

受入ID-1519990823D00164

Z00016700

昭和 42 年度

国有林野事業特別会計 林業試験成績報告書



(完了分)

昭和 43 年 6 月



02000-00044228-3

林業試験場

国有林野事業特別会計林業試験成績報告書

目 次

林地肥培体系の確立に関する試験	1
林地除草剤試験	37
新消火剤の現地適応試験	61
林木生産工程の合理化に関する試験	101
マツ類穿孔性害虫防除試験	155
カラマツ結実促進と害虫防除に関する試験	179
スミシアウイルスによるマツカレハの防除試験	207
ノコ屑堆肥の肥効に関する試験	227
林業労働安全に関する試験	255
振動・騒音による障害防止のための作業方法に関する試験	295
新治山工法の現地適応試験	321

林地肥培体系の確立に関する試験

1. 試験担当者

本試験は本支場を通じて行なわれており、その分担はつきのとおりである。

本場土壌肥料科長：塘 隆男

本場土壌肥料研究室：原田 洋，藤田桂治，佐藤久男，堀田 康

北海道支場土壤研究室：歳本正義，塙崎正雄，真田 勝

東北支場育林第5研究室：山谷孝一，佐々木茂，後藤和秋

関西支場土壤研究室：河田 弘，衣笠忠司

四国支場土壤研究室：下野潤正，井上輝一郎

九州支場土壤研究室：吉本 鶴，川添 強

なお各試験地でその担当の詳細については()において記する。

2. 試験目的

林地肥培の基礎として重要な森林の養分経済（養分吸収量の調査，養分循環率の調査などを明らかにし，これらの基盤の上にたつて肥培効果の把握と解釈をおこない，合理的な肥培技術を確立し，その体系化をはかり，もつて森林生産力増強に資することを目的とする。

なお林地肥培試験地の所在地ならびに研究構想は表-1ならびに図-1のとおりである。

表-1 林地肥培試験地所在地一覧表（管林署名で示す）

本支場	幼齡林試験地	成木林試験地	その他の試験地
本 場	4. 水窪(大日山)・笠間(2)	天城・笠間(2)・諏訪(2) 9. 六日町・白河・中之条 赤沼試験地	赤沼試験地・岩村田 4.
北 海 道	5. 清水・栗沢・岩見沢	1 栗沢	2. 苫小牧・野幌
東 北	2. 向町・青森	3. 能代・岩手・盛岡	2. 構内実驗林・好摩実驗林
関 西	3. 高野・山崎・西条	2. 島取・山崎	0.
四 国	4. 本山(3)・須崎	1 魚梁瀬	1 構内実驗林
九 州	3. 宮崎(2)・菊池	1 矢部	1 構内実驗林
	12	17	10

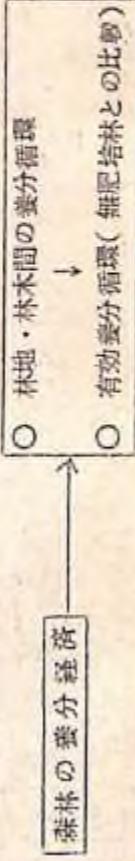
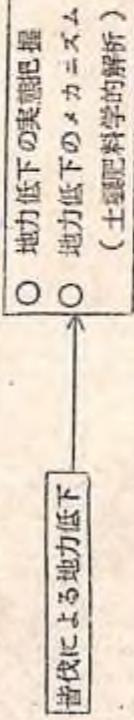
研究課題 基礎的研究 具体的(応用的)研究

A、林地に何故肥料を施すか?

- 1 わが国の林地は林木の最高生長量を発揮させるために必要にして十分な土壌生产力をもつてゐるか

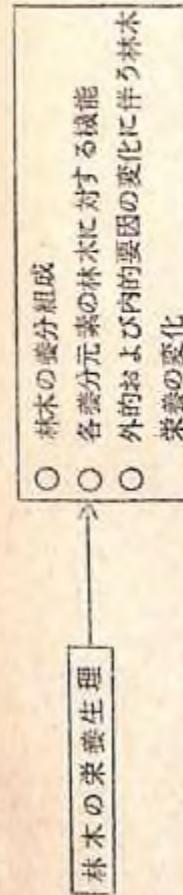


- 2 若し林地土壤が十分な肥沃度をもつてゐるとしても皆伐による地力低下はないか、また長伐期林業による地力低下はないか、

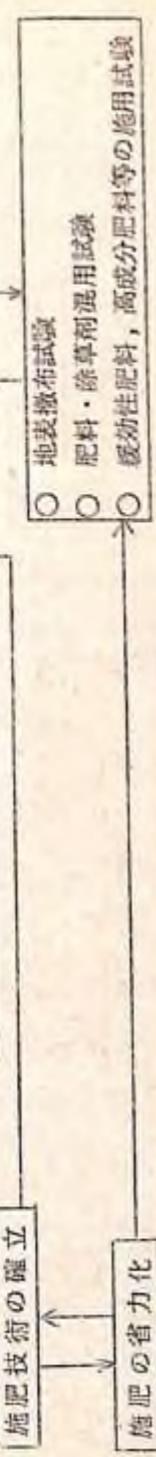
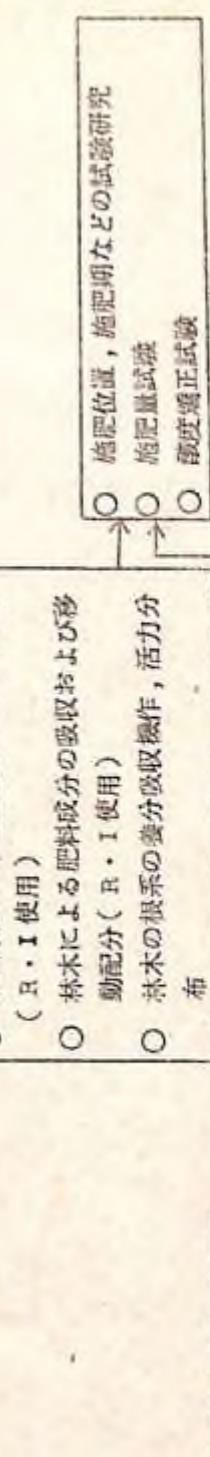


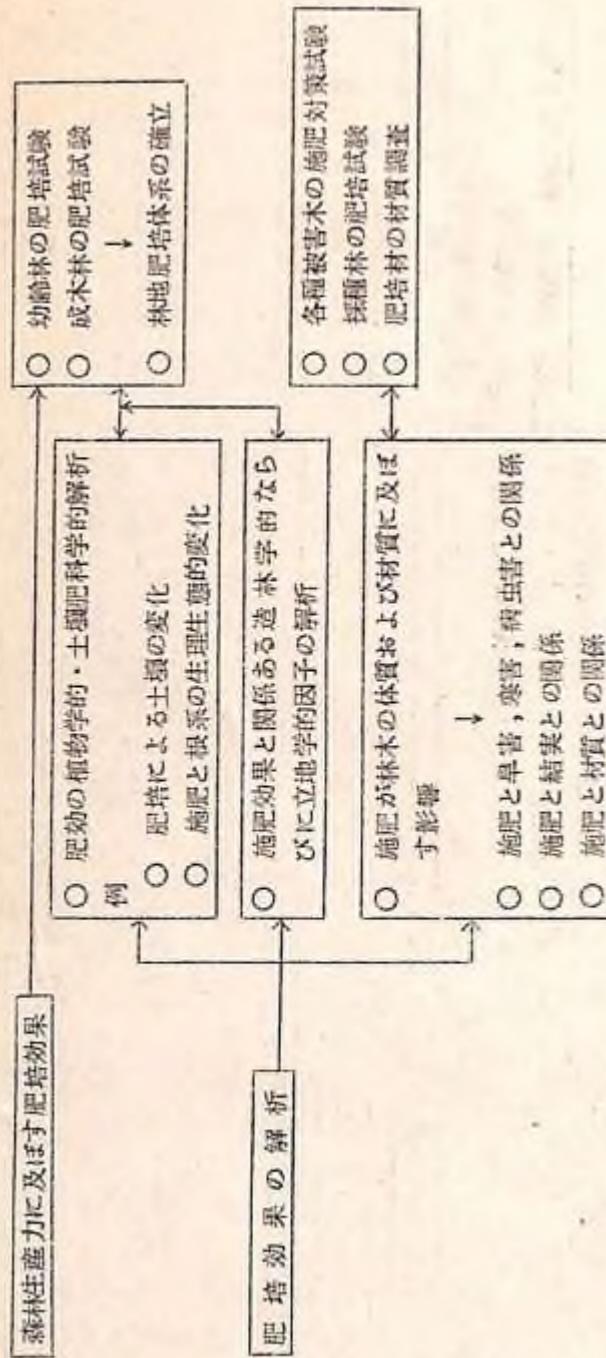
B、施肥の必要性を認識した時

- 3 肥料を施すうえ知つておかねばならぬ基礎のこと



- 4 肥料を施すうえ知つておかねばならぬこと





3. 試験の経過と得られた成果

1 本場土壤肥料研究室

1) 林地肥培に関する基礎的研究

林分密度と施肥効果との関係を検討する基礎として、本年度はスギの群落水耕試験を行なつた。

(1) 水耕されたスギ群落の炭素同化量

水耕法によりスギ1-0苗を密度2段階(83, 237本/m²)、水耕液N濃度3段階(40, 4, 0.4 ppm)の処理のもとでそだて、スギの群落のモデルをつくり、9月中旬に野外で群落の炭素同化量および呼吸量を流気式により測定した。11月に水耕を中止して、各部分重を実測した。実測した各部分重とD²Hとの相対生長関係をもちいて8月の各重量を推定し、8~11月の生長量を算出した。

その結果、同化量は水耕液のN濃度の高低にかかわらず、低密度区の方が多いようである。また低密度区では照度が高くなればN濃度の高い方が同化量は多くなるが、高密度区では照度に関係なくN濃度の低い方が同化量は多いようであつた。呼吸量は密度の高低にかかわらずN濃度の高い方が多いようであつた。(図-2) これら同化量の傾向と11月における乾物現存量、8~11月の乾物生長量、N A Rなどの傾向とはよく一致していると考えられた。(表-2) なおこの成果を79回林学会大会に発表した。

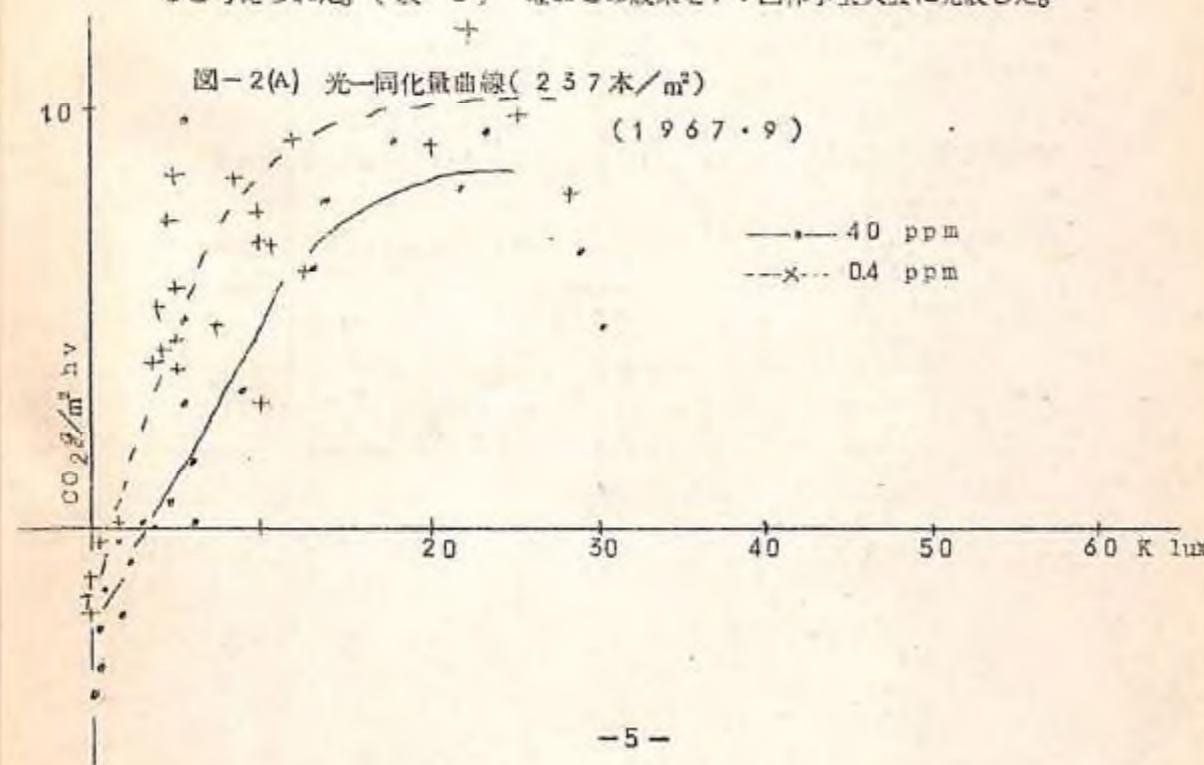


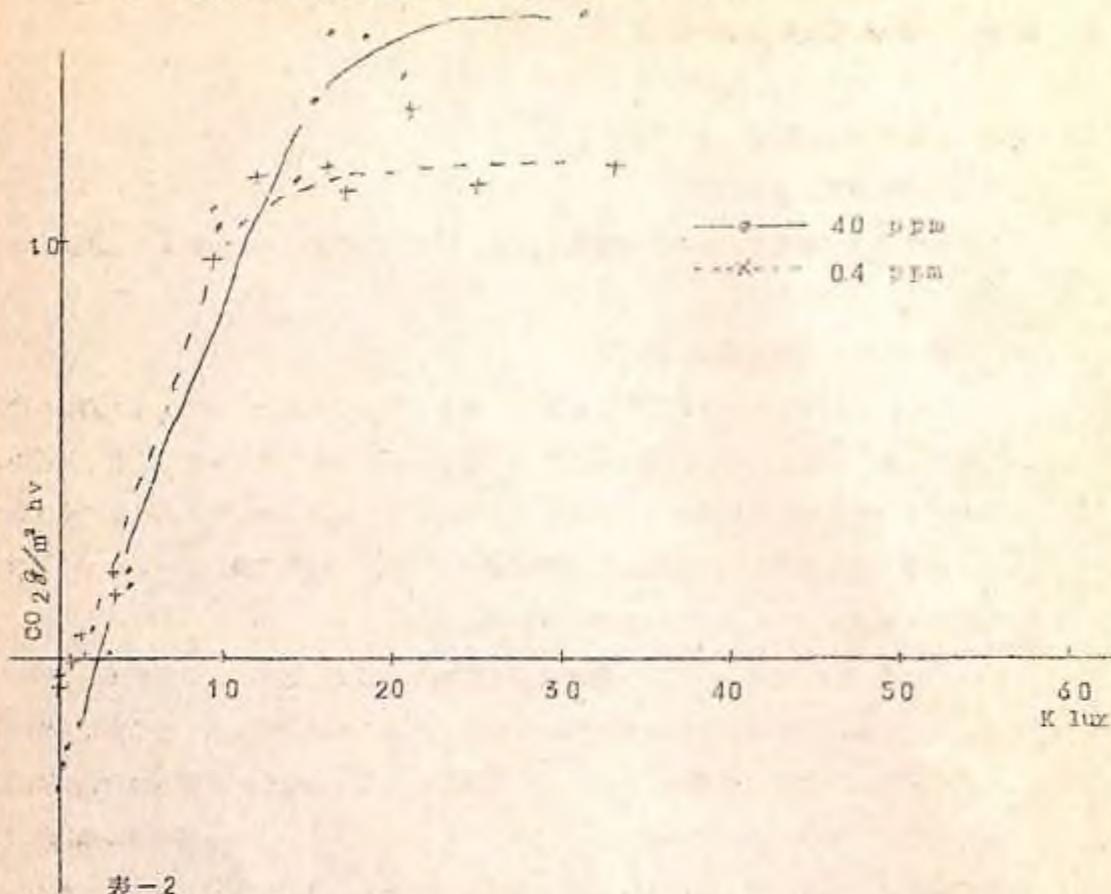
図-2(B) 光一回化量曲線(木/m²) 1967.9

表-2

植栽密度 木/m ²	257			83		
	水耕液N濃度 PPm	40.0	4.0	0.4	40.0	4.0
乾物現存量 g/m ²	1802	2017	2119	2038	2026	1657
葉量 g/m ²	1100	1133	1088	1366	1262	974
生長量(8~11月) g/m ²	388	625	602	743	830	681
NAR g/g week	0.034	0.057	0.058	0.060	0.078	0.080

NARは葉量をbaseにして算出

2) 幼林肥培試験

8ヶ所の試験地のうち、本年度のデーターを算計したものはつぎのとおりである。

(1) スギの土壤型別肥効試験

瀬尻国有林、大日山国有林のスギ肥培試験地は昨年秋で設定後10年を経過した。42年度に瀬尻(99)、大日山(BD-4)の伐倒調査を行なった。その結果、各重量で施肥の効果がよく現われていると考えられた。(表-3)

伐倒木の養分調査はdata整理中。

表-3 瀬尻、大日山のスギ肥培試験地成績

	樹高 m	胸高直徑 cm	乾物重量 ton/ha					地上部計	
			樹皮	辺材	心材	幹計	枝		
瀬尻 施肥	8.1	118	4.0	30.8	6.8	41.6	8.4	27.5	77.5
BD 無施肥	7.6	116	2.7	20.7	2.4	25.8	4.8	20.1	50.7
大日山 施肥	5.5	9.0	1.1	10.1	0.5	11.7	5.4	12.2	29.5
BD-4 無施肥	4.8	7.5	0.9	7.0	0.5	8.2	4.5	10.9	23.6
瀬尻 施肥	7.8	10.5	現在までの施肥量(g)						
BD-4 無施肥	7.2	8.9	第1回 S33年	第2回 S36年	第3回 S39年				
			10-7-5	18-12-9	30-20-14				
瀬尻 施肥	5.8	8.2							
BD 無施肥	5.6	8.6							

(2) アカマツ新植地の肥培試験

笠間営業署七会担当区部内で行なっているアカマツ新植地の肥培試験は7年を経過した。その成果は表-4のとおりである。樹高胸高直徑についてみると、肥効の絶体量も肥効指数とともに斜面上部でもつとも肥効が大きくあらわれており、ついで中部、下部の順で、肥効と立地条件(ここでは斜面上の位置)との間に対応関係がみられた。

表-4 アカマツの肥培効果(7年目)

斜面の位置	試験	樹高 m	胸高直径 cm	肥効指數	
				樹高	胸高直径
上部	施肥区	2.9	3.7	145	195
	無施肥区	2.0	1.9		
中部	施肥区	3.2	4.0	119	133
	無施肥区	2.7	3.0		
下部	施肥区	3.7	5.2	112	121
	無施肥区	3.3	4.3		
施肥量				第1回施肥(設定時)昭35(6:4:3)臺100g/1本	
				第2回施肥 昭37(15:8:8) 67g/1本	
				第3回施肥 昭39(〃) 120g/1本	
				第4回施肥 昭41(〃) 160g/1本	
()内 肥料の成分比					

(3) アカマツの林令別施肥試験

笠間営林署益子担当区部内で、昭和35年に当時新植地、4年生造林地、7年生造林地に試験地を設定し、現在まで5回の施肥を行なった。昨年で8年を経過したが、その成長状態は表-5のとおりである。すなわち新植地、4年生造林地では樹高や胸高直径に肥効が顕著にあらわれているが7年生造林地では肥効が胸高直径成長にのみわずかにあらわれている。

表-5 益子のアカマツ肥培試験(8年目)

	当時新植地		当時4年生		当時7年生		
	施肥区	無施肥区	施肥区	無施肥区	施肥区	無施肥区	
樹高 cm	試験地設定当時	3.0	2.9	8.4	8.6	21.4	23.9
	8年目	3.36	2.54	4.24	3.62	6.67	7.20
	8年間成長量	306(136)	225(100)	340(125)	276(100)	453	481
胸高 直径 cm	試験地設定当時				2.3	2.6	
	8年目	()内は肥効指數			8.1	8.1	
	8年間成長量				5.8(105)	5.5(100)	
施肥量 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O, g/1本)							
新植地 5-4-3		第1回施肥(昭35) 第2回施肥(昭38) 第5回施肥(昭40) 10-5-3 15-8-4					
4年生造林地 12-8-6		24-12-6 30-15-8					
7年生造林地 15-10-8		30-15-8 36-18-9					

(4) 低位生産林地のアカマツ林の肥培試験(赤沼試験地)

赤沼試験地におけるアカマツ林の肥培成績については林試研報157号に試験開始後8年間の成績を発表した。その後昭和33年4月に2回目施肥を、さらに36年に3回目施肥、40年に4回目施肥を行ない現在に至つた。42年3月における成長状態は表-6の示すとおりで、これによれば施肥3回、施肥4回区の成長が最も大きく肥効指数は樹高では114, 125を胸高直径では146, 174を示した。施肥2回区の樹高は無施肥とほぼ等しいが、胸高直径ではかなりの肥効を示している。施肥回数と肥効の程度については標準木の伐採により、逐年成長経過、養分吸収量等を調べ検討を加える。

表-6 天然更新したアカマツ幼林に対する施肥効果(17年目)

処理	施肥年度	樹高cm	胸高直径cm
施肥2回	26, 34	583(101)	7.1(142)
施肥3回	34, 36, 40	655(114)	7.3(146)
施肥4回	26, 34, 36, 40	716(125)	8.7(174)
無施肥		573(100)	5.0(100)

(5) コバノヤマハンノキの肥培林について

合理的短期育成林業技術に関する研究の一環として、コバノヤマハンノキの肥培林について2, 3の解釈を加えた結果はつきのとおりである。

(a) 平営林署管内の施肥されたコバノヤマハンノキの4年目における成長状態は表-7のとおりである。樹高は立地別にみるとBD-E>BD>BD(d)の順であり、また密植区の方が疎植区よりわずかに大きい値を示し、枝下高は当然のことながら各立地ともに密植区が明らかに高かつた。

表-7 コバノヤマハンノキの立地別生育成績(平試験地)

立地 密度	樹高 m	枝下高 m	胸高直径 cm	年度別伸長量 cm			
				59	40	41	42
BD(d) 密	5.4	1.5	6.7	5.9	12.4	9.3	12.0
	6.6	2.7	6.5	6.2	14.6	14.3	16.0
BD 密	6.6	1.4	7.5	7.7	13.2	10.0	21.0
	7.9	3.3	7.3	10.2	17.1	19.4	19.0
BD-E 密	7.2	1.6	8.0	7.7	16.2	15.0	19.0
	8.2	3.7	7.6	9.2	18.2	19.5	20.0

注) 疏: 1500本植 密: 3000本植

また年度別伸長量をみると、植栽後3年までは密植区の伸長量が大きかつたが、植栽後4年目ではBII(4)を除き、密植、疏植の差はうすらぎ、またBDとBD-Eの伸長量がほぼ等しくなつた。

(d) また、さきに調査したコバノヤマハシノキの養分調査から肥料の吸収率、養分循環率を算出すると表-8、表-9のとおりである。これによるとNの吸収率は100%をオーバーした34.3%を示し、磷酸の吸収率は2.4%，Kは9.5%を示し2年目の吸収率としてはスギなどの一般の針葉樹の場合よりもるかに高い値を示した。Nの吸収率が100%をオーバーしたことは理論的にあり得ない値であり、試験地の土壌の肥沃度が低いこととコバノヤマハシノキは空気中の窒素を固定する根粒菌木であることに起因するものと考えられる。また一方、施肥によって根の生理的活性が高まり無施肥木より天然供給による窒素をきわめて旺盛に吸収した結果にも起因するものと考えられる。

また表-9によると3年生のコバノヤマハシノキの養分現存量は針葉樹のうちでは成長の早いといわれるスギの7年目における養分現存量を早くも上回っているように見受けられる。またスギとコバノヤマハシノキの草木の見かけ上の養分循環率を仮に算出すると、N 5.5%，P_{2O5} 1.9%，K_{2O} 3.6%を示し植栽後まもない5年生の幼木とは思えぬほどの養分循環率を示し、スギの7年生の場合における養分循環率にはほぼ相当する。

表-8 施肥されたコバノヤマハシノキの2年間の肥料吸収率

(2本の平均値)

	施肥木	無施肥木	吸収率☆
N吸収量	4.0.3 g	9.4 g	34.3 (15)☆☆☆
P _{2O5} 吸収量	7.0	1.6	2.4 (9)
K _{2O} 吸収量	1.5.7	4.6	9.5 (25)

$$\text{☆吸収率} = \frac{\text{施肥木中の要素量} - \text{無施肥木中の要素量}}{\text{2年間の施肥量}} \times 100$$

☆☆☆ 2年間の施肥量 N: 9 g, P_{2O5}: 22.9 g, K_{2O}: 1.2 g

☆☆☆()の数字は比較のため施肥された7年生スギの肥料吸収率

表-9 施肥された3年生コバノヤマハシノキの養分現存量と落葉による見掛けの養分循環率(单木)

	樹種 林令	N	P _{2O5}	K _{2O}
1本あたりの 養分現存量	コバノヤマハシノキ スギ	5 7	12.7 g 9.2	2.5 g 2.4
見掛け上の養分 循環率	コバノヤマハシノキ スギ	5 7	3.5% 2.9	1.9% 2.5
			3.6%	2.9

3) 成木林肥培試験

6ヶ所の試験地のうち、本年度は二居試験地について肥効を確認した。

(1) スギ5年生林分の肥培試験

この試験地は前橋営林局と協同で六日町営林署二居国有林内のスギ5年生林分に設定されたもので、肥効試験(化成肥料区、硫安単肥区、対照区の3区3ブロック制)と施肥権試験(化成肥料-N 2.0 kg区、N 1.0 kg区、対照区の3区ブロック制)とに分かれ全部で5haに及ぶ試験地である。

(a) 肥効について

昭和42年11月ではほぼ満4年を経過したので、肥効試験地について中間調査を行なったが、成績の概要是表-10のとおりで、化成肥料区、硫安単用区と対照区との間にやく2.6-2.7m³/haの材積増があり化成肥料と硫安との間には有意差は認められない。

(b) 肥効についての2, 3の解析

試験開始時の胸高直径と4年間の直径増加量との相関をみると、直径の太い木ほど肥効が現われやすい傾向がうかがわれる。また樹幹解析用に伐倒した木の針葉量と4年間の材積成長量との関係は表-11のとおりで、施肥は針葉量を増加させるとともに、その生理的活力も強めるように見受けられる。

Bitterlich氏のレラスコープを用いて、立木密度が胸高直径の成長にどのような影響を与えるかについて検討した結果は、ある木の周囲の胸高断面積の大きいほど、すなわち点密度の高いほど直径成長が不良であることが、当然のことながら推定できた。したがつて成木林肥培では間伐との組合せが重要な問題となつてくる。

表-10 肥効調整(3ブロックの平均値)

	59年5月(試験開始時)			4年間の増加量			対照区との差 v	$\frac{v}{V} \times 100$
	G	H	V	g	H	V		
化成肥料区	56.99	15.9	4.68	57.5	10.3	8.00	2.75☆	17.1%
硫安单用区	62.91	15.3	4.87	57.3	10.3	7.85	2.60☆	16.1
对照区	58.63	15.3	4.63	41.5	0.63	5.25		11.5

(1) 施肥料 (森301号(17-9-8)をNで150kg/haあて3回連続施肥)

(2) G, g 胸高断面積計

v, V 材積m³/ha

(3) ☆ 統計的に有意

詳細は近く刊行される林試研報を参照されたい。

3. 東北支場

本年度は次の事項について取りまとめを行なつた。

(1) 土壌の性質と施肥効果

母材の異なる2種類の土壤すなわち赤色風化土(カオリン併粘土鉱物)と中性黒色火山灰土(アロフエン併粘土鉱物)とを用い、小型の簡易ライシメーターにより施用した肥料の浸透流亡状態を調べた。ライシメーターには、A)無肥料区 B)上層5cm施肥区 C)全層22cm施肥区の5種の施肥処理を行なつた。またライシメーターにはスギ(1-1)苗を植え、その成長を調べ、肥料要素の流亡等との関連性について検討した。得られた結果は次のとおりである。

(a) 浸透水量は降雨量およびその強度により異なることは当然考えられるが、時期的には降雨量の約20~80%と差異がみとめられた。しかして全期間中の平均では両土壤とも降雨量の50%であり、土壤種間による差異はみとめられない。しかし土壤の透水性は降雨直後ライシメーターの土壤表面への滲水状態から観察した結果では赤色風化土が火山灰土に比べ、きわめて不良であった。

(b) 浸透水のNH₄-Nは無肥料区では両土壤とも全くみとめられないのにたいし、施肥区でみとめられ、しかも両土壤とも下層施肥において高濃度を示した。土壤種別には赤色風化土において大であつた。

しかしNO₃-Nは無肥料でも流亡がみとめられ、赤色土の0~0.9PPMにたいし火山灰土では1.0~7.8PPMと比較的高濃度であり、後者土壤の硝酸化成がきわめて旺盛な結果がみられた。したがつて施肥各区におけるNO₃-Nの流亡も火山灰土ではきわめて大きく、赤色風化土では微量に過ぎない。

すなわち火山灰土のNH₄-Nの流亡が赤色風化土に比べ、小さいのは土壤の吸収力、CECも関連すると思われるが(分析中)硝酸化成の著しいことも一因として考えられる。したがつてNO₃-イオンの流亡がより大きい火山灰土では赤色風化土に比べ全Nの流亡割合が大きかつた。

(c) 浸透水のK₂Oは赤色風化土の無肥料は各期間とも全くみとめられなかつたが、火山灰土では各期とも1PPMの濃度を示した。

施肥区では両土壤とも下層施肥が、また土壤種別には赤色風化土がより大であつた。

表-11 針葉量と材積増加量(1本あたり)

	針葉量(N)	材積増加量(v)	$\frac{v}{N}$
化成肥料区	33.5kg	0.457m ³	0.0137(m ³ /kg)
对照区	21.5	0.255	0.0118

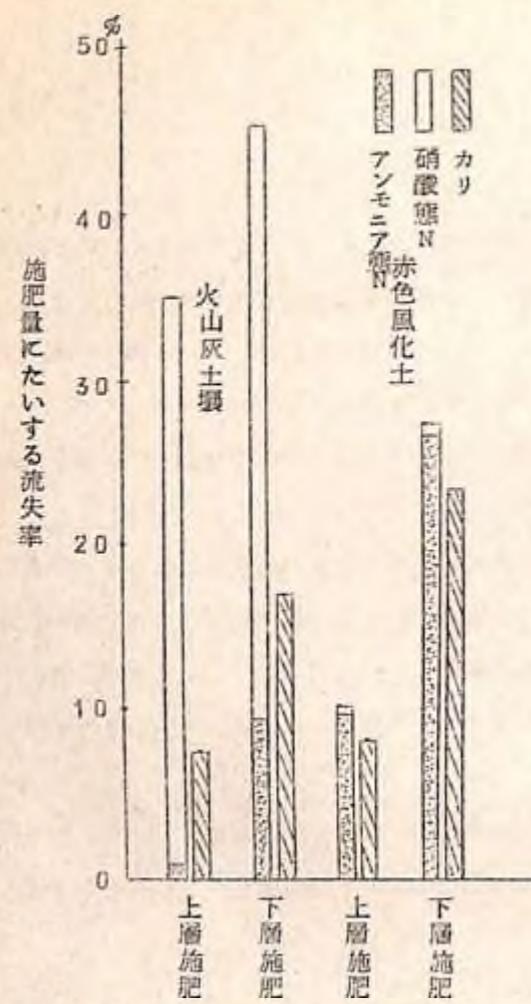
2. 北海道支場

今までの成果を総合的にとりまとめ、目下林試・研報に「トドマツ幼令林の養分吸収と施肥効果」として印刷中であるが、その要点を示せば次のとおりである。

(1) 養分調査 定山渓営林署管内小樽川流域の幼令林(4, 6, 8, 10, 12年生)について樹体分析と根系調査を行ない、林令の増加とともに樹体中の養分含有量の増加と根系の発達とともに包根容中の養分供給可能量を推定し、施肥量や施肥効果のおおまかな見通しをたてた。

(2) 施肥試験 北海道の代表的土壤、B_{1D}型、B_D型、B_C型等について植栽時の施肥試験を行なつた。この結果を樹高成長に対する肥効指数で示すと、各土壤型とも夫々肥効があるが、土壤肥沃度に關係があり、B_CやB_{D(d)}の酸性又は石灰欠乏土壤では最も肥効が高く、特徴性がない。黒色火山灰土のB_{1D}型土壤はリン酸の肥効が高い。リン酸多施の必要がある。一般に2年また3年で肥効がおちるので追肥の必要があるが、その時期や量は土壤肥沃度と關係があるので、養分調査の結果よりある程度推定出来る。

図-3 土壤および施肥位置の差異と養分流亡の関係



(d) ライシメーターに植栽されたスギ苗の生育はB区>C区>A区の順で、本実験の範囲では上層5cmまでの施肥が、下層22cmまでの施肥よりも肥料要素の流亡も少なく、かつスギ苗の生育も良好であった。

(2) 広葉樹(コバハン, シラカンバ)の施肥試験 — とくに葉の養分濃度の変化と成長との関係 —

コバハン, シラカンバの施肥効果については前年度に報告した。今年度はとくに葉の養分濃度の季節的变化と成長との関係について、解析を加えたので、その結果を要約すると次のとおりである。

(a) 両樹種とも8月に成長の最大期があり、コバハンは4年目以降に急激な成長の低下がみ

られるが、シラカンバでは直線的な成長を続いている。施肥効果はシラカンバにおいて大きい。(図-4および図-5)

図-4 樹高成長の季節変化

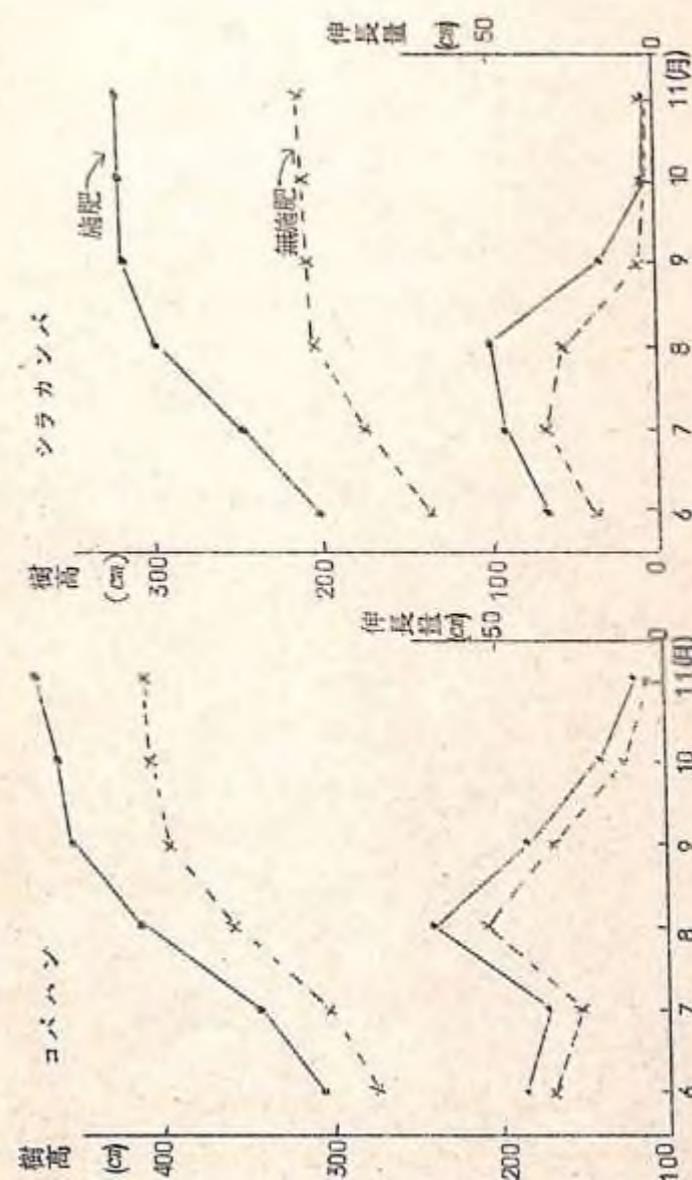
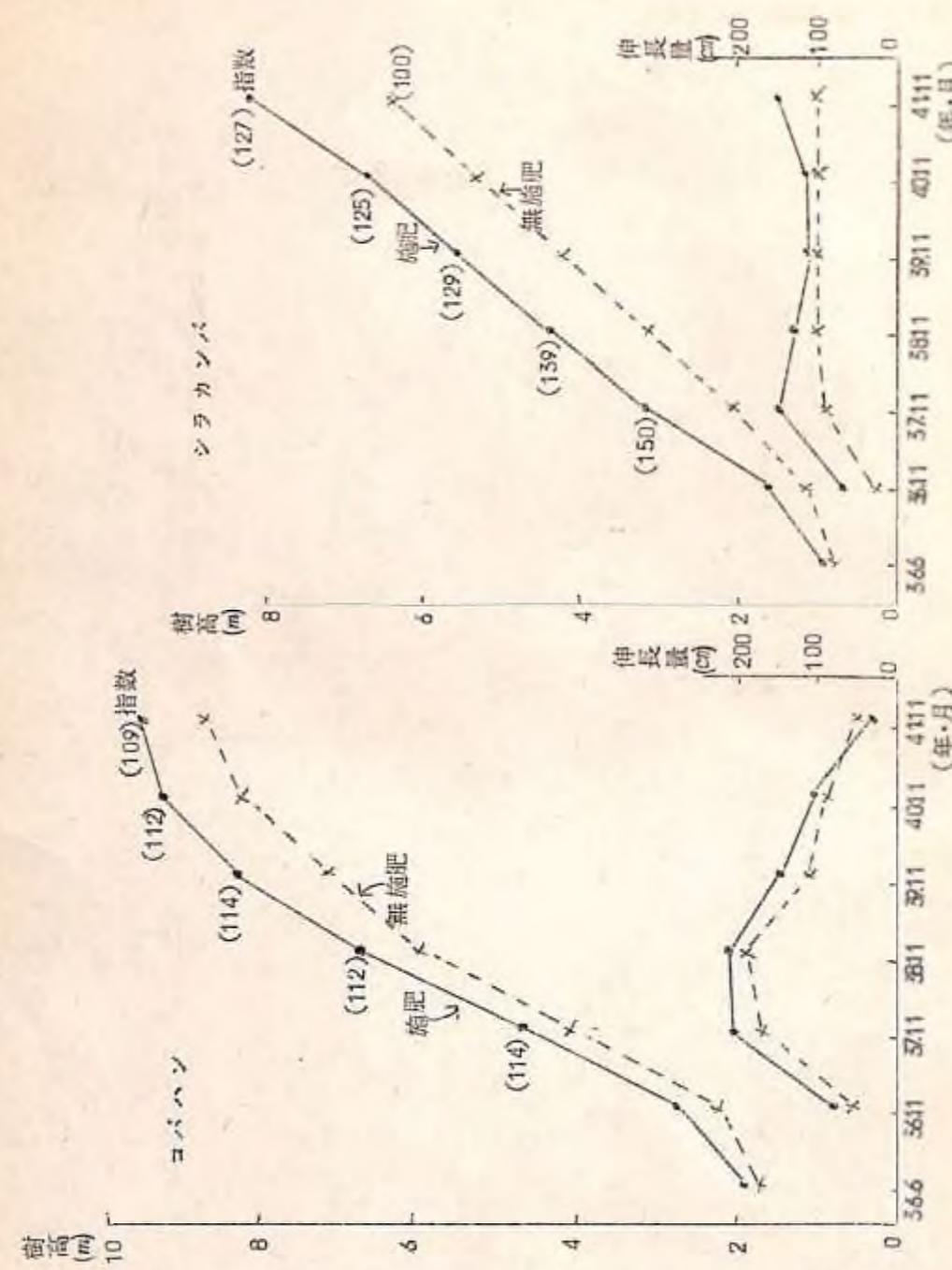


図-5 樹高成長の年変化



(d) 妻分濃度の季節的な変化では、両樹種とも N, P は開葉期が最高であり、N は夏に再び高くなる傾向を示している。

コバハンは秋でも夏とほぼ同じような N 濃度を示しているが、シラカンバは夏から秋にかけて下降している。この傾向は樹種による大きい相異点と思われる。P では、両樹種とも春に急激な低下がみられ、その後はほとんど変動していない。K では変動が大きいが、コバハンは春に、シラカンバは夏に高い濃度を示している。また施肥による葉の濃度の増加が認められるのは、コバハンで P, シラカンバでの N, K である。

図-6 コバハンの葉内妻分濃度の季節変化

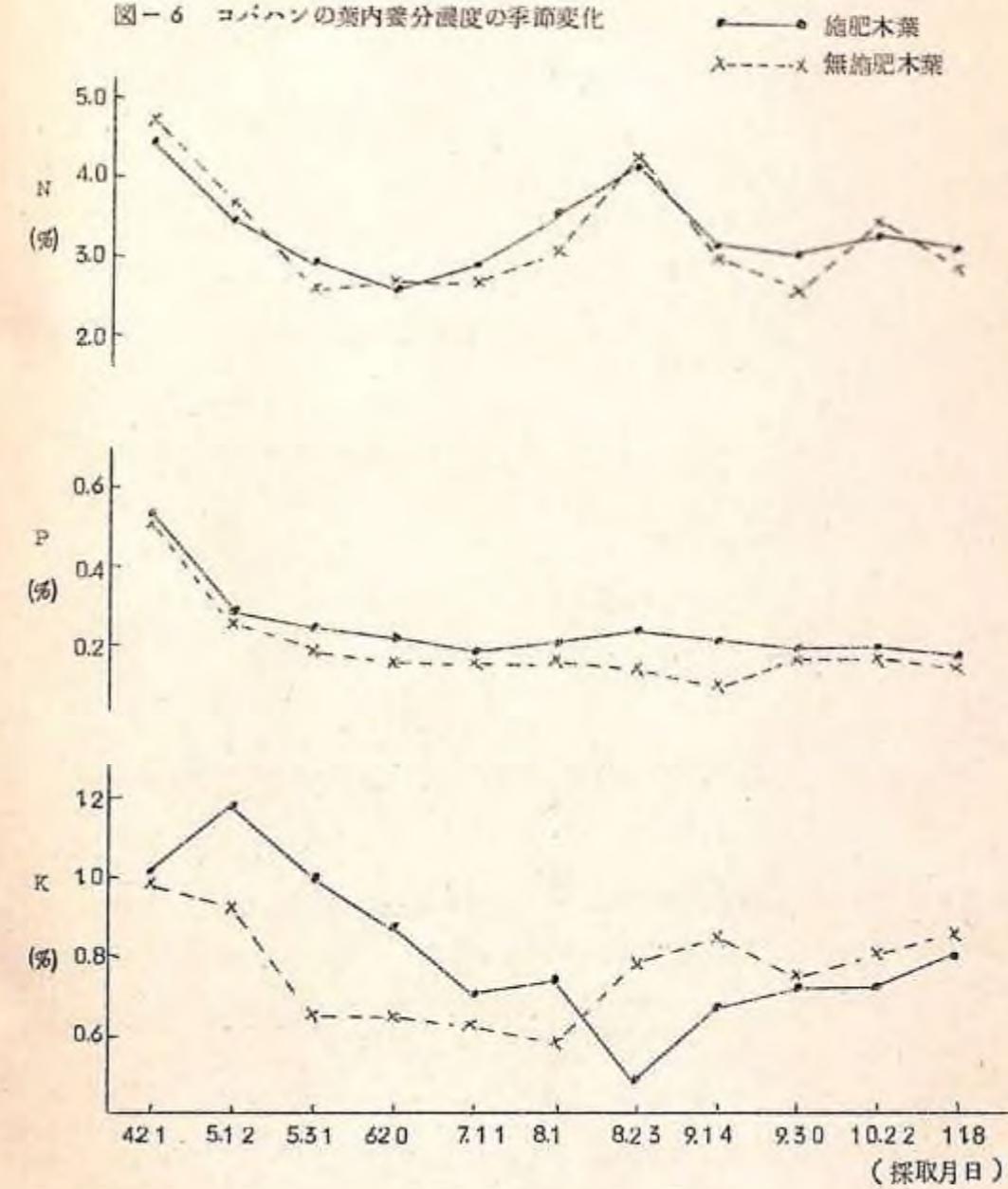
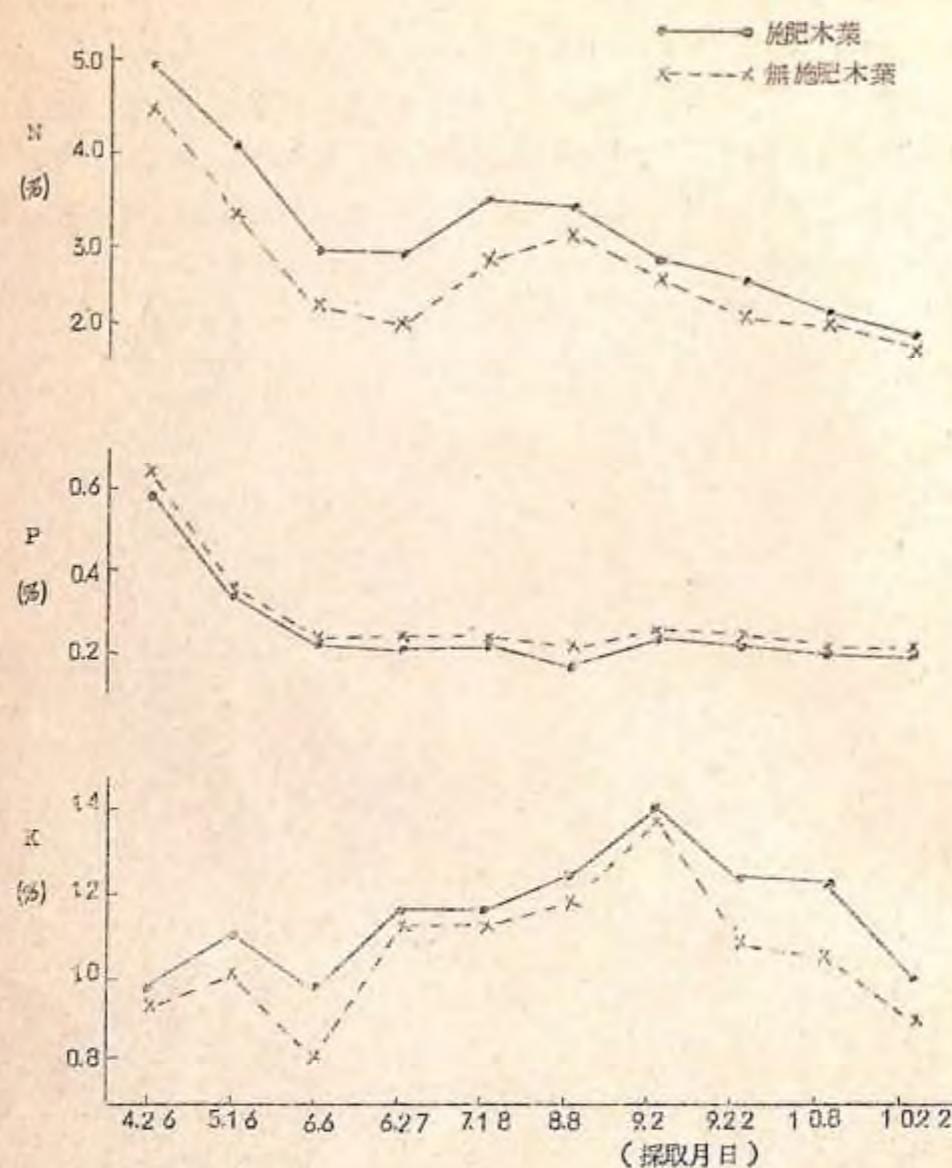


図-7 シラカンバの葉内養分濃度の季節変化



(e) 養分濃度の各年における季節変化は、Nではコバハンが春から秋にかけて濃度が増加しシラカンバでは反対に濃度が減少している。しかしP、Kでは一定の傾向ならびに樹種による差異は明らかでない。また年令增加とともに養分濃度の変化では、P、Kでは明らかでないが、Nにおいて認められ、とくにシラカンバでは年令を増加するにしたがつて明らかにP濃度を減少している。

施肥による葉の養分濃度の増加はコバハンではP, シラカンバではN, Kにおいて認め

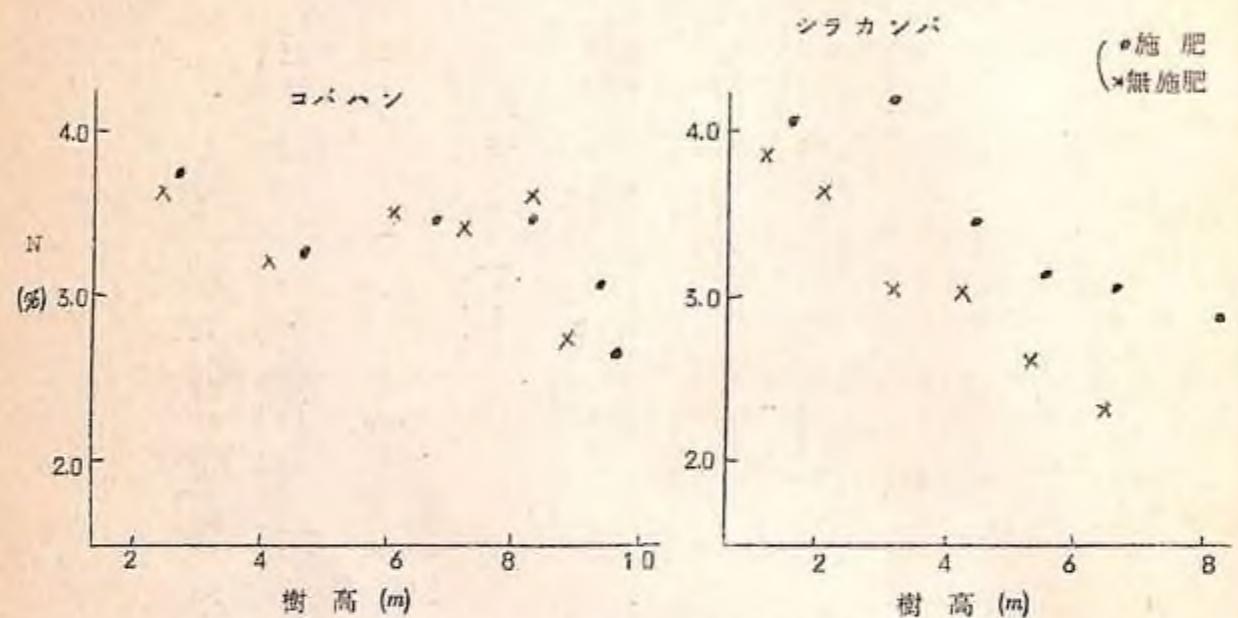
うれる

表-1.2 各年における季分温度

シラカンバ				コバハシ			
		N(%)	P(%)	K(%)	N(%)	P(%)	K(%)
無	36・6	3.85	0.30	0.96	3.62	0.22	0.57
	8	3.54	0.22	0.68	3.84	0.22	0.55
	10	2.84	0.26	0.50	3.67	0.19	0.66
施	36・6	4.04	0.29	1.07	3.71	0.25	0.88
	8	3.46	0.21	0.93	3.88	0.28	0.54
	10	2.71	0.19	0.58	3.94	0.24	0.75
無	37・6	3.65	0.26	1.10	3.23	0.19	0.61
	8	2.71	0.20	1.05	3.65	0.18	0.53
	10	2.62	0.23	0.79	3.89	0.20	0.82
施	37・6	4.25	0.23	1.17	3.25	0.21	0.62
	8	2.86	0.17	1.22	3.90	0.25	0.64
	10	2.60	0.17	0.92	4.01	0.24	0.73
無	38・6	3.04	0.25	1.08	3.52	0.17	0.64
	8	2.93	0.18	0.64	3.70	0.19	0.57
	10	2.13	0.16	0.51	3.63	0.22	0.69
施	38・6	3.47	0.23	1.31	3.47	0.18	0.63
	8	3.35	0.17	0.72	3.86	0.25	0.63
	10	1.95	0.19	0.52	3.83	0.27	0.65
無	39・6	3.02	0.39	0.69	3.46	0.37	0.64
	8	2.79	0.26	0.81	3.96	0.20	0.68
	10	2.47	0.35	0.65	3.82	0.21	0.89
施	39・6	3.19	0.22	0.71	3.44	0.42	0.64
	8	2.86	0.22	0.84	4.27	0.27	0.73
	10	2.34	0.22	0.75	3.93	0.24	0.65
無	40・6	2.67	0.26	0.85	3.61	0.25	0.79
	8	2.06	0.20	0.82	2.50	0.19	0.58
	10	1.92	0.25	0.60	2.40	0.14	0.44
施	40・6	3.06	0.23	0.64	3.04	0.23	0.70
	8	2.84	0.20	1.51	2.63	0.20	0.46
	10	2.38	0.19	1.06	2.62	0.17	0.44
無	41・6	2.36	0.24	0.81	2.75	0.17	0.66
	8	2.51	0.25	1.40	4.27	0.15	0.79
	10	2.12	0.21	1.05	3.47	0.18	0.81
施	41・6	2.88	0.22	0.98	2.64	0.22	0.87
	8	2.76	0.23	1.41	4.23	0.24	0.46
	10	2.13	0.20	1.24	3.39	0.20	0.72

(d) 林木の成長と葉の養分濃度との関係では、N濃度と成長との間に関連性が認められ、シラカンバでは年令增加とともに樹高増加につれてN濃度を減少している傾向がある。コバハシでは明らかでない。

図-8 N濃度と樹高



(e) コバハシとシラカンバでは成長状態および養分濃度に、それぞれ差異があり、とくにコバハシにおける秋季のN濃度の増加は肥料木としての特徴に関連するものと思われる。

(3) 植栽本数別施肥試験（カラマツ）

昭和36年施肥と本数密度の関係をあきらかにする目的で、カラマツの2000, 4000, 6000本/ha植栽区について、それぞれ施肥、無施肥区を設け当場構内で試験を行なつてある。（1plot 10×20m）施肥の実行経過はつきのとおり。

昭和36年5月第1回施肥、ちから1号150g/本（300, 600, 1200kg/ha）

昭和39年5月第2回施肥、単位面積あたりの施肥量を同一とするためちから1号を追肥（1200, 900, 300kg/ha）

昭和42年4月第3回施肥、スーパー化成1号を各本数区ともN-200kg/ha
得られた成果の概要は次のとおりである。

(a) 各処理の樹高および直径成長について、その絶対値を比較した場合(表-13, 14, 図-9)樹高では植栽後2年目頃までは密植区ほどその成長割合が大きいが3年目以降は密植区が下降し疎植区で上昇する傾向を示す。この傾向は肥大成長面でとくに顕著にみられた。

(b) 各区での肥効は植栽後4～5年目頃まではみとめられるものの現在ではむしろ無施肥に劣った成長を示す。(図-10)

また植栽密度と肥効の関係は密植区ほど低い傾向にある。各本数区とも樹冠の発達は施肥が無施肥より発達し、これは枝下高(図-11)や、また林内日射量、植生状態などからも明らかであるが(本数増にともなう枝下高は無施肥では放物線を画くが、施肥では直線的になり本数増、施肥にともなう剪頭が顕著であることを裏付けする)このように開墾程度の著しいものほど肥効は低下しているようである。

(c) 植栽本数と落葉量の関係、各plot 1m²の区画により時期別落葉量を調査、総落葉量(図5)は植栽本数によつて偏差少なく風による測定誤差などを勘案した場合、ほぼ一定量とみなされるようである。

ただし施肥-無施肥間での差異は各本数区とも一様にみとめられる。

(d) 葉分析の結果については次のとおり。すなわち各期におけるN濃度の消長はカラマツにみられる一般的な特性を示したが、その高低および増減割合は施肥-無施肥間でわめて顕著であり、明らかな差異がみとめられた。(図-12)

落葉量調査結果から疎密各区の葉量はほぼ一定とみなされるが、植栽本数の稠密は6～9月の各成育期では密なほどN濃度が高い傾向を示した。他項目(P₂₀₅, K₂₀, CaO, MgO)については分析実施中であるが、なお同化作用能力の指標とし炭水化物含量について定義の予定。

表-15 樹高成長(cm)

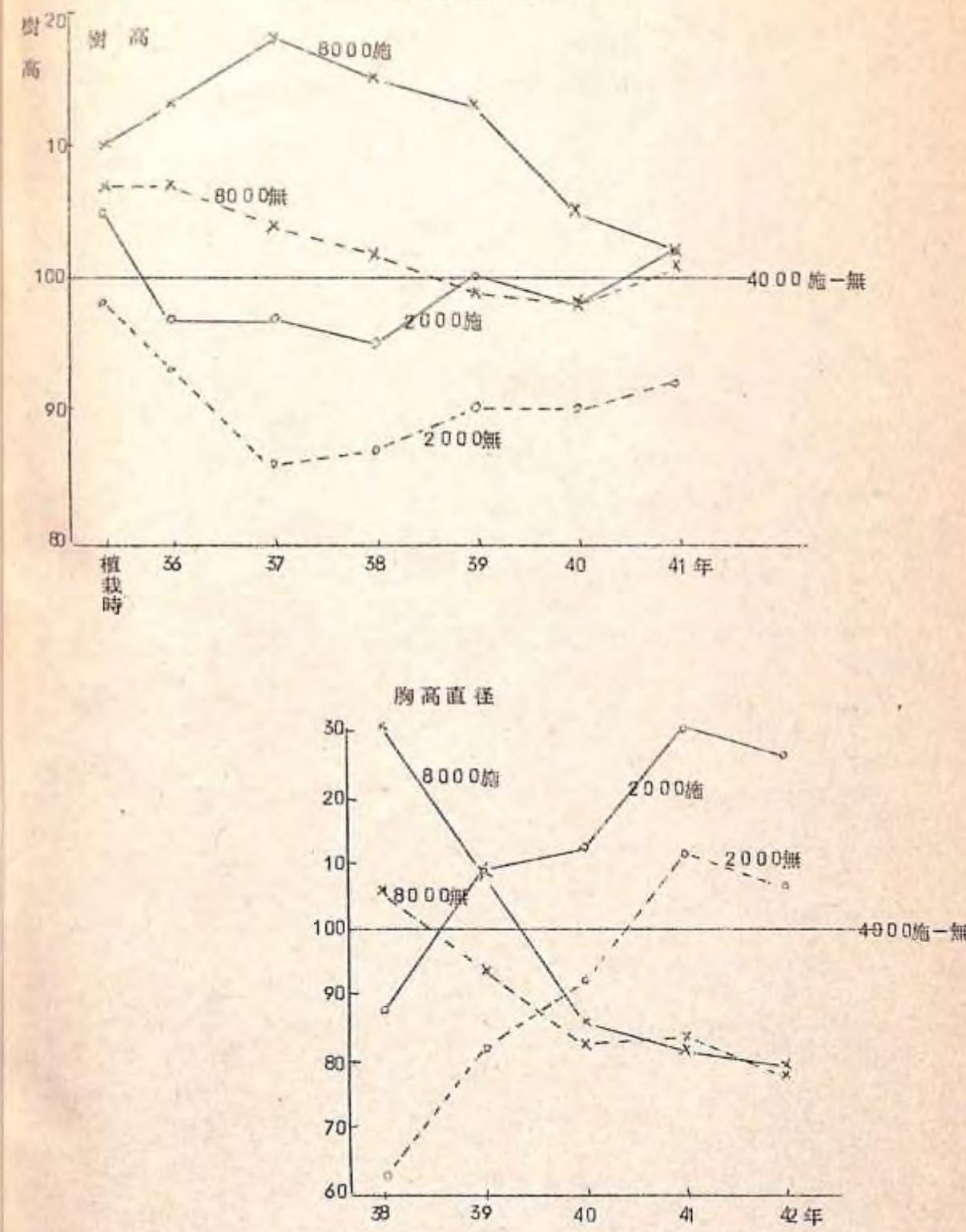
處理	3.66	5.6.11	3.7.11	3.8.11	3.9.11	4.0.11	4.1.11	4.2.11
無	4.2	5.7	1.5	11.7	6.0	21.5	9.8	33.0
2000施	4.4	7.0	2.6	14.0	7.0	24.7	10.7	37.2
4000施	4.5	6.1	1.8	13.6	7.5	24.8	11.2	36.7
8000施	4.6	6.5	1.9	14.2	7.7	25.4	11.2	36.5
無	4.6	8.1	3.5	17.0	8.9	30.0	15.0	42.0
8000施	4.6	8.1	3.5	17.0	8.9	30.0	15.0	42.0

表-14 直径成長(cm)

處理	3.8.	1.1	3.9.	1.1	4.0.	1.1	4.1.	1.1	4.2.	1.1
無	1.0	2.7	1.7	4.4	1.7	6.2	1.8	7.6	1.4	
2000施	1.4	3.8	2.4	5.7	1.9	7.4	1.7	8.6	1.2	
4000施	1.6	3.5	1.7	4.8	1.5	5.6	0.8	7.2	1.6	
8000施	1.6	3.5	1.9	5.1	1.6	5.7	0.6	6.8	1.1	
無	1.7	3.1	1.4	4.0	0.9	4.7	0.7	5.6	0.9	
8000施	2.1	5.8	1.7	4.4	0.6	4.7	0.3	5.5	0.8	

- 22 -

図-9 4,000本植栽区に対する疏密両区の成長割合



- 25 -

図-10 肥効の推移

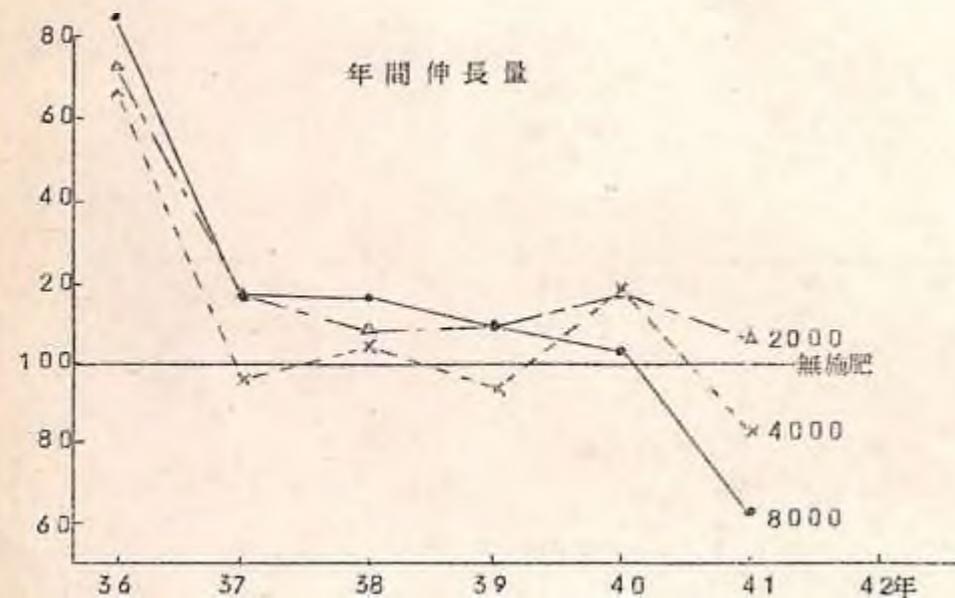


図-11 植栽本数と枝下高(枯枝重量)着葉量の関係(42年度調査結果)

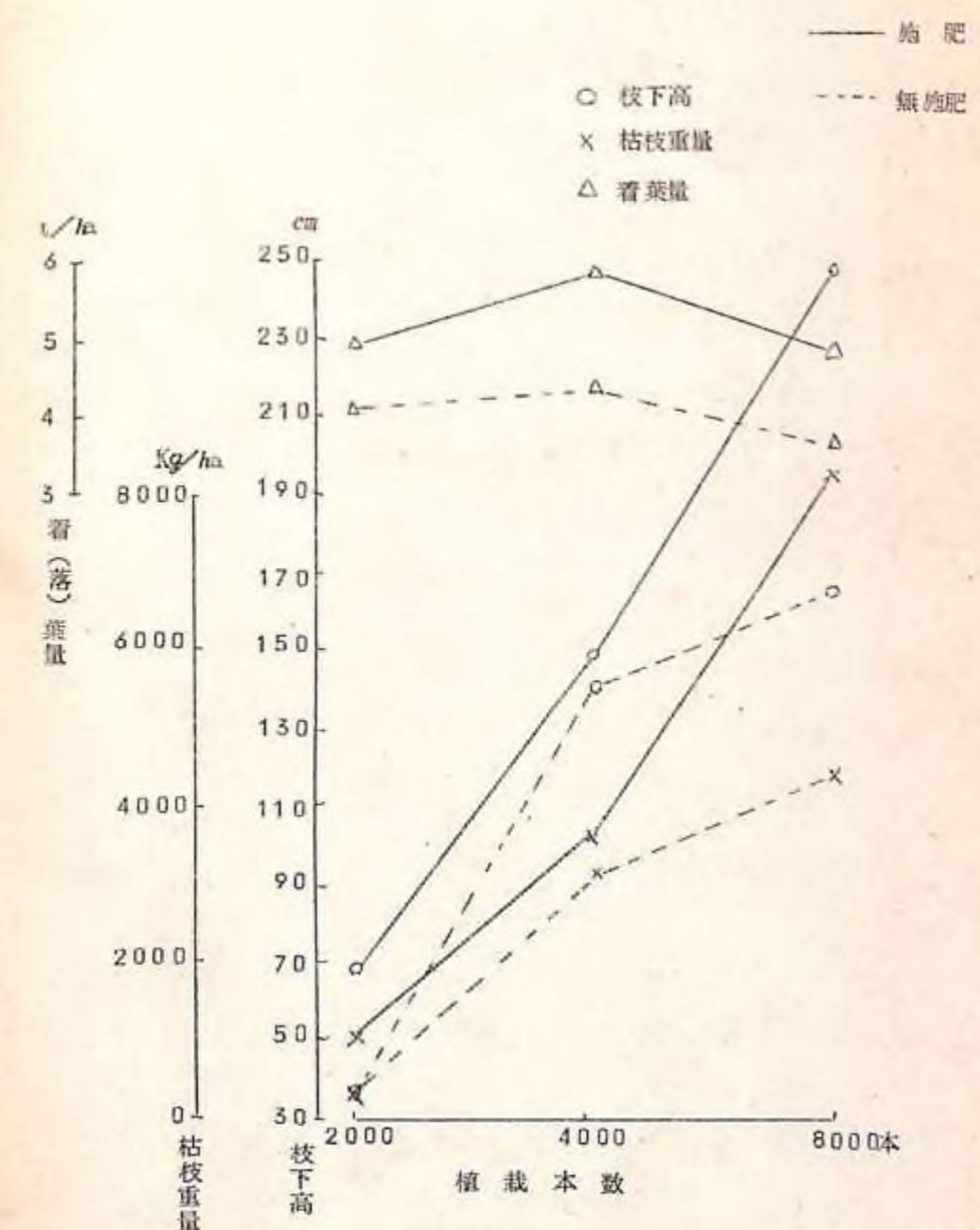
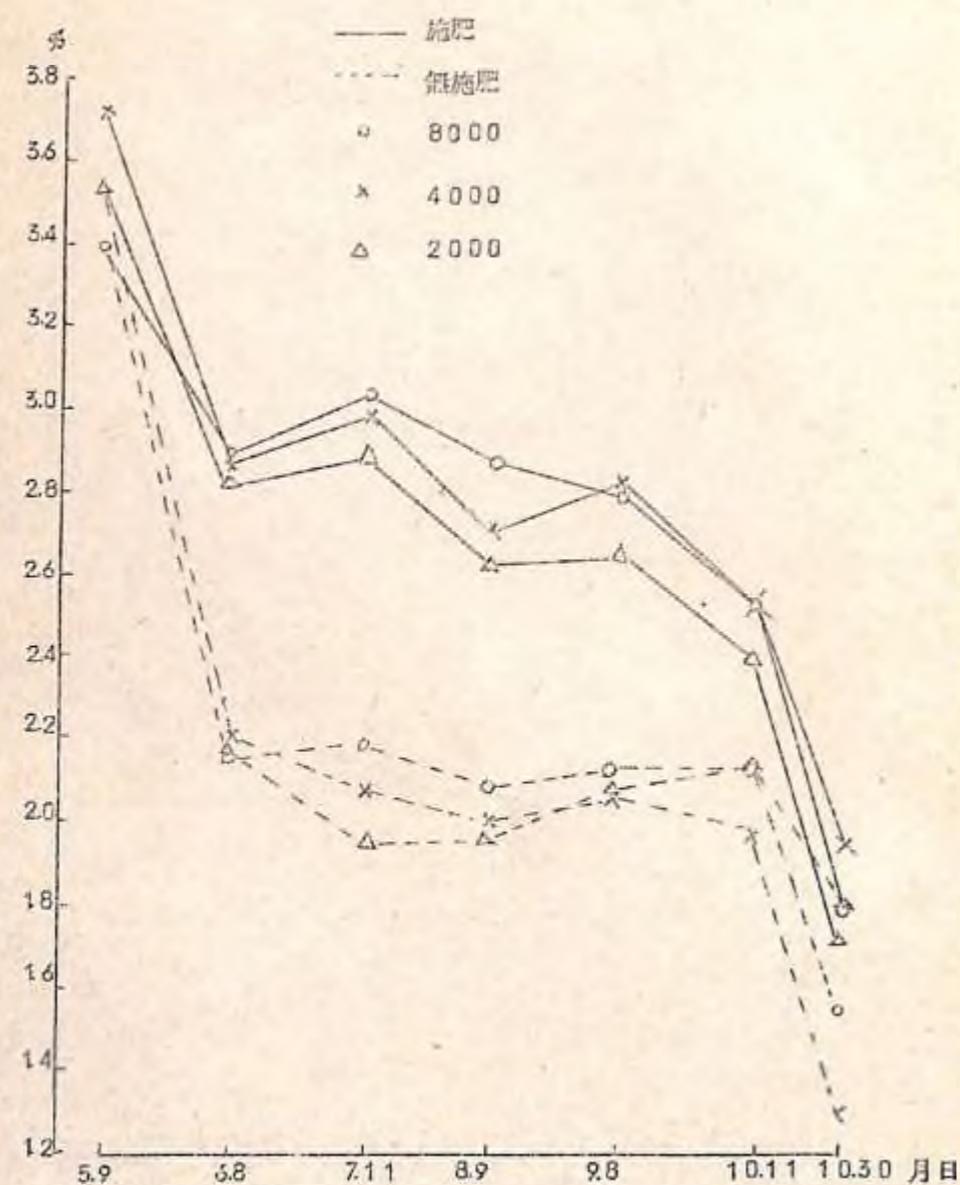


図-12 黄中Nの時期別含有量(各5木の平均値)



4. 関西支場

(1) クロマツ幼令林の肥培試験(西条宮林署)

この試験地は広島県西条宮林署姥ヶ原国有林内において、昭和39年12月に設定したものである。試験地はいざれも表面浸透をうけ、A層の発達は不良で、腐植に乏しいBA-Er型土壌である。土性は均質壤土に属する。孔隙も少なく透水性の悪い理化学的性質の不良な土壤といえる。

42年10月、試験設定より満3年の成績は表-13のとおりで、BA-Er型土壌においては施肥の効果はきわめて顕著である。また無施肥区の成長が悪いため下刈はやく2回は節約できる見込みで、施肥が経済的にも成立することが期待される。

表-13 クロマツ林の肥培成績(3年目)

試験区	ブロック	樹高 cm	樹高成長量	直徑 mm	直径成長量	5年間の樹高成長量 cm	5年間の直径成長量 mm
無	1	113 69-194	15 4-46	37 24-63	11 4-22	55 20-134	23 9-43
肥	2	107 54-196	11 3-40	32 12-46	5 1-15	46 18-111	13 3-35
施	1	188 113-262	58 31-94	56 33-76	16 6-26	150 82-197	43 22-61
肥	2	191 101-276	58 30-100	58 31-85	17 6-36	157 68-198	45 22-72

(2) スギ幼令林の肥培試験(山崎宮林署)

この試験地は兵庫県山崎宮林署マンガ谷国有林内において、昭和36年に設定したものである。42年度(6年目)までの成績は表-14に示すとおりである。これによると、記効指数も肥効の絶対量も斜面下部より上部において大きく現われている。なお土壌、樹体の分析などを行なつて総合的にとりまとめた本試験の6年間の成績は正式に林試研報に投稿中。

(3) スギ、ヒノキ幼令林の肥培試験(高野宮林署)

この試験地は奈良県高野宮林署高野山国有林において、昭和36年に設定したもので、過去4年間の成績はすでに林試研報第191(1966)に発表したので、ここでは42年度現在すなわち6年目の調査結果を表-15に示す。

表-14 スギ肥培林の成績(6年目)

処理	プロツク	樹高 cm	直 径 mm
斜 面 下 部			
無 肥	1	200 90~500 (100)	40 19~61 (100)
植栽時および5年目の2回施肥	1	280 210~560 (140)	56 34~81 (140)
3年目施肥	2	280 150~370 (140)	57 31~76 (142)
植栽時および3年目、5年目の3回施肥	2	300 220~410 (150)	59 35~85 (147)
斜 面 中 腹			
無 肥	1	150 90~250 (100)	31 19~61 (100)
植栽時および5年目の2回施肥	1	220 110~300 (147)	46 19~69 (148)
3年目施肥	2	200 110~270 (133)	45 24~72 (145)
植栽時および3年目、5年目の3回施肥	2	280 170~380 (187)	59 38~80 (190)

表-15 スギ肥培林の成績(6年目)

処理	樹 高 cm	根元直 径 mm
無 肥	270 210~360 (100)	58 38~90 (100)
1・5年目施肥	440 310~570 (163)	95 65~135 (160)
3年目施肥	430 290~540 (156)	82 39~108 (141)
1・3・5年目施肥	520 400~620 (193)	105 73~126 (181)

(4) スギ成木林肥培試験

鳥取県鳥取営林署冲の山国有林内のスギ成木肥培試験地(昭和38年, 39年に設定)および兵庫県山崎営林署国有林のスギ主伐前試験地(昭和40年設定)については、いずれも設定後間もないため、鳥取営林署管内のものについては中間調査として標準木の樹幹分析を行なつたが、目下検討中。

5. 四国支場

(1) スギ幼令林連続肥培試験

この試験地は本山営林署下る川国有林内に昭和35年設定されたもので、肥効の最大限界をみるために毎年連続的に施肥して、8年間の合計施肥量は植栽木1本あたり、N 367 g, P₂O₅ 156 g, K₂O 131 gである。42年度では施肥区の樹高、直径は7.44 m(112), 111 cm(117)であるのに対して、無施肥は6.66 m, 9.5 cmであった。

(2) スギの植栽時の施肥位置試験を支場構内実験林で行なつたところ、次の順であつた。

側方溝切施肥 > バラまき施肥 > 側方3点施肥(機械による) > 無施肥

(3) 苗木の形質が肥培効果に及ぼす影響についての試験

前年度に引き続き実施中であるが、未だ成果の得られる段階にきていない。

6. 九州文場

(1) 42年度の成績の概要是表-16のとおりである。

表-16 外地肥培試験地成績

試験地名	樹種 (品種)	土壌型	設定年月	設定時 林合	試験区		施肥	施肥名および回数	合計N量	H(株)(指數)	D(株)(指數)
					施肥区	無肥区					
田野第1試験地	スギ (ヤマセ)	BD(d)	30. 10	当生牛	①号(6.4.5) 生友1号(1.5.8.8)1	5 }6	93.9/本	770.8(140)	1 4.3(150)		
田野第4試験地	スギ	BD	32. 5	新植	①号(6.4.5) 生友1号(1.5.8.8)1	4 }5	84.9/本	49.80(136)	8.1(157)		
施肥土壤別	スギ	BD(z)	36. 4	新植	生友1号(1.5.8.8)3	39.9/本	1 84.9(114)	4.9(114)			
施肥試験地	(アヤメ)	(S)					1 6.2.8(100)	4.3(100)			
		B1D					20.3.1(135)	6.3(140)			
		(N)					17.0.0(100)	4.5(100)			
		B1D					22.5.5(96)	6.7(102)			
		(S)					25.0.8(100)	6.6(100)			
		B1D(W)					24.6.6(112)	6.4(112)			
施肥位置試験地	スギ (アヤメ アサガ ヒ)	BD	40. 4	新植	上方施肥区 ③1号(1.0.6.5)1	10.9/本	3年間伸長量 85.8(227)アヤメ 77.5(125)アブタグリ				
除草剤肥料混用 試験地	スギ (ヤブク リ)	BD	41. 3	新植	5月除肥区 7月除肥区 3.7月除肥区 3月施肥区 7月施肥区 無肥区	1 1 2 1 1 1	H(株)(指數) 30.8/本 1.45(87) 2.14(128) 2.34(139) 2.12(126) 16.8(100)	D(株)(指數) 5.7 5.0 10.6 9.5 9.5	雜草草被:草4.5 5.7 5.0 10.6 9.5 9.5		

(2) さしそぎ品種の根系と施肥位置

九州地方のさしそぎは品種により根系の発達状況が異なり、したがつてこれに応じた施肥位置があるはずである。さし木苗の植栽当初の施肥位置を品種ごとに検討する目的で下記の試験を行なつた。得られた成果はつきのとおりである。

試験の場所および方法

試験地は九州支場実験林内、地質は新第三紀に出来た安山岩質集塊岩からなるB₂型土壤の東向き緩斜面でメダケの密生地である。土壤断面形態は二段埴質な土壌に昭和40年4月設定した。植栽は植穴機で5回掘りをし、土を掘り上げて雜木竹根をとりのぞいた40×40cmの深さ40cmの穴を掘り、アヤスギ、ヤブタグリ、メアサの3品種を1品種1区5本宛植栽した。試験区は下方施肥区（植穴底25cmの深さへ肥料を施し土とよく混合した後20cm深さに植付けた区）と上方施肥区（深さ20cmに植付けた後肥料を5cm深さの円形に施した区）および無施肥区の3試験区とした。肥料は①1号（10-6-5）200gを施した。

樹高成長量調査は毎年秋におこない、植栽後5年目の昭和42年10月掘りとり、根株から出ている一次不定根を発生位置ごとにつけねから切りとつて根令を調べた。

結果と考察

(a) 樹高成長 5年間の樹高成長は図-13の通りで、無施肥区を100とするとアヤスギでは上方施肥区227、下方施肥区205と著しい肥効が認められたが、ヤブタグリの肥効はそれぞれ125、132と小さく、メアサでは上方施肥178、下方施肥190でアヤスギに次ぐ大きい肥効が見られた。施肥位置別肥効は、アヤスギは下方施肥より上方施肥が大きく、ヤブタグリとメアサのそれは上方施肥より下方施肥が大きい値を示した。成長量は無施肥区でヤブタグリが一番よくメアサ、アヤスギの順であるのに、施肥区ではアヤスギとヤブタグリは殆んど同様なよい成長をしているが、メアサはこれら2品種より劣る傾向を示した。

(b) 深さ別根数 1個体当たりの一次根数を深さおよび根令別に示したのが図-14である。アヤスギとヤブタグリは20cmまでの一次不定根の発生はかなりある。0~10cmまでの深さに発生する一次不定根が多く、10~20cmはそれより少ない。全根数にはアヤスギとヤブタグリで大差はみられない。メアサでは極めてまれで20cm以下（根株下端および苗根）から不定根が発生する。

根令別にみるとアヤスギの5年根の本数は5~10cm深さがもつとも多く、ヤブタグリ

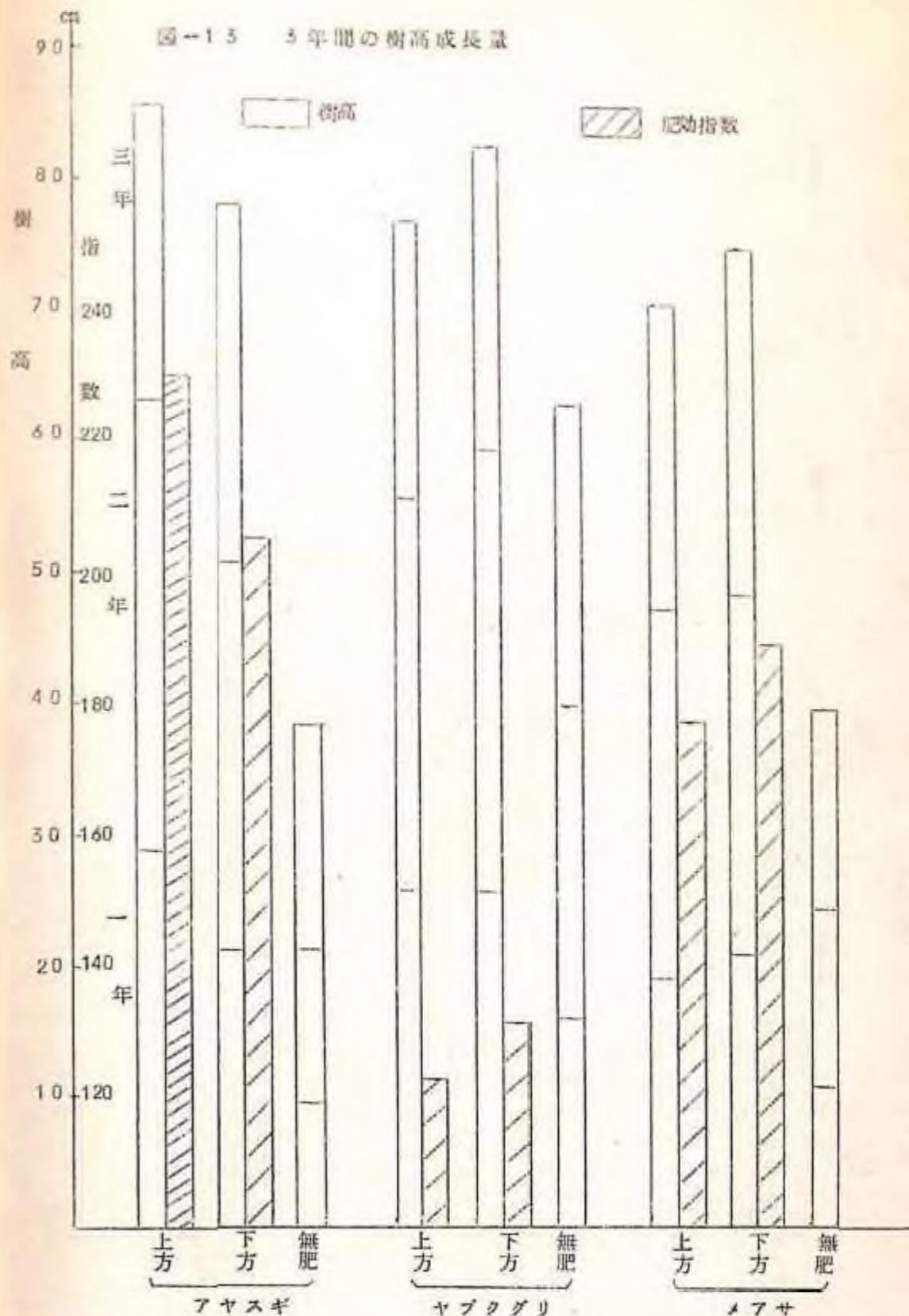


図-14 深さ別根数(1個体当たり)

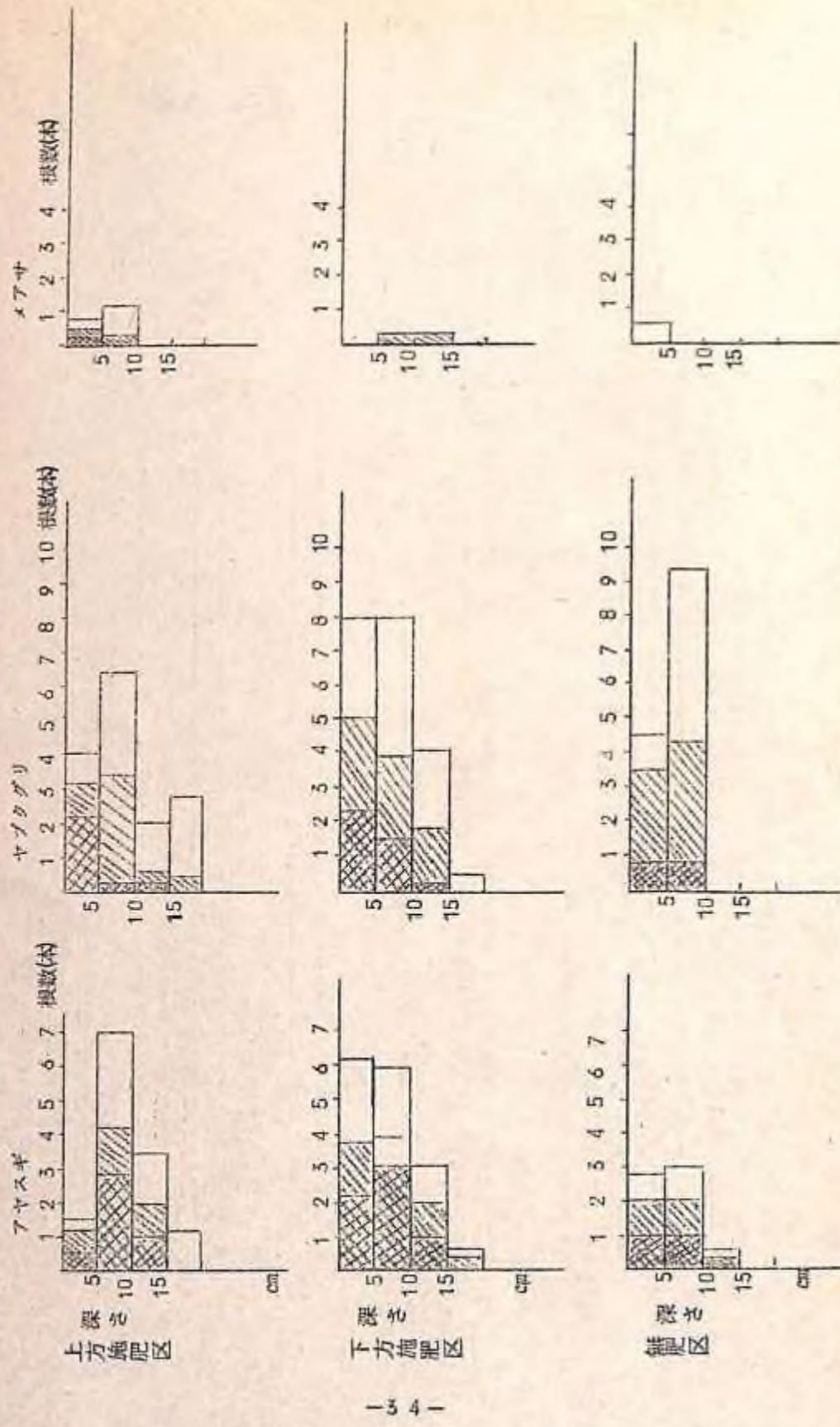


図-15 品種ごとの根系



のそれは0～5cmのところが多い。アヤスギは植付けた年から不定根を出し、2年、3年目にも不定根の発生数はあまり多くならない、ヤブクグリでは植付後年のたつにつれて次第に多数発生する。

(c) 根の形態 図-15は各品種の根の形態を示す。アヤスギ、ヤブクグリでは深根と浅根の二段根を形成していて浅根の発達が盛んである。メアサは浅根がほとんどなくて深根の発達が特徴的である。

アヤスギにおいてとくに1年目に上方施肥の肥効が大きいのは、前述のように1年目の不定根の発生が施肥位置の深さに多いことと関係があるようと思われる。ヤブクグリで上方施肥より下方施肥の肥効が大きいのは1年目の不定根の発生が施肥位置より浅いところが多く、2、3年になつて次第に増加する傾向と関係があるようだ。メアサで下方施肥の肥効が大きいのは、不定根の殆んどが根株下端より発生していて、不定浅根の発生がみとめられないことと関係しているものと考えられる。

以上のようなことから多少の肥料の流亡、移動があつても、当初は施肥位置附近で最も濃度が高いであろうと推察されるので、根系の発達過程に適した施肥位置をえらぶことが必要ではないかと考える。

(取りまとめ責任者 塙 隆男)

林地除草剤試験

1. 試験担当者

本場造林部長：加藤善忠

本場造林科長：草下正夫

本場除草剤研究室：眞部辰夫，荒木武夫，浅沼茂吾，三宅 勇

北海道支場造林研究室：林 研太，豊岡 洋，横山喜作，藤村好子，中野 実

同 上 土壌研究室：塙崎正雄

東北支場育成第2研究室：加藤茂助，大場貞男

関西支場造林研究室：早稲田収，辻 一男，斎藤勝郎，（眞部辰夫）

四国支場造林研究室：安藤 貴，竹内郁雄，（眞部辰夫）

九州支場造林研究室：尾方信夫，長友安男，竹下慶子

※ 前除草剤研究室長

※※ 現本場企画科長

2. 試験目的

林業労働力の不足の度が加わるにつれ、わが国の林業でさしあつた重要課題は、省力造林つまり人手のかからない造林を実行するには、どうしたらよいかということである。造林地1haを育てあげるには約150人ほどの人手を必要とするが、このうち70～80%は地ごしらえと下刈に費されている。この省力には、作業の機械化が考えられるが、全面的機械化が困難をわが国の林業にあっては、薬剤による雑草防除法も考慮されるべきである。この研究は植生別に除草剤の使用について検討するものである。

3. 試験の経過とえたられた成果

I 試験の概要

苗畠における除草剤の使用は、農業と非常に似かよっているため、農業方面で開発された方法を準用できる面が多い。このため林業試験場赤沼試験地、府県林業試験指導機関の研究成果から急速に普及が進み、大巾な労務の節減が可能となっている。

ところが林地の除草については、関心と期待が非常に高いものの、下記のような使用上難しい問題点もあり、農地、苗畠とは異なる視点に立った検討が必要である。

すをわち、問題点[※]の主なものは

- (1) 林業の場合どうしてもコストに制約されて、新しい有望な除草剤の導入を困難にしてしまう。
- (2) スギ、ヒノキ、アカマツなど造林木に対する選択性のある除草剤が開発されていない。
- (3) 林地の植生が複雑で、1年生広葉、本科草本のほか、かん木など多年生のものもまだて、適当な除草剤使用体系が組めないことが多い。
- (4) 一般的に剤型は液>粉>粒の順に効果があるが、林地では地形からいって全面的に液剤が使用できない。どうしても粉・粒剤にたよらざるを得ないので効果を減じ、効果を高めるとすれば、薬量の増加をとなりコスト高となり薬害の恐れも多くなる。
- (5) 山地ということから、公害の点も充分検討した上使用せねばならない。
- (6) 基礎的な研究資料が不足している。

これらの問題点は解決に長期を要するものであるが、除草剤使用による省力化の研究について、一般の強い要請もあり、現在の環境下で除草剤を導入してゆくにはどうすればよいかが討議され、結局植生別に基礎資料を積み重ね、使用体系を確立して行くことに結論をみた。

このため昭和37、38年から本場、北海道支場、関西支場で別個に行なわれていた研究を統一し、昭和40年度より5カ年計画で本支場を通じ行なうことになった。

対象植生は北海道支場はササ、東北支場はかん木、ササ、関西支場はシダ（ウラジロ、コシダ）、四国支場はススキ、シダ、九州支場はススキを分担し、本場、赤沼試験地は基礎試験とススキを対象に行なうこととした。

試験の内容は各植生に対するスクリーニングが主体で、完了したものについては使用量、薬害、使用時期など、作業体系の確立に役立つ事項について検討され、基礎試験は土壤中の残効性が主として検討された。

以下植生別に試験成果を述べる。

II 試験成績

1. ササ地

ササの枯殺については、戦前林業試験場において塩素酸カリの研究が行なわれ、塩素酸系薬剤がササに卓効のあることが発見されていた。塩素酸カリが火気に注意を要する欠点を改

善し、塩素酸カルシウムによる研究もなされたが、当時物資事情もよく、戦中、戦後の物質不足などの事情もあり、大きい普及に至らなかつた。しかし今日の塩素酸ソーダのササ地に対する適用について、きわめて役立つたといえる。

以上のようにササに対する効果ある除草剤はわかっていたものの、ササの種類の抵抗性、適当な散布量、散布適期などについてはほとんどわかっていないので、スクリーニングのほか、剤型の検討、効果判定、薬害などの試験を行ない次のよう結果を得た。

(1) スクリーニング

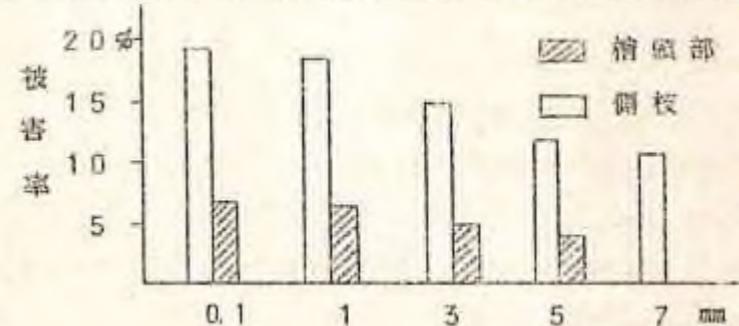
数多くの薬剤が試験されたが、総合的に塩素酸系除草剤よりすぐれているものはみあたらなかつた。

(2) 塩素酸ソーダの粒型と枯殺効果

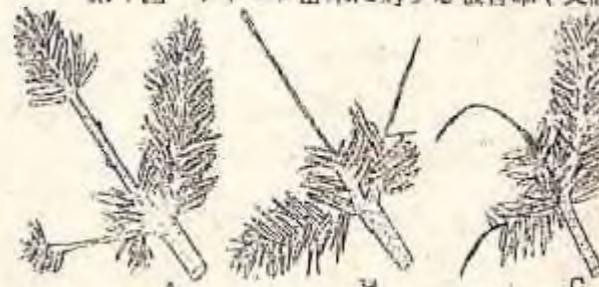
クマイササに対して、粒型を異にした場合の枯殺効果とその限界を把握するため、粉剤ならびに1、3、5、7mm径について試験を行なつたところ、殺草効果は上記範囲の粒径差ではほとんど差がないと認められなかつた。しかし枯死にいたるまでの過程では、粒型の大きいものほど反応が遅れる傾向にある。

(3) 塩素酸ソーダの粒型と薬害との関係

粒径の違いは散布時のトドマツ苗木に対する付着量を異にするとの想定から、殺草効果の試験と併行して、薬害の出現率の関係を調査したところ、苗木の枝、葉、根などの器官



第1図 トドマツ苗木に対する被害率(文献④による)



第2図 トドマツ枝条の薬害の様相

※ 文献(7), (9)を参照

に対する影響は、量的にはほとんどその差が認められないが、伸長直枝および側枝に対する被害率（部分的枯死）は、粒径が大きいほど少ない傾向にあった（第1, 2図）。

(4) TCAの散布適期に関する試験

ササに対し効果の発見の遅いTCA系除草剤について、その散布時期に焦点をしだり、4月から10月に1ヶ月おきの散布試験を実施した。その結果、4～6月までの散布では晩秋までに変化が認められ、7月以降の散布では、その年の秋までには顕著な変化はみられないが、翌年の5月までには一様に変色枯死することが認められた。

(5) 下刈地に対する最適散布量試験

トドマツ植栽地における、タマイザサ、草木、かん木混生地を対象とし、塩素酸ソーダ（80%）を2カ年にわたり試験した結果によると、40kg/h a（成分）で下刈としての効果は認められるが、全体にムラなく散布することが技術的に困難であるため、みかけは効果が少ないと判定される。この薬剤は、草本型では純量で0～50kg/h a（成分）の範囲で植生型、草量に応じて決定すべきと考える。

(6) 造林地の下刈に関する研究

従来、主観的に判定されがちであった下刈の効果、または下刈の必要度を客観的に判定するため、除草剤で処理した場合の草量、あるいは造林木の受光量の変化を、生産構造解析の手法と、群落内相対照度の測定手段によって解明しようとした。初年度の結果は次のとおりであった。

- (a) トドマツ造林地の場合、イの成長超過の特性と、相対照度の関係からみると、下刈適期は、6月中、下旬であった。
- (b) 除草剤による手段は機械的な下刈にくらべ、造林木の受光量の関係からみて、はるかにすぐれた効果をあげる。
- (c) 一般に除草剤の散布適期は、雑草木成長の初期といわれていたが、草量の減少、回復の状態からみると、むしろ6月～7月の方が効果的である。
- (d) トドマツの下刈終了時点は、これまでいろいろの説がとえられていたが、樹高が平均草高に達したときが最も得策である。

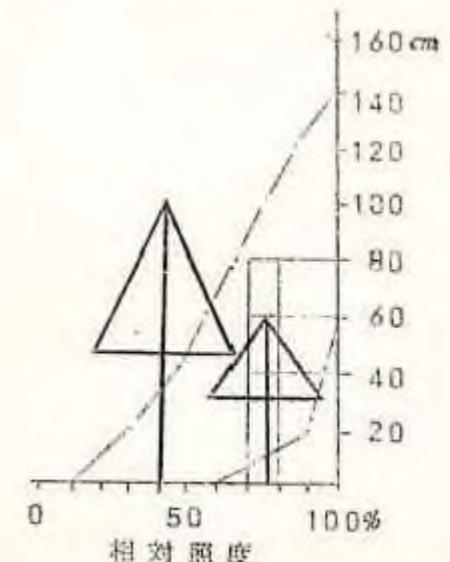
これにより、下刈効果についての解析手法として、相対照度が有力な手段であることがわかったが、一方、北海道で、造林事業の支障となるのは、なんといっても、ササであり次年度はササ生地を地ごしらえの時点で除草剤を使って行なった場合、植栽後の下刈にどのような好結果をもたらすかを、この解析手法を用いて追求した。結果は次のとおりであ

った。

- (a) 塩素酸塩類系は、地上部の刈払後の散布でも、刈払前の散布と作用効果は変わらない。
- (b) 相対照度と、全草重量とは直線関係にあり、全草重量による下刈効果の客観的表現も可能である見通しがついた。

第3年目（昭和41年度）は、下刈効果の判定に、さらに客観性をあたえるため、これまでの結果を整理し、育成点と相対照度から、「下刈の効果面」をる概念を設定し、実用的な意義を追求した。

すなわち、下刈効果面とは、縦軸に群落高、横軸に相対照度をとった図表において、それぞれの軸と育成点を通って、横軸に平行な直線および樹種によって特有な最適相対照度をとつて、縦軸に平行な直線により囲まれる範囲であつて、その群落の相対照度曲線が、この範囲を通れば、下刈の必要がないと判定できる。したがつて、この図を用いれば、各時点での下刈の要否、下刈の効果とその時間的変化の判定、さらには、植栽木の樹種毎の散布量の決定等、広く下刈についての種々な判断に応用することができ、事実、これらを実際の林地で実証した。



第2図 下刈効果面模式図

(7) こんどの問題点

- (a) 現在、使用の簡便さ、害と人体の被害の回避のための粒剤の使用が多くなっている。これは液剤、粉剤による莖葉処理と異なり、土壤処理的方法といわねばならない。従つ

て土壤条件を無視することはできなく、現在問題になっている効果むらの対策にも、土壤条件を含む環境条件を加味した散布技術の確立が望まれる。

- (b) ササの種類別に、薬剤に対する抵抗性から一応標準散布量はわかっているが、コスト減のため、より精度の高い散布量が決定されなければならない。
- (c) 涂草剤の効果的な使用のため、ササの種類別に詳しい生態調査と、除草機構の解明がなされなければならない。
- (d) ササの分布は全国におよび、種類によつて散布量も異なるので、種類別、地域別に植生の推移を調査した上、除草剤の使用を前提とした作業体系を組む必要がある。
- (e) 敷布地が山地であり、大面積におよぶため、他分野における影響について充分考慮が払わなければならない。

2. ススキ養生地

全国的にみられる植生であるが、とくに九州地方で造林上大きい支障をおよぼしている。林地におけるススキの枯殺については、効果、価格の点で適当な除草剤がなく、また下刈にフェノキシン系除草剤、塩素酸ソーダを使用した場合、除草剤の作用特性、雑草の抵抗性の違いなどから、ススキが優占してくることが多く、その対策について強い要望をうけていた。このため生態的を研究と併行して、効果的な除草剤のスクリーニングおよび時期別、量別の効果を検討し、次のような結果を得た。

(1) スクリーニング

DPA、ATAなど、ススキに効果のあるものはいくつかわかっているが、経済性、液剤を使用することに難点があるため、とり安価で、使用上簡便なものということを条件に塩素酸ソーダ、TCA、MCAについて検討を行なう一方、有機弗泰系の新除草剤TFPの開発試験が進められた。

(2) 薬剤別、時期別試験

表1、2にみられるごとく、ススキの生育最盛期においては、塩素酸ソーダ、TCAとも枯殺には多量の薬剤が必要であり、抑制効果（草叢で示す）50%程度期待できると思われる100～150kg/ha（成分）の散布でも、造林木に対する薬害の起る可能性が充分考えられ、経済的にも問題がある。また50%程度の抑制を得て、密度は疎になつても草丈には影響せず、下刈効果は期待できないであろう。このことは第3図のススキの密度別相対照度からも明らかである。

そこで数種の薬剤について、ススキの催芽前後の時期について検討を行なったところ、

表1 ススキ枯殺試験

4月22日散布 10.7調査(四国支場)

場所	薬剤	剤型	相当散布量(成分)		T.O.P 生重	効果
			薬剤	増量剤		
1	NaClO ₃	粉	750g	なし	420	69%
		粒	1,000	#	630	54
		粉	1,500	#	530	61
	TBA	粉	600	#	1,110	18
	cont				1,355	0
2	TCA	粉	750	#	675	48
	NaClO ₃	粉	1,000	#	540	59
	#	粉	1,500	#	200	85
	#	粉	1,500	#	290	78
	#	粒	1,500	#	730	44
	#	粒	1,500	#	580	71
3	TCA	粒	1,500	#	680	48
	cont				1,505	0
	MCA	粉	1,500	#	225	81
	NaClO ₃	粒	1,500	#	225	81
	cont				1,170	0

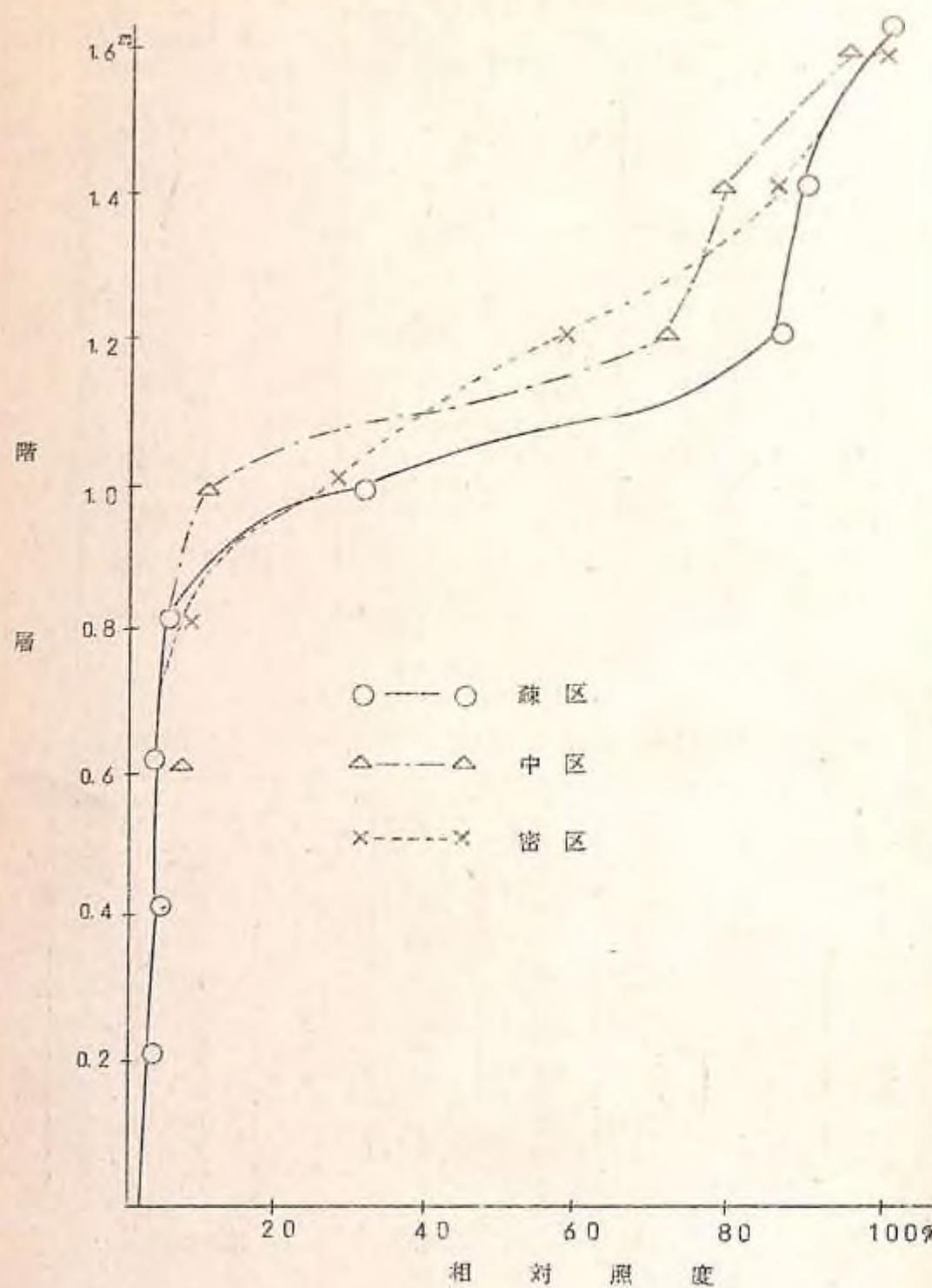
表2. NaClO₃濃度別試験

(九州支場)

散布方法	経過日数	散 分 濃 度 kg/ha				
		100	200	400	800	1,600
土壤処理	10	-	-	+	++	++
	20	-	+	++	++	++
	30	+	++	++	×	×
	60	+	++	×	×	×
	90	+	++	×	×	×
莖葉処理	10	+	++	++	++	++
	20	++	++	×	×	×
	30	++	++	×	×	×
	60	+	++	×	×	×
	90	+	+	×	×	×

— 健全 ++ 葉先枯れ × 枯死
 + 黄変 ++ 葉枯れ

第3図 密度別・階層別の相対照度(ススキ)
(九州支場)



葉量の低下と効果を高めることができた。

これによって、従来下刈期に行なっていたススキの枯殺は不適当で、早期散布の必要性が明らかとなり、水分など土壤条件によって多少ばらつきがみられ、検討の余地が若干残っているものの、スポット処理を併用すれば経済的に散布できる見透しがついた。

第3表 ススキ枯殺試験

4.0.5.10散布 10.7調査

(四国支場)

場所	薬剤	剤型	a 当散布量(成分)		TOP生重 g/m ²	効果	備考
			薬剤	增量剤			
1	D P A	水和	859	水125ℓ	1,550		効果なし
	"	"	170	"	800	48	
	"	"	255	"	300	81	
	T C A	粒	750	-	570	63	
	A T A	水和	180	水125ℓ	1,550	0	効果なし
	Na Cl O ₃ cont.	粉	1,500	-	0	100	広葉に移行

4.0.4.16散布 10.7調査

場所	薬剤	剤型	a 当散布量(成分)		TOP生重 g/m ²	効果	備考
			薬剤	增量剤			
2	D P A	水和	255	水125ℓ	0	100	広葉雜草に変化
	T C A	粒	750	-	510	72	若干再生
	"	"	1,500	-	0	100	広葉雜草に変化
	A T A	水和	180	水125ℓ	770	31	7月以降再生多く
	Na Cl O ₃ cont	粉	750	-	620	44	
3	Na Cl O ₃	粉	1,500	-	710	45	再生
	T C A	粒	1,500	-	615	53	再生
	cont				1,300		

第4表 ススキ枯殺試験

42.1.18 敷布 9.18 調査 (四国支場)

薬剤	剤型	a当散布量 (成分)	TOP生重 kg/m ²	広葉TOP生重 kg/m ²
NaClO ₃	粒	750g	597	504
"	"	"	0	534
TCA	"	"	1,002	752
NaClO ₃	粉	"	1,209	77
cont			3,507	-

42.2.26 敷布 9.18 調査

TCA	粒	750	610	180
"	"	"	539	140
NaClO ₃	粉	"	1,252	-
"	"	"	1,164	-
"	粒	"	1,200	-
"	"	"	850	-
cont			2,095	-

41.3.16 敷布 41.9.20 調査

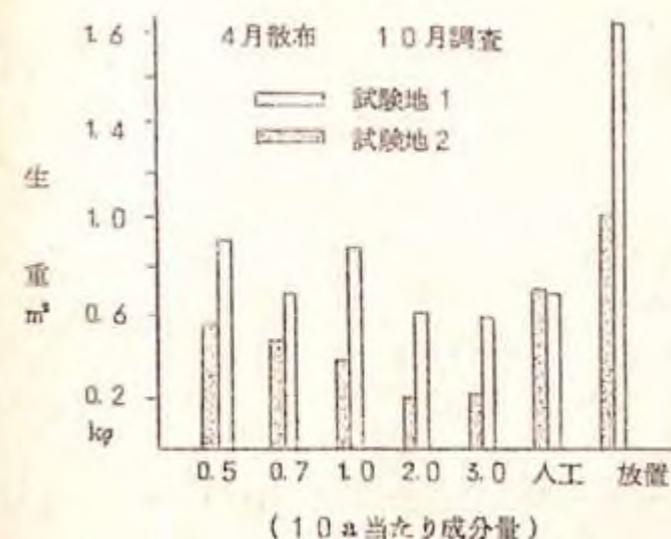
TCA	粒	750	-	590
NaClO ₃	"	"	420	320
cont			1,310	-

(3) 有機弗素系除草剤試験

弗素を含む脂肪酸系の新除草剤TFPによるススキの枯殺について試験を行ない、きわめて良好な結果を得た(第4図)。

※ 2,2,3,3 tetrafluoropropionic acid (Na塩)

第4図



「イネ科雑草に対しとくに作用性の強いDPAに比べ、数段優った除草剤であることがわかり、実用化について検討中であるが、主要樹種に対する薬害は第5表のとおりで、DPAに比べ薬害は僅少で、とくにヒノキは抵抗性がある。」

散布時期については、逕効性で残効が長いため早春散布のほか冬期も可能である。」

(4) 生態的研究

除草剤の効果的な使用は、除草剤の作用特性と雑草の生理的、生態的、形態的弱点とをうまくかみ合ことにつきる。したがって、除草剤の使用技術の開発には必ず生態調査をともなわなければならない。この意味から調査を行なった結果、次のような成果を得た。

(a) ススキの侵入増殖経過

ススキの年間ha当たり種子生産量は5~9億粒といわれ、林分伐採後最初の1~2年間は主として種子による侵入が行なわれる。株による増殖は主として3年目に行なわれ、4年目からは盛んに分けつを行なうようになる。5年目で年間乾物生産量は20 ton/ha以上になり、多いところは60~70 tonに達する。これに対応して被度も増大し、1年目10~20%、3年目50~70%、4年目以降100%となるのが一般的な傾向で、生態的に侵入初期に枯殺することが最も効果的であることが裏付られた。

(b) ススキの増殖特性と薬剤処理

塩素酸ソーダによる抑制効果は、50 kg/ha(成分)では増殖数は対照区と差がみられず、100 kg/haで抑制効果があらわれてくる。5、6月の2回散布、5、6、

第5表 TPP の樹種別葉害試験

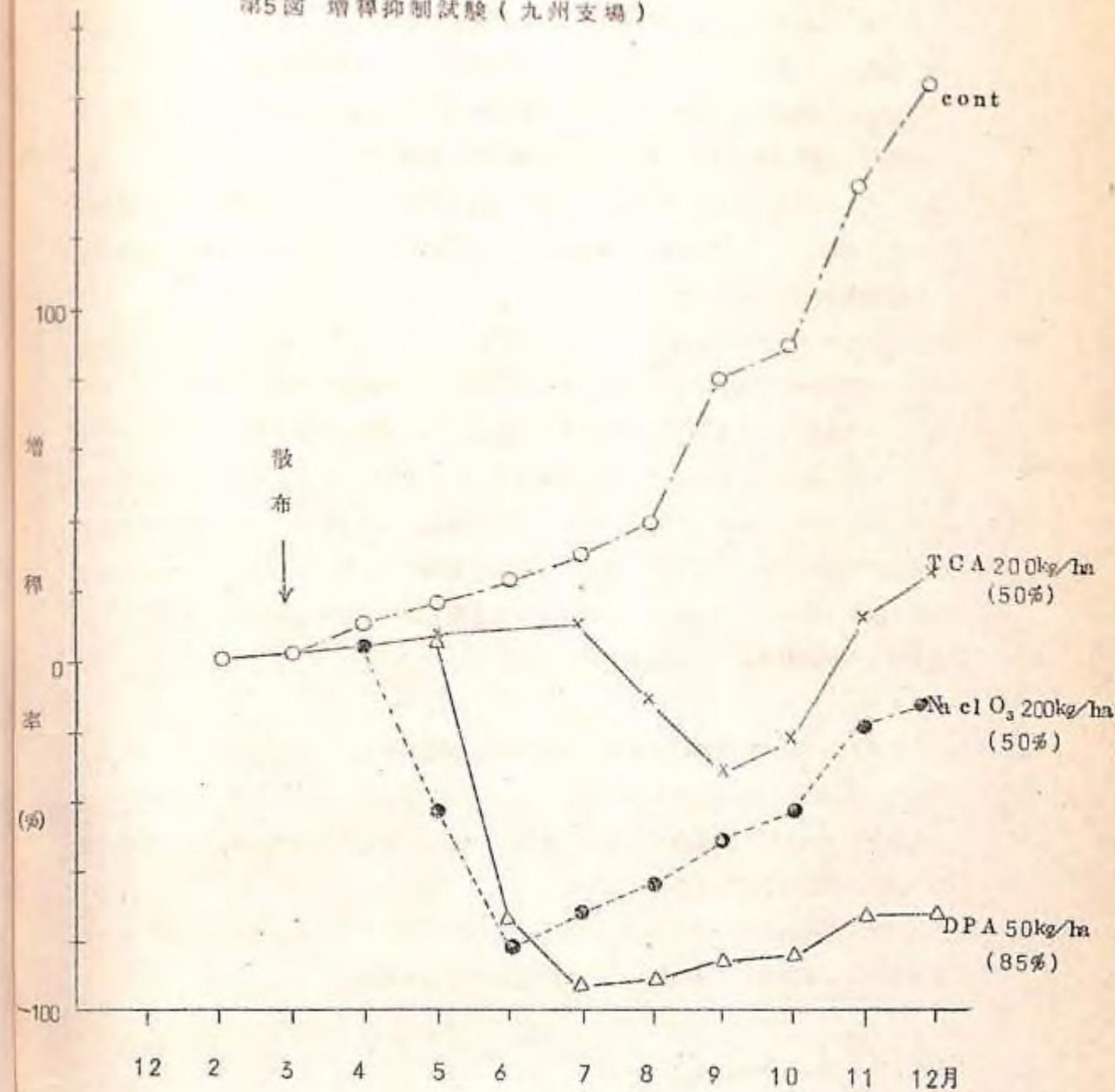
(赤沼試験地)

樹種	試験区	1P 当り 本数	被 害				第3回調査 10/XII			
			第1回調査 13/VII	軽 害	重 害	枯 死	Σ	軽 害	重 害	枯 死
A	TPP 1kg頭上散布	8	79.4		23.3	27.7	48.7	99.7	20.6	148
A ₁	" 土壌 "	9	11.1		11.1	3.7		5.7	7.4	60.8
B	DPA 2.6kg頭上散布	9	3.7	77.8	18.5	100.0	7.4	92.6	100.0	3.7
B ₁	" 土壌 "	9	38.0		38.0	15.3		15.3	3.7	96.3
C	無処理	9								100.0
A		9	11.0		11.0	3.7	5.7	7.4	43.0	7.4
A ₁		7	5.6		5.6	5.6		5.6	5.6	5.6
B		8	31.9	51.9	16.2	100.0	3.7	48.2	100.0	3.7
B ₁		7	23.5		23.5	14.0	5.6	19.6	19.6	10.3
C		6								2.9
A		9	76.9		76.9	100.0		100.0	41.8	58.2
A ₁		9	4.8		4.8	12.0		12.0	9.5	9.5
B		9	7.4	74.1	18.5	100.0	51.9	48.1	100.0	18.5
B ₁		9	70.4		70.4	44.0		44.4	3.7	5.7
C		9								7.4

7月の5回散布では効果がみられるが、5月散布のみでは良好な効果は期待できなかつた。

また、年間を通じ、毎月散布を行なって、増穀傾向を検討した結果、種がまだ成立していない早期の散布では枯れ下り現象がみられ、効果の大きいことがわかつた(第5図)。

第5図 増穀抑制試験(九州支場)



(5) こんどの問題点

除草剤が導入された当初、ササ類に比べ枯殺が困難なことで問題になっていたスキの除去も、前記の成績から実用化に移っているものもあるが、今後検討されなければならない課題は、次のようなことが考えられる。

- (a) TFPはきわめて有効な除草剤であるが、液剤のため使用上に難点がある。粉剤または粒剤による検討が行なわれなければ、スキに対するすぐれた作用特性も、使用上の難点から半減する。DPAについても同じことがいえる。
- (b) 塩素鈉ソーダ、TCAは速効性、選効性の違いと、TCAは薬害の点を考慮して、早春または冬期散布が可能であろうが、安定した効果を期待するためには、殺草効果と環境条件(土壤、降雨量など)との関係を調査する必要があろう。
- (c) スキの生育は現在までの調査で判明した点もかなり多いが、除草剤散布後の植生の変化と推移を調べ、除草剤を使用することを前提にした作業体系を、地域別に検討する必要がある。

3. シダ(ウラジロ・コシダ)地

西日本の低山地に密生し、ヒノキ林更新、アカマツの天然更新の支障となっている。従来手刈もしくは火入れにたよってきたわけであるが、手刈は現在の社会情勢では人手がかかりすぎ、火入れは土壤の悪化の原因となり好ましくない方法といえよう。そこで石灰岩素による枯殺が検討されているが、散布量がha当たり1ton以上も要することと、一度刈払つたらえ散布せねば効果がおちることで、普及には問題点も残っている。しかし、シダの除去は林業振興上重要な意味をもつため、除草剤によって枯殺できるかどうか検討することになり、試験を行なった結果次のような成果を得た。

(1) スクリーニング

ウラジロ、コンダの葉はロウ質であるため、薬剤の滲透に対する抵抗性から、葉処理を行なうには不利な点となっている。一方土壤処理は、地下茎が地表1~2cmのところに分布しているので好都合のようであるが、シダ地の多くは厚い落葉層があるため、薬剤の選択に制約をうけるくらいがある。

効果的な除草剤が未知であり、上記のような条件下でスクリーニングから手かけたため、葉処理、土壤処理とも検討し、多くの除草剤が供試された。

第38、39年の試験も含む。

すなわち2,4-D; 2,4,5-T; DPA; ATA, AMS, MCA, TBA, ATP, 塩素鈉ソーダ、アンモニアソーダ、これらの混合剤および石灰岩素について鑑別、剤型別に検討した結果、効果のあるものは2,4-D(乳), 2,4,5-T(乳), ATA(水), DPA(水), TCA, ATP(水, 粒), AMS(水, 粉), MCA(粉), TBA(粉)であった(第6~7表)。

薬剤名	剤型	成分	a当り散布量	効果				参考
				9月2日	9月17日	11月7日	3月26日	
2,4,5-T	乳	58.5%	100kg	4%	5%	20%	90%	100%
	水和	20.0%	"	20	60	100	100	
	水和	9%	200g	0	5	10	10	
2,4-D	乳	6.2.5	20000	"	60	80	100	100
	水和	99	200g	0	20	40	40	
	水和	85	100	"	10	30	50	40
DPA	水和	200	"	70	70	70	70	
	水和	500	"	90	100	100	100	
	水和	90	200	"	0	0	0	100
ATA	粉	50	4kg	-	0	5	8	32.12.6%は98%になる
	水和	25	30000	4%	0	100	100	100
	粒	10	500g	-	0	100	100	ヒノキ30年生が完全にかれる
			1kg	-	0	100	100	

効果は褐変枯死率を面積%で示す。

第7表

コシダ 4.1.9.3 敷布 愛媛県下アカマツ森林 (四国支場)

薬剤	剤型	a当り 散布量	成 分	効 果		備 考
				4.1.10.20	4.2.11.29	
A M S	粉	2kg	70%	ほとんど効果なし、ウラジロには顕著に反応	ほとんど反応なし、ウラジロ回復	
M C A ほか	粉	2kg	50% ほか	コシダ反応が僅少 ウラジロは顕著	コシダ100%, ウラジロ 90%枯死	
T B A	粉	2kg	10%	効果は大きいがアカマツに薬害	コシダ、ウラジロ100% 枯死	
T C A	粒	2kg	50%	反応なし	反応なし	

ウラジロ 4.1.9.3 敷布 愛媛県下アカマツ林 (四国支場)

A M S	粉	1.5kg	70%	効 果 80%	効 果 90%	
M C A ほか	粉	1.5kg	50% ほか	効 果 80%	効 果 30%	
T B A	粉	1.5kg	10%	効 果 90%	効 果 80% 薬害	
T C A	粒	1.5kg	50%	反応なし	なし	

2,4-D; 2,4,5-Tの水和剤は乳剤に比べ効果がおちる。これは滲透性の差異によるものと思われる。DPAは速効性、ATAは遅効性であり、ともに液剤のみの試験であるため実際の使用にあたっては問題が残るものと思われる。ATPは液、粒とも効果は著しいが、薬害も激しい。このため薬剤の減量と効果、薬害との関係について試験をすすめている(第8表)。また、TBAも薬害については検討の余地がある。

このように多くの効果のある除草剤が判明したものの、価格、効果、薬害、使用の簡便さと人体被害回避の面から総合的に検討すると、現在のところMCA、AMSを主剤にしたもののが最も適当と考えられる。ただ薬莢処理に適する除草剤であるため、散布技術の如何で効果にむらがあるので、薬害の点さえ解決されればTBA、ATPを混合することによって、安定した効果を期待できよう。

(2) 生態調査

ウラジロ、コシダの生態は不明な点が多い。スクリーニングが完了後除草剤の使用体系を組む場合、どうしても生態の知識が必要となるため若干の調査を行なった結果次のようなことがわかった。

第8表 ウラジロに対するATP散試験

4.1.3.29 敷布 (関西支場)

a 当 成分量	効 果						備 考
	4.19	5.11	6.10	7.20	8.30	9.20	
25g	なし	黄褐色	0.40	50	60	70	
50	"	茶色	60	80	85	90	
75	"	"	70	90	95	95	
100	"	"	80	90	95	95	
150	"	"	90	95	97	98	8月中旬頃より ヒノキ葉色
200	"	"	95	97	98	98	"

4.1.4.19 敷布						
2.5	少し黄褐色	10	15	30	40	
5.0	"	40	50	60	70	
7.5	茶褐色	60	70	80	95	
10.0	黄褐色	30	60	80	90	
15.0	"	50	80	95	98	
200	"	70	95	95	98	

(a) ウラジロ、コシダとも、秋に識別できる程度に芽が地下茎の先端に形成され、若干成長した後落葉中で越冬し、翌年初夏に展葉する。

(b) ウラジロは地下茎、莖とも1年1節の伸長である。このための年令を簡単に測定しうる。滋賀県下びわ湖周辺の調査では最長4~5年生のものが多かった。コシダについてはこの点はつきり判っていない。

(3) こんどの問題点

(a) スクリーニングを完了した除草剤について、使用体系の確立について、検討する必要がある。この場合、ヒノキ林下のウラジロとアカマツ天然更新地とでは条件が異なるので、別個に検討されるべきであろう。またササ枯殺の場合と同様、環境条件と枯殺効果の関係の究明も必要である。

(b) (a)に関連して除草剤散布後の再生量および植生変化を調査することが大切である。

(c) シダの生態については不明な点が多いので、効果的な除草剤使用のためにも、研究の促進が望まれる。

4. かん木

林地において除草剤を使用する場合、かん木枯殺は大きな比重を占めており、農業では考えられないものであるが、個々の枯殺については「巻からし」、切株処理による萌芽抑制など、手数はかかる難点はあるものの有効に薬剤を使用できる面が多い。しかし下刈地に混生する小かん木類の除去については、造林木に対する選択性のある除草剤が開発されていないため、その対策にきわめて苦渋しているのが現状であろう。造林木の安全を期すればかん木が残存し、枯殺効果を高めると薬害の恐れがある場合が多い。

またかん木の各薬剤に対する抵抗性も明らかでないし、生態調査すなわち選択性、根の深さ、樹皮、タチクラ層の厚さなどもくわしくわかっていないため、適切な処理方法、除草剤の選定ができないといえる。当然のことながら、将来地ごしらえ段階でかん木を除去し、下刈期はできるかぎり草本に転換する方法がとられてくるものと思われるが、現実の問題として研究推進の要望が強いため、とくに東北支場が試験を分担した。上記のように困難な背景の中で行なっている試験であるため、早急な解決策は得られないが、次のような成果を得た。

(1) スクリーニング

AMS系、フェノキシ系、塩素酸ソーダ、TCA、シアノ酸ソーダ、ATP、DPA、ATA、TBAとこれらの混合剤が多數試験されたが、現在効果、薬害、価格の点からAMS系、フェノキシ系を中心に検討を進めている。

(2) かん木の抵抗性

一般的に枯殺容易なかん木は、タラノキ、モミディイチゴ、ヤマザクラ、イスエンジュ、タニウツギ、シナノキ、メリウツギなどである。枯殺困難なものはコバノトネリコ、エゾコリンゴ、ツルウメモドキ、ハシバミなどである。

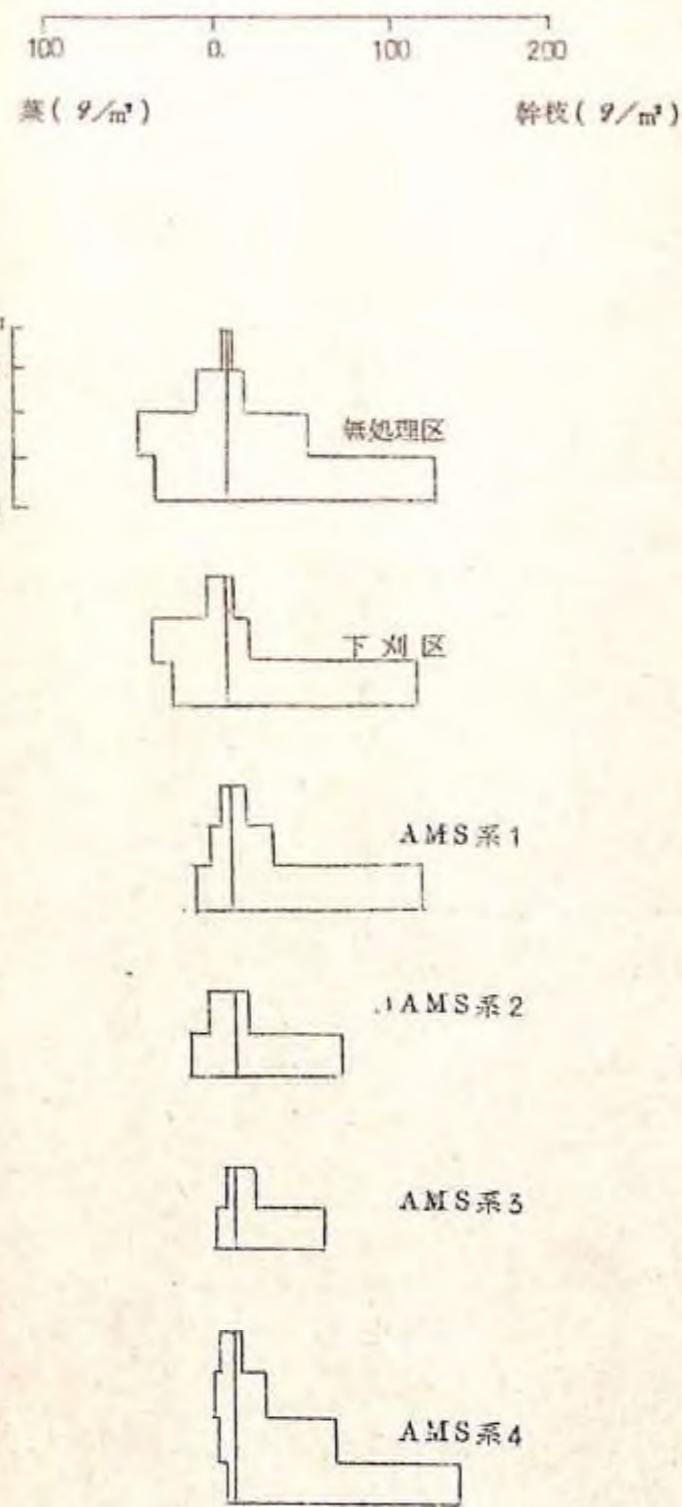
(3) 除草剤による下刈効果

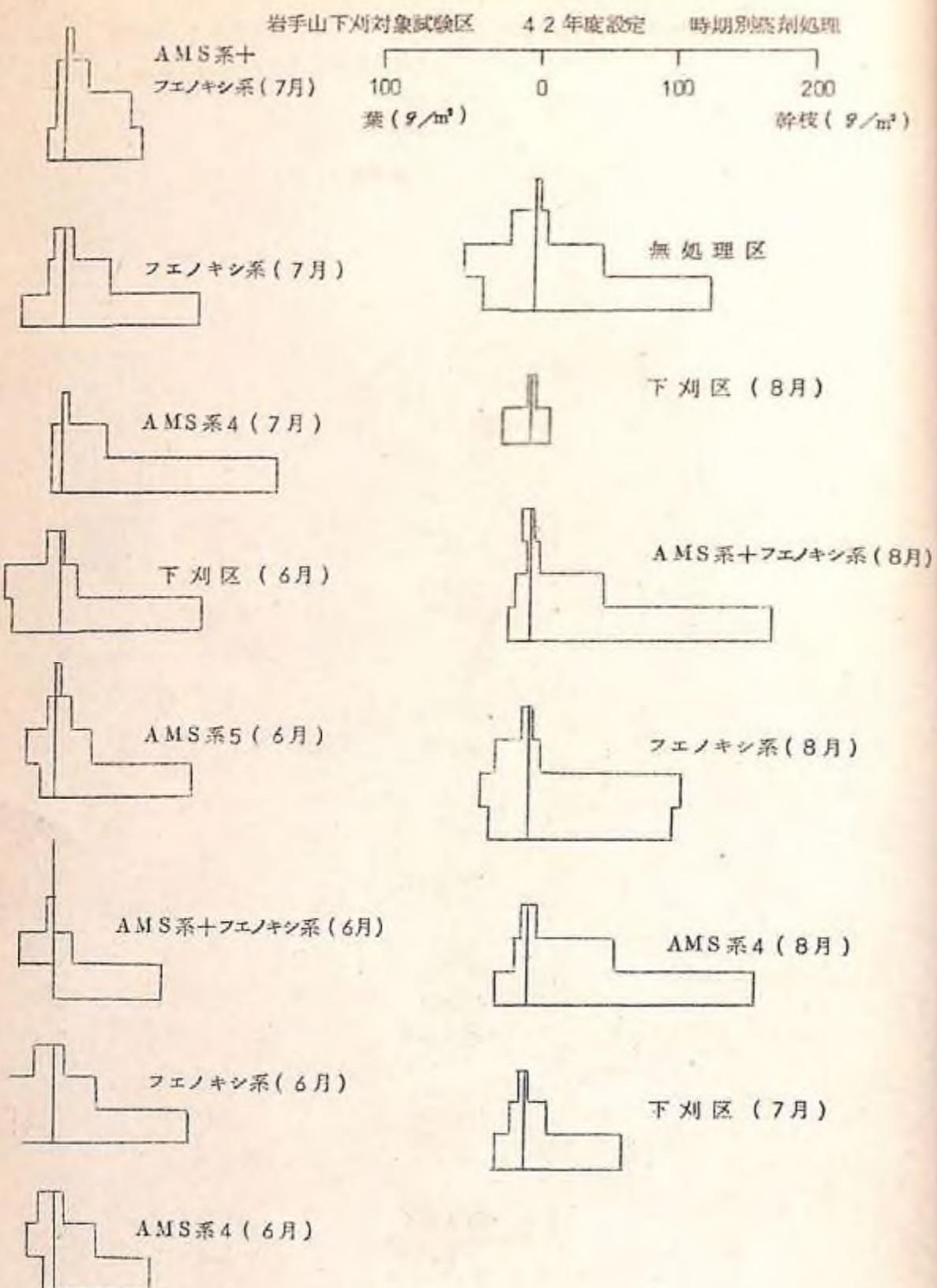
除草剤による下刈効果を層別刈取調査した結果は第6図のとおりである。

(4) こんごの問題点

除草剤利用上、かん木対策は今後最も重要な分野になる可能性があるが、前述のように研究の困難さも無視できない。そこで現在考えられる対策としては次のようなものが上げられよう。

第6図 岩手山下刈対象試験区 42年度設定 42年10月11日調査
(7月散布) (東北支場)





- (a) 樹種毎に各薬剤に対する抵抗性を調査すること。
 - (b) (a)と関連して生態調査を意図的に進めること。
 - (c) (a), (b)の基礎資料をもとに、薬剤の選定と処理方法を研究する。
 - (d) 草害が造林木の成長におよぼす影響を、長期的な観点に立って解析する必要がある。
5. 基礎試験（土壤の種類と残効性との関係）

除草剤を林地に導入するための作業体系、とくに植付、下種など更新に直結する問題を解明する目的で、土壤型および散布後の経過日数による移動と残効性について、順次行なうこととした。

(1) AMS (スルファミン酸アンモニウム)

本剤の殺草成分は比較的土壤中の移動が大きく、沖積植生土では、土壤表面処理後10日で20cm下層に達し、20日後では30cm、50日後では大半が30cm以下に流出する。土壤中における移動および之の分解不活性化は土壌によってかなり違い、移行性は火山灰土に比して沖積土壌が大きく、一方分解不活性化は沖積土壌より火山灰土壌の方が早い。沖積植生土では、分解不活性化がかなり遅く、持続性の長い除草剤と考えられるが、土壤中の移動がきわめて大きいことから、本剤の不活性化は、分解によるよりも流亡によるところが大きいと考えられる。なお本剤は接触型除草剤として文献に示されているが、本試験によると根からの吸収による、殺草力もかなり大きいので、幼齢下刈地に対して単剤または混合剤として使用する場合、100kg/h a以下にすることが安全であるように考えられる。

(2) 2, 3, 6-TBA除草剤

透水性のきわめてよい土壌、中程度の土壌、わるい重粘度土の3種について、実用散布量による粒剤(150kg/h a)と粉剤(120kg/h a、いずれも成分量10%剤)を用い、散布後1, 3, 8カ月経過後に、上から15cmごとにわけた3層から採土し、これにスギ、ヒノキ、アカマツの種子をまきつけ反応を調査した。その結果

- (a) 敷布後1年ではかなりの草害が現われたが、発芽そのものには影響はなかった。
- (b) 各樹種とも草害が現われたが、これを実用的意味から草害とみなすかどうかは、少くとも1~2年の生育状況をみた上でないと断定できないと思われる。

(3) 塩素酸ソーダ

透水性のよい土壌とわるい土壌の2種の林地を対象に、粉剤(120~150kg/h a)と粒剤(150~200kg/h a)について、散布後半月後、2カ月後、3カ月後に、上

から各10cm毎の4層から採土し、これにスギ、アカマツ種子をまきつけて反応を調べるとともに、各時期別、層別の残留量を調査した。この結果、散布後50日を経過すれば、残留量はほとんど問題にならないくらいに減少している。したがってこの程度の期間をければ天然更新に影響はないものと思われる。しかし、散布後15日ではAL層に非常に多くの残留がみられた。

6. まとめ

以上5カ年に得られた結果の大要であるが、林地に除草剤が導入されて日も浅く、今後解明を要する問題点はきわめて多い。除草剤の研究は基礎・応用をとわず多分野にわたり、研究の促進は関連機関の密接な協力がなくてはできない。この前提に立ち林業試験場が分担し、果さねばならない研究上の問題点は、過去5カ年の試験体験から、次のようなことがいえる。

① 雜草木の生理生態的研究

除草剤を効果的に使用するためには、その対象となる雑草木および、保護すべき造林木のそれぞれの生理生態的特徴を知つておくとともに、相互の競争関係を生理生態的に解明しておくことが不可欠である。前者については、これまで、ススキおよびシダを対象として、研究を続けてきているが、今後、あらたに常緑広葉樹を含めて研究を進めることが必要である。

② 環境因子と除草効果の研究

従来は主としてスクリーニングテストが行なわれてきたため、散布時期とか散布量等に主体を置いて検討が進められたが、すでに一応の開発段階を終了した現在では、実用化されている薬剤について、さらに、突込んで、環境因子による効果のちがいを解明しておく必要がある。

すなわち、土壌の種類、A₀層の厚さ、対象植生の密度と大きさ、上木によるうっべき度等と、除草剤の効果についての研究をせねばならないと考えられる。

③ 環境に対する影響

除草剤は、今後ますます使用量が増大することが予想されるが、その使用にあたって懸念されることが2つある。すなわち、第1は身近な問題として造林木の成長を助成するための除草剤が、その散布地の土壌の物理化学的性質をかえ、または、土壌中の微生物、小動物等に影響を与える、長期的にみた場合、造林木の成長にとってかえって逆効果をもたらすのではないかという点であり、第2は、さらに大きな問題として、殺菌剤、殺虫剤その他をも含めて膨大な量の農薬の散布が自然界のバランスをくずし、人間をも含めた自然界

全体に構造的変化をもたらすかといふ問題である。これは使用前に改善をつくして解明しておくべきことで、問題が発生してからでは、おそろしくといわねばならない。

④ 土壌中における除草剤の残効性

除草剤を林地に散布する場合、土壌その他の環境への影響は別としても、残高性が長いということはその後の更新に薬害の問題の問題を生ずる。この問題を解明するため従来、AMS、TBA、NaClO₃等について検討してきたが、今後さらに土壌条件を加味して調査せねばならない。

⑤ 除草剤の作用操作的研究

除草剤は、それ自身の作用操作をもっているが、対象となる雑草木、造林木も、それぞれ個別の反応生理をもっている。したがって、あらゆる雑草木に効果的な薬剤というものは、まず考えられない。しかし、除草剤の作用操作そのものが、ほとんどわかっていない現段階では、効果がないと考えている雑草木に対して、使用方法によっては本来は効果があるのかも知れない。

また、真に効果的な使用方法を意図するならば、除草剤の作用操作の研究は、雑草木および造林木の生理生態の研究とあいまって必要不可欠のものであろう。

⑥ 除草剤使用体系の確立

これまでのスクリーニングテストその他によって、各植生に効果的な薬剤はかなりしほられてきたが、それだけでは個別技術としての意味しかもない。除草剤を真に効果的に使いためには、林業經營あるいは造林技術という、より総括的体系にこれを組込む必要がある。そこで、その体系づくりのための基礎的な研究として、造林地の植生分類および、除草剤使用の場合のサクセッションの問題を解明するとともに、体系自体についても現在の知識をもととして検討を加えねばならない。

7. 記 表 文 献

- 1) 三宅 勇:除草剤の手引(1964)
- 2) 三宅 勇:薬剤による林地除草—一般の実用には早いけれど—林業新和識(126)
8~9(1964)
- 3) 三宅 勇:薬剤による地ごしらえ、造林ハンドブック(表賢堂)642~647
(1965)
- 4) 三宅 勇:除草剤による省力育林、林業研究解説シリーズ(12)1~52
(1965)

- 5) 三宅 勇：林業への除草剤の利用、雑草とその防除(4)33~38(1966)
- 6) 三宅 勇：林業除草剤ハンドブック、除草剤編(1966)
- 7) 加藤善忠：薬剤による林地雑草木の除去、つぎゆく技術24
真部辰夫(国際食糧農業技術)(1966)
- 8) 中野 実：トドマツ幼令造林地における雑草の消長、雑草研究(5)48~53(1966)
- 9) 真部辰夫：林地除草剤の現状と問題点、山林(1007)13~18(1968)
- 10) 千葉春美：林地除草剤の農耕期に使用した効果について、林業と薬剤(15)
石井邦作(1965.11)
- 11) 千葉春美：薬剤による造林地の下刈について、日本林学会第76回大会講演集
石井邦作(1965.4)
- 12) 石井邦作：まきつけ床における除草剤試験について、東京営林局だより(30)
(1965.5)
- 13) 石井邦作、浅見登久夫：ウイードンブラシキラーによる下刈について、東京営林局技術研究(12)
(1967.5)
- 14) 藤村好子：造林地における林地除草剤の効果、北方林業(195)(1965.6)
- 15) 豊岡 洪、横山喜作：林地除草剤と林木の蒸害、林業と薬剤(13,5)(1965.5)
- 16) 中野 実、藤村好子：造林地の下刈に関する研究 第3報“下刈り効果図について”
北方林業(215)(1967.2)
- 17) 豊岡 洪、横山喜作：造林地の下刈に関する研究 第4報“タマイザサに対する難燃性塩素酸ソーダ系除草剤の効果”、北方林業(216)(1967.3)
- 18) 豊岡 洪、横山喜作：造林地の下刈に関する研究 第5報“植栽前処理時期を異にしたばいの林床植生の変化”、78回目林講(1967.3)
- 19) 塩崎正雄：造林地の下刈に関する研究 第6報“ Na Cl O_3 散布が土壤に及ぼす影響”、支場年報(1966)
- 20) 豊岡 洪：林地除草剤の使用法、山つくり(146)(1966.9)
- 21) 豊岡 洪：トドマツ幼令造林地における雑草の消長、雑草研究(5)(1966.12)
- 22) 豊岡 洪、横山喜作：造林地の下刈に関する研究 第7報“塩素酸塩系除草剤の粒と殺草効果および造林木の蒸害との関係”、林業と薬剤(23,12)(1967.12)
- 23) 藤村好子：造林地の下刈に関する研究 第8報“除草剤の散布量と林床植生の変化”、北方林業(223)(1967.10)
- 24) 豊岡喜作：造林地の植生と除草剤による下刈(北海道の育林ハンドブック)、北方林業叢書(38)(1968.1)
- 25) 加藤亮助、大場貞男：林地除草剤と林木の成長
- 26) 同 上：林試東北支場年報(7)(1967)
同 上(8)(1968)
- 27) 辻 一男：林地除草剤に関する研究、林試関西支場年報(6)50~53(1966.5)
- 28) 早稻田収、辻 一男：林地除草剤に関する研究、林試関西支場年報(7)31~35(1967.3)
- 29) 早稻田収、辻 一男、斎藤勝郎：林地除草剤に関する研究、林試関西支場年報(8)71~72(1967.9)
- 30) 真部辰夫、竹内郁雄：林地除草剤に関する研究、40年度四国支場年報53~56(1966)
- 31) 真部辰夫、安藤 貴、竹内郁雄：林地除草剤に関する研究、41年度四国支場年報12~15(1967)
- 32) 安藤 貴：コシダ群落の現存量と生産構造、41年度四国支場年報29~33(1967)
- 33) 尾方信夫、長友安男：林地除草剤に関する研究(2) - カヤの増殖特性と薬剤処理 - 日林九支講19、(1965)
- 34) 尾方信夫、長友安男：林地除草剤に関する研究(3) - 塩素酸系除草剤の蒸害例 - 竹下慶子

日林九支講20.

(1966)

- 35) 尾方信夫
長友安男：林地除草剤に関する研究(4) — ススキに対する薬種ごとの効果 — ,
竹下慶子
日林九支講21, (1967)
- 36) 尾方信夫
長友安男：生物検定法による除草剤成分の土中移行について, 日林九支講21,
竹下慶子
(1967)
- 37) 尾方信夫：ススキと除草剤, 館本営林局, 造林情報102 (1967)
- 38) 尾方信夫：除草剤散布後のカヤ類の再生状態について, 日林九支講18,
長友安男
(1964)
- 39) 尾方信夫：苗畑除草剤の選用と被害に関する研究(1), — 土壤中の薬量と苗木の
河津昭雄
生長状態 — 日林九支講18, (1964)
- 40) 林業試験場造林部：林業用除草剤関係文献目録 (1967)

新消火剤の現地適応試験

(註) 文獻は1964～1968.4までのものである。

1. 試験担当者

防災部防災科長：井 上 桂

防災第2研究室：佐藤 正，本木 茂，
高橋亀久松：筆沼たつ。

2. 試験目的

現在の林野火災による国家的損失は増加の傾向にある。しかも林野火災の消火は、漸減してゆく山火消防團に依存し、かつ消防團の施設、技術、資材は旧態然としている。そこで、この不備を補い、消火の効率化・延焼の軽減防止を目的として新消火剤を開発し、現地における適応性について検討する。

3. 試験の経過とえられた成果

試験は室内実験で、ササの葉、マツ葉や紙を使って、各消火剤の効力、持効力の比較試験を行つて、野外試験で使用する薬剤の目安をつけた。

野外試験は、地況、気象条件の變ったときに、どの消火剤が有効であるか、またその量、濃度などを検討した。

以下試験結果をとりまとめ報告する。

1. 消火剤利用による林野火災消火の現況

林野火災消火の近代化の進んでいる国はアメリカ、カナダ、ソ連でヨーロッパはあまり行われていない。そこで実験に使用した薬剤は国内で家屋火災その他の火災に使われているものと諸外国主として米、カナダ、ソ連で林野火災に使われている地上散布に効力のすぐれている入手出来るものを使つた。

1) 林野火災用の薬剤の分類

(1) 性能上の分類(N.F.P.A. 国際火災防止協会)

a. 運動性薬剤

ぬれ水

粘水

C M C (Sodium Carboxyl Methyl Cellulose)

Bentonite clay その他

b. 残効性薬剤

(勿論速効性もあるが、水分がなくなつた後も消火効力は持続する)

Borato (ファイヤー ブレーキ)

CMC - DAP (第二磷酸アムモニウム) その他の防炎剤

(2) 形態上の分類

a. 固体

b. 粉状 (重曹, MAP その他)

c. ガス状 (N₂CB)

d. 泡末 (機械泡・化学泡)

e. 水溶剤 (MAP その他防炎剤)

f. 粘剤 (e の水溶剤に CMC か Algin などの接着剤を加えたもの)

(3) 使用上の分類

a. 直接消火

速効性消火剤 (粉剤, ガス状, 水など)

b. 間接消火

残効性消火剤

c. 残火処理

ぬれ水 (滲透性のもの)

2) 消火理論

水は最も効果的を消火剤として人間が最初に開発してきて、水さえあればどんな林野火災でも止められる。普通の強さの雨が降ればひどい火災も直ちに消える。しかし水は重たい液体なので林内で多量に使うのは困難である。水を消火に使うために次の努力が払われてきた。即ち量の確保と出来るだけ水の消火効率をあげることである。可燃物があつてそれが発火温度まで昇温されこれに酸素が供給されると燃焼が始まる。ここで可燃物・温度・酸素の三つを北米では燃焼の三角形といい、この内の一つでも断たれると燃焼は中断する。従つて消火するにはこの三要素の内、少なくとも一つを断てばよいと云はれている。またソ連では燃焼は一種の融化現象であるから化学反応のしや断も消火の一方法であるという考え方で次の消火の七原則をあげている。

① 再燃出来ない温度まで冷却する。不徹底の冷却は完全消火できない。

② 可燃物の周囲にガス層を造つて酸素から可燃物を隔離する。

③ 可燃物の周囲を固体か液体でかこんで可燃物を隔離する。

④ 酸素の接近を防ぐため可燃物上に安定した化合物を作る。

⑤ 可燃物のガス相化 (燃焼過程の一部) を防ぐ。

⑥ 酸素の接近を防ぐため炭化物上に色々の物質を化学的に吸着する。

⑦ 可燃物上に多量の消火剤をかけるこれで火に強いショックを与へる。

などの説もあるが水は上記の燃焼の三条件の全部を破壊するのにかなりものである。即ち冷却作用と窒息作用と遮断作用をもつといふ。

(1) 水の冷却作用

水は火を冷却するのに最も効果がある。水を加熱するには他のものより単位容積当たり多くのエネルギーを必要とする。熱の吸収は可燃物の表面で行われる。水は水滴が細かい程早く熱を吸収し、その結果可燃物の温度を下げる。急速に可燃物にかけると単位体積の水ではその 500 倍の木材を発火点以下にする。これは理論的最大値で実際はもつと小さい。野外では 50 倍位の値が得られる。水滴は細かい程効果があるが余り細かくなると可燃物上に全部落ちないで多くが大気中に飛散するため効果が減少する。

(2) 水の窒息作用

霧のように細かい水滴は酸素の供給を減退させて火災を窒息する効果がある。空気中の酸素の含有量の 21% を 12~15% 以下に減ずると燃焼は著しく減退する。この効果は風がないとか地中火では大きい。

(3) 水の遮断作用

湿つた可燃物に火熱が前進してくると、この熱は可燃物中の水分の蒸発に使われる所以、仲々発火温度に昇らない。即ち水は可燃物を不燃性にするのに使われる。以上のように水は林野火災の消火剤としては土とともに有効なものとして使われてきたが重量が重いなどその効力にも自ら限度がある。その他水が消火剤としてこの能力の不十分な所は一つには表面張力が大きいために地上の落葉や腐植中への水の滲透をさまたげている。またもう一つは粘性が不十分なことである。ために燃えている可燃物にかけても急速に流れてムダが多い。水は滲透性と付着性が不十分である。また水の消火効果は特効性が小さい欠点がある。大火災の起り易い天候は晴天で気温高く湿度が小さく風速が大きい蒸発の大きいときであるからまた水はすぐ蒸発するのでこれらの性質改善が消火剤の一つのねらいである。消火剤としては水のいらないものが出来れば最も望ましいがカナダでは ABC 粉末がよいと言うが、実験の結果日本では今日まだえられていない。水の消火作用については冷

却作用か熱遮断作用か学者間の論議が多く、論争は1937から現在まで続いている。

3) 消火剤の必要条件

消火剤の必要条件は消火方法で異なる。

(1) 直接消火、間接消火両方に共通の条件

- a. 多量に使うものであるから価格が安く効が大きいこと。
- b. 水に溶解性がよく、現場で使い易いこと。
- c. 動植物に無害で、溶液を取扱つている最中にも無害で土壤を不毛にしないこと。
- d. 針、広葉樹種の樹皮、葉、茎、草などの可燃物に付着性が大きいこと。
- e. 再燃防止の効果が大きいこと。
- f. ゲル状、濁水状の溶液を作るときに少量の薬量で足りること。これは薬価、運搬費に關係する。
- g. まぜ易く、安定した浮遊状態となり、完全な溶液になり易いこと。
- h. 貯蔵タンクや火災準備中の温度変化に耐えられること、また夜間の低温、日中の高温にも粘度や性質に変化をおこさないこと。
- i. 金属に対する腐蝕性、浸食性がなく、攪拌中に金属をおかさないこと。
- j. 倉庫に貯蔵中に固つたり、変色したりしないこと。
- k. 水のpH、や温度、含有鉱物量に過敏でないこと。
- l. バクテリヤ、菌、酵素におかされないこと。
- m. 汚染されたとき取扱う人間が気分が悪くならないこと。
- n. 攪拌は短時間ですむこと。
- o. 攪拌取扱に訓練を要しないこと。
- p. ホースやノズルを通るときの摩耗がないこと。
- q. こぼれた薬剤をふくんだとき滑り易くないこと。

(2) 直接消火の条件

- a. ホースでまくとき直射、噴射の何れもできるものであること。
- b. 敷設直後に有効をこと。

(3) 間接消火剤の条件

- a. 日中少くとも数時間は水を保持させること。
- b. 乾燥後も効果があり、燃焼をさえぎること。
- c. 乾燥後でも可燃物によく粘着すること。

a. 乾燥したり、熱にさらされたとき、ヒビ割れしたり、ボロボロになつたり、粉になつても効果が残ること。

4) 消化剤の各論

(1) 固 体

室内実験でドライアイスの粉末を着火した木積みにかけると消火するが、直接かからない所は消えないで多量を必要とする。特に野外実験ではよくない。(北米の例)

(2) 粉 体

製品粉末による木材の消火実験によると、(消研の例) 32種類が使用され、効果のよいものをあげると表1の通りである。

表1 粉末消火剤の効果 (I)

消研実験による

薬の種類	平均粒径	供給率 mg/sec	消炎時間 sec	再発時間 sec	備考
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (MAP)	6.0 μ	183	87	~	○ 5/5
$(\text{NH}_4)_2\text{HPo}_4$ (DAP)	6.6	295	5.7	~	○ 5/5
$\text{NH}_4\text{SO}_3 \text{NH}_2$	ブルブアミン酸 アンモニウム	8.6	511	10.9	~
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	硫酸アンモニウム	7.8	483	30以上	× 4/5, ○ 1/5
NaHCO_3	重曹	5.6	208	47	△ 1/5
H_3BO_3	硼酸	5.2	626	8.8	60以上 × 1/5, ○ 2/5

但し × 30分以内に発炎しなかつたもの。

○ 消炎後 "おき" も消え去つたもの。

△ 消炎後も "おき" がわずかに残り、これが段々おこつてくるもの。

これらの大部分は炎を消す能力をもつが、"おき" を残すため、粉末の供給を中止するすぐ発炎する。

これら薬剤はアンモニア塩類、又はアミドで、閉鎖は例外であつた。

また須賀氏らは粉剤の37種類(現在森業肥料として使用されているもの、8種を含む)について、木材を使って実験した。

これらをA、B、Cの三群に分類した。

A とは、"おき"を含めて完全消火するもの、B は、60 分以内には再発炎しなかつたが、"おき"が残るもの。

C は、"おき"が残り、60 秒以内に再発炎したもの。

A B C に入るものとして、次の結果を得た。

重曹は消炎効果だけしかなく、MAP, DAP などが、A 群に入っている。

表2. 粉末消火剤の効果 (II)
(須賀氏による)

粉末資料		供給速度 mg/sec	消火時間 sec	使用量 g	完全 消火	消炎	消火 不能
A 群	NH ₄ H ₂ PO ₄ (MAP)	205	16.9	3.46	5		
	(NH ₄) ₂ HPO ₄ (DAP)	232	15.4	3.57	5		
	NH ₄ Cl	413	39.2	1.619	4		1
	H ₃ BO ₃	173	25.5	4.41	3		2
	リン安肥料 12-52	103	10.0	1.03	5		
B 群	森林肥料 1 号	225	20.0	4.50	5		
	K ₄ Fe(CN) ₆ · 3H ₂ O 赤血塩	150	1.0	0.15		5	
	K ₃ Fe(ON) ₆ 赤血塩	187	2.5	0.43		5	
	KHCO ₃ 重炭酸カリ	253	4.6	1.09		5	
	NaHCO ₃ 重曹	272	30.3	8.24		2	3
C 群	リン硝安カリ 9804	190	16.4	3.12		5	
	NaCl	440	30以上	13.20以上		5	
	KI	511	30以上	15.35以上		5	

この結果 "おき" を含めた消火効果のあつた A 群は、試料木材の炭化した表面に薄い皮膜とか、熔融物質の形成が観察され、これらが "おき" の消化に効果があつたと推定した。そして、アンモニウム塩に消炎、消炎作用が大きかつた。これはアンモニウム塩は加熱に

より発生する NH₃ ガスの消炎作用と、ガス状熔融物の表面被覆作用が相乗的に働くためである。

MAP, DAP や硝酸塩を含まない肥料が消火効力があるとしている。

要するに粉状消化剤は実際火災に使用するには、風のある日が多いので、室内散布はもとより、地上散布でも目標に適確に散布するのに困難が多いと思われる。

(3) ガス状

ソ連では燃焼反応は一種の化学反応であるから、この反応を途中で遮断することがおこなわれていて、単位空気中水分子なら 2 モル、塩化鈉は 2 モルが必要だという。これは空気中の酸素量を根本的に変化させず、また燃焼面の冷却も行わず、勿論可燃物も減らさないで消火できる。しかし林野火災は野外で風もあるのでガスによる窒息効果はあまり期待できそうもない。

(4) 泡末

これは油火災にかくべからざるものであるが、ただの水よりも液化し易いため泡末は林野火災にも有望である。

a. 泡による被覆特性

高い粘着性をもつため可燃物をよく被覆する。タンク内の原液をホースで散水すると水とまぜて放水できる。泡立つて体積が増す泡は可燃物表面の昇温を防止し水で潤おし、隔離する。泡の膨張率はノズル圧と泡の型の変化で異なるが低い膨張は水 1 ガロン当たり、8.5 ~ 11.5 ガロンのエヤーホームとなり高膨張では 1.6 ~ 1.8 ガロンのエヤーホームとなる。ノズル圧は 100 ポンドを確保する。泡溶液は 9.4 ガロンの水に 9 ガロンの溶液を混ぜる。

b. 泡による隔離特性

泡のつく特性は持続時間で 1 時間以上丸太や高さ 1.0 m 位までの枯損木を熱から隔離できる。泡は酸素を遮断し、窒素消火を可能とするので間接消火に適するが直接消火には向きである。

(5) 防炎剤の水溶液

防炎剤とは木材その他の可燃物質の可燃性をなくし又は減少させる薬剤である。これらの薬は繊維や紙などの防炎剤として使われている。粉剤の項で示したもののは発炎防止物質を含みその水溶液が消火に使われてきた。これは直接消火用として又は不燃性の防火線として間接消火にも使える。ボレートは 1931 年北米で始めて試験され、1955 年に効果

のある消火剤として消防に新分野を開いた。これはカリフオルニヤでとれる鉱物の粉末である。溶解度は低いが水と混ぜると強固な混濁液となる。湿つて居間は勿論乾いてからも火災に対し抵抗性をもつ。風では落ちないが雨には容易に流される。わずかに有毒性であるが草、灌木火災へのききめは水より大きい。再燃はおこらず、密度の高い可燃物に散布して水より効果は大きいのでこれはまいて防火線用として使う。

a. ボレートの利用法

イ、迎火用の防火線を作るとき。

ロ、風横、風上側延焼阻止、火先の冷却作用に役立つ。持効性が水より大きいので野外実験でもまる一日持続した。

ハ、火災時に防火線を伐る代りにボレートをまいて代用できる。

ニ、防火線内の末焼の危険な可燃物にまくと飛火の根源を減少させることができる。

ホ、建物その他重要物の周囲にまいてこれらを林野火災から守れる。

などからボレートの防火効果は高く空中の消火に使われているが、動、植物に害があり、金属を磨耗させたり混合、貯蔵、取扱中やポンプでまくといつか問題がある。目下この改良がなされている。

b. MAP その他防炎剤

北米では1930年に炭酸カリ K_2CO_3 が1936年頃から林野火災への利用がMAP、硫酸アルミニウムなど40種の薬で2,000回試験された。そしてMAPはその後1960年、北米の南西林業試験場で南ロー・デシャで高速で燃えている火を抑えるにすぐれたボレートより効果を表したと発表された。MAPの水溶液は12%のNと61%の P_{2O_5} を含む肥料で植物に無害で、他の防炎剤より比較的重量も軽い。18%溶液でガロン当たり9.2ポンドである。MAPはアルミニウムを少し腐蝕するがこれも防止できる添加薬が見出されている。

c. DAP

DAPもMAPと同様最も普通の農業用の化学肥料の一つである。この防火効果は可燃物上におかれると解離塩の量に関係する。DAPが火で燃せられると、アンモニアと磷酸を解放する。アンモニアは可燃物の表面で酸素におきかわるため燃焼をクスバラせる。また磷酸はセルロースの分解を促進させカーボンとか水のような不燃物質を分離する。15%のDAPを10m幅100mにまくと延焼が防止できた。カリフオルニ

ヤでの別の実験では1.5~1.8%が使われた。草や細かい可燃物に1.8%水溶液としてまくと効果がある。太い丸太には適当でない。ソ連でも研究が行われていて、大体西側諸国と同様であるが異つたものではチオシアン酸アンモニウム・チオシアン酸カリ・沸化アンモニウムなどで、基礎試験が行われていて薬剤間の効果係数が理論と実際の経験から數的に示されている。

4. ぬれ水

湿剤とは水の物理性を変るため加えられる界面活性剤で水に加えられると表面張力を減少し滲透と拡張を増加させる。湿剤を加えた水をぬれ水という。水の表面張力はcm当たり7.5ダイヤン(アルコールは2.2ダイヤン)で消火にはこれを3.0~3.5ダイヤンに減ずるように濃縮するよう添加が要求される。湿剤には粉と液体とがある。ぬれ水の特性は

1、木材表面上の水の拡りが普通の水の2~8倍大きい。

ロ、木材中への滲透は約8倍大きい。

ハ、木炭中への滲透は炭化しない木材より約 $\frac{2}{3}$ 大きい。

ニ、ぬれ水は容易に泡になる。

London (1950)の報告によると消火効果は次のようである。

① 理論的効果はぬれ水は水の容積の2.5倍となり、残火処理時間で1.5倍節約となる。

② 残火処理で再燃は水に比し3.0%減少す。

③ ぬれ水が残火処理によいのは抱水することで、水の流下を防ぐためである。

④ ぬれ水は炎を水より早く消すため炎に接近して消火ができる。

⑤ これを可燃物にまくと水より5.0%長時間しめり気をもたせる。

このような特性があるので松の針葉の火災に有効である。残火処理に水量が節約でき効果が特に大きい。泡が立つことは水が可燃物にしみこむまで余分の水を泡が保持してくれる所以残火処理上でかなり好ましい性質である。ぬれ水は背負いポンプや小型ポンプでまかれる。

(6) 粘水

防火線用にまくためには効力の長いものでなければならぬので水が蒸発した後でも延焼を効果的に防ぐ薬を含む。このため前記の防炎剤の水溶液に添香剤を加える。粘剤を加えて粘性が強められた水を粘水という。

これが水より消火にすぐれた点は次である。

- ① 可燃物に容易にくつつき易い。
- ② ツバキなど照葉樹の葉でもすべての可燃物の表面を常に被覆する。
- ③ 水の5倍の厚さに付着する。
- ④ 5倍以上の熱量を吸収する。
- ⑤ ストレート放射ノズルにより遠方に高く放水する。

粘水の欠点としては水より渗透性が悪い。地上にまくと滑つて危険である。混合液を貯蔵すると粘度が低下するし、バクテリヤで変質するなどがある。粘水を作る粘剤には有機高分子のCMC (Sodium Carboxyl Methyl Cellulose) は普通食品、製薬、化粧品工業に使われる。100メッシュの白色の粉状の粉が使われる。100ガロンの水に4~6ポンドを溶かす。普通のCMCは溶けにくいので少量ずつを量に攪拌し乍ら加える。最近溶解性のすぐれたものが消火用が開発されている。CMCの水溶液は垂直の表面にもよく付着し、セロファン状のフィルムを作る。食品なので無害であるが水溶液はバクテリヤにおかされるので貯蔵は困難である。

同様の効果があるものにペンナイトがある。ペンナイトは多くの場所で掘り出される粘土である。消火剤として使われるものは油田や他のボーリングで使われる高ナトリウム粘土である。水に適量を混ぜると混濁液はゲル状となり、よく森林可燃物に付着する。落葉の中にもよくしみこむ。この利点は無害で腐蝕性がないがこぼれると滑る。

2. 室内実験

基礎試験として、室内実験を行い各種消火剤について、効力比較試験を行い効果的な消火剤の開発を行なつた。特に野外で実際に使用出来る薬剤の種類・濃度・容量を決める事に重点を置き実験を進めた。

実験は消火薬剤の使用区分にしたがつて、(1)直接消火用消火剤、(2)間接消火用消火剤、(3)残火処理用消火剤に分けて、各々の粉剤・水溶剤・水溶剤+粘着剤別に消火時間、付着量、持続時間などの比較実験を行なつた。使用した消火剤は表3の通りである。

表3 実験使用薬剤

直 接 消 火 剂		間 接 消 火 剂		残火消火剤
粉 剂	水 溶 剂	粉 剂	水 溶 剂	水 溶 剂
重 菜	水	M A P	M A P	水
M A P	M A P	D A P	D A P	M A P
(第1磷酸アンモニーム)	D A P	S T P	S T P	S T P
D A P	S T P		C M C	ぬれ水
(第2磷酸アンモニーム)			MAP+CMC	王洗N
S T P			DAP+CMC	王洗A
(トリプロ磷酸)			S T P+CMC	トライトン
硼 酸			DAP+ぬれ水	
			DAP+ぬれ水	
			S T P+ぬれ水	

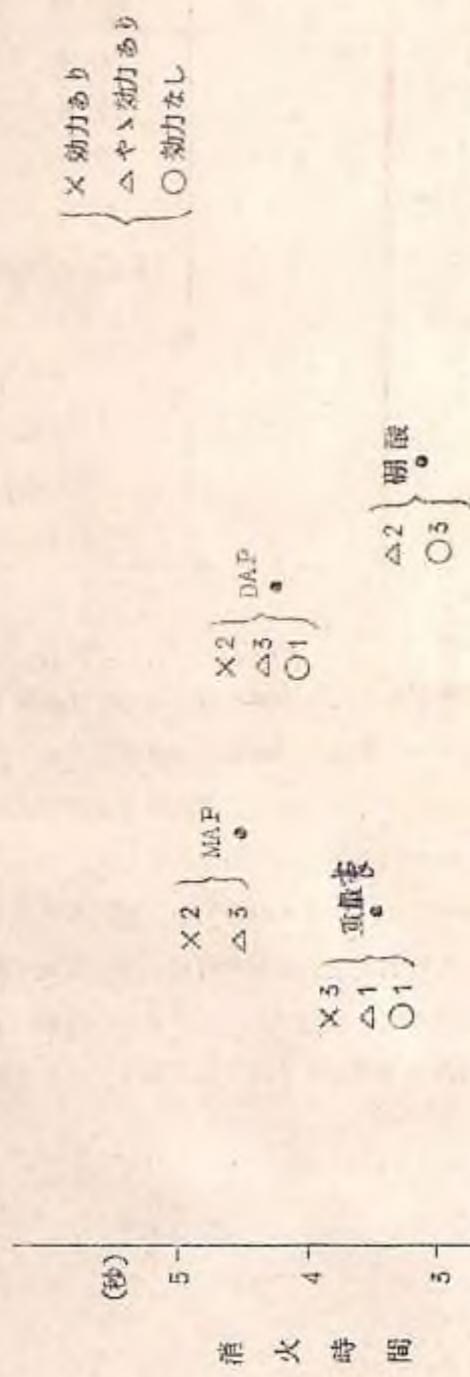
1) 直接消火用消火剤について

実験材料はアカマツの気乾葉20gを全網を敷いた横30cm縦40cmの燃焼床の上に直径15cmの円形に一様にならべた。堆積の厚さは約4mmほどである。着火は試料の中央下部から都市ガスのバーナーで加熱点火し、可燃物に着火後最盛燃焼状態になつたとき（着火後40~60秒後）燃焼床上60cmの高さから消火剤を投下した。

即ち、粉剤の場合は消火剤50gを1.6mlのフルイに入れフルイを左右に動かせて一様に薬剤を投下し、投下開始より消火までの時間を測定した。水溶剤は小型噴霧器を使って、5秒間に14ccの噴霧器で溶剤を均一に射出し、消火までの時間を測つて効力の比較をした。

薬剤の種類、濃度別の消火までに要する時間と必要量を図1、図2に示した。

図1. 粉剤の効力



-74-

図2. 粉剤の量

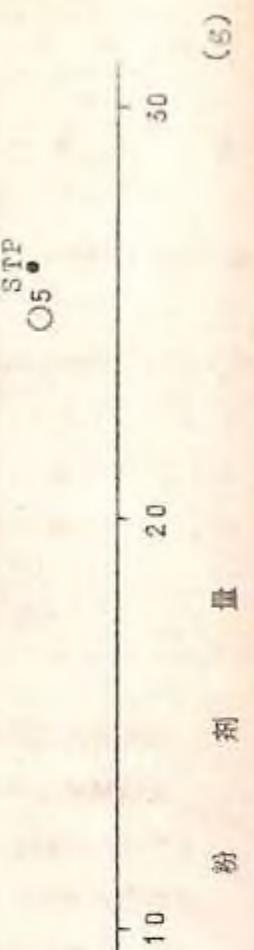
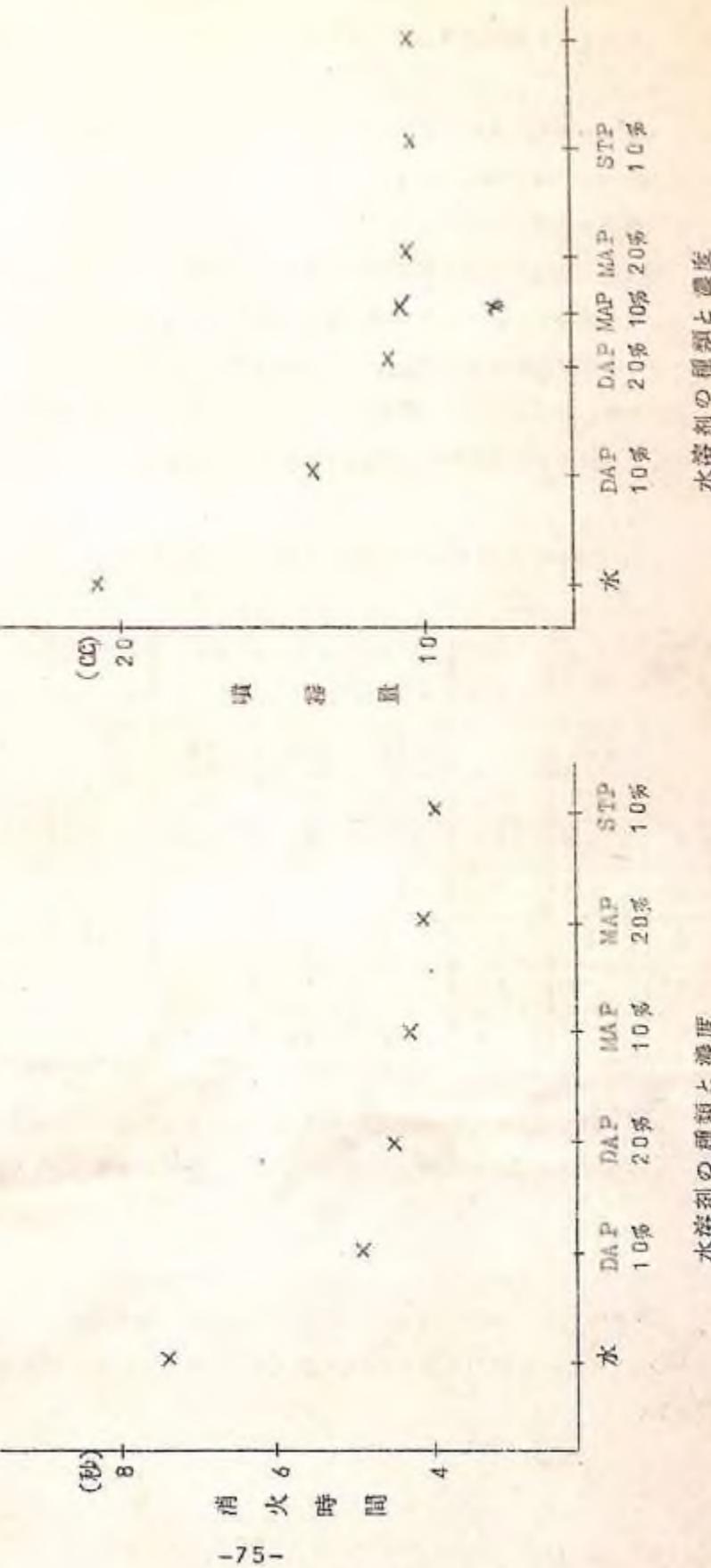


図2. 水溶剤の効力



水溶剤の種類と濃度

水溶剤の種類と濃度

これによると粉剤では亞硝が最もよく、ついでDAP, MAPで硫酸とSTPはよくなかつた。

水溶剤では水に比較して、MAP, DAP, STPの各薬剤は倍近い効力を示し、特に濃度が濃いものほど効果が大きい。

2) 間接消火用消火剤について

間接消火剤はその使用方法が直接消火剤と異なるため、消火効力は勿論薬剤の付着量、効力の持続時間などについての実験を行い効力の判定を行なつた。

付着量及び持続時間の実験は $1 \times 5\text{cm}$ の化学実験用ろ紙を試料として、これを各種薬剤の水溶液にして付着量を測定した。つづいて試料を室内に放置して、1時間後までの減量を秤量測定し持続時間量とした。結果を表4にまとめた。

表4. 薬剤の付着量の時間別減量 (g)

薬剤の種類 経過時間	水	CMC								
		0.5%	1%	5%	15%	MAP+CMC	MAP+CMC	MAP+CAC	MAP+CMC	MAP+CMC
0	222	90	162	-8	14	82	12	18	102	
0.5	178	76	116	0	12	52	0	10	50	
1	158	54		38	46	58	-46	0	8	

表中の数字は、水は経過時間毎の付着量をgで示す。

水以外は同時刻の水の付着量との差を示し、正は水より多く、負は水より少を示す。

これからCMCは含有量は1%以下で付着量は十分で、MAPの水溶剤にCMCを加えたものは、CMCだけのものより付着量が減るのはMAPを加えたために粘性が減少するためである。

持続効果については水の付着量は3時間ではほとんど減くなるが、CMCの水溶剤では持続時間が長くなることは、晴天の乾燥期の火災にもかなりの効果が期待されよう。

難燃性の実験では、付着性の実験に使用したと同じろ紙を用いて、これに各種薬剤で処理した試料を用いて、これに各種薬剤で処理した試料を500℃の恒温炉で燃焼させて着火時間を測定比較した。結果を表5表にまとめた。

表5. 各種薬剤の難燃性

薬剤	着火時間	着火時間(秒)	摘要
無処理	4~5		燃焼後の試料は灰分のみとなる。
水	9~10		"
MAP (5%)	12.5~13.0		燃焼後の試料は炭化し型を残す。
" (10%)	14.3~15.0		"
" (15%)	18.0~21.0		4ヶ着火せず "
" (25%)	着火せず		"
MAP (5%)+CMC (1%)	16.2~23.0		"
" (10%)+" "	19.0~20.0		"
DAP (5%)	13.0~15.2		"
" (10%)	14.0~19.8		"
" (55%)	着火せず		"
STP (5%)	14.5~20.0		"
" (20%)	14.8~16.0		ボト炎を出しすぐ消える
STP (5%)+CMC (1%)	12.5~15.2		"
CMC (0.5%)	15.0~17.0		燃焼後の試料は灰分のみとなる。
" (1%)	16.0~18.0		"

試料は10個体とり着火時間は最短と最長時間を示した。

これによると水だけの場合完全に燃焼して灰化してしまうが、薬剤の付着しているものは着火時間も水の倍ぐらい延びると共に未灰化の部分が多く黒く炭化されて残っている。特

ICMAP, DAP の含有量の多いものは着火せず、着火しても僅かに炎をあげて焼えるだけで余り燃焼が進まない場合が多い。

次に、アカマツの気乾葉 50 g を各種の濃度別薬剤で処理した試料を、燃焼床 (30×40 cm) 上に 2.5 cm^3 の大きさに一様に並べて、資料中央下部より都市ガスで着火した。

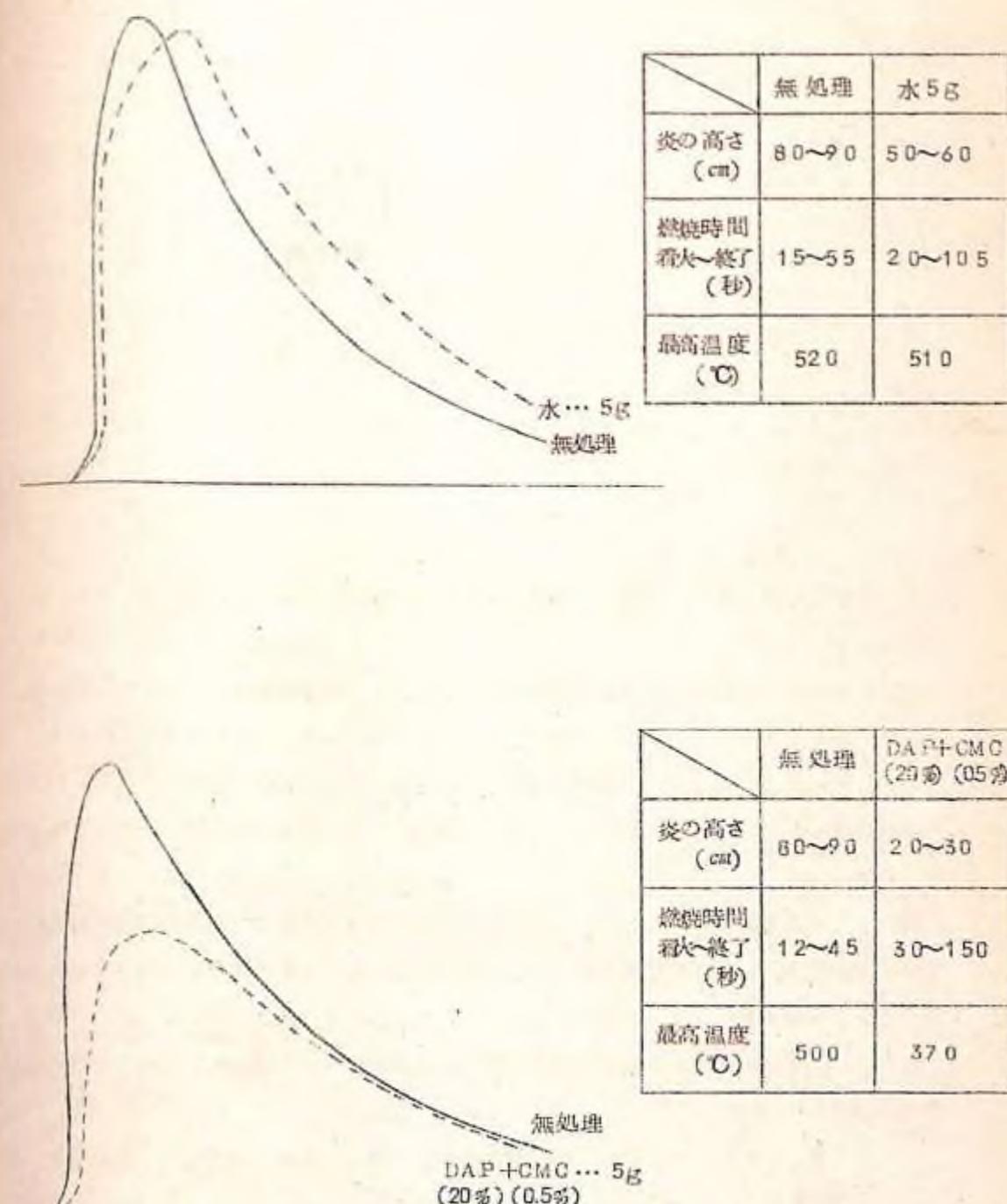
この時の着火の難易、燃焼持続時間、発熱温度、炎の高さ等を測定して、整理した数値を図 5 及び表 6 に示した。

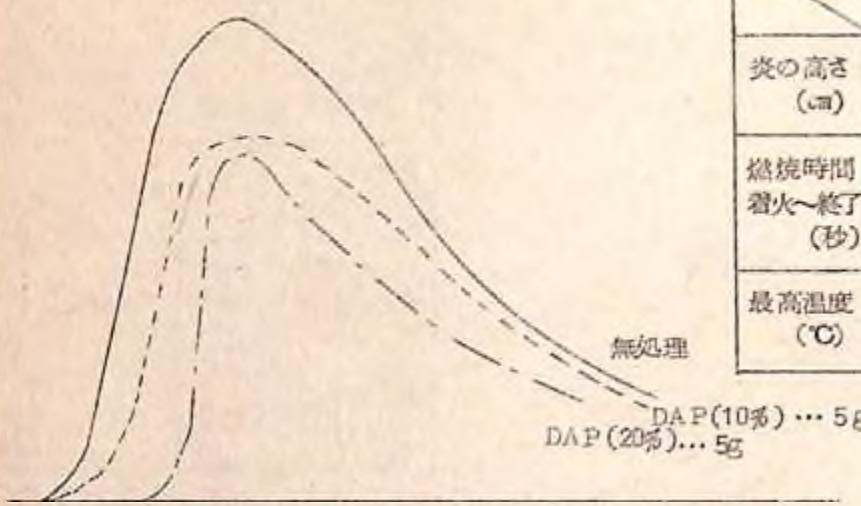
表 6. 薬剤の燃焼時間と炎の高さ

薬剤	燃焼時間 着火～終了(秒)	燃焼時間 着火～終了(秒)	炎の高さ (cm)	摘要
基準(無処理)	18~50	80~90		
水 5g	25~150	40~70		
" 10g	35~180	40~70	途中消えるのあり	
MAP(10%) 5g	30~150	30~40		
" 8g	50~190	20~30	着火せず(2)	
MAP+CMC(10%) (0.5%) 5g	18~150	20~35		
" 10g	50~167	20~30	2ヶ途中で消える	
MAP+CMC(20%) (0.5%) 5g	30~143	10~20		
" 10g	120~∞	10~20	X-2 他は途中で消える	
STP(15%) 5g	20~165	25~35		
" 10g	30~195	25~30	X-2 他は途中で消える	
STP+CMC(15%) (0.5%) 5g	25~150	30~40		
" 10g	53~145X	20~25		
STP+CMC(15%) (1%) 5g	35~250	30~40		
" 10g	55~254	20~25		
GMC(1%) 5g	25~150	40~70		
" 8g	35~170	20~40	着火しないのあり	

試料は 10 個体とり燃焼時間、炎の高さの値は平均したもの

図 5. 薬剤の燃焼時間と燃焼温度





	無処理	DAP (10%) 5g	DAP (20%) 5g
炎の高さ (cm)	80~90	50~65	25~50
燃焼時間 着火~終了 (秒)	24~52	35~150	50~215
最高温度 (°C)	510	400	390

この場合も紙を使用した場合と同じような結果であるが、無処理を基準値とするとこの試料は14~20秒の間に発火して45~100秒の間で完全に燃えつき灰化してしまうが、水及び各種薬剤で処理した場合は着火時間が延ばされて、水の場合でも25~35秒と処理量と共にかそくなっている。従つて燃焼時間も150~200秒と大きく延ばされる。

また、MAPの10~20%濃度の溶液を5g散布したものでは発火時間が24~60秒で燃焼時間も180~240秒までかかるので燃焼は徐々に進み試料も炭火された状態で残っている。

特に7g以上を散布した場合は、ほとんど着火せず燃えても途中で消えて燃焼が進まない。薬剤の濃度は濃いものほど結果がよいが、20%の濃いものでも散布量の少ないものは効果が小さく、散布量を10gとした場合はほとんど着火しなかつた。

S T P, C M C とも同様な結果で濃度が濃くても量が少ないと発火し、10gの散布量があると燃焼しない。

MAP, S T Pと薬剤間の効力の差はあまりなく、共に、濃度10%以上で散布量5g以上で効果がみられた。

発熱温度も、無処理の場合とくらべ低く特にDAPの溶液は390~370°Cと無処理の

500~520°Cとくらべ大変に低い。温度の効果と共に炎の高さも80~90cmの無処理に対し20~30cmと低く燃焼曲線を比べても薬剤の効果が大きいことを示している。

3) 残火処理用消火剤について

残火処理用薬剤は持続性や付着性よりも滲透性が要求されるため、次の実験を行なった。

試験片はスギ材の経5mm、長さ5cmの切片を用いて各種薬剤溶液で処理時間をえた試料を秤量し滲透量を測定した。

使用薬剤と結果を表7に示した。

表7. 薬剤の滲透量と着火時間

薬剤	滲透量 (mg)				着火時間 (秒)			
	1	3	5	24	1	3	5	24
水	206	228	252	348	59	67	68	83
S T P	226	248	278	348	62	67	69	81
M A P	200	232	264	314	(不) 60	(不) 61	(不) 65	(不) 75
王洗N	206	228	282	356	55	58	68	71
王洗A	212	224	276	310	55	62	68	77
トライトン	216	232	280	362	62	71	72	85

試料固体は10ヶで数字は平均値を示す。不は着火しない数である。

使用薬剤間には余り大きな差はないが、時間の経過と共にトライトン、王洗A、王洗Hと滲透剤の効果が表されているが、一方発火時間の点ではMAPの効果が最大である。

従つて残火処理用として使用する場合はMAP+トライトンのように消火薬剤と滲透性の強い薬剤の併用が大きい効果を表わすと考えられる。

以上が実験の結果であるが現地適応試験の予備試験として行つたもので、実験装置、方法などに問題が多いが、効率的な消火薬剤の種類、濃度、容量の決定指針として貴重な基礎資料と考えられる。

MAP, DAP, S T Pなど消火薬剤間の効力差は余りなく、その使用方法の難易、価格

の問題などから使用薬剤の種類が決つてくるようである。

消火薬剤の濃度はMAP, DAPでは1.0~1.5%で充分で散布量も水にくらべ非常に効果が大きい。

持続性を増すために使用するCMC基剤は消火剤の効力を増大するに役立つが、粘度が増すので散布面での研究が必要である。

防炎剤の水溶剤は粉剤にくらべ効果が大きいが水の運搬は山地では困難が多いのでこの点の課題がある。

以上の結果から

粉剤の消炎効果からは、重曹, MAP, DAP, 脂酸の順である。

水溶剤に付着性をもたずには、CMCの0.5%がよく、防炎剤MAPにCMCを加えたものならばMAPの1.5%にCMCの1%がよい。

消火剤の含有量はMAP, DAPとも最小1.0%は必要で濃い程効力が大きい。

王洗その他の渗透剤は残火処理に水だけより渗透性もよく、消火効果も大きく、消火剤との併用によりより大きい効果がある。

3. 野外実験

昭和41年9月6~15日と、昭和42年9月3~12日とに、北海道標津郡標茶町の国有林バイコウトフォレスト内で行つた。位置を図4, 図5に示す。



図4. バイコウト位置図

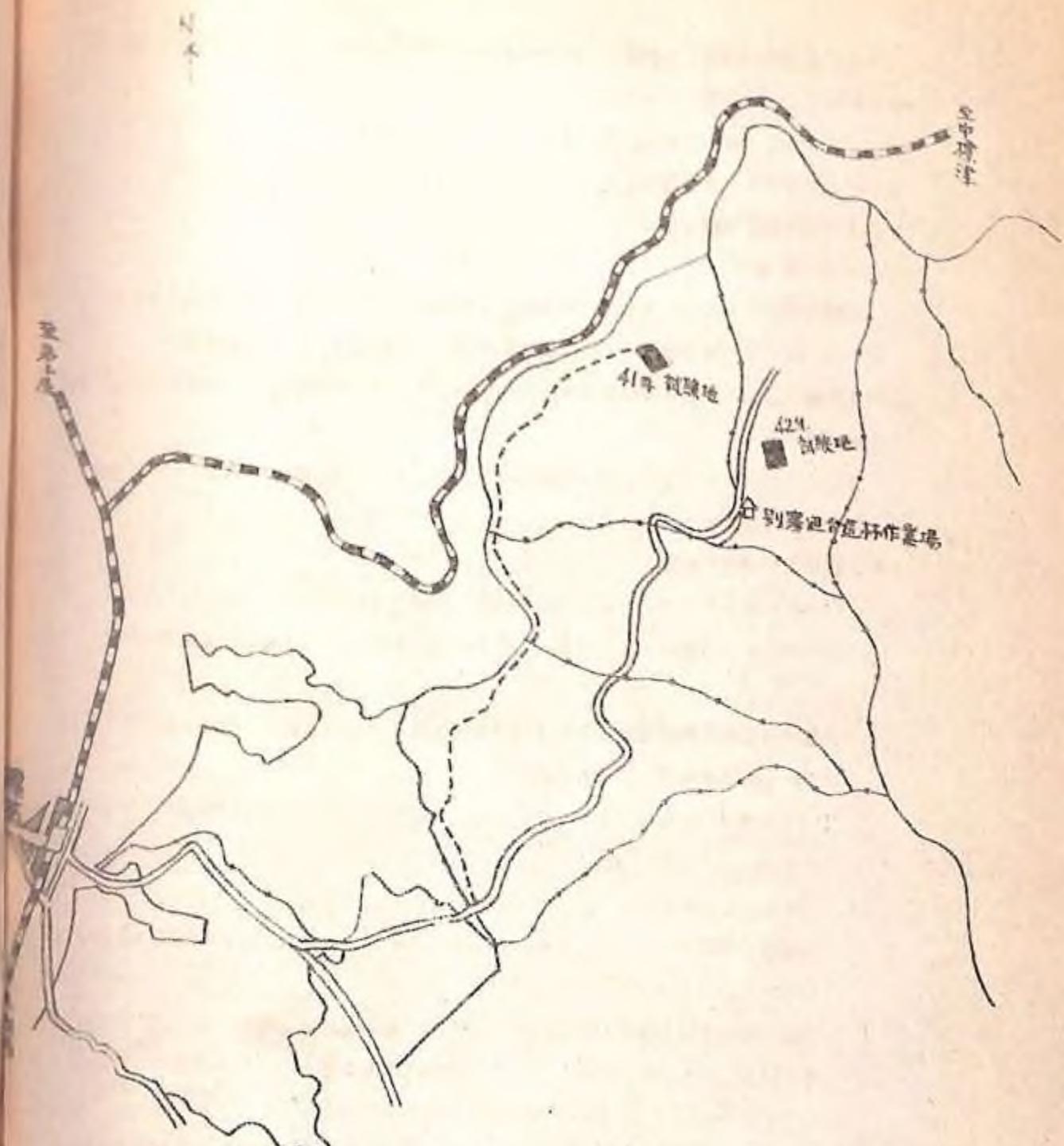


図5. 試験地位置図

現地は根室原野の西部で、標高、100～150m位、傾斜角は大体15度以下、ただ川沿いに30～40度の急斜地がみられる。

概して緩斜の波状地形である。「写真1」（52頁参照）

植生はミヤコザサの密生地で、クルミ、シラカバなどが、わざかに散生している。

1) 消火剤現地適応試験

(1) 試験準備

試験地内のササは火力を十分にするため、実験前、少なくとも10日前には全刈して風乾した。従つて火勢は強風のときに激しかつた。「写真2」（52頁参照）

また燃焼試験区の大きさは50×50mとし、それぞれ試験区間は1m幅の掘起し防火線を設けた

試験区の数は初年度は27個、2年目は12個、夫々の総面積は、7haと4haである。

(2) 実験中の気象条件

a、初年度（昭和41年）

春から8月上旬まで、いわゆる冷害型の天候続きであつたが、8月中旬から回復した。したがつて、可燃物もよく乾燥し、火勢も激しかつた。試験もよい条件下で行なわれた。

実験中の気象条件は燃焼の都度、燃焼実験区近くで風向、風速、気温、湿度などが測定され、基地でも各気象要素を測つた。

そして実験中の気温は13.5～26.6°C、相対湿度57～90%、風速0.5～7.5m/sであつた。

b、二年度（昭和42年）

北海道、東北地方にかけて夏には異常に高温の好天が続いたため米の収穫は史上最高であつた。

実験中は北方からの移動性高気圧の範囲内に入つたため、温度も低く、好天で燃焼状態は最高であつた。しかしこの高気圧の通過後の寒冷前線の通過時には強風がおこり、雷雨を伴つて、実験を中止せざるをえなかつた。

なお実験中の気温は、12.2～13.1°C、相対湿度24～100%、風速1.5～13.0m/sであつた。

(3) 実験方法

間接消火では着火は、1辺50mの試験区の風上一線に行つた。また着火側が地形の下

側で、しかも風上となるように試験区を選んだ。したがつて火線は風上側の低所から一線に燃え上つた。

各種消火剤は、実験斜面の中間に一線にららかじめ散布し、低所からの火がこの線で停止するか否かを調べた。

実験中の延速度はそれぞれ風速、乾燥度、斜面の傾斜角で区々であつたが、大体初年度が2～8m/min、二年目が、最高20m/minだつた。二年目が異常に早かつたのは、傾斜が50度以上もあつたのと、風速が強かつたためである。

炎の高さは初年度は下り火で1.5m、上り火で5m、二年度は高さ2mで300°Cを記録したので、炎高は5m以上相当高かつたと推定される。

このときの可燃物の積み高は20～30cm（初年度）、約30～50cm（二年度）だつた。

可燃物の重量は5.6kg/m²（初年度）、3.5～4.8kg/m²（二年度）だつた。

直接消火では、間接消火と同様の大きさの試験区を使い、風上の傾斜下側、又は中央の一点に着火し、燃え上らせた。そうして風上側から各種消火剤を直接火炎上に散布して、消火できるかどうかを調べた。

結果

表3. 直接消火の実験に使用した薬の種類と使用機械の効果を示す。

薬剤の種類 使用機械	粉 剂		水 淚 液		水	ぬれ水
	重 背	S T P	M A P (20%)	S T P (10%)		
ドライバカル消火器 (全重量 17kg) 薬量 8kg 放射距離 8m 放射時間15-20秒)	消火長28m (ササ量0.5kg/m ²) 炎は消えるがすぐ再燃する。 実用に不適 緊急用適					

背負式噴霧器 (苗畠消毒用)	重曹過量のため放火不能	噴霧量少なく消火せず			
背負式ジェントシューター (容量 18ℓ) 直射距離 10m 噴霧距離 3m)		噴霧量少なく消火力は風下延焼速度に及ばない	噴霧量少なく消火力は風下、延焼速度に及ばない	消火力は延焼速度に及ばない	消火力は延焼速度に及ばない
四馬力高圧ポンプ (1.5吋ホース)				消火力は延焼速度に及ばない	
スーパーモレキユレーター 容量 700ℓ(液体) 0.2m²(粉) 散布能力 40ℓ/分液体 70kg/分粉	薬量 150kg (散布時間 2分半)炎 は消えるが すぐ再燃す る。消火効 率悪く実用 に不適	薬量 500ℓ (散布時間 7分)散布 量 10.4ℓ/ m²消火長約 10m, 消 火効率悪く 実用に適さ ず			

(4) 直接消火

粉剤は重曹をスーパーモレキユレーターをウニモクに150kgを積んで、着火線から上方30mに斜面傾斜に平行にまいて、下方から着火したが、炎は消えるがすぐ再燃した。完全鎮火はできなかつた。

ドライケミカルの薬量8kgの入った市販の消火器では、重量も重く、消炎するだけで、"おき"が残るので消えてもすぐ再燃するので、火勢を弱める以外に使えない。

消毒用の貨負式噴霧器では重曹粉は散布できなかつた。

水の直接消火能力は言うまでもないが、火線10mを消すのに、棒状水(普通ポンプで

散布するときの状態)では2.6ℓ必要なのが、噴霧状で使用するときは1.2~1.7ℓで足りる。

また、水に"ぬれ水"を加えるときは渗透性を増し、効果が大きい。

(5) 間接消火

強風下の風下側を間接消火することは、生命の危険が伴うので、消防作業中の難事である。従つてこの場合は直接消火はできないから、火災のかなり前方に防火線を伐り開いて防火する方法が従来とられた。また必要なときはこの防火線から迎火も行われる。この防火線の伐開、取片づけや地被物の搔き払いには非常な時間がかかり、延焼速度の早い火災では余程前方に防火線を作らないと間に合わない。

そこで短時間に消火剤をまいて、火を防ごうとするのが、間接消火剤の目的である。初年度55回、二年度19回の実験の結果の結論は次の通りである。

可燃物の条件

可燃物量 1.5~5 kg/m²

乾燥状態 風乾

地況 傾斜角 15度以下

風速 4 m/s 以下のとき

まき量 1 ℓ/m 以下では防火できず。

まき幅 2 m 以下では防火できず。

まき量 1.5 ℓ/m² 以上で防火可。

まき幅 3 m で防火可。

追風、昇り斜面の途中で防火するには、図6 追風 4 m/s 傾斜角50度で
まき幅 5 m で防火否

迎風、昇り斜面の途中で防火するには、図7 逆風 10 m/s 以下、傾斜角45度以下で。
まき幅 3 m で防火可。

前の二例のまき量は何れも 1.5 ℓ/m² 以上が必要。

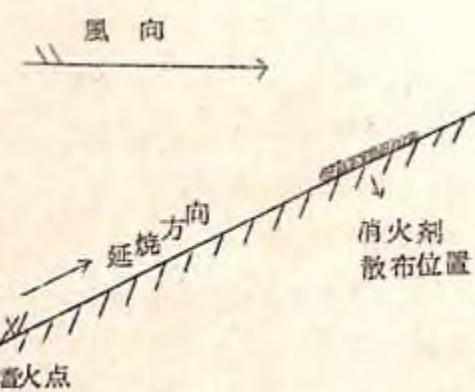
薬剤はMAPとDAPとの差は認められない。

外国の例はDAPが多く使われている。トリブロ磷酸は高価で不適である。

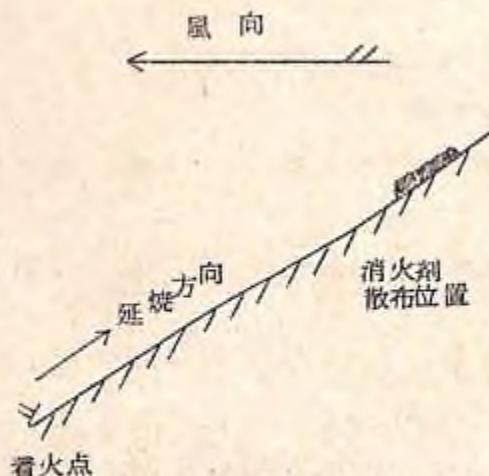
CMAを約1%以下加えれば持効力は20時間延長できる。

要するに薬剤のまき量、まき幅は火勢によつても、散布する位置でも、また可燃物の種

図6 (追風延焼)



(迎風延焼)



類、堆積の厚さによつても加減しなければならない。

実験に行つた昇り火を斜面の途中で止めるには、まき幅を十二分に広くことが必要で実際的でなく、最もきびしい状態のものである。

ドドマツの生葉のついた枝25トンを幅3m、長さ30mにならべたものでは、DAPとCMCの混合液を5ℓ/m²まいて延焼を防止できた。

このときの風速は、最小1.5～最大5m/sで、平均3.5m/s、傾斜角約20度であった。

風速が3.8～5.7m/s、傾斜角45度では、MAP20%、CMC1%を5ℓ/m²まいても止らない。

写真3.(33頁参照)は防炎剤の水溶液にCMCの1%液を加えた防火線で延焼が停止したことを示す。

写真4.(33頁参照)は薬剤防火線まで来た火が葉でクスブリ、やがて消火する寸前の状態を示す。

写真5.(34頁参照)はタンク車5,000ℓでポンプを積み、薬剤を散布する。

以上の結果から、燃焼のエネルギーに打勝つ量の消火剤で燃えている可燃物を被覆すれば火災は鎮火できるわけで、間接消火や残火処理上への薬の効果は大きい。

しかし、目下は水のいらない薬はなく水は必要で、これを平素から要所に貯蔵しておくことが大切である。

山地でできることは火災期前に、沢に簡易な水止めを作ることや、林道の側に穴を掘つてビニール布を張つて貯水することが、火災危険地の国有林、社有林の一部で実行されている。

2) 運搬機械

次に問題はこれらの水を如何に火災現地に運搬するかである。

林道が十分に発達していればよいわけだが、車で運搬できる所はむしろ少ない。

日本の山では沢ぶちが急傾斜な所が多い。そして峠に上れば予想外に平坦で作業車は走れる。この急斜地に利用できるものはスカイラインである。

スマツクキャレージはマツカラのエンジン、マツカラーブラッシュカッターの動力3馬力、MAC35A型エンジン「写真6」(34頁参照)を使う。自走の小型運搬機で水や薬剤を迅速に運ぶに適する。

最大傾斜度は60度、最大積載量は65kg、上昇時速6～7km、下降時速7～9kmで

ある。

この標準索張りに必要な器具は次である。

スカイライン	6mm×200m	1本
台付けワイヤー	8mm×5m	2本
シャックル(1/2")		2個
クリップ(6個)		3個
ナイロンロープ	8mm×50m	1本
台付けワイヤー	6mm×20m	1本
ステンチブロック(一車)		2個
二車ブロック		1個
三車ブロック		1個
チルホール	2.5t	1個

部品を写真7(34頁参照)に示す。

燃料、普通オクタン価のガソリン1.6ℓとSAE30番の良質モーター油1ℓの割合の混合燃料を使用する。

燃料容積 0.75ℓ

このスマックキャリージの現地試験の結果

(例1)

傾斜50度、斜距離150m,

架線張り要する人数 6人。(内基地 4人、先方 2人)

荷重の持上げ所要時間

荷 重	昇 り	荷 重	降 り
1.5kg	1分10秒	ナシ	5.4秒
2.0t	1" 7"	"	5.25"
2.5t	1" 11"		
3.5t	1" 12"	35kg	5.25"

(例2.)

傾斜25度、斜距離165m

架線張り所要時間 15分(6人で)

荷重の持上げ、持下げ所要時間

荷 重	昇 り	荷 重	降 り
0kg	1分12秒	0kg	5.5秒
5t	1" 8"	5t	4.7"
5t	1" 5"	5t	5.0"

架線撤収所要時間 9分

これを張る要領はまずスカイラインの両端に使う立木を選定することが、第一であつて、その二点間は凹地形で、架線上に立木や岩石などの障害物のない地形を選ぶことが大切である。

2~3回の練習で習得でき、非常に便利な機械である。

台上林地での運搬器械

沢沿いの急斜地を上れば台上は平坦地が多いので、林道があればジープ等で器材の輸送はできる。また道路がなくても、立木、岩石が少ないので波状地形であれば林業作業車のウニモクや山地消防車のハフリングガードが使えるよう。

ウニモク411は1トン積で、高速度で不整地を容易に走行する。人員、資材の運搬のほか、下刈、溝掘、ワインチ、薬剤散布などの林業用車として、国有林で使用されている。

最大時速 9.5km, で走行性もすぐれる。

ハフリングガード

あらゆる悪路を走破できる四輪駆動万能軽自動車で、登坂力 最大勾配 35度、最高時速 6.4km, 総重量 約6.0tである。

消防用として作られたもので、勿論運搬車にも使える。

3) 散布器

ボレートのように金属を腐蝕する傾向は、消火剤には程度の差はある、持つ性質である。

また粘着剤を含むものは粘度が高いので、普通のポンプではまけない。従つて特別の散布器が必要である。

4. 消防活動に薬剤を利用するための考察

日本では林野火災の消火は多くの人間で火災を取かこみ、火を叩いたり、水や土をかけたり、防火線を伐り開き、ときに迎火で防ぐ。使用される器材も火叩、シャベル、クワ、カマや最近はブッシュクリーナー、チーンソーと使われる種類も作業も多種である。

消火剤は以上の極めて多種にわたる作業の内のある一部分に利用できるので、決して消火剤だけで消火は完了できるものではない。

場所によつては水や薬を運ぶよりも、土をかけたり、叩いた方がよい所もある。

一年の内に日本中に起る数千回の林野火災のうちで100ha以上の大火は全体の2%にすぎず、500ha以上は0.4%と極めて少ない。

このような大火には強風がつきもので、風下側に極めて急速に延焼するために、こんな大火となるのである。

風下側の延焼を消火するには防火線を作り、ときに迎火するが、この作業を消火剤で置きかえて、焼失面積を最小にしようとするのが、薬剤利用の第一のねらいである。

直接消火で火勢をくじいたり、残火処理の効力を倍増することも、次のねらいである。

林野火災の多発地帯は毎年定つた地域の傾向があるので、これらを考えて必要量の消火剤を貯蔵しておくといい。

消火剤は林業肥料であるので、若し不要であれば別の用途に利用でき、粉剤で備蓄しておけば少なくとも1ヶ年は効力減少はおこらないだろう。

4. こんごの問題点

1. 消火薬剤について

消火剤の各国の研究は日進月歩である。この試験の終了のときにも、既に次のものが、開発された。

ボレートの欠点を補つた。ボレートXP-113は、薬量も少なく、搅拌性もすぐれ、毒性がない。

粘着剤として、アルジンやゲルガードが開発された。

その他アルジネット・ゲルに塩化カルシウムを加えたもの、

防炎剤としてビロ(11-37-0)(燃酸アンモニウムとオルソ燃酸、トリポリ燃酸の混合物)がとくに効果があるといわれる。

これらより効果のある消火剤の試験も必要である。

2. CMCなど添着剤を含む消火剤の地上散布機(搅拌器を含む)の開発

45年度で発注の予定

3. 消火剤の備蓄、運搬方法

消火剤はどうしてこれを現地に迅速に現場まで運搬するかに問題がある。

4. またどのような地形の所にまかば最も効果的か、気象、林況条件との関連でしらべる必要がある。

5. 交通の不便な山地での運搬、散布なので、将来は空中散布を考えねばならない。

なお野外実験の詳細は日本火災学会誌、第17巻1号(昭和42年2月5日)に発表した。



野外試驗地全貌



燃燒狀況



黒い処は焼路



左から燃え進んだ火先が柵の線で火勢が弱っている処

タンク車に取付けられたポンプ



MC 35 A型エンジン



スマックキャレジ部品





セット完了出発用意



始動

林木生産工程の合理化に関する試験

1. 試験担当者

機械化部作業部作業第1研究室：辻 隆道・渡部庄三郎・石井邦彦

2. 試験目的

林業における個別技術の発展過程に応じた生産工程系列を作り、これらを現地において検討することにより、積極的に新技術開発による省力を推進することを目的とする。

3. 試験の経過とえられた成果

1. 試験の経過

林野庁は昭和37年度能率業務計画の方針のなかで、生産プロセスの実態調査が重点的にとりあげることになった。これは各局における作業工程、作業方法の現況を分類してゆくとともに、一方従来の人畜力中心の作業に代わって機械力の導入、あるいは除草剤や新しい技術の開発が各個に行なわれているのを整理して、標準的な作業仕組みと、作業工程を選定していくというものである。そして昭和37、38年度と調査され、一応次の段階まで整理することができた。

まづ国有林で行なわれている素材生産の作業仕組を分類して図-1の類型化を行なつてある。A型が集材機を中心とした作業工程系列、B型がトラクタを中心とした作業工程系列、C型が人畜・畜力を中心とした作業工程系列である。

図-1の類型を基に各局より提出された案を吟味し林野庁監査課において素材生産の基準工程系列案を作成したのが図-2である。図-2の基準図に対して適正な設備配置、人員配置、部分工程の作業量、経費など、作業手順書の手続きとともに具備されるわけである。

昭和38年度から同じく能率業務計画で「造林機操作業実態調査要領」によって造林事業も開始されたのであるが、造林機械による作業仕組の類型に止まつた程度で、造林技術の体系には及ばなかつたのである。

これは結局昭和39年度になると生産事業における収益性を一段と上げるために執行方針が打出され、その中でコストダウンにあたつて生産プロセスを改善してゆくことはもちろん必要であるが、それだけでは解決が得られない。すなわち、生産事業と造林事業とに分けていいるところに問題があり、この両方と一緒にしたコストダウンを計るべきだということになつた。これが連携作業となつて、製品、造林両事業の協力体制が敷かれたのである。

われわれも工程のなかに個別に新しい技術を取り入れた場合の工程全体の流れ、その評定の方法を検討するとともに、各技術に応じた生産工程の系列を作つて行こうとした。

この研究を進める上で、林業の技術と云われるものは何であろうか、合理的な体系化とは何

であろうか、ということの論議がなされたが、定義と理論までの展開はしなかつた。まづ林業の技術について、技術論は存在しても真の技術の定着というものは、一部の有名民間林業地を除いてはないのではないか。林業の生産現場は社会的、物理的、自然的諸条件の制約を甘受しながら、長期間にわたる製造であるということから、各々生産現地ごとに異なった方法があるのは当然だし同一機械を利用した同一製造形式をとらなければならないという理由もない。しかしそれなりに經營目的に照らした明確な記述、ないしはそれをしつかり見守つた技術スタッフが現存するかして、技術としての実績ないしは変遷の足跡が記録できるものになつていなければならぬ。

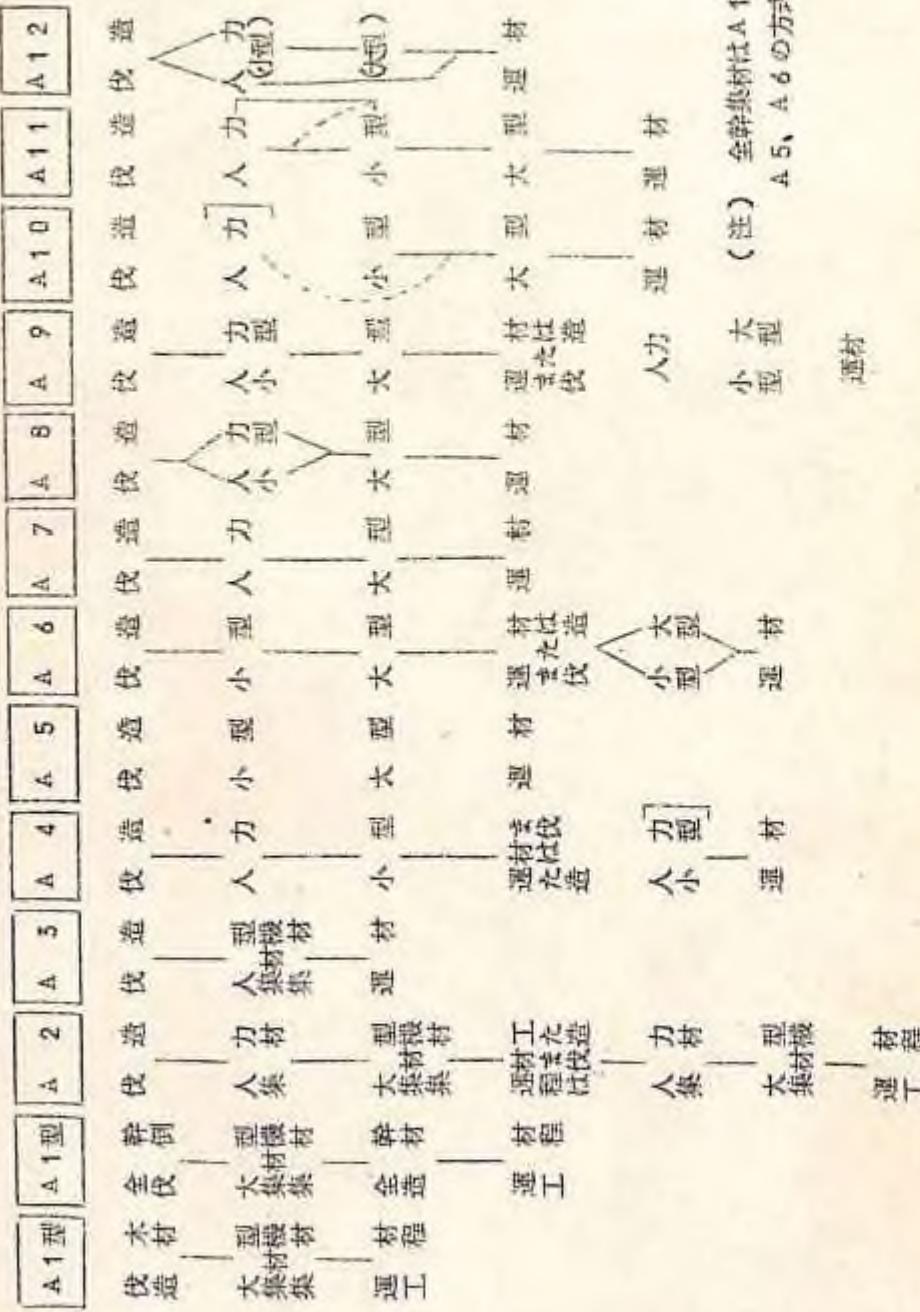
林業の生産期間は何十年もかかるという長期であり、必要時期または最終時期というものが社会情勢ならびに経営事情によつて不定であること、製品となるまでは決まつた工程をふまなければならぬというおきてもないことなどのため、上記でも触れたが、記述や記録の面が非常にうすれて、例えば14aの山を生産するのに、いつ、だれが、どのような方法で、どれだけの労働量と経費を投下して行なつたかという具体的な資料が国有林ではとくに少ないのである。

国有林の林木生産としての技術体系が定着していない原因を田中氏（田中茂：国有林造林技術の展開とその考察、北大農報、VOL.22, No.1, 1962）は、造林技術史の面から取上げて次のように述べている。「造林技術は林業經營の經營目的として具体化するのであつて、先進的民間林業地の造林技術をみればこのことが明瞭である。例えば吉野林業と梅丸太、西川林業と足場丸太、小角材、飽肥林業と弁用材などのように育林業が地方市場と結びついて適品を生産し、その造林技術の体系をつくりあげてきた。これに対し国有林は、所有の性格に求めなければならないとしても、育林生産の過程における地持え、下刈り、枝打に関する記述は全く欠けており、技術史上もとりたてて述べるべき問題が見出せなかつた。ただ育苗技術は直挿から実生苗、挿木苗の養生へと進んでいるが、大体は民間における育苗技術の継承であり、問合においても国有林としての独自な技術の発展がみられなかつたのである。これに反し、植付に関しては国有林獨得のめぐらしい変遷がみられたとしている。そして、なによりも国有林と民間林における造林技術の展開が相互に交わることが少なく、平行的に行われたことは重大な問題である」と言及している。

1) 国有林製品生産事業における労働生産性の現状把握

代表官林局の素材生産における直営生産の昭和38年度実績から、労働生産性としての人日/㎥を算出しグラフに表わすと図-3になる。図中工程系列大分類A、B、Cとは図-1に示した基準による。本資料はすべて皆伐作業で、トラック運搬に積込む直前までの稼働

图-1 工型系列(作業仕組み) 番型圖



(注) 金剛集材はA-1型が大部分を占めるが、A-5、A-6の方式によるものもある。



(注) A : 集材機を主とするもの
 B : トランクタを主とするもの
 C : 人力各車を主とするもの

図-2 基準工程系列の一案

作業型態	傾斜区分	Aa当たり素 材材積区分	類形符号	素材生産の基準工程系列案(第1順位)		基準工程系列案 (第2順位)	
				工 程 系 列 図			
天然林 皆伐	急	少	A 1	伐木造材	大型集材機集材	運材工程	A ₃ 、A ₆ 、B ₁ 、B ₄
		中	A 1	全幹伐倒	大型集材機集材	全幹造材	B ₁ 、A ₃ 、A ₆
		多	A 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	A ₁ 、A ₃ 、A ₆
		少	B 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	B ₄
		中	B 1 A 1	全幹伐倒	大型集材機集材	全幹造材	B ₄ 、A ₁ 、A ₃ 、A ₆
	緩	多	A 1	全幹伐倒	大型集材機集材	全幹造材	A ₁ 、A ₃ 、A ₆
		少	B 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	B ₄
		中	B 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	B ₄
		多	B 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	B ₄
		少	B 1	伐木造材	大型集材機集材	運材工程	B ₄ 、A ₁ 、A ₃ 、A ₆
天然林 抾伐	急	中	A 1	伐木造材	大型集材機集材	運材工程	A ₂ 、A ₆
		多	A 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	A ₃ 、A ₆
		少	B 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	B ₄
		中	B 1	伐木造材	大型集材機集材	運材工程	B ₄
		多	A 1 A 3 A 6	伐木造材	大型集材機集材	運材工程	B ₄
	緩	少	B 1	伐木造材	小型集材機集材	運材工程	B ₁ 、B ₄
		中	B 1	伐木造材	小型集材機集材	運材工程	B ₁ 、B ₄
		多	B 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	B ₁ 、B ₄
		少	B 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	B ₁ 、B ₄
		中	B 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	B ₁ 、B ₄
人工林 皆伐	急	多	B 1	全幹伐倒	大型集材機集材	全幹造材	B ₁ 、B
		少	A 1	全幹伐倒	大型集材機集材	全幹造材	A ₁
		中	A 1	全幹伐倒	大型集材機集材	全幹造材	B ₁
		多	A 1	全幹伐倒	大型集材機集材	全幹造材	B ₁
		少	B 1	全幹伐倒	大型集材機集材	全幹造材	B ₁
	緩	中	B 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	A ₁
		多	B 1	全幹伐倒	大型集材機集材	全幹造材	B ₁
		少	B 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	A ₁
		中	B 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	B ₁
		多	B 1	全幹伐倒	トラクタ集材	全幹造材	A ₁

(注) 1 傾斜区分の急は30°以上、中は30°未満20°以上、緩は20°未満とする。

2 Aa当たり素材材積区分は、少は5.0m³未満、中は5.0m³以上15.0m³未満、多は15.0m³以上とする。

3 工程系列の類型符号は図-1の分類による。

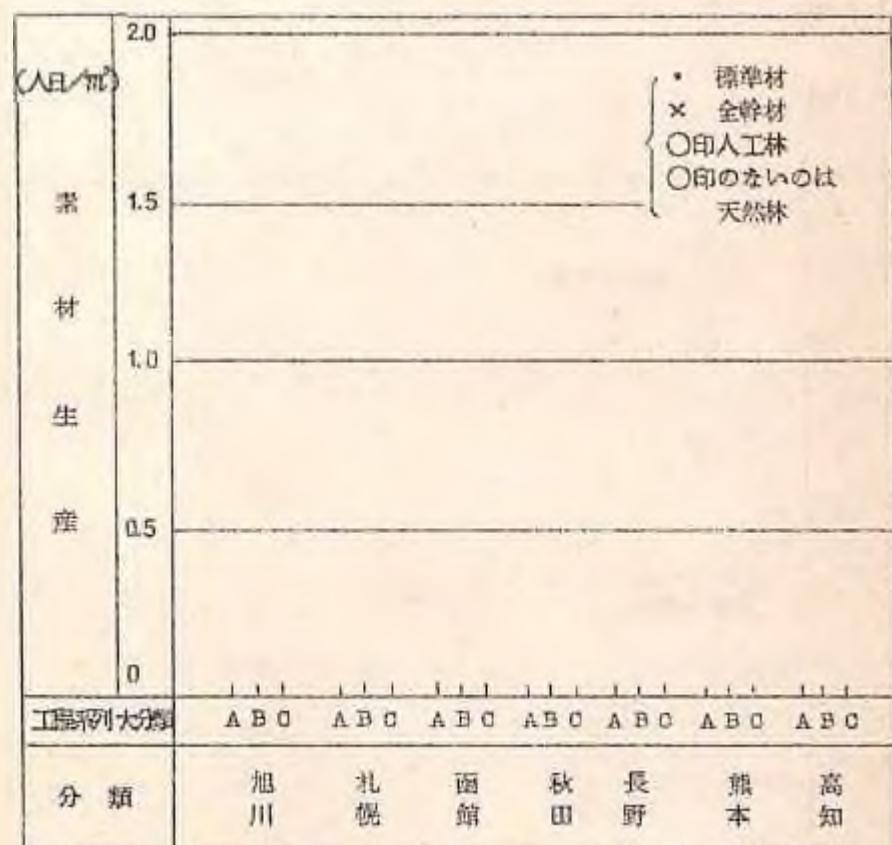
4 人工林に類似した小径の天然林(一齊林状の林分)は人工林の方を適用する。

働人工数実績である。

上記上のバラツキの幅は、おのおの林相や作業地の条件、生産方式の違いによつて起るものと思われ、したがつて各点の位置は意味をもち、これらが反映された工程系列の適化が計られることを考える。

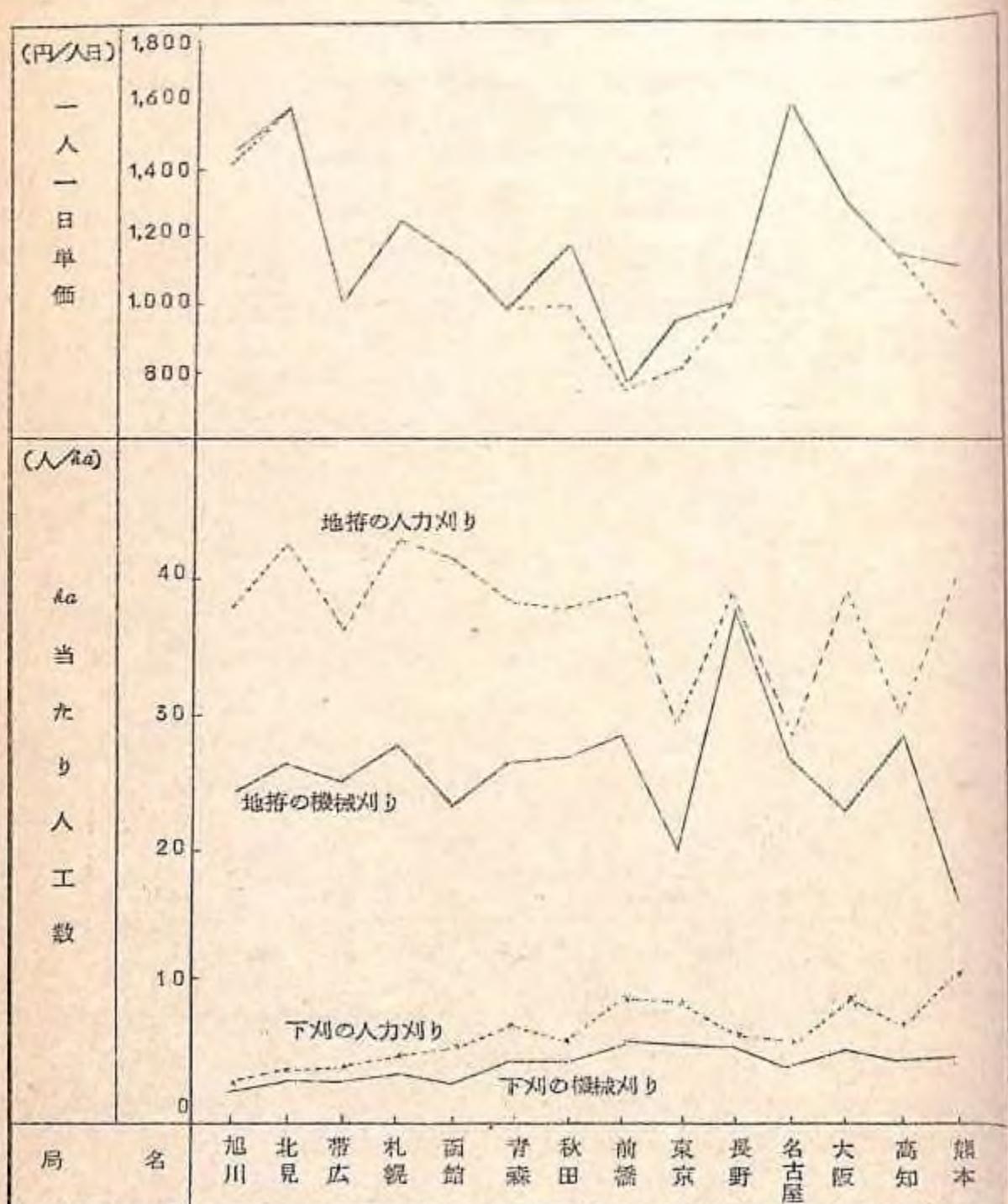
図-4は造林事業で地拘え作業と、下刈り作業の局別に当たり人工数と、1人1日の単価

図-5 各管林局の収材生産における労働生産性
(昭和38年度実績、直営、トラック)
(積込、トラック運搬工程は含まず)



注) A 集材機中心の作業工程系列
B トラック中心の ◊
C 人力・畜力中心の ◊

図-4 各局の地捲作業と下刈作業の1ha当たり人工数
(昭和39年度実績)



を整理したものである(資料は林野庁監査課:造林機械作業における作業仕組調査報告書、昭和40年5月、PP. 185~188)。機械刈と人力刈とに区別してあるが、これから全般として、機械刈を積極的に取入れて行くべき有利な地域と、余り効果を期待できない地域とある。

2) 民間林業における労働生産性の傾向

本資料は昭和40年9月林野庁森林組合課において、林野事業体労務組織実態調査を行なつたものから整理しなおしたものである。

まず保有面積(事業体が管理している保有森林、または管轄対象としている森林)の階層区分と、労働生産性との関係をみたのが図-5~図-9である。図-5が素材生産(含間伐生産工程)、図-6が地捲え、図-7が植付、図-8が保有(地捲え、植付以外で当年1年間に稼働した)、そして図-9が地捲え作業から保育終了までの1ha当たりに要した全人工数の推定である。

図-5の素材生産は林相、生産形態、使用機械類などをすべて込みにしたものであり、また運材工程(トラック積込、トラック運材)まで含んでいる。素材生産における労働生産性は平均値をとると、小面積保有の事業体も、大面積保有の事業体も、同じような生産能力であることを示す。

図-9の育林部門における1ha当たり人工数は、大面積保有の事業体になるにしたがつて少ない労働力になつてゐる。これは機械化などの導入がすすんでゐるためなのか、あるいは大面積保有のためIC集約をかけられなくなつてゐるためなのか、理由は明解に分析できなかつたが、とにかく大面積保有ほど機械力を保持しているのは事実であつた。

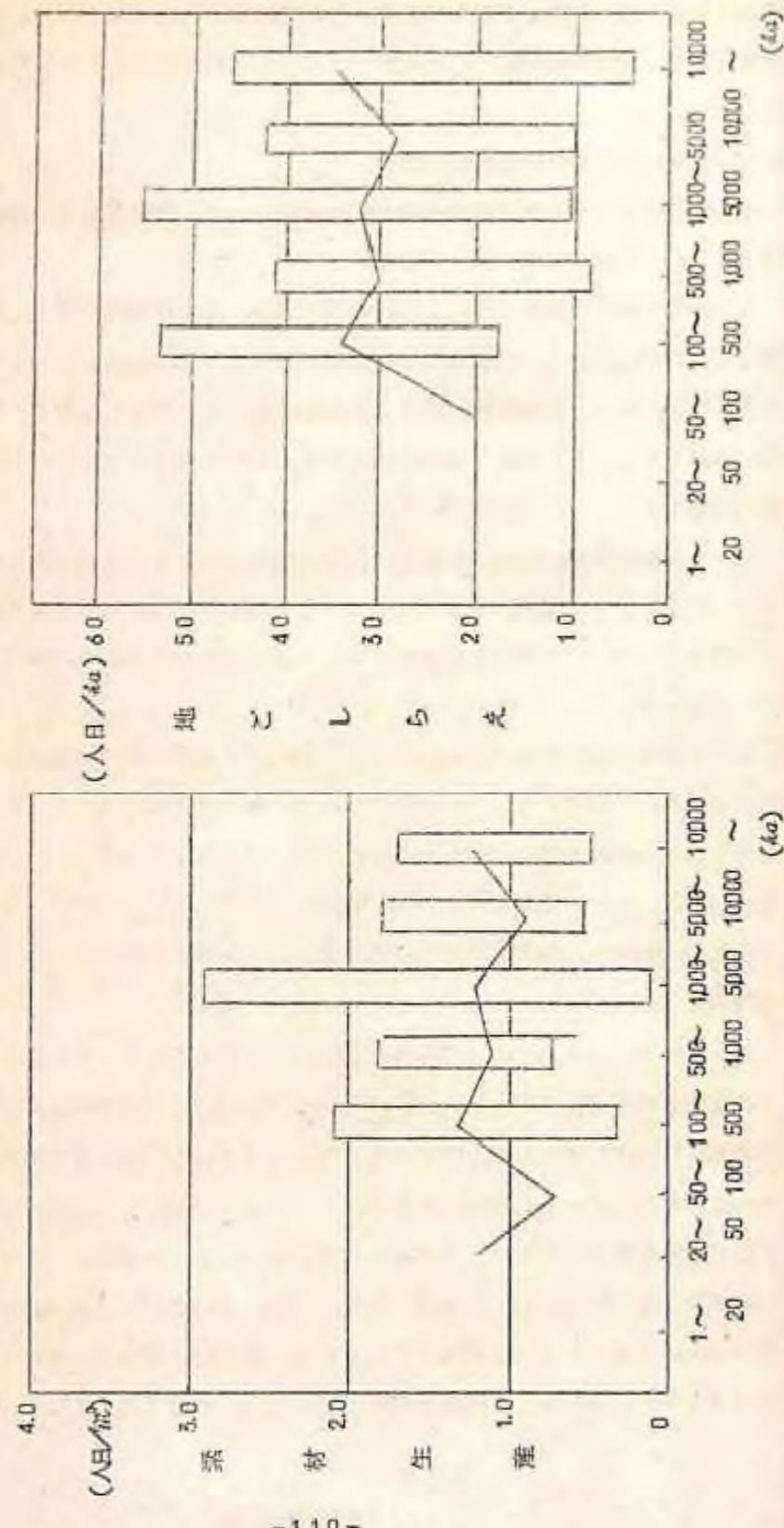
次に同一資料を、農林統計上の地域区分にしたがつて整理してみると図-10~図-14が得られる。

図-10と、さきの図-3の国有林の資料とは直接相対するに若干の難はあるが(これは間伐生産工場や運材工程の部分が、国有林資料には含んでいないが民間資料には入つている)参考程度に对比してみると有意義である。すなわち、図-3の国有林資料は、すべてチーンソーならびに中型集材機あるいはトラクタを使用した生産能力であり、民間林業は大方が人畜力を主とした生産能力であるのにかかわらず、次の所見がなせる。

棒状幹と平均値とから、北海道、関東、近畿、九州の地域は高い能力を示していく、その他の地域は大凡1人日/1m³強をさしてゐる。国有林の場合は、運材工程の労働量の概数として0.15~0.25人日/m³ほど加算してやると、秋田局の人工林では、民間と大体同じく

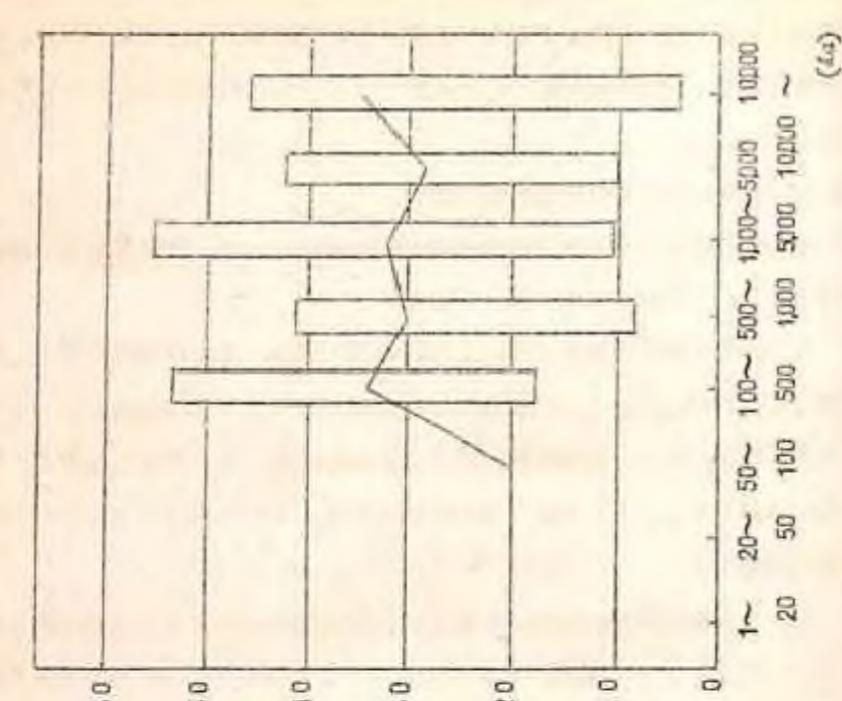
保有面積

図-5 民間林業の保有面積（直接管理または
管轄している森林）階層別にみた若
材生産の労働生産性



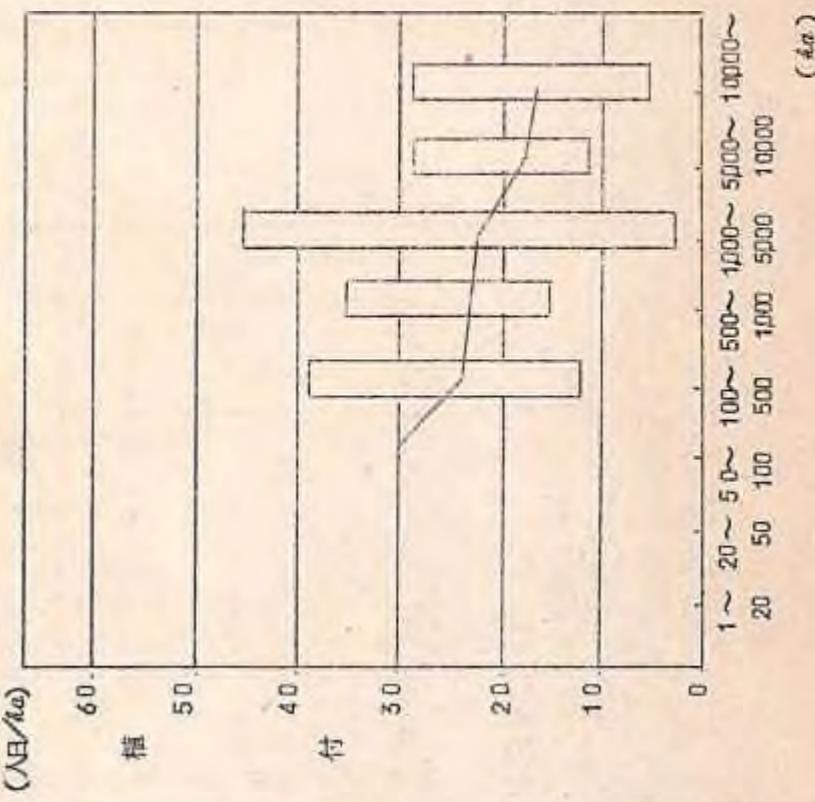
保有面積

図-6 民間林業の保有面積
階層別にみた地主人工数



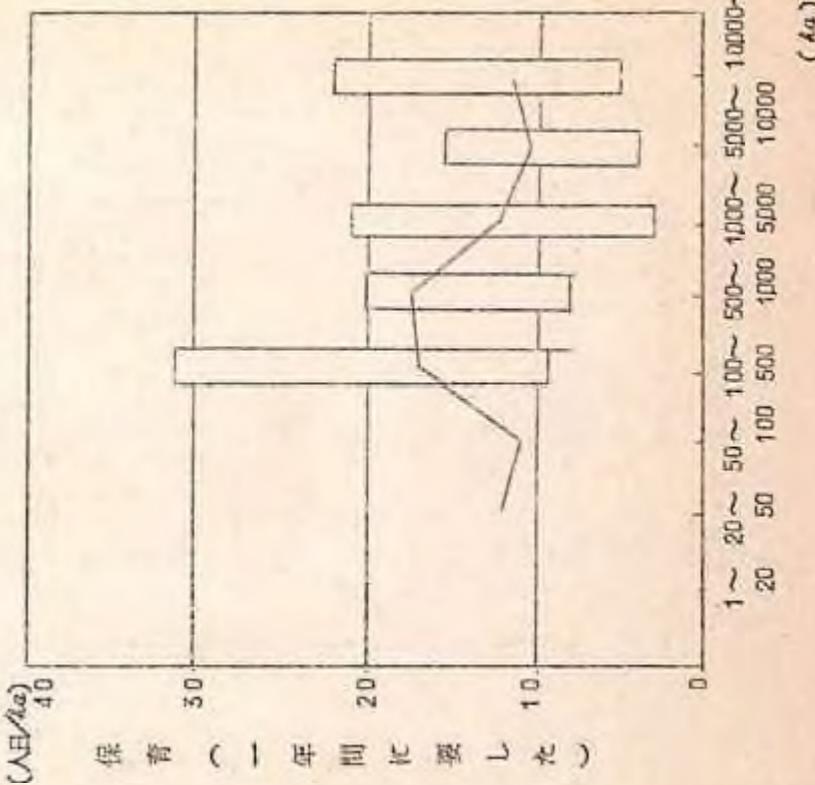
保有面積

図-7 民間林業の保有面積階層別に
みた植付人工数

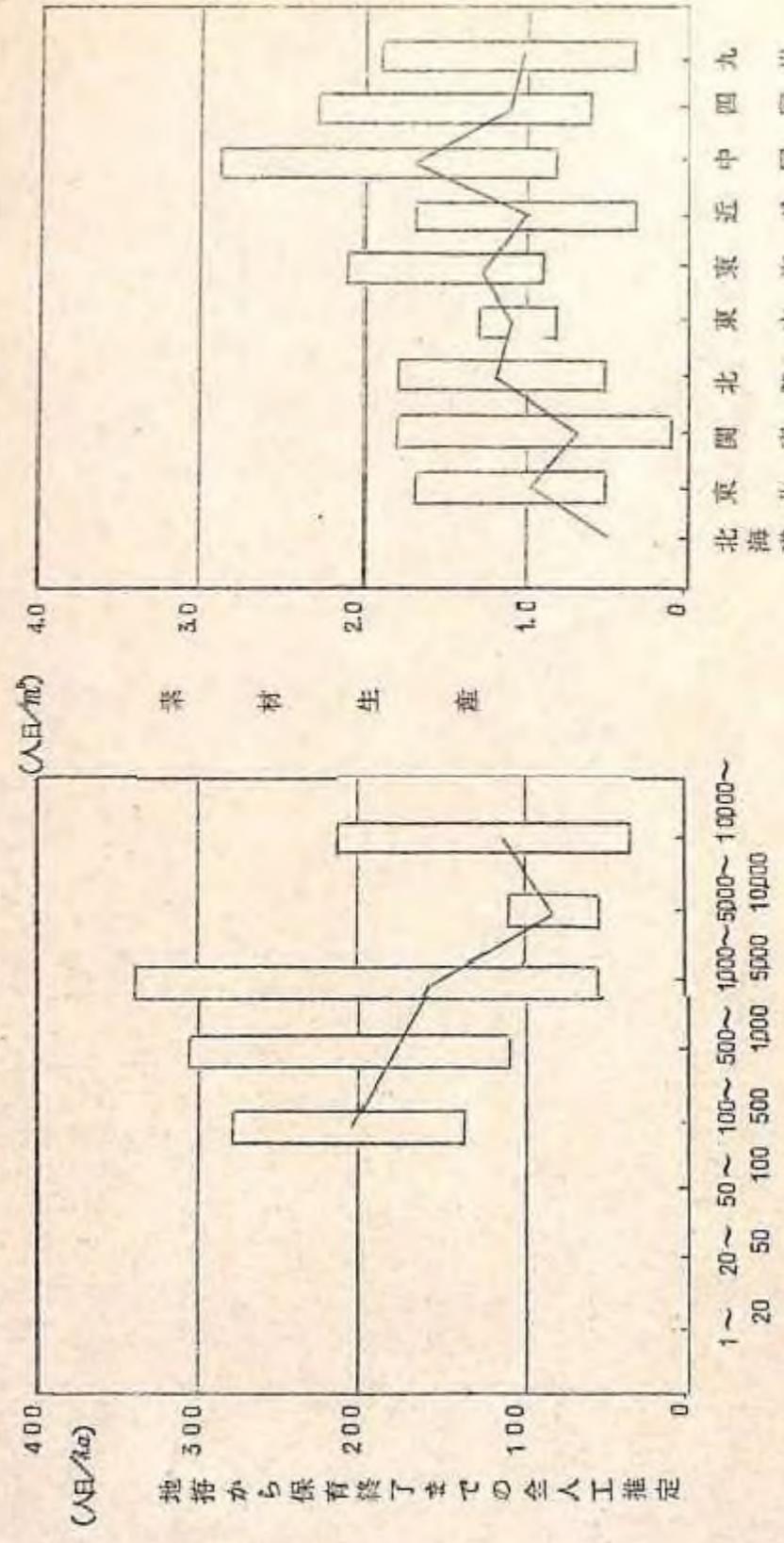


保有面積

図-8 民間林業の保有面積階層別にみた
保育（地盤、植付以外の1年間に
要した人工数）



保有面積
図-9 民間林業の保有面積別にみた造林保育
に要する全人工数の推定



民間林業の地域区分別にみた
薪材生産の労働生産性

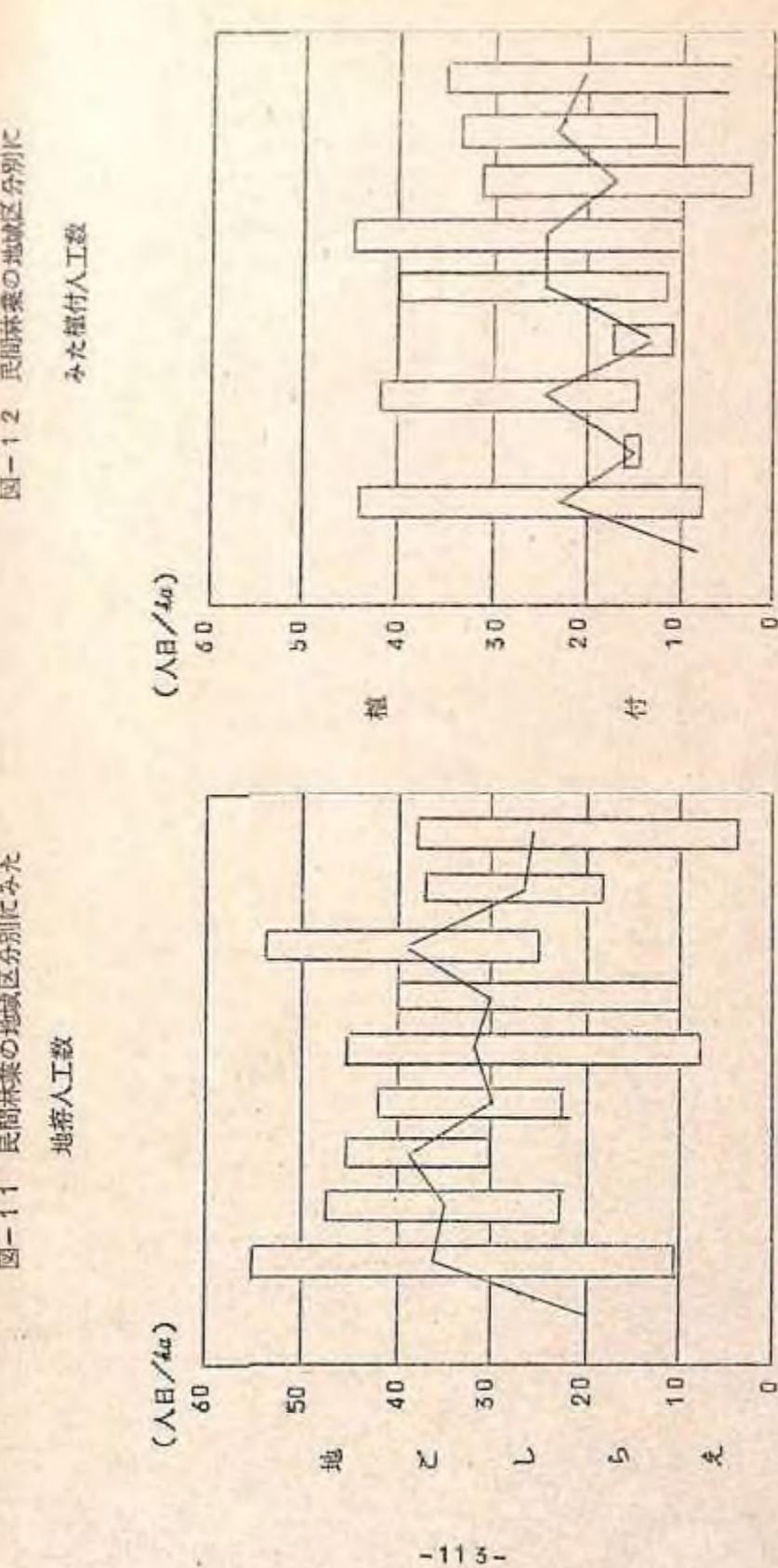


図-1-3 民間林業の地域区分別にみた
保育(地盤、植付け以外の1年
間に要した人工数)

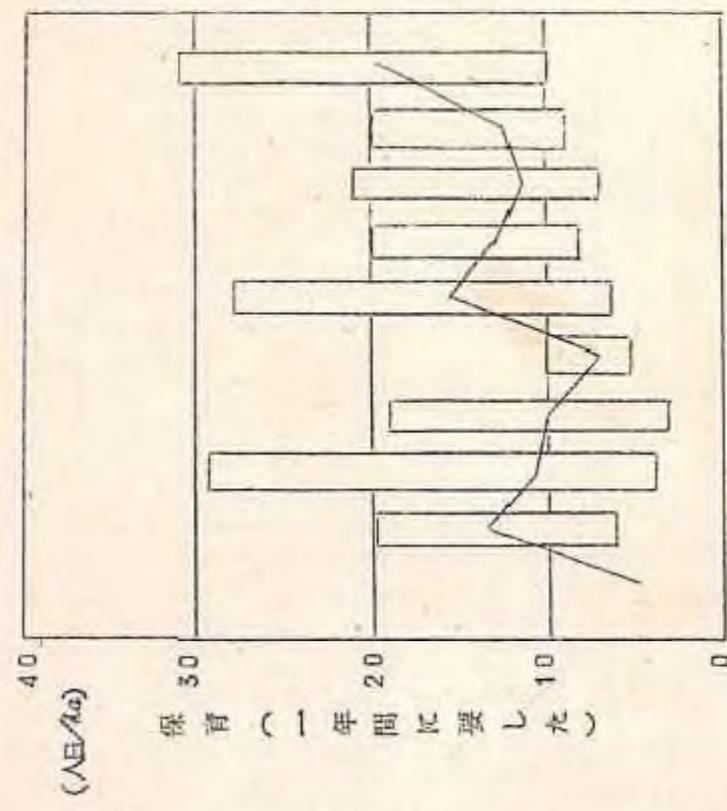


図-1-4 民間林業の地域区分別にみた
造林保育に要する全人工数の
推定

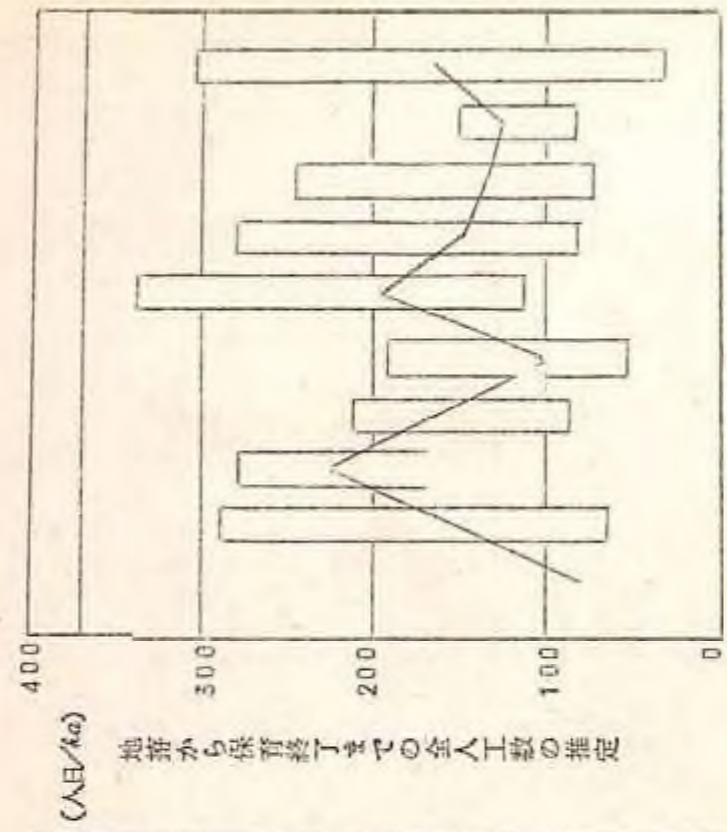


図-1-5 民間林業における搬運材関係の1日取得賃金

(昭和59年度実績)

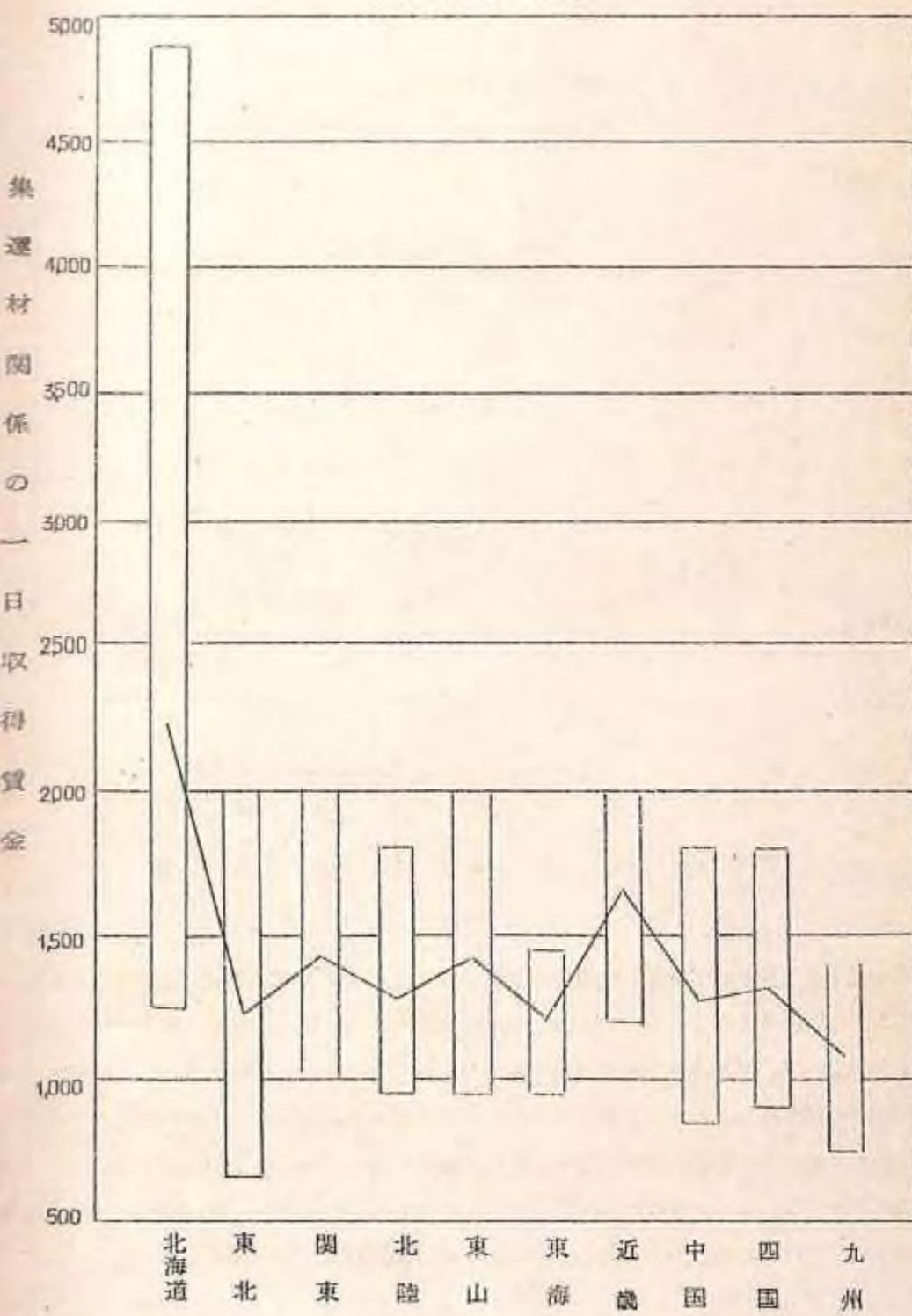
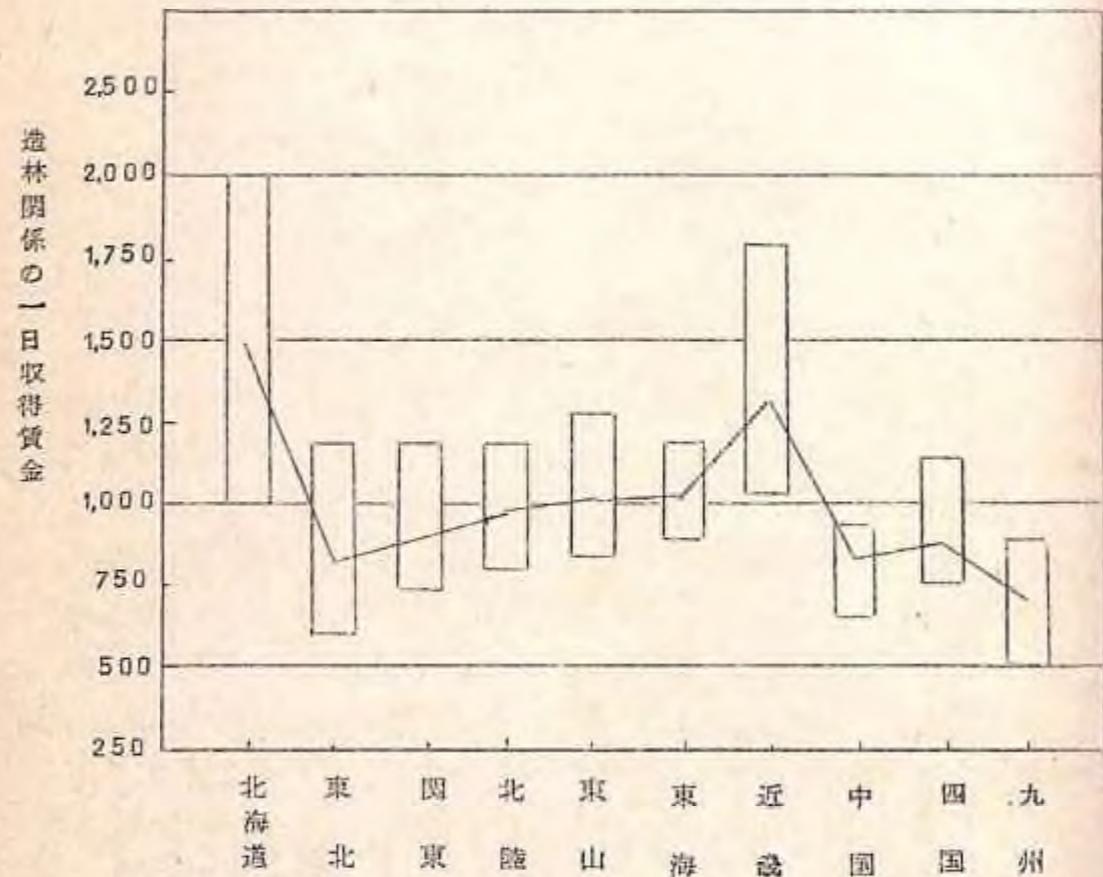


図-16 民間林業における造林関係の
1日収得賃金

(昭和39年度実績)



生産性は1人日／1m³である。熊本局は生産性が高くて0.6人日／1m³、高知局が0.8人日／1m³くらいになるのではないか。天然林においては、北海道が0.5～0.8人日／m³、長野、熊本、高知各局の生産性も大体その辺に落着くものと思われるが、ただ秋田局だけは平均値がやはり1人日／1m³くらいになるようである。はなはだうがつた見方であるが秋田局の生産性と東北地域民間林業の生産性とは余り違わないという現象である。

次に図-15、16が男子1日の収得賃金を表したものである。伐出部門では、集運計の賃金が、伐採関係の賃金より個人差が少なくて、全国的に比較できるものと考え、図-15

ではそれを表わした。図-16が造林関係のものである。これら賃金の傾向としては、林業経営研究所研究報告「わが國林業における賃金水準の研究」(1964, 10)における傾向と大体似通つたものである。

2. えられた試験の成果

1) プロセス・チャートの作成

現林地を伐出して、植林し、再びその林地を伐採生産する過程を一つの青い森林工場であると仮定することができる。このとき生産全体の流れを分析、検討するにあたつてプロセス・チャートを画くことができる。

今まで代表的民間林業地ならび技術体系がほぼ出来ていると思われるいくつかの国有林現地を調査して、これをプロセス・チャートによつて表わした。紙数の都合で全部のものは載せられないから、そのうちの2、3について掲載した。

図-17が天龍地方林業としての龍山森林組合における作業工程図で、民間林業の一般的な生産方式と思うものである。ただ、ここでの特色は再造林地において、従来より地盤作業を省略しているということである。

図-18は同武隈地方において個人的規模ではあるが、土地生産力を高める意味での密植植えを取り入れ、千鳥形植えの植付で、苗間が75cmの間隔をなし、これがる年目で植物生理的にうつべきするから、下刈の省力化をねらいとし、間伐、主伐前には下草刈を行なつて、伐採前地盤の意味をもたせるとともに、有機肥料として役立たせる。しかし、地盤は屋根通りだけ「鎌入れ」と称して4.5人／ha程度の手数を掛けるだけである。この工程は、吉野地方や天龍地方の進んだ所の部分技術を取り入れ、一方では通常雇傭を意図として林道を延長するという改善策の盛込まれたものである。本図は改善後の作業工程であるということから図肩に“AFTER”として区別している。

図-19は国有林の秋田局管内におけるもので、刈払機による伐採前地盤のはやくから取り入れたものを用い、しかも、製品生産に携わる集材手が交替で伐採後の整理地盤をするという国有林就労としては先進的労務配置である。伐出部門においては、全幹での集材機による集材ならびにトラックによる集材のほか、従来の標準材普通集材もしているという生産工程図である。

図-20が国有林での人力散布による薬剤利用の工程図、図-21が大型造林機械を利用した薬剤利用の工程図、図-22が天然林広葉樹林における集材機を利用した集積地盤によって造林事業との連携をはかつた工程図である。

2) ネットワークによる投下人工数の算出

林業の生産の場は多岐多様の条件を含受けしながら、その条件を人为的コントロールできない不利によつて各現地ごとの生産方式が存在することは書頭で述べたが、プロセス・チャートにも現実の一端を知ることができるのである。

これら条件と製造方式の組合せを、何十年もの長期間にわたる生産であるから、よほどうまい管理手法を取り入れる必要がある。われわれは現森林を伐出して再びその材を産出する直前までのプロジェクトに対しPERT利用によるネットワークを導入した。とりあえず手数を少なくして簡易に進められる利点を生かした「簡易統合PERT」を用いた。簡易統合PERTでも改善策の勘どころは着目できるし、投下人工数の機械的算出が可能である。本法からPERT/CODへの技術的移行もむづかしくはない。

PERT法を本問題に適用するにあつては考究を要する点がある。第1番目はオーダーをha当たり人工数に換える作業である。製品生産事業関係における生産プロセスの標準化が進まないと基準人工数が不定である。とくに、伐出部門の功程は通常1人1日の作業量あるいは1㎥当たり人工数となつてゐるので、主作業についてはヘクタールの生産材積に比例することでも大差ないが、副作業の人工をha当たりに換算する場合の積算基礎を研究整理する必要がある。

第2番目は投下人工数の単位を用いた点、PERT法を適用するとき、PERT法が時間単位である主旨から外れることになる。しかし投下人工数を人工/1haというha当たりに限定しているため、ひいては施所要日数として見られる。そして林木生産のProjectでは最終完了の主伐期は固定しているので、完了時間の短縮ではなくて、最適な組合せ下における投下人工と費用計算をすることにならう。

さきのプロセス・チャートができていると図-23～25のようなネットワークは手数は大変であるが複雑を計算なしに組むことができる。図-23は龍山村森林組合で行なつてゐる生産工程を簡易統合PERTを利用して組んだもの。図-24は図-18のプロセス・チャートによる密植植えをPERTに組んだもの。図-25は図-19の国有林での生産工程をPERTに組んだものである。その他は省略した。

ネットワークから各作業の組合せにおける投下人工数を表にしてまとめたのが表-1～6までである。例えば表-1で最大工数(製品材積280㎥の現森林を生産して再び40年主伐直前までに投下されるha当たり施所要人工数)は621人で生産され、最小工数は463人で生産できる。作業方法によつて現状のままでha158人の短縮が可能なのである。

表-1には21通りの組合せ下にのける完了工数を載せてあるが、このほか実際に120通りの組合せが考えられるのである。一森林組合の生産形態においてさえこれだけ多くの作業法をとつてゐるのである。実際にはこのうちの何通りか現地に応じて選択されているのである。

表-3で、表-1の小規模機械利用による民間林業と比べ完了工数がめだつて短縮していくこと、表-3の中自体でも標準材と全幹材採材とにめだつた短縮を見られないことなどはさきに説明した図-3の秋田の実績例による反映と同じ常態のためかと思われる。つまり天然林と人工林、機械能力と配員の定式化などが重要な課題となろう。

3) haに投下された消費熱量

次に表-7は龍山村森林組合生産工程に対する投下労働量(haに投下される消費カロリー)を算出したものである。表を要約すれば、

人工林の製品に関する工程のメニューとして、たくり伐採またはけづり伐採をとり、集材機または索道による集材として、トラック運搬とする。このときの換算ヘクタールに投下した人工数は200～340人、ヘクタールに投下された消費カロリーは49万～54万カロリーとなる。

造林関係にあつては、A級地の間伐を4回実行して、ヘクタールに260人工かかり、投下された総消費カロリーは57万カロリーほどとなる(ただし、育苗関係は一切含んでない)。B級地、C級地はヘクタール約210人工かかり、総消費カロリーは46.7万カロリーである。ただ地盤作業を実行する地域にあつては、人工数で20人前後、消費カロリーが5万カロリーほど加算することになろう。

図-17 芭山村森林組合作業工程圖

BEOFOR X年 2,000~2,500本/ha

山林所有者 □ 人工林 2,400, □ 未熟地 2,400

面積 2,400 ha (1,100 ha)

生産委託
小作農と山林組合に生産委託取扱。
（山林所有者生産委託取扱）
① 未熟地
② 人工林看護、
③ 造林組合

伐木・運搬組合に生産委託取扱。
（山林所有者生産委託取扱）
④ 人工林看護、
⑤ 伐木・運搬

⑥ 人工林看護、
⑦ 伐木・運搬

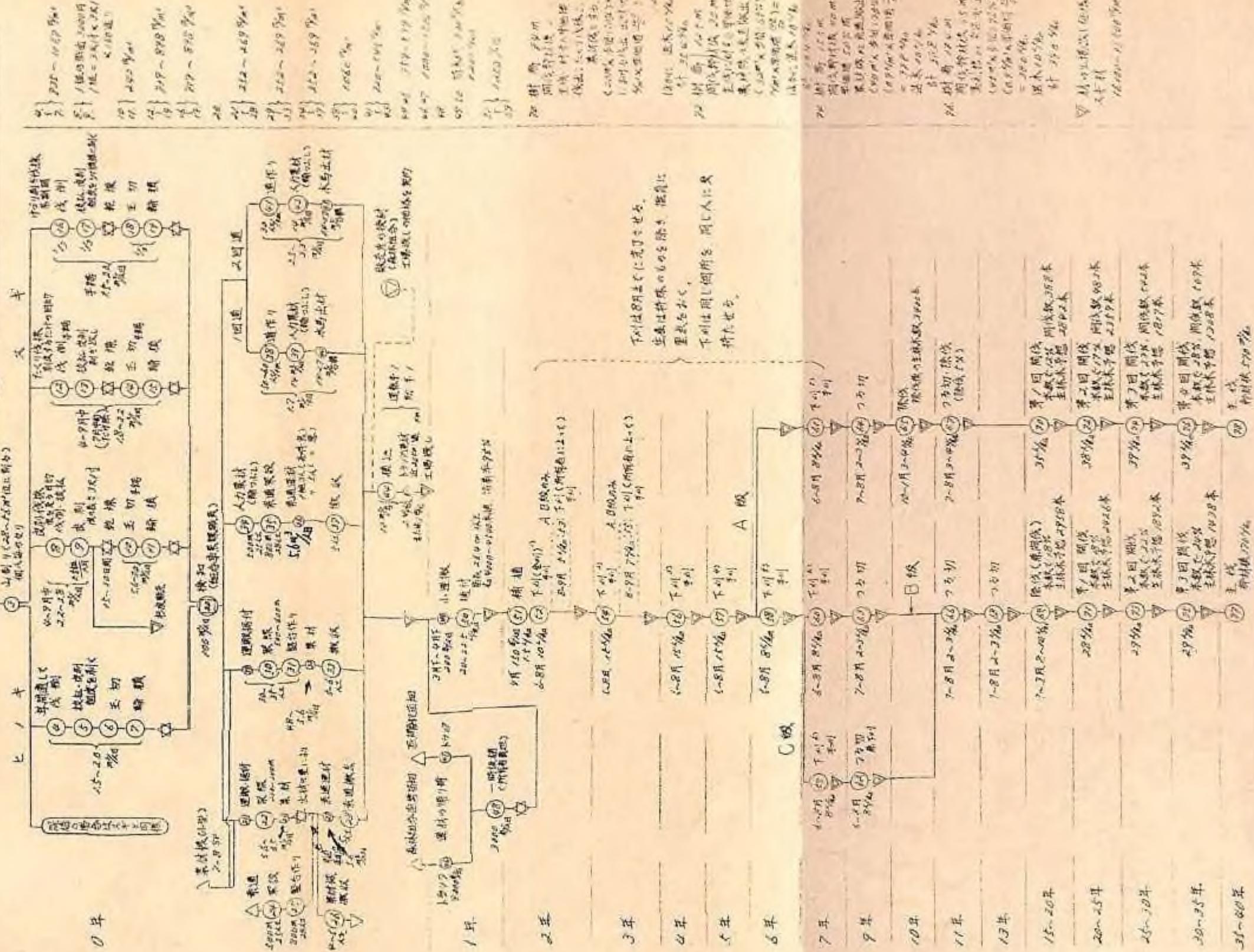
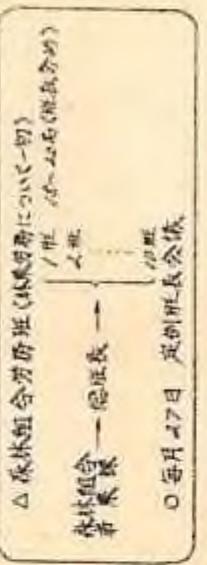
⑧ 伐木・運搬

△ 未熟地組合労務班 (未熟地等について一切)
○ 伐木・運搬班 (伐木等について一切)

△ 伐木組合一組班長 —

○ 每月27日 定期班長会議

製作、試験



35~40年

40~45年

45~50年

50~55年

55~60年

60~65年

65~70年

70~75年

75~80年

80~85年

85~90年

90~95年

95~100年

100~105年

105~110年

110~115年

115~120年

120~125年

125~130年

130~135年

135~140年

140~145年

145~150年

150~155年

155~160年

160~165年

165~170年

170~175年

175~180年

180~185年

185~190年

190~195年

195~200年

200~205年

205~210年

210~215年

215~220年

220~225年

225~230年

230~235年

235~240年

240~245年

245~250年

250~255年

255~260年

260~265年

265~270年

270~275年

275~280年

280~285年

285~290年

290~295年

295~300年

300~305年

305~310年

310~315年

315~320年

320~325年

325~330年

330~335年

335~340年

340~345年

345~350年

350~355年

355~360年

360~365年

365~370年

370~375年

375~380年

380~385年

385~390年

390~395年

395~400年

400~405年

405~410年

410~415年

415~420年

420~425年

425~430年

430~435年

435~440年

440~445年

445~450年

450~455年

455~460年

460~465年

465~470年

470~475年

475~480年

480~485年

485~490年

490~495年

495~500年

500~505年

505~510年

510~515年

515~520年

520~525年

525~530年

530~535年

535~540年

540~545年

545~550年

550~555年

555~560年

560~565年

565~570年

570~575年

575~580年

580~585年

585~590年

590~595年

595~600年

600~605年

605~610年

610~615年

615~620年

620~625年

625~630年

630~635年

635~640年

640~645年

645~650年

650~655年

655~660年

660~665年

665~670年

670~675年

675~680年

680~685年

685~690年

690~695年

695~700年

700~705年

705~710年

710~715年

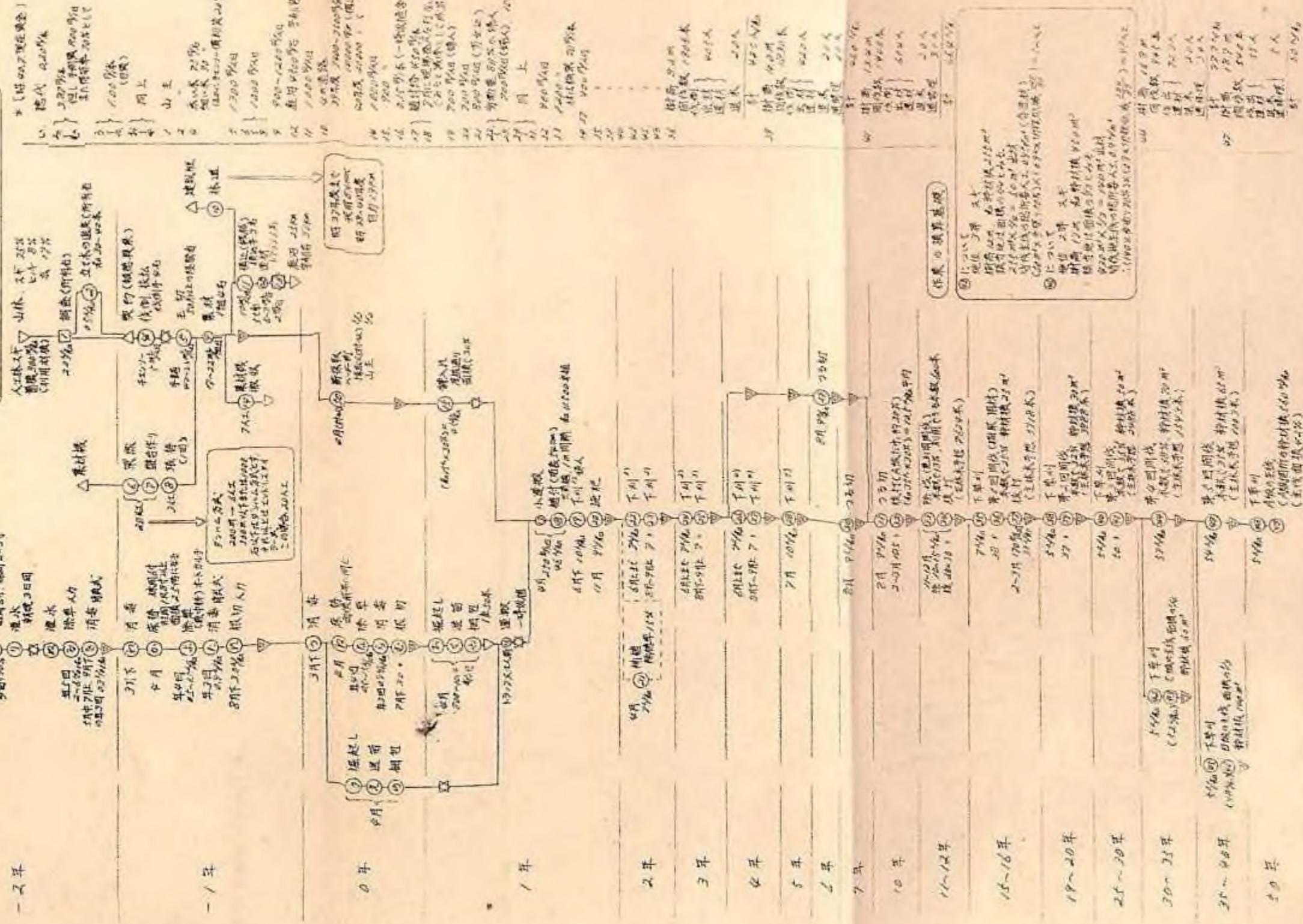
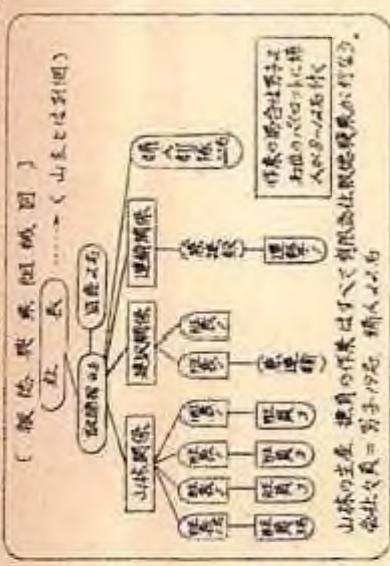
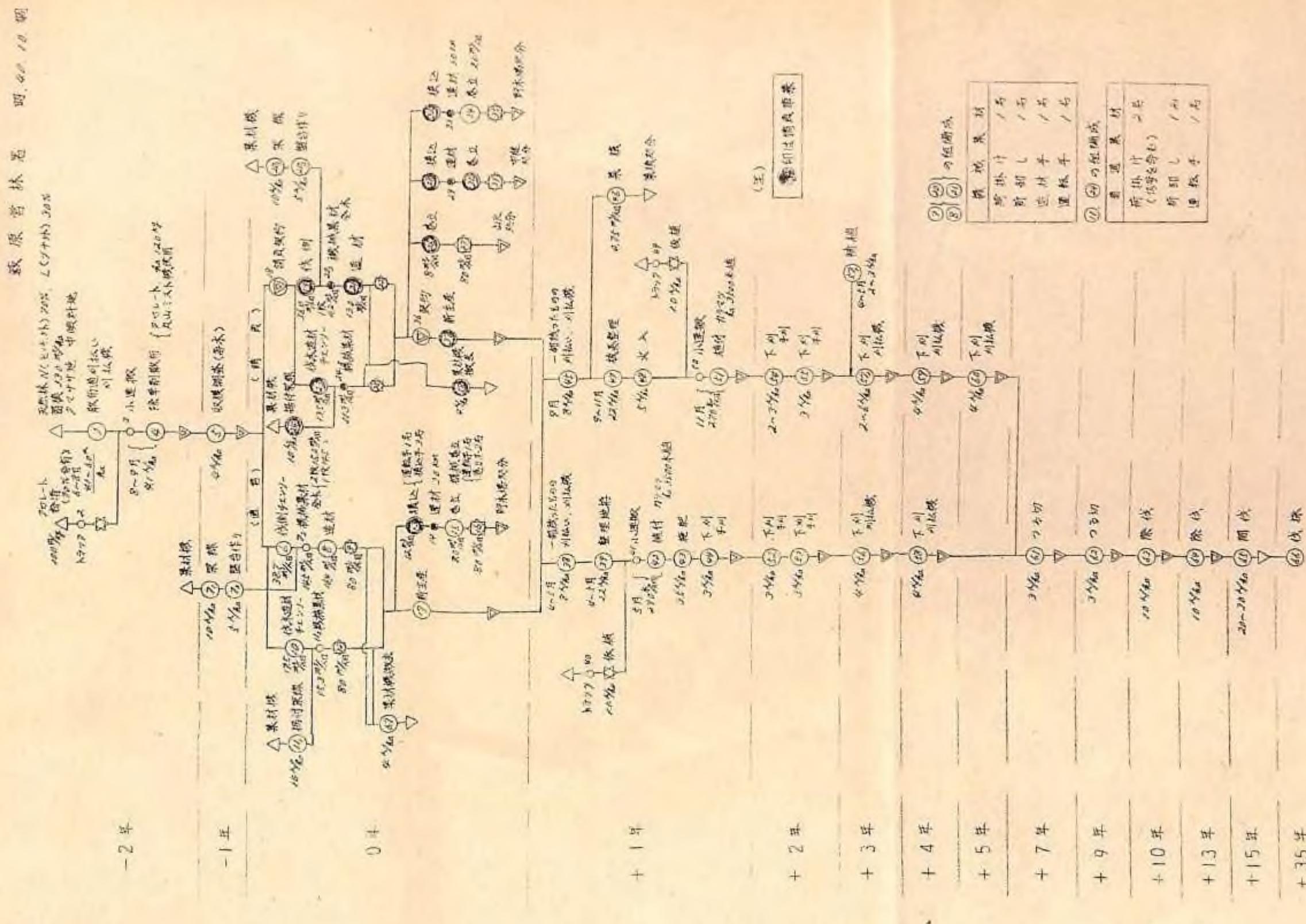


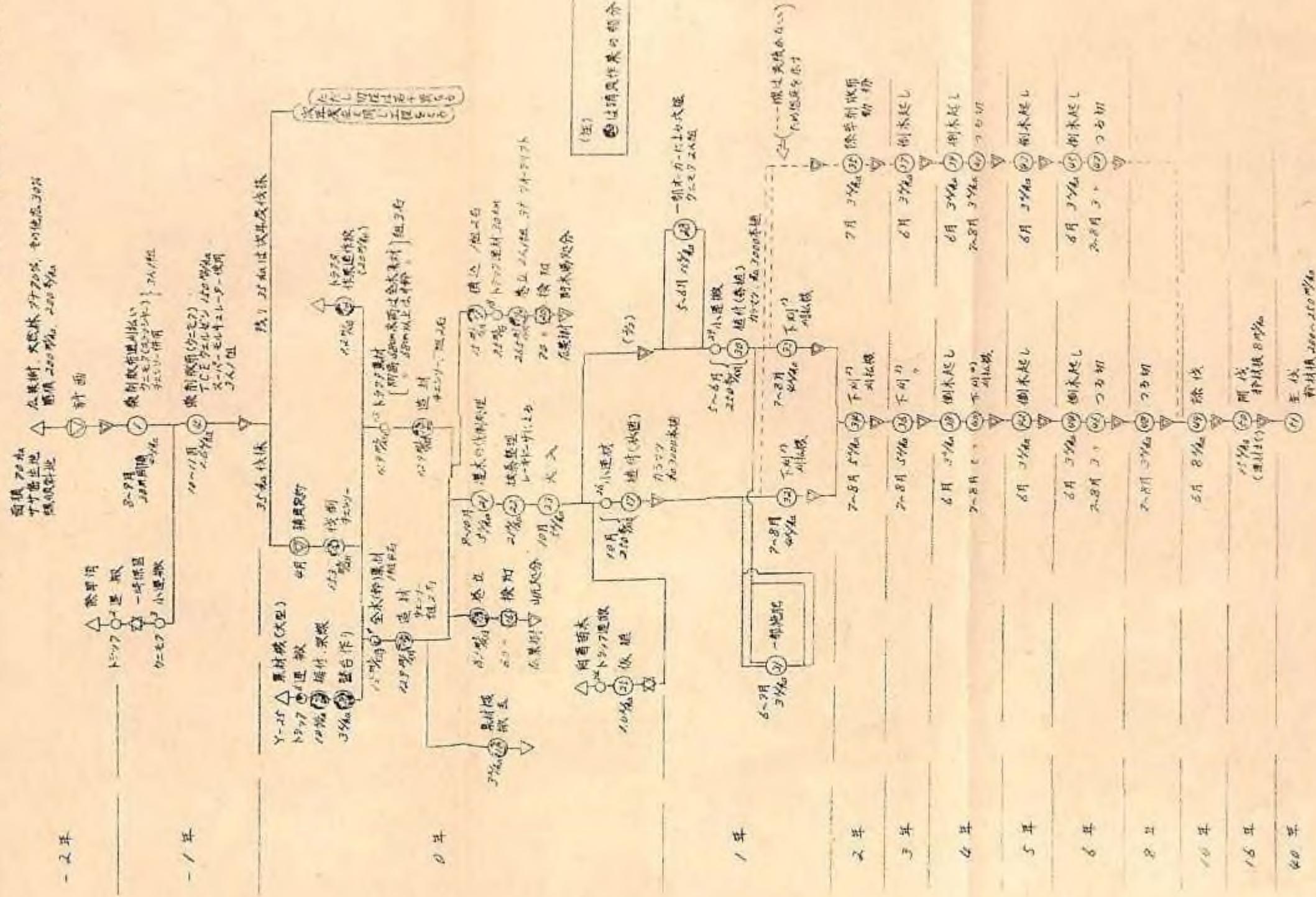
図-20 伐採前薬剤散布(人力散布)



圖一-21 造林事業之運構作業における大型機械、各利用した林木生産工程圖

时如归也。铜雀

公其財，大也。其 24720 元，余之他品 3000
圓價 200 元，
此項財物。



圖一-22 舊通造木枝條引導她

《松山雪望》

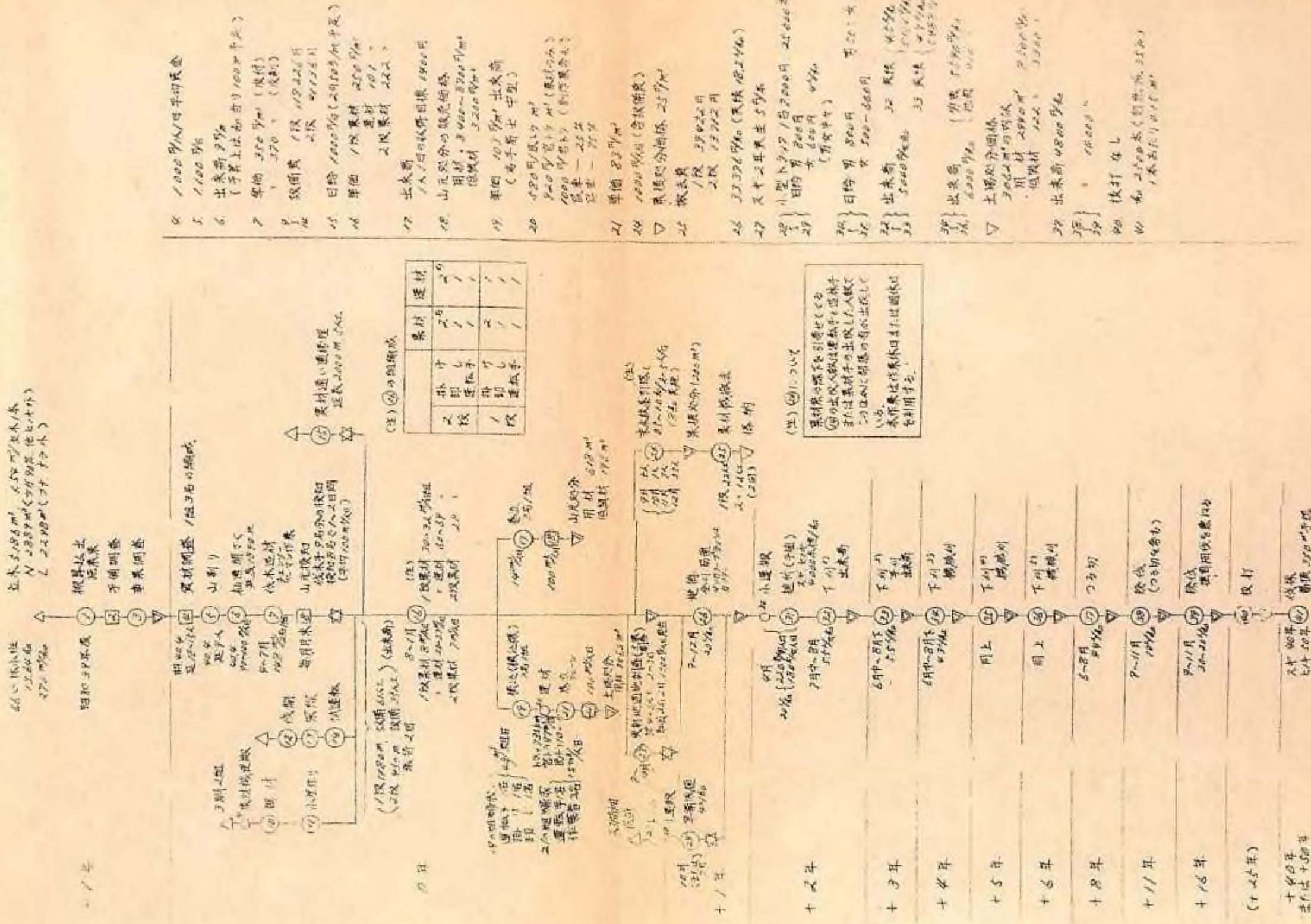
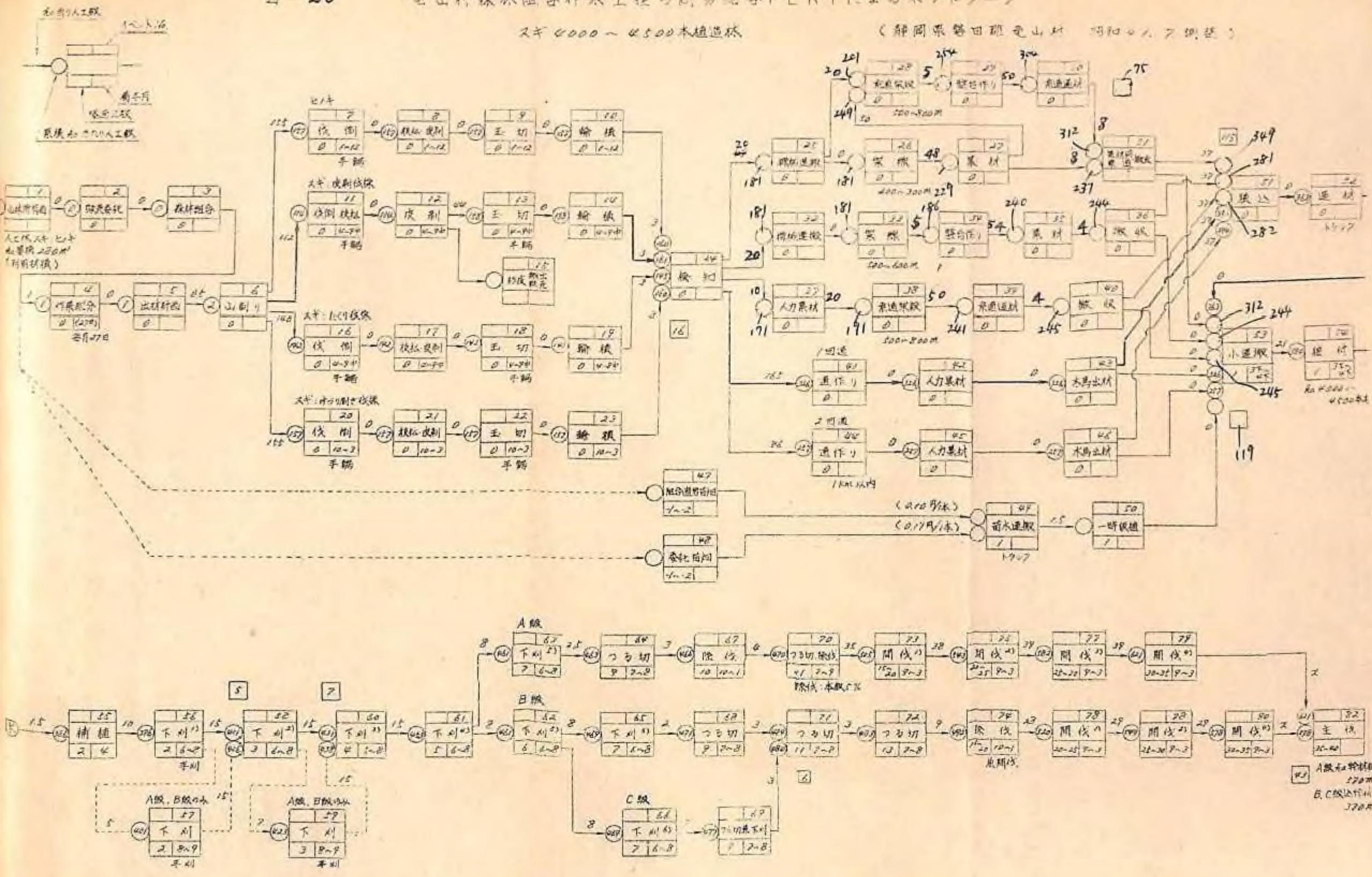


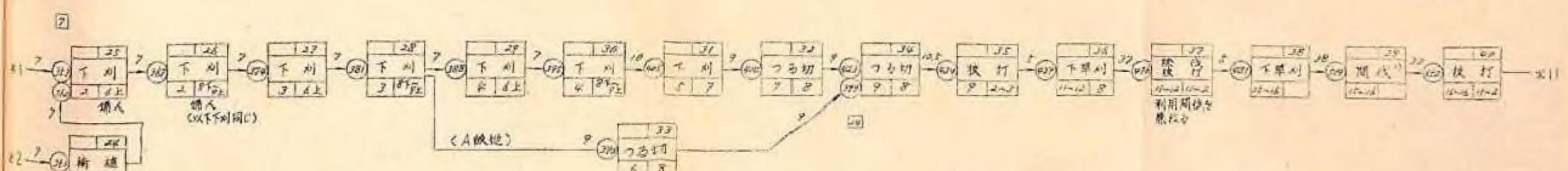
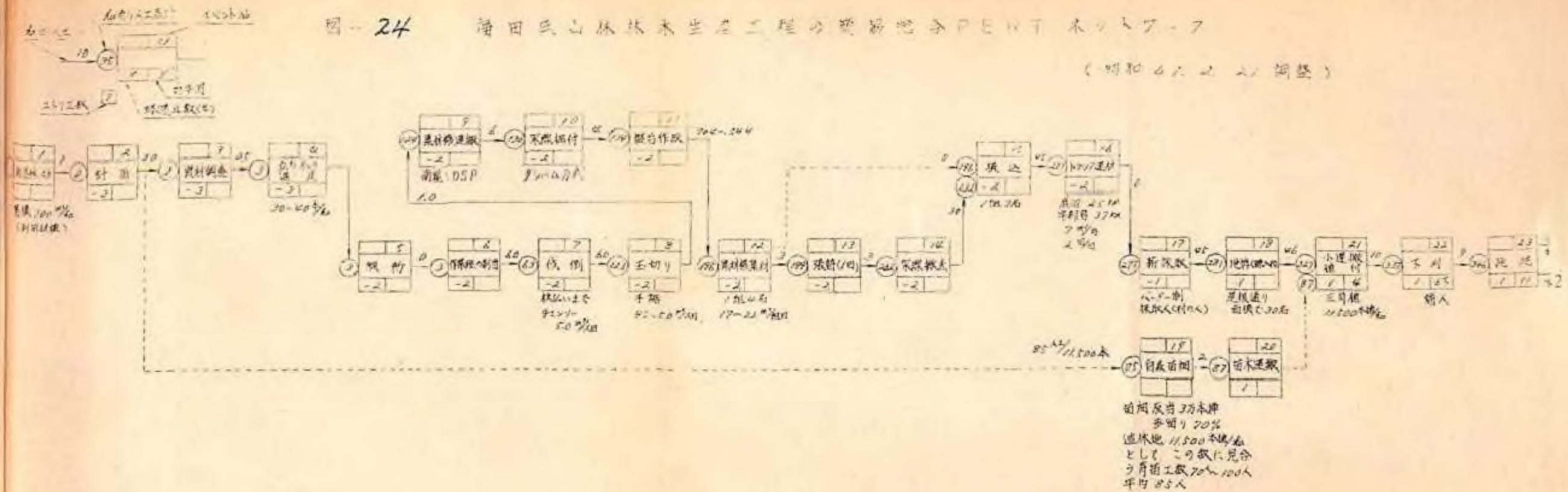
圖 - 23

竜山村森林組合作業工程の簡易迷路PERTによるネットワーク

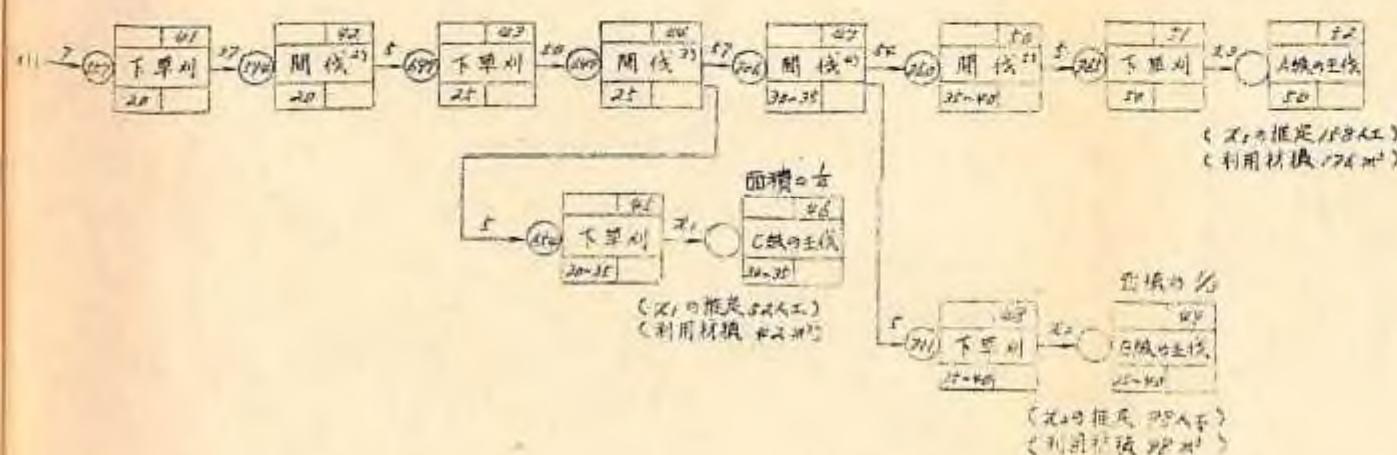
又 \pm 4000~4500 本植造林

(靜岡県磐田郡足山村 昭和41.7.15)





林木生産へのアダニルトモテキス工数(ノルマナリ)



- I クリティカル・パス
調査、依頼、集運材(277) - 地盤 値付、手入上り50% - 第3回残了260 - 再生伐前265

II クリティカル・パスに追細り育苗工数(//500本 生産所要人工数)を加えた総労働力
(Iの) 265 + 87 = 352

III A帆地で保育(地盤・植付 手入上り)にかかる要する労働力
(Iの) 50% - (Iの) 277 - (Nv. 34% プロト)回 - (Nv. 11%) = 20.3

IV 育苗および造林関係(追細り、保育、間伐)に要する総労働力
(IIの) 87% - (Iの) 277 - (Nv. 5%) = 57.0

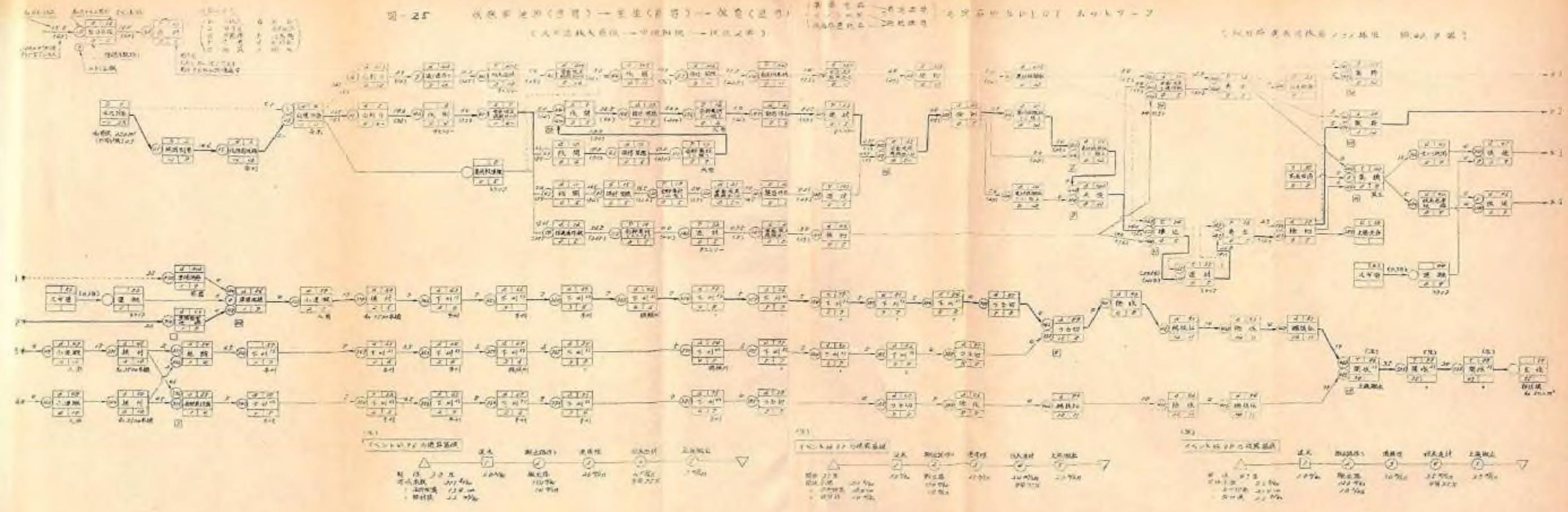


表-1 龍山村森林組合における林木生産工程と投下人工数

(静岡県磐田郡龜山村(昭.41.7調査))

ユニット (Unit)	主なる工程 (Arrow Diagram)	フロート (Float)	完了工数	短縮できる 人工数 (人日/ha)	備考
			工場着 (人日/ha)		
I (最大)	委託契約—スギ・皮剥伐採——木馬出材(1回道)—運材—植付—手入——間伐(A級)—主伐 (利用材積280m ³ /ha) (スギ4千本植) (4回) (35~40年)	—	621	0	育苗関係の人工数は含まず。 皮剥伐採における杉皮の搬出 人工数は含まず。
II ^a (最小)	—スギ・たくり伐採—索道出材——植付—手入——間伐(B級)—主伐 (500~800m) (下刈は年1回刈) (3回)	43, 6, 7, 5, 81, 16	463	158	間伐は出材を集材機又は索道 によるものとする。また運材 までの人工数を含む。
II ^b (最大)	—スギ・皮剥伐採—木馬出材(2回道)—植付—手入——間伐(A級)— (500~800m) (下刈は年1回刈) (4回)	7, 5, 81, 16	512	109	A級地の主伐時の幹材積
III	—スギ・皮剥伐採—木馬出材(2回道)—植付—手入——間伐(A級)— 集材機(小型)	69	552	69	570m ³ /ha
IV	—集材機(大型)	82	539	82	B、D級地込みの主伐時の幹
V	—集材機・索道連用	15	606	15	材積
VI	—索道出材	81	540	81	
VII	—スギ・たくり伐採—木馬出材(1回道)	16	605	16	570m ³ /ha
VIII	—(2回道)	69, 16	536	85	
IX	—集材機(小型)	82, 16	523	98	
X	—集材機・索道連用	15, 16	590	51	
XI	—索道出材	81, 16	524	97	
XII	—スギ・けだりむき伐採—木馬出材(1回道)	1	620	1	
XIII	—(2回道)	69, 1	551	70	
XIV	—集材機(小型)	82, 1	538	83	
XV	—集材機・索道連用	15, 1	605	16	
XVI	—索道出材	81, 1	539	82	
XVII	—ヒノキ・伐倒・皮剥—木馬出材(1回道)	1	620	1	
XVIII	—(2回道)	69, 1	551	70	
XIX	—集材機(小型)	82, 1	538	83	
XX	—集材機・索道連用	15, 1	605	16	
XXI	—索道出材	81, 1	539	82	
—					
以下つづいてB級地、D級地と、それに造林手入関係での作業法の違いの組合せを全部つくる。このほかに120通りできる。					

表-2 旦氏所有山林林木生産工程のヘクタールに所有する完了工数

栃木県日光市(昭41.2.調製)

ニニツト	主なる工程	完了工数	
		市場着入日/ha	育苗工数(11,500本生産所要人工数)を加えた場合
I(最大)	人工林・スギ——伐採——集材——運材——鍛入れ——植付——手入——間伐(A級)——主伐(A) (利用材積300m ³ /ha)(チェンソー)(小型) (面積の30%)(ha11,500本) (5回) (50年)	765	852
II(最小)	× × × × × × × × (下刈3年で打ち切り補植省略)	734	821
III (B級地)	× × × × × × (B級管理) 手入——間伐(B級)——B級主伐 (4回) (55~40年)	706	795
IV (D級地)	× × × × × × (D級管理) 手入——間伐(B級)——D級主伐 (3回) (30~35年)	649	736

表-3 伐採前地操作業を取入れた林木生産工程のヘクタールに所要するユニットごとの完了工数

農業省林野課 地位2等(昭40.9.調製)

ユニット	主なる工程	完了工数		短縮できる人工数 (人日/ha)
		山元処分 (人日/ha)	貯木場処分 (人日/ha)	
I(最大)	スギ造林木——伐採前地挖—全幹集材(2段)——運材——製薪—準備整理地挖—手入(下刈7年)——間伐(5回)——主伐 (利用材積250m ³ /ha) (刈払機) (大型) ——(トラクタ)	484	555	0
II	タタタタ以下同じ	404	455	80
III	タタタタ以下同じ	408	457	76
IV	タタタタ以下同じ	391	440	93
V	タタ伐木造材—普通材集材——運材——製薪—準備地挖——以下同じ	400	449	84
VI	—伐採前地挖—全幹集材(2段)——*——集積—整理地挖——施肥保育(下刈4年)—以下同じ	471	520	13
VII	*(1段)——以下同じ	391	440	93
VIII	*(小型)タ	395	444	89
IX	*(トラクタ)タ	378	427	106
X	*(2段)——運材——集積-枝条存置地挖—*	464	513	20
XI	*(1段)——以下同じ	384	433	100
XII	*(小型)タ	388	437	96
XIII	*(トラクタ)タ	371	420	115
XIV	*(2段)——運材——集積—整理地挖——手入(下刈7年) *	475	524	9
XV	*(1段)——以下同じ	395	444	89
XVI	*(小型)タ	399	448	85
XVII	*(トラクタ)タ	382	431	102
XVIII	*(2段)——運材——集積-枝条存知地挖—*	468	517	16
XIX	*(1段)——以下同じ	388	437	96
XX	*(小型)タ	392	441	92
XXI	*(トラクタ)タ	373	423	110

(注) 完了工数の中に次の作業の人工数は含んでいない。

育苗関係 苗木運搬(苗畠より現地までの)、集材機、トラクタの現地までの機械運搬に要した人工数。

表 - 4 先行薬剤散布(人力散布)の連携による林木生産工程のヘクタールに所要するユニットごと完了工数

蔽原営林署(昭40.10.調製)

ユニット	主なる工程	完了工数		短縮できる人工数 (人日/ha)
		山元処分 (人日/ha)	貯木場処分 (人日/ha)	
I(最大) (請負)	天・針広林(ヒノキ70%)-薬剤散布-全木集材-運材-枝条整理-秋植-手入-間伐-主伐(35年) (利用材積300m ³ /ha)(動、粉)(集材機)(トラック)(含火入)(カラマツ)(1回)	252	298	0
II (請負)	* * 普通材採材・集材-運材-以下同じ (集材機)	237	285	15
III (直営)	* * 全木集材-運材-* (集材機)	240	286	12
IV (直営)	* * 普通材採材・集材-整理地捨-春植-以下同じ (集材機)(火入なし)(カラマツ)	225	271	27
V (請負)	* * 全木集材-以下同じ (集材機)	247	293	5
VI (請負)	* * 普通材採材・集材-* (集材機)	233	278	20
VII (直営)	* * 全木集材-*	235	281	17
VIII(最小) (直営)	* * 普通材採材・集材-*	220	266	52
IX (従来)	-伐木造材-素材-運材-刈払-整理地捨-春植-手入・間伐-主伐			

表 - 5 森林事業に大型機械を利用した林木生産工程のヘクタールに所要するユニットごと完了工数

飯山営林署(昭40.10.調製)

ユニット	主な工程	完了工数		短縮できる人工数 (人日/ha)
		山元処分 (人日/ha)	貯木場処分 (人日/ha)	
I(最大)	広・天(ブナ70%)——薬剤散布——全木集材——運材——枝条整理——植付——手入・間伐——主伐 (利用材積200m ³ /ha) (ウニモク) (集材機) (トラック) (レーキドーザ) (カラマツ) 間伐1回、含運材 (40年) 下刈は刈払機	236	255	0
II	* * * * 以下同じ (トラクタ)	201	220	55
III	* * * * 運材——枝条管理——植付——薬剤使用・間伐——主伐 (集材機) (トラック) (レーキドーザ) (カラマツ) (動・粉)(間伐1回) (40年)	223	242	13
IV(最小)	* * * * 以下同じ (トラクタ)	187	206	49
V(従来)	* * 伐木造材——地拵・火入——運材——植付——手入・間伐——主伐	260	307	Iに対応

(注) 育苗関係の人工数、仮植地までの苗木の運搬、現地までの運搬人工数含ます。

表-6 末木枝条引落し作業を取入れた林木生産工程のヘクタールに所要するユニットごと完了工数

松山営林署(昭41.3.調製)

ユニット	主なる工程	完了工数		短縮できる 人工数 (人日/ha)
		山元処分 (人日/ha)	貯木場処分 (人日/ha)	
I	天然林(シガ90%)-伐木造材-集材-末木枝条引落し-地拵-植付-手入・間伐-主伐 (利用材積270m ³ /ha) (ソーマン) (2段) 集材機運転手1.0人/日 (20人/ha) スギ ビノキ ha4千本 合運材まで ヒ 50年	287	335	0
II	* -集材-末木枝条引落し- (1段)	229	277	48
III (従来)	* -集材-地拵-植付-手入・間伐-主伐 (1段) (30~35人/ha) (同上) (同上) (同上)	241	289	IIに対応*

* 集材機を貸与して末木枝条を採取させることにより13人日/haだけ直接人工は減少する。

(注) 育苗関係の人工数、また仮植地までの苗木の運搬、現地まで集材機の運搬人工数は含まず。

表-7 龍山村森林組合の投下労働量

仕事	工 程	人工/ ha ha 当たり利 用材積 280m^3	ha に投下 される消費 カロリー	摘要			備 考
				$0.01/\text{m}^3$	生産性 $人/\text{m}^3$	組人員	
伐木造材	ヒノキ伐倒造材一輪積一検知	158.5	344,000	1,250	0.57	手鋸1人組	杉皮を販売する。 冬期以外の一般的方法 冬期間の伐採法
	スギ 皮剥伐造ー \times ー \times	159.5	342,000	1,220	0.57	*	
	スギたくり伐造ー \times ー \times	143.5	311,500	1,110	0.51	*	
	スギけづり伐造ー \times ー \times	158.5	344,000	1,250	0.57	*	
集材	集材機一索道連用集材 (総延長1000m)	151.0	240,800	860	0.54	3人1組、集材機で材が集まつたら、次に索道で運搬する。	個人持山を通過するため 架線における伐開作業は めつたにない。
	集材機(小型)集材 (500m)	84.0	150,200	440	0.30	3人1組	
	索道集運材 (500m)	84.0	150,200	540	0.30	3人1組	
	木馬集材(1回道) (600m)	165.0	381,200	1,360	0.59	1人	
	木馬集材(2回道) (600m)	96.0	228,000	810	0.54	1人	
運伐	トラック積込一運搬(20km) (1日2回)	32.0	52,200	190	0.11	運転手、助手	手積法による
造林地	A級地 植付(4,000本植)一下刈(1回刈)一つる切 -除伐-間伐(4回)	246.5	531,800				地耕作業のないのが特徴 また伐打作業もなし。 *
	A級地 植付(4,500本植)一下刈(2回刈)一つる切 -除伐-間伐(4回)	261.0	567,700				*
	B級地 植付(4,000本植)一下刈(2回刈)一つる切 -除伐-間伐(3回)	209.0	473,200				*
	C級地 植付(4,000本植)エ下刈(2回伐)一つる切 -除伐-間伐(3回)	215.0	457,100				*

4. こんごの問題点

あらゆるもののが合理化されたものでなくとも、現行の個別技術をうまくネットワーク化して、それをある視点からみて体系化しているか、もしくは体系づけの説明が付けば、それをもつて生産工程として標準化をはかるうとしたのである。しかし、次のような資料不足または研究不足があつて、これを今後の問題点となし積極的に取上げてゆかなければならぬ。

1) 林業の地域性、経営規模、生産数量別分類の説明：わが国の森林は水平垂直分布にひらくまたがつている関係上、気候、地表物、地利、資源などの基本的与件によつて類型をあらかじめ检索する。

そして、どのような体系がベストであるかは経営のおかれられた条件によつて大きく異なるから経営規模、生産数量規模のベースをどこにおいて分類するのが妥当であるかを研究する必要がある。

2) 標準功程確立と自然的条件の係数化：林業の自然的ないし環境条件の多く、しかも人為的にはコントロールできない職場にあつて、これら条件の係数化と標準功程の数量化は大変であるがいかなる最適システムも標準功程は不可欠な要素である。これがかたまらないと技術体系も機能的に発揮できない。

3) 体系技術の経済的評価：育林工程まで一貫した林木生産技術として取上げてゆく上に、長期視点でみてゆくものと、短期視点でみてゆくものとを区分する。例えば植付本数などは長期的見地にたつと、長期は経済計算にのらないのであるが、これに対し評価が短期においてはできない技術はない。また、製品生産の原価計算に見合ひものとするための育林関係はどうするか研究を要する。

4) 技術体系とシステム化：とくに国有林における作業者の職種の問題、通年雇傭の問題など生産性をおとさないで達成し得るよう技術体系がのぞましい。

5) 林業機械化の条件：わが国の山岳林にあつても林業の作業はますます機械を中心とした生産工程の流れにある。とくに国有林での集材機の発展は目ざましいものがある、にもかかわらず、集材線と集材面積、材積、副作業の割合など地況、林況との関連の分析、その他林業機械一般にも及んで生産性、稼働率、作業仕組などの解明ないし基準化を計つておく必要がある。

（公刊）

渡部庄三郎：連続作業と新しい工程管理の取入れ方、スリーエム・マガジン、No.7、日本林業調査会、(1966)

渡部庄三郎・辻隆道・石井邦彦：林木生産工程の合理化に関する研究、第78回日本大会講、(1967)

渡部庄三郎：林木生産工程の合理化に関する研究、林業講習所資料、(昭42.5).

マツ類穿孔性害虫防除試験

1. 試験担当者

本場	昆 虫	小田久五、野澤 雄、他に研究員(混虫第2研究室)(混虫第1、第2研究室)
	樹病、菌類	千葉 修、青島清雄、小林喬夫他研究員(樹病、菌類各研究室)
東北	昆 虫	木村重義、他研究員 (保護第2研究室)
	樹 病	佐藤邦彦 (保護第1 ")
関西	昆 虫	小林富士雄、他研究員 (昆虫研究室)
	樹 病	紺谷修治、" " (樹病 ")
四国	昆 虫	越智鬼志夫 } " "
	樹 病	陳野好之 (保護 ")
	土 壤	下之園正 (土壤 ")
九州	昆 虫	小杉孝藏、他研究員 (昆虫 ")
	樹 病	徳重陽山、" " (樹病 ")

2. 試験目的

マツ類穿孔虫(マツクイムシ)の合理的防除法の樹立。

○ 期間 昭和39~42年

○ 研究課題および分担

研 究 課 題	担 当 場 所				
	本場	東北	関西	四国	九州
I 種構成と被害発生量および枯損型に関する調査 (昆蟲)	39~ (昆蟲)	59~ (昆蟲)	59~ (昆蟲)	59~ (昆蟲)	59~ (昆蟲)
II 加害対象木に関する研究 (")	39~ (")	42~ (")	42~ (")	42~ (")	40~ (")
III マツ類衰弱原因に関する調査および試験 (樹病) (菌類)	40~ (樹病)	42~ (樹病)	42~ (樹病)	(45~) 40~ (樹病)	(40~ (樹病))
IV 個生態、害虫密度推定法に関する研究 (昆蟲)			41~ (昆蟲)	39~ (昆蟲)	
V 防除試験 1 誘引剤に関する試験 (昆蟲)					40~42 (昆蟲)
2 駆除剤の試験 (昆蟲)					40~41 (昆蟲)
3 施肥による防除試験 (昆蟲)					40~42 (昆蟲)
4 渗透性薬剤の開発試験 (昆蟲)					40~42 (昆蟲)
5 薬剤の残効に関する試験 (1) 有効成分の樹体内残存量 (2) 産卵力等におよぼす後遺症に関する試験 (昆蟲)	4.0~4.1 (防除薬)				

3. 試験の経過とえられた成果

この試験研究をおこなうために、下記の試験地を39年度に設定し、これらの試験地を中心して試験研究を実施した。

マツ穿孔虫試験地一覧表

担当	試験地	所在地	面積	樹種	備考
本 場	志田山	東京署東京經營区79林班	2.0 ha	アカマツ	昭和29年より調査、39年試験地設定、90年生、人工林
	戸崎	千葉署千葉經營区86林班	2.4	アカマツ クロマツ	昭和39年設定、アカマツ、クロマツ列状混植40年生、人工林
	三原	千葉県安房郡和田町中三原	0.5	クロマツ	昭和40年設定、民有林、10~10数年生、人工林
	赤沼	秩父署宮山台国有林37林班	4.5	アカマツ	昭和39年設定、10数年生、天然林、主として薬剤試験に使用
東北支場	能代	能代署後谷地国有林176林班	定めず	クロマツ	昭和39年設定、30数年生、海岸林、176林班全体を調査林分とし小群樹で生じる枯損木を全数伐倒調査する
	石巻	石巻署長浜国有林44林班	2.0		昭和39年設定、30数年生、90年生あたり1ha、海岸林
関西支場	三木山	神戸署三木山国有林35林班	1.8	アカマツ クロマツ	昭和39年設定、50~60年生、人工林、アカマツ85%、クロマツ15%
	屋島	高松署屋島国有林27林班	3.7	アカマツ 1部クロマツ	昭和39年設定、樹令30~70
四国支場	白邊	清水署白邊山国有林33林班	0.5	クロマツ	昭和39年設定
	水俣	水俣署茂道国有林、4林班	1.0	クロマツ	昭和39年設定、海岸林、30年生、人工林
九州支場	松生	熊本県芦北郡芦北町有林	1.0	アカマツ	昭和39年設定、10数年生、人工林

I 種構成と被害発生量および枯損型に関する調査(本場、東北、関西、四国各支場39年~)

この調査は各地域の被害発生量、季節的な出方を、害虫の種類の組み合せと、一枯損発生期間(6月~翌年6月)における各枯損型(夏、夏~秋、秋、秋~春、春各型)の配分率で比較解析する目的でおこなつているが、これらの資料は他の全ての研究課題(防除試験を含めた。)を進める上の基礎となるものである。

1. 39年度より各試験地で年数回以上の季節的な調査を試験地の立木全体について毎木的におこない、発生した被害木は全て伐倒剥皮調査をおこなつている。

2. この調査は継続中で、資料の最終的なとりまとめはおこなつていないが、現在までの調査結果の概要は次の通りである。

(1) 恒常発生型の調査(本場)

志田山試験地で29年以後、十数年間の継続調査をおこなつているが、毎年数%(本数比)の被害木が恒常に発生しており、この調査期間に台風による風害をうけたが、風害後、翌年および翌々年に8%位に立木の被害発生率が上つたが、3年後には恒常的な発生率にもどつている。枯損型は秋、秋~春型が過半数をしめており、夏型は非常に少ない。夏、夏~秋型が過半数をしめる激害型の林での発生と異なつていてこれが明かになつている。

(2) 敵害地城の調査(東北支)

試験地を含めて宮城県石巻、岩手県高田、岩泉、秋田県能代地方での調査資料についてみると、次のことが明かになつている。

① これらの地域での加害種の構成は主要8種の中に含まれている。しかし、多発地域に非常に多いマツノマダラカミキリは、石巻を除いては高田に非常に少なく、能代、岩泉では発見されない。

② 枯損型の配分比は、石巻が夏および秋型が約40%、他は秋~春、春型で、高田が秋~春、春型が約70%、秋型が30%、夏型はほとんど出ない。能代、岩泉は春型が過半数以上で、夏型は約10%である。枯損型の配分比からみると、石巻が関東以南、以西の多発地域とはほぼ同じ被害の発生型と考えてよいことが明かになつた。

(3) 多発地域の調査(本場、関西、四国、九州各支場)

各試験地の共通的現象として、夏、夏~秋型が年間被害の過半~大半を占め、春型は10%以下であることが確認された。

Ⅰ 加害対象木に関する研究

39年度から本場が設定した戸崎試験地（千葉県戸崎国有林内、2.4 ha、設定時1825本、アカマツ、クロマツの混生林、現存本数比アカ1、クロ2、40年生、平均胸高直径21cm、平均樹高17m。）で樹齢実施中であるが、39～42年度までの調査概要是次の通りである。

1. 立木調査による被害該当木の伐倒調査（39年度）

表-1は、39年の7月下旬、9月上旬、10月上旬、11月下旬、40年の6月上旬の各調査時ごとに全立木について毎木調査を行ない、被害該当木を選定し、この該当木は調査時ごとに全部伐倒して剥皮調査を行ない、その結果を、伐根の切口の樹脂の出方、害虫の各種類を一括した発育状態、同じく食害状態の3点について取りまとめたものである。なお、表-1、表-2とも符号は次の基準で決めている。

① 樹脂の出方

(卅) 板状に全面に出る。(廿) 木口の外周は板状、内側は粒状で連なる。(+) 粒状で年輪状に連なる程度で明らかに少ない。(一) 若干点出する程度でほとんど出ない。

(0) 出ない、木口は乾く。(+～0)のものを異常、卅～廿のものは異常なしとした。

② 発育状態

(初期) 脱化直後～発育初期の微少幼虫。

(中期) 発育中期の幼虫が主。(後期) 発育後期の幼虫が主で、種類によつては一部蛹、成虫がある。

③ 食害状態

(0) 食害なし。(一) きわめて少ない。若干微小食痕がみとめられる程度。(+) 部分的で少ない。(廿) 普通。(卅) 全面飽和状態。

表-1の結果から次のことが考えられる。

(1) 区分2のものは、調査時点では外観上(葉色など)では健全木と同じか、または、ほとんど区別がつかないもので、害虫の産卵跡の有無、多少などで経験的におかしいと判断したものである。これらの木は発育状態、食害状態から考えて、その時点では食害量が樹木にあたえている機械的な影響はないか、または、ほとんどないものと考えられる。したがつて、樹脂の出方が異常に少ないことは、害虫の直接の食害によるものとは考えられない。

(2) 区分3のものは、外観上被害木と判断できるもので、各調査時に枯損現象の

進んだものと、当然前の調査時点で該当木とすべきであつたものが、立木調査のために見落したものとが含まれているためである。

表-1. 立木調査による被害該当木の伐倒調査

(試験地全区)

区分	発育状態	伐根切口から の樹脂の出方	食害状態	39.7下	39.9上	39.10上	39.11下	40.6上
2	0	+	0					1
	初期	+	0～一	2	3	7	1	
	"	-	0～一	2	7	12	5	
3	"	0	-～+	1	6	1	2	
	中期	-	+	1	1	1	4	1
	中～後期	0	+～卅	※1	34	52	22	(注) 13

(備考) 帯印の39.7下の1本、および40.6上の13本の中で後期の12本は前年からの被害木

(注) 13本の中1本が中期

2. 皆伐による調査（40年）

40年にはこの試験地の一部を3つに分けて、7月下旬、9月上旬、10月上旬にそれぞれ皆伐調査を行なつてみた。表-2はこの皆伐調査の結果を表-1と同じようにまとめた。

この皆伐調査の結果から次のことがいえる。

- (1) 立木調査で発見できない異常木が区分2の中に多數含まれている。
- (2) 樹脂の出方が異常とみとめられない区分1(卅～廿)のものからは、10月上旬の皆伐区で1本の(初、廿、0)が発見された以外は、伐倒調査の時点では害虫の寄生と食害の進行は全くみとめられない。(ゾウムシ類の古いまきこまれた中止食痕が若干みとめられたものはあるが。)

- (3) 食害中～後期のものが、9月上旬、10月上旬の調査時のものに出てゐるが、これは各皆伐区とも、調査時までに発生した被害木はそのままにしておき、同時に皆伐したためである。区分2のものについて、樹脂の出方が異常(+)～(++)であることは、表-1の場合と同様に害虫の寄生食害によるものとは考えられない。
- (4) 异常木の発見される割合は、7月下旬に少なく、9月上旬、10月上旬の皆伐区で多くなつてゐる。

表-2、皆伐調査の結果

区分	発育状態	伐根切口から の樹脂の出方	食害状態	4.0	7下	9上	10上
				総数	126	142	132
0	卅	0	0	120 (マ 6)	114 (マ 3)	91 (マ 5)	
1	0	廿	0	3	2	4	
初期	廿	0	0			1 (1)	
0～初期	+	0	0	1	4	9 (2)	
2	+	-	0～-	2 (2)	11 (4)	9 (1)	
	+	0	0～+		6 (6)	2 (1)	
3	中～後	0	+-卅		5 (5)	16 (15)	

(注) (+)はノウムシ類の初期のまきこまれている中止食痕が若干みとめられるもの。
他の()内数字は調査時の伐倒前に39年と同様の立木調査を行ない、該当木としたもの
が含まれている。

3. 39～40年の調査結果の考察

以上2つの調査資料から、発育状態、伐根切り口の樹脂の出方、食害量を合わせて考
えた時、害虫の産卵加害の対象木とその季節的あらわれ方、および枯損発生量とにつ
いて次のことが考えられる。

- (1) 害虫の産卵加害の対象木、または産卵された次代のものが発育可能な木は、(伐根切
り口からの樹脂の出方)で樹木の異常の有無、程度を判断した場合、樹脂の出方が異常
に少ないか、または、ほとんど出ない状態のものと考えられる。
- (2) 害虫の加害対象木と思われる異常木は、7月以後に次々に発生し、その発生時期に
応じて、その時に活動している種類が産卵加害する。
- (3) 一般に被害木といわれる枯損木は、季節的に次々に発生する異常木の中から出る割
合がきわめて高いと思われる。
- (4) 枯損発生量は、異常木の発生の多少、季節的な出方に密接な関係があるものと考え
られる。

4. 生立木に対する調査、(41年～)

39～40年の調査結果から、加害対象木の判定の一つの目印として樹脂量が考
れることができた。41年から生立木に対する調査法として、樹幹の下部に開けた円
孔(径2cm粗皮、粗皮部を除去)からの樹脂の出方による判定をおこなつて
いる。開口数は1個で、各調査時毎に新しく開孔したものについて、開孔後数時間～1日間
の流出状態で判定する。判定基準は図-1の通り。

図-1、判定基準

異常なし		異常あり		
卅	廿	+	-	○
樹脂がたまり時 間がたつと流れ 下る。	(卅)よりやや少 ないと思われる もの。	部分的に粒出 する程度。	微粒が若干ある が、樹脂氣があ るもの。	樹脂氣なく乾燥 氣味。

この試験調査は継続中であるが、試験開始後42年11月下旬現在の結果は次の通
りである。

(1) 判定と枯死発生との関係(表-3参照)

① 同一枯死発生期間(4月上旬～4月下旬)における関係

(i) 8月下旬、9月下旬、10月中旬、11月下旬の4回の各調査時毎の判定結果からは、全枯死率12%に対し、異常木の発生率は17%($\frac{70}{403}$)で、4回の調査で異常なしと判定したものから、42年6月の時点で枯死していたものは2%，異常ありと判定したものは59%で、全枯死数に対し異常としたものからの枯死率は87%($\frac{41}{47}$)と高率である。

(ii) 判定別での枯死率は、(+)24%、(-)6.2%、(0)9.1%で、また、異常をみとめた調査時別では8下で8.1%、9下～11下の間では3.5～4.4%となつていて。

(2) 次期(4月上旬～11月下旬現在)の異常木および枯死木発生との関係、(6下、8上、8下、10下、11下の5回調査)

① 異常木の発生率は39%($\frac{138}{356}$)、このうち、前期(4月上旬～4月下旬)に異常なしと判定したもののからの発生率は36%($\frac{81+36}{527}$)、前期に異常ありと判定された枯死しなかつたもののからの発生率は7.2%($\frac{12+9}{29}$)である。

② 枯死木の発生

枯死木の発生率は2.6%、前期異常なしから2.5%、異常ありから4.1%となつていて。

③ 次期における異常木および枯死木の発生率とも、前期に異常を認めなかつたものよりも、前期に異常ありと判定し、枯死しなかつたもののからの発生率が高い傾向にある。

表-3、41年の判定による同期および次期における枯死木発生数

41年の判定	同 期 (4月上旬～4月下旬)				次 期 (4月上旬～11月下旬)			
	本数	枯死	生	死%	本数	枯死	生(註)	死%
調査本数	403	47	356	12%	356	93	263(45)	26%
異常ナシ(+～+)	333	6	327	2	327	81	246(56)	25
異常アリ(+～0)	70	41	29	59	29	12	17(9)	41
異常木の区分	+ -	25 21	6 15	19 62	19 8	8 5	11(5) 5(3)	
調査時別	0 8下 9下 10中 11下	24 52 20 9 9	22 26 13 4 4	2 6 13 5 5	2 6 4 1 3	1 4 9(4) 4(2) 2(2)	1(1) 2(1) 9(4) 4(2) 2(2)	

(註)は生の中で4月上旬～11月下旬間に異常をみとめられていてる本数

(3) 異常木の季節的発生(図-2、表-4、5、6参照)

① 冬期(4月上旬～4月下旬)は開孔4日後に判定しているが、この経過時点では樹脂の出方の悪いものが約1/3あり、この時点での判定は次期の枯死発生率には関係がない。(表-4参照)

② 6月下旬の判定では異常木の発生が非常に少ない。(表-5参照)、また、前期に異常木と判定されて枯死しなかつたものも、この時点では大半のものが異常なしの状態になつていて。(表-6参照)

③ 樹脂の出方で異常の有無、程度を判定した場合、異常木(加害対象木と考えられるもの)の発生は、樹木の一生長期間を単位として、毎年発生がくりかえされているものと思われる。(図-2参照) また、異常のあらわれる時期は、樹木の生長の後期(7月以降)からと考えられる。

表-4、1月下旬の判定と枯死木の発生(11月下旬までの)

	異常ナシ(+～+)		異常アリ(+～0)		計
	数	%	数	%	
枯	67		26		93
生	173		90		263
(%)	24.0	28%	11.6	22%	2.6%
					356

(開孔4日後に判定)

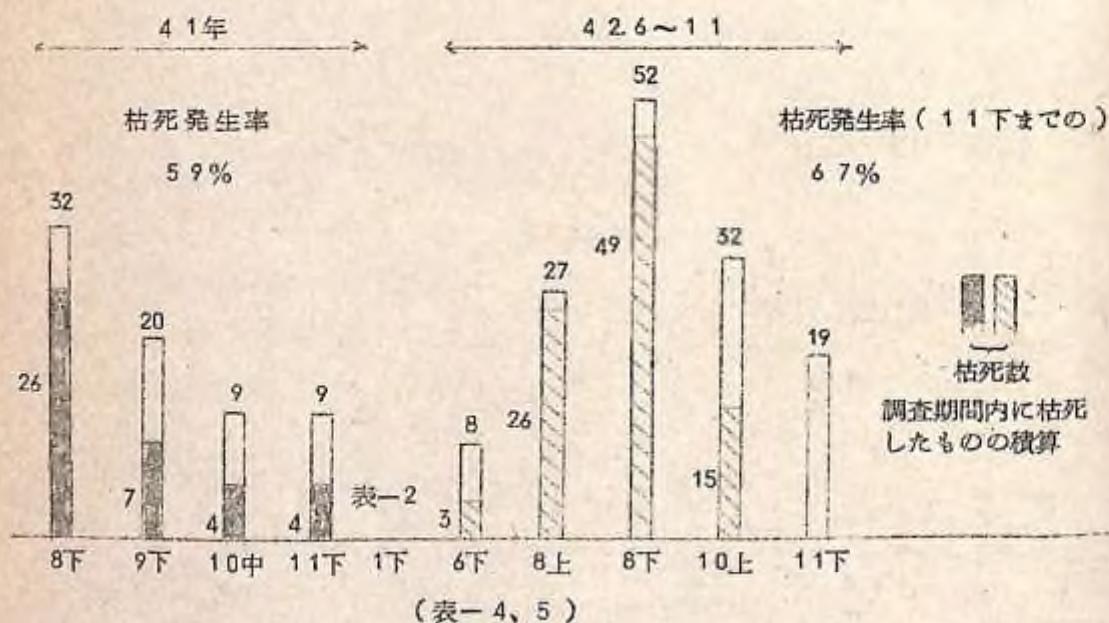
表-5、6月下旬の判定と枯死木の発生(11月下旬までの)

	世～世		+～0		計
	数	%	数	%	
枯	90		5		93
生	258		5		263
(%)	34.8	26%	8	3.8%	2.6%
					356

表-6、前年異常がみとめられて、枯死しなかつたものの翌年6月下旬の状態

		前年判定	翌年6月下旬の判定			
			卅~廿	+	-	0
前年異常アリ	29	+	17	2		
		-	6		2	
		0	2			
		計	(25)	(4)		
前年異常ナシ	327	卅~廿	323	3	1	

図-2、異常木の発生経過



5. なお、産卵加害対象木に関する調査は次のことが、本場各支場で実施され、または、実施中である。

(1) 若令林の皆伐調査(本場)

戸崎試験地(40年生)で39~40年に調査した結果から加害対象木とその季節的な出方、および枯損木の発生との関係について、一つの考え方を得られたが、樹令の低い林においても同様なことが考えられるかについて検討するため、41年度に、三原試験地(千葉県安房郡和田町所在、40年度設定、民有林、樹令約17年、胸高直径4~15cm、平均9cm、樹高3~9m、平均6m)の一試験区を8月に(設定時144本、皆伐時81本)皆伐し、伐根の樹脂の出方と、害虫の寄生加害状態とを比較検討した結果、加害対象木について、戸崎試験地の考察結果と同じことがいえることがわかつた。

(2) 樹脂分泌と枯損との関係調査(九州支場)

41年度以降、樹脂分泌量の測定法(ガラス管法、打抜き法、釘穴法等)の比較試験を行なうとともに、水俣、松生2試験地において、林分内の樹脂分泌量と枯損発生量、発生状態との関係を、その他数ヶ所の調査資料とともに検討がおこなわれている。

(3) 樹脂量による対象木の判定は、42年度より、東北、関西、四国のお支場においても各調査林で、試験がおこなわれており、枯損発生との関係が検討されている。

II マツ類の衰弱原因に関する調査および試験

害虫の産卵加害を可能にする樹木の異常現象について、40年以降、主に根部異常について、樹病、菌類および、樹木生理の面から予備的な試験および調査がおこなわれている。本支場における調査および試験経過の概要は次の通りである。

1. マツクイムシ加害の誘因となるマツの衰弱原因を病害の面から検討するため、千葉県下被害地(千葉営林署戸崎国有林)において、主として根部被害の調査をおこなつた。

本調査地および昆虫第2研究室において、宮城県石巻、岩手県岩泉、秋田県能代の各被害地で採取したマツ被害根からは、*Cylindrocarpon sp.*、未同定菌(被害部および培地上で黒色菌を生ずるが未だ胞子形成を認めず)、および*Paecilomyces elegans* が分離され、とくに前者は調査資料からの検出頻度が高かつた。また、戸崎調査地で被害根周辺土壌からネコブセンチニウムが検出された例もあつた。(40年度本場樹病研)

2. 穿孔虫加害の説因となるマツの衰弱の原因を病害の面から検討するため、前年につづいて根部被害の調査をおこなつた。

調査箇所は昆虫第2研究室で設立した、戸崎試験地(9月下旬)および三原試験地(8月中旬)の2カ所である。

いずれの場合にも、穿孔虫加害初期木、あるいは加害を予想される個所では、地表近くを伸びる根の発達不良が目立つた。すなわち、これらの根では处处に黒色こぶ状物が形成され、この部分から先が腐敗したり細根が形成されないものが多いことを認めた。

黒色こぶ状物が形成されている部分からは、前年と同様にある種の未同定菌および*Cylindrocarpon sp.* がきわめて高い頻度で検出された。この2種の分離菌のマツに対する病原性について検討を進める。(41年度、本場、樹病研)

3. 青変菌 *Ceratocystis* 属菌の分類、生態

マツクイムシによる枯損木および衰弱木から青変菌の分離を行ない同定を行なつた。

また、マツの生立木に与える影響について野外で検討した。(本場、菌類研)

4. 穿孔虫加害の説因となるマツの衰弱の原因を病害の面から検討するため本年はとりあえず、予備調査として、昆虫研究室で設定調査中の東山国有林内ならびに神戸・七三峰の試験林で、樹冠の状態と樹脂の流出ならびに根の腐朽の状態等について観察調査を予備的に行なつた。その結果根の状態と樹冠の状態が相対的に関連性を認められたが、1部に地上部には変化が認められないが、根がかなり腐朽しているものがあつた。

この調査では地上部が衰弱あるいは枯死したため、根が腐朽するのか、根が衰弱腐朽するので地上部に影響をあたえるのか明確でない。(42年度関西支、樹病研)

5. 41年度秋に石巻試験地で観察されたツチクラゲが枯死木の発生した部分の周囲に多数発生したので、枯死木の分布図内にこのキノコの位置を図示した。またツチクラゲが根ぎわに発生した生立木を伐倒して害虫の寄生状態とツチクラゲの菌糸が根に侵入している状態について観察した。

以上の結果、本年新しく発生した枯死木内の害虫の種構成は、マツノキクイムシが主体となつて占領するものとマツノマダラカミキリが主体となつて占領するものとがあつたほか、このどちらも寄生せず、僅かにニトベキバチその他が寄生しただけのものなどがみられる点で前年度の結果と一致した。新条の伸長量からみると、これらはそれぞれ虫害をうけた時点の1年前にはまだ正常の生長をしていたことが察せられた。

枯死木の分布は、試験区内だけでなく、この隣接部の集団枯死部まで含めて6カ所記

録した。これらの例では、枯死木は1~数本の枯死木から始まつて、漸次環状に拡大する傾向を示した。このうち最も古いのは昭和38年から始まつたもので、今年の枯死部は元の位置から半径では16~26mのところに弧状に生じており、また最も新しいものでは、前年秋から枯れ始め、本年度秋には半径6~8mの範囲が枯死した。このうち春に生じていた枯死木の集団部のすぐ外側には6月頃に生じたと思われるツチクラゲの菌輪がみられたが、その位置の生立木はその年の秋までに枯死して行くものが多く、秋にはさらにその外側に新しいツチクラゲの菌輪が生じてくるのをみとめた。

以上の試験地外に生じた枯死木の大部分、および秋に発生した試験地内の枯死木の一部は、秋に一齊に伐倒し、調査する予定であつたが手続上の不備から実行できなくなり、以上の枯死木の発生過程に関連させた穿孔虫の種構成の推移についての調査は不完全なものとなつた。

根の掘取調査によつて、ツチクラゲが生立木の根に侵入している状況は観察できたが、その木の生理条件に及ぼす影響とか、その環境上の問題については今後の調査にまたねばならないし、また生立木の根に同時に寄生しているクロカミキリの幼虫などについても今後調査を進める必要のある問題と考えられた。

なお、マツ類の集団枯損部の周辺にツチクラゲが発見される例は、本年度の調査により、このほかに宮城県、岩手県(陸前高田)、青森県(西津軽郡車力村)などが追加され、秋田県能代市(能代試験地)からもこのキノコ1コを確認した。

しかし内陸地方の虫害木発生地(岩手県下2カ所、宮城県下1カ所)ではこのキノコは発見できなかつた。(42年度東北支保第1研)

6. マツクイムシの害に関するマツの生理的衰弱の実態を知るために、熊本県下4ヶ所、鹿児島県1ヶ所、大分県2ヶ所で調査をおこなつた。この調査から、マツの生理的衰弱は、水分欠乏による1種の萎焉現象であり、その原因が根部障害によるものらしいことがわかつた。(41年度、九州支、樹病研)

7. 枯損マツの根に寄生している菌について調査をすすめているが、*Cylindrocarpon sp.* 未同定菌が検出された。なお、熊本、大分、鹿児島県下17箇所の枯損マツの根辺土壌から菌を分離した結果、一応病原菌としてみなされる菌としては、*Pythium sp.* の検出頻度が高く、*Cylindrocarpon sp.* がこれに続いている。

Cylindrocarpon sp. の病原性は非常に弱いものであることがわかつた。

Pythium sp. について病原性をマツ苗の立枯病で検討しているが、病原性をもつ

ている系統も含まれていることがわかつた。（42年度九州支、樹病）

8. 苗について時期ごとに摘葉、根切りをおこない、マツの生長変化と青変苗の接種を組合わせておこなつた。3月に旧葉を除いた苗は伸長、肥大とともに強い影響を受けるが、7月に旧葉を除いても余り影響がなく、むしろ7月に新葉を除いた影響が大である。根切りは3～5月におこなつたものが、上長、肥大、葉の成長に強く影響があらわれる。青変材片接種の影響は極めて複雑な状態を示しており、5～7月にかけてマツ苗は抵抗が低下した事実がわかつた。

造林木について、側根、直根、全根の切断をおこなつてマツの衰弱枯損の状態を観察した。全根を切断するとさすがに枯れるマツが多くなるが、それでもマツが大木になるほど枯れにくく、余り乾燥しない土地ではますます枯れにくくなるようである。マツ脂の分泌は全根を切るとほとんど同時にでなくなることが多い。

マツの樹勢を知るためにdial guageで幹の膨脹収縮日変化を測定した。基礎試験の結果から、幹内水分状態を間接的に示しており、樹勢を診断する一つの方法として役に立つことが判つた。なお、幹の微量的な肥大成長（5日～7日）も樹勢を診断する資料になることがわかつた。（42年九州支、樹病）

IV 個生態、害虫密度推定法等に関する研究

1. 主な種類の個生態の調査

(1) マツノマダラカミキリに関する調査（59年度、四国支）

前年度にひきつづいてマツノマダラカミキリの生態に関する調査観察を行なつた。マツノマダラカミキリは6月中旬から7月に最も多く産卵され、産下されてから約1ヶ月後すなわち3令の中頃より材内穿孔をはじめるものが多い。大部分のものは穿孔した状態で4～5令で越冬する。4月下旬には大部分がさなぎになり、まもなく羽化がはじまる。新成虫は5月中旬から樹幹外へ出はじめる。しかし約8%のものは材内に穿孔せず材表面にさなぎ室をつくり羽化して脱出した。新成虫は産卵をはじめる前に半月ないし1ヶ月間健全な枝条樹皮を後食する。約2%のものは1年で1世代を完了しない。

比較的密度の高い個体群では、最も大きな密度制限因子は幼虫の食物と場所に対する競争だと思われる。これによつて1樹幹で成育できる個体数が一定限界以下に決つてしまつるので個体群密度は卵の林内における分布状況に支配されることになる。

さなぎ、成虫期の死亡はそれぞれ全穿孔数に対して12%、10%であつたがこれは微生物病原によるものとおもわれる。

(2) *Monoctonus spp.* の調査（41～42年度四国支）

① *Monoctonus spp.* については、四国にマツノマダラカミキリ（*alternatus*）とカラフトヒグナガカミキリ（*saltuarius*）が生息しており屋島調査地の枯損木には、これら両種の加害が認められるので、両種の個生態を調査した。

これらの結果については、羽化脱出まで、えさ木の剥皮調査を続けなければわからないが、今までにわかつたことは次のとおり。

1) 羽化脱出時期：カラフトは4月下旬、マダラは6月上旬～7月下旬であつた。カラフトは個体数が少なかつたので、なお再検討の必要があるが、カラフトの方が早い。

2) 後食：カラフトの場合も、マダラ同様に後食を行なうが、カラフトの場合柔らかい部分（例えば新芽）及び枝、小さい幹などを行なう場合には、マダラより食べる量が少ない。

3) 産卵加工：マダラと同様に行ない、両者の区別は出来ない。

4) 抱卵数：*ovarioles* の数は、マダラの方が多い、カラフトでは18ぐらいいであるが、マダラは20以上である。

② *Monoctonus spp.* について、昨年度に引き続き、えさ木の剥皮調査と産卵数ならびに産卵などの調査をおこなつた。

1) 産卵数：*ovarioles* の数はカラフト、マダラとも平均値では同じ、21.7であつた。

2) 両者の幼虫の分類については、孵化幼虫の場合、Gardiner (1966)による*eggdusters* の形態が異つてゐるようであるが、なお、孵化幼虫よりさなぎまでの分類について目下検討中。

(2) シラホシゾウ属3種に関する調査（42年度、関西支）

ニセマツノシラホシゾウムシ、マツノシラホシゾウムシおよびコマツノシラホシゾウムシ3種の発生消長に重点をおいた。この調査には誘引剤およびエサ木に飛来する昆虫の調査資料、神戸市公園緑地課が六甲山でエサ木を用いて得た材料、前年度各試験地より持ち帰つた被害木より羽化した材料を検討した。その結果、3種間の発生状況に明瞭な差がみられる調査地もあり、みられない調査地もあつた。

(3) 温度別飼育試験(41~42年度、関西支)

① 五連槽人工気象装置による恒温飼育(41年~)

野外で産卵させた鮮木を 10° 、 15° 、 20° 、 25° 、 30°C の恒温下に保存し、1カ月毎に剥皮して各種穿孔虫の発育状態を調査した。

② マツノマダラカミキリの温度別試験(42年~)

6月下旬 $2\text{m} \times 2\text{m}$ の金網内において強制産卵させたマツ丸木(長さ80cm)を 10° 、 20° 、 25° 、 30°C の恒温下に保存し、1カ月毎に剥皮して、その発育状態を調査し、現在、実験は継続中である。

2. 個体数推定法(41~関西支)

(1) 樹皮下の各種穿孔虫の個体数推定法に関する研究を41、42、43の3カ年計画で開始した。樹皮下の分布を把握するために、樹の所定の位置から60cm長の丸太を各4本乃至5本とり、 $10 \times 10\text{cm}$ の樹皮を最低単位として剥皮調査を行なつた。

(41年度)

(2) 現在調査したのは三木試験地の枯損木(アカマツ15本、クロマツ6本)に奈良県下、京都市、神戸市の枯損木9本を加え合計30本である。

枯損木は所定の位置から60cm長(必要に応じ100cm)の丸太を原則として4本とり、もち帰つて丹念に剥皮した。その際、樹皮下の虫、脱出口、穿入孔、産卵あと、母孔、捕虫、樹皮厚、樹皮下の状態、方位などをすべて方眼紙上に転記した。

この材料のうちシラホシゾウ属、クロキボシゾウムシの分布型についてとりまとめ試みた。

シラホシゾウ属老熟幼虫の平均密度は 100cm^2 あたり0.2~5.6頭で、密度が1.5以上の場合の分布型は例外なくuniform(一様)である。クロキボシの場合は 100cm^2 あたり0.2~1.1頭であり、分布型はシラホシと異なりcontagious(集中)かrandom(機会)であつた。両種とも分布型は密度に応じて変化する。このほか、卵の分布、両種のover-lapping(重なり合い)などについても検討した。

(42年度)

V 防除試験

1. 誘引剤に関する試験(39~42年、九支)

(1) 39年度

穿孔虫に対する誘引性に関しては少なからざる報告があり、効果についても異論がある事は周知の通りである。然し、誘引性の大きな薬剤の開発は防除薬剤として利用する事は必ずしも容易でないとしても、密度調査等の生態的研究手段としては望ましい事と考えられる。

現在九州大学大島教授、熊本営林局安永氏によって研究された安息香酸を主体とする誘引剤があるので、これを中心に薬剤の改良とその効果について予備的な試験を行なつた。

誘引の効果判定には誘引器(安永氏の改良した誘蛾灯形式)によつたが、その結果は取りまとめる迄の資料には到らなかつたが、従来の報告せられた資料にあたるものより多くの誘引(3~5倍程度)であつたが、薬剤により誘引の効果が極めて不安定であつた。

(2) 40年度

本年は前年の予備試験に引続いて安息香酸ノルマルプロピン、リノレン酸メチル、ジベンテンを中心とする各種誘引剤について野外で誘引器(安永氏の改良した誘蛾形式のもの)を使用して試験を行なつた。予備試験と同様に従来の報告よりはやや多い誘引はあつたがXyleborus属のキクイムシ、マツノマダラカミキリその他のカミキリ、ウバタマムシ等の穿孔虫の飛来は認めたが、シラホシゾウ属の飛来は予想外に少く、かつ各自にわたる各種昆虫類が飛來した。

その飛來は不安定で、かつ対照の誘引剤を使用しない誘引器にもある程度の飛來があつて、試験の範囲内では明瞭な誘引性があるとは認めがたい様に思われた。従来の研究で使用した穿孔虫はキクイムシ科(マツノキクイ、キイロコキタイ)で、マツキンドー型臭覚器によるものであるが、現在密度が高く試験に使用されるのはシラホシゾウ属で、マツキンドー型臭覚器には種々批判もあり、多選択式アレナ型臭覚器によるシラホシゾウ属について再検討の要があると考えるに至つた。

このためアレナ型臭覚器の試作を行ない、煙による気流の流れは極めて安定したものを製作したが、シラホシゾウ属を使用して予備テストを行なつたところ、この虫は趨触性と集合性が強く三角形の三角に集中する傾向が極めて顕著にあらわれる。

この傾向を除く事が当面の問題であり、このためには気流の流れはやや不安定であるが、円型アレナ型臭覚器を試作する必要があるとも考えられる。

(3) 41年度

安息香酸、リノレン酸、ジベンテンを主剤とした誘引剤の誘蛾灯式の誘引器による野外試験では、明瞭な誘引性を認めにくかつた。

このため嗅覚器(Olfactometer)による再検討が必要と考えられ、アレナ型嗅覚器の試作を行なつたが、シラホシゾウ属を使用してみたところ超触性、集合性が強く三角部に集中する外、両側に沿つて移動する傾向が強いため、円型アレナ型嗅覚器の試作を行なつた。

この三角型および円型アレナ型嗅覚器によるシラホシゾウ属を使用しての松材の抽出成分その他を嗅覚源とした予備試験を行つた所、前述の要因の外の要因—温度、湿度、明るさ、日週活動その他があると考へられる一も作用して、試験結果に再現性がとばしく結果は得られなかつた。このため飼育室の改造を行なつたが、なおこの程度の改造では実験を行ないがたい様に考へられ、更に検討が必要である。

(4) 42年度

アレナ型嗅覚器には欠陥があるように考へられたので、新しい嗅覚器を試作してシラホシゾウ属を使用して予備試験を行なつた。

それによつてシラホシゾウ属の誘引物質は主として樹皮部に存在し、恐らく健全木においても存在するものと考へられ、すでに知られた物質や樹脂はある濃度以上では殆んど忌避的か反応を示さず、明らかに誘引性のあるものはなかつたことがわかつた。

更にこれとは別に各種の処理鮮木(高低温処理、粗皮剥皮、剥皮剥皮、粗皮・剥皮のみの再構成物、辺材除却、縫割、外国樹種その他)による誘引試験を実施した。

これらの結果からも、ほゞ樹皮部に誘引物質が存在し、辺材部はあつたとしても強いものではなく、比較的安定した物質らしいこと、誘引には誘引物質の作用の外に環境条件の影響も無視し得ないことがわかつた。

まお飛来状況、性比その他からみてキクイムシ科で明らかにされている集中ヘロモンの存在を認めなければならない現象はないよう考へられるが、これらは更に検討する必要がある。

2. 駆除剤の試験(39~40年、九支)

39~40年の2ヶ年に、被害木処理用の殺虫剤(農業会社が試作したBHC・ドリン剤に、これにEDB、その他を混合した4社8~10製品)について、シラホシゾウ属成、幼虫、マツノマダラカミキリ村中幼虫等を対象とした効果試験を行なつたが、い

までに、すでに使用されている薬剤とほぼ同程度の効果で、特に、使用および効果について、すぐれたものは出なかつた。

3. 施肥による防除試験

総合防除研究の一部として、40年度以降九州、四国両支場でおこなつているが、結論を出すにいたつていない。経過の概要は次の通りである。

(1) 九州支場の概要

① 40年度に熊本営林局と共同で鹿本郡植木町熊本営林署管内打越国有林52林班の内、小班15年生2.6ha、り小班22年生3.9ha、計6.5haに施肥に関する試験地を設定した。

試験地は施肥、施肥薬剤散布(幹部)、同(幹及び樹冠部)および対照区よりなり、施肥区は住友1号(15:8:8)を100g当り2.7~3.3kg、薬剤散布区はT-7.5、0.5%乳剤を樹幹部のみおよび樹幹部と樹冠部への散布を行ない、施肥薬剤散布区は两者を併用した。

② 設定後、42年度まで枯損の発生がみとめられず、葉色その他から施肥効果はあつたものとみとめられるが結論を出すに至つてない。

(2) 四国支場の概要(保護、土壤研)

40年度に下記の試験地を設定し、41、42年度に施肥をおこなつているが、まだ結果は出でていない。

① 41年度は表の組合せにより、8つの試験区を設定し、化成肥料(ha当り窒素100kg)を使用して、5、10、3月に施肥をおこなつた。枯損発生状況は、施肥前に風などによる折損木にマツノマダラカミキリ、キイロコキクイムシの加害を認めたが、施肥後に枯損木の発生はなかつた。

② 42年度は、施肥時期試験のほかは、第2回目を5月、第3回目を2月(43年)に実施、施肥時期試験は、化成肥料(ha当り窒素100kg)を使用して5、10、12月に実施した。まお、名尻山、赤松山は第3回の施肥はおこなわない。枯損発生状況等の事後調査は43年度に実施する。

試験地の場所、窪川営林署管内の次の国有林に設定

国有林	林小班	面積	海岸よりの距離	試験の種類
火打が森山	78号	30.0ha	60.1)	肥料の種類及び量、施肥時期
名尻山	107号	0.	12	肥料の種類(化成、磷酸加里、石灰窒素)
赤松山	108号	0.	23	施肥量(硫酸)

注1) 小班全体の面積で、6カ所1.38aの試験区を設定

肥料の種類及び量

肥料名	N	P	K	ha当りNの施用量
化成肥料	15	8	8	100 kg
磷酸カリ	10	14	15	100 " 200 kg
石灰窒素	24	—	—	100 "
硫酸安	21	—	—	100 "

4. 滲透性薬剤の開発試験（本場、昆虫、防疫薬剤研究室）

(1) 40年度

赤沼試験地（秩父署内、4.5 ha、アカマツ、10数年生の天然生林 胸高直径7～10cm）内で、5月～12月の間に実行された。

ダイジストン（粒）、ジメトエート（粒）、PSP 204（粒）、エカチン（乳）、エストンクス（乳）、を土壤処理、バイジット（乳、原液）、エカチン（乳、原液）、を樹幹塗布、対照としてBHC乳剤の各濃度の樹幹散布を行なつた。処理は5月13～14日、伐採設置は6月28日と8月24日である。

試験結果は表-7の通りであるが、一般に滲透性殺虫剤として市販されている上記供試薬剤については、

① 土壤処理は効果を認められない。

② リング状に剥皮して、樹幹に塗布しても立木に対虫性をもたらすことはできない。

③ 葉面散布をしても効果はない。

④ 従来から行なわれている樹幹散布が最も効果的で、BHC乳剤の10倍、30倍、及びチオダン、水和剤の100倍の樹幹全面散布が有効である。

(2) 41年度

41年度は、40年度供試剤と同じ系統の5薬剤について同様の試験を行なつたが、有効な結果は少なかつた。

(3) 42年度

40～41年度の結果から一応、現在の市販品については、その効果がみとめられたが、更に開発研究を進めるため、試供品数種について、テスト（苗木、キイロコキクイを使用）を行なつたが、効果はみとめられなかつた。43年度以降も開発研究をすすめる。

5. 薬剤の残効に関する試験

(1) 有効成分の樹体内残存量（BHC乳剤の残存量と食害防止効果）（本場、防疫薬研、40～41年度）

生立木に予防剤として散布されたBHC乳剤の食害防止効果については、その効果が極めて長期間（6～12ヶ月）にわたることが、明かになつてゐるが、生立木に樹皮上から散布され、樹皮内に浸入して食害防止効果をあらわすBHCの有効成分（ジ体）の消失経過および、有効な残存量については、量的に明かになつていない。4、の滲透性薬剤の試験と同時に実行されたBHC乳剤の処理木を供試材として、BHCジ体の残存量の定量と、食害との関係について、試験を行なつた。結果は表-8の通りであるが、

① 100cm³当りの有効残存量は、シラホシゾウ属で1～2mg、マツノマダラカミキリで0.5～0.7mg、キイロコキクイでは0.1～0.2mgであることが明かになつた。

② マツクイムシの全種類に対し、1m³当り600cc位の散布を行なえば、後、1ケ年間は食害防止が認めてきた従来の試験結果も、この試験によつて、明かになり、また、各散布濃度による、有効成分の消失経過と有効な食害防止期間も判明した。

(2) 産卵力等における後遺症状に関する試験（41～、関西支）

一般に殺虫剤の効果は処理虫体の生死によって判断しているが、死にいたらない程度の微量な薬剤の接触がおこなわれた場合も、以後の発育経過（特に産卵力）に後遺的症状があらわれる場合も考えられ、殺虫効果についても、この点を明かにしておく必要がある。40～41年に1部この試験に着手したが、薬剤処理後に羽化するマツノマダラカミキリの異常成虫について、次の結果が出ている。

○ 薬剤処理後に羽化するマツノマダラカミキリの異常成虫

40～41両年度にT-7・5乳とバークサイド乳を用いて被害丸太の濃度別薬剤散布試験を行なつた。その結果、両薬剤ともに、比較的低濃度の処理区から翅鞘が不

表-7、滲透性薬剤等の予防効果試験

薬 剤 名	主 成 分	使 用 形 態	処 理	一本 当 り 施 用 量	供 試 本 数	立 本 番 号	5月15		-14日散布・6月28日伐倒 8月23-24日調査				5月15-14日散布・8月24日伐倒 12月13日調査				備 考		
							シ ラ ホ シ	キ イ ロ コ キ ク イ	④ マ ダ ラ 産 痕	マ マ ツ ダ ラ カ ミ キ リ	調 査 本 数	備 考	シ ラ ホ シ	タ ロ キ ボ シ ゾ ウ	キ イ ロ コ キ ク イ	④ マ ダ ラ 産 痕	調 査 本 数		
							卅	廿	+<廿	+~廿	5本	卅	0>-	卅	0>+	0>+	3		
B H C Oℓ	水	⑤ 土壌処理	100g	5	G1~5	卅	-<+		+~廿	0	2	マツノマ							
B H O	乳	① 100cc	"	"	F1~5	卅	0			0	2	ダラカミ							
ダイシストン P 滲	粒	"	100g	"	A1~5	卅	+~廿		-~廿	0	2	キリ産卵							
ジメトエート	"	"	100g	"	B1~5	卅	0~+		+~廿	+~廿	2	は不明							
PSP 204	"	"	100g	"	C1~5	卅	廿		+>廿	0>+	2	シラホシ							
エカチン	乳	"	① 100cc	"	D1~5	卅	+<廿			廿	2	の食痕多							
エストクス	"	"	① 100cc	"	E1~5	卅	-~廿		+	0	2	<							
B H O Oℓ	乳×1000	樹幹散布	② 1ℓ	10	1~10	卅	->+		+~廿	+~	3			卅	0	卅	+>廿	->+	3
"	乳×300	"	"	"	11~20	卅	0>-		+~廿	->	3			卅	0	卅	廿	-	3
"	乳×100	"	"	"	21~30	廿	0		-~+	0	3			廿	0>+	+<廿	0>-	0>-	3
"	乳×30	"	"	"	31~40	一	0		-~廿	0<	3			+>廿	+	0	0	0	3
"	乳×10	"	"	"	41~50	0>-	0		0>+	0>	3			0>-	0>-	0	0	0	3
チオダン	水×100	"	"	"	51~60	0>-	0		->廿	0>	3			0>+	0>+	0	0	0	3
バイジット	P 乳×100	"	"	"	61~70	一	-<+		+~廿	->	3			+<廿	+<廿	0>-	0>+	0>+	3
キルバール	P 乳×100	葉面散布	充分	"	71~80	卅	+>廿		+~廿	卅	3							3	
B H C Oℓ	乳原液	③ 樹幹塗布	"	2		廿	0		0	0	2	塗布部以下、以上15cmに虫、虫アトなし							
"	"	△ "	"	3		卅	0		0>-	0>+	3	塗布部以下虫、虫アトなし、塗布部直上よりシラホシを認む							
バイジット	P	△ "	"	1		+	+		+<廿	+>廿	1	塗布部以下シラホシを認む、Mi1死							
エカチン	P 滲	△ "	"	1		+	+~廿		+<廿	+<廿	1	塗布部以下15cmには虫なし							

① 原液100ccを1ℓに稀釈して立木1本に施用

② 地際よりクローネ上部迄充分に散布、m²当たり約500cc見当

③ 地上約40cmの位置に5cm巾に樹幹上より塗布。但し△は塗布部の粗皮を剥皮して塗布

④ マツノマダラカミキリの産卵痕

⑤ 枝先の投影位置を20cmの深さに掘り、薬剤を施用、土で覆う。

凡例

害虫数

0……なし

-……僅か認む

+……少ない

廿……多い

卅……極めて多い

+<廿……+ないし廿だが廿の方が多い

+~廿……+ないし廿で両者同等

Oℓ……有機塩素剤

P……有機燃剤

滲……滲透性と認められるもの

水……水和剤

乳……乳剤

粒……粒剤

表一、生立木に散布されたBHCで体の残存量

散布濃度	希釈倍率 (倍)	10	30	100	300	1,000			
		△体(%)	1	0.3	0.1	0.03	0.001		
経過日数	残存BHC	残存量 (mg/100cm ²)	残存率 (%)						
	散布直後	66.33 100	18.76 100	5.27 100	1.67 100	0.47 100			
1日後	59.90 90	14.45 77	4.90 93	1.45 87	0.50 106				
20日後①	11.10 17	2.40② 13	0.70③ 13	0.17④ 10	0.04 8				
3カ月後⑤	2.13⑥ 3	0.53⑦ 3	0.06⑧ 1	0.02 1	0.03 6				
7カ月後	1.85 3	0.30 2	0.05 0.6	0.02 1	0.001 0.2				
11カ月後⑨	1.10⑩ 2	0.21⑪ 1	0.02 0.4	0.01 0.6	0.005 1				

①は供試木の害虫寄生状態調査

②はシラホシゾウ属の食害防止効果がみられた検出量の限界

③はキイロコキタイの食害防止効果がみられた検出量の限界

④はマツノマダラカミキリの食害防止効果がみられた検出量の限界

完全か又は黒化したマツノマダラカミキリ成虫が多数羽化した。これら異状成虫は健全なものに比べ生存日数も短く、産卵能力もなかつた。

この試験によつて、明かになり、また、各散布濃度による、有効成分の消失経過と有効な食害防止期間も判明した。

カラマツ結実促進と害虫防除に関する試験

1. 試験担当者

保護部、昆虫第一研究室 山田房男
小林一三
山崎三郎
造林部、種子研究室 小沢準二郎
浅川澄彦
横山敏孝
長尾精文
木曾分場、保護研究室 小沢孝弘

〔協力機関〕

長野営林局（共同試験として協力）
上田営林署（　　〃　　）
白田営林署（　　〃　　）
林木育種場長野支場
長野県林務部

2. 試験目的

近年のカラマツ種子の不足に伴ない、その結実促進に関する試験研究或いは採種林・採種園造成に関する試験研究が進められ、一部事業的にも応用されるようになつてゐるが、一方、花芽或いは球果に対する虫害が著しく、その対策の樹立が切望されている。そのため、結実促進から害虫防除まで、一貫した試験を実施して、結実量を増し、種子の品質を向上させる技術を確立しようとするものである。

3. 試験の経過とえられた成果

1. 結実に関する試験

(i) 白田試験地

位置

長野県下、白田営林署管内立科国有林113林班に小班

(ii) 本試験地における試験の当面の目標

カラマツ採種林の結実量におよぼす本放密度と施肥の影響をあきらかにするととも

に、これらの処理が種子の品質におよぼす影響、樹冠における球果の着生状況明らめる。

(iv) 試験地の取り扱い

○ 各処理実行の時期：

昭和36年11月 試験地設定（採種林造成に関する試験として開始された）

昭和37年 5月 施肥(A)

" 9月 " (B)

" 10月 間伐

" 38年 6月 施肥(A)

" 9月 " (B)

" 39年 5月 " (A)

" 6月 環状剥皮

" 9月 施肥(B)

" 40年 6月 " (C) (カラマツ結実促進と害虫防除に関する試験に組入れる)

昭和40年 9月 結実調査

" 41年 5月 施肥(O)、環状剥皮

" 9月 結実調査

" 42年 4月 施肥(C)

" 4月～5月 害虫防除処理(後述の害虫に関する試験参照)

昭和42年 8月 結実調査

○ 施肥内容：

(A) N: 50 kg/ha, P₂O₅: 150 kg/ha, K₂O: 100 kg/ha

(B) CaO: 400 kg/ha

(C) N: 100 kg/ha, P₂O₅: 100 kg/ha, K₂O: 100 kg/ha

○ 本数密度区：

約100本/ha (昭和37年10月間伐実行)

約200本/ha (")

約400本/ha (無間伐)

○ 採種木の平均的大きさ：

H: 21m

枝下高: 12m

樹冠: 9m

樹冠直徑: 5.6m

d, b, h: 29cm

(v) 試験結果

白田試験地における試験結果は表1～5に示した通りである。

表1、本数区分にみた1本当り球果数の頻度表(昭和39年6月環状剥皮木)

年別	本数区	処理本数	球果数による級分け			
			0～10	11～100	101～1000	1000～
昭和40年 9月の 調査	400本/ha	24本	20	5	1	0
	200 "	24 "	14	4	4	2
	100 "	24 "	4	7	8	5
昭和42年 8月の 調査	400 "	24 "	24	0	0	0
	200 "	24 "	19	4	1	0
	100 "	24 "	10	10	4	0

表2、本数区分にみた1本当り球果数の頻度表(昭和41年5月環状剥皮木)

年別	本数区	処理本数	球果数による級分け			
			0～10	11～100	101～1000	1000～
昭和42年 8月の 調査	400本/ha	24本	17	5	1	1
	200 "	24 "	9	8	7	0
	100 "	24 "	5	5	6	8

表一三、処理区別の1本あたり球果数(6本の平均)

年別	本数区 ブロック別	400本/ha		200本/ha		100本/ha	
		N	S	N	S	N	S
39年剥皮	無施肥区	19	1	64	784	434	1045
40年調査	施肥区	19	9	163	44	866	159
41年剥皮	無施肥区	0	258	94	67	2233	541
42年調査	施肥区	0	42	24	156	3525	392

表一五、球果および種子の調査結果(昭和42年8月採集、白田試験地)

害防除 處理	個体番号	球 果		虫害タネ	外観が完全なタネ					B/A (%)
		重さ g	鱗片(A)		充実(B)	シブ	虫	シイナ	計	
処理区	N-I-1	0.73	39	5.7	2.8	0.2	0	9.2	12.2	3.6
	4	0.80	42	7.8	8.6	0.3	0.7	12.8	22.4	10.2
	7	1.02	44	0.7	1.4	0.1	0.5	5.6	7.5	1.6
	10	0.95	41	1.2	1.1	0.1	0.2	12.8	14.1	1.5
	N-II-5	0.67	44	0	2.0	0.1	0.1	4.1	6.3	2.5
	9	0.99	45	0.1	3.6	0.3	0.1	9.7	13.7	4.0
	11	1.12	50	0.1	4.1	0.03	0.1	5.9	10.1	4.1
	N-II-8	1.01	43	1.0	1.3	0.1	0.7	8.8	10.9	1.5
	N-IV-7	0.96	47	0.6	0.7	0.1	0.2	6.7	7.6	0.7
	S-II-28	0.86	41	7.9	2.5	0.2	3.9	26.2	32.8	3.0
無処理区	S-III-26	1.05	50	13.0	1.8	0.03	2.2	16.6	20.7	1.8
	S-VI-8	0.81	42	12.0	2.0	0.1	0.8	7.5	10.1	2.4
	10	0.96	40	9.4	2.2	0.7	3.2	19.3	25.4	2.8
	S-VII-3	1.13	46	13.9	1.7	1.2	1.6	11.2	15.9	1.8
	1	0.84	45	1.8	1.6	0.2	0.6	4.9	7.2	1.8

表一四、本数密度区間の1本当り球果数の差の検定

区分	(40年9月の結果)	(42年9月の結果)
(400本区) : (200本区)	20%	20%でも差なし
(400本区) : (100本区)	1%	1%
(200本区) : (100本区)	10%	1%

(ii) 結果の要約

- ① この試験地に関する限り、疏伐と施肥だけでは結実を促進することはできないようにおもわれる。
- ② 環状剥皮の結実促進効果は、前以て強く疏伐してあれば、著しくちらわれるが、普通の経済林における程度の本数密度ではほとんどみとめられない。この試験地におけるような大きさの採種木では、100本/haくらいに疏伐すれば充分な効果が期待できる。
- ③ 環状剥皮の効果は、処理当年の花芽分化を促進するばかりでなく、2年後の花芽

分化さえもかなり促進した。

- ④ 結実量の増加に対する施肥の影響は明らかではなかつた。
- ⑤ 樹冠の中での球果の着き方をみると、上下に10等分した場合の上から2~7の区分に多く、とくに3~5の区分が多い。全球果の70~80%は上からの5つの区分の中に着生していた。
- ⑥ この試験地で行なつた害虫防除処理の効果は殆んどみとめられなかつた。(害虫防除については後述)

(ii) 上田試験地

(1) 位置

長野県下、上田営林署管内和山国有林24林班へ小班

(2) 本試験地における試験の当面の目標

カラマツ採種林の結実量における施肥と害虫防除処理の影響をあきらかにする。

(3) 試験地の取り扱い

○ 各処理実行の時期:—

昭和39年8月	試験地設定
" 9月	施肥、間伐
" 40年6月	環状剥皮
" 7月	除草剤施用
" 9月	施肥
" 41年4~5月	害虫防除処理(予備試験)
" 6月	環状剥皮
" 9月	施肥
" 42年4~5月	害虫防除処理
" 9月	結実調査

○ 施肥内容:—

N: 750 g/本
P₂O₅: 1500 g/本
K₂O: 1000 g/本

○ 本数密度区:—

試験地全面にわたつて ha 当り約 100 本の割合に間伐した(昭和39年9月)

○ 採種木の平均的大きさ:—

H: 2.2 m

枝下高: 9 m

樹冠高: 1.5 m

樹冠直径: 8.2 m

d, b, h: 34 cm

(4) 試験結果

上田試験地における試験結果は表6~9に示した通りである。

表6、プロット別球果着生状況と採取球果重量(昭和42年9月調査)

プロット	環状剥皮年月	球果着生状況					採取球果重量
		多	中	少	無	計	
I 施肥	40.5	4	4	3	3	14	89.7 kg
II 無施肥	40.5	1	3	6	5	13	23.9
III 施肥	41.6	2	3	5	2	12	56.4
IV 無施肥	41.6	3	2	6	0	13	2.5
V 施肥	40.5	3	2	5	3	13	31.7
VI 無施肥	40.5	3	3	7	1	14	91.0
VII 施肥	41.6	1	7	5	0	13	147.3
VIII 無施肥	41.6	1	3	9	0	13	69.5

表7、球果および種子の調査結果(昭和39年9月採取)

個体番号	球 果		採取種子	充実種子(B)	実粒発芽率	B/A
	重さ	鱗片(A)				
15	1.1 g	46	9	4	90%	4.3%
42	0.7	43	11	5	97	5.8
517	0.8	49	3	1	99	1.0
687	0.8	44	6	2	99	2.3
781	0.9	50	4	2	94	2.0

表一8、球果および種子の調査結果(昭和41年9月採取)

個体番号	球果の重さ	球果の鱗片数	採取種子
51	1.0 g	40	6
167	0.6	31	1
180	0.8	31	5
197	0.9	40	5
220	1.1	41	4
384	0.9	38	5

表一9、球果および種子の調査結果(昭和42年9月採取)

防除処理	個体番号	球 果		採取種子	充実種子(B)	発芽粒	その他の種子	B/A%	備 考
		重さ	鱗片(A)						
3処理	143	4.01 ^g	50	82	46	44	36	46.0%	1. 「そのほかの種子」はシブ、シイナ、虫くい等
	179	1.99	55	86	40	39	46	36.4	
	182	2.38	56	91	57	54	34	50.9	
	206	1.40	51	65	20	19	43	19.6	
	223	2.05	46	71	24	24	47	25.0	
2処理	113	2.36	53	55	21	20	54	19.8	の合計。
	138	2.44	56	64	38	37	26	33.9	2. 防除処理について
	152	1.78	46	58	57	37	21	40.2	は後述する。
	180	2.04	48	59	33	33	26	34.4	
	197	2.07	57	65	59	37	26	34.2	
	344	2.03	55	44	21	21	23	19.1	3. 無処理区の「採取種子」
	395	2.13	57	64	31	26	33	27.2	
	397	1.62	44	63	34	28	29	38.6	
無処理	168	1.19	43	19+(7)	8	2	12	8.1	の欄の()の数字は外観で明らかに虫害を受けたもの。
	279	1.55	40	20+(6)	8	3	13	7.3	
	522	0.86	44	53+(0.4)	21	2	32	23.9	
	735	1.39	53	54+(5)	17	8	58	15.1	
	780	1.13	48	54+(3)	22	6	13	21.9	
	807	1.16	50	54+(7)	14	1	20	14.0	

附) 結果の要約

- ① この試験地における結実量をみると、施肥の効果があるといえそうにおもわれるが、V区とVI区の間では逆になつておらず、更に検討する必要がある。種子の品質については調査中である。
- ② 昭和40年5月の環状剥皮は、その年の花芽分化をそれほど促進しなかつたようと思われたが、その次の年の花芽分化をいちじるしく促進している。白田試験地の昭和59年6月の環状剥皮がその年および2年後の花芽分化を促進しながら、剥皮の次の年の花芽分化を促進しなかつたことを考えあわせると、環状剥皮の効果は、花芽分化期の気象条件によつて左右されるものと思われる。
- ③ この試験地で行なわれた害虫防除処理はいちじるしい効果を示している。ただし、5処理区と2処理区との間には大きなちがいはなさそうである。(害虫防除については後述する)
- ④ 同じ個体について、異なる年の結果を比較できる例はごく少ないが、防除の効果が著しかつた昭和42年9月の球果の鱗片数が、前年の40~60%増であることから、幼球果の時期に虫害を受けた場合には、鱗片のその後の発達がとまるのかもしれない。

2. 害虫に関する試験

(i) 害虫の種類

1964年~1967年の間に、長野県下を中心に、カラマツ球果の害虫の調査を行なつた。その結果 表一10 に掲げたような害虫が見出された。このうち、カラマツタネバエは我が国内地における最初の記録である。

次にこれら5種の害虫についての加害様式を表示すると 表一11 のようになる。またこれらの害虫の生活史から、加害時期について表示すると 図一4 のようになる。

(ii) カラマツ球果の虫害

平常年において、カラマツ球果に虫害が多いことは、その育種成いは種子に関する調査や研究に従事している技術者・研究者等の間では知られていたが、組織的を調査例は殆んどなかつた。

本試験研究においては、害虫に関する調査として第一に、被害の量的成いは質的調査に着手したが、その調査例の1部を示せば、表一10および図一1~3のようになる。

表-10、カラマツ球果の害虫（1954～1957、長野県下を中心とした調査による。）

1. カラマツヒメハマキ	<i>Spilonota laricana</i> H.
2. カラマツマダラメイガ	<i>Cryptoblabes lariciana</i> M.
3. ホソバヒメハマキ	
4. カラマツタネバエ	<i>Hylemya laricicola</i> K.
5. タマバエ科の1種	(<i>Itonididae</i>)
他に鱗翅目、小蝶類の2種が見られたが、種名、生活史などは不明。	
尚、外国においては、これ以外に次の様な種が記録されている。	
<i>Hylemya</i> sp.	(タネバエ)
<i>Campatomya laricis</i>	
<i>Itonida</i> sp	(タマバエ)
<i>Dioryctria abietella</i>	(マツマダラメイガ)
<i>Epinotia diniana</i>	(ハマキガ科)
<i>Semasia perangustana</i>	(")
<i>S. diniana</i>	(")
他にオナガコバチ	が4種、タネバチ1種がいる。

これらの調査結果を要約すると次のようになる。

- ① カラマツ球果の虫害は、調査地域のほぼ全域にわたつて認められた。
- ② 認められた加害虫5種のうち、被害の主体はカラマツタネバエであつた。
- ③ 被害の多くは、2～3種の昆虫による重複加害であり、特にカラマツタネバエとタマバエ科の1種との組み合せが多かつた。
- ④ 単独加害のうちではカラマツタネバエによるものが多い。

(III) カラマツタネバエについて

(1) 経過

過去におけるヨーロッパでの報告では、1年1世代とされている。本試験における我々の調査でも大部分が1年1世代であるが、少數ながら1世代の経過に2年を

要するもの即ち、蛹の状態で2回冬を越すものが認められている。この周年経過を図示すると 図-5 のようになる。

(2) 羽化時期

1965年東京目黒(室内)における調査では、2月24日から成虫の羽化がはじまり、4月26日に終了している。即ち、その間約2ヶ月にわたつている。また、同年、浅間山麓(標高約1000m)における調査では、4月8日～6月6日と約1ヶ月にわたつて、羽化がみられている。このように成虫羽化時期はかなり長期にわたることが推察される。

その年の気温によつて羽化時期に遅速を生ずることは当然であるが、小諸市にある関東林木育種場長野支場に於いて行なわれたカラマツ花粉の飛散時期に関する調査結果と、カラマツタネバエの羽化・産卵の時期との関係をみると 図-6 のようになる。後述するように、カラマツタネバエに対する薬剤防除はその成虫を対象として行なわれるのが最も効果があると考えられるので、図-5 に示された結果は、実用上非常に貴重な資料ということができる。

(3) 経過習性の要約

カラマツ球果の経過習性は表-11および図-4からも知られるように、越冬した蛹から4月頃成虫が羽化し、カラマツ球果に産卵する。卵は芽鱗の間又は種鱗の内側に産下される。この羽化産卵の時期はカラマツ花粉の飛散時期と関連がある。即ちカラマツ花粉の飛散時期の後期から産卵が開始される。卵は10日前後で孵化し、幼虫は球果内において、未熟の種子や主軸等の組織を食害する。6月中旬頃から老熟した幼虫は地上に落下し、腐植質の間などで蛹になる。ただし、球果内にとどまつて、そのまま蛹化する個体もある。蛹で越冬し、大部分は1年で1世代を経過する。

(IV) 防除試験

(1) 試験地

前記の白田および上田両営林署管内の試験地において、防除試験を行つた。薬剤処理面積はともに約3haである。図-7はその略図である。

(2) 使用薬剤および散布方法

既に行なわれた殺虫試験の結果から、殺虫剤としてはBHC又はDDTが成虫に対して充分効果を示すこと、幼虫或いは蛹に対しては、他のより強力な殺虫剤でも殺虫効果をあげにくいことが判明しているので、DDTおよびBHCを防除薬剤として使

表-1-1 カラマツ球果害虫5種の加害様式

種類	被害による区別				卵	食害方法又は習性、形態				
	時期	球果の発育	食害部位	外観によるちがい		若令虫	老令虫	蛹態	成虫	越冬
カラマツマダラメイガ	8月～9月	球果が中～成熟にちかい時	内部の全体と表面を外側から	球果表面に糞を出し、糞でつぶつんでいる。表面も汚なく食い荒らされる。	不明	球果の輸生葉や種鱗をかじつたりするタネバエの脱出孔などから球果内に入りこみ内部を食い荒す (7月～9月)	老熟前に球果からぬけ出し、その表面や輸生葉を食害する	主として地上に降下し落葉層、粗皮の間などに集団して蛹下 中には糞をつぶつた中で蛹化するものもある (5月下旬～7月中旬)		蛹態で
カラマツヒメハマキ	4月～5月	花芽～中熟球果まで	同上	花芽は固さがなくなり、押すと被害部はくずれる。 球果は奇形となり小さい。	葉のうら側に集中して産卵、黒色 1粒で約70コ 7～8日で孵化 (6月～8月)	球果に入らない (6月、9月～翌4月上) 体は紫褐色	越冬世代の若一中令幼虫は花芽が成熟しないうちからこの中にすっぽり潜りこみ糞でつぶつり食害(4月中～5月下旬)1～5コを食べると体は緑色が強くなる。	球果内で蛹化 発達悪く黄変 (5月下旬～6月、7月)	出現期間にはかなり巾がある 夜間活動性 (6～8月) 2回	樹上(枝上)枝の分岐に白色の堅固なテントをつくりその内で若幼虫で
ホゾバヒメハマキ	6月～7月	中熟球果	内部全体	球果表面(種鱗のすき間)に糞を出す、糞でつぶらない 糞はマダラメイガよりも多い。	不明	種子の中に頭をつつこんでいる 体は白色	種子だけでなく、球果内部全体を食つてゆく 軸の中に入りこむことが多い(7月) 体はクリーム色(灰色)	地上に降下し落葉層中で蛹化 1966.7.23羽化をみた		(8月～翌5月)
タマバエ科の1種	6月～7月	中～成熟ころ	種子	若一中熟ころまでは殆んど立たない、わずかにヤニが出ている。又は種鱗の1枚が変色5月ころより被害部が黄一褐色に変りめだつてくる	不明	体は白色又は黄色 若一老、6～7月	種子(未成熟)の乳汁を吸つてしまふ 他の害虫のように食害の跡をのこさない。種子と種鱗は褐色にしほむ1球果に4頭ぐらいい(中には60頭のものもある)	越冬の項を 不 明	多くは落下し(7月下旬、雨のとき、湿度の高いとき) 落葉層内で幼虫で冬をこし翌年5月頃蛹化、球果内で行なうものもある	
カラマツタネバエ	5月～6月	若～成熟ころ	種子を主体に種鱗物を	表面からは区別つかない 7月ころ褐色(鱗片)部分が出てくる	乳白色、ボースイ状 早い時期のもの(花芽のころ)は芽鱗の間に產卵 種鱗が発達するとその間隙に産みつける (產卵は頂部、中、基部の内、外側共に行なわれるが、中間内側に最も多い) (4月下旬～5月下旬)	1～2令 1令は卵内で生育 脱皮後カラを破つて外に出て、球果内に潜入 1～2コの種子を食害 体は白色	成育するにしたがい基部一上部一下部へと種子を食い荒してゆく 約80%近い種子がおかされる 体一黄色になる (5月下旬～7月上)	老熟すると、球果から脱出し多くは地上に落下、フムスの中でもまもなく蛹化 なかには球果に残っているものもある(幅の中に多い)	カラマツの開花ころから、かなり長い間にわたって出てくる あたゝかい日にとび、文尾、産卵する (6月下旬～4月下旬) (4月中～5月下旬)	蛹態で1年で親になるが、なかには2冬蛹ですごすものがある

図-1、カラマツ球果害虫の寄生時期と加害時期（関東林木育種場長野支場・平年）

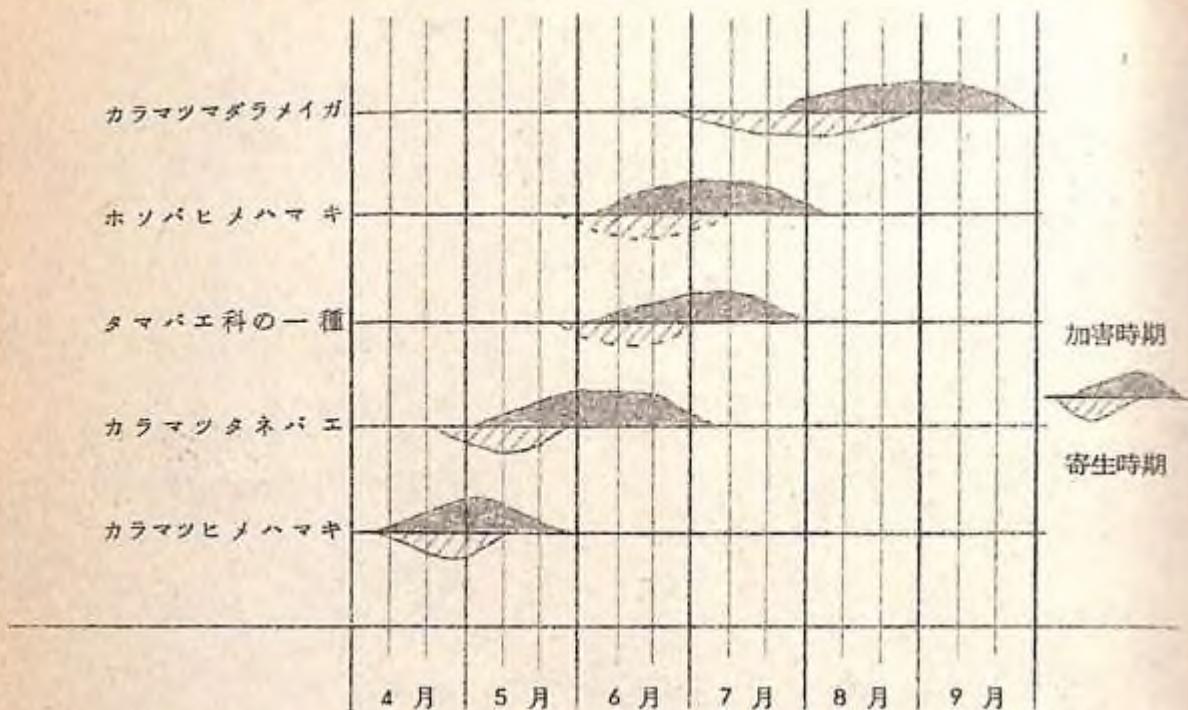


図-2、カラマツタネバエの分布（昭和39年～41年の調査）



表-12、害虫別にみた被害分布

害虫	長野県				北海道	東北	関東	山梨	計	総被害数に対する比率	備考
	北信	東信	中信	南信							
カラマツタネバエ	5	39	25	24	4	2	3	6	108	9.20%	昭和40年5～7月の調査、調査箇所計114箇所中被害のあつた箇所109箇所。
タマバエ科の1種	5	22	15	6	2		3	5	58	53.2%	
ハマキガ科の1種	2	19	11	5					37	33.9%	各箇所より、送付された30～50個の球果について調査したもの。
カラマツヒメハマキ		6	1	1					8	7.3%	ハマキガ科の1種はホソバヒメハマキと推定される。
カラマツマダラメイガ	1	1					3	1	6	5.5%	

図一三、カラマツ球果に加害するタマバエ科の1種の分布(昭和39年～41年の調査)



◎ 被害発生地

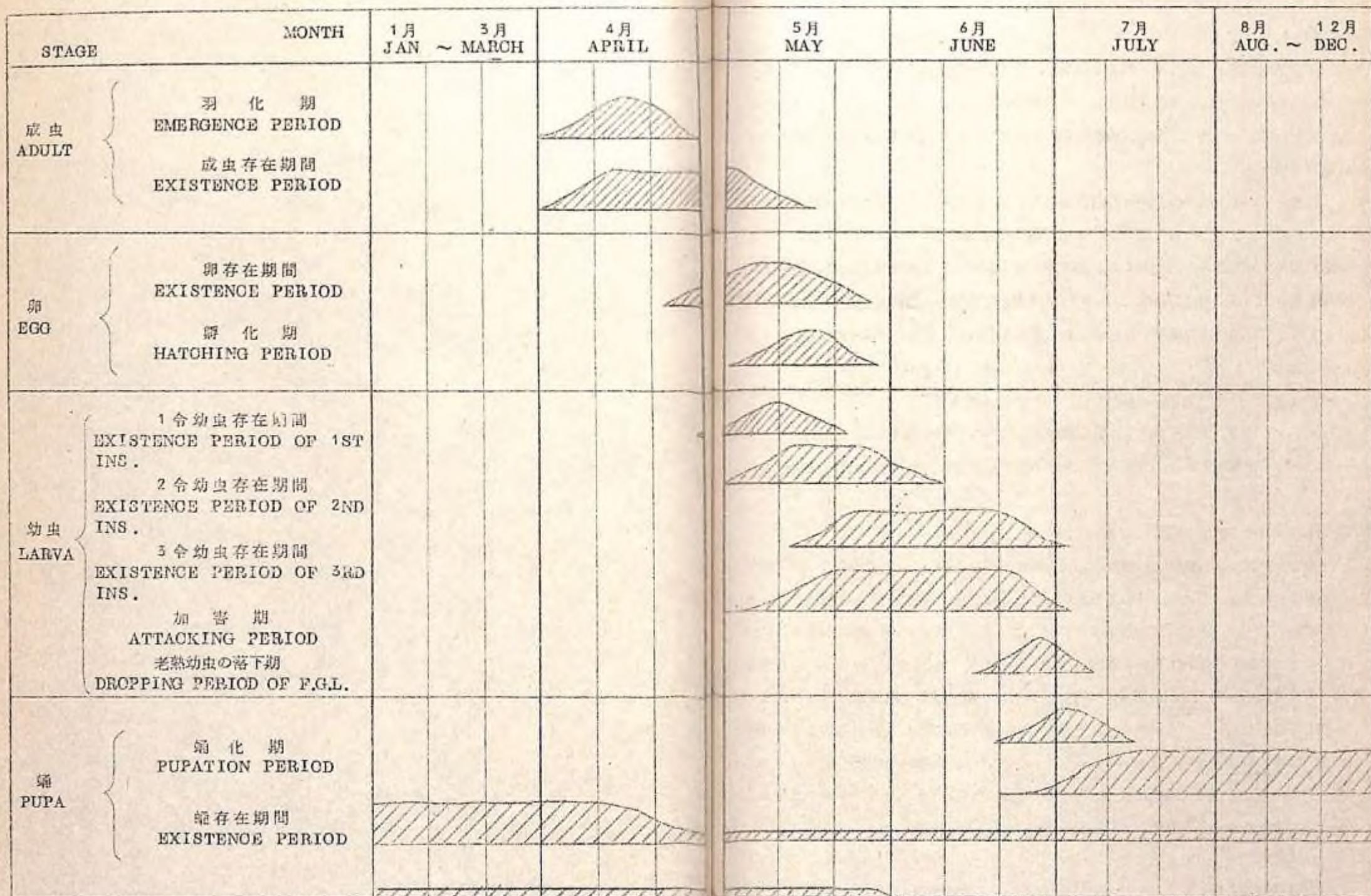
図一四、カラマツ球果に加害する小蛾類の分布(昭和39年～41年の調査)



◆ 被害発生地

図-5、カラマツタネバエの周年経過図(浅間山麓標高1000m)

Life cycle of *Hylemya laricicola* at the side of Mt. Asama



用することにした。また、林床からの成虫の出現期に地上散布を行ない、産卵前におけるその生存期に林内散布を行なうために 表-13および図-8に記したような防除計画を立て、この計画に従つて実行した。

(4) 得られた結果

防除処理が終了した時期に球果を採集して調査した結果は表-14の通りである。

これによると、上田、白田両試験地とも処理の効果が認められた。とくに、上田試験地において地上処理した上に、樹冠にも薬剤散布を行つた供試木においては効果が顕著であつた。

次に、この防除試験の主たる対象害虫であるカラマツタネバエの球果へ加害をつきり知ることの出来る時期6月中旬に調査した結果を示すと表-15のようになる。表-15によると、上田では、産卵期に地上散布とくに煙剤使用のほかDDT乳剤を樹冠部にまで散布した区では、前回の調査と同様顕著な防除効果を示したが、地上散布とくに煙剤使用だけではかなりの被害がみられた。しかし無処理区にくらべると2処理区でもカラマツタネバエの被害は2分の1以下になつてゐる。一方、白田では処理の効果は全く認められないという結果になつた。

表-16には、上田における9月採集球果についての調査結果が示されている。9月における調査結果においても6月における調査結果と、大体同様な傾向が認められている。

(5) 防除試験についての考察

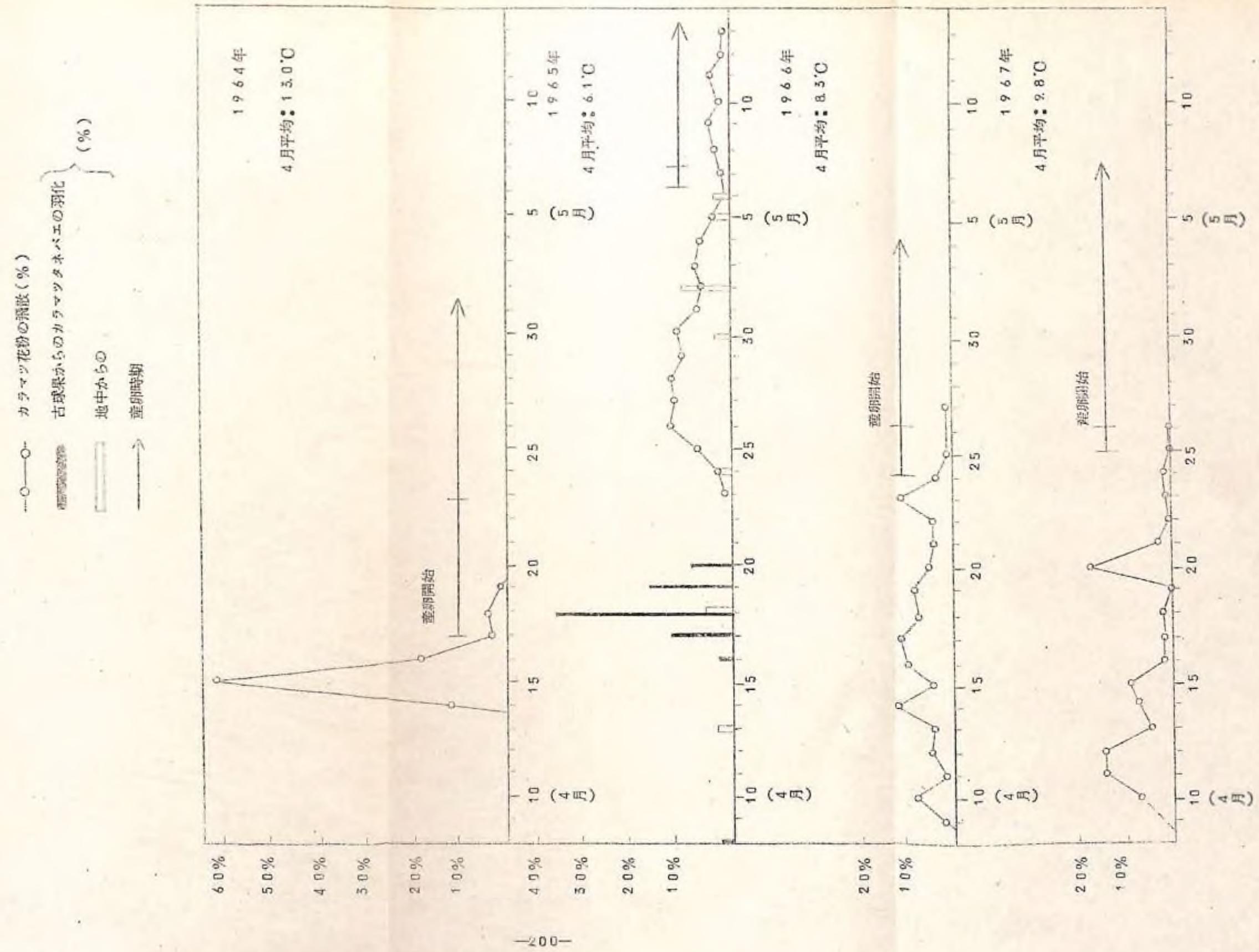
先ず上田試験地においては効果が認められたにも拘らず、白田試験地においては効果が認められなかつた原因として考えられることは、① 薬剤の種類および形態ならびに散布方法が上田と白田で異なること。② 成虫の羽化或いは産卵の時期が上田にくらべて白田において遅かつたと思われること。③ カラマツタネバエの生息密度が上田にくらべて白田において高かつたこと。④ 白田では周囲にはカラマツ社会林が連続しておりここに被害球果があるため、薬剤散布区へ外側から成虫が事後に侵入する可能性が非常に大きいのに比して、上田では、採種林の周囲のカラマツは若木であるために球果の着生は少く、外からの試験地への成虫の侵入が少かつたと思われる。等があげられる。

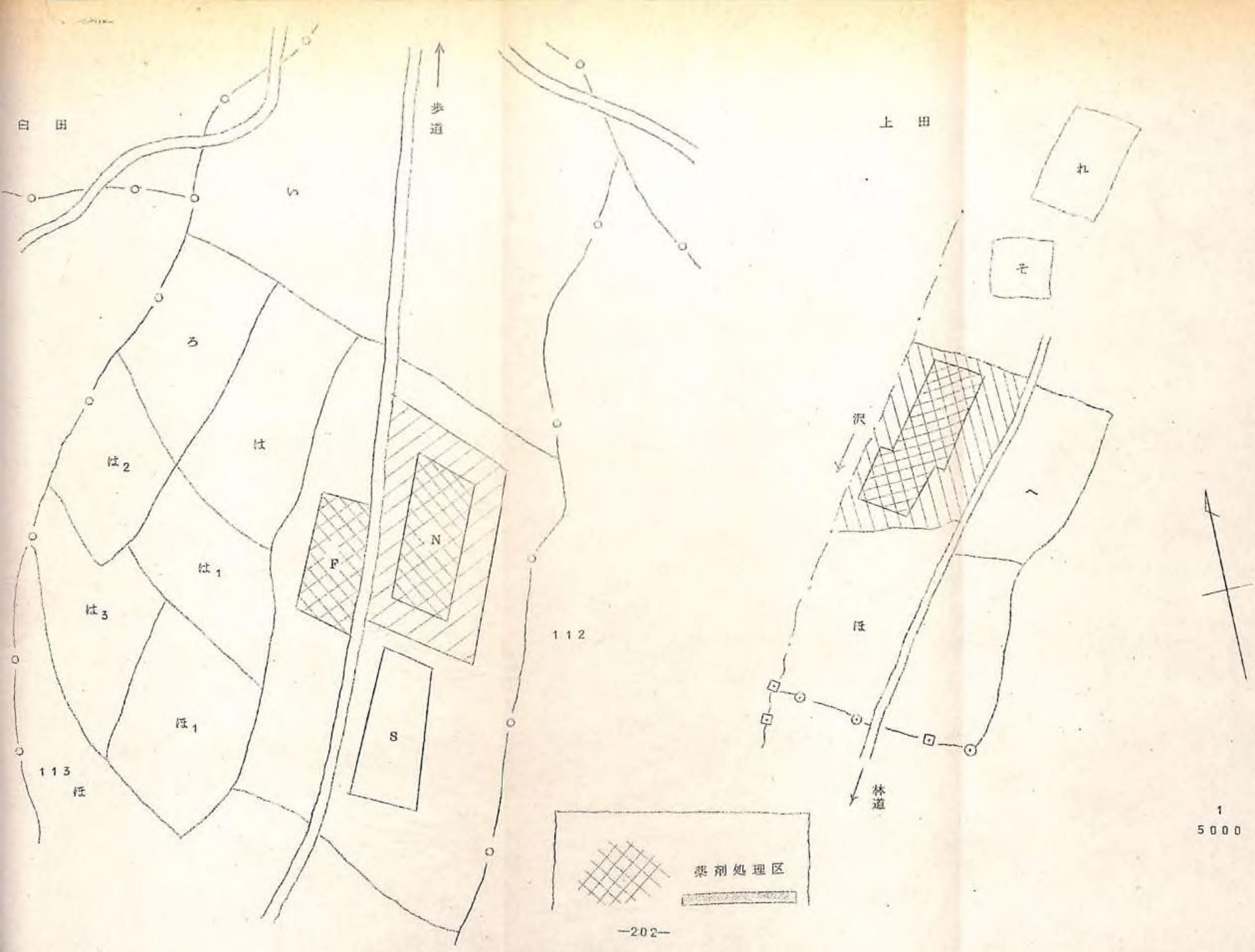
とくに上記④の点は重要である。

(6) 防除試験の要約

図一六、カラマツ花粉飛散とカラマツタネバエの羽化・產卵

関東林木育種場長野支場附近 1964~1967
 羽化時期調査は1965年のみ





カラマツタネバエ防除のためには、成虫の羽化産卵期を適確に知り、B H O 又はD D T等の薬剤の地上散布、林内散布、とくに乳剤の樹冠散布を実行することにより、大きな被害を免れることが出来る。しかし、防除対象地の環境条件がその成否には重要な関係をもつので、周囲から成虫が侵入しないような場所において採種林や採種園を造成することが必要となる。

4. こんごの問題点

- ① 十分に萌開した状態にある母樹に対して、環状剥皮処理を行なえば、花芽の分化を促進し、結果が期待できるが、この場合、樹勢回復のための施肥その他の方法を検討する必要がある。
- ② 花芽分化期の気象条件と環状剥皮処理の効果との関係についても検討の必要がある。
- ③ カラマツタネバエの成虫の行動の習性を調べ、且つその発生期をより適確に知る方法を見出す必要がある。

表-13、薬剤防除処理日程

上田試験地

散布時期	薬剤の種類	使用量	散 布 方 法
4月 5日	BHC \varnothing 3%粉剤	120kg	5haに地上散布
4月 11日	DDT乳剤 20%(500cc)	50本	5haに地上散布(1000倍液)
4月 18日	DDT乳剤 くんえん剤(1kg筒)	8本 12筒	母樹9本に樹冠散布(ハシゴ使用)残りは 地上散布 2haの樹冠に被煙
4月 26日	DDT乳剤 くんえん剤	50本 12筒	母樹9本に樹冠散布(ハシゴ使用)残りは 地上散布 2haの樹冠に被煙
5月 5日	くんえん剤	9筒	2haの樹冠に被煙
5月 9日	DDT乳剤	8本	母樹9本に樹冠散布(ハシゴ使用)残りは 地上散布
5月 16日	DDT乳剤 くんえん剤	8本 12筒	母樹9本に樹冠散布(ハシゴ使用)残りは 地上散布 2haの樹冠に被煙

白田試験地(散布面積: 5ha)

薬剤の種類・方法	4月5日	4月15日	4月20日	4月25日	5月8日	5月11日	5月18日
BHC \varnothing 3%粉剤 (地上散布)	120kg	120kg	120kg	120kg	—	—	120kg
くんえん剤 1kg筒 (樹冠被煙)	—	12筒	12筒	—	12筒	12筒	12筒

図-8、カラマツタネバエ防除・薬剤散布計画

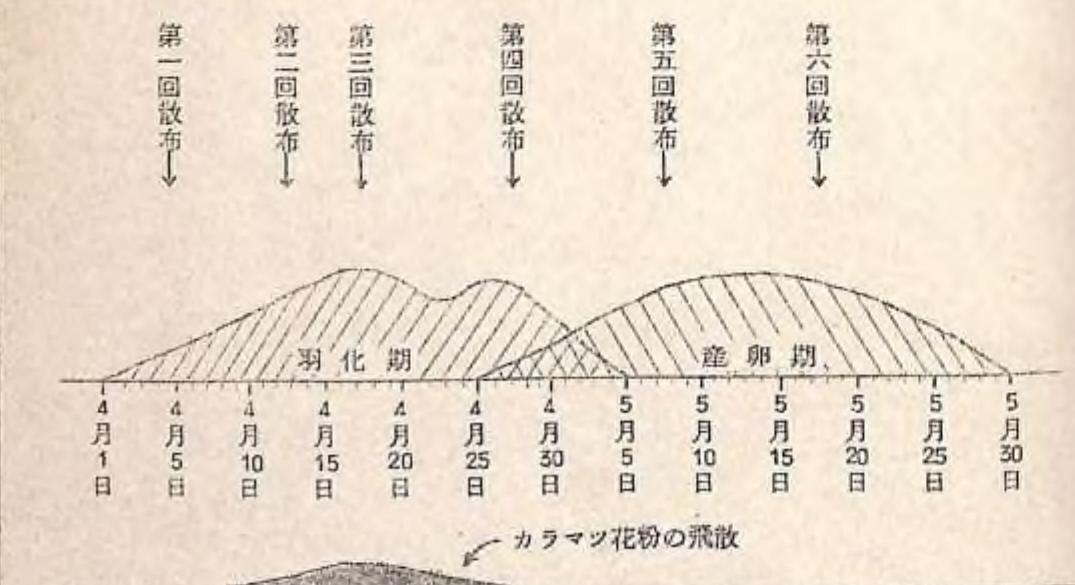


表-14、防除試験の結果(1)

(1967年5月18日採集の球果)

處理別	探集調査 母樹数	球果数	カラマツタネバエ	カラマツヒメハマキ	ホソヒメハマキ	タマバエ科の1種
			(%)	(%)	(%)	(%)
上田 地上・煙	4本	302	93(30.8%)	23(7.6%)	0	0
	1	198	3(1.5%)	16(8.1%)	0	0
	5	226	0(0.0%)	8(3.5%)	0	0
白田 地上・煙	5	271	112(41.3%)	26(9.6%)	0	0
	4	287	41(14.3%)	2(0.7%)	0	0

表-15、防除試験の結果(2)

(1967年6月14日採集の球果)

處理別	探集調査 母樹数	球果数	カラマツタネバエ	カラマツヒメハマキ	ホソヒメハマキ	タマバエ科の1種
			(%)	(%)	(%)	(%)
上田 地上・煙	5本	1111	746(67.1%)	81(7.3%)	49(4.4%)	167(15.0%)
	5	1311	378(28.8%)	82(6.3%)	22(1.7%)	26(2.0%)
	3	921	7(0.8%)	15(1.6%)	0(0.0%)	1(0.1%)
白田 地上・煙	5	671	652(97.2%)	5(0.7%)	41(6.1%)	276(41.1%)
	4	8864	859(99.4%)	11(1.3%)	38(4.4%)	131(15.2%)

表-16、防除試験の結果(3)

(上田試験地) 1967年9月8日採集

處理別	探集 母樹数	調査 球果数	カラマツタ ネバエ (%)	Lobesia sp. (%)	カラマツマダ ラマイガ (%)	球果の大きさ 長さ×巾 (重さ g)	切開横断面 充実種子数
無 处 理	6	708	531個 (75.0%)	150 (21.2%)	552 (78.0%)	21.1×15.9 (1.21)	1.17±1.77
地上・煙 (2処理)	6	593	163 (27.5%)	59 (9.9%)	410 (62.1%)	22.9×15.4 (2.06)	3.64±2.01
地上・煙・樹冠 (3処理)	6	550	6 (1.1%)	4 (0.7%)	18 (3.3%)	23.4×14.6 (2.56)	4.36±1.71

スミシアウイルスによる
マツカレハの防除試験

スミシアウイルスによるマツカレハ防除試験

1. 秋田営林局本荘営林署本荘事業区におけるスミシアウイルス散布試験
2. 熊本営林局水俣営林署管内南志水国有林におけるスミシアウイルス散布試験
3. 秋田営林局能代営林署大間浜国有林におけるスミシアウイルス散布翌年の調査

1. 試験担当者

(1) 九州支場保護部	小山 良之助
鹿児島実験林天敵微生物研究室	片桐 一正 岩田 善三
東北支場保護第二研究室	木村 重義 山家 敏雄
秋田営林局造林課	村上 源太郎
(2) 九州支場保護部	小山 良之助
同昆虫研究室	倉永 善太郎
熊本営林局造林課	若松 清記
(3) 鹿児島実験林天敵微生物研究室	片桐 一正 岩田 善三
東北支場保護第二研究室	木村 重義 山家 敏雄
秋田営林局造林課	村上 源太郎

2. 試験目的

従来マツカレハの防除は主として薬剤による方法が行なわれてきたが、森林における生物社会における相互関係は極めて複雑なために、生物学的見地から薬剤による方法は必ずしも満足すべきものではない。その短所を補なうため、特にマツカレハにおいては病原微生物利用により制御の研究がこれまで進められてきた。その結果マツカレハスミシアウイルスによって防除できうる見とおしがほぼついて、既に実験段階から実用的方面の研究を実施する段階となった。そこで、森林害虫の生物的防除の一環として事業的なウイルス剤の使用形態ならびにその効果、散布方法とその効果、残効性ならびにウイルス散布後における個体群の変動等を明らかにすることを目的として、本試験が計画された。

3. 試験の経過と得られた成果

1. 秋田営林局本荘営林署本荘事業区におけるスミシアウイルス散布試験

(1) 試験地

所在：秋田県本荘市本荘営林署管内本荘事業区57, 58, 59林班内

試験地面積：(1) 水林57林班 6 0.0 04a

(2) 石脇59林班 6 0.8 5

(3) 浜山58林班，水林57林班 6 0.0 0

計 18 0.8 5

林況：クロマツ，3~35年生

(2) 試験方法

散布面積：散布区 $(\frac{4 \sim 1}{4 \sim 1} - (2))$ 12 0.8 54a

無散布区 $(\frac{4 \sim 1}{4 \sim 1} - (1))$ 6 0.0 0

散布病原体：DCV~67水和剤（1966年量産した病死体を1967年3月水和剤に製剤したもの）

1ha当たり散布多角体量・1ha当たり散布液量・散布液濃度(ml)：第1表のとおりである。

散布方法：ヘリコプターによる空中散布（川崎ペル47G-5B-KH4朝日ヘリ株式会社）

散布月日および天気：42年6月10日午前6時~11時晴，同日午後1時30分~3時30分曇，散布終了後霧雨あり。

第1表 散布多角体量，散布液量，散布液濃度

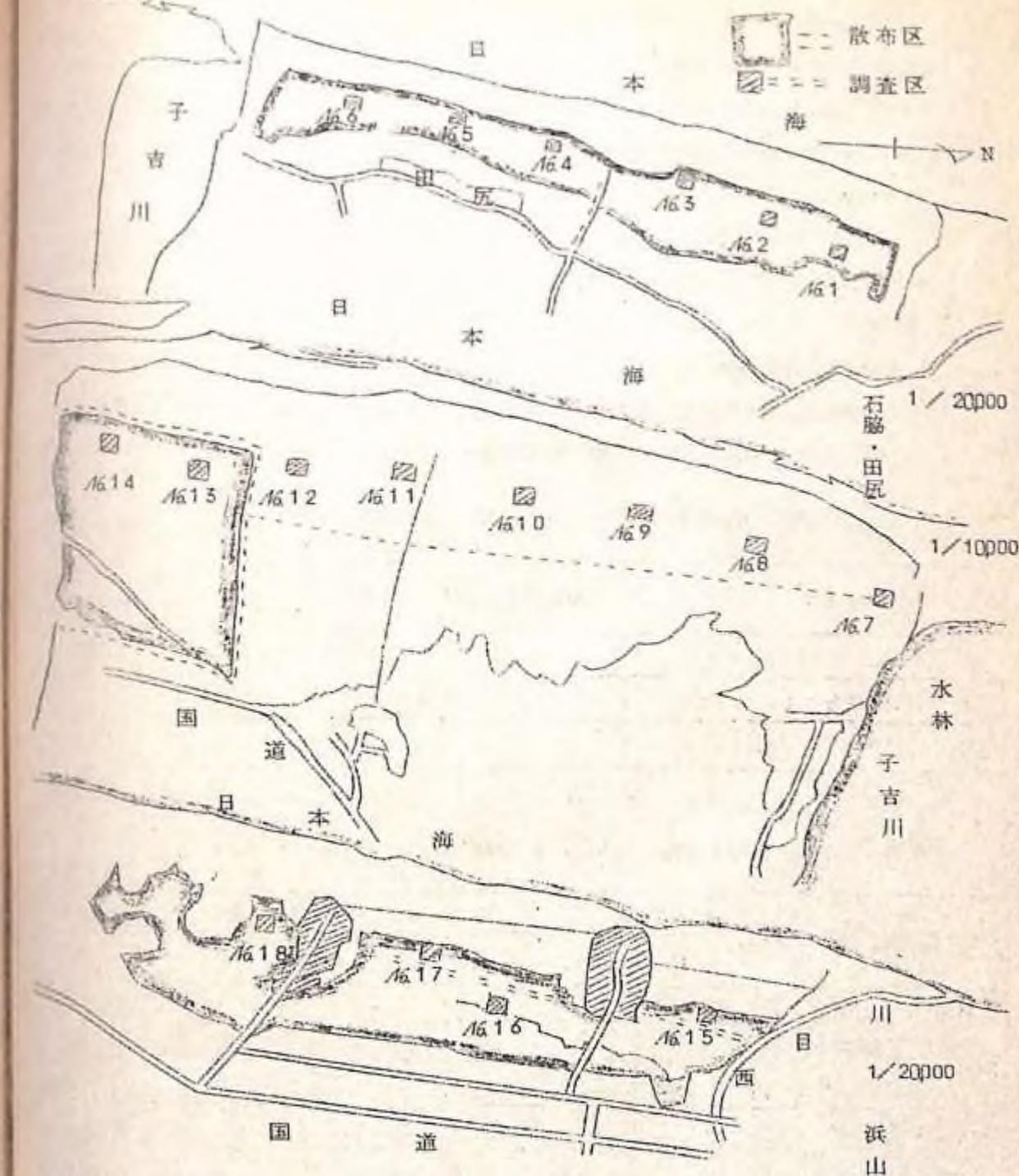
散 布 区	散布多角体量 / ha	散布液量 / ha	散布液濃度 / ml
浜山58林班内，水林57林班内	5×10^{10}	607	8.5×10^5
石脇59林班内	1×10^{11}	1207	8.3×10^5

備考 いずれも展着剤ネオエステリンha当たり33cc加用。

(3) 調査方法

① 横断面の変動調査（各調査区内の横断面の調査）

各調査区（第1図のとおり）は各処理とも6区150~400mの間隔に任意に配置した。1区の面積は5m×5m，調査木は25本，調査時期は散布前の6月8日，散布



第1図 スミシアウイルス空中散布試験調査区位置図

秋田営林局本荘営林署本荘事業区

後25日目の7月4日に実施した。

② 設定虫による罹病率調査

散布後直ちに各調査区の隣接木の枝に寒冷紗袋(折径5.0cm, 長さ1m)を取りつけ、罹病率を調査するため供試虫を袋内に放した。供試虫は岩手県江刺市野手崎白山堂アカマツ林より採集した7~8齢虫である。

1袋に収容した虫数: 10頭。

③ 罹病率調査: 7月4~5日。

(4) 結果

① 棲息数の変動調査

自然棲息数は第2表のとおりで極めて低密度であった。なお調査区外より7月4~5日採集した自然棲息虫について罹病率を調査した結果は第3表のとおりであった。

第2表 DCV野外散布による個体数の変動調査結果

処理別	調査区数	調査木本数	散布前 6月8日	散布後 7月5日
無散布区(水林)	6	150	0頭	0頭
5×10 ¹⁰ 散布区(浜山, 水林)	6	150	3	1
5×10 ¹¹ 散布区(石脇)	6	150	0	0

第3表 自然棲息虫の罹病率調査結果

採集場所	態別	生存中		死亡虫		計		
		CV	健全	CV	寄生 バエ	CV	寄生 バエ	
散布地 (石脇)	幼虫	4	10	0	1	4	1	10
	蛹	1	2	1	0	2	0	2
	計	5	12	1	1	6	1	12
無散布地 (水林)	幼虫	0	0	0	0	0	0	0
	蛹	0	1	0	0	0	0	1
	計	0	1	0	0	0	0	1

昭和42年7月4~5日調査

③ 設定虫による罹病率調査

散布後25日目の設定虫による罹病率調査結果は第4, 5表のとおりで、無散布区の罹病率0%に対し5×10¹⁰散布区は3.3%で、10¹¹散布区は5.0%であった。罹病率が非常に低かったが、これは水和剤製剤法にも一因があるようと思われる。すなわち今回使用した水和剤の製法は、原体調製の段階で液量をなるべく少なくするため罹病死虫体を肉ひき器で粉碎し、真空冷凍乾燥機で乾燥後、熱を加えないようにして微粉とし、これにホワイトカーボンその他の微粒子を混ぜて水和剤としたものである。なお、前回調製した水和剤は罹病死虫体に水を加えてミキサーで磨碎し、これを布袋で漉過したもので、病原多角体の損失を少なくするため液量が多くなる傾向となつた。しかし散布効果は今回の水和剤に比べて優つていた。この点今後水和剤の製法についてもまだ検討する必要がある。しかしDCVの罹病死虫率は低かったが、その他の罹病死虫および異状を呈した虫等を含めた全体の率は、無散布区1.17%に対し、5×10¹⁰散布区は2.50%, 10¹¹散布区は5.0%に達し、散布効果がかなり顕著にみとめられた。

第4表 処理別の罹病率結果

処理	供試虫	生存虫 死亡虫						不明	CV	性比 雌	
		虫数	解剖所見		虫数	死因					
			正常	CV		CV	F	寄生蜂	アリ		
無散布区	(100)	(885)	(885)	(0)	(108)					(08)	(00)
(水林)	120	106	106	00	15	0	5	2	8	7	0
散布区	(100)	(525)	(500)	(25)	(408)					(83)	(33)
(浜山) (水林)	120	63	60	3	47	1	11	6	29	10	4
散布区	(100)	(800)	(750)	(500)	(117)					(83)	(50)
(石脇)	120	96	90	6	14	0	6	0	8	10	6
											051

備考 CV スミシアウイルス罹病虫

寄生蜂 サクサンヒラタヒメバチ

F F型軟化病

アリ アリによる捕食

()内は%

第5表 調査袋別の罹病虫数調査結果

処理	番号	供試虫数	生存虫死亡虫						不明	性比(♂)		
			解剖所見虫			死因						
			正常虫数	CV	数	CV	F	寄生虫アリ				
無散布区 (水林)	7イ	10	10	10						7	5	
	ロ	10	10	10						6	4	
	8イ	10	10	10						5	5	
	ロ	10	1	1	8				8	1	1	
	9イ	10	10	10						6	5	
	ロ	10	10	10						4	6	
	10イ	10	9	9	1	1	1			4	4	
	ロ	10	10	10						6	4	
	11イ	10	10	10						6	4	
	ロ	10	8	8	2		1	1		4	4	
	12イ	10	9	9	1		1			3	6	
	ロ	10	9	9	1	1				5	3	
	計	120	106	106	15	17	5	2	8	1	56	
											47	
散布区 (浜山林)	13イ	10	10	9	1	1				2	6	
	ロ	10	7	7	3	3				4	5	
	14イ	10	0		5				5	5		
	ロ	10	0		7				7	3		
	15イ	10	6	6	3		3		1	4	2	
	ロ	10	6	5	1	4	1	3		4	2	
	16イ	10	8	8	2	2				3	5	
	ロ	10	6	6	4	4				3	2	
	17イ	10	0		10			10				
	ロ	10	10	9	1					3	7	
	18イ	10	8	8	2	2				3	5	
	ロ	10	2	2	7		7	1		2		
	計	120	65	60	3	47	1	11	6	29	10	
										26	36	

処理	番号	供試虫数	生存虫死亡虫						不明	性比(♂)	
			虫	解剖所見虫			死因				
			正	常	C	V	放	C	V	F	寄生虫アリ
散布区 (石脇)	1イ	10	0					8			8
	ロ	10	6	5	1	1	5				1
	2イ	10	9	9			1			1	4
	ロ	10	9	9							6
	3イ	10	10	9	1						8
	ロ	10	9	8	1	1	1				4
	4イ	10	9	7	2	1	1				5
	ロ	10	10	9	1	1	1				5
	5イ	10	10	10							5
	ロ	10	4	4							4
	6イ	10	10	10							3
	ロ	10	10	10							7
	計	120	96	90	6	3	14	11	6	8	47
											45

次に散布地における自然棲息虫の調査を、10月19～20日に行なったところ第6表に示すような結果を得た。散布時においても、自然棲息虫の数は極めて少なかったので、これを以て散布前と散布後、散布区と無散布区の動態を論ずることは困難である。しかし今後個体数の変動を調査しておくことはウイルス散布後の効果判定上極めて必要である。

第6表 敷布地における卵、卵塊、次世代幼虫の調査結果

処理	番号	調査本数	卵	卵塊	幼虫
無散布区 (水林)	7	25	0	0	0
	8	25	0	0	0
	9	25	0	0	0
	10	25	0	0	0
	11	25	1	0	0
	12	25	0	0	0
散布区 (浜山、水林)	13	25	0	0	0
	14	25	0	0	0
	15	25	0	0	3
	16	25	0	0	0
	17	25	0	0	0
	18	25	0	0	0
散布区 (石脇)	1	25	0	0	1
	2	25	1	0	2
	3	25	0	0	4
	4	25	0	0	0
	5	25	0	0	0
	6	25	0	0	0

備考 調査年月日、1967年10月19~20日

2. 熊本営林局水俣営林署管内南志水国有林におけるスミシアウイルス散布試験

(1) 試験地

所在：熊本県水俣市水俣営林署管内南志水国有林 6林班い小班

試験地面積：(1) 敷布区計 0.5ha

(2) 無散布区計 0.3

合計 0.8

林況：クロマツ7年生人工植栽地

(2) 試験および調査方法

試験区：1齢幼虫を対象にした1ha当たり1.0¹¹散布区、5齢幼虫を対象にした1.0¹¹および5×1.0¹¹散布区、4~5齢幼虫を対象にした1.0¹¹、5×1.0¹¹散布区と、それぞれに対照区を1区設け、合計8区を設定した。各試験区は1.5~2.0mの間隔をおいた。

散布病原体：1~(1)使用したものと同じものを用いた。

散布方法：背負式動力噴霧機による地上散布で1.0¹¹散布区については、本剤6.0gを水4.0Lに溶解し、これに展着剤としてネオエステリンを加えて十分に搅拌して散布した。5×1.0¹¹散布区は本剤3.00gを水4.0Lに溶解し、これに同展着剤2.5ccを加えたものを用いた。

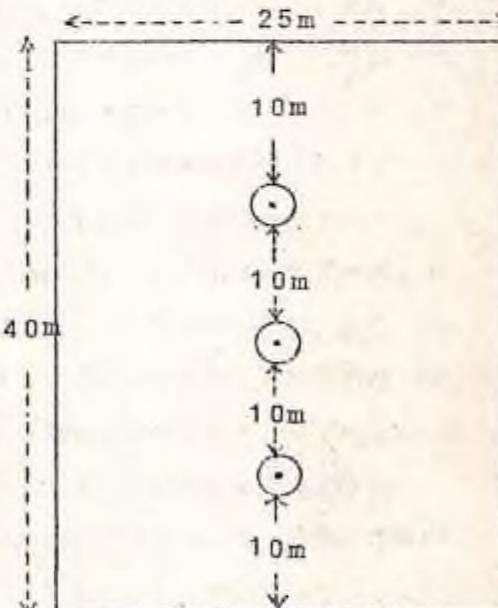
供試虫：試験地内の自然発生虫が僅少のため、熊本県菊池郡大津町字尾野の民有林で採集した卵塊を、支場で孵化させた1齢幼虫を即日供試し、5齢幼虫については、同卵塊より得られた幼虫を個体飼育したもの用いた。また4~5齢幼虫については前記民有林の自然虫を散布前日に採集して用いた。

散布月日および供試虫設定：1齢幼虫を対象とした散布は、42年7月28日、5齢幼虫は8月25日、4~5齢幼虫は9月29日に実施し、何れも散布後直ちに各試験区内のA、B、C地点（第2図の任意の枝に寒冷紗袋を2枚づつかけて、1袋に20頭の供試虫を放飼した。

罹病率調査：散布設定2週間後に行なった。

(3) 結果

調査結果は第7表に示すとおり、各試験区とも多角体がみとめられなかった。この原因については、前述のような原因が考えられる。なお、本試験区の自然虫については、越冬あけ幼虫の罹病状況調査を実施する予定である。



第2図 供試虫設定位図

第7表 敷布試験調査結果

多角体散布量	面 積	供試虫 類頭数	散 布 月 日	調 査 月 日	健 全 虫	罹病虫			遺 失
						C V	イザ リア	計	
对照	0.1 ha	1 120	7.28	8.11	114	0	1	1	5
1×10^{11}	〃	〃 〃	〃	〃	110	0	1	1	9
对照	0.1	3 120	8.25	9.8	116	0	0	0	4
1×10^{11}	〃	〃 〃	〃	〃	107	0	0	0	15
5×10^{11}	〃	〃 〃	〃	〃	111	0	1	1	8
对照	0.1	4~5 120	9.29	10.15	114	0	3	3	3
1×10^{11}	〃	〃 〃	〃	〃	118	0	2	2	0
5×10^{11}	〃	〃 〃	〃	〃	102	0	6	6	12

5. 秋田営林局能代営林署大開浜国有林におけるスミシアウイルス散布翌年の調査

(1) 昭和41年度における散布試験の概要

- (イ) 試験地所在：秋田県能代市能代営林署大開浜国有林
 (ロ) 面積：散布区 1.5ha ，無散布区 7ha ，計 22ha
 (ハ) 林況：クロマツ2~15年生海岸砂防林
 (ニ) 1ha 当たり散布多角体量： 10^{11}
 (ホ) 1ha 当たり散布液量： 60L
 (ヘ) 敷布液濃度： $1.7 \times 10^8/\text{ml}$
 (ト) 敷布方法：ヘリコプターによる空中散布
 (チ) 敷布年月日：昭和41年5月19日前7時~9時5分

(2) スミシアウイルス散布後の樹虫数の変動

(1)に示すような方法でスミシアウイルスを散布し，散布地におけるマツカレハの個体数の変動調査を，散布の年と散布の翌年の2カ年にわたって行なったところ第8・9表に示すような結果を得た。これによると散布当年世代ならびにその次世代秋幼虫の密度は以下の傾向をしめしたが，散布翌年の調査結果は，散布地域全体の樹虫密度が少ないことも

第8表 DCV野外散布による個体数の変動調査結果

処理別	調査区 数	調査本数	幼虫数の変動				羽化数			卵 塊 数	次幼 世虫 代数
			5月 18~ 19日	5月 27~ 28日	6月 17日	7月 6日	♀	♂	計		
Cont.	10	$20 \times 10 = 200$	47	28	26	34	5	4	9	2	111
	8	$20 \times 8 = 160$	26	18	26	19	2	4	6	0	42
	8	$20 \times 8 = 160$	19	13	7	9	0	2	2	1	29
	8	$20 \times 8 = 160$	7	6	8	6	0	1	1	0	1
	9	$20 \times 9 = 180$	18	10	15	10	3	1	4	1	24
	9	$20 \times 9 = 180$	10	7	17	7	1	0	1	2	60
計	52	1,040	127	82	97	85	11	12	25	6	267
1×10^{11}	9	$20 \times 9 = 180$	6	7	10	6	0	0	0	0	18
	9	$20 \times 9 = 180$	6	10	4	11	1	0	1	0	22
	11	$20 \times 11 = 220$	53	20	10	25	1	0	1	0	56
	9	$20 \times 9 = 180$	16	11	7	5	0	0	0	0	3
	10	$20 \times 10 = 200$	27	21	15	10	1	3	4	0	10
	10	$20 \times 10 = 200$	22	19	26	14	3	0	3	0	22
計	58	1,160	110	88	72	71	6	3	9	0	111

あって、差は全くみとめられず，散布区と無散布区の密度の変化を論じることは困難である。やはり今後継続しての調査結果を待たねばならない。なお42年7月6日僅かの残存老熟幼虫について解剖検査を行なったが，散布区，無散布区とも，DCVによる罹病虫はみとめられなかった。

第9表 DCV野外散布による個体数変動調査結果

能代 1967年(散布の翌年)

処理別	調査区数	調査本数	幼虫(蛹)	蛹	卵塊数	3世代幼虫数
			6月 26~28日	10月 16~18日	10月16日	10月16日
対照	10	200	41 ⁽¹⁾	22	2	6
	8	160	16 ⁽¹⁾	4	0	2
	8	160	15 ⁽³⁾	6	1	0
	8	160	11 ⁽³⁾	2	0	0
	9	180	13 ⁽⁵⁾	10	1	2
	9	180	36 ⁽⁵⁾	7	1	5
計	52	1,040	132 ⁽⁸⁾	51	5	13
1×10^{11}	9	180	11 ⁽²⁾	5	0	6
	9	180	9 ⁽¹⁾	17	1	13
	11	220	29	7	0	1
	9	180	22 ⁽³⁾	5	0	0
	10	200	23	6	1	2
	10	200	18 ⁽²⁾	10	0	0
計	58	1,160	112 ⁽⁸⁾	50	2	22

以上は42年度における散布試験と調査の結果であるが、マツカレハスマシアウイルスについて今までの試験の経過と得られた成果の概要について述べると次のとおりである。

スマシアウイルスは1956年当場にて検索されて以来、我々はマツカレハに対して室内における濃度別接種試験、各齢幼虫に対する接種試験、病原体ウイルスの散布剤別接種試験、貯蔵年度別接種試験等を行ない、イザリ亞との混合接種試験の外、他の昆虫に対する接種試験、特に家蚕に対しては各種の試験をくり返し行なって来た。野外試験では、散布量別

(散布液濃度・散布液量)、散布時期別、散布剤別、地域別の試験、動力および手動噴霧器による地上散布、ヘリコプターによる空中散布試験等の外、散布後の経過日数とウイルスの活性の変化を調べる試験等を行なった。また、これら接種試験とならんで、ウイルスの量産試験、ウイルス量産とむすびつけるためのマツカレハの長日処理飼育と、人工飼料による飼育実験等を行なって來た。また温血動物に対する毒性の有無についても、マウス、ウサギ、ハムスターを用いて接種試験を行なった。

この結果、室内においても野外試験においてもこの病原体はマツカレハに対して強い病原性を示し、室内接種試験では $10^2/\text{ml}$ の濃度でもよく罹病し、 $10^3/\text{ml}$ では殆んど死亡する。齢による感受性は虫体重量1当り接種した場合、若齢と壮老齢幼虫に強く中齢時に幾分下がる傾向が見られ、死亡するまでの期間も長くなつた。イザリ亞菌との混合接種試験では混合接種の方が死亡率は高まるが、高濃度になると混合接種でなくとも一様によく罹病した。他の昆虫に対する接種試験では、ツガカレハ、にはマツカレハと同じように強い病原性を示し、ハラアカマイマイ、マイマイガ、オビカレハ、クヌギカレハ、ヤマダカレハ等にも病原性を示した。家蚕に対する接種試験では高濃度のものを接種すると若齢幼虫には発病した。その罹病の程度はマツカレハに対する病原性よりははるかに低いが、この点については国立蚕糸試験場に於て更に十分な調査検討を行なつてある。マツカレハに対して野外散布試験の結果では、14a当り多角体量にして $1 \times 10^{11} \sim 3 \times 10^{11} \sim 5 \times 10^{11}$ が適量であることがわかった。散布剤別では、現在のところ懸念なく液剤のものが一番効果があり、水和剤または粉剤態にすると幾分効果が低下することがわかった。1966年に製剤した水和剤と懸念なく液の病原性を比較検討した試験があるが、その結果は第10表のとおりである。この表によるとDCV-S、すなわちスマシアウイルス未精製多角体(罹病中腸部を取り出し水を加えて磨碎し脱脂綿で濾過したもの)のものは、ED₅₀が $10^{2.03}$ すなわち 1.3×10^2 であるのに対し、DCV-W(水和剤に加工したもの)は $10^{3.73}$ すなわち 5.5×10^3 が50%有効量になることを示した。DCV-P(遠心分離機にかけて精製したもの)は $10^{2.99}$ すなわち 5×10^2 を示した。これによってわかるとおり、懸念なく液と水和剤との間には、病原性に約1オーダーの差があらわれたことになる。

水和剤の場合、今まで2回製剤したが、前述のとおり製剤の方法によってもかなり病原性が違つてくるので、粉剤とともに製剤技術の研究を行なつて、液剤と効果のかわらないものを作成する必要がある。なお粉剤の場合は、散布方法、散布時刻等によっても効果が左右されることが大きいので、散布技術の研究もなお必要と思われる。一例を示すと、今まで行なっ

第10表 マツカレハ幼虫に対するスミシアウイルス懸液と
水和処との ED₅₀

病原	供試虫數	Log ED ₅₀	分散
DCV - P	51	2.69	± 0.58
DCV - S	54	2.08	± 0.42
DCV - W	55	3.75	± 0.35

参考 病原体

DCV-P：マツカレハスマシアウイルス精製多角体

DCV-S: * 未精製多角体

DC V-W: 水和剤中に加工した DC V

試驗期日

接種 1966, 6, 17

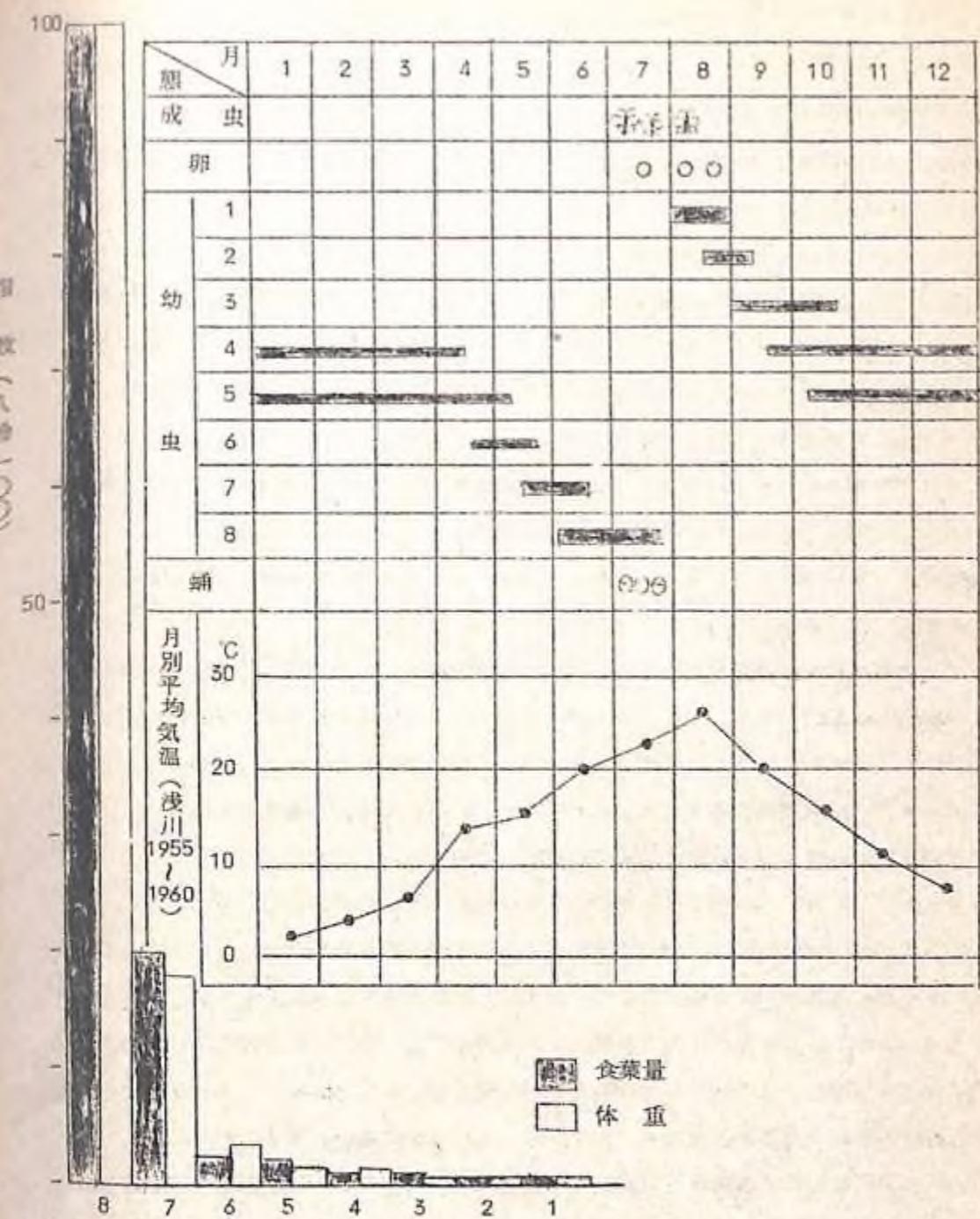
解剖検査

接種虫齡 8 齡初期

た粉剤の散布試験で、動力散粉機による地上散布で日中行なった試験では、液剤に比べ非常に効果が劣ったが、ヘリコプターにより、早朝で松樹に露がある時刻に空中散布を行なった場合には、懸念なく液とかわらない効果を示した。多角体ウイルスの貯蔵試験では 0°C の冷蔵庫に貯蔵すると3年間では病原性に影響はなく、5カ年間貯蔵した場合においても余り病原性は低下しないことがわかった。すなわち多角体ウイルスは温度の低い暗い場所に保存すると容易に活力が失なわれない。

散布時期は感染が経口的に行なわれるので、ある程度摂食がさかんになり気温も上昇した頃虫歯で5~7歳の時期、すなわち東京地方では5月中旬~6月上旬が適期である。

マツカレハの齢別虫体重量と食葉量は第3図に示すとおりで、摂食加害の大半は7齢盛食期以後に起るものである。従ってこの時期に罹病するよう、摂食量の多くなる2週間位前に病原体を散布するとよい。また孵化幼虫～3齢時に散布しても効果があり、東京地方では8月上・中・下旬頃の散布が適当である。散布液量は松樹の大きさ、散布器具の種類等により異なるが、1ha当たり1,000～4,000l、空中散布では50～100kgが適量である。粉剤



第3図 マツカレバの発育経過

では1ha当たり30～60kgが適当と思われる。散布液の濃度は $5 \times 10^5 \sim 10^6$ /mlが適当である。散布後散布ウイルスは風雨等により流失し、または紫外線等によって活性を失うが、散布試験の結果活力の半減期は6～7日であった。野外に散布する多角体ウイルスは、散布液をつくる段階で、虫体全体を磨碎するので、この中に昆虫の血液も含まれて混入するから、散布した場合散布液が乾いた後ならば降雨があっても、流失が割合少ないものである。紫外線によるウイルスの不活化試験は、雨水による流失以上に影響を受けるようであるが、この試験はさらに追試して確かなければならない。何れにしても散布液は多角体の形で散布するので、紫外線に対しても温度に対しても、ウイルス粒子の形よりはるかに安定性がある。例えば、多角体とウイルス粒子の温度による失活を調査したところ、次のような結果を得た。すなわち、多角体液と炭酸ソーダで処理したウイルス粒子の液を、40°Cと55°Cの温度に30分間作用させた後、マツカレハ6齢幼虫に1頭当たり 10^5 接種したところ、多角体では100%の罹病率を示したのに対し、ウイルス粒子の場合は罹病率0%であった。ウイルスを溶解することによる影響もあるが、多角体とウイルス粒子の温度による活力の大きな違いを示すものである。

次に散布ウイルスの量産であるが、ウイルスは周知のように生きた宿主細胞内においてのみ増殖することができる。すなわちイザリア菌のように人工培養をして増殖させることはできない。したがってウイルス量産は生きた宿主細胞の量産問題ということにもなるわけであり、これには組織培養で多量の細胞をつくるか、宿主を多量に飼育するかして、これにウイルス病原体を接種し発病させて、そこに生産されるウイルス病原を探るか、この2つの方法があるわけである。組織培養はいまのところまだむずかしい問題であるので、現在はマツカレハの生きた虫体をとおして増殖するが、その方法は、病原多角体を最も多く形成する7～8令の時期に自然発生虫を採集し、カンレイシヤ袋に高密度に収容(巾1m、折幅50cmの大きさの袋に100頭位)して、接種葉を与え飼育する。多角体の形成は2～3週間すると最大に達するので、3週間位したら中の虫を取り出し、虫体全体をミキサーにかけて磨碎し、布で撫過する。この液が散布原液であり、散布に際しては適当にうすめて使用するわけである。この方法によれば適確により病原体を得られる。またウイルス散布地の虫を散布後1ヶ月位に、生きているものも死亡しているものも集め、これをすりつぶして病原体を得る方法も勿論のぞましいわけである。一方マツカレハを人工飼料で飼育し、長日処理飼育とあわせて行ない、簡易で多量の病原体を計画的に得る方法を試験しており、この人工飼料による飼育の見とおしついたが、なおより優れた飼料研究の必要がある。この人工飼料によって、

できればマツカレハ幼虫の無菌飼育を行なって、ある時期に飼料にウイルスを撒布または混入してこれを与えて発病させる方法が考えられている。

温血動物である、マウス、ウサギ、ハムスターに対する影響の試験では、(1)生後2日目の乳のみマウスに、マツカレハ精製ウイルス原液を多角体数にして 2.5×10^3 脳内に接種したが、脳炎または脳水腫等の異状はみとめられなかった。5週間マウス9匹の脳内に同量のウイルスを接種したが同様であった。精製多角体液の 2.9×10^6 を3週間マウスの腹腔内に接種したが、諸臓器に異状はみとめられなかった。また高濃度の精製多角体液(10^5)を4週間マウスの静脈内および腹腔内に接種したが1週間の観察期間内に死亡するものはなかった。(2)多角体 1.25×10^5 を含む精製多角体とこの多角体に相当する精製ウイルス液を、ウサギの筋肉内に接種し、1カ月間観察したがともに影響をみとめなかった。(3)精製多角体液の多角体数 9×10^6 およびその10倍量をハムスターに腹腔内接種し、1カ月後に解剖した結果諸臓器にいづれも病変はみとめられたかった。今までにこのウイルスを多く扱っていても、アレルギー症状のような現象もあらわれないので、人間に対してもおそらく影響はないものと考えられている。

次に散布試験調査に関連した越冬明け幼虫の調査と、ウイルス散布の効果について、今までに行なった散布試験から検討してみた結果次のように考えられる。

越冬明けのマツカレハに対し野外散布試験を数多く行なったなかで、ウイルス散布後個体群の変動調査を行なっていると、散布前よりもかえって幼虫数が多くなっている場合をたまたま経験した。この原因は調査の精度やなれないことにも一因があるが、さらにこの原因を究明するため、越冬明け直前の3月10日より10日間おきに樹上幼虫数を念入りに調べてみた。調査地は神奈川県相模原市民有林であるが、これによると3月始め樹上越冬と思われるものを含めて、ある数の幼虫が樹上に認められた。それを全部とり去っても5月上旬にいたるまで、次々に新しい幼虫が樹上に認められた。このように野外では越冬明けのものが短期間に葉上に集まり摂食を開始することではなく、気候が大分暖かくなつてからも長い期間にわたって樹上に定着して来ることがわかった。

ウイルス防除の効果は、散布対象個体群の状態によっても異なってくることがわかった。すなわち、(1)散布効果が非常に高かった場合、(2)散布効果があったが(1)のような効果を得るには非常に多量の病原体を必要とする場合、(3)散布効果がほとんどみられない場合。

以上の3つにわけて個体群の一般的な特徴をみると(1)の場合には、個体群密度が上昇期にある中間密度の個体群に属する場合が多く、(2)の場合には、密度の極めて低い個体群に属し、

(3)に属する個体群をみると、異状発生した時の個体群で、軟化病等の流行が自然状態でもみられる場合に多くみられた。このことからウイルス散布は、単にいかなる集団に散布を行なってもよいというものではないことがわかり、ウイルス散布の場合だけでなく、害虫の防除に当っては、散布個体群の調査等を綿密に行なって防除の意義を明らかにすることを教えてくれたものである。

4. こんごの問題点

今後の問題点を要約してみると次のとおりである。

(1) 使用形態と水和剤および粉剤の製剤技術の検討

剤の形態としては懸たく液、水和剤、粉剤等があるが、懸たく液は貯蔵しても活性が低下しないこと、現地で簡単に散布液をつくることができること、製剤費の低廉なこと等が利点であるが、その製液過程において腐敗を起すため悪臭があること、運搬その他取扱いが不便な欠点がある。水和剤や粉剤は製剤費がかさむ点、病原性が懸たく液に比べ若干低下する傾向がある。この2点に留意して今後製剤技術の研究が必要である。

(2) ウィルスの量産

ウイルスの量産は今のところ現地において行なっているが、これとならんで今後は人工飼料によるマツカレハの飼育技術の開発、長日処理飼育の応用によって、室内で虫の量産をはかり、適期に接種してウイルスの計画的生産をはかることが肝要である。この見とおしは前述のとおりついているが、更によいものを簡単かつ経済的に生産できるように、研究をつづけてゆかなければならない。また幼虫期間が短かく、1年中何時の時期にも幼虫が得られ、飼育が容易で病原性も失われない、マツカレハに代る宿主を探して量産することも考えられる。

(3) ウィルス散布後の個体数の変動調査

ウイルス散布跡地の個体数の変動調査を行なうことは散布後の変動を知るために極めて必要であり、大面積に散布して始めてこの調査の意義が大きいものと思われる。よってこの機会にその調査は長くつづけることによって、森林害虫の生物的防除の意義を明らかにするものである。

(4) 他の病原体、特にマツカレハF型軟化病に関する病原ならびに病原性の究明

スミシアウイルスの散布試験調査、またはマツカレハの生態調査等を行なっていると、F型軟化病による罹病死虫が甚だ多く目につく。このF型軟化病は野外においては、スミシア

ウイルス以上にしばしば流行例が見られるものであるから、この病原体の確定と病原性の検討を行ない、あわせてスミシアウイルス利用との関連性などを深く究明し、森林害虫のウイルスによる防除法の確立を望むものである。

ノコ屑堆肥の肥効に関する試験

1. 試験担当者

土壤調査部土壤微生物研究室：植村誠次・佐藤 俊・山家鉄人

2. 試験目的

わが国では、年間 500 万 t をこえる大量の廃材（オガ屑、スラッジ、チップ屑、樹皮）が生産されていますが、一部が利用されているにすぎなく、多くの場合その処理に困っている現状です。一方農林、園芸方面では、これまでのわら、落葉の堆肥は原料の入手難、労力の不足などから次第に利用し難くなり、これに代わる製造容易な有機質源が強く要望されています。

本研究は、これらの廃材、まず最初にノコ屑の堆肥化とその利用、開発を目的として、一応以下の項目を研究の対象としたものであります。

- (1) オガ屑その他廃材の微生物的、化学的あるいは物理的処理方法による堆肥化の研究。
- (2) 堆肥化に関与する微生物相を探索して、強力な分解菌の分離、培養、接種方法の確立。
- (3) 堆肥分解過程における組成の変化ならびに成品堆肥の化学成分の解明。
- (4) 堆肥の合理的な施与方法ならびに肥効についての試験。
- (5) オガ屑堆肥あるいは廃材堆肥の微生物用培地としての利用、開拓。

3. 試験の経過とえられた成果

本研究は、自昭和40年を昭和42年の3カ年間で一応完了したことになっておりますが、廃材の堆肥化の研究は、最近注目されて取上げられたばかりで、廃材の種類による堆肥化の方法、農、園芸方面も含めた肥効試験など、さらに引き続き解明を要する研究課題が多く残されている現状であります。

この3カ年間の研究により、一応取締め得た研究項目は、次に述べる2項目であります。

- (1) 有機質添加による廃材（オガ屑、スラッジ）の堆肥化と施与方法

本研究は、既に昭和35年度から予備的に進められ、主に昭和40年、41年度の研究成果によって一応取締めを完了したものであります。その詳細については、後述Ⅰの項で紹介の通りです。なおこれまでに、この研究については、次の発表がされています。

1. 植村誠次 農業技術 Vol. 18: 472-474, 1963
2. 植村誠次 オガ屑堆肥の製造と施用効果、わかりやすい林業研究解説シリーズ No. 6, P.P., 51, 1964
3. 植村誠次 山林 No. 66: 24-30, 1964

4. 植村誠次 土と微生物 No.5: 9-16, 1963
5. 植村誠次 現代林業 No.21: 19-35, 1967
6. 植村誠次 蚕糸科学と技術 No.7: 49-52, 1968
7. 植村誠次・山家義人: 74回日林大講: 148-150, 1964

(2) オガ屑の発酵堆肥化にともなう木材組成の変化と熟成度について

本研究は昭和42年度に実施して、昭和43年4月の第79回日本林学会大会に、その要旨を発表したもので、その概要は後述Ⅱの項に記載の通りであります。

なお以上のはか、オガ屑堆肥発酵菌の分離、培養、接種についての研究、苗畑施用試験など、予備的な2, 3の実験を実施していますが、まだ始めたばかりで、取纏めの段階までいたっていません。

この他、農園芸方面におけるオガ屑堆肥の肥効試験については、昭和41年度に農林水産技術会議が中心となって、石川県、栃木県各農試（以上水稻）、愛知県農試（小麦）、神奈川県農試（かんらん）で実施され、42年度に、いづれもかなりよい成績の期待されることが報告されています。

I. 有機物添加による廃材（オガ屑、スラッジなど）の堆肥化と施与方法（土壤微生物研究室）

A. はじめに

林業試験場土壤微生物研究室では、昭和35年頃からオガ屑、スラッジなどから土壤改良剤を製造する予備試験に着手していますが、昭和40年度から3カ年特掲項目の研究に採用され、これまでに主にオガ屑、スラッジを材料とし、これに有機質あるいは無機質の肥料を加え、必要に応じてさらに分解菌（好熱性纖維素分解菌、ヒトヨダク属の糸状菌、市販の発酵促進剤）などを添加して、30回以上にわたって堆肥化の試験を行ない、その発熱経過の調査、製造堆肥の成分分析および一部のものについては肥効試験を実施してきました。

現在（昭和43年3月）までに、一応内地産の廃材（オガ屑、樹皮）に有機質肥料を添加して発熱発酵させて、1カ月内外で一応土壤改良剤をかねた堆肥化に成功し、今後は分解の極めて困難な外材バーチの堆肥化の研究を進める予定であります。

以下主に過去5カ年間当研究室で実施して有機質添加による廃材の堆肥化ならびに製造

堆肥の施用ならびに肥効試験の結果の概要を取締めて報告します。

1. 廃材堆肥の製造方法

1-1: 原材料の準備

これまでに実施したいろいろの原材料の組み合せによる製造試験の結果、一応第1表に示したような原材料の組み合わせが好ましいものと考えられます。原料としての廃材には、主にオガ屑、チップ屑、スラッジを使用しましたが、スラッジの新しいものは水分含量が70%近くもあるので、一応ある程度乾燥させるか、乾燥したオガ屑と混合して用います。大型の樹皮は細断（径5ミリ内外）することが必要です。また細目のオガ屑には、ワラ、チップ屑などを重量で10~20パーセントくらい混合します。とくにワラ（三つ切りにしたもの）を廃材に重さで10パーセントくらい混合したものは、発熱も良好であり、ワラの分解の程度により堆肥の熟化状態を判断することができるので便利です。第1表のうち、A, Bの組み合わせによる製法が比較的容易で、かつオガ屑の樹種による難易もありません。

第1表 廃材堆肥原材料の組み合わせ

製法 原材料	A	B	C	D	摘要
廃 材②	1,000kg	1,000kg	1,000kg	1,000kg	水分標準30%内外
乾燥糞便	100kg	100kg		100kg	
米 ヌ カ	50~100kg		50kg		
人 プ ツ 尿		600l			（発酵したものを用いる）
液 肥			30l	30l	（稀釀して混合する）
消 石 灰			5kg	5kg	（液肥15-6-6）
分 解 菌	（若 干）	（若 干）	（若 干）	（若 干）	市販分解菌
水 分 (水)	55%	55%	55% (1,000l)	55% (1,000l)	

② 主にオガ屑、スラッジを使用、スラッジは水分70%以上を含む場合が多いので水分の調節に注意し、必要に応じ乾燥させたものを使用する。

なお最近、ラワン、米ツガなど、外材の樹皮の堆肥化が一部で試みられております

が、多くは海水貯木なので、樹皮中の含有塩分の害が心配されています。私たちがこれまでに実験した範囲では、今までのところ製造面においても、施用面においてもとくに心配はみられない。添加材料としては第1表に示したもののはか、化学肥料、青草、でんぶんカス、魚カスなども適当に利用します。ことに魚カスは添加剤として大変すぐれているようです。廃材中には落葉、ワラ、青草などと異なり、これらを分解する菌がほとんどないか、いても種類が限られていますので、原材料の組み合わせのいかんによっては、分解菌や発酵促進剤の利用が効果を示す場合もみられています。現在市販の発酵菌、発酵促進剤もかなり利用されているようです。しかし、いろいろな分解菌をたくさん含んでいる鳥糞、家畜の糞尿などを多量に加えた場合、分解菌や発酵促進剤の利用がどの程度の効果を示すかは今後の検討を要する問題があります。分解菌の活動を促進させるためには、むしろ環境条件（水分、空気、養分などの状態）を改善する方がより先決問題と考えられます。

1-2：積み込みの方法

積み込みの時期は多量（1トン以上）の原料ならば真冬でもよろしいが、温度の高い晩春から夏にかけて行なうことが好ましいようです。屋内では400キロ以上の原材料を用いて写真1のように1辺1.3m立方ぐらいの木枠の内側にコモをはって、中に積み込みます。屋外では300キロ以上の原材料を用い、排水のよい場所に写真2のように底の直径2.5mくらい、高さ1.8mくらいの円錐形に、途中30cmごとにワラを薄くかませて崩壊するのを防ぎながら積み込みます。積み終ったらコモや古俵でまわりを囲み、雨天の時はビニールなどでおおいをします。なおたくさんの原材料を積み込む場合は、杭、板、竹柱、コモなどを適当に利用して、幅5m、高さ2m、長さは量に応じて調節した簡単な囲いを作り積み込みます。（写真3参照）積み込みのとき、通気をよくするため、ワラ堆肥の製造の場合のような踏み固めは行いません。また多量を積み込んだ際には、中央や側方に数カ所丸太で空気抜きの穴を設けると効果的です。原材料が多い場合は、適当な量に分け、廃材と添加養料を十分混ぜあわせ、かきまわしながら水を加えた後、積み込みを行ないます。水分の加減は、発熱を左右するもっとも重要な因子の一つで、堅く掘って水分がわずかに手に残る程度、すなわち55パーセントくらいを理想とします。積み終ったあと、下部から水分がわずかにしみ出る程度が好ましいようです。水分が少なすぎると、温度は上昇しますが永続性がなく、また多すぎるとほどんど発熱がみられません。なお廃材粒子の大



写真1 屋内における積み込み

写真2

写真3

小、性質、添加剤の種類、量などに応じて調節することも必要です。

1-3：切返しならびに発熱経過

切返しは、堆肥中の不足した水分を補足するとともに空気の流通を調節し、微生物の活動を再び促進させて、熟化した均質の堆肥をつくるためにぜひ必要とされています。以上屋内、屋外とも積み込みが終ったら、上部と中心部に寒暖計をさしこみ、毎日1回発熱状態を観察します。普通翌日くらいから多少発熱がみられ、4、5日目には中心部は6.5°Cから7.0°C近くに上升します。6.0°C以上の発熱が10日前後続いたら、切返し、つまり、全部をもとのように積みほぐして水分を5.5%になると追加し、発熱が不十分ならさらに養分も加えて十分混合した後再び積み込みます。すると2～3日で全体が6.0°C～7.0°Cの温度に上がります。普通切返しは1回で十分ですが、量が1トンをこえる場合は2回以上しないと均質な堆肥はできません。切返しの前後を通し、発熱が6.5°C以上なら2週間、6.0°C以上ならば3週間以上づければ、一応土壤改良剤として使用してもさしつかえありません。しかしこの程度では、分解期間が短いので、オガ屑などでは表面のセルローズ、ヘミセルローズなどの一部が分解されている程度で、リグニンはほとんどおかされていないので、湿っているときは多少黒味を帯びていますが、乾燥すると生のオガ屑に近い黄色になります。したがって、できあがった堆肥は、すぐ使用する場合は別として、その後数カ月間、堆肥中の肥料成分が流失しないように、雨よけ、排水に留意した場所に保存します。保存中はできるだけ後熟を促進させるため、乾燥させないようにときどきかん水しながらかきまわし、リグニンを分解する糸状菌の発育を盛んにすることが必要です。普通春から夏にわたって積み込みを行ない、冬のあいだ、あるいは早春に施用します。

次に1、2の製造例とその発熱経過を示してみますと、

(1) 鶏糞、米ヌカ添加による屋内枠積み（製造例A）

a 原材料：ラワンオガ屑400kg（水分33%）、米ヌカ40kg、乾燥鶏糞40kg、水分5.5%。

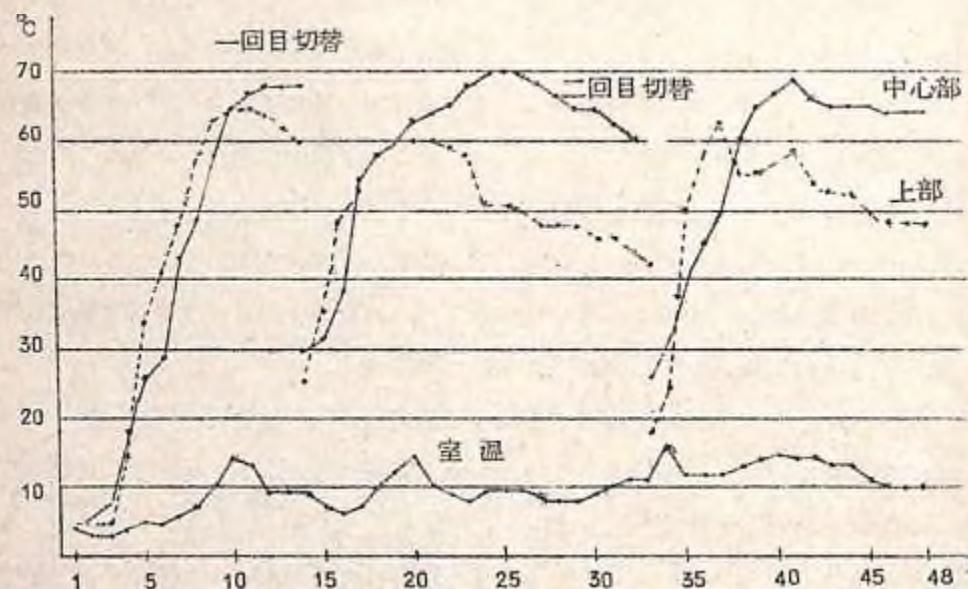
b 積み込み：2月1日実施、前述記載の内側にコモを張った木枠（写真1参照）を使用。水分は木枠の底からわずかに水がしみ出る程度に調整。

c 切返し：この程度の原材料では、1回の切返しでも十分ですが、均質な堆肥をつくるため2月14日（積み込み後14日目）と3月5日（積み込み後33日目）に2回行なった。

d 発熱経過：発熱の経過は第1回のように1回の切返しで中心部は前後を通じ、
60°C以上が計5週間、65°C以上は計2週間続いていた。だいたい1カ月ぐら
いで一応堆肥として使用できるわけだが、33日目の2回目の切返しにより、
60°Cまで低下していた中心部の温度は急に上昇し、65°C前後がその後10日
続いた。

e 考察：原料が比較的分解しやすいラワンのオガ屑でかつ添加した有機質の量も
多いので、寒い時期にもかかわらず、400kg内外の少量でも十分な発熱がみら
れています。原料が少ない場合には、最初の積み込みの際、中心部、すなわち、
全体の上と下をのぞいた中央の3分の1の廃材に添加養分の3分の2を集中して
混合する中筋式（まんじゅうのように中央に添加を集中するのでこう呼ぶ）の方
法も好ましいようです。なお、残りの3分の1の添加養分は、1回目の切返しの
とき、全部に均質に混合します。

第1図 ラワンオガ屑堆肥（製造例A）



(2) 人ブン尿、鶏糞添加による屋外円錐積み（製造例B）

a 原材料：オガ屑（スギ、ラワンオガ屑混合、水分50パーセント）700kg、

人ブン尿400L（市販分解菌を加えて攪拌後1週間放置したもの）乾燥鶏糞
70kg、市販分解菌若干、水分約55パーセント。

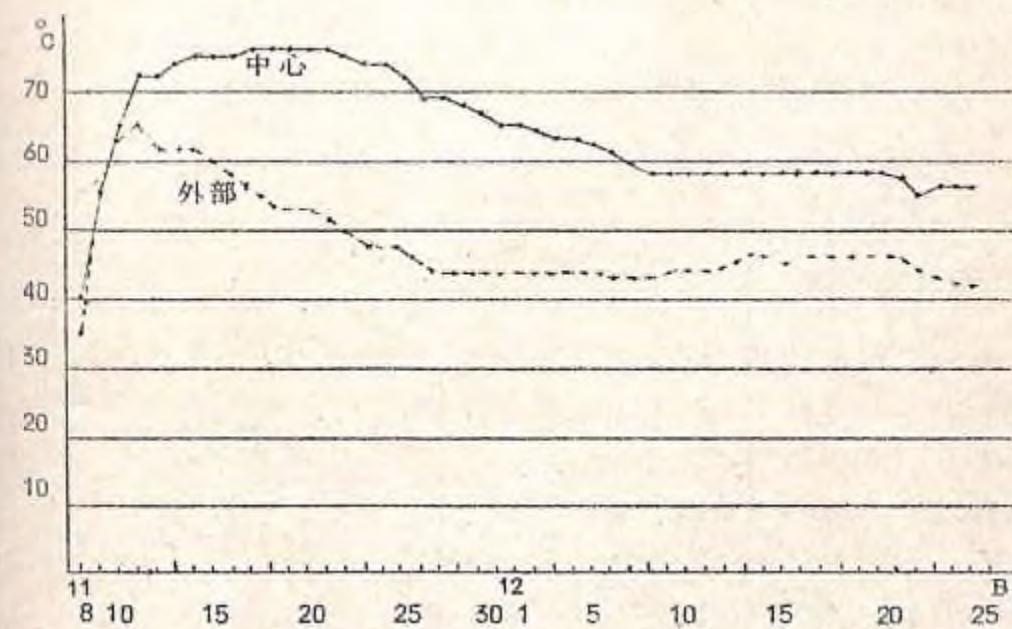
b 積み込み：11月16日実施、上述の原材料を適量あて混合し、水分を調節
した後、屋外で前述記載の円錐形型（写真2参照）に積み込みを行なった。

c 切返し：この場合は、発熱経過を永続して観察するため、第1回の切返しは2
カ月後に行なった。普通60°C以上の発熱が10日から15日続いたら切返しを行
なうことが望ましい。

d 発熱経過：第2回のように切返しを行わないでも、中心部では70°C以上が
15日間、65°C以上が12日間、50°C以上の発熱が1カ月以上続いた。

e 考察：人ブン尿は、分解菌を混入することにより1週間ぐらいで無臭となり取
り扱いが容易となりました。比較のため、鶏糞だけを除いて同様の積み込みを行
なったところ、一応70°C以上の発熱はみられましたが、その後急速に温度が
低下しました。したがって後述のオガ屑堆肥による病害線虫防除の見地からも、
10パーセント内外の乾燥糞の添加はぜひ必要と考えられます。

第2図 スギ・ラワン・オガ屑堆肥（製造例B）



注 堆肥の発酵について

ワラ堆肥と廃材堆肥の分解状態の大きな違いは、ワラの場合は、60°C以上の高温発酵が続ければ、比較的短期間にその70パーセント近くが好熱性のセルロース分解細菌類やある種の放線菌などによって、分解されますが、廃材の場合は高温わずかに10~15パーセントしか分解されません。むしろ同じ期間なら中温(45°C)や常温(30°C)を好み、リグニンやセルロースを分解する糸状菌や放線菌などによって分解される量の方がまさっている結果が得られています。したがって、廃材堆肥では、一応発酵発熱が完了したあとの、後熟のいかんが、良質の堆肥を得るための成否を決める、重要な役割をもっているのです。なお有害物質を含んでいる廃材では、毒成分を分解除去するために、高温発酵を経ることが必要です。

1-4：廃材堆肥の分析結果ならびに製造費

これまでに製造した主な廃材堆肥の成分分析の結果ならびに比較のために、生の廃材の成分を表示しますと第2表のようあります。生の廃材は酸性が強く、チッ素、リン酸、カリの含有量もきわめて少量です。堆肥のPHは積み込んだ初期はいくぶん酸性でも、発酵が進むとしだいに中性、あるいはアルカリ性になります。でき上った堆肥のPH値は、添加する材料によっても異なりますが、7.0前後のものが好ましいようです。

第2表 2, 3 廃材および廃材堆肥の分析値(乾物値)

項目 種類	pH (H ₂ O)	成分分析値(%)			備考
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
ラワンオガ屑(生)	5.10	0.12	0.02	0.16	C 48.7% ; N 0.12 ; C/N 4.06
同 上 堆 肥	6.50	0.75	0.96	0.89	製造例A : C 44.2% ; N 0.75% ; C/N 5.9
アカマツオガ屑(生)	5.10	0.16	0.07	0.13	
同 上 堆 肥	7.28	1.20	1.50	0.63	
カンバオガ屑(生)	5.05	0.21	0.05	0.17	
同 上 堆 肥	6.60	1.24	1.30	0.75	
スラッジ(生)	6.56	0.59	0.09	0.11	
スギ・ラワンオガ屑堆肥	7.20	0.59	0.30	0.25	製造例B

いま製造例A(ラワンオガ屑堆肥)の廃材堆肥について、施与する場合の堆肥に追加するチッ素の添加量を検討してみます。炭素率が約6.0なので、これをチッ素飢餓を起さない理想的炭素率2.0に補整して、1.0アルド当り湿った状態のもの2トン(乾物で1トン)を施す場合には、計算式は省略しますが、約1.5kgのチッ素、すなわち硫酸安にして7.5kgを堆肥に加えることが必要となります。しかし廃材中の炭素のかなりのものは、リグニンなどを形成する分解しがたいものなので、実際にはその半分程度のチッ素を追加すればよいわけです。したがって、製造例Aによってつくった堆肥1トン(水分5.5パーセント内外のもの)を施す場合は、約1.5から2.0kgぐらいの硫酸安を加えて施します。

また廃材堆肥の製造費は、原材料のいかん、入手の難易などで異なることはもちろんありますが、オガ屑堆肥とワラ堆肥の製造費の1例をあげてみると第3表のようです。

第3表 オガ屑堆肥、ワラ堆肥1トン当たりの生産費

	オガ屑またはワラ	乾燥 過 フ ノ	米ヌカ	化学肥料 または 発酵剤	積み込み 切 断	切返し	運搬 その他	計
オガ屑堆肥	1,000円 (500kg)	300円 (50kg)	600円 (25kg)	300円 (発酵剤)	600円 (1人)	400円 (3人)	200円	3,400円
ワラ堆肥	3,000円 (500kg)	300円 (50kg)		200円 (化学肥料)	900円 (1.5人)	400円 (3人)	200円	5,200円

◎ オガ屑、ワラ1トンから約2トンの堆肥が製造される。

また、輸送費に多くの経費を要するので、この点で制約をうけますが、いま6トン積みトラックによる堆肥運搬の概算(運送費のみ)をみますと以下のようあります。

5.0km	6,800円
10.0km	11,200円
15.0km	16,000円
20.0km	21,000円

将来は新しい原材料の組み合わせ方法や、製法の改善、量産化などにより、より安価で効果のある廃材堆肥の製造方法が開発されるべきであります。現在のところその製造費はワラ堆肥の3分の2程度とみられます。また経済的にみてその運搬範囲は北米では150km以内とされていますが、わが国では100kmまでが限度と思われます。

B. 廃材堆肥の使い方と効果

廃材堆肥の合理的な施用方法ならびにその効果などについては、まだ試験を開始して日が浅いので、十分な結果が得られていないのが残念ですが、一応これまでの経験に基づいて使用に際して注意すべき事を述べてみますと、

1. 原材料さえあれば誰でも容易につくれるので、未熟な粗悪品が少なくありません。十分に発熱発酵し、かつ熟化したものを用いることが必要です。
2. 廃材堆肥は乾燥すると分解を停止し、水分が30パーセント以下になると水をはじく性質がありますので、乾燥したものは、事前に十分湿らせて用いるか、1~2ヶ月前に土中に施して、十分土になじませておくことが望ましい。多量を土中に働き込んだ場合はときどきかん水することが必要で、かん水が不可能でかつ干害をうけやすい場所では、マルチングとして施します。したがって堆肥の施用は、初冬から早春の間に施しておくことが好ましい。
3. 肥料成分の不足しているものは、化学肥料を加えて使用します。生のもの、あるいは肥料成分的に不足している場合は、いろいろな栄養障害（チッ素欠乏症など）や病害（散葉病など）を生じやすいので注意が必要です。
4. これまでの農作物についての試験結果ではチッ素肥料を加えて、炭素率を3.0内外に調整しても、基肥は堆肥の場合に劣らない量を施すことが必要で、作物の種類（とくに水稻など）によっては、栽培の後期にチッ素肥料の追加がよい成績を示す場合がみられています。
5. 永続性のある堆肥なので、最初は少なめに、翌年は分解の状態をみて追加する方法が望ましく、初年度の効果にまどわされて、毎年多量を施用すると、未分解有機質の過多により栄養障害や病害を生ずる恐れがあります。
6. 一般的の施用量を示しますと、土壌の性質に応じて10アール当たり500~3,000kgを地表10~30cmの層に働きこむか、あるいは地表にマルチングします。堅密な粘土質土壌の場合には6トン程度を働きこんでよい結果を示している

例もみられています。鉢栽培の場合には、作物の種類に応じて鉢土の容積の2~5割程度を苗木などでは土と同じくらいを加えて用います。苗木栽培の場合には、植え穴の大小に応じて1穴当たり3~5kgを植え穴の土と混合します。乾燥の害を受けやすいところでは穴底に施すか、マルチングとして用います。廃材堆肥は注目されてからまだ日が浅いので、普及している範囲に限りがありますが、つぎの分野では好結果が期待され、大いに使用されています。

1. 林業用苗畑の堆肥

官林署、県営の苗畑では、すでに毎年100トン以上を製造して、堆肥のかわりに使用し、大変よい結果を得ているところも少なくありません。しかし反面未熟堆肥の使いすぎのため、干害、窒素不足の被害もみられています。砂質土では500kgくらい、粘土質の土壌では2,000~4,000kgの施与が好ましく、とくに苗の根張りを促進する効果が見られます。

2. そ葉、草花類の堆肥

普通10アール当り1,000~2,000kg、地表に働き込むかマルチングとして使用します。とくにハウス園芸（トマト、キュウリ、カンラン、イチゴ、メロン、カーネーションなど）の栽培では大変よい結果が得られています。また立枯病、萎凋病、ツルワレ病、線虫病などの防止にも効果のある例もみられています。なお昭和41年度に神奈川県農試で実験したカンランについての肥効試験では堆肥に劣らない結果が見られました。

3. 水稻、小麦の堆肥

昭和41年度に、栃木県、石川県の両農試で実施した水稻についての肥効試験の結果では、10アール当り約2トン（乾燥で1トン）施用して、いずれもこれまでの堆肥に優るとも劣らない結果が得られています。水稻では肥料設計に注意が必要で、連年施用についてもなお検討の余地が残されています。昨年度愛知県農試で行なった小麦に関する肥効試験でも10アール当り2トンの働き込み区はよい結果を得ています。

4. 果樹、園芸用の堆肥あるいは有機質源

最近、ミカン、リンゴ、ナシ、クワ、チャなどの栽培に廃材堆肥が注目されています。とくにミカン園で高く評価され、和歌山県、静岡県の一部では敷きワラにかわる有機質源として、10アール当り2~3トン程度を全面にマルチングすることが行なわれて良好な結果が得られています。

5. 葉たばこの肥料

専門公社では、この数年落葉堆肥にかわる葉たばこの肥料として、オガ屑堆肥の施用試験を行なっていますが、水分管理に十分注意さえすれば、子床、親床の肥料として、落葉堆肥に優る成績をあげています。また最近本畠においても十分その効果の期待されることが実証されています。

6. 庭園樹木、庭園樹木用の堆肥

庭木、街路樹などの移植や根回しのさい廃材堆肥を用いると、細根の発生を促し、活着をよくします。外国ではチップ屑の堆肥を大木の根回しの際に用いてよい効果をあげています。また銘木、老木の樹勢回復に廃材堆肥を大量マルチングしますと、土壤の改良効果も兼ねて大変よい成績が得られています。

7. シバ草の目土あるいは肥料

オガ屑や粉末樹皮の堆肥は、最近ゴルフ場などのシバ草の造成、目土用として広く使出しています。また道路の側面あるいは法切り面を被覆するための吹き付けや植生就用の材料としても利用されています。以上は主に堆肥としての効果について紹介しましたが、多数の施用試験を実施しているうち、鶏糞を添加した廃材堆肥は、モリシマアカシア、ホウセンカの根こぶ線虫、コニニヤクのネグサレ線虫の被害防止に大変効果のある興味深い結果が得られています。その原因の一つとして、まだ確定しませんが、鶏糞に由来する比較的耐熱性の大型自由線虫 (*Rhabditis* 属) が廃材堆肥中で増殖し、土壤中の病害線虫の密度を減らすのではないかと推定されています。

廃材堆肥を病害線虫防除の目的で用いる際には、

- (1) 廃材に10～15パーセント重の乾燥鶏糞を添加して製造し、でき上った堆肥はなるべく乾燥させないこと。
- (2) できれば線虫の生息する土壤を一度殺線虫剤で殺した後、廃材堆肥を働きこむか、少なくとも播種あるいは苗の移植、1～2カ月前に堆肥を働きこんでおくこと（根の張る部分にかぎって施してもよい）。
- (3) 種をまいた上に薄く覆土し、その上に2～3cmの厚さにマルチングしてもかなりの効果がみられています。
- (4) 鉢の場合は、土と堆肥の容積比が1対1、1対2とし、混合してから1～2カ月後に播種あるいは移植すること。

このほか、前にも少しふれましたが、廃材堆肥は、病害の発生を防止する力がつよ

く、苗木、野菜などの根疽病、立枯病、萎凋病、ツルワレ病、軟羽病とくにタバコやコニニヤクの白斑病などに効果を示している例がみられています。

II オガ屑の発酵堆肥化にともなう木材組成成分の変化と熟成度についての研究

当研究室ではこれまでオガ屑に有機質栄養源として米ヌカを添加し、鶏糞を接種菌体源として発酵堆肥の実用化試験をおこなってきた。その際発酵過程における温度分布と経過をみると、原材料の堆積量や添加有機物量、水分状態、気温などによって多少異なるが、中心部が最も高く、平均60°C以上の高温度をしめし、それより表層に近づくにつれて連続的に低下し、表層部で常温に近い温度分布をしめした。また温度経過も前述の条件に左右されるが、発酵数日後にそれぞれの部分で最高に達し、以後徐々に低下する状態が一般的傾向である。したがって堆肥化においては、堆積している各部分でそれぞれの温度分布と変化に対応して、当然分解に関与する微生物プロテも変遷するであろうし、それによって木材組成成分の分解腐植化も異なるものと考えられる。そこで堆肥化の第1段階は微生物による分解低分子化であるから、温度条件の違いによる木材組成成分の変化過程を追跡し、前述の発酵方法における最適温度条件をみいだそうとした。

次に第2段階として、各組成成分の分解低分子化と平行して進行する腐植化の状態と、それにともなって変化する化学的諸性質の追跡をおこなった。

なお、従来木質材を原料とした堆肥について熟成度に関する研究はほとんどおこなわれていないので、その判定は化学的裏づけのないままに、一応混入した稻わらの分解程度を基準としたり、感覚的な手段によっておこなわれている現状である。稻わらの場合には、好熱性セルロース分解菌の作用による（60°C以上の高温発酵）堆肥化が極めてよい結果をしめすところから、木質材を原料とした場合もとくに温度上昇に重点をおいた堆肥化が進められ、最高温度と高温経験日数をもって堆肥化の尺度としている傾向もみられる。木質材と稻わらとは構成成分や結合状態が根本的に異なっており、稻わらに比べ極めて複雑である。したがって微生物による分解は困難であることは現在までのところ多くの研究者の認めることである。

つぎにこれまで簡単な方法として手ざわり、色調、かおりなどの感覚的手段によって、堆肥化の程度を判定する方法がとられている。堆肥化が進むにつれて木質材は分解されやすくなり、色調も黒色を帯びてくるからこれらの方で判定できる可能性はあり得る。しかし、化学的な分解結果の裏づけのもとに関連性を見出し、十分な経験によって始めて応用出来る手法であろう。木質原料は種類が多く、たとえば、チップ屑、オガ屑、パークなどそれ

それについて多くのデータの蓄積が必要であり、そのうえ樹種の違いも考えなければならぬ。さらに色調については添加材料によっても変化する。たとえば、消石灰や石灰チップなどアルカリ性物質を添加すると堆肥化とは関係なくただちに黒色調が増加する場合もある。

以上のように木質材を原料とした堆肥については、従来わら堆肥に用いられていた方法をそのまま適応して熟成度をあらわすことには問題があり、とくに化学的裏づけのないままに稻わらの堆肥化と同一に考えることは危険性がある。熟成度をあらわす諸性質や、判定の方法について検討する必要があると考えこの研究をとりあげた。

なおこの研究はつきの題名で、第79回日本林学会大会において発表したが、詳細は後日林試研究報告に発表する予定である。

木質廃材の発酵堆肥化に関する研究

第1報 異なる温度過程における木材組成の変化

第2報 堆肥の熟成度について

佐藤俊・植村誠次

A 木材組成の変化についての研究

実験条件

ラワンオガ屑を主原料として、これに有機栄養源として米ヌカ8.0%，接種菌体源として天日乾燥鶏糞3.5%添加、いずれも粉碎して30~60メッシュ部分を使用した。

水分状態5.5%前後に保ち、最初のPHを6.85とした。温度条件は常温(30°C)

中温(45°C)、高温(60°C)の3段階として80日間発酵をおこなった。

実験結果

冷水、热水および1%NaOH溶液による抽出物：各温度ステージとも発酵初期から急激に減少して10日ないし20日目に最少となり、以後増加するが、热水、1%NaOH溶液抽出量は、60日目をピークとして80日目には再び減少傾向をしめす。このことは最初主として米ヌカ、鶏糞等に含まれる可溶性の糖類が微生物の増殖発育にとって消費されるため急激に減少する。その後ヘミセルローズ、セルローズなどの易分解性炭水化物が分解されるほか、リグニンなどの難分解性物質もしだいに分解され、又各構成成分間の結合状態がゆるむ結果抽出量が増加するものであろう。しかしこれら抽出物も分解消化あるいは結合も考えられるから増減がくりかえされる。

リグニン含量と元素組成：第4表に発酵過程におけるリグニン含量の変化と元素組成を示した。リグニン含量は発酵経過とともにやや減少する傾向にあるが、その減少は極

第4表 発酵経過にともなうLignin含量の変化と
元素組成

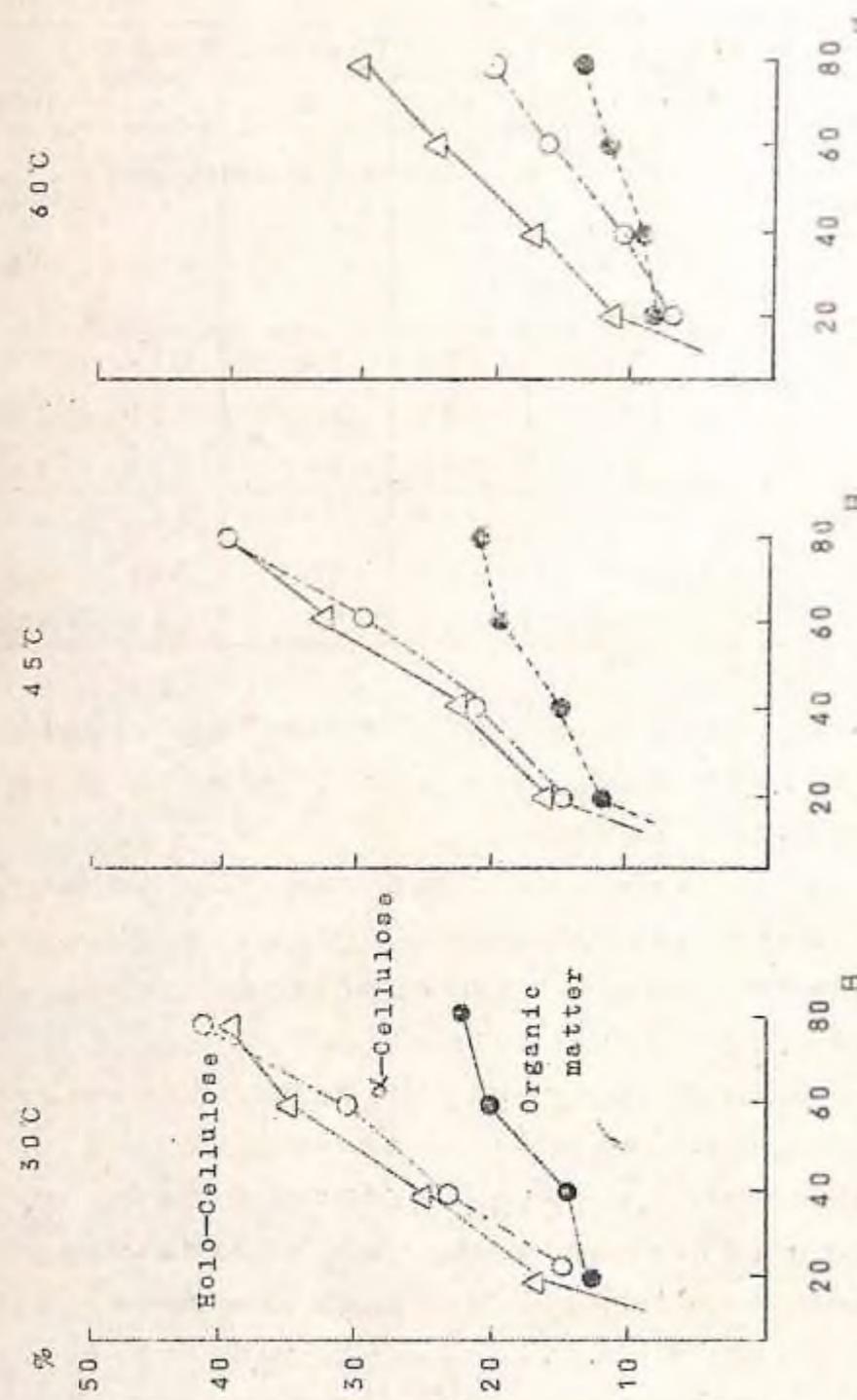
物 質	Lignin 含量 g/100g Sample	Lignin の元素組成 %			
		C	H	N	OCH ₃ 基
原料ラワンオガ屑	28.8	64.22	5.72	tr.	17.05
30°C 40日発酵	27.8				16.17
45°C	27.2				16.23
60°C	28.4				15.33
30°C 60日発酵	28.0	62.73	5.30	0.72	16.23
45°C	27.2	63.85	5.14	0.82	14.59
60°C	28.1	62.80	5.69	0.64	15.16
30°C 80日発酵	27.1	62.56	5.69	0.48	14.20
45°C	26.0	61.20	5.23	0.59	13.90
60°C	27.8	62.86	5.53	0.90	14.55

めて小さい。しかし元素分析の結果をみると、発酵経過とともにCおよびOCH₃基含量は減少し、N含量の増加がみとめられることから、リグニンのフミン化など何らかの変化がおこっていることが推定される。

ホロセルローズ、α-セルローズ、全有機物：各温度ステージとも発酵過程とともにしだいに減少する。これら各成分の分解率を温度別にしめすと第3図のとおりである。同一時点における各成分の分解率を温度別に比較すると、常に45°Cステージが最も分解率が大きく次に30°Cであり、60°Cが最も小さい。

稻わら分解との比較：稻わらについては多くの研究がおこなわれており、それによれば木質材に比べて容易に分解されることが報告されている。当研究室でも、坂井（北海道農業試験場報告第61号）のおこなった方法に準じて温度別分解をおこない、全有機物の分解程度をラワンオガ屑の分解と比較してみた。その結果は第5表のとおりである。もちろん両者の分解条件は異なるので比較することには多少問題があるが、従来いわれているように高温分解が最もよく、60°C>45°C>30°Cの順であった。これに比べて木質材の場合は45°Cが最もよく、45°C>30°C>60°Cの順で、高温分解が最も

第5図 発酵経過にともなう組成成分の分解率



第5表 稲わらおよびラワンオガ屑の堆肥化における全有機物の分解率

(原材料に対する重量%)

発酵日数	稻わら		ラワンオガ屑	
	15日	30日	40日	80日
50°C	19.0	27.0	16.4	23.0
45°C	28.0	35.0	17.6	26.6
30°C	29.0	38.0	12.6	16.5

悪く稲わら分解とは異なる結果が得られた。又分解率についてみると稲わらの場合良好であり、30日間で30%～40%の分解をしました。木質材の場合は80日間でわずかに17%～27%でかなり悪い結果となっている。

つぎに予備的な試験ではあるが、ラワンオガ屑の発酵堆肥化における微生物フローラの測定をおこなった。その結果は第6表のとおりである。この表にみられるように60°C

第6表 堆肥1tあたりの菌数(発酵30日目)

発酵温度	種類	菌数	備考
60°C	放線菌	9×10^5	稀釀平板法45°C 5日間培養
	細菌	5.4×10^{10}	稀釀製度法60°C
45°C	放線菌	6.0×10^5	稀釀平板法45°C 5日間培養
	細菌	1.04×10^5	〃
	糸状菌	1×10^5	〃
30°C	放線菌	5.0×10^5	稀釀平板法30°C 5日間培養
	細菌	1.59×10^5	〃
	糸状菌	2.2×10^5	〃

ステージでは細菌類が極めて多く糸状菌は存在しない。45°Cステージでは細菌類が少なく、放線菌が多くなり、また糸状菌の存在もみとめられる。30°Cステージでは放線菌、細菌類は45°Cステージとはほぼ等しいが、糸状菌がかなり多くなっている。また各

温度別にかなり優勢に存在する数種類の菌を分離した。60°Cのように特殊な条件では2種類の細菌と1種類程度の放線菌が分離されたにすぎない。これに対して45°C, 30°Cの場合には比較的種類も多く、簡単なセルローズ分解力試験の結果ではあるが、50°Cで糸状菌2種類、45°Cで糸状菌2種類、放線菌1種類にやや分解力のある菌が見い出された。以上の結果からも木質材の分解は福わらに比べてかなり悪いことや、分解に関与する微生物の種類、発酵条件の異なることが理解出来るであろう。木質材を強力に分解する菌が経済的に分離、培養されないかぎりは、有効な接種菌体源として鸡粪が利用されることには間違いない。しかしこれを用いて発酵堆肥化をおこなう場合は、まず木質材の分解に関与する微生物の発育に最適な条件を見出すこと、分解とともにあって変遷する微生物フローラをとらえて分解堆肥化にのぞましい方向に条件をかえてゆくことが必要であろう。これまで述べてきたことは、現在一般的におこなわれている堆肥製造の方法にしたがって温度条件を追求したにすぎないから、さらにいろいろな条件を検討しなければならない。

B 熟成度についての研究

堆肥には主として緩効性窒素源やリン酸の吸収固定防止などによる肥料的効果、土壤理学性の改善や塩基置換能および緩衝能の増大による土壤改良効果、植物に対する生長促進効果、あるいは土壤微生物の生育活動を盛んにする効果などいろいろな面が考えられるが、これらの効果は熟成度によって異なるといわれている。反面木質材を原料とした堆肥の場合、樹種によっては分解しきれずに害作用を及ぼすといわれている。また有機物の分解速度とC-Nのアンバランスから生ずるN不足の問題や、未熟な木質堆肥の施与にともなう未分解有機物の状態に応じた土壤伝染病発生の可能性など未解決な問題が多い。このような諸問題を解明するには、どうしても堆肥の熟成度を定量的にとらえる必要がある。従来堆肥の場合には熟成度判定の方法としてC-N率や、腐植の形態分析などによってその性質をとらえる方法がなされてきた。また簡単な標示方法としては過酸化水素水や水洗処理による残渣割合で、熟成度の指標とするやり方や、もっと簡単に手ざわり、色調、ちぎり具合などで識別する方法もとられている。そしてこれらの感覚的識別や洗滌残渣割合などで堆肥化の一応の目安を作ると、C-N率や腐植の性質などと比較的一致する結果が得られている。木質材を原料とした堆肥についてもこれらの簡易な方法を試みたが、材料の不均一性、難分解性などから従来堆肥に用いられた方法をそのまま適応しがたい面がある。そこで木質材を原料とした堆肥の場合、堆肥化にともなって変化するいくつかの性質

をとらえながら、熟成度をあらわす適當な性質と判定の簡易な方法をみいだすことを目的として研究をおこなった。

実験結果

実験に用いた材料は発酵堆肥化の各段階における試料のはか各地で実際に堆積製造したノコギリ堆肥を用いた。

C, N含量およびC-N率の変化：発酵過程におけるこれらの変化を示すと第7表のとおりである。C含量は発酵過程とともにしたいに減少する。その変化はホロセルローズ、ゼラチン、あるいは全有機物の分解に比例して減少する傾向を示す。しかし一般に変化は小さく、80日間でわずかに当初の含量に比べて3~4%の減少にとどまる。N含量は発酵経過とともにやや増加の傾向にある。したがって、C-N率は当然ながら減少傾向をしめす。しかしC含量の減少は小さく、Nは変動し易い傾向がみられるため、C-N率としてあらわした場合は、有機物の分解と必ずしもパラレルな関係はみられない。一連の変化をとらえる過程において減少傾向がみられる程度である。

第7表 発酵経過にともなうC, N含量およびC-N率の変化

(対乾重 %)

発酵温度		20日	40日	60日	80日
		C %	47.6	47.3	43.5
30°C	N %	0.77	0.78	0.73	0.88
	C-N	61.8	60.6	59.6	50.9
	C %	46.7	47.7	44.1	44.2
45°C	N %	0.74	0.85	0.76	0.86
	C-N	65.1	54.9	58.0	51.4
	C %	47.2	47.3	44.7	45.6
60°C	N %	0.75	0.85	0.74	0.84
	C-N	62.9	55.6	60.4	54.9

原料 C: 48.3% N: 0.64% C-N: 75.4

第8表 いろいろな方法によるオガ屑堆肥のC, N含量および

C-N率

堆肥	C-N率			(対絶乾 %)
	C %	N%	C-N	
A	43.1	1.5	2.8	ラワンオガ屑, ワラ, 鳥糞, 米ヌカ, 値安, 5カ月間
B	45.7	0.7	6.5	ラワンオガ屑, 鳥糞, 米ヌカ, 発酵材, 5カ月間
C	45.2	0.8	5.7	スギオガ屑, ワラ, 鳥糞, 米ヌカ, 1年間
D	40.5	2.6	1.6	ラワンオガ屑, ワラ, 鳥糞, 米ヌカ, 値安, 10カ月間
E	44.2	1.0	4.4	ラワンオガ屑, 鳥糞, 米ヌカ, 2カ月間

つぎに材料の組合せも異なり、堆積期間もそれぞれ異なるオガ屑堆肥について、C, N含量およびC-N率をあらわしてみると第8表のとおりである。この表にみられるように、堆積期間が異なってもC含量にはそれはほど大きな違いがみとめられず、オガ屑(この場合はラワンとスギ)を主原料とした場合は4.4%前後の含量をしめすものが多い。これに対してN含量は添加する材料の種類や量によってかなり違ってくるため、したがってC-N率に差がみとめられる。このようにC-N率は窒素の添加によって人为的に変え得る可能性があるので、単にC-N率で堆肥の熟成度をあらわすことには問題がある。

腐植の形態分析: 第9表に発酵各段階の試料や2, 3のオガ屑堆肥について腐植の形態分析結果をしめした。各発酵段階の試料についてみると、腐植酸, フルボ酸の割合は一般に極めて小さくPQ割合もほとんど5.0%前後である。つまり腐植化があまり進んでいないものと考えられる。RFは炭素当りの600mμの吸光度を示し、この値の増大は腐植化の進行をしめすものとされており、△log Kは400mμと600mμの吸光度の対数でこの値の低下は腐植化の進行を示すといわれている。この両測定の結果をみると発酵経過とともにRFはやや増加し、反対に△log Kは減少傾向がみられるが、一般に土壤腐植に比べてこれらの値の増減は極めて小さい。つぎにいろいろな堆肥について腐植の性質を検討してみよう。

第9表 オガ屑堆肥の腐植の性質

試料	腐植酸 ^a	フルボ酸 ^b	P Q	R F	△ log K ^c
30°C 20日	4.3	5.1	51.3	6.7	0.99
45°C *	2.3	2.5	54.3	9.2	0.98
60°C *	1.9	1.7	52.4	8.3	0.95
30°C 60日	8.9	7.5	56.1	10.7	0.68
45°C *	7.4	7.9	57.6	12.1	0.68
60°C *	4.9	5.4	48.9	10.1	0.66
30°C 80日	6.9	6.2	55.7	10.7	0.60
45°C *	6.2	6.4	52.2	13.0	0.63
60°C *	5.8	5.0	42.9	10.6	0.86
堆肥 A	9.5	5.1	70.5	9.5	1.42
* B	10.5	5.0	64.2	6.9	0.90
* C	20.4	7.0	79.2	7.5	0.97
* D	8.4	7.6	69.8	11.1	1.03

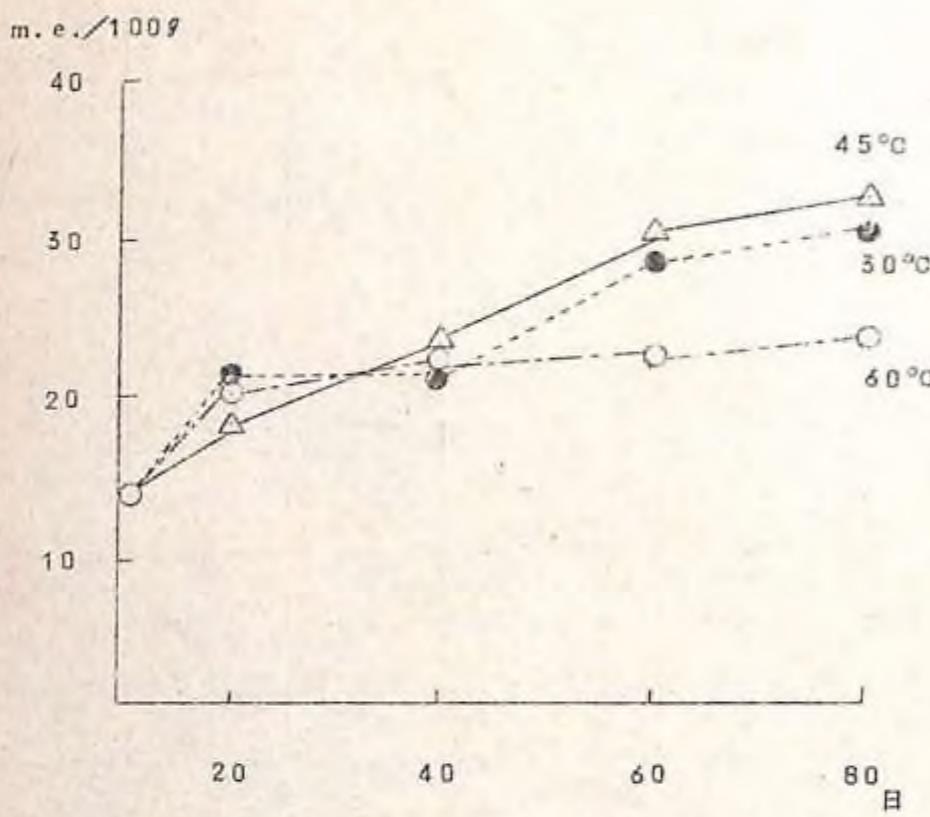
全炭素に対する%

腐植酸の値

フルボ酸に比べて腐植酸の割合が多い傾向がみられる。しかし腐植酸のRF, △log K値からはあまり腐植化が進行している傾向がみられない。以上のことから考えると木材組成の分解がかなり進んでいる場合でも、腐植酸の形成はあまりおこなわれていないようである。また腐植酸の形態分析から推定されることは一般的な土壤腐植酸とは異なった性質のものが形成されるものか、あるいは不安定な状態で存在するようにも考えられる。いずれにしても更に検討する必要がある。

塩基置換容量(以下C.E.C.とする): 第4図に経時的変化をしめした。この図にみられるように各温度ステージとも、発酵経過とともにC.E.C.の増加傾向がみとめられる。温度別では45°C > 30°C > 60°Cの順で45°Cが最も高く60日以後にその差が大きくなっている。この傾向は木材組成の分解と関係がみられ、有機物の分解が大きいほどC.E.C.が高い傾向にある。有機物のC.E.C.は大部分がカルボキシル

第4図 C.E.C.の変化



基やフェノール性、エノール性の水酸基に基因しているといわれる。木材組成が微生物によって分解され更に腐植化が進むにしたがって、これらの置換基が増加し、C.E.C.が高くなるものと考えられる。そして腐植酸そのもののC.E.C.も腐植化がすすみ安定してくるにしたがって増加するといわれている。しかしこれまで取扱った試料についてみると、腐植酸の量や質は不安定な状態にあるものと考えられるから、C.E.C.の大きさとは必ずしも正の相関関係はみとめられない。ただし、堆肥のC.E.C.は腐植酸は勿論のこと、木材組成の分解物や、腐植酸形成過程におけるいろいろな中間物質などの官能基が総合的に関与するから、分解、腐植化をある程度判定する手段になり得るようである。

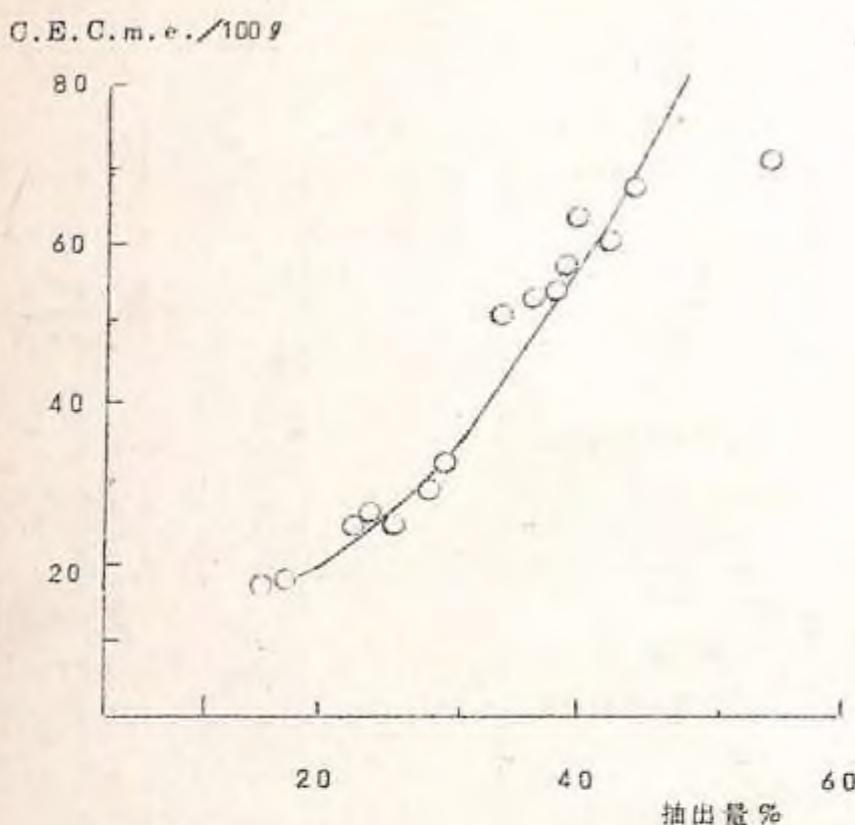
熱水および稀NaOH溶液による抽出量とC.E.C.の関係：堆肥中のC.E.C.に関する諸成分を大別する方法として、熱水および0.5%，1.0%，5.0%各濃度のNaOH溶液による抽出をおこない、抽出量と残渣物のC.E.C.との関係から分解腐植過

第10表 热水および稀NaOH溶液による抽出量と抽出残渣のC.E.C.

試 料	抽 出 條 件	抽 出 量 %	残 済 の C.E.C. m.e.
30°C 80日間 発 酵	未 抽 出	0	(3 3.7)
	熱 水 抽 出	6.1	3 2.7
	0.5% NaOH溶液	1 9.0	3 2.0
	1.0% *	1 9.3	3 2.5
	5.0% *	2 9.5	2 2.0
45°C 80日間 発 酵	未 抽 出	0	(3 4.4)
	熱 水 抽 出	6.0	3 2.7
	0.5% NaOH溶液	2 0.6	3 3.0
	1.0% *	2 0.8	3 2.7
	5.0% *	3 1.0	2 6.0
60°C 80日間 発 酵	未 抽 出	0	(2 8.0)
	熱 水 抽 出	3.5	2 7.5
	0.5% NaOH溶液	1 2.5	2 6.5
	1.0% *	1 3.0	2 6.8
	5.0% *	1 8.9	1 3.5
堆 肥 A	未 抽 出	0	(7 2.0)
	熱 水 抽 出	8.8	6 0.5
	0.5% NaOH溶液	2 6.3	5 4.5
	1.0% *	2 6.9	5 1.4
	5.0% *	4 9.5	4 8.4
堆 肥 B	未 抽 出	0	(7 0.5)
	熱 水 抽 出	8.9	4 6.3
	0.5% NaOH溶液	2 5.2	3 1.4
	1.0% *	2 8.6	3 0.7
	5.0% *	4 2.9	3 0.3

註：()内は堆肥そのもののC.E.C.

第5図 オガ屑堆肥のC.E.C.と5%NaOH溶液による抽出量の関係



程の段階を知らうとした(第10表参照)。この結果、当然のことながらNaOH溶液の濃度が高くなるにしたがって抽出量は多くなり、残渣物のC.E.C.は低下する。また堆肥のC.E.C.の大きさにはほぼ比例して、各濃度による抽出量とも増加する傾向がみられた。とくに5.0%濃度の抽出量と堆肥のC.E.C.との間に相関が高い傾向がみられた。(第5図参照)

NaOH抽出物の大部分は、カルボキシル基やフェノール性水酸基を有する物質で、濃度が高くなるにしたがって低分子のものから分子量の大きいものまで逐次抽出されるが、濃度が高くなると、分解、重合のくりかえしがおこなわれ、またヘミセルローズ、リグニンの一部も分解抽出されるから、抽出条件については今後さらに検討しなければならない。しかし少なくとも有機物の分解度やC.E.C.の大きさと抽出量との間に比較的正の相関がみとめられるから、腐植化を把握する簡易な方法として使用できる可能性がある。

以上を総括すると、木材質のように難分解性の構成成分が多く、各構成成分が複雑に結合している場合は分解が遅く、安定な腐植膜の形成にいたるまでは、強力な微生物的作用と長期間を要するものとおもわれる。したがって腐植膜の性状はもと論究明されなければならないが、現時点においては、その前段階ともいべき構成成分の分解程度と腐朽物質の状態についても検討する必要があり、熟成度もこの点を考慮に入れた判定方法が今後の課題であろう。

4. こんごの問題点

廃材の堆肥化は、主として比較的製造の容易な内地産樹種のオガ屑、チップ屑、広葉樹バークなどが対象となっているに過ぎなく、かつその製造方法も有機質肥料(主に鶏糞、米スカ)と、これに化学肥料を添加した微生物的処理方法による発熱発酵法が開拓されたに過ぎません。

一方、最近その形態においても、また化学的組成でも著しく性質をことにする外材バーク(南洋材、木材、北洋材)の堆肥化の要望が強く打出されており、これらのバークの堆肥化には、それぞれの特性に応じた処理方法が研究されねばなりません。従って今後に残された問題としては、分解困難な外材バークの早急な堆肥化についての研究と、これまでの発熱発酵処理のほかに、低温発酵、物理、化学的処理方法などによる堆肥化の開発研究が重要な課題と考えられます。

また廃材堆肥は、最近農地および園芸の分野で非常に注目され、その需要も急速に増大しうとしておりますが、肥効試験はまだほとんど実施されていない現状です。ワラ堆肥とは本質的に性質を異にしている廃材堆肥の施用方法については、それぞれの分野の作物について十分な試験が行なわれて後検討されるべき問題でありますので、このためには、林業のみならず、農園芸分野も含めた関係分野の協力による研究体制の1日も早いことが切望されます。

林業労働安全に関する試験

1. 試験担当者

機械化部作業科作業第1研究室 辻 隆道， 渡部庄三郎， 石井邦彦

2. 試験目的

林業労働の災害防止に対する基礎資料を得る。

3. 試験の経過とえられた成果

1. 災害の分析

災害調査の目的は、災害を起す原因となった危険な状態および行動を発見し、今後同種同傾向の災害が再び発生しないようになるのがその目的である。したがって、調査に当っては正確を期するため、迅速に行なわれる必要がある。迅速を欠けば資料の散逸、現認者の記憶減退などによって責任追索および真相が不確実となり災害の再発防止対策は浮上してこない。

災害調査は、まずその原因の把握が目的であるから、種々の面から考察することが必要である。災害が起った場合、その災害要素として考えられるものは、その事故の原因、経過、結果等の条件や状況、状態等であり、これを追求していく手順として

Who（誰が）氏名、性別、生年月日、住所、入署年月日、経験年数、職種；勤務状態、健康状態、家庭の状況、通勤距離、性格、知能、既往歴。

Where（どこで）環境状態、作業位置。

When（いつ頃）災害発生年月日、曜日、時分、出勤後経過時間、当日の天候、気温。

What（何で）加害物件（機械、器具、工具、原料、材料）。

Why（なぜ）原因（心理学的、装身具、安全装置、安全規律）。

How（いかにして）作業方法、偶然、第三者、安全装置の状況、傷害の程度。

の順となってくる。この間において「何で」「なぜ」「いかにして」の項について考えられる災害要素として図1を参照して戴きたい。

(1) 起因物

災害発生に直接的な関連性の存在していたと認められる実在物をいう。（負傷などの機械、工具、施設等に最も密接に関連性があったか、その対象物としての実在物ということになる）。

(2) 不安全状態

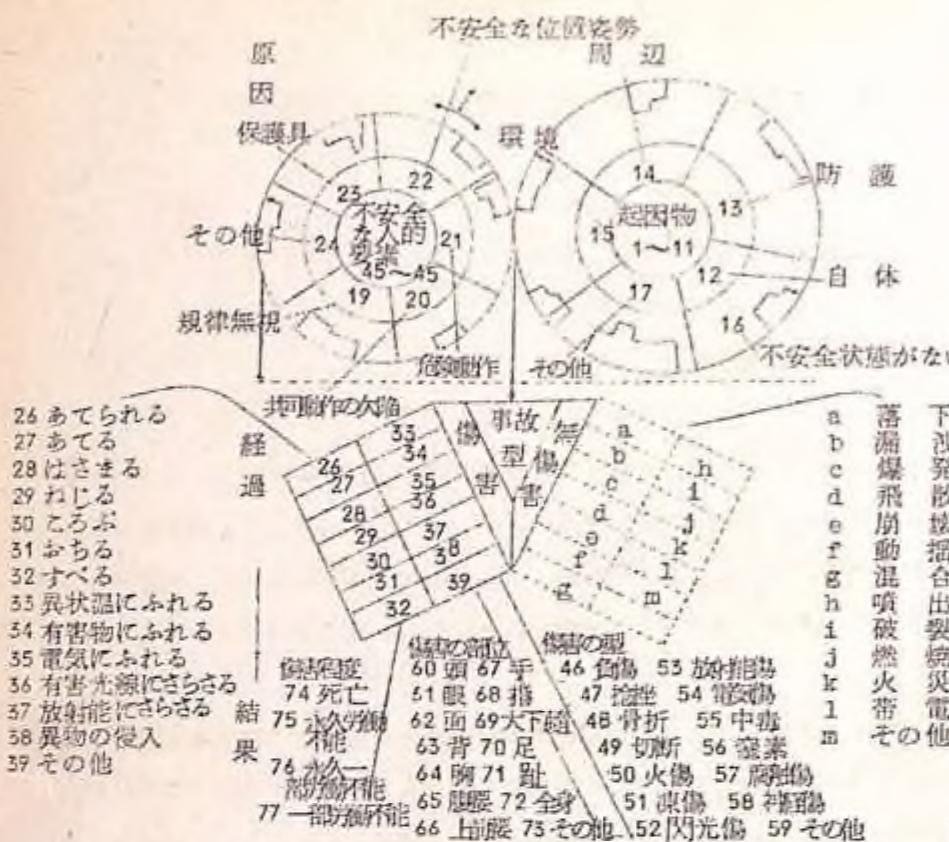


図1 災害要素の関連性

起因物の不安全な状態をさすもので、起因物が事故発生の可能性を有する状態をいう。

(3) 不安全行為

その行為が事故誘発の可能性を有する行為をいう。

(4) 事故の型

事故の型とは負傷者と実在物との接触のしかたをいう。

(5) 不安全な人的要素

ある不安全行為を起した人の不健全な精神的、または肉体的因素、または状態をいう。

(6) 傷害の型

災害により人体が損傷または機能の喪失状況をいう。

(7) 加害の部位、程度

災害により人体が損傷または機能の喪失状況をいう。

(8) 加害物

人に傷害を与えたる実在物をいう。

これらの要素が図のように関連性を持っているので、これらも考慮に入れて調査を進めて行く必要がある。要は調査結果に基づいて災害防止対策が容易に樹立できなければならないことである。

調査結果を文書にしたのが災害調査報告書である。国有林においては安全管理規程により公務災害報告書の様式が決められている。

われわれはこの報告書に基づいて災害分析を行なったが、災害発生状況および原因の欄について、その記載が多種多様であり分析に非常に苦労した。これなども書く順序やその項目を明らかにしておくことが必要であり、またそれがなければ災害防止のための対策もたて得ないであろう。

災害統計は災害の調査結果を基礎にして作成されたもので、災害防止対策の基礎資料として役立つものでなければならない。

結局は災害の減少を目的としているのであり、災害調査の結果が正確でなければ統計も信用ならないといえる。

災害統計の種類にはいろいろと考えられる。大きく分けて全体の傾向をみるような安全行政面で活用するものと、各事業場において施設や人的面の不安全状態を系統的に分析し、真に災害防止に役立たせるために深く突込んだ統計などがある。

昭和40年度は、昭和58年度における国有林野事業における公務災害について、昭和41年3月公務災害分析報告書とともに、下記のような表にまとめて林野庁へ報告した。

① 報告書 公務災害分析

② 統計表

様式1. 勤続年数別、年令階層別、男女別災害件数(88枚)

様式2. 定員内外別、雇用区分別、ならびに賃金支払形態別災害件数(88枚)

様式3. 災害程度別、部位別、傷病名別災害件数(88枚)

様式4. 作業行動別(要素別)災害発生状況(59枚)

様式5. 災害発生経過の分類(156枚)

様式6. 受災時の使用機械・器具等の調査表(110枚)

様式7. 加害物件調査表(110枚)

(注) 各様式とも從事作業(68種類)ごとに分類集計してある。

昭和41年度においては、われわれの研究室において、引継ぎ災害の発生状況を発生要因時刻、年令、作業などの面から分析を引継いで行ない、また労働科学的な面からの検討も併

せ行なって、その結果を別刷のようすに昭和41年10月第25回全国産業安全大会で発表した(参考資料参照)。

この別刷の中に示した表の内容はその項目の主なものについて述べたものである。各従事作業別に分析した詳細な資料は相当量に達するので、最終集計表を別表として添付しておいた。

第1表 年令階別にみた傷病名、受災部位の状況

第2表 年令階別にみた発生時刻、休憩後の経過時間別の発生状況

第3表 年令階別にみた災害程度の状況

第4表 傷病名別の災害程度の状況

第5表 受災時の使用機械、器具および加害物件

第6表 発生経過の要因分析

第7表 身体動作の発生経過の要因分析

以上であるが、参考として「月別発生時刻調」「月別・休憩後の経過時間別調」も添付してある。なお別刷の参考資料の内容をよく細くみようとする場合はこれらの表を参照していただきたい。

林業労働災害の中で、最も多発する要因は第6表にみられるように、1次要因は「足」に関係する要因で、その中でも「足がすべる」が最も多く全災害件数4,128件の内870件と21%の多さを占めている。このことについて細かく分析したのが次の表(1)~(8)である。

不整形な急斜面の足場の悪い所で、長くて重い材木を取扱う作業、労働強度が比較的高い作業、歩行作業の多い作業が主である林業であっても、「足がすべる」という1次の発生要因が全体の21%を占めていることは注目を要するところであり、将来これらの条件をどのようにして克服し、災害を少なくしていくかが重要な課題の一つでもある。

ここで各表について若干の説明を加えておく。

(1) 月別にみた場合

件数870に対して5月~10月までの間が高く10~14.13%,平均して12%となっている。また全災害件数に対する割合(A/B)でも、「足がすべる」の災害が5~10月の間に多く21%を超えている。事業開始とともに夏、秋の最盛期に多くなるが、これはこの期間における事業量が多いということにも関係があるだろう。

(2) 年令階別にみた場合

件数870に対して18~37才までの間に多く、この間で55.75%を占めている。

発生経過の要因分析で最も多発する「足がすべる」についての分析

(1) 月 別

月 別	件数(A)	比 率	全災害件数(B)	A/B
4	40	4.59%	210	19.0
5	87	10.00%	349	24.9
6	105	12.07%	478	21.9
7	116	13.54%	550	21.0
8	123	14.13%	555	22.1
9	99	11.38%	484	20.4
10	108	12.42%	456	23.6
11	71	8.16%	358	19.8
12	54	3.91%	251	14.7
1	27	3.10%	159	19.4
2	30	3.45%	157	19.1
3	30	3.45%	161	18.6
計	870	100.00%	4,128	21.0

(3) 経験年数別

経験年数	件数(A)	比 率	全災害件数(B)	A/B
~3	487	55.97%	2,151	22.8
4~6	92	10.58%	445	20.7
7~9	48	5.51%	300	16.0
10~12	79	9.08%	449	17.5
13~15	45	5.18%	249	18.0
16~18	52	5.97%	227	22.9
19~21	28	3.22%	127	22.0
22~24	22	2.55%	85	26.5
25~27	6	0.69%	41	14.6
28~30	6	0.69%	34	17.6
31~35	2	0.23%	15	13.3
34~36	1	0.12%	15	7.6
37~39	1	0.11%	8	12.5
40~	1	0.12%	8	12.5
計	870	100.00%	4,128	21.0

(2) 年令階別

年令階	件数(A)	比 率	全災害件数(B)	A/B
~17	64	7.35%	262	24.4
18~22	92	10.58%	423	21.7
23~27	108	12.41%	585	18.4
28~32	146	16.78%	707	20.6
33~37	139	15.98%	664	20.9
38~42	84	9.65%	414	20.2
43~47	80	9.20%	391	20.4
48~52	71	8.16%	315	22.5
53~57	48	5.52%	195	24.6
58~62	33	3.79%	119	27.7
63~71	4	0.46%	42	9.5
72~	1	0.12%	11	9.0
計	870	100.00%	4,128	21.0

(4) 発生時刻別

発生時刻	件数(A)	比 率	全災害発 生数(B)	A/B
6:00以前		%	1	%
6:00以後			1	
6:30~	2	0.22	7	28.5
7:00~	2	0.23	24	8.3
7:30~	10	1.15	48	20.8
8:00~	22	2.53	92	23.9
8:30~	22	2.53	134	16.4
9:00~	39	4.48	213	18.5
9:30~	57	6.56	291	19.5
10:00~	65	7.47	301	21.5
10:30~	61	7.01	313	19.4
11:00~	100	11.49	400	25.0
11:30~	65	7.47	278	23.5
12:00~	9	1.04	34	26.4
12:30~	10	1.15	43	23.2
13:00~	28	3.22	152	21.2
13:30~	29	3.33	163	17.7
14:00~	51	5.86	248	20.5
14:30~	49	5.63	243	20.1
15:00~	47	5.41	238	19.7
15:30~	70	8.04	295	23.7
16:00~	62	7.13	276	22.4
16:30~	57	6.55	252	22.6
17:00~	9	1.04	36	25.0
17:30~	2	0.23	17	11.7
18:00~	2	0.23	6	33.3
18:30~			21	
不 明			21	
計	870	100.00	4,128	21.0

(5) 傷病名別

傷病名	件数(A)	比 率	全災害発 生数(B)	A/B
擦過創	4	0.45	59	1.02
切創	45	5.18	212	21.2
切断	176	20.23	716	24.5
創創	8	0.92	44	18.1
挫創	51	5.56	125	24.8
挫滅	138	15.86	702	19.6
挫滅	5	0.58	54	9.2
挫断	2	0.23	15	15.5
捻挫	68	7.81	229	29.6
脱臼	11	1.27	32	34.3
骨折	184	21.15	768	23.9
眼内炎	5	0.34	113	2.6
眼炎	2	0.23	90	2.2
火傷	2	0.23	28	7.1
腐蝕			8	
皮膚炎			29	
咬傷	3	0.35	14	21.4
打撲	187	21.49	798	23.4
その他	1	0.12	114	0.8
計	870	100.00	4,128	21.0

(6) 災害部位別

災害部位	件数(A)	比 率	全災害発 生数(B)	A/B
頭	23	2.64%	215	10.6%
眼	11	1.26	297	3.7
面頸	25	2.88	253	9.8
背胸	22	2.53	119	18.4
腰腹	175	2.011	469	37.5
腰	70	8.05	267	26.2
胸	31	3.56	141	21.9
手	106	12.18	402	26.5
指	84	9.66	361	23.2
腿	120	13.79	614	19.5
足	171	19.66	821	20.8
趾	32	3.68	158	20.2
全 身			9	
不明			2	
計	870	100.00	4,128	21.0

(7) 従事作業別

従事作業	件数(A)	比率(%)	全災害発生数(B)	A/B(%)
育林	19	2.18	100	19.0
地ごしらえ	63	7.24	274	22.9
機械刈	17	1.95	104	16.3
植付	24	2.76	101	23.7
下刈	80	9.20	274	29.1
機械刈	26	2.99	94	27.6
つる切除伐	46	5.28	144	31.9
その他造林	20	2.30	49	4.08
種子採取	5	0.58	21	2.38
倒木起し	4	0.46	11	5.65
害虫防除	8	0.92	16	5.00
防火線	5	0.54	5	6.00
伐木造材	41	4.71	194	21.1
造材	65	7.48	410	15.8
木寄せ	9	1.03	42	21.4
引寄せ突落し	53	5.79	135	24.4
集材作業	5	0.58	29	17.2
集材機準備	27	3.10	136	19.8
索機械修理	1	0.12	35	2.8
ワイヤー扱い			12	
索機械撤去	8	0.92	35	24.2
集材機作業	27	3.10	179	15.0
荷外し	20	2.30	91	21.9
運転手	1	0.11	26	5.8
索道運材	3	0.35	22	13.6
トラクタ運材	2	0.23	35	5.7
運転手	2	0.23	12	16.6
林鉄運材	6	0.69	40	15.0
貨車積込			9	
貨車荷卸	1	0.11	20	5.0
運転手	1	0.12	12	8.3
トロリ			12	
トラック運材	25	2.64	94	24.4
積込	3	0.35	30	10.0
荷卸	3	0.34	17	17.6
運転手			17	
盤台作業	2	0.23	9	22.2
盤台作設	11	1.27	28	39.2

従事作業		件数(A)	比率(%)	全災害発生数(B)	A/B(%)
巻立	巻立	31	3.56	184	16.8
治山・土木	保線工	15	1.72	78	19.2
	土工	15	1.73	104	14.4
調査	収穫量測	33	3.79	89	57.0
	検査	27	3.10	97	27.8
	知	17	1.96	64	26.5
	調査	10	1.15	28	35.7
	検査	2	0.23	15	15.3
事務用務	事務指導	15	1.49	32	40.6
	監督	3	0.35	11	27.2
	林産物引渡	5	0.57	10	50.0
	巡視	2	0.23	10	20.0
	乗用車運転手			9	
飲事	飲事	9	1.03	54	16.6
小使	小使	3	0.35	10	30.0
雜作業	製薪炭	4	0.46	39	10.2
	修羅出し	1	0.11	7	14.2
	木馬・橇出し	1	0.12	13	7.6
	畜力運材	2	0.23	8	25.0
	機関	1	0.11	2	50.0
	クレーン運転手			5	
	発電機			14	
	建築	4	0.46	15	26.6
	製材			8	
	電話繩	2	0.23	8	25.0
	雜作業	14	1.61	66	21.2
	物質運搬	9	1.04	51	17.6
	單車	1	0.11	65	1.5
	通勤	36	4.14	138	26.0
	スキ一			30	
	機械修理	1	0.12	21	4.7
計		870	100.0	4,128	21.0

(8) 天候

天候	件数	比率
晴	391	44.94%
曇	200	22.99%
雨	105	12.07%
雪	11	1.26%
晴後曇	15	1.72%
晴後雨	13	1.50%
曇後晴	6	0.69%
曇後雨	79	9.08%
雨後晴	5	0.54%
雨後曇	23	2.65%
(前日)(当日)		
晴 曇		
晴 雨		
曇 晴		
曇 雨		
雨 晴	8	0.92%
雨 曇	1	0.11%
曇 雨	1	0.12%
晴 後 雪	1	0.11%
雪 後 曇	1	0.12%
雨 後 雪	1	0.11%
不 明	11	1.27%
計 :	870	100.0

このことは年度における就雇者数の年令構成と対比してみなければならないが、この年代に多い理由はさだかでない。全災害件数に対する比(A/B)で高令者の48~62才の間に多くなっていることは注目される。

(3) 経験年数別にみた場合

件数870に対して経験年数5年未満の者が56%の多くを占めていることは、林業の特質をあらわしていると考えられる。すなわち、一般工場と異なって作業方法が複雑である点、将来、このクラスの作業員に対する安全思想の普及は勿論のこと、徹底した安全作業の教育と訓練が必要であるといえよう。

(4) 発生時刻別にみた場合

件数870に対して、朝の始業時からだんだんと多くなり、昼休み後は低くなるが終業時に近くなるにつれて高くなっている。午前中は11時~11時30分の間が11.49%で一番高く、午後は15時30分~16時までの間が高く8.04%となっている。災害発生時刻もこの時間帯の前後に多いことを併せ考えると、休憩時間の与え方も考える必要があろうかと思われる。また一般に云われるような作業終了前の『気のゆるみ』との関係もあるかもしれない。

(5) 傷病名別にみた場合

件数870に対して切創2.023%, 骨折21.15%, 打撲21.49%とこの3つが特に多い。全件数に対する比(A/B)でも多くなっている。

(6) 災害部位別にみた場合

件数870に対して胸20.11%, 足19.66%が多い。全件数に対する比率(A/B)

でも胸が3.7.3%と一番多く、足は2.0.8%となっている。

(5), (6)に共通して云えることは、1次要因が「足がすべる」、2次要因が「転倒・転落」と云うケースで発生しているのが林業の災害の特徴であることを考える時、これらの箇名、災害部位の多いのは理解できよう。

(7) 従事作業別にみた場合

件数870に対して特に多い事業をみると、造林では人力下刈9.2.0%，人力地こしらえ7.2.4%，除伐つる切5.2.8%となっていて、生産では造材7.4.8%，伐倒4.7.1%，巻立3.5.6%，木寄せ5.7.9%となっている。全災害発生数に対する比(A/B)でみると生産事業に対してより、造林事業の方が多いようにみられる。生産事業の場合は比較的一定の場所で作業するのに対し、造林事業の場合は大部分移動をともなう歩行作業が多いだけにこの種の災害が多いものと思われる。

(8) 天候別にみた場合

従事した作業日の天候の割合を全災害件数についてみると雨・曇の日より晴れの日が4.5%の多くを占めていることは、天候の悪い日より注意力が足りないのではないかと思われる。

以上「足がすべる」によって発生した災害を1次要因だけに限定して各項目ごとにみてきたが、前述したように悪い条件下での作業で、かつ大部分が歩行作業である林業にあって、これらの条件を克服して、いかに災害を少なくしていくかが重要な問題であろう。

2. 教育訓練

災害防止対策としての安全教育・訓練、安全診断、作業基準の作成などの実行はもとより、作業方法からの作業姿勢、作業時間、休憩時間の与え方の研究、それに加えて複雑な林業の作業形態を単純化し、作業を標準化していく管理方法を強めるとともに、作業員に対する安全作業の指導と訓練を一層強化実行することが最も必要なことである。

(1) 作業基準

現在、国有林で制定されている作業基準は7種に及んでいる。この中で昭和40年代のレイノー氏現象発現において、その対策の一貫としてのチェーンソー作業の実態調査がなわれ、その防止対策としてチェーンソー作業の再検討の必要性が高まり、なお全幹集材などの作業仕組から伐倒・造材の作業が分離して行なわれるようになったことから、昭和41年度に改正に伴う調査を行ない、昭和43年2月「伐木造材作業基準」「チェーンソー取扱要領」「ソーチェーン取扱要領」についての改正案を林野庁へ提出し、それが施行

された。さらに昭和42年度において、集材操作業基準の改正にともなう調査を行なった。

作業環境を整備し、その標準的な作業条件下における作業方法を求め、これを教育訓練した結果、標準的な能力をもつ作業者が普通の努力で遂行できる作業時間あるいは作業量を示すものを作業標準というのに対し、作業基準は作業標準をより具体的に表現し、作業能率を高め、製品の品質を向上させるために、作業方法、作業時間、作業環境などを規制したものである。作業標準は現状の平均的なものよりやゝ理想をおもこんでいるのに対して、作業基準は現状の最低限を示したものであるだけに、作業員として是非守らなければならないものであり、また指導監督者は積極的に教育指導して作業員に守らせなければならないものである。

作業基準の教育指導は署単位でいろいろと独自の計画のもとに行なわれているのが現状であるが、われわれの現地調査では良く徹底に勉めている所では、署および作業員との連絡協調、すなわち人間関係が非常によくいっていて、災害の減少も目立っているのに対し、一方では基準を与え放して、教育指導もやっていないところでは災害の減少も限界にきているようだ、安全点検、安全懇談会などの行事ばかりが多くてその効果はあがっていないことが見受けられた。

(2) 安全点検

安全点検は職場における危険性を発見して是正することである。職場における危険性には物的面と人的面とが考えられる。物的面では、時間が経つにつれて機械や施設に段々と破損や消耗が加わり、また工程の変更などが行なわれる結果、その状態も変ってくるから危険の程度もだんだん加わってくる。このような不安定状態を発見是正するとともに、人的には毎日の気持の変化や身体の変化、あるいは物的面に対するその適応などに伴う不安全行為、危険な作業方法を発見是正して災害の防止を推進することにその目的がある。

安全点検の実態を例をもって示す。

〔良い例〕

事業所は毎月1日を安全点検日と決め、点検項目により点検する。その結果は署の方に報告し、署においては各現場から出てきた点検表に基づき、共通問題については安全委員会(署、組合の代表、各現場から1名の作業員により構成され、出署日に開催)で検討し、その結果を現場に流している。そして現場における処置を文書でその都度報告させている。なお、その他に署が中心となり、毎月事業所2カ所位について安全点検を行なっている。この場合は作業員の意見も十分聞くようしている。また作業員は安全当番をきめ、作業

日誌を現場において毎日を点検しており、ある時期に主任が確認して、問題点は事務所において処理する。このように署および現場との間における意志の伝達をお互いに確認すると共に適切な指示を与え、安全点検の効果をより一層良いものにしている例である。

〔悪い例〕

安全点検が一方的なやり方のようにうかがえる例で、この営林署は、機械化営林署に指定され、署でも作業員もその認識の上に立って作業が行なわれている所であるが、モラール調査を行なってみて安全に対する問題が浮び上ったところである。モラール調査のうち安全に関する項目のみをこゝに例として出した。その質問内容についての評点をみると、図2となる。

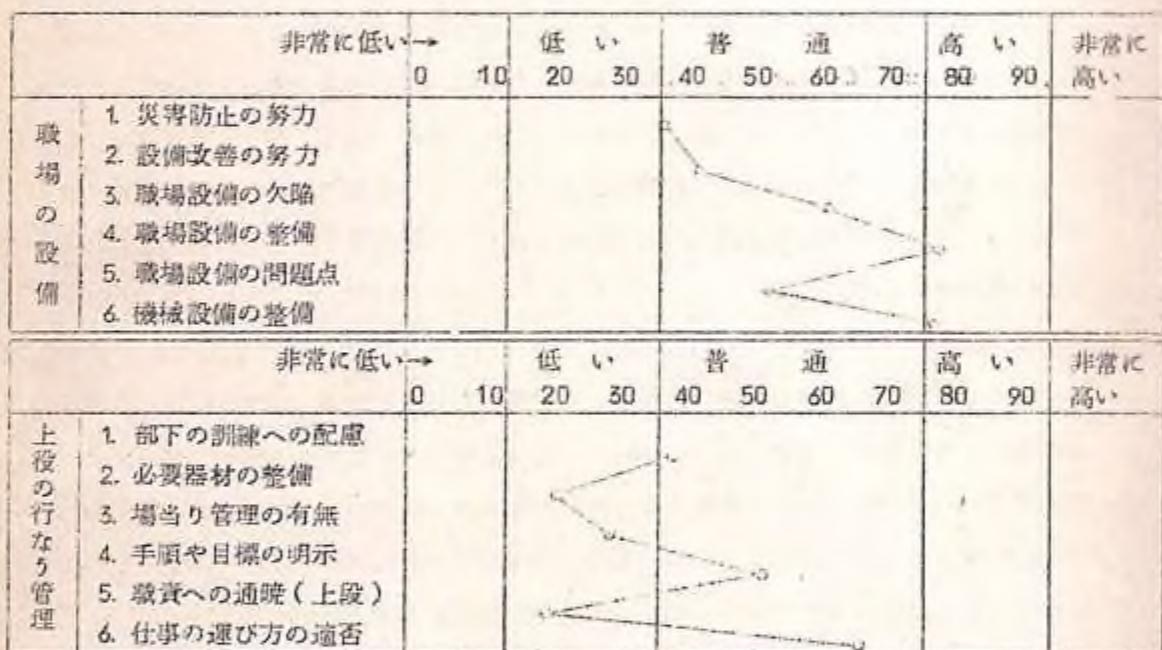


図 2

災害防止の努力や部下の訓練への配慮などが低いこと、また職場設備の問題点、必要器材の整備なども低くなっている。反面、機械化営林署として職場設備の整備、機械設備の整備あるいは手順や目標の明示、仕事の運び方の適否などが多いことは当然であるが、それに伴う安全の問題や訓練の配慮などが作業員の立場からすれば不満があるようである。このような現場からすれば、いくら安全点検を行なってみたところで、単に仕事として行なわれたに過ぎず、このことがたび重なるとかえって嫌われるてくるという安全点検のやり

方の悪い例である。

(3) 安全適性検査

国有林における適性検査は昭和35年から本格的に実施されたが、その目的には「国有林野事業の現場に従事する職員の労働災害を未然に防止して、職員ならびにその家族の福祉に寄与するため、災害防止上必要な措置を講ずる方途として、安全適性検査を行なうものとする」となっている。

対象とする者は定員内および定員外職員で、従事する作業は14職種が指定されている。検査項目は、A 体格・体力、B 生理機能、C 心理機能となっていて、検査結果については「安全適性検査判定基準表」に基づいて合格、不合格の判定を行ない、検査後の措置として該項目の指示を与えていた。実際行なっている現場の意見としては、適性検査の価値を認めながらも、成績判定のむづかしさ、事後処理についての労務事情や安全対策の面からも、具体的な実行可能なもの、たとえば要注意者に対する教育方法などについての要望が大きいのが現状のようである。さらに災害発生と適性検査には余り関係が見出されないという意見も多かった。

「適性検査は、特に、災害防止のためというよりは、一般採用検査と変わらないようなものである。国有林などの安全適性検査は、職種別に最低身体検査および知能検査の基準を決めるだけのものである。」と狩野氏は云っている。すなわち、適性検査のみでは災害防止用のテストとしては不足であろうということが考えられる。

最近の災害調査において、作業員の性格調査の結果の各型と事故の型とに関係があるといわれている。Y, Gテストについての行動科学研究所の研究によれば、各集団に存在する作業員個々の性格特性の分布をY, Gテストの5つの性格タイプにあらわし、そのまま利用して図表化し、集団の性格特性を求めることができるとしている。このことなどは、国有林の現場におけるセット方式単位、あるいは造林における共同作業に対する集団の性格特性を把握することによって、安全対策に一つの方向性を見いだすことができよう。

またモラール調査との関係、特に同僚との関係から集団の性格特性も個人の性格特性と同じように取り扱うことができる事が明らかになったことなどから、適性検査、性格検査、モラール調査を併せ行ない、多くの面から災害防止の処方箋を書いて安全カウンセリングとして活用することは、安全管理の面で意義が大きいといえよう。

以上、教育訓練に関する作業基準、安全点検、適性検査などについての現状を述べたが、これらのこととは災害防止の一つの手段として有効なものであるが、問題となった点を教育訓

行なわれることには効果も望めない。

現在の林業においては作業員に対する教育訓練の方策が確立されておらず、具体的なものがない。欧米においては早くからこの問題に着目し実行されているので、その例を示し参考にする。

米国においては各州独自の立場で安全訓練要綱を作っている。その中の第1部に、訓練方法に対する一般的指針として次の項目があげられている。

訓練の必要性

訓練の方法

訓練の型

訓練の計画

誰が訓練すべきか

訓練のようす

安全の重要性

木材伐出安全計画

予備的な整備が重要である。

その遂行方法

概括

以上となっており、第2部に安全規則、第3部に動力鋸の予防的整備、第4部に火の用心となっている。

内容において、安全訓練が、

- ① 一層健康で、一層安定し、一層満足した労働者
- ② 1人当たりおよび操作当たり生産の(20~50%)増進
- ③ 生産費の一層の低下

などの利点があることを強調しており、また再三の訓練の必要性については「時が経つにつれて、もし仕事のやり方が点染され、洗練され、改善されなければ、不注意な習慣が進んでしまうものである」と述べている。これなどは自己流の悪い習慣を少しでも早く正規の基準にそったものにしていくことの必要性を強調したものであろう。

ドイツにおいては「森林労働者養成規程」が作られ、それに基づいて別表のような教課内容が示されている。訓練はこれに基づいて行なわれ、3回に分けて1年生は8日間、2,3年生は16日間となっている。内容は講義および付属している実習工場および実験林の3カ

所で行なわれ、指導官は理論的な面と実際的な指導の面との両者が一組となって行なわれている。

ドイツにおける森林労働者学校の教課時間割表

講義および実習内容	1年生			2年生			3年生		
	講義	場内実習	現地実習	講義	場内実習	現地実習	講義	場内実習	現地実習
安全について	1			4			4		
森林の意義について	1			1			1		
青林用具(实物を示して)	1								
苗木の取扱いと植栽方法	2	2			2	4			2
造林地の手入(除伐)作業用具の紹介と実習		4							
枝打の理論				1			1		
混合肥料の作り方	1								
実習		3							
森林保護、単木保護、大面積保護			2						2
幼令林保育の原理				1			1		
幼令林の保護と獣害防止							3		3
林道修理 作業用具を示して	1								
簡単な仕事		3					2		4
山火事の予防と消火について	1			2			2		
ヤスリ掛け		5			2				2
作業用具論 ノコ、ヤスリ	2			2			2		
伐木労働者の作業用具(入門)	1	1							
斧と皮剥器の手入れ	1				1			1	
作業用具について 斧、手ノコ、伐木用具				2				2	
作業技術 ノコ、斧の使い方			2						
丸太を使ったトビ、木廻の扱い方を先生がやってみる		2							
林業機械、集材機、1人用チェンソー	2	2						4	
林業機械取扱い入門(バルブ用材の集材運搬)									4

講義および実習内容	1年生			2年生			3年生		
	講義	場内実習	現地実習	講義	場内実習	現地実習	講義	場内実習	現地実習
斧研ぎ					1		1		
斧の柄作り					6		6		
運材用具 集材機、ソリ、タサリ、木挽	1			4		4			
チェンソー各機種別の説明				2		2			
チェンソーの目立、刃の交換、リベット打ち、刃の手入れ					2		2		
同上実習					2		2		
1人用チェンソーの故障発見と修理					2		2		
作業用具の実習					2		2		
作業用具の点検返納	1			1			1		
木取方法の概念	2	1							
専門的な計算	1			2		2			
用材規格	1			2	1	1	2	1	1
小径木(胸高1.0m以下)の林で1人で伐倒する作業方法	2		4			4		4	
大径木(3.0m以上)の伐倒、造材					4		4		
集材機作業(2人組)					2		2		
1人用チェンソーによる玉切作業					2		2		
1人用チェンソーによる広葉樹大径木の伐倒作業					2		2		
1人用チェンソーによる針葉樹大径木の伐倒玉切作業					7		7		
全幹材(ハルフ材)を切り上で玉切作業					2		2		
天然性中径木の伐木と造材作業(单独作業と組合作業の方法)					2		4		
特殊な集材機を使って小径木の集材					2		2		
丸太の集材							2		
避難小屋の組立							4		
応急手当				2	2		4		
労働協約				2		2			
樹種別単金説明と労災保険				2		2			
教えたことの全部の復習				4		4			
筆記試験(計算と質問に答える試験)				2		2			
口頭試問				2		2			
映画	2				5		5		
勤労奉仕									

以上が外国における教育訓練の例であるが、わが国においても、具体的な教育訓練の在り方、方法などを速かに作り出す必要があろう。

過去3年間において国有林野事業における林業労働災害の発生原因、作業行動の人間工学的分析および安全管理との関連について研究を進めてきた。その研究成果は「林業労働安全管理と人間工学(P523)」としてとりまとめ公刊すると共に、林業講習所における職員研修の講義に役立たせている。

4. こんごの問題点

現在、安全の推進母体となっている各種作業基準の教育訓練を徹底させるに当って、作業基準の欠点(主に作業行動についての具体性)の分析と訓練手法の確立が必要である。

昭和40年度から昭和42年度までの3年間に災害防止に対する基礎資料を得るために研究を進めてきたが、上述した必要性に基づき、昭和43年度以降も、特に各種作業の人間工学的分析を中心して研究を継続することになっている。

昭和43年度における研究計画は次の通り。

- ① 機械力の導入、作業方法の変化とともに災害発生状況との関連
- ② 作業基準にある作業員行動規制について、人間工学的分析と作業方法の確立
- ③ 各作業員の性格とその適正および集団におけるモラールとの関係を求め、効果的な訓練手法の確立

〔公刊文献〕

- 作業第1研究室：昭和38年度における国有林野事業における公務災害分析報告書、昭和41年3月 林野庁福利厚生課へ提出
- 辻 隆道 外1：林業労働の災害分析、昭和41年10月 第25回全国産業安全大会研究発表集
- 辻 隆道：林業労働安全管理と人間工学、昭和42年9月 宏林タイムス社

(別表) 第1表-1

年合階別、傷病名別表 (38年度)

	~17	18~22	23~27	28~32	33~37	38~42	43~47	48~52	53~57	58~62	63~67	68~72	73~	不明		
埠過	2	8	5	8	2	7	2	3	1	1				3.9	0.94	
刺創	18	27	40	26	52	24	19	9	6	8	3			21.2	5.14	
切創	101	94	104	122	90	55	57	43	30	16	4			71.6	17.34	
切	4	4	6	8	6	5	5	2	1					4.4	1.07	
切	8	15	20	19	18	14	10	6	4	1				12.5	3.02	
切創	35	61	112	113	134	67	63	46	47	19	6	1		70.2	17.01	
挫創	2	8	8	8	15	5	4	2	2	2				5.4	1.31	
挫	3	1	1	1	3	1	1	1	1	1				1.3	0.51	
挫断	10	29	24	47	55	18	22	25	10	5	4			22.9	5.55	
挫挫	2	2	4	4	5	8	2	1	2	3	1			3.2	0.78	
挫挫挫	21	44	91	140	146	91	80	83	44	18	6	4		76.8	18.60	
挫挫挫挫	3	9	16	34	15	8	14	4	6	6				11.3	2.74	
挫挫挫挫挫	4	12	22	15	10	6	11	5	4	5				2.8	0.68	
挫挫挫挫挫挫	5	3	7	2	3	1	5	2	1	2				8	0.19	
挫挫挫挫挫挫挫	12	4	3	3	1	1	2	1	34					2.9	0.70	
挫挫挫挫挫挫挫挫	2	1	1	3	1	1	2	1	34					1.4	0.54	
挫挫挫挫挫挫挫挫挫	19	81	110	131	139	90	84	69	2	27	10	4		79.8	19.53	
挫挫挫挫挫挫挫挫挫挫	11	18	14	22	14	10	13	5	195	3	2			11.4	2.77	
不	計	262	423	585	707	664	414	391	315	195	119	42	11		41.28	
比率(%)	6.34	10.25	14.17	17.13	16.08	10.03	9.47	7.63	4.73	2.88	1.02	0.27			100	

第1表-2 年合階別、災害部位別調査 (38年度)

年合階別 部位別	~17	18~22	23~27	28~32	33~37	38~42	43~47	48~52	53~57	58~62	63~67	68~72	73~	不明	計 %	
頭 頸	8	21	37	41	30	18	24	12	11	2				21.5	52.0	
面 脣	10	33	52	66	37	27	37	12	7	11	5			2.97	7.20	
面 背	18	57	28	45	34	29	28	20	10	3	1			2.53	6.15	
背 胸	5	6	14	22	18	23	14	4	6	4	1			1.19	2.88	
胸 腹	5	20	47	78	88	51	51	69	32	16	9	3		4.69	11.56	
腹 腹	11	19	55	62	44	24	25	26	11	8	3			2.67	6.47	
腰 手	8	13	18	19	19	21	8	13	12	7	3	1		1.41	3.41	
手 指	39	48	61	58	60	45	35	31	21	7	7	1		4.02	9.74	
指 腕	58	56	97	93	96	57	50	45	31	21	7	3		6.14	14.87	
腕 腕	69	114	122	135	142	77	69	51	26	15	2	1		8.21	19.89	
足 足	8	14	24	23	32	17	19	8	8	2	1			1.58	3.83	
足 全	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2				9	0.22	
全 不	計	262	423	585	707	664	414	391	315	195	119	42	11		2	0.05
比率(%)	6.34	10.25	14.17	17.13	16.08	10.03	9.47	7.63	4.73	2.88	1.02	0.27			41.28	100

第2表-1

年令階別、発生の時刻別調

(38年度)

	~17	18~22	23~27	28~32	33~37	38~42	43~47	48~52	53~57	58~62	63~67	68~72	73~	不明	計	比率%
6.00以前	262	425	585	707	664	414	391	315	195	119	42	11			1	0.02
6.00以降	6.34	10.25	14.17	17.13	16.08	10.03	9.47	7.63	4.73	2.88	1.02	0.27			1	0.02
不 明	6	5	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1			7	0.17
計	262	425	585	707	664	414	391	315	195	119	42	11			1	0.02
比率(%)	6.34	10.25	14.17	17.13	16.08	10.03	9.47	7.63	4.73	2.88	1.02	0.27			1	0.02
															1	0.02
															7	0.17
															48	1.17
															92	2.23
															134	3.24
															213	5.16
															291	7.05
															301	7.07
															313	7.59
															400	9.69
															43	1.05
															278	6.73
															34	0.82
															132	3.19
															163	3.95
															248	6.01
															243	5.89
															258	5.76
															295	7.15
															276	6.68
															252	6.11
															36	0.87
															17	0.41
															6	0.15
															21	0.51
															21	0.51
															4,128	100.00

第2表-2

年令階別、休憩後の経過時間別調

(38年度)

	~17	18~22	23~27	28~32	33~37	38~42	43~47	48~52	53~57	58~62	63~67	68~72	73~	不明	計	比率%
0~5分	29	34	33	38	41	22	20	19	9	6	3				254	61.5
6~10	5	5	12	16	17	17	8	7	4	3	1				81	1.96
11~15	16	14	19	37	31	15	20	13	7	6	1				179	4.34
16~20	8	6	17	17	17	19	4	5	3	1	1				105	2.54
21~25	20	1	4	5	12	7	5	4	3	1	1				151	1.24
26~30	15	29	49	47	47	28	18	16	11	12	4	2			280	6.78
31~35	2	2	6	6	6	5	3	2	2	1	1	2			33	0.80
36~40	3	12	17	14	16	12	13	11	7	5	1	1			92	2.23
41~45	8	18	20	32	24	14	9	5	4	3	1	1			154	3.73
46~50	9	7	6	11	14	14	9	7	5	1	1	2			73	1.77
51~55	2	3	6	3	5	6	5	4	3	1	1	1			33	0.80
56~60	28	39	86	76	75	42	49	30	22	15	2	1			465	11.26
61~65	60	1	4	10	7	6	4	4	6	4	2	1			52	1.26
66~70	70	8	21	21	25	14	14	11	13	12	6	4			94	2.28
71~75	80	5	11	14	14	9	11	13	15	12	6	4			155	3.75
76~80	80	11	12	14	14	14	14	11	12	6	4	4			107	2.59
81~85	90	24	58	57	6	6	7	4	6	5	3	2			40	0.96
86~90	90	12	11	17	16	15	15	13	15	14	12	10			61	1.47
91~95	90	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			74	1.80
96~100	100	2	11	7	5	5	5	3	5	3	2	1			17	0.41
101~110	110	4	4	14	10	15	13	11	15	13	12	11			245	5.93
111~110	110	2	3	5	5	1	2	2	2	2	1	1			109	2.4
116~120	16	16	16	16	16	5	5	5	5	5	3	2			27	0.66
121~120	120	12	11	7	5	5	4	3	5	3	2	2			20	0.48
126~130	2	4	2	5	2	4	2	1	2	1	1	1			10	0.24
131~130	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			6	0.39
136~140	2	4	2	1	5	1	1	1	1	1	1	1			1	0.05
141~140	3	9	11	19	26	21	14	6	9	13	8	5			65	1.58
146~150	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			150	3.65
151~150	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			439	1.064
156~160	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			4,128	100.00
161~160	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	0.02
166~170	2	5	10	10	14	14	14	14	14	14	14	14			1	0.02
171~170	2	8	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11			1	0.02
181~	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8			1	0.02
不 明	32	66	45	81	69	44	43	36	12	7	4	3			1	0.02
計	262	423	585	707	664	414	391	315	195	119	42	11			4,128	100.00
比率(%)	6.34	10.25	14.17	17.13	16.08	10.03	9.47	7.63	4.73	2.88	1.02	0.27			4,128	100.00

第3表

月別、年令階別、災害程度別調

(38年度)

	~17	18~22	23~27	28~32	33~37	38~42	43~47	48~52	53~57	58~62	63~67	68~72	73~	不明	計	比率%
死亡	411	18	22	19	12	14	9	5	3	1	1	1	1	1	119	1
重傷	424	14	5	9	7	8	10	4	3	1	1	1	1	1	67	67
中等傷	122	6	5	2		2	1	3	1						23	23
輕微	717	38	32	30	20	24	20	12	7	2	1	1	1	1	210	5.08
死亡	820	25	35	27	16	8	13	17	6	3	1	1	1	1	6	6
重傷	711	19	18	18	10	14	4	5	4	2	1	1	1	1	176	176
中等傷	55	9	10	10	7	5	1	2							112	112
輕微	11	1													53	53
計	1837	51	66	56	34	26	18	25	10	6	1	1	1	1	2	2
死亡	113	35	33	39	40	21	20	20	8	6	2	1	1	1	349	8.46
重傷	1319	22	25	15	13	11	4	4	4	2	1	1	1	1	238	238
中等傷	139	14	6	19	11	6	2	2							152	152
輕微	115	5	2	1	1	1									78	78
計	3663	73	72	84	46	41	35	14	10	4	2	1	1	1	7	7
死亡	127	26	31	44	48	29	24	20	10	11	2	1	1	1	6	6
重傷	1519	19	27	18	20	13	7	1	1	1	1	1	1	1	273	273
中等傷	1011	15	21	16	5	15	3	2	1	1	1	1	1	1	160	160
輕微	15	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	100	100
計	5360	66	94	86	55	61	57	19	13	4	2	1	1	1	11	11
															550	13.52

	重傷	中等傷	輕微	計	重傷	中等傷	輕微	計	重傷	中等傷	輕微	計	重傷	中等傷	輕微	計
8	18	27	36	48	39	26	22	28	10	10	5	1	1	1	1	268
	18	21	22	34	31	17	11	14	4	3	5	1	1	1	1	175
	10	15	11	19	11	4	13	6	5	5	3	1	1	1	1	98
	1	1	1	1	5	2	1	2								13
9	47	63	71	102	86	49	47	50	19	16	4	1	1	1	1	555
	18	22	38	45	34	28	24	28	9	13	4	1	1	1	1	5
	8	19	28	22	14	16	18	10	2	2	2	1	1	1	1	263
	8	9	5	19	8	6	9	3	5	5	1	1	1	1	1	139
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	73
10	34	52	74	88	57	50	51	42	16	16	4	1	1	1	1	4
	13	23	29	46	45	25	23	27	12	7	4	1	1	1	1	5
	4	21	21	30	11	15	13	5	6	2	1	1	1	1	1	255
	4	5	8	5	8	5	7	5	3	5	5	1	1	1	1	141
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	50
11	21	50	59	82	82	44	45	36	23	9	5	2	2	2	2	5
	9	16	30	33	37	22	15	12	3	1	1	1	1	1	1	7
	5	11	18	24	16	15	12	6	9	4	3	1	1	1	1	197
	4	5	1	5	5	5	5	2	3	1	1	1	1	1	1	121
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29
12	18	33	50	65	60	38	37	24	23	7	3	2	2	2	2	4
																358
																8.67

	~17	18~22	23~27	28~32	33~37	38~42	43~47	48~52	53~57	58~62	63~67	68~72	73~	不明	計	比率%
死亡	7	11	15	15	24	16	11	5	7	10	1	2			1	1.24
重傷	7	6	9	14	11	9	7	3	3	3					72	
中等傷	2	2	7	6	6	4		2	1	2					52	
輕傷	1								1						2	
計	16	19	33	35	41	29	15	10	12	15	1	2			231	5.59
死亡	4	15	9	10	12	7	11	9	1	2					80	
重傷	2	9	4	5	4	3	4	2	2	1					56	
中等傷	2	3	3	5	5	2	1	1	1						18	
輕傷	5														5	
計	11	27	16	22	16	12	16	12	4	3					159	3.57
死亡	3	5	11	20	19	7	4	7	7	2					1	
重傷	1	1	8	6	8	6	6	5	5	2	1				85	
中等傷	2	3	1	4	3	3	3	3	3						47	
輕傷	2			2	1				1						22	
計	6	7	22	31	30	16	13	15	10	4	2	1			157	3.80
死亡	2	10	12	15	17	9	9	9	2	3	2				1	
重傷	2	1	7	7	4	5	6	6	2	5	1				88	
中等傷	2		1	1	2	8	1	1	2	2					46	
輕傷	2														19	

	微傷	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	7	
	計	6	11	21	24	30	17	16	14	10	8	4				161	3.91
死亡																	
重傷																	
中等傷																	
輕傷																	
微傷																	
計	死亡	1	2	7	8	5	3	4	3	2	1	1				37	0.89
	重傷	122	208	291	269	359	223	188	190	108	75	24	7			21.64	5.242
	中等傷	82	135	196	212	189	131	131	87	54	34	14	3			1.266	3.072
	輕傷	56	68	81	108	98	50	64	30	29	9	2	1			5.95	14.41
	微傷	2	10	10	10	13	7	4	5	2	1					6.4	15.6
計	262	435	565	707	664	414	391	315	195	119	42	11			4128		
比率(%)	6.34	10.25	14.17	17.13	16.08	10.03	9.47	7.63	4.73	2.88	1.02	0.27			100.00		

発生経過の要因		1	次	事件数	件数比%	2	次	事件数	件数比%	3	次	事件数	件数比%	4	次	事件数	件数比%	5	次	事件数	件数比%	6	次	事件数	件数比%
身動	体作	足手	足手	1,177	28.51	167	6.35	36	8.35	1	0.23	1	0.46	1	1.79	1	8.93	1	3.33	1	3.33	1	3.33	1	3.33
		腰	腰	164	3.97	511	12.59	7	1.62																
		力	力	17	0.41	18	0.72																		
		倒	倒	5	0.12	19	0.75																		
		落	落	141	3.42	1121	4.466	200	4.641	33	58.92	1	3.33												
				22	0.53																				
材	材	口木	木	10	0.24	3	0.12	1	0.23																
		荷木	木	52	1.26	22	0.88	2	0.46																
		荷木	木	499	12.09	258	1.028	55	1.276	5	0.46														
		荷木	木	44	1.07	14	0.56	7	1.63																
		木	木	25	0.60	7	0.28	1	0.23																
		木	木	22	0.54	8	0.31	1	0.23																
機	機	扒	扒	180	4.56	32	1.28	7	1.62																
		ソ	ソ	33	0.80	17	0.68	5	0.70																
		機	機	77	1.86	71	2.83	16	3.71	2	3.57														
		一キタコ	機	29	0.70	5	0.11	1	0.24																
		機ルマ	機	25	0.61	5	0.20																		
		ノ	ノ	12	0.29	8	0.32																		
		ツツク	ツツク	8	0.19																				
		ツツク	ツツク	100	24.5	32	1.28	1	0.23																
		ツツク	ツツク	6	0.19																				
		ツツク	ツツク	15	0.32	6	0.24	4	0.16																
		ツツク	ツツク	27	0.65	4	0.16																		
		ツツク	ツツク	167	4.05	91	3.62	17	3.94	1	1.79														
		ツツク	ツツク	16	0.58	9	0.36	1	0.23																
		ツツク	ツツク	2	0.05	3	0.12	1	0.04																
		ツツク	ツツク	2	0.05	1	0.04																		

飛来物	飛来物	105	255	7	0.27	2	0.46																		
その他	飛	ね	る	12	0.29	16	0.64	3	0.70																
	具	す	る	20	0.48	1	0.04																		
	器	か	れ	26	0.63	1	0.04	2	0.46																
		か	れ	2	0.05	1	0.04																		
		か	れ	17	0.41	1	0.04																		
		か	れ	1	0.03																				
その他	ね	ね	る	109	2.64	19	0.76	4	0.93																
	物	す	る	24	0.58	5	0.20																		
		が	る	46	1.11																				
		か	る	2	0.05																				
		か	る	1	0.03																				
		か	る	55	1.33	2	0.08	2	0.46																
		か	る	15	0.36	2	0.08																		
		か	る	13	0.32	3	0.32																		
		か	る	9	0.21	3	0.32																		
		か	る	11	0.27	6	0.23	1	0.04																
		か	る	8	0.20	3	0.12																		
		か	れ	4	0.10																				
		か	れ	13	0.31	3	0.12																		
		か	れ	8	0.20	2	0.05																		
		ま	ま	2	0.05																				
車輻	車	219	530	106	423	39	205	12	2143	1	334	1	334												
その他	2つ以上	366	887	36	143	4	0.93																		
1つのみ	106	257	37	148	4	0.93																			
計	4,128	10000	2,510	10000	4,31	10000	56	10000	1	10000	1	10000													

発生経過の要因	1 次		2 次		3 次		4 次		5 次		6 次	
	件数	比%	件数	比%	件数	比%	件数	比%	件数	比%	件数	比%
身体動作	1,526	36.96	1,636	65.17	243	56.38	33	58.92	1	33.33	1	0.00
木板機械	652	15.80	312	124.3	67	91.0	6	127.2	1	33.33	1	0.00
板金機械	180	4.36	32	1.28	7	1.62						
飛来物	332	8.04	146	5.82	30	6.97	4	7.14				
その他の工具	253	5.64	153	5.50	21	4.87	1	1.79				
飛来物	105	2.55	7	0.27	2	0.46						
その他の器具	78	1.89	19	0.76	5	1.16						
その他の器具	331	8.02	46	1.83	9	2.09						
車両	219	5.30	106	4.23	39	9.05	12	2.143	1	33.34	1	1.000
その他	472	11.44	73	2.91	8	1.86						
計	4,128	100.00	2,510	100.00	431	100.00	56	100.00	3	100.00	1	100.00

(参考) 月別・発生日別別調査(58年度)

6.00以前 6.50	月別・発生日別別調査(58年度)												計	比率%
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
6.00以前 6.50	2	1	1	2	1	1	1	1					1	0.02
7.00	1	2	2	11	4	3	4	5	1	2	2	2	7	0.17
7.50	3	9	14	13	15	14	13	20	13	9	1	2	24	0.58
8.00	5	7	14	19	14	13	14	26	19	13	6	11	48	1.17
8.50	5	12	21	19	27	26	35	41	57	26	17	7	92	2.23
9.00	12	10	34	31	40	41	36	40	30	20	22	19	134	3.24
9.50	21	20	36	31	35	40	36	41	41	30	22	15	213	51.6
10.00	19	21	30	29	35	45	56	64	55	41	30	15	291	70.5
10.50	14	27	32	25	42	42	45	51	41	30	15	14	301	72.9
11.00	19	42	29	65	64	64	55	42	42	12	12	13	313	75.9
11.50	15	26	28	25	42	42	45	51	41	30	15	17	400	96.9
12.00	1	5	4	5	7	2	5	4	2	3	2	4	278	6.75
12.50	3	5	4	5	7	2	5	4	6	2	2	1	34	0.82
13.00	8	11	18	18	17	14	15	15	15	12	12	13	45	1.05
13.50	9	14	13	22	20	22	18	15	15	12	7	5	132	3.19
14.00	9	21	36	37	33	29	29	19	20	12	9	13	163	3.95
14.50	12	19	29	36	30	30	32	30	35	16	10	8	248	6.01
15.00	8	24	28	34	30	30	32	35	35	20	18	11	243	5.89
15.50	14	19	37	34	30	30	32	35	35	18	11	12	238	5.76
16.00	19	25	28	36	34	34	33	28	29	20	18	8	276	6.68
16.50	15	23	37	40	34	34	31	18	15	14	14	5	252	6.11
17.00	1	2	2	7	6	5	5	3	6	6	5	7	1	36
17.50	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
18.00	2	5	1	4	2	2	3	2	1	1	1	1	6	0.15
18.50以降 不明	3	2	3	8	4	2	2	2	2	1	1	1	21	0.51
不計	210	349	478	550	555	484	456	358	231	139	157	161	21	4,128
比率(%)	5.08	8.46	11.58	13.32	13.44	11.73	11.05	8.67	5.55	3.37	3.60	3.91	1	100.00

林業労働の災害分析

機械化部作業科作業第1研究室：辻 隆道，石井邦彦

1. まえがき

われわれは昭和38年度国有林野事業における災害の発生状況を要因、時刻、年齢、作業などの面からいろいろと分析を行なったので、その分析結果について述べるとともに、労働科学的な面から若干の検討を加えたのでそれらについて発表する。

2. 災害発生の分析結果

(1) 年齢階別の傷病名・災害部位の状況

年齢階別に発生の多い5位までの順にみると第1表のとおりである。

第1表 年齢階別にみた傷病名・受災部位の状況

年齢階別		傷病名		受災部位	
年齢階	全件数に対する比率	1位	2位	1位	2位
1 28～32	17.13%	骨折	打撲	足	腿
2 33～37	16.08%	骨折	打撲	足	腿
3 23～27	14.17%	打撲	打撲	足	腿
4 18～22	10.25%	切創	打撲	足	腿
5 38～42	10.03%	骨折	打撲	足	腿
全件数(4,128件)		1位 打撲 19.33%	1位 足 19.89%		
に対する比率		2位 骨折 18.60%	2位 腿 14.87%		
		3位 切創 17.54%	3位 胸 11.36%		
		4位 挫創 17.01%	4位 手 9.74%		

野外の足場の悪い場所での作業が大部分である林業の特徴がよくあらわされている。傷病では骨折・打撲が全件数の37.9%，受災部位では足・腿が全件数の34.8%の多くを占めて

いる。

(2) 年齢階別の発生時刻・休憩後の経過時間の発生状況

毎日の勤務時間は就業規則で定められているが、単独作業か集団作業かによって休憩時間のとり方は画一的でないのが現状である。このような状態の中で発生時刻・休憩後の経過時間をみたのが第2表である。

第2表 年齢階別の発生時刻・休憩後の経過時間の発生状況

年齢階別	発 生 時 刻		休憩後の経過時間	
	1位	2位	1位	2位
1 28～32	10:50～11:00 時	9:30～10:00 時	86～96 分	116～120 分
2 33～37	10:30～11:00	10:00～10:30	86～96	56～60
3 23～27	10:30～11:00	9:00～9:30	56～60	86～90
4 18～22	10:30～11:00	10:00～10:30	56～60	86～90
5 38～42	10:30～11:00	10:00～10:30	56～60	86～90
全件数(4,128件)	1位 10:30～11:00 9.69%	2位 10:00～10:30 7.59%	1位 56～60 11.26%	2位 86～90 10.52%
に対する比率	3位 15:00～15:30 7.15%	4位 9:30～10:00 7.07%	3位 26～30 6.78%	4位 0～5 6.15%

災害発生は10時から11時までの時間帯に多く全件数に対して17.5%を占め、休憩後の経過時間では56～60分，86～90分の間に多い。

(3) 災害程度別の状況

年齢階別の災害程度の状況は第3表のとおり。

第3表 年齢階別の災害程度の状況

年齢階別	死 亡	重 傷	中等傷	軽 傷	微 傷
1 28~32	8	369	212	108	10
2 33~37	5	359	189	98	15
3 25~27	7	291	196	81	10
4 18~22	2	208	135	68	10
5 58~42	3	223	131	50	7
全件数(4,128) 件数	37	2,164	1,268	595	64
に対する比率 比率	0.89%	52.42	30.72	14.41	1.56

次に傷病名と災害程度の関係を全件数についてみると第4表のとおり。

死亡災害では骨折が多く、その中で頭の骨折が15件を占め、主な作業は伐木造材が5件、集材機操作が3件である。

第4表 傷病名別の災害程度の状況

傷 病 名	死 亡	重 傷	中等傷	軽 傷	微 傷
打撲 19.33%	7	352	294	134	13
骨折 18.60%	23	628	110	11	2
切創 17.34%	1	304	302	109	3
挫創 17.01%	1	361	231	100	1
以下 9種類 27.72	5	519	331	241	45

(二) 受災時の使用機械器具および加害物件

林業は作業内容が広範囲にわたっているため、使用する機械器具も多く受災時における数は297点となっている。また加害物件も同様に500点の多くを数える。受災時に使用していた機械器具および加害物件は第5表のとおり。

第5表 受災時の使用機械器具および加害物件

		1 位	2 位	3 位	4 位	5 位	6 位	7 位	以 下
使 用 機 器 具	品名	カ マ	素 手	チエンソー	ト ビ	ナ タ	刈払機	タ キ	290点
	比 率	9.64%	8.86	8.17	7.55	7.44	5.85	5.25	51.24
加 害 物 件	品名	丸 太	カ マ	ナ タ	作業姿勢	地 表	枝 条	石	493点
	比 率	14.77%	6.08	5.70	5.47	4.31	4.10	3.82	55.75

(三) 発生経過の要因分析

災害の発生がどのような経過で起っているかをみたのが第6表である。

発生経過の一次要因では、身体動作によるものが全体の57%を占め、次いで木材によるのが20%となっている。二次以下の要因でも、身体動作が半分以上を占めている。

第6表 発生経過の要因分析

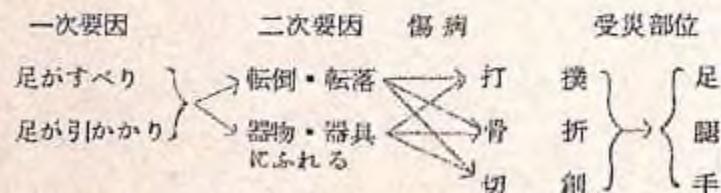
発 生 経 過	1 次	2 次	3 次	4 次	5 次	6 次
身 体 动 作	1,526 56.96%	1,636 65.17%	243 56.38%	33 58.92%	1 53.53%	
木 材	832 20.16%	544 15.71%	74 17.16%	6 10.72%	1 53.53%	
机 械 器 具	532 8.04%	146 5.82%	30 6.97%	4 7.14%		
集 材 機 関 係	235 5.64%	133 5.30%	21 48.7%	1 1.79%		
飞 来 物	105 2.55%	7 0.27%	2 0.46%			
そ の 他 器 具	78 1.89%	19 0.76%	5 11.6%			
そ の 他 器 物	531 8.02%	46 1.83%	9 2.09%			
车 轮	219 5.30%	106 4.23%	39 9.05%	12 21.43%	1 33.33%	1 10.00%
そ の 他	472 11.44%	73 29.1%	8 18.6%			
計	4,128 100.0%	2,510 100.0%	431 100.0%	56 100.0%	3 100.0%	1 100.0%

次に身体動作をさらに細かく分析したのが第7表である。身体動作の一次要因では足に関係する場合が一番多く全件数に対して28.5%を占め、二次要因では転倒・転落が多く、二次要因の中で44.7%と約半分を占めている。足に関係するものとしてその内容をみると、「足がすべり」が781件で全件数に対して18.9%、「足が引かかり」が219件(5.3%)となっている。

第7表 身体動作の発生経過の要因分析

	1 次	2 次	3 次	4 次	5 次
足	1,177 28.51%	167 6.65%	36 8.35%		
手	164 3.97%	311 12.39%	7 1.62%		
力が余り	141 3.42%	19 0.75%		33 5.892%	1 3.333%
転倒・転落	22 0.53%	1,121 44.66%	200 46.41%		
身体	17 0.41%	18 0.72%			
腰	5 0.02%				
身体動作の全件数に対する比率	1.526 36.96%	1.636 65.17%	243 56.58%	53 5.892%	1 3.333%

以上災害発生の分析結果を述べてきたが、林業の災害は大部分が次のような形で発生することが考えられる。



不整形な急斜地の足場の悪い所で、長くて重い丸太を取り扱い、労働強度が比較的高い作業が主である林業にあっては、これらの条件をどのように克服して災害を少なくするかが課題であろう。

5. 労働と休憩時間

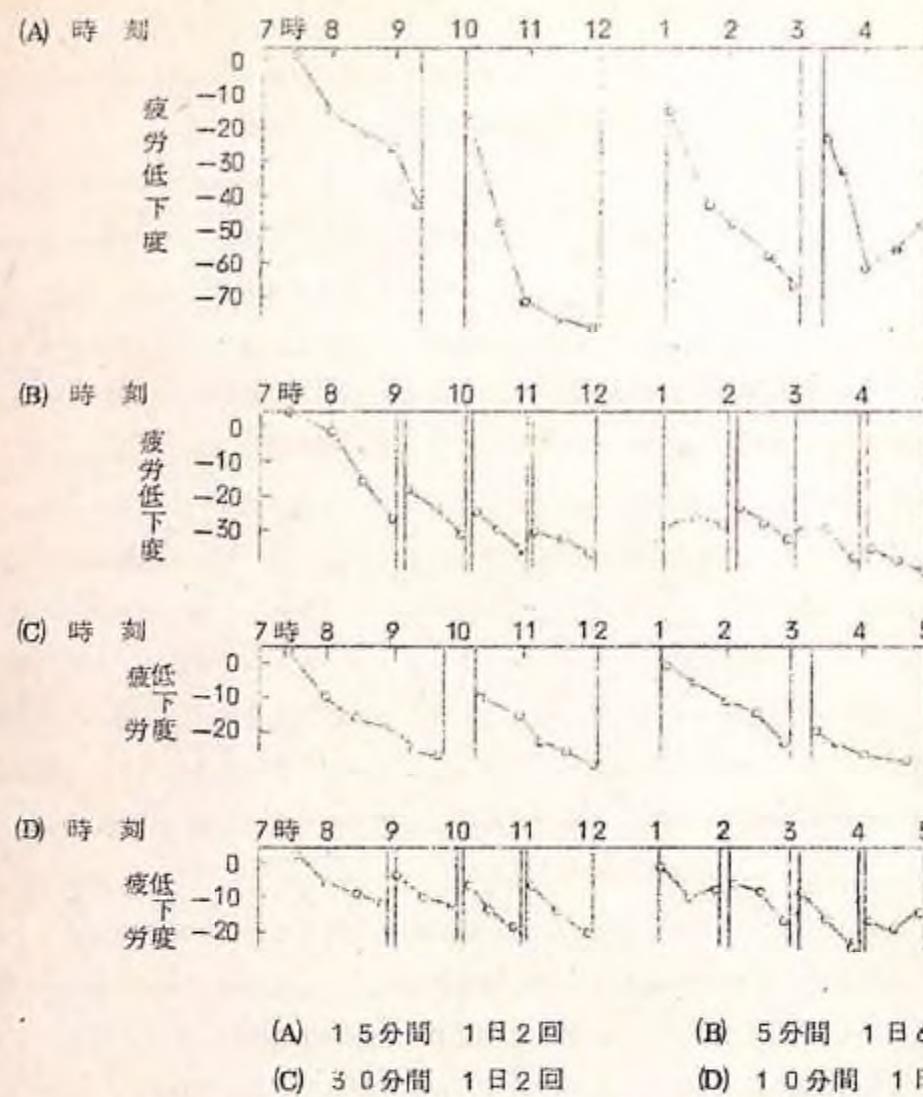
災害の発生は10時から11時までの間、休憩後の経過時間では56~60分の間に多いことを述べたが、これと関連して疲労と休憩時間の関係について述べてみる。

林業においては単独か集団かにより、また作業の種類によって労働の質的内容が異なり疲労の度合も変わってくる。さらに足場の悪い場所の作業は肉体的な疲労と共に精神的な緊張が常に強いため、その面の疲労も見逃せない。このようなことから林業においては、一般工場のような面一的な休み時間の考え方ではなく、作業の種類に応じて適正な休憩時間の考え方方が必要であると考えられ、林業労働の余裕率算定式が求められている。この算定式から算出した余裕時間を1日の勤務時間に分配し、疲労との関係をみた実験例があるので述べてみる。

林業においては、中等労働に属する苗畑の除草作業で、余裕率算定式から求められた余裕時間は約50分である。この休憩時間と午前・午後の各15分の定められた休憩時間を(A)15分間1日2回、(B)5分間1日6回、(C)30分間1日2回、(D)10分間1日6回と、それぞれえた場合の各作業日に対するフリッカーベルトによる疲労状況をみたのが第1図である。(A)の規定の15分間1日2回のときのフリッカーベルトの低下率は10時から11時の間で急激に低下し、また休憩後60分過ぎると低下が大きいことがわかる。しかし、(D)の余裕率算定式から求めた余裕時間を毎時10分ずつ与えると低下率も少なく最も効果的であることがわかる。なお1週間における毎日の疲労の変化についても同じことが云える。

次に刈払機による地こしらえ作業について実態調査と余裕率算定式から求められた時間を、第2図のように配分して作業時間をきめて時間管理を実施した1カ月間の例では、労働量は観測時間と480分に換算した値との差は、実態調査により時間管理の方がその差も少なく、毎日の作業が充実され、変化が少なくなっている。さらに余裕率は時間管理の方が少なく、8時間換算で労働量は88カロリーとわずかの差であった。作業終了時におけるフリッカーベルトでは時間管理の方の低下率が若干高かったが、1日の勤務時間終了後では反対に低くなっていた。作業員の意見として「時間管理の方が一齊に全員が休めて、刈払機の騒音から解放されるので、今までの自由に休む方法よりは休んだ気持になれる」ということが大勢を占めていた。

栄養管理の面から、「ビタミン剤の投与が疲労軽減に効果がある」といわれているが、それを実際に毎日の食生活にビタミン補給を考慮した献立を実行していた現場(チェンソーによる伐木造林作業の例)での自覚症状調査において、強化食組と非強化食組とではあきらかに差が認められ、強化食組では精神的あるいは神経感覚的な面で評点が零となっていて、症状の固定化についてもその度合が小さくなっていた。



第1図 休憩時間の長さおよび配分と逐時的疲労低下度



第2図 刈払機械作業の休憩時間配分

疲労と休憩時間について実験例を示してきた。災害は職場の環境は勿論のこと、精神的・肉体的な疲労の蓄積による面からの発生も考えられる点、各作業の労働の質的内容を充分に把握し、適正な余裕時間を求め休憩時間の考え方なども検討する必要があろう。

4. あとがき

災害防止のため関係者の間では防止対策について、安全教育、安全診断、各種作業基準の作成等の方法が企画され実行され、年々公務災害の減少効果があらわれつつある。勿論これらの施策も重要であるが、労働科学的な見地からの作業姿勢、作業時間、休憩時間などの研究をより一層強化し、複雑な林業の作業形態を単純化し、作業の標準化を確立して、作業管理を強力におし進めることが災害をなくす手段として必要なことの一面向である。

振動・騒音による障害防止の
ための作業方法に関する試験

1. 試験担当官

機械科部作業科作業第1研究室

辻 隆道 渡部 庄三郎 石井 邦彦 桑原 正明

2. 試験目的

機械作業の発展とともに、機械の使用頻度が多くなってきている現在、機械の発する騒音・振動が労働生理学上、人体におよぼす影響は無視できないものである。また、その影響により作業工程の低下、あるいは労働災害の発生などと関連した事項について解決するには、機械の騒音・振動の物理的な実態調査を行ない、波形・振幅・振動数を明らかにし、作業方法・作業動作と関係づけて、少しでもその影響を軽減することを計るとともに、発生源である機械に対してもその防止と緩衝装置の効果をも併せて研究する。

3. 試験の経過とえられた成果

チェーンソー使用者にチェーンソーの振動に起因するといわれるレイノー現象が発生していることは、チェーンソーがガソリンエンジンの動力を利用しているので、エンジンからの振動が人体に影響していることは確実である。特にチェーンソーは軽量小型につくられている点、その機械の整備の如何によっては振動が人体に強く影響している場合が考えられる。すなわちチェーンソーの保守整備の良否、ソーチェーンの目立の良否によって振動の影響を最小限に止めることも可能であろう。

さらにチェーンソーの保守整備を完全にしソーチェーンの目立をよくするという機械の面から幾分なりとも振動防止ができたとしても、そのチェーンソーを使用する作業員の機械取扱い如何によっては、折角の振動防止の効果も薄らぎ意味がなくなる。また使用する作業姿勢、動作によって受ける振動も異なるといわれている。

以上の観点から、われわれの研究室においては、主に使用者の面から人間工学的な手法によって防振対策の検討を行なった。

1. チェーンソーの整備状況と目立ての実態

チェーンソー伐木造材作業における上述の実態を把握するため、昭和35年4月1日に施行された「チェーンソー取扱要領」にもとづいて、チェーンソーの整備状況、目立ての実態と一部作業状態における振動測定、作業方法（おもに動作分析）について全国的な実態調査を実施した。これについては「チェーンソー伐木造材作業の機械の操作整備の実態調査ならびに指導要

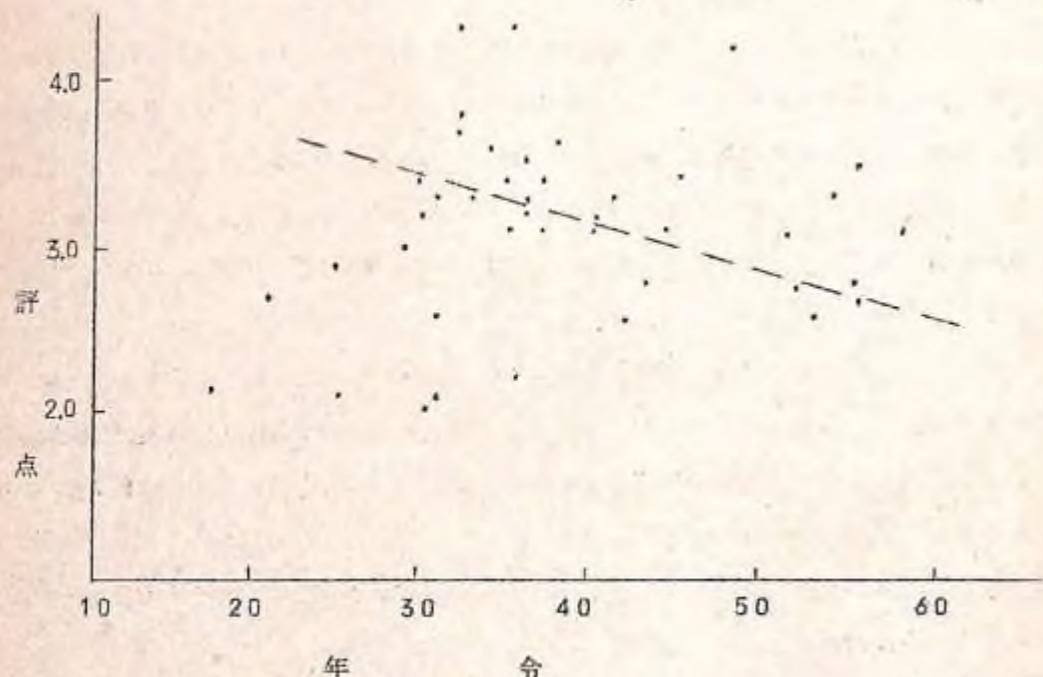
調の作成についての報告書」をまとめ、昭和41年3月林野庁へ提出した。さらに「ソーチェーン目立要領」を作り、現地において作業員の講習に、また再教育に役立っている。

とりまとめた詳細については上記報告書を参照していただきたい。得られた結果を要約するところのとおりである。

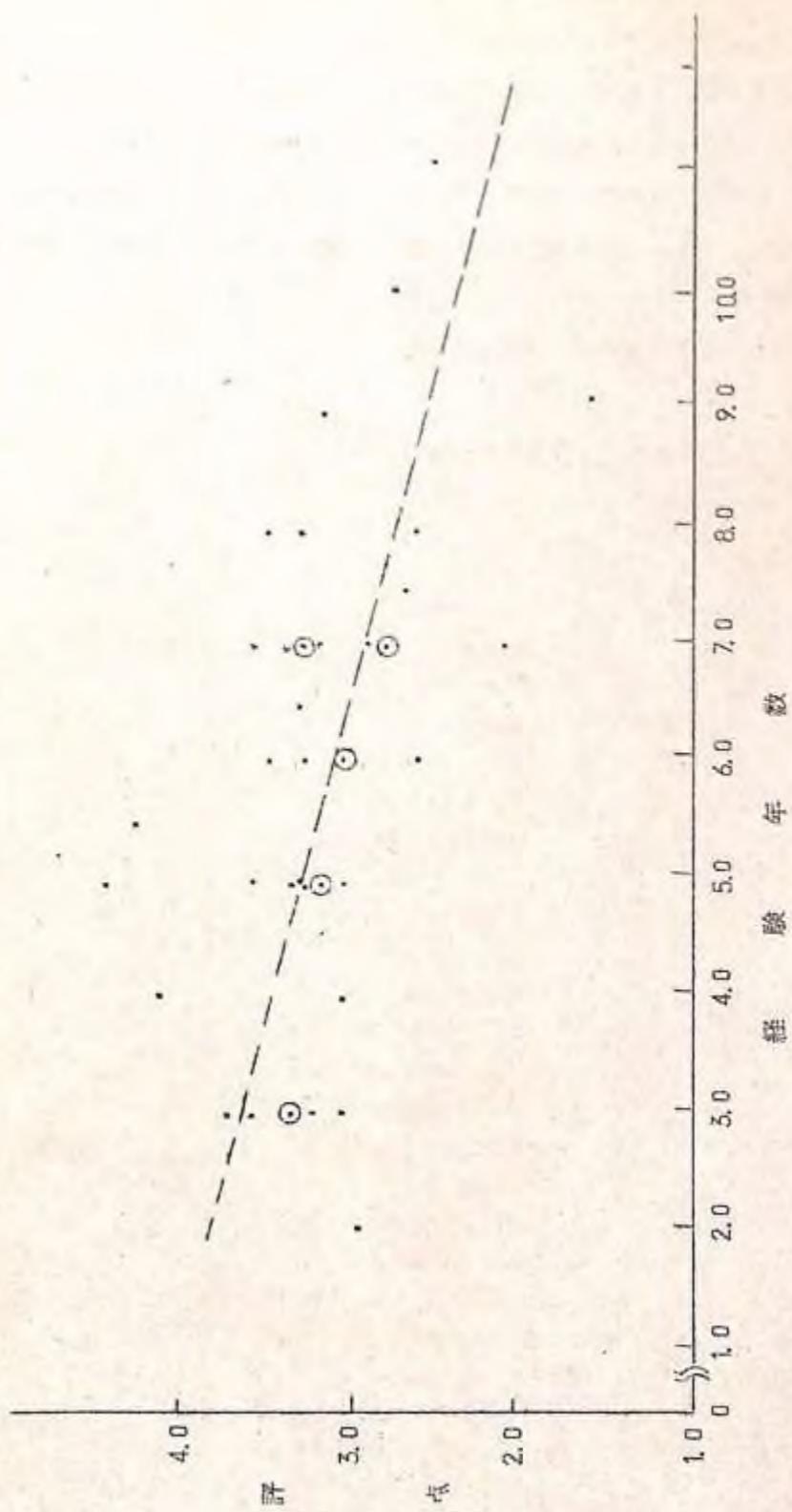
(1) 整備状況

チェーンソーの整備状況については20項目(表1参照)について5点満点による評価法により、現地の使用機械について調査し、統計処理による検討を加えた。結果は次のとおり

- i) チェーンソーの使用あるいは作業量などの良い所とそうでない所と指定された官林署間の整備評点には差はない。
- ii) 技能上と技能下の作業員間の評点平均値間に差がない。
- iii) 経験年数の増加、年令の増加とともに整備状態は悪くなっている。(図1, 2)



第1図 年令と評点との関係



第2図 経験年数と評点との関係

このことに対する推測としては、チェーンソーの使用当初は機械に対する知識も少なくて故障をおそれて整備をよく行なうが、知識がふえ経験も長くなると整備よりも作業量の増加に時間が集中されるとともに故障修理も簡単にできるようになり、日常の整備がおろそかになるということ、さらに年令との関係では機械使用の研修教育において、機械用語や理論に対する知識および吸収する能力の低下が年令と関係していることなどが考えられる。

IV) 全国の地域間には整備において差があり、良い地域からみてみると東北→四国・九州→中部→北海道の順に悪くなっている。

V) 測定項目について優劣を求める表1となる。

表1 整備項目の優劣

層別	整備項目
優	チェーンオイル クラッチ ファンハウジング 配線のいたみ スターター ファンの汚れ ネジのゆるみ
劣	外部の汚れ エアクリーナー プラグ間隙 チェーンの汚れ、いたみ チェーンの目立 プラグの汚れ
中	ガバナー フィンの汚れ 部品のいたみ ポイント ブレードの汚れ ギャオイル スプロケット

この表から、エンジンの作動に関する項目は一般によいが、ソーチェーンに対する項目の悪いのが目立っている。

(2) 目立の実態

整備項目においてソーチェーンに関するものの評点は低位にあるが、実際に材を切断する直接のものはソーチェーンであり、この目立の良否が作業能率に影響するところが多い。良い目立のチェーンを使用することによって伐倒や玉切では正確に切断が出来、なおかつ切断中のコントロールが可能となり、良い製品ができると共にバーの狭まれるのが予防できるのである。さらに目立の悪いカッターからくる振動はオペレーターに不快であり、チェーンに過度の負担をかける結果をもたらすといわれている。われわれは現場で出来る防振対策としては先づ、目立によるものが一番可能性があり、また重要な項目であるといえよう。この観点から、作業として関心をもつであろうし、また作業上、大切な目立の状況について、実際使用しているソーチェーンの刃刃1枚1枚接写し、写真上から刃角度、刃の長さ、デブス量、刃の傾斜角を測定した。整備状況の中で述べた通り、目立てとくに左右両刃の不揃いが非常にひどいことが明らかとなった。

刃角度：左右両刃の平均値で最大が 4.6° 、最小は 1.2° となっていて、目立する作業員によって 3.4° の差がある。55例中左右両刃の揃っているのは2例にすぎず、悪い方では $1.7^\circ \sim 1.9^\circ$ も違っている例もあり、いづれも目立基準には程遠く、左右両刃の揃っていないことははなはだしい。

デブス量：デブス量の基準は一応 0.72 mm といわれているが、これに一致するものもなく、 $0.6 \sim 0.8$ の範囲にあるものは55例中14例にすぎない。一般にデブスの削りすぎの感が強く、不揃いもはなはだしく最大 0.85 mm と最小 0.41 mm で差 0.42 mm と倍以上のものもあった。

刃の長さ：いづれも左右の不揃いが目立ち、揃っているのでも最大最小の差は 0.6 mm 、揃っていないものは 1.52 の差があった。

側刃傾斜角：角度の基準は 9.0° であるが、基準通りのものが55例中2例だけで、極端に悪いものでは 3.6° の差をもつものもあり、不揃いが目立った。

刃角度の4因子について測定結果の概略を述べたが、すくい角、デブス量、傾斜角の基準値に程遠いのは勿論のこと、それ以上に左右両刃の不揃いが特にひどい。揃い、不揃いをあらわすものとして標準偏差を求めたところ、これらの間では相関が高く、すくい角、デブス量、刃の長さの3因子はいづれかが揃っていれば、他のものも揃っている傾向を示した。

以上のように切刃の各測定項目についてみてもチェーンの目立の実態は満足するものなく、特に左右の刃の不揃いが目立つ。また刃角度、テブス量、側刃傾斜角などの関連もなく、考慮もされていない感じの目立であることは、これらの刃各部のそれぞれの目的と効果が徹底していない点があるかもしれない。そして目立そのものの技術が未熟とも云える。

われわれの測定した4項目について不揃いの面をとりあげ、一応各項目に対する標準偏差の少ないものを切刃のそろっているグループとして、大きいものを不揃いのグループとし、いろいろな条件因子と比較してみたのが表2である。目立の揃っているグループの特長といふか、不揃いのグループと異なる点は、まづ広葉樹を対象としている所、チェーン伸び率が+の方、すなわち作業中にチェーンが伸びるような張り方をしている所である。これはチェーンのみならずスプロケットホイルとの関係があるが、どうかといつて整備評点において両グループの差は見られない。次いで事業所において判定した技能上の者が揃っているグループに特に多い。また過去の災害歴のない人がこのグループに多くみられる。これらの目立の良否の両グループ比較において感じられることは、作業員の個人的な性格、たとえば災害を起さないような勘の良い人で、人格的にも総合技術においても技能上と評価される人の目立がわりかた揃っているとしか考えられないである。

2. 能率と整備評点の関係

チェーンの目立技術および機械の整備状態が能率に影響する、一勿論作業員の技能の優劣にも当然影響するであろうが、一ことは考えられる一面である。

実態調査の被験者を技能上下に分けたときの100cm当たり鋸断時間の平均値には差が見られなかった。そこで角度をかえて、目立技術の優劣と能率の関係がチェーンソーの整備評点と関連がないかどうかを検討してみた。

目立技術の優劣と能率の関係については、新らしいチェーンを使った場合の能率と常用チェーンを使った場合の能率の比を求め、その比の大小によって目立技術の差をみることができると考えた。さらにこの求められた比と機械の整備評点との関連を見いだすことによつて機械の整備状態が能率におよぼす影響が理解できる。なおこの関係の中でスパイクの有無別についても検討した。

鋸断径を40cmとしたときの100cm当たり修正鋸断時間を回帰式から求め、能率と整備評点の関係をみたのが第3表である。

この表から新らしいチェーンを使った時より常用のチェーンを使った時の方が、整備評点の高いほどその比が小さい。すなわち機械の整備状態がよければ鋸断能率がよくなっていること

表2 切刃の揃っているグループ別の測定項目

測定因子	切刃の揃い方の良否	切刃の揃っているグループ				切刃の不揃いのグループ			
		良い	中間	劣る	やや良い	良い	中間	悪い	
側刃角度	平均値	24.53	11.71	30.00	24.31	45.69	29.24	28.89	30.35
側刃角度	標準偏差	5.46	5.60	1.77	1.77	4.49	2.74	4.22	4.50
テブス量	平均値	1.01	1.30	0.93	0.66	0.91	1.00	1.60	1.03
テブス量	標準偏差	0.17	0.23	0.16	0.10	0.12	0.17	0.16	0.14
刃の長さ	平均値	11.48	24.8	11.00	10.27	11.04	10.66	7.61	11.68
刃の長さ	標準偏差	0.20	0.20	0.25	0.38	0.28	0.39	0.41	0.75
側刃傾斜角	平均値	9.00	9.27.6	9.63.6	8.85.4	9.02.8	9.01.5	9.68.0	10.51.2
側刃傾斜角	標準偏差	0	2.35	4.80	2.57	1.91	0.88	3.89	2.87
針	広	広	針・広	針	針	針	針・広	針	針
対象林分胸高直径	2.6	2.4	4.0	3.4	4.7	3.9	3.7	4.8	5.3
バー切断有効長	6.0	6.7	5.6	4.4	6.4	6.8	6.6	7.0	6.4
チェーンの張り	1.9	1.9	1.7	1.4	1.9	2.2	2.2	1.5	2.0
チェーンの伸び	0	-1	+1	+1	+6	+1	?	+2	-6
エンジン回転数	5.1	3.3	3.0	4.4	2.8	3.4	2.8	2.5	3.3
エンジン回転数	6.35.0	5.98.0	6.08.0	6.00.0	5.05.0	6.67.0	7.50.0	7.24.0	5.90.0
ハンドル部振動(g)	上下方向	7.1	9.4	11.7	7.5	6.3	7.6	14.6	9.2
ハンドル部振動(g)	水平方向	6.8	9.2	8.1	6.5	5.1	8.8	8.1	11.5
修正整備評点	3.2	3.2	3.3	3.5	2.7	3.4	3.1	2.6	2.8
修正整備評点	3.4	3.2	3.5	3.4	2.7	3.5	3.2	3.2	3.4
事業所判定技能	上	上	上	上	上	下	上	下	下
営林署判定技能	7.0	8.0	8.0	0.5	5.0	6.0	8.0	7.0	7.0
チェーンソー経験年数	9.0	7.0	34.0	22.0	5.0	13.0	12.0	26.0	20.0
伐木経験年数	15.0	-10.0	54	56	21	30	58	53	25
災害	3.9	3.0	0	0	0	4	3	2	0
災害	1	0	0	0	0	1	0	1	0

1) チェーンの伸び：右列バー長の $\frac{1}{2}$ を10kgの強さで引張り、その時のバー長とサイドリンク底部との間隙(mm)

2) 振動：明石製作所製 AOV型 手持振動計により測定

表 3 整備評点と能率

—チェーンの新、常の比からみた—

スパイク 有無別	整備評点 グループ	100cm当たり修正锯断時間		比 B/B
		新らしいチェーン(A)	常用のチェーン(B)	
有	2.6～2.9	3.07秒	3.20秒	1.04
	3.0～3.3	3.53	3.26	0.32
	3.4～3.9	5.30	3.23	0.61
無	3.0～3.3	2.84	2.80	0.98
	3.4～3.6	3.38	3.23	0.95
	4.5	4.96	3.38	0.68

を示している。(ここでは時間値よりも比を問題にしているので整備状況が良ければ能率がよいと云う結果になる。)この事に関連して目立状況をみたのが表4である。整備評点の高いグループほど側刃すくい角を除いて—デブス量、刃の長さ、側刃傾斜角の標準偏差すなわち不揃いの傾向が小さくなっている。特にデブス量において平均値、標準偏差ともその差が顕著である。また整備評点の高いグループから、切刃のよく揃っている作業員の例を表の下欄に載せてあるが、この例をみてもこの種の関係が明らかである。

表4 「整備評点と能率」と切刃の状況(スパイク有の例)

整備評点 グループ	B/A		側刃 すくい角	刃の長さ	デブス量	側刃 傾斜角
2.6～2.9	1.04	平均値	31.7度	9.72mm	1.30mm	94.7度
		標準偏差	7.97	2.04	0.54	6.93
3.0～3.3	0.92	平均値	25.5	8.29	1.04	93.8
		標準偏差	7.39	3.61	0.29	4.66
3.4～3.9	0.61	平均値	31.6	9.25	0.87	87.6
		標準偏差	9.69	0.92	0.24	4.17
4.5	0.32	平均値	38.8	10.02	0.77	90.7
		標準偏差	5.74	0.26	0.19	1.95

* 切刃が揃っている例

* A, Bは表3から移記

能率と整備評点、目立の良否の関係をみてきたが、常用のチェーンを使っている中で、目立がよく揃っているものは整備評点も高く、また能率もよいといえるようだ。能率は種々の因子によって左右されるが、ここにとりあげた点から、整備状況と目立の良否などは能率に影響する事が大きいといえる。

5. 振動について

(1) 実験調査の例

全国実態調査時の振動測定は明石製作所製A-C-V型手持振動計によって、チェーンソーハンドル部の上下、水平方向の振動を測定した。チェーンソーの玉切端断中の振動は機械の馬力、回転数、重量、ソーチェーンの目立良否、バー長、作業方法などによって変ってくるので、これらの1つ1つの因子だけでの傾向から振動を判断することは困難である。反面においては、これらの因子が振動とどのような関係にあるかを知ることも、振動解析の上で必要なことであろう。この意味においてこれらの因子と振動加速度gとの関係をみてみた。

切刃諸元の内、刃の長さが9mm以上と9mm以下とでは振動発生の傾向に差がある。刃の長さ9mm以上について、すくい角35°、デブス量0.72mm、傾斜角90°と一定にして切刃の長さを変化させた場合と、刃の長さを11mm、デブス量0.72mm、傾斜角90°と一定にしてすくい角を変化させた場合に、これらが振動加速度gに対する影響をみると次のようになった。この場合すくい角よりも刃の長さの影響が多く左右される傾向にある。

測定方向	刃の長さ		すくい角	
	大→小	大→小	大→小	大→小
上下方向	小	大	小	大
水平方向	大	小	大	小

振動加速度gと他の因子間の関係については、刃の長さ9mm以上の場合上下方向でバー率排気量、チェーン張り率、能率の間に相関が高くなる傾向を示した。

振動と各因子の関係を述べると

- ・チェーンをゆるく張ると振動は大きい。
- ・排気量が大きくなると振動は大きい。
- ・切刃が不揃いだと振動は大きい。
- ・回転数が多いと振動は大きい。

(2) 実験調査の例

実態調査で得られた切刃条件と振動に関する問題点の裏付けと目立方法の確立を説明する

ため実験調査を行なった。

振動分析系は Brüel & Kjaer 社製加速度型振動計の出力を NAGRA II 型テープレコーダーで記録し、Brüel & Kjaer 社製周波数分析器、同社製高精度レベルレコーダ等により分析した。

ソーチェーンの種類はすくい角 9 種類、デブス量を 3 種類に設定し、玉切鋸断中のハンドル部の水平、上下方向とグリップ部の水平方向について各 5 回づつ測定した。

第 1 次のブナ材を対象にした場合、刃の長さによって振動の性質が変化していること、刃角度・デブス量の変化によって顕著な差はみられないが、刃角度を 45° に揃えた方がハンドル上下・水平方向とも振動が小さい傾向を示すこと、などがわかったが、切刃の変化による差よりも作業員間の作業方法による差が大きくて、切刃の変化による問題の解析までにいたらなかった。

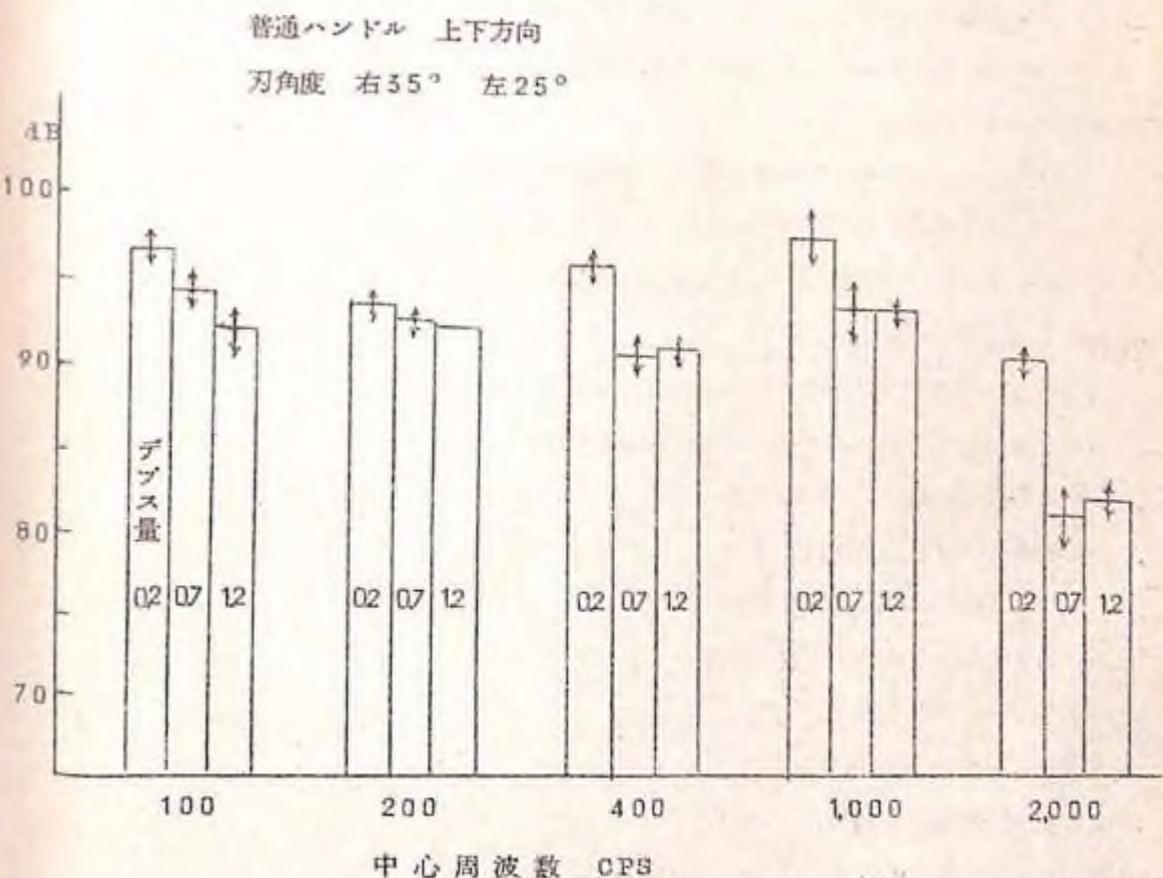
第 2 次のスギ材を対象にした場合はソーチェーンの切刃の長さも 10 mm 以上とし、ソーチェーン以外の条件をできるだけ一定にし測定した。ソーチェーンの刃角度、デブス量を変えた場合の振動の変化の一例を図 3 に示す。100, 400, 1,000, 2,000 サイクルなどが優勢を成分で、いずれもデブス量による差がでている。(図の測定値は 5 回づつの玉切鋸断中の振動の平均をとったもので、図中の↑印はその巾を示す。) すなわちデブス量 0.7 mm の方が振動が小さくなっている。

この傾向を各刃角度、デブス量について細かくみたのが図 4 である。1 KC 以下の振動は第 1 次成分である 100 サイクルについて、1 KC 以上では 1,000, 2,000 サイクルについて示している。この図は普通ハンドルの例で、図中調査の○印は刃角度の揃っているグループをあらわす。

ハンドル上下方向：デブス量 0.2 mm のグループでは、各サイクルとも刃角度の揃っているグループの振動が小さい。0.7 mm では刃角度によって振動にはあまり差がないが、1.2 mm では揃っているグループでは比較的振動が大きい。1.2 mm では 100, 1,000 サイクルで揃っている方の振動が小さくなっているが、2,000 サイクルでは逆に大きくなっている。相対的にみた場合刃角度が揃っているグループの方が振動が小さい。

ハンドル水平方向：この方向の振動はチェーンソーエンジンの駆動方向と同じ方向をもつ振動である。そのため振動の影響を見るには有効であろう。各サイクルともデブス量によつてあきらかに振動に差がでている。0.7 mm のデブス量を持つソーチェーンの振動は他の 2 者よりかなり低い。とくに 1,000 サイクルにおいてその差が大きい。また刃角度においては

図 3 デブス量の変化による玉切時の振動



揃っているグループの方の振動が全般的に小さくなっている。

グリップ水平方向：100 サイクルでは各デブス量ともあまり変化はないが、1.2 mm のデブス量で若干低い傾向を示す。1,000, 2,000 サイクルではデブス量による差よりも刃角度による差が大きく、とくに 1.2 mm のデブス量による差が激しい。

各成分について総合的にみた場合でもデブス量により振動に差があり、とくにハンドル水平方向における振動にそれが顕著である。全般的にデブス量 0.7 mm の場合が小さく、刃角度の揃っているグループの振動が小さい。

目立の良否により振動に及ぼす影響が違ってくるというわれわれの考え方、これらの実験調査からはっきりと理解できた。これらによって目立方法の確立について「ソーチェーン

目立要領」を作成し、現地において作業員に対する講習に、また再教育に役立たせた。

4. 作業方法

前述したように、機械の改良、保守整備の徹底、目立方法の指導強化などによって振動防止が幾分でも可能になったとしても、そのチェーンソーを使用して作業を行なう作業員の作業姿勢、動作によって、振動の受ける影響も異なってくるので、折角の振動防止の効果も薄らぎ、意味のないものになる。

この観点から、われわれの研究室では、現場における作業員の玉切鋸断中における動作を16mmフィルムで撮影し、動作分析を行ない、この点に関して検討を加えた。

チェーンソーによる作業は、ほとんど立位か歩行を伴う作業であり、なおかつチェーンソーを保持する作業といえる。

このような作業についての人間工学的な注意事項があるが、とくにチェーンソー作業と関係があると考えられるものについて記すと次のようである。

- ・できるだけ体軸に近く持つこと
- ・左右ほぼ同じ重量に配分して持つこと
- ・もっと負担の少ない運搬方法を採用すること
- ・履物と地面との摩擦係数が関係する
- ・平均の一日運搬回数
- ・一日の平均歩行距離
- ・生体の平衡からくる条件

無理な姿勢からくる筋肉の負担をなくすためには

- ・作業点と生体との関係

筋力を必要とする場合は距離を調節すること（高さおよび身体の作業点との距離について）

- ・必要最小限度の筋肉にとどめること

（筋力は生理学的横断面積に比例する）大きな筋肉を必要としない作業方法を考えると

- ・静的な持続的筋肉収縮ないし緊張の起きる部分のないようにすること。

以上のようなことを考慮しなければならないが、実際に玉切鋸断中の作業員の動作を撮影したフィルムから動作分析した結果をこれらの注意事項と関連させてみる。

チェーンソーを使用して玉切作業中の腕握りの支え角度と身体各部の角度を測定し、その類

度をみると表5となる。測定部位は表の下に示してある。

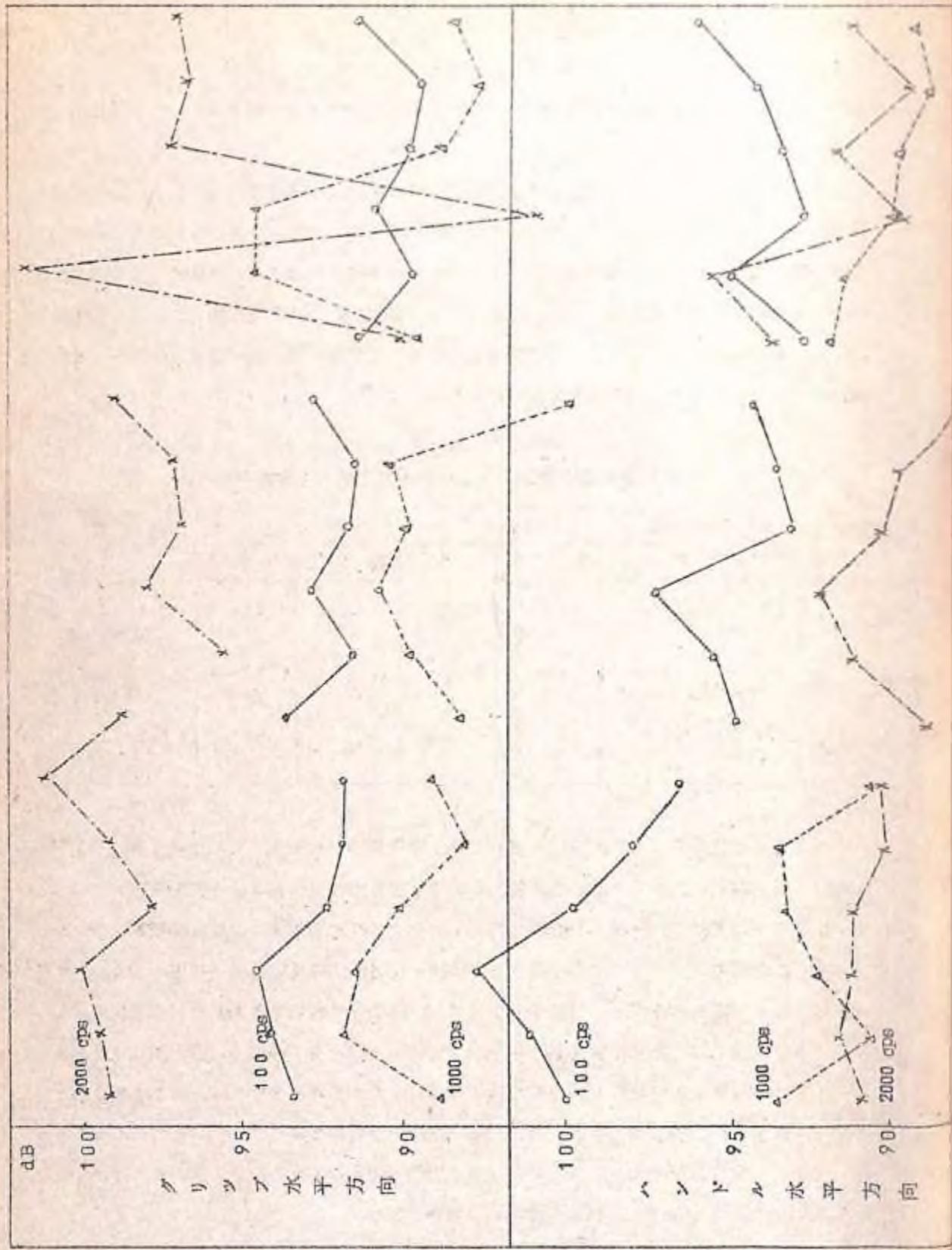
右腕の角度は125～160度が多く、グリップの握りでは110～130度となっている。これらの構えから左腕は直ぐに伸した状態が多く、フレームとの握り角度は135度前後である。

体位としては175度前後で、上半身は直立か40度前屈が多くなっている。なお左腕は体軸から40, 60～70, 90度前後のところが多くみられる。上腕の体軸からの角度、上半身の角度などにおいて、その幅が広くなっていることは、対象となる作業位置すなわち切断箇所の高さがまちまちであるという、野外でなおかつ傾斜がある林業現場における自然条件の複雑さを物語っているといえる。この作業箇所の高さを足元、膝、腰の位置に分類して身体各部の角度をみてみると次のとおりである。（表6）

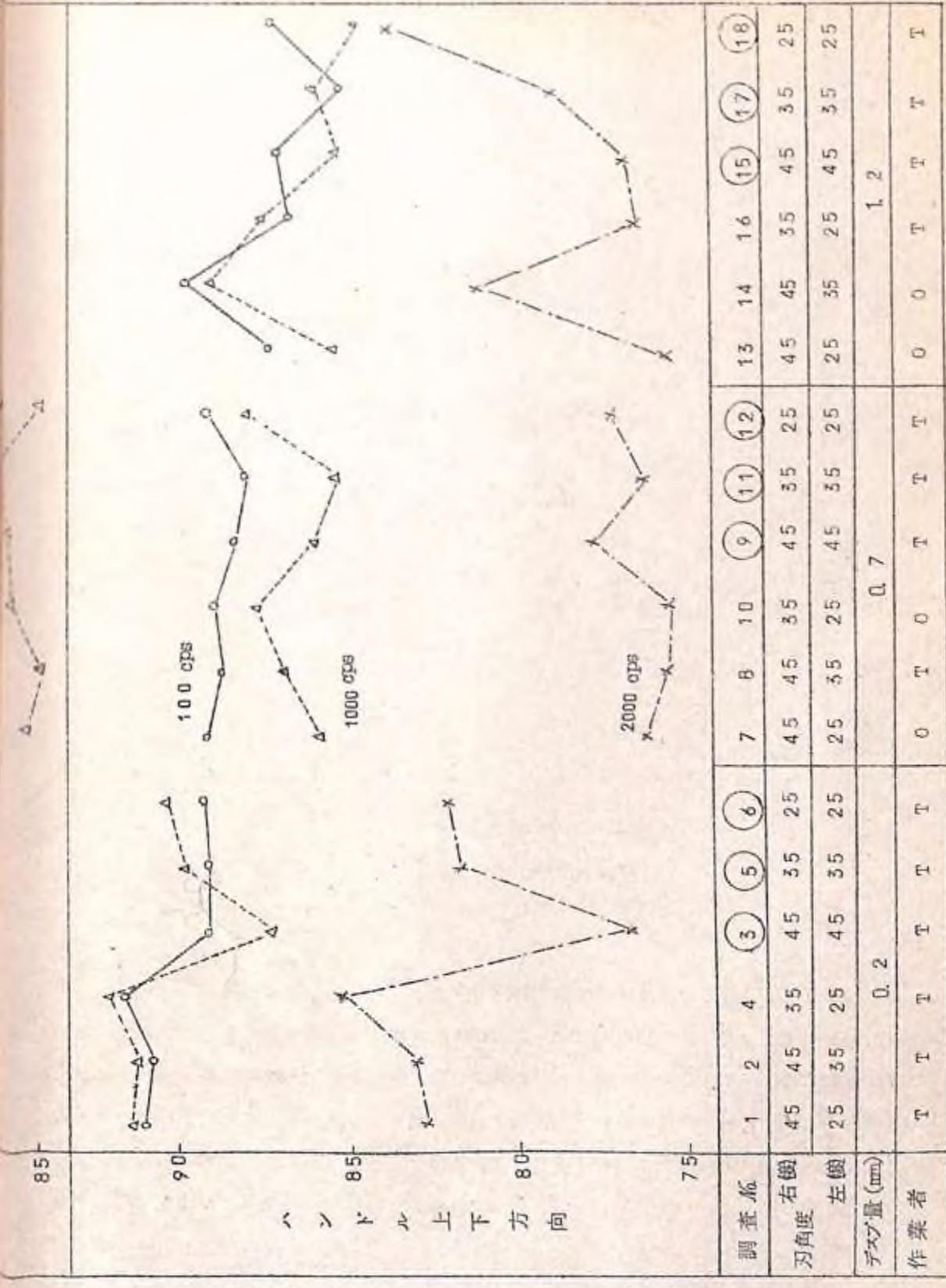
表6 作業位置の高さ別における腕握り支え角と身体各部の角度

作業位置 の高さ	腕 握 り 支 え 角				体 位 の 角 度		
	ハンドル	左 肘	グリップ	右 肘	体 位	上 半 身	左 上 腕
足 下	140～ 145	175～ 180	110～ 115	140～ 145	140～ 145	40～ 55	95/ 90～100
膝 高	140～ 145	175～ 180	110～ 115	130～ 135	140～ 135	40～ 45	65/ 60～70
腰 高	130～ 135	170～ 175	120～ 125	130	180	0～ 5	35/ 30～40

このような作業姿勢から、実際に切断している動作について頭頂、左右の肩（肩峰点）、左右の肘および左右の握り点について5秒間隔でそれぞれの位置の動きをみた例を図5a～bに示す。図中の切初位置は作業姿勢を構えてチェーンソーで材を切るときに一番最初に接した位置を示し、各部の●印はその時の位置をあらわす。なお図中に切初位置と切初めの左握り位置を破線で結んでいるが、図a)は左握りの真下に、図b)は左握りより前方に切初位置がある。a), b)の違いは、切初位置が真下にあれば切初における左右の握り位置が同じ高さにあり、前方にあれば右握りの位置は左握りの位置より低いところにあるといえる。a)の場合左肘が直線的に伸び、右肘はほぼ直角になっているが、b)の場合左右の肘が同じような角度になっている。動作跡からみると、a)は頭頂の動きが大きく、各位置の動きはこまかく動いているのに、b)は全体が同じような軌跡で動いている。



-306-



-307-

調査 A6	1	2	4	3	5	6	7	8	10	9	11	12	13	14	16	15	17	18
刃角度 右側	45	45	35	45	35	25	4.5	4.5	3.5	4.5	3.5	2.5	4.5	4.5	3.5	3.5	2.5	
刃角度 左側	25	35	25	45	35	25	2.5	3.5	2.5	4.5	3.5	2.5	2.5	3.5	4.5	3.5	2.5	
デスペ量 (mm)							0.7						1.2					
作業者 T	T	T	T	T	T	T	0	T	0	T	T	T	0	0	T	T	T	

図 4 切刃のちがいによる測定部位別の振動

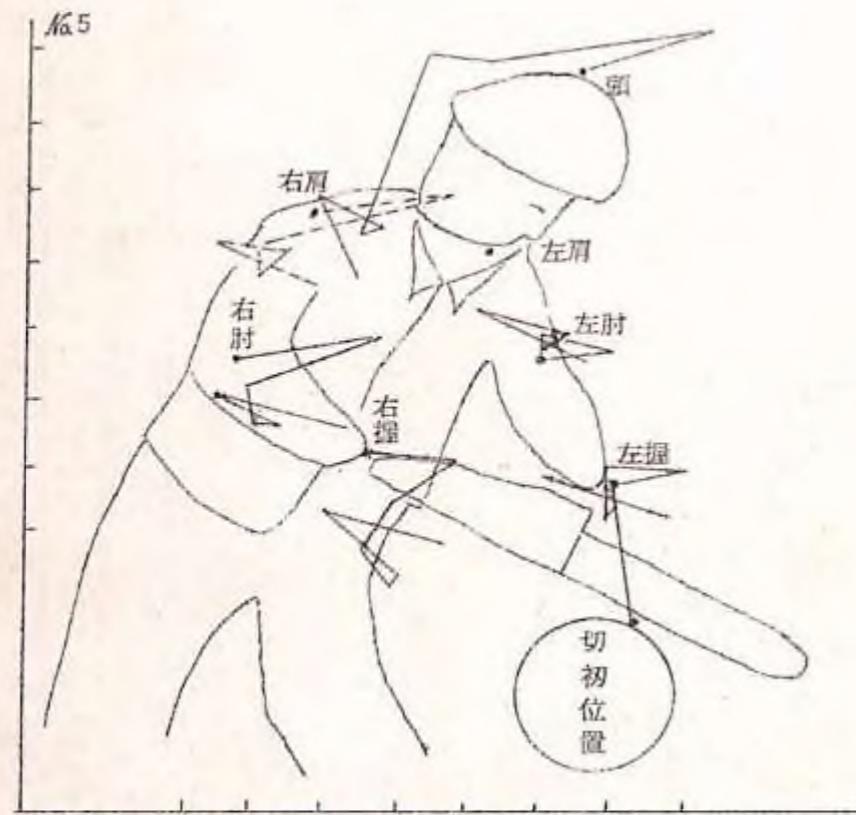


図5～a) 玉切中の体各部の動き
(作業面の高さ腰の位置)

切断位置によって異なり、また作業員の技能如何によってもその動きが変っている。同一の材を技能上、下の作業員に玉切りさせたときの体の動きを5秒間隔で示すと図6になり、単純な玉切動作においてもその動作には上・下の差がある。技能上・下の比較において、上の者はその動きからも俗にいう『腰を入れる』という感じの動きがみられる。これは先に述べた『重量物ができるかぎり体軸に近く持つこと』の注意事項を自然のうちに会得しているといえよう。それに比べて技能下の者は腰が切断箇所から遠ざかるようになって、それだけ体位も深くなり、いわゆる不自然な姿勢となる。またそれだけ体各部の動きがたがいに乱れを生じていることが

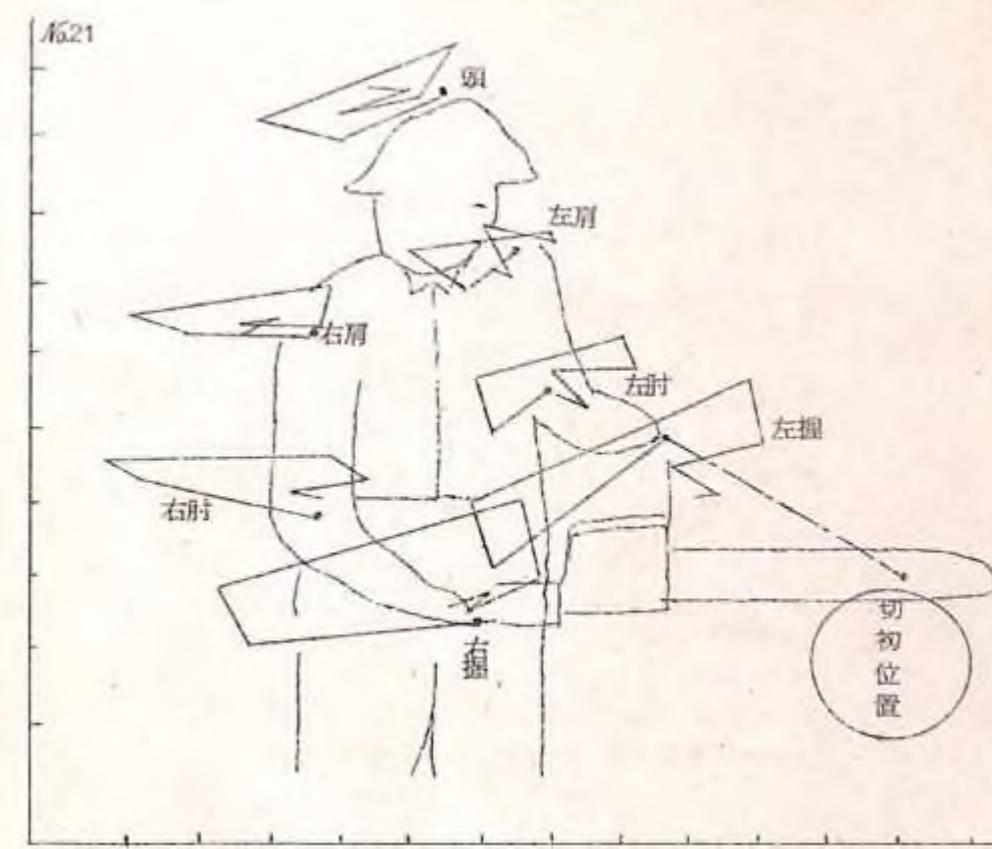


図5～b) 玉切中の体各部の動き
(作業面の高さ腰の位置)

知れる。さらに、これらの差は玉切技術のみならず、チェーンソーの取扱技術、あるいは機械的知識によるかもしれないが、これらについての総合的なものが動作および能率(鋸断速度)であり、表7にあらわれているといえよう。なお体各部の動きの量を示すと図7となり、技能差によって体の動きに差があり、技能下の者は無駄な動きをしていることが知れる。

林業におけるこのような動作分析の研究はあまりみあらないが、得られた文献から今までの考察と関連させてみると、

①北村氏は下圧力は身体の周辺、とくに肩峰点直下附近およびその前方の部分が大きいとし、

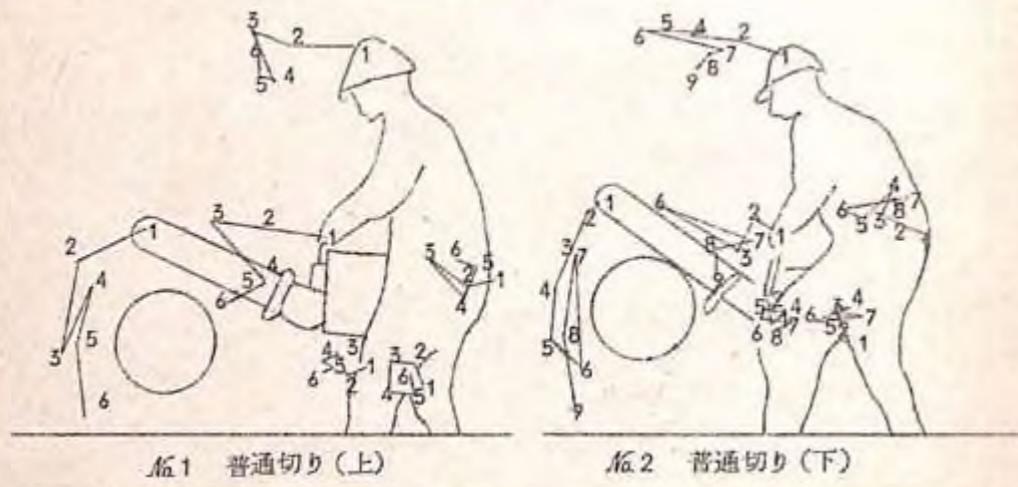


図6 チェンソーによる玉切・普通切りの身体各部の動き

表7 鋸断速度からみた動作分析の資料

		普通切り	合切り	廻し切り
技能上の者	材径 (cm)	37.0	35.2	35.7
	鋸断時間 (秒)	21.0	29.0	28.0
	鋸断速度 (cm/秒)	51.2	34.1	35.8
技能下の者	材径 (cm)	38.2	38.0	34.6
	鋸断時間 (秒)	36.0	39.0	31.0
	鋸断速度 (cm/秒)	31.8	29.1	30.3

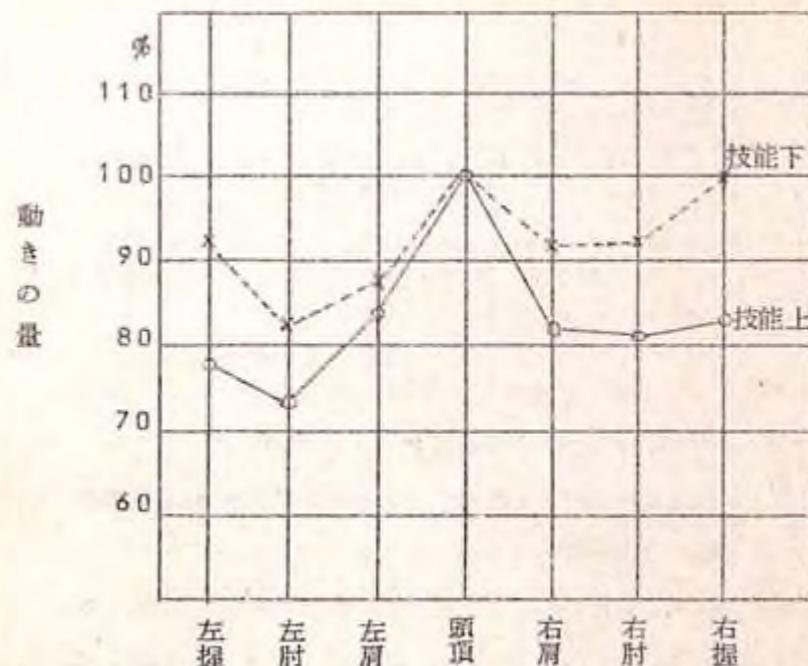


図7 体各部の動き (辻原図)
(頭頂の動きを100%とした)

この関係はことに作業面高が低い場合に著明であるとしている。このことは体軸に近くチェンソーをかまえることにもなり、また表6で見る左上腕の角度が小さいほどよいことになる。

②大島氏は立位時の肘関節高は88～100cmの間に分布しているので、作業高もこの高さを中心にするのが望ましいとしている。また田中氏は両手で押下げる静的作業は、手が腰骨の上端にある場合、力が最大であると報告している。いずれの報告をみても、作業面の高さはほぼ同じであり、およそ90cm位となるわけで、われわれのところではチェンソーを使用しているので、その高さだけ低いところが最適な作業位置といえよう。

③北村氏は作業面の高い場の場合は肘関節を強く曲げた場合、下圧力は大きいとし、直立し肘関節を90～130度の範囲に曲げた姿勢は腰の動搖振幅および振幅較差が小さく、長時間作業が可能であるが、股関節を曲げ(130～150度)、腕をのばした150～170度の姿勢は腰痛を伴い動搖振幅、振幅較差も大きく、この姿勢を要求する作業面は不適当であるとしている。

④岡田氏によれば、振動の伝播が振動方向との角度によって非常に異なると発表しているが、

これからみるとグリップと手の握りおよび下腕との角度、またフレームとの関係も大切であろう。

肘部の振動伝播と振動方向

手 背	肘部の振動方向となす角				
	0	30	60	90	
伝達率	0.91	1.07	0.43	0.17	0.001

上のように、その角度によって伝播の状況が¹／1,000にもなるが、チェーンソーの振動についてみると、エンジンが水平についているものは水平方向の振動が上下方向の振動よりも大きくなっている。またこれが防振ハンドルを使用すると水平方向の振動は非常に良く吸収されるが、上下方向については時によって普通ハンドルより多くなることもある。このような状況から見ると、それぞれ90°～130°位の角度で握ることが振動の面からみて良い角度といえよう。そして振動は肘をもって減衰されると考えられるが、これなども腕を180°、すなわち真直ぐに保つよりは幾分でも曲げた方がその効果はあると思われる。このようなことを考えると北村氏のいう腕の角度などはチェーンソー作業では大いに振動の面からも、圧着力の面からも、体位の面からも推奨できるのではないかと考える。

以上のように動作分析を具体的に進めることによって、顧客ポイントとしての8項目、および林業に関する動作経済の原則としての3項目に対して、それぞれ改善点が明らかとなるであろう。すなわち

- ①不必要的動作を省く(数)
- ②もっと短かい距離の動作をする(長さ)
- ③動作の方向はもっとも円滑にする(方向)
- ④もっと疲れの少ない動作をする(疲れ)

以上の4項であるが、これらの原則に対する着眼点を列記すれば次のようにある。

- ①不必要的動作を省く
 - 1) 動作の数をできるだけ少なくする
 - 2) 2つ以上の動作を1つに組合わせる
 - 3) 動作の配列順序を入れかえて、よぶんな動作を省く
 - 4) 両手あるいは足を同時に使う

- 5) 両腕を同時に反対に動かす
- 6) タメライや手待ちによる遅れを分解し、その原因を調べ、できればそれをなくす
- 7) 仕事に対する準備を十分にする
- 8) 適当な用具、材料を使用して動作の数を少なくする
- 9) 自動送り時間、加熱時間を有利に利用する。
- 10) 仕事と技術がつり合っているかを調べてその改善をする
- 11) 連合作業における1人の手待ちは相手の数人を遊ばせる
 - ②もっとも短かい距離の動作をする
 - 1) 動作の距離および経路はもっとも短かくする
 - ③動作の方向はもっとも円滑にする
 - 1) 動作の方向を円滑にする
 - 2) 動作の方向と作業の進行方向とを円滑にする
 - ④もっとも疲れの少ない動作をする
 - 1) 動作の速さを適度にする
 - 2) 動作を習慣づけてよい調子とする
 - 3) 作業は正しい作業面でする
 - 4) 疲れの少ない動作をする
 - 5) 目をできるだけ動かさない
 - 6) 視力に害のある光をさける
 - 7) 重力を利用する
 - 8) 工具、道具類の形や重さを改善する
 - 9) 製品、材料、半製品などの運搬移動には、できるだけ抵抗を減らすような方法を選ぶ
 - 10) 使用に対して特に注意を要する器具、道具を改善する
 - 11) 不自然な姿勢をさける
 - 12) 体の重心を上下に移動するような動作をさせる
 - 13) 立作業で腰掛作業できるものは腰掛け作業に直す
 - 14) 激しい作業では作業者を交換させる

以上の着眼点は4つの原則に対する大項目を示したものである点、分析のときは、さらに細別した着眼点をたてることが望ましい。そして分析によって得られたことからを徹底して作業にとり入れていくことが大切である。

5. 重量について

わが国の伐木造材手が体格、機能、栄養などの面で外国人と異なっている。(表8, 9参照) この差異が毎日の作業において、一番影響するのはチェーンソーの持歩行、あるいはチェーン

表8 山林労働者の体格、機能の比較

	日本人	スウェーデン人	スウェーデン/日本
身長 cm	157.3	175.0	1.10
体重 Kg	54.7	65.3	1.19
胸囲 cm	87.9	106.8	1.22
上腕囲 cm	22.6	27.8	1.23
背筋力 Kg	149.8	200.0	1.33
握力 Kg	49.0	50.0	1.02
ベルベック指数	0.895	0.986	1.10

表9 1人1日当カロリー摂取量

(statistical year book 1952)

	1934 1938	1946 1947	1947 1948	1948 1949	1949 1950	1950 1951	1960 計画
日本	2,180	1,600	1,680	2,050	2,097	2,098	2,210
西ドイツ	3,070	—	—	2,540	2,700	2,810	2,690
スウェーデン	3,120	3,190	3,000	3,050	3,210	3,240	3,120
アメリカ	3,150	3,340	3,340	3,140	3,170	3,210	3,110

ソーザーを保持して作業するに当っての重量であろう。対象林分に対して現在使用されているチェーンソーはバー長も長くかつ高馬力すぎるという感じが、われわれの多くの調査からうかがえる。高馬力でかつバー長の長いチェーンソーを使用することは、機械のバランスを悪くし、重量も重くなる点、作業能率や疲労の面からみてかんばしいことではない。また人体への障害の原因についても機械の重量が重くなるとその影響も大きいといわれている。外国の文献によれば、「重いチェーンソーを手で運搬することは活動的な見地から不経済であるのみならず、指

や腕や手背の筋筋肉を緊張させることになり非常に過労の結果となる」と述べている。そしてチェーンソー移動用として、肩から吊るす簡単な帶をつくり、それを使用しての歩行では酸素消費量が約20%少なくなったと報告している。またチェーンソーの重量が9kgから11kgに増すと脈搏数で13の増加がみられるが、これが15kgから17kgと同じ2kgの増加であるが脈搏数で53の増加となり、1日の作業からみるとチェーンソーの運動エネルギーの占める比率が非常にちがってくるので、チェーンソーの重量を軽減する必要性を述べている。

ドイツ人、スウェーデン人の体格、機能からしても11kgのチェーンソーが調査対象となっていることから考え、とくに最近では人工林の伐倒造材が多くなりつつあり、なおかつ全幹集材によって盤台上での玉切り、枝払いが多くなりつつある現状では、外国人より体格、機能で劣る日本人では使用するチェーンソーが小型で軽いのが望ましいと考える。

チェーンソーの重量によって労働負担がどのように変化するかを藤林は実験式を求めている。

$$Y = 0.01112V + 0.03173G + 0.52237W - 5.54857$$

ここで $Y = R, M, R$ (エネルギー代謝率)

V = 切削速度 (cm/分)

G = 傾斜

W = チェーンソーの重量 (kg)

そして「この重回帰方程式はR, M, Rの推定のみならず、R, M, Rを1つの指標と考えれば、上式より推定された数値は作業者のチェーンソーを使用する場合の効率とチェーンソー自体の効率が一緒になってあらわれた効率を示す数値として、チェーンソーの機械的、人為的に総合された優劣を見当づける指標ともなる。よってY値の少ないほど機械的、人為的に優れていることを示す」と述べ、さらに「切削速度の速いものよりも、チェーンソーの重量の軽い方が総合的な効果としてはよく、重量の軽いほどYの推定値が低い結果となり、切削速度にはあまり影響されておらないようである」と述べている。

以上のことから、現実に利用しているチェーンソーについてY値を求め、同一の排気量でバーの長さによってY値がどのように変化するかをみたのが表10である。

同じ排気量のチェーンソーでバーが長く重量が重くなるとY値が増加する傾向にあり、13kgを超えるとその増加も顕著である。また同じ排気量で同一切断径を切断するときの能率は変わらないと仮定し、重量別にY値を求め、これを実際の伐木造材に消費されるカロリーの計算をしてみると表11となる。(Y値は作業地の状態、また伐倒玉切りのように材に支えて切る場

表 10 パーの長さの違いによるY値推定表（勢気量8700チューイングの例）

バー長(時)		18	24	24	24	24	26	26	26	26	26	26	31
重 量 (kg)	バ チ チ 量 合 計	1.60	2.05	2.05	2.05	2.05	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.30	2.75
	能 率 (cm ³ /分)	0.45	0.54	0.54	0.54	0.54	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.65
傾 斜	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Y 值	1.57	1.82	1.41	1.61	1.45	1.57	1.60	1.52	2.61	2.62	2.12	2.12
機 種	MAC 1-53	MAC 1-72	MAC 1-72	MAC 300	MAC 1-72	MAC 1-72	MAC 1-72	MAC 300	MAC 300	MAC 1-82	MAC 1-82	MAC 380	MAC 380

要11 重骨の遺伝性と遺傳子質

作業時間	重量 (kg)	1 1.1	1 2.1	1 2.4	1 2.9	1 4.2
伐 倒	4 4.6 7 分	1 0 3.1	1 2 6.5	1 2 0.7	1 4 5.0	1 7 5.1
玉 切	8 1.3 0	1 8 7.5	2 5 0.1	2 3 4.2	2 6 4.0	3 1 8.1
枝 切	4 9.5 9	1 1 4.3	1 4 0.4	1 4 2.8	1 6 0.9	1 9 4.4
計	1 7 6.0 6	4 0 4.9	4 9 7.0	5 0 5.7	5 6 9.9	6 8 8.2
増加率	1 0 0	1 2 2.7	1 2 4.7	1 4 0.8	1 7 0.0	

合と、枝切りのように歩行作業の場合などによって違ってくるが、重量差の比較の意味でそのまま用いることにした。)すなわち 11kg を 100 とした場合、5kg も違ってくると消費カロリーは 70% も増加することになる。同一径を切断するのに重量の重いチェーンソーでの作業は、カロリーがよけいに消費されるばかりでなく、疲労も増大する点、大きな損失といえる。また重量が重くなると振動も大きくなるため生理的にみてもマイナスである。バー長を変化させた場合の比較において重量の問題を述べたが、チェーンソー自体の重量が重くなれば、相対的に生理負担も増大することは当然であり、チェーンソー作業は歩行作業であるだけに、作業条件に適合し、日本人の体格、体力にふさわしいチェーンソーを使用することが必要なことである。

5. その他の調査事項

- ① チェーンソーの使用時間は単独作業か組作業など作業方式との関連で要素作業時間の構成が異なり、なおかつ時間配分も異なる。
 - ② 振動の曝露時間の総体が伐倒、玉切、枝払の各要素に同一配分されておらず、差異があることが明らかとなった。また曝露、非曝露時の比率について、単独あるいは組作業によって異なる。
 - ③ 作業方法についてみると、各要素作業の配列組立が一定しておらず、各現場において人力伐倒当時の慣習がチェーンソによる伐倒作業においても改善されていないといえる。
 - ④ スパイクの使用、非使用の差は能率、振動については、ほとんど認められなかった。
 - ⑤ チェーンの伸びとバー率については上下振動方向には伸び率が、水平振動方向にはチェーンの伸びとバー率が関係が関係している。いづれもチェーンの張り方に関係があるのは明らかで、伸び率 0.0285 (伸び率とは有効バー長の $\frac{1}{2}$ にあたる中央点でドライブリンクを 10 kg の強さで引張ったとき、バー線とサイドリンク底部の間隙と有効バー長の割合) をいうが振動を考慮した場合の適正な張り方であると考えられる。

4. こんごの問題点

作業方式に対する作業要素組立の標準化、すなわち標準作業方法の確立とその指導強化が必要であると同時に生理的負担の軽減のため作業方法、作業動作と振動、振動の身体への伝播状態などの問題を明らかにし、少しでも人体への振動の影響を軽減するような作業方法を確立する必要がある。また機械的な面ではチェーンソーの刃の諸元と振動、重量と振動の関係を作業的な面からその関連性を究明するとともに、とくに適正な目立技術の面からの振動軽減を計っていく

必要がある。

[公刊文献]

- ・辻 隆道：チェーンソー伐木造材作業の機械の操作整備の実態調査ならびに指導要綱の作成についての報告書，昭4.1.5，林野庁へ提出
- ・米田 幸武他3：チェーンソー作業の振動障害に対する作業基準に関する研究，昭4.1.5，機械化部研究資料
- ・辻 隆道：チェーンソーの機械整備の実態と振動防止，(1)～(3)，昭4.1.6～8，機械化林業
- ・辻 隆道他1：チェーンソーのバーの長さについて，昭4.1.9，機械化林業
- ・辻 隆道：チェーンソーの整備状況と防振対策，昭4.1.11，第15回全国労働衛生大会研究発表集
- ・辻 隆道：チェーンソーの振動とその対策(前・後)，昭4.1.12，昭4.2.1，機械化林業
- ・辻 隆道：伐木造材作業基準，チェーンソー取扱要領，ソー・チェーンの取扱要領，昭4.2，林野庁提出

[参考文献]

- ・J.R.Bailey:Noise Vibration in Chain Saws,
Society of Automotive Engineers, 1963
- ・K.H.Piest: Untersuchungen über die Umlaufgeschwindigkeit
von Motorsagenketten
〔抄訳，チェーンソーのチェーン回転速度に関する研究，昭4.0.2，機械化林業〕
- ・G.Keminsky: Zur Beurteilung körperlicher Belastung bei
Motorsagenarbeit, 1956
- ・U.Sundberg, N.Lundgren: A study of the heaviness of work in
using power saws in timber cutting, 1945
- ・J.Hansson: The Relationship between individual characteristics
of the worker and output of work in logging operations, 1965
- ・石井 雄二：労働者の体格，体力に関する研究(第4報—山林労働者における作業能力と体力)

昭3.0.8, 労働科学Vol.31, No.8

- ・北村 君：把手を下に押す作業について，昭3.5.3，産業医学Vol.2, No.3
- ・大島 正光：運搬関係の人間工学，1956
- ・田中作次郎：労働能率の力学的研究，鳥取高農学術報告，1934
- ・岡田 晃：振動工具の振動伝播について，北方産業衛生，No.28, 昭3.7
- ・藤林 誠外2：林業労働の作業強度に関する研究，林業試験場研究報告No.8.6, 1956
- ・石崎 幹：ソーチェーンの取扱い，機械化情報，No.7.5～7.6, 1960.2～3
- ・渡部庄三郎：造材作業におけるチェーンソー性能の検討，機械化林業，No.14.0～14.1, 1965.7～8
- ・石井 邦彦：チェーンソーによる伐木造材作業の標準化のために，機械化林業，No.14.3, 1965.1.0
- ・杉原 彦一他：単一チェーンソー歯の木材切削性能試験，日本林学会誌，Vol.47, No.8
1965.5.8

新治山工法の現地適応試験

1. 試験担当者

防災部治山第二研究室：岩川幹夫 岸岡孝

原敏男 堀江保夫

防災部治山第一研究室：難波宣士 秋谷孝一

2. 試験目的

最近あらたに開発されつつある各種新緑化工は、施工が比較的容易なところあるいは集約的に行なわれるところで施工されているが、環境の複雑できびしい治山施工地においては、どの立地条件まで活用できるものであるかは、十分な検討が行なわれていない。また、治山工作物に関しても、省力的な簡易工作物が開発されつつあるが、実用化あるいは普及にあたって、現地条件と施工方法についてはまだ検討が不十分であり、その充実によってさらに活用範囲が広められる。

このため、各種新治山工法について現地施工を行ないその適応性を検討する。

3. 試験の経過とえられた成果

試験地は東京営林局鎌無治山事業所管内および丹沢治山事業所管内に、次のような年次計画によって設定した。

昭和39年度：鎌無地区試験地の選定、概況調査、試験工仕様の決定、緑化工関係については法切工その他必要な基礎工実施。

昭和40年度：鎌無地区試験工施工、施工年の結果調査。

昭和41年度：丹沢地区試験地の選定、概況調査、試験工仕様の決定、緑化工関係については法切工その他必要な基礎工実施。鎌無地区試験工継続調査。

昭和42年度：丹沢地区試験工施工、施工年の結果調査。鎌無地区試験工継続調査。

試験工の設定にあたり、林野庁業務課治山班関係各位、東京営林局治山課関係各位からは計画に関して種々御配慮をいただいた。また工事の設計・施工および管理については、鎌無治山事業所・丹沢治山事業所の各位には並々ならぬ御努力と、調査の際は多大の便宜をいただいた。ここにあらためて感謝の意を表する。

なお、各試験事項ごとの担当は次のようである。

新緑化工関係の設定指導および調査については岩川・原・堀江があたり、とりまとめは岩川・原が行なった。PNC板工関係の設定指導および調査については岸岡・原があたり、とりまとめ

付岸岡が行なった。セメントミルク注入による簡易済床固定方法関係の設定指導および調査については秋谷・難波があたり、とりまとめは秋谷が行なった。また、全体的なとりまとめについて岩川・難波が行なった。

3-1. 新緑化工の関係

1) 試験目的

荒廃地の緑化には植生盤類の開発に続いて、最近各種の新工法が案出されつつあるが、これらの工法についてはまだ使用実績が少なく、したがって各種自然環境のもとにおける山地荒廃地についてその適応範囲はまだ不明確である。

各種緑化工について適地適工法を明らかにするためには、荒廃地における自然環境別(気候・地質・その他地況)に各工種ごとの施工内容(用土の量・種子(植物)の種類と量・その他材料の質と量・施工密度・施工時期など)をかえて検討しなければならないが、本試験ではまず、各工種ごとの標準的な施工内容によって施工し、一応の適応範囲を把握することをねらいとする。

2) 試験方法

(1) 試験工種と施工方法

新緑化工には、治山施工地で開発された植生盤類および植生袋類のほか、布・紙・樹脂・ワラ・各種乳剤などによるすじ状(線状)あるいは面状形態の施工材料とともに緑化をはかる方法が多数あるが、本試験における工種は次の6工種とした。これらのうち、ヒドゲン植生盤、緑化袋、ペヂタイなどは帯状で肥土をともなう形式であり、ロンタイはすじ状(線状)で用土(肥料は施す)はともなわず、被覆剤吹付工、被覆網工は種子・肥土を面状にまき、そのうえに被覆材料をともなう形式の工法である。(ヒドゲン植生盤は本試験工種のなかでは比較的開発が早くかなり広く活用の方向にあるので、試験地の立地条件ならびに試験期間中の自然的環境条件に対する対照的工法としての意味も含めた)。

試験工程と施工内容および施工方法は第1表および第1図のようである。

(2) 試験地

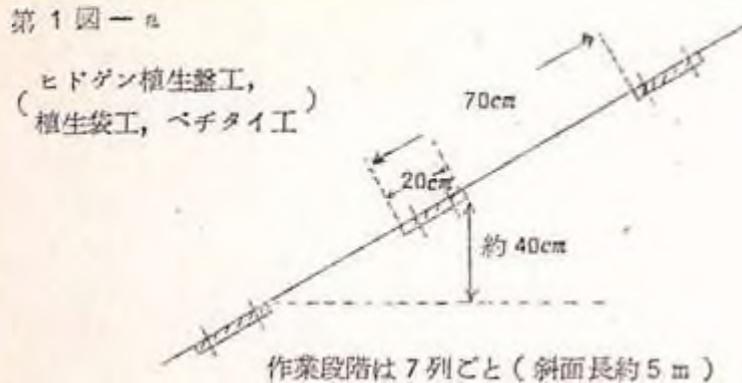
試験地は東京営林局の鎌無治山事業所管内および丹沢治山事業所管内に設定した。各地とも前述の施工方法によって事業計画による予定工事地に組入れられて実行された。工事の設計・施工および管理はすべて各治山事業所によって行なわれた。

試験地を設定した斜面は、基岩もみられる石礫土の斜面とローム質土壤の斜面とに大別され、前者の上部斜面は施工の際は法切地からしが行なわれて、基岩が露出し、土壤はう

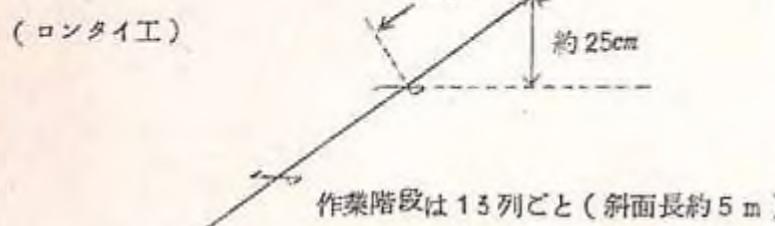
第1表 各工種の施工量

工種	施工量		
(1) ヒドゲン植生盤工	種子: ケンタッキー・31・フェスク	0.5	g/枚
	オーチャード・グラス(O・G)	0.25	"
	ウィーピング・ラブ・グラス(W・L・G)	0.05	"
	ススキ	0.05	"
	ヨモギ	0.05	"
	肥料: 林スーパー化成1号	6.5	"
(2) 植生袋工	壤土:	0.004	m ³ /袋
	種子: ケンタッキー・31・フェスク	2.0	g/袋
	オーチャード・グラス	1.0	"
	ウィーピング・ラブ・グラス	0.2	"
	ススキ	0.2	"
	ヨモギ	0.2	"
(3) ペヂタイ工	肥料: 林スーパー化成1号	3.5	"
	壤土:	0.0015	m ³ /袋
	種子: ケンタッキー・31・フェスク	0.8	g/袋
	オーチャード・グラス	0.4	"
	ウィーピング・ラブ・グラス	0.08	"
	ススキ	0.08	"
(4) ロンタイ工	ヨモギ	0.08	"
	肥料: 林スーパー化成1号	3.5	"
	壤土:	0.0015	m ³ /袋
	種子: 添付種子	1.50	g/m
	肥料: 添付化成肥料(14:7:12)	1.00	g/m
	被覆剤吹付工	9.0	g/m ²
(5) 被覆剤吹付工	種子: ケンタッキー・31・フェスク	4.5	"
	オーチャード・グラス	1.0	"
	ウィーピング・ラブ・グラス	1.0	"
	ススキ	1.0	"
	ヨモギ	1.0	"
	肥料: 林スーパー化成1号	1.00	"
(6) 被覆網工	壤土:	0.01	m ³ /m ²
	被覆剤: アスファルト乳剤	0.5	ℓ/m ²
	種子: ケンタッキー・31・フェスク	9.0	g/m ²
	オーチャード・グラス	4.5	"
	ウィーピング・ラブ・グラス	1.0	"
	ススキ	1.0	"
(6) 被覆網工	ヨモギ	1.0	"
	肥料: 林スーパー化成1号	1.00	"
	壤土:	0.01	m ³ /m ²
	被覆材: 緑化網	—	—

第1図-a



第1図-b



第1図-c



第1図-d

(被覆網工)



すぐ乾燥し貧養なところである。堆積斜面では、堆土の堆積面などとは異なり、角礫がきわめて多く含まれかなり劣悪な条件である。後者のローム層斜面でも法切地ならしした堅地盤斜面および堆積斜面を選定した。崩落地にはローム層あるいはこれに近い土壤の斜面がかなりひろくあらわれるが、その急斜地盤は一般に緑化が比較的困難な条件の一つである。ことに試験地を設定した両地区は、冬期間は積雪が少なく凍上が著るしい地帯であるので、気候および地況などかなりきびしい環境にあるものと考えられる。

なお、各地区ごとの概況は次のようにある。

(a) 益無地区試験地

本地区は昭和39年度に試験地の選定を行ない、40年度に試験工を施工した。試験地は益無川上流で、地質は破碎された硬砂岩を基岩とし、表層には褐色ローム層が堆積しているが、崩落斜面では角礫質の地盤が露出するところが多い。方位は北東面(赤壁)および西面(二つ壁)，傾斜は $34^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，海拔 $1,000 \sim 1,200$ mにあり、積雪は少なく凍上のはげしいところである。

地況により5つのブロックにわけ、各ブロック内の1工種の大きさは $0.01 \sim 0.02$ haに設定された。

第2表 気象観

年月	気温			降水量					
	平均	高極	低極	計	最大	日雨量(回数)			
						100mm 以上	50mm 以上	30mm 以上	
40. 7	25.6	33.0	15.0	200.7	523	回	回	1回	5回
8	24.6	32.0	9.5	50.7	29.8				1
9	17.6	27.0	4.5	458.0	175.0	1	2	1	2
10	12.1	23.5	1.0	63.9	25.8				2
11	9.0	21.0	-5.5	157.6	46.5			2	
12	2.9	13.5	-10.0	98.6	30.6			1	2
41. 1	-1.3	9.5	-15.5	33.0	33.0			1	
2	3.3	15.0	-12.5	119.0	45.5			2	
3	4.0	17.0	-9.0	241.3	45.5			2	3
4	9.5	26.0	-3.0	85.2	19.3				
5	12.1	25.0	-0.5	207.6	48.8			3	2
6	16.0	28.5	5.5	370.4	71.1			3	
7	21.1	30.5	9.0	140.0	59.1			1	1
8	22.3	31.0	12.0	101.9	47.1			2	1
9	18.7	28.0	8.0	241.5	81.2			1	1
10	12.1	20.5	0.0	88.4	45.0				3
11	6.1	19.2	-7.5	98.5	43.2				2
12	-1.1	8.4	-13.0	15.8	6.5				
42. 1	-2.7	11.0	-17.0	64.9	47.0			1	
2	-2.7	15.0	-17.0	45.2	13.0				
3	2.7	17.5	-11.5	67.7	42.0			1	
4	8.8	22.0	-1.0	188.3	42.0			3	1
5	14.8	28.0	3.5	59.4	22.0				2
6	18.0	27.0	6.0	174.0	88.0				2
7	22.1	32.0	10.5	313.7	127.5	1	1	3	1
8	23.5	32.5	14.0	51.0	20.0				1

測(益無地区)

	晴天日数	降水日数	降雪日数	備考	
				10mm以上	10mm以下
4回	7回	10日	15日	日	7月25日降雨12.6mm。その後8月14日までに6回計8.5mmの降雨のみで乾燥が激しい。
1	7	28	9		17日、18日、台風24号通過。山腹は各所で崩壊、河川増水。
1	6	15	13		11日、零度。13日、初水。
1	1	26	4		1日、初雪。
1	11	21	14		
4	18	7	3		
					4日、積雪2.3cm(今冬最高)。
2	1	18	5	2	
5	5	17	15	2	
4	7	16	11		
2	3	25	10		18日、-0.5度。以後零度以下なし。
3	6	11	16		27日～30日台風4号に伴う梅雨前線豪雨。
1	6	15	9		1日
1	8	16	12		
1	9	16	15		24日、台風26号による豪雨。
1	9	22	11		22日、零度。
1	8	20	11	1	21日、初雪。
4	26	4			
1	5	24	7	5	
2	7	16	9	2	
3	5	18	9	1	
1	10	11	15	2	→17日、積雪2.9cm(今冬最高)。25日、-1度。以後零度以下なし。
2	25	4			
7	20	10			28日、梅雨前線による豪雨。
2	4	15	11		9日、梅雨前線による豪雨。
1	7	20	9		

・益無治山事業所観測資料による。

・北緯36度5分、東経138度15分。

・海拔高 800m。

・観測時間 午前9時。

・積雪は降水量に含まれていない。

I区——法切斜面(赤堀)……角礫質の地山地盤が露出する斜面で貧養かつ乾燥がはげしい。

II区・III区——堆積斜面(赤堀(II区), 二つ堀(III区))……角礫が複雑に混じた石礫土の堆積地で、地表は礫が多い。

IV区——ローム層法切斜面(赤堀)

V区——ローム堆積斜面(赤堀)

なお、釜無地区は年平均気温約12度、最高気温33度、最低気温-17度、年降水量約1,800mm、調査期間における最大日雨量175mm(昭和40年9月18日・台風24号)、最高積雪深は29cmであった。試験期間中の気象観測資料は第2表のようである。

(a) 丹沢地区試験地

本地区は昭和41年度に試験地の選定を行ない、42年度に試験工を施工した。試験地は丹沢山と塔ヶ岳をむすぶ駿線の西側に面し、等杉沢支流大金沢の最上流で、地質は等杉沢累層(安山岩質凝灰角礫岩)を基岩とし、その上に関東ローム層が堆積している面積約1.5haの崩壊斜面である。方位はほぼ西面、傾斜は35~58°、海拔高は1,200~1,300mにあり、冬期は凍上と季節風による影響もうけ、緑化工施行上は環境のきびしいところである。試験区の規模は施工地の状況から、1工種の大きさは幅約5m、斜面長約10mとし、3回反復して設定した。

(3) 調査事項

施工後、各工種についておもに植物被覆度および土砂移動量などを測定し比較検討した。

(a) 植物被覆度の調査は、各試験区内に縦2m、横1mの調査区を5ヶ所とり、全植物被覆度および種類別被覆度を測定した。

(b) 土砂移動量の調査は、各試験区内に縦2m、横1mの枠(下端に土砂受箱をつける)を2個設置し、枠内の流出土砂量を測定することとした。災害等のため測定不能の際は打込鉄枠で検討したい。

(c) 以上のほか、植物の成長状態、侵入植物の状況、斜面全体の異状降雨に対する抵抗性などについて観察した。

(3) 試験経過と結果

(1) 試験工の施工と経過

(a) 釜無地区試験地

釜無地区は、施工直前の5月に局地的な強雨があり、試験予定地も被害を受け、その後修作業が行なわれたが、その後も7月中旬まで長雨が続いたが、施工は7月下旬~8月上旬にわたって実施され遅期からはかなり遅れた。また施工後8月中旬まではほとんど降雨がなく、連日晴天が続いたが、導入植物の発芽、生育に悪影響がみられた。9月中旬には台風24号が最悪のコースを通り、その際の豪雨による崩壊が各所で起り、試験地内もかなりの被害を受けた。

さらに、II区(二つ堀)は翌年3月上旬の強雨により、前年の台風によって生じた上部斜面の崩積土砂が流出して、試験地全般がこの影響を受け、試験継続が不可能となつたため、やむを得ず調査を中止した。

(b) 丹沢地区試験地

丹沢地区的施工は、昭和42年6月中旬~7月上旬に行なわれた。施工当年のため調査は短期間の成績に限られたが、本地区では施工後の気象条件はおおむね順調で、試験地に著しい被害を及ぼすような降雨はなかった。

(2) 調査結果

(a) 植物被覆状況

釜無地区的植物被覆状況の調査は、施工初年目は10月中旬に行なったが、前述のように施工時期が遅くなつたため、成長期間が短かく各工種とも十分な被覆状態ではなかつた。測定結果は第3表のとおりである。この時期までの植物被覆状況は、施工当初の緑化母材の導入形態に比例した傾向を示した。なお草丈は第4表のようである。施工2

第3表 植物被覆度(釜無地区)

40年10月

工種	I	II	III	IV	V
(1) ヒドゲン植生盤工	42%	53%	47%	75%	65%
(2) 植生袋工	55	47	52	77	65
(3) ベデタイ工	32	40	25	70	67
(4) ロンタイ工	20	30	22	57	25
(5) 被覆剤吹付工	31	70	45	85	75
(6) 被覆網工	33	73	55	90	95

年目および3年目の植物被覆状態は第5表のとおりである。また、5年間の被覆状態をまとめると第2図のようである。

工種別植物被覆度は施工初年目は、すじ状形態のロンタイ工および帯状客土形態のペヂタイ工の被覆状態が50%以下で悪く、面状被覆形態の被覆剤吹付工や被覆網工でも70%以下であった。しかし2年目以降年数経過とともにロンタイ工以外の工種の被覆状態が良好となり、その差はほとんどみられなくなった。

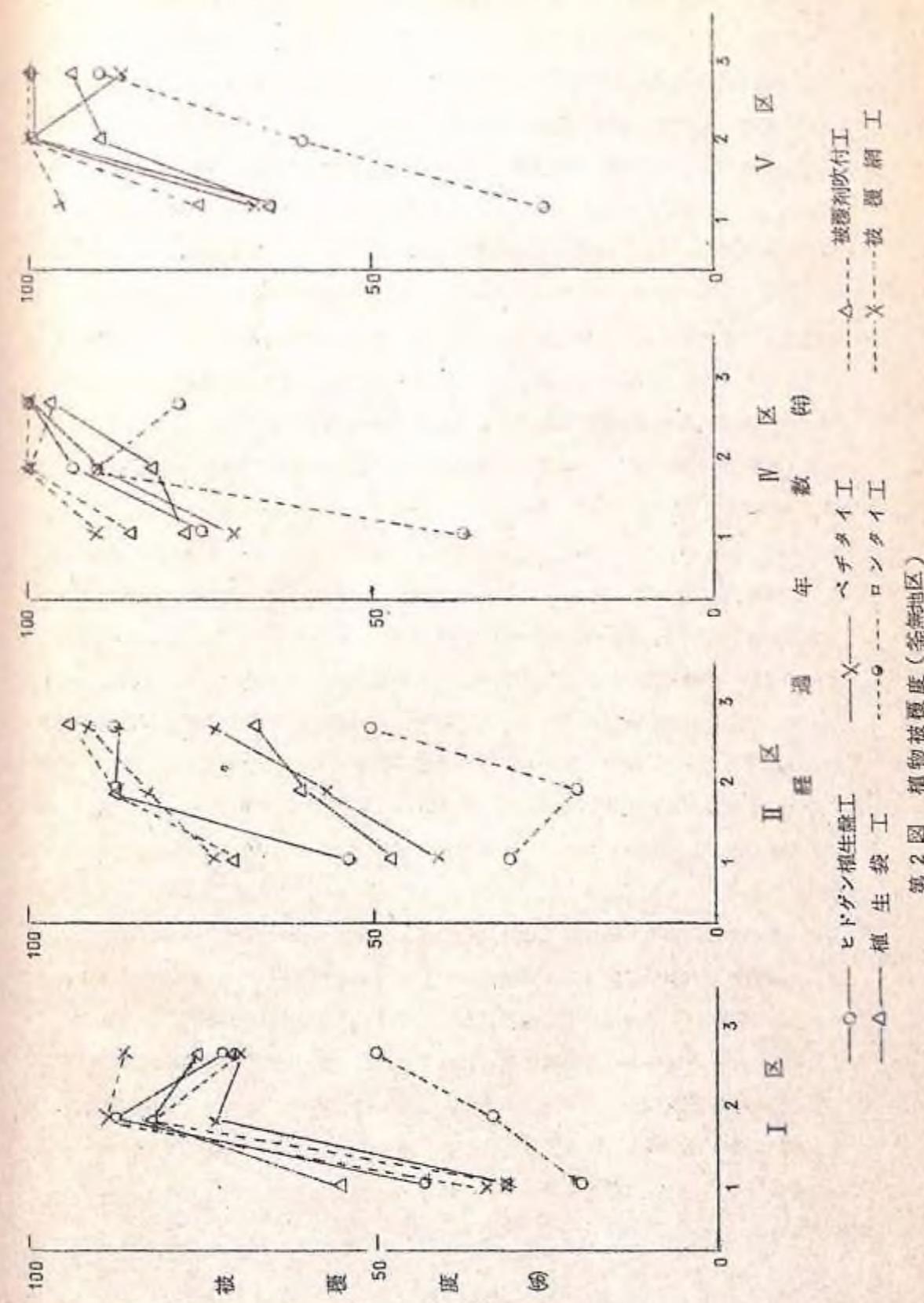
試験区分別植物被覆度は、法切急斜地(Ⅰ区)では、施工初年目はほとんどの工種が、

第4表 成長量(草丈・蓋無地区)

工種 区	40年10月				
	I	II	III	IV	V
(1) ヒドゲン植生盤工	18 cm	14 cm	14 cm	28 cm	26 cm
(2) 植生袋工	21	25	14	30	36
(3) ペヂタイ工	21	15	14	28	41
(4) ロンタイ工	20	5	9	18	28
(5) 被覆剤吹付工	24	23	16	28	33
(6) 被覆網工	23	17	23	37	33

第5表 植物被覆度(蓋無地区)

工種 区	41年11月				42年9月			
	I	II	IV	V	I	II	IV	V
(1) ヒドゲン植生盤工	% 87	% 87	% 93	% 100	% 72	% 87	% 100	% 100
(2) 植生袋工	82	60	92	90	75	68	97	94
(3) ペヂタイ工	73	57	90	100	70	72	100	87
(4) ロンタイ工	33	20	90	60	50	50	78	90
(5) 被覆剤吹付工	82	87	100	100	70	93	97	100
(6) 被覆網工	88	83	100	100	86	92	100	100



第2図 植物被覆度(蓋無地区)

50%以下の被覆状態であったが、2年目および5年目は、ロンタイ工以外は60~90%となつたが、3年目には被覆状態がやや劣るよう観察された。堆積砂質地(Ⅰ区)では、施工初年目は面状被覆形態の被覆剤吹付工および被覆網工が70%にもなり、帯状客土形態の工種より植物被覆度が良好であった。2年目および3年目は面状被覆形態の被覆剤吹付工、被覆網工および帯状客土形態のヒドゲン植生盤工が80~93%の被覆状態となり、植生袋工、ペヂタイ工は70%前後、すじ状形態のロンタイ工は50%の植物被覆度となった。褐色ローム地では、Ⅳ、Ⅴ区とも同様な傾向で、ロンタイ工の25~37%以外は施工初年目すでに65%以上の植物被覆度となり、2年から3年を経過するとロンタイ工も被覆度が良好で、また帯状客土形態および面状被覆形態の工種とも80~100%の植物被覆度となり、工種間の差はほとんど認められなくなつた。なお、導入植物および侵入植物の推移についてみると次のようである。

導入種別の植物被覆度の推移は第6表および第3図のとおりであるが、施工初年目の植物被覆度の多い順位は、ケンタッキー・31・フェスク(K・31・F)、オーチャード・グラス(O・G)、ウィーピング・ラブ・グラス(W・L・G)、ヨモギであったが、2年目はK・31・FおよびO・Gの成育がともに良好で、植物被覆度は45~55%となりこの2種がほとんどを占めているように観察された。またW・L・Gが急激に減少し、植物被覆度は1%以下となった。3年目はO・Gが最も良好な成育を示し次いで、ヨモギの成育が良好となり、K・31・Fは施工初年よりも植物被覆度が劣り30%以下となった。また、W・L・Gは完全に消滅枯死してしまった。

侵入植物は第7表のとおりであるが、3年目の出現数は30科85種であった。このうち多數出現する種はヨモギおよびイタドリの2種で、とくに褐色ローム地のⅣ、Ⅴ区でよく繁茂している。

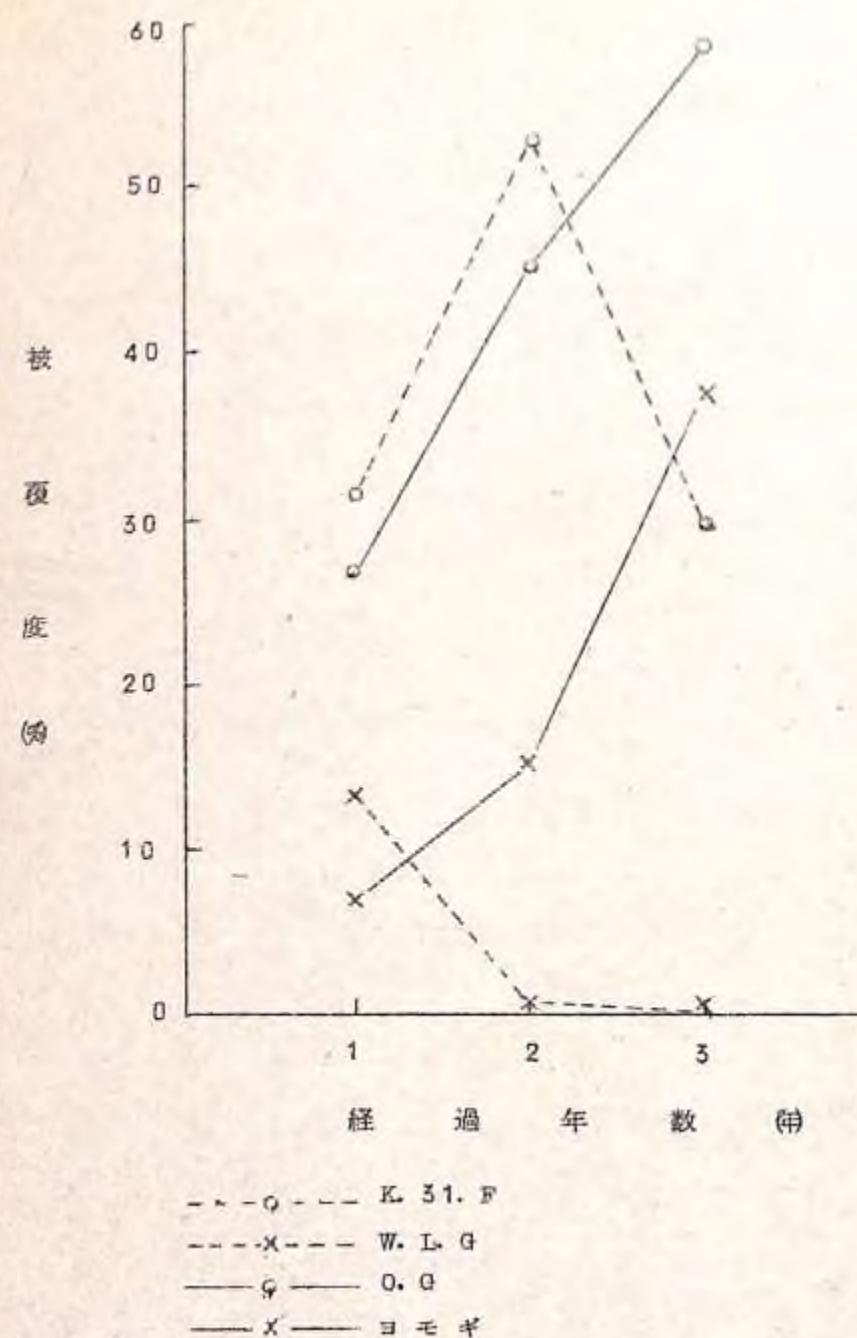
丹沢地区の植物被覆度調査は10月初旬に行ない測定結果は第8表のとおりである。施工後調査までの期間が僅か3カ月間であり、また冬期間を経ていないので十分な検討はまだできないが、この間までの植物被覆状態は釜無地区と傾向はほぼ同様であった。すなわち、緑化母材の導入形態に比例した傾向を示し、面状被覆形態の被覆剤吹付工および被覆網工の植物被覆度が88~93%，また、帯状客土法のヒドゲン植生盤工、植生袋工およびペヂタイ工は67~77%となり、ロンタイ工は48%で最も劣った。

成長量(草丈)は各工種とも33~41cmほどに伸長したが、ロンタイ工のみ17~30cmで成長が悪かった。

第6表 導入種別植物被覆度(釜無地区)

年月/工種	種名/区	K・31・F					W・L・G					O・G					ヨモギ				
		I	II	IV	V	I	II	IV	V	I	II	IV	V	I	II	IV	V	I	II	IV	V
4.0.1.0	(1) ヒドゲン植生盤工	27%	22%	45%	32%	4%	18%	15%	23%	27%	22%	32%	20%	4%	5%	10%	5%	4%	5%	10%	5%
	(2) 植生袋工	43	35	55	43	2	17	8	32	32	28	45	32	4	3	6	6				
	(3) ペヂタイ工	27	23	33	28	5	16	8	33	20	20	35	38	5	5	5	5				
	(4) ロンタイ工	20	20	22	25	5	10	3	8	5	5	5	5	—	—	—	—				
	(5) 被覆剤吹付工	23	48	42	33	2	5	23	28	15	31	45	33	10	7	7	7				
	(6) 被覆網工	23	48	63	60	2	28	7	18	18	37	60	68	9	5	11	15				
4.1.1.1	(1) ヒドゲン植生盤工	48	78	33	50	1	0	0	1	78	28	65	40	18	22	13	14				
	(2) 植生袋工	60	58	37	63	0	0	0	2	53	27	65	43	7	2	10	50				
	(3) ペヂタイ工	53	28	45	30	0	0	0	2	40	18	75	85	5	5	3	12				
	(4) ロンタイ工	33	20	90	40	0	0	0	7	5	5	50	23	—	—	—	—				
	(5) 被覆剤吹付工	22	66	65	70	2	0	3	0	22	32	50	95	7	7	7	70	55			
	(6) 被覆網工	62	78	83	55	0	1	0	0	62	32	40	75	6	12	20	10				
4.2.9	(1) ヒドゲン植生盤工	25	53	18	5	0	0	0	0	58	68	45	15	12	37	70	23				
	(2) 植生袋工	37	20	20	23	0	0	0	0	52	55	82	62	10	13	35	44				
	(3) ペヂタイ工	27	32	26	45	0	0	0	0	50	47	78	68	7	32	15	53				
	(4) ロンタイ工	50	40	35	10	0	0	0	0	13	40	29	5	—	—	—	—				
	(5) 被覆剤吹付工	17	30	33	45	0	0	0	0	60	68	73	100	13	20	60	100				
	(6) 被覆網工	24	22	53	55	0	0	0	0	68	88	88	97	14	36	92	48				

第7表 侵入植物(種類数・蓋無地区)



(a)		工 種	区	40年10月	41年11月	42年 9月
(1)	ヒドゲン植生盤工	I	0種	1種	4種	
		II	2	5	16	
		III	3	—	—	
		IV	5	4	13	
		V	6	7	22	
		計	16	17	55	
(2)	植 生 袋 工	I	1	3	5	
		II	5	6	5	
		III	5	—	—	
		IV	5	7	13	
		V	1	1	2	
		計	17	17	25	
(3)	ペチタイ工	I	1	3	7	
		II	0	4	15	
		III	3	—	—	
		IV	4	4	6	
		V	8	6	14	
		計	16	17	42	
(4)	ロンタイ工	I	2	1	9	
		II	0	2	7	
		III	4	—	—	
		IV	3	4	5	
		V	7	8	14	
		計	16	15	35	
(5)	被 覆 剤 吹 付 工	I	2	1	5	
		II	2	3	4	
		III	1	—	—	
		IV	8	5	12	
		V	13	9	14	
		計	16	18	35	
(6)	被 覆 網 工	I	1	1	4	
		II	0	2	10	
		III	6	—	—	
		IV	5	5	7	
		V	3	3	7	
		計	15	11	28	

第7表 侵入植物(益無地区)

(a)

42年9月

科名	種名
イネ	アワガエリ, スズメノカタビラ, シバ, キンエノコロ, チゴザサ, メヒシバ, ススキ, ウシノシッペイ
ヤナギ	イスコリヤナギ, オノエヤナギ
クルミ	オニグルミ
イラクサ	イラクサ, ミズ, アカソ, コアカソ, ヤブマオ
タデ	ヒメスイバ, ギシギシ, ヤノネグサ, ネバリタデ, ハナタデ, イタドリ,
ナデシコ	フシグロ
キンボウゲ	クサボタン
ケシ	タケニグサ
ベンケイソウ	ベンケイソウ
ユキノシタ	ウツギ
バラ	ミツバツチグリ, ツルキンバイ, ニガイチゴ, クマイチゴ
マメ	ヤマハギ, ヤハズソウ, ナンテンハギ, イタチササゲ, ヤブマメ, コマツナギ, シロツメクサ, ムラサキツメクサ
フクロソウ	グンナイフクロ, タチフクロ, ミツバフクロ
カタバミ	カタバミ
スマレ	スマレ
キブシ	キブシ
アカバナ	マツヨイグサ, オオマツヨイグサ
ウコギ	タラノキ, ウド
セリ	ヤマゼリ
サクラソウ	オカトラノオ
フジウツギ	フジウツギ
ソソ	クルマバナ, テンニンソウ, ナギナタコウジユ, ヒキオコシ
ゴマノハグサ	ゴマノハグサ, ムラサキサギゴケ, ヒメトラノオ, シオガマギク
キツネノゴマ	キツネノゴマ,
オオバコ	オオバコ
アカネ	カワラマツバ
スイカズラ	ニワトコ
オミナエシ	オトコエシ, オミナエシ
キキョウ	ツリガネニンジン, ホタルブクロ
キク	ミヤマヤブタバコ, ヒヨドリバナ, ヨメナ, ユウガギク, ヒメジョオン, ヒメムカシヨモギ, シラヤマギク, シオン, ノコンギク, フキ, リュノウギク, ヨモギ, フジアザミ, ヤマアザミ, コウゾリナ, ニガナ, ヤクシソウ,

30

85

第8表 植物被覆度(丹沢地区)

42年10月

工種	区		
	I	II	III
(1) ヒドゲン植生盤工	65%	62%	75%
(2) 植生袋工	85	62	83
(3) ベヂタイ工	65	67	75
(4) ロンタイ工	47	42	60
(5) 被覆剤吹付工	77	90	97
(6) 被覆網工	90	93	97

侵入植物は、施工後短期間のため少なく、クマザサ、メヒシバ、イタドリ、ヤマハギ、ハハコグサ、ヨメナ、ヨモギ、フジアザミの5科8種であった。

(b) 土砂移動量

益無地区は施工当初試験区内に土砂測定装置(縦2m、横1mの枠、下端に土砂受箱)を設定したが、施工初年の昭和40年9月18日の台風24号による豪雨のため、測定装置はほとんど破損したため、土砂移動調査は不能となつたので、やむを得ず、打込鉄棒を設置し観察も加えて調査した。

面状被覆形態の工種では、土砂移動はほとんど認められず、帯状客土形態の工種では筋間の被覆されなかつた部分の土砂の移動が認められたが、そのほとんどは下段筋に堆積し下部までの流出は認められなかつた。しかしロンタイ工では土砂の移動がかなり多く、とくに工区および2区では土砂抑止効果は劣つてゐた。

丹沢地区の土砂移動量は第9表のとおりである。この結果からも益無地区とはほぼ同様な傾向がうかがわれ、面状被覆形態の工種では土砂の移動はほとんど認められず、帯状客土形態の工種では施工初期に土砂移動が認められた。また、ロンタイ工は土砂の移動が多く、凍上などによる冬期間の移動量はとくに多いようである。

なお、ここで林業試験場(東京・目黒)の実験斜面で、ほぼ同様にして行なつた土砂移動量の調査を参考にしてみると第10表のようである。これは関東ロームの表土(黒色土)を盛土した条件のよい斜面であるが、ロンタイ工は面状被覆形態の工種はもちろん、帯状客土形態の工種とくらべても土砂の移動量に差は認められなかつた。精選を崩

第9表 土砂移動量(丹沢地区)

t/m²

工種	I	II	III
(1) ヒドゲン植生盤工	0.4	0.3	0.8
(2) 植生袋工	0.2	0.1	0.2
(3) ベヂタイ工	0.2	0.3	0.4
(4) ロンタイ工	0.6	0.8	1.3
(5) 被覆剤吹付工	0.0	0.0	0.1
(6) 被覆網工	0.0	0.0	0.0

第10表 土砂移動量(実験斜面)

t/m²

工種	施工直後 (施工後 1カ月間)	降雪以前 (施工後 3カ月間)	冬期間 (12月~3月 の4カ月間)	施工後 1年間
(1) ヒドゲン植生盤工	1.3	1.5	0.3	1.9
(2) 植生袋工	0.9	0.9	0.4	1.4
(3) ベヂタイ工	1.4	1.5	0.4	2.0
(4) ロンタイ工	1.4	1.5	0.4	2.0
(5) 被覆剤吹付工	0.7	—	—	—
(6) 被覆網工	0.2	0.2	0.1	0.3
対象区	2.7	3.1	1.94	2.78

土壤: 関東ローム(黒色土)を使用

傾斜: 45°

農地ではロンタイ工の成績は他の工種に比較して土砂抑止効果は劣るが、土壤条件のよい斜面では、他工種とあまりかわらない。

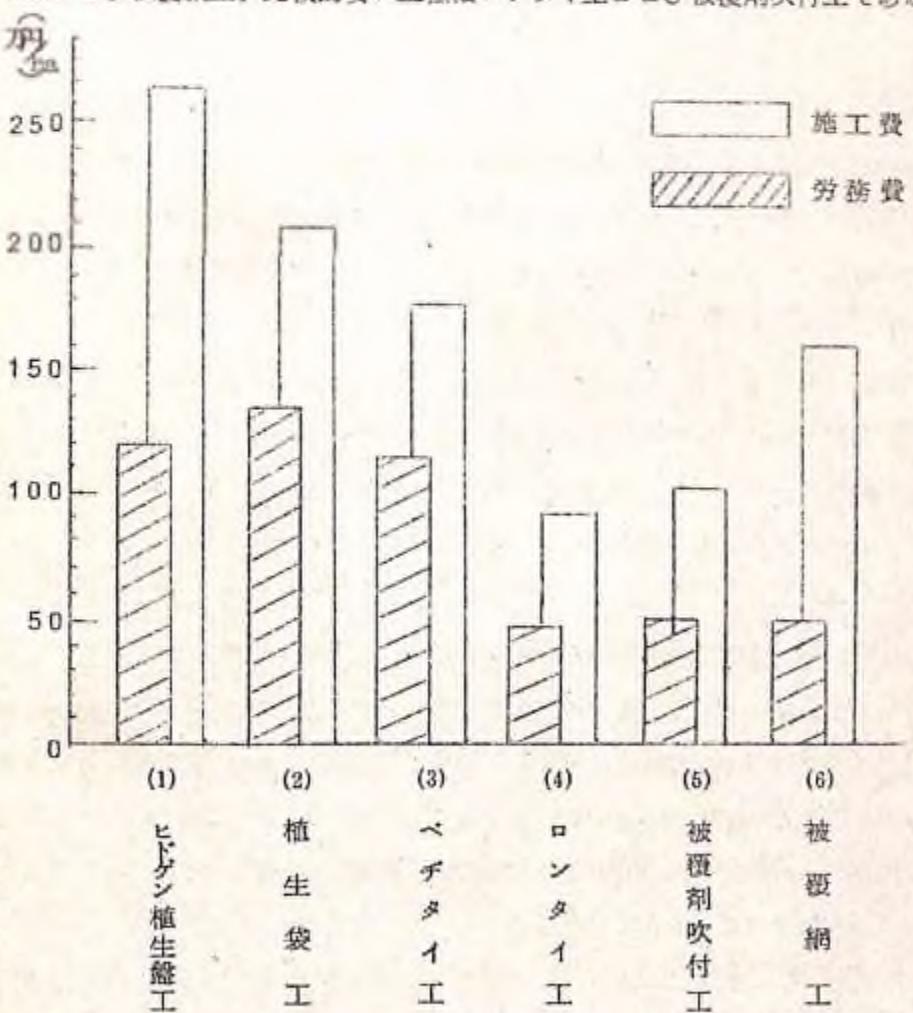
(c) 施工費

工種別施工費は第11表および第4図のようである。施工費のうち労務費は各試験区とも小面積のため算出額は大よその値であるが、施工地の立地条件により施工の難易に大差があり、法切急斜地は他の堆積礫質地やローム地に比較して労務費が高くなつた。

労務費の比較的高い工種はヒドゲン植生盤工、植生袋工、ベヂタイ工で、植生盤の運搬や土壤の練合せ、詰合せなどの工程に労力のかかる工程であり、ロンタイ工、被覆剤吹付工、被覆網工などは労力が少なく労務費は安い。

資材費の比較的高い工種はヒドゲン植生盤工で、次いで植生袋工、ベヂタイ工、被覆網工、また安い工種はロンタイ工と被覆剤吹付工である。

両者をあわせた施工費はヒドゲン植生盤工がもっとも高く、次いで植生袋工、ベヂタイ工および被覆網工、比較的安い工種はロンタイ工および被覆剤吹付工である。



第4図 工種別施工費

第11表 工種別施工費

工種	(haあたり千円)		
	労務費	資材費	計
(1) ヒドゲン植生盤工	1231	1498	2729
(2) 植生袋工	1330	754	2084
(3) ベヂタイ工	1127	684	1811
(4) ロンタイ工	535	381	914
(5) 被覆剤吹付工	646	400	1046
(6) 被覆網工	625	899	1524

(3) まとめ

試験地の立地条件および施工内容については極めて限られた規模ではあるが、両地区を通じて斜面の土壤条件はかなり劣悪な地区も含まれ、気象的には凍上が著しく、また台風による異状強雨の影響を受け、各工種ともかなりきびしい自然的条件下に経過した結果を観察したといえよう。総括的な調査結果は第12表にしめした。

いづれの工種でも、施工内容をかえることによって緑化効果が異なってくるのは当然で類似の工種においても、また質的にかなり異なる工種においても緑化効果には差が生ずる。本試験においては、各種新綠化工について、環境のきびしい施工地においても活用しうるものであるかどうかの目やすを得るのがねらいであり、工種間の差をくわしく検討するものではない。

施工後短期間の経過にすぎないが両地区を通じて観察された点は次のようである。

- (1) 带状客土形態の各工種は導入材料に応じて初期の緑化被覆が帯状になるが、緑化構成はほぼ確実で斜面全体の緑化状況もむらがなく一様性が高い。立地条件や気象条件が異なっても著しい変化は少ない。したがって本試験工のなかではすでに最も普遍的に活用される方向にある。しかし、土壤条件の劣悪な斜面では筋間裸地の被覆がおそらくときには緑化の減退をきたすこともある。
- (2) 面状被覆形態の工種は、本試験を通じてもっとも省力的な工法で、導入量も比較的軽度な工法であるが、全体の緑化構成が早く、土砂流出防止も予期以上に効果的なことがうかがわれ、適応性はたかい。しかし、全面的な被覆構成がえられる反面、斜面を局所

第12表 調査結果 総括表

工種	試験地	植物被覆度	土砂抑止効果	植物被覆のむら	施工費
(1) ヒドゲン植生盤工	笠無	△	△	○	×
		△	△	△	×
		○	△	△	×
		○	○	○	×
		△	△	○	×
	丹沢	△	△	○	×
		×	×	○	△
		△	△	×	×
		△	△	×	×
		△	△	△	△
(2) 植生袋工	笠無	△	△	○	×
		×	×	○	△
		△	△	×	×
		△	△	×	×
		△	△	△	△
	丹沢	△	△	○	△
		△	△	○	△
		△	△	○	△
		△	△	○	△
		△	△	○	△
(3) ベヂタイ工	笠無	△	△	○	△
		×	△	×	△
		△	○	×	△
		○	△	○	△
		△	△	○	△
	丹沢	△	△	○	△
		△	△	○	△
		△	△	○	△
		△	△	○	△
		△	△	○	△
(4) ロンタイ工	笠無	×	×	×	○
		×	×	○	○
		△	△	○	○
		×	×	×	○
		×	×	△	○
	丹沢	×	×	△	○
		×	×	△	○
		△	△	○	○
		×	×	△	○
		×	×	△	○
(5) 被覆剤吹付工	笠無	△	×	△	○
		△	△	×	△
		○	○	○	○
		○	○	○	○
		○	○	○	△
	丹沢	○	○	△	○
		○	○	△	○
		○	○	△	○
		○	○	△	○
		○	○	△	○
(6) 被覆網工	笠無	△	△	△	△
		△	△	×	△
		○	○	○	△
		○	○	○	△
		○	○	○	△
	丹沢	○	○	○	△
		○	○	○	△
		○	○	○	△
		○	○	○	△
		○	○	○	△

記号区分

植物被覆度

釜無地区	○ 植物被覆度	91%以上。
	△ "	61~90%。
	×	60%以下。
丹沢地区	○ "	81%以上。
	△ "	61~80%。
	×	60%以下。

土砂抑止効果

釜無地区	○ 土砂の移動	ほとんどない。
	△ "	少しある。
	×	多い。
丹沢地区	○ 流出土砂量	0.1 t/m ² 以下。
	△ "	0.2~0.5 t/m ² 。
	×	0.6 t/m ² 以上

植物被覆のむら

釜無地区	○ 植物被覆度の変動係数	10%以下。
丹沢地区	△ "	11~15%。
	×	16%以上。

施工費

釜無地区 (I区)	○ haあたり	150万円以下。
	△ "	151~250万円。
	×	251万円以上。
釜無地区 (II・IV・V区)	○ "	100万円以下。
	△ "	101~200万円。
丹沢地区	×	201万円以上。

(注) 釜無地区は施工後2年、丹沢地区は施工後3カ月の調査結果によったため記号区分を
かえた。

施工費のうち、釜無地区(I区)は地況が著しく異なるので区別した。

的にみれば初期の被覆密度がりついことや、急斜地、堅地盤では種子・肥料が定着しが
たいこともあり、石礫土などは被覆材料の効果が十分発揮されず、緑化構成が一様にな
らないこともある。

(3) すじ状(線状)形態の工種は、堆積緩斜地では施工が簡易な特性が生かされ、道路・
堤防等の法面における活用が広いが、本試験では各区を通じて緑化構成がかなり劣り、
土壤その他の環境がわるい一般の荒廃山腹では適応範囲はかなり選択を要する。

3-2. 簡易工作物の関係

3-2-1 PNC板の施工方法

1) 試験の目的

PNC板工は、治山施工地においても省力的な簡易工作物として一部普及の段階にある。
擁壁として施工する際、PNC板工に作用する土圧は、クーロン、ランキンなどの土圧公式
によって算定され、その安定や積重ねの限界高が決定されているが、施工の高さを増すこと
によって活用の範囲が広められるので、その検討が求められている。本試験では5~8段積
を施工して、土圧の測定を行なった。

2) 試験方法

(1) PNC板工の施工

昭和40年8月6日、釜無川支流塩沢小支本沢の左岸側崩壊地の崩積土の脚部にPNC
板をほぼ鉛直に5段積みし、最上段と最下段を除く中央3段のPNC板の中央部に土圧計
を各1台ずつ設置した。しかし、同年9月中旬に来襲した台風24号のもたらした集中豪
雨によって塩沢に土石流が発生し、その結果、PNC板工は破壊され、設置した土圧計も
流出、破損の被害を受け、当初の目的の遂行が不可能となった。

そこで、あらたに丹沢治山事業所管内に、昭和41年10月18日と昭和42年9月2
7日にそれぞれ5段積、8段積のPNC板工を施工した。施工箇所は玄倉川支流熊木沢の
川床しゅんせつ土砂の堆積部である。PNC板の表板と控板の間には石礫を投入し、その
間隙および控板背後は土砂で埋戻した。埋戻土砂は礫に富む砂土である。

(2) 土圧計およびその配置

測定に使用した土圧計は坂田電機KK製SPR-156B型受圧器(0.8kg/cm²)である。
本器は置針装置を有しているので、測定時までの過去に起った最高土圧をも測定するこ
ができる。

土圧計の配置は第5図のようである。土圧計受圧面はPNC板の表板の裏側表面と"面

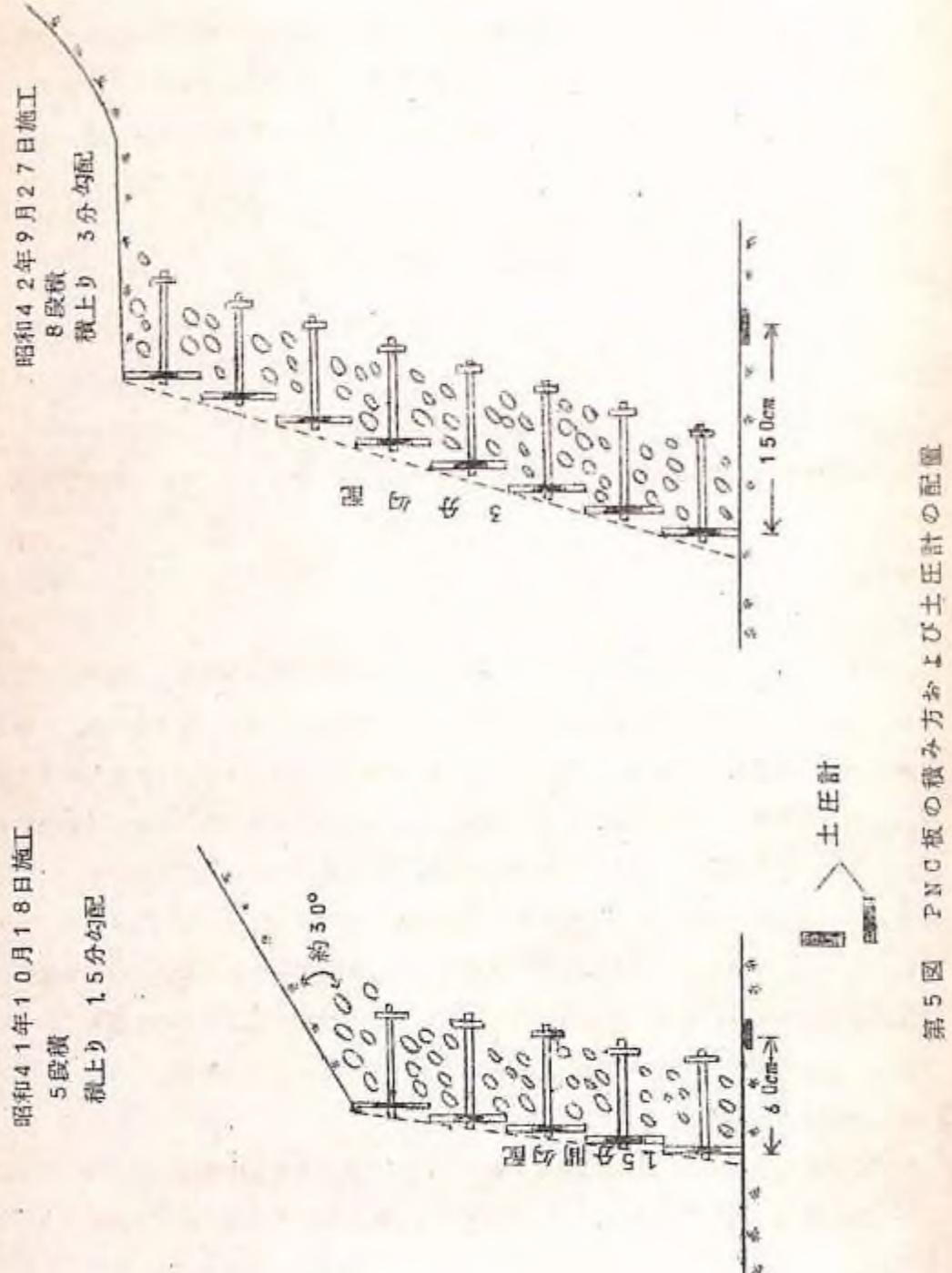


図5 土圧計によって測定された正力はからずしもいわゆる土圧とは限らず、間隙水圧や地震動などの総合されたものである。

一ではなく、約5mm程度突き出しているが、この量は受圧面の直径(156mm)の $\frac{1}{50}$ 以下であるために、平らに入れた場合とほぼ等しい値を示す。

土留構造物に作用する土圧は土留壁の移動の仕方によって大きく影響され、PNC板工のように、個々のPNC板が個々別々に移動する場合にはどのような土圧分布を示すかは不明である。この点を解明するために、背面土圧(P_h)の測定をPNC板の表面に設置した土圧計によって行なった。また、背面土圧は埋込み土砂(Backfill)の密度などによっても変化するため、埋込み土砂の底部に水平に設置した土圧計によって、垂直圧力(P_v)の測定を行なった。

3) 試験結果および考察

土圧計設置後現在にいたるまでの測定結果を第6図、第7図に示す。

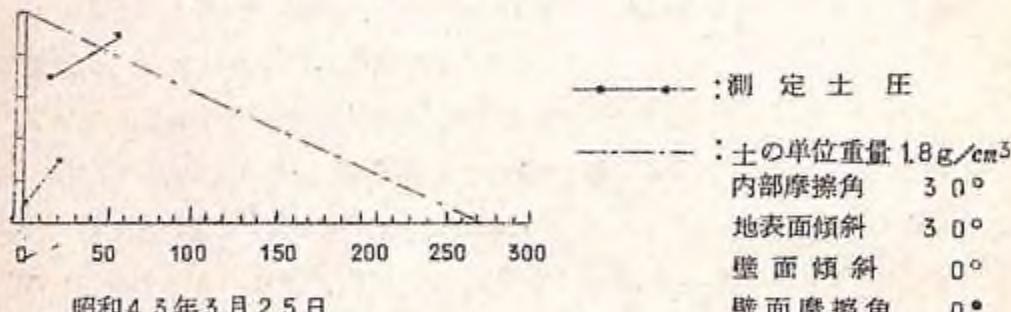
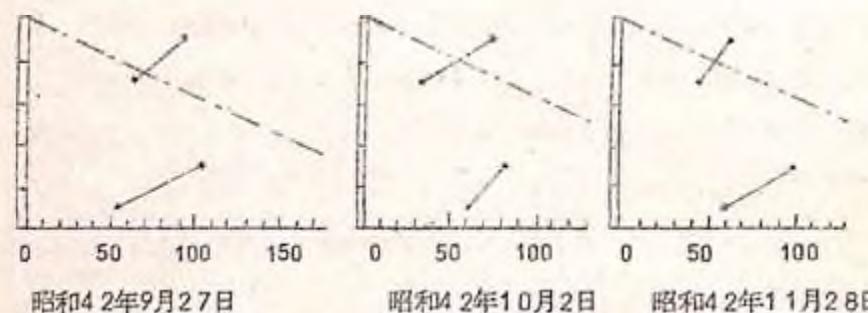
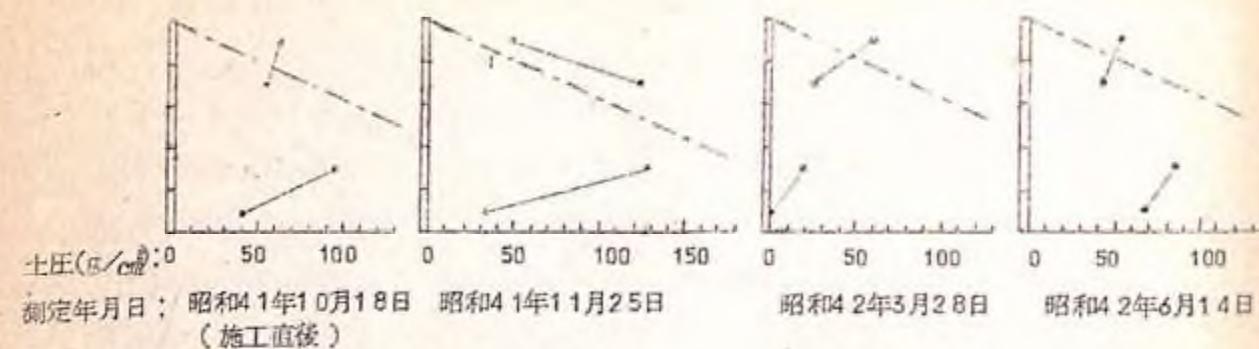
昭和41年10月18日に施工した5段積のPNC板工に設置した土圧計のうち、背面土圧の分布形状を示すのに重要な部分である上から3段目のPNC板に設置した土圧計が設置の直後に故障し、測定不能に陥っている。

第6図は各測定時における背面土圧の分布形状を示したものであり、第7図は各PNC板が施工以降現在にいたるまでにどのような土圧の変動を受けてきたかを、置針装置によって測定された最高土圧(図中の破線)を含めて図示したものである。

土圧はPNC板の移動、埋込み土砂の沈下、間隙水圧、地震動などによって変動するものである。とくに本試験中、昭和41年11月25日～昭和42年3月28日、および昭和42年11月28日～昭和43年3月25日の両期間内には、かなり強い地震が発生しており、この期間における最高土圧の測定値は地震時土圧をあらわしているものと考えられる。これらの地震についての詳細は不明であるが、昭和42年3月2日に関東地方を襲った地震は震源地が東京湾北東部で横浜、千葉、宇都宮で震度3、東京で震度2であった。また昭和43年3月6日、7日と連続して発生した地震は、6日は震源地茨城県西部、東京で震度3、7日は関東地方が中心で、震源地は千葉県中部、東京、横浜で震度3であった。

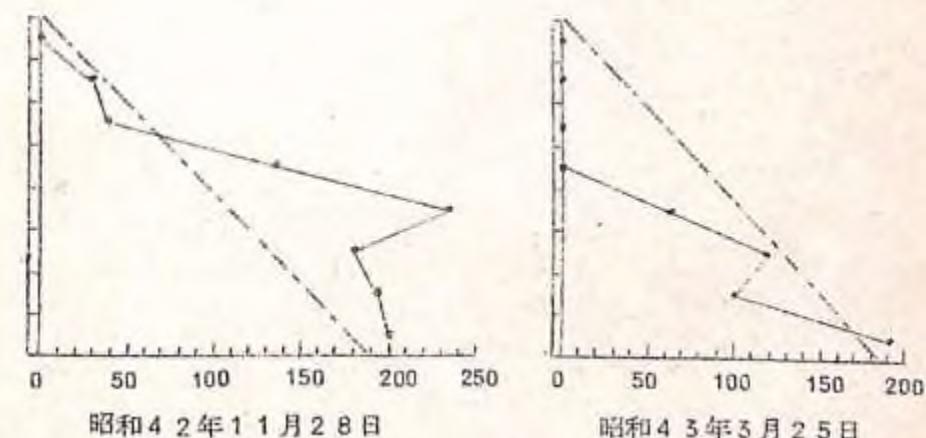
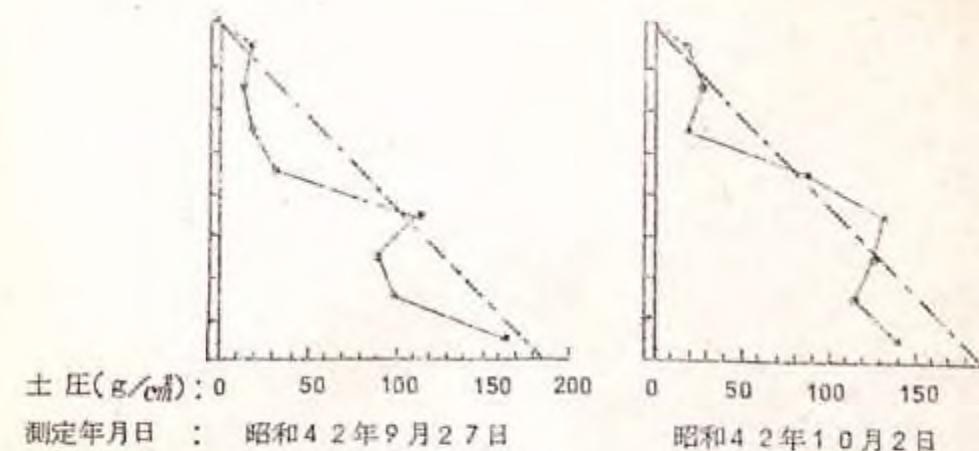
土圧計によって測定された正力はからずしもいわゆる土圧とは限らず、間隙水圧や地震動などの総合されたものである。

第6図に示す土圧の分布形状より知られることなく、PNC板に作用する土圧は深度に比例して増大するものとは限らない。5段積みのPNC板工に作用する土圧は静水圧分布と著しく異なっており、施工後40日経過して埋込み土砂がかなり安定したと思われる時点においては抛物線状の分布をなしているが、その後昭和42年3月28日の測定においてはこの



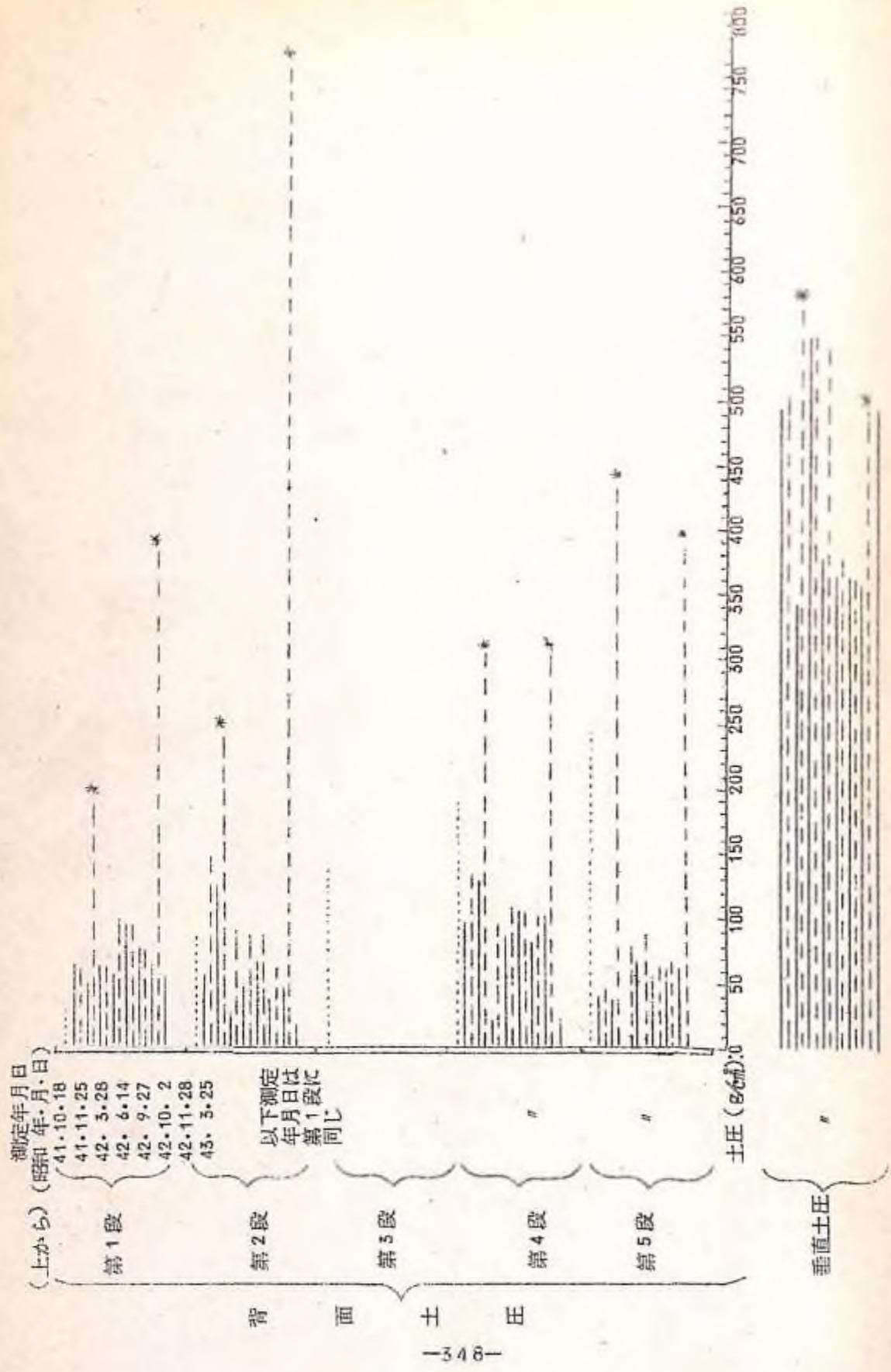
とした場合(土圧係数 $K_A = 0.75$)の理論土圧分布

(I) 5段積

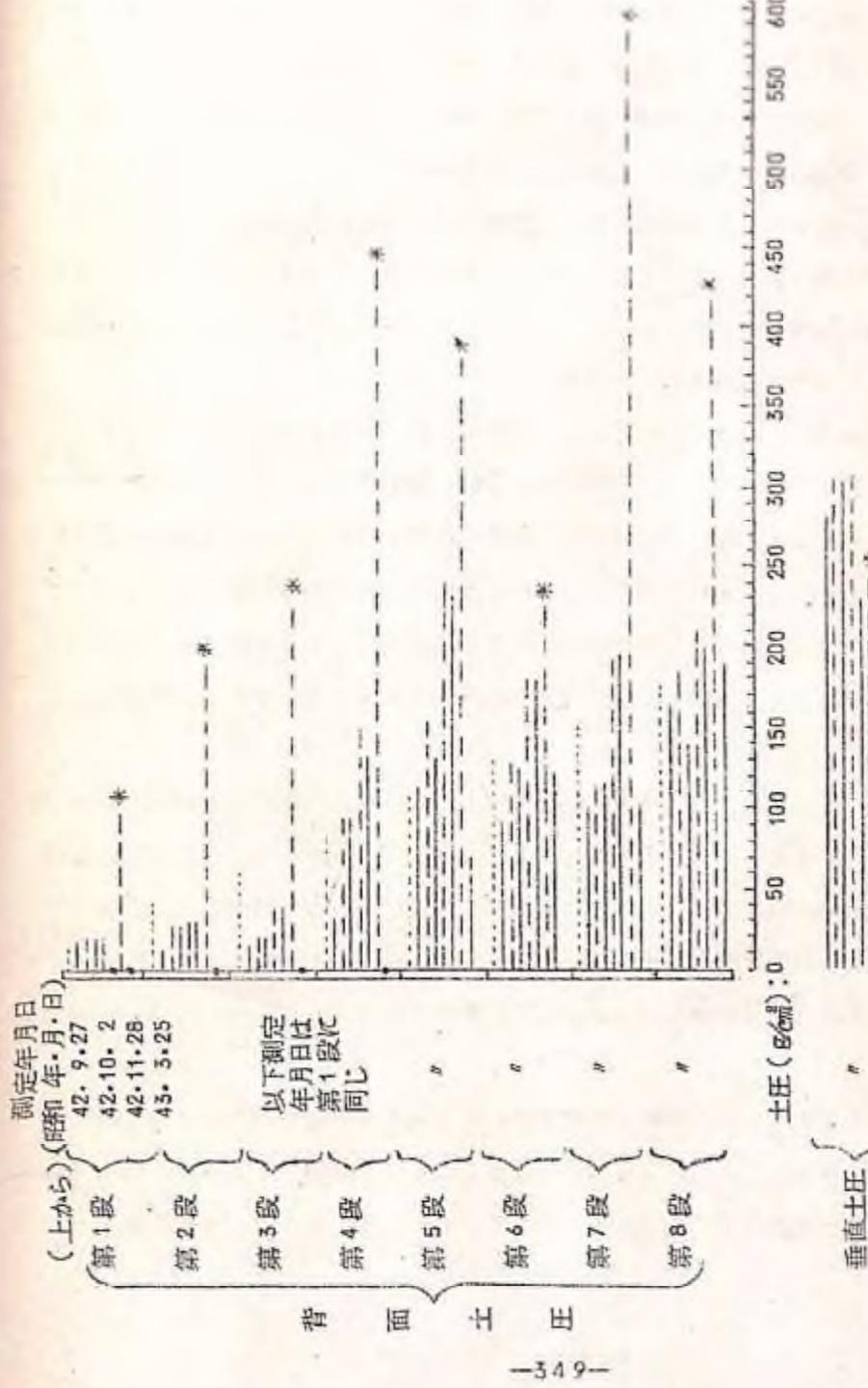


●---● : 検定土圧
---- : 土の単位重量 1.8 g/cm^3 とした場合(土圧係数 $K_A = 0.75$)の理論土圧分布
内部摩擦角 30°
地表面傾斜 0°
壁面傾斜 0°
壁面摩擦角 0°

(II) 8段積



(I) 5段積



(II) 6段積

第7図 土圧の変化

分布形状は急変して土圧強度は地表面附近で最大となり深さとともに減少して最下部では零になるという逆浸水圧分布の傾向を示している。そして時間の経過にしたがって下方部の土圧が増大し、全高の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{2}{3}$ の深度のところに最大値をもつS字状の分布を呈するようになっている。さらに昭和43年3月25日に測定された土圧の分布は前年の3月28日におけるものと全く同一の形状を示している。一方、8段積みのPNC板工の場合は、前述の5段積みの分布形状とは全く異なり、埋込土砂が安定するにつれて、全高の $\frac{1}{2}$ ～ $\frac{2}{3}$ の深度までは土圧強度が増大し、ついで一たん減少して、ふたたび増加する傾向を示している。しかし、この8段積みの場合にも5段積みの場合と全く同様に昭和43年3月25日における土圧分布は急激に変化し、全高の $\frac{1}{2}$ の深度までは測定土圧は零となっている。昭和42年3月28日および昭和43年3月25日に観測された土圧分布形状の急激な変化は昭和41年11月25日～昭和42年3月28日および昭和42年11月28日～昭和43年3月25日の間に発生したかなり強い地震によってPNC板が大きな圧力を受け、PNC板と埋込土砂の相対的な移動が行なわれたことに帰因すると思われる。

両PNC板工は同一条件の場所で施工したものであり、積み段数と積み上り勾配および背面土砂の表面勾配が異なるだけである。実験室内において乾燥砂を用いてPNC板に作用する土圧に関する実験を行なったが、この結果からは積み段数および背面砂の堆積勾配が土圧の分布形状におよぼす影響はほとんど認められなかったという事実から判断して、両PNC板工における前記のような測定土圧の分布形状の大きな差異がいかなる理由によるかはいまのところ明確でない。しかし、埋込土砂の詰め固めの不均一および各PNC板の移動量の差も一つの原因であろうとは想像できる。

つぎに、第7図から、地震時土圧は常時の土圧に比べて著しく大きいことが認められる。いま昭和42年11月28日～昭和43年3月25日の期間に8段積みのPNC板工について観測された最高土圧が地震によりしかもそれが同時に発生したものと仮定して得た各PNC板に作用した全土圧の概算値ならびに土の単位体積重量 = 1.8 t/m³、土圧係数K_A = 0.33とした場合に鉛直に8段積みしたPNC板工の各板に作用する理論全土圧(常時)の計算値を第13表に示す。

この表から知られるごとく、自然環境のもとでは、非常に大きな圧力が作用するものであり、本例において一枚のPNC板に2,000 kPa以上の土圧が作用しているのが測定された。しかるに、このような大きな圧力が加わったにもかかわらず、このPNC板工はその安定性を失っていない。

第13表

8段積みのPNC板工の各板に作用した最大全土圧(地震時)とその理論土圧(常時)の比較

	測定値 (地震)(kPa)	理論値 (常時)(kPa)	測定値 理論値
	上から 第1段	345	48
第2段	645	144	4.5
第3段	990	240	4.1
第4段	1,600	336	4.8
第5段	1,480	432	3.4
第6段	1,170	528	2.2
第7段	2,080	642	3.5
第8段	1,680	720	2.3

今回行なった現地試験は土圧計による土圧の測定だけにとどまり、PNC板の移動量、間隙水圧、地震の震度などPNC板の安定性の研究に必要な因子の測定は行なわなかった。しかしながら前述のように試験期間内にかなり強い地震を経験し、それによって非常に大きな土圧がPNC板に作用したにもかかわらず、PNC板工がその安定を保っていることが明らかになったのは有意義なことであった。このことからして、PNC板工は基礎工を完全に行ない、また表板と控板の間に砂や砂利を投入して十分につき固めて表板と控板を緊張させるとともにPNC板の不等沈下を防止するなど入念な施工を行なえば、通常の自然環境のもとではかなりの高さまでPNC板を積み上げることが可能であると思われる。

3-2-2. セメントミルク注入による簡易渓床固定法

1) 試験目的

従来、渓床の砂礫層の上に床固工等の工作物を作る場合には、ある深さまで床掘りをして基礎岩盤または十分な支持力がある砂礫層に達した後その上にコンクリート工作物を設けていた。ところがコンクリートの材料は砂、砂利、セメント、水であり、セメントと水を除けば渓床にある砂礫から採取する砂、砂利を利用しているわけである。そこで渓床の砂礫層にセメント+水すなわちセメントミルクを注入する、いわゆるセメント注入によって渓床の簡

易固定をはかることが考えられる。セメント注入による渓床固定法は

- (1) 床掘りの省略による施工期間の短縮
- (2) 砂・砂利運搬量の縮少による施工期間の短縮
- (3) 工事期間中の出水による被害の軽減
- (4) 機械施工による労力の節減

などの点で従来のコンクリート構造物より有利な施工法である。

ところが、セメント注入は目に見えない部分に注入を行なうのであるから、施工結果を確かめることが困難であるし、結果が不十分なことがわかったとしても、その対策がむづかしい。従ってセメント注入で固定し得る渓床の条件とそれに対する最適の施工仕様を的確にとらえなければならない。

本試験に於ては室内実験によってセメント注入の可能な条件を知り、また注入可能な場合には条件に応じた最適の仕様を求め、これらの室内実験の成果を用いて現地試験を行ない、セメント注入による簡易渓床固定の可能性をたしかめることを目的としている。

2) 試験方法および試験結果

A) 釜無地区(セメント注入による簡易渓床固定の試験)

昭和39年度 室内実験および試験工施工地、施工仕様の決定

昭和40年度 現地試験工施工、施工結果の調査

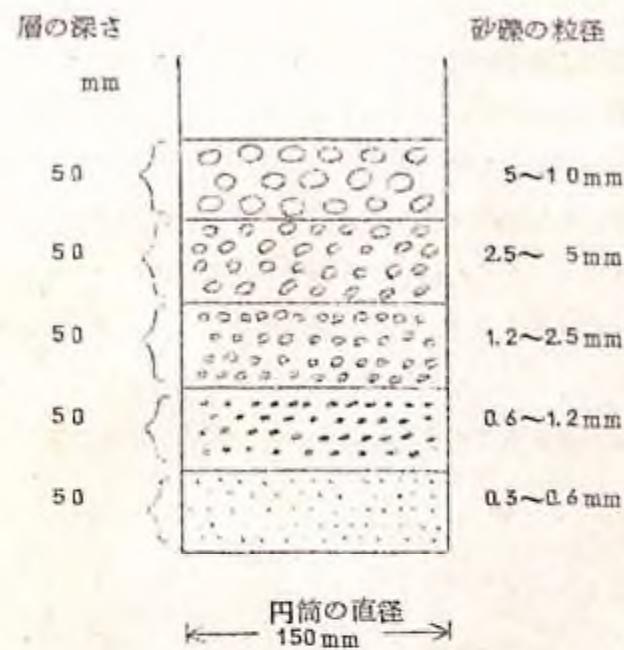
(1) 室内実験の試験方法

(a) 小円筒による室内実験

直径15cm、深さ30cmのポリエチレンの透明な円筒に砂礫を詰めて実験を行なった。

i) 砂礫の粒径とセメントミルクの滲透

0.5, 0.6, 1.2, 2.5, 5, 10, 各mmのふるいを用いてふるい分けをした資料を(第8図)、直径15cmのポリエチレンの透明な円筒に5cmずつ5層に分けて細かいものから順に詰める。円筒の底部には水および空気の流出が支障なく行なわれるよう直径5mmの穴を約20個あけ、また詰めた砂が流出しないように木綿布を底に敷く。資料を詰め終った円筒を水中に沈め、各部に水がゆきわたった後、水から引き上げ、10分間放置する。これに1ℓの水を注ぎその90%の0.9ℓの水が底部の穴から流れ出すのに要する時間を計測し、各円筒の砂礫の詰め方が同じ状態であることをたしかめる。セメントミルクは水セメント比50%, 100%,



第8図 砂礫の粒径とセメントミルクの滲透

第14表 セメントミルクの配合

セメントミルクの配合			
	セメント(c)	水(w)	w/c率
1	1 Kg	0.5 ℥	0.5
2	1 Kg	1.0 ℥	1.0
3	1 Kg	1.5 ℥	1.5

150%の3種(第14表)を用い円筒の上部から注ぐ。

ii) 砂と礫の混合物に対するセメントミルクの滲透

i) と同じ円筒を用いて、セメントミルクが十分に滲透する1.0~5mmの礫と滲透しない1.2~0.6mmの砂とを混合した場合、その重量混合比と水セメント比をいずれも変化させてセメントミルクの滲透を試験した。

また、砂の粒径を 0.6 ~ 0.3 mm のさらに細かいものに変えて同様の実験を行なった。

(b) 大型実験槽による注入実験

現地に於ける施工の際の問題点を見出すために縦 1,200 × 横 800 × 深 1,200 mm の木製の実験槽に砂礫の混合物約 1 m³ を詰めて実験した。砂は川砂で最大寸法 5 mm 砂利は川砂利で最大寸法 50 mm で、砂の量は注入可能な条件、すなわち砂率 ($\frac{\text{砂}}{\text{砂+砂利}}$ とした重量比) 20% とした場合を主に行ない、混合した砂礫を箱に詰めた後十分水を加えて湿润にし水セメント比 50% ~ 80% のミルクを注入した。

注入に用いたミキサーは 100 L × 2 槽並列式、ポンプはローター式モルタルポンプ能力 30 ~ 50 L/min、実用最大圧力 20 kg/cm² のものを用い、サクションホースを注入管に連結してセメントミルクを圧送する。注入管の先端は深さの $\frac{2}{3}$ 倍突き込んでセットする。

(2) 室内実験の経過と成果

(a) 小円筒による室内実験

i) 砂礫の粒径とセメントミルクの滲透

実験結果は第 15 表の通りである。

第 15 表 砂礫の粒径とセメントミルクの滲透

W/C	10~5	5~2.5	2.5~1.2	1.2~0.6	0.6~0.3
0.5	○	○ 一部に空隙	×	×	×
1.0	○	○ 水のみ滲透した所が多い	△ 上層 1 ~ 2 cm	×	×
1.5	○	○	○ わずかのセメントが全体に不均等に滲透	△	×

○ : 滲透して強度が期待できる。

△ : 滲透しているが充分固まる程でない。

× : 滲透しない。

この結果次のことがいえる。

(1) 2.5 mm 以下の粒径の砂には水セメント比 1.0 より濃いセメントは滲透し難い。

(2) 2.5 mm 以上の粒径の砂にはセメントが滲透する。

ii) 砂と礫の混合物に対するセメントミルクの滲透

実験結果は第 16 表および第 17 表の通りである。

第 16 表 10 ~ 5 mm の礫と 1.2 ~ 0.6 mm の砂の混合物に対するセメントミルクの滲透

W/C	砂率 15%	20%	25%	30%	35%
0.7	○	△	×	×	×
1.0	○	○	○	○	△

○ : 滲透して強度が期待できる。

△ : 滲透しているが充分固まる程でない。

× : 滲透しない。

第 17 表 10 ~ 5 mm の礫と 0.6 ~ 0.3 mm の砂の混合物に対するセメントミルクの滲透

W/C	砂率 15%	20%	25%	30%	35%
0.7	○	△	×	×	×
1.0	○	△	△	×	×

○ : 滲透して強度が期待できる。

△ : 滲透しているが充分固まる程でない。

× : 滲透しない。

この結果と他の各種実験結果から次のことが云える。

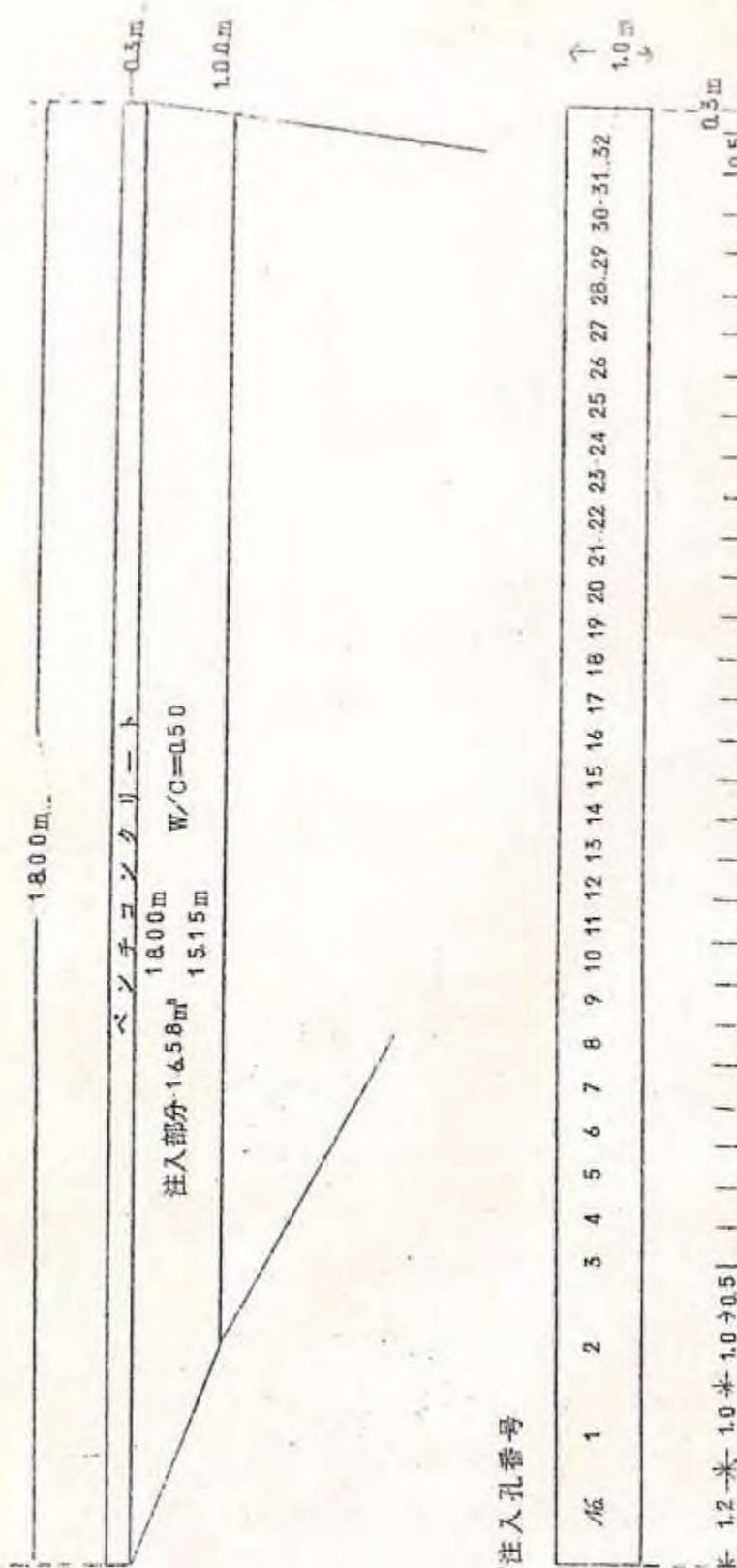
(1) 2.5 mm 以下の粒径の砂の混入割合が 50% を越えるとセメントはほとんど滲透

しない。

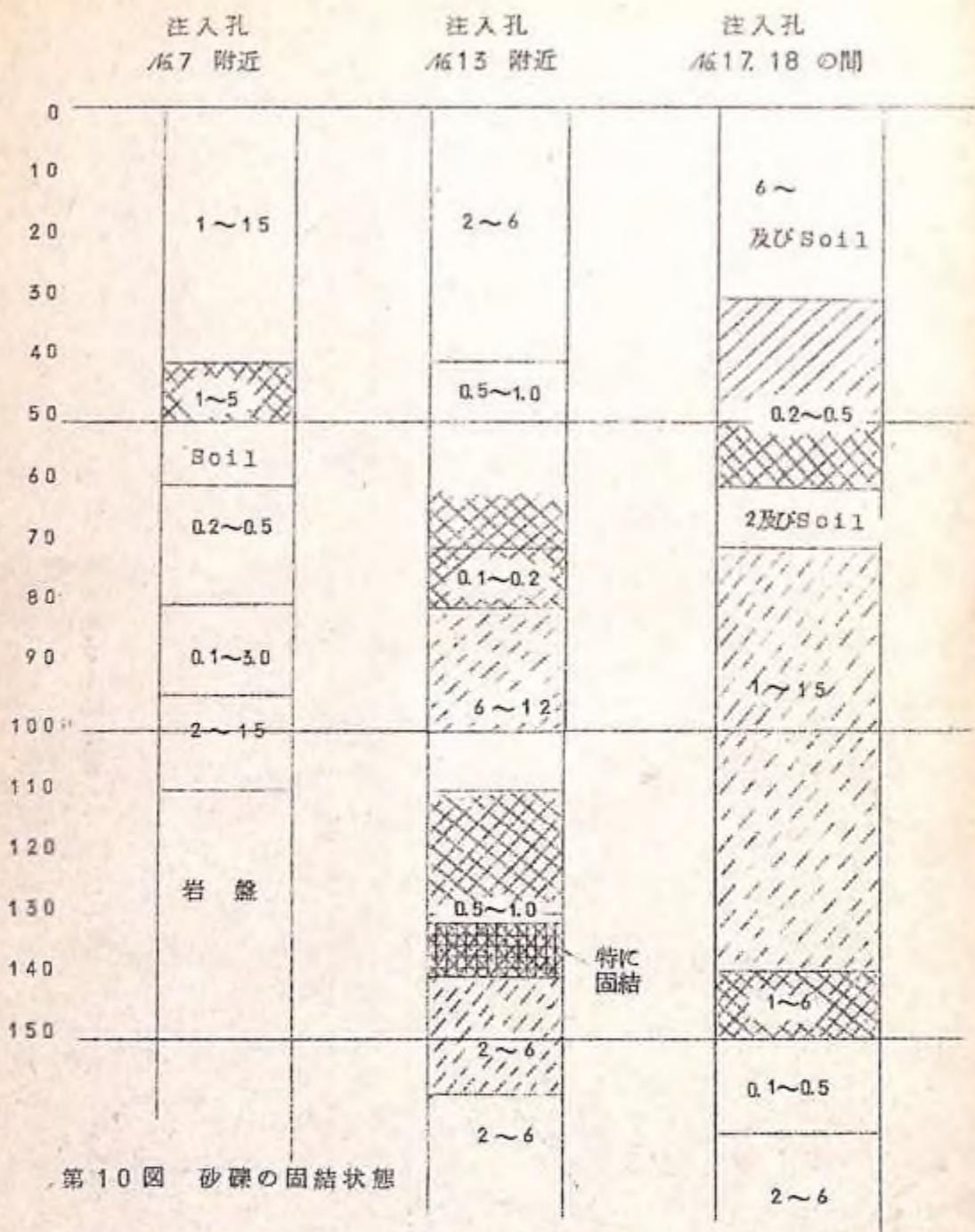
- (a) 2.5 mm以下の粒径の砂の混合割合が30%以下であっても0.6 mm以下の細かい粒径の砂が多い場合はセメントは滲透し難い。
- (b) 2.5 mm以下の粒径の砂の混合割合が20%以下の場合はセメントが滲透する。
- (c) 注入するセメントミルクはうすい程滲透しやすい。
- (d) 乾燥した砂礫は湿润な砂礫にくらべてセメントが滲透しにくい。
- (e) 粒径5 mm以上の礫が90%以上の砂礫ではセメントミルクが砂礫の間隙を流下してしまって間隔が充填されずに残る。
- (f) 砂礫の空隙率はセメントミルクの注入量に関係するが同一資料で詰め方を変えた場合以外は空隙率とセメントミルクの注入量の間には直線的な比例関係はない。
- (g) 大型実験槽による室内実験
- (h) 水セメント比が80%より大きいセメントミルクは流動性が大きく木製の箱の隙間(1~5 mm)から流失するセメント分が多い。
- (i) 水セメント比が70%より小さいセメントミルクは注入管を伝わり砂礫上面へ噴出する。
- (j) 5 mm以下の砂の割合が30%以下ならばセメントミルクが滲透して固結し得る。
- (k) 5 mm以下の砂の割合が30%以下であっても水セメント比40%程度の濃いセメントミルクは砂礫全体に滲透せず注入管附近に集中する。

(3) 現地適応試験工の施工

試験工施工予定地として東京宮林局並無治山事業所管内の赤蘿、二つ蘿の二ヶ所をえらんで調査した結果、砂率(2.5 mm以上)、および土壤混入割合が小さい二つ蘿を試験地に定めて施工した。室内実験で問題になった上方への噴出を防ぐために地表面に厚さ30 cmのコンクリート板(ベンチコンクリート)を打設した。また水セメント比は砂礫調査の結果から50%, 60%の2種を考えたが注入の結果砂礫の空隙が大きくセメントの流失が著しかったため水セメント比50%のみで施工した。施工は第9図により行なわれた。すなわち巾1 m厚さ30 cm長さ18 mのベンチコンクリートを地表面に打設しこれに50 cm~1 m毎に0.5 mおよび1 mの深さの穿孔を行ない1孔当たりにセメント250 kg水125 lのセメントミルクを注入した。予定量を注入し終ってもセメントミルクがまだ入り得る注入孔が多かったので8, 9, 19, 20の2ヶ所4つの注入孔については最初に注入したセメントが硬化した後に再注入を行なうこととした。また



第9図 セメントミルク注入による簡易渓床固定法施工図面



1. 敷字はcm単位で 中は砂礫の径を示す。

2. は固結した部分

は弱いが固結した部分

はミルクが通過したがほとんど固結しない部分

セメントの沈積を防ぎ、流動性を増すために混和剤としてポリスル5を使用した。

(4) 現地適応試験工の成果と結果

注入孔 #2, 3 の間, #5, 6 の間, #19, #27, 28 の間の4点の断面と, #7~16 の間の大部分を観察した。

第10図の1~3に例を記載する。

これらの観察結果から,

(1) 2mm以上の大粒の砂礫より成る層はセメントミルクが通り得る。

(2) 土壌または1mm以下の砂より成る層は一般にセメントミルクが通らず、従ってその上部の比較的大きな砂礫の層の部分を固結している例が非常に多い。

(3) 縦断面の観察では地中の砂礫の層に沿ってセメントミルクが10m以上層状にひろがっているのが見られた。これは施工箇所が山腹中腹にあり約30度の急傾斜を持つために自然流下で通過しやすい層を通って流れたものと思われる。

(4) ベンチコンクリート直下の40cm~50cmの厚さの砂礫の部分はセメントミルクが行きわたらない。

(5) 5mm以上の大粒の礫を多く含む層はセメントミルクが到達しても止まることができず通過してしまう。

などが分った。

(B) 丹沢地区(薬液併用によるセメント注入による簡易渓床固定の試験)

(1) 昭和41年度 現地適応試験工施工地の決定

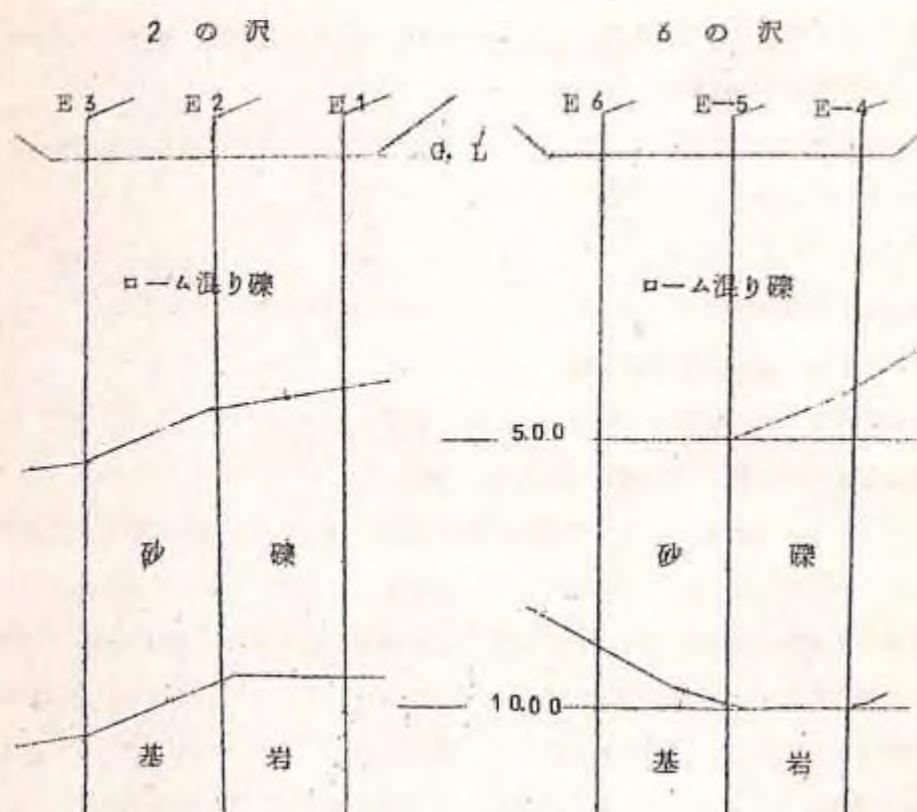
昭和42年度 室内実験および現地適応試験施工

(1) 現地適応試験工施工地の調査と施工地の決定

セメントミルク注入工の施工箇所は、帝杉沢左岸の二の沢出口および六の沢出口に選定した。41年度はセメント薬液併用による注入工の可能性をたしかめるために、テストピット1ヶ所、電気探査3点の渓床地下断面調査を行なった。調査方法は二の沢、六の沢の各々において、施工位置中心線上に電気探査を3点ずつ行なった。測点間隔は二の沢は3m間隔、六の沢は2m間隔とし、測定深度は15mまでとした。テストピットは電気探査線より約3m下流側に設置し、地下3.5mまでの間の砂礫構成割合の変化を観察すると同時に深さ0.5mごとに資料を採取し、各種試験を行なった。また、渓床堆積の移動を調査するために各テストピット内に小判型の石を埋設し、今後隨時観察することにした。

溪床の砂礫の調査結果は第11図の通りの構成状態を示し、またその透水係数は二の沢、六の沢とも 1.0 cm/sec と溪床の砂礫だけをもつて透水性が高いことがわかった。このため、試験施工は主としてセメントを注入材料として用いることが適当と思われるが、一方では透水性の高い層が地下10m附近までつづき、不透水層がみあたらしいので、地下2m附近までのセメント注入を考えた場合には、それ以上の範囲にわたってセメントが多量に滲透するおそれがある。したがって、固結時間を自由に調節し得る薬液を選択して注入材料の流出を防ぐ必要があるなどが明らかになった。

砂礫構成状況、流水状況から試験地として二の沢を施工地に決定した。



第11図 溪床地下断面図

(2) 施工仕様決定のための室内実験

現地の溪床の砂礫調査の結果は、 1.0 cm/sec ときわめて透水係数が高く、セメントを主体とする注入が適当と考えられるので薬液はセメントを注入予定範囲に止めるためとセメントの滲透が期待できない1mm以下の砂層を固結するために使用することとした。このような目的のために薬液には固結時間の調節ができるアクリルアミド系薬液日東SSを用いることにした。

使用器具は釜無地区の(1)a)で用いた直径15cm深さ30cmの円筒に砂と礫をつめたものおよびピーカーである。

(3) 室内実験の成果と結果

(1) セメント併用の場合の薬液の使用濃度は低い程セメント硬化後の強度が大きいがセメントの注入予定範囲からの流亡を防止するためには薬液の濃度を5%以上にする必要がある。

(2) 大径の礫の間隙をセメントが流亡するのを防ぐには併用する薬液の固結時間を1~5分程度の短時間に固結するようセットしなければならない。

(3) 1~3分の短時間のセットはかなり固結時間が不安定である。

(4) 現地適応試験工の施工

釜無地区に於ける現地適応試験、その後の薬液併用によるセメント注入の室内実験の成果を用いて現地適応試験第12図の施工仕様を次のように定めた。

(1) 厚さ50cmのベンチコンクリートを打設し上方への注入材料の噴出を防ぐ。

(2) 50cm間にボーリングを行なって注入孔とする。

(3) 薬液併用のセメントミルクを下層から上層へと注入し、セメントの硬化を待って次に薬液を下層から上層への順に注入する。

セメントに併用する薬液の濃度は5%，単独で使用する薬液の濃度は10%とする。

(5) 現地適応試験の成果と結果

8と9の間、13と14の間の2ヶ所についてコアーボーリングをしたがコアが取れる程の強度は出ていなかったため手掘りによる断面観察を行なった。

注入の効果は注入部分の不透水化となってあらわれ從来溪床以下を潜流していた沢水が注入完了後、ベンチコンクリート上部を流れるようになった。

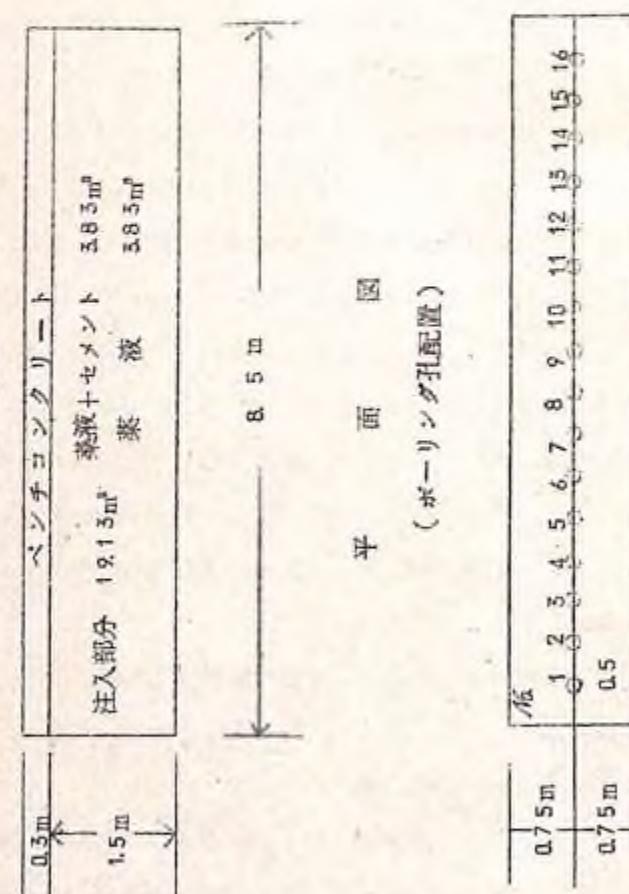
砂礫の固結については

(1) 間隙の大きい礫層はセメントにより固結されかなりの強度を持っている。

底盤

正面図

側面図



第12図 セメント注入(薬液併用)による簡易渓床固定法施行面
(丹沢地区)

(ロ) セメントの滲透し難いと思われた砂層も1mm以上の砂にはセメントがまわって薬液の滲透性の良さがセメントの滲透を助けた様子が見られる。

(ハ) セメントの滲透しない1mm以下の砂層には薬液が滲透しているがその強度は低い。

(イ) 土壌の固まりの部分は薬液も充分滲透せず固結した状態は見られない。

(ウ) ベンチコンクリートの下面3.0cm～5.0cmは充分薬液またはセメントが滲透しているがその下部に注入がやや十分でない所が見られる。

などの点が明らかになった。

c) まとめ

釜無地区の試験結果を総合した結果セメント注入による簡易渓床固定法にはなお次のような点を解決する必要があることが分った。

(1) セメントミルクが注入予定範囲外に流出してゆかぬよう手段を講ずる。

(2) 土壌あるいは1mm以下の砂層を固結する方法を考える。

(3) 3cm～5cmの層を固結するために浅い部分を対象にして再度注入を行なう。

丹沢地区での各種実験を総合して次のことが言える。

(1) 土壌のない砂層の渓床ならば薬液とセメントを併用注入することによって固結させ得る。ただし大きな強度は期待できない。

(2) 土壌を多く含む砂層は薬液を用いても固結させることは不可能である。

(3) 間隙が大きすぎてセメント漏れの恐れのある砂礫層はセメントに併用する薬液の固結時間を短くすることにより固結し得るがロスを相当見込む必要がある。

(4) 従って土壌を多く含まない砂礫層から出来ている渓床はセメントに薬液を併用する注入によって固定し得るが薬液のみによって固結された砂層の部分は耐侵蝕性、支持力の点で多くを期待できない。セメント注入による簡易渓床固定法は仮締切堤堰や低い床固め等の基礎として適用の可能性があり。

4. こんごの問題点

1) 新緑化工の試験設定は、各工種ごとの標準的施工内容に限られているため、適応性の検討は一応の目やすを得るにとどまっている。適応範囲をくわしく判定し立地条件に応じた施工基準を得るには、さらに、地帯別・地況別、施工内容・施工時期別等に検討することが必要である。

現在の社会的情勢からは、復旧工法の省力的施工が強く要請され、したがって綠化資材や機械などの省力的開発・改善が今後の重要な課題である。本試験を通じてもっとも省力的な工法は、被覆材料をともなう面状工法で、これらは予期以上に綠化構成がすみやかであったが、綠化材料（種子・肥料・用土・その他補助材料）や施工の技術あるいは保育方法等に関する研究をすすめて、立地条件別に施工方法を確立することがのぞまれる。

2) P N C板工は構造が簡単で組立施工も容易であるなどの利点を有する反面、従来のコンクリート擁壁や鉄筋コンクリート擁壁に比べて、その設計基準が十分に確立されているとはいえない。P N C板工の崩壊は主として豪雨や地盤の影響によるものと考えられるので、こんごはこれらの重要な因子の測定も合せて行なって、P N C板工の安定性を研究、検討する必要がある。

3) セメントミルク注入による簡易渓床固定方法の、(a) 注入材料については、2.5mm以下の粒径の砂層あるいは土塊層を固結して今回使用の日東S.S以上の強度を示すよう注入材料があれば、その使用法の研究がのぞまれること。(b) 施工については、注入予定範囲外に流出する注入液の量を、どのくらい見込めば予定範囲を完全に固結できるか。などはこんごさらに検討されるべき点である。