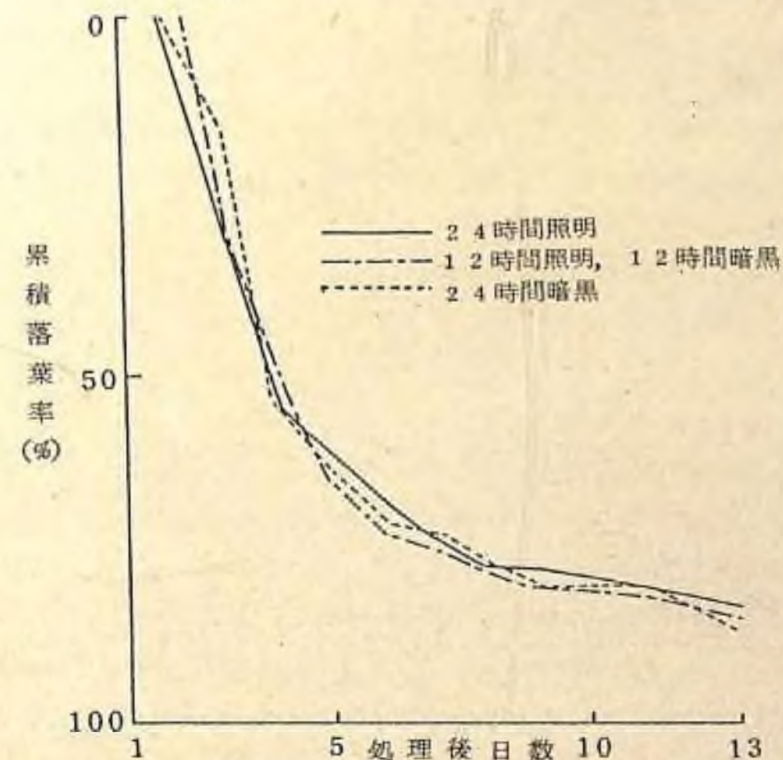
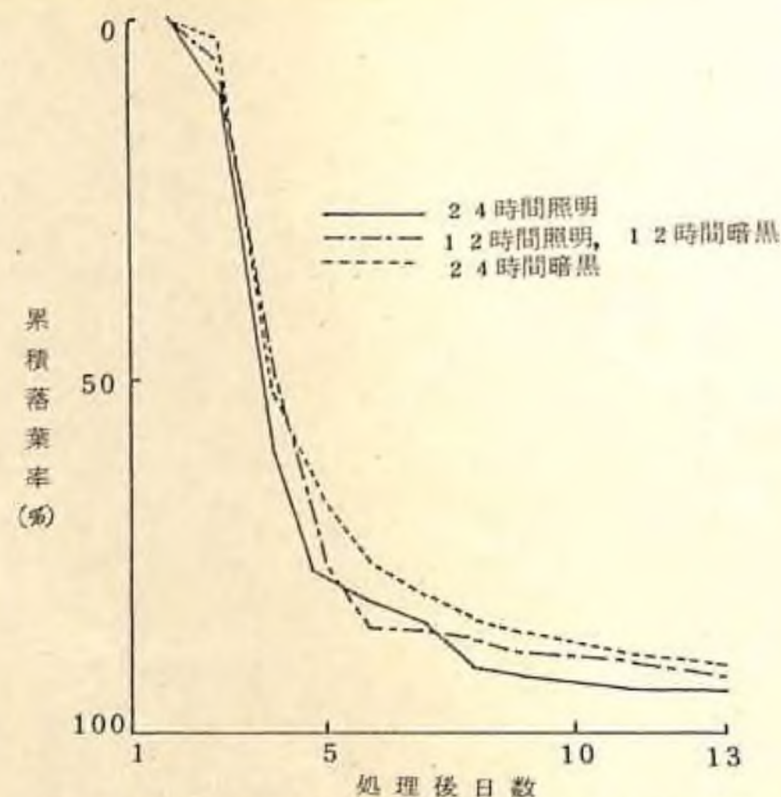


図-6 明暗条件下におけるMEP処理感受性個体(Ⅳ4)の累積落葉率



図一七 明暗条件下におけるMEP処理感受性個体(麻5)の累積落葉率

6) 明暗条件と落葉現象

人工気象装置を用いて、24時間連続照明、12時間照明12時間暗黒、24時間暗黒条件下で落葉現象の発現を調査した。実験はすべて照度は20,000Lux、温度25℃で行った。その結果は図一五～七に示した通りである。3本の感受性個体について明暗条件と落葉現象をみると、供試木中1本は明暗条件を変えても落葉現象にほとんど差はなく、他の2本では落葉までの経過に若干の差がみられたが、落葉現象と明暗条件は一定の傾向を示していない。

7) ヒノキ以外の樹種と落葉現象

MEPによる異常落葉現象がヒノキだけに発現するものかどうかを表一三に示した13種の樹種について検討した。その結果は表一三の通りである。すなわち、ヒノキのような明白な異常落葉がMEP処理によって生ずる樹種はまったく観察されなかったが、軽度の落葉現象がみとめられた樹種はタイワンヒノキ、チャボヒバ、オオゴンヒバ、ニオイヒバ、フィリヒバ、タチビャクシンの6樹種であった。したがって、これらの樹種ではMEPの影響をうけたとしても、樹冠全体が落葉するような個体の出現の可能性はきわめて低いと考えられる。

表一三 ヒノキ科数種のMEPによる落葉

樹種(又は品種)名	調査本数	落葉本数*		
		5日目	10日目	15日目
タイワンヒノキ	60	21	48	57
スイリュウヒバ	20	3	8	10
ヒムロ	14	0	0	0
チャボヒバ	16	6	16	16
オオゴンヒバ	20	2	20	20
コノテガシワ	20	0	1	10
ニオイヒバ	10	0	7	10
ギガントネリコ	10	0	1	1
イトスギ	14	0	0	7
アスナロ	40	0	0	0
フィリヒバ	10	2	7	10
カイヅカイブキ	20	0	0	10
タチビャクシン	8	0	6	8

* 軽度の落葉でMEPの落葉とは様子がことなる。

8) 感受性個体のさし木およびつぎ木による増殖

感受性個体より81本(1977年)、425本(1978年)、255本(1979年)のさし穂を4～5月にさし木し、各年ともさし付け後半年を経過した時期に掘り取り、発根率を調べた。同様に非感受性個体についても20本(1977年)、85本(1978年)、155本(1979年)について検討した。その結果は表一四に示した通りである。感受性個体の平均発根率は1977年、1978年および1979年でそれぞれ、9.9、5.4および7.5%であったのに比べて非感受性個体では80% (1977年)、96.5% (1978年) 76.2% (1979年)であり、感受性個体のさし木による発根率は非感受性個体のそれよりもきわめて低いことが判った。次に感受性および非感受性個体からつぎ穂を採取し5℃下に保存した後、4月初旬に常法にしたがつぎ木した。台木は1977年に植栽した7年生のヒノキを供試した。その結果は同じく表一四に示した。1980年における試験結果では感受性個体の平均活着率は73.0%で非感受性個体のそれは84.3%と両者間に大差なかった。また、1981年の試験結果でも感受性および非感受性個体の平均活着率はそれぞれ65.6%および71.7%と前年と同様な結果であった。したがって、感受性個体の増殖はつぎ木によって容易に出来ることが判った。また、つぎ木によって増殖した個体のMEP

感受性を検討した結果、処理後数日目で顕著な落葉が観察され、この形質は遺伝的に次世代に継承されることが判明した。

表-4 感受性および非感受性個体のさし木、つぎ木による増殖

実施年度	感 受 性	さ し 木	つ ぎ 木
		平均発根率 (%)	平均活着率 (%)
1977	感 受 性 個 体	9.9	
	非感受性個体	80.0	
1978	感 受 性 個 体	5.4	
	非感受性個体	96.5	
1979	感 受 性 個 体	7.5	
	非感受性個体	76.2	
1980	感 受 性 個 体		73.0 +
	非感受性個体		84.3 -
1981	感 受 性 個 体		65.6 +
	非感受性個体		71.7 -

+ 落葉, - 落葉せず。

9) 異常落葉現象のメカニズム

(1) 取り込みと分解代謝能力

MEPによるヒノキの異常落葉現象のメカニズムを究明するには感受性および非感受性個体間のMEPの取り込み量や分解代謝能力について検討する必要がある。 ^{14}C -MEPを両個体に葉面処理し、葉内への ^{14}C -化合物の取り込み量と葉内における分解代謝能力について経時的に調査した。その結果、表-5および図-8~11に示したように、両者間のMEP取り込み量には約2倍(感受性個体では非感受性個体の約2倍ほど取り込み量が多い)の差がみとめられたが、分解代謝能力には差がみられなかった。このことから、約2倍の取り込み量の違いが異常落葉現象の1因であると云えなくもないが、本現象のメカニズムを説明するには不十分である。また、葉内における分解代謝物も両個体間に質量的な差がない。図-12はヒノキ葉におけるMEPの推定分解代謝経路を示したが、葉面の主な分解代謝物はp-nitrocresolおよびMEPの酸化体(fenitrooxon)であり、葉内ではp-nitrocresolおよびそのグルコース抱合体や脱メチル体(desmethylfenitrothion)であった。

表-5 感受性および非感受性個体の ^{14}C -フェニトロチオンの取り込み

Time (hr)	Susceptibility	Fenitrothion equivalent		
		on surface (mg)	internal (μg)	unextracted (μg)
0	S	0.278	00.00	0.00
	R	0.278	00.00	0.00
1	S	0.222	22.42	0.00
	R	0.207	27.54	1.67
3	S	0.196	35.64	0.75
	R	0.126	30.46	0.80
6	S	0.130	41.11	2.13
	R	0.134	49.27	4.19
24	S	0.087	90.86	3.52
	R	0.055	59.77	2.13
72	S	0.059	75.19	4.95
	R	0.032	63.49	6.98
96*	S	0.045	59.88	2.35
	R	0.025	53.03	4.67
120*	S	0.031	48.61	2.57
	R	0.042	52.63	6.54
144	S	0.075	81.01	2.83
	R	0.017	47.49	7.32
192	S	0.024	66.31	3.23
	R	0.006	40.75	9.04
240	S	0.002	71.57	7.47
	R	0.006	24.43	6.88

* abscission period

S...感受性個体

R...非感受性個体

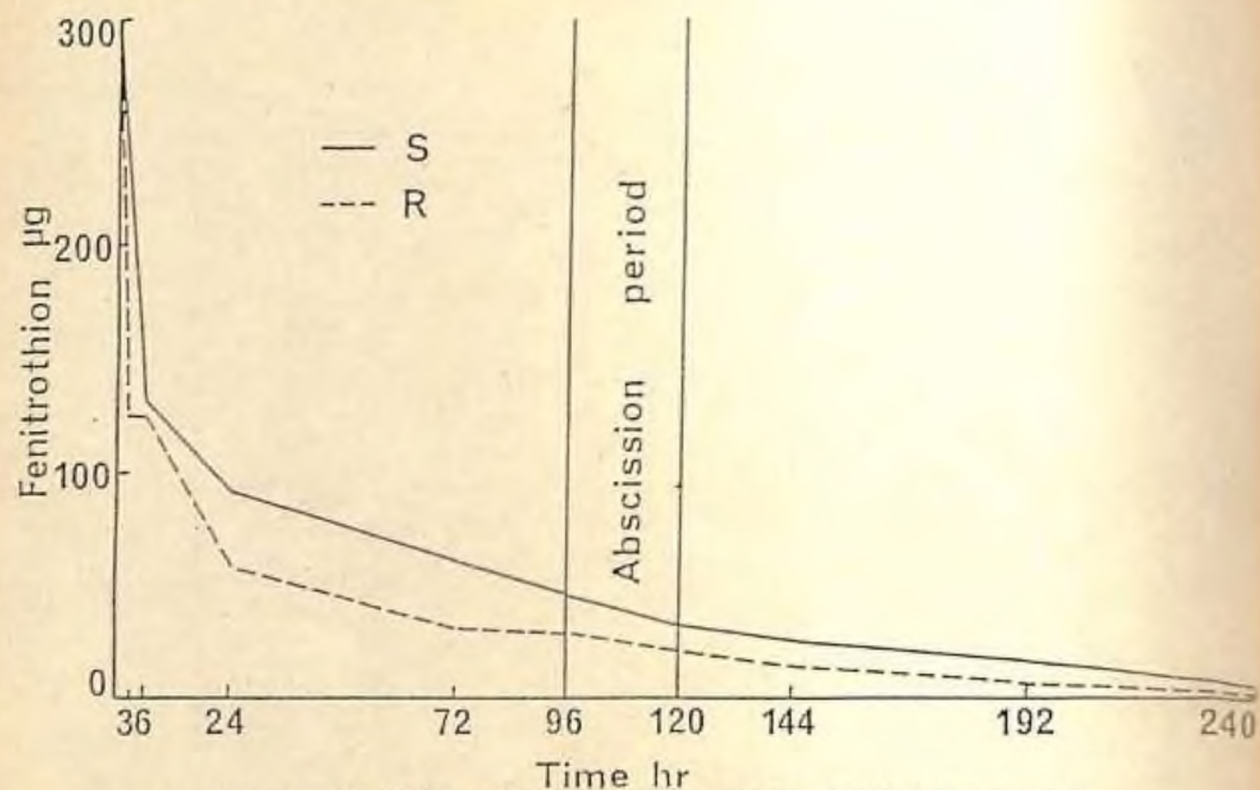


図-8 感受性(S)および非感受性(R)個体の葉面におけるMEPの経時変化

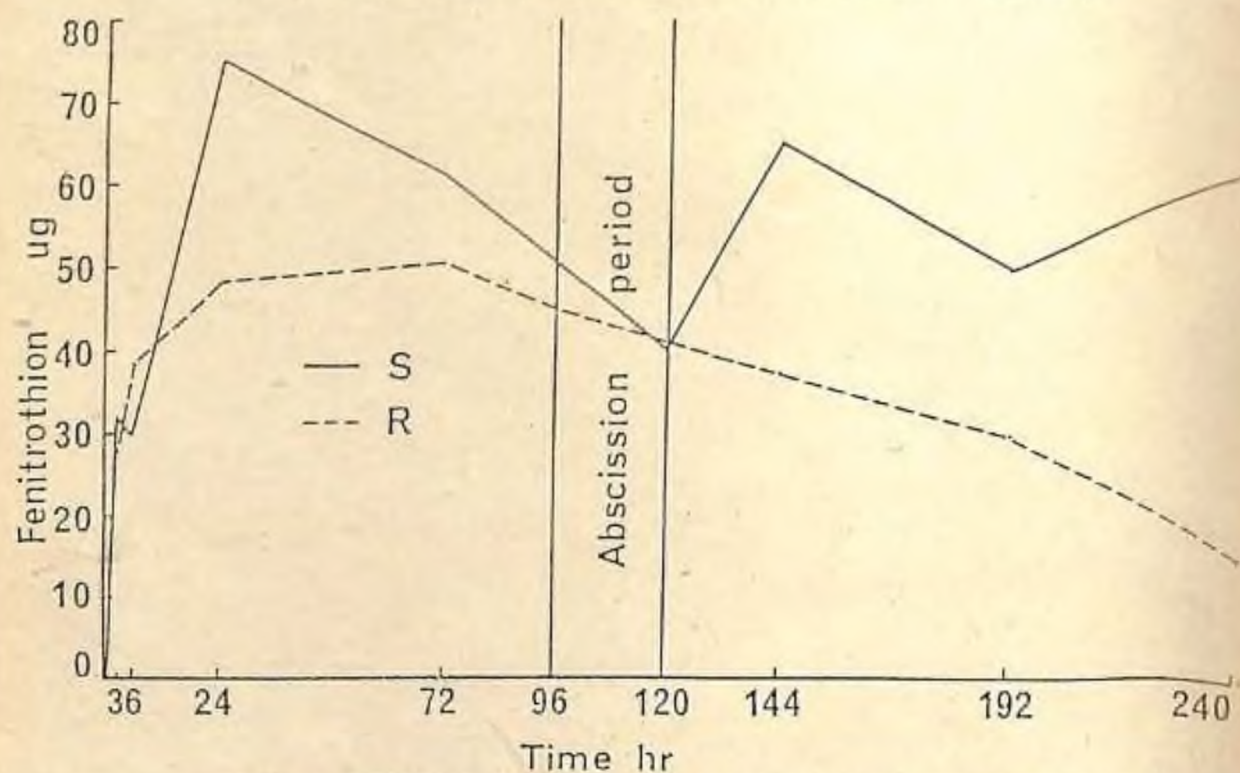


図-9 感受性(S)および非感受性(R)個体の葉内に取り込まれたMEPの経時変化

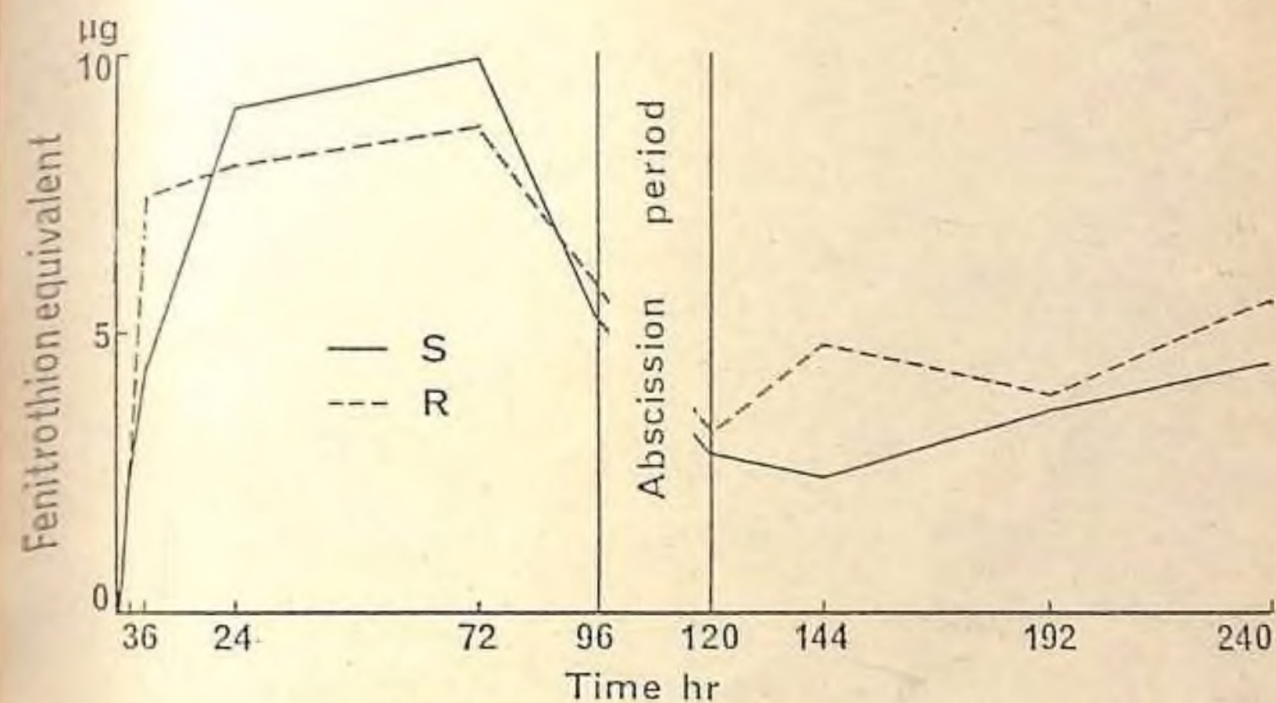


図-10 感受性(S)および非感受性(R)個体の葉内におけるp-nitroresolの経時変化

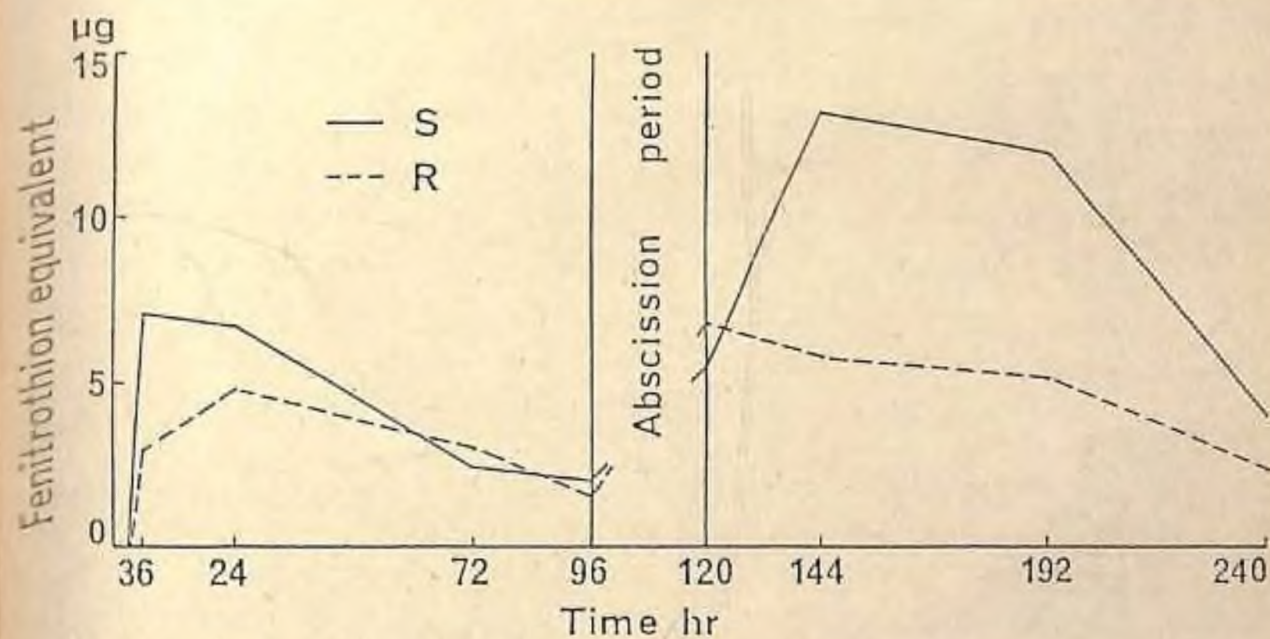


図-11 感受性(S)および非感受性(R)個体の葉内における水溶性代謝物の経時変化

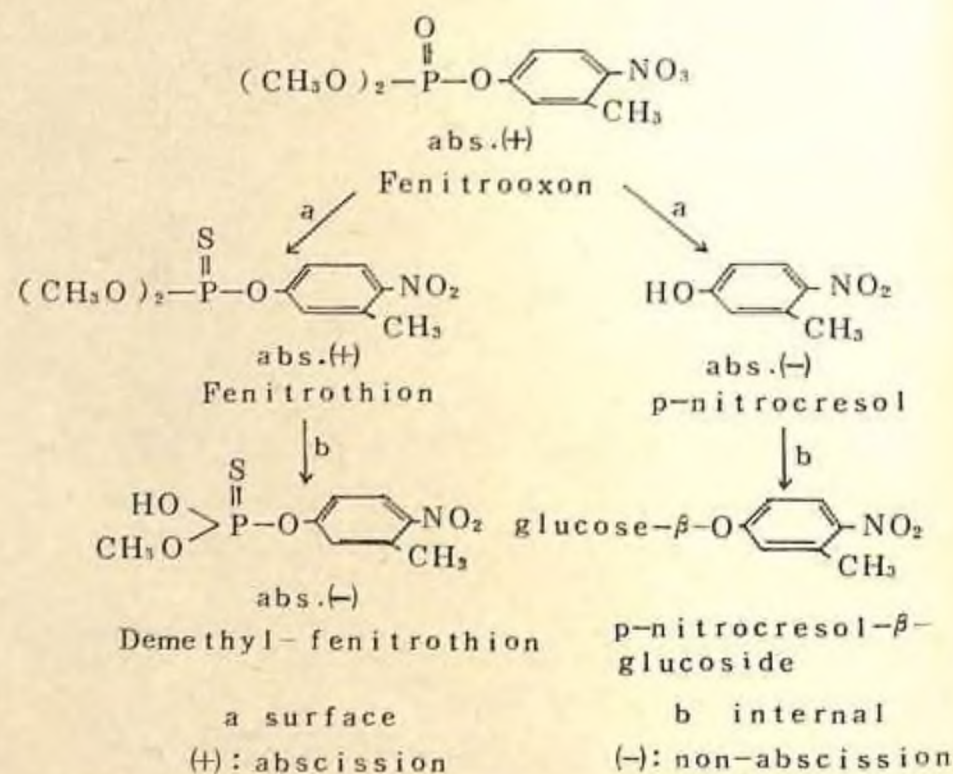


図-12 ヒノキ葉におけるフェニトロチオンの分解代謝物および代謝経路

(2) 異常落葉現象と内生エチレン

2)で述べたように、このMEPによるヒノキの異常落葉現象は健全と思える鱗片葉が個々あるいは集団状に脱落するのが特徴であったが、この現象はまた、植物ホルモンの1種のエチレンの落葉作用にきわめて類似している。そこで、感受性および非感受性個体の切枝にMEPを葉面処理し、500mlのガラス容器内に密閉し、発生したエチレン量を処理5日後にガスクロマトグラフィによって分析定量した。図-13は発生した内生エチレンのガスクロマトグラムである。表-6はMEP処理によって感受性および非感受性個体から発生する内生エチレン量を示したものである。感受性個体からMEP処理によって発生する内生エチレンは非感受性個体に比較して著しく多いことが明らかである。このMEP

表-6 MEPによる落葉と内生エチレン量

	落葉(5日目)	内生エチレン量(μl/g/5日)
感受性個体	+	0.47
非感受性個体	-	0.12

Gas chromatograph
 Shimazu GC-5A
 Active alumina 80/100
 Glass 3mmφX 1m, 80°C
 FID
 H₂ 55 ml/min. N₂ 65 ml/min
 Air 0.6 l/min.
 Ethylene 9.78 ppm

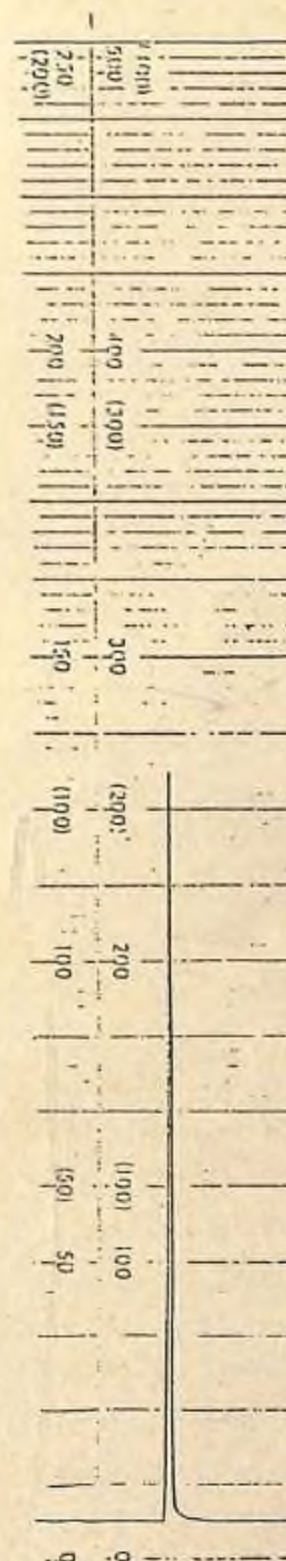


図-13 内生エチレンのガスクロマトグラム

表-7 各化合物による落葉と内生エチレン量

化 合 物	落 葉	内生エチレン量 ($\mu\text{l/g/5日}$)
BrK	—	0.00
N ₂	—	0.71
K ₂ MnO ₄	—	0.10
CO ₂	—	0.16
O ₂	+	1.66
Soda lime	+	1.35
MEPのみ	+	0.44
None	—	0.07

+ 落葉, — 落葉せず

によって誘起される内生エチレンがどのような性質のものかを知るため表-7に示した条件下で検討した。その結果、O₂やCO₂吸収剤であるSoda lime下では内生エチレンの発生が助長される。また、N₂下でも同じ傾向がみられる。しかし、BrやCO₂下では内生エチレンの発生が抑制されることが判った。また、K₂MnO₄によって吸収されるため、内生エチレン量は少ない。一般に植物体から発生する内生エチレンはO₂や明条件によって促進され、暗条件やCO₂下では抑制される。したがって、MEPで誘起される内生エチレンは前述したように明暗には左右されず、N₂下でも発生する点が明らかに異なる。さて、エチレンの生成過程は多くの植物ホルモン、とくに組織内のオーキシンなどによって精密に調節されている。落葉の要因の1つにエチレンがあり、落葉過程には離層組織におけるRNAや蛋白質合成が含まれる。植物体を切断したり、放射線照射したりするような1時的傷害の場合ではエチレンの生成も1時的な増加を示し、24時間以内に消失する。しかし病原菌による感染や薬物による傷害はこれらの刺激が連続的であるためエチレン生成の増加も連続的である。エチレン生合成とその作用についてはS.F. Yang (1974)やM. Lieberman (1979)によって総説されており、高等植物におけるエチレン生成の前駆物質にはlinolenic acid, methionine, α -keto- γ -methylthiobutyrate (KMB)およびpropanolなどがあり、これらがいろいろな補酵素や金属イオンによってエチレンに変換されるのであろう。ここではこれらのエチレン生成経路のうち、methionineを前駆物質とした経路について考察した。まず、DL-methionine (0.5%)水溶液を感受性および非感受性個体に葉面処理および吸上げによって取り込

せ、発生する内生エチレンを測定した結果では、表-8に示したように、非感受性個体はいずれの場合でも発生する内生エチレンは少ないが、感受性個体ではDL-methionineを吸上げることによって取り込ませた場合に著しい内生エチレンの放出がみとめられ、顕著な落葉が誘起された。このことから、methionineが内生エチレン生成の前駆物質であることが明らかとなったが、両個体間の内生エチレン発生量の違いがどのような原因によるものかは不明である。methionineのエチレン生成経路にもいくつかあると考えられるかここでは次の2つの生成経路について検討してみた。

表-8 MEP代謝物およびmethionineによる落葉と内生エチレン量

化 合 物	落 葉 (5日目)		内生エチレン量($\mu\text{l/g/5日}$)	
	感受性個体	非感受性個体	感受性個体	非感受性個体
P-nitrocresol	—	—		
dimethylphosphate	+	—	0.27	0.11
dimethylchlorothio-phosphate	+	—	0.29	0.02
DL-methionine	—(+)	—	0.11(1.67)	0.14(0.21)
None	—	—	0.06	0.09

() 吸い上げた場合

• methionine — S — adenosylmethionine — I — Aminocyclopropane — 1 — Carboxylic acid (ACC) — Ethylene (Adam and Yong, 1977)

エチレン生合成における中間代謝物であるACCの増加にともなうエチレンも増加するが、このACC合成の阻害剤である α -aminooxyacetic acid (AOA), Silverthiosulfate complex (STS)およびpropyl gallate (PG)の水溶液を感受性および非感受性個体に吸い上げによって取り込ませた後、MEP (50 ppm)を葉面処理し、処理5日後、発生した内生エチレン量と落葉の有無を調査した。その結果は表-9に示した通りである。すなわち、AOAやPG処理ではMEPによる内生エチレンの誘起と落葉を抑制することはない。このことはヒノキにはACC生成経路が存在しないか、存在するとしたらAOAやPGのACC合成阻害作用がMEPによってブロックされることを暗示している。同様なことはSTSについても考えられるが、興味深いことは、STSがACCの増加を阻止する作用を有するにもかかわらずSTS処理はMEPによる内生エチレンの促進作用を阻害しないが、落葉を阻止することがある。さらに、STS処理のみでも両個体からかなりの内生エチレンの放出がみとめられたことである。このことはヒノ

表-9 AOA, STS, PGおよびACCと落葉および内生エチレン量

処 理	落 葉 (5日目)		内生エチレン量 ($\mu\text{l/g/5日}$)	
	感 受 性 個 体	非感受性個体	感 受 性 個 体	非感受性個体
2 mM AOA + MEP	+	-	3.04	0.10
2 mM AOA + MEP	+	-	2.15	0.11
2 mM AOA + MEP	+	-	8.08	0.10
2 mM AOA	-	-	0.26	0.05
2 mM AOA	-	-	0.42	0.41
4 mM STS + MEP	-	-	14.76	1.71
4 mM STS + MEP	-	-	4.21	0.77
4 mM STS + MEP	-	-	4.51	0.25
4 mM STS	-	-	10.37	1.43
4 mM STS	-	-	1.93	1.37
2 mM PG + MEP	+	-	3.42	0.08
2 mM PG + MEP	+	-	2.15	0.22
2 mM PG + MEP	+	-	7.51	0.11
2 mM PG	-	-	1.69	0.02
2 mM PG	-	-	0.23	0.02
1 mM ACC + MEP	+	-	6.80	0.09
1 mM ACC + MEP	+	-	3.11	0.18
1 mM ACC + MEP	+	-	1.65	0.11
1 mM ACC	-	-	0.70	0.17
1 mM ACC	-	-	0.35	0.12

MEP: 50 ppm

キにおいて、従来のSTS作用の再検討の必要性を示唆するものである。したがって、明確には断定出来ないが、このエチレン生成経路はMEPのエチレン生成促進作用に重要な役割を演じてはいないのではないかと考えられる。

• methionine-methional or α -ket- γ -methylthiobutyrate (KMB)
-ethylene (Mapson and Wardale, 1968)

このエチレン生成過程には methional や KMB がモノフェノールや Mn^{2+} の存在下にパーオキシダーゼによって酸化的開裂をうけてエチレンが生成される過程が含まれている。

それ故にMEPによってこのパーオキシダーゼがどのような作用を受けるかをそれぞれ感受性および非感受性個体について検討した。感受性および非感受性個体にMEPを葉面処理し、処理後1, 2, 3および5日目に各々の個体から生葉30gの鱗片葉をとりパーオキシダーゼを抽出し、等電点電気泳動法により比較検討した。図-14から明らかなように感受性および非感受性個体のパーオキシダーゼのザイモグラムから感受性個体では18本、非感受性個体では17本の酵素バンドが検出された。これらの酵素バンドのうち、両個体間に共通する酵素バンドは E_4 と E'_3 (Rf 0.15), E_7 と E'_5 (Rf 0.24), E_{12} と E'_9 (Rf 0.49), E_{17} と E'_{11} (Rf 0.71), E_{18} と E'_{12} (Rf 0.76)および E_{19} と E'_{13} (Rf 0.81)であった。図-14に示したin vivoの実験においてMEP処理5日後に感受性個体では $E_{12} \sim E_{14}$ の酵素バンドが著しく活性化され、さらに E_6 および E_{10} の酵素バンドが出現した。しかし、非感受性個体には E_6 と E_{10} と同じRf値をもつ E'_4 (Rf 0.21)と E'_7 (Rf 0.37)とがすでに存在し、きわめて興味深い。一方、同時期における非感受性個体ではほとんどの酵素バンドがMEPの影響を受けておらず、 E'_9 と E'_{10} の酵素バンドがわずかに阻害されることが判った。両個体間で上述した共通の酵素バンドについてみると、感受性個体でMEPによって活性化された酵素バンドのうち、 E_{12} と同じRf値をもつ非感受性個体の E'_9 は明らかにMEPによって阻害されているがその他の共通の酵素バンドはなんら影響を受けていない。次にin vitroにおけるMEPのパーオキシダーゼ阻害を両個体の生葉10gから抽出した酵素液にMEP濃度が $1.1 \times 10^{-1} \sim 3.6 \times 10^{-3} \text{M}$ になれるように加え、37℃で30分間インキュベートした後、さきと同様、等電点電気泳動法によってパーオキシダーゼのザイモグラムを比較した。パーオキシダーゼは両個体とも37℃、30分間のインキュベートによってなんら影響されない。その結果は図-15に示した通りである。MEP $1.1 \times 10^{-1} \sim 3.6 \times 10^{-3} \text{M}$ の範囲内では感受性個体のパーオキシダーゼはまったく阻害されないが、非感受性個体のパーオキシダーゼでは酵素バンド $E'_{11} \sim E'_{16}$ が $3.6 \times 10^{-3} \text{M}$ 以上のMEPによって阻害が生ずることが判った。したがって、in vivoおよびin vitroの実験結果を総じて考えあわせると次のような結論となる。MEPによるヒノキの異常落葉現象は感受性個体ではエチレン生合成過程に関与する酸化酵素のパーオキシダーゼがMEPによって活性化され、多量の内生エチレンが放出され、結果として、顕著な落葉が誘起されと考えられる。

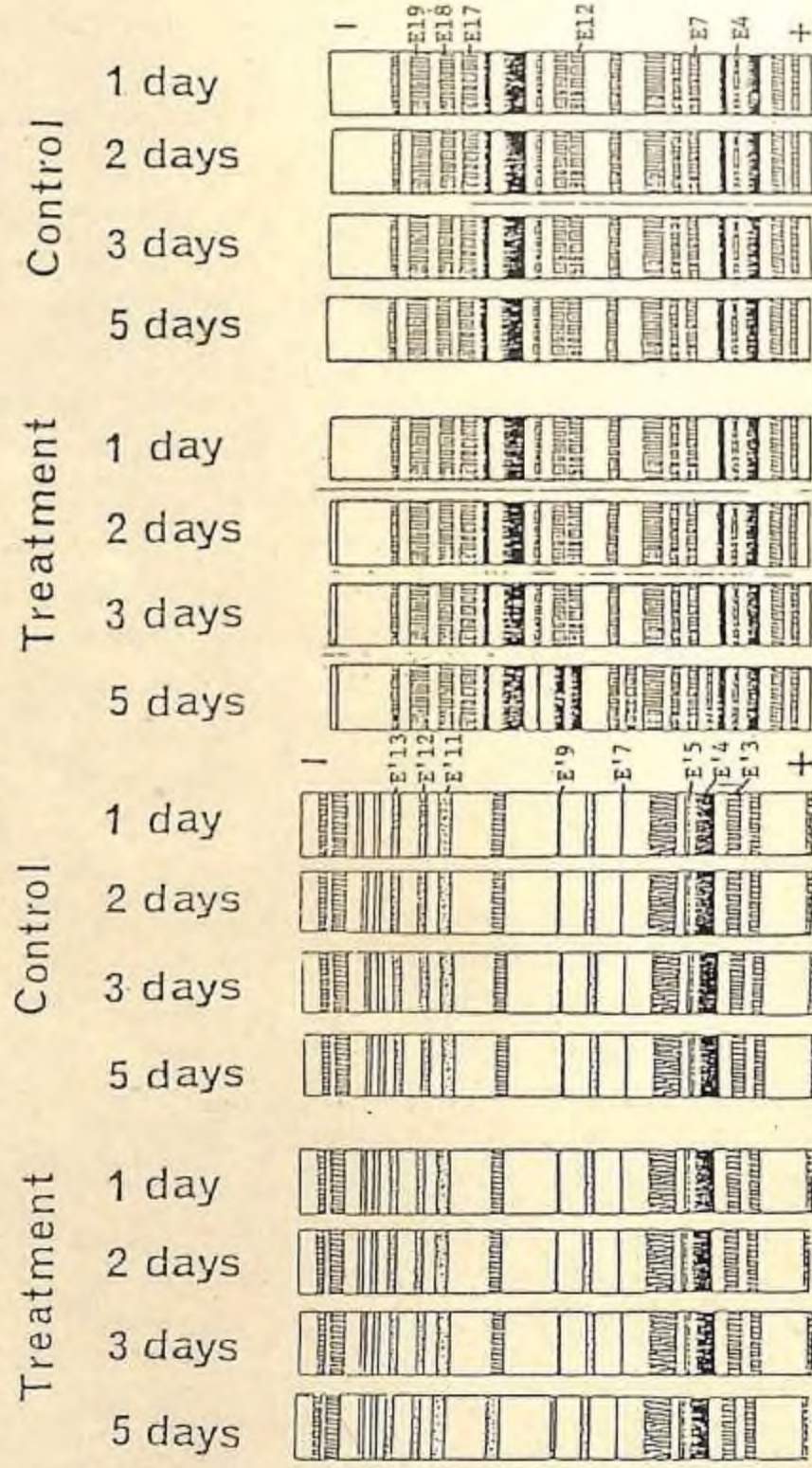


図-14 MEPで処理した感受性および非感受性個体の *in vivo* における
パーオキシダーゼのサイモグラム

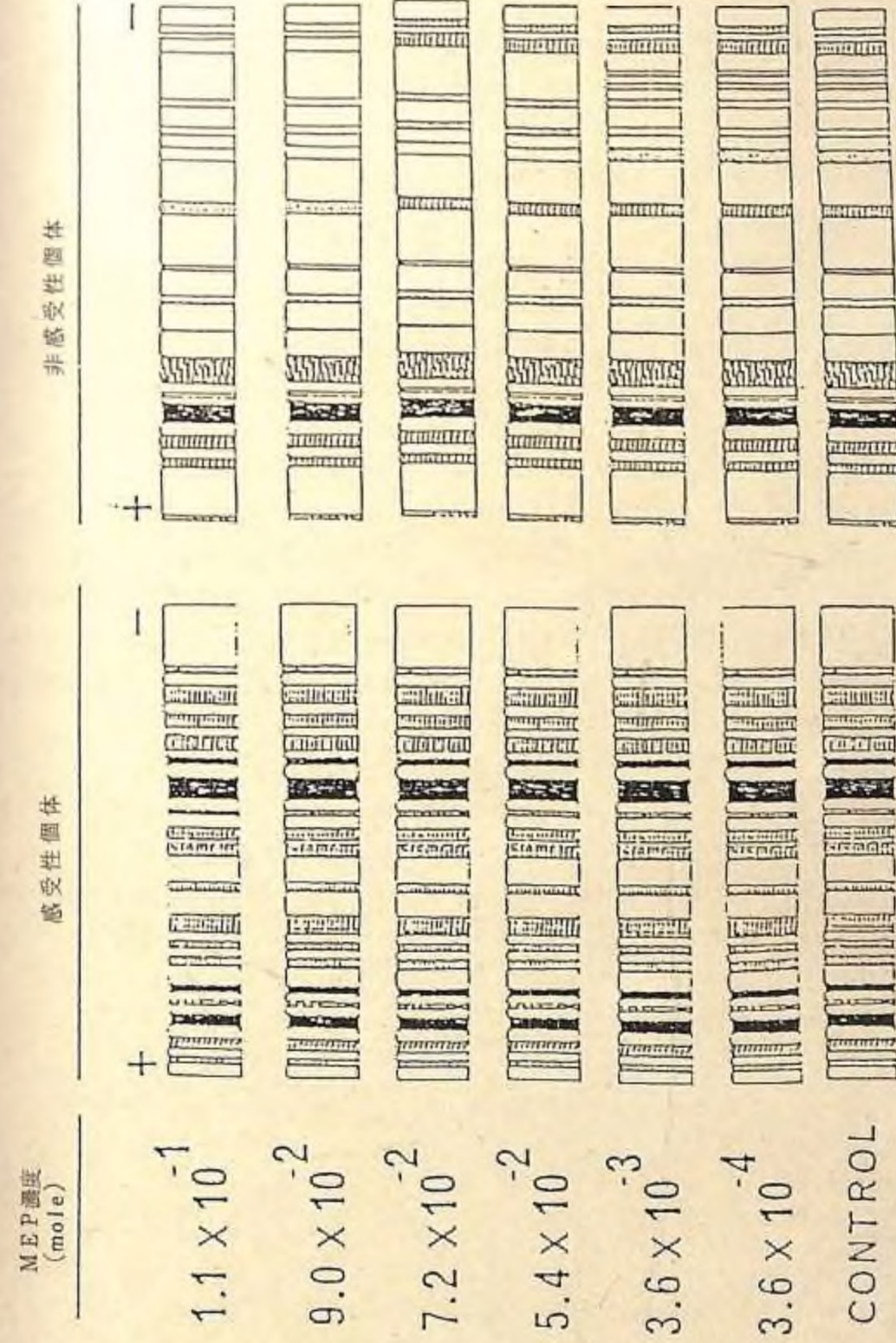


図-15 MEPによる感受性および非感受性個体の *in vitro* における
パーオキシダーゼの阻害

10) MEP 以外の有機燐化合物による内生エチレンの発生と落葉現象

MEP によって約 10% のヒノキ個体が多量の内生エチレンの放出をともなった落葉が生ずることはこれまで述べて来た通りであるが、MEP はその化学構造中 $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PS}$ をもつ有機燐剤であり、これと同じような骨格をもつ有機燐化合物は多い。この他には $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PO}$ 型や脱メチルおよび脱エチル型の有機燐化合物も数多く存在する。そこでこれらの有機燐化合物について内生エチレンの発生と落葉の有無を検討する前に、先ず、市販の dimethylchlorothiophosphate (MEP の合成時に用いられる) や dimethylphosphate さらに前述した MEP のヒノキ葉中の主な代謝産物である P-nitrocresol について内生エチレンの発生と落葉について検討した。その結果はさきに示した表-8 の通りである。感受性個体では dimethylchlorothiophosphate および dimethylphosphate によって MEP と全く同様な現象がみられ、多量の内生エチレンの発生と顕著な落葉が観察された。しかしながら、これまで MEP の十字科植物やリンゴに対する葉害の主原因とされている P-nitrocresol では全く落葉はみとめられなかった。このことはむしろ生物体にはほとんど無害とされている dimethylchlorothiophosphate や dimethylphosphate の作用性についてさらに検討を加える必要性のみならず MEP 以外の有機燐化合物によっても異常落葉現象が生ずる可能性を示唆するものである。表-10 はいろいろなタイプの有機燐化合物による内生エチレンの発生量と落葉の有無を調べたものである。

表-10 からすでに明らかなように $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PS}$ や $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PO}$ 型の有機燐化合物では MEP と全く同じような異常落葉現象がみられ、これら以外の有機燐化合物では同現象は認められないことが判った。しかしながら内生エチレンの発生量では $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PS}$ や $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PO}$ 型の化合物では全体的に多いが、これら以外の化合物でもかなり多いものもあり、必ずしも内生エチレンの発生量と落葉現象が比例的関係にあるとは一概には言えない。しかしこれらの結果から少なくともヒノキの異常落葉現象は MEP 特有のものではないことは明白である。

表-10 有機燐化合物による落葉と内生エチレン量

有機燐化合物	落 葉 (5 日目)		内生エチレン量 ($\mu\text{l/g/5日}$)	
	感受性個体	非感受性個体	感受性個体	非感受性個体
$(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PS}$, $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PO}$ 型				
MEP	+	-	0.47	0.12
malathion	+	-	0.27	0.06
dimethoate	+	-	0.30	0.03
trichlorfon	+	-	0.44	0.24
fenthion	-	-	0.23	0.11
hailed	+	-	0.83	0.12
phenthoate	+	-	0.29	0.21
cyanofos	+	-	0.51	0.12
thinmeton	+	-	0.26	0.12
methidathion	+	-	0.30	0.11
ESP	+	-	0.17	0.12
dichlorvos	+	-	0.24	0.44
methylparathion	+	-	0.33	
vamidofhion	+	-	0.42	
pirimifos methyl	+	-	0.33	
oxidemeton methyl	+	-	0.47	
Monomethyl 型				
Salithion	-	-	0.18	0.09
Leptophos	-	-	0.11	0.08
Mono, diethyl 型				
isoxathion	-	-	0.17	0.15
diazinon	-	-	0.26	0.06
piridafenthion	-	-	0.12	0.06
chlorpiriphos	-	-	0.15	0.09
EPN	-	-	0.20	0.14
disulfoton	-	-	0.26	0.12
parathion	-	-	0.18	
cyanofenfos	-	-	0.29	
chlorfenvinfos	-	-	0.14	
None	-	-	0.06	0.09

+ 落葉, - 落葉せず。

11) 異常落葉の回避

(1) コロジオンの葉面処理

感受性個体の葉に5%コロジオン溶液を前処理した後、0.5%MEP乳剤を葉面散布し、落葉の有無を検討した結果を表-11に示した。

表-11 コロジオン処理による落葉抑制効果

コロジオン5%処理部位	落 葉	
	4 日	7 日
葉 表 面	+	+
葉 裏 面	-	+
葉 全 体	-	-

+ 落葉, - 落葉せず。

葉の表面にコロジオン処理をした場合には落葉するが、裏面に処理した場合には落葉時期がわずかに遅延される。さらに全葉にコロジオンを処理した場合にはMEP処理7日後でも落葉現象は発現しなかった。これは葉の全面にコロジオン被膜が形成され、MEPの葉内への取り込みがすみやかに進行しないためであろうと考えられるが明らかではない。

(2) Actinomycin D 処理

エチレンはインゲンマメ (*P. vulgaris* L.) において、落葉前にRNAや蛋白質合成を刺激するが、この作用がActinomycin Dによって阻止されることが知られている (Abeles and Holm, 1966)。

そこで感受性個体を1, 2 ppmのActinomycin D水溶液に葉全体を数秒間浸漬した後、半日後および3日後に1%のMEP乳剤を葉面処理し15日間落葉量を調査した。その結果は表-12に示した。全調査期間を通じて落葉率をみた場合、MEP処理区では

表-12 Actinomycin D による落葉抑制効果

濃 度	MEP処理	平 均 落 葉 率 (%)		
		5 日	10 日	15 日
1 ppm	0.5 日後	15.5	36.8	12.0
	3 日後	28.4	15.1	20.7
2 ppm	0.5 日後	15.1	32.8	14.8
	3 日後	27.2	19.4	22.0
0 ppm	0.5 日後	52.1	20.5	16.8

約90%の落葉率を示すがActinomycin D処理区では濃度のいかにかわらず約70%以下に落葉率をおさえている。したがってActinomycin Dはある程度、MEPの落葉現象を抑制することが判った。

(3) シクロヘキシミド処理

エチレン生合成を阻害するシクロヘキシミド処理による落葉抑制効果は表-13に示した通りである。MEPによる落葉作用は10ppm以上のシクロヘキシミドによって抑制されるが、著しい葉害を併発する。

表-13 シクロヘキシミドによる落葉抑制効果

感 受 性	M E P 処理濃度	シ ク ロ ヘ キ シ ミ ド (ppm)				
		1000	100	10	1	0
感 受 性 個 体	(ppm) 50	-*	-*	-*	+	+
	5	-*	-*	-*	+	+
	0	-*	-*	-*	-*	-
非感受性個体	50	-*	-*	-*	-*	-
	0	-*	-*	-*	-*	-

+ 落葉, - 落葉せず, * 葉害。

(4) サリチオン処理

サリゲニン環状磷酸エステル類の殺虫剤であるサリチオンをMEPと混合することによってMEPによる異常落葉を抑制することが図-16の結果より明らかとなった。このサリチオンの落葉抑制作用はMEPとサリチオンの混合比が1:2.4, 1:3, 1:5.6および1:5.9の場合に観察されるか、完全に落葉を阻止するまでにはいかない。また、サリチオンでは異常落葉は誘起されない。

以上、これらの結果から、Actinomycin DやサリチオンはMEPの落葉作用をある程度抑制し落葉時期を遅延させるが完全な落葉阻止効果はなく、実用的には未だ多くの問題があろう。しかしながら、異常落葉現象の作用機構がある程度解明された現段階ではこの解明が実用的な落葉防止技術の開発に有益なヒントとなると考える。

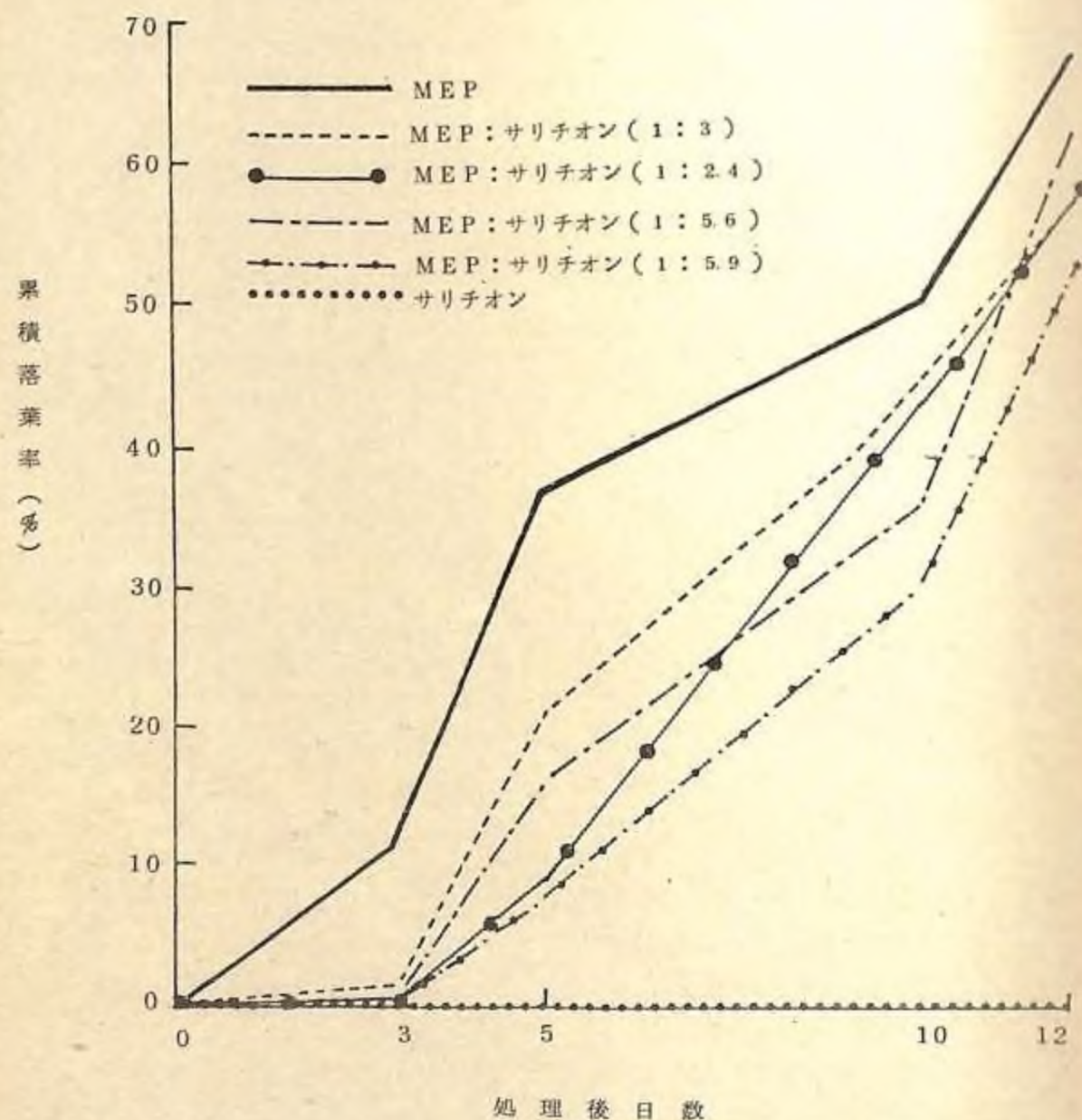


図-16 サリチオン処理による落葉抑制効果

参考文献

- 1) 細田隆治: ヒノキ科を主とした針葉樹のMEP剤による異常落葉現象に関する検討, 日林関西支講, 28, 247~250, (1977)
- 2) 細田隆治: スミチオンによるヒノキの異常落葉現象に関する研究, 林試研報, 印刷中
- 3) 大久保良治・細田隆治: MEPによるヒノキの落葉枯死, 日林論, 88, 303~304, (1977)
- 4) 大久保良治・田畑勝洋: MEP剤によるヒノキの落葉現象, 日林論要旨, 90, 114, 1979
- 5) 大久保良治: スミチオンによるヒノキの葉害, 林業と薬剤, 71, 9~12, (1980)
- 6) 田畑勝洋: フェニトロチオン(スミチオン)のヒノキに対する葉害, 研究ジャーナル, 4(9), 41~45, (1981)
- 7) Tabata, K: Aerial Application of Fenitrothion (Sumithion^R) on Pine groves, proceedings of XVII IUFRO World Congress, 591~592, (1981)
- 8) 田畑勝洋・大久保良治: ヒノキのFenitrothion (Sumithion^R) による異常落葉現象のメカニズム (I) 各種有機燐剤で処理したヒノキの落葉と内生エチレンの発生, 日林誌, 62, 249~253, (1980)
- 9) 田畑勝洋・大久保良治: ヒノキのFenitrothion (Sumithion^R) による異常落葉現象のメカニズム (II) ¹⁴C-Fenitrothion [O, O-dimethyl-o-(3-methyl-4-nitrophenyl) phosphorothioate] のヒノキ葉における代謝, 日林誌, 62, 350~353, (1980)
- 10) Tabata, K. and Okubo, R: The abnormal leaf abscission and its mechanism of Hinoki, Chamaecyparis obtusa S. et Z., caused by fenitrothion proceedings of XVII IUFRO World Congress, 603, (1981)

林業薬剤の環境に及ぼす影響と 合理的使用法

(2) 散 布 跡 地

林業薬剤の環境に及ぼす影響と合理的使用法

— 散布跡地 —

I 試験担当者

保護部昆虫科	小林 富士雄
保護部昆虫第一研究室	山崎 三郎
	竹谷 昭彦
	池田 俊弥
鳥獣第二研究室	土方 康次
	高野 肇
林業薬剤第二研究室	大久保 良治
土壌部土壌微生物研究室	山家 義人
	新島 溪子
関西支場保護部	山田 房男
昆虫研究室	小林 一三
	細田 隆治

(実施期間 昭和52年～56年)

II 試験目的

マツノザイセンチュウによる松の枯損を防止するため、媒介昆虫マツノマダラカミキリを対象とする殺虫剤の空中散布が行われている。これが散布地域内に生息する昆虫類、野生鳥類、土壌生物に及ぼす影響と、散布薬剤の河川水、土壌中での残留量を明らかにすることを目的とする。

III 試験の経過の概要

試験地は、NAC空中散布地として水戸宮林署水戸国有林(茨城県東茨城郡桂村)を、MEP空中散布地として岡崎宮林署豊橋国有林(愛知県豊橋市)を選定した。

水戸試験地では、散布区である28林班において、野生鳥類、昆虫類、土壌生物、薬剤残留の調査を毎年行い、さらに土壌生物についてのみ32林班に对照区を設置し毎年調査を行った。最初の52～53年にはセビモール(NAC水和剤40%)5ℓ/ha(第1回)、5ℓ(第2回)の散布であったが、55年より8ℓ(第1回)、7ℓ(第2回)散布に切り替った。对照

区の近接地である33林班に54年から散布が開始され、さらに55・56年には対照区自体にも薬剤が散布されたため、54年以降は対照区として扱えなくなった。

岡崎試験地では、散布区を248林班の小班に、対照区を228林班の小班に設定し、昆虫類調査は連年実施し、土壌生物調査は散布区のみ連年、対照区は52、53、56年のみ実施した。ここでは試験地設定より古く、50、51年ともスミチオン50%乳剤20倍液60ℓ/ha2回散布が行われており、52年には同じく25倍液60ℓ/ha2回散布が行われ、それ以降は散布を中止した。

IV 試験地の概要

水戸試験地

散布区：海拔150 m。鳥類センサス地は種々の斜面を含むが、昆虫類、土壌生物調査地はほぼ南緩斜面である。土壌はB_D(d)型で、礫を含まず軟らかい。アカマツ26～100年(平均53年)生林で、スギ5%、ヒノキ5%、広葉樹10%が混交している。広葉樹で多いのは、ヒサカキ、シラカシ、アオキ、ヌルデ、ウツギ類である。

無散布区：散布区よりやや急斜面で、土壌はB_D(d)で角礫を含む。植生は散布区とはほぼ同様。

岡崎試験地

散布区：海拔140 m。傾斜度中の北北西斜面の古生代堆積岩の地質で、土壌型はY B D(d)。約60年生のクロマツ林で、下木はヤブニッケイ、ヤブツバキ、ハナノキ、ヒイラギが多い。

無散布区：海拔160 m。傾斜度中の北北東斜面。地質は散布区と同じで、土壌型はY B C。約55年生クロマツ林にアカマツが混交し、下木はヒサカキ、ネジキ、リョウブ、モチツツジが多い。

V 試験の方法と得られた成果

水戸試験地

1. 野生鳥類

(1) 調査方法

調査はマツピング法を用い、林内に長さ3 kmの鳥類視測用のコースを設け、一定時間内(約2時間)に歩行しながら、コースの両側で、鳥類のさえずり(Song)、地鳴(Call)、個体観察(Visual)などで種類を判別し、発見した位置を所定の地図上に記録した。調査日は薬剤の散布日を中心にその前後、7日目、15日目、30日目、60日目とし、早

朝と夕方の2回、2名で行い、その間隔は5分として実施した。また1978年からは架設してある巣箱50ヶの利用状況も調査した。

(2) 結果と考察

a) 鳥類相

1977年から1981年の間、NAC剤の空中散布が行われているマツ林で、延74回の鳥類センサスを実施し、記録出来た種類は、表-1のとおり総数26科・52種類で

表-1 水戸試験地の鳥類相

(1977～1981)

種名	調査月	2	6	7	8	9	備考
1 カイツブリ			○	○			夜間に確認
2 コサザギ			○	○	○		
3 カルガモ			○	○	○		
4 トビ	○		○	○	○		
5 ノスチ			○	○	○		
6 サシユ			○	○	○		
7 コジマ	○		○	○	○		
8 ヤマドリ	○		○	○	○		
9 ホトトギス			○	○	○		
10 アトバズ			○	○	○		
11 ヨタ			○	○	○		
12 カワセ			○	○	○		
13 アオ	○		○	○	○		
14 コヒ	○		○	○	○		
15 ツバメ			○	○	○		
16 キセキレイ			○	○	○		
17 ビンズイ	○		○	○	○		
18 サシユ			○	○	○		
19 ヒヨドリ	○		○	○	○	○	
20 モルビ			○	○	○	○	
21 ルリビ	○						
22 ジョウビ	○						
23 トウ	○		○	○			
24 アカハ	○						
25 シロ	○						
26 ツグミ	○						
27 キビ	○		○				
28 オオ			○				
29 ヤブ	○		○		○		
30 セン			○				
31 サシ	○		○				
32 エ	○		○		○	○	
33 メ	○		○		○	○	
34 ホ	○		○		○	○	
35 カ	○		○		○	○	
36 ア	○		○		○	○	
37 カ	○		○		○	○	
38 マ	○		○		○	○	
39 ベ	○		○		○	○	
40 ジ	○		○		○	○	
41 イ	○		○		○	○	
42 ウ	○		○		○	○	
43 ム	○		○		○	○	
44 カ	○		○		○	○	
45 オ	○		○		○	○	
46 ハ	○		○		○	○	
47 キ	○		○		○	○	

総数 26 科・52 種

-479-

あった。このうち6日から9日の間に記録出来た種類は延40種となり、年度によって増減がみられた。各年度による種類数の多少は、調査地の周辺に生息場をもつツバメ、セキレイ、オオルリ、ムクドリ、トビ、ハシボソカラス、ヒバリなどの種類が含まれているため、これらを除くと森林棲の種類でしめられ、種類構成はヒヨドリ、ホオジロ、ウグイス、カワラヒワ、メジロ、コゲラ、シジュウカラ、キジバトなどの留鳥のほか、数種の夏鳥、漂鳥（ホトトギス、キビタキ、サンコウチョウ、サシバ、サンショウクイ、イカル）で構成され山地帯に似た鳥相を示した。そのほか2月にも調査を行い、冬鳥12種類を記録した。

b) 出現個体数と種類数の変動

6月から9月の間に出現した個体数の相対密度を年度ごとにみると図-1のとおりである。これによると各年度ともヒヨドリのしめる割合が高く、全体の28%をしめ、ついでウグイス、メジロ、ホオジロ、シジュウカラ、キジバト、コゲラの順に多く、年度によって増減がみられた。さらにマツ林の代表種について1時間当たりの出現頻度を示すと図-2のとおりである。全体からみて出現順位に多少の変動がみられたものの比較的安定した鳥相を示した。さらに薬剤の散布日を中心にその前後の関係を示すと図-3のとおりである。

個体数は第2回目散布前に減る傾向にあったが、季節的な面からみると、7月上旬中旬頃をピークとして、それ以降は少なくなった。この頃は幼鳥の出現と繁殖の終わった個体の移動、分散する時期にあたっている。ただ54年の8月上旬は若干個体数が増加しているが、これはヒヨドリの幼鳥、メジロ、カワラヒワなどの観察例が多かったためである。そのほか40羽前後のエナガの群を観察した。

c) 架設巣箱の利用状況

53年から56年の間、架設巣箱（50ヶ）を利用した種類はシジュウカラで、産卵箱数13（6卵～8卵）、フ化箱数7（6羽～8羽）、巣立箱数6（6羽～8羽）であった。なお産卵から巣立にいたるまでの減少の原因は、ほとんどが人にもちさられたものであった。

以上薬剤散布地のマツ林で、鳥類センサスを中心に薬剤散布の影響調査を行ったが、鳥類の個体数や出現順位に変動がみられたものの、鳥類相は豊富で、個体数も多く、比較的安定した鳥相を示した。ただし図-3にみられるように第2回目散布前に減少する傾向がみられた。これは梅雨期の悪天候にあたり、記録効率の低い条件下で調査したことが原因していると思われる。またわずかではあるが、年々減少した種類もみられているが、これは今までうっ閉状態にあった林分が、開放的林相に変化したので、環境の変化が

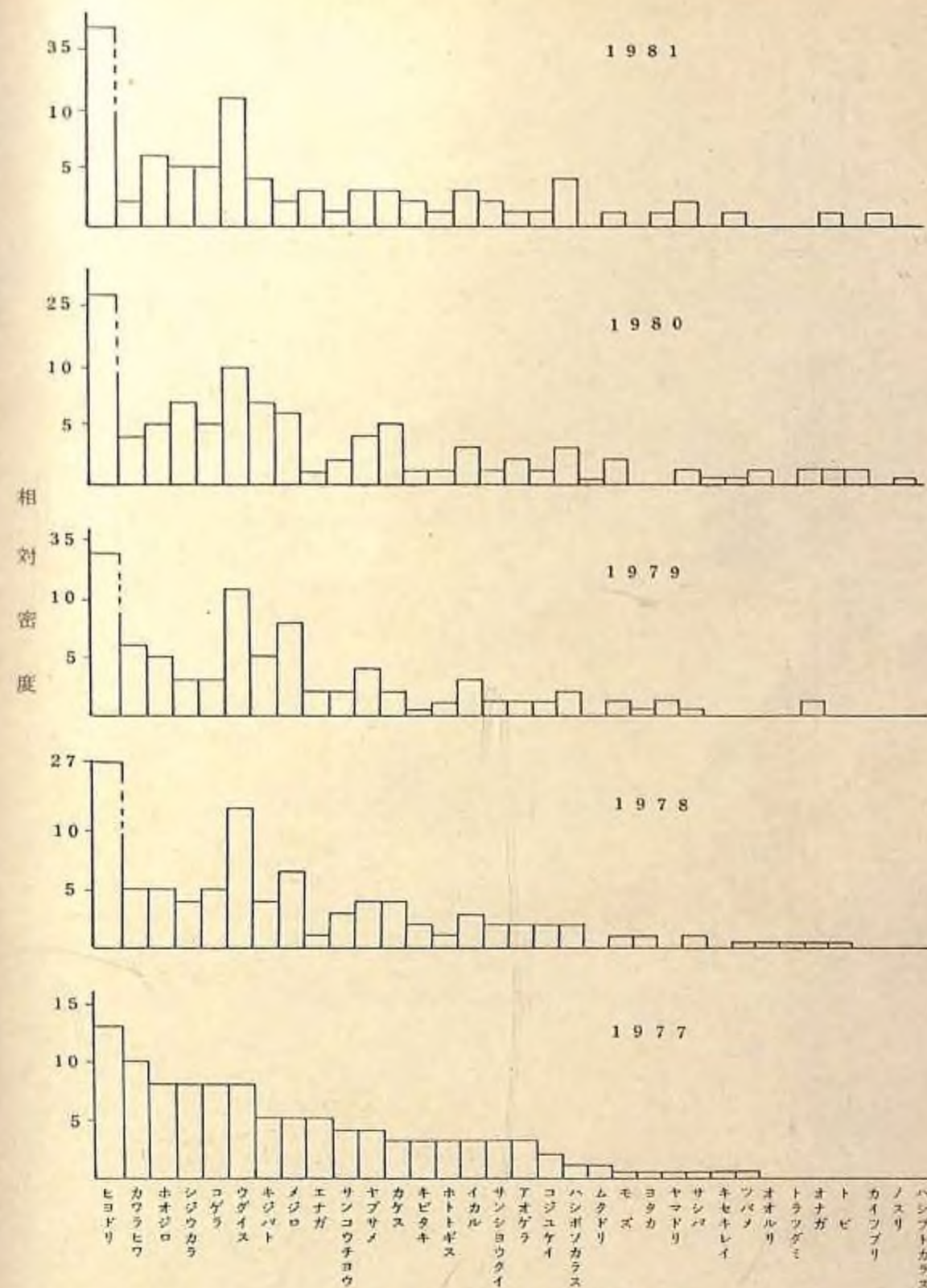


図-1 出現鳥類の相対密度（水戸）

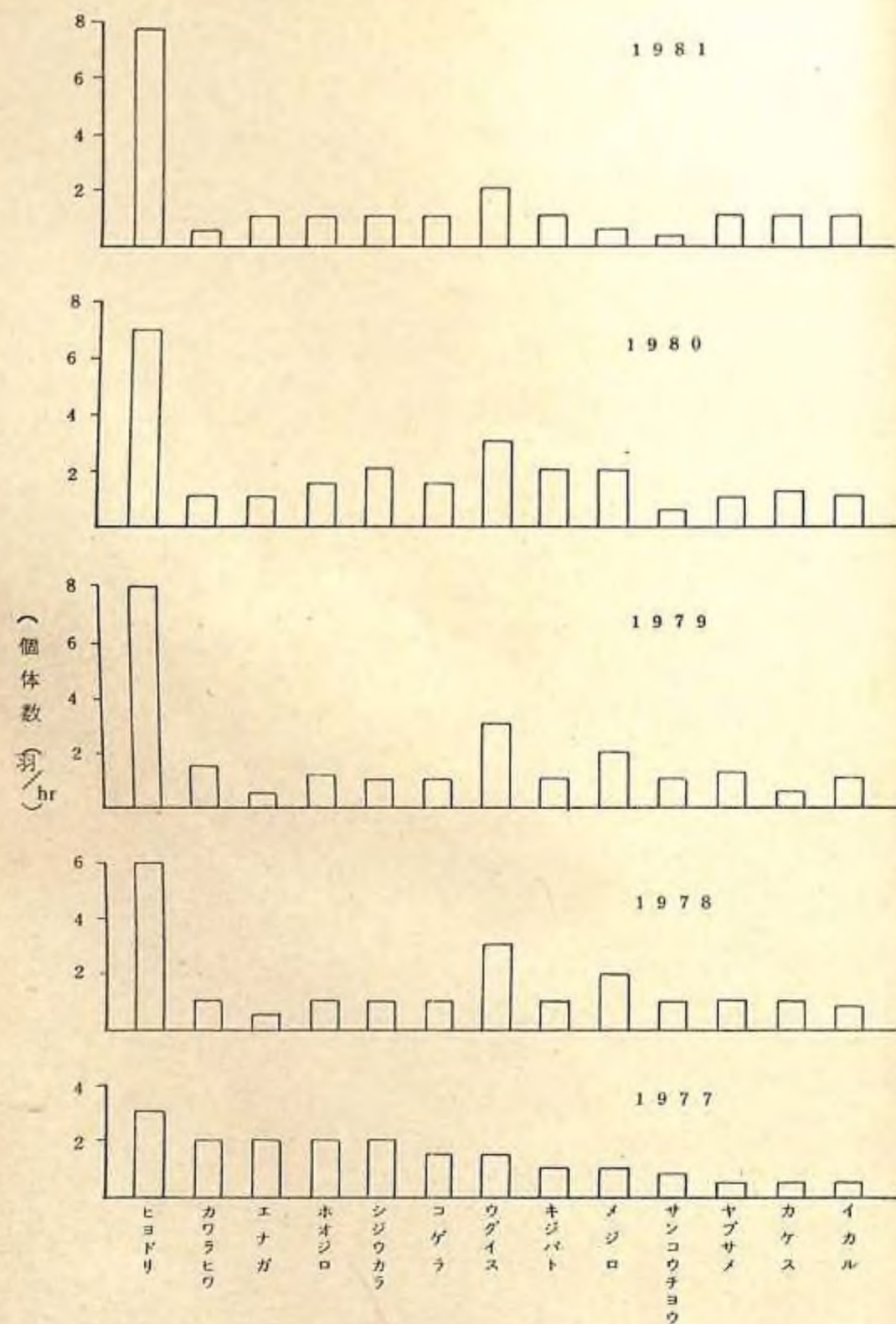


図-2 野鳥の1時間当り出現頻度(水戸)

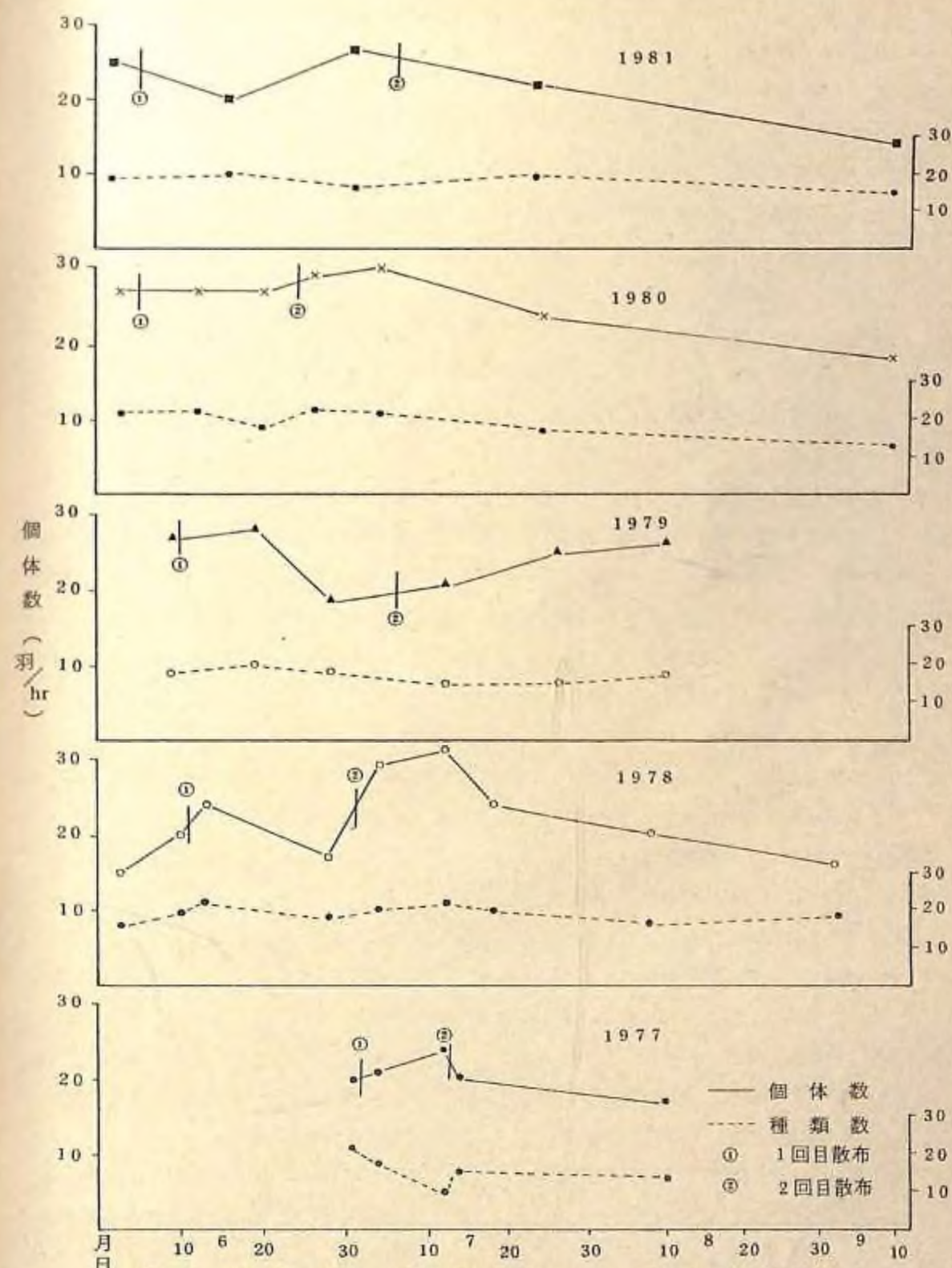


図-3 薬剤散布前後における野鳥の出現個体数と種類数の変動(水戸)

影響したとも考えられる。なお薬剤散布による直接的影響を受けたと思われる衰弱個体、斃死体などは発見されなかった。

2. 昆虫類

(1) 調査方法

- 落下昆虫調査(受布法 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 枠 $1\text{ 基} \times 10\text{ 区}$) 52~56年
- へい死昆虫ひろいとり調査($150\text{ m} \times 2\text{ ヶ所}$) 52年
- 低木層生息昆虫調査(叩き落し法 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 枠, 1立木(ヒサカキ)10回叩き $\times 10\text{ 区}$) 52~56年
- 林床植生生息昆虫調査(すくい網法, 38 cm 口径網 150 cm 柄, 10往復振り $\times 10\text{ 区}$) 52~56年
- 地上徘徊性昆虫調査(えさ誘引法, ローテル(フマキラーKK) $1\text{ 基} \times 10\text{ 区}$) 52~56年
- 越冬昆虫調査(樹幹カートン巻法, 巾 25 cm 1巻 $\times 30\text{ 本}$) 52~56年

上記項目をa)~e)について、原則として散布前、散布1日後、1週間後、2回目散布前、散布1日後、1週間後、1か月後、秋期に調査。55~56年については散布日と関係なく5月末~8月にかけて、ほぼ月1回の計4回調査した。e)では調査後捕かく虫を林内に放虫、他の調査項目の資料は全て持ち帰ってより分け、原則として科(Family)まで、クモ、アリ類など一部グループは種まで同定検索した。

とりまとめは種数・個体数について行い、群集構造の変化を多様度指数を用い検討した。

(2) 結果と考察

試験地内では平地林よりもやや山地性の昆虫類が多くみられたものの、他のマツ林同様昆虫相は概して単純であった。これにくらべ、広葉樹がよく残っている山頂の神社附近と沢ぞいでは昆虫相が豊富であった。

マツ樹冠部からはマツカレハ、マツアカマダラメイガ、ヤニサシガメ、アブラムシ類、アリ類など、低木層のヒサカキからはホタルガ、イシノミ、チャタテムシ、ヒメテントウ、アリ、ササラダニ、クモ類など、林床植生からはアシナガバエ、キノコバエ、アリ、クモ類など、地表部からはオサムシ、ゴミムシ類、マダラカマドウマなどが多くみられた。樹幹で越冬するものの内訳は昆虫4:クモ6の割合で、前者にはマツカレハとヤニサシガメ幼虫、後者にはエンマダモ、ハエトリグモ、イズツグモ類が多かった。

薬剤散布の影響として、まず①落下へい死した昆虫類については、52年が最も多く1日 1 m^2 当たり27頭で、53年11、54年2、55年4となり樹冠部を主体とする昆虫相が次第に単純化してきている(図-4)。



図-4 受布上に落下へい死した昆虫動物($1\text{ m}^2 \times 10\text{ 区}$ の総個体数) (水戸)

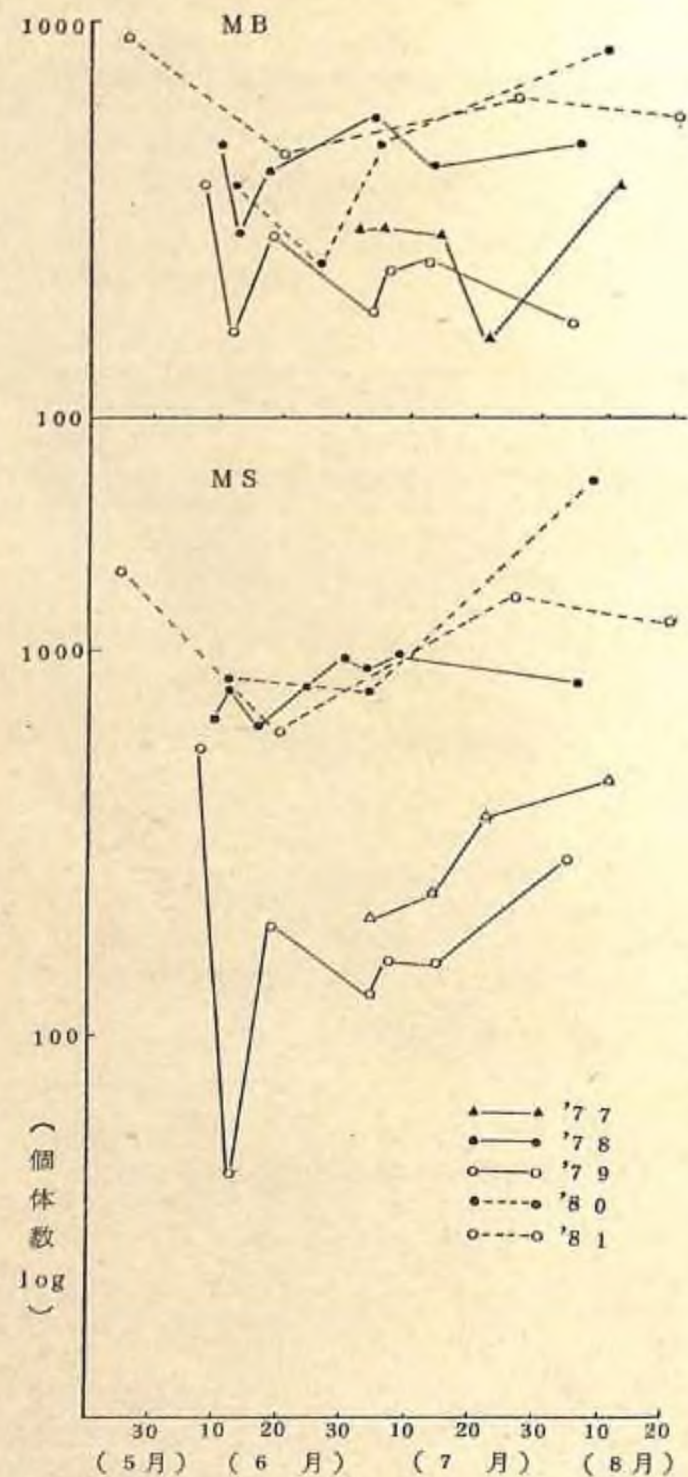


図-5 叩き落し法(MB), すくい網法(MS)により採集した節足動物の個体数の経時, 経年変化

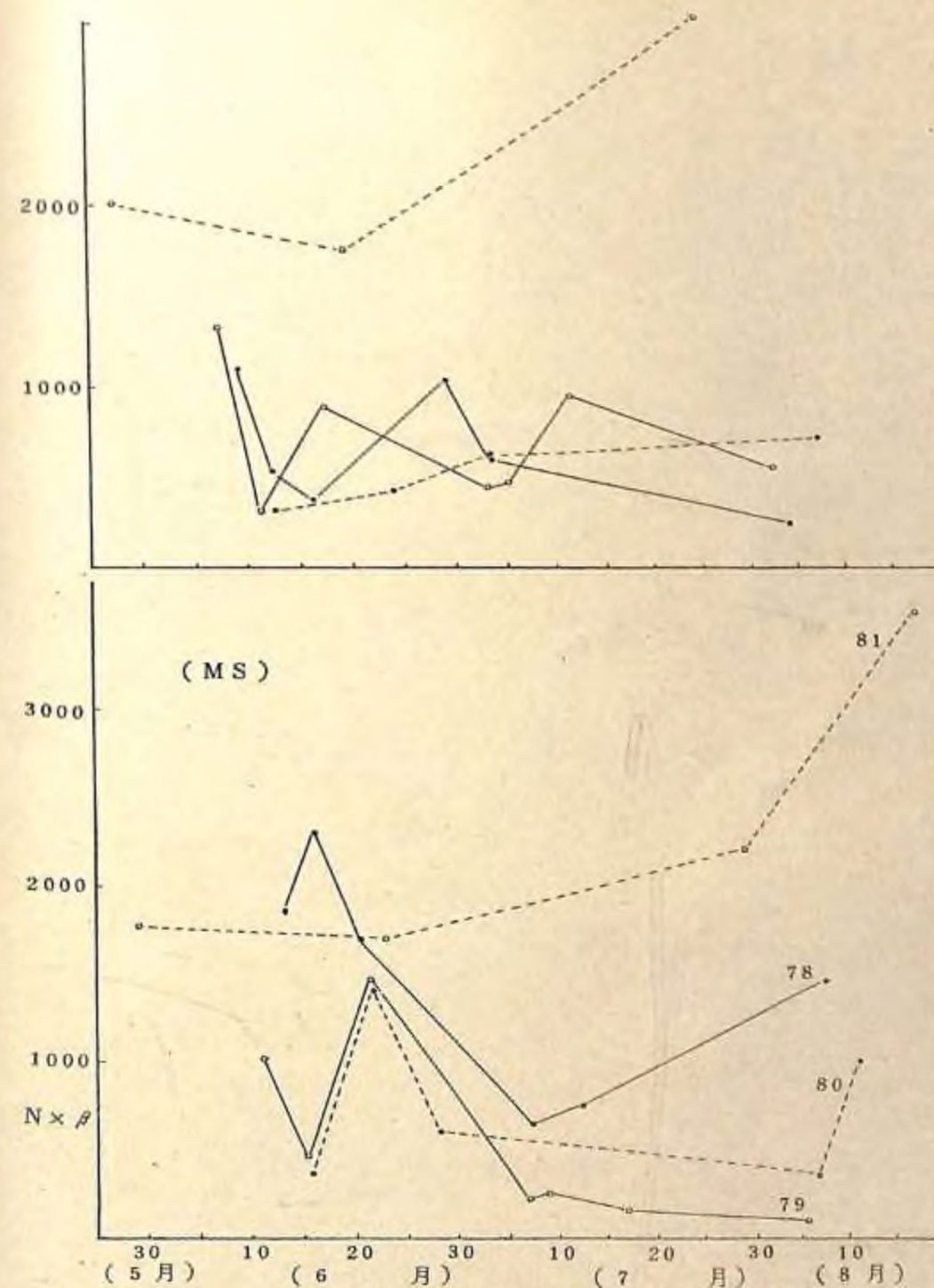


図-6 繁栄指数 $N \cdot \beta$ で表示したクモ類の種類・個体数関係の経時経年変化(水戸)
 $\beta = \frac{N(N-1)}{\sum n_i(n_i-1)}$ (森 F (1967)) (n_i : ある種の総個体数, N : 全種の総個体数)

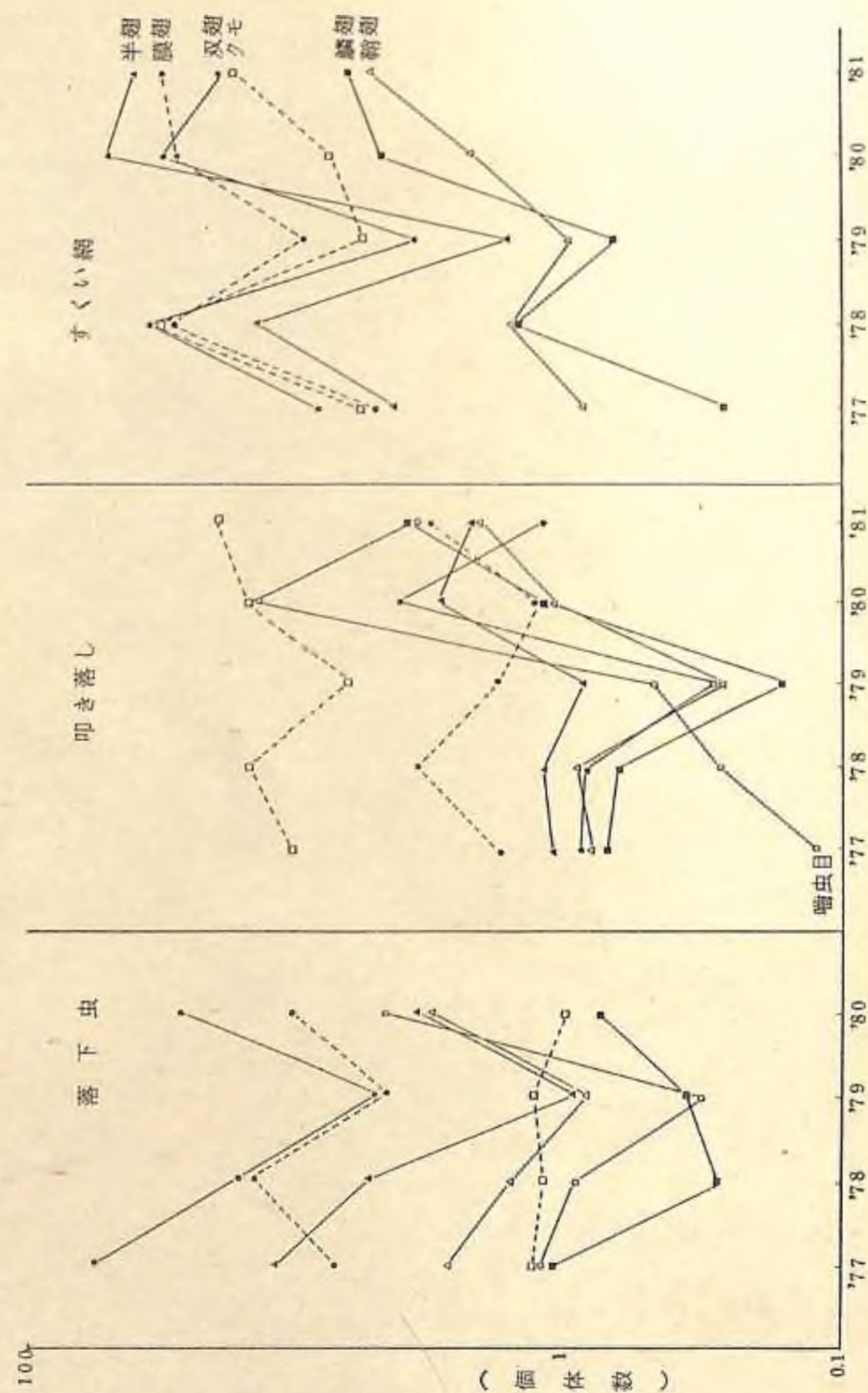


図-7 1調査時1プロットで採集された主要昆虫類(含クモ)個体数の経年変化(水戸)

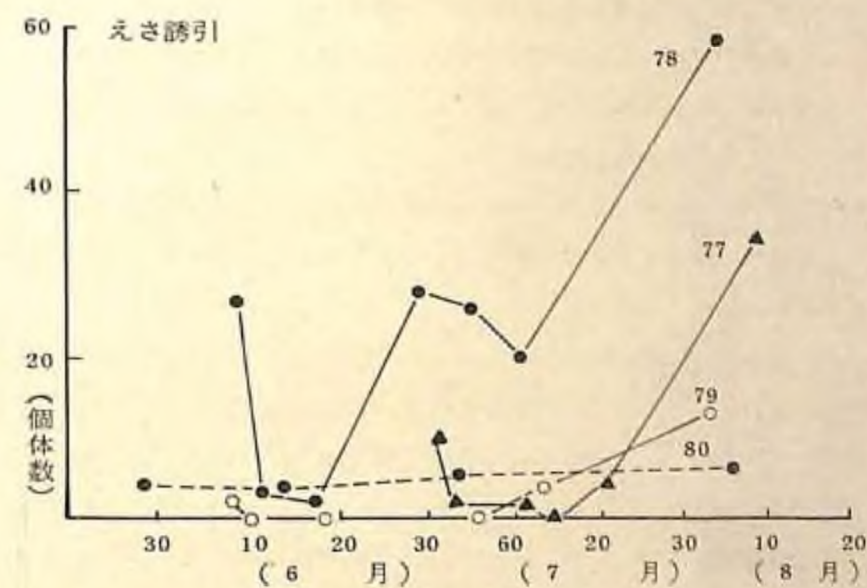


図-8 地上徘徊法昆虫類の個体数変化(水戸)

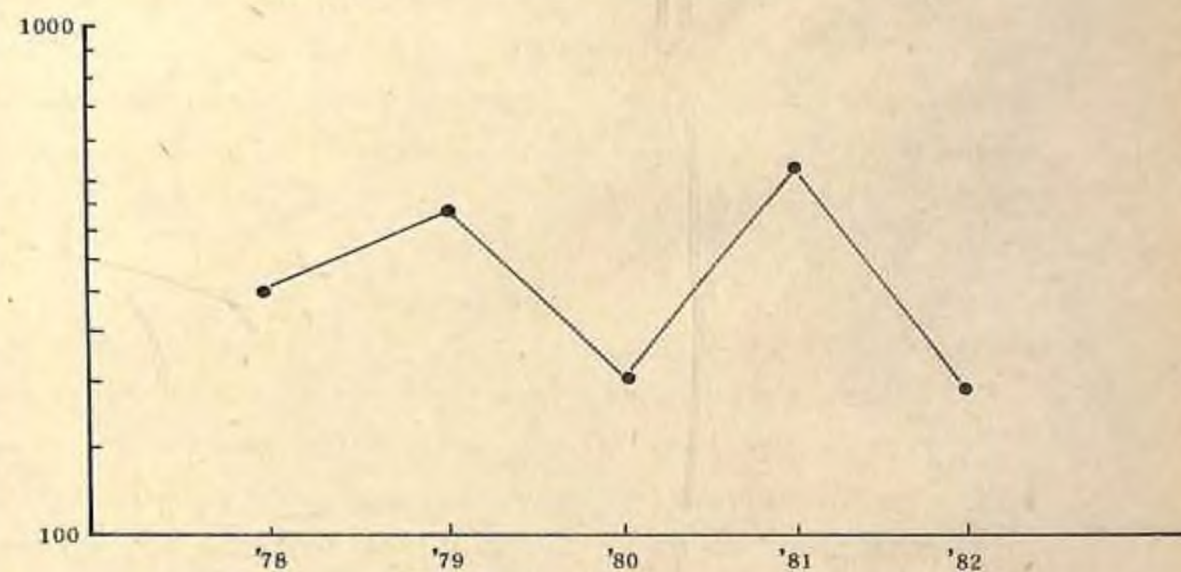


図-9 樹幹カートン巻き内で越冬するクモ類個体数の経年変化(水戸)

路上ひろいとりは好適条件の山道がえられず予備調査だけで終わったが、沢ぞい区では比較的珍しい中～大型の昆虫類を多く採集した。②叩き落し法では、初年度多かったイシノミ、トビムシ類が翌年からほとんどみられなくなったほか大きな変化はなかった。全体の傾向としては、散布後に個体数の減少がみられ、日数の経過につれてその数が増えてくるが、第2回目の散布のため再び減少する。

昆虫類の活動が盛んとなる7月下旬～8月になるとまた増加し、ほぼ第1回散布前の個体数に近くなるいわゆるW字型の変動がみられた。なお連年散布による昆虫相の減少、単純化はみられなかった。

すくい網の場合でもほぼ同様の傾向であった(図-5, 6, 7)。散布前より散布後に個体数が多い場合があったが、その原因には雨などによる捕かく数の減少、個体数の多い種の発生時、場所とぶつかったことによる増加などがあげられるほか、植生の変化なども考えられる。

③地上徘徊性昆虫類に対しては、図-8のように年毎に捕かく数が減少するほか、オサムシ・ゴミムシ類にかわって、カマドウマの比率が増加する傾向がみられる。カマドウマの増加は、これを捕食する昆虫類の減少による相対的な増加と考えられる。

④カートン巻き内昆虫類の種類・個体数の関係では、その増減には隔年ごとの山型がみられたがいずれの年も安定した昆虫相を示していた(図-9)。

以上の結果から、散布による直接的・間接的影響として昆虫相の一時的な単純化が起り、散布後1～2ヶ月間でまた現状に近い昆虫相となるW型の経過を毎年たどっていると考えられるが、なかには薬剤の影響を受けやすいものや発生回数が少ないもの、適応性の小さい種などでは回復がおくれないと考えられる。今後、調査方法の改善のほか、気象条件や林相変化などと昆虫群集との関係をさらに検討する必要がある。

3. 土壌動物

(1) 調査方法

薬剤散布区と対照区から各調査時ごとにそれぞれ5地点を選定し、以下の調査を行った。なお、薬剤の散布は散布区では5年連続で行い、対照区でも昭和55年と56年には薬剤を散布した。小形節足動物(中形土壌動物)の測定について、A₀層は表面積50cm²の円筒をあてて切り取り、鉈質土層は容積100cm³の円筒で0～5cmの深さから採取し、改良型ツルグレン装置にかけ、2昼夜抽出した。大型土壌動物は25×25cm²のわく内のA₀層と深さ0～5cmの鉈質土層に生息する動物をピンセットまたは吸虫管で採集した。

(2) 結果と考察

小形節足動物の個体数を図-10に示す。過半数はダニで、残りの大部分がトビムシであ

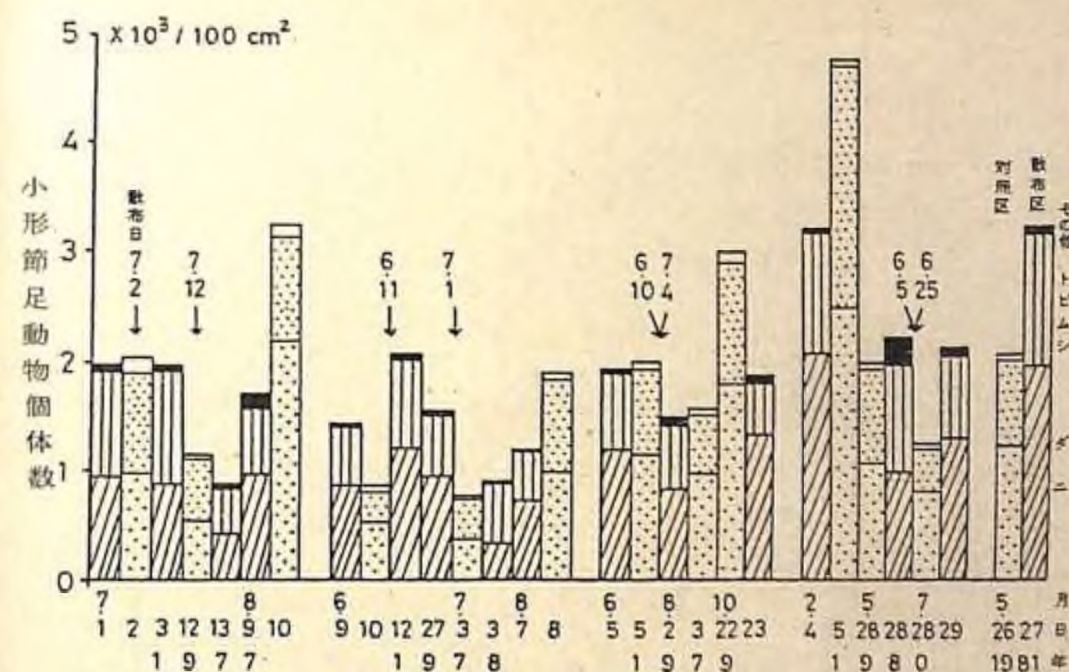


図-10 小形節足動物の個体数(水戸)

り、その割合は薬剤の散布後も変化しなかった。個体数は薬剤散布後の8月から翌年の2月まで対照区では増加したが、散布区ではさほど増加しなかった(昭和52～54年)。また、55年度には対照区にも薬剤を散布したために、その1ヶ月後には個体数が減少した。

大型土壌動物のなかではアリがもっとも多かった(図-11)。アリは散布前から対照区に多く、昭和53、54年の7～8月には特に増加したが、散布区では増加しなかった。対照区にも薬剤を散布した55年7月には対照区のアリも増加しなかった。ヒメフナムシ(図-12 A)は薬剤散布前には両区から多数採集されたが、8月には散布区の個体数が激減し、53年7月3日以降は採集されなかった。ヒメフナムシは対照区でも53、54年には減少しているので、明確に結論づけがたいが、これは53・54年の夏の雨量が少なかったこと、55年以降に増加しなかったのは薬剤の影響が示唆される。環形動物およびクモ(図-12 B, C)は薬剤散布区で多くなる傾向が見られた。ムカデ(図-12 D)に対する影響は明らかでなかった。このように、土壌動物に対して薬剤散布は選択的な影響があるように思われる。

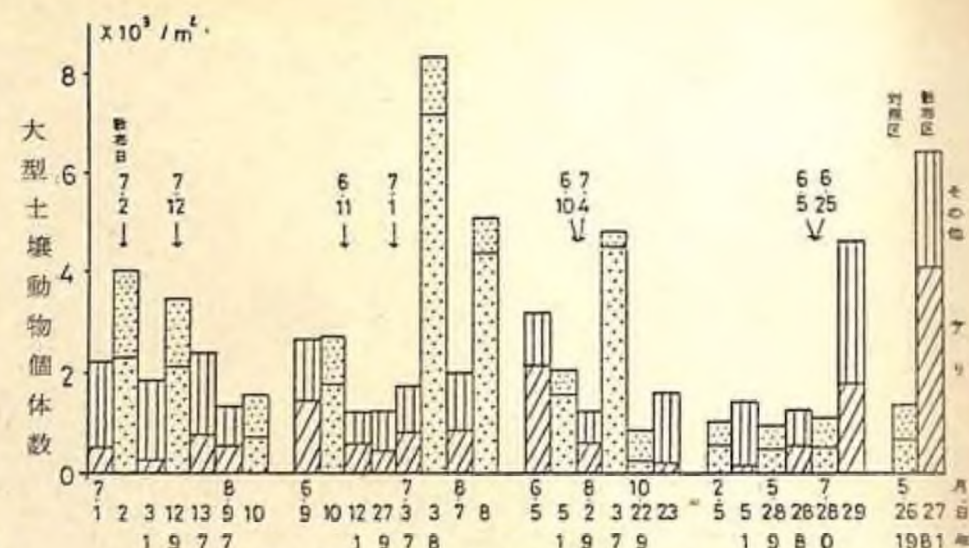


図-11 大形土壌動物の総個体数とアリの個体数(水戸)

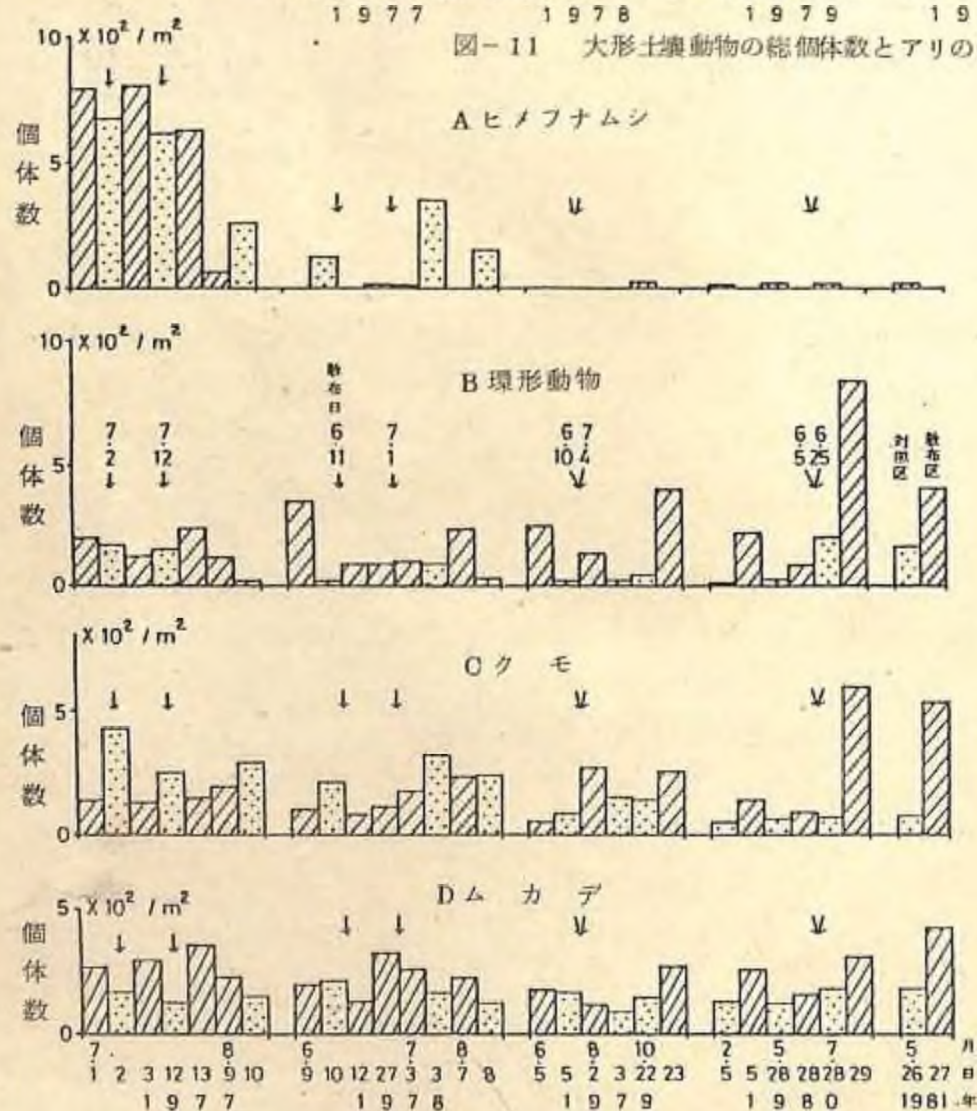


図-12 大形土壌動物の個体数(水戸)

4. 土壌微生物

(1) 調査方法

初年度には土壌断面における土壌微生物の垂直分布と表層土壌の混合試料による水平分布について、糸状菌にはローズベンガル加用ペプトン・グルコース寒天を用い、細菌、放線菌には土壌煎汁寒天を用い、通常の希釈平板法によりコロニー数を測定した。次年度からは表層土壌の混合試料についてのみ年2回、あるいは1回調査した。

堆積腐植の分解状態は、50cm×50cmの方形枠を用いて採取した試料を風乾後篩別法によって分画し、各画分の全量に占める割合によって分解程度を測定した。この測定は、54年秋に附近を台風が通過し、落葉、落枝が異常に増加したため、3か年で打ち切った。

(2) 結果と考察

試験地の土壌断面と試料採取位置の模式図は図-13に、各測定結果は表2～4に示す。薬剤の散布による急激な微生物相の変化は認められなかった。初年度の調査では表層土壌にはほぼ均一な微生物相が見られたのに対し、2年目以降は散布区の糸状菌数が対照区にくらべて少なく、細菌、放線菌数に変動はあったが全般に多くなる傾向が認められた。この試験地の周辺等では、マツ枯損の進行が著しく、55年度からは対照区に対しても薬剤の

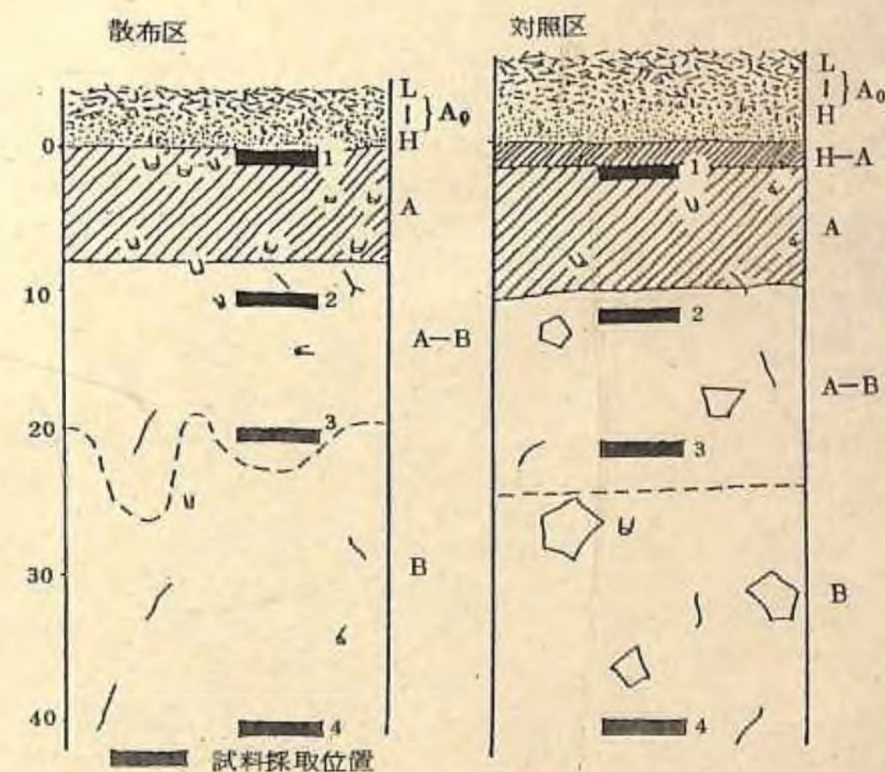


図-13 水戸試験地の土壌断面と試料採取位置模式図

散布が行われたが、微生物相は前年と同様の傾向を示した。これは微生物相に対する薬剤の影響が遅れて表われた初年度から次年度の結果と一致している。

堆積腐植の調査結果は表-4に示すように調査区、調査年による違いは認められなかった。ただし、短期間の調査であり、影響の有無については断言できない。

表-2 深さ別の土壌微生物相調査結果(水戸)

	1回目散布前(7.1)			2回目散布直後(7.12)			散布1ヶ月後(8.9)		
	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁵	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁵	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁵
対照区 I-1	75.8	19.6	11.9	56.5	29.5	1.9	43.3	15.2	1.2
2	51.9	12.2	6.3	18.3	3.3	0.4	24.0	6.2	2.3
3	25.2	11.7	6.1	8.1	1.2	-	12.1	2.7	0.4
4	14.9	2.6	2.1	9.1	-	-	3.0	2.3	0.4
対照区 II-1	120.3	18.8	10.3	52.5	15.1	2.0	79.8	15.9	2.1
2	72.2	18.3	12.3	38.1	3.0	0.9	35.0	5.9	-
3	21.3	13.1	3.8	11.7	2.1	-	21.8	9.1	-
4	8.9	1.0	0.5	-	-	7.5	7.5	3.2	-
散布区 I-1	75.7	32.3	47.5	48.5	18.1	5.7	51.1	10.9	1.6
2	73.1	27.4	47.9	51.1	18.8	3.8	55.4	7.2	1.0
3	37.1	47.3	25.3	7.4	7.4	1.6	16.4	4.5	0.5
4	8.8	7.1	6.1	2.8	1.7	1.6	3.2	3.2	-
散布区 II-1	91.8	30.8	48.4	87.5	19.6	8.3	36.6	15.1	3.8
2	27.6	13.8	24.1	37.9	4.0	7.3	47.9	15.6	3.6
3	8.0	12.8	9.5	16.9	0.6	2.2	20.6	3.2	1.1
4	3.1	3.4	3.1	-	0.6	1.7	-	1.6	0.6

注

F=糸状菌, B=細菌, A=放線菌, 乾土1g当たりコロニー数 I, IIは区番号, 土壌の深さ, 1:0~3cm, 2:10~13cm, 3:20~23cm, 4:40~43cm。

表-3 表層土壌微生物相調査結果(混合試料 年度別)(水戸)

	53年6月9日			54年6月5日			55年5月28日			56年5月26日		
	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁵	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁵	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁵	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁵
対照区 I-1	54.8	3.0	1.9	183.2	3.2	1.0	144.2	4.5	3.4	206.2	8.1	1.4
2	68.7	13.3	3.1	77.5	2.7	1.5	193.2	5.6	1.1	197.3	3.7	1.3
散布区 I-1	60.3	9.3	2.8	158.7	3.3	5.3	169.6	8.2	0.5	154.5	2.2	1.4
2	92.5	7.3	4.1	106.3	1.3	1.5	170.8	5.9	3.8	187.5	3.5	2.7
対照区 II-1	29.1	15.1	3.1	188.9	14.6	6.9	101.8	10.2	8.7	80.0	4.8	3.4
2	16.0	34.6	5.4	122.6	5.9	8.8	118.5	12.4	8.0	101.4	6.7	9.1
散布区 II-1	21.9	21.8	3.7	113.7	12.7	3.8	129.8	21.2	17.4	96.6	9.5	8.1
2	40.8	26.0	5.2	112.7	9.8	1.6	130.6	22.6	11.3	103.0	5.7	3.0

* I, IIは区番号, 1, 2は区内の地点番号。

表-4 堆積腐植の各区分が全量に占める割合(水戸)

	52.7.1				全重量g	53.6.9				54.6.5				全重量g	備考	
	1% 2% 3% 4%	1% 2% 3% 4%	1% 2% 3% 4%	1% 2% 3% 4%												
対照区 I - 1	55.5	29.7	8.0	6.6	531	55.1	21.8	13.0	10.2	354	54.3	28.4	10.3	6.9	580	1 = 3.5メッシュ・残
〃 2						56.1	24.2	9.8	9.8	660	61.7	23.3	8.3	6.7	300	2 = 3.5メッシュ・通過
〃						59.0	21.8	9.0	10.3	390	62.3	21.7	8.7	7.2	345	1 0メッシュ・残
〃 II - 1	48.3	34.7	9.5	7.3	509	52.6	25.0	10.5	11.8	380	63.3	23.3	6.7	6.7	300	3 = 1.0メッシュ・通過
〃 2																2 0メッシュ・残
散布区 I - 1	47.9	35.0	10.1	6.8	437	59.1	24.2	9.1	7.6	330	63.0	22.0	10.0	5.0	500	4 = 2.0メッシュ・通過
〃 2						57.6	22.7	9.1	10.6	330	56.3	23.7	12.6	7.4	675	
〃						56.9	24.5	8.8	9.7	510	61.5	23.0	9.9	6.6	455	
〃 II - 1	46.3	33.9	10.2	9.4	214	60.9	23.2	8.7	7.2	345	63.4	23.8	7.9	5.0	505	
〃 2																

備考
1=3.5メッシュ未満
2=3.5メッシュ通過
3=1.0メッシュ未満
4=1.0メッシュ通過
5=2.0メッシュ未満
6=2.0メッシュ通過

5. 水系・土壌での薬剤残留

(1) 調査方法

水は空散松林内水域の上流、中流、下流の3ヶ所で各1ℓ採取し、土壌は林内5ヶ所において地表面下10cmまでを1kg採取した。これをもちかえり、濃縮後トリフルオロアセチル化しガスクロで分析した。

(2) 結果と考察

水： 検出されたのは昭和52、53年の第一回散布後の場合だけであった。これは空散によって河川に直接落下した薬剤が、流出する前に早急に試料採取した場合検出されたものである。土壌中の残留薬剤の洗い出しに起因する河川水の残留は検出限界値以下と考えられる(図-14)。

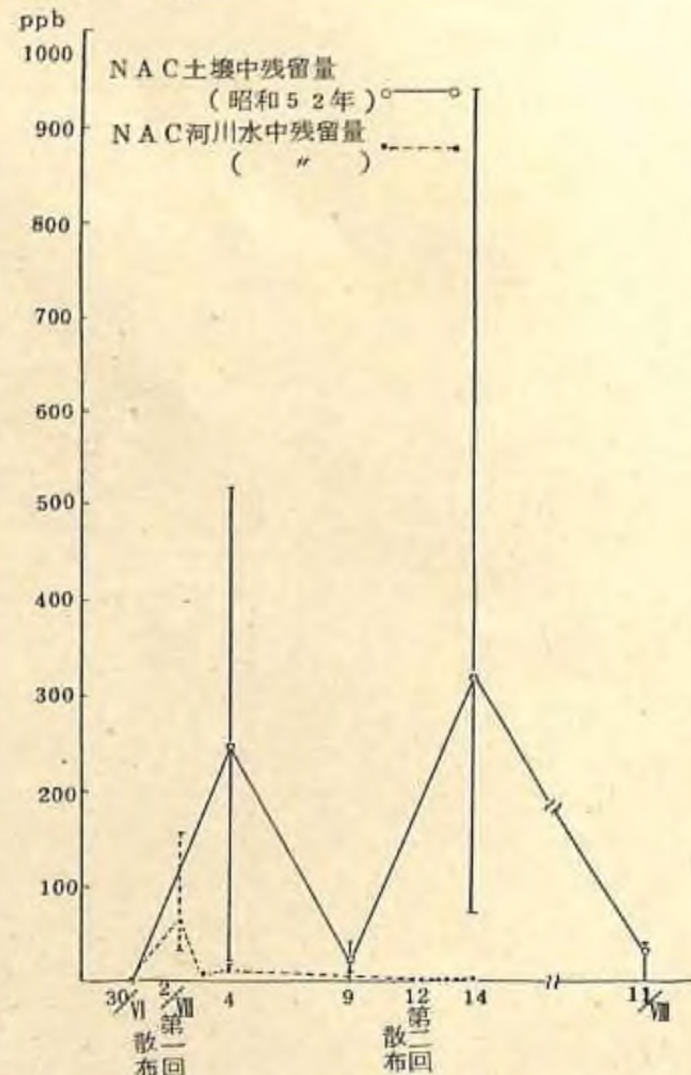
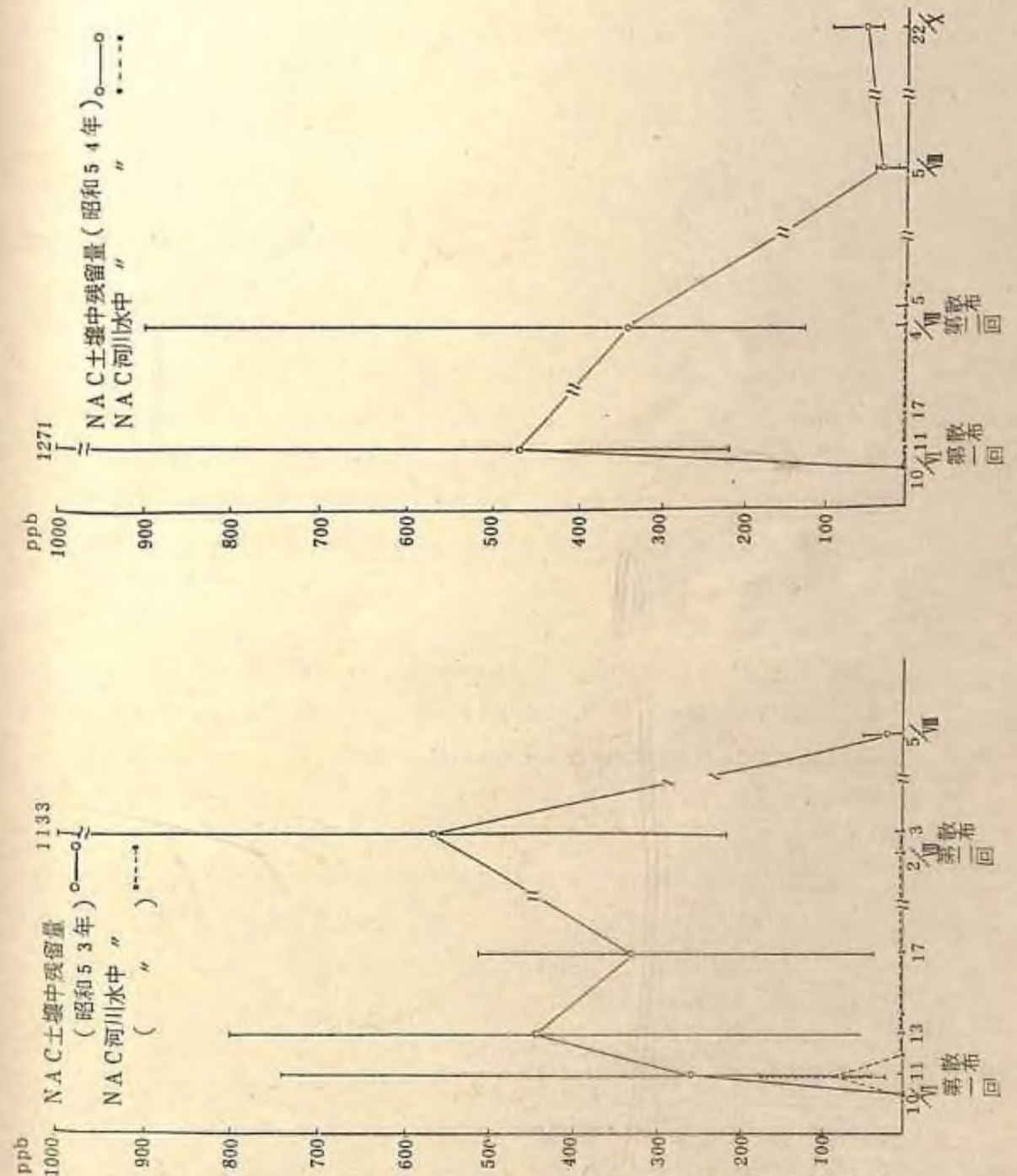


図-14 薬剤残留量(範囲は最小値と最大値を示し、○・は平均値を示す。)(水戸)
(次ページにつづく)

土壌： 採取場所により大幅なバラツキが見られるが、散布3ヶ月後においても0.03~0.10 ppm程度残留している。しかし1年後では検出されなかった(図-14)。



岡崎試験地

1. 昆虫類

(1) 調査方法

a) 落下死虫調査

1 m × 1 m の白布を底に敷いた枠を、散布区内に13個設置し、枠内に落下した昆虫を採集調査した。調査は、薬剤散布当日、1日後、2日後（第1回散布のみ）、1週間後に行った。薬剤空中散布は、昭和50年、51年にも行われているが、本調査は52年にのみ行われている。

b) 叩き落し法

昭和52年度においては、散布区では、第1回散布の前後（5月）、第2回散布の前後（6月）および第2回散布の約30日後（7月）に調査し、無散布区においては、5月、6月、7月に調査を行った。53年度以降は、散布区にも薬剤散布は行われていないが、経時変化の有無を知る目的で、毎年6月および7月に調査した。調査地点は、落下虫調査用の枠付近（散布区）10箇所、無散布区10箇所、両区とも周辺境界のやや内側を巡回する経路に沿って点在するように設定された。叩き落し対象木は、ヒサカキ、ヒイラギ、ネズミモチ、サカキ、コナラ等が多かった。多くの場合、対象木をマークして毎年の叩き落しの対象としたが、年により、付近の他の立木に変更した場合もある。1地点1回10打を標準とした。

c) すくい網法

叩き落し法を行った地点の近くで、口径約40cmの捕虫網を用いて2～2.5往復を1地点1回のすくい網操作により、10地点について調査した。捕虫網は、やわらかい草本の上部や灌木の枝葉の先端に触れる程度に振って捕虫した。

(2) 結果と考察

a) 落下虫

採集された昆虫は14目にわたるが、その中で個体数が比較的多かった目は、双翅目、膜翅目、鱗翅目、半翅目であった。ここで、第1回（5月26日早朝）および第2回（6月16日早朝）散布の6時間後と24時間後の調査結果についてみると、次のようになる。

第1回 6時間後：昆虫目数8、個体総数64。

“ 24 ” ：昆虫目数9、他に真正クモ目、ダニ目。個体総数（昆虫以外を含む、以下同じ）111。

第2回 6時間後：昆虫目数11、他に真正クモ目その他。個体総数134。

第2回24時間後：昆虫目数10、他にクモ目。個体総数135。

因に、得られた昆虫の目は次のとおりであった。総尾、粘着、直翅、積翅、等翅、嚙虫、蜚蠊、半翅、脈翅、毛翅、鱗翅、鞘翅、膜翅、双翅の14目。他に真正クモ目、ダニ目、多足類等が採集された。

前述のとおり、散布区は、昭和50、51両年にも薬剤の空中散布が行われているので、昭和52年の調査結果は、薬剤散布連続3年後の結果である。従って、他所における1回のみの薬剤空中散布の結果と併せて検討することにより、昆虫に対する影響の一つの考察資料となるものと考えられる（本場より協力：山崎三郎・小杉孝蔵）

b) 叩き落し法

昆虫類は目毎に集計したが、ここではクモ類、ダニ類（比較的大型のもの）を含めた総個体数によって比較する。

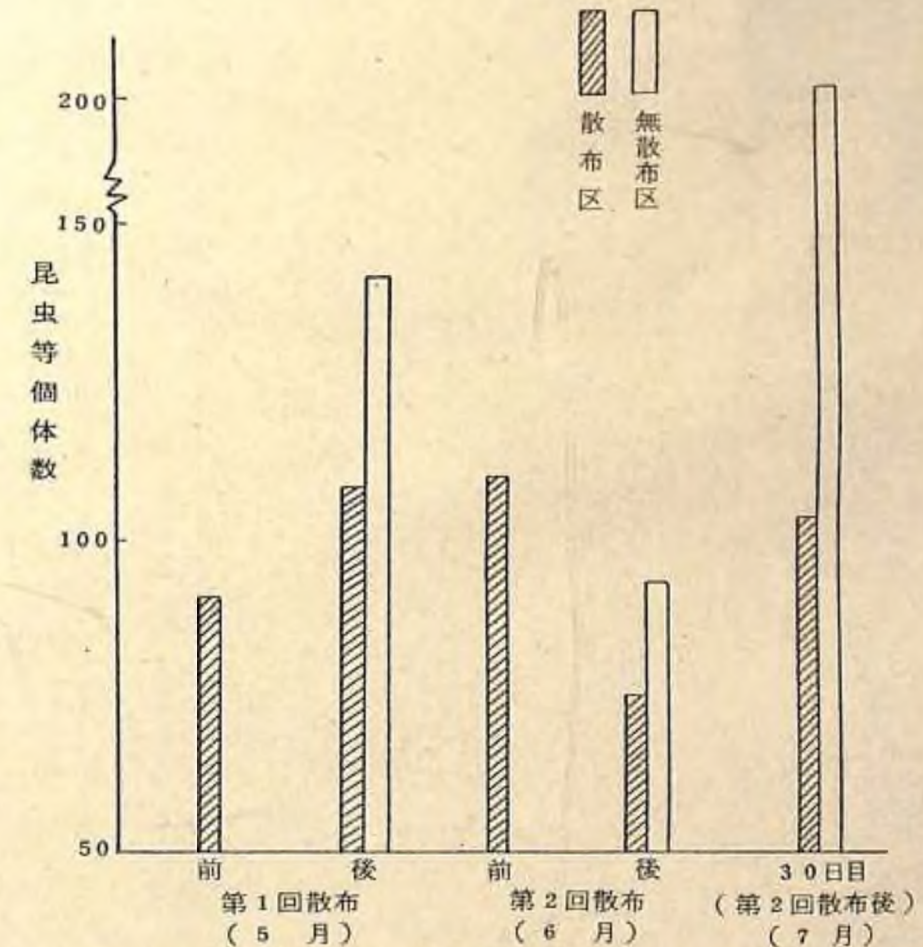


図-15 叩き落し法による採集昆虫等個体数（昭和52年）（岡崎）

散布前後の数値は図-15の通りであり、昭和53～56年の調査結果は図-16の通りであった。

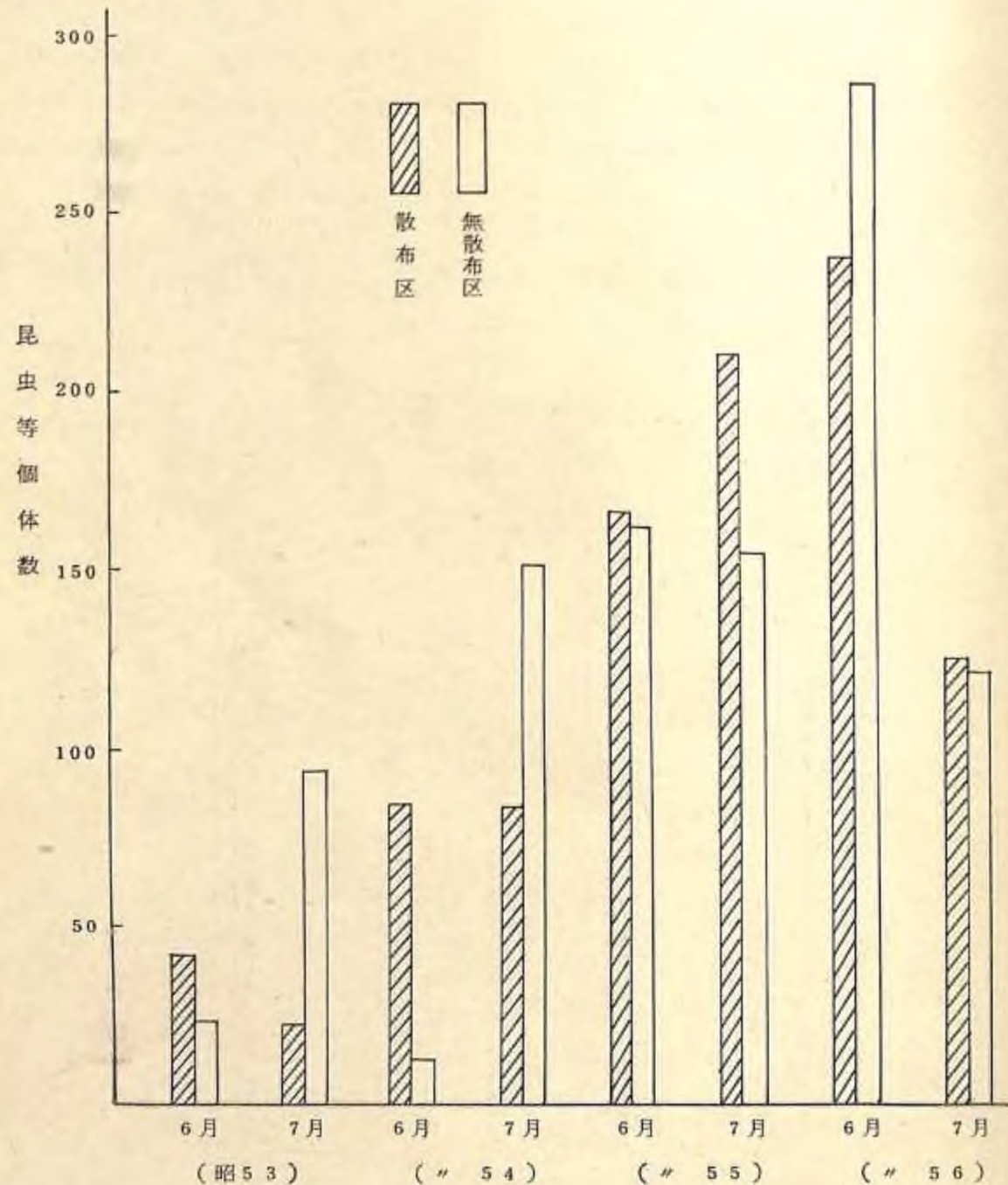


図-16 叩き落し法による年次別採集昆虫等個体数 (岡崎)

図-16において個体数が著しく少ない場合があるのは、調査時に降雨が甚だしかったことが影響しているようである。52年度の調査では、散布区の総数が無散布区よりも少ない傾向が認められるが、53年以降は、両区の上に大きなちがいがみられなくなっている。

c) すくい網法

叩き落し法の場合と同じく、昭和52年の薬剤散布時の前後および、53年以降56年までの経過について集計した結果が、図-17ならびに図-18である。

叩き落し法による場合と同じく、薬剤散布後とくに第2回散布の後の調査では、散布区の個体数が甚だしく少なかったが、時間の経過とともに両区の間関係が不明確になり、55年には散布区の個体数が多くなっている。この解析のためには、昆虫の種類についての検討および両区の環境条件の変化等をも考慮に入れる必要があるが、少なくとも

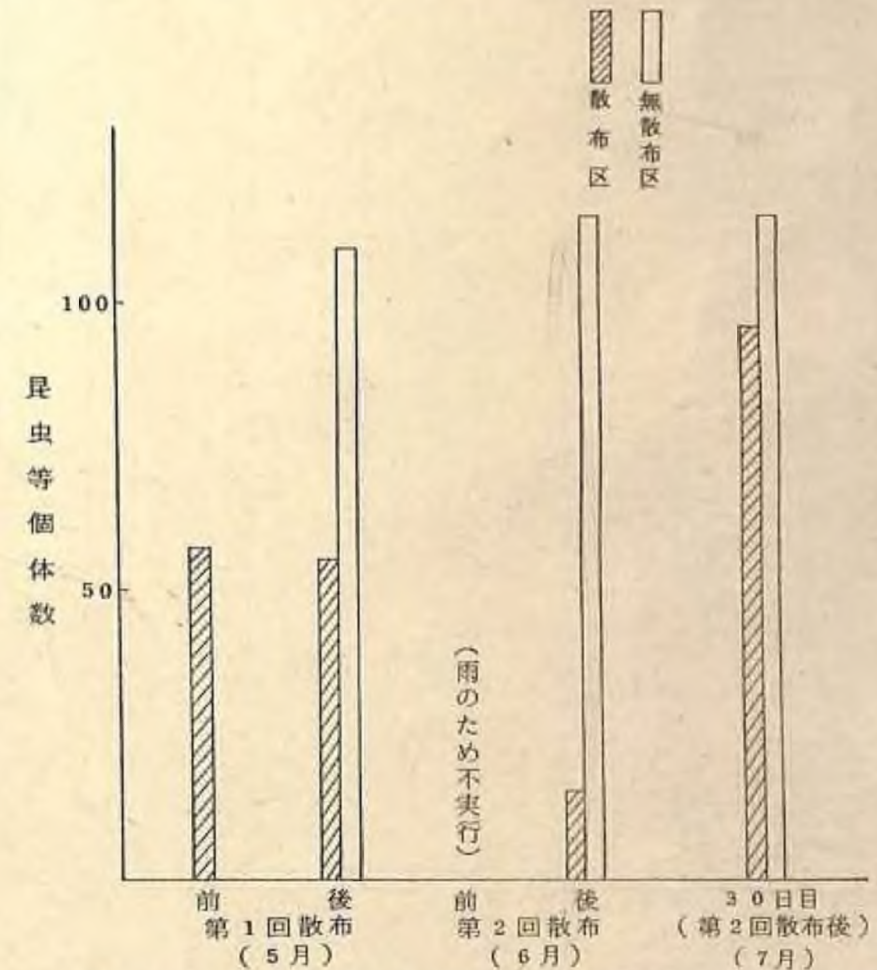


図-17 すくい網法による採集昆虫等個体数 (昭和52年) (岡崎)

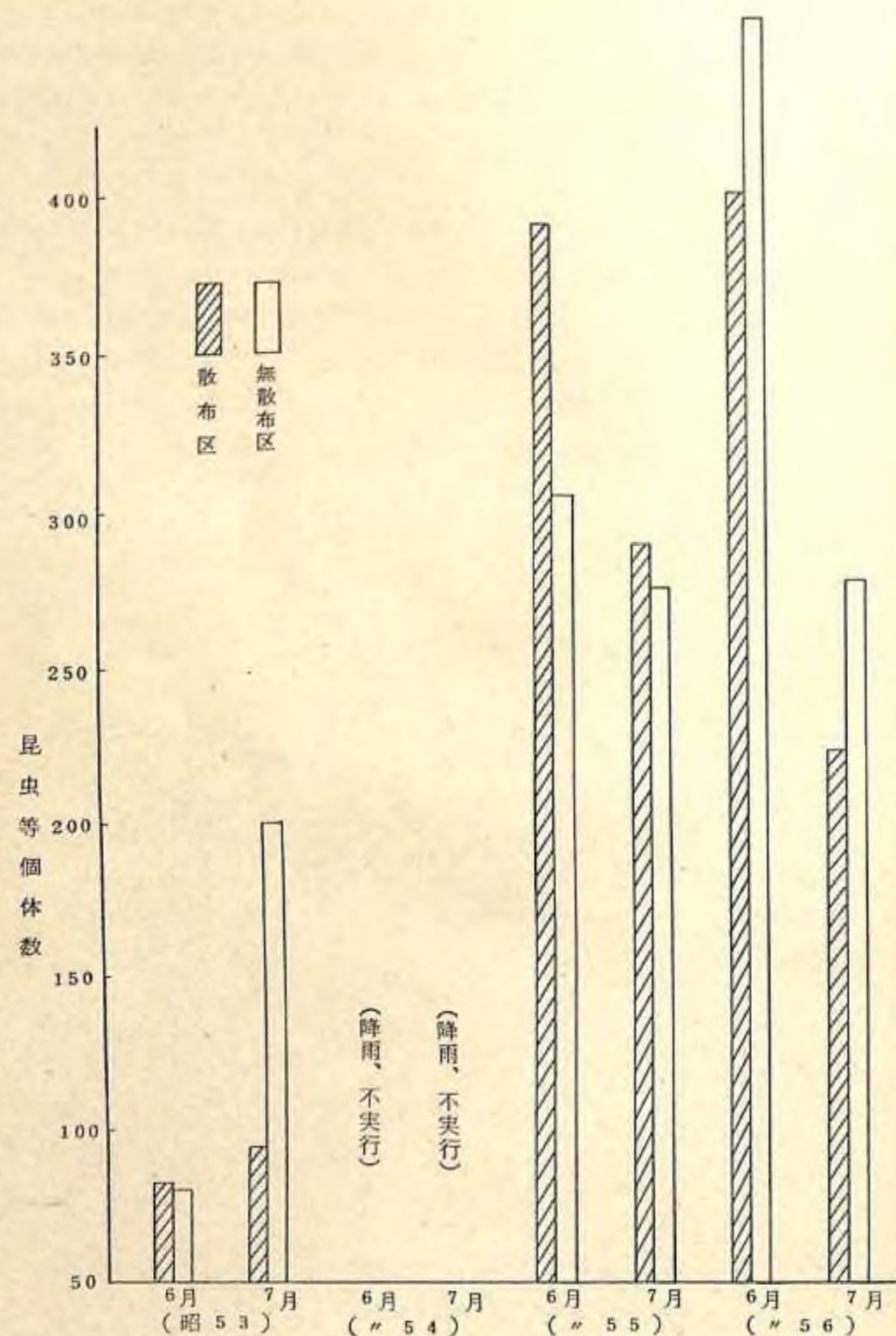


図-18 すくい網法による年次別採集昆虫等個体数 (岡崎)

も数字の上からみた限りでは、薬剤散布の影響が、長期にわたって残っているとは考えられない。因みに、無散布区では、松林としての形が破壊され、他の樹種を新たに造林しなければならない状態になっている。すくい網法で採集された昆虫類は、蜉蝣、蜻蛉、直翅、半翅、脈翅、鱗翅、双翅、膜翅等の目であったが、とくに双翅目の昆虫が多かった。他に、クモ類、ダニ類、腹足類があったが、腹足類は集計の対象から除外した。

d) 地上トラップ法

地上トラップ法として、最初は、糖蜜誘致法、後には市販のゴキブリ誘致器利用の方法によったが、野犬による破壊、降雨による障害等のため、十分な資料が得られなかった。カマドウマ類、オサムシ類、ゴミムシ類が採集されたが、傾向としては、前2法に

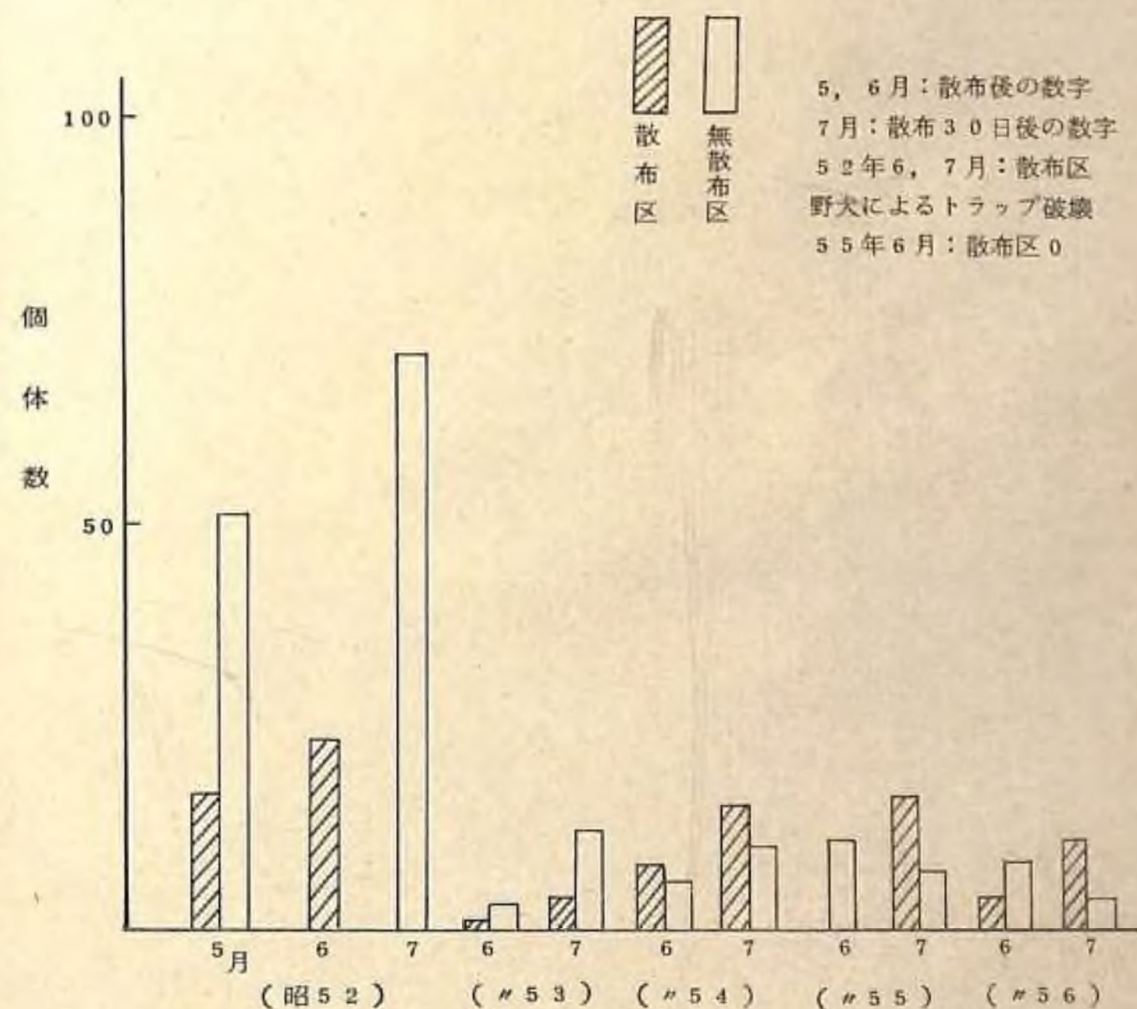


図-19 地上トラップ法による採集オサムシ類個体数 (岡崎)

おけると同様な考察が与えられるように思われた(図-19)。

2. 土壌動物

(1) 調査方法

水戸試験地と同様の方法で小形節足動物および大形土壌動物の調査を行った。なお、対照区ではマツの枯損が激しく、初年度の現状を維持している林分がせばまったため、調査は52, 53および56年度に限って行った。

(2) 結果と考察

小形節足動物の個体数変動を図-20に示した。薬剤散布区、対照区ともダニとトビムシが大部分を占めた。両区の総個体数はほぼ同数であり、昭和52年に薬剤を散布した直

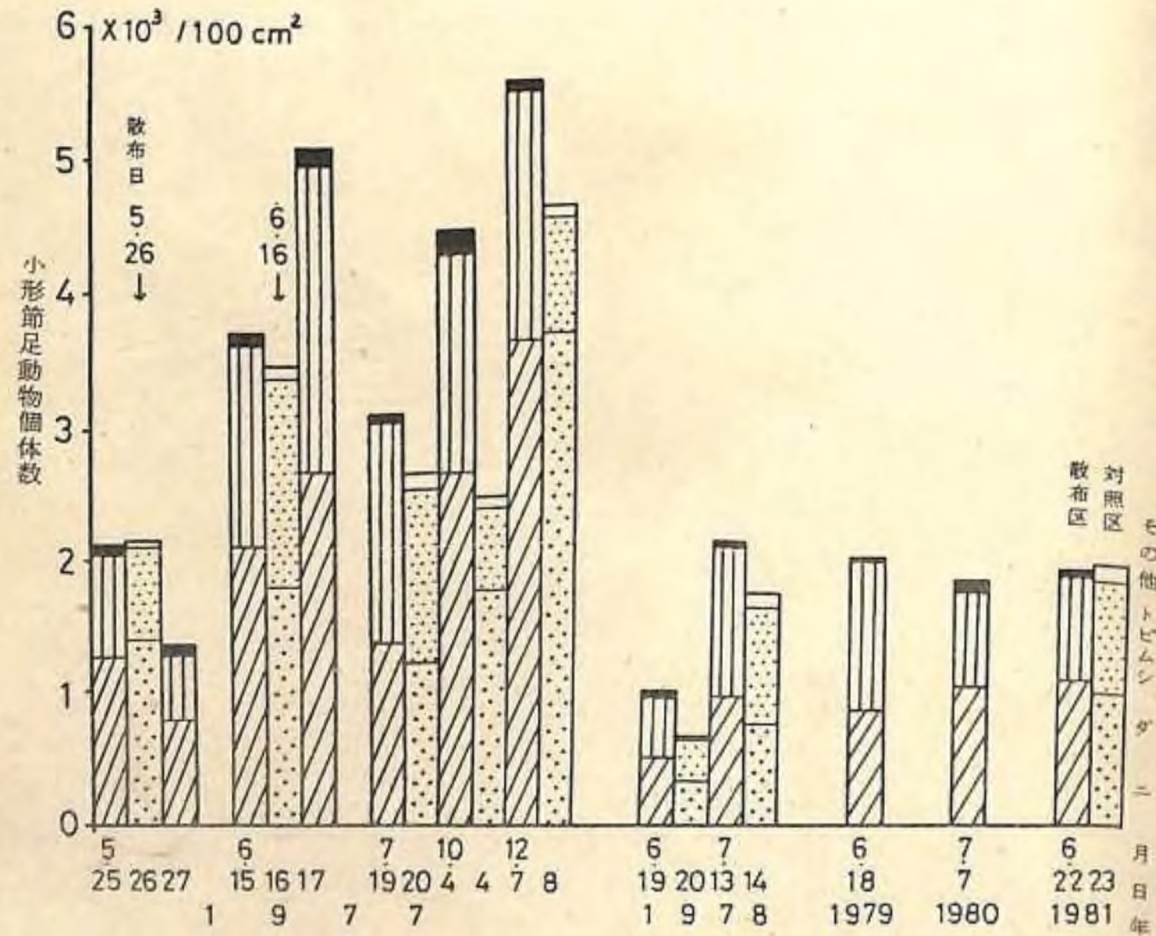


図-20 小形節足動物の個体数(岡崎)

後でも散布区の個体数はとくに減少しなかった。

大形土壌動物のなかではアリの個体数をもっとも多かった(図-21)。薬剤散布直後にアリは減少したが、すぐに回復し、その後対照区との差はみられなかった。アリに次いで個体数が多かったのはクモ、ヒメハマトビムシ、環形動物、ムカデ(図-22 A~D)で、いずれも散布区と対照区での個体数の差に一定の傾向がみられず、また、薬剤散布の直後に個体数が減少することもなかった。ヒメフナムシ(図-22 E)は調査開始時以降全調査期間を通じて散布区からは1個体も採集されなかった。

やや乾燥する傾向のある対照区にくらべ、散布区では種類や個体数が多いはずと考えられるのにもかかわらず、両者がほぼ同じレベルにあることは薬剤散布による影響とも解されなくはない。しかしこの試験地での調査は薬剤散布開始後3年目から始めたため、薬剤の影響を明確に結論づけることは難しい。

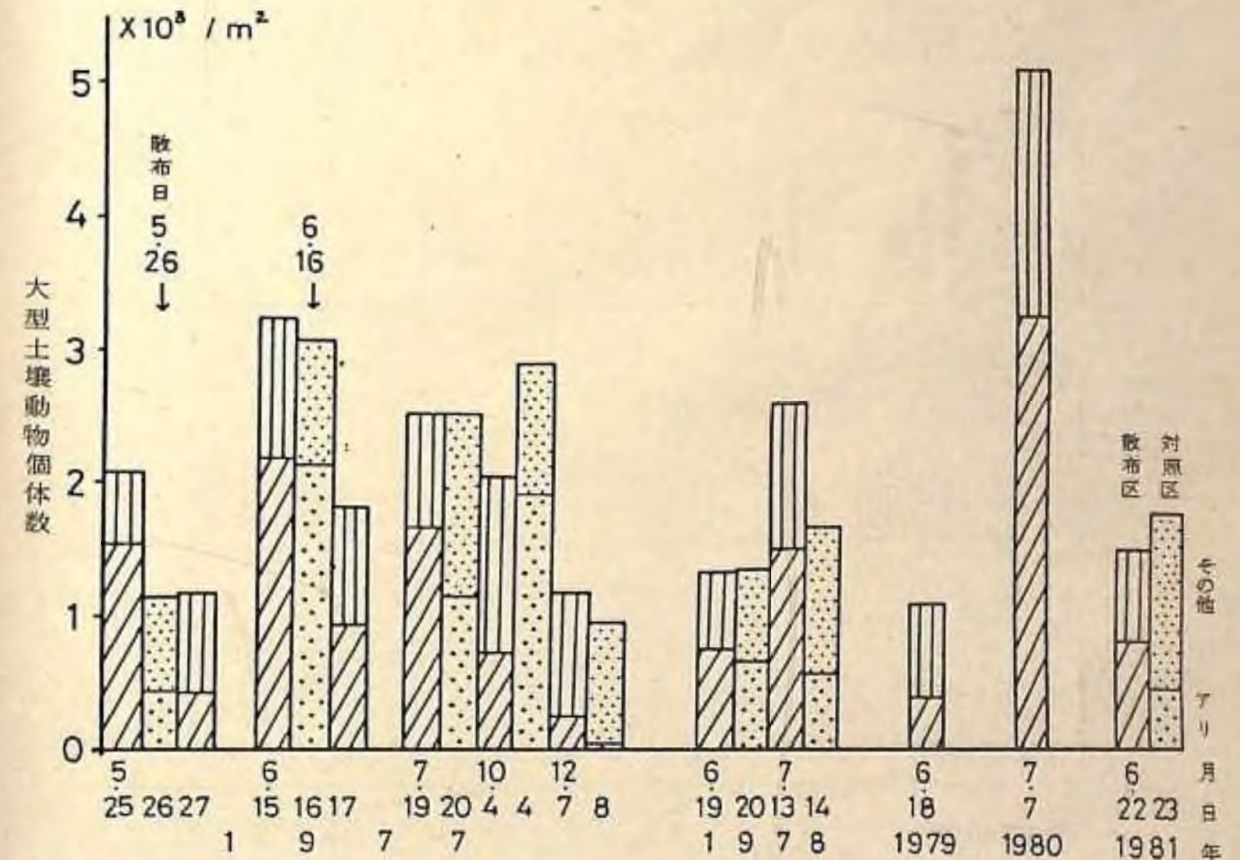


図-21 大形土壌動物の総個体数とアリの個体数(岡崎)

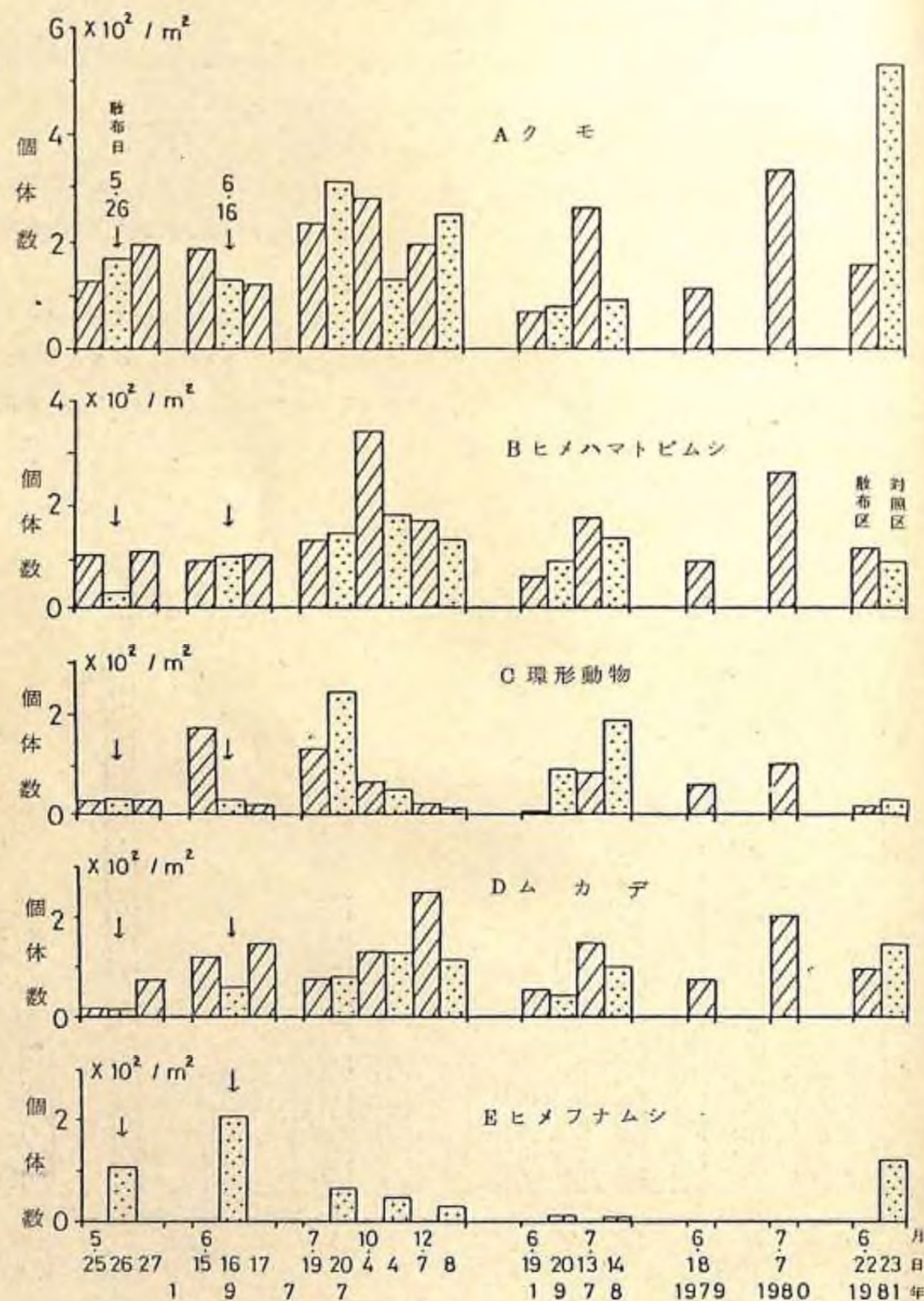


図-22 大形土壌動物の個体数(岡崎)

3. 土壌微生物

(1) 調査方法

土壌微生物の測定方法は水戸試験地の場合と同じ。52年度の調査結果から散布前後の差は少ないと判断されたので、53年度は表層土壌の混合試料について2回調査し、54、55年度は枯損のため対照区のクロマツは僅かの面積しか残らなかったため散布区のみ調査し、56年度は対照区に残ったクロマツ林の中心附近から試料を採取し調査した(図-23)。

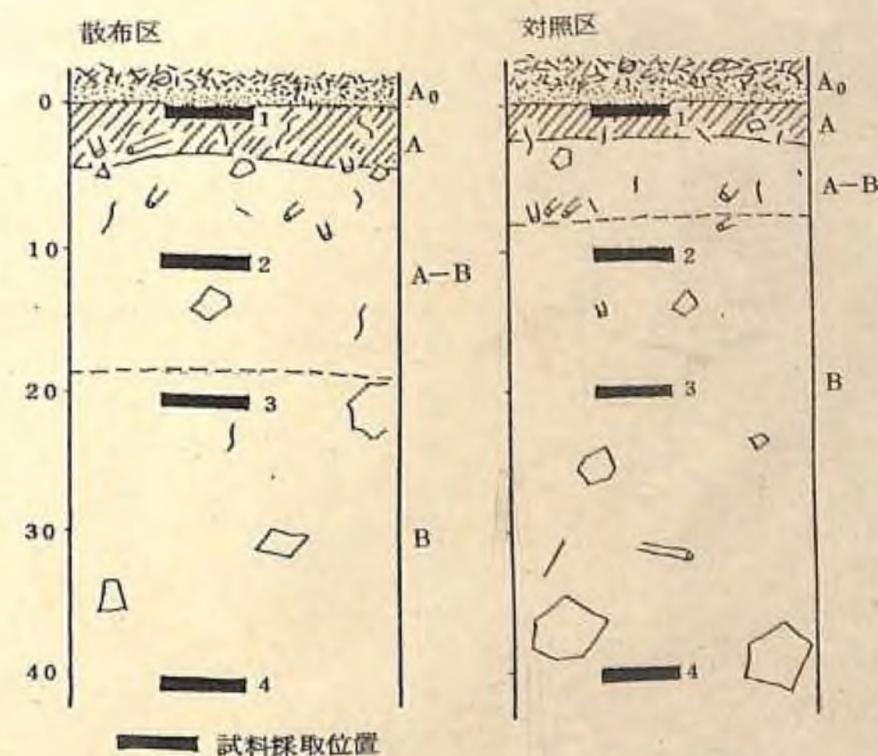


図-23 岡崎試験地の土壌断面と試料採取位置模式図

(2) 結果と考察

各測定結果は表5~7に示す。52年度の各調査と53年度の調査では、散布区の糸状菌数が対照区にくらべて少なく、逆に細菌と放線菌数の割合が多い傾向が見られた。54年度は散布区のみ調査であったが、前年の散布区の結果と比較すると糸状菌、細菌、放線菌数がともにやや少なかったが、ほぼ類似の値を示した。55年度は前年度までの結果と比較すると、糸状菌数と細菌・放線菌数の比率が対照区の結果に近づき、数値が不均一

になったことから薬剤の影響は減少したとも考えられたが、56年度の調査では糸状菌数の減少が依然として認められた。なお、糸状菌の種組成を対照区と比較すると、全糸状菌に占める *Trichoderma* spp. の割合が多くなった。

堆積腐植の分解状態には、表-7に示すように全体を通じて共通する傾向は見られなかった。しかし、53, 54年度で画分Iの割合が増加し、分解が遅れているとも考えられる。これが散布区での糸状菌数の減少と関係があるかどうかは速断できない。

林地に散布された薬剤が土壌中に入った場合、土壌微生物に何らかの影響を与えると考えられるが、これが薬剤による直接的なものか否か、またこの変化が生態系内の他の成因にどのような影響を及ぼすかなどについては問題が残されている。

表-5. 深さ別の微生物相調査結果(52年度, 岡崎)

	1回目散布前(5.26)			2回目散布直後(6.16)			散布1ヶ月後(7.3)		
	F $\times 10^3$	B $\times 10^6$	A $\times 10^6$	F $\times 10^3$	B $\times 10^6$	A $\times 10^6$	F $\times 10^3$	B $\times 10^6$	A $\times 10^6$
対照区I-1	305.2	15.0	1.2	332.8	14.7	1.4	147.4	6.1	0.5
2	114.8	3.3	1.0	225.9	4.2	-	67.5	1.8	0.4
3	70.3	1.4	0.9	73.3	1.8	0.4	20.2	0.4	0.4
4	4.2	0.4	0.4	29.8	0.9	0.4	0.8	-	-
対照区II-1	316.4	11.8	2.1	193.3	12.7	-	101.2	16.1	1.2
2	410.3	4.7	0.9	96.1	1.3	-	66.2	0.9	0.4
3	98.7	0.9	-	20.9	-	-	8.9	0.9	-
4	20.4	1.3	0.4	17.1	-	-	12.1	0.9	0.9
散布区I-1	86.3	46.4	2.2	80.2	19.3	2.1	31.3	17.7	1.5
2	77.3	31.0	3.7	31.5	6.0	0.5	28.0	3.1	0.9
3	33.3	7.9	0.9	34.2	1.7	1.7	1.7	0.9	-
4	37.8	2.2	1.3	11.4	1.7	0.9	3.0	1.3	0.9
散布区II-1	85.1	14.9	3.5	55.7	17.8	4.0	51.0	16.3	3.3
2	34.9	9.6	2.0	24.3	3.3	-	22.8	5.9	2.1
3	26.3	2.4	1.9	16.7	4.2	1.4	16.5	2.2	1.3
4	11.7	1.8	1.4	15.1	0.9	-	3.4	2.1	-

註 F=糸状菌, B=細菌, A=放線菌, 乾土1g当たりコロニー数, I, IIは区番号
土壌の深さ, 1: 0~3cm, 2: 10~13cm, 3: 20~23cm, 4: 40~43cm。

表-6 表層土壌微生物相調査結果(混合試料 年度別)(岡崎)

	53年6月20日			54年6月18日			55年7月6日			56年6月22日		
	F $\times 10^3$	B $\times 10^6$	A $\times 10^6$	F $\times 10^3$	B $\times 10^6$	A $\times 10^6$	F $\times 10^3$	B $\times 10^6$	A $\times 10^6$	F $\times 10^3$	B $\times 10^6$	A $\times 10^6$
対照区I-1	127.7	2.4	1.1							392.7	4.3	0.3
2	135.5	3.5	4.6							257.0	3.0	1.6
II-1	124.2	7.1	4.5									
2	163.1	5.1	3.4									
散布区I-1	96.0	14.5	4.7	36.8	5.1	1.3	56.7	4.2	2.1	61.6	2.8	0.9
2	31.7	27.7	6.0	33.1	18.6	2.0	200.0	1.8	0.9	108.0	10.2	1.5
II-1	63.1	24.9	1.6	32.4	11.4	1.7	258.3	7.1	1.3	82.6	7.6	2.5
2	38.9	20.8	4.3	59.3	19.6	2.8	150.9	16.1	7.4	141.8	4.6	1.4

* I, IIは区番号, 1, 2は区内の地点番号

表-7 堆積腐植の各画分が全量に占める割合(岡崎)

	5 2. 5. 2 6				5 3. 6. 2 0				5 4. 6. 1 8				備 考			
	1%	2%	3%	4%	全重量g	1%	2%	3%	4%	全重量g	1%	2%		3%	4%	全重量g
対照区I-1	69.4	22.4	4.6	3.4	419	58.4	29.2	8.4	4.1	394						1 = 3.5 ヲ シ ヌ 残
	2					57.1	30.9	7.9	4.1	517						2 = 3.5 メ ヲ シ ヌ = 通過
II-1	69.5	20.9	4.3	5.0	472	67.1	22.7	5.8	2.0	484						1 0 メ ヲ シ ヌ 残
	2					70.4	21.0	5.7	1.3	476						3 = 1 0 メ ヲ シ ヌ = 通過
散布区I-1	64.1	25.1	6.3	4.3	366	75.1	17.8	4.4	2.7	366	72.5	20.3	4.3	2.9		2 0 ヲ シ ヌ = 残
	2					76.8	17.9	3.9	1.4	280	82.0	13.2	3.7	1.1		4 = 2 0 メ ヲ シ ヌ = 通過
II-1	59.9	26.5	6.4	7.0	708	64.2	28.2	5.6	2.0	444	63.6	27.5	6.4	2.5		
II-2						75.4	19.2	4.1	1.3	391	64.3	23.8	6.0	6.0		420

南西諸島における広葉樹林の
更新技術の開発

南西諸島における広葉樹林の更新技術の開発

I 試験担当者

林業試験場九州支場

育 林 部 長 尾 方 信 夫

(前)久 田 喜 二

造林第2研究室 埴 田 宏

上 中 作次郎

竹 下 慶 子

土じょう研究室 堀 田 庸

II 試験の目的

南西諸島は、わが国南西端に位置し、その自然的、社会的、経済的諸条件が特異なものである。この地域における広葉樹林施業は、用材生産機能と保全機能が調和されるような施業研究の指向が妥当と思われる。

一方広葉樹用材林施業として体系化されたものはない。また暖帯性広葉樹の施業関係文献の整理で、立地、適地、天然更新、保育に関する研究は極めて少なく、施業指針を導出する段階に達していない。

本研究では、更新樹種、更新方法、保育方法の基礎的資料を得るための実態解析と、立地の違いに対応した施業法を検討する場合に必要な基礎資料を得るための植生調査、立地、土壌調査をおこなった。

この研究は昭和53～56年度に実施したもので、効率的な研究を進めるために、御協力、御高配を賜った大島営林署、鹿児島県林業試験場、同試験場大島分場、沖縄県林務部、沖縄県林業試験場の関係係官に、心から謝辞を申し上げる。

III 試験の経過と得られた成果

○試験の経過

昭和53年度

- ① 老熟天然林(110年生)で、 I_d 法による分散構造解析、種数～面積曲線、樹種別直径階分布、更新状況に着目した階層構造のタイプ分け等の調査をおこなった。

昭和54年度

- ① 老熟天然林内にシードトラップ16個を設置して、種子落下量の季節変化調査を開始した。
- ② 幼、壮齢天然林の林分構成、直径階別の幹通直木頻度の解析をおこなった。
- ③ 除伐試験地（鹿児島県林業試験場大島分場設定）の調査をおこなった。

昭和55年度

- ① 立地の違いに対応した施業法を検討するため、同一林齢で立地の異なる林分（若齢—壮齢）を選んで、階層構造の分化、森林型と遷移、立地および土壌条件と生長の解析をおこなった。あわせて幹通直木頻度の調査もおこなった。

昭和56年度

- ① 主伐1年後の伐跡地で更新の実態を把握するための、残存林分の林縁から、林内、外方向の距離区を設けて調査をおこなった。
- ② 萌芽整理試験地（大島営林署設定）の調査をおこない、萌芽整理の要否について検討した。
- ③ 除伐試験地（鹿児島県林業試験場大島分場設定）の第2回調査をおこない、除伐効果について検討した。
- ④ 老熟天然林における種子落下量の季節変化、年変動の解析をおこなった。あわせて稚樹の発生状態について調査した。
- ⑤ 優良林分の土壌及び立地環境調査をおこなった。

得られた成果

1 植生の遷移と階層構造発達

1) 階層構造の分化

萌芽と実生から出発するスダジイ再生林は、はじめ多種類の樹木が階層の区別なく混生した低木林である。林齢を重ね、樹高が大となるに従って、上層木と中・下層木の違いが明瞭となってくる。この様子を、樹高別の本数、胸高断面積合計によって解析した。

林分高が約12mに達した29年生林分の例を図-1に示す。全種の合計で見たとき、

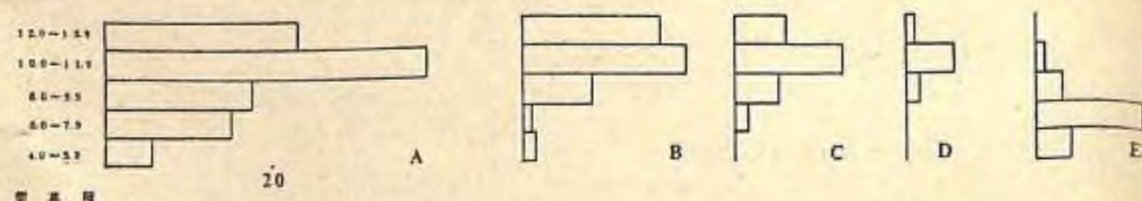
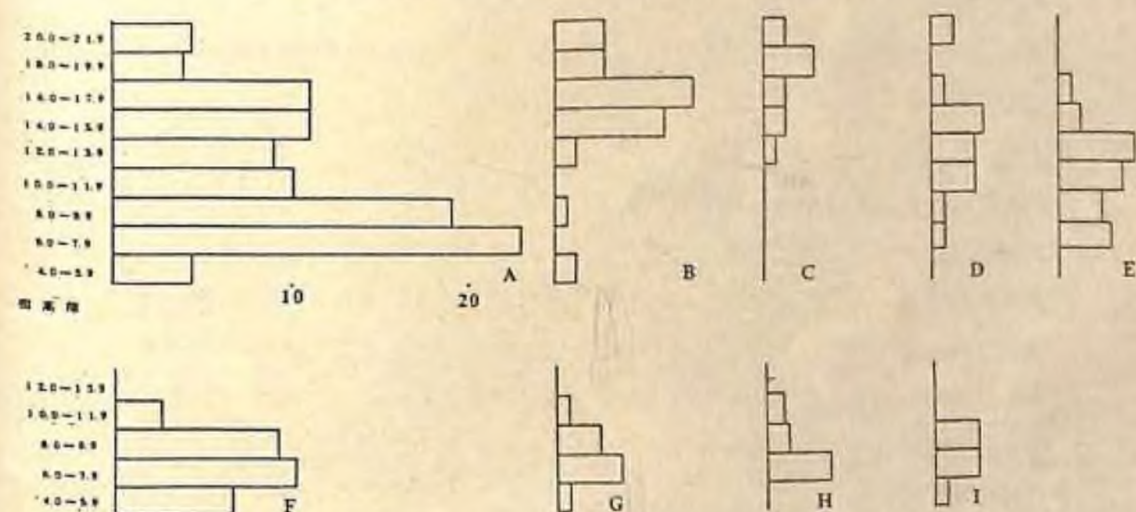


図-1 29年生スダジイ林の(Plot. 55-1)樹高階別生育本数(%)

A 全樹種 B スダジイ C イジュ D シバニッケイ・ハゼノキ・ホル
トノキ・ミミズバイ E その他

本数の分布は樹高10~12mが最大の1峰型を示している。全体としての階層分化は不十分であると言えよう。しかし、樹種別に見ると、スダジイ、イジュ、シバニッケイ、ハゼノキ、ホルトノキ、ミミズバイでは10~12mが最大本数となるのに対し、コバンモチ、タイミンタチバナ、タブ、トキワガキ、ヒメユズリハ、リュウキュウモチノキ等は、6~8mに最大値を持つ分布型を示している。つまり、この林分では、すでに階層の分化が生じ始めており、樹高生長が頭打ちとなりつつある樹種と、そうでない樹種の間に差が生じつつある。しかし、その差は2~4mであり、樹冠長と比べて特に大きい値ではなく、全体としては一つの連続した樹冠層を形成していると言えよう。

林分高が約18mに達した46年生林分の例を図-2に示す。全樹種の合計値では、16~18mと6~8mの2つの樹高階に最大値を持つ2峰型を示し、高木層と亜高木層の分



階別分布図(図-3)では、その傾向がより顕著である。亜高木性の樹種は材積での収穫が期待できないが、本数は多いので、丸太等の小径材としての利用が可能であろう。これ

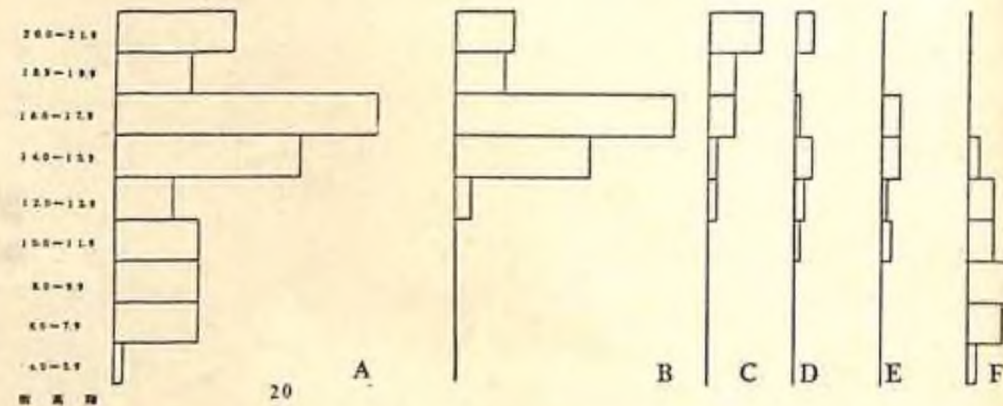


図-3 46年生スダジイ林(Plot 55-3)の樹高階別胸高断面面積合計(%)

A 全種 B スダジイ C イジュ D エゴノキ
E ホルトノキ F その他

らの亜高木性の樹種を除伐によって除き、スダジイ、イジュだけの林分にした場合、図-2の下方部分が除去されるだけであり、それによって、スダジイ、イジュの本数・材積の増加が期待されることにはならない。低い照度下で、これだけの生育本数を維持している種類は積極的に残存し、本数収量の増大、高木性樹種の枝下高の押し上げを期待すべきである。用材林施業としての「間伐」は、高木性樹種に対してのみ有効であり、密度の計算も高木性樹種だけでおこなわれなければならない。

2) 森林型と遷移

天然林には、立地に対応した森林型の違いが認められるので、更新・保育に関する論議は、森林型を考慮した上でなされなければならない。南西諸島のスダジイ林の群落区分については、すでに、いくつかの報告があるが、林業上の観点から直ちに適用可能な分類体系は構成されていない。本試験の調査期間中に調査した林分は奄美大島のごく一部であり、森林型の区分に用いることのできる資料は、ごく少数にとどまった。したがって、ここで論議をする森林型は、一部の事例にすぎないことを断わっておく。

胸高断面面積合計の割合、つまり、相対優占度にもとづく林型区分を表-1および図-4に示した。表に示された通り、この地域のスダジイ林を次の3つの林型に区分することが可能である。

A スダジイ・イジュ型

斜面下部の比較的良好な立地に発達する林型で、およそ $\frac{1}{2}$ がスダジイ、 $\frac{1}{4}$ がイジュと

表-1 相対優占度による林型区分

A スダジイ イジュ型 (斜面下部)
B スダジイ クロバイ型 (斜面下部)
C スダジイヒメユズリハ型 (斜面上部)

調査番号	55-3	55-1	55-4	2P4	55-5	2P2	55-2	55-6
植生型	A	A	A	A	B	C	C	C
海拔高度(m)	80	240	80	140	70	160	290	90
方位	S	NW	NE	NW	W	NW	E	W
傾斜(°)	30	20	14	25	38	25	10	37
林令(年)	46	29	46	13	22	13	29	22
高木層高さ(m)	18	12	15	10	12	8	10	10
生立本数(本/ha)	3,564	2,975	4,068	8,355	7,406	9,230	6,768	7,192
胸高断面面積合計(m ² /ha)	66.9	42.5	53.3	59.2	61.1	49.2	42.3	44.5
スダジイ	56.6	58.0	50.8	54.8	63.4	29.2	59.8	65.0
イジュ	14.3	25.3	24.5	28.0	6.0	25.7	2.3	5.4
エゴノキ	7.2					2		
クロバイ	1.8	1	1.7	8	11.7	10.0	3	3.3
ヒメユズリハ	1	1.8	4.0	3.3	1.0	14.8	8.0	13.4
コバンモチ	2.0	3	1.2	6.1	3.3	2.4	4.2	3.2
ホルトノキ	4.8	1.3	1	4	4		4.2	
トキワガキ	1.3	3		1.0	2	5.6	1.9	2
タブ	5	8		2.3	9	3.8	5.9	3
リュウキュウモチノキ	2.1	3	2.7	3	1.2		1.3	1.7
ミミズバイ		6.8	2.0	2	2	6		5
シバニッケイ		1.7	1.9				6	
ハゼノキ		1.0	3	7	4.5	4		
イスノキ	1.4	2	3.1	2	6		4	
タイミンタチバナ	1.8	1	1.5		1.7		7	1.3
モッコク	1	4	9		9		1.0	1.3
ヤマビワ	1	4			6		2	
フカノキ	1	2		8	1	8		
イヌガシ	1	2	5				1.4	
ナンバンアワブキ		5					9	
イヌマキ			2				4	2
カクレミノ	1.2				6		6	9
アデク			1.5		1.0		3	1.0
ツゲモチ	9		9				2	1
サトラツツジ	2		1		1	3		3
その他	3.4	3	1.8	1.1	1.6	6.2	5.6	1.9

相対優占度は胸高断面面積合計(径4.0cm以上)の千分率

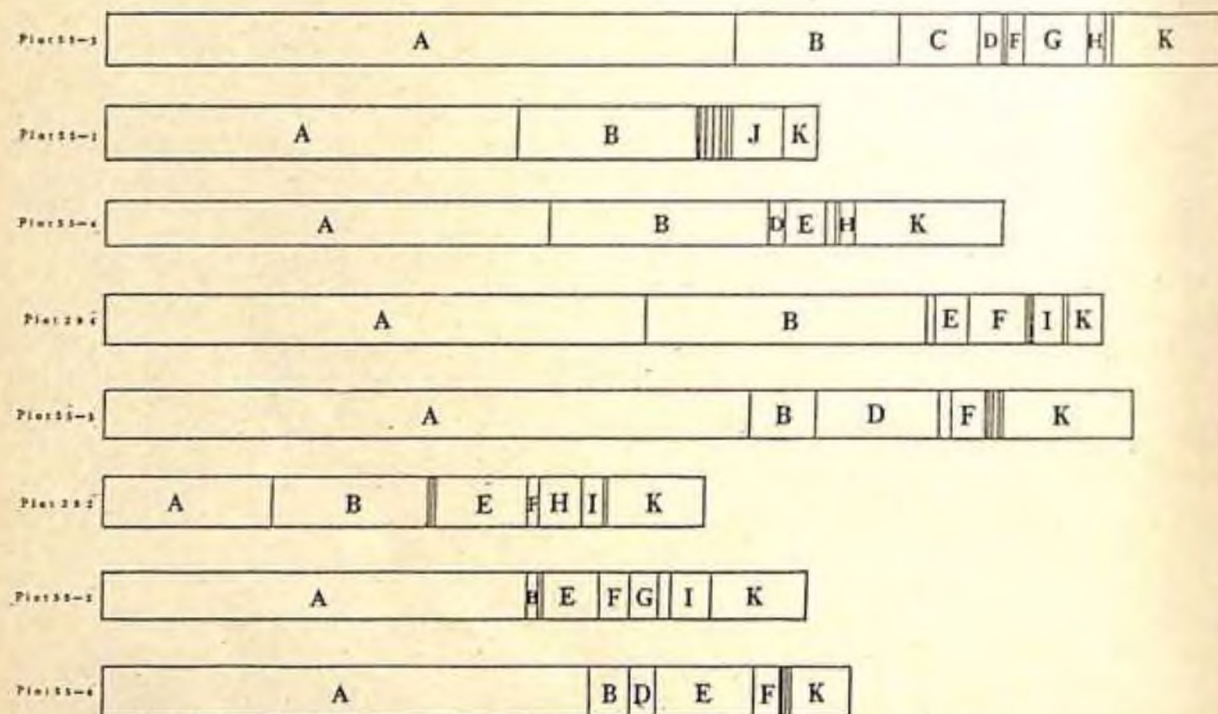


図-4 主な林分の樹種構成 (相対優占度)

A スダジイ B イジュ C エゴノキ D クロバイ
E ヒメユズリハ F コバンモチ G ホルトノキ H トキワカキ
I タブノキ J ミミズバイ K その他

いう構成である。谷底に近い場所では土壌が湿性、礫が多く、落葉樹のエゴノキの量が多くなる。この点は、九州本土のスダジイ・コジイ林と全く同様である。

B スダジイ・クロバイ型

イジュが少なく、クロバイが多い林型である。イジュの優占度の減少分がクロバイとスダジイの優占度の増加となっているようである。この林型は九州本土のコジイ・クロバイ群落と同様、土壌層は厚いが、水はけの良い貧栄養の立地上に生育するものと思われる。クロバイは亜高木性の樹種であり、小径木が多いため、本数割合は、表の相対優占度の割合より多く、12.8%, 950本/haとなっている。また、ハゼノキの量も、他の林型に比べて多い。

C スダジイ・ヒメユズリハ型

斜面上部のやや乾性の立地に見られる林型で、イジュがごく少なく、ヒメユズリハが多いのが特徴である。ヒメユズリハの種子は、鳥によって運ばれ、陽光にも強いことか

ら、スダジイの少ない皆伐跡地では優占群落を形成することがある。本種も亜高木性の樹種であるが、クロバイやミミズバイ等と比べて、低照度は好まないと思われる。したがって、林分が老齢化するにともない、次第に減少するものと思われるが、地位の低い場所に成立する林型であるから、遷移の進行速度はおそいであろう。

毎木調査資料を欠くため表にのせることができなかったが、せき悪地にはスダジイ・シャリンバイ型の林型が見られる。この林型では、林木の生長がおそく、用材林としての施業は適当でない。むしろ、上層のスダジイ等を除伐して、有用樹種のシャリンバイの生長を促進させることも考えられる。

伐期を100年以上の長期に設定した場合の樹種構成について、110年生の林分(金作原)の資料から検討を加えた。本林分の胸高断面積合計は52.8 m^2/ha で、大きい値ではない。50~60 m^2/ha が限界とすると、材積の蓄積量は樹高に比例するだけであるから、地位指数が最も重要となる。金作原110年生林分ではスダジイの相対優占度が50.2で全体の約半分となり、他の林分と変らない。イジュの優占度が13.3と低く、リュウキュウモチノキ、イスノキ、クロバイ、タイミンタチバナ、コバンモチの値が大きい。林型としてはスダジイ・イジュ型に入るものと思われる。イスノキ、リュウキュウモチの量が多いことは、林齢と関係があるかも知れない。九州本土のコジイ林では、50~60年を過ぎるとコジイに腐朽が多くなり、枯損、倒伏するものが出てくる。その中で、イスノキ、イチイガシ等は腐朽が少ないため、老齢林分ほど、優占度が相対的に大きくなる。イジュはスダジイより腐朽が少ないと思われるので、イジュの枯損がリュウキュウモチノキとイスノキの増加に転化されたときは考えられないが、老齢化にともなう林相の変化は施業計画の際に考慮すべきことがらであろう。ハゼノキ、ヒメユズリハ等の二次遷移初期に出現する種は高齢林分では確実に減少するようである。

2 立地および土壌条件と生長

1) 調査地および調査方法

調査地は奄美大島において14プロット、沖縄本島において2プロット設定した。

立地条件および土壌断面の調査は林野土壌調査方法に準拠して行った。また、区分された土壌の各層位より、土壌の物理性測定用試料を採取し、一般物理性の測定を行うとともに、加圧板法にて土壌の孔隙解析を行い、土壌の有効保水量を算出した。

林分調査は造林第2研究室が担当したが、1部は土壌研究室で行った。この場合には、10m×10mの方形区を設定し、胸高直径10cm以上の木について毎木調査した。ただし、沖縄の2プロットについては10m×10m以下の簡易調査である。

各調査地の調査結果の概要および次に述べる方法により得られた地位指数を表-2に示す。

表-2 調査地および

場 所	Plot/坂	標 高 (m)	方 位	傾 斜 (度)	地 形	堆積様式	母 材
奄美国有林 (1林班)	A55-1 2	240 290	N40W	20~22 0~5	山腹斜面 山頂平坦	ほこう 残 積	砂 岩 砂岩, 泥岩
奄美国有林 (18林班)	A55-3 4	65 90	E N75E	28 10~15	山脚斜面 山腹緩斜	ほこう 残 積	砂岩, 泥岩 砂岩, 泥岩
	A56-1 2	200 165		0 14	山頂平坦 山腹緩斜	残 積 残 積	砂岩, 泥岩 砂岩, 泥岩
	3	160	E	43	山腹急斜	ほこう	砂岩, 泥岩
	4	115	N40W	24	山腹斜面	ほこう	砂岩, 泥岩
奄美国有林 (金作原)	A56-6 K-1	310 370	N60W N15W	20 15	山腹斜面 尾 根	ほこう 残 積	砂岩, 泥岩 砂岩, 泥岩, 珪岩
	K-2	360	N10E	15	尾 根	残 積	砂岩, 泥岩
奄美瀬戸内	A55-5 6	60 70	N28W N40W	30~35 27~34	山腹斜面 山腹斜面 (山頂直下)	ほこう ほこう	砂岩, 泥岩 砂岩, 泥岩
沖縄県林試	OM-1	75	N30E	30	尾 根	残 積	砂岩, 泥岩(チャート)
明治山実験林	2	52	N30E	25	尾 根	残 積	砂岩, 泥岩
奄美国有林 (9林班)	A56-6	370	S65E	13	山腹緩傾斜	ほこう	砂岩, 泥岩

調査結果の概要

土 壌 型	有効保水量 (50cmまでmm)	有効保水量 (100cmまでmm)	林 令 (年)	上層木樹高 (m)	地位指数	備 考
yBe	33	(60)※	29	12	14	50cmで風化砂岩
rBe	23	48	29	10	12	
rBD(d)	22	45	46	18	17	
RD(d)	33	67	46	15	14	
RC	23	45	47	12	11	○
RC	24	40	47	14	13	○
RC	25	48	47	11.5	10	○
RD(d)	25	50	47	15.5	14.5	○
rBD(d)	44	(84)※※	110	17	13	90cmで風化砂岩
gRYb ₁	46	87	110	11	9	○
RC	40	80	110	15.5	12	○
RD(d)	32	61	22	12	16	
RD(d)	32	56	22	10	14	
gRYb ₁	36	59	27	8.5	10	○
YC	36	84	27	11.5	14	○
RD(d)						除間伐試験地, 林令が若いので解析より除外。

※ 深さ80cmまで推定

※※ 深さ100cmまで推定

備考 ○印: 土壌学で林分調査

2) 地位指数の推定

調査した16林分の林齢と上層木の平均樹高の関係を図-5に示す。調査点数が少ない上に、樹幹解析を行っていないため生長経過も不明なので、計算により樹高生長のガイドカーブを求めることは困難である。それ故、図に示してある生長のガイドカーブは暫定的なものであり、これより求めた地位指数(40年生時の上層木の平均樹高)には誤差があることは否定できない。しかし、林齢にそれ程大きな差がなければ、求めた地位指数を立地解析の資料として用いてもさしつかえないであろう。特に、八津野国有林18林班の6プロット間の比較には十分使えるであろう。

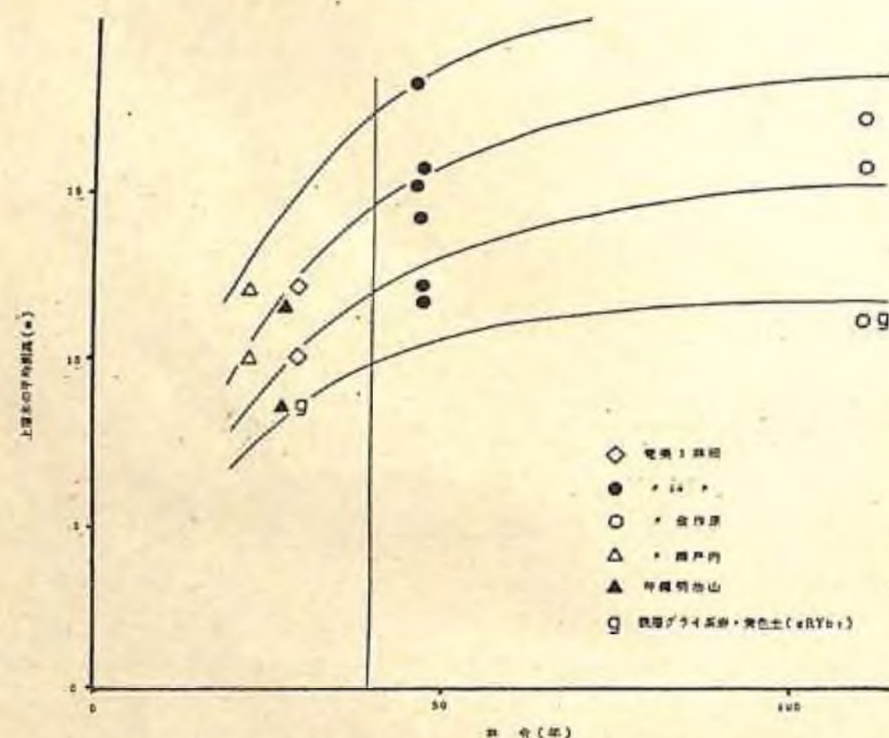


図-5 林齢と上層木の平均樹高

3) 立地因子と生長

(1) 土壌条件と生長

各土壌型と地位指数の関係を図-6に示す。かなりの巾があるが、土壌型により地位指数に高低があることは図より明らかである。すなわち、弱乾性型(Re, Yeなど)と適潤性の偏乾亜型(RD(d), rBD(d))との地位指数を比較すると、前者は1.0~1.4、後者は1.3~1.7であり、後者的方が地位指数は高い。特に、表層グライ系赤・黄色土(gRYb₁)の地位指数は1.0前後とかなり低い値である。

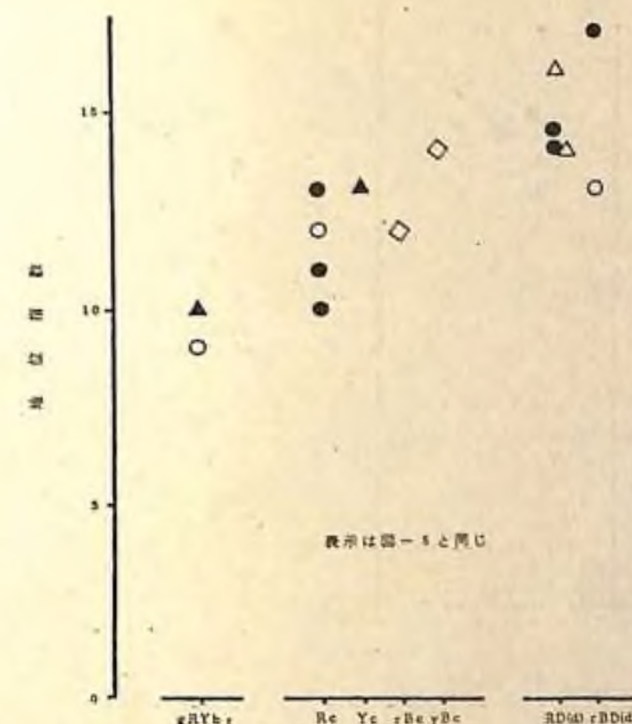


図-6 土壌型と地位指数

沖縄明治山のgRYb₁とYe、奄美大島金作原のgRYb₁とReとはいずれも隣接した林分であり、標高がわずかに異なるのみで微地形には差が認められない。それ故、気象等の環境条件はほぼ同じと考えられる。両土壌の地位指数の差は土壌の物理性、化学性のちがいによるところが大きいと推測される。

土壌の有効保水量(pF 1.8~3.2の保水量)と地位指数の関係を図-7に示す。各林分の有効保水量は20~50mm前後(深さ50cmまで)、あるいは40~80mm(100cmまで)と少ない。深さ50cmまでの保水量には地域差があるような傾向が認められるが、地位指数との関係は明らかでない。林分間の差は大きくなるが、100cmまでの保水量も50cmまでと同様、地位指数との関係は認められない。

一般物理性や透水指数と地位指数の関係も検討したが、金作原のgRYb₁の透水指数が極端に低いことと、地位指数の低い18林班のRe(A56-3)の透水指数が極端に高いこと以外に林分間に大きな差は認められず、地位指数との関係も明らかでなかった。

南西諸島には赤・黄色土あるいは赤・黄色系褐色森林土が広く分布しているが、これら土壌の土性は一般に埴質であり、粗孔隙が少なく、有効保水量も九州本島に分布する

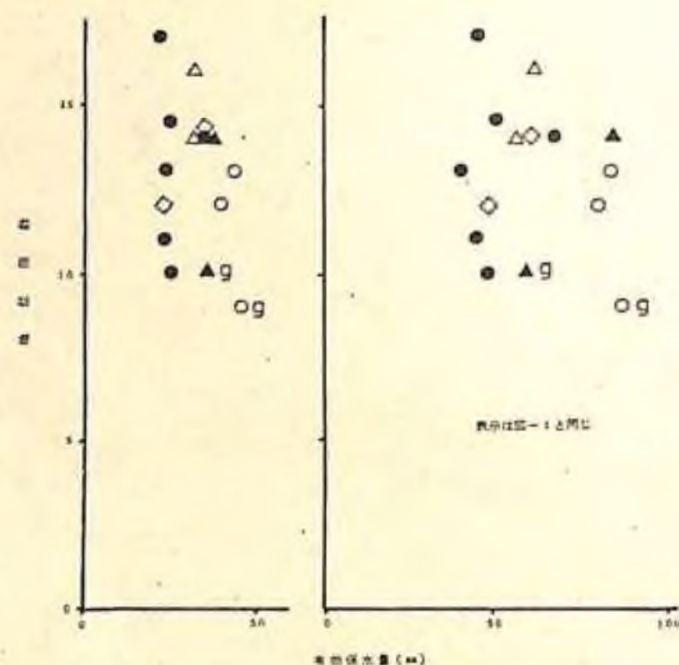


図-7 土壌の有効保水量と地位指数

- I 土壌深さ 50 cm まで
- II 土壌深さ 100 cm まで

黒色土や褐色森林土に比較するとかなり少ない。このような土壌条件と高温で多雨な気象条件より、南西諸島の土壌は一般に過湿になりやすいばかりでなく、乾燥もしやすいと考えられる。

なお、これまでに調査された結果によると、gRYb₁ 土壌は強酸性であり、粗孔隙も少なく透水性も不良である。奄美大島における表層グライ系土壌の分布はそれ程広くはないが、沖縄にはかなり広く分布している。この土壌の生産力は低いので林分のとりあつかいには注意が必要であろう。

(2) 地形条件と生長

地形や微地形は、土層中の水の動き、風の強さ、日射量などに関係があり、林地の水分環境を左右する重要な因子である。

微地形あるいは堆積様式と地位指数の関係を図-8 に示す。傾向としては、山頂あるいは尾根より斜面の中腹や下部の方が地位指数は高い。しかし、同じ中腹であっても、傾斜の緩急により地位指数は異なるようである。なお、堆積様式では当然のことながら、残積より冲積の方が地位指数は高い傾向にある。

斜面の傾斜度と地位指数の関係を図-9 に示す。図から明らかなように、傾斜が 35°

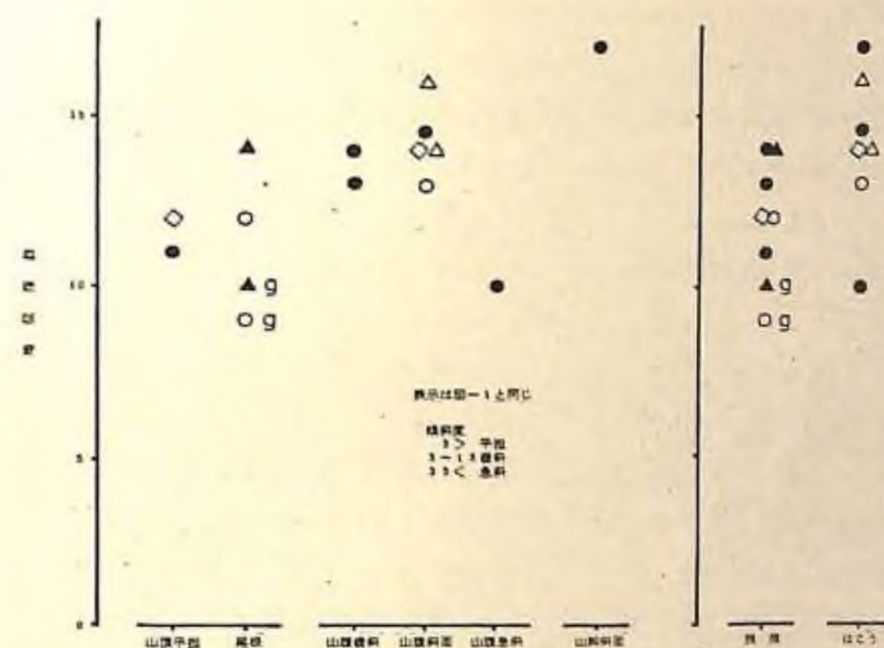


図-8 微地形あるいは堆積様式と地位指数

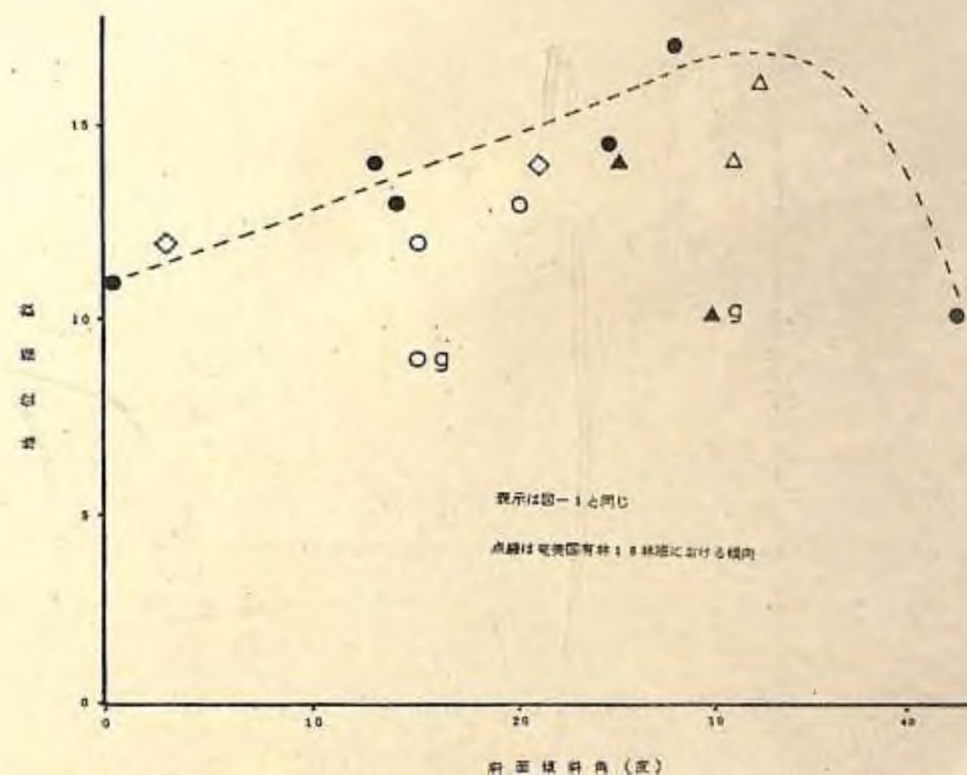


図-9 斜面の傾斜度と地位指数

前後までは傾斜が急になるほど地位指数は高くなる傾向がある。これは、緩傾斜の方が排水不良で、過湿条件になりやすいためではないかと考えられる。一方、 40° をこえる急傾斜地の地位指数が低いのは、斜面の形成過程より推定して、急傾斜地は古い崩壊跡地で土壌条件が不良か、あるいは肥沃な表層土が表面侵食により流亡しやすいためではないかと推測される。

標高と地位指数の関係を図-10に示す。全体としての傾向は明らかでないが、各地域毎に見ると、標高が高くなる程地位指数は低くなる傾向が見られる。標高にはかなりいろいろな因子が含まれているが、標高に代表される主要な因子は風と水ではないかと考えられる。同一地域内で相対的に標高が低いということは、斜面上部より水が供給されることと、風当たりが少ない（蒸発散量が少ない）ことを意味している。このことより、標高の低いところは高いところより湿潤な環境になっているものと考えられる。土壌の有効保水量がかなり少ないので、上部よりの水の供給の多少や蒸発散量の多少は土壌の水分環境に強い影響を与えているものと考えられる。さらに、面積的な広がり小さい「島」なので、大きな山塊よりも標高と風の強弱の関係はより単純であろう。

なお、平坦地形は排水不良なので、傾斜地より一般に湿潤傾向になるが、緩傾斜の方が地位指数が低くなるのは、有効保水量が少ない（ pF 1.8～3.2の孔隙量が少ない）ので、平坦地や緩傾斜地は過湿になりやすいためと考えられる。

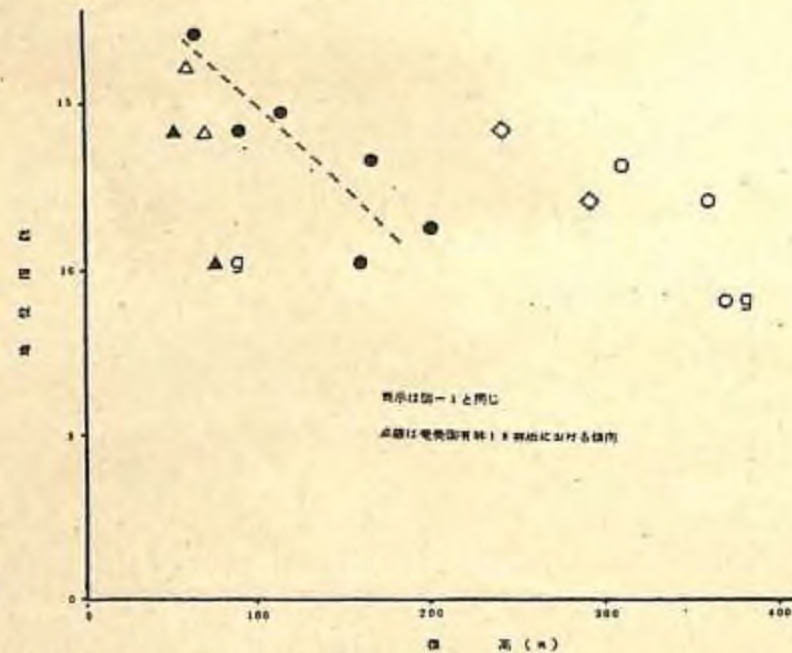


図-10 標高と地位指数

図-11に奄美大島の国有林18林班における標高などの立地因子と地位指数の関係の概念図を示す。有効保水量が少なく、傾斜の緩急や標高と地位指数との間に関係があることが認められたことより、地位指数は土壌の乾湿あるいは過湿と密接に関連しているものと考えられた。

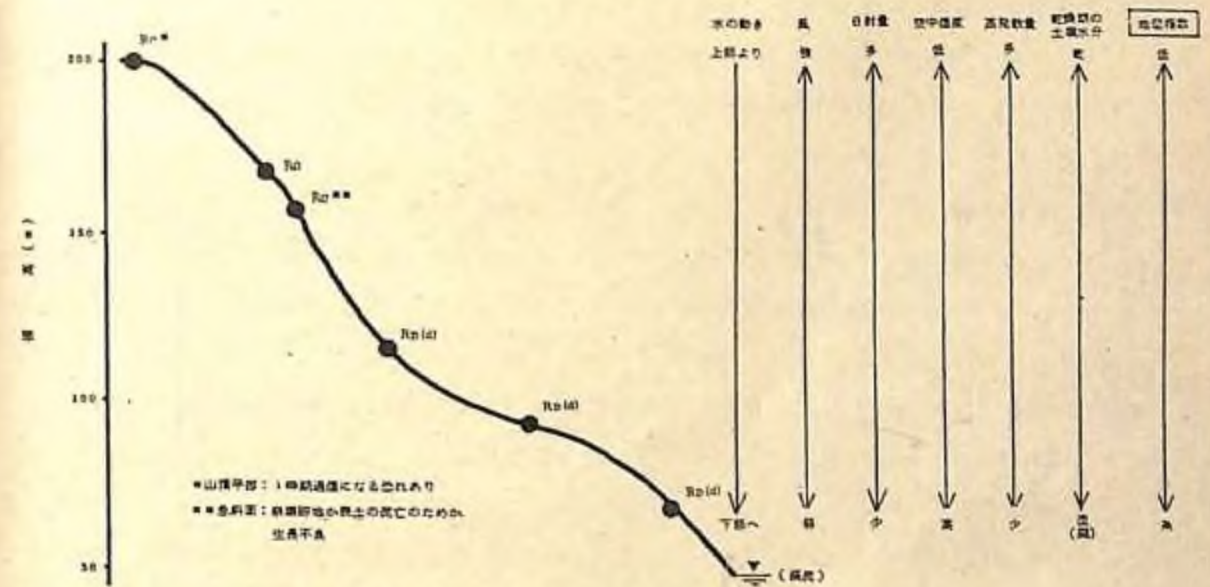


図-11 奄美国有林18林班をモデルとした地形等立地条件と地位指数の概念図

4) ま と め

地位指数は土壌型、微地形、傾斜の緩急および標高と関係あることが判明したが、土壌の物理性や有効保水量との関係は、奄美大島の表層グライ系土壌の物理性が極端に不良である点以外は明瞭な傾向は認められなかった。土壌の有効保水量が少ないことや、各地形因子と地位指数の間に関連があることから、林木の生長を左右する主要な因子は土壌の水分環境（乾湿の程度あるいは過湿）であろうと推測した。

なお、表層グライ系土壌の理化学性は不良であり、生長も良くないので、これら土壌に成立している林分のとりあつかいには十分配慮する必要があると考えられた。

3 更新樹種

1) 生産目標

南西諸島における林業生産の方向づけとして、各島々における水、土保全、島内産材による島内自給率の向上と、移出用としての構造用材、原料材、特殊貴重材（耐蝕性あるいは工芸的付加価値の高い）生産があげられ、これら生産目標への接近のために、天然林施業においては形質、材質のすぐれた有用樹種の林分構成比率を高めるための林相改良と、用材率の向上をはかることが有効な対策と考えられる。

2) 樹種構成

南西諸島における樹種構成の実態として、森林を構成する植生は約300種、そのうち有用喬木は約50種、そのほかに島外からの導入樹種（試植段階のものを含む）は約40樹品種があげられるが造林樹種選定の基礎資料としては必ずしも十分とはいえないようだ。

3) 天然林の林分構成

天然林の林分構成の特長を概括的におさえると、老齢林、壮齢林を通じて、ほぼ例外なく、優占樹種はスダジイであり、老齢林においては直径50cm、樹高15m以上の大径樹は、数%以下の点位的なもので、直径20cm以下の立木が全体の90数%を占め、複層的な林分構成がみられ、心材腐朽木は直径30cm以上になると、罹病率が著しく高くなる。壮齢林においては、スダジイが本数で約60%、材積で約75%を占め、上層木平均樹高は10~15mの林分が多く、これらの林分における直径階別分布は九州地方常緑広葉樹林に類似している。幼齢林においては本数率で実生木が約25%、萌芽木が約75%を占める例が多い。これら老、壮、幼齢林を構成する樹種は30~70種で極めて豊富であり、老、壮齢林では上層木として約30種、下層木として約60種が出現する。

4) 更新樹種選定基準

広葉樹天然林施業における更新樹種選定基準は多面的で、適地適木に関する文献^{10) 11) 12) 13)}、天然林施業に関する文献^{14) 15) 16) 17)}を引用して要約すると

(1) 生産目標の面から、原材料生産、構造材生産の各天然林の保育で、保残優占樹種と立木配置補整樹種の整理

(2) 上層林冠構成種だけでなく、階層ごとの有用樹種群を対象とする

(3) 種子および萌芽による再生産力が大きく、常在度、優占度の高い樹種

(4) 比較的単純な技術で成林が安全な樹種

(5) 台風、病虫害等の抵抗性の強い樹種

(6) 適地適木の面から

④ 長伐期、択伐的施業が望ましい土地条件に適した樹種群

⑤ 長伐期、小面積皆伐で天然更新が望ましい土地条件に適した樹種群

⑥ 林分改良、混交林造成が望ましい土地条件に適した樹種群

⑦ 適潤性黄色土、暗赤色土など、比較的生産力の高い林地で伐期30年前後の天然更新に適した樹種

(7) 工芸的付加価値の高い特殊貴重材

5) 更新樹種

この研究における4年間の現地調査結果から有用樹種を求めると

スダジイ、イジュ（耐蝕性）、タブ、ウラジロガシ、イスノキ、エゴノキ、イヌマキ（耐蝕性）、ヒメユズリハ、コバンモチ、トキワガキ、ホルトノキ、モクダチバナ、ヤブツバキ、アマミアラカシ、ヤエヤマシタン、（工芸貴重材）、リュウキュウコクタン、（工芸貴重材）、サクラツツジ（工芸貴重材）、モツコク（耐蝕性）、ジャリンバイ（染料原木）テリハボク、フタギ、リュウキュウマツ等である。これらのうち更新樹種の主体となるのはスダジイ、イジュ、ウラジロガシ、リュウキュウマツである。

4 更新方法

常緑広葉樹天然林の用材林施業に適した更新方法に関する研究は極めて少ない。また現地林分の実態として、その目的達成に耐え得る調査対象林分も極めて少ない。

この研究では基礎的資料を得るために、①大島営林署金作原国有林3林班と小班的の110年生林分で最終的に安定した林相、「かさね梓」法による分散構造解析（昭和52年3月調査）をおこない、あわせて「シードトラップ」法による落下種子量の調査（昭和52年9月~55年8月）と稚苗（苗高10cm以下）の生立状態の調査（昭和56年11月）をおこなった。②大島営林署八津野国有林18林班、小班的の伐跡地（昭和55年11月主伐、林齢46年）の隣接保残林で、林縁から林内、林外方向の距離区ごとの稚樹発生状態の調査（昭和56年11月）をおこなった。

1) 分散構造

広葉樹天然林は異齡、多樹種で複雑な林分構成となっている。そこで生立木の平面的分布、とくに生立木の程度を、階層ごとと樹種ごとに把握することが、施業指針の基礎的情報として極めて重要な役割をもっている。

この解析では60m×60mの調査区の中を4m×4mの小方形区に分割し、森下¹⁸⁾の I_d 指数を高、中、低木の各階層ごとに求めた。おもな樹種の I_d 指数は図-12のとおりで、その分布型は森下¹⁸⁾の判定図によると高木階の「全樹種」、「スダジイ、イスノキ、イジュ」、「スダジイ」、中、低木階の「イヌマキ、サクラツツジ」ともに、小集団をもった集中分布型で集団内分布はランダムといえることができる。なおこの調査区における出現樹種は25科39種で、生活型によるうちわけは常緑樹の喬木18種、亜喬木1種、小喬木9種、灌木8種、落葉樹の灌木3種であった。

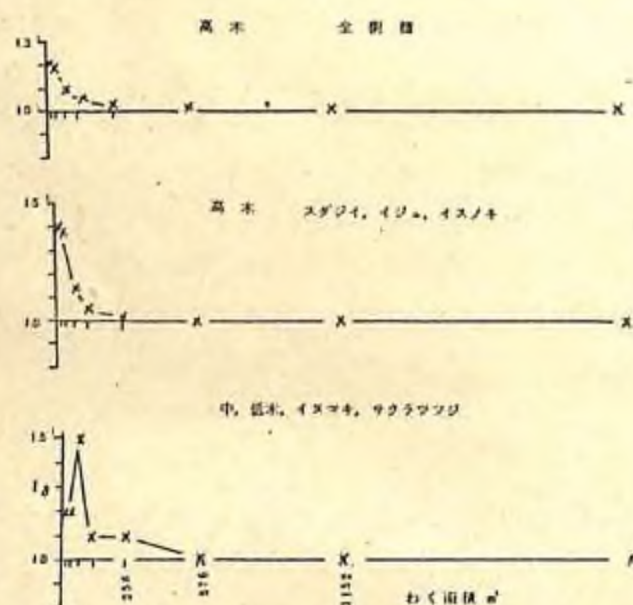


図-12 I_d 指数

2) 階層別、樹種別頻度

階層区分は最大樹高木の樹高(20m)を3等分して高、中、低木階とした。上位5種は、高木階ではスダジイ、モチノキ、イジュ、イスノキ、クロバイ、中木階でクロバイ、タイミンタチバナ、アデク、スダジイ、コバンモチ、低木階でイヌマキ、アデク、サクラツツジ、タイミンタチバナ、スダジイ、全階層でスダジイ、タイミンタチバナ、アデク、

イヌマキ、クロバイであった。

3) 階層ごと頻度にみられる後継樹生立状態のタイプ

異齡林の階層構造で、樹種ごとの更新状況に視点を置いた場合、表-3に示すタイプわけができる。すなわち、タイプ1では各階層に出現がみられるスダジイなど常緑喬木6種と常緑小喬木2種、タイプ2、3では低木階の後継樹がみられない常緑喬木のイジュ、ホルトノキなど属し、タイプ4ではギーマなど常緑灌木を主としたグループ、タイプ5では高木階に連していない常緑喬木のタブ、イヌマキなど8種、常緑小喬木のアデクなど7種、常緑灌木のサクラツツジなど3種、落葉灌木のイヌビワ1種の出現がみられたそのほかにタイプ6、7のように特長づけの困難な、途中相的なものに整理してみた。

表-3 頻度と階層のくみあわせによる樹種のグルーピング

タイプNo	高木階	中木階	低木階	種名
1	○	○	○	スダジイ、コバンモチ、イスノキ、クロバイ、シマシロバイ、シロタブ、モチノキ、イヌガシ、タイミンタチバナ
2	○	○	—	イジュ、ホルトノキ
3	○	—	—	ヒイラギズイナ
4	—	—	○	サカキ、ギーマ、ホソバシヤリンバイ、リュウキュウアオキ、オオシマムラサキ
5	—	○	○	イヌマキ、アマシバ、モッコク、ヤブツバキ、タブ、トキワガキ、ナギ、ヒメユズリハ、アデク、カクレミノ、モクダチバナ、アカミズキ、サザンカ、シキミ、シロミズ、サクラツツジ、オオムラサキシキブ、シマミサオノキ、イヌビワ
6	○	—	○	—
7	—	○	—	ヤマモモ、シラキ、ウラジロカンコノキ

従来の常緑広葉樹用材林施業では、幹材積生産を主目的として、タイプ1、2、3が主な対象とされていたのに対して、タイプ5は各種の生活型がみられ、また種数も比較的多く、イヌマキ、モッコク、ヤブツバキ、サザンカ、サクラツツジなど価値生長の高い有用樹種が出現し、これらを利用径級に達するまで保残することが有効で、南西諸島の広葉樹林施業では、今後、これらの有用樹種を対象とした施業体系の確立も重要な課題の1つといえる。

4) 種子生産量

シードトラップ(たて50cm、よこ50cm)を60×60mの調査区内に16個配置し、

昭和52年9月～昭和55年8月までの樹種別年間種子落下量とその年変動を求めた。

表-4にみられるように年間総落下量の3年間の最小値と最大値は62.4～421.5 kg/ha 3420千粒/ha～8090千粒/haとなり、重量で6.8倍、粒数で2.4倍の開きがある。その原因として重量ではスダジイの豊区、粒数ではイジュ、アカミズキの豊区の影響が大きい。種子落下量の季節変化は、重量ではスダジイ、イジュを主として多くの樹種の種子が落下する11、12月に年間落下量の47～75%の落下がみられ、粒数ではイジュの落下量の多い11、12月に年間落下量の64%が集中する年と、アカミズキの落下する6月に最大があらわれる年とがみられた。なおスダジイは8～12月、イジュは8月～翌年5月までの期間に種子落下がみられる。

表-4 樹種別年間種子落下量の年変動

項目	年度	スダジイ	イジュ	クロバ	アデク	オササキ	ヤマモ	コナラ	シラカバ	アカミズキ	タイシン	ササキ	ササヒ	ササバ	不明	計
kg/ha	72.9～78.8	1179	330	1946	1543	105	113	331							470	6237
	78.9～79.8	8856	539	816	118	815			836	865	588				398	10572
	79.9～80.8	38639	1517	985	248		803			893	853	128	815	813	573	42147
	80.9～81.8															
%	72.9～78.8	189	85	312	247	17	18	56							75	108
	78.9～79.8	838	51	82	11	81			84	81	35				38	100
	79.9～80.8	916	36	82	86		81			21	81	83	81	81	14	100
	80.9～81.8															
千粒/ha	72.9～78.8	195	1895	618	213	73	185	30							345	3433
	78.9～79.8	1078	1705	10	20	35			18	3	1586				433	4898
	79.9～80.8	1026	3755	43	35		3			2868	8	3	25	10	320	8098
	80.9～81.8															
%	72.9～78.8	44	528	181	62	21	54	89							101	100
	78.9～79.8	220	345	82	84	67			84	81	325				89	100
	79.9～80.8	124	464	85	84		81			355	81	81	83	81	40	100
	80.9～81.8															

5) 種子落下量と稚苗数

シードトラップを配置した小方形区(4×4m)内の稚苗高10cm以下のものを、最近3年間に発生した稚苗として、樹種別本数調査をおこない、稚苗数÷3年間の種子落下量=稚苗生存率として求めると表-5のとおりで、アデクは26.30%、イジュは0.0007%、スダジイは0.31%、クロバは0.15%で、天然林内における上下下種更新で、常緑小喬木のアデクは更新が容易であるが、常緑喬木のイジュは更新が困難であり、スダジイ、クロバはかなり期待がもてることがわかった。しかし上木疎開による林床の光環境を補整しないと、やがて枯死するものと思われる。なお、その他の樹種は、落下量皆無の年もあり、また種子の樹種別同定が困難であったため、今回は省略した。

表-5 最近3年間の種子落下量と稚苗高10cm以下の稚苗数

樹種	A 種子落下量 粒/m ²	B 稚苗数 本/m ²	B/A (%)
アデク	27	7.1	26.30
イジュ	727	0.005	0.0007
スダジイ	225	0.7	0.31
クロバ	67	0.1	0.15

6) 母樹保残帯の林縁からの距離と更新状態

46年生林分を昭和55年11月に主伐した伐跡地に隣接した保残林(上層木平均樹高12m)の林縁から、林内、林外方向へ5mごとの距離区を設け、2.5m²あたりの更新樹の本数調査を昭和56年11月におこなった。この調査区は斜面長150m、平均傾斜35°、斜面方位、東南面の中腹に設けた。

表-6に1m²あたりの萌芽、実生別の本数を伐跡、林内の各距離区ごとに示した。

表-6 母樹保残帯、林縁からの距離と更新状態(m²あたり)

項目		林縁からの距離			林内		
		0～5m	5～10m	10～15m	0～5m	5～10m	10～15m
萌芽	株数 スダジイ、イジュ	2.0	3.2	1.1	0.04	0	0.04
	条数 "	12.2	17.4	7.1	0.08	0	0.08
実生	当年 スダジイ、イジュ	1.0	0.6	0	0.6	1.8	0.9
	" 全樹種	4.0	3.8	2.4	2.7	3.4	3.0
	前生 スダジイ、イジュ	0.2	0.4	0.2	0.9	1.0	1.0
	" 全樹種	0.3	0.5	0.9	5.0	4.6	4.8

萌芽についてみるとスダジイ、イジュの伐跡地における株数は1.1～3.2株/m²、萌芽条数は7.1～17.4本/m²、株あたりの条数は5.4～6.5本で、株縁からの距離による変化はみられない。そして成林に必要な株数、条数は、ほぼ満たされているものと考えられる。

実生についてみると、特長的なことは伐跡地における当年生のスダジイ、イジュ、および全樹種の本数は林縁からの距離に比例して減少する傾向がみられることである。しかしこの傾向は主伐が前年の11月におこなわれているため、保残母樹帯からの種子散布距離との関係ではなく、主伐前後の上下下種したのものに対する稚樹発生阻害要因のなにかが、林縁からの距離に比例して作用しているものと考えたい。種子散布距離による稚樹発生状態は今後の調査によって把握されるであろう。なお当年、前生の実生稚樹本数だけでは、

今後の稚樹消失を想定すると、成林の期待はうすく、種子の豊凶とも関連して、今後数年間の更新期間が必要と考える。特にスダジイ、イジュの実生稚樹の占有率を高めるためには、種子豊作年における種子落下後、すなわち12月以降に主伐することが皆伐作業の場合には特に必要条件となる。それができない場合は連年の種子散布が可能な交互帯状伐採か、母樹保残法が必要条件となる。

萌芽と実生についてみると、両者を合わせると種子の豊凶、散布距離に関係なく、皆伐作業でもスダジイ、イジュの占有率の高い成林が期待される。しかし主伐対象林分のスダジイ、イジュの占有率を主とした林分構成には特段の注意が必要であり、また主伐時期は種子豊凶、落下飛散時期を考慮することが重要である。一方、心材腐朽の罹病率と萌芽、実生の関係も無視することはできない。

7) ま と め

奄美大島で最終的に安定した110年生林分で、生立ムラに留意した分散構造解析、階層別樹種別頻度の検討をおこない、階層ごと頻度にみられる後継樹生立状態のタイプについて検討し、タイプ1, 2, 3, 5を見出し、特にタイプ5の有用樹種が利用径級に達するまで保残することが有効と考えた。一方種子生産量調査で豊凶差がかなりあり、落下量の季節変化でスダジイ、イジュの落下最盛期は11月であることを確認し、種子落下量に対する稚樹生存率の試算をおこない、スダジイ、クロバイは上方下種更新で成林が期待される稚樹数発生が推測されたが、林床の光環境補整が必要であると考察した。そして46年生、母樹保残帯の林縁からの距離と更新状態について考察を加え、後継樹として萌芽と実生をあわせると、皆伐作業でもスダジイ、イジュの占有率の高い成林が期待されることがわかった。しかし主伐時期は種子豊凶、落下飛散時期を考慮することが重要である。それがみられない場合は連年の種子散布が可能な交互帯状伐採か、母樹保残法が必要条件となることを推測した。一方、心材腐朽の罹病率と萌芽、実生の関係も無視できず、かりに萌芽の罹病率が高く、実生に期待をもつ場合は、皆伐作業、交互帯状伐採、母樹保残法などの作業法の適用条件を考慮する必要がある。

5 保 育 法

広葉樹林施業に関するデメリットとして指摘されている一般的事項のなかで、形質の悪いのが最大の難点で、その対応として保育技術改善による用材率向上の可能性に視点をのいた調査をおこなった。

1) 萌芽整理

皆伐跡地の更新実態は、萌芽木が75%、実生木が25%を占める例が多い。ここでは更新初期における萌芽整理の要否を検討するため、大島管林署が設定した試験地の調査を

おこなった。

この試験地は金作原国有林3林班は4小班で昭和45年度に伐採し、昭和48年12月に、2,000, 3,000, 4,000, 5,000本/ha仕立て区と対照区を設定したもので、昭和54年12月、昭和56年11月に5,000本/ha仕立て区と対照区の生立本数と生長量調査をおこない、結果を表-7に示した。

表-7 生立本数と生長量

調 査 区 名	調査年	林令	生 長 量				生 立 本 数		
			スダジイ		全 樹 種		全 樹 種		
			D	H	D	H	D>3cm	D<3cm	合 計
5000本/ha仕立て区	S.54	9	4.5	4.3	4.2	4.8	5250	34188	39438
"	S.56	11	5.2	5.3	5.2	5.3	15873	30525	46398
対 照 区	S.54	9	4.1	4.8	3.9	4.5	6800	37046	43846
"	S.56	11	7.5	6.5	6.1	5.8	7972	39039	47011

注) 生長量は胸高直径3cm以上について調査

生立本数は昭和54年と昭和56年のあいだに「増」「減」がみられ、「増」は新しく発生した稚樹と、直径生長の進階、「減」は5,000本仕立て区のD<3cmでみられ直径生長の進階によるものと考えられる。特長的な変化は、5,000本仕立て区のD>3cmで、昭和56年は昭和54年の3.02倍に達し、対照区の1.17倍にくらべて、直径生長の進階したものが著しく多いことである。

生長量は直径3cm以上を対象としたが、昭和56年における直径生長量をみると、5,000本仕立て区の5.2cmに対して対照区は7.5cmとなっている。

これらの結果から5,000本仕立て区は萌芽整理後6年間に再萌芽し、D>3cmに進階したものが著しく多いが、その平均直径生長量では対照区に劣っている。このことは再萌芽の6年間の生長量が5,000本仕立て区の平均値を下げたことになり、対照区の9年間の生長量に劣るのは当然と考えられる。なお生立本数合計で昭和56年調査の5,000本仕立て区と対照区は近似しており、萌芽整理作業は不要と考える。他の仕立て本数区でも同様の傾向が肉眼的に観察された。

2) 除 伐

除伐は林分が、ほぼ閉鎖を完了した後に目的樹種以外の樹種はもちろん、目的樹種でも形質不良で将来の生長の見込みがなく、存続させても健全な優良林分を仕立てる上からはむしろ有害と見なされるものを伐採する作業と定義づけられている。

広葉樹天然林施業における除伐の具体的な指針はまだ作成されていない。

ここでは幹の通直性を主とした形質向上を目的とした場合に想定される保育体系のなかの除伐について、若干の考察を加える。

想定される保育体系は、幹通直木の頻度を高めるため、更新初期は密仕立てとして下枝の発達を抑制し、地上3mの幹通直性が確認できる時期に除伐をおこない、保残木の肥大生長を促進して、形質を向上させることで、しかも労働小投型である。

調査林分は鹿児島県林業試験場大島分場が、昭和52年12月に設定した除伐第2試験地の6,000本/ha保残区、対照区(10,800本/ha)4,000本/ha保残区で、上層木除伐として胸高直径5~6cmを伐採している。除伐後のプロット平均直径は2.0~2.8cm、平均樹高は4.3~5.1mで、林齢は12年であった。

調査は胸高直径3cm以上を対象として昭和54年12月と昭和56年11月におこない、各プロットの林分構成値は表-8に示した。

表-8 除伐試験地の林分構成値

調査年	プロット名	林齢 (年)	平均単木				haあたり					
			D		H		N(本)		V (m³)		樹種数	
			min~max		min~max							
			スダジイ	全樹種	スダジイ	全樹種	スダジイ	全樹種	スダジイ	全樹種		
S.54	6000本/ha区	14	5.4 3.0~12.0	4.9 3.0~12.0	6.6 5.1~9.0	6.4 4.2~9.6	3492	14080	380	1269	25	
S.54	対照区	14	6.2 3.0~13.7	5.5 3.0~14.0	7.3 5.2~10.3	7.0 5.2~10.5	3269	14630	530	1853	25	
S.54	4000本/ha区	14	6.2 3.0~13.2	5.2 3.0~13.2	7.0 4.5~9.9	6.6 3.9~9.9	4357	11418	693	1257	23	
S.56	6000本/ha区	16	5.8 3.1~13.0	5.0 3.0~13.0	6.8 4.0~10.0	6.4 2.0~10.0	3714	14080	499	1334	27	
S.56	対照区	16	6.6 3.0~15.6	5.6 3.0~15.6	8.4 5.0~11.0	7.7 4.0~11.0	3590	14094	788	2243	28	
S.56	4000本/ha区	16	6.6 3.0~14.4	5.3 3.0~14.4	7.4 5.0~10.0	6.7 3.0~10.0	4413	11914	830	1364	21	

haあたり立木本数は11,418~14,630本でプロット間のちがいはなく、また昭和54年と56年の間にも増減はほとんど見られない。平均胸高直径は除伐直後すなわち昭和52の2.0~2.8cmに対して、昭和54年では全樹種で4.9~5.5cm、昭和56年では5.0~5.6cmで、プロット間では直径5~6cmの除伐をしなかった対照区が最も大きく、除伐区では4,000本区が6,000本区よりも、やや大きく、除伐効果が出はじめている。

幹材積について昭和54年から昭和56年までの生長量を求めると、全樹種で6,000本

区は6.5 m³/ha、対照区で38.7 m³/ha、4,000本区で10.7 m³/ha、スダジイについてみると6,000本区は11.9 m³、対照区は25.8 m³、4,000本区は13.7 m³で、除伐区間では4,000本区が6,000本区よりも生長量が大きくなっている。なおスダジイの全樹種に対する幹材積比率は、6,000本区、対照区、4,000本区の順に、昭和54年では29.9、28.6、55.1%、昭和56年では、22.2、46.8、60.9%で、4,000本区の幹材積比率が高い。

樹高階別の断面積合計の変化は図-13のとおりで、昭和54年よりも昭和56年の断面積合計が増加している樹高階は、対照区では8m以上、除伐区では6m以上で、対照区は17.5 m³/ha、4,000本区は8.5 m³/ha、6,000本区は5.7 m³/haで、前者の除伐効果が大きい。

幹通直木頻度について後述の方法で全樹種についてプロットごとに求めると、6,000本区は、22.5%、対照区は32.8%、4,000本区は32.2%であった。これらのことから除伐効果は4,000本区が6,000本区よりもよさそうだ。しかし除材時期、除伐方法は今後、別に試験地を設定して明らかにする必要がある。

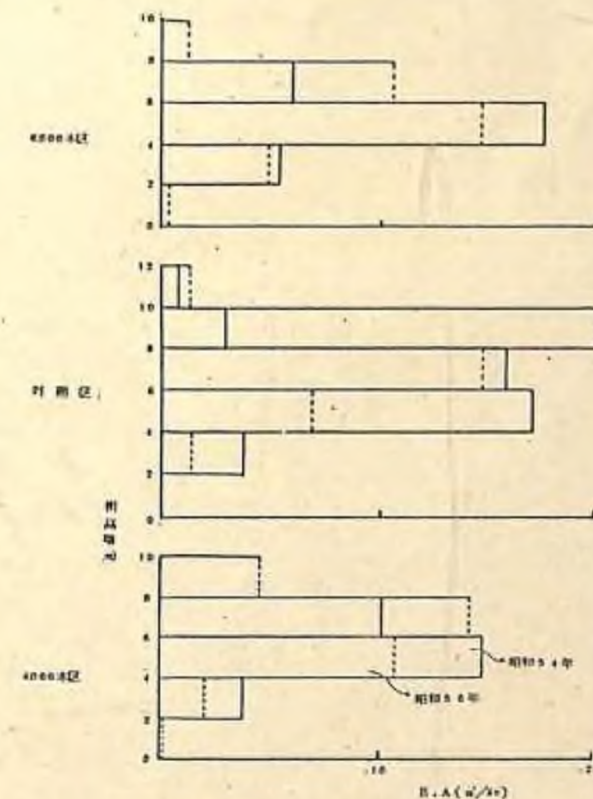


図-13 樹高階別の断面積合計

3) 齡級別林分の直径階と幹通直木頻度

用材率向上に視点をおき、天然生二次林の林分構成と幹通直度別頻度の調査をおこなった。

調査林分は大島営林署部内の3林班は小班(更新後9年), 20林班は小班(25年), 1林班は小班(32年), 3林班は小班(110年), と名瀬市有林(45年)で、胸高直径の測定(9年生林分では1cm以上, その他の林分は4cm以上)と樹種の記載をおこない、幹通直度は地上部3mについて図-14に示す基準を用いた。A, Bは構造用材として期待され, D, Eは原料材として利用, Cは今後の肥大生長で1部分はA, B, あるいはD, Eに変化する可能性がある。

出現樹種数は9年生林分で21種, 25年生林分で27種, 32年生林分で21種, 45年生林分で23種, 110年生林分で39種がみられ, 樹種構成は各林分とも類似している。

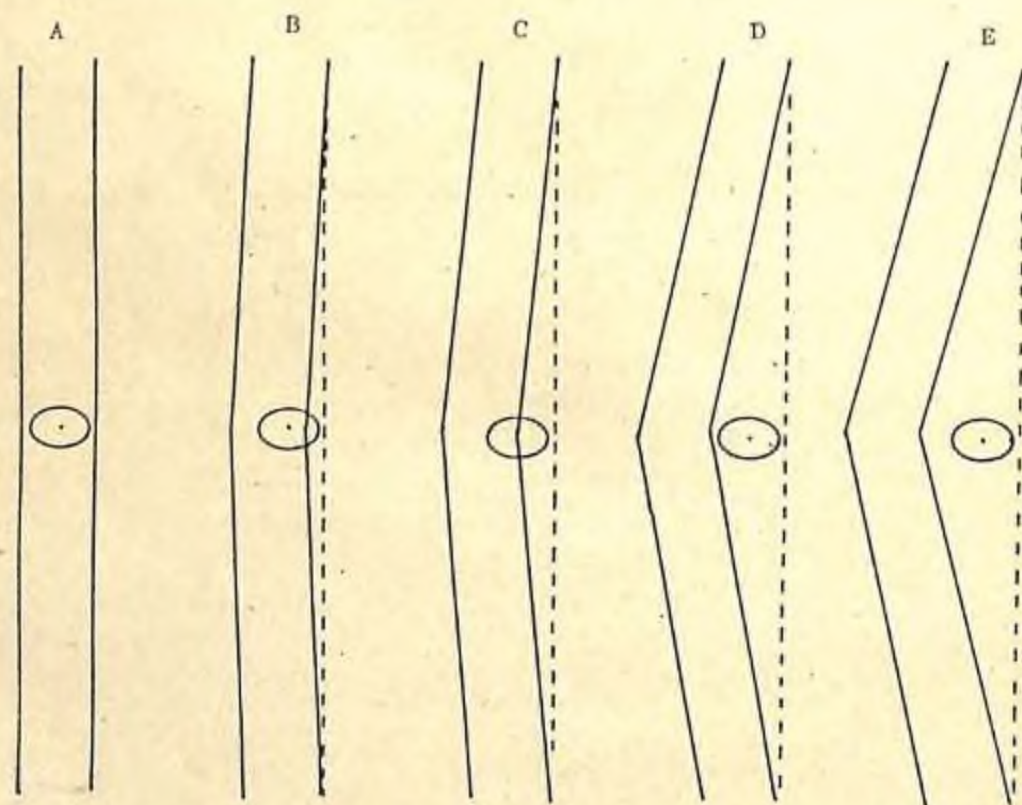


図-14 幹(地上部3m)通直度の模式図

林分構成値は表-9に示したが、奄美大島における平均的なものとみてよさそうだ。

表-9 林分構成値

項目 林 齡	単 木		ha あ たり	
	\bar{D} min~max	\bar{H} min~max	N (本)	V (m ³)
9 年生	$\frac{2.2}{1.0 \sim 4.8}$	$\frac{3.9}{2.6 \sim 6.2}$	41600	61.8
25 #	$\frac{8.7}{4.0 \sim 18.7}$	$\frac{9.7}{3.2 \sim 14.5}$	6408	281.6
32 #	$\frac{9.9}{4.0 \sim 22.8}$	$\frac{8.1}{3.7 \sim 11.5}$	6184	279.2
45 #	$\frac{10.4}{4.0 \sim 22.1}$	$\frac{8.9}{3.7 \sim 14.0}$	5775	366.1
110 #	$\frac{12.4}{4.0 \sim 53.8}$	$\frac{9.1}{3.0 \sim 20.0}$	2315	381.0

直径階ごとの通直木(A+B)頻度を図-15, 16に示した。直径階(X)と通直木頻度(Y)のあいだには, 100%に漸近する関係が成立しそうであるが, ここでは折

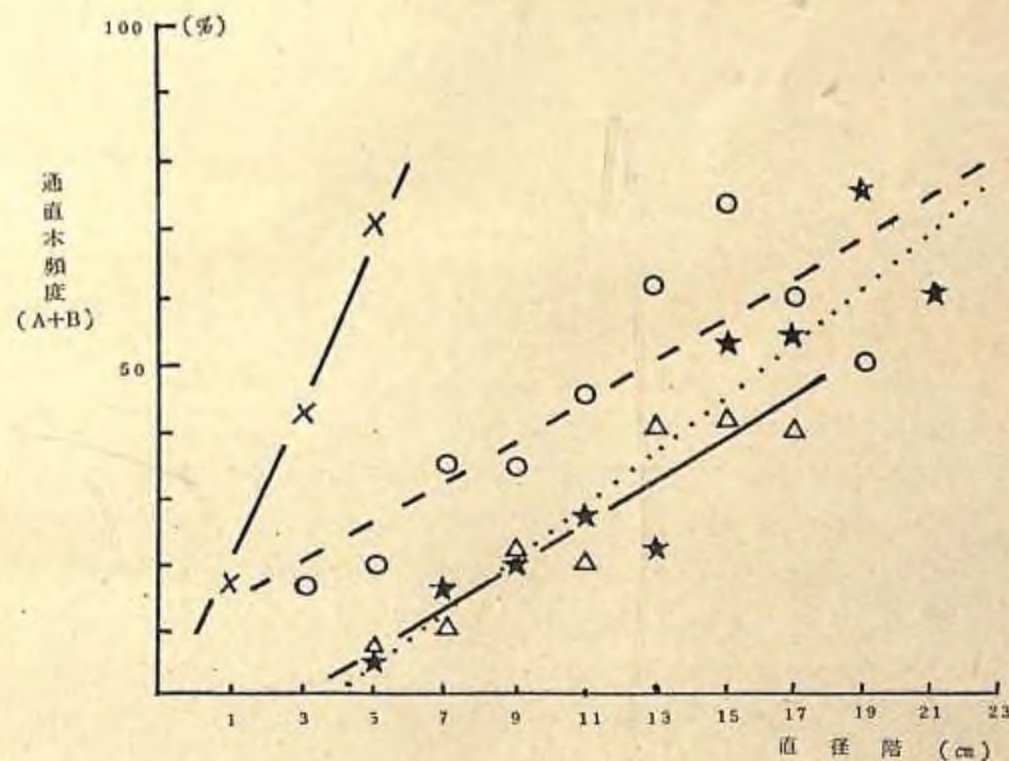


図-15 直径階ごとの通直木頻度

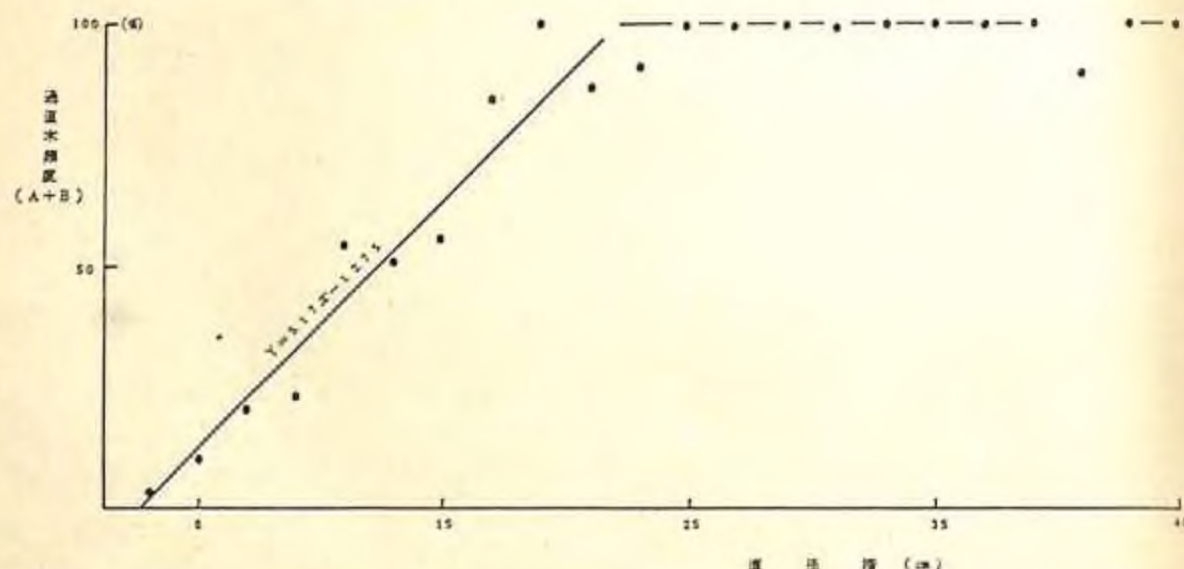


図-16 直径階ごとの通直木頻度(110年生林分)

れ点を求める意味あいも含めて、直線回帰を求めると

9年生林分 $Y = 1.31x + 4.2$ $r = 1.00$

252 # $Y = 3.0x + 11.7$ $r = 0.85$

32 # $Y = 3.2x - 9.1$ $r = 0.94$

45 # $Y = 4.1x - 16.5$ $r = 0.94$

110 # $Y = 5.2x - 12.8$ $r = 0.92$

で、直径階に比例して通直木の頻度が高くなり、その勾配係数は、若齢高密度林分と壮齢林分とでは明らかなちがいが認められる。

これらのうちわけを若、壮齢林について、通直度別頻度%を、全直径階、上層木($D > 12.1 \text{ cm}$)、下層木($D < 12.1 \text{ cm}$)にわけてみると表-10のとおりで、全直径階についてみると、天然生二次林における幹通直度を主とした林分あたりの形質構成の実態として把握され、特に32、45年生林分における通直度A+Bが、20.7、24.7%となっているのは、収獲事業面で一般的に用材率20%といわれている数値と近似しており、用材率向上の可能性は、若齢時のA+B量を維持促進するための除伐時期、回数の探索と、C量をA+B量に進階させるための肥大生長促進の除伐と伐期の検討が要点となる。上層木階についてみると下層木階を含まないため、A+B量は著しく多くみられるが、これは

みかけの数値であり、下層木除伐では狭義の用材率向上にならないこととし、肥大生長促進による用材率向上を示唆していると考ええる。

110年生の老熟林では直径階20.1~22cm以下では直線的な比例関係がみられ、直径階22.1~24cm以上では、ほぼ100%を維持している。この林分において直径22.1cm以上の本数率は17.1%である。

表-10 幹(地上部3m)通直度別頻度%

直径階	林齢	通直度	A	B	C	D	E
全直径階	9		1.9	29.8	41.3	26.9	0
	25		0.4	37.1	29.2	30.3	3.0
	32		0	20.7	16.6	62.1	0.7
	45		0.5	24.2	31.2	41.4	2.8
上層木 $D > 12.1 \text{ cm}$	9		—	—	—	—	—
	25		0	63.8	19.0	17.2	0
	32		0	36.6	17.1	43.9	2.4
	45		0	48.5	32.4	16.2	2.9
下層木 $D < 12.0 \text{ cm}$	9		—	—	—	—	—
	25		0.5	29.7	32.9	34.0	3.8
	32		0	14.4	16.3	69.2	0
	45		0.7	12.9	30.6	53.1	2.7

以上の結果から、用材率向上のためには幹通直木頻度を高めることが有効であり、そのためには主伐対象木の直径を22cmに早く近づける保育技術が必要となる。そして用材率向上の可能性は、現在の事業実績の20%を40%以上にすることは期待してよさそうだ。

6 まとめ

1) 植生の遷移と階層構造発達

階層構造の分化について、樹高別の本数、胸高断面積合計による解析をおこない、林分高が約12mに達した29年生林分と約18mに達した46年生林分の例を示した。46年生林分では高木層と亜高木層の分化が明瞭で、用材としての収穫が期待できるのは、高木層のほとんどを占めているスダジイ、イジュであり、亜高木性のその他の樹種は、丸太等の小径材として、本数収量の増大、高木性樹種の枝下高の押し上げを期待すべきである。

林型区分を胸高断面積合計の割合によって

A: スダジイ — イジュ型

B: スダジイ — クロバイ型

C: スダジイ — ヒメユズリハ型

D: スダジイ — シャリンバイ型

とし、Aは斜面下部の比較的良好な立地に発達し、およそ $\frac{1}{2}$ がスダジイ、 $\frac{1}{4}$ がイジュという構成である。Bは土壌層は厚いが、水はけのよい貧栄養の立地上に生育するものと思われる。Cは斜面上部のやや乾性で地位指数の低い場所に成立し、遷移の進行速度はおそいであろう。Dはせき悪地に成立し、生長はおそく用材林としての施業は適当でない。

2) 立地および土壌条件と生長

暫定的な樹高生長のガイドカーブから求めた地位指数は、土壌型、微地形、傾斜の緩急および標高と関係があることが判明したが、土壌の物理性や有効保水量との関係は明瞭な傾向が認められなかった。これらの結果から八津野国有林18林班をモデルとした地形等立地条件と地位指数の概念図を作成した。

なお表層ダライ系赤、黄色土(gRYb₁)の理化学性は不良で、地位指数も10前後で、そこに成立している林分のとりあつかいは十分配慮する必要がある。

3) 更新樹種

更新樹種選定基準を示し、構造用材、原料材、特殊貴重材(耐蝕性あるいは工芸的付加価値の高い)等、22樹種に整理した。そのなかで更新樹種の主体はスダジイ、イジュ、ウラジロガシ、リュウキュウマツである。

4) 更新方法

奄美大島で最終的に安定した110年生林分で、生立ムラに留意した分散構造解析、階層ごと頻度に見られる後継樹生立状態のタイプを検討し、また種子落下量の季節変化、年変動の3年間にわたる解析をおこない、種子落下量に対する稚苗生存率の試算をおこなった。さらに46年生の母樹保残帯の林縁からの距離と更新状態に考察を加え、後継樹として萌芽と実生をあわせると、皆伐作業でもスダジイ、イジュの占有率の高い成林が期待されることがわかった。しかし主伐時期は種子豊凶、落下飛散時期を考慮することが極めて重要である、それがみだされない場合は連年の種子散布が可能な交互帯状伐採か、母樹保残法が必要条件となることを考察した。

なお上記の作業法による更新状態を比較するための固定試験地は早急に設定する必要がある。

5) 保育法

(1) 萌芽整理: 大島営林署が昭和45年に伐採し、昭和48年に萌芽整理試験地を設定し、

その一部を九州支場が昭和56年11月に調査した。

その結果、5,000本/ha仕立て区は萌芽整理後6年間に再萌芽し、 $D > 3$ cmに進出したものが著しく多く、その平均直径生長量では対照区に劣っている。これは再萌芽の生長おくれが、5,000本仕立て区の平均値を下げたことになり、対照区の9年間の生長量に劣るのは当然であると考えられる。なお生立本数合計は両区ともに近似しており、萌芽整理作業は不要と考える。

(2) 除伐: 鹿児島県林業試験場大島分場が昭和52年12月設定(林齢12年)の、除伐第2試験地の一部を九州支場が昭和54年11月と昭和56年12月に調査した。調査は、6,000本/ha保残区、対照区(10,800本/ha)、4,000本/ha保残区で、除伐は胸高直径5~6 cmの上層木除伐をおこない、除伐直後の平均直径は2.0~2.8 cm、平均樹高は4.3~5.1 mであった。

① 立木本数($D > 3$ cmのものは)は1,418~1,463本/haで、プロット間、調査年度間で増減はほとんどみられなかった。

平均胸高直径、平均樹高、幹材積、樹高階別の胸高断面積合計、幹通直木頻度について、昭和54年から昭和56年までの変化を求めると、対照区 $> 4,000$ 本区 $> 6,000$ 本区で、除伐区間では、わづかであるが4,000本区が6,000本区よりもすぐれており、除伐効果が確認された。今後さらにその効果が拡大されるものと期待される。

(3) 齢級別林分の直径分布と幹通直木頻度: 用材率向上に視点を置き、天然生二次林の林分構成と幹通直木頻度(5段階の通直度)の調査をおこなった。

直径階別の幹通直木A+B(構造用材として期待)頻度を求め、直径階とA+B頻度の関係をみると、110年生の老熟林では直径階2.01~2.2 cm以下では直線的な比例関係がみられ、2.21 cm以上では、ほぼ100%を維持している。直線的な比例関係を示す勾配係数は、若齢高密度林分と壮齢林では明らかになりがみられる。壮齢林で全直径階、上層木($D > 12.1$ cm)、下層木($D < 12.1$ cm)にわけ、全直径階についてみると32年生、45年生林分のA+Bは20.7%、24.2%で、これは収穫事業面で一般的に用材率20%といわれている数値と近似している。上層木階についてみると、下層木階を含まないためA+Bは著しく多くみられ、これは下層木除伐による相対的な除伐効果で、狭義の用材率向上にはならない。しかし肥大生長促進による用材率向上を示唆していると考えられる。

用材率向上のためには通直木頻度を高めることが有効であり、そのためには主伐対象木の直径を2.2 cmに早く近づける保育技術が必要となる。そして用材率向上の可能性は、現在の事業実態の20%を40%以上にすることは期待される。

6) 南西諸島における広葉樹林施業で、用材率を向上させ、さらに労働小投型の保育体系の骨子は、森林型区分、暫定的な地位指数にもとづく適地区分をおこない、更新初期の萌芽整理はおこなわずに密仕立てとし、地上3mの幹の通直性が判別できる時期(上層木平均樹高6m, 15年生前後)に除伐をおこない、上層の保残木を3,000本/ha前後とし、その後の肥大生長を促進し、幹通直木頻度を高め、上層木平均胸高直径26cm前後(林齢60年前後)に主伐することが、現時点における定性的な保育指針とされよう。そしてこの伐期は心材腐朽の罹病率の点からも適当と考えられ、従来の用材率20%を40%以上に向上させることは十分に期待できる。

(参考文献)

- 1 河田 弘, 小島俊郎: 環境測定法N, -森林土壌-, 共立出版 1976
- 2 熊本営林局: 沖縄事業区の土壌, 営林局土壌調査報告47, 1980
- 3 小島俊郎: 沖縄の森林土壌, 林試研報, 309(研究資料), 1980
- 4 黒鳥 忠, 河田 弘, 小島俊郎: 沖縄の主要な森林土壌の生成と分類, 林試研報, 316, 1981
- 5 林業試験場: 国有林野土壌調査方法書, 1955
- 6 林業試験場土壌部: 林野土壌の分類, 林試験報, 280, 1975
- 7 佐伯岩雄, 奄美大島の表層グライ系赤・黄色土, 日材誌61, 1979
- 8 山城栄光, 堀田 庸: 表層グライ系赤・黄色土の孔隙特性, 92回日林論, 1981
- 9 堀田 庸, 山内考平: 奄美大島に分布する表層グライ系土壌の孔隙特性, 日林九支研論, 34, 投稿中
- 10 沖縄県林業試験場, 民有林適地適木調査, 名護地区, 1973
- 11 沖縄県林業試験場, 民有林適地適木調査, 久米, 石垣, 1974
- 12 沖縄県林業試験場, 民有林適地適木調査, 国頭, 1976
- 13 黒鳥 忠: 琉球諸島の森林土壌とその特性, 日林九支研論, 特別講演, 1977
- 14 大山保表: 琉球森林の現況と造林(1), 琉大農家だより, 1965
- 15 大山保表ほか1: 天然生広葉樹林分の施業に関する研究I - 沖縄北部山地における天然生広葉樹林分の林分構成について, 琉大農学部学術報告(18), 1971
- 16 山盛 直ほか1: 天然生広葉樹林分の施業に関する研究II - 山地地形のちがいと林分構成 - 琉球大学農学部学術報告(20), 1973
- 17 沖縄県農林水産部, 複層広葉樹林改良技術調査報告書, 1976
- 18 M.Morishita, Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. (Department of Biology, Faculty of Science, Kyushu University) 1959

薬木薬草の生産技術の現状と問題点

薬木、薬草の生産技術の現状と問題点

I 試験担当者

前浅川実験林樹芸研究室長 山 路 木曾男
(現 浅川実験林赤沼試験地主任)

樹芸研究室 岩 崎 美 代
赤沼試験地 富 岡 甲子次

II 試験目的

近年、急速に漢方薬への関心が高まるなかで、それら生薬の主な原料である薬用植物(薬木、薬草)の栽培技術に対する要望が極めて多い。それらの栽培は古くから主産地を形成し、確実な流通機構の中で比較的安定した生産品としての位置を確保しているのが現状である。最近になって、山村の経済振興、農村の土地利用区分の問題もあって、薬木、薬草に対する注目と期待が大きい。そこで、我が国での民間薬として伝承され使用されている植物、漢方薬の有効な原料として山野に自生あるいは栽培されている植物の栽培技術の現状を究明することによって、山村の労働問題、林野の立体的土地利用の問題など、山村振興の一助としての薬木、薬草の実態を調査し、これらの導入と評価を明らかにしようとした。

III 試験の経過と得られた成果

1 生薬類の資料調査

我が国で民間薬として、ある地域で古くからの体験的言い伝え、用いられている生薬で、普通は単独(一種類)で使用するものの種類を各府県別に文献で調べた。特に、薬木については漢方薬(漢方医学による症状を総合的にとらえた何種類かの生薬の組み合わせによる処方)としての使用の有無および世に云われている薬効についても調べた。

その結果は、表-1、表-2、表-3、表-4のとおりである。

表一 生薬として各都道府県で利用されている草本、菌じん

30 都道府県以上	20～29 都道府県以内	10～19 都道府県以内
ドクダミ	ハコベ・フキ・スイセン	イネ・カラスウリ・オトギリソウ
ゲンノショウコ	ニンニク・ネギ・トウキビ	タンポポ・サルノコシカケ・アヅキ
ヨモギ	ニラ・キュウリ・ナス	オウレン・ジャガイモ・カボチャ
ユキノシタ	ゴボウ・ショウガ・タバコ	コムギ・アロエ・ヤブカンゾウ
センブリ	ツワブキ・サトイモ	クロマメ・リンドウ・アサガオ
オオバコ	ホオズキ	イタドリ・キキョウ・ゴマ・シソ
ダイコン		ショウブ・スイカ・チドメグサ
		ハッカ・ミョウガ・アザミ
		ヘチマ・オモト・クズ・トウガラシ
		ムギ・サツマイモ・サボテン
		セキショウ・ハブソウ・ハス
		ヒガンバナ・ヤマゴボウ・ヤマイモ

表二 生薬として各都道府県で利用されている草本、菌じん

1～9 都道府県
カゴソウ・ウツボグサ・ジュンラン・シイタケ・ソバ・ダイズ・ニンジン・ハトムギ・ウド・
タデ・アカザ・カタバミ・カキドウシ・カラスビシャク・ギンギン・サフラン・セリ・ダイオウ・
バショウ・ハラン・ホオセンカ・コンニャク・シャクヤク・スギナ・スイバ・イモ・タマネギ・
ベンケイソウ・モチゴメ(苗)・キタ・タケニグサ・ツユタサ・イノコズチ・ノビル・ワラビ・
アカネ・アイ・イカリソウ・イワタバコ・カワラケツメイ・カワラヨモギ・キンミズヒキ・
サンシチソウ・スベリヒユ・ヒシ・スズラン・テンナンショウ・ハマスダ・ササゲ・ヘビイチゴ・
マダリ(カイニンソウ)・マムシグサ・ムラサキ・ヤマユリ・ヤブラン・ワレモコウ・アサ・
イチヤクソウ・イボトリタサ・オキナグサ・キランソウ・クサノオウ・ダイズ(黒)・クララ・
クロゴマ・ケシ・ケイトウ・サトウキビ・ジャノヒゲ・スミレ・ゼンマイ・ソテツ・チシャ・
チガヤ・ツケアケビ・トリカブト・ナタネ・ナタマメ・ノキソノブ・ハハコグサ・ブクリョウ・
ベニバナ・ホウレンソウ・ミズバショウ・モグサ・メハジキ・ヨロイグサ・ヅイキ(赤)・
アオシソ・イワタケ・イチゴ・エビヅル・エゴマ・ガマ・オナモミ・オミナエシ・オモダカ・
カワホネ・カンアオイ・カブ・カヤツリグサ・カノコソウ・カラシナ・キャベツ・
キツネノカミソリ・キンボウゲ・コンフリー・ササ・サラシナショウマ・サルオガセ・シオン・
アサガハ(白)・ケイトウ(白)・シラン・ジキタリス・ダイコンソウ・トマト・

ツリガネニンジン・トチバニンジン・トロロイモ・トクサ・トウキ・ナデシコ・ナギナタコオジュ・
 ニガウリ・ネナシカズラ・ノコギリソウ・ハシリドコロ・ヒトツバ・ヒョウタン・ヒマワリ・
 フクジュソウ・ベンベンダサ・ミソハギ・ヨメナ・ラッキョウ・ワスレダサ・キクラゲ・
 ドクゼリ・アマニウ・アオミズ・イワヨモギ・アキノタムラソウ・アキノキリンソウ・
 イヌホオズキ・イブキボウフウ・イヌナズナ・イワブキ・イケマ・イラクサ・イチハツ・
 ウマノスズクサ・イグサ・ウキクサ・ウスバサイシン・エンドウ・エゾテンナンショウ・
 オオムギ・エゾオダマ・エゾヨモギ・エゾエンゴサク・エゾレイソウ・エゾミソハギ・
 エブリコ・エンドウソウ・エビスダサ・オオバユリ・オニフスベ(藍)・オタネニンジン・
 オシダ・オニドコロ・オニク・オニユリ・カワミドリ・カムイヨモギ・カラマツソウ・カタクリ・
 カタシログサ・カラスムギ・カラムシ・キムラタケ・ギンシンソウ・キジカクシ・キツネノヲ・
 キツネノボタン・キビ・クサソテツ・クリンソウ・クローバー・クリタケ・コマクサ・
 クルマバナ・サクラソウ・サジオモダカ・ジシバリ・ユリ(白)・アザミ(白)・シダ・
 シシウド・ヂョチュウギク・ハブソウ・レンコン(白)・キリンソウ・アザミ・センニチソウ・
 ススキ・ゼニアオイ・ソタズ・タンキリマメ・ホオズキ・タカラコウ・タカトウグサ・
 タテヤマリンドウ・チクセツニンジン・チョウセンニンジン・アマドコロ・オオバコ(朝鮮)・
 ツメタサ・ツルハコベ・ツリガネソウ・ツルナ・ツボタサ・テングサ(海草)・テンニンソウ・
 テッポウユリ・トウゴマ・トンボソウ・トウナス・トコロ・トウバナ・トラノオ・
 トリアシショウマ・ナンバン・ナガイモ・ナガネギ・ナットウダイ・スイセン(夏)・ナルコユリ・
 ナヅナ・ニワヤナギ・ニシキソウ・ノボロギク・ノギク・ノアザミ・ハマユウ・ハマウド・
 ハマウツボ・バナナ・ハママギ・ハンゴンソウ・ハマハコベ・ハナウド・ハマボウフウ・
 ハマオモト・ヒカゲノカヅラ・ラッカセイ・ヒトツバ・ピンボウカヅラ・ヒエ・ヒナギキョウ・
 ヒヨクソウ・ヒメハギ・ヒヨドリジョウゴ・ヒマ・フユイチゴ・ワラビ(冬)・ヘビノダイハチ・
 ヘタソカズラ・ホタルソウ・ホンダワラ(海草)・イノモトソウ(ホソバ)・ホウコグサ・
 ボウフウ・マツムシソウ・マンネンタケ・マメ・ミチヤナギ・ミツバ・ミズゴケ・
 ミツデウラボシ・ミツバオウレン・ミシマサイコ・ミズヒキ・ミズオオバコ・メナモミ・
 モウセンゴケ・モロコシ・ヤクシソウ・ヤガラ・ヤマアザミ・ヤクモソウ・ヤブタバコ

表-3 生薬として各都道府県で利用されている木本

30 都道府県		20～29 都道府県	
・ウメ(せき, 駆虫, 解熱)	33※	・モモ(あせも, 湿疹)	29
・カキ(吃逆, 夜尿症)	30	・イチジク(痔疾, 除疣, 緩下, 殺虫)	28
		・ナンテン(せき, 強壯)	26
		・キハダ(健胃, 強壯, 眼疾)	24
		・ミカン(芳香, 健胃, 止渴)	24
		・マツ(溶解剤, 利尿)	23
		・キササゲ(利尿)	22
・漢方		・ザクロ(咽喉炎, 口臭, 駆虫)	22
※ 都道府県		・ニワトコ(発汗, 利尿, 挫傷)	20

表-4 生薬として各都道府県で利用されている木本

10～19 都道府県		1～9 都道府県	
・クチナシ(利尿, 黄疸, 染料)	19※	・カヤ(駆虫)	9
・キンカン(?)	18	・サクラ(解毒, 鎮咳, 湿疹)	9
・サンショウ(駆虫, 芳香)	17	・サルトリイバラ(駆カビ, 利尿)	9
・タラノキ(利尿)	16	・シュロ(?)	9
・ビワ(利尿, 健胃, あせも, 鎮咳)	16	・ホホ(健胃, 強壯, 駆虫)	9
・スギ(硬膏, 芳香)	15	・アオキ(火傷, 切傷, 腫物)	8
・タコ(解熱, 強壯)	14	・クロモジ(脚気, 止血, 皮膚病)	8
・センダン(駆虫, ヒビ, 殺虫)	14	・ヤナギ(?)	
・ダイダイ(健胃, 芳香)	14	・キリ(利尿, 鎮咳)	7
・クワ(利尿, 鎮咳)	13	・カリン(記載ナシ)	
・クリ(漆カブレ, 染料)	13	・マルメロ(鎮咳, 洗眼)	6
・ユズ(健胃, 矯味, 矯臭)	12	・クルミ(強壯, 鎮咳, 皮膚病)	
・チャ(利尿, 強心, 興奮)	11	・グミ(?)	
・マタタビ(鎮痛)	10	・サイカチ(利尿)	6
・マダケ(鎮痛, 鎮静)	10	・ジャクナグ(強壯, 利尿)	6
・ハチク(清涼, 解熱, 鎮嘔)	10	・スイカズラ(利尿, 腫傷)	6
・イチョウ(鎮咳, 防虫)	10	・アケビ(利尿, 鎮痛)	5
		・ハゼノキ(化粧原料, 塗布剤基材)	5

・ウルシ(駆虫, 鎮咳, 通経)	5
・ウツギ(?)	
・オオツヅラフジ(利尿, 鎮痛)	5
・シブガキ(?)	5
・ナツミカン(矯味, 矯臭)	5
・ナツメ(緩和, 利尿, 強壯)	5
・フジ(#)	5
・カラタチ(健胃, 駆虫)	
・ツバキ(樟油)	
・ナシ(鎮咳)	
・ネム(駆虫, 鎮痛, 鎮咳)	
・トチウ(強壯)	

参考資料 日本の民間療法(全六巻)

2 主要種類についての栽培状況調査

植栽栽培の主産地を形成し、注目されているオウレンと、近年まで天然採取が主であり、植栽栽培の気運の高いキハダ、および、かつては、特用樹種として古くから農書などに記録され栽培が盛んであり、一時合成化学品に市場をうばわれたが、最近になって、再度その価値が評価されている木織を生産するハゼノキについて現地の聞き取り実態調査を実施した。それらの総括は次の通りである。

1) オウレン

(i) 栽培の概況：オウレンは、林野の環境を有効に利用でき、適地の条件が林野の場合は広く、また、収穫、採取の時期を価格によって自由に調節できる薬草であることから栽培とか収穫には、老若男女の労働配分が比較的容易であって、しかも、生薬としての流通に比較的安定性があることが特記できる。オウレンは自生のものを採取するばかりでなく、資料の一例によると、鳥取藩では藩の収入の確保と地方産物振興のため天保年間(1830～1843)に大造林をおこない、嘉永5年(1852)3月7日布告に「黄連は林の下敷下の藪地に沢山蔭付候事」と記載されている。因州オウレンの経済的価値は当時すでに確認されているようだが、他のオウレンの主産地も大なり小なりこのような歴史的な背景がある。オウレンの主産地は丹波オウレン(主として兵庫県山南町)越前オウレン(主として福井県大野市)と因州オウレン(主として鳥取県智頭町)の3カ所があり、その他に関東の日光オウレン(主として栃木県下?)がある。それぞれ裁

培の方法に違いがあり、上木が針葉樹（スギ、ヒノキ）の因州オウレン、上木が広葉樹の越前オウレン、畑植栽培の丹波オウレンなどである。それらの主産地といえども、最近の減反政策の影響で水田の転用に、オウレンの日蔭を好む性質を生かし、遮光資材を使つての（その栽培方式にはそれらの主産地に多少の違いがあるが）栽培が行われつつある。これらの中には栽培実績、流通機構など整備されているものと、まだ、そこまでのゆかぬが、他の主産地の流通機構を経由して市場に出荷しているところがある。現在では北海道、岩手、宮城、秋田、群馬、埼玉、長野、新潟、静岡、富山、石川、福井、岐阜、京都、兵庫、鳥取、岡山、愛媛、高知、熊本等、沖縄以外ではほぼ全国的に栽培されている。なお、日光オウレンとして大阪市場に出荷されているのは多分栃木県下産であろうが、栃木県下の実態としては記録されていない。栃木県下でも実態は不明のようだ。栽培面積は、鳥取県下の2.5haから愛媛県の0.1haまで大小さまざまであるが全国の推定栽培面積は約4.7haとなる。また、福島県の一部で考えられているように、水田利用の再編対策など農業情勢が厳しいなかで、会津地方で栽培されている薬用人参（オタネニンジン・あるいは、チョウセンニンジン）と同様に、オウレンの導入によって地域特産物としての主産地形成化をはかるために積極的な振興が計画されている地方もあり、前橋営林局管内国有林においてもオウレンの栽培試験が実施されている。

オウレンの植物学的特性と分布について述べれば、日本産オウレン属はキンポウゲ科である。佐竹によるとミツバオウレン、バイカオウレン、コシジロオウレン、オウレンの4種類に分類されている。葉形ははなはだ変異が多いことで知られる。葉形と分布が特異な点から、その後佐竹が、キタバ型、セリバ型、コセリバ型に区分した。キタバ型とコセリバ型は明らかに区別されるが、セリバ型は変異が多く分類は困難であると言われている。一口に言って、一般的には真日本に自生するものはキタバ型、すなわちキタバオウレン、表日本（太平洋）はコセリバオウレンとセリバオウレンの自生が多いことになる。本来、日本産黄連はキタバオウレンが主であるといわれていたが、生薬としての市場品はほとんど、丹波、因州、越前などが主であることから、セリバオウレンがその基原植物であるので生薬黄連の品質規格が重要な問題となることから、栽培するときには生産者はそのことを鮮明に認識することが望まれる。その他世界の *Coptis* spp. はヒマラヤからアジアの北部北米に分布する。中国には数種が自生している。その代表的なものは *Coptis Chinensis* FRANCH 黄連、である。

我が国の主産地は歴史的な背景と環境因子の組み合わせで、特徴のある栽培を実施している。

福井県はオウレン栽培地としてはまず代表的な特徴を持っている。主産地は大野郡の

山川部で、その立地条件は夏季に冷涼で、排水と通気性に富む砂質壤土である。藩政時代から老幼婦女の副業として、春夏の養蚕、秋のオウレン栽培、冬の和紙製造と山間地方における、数の少ない収入源としてオウレンの栽培は古くから重要な農山村産業の一つでもあった。栽培の主流は、セリバオウレンであり、わずかに、キタバオウレンが混在している。栽培法の特徴は林内において、ブナ、ヤマハンノキ、ヤシヤブシ、ナラ、クリなどの広葉樹林の林床を活用している。林内の広葉樹が落葉し終った10月下旬から降雪期までに播種する直播栽培法と、林内の広葉樹の中に苗床を作り、そこで、3～4年生まで育苗して本畑へ移植する移植栽培とがある。後者の方が、養苗中の管理が容易であるし、移植後の成績がよい。栽培床3.3㎡当り50～60株で、1株の苗数は大苗で、5～6本、小苗で10本ぐらいである。本畑の管理は、年に1回林床の雑草がオウレンよりやや高めのところまで繁ったとき、その草丈のやや高いものを刈り取る。林の枝打、間伐は2～3年に1度ぐらい行い、林のうつ閉度の調節を実施するが、林床の明るさは60～70%として、収穫期の13～15年の前年度は、100%近くまで光が林床にとどくようにする。施肥はほとんどおこなわない。上層を覆う落葉樹の葉が落下し、その腐植による肥料効果も見がせない。収穫は夏季から秋の月上旬までにおこなう。根茎の調整は、水で洗ったりしないのは主成分のベルベリンは水で容易に溶解するからである。掘り上げた根茎は4～5日乾燥し、からまりあったものを分離し、なま乾きになった頃に、根茎の細根を火にかざして焼く。これを「毛焼」と呼んでいる。さらに、それを天日で乾燥して、「ミガキオウレン」とした越前オウレン生産品として出荷される。

兵庫県氷上郡山南町附近で（約50戸、平均栽培面積0.8ha）生産されるオウレンを丹波オウレンと呼んでいる。全国各地で採集されるもので、出荷体制の安定していないものも、そのような呼び名の中に混入されていることもあるようである。この地方の特徴は平地の畑で栽培し、栽培管理が粗放でなく、十分な施肥を実施している。まず、播種と育苗であるが、苗畑を120cmの巾の短冊床を作り、元肥として堆肥、油粕などをすき込み整地し、11月上旬から12月上旬にかけて播種し、かるく覆土して、落葉あるいは藁で床面を覆う。発芽後はすみやかに日覆いをかけるために、高さは約120cmの杭を2m間隔に立て、横木をわたして、その上面、および側面を針葉樹、竹の枝等で遮光する。定植は播種後3年目の9月下旬から10月下旬ごろまでに行う。その条間は20～25cmとし、5条ごとに30cm前後の通路を作り、株間は20cm前後とし、大苗は3本、小苗は10本位を1株として植え付ける。ここでの生産過程は短年月であり、大体5年から6年で製品化しているようである。

鳥取県智頭地方で生産するオウレンは因幡オウレンあるいは因州オウレンと呼ばれて市場での評価は良い。この地方のオウレンの栽培方法は、針葉樹のスギの林床を使い、主林木のスギの伐採と、オウレンの収穫を効率的に組み合わせて、合理的な林地の立体的、生態的な活用による経営がおこなわれている。このオウレンは主としてセリバオウレンといわれ、ベルベリンの含有率が高く、品質が良いことで知られている。栽培方法は、スギの造林地の第1回の間伐の頃、林床の植生が少なくなった頃に、丁寧に整地し、11月下旬頃から2月頃までに掛けて播種をする。雪面にも播種することもある。発芽したものは雑草により死滅しないように、植生の雑草を調節し、また、上木のスギの枝打の調節によって、下層植生の生長をオウレンに適した明るさに誘導するのであるが、あくまでも主林木のスギの撫育を第一に考えて施業される。降水量、積雪、立地条件など智頭の場合は極めてめぐまれていると言えるし、出荷の方法、流通機構は品質の良いものを栽培する努力で安定している。何と云っても強みは、主林木との組合せの経営がオウレンの栽培に、他の生産地では見られない利点が多いことである。

オウレンは耐陰性植物であるために、林床が好適な栽培地となる場合が多い。その被陰度の指標に林内の被度を参考にして一般的に云われている表現に山の北面では三陰七陽、南面で六陰四陽などといわれ、栽培地の明るさが栽培条件の重要な因子となっている。

群馬県下小根山国有林のスギ壮齡林の林床に栽培（昭和8年今市営林署から導入された記録がある）されているオウレンについて現在の生存生育状態と明るさの関係を観察測定し、オウレンの生存に必要な林内の明るさを積算相対照度で把握しようとした。

調査と測定方法は、1979年9月3日～5日に、前橋事業区57林班（小根山国有林）スギ（明治38年植栽）林の林床に群生するオウレン栽培地面積22m×60mの林内草本層の高さと被度を調べ、植生の被度を11階級に分けた。その中に明るさの測定のため面積1㎡を20箇所設定した。明るさの測定はジアゾ感光紙法(11)、(12)で、地上20cm（ほぼオウレンの高さ）と100cmにそれぞれ感光用封筒を支柱に配置した。この方法はジアゾ感光紙の光化学反応を利用したもので、感光紙が完全に漂白されるためには一定の光量（照度×時間）が必要である。一枚の感光紙を通過するたびに一定の割合で光量は減少する。その応用によるもので、オウレン群落上および全天光下に24時間放置した後に回収し、それをアンモニアガスを充満させた容器に入れて現像した。漂白した感光紙を数え換算表から積算相対照度を記録した。

その測定の結果と考察は、各測定の相対照度とオウレン栽培地の植生および被度は表-5の通りである。スギ林床の植生はツリフネソウが、オウレン群落の上部を覆う状況である。20箇所の測点からオウレンの被度階級0から十のところは、No1, 2, 4,

表-5 スギ壮齡林下オウレン植栽地の林床植生 — 相対照度と被度 —

plot No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
草本層の高さ (cm)	60	40	30	60	70	60	30	90	90	100	70	60	60	50	50	60	30	40	70	70
の被率 (%)	90	60	90	90	100	100	20	100	90	70	90	100	90	80	30	90	100	80	100	100
地上100cmの相対照度(%)	4.0	1.8	1.8	3.4	3.4	4.0	1.5	4.0	3.4	3.4	8.0	4.7	4.0	4.0	4.0	3.4	2.9	1.8	6.5	4.7
20cmの (%)	1.5	1.8	2.1	2.1	2.9	2.5	1.5	2.5	2.9	3.4	5.5	2.1	1.8	2.5	2.1	2.9	4.0	2.5	1.3	4.0
① ツリフネソウ	8		1	7	5	3		4	3	5	7	8	2			3	1	+	8	7
② オウレン			3	+	9	8		9	2		6	8	9	5	+	8	10	8	8	8
③ トコロ				+	1	3		1	+		3			+	+	1	1	+	+	+
④ アマチャヅル		+	1	+	1	1				2	1	+	+			1			+	
⑤ アブラチャン	1	2		1			+									1	2	1	2	
⑥ ナギミザサ	+		3				+			1	+							1	1	1
⑦ モミジハダマ	+		+	+					+	2					1	1				+
⑧ フジ						3	1								1	3	1		+	2
⑨ イネドリ								2		1	2				1	+				+
⑩ ハナイカダ	+	1		1	3					1					3					
⑪ タサギ		+	2	1																
⑫ モミジイナゴ		+	+		2															
⑬ シロヨメナ							+								1			+	+	+
⑭ イヌワラビ						1	1										+			+
⑮ タマアジサイ								4					5	2						
⑯ ツリバナ		+	+							1										
⑰ キバナアキギリ	1			2																
⑱ ミズヒキ	+								1											
⑲ スイカズラ		+												+						
⑳ タラノキ		+							1											
㉑ ヨツバムグラ																	+	+		
㉒ ニガイチゴ																	+			+
㉓ ヘビノネゴザ												1	1							
㉔ ウツギ	1																			
㉕ アカソ									2											
㉖ アケビ	1																			
㉗ サワフタギ																+				
㉘ ヤマブドウ		2																		
㉙ ヤマグル					2															
㊱ トナヅ		3																		
㊲ ウド															1					
㊳ マタタビ			+																	
㊴ ムラサキシキブ							+													
㊵ アカネ													+							
オウレン分布域	内(上)部	内(上)部	内(上)部	境界(上)部	境界内(上部)	内	内	内	境界(下)部	境界外(下部)	内	内	内	境界内(下部)	境界	内	内	内	内	内

被度の数字は11階級 10.....95 ~ 100% 9.....85 ~ 94%
8.....75 ~ 84% (中略)
1.....5 ~ 14% +.....4%以下

7, 10, 15の6点である。そのRI(地上20cmの相対照度)はそれぞれ1.5, 1.8, 2.1, 1.5, 3.4, 2.1%となっている。このうちNo10のRI3.4%は他の5箇所1.5から2.1%の範囲に比べると明るくオウレンの生育可能照度で、そこに生存がみられないのは、位置的にオウレン群落より離れているために、まだオウレンが分布していない場所と考察される。オウレンの被度9あるいは10はNo5, 8, 13, 17で、これらのRIは2.9, 2.5, 1.8, 4.0%となっている。その中で、No13のRIは小さいが、100cmのRIとなると4.0%となり、この場合はその影響が大きいとみるべきであろう。測点が位置的に近いNo14と15の関係と、同様に、No18と7のそれぞれのRIを見ると前者は2.5-2.1%, そのオウレンの被度5→+, 後者はRI2.5-1.5%, オウレンの被度8→0となっており、RIが小さくなる方向に、オウレンの被度も小さくなっている。この関係をRIとオウレンの生育状況からみると、オウレンの生育可能な最低積算相対照度は約2%と推定される。

また、水耕栽培でオウレンが生育するかどうかを調べるために、オウレンの水耕栽培試験を実施した。その方法は1980年2月12日にオウレン(鳥取産)を播種し、発芽した小さい苗を、6月末頃より水に馴らし、次に低濃度の培養(標準培養液の $\frac{1}{6}$ 濃度)を行い、7月29日より水耕液のPの濃度に差をつけてスタートした。24L容のポリ容器を使用し、エアポンプで通気を行い、1ポット16本植、1回くり返しであった。

培養液は標準培養液すなわちN=40 ppm, P_2O_5 =25 ppm, K_2O =30 ppm, CaO =20 ppm, MgO =10 ppm, Mn_2O_3 =2 ppm, Fe_2O_3 =1 ppm, (以上林木用培養液)の $\frac{1}{3}$ 濃度を1とし、それを基準として使用した。試験設計は次表の通りである。

試験設計

処理区	1	2	3	4
基準 ($\frac{1}{3}$ 濃度)				
N, K_2O , CaO , MgO Mn_2O_3 , Fe_2O_3	1	1	1	1
P_2O_5	0	1	2	3

pHは初発4.2~4.5に調整(1N H_2SO_4 使用)し、水替は大体10日毎に行い、夏季は週一回行った。相対照度は約3.9% (7月晴天の日)であった。

12月8日~9日にかけて、測定した結果は表-6のとおりとなった。

以上のことから、オウレンの初期の生育にPの要素は有効で重要であり、その濃度も更に検討の必要があるように思われた。

表-6 オウレンの水耕試験

1株あたり平均

事項 処理	(開始時) 5.5.7.29			(終了時) 5.5.12.9						
	苗長 cm	苗重 g	葉柄の本数	苗長 cm	葉柄の本数	根元の直径 cm	根長 cm	地上部重 g	地下部重 g	全重 g
1	3.3	0.19	4.4	4.0	4.4	0.35	7.8	0.21	0.36	0.56
2	3.5	0.20	4.4	6.1	6.5	0.44	8.4	0.58	0.52	1.10
3	3.6	0.19	4.3	7.8	7.5	0.49	10.6	0.73	0.52	1.24
4	3.5	0.20	4.3	7.2	6.9	0.45	10.3	0.69	0.39	1.09

(ロ) オウレンの問題点: オウレンは豊凶の差が少なく、薬効の研究が向上するにつれて、必要性が認められ、需要も多くなる傾向である。農山村の労働力が減少しているが、オウレンの栽培作業には融通性があり、老幼婦女でも栽培の作業が比較的容易に出来るし、生産量は軽量である。しかも、製品に必要な器具は安価である。また、造林地に栽培するときは収穫の年度を主林木の価格などの関係で、鳥取県智頭地方の山村にみられる様に適当に、オウレンの採取時期をずらすことができる。短所としては、価格が不安定であり、現在、各地で栽培される様になったので生産過剰にならぬかとの心配はどの主産地でも持っている。その他、畑地栽培、水田再編対策でオウレン栽培が注目されているが、オウレン栽培には排水が良好であることが特に必要であることを考慮することが大切である。

(2) キハダ

(イ) 栽培の概況: キハダは生薬名を黄柏という。ミカン科キハダ属、普通のキワダ、あるいはキハダと称するのは *Phellodendron amurense* Rupr. (キハダ)をいう。我が国では、北海道から九州までの各地の山野に自生している。杉本順一氏はキハダを次のように分類されている。

①キハダ 北海道、本州、四国、九州、朝鮮半島、中国大陸の北部、東部、シベリヤ、

②オオバノキハダ 関東、中部、③ミヤマキハダ、北海道、本州、④ヒロハノキハダ

北海道、樺太に主として分布していると記載されている。日本林業樹木図鑑によれば、キハダ属は分布が東亜に限られ、種を細分すれば中国に6種、台湾1種、朝鮮に4種、日本6種、産地不詳のもの1種、が記録されているが、おそらく、2~3種にまとめるのが妥当であろう。日本では、ほかに、葉裏に多毛のオオバノキハダ、一名ミヤマキハダを認められるとも記述されている。いずれも雌雄異株であり、分類的な特徴はキハダは葉の裏の基部に少し毛が残るだけで殆んど無毛であるが、オオバノキハダは図鑑で記

述されているように葉の裏の脈上に立毛がある。ヒロハノキハダは分布範囲が広い。栽培は秋田、新潟、富山、石川、鳥取、熊本、の各県で実施されているようであり、栽培総面積は約304aに造林されている。生薬としての黄柏は、キハダの幹のやや厚いコルク層を除くと、黄色の皮部があるが、その部分を乾燥し鮮黄色になった樹皮を云う。主成分のベルベリン含有量は産地別、樹種別、採取部位別、性別、樹齢などによって差異があるようだが、一般的に根に近い部分がわずかに高く、時期的に7月採取のものが最高で、次いで、8月、6月の順に含有量は低下すると言われているが、根より根株附近が多く、主幹部は下部より上部、さらに、枝部にしたがって多少の差異はあるが低くなる傾向にある。同一の1本のキハダでも部分により1~2%の含有率から10%ぐらいまで広い巾に含有量の分布が見られる。日本薬局方では黄柏のベルベリンの含有量は1.0%以上となっている。年間で約300 ton消費されるが、約50%が国内産、他は朝鮮半島などから輸入されている。自生の採取の盛んな県は長野・埼玉県に代表される。

ベルベリンは2つの薬理作用で知られている。すなわち、人体の循環器系と消化器系に対する作用である。前者は血圧降下作用、後者は生体位消化管運動作用を促進する。漢方薬としては健胃（腹痛、消化不良）、民間薬としては眼疾の洗滌に使う。長野県その他でも、山岳信仰と組み合わせ、ベルベリンが主成分の薬品が販売されている。その効能には胃痛、腹痛、下痢、溜飲、宿酔と記載されている。

キハダの造林はいつものところ、天然の自生種を育林すべきである。自生しているキハダの立地条件は土層が深く、排水が良いところであるので、もし、造林を試みる場合は環境としての導入場所の選定には十分な調査が必要である。長野県では造林の指標植物として、ブナ、サワグルミ、トチ、オニグルミ、ハンノキの自生しているところであるといわれている。沢筋あるいは山の中腹以下が最も適している立地といえる。

キハダの造林用苗木の仕立方は、種子を10月上旬から11月中旬頃に成熟した実を樹勢の良い天然生から採取し、果肉をとり除く。果実約1kgから6,000粒の種子が得られる。種子は乾燥させない様に貯蔵する。種子は硬粒であるので、播種の前、2、3日水に浸漬してから蒸干し、春に播き付ける。播種床は、3.3m²当り、脱脂糖（コメヌカ）500g、または、化学肥料（粒状）50g程度を施し、m²当り、5~6gの種子を播く。播種後は乾燥を防ぐために、覆土する。発芽後は密生部分の間引を行い、除草と中耕は適宜に実施する。播種時期は4月上旬から5月上旬が適期であるが、取り播きの方法もある。発芽した苗木は順調に生育すれば山出しに使える程度の1m前後になる。それを秋植にするか、次の春までそのままにして、苗木を充実させ、春に新芽が出る前に植え付ける。ただし、キハダは春期芽の出が早いので、秋植えの方が翌春の生長のこ

とを考えると好都合である。なお、山引苗の利用も大いに活用の余地はある。

地植えした造林地に、植穴60cm、深さ約30cmの穴を掘る。そこに完熟した堆肥を投入し、植え付後は植栽木の乾燥を防ぐために、落葉をかけて置く。植栽後4~5年間は毎年1~2回下刈り、つる切りなどを行って幹が通直になるように育てる努力をするが、植栽したものは枝が分岐し、整枝する必要があるものが多くなる傾向がある。キハダの人工造林で究明し、解決しなければならぬ大きな問題はこのことである。追肥は林業用肥料1本当り100g、反当り20~25kg施用する。植栽後2年目には2.0~3.5m、5年目には7.0~8.0mに育つ。1.2~1.3mになれば、剥皮が容易で、ベルベリンの含有量の多い7月上旬から8月にかけて剥皮収穫する。直径20~25cmぐらいになるには植栽後20年は必要で、その時の1本当りの収穫量は15~20kgの計数となるろう。

ここで、新潟県下におけるキハダの造林と施業法についての資料によれば、新潟県下におけるキハダの分布は県境附近に多く、標高は400m以上であって、群生地地の平均気温は、4.1℃以下、温量指数は52.2以下の冷涼なところに分布し、山地帯上部から亜高山地帯にかけてもっとも多く生育している。生育地の土壌型からみると、同樹齢で比較した場合には、B_D 崩積地が最も生育が良好で、次いでB_D 型衝行地であって、土壌の良否が生長に大きく影響しているようである。

表-7は黄柏（キハダの樹皮のコルク層を除いた内皮の乾燥したものの黄色）の収穫量を調査したものである。黄柏の乾燥収穫量は、生皮重量の47.4から48.1%の歩止り

表-7 黄柏の収穫量（新潟県農林部林政課1976）

№	採取地	生立態	樹令	樹高	直径	材積	採取年月日	生皮重量	乾皮重量	乾皮重 生皮重×100
			年生	m	cm	m ³		kg	kg	%
1	松之山町小谷	林分	39	11	32	0.36	51.7.8	42.0	19.9	47.4
2	" 天水越	"	60	16	44	0.99	51.7.12	79.5	37.9	47.4
3	安塚町須川	孤立木	48	18	46	1.22	51.7.26	167.0	80.3	48.1
4	" 大原	林分	42	16	31	0.39	51.7.27	46.0	22.0	47.8
5	塩沢町清水	"	53	18	27	0.24	51.7.29	17.8	8.5	47.8
6	" "	"	54	11	24	0.14	51.7.30	9.4	4.5	47.9

注) №1, 2, 3の材積は材積表より、№4, 5, 6の材積は樹幹析解により求めた。

である。黄柏の厚さは直径が大きくなるほど厚くなり、孤立木は林分に生育しているものより厚い傾向がみられ、また樹幹の下方ほど厚く、上方になるにつれて薄くなる。樹

皮の中のベルベリン含有量(有効成分)いずれも根部において最も高く、主幹部は下部より上部、さらに枝部に達するに従い、部分的には多少の差異は認めるが、一般的にはいずれも低くなる傾向が認められる。

(ロ) キハダの問題点:キハダは天然の自生種を保育管理して利用するのが現況では原則である。植栽する場合にはいまのところ事例が少なく、また、植栽したキハダの樹形が天然生に比較して、分枝の数が多く生育が劣る傾向など、これから解明しなくてはならぬ問題が栽培林には多い。一般的に見て、肥沃地を最適とする特用樹種は、群としてよりも単木の取扱が必要で、そのために樹種の生態的特性の把握が要望される。キハダの栽培の良否の鍵は環境条件が全て整うことであろう。そして、その条件を明らかにすることが今後の課題である。

3) ハゼノキ

(イ) 栽培の概況:ハゼノキの果実から採取する木蠟は化粧品原料、膏剤基剤、木具、織物の艶出など多くの用途がある。キハダが山林に生育しているのに比べて、ハゼノキは関東以西、四国、九州、琉球に分布し林野あるいは土堤、河川敷に採蠟用に植栽し保育している。古来農書にハゼの植林が多く登場する。中でも有名なのは延享4年(1947)高橋善蔵著「植樹遺言書」は、ハゼの利用価値から将来性について、栽培法ハゼの実の調製法あるいは保護関係まで詳細に記述し、米や、貨幣は現在だけの財産だが、蠟は植えておくと永久に利益を生ずるものであることを力説している。大蔵永常の「広益国産考」も有名である。また、昭和13年に正木八十八氏による著作は当時の我が国の蠟増殖と販売の指針としての意味は極めて大きい。

ハゼノキとはウルシ科ウルシノキ属に属し、この属は熱帯より暖帯に広く分布している。中でも、ウルシノキから採取する樹液はウルシといい、第一級の塗料である。古来から日常品、あるいは美術工芸の方に多く使用された。現在、日本産のウルシは貴重品に属し、その道の美術工芸家に愛好されている。

ハゼノキは落葉高木で、本州の中部以南から九州、四国、東南アジアまで広く分布している。雌雄異株で徳川時代には西日本の農村における代表的な商品作物で、畿内、山陽の綿、関東、裏日本、東北の繭、四国の藍葉と楮などに対して九州ではこの木蠟であった。当時の用途は、灯料と髪油(ピンツケ)に消費された。現在は輸出資料によれば、東南アジア、ヨーロッパ、アメリカ、ソビエトなどに輸出される。油の性質が脂肪であり、結晶が小さく粘着性に富む特殊な性質であるので、輸出先では用途の明らかでないものもある。戦前の輸出先は東南アジアが大きい割合を占めていたし、表-8の様に貿易の取り引きはすでにコードによって処理されているように、我が国の木蠟が如何に貿

易で重要であったかを知ることが出来る。近年はヨーロッパへの進出が目立っている。用途については先にも述べたが口紅等化粧品用、特に東南アジアでは男子用ボマードやチッタには欠くことのできない数少ない無害(肌あれなど)な原料で、木蠟が見直されている。ピンの封蠟、色鉛筆の芯、グリースの原料、家具のつや出し、その他、研磨、潤滑油として近代科学の最先端でも利用されている様である。

いずれも代替物質(合成パラフィンなど)からの回帰であるからハゼの木蠟の特性が如何にすぐれているかを知ることが出来る。昭和7年(1932年)に農林省(当時)が農村振興の一つとして指導奨励したことがあるが藩政時代から近代まで木蠟は注目される物質ともいえる。資料によると木蠟の主要生産地は福岡、佐賀、愛媛であって国内生産量は昭和54年で348 tonと報告され、福岡県がその55%の生産を占めている。秋期、西海道を旅行すると畦畔、土堤、などに点々と美しく紅葉しているハゼノキは古くからの筑後の風物詩でもあった。

ハゼノキは藩政時代から政策として奨励されたので、優良な品種が多い。特に昭和福植は長崎県島原市で古くに発見されたもので、蠟分が多く品質が優良なことで知られている。ろうの歩止りは28%~30%で、新実と古実(1年経過したもの)ともに、採ろうが出来て、素ろうから、白ろうへの漂白も容易であるといわれる。昭和2年(1927)昭和福と命名され、戦前、戦後にかけて普及したハゼの王者である。その他葡萄植、伊吉植、松山植、利太治植など発見者の名まえを命名しているものが多い。広い意味において、すでに林木育種は成果をあげていたことになり、先人の先見がハゼノキに見られる。

ハゼノキの適地は極めて陽性であるために、日当りのよい南面が良く、特に、腐植質の多い土壌が良い。ハゼノキは浅根性であるために、過湿や乾燥には弱い。栽培地では、土地の立体的利用の一つとして間作が多く実施されているのは肥料施肥の効率化の面からも合理的である。畑地での栽培には、植え付けてから収穫までの年月の経費の一部を間作の作物の収入で補うことが特に必要であろう。

収量が多く育成が容易な、良好な形質のハゼノキを増殖するために接木の技術が必要である。その理由の一つとしてハゼノキは雌雄異株であるために、採種の面からも、雌木を肥培管理する必要があることがあげられる。接木は播種した台木を苗畑で管理し、3月下旬から4月上旬にかけて、あらかじめ、優良母樹から採穂し、貯蔵しておいた接穂を接木する。接木の方法は居接が普通である。接木の際は、接着部の乾燥を防ぐために、接木蠟などを塗るか、あるいは、土盛をしておく。その際、絶対に接穂に触れぬようにする。接木に成功し、穂木が生長して約60cm程度になれば定植する。ハゼノキの

COMMODITIES AND TRADE PHRASES

Additional Packing

98570	z11ju	Packed in single gunny bags of 100 pounds
98571	z11kv	Packed in cases of 90 to 100 pounds
98572	z11lw	Packed in cases of 200 to 220 pounds
98573	z11mx	Packed in cases of 265 to 275 pounds
98574	z11ny	Packed in barrels of 250 pounds
98575	z11oz	Vegetable Wax
98576	z11qa	Vegetable Wax packed 210 pounds to a case
98577	z11rb	Chinese Vegetable Wax
98578	z11sc	Chinese Vegetable Wax F. A. Q.
98579	z11td	Japanese Vegetable Wax
98580	z11vf	Japanese Vegetable Wax No. 1 quality
98581	z11wg	Japanese Vegetable Wax No. 2 quality
98582	z11zh	Japanese Vegetable Wax, Extra fine quality
98583	z11zj	Japanese Vegetable Wax, any brand first quality seller's option
98584	z1jaaj	Japanese Vegetable Wax, any brand second quality seller's option
98585	z1jen	Japanese Vegetable Wax, Fan Brand
98586	z1jfo	Japanese Vegetable Wax, Fan Brand packed in cases 210 pounds
98587	z1jis	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 1
98588	z1jku	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 1 packed in cases of 224 pounds
98589	z1joy	Japanese Vegetable Wax, Chikusan Brand, packed in cases of 210 pounds
98590	z1jra	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 1, Star Brand
98591	z1jud	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 1, Star Brand packed in cases of 224 pounds
98592	z1jve	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 2
98593	z1jyh	Japanese Vegetable Wax, Chikusan/Kitagumi
98594	z1jzi	Japanese Vegetable Wax, Chikusan/Kitagumi packed in cases of 210 pounds
98595	z1ka1	Japanese Vegetable Wax, Chikusan Unbleached
98596	z1kem	Japanese Vegetable Wax, Chikusan Unbleached packed in cases of about 210 to 220 pounds
98597	z1kir	Japanese Vegetable Wax, Chikusan Superior
98598	z1kkt	Japanese Vegetable Wax, Chikusan Superior, Phoenix Brand
98599	z1klu	Japanese Vegetable Wax, Chikusan Superior, Phoenix Brand, packed in cases of 224 pounds
98600	z1kox	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi Brand
98601	z1kpy	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi Brand packed in cases of 210 pounds
98602	z1ksa	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi No. 1
98603	z1kuc	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi No. 1 packed in cases of 224 pounds
98604	z1kwe	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi No. 1 or Chikusan No. 1 at seller's option
98605	z1kyg	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi No. 1 or Chikusan No.

98606	z1lah	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi's Sakura Brand
98607	z1lbi	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi's Sakura Brand packed in cases of 224 pounds
98608	z1lel	Japanese Vegetable Wax, Shimizu Brand
98609	z1lfm	Japanese Vegetable Wax, Shimizu Brand packed in cases of 210 pounds
98610	z1lgo	Japanese Vegetable Wax, Shimizu No. 1
98611	z1ljr	Japanese Vegetable Wax, Shimizu No. 1 packed in cases of 224 pounds
98612	z1lks	Japanese Vegetable Wax, Shimizu No. 2
98613	z1llt	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 1, Kitagumi No. 1 or Shimizu No. 1, at seller's option
98614	z1lmu	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 1, Kitagumi No. 1 or Shimizu No. 1, at seller's option, packed in cases of 224 pounds
98615	z1low	Wheat
98616	z1lqy	Wheat and Flour
98617	z1lta	Wheat and/or Flour
98618	z1lub	Wheat and/or Flour and/or Barley
98619	z1lxe	Wheat and/or Flour and/or general merchandise
98620	z1lyf	Wheat and Barley
98621	z1mag	Wheat and/or Barley
98622	z1mci	Wheat and/or Barley and/or Oats
98623	z1mek	Alberta Wheat
98624	z1mho	Alberta Red Wheat
98625	z1mip	Alberta Mixed Winter
98626	z1mmt	Alberta Mixed Winter No. 1
98627	z1mnu	Alberta Mixed Winter No. 2
98628	z1mov	Alberta Red Winter
98629	z1mry	Alberta Red Winter No. 1
98630	z1mua	Alberta Red Winter No. 2
98631	z1mye	Alberta Red Winter No. 3
98632	z1naf	Alberta White Winter
98633	z1nch	Alberta White Winter No. 1
98634	z1ndi	Alberta White Winter No. 2
98635	z1nej	Alberta White Winter No. 3
98636	z1nhn	Algerian Wheat
98637	z1nio	American Wheat
98638	z1nnt	Australian Wheat
98639	z1nou	Australian Wheat, Purple Straw
98640	z1nsy	Bluestem Wheat
98641	z1nva	Bluestem Wheat No. 1
98642	z1nyd	Bluestem No. 1 Wheat, Export, Portland Grade
98643	z1nze	Bluestem No. 1 Wheat, Milling, Portland Grade
98644	z1obf	Bluestem No. 1 Wheat, Tacoma Grade
98645	z1ocg	Buckwheat
98646	z1odh	California Wheat
98647	z1ofj	Canadian Durum Wheat
98648	z1ogl	Canadian Durum Wheat No. 1
98649	z1ohm	Canadian Durum Wheat No. 2
98650	z1oin	Canadian Durum Wheat No. 3
98651	z1ojo	Canadian No. 1 Northern

樹形は品種によって半円球、あるいは扇形となる。なるべく、実の収穫を容易にするために、低木形を心がけるべきであるので、整枝などの手入れが必要となる。密植することによって樹高を高くするよりも、自然に枝が広がるように保育すべきであり、枝先に陽光が当たる面積を広くすることによって、その部分に多くの結実をみることができる。

現在、国内生産量は詳細に知ることは出来ない。日本木蠟商工業協同組合によれば、木蠟約240 tonとのことであり、木蠟製造者13社（福岡県6、佐賀県1、長崎県2、鹿児島県1、愛媛県3、内1工場休止）がある。生産者の出荷態勢に問題があり、組合組織でないために、庭先渡の価格も把握するのには容易でない。大体、現在反当り、約1,000kgの果実が採取され、kg当り200～250円の採取賃金である。なお、熟練した採取人1人当り120～150kgで、普通は50～100kgを採取している。それらから算定して、また木蠟の需要も拡大しつつあるので、ハゼノキは今後、適地の林野では、その栽培を奨励すべきであると考えられる。それには植栽による、生産の保続を助長する施策と、木蠟の他に代用が効かないなどの特徴をより生かす用途開発に目を向けるべきであろう。現に木蠟の生産の停止をくいとめるため、農山村で注目をおこたうてはいけぬ樹種である。なお、福岡県八幡農林事務所の村瀬勇氏の報告によると、特用林産振興基本計画の中で、福岡県では、生しいたけ、乾しいたけ、たけのこ、竹材に木蠟の五作目になったと記されている。木蠟を生産する植物はハゼノキに代表されることを多くの人に知らせる努力もまた忘れてはならぬ。

表-9 県別ハゼ実生産量（日本木蠟商工業協同組合調）
（単位七）

県名	昭和51年	昭和52年	昭和53年	昭和54年	昭和55年
福岡	300	310	300	310	350
佐賀	90	90	90	120	180
熊本	120	240	250	190	245
長崎	90	100	180	120	180
大分	50	90	80	70	65
宮崎	30	90	80	70	65
鹿児島	30	90	90	70	65
愛媛	70	150	130	110	150
計	750	1,160	1,200	1,060	1,300

表-10 ハゼ実1本当結実量
単位kg

樹令	標準結実量	（最大結実量）	島原昭和福結実量
3	1.2		
5	2.5	（10）	5～10
10	6.0	（20）	10～30
15	9.0	（30）	15～45
20	15.0	（40）	20～60
30	20.0	（60）	40～100
40			80～150

村瀬勇：ハゼ栽培について（1981）

(ロ) ハゼノキの問題点：永年特用樹種の代表的樹種であるハゼノキは、木蠟の化学的な特徴が長所となって再認識され、現在需要が拡大しているようである。これは合成ワックスの用途の見直しから出発していることになるので、地域的には片寄るが、今後特に注目すべき樹種である。

現在、一般的に見てハゼノキは一時期植栽が忘れられたため高齢化して、更新の時期にきているのが現況であり、また、ハゼの実の採取者も同様高齢化の傾向にあるので、早急に適切な処置をとる必要がある。それらの問題点のうち主要なものは次の通りである。

まず優良なハゼノキの増殖があげられる。これには育種の手法により速やかに優良品種を増殖する方法を実現することである。生産価格を低減するために、ハゼノキの低木化を図り、集団で栽培し、永続性のある増殖栽培技術確立することである。また、ハゼノキの人体に対するカブレ防止の問題、木蠟の暮らしの中での重要性についての知識の普及の問題など解決すべき事項が多い。

3 薬木、薬草の流通問題

薬木、薬草を民間薬として個人消費するだけであれば、流通問題に言及する必要はなく薬木、薬草の問題の中で処理されることになる。しかし、山村の経済的な問題として薬木、薬草の導入あるいは栽培を考えると、薬木、薬草は大きさに言えば流通問題そのことにつきる。簡単な流通経路で説明すれば、生産者—仲買人—生薬会社となるが、古い生産地はど三者ががっちり組んでいるから、たとえば、採取あるいは栽培しても、品質、規格、年間消費量のワタなどによって、右から左へと生薬は売ることには出来ない。

これらの流通機構の中心的な役割をしている日本生薬連合会によれば、生薬の生産、流通経路は、図-1のようになる。栽培者からみると図では、地方業者までが無資格者がとりあつかう品物（ただのもの）であり、品質、規格など不安定の要因の中で、相対取引（相対売買）で入札制でない。生産者（天然採取者も含む）が有利になる方法は先に述べたようにまず需要者を確保することである。それぞれの年間消費量はほぼ資料などで判明しているものであるから、無計画な生産は、他の生産物でも同じであろうが、極めて危険であることを認識すべきであって、特に、生物が原料の場合が多い生薬では、製品の保管などに場所と経費が増大するから、得策でない。

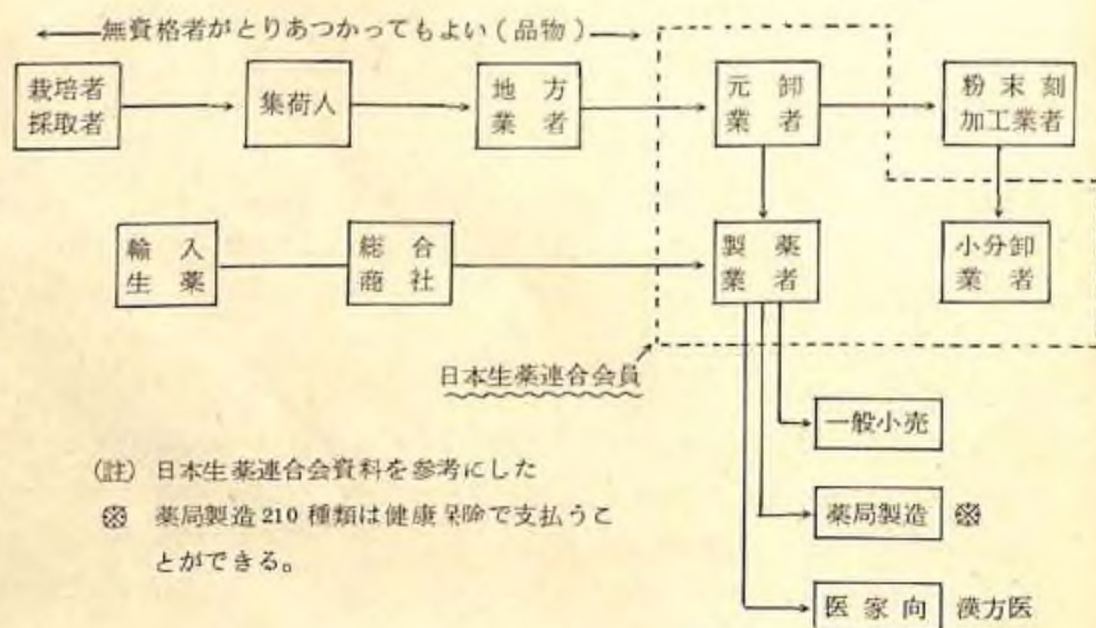


図-1 生薬の流通経路

近年医療の重要な一つの方法として、見直されている漢方治療の医療薬としての生薬の評価に、薬木、薬草生産に対する施策、漢方医薬品に対する施策が総合的に対処するならば、我が国での年間消費する生薬の約80%以上を国外に求める現況から脱皮することも出来よう。安定した良質の生薬を我が国で生産することが出来るように需要と供給の関係を調節することが望まれる。なお、我が国で流通機構の中で生薬の原料として生産されている各県別の薬用植物は表-11である。

表-11 道府県において栽培されている薬用作物（生薬）名一覧
(農林水産省農芸園芸局 畑作振興課資料1980)

北海道	オウレン、カノコソウ、ジャクヤク、セネガ、センキュウ、ダイオウ、トウキ、トリカブト、ミシマサイコ、ヤクヨウニンジン
岩手	オウギ、オウレン、ジオウ、ジャクヤク、センキュウ、トウキ、トチュウ、ハマボウフウ、ボタンビ①、ミシマサイコ
宮城	オウレン、ミシマサイコ
秋田	オウレン、キハダ、ケツメイシ、サンベンズ②、センキュウ、ボウコウナン③、ヨクイニン④
山形	ベニバナ
福島	ヤクヨウニンジン
茨城	イチョウ、ジャクヤク、タマザキツヅラフジ、ミシマサイコ、ヨクイニン
群馬	イチョウ、オウギ⑤、オウレン、ゲンノショウコ、サンショウ、ジャクヤク、センキュウ、タクシヤ⑥、トウキ、ミシマサイコ、ヤクヨウニンジン
埼玉	オウショクキ⑦、オウレン、ゲンノショウコ、ボタンビ、ミシマサイコ
千葉	ミシマサイコ
長野	アマチャ、ウイキョウ、オウレン、キキョウ、サフラン、センブリ、ヤクモソウ、ヤクヨウニンジン
静岡	アロエ、オウレン、トウキ、バイモ⑧、ミシマサイコ
新潟	オウレン、キハダ、ジャクヤク、ソウジュツ⑨、トウキ、バイモ、ミシマサイコ、ヤクヨウニンジン
富山	アマチャ、オウレン、キハダ、サフラン、ジャクヤク、トウキ、ミシマサイコ
石川	オウレン、キキョウ、キハダ、ジオウ、ジャクヤク、ソウジュツ、ボウコウナン、ミシマサイコ、ヤクヨウニンジン
福井	オウレン
岐阜	オウレン、ジャクヤク
三重	ジギタリス、ジャクヤク、ミシマサイコ
滋賀	ジギタリス
京都	オウレン
兵庫	オウレン、セネガ

奈良	ジオウ ¹⁰ 、ジャクヤク、トウキ、ドモツコウ ¹¹ 、ナンテン、バイモ、ハタトウカ ¹² 、 ビヤクシ ¹³ 、ボタンビ、モタカ ¹⁴
和歌山	トウキ
鳥取	オウレン、カミツレ、キハダ、ゲンノショウコ、サフラン、サンショウ、ジャクヤク、 トウキ、バイモ、ボウコウナン、ミシマサイコ
島根	ヤクヨウニンジン
岡山	オウレン、ジョチュウギク、ミシマサイコ、ヨクイニン
広島	ジョチュウギク
山口	ジョチュウギク
徳島	ゲンノショウコ、ミシマサイコ
香川	ジョチュウギク
愛媛	オウレン、クコ、サフラン、ジャクヤク、トウキ、バイモ、ミシマサイコ、 ヤクヨウニンジン
高知	オウレン、ミシマサイコ
佐賀	ミシマサイコ
長崎	サフラン、ミシマサイコ、ヨクイニン
熊本	オウレン、キハダ、サフラン、サンショウ、センブリ、ヤクヨウニンジン、ミシマサイコ
大分	サフラン、ミシマサイコ
宮崎	ゲンノショウコ、サフラン、ジュウヤク
鹿児島	ガジュツ

(註)○植物名 1 ボタン、2 カワラケツメイ、3 ハブソウ、4 ハトムギ、
5 イハオウギ、6 サジオモダカ、7 トロロアオイ、8 アミカサユリ
9 ホソバオケラ、10 アカヤジオウ、11 オオダマ、12 モモ
13 ヨロイタサ、14 タサボケ

4 薬木、薬草の栽培技術の現況と問題点の全体的な考え方

薬木、薬草は流通機構の改善なくて経営的には成立しがたく、古い歴史的背景を持った体質の改善は、なかなか困難をとまう。その中において、生産者採取者の生きる道は、くりかえし述べたように、計画的な生産、薬木薬草を生薬として利用できる植物の部分、大きさ、乾燥度合など規格の調整に焦点を合わせることである。また、山林、原野から生産される資源の活用を再発見するような気魄で我々が薬木、薬草に関心をもち、古い歴史のある薬木、薬草の効能の再確認を検討することが必要である。

国内に自生する生薬資源は、生育環境の破壊と、戦中戦後の乱獲で減少しているし、栽培品については生産費、人件費の高騰に、国内市場の安値が重なって、特定の種類をのぞいては一般に不振であり、現在すでに優良種が絶滅したものや、栽培技術の伝承が失われつつあるものも多い。さらに漢方製剤の保険薬指定の急速な消費がこれに拍車をかけ、需給のバランスが大きくくずれた。また、多くのユーザーはその不足を価格の安価な品質の低下したものに求めた。そのために現在では、生薬は“質より量”という観念で扱われており、生薬の品質評価が確立されていないこと、流通機構の問題など改善されるべきことが多い。

他方、栽培の技術的な指導、優良系統の苗の確保、それらの育種、また、生産された生薬の調整方法の指導など、今後さらに検討を要する問題も多い。生産地域に密接な公立研究機関によって、より基本的な栽培技術の確立や育種の推進がはかられることが望ましい。また、今日でも「御薬園」として各地に保存されている薬草植物園は薬草木の種の保存、知識の啓蒙普及、種の特性把握などの面で大きい意義をもっている。その他、杜仲^{(註)-1}とかステビア^{(註)-2}など外来植物の資源としての評価検討を土地の利用の面からも究明する必要がある。

なお、生薬に配合されている原料植物を生薬名で調べるとき、同種異名と同名異種という大へん複雑な現象がおこることが一般に多い。薬木、薬草として植物を把握するときは植物分類の知識が特に必要である。

以上調査したことの要旨は次の通りである。

- (1) 薬木、薬草を利用した民間療法の伝承はいつまでも農山村に存続するようにする。
- (2) 林野の自然植生で薬木、薬草を採取し、利用するには無理な採取、乱獲を少なくし、生育環境の破壊要因をより少なくする方法をとれば問題は少ない。また、薬木、薬草の多目的な利用方法、即ち山菜（タラノキ、ウドなど）、工芸品原料（キハダ、クスなど）、嗜好品（オニタマリ、サンショウなど）としての用途の拡大を図る。
- (3) しかし、これらを栽培管理するとなると、需給バランスを考慮する必要があり、計画栽培—計画生産—計画販売の実行と、生産者の側に、信頼できる需要者（買手）を確保しておく必要がある。
- (4) 国内生産の生薬が少なくなり、生産に係わる栽培技術の伝承、優良生薬の絶滅も考えられるから、生薬生産機構の再検討の必要がある。特定の種類の主産地域では安定した栽培の体系が栽培者や公立研究機関などの努力によって、一応確立されているものもあるが、さらに多くの調査研究が望まれる。
- (5) 社会的土地利用（生きがい、過疎、高齢対策など）をすすめる方法の一つとして薬木、薬草の導入利用を取り入れる考え方も今後重要になってゆくであろう。この際も自家用と商品の区別を生産者は十分に理解認識することが重要である。また、東洋の生薬の使い方、

考え方が、より世界の医薬の中で再確認されており、将来は輸出の体制にまで生薬の質と流通機構の整備を関係機関で推進することも必要であろう。

(1982年2月18日)

(註)ー1 トチュウ、杜仲

(*Eucommia ulmoides* OLIV) トチュウ科トチュウ属、落葉高木、雌雄異株、中国原産、大正の初期に我が国へ導入され、当時は樹皮のグッタベルカ物質の採取が目的であったが、近年は樹皮は薬酒の原料に使われる。林業樹種としての興味と期待もある。

(註)ー2 ステビア (*Stevia rebaudiana* Bertoni)

キク科ステビア属の多年生草本。南米原産、我が国では和名としてアマハステビアの名称が提唱されている。天然甘味料の原料植物であり、その特徴は、非糖質(非栄養)で、物質の抽出が容易である。

参考文献

- 1) 渋谷道夫 他：北海道・東北の民間療法 明玄書房 1977
- 2) 上野勇他：関東の民間療法、明玄書房 1976
- 3) 杉原丈夫他：中部の民間療法 明玄書房 1976
- 4) 倉田正邦他：近畿の民間療法 明玄書房 1977
- 5) 坂田友宏他：中国・四国の民間療法 明玄書房 1977
- 6) 佐々木哲哉他：九州・沖縄の民間療法 明玄書房 1976
- 7) 前橋康夫：黄連栽培について(資料) 1979
- 8) 三鍋昌俊：薬用オウレンの研究 風間書房 1970
- 9) 福井県大野林業事務所：おうれんのすべて 発行年不明
- 10) 今井三千穂・渡辺資仲・朝日善次郎：福井県におけるオウレンの慣行栽培の特徴と生長について 26回日林中部支講 1978
- 11) 高階弥太郎：黄連栽培法とその研究 1969
- 12) 鳥取県智頭町森林組合智頭町林業研究会：黄連栽培について 1977
- 13) 土井国光：智頭地方の栽培オウレンについて 鳥取県林業試験場 試験研究報告第16号 1975
- 14) 土井国光：智頭地方栽培オウレンの特性について 鳥取県林業試験場 試験研究報告第20号 1977
- 15) 山路木曾男・岩崎美代：オウレン栽培地の相対照度について 32回日林関東支論 1980

- 16) 森谷睦夫：ジアゾ感光紙による作物群落内照度の測定 農業および園芸 Vol. 43 No. 8 1968
- 17) 埴田 宏：コケの生育環境測定法 I 光環境の測定 日本蘚苔類学会報 Vol. 2 No. 3 1977
- 18) 岩崎美代・山路木曾男：P濃度を異にするオウレンの水耕試験 未発表 1981
- 19) 塘 隆男：わが国主要造林樹種の栄養および施肥に関する基礎的研究 林試研報 No. 137 1962
- 20) 杉本順一：新日本樹木総検索誌 井上書店 1978
- 21) 倉田 悟：原色日本林業樹木図鑑 第一巻 地球出版株式会社 1971
- 22) 長野営林局技術開発委員会事務局：キハダおよびオウレンの生産(栽培)に関する報告書 1981
- 23) 竹内 正：きはだ造林について 長野県松筑地方事務所(研修資料) 1981
- 24) 長野県林業指導所：キハダ林造成技術 1980
- 25) 長野県：長野県の特産林産物 — キリ、ウルシ、キハダについて 1980
- 26) 新潟県農林部林政課：林業技術現地適応化促進事業実施報告書 1976
- 27) 木原営林大和事業財団：キハダ、オウバク — 主要な文献、資料の抄録集 — 1982
- 28) 高橋善蔵：植樹遺言集 日本農書全集 11巻 農山漁村文化協会 1979
- 29) 大蔵永常：広益国産考 日本農書全集 14巻 農山漁村文化協会 1978
- 30) 正木八十八：日本の樹と木蠟 明文堂 1938
- 31) A C M E code Company U.S.A. : A C M E commodity and phrase code. 1923
- 32) 村瀬 勇：ハゼ栽培について 福岡県八幡林業事務所(研修資料) 1981
- 33) 森下徳衛：薬草の流通と栽培 全国林業改良普及協会 1976
- 34) 農林水産省農蚕園芸局畑作振興課：薬用作物(生薬)関係資料 1980
- 35) 会津保松会：御薬園薬用植物目録 1976
- 36) 周政賢編著：杜仲 1980
- 37) 富岡甲子次・山路木曾男：トチュウ(杜仲)のさし木試験 33回日林関東支論 1981
- 38) 横山幸雄：甘味料新考(9) 食品開発 Vol. 16 No. 9 1974
- 39) 佐藤潤平：漢薬の原植物 日本学術振興会 1959
- 40) 中島道郎・林 弥栄・草下正夫・小林義雄：実用樹木要覧 朝倉書店 1961
- 41) 大村重光：総合薬用植物 広川書店 1942
- 42) 大村康一：原色日本薬用植物図鑑 保育社 1964

- 43) 難波恒雄：原色和漢薬図鑑（上）（下） 保育社 1980
- 44) 日本公定書協会：新しい薬用植物栽培法 広川書店 1970
- 45) 刈米達夫・北村四郎：薬用植物分類学 広川書店 1965

ポドゾル地帯の更新法

ポドゾル地帯の更新法

(1 1 4.4, 1 1 4.7, 2 3 1.1)

I 試験担当者

木曽分場	下野園	正
“ 造林研究室	仙 石 鉄 也	
“ “	荒 井 国 幸	
本場土じょう部	有 光 一 登	
“	小 林 繁 男	

II 試験目的

木曽谷の湿性ポドゾル地帯については、更新困難性のために、木曽分場に土じょう研究室が存続している間は湿性ポドゾル地帯の改良試験等が実施されてきたが、当研究室廃止と共に中断された。その後台風被害も引金になって、湿性ポドゾル地帯の更新方法を解明しようということで、三浦実験林が設定されて、長野営林局、信州大学、京都大学および本場土じょう部共同で研究を進めることになった。当分場は造林研究室が遅れて参加し、昭和49年から亜高山性樹種の導入試験、ヒノキ産地、地域試験等で取組むようになった。しかし本格的な取組みとはなっていないし、試植樹種と土壌特性との関連については解明が不十分である。このため、湿性ポドゾル地帯の更新法は木曽分場の地域重要課題であることから、過去の試験地の調査解明と土壌特性解明を主眼にして、更新法を見出すべく取上げることにした。

内容としては亜高山性樹種導入試験地の継続調査、施肥試験地の掘起し調査、ヒノキ産地、地域試験地の設定および試植樹種と土壌型との関係に示ばられた。なお最終年度に微地形調査の予備的調査に取組み、起伏指数なる表現での可能性が見られたことは収穫であった。

III 試験の経過と得られた成果

1. 亜高山性樹種の植栽試験

亜高山性樹種を含むいくつかの樹種とヒノキとの併植試験地が設定されていた。本課題設定とともにこの試験地の継続調査を実施することにしたので、これまでの経過を含めて調査結果を次に示す。

1) 試験地の経過

王滝営林署管内三浦実験林631い林小班内に昭和47年5月植栽された。植栽地は伐採前の昭和43年11月にクサトールFP250Kg/Aaを空中散布し、昭和45年の伐採地で

ある。用いた苗木は坂下営林署坂下苗畑養苗の4年生ヒノキ苗、東筑摩郡波田村の民苗5年生イチイ苗、他は林業試験場木曾分場で養苗したもので、アカエゾマツ4年生苗、ヤツガタケトウヒ5年生苗、他の樹種は6年生苗である。

この試験地は植栽後毎年1回筋刈りが継続実行されている。

2) 調査結果

調査結果は表-1のとおりで、当初は活着率も良かったが、昭和53年の調査では生存率はほとんどの樹種で半数以下となり、生長よりも生存そのものから問題がある。調査時の樹高は、併植されたヒノキと比較してやゝ良い生長を示すのはシラベ、アカエゾマツだけで、他はヒノキよりも劣っていた。

この試験地の調査結果は、さらに継続調査を実施するとともに、三浦実験林内その他この付近の各樹種と比較して、ポドゾル地帯に適する樹種の選定資料に役立てたい。

以上の植栽試験は木曾分場の故百瀬造林研究室長及び荒井国幸研究員によって立案され、営林署実行で設定されたものである。

2. 亜高山性樹種施肥試験

1) 調査目的

湿性ポドゾル地帯における亜高山性樹種の生長比較をするため、三浦実験林よりも古くに植栽され、施業経過もはっきりしている試験地として、同じ湿性ポドゾル地帯、王滝営林署助六国有林に改定されている。林業試験場木曾分場の施肥試験地を選んだ。この試験地は、ヒノキ天然林の昭和32年伐採跡地で、昭和35、36年に植栽施肥され、昭和44年以降調査が中断していたが、三浦実験林内植栽のものとの比較資料にするため、掘起し調査を実施したものである。

2) 試験地の経過

試験地の施業経過は表-2のとおりで、各試験地の調査は、ウラジロモミについては、植栽後4年間の結果を鷹見ら¹⁾が、トウヒ、シラベ、ウラジロモミについても、施肥後5~3年間の結果を吉本ら²⁾が発表している。その後昭和43年末まで調査が続けられ³⁾昭和44年5月に追肥が実施されたまゝで、今回の調査まで中断していた。

3) 調査結果

調査区ごとの樹高生長経過を図-1に示した。シラベ、トウヒ、ウラジロモミともに何れも施肥効果は持続していることがわかる。しかし第2回施肥後の効果は完全に10年間のプランクの中に埋没しているので、各試験区より優勢木、平均木、劣勢木に相当するもの3~5本を選んで樹幹解析を行い、それらの効果を追跡することにした。図にはそれぞれ主な調査年の調査区平均値が示してあるが、調査木の選び方にやゝ難があった点も見られるが、大よ

表-1 亜高山性樹種等の混植試験地調査結果

樹種	面積 ha	付植 本数	48年9月調査				50年10月調査				53年10月調査			
			1年目 樹高 cm	2年目 樹高 cm	活着率 %	根直 mm	元径 mm	3年目 樹高 cm	4年目 樹高 cm	根直 mm	5年目 樹高 cm	6年目 樹高 cm	生存率 %	(ヒノキ) 樹高 cm
(ヒノキ)ウラジロモミ	0.51	1,040	33.2	38.9	100	5.7	17	41.6	51.2	17	81	98	25	122
(")シラベ	0.50	930	30.7	32.0	96	7.3	17	43.7	63.8	17	100	123	50	113
(")チヨウセンゴヨウ	0.41	760	21.3	29.3	96	8.0	15	43.6	57.8	15	72	89	46	123
(")サワラ	0.19													41
(")ストロブマツ	0.02	43	25.6	32.2	100	6.7		雪、虫害で測定せず				73	21	93
(")オウシユマツ	0.03	60	37.2	50.1	100	13.8	18	64.6	83.6	18	105	122	18	136
(")ヤツガタケトウヒ	0.18	300	51.4	53.3	100	1.9	18	57.6	74.6	18	93	113	39	115
(")アカエゾマツ	0.24	250	19.6	24.1	96	4.6					94	112	45	96
(")イチイ	0.25	300	36.9	41.0	81	4.2					57	67	62	106
														45

表-2 施肥試験地の施業経過

	シラベ	トウヒ	ウラジロモミ
場 所	王滝 197り	王滝 197か	王滝 205と
海 抜 高	1,470~1,490m	1,400~1,430	1,380~1,420m
土 壌 型	Pw(i) I	Pw(i) I	Pw(i) III~II
植 栽	S 36.5 4,500本/ha		S 35.4 4,500本/ha
施 肥	植栽後1,2,3年目にそれぞれちがう粒状 2号(5:3:3)80g/ 半環状溝切施肥	植栽時①1号(5:3:3)6ヶ/本 半環状施肥	
			S 41.5 ①スーパ-1号(24:16:11) N 70 Kg/ha条間水平溝施肥
			S 44.5 ①スーパ-1号(24:16:11) N100Kg/ha バラマキ施肥
調 査 等	植栽後S 43末まで毎年生長量調査結果を分場年報第8まで概要登載		
	施肥後5-3年間の結果を15回日林中 部支部講に発表	植栽後4年間の結果を13回日林中 部支部講に発表	
	S 53 生長量調査	S 54 樹幹解析実行	

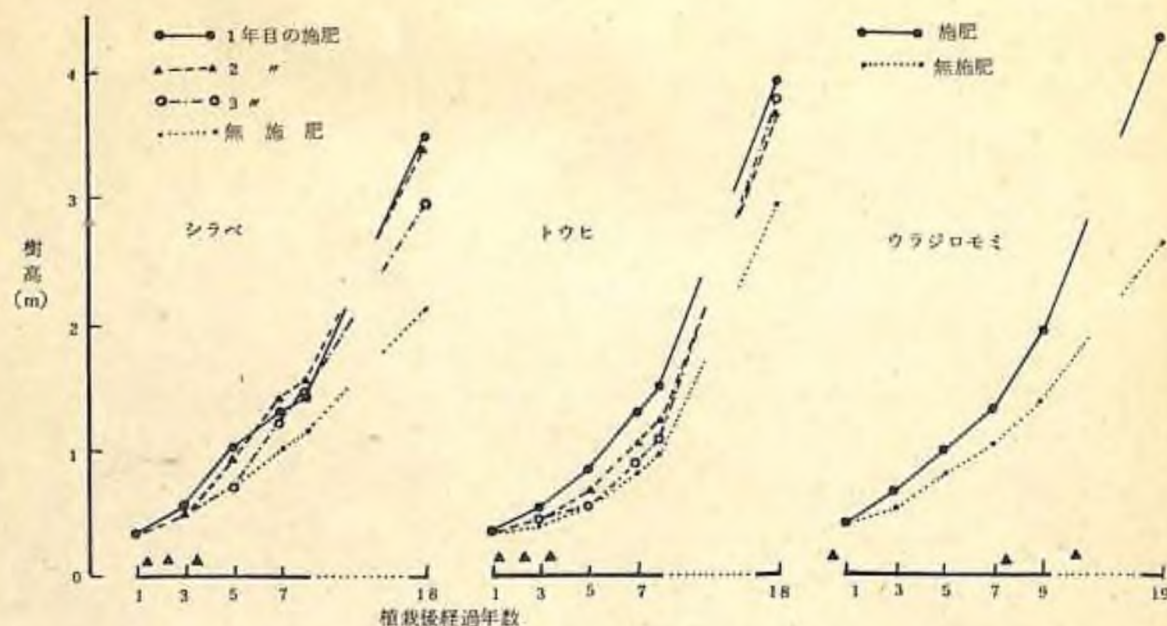


図-1 調査区ごとの樹高生長経過

その傾向がうかがわれた。

シラベ

樹高生長経過は図-2に示すように、施肥木は良い生長を示しているものが多い。施肥効果をわかり易くするために連年生長経過を図-3に示した。これを見ると、1年目施肥では翌年又は翌々年に効果があらわれ、3~4年持続するが、その後無施肥区と同等になる。第2回施肥効果は翌年からはっきりあらわれ、3~5年持続しているようである。

2, 3年目施肥では、第1回施肥効果はやゝ遅れるがはっきり認められるものも多く、第2回施肥効果は、2年目施肥でははっきりせず、3年目施肥の場合に、第1回目の効果をもりかえす形で3~4年持続している感じである。各施肥区ともに第2回施肥後5~6年以降は無施肥区と同等のものが多くことは特長的である。

直径生長経過について見ても、施肥効果の見難いものもいくらかあるが(図省略)、これも樹高生長と同様に根元直径連年生長経過について検討することにした。(図-4)

これを見ると樹高生長とはゝ似た傾向を示し、1年目施肥ではやゝ効果がでているが長く持続せず、第2回施肥効果はかなりはっきりするがこれも長く持続しない。

2, 3年目施肥では第1回施肥効果はやゝ見られるが、第2回施肥効果は、2年目施肥では1本だけは効果がでているが、他は効果がなく、3年目施肥でやゝ微弱であるが少しでている。

全体として樹高生長と同じように直径生長も第2回施肥後しばらくすると生長が悪くなり、無施肥区と同様な生長を示すものが増えてくる。

トウヒ

樹高生長経過は図-5のように施肥効果が認められるようである。シラベと同じように樹高連年生長経過を図-6に示すように、1年目施肥では効果は徐々にあって、効果のはっきりするのは3~5年後であって、第2回施肥に引継いだ形になっている。しかしそれも長続きせず第2回施肥後5~6年後には無施肥と同じ程度になっている。

2, 3年目施肥についても、第1回の施肥効果はやゝ低く、第2回施肥効果が大きくでている。しかも、第2回目の効果はやゝ落ちながらも6~7年続いていて、無施肥区と同等になるのはやゝ遅れている。

直径生長経過については、シラベと同様に見易くするため、根元直径連年生長経過で検討することにした。図-7に示すように、1年目施肥で一部効果の薄いものもあるが、第1回施肥効果が見られ、それを持続しながら第2回目の施肥効果に引継ぎ、徐々に低下しながらも長く持ち続けている。2, 3年目施肥では樹高生長と同じように、第1回施肥効果は2年目施肥では効果が見られるが、3年目施肥は微弱である。なお第2回目施肥でも、2年目施

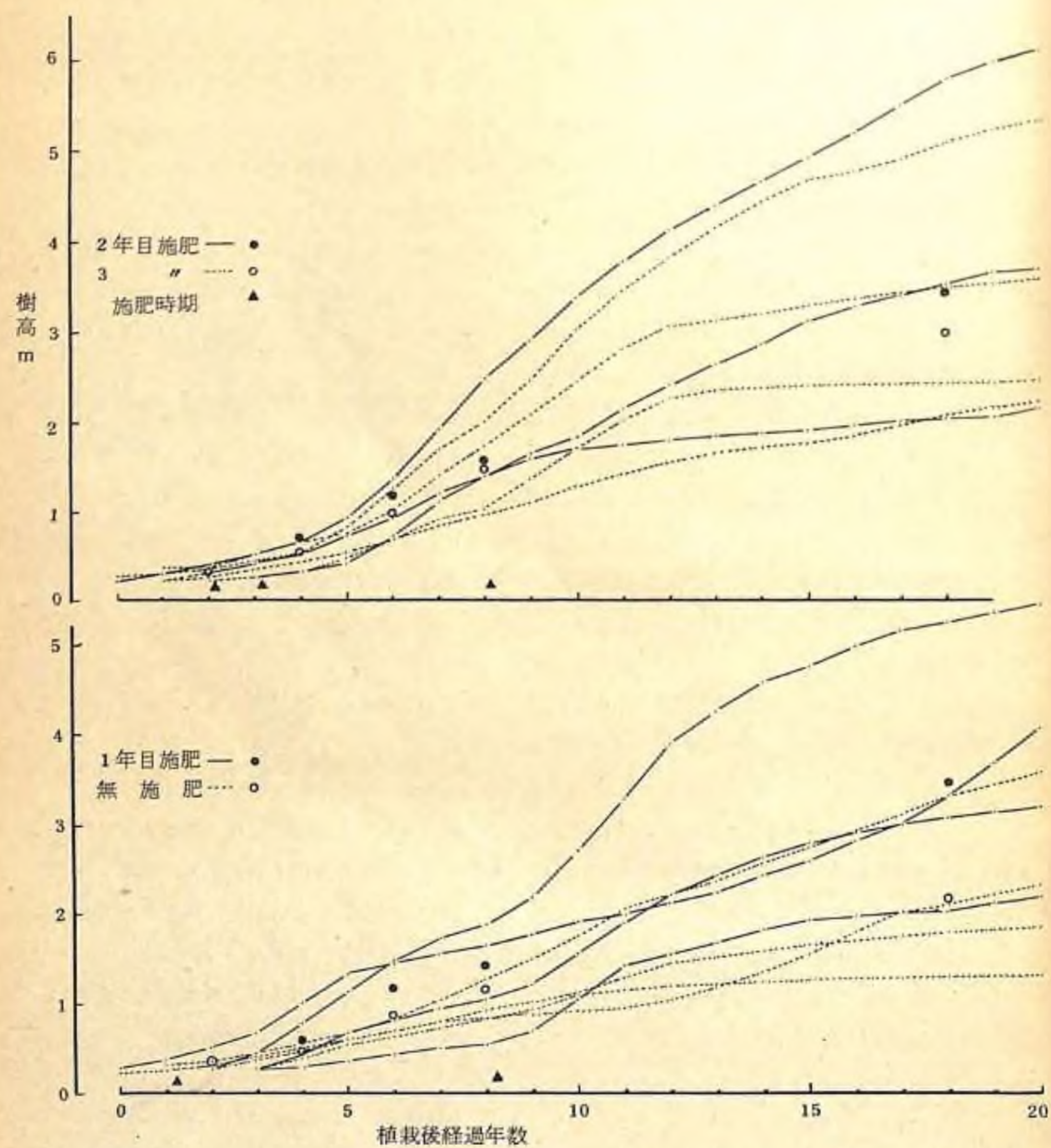


図-2 樹高生長経過(シラベ)

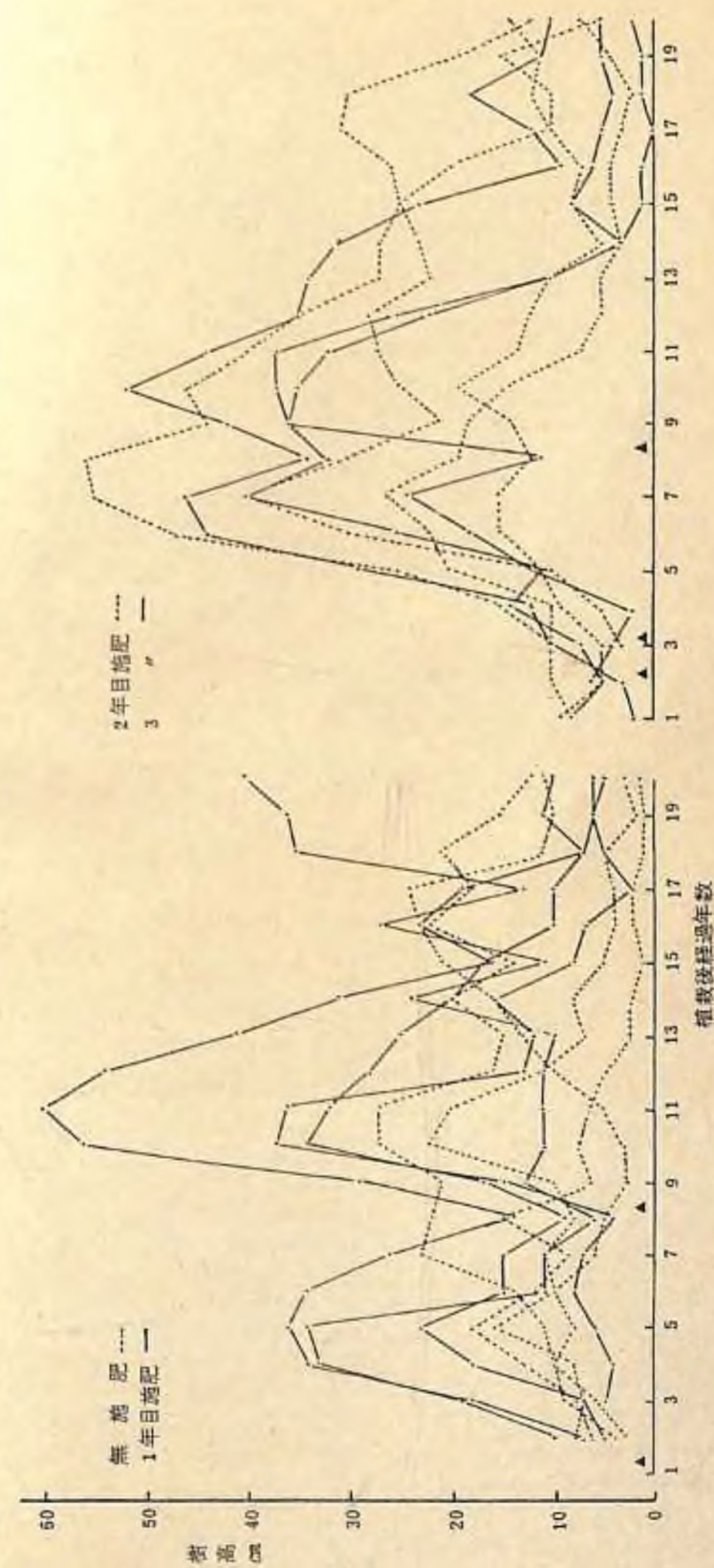


図-3 樹高連年生長(シラベ)

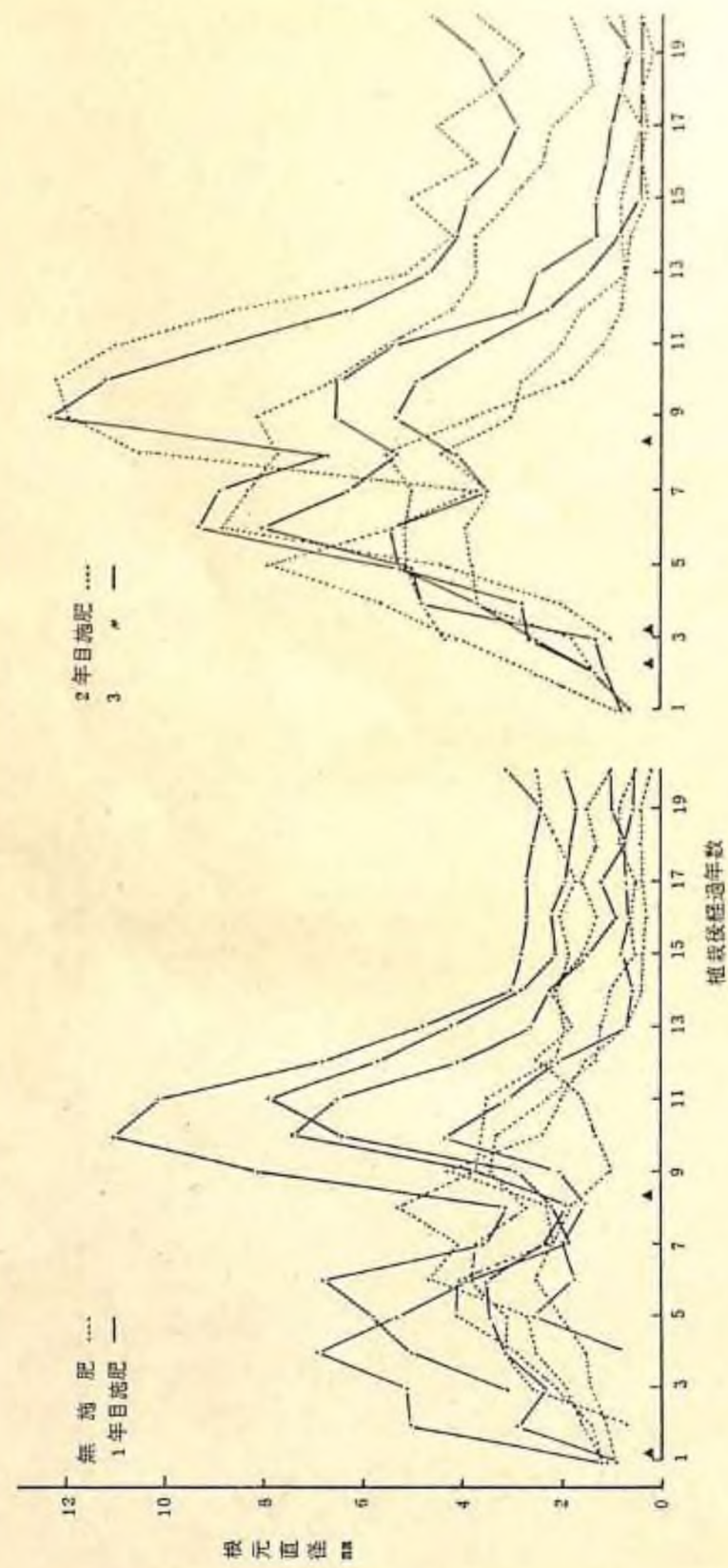


図-4 根元直径連年生長(シラベ)

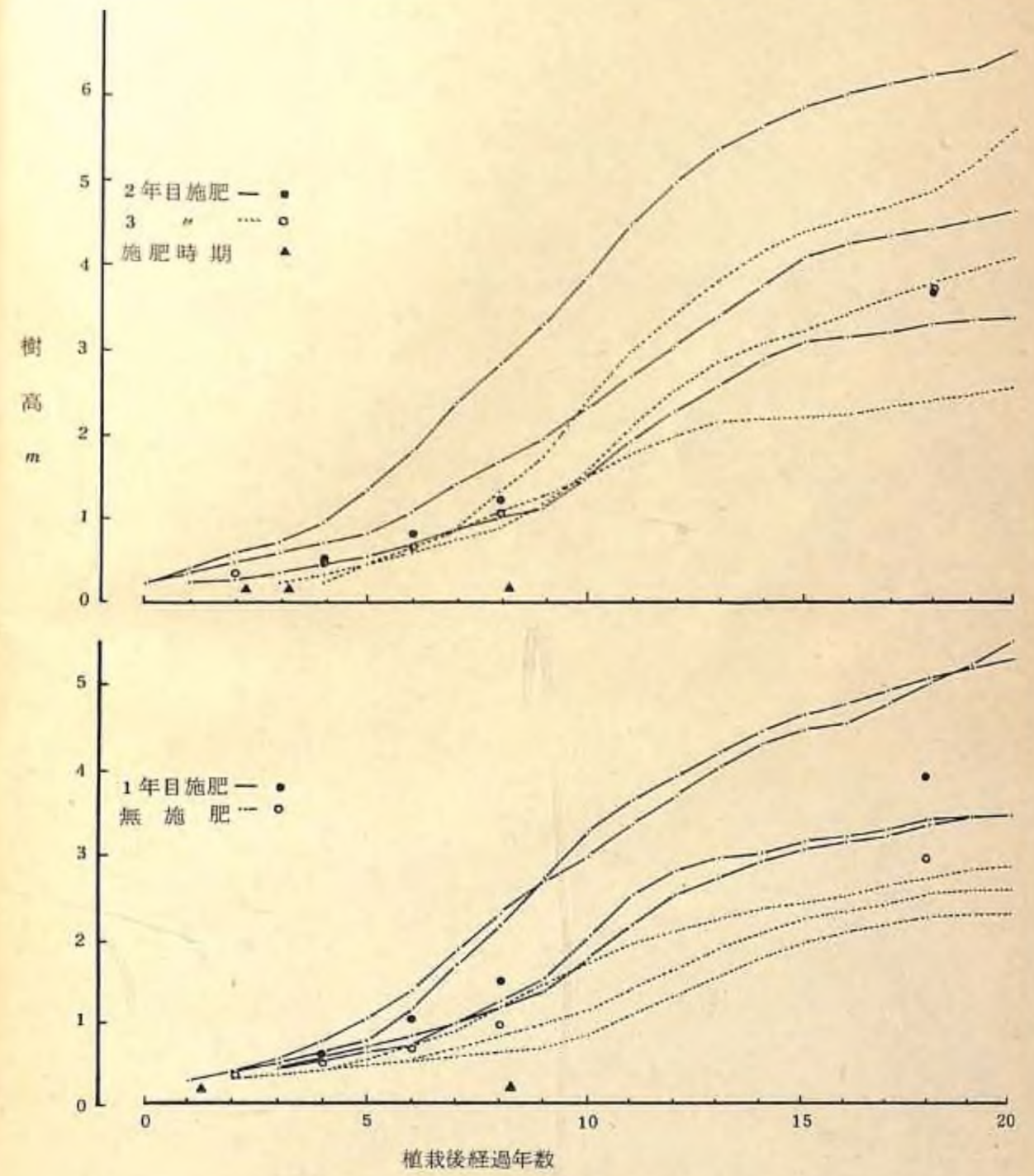


図-5 樹高生長経過(トウヒ)

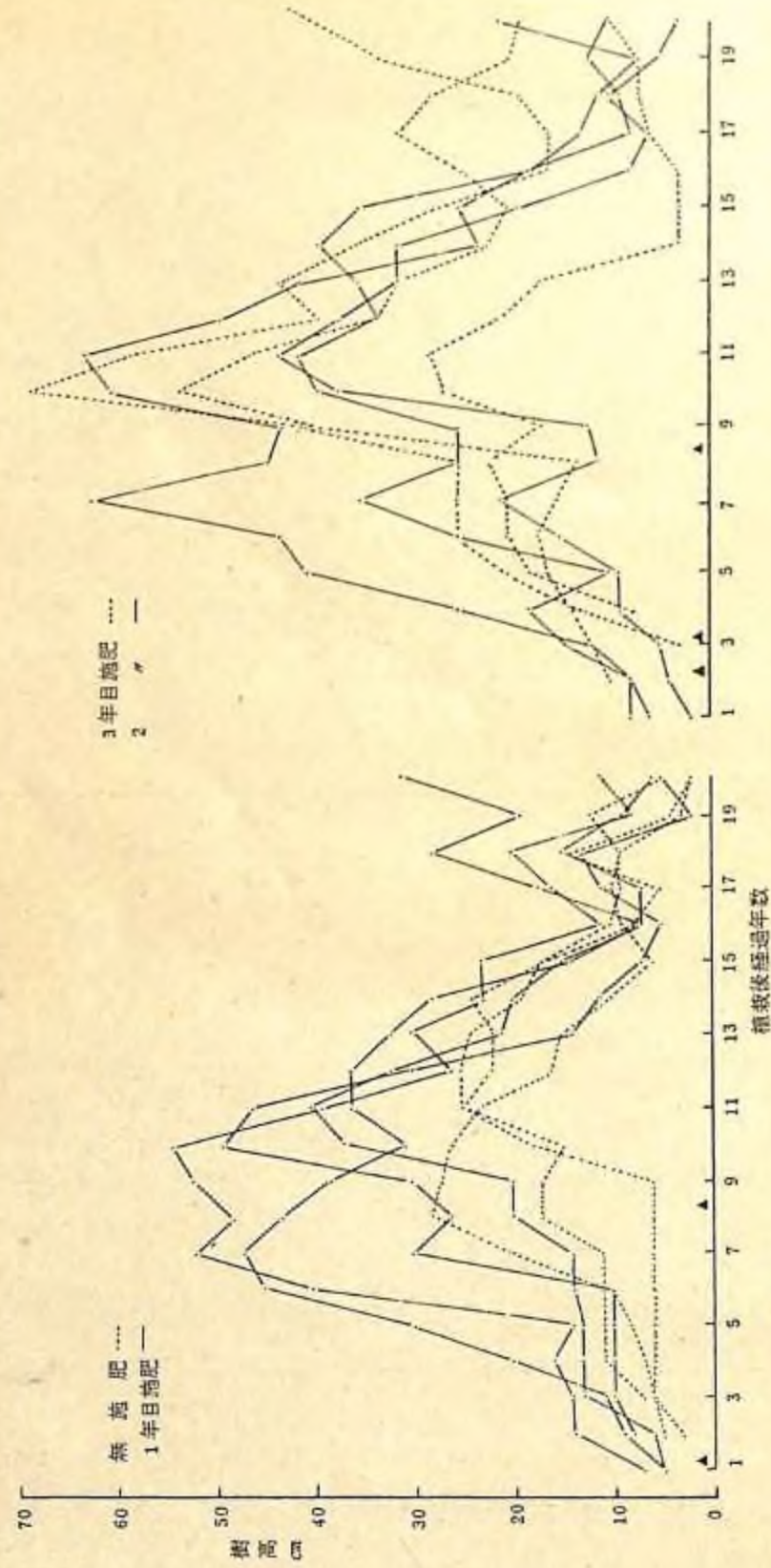


図-6 樹高連年生長(トウヒ)

肥が効果が薄く、3年目施肥の方がいくらか効果がでている。いずれも効果は低下しながらも持ち続け、無施肥よりもいくらか優位を保っている。

ウラジロモミ

樹高生長経過を図-8に、樹高、根元直径連年生長を図-9に示すように、いずれの施肥時点においてもその効果はそれほどはっきりでない。これは図-8にみられるように、調査区平均値よりもやや小さめのものが選ばれて調査したことが原因しているようである。即ち、調査木は斜面下部より採取された。この斜面下部は吉本ら²⁾の報告によれば設定当初に霜害をうけた所であって、施肥効果のはっきりしない場所であった。

以上のように樹種によって施肥効果に若干の違いがあることがわかった。さらに、湿性ポドゾル地帯での調査事例として、他地域資料との検討資料として利用したい。

3. ヒノキ地域別、産地別試験

不良環境地帯に造林するヒノキは、当地域産か他からの導入かを見究めるため、木曽谷各地域の天然生ヒノキ林分から種子を採取して、養苗し、現地に植栽して検定することを目的に始められたもので「ポドゾル地帯および木曽北部等不良環境地帯におけるヒノキの造林試験」の一環として故百瀬造林研究長が立案計画されたものの延長である。

1) ヒノキ地域別試験の養苗経過

種子採種地域として木曽谷北部の奈川、木曽南部(裏木曽)の川上、木曽中心部で濁川、助六、三浦の計5か所の天然生ヒノキ林より種子を採取することとし、採種は営林局署で、養苗は坂下営林署の坂下苗畑と分場苗畑で実行した。

種子の状況や育苗段階における各地域の特徴は表-3に養苗経過として示してある。三浦産が一番特徴的で、発芽率も低く生長量も少ない。枝葉の少ないほっそり型である。奈川産が下枝の多いずんぐり型、濁川、川上産が枝葉の多いすなり生長型、助六産が中間的で木曽ヒノキの標準型に見える。

2) ヒノキ地域別試験地での生長

現地植栽は昭和53年春に三浦実験林6363林小班に営林署実行で植栽された。植栽後の調査が昭和56年10月に分場苗、坂下苗それぞれ2区ずつ調査した。全体的に見て枯損や切損が多かったので、1区あたり30本を探して残存木を調査することにした。

調査結果は表-4のとおりで、山行時の調査資料は分場苗だけであったが、坂下苗は断然大苗であった。このことが原因しているのが、切損率が分場苗は非常に高いのに坂下苗は少なかったのが目立っている。苗木時代にはほっそり型だった三浦産苗は、現在も平均値として最も小さい値を示し、分場苗だけであるが川上産は分場苗のうちでは最も優位を保つが、その他はまだはっきり優劣は示されないものと観察した。

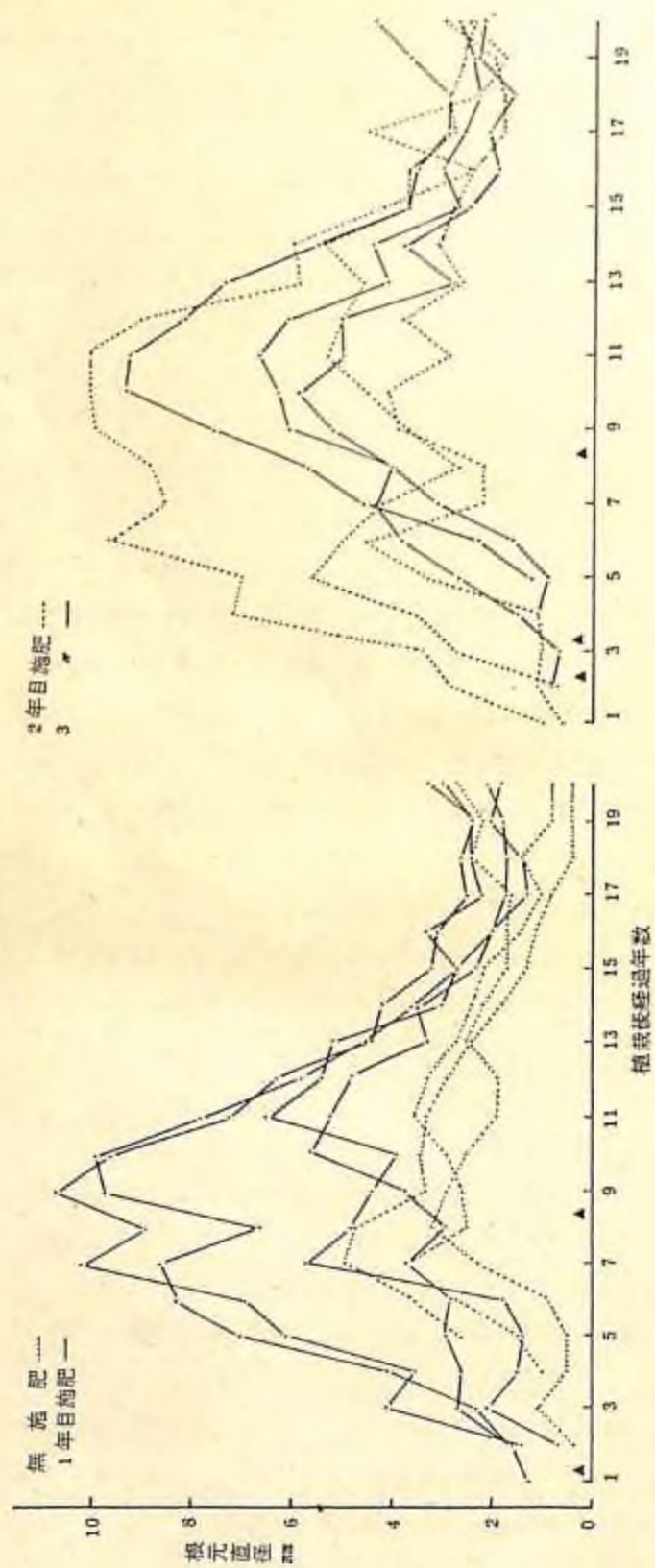


図-7 根元直径連年生長(トウヒ)

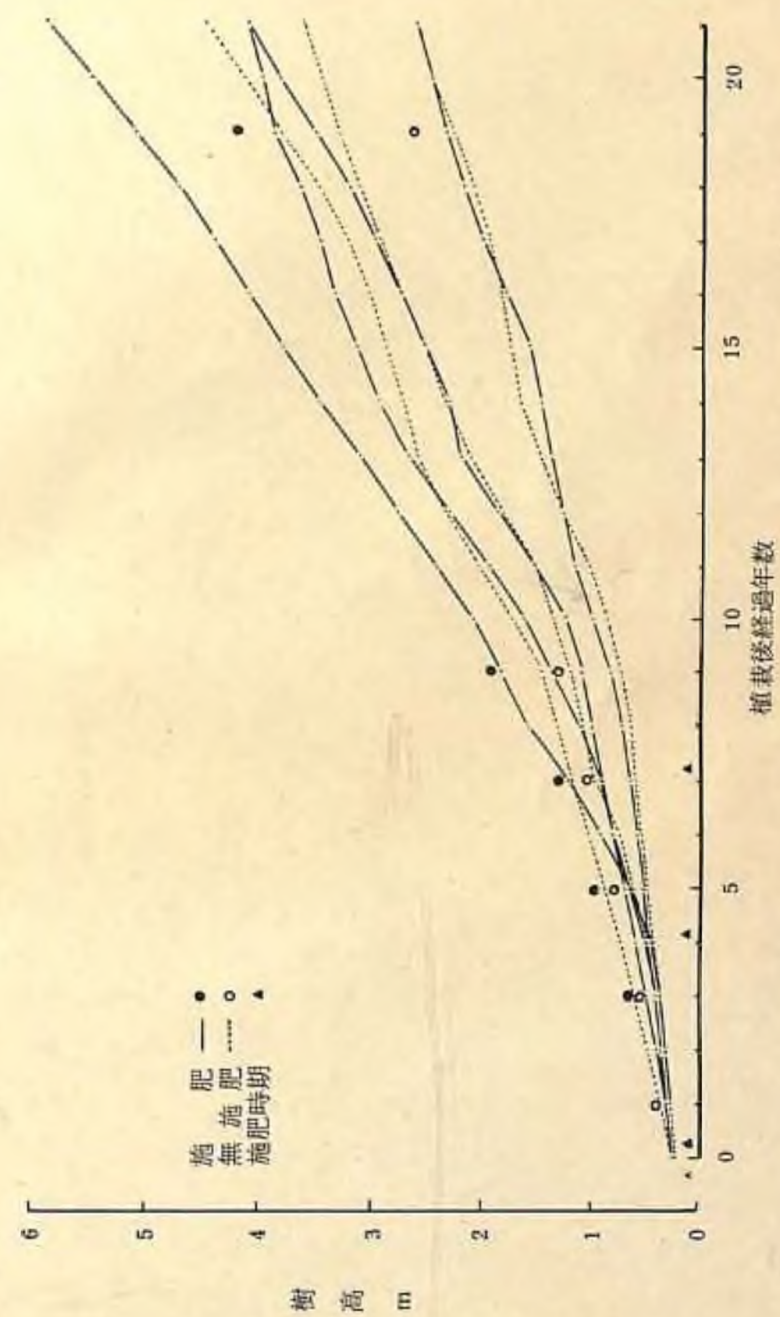
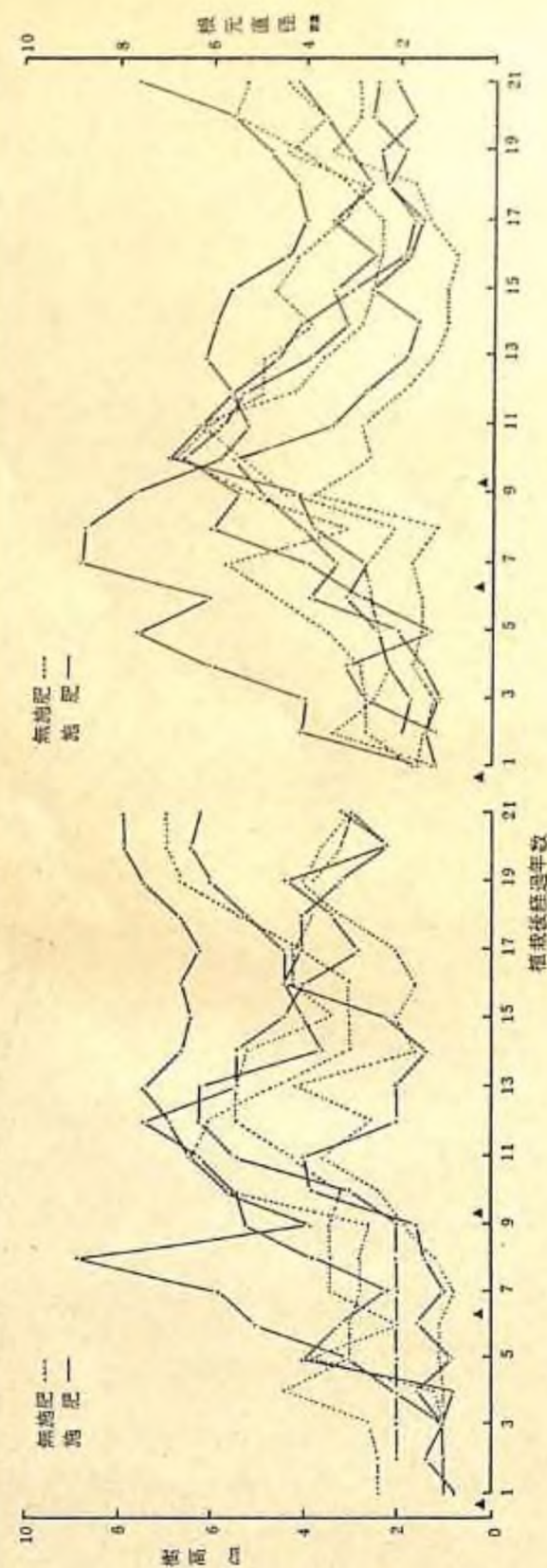


図-8 樹高生長経過(ウラジロモミ)



図一9 樹高、根元直径連年生長(ウラジロモミ)

表-3 地域別ヒノキの養苗経過

			奈川	助六	濁川	川上	三浦	備考
採種木	本数		33	20	15	3	19	S49.10採種
	平均胸高直径cm		44	40	41	32	38	
	平均樹高m		20	21	22	20	22	
採種子	採種量g		3,200	1,400	600	140	450	
	千粒重g		23	23	21	17	16	
	検定発芽率%		52	67	54	35	31	
播種	坂下	播種量g	2,000	1,000	400	—	200	S50.4播種
		発芽率%	11	19	6	—	6	
	分場	播種量g	400	200	200	140	200	S50.4播種
		発芽率%	27	19	19	23	7	
堀取	分場	平均苗長cm	9.1	8.3	8.5	9.2	8.0	S50.10調査
	場	2cm上得苗率%	37	25	18	26	16	
床替	分場	3cm上床替本数	3,840	1,920	2,280	3,640	1,400	S51.10調査
		得苗率%	90	83	92	74	79	
		平均苗長cm	25	21	21	26	18	
		平均苗重g	22	20	21	25	17	
再床替	分場	本数	2,500	1,500	2,000	2,200	1,100	S52.10調査
		平均苗長cm	30	30	35	35	26	
		平均根元直径mm	7	7	8	8	6	
		平均苗重g	44	49	53	57	31	
山行苗	分場	規格cm上	25	23	28	27	20	S53.4.10 (CTMダンボール)
		本数	1,600	900	1,100	1,600	800	
		山行率	64	60	55	73	73	

表-4 ヒノキ地域別試験地調査結果

区 分	分 場 苗				坂 下 苗				平 均		
	根元径	昨年樹高	本年樹高	切損率	根元径	昨年樹高	本年樹高	切損率	根元径	昨年樹高	本年樹高
三浦 I	8.5	34.4	48.1	40.0	10.5	51.4	64.5	13.3			
II	6.3	32.8	48.7	53.3	10.3	42.2	58.7	53.3			
平均	7.4	33.6	48.4	46.7	10.4	46.8	61.6	33.3	8.9	40.2	55.0
濁川 I	7.6	39.9	54.1	50.0	12.4	57.3	75.3	10.0			
II	7.0	35.9	51.1	76.7	11.3	56.8	73.4	16.7			
平均	7.3	37.9	52.6	63.4	11.9	57.1	74.4	13.4	9.6	47.5	63.5
助六 I	8.1	34.8	52.2	50.0	11.6	53.1	70.2	3.3			
II	7.5	36.1	49.4	70.0	11.1	52.0	70.1	26.7			
平均	7.8	35.5	50.8	60.0	11.4	51.6	70.2	15.0	9.6	48.6	60.5
奈川 I	6.3	29.1	43.0	70.0	11.3	58.8	77.5	16.7			
II	6.0	32.9	45.6	73.3	10.8	60.6	76.0	6.7			
平均	6.2	31.0	44.3	71.7	11.1	59.7	76.8	11.7	8.7	45.4	60.6
川上 I	8.1	40.7	56.8	56.7							
II	9.2	46.3	64.4	43.3							
平均	8.7	43.5	60.6	50.0					8.7	43.5	60.6

なお、個々の調査木の形態を見るために、地域別の樹高と根元直径との関係を図-10に示した。坂下苗、分場苗を一緒にして見ると、いくらか産地ごとにまとまって、地域別の特徴が見られるようであり、今後の生長傾向を見守りたい。

3) ヒノキ産地試験地

ヒノキ産地試験は熊本営林局管内の3営林署養苗苗と、民苗のナンゴウヒ、三重県苗、前橋営林局管内の2営林署養苗苗について、営林局が購入または管理替して、分場経由で三浦実験林に植栽された。山行後の生長調査は未了であるが取扱い経過を表-5に示しておく。

4. 土壌分布と樹種別生長

三浦実験林は王滝川の上流部にあって、阿寺山地の上部、隆起準平原に位置し、なだらかな残丘地帯である。尾根部は緩斜面が多く山脚も短い。土壌型の分布図は既に詳細なものが作成されており、ほとんどが湿性ボドゾル鉄型で、その他グライ化土壌の分布もあって、全体として湿性ボドゾル化の影響を受けている。

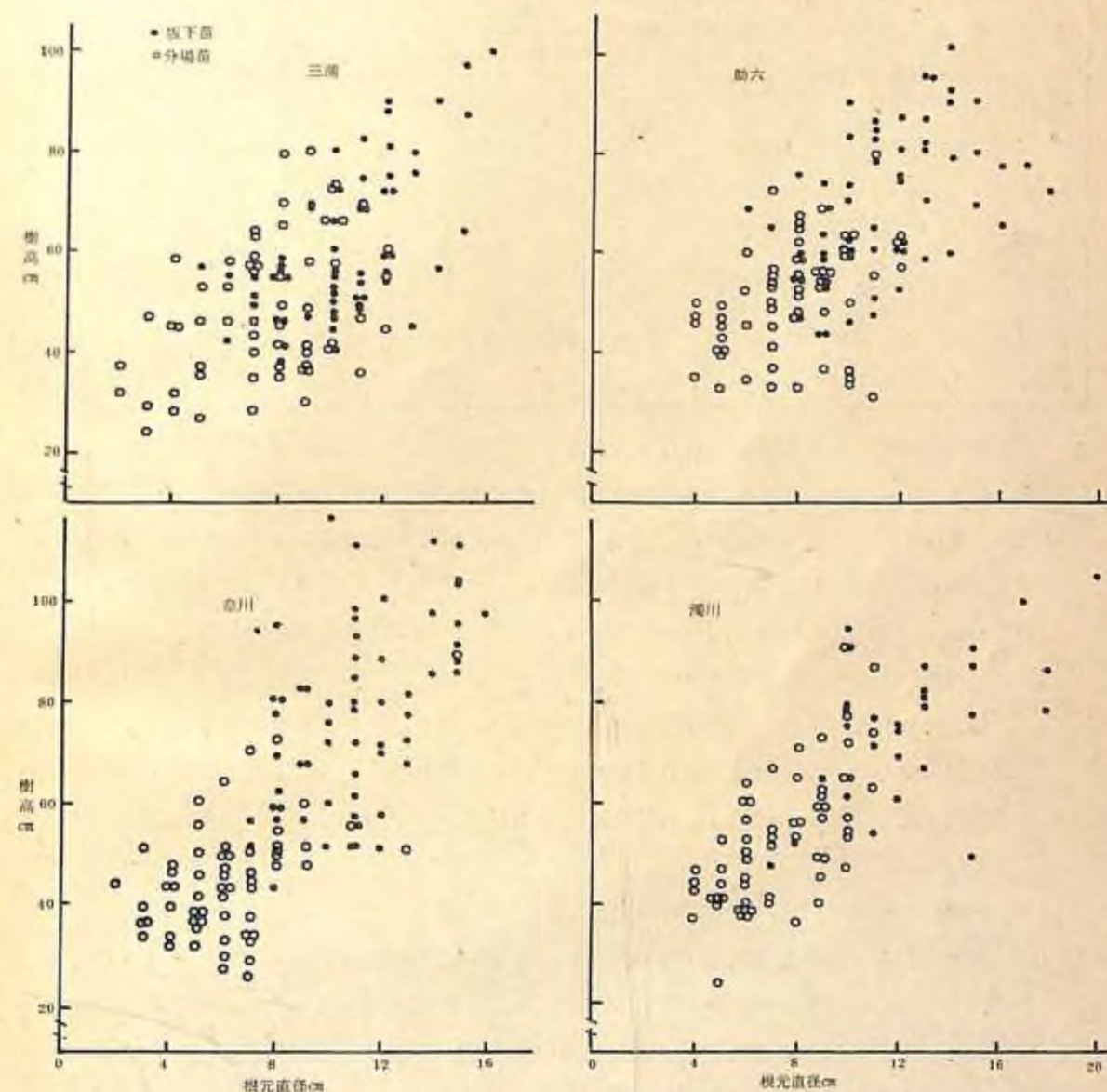


図-10 地域別ヒノキの生長(昭和54年植栽 56年10月測定)

表-5 産地別ヒノキ苗木の取扱経過

産 地	数 量	到 着	仮 植 地	山出し	苗木の抽出調査			備 考
					平均苗長	平均根元径	平均苗重	
熊 本	1,000本	S 53.3.1	—	S 53.4.10 (CTM)	57cm	8mm	86g	実生3年生苗
小 林	"	52.11.29	分場苗畑	"	45	7	46	" 2 "
長 崎	"	" " "	"	"	50	9	81	" 3 "
北牟婁	"	" " 26	"	"	59	12	182	" " "
矢 板	"	" " 19	"	"	62	8	130	" " "
勿 来	"	" " 15	"	"	58	10	103	" " "
ナンゴ ウ ヒ	"	" 12.3	"	"	51	7	46	挿木1年生苗

三浦実験林内には各樹種が植栽方法等をかえて植栽されている。その中で部分的な生長の良否、地形ごとに調査点を設け、土壌調査と周囲造林木20本前後の樹高を測定した。当初計画では各樹種について調査することになっていたが、亜高山性樹種等は調査が所が限られており、植栽面積も少なかったため、一部調査したトウヒ、シラベについては別途追加調査をまけて検討することとし、比較的多く調査したヒノキ、カラマツを中心にして検討した。

1) 土壌型, 土壌断面形態と造林木生長との関係

調査は昭和53～55年の3か年継続して行い、調べた造林地の林齢8年から12年生にまたがっており、最も数多く調査されたものが11年生林分だった。したがって11年生林分を基準にして、他の林齢のものは年平均伸長量でもって11年生時に換算して比較することにした。

- 土壤型について

ヒノキ、カラマツ造林地の調査結果から、土壌型ごとの造林木の生長は図-11のとおりで、ヒノキについては P_0 型から $Pw(i)I$, II , III とポドゾル化が弱くなるほど生長が良くなり、グライ系褐色森林土、褐色森林土といくらか生長が良くなる傾向がうかがわれた。しかし、それらの差はそれほどはっきりしたものではない。

カラマツについてもヒノキと同じように、いくらか土壌型との対応も見られるが、ヒノキよりもさらに漠然としていて明確ではなかった。

6 土壤断面形態について

三浦実験林内の土壌型の分布は、主として湿性ポドゾル鉄型（Pw(i)）が中心であり、調査結果は図-11のように中間型のものにたくさん判定されている。それは土壌断面形態の違いによるもので、分布する拡がり等からどちらかにくられるものであるが、A₁層の形

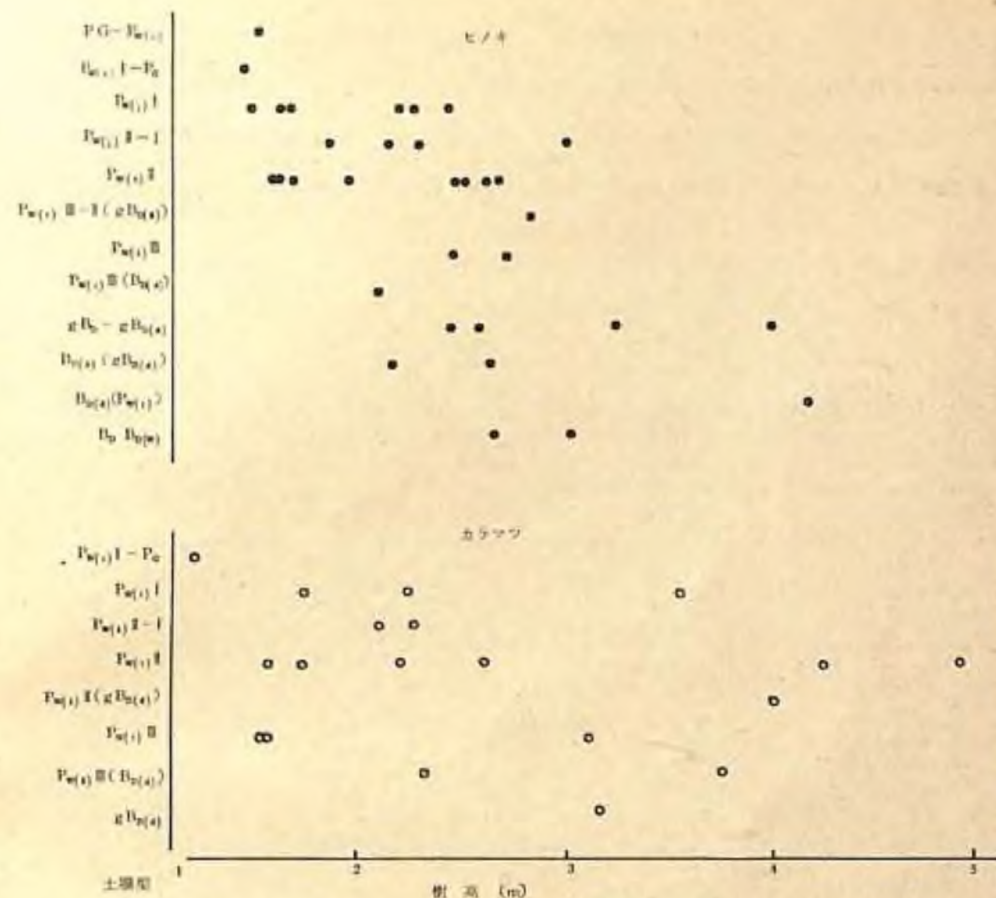


図-11 土壤型ごとの造林木の生長

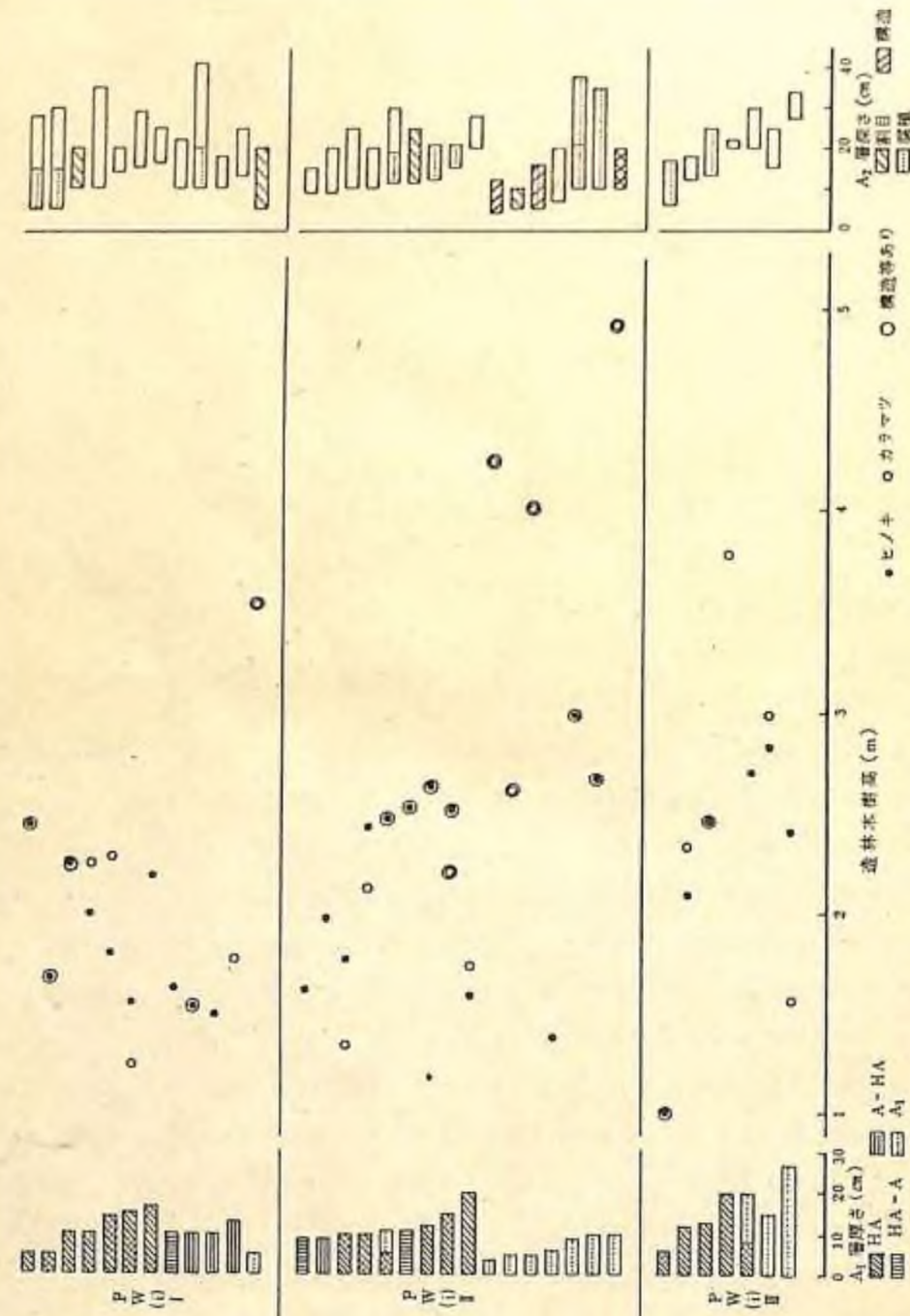
態、 A_2 層（溶脱層）の模様によって造林木の生長に関係しているように思われたので、 $Pw(i)$ と判定されたものについて、中間型のものは近い方にくくり、 $Pw(i)$ をⅠ、Ⅱ、Ⅲの3段階に分けて検討することにし、生長との関係を示したのが図-12である。

Pw(i)I型では全体として生長が劣っている。HA, HA-A, A-HA, Aの順に、またそれぞれの厚さ順に並べて見ると、HAのものが、しかも層の薄いものが生長が良く、Aに向うほど即ち土壌化が進むにつれて生長が劣っていた。これらは理由づけが難しく、どのような理由であるかは断定できなかった。

Pw(i)Ⅱ型では、HAからA-HAまでをこみにして薄いものから厚いものへ、A₁も同様に厚さの順に並べると、Pw(i)Ⅰ型とは逆に、厚の薄いものが生長が悪く、厚くなるほど生長が良くなる傾向が見られた。Pw(i)Ⅲ型でもⅡ型とは全く同じ様な傾向がある。しかしⅡ型とⅢ型との差はそれほどはっきりしない。

ここで、A₁層の割目のあるもの、構造のあるもの、さらに腐植を含むものが図-12の

右欄に示してあり、それらを樹高欄でも○印で囲んであるが、このようにA₂層に構造等のあるものは造林木の生長にも関与しているようで、とくにカラマツについては、A₂層の構造等のあるものは生長が良い傾向が見られた。このA₂層に構造等のあるものは除草剤散布の影響ではないかという意見も出されているが、現段階ではそれらの因果関係を明確にする



図一12 土壌断面形態と生長との関係

ことはできなかった。

2) 地形特性値と土壌分布、造林木生長との関係

土壌型、土壌断面形態等と造林木の生長との関係を検討してきたが、湿性ポドゾル地帯での更新困難要因の解析には、もっと普遍性のある事項について検討すべきである。このような観点から、本場土壌部小林技官の応援を得て実施した。

目的と方法

地形の諸特性値を測量し、地形と土壌との関係、とりわけ湿性ポドゾルの出現パターンを明らかにする。併せてヒノキ造林木の生長との関係を検討することによって、更新困難要因の解析に役立つ手法の開発に連なるものとして、今後の研究の進め方の予備的解析を含め昭和56年度の単年度であったが調査を実施した。

三浦実験林内で頂上から各方位ごとに斜面をもち、地形ごとの調査のできる場所として637林班西側、640林班との境界にある丸い丘を中心に調査することにした。637林班は昭和46年、640林班は昭和45年ヒノキ植栽地である。

具体的な方法として、頂上を中心にして、西335°、東110°、北20°、南200°の方向にコンパス測量で10×10mの方形枠を設定しながら図-13に示すように測量し、尾根からの標高差、傾斜角、起伏指数、方位等の各地形特性値を求める。各方形区の中で簡易土壌断面を作り、土壌型、層位、厚さの調査、土壌の採取、円筒の採取を行い、周囲造林木の生長調査を実施した。

傾斜角、起伏指数は図-13の関係図から次のようにして求めた。

$$\text{傾斜角} = (\text{BE傾斜角} + \text{EH傾斜角}) / 2$$

$$\text{起伏指数} = \frac{1}{\sum_{i=A}^I} (x_i - x_E) \text{ 但し } x_i = \text{中心Eの尾根からの標高差}$$

$$x_E = \text{中心Eの尾根からの標高差}$$

このように起伏指数は中心点に対する高低差を符号で示し、-の大きいほど凸型で、+の大きいほど凹型の地形を示す。

調査結果

各方位への調査区の縦断面図を図-14に示す。E線、N線が沢筋までとどいていないが、この段階ではS線が最も急でW線が緩やかである。ほぼ標高差15m前後と、35m前後に未熟土壌が出現し、そこで土壌の攪乱があったことがうかがわれる。

前述したように各方位の調査が完了していない。土壌分析等も未了である。しかし、これまでの段階においていくつかの傾向が得られたのでその一部についてのべる。

傾斜-起伏指数-土壌型との関係

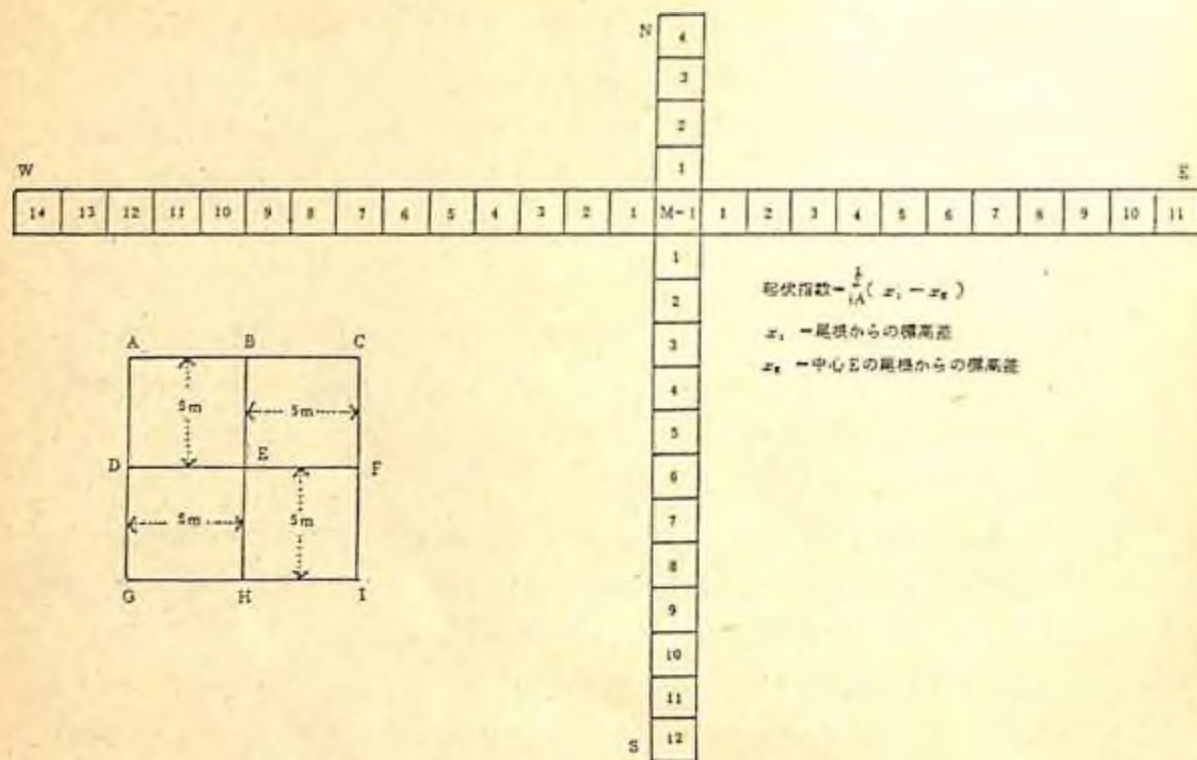


図-13 試験地方形枠

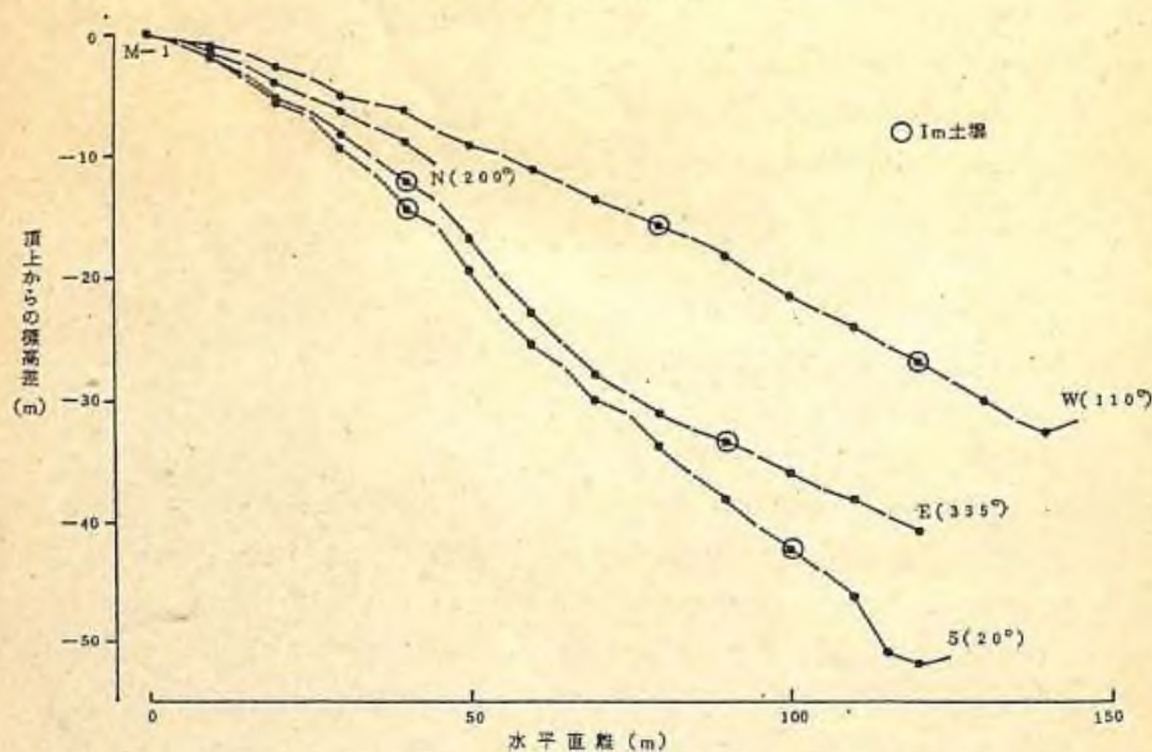


図-14 縦断面図

方位や標高等はこみにして、土壌型とくに湿性ポドゾル化の程度と分布が、微地形によって特徴づけられるか否かを見るため、土壌型を関連の深いものにくくり、Pw(i)I, II, Pw(i)II ~ III, III, P_D, その他に4区分して図-15に示した。

湿性ポドゾル化の強いPw(i)I, II型の分布を見ると、一部凸型地形の強い所にもあるが、多くは起伏指数0付近、しかも傾斜もそれほど強くない所に集中している。その外側即ち凸型地形が強くなったり、凹形斜面が強くなった所にPw(i)II ~ III, III型の分布が多くなる。また、P_D型も傾斜が急になった所や、III型と同じように外側の分布が強い。このように湿性ポドゾル化の程度が、起伏指数と傾斜によって或程度区分、特徴づけがされそうである。

起伏指数-土壌型-造林木の生長との関係

図-15と同じ土壌型区分ごとに、起伏指数と造林の生長との関係を図-16に示した。これを見ると土壌型とはとくにはっきりした傾向を示さないで、単純に起伏指数による影響の方が強そうであり、凸型地形が強くなるほど生長が劣り、平衡斜面について凹型地形が強くなるほど生長が良くなる傾向がうかがわれた。

以上のように微地形解析によって、土壌分布の特徴や、造林木の生長との関係について、いくつかの知見が得られ、その地層位との関係等も特徴が得られそうであるが、まだ調査は途中の段階であり、表現のしかたなども検討してまとめることとし、現段階で顕著なものについて報告した。

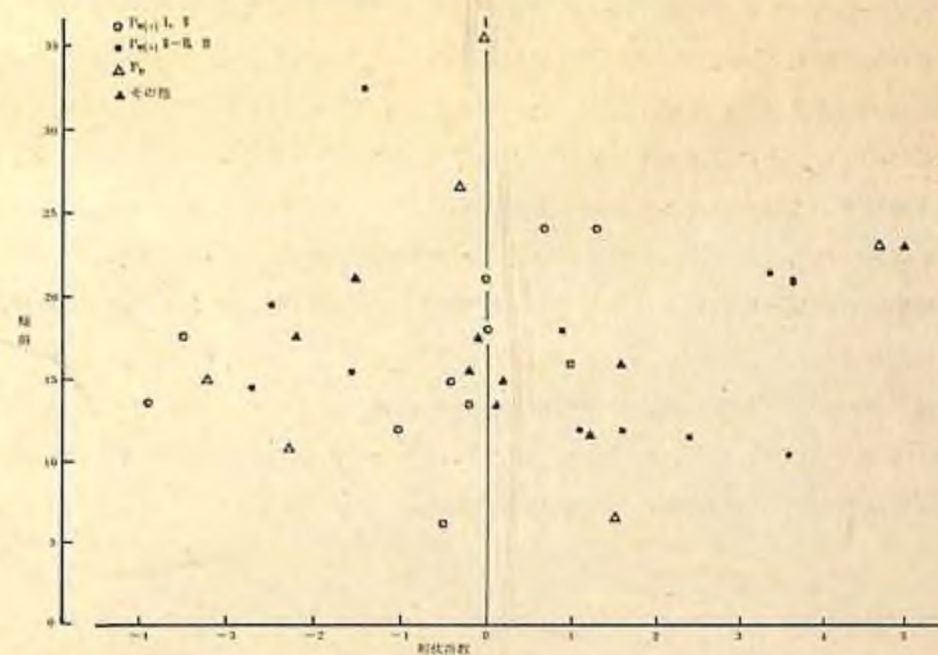


図-15 傾斜, 起伏指数, 土壌型の関係

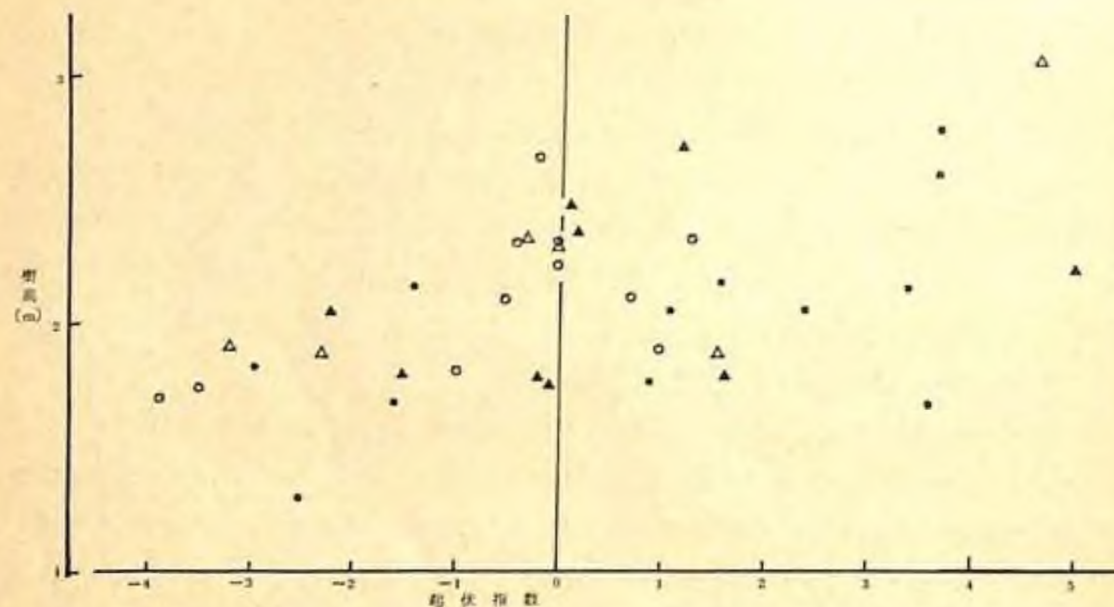


図-16 起伏指数と造林木の生長との関係

まとめ

長野営林局管内における大きな関心事項であるポドゾル地帯の更新法の解明に向けて、大学や林試が共同で三浦実験林において研究が進められている。木曾分場としては途中からの参画であったが、技術開発課題として取組めることができた。しかしながら、その中心は過去の試験地の掘起し作業に始まり、それらは今後も継続調査して検討されるべきである。また、土壌調査による現況把握と造林木の生長との関係について調査を進め、いくつかの知見を収めることができた。最終年度に単年度であったが、微地形解析による更新困難要因の解析に向けて、予備的調査に入れたことは収穫であり、起伏指数に表現される微地形解析手法によって、ポドゾル地帯の特徴が表現されるような傾向が得られた。

本課題はこれで完了となるが、三浦実験林の調査は継続している。したがって、試験地の継続調査や、予備調査で得られた微地形関連のこれら技法をさらに推進するよう、何らかの形で検討を加えて、更新困難要因の解析に向けて研究を進めたい。

参考文献

- 1) 鷹見守兄, 吉本衛; 湿性ポドゾル土壌におけるウラジロモミの施肥試験について, 日林中部支部講13回, 39, 10
- 2) 吉本衛, 鷹見守兄; 湿性ポドゾル土壌における亜高山性樹種の施肥試験について, 日林中部支部講, 15回, 41, 10
- 3) 木曾分場, 調査野帳(未発表)

林業労働災害の原因分析

林業労働災害の原因分析

I 試験担当者

機械化部 作業第一研究室

奥田 吉春 石井 邦彦 農川 勝生

辻 隆道(前作業科長)

II 試験目的

1. はじめに

災害統計によると、最近の林業における労働災害は11,000件にも達し、そのうち国有林野事業の災害は2,200~2,500件程度で推移している。国有林野事業においても幾多の労働安全対策が積極的に推進されてきてはいるが、林業労働災害の要因は複雑多岐にわたるため、対策が応急的な対応にとどまりがちであり、問題の根本的な解決が図られているとはいえない。

災害の発生プロセスは、一般にその直接の原因とその背後誘因が存在するといわれる。そして、それらが単独に存在するのではなく、いくつかの原因や誘因が重なり合って災害をひき起こすものである。しかしながら、森林作業は余りにも異質のものの集合であるため、短時間内に災害原因を明らかにすることは非常に困難な分野である。そこで、災害と関係があり、あるいは関係がありそうな要因を調査し、これらを体系的に分析することによって災害原因を明らかにしていく必要がある。

林業労働災害に対して長期的な安全対策を定着させるためには、災害原因の分析と同時にそれらを基にした効率的な安全プログラムともいうべき安全計画を作成することが林業安全研究の当面する課題の一つであると考えられる。しかしながら、林業労働災害については研究的な解析が十分に行われているとはいえないが、この立場からの研究が強く要請されているところである。

この報告書は林業労働災害の統計的分析である。災害統計は災害防止や災害調査の上からも重要なものであるが、ここでは災害資料の代表的なものとして災害報告書を取りあげ、林業労働災害の中でも高い発生率を有し、かつ重大な災害が多い製品生産事業での労働災害の実態を把握するために災害分析した結果を報告するものである。

III 試験の経過と得られた成果

1. 調査の内容

災害原因分析を実施する際に、最初に問題となることは、いかなる災害要因が把握されているかということである。つまり、災害統計の有効性は多分にその構造に依存するものであるが、こ

こでの分析はすべて国有林野事業の災害報告書によるものであり、従って、把握できる災害要因もかなり限定されたものである。そこでこの分析では、災害をとりまく周辺的な要因のほか、災害状況を災害報告書から一枚一枚読みとることによって得られる要因を加えて、いくらかでも災害の多変量解析が可能になるように配慮した。

表一 1 災 害 要 因 区 分

要 因	単 位	区 分
人 的 要 因	年 令	才 ~19 20~29 30~39 40~49 50~59 60~
	勤 続 年 数	年 1未 1~5未 5~10未 10~20未 20~
	経 験 年 数	年 1未 1~5未 5~10未 10~20未 20~
	給 与 雇 用 区 分	月給 出来高 定額日給 定内 常勤 常用 定期 臨時 基幹 出身 地 地元 近隣市町村 他府県 宿 泊 区 分 自宅 家族宿舍 合宿 その他
時 間 的 及 び 気 候 的 要 因	発 生 月	月 4~6 7~9 10~12 1~3
	曜 日	月 火 水 木 金 土
時 間 的 及 び 気 候 的 要 因	天 候	晴 曇 雨(雪)
	発 生 時 間	時 7~9 10~12 13~15 16~
作 業 要 因	作 業 場 所	林地等 伐倒木等上 土場 盤台 機上 道路 道路ぞい トラック荷台 大型機械 運転席 チェーンコンベア 樹上 屋内 庭 その他
	傾 斜	平坦 ~10未 10~20未 20~30未 30~ 関係なし
危 険 条 件 及 び 不 安 全 行 動	起 因 物	伐倒木 素材 機 末木枝条 木片 足場 チェンソー ソーチェーン トラクタ等 ワイヤロープ等 フック等 斧・鉋・鋸 金具 落石 ウルシ・ハチ 玉装 その他 なし
	起因物の不安全状態	起因物自体の欠陥 安全防護の欠陥 周辺配置 作業環境の欠陥 その他 なし
	不 安 全 行 動	規則無視の動作 共同動作の欠陥 危険動作 不安全な位置姿勢 保護具使用誤り その他 なし
	事 故 の 型	墜落・転落 転倒 激突 飛来・落下 崩壊 激突され はさまれ・巻き込まれ 切れ・こすれ 踏み抜き 高温・有害物 火災 無理な動作 その他
災 害 の 性 質	傷 害 部 位	頭 顔 頸 手 腿 足 その他
	傷 害 名	刺創 切創 裂創 挫創 捻挫 骨折 打撲 その他
災 害 の 性 質	災 害 の 程 度	死亡 重傷 軽傷
	作 業 内 容	伐倒 造材 木寄せ 架設撤去 架線集材 トラクタ集材 巻立て トラクタ運材 盤台作設 機械の点検整備 計測 その他

分析に用いた災害要因区分は具体的には表一 1 のとおりである。これらの要因は年令から災害の程度までの 20 要因であるが、さらにこれらは便宜的に〈人的要因〉、〈時間的及び気候的要因〉、〈作業要因〉、〈危険条件及び不安全行動〉、〈災害の性質〉の 5 区分に大別した。

2 調査対象

分析の対象とした資料は、昭和 52 年度の国有林野事業における製品生産事業における災害報告書 1307 件のうち欠測値のあるものを除いた有効なもの 1051 件である。作業内容別営林(支)局別有効件数は表一 2 のとおりである。作業内容区分別にみると、伐倒、造林、架線集材(図表では集材機集材と表現している)、トラクタ集材、巻立て、架設撤去の合計で有効件数の約 85% を占めている。製品生産事業の重大災害はこれら 6 つの作業内容に含まれると考えられるので、以下の分析は製品生産事業全体のほか、作業内容区分別についてはこれら 6 作業区分について分析を行うこととした。

表一 2 作業内容別、営林(支)局別調査対象件数

営林局	伐 倒	造 林	架線集材	トラクタ集材	巻 立 て	架設撤去	その他	計
旭 川	12	21	2	27	14	1	3	80
北 見	12	24	6	11	16	5	11	85
帯 広	20	24	0	9	14	0	12	79
北海道	2	6	0	8	1	0	6	18
函 館	5	5	0	4	0	0	3	17
青 森	16	40	11	9	17	6	14	113
秋 田	16	29	28	8	8	10	8	77
前 橋	10	33	2	5	7	3	20	80
東 京	6	22	9	1	5	4	7	54
長 野	8	23	11	2	10	5	19	78
名古屋	8	8	3	0	0	2	4	25
大 阪	9	26	17	2	5	9	9	77
高 知	11	27	24	0	6	5	15	88
熊 本	22	47	14	1	22	21	33	160
計	157	335	127	77	120	71	164	1051

3 分析の視点

既に述べたように、今回の災害分析は災害報告書から把握できる災害要因の分析である。災害原因分析としては、現状の実態把握とともに、多変量解析から災害類型を明らかにすることによって、製品生産事業の労働災害の質的特徴を把握するための基礎資料としての意味を持っている。

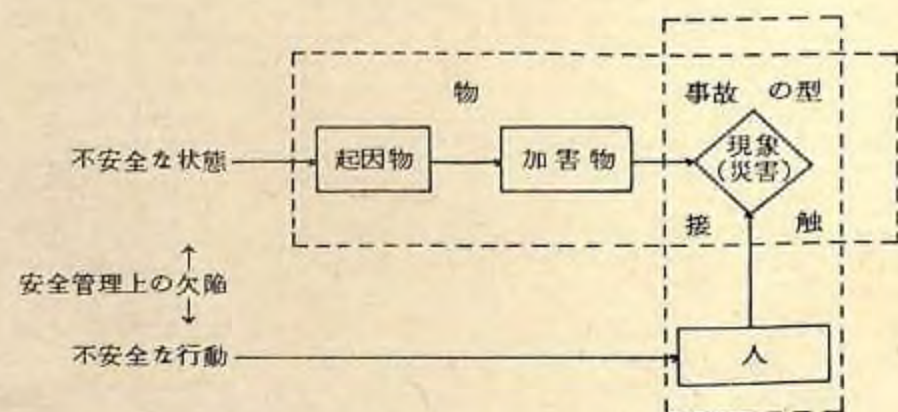
災害原因分析の今後の方向づけについてはあとで改めて述べることにして、今回の報告の分析の視点についてははじめに述べておくことにする。

林業労働災害の調査分析の現状では災害発生の原因追求はまだ十分であるとはいえない。この様な状況の中で、今回の災害分析はその入口に過ぎないが、手さぐりで考察を試みることによって災害発生のメカニズム解明の手がかりを得ようとするものである。

この報告書の分析の視点は以下のごとくである。

- 1) 大別した5つの要因群ごとに、代表的な要因を抽出し、作業内容(要素作業)によるクロス分析
 - 2) 作業内容区別にみた代表的な災害要因間(主として起因物、事故の型とその他の要因)のクロス分析
 - 3) 〈人的要因〉、〈時間的及び気候的要因〉、〈作業要因〉、〈危険条件及び不安全行動〉、〈災害の性質〉というそれぞれの要因群からみて、労働災害はどのように類型化されるかをみるためのパターン分類
 - 4) 各要因群ごとの災害類型結果に基づく要素作業別、営林(支)局別の災害の類似性の検討
- なお、要因群ごとの災害の類型化は数量化Ⅱ類(外的基準のない場合の多次元解析)によることにした。詳細については後述する。

ここで災害要因区分のための災害発生のメカニズムの考え方を示すと、一般に災害は物と人との関係において生ずる現象として把握されるところから、基本的には次のようになる。



災害発生の基本的モデル

この図の災害とは物が人に直接接触した現象とか、人が有害環境下に暴露された現象を示し、物と人との接触現象を「物」と「人」との組み合わせとして表現したものである。

そして、この物と人が組み合わされた接触の現象を「事故の型」として示している。さらに物の原因としては、これを「不安全状態」として示しており、その不安全状態にあったものを「起因物」として表現している。人についての要因としては、これを「不安全行動」として示している。「不安全行動」とは、災害の要因となった人の不安全行動をいう。

労働省における災害要因の分析では、何体的に把握され、しかも主観のはいる余地の少ない「事故の型」及び「起因物」の2種類の分類がよく使われる。

今回の分析においても、要因間のクロス分析では「事故の型」及び「起因物」と他の要因との分析に重点を置いている。

また、「不安全状態」、「不安全行動」の判定は分類する人の主観に左右されやすく、不正確になる恐れが多分にあるが、災害防止のうえで欠かすことの出来ない分類項目であるので、(危険条件及び不安全行動)の要因群の中に入れて解析することにした。

4 結果

4-1 労働災害の作業内容別クロス分析

集められたデータは、まず最初に単純分類やクロス集計によって集約することが有効であるとされる。ここでは、5つの要因群のそれぞれから代表的な要因を抽出し、製品生産事業の全般的傾向の分析では作業内容によるクロス分析、伐倒、造材、架橋集材、トラクタ集材、巻立て、架設撤去別の分析ではそれぞれの要素作業によるクロス分析を行なった。

それぞれの要因の категорияは作業内容区分によって異なっている。表3～表7ではクロス分析にした代表的な要因以外のものも含まれる(後述の災害の類型化では全要因を使用した)が、作業内容別の categoriaの状況を示している。○印が該当する categoriaである。

なお、「作業場所」と「起因物」の要因区分では「災害報告書での表現」とあるように、災害報告書での種々の表現を含むものである。したがって、これらの要因の categoriaは作業内容ごとにある程度読みかえて使用する必要がある。

4-1-1 人的要因

人的要因は年齢、経験年数について述べる。

1) 全般的傾向

被災者の年齢、経験年数を分類してみると表-8、表-15のとおりであって、年齢別で40～49才の中年層に災害が多く約40%を占めている。また経験年数別では20年以上が約半数を占めている。

表-3 作業内容別にみた人的要因

作業内容 カテゴリー		伐倒	造材	架線集材	トラクタ集材	巻立	架線撤去
人的要因	年齢	～19	○	○			
		20～29	○	○	○	○	○
		30～39	○	○	○	○	○
		40～49	○	○	○	○	○
	令	50～59	○	○	○	○	○
		60～	○	○	○	○	○
	勤続年数	1未	○	○	○	○	○
		1～5	○	○	○	○	○
		1～10未	○	○	○	○	○
		10～20未	○	○	○	○	○
		20～	○	○	○	○	○
	経験年数	1未	○	○	○	○	○
要 因		1～5未	○	○	○	○	○
		5～10未	○	○	○	○	○
		10～20未	○	○	○	○	○
		20～	○	○	○	○	○
	給与	月給	○	○	○	○	○
		出来高	○	○	○	○	○
	与	定額日給	○	○	○	○	○
	雇用区分	定内勤	○	○	○	○	○
		常用	○	○	○	○	○
		定期	○	○	○	○	○
		臨時	○	○	○	○	○
		基幹	○	○	○	○	○
出 身 地	出身地	地元	○	○	○	○	○
		近隣市町村	○	○	○	○	○
		他府県	○	○	○	○	○
	宿泊区分	自宅	○	○	○	○	○
		家族宿舍	○	○	○	○	○
		合宿	○	○	○	○	○
		その他	○	○	○	○	○

表-4 作業内容別にみた時間的及び気候的要因

作業内容 カテゴリー		伐倒	造材	架線集材	トラクタ集材	巻立	架線撤去
時間的及び気候的要因	発生月	4～6	○	○	○	○	○
		7～9	○	○	○	○	○
		10～12	○	○	○	○	○
		1～3	○	○	○	○	○
	曜	月	○	○	○	○	○
		火	○	○	○	○	○
		水	○	○	○	○	○
		木	○	○	○	○	○
	日	金	○	○	○	○	○
		土	○	○	○	○	○
	天候	晴	○	○	○	○	○
		くもり	○	○	○	○	○
発生時間		雨(雪)	○	○	○	○	○
	発生	7～9	○	○	○	○	○
		10～12	○	○	○	○	○
	時間	13～15	○	○	○	○	○
		16～	○	○	○	○	○

表-5 作業内容別にみた作業要因

作業内容 カテゴリー		伐倒	造材	架線集材	トラクタ集材	巻立	架線撤去	災害報告書での表現
作業場	林地等	○	○	○	○	○	○	伐採地, 林内, 林地
	伐倒木上等	○	○	○	○	○	○	伐倒木上, 丸太上, 集材木上, 枝条上, 伐根上
	土場		○	○	○	○	○	土場
	盤台							盤台
	機上			○		○	○	機上
	道路	○	○	○	○	○	○	集材路, 作業道, 歩道, トラクタ道, 林道
	道路ぞい	○				○	○	集材路ぞい 林道のり
	トラクタ荷台							トラクタ荷台
	大型機械			○	○			トラクタ上, トラック上, ドラム上, タイヤ上, 集材機上
	運 転 席			○	○			運転席, 助手席
	チェーンコンベア		○					チェーンコンベア, 造材ローラー
	樹上	○					○	ハシゴ上, 樹上, ハリ, 小屋の上
傾 斜	屋内		○	○	○		○	休憩小屋, テント内, 倉庫, 屋内
	庭							庭
	その他		○					その他
	平担	○	○	○	○	○	○	
	～10未	○	○	○	○	○	○	
	10～20未	○	○	○	○	○	○	
	20～30未	○	○	○	○	○	○	
	30～	○	○	○	○	○	○	
	関係なし	○	○	○	○	○	○	

表一 6 (1) 作業内容別にみた危険条件及び不安全行動(1)

要因		作業内容	伐倒	造材	架線集材	トラクタ集材	巻立て	架設撤去	災害報告書での表現
危険条件及び不安全	起	伐倒木	○	○	○			○	伐倒木、立木、かかり木
		素材	○	○	○	○	○	○	伐倒材、素材、集材木、伐根、伐採木
		枝				○			枝、葉、末木枝条、かん木、笹、つる、節
		末木枝条	○	○	○	○	○	○	枝、葉、末木枝条、かん木、笹、つる、節
		木片	○						伐根片、木片、鋸屑、樹皮、サルカ
		足場	○	○	○		○	○	路面、土場、足場、林地、集材路、地面、盤台
		チェーンソー	○	○	○		○	○	チェーンソー
		ソーチェーン	○						ソーチェーン
		トラクタ等	○	○	○	○	○	○	キャタピラ、排土板、トラクター、サルキー、トラック、ウインチ
		ワイヤロープ等		○	○	○	○	○	ワイヤ、スリングロープ、リフティング、ナイロンロープ
危険条件及び不安全	起	フック等		○	○			○	フック、キャレジ、重機、シャックル、LB、クリップ
		斧・鉋等	○	○	○	○	○	○	斧、鉋、トビ、ツル、ハンマー、鋸
		金具	○			○		○	カッター、金具、ヤスリ、カスガイ、クサビ
		落石	○	○	○	○	○	○	玉石、落石、雪塊
		ウルシ・ハチ	○	○	○	○		○	ウルシ、ハチ、毛虫、マムシ
		玉		○					玉装
		その他			○	○	○	○	その他
		なし	○	○	○	○	○	○	なし
		起因物自体の欠陥	○	○	○	○	○	○	
		安全防護の欠陥			○		○		
危険条件及び不安全	起	周辺配置	○	○	○	○	○	○	
		作業環境の欠陥	○	○	○	○			
		その他	○		○	○	○		
		なし	○	○	○	○	○	○	
		規則無視の動作		○				○	
		共同動作の欠陥	○	○	○	○	○	○	
		危険動作	○	○	○	○	○	○	
		不安な位置姿勢	○	○	○	○	○		
		保護具使用誤り	○	○	○				
		その他	○	○	○		○	○	
危険条件及び不安全	起	なし	○	○	○		○	○	
		規則無視の動作		○				○	
		共同動作の欠陥	○	○	○	○	○	○	
		危険動作	○	○	○	○	○	○	
		不安な位置姿勢	○	○	○	○	○		
		保護具使用誤り	○	○	○				
		その他	○	○	○		○	○	
		なし	○	○	○		○	○	
		規則無視の動作		○				○	
		共同動作の欠陥	○	○	○	○	○	○	

表一 6 (2) 作業内容別にみた危険条件及び不安全行動

要因		作業内容	伐倒	造材	架線集材	トラクタ集材	巻立て	架設撤去
危険条件及び不安全行動(2)	事故の型	墜落・転落	○	○	○	○	○	○
		転倒	○	○	○	○	○	○
		激突	○	○	○	○	○	○
		飛来・落下	○	○	○	○	○	○
		崩壊倒壊	○	○	○		○	
		激突され	○	○	○	○	○	○
		はさまれ・巻きこまれ	○	○	○	○	○	○
		切れ・こすれ	○	○	○	○	○	○
		踏み抜き	○	○	○	○	○	○
		高温・有害物		○				
危険条件及び不安全行動(2)	事故の型	火災			○			
		無理な動作	○	○	○	○	○	○
		その他	○		○	○		

表一 7 作業内容別にみた災害の性質

要因		作業内容	伐倒	造材	架線集材	トラクタ集材	巻立て	架設撤去
災害の性質	災害部位	頭	○	○	○	○	○	○
		顔	○	○	○	○	○	○
		軀幹	○	○	○	○	○	○
		手	○	○	○	○	○	○
		腿	○	○	○	○	○	○
		足	○	○	○	○	○	○
		その他	○	○	○	○	○	○
	災害名	刺創	○	○	○	○	○	○
		切創	○	○	○	○	○	○
		裂創	○	○	○		○	○
		挫創	○	○	○	○	○	○
		捻挫	○	○	○	○	○	○
		骨折	○	○	○	○	○	○
		打撲	○	○	○	○	○	○
		その他	○	○	○	○	○	○
	災害の程度	死亡	○		○	○	○	
		重傷	○	○	○	○	○	○
		軽傷	○	○	○	○	○	○

Ⅱ) 伐倒

年令では40～49才代で、退避、追口切り等の要素作業の災害が多発している。経験年数では20年以上が約50%を占めている。(表一9, 表一16)

Ⅲ) 造材

枝払い(斧)で、40～49才、50～59才に多発しているが、この作業では20～29才にも相当多い。そのほか40～49才で枝払い(チェーンソー)、玉切りなどの災害が多い。経験年数では20年以上が圧倒的に多いが、枝払い(斧、チェーンソー)では経験年数の多少にかかわらず災害が多いのが特徴的である(表10, 表17)

Ⅳ) 架線集材

架線集材では年令50～59, 40～49, 経験年数では20以上の熟練者に災害が集中し

ており、しかも荷かけ作業に関する災害が圧倒的に多い。(表14、表18)

V) トラクタ集材

トラクタ集材では年齢40～49才代の災害が多いが、経験年数は10～20年に災害が集中している。要素作業は多岐にわたるが、荷かけに関する作業のほか、運転作業でもかなり災害が発生している。(表-12、表-19)。

VI) 巻立て

年齢40～59, 経験年数20年以上で、要素作業は材扱いに関する災害が圧倒的に多い(表-13、表-20)。

VII) 架設撤去

年齢40～49, 経験年数20年以上に災害が集中しているが、要素作業との組合せになると分散している(表-14、表-20)。

表-8 年齢(全体)

		年 令						計
		19	20	30	40	50	60	
作 業 内 容	伐 倒	1	19	28	71	35	3	157 (14.9)
	造 材	2	58	64	129	79	3	335 (31.9)
	木 寄 せ	0	0	2	5	2	0	9 (0.9)
	架 線 撤 去	0	7	13	33	13	5	71 (6.8)
	集 材 機 集 材	0	14	12	46	49	6	127 (12.1)
	トラクタ集材	0	7	23	35	9	2	77 (7.3)
	巻 立 て	0	13	16	45	36	10	120 (11.4)
	トラクタ運材	0	4	10	24	16	2	56 (5.3)
	盤 台 作 設	0	3	5	8	4	0	20 (1.9)
	機械の点検整備	0	0	4	9	4	0	17 (1.6)
容	計	0	3	3	8	4	0	18 (1.7)
	そ の 他	0	6	4	11	16	7	44 (4.2)
計		2	134	184	414	267	38	1051 (100)

	計	年 令						計
		19	20	30	40	50	60	
測 尺	0	1	0	1	1	0	0	2 (0.6)
切 玉	0	6	13	32	18	0	0	69 (20.6)
枝 払 い (チェーンソー)	0	11	27	34	18	0	0	90 (26.9)
枝 払 い (斧)	0	32	16	42	35	2	2	127 (38.0)
主体作業その他	0	2	0	2	1	0	0	5 (1.5)
障害物除去	0	1	0	4	1	0	0	6 (1.8)
整 木 作 業	0	4	2	5	4	0	0	15 (4.5)
作 業 歩 行	1	1	3	7	1	0	0	13 (3.9)
附帯作業その他	0	0	1	1	0	1	1	3 (0.9)
退 避	0	0	1	0	1	0	0	2 (0.6)
玉 装 運 転	1	0	1	1	0	0	0	3 (0.9)
計		2	58	64	129	79	3	335 (100)

表-10 年齢(造材)

	計	年 令						計
		19	20	30	40	50	60	
受 口 切	0	2	2	2	5	2	0	11 (7.0)
退 打	0	2	4	19	1	5	1	31 (19.7)
矢 ち	0	1	1	4	1	1	0	7 (4.5)
退 避	0	5	5	20	10	0	0	40 (25.5)
障害物(木)除去	1	4	7	9	7	1	1	29 (18.5)
かがり木処理	0	0	1	5	3	0	0	9 (5.7)
作 業 歩 行	0	4	5	6	5	1	1	21 (7.4)
附帯作業その他	0	1	3	3	2	0	0	9 (5.7)
計		1	19	28	71	35	3	157 (100)

表-9 年齢(伐倒)

表-11 年令(架組集材)

	年 令				
	20 7 29	30 7 39	40 7 49	50 7 59	計
荷造り作業	0	0	0	1	2 (16)
荷かけ作業	3	1	10	9	24 (189)
荷かけ歩行	1	3	7	6	17 (134)
合 図	0	3	2	5	10 (79)
荷かけ退避	2	1	9	11	27 (212)
障害物除去	2	1	3	2	8 (63)
荷かけその他	3	0	3	0	6 (167)
スリングはずし	3	2	6	10	21 (105)
材 整 理	0	0	0	1	1 (08)
荷おろし歩行	0	0	2	1	3 (24)
荷おろし退避	0	0	1	1	2 (16)
運 転	0	1	2	1	4 (31)
運 転・その他	0	0	1	1	2 (16)
計	14	12	46	49	127 (100)

表-12 年令(トラクタ集材)

	年 令				
	20 7 29	30 7 39	40 7 49	50 7 59	計
荷造り作業	0	0	1	0	1 (13)
荷かけ作業	1	1	4	2	9 (119)
荷かけ歩行	1	0	0	2	3 (39)
合 図	1	0	2	0	3 (39)
荷かけ退避	0	3	8	2	14 (185)
障害物除去	1	2	0	0	3 (39)
ワイヤー引き出し	2	2	2	0	6 (79)
その他の他	1	0	4	1	6 (79)
スリングはずし	0	2	1	1	4 (53)
材 整 理	0	1	1	0	2 (26)
荷おろし退避	0	1	1	0	2 (26)
荷おろしその他	0	6	3	0	9 (119)
運 転	0	1	1	0	2 (26)
運転(作設)	0	2	3	0	5 (56)
運転・その他	0	2	3	1	6 (79)
トラクタ道作設	0	1	2	0	3 (29)
その他の副作業	0	1	2	0	3 (29)
計	7 (32)	23 (303)	35 (411)	9 (26)	76 (100)

表-13 年令(巻立て)

	年 令				
	20 7 29	30 7 39	40 7 49	50 7 59	計
材 扱 い	12	15	37	26	99 (826)
その他の主作業	0	0	2	1	4 (33)
退 避	1	0	0	3	4 (33)
歩 行	0	1	5	4	10 (83)
その他の付帯作業	0	0	1	2	3 (25)
計	13 (108)	16 (133)	45 (376)	36 (300)	120 (100)

表-14 年令(架設撤去)

	年 令				
	20 7 29	30 7 39	40 7 49	50 7 59	計
機械据付け	0	1	1	0	2 (38)
器具運搬	0	0	5	2	7 (99)
支柱作業	3	0	3	2	9 (127)
梁ひきまわし	0	4	4	2	10 (141)
パイロンロープ	0	1	4	1	6 (85)
ひきまわし	0	1	1	0	3 (42)
作業歩行	0	1	1	0	1 (14)
スリング扱い	1	0	0	0	1 (56)
索 修 理	0	1	2	1	4 (14)
支柱撤去	0	1	0	0	1 (113)
ロープ類撤去	2	1	2	2	8 (56)
株 か え	1	1	1	1	4 (225)
そ の 他	0	2	10	2	16 (70)
計	7 (99)	13 (183)	33 (465)	5 (20)	71 (100)

表-115 経験年数(全体)

	経験年数					計
	1 未	1 1 5 未	5 10 未	10 20 未	20 1 未	
伐倒	15	22	22	23	75	157 (14.9)
造材	28	64	40	57	146	335 (31.9)
木寄せ	1	0	0	5	3	9 (0.9)
架線撤去	5	11	3	15	37	71 (6.8)
集材機集材	9	10	4	30	74	127 (12.1)
トラクタ集材	4	10	9	36	19	77 (7.3)
巻立て	3	14	15	23	65	120 (11.9)
トラクタ運材	1	2	5	16	32	56 (5.3)
盤台作設	0	3	1	4	12	20 (1.9)
機械の点検整備	0	1	3	5	8	17 (1.6)
計測	0	3	1	3	11	18 (1.7)
その他	4	6	4	3	27	44 (4.4)
計	69 (6.6)	146 (13.9)	117 (10.2)	220 (20.9)	509 (48.4)	1051 (100)

表-116 経験年数(伐倒)

	経験年数					計
	1 未	1 1 5 未	5 10 未	10 20 未	20 1 未	
受口切り	2	2	2	2	3	11 (1.1)
追口切り	1	3	5	3	19	31 (19.7)
矢打ち	1	1	0	2	3	7 (4.5)
退避	5	6	3	5	21	40 (25.1)
障害物(木)除去	2	4	5	7	11	29 (18.5)
かかりり木処理	1	0	2	0	6	9 (5.7)
作業歩行	2	5	4	4	6	21 (13.4)
附帯作業その他	1	1	1	0	6	9 (5.7)
計	15 (9.6)	22 (14.5)	22 (14.0)	23 (14.6)	75 (47.8)	157 (100)

表-117 経験年数(造材)

	経験年数					計
	1 未	1 1 5 未	5 10 未	10 20 未	20 1 未	
測尺	1	0	0	0	1	2 (0.6)
玉切り	2	11	9	12	35	69 (20.6)
枝払い	5	17	17	19	32	90 (26.9)
枝(チェーンソー)払い	14	28	10	19	56	127 (38.0)
主索の作業	0	2	0	0	3	5 (1.5)
障害物除去	1	1	0	2	2	6 (1.8)
整木作業	2	2	1	1	9	15 (4.5)
作業歩行	2	2	2	3	4	13 (3.9)
附帯作業	0	1	0	1	1	3 (0.9)
その他	0	0	1	0	1	2 (0.6)
退避	1	0	0	0	2	3 (0.9)
玉装運	28 (8.4)	64 (19.1)	40 (11.9)	57 (17.1)	146 (43.6)	335 (100)
計						

表-118 経験年数(架線集材)

	経験年数					計
	1 未	1 1 5 未	5 10 未	10 20 未	20 1 未	
荷造り作業	0	0	0	1	1	2 (1.6)
荷かけ作業	1	2	0	6	15	24 (18.9)
荷かけ歩行	1	0	1	4	11	17 (13.4)
合図	1	0	1	3	5	10 (7.9)
荷かけ退避	1	3	1	7	15	27 (21.2)
障害物除去	2	1	0	0	5	8 (6.3)
荷かけ・その他	1	2	0	2	1	6 (4.7)
スリングはずし	2	2	0	3	14	21 (16.5)
材整理	0	0	0	0	1	1 (0.8)
荷おろし歩行	0	0	0	1	2	3 (2.4)
荷おろし退避・その他	0	0	0	1	1	2 (1.6)
運転	0	0	0	2	2	4 (3.1)
運転・その他	0	0	1	0	1	2 (1.6)
計	9 (7.1)	10 (7.9)	4 (3.1)	30 (23.6)	74 (58.3)	127 (100)

表-119 経験年数(トラクタ集材)

	経験年数					計
	1 未	1 ～ 5 未	5 ～ 10 未	10 ～ 20 未	20 ～ 7	
荷造り作業	0	0	0	1	0	1 (13)
荷かけ作業	0	3	3	1	2	9 (117)
荷かけ歩行	1	1	0	0	1	3 (39)
合 図	0	1	0	2	0	3 (39)
荷かけ退避	1	1	0	5	7	14 (181)
障害物除去	0	0	1	2	0	3 (39)
ワイヤー引き出し その他の	0	2	0	3	1	6 (78)
スリングはし	0	1	0	2	3	6 (78)
材 整 理	0	0	0	3	1	4 (52)
荷おろし退避	0	0	0	2	0	2 (26)
その他の 転	1	0	0	7	1	9 (117)
運 転 (作設)	0	0	0	2	0	2 (26)
運 転・その他	0	1	3	1	0	5 (65)
トラクタ道作業	0	0	0	5	2	7 (91)
その他の副作業	0	0	2	0	1	3 (39)
計	3 (39)	10 (130)	9 (117)	36 (467)	19 (247)	77 (100)

表-20A 経験年数(巻立て)

	経験年数					計
	1 未	1 ～ 5 未	5 ～ 10 未	10 ～ 20 未	20 ～ 7	
材 扱 い	2	12	14	21	50	99 (826)
その他の主作業	0	0	0	0	4	4 (33)
退 避	0	1	0	1	2	4 (33)
歩 行	1	1	1	0	7	10 (83)
その他の付帯作業	0	0	0	1	2	3 (25)
計	3 (25)	14 (117)	15 (125)	23 (192)	65 (541)	120 (100)

4-1-2 時間的及び気候的要因

i) 発生月

- ① 全般的傾向～発生月を4半期別にみると7～9月が多く、4～6月が少ない(表-21)。
月別の詳細を参考までに表-22に示した。
- ② 伐倒～1～3月、7～9月に多発している(表-23)。
- ③ 造材～7～9月が多く、4～6月が少ない(表-24)。
- ④ 架線集材～4半期間の差なし(表-25)。
- ⑤ トラクタ集材～架線集材に同じ(表-26)。
- ⑥ 巻立て～1月～3月に多発している(表-27)。
- ⑦ 架設撤去～1月～3月が少ない(表-28)

ii) 災害発生曜日

- ① 全般的傾向～水、火、木、金の順であり、土曜日は少ない(表-29)。表-30に休日後の災害発生状況を示したが、休日後2～3日の発生率が高くなっている。
- ② 各作業内容区分ごとの傾向は表-31～表-36に示した。

iii) 天 候

天候区分別の災害発生状況は圧倒的に晴が多いのは常識的にも理解できるが、作業内容別には大差がない(表-37～表-43)

iv) 発生時間

- ① 全般的傾向～災害発生頻度を時間帯で調べてみると、午後前半と午前後半で約75%を占めている(表-44)。
- ② 作業内別にみても同様に午後前半と午前後半に集中する傾向にかわりはないが、伐倒ではその集中度が84%、トラクタ集材で71%となっている(表-45～表-50)。

4-1-3 作業要因

i) 作業場所

- ① 全般的傾向～災害場所は林業労働の性格からして、林地、伐採地等の比率が高く約50%を占めている。ついで土場、盤台、伐倒木上、集材木上などが多い(表-51)。
- ② 伐倒は林地での災害発生率が最も高い作業内容であるが、要素作業は退避、追口切り、障害物除去で多発している(表-52)。
- ③ 造材も林地での枝払いが圧倒的に多い(表-53)。
- ④ その他の作業内容については表-54～表-57に示す。

表-20B 経験年数(架設撤去)

	経験年数					
	1 未	1 1 5 未	5 10 未	10 20 未	20 30 未	計
架設撤去	0	0	0	1	1	2 (28)
機械据付け	0	0	1	2	4	7 (99)
器具運搬	1	2	0	2	4	9 (127)
支柱作設	0	2	0	2	6	10 (141)
架ひきまわし	0	2	0	0	4	6 (85)
ナイロンロープ	0	1	0	1	1	3 (42)
ひきまわし	1	0	0	0	0	1 (14)
作業歩行	0	0	1	0	3	4 (5)
スリッパ扱い	0	0	1	0	0	1 (14)
索修理	0	0	1	0	0	1 (14)
支柱撤去	1	2	0	1	4	8 (113)
ロープ類撤去	1	0	0	1	2	4 (56)
株かえ	1	2	0	5	8	16 (225)
その他	5	11	3	15	37	71 (100)
計	70	155	42	211	522	1051

表-21 発生日(全体)

		発 生 月 (内)				計
		1 月	4 月	7 月	10 月	
作 業 内 容	伐倒	49	26	51	31	157 (14.9)
	造材	80	62	103	90	335 (31.9)
	木寄せ	2	3	2	2	9 (0.9)
	架設撤去	10	20	17	24	71 (6.8)
	集材機集材	36	25	33	33	127 (12.1)
	トラクタ集材	21	18	19	19	77 (7.3)
	巻立て	45	29	21	25	120 (11.4)
	トラクタ運材	16	10	16	14	56 (5.3)
	盤台作設	4	7	7	2	20 (1.9)
	機械の点検整備	6	5	3	3	17 (1.6)
計	2	3	8	8	18 (1.7)	
その他	8	7	11	18	44 (4.2)	
計		279 (26.5)	215 (20.4)	288 (27.4)	269 (25.6)	1051 (100)

表-22 発生日(全体)

	発生日											
	1 13	2 17	3 19	4 10	5 7	6 9	7 20	8 16	9 15	10 10	11 14	12 7
伐	18	24	28	17	18	27	34	30	39	31	29	30
造	1	1	0	1	1	1	1	0	1	2	0	0
木	2	5	3	6	5	9	5	5	7	7	13	4
架設撤去	12	11	13	11	9	5	14	11	8	11	13	9
集材機集材	8	7	6	7	2	9	5	7	7	8	3	8
トラクタ集材	14	17	14	3	10	10	9	6	6	10	9	6
巻立て	5	9	2	5	1	4	5	5	6	7	5	2
トラクタ運材	1	3	0	2	4	1	2	2	3	0	1	1
盤台作設	2	3	1	3	1	1	1	2	0	1	1	1
機械の点検整備	1	0	1	0	2	1	1	1	3	2	3	3
計	3	4	1	0	8	2	1	6	4	7	2	9
その他	86	106	88	67	68	79	98	91	99	96	93	80
計	1051											

表-23 発生日(伐倒)

	発 生 月 (木)					計
	1 3	4 6	7 9	10 12		
受口切り	3	2	4	2	11 (70)	
追口切り	11	9	7	4	31 (199)	
矢打ち	2	1	3	1	7 (45)	
倒 退	17	5	9	9	40 (255)	
障害物(木)除去	3	3	18	5	29 (185)	
作 かり木処理	5	2	1	1	9 (57)	
作 業 歩 行	6	3	7	5	21 (134)	
業 附帯作業その他	2	1	2	4	9 (57)	
計	49 (21.2)	26 (16.6)	51 (32.5)	21 (19.7)	157 (100)	

表-24 発生日(造材)

	発 生 月					計
	1 月	4 月	7 月	10 月	12 月	
測 尺	1	0	1	0	0	2 (06)
玉 切	17	13	20	19	19	69 (206)
枝 払	14	13	40	23	23	89 (269)
(チェーンソー)	30	29	28	40	40	127 (380)
枝 払	0	1	4	0	0	5 (15)
主 体 作 業	1	2	2	1	1	6 (18)
障 害 物 除 去	7	3	2	3	3	15 (45)
整 木 作 業	4	1	5	3	3	13 (39)
作 業 歩 行	2	0	1	0	0	3 (9)
附 帯 作 業	2	0	0	0	0	2 (6)
そ の 他	2	0	0	1	1	3 (9)
避 難						
玉 装 運 転						
計	80 (239)	62 (185)	103 (107)	90 (269)	90 (269)	334 (100)

表-25 発生日(架線集材)

	発 生 月					計
	1 月	4 月	7 月	10 月	11 月	
荷 造 り 作 業	0	0	0	2	2	2 (16)
荷 かけ 作 業	7	3	8	6	6	24 (89)
荷 かけ 歩 行	2	4	3	8	8	17 (34)
合 計	4	3	2	1	1	10 (79)
荷 かけ 退 避	9	5	9	4	4	27 (212)
障 害 物 除 去	1	3	1	3	3	8 (63)
荷 かけ・そ の 他	3	0	1	2	2	6 (47)
ス リ ン グ は ず し	6	4	5	6	6	21 (65)
材 整 理	1	0	0	0	0	1 (8)
荷 お ろ し 歩 行	1	1	1	0	0	3 (24)
荷 お ろ し 退 避	1	0	1	0	0	2 (16)
そ の 他	1	1	1	1	1	4 (31)
運 転	0	1	1	0	0	2 (16)
運 転・そ の 他						
計	26 (283)	25 (197)	33 (260)	33 (260)	33 (260)	127 (100)

表-26 発生日(トラクタ集材)

	発 生 月					計
	1 月	4 月	7 月	10 月	12 月	
荷 造 り 作 業	0	0	0	1	1	1 (13)
荷 かけ 作 業	2	0	5	2	2	9 (117)
荷 かけ 歩 行	1	0	1	1	1	3 (39)
合 計	2	1	0	0	0	3 (39)
荷 かけ 退 避	3	4	4	3	3	14 (181)
障 害 物 除 去	2	1	0	0	0	3 (39)
ワイヤー引き出し	1	2	1	2	2	6 (78)
そ の 他	4	1	0	1	1	6 (78)
ス リ ン グ は ず し	1	1	1	1	1	4 (52)
材 整 理	0	1	0	1	1	2 (26)
荷 お ろ し 退 避	2	1	4	2	2	9 (117)
そ の 他	0	0	1	1	1	2 (26)
運 転	1	3	1	0	0	5 (65)
運 転 (作 設)	1	3	1	2	2	7 (91)
トラクタ道作設	1	0	0	0	0	2 (39)
そ の 他 の 副 作 業						
計	21 (272)	18 (234)	19 (247)	19 (247)	19 (247)	77 (100)

表-27 発生日(巻立て)

	発 生 月					計
	1 月	4 月	7 月	10 月	12 月	
材 扱 い	37	23	20	19	19	99 (826)
その他の主作業	2	0	1	1	1	4 (33)
退 避	2	2	0	0	0	4 (33)
歩 行	2	4	0	4	4	10 (83)
その他の付帯作業	2	0	0	1	1	3 (25)
計	45 (375)	29 (242)	21 (175)	25 (208)	25 (208)	12 (100)

表-28 発生日(架設撤去)

	発 生 日					計
	1 日	2 日	3 日	4 日	5 日	
機械据付け	0	0	0	1	1	2 (28)
器具運搬	0	0	0	0	0	0
支柱設置	2	1	1	1	1	6 (39)
索ひきまわし	0	0	0	0	0	0
ナイロンロープ	1	3	1	1	1	6 (127)
ひきまわし	0	0	0	0	0	0
作業歩行	0	0	0	0	0	0
スリッパ扱い	0	0	0	0	0	0
架修理	3	1	1	1	1	7 (14)
支柱撤去	0	1	1	1	1	4 (56)
ロープ類撤去	2	1	1	1	1	6 (14)
株かえ	0	0	0	0	0	0
その他	2	7	3	4	4	16 (113)
計	10 (141)	20 (182)	17 (239)	24 (328)	71 (100)	

表-29 曜日(全体)

	曜 日					計
	月	火	水	木	金	
伐倒	32	29	35	21	34	157 (149)
造材	60	60	82	69	51	335 (319)
木寄せ	1	1	1	5	1	9 (09)
架線撤去	13	13	11	17	14	71 (68)
集材機集材	19	26	23	25	23	127 (121)
トラクタ集材	18	20	13	13	11	77 (73)
巻立て	19	19	28	24	21	126 (114)
トラクタ運材	11	13	5	10	14	56 (53)
盤台設置	1	5	7	1	5	20 (19)
機械の点検整備	2	2	5	1	4	17 (16)
計	2	3	2	3	4	18 (17)
その他	6	8	11	4	11	44 (42)
計	184 (175)	199 (190)	223 (212)	193 (184)	193 (184)	1051 (100)

表-30 休日後(全体)

	休 日 後					計
	1 日	2 日	3 日	4 日	5 日	
伐倒	41	68	42	6	6	157
造材	80	159	90	6	6	335
木寄せ	1	2	6	0	0	9
架線撤去	18	23	29	1	1	71
集材機集材	27	55	39	6	6	127
トラクタ集材	22	33	20	2	2	77
巻立て	21	56	36	7	7	120
トラクタ運材	16	19	18	3	3	56
盤台設置	4	12	3	1	1	20
機械の点検整備	3	6	5	3	3	17
計	4	5	6	3	3	18
その他	9	17	15	3	3	44
計	246	455	309	41	1051	

表-31 曜日(伐倒)

	曜 日					計
	月	火	水	木	金	
受口切り	4	1	3	1	2	11 (70)
追口切り	5	3	9	5	8	21 (197)
矢打ち	1	2	1	1	2	7 (45)
退避	12	5	7	2	12	40 (25.5)
障害物(木)除去	3	7	7	4	6	29 (18.5)
かかり木処理	2	2	2	2	1	9 (5.7)
作業歩行	3	7	5	3	2	21 (134)
附帯作業その他	2	2	1	3	1	9 (5.7)
計	32 (204)	29 (185)	35 (222)	21 (134)	34 (21.7)	157 (100)

表-32 曜日(造材)

	曜						日
	月	火	水	木	金	土	
造 材 作 業	測 尺	0	1	0	1	0	2 (06)
	玉 切	8	9	22	12	15	3 (69)
	枝 払 (チェーンソー)	17	24	16	15	15	2 (269)
	枝 払 い(斧)	33	19	31	23	14	7 (127)
	主体作業その他	1	0	2	2	0	0 (5)
	障害物除去	0	2	2	1	1	0 (6)
	整 木 作 業	0	2	5	7	1	0 (15)
	作 業 歩 行	1	2	3	4	3	0 (13)
	附帯作業その他	0	0	0	1	2	0 (3)
	退 避	0	1	0	1	0	0 (2)
	玉 接 運 転	0	0	1	2	0	0 (3)
	計	60 (180)	60 (180)	82 (245)	69 (206)	51 (153)	12 (36)
						334 (100)	

表-33 曜日(架線集材)

	曜						日	
	月	火	水	木	金	土	計	
集材機集材作業	荷造り作業	0	2	0	0	0	0	2 (16)
	荷かけ作業	6	5	5	4	3	1	24 (189)
	荷かけ歩行	3	4	4	1	4	1	17 (134)
	合 図	0	2	1	2	4	1	10 (79)
	荷かけ退避	5	3	7	6	4	2	27 (212)
	障害物除去	2	0	1	2	2	1	8 (63)
	荷かけ・その他	0	4	1	0	1	0	6 (47)
	スリングはずし	1	4	2	10	1	3	21 (165)
	材 整 理	0	0	0	0	1	0	1 (08)
	荷おろし歩行	0	2	1	0	0	0	3 (24)
	荷おろし退避	0	0	0	0	2	0	2 (16)
	その他の他	0	0	1	0	1	2	4 (31)
運 転・その他	2	0	0	0	0	0	2 (16)	
計	19 (150)	26 (204)	23 (181)	25 (197)	23 (181)	11 (87)	127 (100)	

表-34 曜日(トラクタ集材)

		曜					日	
		月	火	水	木	金	土	計
ト ラ ク タ 集 材 作 業	荷造り作業	0	0	0	0	0	1	1 (13)
	荷かけ作業	3	1	0	1	4	0	9 (117)
	荷かけ歩行	0	1	1	1	0	0	3 (39)
	合 図	1	1	0	0	1	0	3 (39)
	荷かけ退避	3	6	2	2	1	0	14 (181)
	障害物除去	0	0	0	1	1	1	3 (39)
	ワイヤー引き出し その他の他	3	2	0	1	0	0	6 (78)
	スリングはずし	2	0	3	0	1	0	6 (78)
	材 整 理	1	2	1	0	0	0	4 (52)
	荷おろし退避 その他の他	0	1	1	0	0	0	2 (26)
	運 転 (作設)	2	3	1	2	1	0	9 (117)
	運 転・その他	0	0	1	1	0	0	2 (26)
	トラクタ道作設	1	0	2	1	1	0	5 (65)
その他の副作業	1	2	1	2	1	0	7 (91)	
計	18 (234)	20 (259)	13 (169)	13 (169)	11 (143)	2 (26)	77 (100)	

表-35 曜日(巻立て)

		曜 日						
		月	火	水	木	金	土	計
巻 立 て	材 扱 い	13	17	25	18	17	9	99 (826)
	その他の主作業	1	1	0	1	1	0	4 (33)
	退 避	1	0	1	2	0	0	4 (33)
	歩 行	3	0	2	2	3	0	10 (83)
	その他の付帯作業	1	1	0	1	0	0	3 (25)
計		19 (153)	19 (158)	28 (214)	24 (200)	21 (175)	9 (75)	120 (100)

表-36 曜日(架設撤去)

	曜					日	
	月	火	水	木	金	土	計
機械据付け	0	1	0	0	1	0	2 (28)
器具運搬	0	1	1	2	3	0	7 (99)
支柱作設	2	3	2	0	2	0	9 (127)
索ひきまわし	1	2	2	3	2	0	10 (141)
ナイロンロープ	1	1	1	3	0	0	6 (85)
ひきまわし	0	0	1	1	1	0	3 (42)
作業歩行	1	0	1	0	0	0	1 (14)
スリッパ扱い	2	0	0	1	1	0	4 (56)
索修理	1	0	0	0	0	0	1 (14)
支払撤去	3	2	1	0	1	1	8 (113)
ロープ類撤去	0	1	2	1	0	0	4 (56)
株かえ	2	2	1	6	3	2	16 (225)
その他の	13 (183)	13 (183)	11 (155)	17 (240)	14 (197)	3 (42)	71 (100)
計							

表-37 天候(全体)

	天候			計
	晴	曇	雨	
伐倒	109	37	11	157 (149)
造材	232	79	24	335 (319)
木寄せ	5	2	2	9 (99)
架線撤去	49	15	7	71 (68)
集材機集材	89	27	11	127 (121)
トラクタ集材	45	22	10	77 (73)
巻立て	76	33	11	120 (114)
トラクタ運材	42	8	6	56 (53)
盤台作設	13	6	1	20 (19)
機械の点検整備	9	7	1	17 (16)
計測	13	5	0	18 (17)
その他の	29	11	4	44 (42)
計	711 (676)	252 (240)	88 (84)	1051 (100)

表-38 天候(伐倒)

	天候			計
	晴	曇	雨	
受口切り	7	4	0	11 (70)
退口切り	24	5	2	31 (197)
矢打ち	3	4	0	7 (45)
退避	33	6	1	40 (255)
障害物(木)除去	14	10	5	29 (185)
かかり木処理	6	1	2	9 (57)
作業歩行	13	17	1	21 (134)
附帯作業その他	9	0	0	9 (57)
計	109 (694)	37 (236)	11 (70)	157 (100)

表-39 天候(造材)

	天候			計
	晴	曇	雨	
測尺	1	1	0	2 (06)
玉切り	41	20	8	69 (206)
枝払	61	22	7	90 (269)
(チェーンソー) 枝	97	24	6	127 (350)
(斧) 主	4	1	0	5 (15)
その他	5	0	1	6 (18)
障害物除去	10	3	2	15 (45)
整木作	7	6	0	13 (39)
作業歩行	2	1	0	3 (9)
附帯	1	1	0	2 (06)
退避	3	0	0	3 (9)
玉接運転	232 (692)	79 (236)	24 (72)	335 (100)
計				

表-40 天候(架線集材)

	天 候		
	晴	曇	雨 (mm)
荷造り作業	1	1	0 (16)
荷かけ作業	20	2	2 (189)
荷かけ歩行	12	4	1 (114)
合 図	6	1	3 (79)
荷かけ退避	20	6	1 (212)
障害物除去	6	2	0 (63)
荷かけ・その他	5	1	0 (47)
スリンドラはし	12	6	3 (165)
材 勢 理	0	1	0 (08)
荷おろし歩行	2	1	0 (24)
荷おろし退避	2	0	0 (16)
その他	2	2	0 (31)
運 転	1	0	1 (16)
計	89 (700)	27 (213)	11 (87)
			127 (100)

表-41 天候(トラクタ集材)

	天 候		
	晴	曇	雨 (mm)
荷造り作業	1	0	0 (13)
荷かけ作業	2	6	1 (117)
荷かけ歩行	2	1	0 (39)
合 図	2	0	1 (39)
荷かけ退避	6	7	1 (141)
障害物除去	2	1	0 (39)
ワイヤー引き出し	3	2	1 (78)
その他の	3	1	2 (78)
スリンドラはし	4	0	0 (52)
材 整 理	2	0	0 (26)
荷おろし退避	9	0	0 (117)
その他	1	0	1 (26)
運 転	4	1	0 (65)
トラクタ道建設	4	1	2 (91)
その他の副作業	0	2	1 (39)
計	45 (584)	22 (256)	10 (130)
			77 (100)

表-42 天候(巻立て)

	天 候		
	晴	曇	雨 (mm)
材扱い	65	27	7 (826)
その他の作業	2	1	1 (33)
退 避	2	1	1 (33)
歩 行	6	3	1 (83)
その他の付帯作業	1	1	1 (25)
計	76 (633)	33 (275)	11 (92)
			120 (100)

表-43 天候(架線撤去)

	天 候		
	晴	曇	雨 (mm)
機械据付け	0	0	2 (28)
器具運搬	2	2	3 (99)
支柱設置	5	4	0 (127)
索ひきまわし	8	1	1 (141)
ナイロンロープ	5	1	0 (85)
ひきまわし	2	1	0 (42)
作業歩行	1	0	0 (14)
スリンドラ扱い	3	1	0 (56)
索 修 理	1	0	0 (14)
支柱撤去	6	1	1 (113)
ロープ類撤去	3	1	0 (56)
株 か え	13	3	0 (225)
その他	49 (680)	15 (211)	7 (99)
計			71 (100)

表-44 発生時間(全体)

	発 生 時 間			
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半
伐 倒	21	70	62	4 (149)
造 材	65	120	139	11 (319)
木 寄 せ	0	2	6	1 (09)
架線撤去	15	22	30	4 (68)
集材機集材	28	42	52	5 (121)
トラクタ集材	18	25	30	4 (73)
巻立て	23	46	49	2 (114)
トラクタ運	23	16	13	4 (53)
盤台建設	6	6	8	0 (19)
機械の点検整備	7	5	5	0 (16)
測 計	4	6	8	0 (17)
その他	12	13	16	3 (42)
計	222 (211)	373 (355)	418 (398)	38 (36)
				1051 (100)

表-45 発生時間(伐倒)

	発 生 時 間			
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半
受口切り	3	4	4	0
退口切り	2	14	14	1
矢 打 ち	1	1	5	0
退 避	4	22	14	0
障害物(材)除去	3	13	12	1
かかり木理	1	5	3	0
処 理	4	8	8	1
作業歩行	3	3	2	1
附帯作業	21 (134)	70 (44.6)	62 (39.5)	4 (2.5)
その他				
計				157 (100)

表-4 6 発生時間(造材)

	発生時間				計
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半	
測 尺	0	0	2	0	2 (06)
玉 切	18	27	22	2	69 (206)
枝 払 (チェーンソー)	14	44	32	0	90 (269)
枝 払い(斧)	21	42	58	6	127 (380)
主 体 作 業	0	0	4	1	5 (15)
その他	2	1	3	0	6 (18)
障害物除去	3	1	9	2	15 (45)
整 木 作 業	2	4	7	0	13 (39)
作 業 歩 行	2	1	0	0	3 (9)
附 帯 作 業	0	0	2	0	2 (6)
その他	3	0	0	0	3 (9)
退 避	65	120	139	11	335 (1000)
玉 装 運 転	(194)	(358)	(415)	(33)	(100)
計					

表-4 7 発生時間(架線集材)

	発生時間				計
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半	
荷 造 り 作 業	0	0	1	1	2 (16)
荷 かけ 作 業	7	10	7	0	24 (189)
荷 かけ 歩 行	7	5	5	0	17 (184)
合 図	1	3	5	1	10 (79)
荷 かけ 退 避	5	7	15	0	27 (212)
障 害 物 除 去	3	3	2	0	8 (63)
荷 かけ その他	0	2	4	0	6 (47)
スリングはずし	3	6	9	3	21 (165)
材 整 理	0	0	1	0	1 (8)
荷 おろし 歩 行	0	1	2	0	3 (24)
荷 おろし 退 避	0	1	1	0	2 (16)
その他	2	2	0	0	4 (31)
運 転	0	2	0	0	2 (16)
運 転 その他	28	42	52	5	127 (100)
計	(220)	(331)	(410)	(39)	

表-4 8 発生時間(トラクタ集材)

	発生時間				計
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半	
荷 造 り 作 業	0	1	0	0	1 (13)
荷 かけ 作 業	3	2	3	1	9 (117)
荷 かけ 歩 行	1	1	1	0	3 (39)
合 図	0	1	2	0	3 (39)
荷 かけ 退 避	5	6	3	0	14 (181)
障 害 物 除 去	1	0	2	0	3 (39)
ワイヤー引き出し	3	2	1	0	6 (78)
その他	0	2	4	0	6 (78)
スリングはずし	2	2	0	0	4 (52)
材 整 理	0	1	1	0	2 (26)
荷 おろし 退 避	0	3	4	2	9 (117)
その他	0	2	0	0	2 (26)
運 転 (作 設)	2	1	2	0	5 (65)
運 転 ・ その他	0	1	6	0	7 (91)
トラクタ道作設	1	0	1	1	3 (39)
その他の副作業	18	25	30	4	77 (100)
計	(234)	(325)	(389)	(52)	

表-4 9 発生時間(巻立て)

	発生時間				計
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半	
材 扱 い	18	39	41	1	99 (326)
その他の主作業	0	3	0	1	4 (33)
退 避	2	0	2	0	4 (33)
歩 行	3	3	4	0	10 (83)
その他の付帯作業	0	1	2	0	3 (25)
計	23 (192)	46 (383)	49 (408)	2 (17)	120 (100)

表一50 発生時間（架設撤去）

	発生時間				計
	午前 前半	午前 後半	午後 前半	午後 後半	
機械据付け	0	2	0	0	2 (28)
器具運搬	4	1	2	0	7 (99)
支柱作設	3	3	3	0	9 (127)
素ひきまし	1	4	5	0	10 (141)
ナイロンロープ ひきまし	1	1	2	2	6 (85)
作業歩行	0	3	0	0	3 (42)
スリング扱い	0	0	1	0	1 (14)
素修理	1	2	1	0	4 (56)
支柱撤去	0	0	1	0	1 (14)
ロープ類 撤去	2	3	2	1	8 (113)
株かえ	1	1	2	0	4 (56)
その他	2	2	11	1	16 (225)
計	15 (211)	22 (310)	30 (423)	4 (56)	71 (100)

表一51 作業場所（全体）

	作業場所										計
	林地等	伐倒根 木上	土場	盤台	桧上	道路沿	道路	トラクタ台	トラクタ機上	運転席	
伐倒材	145	5	0	1	0	1	4	0	0	0	157 (149)
造木寄せ	191	46	36	51	0	6	0	0	0	2	305 (319)
架線撤去	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9 (99)
集材機集材	45	4	1	3	1	10	3	0	0	3	71 (68)
トラクタ集材	84	10	13	12	1	2	0	0	1	0	157 (121)
巻立て	40	2	13	2	0	9	0	0	2	7	77 (73)
トラクタ運材	1	4	49	18	45	2	1	0	0	0	120 (114)
盤台作設	0	3	23	6	1	4	1	15	2	1	56 (53)
機械の 点検整理	6	1	3	7	0	0	0	0	0	3	20 (19)
計	2	0	1	2	0	2	0	0	2	0	17 (16)
その他	0	1	8	4	0	1	1	1	0	1	18 (17)
計	12	0	2	0	1	7	1	3	1	0	44 (42)
計	535 (509)	76 (72)	149 (142)	106 (101)	49 (47)	44 (42)	11 (10)	19 (18)	8 (9)	12 (11)	1051 (100)

表一52 作業場所（伐倒）

	作業場所				計
	林地等	伐倒根 木上	盤台	道路沿	
受口切り	10	1	0	0	11 (70)
退口切り	29	0	0	2	31 (197)
矢打ち	6	0	1	0	7 (45)
退避	39	0	0	1	40 (255)
障害物(木)除去	28	0	0	0	28 (185)
かかり木処理	8	1	0	0	9 (57)
作業歩行	17	3	0	1	21 (124)
附帯作業その他	8	0	0	0	8 (57)
計	145 (925)	5 (32)	1 (06)	4 (25)	157 (100)

表一53 作業場所（造材）

	作業場所								計
	林地等	伐倒根 木上	土場	盤台	道路沿	道路	トラクタ台	トラクタ機上	
測尺	0	0	2	0	0	0	0	0	2 (06)
玉切り	27	4	17	17	2	1	1	0	69 (206)
枝払い (チェーンソー)	61	19	6	3	1	0	0	0	90 (239)
枝払い(斧)	87	22	4	12	1	0	0	0	127 (380)
主体作業その他	5	0	0	0	0	0	0	0	5 (15)
障害物除去	5	0	1	0	0	0	0	0	6 (18)
整木作業	1	0	1	13	0	0	0	0	15 (45)
作業歩行	5	1	1	3	2	1	0	0	13 (39)
附帯作業その他	0	0	1	2	0	0	0	0	3 (9)
退避	0	0	2	0	0	0	0	0	2 (06)
玉装運転	0	0	1	1	0	0	0	1	3 (9)
計	191 (571)	46 (127)	36 (107)	51 (152)	6 (18)	2 (06)	2 (03)	1 (03)	335 (100)

表一54 作業場所(架線集材)

	作業場所								計
	林地等	集伐材根木上	土場	盤台	棧上	道路上	トラック機上	運転席	
荷作り作業	2	0	0	0	0	0	0	0	2 (1.6)
荷かけ作業	20	1	1	2	0	0	0	0	24 (18.9)
荷かけ歩行	13	4	0	0	0	0	0	0	17 (13.4)
合	6	1	2	1	0	0	0	0	10 (7.9)
荷かけ退避	26	0	0	0	0	0	0	0	27 (21.2)
障害物除去	8	0	0	0	0	0	0	0	8 (6.3)
荷かけその他	3	0	0	1	0	2	0	0	6 (4.7)
スリングはずし	3	4	5	8	1	0	0	0	21 (11.5)
材整理	0	0	1	0	0	0	0	0	1 (0.8)
荷おろし歩行	1	0	2	0	0	0	0	0	3 (2.4)
荷おろし退避	0	0	2	0	0	0	0	0	2 (1.6)
その他の転	0	0	0	0	0	0	1	3	4 (3.1)
運転	2	0	0	0	0	0	0	0	2 (1.6)
運転その他	2	0	0	0	0	0	0	0	2 (1.6)
計	84 (66.1)	10 (7.9)	13 (10.2)	12 (9.4)	1 (0.8)	2 (1.6)	1 (0.8)	3 (2.4)	127 (100)

表一55 作業場所(トラクタ集材)

	作業場所							計
	林地等	集伐材根木上	土場	盤台	道路上	トラクタ上	運転席	小屋内
荷作り作業	1	0	0	0	0	0	0	1 (1.3)
荷かけ作業	6	1	1	1	1	0	0	9 (11.7)
荷かけ歩行	2	1	0	0	0	0	0	3 (3.9)
合	3	0	0	0	0	0	0	3 (3.9)
荷かけ退避	11	0	1	0	2	0	0	14 (15.1)
障害物除去	2	0	0	0	1	0	0	3 (3.9)
ワイヤー引き出し	4	0	1	0	0	0	0	5 (7.8)
その他	0	0	6	0	0	0	0	6 (7.8)
スリングはずし	0	0	2	2	0	0	0	4 (5.2)
材整理	0	0	2	0	0	0	0	2 (2.6)
荷おろし退避	0	0	2	0	0	0	0	2 (2.6)
その他	2	0	0	0	2	0	5	9 (11.7)
運転	0	0	0	0	0	0	2	2 (2.6)
運転(作設)	1	0	0	0	2	2	0	5 (6.5)
運転その他	6	0	0	0	1	0	0	7 (9.1)
トラクタ作設	2	0	0	0	0	0	0	2 (2.6)
その他の副作業	2	0	0	0	0	0	0	2 (2.6)
計	40 (31.9)	2 (1.6)	13 (10.2)	2 (1.6)	9 (7.1)	9 (7.1)	7 (5.6)	77 (60.9)

表一56 作業場所(巻立て)

		作業場所							計
		林地等	伐倒根木上	土場	盤台	棧上	道路上	道路沿	
巻立て	材扱 い	1	3	39	17	37	2	0	99 (82.5)
	その他の主作業	0	0	4	0	0	0	0	4 (3.3)
	退避	0	1	1	0	2	0	0	4 (3.3)
	歩行	0	0	3	1	5	0	1	10 (8.3)
	その他の付帯作業	0	0	2	0	1	0	0	3 (2.5)
計		1 (0.8)	4 (3.3)	49 (40.9)	18 (15.0)	45 (37.5)	2 (1.7)	1 (0.8)	120 (100)

表一57 作業場所(架線撤去)

	作業場所							計	
	林地等	伐倒根木上	土場	盤台	棧上	道路上	道路沿		ハゲシ上等
機械据付け	0	1	0	0	0	1	0	0	2 (2.8)
器具運搬	2	1	0	2	0	2	0	0	7 (9.9)
支柱作設	5	0	0	0	1	1	0	2	9 (12.7)
索ひきまわし	9	0	0	0	0	1	0	0	10 (14.1)
ナイロンロープ	5	0	0	0	0	1	0	0	6 (8.5)
ひきまわし	1	0	1	0	0	0	1	0	3 (4.2)
作業歩行	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
スリング扱い	3	0	0	0	0	0	0	1	4 (5.6)
索修理	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
支柱撤去	6	0	0	0	0	1	1	0	8 (11.3)
ロープ類撤去	4	0	0	0	0	0	0	0	4 (5.6)
株かえ	9	2	0	1	0	3	1	0	16 (22.5)
その他の	45 (62.5)	4 (5.6)	1 (1.4)	3 (4.2)	1 (1.4)	10 (14.1)	3 (4.2)	3 (4.2)	71 (100)
計									

ii) 傾斜

- ① 全般的傾向～災害場所の傾斜は平坦地が以外に多く30%に達している。また傾斜に関係のない場所での災害が16%ある(表-58)。
- ② 伐倒、架線集材、架設撤去は傾斜型災害の傾向が強く、巻き立て、トラクタ集材は平坦地型の災害が多い。造材も最近では盤台造材が多いためか、平坦地の災害が多くなっている(表59～表64)。

4-1-4 危険条件及び不安全行動

i) 起因物

すでに述べたように起因物とは、災害発生のメカニズムにおいて不安全な状態にあった物である。起因物のカテゴリーにおいて「立木等」、「伐倒材」の表現方法が表-6(1)と異なっているが意味は同じである。

- ① 全般的傾向～起因物としては伐倒材(素材、集材木等)、斧・鉋・鋸、チェーンソー、木枝条・かん木、林地・足場、立木等の順になっている(表-65)
- ② 伐倒では立木等、チェーンソー、斧・鉋・鋸に起因する災害が多く、これだけで67%に達している(表-66)。
- ③ 造材では斧・鉋・鋸、伐倒材、チェーンソーによるものが圧倒的に多く78%を占める(表67)。
- ④ 架線集材では伐倒材(集材木)、ワイヤロープ類が多い(表-68)。
- ⑤ トラクタ集材でも伐倒材(集材木)、ワイヤロープ類のほか、トラクタによるものが多い(表-67)。
- ⑥ 巻き立て作業では伐倒材(素材)、斧・鉋・鋸(ここではトビ、ツル)、に起因するものが多く、3要因で約80%を占めている(表-70)
- ⑦ 架設撤去はワイヤロープ類によるものが多いが、その他は分散している(表-71)。

ii) 加害物

分析の視点で災害発生の基本的モデル図を示したが、同図の物のうち、直接人に触れて危害を加えたものを加害物としてあらわしている。起因物と加害物は必ずしも同じであるとは限らない。人が墜落、転倒して受傷した場合、墜落、転倒前に不安全な状態等の要因があったものを起因物とみなし、墜落、転倒の結果衝突した対象物は加害物とみなす訳である。

この分析では、災害をもたらすもととなったという意味で「起因物」に重点を置いているが加害物の状況についても参考までに表-72～表-78に掲げておく。

表-59 傾斜(伐倒)

		傾					斜				
		平	10	10	20	30	関係なし	計			
伐倒作業	受口切り	2	2	3	1	3	0	11 (70)			
	退口切り	5	5	5	7	7	2	31 (197)			
	矢打ち	1	0	0	3	2	1	7 (45)			
	退避	7	1	10	9	5	8	40 (255)			
	障害物(木)除去	2	4	8	6	5	4	29 (185)			
作	かかり木処理	0	1	2	5	0	1	9 (57)			
	作業歩行	1	3	6	3	3	5	21 (114)			
	附帯作業その他	1	4	1	0	2	1	9 (57)			
計		19 (121)	20 (129)	35 (223)	34 (217)	27 (172)	22 (140)	157 (100)			

表一60 傾斜(造材)

	傾					斜		
	平	10	10 / 20	20 / 30	30 未	30 /	関係なし	計
測 尺	1	0	0	0	0	0	1	2 (06)
玉 切 り	30	7	7	12	6	6	7	69 (206)
(チェーンソー) 枝 払 い	31	15	17	12	6	6	9	90 (269)
枝払い (斧)	24	18	25	33	19	19	8	127 (380)
主体作業その他	0	1	1	2	1	1	0	5 (15)
障害物除去	1	2	0	3	0	0	0	6 (18)
整 木 作 業	8	4	1	0	0	0	2	15 (45)
作 業 歩 行	6	1	3	1	2	2	0	13 (39)
附帯作業その他	1	0	0	1	0	0	1	3 (09)
退 避	2	0	0	0	0	0	0	2 (06)
玉 装 運 転	0	0	1	0	0	0	2	3 (09)
計	114 (31.1)	48 (14.3)	55 (16.4)	64 (19.1)	34 (10.1)	30 (9.0)	30 (9.0)	335 (100)

表一61 傾斜(架線集材)

	傾					斜		
	平	10	10 / 20	20 / 30	30 未	30 /	関係なし	計
荷造り作業	0	1	0	1	0	0	0	2 (16)
荷かけ作業	1	2	3	6	6	6	6	24 (189)
荷かけ歩行	0	1	6	7	1	1	2	17 (134)
合 図	2	0	3	2	1	1	2	10 (79)
荷かけ退避	2	1	4	8	8	8	4	27 (212)
障害物除去	0	0	1	3	2	2	2	8 (63)
荷かけその他	1	1	0	1	1	1	1	6 (47)
スリングはずし	11	0	4	2	0	0	4	21 (165)
材 整 理	1	0	0	0	0	0	0	1 (08)
荷おろし歩行	1	0	0	0	1	1	1	3 (24)
荷おろし退避	1	1	0	0	0	0	0	2 (16)
運 転	3	0	0	0	0	0	1	4 (31)
運 転 その他	1	0	1	0	0	0	0	2 (16)
計	24 (18.9)	7 (5.5)	22 (17.3)	30 (23.7)	21 (16.5)	23 (18.1)	23 (18.1)	127 (100)

表一62 傾斜(トラクタ集材)

	傾					斜		
	平	10	10 / 20	20 / 30	30 未	30 /	関係なし	計
荷造り作業	1	0	0	0	0	0	0	1 (13)
荷かけ作業	3	2	1	0	1	1	2	9 (117)
荷かけ歩行	0	1	2	0	0	0	0	3 (39)
合 図	1	1	0	1	0	0	0	3 (39)
荷かけ退避	7	2	3	1	0	0	1	14 (181)
障害物除去	2	1	0	0	0	0	0	3 (39)
ワイヤー引き出し	3	1	1	0	0	0	1	6 (78)
スリングはずし	2	2	0	0	0	0	2	6 (78)
材 整 理	2	0	0	0	0	0	2	4 (52)
荷おろし退避	2	0	0	0	0	0	0	2 (26)
その他の運 転	3	2	3	0	0	0	1	9 (117)
運 転 (作設)	1	0	1	0	0	0	0	2 (26)
運 転 その他	3	2	0	0	0	0	0	5 (65)
トラクタ道作設	2	2	0	2	0	0	1	7 (71)
その他の副作業	3	0	0	0	0	0	0	3 (39)
計	35 (41.4)	16 (21.8)	11 (14.3)	4 (5.2)	1 (1.3)	10 (13.0)	10 (13.0)	77 (100)

表一63 傾斜(巻立て)

	傾					斜		
	平	10	10 / 20	20 / 30	30 未	30 /	関係なし	計
材 扱 い	40	19	6	2	1	1	31	99 (826)
その他の主作業	2	1	0	0	0	0	1	4 (33)
退 避	2	0	0	0	0	0	2	4 (33)
歩 行	6	0	1	0	0	0	3	10 (83)
その他の付帯作業	1	1	1	0	0	0	0	3 (25)
計	51 (42.5)	21 (17.5)	8 (6.7)	2 (1.7)	1 (0.8)	1 (0.8)	37 (38.8)	120 (100)

表一64 傾斜(架設撤去)

	傾斜					計
	平	10 未	10 7 20 未	20 7 30 未	30 7	
架線撤去	0	0	1	0	0	2 (28)
機械据付け	1	2	1	1	0	7 (39)
器具運搬	0	0	3	3	1	9 (27)
支柱設置	4	1	2	1	0	10 (14.1)
索ひきまわし	3	0	0	2	1	6 (85)
ナイロンロープ	0	0	0	1	1	3 (42)
ひきまわし	0	1	0	0	0	1 (1.4)
作業歩行	0	0	1	1	0	4 (5.6)
スリング扱い	2	0	1	1	0	1 (1.4)
索修理	0	0	0	0	0	1 (1.4)
支柱撤去	1	1	0	2	2	8 (11.3)
ロープ類撤去	0	0	0	2	1	4 (5.6)
株かえ	2	4	4	3	2	16 (22.5)
その他の	13 (8.3)	9 (12.7)	12 (16.9)	16 (22.5)	8 (11.3)	71 (100)
計	13 (8.3)	9 (12.7)	12 (16.9)	16 (22.5)	8 (11.3)	71 (100)

表一65 起 因 物 (全体)

起 因 物																			
立	伐	植	末梢木枝	木片・鋸屑	林地・足場	チェンソー	ソーチェーン	トラクタ等	ワイローブ類	フロッタ類	斧・鉋・鋸	カギ・金具	落石	ウエルシ・字	その他	な	玉	計	
伐倒材	58	11	0	11	1	10	27	1	1	2	0	20	0	8	3	0	4	0	157 (149)
造材	1	88	0	24	0	16	76	0	2	1	1	98	0	6	0	2	9	11	335 (319)
木寄せ	1	2	0	2	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	9 (0.9)
架線撤去	2	8	0	6	0	8	1	0	1	19	6	9	1	1	1	6	2	0	71 (68)
集材機集材	1	51	0	13	0	9	1	0	2	25	5	9	0	6	1	2	2	0	127 (121)
トラクタ集材	0	21	0	10	0	0	0	0	13	13	0	7	1	1	1	6	4	0	77 (73)
内巻立て	0	46	19	3	0	4	1	0	3	1	0	30	0	1	0	1	11	0	120 (114)
トラクタ運材	0	26	0	1	0	5	0	0	7	0	1	10	2	0	0	2	2	0	56 (53)
容盤台作業	0	8	0	2	0	3	0	0	1	0	0	3	0	0	0	1	1	1	20 (19)
機械の点検整備	0	1	0	0	0	2	1	1	3	0	0	8	0	0	0	0	1	0	17 (16)
計測	0	11	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	18 (17)
その他の	0	4	1	2	0	4	1	0	2	1	0	9	1	1	2	12	4	0	44 (42)
計	63 (5.9)	277 (283)	20 (19)	74 (70)	1 (0.9)	65 (6.1)	109 (10.3)	2 (0.2)	36 (3.3)	62 (5.8)	13 (1.2)	204 (19.3)	5 (0.5)	25 (2.4)	9 (0.9)	33 (3.1)	41 (3.8)	12 (1.1)	1,051 (1,000)

表-56 起因物 (伐倒)

		起因物											計		
		立木等	伐倒材	末梢木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ソーチェン	トラクタ等	ワイヤー類	斧・鉋・鋸	落石		ウルシ・斧	な
伐倒	受口切り	1	0	0	0	1	6	0	0	0	3	0	0	0	11 (70)
	退口切り	17	1	1	0	0	7	1	1	0	2	1	0	0	31 (197)
	矢打ち	2	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1	0	0	7 (45)
	退建	23	3	6	0	2	3	0	0	0	0	2	1	0	40 (255)
障害物(木)除去		0	1	3	0	2	7	0	0	1	12	0	2	1	29 (185)
	かかりり木処理	7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9 (57)
	作業歩行	4	5	1	0	5	1	0	0	0	0	4	0	1	21 (134)
作業附帯	作業附帯	4	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	2	9 (57)
	作業その他	58 (370)	11 (70)	11 (70)	1 (06)	10 (64)	27 (172)	1 (06)	1 (06)	2 (13)	20 (127)	8 (51)	3 (19)	4	157 (100)
計															

表-57 起因物 (造材)

		起 因 物										計			
		立木等	伐倒材	末梢木	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー類	フロッタ類	斧・鉋・鋸	落石		ウシ・ハチ	な	装
造材作業	測尺	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (06)
	玉切り	0	32	6	1	14	2	0	0	3	1	2	7	69 (216)	
	枝払い (チェーンソー)	0	23	10	3	54	0	0	0	0	0	0	0	90 (369)	
	枝払い(斧)	0	24	6	3	2	0	0	0	84	4	4	0	127 (380)	
	主そ	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	5 (15)	
	障害物除去	0	0	1	0	4	0	0	0	1	0	0	0	6 (18)	
	整木作業	0	4	0	1	0	0	1	0	8	1	0	0	15 (45)	
	作業歩行	0	2	1	7	0	0	0	0	0	0	1	2	13 (39)	
作業	附帯作業他	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3 (09)	
	退避	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2 (06)	
	玉装運	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3 (09)	
計		1 (03)	88 (282)	24 (72)	16 (48)	76 (227)	2 (06)	1 (03)	1 (03)	98 (292)	6 (18)	9 (27)	11 (33)	335 (100)	

表-68 起因物 (架線集材)

	起 因 物										計	
	立木等	伐倒材	末木・枝・柔木	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー類	フック・クレーン類	斧・鋤・鋸	落石		その他
荷造り作業	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (16)
荷かけ作業	0	9	2	0	0	0	6	2	1	2	0	24 (189)
荷かけ歩行	0	7	5	2	0	0	0	1	0	2	0	17 (134)
合 計	0	3	1	0	0	0	5	1	0	0	0	10 (79)
荷かけ退避	1	15	2	3	0	0	4	1	0	1	0	27 (212)
障害物除去	0	0	2	0	0	0	0	0	6	0	0	8 (63)
荷かけ・その他	0	1	0	2	0	0	2	0	1	0	0	6 (47)
スリントはずし	0	11	0	1	0	0	8	0	1	0	0	21 (165)
材 整 理	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1 (08)
荷おろし歩行	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3 (24)
荷おろし退避	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2 (16)
その他	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	4 (31)
運 転	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2 (16)
運 転・その他	1 (08)	51 (411)	13 (102)	9 (71)	1 (08)	2 (16)	25 (197)	5 (39)	9 (71)	6 (47)	2 (16)	127 (100)
計												

表-69 起因物 (トラクタ集材)

	起 因 物								計		
	伐倒材	末木・枝・柔木	トラクタ・類	ワイヤー・類	斧・鋤・鋸	カッター・金具	落石	ウルシ・ハチ		その他	
荷造り作業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (13)	
荷かけ作業	4	1	1	2	0	0	0	0	0	1 (117)	
荷かけ歩行	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0 (39)	
合 計	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0 (39)	
荷かけ退避	7	4	0	3	0	0	0	0	0	0 (181)	
障害物除去	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (39)	
ワイヤー引き出し	0	0	2	2	1	0	0	0	1	0 (78)	
その他	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0 (78)	
スリントはずし	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0 (53)	
材 整 理	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (26)	
荷おろし退避	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0 (117)	
その他	2	1	3	0	0	0	0	0	3	0 (06)	
運 転 (作 設)	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0 (65)	
運転・その他	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1 (91)	
トラクタ道作設	1	2	1	0	1	0	1	0	0	1 (39)	
その他の副作業	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0 (43)	
計	21 (272)	10 (130)	13 (169)	13 (169)	7 (91)	1 (13)	1 (13)	1 (13)	0 (78)	4 (52)	77 (100)

表-70 起因物 (巻立て)

	起因物									
	伐倒木	末木・枝・木	林地・足場	チキンソー	トラクタ・等	ワイヤー類	斧・鉋・鋸	落石	その他	計
材扱	38	14	2	1	2	1	27	1	1	99 (826)
い										
その他の主作業	3	0	1	0	0	0	0	0	0	4 (33)
避	2	1	0	0	1	0	0	0	0	4 (33)
行	2	4	1	0	0	0	1	0	0	10 (83)
の	1	0	0	0	0	0	2	0	0	3 (25)
他作業	46 (384)	19 (153)	3 (25)	1 (68)	3 (25)	1 (48)	30 (251)	1 (48)	1 (48)	120 (100)
計										

表-71 起因物 (架線撤去)

	起因物											
	立木等	伐倒材	末木・枝・木	林地・足場	チキンソー	トラクタ・等	ワイヤー類	フック・タコ	斧・鉋・鋸	カタ・金具	落石	計
機械据付け	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (28)
器具運搬	0	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	7 (99)
支払作	1	0	0	1	0	0	1	0	5	0	0	9 (127)
索ひきまわし	0	0	1	1	0	0	4	2	0	0	0	10 (41)
ワイヤーロープ	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	6 (85)
ひきまわし	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3 (42)
作業歩行	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1 (14)
スリグ扱い	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4 (56)
索修理	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (14)
支柱撤去	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (14)
ロープ類撤去	0	0	0	1	0	0	3	1	1	0	0	8 (113)
株かえ	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4 (56)
その他	1	4	0	2	1	1	0	2	3	1	0	16 (225)
計	2 (28)	8 (113)	6 (85)	8 (113)	1 (14)	1 (14)	19 (266)	6 (85)	9 (127)	1 (14)	1 (14)	71 (100)

表-72 加害物 (全体)

	加 害 物																			
	立 木 等	伐 倒 材	檜	末 木 枝 葉 木	木 片 ・ 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ー ン	ソーチメン	トラクタ等	ワイヤー類	フタダ類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	カッター・金具	落 石	ウルシ・ハチ	そ の 他	な し	玉 装	計	
作 業 内 容	伐 倒	33	10	0	40	6	5	4	26	0	0	0	20	1	5	3	0	4	0	157 (149)
	造 木	0	66	0	50	15	22	3	59	0	1	1	92	1	1	0	2	11	11	335 (319)
	木 寄	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	9 (09)
	架 線 撤 去	1	11	0	9	0	9	0	1	1	13	4	9	1	3	1	3	5	0	71 (68)
	集 材 機 集 材	0	53	0	24	3	7	1	0	0	15	6	5	0	3	1	4	5	0	127 (121)
	トラクタ集材	0	16	0	14	1	2	0	0	10	8	3	7	2	2	1	7	4	0	77 (73)
	巻 立 て	0	62	8	2	3	13	0	0	0	1	0	18	0	2	0	0	11	0	120 (114)
	トラクタ運材	1	24	0	2	0	11	0	0	6	0	1	3	2	1	0	1	4	0	56 (53)
	盤 台 作 業	0	7	0	1	0	7	0	0	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	20 (19)
容 器	機械の点検整備	0	0	0	0	0	1	0	2	3	0	0	8	0	0	0	1	2	0	17 (16)
	計 測	0	8	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	18 (17)
	そ の 他	0	5	0	3	1	3	0	1	1	2	0	7	1	1	2	12	5	0	44 (42)
	計	37 (35)	265 (251)	8 (08)	147 (140)	29 (28)	87 (83)	8 (08)	89 (85)	22 (21)	40 (38)	15 (14)	172 (114)	8 (08)	20 (19)	9 (09)	31 (29)	53 (50)	11 (10)	1051 (100)

表-78 加害物 (伐倒)

		加 害 物										計		
		立木等	伐倒材	末木・枝桑	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ソーチェン	斧・鉋・鋸	カッター・金具	落石		その他	
伐倒作業	受口切り	1	0	1	1	0	0	6	2	0	0	0	0	11 (70)
	追切り	9	1	7	4	0	1	7	1	0	1	0	0	31 (197)
	矢打ち	2	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	7 (45)
	退避	11	3	18	0	1	2	3	0	0	1	1	0	40 (255)
	障害物(木)除去	1	1	6	1	1	0	3	13	0	0	2	1	29 (185)
	かかり木処理	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9 (57)
	作業歩行	1	4	5	0	2	1	3	1	1	2	0	1	21 (134)
作業の 附帯	1	0	2	0	1	0	2	1	0	0	0	2	9 (57)	
計		33 (210)	10 (60)	40 (256)	6 (38)	5 (32)	4 (25)	26 (166)	20 (127)	1 (06)	5 (32)	3 (19)	4 (25)	157 (100)

表-74 加害物 (造材)

	加害物											計			
	伐倒材	末木・枝・木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ワイロノ類	フブツノ類	斧・鉋・鋸	カッター金具	落石	その他		なし	玉装	
測尺	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (06)	
玉切り	25	8	5	4	1	12	0	4	0	0	1	3	6	69 (206)	
枝払い (チェーンソー)	13	25	1	7	1	42	0	0	1	0	0	0	0	90 (269)	
枝払い(斧)	20	10	7	3	0	1	0	81	0	1	0	4	0	127 (380)	
主体の作業	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	5 (15)	
障害物除去	0	2	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6 (18)	
整木作業	3	2	0	2	0	1	1	4	0	0	0	1	1	15 (45)	
作業歩行	2	1	0	4	0	1	0	0	0	0	0	2	3	18 (39)	
附帯作業	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3 (09)	
退避	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (06)	
玉装運	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3 (09)	
計	66 (197)	50 (149)	15 (45)	22 (66)	2 (09)	59 (176)	1 (03)	1 (03)	92 (274)	1 (03)	1 (03)	2 (06)	11 (33)	11 (33)	235 (100)

表-75 加害物 (集材)

加害物													
	伐倒材	末木・枝・木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ワイロノ類	フブツノ類	斧・鉋・鋸	落石	ウルシ・ヘチ	その他	なし	計
荷造り作業	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2 (16)
荷かけ作業	8	5	0	0	0	5	3	0	1	0	0	2	24 (189)
荷かけ歩行	7	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	17 (134)
合	2	3	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	10 (79)
荷かけ退避	14	6	1	1	1	3	0	0	1	0	0	0	27 (212)
障害物除去	2	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	8 (63)
荷かけ・その他	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	6 (47)
スリンドはずし	13	1	0	3	0	2	2	0	0	0	0	0	21 (165)
材整理	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (08)
荷おろし歩行	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 (24)
荷おろし退避	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (16)
その他の	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4 (31)
運	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2 (16)
運転・その他	53 (418)	24 (89)	3 (24)	7 (55)	1 (08)	15 (118)	6 (47)	5 (39)	3 (24)	1 (08)	4 (31)	5 (39)	127 (100)
計													

表-76 加害物 (トラクタ集材)

	加害物										計	
	伐倒材	末木・枝・木	木片・鋸屑	林地・足場	トラクタ・類	ワイヤー・類	フロッタ・類	斧・鉋・鋸	カッター金具	落石		その他
荷造り作業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.3)
荷かけ作業	4	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	9 (11.7)
荷かけ歩行	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3 (39)
合図	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3 (39)
荷かけ退避	7	5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	4 (181)
障害物除去	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3 (39)
ワイヤー引き出し	0	0	0	0	1	3	0	1	1	0	0	6 (78)
その他の	2	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	6 (78)
スリッパはなし	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4 (5.2)
材整理	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2 (26)
荷おろし退避	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	4	9 (11.7)
その他の	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2 (26)
運転(作設)	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	1	5 (65)
運転・その他	0	3	0	0	1	0	0	1	0	1	0	7 (91)
トラクタ道作設	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3 (39)
その他の副作業	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2 (26)
計	16 (30.7)	14 (18.2)	1 (1.9)	2 (2.5)	10 (13.0)	8 (10.4)	9 (11.7)	7 (9.1)	2 (2.6)	2 (2.6)	7 (9.1)	77 (100)

表-77 加害物 (巻立て)

	加害物							計
	伐倒材	枕	末カ木枝・木	木片・鋸屑	林地・足場	ワイヤー・類	斧・鉋・鋸	
扱他の作業	49	6	1	1	12	1	18	99 (82.6)
材主退歩	3	1	0	0	0	0	0	4 (3.3)
歩行の業	4	0	0	0	0	0	0	4 (3.3)
その他	5	1	1	1	1	0	0	10 (8.3)
付作	1	0	0	1	0	0	0	3 (2.5)
計	62 (51.6)	8 (6.7)	2 (1.7)	3 (2.5)	13 (10.8)	1 (0.8)	18 (15.0)	120 (100)

表-78 加害物（架設撤去）

	加害物												計		
	立木等	伐倒木	末梢・木	林地・足場	ソーチェン	トラクタ等	ワイヤー類	フック・クレーン類	斧・鉋・鋸	カッター金具	落石	ウルシ・ベニ		その他	なし
機械据付け	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (28)
器具運搬	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	7 (99)
支柱設置	1	0	0	1	0	0	0	1	5	0	0	0	1	0	9 (127)
索ひきまわし	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	1	0	10 (141)
ナイロンロープ	0	0	2	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	6 (85)
ひきまわし	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 (42)
作業歩行	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (14)
スリダ扱い	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4 (56)
索修理	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (14)
支柱撤去	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (14)
ロープ類撤去	0	1	1	1	0	0	2	0	1	1	0	0	0	1	8 (113)
株かえ	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	4 (56)
その他	0	0	3	3	1	1	0	2	3	0	1	0	1	1	16 (225)
計	1 (14)	11 (15.5)	9 (12.7)	9 (12.7)	1 (1.4)	1 (1.4)	13 (18.4)	4 (5.6)	9 (12.7)	1 (1.4)	3 (4.2)	1 (1.4)	3 (4.2)	5 (7.6)	71 (100)

Ⅲ) 起因物と加害物

災害をもたらす直接のものは、いわゆる加害物であって、その加害物は常に起因物になるとは限らない。表-79～表-85まで両者の関係を示した。両者が同じでないという傾向がよくわかる。

Ⅳ) 不安全状態と不安全行動

一般に、災害は物と人との関係において生ずる現象として把握されるが、災害発生要因は物の側のみ、人の側のみ、物と人のそれぞれの側の3つのパターンに分かれて存在する。物の側の要因を不安全状態、人の側の要因を不安全行動と呼ぶことについては既に述べた。

しかしながら、これらの項目は災害防止上重要であるにもかかわらず、カテゴリーの分類は主観的にならざるを得ない。従って、正確さにかけるところがあるが、参考までにクロス集計の結果を示す。

① 表-86～表-92は不安全状態を示すものである。いずれの作業内容においても周辺配置の不安全状態が圧倒的に多い。ここでの周辺配置の不安全状態とは

- a. 不安全な物の貯蓄
- b. 作業場の乱雑
- c. 不安全な生産工程
- d. 不安全な作業位置
- e. 作業場がせまい

等が含まれる。

② 表-93～表-99は不安全行動に関するものである。不安全行動では「危険動作」と「不安全な位置姿勢」による災害発生率が高い。これらの項目には、それぞれ次のような内容が含まれている。

○ 危険動作

- a. 危険速度で動作した
- b. 危険部分に動作した
- c. 誤った機器の使い方をした
- d. 不安全な機器を使った
- e. 不安全に貯蓄した。
- f. 確認なしの行為

○ 不安全な位置姿勢

- a. 無理な姿勢で動作した
- b. 危険位置での動作
- c. 落下物下で作業した

表-79 起因物と加害物(全体)

起	因	物	加										害						物				計
			立	伐集	梢	末木・枝葉・木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ソーチェーン	トラクタ等	ワイヤー類	フック・クレーン類	斧・鉋・鋸	カンター金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	な	玉			
立	木	等	32	0	0	28	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	63 (60)			
伐倒木・集材木			1	182	1	35	2	24	3	11	2	2	2	0	2	0	1	3	0	277 (214)			
梢			0	13	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20 (19)			
末木・枝葉・木			2	10	0	37	0	9	1	7	1	1	0	4	0	1	0	1	0	74 (70)			
木片・鋸屑			0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (01)			
林地・足場			1	12	1	2	0	26	1	3	1	1	0	5	1	2	0	1	6	65 (62)			
チェーンソー			0	6	0	27	12	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109 (104)			
ソーチェーン			0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (02)			
トラクタ等			0	11	0	1	1	1	0	0	15	1	0	1	0	0	0	0	0	36 (04)			
ワイヤー類			1	10	0	4	1	5	0	0	0	31	6	2	1	0	1	0	0	62 (59)			
フック・クレーン類			0	2	0	1	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	13 (12)			
斧・鉋・鋸			0	12	2	8	12	13	0	1	2	0	0	152	0	1	0	0	0	204 (194)			
カンター・金具			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	5 (05)			
落石			0	5	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	13	0	2	0	0	25 (24)			
ウルシ・ハチ			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	9 (09)			
その他			0	2	0	1	1	3	0	0	1	1	0	0	1	0	23	0	0	33 (31)			
な			0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0	41 (39)			
玉			0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9	12 (11)			
計			37 (35)	265 (252)	8 (08)	147 (140)	29 (28)	87 (85)	8 (08)	39 (38)	22 (21)	40 (38)	15 (14)	172 (164)	3 (03)	20 (19)	31 (30)	53 (50)	11 (10)	1091 (1000)			

表-180 起因物と加害物(伐倒)

起 因 物	加 害 物										計		
	伐倒木	伐倒材	未梢木・木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ソーチェン	斧・鉋・鋸	カッター・金具	落石		ウルジ・ハチ	なし
伐倒木	30	0	26	0	1	0	0	0	0	1	0	0	58 (369)
伐倒材	0	5	2	1	0	2	1	0	0	0	0	0	11 (70)
末梢木	1	0	7	0	1	0	1	1	0	0	0	0	11 (70)
木片・鋸屑	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 (06)
林地・足場	1	3	0	0	3	0	1	2	0	0	0	0	10 (04)
チェーンソー	0	0	3	3	0	0	21	0	0	0	0	0	27 (172)
ソーチェン	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 (06)
トラクタ等	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (06)
ワイヤロープ類	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (13)
斧・鉋・鋸	0	0	1	2	0	0	0	17	0	0	0	0	20 (127)
落石	0	1	0	0	0	2	0	0	1	4	0	0	8 (51)
ウルジ・ハチ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3 (19)
なし	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4 (25)
計	33 (210)	10 (64)	40 (255)	6 (38)	5 (32)	4 (25)	26 (166)	20 (127)	1 (06)	5 (32)	3 (19)	4 (25)	157 (100)

表-8.1 起因物と加害物(造材)

起 因 物	加 害 物									
	伐倒材	末木・枝・木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ワイヤー類	フック・鉋・鋸	斧・鉋・鋸	カンター・金具	落石
立木	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
伐倒材	52	12	0	10	1	0	0	2	0	0
末木・枝	2	7	0	5	1	6	0	3	0	0
林地・足場	2	1	0	3	1	2	0	2	1	0
チェーンソー	5	24	7	0	40	0	0	0	0	0
トラクタ等	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ワイヤー類	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
フック・鉋・鋸	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
斧・鉋・鋸	1	3	7	2	0	1	0	84	0	0
落石	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1
ウルシ・ハチ	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
な	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
玉	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
計	66 (197)	50 (147)	15 (45)	22 (66)	3 (9)	59 (176)	1 (3)	92 (274)	1 (3)	11 (33)

表-8.2 起因物と加害物(集材)

集 材	加 害 物									
	伐倒材	末木・枝・木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	ワイヤー類	フック・鉋・鋸	落石	ウルシ・ハチ	その他
立木	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
伐倒材	38	9	1	1	0	1	0	0	0	1
末木・枝	4	7	0	0	0	1	0	0	0	0
林地・足場	3	1	0	3	0	0	0	0	0	1
チェーンソー	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
トラクタ等	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
ワイヤー類	4	3	0	3	0	12	3	0	0	0
フック・鉋・鋸	0	1	0	0	0	1	3	0	0	0
斧・鉋・鋸	2	2	0	0	0	0	5	0	0	0
落石	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0
ウルシ・ハチ	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
な	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	53 (467)	24 (89)	3 (24)	7 (55)	1 (3)	15 (47)	6 (18)	5 (15)	1 (3)	5 (15)

表-88 起因物と加害物(トラクタ集材)

加 害 物													
伐 倒 材	末 梢 木 枝 木 索 木	木 片 ・ 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	ト ラ ク タ 等	ワ イ ロ 少 類	ブ ロ ッ ク ・ 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	カ ッ タ ー ・ 金 具	落 石	ウ ル シ ・ 字	そ の 他	な し	計
11	5	0	0	2	0	2	0	0	1	0	0	0	21 (273)
1	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10 (130)
1	1	0	1	7	1	0	0	0	0	0	2	0	13 (169)
3	0	1	0	0	7	1	1	0	0	0	0	0	13 (169)
0	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	7 (91)
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1 (13)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (13)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (13)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	6 (78)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4 (52)
16 (208)	14 (182)	1 (13)	2 (26)	10 (130)	8 (104)	3 (39)	7 (91)	2 (26)	2 (26)	1 (13)	7 (91)	4 (52)	77 (100)
ト ラ ク タ ー 集 材 作 業													計

表-84 起爆物と加害物(巻立て)

起	伐倒材	加害物							計
		伐倒材	末木・枕木・木	木片・鋸屑	林地・足場	ワヤロソ類	芹・鉈・鋸	落石	
伐倒材	38	1	1	0	2	0	4	0	46 (38.3)
末木・枕木・木	12	4	0	0	2	0	1	0	19 (15.8)
林地・足場	1	0	0	0	2	0	0	0	3 (2.5)
チェーンソー	2	1	0	0	1	0	0	0	4 (3.3)
トラクタ等	0	0	0	1	0	0	0	0	1 (0.8)
トラクタ等	2	0	0	0	0	0	1	0	3 (2.5)
ワイヤロープ類	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (0.8)
芹・鉈・鋸	7	2	1	2	5	0	12	1	30 (25.0)
落石	0	0	0	0	0	0	0	1	1 (0.8)
その他	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (0.8)
な	0	0	0	0	0	0	0	11	11 (9.2)
計	62 (51.7)	8 (6.7)	2 (1.7)	3 (2.5)	13 (10.5)	1 (0.8)	18 (15.0)	2 (1.7)	120 (100)

表-85 起因物と加害物(架設撤去)

起 因 物	加 害 物						
	立木等	伐倒材	末梢・木	林地・足場	ソーテーション	トラクタ・類	ワイヤー・類
立木等	1	0	1	0	0	0	0
伐倒材	0	3	3	1	0	0	0
末梢・木	0	2	3	0	0	0	0
林地・足場	0	1	0	5	0	0	1
ソーテーション	0	0	0	0	1	0	0
トラクタ・類	0	0	0	0	0	1	0
ワイヤー・類	0	3	0	2	0	0	9
フック・鉋・鋸	0	2	0	0	0	0	2
カッター・金具	0	0	1	0	0	0	0
落石	0	0	0	0	0	0	0
ウルシ・ハチ	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	1	1	0	0	1
な	0	0	0	0	0	0	0
計	1	11	9	9	1	1	13
	(1.4)	(15.5)	(12.7)	(12.7)	(1.4)	(1.4)	(18.8)

表-86 不安全状態(全体)

作 業 内 容	起因物の不安全状態					
	起の 因物 自体	安の 全防 護	作の 業欠 陥	周 辺配 置	そ の他 の不安 全状態	計
伐倒材	24	0	7	110	2	157
造木	46	0	5	224	0	335
寄せ	2	0	1	5	0	9
架設撤去	19	0	0	43	0	71
集材機集材	27	1	3	88	2	127
トラクタ集材	14	0	1	50	3	77
巻立て	26	1	0	71	1	120
トラクタ運材	10	0	0	42	0	56
盤台作業	7	0	0	11	0	20
機械の点検整備	5	0	0	6	0	17
計	4	0	0	13	0	18
その他	9	0	2	26	1	44
計	193	2	19	689	9	1051
	(18.4)	(0.2)	(1.8)	(65.5)	(0.9)	(100)

表-87 不安全状態(伐倒)

作 業	起因物の不安全状態				
	起の 因物 自体	周 辺配 置	作 業環 境の 危険	そ の他 の不安 全状態	計
受口切り	2	8	0	0	11
受口切り	4	20	2	1	27
打ち	0	6	1	0	7
倒	4	33	1	1	40
障害物(木)除去	1	24	0	0	25
かかり木処理	0	9	0	0	9
作業歩行	11	7	1	0	19
附帯作業その他	2	3	2	0	7
計	24	110	7	2	147
	(15.3)	(70.0)	(4.5)	(1.3)	(100)

表-88 不安全状態(造材)

	起因物の不安全状態					計
	起の 因物欠 自他陥	周 辺配 置	作 業環 境の陥	不 安 全 状 態た	計	
測 尺	0	2	0	0	2	(06)
玉 切	6	58	3	2	69	(206)
枝 払 (チェーンソー)	13	76	0	1	90	(269)
技 払 (斧)	13	62	2	50	127	(380)
主 体 作 業 他	1	2	0	2	5	(15)
障 害 物 除 去	0	4	0	2	6	(18)
整 木 作 業	2	13	0	0	15	(45)
作 業 歩 行 作 業 他	9	3	0	1	13	(39)
附 帯 作 業 他	1	0	0	2	3	(9)
退 避	0	2	0	0	2	(6)
玉 装 運 転	1	2	0	0	3	(9)
計	46 (137)	224 (659)	5 (15)	60 (79)	335	(100)

表-89 不安全状態(架線集材)

	起因物の不安全状態					計
	起の 因物欠 自他陥	安 全防 護の陥	周 辺配 置	作 業環 境の陥	不 安 全 状 態た	
荷 造 り 作 業	0	0	2	0	0	2 (16)
荷 かけ 作 業	2	1	18	0	1	24 (189)
荷 かけ 歩 行	9	0	7	1	0	17 (184)
合 図	2	0	8	0	0	10 (79)
荷 かけ 退 避	5	0	21	1	0	27 (212)
障 害 物 除 去	0	0	6	0	2	8 (63)
荷 かけ・その他	2	0	1	0	1	4 (47)
ス リ ン グ は ず し	2	0	19	0	0	21 (165)
材 整 理	0	0	1	0	0	1 (08)
荷 お ろ し 歩 行	2	0	1	0	0	3 (24)
荷 お ろ し 退 避	0	0	2	0	0	2 (16)
そ の 他 転	2	0	2	0	0	4 (31)
運 転・その他	1	0	0	1	0	2 (16)
計	27 (21.3)	1 (0.8)	88 (69.2)	3 (2.4)	2 (1.6)	127 (100)

表-90 不安全状態(トラクタ集材)

	起因物の不安全状態					計
	起の 因物欠 自他陥	周 辺配 置	作 業環 境の陥	不 安 全 状 態た	計	
荷 造 り 作 業	0	0	0	0	1	(13)
荷 かけ 作 業	2	4	0	1	2	(117)
荷 かけ 歩 行	0	3	0	0	0	(39)
合 図	0	3	0	0	0	(39)
荷 かけ 退 避	1	13	0	0	0	14 (181)
障 害 物 除 去	0	3	0	0	0	(39)
フ ァ イ ヤー 出 し 他	2	3	0	0	1	(78)
ス リ ン グ は ず し	1	4	0	1	0	(78)
材 整 理	0	3	1	0	0	(52)
荷 お ろ し 退 避	1	1	0	0	0	(26)
そ の 他 転	1	6	0	1	1	(117)
運 転 (作 設)	0	2	0	0	0	(26)
運 転・その他	1	2	0	0	2	(65)
トラクタ道作設	4	2	0	0	1	(71)
その他の副作業	1	1	0	0	1	(39)
計	14 (182)	50 (64.9)	1 (1.3)	3 (3.9)	9 (11.7)	77 (100)

表-91 不安全状態(巻立て)

	安全状態					計
	起の 因物欠 自他陥	安 全防 護の陥	周 辺配 置	作 業環 境の陥	不 安 全 状 態た	
材 扱 い	22	1	57	1	18	99 (826)
その他の主作業	0	0	4	0	0	4 (33)
退 避	2	0	2	0	0	4 (33)
歩 行	2	0	5	0	3	10 (83)
その他の付帯作業	0	0	3	0	0	3 (25)
計	26 (21.7)	1 (0.8)	71 (59.2)	1 (0.8)	21 (17.5)	120 (100)

表-9.2 不安全状態 (架設撤去)

	不安全状態			計
	起因物 自体	周辺 配置	不 安全 状態	
架	機械据付け	1	0	2 (28)
線	器具運搬	3	1	7 (99)
撤	支柱設置	1	2	9 (127)
去	索ひきまわし	4	0	10 (141)
	ナイロンロープ	1	0	6 (85)
	ひきまわし	1	1	3 (42)
	作業歩行	1	0	1 (14)
	スリッパ	0	0	4 (56)
	索修理	1	0	1 (14)
	支柱撤去	3	1	8 (113)
	ロープ類撤去	1	0	4 (56)
	株かえ	2	10	16 (225)
	その他	19	43	71 (100)
	計	268 (605)	9 (127)	279 (100)

表-9.3 不安全行動 (全体)

	不安全行動						計
	規則無視 の作	共同動作 の臨	危険動作	不位置 安全な勢	保護具 のり	その他 の行動	
伐	0	8	73	73	1	0	157 (149)
造	1	18	153	159	2	0	335 (319)
木	0	3	4	2	0	0	9 (99)
架	0	8	37	26	0	0	71 (128)
線	0	12	59	53	1	1	127 (71)
集	0	15	37	25	0	0	77 (113)
材	1	22	52	44	0	1	120 (54)
ト	1	8	27	20	0	0	56 (13)
ラ	0	1	12	7	0	0	20 (19)
タ	0	2	12	3	0	0	17 (16)
集	0	5	5	8	0	0	18 (17)
材	1	5	22	15	0	1	44 (42)
て	4	107	493	435	4	2	1051 (100)
ト	(0.4)	(10.2)	(46.8)	(41.4)	(0.4)	(0.6)	
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							
ラ							
タ							
集							
材							
ト							

表-96 不安全行動(架線集材)

	不 安 全 行 動						計
	共同動作点	危険動作	不位置安全姿勢	保護具誤り	その他安全行動	不安全行動	
荷造り作業	0	2	0	0	0	0	2 (16)
荷かけ作業	2	12	8	1	0	1	24 (189)
荷かけ歩行	0	11	6	0	0	0	17 (134)
合 図	2	2	6	0	0	0	10 (79)
荷かけ退避	1	5	21	0	0	0	27 (212)
障害物除去	0	7	1	0	0	0	8 (63)
荷かけ・その他	1	2	2	0	1	0	6 (47)
スリングはずし	5	13	3	0	0	0	21 (165)
材 整 理	0	1	0	0	0	0	1 (08)
荷おろし歩行	0	1	2	0	0	0	3 (24)
荷おろし退避	0	0	2	0	0	0	2 (16)
運 転	1	2	1	0	0	0	4 (31)
運 転・その他	0	1	1	0	0	0	2 (16)
計	12 (94)	59 (465)	53 (417)	1 (08)	1 (08)	1 (08)	127 (100)

表-97 不安全行動(トラクタ集材)

	不 安 全 行 動				計
	共同動作点	危険動作	不位置安全姿勢	危険動作	
荷造り作業	0	0	1	1	2 (13)
荷かけ作業	1	6	2	2	9 (117)
荷かけ歩行	0	1	2	2	5 (39)
合 図	1	0	2	2	5 (39)
荷かけ退避	6	2	6	6	20 (181)
障害物除去	0	1	2	2	5 (39)
ワイヤー引き出し	1	4	1	1	7 (78)
その他	2	3	1	1	7 (78)
スリングはずし	0	3	1	1	5 (52)
材 整 理	0	3	1	1	5 (52)
荷おろし退避	0	1	1	1	3 (26)
荷おろしその他	1	8	0	0	9 (117)
運 転	0	1	1	1	3 (26)
運 転・その他	1	3	1	1	5 (65)
トラクタ道作設	1	3	3	3	10 (91)
その他の副作業	1	1	1	1	4 (39)
計	15 (195)	37 (480)	25 (325)	25 (325)	77 (100)

表-98 不安全行動(巻立て)

	不 安 全 行 動						計
	規則無視	共同動作	危険動作	不位置安全姿勢	不動作安全行動	不動作安全行動	
材 扱 い	1	19	39	39	1	1	99 (826)
その他の主作業	0	1	2	1	0	0	4 (33)
退 避	0	0	3	1	0	0	4 (33)
歩 行	0	1	6	3	0	0	10 (83)
その他の付帯作業	0	1	2	0	0	0	3 (25)
計	1 (08)	22 (183)	52 (434)	44 (367)	1 (08)	1 (08)	120 (100)

表-99 不安全行動(架線撤去)

	不 安 全 行 動				計
	共同動作点	危険動作	不位置安全姿勢	危険動作	
機械据付け	0	0	2	2	4 (28)
器具運搬	0	4	3	3	10 (99)
支柱作設	1	3	5	5	14 (127)
索ひきまわし	0	6	4	4	14 (141)
ナイロンロープ	0	6	0	0	6 (85)
ひきまわし	0	2	1	1	4 (42)
作業歩行	0	1	0	0	1 (14)
スリング扱い	2	1	1	1	5 (56)
索 修 理	0	1	0	0	1 (14)
支柱撤去	1	5	2	2	10 (113)
ロープ類撤去	2	1	1	1	5 (56)
株 か え	2	7	7	7	16 (225)
そ の 他	8	37	26	26	77 (100)
計	15 (195)	87 (480)	25 (325)	25 (325)	77 (100)

③ 表-100～表-106は不安全状態と不安全行動のクロス表である。全般的傾向をみると(表-100)、不安全な状態および不安全な行動によるもの86.2%, 不安全な行動のみによるもの13.2%, 不安全な状態のみによるもの0.6%, 不安全な状態および不安全な行動のないもの0.0%となった。その中でも特に災害発生件数の多いのは周辺配置-危険動作, 周辺配置-不安全な位置姿勢, 起因物自体の欠陥-危険動作, 周辺配置-共同動作の欠陥の組合せ等にみられる。

V) 事故の型

事故の型は災害発生の基本的モデルで示したように災害を物と人とのふれ合いの段階でとらえたものである。そして、事故の型とは、「傷病を受けるものとなった起因物が関係した現象をいう」と定義される。定義の中で起因物が関係した現象として、災害をもたらした直接のものは、いわゆる加害物であって、両者は必ずしも同じではないからである。とはいえ、事故の型を加害物が起こした現象としないのは災害防止対策上起因物がより効果的だからである。

- ① 全般的傾向～切れ・こすれ, 衝突され, 飛来・落下, はさまれ・巻きこまれ, 転倒の順になっている(表-107)。
- ② 伐倒～退避-飛来落下, 障害物除去-切れ・こすれ, 追い口切り-飛来落下, 追い口切り-切れ・こすれ等の災害が多くなっている(表-108)。
- ③ 造材～枝払い(斧)-切れ・こすれ, 枝払い(チェーンソー)-切れ・こすれが圧倒的に多い(表-109)。
- ④ 架線集材～荷かけ作業-衝突され, 荷かけ退避-衝突され, スリングはずし-衝突され等の組合せが多い(表-110)。
- ⑤ トラクタ集材～全体的には, はさまれ・巻きこまれ, 衝突されが多いが, 要素作業別にみると分散する傾向が強い(表-111)。
- ⑥ 巻き立て～材扱い-衝突されが圧倒的に多く, 材扱い-墜落が続いている(表-112)。
- ⑦ 架設撤去～索ひきまわし-衝突され, 支柱作設-切れ・こすれが多いが, その他は分散されている(表-113)。

VI) 傷害部位

表-114～表-120は作業内容と傷害部位の関係を示したものである。全般的傾向で見ると傷害部位は造材一足が最も多いが, そのほか, 造材一腿, 巻立て一足, 造材一手, 造材一軀幹の組合せの頻度が高い。要素作業別にはそれぞれの表を参照。

VII) 傷病名

表-121～表-128に作業内容(要素作業)傷病名のクロス表を示した。災害報告書によると傷病名は重複しているものが多い。ここでは最初に書かれている傷病名で代表させた。

表-100 不安全状態と不安全行動(全体)

		不 安 全 行 動							計
		規則無視の作	共同動作の陥	危険動作	不位置全姿な勢	保便護用具誤りのり	その安全他行の動	不動安全な行た	
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	0	6	105	79	2	0	1	193 (18.4)
	安全防護の欠陥	0	0	0	0	1	0	1	2 (6.2)
	周辺配置	4	95	321	267	1	0	1	689 (65.5)
	作業環境の欠陥	0	0	11	7	0	0	1	19 (1.8)
	その他の不安全状態	0	0	4	1	0	2	2	9 (0.9)
	不安全状態がなかった	0	6	52	81	0	0	0	139 (13.2)
計		4 (0.4)	107 (10.2)	493 (46.8)	435 (41.4)	4 (0.4)	2 (0.2)	6 (0.6)	1051 (100)

表-101 不安全状態行動(伐倒)

		不 安 全 行 動						計
		共同動作の陥	危険動作	不位置全姿な勢	保便護用具誤りのり	不安全な行動		
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	0	16	8	0	0		24 (15.3)
	安全防護の欠陥	8	50	50	1	1		110 (70.0)
	周辺配置	0	4	3	0	0		7 (4.5)
	作業環境の欠陥	0	0	1	0	1		2 (1.3)
	その他の不安全状態	0	3	11	0	0		14 (8.9)
	不安全状態がなかった	8	73	73	1	2		157 (100)
計		8 (5.1)	73 (46.5)	73 (46.5)	1 (0.6)	2 (1.6)		

表-102 同上(造材)

		不 安 全 行 動							計
		規則無視の作	共同動作の陥	危険動作	不位置全姿な勢	保便護用具誤りのり	不動作安全な行た		
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	0	0	20	23	2	1		46 (13.7)
	安全防護の欠陥	1	17	104	102	0	0		224 (66.9)
	周辺配置	0	0	3	1	0	1		5 (1.5)
	作業環境の欠陥	0	1	26	33	0	0		60 (17.9)
	その他の不安全状態	1	18	153	159	2	2		335 (100)
	不安全状態がなかった	1 (0.3)	18 (5.4)	153 (45.7)	159 (47.4)	2 (0.6)	2 (0.6)		
計		1 (0.3)	18 (5.4)	153 (45.7)	159 (47.4)	2 (0.6)	2 (0.6)		

表-103 不安全状態・行動(架線集材)

		不 安 全 行 動						計
		共同動作の陥	危険動作	不位置全姿は勢	使用具誤りのり	安全行動の不動	安全行動の不動	
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	0	14	13	0	0	0	27 (21.3)
	安全防護の欠陥	0	0	0	1	0	0	1 (0.8)
	周辺配置	12	41	35	0	0	0	88 (69.2)
	作業環境の欠陥	0	1	2	0	0	0	3 (2.4)
	その他の不 安全状態	0	0	0	0	1	1	2 (1.6)
	不 安全状態 がなかった	0	3	3	0	0	0	6 (4.7)
	計	12 (9.4)	59 (46.5)	53 (41.7)	1 (1.8)	1 (0.8)	1 (0.8)	127 (100)

表-105 同上(巻立て)

		不 安 全 行 動						計
		規則無視の作	共同動作の陥	危険動作	不位置全姿は勢	使用具誤りのり	安全行動の不動	
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	0	1	12	13	0	0	26 (21.7)
	安全防護の欠陥	0	0	0	0	1	1	1 (0.8)
	周辺配置	1	17	36	17	0	0	71 (59.2)
	その他の不 安全状態	0	0	1	0	0	0	1 (0.8)
	不 安全状態 がなかった	0	4	3	14	0	0	21 (17.5)
	計	1 (0.8)	22 (18.3)	52 (42.4)	44 (36.7)	1 (0.8)	1 (0.8)	120 (100)

表-104 同上(トラクタ集材)

		不 安 全 行 動				計
		共同動作の陥	危険動作	不位置全姿は勢	使用具誤りのり	
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	2	6	6	14	(18.2)
	周辺配置	13	22	15	50	(14.9)
	作業環境の欠陥	0	1	0	1	(1.3)
	その他の不 安全状態	0	3	0	3	(3.9)
	不 安全状態 がなかった	0	5	4	9	(11.7)
	計	15 (19.5)	37 (48.0)	25 (32.5)	77 (100)	

表-106 同上(架設撤去)

		不 安 全 行 動				計
		共同動作の陥	危険動作	不位置全姿は勢	使用具誤りのり	
不 安 全 状 態	起因物自体の欠陥	1	11	7	19	(26.8)
	周辺配置	6	24	13	43	(60.5)
	作業環境の欠陥	1	2	6	9	(12.7)
	その他の不 安全状態	0	3	0	3	(4.1)
	不 安全状態 がなかった	0	5	4	9	(11.7)
	計	8 (11.3)	37 (52.1)	26 (36.6)	71 (100)	

表-107 事故の型(全体)

		事 故 の 型													計
		墜落	転倒	激突	飛来落下	崩壊倒壊	激突され	巻きこまれ	切れこすれ	踏み抜き	高温有害物	火災	無理な動作	その他	
作 業 内 容	伐倒	5	9	3	42	18	16	7	49	1	0	0	4	3	157 (14.9)
	造材	11	24	16	29	3	53	33	152	1	2	0	11	0	335 (31.9)
	木資せ	0	3	0	0	1	2	0	2	0	1	0	0	0	9 (0.9)
	架線撤去	10	7	8	3	0	20	7	9	2	0	0	5	1	71 (6.8)
	集材機集材	6	14	12	16	3	46	8	11	4	0	1	5	1	127 (12.1)
	トラクタ集材	3	6	10	10	0	15	16	11	1	0	0	4	1	77 (7.3)
	巻立て	15	12	11	11	7	34	11	7	1	0	0	11	0	120 (11.4)
	トラクタ運材	9	4	9	5	0	14	9	1	1	0	0	4	0	56 (5.3)
	盤台作業	7	4	1	0	0	3	1	3	0	0	0	1	0	20 (1.9)
	機械の点検整備	0	0	2	1	0	2	1	8	0	0	1	2	0	17 (1.6)
	計測	6	4	0	1	1	3	2	0	0	0	0	1	0	18 (1.7)
	その他	5	3	1	6	0	8	3	6	0	1	3	6	2	44 (4.2)
	計	77 (7.3)	89 (8.5)	73 (6.9)	124 (11.8)	33 (3.1)	216 (20.6)	98 (9.3)	259 (24.7)	11 (1.0)	4 (0.4)	5 (0.5)	54 (5.1)	8 (0.8)	1051 (100.0)

表-108 事故の型(伐倒)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
伐倒作業	受口切り	1	0	0	3	0	0	0	7	0	0	0	11 (7.0)
	追口切り	0	0	0	12	3	3	3	10	0	0	0	31 (19.7)
	矢打ち	0	0	0	1	2	1	0	3	0	0	0	7 (4.5)
	退避	1	3	0	18	5	4	3	4	1	0	1	40 (25.5)
	障害物(木)除去	1	1	0	1	1	6	0	16	0	1	2	29 (18.5)
	かかり木処理	0	0	0	2	6	0	1	0	0	0	0	9 (5.7)
	作業歩行	1	5	3	4	1	1	0	5	0	1	0	21 (11.4)
	附帯作業その他	1	0	0	1	0	1	0	4	0	2	0	9 (5.7)
	計	5 (3.2)	9 (5.7)	3 (1.9)	42 (26.8)	18 (11.5)	16 (10.2)	7 (4.5)	49 (31.2)	1 (0.6)	4 (2.5)	3 (1.9)	157 (100)

表-109 事故の型(造材)

		事故の型											計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・転倒	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温・有害物	無理な動作	
造材作業	測尺	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2 (06)
	玉切り	2	3	2	5	1	19	17	15	0	2	3	69 (206)
	枝払い (チェーンソー)	6	7	3	10	1	15	2	46	0	0	0	90 (269)
	枝払い(斧)	2	8	6	7	1	11	5	82	1	0	4	127 (380)
	主体作業 その他	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	5 (15)
	障害物除去	0	0	0	2	0	1	0	3	0	0	0	6 (18)
	整木作業	1	0	1	1	0	4	4	3	0	0	1	15 (45)
	作業歩行	0	5	3	0	0	1	2	0	0	0	2	13 (39)
	附帯作業 その他	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3 (9)
	退避	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2 (6)
	玉装運	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3 (9)
	計	11 (33)	24 (72)	16 (48)	29 (87)	3 (9)	53 (157)	33 (99)	152 (453)	1 (3)	2 (6)	11 (33)	385 (100)

表-110 事故の型(架線集材)

		事故の型												計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	火災	無理な動作	その他	
架線集材作業	荷造り作業	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2 (16)
	荷かけ作業	0	1	3	2	0	13	2	1	0	0	2	0	24 (189)
	荷かけ歩行	1	5	3	0	1	3	0	0	2	0	2	0	17 (134)
	合図	0	1	0	2	1	3	0	3	0	0	0	0	10 (79)
	荷かけ退避	3	4	2	7	1	10	0	0	0	0	0	0	27 (212)
	障害物除去	0	1	0	0	0	2	0	5	0	0	0	0	8 (63)
	荷かけ・その他	0	0	1	0	0	3	0	1	1	0	0	0	6 (47)
	スリングはずし	1	1	2	3	0	9	5	0	0	0	0	0	21 (165)
	材整理	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (8)
	荷おろし歩行	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3 (24)
	荷おろし退避 その他	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2 (16)
	運転	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	4 (31)
	運転・その他	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2 (16)
	計	6 (17)	14 (110)	12 (94)	16 (126)	3 (24)	46 (363)	8 (63)	11 (87)	4 (31)	1 (8)	5 (39)	1 (8)	127 (100)

表-111 事故の型(トラクタ集材)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
トラクタ集材作業	荷造り作業	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1 (1.3)
	荷かけ作業	1	0	1	1	2	2	1	0	1	0	9 (11.7)
	荷かけ歩行	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3 (3.9)
	合 図	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3 (3.9)
	荷かけ退避	0	2	0	3	6	0	2	0	1	0	14 (18.1)
	障害物除去	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3 (3.9)
	ワイヤ引出しその他	0	0	1	0	1	2	1	1	0	0	6 (7.8)
	スリングはずし	0	0	0	2	0	3	1	0	0	0	6 (7.8)
	材 整 理	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4 (5.2)
	荷おろし退避その他	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2 (2.6)
	運 転	0	2	3	0	1	3	0	0	0	0	9 (11.7)
	運 転(作設)	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2 (2.6)
	運 転・その他	0	0	1	0	0	3	0	0	1	0	5 (6.5)
トラクタ道作設	トラクタ道作設	1	1	1	2	0	2	0	0	0	0	7 (9.1)
	その他の副作業	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3 (3.9)
	計	3 (3.9)	6 (7.8)	10 (13.0)	10 (13.0)	15 (19.5)	16 (20.8)	11 (14.2)	1 (1.3)	4 (5.2)	1 (1.3)	77 (100)

表-112 事故の型(巻立て)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	
巻立て	材 扱 い	14	9	7	7	4	30	10	7	1	10	99 (82.6)
	その他の主作業	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	4 (3.3)
	退 避	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	4 (3.3)
	歩 行	1	1	3	1	1	2	0	0	0	1	16 (8.3)
	その他の付帯作業	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	3 (2.5)
	計	15 (12.5)	12 (16.0)	11 (19.2)	11 (9.2)	7 (5.8)	34 (28.8)	11 (9.2)	7 (5.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	120 (100)

表-113 事故の型(架設撤去)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
架設撤去	機 械 据 付 け	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2 (2.8)
	器 具 運 搬	3	0	2	0	0	0	0	0	2	0	7 (9.9)
	支 柱 作 設	1	1	0	1	1	0	5	0	0	0	9 (12.7)
	索 ひ き ま わ し	0	0	1	0	7	0	0	1	0	1	10 (14.1)
	ナイロンロープひきまわし	1	0	1	0	1	2	0	1	0	0	6 (8.5)
	作 業 歩 行	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3 (4.2)
	スリング扱い	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	索 修 理	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	4 (5.6)
	支 柱 撤 去	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	ロープ類撤去	1	1	1	1	2	0	1	0	1	0	8 (11.3)
	株 か え	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	4 (5.6)
	そ の 他	2	2	1	0	3	4	0	0	1	0	16 (22.5)
	計	10 (14.1)	6 (8.5)	8 (11.3)	3 (4.2)	20 (28.1)	7 (9.9)	9 (12.7)	2 (2.8)	5 (7.0)	1 (1.4)	71 (100)

表-114 傷害部位(全体)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
業 容	伐倒	13	35	31	14	29	25	10	157 (14.9)
	造材	5	41	43	45	67	130	4	335 (31.9)
	木寄せ	0	1	3	0	3	1	1	9 (0.9)
	架線撤去	3	15	17	9	8	18	1	71 (6.8)
	集材機集材	12	25	35	21	11	19	1	127 (12.1)
	トラクタ集材	4	13	17	21	13	7	2	77 (7.3)
	巻立て	4	13	30	15	8	48	2	120 (11.4)
	トラクタ運材	3	4	16	7	7	19	0	56 (5.3)
	盤台作業	1	0	6	3	5	4	1	20 (1.9)
	機械の点検整備	0	4	2	8	0	3	0	17 (1.6)
	計測	4	1	7	1	1	4	0	18 (1.7)
	その他	2	7	13	12	2	6	2	44 (4.2)
	計	51 (1.9)	159 (15.1)	223 (21.2)	156 (14.8)	154 (14.7)	284 (27.0)	24 (2.3)	1051 (100)

表-115 傷害部位(伐倒)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
業 容	受口切り	0	1	1	2	2	5	0	11 (7.0)
	退口切り	5	9	3	8	8	3	0	31 (19.7)
	矢打ち	0	1	3	0	0	3	0	7 (4.5)
	退避	5	11	9	0	7	2	6	40 (25.5)
	障害物(木)除去	1	6	2	5	6	7	2	29 (18.5)
	かかり木処理	0	3	2	0	1	2	1	9 (6.7)
	作業歩行	2	2	8	4	4	1	0	21 (13.4)
	附帯作業	0	2	3	0	1	2	1	9 (5.7)
	その他	18 (8.3)	35 (22.3)	31 (19.7)	14 (8.9)	29 (18.5)	25 (15.9)	10 (6.4)	157 (100)
	計	18 (8.3)	35 (22.3)	31 (19.7)	14 (8.9)	29 (18.5)	25 (15.9)	10 (6.4)	157 (100)

表-117 傷害部位(集材機)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
業 容	荷造り	0	1	1	1	3	1	1	8 (1.6)
	荷かけ	1	3	3	1	4	2	1	24 (18.9)
	荷かけ歩行	1	8	7	3	10	0	0	24 (18.9)
	図廻	1	5	3	4	10	3	1	37 (21.2)
	退避	1	1	0	2	3	1	0	8 (6.3)
	障害物除去	1	2	0	1	0	2	0	6 (4.7)
	荷かけ・その他	3	3	5	4	0	6	0	21 (16.5)
	スリントはし	0	1	0	0	0	0	0	1 (0.8)
	材整理	0	0	2	0	1	0	0	3 (2.4)
	荷おろし歩行	0	1	1	0	0	0	0	2 (1.6)
	荷おろし退避	1	0	1	2	0	0	0	4 (3.1)
	その他	0	1	0	0	1	1	0	3 (2.4)
	運転・その他	12 (9.4)	25 (19.7)	38 (29.9)	21 (16.5)	11 (8.7)	19 (15.0)	1 (0.8)	127 (100)
	計	12 (9.4)	25 (19.7)	38 (29.9)	21 (16.5)	11 (8.7)	19 (15.0)	1 (0.8)	127 (100)

表-116 傷害部位(造材)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
業 容	尺切り	0	2	0	0	1	5	0	8 (0.6)
	測玉	0	9	14	12	8	2	0	39 (26.9)
	枝払い(チェーンソー)	2	12	15	15	26	0	2	72 (38.0)
	枝払い(斧)	1	0	0	2	0	1	0	4 (1.5)
	主そ	0	4	0	0	1	5	0	10 (6.8)
	障害物除去	0	1	3	2	4	3	0	13 (4.5)
	整木	0	0	2	1	0	0	0	3 (0.9)
	作業歩行	0	0	0	1	1	0	0	2 (0.6)
	作業帯の	0	1	0	2	0	0	0	3 (0.9)
	退避	5	41 (12.2)	43 (12.8)	45 (13.4)	67 (20.0)	130 (38.9)	4 (1.2)	235 (100)
	運転	5 (1.5)	41 (12.2)	43 (12.8)	45 (13.4)	67 (20.0)	130 (38.9)	4 (1.2)	235 (100)
	計	5 (1.5)	41 (12.2)	43 (12.8)	45 (13.4)	67 (20.0)	130 (38.9)	4 (1.2)	235 (100)
	計	5 (1.5)	41 (12.2)	43 (12.8)	45 (13.4)	67 (20.0)	130 (38.9)	4 (1.2)	235 (100)

表-118 傷害部位(トラクタ集材)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
トラクタ集材作業	荷造り作業	0	0	1	0	0	0	0	1 (1.3)
	荷かけ作業	0	0	3	2	3	1	0	9 (11.7)
	荷かけ歩行	0	2	0	1	0	0	0	3 (3.9)
	合 図	0	0	1	2	0	0	0	3 (3.9)
	荷かけ退避	1	2	4	1	4	1	1	14 (18.1)
	障害物除去	0	0	0	1	1	1	0	3 (3.9)
	ワイヤー引き出し その他	0	1	0	2	2	0	1	6 (7.8)
	スリングはずし	0	1	0	4	0	1	0	6 (7.8)
	材 整 理	1	1	1	1	0	0	0	4 (5.2)
	荷おろし退避 その他	0	0	1	0	0	1	0	2 (2.6)
	運 転	2	2	2	2	1	0	0	9 (11.7)
	運 転(作設)	0	2	0	0	0	0	0	2 (2.6)
	運 転・その他	0	0	1	3	1	0	0	5 (6.5)
	トラクタ道作設	0	0	3	1	1	2	0	7 (9.1)
	その他の副作業	0	2	0	1	0	0	0	3 (3.9)
計		4 (5.2)	13 (16.9)	17 (22.1)	21 (27.2)	13 (16.9)	7 (9.1)	2 (2.6)	77 (100)

表-119 傷害部位(巻立て)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
巻立て	材 扱 い	3	8	24	12	7	43	2	99 (82.6)
	その他の主作業	0	0	2	1	0	1	0	4 (3.3)
	退 避	1	0	0	0	1	2	0	4 (3.3)
	歩 行	0	3	4	1	0	2	0	10 (8.3)
	その他の付帯作業	0	2	0	1	0	0	0	3 (2.5)
	計	4 (3.3)	13 (10.8)	30 (25.0)	15 (12.5)	8 (6.7)	48 (40.0)	2 (1.7)	120 (100)

表-120 傷害部位(架設撤去)

		傷 害 部 位							計
		頭	顔	軀幹	手	腿	足	その他	
架設撤去	機 械 据 付 け	0	0	1	0	0	1	0	2 (2.8)
	器 具 運 搬	0	0	4	0	1	2	0	7 (9.9)
	支 柱 作 設	1	2	0	0	2	4	0	9 (12.7)
	索ひきまわし	0	5	2	1	1	1	0	10 (14.1)
	ナイロンロープ ひきまわし	0	1	1	2	0	2	0	6 (8.5)
	作 業 歩 行	0	1	0	1	1	0	0	3 (4.2)
	スリング扱い	0	1	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	索 修 理	0	2	1	1	0	0	0	4 (5.6)
	支 柱 撤 去	0	0	0	0	0	1	0	1 (1.4)
	ロープ類撤去	0	1	3	2	0	1	1	8 (11.3)
	株 か え	0	1	2	0	1	0	0	4 (5.6)
	そ の 他	2	1	3	2	2	6	0	16 (22.5)
	計	3 (4.2)	15 (21.1)	17 (23.9)	9 (12.7)	8 (11.3)	18 (25.4)	1 (1.4)	71 (100)

全般的傾向では、挫創、打撲、骨折、切創が多く、これだけで全体の70%を占めている。

VIII) 災害の程度

表-129～表-135参照。

IX) 傷害部位と傷害名

① 全般的傾向～足一切創、軀幹一打撲、足一挫創、足一骨折、軀幹一骨折の頻度が高い(表-136)。

② 作業内容ごとには表-137～表-142参照。

X) 傷害部位と程度

表-143～表-149参照。

4-2 労働災害の要因間クロス分析

4-1では作業内容によるクロス分析を実施した。この章では代表的な災害要因間のクロス分析を行う。前章においても関連する要因間クロス分析を実施したが、ここでは最も代表的な災害要因である「起因物」と「事故の型」ととりあげ、その他の要因との関係について検討する。

4-2-1 起因物とその他の要因

i) 年令と起因物

年令構成が区分ごとに異なるので、これだけで両者の関係を知ることはむづかしい。参考までに表-150～表-156を示す。

ii) 発生月と起因物

表-157～表-163に発生月と起因物の関係を示す。具体的には各表によるが、伐倒における立木等に起因する災害が1～3月に多くて、7～9月に少ないことや、造材では7～9月にチェーンソーに起因するものや、10～12月に斧・鉋等による災害が比較的多くなっているのは特徴的な事象である。

iii) 作業場所と起因物

表-164～表-170参照。

IV) 起因物と不安全状態

表-171～表-176は起因物にどのような不安全な状態があったかを示すものである。

① 全般的傾向～伐倒材、斧・鉋・鋸、チェーンソーと周辺配置の不安全状態の組み合わせの頻度が高いが、斧・鉋・鋸一不安全状態なしの組み合わせも見逃がせない。

② 伐倒～立木等一周辺配置が圧倒的に多い。チェーンソー一周辺配置がそれについている。

表-122 傷害別(伐倒)

		傷 病 名								
		刺 創	切 創	裂 創	挫 創	捻 挫	骨 折	打 撲	そ の 他	計
伐 倒 作 業	受口切り	0	1	1	5	1	0	0	3	11 (70)
	退口切り	0	3	2	3	1	5	5	12	21 (197)
	矢打ち	0	2	0	2	0	2	0	1	7 (45)
	退避	0	4	0	10	2	8	6	10	40 (255)
除 去 木 理 行 業	障害物(木)除去	1	8	2	4	0	2	1	11	29 (185)
	かかり処	0	0	0	5	1	0	1	2	9 (57)
	作業歩行	1	2	0	3	3	4	4	4	21 (134)
	附帯作業その他	0	2	0	2	2	0	2	1	9 (57)
計		2 (13)	22 (140)	5 (32)	34 (217)	10 (64)	21 (134)	19 (121)	44 (279)	157 (100)

表-124 傷病名(造材)

	傷 病 名						計		
	刺創	切創	裂創	挫創	捻挫	骨折		打撲	その他
測 尺	0	0	0	0	0	0	2	0	2 (0.6)
玉 切 り	0	9	2	16	1	12	16	13	69 (20.6)
枝 払 い (チェーンソー)	0	25	0	23	5	12	11	14	90 (26.9)
技 払 い (斧)	1	58	10	17	4	3	15	19	127 (38.0)
主 体 作 業	0	2	0	1	1	0	1	0	5 (1.5)
そ の 他 物 去	0	0	1	2	0	0	0	3	6 (1.8)
整 木 作 業	0	2	0	3	1	4	3	2	15 (4.5)
作 業 歩 行	0	0	1	4	3	1	1	3	13 (3.9)
附 帯 作 業	0	0	0	1	1	0	1	0	3 (0.9)
そ の 他	0	0	0	1	1	0	0	0	2 (0.6)
退 避	0	0	0	1	1	0	0	0	3 (0.9)
玉 装 運 転	0	0	0	1	2	0	0	0	3 (0.9)
計	1 (0.3)	96 (28.6)	14 (4.2)	69 (20.6)	19 (5.7)	32 (9.5)	50 (14.9)	54 (16.1)	385 (100)

表-125 傷病名(架線集材)

	傷 病 名							計
	刺創	切創	裂創	挫創	捻挫	骨折	打撲その他	
荷造り作業	0	0	0	1	1	0	0	2 (16)
荷かけ作業	1	1	0	3	2	8	4	24 189
荷かけ歩行	1	0	2	3	2	2	6	17 134
合 図	0	0	0	2	1	2	4	10 (79)
荷かけ退避	1	0	1	5	1	8	6	27 212
障害物除去	2	2	1	1	0	0	1	8 (63)
荷かけその他	1	1	0	2	2	0	0	6 (47)
スリングはし	0	1	0	5	1	7	6	21 (165)
材 整 理	0	0	0	0	0	0	0	1 (08)
荷おろし歩行	0	0	0	0	0	0	2	3 (24)
荷おろし退避	0	0	0	0	0	0	1	2 (16)
その他の他	1	1	0	0	0	2	0	4 (21)
運 転	1	0	0	0	0	0	0	2 (16)
運 転	1	0	0	0	0	0	0	1 (16)
その他の他	8 (68)	6 (47)	4 (31)	22 (173)	10 (79)	29 (228)	30 (237)	127 (141)×100
計								

表-126 傷病名(トラクタ集材)

		傷 病 名							
		刺 創	切 創	挫 創	捻 挫	骨 折	打 撲	そ の 他	計
ト ラ タ タ 集 材 作 業	荷 造 り 作 業	0	0	0	1	0	0	0	1 (13)
	荷 か け 作 業	0	0	1	3	3	0	2	9 (117)
	荷 か け 歩 行	0	1	1	0	0	0	1	3 (39)
	合 図	0	0	1	1	0	1	0	3 (29)
	荷 か け 退 避	0	0	4	1	4	2	3	14 (181)
	障 害 物 除 去	0	2	0	0	0	1	0	3 (39)
	ワイヤー引き出し そ の 他	0	1	1	0	0	2	2	6 (78)
	スリングはずし	1	0	4	0	1	0	0	6 (78)
	材 整 理	0	0	1	0	1	0	2	4 (52)
	荷おろし退避 そ の 他	0	0	2	0	0	0	0	2 (26)
	運 転	0	0	2	1	2	3	1	9 (117)
	運 転 (作設)	0	0	1	0	0	0	1	2 (26)
運 転 ・ そ の 他	0	0	3	1	0	1	0	5 (65)	
トラクタ道作設	0	0	2	0	2	2	1	7 (91)	
その他の副作業	0	0	2	0	0	0	1	3 (39)	
計		1 (13)	4 (62)	25 (324)	8 (104)	13 (169)	12 (156)	14 (182)	77 (100)

表-127 傷病名(巻立て)

		傷病名								計
		刺創	切創	裂創	挫創	捻挫	骨折	打撲	その他	
巻立て	材扱い	3	1	1	31	11	17	26	9	99 (82.6)
	その他の主作業	0	0	0	1	0	0	3	0	4 (3.3)
	退避	0	0	0	1	1	1	1	0	4 (3.3)
	歩行	0	0	0	1	2	2	4	1	10 (8.3)
	その他の付帯作業	0	0	0	0	0	0	0	3	3 (2.5)
	計	3 (2.5)	1 (0.8)	1 (0.8)	34 (28.4)	14 (11.7)	20 (16.7)	34 (28.3)	13 (10.8)	120 (100)

表-128 傷病名(架設撤去)

		傷 病 名							
		切創	裂創	挫創	捻挫	骨折	打撲	その他	計
架 線 撤 去	機 械 据 付 け	0	0	1	0	1	0	0	2 (2.8)
	器 具 運 搬	0	0	1	3	2	0	1	7 (9.9)
	支 柱 作 設	5	0	0	1	0	1	2	9 (12.7)
	索 ひ き ま わ し	0	1	2	0	2	1	4	10 (14.1)
	ナイロンロープ ひ き ま わ し	0	0	3	0	1	0	2	6 (8.5)
	作 業 歩 行	0	0	0	0	0	1	2	3 (4.2)
	ス リ ン グ 扱 い	0	0	0	0	0	0	1	1 (1.4)
	索 修 理	0	0	0	1	2	0	1	4 (5.6)
	支 柱 撤 去	0	0	0	0	1	0	0	1 (1.4)
	ロ ー プ 類 撤 去	0	0	0	0	5	1	2	8 (11.3)
	株 か え	0	0	2	0	0	2	0	4 (5.6)
	そ の 他	2	0	2	1	2	7	2	16 (22.5)
	計	7 (9.9)	1 (1.4)	11 (15.5)	6 (8.5)	16 (22.5)	13 (18.3)	17 (23.9)	71 (100)

表-129 傷病の程度(全体)

		程度			
		死	重	軽	計
作業内容	伐倒	3	116	38	157 (14.9)
	造材	0	258	77	335 (31.9)
	木寄せ	0	8	1	9 (0.9)
	架線撤去	0	54	17	71 (6.8)
	集材機集材	4	96	27	127 (12.1)
	トラクタ集材	1	51	25	77 (7.3)
	巻立て	1	90	29	120 (11.4)
	トラック運材	0	46	10	56 (5.3)
	盤台作業	0	18	2	20 (1.9)
	機械の点検整備	0	7	10	17 (1.6)
	計測	0	13	5	18 (1.7)
	その他	0	31	13	44 (4.2)
	計	9 (0.9)	788 (74.9)	254 (24.2)	1051 (100)

表-131 程度(造材)

		程度		
		重	軽	計
造材作業	測尺	0	2	2 (0.6)
	玉切り	55	14	69 (20.6)
	枝払い	73	17	90 (26.9)
	(チェーンソー)			
	枝払い(斧)	95	32	127 (38.0)
	主体作業その他	3	2	5 (1.5)
	障害物除去	6	0	6 (1.8)
	整木作業	11	4	15 (4.5)
	作業歩行	8	5	13 (3.9)
	附帯作業その他	3	0	3 (0.9)
	退避	2	0	2 (0.6)
	玉装運転	2	1	3 (0.9)
	計	258 (77.0)	77 (23.0)	335 (100)

表-130 程度(伐倒)

		程度			
		死	重	軽	計
伐倒作業	受口切り	0	9	2	11 (7.0)
	退口切り	1	17	13	31 (19.7)
	矢打ち	0	7	0	7 (4.5)
	退避	1	31	8	40 (25.5)
	障害物(木)除去	0	19	10	29 (18.5)
	かかり木処理	0	8	1	9 (5.7)
	作業歩行	1	18	2	21 (13.4)
	附帯作業その他	0	7	2	9 (5.7)
	計	3 (1.9)	116 (73.9)	38 (24.2)	157 (100)

表-132 程度(架線集材)

		程度			
		死	重	軽	計
集材機集材作業	荷造り作業	0	2	0	2 (1.6)
	荷かけ作業	0	21	3	24 (18.9)
	荷かけ歩行	0	11	6	17 (13.4)
	合図	0	10	0	10 (7.9)
	荷かけ退避	2	24	1	27 (21.2)
	障害物除去	0	6	2	8 (6.3)
	荷かけ・その他	1	5	0	6 (4.7)
	スリングはずし	0	13	8	21 (16.5)
	材整理	0	0	1	1 (0.8)
	荷おろし歩行	0	2	1	3 (2.4)
	荷おろし退避	1	0	1	2 (1.6)
	その他				
	運転	0	2	2	4 (3.1)
	運転・その他	0	0	2	2 (1.6)
	計	4 (3.1)	96 (75.6)	27 (21.3)	127 (100)

表-133 程 度 (トラクタ集材)

		程 度			
		死	重	軽	計
トラクタ集材作業	荷造り作業	0	1	0	1 (1.3)
	荷かけ作業	0	7	2	9 (11.7)
	荷かけ歩行	0	2	1	3 (3.9)
	合 図	0	1	2	3 (3.9)
	荷かけ退避	1	10	3	14 (18.1)
	障害物除去	0	2	1	3 (3.9)
	ワイヤー引き出しその他	0	3	3	6 (7.8)
	スリントはずし	0	3	3	6 (7.8)
	材 整 理	0	3	1	4 (5.2)
	荷おろし退避その他	0	2	0	2 (2.6)
作 業	運 転	0	6	3	9 (11.7)
	運 転 (作設)	0	1	1	2 (2.6)
	運 転・その他	0	4	1	5 (6.5)
	トラクタ道作設	0	5	2	7 (9.1)
	その他の副作業	0	1	2	3 (3.9)
計		1 (1.3)	51 (66.2)	25 (32.5)	77 (100)

表-134 程 度 (巻立て)

		程 度			
		死	重	軽	計
巻立て	材 扱 い	1	73	25	99 (82.6)
	その他の主作業	0	3	1	4 (3.3)
	退 避	0	3	1	4 (3.3)
	歩 行	0	8	2	10 (8.8)
	その他の付帯作業	0	3	0	3 (2.5)
計		1 (0.8)	90 (75.0)	29 (24.2)	120 (100)

表-135 (架設撤去)

		程 度		
		重	軽	計
架設撤去	機械据付け	2	0	2 (2.8)
	器具運搬	6	1	7 (7.9)
	支柱作設	5	4	9 (12.7)
	索ひきまわし	9	1	10 (14.1)
	ナイロンロープひきまわし	3	3	6 (8.5)
	作業歩行	2	1	3 (4.2)
	スリント扱い	0	1	1 (1.4)
	索 修 理	4	0	4 (5.6)
	支柱撤去	1	0	1 (1.4)
	ロープ類撤去	8	0	8 (11.3)
	株 か え	2	2	4 (5.6)
	そ の 他	12	4	16 (22.5)
計		54 (76.1)	17 (23.9)	71 (100)

表-137 傷害部位と傷害名 (伐倒)

傷害部位	傷害名	計	その他	打撲	骨折	捻挫	挫創	裂創	切創	刺創
		13 (8.8)	5 (3.3)	3 (2.2)	0 (0)	1 (0.8)	2 (1.5)	0 (0)	1 (0.8)	1 (0.8)
頭 顔 頸 手 足 その他	頭 顔 頸	13 (8.8)	5 (3.3)	3 (2.2)	0 (0)	1 (0.8)	2 (1.5)	0 (0)	1 (0.8)	1 (0.8)
	手	25 (22.3)	19 (16.7)	11 (9.7)	8 (7.1)	4 (3.5)	2 (1.8)	2 (1.8)	1 (0.8)	4 (3.5)
	足	14 (12.7)	8 (7.1)	0 (0)	2 (1.8)	2 (1.8)	3 (2.6)	2 (1.8)	1 (0.8)	4 (3.5)
	その他	29 (25.9)	4 (3.5)	2 (1.8)	2 (1.8)	2 (1.8)	7 (6.4)	2 (1.8)	6 (5.3)	10 (8.8)
	計	10 (8.8)	4 (3.5)	0 (0)	3 (2.6)	4 (3.5)	10 (8.8)	5 (4.4)	22 (19.4)	22 (19.4)
	計	157 (137)	44 (38)	19 (16.7)	21 (18.5)	10 (8.8)	34 (29.8)	5 (4.4)	22 (19.4)	22 (19.4)

表-136 傷害部位と傷害名 (全体)

		傷害								合計	
		刺創	切創	裂創	挫創	捻挫	骨折	打撲	その他		
傷害部位	頭	1	3	3	8	3	2	15	51 (4.9)	15	
	顔	0	9	5	38	9	7	17	159 (13.1)	74	
	頸	1	2	2	42	30	56	70	223 (21.2)	20	
	手	7	24	3	47	9	29	14	156 (14.8)	23	
	足	1	34	7	36	8	15	34	154 (14.7)	19	
	その他	8	75	8	59	18	56	34	284 (27.6)	26	
	計	18 (1.7)	147 (14.0)	29 (2.8)	235 (22.3)	77 (7.3)	171 (16.2)	186 (17.7)	24 (2.3)	188 (18.5)	

表-139 傷害部位と傷害名 (架線集材)

		傷 害 名							計	
		刺 創	切 創	裂 創	挫 創	捻 挫	打 撲	その他		
傷 害 部 位	頭 顔	0	1	0	0	1	1	6	3	12 (9.4)
	頭 顔	0	2	0	8	1	1	6	7	25 (19.7)
	頸 幹	0	0	0	5	4	15	10	3	38 (29.9)
	手	4	1	2	5	1	4	3	1	21 (15.5)
	腿	1	1	2	1	1	1	2	2	11 (8.7)
	足	3	1	0	3	2	6	3	1	15 (15.0)
	その他	0	0	0	0	0	0	0	1	1 (0.8)
	計	8 (6.8)	6 (4.7)	4 (3.1)	22 (17.9)	10 (7.9)	29 (22.8)	30 (21.7)	18 (14.2)	127 (106)

表-138 傷害部位と傷害名 (造材)

		傷 害 名									
		刺 創	切 創	裂 創	挫 創	捻 挫	骨 接 合	打 撲	そ の 他	計	
傷 害 部 位	頭 顔 頸 手 足 その他	0	1	2	0	1	0	0	1	5 (1.5)	
	頭 顔	0	5	3	6	2	2	3	20	41 (12.2)	
	頸	0	0	2	10	6	5	16	4	43 (12.8)	
	手	0	12	0	14	3	4	3	9	45 (13.4)	
	足	0	13	3	15	3	3	19	5	67 (20.0)	
	その他	1	59	4	23	4	18	8	13	130 (39.9)	
	計	1	96 (28.7)	14 (4.2)	69 (20.6)	19 (5.7)	32 (9.6)	50 (14.9)	54 (16.1)	335 (100)	

表-140 傷害部位と傷害名(トラクタ集材)

		傷 害 名							
		刺	切	挫	捻	骨	打	その他	計
		創	創	創	挫	接	撲	他	
傷 害 部 位	頭	0	0	1	0	0	0	3	4 (52)
	顔	0	0	5	1	0	2	5	13 (169)
	軀幹	0	0	2	5	4	4	2	17 (221)
	手	1	2	10	1	2	2	3	21 (272)
	腿	0	2	2	1	5	3	0	13 (169)
	足	0	0	4	0	2	1	0	7 (91)
	その他	0	0	1	0	0	0	1	2 (26)
計		1 (1.3)	4 (5.2)	25 (32.4)	8 (10.4)	13 (16.9)	12 (15.6)	14 (18.2)	77 (100)

表-141 傷害部位と傷害名(巻立て)

		傷 害 名							
		刺	切	裂	挫	捻	骨	打	計
		創	創	創	創	挫	接	撲	
傷 害 部 位	頭	0	0	0	1	0	0	3	4 (3.3)
	顔	0	0	0	4	0	1	3	13 (108)
	軀幹	0	0	0	7	7	4	11	39 (25.8)
	手	0	0	0	2	2	6	2	15 (12.5)
	腿	0	0	0	3	1	1	3	8 (6.7)
	足	3	1	1	17	4	8	12	48 (40.0)
	その他	0	0	0	0	0	0	0	2 (1.7)
計		3 (2.5)	1 (0.8)	1 (0.8)	34 (21.4)	14 (11.7)	20 (16.7)	34 (28.5)	120 (100)

表-144 傷害部位と程度
(伐倒)

		程 度			
		死	重	軽	計
傷 害 部 位	頭	0	11	2	13 (8.3)
	顔	0	19	16	35 (22.3)
	軀幹	2	28	1	31 (19.7)
	手	0	11	3	14 (8.9)
	腿	0	18	11	29 (18.5)
	足	0	24	1	25 (15.9)
	その他	1	5	4	10 (6.4)
計		3 (1.9)	116 (73.9)	38 (24.2)	157 (100)

表-145 傷害部位と程度
(造材)

		程 度		
		重	軽	計
傷 害 部 位	頭	3	2	5 (1.5)
	顔	28	13	41 (12.2)
	軀幹	30	13	43 (12.8)
	手	35	10	45 (13.4)
	腿	49	18	67 (20.0)
	足	109	21	130 (38.9)
	その他	4	0	4 (1.2)
計		258 (77.0)	77 (23.0)	335 (100)

表-146 傷害部位と程度
(架線集材)

		程 度			
		死	重	軽	計
傷 害 部 位	頭	1	8	3	12 (9.4)
	顔	0	15	10	25 (19.7)
	軀幹	1	34	3	38 (29.9)
	手	0	16	5	21 (16.5)
	腿	0	10	1	11 (8.7)
	足	1	13	5	19 (15.0)
	その他	1	0	0	1 (0.8)
計		4 (3.1)	96 (75.6)	27 (21.3)	127 (100)

表-142 傷害部位と傷害名(架設撤去)

		傷 害 名							
		切	裂	挫	捻	骨	打	その他	計
		創	創	創	挫	接	撲	他	
傷 害 部 位	頭	0	0	1	0	0	1	1	3 (4.2)
	顔	0	1	2	2	0	1	9	15 (21.1)
	軀幹	0	0	5	1	6	4	1	17 (23.9)
	手	0	0	2	1	4	2	0	9 (12.7)
	腿	2	0	0	0	1	1	4	8 (11.3)
	足	5	0	1	2	4	4	2	18 (25.4)
	その他	0	0	0	0	1	0	0	1 (1.4)
計		7 (9.9)	1 (1.4)	11 (15.5)	6 (8.5)	16 (22.5)	13 (18.3)	17 (23.9)	71 (100)

表-143 傷害部位と程度(全体)

		程 度			
		死	重	軽	計
傷 害 部 位	頭	1	40	10	51 (4.9)
	顔	1	94	64	159 (15.1)
	軀幹	3	175	45	223 (21.2)
	手	0	116	40	156 (14.8)
	腿	0	115	39	154 (14.7)
	足	1	233	50	284 (27.0)
	その他	3	15	6	24 (2.3)
計		9 (0.9)	788 (74.9)	254 (24.2)	1051 (100)

表-147 傷害部位と程度
(トラクタ集材)

		程 度			
		死	重	軽	計
傷 害 部 位	頭	0	4	0	4 (2)
	顔	1	5	7	13 (9)
	軀幹	0	12	5	17 (1)
	手	0	14	7	21 (2)
	腿	0	10	3	13 (9)
	足	0	5	2	7 (1)
	その他	0	1	1	2 (6)
計		1 (1.3)	51 (65.2)	25 (32.5)	77 (100)

表-148 傷害部位と程度
(巻立て)

		程 度			
		死	重	軽	計
傷 害 部 位	頭	0	2	2	4 (3.3)
	顔	0	8	5	13 (10.6)
	軀幹	0	22	8	30 (25.0)
	手	0	11	4	15 (12.5)
	腿	0	7	1	8 (6.7)
	足	0	39	9	48 (40.0)
	その他	1	1	0	2 (1.7)
計		1 (1.3)	90 (75.1)	29 (23.9)	120 (100)

表-149 傷害部位と程度
(架設撤去)

		程 度		
		重	軽	計
傷 害 部 位	頭	3	0	3 (4.2)
	顔	10	5	15 (21.1)
	軀幹	14	3	17 (23.9)
	手	6	3	9 (12.7)
	腿	6	2	8 (11.3)
	足	14	4	18 (25.4)
	その他	1	0	1 (1.4)
計		54 (75.1)	17 (23.9)	71 (100)

表-154 年令と起因物（トラクタ集材）

		起 因 物										計
		伐 倒 材	末 木 枝 葉 ・ カン 木	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー ロ ー プ 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	カ ッ タ ー ・ 金 具	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	
年 令	20~29	1	0	0	4	2	0	0	0	0	0	7 (92)
	30~39	6	2	5	1	3	0	0	1	3	2	23 (303)
	40~49	10	6	7	5	1	1	1	0	3	1	35 (411)
	50~59	2	1	1	3	1	0	0	0	0	1	9 (118)
	60~	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (26)
計		21 (277)	9 (118)	13 (171)	13 (171)	7 (92)	1 (13)	1 (13)	1 (13)	6 (79)	4 (53)	76 (100)

表-156 年令と起因物（架設撤去）

		起 因 物														
		立 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 葉 ・ カン 木	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソ ー	ト ラ ク タ ク ・ 等	ワ イ ヤ ー ロ ー プ 類	フ ラ ク ・ タ ク 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	カ ッ タ ー ・ 金 具	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	計
年 令	20~29	0	0	0	1	0	0	3	0	2	0	0	0	1	0	7 (99)
	30~39	0	1	1	3	0	0	3	1	2	0	0	1	1	0	13 (183)
	40~49	1	6	5	2	1	0	7	1	3	1	1	0	3	2	23 (465)
	50~59	1	0	0	2	0	0	6	2	1	0	0	0	1	0	13 (183)
	60~	0	1	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	5 (70)
計		2 (28)	8 (113)	6 (85)	8 (113)	1 (14)	1 (14)	19 (267)	6 (85)	9 (126)	1 (14)	1 (14)	1 (14)	8 (85)	2 (28)	71 (100)

表-155 年令と起因物（巻立て）

		起 因 物											
		伐 倒 材	機	末 木 枝 葉 ・ カン 木	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソ ー	ト ラ ク タ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー ロ ー プ 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	そ の 他	な し	計
年 令	20～29	6	1	0	0	1	0	0	4	0	1	1	13 8)
	30～39	5	0	0	0	0	0	0	7	0	1	3	16 3)
	40～49	16	9	2	2	0	0	0	11	1	0	4	45 6)
	50～59	12	8	1	2	0	3	1	6	0	0	3	36 0)
	60～	7	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	10 3)
計		46 (384)	19 (15.8)	3 (25)	4 (33)	1 (08)	3 (25)	1 (08)	30 (25.1)	1 (08)	1 (08)	11 (9.2)	120 (100)

表-157 発生月と起因物（全体）

				起 因 物																計
		立 木 等	伐 倒 材	機	末 木 枝 葉 ・ カン 木	木 片 ・ 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソ ー	ソ ー チ ェ ン	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー ロ ー プ 類	フ ラ ク ・ ブ ロ ッ ク 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	カ ッ タ ー ・ 金 具	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	玉 装	
発 生 月	1～3	23	71	6	12	0	17	25	2	10	18	3	54	2	14	0	9	8	5	279 (265)
	4～6	12	53	6	17	0	10	21	0	7	13	3	51	0	6	2	4	9	1	215 (235)
	7～9	16	75	4	16	0	21	42	0	11	17	4	47	1	1	6	10	13	4	283 (274)
	10～12	12	78	4	29	1	17	21	0	8	14	3	52	2	4	1	10	11	2	269 (256)
	計	63 (60)	277 (264)	20 (19)	74 (70)	1 (01)	65 (62)	109 (104)	2 (02)	36 (34)	62 (59)	13 (12)	204 (194)	5 (05)	25 (24)	9 (09)	33 (31)	41 (39)	12 (11)	1051 (100)

表一 158 発生月と起因物（伐倒）

		起 因 物													
		土 木 等	伐 倒 材	末木枝条・カン木	木片・鋸屑	林地・足場	チ エ ー ン ソ ー	ソ ー チ エ ン	ト ラ ク タ ク タ ・ 等	ワイヤーロープ類	斧・鉋・鋸	落 石	ウルシ・ハチ	な し	計
発 生 月	1～3	22	2	2	0	1	8	1	0	1	6	5	0	1	49 (312)
	4～6	11	0	2	0	2	6	0	0	0	4	1	0	0	26 (166)
	7～9	13	5	3	0	5	9	0	1	1	8	1	3	2	51 (325)
	10～12	13	4	4	1	2	4	0	0	0	2	1	0	1	31 (197)
	計	58	11 (70)	11 (70)	1 (06)	10 (04)	27 (173)	1 (01)	1 (06)	2 (13)	20 (127)	8 (51)	3 (18)	4 (25)	157 (100)

表一 159 発生月と起因物（造材）

		起 因 物													計
		立 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 条 ・ カン 木	林 地 ・ 足 場	チ エ ー ン ソ ー	ト ラ ク タ タ ・ 等	ワイ ヤ ー ロ ー プ 類	フ ッ ロ ッ ク ・ タ ・ 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	そ の 他	な し	玉 装	
発 生 月	1～ 3	0	19	6	2	14	2	1	1	21	5	1	4	4	80 (239)
	4～ 6	0	15	5	2	14	0	0	0	24	0	0	1	1	62 (185)
	7～ 9	1	27	4	9	32	0	0	0	23	0	0	3	4	103 (307)
	10～12	0	27	9	3	16	0	0	0	30	1	1	1	2	90 (269)
	計	1 (03)	88 (262)	24 (72)	16 (48)	76 (227)	2 (06)	1 (03)	1 (03)	95 (292)	6 (18)	2 (06)	9 (27)	11 (33)	335 (100)

表一 160 発生月と起因物（架線集材）

		起 因 物														
		立 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 条 ・ 木	カ ン 木	林 地 ・ 足 場	チ エ ー ン ソ ー	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー ロ ー プ 類	フ ッ ク ・ タ ・ 等	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	計
発 生 月	1～ 3	0	14	1	5	1	0	8	2	2	3	0	0	0	0	36 (283)
	4～ 6	0	10	2	0	0	1	4	2	3	2	0	1	0	0	25 (197)
	7～ 9	1	16	3	2	0	1	7	0	1	0	0	1	1	1	38 (260)
	10～12	0	17	7	2	0	0	6	1	3	1	1	0	1	1	38 (260)
	計	1 (08)	51 (401)	13 (42)	9 (71)	1 (08)	2 (16)	25 (197)	5 (39)	9 (71)	6 (47)	1 (08)	2 (06)	2 (16)	2 (16)	127 (100)

表一 161 発生月と起因物（トラクタ集材）

		起 因 物										
		伐 倒 材	末 木 枝 条 ・ 木	カ ン 木 ・ 等	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー ロ ー プ 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	カ ン 木 ・ 金 具	落 石	ウ ル シ ・ 斧	そ の 他	な し
発 生 月	1～ 3	6	3	3	4	3	0	0	0	2	0	21 (272)
	4～ 6	4	2	2	3	2	0	1	0	2	2	18 (234)
	7～ 9	6	2	3	4	1	0	0	1	1	1	19 (247)
	10～12	5	3	5	2	1	1	0	0	1	1	19 (247)
	計	21 (272)	10 (130)	13 (109)	13 (169)	7 (91)	1 (13)	1 (13)	1 (13)	1 (13)	6 (78)	4 (52)

表一 162 発生月と起因物（巻立て）

		起 因 物												計
		伐 倒 材	立 木 等	末 木 枝 条 ・ 木	カ ン 木	林 地 ・ 足 場	チ エ ー ン ソ ー	ト ラ ク タ ・ 等	ワイ ヤ ー ロ ー プ 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	そ の 他	な し	
発 生 月	1～3	21	5	0	3	0	1	0	12	0	0	3	3	45 (375)
	4～6	8	6	1	0	1	0	0	8	1	0	4	4	29 (242)
	7～9	8	4	0	0	0	1	0	4	0	1	3	3	21 (175)
	10～12	9	4	2	1	0	1	1	6	0	0	1	1	25 (208)
	計	46 (384)	19 (158)	3 (25)	4 (33)	1 (08)	3 (25)	1 (08)	30 (251)	1 (08)	1 (08)	11 (92)	11 (92)	120 (100)

表-163 発生月と起因物(架設撤去)

		起 因 物														計
		立木等	伐倒材	末木・枝・木	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー類	フック・類	斧・鉋・鋸	カッター・金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	
発 年 月	1~3	1	1	0	1	1	0	3	0	1	0	1	0	1	0	10 (14.1)
	4~6	1	2	3	4	0	0	6	1	3	0	0	0	0	0	20 (28.2)
	7~9	0	1	1	1	0	1	5	4	0	0	0	1	2	1	17 (23.9)
	10~12	0	4	2	2	0	0	5	1	5	1	0	0	3	1	24 (33.8)
	計	2 (2.8)	8 (11.3)	6 (8.5)	8 (11.3)	1 (1.4)	1 (1.4)	19 (26.7)	6 (8.5)	9 (12.6)	1 (1.4)	1 (1.4)	1 (1.4)	6 (8.5)	2 (2.8)	71 (100)

表-164 作業場所と起因物(全体)

		起 因 物																		計
		立木等	伐倒材	機	か 木 枝 条 木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー類	フック類	斧・鉋・鋸	カッター・金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	玉装		
作業場所	林地等	59	91	0	58	1	32	82	1	6	42	8	106	3	18	6	4	18	0	535 (50.9)
	伐倒木上	1	45	0	4	0	3	4	0	0	2	0	14	0	1	0	0	2	0	76 (7.2)
	土場	0	71	1	3	0	11	11	1	6	5	1	22	2	3	1	2	7	2	140 (14.2)
	盤台	0	30	0	3	0	9	7	0	2	6	2	32	0	0	0	3	5	7	106 (10.1)
	路上	0	17	18	1	0	0	0	0	1	1	0	6	0	0	0	2	3	0	49 (4.7)
	道路沿	0	9	0	4	0	4	3	0	4	4	2	5	0	3	0	4	2	0	44 (4.2)
	トラクタ荷台	0	6	0	0	0	1	0	0	5	0	0	4	0	0	0	3	0	0	19 (1.8)
	集材機上	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	5 (0.5)
	運搬席	0	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1	2	0	0	12 (1.1)
	チェーン・ベア	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2 (0.2)
	ハンゴ樹上	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	0	0	11 (1.0)
	小屋内	0	1	0	0	0	0	1	0	2	1	0	5	0	0	1	7	3	1	22 (2.1)
庭	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5 (0.5)	
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2 (0.2)	
計		63 (6.0)	277 (26.3)	20 (1.7)	74 (7.0)	1 (0.1)	65 (6.2)	109 (10.4)	2 (0.2)	36 (3.4)	62 (5.9)	13 (1.2)	204 (19.4)	5 (0.5)	25 (2.4)	9 (0.9)	33 (3.1)	41 (3.9)	12 (1.1)	1051 (100)

表-165 作業場所と起因物(伐倒)

		起 因 物													
		立 木 等	伐 倒 木	末 木 枝 条 か ん 木	木 片 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ェ ー ン ソー	ソー チ ェ ー ン	トラ クタ 等	ワイヤ ロー プ 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	ウル シ ・ ハ チ	な し	計
作 業 場 所	林 地 等	54	8	11	1	8	26	1	1	2	19	7	3	4	145 (92.4)
	伐 根 上	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5 (3.2)
	伐 倒 木 上														
	盤 台	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.6)
	道 路 上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (0.6)
	道 路 沿	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4 (2.5)
	ハンゴ樹上	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.6)
	計	58 (36.9)	11 (7.0)	11 (7.0)	1 (0.1)	10 (6.4)	27 (17.2)	1 (0.6)	1 (0.6)	2 (1.3)	20 (12.7)	8 (5.1)	3 (1.9)	4 (2.5)	157 (100)

表-166 作業場所と起因物(造材)

		起 因 物													
		立 木 等	伐 倒 材	末木 枝条 かん木	林地 ・足場	チェ ーン ソー	トラ クタ ク ・等	ワイ ヤー ロー プ 類	フ ブ ッ ク ・類	斧 ・鉋 ・鋸	落 石	そ の 他	な し	玉 装	計
作 業 場 所	林地等	1	85	19	8	54	0	0	0	63	5	0	5	0	191 (57.1)
	地倒根	0	24	3	1	4	0	0	0	12	0	0	2	0	46 (13.7)
	伐土場	0	12	0	4	10	0	0	0	5	1	2	1	2	36 (10.7)
	盤台	0	16	1	2	5	1	1	1	17	0	0	1	6	51 (15.2)
	道路上	0	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6 (1.8)
	チェーン ベン ア	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2 (0.6)
	小屋内	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2 (0.6)
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1 (0.3)
計	1 (0.3)	88 (26.3)	24 (7.2)	16 (4.8)	76 (22.7)	2 (0.6)	1 (0.3)	1 (0.3)	78 (23.4)	6 (1.8)	2 (0.6)	9 (2.7)	11 (3.3)	335 (100)	

表-167 作業場所と起因物(架線集材)

			起 因 物												計	
			立木等	伐倒材	か木 末校条・木	林地・足場	チェンソー	トラクタ等	ワイローブ類	フロッグ・類	斧・鉋・鋸	落石	ウルシ・ハチ	その他		な し
作業場所	林地等	木上場	1	29	11	7	0	0	15	5	7	5	0	2	2	84 (66.1)
	伐倒根		0	6	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	10 (7.9)
	土場		0	9	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	13 (10.2)
	盤台		0	5	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	12 (9.4)
	棧上		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
	道路上		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2 (1.6)
	トラクタ 集材中上		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
	運搬席		0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3 (2.4)
	小屋		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
	計		1 (0.8)	51 (40.2)	13 (10.2)	9 (7.1)	1 (0.8)	2 (1.6)	25 (19.7)	5 (3.9)	9 (7.1)	6 (4.7)	1 (0.8)	2 (1.6)	2 (1.6)	127 (100)

表-168 作業場所と起因物(トラクタ集材)

			起 因 物										
			伐倒材	か木枝・末木条	トラクタ等	ワイローブ類	斧・鉋・鋸	カッター金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	計
作業場所	林地等 伐倒木 土場	台上	10	6	5	8	5	1	0	0	1	4	40 (51.9)
		根	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (2.6)
		盤	5	0	3	4	0	0	0	1	0	0	13 (16.9)
		台上	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2 (2.6)
	道路 トラクタ 集材中 運搬席 小屋内	路上	2	3	1	1	1	0	1	0	0	0	9 (11.7)
		材中	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2 (2.1)
		転席	1	0	4	0	0	0	0	0	2	0	7 (9.6)
		内	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2 (2.1)
計		21 (29.3)	10 (13.0)	13 (16.9)	13 (16.7)	7 (9.1)	1 (1.3)	1 (1.3)	1 (1.3)	6 (7.8)	4 (5.2)	77 (100)	

表-169 作業場所と起因物(巻立て)

			起 因 物											
			伐倒材	様	末か木枝ん条・木	林地・足場	チェンソー	トラクタ等	ワイローブ類	斧・鉋・鋸	落石	その他	なし	計
作業場所	林地等	木上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1 (0.8)
	伐倒根		3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4 (3.3)
	土場		23	1	1	3	0	2	1	13	1	0	4	49 (40.8)
	盤台		3	0	1	1	1	0	0	10	0	0	2	18 (15.0)
	棧上		17	17	1	0	0	1	0	5	0	1	3	45 (37.5)
	道路上		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2 (1.7)
	道路沿		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
	計		46 (38.3)	19 (15.8)	3 (2.5)	4 (3.3)	1 (0.8)	3 (2.5)	1 (0.5)	30 (25.0)	1 (0.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	120 (100)

表-170 作業場所と起因物(架設撤去)

			起 因 物														計
			立木等	伐倒材	末か木枝ん条・木	林地・足場	チェンソー	トラクタ等	ワイローブ類	フロッグ・類	斧・鉋・鋸	カッター・金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	
作業場所	林地等	木上	2	2	6	4	1	0	16	3	7	1	0	1	1	1	45 (60.4)
	伐倒根		0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4 (5.6)
	土場		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	盤台		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3 (4.2)
	棧上		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1 (1.4)
	道路上		0	1	0	1	0	1	1	2	1	0	1	0	1	1	10 (14.1)
	道路沿		0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3 (4.2)
	ハシゴ上		0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3 (4.2)
	小屋内		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
計			2 (2.8)	8 (11.3)	6 (8.5)	8 (11.3)	1 (1.4)	1 (1.4)	19 (26.8)	6 (8.5)	9 (12.7)	1 (1.4)	1 (1.4)	1 (1.4)	6 (8.5)	2 (2.8)	71 (100)

③ 造材～全般的傾向に似ている。

④ 架線集材～伐倒材（集材木），ワイヤーロープ類～周辺配置の頻度が高い。

⑤ トラクタ集材～伐倒材（集材木），ワイヤーロープ，トラクター周辺配置の組み合わせが多い。

⑥ 巻立て～伐倒材（集材木），斧・鉋・鋸（トビ，ツル）～周辺配置の組み合わせにおいて被害が多発している。

⑦ 架設撤去～ワイヤーロープ～周辺配置が多い。

V) 起因物と不安全行動

表-177～表-183のとおり。

VI) 起因物と傷害部位，傷害名

災害をもたらした直接のものは，いわゆる加害物であり，起因物とは直接関係がない場合があるが，参考までに表-184～表-197までを掲げておく。

4-2-2 事故の型とその他の要因

既に述べたように，事故の型とは，起因物の不安全状態と人の不安全行動がどのように組み合わせられたか，つまり物と人の接触の現象をあらわすものである。ここでは説明を省略するが，事故の型とその他の要因とのクロス分析は以下のとおりである。

i) 年令と事故の型

表-198～表-204のとおり。

ii) 発生月と事故の型

表-205～表-211のとおり。

iii) 作業場所と事故の型

表-212～表-218のとおり。

IV) 不安全状態と事故の型

表-219～表-225のとおり。

V) 不安全行動と事故の型

表-226～表-232のとおり。

VI) 事象の型と傷害部位

表-233～表-239のとおり。

VII) 事故の型と傷害名

表-240～表-246のとおり。

表-171 起因物と不安全状態（全体）

		不 安 全 状 態						計
		起の 因物欠 自他陥	安全防 護の陥	周 辺 配 置	作 業 環 境 の陥	そ の 他 の 状 態	不 安 全 な か つ た 状 態	
起 因 物	立 木 等	11	0	49	1	1	1	63 (60)
	伐 倒 材	64	0	208	1	1	3	277 (264)
	機	10	0	10	0	0	0	20 (19)
	末木枝条 か ん 木	8	0	63	0	0	3	74 (70)
	木片・鋸屑	0	0	1	0	0	0	1 (0.1)
	林地・足場	41	0	19	1	0	4	65 (62)
	チェーンソー	1	0	100	2	0	6	109 (104)
	ソーチェン	1	0	1	0	0	0	2 (0.2)
	トラクタ・ トラック等	11	0	24	0	0	1	36 (34)
	ワイヤー ロープ類	8	1	50	0	3	0	62 (59)
	フック ブロック類	5	0	7	0	0	1	13 (12)
	斧・鉋・鋸	9	0	120	1	1	73	204 (194)
	カッター・金具	0	0	3	0	0	2	5 (0.5)
	落 石	9	1	6	7	1	1	25 (24)
物	ウルジ・ハチ	0	0	6	3	0	0	9 (0.9)
	そ の 他	10	0	14	3	2	4	33 (31)
	な し	1	0	2	0	0	38	41 (39)
	玉 装	4	0	6	0	0	2	12 (1.1)
	計	193 (184)	2 (0.2)	689 (65.5)	19 (1.8)	9 (0.9)	139 (13.2)	1051 (100)

表-172 起因物と不安全状態（伐倒）

		不 安 全 状 態						計
		起の 因物欠 自他陥	周 辺 配 置	作 業 環 境 の陥	そ の 他 の 不 状 態	案 全 状 態	不 安 全 な か つ た 状 態	
起 因 物	立 木 等	8	47	1	1	1	58 (380)	
	伐 倒 材	3	7	0	1	0	11 (70)	
	末木枝条 か ん 木	0	10	0	0	1	11 (70)	
	木片・鋸屑	0	1	0	0	0	1 (0.6)	
	林地・足場	8	2	0	0	0	10 (64)	
	チェーンソー	1	23	1	0	2	27 (173)	
	ソーチェン	0	1	0	0	0	1 (0.6)	
	トラクタ・ トラック等	0	1	0	0	0	1 (0.6)	
	ワイヤー ロープ類	0	2	0	0	0	2 (13)	
	斧・鉋・鋸	1	12	1	0	6	20 (127)	
	落 石	3	1	4	0	0	8 (5.1)	
	ウルシ・ハチ	0	3	0	0	0	3 (1.9)	
	な し	0	0	0	0	4	4 (2.5)	
	計	24 (15.3)	110 (90.0)	7 (4.5)	2 (1.3)	14 (8.9)	157 (100)	

表-173 起因物と不安全状態

	不 安 全 状 態					計
	起の 因物自体	周 辺配 置	作欠 業環 境の 陥	不 安 全 状 態	計	
立 木 等	1	0	0	0	1	(08)
伐 倒 材	20	67	1	0	88	(282)
末木枝条 か 人 木	3	21	0	0	24	(72)
林地・足場	13	3	0	0	16	(48)
チェーンソー	0	71	1	4	76	(227)
トラクタ・ トラクタ等	0	2	0	0	2	(06)
ワイヤー ロープ類	0	1	0	0	1	(03)
フック・ フック類	0	1	0	0	1	(03)
斧・鉋・鋸	1	51	0	46	98	(292)
落 石	3	0	2	1	6	(18)
そ の 他	1	0	1	0	2	(06)
な し	1	1	0	7	9	(27)
玉 装	3	6	0	2	11	(33)
計	46 (137)	224 (659)	5 (15)	60 (179)	335 (100)	

表-174 起因物と不安全状態 (架線集材)

	不 安 全 状 態					計
	起の 因物自体	安 全防 護の 陥	周 辺配 置	作欠 業環 境の 陥	そ の 他 の 不 安 全 状 態	
立 木 等	0	0	1	0	0	1 (08)
伐 倒 材	9	0	42	0	0	51 (401)
末木枝条 か 人 木	2	0	11	0	0	13 (112)
林地・足場	7	0	0	1	0	9 (71)
チェーンソー	0	0	1	0	0	1 (08)
トラクタ・ トラクタ等	2	0	0	0	0	2 (16)
ワイヤー ロープ類	2	1	21	0	1	25 (197)
フック・ フック類	2	0	3	0	0	5 (39)
斧・鉋・鋸	0	0	6	0	0	3 (71)
落 石	2	0	2	1	1	6 (47)
ウルシ・ハチ	0	0	1	0	0	1 (08)
そ の 他	1	0	0	1	0	2 (16)
な し	0	0	0	0	2	2 (16)
計	27 (213)	1 (08)	88 (692)	3 (24)	2 (16)	127 (100)

表-174 起因物と不安全状態 (トラクタ集材)

	不 安 全 状 態					計
	起の 因物自体	周 辺配 置	作欠 業環 境の 陥	不 安 全 状 態	計	
伐 倒 材	4	17	0	0	21	(272)
末木枝条 か 人 木	2	7	0	1	10	(130)
トラクタ・ トラクタ等	5	8	0	0	13	(169)
ワイヤー ロープ類	2	9	0	2	13	(169)
斧・鉋・鋸	1	5	0	1	7	(91)
カッタ・金具	0	0	0	1	1	(13)
落 石	0	1	0	0	1	(13)
ウルシ・ハチ	0	0	1	0	1	(13)
そ の 他	0	3	0	1	2	(78)
な し	0	0	0	4	4	(52)
計	14 (182)	50 (649)	1 (13)	3 (89)	9 (117)	77 (100)

表-175 起因物と不安全状態 (巻立て)

	不 安 全 状 態					計
	起の 因物自体	安 全防 護の 陥	周 辺配 置	作欠 業環 境の 陥	そ の 他 の 不 安 全 状 態	
伐 倒 材	11	0	32	0	3	46 (384)
椋	10	0	9	0	0	19 (158)
末木枝条 か 人 木	0	0	3	0	0	3 (25)
林地・足場	2	0	1	0	1	4 (33)
チェーンソー	0	0	1	0	0	1 (08)
トラクタ・ トラクタ等	0	0	3	0	0	3 (25)
ワイヤー ロープ類	0	0	1	0	0	1 (08)
斧・鉋・鋸	3	0	19	1	7	30 (251)
落 石	0	1	0	0	0	1 (08)
そ の 他	0	0	1	0	0	1 (08)
な し	0	0	1	0	10	11 (92)
計	26 (217)	1 (08)	71 (592)	1 (08)	21 (175)	120 (100)

表-176 起因物と不安全状態(架設撤去)

	不安全状態			計
	起の 因物 自体	周 辺 配 置	不 安 全 な 状 態	
立木等	1	1	0	2 (28)
伐倒材	4	4	0	8 (113)
末木枝葉 かん木	1	4	1	6 (83)
林地・足場	3	4	1	8 (113)
チェーンソー	0	1	0	1 (14)
トラクタ・ トラクタ等	0	1	0	1 (14)
ワイヤー ロープ類	4	15	0	19 (267)
フック・ フック類	3	2	1	6 (85)
斧・鉋・鋸	0	6	3	9 (126)
カッター・金具	0	0	1	1 (14)
落石	1	0	0	1 (14)
ウエル・ハチ	0	1	0	1 (14)
その他	2	4	0	6 (85)
な	0	0	2	2 (28)
計	19 (268)	43 (605)	9 (127)	71 (100)

表-177 起因物と不安全行動(全体)

	不安全行動						計
	規則 無視 の作 業	共同 動作 の陥	危険 動作 の陥	不位 置 な 勢	保護 具 の 誤 り	不 安 全 な 行 動	
立木等	0	4	13	39	0	0	56 (80)
伐倒材	1	49	101	125	0	0	277 (264)
末木枝葉 かん木	0	2	9	9	0	0	20 (19)
林地・足場	0	4	55	15	0	0	74 (70)
木片・鋸屑	0	0	1	0	0	0	1 (01)
チェーンソー	0	1	37	25	1	0	63 (62)
ソーチェーン	0	7	55	45	1	0	109 (104)
トラクタ・ トラクタ等	0	0	2	0	0	0	2 (02)
ワイヤー ロープ類	0	12	14	10	0	0	36 (34)
フック・ フック類	1	3	31	20	1	0	62 (59)
斧・鉋・鋸	0	1	9	3	0	0	13 (12)
カッター・金具	2	12	111	79	0	0	204 (194)
落石	0	1	3	1	0	0	5 (05)
ウエル・ハチ	0	2	15	6	0	0	25 (24)
その他	0	0	9	0	0	0	9 (09)
な	0	1	18	11	1	1	33 (31)
三	0	1	1	39	0	0	41 (39)
計	4 (04)	107 (102)	493 (468)	435 (414)	4 (04)	6 (06)	1051 (100)

表-178 起因物と不安全行動(伐倒)

	不安全行動					計
	共同 動作 の陥	危険 動作 の陥	不位 置 な 勢	保護 具 の 誤 り	不 安 全 な 行 動	
立木等	3	14	39	0	2	58 (380)
伐倒材	1	6	4	0	0	11 (70)
末木枝葉 かん木	1	6	4	0	0	11 (70)
木片・鋸屑	0	1	0	0	0	1 (06)
林地・足場	0	9	1	0	0	10 (64)
チェーンソー	2	17	7	1	0	27 (173)
ソーチェーン	0	1	0	0	0	1 (06)
トラクタ・ トラクタ等	1	0	0	0	0	1 (06)
ワイヤー ロープ類	0	1	1	0	0	2 (13)
斧・鉋・鋸	0	11	9	0	0	20 (127)
落石	0	4	4	0	0	8 (51)
ウエル・ハチ	0	3	0	0	0	3 (19)
な	0	0	4	0	0	4 (25)
計	8 (51)	73 (465)	73 (465)	1 (06)	2 (13)	157 (100)

表-179 起因物と不安全行動(危険)

	不安全行動					計
	規則 無視 の作 業	共同 動作 の陥	危険 動作 の陥	不位 置 な 勢	保護 具 の 誤 り	
立木等	0	0	1	0	0	1 (03)
伐倒材	0	10	30	48	0	88 (262)
末木枝葉 かん木	0	1	19	4	0	24 (72)
林地・足場	0	0	8	6	1	16 (48)
チェーンソー	0	3	35	38	0	76 (227)
トラクタ・ トラクタ等	0	1	1	0	0	2 (06)
ワイヤー ロープ類	0	0	1	0	0	1 (03)
斧・鉋・鋸	1	0	48	49	0	98 (292)
落石	0	0	5	1	0	6 (18)
その他	0	0	0	0	1	2 (06)
な	0	1	1	7	0	9 (27)
玉	0	2	3	6	0	11 (33)
計	1 (03)	18 (54)	153 (457)	159 (474)	2 (06)	335 (100)

表-180 起因物と不安全行動(架橋集材)

	不 安 全 行 動						計
	共欠 同動作の陥	危険動作	不位 安置 全姿 な勢	保便 護用 具誤 りの	そ の 他 の 不 動	不 安 全 な 行 動	
起	1	0	0	0	0	0	1 (0.8)
立 木 等	7	15	29	0	0	0	51 (40.1)
伐 倒 材	0	10	3	0	0	0	13 (10.2)
末 木 枝 条	0	6	3	0	0	0	9 (7.1)
カ ン	0	0	1	0	0	0	1 (0.8)
林地・足場	0	1	1	0	0	0	2 (1.6)
チェンソー	3	11	9	1	1	0	25 (19.7)
トラクタ・ トラクタ等	0	3	2	0	0	0	5 (3.9)
ワイヤー ロープ類	1	7	1	0	0	0	9 (7.1)
フック・ プロッタ類	0	4	1	0	0	0	6 (4.7)
斧・鉋・鋸	0	1	0	0	0	0	1 (0.8)
落 石	0	1	1	0	0	0	2 (1.6)
ウツシ・ハチ	0	0	2	0	0	0	2 (1.6)
そ の 他	0	0	0	0	0	0	0
な し	0	0	0	0	0	0	0
計	12 (9.4)	59 (46.5)	58 (41.7)	1 (0.8)	1 (0.8)	1 (0.8)	127 (100)

表-181 起因物と不安全行動(トラクタ集材)

	不 安 全 行 動				計
	共欠 同動作の陥	危 険動 作	不位 安置 全姿 な勢		
伐 倒 材	7	8	6	21 (27.2)	
末 木 枝 条	1	7	2	10 (13.0)	
カ ン ト ラ ク タ ・ ト ラ ク タ 等	4	6	3	13 (16.9)	
ワ イ ヤ ー ・ ロ ー プ 類	1	6	6	13 (16.9)	
斧・鉋・鋸	0	3	4	7 (9.1)	
カ ッ タ ー ・ 金 具	0	1	0	1 (1.3)	
落 石	1	0	0	1 (1.3)	
ウ ル シ ・ ハ チ	0	1	0	1 (1.3)	
そ の 他	1	5	0	6 (7.8)	
な し	0	0	4	4 (5.2)	
計	15 (19.5)	37 (48.0)	25 (32.5)	77 (100)	

表-182 起因物と不安全行動(巻立て)

	不 安 全 行 動						計
	規則 無視の作	共欠 同動作の陥	危険動作	不位 安置 全姿 な勢	不 安 全 な 行 動	計	
起	0	12	22	12	0	46 (38.4)	
伐 倒 材	0	2	9	8	0	19 (15.8)	
末 木 枝 条	0	0	2	1	0	3 (2.5)	
カ ン	0	0	1	3	0	4 (3.3)	
林地・足場	0	0	1	0	0	1 (0.8)	
チェンソー	0	1	2	0	0	3 (2.5)	
トラクタ・ トラクタ等	0	0	0	1	0	1 (0.8)	
ワイヤー ロープ類	1	7	15	7	0	30 (25.1)	
斧・鉋・鋸	0	0	0	0	1	1 (0.8)	
落 石	0	0	0	1	0	1 (0.8)	
そ の 他	0	0	0	11	0	11 (9.2)	
な し	0	0	0	0	0	0	
計	1 (0.8)	22 (18.3)	52 (41.4)	44 (36.7)	1 (0.3)	120 (100)	

表-183 起因物と不安全行動(架設撤去)

	不 安 全 行 動				計
	共欠 同動作の端	危 険 動 作	不位 安置 全姿 な勢		
起 因	立 木 等	0	2	0	2 (2.8)
	伐 倒 材	0	3	5	8 (11.3)
	末 木 枝 条	0	6	0	6 (8.5)
	カ ン	0	1	7	8 (11.3)
	林地・足場	0	1	0	1 (1.4)
	チェンソー	1	0	0	1 (1.4)
	トラクタ・ トラクタ等	4	12	3	19 (25.7)
	ワイヤー ロープ類	1	4	1	6 (8.5)
	フック・ ブロッタ類	2	2	5	9 (12.6)
	斧・鉋・鋸	0	1	0	1 (1.4)
物	カッター・金具	0	1	0	1 (1.4)
	落 石	0	1	0	1 (1.4)
	ウツシ・ハチ	0	1	0	1 (1.4)
	そ の 他	0	3	3	6 (8.5)
	な し	0	0	2	2 (2.8)
計	8 (11.3)	37 (52.1)	26 (36.6)	71 (100)	

表-184 起因物と傷害部位(全体)

		起 因 物																		計
		土 木 等	伐 倒 材	機 械	カ ン 条 木	木 片 ・ 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ェ ン ソ ー	ソ ー チ ェ ン	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー 類	フ ロ ッ ク ・ 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	カ ン ・ 金 具	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	玉 装	
傷 害 部 位	頭	11	20	0	3	0	4	2	0	2	1	0	4	0	2	1	0	0	0	51 (49)
	顔	18	17	4	16	0	4	27	1	7	19	4	26	0	4	3	8	0	1	159 (111)
	軀 幹	17	77	8	17	0	23	4	0	5	8	2	14	0	6	1	5	35	1	223 (212)
	手	2	29	2	9	0	11	18	1	6	22	3	28	3	3	4	10	0	5	156 (148)
	腿	5	44	2	16	1	5	25	0	4	4	2	35	0	4	0	3	1	3	154 (147)
	足	4	86	3	9	0	17	31	0	11	6	2	96	2	6	0	6	3	2	284 (270)
	その他	6	4	1	4	0	1	2	0	0	2	0	1	0	0	0	1	2	0	24 (23)
計	63 (60)	277 (264)	20 (19)	74 (70)	1 (0.1)	65 (62)	109 (104)	2 (0.2)	36 (34)	62 (59)	13 (12)	204 (194)	5 (0.5)	25 (24)	9 (0.9)	23 (31)	41 (39)	12 (11)	1051 (1000)	

表-186 起因物と傷害部位(造材)

		起 因 物													
		立木等	伐倒材	末木・枝條	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー	ロープ類	ブロック類	斧・鉈・鋸	落石	その他	なし	玉装
傷 害 部 位	頭	1	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	5 (1.5)
	顔	0	2	6	1	18	0	0	1	11	0	1	0	1	41 (122)
	軀幹	0	21	4	6	2	0	0	0	2	1	0	7	0	43 (128)
	手	0	10	5	3	14	0	1	0	5	1	1	0	5	45 (134)
	腿	0	18	4	1	14	1	0	0	22	3	0	1	3	67 (200)
	足	0	33	5	5	26	1	0	0	57	1	0	0	2	130 (389)
	その他	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
計		1 (0.3)	88 (262)	24 (72)	16 (48)	76 (227)	2 (0.6)	1 (0.3)	1 (0.3)	98 (292)	6 (1.8)	2 (0.6)	9 (27)	11 (33)	335 (100)

表-185 起因物と傷害部位(伐倒)

		起 因 物														計
		立 木 等	伐 倒 材	末 木 枝 条	カ ン 木	木 片 ・ 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ェ ン ソ ー	ソ ー チ ェ ン	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	な し	
傷 害 部 位	頭	10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	13 (83)	
	顔	16	2	1	0	1	6	0	0	1	3	3	2	0	35 (223)	
	軀 幹	16	5	3	0	1	0	0	0	0	1	2	0	3	31 (197)	
	手	1	0	0	0	4	4	1	0	0	4	0	0	0	14 (89)	
	腿	5	2	3	1	2	11	0	0	1	3	1	0	0	29 (185)	
	足	4	1	1	0	2	5	0	1	0	9	2	0	0	25 (159)	
	その他	6	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10 (64)	
計		58 (380)	11 (70)	11 (70)	1 (06)	10 (64)	27 (173)	1 (06)	1 (06)	2 (13)	20 (127)	8 (5.1)	3 (1.9)	4 (25)	157 (100)	

表-187 起因物と傷害部位(架線集材)

		起 因 物													
		立 木 等	伐 倒 材	カ ン 条 木	林 地 ・ 足 場	チ ェ ン ソ ー	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー 類	フ ロ ッ ク ・ 類	斧 ・ 鉈 ・ 鋸	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	計
傷 害 部 位	頭	0	10	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	12 (94)
	顔	0	3	4	1	1	0	9	3	2	1	0	1	0	25 (197)
	軀 幹	0	21	4	4	0	1	4	0	0	2	0	0	2	38 (299)
	手	1	5	1	0	0	1	7	0	4	1	1	0	0	21 (165)
	腿	0	5	2	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	11 (87)
	足	0	6	1	3	0	0	4	1	1	2	0	1	0	19 (150)
	その他	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
	計	1 (0.8)	51 (401)	13 (102)	9 (71)	1 (0.8)	2 (1.6)	25 (197)	5 (3.9)	9 (71)	6 (4.7)	1 (0.8)	2 (1.6)	2 (1.6)	127 (100)

表一 188 起因物と傷害部位 (トラクタ集材)

		起 因 物											
		伐 倒 材	末 木 枝 条	カ ン タ ク タ 等	トラ ック 等	ワイ ヤー 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	カ タ ー ・ 金 具	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	計
傷 害 部 位	頭	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4 (52)
	顔	5	1	3	1	1	0	0	0	0	2	0	13 (169)
	軀 幹	6	3	2	0	1	0	0	0	0	1	4	17 (221)
	手	1	1	3	9	1	1	1	1	3	0	0	21 (272)
	腿	4	5	1	1	2	0	0	0	0	0	0	13 (169)
	足	2	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	7 (91)
	その他	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2 (26)
計		21 (272)	10 (120)	13 (169)	13 (169)	7 (91)	1 (13)	1 (13)	1 (13)	6 (78)	4 (52)	0	77 (100)

表一 189 起因物と傷害部位 (巻立て)

		起 因 物											
		伐 倒 材	機	末カ 木ン 枝条 木	林地・足 場	チ ェ ン ソ ー	トラ クタ 等	ワイ ヤー 類	斧・鉋・ 鋸	落 石	そ の 他	な し	計
傷 害 部 位	頭	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	4 (33)
	顔	3	3	0	0	1	0	0	6	0	0	0	13 (108)
	軀 幹	3	8	1	1	0	0	0	7	0	0	10	30 (25.0)
	手	9	2	1	1	0	0	0	2	0	0	0	15 (12.5)
	腿	3	2	0	0	0	1	1	1	0	0	0	8 (6.7)
	足	28	3	0	2	0	1	0	11	1	1	1	48 (40.0)
	その他	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2 (1.7)
	計	46 (38.4)	19 (15.8)	3 (2.5)	4 (3.3)	1 (0.8)	3 (2.5)	1 (0.8)	30 (25.1)	1 (0.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	120 (100)

表一 190 起因物と傷害部位 (架設撤去)

		起 因 物														
		立木等	伐倒材	カン末木枝	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー類	ブロック類	斧・鉋・鋸	カッター・金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	計
傷 害 部 位	頭	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 (42)
	顔	1	1	2	1	0	0	8	0	0	0	0	1	1	0	15 (21.1)
	軀 幹	1	3	2	2	0	0	4	2	0	0	1	0	0	2	17 (23.9)
	手	0	0	0	0	0	0	4	2	1	1	0	0	1	0	9 (12.7)
	腿	0	2	1	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	8 (11.3)
	足	0	2	1	2	0	1	2	1	5	0	0	0	4	0	18 (25.4)
	その他	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	計	2 (2.8)	8 (11.3)	6 (8.5)	8 (11.3)	1 (1.4)	1 (1.4)	19 (26.7)	6 (8.5)	9 (12.6)	1 (1.4)	1 (1.4)	1 (1.4)	6 (8.5)	2 (2.8)	71 (100)

表一 191 起因物と傷害名 (全体)

		起 因 物																		計
		立木等	伐倒材	機	カ ン 条 木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー類	ブロック類	斧・鉋・鋸	カッター・金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	玉装		
傷 害 名	刺創	1	2	0	1	0	1	0	0	0	2	0	4	2	1	3	1	0	0	18 (1.7)
	切創	1	11	0	9	1	4	30	0	1	2	1	85	0	0	0	0	0	2	147 (14.0)
	裂創	0	6	0	2	0	1	4	0	0	2	0	13	0	1	0	0	0	0	29 (2.8)
	挫創	14	66	8	14	0	17	29	2	12	14	1	53	2	6	0	8	0	3	235 (22.4)
	捻挫	7	13	1	7	0	10	1	0	1	4	0	1	1	6	0	2	22	1	77 (7.3)
	骨折	11	79	6	13	0	13	8	0	7	11	6	14	0	2	0	4	0	3	171 (16.3)
	打撲	13	71	4	17	0	10	11	0	8	13	3	20	0	4	0	9	1	2	186 (17.7)
	その他	16	35	1	11	0	9	26	0	7	14	2	34	0	5	6	9	12	1	188 (17.9)
計	63 (6.0)	277 (26.4)	20 (1.9)	74 (7.0)	1 (0.1)	65 (6.2)	109 (10.4)	2 (0.2)	36 (3.4)	62 (5.9)	13 (1.2)	204 (19.4)	5 (0.5)	25 (2.4)	9 (0.9)	33 (3.1)	41 (3.9)	12 (1.1)	1051 (100)	

表-192 起因物と傷害名(伐倒)

		起 因 物												計
		立木等	伐倒材	末カ 木枝 条木	木片・ 鋸屑	林地・ 足場	チェ ンソー	ソー チェン	トラ クタ タ等	ワイ ヤー 類	斧・ 鉈・ 鋸	落 石	ウル シ・ ハチ	
傷 害 名	刺創	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2 (13)
	切創	1	1	2	1	1	9	0	0	0	7	0	0	22 (140)
	裂創	0	1	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	5 (32)
	挫創	14	2	2	0	2	8	1	0	0	3	2	0	34 (217)
	捻挫	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0	10 (64)
	骨折	10	5	1	0	3	0	0	1	0	1	0	0	21 (134)
	打撲	12	1	2	0	1	0	0	0	1	1	1	0	19 (121)
	その他	16	1	3	0	2	8	0	0	1	6	2	2	44 (279)
	計	58 (38.0)	11 (7.0)	11 (7.0)	1 (0.6)	10 (6.4)	27 (17.3)	1 (0.6)	1 (0.6)	2 (1.3)	20 (12.7)	8 (5.1)	3 (1.9)	157 (100)

表-193 起因物と傷害名(造材)

		起 因 物												計
		立木等	伐倒材	末カ 木枝 条木	林地・ 足場	チェ ンソー	トラ クタ タ等	ワイ ヤー 類	ブ ロッ ク タ 類	斧・ 鉈・ 鋸	落 石	そ の 他	な し	
傷 害 名	刺創	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.3)
	切創	0	8	7	2	21	0	0	0	56	0	0	0	96 (286)
	裂創	0	2	0	1	2	0	0	0	8	1	0	0	14 (4.2)
	挫創	0	23	5	4	19	0	0	1	12	0	0	2	69 (20.6)
	捻挫	1	2	3	3	1	0	0	0	0	3	1	4	19 (5.7)
	骨折	0	17	1	1	7	0	0	0	3	0	0	0	32 (9.6)
	打撲	0	25	7	2	9	2	0	0	3	1	0	0	50 (14.9)
	その他	0	10	1	3	17	0	1	0	16	1	1	3	54 (16.1)
	計	1 (0.3)	88 (21.2)	24 (7.2)	16 (4.8)	76 (22.7)	2 (0.6)	1 (0.3)	1 (0.3)	98 (29.2)	6 (1.8)	2 (0.6)	9 (2.7)	335 (100)

表-194 起因物と傷害名(架線集材)

		起 因 物												計
		立木等	伐倒材	末カ 木枝 条木	林地・ 足場	チェ ンソー	トラ クタ タ等	ワイ ヤー 類	ブ ロッ ク タ 類	斧・ 鉈・ 鋸	落 石	ウル シ・ ハチ	そ の 他	
傷 害 名	刺創	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	8 (6.8)
	切創	0	1	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	6 (4.7)
	裂創	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	4 (3.1)
	挫創	0	9	2	3	0	0	5	0	2	1	0	0	22 (17.3)
	捻挫	0	1	2	2	0	0	2	0	0	1	0	0	10 (7.9)
	骨折	0	14	3	1	0	2	7	0	1	1	0	0	29 (22.8)
	打撲	0	14	3	2	1	0	6	2	0	2	0	0	30 (23.7)
	その他	0	10	1	0	0	0	2	2	1	1	0	1	18 (14.2)
	計	1 (0.8)	51 (40.1)	13 (10.2)	9 (7.1)	1 (0.8)	2 (1.6)	25 (19.7)	5 (3.9)	9 (7.1)	6 (4.7)	1 (0.8)	2 (1.6)	127 (100)

表-195 起因物と傷害名(トラクタ集材)

		起 因 物										計
		伐倒材	末カ 木枝 条木	トラ クタ タ等	ワイ ヤー 類	斧・ 鉈・ 鋸	カ ッ タ ー 金 具	落 石	ウル シ・ ハチ	そ の 他	な し	
傷 害 名	刺創	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 (1.3)
	切創	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	4 (5.2)
	挫創	5	3	7	4	2	1	1	0	2	0	25 (32.4)
	捻挫	3	1	1	1	0	0	0	0	0	2	8 (10.4)
	骨折	6	3	1	1	1	0	0	0	1	0	13 (16.9)
	打撲	3	3	1	2	1	0	0	0	2	0	12 (15.6)
	その他	4	0	3	3	0	0	0	1	1	2	14 (18.2)
	計	21 (27.2)	10 (13.0)	13 (16.9)	13 (16.7)	7 (9.1)	1 (1.3)	1 (1.3)	1 (1.3)	6 (7.8)	4 (5.2)	77 (100)

表-196 起因物と傷害名(巻立て)

		起 因 物											計
		伐 倒 材	機 械	末 木 枝 等	カ ン 条 木	林 地 ・ 足 場	チ ェ ン ソ ー	ト ラ ク タ ・ 等	ワ イ ヤ ー 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	落 石	そ の 他	
傷 害 名	刺 創	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3 (2.5)
	切 創	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1 (0.8)
	裂 創	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (0.8)
	挫 創	17	7	0	1	0	0	0	0	7	0	0	24 (28.4)
	捻 挫	4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6 (11.7)
	骨 折	9	6	2	1	0	0	0	0	2	0	0	20 (16.7)
	打 撲	12	4	1	2	0	2	1	11	0	1	0	34 (28.3)
	その他	4	1	0	0	1	0	0	0	5	1	0	13 (10.8)
計		46 (38.4)	19 (15.8)	3 (2.5)	4 (3.3)	1 (0.8)	3 (2.5)	1 (0.8)	30 (25.1)	1 (0.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	120 (100)

表-197 起因物と傷害名(架設撤去)

		起 因 物														計
		立木等	伐倒材	カン末木枝	林地・足場	チェンソー	トラクタ等	ワイヤー類	ブロック類	斧・鉋・鋸	カッター・金具	落石	ウルシ・ハチ	その他	なし	
傷害名	創	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7 (9.9)
	創	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	挫	0	2	1	2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	11 (15.5)
	挫	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	6 (8.3)
	骨折	0	1	1	3	0	0	3	5	1	0	1	0	1	0	16 (22.5)
	撲	1	2	1	1	1	1	3	1	0	0	0	0	2	0	13 (18.3)
	その他	0	2	3	1	0	0	6	0	1	0	0	1	2	1	17 (23.9)
計		2 (2.8)	8 (11.3)	6 (8.5)	8 (11.1)	1 (1.4)	1 (1.4)	19 (26.7)	6 (8.5)	9 (12.6)	1 (1.4)	1 (1.4)	6 (8.5)	2 (2.8)	71 (100)	

表-198 年令と事故の型(全体)

		事 故 の 型													計
		墜 落	転 倒	激 突	飛 来 ・ 落 下	崩 壊 ・ 倒 壊	激 突 さ れ	は さ ま れ ・ こ ま れ	切 れ ・ こ す れ	踏 み 抜 き	高 温 ・ 有 害 物	火 災	無 理 な 動 作	そ の 他	
年 令	～19	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3 (0.3)
	20～29	9	7	4	13	1	26	7	63	2	0	0	1	1	134 (12.8)
	30～39	12	13	23	16	3	27	19	51	2	1	1	13	3	184 (17.3)
	40～49	29	44	26	55	16	93	43	87	5	1	2	22	1	424 (40.4)
	50～59	22	22	17	34	11	55	25	54	2	2	2	16	2	267 (25.4)
	60～	5	2	2	5	2	12	4	3	0	0	0	2	1	38 (3.6)
	計	77 (7.3)	88 (8.5)	73 (6.9)	124 (11.8)	33 (3.1)	216 (20.6)	98 (9.3)	259 (24.7)	11 (1.0)	4 (0.4)	5 (0.5)	54 (5.1)	8 (0.8)	1050 (100)

表-199 年令と事故の型(伐倒)

		事 故 の 型													計
		墜 落	転 倒	激 突	飛 来 ・ 落 下	崩 壊 ・ 倒 壊	激 突 さ れ	は さ ま れ ・ こ ま れ	切 れ ・ こ す れ	踏 み 抜 き	高 温 ・ 有 害 物	火 災	無 理 な 動 作	そ の 他	
年 令	～19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 (0.6)
	20～29	0	3	0	4	1	0	0	11	0	0	0	0	0	19 (12.1)
	30～39	1	1	2	5	1	2	0	14	0	2	0	0	0	28 (17.8)
	40～49	4	3	0	24	11	7	5	15	1	0	1	1	1	71 (45.3)
	50～59	0	2	1	9	4	6	1	8	0	2	2	2	2	35 (22.3)
	60～	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3 (1.9)
	計	5 (3.2)	9 (5.7)	3 (1.9)	42 (26.8)	18 (11.5)	16 (10.2)	7 (4.5)	49 (31.2)	1 (0.6)	4 (2.5)	4 (2.5)	8 (5.1)	8 (5.1)	157 (100)

表-200 年令と事故の型(造材)

		事故の型											計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温・有害物	無理な動作	
年令	～19	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2 (0.6)
	20～29	1	1	2	3	0	8	3	40	0	0	0	58 (17.8)
	30～39	3	4	3	8	0	10	6	27	0	0	3	64 (19.1)
	40～49	5	14	6	11	3	24	12	48	1	1	4	129 (38.5)
	50～59	2	5	4	6	0	11	12	35	0	1	3	79 (23.6)
	60～	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3 (0.9)
計		11 (3.3)	24 (7.2)	16 (4.8)	29 (8.7)	3 (0.9)	53 (15.7)	33 (9.9)	152 (45.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	11 (3.3)	335 (100)

表-202 年令と事故の型(トラクタ集材)

		事故の型										
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
年令	20～29	0	0	0	0	1	1	4	1	0	0	7 (9.2)
	30～39	1	2	4	2	3	6	2	0	2	1	23 (30.3)
	40～49	2	2	5	5	10	7	3	0	1	0	35 (46.1)
	50～59	0	1	1	1	1	2	2	0	1	0	9 (11.8)
	60～	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2 (2.6)
計		3 (3.9)	5 (6.6)	10 (13.2)	10 (13.2)	15 (19.7)	16 (21.0)	11 (14.5)	1 (1.3)	4 (5.3)	1 (1.3)	76 (100)

表-201 年令と事故の型(架線集材)

		事故の型												計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	火災	無理な動作	その他	
年令	20～29	1	0	1	1	0	5	2	3	1	0	0	0	14 (11.0)
	30～39	0	1	3	0	0	1	0	4	1	0	1	1	12 (9.4)
	40～49	2	7	3	7	0	17	3	3	1	1	2	0	46 (36.2)
	50～59	3	6	5	7	3	19	2	1	1	0	2	0	49 (38.7)
	60～	0	0	0	1	0	4	1	0	0	0	0	0	6 (4.7)
	計	6 (4.7)	14 (11.0)	12 (9.4)	16 (12.6)	3 (2.4)	46 (36.3)	8 (6.0)	11 (8.7)	4 (3.1)	1 (0.8)	5 (3.9)	1 (0.8)	127 (100)

表-203 年令と事故の型(巻き立て)

		事故の型											計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
年令	20～29	1	0	1	2	0	6	1	1	0	1	1	13 (10.8)
	30～39	1	0	4	1	1	2	3	1	0	3	1	16 (13.3)
	40～49	6	7	3	2	1	15	4	2	1	4	4	45 (37.6)
	50～59	4	5	3	5	4	7	2	3	0	3	3	36 (30.0)
	60～	3	0	0	1	1	4	1	0	0	0	0	10 (8.3)
	計	15 (12.5)	12 (10.0)	11 (9.2)	11 (9.2)	7 (5.8)	34 (28.3)	11 (9.2)	7 (5.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	11 (9.2)	120 (100)

表-204 年齢と事故の型(架設撤去)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
年齢	20~29	1	0	0	0	3	0	3	0	0	0	7 (9.9)
	30~39	2	1	2	0	5	0	1	1	0	1	13 (18.3)
	40~49	4	3	4	1	9	4	3	1	4	0	33 (46.5)
	50~59	3	0	1	2	2	2	2	0	1	0	13 (18.3)
	60~	0	2	1	0	1	1	0	0	0	0	5 (7.0)
計		10 (14.1)	6 (8.5)	8 (11.3)	3 (4.2)	20 (28.1)	7 (9.9)	9 (12.7)	2 (2.8)	5 (7.0)	1 (1.4)	71 (100)

表-205 発生月と事故の型(全体)

		事故の型													計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温・有害物	火災	無理な動作	その他	
発生月	1~3	16	25	18	47	15	61	27	57	2	0	1	10	0	279 (26.5)
	4~6	19	16	10	27	5	37	20	62	5	1	0	12	1	215 (20.5)
	7~9	20	22	25	28	4	57	28	77	2	2	1	16	6	288 (27.4)
	10~12	22	26	20	22	9	61	23	68	2	1	3	16	1	269 (25.6)
	計	77 (7.3)	89 (8.5)	73 (6.9)	124 (11.8)	33 (3.1)	216 (20.6)	98 (9.3)	259 (24.7)	11 (1.0)	4 (0.4)	5 (0.5)	54 (5.1)	8 (0.8)	1051 (100)

表-206 発生月と事故の型(伐倒)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
発 生 月	1～ 3	1	2	0	22	8	1	0	14	0	1	0	49 (31.2)
	4～ 6	1	0	0	7	2	3	3	10	0	0	0	26 (16.6)
	7～ 8	1	4	1	8	2	6	4	19	1	2	3	51 (32.5)
	9～12	2	3	2	5	6	6	0	6	0	1	0	31 (19.7)
	計	5 (3.2)	9 (5.7)	3 (1.9)	42 (26.8)	18 (11.5)	16 (10.2)	7 (4.5)	49 (31.2)	1 (0.6)	4 (2.5)	3 (1.9)	157 (100)

表-207 発生月と事故の型(造材)

		事故の型											計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温・有害物	無理な動作	
発生月	1～3	1	7	5	9	1	17	11	25	0	0	4	80 (23.9)
	4～6	3	7	1	8	0	4	4	33	0	0	2	62 (18.5)
	7～9	3	7	6	6	1	13	9	51	1	1	5	103 (30.7)
	10～12	4	3	4	6	1	19	9	43	0	1	0	90 (26.9)
	計	11 (3.0)	24 (7.2)	16 (4.8)	29 (8.7)	3 (0.9)	53 (15.7)	33 (9.9)	152 (45.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	11 (3.3)	335 (100)

表-208 発生月と事故の型(架線集材)

		事故の型												計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	火災	無理な動作	その他	
発生月	1~3	1	2	1	4	2	17	3	4	1	0	1	0	36 (283)
	4~6	1	1	0	4	1	9	2	4	3	0	0	0	25 (197)
	7~9	1	4	7	7	0	12	0	0	0	1	1	0	33 (260)
	10~12	3	7	4	1	0	8	3	3	0	0	3	1	33 (260)
	計	6 (4.7)	14 (11.0)	12 (9.4)	16 (12.6)	3 (2.4)	46 (36.3)	8 (6.3)	11 (8.7)	4 (3.1)	1 (0.8)	5 (3.9)	1 (0.8)	127 (100)

表-210 発生月と事故の型(巻立て)

		事故の型										
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	計
発 生 月	1～3	4	7	3	3	4	12	5	3	1	3	45 (37.5)
	4～6	4	3	4	4	1	5	1	3	0	4	29 (24.2)
	7～9	4	0	2	2	1	5	3	1	0	3	21 (17.5)
	10～12	3	2	2	2	1	12	2	0	0	1	25 (20.8)
	計	15 (12.5)	12 (10.0)	11 (9.2)	11 (9.2)	7 (5.8)	34 (28.3)	11 (9.2)	7 (5.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	120 (100)

表-209 発生月と事故の型(トラクタ集材)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
発 生 月	1～3	0	2	2	5	4	4	4	0	0	0	21 (27.2)
	4～6	1	1	1	1	4	4	3	1	2	0	18 (23.4)
	7～9	1	2	3	1	5	3	2	0	1	1	19 (24.7)
	10～12	1	1	4	3	2	5	2	0	1	0	19 (24.7)
	計	3 (3.9)	6 (7.8)	10 (13.0)	10 (13.0)	15 (19.5)	16 (20.8)	11 (14.2)	1 (1.3)	4 (5.2)	1 (1.3)	77 (100)

表-211 発生月と事故の型(架設撤去)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
発生月	1～3	1	2	1	0	4	1	1	0	0	0	10 (14.1)
	4～6	4	0	2	1	6	3	3	0	1	0	20 (28.2)
	7～9	3	1	2	0	5	3	0	0	2	1	17 (23.9)
	10～12	2	3	3	2	5	0	5	2	2	0	24 (33.3)
	計	10 (14.1)	6 (8.5)	8 (11.3)	3 (4.2)	20 (28.1)	7 (9.9)	9 (12.7)	2 (2.8)	5 (7.0)	1 (1.4)	71 (100)

表-212 作業場所と事故の型(全体)

		事故の型													計
		墜落	転落	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温・有害物	火災	無理な動作	その他	
作業場所	林地等	18	25	23	83	21	101	31	179	8	1	1	29	5	535 (509)
	伐倒木・伐根上	12	20	8	1	2	7	2	22	1	0	0	1	0	76 (72)
	土場	1	16	10	19	3	49	20	19	1	2	0	8	1	149 (142)
	盤台	17	3	6	8	0	22	23	20	0	0	0	5	0	106 (101)
	桟上	8	4	7	2	5	12	6	2	0	0	0	3	0	49 (47)
	道路上	0	4	7	4	1	12	7	4	1	0	0	4	0	44 (42)
	道路沿	2	1	1	2	0	3	2	0	0	0	0	0	0	11 (10)
	トラック荷台	6	3	8	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	19 (18)
	トラクタ集材機上	2	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	8 (08)
	運転席	1	2	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0	1	12 (11)
	チェーンコンベア	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2 (02)
	ハシゴ・樹上	8	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11 (10)
	小屋内	0	0	1	2	1	5	0	4	0	1	4	3	1	22 (21)
庭	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	5 (05)	
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2 (12)	
計		77 (73)	89 (85)	73 (69)	124 (118)	33 (21)	216 (206)	98 (93)	259 (246)	11 (10)	4 (04)	5 (05)	54 (51)	8 (08)	1051 (100)

表-213 作業場所と事故の型(伐倒)

		事故の型											計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
作業場所	林地等	2	7	3	42	17	14	5	47	1	4	3	145 (924)
	伐倒木・伐根上	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5 (32)
	盤台	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (06)
	道路上	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (06)
	道路沿	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	4 (25)
	ハシゴ・樹上	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (06)
	計	5 (32)	7 (5.7)	3 (1.9)	42 (26.8)	18 (11.5)	16 (10.2)	7 (4.5)	49 (31.2)	1 (0.6)	4 (2.5)	3 (1.9)	157 (100)

表-214 作業場所と事故の型(造材)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温・有害物	無理な動作	計
作業場所	林地等	2	11	5	21	2	29	8	103	1	0	9	191 (571)
	伐倒木・伐根上	8	9	5	0	0	2	1	20	0	0	1	46 (127)
	土場	0	2	0	2	0	10	7	18	0	2	0	36 (107)
	盤台	1	0	5	5	0	9	16	14	0	0	1	51 (152)
	道路上	0	1	0	1	0	3	0	1	0	0	0	6 (18)
	チェーンコンベア	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2 (06)
	小屋内	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2 (06)
	その他	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (09)
計		11 (33)	24 (72)	16 (48)	29 (87)	3 (07)	53 (15.8)	33 (99)	152 (45.4)	1 (03)	2 (06)	11 (33)	335 (100)

表-215 作業場所と事故の型(架線集材)

		事故の型												計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	火災	無理な動作	その他	
作業場所	林地等	4	9	7	11	1	30	4	8	4	1	5	0	84 (661)
	伐倒木・伐根上	1	4	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	10 (79)
	土場	0	1	1	4	1	4	1	1	0	0	0	0	13 (102)
	盤台	0	0	0	1	0	7	3	1	0	0	0	0	12 (94)
	桟上	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (08)
	道路上	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2 (16)
	トラクタ集材機上	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (08)
	運転席	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	3 (24)
作業場所	小屋内	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 (08)
	計	6 (4.7)	14 (11.0)	12 (9.4)	16 (12.6)	3 (2.4)	46 (36.2)	8 (6.3)	11 (8.6)	4 (3.1)	1 (0.8)	5 (3.9)	1 (0.8)	127 (100)

表-216 作業場所と事故の型(トラクタ集材)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻き込まれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
作業場所	林地等	2	3	3	6	7	8	6	1	4	0	40 (51.9)
	伐倒木・伐根上	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2 (2.6)
	土場	0	0	2	2	4	3	1	0	0	1	13 (16.9)
	盤台	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2 (2.6)
	道路上	0	0	2	1	1	3	2	0	0	0	9 (11.7)
	トラクタ集材機上	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2 (2.6)
	運転席	0	2	2	0	1	1	1	0	0	0	7 (9.1)
	小屋内	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2 (2.6)
計		3 (0.9)	6 (7.8)	10 (13.0)	10 (13.0)	15 (19.5)	16 (20.8)	11 (14.3)	1 (1.3)	4 (5.2)	1 (1.3)	77 (100)

表-217 作業場所と事故の型(巻き立て)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻き込まれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	
作業場所	林地等	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1 (0.8)
	伐倒木・伐根上	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	4 (3.3)
	土場	0	7	6	8	2	16	2	3	1	4	49 (40.8)
	盤台	7	0	0	1	0	4	2	2	0	2	18 (15.0)
	機上	8	4	5	2	5	11	6	1	0	3	45 (37.5)
	道路上	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2 (1.7)
	道路沿	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1 (0.8)
	計	15 (12.5)	12 (10.0)	11 (9.2)	11 (9.2)	7 (5.8)	34 (28.3)	11 (9.2)	7 (5.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	120 (100)

表-218 作業場所と事故の型(架設撤去)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻き込まれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	
作業場所	林地等	5	0	5	2	17	4	7	1	3	1	45 (63.4)
	伐倒木・伐根上	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4 (5.6)
	土場	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	盤台	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3 (4.2)
	機上	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (1.4)
	道路上	0	2	1	0	2	2	0	1	2	0	10 (14.1)
	道路沿	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3 (4.2)
	ハエゴ・樹上	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3 (4.2)
作業場所	小屋内	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	計	10 (14.1)	6 (8.5)	8 (11.3)	3 (4.2)	20 (28.2)	7 (9.9)	9 (12.7)	2 (2.8)	5 (7.0)	1 (1.4)	71 (100)

表-219 不安全状態と事故の型(全体)

事故の型	不安全状態					計
	起因物欠自体陥	安全防護の陥	周辺配置	作業環境の陥	その他	
墜落	29	0	45	0	3	77 (73)
転倒	34	0	53	1	1	89 (25)
激突	28	0	34	3	8	73 (69)
飛来・落下	17	1	92	5	8	124 (118)
崩壊・倒壊	33	0	30	0	0	33 (31)
激突され	29	0	175	2	8	217 (206)
はさまれ・巻き込まれ	20	0	70	0	1	98 (93)
切れすれ	21	1	167	2	4	259 (247)
踏み抜き	4	0	6	0	1	11 (10)
高温・有害物	0	0	2	2	0	4 (04)
火災	1	0	1	2	1	5 (05)
無理な動作	7	0	8	0	39	54 (51)
その他	0	0	1	2	0	8 (08)
計	193 (184)	2 (02)	639 (655)	19 (18)	9 (09)	1397 (1327)

表-220 不安全状態と事故の型(伐倒)

事故の型	不安全状態					計
	起因物欠自体陥	安全防護の陥	周辺配置	作業環境の陥	その他	
墜落	4	1	0	0	0	5 (32)
転倒	4	5	0	0	0	9 (57)
激突	0	1	1	0	1	3 (19)
飛来・落下	4	29	4	1	4	42 (368)
崩壊・倒壊	0	18	0	0	0	18 (115)
激突され	5	11	0	0	0	16 (102)
はさまれ・巻き込まれ	0	7	0	0	0	7 (45)
切れすれ	7	34	2	1	5	49 (312)
踏み抜き	0	1	0	0	0	1 (06)
無理な動作	0	0	0	0	4	4 (05)
その他	0	3	0	0	0	3 (19)
計	24 (153)	110 (700)	7 (45)	2 (13)	14 (89)	157 (100)

表-221 不安全状態と事故の型(造材)

事故の型	不安全状態					計
	起因物欠自体陥	安全防護の陥	周辺配置	作業環境の陥	その他	
墜落	5	6	0	0	0	11 (33)
転倒	11	12	1	0	0	24 (72)
激突	7	8	1	0	0	16 (48)
飛来・落下	1	25	1	2	2	29 (87)
崩壊・倒壊	0	3	0	0	0	3 (09)
激突され	3	46	1	3	3	53 (157)
はさまれ・巻き込まれ	5	26	0	2	2	38 (99)
切れすれ	12	94	0	46	1	152 (453)
踏み抜き	0	1	0	0	0	1 (03)
高温・有害物	0	1	1	0	0	2 (06)
無理な動作	2	2	0	7	11	22 (43)
計	46 (137)	224 (689)	5 (15)	60 (179)	395 (100)	395 (100)

表-222 不安全状態と事故の型(乗組乗材)

事故の型	不安全状態					計
	起因物欠自体陥	安全防護の陥	周辺配置	作業環境の陥	その他	
墜落	2	0	4	0	0	6 (47)
転倒	8	0	6	0	0	14 (110)
激突	5	0	6	1	0	12 (34)
飛来・落下	3	0	13	0	0	16 (125)
崩壊・倒壊	0	0	3	0	0	3 (24)
激突され	5	0	38	1	2	46 (353)
はさまれ・巻き込まれ	0	0	8	0	0	8 (63)
切れすれ	1	1	6	0	3	11 (87)
踏み抜き	1	0	2	0	0	3 (31)
火災	0	0	0	1	0	1 (08)
無理な動作	2	0	1	0	0	3 (29)
その他	0	0	1	0	0	1 (08)
計	27 (213)	1 (08)	88 (632)	3 (24)	2 (16)	127 (477)

表-223 不安全状態と事故の型(トラクタ乗材)

事故の型	不安全状態					計
	起因物欠自体陥	安全防護の陥	周辺配置	作業環境の陥	その他	
墜落	1	2	0	0	0	3 (39)
転倒	2	4	0	0	0	6 (28)
激突	3	6	0	0	1	10 (130)
飛来・落下	3	7	0	0	0	10 (130)
激突され	1	14	0	0	0	15 (195)
はさまれ・巻き込まれ	4	8	0	1	3	16 (203)
切れすれ	0	8	0	2	1	11 (142)
踏み抜き	0	1	0	0	0	1 (13)
無理な動作	0	0	0	0	4	4 (52)
その他	0	0	1	0	0	1 (13)
計	14 (112)	50 (649)	1 (13)	3 (39)	9 (117)	77 (100)

表-224 不安全状態と事故の型(乗立)

事故の型	不安全状態					計
	起因物欠自体陥	安全防護の陥	周辺配置	作業環境の陥	その他	
墜落	2	0	12	0	1	15 (125)
転倒	3	0	8	0	1	12 (100)
激突	6	0	2	0	3	11 (42)
飛来・落下	1	1	8	0	1	11 (42)
崩壊・倒壊	3	0	4	0	0	7 (53)
激突され	6	0	24	0	4	34 (283)
はさまれ・巻き込まれ	4	0	7	0	0	11 (42)
切れすれ	0	0	5	1	1	7 (53)
踏み抜き	1	0	0	0	0	1 (03)
無理な動作	0	0	1	0	10	11 (42)
計	26 (217)	1 (08)	77 (522)	1 (08)	21 (175)	120 (100)

表-225 不安全状態と事故の型
(架設撤去)

事故の型	不安全状態			計
	起の要因	周辺配置	不安全状態	
墜落	5	5	0	10 (14.1)
転倒	3	3	0	6 (8.5)
衝突	4	3	1	8 (11.3)
飛来・落下	2	1	0	3 (4.2)
崩壊・倒壊	4	15	1	20 (28.1)
激突され	0	6	1	7 (9.9)
はさまれ・巻きこまれ	0	6	3	9 (12.7)
切れすれ	1	1	0	2 (2.8)
踏み抜き	0	2	3	5 (7.0)
無理な動作	0	1	0	1 (1.4)
その他	0	1	0	1 (1.4)
計	19 (26.8)	43 (60.5)	9 (12.7)	71 (100)

表-226 不安全行動と事故の型 (全体)

事故の型	不安全行動						計
	共同動作の陥	危険動作	不位置姿勢な勢	保護具のり	使用の他	不安全な行動	
墜落	1	7	32	0	0	0	77 (75)
転倒	0	9	46	33	1	0	89 (85)
衝突	0	6	37	30	0	0	73 (69)
飛来・落下	1	14	42	65	1	1	124 (113)
崩壊・倒壊	0	4	16	13	0	0	33 (31)
激突され	0	42	105	66	0	1	216 (206)
はさまれ・巻きこまれ	1	16	49	30	1	1	98 (93)
切れすれ	1	8	185	113	1	1	239 (247)
踏み抜き	0	0	9	2	0	0	11 (10)
高有物	0	0	2	1	0	1	4 (0.4)
火災	0	0	2	2	0	1	5 (0.5)
無理な動作	0	1	10	4	0	0	54 (51)
その他	0	0	8	0	0	0	8 (0.8)
計	12 (9.4)	59 (46.5)	53 (41.7)	1 (0.8)	1 (0.8)	1 (0.8)	127 (100)

表-227 不安全行動と事故の型 (伐倒)

事故の型	不安全行動					計
	共同動作の陥	危険動作	不位置姿勢な勢	保護具のり	不安全な行動	
墜落	0	3	2	0	0	5 (8.2)
転倒	1	8	0	0	0	9 (5.7)
衝突	0	2	1	0	0	3 (1.9)
飛来・落下	1	9	31	1	0	42 (258)
崩壊・倒壊	2	7	9	0	0	18 (11.5)
激突され	1	8	6	0	1	16 (10.2)
はさまれ・巻きこまれ	1	1	5	0	0	7 (4.5)
切れすれ	2	31	15	0	1	49 (31.2)
踏み抜き	0	1	0	0	0	1 (0.6)
無理な動作	0	0	4	0	0	4 (2.5)
その他	0	3	0	0	0	3 (1.9)
計	8 (5.1)	73 (46.5)	73 (46.5)	1 (0.6)	2 (1.3)	157 (100)

表-228 不安全行動と事故の型 (造材)

事故の型	不安全行動				計
	共同動作の陥	危険動作	不位置姿勢な勢	保護具のり	
墜落	0	1	9	0	11 (33)
転倒	0	0	12	1	24 (72)
衝突	0	0	6	0	16 (48)
飛来・落下	0	2	14	0	29 (87)
崩壊・倒壊	0	1	2	0	3 (0.9)
激突され	0	8	28	0	53 (15.7)
はさまれ・巻きこまれ	0	5	15	1	33 (9.9)
切れすれ	1	1	71	0	152 (45.3)
踏み抜き	0	0	1	0	1 (0.3)
高有物	0	0	0	1	2 (0.6)
無理な動作	0	0	3	0	11 (33)
計	1 (0.3)	18 (5.4)	153 (45.7)	2 (0.6)	335 (100)

表-229 不安全行動と事故の型 (果樹集材)

事故の型	不安全行動						計
	共同動作の陥	危険動作	不位置姿勢な勢	保護具のり	使用の他	不安全な行動	
墜落	1	0	5	0	0	0	6 (4.7)
転倒	1	7	6	0	0	0	14 (11.0)
衝突	2	5	5	0	0	0	12 (9.4)
飛来・落下	2	4	10	0	0	0	16 (12.6)
崩壊・倒壊	1	1	1	0	0	0	3 (2.4)
激突され	3	22	19	0	1	1	46 (36.3)
はさまれ・巻きこまれ	1	6	1	0	0	0	8 (6.3)
切れすれ	1	6	3	1	0	0	11 (8.7)
踏み抜き	0	4	0	0	0	0	4 (3.1)
火災	0	0	1	0	0	0	1 (0.8)
無理な動作	0	3	2	0	0	0	5 (3.9)
その他	0	1	0	0	0	0	1 (0.8)
計	12 (9.4)	59 (46.5)	53 (41.7)	1 (0.8)	1 (0.8)	1 (0.8)	127 (100)

表-230 不安全行動と事故の型 (トラクタ集材)

事故の型	不安全行動				計
	共同動作の陥	危険動作	不位置姿勢な勢	不安全な行動	
墜落	0	2	1	3	6 (3.9)
転倒	1	4	1	6	12 (7.8)
衝突	0	8	2	10	20 (13.0)
飛来・落下	3	0	7	10	20 (13.0)
崩壊・倒壊	6	6	3	15	30 (19.5)
はさまれ・巻きこまれ	3	11	2	16	32 (20.8)
切れすれ	2	5	4	11	22 (14.2)
踏み抜き	0	0	1	1	2 (1.3)
無理な動作	0	0	4	4	8 (5.2)
その他	0	1	0	1	2 (1.3)
計	15 (19.5)	37 (48.0)	25 (32.5)	77 (100)	157 (100)

表-231 不安全行動と事故の型(巻立て)

		不 安 全 行 動						計
		規則無視の作	共同動作の陥	危険動作	不位置安全な勢	不位置安全な勢	動かなかつた	
事故の型	墜落	1	1	8	5	0		15 (12.5)
	転倒	0	1	6	5	0		12 (10.0)
	激突	0	2	3	6	0		11 (9.2)
	飛来・落下	0	2	7	1	1		11 (9.2)
	崩壊・倒壊	0	0	5	2	0		7 (5.8)
	激突され	0	12	15	7	0		34 (28.3)
	はさまれ・巻きこまれ	0	8	3	5	0		11 (9.2)
	切れ・こすれ	0	1	4	2	0		7 (5.8)
	踏み抜き	0	0	1	0	0		1 (0.8)
	無理な動作	0	0	0	11	0		11 (9.2)
計		1 (0.8)	22 (18.3)	52 (43.4)	44 (36.7)	1 (0.8)		120 (100)

表-232 不安全行動と事故の型(架設撤去)

		不 安 全 行 動				計
		共同動作の陥	危険動作	不位置安全な勢	動かなかつた	
事故の型	墜落	0	5	5		10 (14.1)
	転倒	1	2	3		6 (8.5)
	激突	0	5	3		8 (11.8)
	飛来・落下	1	2	0		3 (4.2)
	激突され	2	13	5		20 (28.1)
	はさまれ・巻きこまれ	3	4	0		7 (9.9)
	切れ・こすれ	0	3	6		9 (12.7)
	踏み抜き	0	1	1		2 (2.8)
	無理な動作	1	1	3		5 (7.0)
	その他	0	1	0		1 (1.4)
計		8 (11.3)	37 (52.1)	26 (36.6)		71 (100)

表-233 事故の型と傷害部位(全体)

		事 故 の 型													計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	はさまれ・巻きこまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高温・有害物	火災	無理な動作	その他	
傷害部位	頭	12	3	2	14	6	10	1	2	0	0	0	1	1	51 (4.9)
	顔	5	8	5	44	3	59	1	23	0	3	4	1	3	159 (15.1)
	軀幹	35	39	24	15	14	41	5	7	1	1	0	41	0	223 (21.2)
	手	6	11	14	10	1	22	37	50	0	0	0	1	4	156 (14.8)
	腿	3	13	10	14	3	30	18	58	2	0	1	2	0	154 (14.7)
	足	12	12	18	19	6	52	36	116	7	0	0	6	0	284 (27.0)
	その他	4	3	0	8	0	2	0	3	1	0	0	3	0	24 (2.3)
	計	77 (7.3)	89 (5.5)	73 (6.9)	124 (11.8)	33 (3.1)	216 (20.6)	28 (2.3)	259 (24.7)	11 (1.0)	4 (0.4)	5 (0.5)	54 (5.1)	8 (0.8)	1051 (100)

表-234 事故の型と傷害部位(伐倒)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	はさまれ・巻きこまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
傷害部位	頭	0	0	0	7	2	1	1	0	0	0	1	13 (8.3)
	顔	0	0	0	16	3	8	1	5	0	0	2	25 (22.3)
	軀幹	2	2	1	7	9	4	1	2	0	3	0	31 (19.7)
	手	1	2	1	1	0	0	0	9	0	0	0	14 (8.9)
	腿	0	3	1	2	2	1	2	18	0	0	0	29 (10.5)
	足	2	1	0	2	1	1	2	15	1	0	0	15 (15.9)
	その他	0	1	0	7	0	1	0	0	0	1	0	10 (6.4)
	計	5 (3.2)	9 (5.7)	3 (1.9)	42 (26.8)	18 (11.5)	16 (10.2)	7 (4.5)	49 (31.2)	1 (0.6)	4 (2.5)	3 (1.9)	157 (100)

表-235 事故の型と傷害部位(造材)

		事故の型											計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	高有温害・物	無理な動作	
傷害部位	頭	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	5 (1.5)
	顔	1	3	0	13	0	14	0	8	0	2	0	41 (12.2)
	軀幹	5	11	4	2	0	8	2	2	0	0	9	43 (12.8)
	手	1	0	5	5	0	2	9	23	0	0	0	45 (13.4)
	腿	0	3	2	6	1	14	9	31	0	0	1	67 (20.0)
	足	2	6	5	2	1	14	13	86	1	0	0	130 (38.9)
	その他	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4 (1.2)
計		11 (3.3)	24 (7.2)	16 (4.8)	29 (8.7)	3 (0.9)	53 (15.7)	33 (9.9)	152 (45.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	11 (3.3)	335 (100)

表-236 事故の型と傷害部位(架線集材)

		事故の型												計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れ・こすれ	踏み抜き	火災	無理な動作	その他	
傷害部位	頭	1	0	1	4	1	4	0	1	0	0	0	0	12 (9.4)
	顔	0	2	2	6	0	12	0	2	0	1	0	0	25 (19.7)
	軀幹	4	8	4	2	2	13	0	1	0	0	4	0	38 (29.9)
	手	0	2	2	0	0	7	5	4	0	0	0	1	21 (16.5)
	腿	0	2	0	2	0	3	0	2	1	0	1	0	11 (8.7)
	足	0	0	3	2	0	7	3	1	3	0	0	0	19 (15.0)
	その他	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
計		6 (4.7)	14 (11.0)	12 (9.4)	16 (12.6)	3 (2.4)	46 (36.3)	8 (6.3)	11 (8.7)	4 (3.1)	1 (0.8)	5 (3.9)	1 (0.8)	127 (100)

表-237 事故の型と傷害部位(トラクタ集材)

		事故の型										
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
傷害部位	頭	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	4 (5.2)
	顔	0	1	3	2	4	0	3	0	0	0	13 (16.9)
	軀幹	1	3	2	1	4	1	1	0	4	0	17 (22.1)
	手	0	1	1	2	2	10	4	0	0	1	21 (27.2)
	腿	0	0	3	2	3	3	2	0	0	0	13 (16.9)
	足	1	0	0	2	1	2	1	0	0	0	7 (9.1)
	その他	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2 (2.6)
	計	3 (2.9)	6 (7.8)	10 (13.0)	10 (13.0)	15 (19.5)	16 (20.8)	11 (14.2)	1 (1.3)	4 (5.2)	1 (1.3)	77 (100)

表-238 事故の型と傷害部位(巻立て)

		事故の型										
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れす・れ	踏み抜き	無理な動作	計
傷害部位	頭	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4 (3.3)
	顔	2	1	0	4	0	6	0	0	0	0	13 (10.8)
	軀幹	5	4	4	1	2	4	0	0	0	10	30 (25.0)
	手	2	3	4	0	1	4	1	0	0	0	15 (12.5)
	腿	1	1	1	0	0	4	0	0	1	0	8 (6.7)
	足	1	3	2	6	3	15	10	7	0	1	48 (40.0)
	その他	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2 (1.7)
	計	15 (12.5)	12 (10.0)	11 (9.2)	11 (9.2)	7 (5.8)	34 (28.3)	11 (9.2)	7 (5.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	120 (100)

表-239 事故の型と傷害部位(架設撤去)

		事故の型										計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	巻きこまれ	切られ	踏み抜き	無理な動作	その他	
傷害部位	頭	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3 (4.2)
	顔	0	1	0	1	9	0	2	0	1	1	15 (21.1)
	軀幹	3	2	6	0	2	1	0	0	3	0	17 (23.9)
	手	0	1	0	1	2	4	0	0	1	0	9 (12.7)
	腿	0	1	1	0	3	0	3	0	0	0	8 (11.3)
	足	4	1	1	1	3	2	4	2	0	0	18 (25.4)
	その他	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.4)
計		10 (14.1)	6 (8.5)	8 (11.3)	3 (4.2)	20 (28.1)	7 (9.9)	9 (12.7)	2 (2.8)	5 (7.0)	1 (1.4)	71 (100)

表-240 事故の型と傷害名(全部)

		事故の型													計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ	切られ	踏み抜き	高有温害・物	火災	無理な動作	その他	
傷害名	刺創	0	1	1	0	0	2	0	7	4	0	0	0	3	18 (1.7)
	切創	0	3	2	6	0	4	1	130	1	0	0	0	0	147 (14.2)
	裂創	1	2	1	2	0	5	1	15	1	1	0	0	0	29 (2.8)
	挫創	14	20	16	32	10	45	37	52	2	0	0	7	0	235 (22.4)
	捻挫	6	10	9	5	3	8	4	0	1	0	0	31	0	77 (7.3)
	骨折	24	18	17	20	6	49	34	1	0	0	0	2	0	171 (10.3)
	打撲	24	28	19	28	9	61	13	8	0	0	0	1	0	186 (17.7)
	その他	8	7	8	36	5	42	8	46	2	3	5	13	5	188 (17.9)
	計	77 (7.3)	89 (8.5)	73 (6.9)	124 (11.8)	33 (3.1)	216 (20.6)	98 (9.2)	259 (24.7)	11 (1.6)	4 (0.4)	5 (0.5)	54 (5.1)	8 (0.8)	1051 (100)

表-241 事故の型と傷害名(伐倒)

		事故の型											
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切られすれ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
傷害名	刺創	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2 (1.3)
	切創	0	0	1	1	0	0	0	20	0	0	0	22 (14.0)
	裂創	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5 (3.2)
	挫創	0	3	0	10	5	2	2	11	1	0	0	34 (21.7)
	捻挫	2	2	1	2	1	0	1	0	0	1	0	10 (6.4)
	骨折	2	3	0	6	3	5	2	0	0	0	0	21 (13.4)
	打撲	1	1	1	7	5	1	2	1	0	0	0	19 (12.1)
	その他	0	0	0	16	4	8	0	11	0	0	2	44 (2.7)
	計	5 (3.2)	9 (5.7)	3 (1.9)	42 (26.8)	18 (11.5)	16 (10.2)	7 (4.5)	49 (31.2)	1 (0.6)	4 (2.5)	3 (1.9)	157 (100)

表-242 事故の型と傷害名(造材)

		事故の型												計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	はさきこまれ・れ	切られす・れ	踏み抜き	高有温害・物	無理な動作		
傷害名	刺創	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (0.3)	
	切創	0	2	1	2	0	2	1	88	0	0	0	96 (28.5)	
	裂創	1	0	1	1	0	3	0	7	0	1	0	14 (4.2)	
	挫創	3	5	1	7	1	8	9	33	0	0	2	69 (20.5)	
	捻挫	1	4	3	1	0	1	3	0	0	0	6	19 (5.7)	
	骨折	2	3	4	3	0	7	13	1	0	0	0	33 (9.8)	
	打撲	3	7	3	5	1	24	5	2	0	0	0	50 (14.9)	
	その他	1	3	3	10	1	8	3	21	0	1	3	54 (16.1)	
計		11 (3.3)	24 (7.1)	16 (4.8)	29 (8.6)	3 (0.9)	53 (15.8)	34 (10.1)	152 (45.2)	1 (0.3)	2 (0.6)	11 (3.3)	336 (100)	

表一243 事故の型と傷害名(架線集材)

		事故の型												計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	巻きこまれ・はさまれ	切れす・れ	踏み抜き	火災	無理な動作	その他	
傷害名	刺創	0	1	1	0	0	0	0	2	3	0	0	1	8 (6.3)
	切創	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	0	6 (4.7)
	裂創	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	4 (3.1)
	挫創	1	2	4	2	1	8	3	1	0	0	0	0	22 (17.3)
	捻挫	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	5	0	10 (7.9)
	骨折	3	2	3	4	1	13	3	0	0	0	0	0	29 (22.8)
	打撲	0	6	2	5	1	13	2	1	0	0	0	0	30 (23.7)
	その他	2	1	1	4	0	7	0	2	0	1	0	0	18 (14.2)
計		6 (4.7)	14 (11.0)	12 (9.4)	16 (12.6)	3 (2.4)	46 (36.3)	8 (6.3)	11 (8.7)	4 (3.1)	1 (0.8)	5 (3.9)	1 (0.8)	127 (100)

表一244 事故の型と傷害名(トラクタ集材)

		事故の型										
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	はさきこまれ・まれ	切こられす・れ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
傷害名	刺創	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (1.3)
	切創	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4 (5.2)
	挫創	1	2	3	6	3	9	1	0	0	0	25 (22.4)
	捻挫	0	1	1	0	4	0	0	0	2	0	8 (10.4)
	骨折	0	3	0	2	2	6	0	0	0	0	13 (16.9)
	打撲	1	0	5	2	3	0	1	0	0	0	12 (15.6)
	その他	1	0	1	0	3	1	4	1	2	1	14 (18.2)
	計	3 (2.9)	6 (7.8)	10 (13.0)	10 (13.0)	15 (19.5)	16 (20.8)	11 (14.2)	1 (1.3)	4 (5.2)	1 (1.3)	77 (100)

表一245 事故の型と傷害名(巻立て)

		事故の型											計
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	崩壊・倒壊	激突され	はさきこまれ	切こられ	踏み抜き	無理な動作	その他	
傷害名	刺創	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3 (2.5)
	切創	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (0.8)
	裂創	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1 (0.8)
	挫創	4	3	2	3	3	12	5	0	0	2	0	34 (28.4)
	捻挫	1	1	2	0	1	0	0	0	1	8	0	14 (11.7)
	骨折	4	1	2	1	1	6	5	0	0	0	0	20 (16.7)
	打撲	5	7	4	2	2	10	1	3	0	0	0	34 (28.2)
	その他	1	0	1	5	0	5	0	0	0	1	0	13 (10.8)
計		15 (12.5)	12 (10.0)	11 (9.2)	11 (9.2)	5 (5.8)	34 (28.3)	11 (9.2)	7 (5.8)	1 (0.8)	11 (9.2)	1 (0.8)	120 (100)

表一246 事故の型と傷害名(架設撤去)

		事故の型										
		墜落	転倒	激突	飛来・落下	激突され	はさきこまれ・はさまれ	切こられ	踏み抜き	無理な動作	その他	計
傷害名	切創	0	1	0	0	0	0	6	0	0	0	7 (9.9)
	裂創	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 (1.4)
	挫創	1	1	2	0	2	2	0	1	2	0	11 (15.5)
	捻挫	2	0	0	1	1	0	0	0	2	0	6 (8.5)
	骨折	4	1	3	1	5	2	0	0	0	0	16 (22.5)
	打撲	1	2	2	1	4	3	0	0	0	0	13 (18.3)
	その他	2	1	1	0	7	0	3	1	1	1	17 (23.9)
計		10 (14.1)	6 (8.5)	8 (11.3)	3 (4.2)	20 (28.1)	7 (9.9)	9 (12.7)	2 (2.8)	5 (7.0)	1 (1.4)	71 (100)

4-2-3 事故の型と起因物

表-247~表-258は事故の型と起因物のクロス分析である。クロス表から要因相互間の関係の深いものをあげるとつぎのとおりである。

i) 全般的傾向

- ① 斧・鉋・鋸一切れ・こすれ
- ② 伐倒材(集材木, 素材等)一激突され
- ③ チェーンソー一切れ・こすれ
- ④ 伐倒材一はさまれ・巻き込まれ
- ⑤ 伐倒材一転倒

ii) 伐 倒

- ① 立木等一飛来・落下
- ② チェーンソー一切れ・こすれ
- ③ 立木等一崩壊・倒壊
- ④ 斧・鉋・鋸一切れ・こすれ
- ⑤ 立木等一激突され

iii) 造 材

- ① 斧・鉋・鋸一切れ・こすれ
- ② チェーンソー一切れ・こすれ
- ③ 伐倒材一激突され
- ④ 伐倒材一はさまれ・巻き込まれ
- ⑤ チェーンソー一激突され

iv) 架線集材

- ① 伐倒材(集材木)一激突され
- ② ワイヤロープ類一激突され
- ③ 伐倒材一飛来・落下
- ④ 伐倒材一転倒

v) トラクタ集材

- ① 伐倒材(集材木)一激突され
- ② トラクター一はさまれ・巻き込まれ

vi) 巻立て

- ① 伐倒材(素材)一激突され
- ② 伐倒材一はさまれ・巻き込まれ

- ③ 斧・鉋・鋸(トビ・ツル)一墜落

- ④ 斧・鉋・鋸(トビ・ツル)一激突され

vii) 架設撤去

- ① ワイヤロープ類一激突され
- ② 斧・鉋・鋸一切れ・こすれ
- ③ 林地・足場一墜落

表-247 事故の型と起因物(全体)

		起 因 物																		計
		立 木 等	伐 倒 材	機 械	カ ン 木 ・ 末 木 枝 葉	木 片 ・ 鋸 屑	林 地 ・ 足 場	チ ェ ン ソー	ソー チ ェ ン	トラ クタ 等	ワイ ヤー 類	フ ロ ック 類	斧 ・ 鉋 ・ 鋸	カ タ ・ 金 具	落 石	ウ ル シ ・ ハ チ	そ の 他	な し	玉 装	
事 故 の 型	墜 落	2	29	4	4	0	13	0	0	5	2	1	12	0	0	0	4	0	1	77 (7.3)
	転 倒	0	38	4	16	0	17	0	0	2	2	0	4	0	3	0	2	0	1	89 (8.5)
	激 突	1	15	3	11	0	12	1	0	5	6	1	9	0	5	0	2	1	1	73 (6.9)
	飛来・落下	28	30	2	6	0	0	21	0	2	7	1	19	0	8	0	0	0	0	124 (11.8)
	崩壊・倒壊	16	10	2	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	33 (3.1)
	激突され	8	84	4	13	0	5	22	1	8	26	7	25	2	4	0	7	0	0	216 (20.6)
	はさまれ・ 巻き込まれ	5	46	1	2	0	2	0	0	9	10	2	4	1	0	0	8	1	7	98 (9.3)
	切れ・ こすれ	3	18	0	17	1	9	64	1	2	6	1	131	1	2	0	1	0	2	259 (24.7)
	踏み抜き	0	4	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	11 (1.0)
	高温・有害物	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	4 (0.4)
	火 災	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	5 (0.5)
	無理な動作	0	3	0	1	0	6	0	0	0	1	0	0	1	2	0	1	39	0	54 (5.1)
	そ の 他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8 (0.8)
計		63 (6.0)	277 (26.4)	20 (1.9)	74 (7.0)	1 (0.1)	65 (6.2)	109 (10.4)	2 (0.2)	36 (3.4)	62 (5.9)	13 (1.2)	204 (19.4)	5 (0.5)	25 (2.4)	9 (0.9)	33 (3.1)	41 (3.9)	12 (1.1)	1057 (100)

表-248 事故の型と起因物(伐倒)

		起 因 物												計
		立木等	伐倒材	末カ木 木枝・木	木片・鋸屑	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー ロープ類	斧・鉋・鋸	落石	ウルシ・ハチ	な	
事故の型	墜落	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5 (32)
	転倒	0	2	2	0	3	0	0	0	0	2	0	0	9 (57)
	激突	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	3 (19)
	飛来・落下	27	3	3	0	0	3	0	0	3	3	0	0	42 (268)
	崩壊・倒壊	16	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	18 (115)
	激突され	6	2	2	0	0	3	0	1	2	0	0	0	16 (102)
	巻きこまれ	5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7 (45)
	切れ・こすれ	3	2	2	1	4	20	1	0	15	1	0	0	49 (312)
	踏み抜き	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (06)
	高温・有害物	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	火災	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	無理な動作	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4 (25)
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3 (19)
	計	58 (380)	11 (70)	11 (70)	1 (06)	10 (64)	20 (173)	1 (06)	2 (13)	20 (127)	8 (51)	3 (19)	4 (25)	157 (100)

表-249 事故の型と起因物(造伐)

		起 因 物												計
		立木等	伐倒材	末カ木 木枝・木	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー ロープ類	斧・鉋・鋸	落石	その他	な	玉	
事故の型	墜落	0	8	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11 (33)
	転倒	0	13	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	24 (72)
	激突	0	7	0	3	0	0	0	1	3	0	1	1	16 (48)
	飛来・落下	1	3	2	0	16	0	0	6	0	0	0	0	29 (87)
	崩壊・倒壊	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3 (09)
	激突され	0	22	3	1	17	1	0	8	1	0	0	0	58 (157)
	巻きこまれ	0	19	1	2	0	0	1	1	0	1	1	7	33 (99)
	切れ・こすれ	0	12	11	3	42	0	0	81	1	0	0	2	152 (458)
	踏み抜き	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (03)
	高温・有害物	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2 (06)
	無理な動作	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	7	0	11 (33)
	計	1 (03)	88 (262)	24 (72)	16 (48)	76 (227)	2 (06)	1 (03)	98 (292)	6 (18)	2 (06)	9 (27)	11 (33)	335 (100)

表-250 事故の型と起因物(架線集材)

		起 因 物												計
		立木等	伐倒材	末カ木 木枝・木	林地・足場	チェーンソー	トラクタ等	ワイヤー ロープ類	斧・鉋・鋸	落石	ウルシ・ハチ	その他	な	
事故の型	墜落	0	3	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	6 (47)
	転倒	0	6	4	2	0	0	1	0	1	0	0	0	14 (110)
	激突	1	2	3	2	0	0	3	0	0	0	0	0	12 (94)
	飛来・落下	0	12	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	16 (126)
	崩壊・倒壊	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 (24)
	激突され	0	19	3	1	0	1	18	4	2	3	0	0	46 (363)
	巻きこまれ	0	4	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	8 (63)
	切れ・こすれ	0	1	1	0	0	0	2	1	6	0	0	0	11 (87)
	踏み抜き	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	4 (31)
	火災	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1 (08)
	無理な動作	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	2	5 (39)
	その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (08)
	計	1 (08)	51 (401)	13 (102)	9 (71)	1 (08)	2 (16)	25 (197)	5 (39)	9 (71)	6 (47)	1 (08)	2 (16)	127 (100)

表-251 事故の型と起因物(トラクタ集材)

			起 因 物										計
			伐 倒 材	末カ 木ン 枝・木	トラ クタ 等	ワイ ヤー 類	斧・鉋・鋸	金 タ ー 具	落 石	ウル シ・ヘ チ	そ の 他	な し	
事故の型	墜落	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3 (39)	
	転倒	1	3	1	0	1	0	0	0	0	0	6 (78)	
	激突	1	4	4	1	0	0	0	0	0	0	10 (130)	
	飛来・落下	4	1	1	2	1	0	1	0	0	0	10 (130)	
	激突され	8	0	0	4	0	0	0	0	3	0	15 (195)	
	巻きこまれ	8	1	5	2	1	1	0	0	3	0	10 (208)	
	切れ・こすれ	2	1	1	3	4	0	0	0	0	0	11 (142)	
	踏み抜き	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1 (13)	
	無理な動作	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4 (52)	
	その他	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (13)	
計		21 (272)	10 (130)	13 (169)	13 (169)	7 (91)	1 (13)	1 (13)	1 (13)	6 (78)	4 (52)	77 (100)	

表一 2 5 2 事故の型と起因物（巻立て）

			起 因 物											計
			伐 倒 材	機	末カ 木ン 枝条 ・木	林地 ・足場	チ エ ン ソ ー	トラ ック 等	ワイ ヤー 類	斧 ・鉋 ・鋸	落 石	そ の 他	な し	
事故の型	墜落	落	1	4	2	0	0	0	0	8	0	0	0	15 (12.5)
	転倒	倒	5	4	0	1	0	0	0	2	0	0	0	12 (10.0)
	激突	突	2	3	1	1	0	0	0	3	0	1	0	11 (9.2)
	飛来・落下	下	4	2	0	0	1	0	0	3	1	0	0	11 (9.2)
	崩壊・倒壊	壊	4	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7 (5.8)
	激突され	れ	19	3	0	2	0	1	1	8	0	0	0	34 (28.3)
	はさまれ・	れ	9	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	11 (9.2)
	巻きこまれ	れ	1	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	7 (5.8)
	踏み抜き	き	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (0.8)
型	無理な動作	作	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11 (9.2)
	計		46 (38.4)	19 (15.8)	3 (2.5)	4 (3.3)	1 (0.8)	3 (2.5)	1 (0.8)	30 (25.1)	1 (0.8)	1 (0.8)	17 (14.2)	120 (100)

表一 2 5 3 事故の型と起因物（架線撤去）

			起 因 物													計
			立 木 等	伐 倒 材	末カ 木ン 枝条 ・木	林地 ・足場	チ エ ン ソ ー	トラ ック 等	ワイ ヤー 類	ブ ック ・類	斧 ・鉋 ・鋸	金 タ ・具	落 石	ウ ル シ ・ハ チ	そ の 他	
事故の型	墜落	落	1	1	0	5	0	0	1	1	0	0	0	0	1	10 (14.1)
	転倒	倒	0	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	6 (8.5)
	激突	突	0	1	2	1	0	0	2	1	0	0	1	0	0	8 (11.3)
	飛来・落下	下	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3 (4.2)
	激突され	れ	1	2	3	1	1	0	7	3	1	0	0	0	1	20 (28.1)
	はさまれ・	れ	0	1	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	1	7 (9.8)
	巻きこまれ	れ	0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	0	1	9 (12.7)
	踏み抜き	き	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2 (2.8)
	無理な動作	作	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3 (7.0)
型	その他		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1 (1.4)
	計		2 (2.8)	8 (11.3)	6 (8.5)	8 (11.3)	1 (1.4)	1 (1.4)	19 (26.7)	6 (8.5)	9 (12.6)	1 (1.4)	1 (1.4)	1 (1.4)	6 (8.5)	71 (100)

4-3 林業労働災害の類型化

災害特性を明らかにすることは、災害防止対策を推進する上からも重要なことである。

災害の特性を明らかにするための方法には種々のものが考えられるが、災害間の相対的比較を行うこともより効果的な方法の1つである。

しかしながら、既に述べたように、災害に関連する要因はいくつもあり、しかも災害はこれらの多項目にわたる要因相互の関連の上に成り立っている。そこで、災害間の相対的比較を行なうためには、災害要因1つ1つではなく、多くの要因を同時にしかも要因相互の関係も考慮に入れて災害のパターンを類型化していくことが必要になってくる。

あるものを類型化する場合、初めから客観的な基準があれば問題はないが、適当な基準がない場合、データ間の類似性から類型化していく方法に数量化Ⅲ類がある。

数量化Ⅲ類とはデータの要因区分（年令～19 20～29、作業場所一土場等をここでは要因区分という）に数値を与えることによって要因区分を数量化し、これらを用いて、要因区分の類似性と個々のデータの類似性の両面を描き出そうとする方法である。

要因区分の類似性とは、ある要因区分を持つデータが他のある要因区分を持つ傾向が強いかどうか、つまり、要因区分相互の結びつき程度を示すものと考えてよい。またデータの類似性は、あるデータとあるデータが似た要因区分パターンを示しているかどうか、その程度をあらわすものといってよい。この方法は多次元で論ずることが多く、ここでは2次元（軸）まで求めた。

災害報告書から得られる要因は20あるので、さらに5つの要因群に大別して分析した。

4-3-1 全般的傾向としての災害の類型化

労働災害要因の類型化の結果は図1～図5に示すとおりである。図1の人的要因を例にとって説明する。

各要因区分はそれぞれ2つの数値をもってあり、したがって2次元の1点としての位置を占める。このとき、これらの位置は要因区分の結びつき具合から各軸の特性（意味）を読みとることができる。第Ⅰ軸は要因区分同志の結びつきがいちばん強いものであり、第Ⅱ軸が2番目に結びつきの強いものである。第Ⅰ軸は年令、経験年数等の配置からみて、マイナス側は＜熟練型＞の災害、プラス側は＜未熟練型＞の災害とすることができる。つまり、全般的傾向として人的要因から災害を分類するには、まず熟練型と未熟練型に分割することが考えられるということである。また第Ⅱ軸は雇用区分からみてマイナス側が＜季節労働型＞、プラス側が＜固定労働型＞と読みとることができる。このようなことから軸の方向を基準にして分類する場合には、軸を正負に2分割し、その組み合わせによって要因区分を4つに分割することが出来る。

図-11によると総合的にみて架設撤去と架線集材作業の災害特性は最も近い関係にあり伐倒、トラクタ集材、造材が加わって1つのグループを形成している。また、トラクタ運材、盤台作設、巻き立てという素材を扱う作業内容で1つのグループを形成している。その他の作業は災害特性を異にしており、木寄せが最も異質な災害特性を示している。

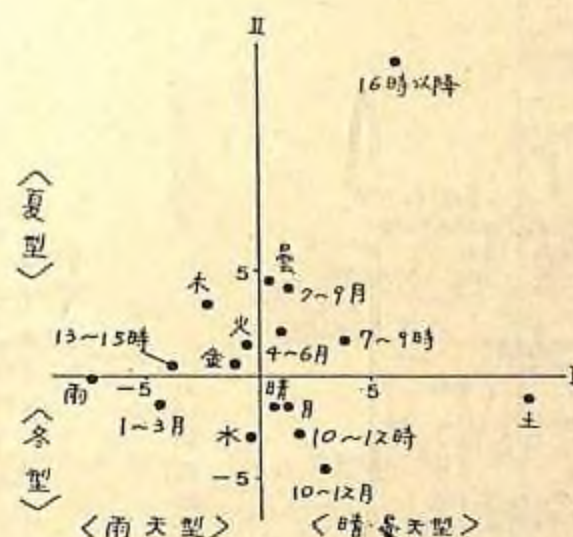
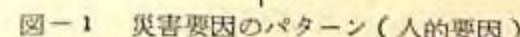


図-2 災害要因のパターン(時間的及び気候的要因)



図-3 災害要因のパターン（作業要因）

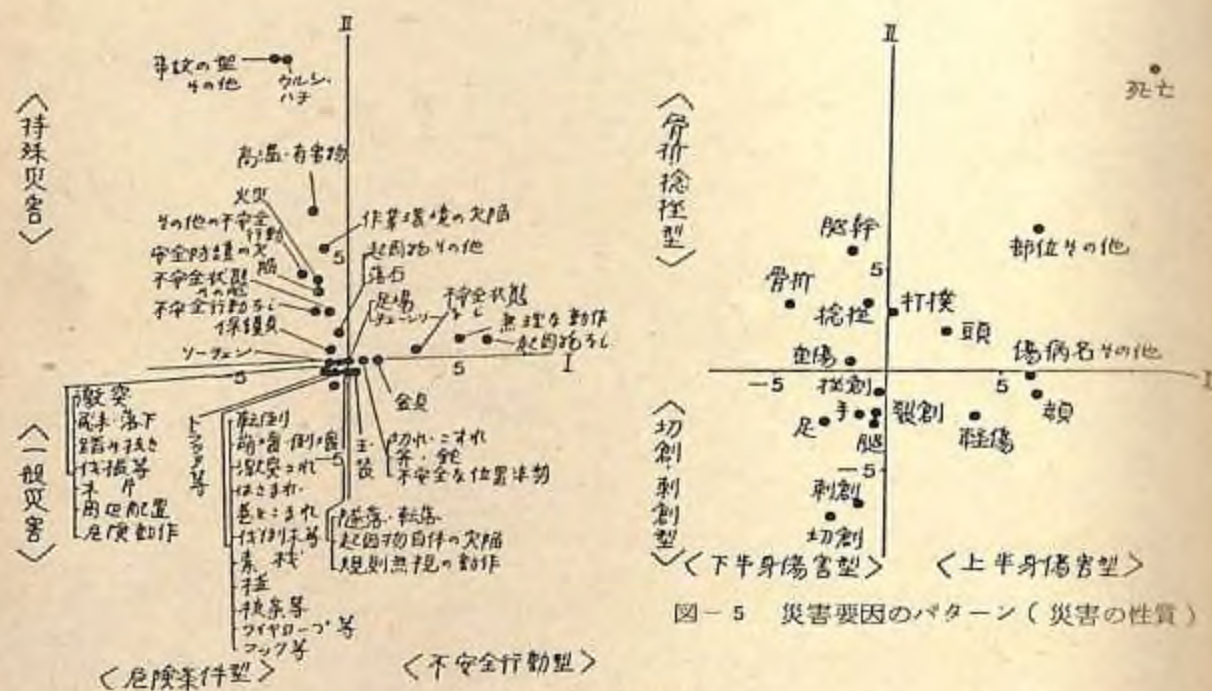


図-4 災害要因のパターン（危険条件及び不安全行動）

図-5 災害要因のパターン（災害の性質）

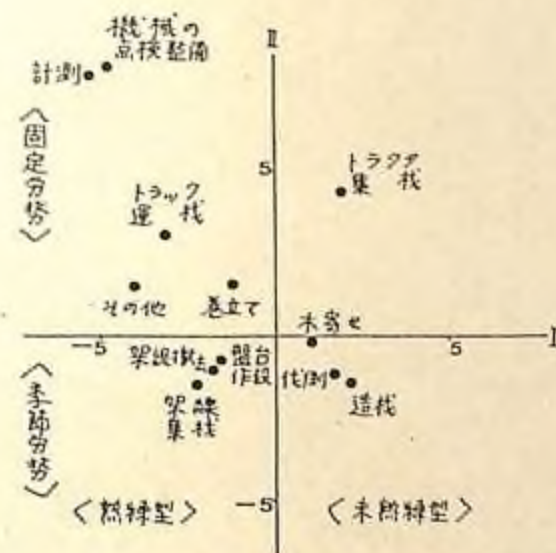


図-6 作業方法別に見た分布（人的要因）

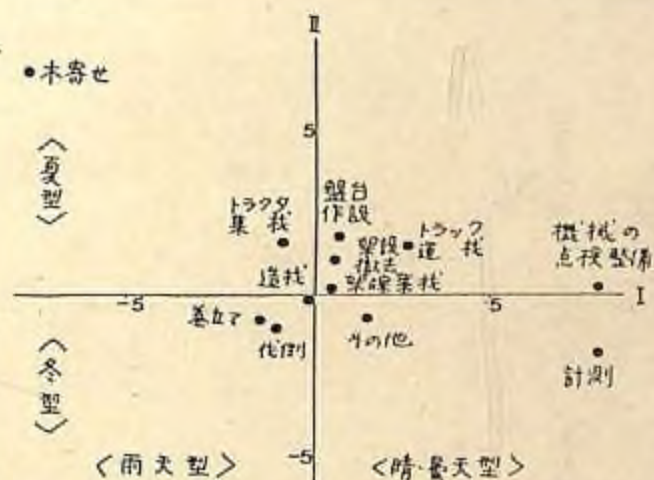


図-7 作業方法別に見た分布（時間的及び気候的要因）

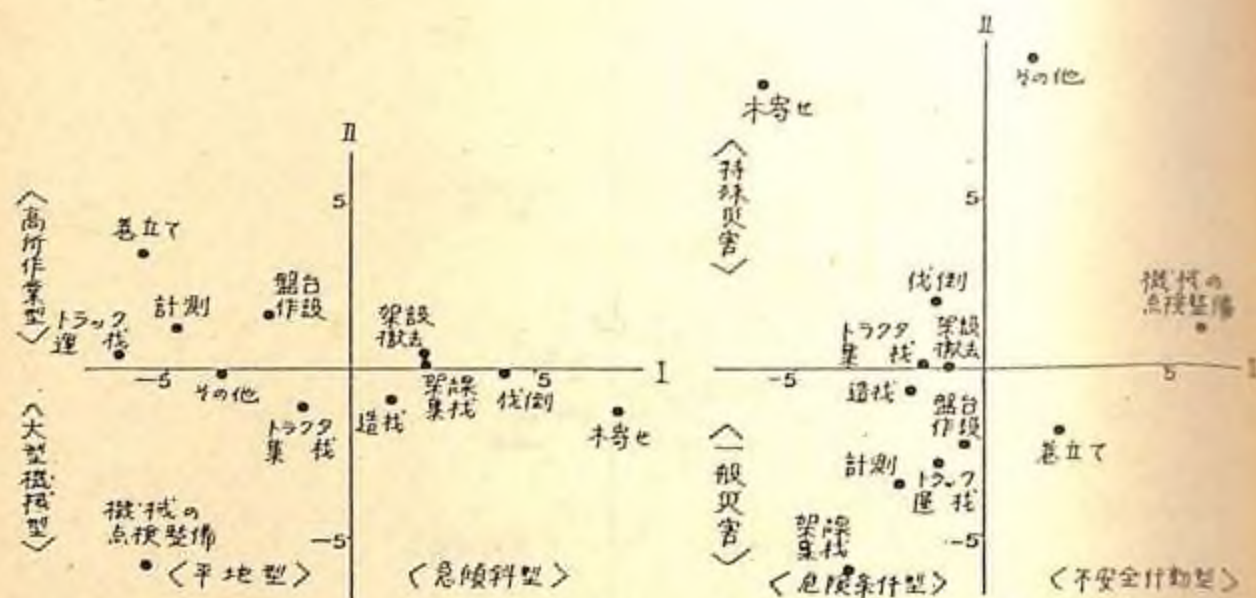


図-8 作業方法別に見た分布(作業要因)

図-9 作業方法別に見た分布
(危険条件及び不安全行動)

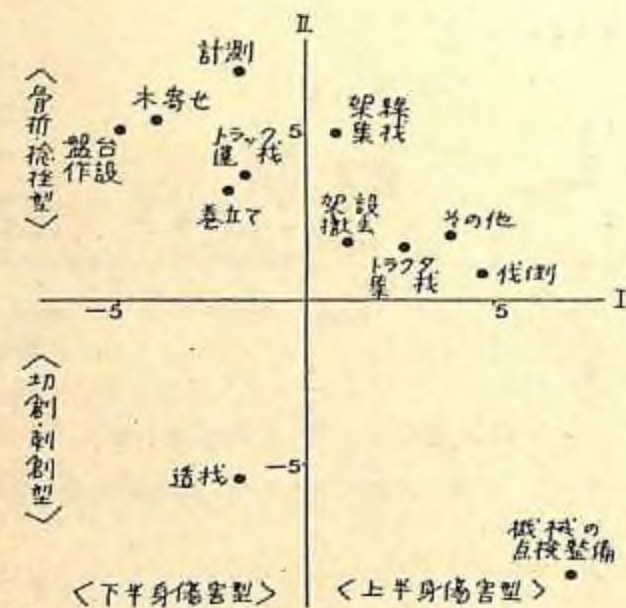


図-10 作業方法別に見た分布(災害の性質)

表-254 災害類型の要約(全体)

要因群	要因の区分の類型		相関係数 (ρ)
	I 軸	II 軸	
人的要因	熟練型-未熟練型		0.59
	季節労務-固定労務		0.55
時間的及び 気候的要因	雨天型-晴・曇天型		0.55
	冬型-夏型		0.54
作業要因	平地型-急傾斜型		0.88
	大型機械型-高所作業型		0.77
危険条件及び 不安全行動	危険条件型-不安全行動型		0.76
	一般災害-特殊災害		0.72
災害の性質	不半身傷害型-上半身傷害型		0.71
	切創・刺創型-骨折・捻挫型		0.71

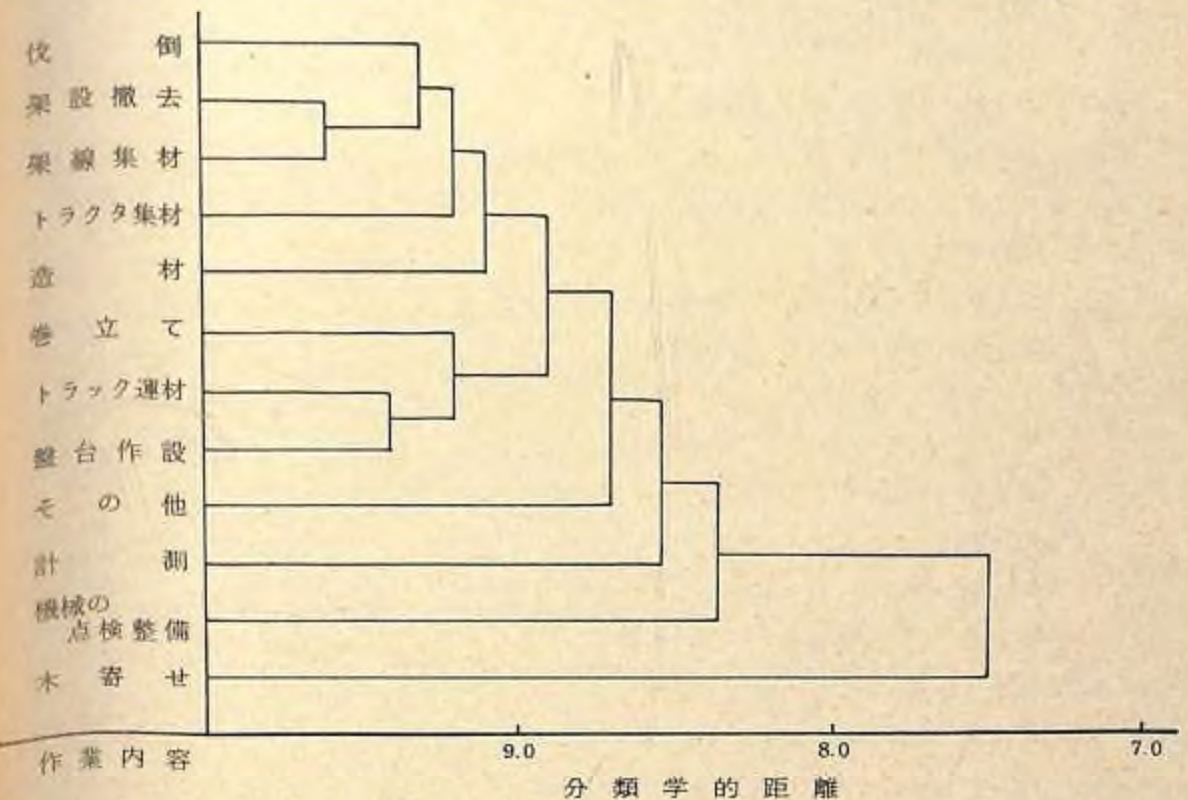


図-11 災害要因によるクラスター

4-3-2 作業内容別の災害の類型化

i) 伐倒災害の類型化

全般的傾向と同様に、伐倒災害の類型化の結果は図-12～図-16のようになる。各要因群ごとにみた各軸の意味は次のとおりである。左が各軸のマイナス側を示す。

① 人的要因

第Ⅰ軸 未熟練 ↔ 熟練

第Ⅱ軸 固定労務 ↔ 季節労務

② 時間的及び気候的要因

第Ⅰ軸 作業の中間 ↔ 作業の始めと終り

第Ⅱ軸 週初型 ↔ 週末型

③ 危険条件及び不安全行動

第Ⅰ軸 不安全状態・不安全行動混合型 ↔ 不安全行動型

第Ⅱ軸 激突、切れ、こすれ系 ↔ 激突され系

④ 作業要因

第Ⅰ軸 林地型 ↔ 林地以外

第Ⅱ軸 傾斜型 ↔ 平地型

⑤ 災害の性質

第Ⅰ軸 軽傷型 ↔ 重傷型

第Ⅱ軸 手、足、腿 ↔ 顔、頭、軀幹

ii) 造材災害の類型化(図-17～図-21)

① 人的要因

第Ⅰ軸 熟練型 ↔ 未熟練型

第Ⅱ軸 季節労務 ↔ 固定労務

② 時間的及び気候的要因

第Ⅰ軸 晴天型 ↔ 雨、曇天型

第Ⅱ軸 冬型 ↔ 夏型

③ 作業要因

第Ⅰ軸 傾斜型 ↔ 平地型

第Ⅱ軸 土場、道路型 ↔ 盤台型

④ 危険条件及び不安全行動

第Ⅰ軸 激突され、切れ ↔ 激突型・こすれ型

第Ⅱ軸 素材・末木枝条型 ↔ 斧・鉋型

⑤ 災害の性質

第Ⅰ軸 頭、顔、軀幹型 ↔ 手、足型

第Ⅱ軸 打撲、捻挫型 ↔ 裂創、切創型

iii) 架線集材災害の類型化(図-22～図-26)

① 人的要因

第Ⅰ軸 熟年型 ↔ 若年型

第Ⅱ軸 季節労務型 ↔ 固定労務型

② 時間的及び気候的要因

第Ⅰ期 冬型 ↔ 夏型

第Ⅱ軸 午後型 ↔ 午前型

③ 作業要因

第Ⅰ軸 傾斜型 ↔ 平地型

第Ⅱ軸 林地・盤台型 ↔ 集材木上・土場型

④ 危険条件及び不安全行動

第Ⅰ軸 不安全状態型 ↔ 不安全行動型

第Ⅱ軸 激突され系 ↔ 激突型

⑤ 災害の性質

第Ⅰ軸 軀幹、腿型 ↔ 顔、頭型

第Ⅱ軸 打撲、捻挫型 ↔ 裂創、刺創、挫創型

iv) トラクタ集材災害の類型化(図-27～図-31)

① 人的要因

第Ⅰ軸 季節労務 ↔ 固定労務

第Ⅱ軸 未熟練型 ↔ 熟練型

② 時間的及び気候的要因

第Ⅰ軸 午後型 ↔ 午前型

第Ⅱ軸 曇・雨型 ↔ 晴型

③ 作業要因

第Ⅰ軸 土場・林地型 ↔ 道路、集材木上型

第Ⅱ軸 平坦型 ↔ 傾斜型

④ 危険条件及び不安全行動

第Ⅰ軸 一般災害 ↔ 特殊災害

第Ⅱ軸 不安全状態行動混合型 ↔ 無理な動作型

⑤ 災害の性質

第Ⅰ軸 下半身傷害 ↔ 上半身傷害型

第Ⅱ軸 切創, 挫創型 ↔ 捻挫, 骨折, 打撲型

V) 巻立て災害の類型化(図-32~図-36)

① 人的要因

第Ⅰ軸 熟年型 ↔ 若年型

第Ⅱ軸 季節労務型 ↔ 固定労務型

② 時間的及び気候的要因

第Ⅰ軸 冬型 ↔ 夏型

第Ⅱ軸 晴型 ↔ 雨・曇型

③ 作業要因

第Ⅰ軸 土場・盤台・道路型 ↔ 桟上型

第Ⅱ軸 平坦型 ↔ 傾斜型

④ 危険条件及び不安全行動

第Ⅰ軸 一般災害 ↔ 特殊災害

第Ⅱ軸 不安全状態・行動混合型 ↔ 無理な動作型

⑤ 災害の性質

第Ⅰ軸 普通の災害 ↔ 傷害名その他

第Ⅱ軸 手・足・腿 ↔ 頭・顔・軀幹

VI) 架設撤去災害の類型化(図-37~図-41)

① 人的要因

第Ⅰ軸 熟練型 ↔ 未熟練型

第Ⅱ軸 日給, 出来高型 ↔ 月給型

② 時間的及び気候的要因

第Ⅰ軸 冬型 ↔ 夏型

第Ⅱ軸 午前型 ↔ 午後型

③ 作業要因

第Ⅰ軸 集材木上, 樹上, 盤台型 ↔ 道路, 土場型

第Ⅱ軸 平坦型 ↔ 傾斜型

④ 危険条件及び不安全行動

第Ⅰ軸 不安全状態, 行動混合型 ↔ 不安全姿勢, 動作型

第Ⅱ軸 激突型 ↔ 激突され型

⑤ 災害の性質

第Ⅰ軸 軽傷型 ↔ 重傷型

第Ⅱ軸 顔, 頭, 軀幹 ↔ 手, 足, 腿

以上, 作業内容区別に要因群ごとの災害の類型化を試みたが, 各作業内容とも類似した類型が抽出できた。しかしながら, 類型化のために単純化し過ぎたものや強引に類型化したものもある。図-12~図-41の図面上で近い要因区分同志は似ている訳で, 各軸の意味づけは本来, 要因区分の散布状態から総合的に解釈すべきものである。単純化し過ぎた類型は図にもどって意味づけを深める必要がある。

VII) 災害類型の要素作業別, 営林局別考察

いままで作業内容別に5つの要因群から労働災害を類型化してきた。これらが, それぞれの要素作業, 営林局別にどのような傾向にあるかをみるために平均値を出してみたのが表-255~表-260である。各要因群ごとの第Ⅰ軸, 第Ⅱ軸の意味は, すでに述べた図-12~図-41に見合うものである。図で表現するのは省略するが, 第Ⅰ軸, 第Ⅱ軸を使って図示すれば要素作業別あるいは営林(支)局別の傾向を読みとることができる。この場合, 数字が大きいほど(プラス側にも, マイナス側にも大きい, つまり原点から遠いほど)特殊災害を意味し, 原点に近い程一般災害を意味している。

つぎに各軸の意味づけから, それぞれの軸を2分割し, プラス, マイナスを組合せると, $\langle ++ \rangle$, $\langle +- \rangle$, $\langle -+ \rangle$, $\langle -- \rangle$ の4類型が出来る。表-255~表-260の要因別平均値から, 各要因群を4類型に表現し直し, 要素作業別, 営林局別にみたのが表-261~表-266である。類型を単純化しすぎた傾向があるが, 各要因群ごとの組合せから各要素作業, 各営林(支)局の類型の特徴を読みとることができる。ただ, これはあくまでも要素作業別, 局別の平均値から出発している点に留意すべきである。平均値は極端に大きい数字があると, それに影響されることも事実である。サンプル数の多いもの(表-255~表-260参照)についてはさほど問題はないが, サンプル数の少ないものについては慎重な対応が必要である。

つぎに全般的傾向でみたと同じように, 5つの要因群別に考察してきた災害の類型をさらに要約してみる。

軸の方向を基準にした各要因群ごとの4類型(表-261~表-266)を総括しても要約ができるが, ここでは前と同じように5つの要因群ごとの2つの軸を使い, 計10軸の10次元空間の1点として位置を考え, 距離の近いものから集めたものである。樹状グラフの最初につながっている部分が, 災害を総合的にみて(5つの要因群を全部加味して), 似ていることを示している。

ここでは、要素作業ごとの要約のほか、営林（支）局別についても要約を行っている。

図-42で伐倒災害を要素作業別にみると退口切りと退避が酷似しており、矢打ちや附帯作業その他がかなりかけ離れた傾向にある。

図-43の伐倒災害の営林（支）局別比較では、青森、秋田、大阪で1つのグループをつくり、帯広、前橋、熊本、高知で1つのグループをつくり、これらがさらに大きいグループを作っている。これに対して旭川は遠く離れた存在にあり、函館、長野等がこれに属している。

すでに述べた如く、これらの類似性は距離の近いものから集められたため、軸の方向による類似性よりも原点からの距離による類似性が強く表現されているように思われる。つまり最初に集まっているのが原点に近い一般災害、後から集まったのが原点から遠い特殊災害の傾向が強い。軸の方向による類似性は表-261～表-266のデータを使って分類した方がよさそうであるがここでは省略する。

造材、架線集材、トラクタ集材、巻立て、架設撤去の類似性は図-44～図-53のとおりである。

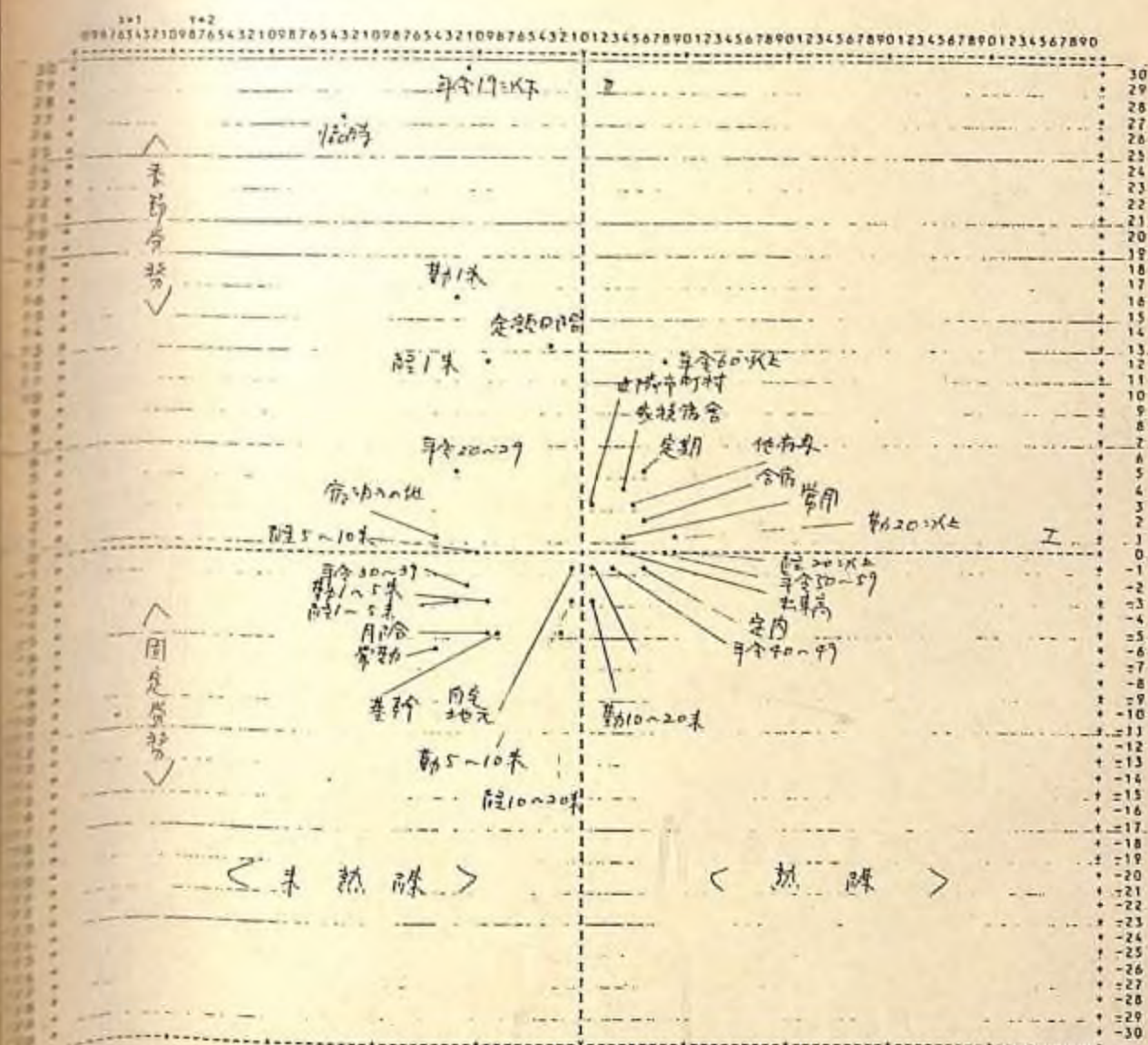


図-12 人的要因による伐倒作業災害の類型

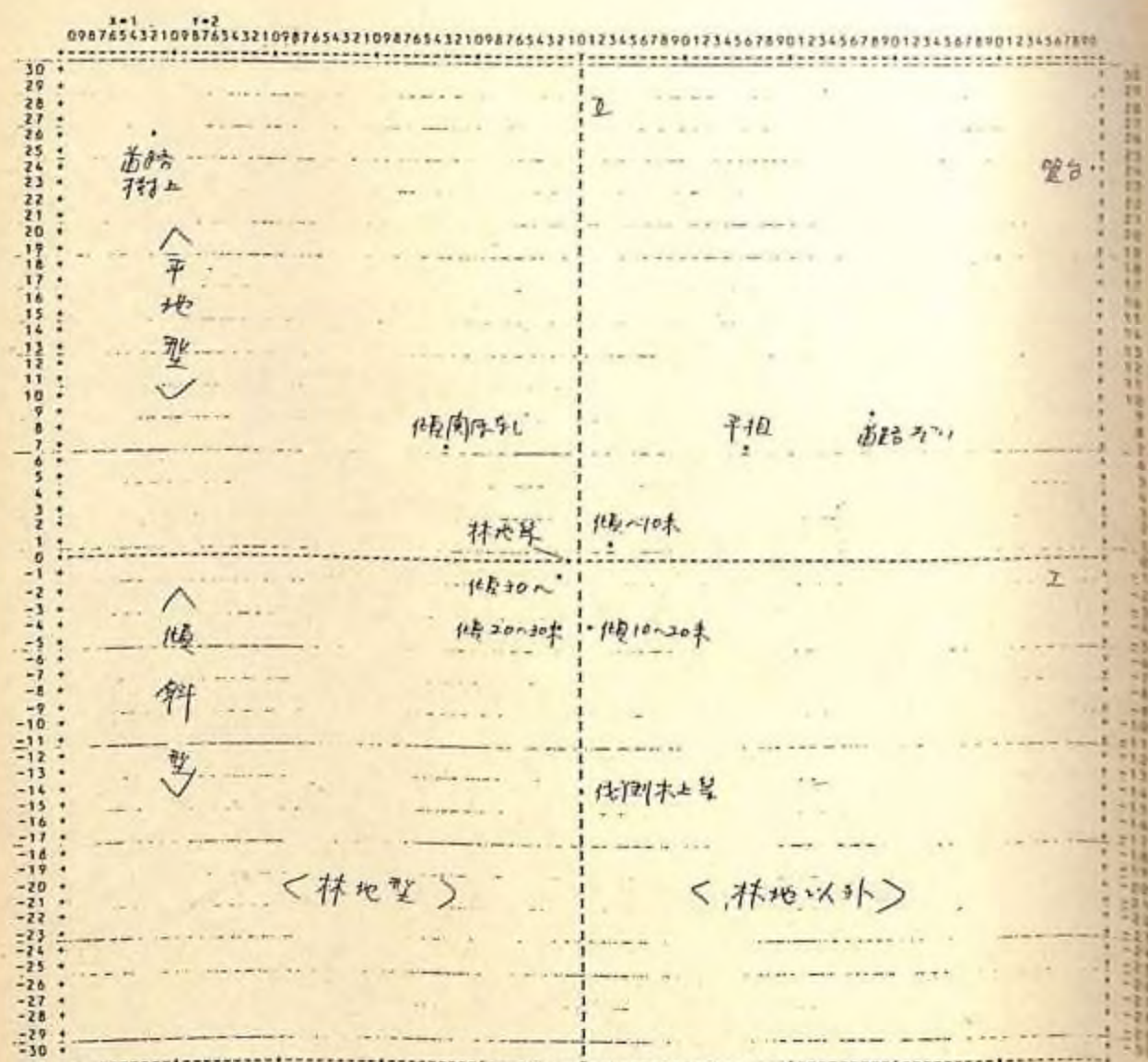


図-15 作業要因による伐倒作業災害の類型

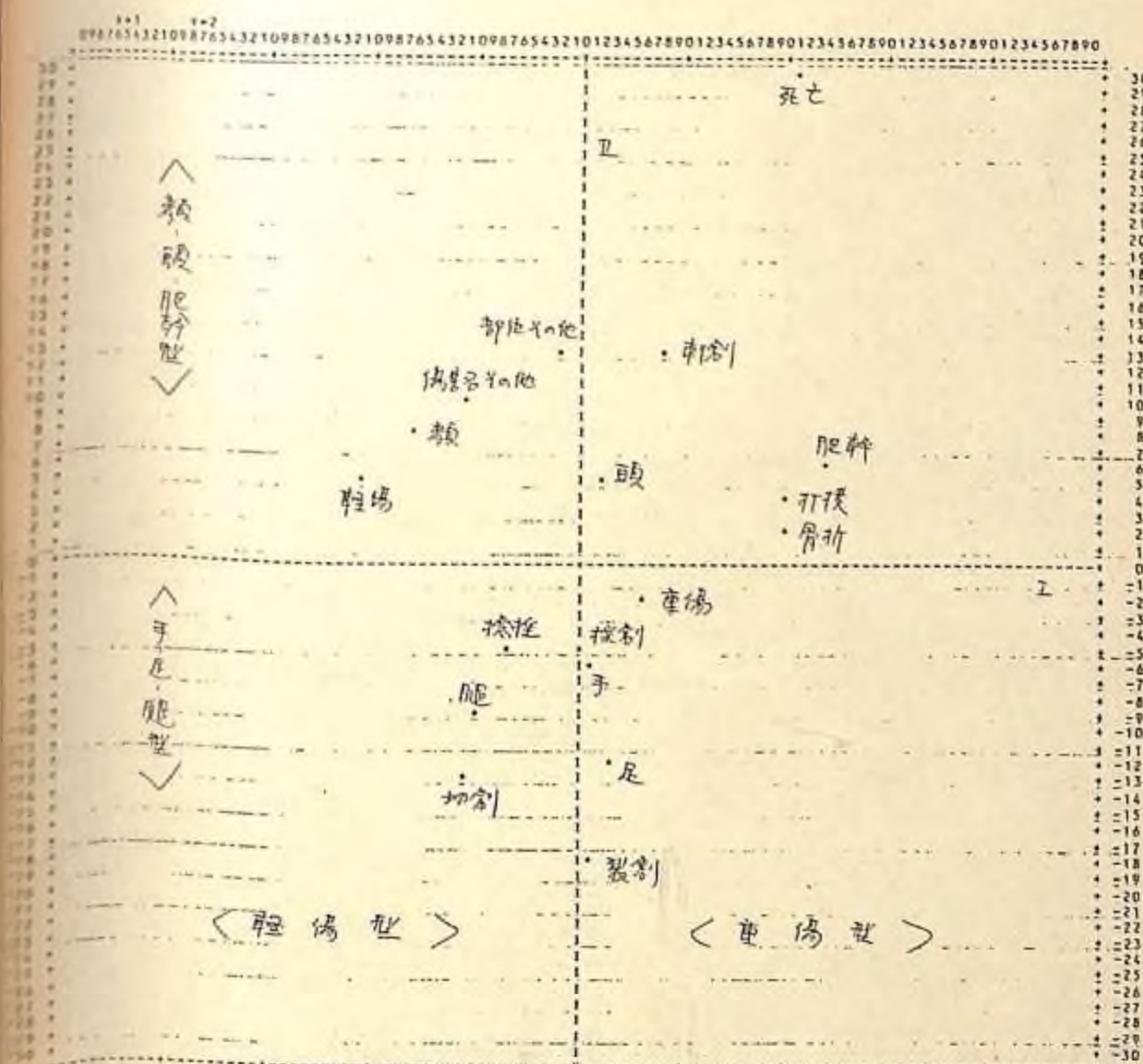
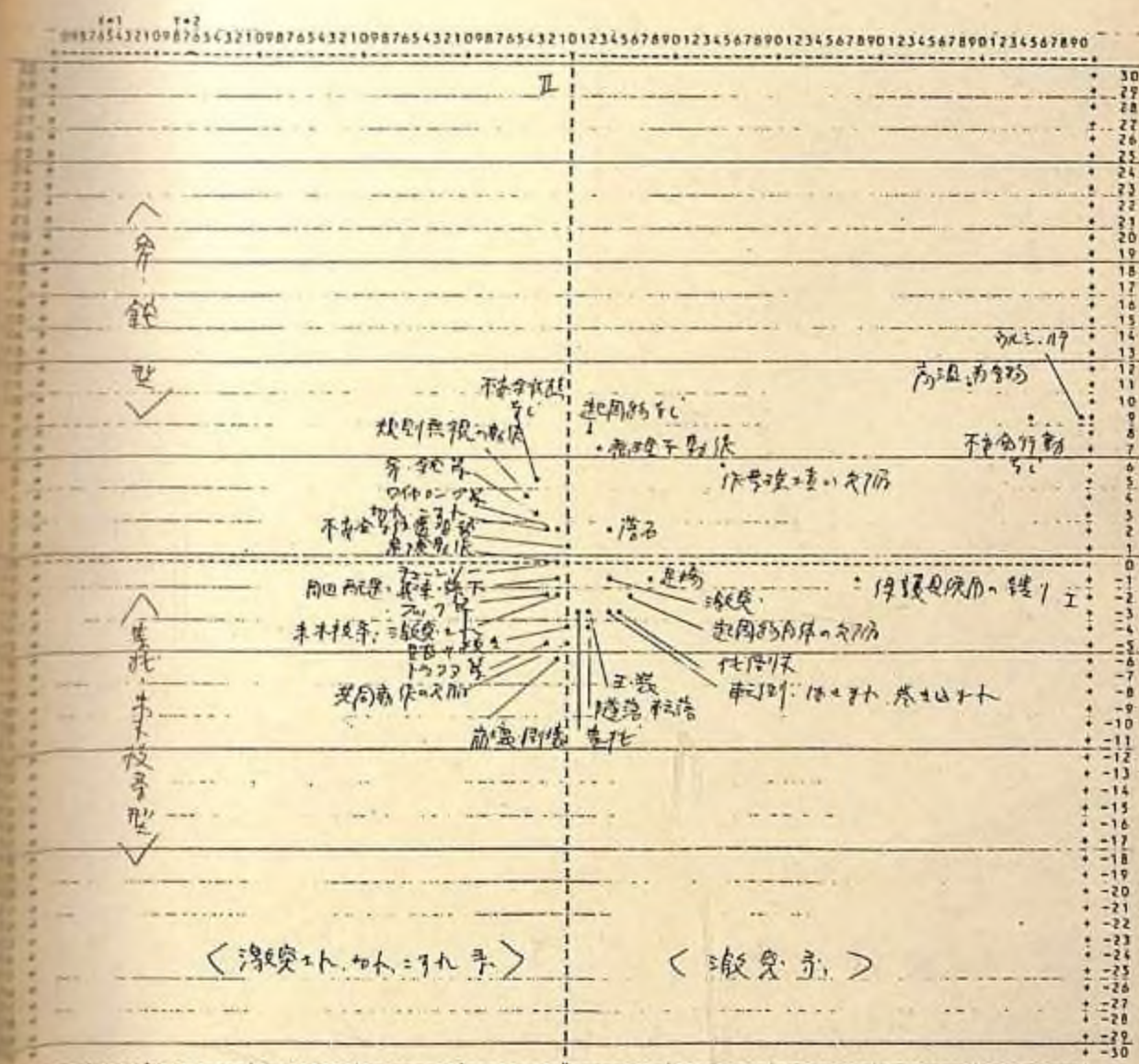


図-16 災害の性質による伐倒作業災害の類型



図一 1 9 作業要因による造材作業災害の類型



図一 2 0 危険条件及び不安全行動による造材作業災害の類型

X-1 Y-2		098765432109876543210987654321098765432101234567890123456789012345678901234567890	
30			30
29			29
28			28
27			27
26			26
25			25
24			24
23			23
22			22
21			21
20			20
19			19
18			18
17			17
16			16
15			15
14			14
13			13
12			12
11			11
10			10
9			9
8			8
7			7
6			6
5			5
4			4
3			3
2			2
1			1
0			0
-1			-1
-2			-2
-3			-3
-4			-4
-5			-5
-6			-6
-7			-7
-8			-8
-9			-9
-10			-10
-11			-11
-12			-12
-13			-13
-14			-14
-15			-15
-16			-16
-17			-17
-18			-18
-19			-19
-20			-20
-21			-21
-22			-22
-23			-23
-24			-24
-25			-25
-26			-26
-27			-27
-28			-28
-29			-29
-30			-30

図-2.1 災害の性質による造材作業災害の類型

X-1 Y-2		098765432109876543210987654321098765432101234567890123456789012345678901234567890	
30			30
29			29
28			28
27			27
26			26
25			25
24			24
23			23
22			22
21			21
20			20
19			19
18			18
17			17
16			16
15			15
14			14
13			13
12			12
11			11
10			10
9			9
8			8
7			7
6			6
5			5
4			4
3			3
2			2
1			1
0			0
-1			-1
-2			-2
-3			-3
-4			-4
-5			-5
-6			-6
-7			-7
-8			-8
-9			-9
-10			-10
-11			-11
-12			-12
-13			-13
-14			-14
-15			-15
-16			-16
-17			-17
-18			-18
-19			-19
-20			-20
-21			-21
-22			-22
-23			-23
-24			-24
-25			-25
-26			-26
-27			-27
-28			-28
-29			-29
-30			-30

図-2.2 人的要因による架線集材作業災害の類型

X=1 Y=2		X=2 Y=2	
09876543210987654321098765432101234567890123456789012345678901234567890		09876543210987654321098765432109876543210123456789012345678901234567890	
30		30	
29		29	
28		28	
27		27	
26		26	
25		25	
24		24	
23		23	
22	人	22	人
21	手	21	手
20	前	20	前
19	型	19	型
18	10~12月	18	7~9月
17	土	17	土
16		16	
15		15	
14		14	
13		13	
12		12	
11		11	
10		10	
9		9	
8		8	
7		7	
6		6	
5		5	
4		4	
3		3	
2		2	
1		1	
0		0	
-1		-1	
-2		-2	
-3		-3	
-4		-4	
-5		-5	
-6		-6	
-7		-7	
-8		-8	
-9		-9	
-10		-10	
-11		-11	
-12		-12	
-13		-13	
-14		-14	
-15		-15	
-16		-16	
-17		-17	
-18		-18	
-19		-19	
-20		-20	
-21		-21	
-22		-22	
-23		-23	
-24		-24	
-25		-25	
-26		-26	
-27		-27	
-28		-28	
-29		-29	
-30		-30	

図一 2 3 時間的及び気候的要因による架線集材作業災害の類型

X=1 Y=2		X=2 Y=2	
09876543210987654321098765432109876543210123456789012345678901234567890		09876543210987654321098765432109876543210123456789012345678901234567890	
30		30	
29		29	
28		28	
27		27	
26		26	
25		25	
24		24	
23		23	
22		22	
21		21	
20		20	
19		19	
18		18	
17		17	
16		16	
15		15	
14		14	
13		13	
12		12	
11		11	
10		10	
9		9	
8		8	
7		7	
6		6	
5		5	
4		4	
3		3	
2		2	
1		1	
0		0	
-1		-1	
-2		-2	
-3		-3	
-4		-4	
-5		-5	
-6		-6	
-7		-7	
-8		-8	
-9		-9	
-10		-10	
-11		-11	
-12		-12	
-13		-13	
-14		-14	
-15		-15	
-16		-16	
-17		-17	
-18		-18	
-19		-19	
-20		-20	
-21		-21	
-22		-22	
-23		-23	
-24		-24	
-25		-25	
-26		-26	
-27		-27	
-28		-28	
-29		-29	
-30		-30	

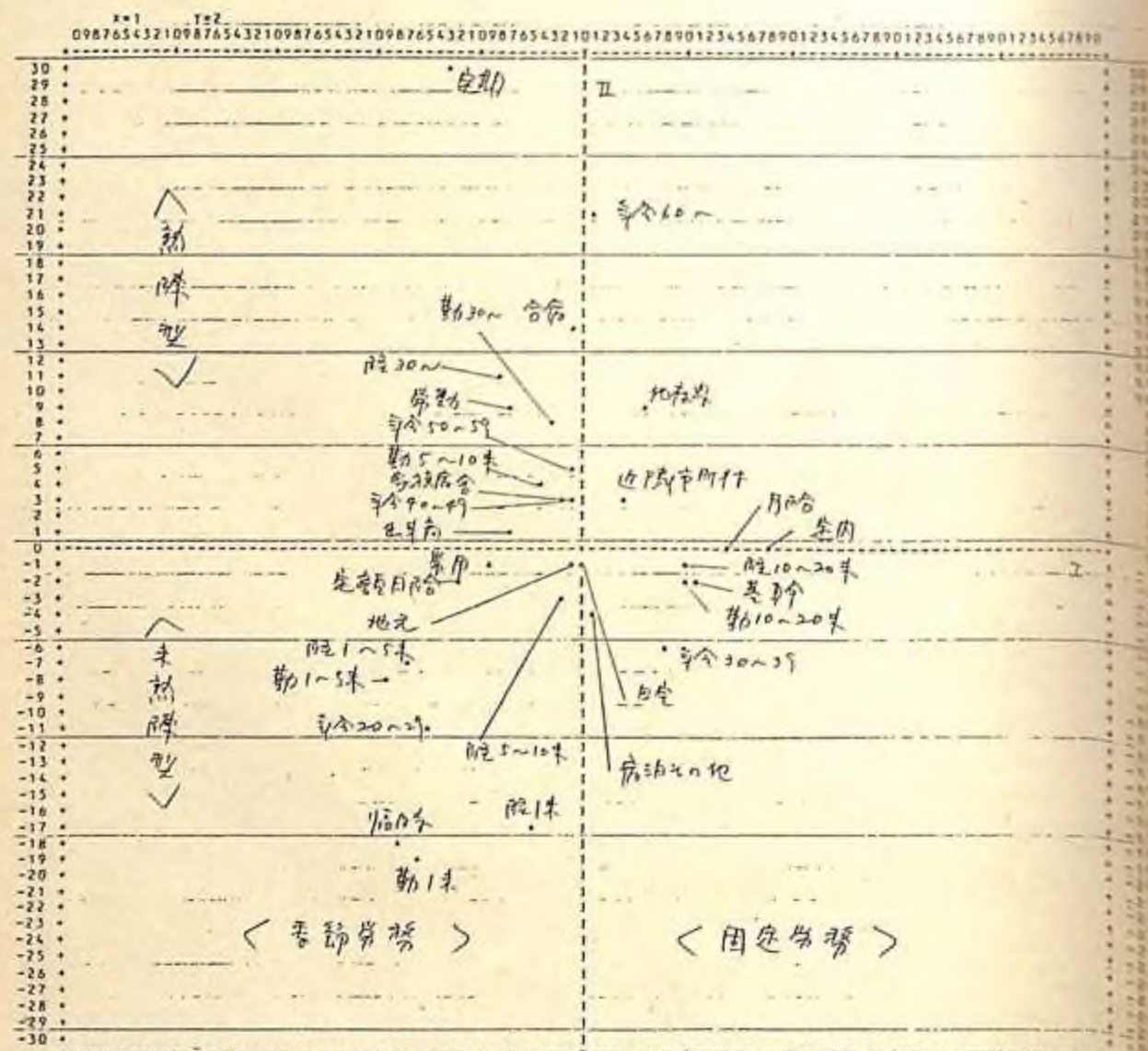
図一 2 4 作業要因による架線集材作業災害の類型

X=1 Y=2		X=1 Y=2	
09876543210987654321098765432101234567890123456789012345678901234567890		09876543210987654321098765432101234567890123456789012345678901234567890	
30		30	火災
29		29	
28		28	
27		27	
26		26	
25		25	
24		24	
23		23	
22		22	
21		21	
20		20	
19		19	
18		18	
17		17	
16		16	
15		15	
14		14	
13		13	
12		12	
11		11	
10		10	
9		9	
8		8	
7		7	
6		6	
5		5	
4		4	
3		3	
2		2	
1		1	
0		0	
-1		-1	
-2		-2	
-3		-3	
-4		-4	
-5		-5	
-6		-6	
-7		-7	
-8		-8	
-9		-9	
-10		-10	
-11		-11	
-12		-12	
-13		-13	
-14		-14	
-15		-15	
-16		-16	
-17		-17	
-18		-18	
-19		-19	
-20		-20	
-21		-21	
-22		-22	
-23		-23	
-24		-24	
-25		-25	
-26		-26	
-27		-27	
-28		-28	
-29		-29	
-30		-30	

図一 2 5 危険条件及び不安全行動による架線集材作業災害の類型

X=1 Y=2		X=1 Y=2	
0987654321098765432109876543210123456789012345678901234567890		0987654321098765432109876543210123456789012345678901234567890	
30		30	張割
29		29	
28		28	
27		27	
26		26	
25		25	
24		24	
23		23	
22		22	
21		21	
20		20	
19		19	
18		18	
17		17	
16		16	
15		15	
14		14	
13		13	
12		12	
11		11	
10		10	
9		9	
8		8	
7		7	
6		6	
5		5	
4		4	
3		3	
2		2	
1		1	
0		0	
-1		-1	
-2		-2	
-3		-3	
-4		-4	
-5		-5	
-6		-6	
-7		-7	
-8		-8	
-9		-9	
-10		-10	
-11		-11	
-12		-12	
-13		-13	
-14		-14	
-15		-15	
-16		-16	
-17		-17	
-18		-18	
-19		-19	
-20		-20	
-21		-21	
-22		-22	
-23		-23	
-24		-24	
-25		-25	
-26		-26	
-27		-27	
-28		-28	
-29		-29	
-30		-30	

図一 2 6 災害の性質による架線集材作業災害の類型



図一 2 7 人的要因によるトラクタ集材災害の類型



図一 2 8 時間的及び気候的要因によるトラクタ集材災害の類型

X=1 Y=2		09876543210987654321098765432101234567890123456789012345678901234567890	
30	+		
29	+		
28	+		II
27	+		
26	+		
25	+		
24	+		
23	+		
22	+		
21	+	△ 捻挫型	
20	+		死亡
19	+		
18	+		
17	+		
16	+		
15	+		
14	+	捻挫型	
13	+		
12	+		
11	+		
10	+		
9	+		
8	+		
7	+		
6	+		
5	+		
4	+		
3	+		
2	+		
1	+		
0	+		
-1	+		
-2	+		
-3	+		
-4	+		
-5	+		
-6	+		
-7	+		
-8	+		
-9	+		
-10	+		
-11	+		
-12	+		
-13	+		
-14	+		
-15	+		
-16	+		
-17	+		
-18	+		
-19	+		
-20	+		
-21	+		
-22	+		
-23	+		
-24	+		
-25	+		
-26	+		
-27	+		
-28	+		
-29	+		
-30	+		

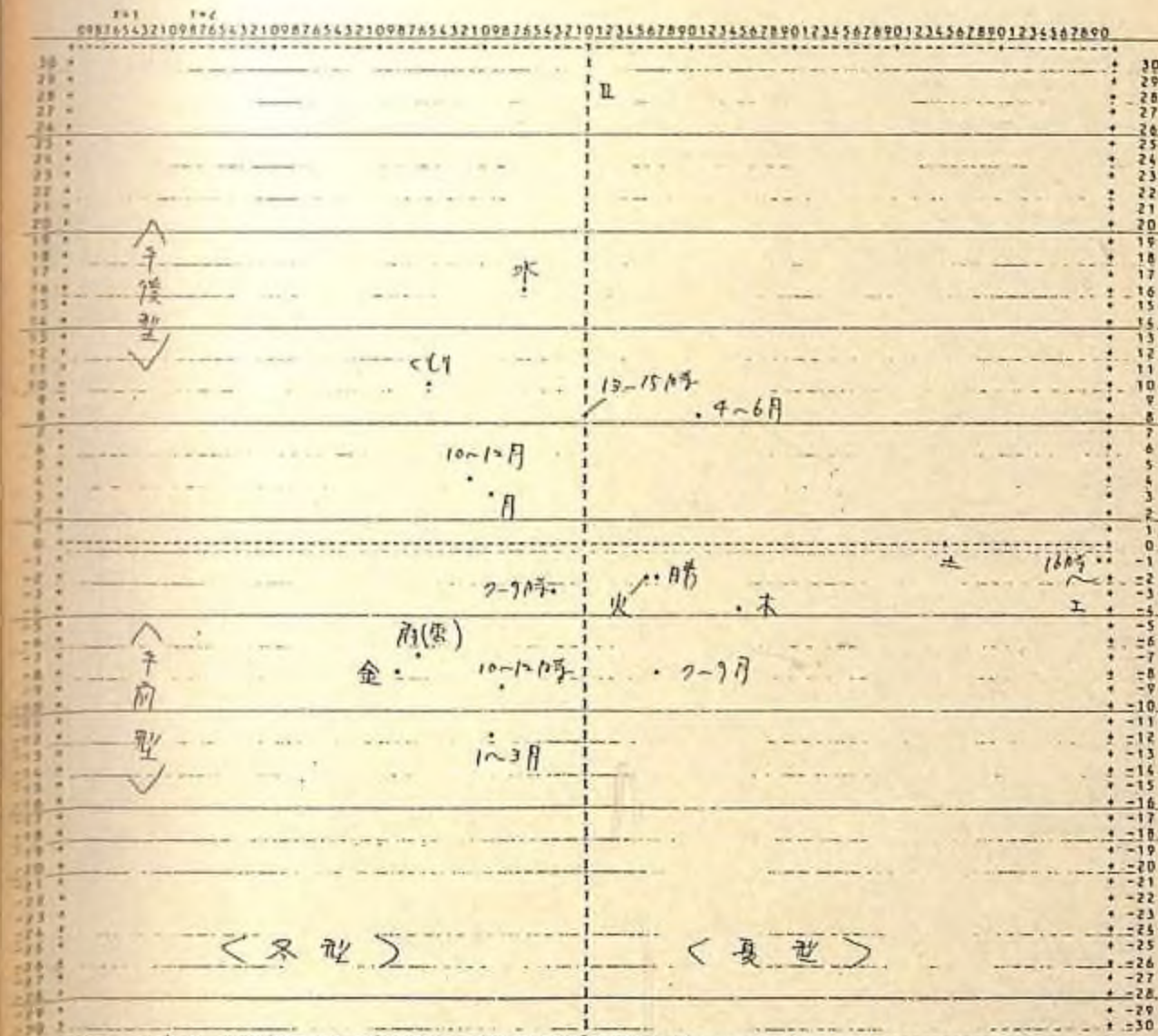
図一 3 1 災害の性質によるトラクタ集材災害の類型

X=1 Y=2		0987654321098765432109876543210123456789012345678901234567890	
30	+		
29	+		
28	+		II
27	+		
26	+		
25	+		
24	+		
23	+		
22	+		
21	+		
20	+		
19	+		
18	+		
17	+		
16	+		
15	+		
14	+		
13	+		
12	+		
11	+		
10	+		
9	+		
8	+		
7	+		
6	+		
5	+		
4	+		
3	+		
2	+		
1	+		
0	+		
-1	+		
-2	+		
-3	+		
-4	+		
-5	+		
-6	+		
-7	+		
-8	+		
-9	+		
-10	+		
-11	+		
-12	+		
-13	+		
-14	+		
-15	+		
-16	+		
-17	+		
-18	+		
-19	+		
-20	+		
-21	+		
-22	+		
-23	+		
-24	+		
-25	+		
-26	+		
-27	+		
-28	+		
-29	+		
-30	+		

図一 3 2 人的要因による巻立て作業災害の類型



図-3-7 人的要因による架設撤去災害の類型



図一 3 8 時間的及び気候的要因による架設撤去災害の類型

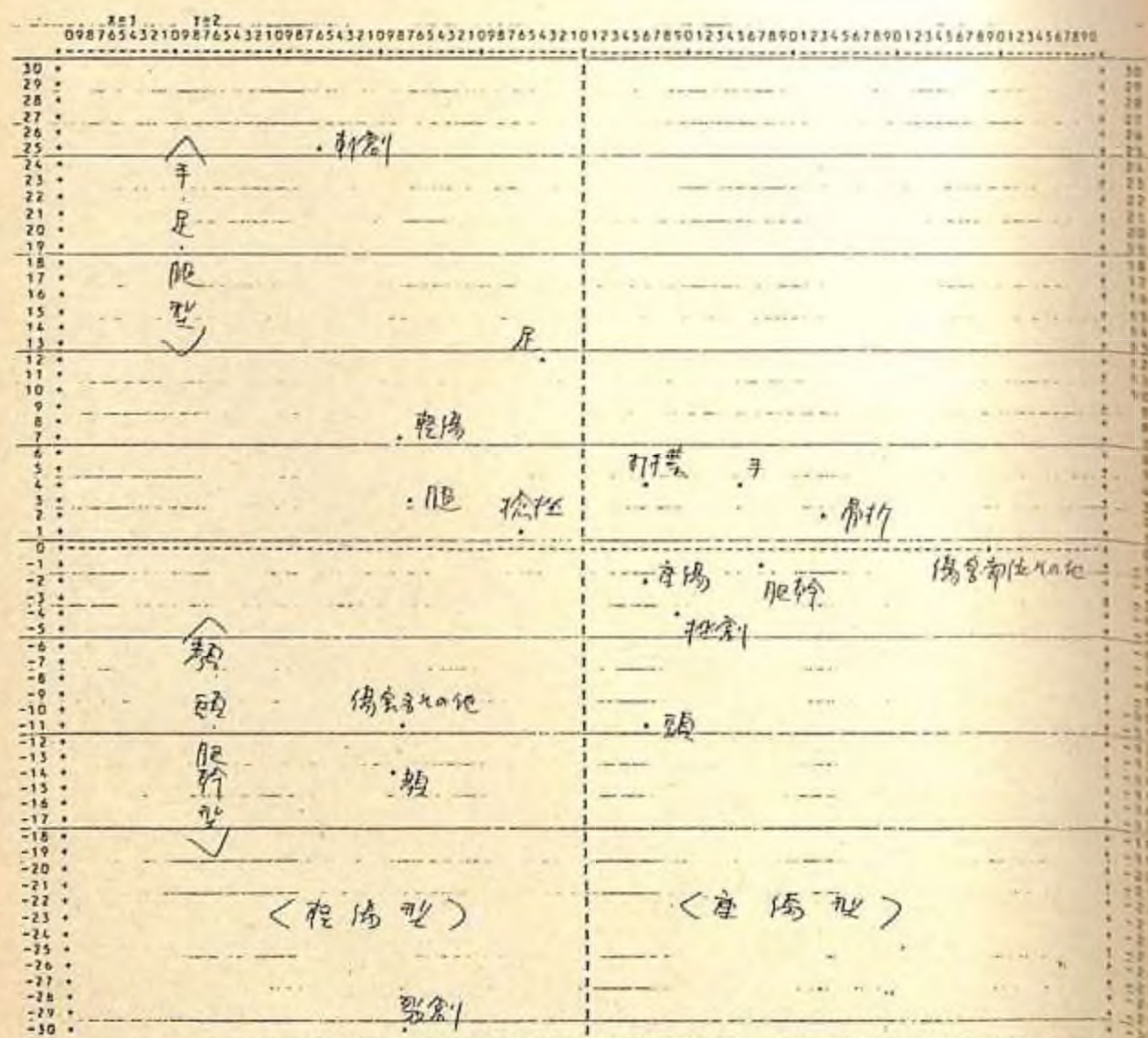


図-41 災害の性質による架設撤去災害の類型

表-255 要素作業、局別にみた伐倒作業災害の要因別平均値

		サンプル数	人的要因		時間的及び気候的要因		作業要因		危険条件及び不安全行動		災害の性質	
			第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸
要素作業	受口切り	11	0058	0064	0036	0064	0095	0122	0027	0111	0033	0216
	退口切り	31	0032	0028	0070	0009	0107	0013	0005	0120	0095	0059
	矢打ち	7	0030	0017	0078	0111	0218	0203	0068	0009	0199	0139
	退避	40	0008	0004	0046	0029	0002	0038	0032	0129	0039	0085
	障害物(木)除去	29	0005	0029	0090	0011	0099	0005	0004	0161	0130	0076
	かかり木処理	9	0043	0039	0034	0060	0087	0248	0007	0337	0018	0005
	作業歩行	21	0040	0010	0063	0037	0049	0077	0037	0226	0173	0024
	附帯作業・その他	9	0011	0019	0063	0003	0143	0237	0343	0146	0037	0044
営林局(芝)	旭川	12	0148	0047	0065	0131	0462	0273	0031	0044	0126	0011
	北見	12	0137	0073	0041	0010	0048	0146	0057	0058	0066	0229
	帯広	20	0066	0010	0085	0026	0063	0045	0111	0041	0034	0056
	北海道	2	0094	0050	0114	0168	0298	0185	0054	0006	0119	0029
	函館	5	0141	0050	0210	0154	0174	0163	0111	0038	0179	0112
	青森	16	0105	0009	0083	0086	0054	0050	0033	0063	0108	0030
	秋田	16	0093	0017	0048	0035	0008	0023	0052	0092	0103	0044
	前橋	10	0015	0026	0003	0059	0080	0183	0187	0018	0050	0050
	東京	6	0098	0017	0113	0121	0407	0194	0040	0077	0126	0004
	長野	8	0027	0097	0077	0118	0382	0082	0141	0144	0071	0197
	名古屋	8	0076	0044	0069	0121	0122	0103	0019	0336	0144	0233
	大阪	9	0068	0020	0073	0121	0014	0167	0032	0094	0044	0001
	高知	11	0049	0158	0014	0022	0102	0130	0059	0079	0007	0237
	熊本	22	0013	0036	0002	0088	0090	0100	0041	0157	0165	0108

表-256 要素作業、局別に見た造材作業災害の要因別平均値

		サンプル数	人的要因		時間的及び気候的要因		作業要因		危険条件及び不安全行動		災害の性質	
			第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸
要素作業	測 尺	2	0.064	0.021	0.190	-0.037	0.536	-0.152	-0.012	-0.313	-0.407	-0.337
	玉 切 り	69	-0.030	0.002	-0.007	-0.006	0.156	-0.030	0.068	-0.076	-0.032	-0.013
	枝 払 い (チェーンソー)	90	0.011	-0.010	-0.012	0.014	-0.050	-0.012	-0.022	-0.061	0.028	0.012
	枝 払 い(斧)	127	0.007	-0.006	-0.010	0.003	-0.125	0.003	-0.047	0.102	0.030	0.009
	主体作業その他	5	0.033	-0.093	0.053	0.144	-0.289	0.007	-0.058	0.057	-0.012	0.005
	障害物除去	6	-0.011	0.007	0.028	-0.046	-0.114	-0.012	-0.100	0.064	-0.106	0.278
	整 木 作 業	15	-0.009	0.024	0.037	-0.036	0.411	0.203	-0.003	-0.048	-0.017	-0.070
	作 業 歩 行	13	0.013	0.078	0.046	0.012	0.089	-0.135	0.191	-0.110	-0.118	-0.052
	附帯作業その他	3	-0.017	0.143	-0.014	-0.048	0.088	0.130	0.069	0.139	-0.154	-0.213
	退 避	2	-0.071	0.256	0.246	-0.128	0.547	-0.454	0.030	-0.147	-0.030	-0.095
営林局	玉 装 運 転	3	0.039	0.068	-0.027	-0.200	0.348	0.772	0.493	-0.043	-0.134	0.058
	旭 川	21	0.006	0.016	-0.031	0.068	0.027	0.011	0.189	-0.029	-0.045	0.059
	北 見	24	0.091	0.022	0.005	-0.000	-0.109	0.028	-0.008	-0.021	-0.038	0.053
	帯 広	24	0.056	-0.008	0.054	-0.021	0.122	-0.117	0.017	-0.031	-0.063	-0.021
	北 海 道	6	-0.008	0.031	0.048	0.065	-0.154	-0.033	0.248	0.004	-0.050	-0.041
	函 館	5	-0.049	0.011	-0.064	-0.062	0.190	-0.154	-0.047	-0.141	-0.128	-0.041
	青 森	40	-0.035	-0.003	-0.025	0.025	-0.047	-0.125	0.028	-0.029	-0.027	0.003
	秋 田	29	-0.083	-0.004	0.024	-0.004	0.032	-0.131	-0.009	-0.092	-0.037	-0.059
	前 橋	33	-0.011	0.038	0.041	-0.024	0.018	0.044	-0.023	-0.021	0.035	-0.008
	東 京	22	-0.009	-0.026	-0.041	0.031	-0.185	-0.060	-0.055	0.142	0.078	-0.073
局	長 野	23	-0.041	0.025	-0.007	-0.025	0.104	0.066	-0.028	0.022	-0.020	-0.003
	名 古 屋	8	0.017	0.150	0.061	-0.114	0.126	-0.085	-0.026	-0.079	0.128	0.030
	大 阪	26	-0.017	-0.013	-0.037	0.004	-0.022	0.045	-0.021	-0.000	0.032	-0.029
	高 知	27	0.024	-0.024	0.030	0.017	0.039	0.025	-0.023	0.040	0.075	-0.034
	熊 本	47	0.034	-0.051	-0.016	-0.014	-0.011	0.188	-0.049	0.064	0.004	0.071

表-257 要素作業、局別に見た架線集材作業災害の要因別平均値

		サンプル数	人的要素		時間的及び気候的要素		作業要因		危険条件及び不安全行動		災害の性質	
			第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸
要素作業	荷 造 り 作 業	2	-0.149	-0.106	-0.360	-0.069	-0.248	-0.339	0.094	-0.136	-0.237	0.089
	荷 かけ 作 業	24	-0.005	-0.005	0.087	0.044	-0.178	-0.097	-0.028	-0.020	-0.078	-0.052
	荷 かけ 歩 行	17	-0.035	0.014	0.005	0.125	-0.337	0.121	0.124	0.079	-0.016	0.090
	合 図	10	-0.026	0.058	0.019	-0.156	0.021	0.116	-0.099	-0.079	-0.019	-0.123
	荷 かけ 退 避	27	-0.013	0.003	0.009	0.004	-0.274	-0.156	-0.062	0.024	-0.100	-0.028
	障 害 物 除 去	8	0.074	-0.086	0.033	0.117	-0.325	-0.137	0.201	-0.340	0.159	0.380
	荷 かけ 其 他	6	0.285	0.010	-0.111	-0.022	-0.011	-0.050	0.061	0.119	0.099	0.030
	スリングはずし	21	-0.010	-0.049	-0.083	-0.099	0.598	0.177	-0.145	-0.052	0.027	-0.055
	材 整 理	1	-0.012	0.076	-0.352	-0.339	0.970	0.189	-0.118	0.191	0.707	-0.129
	荷 おろし 退 避	3	-0.094	0.048	-0.080	-0.015	0.307	0.145	0.072	0.070	0.032	-0.124
営林局	荷 おろし 退 避	2	-0.032	0.134	0.074	-0.197	0.678	0.110	-0.160	-0.030	0.418	-0.397
	運 転	4	0.020	0.106	-0.033	0.155	1.091	0.198	-0.047	-0.106	0.059	0.136
	運 転 其 他	2	-0.110	0.086	0.667	-0.077	0.045	-0.073	1.255	1.367	0.604	0.105
	旭 川	2	0.194	0.338	-0.070	-0.094	0.958	-0.337	0.160	0.145	-0.247	-0.339
	北 海 道	6	0.168	0.168	0.081	0.142	-0.232	-0.281	0.320	-0.139	-0.171	0.026
	青 森	11	-0.063	0.006	-0.037	-0.113	0.251	0.152	-0.018	-0.083	-0.012	-0.071
	秋 田	28	-0.089	0.010	0.085	-0.036	0.015	0.220	-0.119	-0.050	-0.053	-0.050
	前 橋	2	-0.002	0.067	-0.294	0.057	0.115	-0.327	0.082	-0.117	-0.494	-0.250
	東 京	9	0.010	0.084	-0.003	0.027	-0.295	-0.369	-0.039	0.048	0.028	-0.177
	長 野	11	-0.022	0.004	0.061	0.071	0.095	0.026	0.181	0.161	0.138	0.084
局	名 古 屋	3	-0.002	0.149	-0.235	0.039	0.188	-0.382	-0.165	-0.041	-0.143	0.218
	大 阪	17	-0.017	0.039	-0.055	-0.028	-0.198	0.162	0.056	0.072	0.005	0.059
	高 知	24	0.118	-0.130	-0.044	-0.007	0.119	-0.174	-0.028	0.057	-0.012	0.128
	熊 本	14	-0.043	-0.066	0.056	0.069	-0.132	0.042	-0.021	-0.113	0.213	-0.061

表-258 要素作業、局別に見たトラクタ等材作業災害の要因別平均値

		サンプル数	人的要因		時間的及び気候的要因		作業要因		危険条件及び不安全行動		災害の性質	
			第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸
要素作業	荷造り作業	1	-0093	1092	0174	0664	-0218	0186	-0159	1864	-0400	0833
	荷かけ作業	9	-0165	-0002	0115	-0309	0040	0083	-0033	0134	-0276	0224
	荷かけ歩行	3	-0288	-0061	0038	0034	0475	0384	-0056	-0031	0357	-0199
	台 図	3	0084	-0148	-0345	-0003	0108	0443	-0116	-0176	0020	-0030
	荷かけ退避	14	-0121	0117	0153	0018	-0013	0280	-0091	-0198	-0027	0183
	障害物除去	3	0104	-0161	-0047	-0185	0241	0068	-0069	0076	-0230	-0453
	ワイヤ引出し等	6	-0113	-0089	0191	0062	-0171	0120	-0024	0002	0191	-0156
	スリンドはずし	6	0031	0015	-0261	0077	-0305	-0896	-0043	-0132	0100	-0547
	材 整 理	4	0033	0090	0102	0217	-0963	-1019	1142	-0095	0208	0168
	荷おろし退避	2	0115	0017	-0052	0409	-0484	-0715	-0042	-0123	-0241	-0161
	運 転	9	0324	-0060	-0164	0004	0061	0167	0022	-0055	0016	0148
	運 転 (トラクタ等作設)	2	0419	0003	-0086	0194	-0191	0153	-0032	-0059	0639	0058
	運 転 その他	5	-0102	-0180	0121	-0038	1078	-0386	-0025	0446	-0142	-0156
	トラクタ等作設	7	0088	0101	-0158	0012	0078	0326	-0058	0189	-0215	0062
	その他の副作業	3	-0020	0087	-0005	-0171	-0290	0272	-0061	0194	0510	-0174
営 林 (支) 局	旭 川	27	0074	-0080	0007	-0011	0283	-0137	-0045	0041	0028	-0041
	北 見	11	-0118	0025	0097	0097	-0209	0125	0357	0029	0007	-0081
	帯 広	9	-0099	-0035	-0115	0168	0028	0224	-0033	-0080	0090	0174
	北 海 道	3	-0179	0204	0276	0007	-0232	0148	-0110	0432	-0230	0058
	函 館	4	-0015	0066	-0075	-0047	-0376	-0133	-0058	-0134	-0204	0048
	青 森	9	0081	-0045	-0130	-0111	0096	-0044	-0004	0018	-0184	-0251
	秋 田	3	-0056	0014	0266	-0312	-0269	-0301	-0038	-0291	0351	0194
	前 橋	5	-0002	0103	0068	0096	-0456	0050	-0045	0066	-0150	-0271
	東 京	1	0062	0172	-0309	0055	0007	0974	0026	-0131	0538	0479
	長 野	2	0314	0195	-0368	-0140	-0327	0316	-0135	0717	0572	0409
	大 阪	2	-0150	0224	-0152	-0025	-0611	0089	-0046	-0114	-0046	0488
	熊 本	1	-0224	0243	0623	-0395	0684	0017	-0114	-0153	-0400	0833

表-259 要素作業、局別に見た巻き立て作業災害の要因別平均値

		サンプル数	人的要因		時間的及び気候的要因		作業要因		危険条件及び不安全行動		災害の性質	
			第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸
要素作業	材 扱 い	99	0014	-0007	-0001	-0024	0003	-0002	0003	0015	-0034	-0009
	そ の 他 の 作 業	4	-0218	0053	0090	0086	-0298	0117	0009	-0158	-0099	0085
	退 避	4	0014	0015	-0066	0228	0232	0131	-0039	-0164	-0128	0028
	歩 行	10	-0057	-0024	0053	0105	0034	-0208	-0039	0044	-0015	0005
	そ の 他 の 作 業	3	-0019	0242	-0173	-0005	-0140	0433	0096	-0202	0491	0127
営 林 (支) 局	旭 川	14	0102	-0033	-0035	0025	0091	-0034	-0045	0178	-0060	0104
	北 見	16	0083	0036	-0035	-0084	0248	-0114	0231	0045	-0079	-0119
	帯 広	14	0092	-0045	-0038	-0085	0383	-0170	-0048	-0092	-0089	0031
	北 海 道	1	0120	0301	-0175	-0103	0164	0302	0160	-0205	-0119	-0016
	青 森	17	-0032	0026	-0013	0089	-0175	0483	-0015	-0050	0015	-0064
	秋 田	3	0073	0078	-0120	-0073	-0112	0240	-0038	-0160	0145	-0286
	前 橋	7	-0014	0060	0293	-0056	0020	0095	-0044	-0098	-0048	-0105
	東 京	5	-0124	-0078	-0069	-0046	-0603	-0120	-0093	0384	-0084	-0210
	長 野	10	-0005	-0027	-0153	0124	-0006	0046	-0051	0090	-0003	0340
	大 阪	5	0017	0210	-0085	-0071	-0249	-0174	-0043	-0112	0272	0072
局	高 知	6	-0231	0054	0149	-0027	-0005	0061	-0006	-0159	-0051	0025
	熊 本	22	-0082	-0071	0077	0036	-0147	-0181	-0025	-0046	0018	-0007

表-260 要素作業、局別に見た架設撤去災害の要因別平均値

		サンプル数	人的要因		時間的及び気候的要因		作業要因		危険条件及び不安全行動		災害の性質	
			第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸
要素作業	機械据付け	2	-0.110	-0.122	-0.400	-0.489	-0.230	-0.716	-0.077	-0.365	0.449	0.061
	器具運搬	7	-0.176	0.051	-0.141	-0.041	0.163	-0.474	0.150	-0.165	0.177	0.028
	支柱作設	9	0.159	0.050	-0.219	0.069	-0.476	-0.165	0.272	-0.019	-0.508	0.417
	索ひきまわし	10	-0.032	-0.140	-0.003	-0.052	-0.023	-0.094	-0.262	0.154	-0.087	-0.388
	ナイロンロープ引きまわし	6	-0.144	0.091	0.349	0.050	0.034	0.273	-0.313	0.072	-0.004	-0.005
	作業歩行	3	-0.053	-0.178	-0.178	-0.020	0.121	0.681	-0.046	-0.192	-0.305	-0.218
	スリング扱い	1	0.943	0.214	-0.161	0.284	2.390	-1.126	-0.302	0.251	-0.869	-0.488
	索修理	4	-0.162	0.198	-0.158	-0.232	-0.418	-0.113	-0.175	0.104	0.150	-0.280
	支柱撤去	1	0.032	-0.432	0.111	0.356	0.088	-0.104	-0.232	-0.669	0.393	0.321
	ロープ類撤去	8	0.146	0.077	-0.032	-0.097	0.183	0.377	0.050	-0.005	0.450	-0.088
営林局	株かえ	4	0.203	-0.056	0.134	0.174	-0.071	0.471	-0.068	0.207	0.019	-0.030
	その他	16	-0.059	-0.008	0.164	0.081	0.037	-0.034	0.149	-0.008	0.028	0.163
	旭川	1	0.151	-0.199	-0.111	0.864	-0.217	0.510	-0.322	0.177	-0.869	-0.488
	北海道	5	-0.065	-0.125	-0.041	-0.089	-0.411	0.531	-0.007	-0.095	-0.144	-0.255
	青森	6	-0.060	-0.150	0.152	-0.177	0.242	-0.010	-0.280	0.290	0.125	0.026
	秋田	10	-0.078	-0.001	0.077	-0.057	0.038	-0.019	0.036	-0.131	0.119	-0.233
	前橋	3	0.232	0.055	-0.109	0.314	-0.043	0.241	-0.387	-0.103	0.109	-0.118
	東京	4	-0.130	-0.149	-0.189	0.229	-0.444	-0.023	0.114	-0.026	0.025	0.072
	長野	5	-0.073	-0.030	-0.149	0.271	-0.403	0.634	0.215	-0.202	-0.050	0.193
	名古屋	2	-0.001	-0.265	-0.379	-0.007	0.789	-0.033	0.276	-0.119	-0.014	0.581
営林局(支)	大阪	9	0.049	-0.119	0.152	-0.145	0.014	-0.121	-0.045	0.026	0.477	-0.016
	高知	5	-0.228	0.165	-0.097	0.317	-0.384	-0.383	0.360	0.057	-0.201	0.095
	熊本	21	0.105	0.148	0.016	-0.108	0.185	-0.195	-0.030	0.048	-0.181	0.074
	旭川	1	0.151	-0.199	-0.111	0.864	-0.217	0.510	-0.322	0.177	-0.869	-0.488
	北海道	5	-0.065	-0.125	-0.041	-0.089	-0.411	0.531	-0.007	-0.095	-0.144	-0.255
	青森	6	-0.060	-0.150	0.152	-0.177	0.242	-0.010	-0.280	0.290	0.125	0.026
	秋田	10	-0.078	-0.001	0.077	-0.057	0.038	-0.019	0.036	-0.131	0.119	-0.233
	前橋	3	0.232	0.055	-0.109	0.314	-0.043	0.241	-0.387	-0.103	0.109	-0.118
	東京	4	-0.130	-0.149	-0.189	0.229	-0.444	-0.023	0.114	-0.026	0.025	0.072
	長野	5	-0.073	-0.030	-0.149	0.271	-0.403	0.634	0.215	-0.202	-0.050	0.193

表-261 伐倒作業災害の類型

		人的要因				時間的及び気候的要因				作業要因				危険条件及び不安全行動				災害の性質			
		熟練	熟練	未熟練	未熟練	作業の始めと終わり	作業の始めと終わり	作業の中間	作業の中間	林地以外	林地以外	林地	林地	不安全行動	不安全行動	不安全状態	不安全状態	重傷	重傷	軽傷	軽傷
要素作業	受口切り			○		○					○					○				○	
	退口切り	○						○		○						○				○	
	矢打ち	○				○				○						○				○	
	退避			○				○		○						○				○	
	障害物除去	○				○					○					○				○	
	かかり木処理	○						○				○				○				○	
	作業歩行			○		○						○				○				○	
	附帯その他	○						○			○					○				○	
	旭川			○	○	○				○						○				○	
	北海道			○	○	○				○						○				○	
営林局(支)	青森			○	○	○				○						○				○	
	秋田			○	○	○				○						○				○	
	前橋	○						○		○						○				○	
	東京	○				○				○						○				○	
	長野	○				○				○						○				○	
	名古屋	○				○				○						○				○	
	大阪	○				○				○						○				○	
	高知	○				○				○						○				○	
	熊本	○				○				○						○				○	

表-262 造材作業災害の類型

		人的要因				時間的及び気候的要因				作業要因				危険条件及び不安全行動				災害の性質			
		未熟練	未熟練	熟練	熟練	雨・曇	雨・曇	晴	晴	平地	平地	傾斜	傾斜	激突	激突	激突	激突	手・足	手・足	頭・顔	頭・顔
		1固定	1季節	1固定	1季節	1夏	1冬	1夏	1冬	1台	1土場	1土場	1土場	1土場	1土場	1土場	1土場	1打撲	1打撲	1打撲	1打撲
測尺	〇																				
玉切																					
枝払い																					
(チェーンソー)																					
枝払い(斧)																					
主体その他																					
障害物除去																					
整木作業																					
作業歩行																					
附帯その他																					
退避																					
玉装運																					
旭北帯北函青秋前東長名大高	川見広道館森田橋京野屋阪知本																				

表-263 架線集材作業災害の類型

		人的要因				時間的及び気候的要因				作業要因				危険条件及び不安全行動				災害の性質			
		若年	若年	熟年	熟年	夏	夏	冬	冬	平地	平地	傾斜	傾斜	不安全	不安全	不安全	不安全	頭・顔	頭・顔	頭・顔	頭・顔
		1固定	1季節	1固定	1季節	1午	1午	1午	1午	1土場	1土場	1土場	1土場	1土場	1土場	1土場	1土場	1打撲	1打撲	1打撲	1打撲
荷造り	〇																				
荷掛歩行																					
荷掛退避																					
障害物除去																					
荷掛その他																					
スリングはずし																					
材整理																					
荷卸歩行																					
荷卸退避																					
運送その他																					
旭北帯北函青秋前東長名大高	川道森田橋京野屋阪知本																				

表-264 トラクタ集材作業災害の類型

		人的要因				時間的及び 気候的要因				作業要因				危険条件及び 不安行動				災害の性質			
		固定労働 — 熟練	固定労働 — 未熟練	季節労働 — 熟練	季節労働 — 未熟練	午前 前	午前 後	午後 前	午後 後	道路・集材木上 — 傾斜	道路・集材木上 — 平坦	土場・林地 — 傾斜	土場・林地 — 平坦	特殊災害 — 無理な動作	特殊災害 — 不安な状態・行動	一般災害 — 無理な動作	一般災害 — 不安な状態・行動	上半身 — 捻挫・骨折・打撲	上半身 — 切創・挫創	下半身 — 捻挫・骨折・打撲	下半身 — 切創・挫創
要素 作業	荷造り		○	○	○		○			○		○				○				○	
	荷掛歩行		○	○	○		○			○		○				○				○	
	荷掛退避		○	○	○		○			○		○				○				○	
	障害物除去		○	○	○		○			○		○				○				○	
	ワイヤ引出し		○	○	○		○			○		○				○				○	
営林 局	材整理		○	○	○		○			○		○			○					○	
	荷卸退避		○	○	○		○			○		○			○					○	
	運(トラクタ)		○	○	○		○			○		○			○					○	
	運(道作設)		○	○	○		○			○		○			○					○	
	運(その他)		○	○	○		○			○		○			○					○	
局	旭北帯北函青秋前東名大熊		○	○	○		○			○		○			○					○	
	川見広道館森田橋京屋阪本		○	○	○		○			○		○			○					○	
	海		○	○	○		○			○		○			○					○	
	古		○	○	○		○			○		○			○					○	
			○	○	○		○			○		○			○					○	

表-265 巻き立て作業災害の類型

		人的要因				時間的及び 気候的要因				作業要因				危険条件及び 不安行動				災害の性質				
		若 年 — 固 定 労 務	若 年 — 季 節 労 務	熟 年 — 固 定 労 務	熟 年 — 季 節 労 務	夏 — 雨 ・ 曇	夏 — 晴	冬 — 雨 ・ 曇	冬 — 晴	横 上 — 傾 斜	横 上 — 平 坦	土 場 ・ 盤 台 ・ 道 路 — 傾 斜	土 場 ・ 盤 台 ・ 道 路 — 平 坦	特 殊 災 害 — 無 理 な 動 作	特 殊 災 害 — 不 安 全 状 態 行 動	一 般 災 害 — 無 理 な 動 作	一 般 災 害 — 不 安 全 状 態 ・ 行 動	傷 害 名 そ の 他 — 頭 ・ 顔	傷 害 名 そ の 他 — 手 ・ 足 ・ 腿	普 通 の 災 害 — 頭 ・ 顔	普 通 の 災 害 — 手 ・ 足 ・ 腿	
要素 作業	材扱い	○						○		○				○								○
	その他の主体作業			○		○					○			○							○	
	退避	○						○		○						○					○	
	歩行				○	○					○					○					○	
	その他の附帯作業			○					○		○			○				○				
営 林 局 (支)	旭		○					○		○											○	
	北	○		○				○		○				○							○	
	帯		○					○		○											○	
	北	○						○		○											○	
	森			○				○			○								○			
	秋	○						○			○										○	
	前			○				○		○											○	
	東				○			○				○				○						○
	長				○			○				○				○					○	
	大							○				○				○					○	
	高	○						○				○				○					○	
	熊			○		○						○				○					○	

表-266 架線撤去災害の類型

		人的要因				時間的及び 気候的要因				作業要因				危険条件及び 不安行動				災害の性質				
		未 熟 練 1 月 給	未 熟 練 1 日給・出来高	熟 練 1 月 給	熟 練 1 日給・出来高	夏 1 午 後	夏 1 午 前	冬 1 午 後	冬 1 午 前	道路・土場・傾斜	道路・土場・平坦	集材木上・樹上・盤台・傾斜	集材木上・樹上・盤台・平坦	不安全姿勢・動作・衝突され	不安全姿勢・動作・衝突	不安全状態・行動・衝突され	不安全状態・行動・衝突	重傷1手・足・腿	重傷1手・足・腿	軽傷1手・足・腿	軽傷1手・足・腿	
要素 作業	機械据付け 器具運搬 支柱作設 索ひきまわし ナイロンロープ 作業歩行 スリング扱い 索修理 支柱撤去 ロープ類撤去 株かえ その他	○		○	○			○	○		○	○	○		○		○	○			○	○
	旭北青秋前東長名大高熊 海古 川道森田橋京野屋阪知本		○		○			○	○		○	○	○		○		○	○			○	○
営林(支)局																						

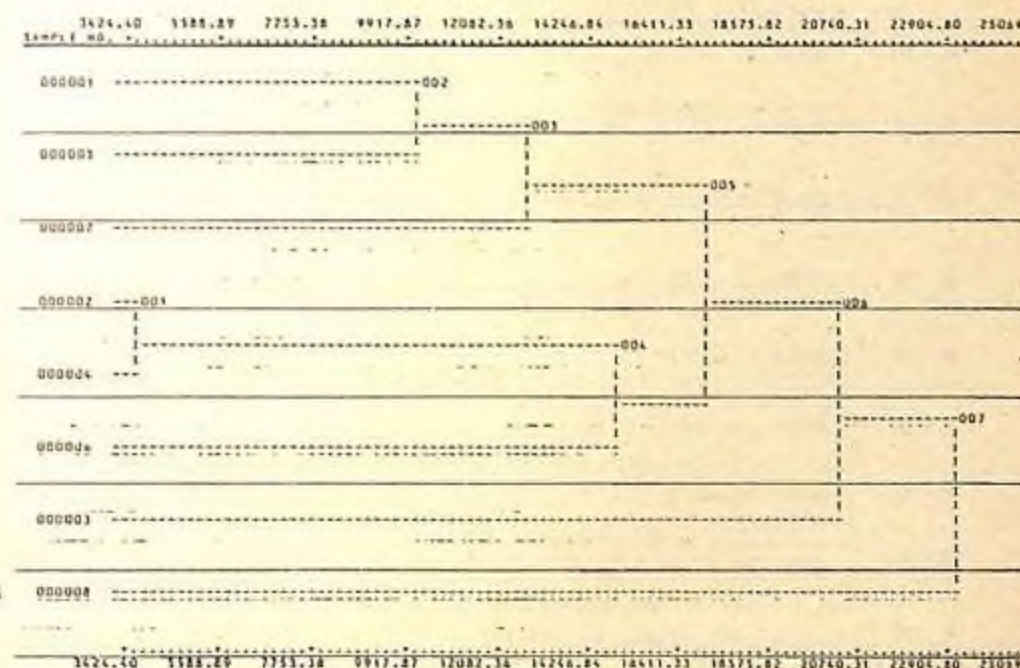
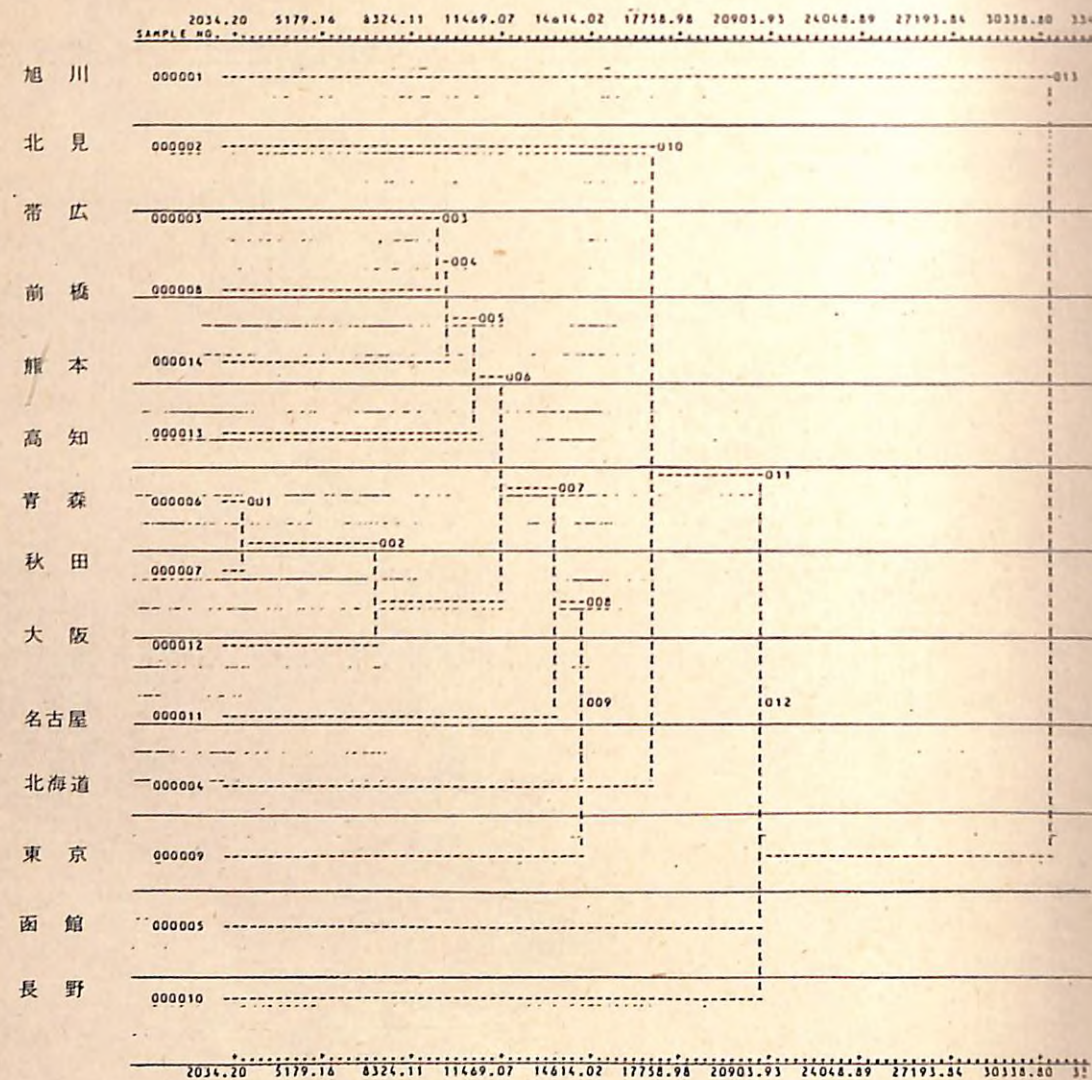
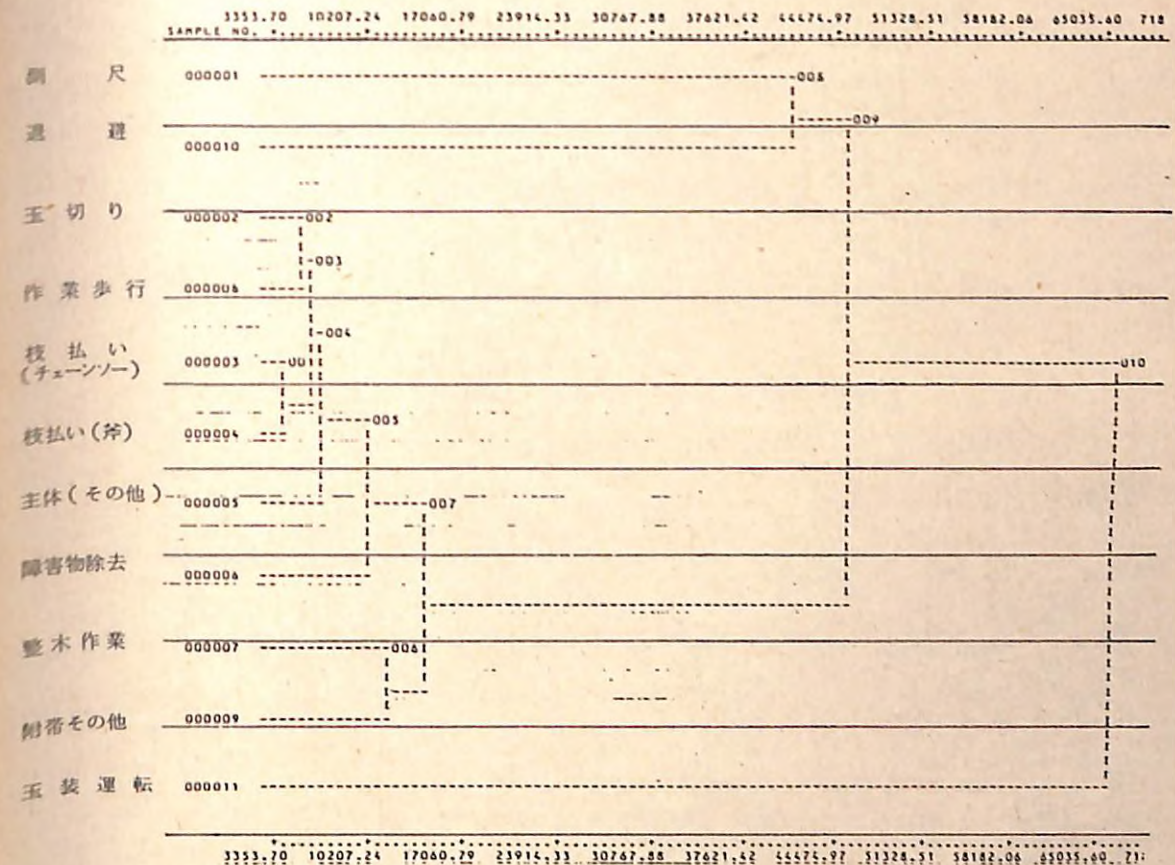


図-42 伐倒災害の類似性(要素作業別)



図一 4 3 伐倒災害の類似性（営林局別）



図一 4 4 造材災害の類似性（要業作業別）

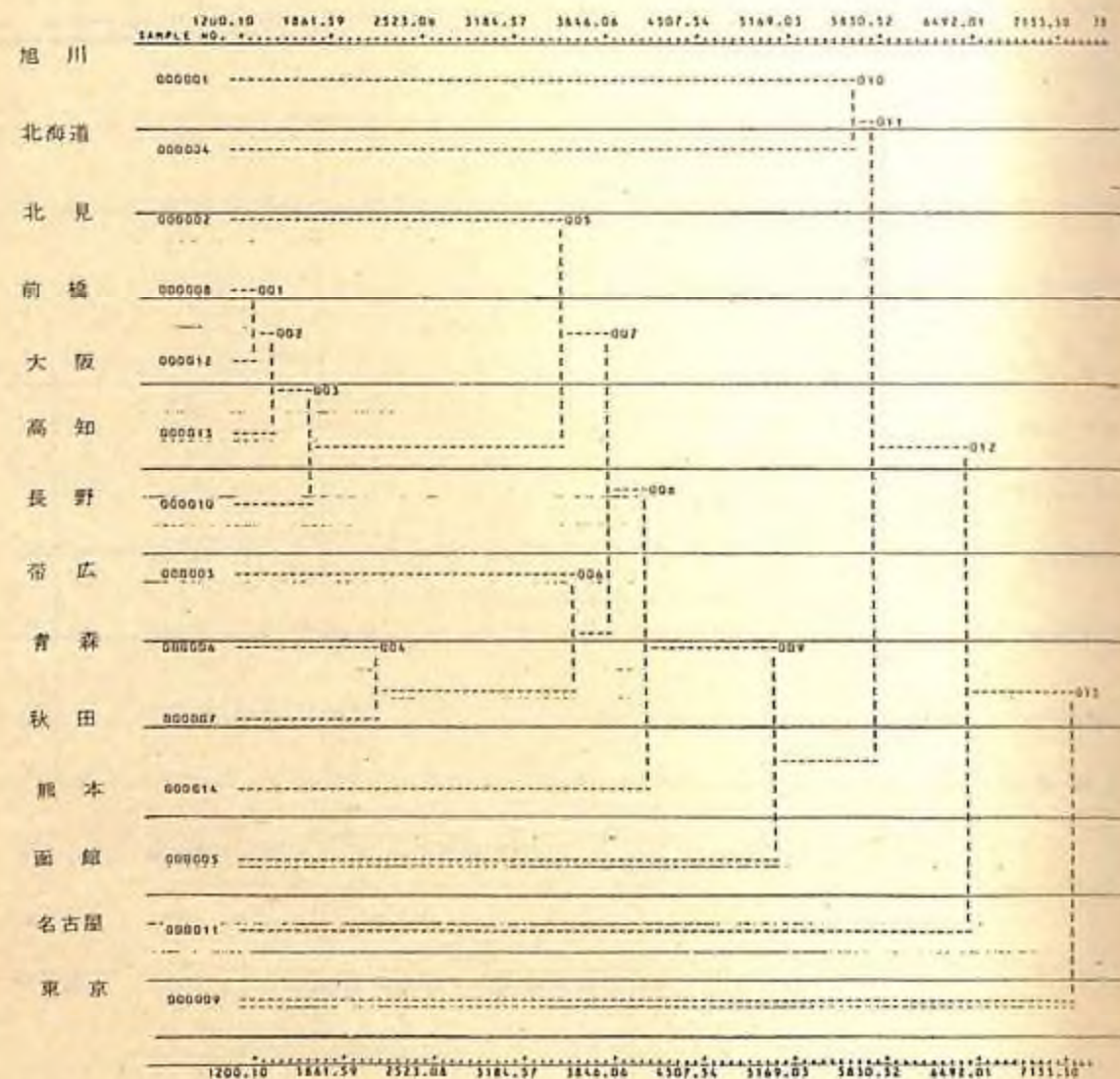


図-4-5 造材災害の類似性(営林局別)



図-4-6 架線集材災害の類似性(要業作業別)

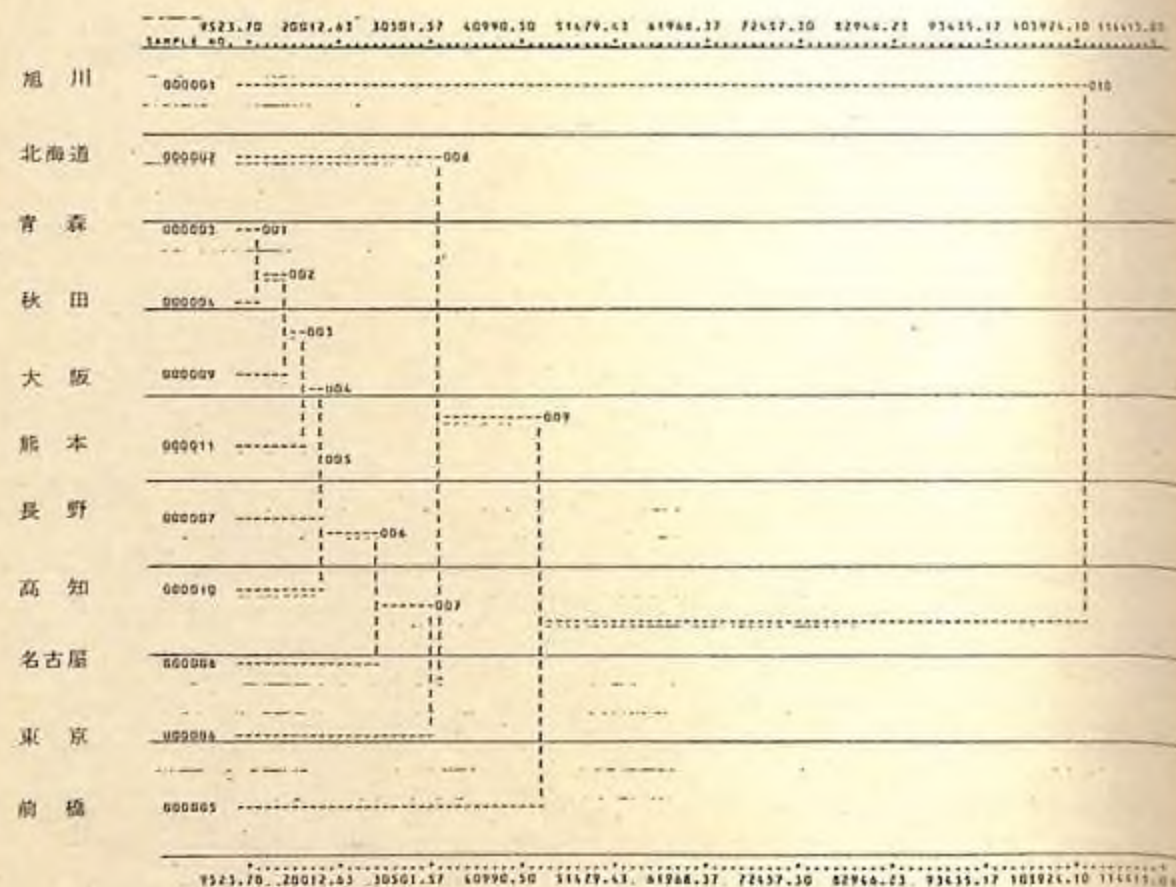


図-47 架線集材災害の類似性(営林局別)

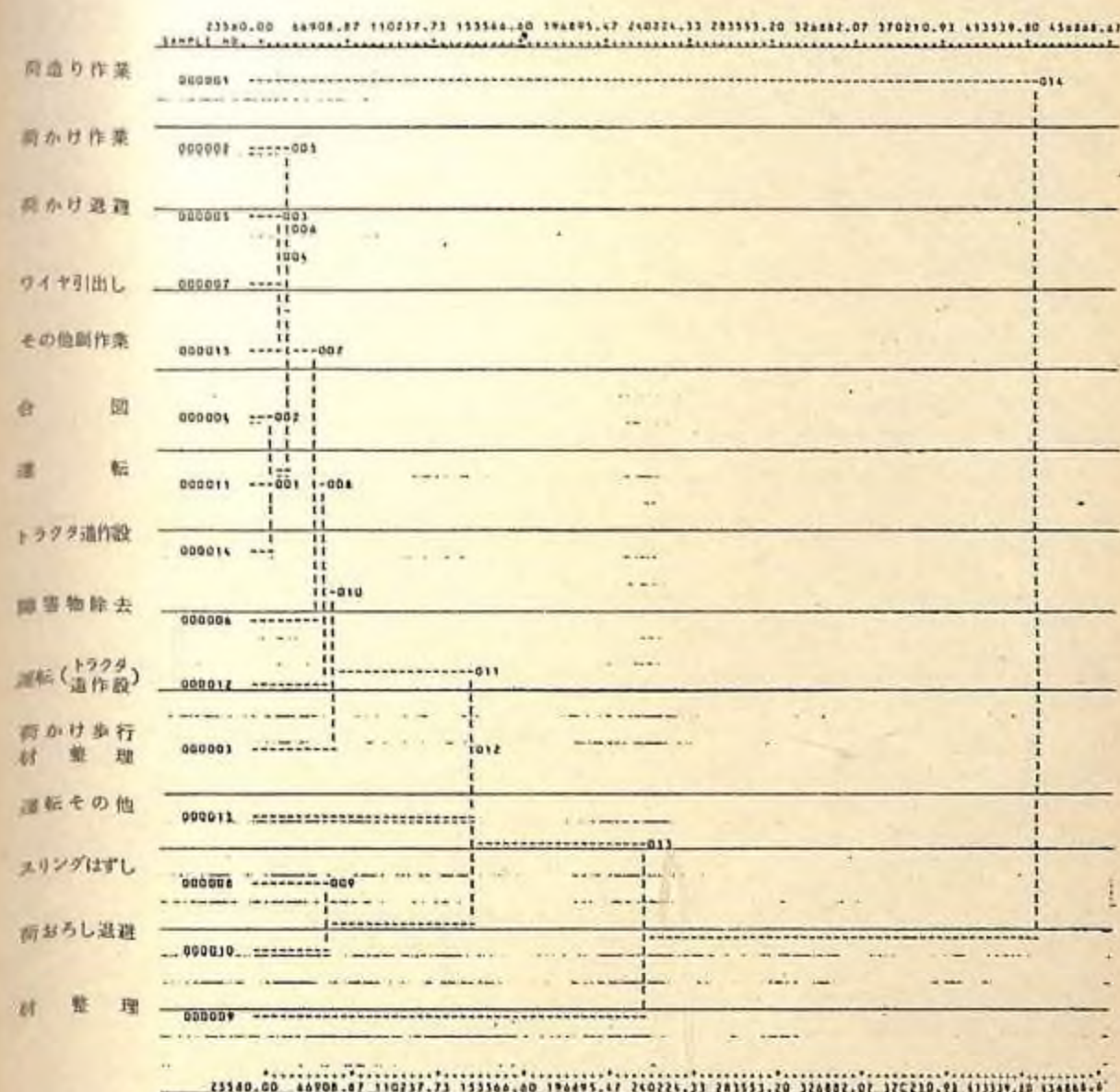


図-48 トラクタ集材災害の類似性(要業作業別)

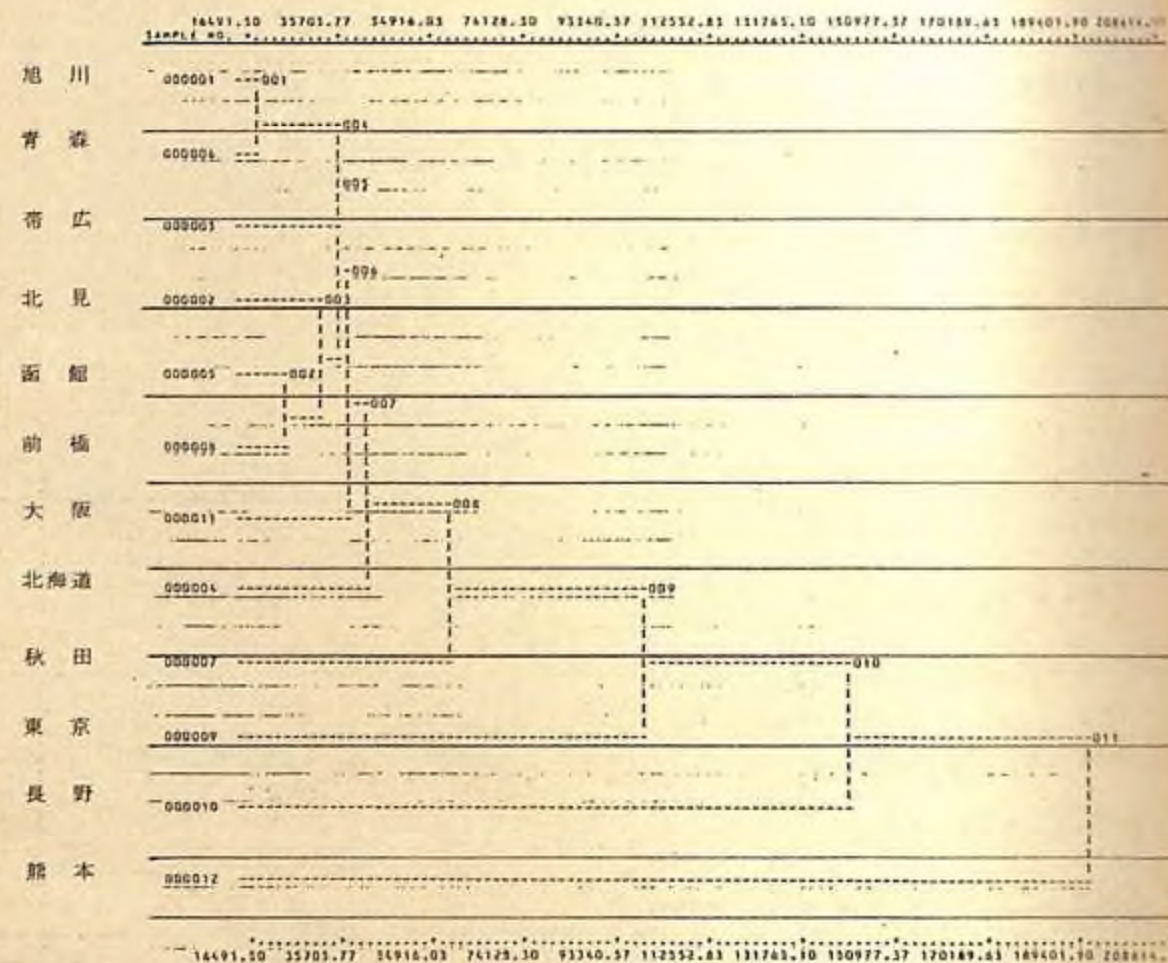


図-4 9 トラクタ集材災害の類似性(営林局別)

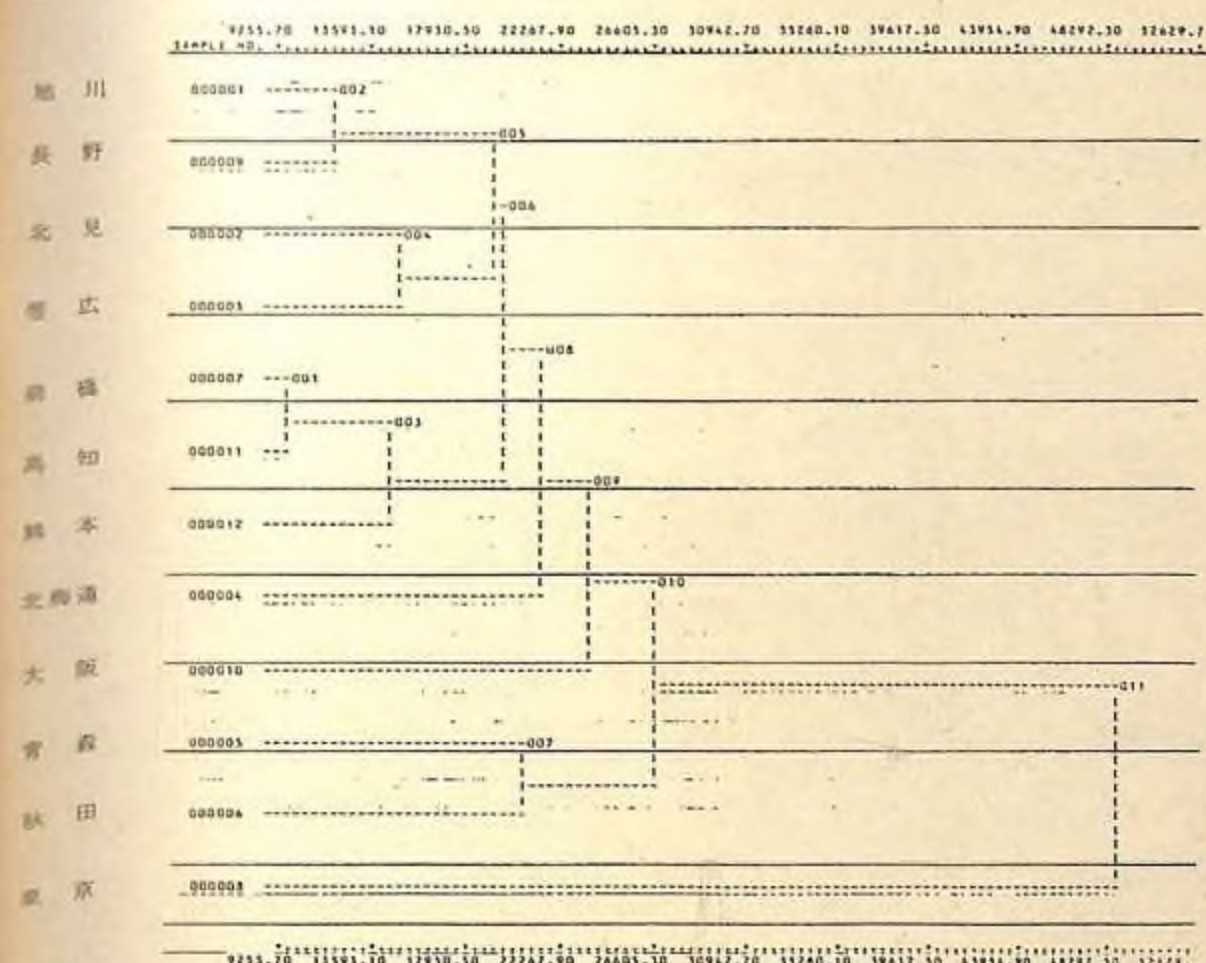


図-5 1 巻立て災害の類似性(営林局別)

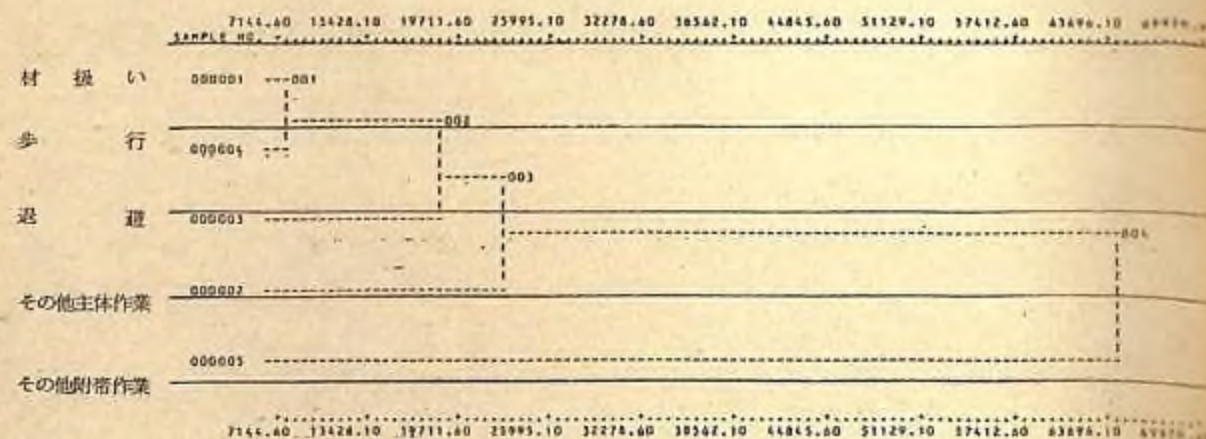


図-5 0 巻立て災害の類似性(要業作業別)

4. 今後の問題点

この報告書の目標は、初めに述べたように林業労働災害の原因分析として、より研究解析的な接近を試みることにあった。

しかしながら、分析データのよりどころが現在の災害報告書であり、分析手法の未確立ということもあって、今回はクロス分析と類型化分析で終らざるを得なかった。また、限られた災害要因であっても、そこからより重要度の高い要因を抽出することが、今後の安全対策を樹立していく上でも重要なポイントになると考えたが、要因の抽出ということもかなり困難な作業であった。その意味では、類型化の分析は重要要因の抽出をある程度可能にしたと思われる。もう一度重要な要因に立返って要因間の因果関係（災害発生の予測）を検討することが今後に残されている。

最後に災害原因分析の今後の問題について2, 3述べておきたい。

- (1) 災害報告書の有効性は、報告書の内容や構造に依存する。国有林野事業の災害報告書はその評価体系が確立されているとはいいがたく、災害統計としての情報書を充実させる必要がある。特に災害発生のメカニズムの信憑性を損わない、災害の因果関係を保障したままで、なおかつ統計的な処理が可能な新しい災害報告書のあり方を検討しなければならない。
- (2) 災害統計の分析を従来の集計方式から統計的観察へ移行させる必要がある。災害の原因分析として、集計方式の分析には限界がある。多変量データの整数と同時にその分析方法を確立していく必要がある。
- (3) 林業労働災害は作業システムが異質なものの集合であるため、その原因が極めてむづかしい分野の1つであるといわれる。その中でも特に問題になるのが発生確率の問題である。効果的な災害分析を行なうためには、なんらかの形でそれぞれの作業の危険度ともいうべき災害発生確率が基礎にならなければならない。そして、さらに統計的解析により災害発生確率の評価、判別方法の開発の可能性を検討する必要がある。
- (4) 災害報告書は災害防止や災害調査の上からも重要なものである。しかしながら、その記述内容はいかに充実しても限界があり、ヒューマン・エラーや疲労のような間接原因までは情報量として把握することができない。

北欧諸国の林業界では災害統計の限界を補うものとしてニア事故分析がさかんである。我が国でも「ヒヤリ、ハット事故」の研究がはじまってきてはいるが、これらの分析は災害報告書では把握でき得ない災害の間接原因をも調査分析することが可能であるといわれる。災害報告書分析を補足する方法として、ニア事故分析の開発が望まれる。

集材作業における副作業軽減策 について

集材作業における副作業の軽減策

I 試験担当者

機械化部 作業第二研究室 辻 井 辰 雄
田 中 利 美
今 富 裕 樹

II 試験目的

森林に対する社会的要請が強まり、森林施業も小面積皆伐、択伐、漸伐等質的に変化してきている。このため、集材作業も伐区面積の縮小、伐区の分散等作業条件が変わり1伐区当りの集材量や集材期間が減少し、機械設備の移動、架設撤収等の副作業の比率が増大してきている。

なかでも、架線集材における集材線の架設は、作業の場が面積的広がりをもつ林地であるため移動が多く、分散しやすい作業形態となって作業手順が確立されにくく時間的なロスも多くみられる。また、盤台作設では生産途上の丸太を使用した画一的な方法が多くとられているうえ、振動障害の防止上から玉切装置の導入が加わったこともあって、多くの労力や時間を費やすとともに丸太の製品価値の低下にもつながることになっている。

このようなことから、副作業軽減の対策が求められている。そこで架線集材における副作業の実態を調査し、副作業軽減の手がかりを得る基礎資料とするとともに、問題点の検討を行ったものである。

III 試験の経過と得られた成果

1. 調査の方法

この調査は昭和54年度から昭和56年度までの3ケ年間実施したものである。

昭和54年度は国有林の14営林(支)局に対して、表-1、-2に示した「集材機作業における副作業の実態調べ」および「集材機作業の作業条件調べ」の調査表に基づいて調査を依頼し、資料を収集した。

また、昭和55年度および昭和56年度は初年度の調査対象となった事業所の中から選定した12実行箇所について、作業分析および時間分析等による現地調査を行い、実態調査資料を補完した。

調査件数は155件で、局別では北海道2、旭川5、北見1、帯広1、函館3、青森15、秋田32、前橋8、東京19、長野23、名古屋16、大阪5、高知2、熊本23となっている。

車票所

区 分	出 役 人 員				時 間 (a)×(b) 時間	延 時 間
	定員内	作業主任者	運転手	定員外計 (a)人		
1 架設準備						
(1) 架線測量						
(2) 集材機等の運搬移動						
(3) 集材機の据付け						
(4) 通い道の作設						
(5) 電話線の引回し						
(6) 台付がライン等の 索加工						
(7) あて木作り						
(8) 付属器具材料等の 林内運搬						
(9) その他						
2 柱作り						
(1) 向 柱						
(2) 元 柱						
(3) 先 柱						
(4) ガイドブロックの 取付け支柱						
(5) その他支柱						
3 索の引き直し作業						
(1) リードロープの 引き直し						
(2) 索の引き直し						
(3) その他						
4 検定及び試運転						
5 その他架設付帯作業						
6 解体撤収作業						
7 盤台作設作業						
(1) 資材等の運搬移動						
(2) 土工作業						
(3) 組立作業						
① 荷卸盤台						
② 積込盤台						
③ カスリ作設						
(4) 盤台の解体撤収 作業						
(5) その他						
8 玉切装置関係						
(1) 玉切装置の移動						
(2) 玉切装置の敷設						
(3) 解体 撤収作業						
(4) その他						
副作業延時間計 (A)						時間
副作業延人員計(A)/8 (B)						人数
主 作 業 延 人 員	作 業 工 程	定員内	作業主任者	運転手	定員外	計 人
	元切					
	枝払					
	荷掛					
	運転					
	玉切					
	巻立					
	積込					
	荷外し					
計 (C)						
通 動 補 正	みなし延時間 (D)	(C) × 分				時間
	みなし延人員 (E)	(D) / 8				人数
		補正主作業延人員(F)	(C) - (E)			人数
		副 作 業 率 (S)	(B) / [(B) + (F)]			%
(特記事項)						

事業所

[illegible]

なお、この中には少数ではあるが、調査が不完全なものや記入がやや不明確なものも含まれていたため、これらは取まとめの段階でその都度取捨したものもある。

2. 調査結果

(1) 架線集材の現状

架線集材の現状を調査資料を基に主な項目について取りまとめた結果は、図-1、-2、-3に示すとおりである。

架線集材作業の対象となった森林は天然林が55%、人工林が40%で残りが天然林と人工林の混ったものとなっており、伐採種は皆伐が81%と大部分を占め、次が皆伐に一部択伐の含まれたもので13%、残りは択伐、漸伐、間伐で3%から1%で少ない。

伐採面積は4ha~6haが32%、2ha~4haが26%、6ha~8haが15%となっており、以下は2ha以下が10%、10ha以上が9%、8ha~10haが8%の順になっている。そして、スパンは400m~600mが35%、600m~800mが30%、200m~400mが15%の順でつづき、800m~1000m、200m以下、1000m以上は10%以下となっている。この両者からみると、伐採面積で6ha以下が68%、スパンも600m以下が56%となっており、伐区縮小への移行もうかがえる。

次に、索張り方式ではエンドレスタイラー式が3分の2の65%、フォーリングブロック式の17%、タイラー式の8%となっており、スカイライン方式が全体の90%を占めている。また、この時の集材の状態も全幹材および半幹材によるものが84%で、全体が10%、普通材によるものは6%となっている。したがって、集材方法でみるかぎりでは全幹材または半幹材によるスカイライン方式が中心となっており、伐区縮小への移行も副作業の軽減につながるとみられるランニングスカイライン式、ダンハム式、ハイリード式等の主索を用いない簡易な方式は少ないといえる。

盤台では木製盤台が36%、土盤台が22%、土盤台と木製盤台の併設が8%、鋼製盤台が2%となっているが、自然の地形利用や林道の捨土利用等による方法がとられて土工のみの盤台を作設しないものが3分の1の32%みられる。また、盤台作設の中にも巻立機やトラッククレーン等の導入によって積込盤台を作設しないものが木製盤台で50%、土盤台で21%、土盤台と木製盤台の併設で8%みられ、盤台の省力省資材化、小型化等の傾向がうかがわれる。

玉切装置はチェーンソーの振動対策および作業仕組の効率化をはかる目的で導入されているが、導入箇所が46%で未導入箇所の比率が高くなっている。機種別ではソー移動式が52%、ソー固定式が48%となっている。

なお、エンドレスタイラー式およびタイラー式等では木製盤台または土盤台と木製盤台の

併設による移動式または固定式の玉切装置の組合せが多く、軽架線では土盤台または土工のみのものによる移動式玉切装置または手持のチェーンソー使用の組合せが多くなっている。

組人員は6人の34%、7人の29%、8人の18%が多い。そして、伐倒1人~2人、荷かけ1人~2人、荷おろし(積込み兼務)1人、造材1人~3人、運転1人が主な作業配置となっている。

なお、地域によって索張り方式の採用や盤台作設にちがいがみられ、北部の北海道、旭川、北見、帯広、函館、青森、秋田等の営林(支)局においては軽架線を含めた種々の索張り方式が採用され、盤台作設なしまたは土盤台によるソー移動式の組合せが多くみられる。また、南部の大阪、高知、熊本等においてはエンドレスタイラー式による木製盤台または土・木併設によるソー固定式の組合せが多くみられる。

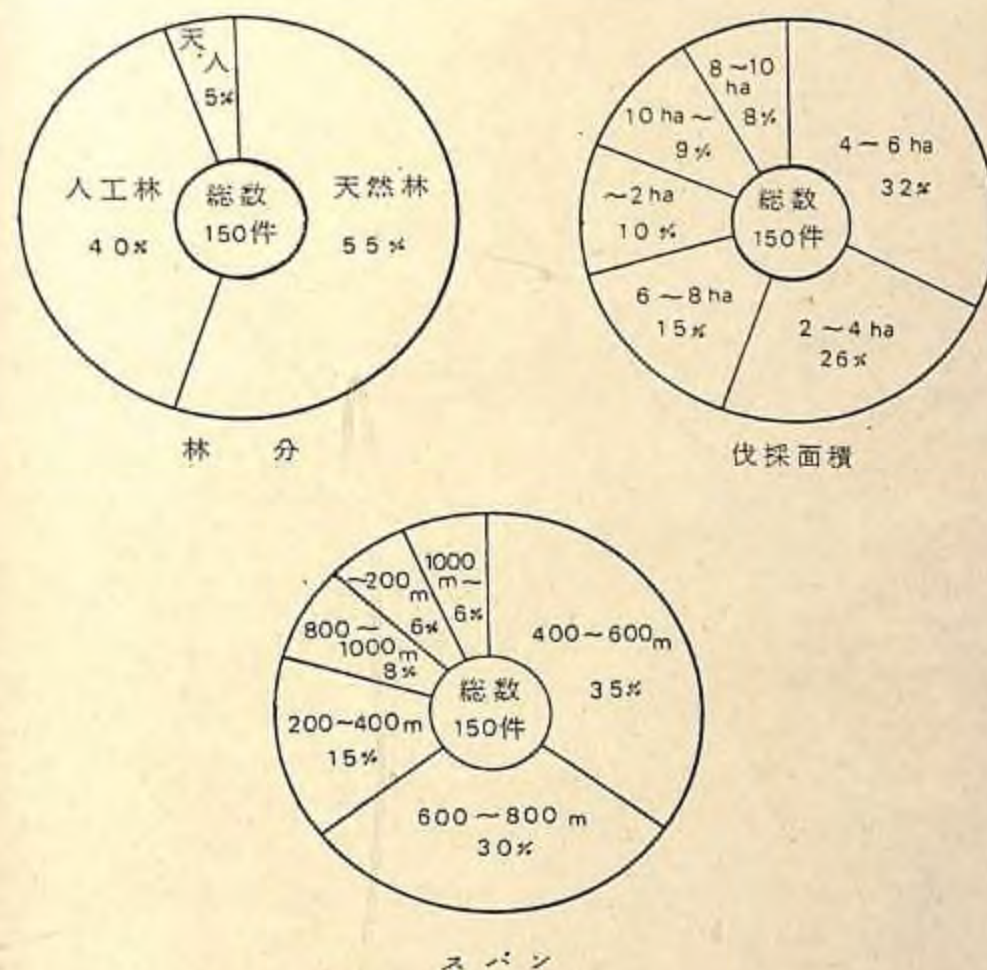


図-1 集材方法の現状 (I)

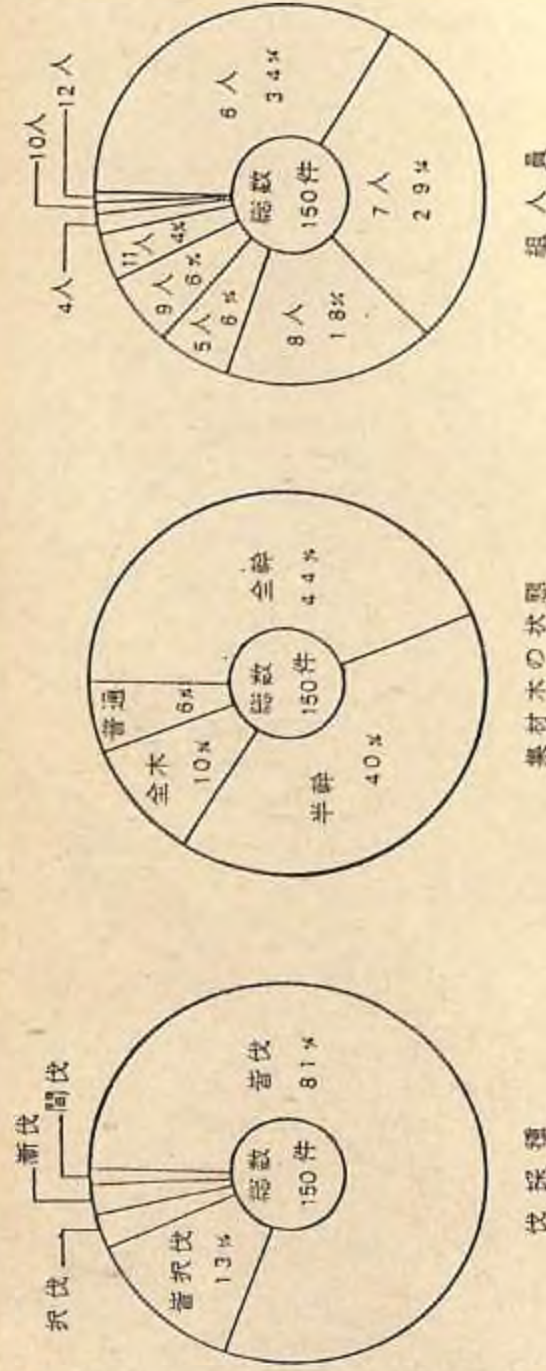


図-2 集材方法の現状 (2)

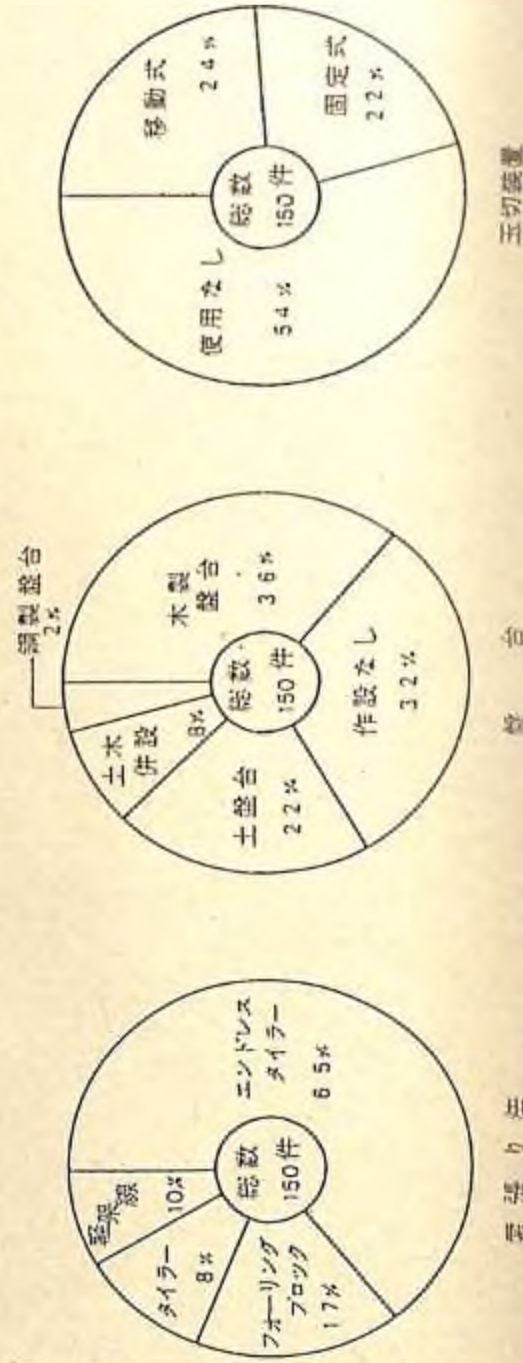


図-3 集材方法の現状 (3)

(2) 集材線の架設撤収

図-4は集材線の架設撤収作業における延人員、図-5は延人員の分布、表-3はスパンと主な器材の使用量について示したものである。

延人員は表-1に示す架線準備、柱作り、索の引き回し、検定試運転、その他の架設付帯作業、解体撤収の各要素作業の出役人員と所要時間から延時間を求め、1日の勤務時間を8時間として算出したものである。

索張り方式別にみると、エンドレスタイラー式が112、フォーリングブロック式が86、タイラー式77、軽架線38となっていて、エンドレスタイラー式の延人員が最も多いのに対して、軽架線ではその3分の1と少なくなっている。これを集材架線1m当り(延人員/スパン)に換算すると、エンドレスタイラー式が0.8、フォーリングブロック式が0.17、タイラー式と軽架線が0.13となる。フォーリングブロック式に較べてスパンが長いタイラー式の比率が逆転し少なくなってくる。

エンドレスタイラー式は各種の作業条件に対する適応性が高いこともあって実行箇所も65箇所と多いことはすでに述べた。しかし、索張りが複雑であるうえ表3に示したように器材の使用量も多くなっていることから架設撤収の面からみれば問題が含まれていることになる。特に、搬器や重錘の重量についてみると、搬器は75Kg~300Kg、重錘は60Kg~250Kgと大きなバラツキがみられる。この両者はスパンや最大積載荷重等によって技術的に決定されることともいえるが、必ずしも適合しているとはいえないところがある。架設の容易性のはかに経済性、能率性の問題も含まれることから、最適器材の選択については十分に検討を要することがらといえる。

なお、架設撤収作業は直接的な器材の使用量との関係のほか、支柱や荷おろし位置(盤台)の選定の難易、支障木や伐開幅、峯越しや沢横切り等の局所的な地形条件によっても大きく左右される。図-5に示した延人員の分布の中で、エンドレスタイラー式の延人員140~200のものは大部分がこれらの作業条件による影響が表示されている。現地に最も適合した他の索張り方式の検討とともに、計画段階での架設位置の設計については、十分な検討を行い無理のないものにする必要がある。

図6は架設撤収の要素作業別の割合を示したものである。

各索張り方式ともに架設準備が28%~32%、柱作りが20%~21%、索の引き回しが17%、検定及び試運転が3%~5%、その他架設付帯作業が3%~6%、解体撤収が21%~23%の範囲にあるが、エンドレスタイラー式での索の引き回し、軽架線での柱作りについては他の索張り方式に較べて高くなっていることと、軽架線での解体撤収の割合が低くなっていることが特徴的なことである。これらのことも、索張り方式選択の条件として今

後十分検討する必要があるといえる。

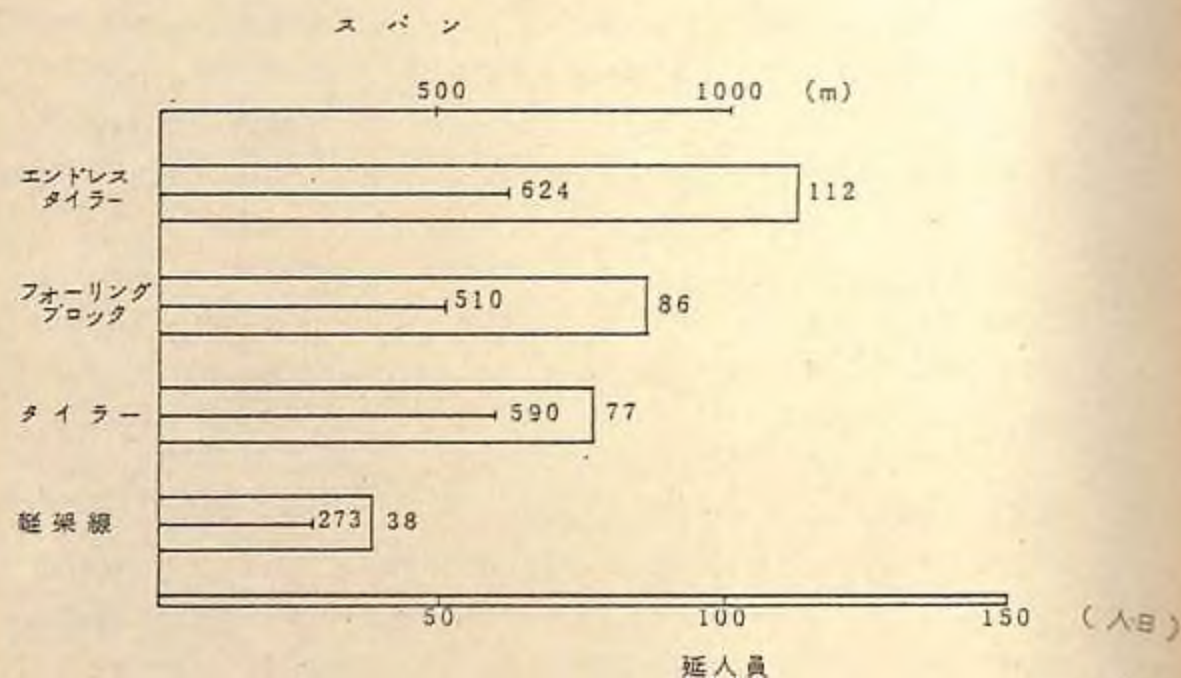


図-4 索張り方式別の架設撤収延人員

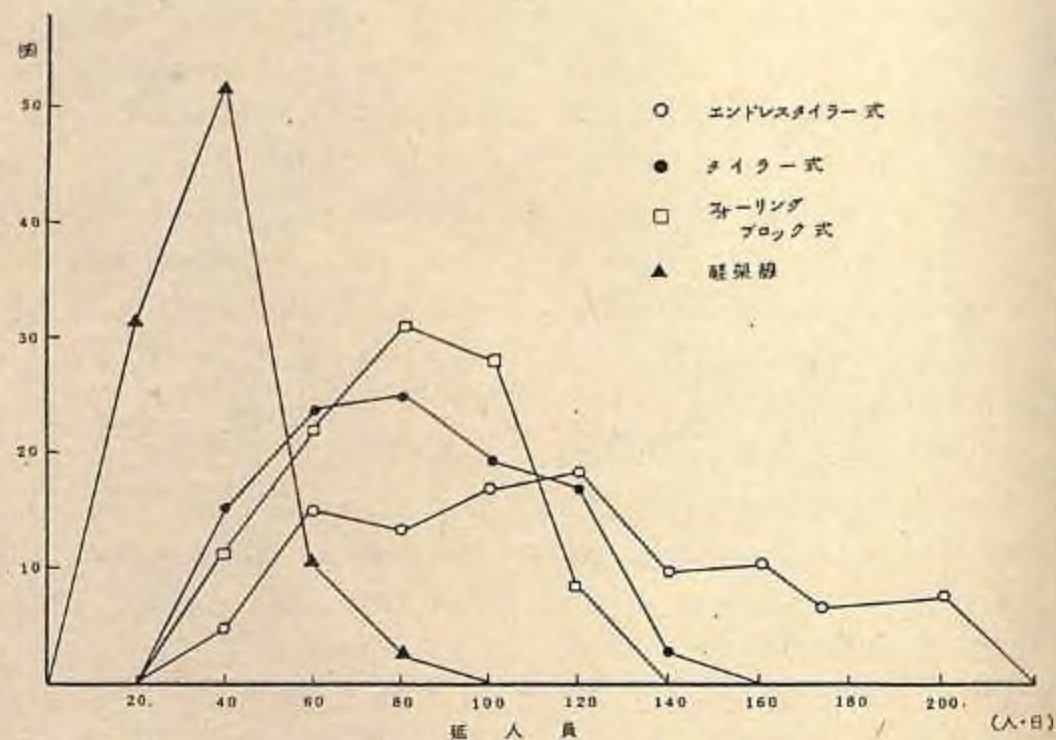


図-5 架設撤収の延人員分布

表-3 索張り方式と使用器材量

索張り方式	スパン (m)	搬器重量 (kg)	重 錘 (kg)	ブロック類 (個)	クリップ類 (個)
エンドレスタイラー式	624	144	255	40	101
タイラー式	590	106	108	28	76
フォーリングブロック式	510	112	230	30	83
軽 架 線	273	23	25	13	36

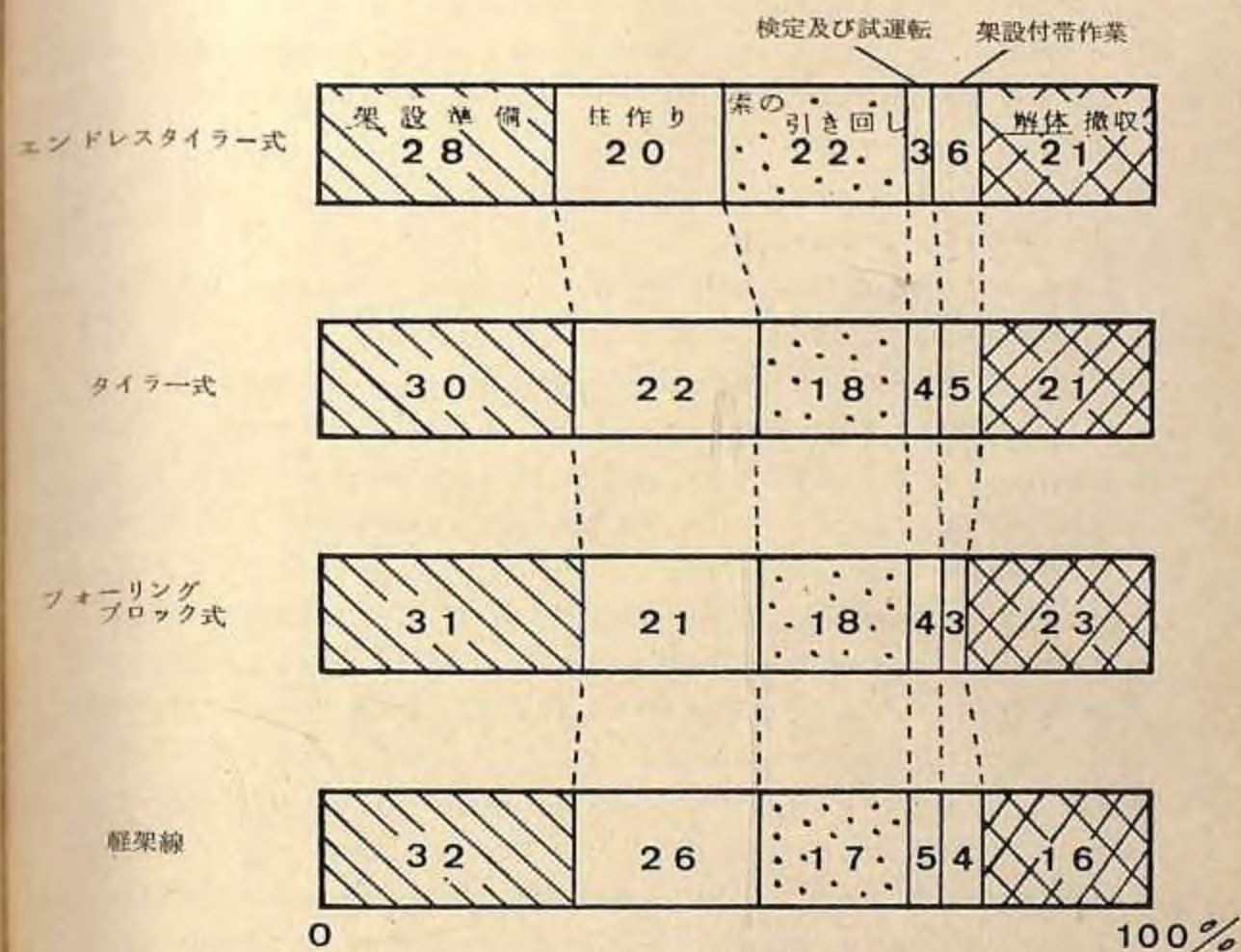


図-6 架設撤去の要素作業別割合

(3) 盤台作設作業

図-7は盤台面積と作設に使用した資材の材積(素材換算丸太), 図-8は作設延人員, 図-9は延人員の分布について示したものである。

盤台作設は前に述べたように, 省力省資材化および小型化の傾向がみられるが, 全体の68%は作設されている。これは玉切装置の基礎的な構造部としての意味も含まれており, 地形が急峻な場合には平坦な場所が確保できないこともあって, 荷おろしや造材等に必要の最小限の範囲内では作設する必要がある。

盤台の種類別面積は木製盤台が226㎡, 土・木併設が201㎡, 土盤台が154㎡, 鋼製盤台が155㎡となっている。そして, 面積の最大は470㎡の木製盤台で, 最小は42㎡の木製盤台となっている。また, 使用材積は木製盤台が40㎡, 土盤台と木製盤台の併設が29㎡, 土盤台が7㎡となっている。そして, 使用材積の最大は90㎡の木製盤台で, 最小は2㎡の土盤台となっている。

生産途上の丸太を60㎡以上も使用する木製盤台や土・木併設盤台については, 省資材化につながる土盤台への転換が必要といえる。

盤台作設延人員は資材等の運搬移動, 土工作業, 組立作業, 解体撤収等について, 集材線の架設撤収と同じ方法で算出している。

盤台の種類別にみると, 鋼製盤台が57, 木製盤台が42, 土・木併設が39, 土盤台で21となっている。そして, 面積1㎡当り(延人員/盤台面積)では鋼製盤台が0.36, 木製盤台が0.18, 土・木併設が0.19, 土盤台が0.14となり, 使用材積1㎡当り(延人員/使用材積)では木製盤台が1.05, 土・木併設が1.34, 土盤台が1.00となっている。なお, 鋼製盤台については丸太の使用量が少ないため省いている。

また, 延人員の分布についてみると, 延人員が70以上となっているものが木製盤台の17%にみられる。これらの大部分は面積で300㎡, 使用材積で60㎡以上となっていて, 盤台規模の縮小をはかって労力の軽減をする必要があろう。鋼製盤台については, 延人員や単位面積当りの数値のいずれも他種に比べて高くなっている。これは導入されてからの期間も短く, 作設要領が習熟されていない面を考慮する必要があろう。鋼製盤台の利点は生産材である丸太を使用しないため, 集材線の架設を待つ必要がなく同時に併行して作業ができ日数が短縮できることであろう。さらに, 軽量化, 作設方法の確立等の改良改善が望まれる。

その他, 線下作業排除を目的としたキックフック等による引込み方式の採用が26%みられる。このことによって, 盤台の作設位置がスカイラインより20m~30m離れていても支障がないため, 作設位置の範囲が拡大し適地が選択できることにもなる。また, 前述のように, ログロード等の巻立機やトラックのクレーン搭載化による積込み盤台(貯材盤台)

の作設をなくすことが軽減につながるであろう。

なお, 木製盤台等では集材線の架設が終了しない限り, 盤台の作設が実行できないため作業日数が長期にわたることと, 作設に特殊な技能を必要とすることも問題となっている。玉切装置も含めた一体化したコンパクトな設備機械を開発し, 少人数でしかも短期間に作設することが必要である。

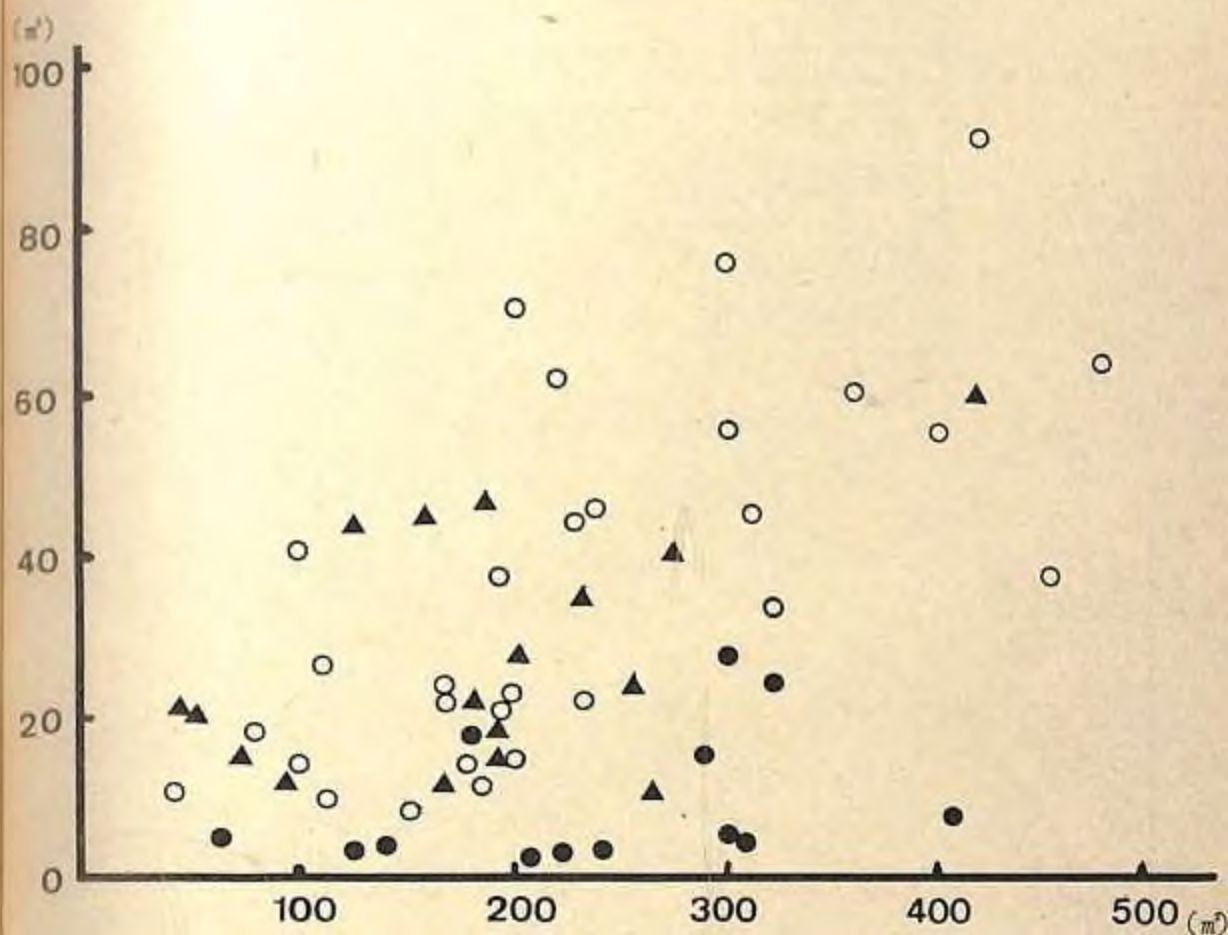


図-7 盤台の種類別面積および使用材積

○木製盤台 ●土盤台 ▲土・木併設

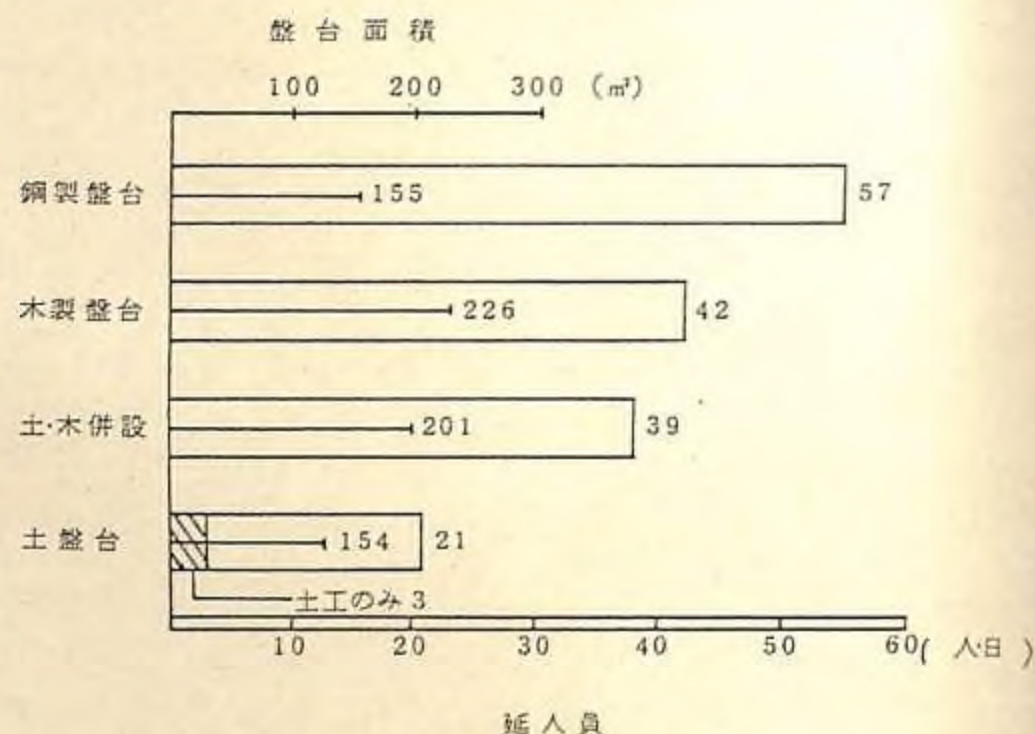


図-8 盤台作設延人員

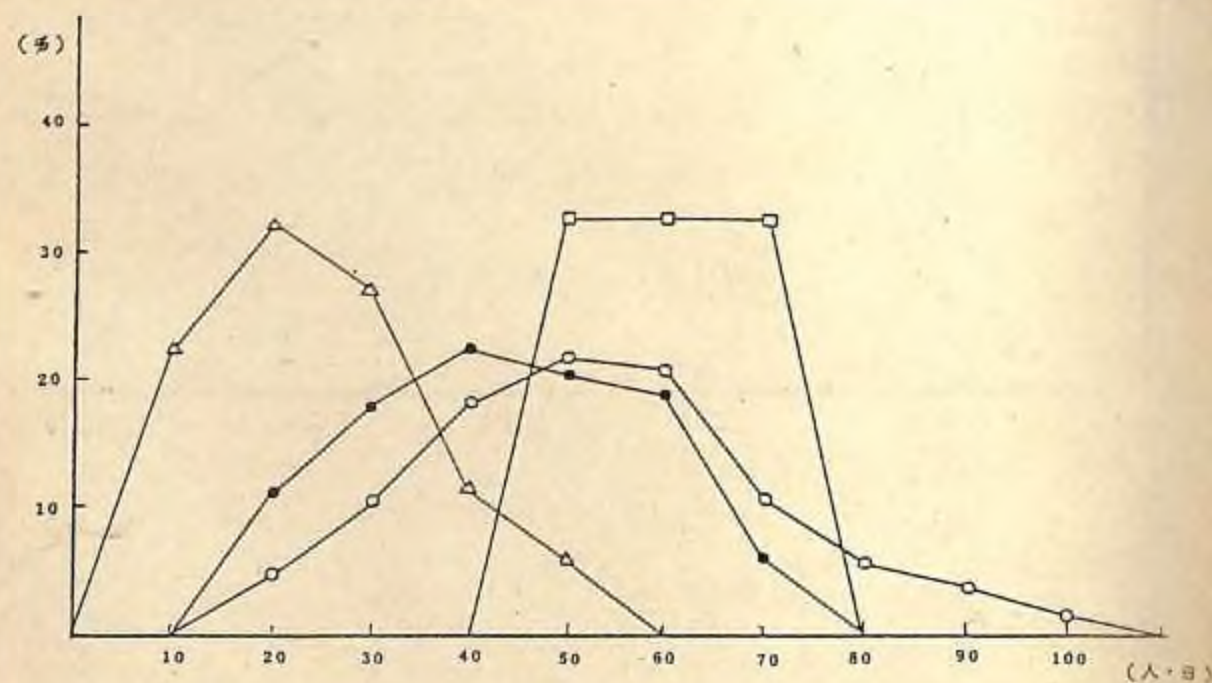


図-9 盤台作設延人員の分布

(4) 玉切装置の敷設作業

図-10は玉切装置の敷設延人員、図-11は盤台作設と玉切装置の延人員割合について示したものである。

玉切装置の延人員についても、玉切装置の移動、敷設、解体撤収等について、集材線の架設撤収と同様に算出している。

延人員を機種別にみると、ソー固定式が38、ソー移動式が9で固定式は移動式の4倍以上の労力を要している。固定式はローラー、チェーンコンベア等の材送り装置、チェーンソー、動力源等の敷設機材が多いが、移動式は動力源、電気コード等のみで機材が少ないことから、延人員に大きな差が生じているとみられる。特に、固定式では集材木の長い場合、30m以上にわたって敷設されている事例もみられ、荷おろし盤台を含めると50m以上の長さになっている。そのうえ、地形が急峻であれば敷設に多くの労力を要することになり、延人員で70以上となっているものが6%みられた。

図-11に示したように、集材線の架設撤収、盤台作設、玉切装置の敷設等の副作業全体に占める固定式玉切装置の割合は、土盤台が22%、土・木併設が20%、木製盤台が19%といずれも大きい。そして、盤台作設を含めると、土・木併設の固定式が40%、木製盤台の固定式が42%となっており、固定式玉切装置については機材の改良や敷設方法の改善が必要である。

また、これらの造材装置のはかにグラップルソー等の移動式玉切機械の導入も考慮する必要がある。すでに、トラクタ集材箇所での実行はみられるように、土場の地形条件として平坦地を多く必要とする面もあるが、林道の捨土等を利用して土場を拡張するとともに、走行による移動が可能であるため集材線や造材場所等の配置によっては導入が可能となり、軽減につながるとみられる。

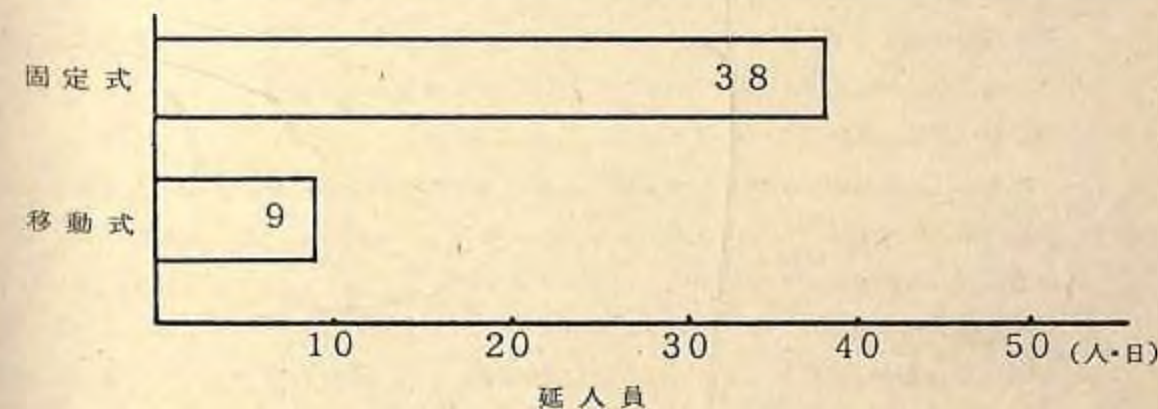
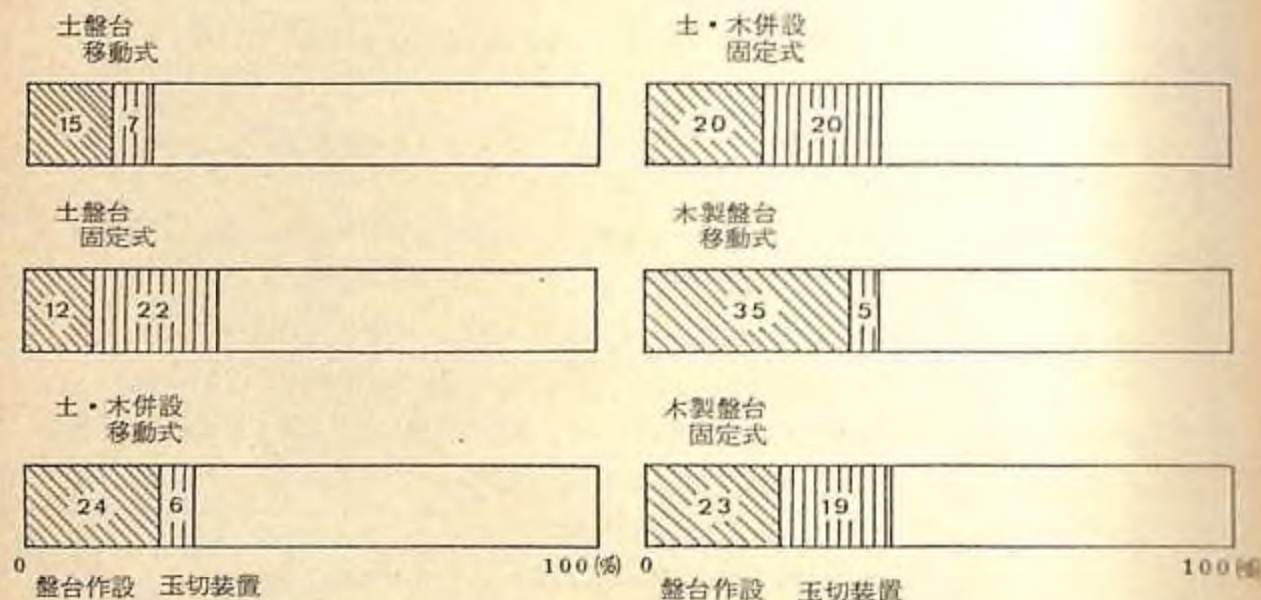


図-10 玉切装置の敷設延人員



図一 1 1 盤台作設、玉切装置敷設の延人員割合
(索張り方式はエンドレスタイラー式)

(5) 副作業延人員

図一 1 2 は 1 盤線当りの生産量と副作業率、表一 4 は副作業延人員について示したものである。

図一 1 2 の副作業率(S)は元切、枝払、荷かけ、運搬、玉切、巻立、積込、荷はずし等の主作業延人員を通勤補正し、補正主作業延人員(F)と副作業延人員(B)とから、 $(S)=(B)/\{(B)+(F)\}$ として求めたものである。

副作業率でみると当然のことではあるが、生産量が多い場合は主作業の割合が高くなって副作業率が減少する。この結果、1 盤線当りの生産量が 1,600 m³ 以下では副作業率が 30% を越すものが 27% になっている。これらは軽架線方式の土盤台においてもみられ、生産量に較べると副作業が多いことになる。

架線集材は架設撤収を主体とする副作業にかなりの労力を要し、その副作業率は生産量の多少に強い影響を受けることから、生産量が少ない場合には盤台作設、玉切り装置の敷設等の工程での軽減がより重要な課題となってくるであろう。また、生産量が多い場合には 1 盤台を 2~3 伐区の集材に使用する方法がとられているものが一部ではあるがみられた。伐区や索張り方式の決定時に、次の伐区との位置関係も考慮して盤台位置を選定することが必要不可欠な要件であろう。

表一 4 は集材線の架設撤収、盤台の作設解体、玉切装置の敷設撤収について、各方式別の延人員を比較したものである。

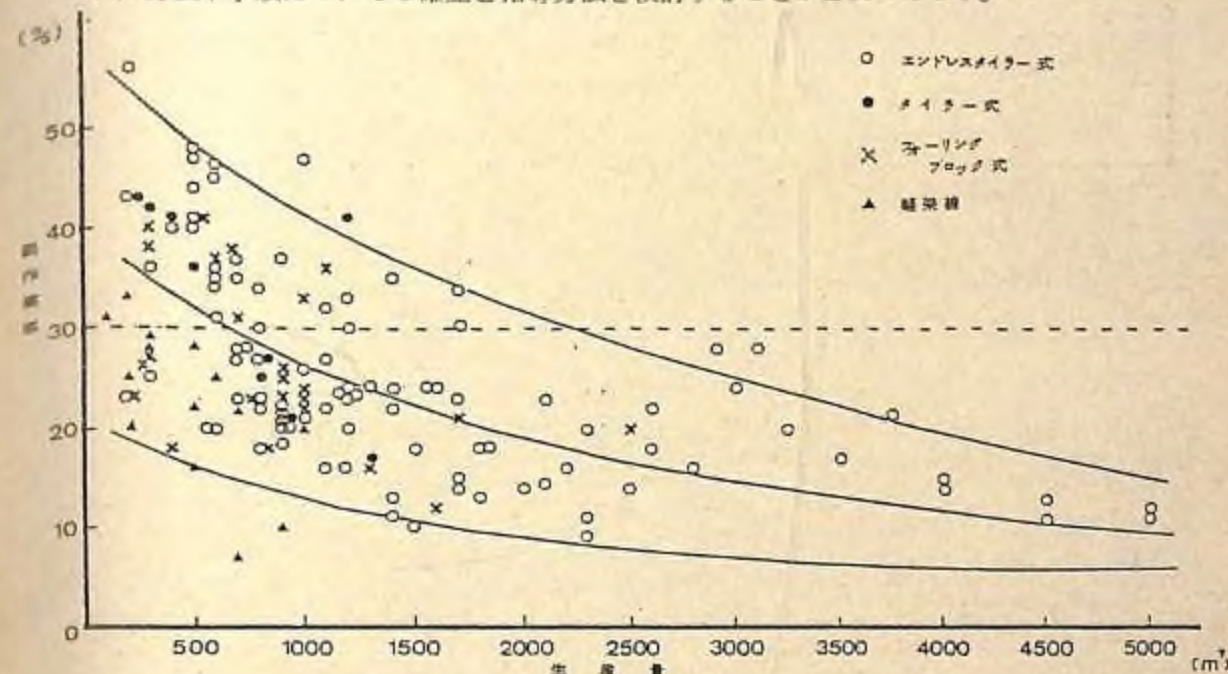
エンドレスタイラー式、木製盤台、ソー固定式玉切装置の組合せの延人員を 100 とした場合の各組合せの比率を示している。

索張り方式ではエンドレスタイラー式以外の方式による土・木併設盤台でのソー移動式玉切装置の組合せが低くなっている。副作業を固定化したものと考えてのではなく、現地の集材条件に適合した方式を検討し、労力と使用器材の軽減および作設日数の短縮をはかることが必要であろう。

その他、作業仕組の選択にあたっては、トラクタ集材可能箇所ではトラクタ集材の実行を検討し、ログローダやトラッククレーンの導入をはかる。また、林道の捨土利用や自然の地形を利用した土盤台方式を活用し、盤台作設は作業の安全上からみた必要最小限の規模にとどめることが必要であろう。

以上のように架線集材における副作業の実態を調査し、その所要人員を中心に検討結果を述べた。一般的にはまだ副作業を固定化してみる傾向がうかがわれ、過去の調査結果とほとんど変わっていない。複雑な地形条件の林地での作業としてみても 3 分の 1 以上の比率になるものは問題があるといえる。

画一的な索張り方式の採用や盤台の作設をとらず、現地に適合するものを選択するとともに、方法や手順についての確立と指導方法を検討することが必要であろう。



図一 1 2 1 盤線当りの生産量と副作業率

表-4 副作業延人員の比較

索張り方式	スパン(m)	盤 台	面積 (㎡)	玉切装置	延人員比率
エンドレスタイラー	624	木 製	226	固 定 式	100
"	"	"	"	移 動 式	86
"	"	土 木 併 設	201	固 定 式	90
"	"	"	"	移 動 式	77
"	"	土 盤 台	154	固 定 式	83
フォーリングブロック	510	木 製	226	固 定 式	80
"	"	"	"	移 動 式	66
"	"	土 木 併 設	201	移 動 式	65
"	"	土 盤 台	154	固 定 式	70
"	"	"	"	移 動 式	56
タ イ ラ ー	590	木 製	226	固 定 式	76
"	"	"	"	移 動 式	62
"	"	土 木 併 設	201	固 定 式	74
"	"	"	"	移 動 式	60
"	"	土 盤 台	154	移 動 式	52
軽 架 線	273	土 木 併 設	201	固 定 式	56
"	"	"	"	移 動 式	42
"	"	土 盤 台	154	移 動 式	33

次代検定林に関するデータ解析 プログラムの開発

次代検定林に関するデータ解析プログラムの開発

I 試験担当者

造林部遺伝育種第1研究室

明 石 孝 輝

大 庭 喜八郎

川 村 忠 士

II 試験目的

次代検定林データは、多方面にわたり活用されなければならないので、データバンクとして保存されるしくみとなっている。また、検定林調査後、ただちにデータ解析を急ぐものもある。このような検定林データの解析は、データを収集した対象の検定林が異なるだけで、共通の手法が用いられる場合が多い。そのため、一度、各種の解析プログラムを開発しておけば、利用者にとって大変便利となる。そのため、本課題では、検定林データの分析に必要となるであろう解析手法を、それぞれ独立したプログラムとして開発した。将来、このようなプログラムは、データバンクと直結するなどして、効率よく利用されるであろう。

III 試験の経過と得られた成果

5年目ごとに実施されている次代検定林の調査は、すでに3回目の10年時の調査が完了したものもある。これらデータの解析には、現在、主に本課題の出発以前に開発した2元分類の分散分析が用いられている。しかし、この分析だけでは十分でなく、また、この分析が適用できないデータもあり、さらに、地域差検定林などの複数検定林を一緒にした分析も必要となっている。本課題で開発したプログラムの中には、地域差検定林の分散分析など、開発と同時に現在すでに利用されているものもある。なお、以下に述べるプログラムは、応用範囲の広い15種についてであるが他にも開発途中のプログラムもあり、また、必要であるが現在着手していないプログラムもある。したがって、育種実行面との綿密な打合せ等を含め、今後さらに開発をすすめる必要がある。

1 系統別データ数の異なる一元分類の分散分析（作製者、明石・川村）

(1) 計算内容

一般的な一元分類の分散分析と、とくに異なる点はない（表-1）。ただし、本プログラムは、系統別データ数の異なる分散分析に利用しやすく作製されている。また、分散分

表-1 系統別データ数の異なる一元分類の分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方の期待成分
系統	$s-1$	$S_1 = \sum X_{i.}^2 / m_i - (\sum X_{ij})^2 / \sum m_i$	$\sigma^2 + m_0 k_s^2$
誤差	$\sum m_i - s$	$S_2 = \sum X_{ij}^2 - \sum X_{i.}^2 / m_i = S_3 - S_1$	σ^2
全体	$\sum m_i - 1$	$S_3 = \sum X_{ij}^2 - (\sum X_{ij})^2 / \sum m_i$	

X_{ij} : i 系統の j 番目のデータ

σ^2 : 誤差分散

k_s^2 : 系統効果

m_0 : 系統ごと本数代表値

析のほか、印刷結果に示すような各統計値が求められる。

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- 系統別本数とデータ。
- 系統ごとの本数、合計、平均値、分散、標準偏差、変動係数。
- 分散分析表。

(3) データシートの書き方 (別表-1 参照)

- 表題カード (4 0 A 4) : 2 行にわたりデータ識別のための任意の表題を記入する。
- 系統数カード (1 1 0) : 1 0 カラムに右詰として、整数で系統数を記入する。
- 系統名カード (1 0 A 8) : 8 カラムに 1 個ずつ、系統名を順次記入する。
- 系統別本数カード (1 6 A 5) : 5 カラムに 1 個ずつ右詰として、整数で系統別本数を順次記入する。
- データカード (8 F 1 0.0) 1 0 カラムに 1 個ずつ実数で記入するが、次の系統のデータへ移るときには改行する。

2 欠測値のある 2 元分類データの分散分析 (作製者、明石)

乱塊法で植栽された検定林データの解析において、各プロットの平均値を用いて 2 元分類の分散分析を行うとすると、あるプロットが全部枯損し、平均値が得られなくなり、予定した分析ができなくなることがある。本プログラムは、この欠測値を補正して、分散分析を実行する。

(1) 計算内容

一般に、ある処理とブロックとの交互作用は、誤差とみなすべきものである。この前提

をもとに、ある検定林から得られたデータ (プロット別平均値) X_{ij} を、 i 番目の系統の j ブロックの測定値 (平均値) とするとき、その数学的モデルは次の式によって示される。

$$X_{ij} = m + C_i + R_j + e_{ij}$$

この式において、 m は、その検定林全体に通ずる平均値であり、 C_i は、 i 番目の系統の効果で、 R_j は、 j ブロックの効果である。 e_{ij} は、 i 番目の系統の j ブロックの測定データにともなう誤差である。本プログラムは、この誤差項 e_{ij} が最小となるような m 、 C_i 、 R_j の値を最小 2 乗法によって求め、その 3 者の和を欠測箇所の補正值とした。さらに補正後の全データについて、2 元分類の分散分析を実行した。なお、誤差の自由度は、欠測値の数だけ減らした。なお、後述するように最小 2 乗法の計算の精度を確かめるため、単位行列を印刷した。すなわち、この行列の対角要素が 1 と印刷されたとき、この分散分析は正しいと判定される。

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- 入力したデータの系統数 (行数)、ブロック数 (列数)、欠測値の数。
- データの一覧表。
- 単位行列。
- 全データについての推定値一覧表。
- 補正值を挿入したデータ一覧表。
- 系統 (行) ごとの平均値。
- ブロック (列) ごとの平均値。
- 総平均値。
- 分散分析表。

(3) データシートの書き方 (別表-2 参照)

- 表題カード (1 6 A 5) : データ識別のための任意の表題を第 1 行に記入する。
- 系統数、ブロック数、欠測値数カード (3 1 1 0) : 1 0 カラムに 1 個ずつ右詰として、整数で系統数 (行数)、ブロック数 (列数)、欠測値数を順次記入する。
- データカード (8 F 1 0.0) : 1 0 カラムに 1 個ずつ、1 番目の系統 (行) の各ブロック (各列) のデータ (平均値) を順次、実数で記入し、1 番目の系統が終れば改行し、次の系統へ移り同様の方法で記入する。

3 各ブロックに植栽された系統グループが異なる 2 元分類データの分散分析 (作製者、明石、川村)

次代検定法は、基本的に乱塊法を用いるように定められている。いうまでもなく、乱塊法は、ブロック間に立地差が大きく生じ、ブロック内の立地差が小さくなるようにしなければならない。しかし、生長調査の結果、この条件が不十分で、各系統の平均値が精度よく推定されない場合がある。このようなデータの精度を良くする方法の一つとして、ブロックの再区分が考えられる。しかし、この再区分によって、各ブロックの系統構成は異なるものとなる。ブロック内系統構成の異なるデータの分散分析については畑村らが報告している。計算手法は、かなりやっかいであるが本プログラムの開発によって、能率良く分析できる。

(1) 計算内容

前述したように、この分散分析は非常にやっかいであり、同時に、この分析の数学的証明も難解である。したがって、本文では、畑村らが最終的に集約して示した分散分析の手法と、推定系統平均値の算出過程および、系統平均値相互間差検定のための差の分散の算出過程だけを示す。

v : 系統数, b : ブロック数, p : ブロック内プロット数, r_i : i 系統のプロット数,
従がって, プロット総数は, $N = bp = \sum_{i=1}^v r_i$

λ_{ik} : i 系統と k 系統を共に含むブロック数

i 系統が j ブロックにあるとき $\varepsilon_{ij} = 1$

i 系統が j ブロックにないとき $\varepsilon_{ij} = 0$

$$\lambda_{ik} = \sum_{j=1}^b \varepsilon_{ij} \varepsilon_{kj}$$

X_{ij} を i 系統の j ブロックにおけるデータとすれば,

$$Y_i = \sum_{j=1}^b \varepsilon_{ij} X_{ij} \quad \text{: 系統合計}$$

$$B_j = \sum_{i=1}^v \varepsilon_{ij} X_{ij} \quad \text{: ブロック合計}$$

$$T_i = \sum_{j=1}^b \varepsilon_{ij} B_j \quad \text{: } i \text{ 系統を含むブロック合計}$$

$$D_i = PV_i - T_i \dots\dots\dots \left(\sum_{i=1}^v D_i = 0 \text{ を検算に用いる} \right)$$

$$G = \sum_{j=1}^b B_j = \sum_{i=1}^v V_i = \sum_{i=1}^v \sum_{j=1}^b \varepsilon_{ij} X_{ij} = \sum X_{ij} \quad \text{: 総合計}$$

次の方程式を解く。

$$\begin{cases} D_i = \sum_{k=1}^v C_{ik} \mu_k & k=i \text{ のとき } C_{ik} = r_i(p-1) \\ G = \sum_{k=1}^v r_k \mu_k & k=i \text{ のとき } C_{ik} = -\lambda_{ik} \end{cases}$$

この解 μ_i が、推定系統平均値である。

表-2 各ブロックの系統が同じでない2元分類データの分散分析

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待値
系 統 (ブロックを除く)	$v-1$	$S_1 = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^v \hat{\mu}_i^2 D_i$ $= \frac{1}{p} \sum_{j=1}^b B_j^2 - G^2/N$	$\sigma^2 + \frac{1}{v-1} \sum_{j=1}^b \sum_{i=1}^v \varepsilon_{ij} (\mu_i - \frac{1}{p} \sum_{k=1}^v \varepsilon_{kj} \mu_k)^2$
ブロック (系統を無視する)	$b-1$	$S_2 = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^b B_j^2 - G^2/N$	1)
誤 差	$N-b-v+1$	$S_3 = S_4 - S_1 - S_2$	σ^2
全 体	$N-1$	$S_4 = \sum X_{ij}^2 - G^2/N$	

(注) 1) は系統効果を含むので表示しない。

各系統平均値相互間の差の分散は次式によって求められる。

$$V(\hat{\mu}_i - \hat{\mu}_k) = P(C^{ii} - 2C^{ik} + C^{kk})\sigma^2$$

従がって、系統平均値相互間の最小有意差は、この式で得られた分散と、各系統のプロット数、および、分散分析表の誤差の自由度に相当する t の値から算出される。ただし、 t 表の関係で、本プログラムでは最小有意差は計算できないので、利用者が別途求めなければならない。

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- ブロックごとプロット別データ。
- 分散分析作製過程における連立方程式。
- 上記連立方程式の逆行列。
- 連立方程式の解の精度をみるための単位行列。
- 連立方程式の解、すなわち、各系統の推定平均値。
- ブロック別プロットごとの系統名、自由度、標準偏差、変動係数、平均値。
- 系統番号、系統名、系統ごとのプロット数、系統ごとの全データを通ずる標準偏差、変動係数、平均値。ただし、変動量は、プロットごとの修正平方和の合計値をプロットごとの自由度の合計値で除した値であり、平均値は、プロットごとの平均値を再平均したものである。
- 分散分析表。
- 各系統の平均値および推定平均値および、各系統推定平均値相互間の差と、それに伴う分散。

(3) データシートの書き方(別表-3 参照)

- a 表題カード(20A4): データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 系統数, ブロック数, プロット数カード(3I10): 10カラムに1個ずつ右詰として, 整数で系統数, ブロック数, ブロックあたりプロット数を記入する。
- c 系統名カード(20A4): 4カラムに1個ずつ植栽系統名を順次記入する。
- d 系統配置カード(16I5): ブロックごとプロット別の植栽配置に従い, 系統番号(系統名カードの記入順位)を5カラムに1個ずつ右詰として, 整数で記入する。なお, ブロック別に改行しない。
- e データ数カード(16I5): ブロックごとプロット別データ数を系統配置カードと同じ順序で, 5カラムに1個ずつ右詰に整数で記入する。系統配置カードと同様にブロックによって改行しない。
- f データカード(16F5.0): dの系統配置で示したプロットの順序に従い, プロットごとのデータを実数で, 5カラムに1個ずつ記入し, プロットによって改行する。

4 複数検定林に共通の系統を植栽して得たデータの分散分析(作製者, 明石)

(1) 計算内容

複数の検定林に, いくつかの共通系統が植栽されている場合, 次のような情報が得られる。全検定林を通じて, どの系統が良いのか, 検定林によって系統の良悪に違いがあるのか, 検定林間の差があるかである。これらの検定のためのブロック別系統平均値をデータと

表-3 複数検定林に共通な系統の分散分析

要因	自由度	平方和	平均平方の期待値
検定林	$f-1$	$S_1 = \sum X_{ij.}^2 / (rs) - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf)$	$\sigma_2^2 + r\sigma_1^2 + rS\sigma_F^2$
1次誤差 (検定林内反復)	$f(r-1)$	$S_2 = \sum X_{ijk}^2 / s - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf) - S_1$	$\sigma_2^2 + r\sigma_1^2$
系 統	$s-1$	$S_3 = \sum X_{i..}^2 / (rf) - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf)$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{SF}^2 + rfK_S^2$
検定林×系統	$(f-1)(s-1)$	$S_4 = \sum X_{ij.}^2 / r - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf) - S_1 - S_2$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{SF}^2$
2次誤差	$f(r-1)(s-1)$	$S_5 = S_6 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4$	σ_2^2
全 体	$rsf-1$	$S_6 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (rsf)$	

X_{ijk} : i 系統の j 検定林における k ブロックの効果

σ_2^2 : プロット間にもなう誤差分散

σ_1^2 : 検定林内ブロックにもなう誤差分散

σ_F^2 : 検定林間分散

σ_{SF}^2 : 検定林と系統との交互作用分散

K_S^2 : 系統効果

したときの分散分析は, 表-3に示すとおりである。この分散分析が, 一般に知られている副次級のある2元分類の分散分析と異なる点は, 検点林内がブロック区分されていることである。なお, 本プログラムは, 各検定林とも, 同数のブロックを保有する場合であり, 異なるものについては, 今後開発しなければならない。

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b 検定林ごとブロック別の各系統平均値。
- c 検定林ごとの各系統平均値と, 全検定林を通ずる各系統平均値。
- d 分散分析表。

(3) データシートの書き方(別表-4 参照)

- a 表題カード(20A4): データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 検定林数, 系統数, ブロック数, 可変FORMATカード(4I10): 10カラムに1個ずつ右詰として整数で, 検定林数, 系統数, ブロック数を記入する。つぎの10カラムには, 可変FORMATを用いるときのみ, 同様の書式で1を記入する。
- c 可変FORMATカード(20A4): 可変FORMATを用いるときのみ, その書式を()で記入する。
- d データカード(16F5.0): 1番目の検定林の1番目の系統の1ブロックから最終ブロックまでのデータ(平均値)を5カラムに1個ずつ実数で順次記入する。次の行に, 1番目の検定林の2番目の系統のデータを同様の要領で記入する。1番目の検定林のデータが終れば, 2番目の検定林のデータについて, 全く同様の方で記入する。なお, 可変FORMATを用いる場合は, それに応じた1データあたりのカラム数に変化するだけで, 改行要領は同様である。

5 地域差検定林データの分散分析(作製者, 明石)

地域差検定林データを分散分析して, 最良と判定される育種区の区分は, 地域と系統との交互作用が, 地域内検定林と系統との交互作用に比較し, なるべく大きくなるようにした場合である。本プログラムは, 1回の入力データについて, 試行錯誤的に, いく種類もの地域区分に対し分散分析を行い, 両交互作用の相対的大きさを比較できるようにつくられている。

(1) 計算内容

表-4に示すような分散分析をおこない, その平均平方の期待成分から, 地域と系統の交互作用分散, および地域内検定林と系統との交互作用分散を求め, 両者の相対比率を求める。この両分散の分割を伴った分散分析は, 利用者が指定した, 色々な地域区分について行われる。

表一 4 地域差検定林の分散分析

要 因	自 由 度	平 方 和	平 均 平 方 の 期 待 値
地 域	$p-1$	$S_1 = \sum X_{ijk}^2 / (rsf) - (\sum X_{ijk})^2 / (rsfp)$	$\sigma_2^2 + s\sigma_1^2 + r\sigma_{FS}^2 + rs\sigma_F^2 + rsfK_p^2$
地 域 内 検 定 林	$p(f-1)$	$S_2 = \sum X_{ijk}^2 / (rs) - (\sum X_{ijk})^2 / (rsfp) - S_1$	$\sigma_2^2 + s\sigma_1^2 + r\sigma_{FS}^2 + rs\sigma_F^2$
1 次 誤 差 (検定林内ブロック)	$pf(r-1)$	$S_3 = \sum X_{ijk}^2 / s - (\sum X_{ijk})^2 / (rsfp) - S_1 - S_2$	$\sigma_2^2 + s\sigma_1^2$
系 統	$s-1$	$S_4 = \sum X_{i..}^2 / (rfs) - (\sum X_{ijk})^2 / (rsfp)$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{FS}^2 + rfs\sigma_S^2$
地 域 × 系 統	$(p-1)(s-1)$	$S_5 = \sum X_{ij.}^2 / (rf) - (\sum X_{ijk})^2 / (rsfp) - S_1 - S_4$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{FS}^2 + rfs\sigma_{FS}^2$
地域内検定林×系統	$p(f-1)(s-1)$	$S_6 = \sum X_{ijk}^2 / r - (\sum X_{ijk})^2 / (rsfp) - S_1 - S_2 - S_4 - S_5$	$\sigma_2^2 + r\sigma_{FS}^2$
2 次 誤 差	$pf(r-1)(s-1)$	$S_7 = S_6 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4 - S_5 - S_6$	σ_2^2
全 体	$rsfp-1$	$S_8 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (rsfp)$	

X_{ijk} : i 系統の j 地域内の k 検定林における l ブロックのデータ (プロット平均値)

σ_2^2 : 検定林内ブロック間の検定林間にもなう誤差分散

σ_1^2 : 検定林内反復間にもなう誤差分散

σ_{FS}^2 : 検定林と系統との交互作用分散

σ_F^2 : 検定林間分散

K_p^2 : 地域効果

σ_S^2 : 系統分散

σ_{FS}^2 : 地域と系統との交互作用分散

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- 試行数 (地域区分の回数), 検定林数, ブロック数。
- 各検定林名。
- 各系統名。
- データ一覧表
- 区分した地域の数。
- 区分した地域ごとの検定林名。
- 検定林別平均値。
- 系統別平均値。
- 検定林ごと系統別平均値。
- 地域ごと系統別平均値。
- 地域別平均値。
- 分散分析表。
- 地域と系統との交互作用分散値と, 地域内検定林と系統との交互作用分散値, および両分散の相対比率。
- 以下, 2 回目の分散分析から, h, i, j を除いた, f から n までの各項が印刷される。

(3) データシートの書き方 (別表-5 参照)

- 表題カード (20A4): データ識別のための任意の表題を第 1 行に記入する。
- 試行数, 検定林数, 系統数, ブロック数カード (4I10): 10 カラムに 1 個ずつ右詰として整数で, 試行数, 検定林数, 系統数, ブロック数 (検定林内ブロック数) を記入する。
- 検定林名カード (16A5): 5 カラムに 1 個ずつ検定林名を順次記入する。
- 系統名カード (16A5): 5 カラムに 1 個ずつ系統名を順次記入する。
- データカード (16F5.0): 5 カラムに 1 個ずつ検定林ごとブロック別の各系統平均値を実数で記入する。即ち, 1 番目の検定林の 1 ブロックの系統別平均値の記入が終了すれば, 行を改め 2 ブロックの系統別平均値を記入する。1 番目の検定林についての記入が終了すれば, 2 番目の検定林について同様の要領で記入をくりかえし, 全検定林についての記入を行う。
- 地域区分数カード (I10): 10 カラムに右詰として, 区分したい地域区分の数を整数で記入する。

- g 地域ごと検定林カード(16I5) : 5カラムに右詰として、fで指定した地域の数に応じた、地域ごとの検定林数を整数で順次記入する。
- h 地域ごと検定林名カード(16A5) : 5カラムに1個ずつ、gで指定した検定林数に応じた検定林名を順次記入する。1番目の地域の検定林名の記入が終れば、行を改め、2番目の地域の検定林名を同様の方法で記入し、順次、この方法で記入を行う。
- i 以上の記入が終れば、bで記入した試行の回数に基づいて、fに戻りhまでの記入を繰り返す。

6 単木混交植栽で得られたデータの分散分析(製作者、明石、川村)

単木混交で植栽した検定林のデータを系統別に集計するには、大きな手間を必要とする。本プログラムは、それを処理するためのものである。

(1) 計算内容

単木混交植栽の図面をまず入力し、同様の配置で入力したデータを系統別に集計し、各統計値を算出する。同時に、一元分類の分散分析を実行する。なお、本プログラムは、植栽配置が方形となっていることを前提としてつくられている。もしも、方形でないものに用いるときには、植栽配置の行と列のはみ出した部分に合せその他の行と列を延長し、図面上で方形として取扱う。また、非植栽の部分には、実験上用いなかった系統が植栽されていたものとして取扱い、データは欠測値として取扱う。

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b 実験上、用いなかったはずの所属不明の系統名。
- c 系統名の記入された植栽配置図。
- d 植栽配置図と同様の並びのデータ。
- e 系統ごとの本数、合計値、平均値、分散、変動係数。
- f 分散分析表。

(3) データシートの書き方(別表-6参照)

- a 表題カード(20A4) : データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 植栽配置の行列数、系統数カード(3I10) : 10カラムずつに、右詰として植栽配置の行数と列数および植栽系統数を整数で記入する。
- c 系統名カード(16A5) : 植栽した各系統名を5カラムに1個ずつ順次記入する。
- d 植栽配置カード(16A5) : 系統名カードと同じ書式で、植栽配置に基づき第1行からの系統名を記入し、植栽行ごとに改行する。なお、未植栽の箇所があれば、cで記入した系統名以外の任意の系統名を記入する。

- e データカード(16F5.0) : dと全く同じ順序であり、5カラムに1個ずつ第1行からのデータを実数で記入し、植栽行ごとに改行する。なお欠測値には-1を記入する。

7 交配苗木を単木混交植栽して得たデータの交配組合せ別集計(製作者、川村・明石)

交配苗木を単木混交で植栽して得たデータを交配組合せ別に集計するプログラムである。交配苗木のデータは、交配設計によって交配組合せ別平均値を用いた色々な分析があるので、本プログラムは、交配組合せ別の集計にとどめた。

(1) 計算内容

単木混交植栽の図面を、両親の番号で入力し、同様の配置で入力したデータを両親別に集計し、交配組合せ別の本数および合計値、平均値、標準偏差、欠測数を求める。

(2) 印刷結果

- a 総本数
- b メス親数
- c オス親数
- d 両親別のつけられたデータ一覧表
- e 実験上用いなかったはずの所属不明の系統名とデータ
- f 交配組合せ別の本数および合計値、平均値、標準偏差、欠測数の数

(3) データシートの書き方(別表-7参照)

- a 表題カード(A80) : データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- b 総本数と親数カード(3I10) : 10カラムずつ総データ数、メス親数、オス親数を右詰として、整数で順次記入する。
- c メス親番号カード(16I5) : 各メス親に与えた番号を5カラムに1個ずつ右詰として、整数で順次記入する。
- d オス親番号カード(16I5) : 各オス親に与えた番号を5カラムに1個ずつ右詰として、整数で順次記入する。
- e 配置図カード(16I5) : 植栽配置における1番目の個体のメス親番号を最初の5カラムに、次の5カラムにオス親の番号を両者とも右詰に整数で記入する。次の5カラムに2番目の個体のメス親番号、次の5カラムにオス親番号をといったように、全個体についての両親の番号を順次記入する。
- f データカード(16F5.0) : 5カラムに1個ずつ実数で、配置カードと同じ順序でデータを記入する。なお、この記入順位において、1個でも記入もれがあると、それ以降のデータ全部に狂いが生じるので、配置カードの個体数と、このデータ数を良く照合して記入する必要がある。

8 2 段分割実験データの分散分析 (作製者, 明石)

いくつかの産地から選抜されたものとして複数ずつに区分できる精英樹家系で, 各個体からデータを得たときの分散分析に本プログラムは相当する。なお, このプログラムは, 産地ごとの家系統数が不揃いの場合や, 家系ごとの個体の不揃いの場合にも, 適用できるようにつくられている。

(1) 計算内容

1 例として説明すると, 要因に産地, 産地内家系, 家系内個体 (誤差) をとり, 分散分析を行うが, データ数不揃いについては, 重みづけによって修正検定を行う (表-5)。

表-5 2 段分割実験データの分散分析 (例)

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待成分
産 地	$p-1$	$S_1 = \sum X_{i..}^2 / m_{i.} - (\sum X_{ijk})^2 / \sum m_{ij}$	$\sigma^2 + n_2 K_S^2 + n_1 K_p^2$
産地内系統	$\sum s_i - p$	$S_2 = \sum X_{ij.}^2 / m_{ij} - \sum X_{i..}^2 / m_{i.}$	$\sigma^2 + n_3 K_S^2$
誤差 (個体)	$\sum m_{ij} - \sum s_i$	$S_3 = S_4 - S_1 - S_2$	σ^2
全 体	$\sum m_{ij} - 1$	$S_4 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / \sum m_{ij}$	

X_{ijk} : i 産地の j 系統の k 第目のデータ

σ^2 : 誤差分散

K_S^2 : 系統効果

K_p^2 : 産地効果

n_1 : 産地ごと個体数代表値

n_2 : } 系統ごと個体数代表値
 n_3 : }

p : 産地数

s_i : i 産地の系統数

m_{ij} : i 産地の j 系統の個体数

$$n_1 = \frac{1}{p-1} \left(\sum m_{ij} - \frac{\sum m_{i.}^2}{\sum m_{ij}} \right)$$

$$n_2 = \frac{1}{p-1} \left(\sum \frac{m_{ij}^2}{m_{i.}} - \frac{\sum m_{ij}^2}{\sum m_{ij}} \right)$$

$$n_3 = \frac{1}{\sum s_i - p} \left(\sum m_{ij} - \sum \frac{m_{ij}^2}{m_{i.}} \right)$$

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- プロットごとの本数とデータ一覧表 (プロットは上例の家系に相当する)。
- 各分割区ごとの平均値, すなわち, NO1MEAN として印刷されるものは上例の産地ごとの平均値に相当し, NO2MEAN として印刷されるものは, 同例の産地内の各家系平均値である。
- 分散分析表。ただし, GROUP 1 は, 上例の産地に相当し, GROUP 2 は, 同例の産地内家系, G O S A は産地内個体に相当する。
- 分散分析表の平均平方の期待成分から, 各分散値を求めるのに必要な, 各要因の本数代表値 (3 個)。上例で説明すれば, 1 番目に産地内の平均平方の期待成分中の家系ごと本数代表値, 2 番目に家系の平均平方の期待成分中の家系ごと本数代表値, 3 番目に産地の平均平方の期待成分中の産地ごと本数代表値である。

(3) データシートの書き方 (別表-8 参照)

- 表題カード (20A4) : データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- 分割区数, 可変FORMAT 有無カード (5I10) : 10 カラムに1個ずつ右詰として整数で, 第1分割区数 (上例では産地数), 第2分割区の数 (上例では全家系統), 第1分割区の1区あたりの第2分割区数 (上例では産地あたり家系統), ただし, 不定のときには空白, 第2分割区の1区あたりの試料数 (上例では家系あたり個体数), ただし, 不定のときは空白, さらに, 可変FORMAT カードを用いる場合にのみ任意の数字を順次記入する。
- 第1分割区ごと第2分割区数カード (16I5) : 5 カラムに1個ずつ右詰として整数で, 第1分割区ごとの第2分割区の数順次記入する。ただし, 第1分割区ごとの第2分割区の数一定であれば, このカードは不要である。
- 第2分割区ごとデータ数カード (16I5) : 5 カラム1個ずつ右詰として整数で, 第2分割区ごとのデータ数を順次記入する。ただし, 第2分割区ごとのデータ数一定であれば, このカードは不要である。
- 第1分割区名カード (10A8) : 8 カラムに1個ずつ, 第1分割区の名前を順次記入する。
- 可変FORMAT カード (20A4) : b のカードにおいて, 可変FORMAT の使用を指示したときのみ, このカードは必要である。その場合は, データ入力の書式を () で1行内に記入する。
- データカード (16F5.0) : 可変FORMAT を用いない通常の場合は, 5 カラムに

1 個ずつ実数で、第1分割区の最初の分割区、第2分割区の最初の分割区から記入し、この分割区単位に改行し、記入を続ける。可変FORMATを用いる場合も、順序と改行については同様である。

9 3段分割実験データの分散分析(作製者、明石)

前述の2段分割実験データを、さらに1段多く分割した実験データが対象となるので、前例を拡張して例にとると、前例の各個体についての1個であったデータが、今回は複数個あった場合である。本プログラムの分散分析は、各段階の分割区の数に一定の場合にのみ、正しい結果が得られ、不揃いのときは近似的な結果となる。なお、一定であるかどうかという意味を前例について説明すると、産地ごとの家系が同数、もしくは、家系ごとの個体が同数、各個体から得たデータが同数等である。

(1) 計算内容

1 例として説明すると、要因に産地、産地内家系、家系内個体、個体内試料(誤差)をとり分散分析を行う(表-6)。

表-6 3段分割実験データ分散分析(例)

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待成分
産 地	$p-1$	$S_1 = \sum X_{i...}^2 / n_{i..} - (\sum X_{ijk\ell})^2 / \sum n_{ijk}$	$\sigma^2 + n_1 K_1^2 + n_2 K_S^2 + n_3 K_P^2$
産地内系統	$\sum s_i - p$	$S_2 = \sum X_{ij..}^2 / n_{ij.} - \sum X_{i...}^2 / n_{i..}$	$\sigma^2 + n_1 K_1^2 + n_2 K_S^2$
個 体	$\sum m_{ij} - \sum s_i$	$S_3 = \sum X_{ijk.}^2 / n_{ijk} - \sum X_{ij..}^2 / n_{ij.}$	$\sigma^2 + n_1 K_1^2$
誤差(試料)	$\sum n_{ijk} - \sum m_{ij}$	$S_4 = S_5 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4$	σ^2
全 体	$\sum n_{ijk} - 1$	$S_5 = \sum X_{ijk\ell}^2 - (\sum X_{ijk\ell})^2 / \sum n_{ijk}$	

$X_{ijk\ell}$: i 産地の j 系統の k 個体の ℓ 番目のデータ

σ^2 : 誤差分散

K_1^2 : 個体効果

K_S^2 : 系統効果

K_P^2 : 産地効果

p : 産地数

s_i : i 産地の系統数

m_{ij} : i 産地の j 系統の個体数

n_{ijk} : i 産地の j 系統の k 個体の試料数

n_1 : 産地ごとの系統数

n_2 : 系統ごとの個体数

n_3 : 各個体ごとの試料数

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- データ一覧表。
- 各分割区ごとの平均値。前述の例にとると GROUP MEANS として印刷されるものは、産地ごとの平均値、PLOT MEANS として印刷されるものは、家系別平均値、SUB PLOT MEANS は、個体ごとの平均値である。
- 分散分析表。この表における要因のうち、GROUP は、前例の場合の産地に相当し、PLOT は家系、SUB PLOT は個体、ERROR は試料に相当する。

(3) データシートの書き方(別表-9 参照)

- 表題カード(20A4) : データ識別のための任意の表題を第1行に記入する。
- 分割区数、可変FORMAT有無カード(7I10) : 10カラムに1個ずつ右詰として整数で、第1分割区数(前例では産地数)、第2分割区の総数(前例では総家系数)、第3分割区の総数(前例では全個体数)、第1分割区の1区あたりの第2分割区数(一定でないときは空白)、第2分割区の1区あたりの第3分割区数(一定でないときは空白)、第3分割区の1区あたりの試料数(一定でないときは空白)、さらに、次の10カラムに可変FORMATを用いるときのみ、任意の数字を記入する。
- 第1分割区ごと第2分割区数カード(16I5) : 5カラムに1個ずつ右詰として整数で、第1分割区ごとの第2分割区の数(一定であれば、このカードは不要である)。
- 第2分割区ごと第3分割区数カード(16I5) : 5カラムに1個ずつ右詰として整数で、第2分割区ごとの第3分割区の数(一定であれば、このカードは不要である)。
- 第3分割区ごとデータ数カード(16I5) : 5カラムに1個ずつ右詰として整数で、第3分割区ごとのデータ数を順次記入する。ただし、データ数が一定であれば、このカードは不要である。
- 第1分割区名カード(10A8) : 8カラムに1個ずつ、第1分割区の名前を順次記入する。
- 可変FORMATカード(20A4) : bのカードにおいて、可変FORMATの使用を指示したときのみ、このカードは必要である。その場合は、データ入力書式を()で1行内に記入する。
- データカード(16F5.0) : 可変FORMATを用いない通常の場合は、5カラムに1個ずつ実数で、第1分割区の最初の分割区、第2分割区の最初の分割区、さらに、第

3 分割区の最初のデータから記入し、この分割区単位に改行する。以降のデータも同様の順序で記入を行う。なお、可変FORMATを用いる場合も、順序と改行については同様に行う。

- 10 単木混交植栽地から、2 群のデータを得たとき、系統平均値を求め、両群データ間の相関係数を求める（作製者、明石）

ある単木混交植栽の検定林で、年次経過を通し、2 度のデータが得られたとき、幼老相関を求めるときなどに、このプログラムは用いられる。

(1) 計算内容

図面と同時に入力された2 群のデータについて、各系統の平均値を求め、両データ間の相関係数を求める。なお、このプログラムは基本的には、植栽配置において、各行とも同一数で、また、各列とも同一数であること、即ち方形であることを前提としている。方形でないものに対し、このプログラムを用いるときは、行および列の一番はみ出したところに林縁を合せ、方形データとして取り扱えば良い。この場合、図面上、未植栽となった箇所には実験上、用いなかった任意の系統名を記入し、対応するデータには、-1. を記入すれば良い。

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b 各系統名。
- c 系統名の記入された植栽配置図。
- d 植栽配置図と同様のならびの両群データ。
- e 系統別本数と群ごとの系統別平均値および両群を通じた系統別平均値。
- f 相関係数、回帰係数、回帰定数。
- g データの組数と、群別の合計値および群別平均値。

(3) データシートの書き方

- a データ識別のための任意の表題を第1 行に記入する。
- b 行列数、系統数カード(3 I 1 0) : 1 0 カラムに1 個ずつ右詰として整数で、植栽配置の行数、列数および植栽系統数を記入する。
- c 系統名カード(1 6 A 5) : 5 カラムに1 個ずつ、植栽配置の第1 行の系統名を順次記入し、植栽配置の行ごとに改行し記入を続ける。
- d データカード(1 6 F 5. 0) : 5 カラムに1 個ずつ実数で、植栽配置の第1 行のデータを順次記入し、植栽配置の行ごとに改行し記入を続ける。欠測箇所には-1. を記入する。

- 11 データを大きさの順にならべかえ棒状グラフを書く（作製者、明石）

精英樹家系別平均値などを大きさの順にならべかえ、その結果を印刷したり、図示するプログラムである。このプログラムは、XY プロッターを用いた場合の1 列として示した。

(1) 計算内容

精英樹家系の平均値や、在来種の平均値などを入力し、大きさの順にならべかえ印刷する。また、XY プロッターを用いて、各平均値を棒状グラフで示す。この場合、必要に応じ、精英樹家系平均値と在来種の平均値の区分をして示すこともできる。

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b データ一覧表。
- c 大きい順にならべかえたデータ一覧表
- d XY プロッターに大きい順に書いた棒グラフが描かれる。ただし、指示によって、データ入力の際に描くこともできる。

(3) データシートの書き方（別表-11 参照）

- a 表題カード(2 0 A 4) : データ識別のための任意の表題を第1 行に記入する。
- b データ数、割数、特定系統数、入れかえ指示、Y 軸名称カード(I 1 0 , F 1 0. 0 , 2 I 1 0 , 2 A 5) : 最初の1 0 カラムに右詰として整数でデータ数を記入する。次の1 0 カラムに実数でデータ縮尺のための割数を記入する。この割数は、棒状グラフの高さを1 0 cm までにとどめる条件となっているこのプログラムと、図化に際しての計算機の読みとりが、cm 単位となっていることを考え合せ、入力データの最高値を割算した場合1 0 cm 以内になるような値を選ばなければならない。なお、1 0 cm 以内にとどめるのは、Y 軸の刻みを1 0 cm までとったためであり、これにこだわらなければ1 4 cm まで高く画くことができる。次の1 0 カラムに右詰として整数で、斜線を入れる系統数を記入する。しかし、斜線を入れる系統が必要でなければ空白とする。次の1 0 カラムは、図化において、順位の入れかえが不要のときは空白とし、必要ならば、任意の整数を右詰に記入する。次の1 0 カラムは、Y 軸の名称を記入する。
- c 系統名カード(2 6 A 3 , 2 X) : 3 カラムに1 個ずつ、系統名を記入する。なお、系統数2 6 個ごとに改行する。
- d 特定系統名カード(2 6 A 3 , 2 X) : b のカードで、斜線を入れる指示を行ったときのみに、3 カラムに1 個ずつ、斜線を入れたい系統名を順次記入する。c カードと同様、系統名数2 6 個で改行する。
- e データカード(8 F 1 0. 0) : 1 0 カラムに1 個ずつ実数で、系統名と同じ順序でデ

ータを記入する。

12 完全ダイアレルクロスの分散分析 (作製者, 川村・明石)

(1) 計算内容

ダイアレルクロスの中で, もっとも完全な交配組合せをもつ交配計画であり, 雌雄同株の個体を母樹および花粉親として株あたり交配を行う方法である。交配組合せ数は, P 個の交配親の場合 P^2 個であり, この中には $P(P-1)$ 個の他殖と P 個の自殖が含まれる。この方法で得られる情報の種類は他の方法と比較し最高となる (図-1)。

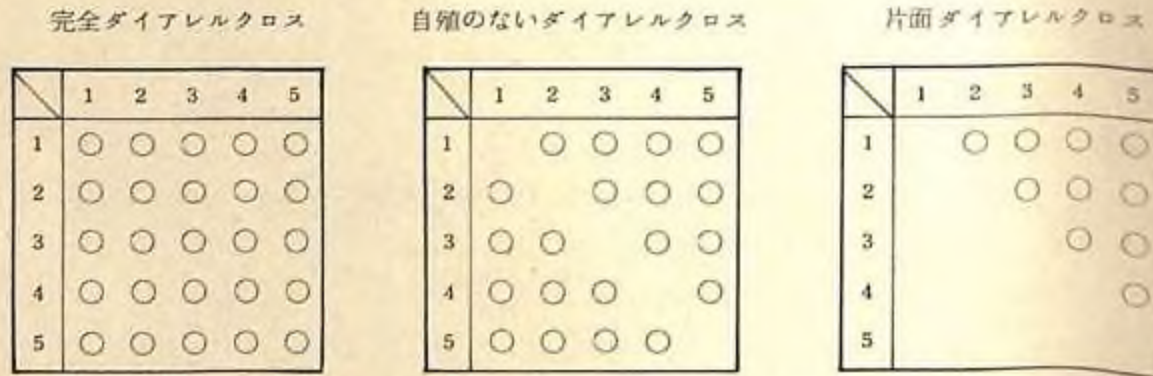


図-1 ダイアレルクロスの交配様式

表-7 完全ダイアレルクロスにおけるデータ

♂ \ ♀	1	2	3	j	p	
1	X_{11k}	X_{12k}	X_{13k}			$X_{1..k}$
2	X_{21k}	X_{22k}	X_{23k}			$X_{2..k}$
3	X_{31k}	X_{32k}	X_{33k}			$X_{3..k}$
i				X_{ijk}		$X_{i..k}$
p					X_{ppk}	
	$X_{.1k}$	$X_{.2k}$	$X_{.3k}$	$X_{.jk}$		$X_{..k}$

X_{ijk} : i 母樹と j 花粉親の交配組合せの k ブロックのデータ
 $i=j$ は自殖

完全ダイアレルクロスデータの一般的な表示は表-7に示すとおりである。この分散分析からは, 一般組合せ能力, 特定組合せ能力, 一般的な正逆交雑の差, および特定組合せにおける正逆差が情報として得られる。これら各要因の自由度と平方和の計算, および平均平方の期待成分は表-8に示すとおりである。なお, この完全ダイアレルクロスの分散分析は, この方法よりも, さらに要因を分割する方法もあるが, 林木のように交配親がホモ個体でない場合に用いることは疑問があるので, これを無視した。

表-8 完全ダイアレルクロスデータの分散分析

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待成分
ブ ロ ッ ク	$r-1$	$S_1 = \sum X_{ijk}^2 / p^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (rp^2)$	$\sigma^2 + p k_R^2$
一般組合せ能力	$p-1$	$S_2 = \sum (X_{i..} + X_{.i})^2 / (2rp) - 2(\sum X_{ijk})^2 / (rp^2)$	$\sigma^2 + 2r\sigma_S^2 + 2rp\sigma_G^2$
特定組合せ能力	$p(p-1)/2$	$S_3 = \sum (X_{ij.} + X_{.ij})^2 / (2r) + (\sum X_{ijk})^2 / r - \sum (X_{i..} + X_{.i})^2 / (2rp) + \sum (X_{ijk})^2 / (rp^2)$	$\sigma^2 + 2r\sigma_S^2$
一般的な正逆交雑の差	$p-1$	$S_4 = \sum (X_{i..} - X_{.i})^2 / (2rp)$	$\sigma + 2r\sigma_{SR}^2$
特定組合せにおける正逆交雑の差	$(p-1)(p-2)/2$	$S_5 = \sum (X_{ij.} - X_{.ij})^2 / (2r) - \sum (X_{i..} - X_{.i})^2 / (2rp)$	$+ 2rp\sigma_{GR}^2$ $\sigma^2 + 2r\sigma_{SR}^2$
誤 差	$(p^2-1)(r-1)$	$S_6 = S_7 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4 - S_5$	σ^2
全 体	rp^2-1	$S_7 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (rp^2)$	

X_{ijk} : i 母樹と j 花粉親の交配で得られた k ブロックのデータ

σ^2 : 誤差分散

σ_{SR}^2 : 特定組合せにおける正逆交雑の差の分散

σ_{GR}^2 : 一般的な正逆交雑の差の分散

σ_S^2 : 特定組合せ能力の分散

k_R^2 : ブロック効果

σ_G^2 : 一般組合せ能力の分散

(2) 印刷結果

- 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- 交配組合せ表の様式でブロックごとに示したデータ。
- 全ブロックを通じて求められた交配組合せごとの平均値 (家系平均値)。
- 母樹と花粉親を通じて求められた交配親別平均値および, 母樹だけを基準として求め

た母樹別平均値、花粉親だけを基準として求めた花粉親別平均値。

e 分散分析表。

(3) データシートの書き方(別表-12 参照)

- a 表題カード(20A4): 第1カラムから第2カラムには、完全ダイアレルクロスデータのであることを記号としてCDと記入する。第3カラムと第4カラムは空白とする。第5カラムから第80カラムには、データ識別のための任意の表題を記入する。
- b 交配親数とブロック数カード(2I5): 第1カラムから第5カラムには、交配親数を、第6カラムから第10カラムにはブロック数をそれぞれ整数で右詰に記入する。
- c 交配親の名前カード(10A8): 8カラムに1個ずつ左詰として、交配親の名前を交配組合せ表の順序にしたがって記入する。
- d データカード(8F10.0): 交配組合せ表の1ブロックの第1行について、1番目のデータ(1列目)から最後のデータ(最終列)まで10カラムに1個ずつ実数で記入する。第1行のデータが終わったら2行目のデータを行をかえ、同じ要領で記入する。2ブロックのデータに移る場合も、改行し、同じ要領で行をかえ、同様に記入をする。

13 自殖のないダイアレルクロスの分散分析(作製者、川村、明石)

(1) 計算内容

前述の完全ダイアレルクロスにおいて、自殖部分を含まないダイアレルクロスがこれに相当する。この交配組合せ数はP個の親の場合P(P-1)の他殖のみである。

自殖のないダイアレルクロスにおけるデータの一般的な表示は表-9のとおりである。

表-9 自殖のないダイアレルクロスにおけるデータ

♀ \ ♂	1	2	3	4	j	p
1		X_{12k}	X_{13k}	X_{14k}		$X_{1\cdot k}$
2	X_{21k}		X_{23k}	X_{24k}		$X_{2\cdot k}$
3	X_{31k}	X_{32k}		X_{34k}		$X_{3\cdot k}$
4	X_{41k}	X_{42k}	X_{43k}			$X_{4\cdot k}$
i					X_{ijk}	$X_{i\cdot k}$
p						
	$X_{\cdot 1k}$	$X_{\cdot 2k}$	$X_{\cdot 3k}$	$X_{\cdot 4k}$	$X_{\cdot jk}$	$X_{\cdot \cdot k}$

X_{ijk} : i母樹とj花粉親の交配組合せのkブロックのデータ

この分散分析からは、一般組合せ能力、特定組合せ能力、および両組合せ能力における正逆差が情報として得られる。これら各要因の自由度、平方和の計算と平均平方の期待成分は表-10に示すとおりである。

表-10 自殖のないダイアレルクロスデータの分散分析

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待成分
ブ ロ ッ ク	$r-1$	$S_1 = \sum X_{\cdot \cdot k}^2 / (p^2 - p) - (\sum X_{ijk})^2 / (r(p^2 - p))$	$\sigma^2 + (\frac{p^2}{p} - p) k_R^2$
一般組合せ能力	$p-1$	$S_2 = \sum (X_{i\cdot} + X_{\cdot i})^2 / (2r(p-2)) - 2(\sum X_{ijk})^2 / (rp(p-2))$	$\sigma^2 + 2r\sigma_S^2 + 2r(p-2)\sigma_G^2$
特定組合せ能力	$p(p-3)/2$	$S_3 = \sum (X_{ij\cdot} + X_{\cdot ij})^2 / (2r) - \sum (X_{i\cdot} + X_{\cdot i})^2 / (2r(p-2)) + (\sum X_{ijk})^2 / (r(p-1)(p-2))$	$\sigma^2 + 2r\sigma_S^2$
一般的な正逆交雑の差	$p-1$	$S_4 = \sum (X_{i\cdot} - X_{\cdot i})^2 / (2rp)$	$\sigma^2 + 2r\sigma_{SR}^2 + 2r(p-2)\sigma_{GR}^2$
特定組合せにおける正逆交雑の差	$(p-1)(p-2)/2$	$S_5 = \sum (X_{ij\cdot} - X_{\cdot ij})^2 / (2r) - \sum (X_{i\cdot} - X_{\cdot i})^2 / (2rp)$	$\sigma^2 + 2r\sigma_{SR}^2$
誤 差	$(p^2 - p - 1)(r - 1)$	$S_6 = S_7 - S_1 - S_2 - S_3 - S_4 - S_5$	σ^2
全 体	$r(p^2 - p) - 1$	$S_7 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (r(p^2 - p))$	

X_{ijk} : i母樹とj花粉親の交配で得られたkブロックのデータ

σ^2 : 誤差分散

σ_{SR}^2 : 特定組合せにおける正逆交雑の差の分散

σ_S^2 : 特定組合せ能力の分散

σ_{GR}^2 : 一般的な正逆交雑の差の分散

k_R^2 : ブロック効果

σ_G^2 : 一般組合せ能力の分散

(2) 印刷結果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b 交配組合せ表の様式でブロックごとに示したデータ。
- c 全ブロックを通じて求められた交配組合せ別平均値、即ち、正、逆別家系平均値および正逆に通ずる家系別平均値の一覧表。
- d 前述の完全ダイアレルクロスで説明したのと同様に、交配親別平均値、両親別平均値の一覧表。
- e 分散分析表。

f 分散分析の平均平方の期待成分から求められた、一般組合せ能力と特定組合せ能力、および両組合せ能力についての正逆差の各分散。

(3) データシートの書き方(別表-13参照)

- a 表題カード(20A4):第1カラムから第4カラムには、自殖のないダイアレルクロスであることを記号としてCDNSと記入する。第5カラムから第80カラムには、データ識別のための任意の表題を記入する。
- b 交配親数とブロック数カード(215):第1カラムから第5カラムには、交配親数を第6カラムから第10カラムにはブロック数をそれぞれ整数で右詰に記入する。
- c 交配親の名前カード(10A8):8カラムに1個ずつ左詰として、交配親の名前を交配組合せ表の順序に従って記入する。
- d データカード(8F10.0):交配組合せ表の1ブロックの第1行について1番目のデータ(1列目)から最後のデータ(最終列)まで10カラムに1個ずつ実数で記入するが、自殖でデータの無いところは、0もしくは空白とする。第1行目のデータの記入が終わったら第2行目のデータを行をかえ、同じ要領で記入する。2ブロックのデータに移る場合も改行し、同じ要領で記入を続ける。

14 片面ダイアレルクロスの分散分析(作製者、川村・明石)

(1) 計算内容

この交配におけるデータの一般的な表示は、表-11のとおりである。これは、自殖を

表-11 片面ダイアレルクロスにおけるデータ

♀	♂	1	2	3	4	j	p	
1			X_{12k}	X_{13k}	X_{14k}			$X_{1..k}$
2				X_{23k}	X_{24k}			$X_{2..k}$
3					X_{34k}			$X_{3..k}$
4								
i						X_{ijk}		$X_{i..k}$
p								
								$X_{...k}$

X_{ijk} : i 母樹と j 花粉親の交配組合せの k ブロックのデータ

含めた対角線から右半分だけの交配を行う方法で、交配組合せ数は $P(P-1)/2$ である。各交配親の交配に關与する回数は、母樹と花粉親を別々に考えれば一定でないが、両親を通じてみると同一である。

この交配では片面だけのため、正逆交雑の差についての情報は得られないので、一般組合せ能力と特定組合せ能力が得られる。これら各要因の自由度と平方和の計算および平均平方の期待成分は表-12に示すとおりである。

表-12 片面ダイアレルクロスデータの分散分析

要 因	自 由 度	平 方 和	平均平方の期待成分
ブ ロ ッ ク	$r-1$	$S_1 = \sum X_{..k}^2 / ((p^2-p)/2)$ $-(\sum X_{ijk})^2 / (r(p^2-p)/2)$	$\sigma^2 + ((p^2-p)/2)k_R^2$
一般組合せ能力	$p-1$	$S_2 = \sum X_{i..}^2 / (r(p-2))$ $-4(\sum X_{ijk})^2 / (rp(p-2))$	$\sigma^2 + r\sigma_S^2$ $+ r(p-2)\sigma_G^2$
特定組合せ能力	$p(p-3)/2$	$S_3 = \sum X_{ij.}^2 / r - \sum X_{i..}^2 / (r(p-2))$ $+ 2(\sum X_{ijk})^2 / (r(p-1)(p-2))$	$\sigma^2 + r\sigma_S^2$
誤 差	$(r-1)((p^2-p)/2-1)$	$S_4 = S_5 - S_1 - S_2 - S_3$	σ^2
全 体	$r(p^2-p)/2-1$	$S_5 = \sum X_{ijk}^2 - (\sum X_{ijk})^2 / (r(p^2-p)/2)$	

X_{ijk} : i 母樹と j 花粉親の交配で得られた k ブロックのデータ

σ^2 : 誤差分散

σ_S^2 : 特定組合せ能力の分散

σ_G^2 : 一般組合せ能力の分散

k_R^2 : ブロック効果

(2) 印刷効果

- a 利用者がデータ識別のためにつけた任意の表題。
- b ブロックごとに示したデータ。
- c 交配組合せ表の様式で示したブロックごとのデータ。
- d 全ブロックを通じて求められた交配組合せ別平均値の一覧表。
- e 母樹および花粉親を通ずる交配親別平均値の一覧表。
- f 分散分析表。
- g 分散分析の平均平方の期待成分から求められた、一般組合せ能力と特定組合せ能力の分散。

(3) データシートの書き方(別表-14参照)

- a 表題カード(20A4):第1カラムから第2カラムには、片面ダイアレルクロスであることの記号としてHDと記入する。第3カラムと第4カラムは空白とする。第5カラムから第80カラムには、データ識別のための任意の表題を記入する。
- b 交配親とブロック数カード(2I5):第1カラムから第5カラムには、交配親数を、第6カラムから第10カラムにはブロック数をそれぞれ整数で右詰に記入する。
- c 交配親の名前カード(10A8):8カラムに1個ずつ左詰として、交配親の名前を交配組合せ表の順序に従って記入する。
- d データカード(8F10.0):表-11にみるように、交配組合せ表の自殖を含めた対角線から下のデータがないので、各行とも最初のデータを1番目のデータとする。1ブロックの第1行の1番目のデータから最後のデータ(最終列)まで10カラムに1個ずつ実数で記入する。第1行目が終わったら第2行目のデータを行をかえて、同じ要領で記入する。2ブロックに移る場合も改行し、記入を続ける。

15 変数逐次選択方式の重回帰式による次代検定林の立地修正(作製者、大庭)

(1) 計算内容

九州地方の次代検定林の中にはマクロな立地変動を除去できるように設定されているものがある。この方法は、検定すべきクローンあるいは家系のプロット(5×5=25本あるいは7×7=49本)を狭んで立地差を知るためのプロット(以下立地修正区という)が傾斜方向に沿って配置してある。立地修正区には1系統あるいは複数系統が用いられている。

計算プログラムの手順は検定林の個体位置を座標軸(図面の左上を原点(1,1)とする)で決め立地修正区と検定区の別に系統番号、測定値を読み込み、系統別に生データの集計を行う。ついで立地修正区のデータのみを用い重回帰式を求める。なお、重回帰式の説明変数は、行(I)、列(J)、順斜行($K=I+J-1$)および逆斜行($L=I+(I, J \text{ のうちの大きい方})-J$)の1~4乗とそれらの交互作用の項を用いることとしている。

この重回帰式により、検定区、立地修正区についてマクロな立地変動を除去した個体修正値を計算し、系統別に集計を行う。この集計はプロット別に行い、以後の統計計算に必要な統計量も計算する。家系別に生データが、どのように修正されたかをみるため、表や検定林全体としての地力図を作製する。

(2) 印刷結果

集計あるいは計算途中の経過データを印刷するようにしているが、主な出力結果は次のような項目である。

- a 入力した全データについてのデータの組数、データ番号、形質数、ブロック数。

- b 立地修正区についての入力データのブロック別のプロット数、各プロットの行、列数、系統数、系統番号など。
- c 検定区の入力データについての、ブロック別プロット数、各プロットの行、列数、検定系統数と同系統番号、対照系統数と同系統番号など。
- d 立地修正区の系統番号と測定値および検定区の系統番号と測定値をプロット毎に座標をつけた一覧表。
- e 重回帰式算出に用いた生データの系統別分類と集計値。
- f 検定区が生データの系統別分類と集計値。
- g 重回帰式の計算経過。
- h プロット別個体修正値と生データの対照表。
- i 検定林全体について、個体の標平均値からの差値の地図上(座標)の表示。
- j 個体修正値について立地修正区、検定区別に系統分類を行い、集計値及び必要な統計量。
- k 各検定区がどのように修正されたかを知るための生データと修正データとを関連づけた表。

l その他の数表

(3) データシートの書き方

前記、(2)項のa~eのデータを所定の様式(省略)にしたがい記入する。なお、このほかに、入力データのチェックのための単純和や、地力図作製のための関連データを入力する。以上の記入方法については、その説明資料がはん雑になるので、別途準備することとして、本文では省略する。

別表-1 系統別データ数の異なる一元分類の分散分析

PAGE OF

WRITTEN BY

[illegible]

別表-2 欠測値のある2元分類データの分散分析

PRICE

WRITTEN BY

[illegible]

別表一 3 各プロットに植栽された系統が同じでない2元分類データの分散分析

DATA SHEET

WRITTEN BY

311

8

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	HANPUKU GōTōnō Keliōh Nō Kōtōnaru BUNSANBUNSEKI .	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	←系統数	5	←系統名	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9											

別表一—4 複數檢定林に共通の系統を植栽して得たデータの分散分析

DATA SHEET

WRITTEN BY

3046

5

[illegible]

DATA SHEET

別表-5 地域差検定データの分散分析

PAGE OF

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	CHIKISAKENTEIRIN BUNSANBUNSEKI	← 任意の表題																							
2	試行の数	検定回数	系統数	検定回内ブロック数																					
3		2	4	2	5																				
4	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	← 検定回数(5カラムに1個ずつ記入する)																			
5	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	← 系統名(5カラムに1個ずつ記入する)																			
6	4.2	5.1	4.9	5.6	5.3	← 1番目の検定回内ブロックのデータを系統名の川原で記入する																			
7	3.4	4.6	7.2	8.4	6.1	← 1番目の検定回内2ブロックのデータを系統名の川原で記入する																			
8	5.2	6.5	6.8	5.9	4.1	← 2番目の検定回内1ブロックのデータを系統名の川原で記入する																			
9	3.6	4.5	5.4	4.1	6.8	← 2番目の検定回内2ブロックのデータを系統名の川原で記入する																			
10	7.1	6.3	6.6	6.8	4.0	← 3番目の検定回内1ブロックのデータを系統名の川原で記入する																			
11	5.4	4.9	4.0	6.3	7.8	← 3番目の検定回内2ブロックのデータを系統名の川原で記入する																			
12	8.1	7.4	7.7	8.1	5.2	← 4番目の検定回内1ブロックのデータを系統名の川原で記入する																			
13	3.9	4.5	6.1	5.2	7.3	← 4番目の検定回内2ブロックのデータを系統名の川原で記入する																			
14	4.9	5.4	6.4	7.3	8.2	← 5番目の検定回内1ブロックのデータを系統名の川原で記入する																			
15	7.5	6.4	8.1	8.2	3.2	← 5番目の検定回内2ブロックのデータを系統名の川原で記入する																			
16		2	3	4	5	← 区別する地域の数																			
17		2	3	4	5	← 区別した地域ごとの検定回数(5カラムに1個ずつ記入する)																			
18	PL1	PL2	PL3	PL4	PL5	← 区別した地域ごとの検定回数(4カラムに1個ずつ記入する)																			
19	PL3	PL4	PL5	PL6	PL7	← 区別した地域ごとの検定回数(4カラムに1個ずつ記入する)																			
20		3	4	5	6	← 区別しようとする地域の数																			
21		2	2	1	1	← 区別した地域ごとの検定回数(5カラムに1個ずつ記入する)																			
22	PL1	PL3	PL4	PL5	PL6	← 区別した地域ごとの検定回数(4カラムに1個ずつ記入する)																			
23	PL2	PL4	PL5	PL6	PL7	← 区別した地域ごとの検定回数(4カラムに1個ずつ記入する)																			
24	PL5	PL6	PL7	PL8	PL9	← 区別した地域ごとの検定回数(4カラムに1個ずつ記入する)																			
25																									

DATA SHEET

別表-6 単木調査権限で得られたデータの分散分析

PAGE OF

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	TANBOKUKONGOH DATA NO	BUNSANBUNSEKI	← 任意の表題																						
2	試行の数	列の数	行の数	系統数	検定回数																				
3		3	4	5	6																				
4	AA	BB	CC	DD	EE	FF	← 系統名(5カラムに1個ずつ記入するが、左語に4字以内としたがみやすい)																		
5	BB	CC	DD	EE	FF	GG	← 配置用(系統名と同様の書式とし、行ごとに改行する)																		
6	AA	AA	GG	FF	SS	TT																			
7	EE	CC	BB	SS	TT	UU																			
8	12.0	7.0	4.0	7.0	6.0	4.0	← データ(5カラムに1個ずつ記入する)																		
9	10.0	6.0	5.0	6.0	4.0	3.0																			
10	15.0	13.0	8.0	4.0	3.0	2.0																			
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									
21																									
22																									
23																									
24																									
25																									

別表一 7 文配苗木を単木混交植栽に得たデータ
の交配組合せ別集計

WRITTEN BY _____ PAGE _____ OF _____

[illegible]

別表-1-8 2段分割実験データの分散分析

DATA SHEET

WRITTEN BY _____ PAGE _____ OF _____

[illegible]

DATA SHEET

別表-9 3 段分割実験データの分散分析

PAGE 1 OF 1

WRITTEN BY

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	3DAN	BUNKATSU	JIIKEN	← 注意表題																					
2				← 2分割区の数	5																				
3				← 1分割区の数	2																				
4				← 2分割区の数	3																				
5				← 3分割区の数	2																				
6				← 4分割区の数	3																				
7				← 5分割区の数	2																				
8				← 6分割区の数	3																				
9	N02AA	N03AA		← 8カラムに1個ずつ1分割区ごとに1つに注意を加える																					
10	4.6	5.2	4.9	5.1																					
11	2.4	3.1	2.9																						
12	8.2	7.6	7.1																						
13	2.5	3.8																							
14	9.6	8.4	8.9	7.6	8.4	9.8																			
15	2.9	3.3																							
16	4.8	6.5	8.1																						
17	1.5	1.6																							
18	1.2	1.4																							
19	9.8	9.3	10.1	12.1																					
20	4.6	3.9	5.1	6.8	4.9																				
21																									
22																									
23																									
24																									
25																									

別表-10 最大値と最小値から2群のデータを求め、両群データの分散分析

たとき系統平均値を求め、両群データの分散分析

PAGE 1 OF 1

WRITTEN BY

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	TANBOKU	SYOKUSAINIOKERU	2DATAKANN0	500KAN	← 注意表題																				
2				← 1行の数	5																				
3				← 2行の数	4																				
4	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	← 5カラムに1個ずつ系統名をかく																
5																									
6	AE	AD	AG	AF																					
7	AI	AF	AI	AH																					
8	AC	AG	AF	AC																					
9	AH	AB	AG	AB																					
10	AF	AD	AI	AH																					
11																									
12	4.6	3.8	4.6	7.2																					
13	3.5	5.2	7.4	6.8																					
14	4.6	4.6	9.1	9.8																					
15	7.4	8.2	7.4	-1																					
16	4.8	3.6	9.2	6.6																					
17																									
18	5.8	4.9	5.9	8.4																					
19	5.1	6.8	8.2	7.6																					
20	6.4	-1	11.1	10.1																					
21	9.1	9.3	8.6	6.2																					
22	5.3	5.1	10.1	7.4																					
23																									
24																									
25																									

別表-11 データを大きさの順に並べ替え棒状
グラフを書く

DATA SHEET

WRITTEN BY PAGE OF

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80																								
	B0HJ0 GRAPH 0 KAKU (TAKASA 2NEN) ← 注意の表題																								
	斜線を入れる系統数 ← 入替への指示																								
	データ数 ← 割数 ← Y座標の名称																								
	5116.0 15' 1HEIGHT CM																								
	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10 B11 B12 B13 B14 B15 M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8 M9 M10 M11																								
	M12 M13 M14 M15 M16 M17 M18 M19 M20 M21 M22 M23 M24 M25 M26 M27 M28 M29 M30 M31 M32 M33 M34 M35 M36																								
	データ511個の名称(3カラムに1個ずつ記入)																								
	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10 B11 B12 B13 B14 B15																								
	斜線を入れるデータ151個の名称(3カラムに1個ずつ記入)																								
	142.474	154.805	149.333	131.471	100.85	147.333	159.0	150.606																	
	121.515	123.676	130.623	117.158	137.946	139.270	137.355	151.955																	
	129.448	120.762	129.538	119.946	111.548	123.211	122.310	130.651																	
	117.619	127.727	54.20	155.24	124.22	149.541	134.333	150.026																	
	132.045	103.077	126.632	132.548	111.937	91.0	93.333	110.588																	
	106.258	117.533	123.393	148.0	125.868	118.531	126.317	119.028																	
	119.5	126.5	129.122																						
	データ(10カラムに1個ずつ記入する)																								

別表-12 完全ダイアレルクロス分散分析

DATA SHEET

WRITTEN BY PAGE OF

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	CD TEST DATA OF DIALLEL CROSSING (1×1 任意の表題)																								
	←交配親数 70~7数																								
	1R1NSI	2R1NSI	3R1NSI	4R1NSI	5R1NSI	6R1NSI	7R1NSI	8R1NSI	9R1NSI	10R1NSI	11R1NSI	12R1NSI	13R1NSI	14R1NSI	15R1NSI	16R1NSI	17R1NSI	18R1NSI	19R1NSI	20R1NSI	21R1NSI	22R1NSI	23R1NSI	24R1NSI	25R1NSI
	15.05	13.50	27.52	17.89																					
	22.25	24.29	33.28	25.19																					
	20.61	24.93	41.91	33.07																					
	13.56	19.89	30.00	20.77																					
	12.38	15.62	23.87	16.19																					
	21.58	20.79	25.93	24.74																					
	21.90	21.19	42.90	31.29																					
	16.19	19.88	28.56	17.89																					
																						</			

別表-13 自殖のないダイアレルクロスの分散分析

DATA SHEET

PAGE 05

WRITTEN BY

[illegible]

別表-14 片面ダイアレルクロスの分散分析

DATA SHEET

DATE

WRITTEN BY

No.	HD TEST DATA OF DIALLEL CROSSING (3代一仕意の表題)					
	交配親数 70-70					
	1 RINSI	2 RINSI	3 RINSI	4 RINSI	5 RINSI	6 RINSI
4	RINSI	1 RINSI	2 RINSI	3 RINSI	4 RINSI	5 RINSI
5	8.38	9.18	15.17	10.56	7.74	12.14
6	6.94	12.89	11.67	18.76	7.09	
7	21.07	15.03	10.33	12.34		
8	15.35	8.17	11.52			
9	16.00	7.92				
10	10.60					
11	8.06	7.36	21.60	6.77	7.80	12.75
12	11.20	11.25	11.19	13.13	5.88	
13	13.07	10.80	7.47	8.87		
14	14.30	6.14	11.37			
15	8.25	9.69				
16	8.57					
17	8.68	10.39	9.00	5.63	11.87	10.73
18	10.86	15.48	12.47	14.86	12.44	
19	17.18	15.91	3.33	7.14		
20	13.71	12.62	14.35			
21	19.13	8.76				
22	13.09					
23						
24						
25						

林業薬剤の環境に及ぼす影響と 合理的使用法

(1) マツクイムシ防除

マツクイムシ防除等林業薬剤の影響と使用法

—フェニトロチオン（スミチオン，MEP）によるヒノキの異常落葉枯死について—

I 試験担当者

保護部林業薬剤科林業薬剤第2研究室	大久保 良 治
保護部林業薬剤科林業薬剤第2研究室	田 畑 勝 洋
関西支場保護部昆虫研究室	細 田 隆 治

※現財団法人林業科学技術振興所，前林業薬剤科長

II 試験目的

マツノザイセンチュウを伝播するマツノマダラカミキリの防除にフェニトロチオン（以下MEPと記す）が試験的に空中散布されたのは1972年頃からであるが，1974年以降は全国的に実施されるようになった。1974年，一部のMEP空中散布地やその隣接地帯でヒノキの異常枯死木が発見された。それ故に本報ではこのヒノキの異常枯死が何に起因するかを究明すると同時に異常枯死のメカニズムについて検討し，あわせて，その防止対策について2，3の思案をこころみた。

III 試験の経過と得られた成果

1) 薬害発見の経緯と再現

1974年，奈良営林署管内の地獄谷，野山，畝傍山の各国有林および福山営林署管内，さらには大阪府下能勢郡能勢町および河内長野市，山口県熊毛郡のMEP空中散布地およびその周辺で異常な落葉をともなって枯死するヒノキが発見された。この他高知県香北町でも同様な事例が報告された。このようなヒノキの異常落葉枯死現象は今までに前例がなく全く予想しなかったため，その対策は急を要し，原因究明のため関係機関の専門家による現地調査が大阪府能勢町倉垣地区および柏原地区や高知県香北町吉野地区で同年8月27日～30日の4日間にわたり詳細に調査された。その主な調査項目は空中散布地の林相，地形および土壌条件の検討や病虫害，気象害および生理障害の可能性についてであったが調査の結果はこれらのいずれでもないと結論された。また，散布薬剤による薬害の可能性についても，実

用散布濃度では葉害は生じないこと、被害木と健全木のMEP付着量に差がないこと、新葉や新芽にはまったく葉害が観察されないことなどの点から葉害と断定するまでもいかなかった。しかし、被害の発生はMEP空中散布地域やその隣接地に限定されていることはいなめない事実でもあり、林野庁および国立林業試験場では1975年にヒノキの異常落葉枯死現象が葉害か否かを明らかにするため、名古屋営林署管内の豊橋国有林の約50年生のヒノキ造林地帯にMEP単剤およびMEPとEDBの混合乳剤を事業散布濃度で空中散布した。その結果、上述したMEP事業散布地でみられたと同様な障害が現われた。すなわち、1976年6月にはMEP単剤区で342本中51本(14.9%)、MEP+EDB混合区で288本中41本(14.2%)の枯死木が生じたと報告している。国立林業試験場でも後述する生物検定法によって同様な結果を得ており、溶剤のキシレンも事業散布濃度ではヒノキの異常はみとめられないことを明らかにした。したがって、このヒノキの異常落葉枯死原因はMEP自体によって誘起されることが判明した。

2) 葉害の発現症状と被害形態

1974年大阪府能勢町倉垣地区、柏原地区および高知県香北町吉野地区の被害木発生量はそれぞれ40本(11.4m²)、62本(3.5m²)および1833本(138.7m²)であった。材積からみても被害は樹齢と関係がないことが判る。すなわち、5年生以下の幼齢木から約80年生の高齢木まで広範囲にわたり発生している。被害は散布地やその周辺のヒノキ全体に観察されず小区域にまとまって点在する。被害形態ははじめ個々の枝条では葉色の異常としてあらわれ、約1ヶ月の期間を経て落葉枯死する。しかし、新葉(芽)は脱落しない。以上が現地でみとめられた葉害の発現症状と被害形態である。MEPによる異常落葉個体はヒノキ切枝にMEPを葉面散布することによって容易に検出することが可能であるがこの生物検定法によって現地調査では不明であった葉害の発現症状や被害形態がさらに明白となった。MEPによるヒノキの異常落葉現象はMEP処理後4~5日目に現われ、新葉(芽)を残して外観上まったく健全な鱗片葉が個々あるいは集団状に脱落する。ヒノキ個体の中にはMEPに対して感受性の異なる個体があり、処理数日後に顕著な落葉がみられる個体(以下感受性個体という)、処理約10日後に落葉する個体および全く異常がみとめられない個体(以下非感受性個体という)の3つのタイプに大別出来る。また、本現象はすべてのヒノキ個体にみとめられるものではなく、約10%の割合で生ずる。さらに5年生以下のヒノキ苗木では全く観察されない。

3) 樹冠の部位による感受性の差

1個体の樹冠の部位によるMEP感受性の差を検討するため、樹冠を上層、中層および下層とに分け、それぞれの部位より小枝をとり、MEP0.25%乳剤を葉面処理し、落葉量(自

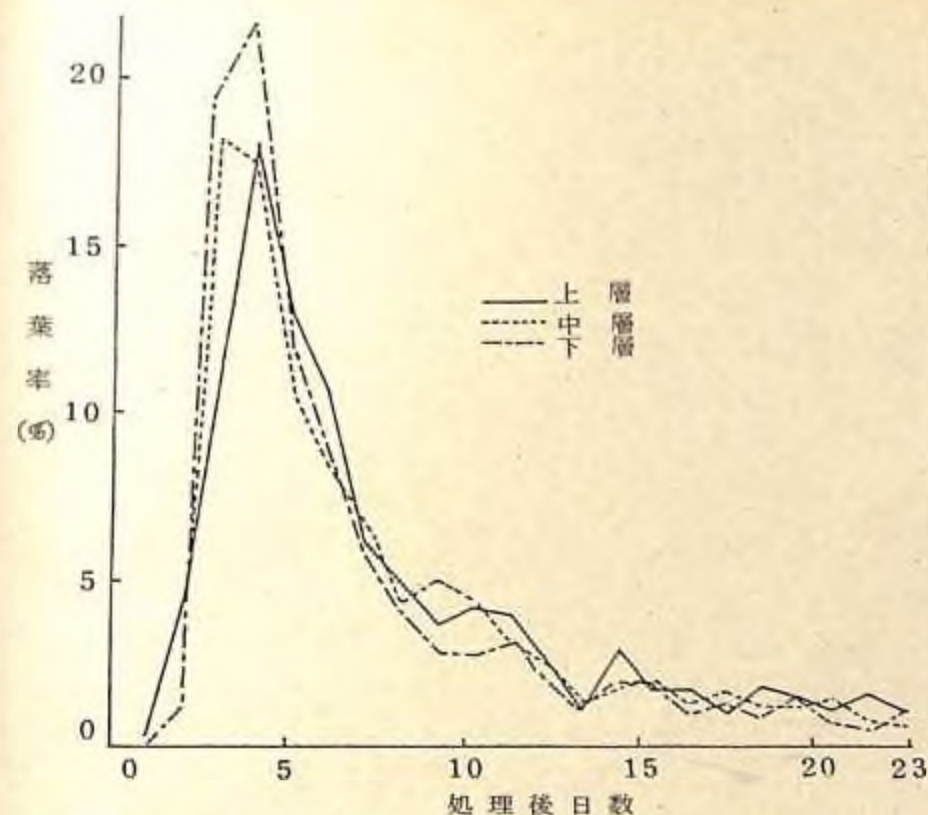


図-1 樹冠各層における感受性個体(派1, 4, 5, 7)のMEPによる平均落葉率の経日変化

然落葉量+高さ1mから2回落下したさいの落葉量)を経時的に調査した。その結果は図-1に示した通りである。上層、中層および下層ともMEP処理2日後より落葉が観察され、処理5日前後で最も顕著な落葉が生じ、処理23日後ではすべての葉は脱落した。したがって、樹冠のどの部位でもMEPに対する感受性には差がないことが判った。しかしながら、当年葉は旧葉よりもMEPに対する反応日数(落葉が始まるまでの日数)が長い傾向がある。

4) MEPの濃度と落葉量

感受性個体の小枝(25~30cm)に20, 10, 5, 2.5, 1.0, 0.5, 0.25および0.1ppmのMEPを葉面処理し、水挿して25℃下においた。処理後毎日、一定時刻の落葉量を調査した。その結果を総じてみた場合、供試した3本の感受性個体間にもMEPに対する薬剤感受性の差がみられるが、一般的にはMEP濃度が高いほど早期に顕著な落葉がみられ、濃度に応じた落葉現象がみとめられる。

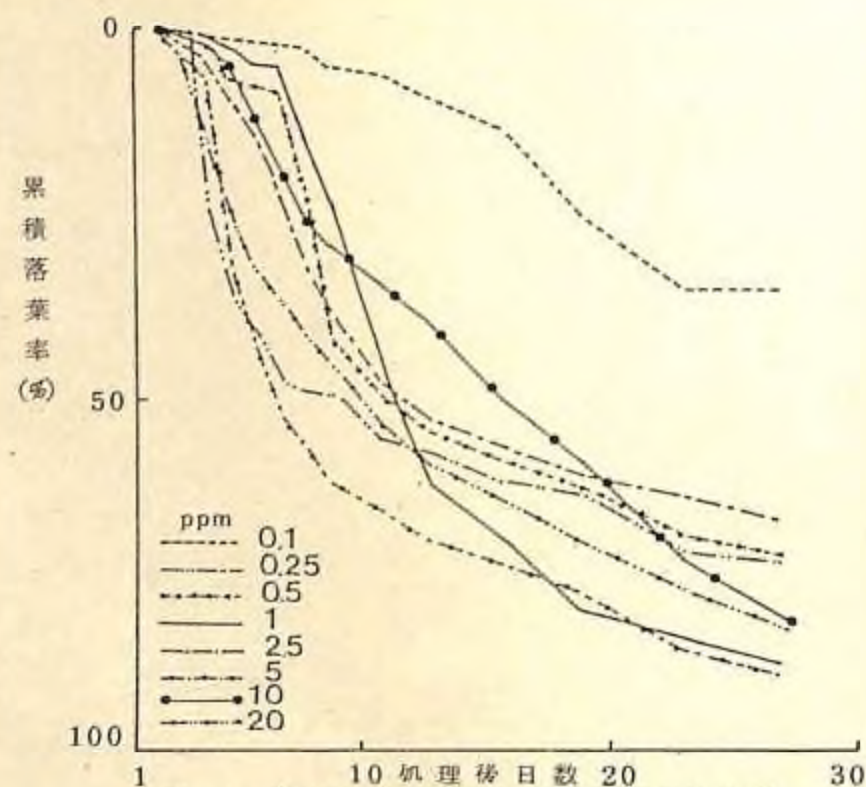


図-2 MEP濃度と累積落葉率(感受性個体Ⅱ)

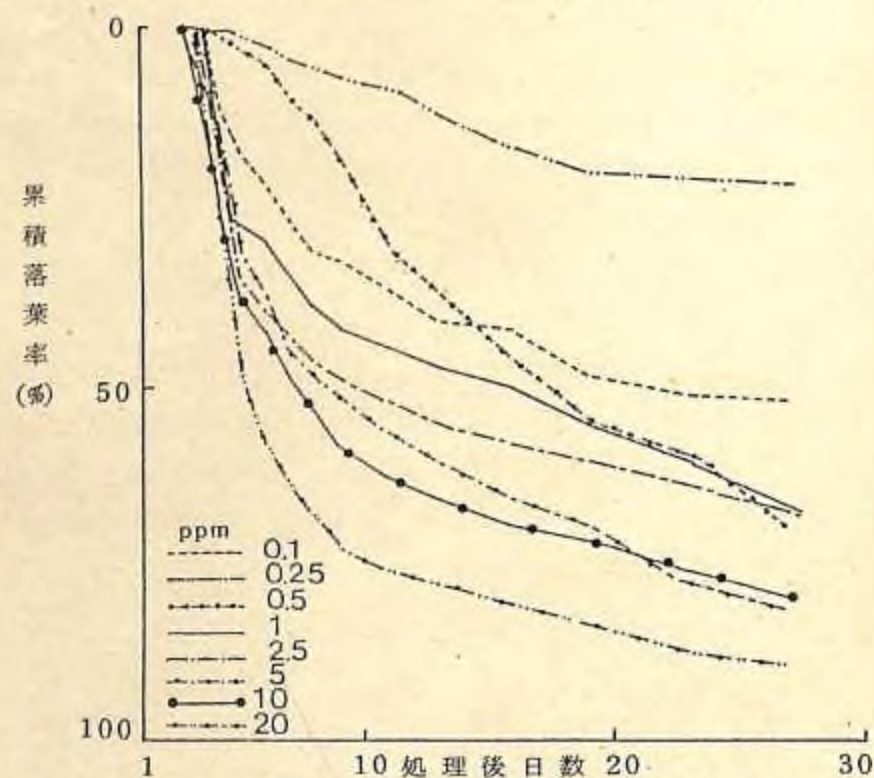


図-3 MEP濃度と累積落葉率(感受性個体Ⅵ)

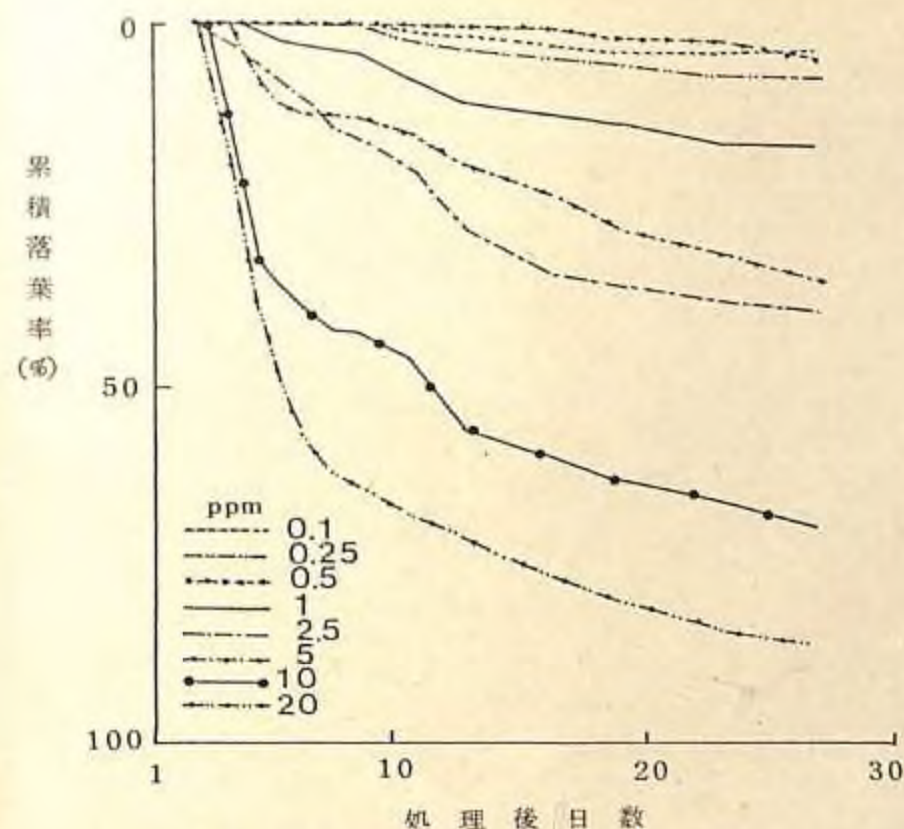


図-4 MEP濃度と累積落葉率(感受性個体Ⅶ)

5) 落葉と季節的な違い

感受性および非感受性個体について1977年5月～1978年4月の約1年間にわたり、最大落葉量に達する日数を調査し、季節的な差があるか否かを検討した。その結果を表-1に示した。各月別の平均日数をみると、5および6月では4.1および4.0日であったが、最も気温の高い7月、8月では3.1日と日数が短縮される。しかし9月～12月、1月～2月と気温が低くなるにしたがい、落葉発現に要する日数が増え、とくに1月や2月では落葉はみだものの程度であった。3月、4月になると気温の上昇にともない日数も徐々に短くなる。一方、非感受性個体ではどの時期でも全く落葉は観察されなかった。この結果は反応日数が温度によって左右されることを示唆しており、この点についてさらに詳しく検討した結果、表-2に示したように、温度の低下にしたがい反応日数が遅延され、5℃下では全く落葉を示さなくなった。

表-1 感受性および非感受性個体のMEP処理による落葉に要した日数

	個体 番号	1977								1978*			
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月*	2月*	3月	4月
感 受 性 個 体	1	4	4	3	3	4	4	6	9	13	23	9	5
	2	4	4	3	3	4	4	6	9	—	22	9	6
	3	4	4	3	3	3	4	6	11	—	23	9	6
	4	4	4	3	4	3	4	6	12	—	23	9	6
	5	4	5	3	3	3	4	6	9	12	23	9	5
	6	4	5	4	3	3	3	6	9	13	22	9	6
	8	4	4	3	3	3	4	5	9	—	22	7	5
	9	5	3	3	3	4	4	7	11	—	23	7	6
	10	4	3	3	3	4	3	7	9	13	22	9	6
	平均	4.1	4.0	3.1	3.1	3.4	3.8	6.5	9.9	12.8	22.5	8.5	5.7
非 感 受 性 個 体	15	す べ て 落 葉 せ ず											
	16												
	17												
	18												
	19												

— 落葉せず

* 落葉は軽度

表-2 温度と落葉に要する日数との関係

	個 体 番 号	30℃	25℃	20℃	15℃	10℃	5℃
感 受 性 個 体	1	3	4	6	9	16*	—
	2	3	4	5	9	16*	—
	3	4	4	4	9	16*	—
	4	4	4	5	9	—	—
	5	4	4	5	9	15*	—
	6	4	4	5	9	—	—
	8	3	4	4	9	13*	—
	10	3	4	4	9	13*	—
	平均	3.5	4.0	5.0	9.0	14.8	
非感受性個体	15	—	—	—	—	—	—
	16	—	—	—	—	—	—
	17	—	—	—	—	—	—

— 落葉せず

* 軽度の落葉

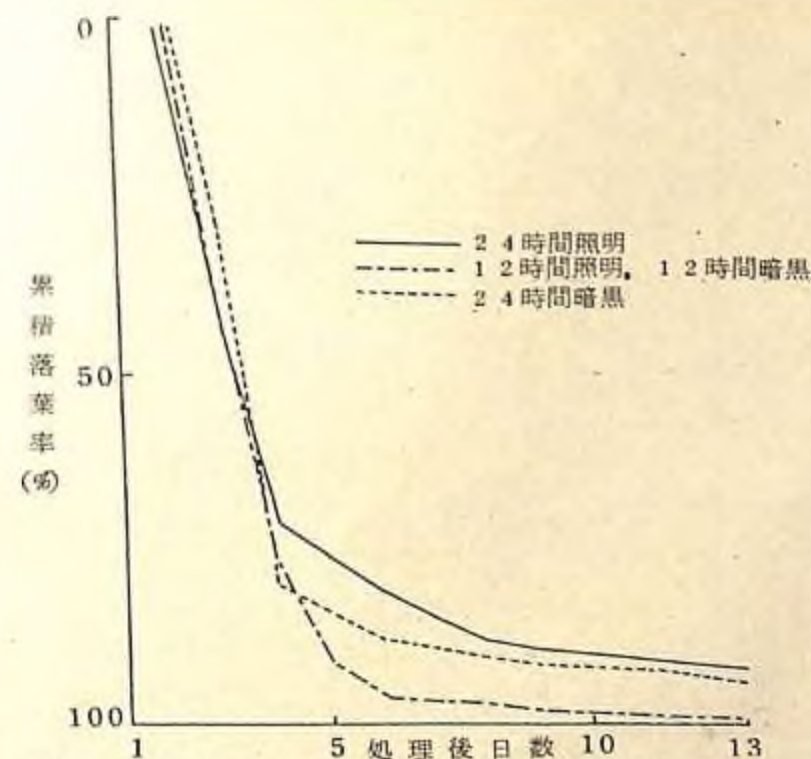


図-5 明暗条件下におけるMEP処理感受性個体(Ⅲ3)の累積落葉率

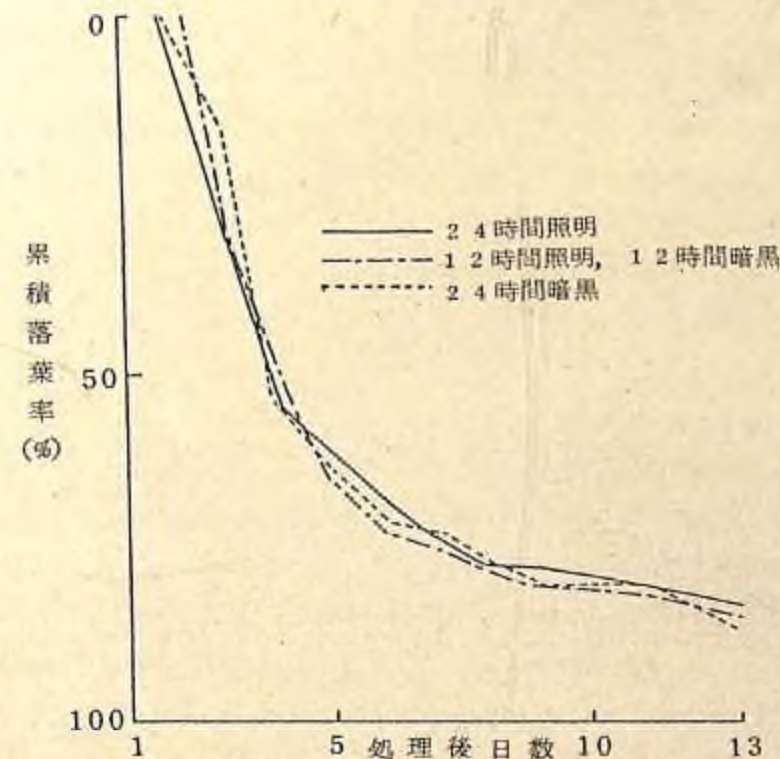
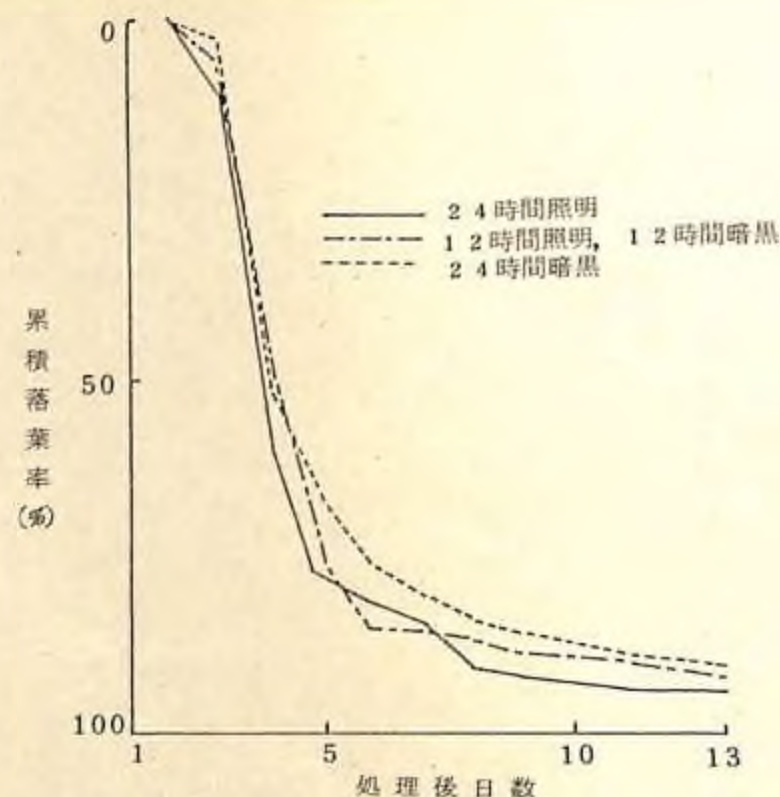


図-6 明暗条件下におけるMEP処理感受性個体(Ⅲ4)の累積落葉率



図一七 明暗条件下におけるMEP処理感受性個体(麻5)の累積落葉率

6) 明暗条件と落葉現象

人工気象装置を用いて、24時間連続照明、12時間照明12時間暗黒、24時間暗黒条件下で落葉現象の発現を調査した。実験はすべて照度は20,000Lux、温度25℃で行った。その結果は図一五～一七に示した通りである。3本の感受性個体について明暗条件と落葉現象をみると、供試本中1本は明暗条件を変えても落葉現象にはほとんど差はなく、他の2本では落葉までの経過に若干の差がみられたが、落葉現象と明暗条件は一定の傾向を示していない。

7) ヒノキ以外の樹種と落葉現象

MEPによる異常落葉現象がヒノキだけに発現するものかどうかを表一三に示した13種の樹種について検討した。その結果は表一三の通りである。すなわち、ヒノキのような明白な異常落葉がMEP処理によって生ずる樹種はまったく観察されなかったが、軽度の落葉現象がみとめられた樹種はタイワンヒノキ、チャボヒバ、オオゴンヒバ、ニオイヒバ、フィリヒバ、タチビャクシンの6樹種であった。したがって、これらの樹種ではMEPの影響をうけたとしても、樹冠全体が落葉するような個体の出現の可能性はきわめて低いと考えられる。

表一三 ヒノキ科数種のMEPによる落葉

樹種(又は品種)名	調査本数	落葉本数*		
		5日目	10日目	15日目
タイワンヒノキ	60	21	48	57
スイリュウヒバ	20	3	8	10
ヒムロ	14	0	0	0
チャボヒバ	16	6	16	16
オオゴンヒバ	20	2	20	20
コノテガシワ	20	0	1	10
ニオイヒバ	10	0	7	10
ギガントネリコ	10	0	1	1
イトスギ	14	0	0	7
アスナロ	40	0	0	0
フィリヒバ	10	2	7	10
カイヅカイブキ	20	0	0	10
タチビャクシン	8	0	6	8

* 軽度の落葉でMEPの落葉とは様子がことなる。

8) 感受性個体のさし木およびつぎ木による増殖

感受性個体より81本(1977年)、425本(1978年)、255本(1979年)のさし穂を4～5月にさし木し、各年ともさし付け後半年を経過した時期に掘り取り、発根率を調べた。同様に非感受性個体についても20本(1977年)、85本(1978年)、155本(1979年)について検討した。その結果は表一四に示した通りである。感受性個体の平均発根率は1977年、1978年および1979年でそれぞれ、9.9、5.4および7.5%であったのに比べて非感受性個体では80% (1977年)、96.5% (1978年) 76.2% (1979年)であり、感受性個体のさし木による発根率は非感受性個体のそれよりもきわめて低いことが判った。次に感受性および非感受性個体からつぎ穂を採取し5℃下に保存した後、4月初旬に常法にしたがつぎ木した。台木は1977年に植栽した7年生のヒノキを供試した。その結果は同じく表一四に示した。1980年における試験結果では感受性個体の平均活着率は73.0%で非感受性個体のそれは84.3%と両者間に大差なかった。また、1981年の試験結果でも感受性および非感受性個体の平均活着率はそれぞれ65.6%および71.7%と前年と同様な結果であった。したがって、感受性個体の増殖はつぎ木によって容易に出来ることが判った。また、つぎ木によって増殖した個体のMEP

感受性を検討した結果、処理後数日目で顕著な落葉が観察され、この形質は遺伝的に次世代に継承されることが判明した。

表-4 感受性および非感受性個体のさし木、つぎ木による増殖

実施年度	感 受 性	さ し 木	つ ぎ 木
		平均発根率 (%)	平均活着率 (%)
1977	感 受 性 個 体	9.9	
	非感受性個体	80.0	
1978	感 受 性 個 体	5.4	
	非感受性個体	96.5	
1979	感 受 性 個 体	7.5	
	非感受性個体	76.2	
1980	感 受 性 個 体		73.0 +
	非感受性個体		84.3 -
1981	感 受 性 個 体		65.6 +
	非感受性個体		71.7 -

+ 落葉, - 落葉せず。

9) 異常落葉現象のメカニズム

(1) 取り込みと分解代謝能力

MEPによるヒノキの異常落葉現象のメカニズムを究明するには感受性および非感受性個体間のMEPの取り込み量や分解代謝能力について検討する必要がある。 ^{14}C -MEPを両個体に葉面処理し、葉内への ^{14}C -化合物の取り込み量と葉内における分解代謝能力について経時的に調査した。その結果、表-5および図-8~11に示したように、両者間のMEP取り込み量には約2倍(感受性個体では非感受性個体の約2倍ほど取り込み量が多い)の差がみとめられたが、分解代謝能力には差がみられなかった。このことから、約2倍の取り込み量の違いが異常落葉現象の1因であると云えなくもないが、本現象のメカニズムを説明するには不十分である。また、葉内における分解代謝物も両個体間に質量的な差がない。図-12はヒノキ葉におけるMEPの推定分解代謝経路を示したが、葉面の主な分解代謝物はp-nitrocresolおよびMEPの酸化体(fenitrooxon)であり、葉内ではp-nitrocresolおよびそのグルコース抱合体や脱メチル体(desmethylfenitrothion)であった。

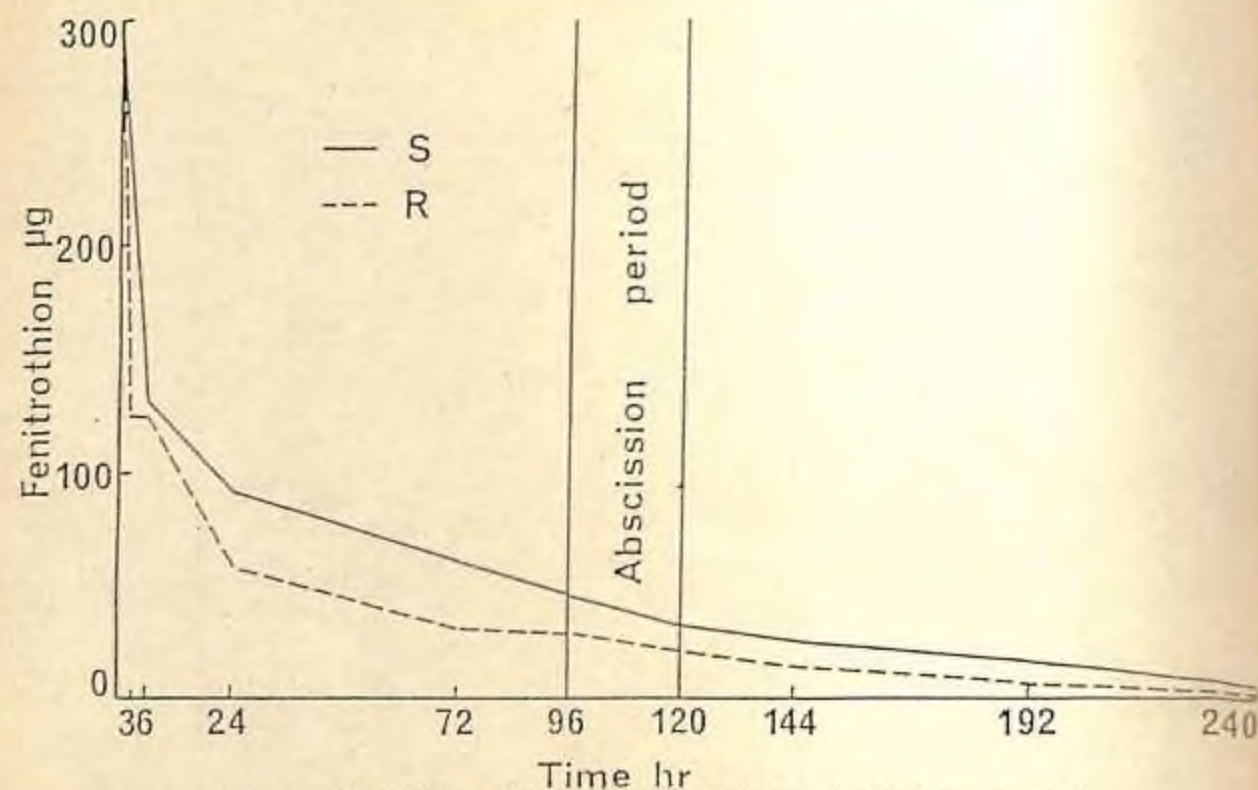
表-5 感受性および非感受性個体の ^{14}C -フェニトロチオンの取り込み

Time (hr)	Susceptibility	Fenitrothion equivalent		
		on surface (mg)	internal (μg)	unextracted (μg)
0	S	0.278	00.00	0.00
	R	0.278	00.00	0.00
1	S	0.222	22.42	0.00
	R	0.207	27.54	1.67
3	S	0.196	35.64	0.75
	R	0.126	30.46	0.80
6	S	0.130	41.11	2.13
	R	0.134	49.27	4.19
24	S	0.087	90.86	3.52
	R	0.055	59.77	2.13
72	S	0.059	75.19	4.95
	R	0.032	63.49	6.98
96*	S	0.045	59.88	2.35
	R	0.025	53.03	4.67
120*	S	0.031	48.61	2.57
	R	0.042	52.63	6.54
144	S	0.075	81.01	2.83
	R	0.017	47.49	7.32
192	S	0.024	66.31	3.23
	R	0.006	40.75	9.04
240	S	0.002	71.57	7.47
	R	0.006	24.43	6.88

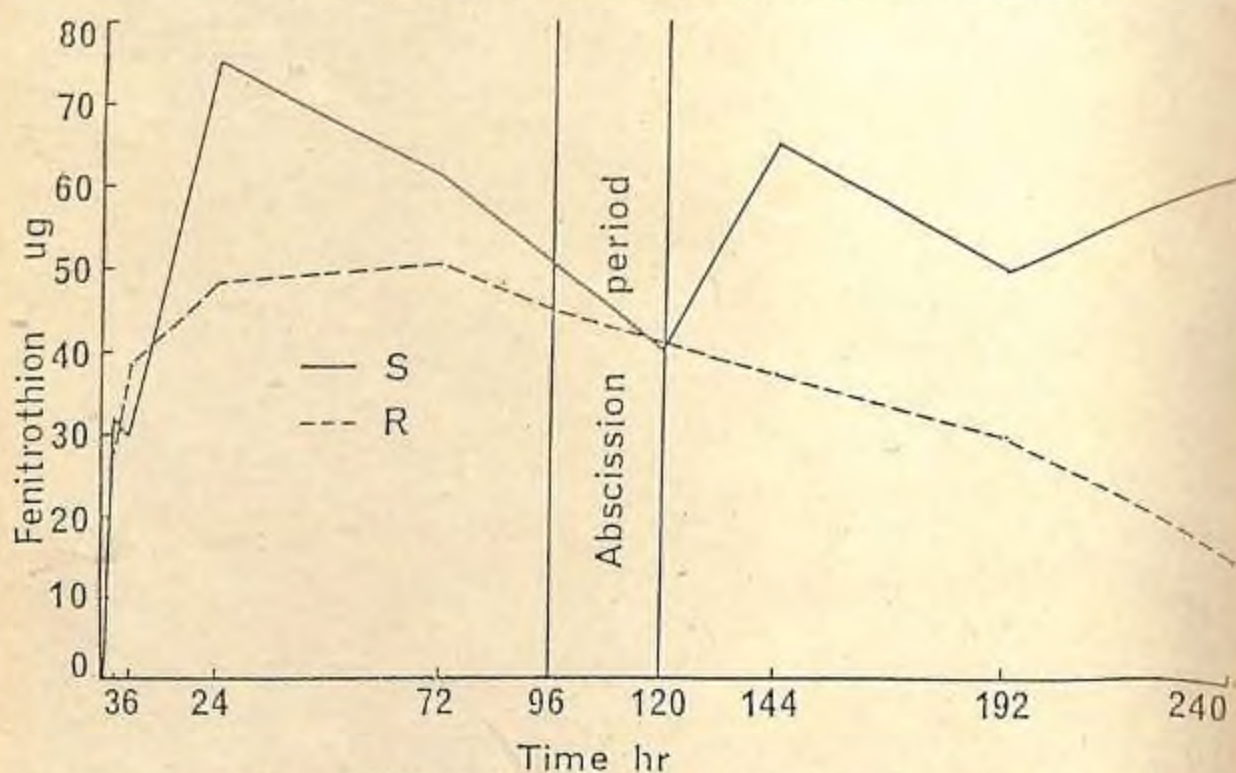
* abscission period

S...感受性個体

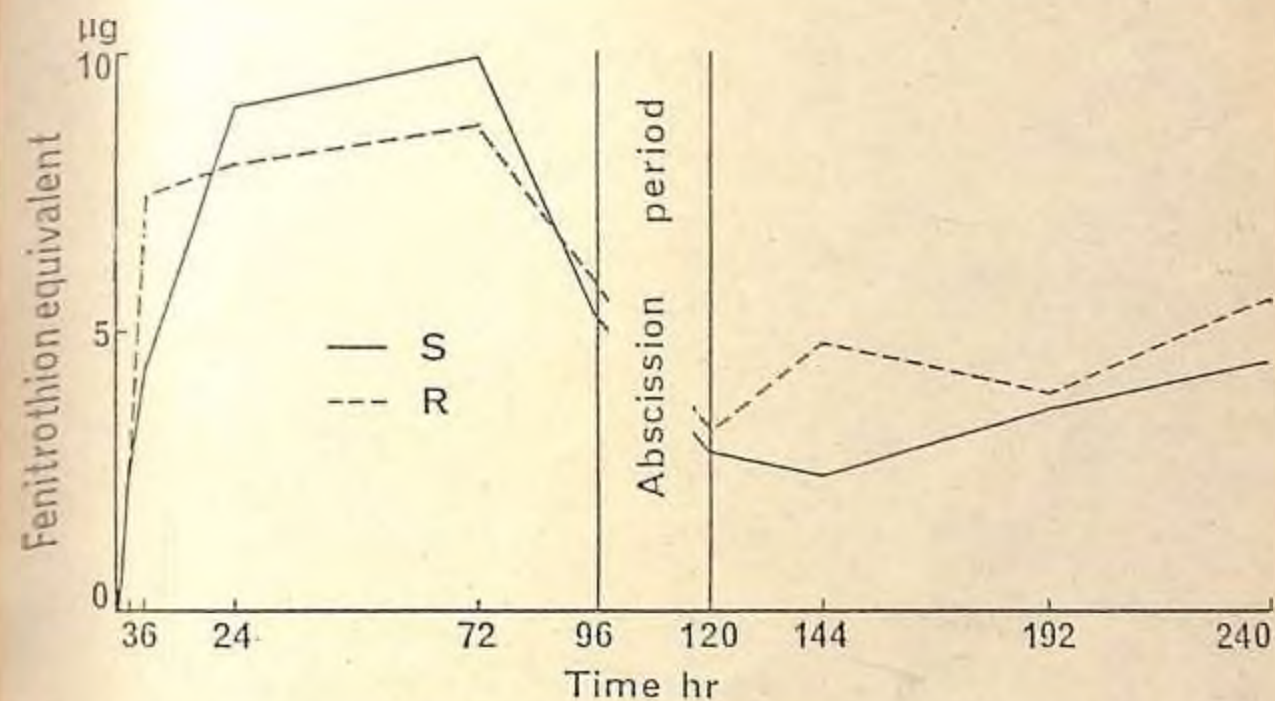
R...非感受性個体



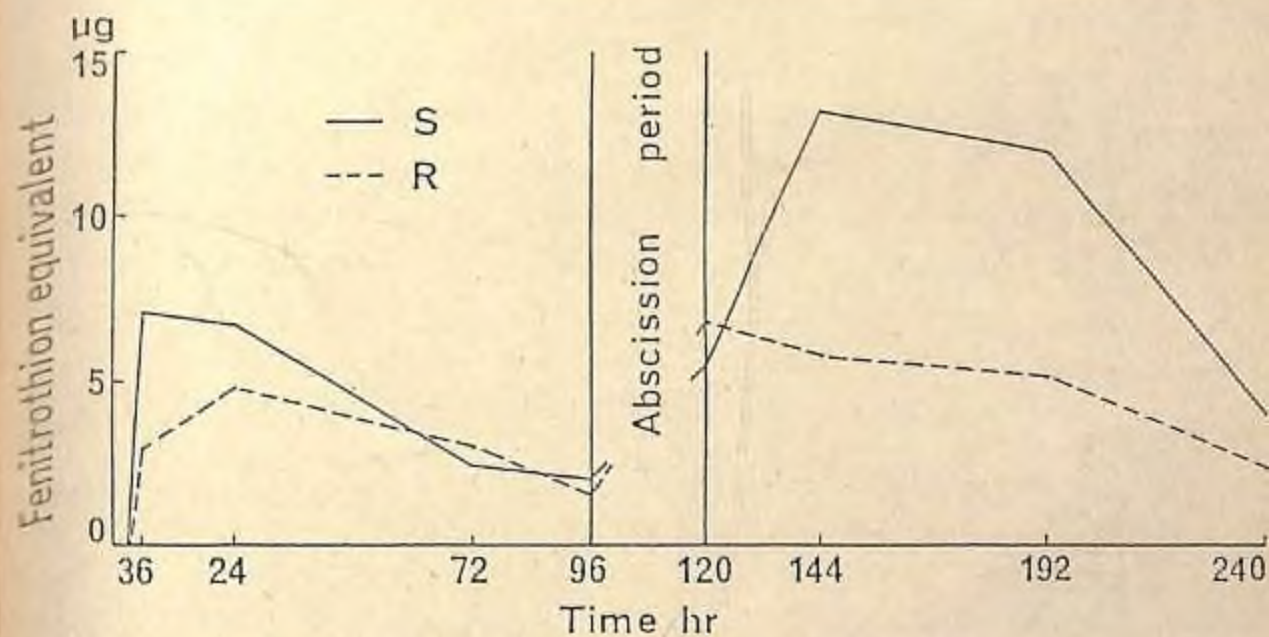
図一 8 感受性(S)および非感受性(R)個体の葉面におけるMEPの経時変化



図一 9 感受性(S)および非感受性(R)個体の葉内に取り込まれたMEPの経時変化



図一 10 感受性(S)および非感受性(R)個体の葉内におけるp-nitroresolの経時変化



図一 11 感受性(S)および非感受性(R)個体の葉内における水溶性代謝物の経時変化

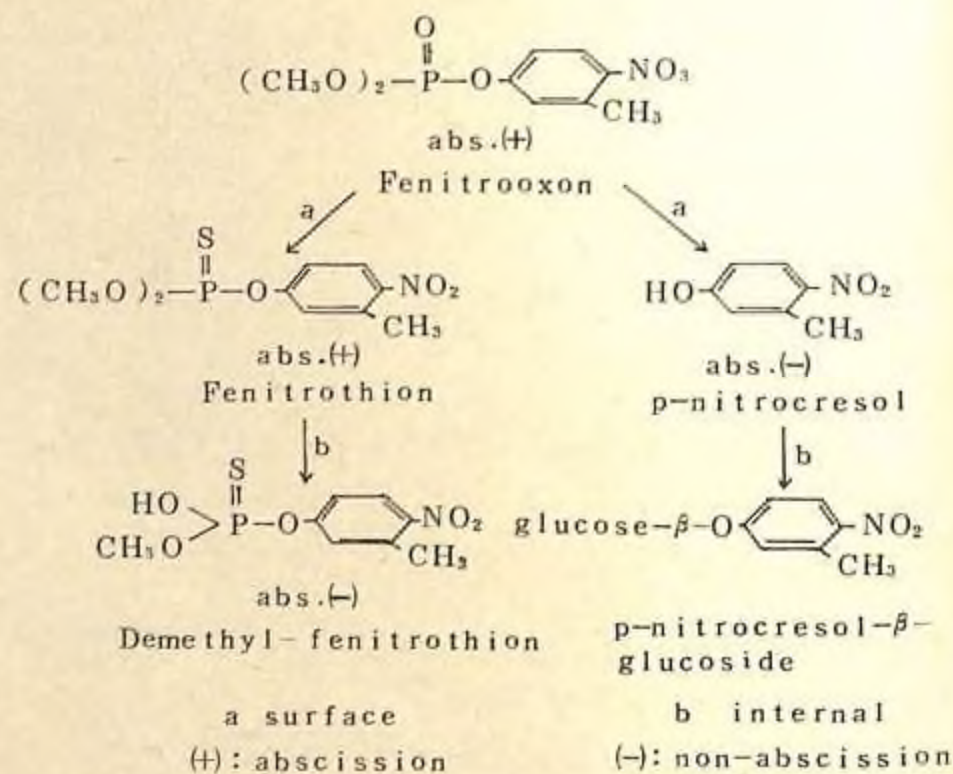


図-12 ヒノキ葉におけるフェニトロチオンの分解代謝物および代謝経路

(2) 異常落葉現象と内生エチレン

2)で述べたように、このMEPによるヒノキの異常落葉現象は健全と思える鱗片葉が個々あるいは集団状に脱落するのが特徴であったが、この現象はまた、植物ホルモンの1種のエチレンの落葉作用にきわめて類似している。そこで、感受性および非感受性個体の切枝にMEPを葉面処理し、500mlのガラス容器内に密閉し、発生したエチレン量を処理5日後にガスクロマトグラフィによって分析定量した。図-13は発生した内生エチレンのガスクロマトグラムである。表-6はMEP処理によって感受性および非感受性個体から発生する内生エチレン量を示したものである。感受性個体からMEP処理によって発生する内生エチレンは非感受性個体に比較して著しく多いことが明らかである。このMEP

表-6 MEPによる落葉と内生エチレン量

	落葉(5日目)	内生エチレン量($\mu\text{L/g/5日}$)
感受性個体	+	0.47
非感受性個体	-	0.12

Gas chromatograph
 Shimazu GC-5A
 Active alumina 80/100
 Glass 3mm ϕ X 1m, 80°C
 FID
 H₂ 55 ml/min. N₂ 65 ml/min
 Air 0.6 l/min.
 Ethylene 9.78 ppm

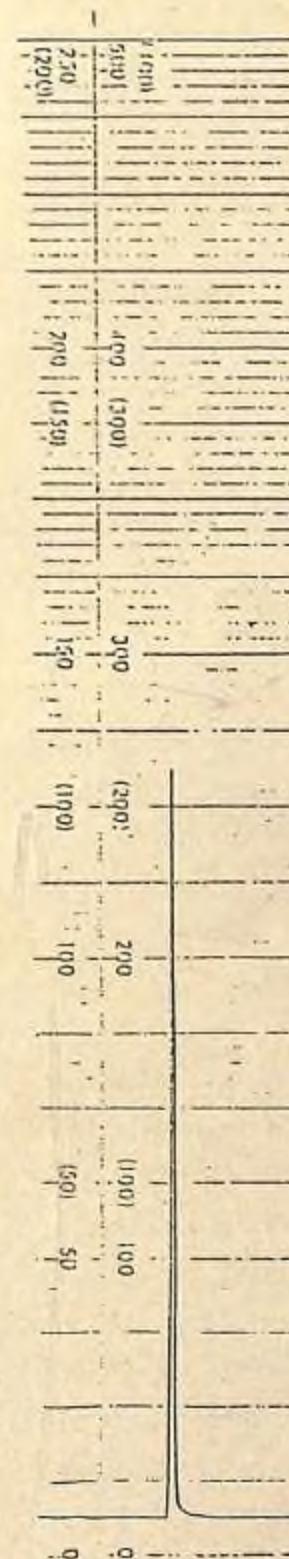


図-13 内生エチレンのガスクロマトグラム

表-7 各化合物による落葉と内生エチレン量

化 合 物	落 葉	内生エチレン量 ($\mu\text{l/g/5日}$)
BrK	-	0.00
N ₂	-	0.71
K ₂ MnO ₄	-	0.10
CO ₂	-	0.16
O ₂	+	1.66
Soda lime	+	1.35
MEPのみ	+	0.44
None	-	0.07

+ 落葉, - 落葉せず

によって誘起される内生エチレンがどのような性質のものかを知るため表-7に示した条件下で検討した。その結果、O₂やCO₂吸収剤であるSoda lime下では内生エチレンの発生が助長される。また、N₂下でも同じ傾向がみられる。しかし、BrやCO₂下では内生エチレンの発生が抑制されることが判った。また、K₂MnO₄によって吸収されるため、内生エチレン量は少ない。一般に植物体から発生する内生エチレンはO₂や明条件によって促進され、暗条件やCO₂下では抑制される。したがって、MEPで誘起される内生エチレンは前述したように明暗には左右されず、N₂下でも発生する点が明らかに異なる。さて、エチレンの生成過程は多くの植物ホルモン、とくに組織内のオーキシンなどによって精密に調節されている。落葉の要因の1つにエチレンがあり、落葉過程には離層組織におけるRNAや蛋白質合成が含まれる。植物体を切断したり、放射線照射したりするような1時的傷害の場合ではエチレンの生成も1時的な増加を示し、24時間以内に消失する。しかし病原菌による感染や薬物による傷害はこれらの刺激が連続的であるためエチレン生成の増加も連続的である。エチレン生合成とその作用についてはS.F. Yang (1974)やM. Lieberman (1979)によって総説されており、高等植物におけるエチレン生成の前駆物質にはlinolenic acid, methionine, α -keto- γ -methylthiobutyrate (KMB)およびpropanolなどがあり、これらがいろいろな補酵素や金属イオンによってエチレンに変換されるのであろう。ここではこれらのエチレン生成経路のうち、methionineを前駆物質とした経路について考察した。まず、DL-methionine (0.5%)水溶液を感受性および非感受性個体に葉面処理および吸上げによって取り込

せ、発生する内生エチレンを測定した結果では、表-8に示したように、非感受性個体はいずれの場合でも発生する内生エチレンは少ないが、感受性個体ではDL-methionineを吸上げることによって取り込ませた場合に著しい内生エチレンの放出がみとめられ、顕著な落葉が誘起された。このことから、methionineが内生エチレン生成の前駆物質であることが明らかとなったが、両個体間の内生エチレン発生量の違いがどのような原因によるものかは不明である。methionineのエチレン生成経路にもいくつかあると考えられるかここでは次の2つの生成経路について検討してみた。

表-8 MEP代謝物およびmethionineによる落葉と内生エチレン量

化 合 物	落 葉 (5日目)		内生エチレン量($\mu\text{l/g/5日}$)	
	感受性個体	非感受性個体	感受性個体	非感受性個体
P-nitrocresol	-	-		
dimethylphosphate	+	-	0.27	0.11
dimethylchlorothio-phosphate	+	-	0.29	0.02
DL-methionine	-(+)	-	0.11 (1.67)	0.14 (0.21)
None	-	-	0.06	0.09

() 吸い上げた場合

• methionine - S - adenosylmethionine - I - Aminocyclopropane - 1 - Carboxylic acid (ACC) - Ethylene (Adam and Yong, 1977)

エチレン生合成における中間代謝物であるACCの増加にともなうエチレンも増加するが、このACC合成の阻害剤である α -aminooxyacetic acid (AOA), Silver-thiosulfate complex (STS)およびpropyl gallate (PG)の水溶液を感受性および非感受性個体に吸い上げによって取り込ませた後、MEP (50 ppm)を葉面処理し、処理5日後、発生した内生エチレン量と落葉の有無を調査した。その結果は表-9に示した通りである。すなわち、AOAやPG処理ではMEPによる内生エチレンの誘起と落葉を抑制することはない。このことはヒノキにはACC生成経路が存在しないか、存在するとしたらAOAやPGのACC合成阻害作用がMEPによってブロックされることを暗示している。同様なことはSTSについても考えられるが、興味深いことは、STSがACCの増加を阻止する作用を有するにもかかわらずSTS処理はMEPによる内生エチレンの促進作用を阻害しないが、落葉を阻止することがある。さらに、STS処理のみでも両個体からかなりの内生エチレンの放出がみとめられたことである。このことはヒノ

表-9 AOA, STS, PGおよびACCと落葉および内生エチレン量

処 理	落 葉 (5日目)		内生エチレン量 ($\mu\text{l/g/5日}$)	
	感 受 性 個 体	非感受性個体	感 受 性 個 体	非感受性個体
2 mM AOA + MEP	+	-	3.04	0.10
2 mM AOA + MEP	+	-	2.15	0.11
2 mM AOA + MEP	+	-	8.08	0.10
2 mM AOA	-	-	0.26	0.05
2 mM AOA	-	-	0.42	0.41
4 mM STS + MEP	-	-	14.76	1.71
4 mM STS + MEP	-	-	4.21	0.77
4 mM STS + MEP	-	-	4.51	0.25
4 mM STS	-	-	10.37	1.43
4 mM STS	-	-	1.93	1.37
2 mM PG + MEP	+	-	3.42	0.08
2 mM PG + MEP	+	-	2.15	0.22
2 mM PG + MEP	+	-	7.51	0.11
2 mM PG	-	-	1.69	0.02
2 mM PG	-	-	0.23	0.02
1 mM ACC + MEP	+	-	6.80	0.09
1 mM ACC + MEP	+	-	3.11	0.18
1 mM ACC + MEP	+	-	1.65	0.11
1 mM ACC	-	-	0.70	0.17
1 mM ACC	-	-	0.35	0.12

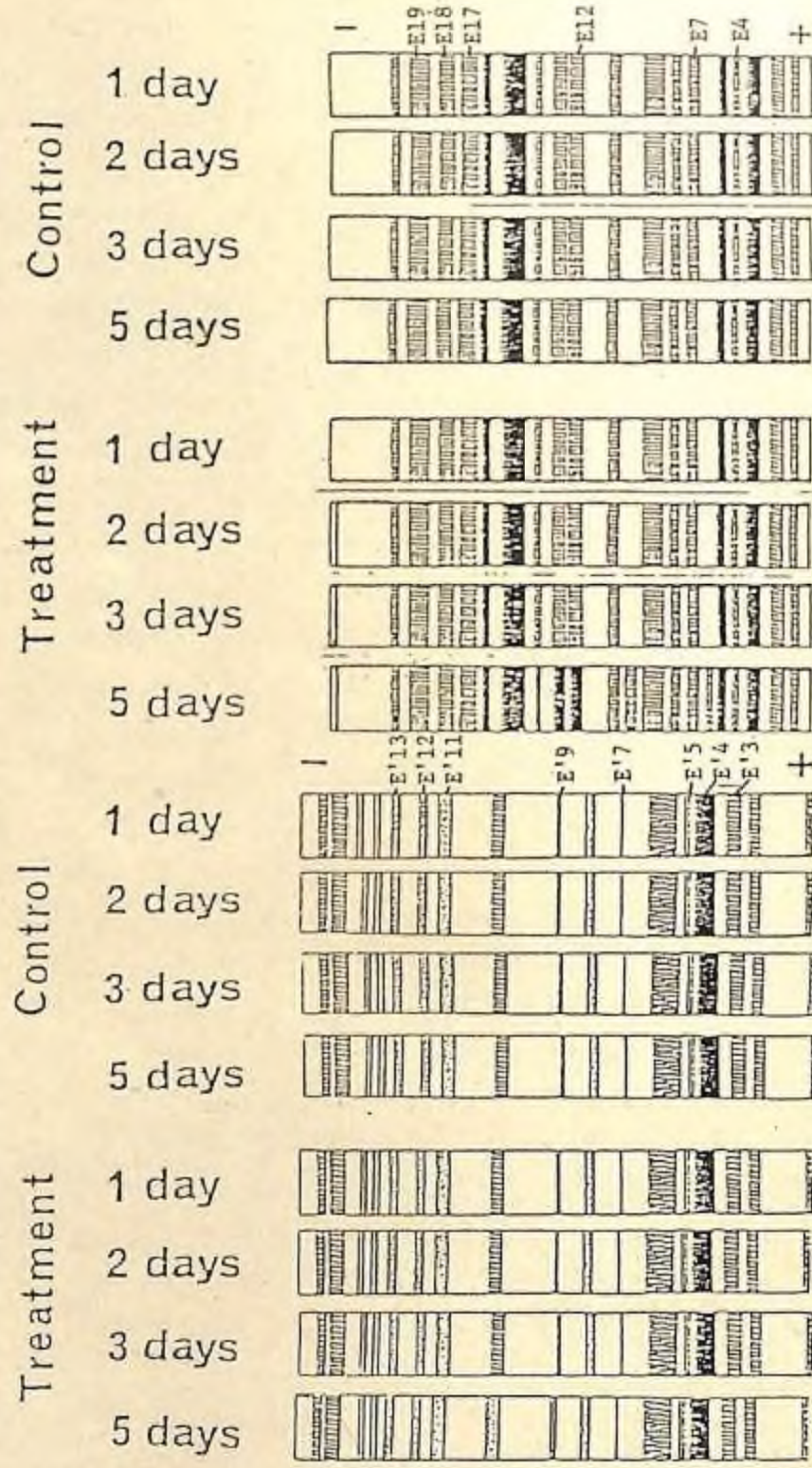
MEP: 50 ppm

キにおいて、従来のSTS作用の再検討の必要性を示唆するものである。したがって、明確には断定出来ないが、このエチレン生成経路はMEPのエチレン生成促進作用に重要な役割を演じてはいないのではないかと考えられる。

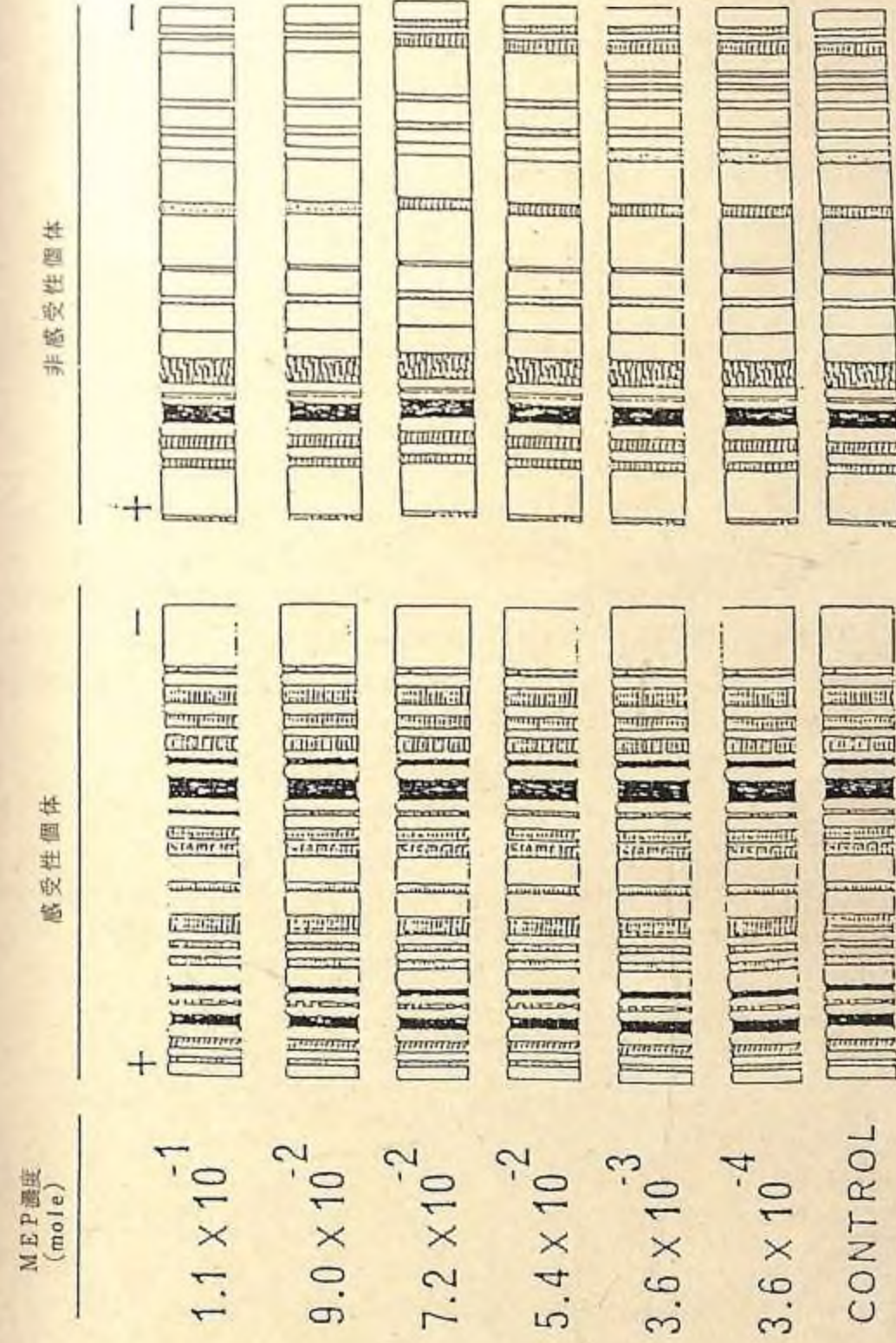
• methionine-methional or α -ket- β -methylthiobutyrate (KMB)
-ethylene (Mapson and Wardale, 1968)

このエチレン生成過程には methional や KMB がモノフェノールや Mn^{2+} の存在下にパーオキシダーゼによって酸化的開裂をうけてエチレンが生成される過程が含まれている。

それ故にMEPによってこのパーオキシダーゼがどのような作用を受けるかをそれぞれ感受性および非感受性個体について検討した。感受性および非感受性個体にMEPを葉面処理し、処理後1, 2, 3および5日目に各々の個体から生葉30gの鱗片葉をとりパーオキシダーゼを抽出し、等電点電気泳動法により比較検討した。図-14から明らかなように感受性および非感受性個体のパーオキシダーゼのザイモグラムから感受性個体では18本、非感受性個体では17本の酵素バンドが検出された。これらの酵素バンドのうち、両個体間に共通する酵素バンドは E_4 と E'_3 (Rf 0.15), E_7 と E'_5 (Rf 0.24), E_{12} と E'_9 (Rf 0.49), E_{17} と E'_{11} (Rf 0.71), E_{18} と E'_{12} (Rf 0.76) および E_{19} と E'_{13} (Rf 0.81)であった。図-14に示したin vivoの実験においてMEP処理5日後に感受性個体では $E_{12} \sim E_{14}$ の酵素バンドが著しく活性化され、さらに E_6 および E_{10} の酵素バンドが出現した。しかし、非感受性個体には E_6 と E_{10} と同じRf値をもつ E'_4 (Rf 0.21)と E'_7 (Rf 0.37)とがすでに存在し、きわめて興味深い。一方、同時期における非感受性個体ではほとんどの酵素バンドがMEPの影響をうけておらず、 E'_9 と E'_{10} の酵素バンドがわずかに阻害されることが判った。両個体間で上述した共通の酵素バンドについてみると、感受性個体でMEPによって活性化された酵素バンドのうち、 E_{12} と同じRf値をもつ非感受性個体の E'_9 は明らかにMEPによって阻害されているがその他の共通の酵素バンドはなんら影響をうけていない。次にin vitroにおけるMEPのパーオキシダーゼ阻害を両個体の生葉10gから抽出した酵素液にMEP濃度が $1.1 \times 10^{-1} \sim 3.6 \times 10^{-3} \text{M}$ になれるように加え、37℃で30分間インキュベートした後、さきと同様、等電点電気泳動法によってパーオキシダーゼのザイモグラムを比較した。パーオキシダーゼは両個体とも37℃、30分間のインキュベートによってなんら影響されない。その結果は図-15に示した通りである。MEP $1.1 \times 10^{-1} \sim 3.6 \times 10^{-3} \text{M}$ の範囲内では感受性個体のパーオキシダーゼはまったく阻害されないが、非感受性個体のパーオキシダーゼでは酵素バンド $E'_{11} \sim E'_{16}$ が $3.6 \times 10^{-3} \text{M}$ 以上のMEPによって阻害が生ずることが判った。したがって、in vivoおよびin vitroの実験結果を総じて考えあわせると次のような結論となる。MEPによるヒノキの異常落葉現象は感受性個体ではエチレン生合成過程に関与する酸化酵素のパーオキシダーゼがMEPによって活性化され、多量の内生エチレンが放出され、結果として、顕著な落葉が誘起されと考えられる。



図一14 MEPで処理した感受性および非感受性個体の *in vivo* における
パーオキシダーゼのサイモグラム



図一15 MEPによる感受性および非感受性個体の *in vitro* における
パーオキシダーゼの阻害

10) MEP 以外の有機燐化合物による内生エチレンの発生と落葉現象

MEP によって約 10% のヒノキ個体が多量の内生エチレンの放出をともなった落葉が生ずることはこれまで述べて来た通りであるが、MEP はその化学構造中 $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PS}$ をもつ有機燐剤であり、これと同じような骨格をもつ有機燐化合物は多い。この他には $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PO}$ 型や脱メチルおよび脱エチル型の有機燐化合物も数多く存在する。そこでこれらの有機燐化合物について内生エチレンの発生と落葉の有無を検討する前に、先ず、市販の dimethylchlorothiophosphate (MEP の合成時に用いられる) や dimethylphosphate さらに前述した MEP のヒノキ葉中の主な代謝産物である P-nitrocresol について内生エチレンの発生と落葉について検討した。その結果はさきに示した表-8 の通りである。感受性個体では dimethylchlorothiophosphate および dimethylphosphate によって MEP と全く同様な現象がみられ、多量の内生エチレンの発生と顕著な落葉が観察された。しかしながら、これまで MEP の十字科植物やリンゴに対する葉害の主原因とされている P-nitrocresol では全く落葉はみとめられなかった。このことはむしろ生物体にはほとんど無害とされている dimethylchlorothiophosphate や dimethylphosphate の作用性についてさらに検討を加える必要性のみならず MEP 以外の有機燐化合物によっても異常落葉現象が生ずる可能性を示唆するものである。表-10 はいろいろなタイプの有機燐化合物による内生エチレンの発生量と落葉の有無を調べたものである。

表-10 からすでに明らかなように $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PS}$ や $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PO}$ 型の有機燐化合物では MEP と全く同じような異常落葉現象がみられ、これら以外の有機燐化合物では同現象は認められないことが判った。しかしながら内生エチレンの発生量では $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PS}$ や $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PO}$ 型の化合物では全体的に多いが、これら以外の化合物でもかなり多いものもあり、必ずしも内生エチレンの発生量と落葉現象が比例的関係にあるとは一概には言えない。しかしこれらの結果から少なくともヒノキの異常落葉現象は MEP 特有のものではないことは明白である。

表-10 有機燐化合物による落葉と内生エチレン量

有機燐化合物	落 葉 (5 日目)		内生エチレン量 ($\mu\text{l/g/5日}$)	
	感受性個体	非感受性個体	感受性個体	非感受性個体
$(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PS}$, $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{PO}$ 型				
MEP	+	-	0.47	0.12
malathion	+	-	0.27	0.06
dimethoate	+	-	0.30	0.03
trichlorfon	+	-	0.44	0.24
fenthion	-	-	0.23	0.11
hailed	+	-	0.83	0.12
phenthoate	+	-	0.29	0.21
cyanofos	+	-	0.51	0.12
thinmeton	+	-	0.26	0.12
methidathion	+	-	0.30	0.11
ESP	+	-	0.17	0.12
dichlorvos	+	-	0.24	0.44
methylparathion	+	-	0.33	
vamidofhion	+	-	0.42	
pirimifos methyl	+	-	0.33	
oxidemeton methyl	+	-	0.47	
Monomethyl 型				
Salithion	-	-	0.18	0.09
Leptophos	-	-	0.11	0.08
Mono, diethyl 型				
isoxathion	-	-	0.17	0.15
diazinon	-	-	0.26	0.06
piridafenthion	-	-	0.12	0.06
chlorpiriphos	-	-	0.15	0.09
EPN	-	-	0.20	0.14
disulfoton	-	-	0.26	0.12
parathion	-	-	0.18	
cyanofenfos	-	-	0.29	
chlorfenvinfos	-	-	0.14	
None	-	-	0.06	0.09

+ 落葉, - 落葉せず。

11) 異常落葉の回避

(1) コロジオンの葉面処理

感受性個体の葉に5%コロジオン溶液を前処理した後、0.5%MEP乳剤を葉面散布し、落葉の有無を検討した結果を表-11に示した。

表-11 コロジオン処理による落葉抑制効果

コロジオン5%処理部位	落 葉	
	4日	7日
葉 表 面	+	+
葉 裏 面	-	+
葉 全 体	-	-

+ 落葉, - 落葉せず。

葉の表面にコロジオン処理をした場合には落葉するが、裏面に処理した場合には落葉時期がわずかに遅延される。さらに全葉にコロジオンを処理した場合にはMEP処理7日後でも落葉現象は発現しなかった。これは葉の全面にコロジオン被膜が形成され、MEPの葉内への取り込みがすみやかに進行しないためであろうと考えられるが明らかではない。

(2) Actinomycin D 処理

エチレンはインゲンマメ (*P. vulgaris* L.) において、落葉前にRNAや蛋白質合成を刺激するが、この作用がActinomycin Dによって阻止されることが知られている (Abeles and Holm, 1966)。

そこで感受性個体を1, 2 ppmのActinomycin D水溶液に葉全体を数秒間浸漬した後、半日後および3日後に1%のMEP乳剤を葉面処理し15日間落葉量を調査した。その結果は表-12に示した。全調査期間を通じて落葉率をみた場合、MEP処理区では

表-12 Actinomycin Dによる落葉抑制効果

濃 度	MEP処理	平 均 落 葉 率 (%)		
		5日	10日	15日
1 ppm	0.5日後	15.5	36.8	12.0
	3日後	28.4	15.1	20.7
2 ppm	0.5日後	15.1	32.8	14.8
	3日後	27.2	19.4	22.0
0 ppm	0.5日後	52.1	20.5	16.8

約90%の落葉率を示すがActinomycin D処理区では濃度のいかにかわらず約70%以下に落葉率をおさえている。したがってActinomycin Dはある程度、MEPの落葉現象を抑制することが判った。

(3) シクロヘキシミド処理

エチレン生合成を阻害するシクロヘキシミド処理による落葉抑制効果は表-13に示した通りである。MEPによる落葉作用は10ppm以上のシクロヘキシミドによって抑制されるが、著しい葉害を併発する。

表-13 シクロヘキシミドによる落葉抑制効果

感 受 性	M E P 処理濃度	シ ク ロ ヘ キ シ ミ ド (p p m)				
		1000	100	10	1	0
感 受 性 個 体	(ppm) 50	-*	-*	-*	+	+
	5	-*	-*	-*	+	+
	0	-*	-*	-*	-*	-
非感受性個体	50	-*	-*	-*	-*	-
	0	-*	-*	-*	-*	-

+ 落葉, - 落葉せず, * 葉害。

(4) サリチオン処理

サリゲニン環状磷酸エステル類の殺虫剤であるサリチオンをMEPと混合することによってMEPによる異常落葉を抑制することが図-16の結果より明らかとなった。このサリチオンの落葉抑制作用はMEPとサリチオンの混合比が1:2.4, 1:3, 1:5.6および1:5.9の場合に観察されるか、完全に落葉を阻止するまでにはいかない。また、サリチオンでは異常落葉は誘起されない。

以上、これらの結果から、Actinomycin DやサリチオンはMEPの落葉作用をある程度抑制し落葉時期を遅延させるが完全な落葉阻止効果はなく、実用的には未だ多くの問題があろう。しかしながら、異常落葉現象の作用機構がある程度解明された現段階ではこの解明が実用的な落葉防止技術の開発に有益なヒントとなると考える。

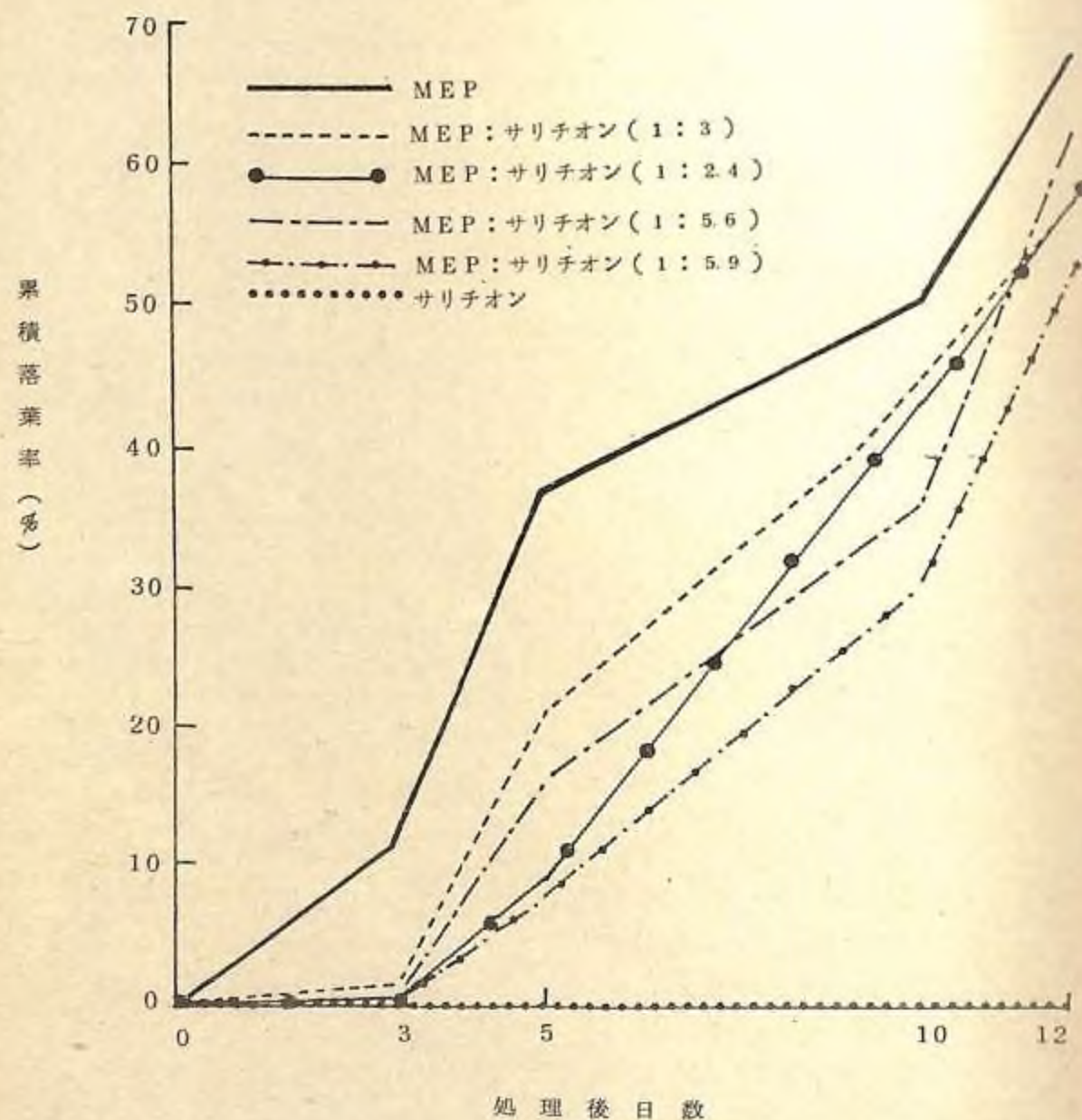


図-16 サリチオン処理による落葉抑制効果

参考文献

- 1) 細田隆治：ヒノキ科を主とした針葉樹のMEP剤による異常落葉現象に関する検討，日林関西支講，28，247～250，(1977)
- 2) 細田隆治：スミチオンによるヒノキの異常落葉現象に関する研究，林試研報，印刷中
- 3) 大久保良治・細田隆治：MEPによるヒノキの落葉枯死，日林論，88，303～304，(1977)
- 4) 大久保良治・田畑勝洋：MEP剤によるヒノキの落葉現象，日林論要旨，90，114，1979
- 5) 大久保良治：スミチオンによるヒノキの葉害，林業と薬剤，71，9～12，(1980)
- 6) 田畑勝洋：フェニトロチオン(スミチオン)のヒノキに対する葉害，研究ジャーナル，4(9)，41～45，(1981)
- 7) Tabata, K: Aerial Application of Fenitrothion (Sumithion^R) on Pine groves, proceedings of XVII IUFRO World Congress, 591～592, (1981)
- 8) 田畑勝洋・大久保良治：ヒノキのFenitrothion (Sumithion^R) による異常落葉現象のメカニズム(Ⅰ)各種有機燐剤で処理したヒノキの落葉と内生エチレンの発生，日林誌，62，249～253，(1980)
- 9) 田畑勝洋・大久保良治：ヒノキのFenitrothion (Sumithion^R) による異常落葉現象のメカニズム(Ⅱ)¹⁴C-Fenitrothion [O, O-dimethyl-o-(3-methyl-4-nitrophenyl) phosphorothioate] のヒノキ葉における代謝，日林誌，62，350～353，(1980)
- 10) Tabata, K. and Okubo, R: The abnormal leaf abscission and its mechanism of Hinoki, Chamaecyparis obtusa S. et Z., caused by fenitrothion proceedings of XVII IUFRO World Congress, 603, (1981)

林業薬剤の環境に及ぼす影響と 合理的使用法

(2) 散 布 跡 地

林業薬剤の環境に及ぼす影響と合理的使用法

— 散布跡地 —

I 試験担当者

保護部昆虫科	小林 富士雄
保護部昆虫第一研究室	山崎 三郎
	竹谷 昭彦
	池田 俊弥
鳥獣第二研究室	土方 康次
	高野 肇
林業薬剤第二研究室	大久保 良治
土壌部土壌微生物研究室	山家 義人
	新島 溪子
関西支場保護部	山田 房男
昆虫研究室	小林 一三
	細田 隆治

(実施期間 昭和52年～56年)

II 試験目的

マツノザイセンチュウによる松の枯損を防止するため、媒介昆虫マツノマダラカミキリを対象とする殺虫剤の空中散布が行われている。これが散布地域内に生息する昆虫類、野生鳥類、土壌生物に及ぼす影響と、散布薬剤の河川水、土壌中での残留量を明らかにすることを目的とする。

III 試験の経過の概要

試験地は、NAC空中散布地として水戸宮林署水戸国有林(茨城県東茨城郡桂村)を、MEP空中散布地として岡崎宮林署豊橋国有林(愛知県豊橋市)を選定した。

水戸試験地では、散布区である28林班において、野生鳥類、昆虫類、土壌生物、薬剤残留の調査を毎年行い、さらに土壌生物についてのみ32林班に对照区を設置し毎年調査を行った。最初の52～53年にはセビモール(NAC水和剤40%)5ℓ/ha(第1回)、5ℓ(第2回)の散布であったが、55年より8ℓ(第1回)、7ℓ(第2回)散布に切り替った。对照

区の近接地である33林班に54年から散布が開始され、さらに55・56年には対照区自体にも薬剤が散布されたため、54年以降は対照区として扱えなくなった。

岡崎試験地では、散布区を248林班の小班に、対照区を228林班の小班に設定し、昆虫類調査は連年実施し、土壌生物調査は散布区のみ連年、対照区は52、53、56年のみ実施した。ここでは試験地設定より古く、50、51年ともスミチオン50%乳剤20倍液60ℓ/ha2回散布が行われており、52年には同じく25倍液60ℓ/ha2回散布が行われ、それ以降は散布を中止した。

IV 試験地の概要

水戸試験地

散布区：海拔150 m。鳥類センサス地は種々の斜面を含むが、昆虫類、土壌生物調査地はほぼ南緩斜面である。土壌はB₁(d)型で、礫を含まず軟らかい。アカマツ26～100年(平均53年)生林で、スギ5%、ヒノキ5%、広葉樹10%が混交している。広葉樹で多いのは、ヒサカキ、シラカシ、アオキ、ヌルデ、ウツギ類である。

無散布区：散布区よりやや急斜面で、土壌はB_D(d)で角礫を含む。植生は散布区とはほぼ同様。

岡崎試験地

散布区：海拔140 m。傾斜度中の北北西斜面の古生代堆積岩の地質で、土壌型はY B D(d)。約60年生のクロマツ林で、下木はヤブニッケイ、ヤブツバキ、ハナノキ、ヒイラギが多い。

無散布区：海拔160 m。傾斜度中の北北東斜面。地質は散布区と同じで、土壌型はY B C。約55年生クロマツ林にアカマツが混交し、下木はヒサカキ、ネジキ、リュウブ、モチツツジが多い。

V 試験の方法と得られた成果

水戸試験地

1. 野生鳥類

(1) 調査方法

調査はマツピング法を用い、林内に長さ3 kmの鳥類観測用のコースを設け、一定時間内(約2時間)に歩行しながら、コースの両側で、鳥類のさえずり(Song)、地鳴(Call)、個体観察(Visual)などで種類を判別し、発見した位置を所定の地図上に記録した。調査日は薬剤の散布日を中心にその前後、7日目、15日目、30日目、60日目とし、早

朝と夕方の2回、2名で行い、その間隔は5分として実施した。また1978年からは架設してある巣箱50ヶの利用状況も調査した。

(2) 結果と考察

a) 鳥類相

1977年から1981年の間、NAC剤の空中散布が行われているマツ林で、延74回の鳥類センサスを実施し、記録出来た種類は、表-1のとおり総数26科・52種類で

表-1 水戸試験地の鳥類相

(1977～1981)

種名	調査月	2	6	7	8	9	備考
1 カイ ツ ブ リ			○	○			
2 コ サ ギ			○	○	○		
3 カ ル ガ			○	○	○		
4 ト ス	○		○	○	○		
5 ノ ス			○	○	○		
6 サ シ			○	○	○		
7 コ ジ ャ	○		○	○	○		
8 ヤ マ	○		○	○	○		
9 ホ ト			○	○	○		
10 ア ト			○	○	○		
11 ヨ タ			○	○	○		
12 カ ワ			○	○	○		
13 ア オ	○		○	○	○		
14 コ ヒ	○		○	○	○		
15 ツ セ			○	○	○		
16 キ シ			○	○	○		
17 ビ シ	○		○	○	○		
18 サ シ			○	○	○		
19 ヒ ヨ	○		○	○	○	○	
20 モ リ	○		○	○	○	○	
21 ル ジ	○		○	○	○	○	
22 ト ラ	○		○	○	○	○	
23 ア カ	○		○	○	○	○	
24 シ ロ	○		○	○	○	○	
25 ツ グ	○		○	○	○	○	
26 キ ビ	○		○	○	○	○	
27 オ ヨ	○		○	○	○	○	
28 ヤ ブ	○		○	○	○	○	
29 セ ツ	○		○	○	○	○	
30 サ コ	○		○	○	○	○	
31 シ ャ	○		○	○	○	○	
32 エ ャ	○		○	○	○	○	
33 メ ホ	○		○	○	○	○	
34 カ シ	○		○	○	○	○	
35 ア ワ	○		○	○	○	○	
36 カ マ	○		○	○	○	○	
37 ベ ニ	○		○	○	○	○	
38 ジ カ	○		○	○	○	○	
39 イ ウ	○		○	○	○	○	
40 ム タ	○		○	○	○	○	
41 カ ケ	○		○	○	○	○	
42 オ ナ	○		○	○	○	○	
43 ハ シ	○		○	○	○	○	
44 ハ シ	○		○	○	○	○	
45 キ ジ	○		○	○	○	○	

総数 26 科・52 種

あった。このうち6日から9日の間に記録出来た種類は延40種となり、年度によって増減がみられた。各年度による種類数の多少は、調査地の周辺に生息場をもつツバメ、セキレイ、オオルリ、ムクドリ、トビ、ハシボソカラス、ヒバリなどの種類が含まれているため、これらを除くと森林棲の種類でしめられ、種類構成はヒヨドリ、ホオジロ、ウグイス、カワラヒワ、メジロ、コゲラ、シジュウカラ、キジバトなどの留鳥のほか、数種の夏鳥、漂鳥（ホトトギス、キビタキ、サンコウチョウ、サシバ、サンショウクイ、イカル）で構成され山地帯に似た鳥相を示した。そのほか2月にも調査を行い、冬鳥12種類を記録した。

b) 出現個体数と種類数の変動

6月から9月の間に出現した個体数の相対密度を年度ごとにみると図-1のとおりである。これによると各年度ともヒヨドリのしめる割合が高く、全体の28%をしめ、ついでウグイス、メジロ、ホオジロ、シジュウカラ、キジバト、コゲラの順に多く、年度によって増減がみられた。さらにマツ林の代表種について1時間当たりの出現頻度を示すと図-2のとおりである。全体からみて出現順位に多少の変動がみられたものの比較的安定した鳥相を示した。さらに薬剤の散布日を中心にその前後の関係を示すと図-3のとおりである。

個体数は第2回目散布前に減る傾向にあったが、季節的な面からみると、7月上旬中旬頃をピークとして、それ以降は少なくなった。この頃は幼鳥の出現と繁殖の終わった個体の移動、分散する時期にあたっている。ただ54年の8月上旬は若干個体数が増加しているが、これはヒヨドリの幼鳥、メジロ、カワラヒワなどの観察例が多かったためである。そのほか40羽前後のエナガの群を観察した。

c) 架設巣箱の利用状況

53年から56年の間、架設巣箱（50ヶ）を利用した種類はシジュウカラで、産卵箱数13（6卵～8卵）、フ化箱数7（6羽～8羽）、巣立箱数6（6羽～8羽）であった。なお産卵から巣立にいたるまでの減少の原因は、ほとんどが人にもちさられたものであった。

以上薬剤散布地のマツ林で、鳥類センサスを中心に薬剤散布の影響調査を行ったが、鳥類の個体数や出現順位に変動がみられたものの、鳥類相は豊富で、個体数も多く、比較的安定した鳥相を示した。ただし図-3にみられるように第2回目散布前に減少する傾向がみられた。これは梅雨期の悪天候にあたり、記録効率の低い条件下で調査したことが原因していると思われる。またわずかではあるが、年々減少した種類もみられているが、これは今までうつ閉状態にあった林分が、開放的林相に変化したので、環境の変化が

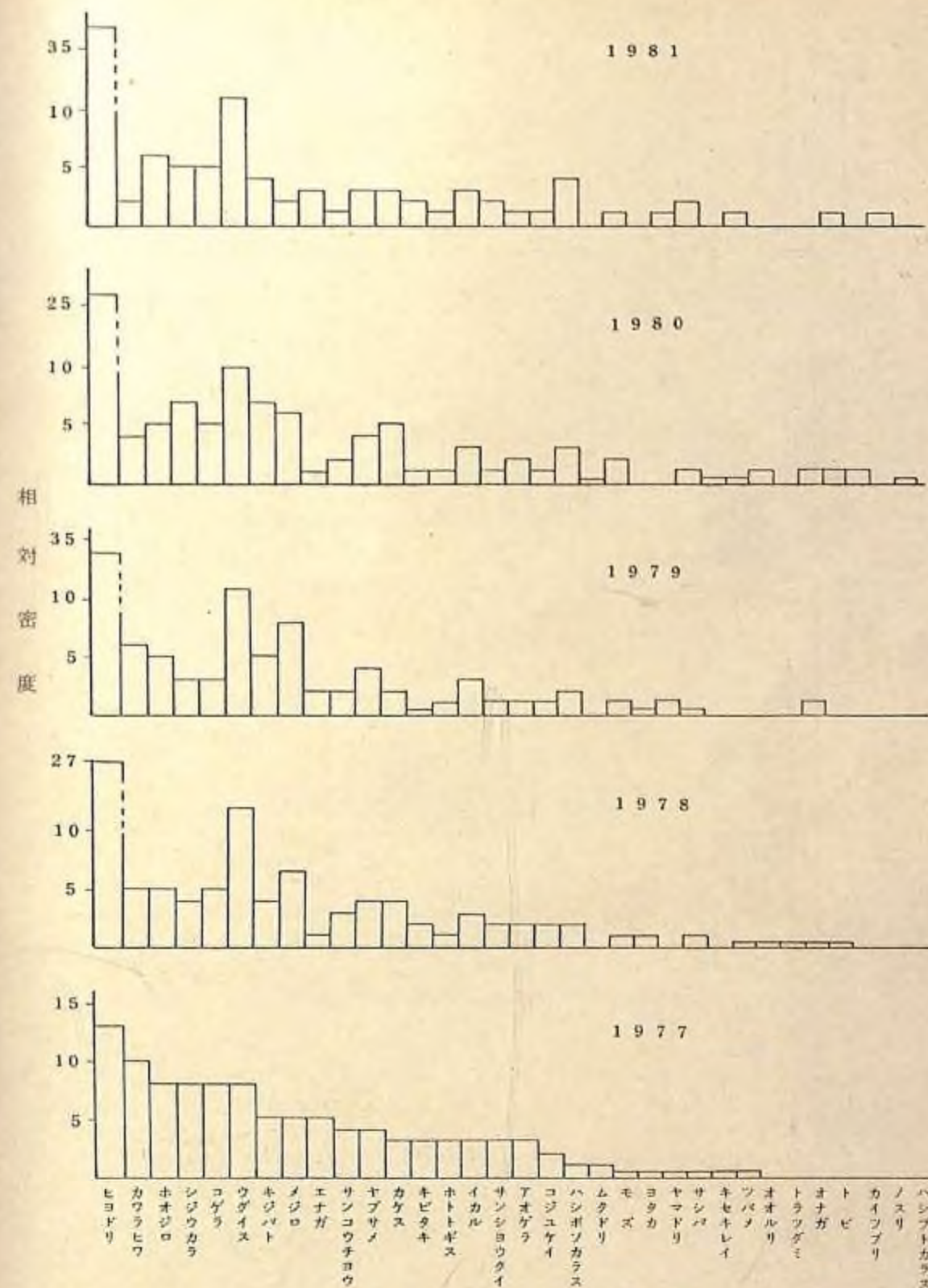


図-1 出現鳥類の相対密度（水戸）

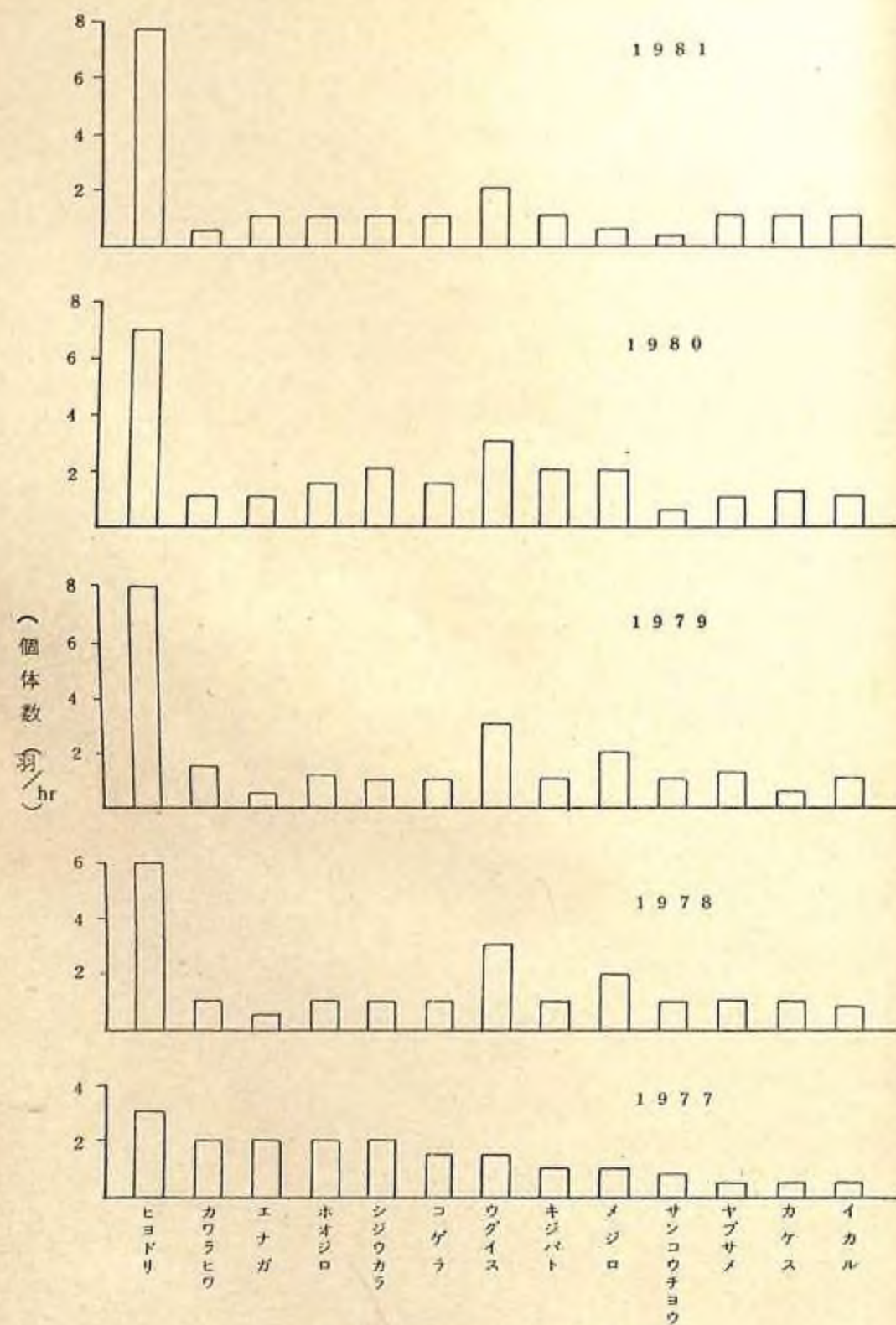


図-2 野鳥の1時間当り出現頻度(水戸)

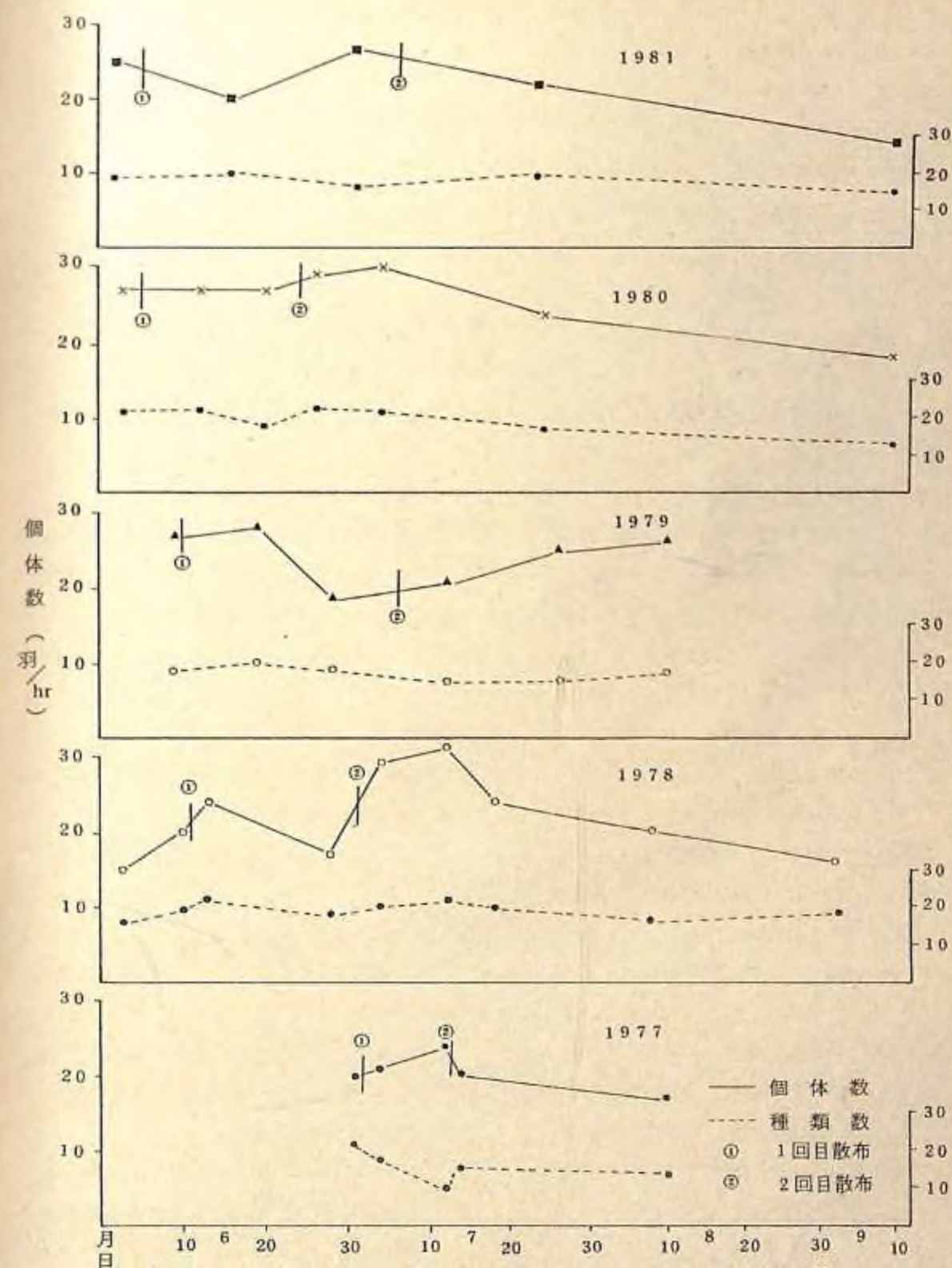


図-3 薬剤散布前後における野鳥の出現個体数と種類数の変動(水戸)

影響したとも考えられる。なお薬剤散布による直接的影響を受けたと思われる衰弱個体、斃死体などは発見されなかった。

2. 昆虫類

(1) 調査方法

- 落下昆虫調査(受布法 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 枠 $1\text{ 基} \times 10\text{ 区}$) 52~56年
- へい死昆虫ひろいとり調査($150\text{ m} \times 2\text{ ヶ所}$) 52年
- 低木層生息昆虫調査(叩き落し法 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 枠, 1立木(ヒサカキ)10回叩き $\times 10\text{ 区}$) 52~56年
- 林床植生生息昆虫調査(すくい網法, 38 cm 口径網 150 cm 柄, $10\text{ 往復振り} \times 10\text{ 区}$) 52~56年
- 地上徘徊性昆虫調査(えさ誘引法, ローテル(フマキラーKK) $1\text{ 基} \times 10\text{ 区}$) 52~56年
- 越冬昆虫調査(樹幹カートン巻法, 25 cm 巻 $\times 30\text{ 本}$) 52~56年

上記項目をa)~e)について、原則として散布前、散布1日後、1週間後、2回目散布前、散布1日後、1週間後、1か月後、秋期に調査。55~56年については散布日と関係なく5月末~8月にかけて、ほぼ月1回の計4回調査した。e)では調査後捕かく虫を林内に放虫、他の調査項目の資料は全て持ち帰ってより分け、原則として科(Family)まで、クモ、アリ類など一部グループは種まで同定検索した。

とりまとめは種数・個体数について行い、群集構造の変化を多様度指数を用い検討した。

(2) 結果と考察

試験地内では平地林よりもやや山地性の昆虫類が多くみられたものの、他のマツ林同様昆虫相は概して単純であった。これにくらべ、広葉樹がよく残っている山頂の神社附近と沢ぞいでは昆虫相が豊富であった。

マツ樹冠部からはマツカレハ、マツアカマダラメイガ、ヤニサシガメ、アブラムシ類、アリ類など、低木層のヒサカキからはホタルガ、イシノミ、チャタテムシ、ヒメテントウ、アリ、ササラダニ、クモ類など、林床植生からはアシナガバエ、キノコバエ、アリ、クモ類など、地表部からはオサムシ、ゴミムシ類、マダラカマドウマなどが多くみられた。樹幹で越冬するものの内訳は昆虫4:クモ6の割合で、前者にはマツカレハとヤニサシガメ幼虫、後者にはエンマダモ、ハエトリグモ、イズツグモ類が多かった。

薬剤散布の影響として、まず①落下へい死した昆虫類については、52年が最も多く1日 1 m^2 当たり27頭で、53年11、54年2、55年4となり樹冠部を主体とする昆虫相が次第に単純化してきている(図-4)。

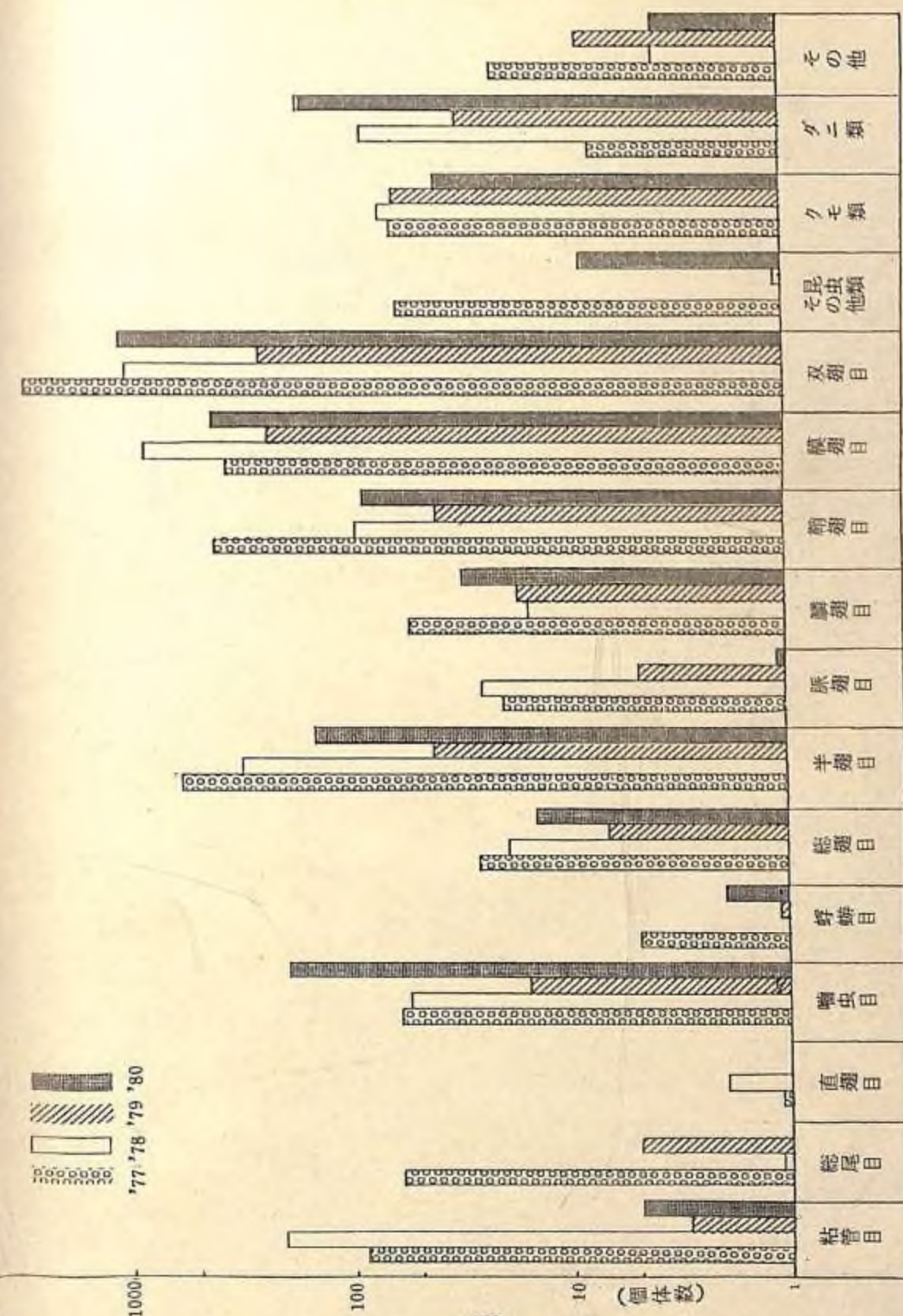


図-4 受布上に落下へい死した昆虫動物($1\text{ m}^2 \times 10\text{ 区}$ の総個体数) (水戸)

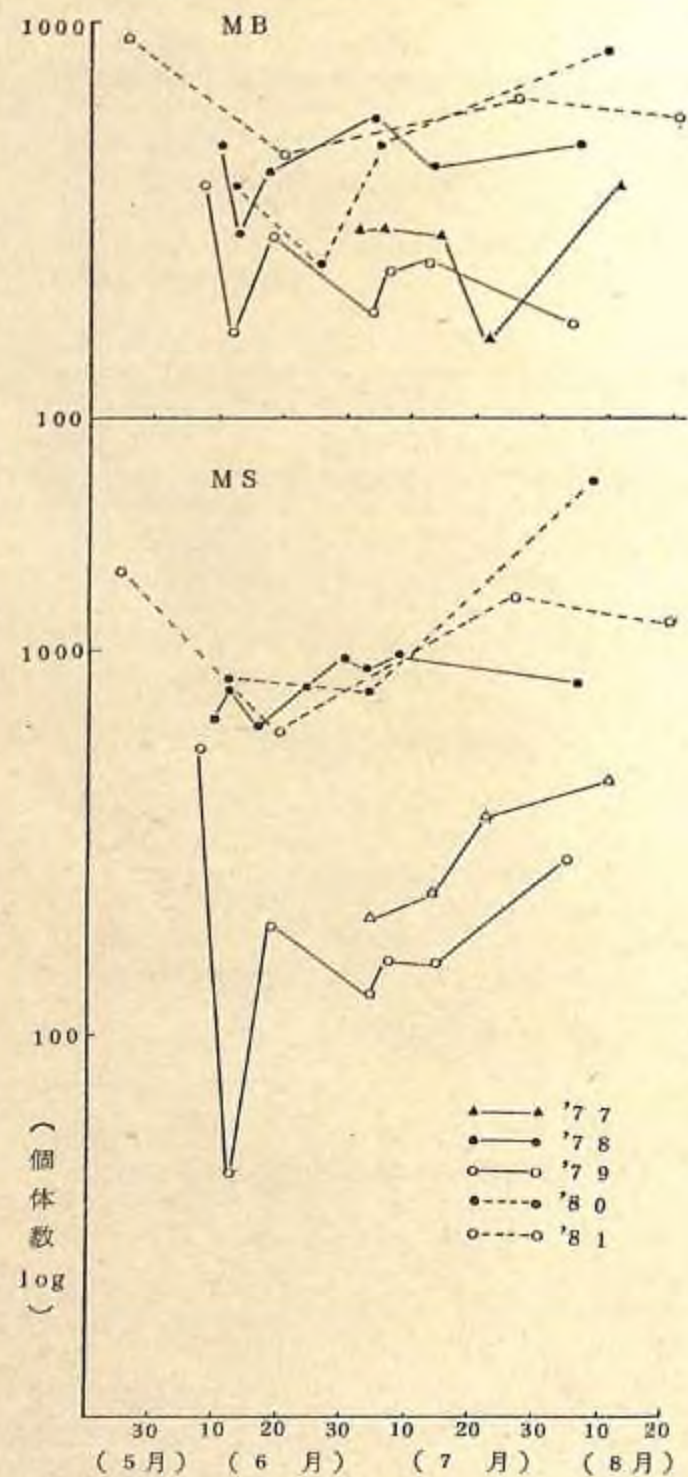


図-5 叩き落し法 (MB), すくい網法 (MS) により採集した節足動物の個体数の経時, 経年変化

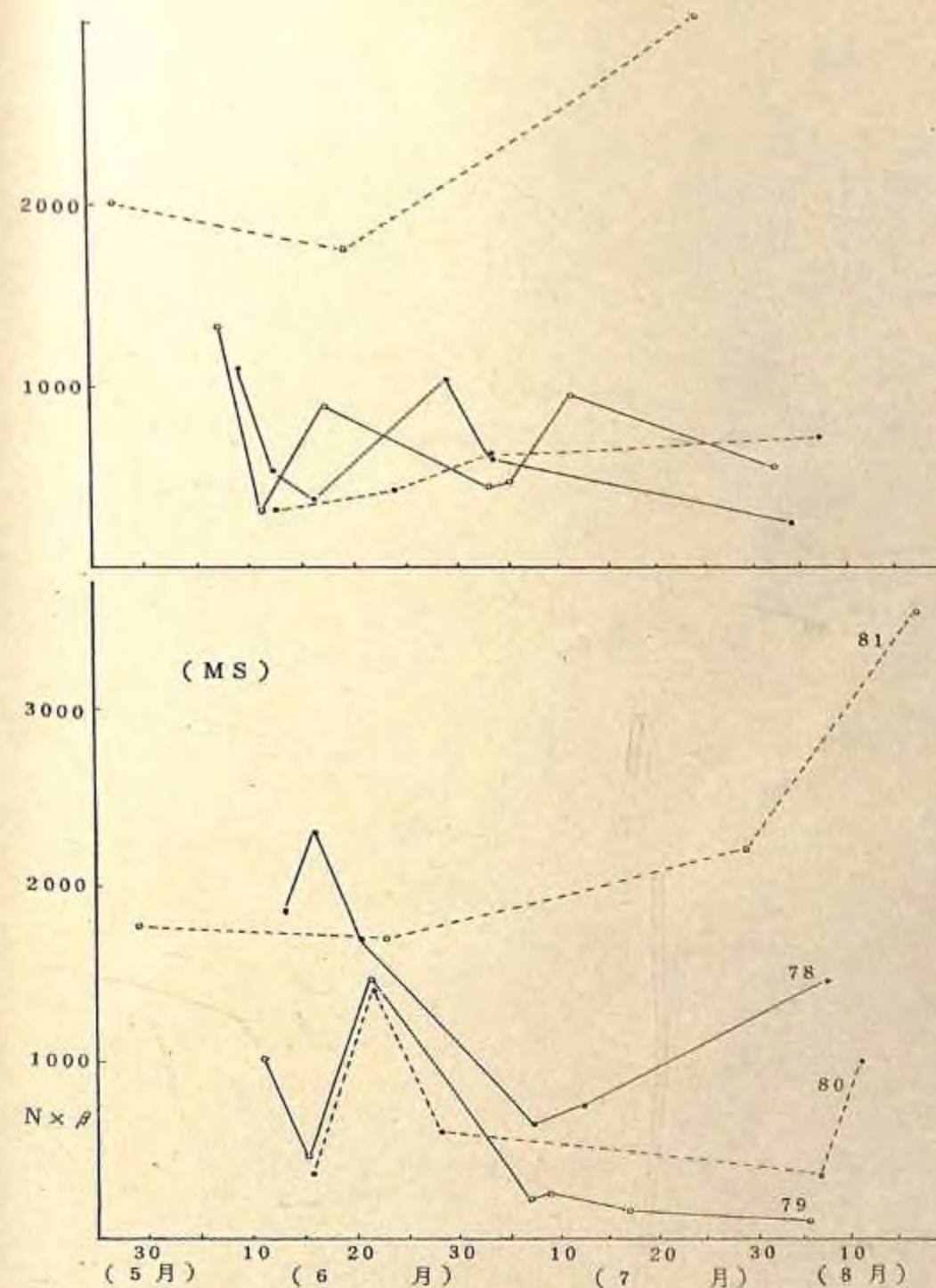


図-6 繁栄指数 $N \cdot \beta$ で表示したクモ類の種類・個体数関係の経時経年変化 (水戸)
 ※ 森 F (1967), $\beta = \frac{N(N-1)}{\sum_i n_i(n_i-1)}$ (n_i : ある種の総個体数, N : 全種の総個体数)

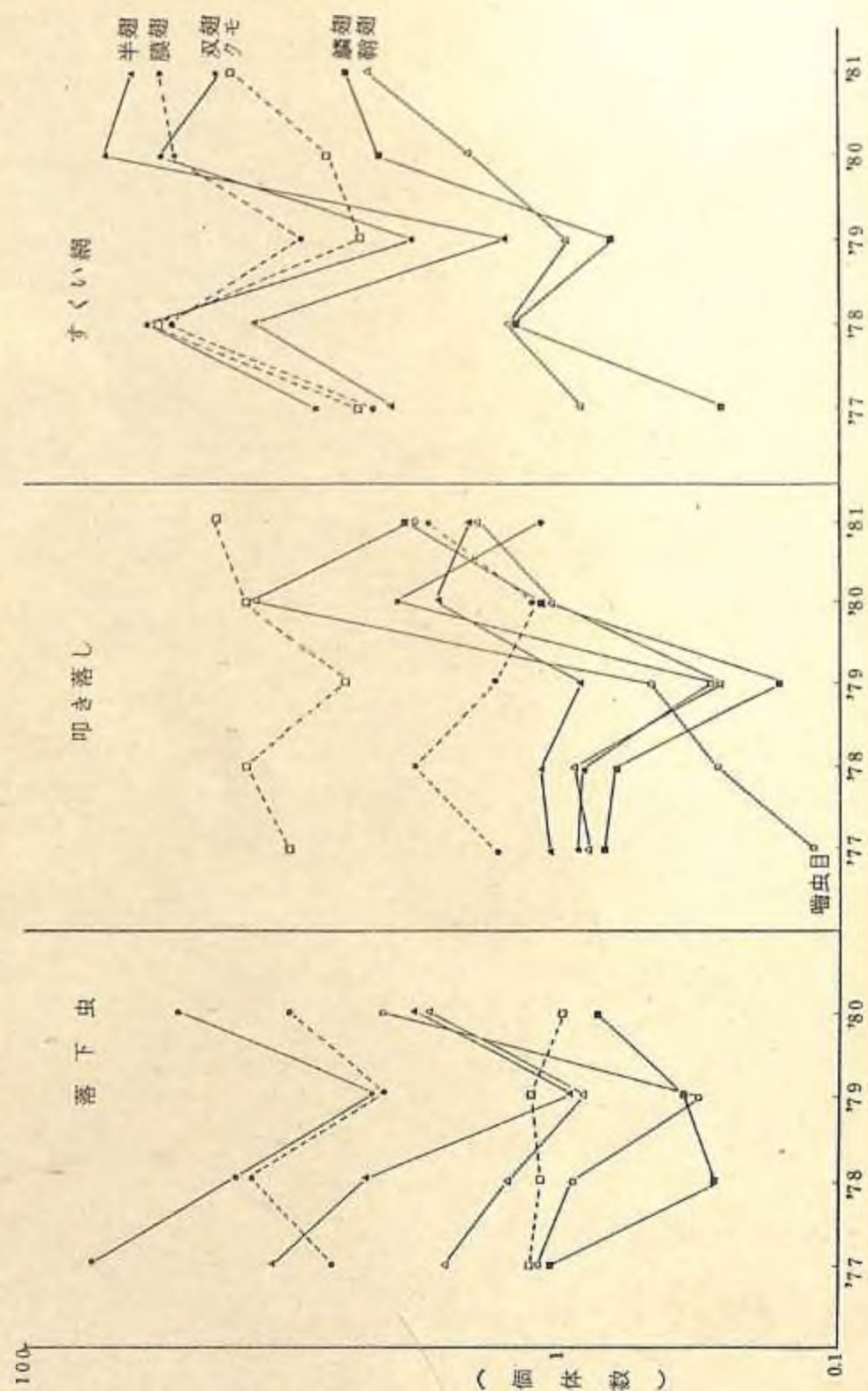


図-7 1調査時1プロットで採集された主要昆虫類(含クモ)個体数の経年変化(水戸)

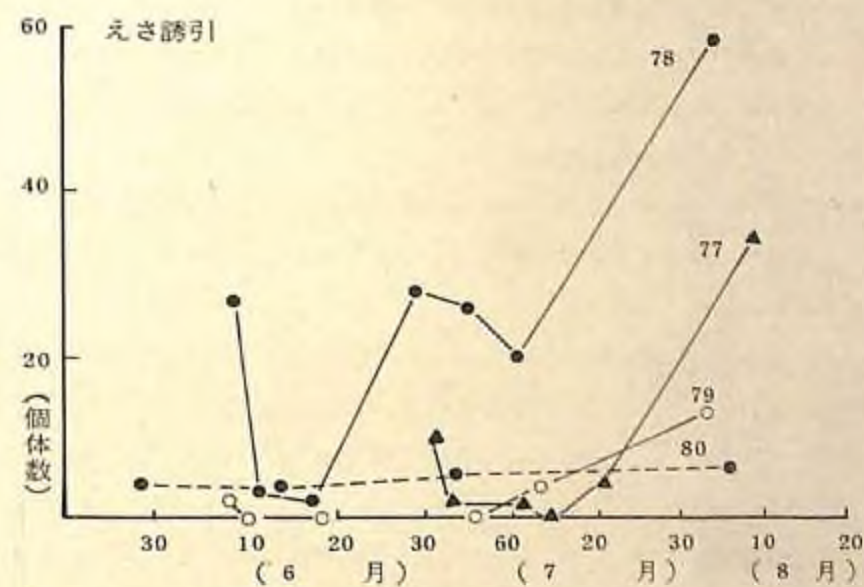


図-8 地上徘徊法昆虫類の個体数変化(水戸)

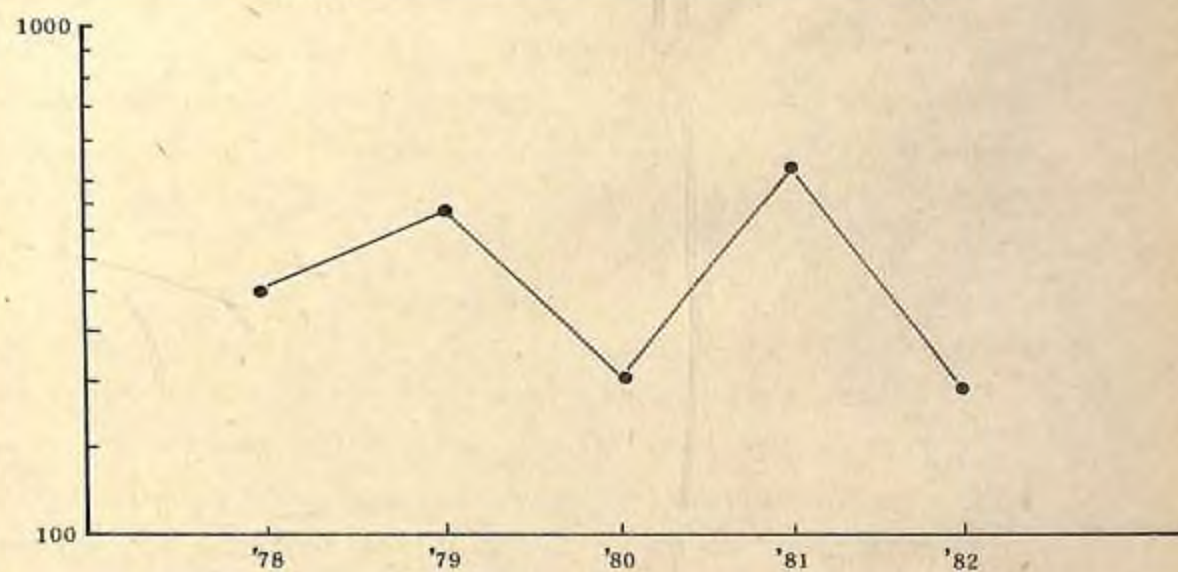


図-9 樹幹カートン巻き内で越冬するクモ類個体数の経年変化(水戸)

路上ひろいとりは好適条件の山道がえられず予備調査だけで終わったが、沢ぞい区では比較的珍しい中～大型の昆虫類を多く採集した。②叩き落し法では、初年度多かったイシノミ、トビムシ類が翌年からほとんどみられなくなったほか大きな変化はなかった。全体の傾向としては、散布後に個体数の減少がみられ、日数の経過につれてその数が増えてくるが、第2回目の散布のため再び減少する。

昆虫類の活動が盛んとなる7月下旬～8月になるとまた増加し、ほぼ第1回散布前の個体数に近くなるいわゆるW字型の変動がみられた。なお連年散布による昆虫相の減少、単純化はみられなかった。

すくい網の場合でもほぼ同様の傾向であった(図-5, 6, 7)。散布前より散布後に個体数が多い場合があったが、その原因には雨などによる捕かく数の減少、個体数の多い種の発生時、場所とぶつかったことによる増加などがあげられるほか、植生の変化なども考えられる。

③地上徘徊性昆虫類に対しては、図-8のように年毎に捕かく数が減少するほか、オサムシ・ゴミムシ類にかわって、カマドウマの比率が増加する傾向がみられる。カマドウマの増加は、これを捕食する昆虫類の減少による相対的な増加と考えられる。

④カートン巻き内昆虫類の種類・個体数の関係では、その増減には隔年ごとの山型がみられたがいずれの年も安定した昆虫相を示していた(図-9)。

以上の結果から、散布による直接的・間接的影響として昆虫相の一時的な単純化が起り、散布後1～2ヶ月間でまた現状に近い昆虫相となるW型の経過を毎年たどっていると考えられるが、なかには薬剤の影響を受けやすいものや発生回数が少ないもの、適応性の小さい種などでは回復がおくれないと考えられる。今後、調査方法の改善のほか、気象条件や林相変化などと昆虫群集との関係をさらに検討する必要がある。

3. 土壌動物

(1) 調査方法

薬剤散布区と対照区から各調査時ごとにそれぞれ5地点を選定し、以下の調査を行った。なお、薬剤の散布は散布区では5年連続で行い、対照区でも昭和55年と56年には薬剤を散布した。小形節足動物(中形土壌動物)の測定について、A₀層は表面積50cm²の円筒をあてて切り取り、鉈質土層は容積100cm³の円筒で0～5cmの深さから採取し、改良型ツルグレン装置にかけ、2昼夜抽出した。大型土壌動物は25×25cm²のわく内のA₀層と深さ0～5cmの鉈質土層に生息する動物をピンセットまたは吸虫管で採集した。

(2) 結果と考察

小形節足動物の個体数を図-10に示す。過半数はダニで、残りの大部分がトビムシであ

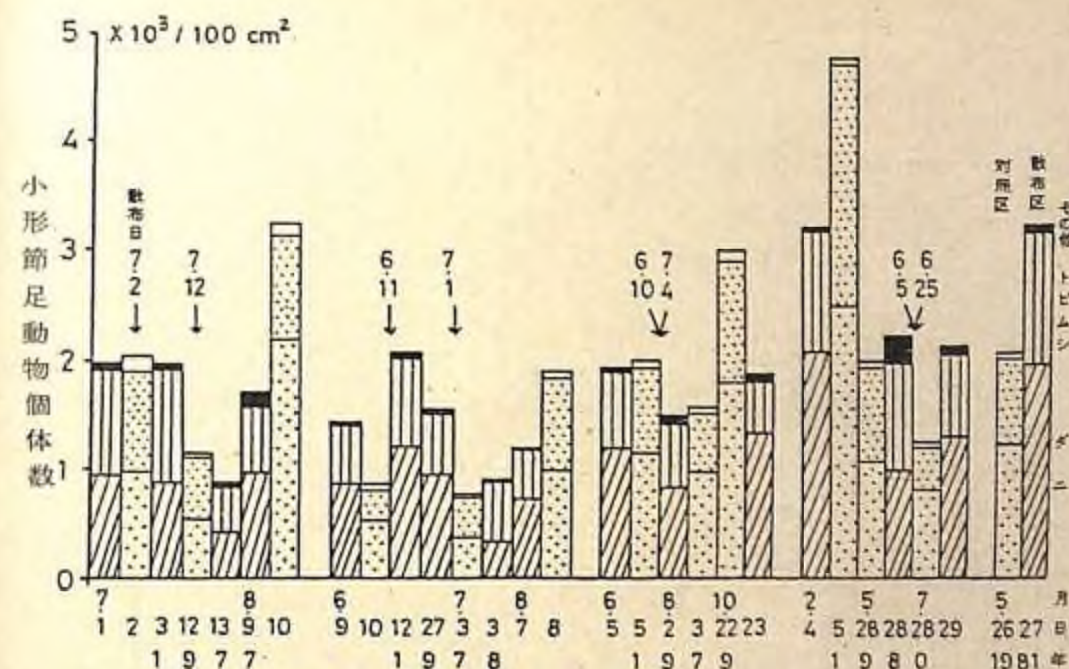


図-10 小形節足動物の個体数(水戸)

り、その割合は薬剤の散布後も変化しなかった。個体数は薬剤散布後の8月から翌年の2月まで対照区では増加したが、散布区ではさほど増加しなかった(昭和52～54年)。また、55年度には対照区にも薬剤を散布したために、その1ヶ月後には個体数が減少した。

大型土壌動物のなかではアリがもっとも多かった(図-11)。アリは散布前から対照区に多く、昭和53、54年の7～8月には特に増加したが、散布区では増加しなかった。対照区にも薬剤を散布した55年7月には対照区のアリも増加しなかった。ヒメフナムシ(図-12 A)は薬剤散布前には両区から多数採集されたが、8月には散布区の個体数が激減し、53年7月3日以降は採集されなかった。ヒメフナムシは対照区でも53、54年には減少しているので、明確に結論づけがたいが、これは53・54年の夏の雨量が少なかったこと、55年以降に増加しなかったのは薬剤の影響が示唆される。環形動物およびクモ(図-12 B, C)は薬剤散布区で多くなる傾向が見られた。ムカデ(図-12 D)に対する影響は明らかでなかった。このように、土壌動物に対して薬剤散布は選択的な影響があるように思われる。

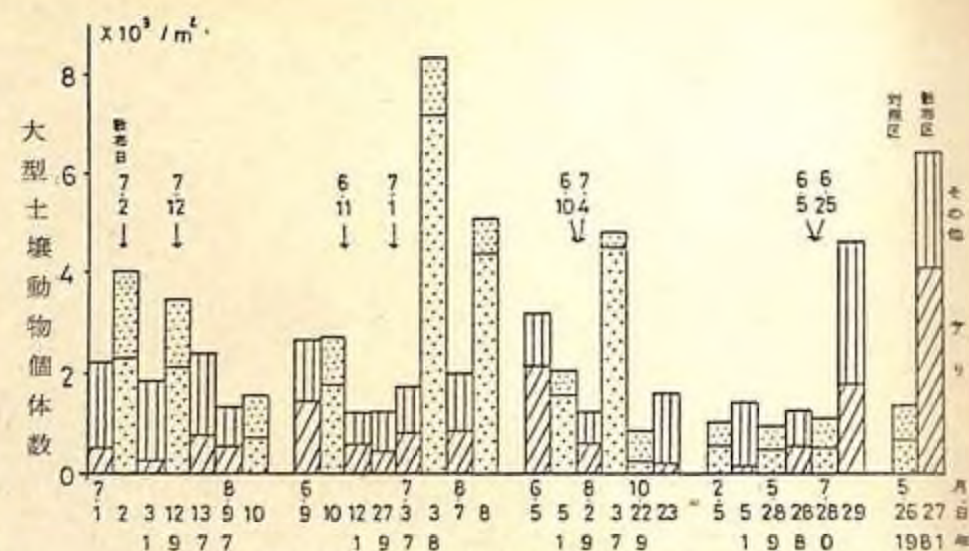


図-11 大形土壌動物の総個体数とアリの個体数(水戸)

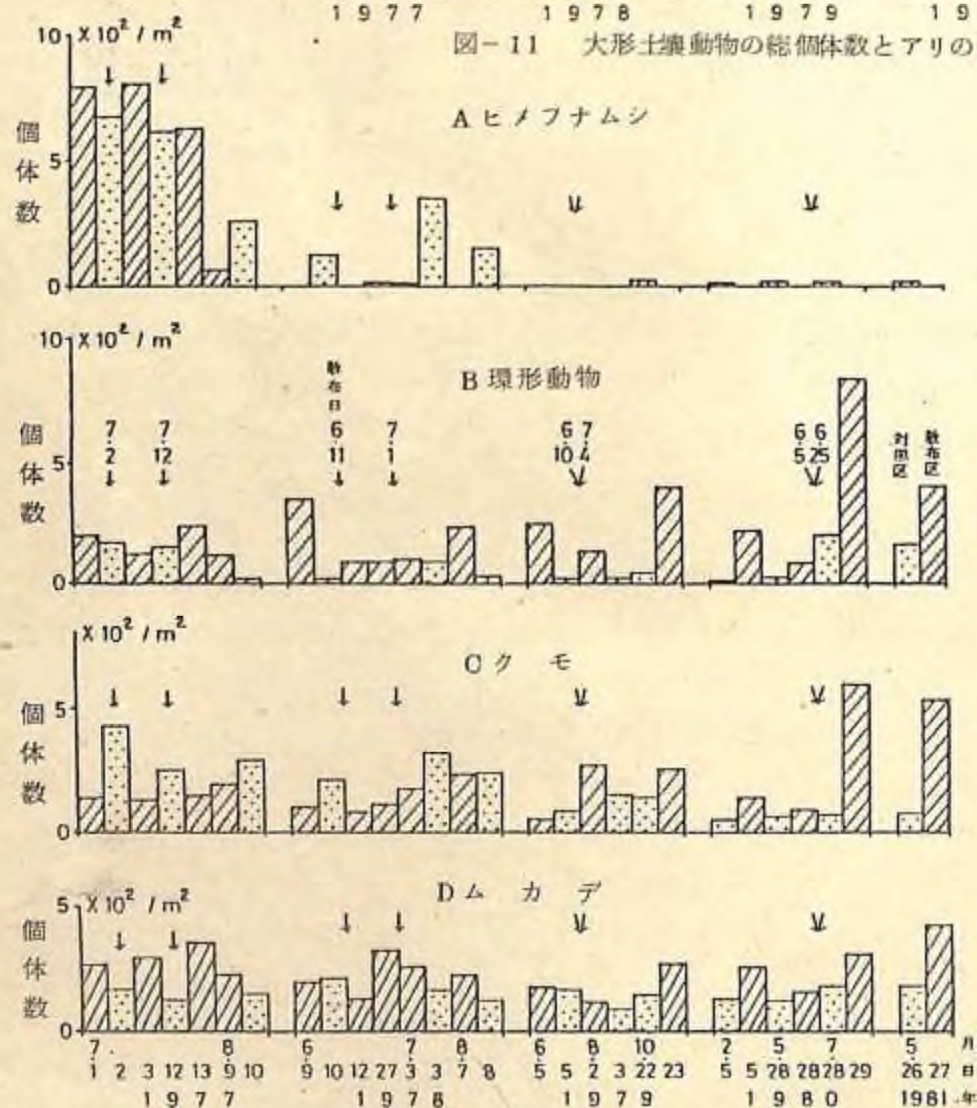


図-12 大形土壌動物の個体数(水戸)

4. 土壌微生物

(1) 調査方法

初年度には土壌断面における土壌微生物の垂直分布と表層土壌の混合試料による水平分布について、糸状菌にはローズベンガル加用ペプトン・グルコース寒天を用い、細菌、放線菌には土壌煎汁寒天を用い、通常の希釈平板法によりコロニー数を測定した。次年度からは表層土壌の混合試料についてのみ年2回、あるいは1回調査した。

堆積腐植の分解状態は、50cm×50cmの方形枠を用いて採取した試料を風乾後篩別法によって分画し、各画分の全量に占める割合によって分解程度を測定した。この測定は、54年秋に附近を台風が通過し、落葉、落枝が異常に増加したため、3か年で打ち切った。

(2) 結果と考察

試験地の土壌断面と試料採取位置の模式図は図-13に、各測定結果は表2～4に示す。薬剤の散布による急激な微生物相の変化は認められなかった。初年度の調査では表層土壌にはほぼ均一な微生物相が見られたのに対し、2年目以降は散布区の糸状菌数が対照区にくらべて少なく、細菌、放線菌数に変動はあったが全般に多くなる傾向が認められた。この試験地の周辺等では、マツ枯損の進行が著しく、55年度からは対照区に対しても薬剤の

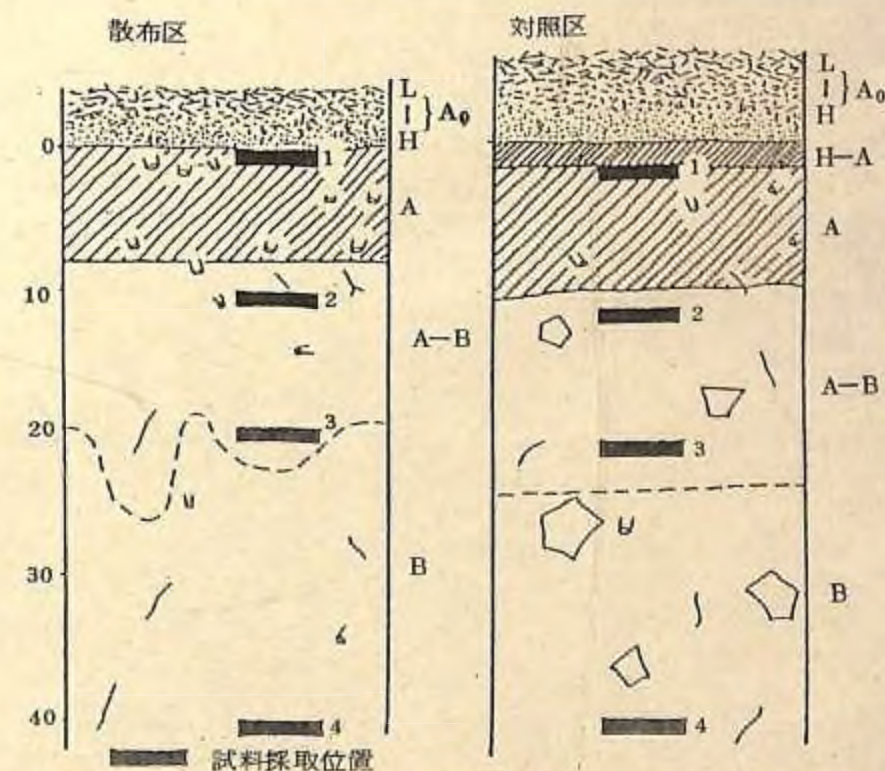


図-13 水戸試験地の土壌断面と試料採取位置模式図

散布が行われたが、微生物相は前年と同様の傾向を示した。これは微生物相に対する薬剤の影響が遅れて表われた初年度から次年度の結果と一致している。

堆積腐植の調査結果は表-4に示すように調査区、調査年による違いは認められなかった。ただし、短期間の調査であり、影響の有無については断言できない。

表-2 深さ別の土壌微生物相調査結果(水戸)

	1回目散布前(7.1)			2回目散布直後(7.12)			散布1ヶ月後(8.9)		
	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁵	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁵	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁵
対照区 I-1	75.8	19.6	11.9	56.5	29.5	1.9	43.3	15.2	1.2
2	51.9	12.2	6.3	18.3	3.3	0.4	24.0	6.2	2.3
3	25.2	11.7	6.1	8.1	1.2	-	12.1	2.7	0.4
4	14.9	2.6	2.1	9.1	-	-	3.0	2.3	0.4
対照区 II-1	120.3	18.8	10.3	52.5	15.1	2.0	79.8	15.9	2.1
2	72.2	18.3	12.3	38.1	3.0	0.9	35.0	5.9	-
3	21.3	13.1	3.8	11.7	2.1	-	21.8	9.1	-
4	8.9	1.0	0.5	-	-	7.5	7.5	3.2	-
散布区 I-1	75.7	32.3	47.5	48.5	18.1	5.7	51.1	10.9	1.6
2	73.1	27.4	47.9	51.1	18.8	3.8	55.4	7.2	1.0
3	37.1	47.3	25.3	7.4	7.4	1.6	16.4	4.5	0.5
4	8.8	7.1	6.1	2.8	1.7	1.6	3.2	3.2	-
散布区 II-1	91.8	30.8	48.4	87.5	19.6	8.3	36.6	15.1	3.8
2	27.6	13.8	24.1	37.9	4.0	7.3	47.9	15.6	3.6
3	8.0	12.8	9.5	16.9	0.6	2.2	20.6	3.2	1.1
4	3.1	3.4	3.1	-	0.6	1.7	-	1.6	0.6

注

F=糸状菌, B=細菌, A=放線菌, 乾土1g当たりコロニー数 I, IIは区番号, 土壌の深さ, 1:0~3cm, 2:10~13cm, 3:20~23cm, 4:40~43cm。

表-3 表層土壌微生物相調査結果(混合試料 年度別)(水戸)

	53年6月9日			54年6月5日			55年5月28日			56年5月26日		
	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁶	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁶	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁶	F×10 ³	B×10 ⁵	A×10 ⁶
対照区 I-1	54.8	3.0	1.9	183.2	3.2	1.0	144.2	4.5	3.4	206.2	8.1	1.4
2	68.7	13.3	3.1	77.5	2.7	1.5	193.2	5.6	1.1	197.3	3.7	1.3
II-1	60.3	9.3	2.8	158.7	3.3	5.3	169.6	8.2	0.5	154.5	2.2	1.4
2	92.5	7.3	4.1	106.3	1.3	1.5	170.8	5.9	3.8	187.5	3.5	2.7
散布区 I-1	29.1	15.1	3.1	188.9	14.6	6.9	101.8	10.2	8.7	80.0	4.8	3.4
2	16.0	34.6	5.4	122.6	5.9	8.8	118.5	12.4	8.0	101.4	6.7	9.1
II-1	21.9	21.8	3.7	113.7	12.7	3.8	129.8	21.2	17.4	96.6	9.5	8.1
2	40.8	26.0	5.2	112.7	9.8	1.6	130.6	22.6	11.3	103.0	5.7	3.0

* I, IIは区番号, 1, 2は区内の地点番号。

表-4 堆積腐植の各区分が全量に占める割合(水戸)

	52.7.1				53.6.9				54.6.5				備考
	1%	2%	3%	4%	1%	2%	3%	4%	1%	2%	3%	4%	
対照区 I-1	55.5	29.7	8.0	6.6	55.1	21.8	13.0	10.2	54.3	28.4	10.3	6.9	全重量g
2	48.3	34.7	9.5	7.3	56.1	24.2	9.8	9.8	61.7	23.3	8.3	6.7	580
II-1	48.3	34.7	9.5	7.3	59.0	21.8	9.0	10.3	62.3	21.7	8.7	7.2	300
2	47.9	35.0	10.1	6.8	52.6	25.0	10.5	11.8	63.3	23.3	6.7	6.7	345
散布区 I-1	47.9	35.0	10.1	6.8	59.1	24.2	9.1	7.6	63.0	22.0	10.0	5.0	300
2	46.3	33.9	10.2	9.4	57.6	22.7	9.1	10.6	56.3	23.7	12.6	7.4	500
II-1	46.3	33.9	10.2	9.4	56.9	24.5	8.8	9.7	61.5	23.0	9.9	6.6	675
2	47.9	35.0	10.1	6.8	60.9	23.2	8.7	7.2	63.4	23.8	7.9	5.0	455
													505

5. 水系・土壌での薬剤残留

(1) 調査方法

水は空散松林内水域の上流、中流、下流の3ヶ所で各1ℓ採取し、土壌は林内5ヶ所において地表面下10cmまでを1kg採取した。これをもちかえり、濃縮後トリフルオロアセチル化しガスクロで分析した。

(2) 結果と考察

水： 検出されたのは昭和52、53年の第一回散布後の場合だけであった。これは空散によって河川に直接落下した薬剤が、流出する前に早急に試料採取した場合検出されたものである。土壌中の残留薬剤の洗い出しに起因する河川水の残留は検出限界値以下と考えられる(図-14)。

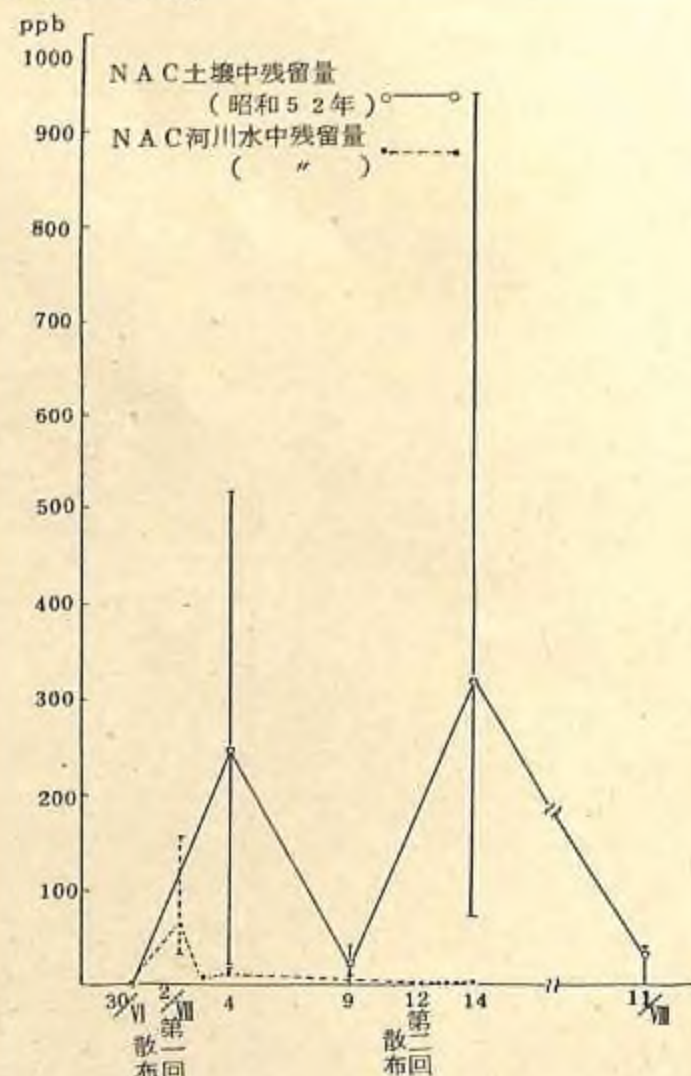
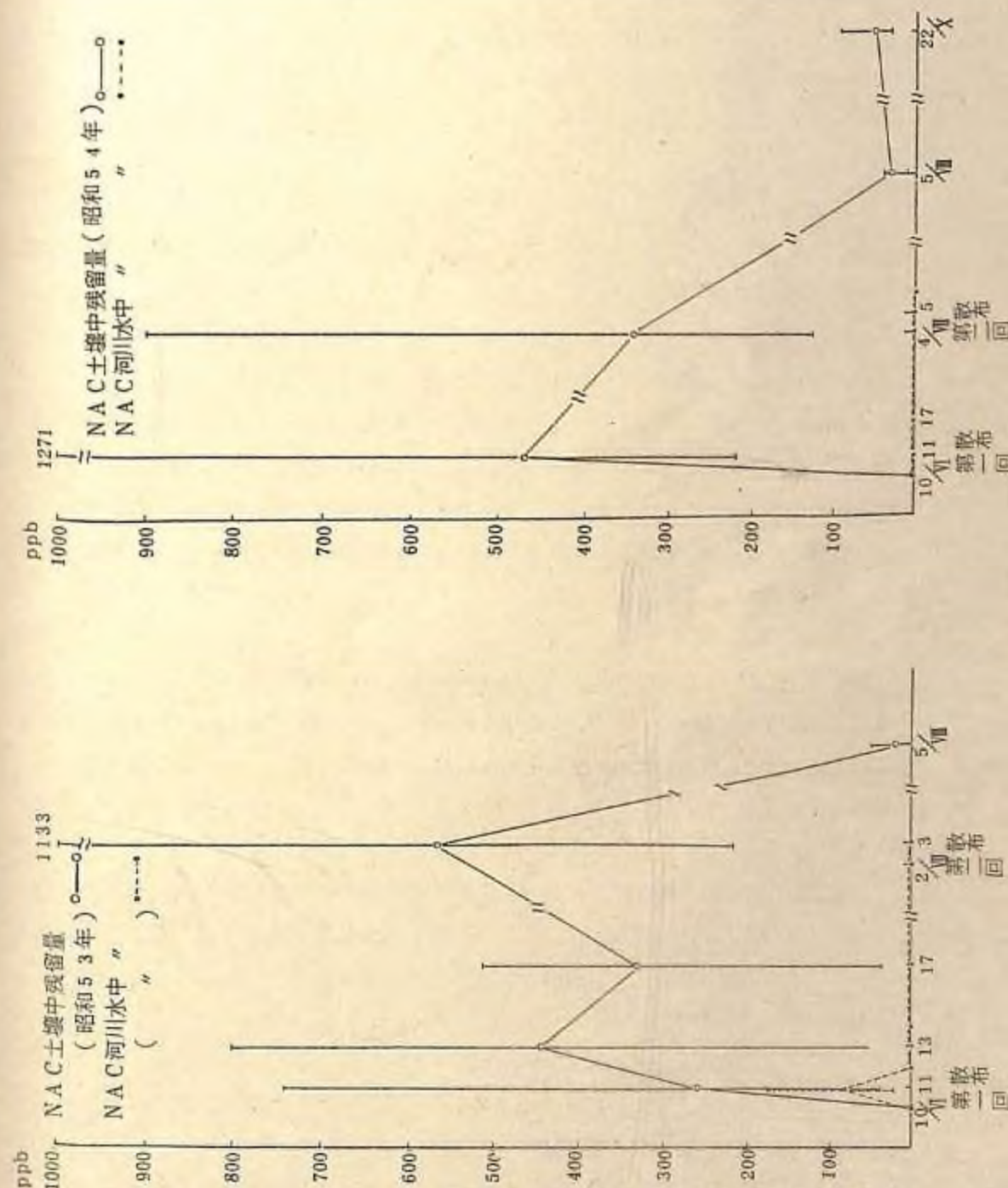


図-14 薬剤残留量(範囲は最小値と最大値を示し、○・●は平均値を示す。)(水戸)
(次ページにつづく)

土壌： 採取場所により大幅なバラツキが見られるが、散布3ヶ月後においても0.03~0.10 ppm程度残留している。しかし1年後では検出されなかった(図-14)。



岡崎試験地

1. 昆虫類

(1) 調査方法

a) 落下斃死虫調査

1 m × 1 m の白布を底に敷いた枠を、散布区内に13個設置し、枠内に落下した昆虫を採集調査した。調査は、薬剤散布当日、1日後、2日後（第1回散布のみ）、1週間後に行った。薬剤空中散布は、昭和50年、51年にも行われているが、本調査は52年にのみ行われている。

b) 叩き落し法

昭和52年度においては、散布区では、第1回散布の前後（5月）、第2回散布の前後（6月）および第2回散布の約30日後（7月）に調査し、無散布区においては、5月、6月、7月に調査を行った。53年度以降は、散布区にも薬剤散布は行われていないが、経時変化の有無を知る目的で、毎年6月および7月に調査した。調査地点は、落下虫調査用の枠付近（散布区）10箇所、無散布区10箇所、両区とも周辺境界のやや内側を巡回する経路に沿って点在するように設定された。叩き落とし対象木は、ヒサカキ、ヒイラギ、ネズミモチ、サカキ、コナラ等が多かった。多くの場合、対象木をマークして毎年の叩き落としの対象としたが、年により、付近の他の立木に変更した場合もある。1地点1回10打を標準とした。

c) すくい網法

叩き落し法を行った地点の近くで、口径約40cmの捕虫網を用いて2～2.5往復を1地点1回のすくい網操作により、10地点について調査した。捕虫網は、やわらかい草本の上部や灌木の枝葉の先端に触れる程度に振って捕虫した。

(2) 結果と考察

a) 落下虫

採集された昆虫は14目にわたるが、その中で個体数が比較的多かった目は、双翅目、膜翅目、鱗翅目、半翅目であった。ここで、第1回（5月26日早朝）および第2回（6月16日早朝）散布の6時間後と24時間後の調査結果についてみると、次のようになる。

第1回 6時間後：昆虫目数8、個体総数64。

" 24 " ：昆虫目数9、他に真正クモ目、ダニ目。個体総数（昆虫以外を含む、以下同じ）111。

第2回 6時間後：昆虫目数11、他に真正クモ目その他。個体総数134。

第2回24時間後：昆虫目数10、他にクモ目。個体総数135。

因に、得られた昆虫の目は次のとおりであった。総尾、粘管、直翅、積翅、等翅、嚙虫、蜚蠊、半翅、脈翅、毛翅、鱗翅、鞘翅、膜翅、双翅の14目。他に真正クモ目、ダニ目、多足類等が採集された。

前述のとおり、散布区は、昭和50、51兩年にも薬剤の空中散布が行われているので、昭和52年の調査結果は、薬剤散布連続3年後の結果である。従って、他所における1回のみの薬剤空中散布の結果と併せて検討することにより、昆虫に対する影響の一つの考察資料となるものと考えられる（本場より協力：山崎三郎・小杉孝蔵）

b) 叩き落し法

昆虫類は目毎に集計したが、ここではクモ類、ダニ類（比較的大型のもの）を含めた総個体数によって比較する。

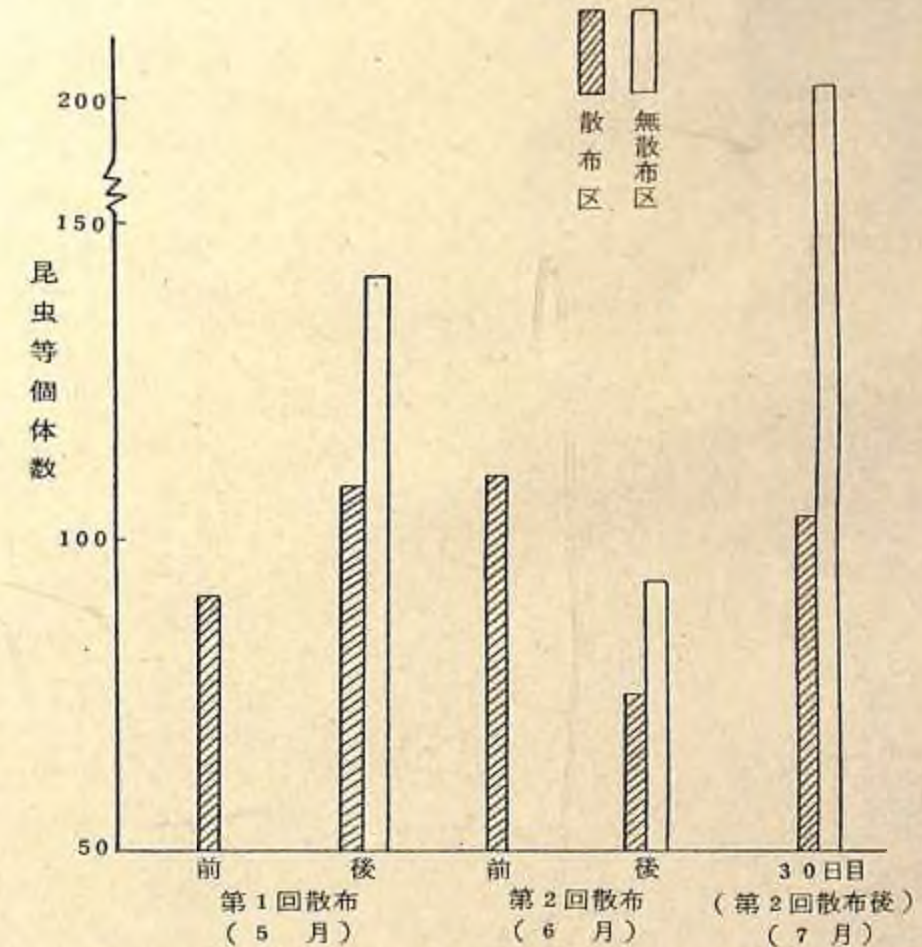


図-15 叩き落し法による採集昆虫等個体数（昭和52年）（岡崎）

散布前後の数値は図-15の通りであり、昭和53～56年の調査結果は図-16の通りであった。

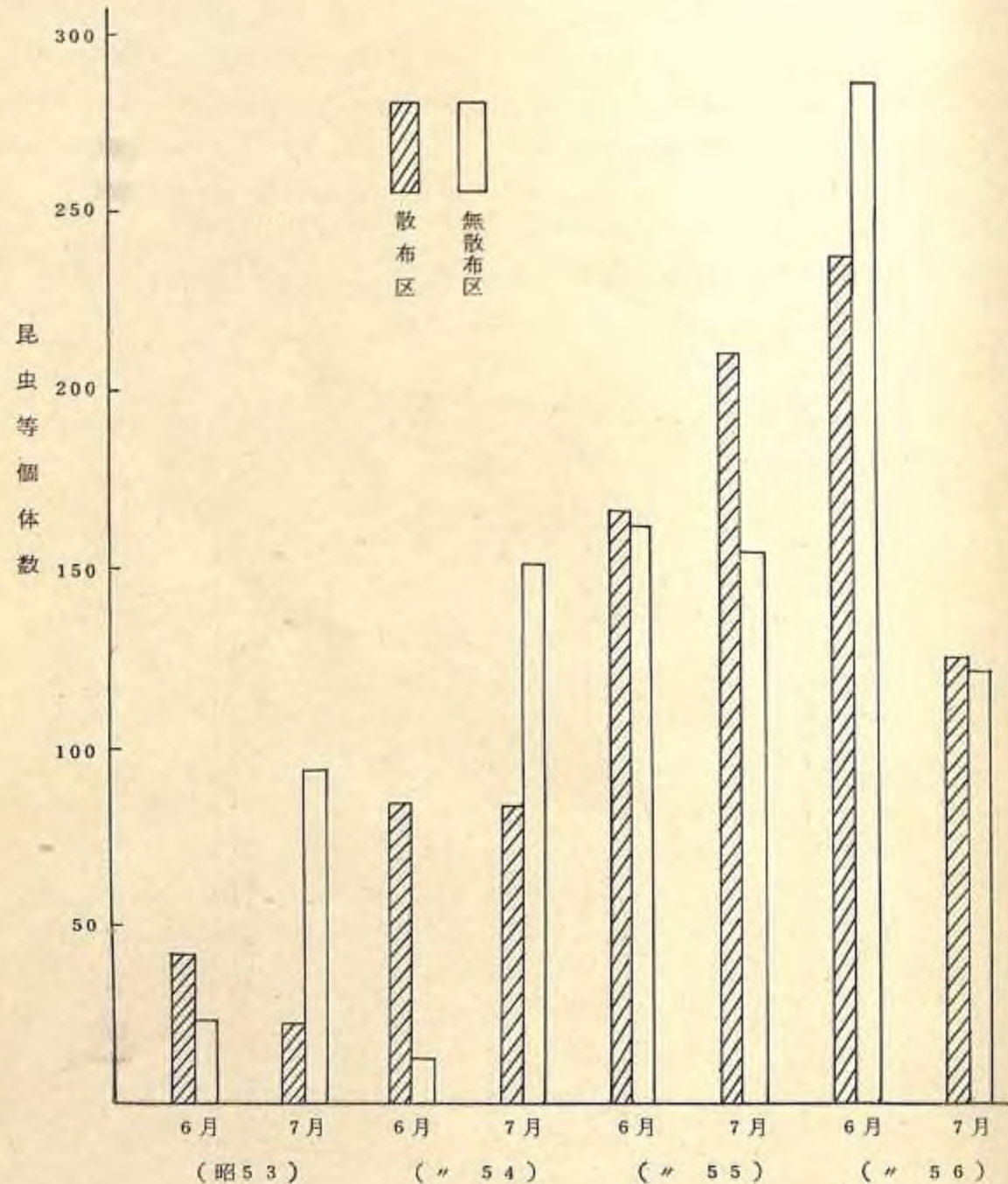


図-16 叩き落し法による年次別採集昆虫等個体数 (岡崎)

図-16において個体数が著しく少ない場合があるのは、調査時に降雨が甚だしかったことが影響しているようである。52年度の調査では、散布区の総数が無散布区よりも少ない傾向が認められるが、53年以降は、両区の上に大きなちがいがみられなくなっている。

c) すくい網法

叩き落し法の場合と同じく、昭和52年の薬剤散布時の前後および、53年以降56年までの経過について集計した結果が、図-17ならびに図-18である。

叩き落し法による場合と同じく、薬剤散布後とくに第2回散布の後の調査では、散布区の個体数が甚だしく少なかったが、時間の経過とともに両区の間関係が不明確になり、55年には散布区の個体数が多くなっている。この解析のためには、昆虫の種類についての検討および両区の間環境条件の変化等をも考慮に入れる必要があるが、少なくとも

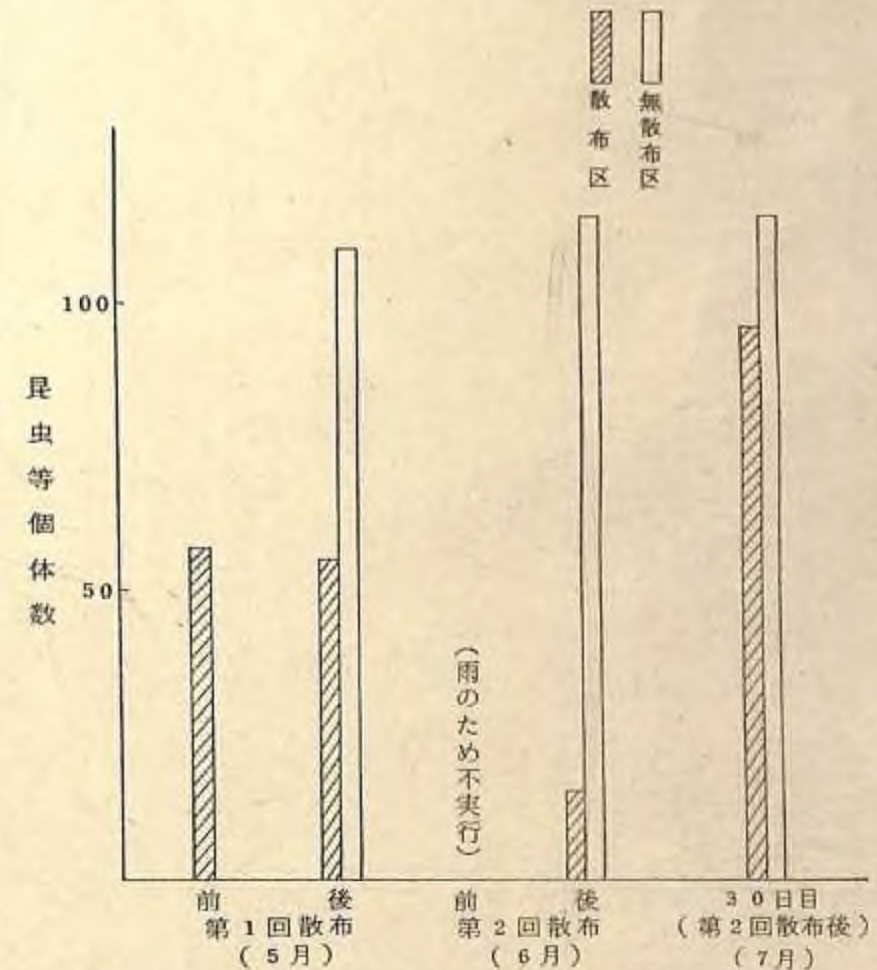


図-17 すくい網法による採集昆虫等個体数 (昭和52年) (岡崎)

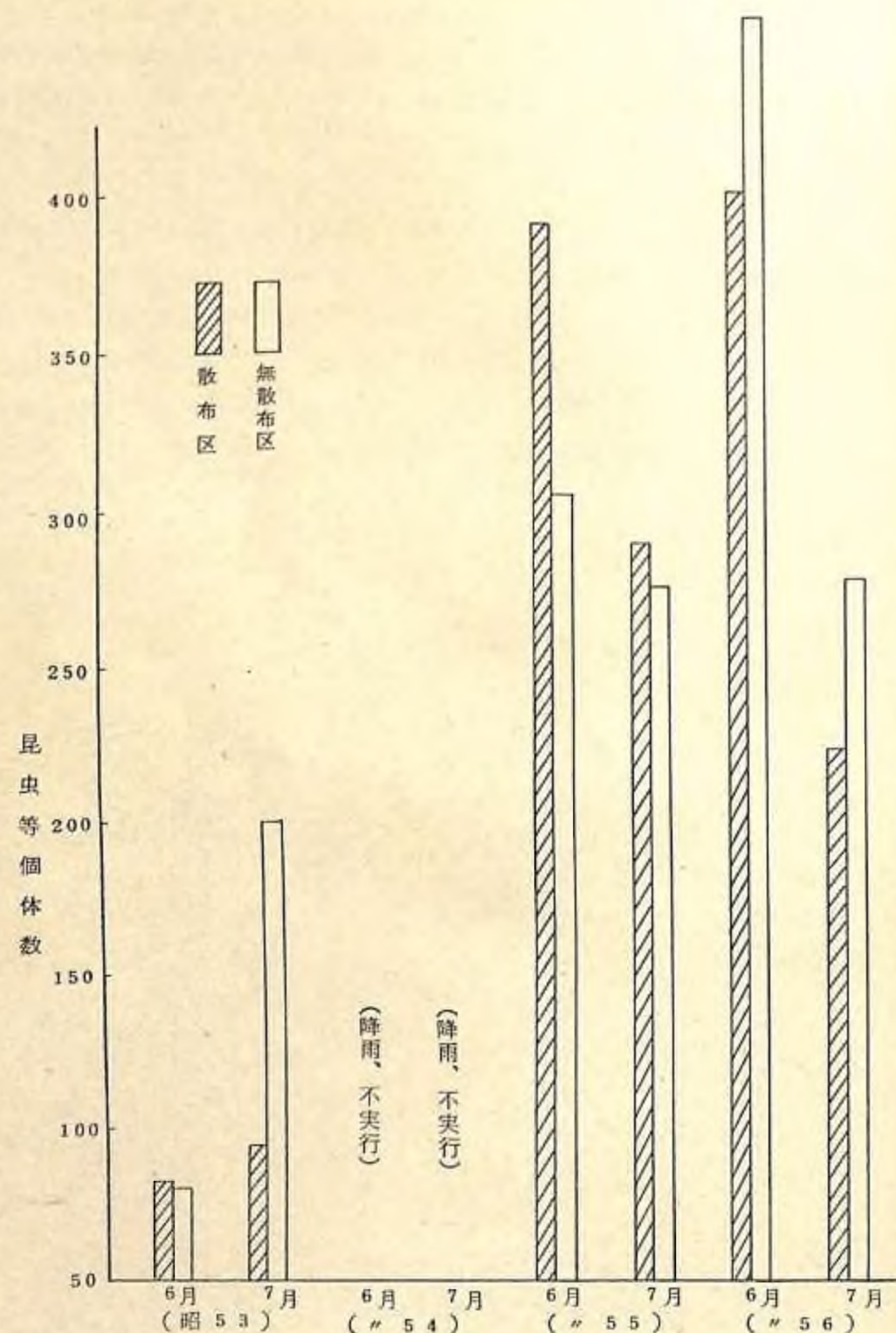


図-18 すくい網法による年次別採集昆虫等個体数 (岡崎)

も数字の上からみた限りでは、薬剤散布の影響が、長期にわたって残っているとは考えられない。因みに、無散布区では、松林としての形が破壊され、他の樹種を新たに造林しなければならない状態になっている。すくい網法で採集された昆虫類は、蜉蝣、蜻蛉、直翅、半翅、脈翅、鱗翅、双翅、膜翅等の目であったが、とくに双翅目の昆虫が多かった。他に、クモ類、ダニ類、腹足類があったが、腹足類は集計の対象から除外した。

d) 地上トラップ法

地上トラップ法として、最初は、糖蜜誘致法、後には市販のゴキブリ誘致器利用の方法によったが、野犬による破壊、降雨による障害等のため、十分な資料が得られなかった。カマドウマ類、オサムシ類、ゴミムシ類が採集されたが、傾向としては、前2法に

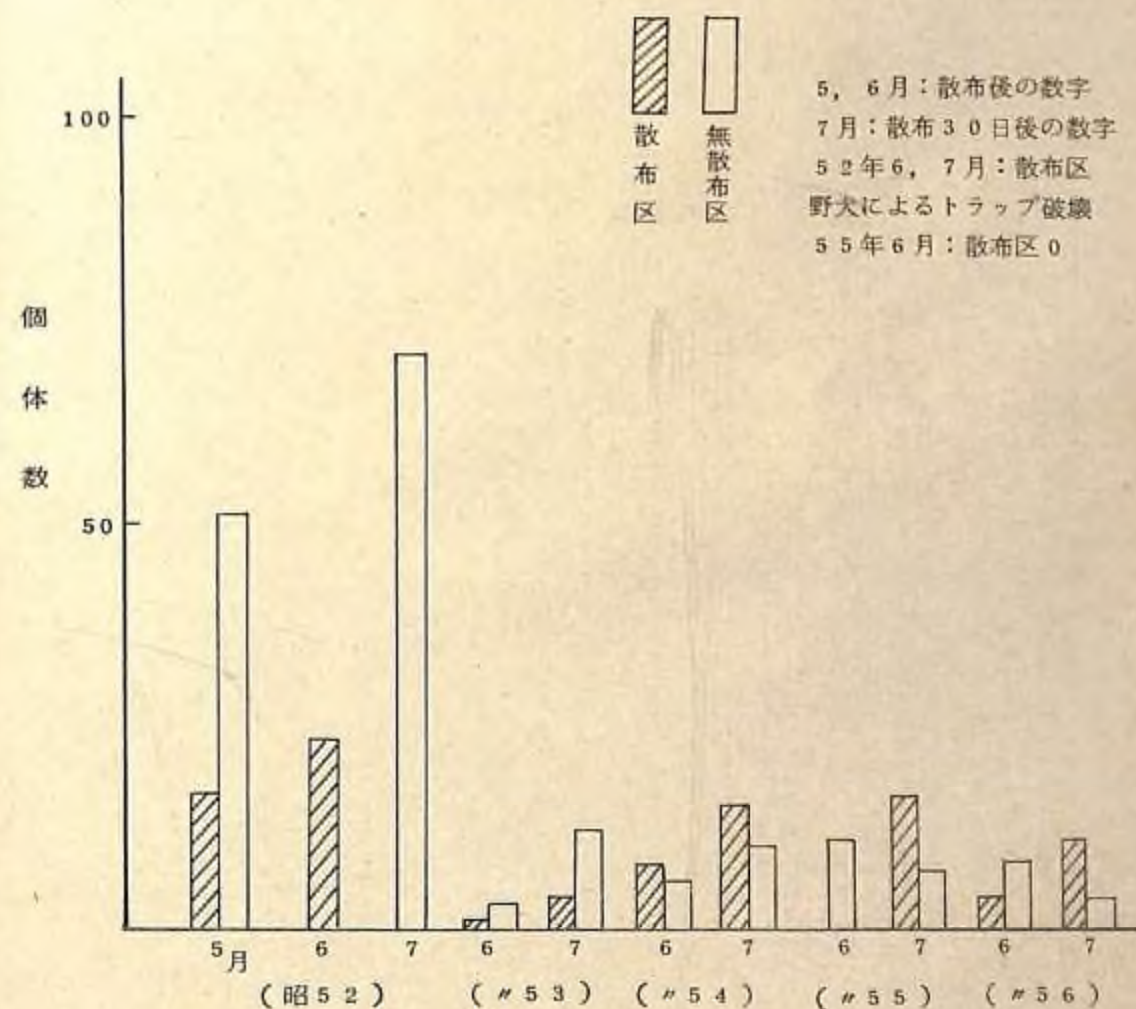


図-19 地上トラップ法による採集オサムシ類個体数 (岡崎)

おけると同様な考察が与えられるように思われた(図-19)。

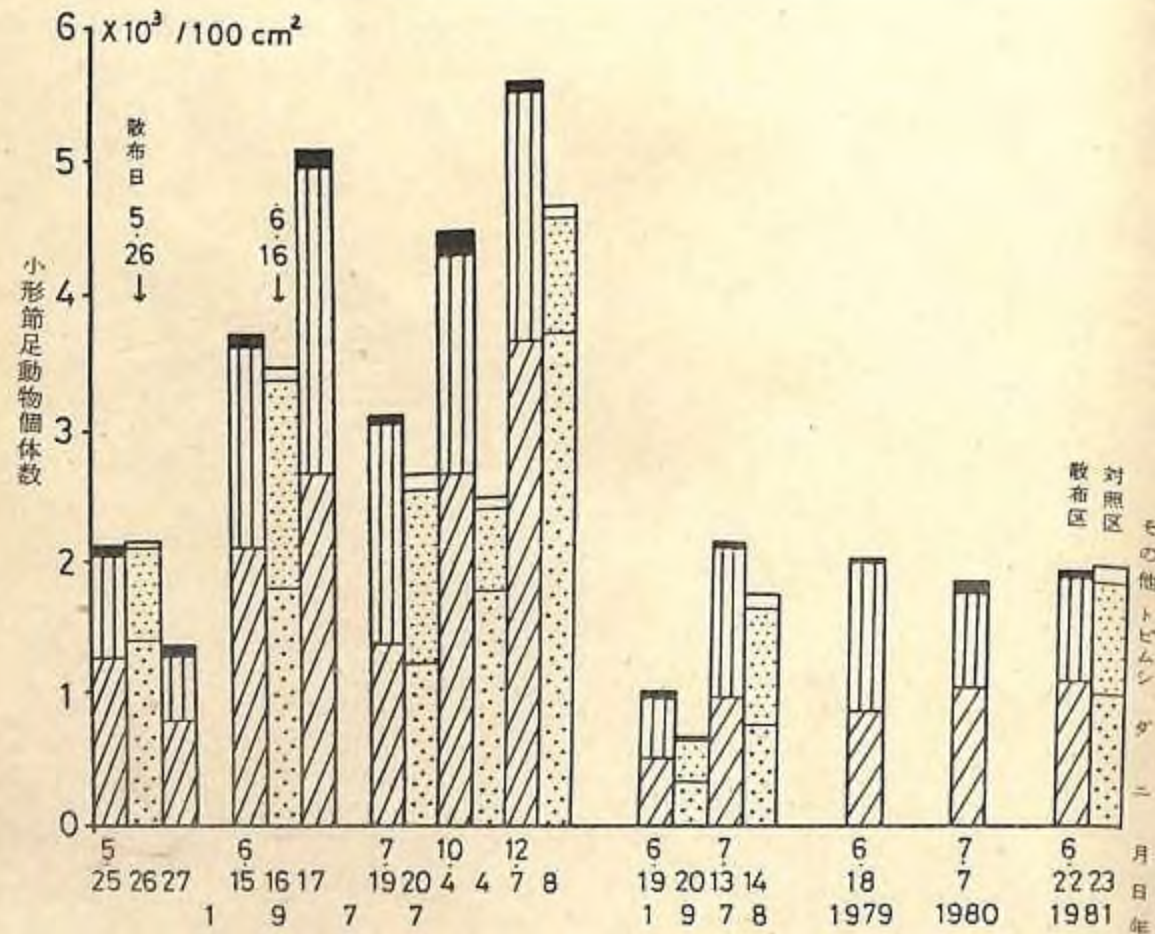
2. 土壌動物

(1) 調査方法

水戸試験地と同様の方法で小形節足動物および大形土壌動物の調査を行った。なお、対照区ではマツの枯損が激しく、初年度の現状を維持している林分がせばまったため、調査は52, 53および56年度に限って行った。

(2) 結果と考察

小形節足動物の個体数変動を図-20に示した。薬剤散布区、対照区ともダニとトビムシが大部分を占めた。両区の総個体数はほぼ同数であり、昭和52年に薬剤を散布した直



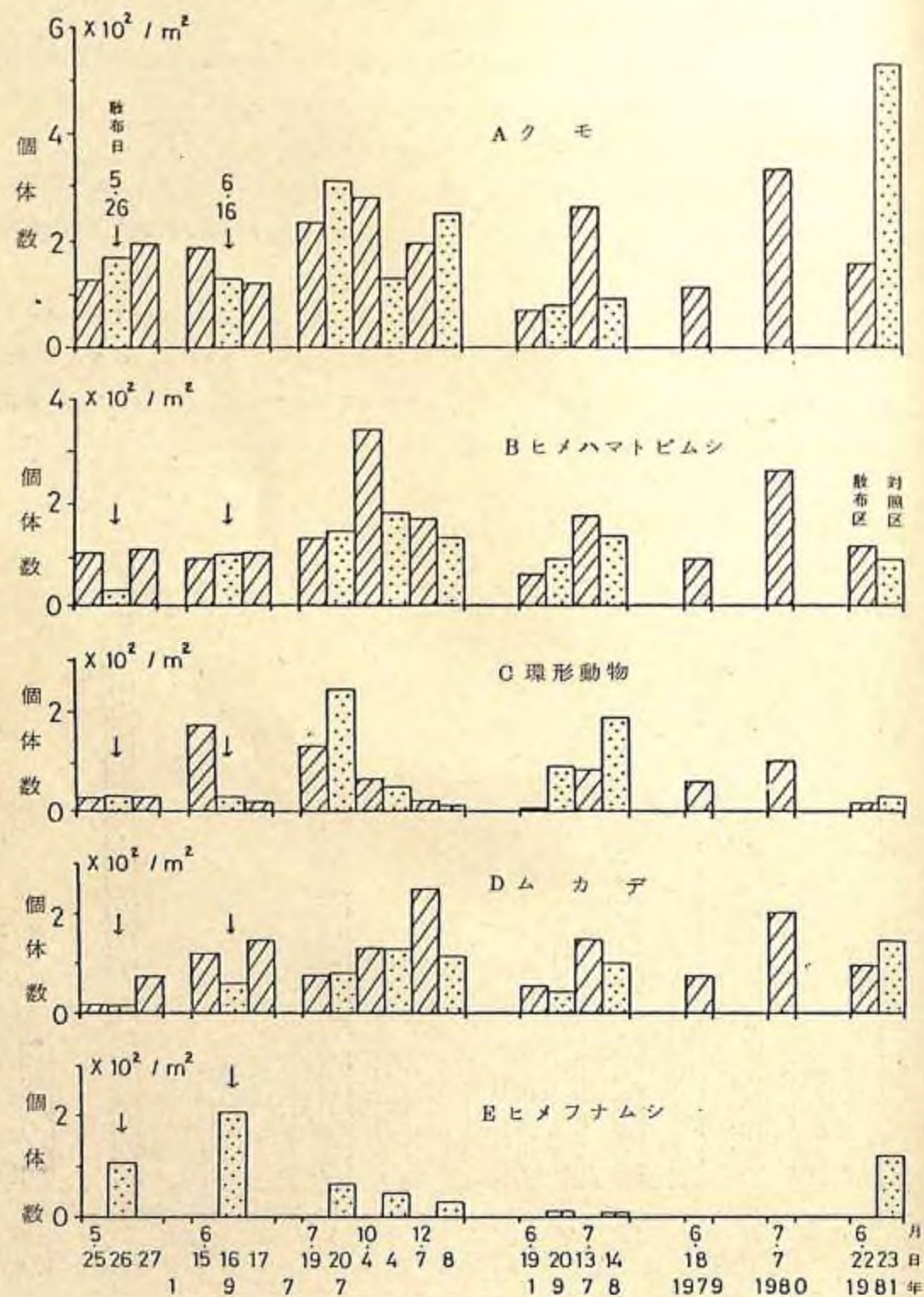


図-22 大形土壌動物の個体数(岡崎)

3. 土壌微生物

(1) 調査方法

土壌微生物の測定方法は水戸試験地の場合と同じ。52年度の調査結果から散布前後の差は少ないと判断されたので、53年度は表層土壌の混合試料について2回調査し、54、55年度は枯損のため対照区のクロマツは僅かの面積しか残らなかったため散布区のみ調査し、56年度は対照区に残ったクロマツ林の中心附近から試料を採取し調査した(図-23)。

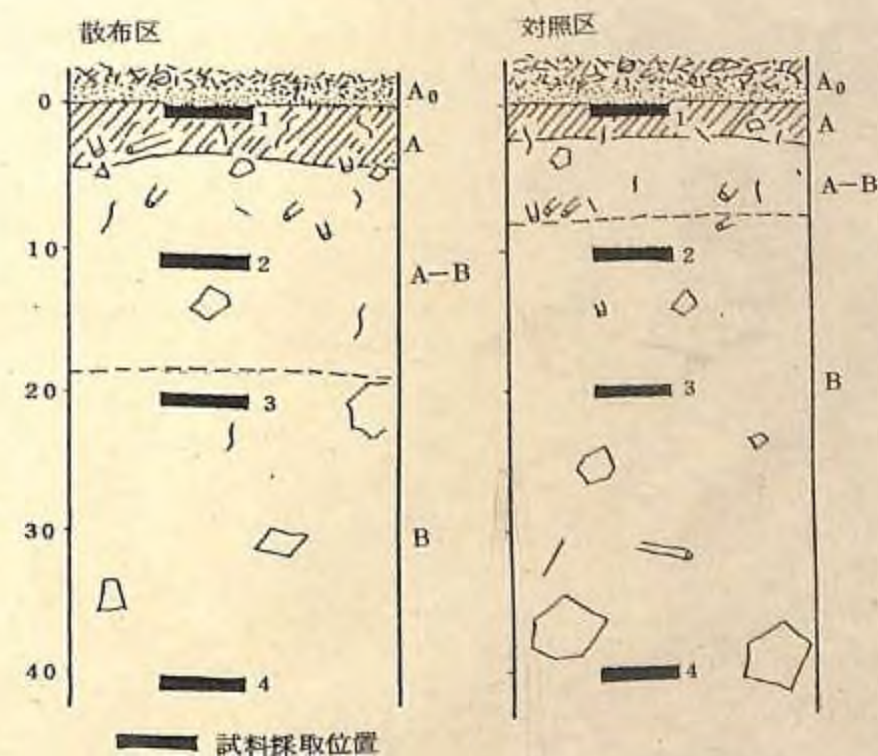


図-23 岡崎試験地の土壌断面と試料採取位置模式図

(2) 結果と考察

各測定結果は表5~7に示す。52年度の各調査と53年度の調査では、散布区の糸状菌数が対照区にくらべて少なく、逆に細菌と放線菌数の割合が多い傾向が見られた。54年度は散布区のみ調査であったが、前年の散布区の結果と比較すると糸状菌、細菌、放線菌数がともにやや少なかったが、ほぼ類似の値を示した。55年度は前年度までの結果と比較すると、糸状菌数と細菌・放線菌数の比率が対照区の結果に近づき、数値が不均一

になったことから薬剤の影響は減少したとも考えられたが、56年度の調査では糸状菌数の減少が依然として認められた。なお、糸状菌の種組成を対照区と比較すると、全糸状菌に占める *Trichoderma* spp. の割合が多くなった。

堆積腐植の分解状態には、表-7に示すように全体を通じて共通する傾向は見られなかった。しかし、53, 54年度で画分Iの割合が増加し、分解が遅れているとも考えられる。これが散布区での糸状菌数の減少と関係があるかどうかは速断できない。

林地に散布された薬剤が土壌中に入った場合、土壌微生物に何らかの影響を与えると考えられるが、これが薬剤による直接的なものか否か、またこの変化が生態系内の他の成因にどのような影響を及ぼすかなどについては問題が残されている。

表-5. 深さ別の微生物相調査結果(52年度, 岡崎)

	1回目散布前(5.26)			2回目散布直後(6.16)			散布1ヶ月後(7.3)		
	F×10 ³	B×10 ⁶	A×10 ⁶	F×10 ³	B×10 ⁶	A×10 ⁶	F×10 ³	B×10 ⁶	A×10 ⁶
対照区I-1	305.2	15.0	1.2	332.8	14.7	1.4	147.4	6.1	0.5
2	114.8	3.3	1.0	225.9	4.2	-	67.5	1.8	0.4
3	70.3	1.4	0.9	73.3	1.8	0.4	20.2	0.4	0.4
4	4.2	0.4	0.4	29.8	0.9	0.4	0.8	-	-
対照区II-1	316.4	11.8	2.1	193.3	12.7	-	101.2	16.1	1.2
2	410.3	4.7	0.9	96.1	1.3	-	66.2	0.9	0.4
3	98.7	0.9	-	20.9	-	-	8.9	0.9	-
4	20.4	1.3	0.4	17.1	-	-	12.1	0.9	0.9
散布区I-1	86.3	46.4	2.2	80.2	19.3	2.1	31.3	17.7	1.5
2	77.3	31.0	3.7	31.5	6.0	0.5	28.0	3.1	0.9
3	33.3	7.9	0.9	34.2	1.7	1.7	1.7	0.9	-
4	37.8	2.2	1.3	11.4	1.7	0.9	3.0	1.3	0.9
散布区II-1	85.1	14.9	3.5	55.7	17.8	4.0	51.0	16.3	3.3
2	34.9	9.6	2.0	24.3	3.3	-	22.8	5.9	2.1
3	26.3	2.4	1.9	16.7	4.2	1.4	16.5	2.2	1.3
4	11.7	1.8	1.4	15.1	0.9	-	3.4	2.1	-

註 F=糸状菌, B=細菌, A=放線菌, 乾土1g当たりコロニー数, I, IIは区番号
土壌の深さ, 1: 0~3cm, 2: 10~13cm, 3: 20~23cm, 4: 40~43cm。

表-6 表層土壌微生物相調査結果(混合試料 年度別)(岡崎)

	53年6月20日			54年6月18日			55年7月6日			56年6月22日		
	F×10 ³	B×10 ⁶	A×10 ⁶	F×10 ³	B×10 ⁶	A×10 ⁶	F×10 ³	B×10 ⁶	A×10 ⁶	F×10 ³	B×10 ⁶	A×10 ⁶
対照区I-1	127.7	2.4	1.1							392.7	4.3	0.3
2	135.5	3.5	4.6							257.0	3.0	1.6
II-1	124.2	7.1	4.5									
2	163.1	5.1	3.4									
散布区I-1	96.0	14.5	4.7							61.6	2.8	0.9
2	31.7	27.7	6.0							108.0	10.2	1.5
II-1	63.1	24.9	1.6							82.6	7.6	2.5
2	38.9	20.8	4.3							141.8	4.6	1.4

* I, IIは区番号, 1, 2は区内の地点番号

表-7 堆積腐植の各画分が全量に占める割合(岡崎)

	5.2. 5. 26				5.3. 6. 20				5.4. 6. 18				備 考		
	1号	2号	3号	4号	全重量g	1号	2号	3号	4号	全重量g	1号	2号		3号	4号
対照区I-1	69.4	22.4	4.6	3.4	419	58.4	29.2	8.4	4.1	394					1=3.5メッシュ=残
	2					57.1	30.9	7.9	4.1	517					2=3.5メッシュ=通過
II-1	69.5	20.9	4.3	5.0	472	67.1	22.7	5.8	2.0	484					10メッシュ=残
	2					70.4	21.0	5.7	1.3	476					3=10メッシュ=通過
散布区I-1	64.1	25.1	6.3	4.3	366	75.1	17.6	4.4	2.7	366	72.5	20.3	4.3	2.9	20メッシュ=残
	2					76.8	17.9	3.9	1.4	280	82.0	13.2	3.7	1.1	4=20メッシュ=通過
II-1	59.9	26.5	6.4	7.0	708	64.2	28.2	5.6	2.0	444	63.6	27.5	6.4	2.5	472
II-2						75.4	19.2	4.1	1.3	391	64.3	23.8	6.0	6.0	420

南西諸島における広葉樹林の
更新技術の開発

南西諸島における広葉樹林の更新技術の開発

I 試験担当者

林業試験場九州支場

育 林 部 長 尾 方 信 夫

(前)久 田 喜 二

造林第2研究室 埜 田 宏

上 中 作次郎

竹 下 慶 子

土しょう研究室 堀 田 庸

II 試験の目的

南西諸島は、わが国南西端に位置し、その自然的、社会的、経済的諸条件が特異なものである。この地域における広葉樹林施業は、用材生産機能と保全機能が調和されるような施業研究の指向が妥当と思われる。

一方広葉樹用材林施業として体系化されたものはない。また暖帯性広葉樹の施業関係文献の整理で、立地、適地、天然更新、保育に関する研究は極めて少なく、施業指針を導出する段階に達していない。

本研究では、更新樹種、更新方法、保育方法の基礎的資料を得るための実態解析と、立地の違いに対応した施業法を検討する場合に必要な基礎資料を得るための種生調査、立地、土壌調査をおこなった。

この研究は昭和53～56年度に実施したもので、効率的な研究を進めるために、御協力、御高配を賜った大島営林署、鹿児島県林業試験場、同試験場大島分場、沖縄県林務部、沖縄県林業試験場の関係係官に、心から謝辞を申し上げる。

III 試験の経過と得られた成果

○試験の経過

昭和53年度

- ① 老熟天然林(110年生)で、 I_d 法による分散構造解析、種数～面積曲線、樹種別直径階分布、更新状況に着目した階層構造のタイプ分け等の調査をおこなった。

昭和54年度

- ① 老熟天然林内にシードトラップ16個を設置して、種子落下量の季節変化調査を開始した。
- ② 幼、壮齢天然林の林分構成、直径階別の幹通直木頻度の解析をおこなった。
- ③ 除伐試験地（鹿児島県林業試験場大島分場設定）の調査をおこなった。

昭和55年度

- ① 立地の違いに対応した施業法を検討するため、同一林齢で立地の異なる林分（若齢—壮齢）を選んで、階層構造の分化、森林型と遷移、立地および土壌条件と生長の解析をおこなった。あわせて幹通直木頻度の調査もおこなった。

昭和56年度

- ① 主伐1年後の伐跡地で更新の実態を把握するための、残存林分の林縁から、林内、外方向の距離区を設けて調査をおこなった。
- ② 萌芽整理試験地（大島営林署設定）の調査をおこない、萌芽整理の要否について検討した。
- ③ 除伐試験地（鹿児島県林業試験場大島分場設定）の第2回調査をおこない、除伐効果について検討した。
- ④ 老熟天然林における種子落下量の季節変化、年変動の解析をおこなった。あわせて稚樹の発生状態について調査した。
- ⑤ 優良林分の土壌及び立地環境調査をおこなった。

得られた成果

1 植生の遷移と階層構造発達

1) 階層構造の分化

萌芽と実生から出発するスダジイ再生林は、はじめ多種類の樹木が階層の区別なく混生した低木林である。林齢を重ね、樹高が大となるに従って、上層木と中・下層木の違いが明瞭となってくる。この様子を、樹高別の本数、胸高断面積合計によって解析した。

林分高が約12mに達した29年生林分の例を図-1に示す。全種の合計で見たとき、

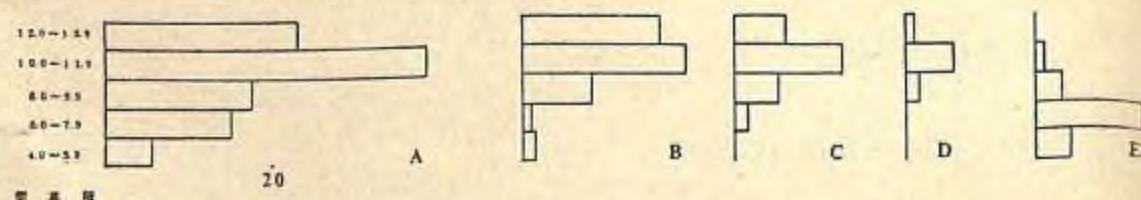
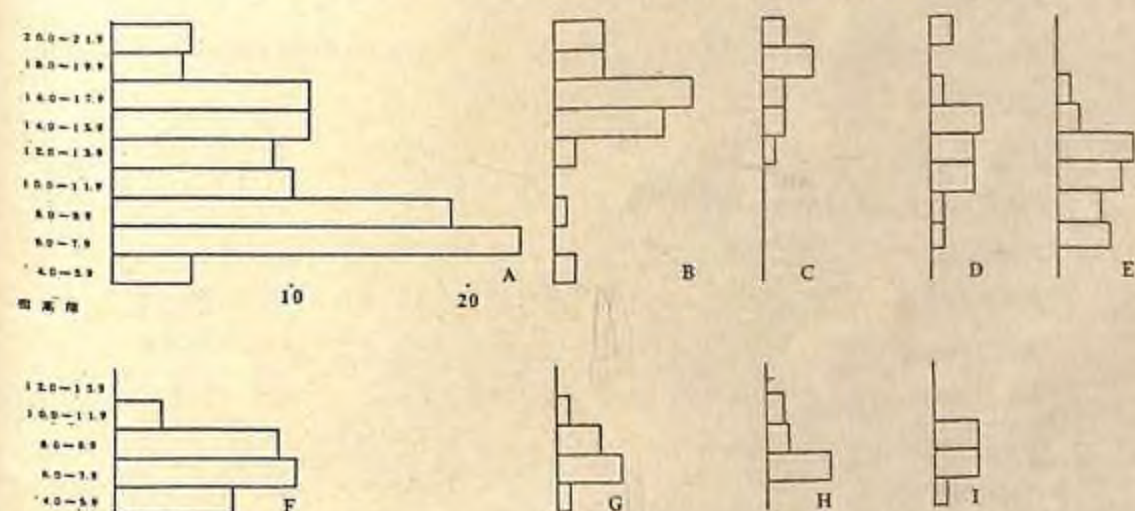


図-1 29年生スダジイ林の(Plot. 55-1) 樹高階別生育本数(%)

A 全樹種 B スダジイ C イジュ D シバニッケイ・ハゼノキ・ホルトノキ・ミミズバイ E その他

本数の分布は樹高10~12mが最大の1峰型を示している。全体としての階層分化は不充分であると言えよう。しかし、樹種別に見ると、スダジイ、イジュ、シバニッケイ、ハゼノキ、ホルトノキ、ミミズバイでは10~12mが最大本数となるのに対し、コバンモチ、タイミンタチバナ、タブ、トキワガキ、ヒメユズリハ、リュウキュウモチノキ等は、6~8mに最大値を持つ分布型を示している。つまり、この林分では、すでに階層の分化が生じ始めており、樹高生長が頭打ちとなりつつある樹種と、そうでない樹種の間に差が生じつつある。しかし、その差は2~4mであり、樹冠長と比べて特に大きい値ではなく、全体としては一つの連続した樹冠層を形成していると言えよう。

林分高が約18mに達した46年生林分の例を図-2に示す。全樹種の合計値では、16~18mと6~8mの2つの樹高階に最大値を持つ2峰型を示し、高木層と亜高木層の分



階別分布図(図-3)では、その傾向がより顕著である。亜高木性の樹種は材積での収穫が期待できないが、本数は多いので、丸太等の小径材としての利用が可能であろう。これ

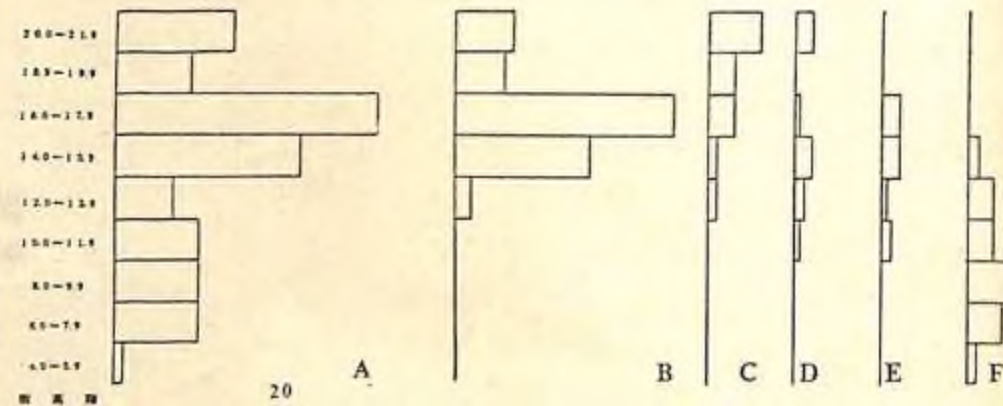


図-3 46年生スダジイ林(Plot 55-3)の樹高階別胸高断面面積合計(%)

A 全種 B スダジイ C イジュ D エゴノキ
E ホルトノキ F その他

らの亜高木性の樹種を除伐によって除き、スダジイ、イジュだけの林分にした場合、図-2の下方部分が除去されるだけであり、それによって、スダジイ、イジュの本数・材積の増加が期待されることにはならない。低い照度下で、これだけの生育本数を維持している種類は積極的に残存し、本数収量の増大、高木性樹種の枝下高の押し上げを期待すべきである。用材林施業としての「間伐」は、高木性樹種に対してのみ有効であり、密度の計算も高木性樹種だけでおこなわれなければならない。

2) 森林型と遷移

天然林には、立地に対応した森林型の違いが認められるので、更新・保育に関する論議は、森林型を考慮した上でなされなければならない。南西諸島のスダジイ林の群落区分については、すでに、いくつかの報告があるが、林業上の観点から直ちに適用可能な分類体系は構成されていない。本試験の調査期間中に調査した林分は奄美大島のごく一部であり、森林型の区分に用いることのできる資料は、ごく少数にとどまった。したがって、ここで論議をする森林型は、一部の事例にすぎないことを断わっておく。

胸高断面面積合計の割合、つまり、相対優占度にもとづく林型区分を表-1および図-4に示した。表に示された通り、この地域のスダジイ林を次の3つの林型に区分することが可能である。

A スダジイ・イジュ型

斜面下部の比較的良好な立地に発達する林型で、およそ $\frac{1}{2}$ がスダジイ、 $\frac{1}{4}$ がイジュと

表-1 相対優占度による林型区分

A スダジイ イジュ型 (斜面下部)
B スダジイ クロバイ型 (斜面下部)
C スダジイヒメユズリハ型 (斜面上部)

調査番号	55-3	55-1	55-4	2P4	55-5	2P2	55-2	55-6
植生型	A	A	A	A	B	C	C	C
海拔高度(m)	80	240	80	140	70	160	290	90
方位	S	NW	NE	NW	W	NW	E	W
傾斜(°)	30	20	14	25	38	25	10	37
林令(年)	46	29	46	13	22	13	29	22
高木層高さ(m)	18	12	15	10	12	8	10	10
生立本数(本/ha)	3,564	2,975	4,068	8,355	7,406	9,230	6,768	7,192
胸高断面面積合計(m ² /ha)	66.9	42.5	53.3	59.2	61.1	49.2	42.3	44.5
スダジイ	56.6	58.0	50.8	54.8	63.4	29.2	59.8	65.0
イジュ	14.3	25.3	24.5	28.0	6.0	25.7	2.3	5.4
エゴノキ	7.2					2		
クロバイ	1.8	1	1.7	8	11.7	10.0	3	3.3
ヒメユズリハ	1	1.8	4.0	3.3	1.0	14.8	8.0	13.4
コバンモチ	2.0	3	1.2	6.1	3.3	2.4	4.2	3.2
ホルトノキ	4.8	1.3	1	4	4		4.2	
トキワガキ	1.3	3		1.0	2	5.6	1.9	2
タブ	5	8		2.3	9	3.8	5.9	3
リュウキュウモチノキ	2.1	3	2.7	3	1.2		1.3	1.7
ミミズバイ		6.8	2.0	2	2	6		5
シバニッケイ		1.7	1.9				6	
ハゼノキ		1.0	3	7	4.5	4		
イスノキ	1.4	2	3.1	2	6		4	
タイミンタチバナ	1.8	1	1.5		1.7		7	1.3
モッコク	1	4	9		9		1.0	1.3
ヤマビワ	1	4			6		2	
フカノキ	1	2		8	1	8		
イヌガシ	1	2	5				1.4	
ナンバンアワブキ		5					9	
イヌマキ			2				4	2
カクレミノ	1.2				6		6	9
アデク			1.5		1.0		3	1.0
ツゲモチ	9		9				2	1
サトラツツジ	2		1		1	3		3
その他	3.4	3	1.8	1.1	1.6	6.2	5.6	1.9

相対優占度は胸高断面面積合計(径4.0cm以上)の千分率

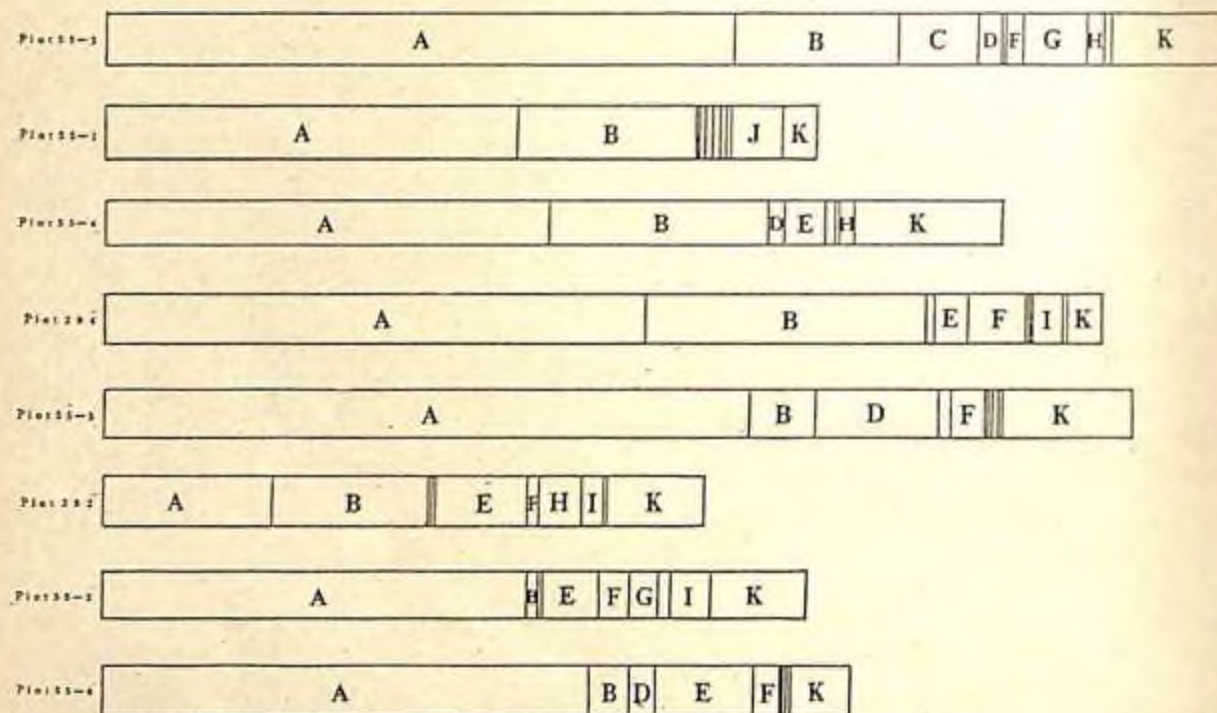


図-4 主な林分の樹種構成 (相対優占度)

A スダジイ B イジュ C エゴノキ D クロバイ
E ヒメユズリハ F コバンモチ G ホルトノキ H トキワカキ
I タブノキ J ミミズバイ K その他

いう構成である。谷底に近い場所では土壌が湿性、礫が多く、落葉樹のエゴノキの量が多くなる。この点は、九州本土のスダジイ・コジイ林と全く同様である。

B スダジイ・クロバイ型

イジュが少なく、クロバイが多い林型である。イジュの優占度の減少分がクロバイとスダジイの優占度の増加となっているようである。この林型は九州本土のコジイ・クロバイ群落と同様、土壌層は厚いが、水はけの良い貧栄養の立地上に生育するものと思われる。クロバイは亜高木性の樹種であり、小径木が多いため、本数割合は、表の相対優占度の割合より多く、12.8%, 950本/haとなっている。また、ハゼノキの量も、他の林型に比べて多い。

C スダジイ・ヒメユズリハ型

斜面上部のやや乾性の立地に見られる林型で、イジュがごく少なく、ヒメユズリハが多いのが特徴である。ヒメユズリハの種子は、鳥によって運ばれ、陽光にも強いことか

ら、スダジイの少ない皆伐跡地では優占群落を形成することがある。本種も亜高木性の樹種であるが、クロバイやミミズバイ等と比べて、低照度は好まないと思われる。したがって、林分が老齢化するにともない、次第に減少するものと思われるが、地位の低い場所に成立する林型であるから、遷移の進行速度はおそいであろう。

毎木調査資料を欠くため表にのせることができなかったが、せき悪地にはスダジイ・シャリンバイ型の林型が見られる。この林型では、林木の生長がおそく、用材林としての施業は適当でない。むしろ、上層のスダジイ等を除伐して、有用樹種のシャリンバイの生長を促進させることも考えられる。

伐期を100年以上の長期に設定した場合の樹種構成について、110年生の林分(金作原)の資料から検討を加えた。本林分の胸高断面積合計は52.8m²/haで、大きい値ではない。50~60m²/haが限界とすると、材積の蓄積量は樹高に比例するだけであるから、地位指数が最も重要となる。金作原110年生林分ではスダジイの相対優占度が50.2で全体の約半分となり、他の林分と変らない。イジュの優占度が13.3と低く、リュウキュウモチノキ、イスノキ、クロバイ、タイミンタチバナ、コバンモチの値が大きい。林型としてはスダジイ・イジュ型に入るものと思われる。イスノキ、リュウキュウモチの量が多いことは、林齢と関係があるかも知れない。九州本土のコジイ林では、50~60年を過ぎるとコジイに腐朽が多くなり、枯損、倒伏するものが出てくる。その中で、イスノキ、イチイガシ等は腐朽が少ないため、老齢林分ほど、優占度が相対的に大きくなる。イジュはスダジイより腐朽が少ないと思われるので、イジュの枯損がリュウキュウモチノキとイスノキの増加に転化されたときは考えられないが、老齢化にともなう林相の変化は施業計画の際に考慮すべきことがらであろう。ハゼノキ、ヒメユズリハ等の二次遷移初期に出現する種は高齡林分では確実に減少するようである。

2 立地および土壌条件と生長

1) 調査地および調査方法

調査地は奄美大島において14プロット、沖縄本島において2プロット設定した。

立地条件および土壌断面の調査は林野土壌調査方法に準拠して行った。また、区分された土壌の各層位より、土壌の物理性測定用試料を採取し、一般物理性の測定を行うとともに、加圧板法にて土壌の孔隙解析を行い、土壌の有効保水量を算出した。

林分調査は造林第2研究室が担当したが、1部は土壌研究室で行った。この場合には、10m×10mの方形区を設定し、胸高直径10cm以上の木について毎木調査した。ただし、沖縄の2プロットについては10m×10m以下の簡易調査である。

各調査地の調査結果の概要および次に述べる方法により得られた地位指数を表-2に示す。

表-2 調査地および

場 所	Plot No.	標 高 (m)	方 位	傾 斜 (度)	地 形	堆積様式	母 材
奄美国有林 (1林班)	A55-1 2	240 290	N40W	20~22 0~5	山腹斜面 山頂平坦	ほこう 残 積	砂 岩 砂岩, 泥岩
奄美国有林 (18林班)	A55-3 4	65 90	E N75E	28 10~15	山脚斜面 山腹緩斜	ほこう 残 積	砂岩, 泥岩 砂岩, 泥岩
	A56-1 2	200 165		0 14	山頂平坦 山腹緩斜	残 積 残 積	砂岩, 泥岩 砂岩, 泥岩
	3	160	E	43	山腹急斜	ほこう	砂岩, 泥岩
	4	115	N40W	24	山腹斜面	ほこう	砂岩, 泥岩
奄美国有林 (金作原)	A56-6 K-1	310 370	N60W N15W	20 15	山腹斜面 尾 根	ほこう 残 積	砂岩, 泥岩 砂岩, 泥岩, 珪岩
	K-2	360	N10E	15	尾 根	残 積	砂岩, 泥岩
奄美瀬戸内	A55-5 6	60 70	N28W N40W	30~35 27~34	山腹斜面 山腹斜面 (山頂直下)	ほこう ほこう	砂岩, 泥岩 砂岩, 泥岩
沖縄県林試	OM-1	75	N30E	30	尾 根	残 積	砂岩, 泥岩(チャート)
明治山実験林	2	52	N30E	25	尾 根	残 積	砂岩, 泥岩
奄美国有林 (9林班)	A56-6	370	S65E	13	山腹緩傾斜	ほこう	砂岩, 泥岩

調査結果の概要

土 壌 型	有効保水量 (50cmまでmm)	有効保水量 (100cmまでmm)	林 令 (年)	上層木樹高 (m)	地位指数	備 考
yBe	33	(60)※	29	12	14	50cmで風化砂岩
rBe	23	48	29	10	12	
rBD(d)	22	45	46	18	17	
RD(d)	33	67	46	15	14	
RC	23	45	47	12	11	○
RC	24	40	47	14	13	○
RC	25	48	47	11.5	10	○
RD(d)	25	50	47	15.5	14.5	○
rBD(d)	44	(84)※※	110	17	13	90cmで風化砂岩
gRYb ₁	46	87	110	11	9	○
RC	40	80	110	15.5	12	○
RD(d)	32	61	22	12	16	
RD(d)	32	56	22	10	14	
gRYb ₁	36	59	27	8.5	10	○
YC	36	84	27	11.5	14	○
RD(d)						除間伐試験地, 林令が若いので解析より除外。

※ 深さ80cmまで推定

※※ 深さ100cmまで推定

備考 ○印: 土壌より研で林分調査

2) 地位指数の推定

調査した16林分の林齢と上層木の平均樹高の関係を図-5に示す。調査点数が少ない上に、樹幹解析を行っていないため生長経過も不明なので、計算により樹高生長のガイドカーブを求めることは困難である。それ故、図に示してある生長のガイドカーブは暫定的なものであり、これより求めた地位指数(40年生時の上層木の平均樹高)には誤差があることは否定できない。しかし、林齢にそれ程大きな差がなければ、求めた地位指数を立地解析の資料として用いてもさしつかえないであろう。特に、八津野国有林18林班の6プロット間の比較には十分使えるであろう。

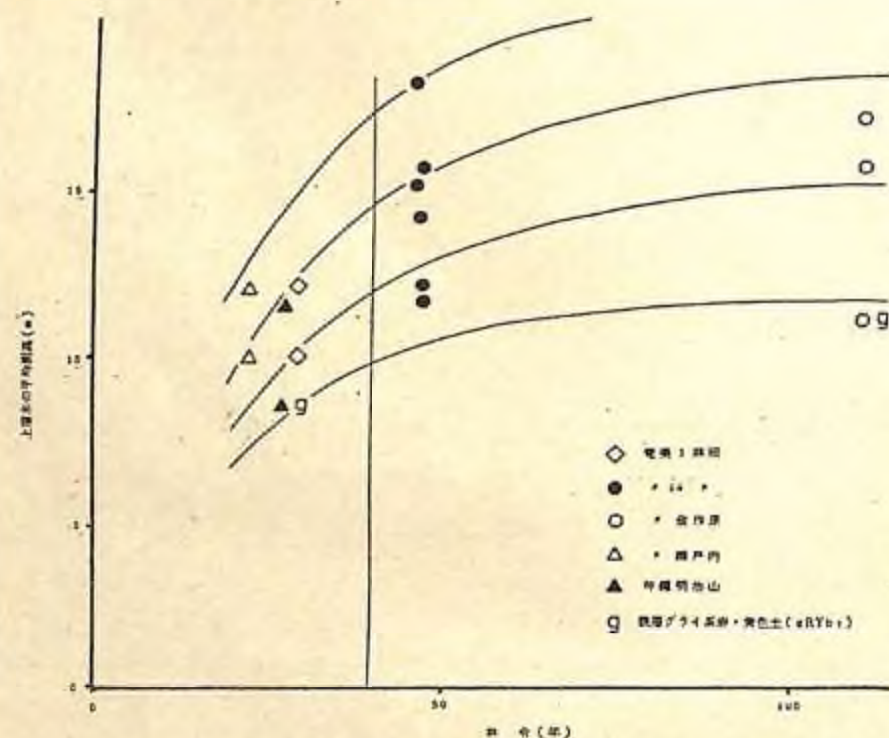


図-5 林齢と上層木の平均樹高

3) 立地因子と生長

(1) 土壌条件と生長

各土壌型と地位指数の関係を図-6に示す。かなりの巾があるが、土壌型により地位指数に高低があることは図より明らかである。すなわち、弱乾性型(Re, Ycなど)と適潤性の偏乾亜型(RD(d), rBD(d))との地位指数を比較すると、前者は1.0~1.4、後者は1.3~1.7であり、後者的方が地位指数は高い。特に、表層グライ系赤・黄色土(gRYb₁)の地位指数は1.0前後とかなり低い値である。

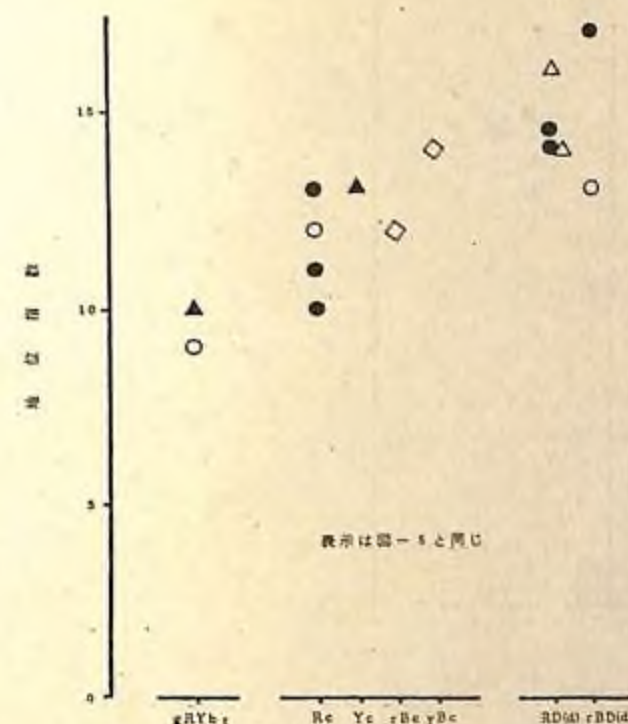


図-6 土壌型と地位指数

沖縄明治山のgRYb₁とYc、奄美大島金作原のgRYb₁とReとはいずれも隣接した林分であり、標高がわずかに異なるのみで微地形には差が認められない。それ故、気象等の環境条件はほぼ同じと考えられる。両土壌の地位指数の差は土壌の物理性、化学性のちがいによるところが大きいと推測される。

土壌の有効保水量(pF 1.8~3.2の保水量)と地位指数の関係を図-7に示す。各林分の有効保水量は20~50mm前後(深さ50cmまで)、あるいは40~80mm(100cmまで)と少ない。深さ50cmまでの保水量には地域差があるような傾向が認められるが、地位指数との関係は明らかでない。林分間の差は大きくなるが、100cmまでの保水量も50cmまでと同様、地位指数との関係は認められない。

一般物理性や透水指数と地位指数の関係も検討したが、金作原のgRYb₁の透水指数が極端に低いことと、地位指数の低い18林班のRe(A56-3)の透水指数が極端に高いこと以外に林分間に大きな差は認められず、地位指数との関係も明らかでなかった。

南西諸島には赤・黄色土あるいは赤・黄色系褐色森林土が広く分布しているが、これら土壌の土性は一般に埴質であり、粗孔隙が少なく、有効保水量も九州本島に分布する

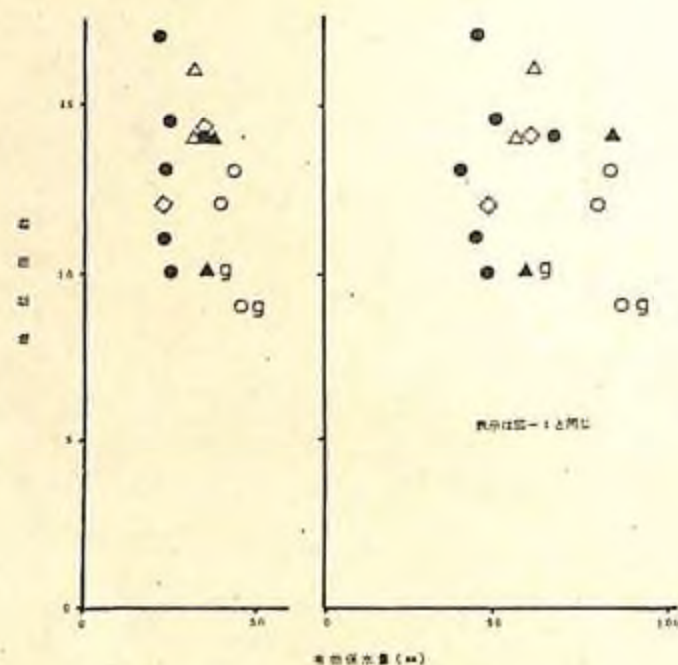


図-7 土壌の有効保水量と地位指数

- I 土壌深さ 50 cm まで
II 土壌深さ 100 cm まで

黒色土や褐色森林土に比較するとかなり少ない。このような土壌条件と高温で多雨な気象条件より、南西諸島の土壌は一般に過湿になりやすいばかりでなく、乾燥もしやすいと考えられる。

なお、これまでに調査された結果によると、gRYb₁ 土壌は強酸性であり、粗孔隙も少なく透水性も不良である。奄美大島における表層グライ系土壌の分布はそれ程広くはないが、沖縄にはかなり広く分布している。この土壌の生産力は低いので林分のとりあつかいには注意が必要であろう。

(2) 地形条件と生長

地形や微地形は、土層中の水の動き、風の強さ、日射量などに関係があり、林地の水分環境を左右する重要な因子である。

微地形あるいは堆積様式と地位指数の関係を図-8 に示す。傾向としては、山頂あるいは尾根より斜面の中腹や下部の方が地位指数は高い。しかし、同じ中腹であっても、傾斜の緩急により地位指数は異なるようである。なお、堆積様式では当然のことながら、残積より沖行の方が地位指数は高い傾向にある。

斜面の傾斜度と地位指数の関係を図-9 に示す。図から明らかなように、傾斜が 35°

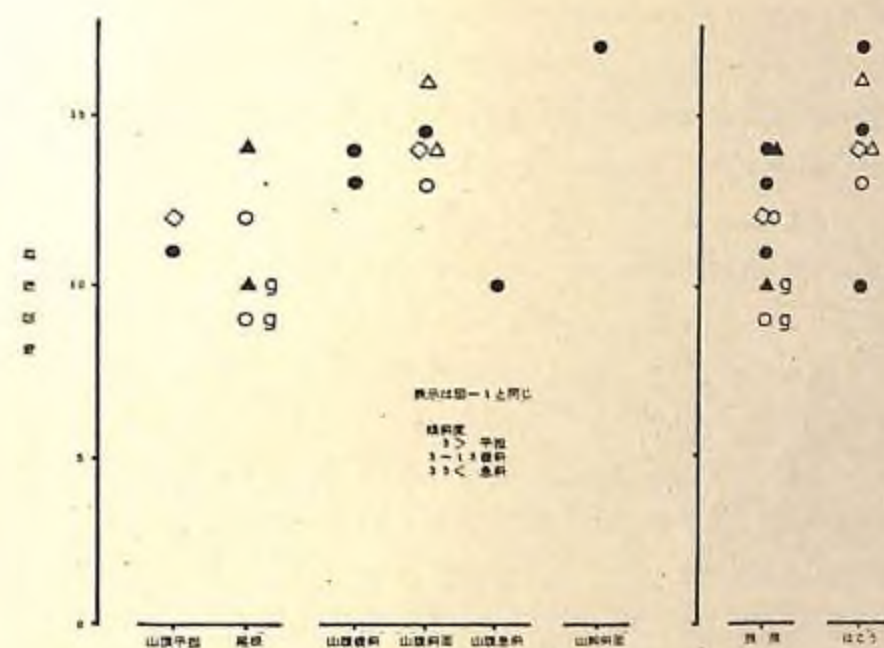


図-8 微地形あるいは堆積様式と地位指数

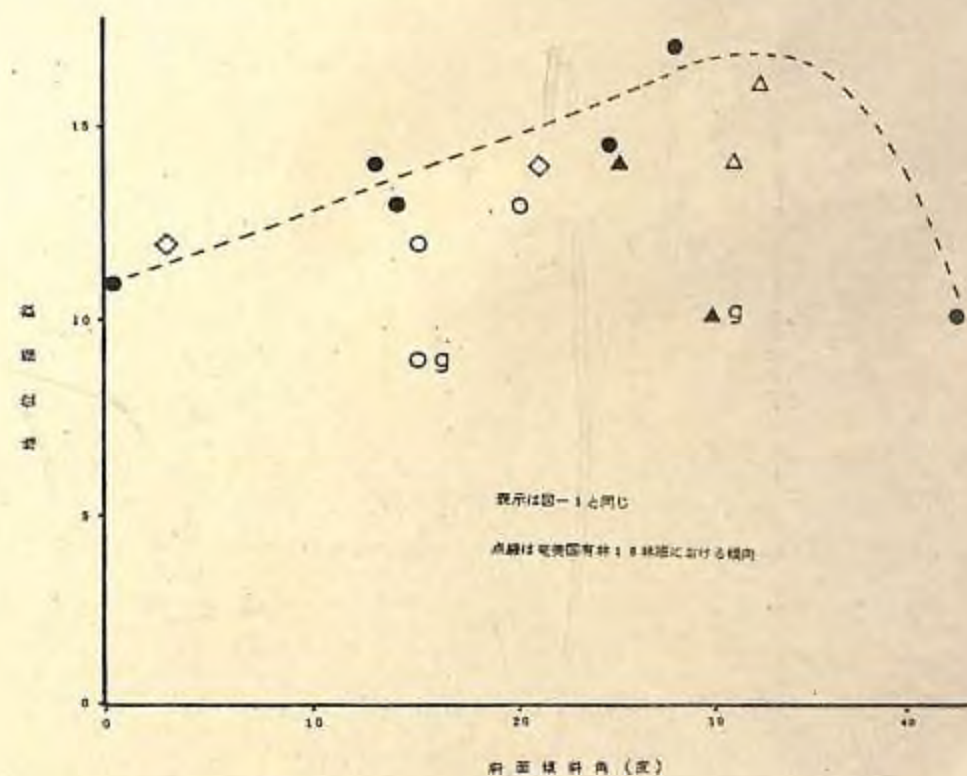


図-9 斜面の傾斜度と地位指数

前後までは傾斜が急になるほど地位指数は高くなる傾向がある。これは、緩傾斜の方が排水不良で、過湿条件になりやすいためではないかと考えられる。一方、 40° をこえる急傾斜地の地位指数が低いのは、斜面の形成過程より推定して、急傾斜地は古い崩壊跡地で土壌条件が不良か、あるいは肥沃な表層土が表面侵食により流亡しやすいためではないかと推測される。

標高と地位指数の関係を図-10に示す。全体としての傾向は明らかでないが、各地域毎に見ると、標高が高くなる程地位指数は低くなる傾向が見られる。標高にはかなりいろいろな因子が含まれているが、標高に代表される主要な因子は風と水ではないかと考えられる。同一地域内で相対的に標高が低いということは、斜面上部より水が供給されることと、風当たりが少ない（蒸発散量が少ない）ことを意味している。このことより、標高の低いところは高いところより湿潤な環境になっているものと考えられる。土壌の有効保水量がかなり少ないので、上部よりの水の供給の多少や蒸発散量の多少は土壌の水分環境に強い影響を与えているものと考えられる。さらに、面積的な広がり小さい「島」なので、大きな山塊よりも標高と風の強弱の関係はより単純であろう。

なお、平坦地形は排水不良なので、傾斜地より一般に湿潤傾向になるが、緩傾斜の方が地位指数が低くなるのは、有効保水量が少ない（ pF 1.8～3.2の孔隙量が少ない）ので、平坦地や緩傾斜地は過湿になりやすいためと考えられる。

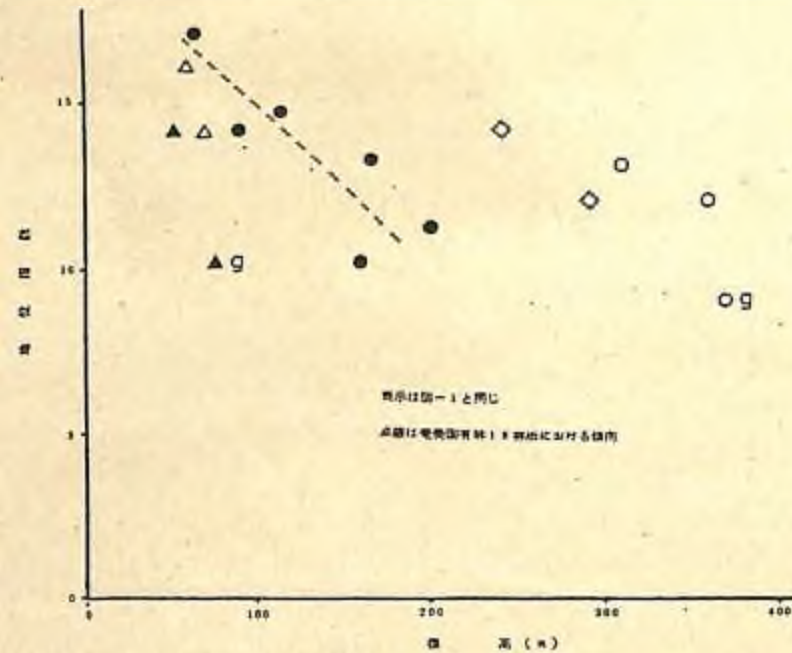


図-10 標高と地位指数

図-11に奄美大島の国有林18林班における標高などの立地因子と地位指数の関係の概念図を示す。有効保水量が少なく、傾斜の緩急や標高と地位指数との間に関係があることが認められたことより、地位指数は土壌の乾湿あるいは過湿と密接に関連しているものと考えられた。

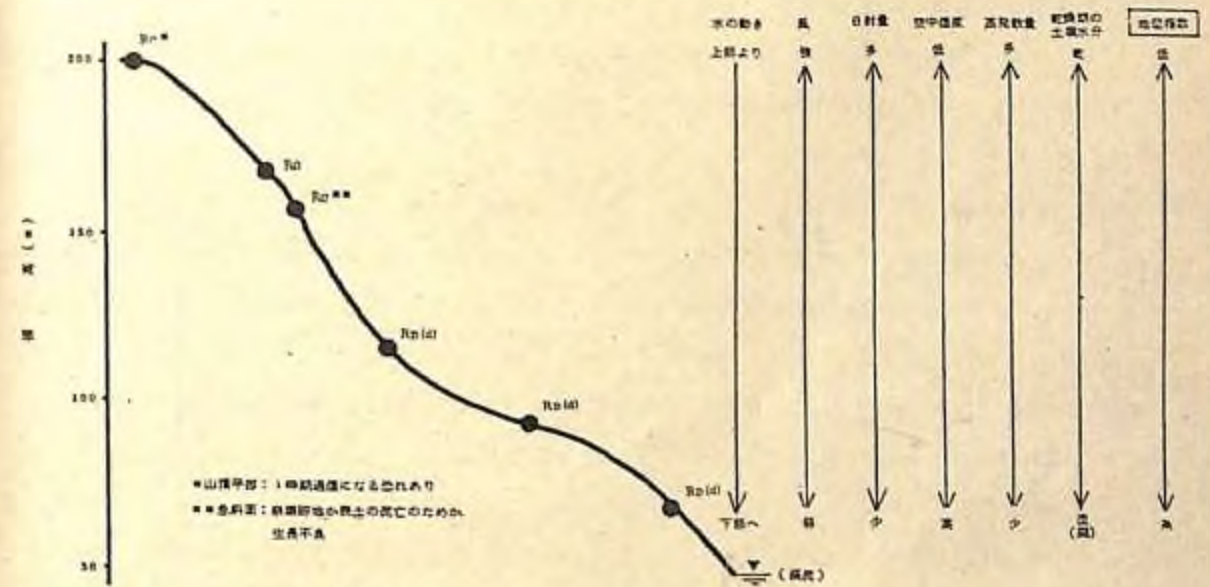


図-11 奄美国有林18林班をモデルとした地形等立地条件と地位指数の概念図

4) ま と め

地位指数は土壌型、微地形、傾斜の緩急および標高と関係あることが判明したが、土壌の物理性や有効保水量との関係は、奄美大島の表層グライ系土壌の物理性が極端に不良である点以外は明瞭な傾向は認められなかった。土壌の有効保水量が少ないことや、各地形因子と地位指数の間に関連があることから、林木の生長を左右する主要な因子は土壌の水分環境（乾湿の程度あるいは過湿）であろうと推測した。

なお、表層グライ系土壌の理化学性は不良であり、生長も良くないので、これら土壌に成立している林分のとりあつかいには十分配慮する必要があると考えられた。

3 更新樹種

1) 生産目標

南西諸島における林業生産の方向づけとして、各島々における水、土保全、島内産材による島内自給率の向上と、移出用としての構造用材、原料材、特殊貴重材（耐蟻性あるいは工芸的付加価値の高い）生産があげられ、これら生産目標への接近のために、天然林施業においては形質、材質のすぐれた有用樹種の林分構成比率を高めるための林相改良と、用材率の向上をはかることが有効な対策と考えられる。

2) 樹種構成

南西諸島における樹種構成の実態として、森林を構成する植生は約300種、そのうち有用喬木は約50種、そのほかに島外からの導入樹種（試植段階のものを含む）は約40樹品種があげられるが造林樹種選定の基礎資料としては必ずしも十分とはいえないようだ。

3) 天然林の林分構成

天然林の林分構成の特長を概括的におさえると、老齢林、壮齢林を通じて、ほぼ例外なく、優占樹種はスダジイであり、老齢林においては直径50cm、樹高15m以上の大径樹は、数%以下の点位的なもので、直径20cm以下の立木が全体の90数%を占め、複層的な林分構成がみられ、心材腐朽木は直径30cm以上になると、罹病率が著しく高くなる。壮齢林においては、スダジイが本数で約60%、材積で約75%を占め、上層木平均樹高は10~15mの林分が多く、これらの林分における直径階別分布は九州地方常緑広葉樹林に類似している。幼齢林においては本数率で実生木が約25%、萌芽木が約75%を占める例が多い。これら老、壮、幼齢林を構成する樹種は30~70種で極めて豊富であり、老、壮齢林では上層木として約30種、下層木として約60種が出現する。

4) 更新樹種選定基準

広葉樹天然林施業における更新樹種選定基準は多面的で、適地適木に関する文献^{10) 11) 12) 13)}、天然林施業に関する文献^{14) 15) 16) 17)}を引用して要約すると

(1) 生産目標の面から、原材料生産、構造材生産の各天然林の保育で、保残優占樹種と立木配置補整樹種の整理

(2) 上層林冠構成種だけでなく、階層ごとの有用樹種群を対象とする

(3) 種子および萌芽による再生産力が大きく、常在度、優占度の高い樹種

(4) 比較的単純な技術で成林が安全な樹種

(5) 台風、病虫害等の抵抗性の強い樹種

(6) 適地適木の面から

④ 長伐期、択伐的施業が望ましい土地条件に適した樹種群

⑤ 長伐期、小面積皆伐で天然更新が望ましい土地条件に適した樹種群

⑥ 林分改良、混交林造成が望ましい土地条件に適した樹種群

⑦ 適潤性黄色土、暗赤色土など、比較的生産力の高い林地で伐期30年前後の天然更新に適した樹種

(7) 工芸的付加価値の高い特殊貴重材

5) 更新樹種

この研究における4年間の現地調査結果から有用樹種を求めると

スダジイ、イジュ（耐蟻性）、タブ、ウラジロガシ、イスノキ、エゴノキ、イヌマキ（耐蟻性）、ヒメユズリハ、コバンモチ、トキワガキ、ホルトノキ、モクダチバナ、ヤブツバキ、アマミアラカシ、ヤエヤマシタン、（工芸貴重材）、リュウキュウコクタン、（工芸貴重材）、サクラツツジ（工芸貴重材）、モツコク（耐蟻性）、ジャリンバイ（染料原木）テリハボク、フタギ、リュウキュウマツ等である。これらのうち更新樹種の主体となるのはスダジイ、イジュ、ウラジロガシ、リュウキュウマツである。

4 更新方法

常緑広葉樹天然林の用材林施業に適した更新方法に関する研究は極めて少ない。また現地林分の実態として、その目的達成に耐え得る調査対象林分も極めて少ない。

この研究では基礎的資料を得るために、①大島営林署金作原国有林3林班と小班の110年生林分で最終的に安定した林相、「かさね梓」法による分散構造解析（昭和52年3月調査）をおこない、あわせて「シードトラップ」法による落下種子量の調査（昭和52年9月~55年8月）と稚苗（苗高10cm以下）の生立状態の調査（昭和56年11月）をおこなった。②大島営林署八津野国有林18林班、小班の伐跡地（昭和55年11月主伐、林齢46年）の隣接保残林で、林縁から林内、林外方向の距離区ごとの稚樹発生状態の調査（昭和56年11月）をおこなった。

1) 分散構造

広葉樹天然林は異齡、多樹種で複雑な林分構成となっている。そこで生立木の平面的分布、とくに生立木の程度を、階層ごとと樹種ごとに把握することが、施業指針の基礎的情報として極めて重要な役割をもっている。

この解析では60m×60mの調査区の中を4m×4mの小方形区に分割し、森下¹⁸⁾の I_d 指数を高、中、低木の各階層ごとに求めた。おもな樹種の I_d 指数は図-12のとおりで、その分布型は森下¹⁸⁾の判定図によると高木階の「全樹種」、「スダジイ、イスノキ、イジュ」、「スダジイ」、中、低木階の「イヌマキ、サクラツツジ」ともに、小集団をもった集中分布型で集団内分布はランダムといえることができる。なおこの調査区における出現樹種は25科39種で、生活型によるうちわけは常緑樹の高木18種、亜高木1種、小高木9種、灌木8種、落葉樹の灌木3種であった。

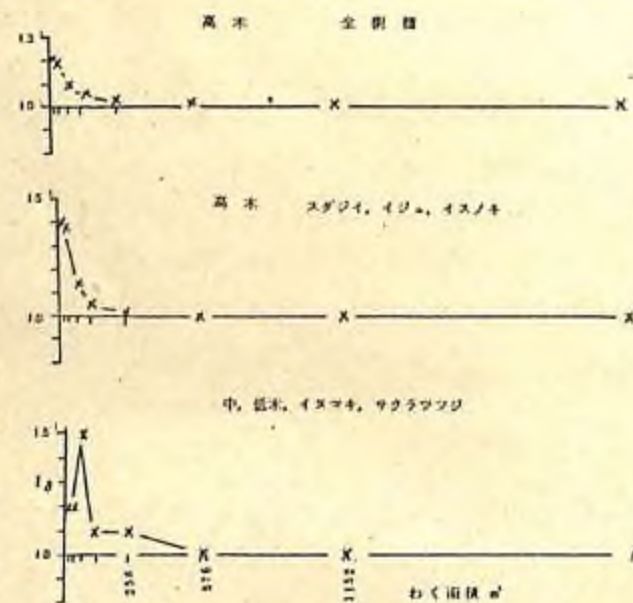


図-12 I_d 指数

2) 階層別、樹種別頻度

階層区分は最大樹高木の樹高(20m)を3等分して高、中、低木階とした。上位5種は、高木階ではスダジイ、モチノキ、イジュ、イスノキ、クロバイ、中木階でクロバイ、タイミンタチバナ、アデク、スダジイ、コバンモチ、低木階でイヌマキ、アデク、サクラツツジ、タイミンタチバナ、スダジイ、全階層でスダジイ、タイミンタチバナ、アデク、

イヌマキ、クロバイであった。

3) 階層ごと頻度にみられる後継樹生立状態のタイプ

異齡林の階層構造で、樹種ごとの更新状況に視点を置いた場合、表-3に示すタイプわけができる。すなわち、タイプ1では各階層に出現がみられるスダジイなど常緑高木6種と常緑小高木2種、タイプ2、3では低木階の後継樹がみられない常緑高木のイジュ、ホルトノキなど属し、タイプ4ではギーマなど常緑灌木を主としたグループ、タイプ5では高木階に連している常緑高木のタブ、イヌマキなど8種、常緑小高木のアデクなど7種、常緑灌木のサクラツツジなど3種、落葉灌木のイヌビワ1種の出現がみられたそのほかにタイプ6、7のように特長づけの困難な、途中相的なものに整理してみた。

表-3 頻度と階層のくみあわせによる樹種のグルーピング

タイプNo	高木階	中木階	低木階	種名
1	○	○	○	スダジイ、コバンモチ、イスノキ、クロバイ、シマシロバイ、シロタブ、モチノキ、イヌガシ、タイミンタチバナ
2	○	○	—	イジュ、ホルトノキ
3	○	—	—	ヒイラギズイナ
4	—	—	○	サカキ、ギーマ、ホソバシャリンバイ、リュウキュウアオキ、オオシマムラサキ
5	—	○	○	イヌマキ、アマシバ、モッコク、ヤブツバキ、タブ、トキワガキ、ナギ、ヒメユズリハ、アデク、カクレミノ、モクダチバナ、アカミズキ、サザンカ、シキミ、シロミズ、サクラツツジ、オオムラサキシキブ、シマミサオノキ、イヌビワ
6	○	—	○	—
7	—	○	—	ヤマモモ、シラキ、ウラジロカンコノキ

従来の常緑広葉樹用材林施業では、幹材積生産を主目的として、タイプ1、2、3が主な対象とされていたのに対して、タイプ5は各種の生活型がみられ、また種数も比較的多く、イヌマキ、モッコク、ヤブツバキ、サザンカ、サクラツツジなど価値生長の高い有用樹種が出現し、これらを利用径級に達するまで保残することが有効で、南西諸島の広葉樹林施業では、今後、これらの有用樹種を対象とした施業体系の確立も重要な課題の1つといえる。

4) 種子生産量

シードトラップ(たて50cm、よこ50cm)を60×60mの調査区内に16個配置し、

昭和52年9月～昭和55年8月までの樹種別年間種子落下量とその年変動を求めた。

表-4にみられるように年間総落下量の3年間の最小値と最大値は62.4～421.5 kg/ha
3420千粒/ha～8090千粒/haとなり、重量で6.8倍、粒数で2.4倍の開きがある。
その原因として重量ではスダジイの豊区、粒数ではイジュ、アカミズキの豊区の影響が大
きい。種子落下量の季節変化は、重量ではスダジイ、イジュを主として多くの樹種の種子
が落下する11、12月に年間落下量の47～75%の落下がみられ、粒数ではイジュの
落下量の多い11、12月に年間落下量の64%が集中する年と、アカミズキの落下する
6月に最大があらわれる年とがみられた。なおスダジイは8～12月、イジュは8月～翌
年5月までの期間に種子落下がみられる。

表-4 樹種別年間種子落下量の年変動

項 目	年 度	スダジイ	イジュ	クロバ	アデク	オササ	ヤマ	コナ	ササ	シラ	アカ	イシ	ササ	ヤマ	コナ	ササ	計
kg/ha	77.9～78.8	1179	330	1946	1543	105	113	331									470
	78.9～79.8	8856	539	816	118	815			036	885	588						398
	79.9～80.8	38639	1517	985	248		803				893	053	128	015	013		573
	80.9～81.8																421.5
%	77.9～78.8	189	85	312	247	17	18	56									75
	78.9～79.8	838	51	82	11	81			84	81	35						38
	79.9～80.8	916	36	82	86		81				21	81	83	81	81		14
	80.9～81.8																100
千粒/ha	77.9～78.8	195	1895	618	213	73	185	30									345
	78.9～79.8	1078	1705	10	20	35			18	3	1588						433
	79.9～80.8	1026	3755	43	35		3				2868	8	5	25	10		320
	80.9～81.8																8090
%	77.9～78.8	44	528	181	62	21	54	89									101
	78.9～79.8	228	345	82	84	67			84	81	325						88
	79.9～80.8	124	464	85	84		81				355	81	81	83	81		40
	80.9～81.8																100

5) 種子落下量と稚苗数

シードトラップを配置した小方形区(4×4m)内の稚苗高10cm以下のものを、最近3年間に発生した稚苗として、樹種別本数調査をおこない、稚苗数÷3年間の種子落下量＝稚苗生存率として求めると表-5のとおりで、アデクは26.30%、イジュは0.0007%、スダジイは0.31%、クロバは0.15%で、天然林内における上下下種更新で、常緑小喬木のアデクは更新が容易であるが、常緑喬木のイジュは更新が困難であり、スダジイ、クロバはかなり期待がもてることがわかった。しかし上木疎開による林床の光環境を補整しないと、やがて枯死するものと思われる。なお、その他の樹種は、落下量皆無の年もあり、また種子の樹種別同定が困難であったため、今回は省略した。

表-5 最近3年間の種子落下量と稚苗高10cm以下の稚苗数

樹 種	A 種子落下量 粒/m ²	B 稚 苗 数 本/m ²	B/A (%)
ア デ ク	27	7.1	26.30
イ ジ ュ	727	0.005	0.0007
ス ダ ジ イ	225	0.7	0.31
ク ロ バ イ	67	0.1	0.15

6) 母樹保残帯の林縁からの距離と更新状態

46年生林分を昭和55年11月に主伐した伐跡地に隣接した保残林(上層木平均樹高12m)の林縁から、林内、林外方向へ5mごとの距離区を設け、2.5m²あたりの更新樹の本数調査を昭和56年11月におこなった。この調査区は斜面長150m、平均傾斜35°、斜面方位、東南面の中腹に設けた。

表-6に1m²あたりの萌芽、実生別の本数を伐跡、林内の各距離区ごとに示した。

表-6 母樹保残帯、林縁からの距離と更新状態(m²あたり)

項 目		林縁からの距離			林 内		
		0～5m	5～10m	10～15m	0～5m	5～10m	10～15m
萌 芽	株 数 スダジイ、イジュ	2.0	3.2	1.1	0.04	0	0.04
	条 数 "	12.2	17.4	7.1	0.08	0	0.08
実 生	当 年 スダジイ、イジュ	1.0	0.6	0	0.6	1.8	0.9
	" 全 樹 種	4.0	3.8	2.4	2.7	3.4	3.0
	前 生 スダジイ、イジュ	0.2	0.4	0.2	0.9	1.0	1.0
	" 全 樹 種	0.3	0.5	0.9	5.0	4.6	4.8

萌芽についてみるとスダジイ、イジュの伐跡地における株数は1.1～3.2株/m²、萌芽条数は7.1～17.4本/m²、株あたりの条数は5.4～6.5本で、株縁からの距離による変化はみられない。そして成林に必要な株数、条数は、ほぼ満たされているものと考えられる。

実生についてみると、特長的なことは伐跡地における当年生のスダジイ、イジュ、および全樹種の本数は林縁からの距離に比例して減少する傾向がみられることである。しかしこの傾向は主伐が前年の11月におこなわれているため、保残母樹帯からの種子散布距離との関係ではなく、主伐前後の上下下種したものに對する稚樹発生阻害要因のなにかが、林縁からの距離に比例して作用しているものと考えたい。種子散布距離による稚樹発生状態は今後の調査によって把握されるであろう。なお当年、前生の実生稚樹本数だけでは、

今後の稚樹消失を想定すると、成林の期待はうすく、種子の豊凶とも関連して、今後数年間の更新期間が必要と考える。特にスダジイ、イジュの実生稚樹の占有率を高めるためには、種子豊作年における種子落下後、すなわち12月以降に主伐することが皆伐作業の場合には特に必要条件となる。それができない場合は連年の種子散布が可能な交互帯状伐採か、母樹保残法が必要条件となる。

萌芽と実生についてみると、両者を合わせると種子の豊凶、散布距離に関係なく、皆伐作業でもスダジイ、イジュの占有率の高い成林が期待される。しかし主伐対象林分のスダジイ、イジュの占有率を主とした林分構成には特段の注意が必要であり、また主伐時期は種子豊凶、落下飛散時期を考慮することが重要である。一方、心材腐朽の罹病率と萌芽、実生の関係も無視することはできない。

7) ま と め

奄美大島で最終的に安定した110年生林分で、生立ムラに留意した分散構造解析、階層別樹種別頻度の検討をおこない、階層ごと頻度にみられる後継樹生立状態のタイプについて検討し、タイプ1, 2, 3, 5を見出し、特にタイプ5の有用樹種が利用径級に達するまで保残することが有効と考えた。一方種子生産量調査で豊凶差がかなりあり、落下量の季節変化でスダジイ、イジュの落下最盛期は11月であることを確認し、種子落下量に対する稚樹生存率の試算をおこない、スダジイ、クロバイは上方下種更新で成林が期待される稚樹数発生が推測されたが、林床の光環境補整が必要であると考察した。そして46年生、母樹保残帯の林縁からの距離と更新状態について考察を加え、後継樹として萌芽と実生をあわせると、皆伐作業でもスダジイ、イジュの占有率の高い成林が期待されることがわかった。しかし主伐時期は種子豊凶、落下飛散時期を考慮することが重要である。それがみられない場合は連年の種子散布が可能な交互帯状伐採か、母樹保残法が必要条件となることを推測した。一方、心材腐朽の罹病率と萌芽、実生の関係も無視できず、かりに萌芽の罹病率が高く、実生に期待をもつ場合は、皆伐作業、交互帯状伐採、母樹保残法などの作業法の適用条件を考慮する必要がある。

5 保 育 法

広葉樹林施策に関するデメリットとして指摘されている一般的事項のなかで、形質の悪いのが最大の難点で、その対応として保育技術改善による用材率向上の可能性に視点をのいた調査をおこなった。

1) 萌芽整理

皆伐跡地の更新実態は、萌芽木が75%、実生木が25%を占める例が多い。ここでは更新初期における萌芽整理の要否を検討するため、大島管林署が設定した試験地の調査を

おこなった。

この試験地は金作原国有林3林班は4小班で昭和45年度に伐採し、昭和48年12月に、2,000, 3,000, 4,000, 5,000本/ha仕立て区と対照区を設定したもので、昭和54年12月、昭和56年11月に5,000本/ha仕立て区と対照区の生立本数と生長量調査をおこない、結果を表-7に示した。

表-7 生立本数と生長量

調 査 区 名	調査年	林令	生 長 量				生 立 本 数		
			スダジイ		全 樹 種		全 樹 種		
			D	H	D	H	D>3cm	D<3cm	合 計
5000本/ha仕立て区	S.54	9	4.5	4.3	4.2	4.8	5250	34188	39438
"	S.56	11	5.2	5.3	5.2	5.3	15873	30525	46398
対 照 区	S.54	9	4.1	4.8	3.9	4.5	6800	37046	43846
"	S.56	11	7.5	6.5	6.1	5.8	7972	39039	47011

注) 生長量は胸高直径3cm以上について調査

生立本数は昭和54年と昭和56年のあいだに「増」「減」がみられ、「増」は新しく発生した稚樹と、直径生長の進階、「減」は5,000本仕立て区のD<3cmでみられ直径生長の進階によるものと考えられる。特長的な変化は、5,000本仕立て区のD>3cmで、昭和56年は昭和54年の3.02倍に達し、対照区の1.17倍にくらべて、直径生長の進階したものが著しく多いことである。

生長量は直径3cm以上を対象としたが、昭和56年における直径生長量をみると、5,000本仕立て区の5.2cmに対して対照区は7.5cmとなっている。

これらの結果から5,000本仕立て区は萌芽整理後6年間に再萌芽し、D>3cmに進階したものが著しく多いが、その平均直径生長量では対照区に劣っている。このことは再萌芽の6年間の生長量が5,000本仕立て区の平均値を下げたことになり、対照区の9年間の生長量に劣るのは当然と考えられる。なお生立本数合計で昭和56年調査の5,000本仕立て区と対照区は近似しており、萌芽整理作業は不要と考える。他の仕立て本数区でも同様の傾向が肉眼的に観察された。

2) 除 伐

除伐は林分が、ほぼ閉鎖を完了した後に目的樹種以外の樹種はもちろん、目的樹種でも形質不良で将来の生長の見込みがなく、存続させても健全な優良林分を仕立てる上からはむしろ有害と見なされるものを伐採する作業と定義づけられている。

広葉樹天然林施業における除伐の具体的な指針はまだ作成されていない。

ここでは幹の通直性を主とした形質向上を目的とした場合に想定される保育体系のなかの除伐について、若干の考察を加える。

想定される保育体系は、幹通直木の頻度を高めるため、更新初期は密仕立てとして下枝の発達を抑制し、地上3mの幹通直性が確認できる時期に除伐をおこない、保残木の肥大生長を促進して、形質を向上させることで、しかも労働小投型である。

調査林分は鹿児島県林業試験場大島分場が、昭和52年12月に設定した除伐第2試験地の6,000本/ha保残区、対照区(10,800本/ha)4,000本/ha保残区で、上層木除伐として胸高直径5~6cmを伐採している。除伐後のプロット平均直径は2.0~2.8cm、平均樹高は4.3~5.1mで、林齢は12年であった。

調査は胸高直径3cm以上を対象として昭和54年12月と昭和56年11月におこない、各プロットの林分構成値は表-8に示した。

表-8 除伐試験地の林分構成値

調査年	プロット名	林齢 (年)	平均単木				haあたり					
			D		H		N(本)		V(m³)		樹種数	
			min~max		min~max							
			スダジイ	全樹種	スダジイ	全樹種	スダジイ	全樹種	スダジイ	全樹種		
S.54	6000本/ha区	14	5.4 3.0~12.0	4.9 3.0~12.0	6.6 5.1~9.0	6.4 4.2~9.6	3492	14080	380	1269	25	
S.54	対照区	14	6.2 3.0~13.7	5.5 3.0~14.0	7.3 5.2~10.3	7.0 5.2~10.5	3269	14630	530	1853	25	
S.54	4000本/ha区	14	6.2 3.0~13.2	5.2 3.0~13.2	7.0 4.5~9.9	6.6 3.9~9.9	4357	11418	693	1257	23	
S.56	6000本/ha区	16	5.8 3.1~13.0	5.0 3.0~13.0	6.8 4.0~10.0	6.4 2.0~10.0	3714	14080	499	1334	27	
S.56	対照区	16	6.6 3.0~15.6	5.6 3.0~15.6	8.4 5.0~11.0	7.7 4.0~11.0	3590	14094	788	2243	28	
S.56	4000本/ha区	16	6.6 3.0~14.4	5.3 3.0~14.4	7.4 5.0~10.0	6.7 3.0~10.0	4413	11914	830	1364	21	

haあたり立木本数は1,418~1,463本でプロット間のちがいはなく、また昭和54年と56年の間にも増減はほとんど見られない。平均胸高直径は除伐直後すなわち昭和52の2.0~2.8cmに対して、昭和54年では全樹種で4.9~5.5cm、昭和56年では5.0~5.6cmで、プロット間では直径5~6cmの除伐をしなかった対照区が最も大きく、除伐区では4,000本区が6,000本区よりも、やや大きく、除伐効果が出はじめている。

幹材積について昭和54年から昭和56年までの生長量を求めると、全樹種で6,000本

区は6.5 m³/ha、対照区で38.7 m³/ha、4,000本区で10.7 m³/ha、スダジイについてみると6,000本区は11.9 m³、対照区は25.8 m³、4,000本区は13.7 m³で、除伐区間では4,000本区が6,000本区よりも生長量が大きくなっている。なおスダジイの全樹種に対する幹材積比率は、6,000本区、対照区、4,000本区の順に、昭和54年では29.9、28.6、55.1%、昭和56年では、22.2、46.8、60.9%で、4,000本区の幹材積比率が高い。

樹高階別の断面積合計の変化は図-13のとおりで、昭和54年よりも昭和56年の断面積合計が増加している樹高階は、対照区では8m以上、除伐区では6m以上で、対照区は17.5 m²/ha、4,000本区は8.5 m²/ha、6,000本区は5.7 m²/haで、前者の除伐効果が大きい。

幹通直木頻度について後述の方法で全樹種についてプロットごとに求めると、6,000本区は、22.5%、対照区は32.8%、4,000本区は32.2%であった。これらのことから除伐効果は4,000本区が6,000本区よりもよさそうだ。しかし除材時期、除伐方法は今後、別に試験地を設定して明らかにする必要がある。

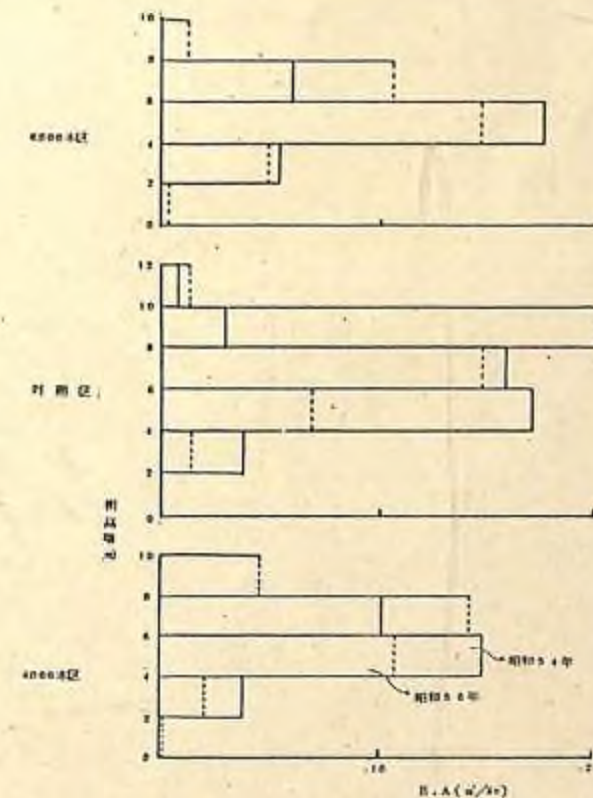


図-13 樹高階別の断面積合計

3) 齡級別林分の直径階と幹通直木頻度

用材率向上に視点をおき、天然生二次林の林分構成と幹通直度別頻度の調査をおこなった。

調査林分は大島営林署部内の3林班は小班(更新後9年), 20林班は小班(25年), 1林班は小班(32年), 3林班は小班(110年), と名瀬市有林(45年)で、胸高直径の測定(9年生林分では1cm以上, その他の林分は4cm以上)と樹種の記載をおこない、幹通直度は地上部3mについて図-14に示す基準を用いた。A, Bは構造用材として期待され, D, Eは原料材として利用, Cは今後の肥大生長で1部分はA, B, あるいはD, Eに変化する可能性がある。

出現樹種数は9年生林分で21種, 25年生林分で27種, 32年生林分で21種, 45年生林分で23種, 110年生林分で39種がみられ, 樹種構成は各林分とも類似している。

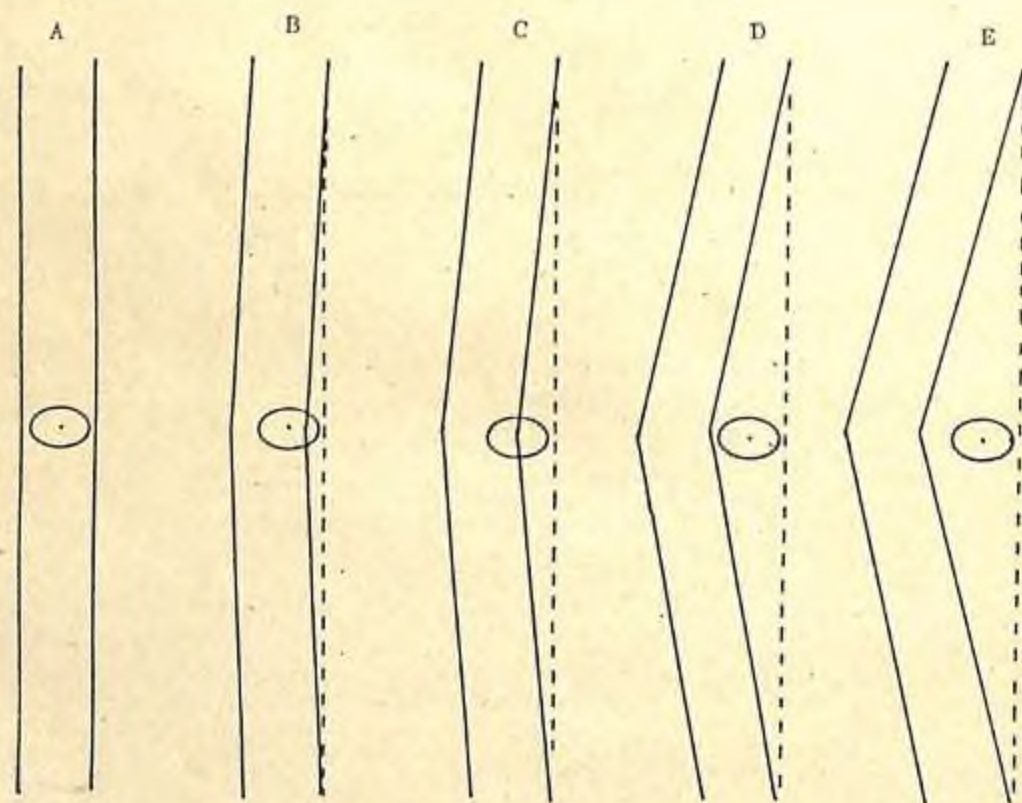


図-14 幹(地上部3m)通直度の模式図

林分構成値は表-9に示したが、奄美大島における平均的なものとみてよさそうだ。

表-9 林分構成値

項目 林 齡	単 木		1ha あたり	
	\bar{D} min~max	\bar{H} min~max	N(本)	V(m ³)
9年生	$\frac{2.2}{1.0 \sim 4.8}$	$\frac{3.9}{2.6 \sim 6.2}$	41600	61.8
25 #	$\frac{8.7}{4.0 \sim 18.7}$	$\frac{9.7}{3.2 \sim 14.5}$	6408	281.6
32 #	$\frac{9.9}{4.0 \sim 22.8}$	$\frac{8.1}{3.7 \sim 11.5}$	6184	279.2
45 #	$\frac{10.4}{4.0 \sim 22.1}$	$\frac{8.9}{3.7 \sim 14.0}$	5775	366.1
110 #	$\frac{12.4}{4.0 \sim 53.8}$	$\frac{9.1}{3.0 \sim 20.0}$	2315	381.0

直径階ごとの通直木(A+B)頻度を図-15, 16に示した。直径階(X)と通直木頻度(Y)のあいだには, 100%に漸近する関係が成立しそうであるが, ここでは折

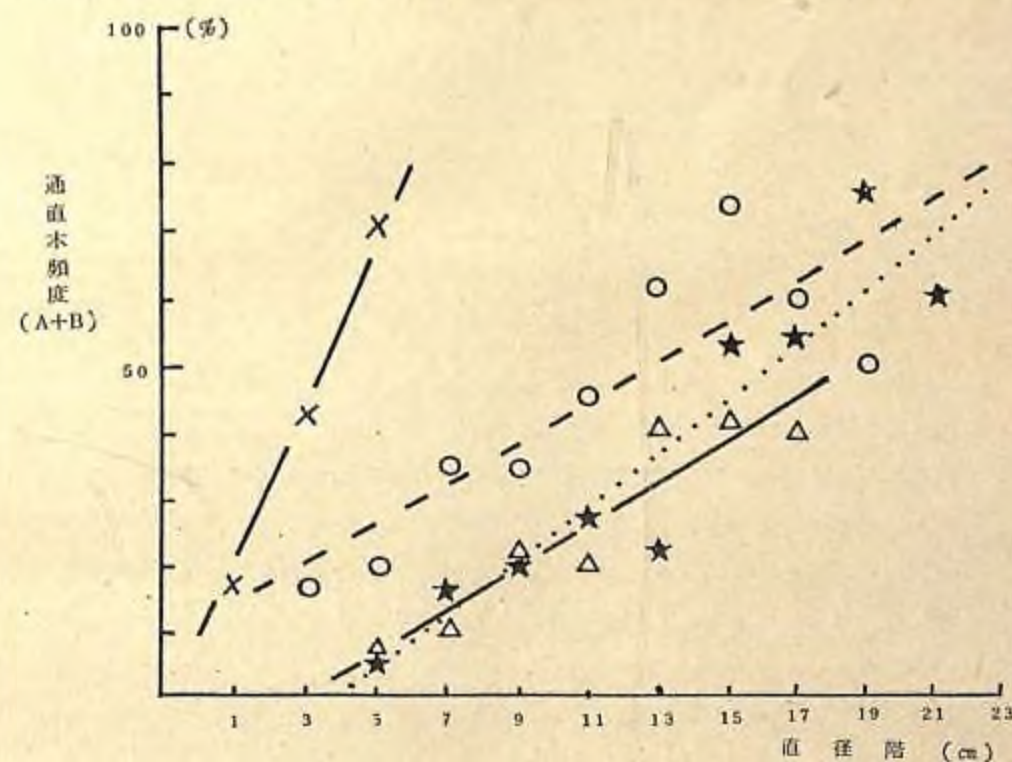


図-15 直径階ごとの通直木頻度

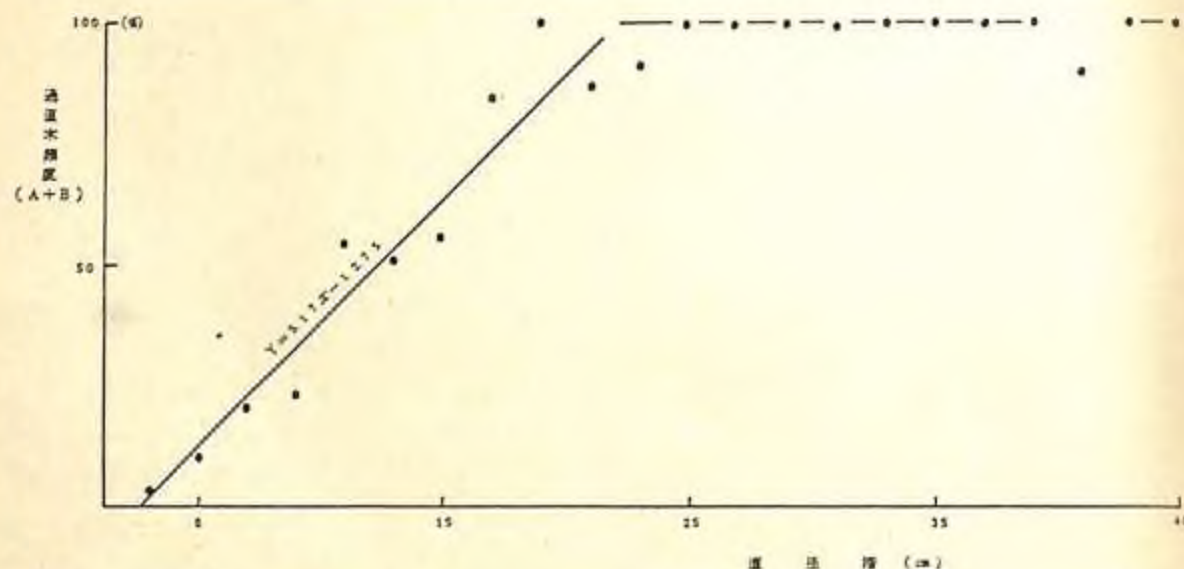


図-16 直径階ごとの通直木頻度(110年生林分)

れ点を求める意味あいも含めて、直線回帰を求めると

9年生林分 $Y = 1.31X + 4.2$ $r = 1.00$

252 # $Y = 3.0X + 11.7$ $r = 0.85$

32 # $Y = 3.2X - 9.1$ $r = 0.94$

45 # $Y = 4.1X - 16.5$ $r = 0.94$

110 # $Y = 5.2X - 12.8$ $r = 0.92$

で、直径階に比例して通直木の頻度が高くなり、その勾配係数は、若齢高密度林分と壮齢林分とでは明らかなちがいが認められる。

これらのうちわけを若、壮齢林について、通直度別頻度%を、全直径階、上層木($D > 12.1 \text{ cm}$)、下層木($D < 12.1 \text{ cm}$)にわけてみると表-10のとおりで、全直径階についてみると、天然生二次林における幹通直度を主とした林分あたりの形質構成の実態として把握され、特に32、45年生林分における通直度A+Bが、20.7、24.7%となっているのは、収穫事業面で一般的に用材率20%といわれている数値と近似しており、用材率向上の可能性は、若齢時のA+B量を維持促進するための除伐時期、回数の探索と、C量をA+B量に進階させるための肥大生長促進の除伐と伐期の検討が要点となる。上層木階についてみると下層木階を含まないため、A+B量は著しく多くみられるが、これは

みかけの数値であり、下層木除伐では狭義の用材率向上にならないこととし、肥大生長促進による用材率向上を示唆していると考える。

110年生の老熟林では直径階20.1~22cm以下では直線的な比例関係がみられ、直径階22.1~24cm以上では、ほぼ100%を維持している。この林分において直径22.1cm以上の本数率は17.1%である。

表-10 幹(地上部3m)通直度別頻度%

直径階	林齢	通直度	A	B	C	D	E
全直径階	9		1.9	29.8	41.3	26.9	0
	25		0.4	37.1	29.2	30.3	3.0
	32		0	20.7	16.6	62.1	0.7
	45		0.5	24.2	31.2	41.4	2.8
上層木 $D > 12.1 \text{ cm}$	9		—	—	—	—	—
	25		0	63.8	19.0	17.2	0
	32		0	36.6	17.1	43.9	2.4
	45		0	48.5	32.4	16.2	2.9
下層木 $D < 12.0 \text{ cm}$	9		—	—	—	—	—
	25		0.5	29.7	32.9	34.0	3.8
	32		0	14.4	16.3	69.2	0
	45		0.7	12.9	30.6	53.1	2.7

以上の結果から、用材率向上のためには幹通直木頻度を高めることが有効であり、そのためには主伐対象木の直径を22cmに早く近づける保育技術が必要となる。そして用材率向上の可能性は、現在の事業実績の20%を40%以上にするには期待してよさそうだ。

6 まとめ

1) 植生の遷移と階層構造発達

階層構造の分化について、樹高別の本数、胸高断面積合計による解析をおこない、林分高が約12mに達した29年生林分と約18mに達した46年生林分の例を示した。46年生林分では高木層と亜高木層の分化が明瞭で、用材としての収穫が期待できるのは、高木層のほとんどを占めているスダジイ、イジュであり、亜高木性のその他の樹種は、丸太等の小径材として、本数収量の増大、高木性樹種の枝下高の押し上げを期待すべきである。

林型区分を胸高断面積合計の割合によって

A: スダジイ — イジュ型

B: スダジイ — クロバイ型

C: スダジイ — ヒメユズリハ型

D: スダジイ — シャリンバイ型

とし、Aは斜面下部の比較的良好な立地に発達し、およそ $\frac{1}{2}$ がスダジイ、 $\frac{1}{4}$ がイジュという構成である。Bは土壌層は厚いが、水はけのよい貧栄養の立地上に生育するものと思われる。Cは斜面上部のやや乾性で地位指数の低い場所に成立し、遷移の進行速度はおそいであろう。Dはせき悪地に成立し、生長はおそく用材林としての施業は適当でない。

2) 立地および土壌条件と生長

暫定的な樹高生長のガイドカーブから求めた地位指数は、土壌型、微地形、傾斜の緩急および標高と関係があることが判明したが、土壌の物理性や有効保水量との関係は明瞭な傾向が認められなかった。これらの結果から八津野国有林18林班をモデルとした地形等立地条件と地位指数の概念図を作成した。

なお表層ダライ系赤、黄色土(gRYb₁)の理化学性は不良で、地位指数も10前後で、そこに成立している林分のとりあつかいは十分配慮する必要がある。

3) 更新樹種

更新樹種選定基準を示し、構造用材、原料材、特殊貴重材(耐蝕性あるいは工芸的付加価値の高い)等、22樹種に整理した。そのなかで更新樹種の主体はスダジイ、イジュ、ウラジロガシ、リュウキュウマツである。

4) 更新方法

奄美大島で最終的に安定した110年生林分で、生立ムラに留意した分散構造解析、階層ごと頻度に見られる後継樹生立状態のタイプを検討し、また種子落下量の季節変化、年変動の3年間にわたる解析をおこない、種子落下量に対する稚苗生存率の試算をおこなった。さらに46年生の母樹保残帯の林縁からの距離と更新状態に考察を加え、後継樹として萌芽と実生をあわせると、皆伐作業でもスダジイ、イジュの占有率の高い成林が期待されることがわかった。しかし主伐時期は種子豊凶、落下飛散時期を考慮することが極めて重要である、それがみだされない場合は連年の種子散布が可能な交互帯状伐採か、母樹保残法が必要条件となることを考察した。

なお上記の作業法による更新状態を比較するための固定試験地は早急に設定する必要がある。

5) 保育法

(1) 萌芽整理: 大島営林署が昭和45年に伐採し、昭和48年に萌芽整理試験地を設定し、

その一部を九州支場が昭和56年11月に調査した。

その結果、5,000本/ha仕立て区は萌芽整理後6年間に再萌芽し、 $D > 3$ cmに進捗したものが著しく多く、その平均直径生長量では対照区に劣っている。これは再萌芽の生長おくれが、5,000本仕立て区の平均値を下げたことになり、対照区の9年間の生長量に劣るのは当然であると考えられる。なお生立本数合計は両区ともに近似しており、萌芽整理作業は不要と考える。

(2) 除伐: 鹿児島県林業試験場大島分場が昭和52年12月設定(林齢12年)の、除伐第2試験地の一部を九州支場が昭和54年11月と昭和56年12月に調査した。調査は、6,000本/ha保残区、対照区(10,800本/ha)、4,000本/ha保残区で、除伐は胸高直径5~6 cmの上層木除伐をおこない、除伐直後の平均直径は2.0~2.8 cm、平均樹高は4.3~5.1 mであった。

① 立木本数($D > 3$ cmのものは)は11,418~14,630本/haで、プロット間、調査年度間で増減はほとんどみられなかった。

平均胸高直径、平均樹高、幹材積、樹高階別の胸高断面積合計、幹通直木頻度について、昭和54年から昭和56年までの変化を求めると、対照区 $> 4,000$ 本区 $> 6,000$ 本区で、除伐区間では、わづかであるが4,000本区が6,000本区よりもすぐれており、除伐効果が確認された。今後さらにその効果が拡大されるものと期待される。

(3) 齢級別林分の直径分布と幹通直木頻度: 用材率向上に視点をおき、天然生二次林の林分構成と幹通直木頻度(5段階の通直度)の調査をおこなった。

直径階別の幹通直木A+B(構造用材として期待)頻度を求め、直径階とA+B頻度の関係をみると、110年生の老熟林では直径階2.01~2.2 cm以下では直線的な比例関係がみられ、2.21 cm以上では、ほぼ100%を維持している。直線的な比例関係を示す勾配係数は、若齢高密度林分と壮齢林では明らかにながいがみられる。壮齢林で全直径階、上層木($D > 12.1$ cm)、下層木($D < 12.1$ cm)にわけ、全直径階についてみると32年生、45年生林分のA+Bは20.7%、24.2%で、これは収穫事業面で一般的に用材率20%といわれている数値と近似している。上層木階についてみると、下層木階を含まないためA+Bは著しく多くみられ、これは下層木除伐による相対的な除伐効果で、狭義の用材率向上にはならない。しかし肥大生長促進による用材率向上を示唆していると考えられる。

用材率向上のためには通直木頻度を高めることが有効であり、そのためには主伐対象木の直径を2.2 cmに早く近づける保育技術が必要となる。そして用材率向上の可能性は、現在の事業実態の20%を40%以上にすることは期待される。

6) 南西諸島における広葉樹林施業で、用材率を向上させ、さらに労働小投型の保育体系の骨子は、森林型区分、暫定的な地位指数にもとづく適地区分をおこない、更新初期の萌芽整理はおこなわずに密仕立てとし、地上3mの幹の通直性が判別できる時期(上層木平均樹高6m, 15年生前後)に除伐をおこない、上層の保残木を3,000本/ha前後とし、その後の肥大生長を促進し、幹通直木頻度を高め、上層木平均胸高直径26cm前後(林齢60年前後)に主伐することが、現時点における定性的な保育指針とされよう。そしてこの伐期は心材腐朽の罹病率の点からも適当と考えられ、従来の用材率20%を40%以上に向上させることは十分に期待できる。

(参考文献)

- 1 河田 弘, 小島俊郎: 環境測定法N, -森林土壌-, 共立出版 1976
- 2 熊本営林局: 沖縄事業区の土壌, 営林局土壌調査報告47, 1980
- 3 小島俊郎: 沖縄の森林土壌, 林試研報, 309(研究資料), 1980
- 4 黒鳥 忠, 河田 弘, 小島俊郎: 沖縄の主要な森林土壌の生成と分類, 林試研報, 316, 1981
- 5 林業試験場: 国有林野土壌調査方法書, 1955
- 6 林業試験場土壌部: 林野土壌の分類, 林試験報, 280, 1975
- 7 佐伯岩雄, 奄美大島の表層グライ系赤・黄色土, 日材誌61, 1979
- 8 山城栄光, 堀田 庸: 表層グライ系赤・黄色土の孔隙特性, 92回日林論, 1981
- 9 堀田 庸, 山内考平: 奄美大島に分布する表層グライ系土壌の孔隙特性, 日林九支研論, 34, 投稿中
- 10 沖縄県林業試験場, 民有林適地適木調査, 名護地区, 1973
- 11 沖縄県林業試験場, 民有林適地適木調査, 久米, 石垣, 1974
- 12 沖縄県林業試験場, 民有林適地適木調査, 国頭, 1976
- 13 黒鳥 忠: 琉球諸島の森林土壌とその特性, 日林九支研論, 特別講演, 1977
- 14 大山保表: 琉球森林の現況と造林(1), 琉大農家だより, 1965
- 15 大山保表ほか1: 天然生広葉樹林分の施業に関する研究I - 沖縄北部山地における天然生広葉樹林分の林分構成について, 琉大農学部学術報告(18), 1971
- 16 山盛 直ほか1: 天然生広葉樹林分の施業に関する研究II - 山地地形のちがいと林分構成 - 琉球大学農学部学術報告(20), 1973
- 17 沖縄県農林水産部, 複層広葉樹林改良技術調査報告書, 1976
- 18 M.Morishita, Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. (Department of Biology, Faculty of Science, Kyushu University) 1959

薬木薬草の生産技術の現状と問題点

薬木、薬草の生産技術の現状と問題点

I 試験担当者

前浅川実験林樹芸研究室長 山 路 木曾男
(現 浅川実験林赤沼試験地主任)

樹芸研究室 岩 崎 美 代
赤沼試験地 富 岡 甲子次

II 試験目的

近年、急速に漢方薬への関心が高まるなかで、それら生薬の主な原料である薬用植物(薬木、薬草)の栽培技術に対する要望が極めて多い。それらの栽培は古くから主産地を形成し、確実な流通機構の中で比較的安定した生産品としての位置を確保しているのが現状である。最近になって、山村の経済振興、農村の土地利用区分の問題もあって、薬木、薬草に対する注目と期待が大きい。そこで、我が国での民間薬として伝承され使用されている植物、漢方薬の有効な原料として山野に自生あるいは栽培されている植物の栽培技術の現状を究明することによって、山村の労働問題、林野の立体的土地利用の問題など、山村振興の一助としての薬木、薬草の実態を調査し、これらの導入と評価を明らかにしようとした。

III 試験の経過と得られた成果

1 生薬類の資料調査

我が国で民間薬として、ある地域で古くからの体験的言い伝え、用いられている生薬で、普通は単独(一種類)で使用するものの種類を各府県別に文献で調べた。特に、薬木については漢方薬(漢方医学による症状を総合的にとらえた何種類かの生薬の組み合わせによる処方)としての使用の有無および世に云われている薬効についても調べた。

その結果は、表-1、表-2、表-3、表-4のとおりである。

表一 生薬として各都道府県で利用されている草本、菌じん

30 都道府県以上	20～29 都道府県以内	10～19 都道府県以内
ドクダミ	ハコベ・フキ・スイセン	イネ・カラスウリ・オトギリソウ
ゲンノショウコ	ニンニク・ネギ・トウキビ	タンポポ・サルノコシカケ・アヅキ
ヨモギ	ニラ・キュウリ・ナス	オウレン・ジャガイモ・カボチャ
ユキノシタ	ゴボウ・ショウガ・タバコ	コムギ・アロエ・ヤブカンゾウ
センブリ	ツワブキ・サトイモ	クロマメ・リンドウ・アサガオ
オオバコ	ホオズキ	イタドリ・キキョウ・ゴマ・シソ
ダイコン		ショウブ・スイカ・チドメグサ
		ハッカ・ミョウガ・アザミ
		ヘチマ・オモト・クズ・トウガラシ
		ムギ・サツマイモ・サボテン
		セキショウ・ハブソウ・ハス
		ヒガンバナ・ヤマゴボウ・ヤマイモ

表二 生薬として各都道府県で利用されている草本、菌じん

1～9 都道府県
カゴソウ・ウツボグサ・ジュンラン・シイタケ・ソバ・ダイズ・ニンジン・ハトムギ・ウド・
タデ・アカザ・カタバミ・カキドウシ・カラスビシャク・ギンギン・サフラン・セリ・ダイオウ・
バショウ・ハラン・ホオセンカ・コンニャク・シャクヤク・スギナ・スイバ・イモ・タマネギ・
ベンケイソウ・モチゴメ(苗)・キク・タケニグサ・ツユクサ・イノコズチ・ノビル・ワラビ・
アカネ・アイ・イカリソウ・イワタバコ・カワラケツメイ・カワラヨモギ・キンミズヒキ・
サンシチソウ・スベリヒユ・ヒシ・スズラン・テンナンショウ・ハマスダ・ササゲ・ヘビイチゴ・
マグリ(カイニンソウ)・マムシグサ・ムラサキ・ヤマユリ・ヤブラン・ワレモコウ・アサ・
イチヤクソウ・イボトリタサ・オキナグサ・キランソウ・クサノオウ・ダイズ(黒)・クララ・
クロゴマ・ケシ・ケイトウ・サトウキビ・ジャノヒゲ・スミレ・ゼンマイ・ソテツ・チシャ・
チガヤ・ツケアケビ・トリカブト・ナタネ・ナタマメ・ノキソノブ・ハハコグサ・ブクリョウ・
ベニバナ・ホウレンソウ・ミズバショウ・モグサ・メハジキ・ヨロイグサ・ヅイキ(赤)・
アオシソ・イワタケ・イチゴ・エビヅル・エゴマ・ガマ・オナモミ・オミナエシ・オモダカ・
カワホネ・カンアオイ・カブ・カヤツリグサ・カノコソウ・カラシナ・キャベツ・
キツネノカミソリ・キンボウゲ・コンフリー・ササ・サラシナショウマ・サルオガセ・シオン・
アサガハ(白)・ケイトウ(白)・シラン・ジキタリス・ダイコンソウ・トマト・

ツリガネニンジン・トチバニンジン・トロロイモ・トクサ・トウキ・ナデシコ・ナギナタコオジュ・
 ニガウリ・ネナシカズラ・ノコギリソウ・ハシリドコロ・ヒトツバ・ヒョウタン・ヒマワリ・
 フクジュソウ・ベンベンダサ・ミソハギ・ヨメナ・ラッキョウ・ワスレダサ・キクラゲ・
 ドクゼリ・アマニウ・アオミズ・イワヨモギ・アキノタムラソウ・アキノキリンソウ・
 イヌホオズキ・イブキボウフウ・イヌナズナ・イワブキ・イケマ・イラクサ・イチハツ・
 ウマノスズクサ・イグサ・ウキクサ・ウスバサイシン・エンドウ・エゾテンナンショウ・
 オオムギ・エゾオダマ・エゾヨモギ・エゾエンゴサク・エンレイソウ・エゾミソハギ・
 エブリコ・エンドウソウ・エビスダサ・オオバユリ・オニフスベ(藍)・オタネニンジン・
 オシダ・オニドコロ・オニク・オニユリ・カワミドリ・カムイヨモギ・カラマツソウ・カタクリ・
 カタシログサ・カラスムギ・カラムシ・キムラタケ・ギンシンソウ・キジカクシ・キツネノヲ・
 キツネノボタン・キビ・クサソテツ・クリンソウ・クローバー・クリタケ・コマクサ・
 クルマバナ・サクラソウ・サジオモダカ・ジシバリ・ユリ(白)・アザミ(白)・シダ・
 シシウド・ヂョチュウギク・ハブソウ・レンコン(白)・キリンソウ・アザミ・センニチソウ・
 ススキ・ゼニアオイ・ソクズ・タンキリマメ・ホオズキ・タカラコウ・タカトウグサ・
 タテヤマリンドウ・チクセツニンジン・チョウセンニンジン・アマドコロ・オオバコ(朝鮮)・
 ツメタサ・ツルハコベ・ツリガネソウ・ツルナ・ツボクサ・テングサ(海草)・テンニンソウ・
 テッポウユリ・トウゴマ・トンボソウ・トウナス・トコロ・トウバナ・トラノオ・
 トリアシショウマ・ナンバン・ナガイモ・ナガネギ・ナットウダイ・スイセン(夏)・ナルコユリ・
 ナヅナ・ニワヤナギ・ニシキソウ・ノボロギク・ノギク・ノアザミ・ハマユウ・ハマウド・
 ハマウツボ・バナナ・ハママギ・ハンゴンソウ・ハマハコベ・ハナウド・ハマボウフウ・
 ハマオモト・ヒカゲノカヅラ・ラッカセイ・ヒトツバ・ピンボウカヅラ・ヒエ・ヒナギキョウ・
 ヒヨクソウ・ヒメハギ・ヒヨドリジョウゴ・ヒマ・フユイチゴ・ワラビ(冬)・ヘビノダイハチ・
 ヘタソカズラ・ホタルソウ・ホンダワラ(海草)・イノモトソウ(ホソバ)・ホウコグサ・
 ボウフウ・マツムシソウ・マンネンタケ・マメ・ミチヤナギ・ミツバ・ミズゴケ・
 ミツデウラボシ・ミツバオウレン・ミシマサイコ・ミズヒキ・ミズオオバコ・メナモミ・
 モウセンゴケ・モロコシ・ヤクシソウ・ヤガラ・ヤマアザミ・ヤクモソウ・ヤブタバコ

表-3 生薬として各都道府県で利用されている木本

30 都道府県		20～29 都道府県	
・ウメ(せき, 駆虫, 解熱)	33※	・モモ(あせも, 湿疹)	29
・カキ(吃逆, 夜尿症)	30	・イチジク(痔疾, 除疣, 緩下, 殺虫)	28
		・ナンテン(せき, 強壯)	26
		・キハダ(健胃, 強壯, 眼疾)	24
		・ミカン(芳香, 健胃, 止渴)	24
		・マツ(溶解剤, 利尿)	23
		・キササゲ(利尿)	22
・漢方		・ザクロ(咽喉炎, 口臭, 駆虫)	22
※ 都道府県		・ニワトコ(発汗, 利尿, 挫傷)	20

表-4 生薬として各都道府県で利用されている木本

10～19 都道府県		1～9 都道府県	
・クチナシ(利尿, 黄疸, 染料)	19※	・カヤ(駆虫)	9
・キンカン(?)	18	・サクラ(解毒, 鎮咳, 湿疹)	9
・サンショウ(駆虫, 芳香)	17	・サルトリイバラ(駆カビ, 利尿)	9
・タラノキ(利尿)	16	・シュロ(?)	9
・ビワ(利尿, 健胃, あせも, 鎮咳)	16	・ホホ(健胃, 強壯, 駆虫)	9
・スギ(硬膏, 芳香)	15	・アオキ(火傷, 切傷, 腫物)	8
・タコ(解熱, 強壯)	14	・クロモジ(脚気, 止血, 皮膚病)	8
・センダン(駆虫, ヒビ, 殺虫)	14	・ヤナギ(?)	
・ダイダイ(健胃, 芳香)	14	・キリ(利尿, 鎮咳)	7
・クワ(利尿, 鎮咳)	13	・カリン(記載ナシ)	
・タリ(漆カブレ, 染料)	13	・マルメロ(鎮咳, 洗眼)	6
・ユズ(健胃, 矯味, 矯臭)	12	・クルミ(強壯, 鎮咳, 皮膚病)	
・チャ(利尿, 強心, 興奮)	11	・グミ(?)	
・マタタビ(鎮痛)	10	・サイカチ(利尿)	6
・マダケ(鎮痛, 鎮静)	10	・ジャクナグ(強壯, 利尿)	6
・ハチク(清涼, 解熱, 鎮嘔)	10	・スイカズラ(利尿, 腫傷)	6
・イチョウ(鎮咳, 防虫)	10	・アケビ(利尿, 鎮痛)	5
		・ハゼノキ(化粧原料, 塗布剤基材)	5

・ウルシ(駆虫, 鎮咳, 通経)	5
・ウツギ(?)	
・オオツツラフジ(利尿, 鎮痛)	5
・シブガキ(?)	5
・ナツミカン(矯味, 矯臭)	5
・ナツメ(緩和, 利尿, 強壯)	5
・フジ(#)	5
・カラタチ(健胃, 駆虫)	
・ツバキ(樟油)	
・ナン(鎮咳)	
・ネム(駆虫, 鎮痛, 鎮咳)	
・トチウ(強壯)	

参考資料 日本の民間療法(全六巻)

2 主要種類についての栽培状況調査

植栽栽培の主産地を形成し、注目されているオウレンと、近年まで天然採取が主であり、植栽栽培の気運の高いキハダ、および、かつては、特用樹種として古くから農書などに記録され栽培が盛んであり、一時合成化学品に市場をうばわれたが、最近になって、再度その価値が評価されている木織を生産するハゼノキについて現地の聞き取り実態調査を実施した。それらの総括は次の通りである。

1) オウレン

(i) 栽培の概況：オウレンは、林野の環境を有効に利用でき、適地の条件が林野の場合は広く、また、収穫、採取の時期を価格によって自由に調節できる薬草であることから栽培とか収穫には、老若男女の労働配分が比較的容易であって、しかも、生薬としての流通に比較的安定性があることが特記できる。オウレンは自生のものを採取するばかりでなく、資料の一例によると、鳥取藩では藩の収入の確保と地方産物振興のため天保年間(1830～1843)に大造林をおこない、嘉永5年(1852)3月7日布告に「黄連は林の下敷下の藪地に沢山蔭付候事」と記載されている。因州オウレンの経済的価値は当時すでに確認されているようだが、他のオウレンの主産地も大なり小なりこのような歴史的な背景がある。オウレンの主産地は丹波オウレン(主として兵庫県山南町)越前オウレン(主として福井県大野市)と因州オウレン(主として鳥取県智頭町)の3カ所があり、その他に関東の日光オウレン(主として栃木県下?)がある。それぞれ裁

培の方法に違いがあり、上木が針葉樹（スギ、ヒノキ）の因州オウレン、上木が広葉樹の越前オウレン、畑植栽培の丹波オウレンなどである。それらの主産地といえども、最近の減反政策の影響で水田の転用に、オウレンの日蔭を好む性質を生かし、遮光資材を使つての（その栽培方式にはそれらの主産地に多少の違いがあるが）栽培が行われつつある。これらの中には栽培実績、流通機構など整備されているものと、まだ、そこまでのゆかぬが、他の主産地の流通機構を経由して市場に出荷しているところがある。現在では北海道、岩手、宮城、秋田、群馬、埼玉、長野、新潟、静岡、富山、石川、福井、岐阜、京都、兵庫、鳥取、岡山、愛媛、高知、熊本等、沖縄以外ではほぼ全国的に栽培されている。なお、日光オウレンとして大阪市場に出荷されているのは多分栃木県下産であろうが、栃木県下の実態としては記録されていない。栃木県下でも実態は不明のようだ。栽培面積は、鳥取県下の2.5haから愛媛県の0.1haまで大小さまざまであるが全国の推定栽培面積は約4.7haとなる。また、福島県の一部で考えられているように、水田利用の再編対策など農業情勢が厳しいなかで、会津地方で栽培されている薬用人参（オタネニンジン・あるいは、チョウセンニンジン）と同様に、オウレンの導入によって地域特産物としての主産地形成化をはかるために積極的な振興が計画されている地方もあり、前橋営林局管内国有林においてもオウレンの栽培試験が実施されている。

オウレンの植物学的特性と分布について述べれば、日本産オウレン属はキンポウゲ科である。佐竹によるとミツバオウレン、バイカオウレン、コシジロオウレン、オウレンの4種類に分類されている。葉形ははなはだ変異が多いことで知られる。葉形と分布が特異な点から、その後佐竹が、キタバ型、セリバ型、コセリバ型に区分した。キタバ型とコセリバ型は明らかに区別されるが、セリバ型は変異が多く分類は困難であると言われている。一口に言って、一般的には真日本に自生するものはキタバ型、すなわちキタバオウレン、表日本（太平洋）はコセリバオウレンとセリバオウレンの自生が多いことになる。本来、日本産黄連はキタバオウレンが主であるといわれていたが、生薬としての市場品はほとんど、丹波、因州、越前などが主であることから、セリバオウレンがその基原植物であるので生薬黄連の品質規格が重要な問題となることから、栽培するときには生産者はそのことを鮮明に認識することが望まれる。その他世界の *Coptis* spp. はヒマラヤからアジアの北部北米に分布する。中国には数種が自生している。その代表的なものは *Coptis Chinensis* FRANCH 黄連、である。

我が国の主産地は歴史的な背景と環境因子の組み合わせで、特徴のある栽培を実施している。

福井県はオウレン栽培地としてはまず代表的な特徴を持っている。主産地は大野郡の

山川部で、その立地条件は夏季に冷涼で、排水と通気性に富む砂質壤土である。藩政時代から老幼婦女の副業として、春夏の養蚕、秋のオウレン栽培、冬の和紙製造と山間地方における、数の少ない収入源としてオウレンの栽培は古くから重要な農山村産業の一つでもあった。栽培の主流は、セリバオウレンであり、わずかに、キタバオウレンが混在している。栽培法の特徴は林内において、ブナ、ヤマハンノキ、ヤシヤブシ、ナラ、クリなどの広葉樹林の林床を活用している。林内の広葉樹が落葉し終った10月下旬から降雪期までに播種する直播栽培法と、林内の広葉樹の中に苗床を作り、そこで、3～4年生まで育苗して本畑へ移植する移植栽培とがある。後者の方が、養苗中の管理が容易であるし、移植後の成績がよい。栽培床3.3㎡当り50～60株で、1株の苗数は大苗で、5～6本、小苗で10本ぐらいである。本畑の管理は、年に1回林床の雑草がオウレンよりやや高めのところまで繁ったとき、その草丈のやや高いものを刈り取る。林の枝打、間伐は2～3年に1度ぐらい行い、林のうつ閉度の調節を実施するが、林床の明るさは60～70%として、収穫期の13～15年の前年度は、100%近くまで光が林床にとどくようにする。施肥はほとんどおこなわない。上層を覆う落葉樹の葉が落下し、その腐植による肥料効果も見がせない。収穫は夏季から秋の下旬までにおこなう。根茎の調整は、水で洗ったりしないのは主成分のベルベリンは水で容易に溶解するからである。掘り上げた根茎は4～5日乾燥し、からまりあったものを分離し、なま乾きになった頃に、根茎の細根を火にかざして焼く。これを「毛焼」と呼んでいる。さらに、それを天日で乾燥して、「ミガキオウレン」とした越前オウレン生産品として出荷される。

兵庫県氷上郡山南町附近で（約50戸、平均栽培面積0.8ha）生産されるオウレンを丹波オウレンと呼んでいる。全国各地で採集されるもので、出荷体制の安定していないものも、そのような呼び名の中に混入されていることもあるようである。この地方の特徴は平地の畑で栽培し、栽培管理が粗放でなく、十分な施肥を実施している。まず、播種と育苗であるが、苗畑を120cmの巾の短冊床を作り、元肥として堆肥、油粕などをすき込み整地し、11月上旬から12月上旬にかけて播種し、かるく覆土して、落葉あるいは藁で床面を覆う。発芽後はすみやかに日覆いをかけるために、高さは約120cmの杭を2m間隔に立て、横木をわたして、その上面、および側面を針葉樹、竹の枝等で遮光する。定植は播種後3年目の9月下旬から10月下旬ごろまでに行う。その条間は20～25cmとし、5条ごとに30cm前後の通路を作り、株間は20cm前後とし、大苗は3本、小苗は10本位を1株として植え付ける。ここでの生産過程は短年月であり、大体5年から6年で製品化しているようである。

鳥取県智頭地方で生産するオウレンは因幡オウレンあるいは因州オウレンと呼ばれて市場での評価は良い。この地方のオウレンの栽培方法は、針葉樹のスギの林床を使い、主林木のスギの伐採と、オウレンの収穫を効率的に組み合わせて、合理的な林地の立体的、生態的な活用による経営がおこなわれている。このオウレンは主としてセリバオウレンといわれ、ベルベリンの含有率が高く、品質が良いことで知られている。栽培方法は、スギの造林地の第1回の間伐の頃、林床の植生が少なくなった頃に、丁寧に整地し、11月下旬頃から2月頃までにかけて播種をする。雪面にも播種することもある。発芽したものは雑草により死滅しないように、植生の雑草を調節し、また、上木のスギの枝打の調節によって、下層植生の生長をオウレンに適した明るさに誘導するのであるが、あくまでも主林木のスギの撫育を第一に考えて施業される。降水量、積雪、立地条件など智頭の場合は極めてめぐまれていると言えるし、出荷の方法、流通機構は品質の良いものを栽培する努力で安定している。何と云っても強みは、主林木との組合せの経営がオウレンの栽培に、他の生産地では見られない利点が多いことである。

オウレンは耐陰性植物であるために、林床が好適な栽培地となる場合が多い。その被陰度の指標に林内の被度を参考にして一般的に云われている表現に山の北面では三陰七陽、南面で六陰四陽などといわれ、栽培地の明るさが栽培条件の重要な因子となっている。

群馬県下小根山国有林のスギ壮齡林の林床に栽培（昭和8年今市営林署から導入された記録がある）されているオウレンについて現在の生存生育状態と明るさの関係を観察測定し、オウレンの生存に必要な林内の明るさを積算相対照度で把握しようとした。

調査と測定方法は、1979年9月3日～5日に、前橋事業区57林班（小根山国有林）スギ（明治38年植栽）林の林床に群生するオウレン栽培地面積22m×60mの林内草本層の高さと被度を調べ、植生の被度を11階級に分けた。その中に明るさの測定のため面積1㎡を20箇所設定した。明るさの測定はジアゾ感光紙法(11)、(12)で、地上20cm（ほぼオウレンの高さ）と100cmにそれぞれ感光用封筒を支柱に配置した。この方法はジアゾ感光紙の光化学反応を利用したもので、感光紙が完全に漂白されるためには一定の光量（照度×時間）が必要である。一枚の感光紙を通過するたびに一定の割合で光量は減少する。その応用によるもので、オウレン群落上および全天光下に24時間放置した後に回収し、それをアンモニアガスを充滿させた容器に入れて現像した。漂白した感光紙を数え換算表から積算相対照度を記録した。

その測定の結果と考察は、各測定の相対照度とオウレン栽培地の植生および被度は表-5の通りである。スギ林床の植生はツリフネソウが、オウレン群落の上部を覆う状況である。20箇所の測点からオウレンの被度階級0から十のところは、No1, 2, 4,

表-5 スギ壮齡林下オウレン植栽地の林床植生 — 相対照度と被度 —

plot No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
草本層の高さ (cm)	60	40	30	60	70	60	30	90	90	100	70	60	60	50	50	60	30	40	70	70
の植被率 (%)	90	60	90	90	100	100	20	100	90	70	90	100	90	80	30	90	100	80	100	100
地上100cmの相対照度(%)	4.0	1.8	1.8	3.4	3.4	4.0	1.5	4.0	3.4	3.4	8.0	4.7	4.0	4.0	4.0	3.4	2.9	1.8	6.5	4.7
20cmの (%)	1.5	1.8	2.1	2.1	2.9	2.5	1.5	2.5	2.9	3.4	5.5	2.1	1.8	2.5	2.1	2.9	4.0	2.5	1.3	4.0
① ツリフネソウ	8		1	7	5	3		4	3	5	7	8	2			3	1	+	8	7
② オウレン			3	+	9	8		9	2		6	8	9	5	+	8	10	8	8	8
③ トコロ				+	1	3		1	+		3			+	+	1	1	+	+	+
④ アマチャヅル		+	1	+	1	1				2	1	+	+		+	1		+		
⑤ アブラチャン	1	2		1			+								1	2	1	2		
⑥ ナギミザサ	+		3				+		1	+								1	1	1
⑦ モミジハダマ	+		+	+					+	2				1	1					+
⑧ フジ						3	1							1	3	1			+	2
⑨ イネドリ								2	1	2				1	+					+
⑩ ハナイカダ	+	1		1	3				1					3						
⑪ タサギ		+	2	1																
⑫ モミジイナゴ		+	+		2															
⑬ シロヨメナ							+							1				+	+	+
⑭ イヌワラビ						1	1										+			+
⑮ タマアジサイ								4					5	2						
⑯ ツリバナ		+	+						1											
⑰ キバナアキギリ	1			2																
⑱ ミズヒキ	+								1											
⑲ スイカズラ		+												+						
⑳ タラノキ		+							1											
㉑ ヨツバムグラ																	+	+		
㉒ ニガイチゴ																	+			+
㉓ ヘビノネゴザ												1	1							
㉔ ウツギ	1																			
㉕ アカツ									2											
㉖ アケビ	1																			
㉗ サワフタギ															+					
㉘ ヤマブドウ		2																		
㉙ ヤマグル					2															
㊱ トナヅ		3																		
㊲ ウド														1						
㊳ マタタビ			+																	
㊴ ムラサキシキブ							+													
㊵ アカネ													+							
オウレン分布域の	内(上)部	内(上)部	内(上)部	境界(上)部	境界内(上部)	内	内	内	境界(下)部	境界外(下部)	内	内	内	境界内(下部)	境界	内	内	内	内	内

被度の数字は11階級 10.....95 ~ 100% 9.....85 ~ 94%
8.....75 ~ 84% (中略)
1.....5 ~ 14% +.....4%以下

7, 10, 15の6点である。そのRI(地上20cmの相対照度)はそれぞれ1.5, 1.8, 2.1, 1.5, 3.4, 2.1%となっている。このうちNo10のRI3.4%は他の5箇所1.5から2.1%の範囲に比べると明るくオウレンの生育可能照度で、そこに生存がみられないのは、位置的にオウレン群落より離れているために、まだオウレンが分布していない場所と考察される。オウレンの被度9あるいは10はNo5, 8, 13, 17で、これらのRIは2.9, 2.5, 1.8, 4.0%となっている。その中で、No13のRIは小さいが、100cmのRIとなると4.0%となり、この場合はその影響が大きいとみるべきであろう。測点が位置的に近いNo14と15の関係と、同様に、No18と7のそれぞれのRIを見ると前者は2.5-2.1%, そのオウレンの被度5→+, 後者はRI2.5-1.5%, オウレンの被度8→0となっており、RIが小さくなる方向に、オウレンの被度も小さくなっている。この関係をRIとオウレンの生育状況からみると、オウレンの生育可能な最低積算相対照度は約2%と推定される。

また、水耕栽培でオウレンが生育するかどうかを調べるために、オウレンの水耕栽培試験を実施した。その方法は1980年2月12日にオウレン(鳥取産)を播種し、発芽した小さい苗を、6月末頃より水に馴らし、次に低濃度の培養(標準培養液の $\frac{1}{6}$ 濃度)を行い、7月29日より水耕液のPの濃度に差をつけてスタートした。24L容のポリ容器を使用し、エアポンプで通気を行い、1ポット16本植、1回くり返しであった。

培養液は標準培養液すなわちN=40 ppm, P_2O_5 =25 ppm, K_2O =30 ppm, CaO =20 ppm, MgO =10 ppm, Mn_2O_3 =2 ppm, Fe_2O_3 =1 ppm, (以上林木用培養液)の $\frac{1}{3}$ 濃度を1とし、それを基準として使用した。試験設計は次表の通りである。

試験設計

処理区 基準 ($\frac{1}{3}$ 濃度)	1	2	3	4
N, K_2O , CaO , MgO Mn_2O_3 , Fe_2O_3	1	1	1	1
P_2O_5	0	1	2	3

pHは初発4.2~4.5に調整(1N H_2SO_4 使用)し、水替は大体10日毎に行い、夏季は週一回行った。相対照度は約3.9% (7月晴天の日)であった。

12月8日~9日にかけて、測定した結果は表-6のとおりとなった。

以上のことから、オウレンの初期の生育にPの要素は有効で重要であり、その濃度も更に検討の必要があるように思われた。

表-6 オウレンの水耕試験

1株あたり平均

事項 処理	(開始時) 55. 7. 29			(終了時) 55. 12. 9						
	苗長 cm	苗重 g	葉柄の本数	苗長 cm	葉柄の本数	根元の直径cm	根長 cm	地上部重 g	地下部重 g	全重 g
1	3.3	0.19	4.4	4.0	4.4	0.35	7.8	0.21	0.36	0.56
2	3.5	0.20	4.4	6.1	6.5	0.44	8.4	0.58	0.52	1.10
3	3.6	0.19	4.3	7.8	7.5	0.49	10.6	0.73	0.52	1.24
4	3.5	0.20	4.3	7.2	6.9	0.45	10.3	0.69	0.39	1.09

(ロ) オウレンの問題点: オウレンは豊凶の差が少なく、薬効の研究が向上するにつれて、必要性が認められ、需要も多くなる傾向である。農山村の労働力が減少しているが、オウレンの栽培作業には融通性があり、老幼婦女でも栽培の作業が比較的容易に出来るし、生産量は軽量である。しかも、製品に必要な器具は安価である。また、造林地に栽培するときは収穫の年度を主林木の価格などの関係で、鳥取県智頭地方の山村にみられる様に適当に、オウレンの採取時期をずらすことができる。短所としては、価格が不安定であり、現在、各地で栽培される様になったので生産過剰にならぬかとの心配はどの主産地でも持っている。その他、畑地栽培、水田再編対策でオウレン栽培が注目されているが、オウレン栽培には排水が良好であることが特に必要であることを考慮することが大切である。

(2) キハダ

(イ) 栽培の概況: キハダは生薬名を黄柏という。ミカン科キハダ属、普通のキワダ、あるいはキハダと称するのは *Phellodendron amurense* Rupr. (キハダ)をいう。我が国では、北海道から九州までの各地の山野に自生している。杉本順一氏はキハダを次のように分類されている。

①キハダ 北海道、本州、四国、九州、朝鮮半島、中国大陸の北部、東部、シベリヤ、

②オオバノキハダ 関東、中部、③ミヤマキハダ、北海道、本州、④ヒロハノキハダ

北海道、樺太に主として分布していると記載されている。日本林業樹木図鑑によれば、

キハダ属は分布が東亜に限られ、種を細分すれば中国に6種、台湾1種、朝鮮に4種、日本6種、産地不詳のもの1種、が記録されているが、おそらく、2~3種にまとめるのが妥当であろう。日本では、ほかに、葉裏に多毛のオオバノキハダ、一名ミヤマキハダを認められるとも記述されている。いずれも雌雄異株であり、分類的な特徴はキハダは葉の裏の基部に少し毛が残るだけで殆んど無毛であるが、オオバノキハダは図鑑で記

述されているように葉の裏の脈上に立毛がある。ヒロハノキハダは分布範囲が広い。栽培は秋田、新潟、富山、石川、鳥取、熊本、の各県で実施されているようであり、栽培総面積は約304aに造林されている。生薬としての黄柏は、キハダの幹のやや厚いコルク層を除くと、黄色の皮部があるが、その部分を乾燥し鮮黄色になった樹皮を云う。主成分のベルベリン含有量は産地別、樹種別、採取部位別、性別、樹齢などによって差異があるようだが、一般的に根に近い部分がわずかに高く、時期的に7月採取のものが最高で、次いで、8月、6月の順に含有量は低下すると言われているが、根より根株附近が多く、主幹部は下部より上部、さらに、枝部にしたいが多少の差異はあるが低くなる傾向にある。同一の1本のキハダでも部分により1~2%の含有率から10%ぐらいまで広い巾に含有量の分布が見られる。日本薬局方では黄柏のベルベリンの含有量は1.0%以上となっている。年間で約300 ton消費されるが、約50%が国内産、他は朝鮮半島などから輸入されている。自生の採取の盛んな県は長野・埼玉県に代表される。

ベルベリンは2つの薬理作用で知られている。すなわち、人体の循環器系と消化器系に対する作用である。前者は血圧降下作用、後者は生体位消化管運動作用を促進する。漢方薬としては健胃（腹痛、消化不良）、民間薬としては眼疾の洗滌に使う。長野県その他でも、山岳信仰と組み合わせ、ベルベリンが主成分の薬品が販売されている。その効能には胃痛、腹痛、下痢、溜飲、宿酔と記載されている。

キハダの造林はいつものところ、天然の自生種を育林すべきである。自生しているキハダの立地条件は土層が深く、排水が良いところであるので、もし、造林を試みる場合は環境としての導入場所の選定には十分な調査が必要である。長野県では造林の指標植物として、ブナ、サワグルミ、トチ、オニグルミ、ハンノキの自生しているところであるといわれている。沢筋あるいは山の中腹以下が最も適している立地といえる。

キハダの造林用苗木の仕立方は、種子を10月上旬から11月中旬頃に成熟した実を樹勢の良い天然生から採取し、果肉をとり除く。果実約1kgから6,000粒の種子が得られる。種子は乾燥させない様に貯蔵する。種子は硬粒であるので、播種の前、2、3日水に浸漬してから蒸干し、春に播き付ける。播種床は、3.3m²当り、脱脂糖（コメヌカ）500g、または、化学肥料（粒状）50g程度を施し、m²当り、5~6gの種子を播く。播種後は乾燥を防ぐために、覆土する。発芽後は密生部分の間引を行い、除草と中耕は適宜に実施する。播種時期は4月上旬から5月上旬が適期であるが、取り播きの方法もある。発芽した苗木は順調に生育すれば山出しに使える程度の1m前後になる。それを秋植にするか、次の春までそのままにして、苗木を充実させ、春に新芽が出る前に植え付ける。ただし、キハダは春期芽の出が早いので、秋植えの方が翌春の生長のこ

とを考えると好都合である。なお、山引苗の利用も大いに活用の余地はある。

地植えした造林地に、植穴60cm、深さ約30cmの穴を掘る。そこに完熟した堆肥を投入し、植え付後は植栽木の乾燥を防ぐために、落葉をかけて置く。植栽後4~5年間は毎年1~2回下刈り、つる切りなどを行って幹が通直になるように育てる努力をするが、植栽したものは枝が分岐し、整枝する必要があるものが多くなる傾向がある。キハダの人工造林で究明し、解決しなければならぬ大きな問題はこのことである。追肥は林業用肥料1本当り100g、反当り20~25kg施用する。植栽後2年目には2.0~3.5m、5年目には7.0~8.0mに育つ。1.2~1.3mになれば、剥皮が容易で、ベルベリンの含有量の多い7月上旬から8月にかけて剥皮収穫する。直径2.0~2.5cmぐらいになるには植栽後20年は必要で、その時の1本当りの収穫量は15~20kgの計数となるろう。

ここで、新潟県下におけるキハダの造林と施業法についての資料によれば、新潟県下におけるキハダの分布は県境附近に多く、標高は400m以上であって、群生地平均気温は、4.1℃以下、温量指数は52.2以下の冷涼なところに分布し、山地帯上部から亜高山地帯にかけてもっとも多く生育している。生育地の土壌型からみると、同樹齢で比較した場合には、B_D 崩積地が最も生育が良好で、次いでB_D 型衝行地であって、土壌の良否が生長に大きく影響しているようである。

表-7は黄柏（キハダの樹皮のコルク層を除いた内皮の乾燥したものの黄色）の収穫量を調査したものである。黄柏の乾燥収穫量は、生皮重量の47.4から48.1%の歩止り

表-7 黄柏の収穫量（新潟県農林部林政課1976）

№	採取地	生立 状態	樹令	樹高 m	直径 cm	材積 m ³	採取 年月日	生皮重量 kg	乾皮重量 kg	乾皮重 生皮重×100 %
1	松之山町小谷	林分	年生	3.9	1.1	3.2	51.7.8	42.0	19.9	47.4
2	" 天水越	"	60	1.6	4.4	0.99	51.7.12	79.5	37.9	47.4
3	安塚町須川	孤立木	48	1.8	4.6	1.22	51.7.26	167.0	80.3	48.1
4	" 大原	林分	42	1.6	3.1	0.39	51.7.27	46.0	22.0	47.8
5	塩沢町清水	"	53	1.8	2.7	0.24	51.7.29	17.8	8.5	47.8
6	" "	"	54	1.1	2.4	0.14	51.7.30	9.4	4.5	47.9

注) №1, 2, 3の材積は材積表より、№4, 5, 6の材積は樹幹析解により求めた。

である。黄柏の厚さは直径が大きくなるほど厚くなり、孤立木は林分に生育しているものより厚い傾向がみられ、また樹幹の下方ほど厚く、上方になるにつれて薄くなる。樹

皮の中のベルベリン含有量(有効成分)いずれも根部において最も高く、主幹部は下部より上部、さらに枝部に達するに従い、部分的には多少の差異は認めるが、一般的にはいずれも低くなる傾向が認められる。

(ロ) キハダの問題点:キハダは天然の自生種を保育管理して利用するのが現況では原則である。植栽する場合にはいまのところ事例が少なく、また、植栽したキハダの樹形が天然生に比較して、分枝の数が多く生育が劣る傾向など、これから解明しなくてはならぬ問題が栽培林には多い。一般的に見て、肥沃地を最適とする特用樹種は、群としてよりも単木の取扱が必要で、そのために樹種の生態的特性の把握が要望される。キハダの栽培の良否の鍵は環境条件が全て整うことであろう。そして、その条件を明らかにすることが今後の課題である。

3) ハゼノキ

(イ) 栽培の概況:ハゼノキの果実から採取する木蠟は化粧品原料、膏剤基剤、木具、織物の艶出など多くの用途がある。キハダが山林に生育しているのに比べて、ハゼノキは関東以西、四国、九州、琉球に分布し林野あるいは土堤、河川敷に採蠟用に植栽し保育している。古来農書にハゼの植林が多く登場する。中でも有名なのは延享4年(1947)高橋善蔵著「植樹遺言書」は、ハゼの利用価値から将来性について、栽培法ハゼの実の調製法あるいは保護関係まで詳細に記述し、米や、貨幣は現在だけの財産だが、蠟は植えておくと永久に利益を生ずるものであることを力説している。大蔵永常の「広益国産考」も有名である。また、昭和13年に正木八十八氏による著作は当時の我が国の植増殖と販売の指針としての意味は極めて大きい。

ハゼノキとはウルシ科ウルシノキ属に属し、この属は熱帯より暖帯に広く分布している。中でも、ウルシノキから採取する樹液はウルシといい、第一級の塗料である。古来から日常品、あるいは美術工芸の方に多く使用された。現在、日本産のウルシは貴重品に属し、その道の美術工芸家に愛好されている。

ハゼノキは落葉高木で、本州の中部以南から九州、四国、東南アジアまで広く分布している。雌雄異株で徳川時代には西日本の農村における代表的な商品作物で、畿内、山陽の綿、関東、裏日本、東北の蕎麦、四国の藍葉と楮などに対して九州ではこの木蠟であった。当時の用途は、灯料と髪油(ピンツケ)に消費された。現在は輸出資料によれば、東南アジア、ヨーロッパ、アメリカ、ソビエトなどに輸出される。油の性質が脂肪であり、結晶が小さく粘着性に富む特殊な性質であるので、輸出先では用途の明らかでないものもある。戦前の輸出先は東南アジアが大きい割合を占めていたし、表-8の様に貿易の取り引きはすでにコードによって処理されているように、我が国の木蠟が如何に貿

易で重要であったかを知ることが出来る。近年はヨーロッパへの進出が目立っている。用途については先にも述べたが口紅等化粧品用、特に東南アジアでは男子用ボマードやチッタには欠くことのできない数少ない無害(肌あれなど)な原料で、木蠟が見直されている。ピンの封蠟、色鉛筆の芯、グリースの原料、家具のつや出し、その他、研磨、潤滑油として近代科学の最先端でも利用されている様である。

いずれも代替物質(合成パラフィンなど)からの回帰であるからハゼの木蠟の特性が如何にすぐれているかを知ることが出来る。昭和7年(1932年)に農林省(当時)が農村振興の一つとして指導奨励したことがあるが藩政時代から近代まで木蠟は注目される物質ともいえる。資料によると木蠟の主要生産地は福岡、佐賀、愛媛であって国内生産量は昭和54年で348 tonと報告され、福岡県がその55%の生産を占めている。秋期、西海道を旅行すると畦畔、土堤、などに点々と美しく紅葉しているハゼノキは古くからの筑後の風物詩でもあった。

ハゼノキは藩政時代から政策として奨励されたので、優良な品種が多い。特に昭和福植は長崎県島原市で古くに発見されたもので、蠟分が多く品質が優良なことで知られている。ろうの歩止りは28%~30%で、新実と古実(1年経過したもの)ともに、採ろうが出来て、素ろうから、白ろうへの漂白も容易であるといわれる。昭和2年(1927)昭和福と命名され、戦前、戦後にかけて普及したハゼの王者である。その他葡萄植、伊吉植、松山植、利太治植など発見者の名まえを命名しているものが多い。広い意味において、すでに林木育種は成果をあげていたことになり、先人の先見がハゼノキに見られる。

ハゼノキの適地は極めて陽性であるために、日当りのよい南面が良く、特に、腐植質の多い土壌が良い。ハゼノキは浅根性であるために、過湿や乾燥には弱い。栽培地では、土地の立体的利用の一つとして間作が多く実施されているのは肥料施肥の効率化の面からも合理的である。畑地での栽培には、植え付けてから収穫までの年月の経費の一部を間作の作物の収入で補うことが特に必要であろう。

収量が多く育成が容易な、良好な形質のハゼノキを増殖するために接木の技術が必要である。その理由の一つとしてハゼノキは雌雄異株であるために、採種の面からも、雌木を肥培管理する必要があることがあげられる。接木は播種した台木を苗畑で管理し、3月下旬から4月上旬にかけて、あらかじめ、優良母樹から採穂し、貯蔵しておいた接穂を接木する。接木の方法は居接が普通である。接木の際は、接着部の乾燥を防ぐために、接木蠟などを塗るか、あるいは、土盛をしておく。その際、絶対に接穂に触れぬようにする。接木に成功し、穂木が生長して約60cm程度になれば定植する。ハゼノキの

COMMODITIES AND TRADE PHRASES

Additional Packing

98570	z11ju	Packed in single gunny bags of 100 pounds
98571	z11kv	Packed in cases of 90 to 100 pounds
98572	z11lw	Packed in cases of 200 to 220 pounds
98573	z11mx	Packed in cases of 265 to 275 pounds
98574	z11ny	Packed in barrels of 250 pounds
98575	z11oz	Vegetable Wax
98576	z11qa	Vegetable Wax packed 210 pounds to a case
98577	z11rb	Chinese Vegetable Wax
98578	z11sc	Chinese Vegetable Wax F. A. Q.
98579	z11td	Japanese Vegetable Wax
98580	z11vf	Japanese Vegetable Wax No. 1 quality
98581	z11wg	Japanese Vegetable Wax No. 2 quality
98582	z11zh	Japanese Vegetable Wax, Extra fine quality
98583	z11zj	Japanese Vegetable Wax, any brand first quality seller's option
98584	z1jaaj	Japanese Vegetable Wax, any brand second quality seller's option
98585	z1jen	Japanese Vegetable Wax, Fan Brand
98586	z1jfo	Japanese Vegetable Wax, Fan Brand packed in cases 210 pounds
98587	z1jis	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 1
98588	z1jku	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 1 packed in cases of 224 pounds
98589	z1joy	Japanese Vegetable Wax, Chikusan Brand, packed in cases of 210 pounds
98590	z1jra	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 1, Star Brand
98591	z1jud	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 1, Star Brand packed in cases of 224 pounds
98592	z1jve	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 2
98593	z1jyh	Japanese Vegetable Wax, Chikusan/Kitagumi
98594	z1jzi	Japanese Vegetable Wax, Chikusan/Kitagumi packed in cases of 210 pounds
98595	z1kai	Japanese Vegetable Wax, Chikusan Unbleached
98596	z1kem	Japanese Vegetable Wax, Chikusan Unbleached packed in cases of about 210 to 220 pounds
98597	z1kir	Japanese Vegetable Wax, Chikusan Superior
98598	z1kkt	Japanese Vegetable Wax, Chikusan Superior, Phoenix Brand
98599	z1klu	Japanese Vegetable Wax, Chikusan Superior, Phoenix Brand, packed in cases of 224 pounds
98600	z1kox	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi Brand
98601	z1kpy	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi Brand packed in cases of 210 pounds
98602	z1ksa	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi No. 1
98603	z1kuc	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi No. 1 packed in cases of 224 pounds
98604	z1kwe	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi No. 1 or Chikusan No. 1 at seller's option
98605	z1kyg	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi No. 1 or Chikusan No.

98606	zilah	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi's Sakura Brand
98607	z1lbi	Japanese Vegetable Wax, Kitagumi's Sakura Brand packed in cases of 224 pounds
98608	z1lel	Japanese Vegetable Wax, Shimizu Brand
98609	z1lfm	Japanese Vegetable Wax, Shimizu Brand packed in cases of 210 pounds
98610	z1lgo	Japanese Vegetable Wax, Shimizu No. 1
98611	z1ljr	Japanese Vegetable Wax, Shimizu No. 1 packed in cases of 224 pounds
98612	z1lks	Japanese Vegetable Wax, Shimizu No. 2
98613	z1llt	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 1, Kitagumi No. 1 or Shimizu No. 1, at seller's option
98614	z1lmu	Japanese Vegetable Wax, Chikusan No. 1, Kitagumi No. 1 or Shimizu No. 1, at seller's option, packed in cases of 224 pounds
98615	z1low	Wheat
98616	z1lqy	Wheat and Flour
98617	z1lta	Wheat and/or Flour
98618	z1lub	Wheat and/or Flour and/or Barley
98619	z1lxe	Wheat and/or Flour and/or general merchandise
98620	z1lyf	Wheat and Barley
98621	zimag	Wheat and/or Barley
98622	zimci	Wheat and/or Barley and/or Oats
98623	zimek	Alberta Wheat
98624	zimho	Alberta Red Wheat
98625	zimip	Alberta Mixed Winter
98626	zimmt	Alberta Mixed Winter No. 1
98627	zimnu	Alberta Mixed Winter No. 2
98628	zimov	Alberta Red Winter
98629	zimry	Alberta Red Winter No. 1
98630	zimua	Alberta Red Winter No. 2
98631	zimye	Alberta Red Winter No. 3
98632	zinaf	Alberta White Winter
98633	zinch	Alberta White Winter No. 1
98634	zindi	Alberta White Winter No. 2
98635	zinej	Alberta White Winter No. 3
98636	zinhn	Algerian Wheat
98637	zinio	American Wheat
98638	zinnt	Australian Wheat
98639	zinou	Australian Wheat, Purple Straw
98640	zinsy	Bluestem Wheat
98641	zinva	Bluestem Wheat No. 1
98642	zinyd	Bluestem No. 1 Wheat, Export, Portland Grade
98643	zinze	Bluestem No. 1 Wheat, Milling, Portland Grade
98644	ziobf	Bluestem No. 1 Wheat, Tacoma Grade
98645	ziocg	Buckwheat
98646	ziodh	California Wheat
98647	ziofj	Canadian Durum Wheat
98648	ziogl	Canadian Durum Wheat No. 1
98649	ziohm	Canadian Durum Wheat No. 2
98650	zioin	Canadian Durum Wheat No. 3
98651	ziojo	Canadian No. 1 Northern

樹形は品種によって半円球、あるいは扇形となる。なるべく、実の収穫を容易にするために、低木形を心がけるべきであるので、整枝などの手入れが必要となる。密植することによって樹高を高くするよりも、自然に枝が広がるように保育すべきであり、枝先に陽光が当たる面積を広くすることによって、その部分に多くの結実をみることができる。

現在、国内生産量は詳細に知ることは出来ない。日本木蠟商工業協同組合によれば、木蠟約240 tonとのことであり、木蠟製造者13社（福岡県6、佐賀県1、長崎県2、鹿児島県1、愛媛県3、内1工場休止）がある。生産者の出荷態勢に問題があり、組合組織でないために、庭先渡の価格も把握するのには容易でない。大体、現在反当り、約1,000kgの果実が採取され、kg当り200～250円の採取賃金である。なお、熟練した採取人1人当り120～150kgで、普通は50～100kgを採取している。それらから算定して、また木蠟の需要も拡大しつつあるので、ハゼノキは今後、適地の林野では、その栽培を奨励すべきであると考えられる。それには植栽による、生産の保続を助長する施策と、木蠟の他に代用が効かないなどの特徴をより生かす用途開発に目を向けるべきであろう。現に木蠟の生産の停止をくいとめるため、農山村で注目をおこたうてはいけな樹種である。なお、福岡県八幡農林事務所の村瀬勇氏の報告によると、特用林産振興基本計画の中で、福岡県では、生しいたけ、乾しいたけ、たけのこ、竹材に木蠟の五作目になったと記されている。木蠟を生産する植物はハゼノキに代表されることを多くの人に知らせる努力もまた忘れてはならぬ。

表-9 県別ハゼ実生産量（日本木蠟商工業協同組合調）
（単位七）

県名	昭和51年	昭和52年	昭和53年	昭和54年	昭和55年
福岡	300	310	300	310	350
佐賀	90	90	90	120	180
熊本	120	240	250	190	245
長崎	90	100	180	120	180
大分	50	90	80	70	65
宮崎	30	90	80	70	65
鹿児島	30	90	90	70	65
愛媛	70	150	130	110	150
計	750	1,160	1,200	1,060	1,300

表-10 ハゼ実1本当結実量
単位kg

樹令	標準結実量	（最大結実量）	島原昭和福結実量
3	1.2		
5	2.5	（10）	5～10
10	6.0	（20）	10～30
15	9.0	（30）	15～45
20	15.0	（40）	20～60
30	20.0	（60）	40～100
40			80～150

村瀬勇：ハゼ栽培について（1981）

(ロ) ハゼノキの問題点：永年特用樹種の代表的樹種であるハゼノキは、木蠟の化学的な特徴が長所となって再認識され、現在需要が拡大しているようである。これは合成ワックスの用途の見直しから出発していることになるので、地域的には片寄るが、今後特に注目すべき樹種である。

現在、一般的に見てハゼノキは一時期植栽が忘れられたため高齢化して、更新の時期にきているのが現況であり、また、ハゼの実の採取者も同様高齢化の傾向にあるので、早急に適切な処置をとる必要がある。それらの問題点のうち主要なものは次の通りである。

まず優良なハゼノキの増殖があげられる。これには育種の手法により速やかに優良品種を増殖する方法を実現することである。生産価格を低減するために、ハゼノキの低木化を図り、集団で栽培し、永続性のある増殖栽培技術確立することである。また、ハゼノキの人体に対するカブレ防止の問題、木蠟の暮らしの中での重要性についての知識の普及の問題など解決すべき事項が多い。

3 薬木、薬草の流通問題

薬木、薬草を民間薬として個人消費するだけであれば、流通問題に言及する必要はなく薬木、薬草の問題の中で処理されることになる。しかし、山村の経済的な問題として薬木、薬草の導入あるいは栽培を考えると、薬木、薬草は大きさに言えば流通問題そのことにつきる。簡単な流通経路で説明すれば、生産者—仲買人—生薬会社となるが、古い生産地はど三者ががっちり組んでいるから、たとえ、採取あるいは栽培しても、品質、規格、年間消費量のワタなどによって、右から左へと生薬は売ることとは出来ない。

これらの流通機構の中心的な役割をしている日本生薬連合会によれば、生薬の生産、流通経路は、図-1のようになる。栽培者からみると図では、地方業者までが無資格者がとりあつかう品物（ただのもの）であり、品質、規格など不安定の要因の中で、相対取引（相対売買）で入札制でない。生産者（天然採取者も含む）が有利になる方法は先に述べたようにまず需要者を確保することである。それぞれの年間消費量はほぼ資料などで判明しているものであるから、無計画な生産は、他の生産物でも同じであろうが、極めて危険であることを認識すべきであって、特に、生物が原料の場合が多い生薬では、製品の保管などに場所と経費が増大するから、得策でない。

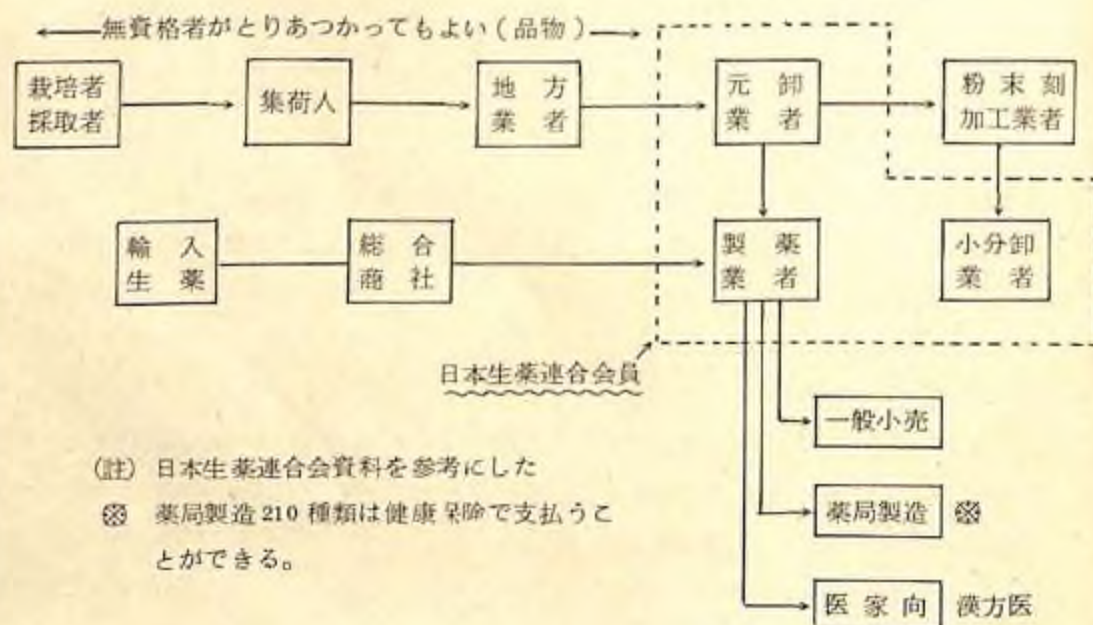


図-1 生薬の流通経路

近年医療の重要な一つの方法として、見直されている漢方治療の医療薬としての生薬の評価に、薬木、薬草生産に対する施策、漢方医薬品に対する施策が総合的に対処するならば、我が国での年間消費する生薬の約80%以上を国外に求める現況から脱皮することも出来よう。安定した良質の生薬を我が国で生産することが出来るように需要と供給の関係を調節することが望まれる。なお、我が国で流通機構の中で生薬の原料として生産されている各県別の薬用植物は表-11である。

表-11 道府県において栽培されている薬用作物（生薬）名一覧
 （農林水産省農芸園芸局）
 （畑作振興課資料1980）

北海道	オウレン、カノコソウ、ジャクヤク、セネガ、センキュウ、ダイオウ、トウキ、トリカブト、ミシマサイコ、ヤクヨウニンジン
岩手	オウギ、オウレン、ジオウ、ジャクヤク、センキュウ、トウキ、トチュウ、ハマボウフウ、ボタンビ①、ミシマサイコ
宮城	オウレン、ミシマサイコ
秋田	オウレン、キハダ、ケツメイシ、サンベンズ②、センキュウ、ボウコウナン③、ヨクイニン④
山形	ベニバナ
福島	ヤクヨウニンジン
茨城	イチョウ、ジャクヤク、タマザキツヅラフジ、ミシマサイコ、ヨクイニン
群馬	イチョウ、オウギ⑤、オウレン、ゲンノショウコ、サンショウ、ジャクヤク、センキュウ、タクシヤ⑥、トウキ、ミシマサイコ、ヤクヨウニンジン
埼玉	オウショクキ⑦、オウレン、ゲンノショウコ、ボタンビ、ミシマサイコ
千葉	ミシマサイコ
長野	アマチャ、ウイキョウ、オウレン、キキョウ、サフラン、センブリ、ヤクモソウ、ヤクヨウニンジン
静岡	アロエ、オウレン、トウキ、バイモ⑧、ミシマサイコ
新潟	オウレン、キハダ、ジャクヤク、ソウジュツ⑨、トウキ、バイモ、ミシマサイコ、ヤクヨウニンジン
富山	アマチャ、オウレン、キハダ、サフラン、ジャクヤク、トウキ、ミシマサイコ
石川	オウレン、キキョウ、キハダ、ジオウ、ジャクヤク、ソウジュツ、ボウコウナン、ミシマサイコ、ヤクヨウニンジン
福井	オウレン
岐阜	オウレン、ジャクヤク
三重	ジギタリス、ジャクヤク、ミシマサイコ
滋賀	ジギタリス
京都	オウレン
兵庫	オウレン、セネガ

奈良	ジオウ ¹⁰ 、ジャクヤク、トウキ、ドモツコウ ¹¹ 、ナンテン、バイモ、ハタトウカ ¹² 、 ビャクシ ¹³ 、ボタンビ、モタカ ¹⁴
和歌山	トウキ
鳥取	オウレン、カミツレ、キハダ、ゲンノショウコ、サフラン、サンショウ、ジャクヤク、 トウキ、バイモ、ボウコウナン、ミシマサイコ
島根	ヤクヨウニンジン
岡山	オウレン、ジョチュウギク、ミシマサイコ、ヨクイニン
広島	ジョチュウギク
山口	ジョチュウギク
徳島	ゲンノショウコ、ミシマサイコ
香川	ジョチュウギク
愛媛	オウレン、タコ、サフラン、ジャクヤク、トウキ、バイモ、ミシマサイコ、 ヤクヨウニンジン、
高知	オウレン、ミシマサイコ
佐賀	ミシマサイコ
長崎	サフラン、ミシマサイコ、ヨクイニン
熊本	オウレン、キハダ、サフラン、サンショウ、センブリ、ヤクヨウニンジン、ミシマサイコ
大分	サフラン、ミシマサイコ
宮崎	ゲンノショウコ、サフラン、ジュウヤク
鹿児島	ガジュツ

(註)○植物名 1 ボタン、2 カワラケツメイ、3 ハブソウ、4 ハトムギ、
5 イハオウギ、6 サジオモダカ、7 トロロアオイ、8 アミカサユリ
9 ホソバオケラ、10 アカヤジオウ、11 オオドルマ、12 モモ
13 ヨロイタサ、14 タサボケ

4 薬木、薬草の栽培技術の現況と問題点の全体的な考え方

薬木、薬草は流通機構の改善なくて経営的には成立しがたく、古い歴史的背景を持った体質の改善は、なかなか困難をとまう。その中において、生産者採取者の生きる道は、くりかえし述べたように、計画的な生産、薬木薬草を生薬として利用できる植物の部分、大きさ、乾燥度合など規格の調整に焦点を合わせることである。また、山林、原野から生産される資源の活用を再発見するような気魄で我々が薬木、薬草に関心をもち、古い歴史のある薬木、薬草の効能の再確認を検討することが必要である。

国内に自生する生薬資源は、生育環境の破壊と、戦中戦後の乱獲で減少しているし、栽培品については生産費、人件費の高騰に、国内市場の安値が重なって、特定の種類をのぞいては一般に不振であり、現在すでに優良種が絶滅したものや、栽培技術の伝承が失われつつあるものも多い。さらに漢方製剤の保険薬指定の急速な消費がこれに拍車をかけ、需給のバランスが大きくくずれた。また、多くのユーザーはその不足を価格の安価な品質の低下したものに求めた。そのために現在では、生薬は“質より量”という観念で扱われており、生薬の品質評価が確立されていないこと、流通機構の問題など改善されるべきことが多い。

他方、栽培の技術的な指導、優良系統の苗の確保、それらの育種、また、生産された生薬の調整方法の指導など、今後さらに検討を要する問題も多い。生産地域に密接な公立研究機関によって、より基本的な栽培技術の確立や育種の推進がはかれることが望ましい。また、今日でも「御薬園」として各地に保存されている薬草植物園は薬草木の種の保存、知識の啓蒙普及、種の特性把握などの面で大きい意義をもっている。その他、杜仲^{(註)-1}とかステビア^{(註)-2}など外来植物の資源としての評価検討を土地の利用の面からも究明する必要がある。

なお、生薬に配合されている原料植物を生薬名で調べるとき、同種異名と同名異種という大へん複雑な現象がおこることが一般に多い。薬木、薬草として植物を把握するときは植物分類の知識が特に必要である。

以上調査したことの要旨は次の通りである。

- (1) 薬木、薬草を利用した民間療法の伝承はいつまでも農山村に存続するようにする。
- (2) 林野の自然植生で薬木、薬草を採取し、利用するには無理な採取、乱獲を少なくし、生育環境の破壊要因をより少なくする方法をとれば問題は少ない。また、薬木、薬草の多目的な利用方法、即ち山菜（タラノキ、ウドなど）、工芸品原料（キハダ、クスなど）、嗜好品（オニタルミ、サンショウなど）としての用途の拡大を図る。
- (3) しかし、これらを栽培管理するとなると、需給バランスを考慮する必要があり、計画栽培—計画生産—計画販売の実行と、生産者の側に、信頼できる需要者（買手）を確保しておく必要がある。
- (4) 国内生産の生薬が少なくなり、生産に係わる栽培技術の伝承、優良生薬の絶滅も考えられるから、生薬生産機構の再検討の必要がある。特定の種類の主産地域では安定した栽培の体系が栽培者や公立研究機関などの努力によって、一応確立されているものもあるが、さらに多くの調査研究が望まれる。
- (5) 社会的土地利用（生きがい、過疎、高齢対策など）をすすめる方法の一つとして薬木、薬草の導入利用を取り入れる考え方も今後重要になってゆくであろう。この際も自家用と商品の区別を生産者は十分に理解認識することが重要である。また、東洋の生薬の使い方、

考え方が、より世界の医薬の中で再確認されており、将来は輸出の体制にまで生薬の質と流通機構の整備を関係機関で推進することも必要であろう。

(1982年2月18日)

(註)ー1 トチュウ、杜仲

(*Eucommia ulmoides* OLIV) トチュウ科トチュウ属、落葉高木、雌雄異株、中国原産、大正の初期に我が国へ導入され、当時は樹皮のグッタベルカ物質の採取が目的であったが、近年は樹皮は薬酒の原料に使われる。林業樹種としての興味と期待もある。

(註)ー2 ステビア (*Stevia rebaudiana* Bertoni)

キク科ステビア属の多年生草本。南米原産、我が国では和名としてアマハステビアの名称が提唱されている。天然甘味料の原料植物であり、その特徴は、非糖質(非栄養)で、物質の抽出が容易である。

参考文献

- 1) 渋谷道夫 他：北海道・東北の民間療法 明玄書房 1977
- 2) 上野勇他：関東の民間療法、明玄書房 1976
- 3) 杉原丈夫他：中部の民間療法 明玄書房 1976
- 4) 倉田正邦他：近畿の民間療法 明玄書房 1977
- 5) 坂田友宏他：中国・四国の民間療法 明玄書房 1977
- 6) 佐々木哲哉他：九州・沖縄の民間療法 明玄書房 1976
- 7) 前橋康夫：黄連栽培について(資料) 1979
- 8) 三鍋昌俊：薬用オウレンの研究 風間書房 1970
- 9) 福井県大野林業事務所：おうれんのすべて 発行年不明
- 10) 今井三千穂・渡辺資仲・朝日善次郎：福井県におけるオウレンの慣行栽培の特徴と生長について 26回日林中部支講 1978
- 11) 高階弥太郎：黄連栽培法とその研究 1969
- 12) 鳥取県智頭町森林組合智頭町林業研究会：黄連栽培について 1977
- 13) 土井国光：智頭地方の栽培オウレンについて 鳥取県林業試験場 試験研究報告第16号 1975
- 14) 土井国光：智頭地方栽培オウレンの特性について 鳥取県林業試験場 試験研究報告第20号 1977
- 15) 山路木曾男・岩崎美代：オウレン栽培地の相対照度について 32回日林関東支論 1980

- 16) 森谷睦夫：ジアゾ感光紙による作物群落内照度の測定 農業および園芸 Vol. 43 No. 8 1968
- 17) 埴田 宏：コケの生育環境測定法 I 光環境の測定 日本蘚苔類学会報 Vol. 2 No. 3 1977
- 18) 岩崎美代・山路木曾男：P濃度を異にするオウレンの水耕試験 未発表 1981
- 19) 塘 隆男：わが国主要造林樹種の栄養および施肥に関する基礎的研究 林試研報 No. 137 1962
- 20) 杉本順一：新日本樹木総検索誌 井上書店 1978
- 21) 倉田 悟：原色日本林業樹木図鑑 第一巻 地球出版株式会社 1971
- 22) 長野営林局技術開発委員会事務局：キハダおよびオウレンの生産(栽培)に関する報告書 1981
- 23) 竹内 正：きはだ造林について 長野県松筑地方事務所(研修資料) 1981
- 24) 長野県林業指導所：キハダ林造成技術 1980
- 25) 長野県：長野県の特産林産物 — キリ、ウルシ、キハダについて 1980
- 26) 新潟県農林部林政課：林業技術現地適応化促進事業実施報告書 1976
- 27) 木原営林大和事業財団：キハダ、オウバク — 主要な文献、資料の抄録集 — 1982
- 28) 高橋善蔵：樹植遺言集 日本農書全集 11巻 農山漁村文化協会 1979
- 29) 大蔵永常：広益国産考 日本農書全集 14巻 農山漁村文化協会 1978
- 30) 正木八十八：日本の樹と木蠟 明文堂 1938
- 31) A C M E code Company U.S.A. : A C M E commodity and phrase code. 1923
- 32) 村瀬 勇：ハゼ栽培について 福岡県八幡林業事務所(研修資料) 1981
- 33) 森下徳衛：薬草の流通と栽培 全国林業改良普及協会 1976
- 34) 農林水産省農蚕園芸局畑作振興課：薬用作物(生薬)関係資料 1980
- 35) 会津保松会：御薬園薬用植物目録 1976
- 36) 周政賢編著：杜仲 1980
- 37) 富岡甲子次・山路木曾男：トチュウ(杜仲)のさし木試験 33回日林関東支論 1981
- 38) 横山幸雄：甘味料新考(9) 食品開発 Vol. 16 No. 9 1974
- 39) 佐藤潤平：漢薬の原植物 日本学術振興会 1959
- 40) 中島道郎・林 弥栄・草下正夫・小林義雄：実用樹木要覧 朝倉書店 1961
- 41) 大村重光：総合薬用植物 広川書店 1942
- 42) 大村康一：原色日本薬用植物図鑑 保育社 1964

- 43) 難波恒雄：原色和漢薬図鑑（上）（下） 保育社 1980
- 44) 日本公定書協会：新しい薬用植物栽培法 広川書店 1970
- 45) 刈米達夫・北村四郎：薬用植物分類学 広川書店 1965

ポドゾル地帯の更新法

ポドゾル地帯の更新法

(114.4, 114.7, 231.1.)

I 試験担当者

木曽分場	下野園	正
“ 造林研究室	仙石鉄也	
“ “	荒井国幸	
本場土じょう部	有光一登	
“	小林繁男	

II 試験目的

木曽谷の湿性ポドゾル地帯については、更新困難性のために、木曽分場に土じょう研究室が存続している間は湿性ポドゾル地帯の改良試験等が実施されてきたが、当研究室廃止と共に中断された。その後台風被害も引金になって、湿性ポドゾル地帯の更新方法を解明しようということで、三浦実験林が設定されて、長野営林局、信州大学、京都大学および本場土じょう部共同で研究を進めることになった。当分場は造林研究室が遅れて参加し、昭和49年から亜高山性樹種の導入試験、ヒノキ産地、地域試験等で取組むようになった。しかし本格的な取組みとはなっていないし、試植樹種と土壌特性との関連については解明が不十分である。このため、湿性ポドゾル地帯の更新法は木曽分場の地域重要課題であることから、過去の試験地の調査解明と土壌特性解明を主眼にして、更新法を見出すべく取上げることにした。

内容としては亜高山性樹種導入試験地の継続調査、施肥試験地の掘起し調査、ヒノキ産地、地域試験地の設定および試植樹種と土壌型との関係に示ばられた。なお最終年度に微地形調査の予備的調査に取組み、起伏指数なる表現での可能性が見られたことは収穫であった。

III 試験の経過と得られた成果

1. 亜高山性樹種の植栽試験

亜高山性樹種を含むいくつかの樹種とヒノキとの併植試験地が設定されていた。本課題設定とともにこの試験地の継続調査を実施することにしたので、これまでの経過を含めて調査結果を次に示す。

1) 試験地の経過

王滝営林署管内三浦実験林631い林小班内に昭和47年5月植栽された。植栽地は伐採前の昭和43年11月にクサトールFP250Kg/Aaを空中散布し、昭和45年の伐採地で

ある。用いた苗木は坂下営林署坂下苗畑養苗の4年生ヒノキ苗、東筑摩郡波田村の民苗5年生イチイ苗、他は林業試験場木曽分場で養苗したもので、アカエゾマツ4年生苗、ヤツガタケトウヒ5年生苗、他の樹種は6年生苗である。

この試験地は植栽後毎年1回筋刈りが継続実行されている。

2) 調査結果

調査結果は表-1のとおりで、当初は活着率も良かったが、昭和53年の調査では生存率はほとんどの樹種で半数以下となり、生長よりも生存そのものから問題がある。調査時の樹高は、併植されたヒノキと比較してやゝ良い生長を示すのはシラベ、アカエゾマツだけで、他はヒノキよりも劣っていた。

この試験地の調査結果は、さらに継続調査を実施するとともに、三浦実験林内その他この付近の各樹種と比較して、ポドゾル地帯に適する樹種の選定資料に役立てたい。

以上の植栽試験は木曽分場の故百瀬造林研究室長及び荒井国幸研究員によって立案され、営林署実行で設定されたものである。

2. 亜高山性樹種施肥試験

1) 調査目的

湿性ポドゾル地帯における亜高山性樹種の生長比較をするため、三浦実験林よりも古くに植栽され、施業経過もはっきりしている試験地として、同じ湿性ポドゾル地帯、王滝営林署助六国有林に改定されている。林業試験場木曽分場の施肥試験地を選んだ。この試験地は、ヒノキ天然林の昭和32年伐採跡地で、昭和35、36年に植栽施肥され、昭和44年以降調査が中断していたが、三浦実験林内植栽のものとの比較資料にするため、掘起し調査を実施したものである。

2) 試験地の経過

試験地の施業経過は表-2のとおりで、各試験地の調査は、ウラジロモミについては、植栽後4年間の結果を鷹見ら¹⁾が、トウヒ、シラベ、ウラジロモミについても、施肥後5~3年間の結果を吉本ら²⁾が発表している。その後昭和43年末まで調査が続けられ³⁾昭和44年5月に追肥が実施されたまゝで、今回の調査まで中断していた。

3) 調査結果

調査区ごとの樹高生長経過を図-1に示した。シラベ、トウヒ、ウラジロモミともに何れも施肥効果は持続していることがわかる。しかし第2回施肥後の効果は完全に10年間のプランクの中に埋没しているので、各試験区より優勢木、平均木、劣勢木に相当するもの3~5本を選んで樹幹解析を行い、それらの効果を追跡することにした。図にはそれぞれ主な調査年の調査区平均値が示してあるが、調査木の選び方にやゝ難があった点も見られるが、大よ

表-1 亜高山性樹種等の混植試験地調査結果

樹種	面積 ha	付植 本数	48年9月調査				50年10月調査				53年10月調査			
			1年目 樹高 cm	2年目 樹高 cm	活着率 %	根直 mm	元径 mm	3年目 樹高 cm	4年目 樹高 cm	根直 mm	5年目 樹高 cm	6年目 樹高 cm	生存率 %	(ヒノキ) 樹高 cm 生存率 %
(ヒノキ)ウラジロモミ	0.51	1,040	33.2	38.9	100	5.7	17	41.6	51.2	17	81	98	25	122 32
(")シラベ	0.50	930	30.7	32.0	96	7.3	17	43.7	63.8	17	100	123	50	113 26
(")チヨウセンゴヨウ	0.41	760	21.3	29.3	96	8.0	15	43.6	57.8	15	72	89	46	123 41
(")サワラ	0.19													
(")ストロブマツ	0.02	43	25.6	32.2	100	6.7		雪、虫害で測定せず				73	21	93 38
(")オウシユマツ	0.03	60	37.2	50.1	100	13.8		64.6	83.6	18	105	122	18	136 5
(")ヤツガタケトウヒ	0.18	300	51.4	53.3	100	1.9		57.6	74.6	18	93	113	39	115 45
(")アカエゾマツ	0.24	250	19.6	24.1	96	4.6					94	112	45	96 29
(")イチイ	0.25	300	36.9	41.0	81	4.2					57	67	62	106 45

表-2 施肥試験地の施業経過

	シラベ	トウヒ	ウラジロモミ
場 所	王滝 197り	王滝 197か	王滝 205と
海 抜 高	1,470~1,490m	1,400~1,430	1,380~1,420m
土 壌 型	Pw(i) I	Pw(i) I	Pw(i) III~II
植 栽	S36.5 4,500本/ha		S35.4 4,500本/ha
施 肥	植栽後1,2,3年目にそれぞれちがう粒状 2号(5:3:3)80g/ 半環状溝切施肥	植栽時①1号(5:3:3)6ヶ/本 半環状施肥	
			S41.5④スーパ-1号(24:16:11) N70Kg/ha条間水平溝施肥
			S44.5④スーパ-1号(24:16:11) N100Kg/ha バラマキ施肥
調 査 等	植栽後S43末まで毎年生長量調査結果を分場年報第8まで概要登載		
	施肥後5-3年間の結果を15回日林中 部支部講に発表	植栽後4年間の結果を13回日林中 部支部講に発表	
	S53 生長量調査	S54 樹幹解析実行	

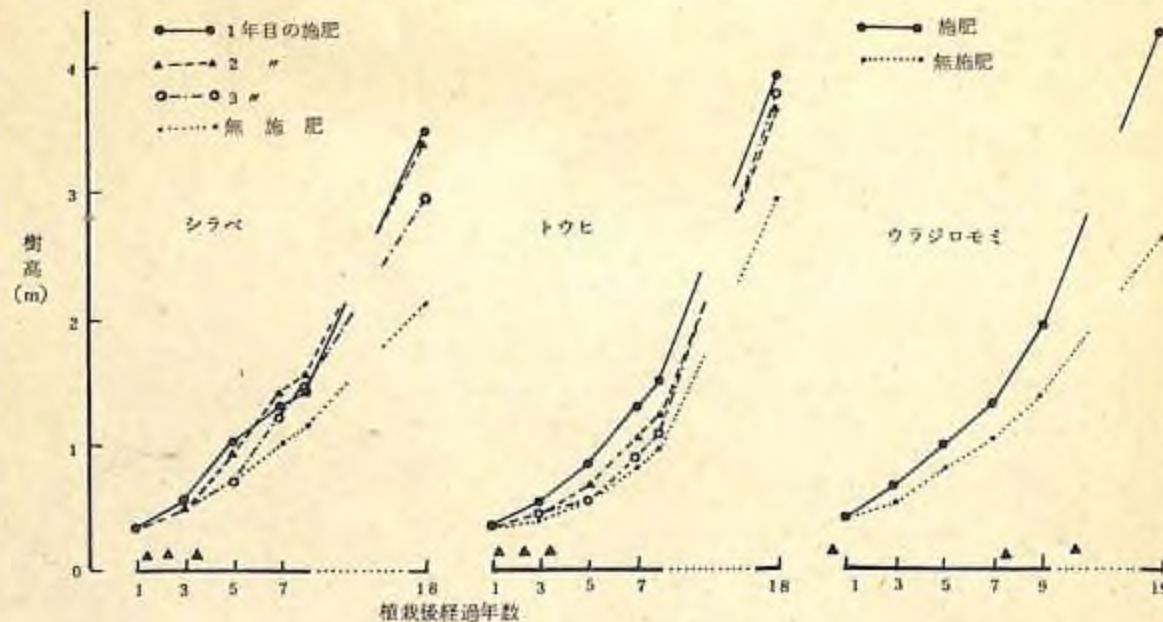


図-1 調査区ごとの樹高生長経過

その傾向がうかがわれた。

シラベ

樹高生長経過は図-2に示すように、施肥木は良い生長を示しているものが多い。施肥効果をわかり易くするために連年生長経過を図-3に示した。これらを見ると、1年目施肥では翌年又は翌々年に効果があらわれ、3~4年持続するが、その後無施肥区と同等になる。第2回施肥効果は翌年からはっきりあらわれ、3~5年持続しているようである。

2, 3年目施肥では、第1回施肥効果はやゝ遅れるがはっきり認められるものが多く、第2回施肥効果は、2年目施肥でははっきりせず、3年目施肥の場合に、第1回目の効果をもりかえす形で3~4年持続している感じである。各施肥区ともに第2回施肥後5~6年以降は無施肥区と同等のものが多くは特長的である。

直径生長経過について見ても、施肥効果の見難いものもいくらかあるが(図省略)、これも樹高生長と同様に根元直径連年生長経過について検討することにした。(図-4)

これらを見ると樹高生長とはゝ似た傾向を示し、1年目施肥ではやゝ効果がでているが長く持続せず、第2回施肥効果はかなりはっきりするがこれも長く持続しない。

2, 3年目施肥では第1回施肥効果はやゝ見られるが、第2回施肥効果は、2年目施肥では1本だけは効果がでているが、他は効果がなく、3年目施肥でやゝ微弱であるが少しでている。

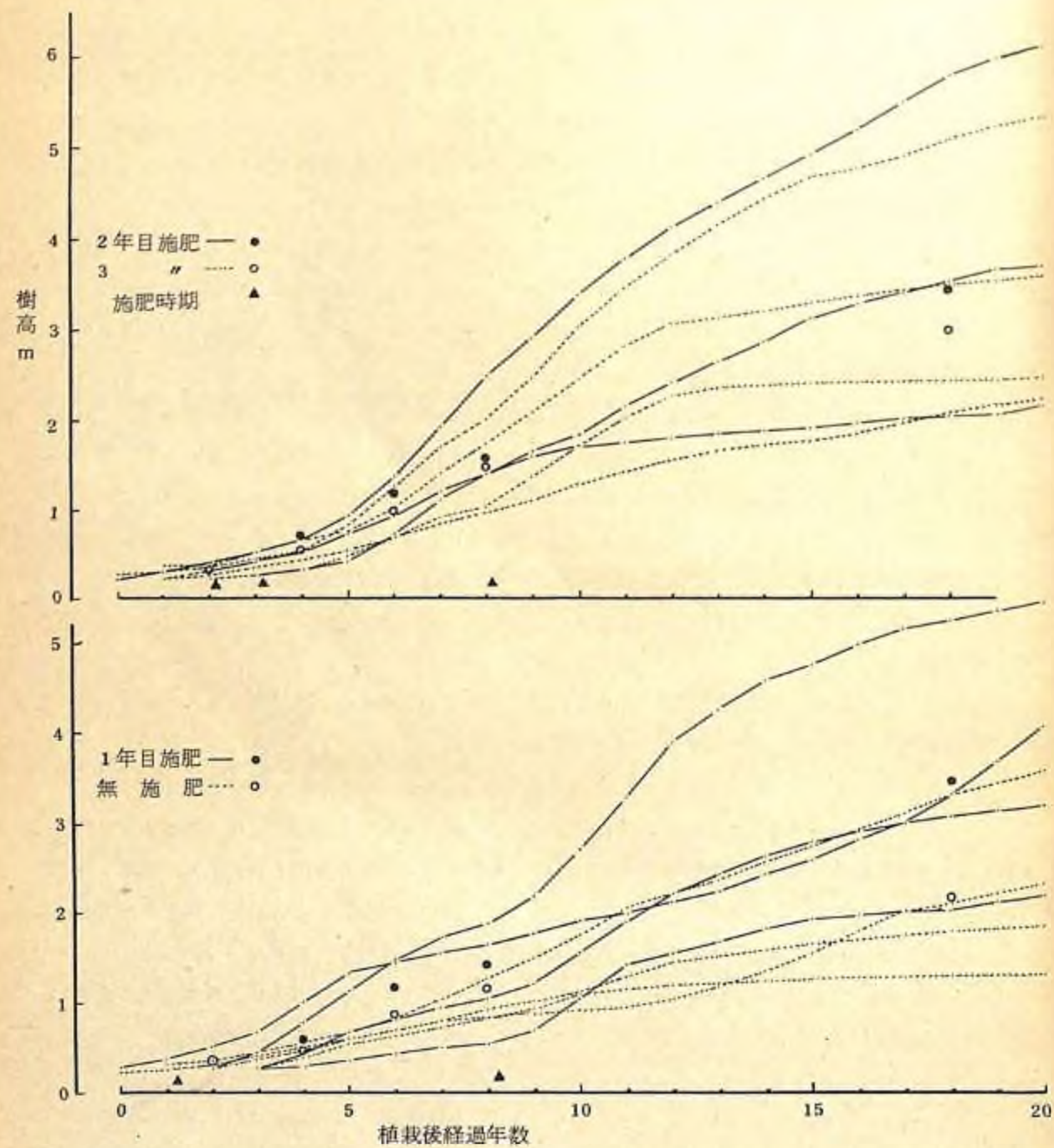
全体として樹高生長と同じように直径生長も第2回施肥後しばらくすると生長が悪くなり、無施肥区と同様な生長を示すものが増えてくる。

トウヒ

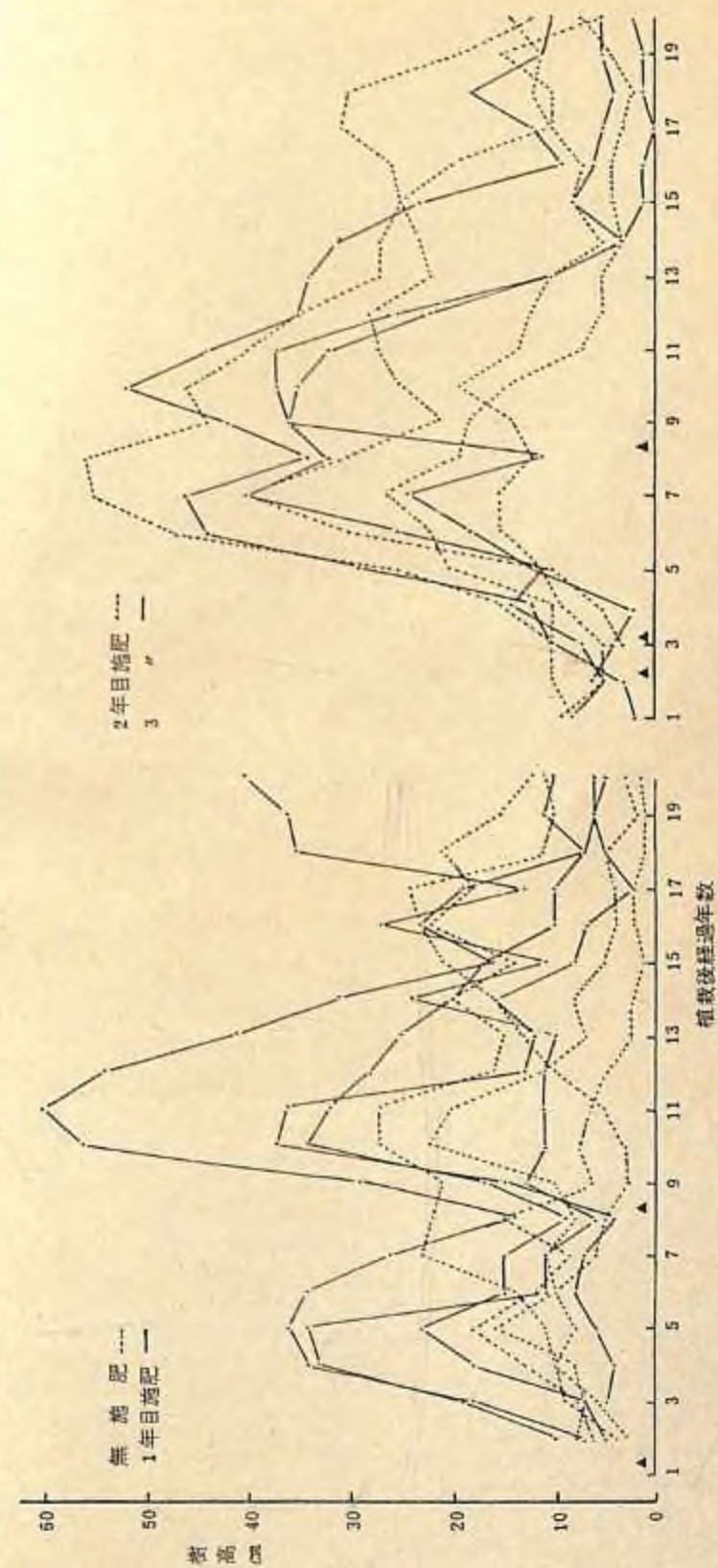
樹高生長経過は図-5のように施肥効果が認められるようである。シラベと同じように樹高連年生長経過を図-6に示すように、1年目施肥では効果は徐々にあって、効果のはっきりするのは3~5年後であって、第2回施肥に引継いだ形になっている。しかしこれも長続きせず第2回施肥後5~6年後には無施肥と同じ程度になっている。

2, 3年目施肥についても、第1回の施肥効果はやゝ低く、第2回施肥効果が大きくでている。しかも、第2回目の効果はやゝ落ちながらも6~7年続いていて、無施肥区と同等になるのはやゝ遅れている。

直径生長経過については、シラベと同様に見易くするため、根元直径連年生長経過で検討することにした。図-7に示すように、1年目施肥で一部効果の薄いものもあるが、第1回施肥効果が見られ、それを持続しながら第2回目の施肥効果に引継ぎ、徐々に低下しながらも長く持ち続けている。2, 3年目施肥では樹高生長と同じように、第1回施肥効果は2年目施肥では効果が見られるが、3年目施肥は微弱である。なお第2回目施肥でも、2年目施



図一 2 樹高生長経過 (シラベ)



図一 3 樹高連年生長 (シラベ)

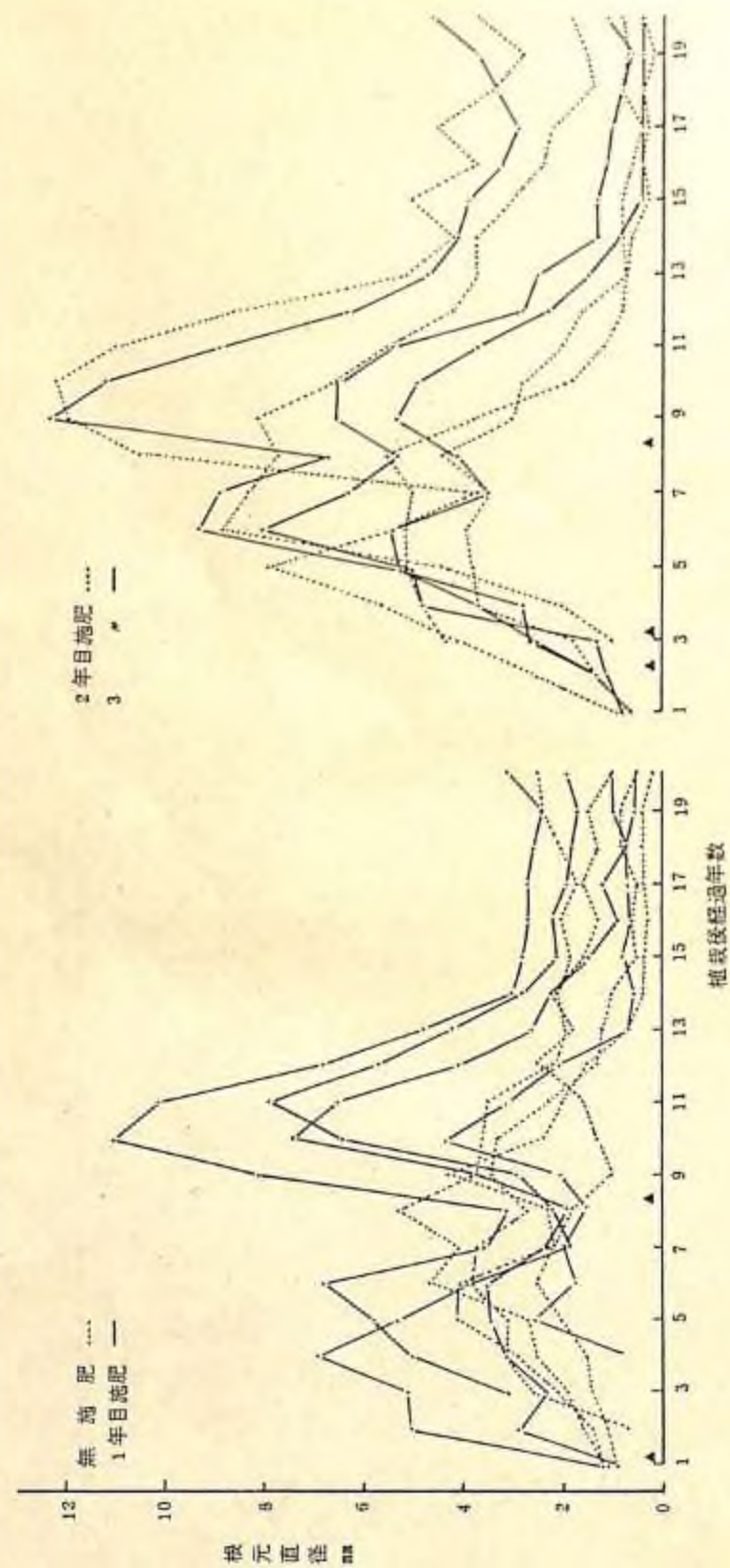


図-4 根元直径連年生長(シラベ)

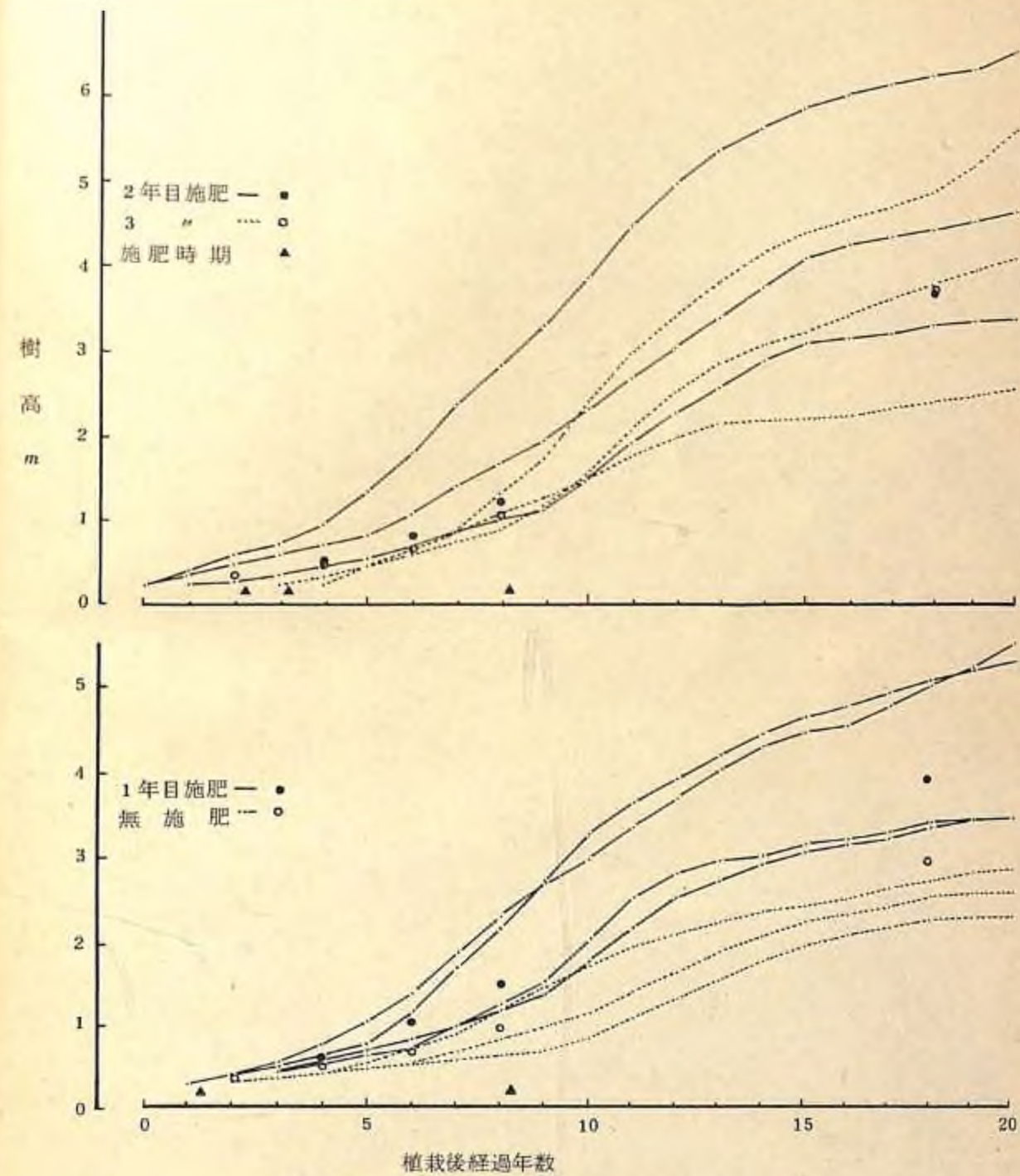


図-5 樹高生長経過(トウヒ)

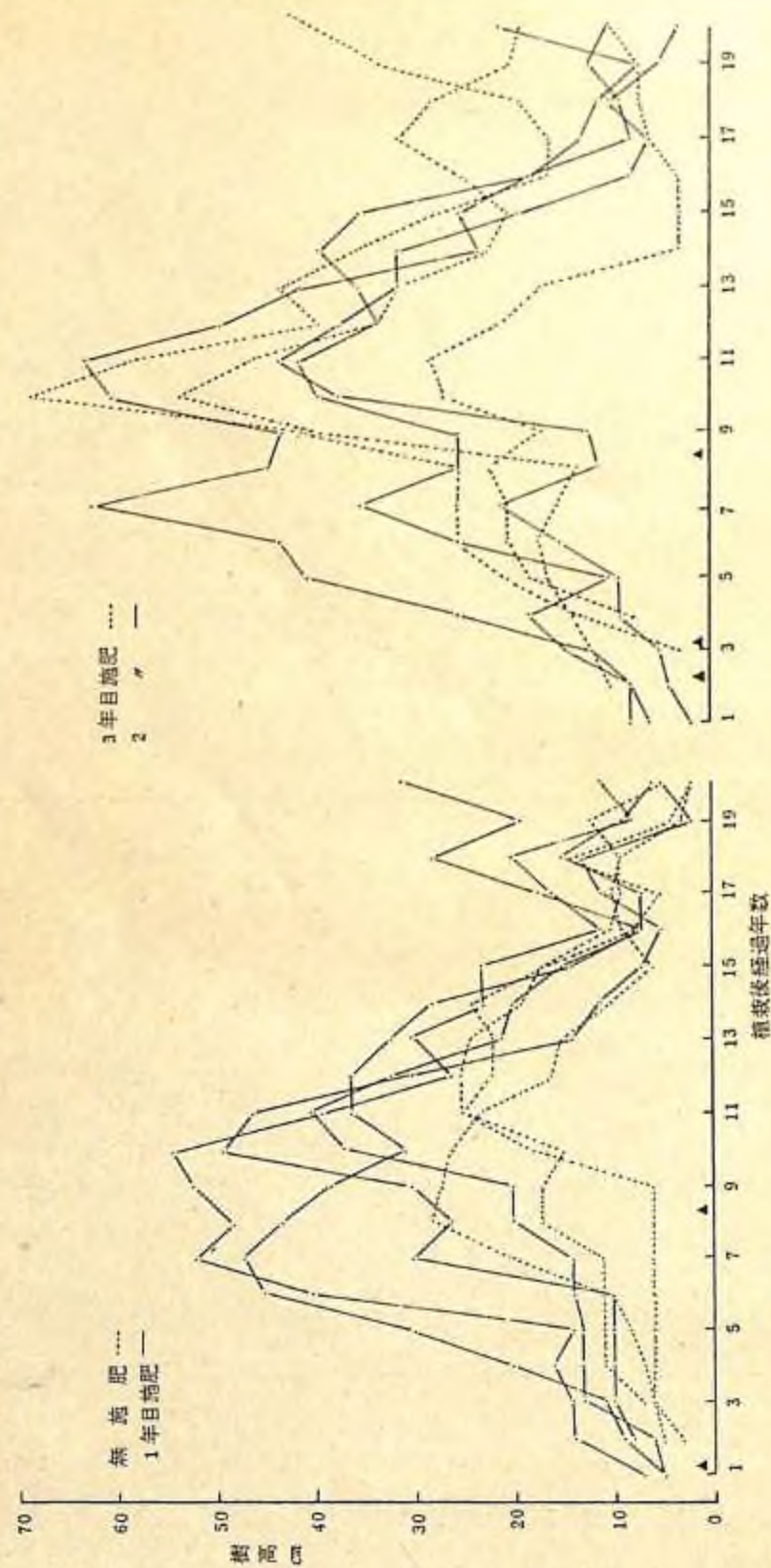


図-6 樹高連年生長(トウヒ)

肥が効果が薄く、3年目施肥の方がいくらか効果がでている。いずれも効果は低下しながらも持ち続け、無施肥よりもいくらか優位を保っている。

ウラジロモミ

樹高生長経過を図-8に、樹高、根元直径連年生長を図-9に示すように、いずれの施肥時点においてもその効果はそれほどはっきりでない。これは図-8にみられるように、調査区平均値よりもやや小さめのものが選ばれて調査したことが原因しているようである。即ち、調査木は斜面下部より採取された。この斜面下部は吉本ら²⁾の報告によれば設定当初に霜害をうけた所であって、施肥効果のはっきりしない場所であった。

以上のように樹種によって施肥効果に若干の違いがあることがわかった。さらに、湿性ポドゾル地帯での調査事例として、他地域資料との検討資料として利用したい。

3. ヒノキ地域別、産地別試験

不良環境地帯に造林するヒノキは、当地域産か他からの導入かを見究めるため、木曽谷各地域の天然生ヒノキ林分から種子を採取して、養苗し、現地に植栽して検定することを目的に始められたもので「ポドゾル地帯および木曽北部等不良環境地帯におけるヒノキの造林試験」の一環として故百瀬造林研究長が立案計画されたものの延長である。

1) ヒノキ地域別試験の養苗経過

種子採種地域として木曽谷北部の奈川、木曽南部(裏木曽)の川上、木曽中心部で濁川、助六、三浦の計5か所の天然生ヒノキ林より種子を採取することとし、採種は営林局署で、養苗は坂下営林署の坂下苗畑と分場苗畑で実行した。

種子の状況や育苗段階における各地域の特徴は表-3に養苗経過として示してある。三浦産が一番特徴的で、発芽率も低く生長量も少ない。枝葉の少ないほっそり型である。奈川産が下枝の多いずんぐり型、濁川、川上産が枝葉の多いすなり生長型、助六産が中間的で木曽ヒノキの標準型に見える。

2) ヒノキ地域別試験地での生長

現地植栽は昭和53年春に三浦実験林6363林小班に営林署実行で植栽された。植栽後の調査が昭和56年10月に分場苗、坂下苗それぞれ2区ずつ調査した。全体的に見て枯損や切損が多かったので、1区あたり30本を探して残存木を調査することにした。

調査結果は表-4のとおりで、山行時の調査資料は分場苗だけであったが、坂下苗は断然大苗であった。このことが原因しているのが、切損率が分場苗は非常に高いのに坂下苗は少なかったのが目立っている。苗木時代にはほっそり型だった三浦産苗は、現在も平均値として最も小さい値を示し、分場苗だけであるが川上産は分場苗のうちでは最も優位を保つが、その他はまだはっきり優劣は示されないものと観察した。

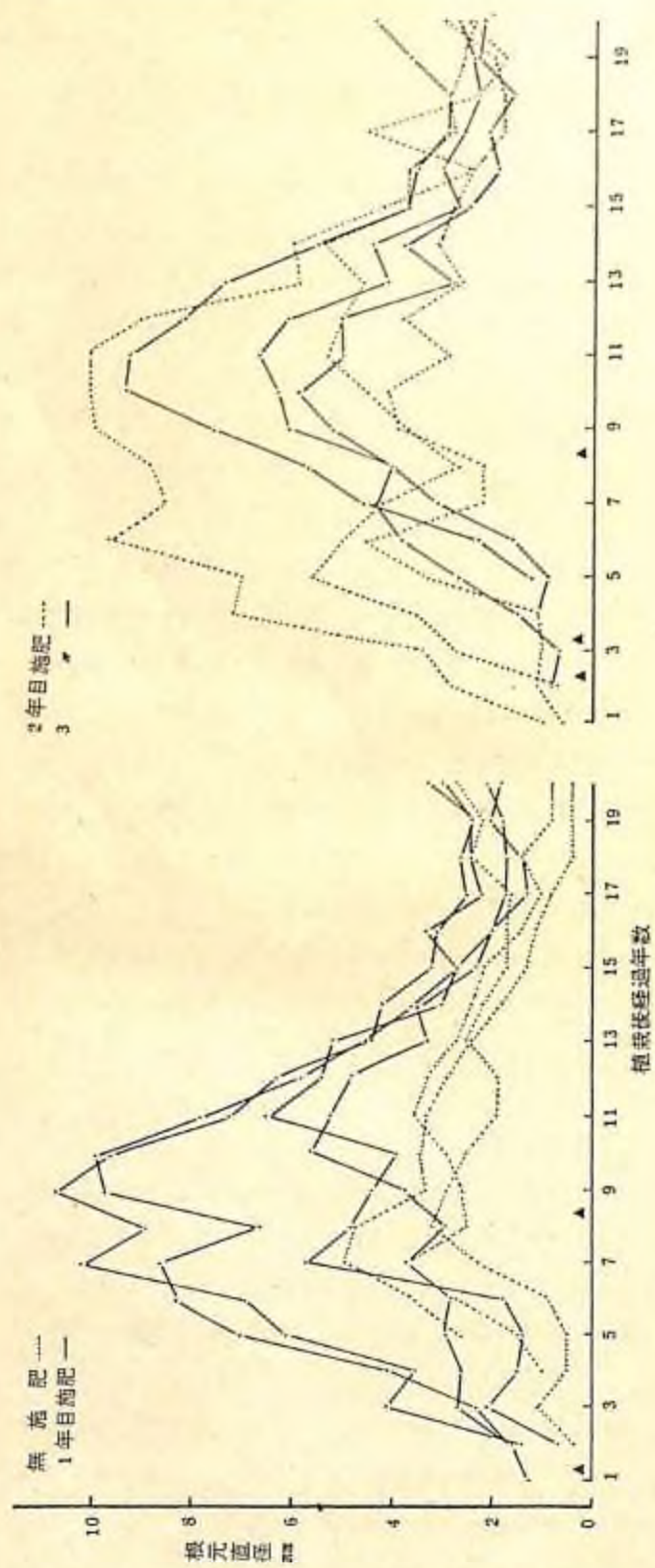


図-7 根元直径連年生長(トウヒ)

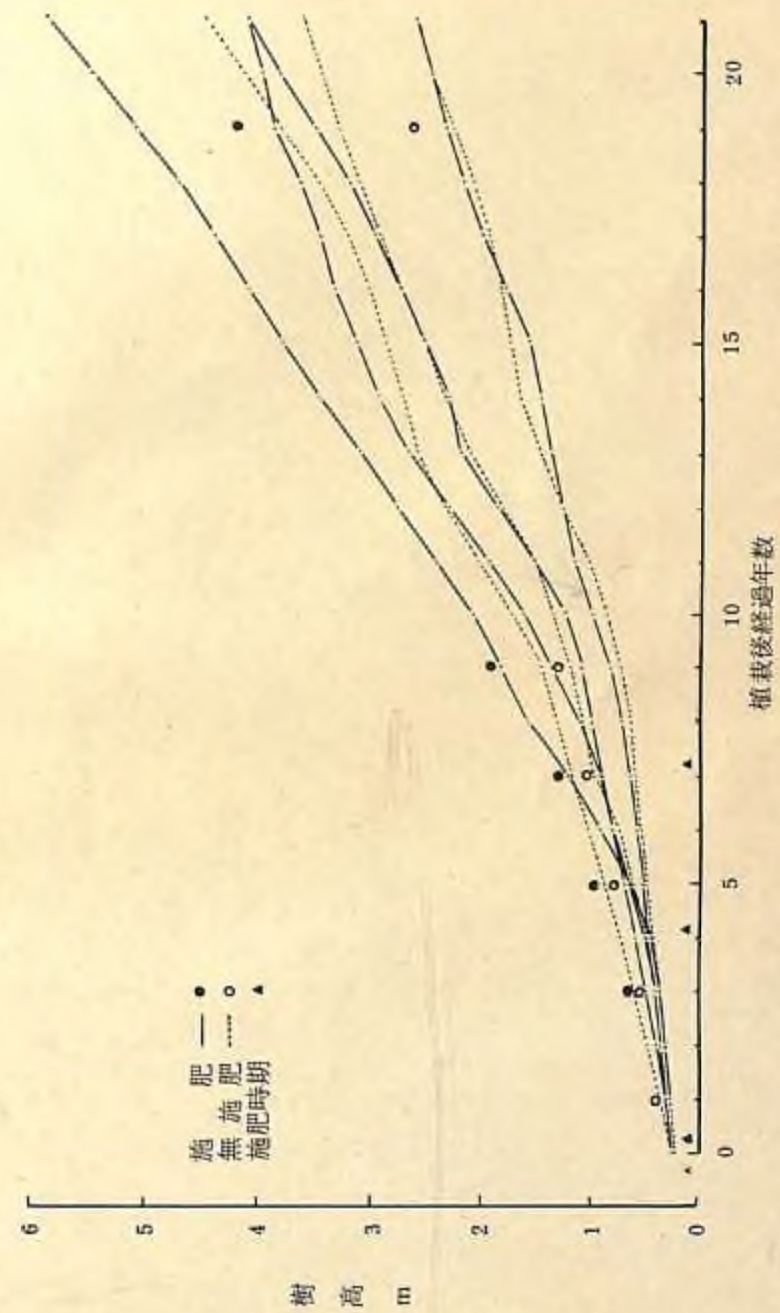
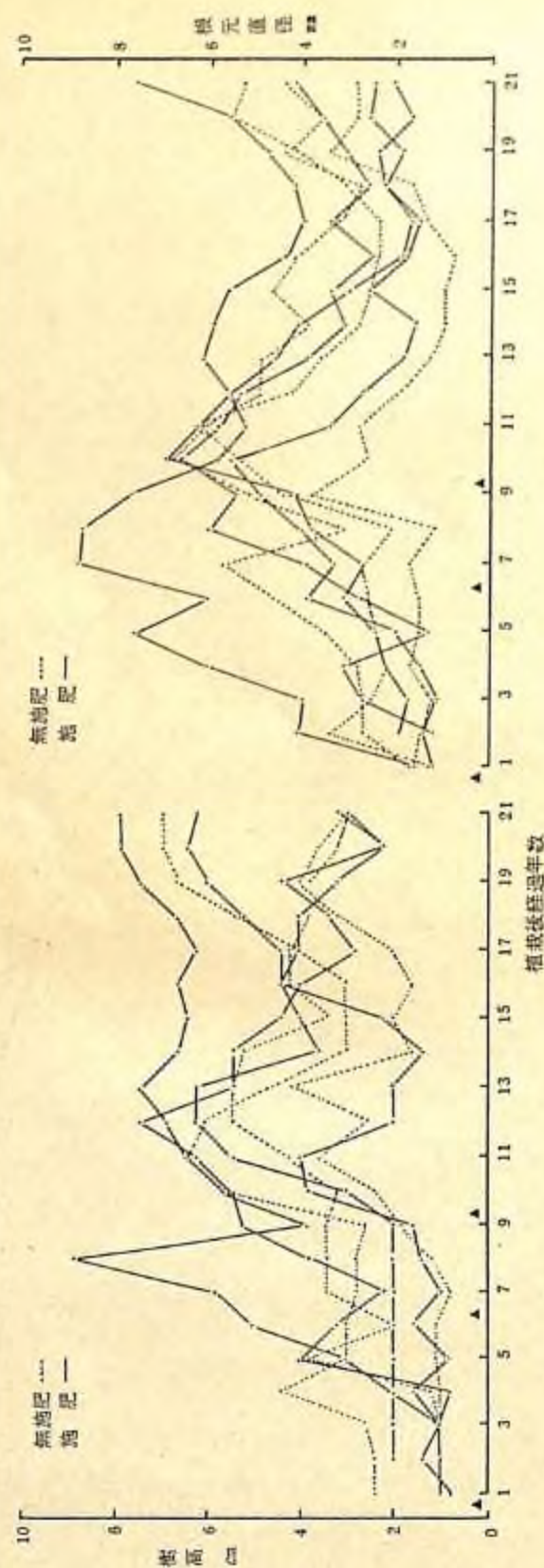


図-8 樹高生長経過(ウラジロモミ)



図一9 樹高、根元直径連年生長(ウラジロモミ)

表-3 地域別ヒノキの養苗経過

		奈川	助六	濁川	川上	三浦	備考
採種木	本数	33	20	15	3	19	S49.10採種
	平均胸高直径cm	44	40	41	32	38	
	平均樹高m	20	21	22	20	22	
採種子	採種量g	3,200	1,400	600	140	450	
	千粒重g	23	23	21	17	16	
	検定発芽率%	52	67	54	35	31	
播種	坂下						S50.4播種
	播種量g	2,000	1,000	400	—	200	
	発芽率%	11	19	6	—	6	S50.4播種
	分場						
堀取	分場						S50.10調査
	平均苗長cm	9.1	8.3	8.5	9.2	8.0	
床替	分場						S51.10調査
	3cm上床替本数	3,840	1,920	2,280	3,640	1,400	
	得苗率%	90	83	92	74	79	
	平均苗長cm	25	21	21	26	18	
再床替	分場						S52.10調査
	平均根元直径mm	7	7	8	8	6	
	平均苗重g	44	49	53	57	31	
	本数	2,500	1,500	2,000	2,200	1,100	
山行苗	分場						S53.4.10 (CTMダンボール)
	規格cm上	25	23	28	27	20	
	本数	1,600	900	1,100	1,600	800	
山行苗	山行率	64	60	55	73	73	
	本数	1,600	900	1,100	1,600	800	

表-4 ヒノキ地域別試験地調査結果

区 分	分 場 苗				坂 下 苗				平 均		
	根元径	昨年樹高	本年樹高	切損率	根元径	昨年樹高	本年樹高	切損率	根元径	昨年樹高	本年樹高
三浦 I	8.5	34.4	48.1	40.0	10.5	51.4	64.5	13.3			
II	6.3	32.8	48.7	53.3	10.3	42.2	58.7	53.3			
平均	7.4	33.6	48.4	46.7	10.4	46.8	61.6	33.3	8.9	40.2	55.0
濁川 I	7.6	39.9	54.1	50.0	12.4	57.3	75.3	10.0			
II	7.0	35.9	51.1	76.7	11.3	56.8	73.4	16.7			
平均	7.3	37.9	52.6	63.4	11.9	57.1	74.4	13.4	9.6	47.5	63.5
助六 I	8.1	34.8	52.2	50.0	11.6	53.1	70.2	3.3			
II	7.5	36.1	49.4	70.0	11.1	52.0	70.1	26.7			
平均	7.8	35.5	50.8	60.0	11.4	51.6	70.2	15.0	9.6	48.6	60.5
奈川 I	6.3	29.1	43.0	70.0	11.3	58.8	77.5	16.7			
II	6.0	32.9	45.6	73.3	10.8	60.6	76.0	6.7			
平均	6.2	31.0	44.3	71.7	11.1	59.7	76.8	11.7	8.7	45.4	60.6
川上 I	8.1	40.7	56.8	56.7							
II	9.2	46.3	64.4	43.3							
平均	8.7	43.5	60.6	50.0					8.7	43.5	60.6

なお、個々の調査木の形態を見るために、地域別の樹高と根元直径との関係を図-10に示した。坂下苗、分場苗を一緒にして見ると、いくらか産地ごとにまとまって、地域別の特徴が見られるようであり、今後の生長傾向を見守りたい。

3) ヒノキ産地試験地

ヒノキ産地試験は熊本営林局管内の3営林署養苗苗と、民苗のナンゴウヒ、三重県苗、前橋営林局管内の2営林署養苗苗について、営林局が購入または管理替して、分場経由で三浦実験林に植栽された。山行後の生長調査は未了であるが取扱い経過を表-5に示しておく。

4. 土壌分布と樹種別生長

三浦実験林は王滝川の上流部にあって、阿寺山地の上部、隆起準平原に位置し、なだらかな残丘地帯である。尾根部は緩斜面が多く山脚も短い。土壌型の分布図は既に詳細なものが作成されており、ほとんどが湿性ポドゾル鉄型で、その他グライ化土壌の分布もあって、全体として湿性ポドゾル化の影響を受けている。

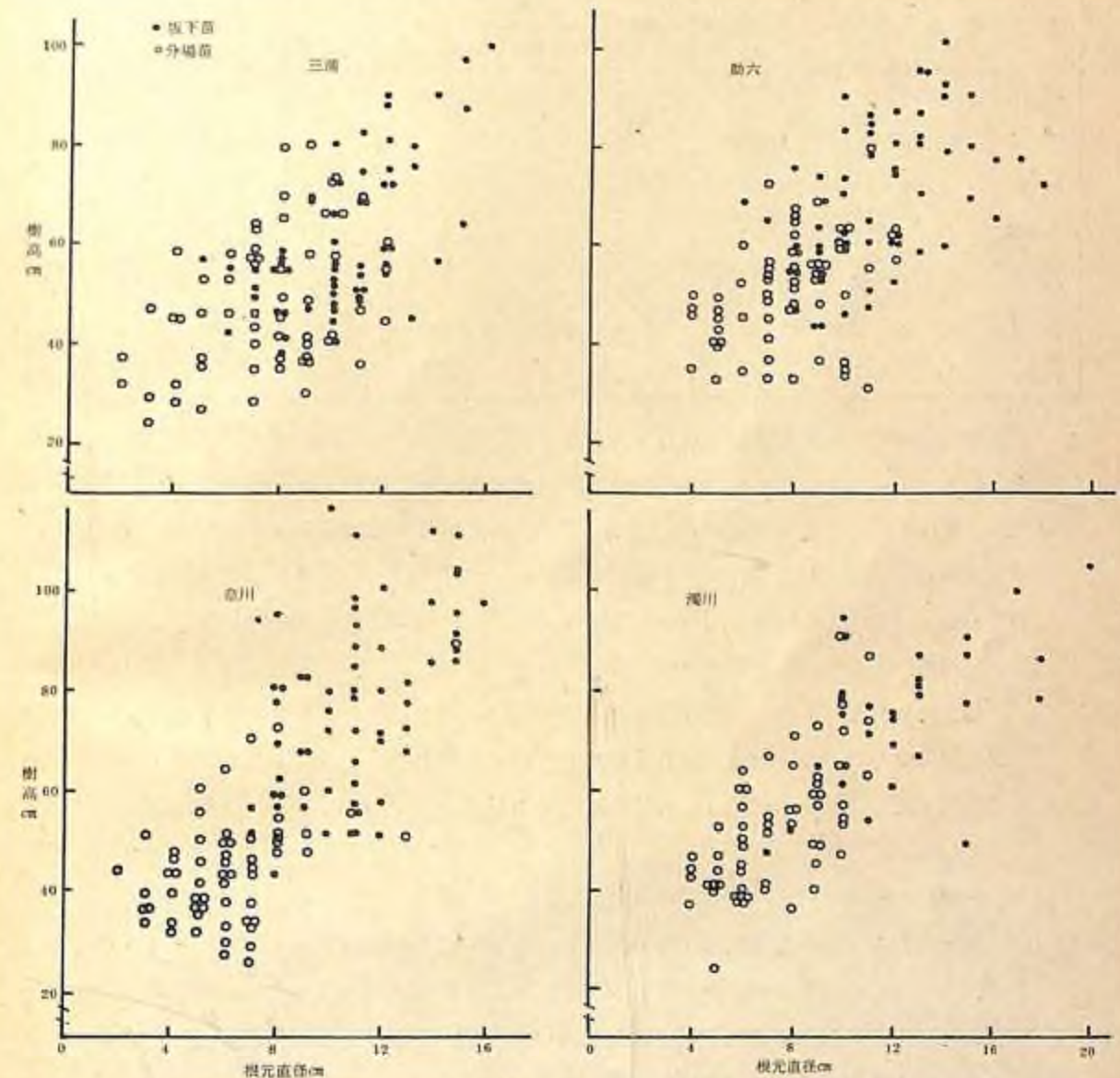


図-10 地域別ヒノキの生長(昭和54年植栽 56年10月測定)

表-5 産地別ヒノキ苗木の取扱経過

産地	数量	到着	仮植地	山出し	苗木の抽出調査			備考
					平均苗長	平均根元径	平均苗重	
熊本	1,000本	S 53.3.1	—	S 53.4.10 (CTM)	57cm	8mm	86g	実生3年生苗
小林	"	52.11.29	分場苗畑	"	45	7	46	" 2 "
長崎	"	" " "	"	"	50	9	81	" 3 "
北牟婁	"	" " 26	"	"	59	12	182	" " "
矢板	"	" " 19	"	"	62	8	130	" " "
勿来	"	" " 15	"	"	58	10	103	" " "
ナンゴウ	"	" 12.3	"	"	51	7	46	挿木1年生苗

三浦実験林内には各樹種が植栽方法をかえて植栽されている。その中で部分的な生長の良否、地形ごとに調査点を設け、土壌調査と周囲造林木20本前後の樹高を測定した。当初計画では各樹種について調査することになっていたが、亜高山性樹種等は調査が所が限られており、植栽面積も少なかったため、一部調査したトウヒ、シラベについては別途追加調査をまって検討することとし、比較的多く調査したヒノキ、カラマツを中心にして検討した。

1) 土壌型、土壌断面形態と造林木生長との関係

調査は昭和53～55年の3年間継続して行い、調べた造林地の林齢8年から12年生にまたがっており、最も数多く調査されたものが11年生林分だった。したがって11年生林分を基準にして、他の林齢のものは年平均伸長量をもって11年生時に換算して比較することにした。

・ 土壌型について

ヒノキ、カラマツ造林地の調査結果から、土壌型ごとの造林木の生長は図-11のとおりで、ヒノキについては P_0 型から $Pw(i)I$, II , III とポドゾル化が弱くなるほど生長が良くなり、グライ系褐色森林土、褐色森林土といくらか生長が良くなる傾向がうかがわれた。しかし、それらの差はそれほどはっきりしたものではない。

カラマツについてもヒノキと同じように、いくらか土壌型との対応も見られるが、ヒノキよりもさらに漠然としていて明確ではなかった。

・ 土壌断面形態について

三浦実験林内の土壌型の分布は、主として湿性ポドゾル鉄型 ($Pw(i)$) が中心であり、調査結果は図-11のように中間型のものにたくさん判定されている。それは土壌断面形態の違いによるもので、分布する拡がり等からどちらかにくられるものであるが、 A_1 層の形

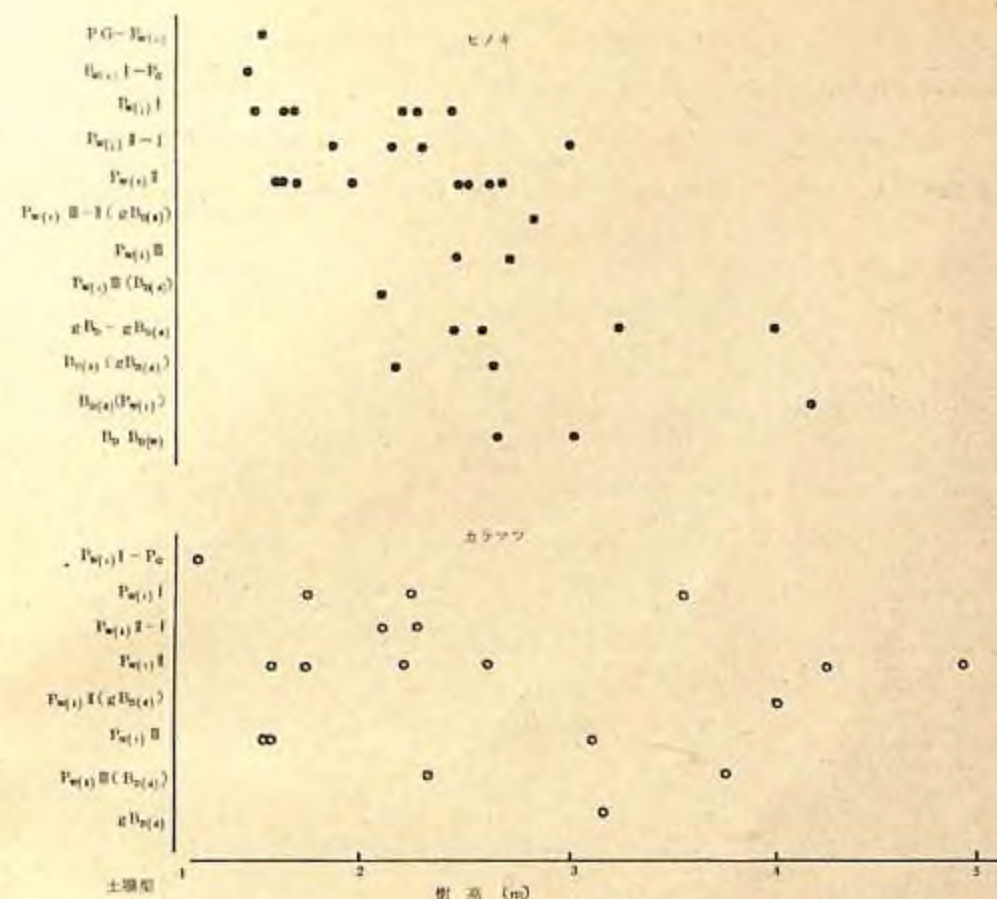


図-11 土壌型ごとの造林木の生長

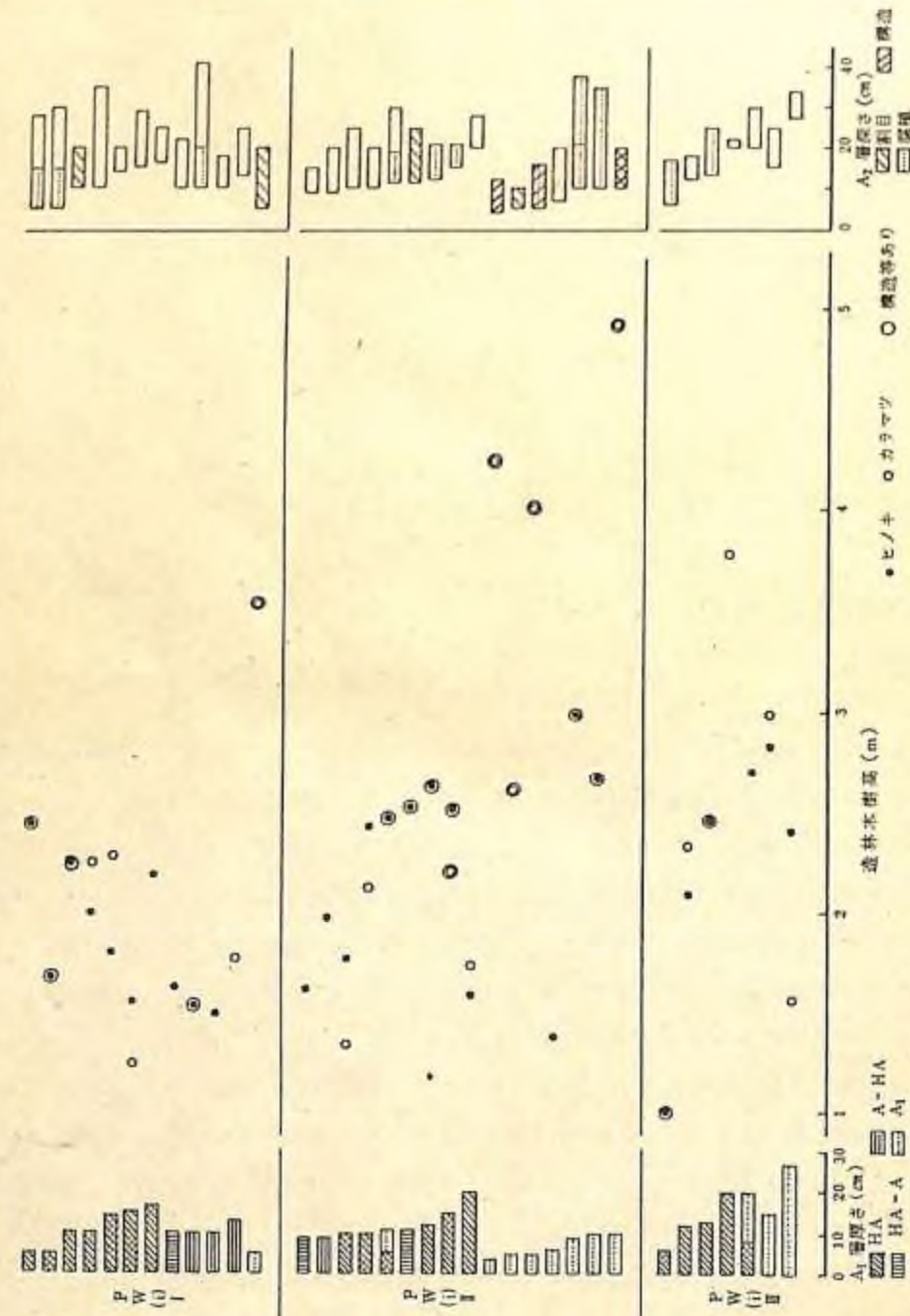
態、 A_2 層 (溶脱層) の模様によって造林木の生長に関係しているように思われたので、 $Pw(i)$ と判定されたものについて、中間型のは近い方にくくり、 $Pw(i)$ を I , II , III の3段階に分けて検討することにし、生長との関係を示したのが図-12である。

$Pw(i)I$ 型では全体として生長が劣っている。 HA , $HA-A$, $A-HA$, A の順に、またそれぞれの厚さ順に並べて見ると、 HA のものが、しかも層の薄いものが生長が良く、 A に向うほど即ち土壌化が進むにつれて生長が劣っていた。これらは理由づけが難しく、どのような理由であるかは断定できなかった。

$Pw(i)II$ 型では、 HA から $A-HA$ までをこみにして薄いものから厚いものへ、 A_1 も同様に厚さの順に並べると、 $Pw(i)I$ 型とは逆に、厚の薄いものが生長が悪く、厚くなるほど生長が良くなる傾向が見られた。 $Pw(i)III$ 型でも II 型とは同じ様な傾向がある。しかし II 型と III 型との差はそれほどはっきりしない。

ここで、 A_2 層の割目のあるもの、構造のあるもの、さらに腐植を含むものが図-12の

右欄に示してあり、それらを樹高欄でも○印で囲んであるが、このようにA₂層に構造等のあるものは造林木の生長にも関与しているようで、とくにカラマツについては、A₂層の構造等のあるものは生長が良い傾向が見られた。このA₂層に構造等のあるものは除草剤散布の影響ではないかという意見も出されているが、現段階ではそれらの因果関係を明確にする



図一12 土壌断面形態と生長との関係

ことはできなかった。

2) 地形特性値と土壌分布、造林木生長との関係

土壌型、土壌断面形態等と造林木の生長との関係を検討してきたが、湿性ポドゾル地帯での更新困難要因の解析には、もっと普遍性のある事項について検討すべきである。このような観点から、本場土壌部小林技官の応援を得て実施した。

目的と方法

地形の諸特性値を測量し、地形と土壌との関係、とりわけ湿性ポドゾルの出現パターンを明らかにする。併せてヒノキ造林木の生長との関係を検討することによって、更新困難要因の解析に役立つ手法の開発に連なるものとして、今後の研究の進め方の予備的解析を含め昭和56年度の単年度であったが調査を実施した。

三浦実験林内で頂上から各方位ごとに斜面をもち、地形ごとの調査のできる場所として637林班西側、640林班との境界にある丸い丘を中心に調査することにした。637林班は昭和46年、640林班は昭和45年ヒノキ植栽地である。

具体的な方法として、頂上を中心にして、西335°、東110°、北20°、南200°の方向にコンパス測量で10×10mの方形枠を設定しながら図-13に示すように測量し、尾根からの標高差、傾斜角、起伏指数、方位等の各地形特性値を求める。各方形区の中で簡易土壌断面を作り、土壌型、層位、厚さの調査、土壌の採取、円筒の採取を行い、周囲造林木の生長調査を実施した。

傾斜角、起伏指数は図-13の関係図から次のようにして求めた。

$$\text{傾斜角} = (\text{BE傾斜角} + \text{EH傾斜角}) / 2$$

$$\text{起伏指数} = \frac{1}{\sum_{i=A}^I} (x_i - x_E) \text{ 但し } x_i = \text{中心Eの尾根からの標高差}$$

$$x_E = \text{中心Eの尾根からの標高差}$$

このように起伏指数は中心点に対する高低差を符号で示し、-の大きいほど凸型で、+の大きいほど凹型の地形を示す。

調査結果

各方位への調査区の縦断面図を図-14に示す。E線、N線が沢筋までとどいていないが、この段階ではS線が最も急でW線が緩やかである。ほぼ標高差15m前後と、35m前後に未熟土壌が出現し、そこで土壌の攪乱があったことがうかがわれる。

前述したように各方位の調査が完了していない。土壌分析等も未了である。しかし、これまでの段階においていくつかの傾向が得られたのでその一部についてのべる。

傾斜-起伏指数-土壌型との関係

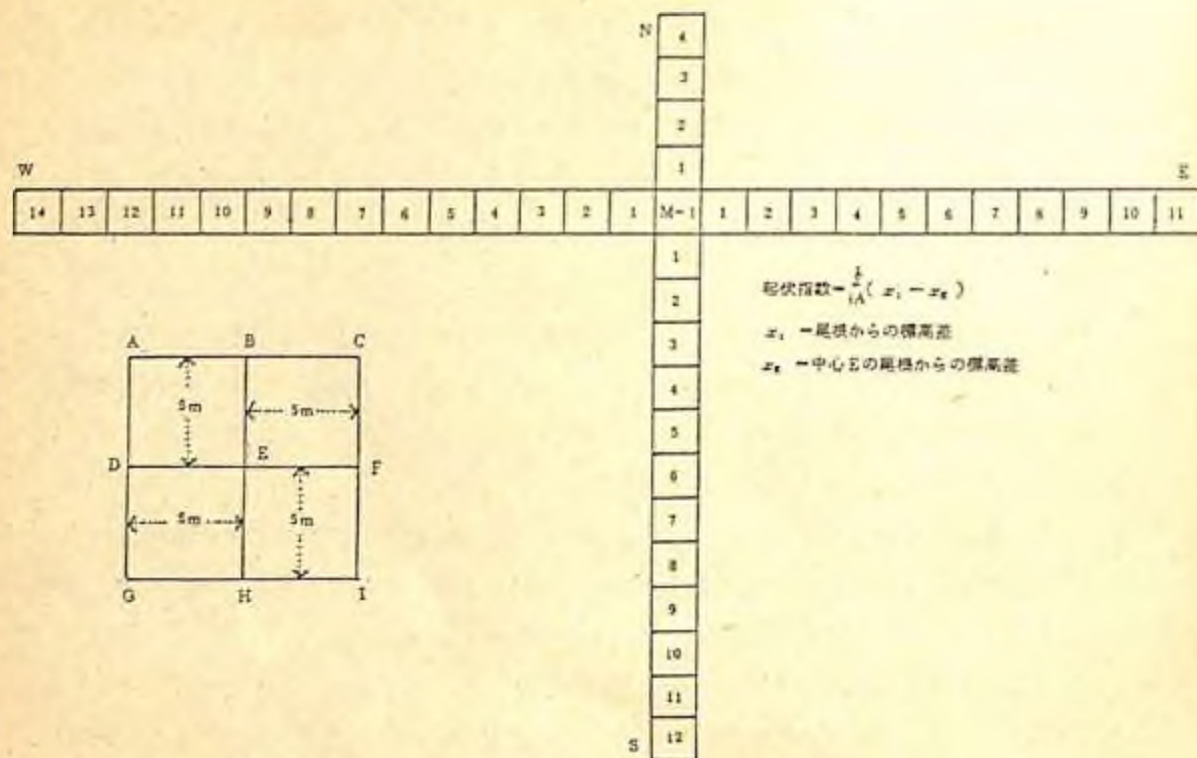


図-13 試験地方形枠

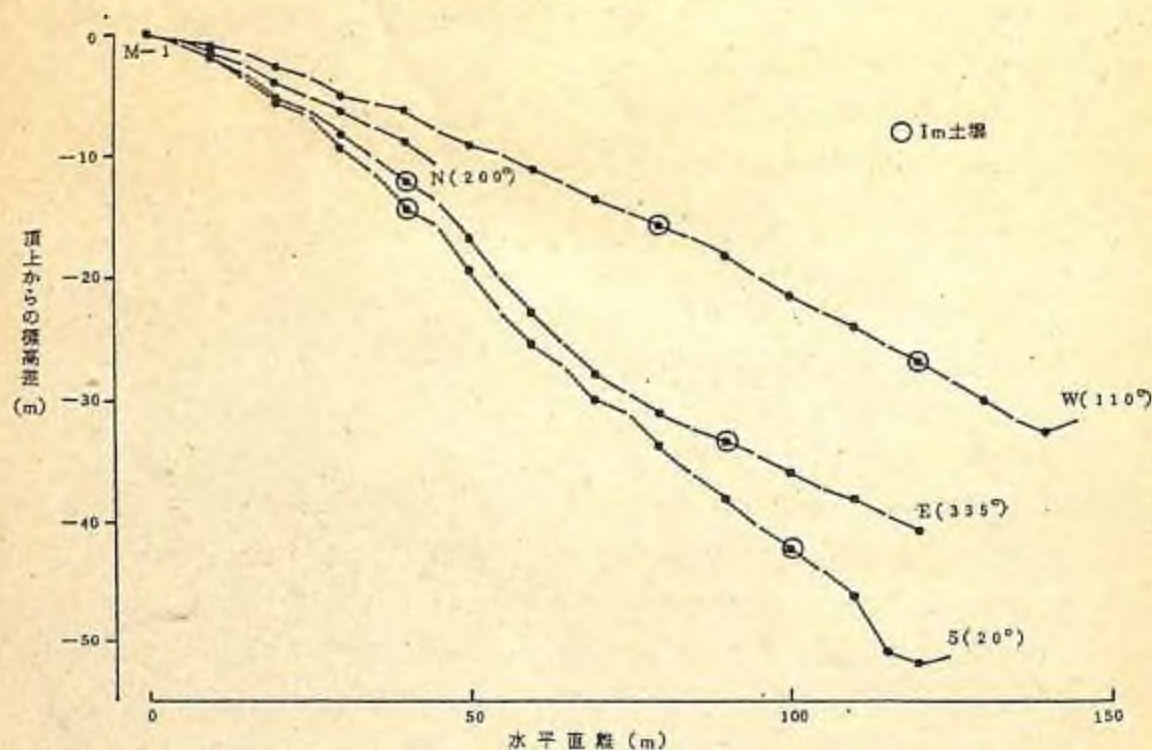


図-14 縦断面図

方位や標高等はこみにして、土壌型とくに湿性ポドゾル化の程度と分布が、微地形によって特徴づけられるか否かを見るため、土壌型を関連の深いものにくくり、Pw(i)I, II, Pw(i)II ~ III, III, P_D, その他に4区分して図-15に示した。

湿性ポドゾル化の強いPw(i)I, II型の分布を見ると、一部凸型地形の強い所にもあるが、多くは起伏指数0付近、しかも傾斜もそれほど強くない所に集中している。その外側即ち凸型地形が強くなったり、凹形斜面が強くなった所にPw(i)II ~ III, III型の分布が多くなる。また、P_D型も傾斜が急になった所や、III型と同じように外側の分布が強い。このように湿性ポドゾル化の程度が、起伏指数と傾斜によって或程度区分、特徴づけがされそうである。

起伏指数—土壌型—造林木の生長との関係

図-15と同じ土壌型区分ごとに、起伏指数と造林の生長との関係を図-16に示した。これを見ると土壌型とはとくにはっきりした傾向を示さないで、単純に起伏指数による影響の方が強そうであり、凸型地形が強くなるほど生長が劣り、平衡斜面について凹型地形が強くなるほど生長が良くなる傾向がうかがわれた。

以上のように微地形解析によって、土壌分布の特徴や、造林木の生長との関係について、いくつかの知見が得られ、その地層位との関係等も特徴が得られそうであるが、まだ調査は途中の段階であり、表現のしかたなども検討してまとめることとし、現段階で顕著なものについて報告した。

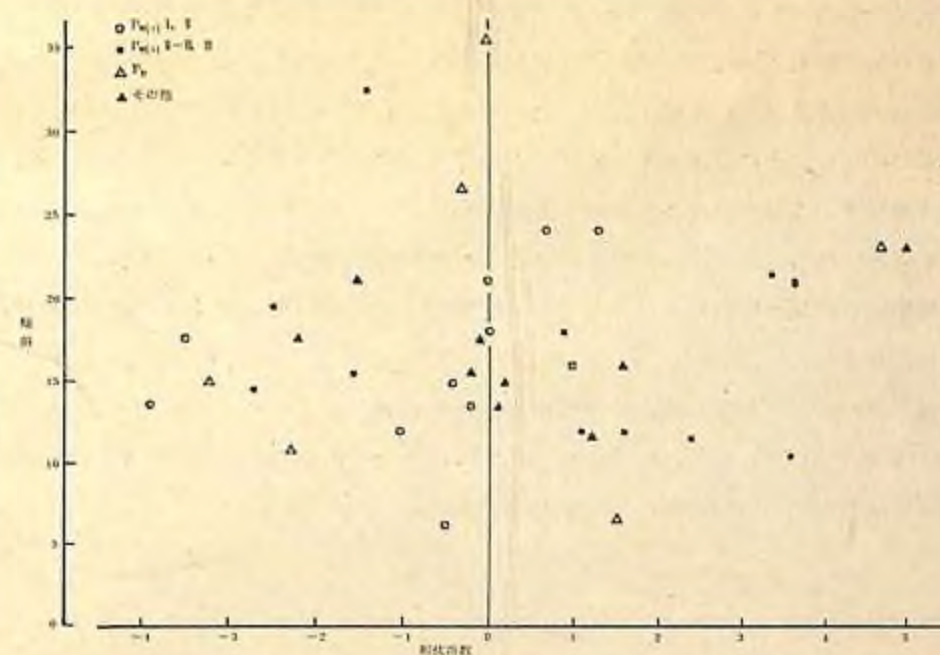


図-15 傾斜, 起伏指数, 土壌型の関係

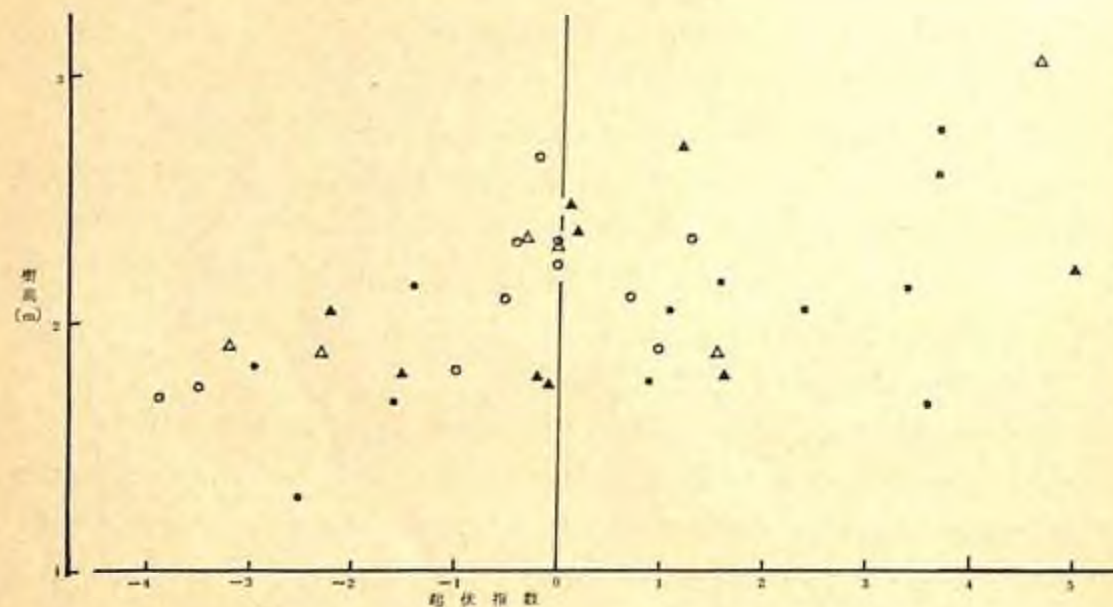


図-16 起伏指数と造林木の生長との関係

まとめ

長野営林局管内における大きな関心事項であるポドゾル地帯の更新法の解明に向けて、大学や林試が共同で三浦実験林において研究が進められている。木曾分場としては途中からの参画であったが、技術開発課題として取組めることができた。しかしながら、その中心は過去の試験地の掘起し作業に始まり、それらは今後も継続調査して検討されるべきである。また、土壌調査による現況把握と造林木の生長との関係について調査を進め、いくつかの知見を収めることができた。最終年度に単年度であったが、微地形解析による更新困難要因の解析に向けて、予備的調査に入れたことは収穫であり、起伏指数に表現される微地形解析手法によって、ポドゾル地帯の特徴が表現されるような傾向が得られた。

本課題はこれで完了となるが、三浦実験林の調査は継続している。したがって、試験地の継続調査や、予備調査で得られた微地形関連のこれら技法をさらに推進するよう、何らかの形で検討を加えて、更新困難要因の解析に向けて研究を進めたい。

参考文献

- 1) 鷹見守兄, 吉本衛; 湿性ポドゾル土壌におけるウラジロモミの施肥試験について, 日林中部支部講13回, 39, 10
- 2) 吉本衛, 鷹見守兄; 湿性ポドゾル土壌における亜高山性樹種の施肥試験について, 日林中部支部講, 15回, 41, 10
- 3) 木曾分場, 調査野帳(未発表)