

受入ID-159990824D00262



昭和 44 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 45 年 6 月



02000-00043090-8

林業試験場

目 次

1. 集材機作業の最適化	1
2. 大型機械による造林作業の機械化	57
3. 林業機械の効率的作業技術	105
4. 国有林苗畑における土壤線虫被害の実態調査と防除法	109
5. 野鼠発生予察と防除法	133
6. 国有林治山主要地区の判定法	189
7. 北海道産ならフローリングのヒラタキクイムシの付着径路の調査およびならフローリングの製造工程中における処理法	225
8. 造林木の材質	275
9. 木材チップの含水率測定方法	329
10. 高寒性樹種の植栽技術	353
1. トドマツ山行苗の形質別生長	
2. トドマツ植付け方法別生長	

集材機作業の最適化

I 研究担当者氏名

機械化部作業第1研究室	辻 隆道
"	石井 邦彦
元 "	桑原 正明(現林野庁)
" 作業第2研究室	渡部 庄三郎
" 機械第1研究室	上田 実
	柴田 順一

II 試験目的

立木を伐採し、市場まで搬出する生産過程は、林業システムにおいて重要な位置を占めている。

この伐木運材系の最適化は以前から渴望されていながら林地林木の複雑性、多種類の機械力の導入、地域の慣習ならびに社会情勢、経営規模の変化等により、類型化は非常に困難視されて来た。しかしながら合理的な企業経営の立場から各作業工程ごとの作業手順書や作業工程の全体的な最適化の必要性は益々増大しているといえる。

この研究は電子計算機の活用を前提として資料を収集し、最適化を図り、実用化の段階で中央にデータ処理センターを設置して、現地から送られて来るデータを速やかに解析し、最適化システムを全国的に採用できる様な構想である。

このシステムの最適化が図られた場合には次の様な効果が期待できる。

1. 生産計画の合理的樹立

従来の経験に基いた計画から、あらゆる条件を加味して、総合的に判断し、最も合理的な生産方式、日程計画、機械配置計画、雇用計画等を樹立できる。

2. 生産技術の向上

システムの最適化においては標準作業方法の確立を必要とし、それは作業員等の指導基準を明らかにし、技術の維持、継承を容易にする、このことはまた安全作業を推進することになる。

3. 標準原価の設定が可能となる。

ア、長期計画樹立の際コストの中で大きな部分を占める生産事業において客観的妥当なコスト算定がなされることは計画の精度を高める。

イ、企業の合理的経営管理のための目標原価となる。

ウ、請負制度における予定価格を客観的に積算するため指針となる。

エ、予算統制の際の合理的な基礎資料となる。

最適化システムのプログラム完成後、使用段階における手続として

図Ⅰのごとく現場で伐採対象林分のデータを収集し、中央のデータ処理センターで一括して計算を行ない、結果を現地に速やかに送り返し、現地では、それに基づき生産計画、日程計画等を立て事業を実行する。

もう少し具体的に述べると(図Ⅱ)

ア、最適化システム実用化のための準備

① 最適化システム手法の解説書作成

最適化システムの内容を紹介して、実用化を図るために手法の解説書を作成、配布教育する。

② 現場におけるデータ測定方法指示書作成

イ、Total System 情報の流れと処理

① 事業所より送られたデータ(各項目とも解説書、測定指示書、機種選択基準書にもとづいて記入する)

a、地勢データ

与えられた伐採地域について

斜面の傾斜角、面積、地勢図、材の種類、平均直径、繁茂密度、貯木量、運搬障害物、特殊条件、最終運搬系統、

b、作業データ

最大動員数、作業の種類(全木、全幹、普通材)

c、設備データ

チェーンソー、集材機類、ロープなどの在庫、性能

d、与えられた地域の分割と不可能な機種の棄却

部分的な地域に対して、どの機種が不可能かを判断し、これを棄却することが可能である。

全地域を如何に分割するかについても同様

このような項目について測定されたデータは、郵送またはテレタイプで中央データ処理装置へ送られる。

② 中央データ処理装置でおこなうデータ処理

中央データ処理装置(Control Data Processor 以後C.D.P.)に送られるデータは次のようなものである。

a、上記①より得られる事業所単位のデータ

b、物理データ

試験によって得られるロープの疲労、強度、ワインチの出力、チェーンソーの性能、燃料消費、実耐用年数、索道、集材機の能力などに関するデータ

c、経済データ

職種、地域によって異なる人件費；ロープ・機械など資材費、材木の価格などに関するデータ

d、作業データ

動作研究、現場調査などから得られる作業時間に関するデータ、ロープ、機械と作業速度の関係など

これら情報をうけたC.D.P.は、最適化プログラムを作り、計算する。

その計算内容は、

a、与えられた事業所の部分地域における最適設置計画の計算

b、各製品事業所の運搬システムの最適計画および生産計画大要の計算

c、a、b、にもとづく各段階の予算概要計算をおこなう。

このTotal Systemとは別に、解説書、指示書、基準書の作製、配布、教育システムが必要となる。

以上の構想を持ちながら、具体的に伐木、集材システムについて42年度より調査を行ない、各要素作業の定式化および機械特性の解明により、最適化プログラムの作製を行なった、それぞれの成果について見る。

図 I

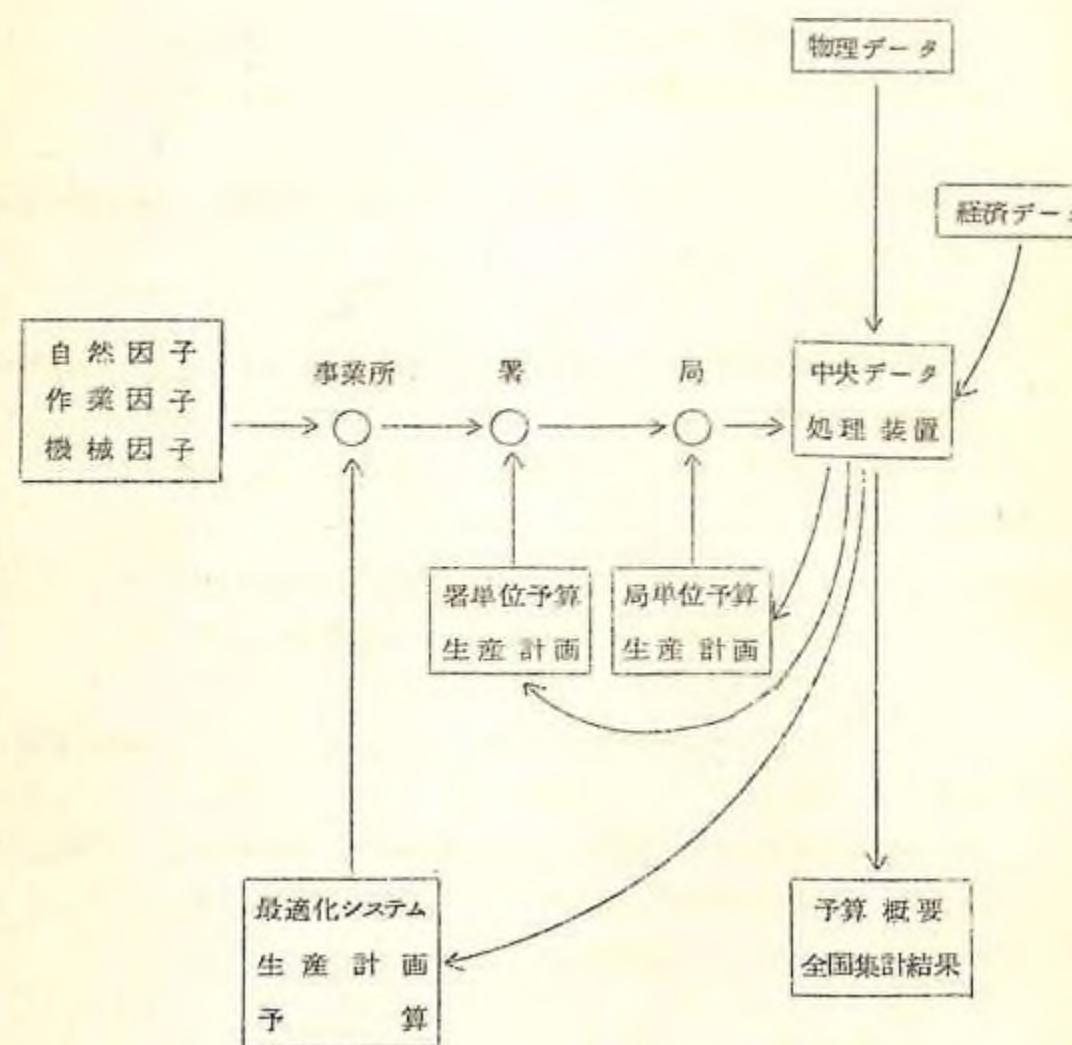
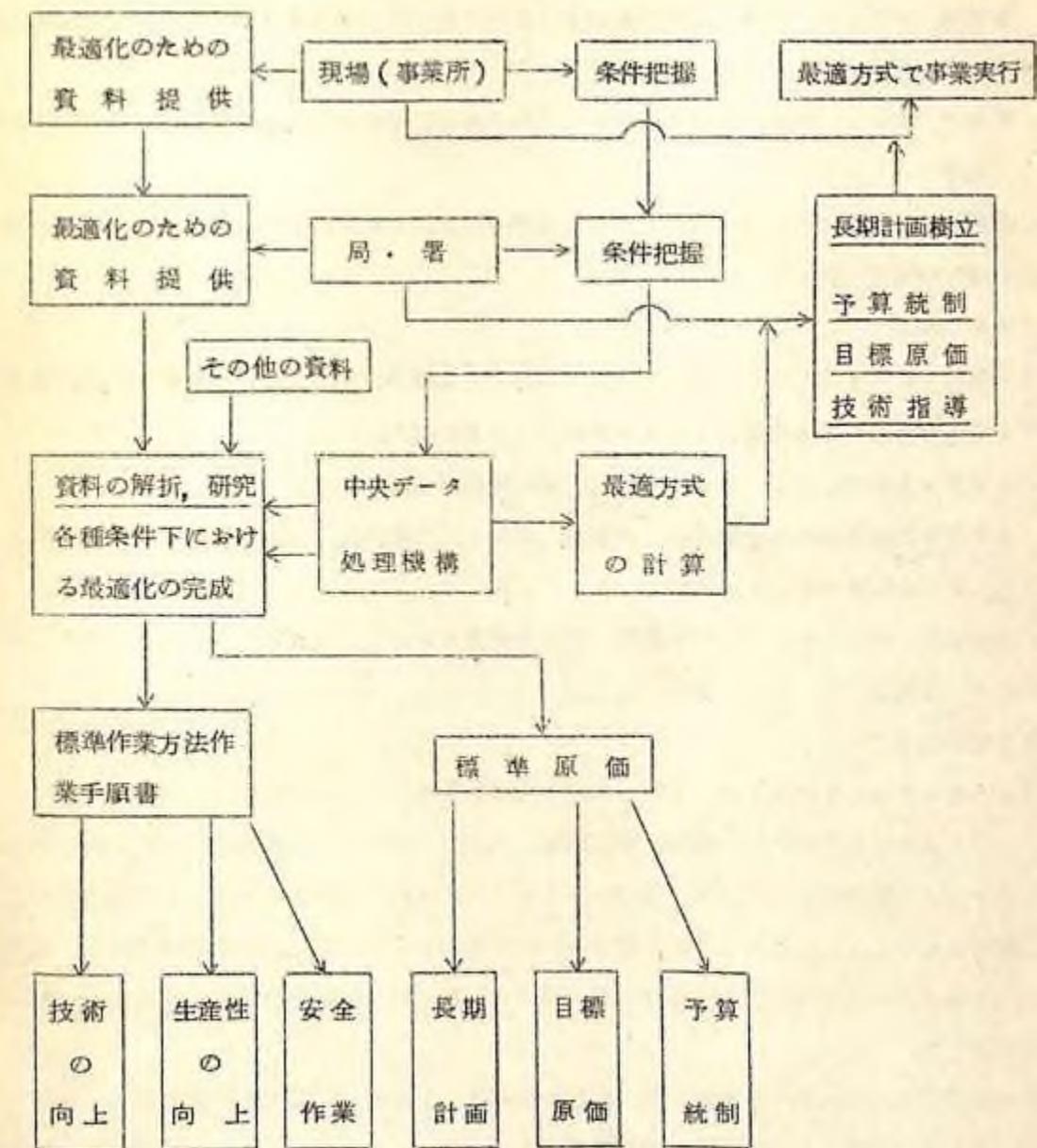


図 II

最適化の段階 機構 実施段階



III 試験の経過と得られた成果

4.2 年度の概要

集材機作業について

1. 集材機、ワイヤロープ等の機械的検討から集材工程の所要時間を求める方法を明らかにした。
2. 荷掛け、荷卸し、伐倒、造材それぞれの工程の作業的特性を明らかにし、作業時間を求める方式を作った。
3. 最適化する手法について検討をし、目的関数を定式化し集材機を中心とした伐木集運材系の最適化計算を一例行なった。

4.3 年度の概要

4.2 年度に集材機を中心としたが、トラクタ集材との比較選択を行ないより有利な集運材法を採用することを考慮し 4.3 年度はトラクタ集材系をとりあげた。

1. トラクタ集材における、サルキー、地曳別に機械的検討を加えた。
2. トラクタ集材における全幹伐倒、荷かけ、荷卸し、土場作業について作業的特性を明らかにし、作業時間を求める方式をつくった。
3. 待合せ理論によるトラクタ配車台数、作業員数等を決定する最適化システムの検討及びプログラムの作成

4.4 年度の概要

トラック運材工程と集材機工程とを結びつけた集運材系について検討した。

1. トラック運材工程の作業的特性、特に機械、人力別の積込時間を算定する方式を決定した。
2. トラックの走行速度について、林道条件（カーブ、傾斜、路面状態）による理論的検討。
3. 集材機を中心として最適化された伐木、集材工程と トラック 運材工程を結びつけて、理論的解明と トラック 機種の選択、配車台数、積込人員数、盤台規模の決定等の最適化システムを検討した。

各年度別に定式化された作業基準時間、機械特性をあらわす数式、最適化計算の基本フローチャート、及びその結果の全システムの変数を示すと次のとくである。

$$C_{TS} + C_{KT} + C_{BAB} + C_{BUK} + C_K + C_{zOR} + C_{VSS}$$

(8)... 全木集材による利益 = 末木枝条処分利益 - 末木枝条の鮮度の有利性を含む
 (7)... 災害コスト = 0
 (6)... 集材後の造林費 = 普通集材と全木集材の差額
 (5)... 間接費 = 作業員数(人頭数) × 1日1人平均処理費・共通費(手当等) × 作業日数
 (M) (CzPA) (A_t) (T_D)
 (ア. 集材機および附属品1台当たり損料) = 購入価格 × 0.25%
 (CWD)
 (イ. 主索1サイクル当たり経費 = ワイヤロープの購入価格 × 1サイクル当たり負荷回数(N_D)
 (CWRc) (Cvr) 直径Dの主索の寿命(N_D)
 (ウ. ワイヤロープ) 但し N_D = $\frac{1.6}{\text{主索の直径}(D_h)} \times \frac{2.26 \times 10^5}{(\text{主張にかかる総負荷 } Q_e)}$
 (エ. 作業索1サイクル当たり経費 = 作業索の購入価格 × $\left(\frac{4}{2 \times \text{主索断面積 } A_h} + \frac{4}{\text{引張索の寿命 } (CwC2)} \right)$
 (CWLc) (CWL) (W_{c1}) + 引張索の寿命(CwC1)
 (オ. 但し N_{WD} = $\frac{1.04 \times 10^{12}}{\left(\frac{\text{ヤング率}(E) \times \text{索直径}(d)}{A_p} + \frac{5.68}{\text{索直径}(d)} \right) \times 10}$
 (カ. 索直径(d))
 (カ. 機械運転経費 = 平均燃料費率 × 仕事量
 (C_{FE}) (W_{SH})
 (キ. 1. 盤台作設費 = 1m²当たり盤台作設費 × 盤台面積
 (C_{BAA}) (A_B)
 (ク. 2. 盤台作設費・撤去費 = (1) タイヤー方式 = 作業員1日当たり経費 × (15.4 + 0.035 × 支間距離)
 (C_{KT}) (C_{SD}) L
 (ケ. (2) フォーリング方式 = 作業員1日当たり経費 × (16.1 + 0.037 × 支間距離)
 (C_{BTH}) (C_{SHH})
 (メ. 3. 副作業費
 (C_{TSZ})

主 体 作 業

(2) (ア) C_{BHH} = 伐木造材手1日当たり経費 × 伐木造材手作業日数
 (CzD) (D_{B2H})
 但し D_{B2H} = $\frac{\text{伐木造材の全作業量(秒×人)}}{60 \times \text{伐木造材の1日当たり作業時間(分)}} : S_{B2H}$
 (イ) C_{SHH} = 集材作業日数 × $\left((1 + \text{荷かけ手人數}) \times \text{集材手1日当たり経費} + \text{運転手1日当たり経費} \right)$
 (D_{SHH}) N (CzD) GUD
 但し D_{SHH} = $\frac{\text{荷かけ手N人の場合の1日当たり作業時間(秒)}}{60 \times \text{普通集材作業の1日当たり作業時間(分)}} : T_{SHH}(n)$
 (ウ) 1. 木集材方式 = 全木伐倒費 + 全木集材費
 (C_{TSZ}) (C_{BAZ}) (C_{SHH})
 (エ) 2. 木集材方式 = 全木伐倒手1日当たり経費 × 全木伐倒手作業日数
 (CzD) (D_{BAZ})
 但し D_{BAZ} = $\frac{\text{全木伐倒の全作業量(秒×人)}}{60 \times \text{全木伐倒の1日当たり作業時間(分)}} : S_{BAZ}$

(ア) C_{SHZ} = 全木集材作業日数 × $\left\{ (1 + \text{盤台の集材手の人數}) \times \text{集材手1日当たり経費} + \text{運転手1日当たり経費} \right.$
 + 盤台の造材手の人数 × 全木造材手1日当たり経費 + 運転手1日当たり経費
 (CzD) OUD
 (イ) C_{SHZ} = $\frac{60 \times \text{全木伐倒手N}_1 \times \text{集材手N}_2 \text{人の場合の1日当たり正味作業時間(秒)}}{60 \times \text{全木集材作業の1日当たり正味作業時間(分)}} : T_{SHZ}(N_1 N_2)$
 但し D_{SHZ} = $\frac{60 \times \text{全木伐倒の1日当たり正味時間(分)}}{60 \times \text{全木集材作業の1日当たり正味作業時間(分)}} : H_{BAZ}$

伐倒作業量算定式一覧表

作業名	全木伐倒量		発生率	普通伐倒量		発生率
	作	業		作	業	
伐倒方向検討	$T_{BZ1} = 0.419D + 9.0$		$\begin{cases} 0.0115D + 0.094 & (D \leq 78) \\ 1.00 & (D \geq 79) \end{cases}$	$T_{BH2} = 0.491D + 9.1$		$\begin{cases} 0.0075D + 0.445 & (D \leq 74) \\ 1.00 & (D \geq 75) \end{cases}$
障害除去	$T_{BZ2} = 1.00$		0.78	$T_{BH2} = 1.07$		0.86
受口・追口切付帶張	$T_{BZ3} = 0.0183D^2 - 0.685D + 19.22$		1.00	$T_{BH3} = 0.0031D^2 + 0.632D + 1.513$		1.00
根矢打	$T_{BZ4} = 2.4$		3.025	$T_{BH4} = 4.2$		0.140
受口・追口切	$T_{BZ5} = 3.9$		0.0042D + 0.035	$T_{BH5} = 5.8$		
ヒノキ	T_{BZ6H}		$= 0.0986D^2 - 2.7637D + 56.31$	1.00	$T_{BH6H} = T_{BZ6H}$	1.00
サワラ	T_{BZ6S}		$= 0.0434D^2 - 0.4729D + 18.30$	1.00	$T_{BH6S} = T_{BZ6S}$	1.00
合図	$T_{BZ7} = 7.0$			1.00	$T_{BH7} = 7.0$	1.00
退避具とりまとめ	$T_{BZ8} = 8.0$			1.00	$T_{BH8} = 14.0$	1.00
作業移動	$T_{BZ9} = 9.0$			0.05	$T_{BH9} = 4.7$	0.11
	傾斜	植生				
		疎	中	密		
	$\sim 2.5^\circ$	3.6 sec	5.4 sec	5.4 sec		
	$2.6^\circ \sim 3.5^\circ$	4.2 sec	6.6	6.6		
	$3.6^\circ \sim$	5.4 sec	7.8	7.8		
					左	同

造材作業量算定式一覧表

作業名	普通造材	作業率	単生率	単作業量	単合造材	単生率
測尺	$T_{BZK1} = 38.0nt + 0.67\theta + 1.67$	1.00		$T_{BZK1} = 20.3nt + 23.02$	1.00	
始動・停止	$T_{SZK2} = 3.5 \times 10.8 = 37.8$	1.00		$T_{BZT2} = 2.4 \times 10.5 = 25.2$	1.00	
玉切歩行	$T_{SZK3} = 1.3H + 0.43\theta - 11.75$	0.65		$T_{BZT3} = 0.71H - 5.658$	0.82	
玉切附帯	$T_{SZK4} = 25.0$		0000079D ² + 00024D	$T_{BZT4} = 21.8$	0.00015D ² + 0.0004D	
サルカ切り	$T_{SZK5} = 0.021D^2 - 0.32D + 0.633\theta + 1.022$	1.00	{ 0 (D < 30) 0.35 (D ≥ 30)	$T_{BZT5} = 0.0067D^2 + 0.947D - 0.58$	1.00	{ 0 (D < 20) 0.32 (D ≥ 20)
化粧がけ	$T_{SZK6} = 35.0$	0.21		$T_{BZT6} = 44.0$	0	
障害除去	$T_{SZK7} = 38.0$	0		$T_{BZT7} = 0$	0	
捨切り	$T_{SZK8} = 0$	0	{ 0 (D ≤ 20) 0.02D + 0.016	$T_{BZT8} = 56.8$	0.26	{ 0.0125D + 0.016 1.00 (D > 80)
枝先切り	$T_{SZK9} = 38.0$	1.00	{ 0 (D ≤ 70) 1.00 (D > 70)	$T_{BZT9} = 57.0$	1.00	
枝払い	$T_{SZK10} = 12.71D + 5.60\theta - 31.6$ (2.5 ≤ D < 7.5 5 ≤ θ (適用))	1.00		$T_{BZT10} = 7.72D - 67.8$	1.00	
枝払い付帯	$T_{SZK11} = 1.595D - 1.28$	1.00		$T_{BZT11} = 1.881D - 13.12$	1.00	
枝払い手直し	$T_{SZK12} = 0$	0		$T_{BZT12} = 29.0$	0.14	

玉切り	ヒノキ $T_{SZTH} = 0.037d^2 - 1.012d + 4.89A_{st} + 10.5$	1.00	ヒノキ $T_{BZTH} = 0.037d^2 - 1.012d + 15.3$	1.00
木切り段取り	$T_{SZT2} = 6.6$	0.65	$T_{BZT2} = 11.3$	0.20
木廻し	$T_{SZT3} = 25.0$	0.33	$T_{BZT3} = 14.0$	0.20
木扱い	（不要）		$T_{BZT4} = 0.817d + 13.18$	1.00

 nt = 採材玉数 H = 樹高 θ = 斜面傾斜 D = 胸高直径

荷掛・荷卸作業量算定式一覧表

区分	作業名	全木集材			普通通集材			発生率
		作業量	発生率	作業量	作業率	作業量	作業率	
サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業	荷掛け スリング仕分け	T _{N12C1} = 86.96ns + 10.35	1.00	T _{THC1} = 7.60N ₂ + 32.43ns - 6.52	1.00			
サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業	荷掛け・材集め (荷物除去中)	T _{N12C2} = 0	0	T _{THC2} = 5.5ns + 0.4θ + 4.0				N ₂ 発生率
サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業	荷掛け・材集め (荷物除去中)	T _{N12C3} = 1.00		T _{THC3} = 5.4				2 0.38
サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業	荷掛け・材集め (荷物除去中)	T _{N12C4} = 8.2	% 8 12 16 20	T _{THC4} = 1.00				3 0.49
サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業	荷掛け・材集め (荷物除去中)	T _{N12C5} = 8	% 8 12 16 20	T _{THC5} = 8				0.125N ₂ + 0.125
サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業	退避歩行	T _{N12C6} = ℓ _T × V _w	% 6 8 11 15	T _{THC6} = ℓ _T × V _w				1.00
サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業	荷掛け直し	T _{N12C7} = 0	1.00	T _{THC7} = 1.14				0.06
サ イ ク ル 時 間 に 算 定 す る 作 業	荷掛け排除(運転中)	T _{N12C8} = 0	0	T _{THC8} = 5.4				0.08
電 話 移 動	斜面傾斜移動速度 sec/m	12.0	中 10.9	緩 -	傾斜急 中 GB運動 200 1.00 1回当たり			
電 話 移 動	S _{N12N2} = ℓ _N / V _w							
引込み合図	S _{N12N3} = 運転時間に含まれる							
引出し合図	S _{N12N4} = 同上							
ガイドブロック移動	S _{N12N5} = 1.500 + ℓ _N / V _w							

N_s=スリンク本数(使用)

ℓ_T=退避距離

V_w=歩行速度(sec/m)

ℓ_G=ガイドブロック移動距離

N₂=荷台本数

N_{so}=固定スリンク数

サイクル時間	荷外し	T _{THC1} = 7.0ns + 40.4		T _{THC1} = 7.2ns + 15.3	1.00	T _{THC2} = 2.4	1.00	T _{THC3} = 5.7.0	0.01	T _{THC4} = 4.2.0	0.11	T _{THC5} = 1.6.0	1.00
		T _{THC2}	T _{THC3}										
サイクル時間	荷引戻し合図	T _{THC2} = 2.4	0										
サイクル時間	スリンク取替	T _{THC3} = 0											
サイクル時間	荷卸し直し	T _{THC4} = 1.34.0	(2本掛け以上) 0.10										
サイクル時間	退避歩行	T _{THC5} = 0	0										
サイクル時間	材位置直し	-	-										
非サイクル時間	荷卸し合図	S _{HZN1} = 荷卸し運転時間		S _{HZN1} = 荷卸し運転時間									
非サイクル時間	盤台整理	S _{HZN2} = 5.6 × (ZD)(溝し盤台)		S _{HZN2} = 5.6 × (ZD)(溝し盤台)									
非サイクル時間	作業移動機	-	-	-									

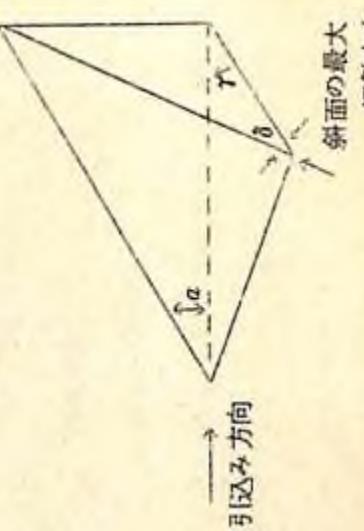
集 材 機 装 置 関 係 作 業 量 算 定 一 覧 表

タ イ ラ 一 方 式		ホ ー リ ン グ プ ロ ツ ク 方 式	
まとまり作業における作業索の平均張力	まとまり作業時間	まとまり作業における作業索の平均張力	まとまり作業時間
空ローディングロツク巻上げ(平均張力) $U_{t1\ell} = (W_{eb} + W_{rb})R / 2$	左 同 (時間) $T_{t1} = (S - 22) / 3 + 10$		
空搬器走行(平均張力) $U_{t2h} = [W_{cr} + W_{eb} + (W_{ef} + W_{rb}) \sin \theta / 2] + R_s R$	左 同 (時間) $T_{t2} = \begin{cases} (S - 48) / 8 + 12 & V_m \geq 8 \\ (S - V_m^2 / 2 - 5(V_m + 5) / 2) / V_m + V_m + 5 & V_m < 8 \end{cases}$	空搬器走行と空ローディングプロツク引込み(平均張力) 荷上索の張力 $U_{h1\ell} = (W_{eb} / 3) \sec \{ \alpha_0 + \theta (1 + W_{cr} / W_{eb}) \} / R$	左 同 (時間) $T_{h1} = \begin{cases} (S - 72) / 7 + 27 & V_m \geq 7 \\ (S - V_m^2 / 2 - 5(V_m + 2) / 2 - 25) / V_m + V_m + 20 & V_m < 7 \end{cases}$
空ローディングプロツク引込み(平均張力) (引戻索を巻取って荷上索をゆるめる) $U_{t3h} = U_{t1\ell} R$ $U_{t3\ell} = (U_{t1\ell} / R) / 2$	左 同 (時間) $T_{t3} = \begin{cases} (S - 10) / 3 + 7 & V_m \geq V_g \\ (S - 10) / V_m + 7 & V_m < V_g \end{cases}$	引戻索の張力 $U_{h3h} = \{ U_{h1\ell} R + (W_{cr} + W_{eb}) \sin \theta \} R$	
実ローディングプロツク引出し(平均張力) $U_{t4\ell} = U_{t1\ell} R$ 但し $U_{t4} = \frac{(W_{log} + W_{eb})(\mu f \cos \alpha - \sin \alpha)}{\cos(\alpha + \beta) + \mu f \sin(\alpha + \beta)}$	左 同 (時間) $T_{t4} = \begin{cases} 2 + (S - 1) / 2 & V_m \geq 2 \\ V_m + (S - V_m^2 / 2) / V_m & V_m < 2 \end{cases}$	実ローディングプロツク引出し(平均張力) $U_{h2\ell} = \frac{1}{5} \frac{(W_{log} + W_{eb})(\mu f \cos \alpha - \sin \alpha)}{\cos(\alpha + \beta) + \mu f \sin \alpha} R$	左 同 (時間) $T_{h2} = \begin{cases} 2 + (S - 1) / 2 & V_m \geq 2 \\ V_m + (S - V_m^2 / 2) / V_m & V_m < 2 \end{cases}$
実ローディングプロツク吊上げ(平均張力) $U_{t5\ell} = \{ (W_{log} + W_{eb} + W_{ef} / 2 + W_{rb} / 2) \sin \theta - R_s \} R$ 但し $R_s = \mu s \{ W_{log} + W_{eb} + (W_{ef} + W_{rb}) / 2 \}$	左 同 (時間) $T_{t5} = \begin{cases} 2 + (S - 1) / 2 & V_m \geq 2 \\ V_m + (S - V_m^2 / 2) / V_m & V_m < 2 \end{cases}$	実ローディングプロツク吊上げと実搬器走行(平均張力) 荷上索の張力 $U_{h3\ell} = (W_{eb} + W_{log}) \sec \{ L_0 + \theta (1 + W_{cr} / (W_{eb} + W_{log})) \} \times R / 3$	左 同 (時間) $T_{h4} = \begin{cases} (S - 50) / 7 + 50 & V_m b \geq 7 \\ (S - 10 - 5(1 + V_m b)) / V_m b + 15 & V_m b < 7 \end{cases}$
	実搬器走行(時間) $T_{t6} = t_1 + t_2 + 1.5$ a. 速度が V_m t ₁ … b. 8m/secに達する時間 何れか小さい方 c. (S - 60)走行する時間 t ₂ … 制限速度で走行する時間	引戻索の張力 $U_{h3h} = \{ U_{h3\ell} / R + (W_{cr} + W_{eb} + W_{log}) \sin \theta \} / R$	
	実ローディングプロツク卸し(時間) $T_{t7} = \begin{cases} 20 & \text{普通集材の場合} \\ 30 & \text{全木(全幹)集材の場合} \end{cases}$		実ローディングプロツク卸し(時間) $T_{h5} = \begin{cases} 30 & \text{普通集材の場合} \\ 40 & \text{全木(全幹)集材の場合} \end{cases}$

集材装置関係記号

$P(\text{dyn})$	集材機から作業索へ伝達される馬力の最大	μ_c	搬器の抵抗係数
$U(\text{kg})$	作業索の張力	R_b	荷上索がローデイングロックをしごく抵抗
V_m	作業索の集材機エンジンの性能かららの制限速度 (m/sec)	$U_{t1}\varnothing$	荷上索の張力 (タイラー、空搬器巻上げ時の)
Q	集材機のブレーキ容量 ($\text{kg} \cdot \text{m/sec}$)	R	滑車の総抵抗比
V_b	作業索の集材機ブレーキの性能かららの制限速度 (m/sec)	μ	摩擦係数
$V_E(t)$	運転手の能力と安全性によって決まる制限速度	β	滑車の摩擦係数
S	まとまり作業の中で働く作業索の長さ	$U_{t2}\text{h}$	空搬器返送の引戻索の張力 (タイラー)
T	まとまり作業時間	$U_{t3}\text{h}$	引戻索の張力 (タイラー空ローデイングロック引込)
L	スパン長 (m)	$U_{t5}\varnothing$	荷上索の張力 ()
H_{sh}	主索の盤台上の高さ	$U_{t4}\varnothing$	荷上索の張力 (タイラー、実ローデイングロック引出し)
T_{t1}	空ローデイングロック吊上げ作業時間 (タイラー)	U^T	引出斜面を材を引づつてくる荷上索の張力
X_{sh} Y_{sh}	荷掛けする斜面のX座標	μ^T	引出しにおける斜面と材の摩擦抵抗係数
X_{ban}	盤台のX座標	W_{log}	吊荷の重量
T_{t2}	空搬器走行時間 (タイラー)		エンジン性能、ブレーク性能から求められる速度
T_{t3}	空ローデイングロック引込時間 (タイラー)	$U_{t5}\varnothing$	実ローデイングロック吊上げの張力 (タイラー)
T_{t4}	実ローデイングロック引出し時間 (タイラー)	$U_{t1}\varnothing$	空搬器走行と空ローデイングロック引込張力 (ホーリング、荷上索)

Tt5	実ローディングロック吊上げ時間(タイマー)	Uh1h	空撮器走行と空ローディングロック吊込張力(ホーリング、引戻索) 時間(ホーリング)
Tt6	実撮器走行時間(タイマー)	Th1	"
S	主索の中央垂下量	Uh2ℓ	実ローディングロック吊出(ホーリング、荷上索張力)
n	荷重比	Th2	" (ホーリング、時間)
Vlog	吊荷重量	Uh3ℓ	実ローディングロック吊上げと実撮器走行(ホーリング、荷上索張力)
Wab	ローディングロック重量	Uh3n	" (ホーリング、引戻索張力)
Wat	荷上索重量	Th4	" (ホーリング、時間)
Qhb	引戻索単位重量(kg/m)	Th5	実ローディングロック吊し時間 a と θ 、 r の関係
Wer	撮器重量		
Vm	撮器の走行にともなって動く慣性重量		
Vv	撮器に働く鉛直方向の力		
P	撮器の進行方向に働く加速度		



① 現場データ1の読み込み

Start	1. 主索の上方支点、下方支点および盤台の位置
	2. 主索の垂下比
	3. 分割した斜面の数
	4. 各斜面ごとの位置、面積、傾斜と方向、植生量および主索との距離の最大の値
	5. 主索を中心として作業地が片面のみか両面にあるかを示す斜面の数
	6. 片面ずつ盤台に至近な斜面と至遠な斜面の番号
	② 樹種別常数の読み込み
	1. 樹種計算式の係数
	2. 未口絞計算式の係数
読み込みと予備計算	1. 1は樹種別を示す $v(m')$: 材積 $D(cm)$: 胸高直径 $H(m)$: 胸高 2. 未口絞計算式の係数 3. 比重(生木とする) 4. 村長(玉切をする代表的材長)
③ 現場データ2の読み込み	1. 斜面別(I)、樹種別(J)、胸高直径別(K) 立木本数: MKA(I,J,K) 2. " " " 未口徑別(K)王数: RTA(I,J,K) 3. 樹種別(I)、胸高直径別(K) 立木本数: RKJD(J,K) 4. " 未口徑別(K)王数: RTJA(J,K) 5. 斜面別(I)重量: SWA(I)
① 現場データ1	
② R 樹種別常数	
③ R 現場データ2	
○ 構成木および玉の分布樹高曲線	

6. 水の重最別(IW) 本数 : MWKA(IW)
 7. 玉の重最別(IW) 本数 : RWTA(IW)
 8. 総材積 : SVKI
 9. 総重量 : SW
 10. 材積別高曲線

$$H = 1.2 + \frac{1}{(CH_{2}i + CHD_i \times D)^2} \quad 1\text{は樹種}$$

④ コスト常数の読み込み

数 常 ト ク ラ R.

⑤ R 作業量の特性値

普通伐倒作業量の特性値		樹種ごとに		普通荷卸		共同荷卸	
1.	全木伐倒作業量の " "						
2.	全木伐倒作業量の "	"	"	"	"	"	"
3.	造材作業量の "	"	"	"	"	"	"
4.	盤台造材作業量の "	"	"	"	"	"	"
5.	普通荷掛	"	"	"	"	"	"
6.	普通荷卸	"	"	"	"	"	"
7.	全木荷掛	"	"	"	"	"	"
8.	全木荷卸	"	"	"	"	"	"

⑥ 機械器具データーの読み込み

1. 集材機のエンジンの公称最大出力
 2. 集材機のエンジンの実効出力
 3. 集材機の価格（ガイドブック以外の付属器具を含める。）

4. ガイドロープ類の価格
使用するワイヤロープはスカイライン、リフティグライン、ホールバッターラインを1組

として

1. スカイラインの直径、切断荷重、単
2. リフティングラインの直径、切断荷重
3. ホールドツクライインの直径、切断荷重

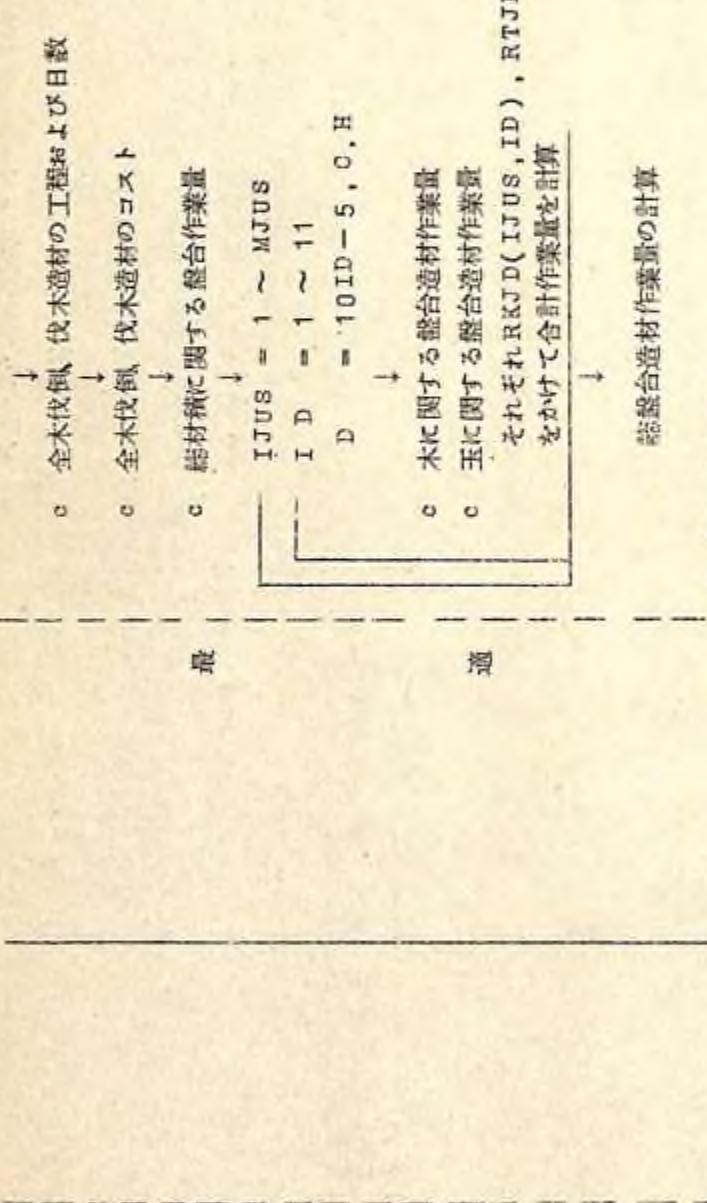
- 伐倒、山地、盛合木材の作業量の計算

```

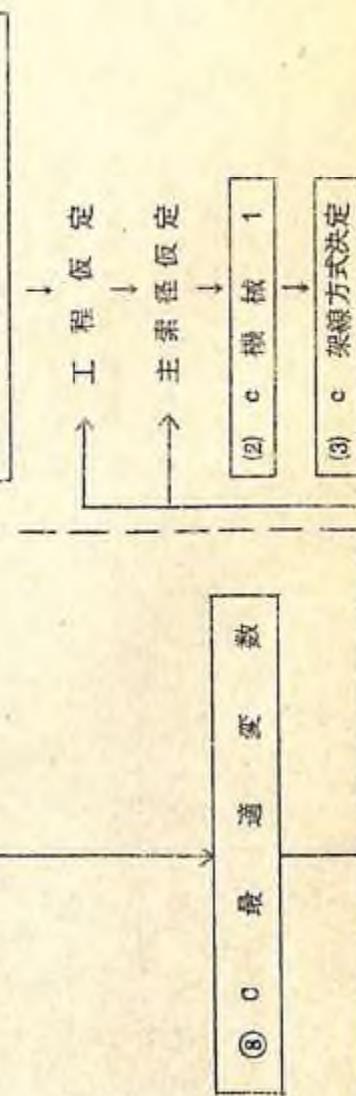
    ISH = 1 ~ MSH
    IJUS = 1 ~ MJUS
    ID = 1 ~ 11
    D = 10ID - 5, 樹高曲線からDを計算
    ↓
    { c 木に関する普通伐倒作業量 : TBH
      c 木に関する全木伐倒作業量 : TBZ
      ↓
      c 木に関する造材作業量 : TZ0
      ↓
      c 玉に関する造材作業量 : TT
      ↓
      c それぞれ MKA (ISH, IJUS, ID), R をかけて合計業量を計算
      ↓
      c 普通伐倒の適旦取扱量が基準、全木伐倒
  
```

-22-

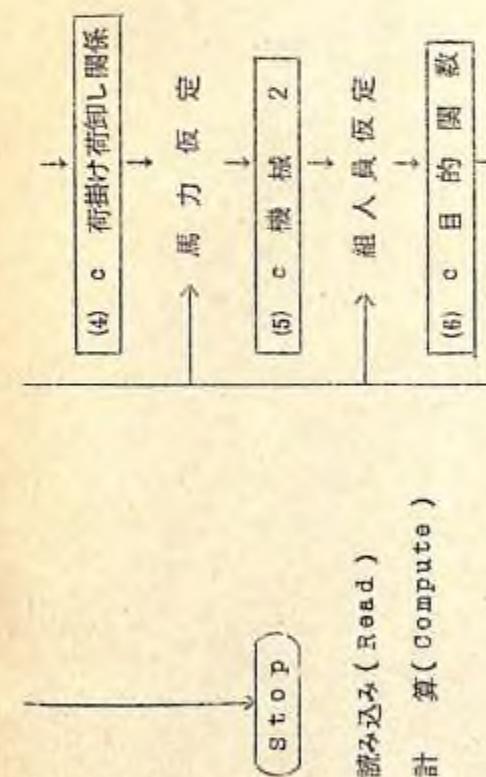
-23-



-24-



(8) 0 最適変数



※ R 読み込み (Read)

※※ C 計算 (Compute)

-25-

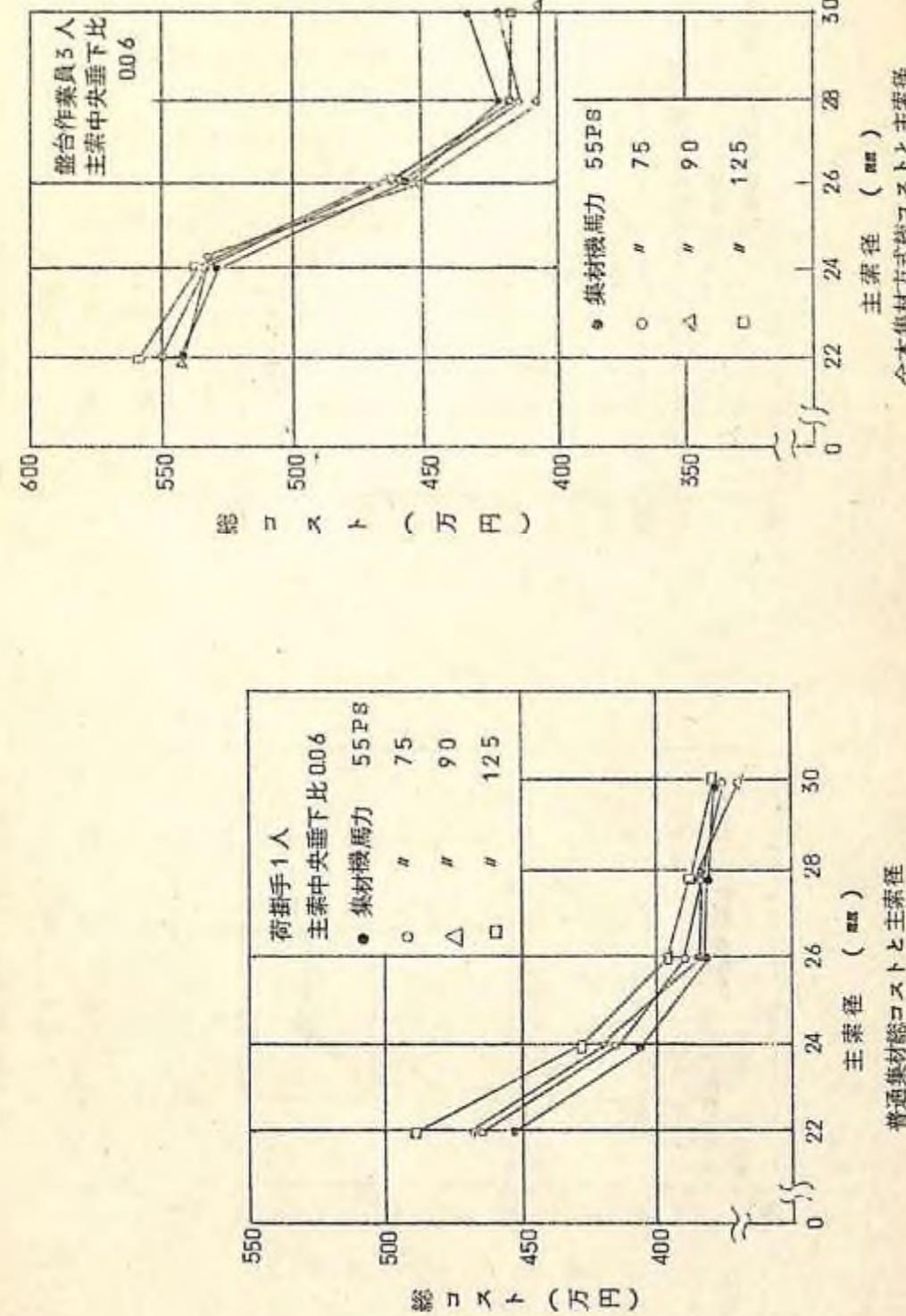
- 機械計算1
1. スカイライン重量
 2. リフティングライン重量
 3. ホールバッターライン重量
 4. ローディングブロック重量
 5. キヤレット重量
 6. 許容総荷重
 7. 許容吊荷荷重
- 架線方式決定
- タイラー式とホーリングブロック式のいずれを採用するかを計算決定

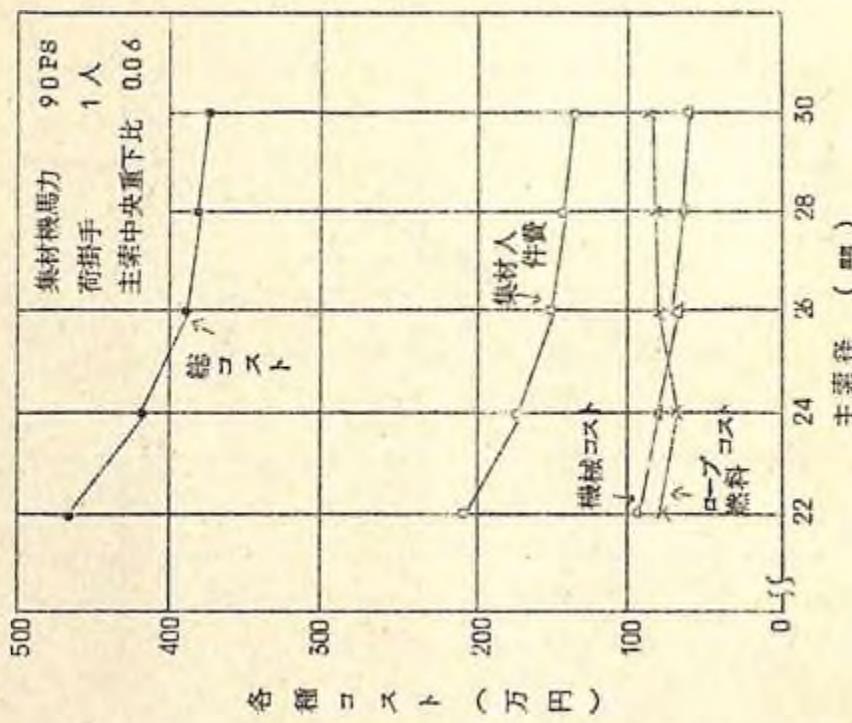
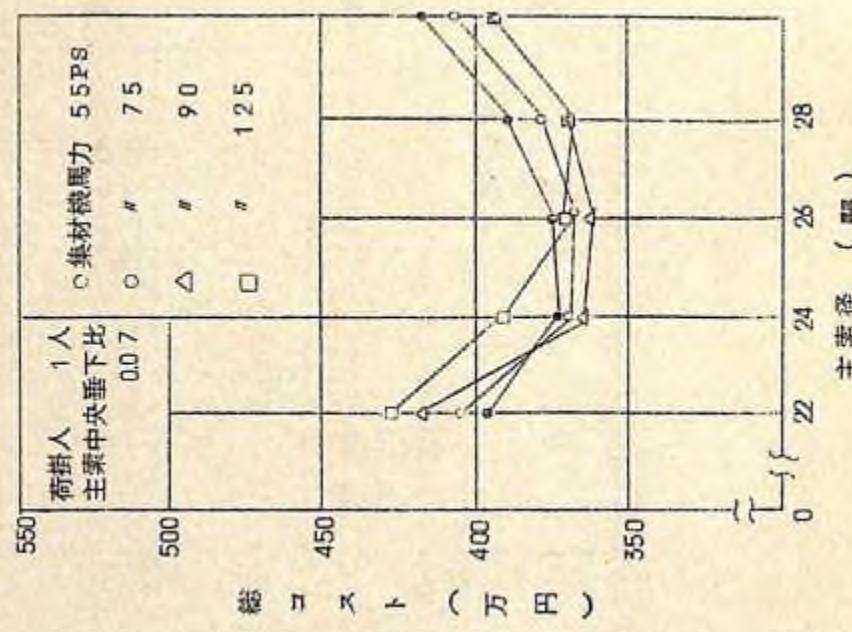
荷掛け、荷卸し関係

1. 1サイクルにつける玉(木)の本数
2. 全サイクル数
3. 使用スリンク数
4. 普通荷掛け作業量 : SORH
5. 普通荷掛け作業量 : SNTHK, SNTHO(斜面ごと)
6. 全木荷掛け作業量 : SORZ
7. 全木荷掛け作業量 : SNIZZ(斜面ごと)

機械計算2

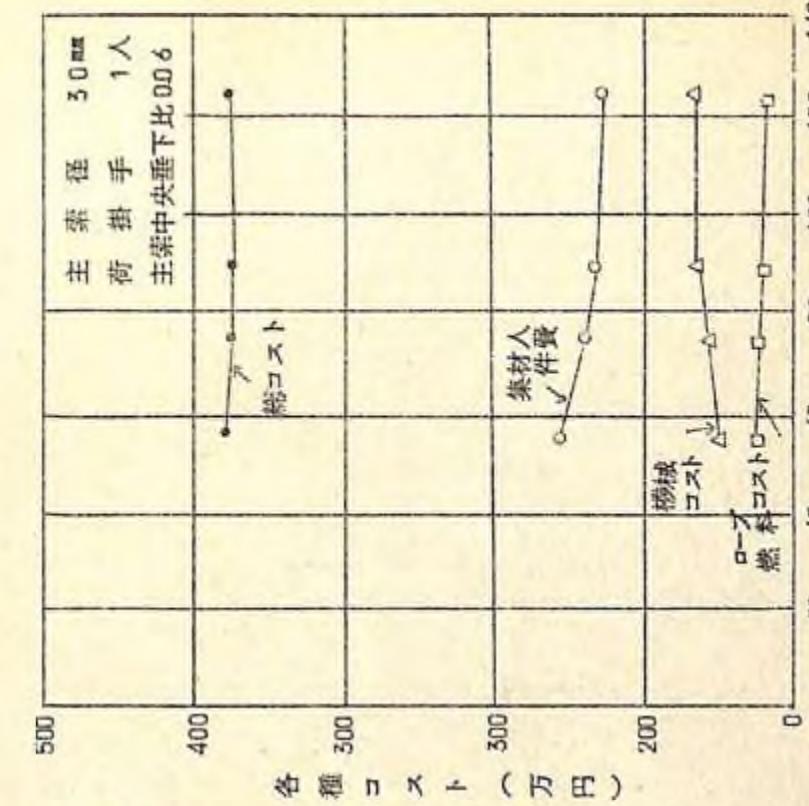
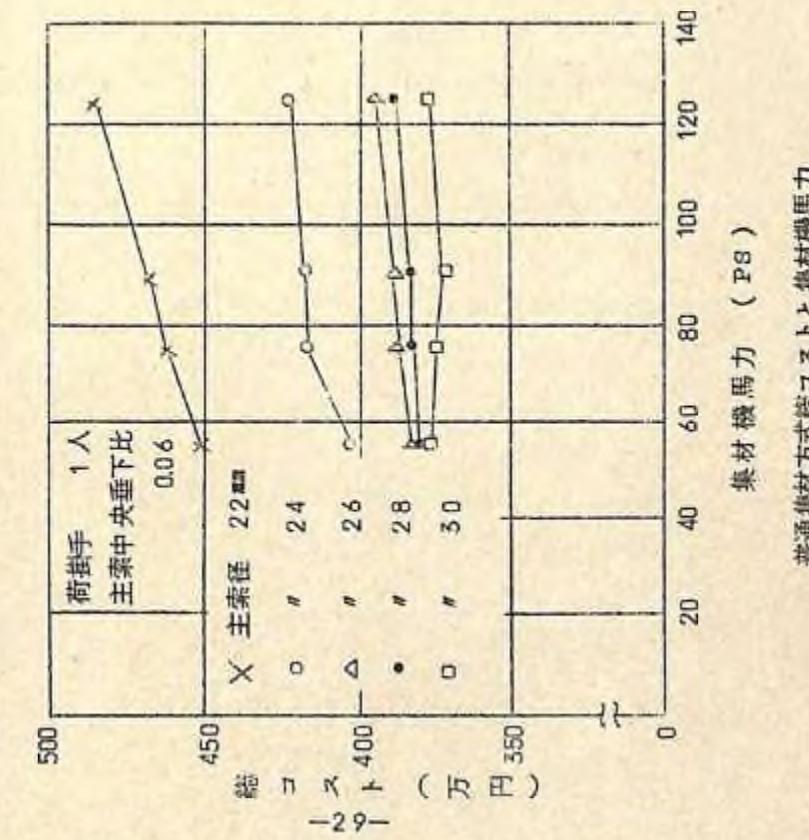
1. 集材機運転中の作業率張力と速度
 2. 集材機運転時間
 3. 集材機コスト(ワイヤロープ以外の附屬品を含む)
- 目的関数の計算
1. 盤台造材手 ; nは盤台集材手 ; n0からサイクル時間を組立てる。
 2. 全サイクル時間を計算
 3. 作業日数を計算
 4. 総コストを計算



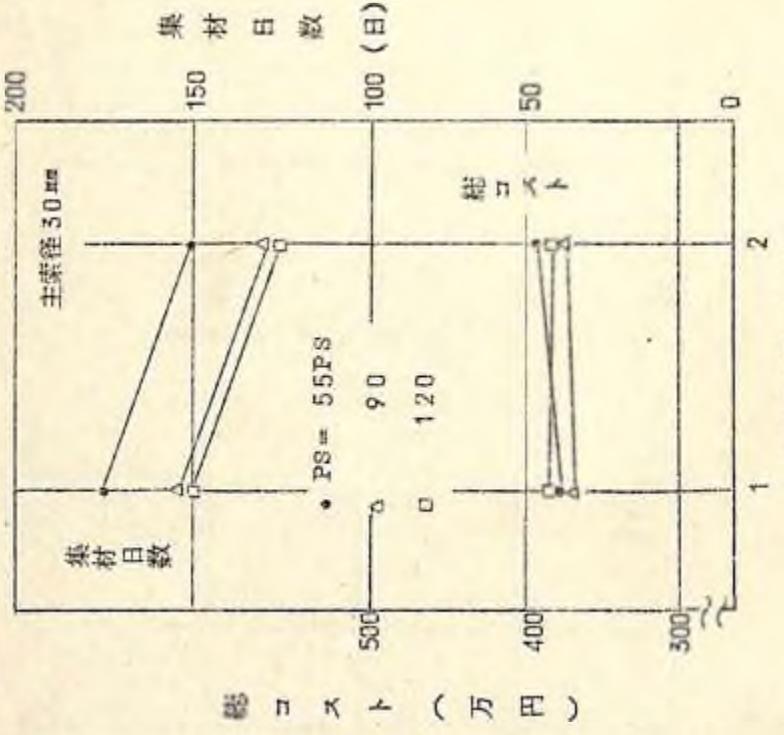


-28-

普通集材方式諸コストと主索径



普通集材方式各種コストと集材機馬力



普通集材方式の全システムの変数

主索 径 (mm)	集馬 材 機 力 (PS)	荷 人 掛 手 数 (人)	集 材 日 数 (日)	集 材 費 用			集 材 費 用 (万円)	総 費 用 (万円)
				ワイヤロープ (万円)	燃 料 (万円)	物 件 費 (万円)		
55	55	1	241	79.2	21.8	66.2	212.0	379.3
55	55	2	215	"	"	59.1	251.4	411.4
75	75	1	234	"	20.8	88.1	205.7	393.8
75	75	2	208	"	"	78.3	242.9	421.2
90	90	1	250	"	18.8	94.5	202.2	394.7
90	90	2	204	"	"	83.7	238.4	423.5
125	125	1	229	"	20.0	107.2	201.0	415.9
125	125	2	203	"	"	95.0	236.7	439.4
125	125	3	183	"	"	50.3	214.1	510.1
125	125	4	163	"	"	57.6	184.4	335.9
125	125	5	143	"	"	76.0	177.4	346.3
125	125	6	123	"	"	66.0	204.7	363.5
125	125	7	103	"	"	81.4	174.2	346.9
90	90	1	198	"	"	17.6	80.4	417.0
90	90	2	172	"	"	70.4	200.4	432.9
125	125	1	196	"	"	18.4	91.9	427.0
125	125	2	170	"	"	72.4	197.8	369.3
125	125	3	146	"	"	59.3	174.2	440.1

全木集材方式の全システムの変数

主 索 径(mm)	集馬 材 機 力(ps)	盤手 合 造 材 数(人)	材 數(日)	集材費			人 件 費 (万円)	集材費 (万円)	総 費 (万円)
				ワイヤロープ (万円)	燃 料 (万円)	物 件 費 (万円)			
22	55	3	221	67.0	18.5	6.05	3522	498.2	539.5
	4	"	"	"	"	"	4314	577.5	618.8
	5	"	"	"	"	"	5106	656.7	698.0
	75	5	214	"	17.6	8.07	3424	507.7	548.9
	4	"	"	"	"	"	4194	584.7	626.0
	5	"	"	"	"	"	4964	6618	703.0
24	90	3	211	"	16.2	8.66	3371	506.9	546.2
	4	"	"	"	"	"	4130	582.8	624.0
	5	"	"	"	"	"	4888	658.6	699.9
	125	3	210	"	17.0	9.84	3352	517.5	558.8
	4	"	"	"	"	"	4106	592.9	634.2
	5	"	"	"	"	"	6683	668.3	709.6
24	55	3	209	74.0	20.1	5.74	3340	485.6	526.9
	4	"	"	"	"	"	5608	56.08	602.0
	5	"	"	"	"	"	4845	635.9	677.2
	75	3	201	"	19.2	7.57	3211	490.0	551.5
	4	"	"	"	"	"	3934	562.5	603.5
	5	"	"	"	"	"	4657	634.5	675.8
24	90	3	198	"	18.9	8.10	3153	488.0	530.6
	4	"	"	"	"	"	3863	558.9	601.5
	5	"	"	"	"	"	4572	629.9	672.5
	125	3	195	"	17.2	9.15	3117	494.3	535.2
	4	"	"	"	"	"	3818	564.4	600.2
	5	"	"	"	"	"	4519	634.6	671.1

43年度トラクタ集材、全幹伐倒作業

作業名	基準時間	完生率	作業量	備考
伐倒方向検討	T _{ZB1} =2.047	D _{BH} 20cm以上 E _{ZB1} 0.33 0.71		D...胸高直径(cm)
受口・追口切	T _{ZB2} =0.0296D ² +0.1872D+2.505	E _{ZB2} =1.00		
受口追口切の付帯	T _{ZB3} =0.00573D ² +24.96	E _{ZB3} =1.00		
合				
図打	T _{ZB4} =3.85 T _{ZB5} =3.952	E _{ZB4} =0.434 DBH 20cm以下 E _{ZB5} 0 20cm以上 0.00816D-0.1652	E _{ZB6} =1.00 E _{ZB7} =0.00567D+0.20 E _{ZB8} =0.00000395D ² +0.00225D+0.20	
逃	T _{ZB6} =7.1 T _{ZB7} =2.725	E _{ZB6} =1.00 E _{ZB7} =0.00567D+0.20	E _{ZB9} =1.00 E _{ZB10} =1.00 E _{ZB11} =1.00 E _{ZB12} =1.00 E _{ZB13} =0.421	
節切	T _{ZB9} =7.5658D-68.67			
筋切付	T _{ZB10} =1.8852D-25.923			
板カルサ	T _{ZB11} =0.008721D ² +1.673			
端切	T _{ZB12} =1.534			
障害除去(枝切)	T _{ZB13} =1.443			

ト ラ ク タ 集 材、荷 挂 手 の 行 な う 作 業

作業名	基準時間	発生率	作業量	備考
ワイヤー引出しことに算定する作業	$T_{TKW1} = \begin{cases} 1.999 \varnothing + 6.799 & (\text{サルキー傾斜 } 14^\circ \text{ 以下}) \\ 1.940 \varnothing + 16.017 & (\text{サルキー傾斜 } 15^\circ \text{ 以上}) \end{cases}$			$\varnothing \dots \text{ワイヤ引出し距離 (m)}$
ワイヤー外しあげ	$T_{TKW2} = 2.35$	$E_{TKW2} = 1.00$		
荷曳きよせ補助	$T_{TKW3} = 0.6142 D_0 + 3.129$ $4.67 \quad (\text{傾斜 } 14^\circ \text{ 以下})$	$E_{TKW3} = 1.00$		$D_0 \dots \text{荷掛する木の胸高直徑合計 (cm)}$
掛け直し	$T_{TKW4} = 74.3 \quad (\text{傾斜 } 15^\circ \text{ 以下})$	$E_{TKW4} = 0.027 \varnothing + 0.06$ $n_k \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4 \text{ 以上}$ $E_{TKW5} = 0.05 \quad 0.10 \quad 0.20 \quad 0.60$		$n_k \dots \text{荷掛けする木の本数}$

一サイクルに一回算定する作業	ワイヤ引出し準備 荷走り 荷行補助 荷つけ移動	$T_{TKC1} = \begin{cases} 3.5.8 & (\text{サルキー}) \\ 13.4 & (\text{地曳}) \end{cases}$ $T_{TKD2} = 0.0033 D^2 - 0.162 D + 3.786$ $T_{TKD3} = 82.07$ $T_{TKD4} = \text{必要に応じて移動距離、歩行速度から算出する。}$	$E_{TKC1} = 1.00$ $E_{TKD2} = 1.00$ $E_{TKD3} = 0.17$	$D \dots \text{運材する木の胸高直徑合計 (cm)}$
トテライクル時間と算定しないので省略する。	ワイヤ引出し合団 材引寄せ監視 合団確認			
ト中ラにタ行ながり運作材業	人効出 材探排 障害排除			

ト ラ ク タ 集 材・荷 卸 し 手 の 行 な う 作 業

作業名	基準時間	発生率	作業量	備考
荷はずし	$T_{THD1} = 0.2599 D - 2.84 n_k + 15.03$	$E_{THD1} = 1.00$		
荷はずし歩行	$T_{THD2} = 1.816$	$E_{THD2} = 1.00$		$D \dots \text{運ばれてくる材の胸高直径合計(cm)}$
ワイヤー類扱い	$n = \begin{cases} 0 & (\text{サルキー引}) \\ 5.66 & (\text{サルキー背負}) \\ 14.0 & (\text{地曳}) \end{cases}$	$E_{THD3} = 1.00$		
おろし位置替	$T_{THD4} = 2.64$	$E_{THD4} = 0.099 n_k - 0.10$		$n_k \dots \text{運ばれてくる材の本数}$
丸太移動	$T_{THD1} = 1.511 D - 3.000$	$E_{THD1} = 1.00$		
丸太場清掃	$T_{THD2} = 4.783$	$E_{THD2} = 0.667$		
ト ラ ク タ 選別補助	$T_{THD3} = 4.712$	$E_{THD3} = 0.056 n_k + 0.594$		
巷立	$T_{THD4} = \text{今回無視}$			
造材加勢	$T_{THK1} = 2.72$	$E_{THK1} = 0.064 n_k$		
その他加勢	$T_{THK2} = 5.57$	$E_{THK2} = 0.59$		

盤台造材手の行なう作業

作業名	基準時間	発生率	作業量	備考
玉玉切	$T_{TZT} = 0.03903 d^2 + 0.7177 d - 3.7068$	$E_{TZT} = 1.00$		$d \dots \text{玉切される木口平均径(cm)}$
玉エンドン切	$T_{TZZ1} = 3.028 n_k + 17.88$	$E_{TZZ1} = 1.00$		$n_k \dots \text{搬出される木材の本数}$
エンドン始動	$T_{TZZ2} = 4.2 \times n_c$	$E_{TZZ2} = 1.00$		$n_c \dots \text{チーンソー一台数}$
エンドン歩行	$T_{TZZ3} = 0.3868 D + 0.5371 H + 3.133$	$E_{TZZ3} = 1.00$		$D \dots \text{搬出される木材の胸高直徑合計(cm)}$
サルカカタリ	$T_{TZZ4} = 2.128$	$E_{TZZ4} = 0.247$		$H \dots \text{搬出される木材の樹高合計(m)}$
サルカカタリ切	$T_{TZZ5} = 2.170$	$E_{TZZ5} = 0.247$		
サルカカタリ除	$T_{TZZ6} = 3.607$	$E_{TZZ6} = 0.151$		
サルカカタリ去	$T_{TZZ7} = 0$	$E_{TZZ7} = 0$		
サルカカタリ切	$T_{TZZ8} = 1.7272$	$E_{TZZ8} = 0.91$		
サルカカタリ付	$T_{TZZ9} = 1.1063$	$E_{TZZ9} = 0.247$		
上材手直立	$T_{TZZ10} = 2.8906$	$E_{TZZ10} = 0.92$		
整備	$T_{TZZ11} = 3.72$	$E_{TZZ11} = 1.00$		
移動	$T_{TZZ12} = 1.287$	$E_{TZZ12} = 0.086$		
土加	$T_{TZZ13} = 0$ (無視する)			

ト ラ ク タ 特 性

機械効率

$$\text{キヤタビラまで } \eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4$$

η_1 変速機の機械効率

η_2 変速装置の η

η_3 最終駆動輪の η

η_4 スプロケット、トラックリンクの η

$$\text{ワインチまで } \eta' = \eta'_1 \eta'_2$$

η'_1 PTOシャフトの効率

η'_2 ウインチのギヤ効率

キヤタビラに働く実効馬力 P_θ

$$P_\theta = 0.8 \eta P_\theta$$

走行速度 V

$$V = 75 P_\theta / U \quad \text{但し } U \leq 2.5 \text{ m/sec}$$

トラクタ空走の牽引力

$$U_u = W_t \sin \theta + \mu_{rt} W_t \cos \theta$$

μ_{rt} トラクタの走行抵抗係数

サルキをつけた場合

$$U_u = W_t \sin \theta + \mu_{rt} \cos \theta + W_s \sin \theta + \mu_{rs} \cos \theta$$

W_s サルキ重量

μ_{rs} サルキの走行抵抗係数

トラクタのキヤタビラが滑らずに走行するための条件

$\mu_t W_t \geq U_u$

ウインチによる引寄せ

ロープ巻取速度 V_w

$$V_w = 75 P_{we} / U_w$$

P_{we} ワイヤロープに伝達される馬力

η_r ワイヤロープ巻込み不整による係数

丸太を引寄せの場合のワイヤロープの張力 U_ω

$$U_\omega = W_\theta \sin \theta + \mu_\theta W_\theta \cos \theta$$

$$P_{we} = \eta_r \eta' P_c$$

トラクタが滑らずに丸太を引寄せる条件

$$U_\omega + W_t \sin \theta \leq \mu_t W_t \cos \theta$$

引寄せることのできる丸太重量

$$W_\theta \leq \frac{\mu_t \cos \theta - \sin \theta}{\sin \theta + \mu_\theta \cos \theta} \frac{W_t}{W_t}$$

サルキを用いた丸太の引き寄せ

$$(W_\theta - U_\omega \sin \alpha) (\sin \theta + \mu_\theta \cos \theta) = U_\omega \cos \theta \quad \alpha \quad \text{ワイヤロープと地面のなす角}$$

ワイヤロープの引張力

$$U_{\theta} = \frac{\sin \theta + \mu_e \cos \theta}{\cos \theta + \sin \alpha (\sin \theta + \mu_e \cos \theta)} W_e$$

トラクタが滑らずに引き寄せできる条件

$$W_e (\sin \theta + \mu_e \cos \theta) + (W_t + W_s) \sin \theta$$

$$\leq \mu rs \{ W_s + U_{\theta} (\sin \alpha + \sin \beta) \} \cos \theta + \mu_t (W_t - U_{\theta} \sin \beta) \cos \theta$$

β フエアリードからワインチまでのワイヤロープと地

面とのなす角
引寄せ可能な丸太重量

$$W_e \leq \frac{\{ \cos \alpha + \sin \alpha (\sin \theta + \mu_e \cos \theta) \} \{ (\mu rs W_s + \mu_t W_t) \cos \theta - (W_t + W_s) \sin \theta \}}{\{ (\sin \theta + \mu_e \cos \theta) \{ \cos \alpha + \sin \alpha (\sin \theta + \mu_e \cos \theta) + (\mu + \sin \beta - \mu rs (\sin \alpha + \sin \beta)) \cos \theta \}}$$

トラクタの曳行

直接曳行に必要な牽引力 U_{θ}

$$U_{\theta} = W_e (\sin \theta + \mu_e \cos \theta) + W_t (\sin \theta + \mu rt \cos \theta)$$

トラクタが滑らないための条件

$$U_{\theta} \leq \mu_t W_t \cos \theta$$

曳行可能な丸太の総重量

$$W_e \leq \frac{(\mu_t - \mu rt) \cos \theta - \sin \theta}{\sin \theta + \mu_e \cos \theta} W_t$$

サルキを用いて曳行

傾斜 θ の道路を曳行する場合のワイヤロープの張力 U_r

$$U_r \varrho_m = \frac{1}{2} \varrho_e W_e \cos \theta + \varrho_y (W_e \sin \theta + \frac{1}{2} \mu_e W_e \cos \theta)$$

トラクタの牽引力

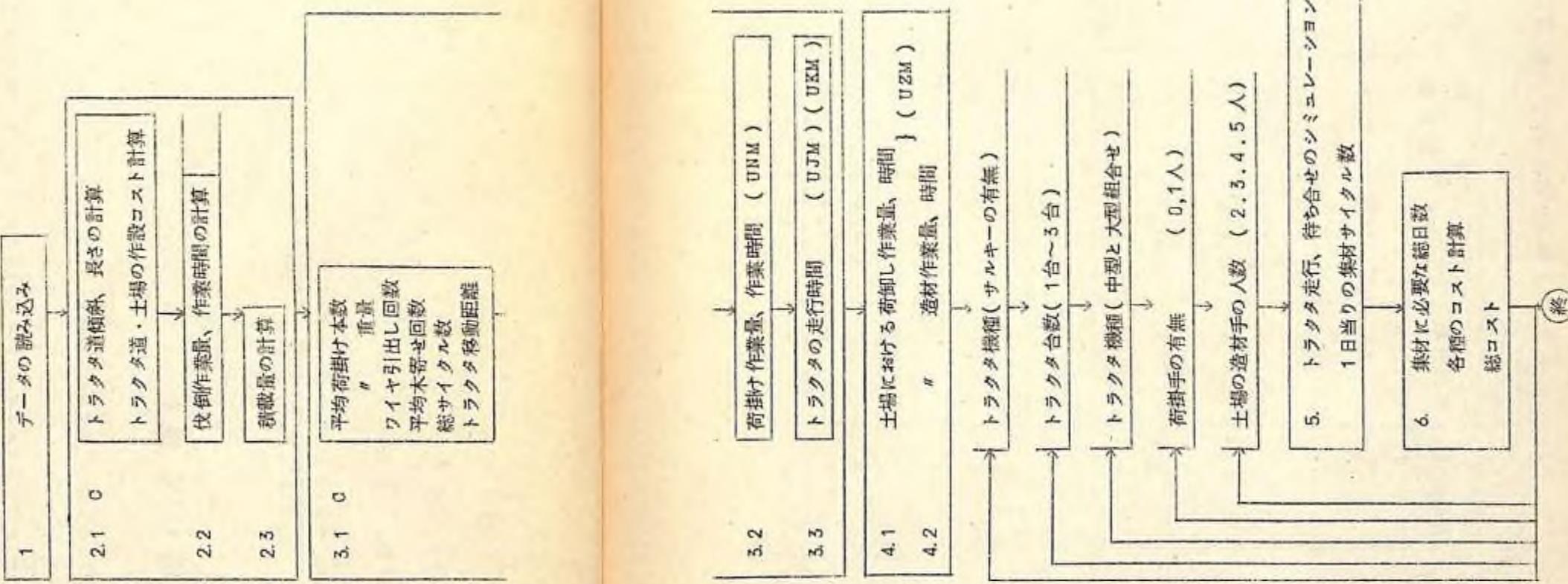
$$U_t = W_e (\sin \theta + \frac{1}{2} \mu_e \cos \theta) + W_s \sin \theta + (W_e \cos \theta + U_r \sin \beta') \mu rs + W_t \sin \theta \\ + (W_t \cos \theta - U_r \sin \beta') \mu rt$$

トラクタが滑らずに走行するための条件

$$U_t \leq (W_t \cos \theta - U_r \sin \beta') \mu t$$

$$W_e \leq \frac{[W_t \{ (\mu_t - \mu_{rt}) \cos \theta - \sin \theta \} - W_e (\sin \theta + \mu_{rs} \cos \theta)]}{(\sin \theta + \frac{1}{2} \mu_e \cos \theta + \{ \frac{(\ell_x + \mu_e \ell_y) \cos \theta}{(2 \ell_o) + (\ell_x / \ell_o) \sin \theta } \} (\mu_t + \mu_{rs} - \mu_{rt}) \sin \beta')}$$

トラクタ集材作業最適化計算の基本フローチャート



トラクタ集材システムの変数

(サルキーなしの場合)

単位 1,000円

トラクター 数と組合せ	盤台造材 手の数	荷卸手の数	集材日数	集材費用				集材費	総コスト
				トラクタ	器具類	オイル類	人件費		
5 TON	1台	0 (A)	19 (B)	120	14	14	274	422	566
	2	1	18	111	13	13	304	442	587
	3	0	18	115	14	14	316	459	603
	4	1	19	120	14	14	384	532	676
	5	0	19	118	14	14	382	528	672
	5	1	19	121	14	15	447	598	742

-44-

トラクター 数と組合せ	盤台造材 手の数	荷卸手の数	集材日数	集材費用				集材費	総コスト
				トラクタ	器具類	オイル類	人件費		
7 TON	3台	2	0	6	133	17	19	156	326 470
	7	1	6	128	17	18	167	330	475
	7	0	6	132	17	19	173	342	486
	7	1	6	131	17	19	189	356	501
	4	0	6	120	17	17	172	325	470
	4	1	6	127	17	18	200	363	508

(サルキーありの場合)

単位 1,000円

トラクター 数と組合せ	盤台造材 手の数	荷卸手の数	集材日数	集材費用				集材費	総コスト
				トラクタ	器具類	オイル類	人件費		
5 TON	1台	0 (A)	18 (B)	134	14	14	267	429	574
	2	1	20	143	15	15	342	515	660
	3	0	18	134	14	14	323	485	629
	3	1	17	123	13	13	344	493	637
	4	0	18	128	13	13	362	517	662
	4	1	18	134	14	14	430	592	737

-45-

トラクター 数と組合せ	盤台造材 手の数	荷卸手の数	集材日数	集材費用				集材費	総コスト
				トラクタ	器具類	オイル類	人件費		
7 TON	3台	2	0	6	148	17	19	154	339 483
	7	1	6	149	17	19	172	358	505
	7	0	7	158	18	20	183	379	524
	7	1	6	151	18	19	192	379	524
	4	0	7	156	18	20	200	395	539
	4	1	6	155	18	20	216	409	555

サルキー
付き

サルキー
付き

サルキー
付き

4 4 年度 トラッククレーン積込

作業名	基準時間	発生率	作業量	備考
荷しり	$t_{LM1} = 1.107d - 3.409$	$e_{LM1} = 1.00$	$s_{LM1} = t_{LM1} \cdot e_{LM1} = 1.107d - 3.409$	
フック掛行	$t_{LM2} = 94.2$	$e_{LM2} = 1.00$	$s_{LM2} = t_{LM2} \cdot e_{LM2} = 94.2$	$d \dots \text{直径}$
荷かけ直し	$t_{LM3} = 14.6$	$e_{LM3} = 1.00$	$s_{LM3} = 14.6$	
退避	$t_{LM4} = 3.00$	$e_{LM4} = 0.03$	$s_{LM4} = t_{LM4} \cdot e_{LM4} = 0.09$	
荷かけ段取	$t_{LM5} = 2.90$	$e_{LM5} = 1.00$	$s_{LM5} = t_{LM5} \cdot e_{LM5} = 2.90$	
材引寄せ	$t_{LM6} = 2.02$	$e_{LM6} = 0.14$	$s_{LM6} = t_{LM6} \cdot e_{LM6} = 2.8$	$\ell \dots \text{材長}$
方向なまし	$t_{HM1} = 14.3 = s_{HM1}$	$e_{HM1} = 0.77$	$s_{HM1} = t_{HM1} \cdot e_{HM1} = 10.9$	
荷はづし	$t_{HM2} = 0.129d + 1.075$	$e_{HM2} = 1.00$		
材そろえ	$t_{HMG} = 2.77\ell + 0.52d - 1.00$	$e_{HMG} = 0.65$		
荷はずし段取	荷掛けの作業に吸収される			
トラック準備	$T_{LMJ} = 1.80$			

-46-

トラック 固定	$T_{LMTK} = 3.00$			
クレーン運転 (返し操作)	$t_{LMC1} = 16.97$			
クレーン運転 (荷込操作)	$t_{LMC2} = 33.65$			
荷はずし手の時間	$T_{HML} = \sum_{n=1}^{n_k} s_{HML}$			
トラック準備・固定時間	$T_{LMT} = T_{LMTK} + T_{LMTJ}$			
クレーン運転時間	$T_{LMC} = \sum_{n=1}^{n_k} (t_{LMC1} + t_{LMC2})$			
トラック1台当りの機械積込時間の算定				
荷掛け手の時間	$T_{LML} = \sum_{n=1}^{n_k} (s_{LM1} \cdot a + s_{LM2} + s_{LM4}) + s_{LM7}$			
荷はずし手の時間	$T_{HML} = \sum_{n=1}^{n_k} s_{HML}$			
トラック準備・固定時間	$T_{LMT} = T_{LMTK} + T_{LMTJ}$			
クレーン運転時間	$T_{LMC} = \sum_{n=1}^{n_k} (t_{LMC1} + t_{LMC2})$			
トラック1台当りの機械による積込時間	$T_{LM} = T_{LML} + T_{HML} + T_{LM7} + T_{LMC}$			

-47-

$d \dots \text{直径}$

$a : 0.15$

$n_k : 1 \text{台当積込本数}$

人 力 積 残 込

作業名	基準時間	効率	作業量	備考
丸太移動歩行	$t_{eh2} = 0.56d + 1.251\ell + 2.99r - 4.035$	$e_{eh1} = 1.00$		
丸太移動付帯材整理工	$t_{eh3} = 2.37$	$e_{eh3} = 0.60$	$S_{eh3} = t_{eh3} \cdot e_{eh3} = 1.42$	d 未口径 cm ℓ 材長 m r 移動距離
積込準備	$t_{eh4} = 0.712d - 2.77$	$e_{eh4} = -0.00031d^2 - 0.0075d + 0.52$	$S_{eh4} = t_{eh4} \cdot e_{eh4}$	
押しつけ	$t_{eh5} = 2.26$	$e_{eh5} = 0.35$	$S_{eh5} = t_{eh5} \cdot e_{eh5} = 0.79$	
積込付帯材ろえ	$t_{eh6} = \begin{cases} 0.039d^2 \ell + 2.0 & \leq 70 \text{cm} \\ 0.022d^2 \ell + 8.2 & \leq 140 \text{cm} \\ 0.016d^2 \ell + 19.2 & \leq 210 \text{cm} \end{cases}$	$e_{eh6} = 1.00$		
	$t_{eh7} = 5.69$	$e_{eh7} = 0.50$	$S_{eh7} = t_{eh7} = 2.85$	n_e …積込本数
	$T_{eh8} = 4.79n_e - 1997n_e + 274.5$	$E_{eh8} = 1.00$	$S_{eh8} = T_{eh8} \cdot E_{eh8}$	T_{eh8} …トラック 1 台 当り基準時間 S_{eh8} …トラック 1 台 当り発生率 S_{eh8} …トラック 1 台 当り作業量

-48-

トラック単備	$T_{LHTJ} = 180$
トラック固定	$T_{LHTK} = 300$

トラック 1 合当りの人力積込時間の算定

トラック 1 台当り作業量

$$S_{LHA} = \sum_{e=1}^{n_e} S_{eh1} + \sum_{e=3}^{n_e} S_{eh3} + \sum_{e=4}^{n_e} S_{eh4} + \sum_{e=5}^{n_e} S_{eh5} + \sum_{e=6}^{n_e} S_{eh6} + \sum_{e=7}^{n_e} S_{eh7} + S_{eh8}$$

S_{LHA} を積込人數で除す

$$T_{LHA} = S_{LHA} / n_w$$

歩行時間

$$T_{LHB} = t_{en2} \cdot n_e$$

トラック準備固定時間

$$T_{LHT} = T_{LHTJ} + T_{LHTK}$$

トラック 1 台当り作業時間

$$T_{LH} = T_{LHA} + T_{LHB} + T_{LHT}$$

-49-

盤台合	作業段	人工数	盤台解体人工数
木骨構造	$N_{BB} = 0.66 M_B + 2.120 H_B + 1.027$	$N_{BD} = N_{BB} \cdot 0.25$	
井桁構造	$N_{BB} = 0.30 M_B + 5.902 H_B + 1.024$	$N_{BD} = N_{BB} \cdot 0.28$	

M_B ……盤台面積 (m^2) H_B ……盤台の最大高さ (m)

トラックの特性値

種別	積載量		価格	耐用年数		修理費 償償費 など な 走行距離	燃料	各種の オイル費
	材積	(m ³)	(kg)	(万円)	(年)	(万km)	(円/kg)	(円/kg)
4t積	5.3	4000	135	5	8.3	31.0	5.2	10.1
6	8.0	6000	195	6	10.0	37.1	6.6	12.1
8	9.0	7000	255	7	11.6	41.7	8.0	16.2

トラックの走行速度 (v_0)

巾員 車種	4t		6t		8t	
	III	km/h	IV	km/h	V	km/h
3.6	3.5	25	4.0	32	4.5	30
4.0	5.2	40	5.2	40	5.2	40
4.5	6.8	60	6.8	60	6.8	60

曲線修正係数 (r_1)

車道員 ランク	I		II		III		IV	
	カーブ少・多						カーブ大・少	
3.6	0.85	0.95			1.00		1.00	
4.0	0.60	0.75			0.82		0.91	
4.5	0.40	0.50			0.55		0.62	

路面修正係数 (r_2)

路面の状態 速度比	良好		普通		不良	
	下り	上り	下り	上り	下り	上り
下り速度	$v_0 \times r_1 \times r_2$					
上り速度	$v_0 \times r_1 \times r_2 \times r_1$					

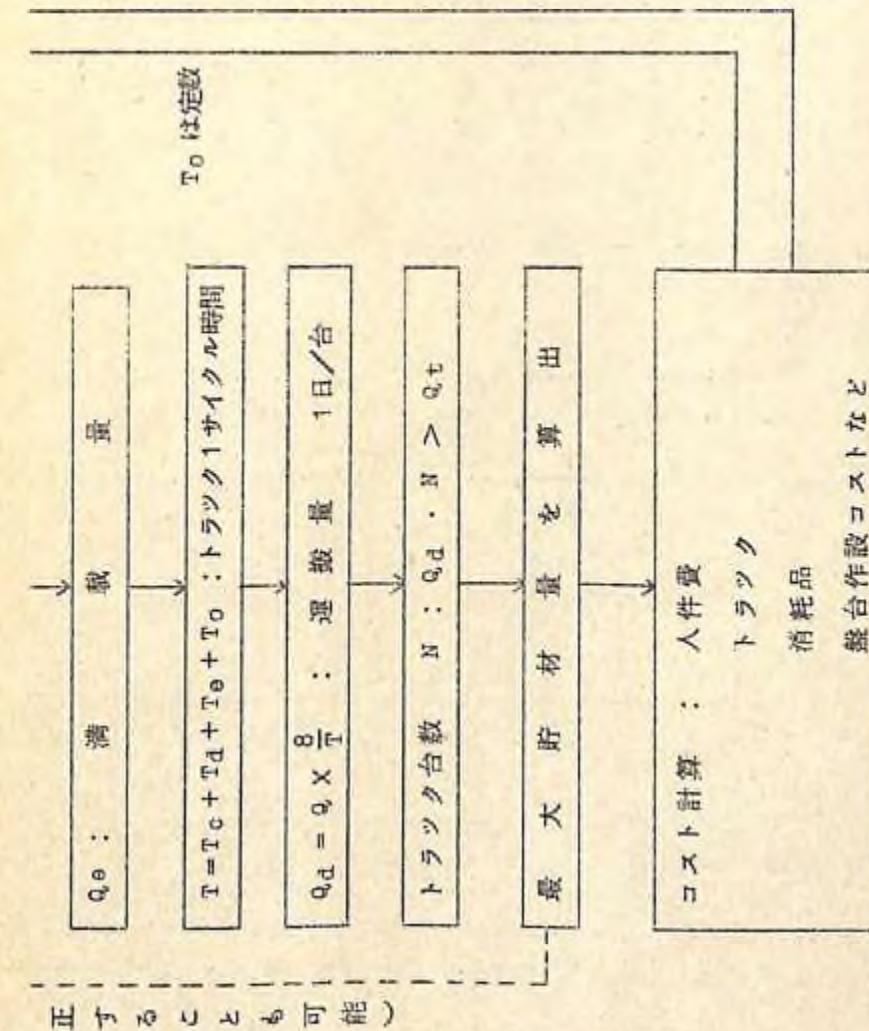
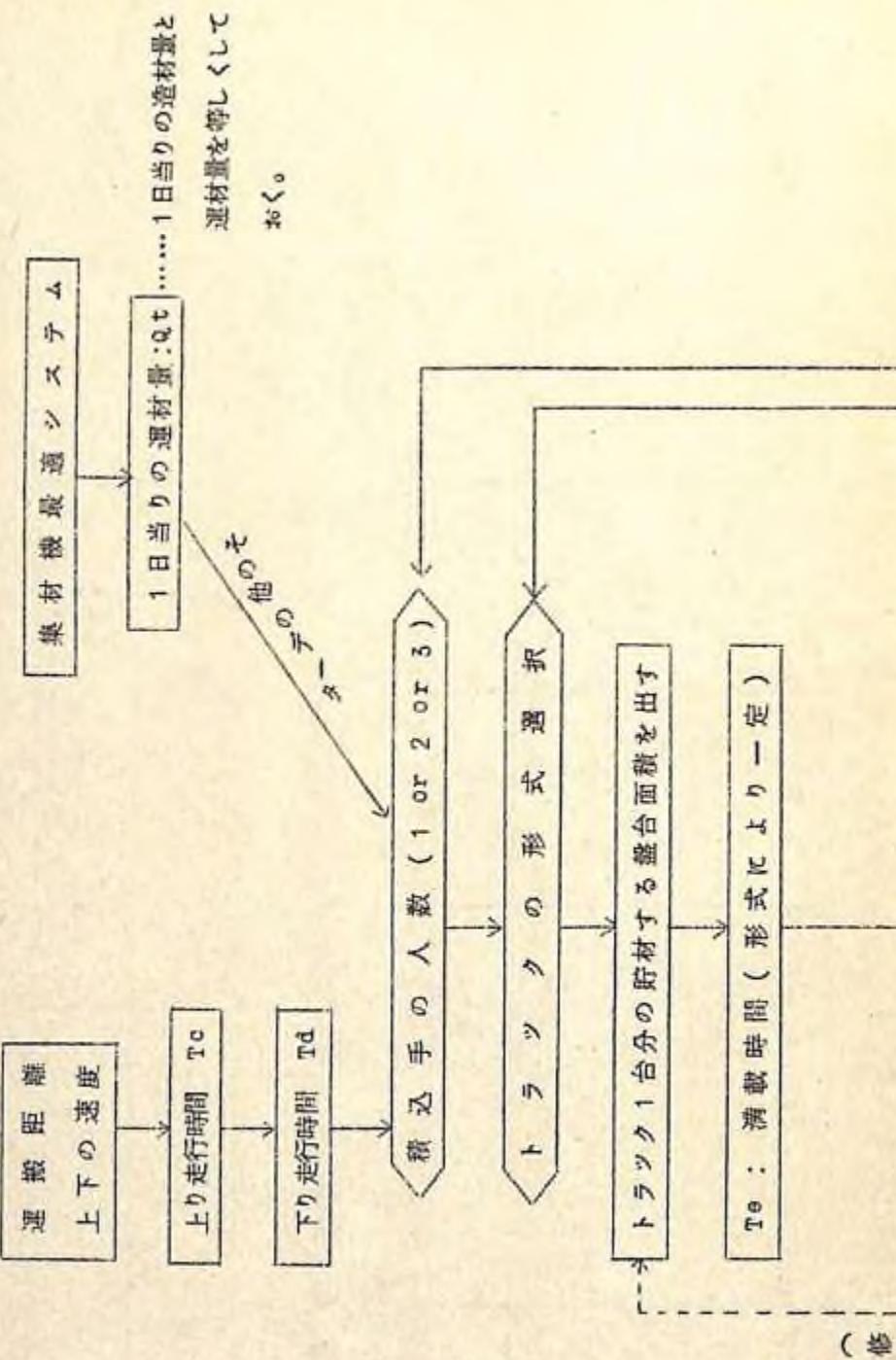
上り速度は下り速度の1.2倍とする。

$$(下り速度) = v_0 \times r_1 \times r_2$$

$$(上り速度) = v_0 \times r_1 \times r_2 \times r_1$$

トラック運材作業

最適化計算の基本フローチャート



トラック運材全システムの変数

積込手 2名

針葉樹 普通($r_2 = 2$)
路面状態 普通
道路巾員 = 4.5m
曲線修正係数 $r_1 = 0.55$

運搬サイクル時間	4t 車			6t 車			8t 車		
	156分			191分			228分		
	台数	総サイクル日	コスト円	台数	総サイクル日	コスト円	台数	総サイクル日	コスト円
斜面番号	1	5	13	318200	5	9	282,120	4	8
	2	5	14	267,680	5	9	255,696	4	8
	3	4	11	567,840	4	7	478,296	3	6
	4	3	9	556,500	3	6	482,750	3	5
	5	5	8	783,560	3	6	733,704	3	5
	6	3	9	1780,80	3	6	154,464	3	6
	7	3	8	412,450	3	6	386,160	3	5
	8	4	11	351,520	4	7	296,088	3	6
	9	5	13	159,100	5	9	141,060	4	8
	10	5	14	167,500	5	10	150,900	4	8
全コスト				3,762,180		3,531,188		3,253,056	

積込手 2名
針葉樹 普通($r_2 = 2$)
路面状態 普通
道路巾員 = 3.6m
曲線修正係数 $r_1 = 0.85$

運搬サイクル時間	4t 車			6t 車			8t 車		
	180分			250分			350分		
	台数	総サイクル日	コスト円	台数	総サイクル日	コスト円	台数	総サイクル日	コスト円
斜面番号	1	7	13	348200	9	9	342,120	8	8
	2	7	14	298,280	9	9	272,696	8	8
	3	6	11	630,840	7	7	572,796	6	6
	4	5	9	631,500	6	6	595,200	5	5
	5	4	8	840,560	6	6	904,704	5	5
	6	5	9	202,080	6	6	190,464	6	6
	7	4	8	442,400	6	6	476,160	5	5
	8	6	11	390,520	7	7	354,588	6	6
	9	7	13	174,100	9	9	171,060	8	8
	10	7	14	182,300	10	10	188,400	8	8
全コスト				4,134,180		4,062,188		3,859,056	

今後の問題点

伐木集材作業のシステムについて、その最適化の手順は求められたが、短時間のなかで非常に複雑な資料の収集及びその解析を行なって来た結果、多くの問題点が今後に残された。

1. 最適化計算の中で大きな位置を占める作業時間の誤差がどう影響するか、全国的に適用させるためにはどうすべきか。

- a 地域による作業方法のちがい
- b 作業員による技能差
- c 地形条件の入れ方
- d 樹種によるちがい
- e 天、人林によるちがい
- f 人間-機械系による理論値との差
- g 今回調査した場所が技術的にどのような位置にあるか
- h 作業の標準化

2. 最適化計算の過程において及び目的関数の設定において発生したもの

- a 最適解をもとめるもっとも効率的な方法を開発しなければならない
- b 現場の制限因子をどう入れるか
- c 荷かけ本数確率を求めるときの制限荷重と実作業間の差のチェック
- d 集材機、トラクタ、トラックと別々のプログラムが統一できるか

3. 現場に適応するときの問題点として

- a どの因子が、どのような修正をもたらすか明らかにしなければならない
- b 現場でどれほどの精度の値が得られるか
- c 最適解として得られた結果と現場の能力間の差
- d 電子計算機などのどのようなものが使えるか
- e コスト計算における経済変動に対する適応性
- f 新技術の受け入れ方

以上の他にも細かい点は多々あると思われるが、早急に解決しなければならない点が上記の問題点といえよう。これらについては今後、引続いて解決すべく努力したい。

大型機械による造林作業の機械化

I. 試験担当者 氏名

機械化部機械科長	山脇 三平
機械第2研究室	三村 和男
	平松 修
	猪内 正雄

II. 試験目的

林業労働人口の減少に対処して林業の生産性の画期的な向上をはかるとする目的から、本州地方カラマツ人工林を主とする森林地帯において、トラクタ集材を実行した伐採跡地の再造林にトラクタおよび同付属育林作業機を使用するあたらしい機械化技術が台頭しつつある。これらの育林機械の動力性能および作業性能の面から解析・考察をくわえて、将来の改良・開発の基礎資料を得るものである。この新機械化技術は、わが国の林業のみならず緩傾斜を森林地帯の多い海外の林業先進国とみなされる国々の林業においても、大いにその将来性を期待されているものである。

III. 試験の経過と得られた成果

この研究は、この新機械化技術に関して、造林学、ほか林学生物系諸学および同技術の考え方をふまえつつ、林業機械の基本性能の面から科学的考察をくわえ、その可能性に厳密な検討をくわえるためにとくに実施したものである。このためとくにあたらしく考案試作したトラクタ育林作業機数種をふくめたトラクタ育林機械各機種の実機について、とくに筆者の1人が考案した計測装置、耐振計測車および実験用として特殊改造をくわえたクローラトラクタおよびホイールトラク等をもちいて、実際森林地帯における各種条件のもとにトラクタ育林作業機の動力性能および作業性能に関する実験計測をおこなうとともに、トラクタ育林機械の動力性能に関する理論式を実験計測結果と照合することによって検討し、林地動力性能についてほぼその全貌をあきらかにすることことができた。

さらに、これらのトラクタ育林機械各機を実際に造林事業において使用中の性能について時間分析手法その他による計測をおこなうことにより、各機の作業性能を究明し、それらの結果にもとづき実験式の作製をおこない、必要に応じて同一林地における1人用可搬式機械（チェーンソー、刈払機、植穴掘機）による作業性能との比較検討もおこない、これによりトラクタおよび同付属育林作業機各機の組み合わせによる総合作業性能の推定を可能ならしめた。

なお、これらの研究結果の実際林業技術への応用例として、与えられた面積の造林予定地に対して、予定した期限内でトラクタ育林作業を実行する場合、必要とされるトラクタおよび同付属作業機各機の台数、推定経費、その他 実行予定計画の検討に役立つ式、図表、参考例などを提示した。これらによりトラクタ育林機械の林業機械としての基本性能の理論的系統的はなくを明確ならしめるとともに、これらの実験的基礎研究の結果の現在および将来の実際林業技術への応用も可能ならしめているものである。

1. クローラトラクタの林地走行性能

トラクタエンジン・クラッチをとおしたドライブ軸およびそのドライブ軸から PTO ギヤ装置をとおした PTO 軸のそれぞれにトルクピックアップ（ドライブ軸に 30 mKg あるいは 50 mKg 容量、PTO 軸に 100 mKg 容量）および発電式回転ピックアップを取りつけ、エンジン・フェュエルフィードポンプとフェュエルフィルタのあいだにパイプをとおして電磁積算式燃料消費計を設置した。これら試験トラクタに取付けられたピックアップ類から、ある距離をおいて駐車している耐振計測車へ送信され、動歪計、回転指示および出力計、燃費指示計等からインク書きオシログラフおよび電磁オシログラフに計測記録したものである。

1-1 林地傾斜面における粘着係数 (μ_a)

見掛けの粘着係数 μ_a および真の粘着係数 μ_a' に区別して考えられ、見掛けおよび真の粘着係数の最大および平均各値のうち真の粘着係数の平均値が、粘着係数としては林地の勾配の影響もみられず、もっとも妥当な値をあたえるものということができる（図-1）。

$$\mu_{a\max} = (0.968 - 1.617 \times 10^{-2} \alpha + 7.522 \times 10^{-4} \alpha^2) \cos \alpha + \sin \alpha$$

$$\mu_{a\text{mean}} = 0.678 \cos \alpha - \sin \alpha$$

ここに、 μ_a : F_t / W_t

F_t : トラクタの任意の斜面におけるけん引力 (Kg) = $(\mu_a \cos \alpha - \sin \alpha) W_t$

W_t : トラクタの装備重量 (Kg)

α : 傾斜せる林地の勾配

$\mu_{a\max}$: 全上見掛けの粘着係数の最大値

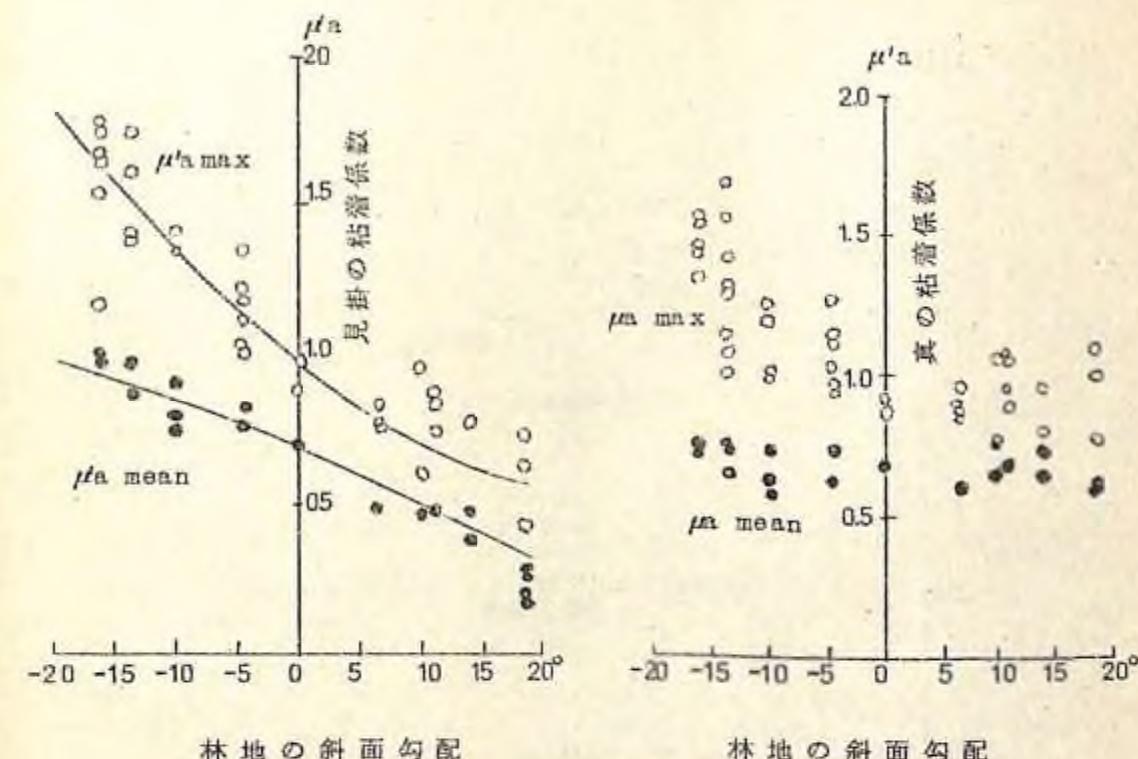
$\mu_{a\text{mean}}$: 全上見掛けの粘着係数の平均値

μ_a : 全上見掛けの粘着係数

よって真の粘着係数 (μ_a') はつきの式でもとめることができる。

$$\mu_a' = \frac{F_t}{W_t \cos \alpha} + \tan \alpha$$

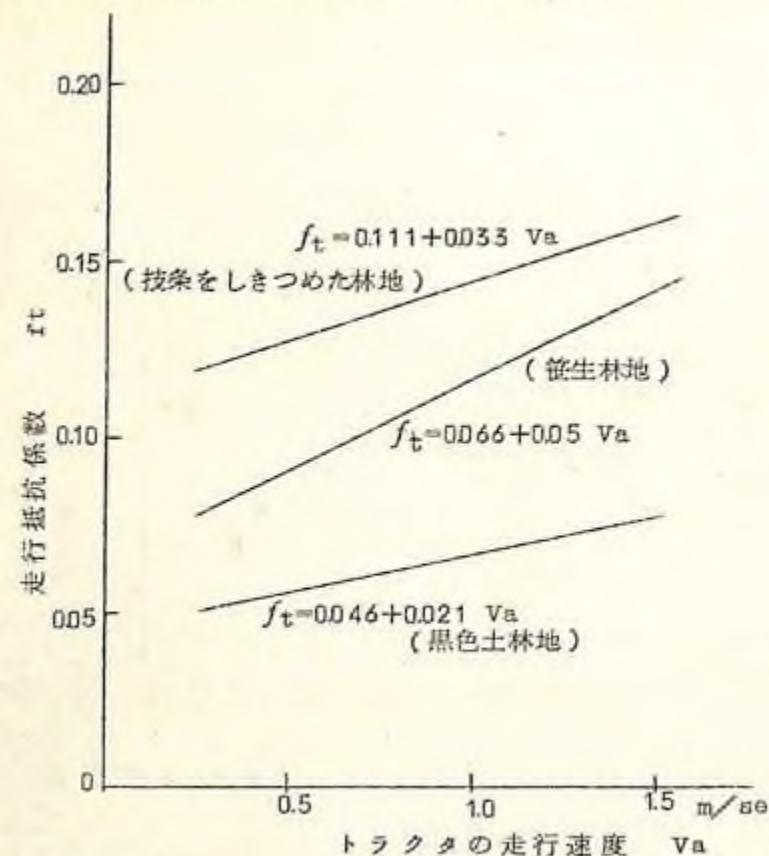
図-1 林地におけるクローラトラクタの見掛け μ_a および真の粘着係数 μ_a'



1-2 林地における走行抵抗係数 (f_t)

雑生地および枝条をしきつめた林地上におけるクローラトラクタの走行抵抗係数は、黒色土林地上のそれの約 1.7 倍および 2.2 倍の値をしめした。その実験式はつきのとおりである。

図-2 林地におけるクローラトラクタの走行抵抗係数



黑色土林地 $f_t = 0.046 + 0.021 V_a$
笹生林地 $f_t = 0.066 + 0.05 V_a$
枝条をしきつめた林地 $f_t = 0.111 + 0.033 V_a$

ここで、 V_a ：トラクタの走行速度 (m/sec)

1-3 林地傾斜面におけるスリップ率 (S%)

笹生林地上におけるクローラトラクタのスリップ率 S% は、林地斜面の勾配 α に関して三次曲線的な関係にあり、つぎの実験式であらわされる傾向をしめす。

$$S = -1.7 + 0.018 \alpha + 0.007 \alpha^2 + 0.00015 \alpha^3$$

1-4 林地傾斜面における直線走行出力 (P_t PS)

林地傾斜面におけるクローラトラクタの直線走行所要動力 P_t (PS) は 次式によりもとめられる。

図-3 林地におけるクローラトラクタのスリップ率

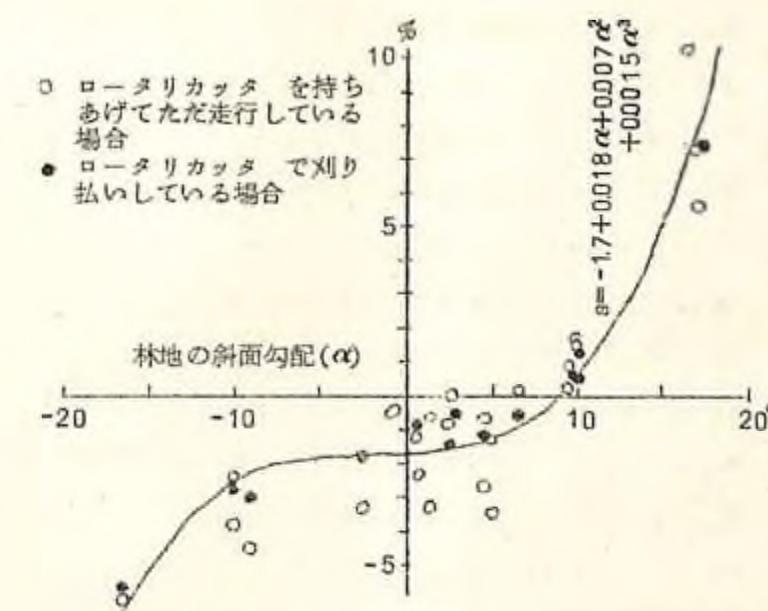
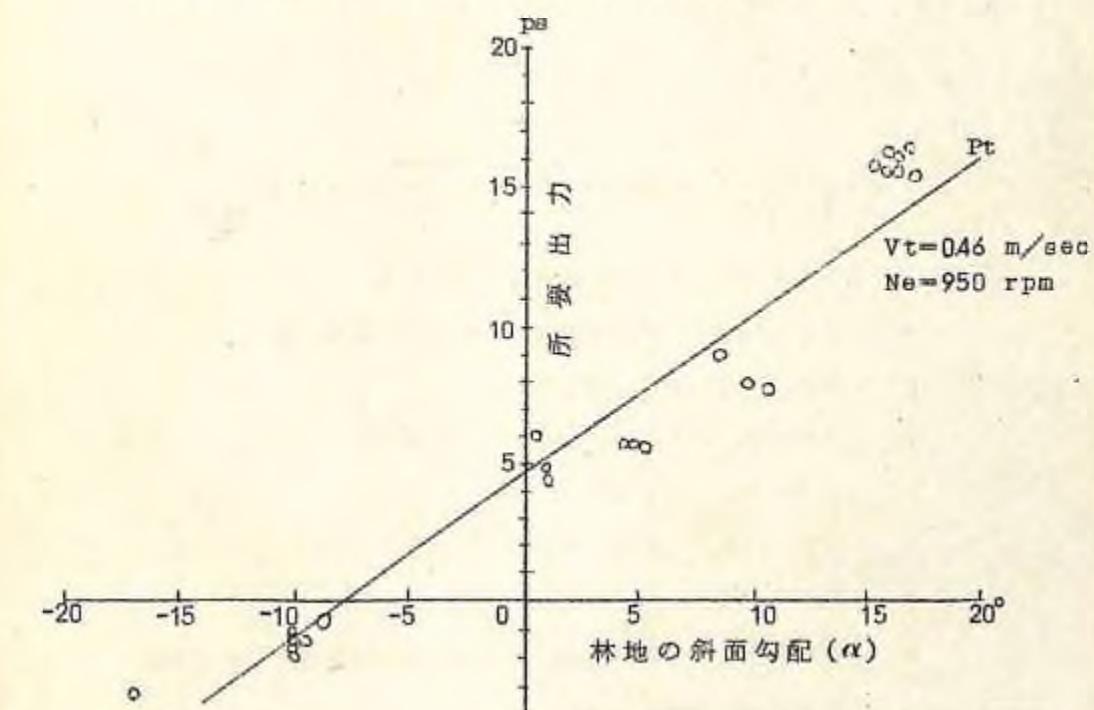


図-4 林地におけるクローラトラクタの走行所要出力



$$P_t = \frac{W_t(f_t \cos \alpha + \sin \alpha) V_a}{75 \cdot \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4 (1-s)} = \frac{W_t(f_t \cos \alpha + \sin \alpha) \ell_p \cdot n \cdot N_e}{75 \cdot 60 \cdot i_1 i_2 i_3 \cdot \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4}$$

ここで、 V_a : トラクタの実際走行速度 (km/h)

ℓ_p : トランクシューのピッチ長 (m)

n : スプロケット 1 回転でおくられるトラクタシューの数

α : トラクタ進行方向の前後の角度

N_e : トラクタエンジンの回転数 ($r \text{pm}$)

i_1 : トランスミッションの減速比 (第 1 速 1.755)

i_2 : ディファレンシャルの減速比 (6.667)

i_3 : ファイナルドライブの減速比 (5.15)

η_1 : トランスミッションの機械効率 (0.95)

η_2 : ディファレンシャルの機械効率 (0.95)

η_3 : ファイナルドライブの機械効率 (0.95)

η_4 : スプロケットとトラクタシューの機械効率 (0.835)

1-5 林地傾斜面における旋回走行出力 (P_{tc})

林地傾斜面における任意の方向で旋回しているクローラトラクタの旋回走行所要動力

(P_{tc} , P_S) は、次式によりもとめられる。

$$P_{tc} = \frac{W_t \cdot V_0}{270\eta} \left[f_t + \frac{\mu \ell}{2(2r-b)} + \frac{2V_0 \{ 2hg\mu(2r-b) - \ell V_0^2 \}}{g^2 \mu (2r-b)^2} \right. \\ \left. + \frac{1}{(2r-b)} \{ 2f_t h \tan \alpha + \frac{\ell}{2} (\mu - \frac{\sin^2 \alpha}{\mu}) \} + \sin \beta \right]$$

ここで、 V_0 : トラクタ車体中心の走行速度 (km/h)

μ : トランク(履帶)の林地における横方向の摩擦係数

ℓ : 履帶の林地における接地長 (m)

r : クローラトラクタの外側履帶の旋回半径 (m)

b : トラクタゲージ (m)

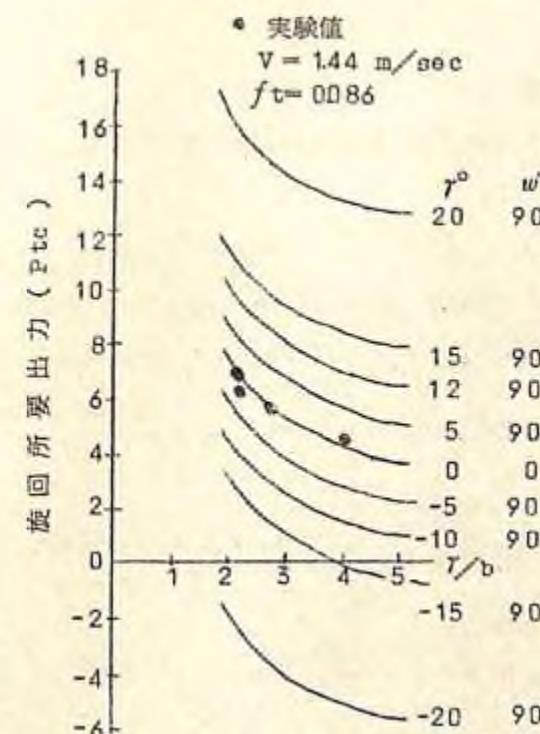
h : トラクタ重心の高さ (m)

g : 重力の加速度 (kg/sec^2)

w : 林地斜面上の等高線方向とトラクタの進行方向とのなす角度 ($^\circ$)

γ : 林地斜面の勾配 ($^\circ$)

図-5 林地におけるクローラトラクタの旋回所要出力



α : トラクタの林地斜面上任意の位置における左右傾き角度 ($^\circ$)
 $= \sin^{-1} (\sin(w) \sin \gamma)$

β : トラクタ進行方向前後の角度 ($^\circ$)
 $= \sin^{-1} (\sin w \sin \gamma)$

1-6 林地における伐根のりこえ出力 (P_{oc})

林地において、クローラトラクタがその片側トランクで伐根を乗り越えるときの所要動力は、トランクが伐根にひっかかってはいあがろうとするときからその先端を乗り上げるまでの所要出力 (P_{oc1}) そこからけい登りながら伐根の平面まで乗りつめてトランクがその平面に平行になる直前、つまり登りつめる直前までの所要出力 (P_{oc2} 、所要動力の最大値とみとめられる) にわけて検討をくわえ、理論式と計測結果との照合をおこない、伐根乗り越え限界の検討を容易ならしめた。

まず P_{oc1} 所要出力は

$$P_{oc1} = \frac{\pi \cdot d \cdot N_e \cdot R_{oc1}}{75 \cdot 60 \cdot i \cdot \eta}$$

ここに, d : スプロケットの有効半径 (mm)

N_e : エンジン回転数 (r pm)

i : 全減速比

η : 全機械効率

RCO1 : トラックの先端部が伐根に乗り上げるまでの間を計算することのできる走行抵抗力 (K_f)。

すなわち,

$$\begin{aligned} RCO1 = & f_2 Q_2 \cos \alpha \cdot \cos \beta + f'_1 F_2 \cos(\beta + \beta_1) + F_2 \sin(\beta + \beta_1) \\ & + F_1 \cos(\delta_1 - \beta) + Q_2 \cos \alpha \cdot \sin \beta + W_t \cos(\alpha + \alpha_1) \cdot \sin(\beta + \beta_2) \\ = & \frac{W_t}{2} \cos \alpha \cdot \cos(\beta + \beta_2) \left\{ f_2 \cos \beta \left\{ 1 + \frac{2 h \tan(\alpha + \alpha_1) \cos \alpha_1}{B - \frac{b}{2}} \right\} \right. \\ & + f'_1 \cos(\beta + \beta_1) \left\{ 1 - \frac{2 h \tan(\alpha + \alpha_1) \cos \alpha_1}{B - \frac{b}{2}} \right\} \left\{ 1 - \frac{\ell/2}{L - \ell_x} \right\} \\ & + \sin(\beta + \beta_1) \left\{ 1 - \frac{2 h \tan(\alpha + \alpha_1) \cos \alpha_1}{B - \frac{b}{2}} \right\} \left\{ 1 - \frac{\ell/2}{L - \ell_x} \right\} \\ & + \cos(\delta_1 - \beta) \left\{ 1 - \frac{2 h \tan(\alpha + \alpha_1) \cos \alpha_1}{B - \frac{b}{2}} \right\} \left\{ 1 - \frac{\ell/2}{L - \ell_x} \right\} \\ & \left. + \sin \beta \left\{ 1 + \frac{2 h \tan(\alpha + \alpha_1) \cos \alpha_1}{B - \frac{b}{2}} \right\} \right\} + W_t \cos(\alpha + \alpha_1) \sin(\beta + \beta_2) \end{aligned}$$

ここに, f_2 : 林地における走行抵抗係数

f'_1 : 伐根における走行抵抗係数

α : 接地側トラックと伐根乗り上げようとするトラック側の各々の下面(接地面)をむすんだ線とトラクタ重心点 (OG) から鉛直に向うした線と交わる点における左右トラックのなす傾き角 = $90^\circ - \cos^{-1} (\cos w \sin r)$

β : 全上における接地側トラックの前後方向のなす傾き角
= $90^\circ - \cos^{-1} (\cos^{-1} (\sin w \sin r))$

α : 伐根乗り上げ側トラックがその先端を乗り上げたときにおいて、右左両トラックの下面(重心高さ h の面)をむすんだ線と重心点 OG より鉛直に h

をおろした線と交わる点における左右両トラックの傾き角より α を差し引いたところの左右両トラックのなす傾き角

β_1 : 全上における伐根乗り上げ側トラックの前後方向のなす傾き角から β を差し引いたところの左右両トラックのなす傾き角。

r : 林地斜面の勾配

w : 林地斜面上の等高線方向とトラクタの進行方向とのなす角度

δ_1 : $\delta_2 + \delta_3$

δ_2 : $= \tan^{-1} \frac{r - H'}{L - \ell_x}$

δ_3 : $= \cos^{-1} \frac{r^2 + \ell_x^2 - \ell^2}{2r \ell_x}$

W_t : トラクタの装備重量 (K_f)

Q_2 : 接地側トラックの垂直荷重

Q_1 : 伐根乗り上げ側トラックの垂直荷重

すなわち,

$$Q_1 = \frac{W_t}{2} \left\{ 1 - \frac{2 h \tan(\alpha + \alpha_1) \cos \alpha_1}{B - b/2} \right\} \cos(\beta + \beta_2)$$

$$Q_2 = \frac{W_t}{2} \left\{ 1 + \frac{2 h \tan(\alpha + \alpha_1) \cos \alpha_1}{B - b/2} \right\} \cos(\beta + \beta_2)$$

ここに, B : トラックゲージ

b : トラックシューの幅

F_1 : 接地側トラックの走行抵抗力 (K_f)

F_2 : 伐根乗り上げ側トラックの走行抵抗力 (K_f)

すなわち,

$$F_1 = Q_1 \cos \alpha \left\{ \frac{\ell/2}{L - \ell_x} \right\}$$

$$= \frac{W_t}{2} \cos \alpha \cdot \cos(\beta + \beta_2) \left\{ 1 - \frac{2 h \tan(\alpha + \alpha_1) \cos \alpha_1}{B - b/2} \right\} \left\{ \frac{\ell/2}{L - \ell_x} \right\}$$

$$F_2 = Q_2 \cos \alpha \left\{ 1 - \frac{\ell/2}{L - \ell_x} \right\}$$

$$= \frac{W_t}{2} \cos \alpha \cdot \cos(\beta + \beta_2) \left\{ 1 + \frac{2 h \tan(\alpha + \alpha_1) \cos \alpha_1}{B - b/2} \right\} \left\{ \frac{\ell/2}{L - \ell_x} \right\}$$

ここで、 L : トランクの接地長+接地の端から伐根の接触点までのトランク長さ(m)

ℓ_x : 全上の長さから伐根乗り上げのため前後した距離(m)

以上により乗り上げの初期の所要出力を計算することができる。

つぎに、 P_{oc2} 所要出力は、

$$P_{oc2} = \frac{\pi \cdot d \cdot N_e \cdot R_{oc2}}{70 \cdot 60 \cdot i \cdot \eta}$$

ここで、 R_{oc2} : トランクの先端が伐根に乗り上げてから伐根上に登りつめるまでの間を計算することのできる走行抵抗力(N_p)

すなわち、

$$\begin{aligned} R_{oc2} &= f_2 Q_2 \cos\alpha \cos\beta + Q_2 \cos\alpha \cdot \sin\beta + f_1 F_1 \cos(\beta + \beta_1) + f_1' F_2 \cos(\beta + \beta_1) \\ &\quad + Q_1 \cos\alpha \sin(\beta + \beta_1) + W_t \cos(\alpha + \alpha_1) \sin(\beta + \beta_2) \\ &= \frac{W_t}{2} \cos\alpha \cdot \cos(\beta + \beta_2) \left[f_2 \cos\beta \left\{ 1 + \frac{2 \tan(\alpha + \alpha_1) \cos\alpha_1}{B - b/2} \right\} \right. \\ &\quad \left. + \sin\beta \left\{ 1 + \frac{2 \tan(\alpha + \alpha_1) \cos\alpha_1}{B - b/2} \right\} + f_1' \cos(\beta + \beta_1) \right. \\ &\quad \left. \left\{ 1 - \frac{2 \tan(\alpha + \alpha_1) \cos\alpha_1}{B - b/2} \right\} \right] \left[1 - \frac{\ell \sin\beta_1}{H'} + \sin(\beta + \beta_1) \right. \\ &\quad \left. \left\{ 1 - \frac{2 \tan(\alpha + \alpha_1) \cos\alpha_1}{B - b/2} \right\} \right] + W_t \cos(\alpha + \alpha_1) \sin(\beta + \beta_2) \end{aligned}$$

$$\text{ここで、 } Q_1 = \frac{W_t}{2} \cos(\beta + \beta_2) \left\{ 1 - \frac{2 \tan(\alpha + \alpha_1) \cos\alpha_1}{B - b/2} \right\}$$

$$Q_2 = \frac{W_t}{2} \cos(\beta + \beta_2) \left\{ 1 + \frac{2 \tan(\alpha + \alpha_1) \cos\alpha_1}{B - b/2} \right\}$$

$$F_1 = Q_1 \cos\alpha \cdot \frac{\ell}{2} \cdot \frac{\sin\beta_1}{H'}$$

$$= \frac{W_t}{2} \cos\alpha \cdot \cos(\beta + \beta_2) \cdot \sin\beta_1 \cdot \frac{\ell}{2 H'} \left\{ 1 - \frac{2 \tan(\alpha + \alpha_1) \cos\alpha_1}{B - b/2} \right\}$$

$$F_2 = Q_2 \cos\alpha \left(1 - \frac{\ell \sin\beta_1}{2 H'} \right)$$

$$= \frac{W_t}{2} \cos\alpha \cdot \cos(\beta + \beta_2) \left\{ 1 - \frac{2 \tan(\alpha + \alpha_1) \cos\alpha_1}{B - b/2} \right\} \left\{ 1 - \frac{\ell \sin\beta_1}{2 H'} \right\}$$

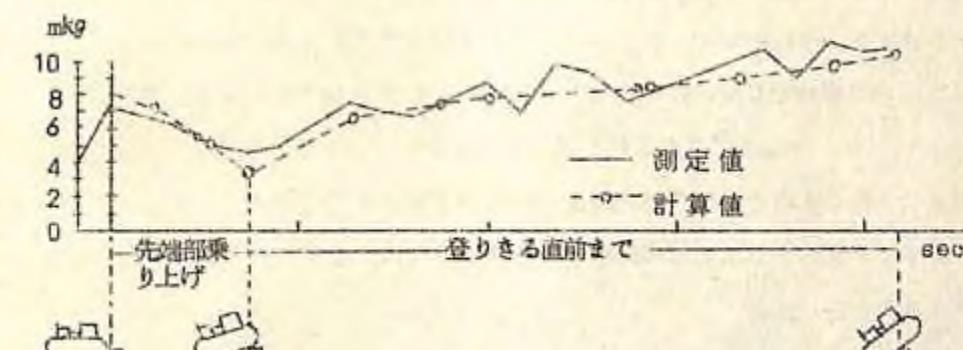
ここで、 H' : $H \sqrt{\cos^2 \beta - \sin^2 \alpha}$

H : 伐根乗り上げ高さ(m)

ℓ : トランクの接地長(m)

以上の式から計算すると図-6のとおり。

図-6 伐根乗り上げ所要トルク測定値と計算値の比較

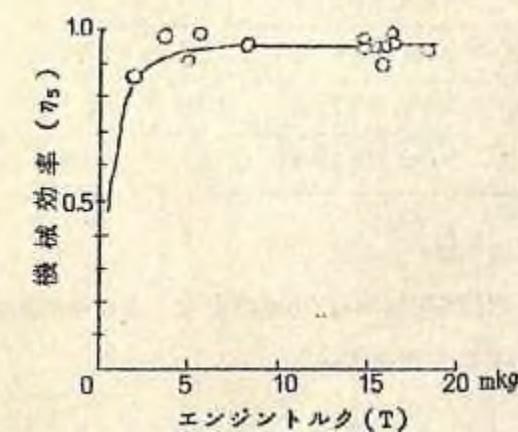


$\ell = 1.52 \text{ m}, B = 1.22 \text{ m}, f_t = 0.125, h = 0.711 \text{ m}, d = 0.56 \text{ m}, W_t = 3.810 \text{ kg}$

1-7 試験トラクタの PTO 軸伝動効率(η_5)

クローラートラクタの PTO 軸動力伝動機械効率 η_5 の計測に成功し、試験トラクタの各部の伝動機械効率の推定を可能ならしめたもので図-7に示したとおりである。

図-7 試験クローラートラクタの PTO 軸機械効率



2. ホイールトラクタの林地走行性能

集材専用の4輪駆動形アーティキュレイテッドフレーム・ホイールトラクタを造林作業にも使えるように特別に改造をくわえて、すなわち、集材専用車のウインチ、ハイリード、ガード板などを、とりはずしもよび取り付けのできるように改修し、かわりにPTOギヤケースをとおしてPTO軸および三点支持装置を装備したもので、上述のとおりとりはずしして集材装置に取替えることもできるようにはん用性をもたせたものである。これにより実際の現場においてロータリカッタ(機械駆動式、クローラトラクタに取り付けて実験をおこなったおなじ機械)による刈り払い所要動力測定の結果、十分使えることをたしかめた。トラクタエンジン・トランスマッションをとおしたドライブ軸およびトランファーポックスからPTOギヤケースをとおしたPTO軸のそれぞれにFM遠隔式トルク送信器および発電式、光電式回転ピックアップを、エンジンクラクタ軸に発電式回転抽出部を取り付け、計測は、耐振計測車に備えつけのオシログラフに記録した。

2-1 林地における粘着係数

粘着けん引力は、全一箇所では経時変化し、スリップ開始車両の沈下にともないその係数値は漸減し、表-2のような値をしめした。

表-2 粘着係数

土 質			粘着係数		備 考
地表	含水率	深さ別 地耐力		最大	スリップ時 経時時間
		5cm	20cm		
黒色 土地	3.5	2.4	8.4	14.5	0.626 0.570 ~ 0.503 ~ 0.438 35.3 sec
	3.7	3.2	12.2	16.0	0.668 0.646 ~ 0.626 ~ 0.492 36.0
笠生 地	4.0	1.9	5.2	11.1	0.734 0.706 ~ 0.685 ~ 0.516 49.5
	4.1	3.2	7.5	12.5	0.821 0.702 ~ 0.697 ~ 0.609 61.7

2-2 林地における走行抵抗係数(f_t)

走行抵抗係数は速度に一次的に正比例し、黒色土材地および笠生林地における計測値は、図-8のとおり。この実験式はつきのとおり。

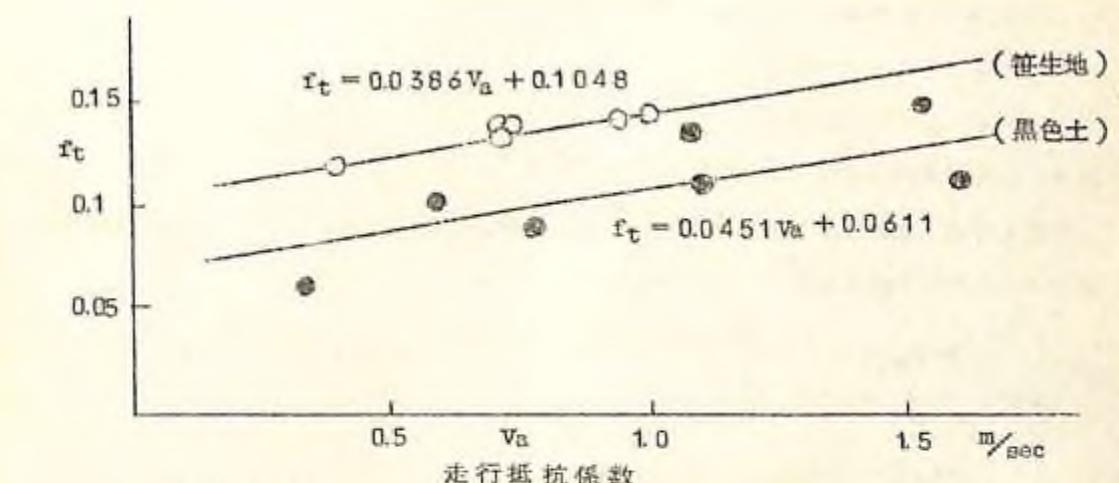
黒色土林地

$$f_t = 0.0451 V_a + 0.0611$$

笠生林地

$$f_t = 0.0386 V_a + 0.1048$$

図-8 ホイールトラクタの林地走行抵抗係数



2-3 林地における旋回走行出力(P_c)

平坦林地における定常旋回所要動力 P_c (P_s)は次式によりもとまる。

$$P_c = \frac{V_a (2F_1 + F_3)}{37.5\eta (r_1 + r_2 + r_3 + r_4)} \left(\frac{r_1}{\cos\phi_1} + \frac{r_2}{\cos\phi_2} \right)$$

$$F_1 = \frac{\sin\phi_3 (\sum_{i=1}^4 R_i \cos\phi_i + \sum_{i=1}^2 C_i \sin\phi_i - \sum_{i=3}^4 C_i \sin\phi_i)}{\sin\phi_3 (\cos\phi_1 + \cos\phi_2) + \cos\phi_3 (\sin\phi_1 + \sin\phi_2)}$$

$$+ \cos\phi_3 \left(\frac{Q}{g} \cdot \frac{Vg^2}{r} + \sum_{i=1}^2 R_i \sin\phi_i - \sum_{i=3}^4 R_i \sin\phi_i - \sum_{i=1}^4 C_i \cos\phi_i \right)$$

$$F_3 = \frac{(\sin\phi_1 + \sin\phi_2) (\sum_{i=1}^4 R_i \cos\phi_i + \sum_{i=1}^2 C_i \sin\phi_i - \sum_{i=3}^4 C_i \sin\phi_i)}{\sin\phi_3 (\cos\phi_1 + \cos\phi_2) - \sin\phi_3 (\sin\phi_1 + \sin\phi_2)}$$

$$- (\cos\phi_1 + \cos\phi_2) \left(\frac{Q}{g} \cdot \frac{Vg^2}{r} + \sum_{i=1}^2 R_i \sin\phi_i - \sum_{i=3}^4 R_i \sin\phi_i - \sum_{i=1}^4 C_i \cos\phi_i \right)$$

F_1, F_3 : 前輪、後輪旋回内側車輪駆動力 (kg)

r_1, r_2, r_3, r_4 : 各車輪の旋回半径 (m)

$$V_a : \text{平均旋回速度} = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{4} \omega$$

w : 旋回角速度 (rad/sec)

η : 機械全効率

β₁, β₂ : 車輪の横すべり角

R_t : 旋回時の各車輪の走行抵抗 (kg)

C_t : 各車輪のコーナリングフォース (kg)

Q_t : トラクタ重量

g : 重力の加速度

2-4 林地傾斜面における直線走行出力 (P_t)

黒色土林地、葦生地、枝条散在林地における傾斜面におけるホイールトラクタの直線所要動力 P_t (PS) は次式によりもとめられる。

$$P_t = \frac{2\pi N_e r t \left[\frac{w_t(\ell_r - h' \tan \beta)}{2} \left(1 - \frac{2h' \tan \alpha}{b} \right) + \left(1 + \frac{2h' \tan \alpha}{b} \right) \right] + \frac{w_t(\ell_f + h' \tan \beta)}{2\ell} \left[\left(1 - \frac{2h' \tan \alpha}{b} \right) + \left(1 + \frac{2h' \tan \alpha}{b} \right) \right] (f_t \cos \sigma + \sin \sigma)}{75 \cdot 60 \cdot i_t \cdot i_f \cdot i_d \cdot i_p \cdot \eta_t \cdot \eta_f \cdot \eta_d \cdot \eta_p}$$

w_t : トラクタ重量 (5.550 kg)

N_e : エンジン回転数 (rpm)

ℓ : 軸距 (2.72 m)

b : 輪距 (1.84 m)

ℓ_f : トラクタ重心点より前輪軸までの距離 (0.906 m)

ℓ_r : トラクタ重心点より後輪軸までの距離 (1.874 m)

h : トラクタ重心点の高さ (0.985 m)

r_t : トラクタ車輪の有効半径 (0.703 m)

h' : h - r_t (m)

σ : cos⁻¹(cos α cos β) (°)

β : トラクタ登はん角度 (°)

α : トラクタの左右傾斜角度 (°)

f_t : 林地走行抵抗係数

i_t : トランスマッショングレード比

i_f : トランスファー減速比

i_d : ディファレンシャル減速比

i_p : ブラネットリギヤ減速比

η_t : トランスマッショングレード比

η_f : トランスファー機械効率

η_d : ディファレンシャル機械効率

η_p : ブラネットリギヤ機械効率

3. クローラトラクタ育林機械の動力性能

トラクタ育林作業機は、トラクタに装備された三点支持装置あるいはその他によって懸架され、トラクタから動力の供給をうけながら、それぞれその作業機の目的に応じた作業を実行する場合、トラクタからの動力の供給様式を大別すると三とおりとなる。

(a) PTO軸から供給 (スタンプカッタ、アースオーガ、カルチオーガ等)

(b) トラクタ走行と同時に PTO軸から供給 (ロータリカッタ、薬剤および肥料散布機、ローダベータ等)

(c) トラクタ走行により供給 (レーキドーザ、プランタ等)

3-1 トラクタ・スタンプカッタの動力性能 (P_{sec}, P_{sec'})

スタンプカッタ (機械駆動式) の伐根切削性能を検討をくわえ、その所要動力 P_{sec} (ps) は、次式でもとめられることをたしかめた。

$$P_{sec} = \frac{f \cdot b \cdot v_f \cdot r}{75 \cdot \eta_s \cdot \eta_{sc}} \left(\cos^{-1} \frac{(r-h)}{r} - \cos^{-1} \frac{(r-h_0)}{r} \right) \doteq \frac{\sqrt{2} f \cdot b \cdot v_f \cdot r^{\frac{1}{2}} h^{\frac{1}{2}}}{75 \cdot \eta_s \cdot \eta_{sc}}$$

ここで、f : カッタの単位切削抵抗力 (kg/mm) = 73.8 (bδ)^{-1.62}

b : カッタ1枚の平均切削幅 (mm)

δ : カッタ1枚の切削深さ (mm)

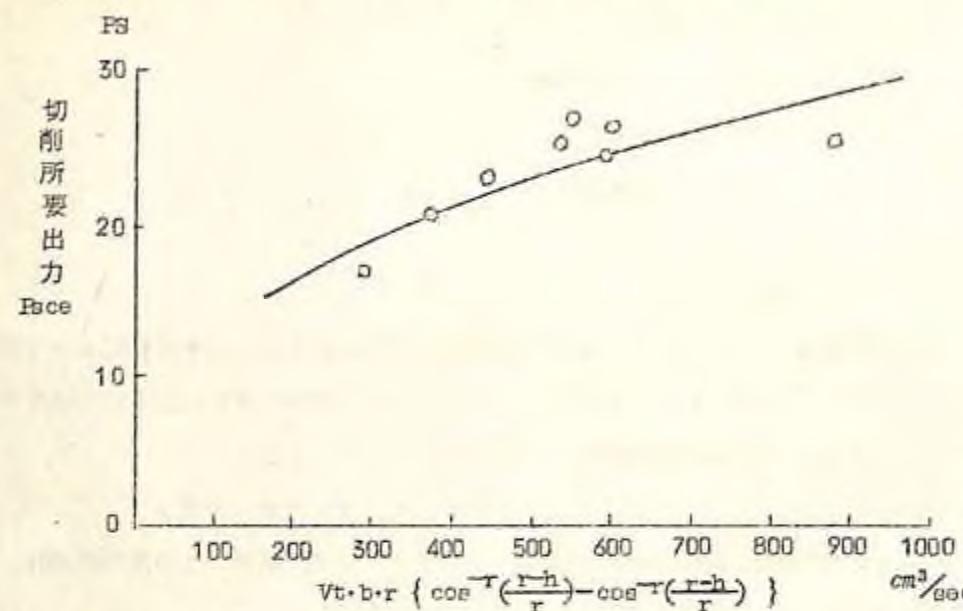
v_f : カッタホイールの送り速度 (mm/sec)

r : カッタ先端の回転切削円の半径 (mm)

h, h₀ : カッタホイールと切削される木材の相対的位置 (mm)

η_{sc} : 機械駆動式スタンプカッタの機械効率

図-9 スタンプカッタ(機械駆動式)の伐根切削所要出力



スタンプカッタ(油圧駆動式)は、とくに林業用としてトラクタ後部にマウントできる国产はじめての機種となる試作をおこない、改良のうえその伐根切削性能に検討をくわえ、その所要動力 P_{reqd} (PS) および燃料消費率 a_c (cm^3/ℓ) は、次式でもとめられることをたしかめた。

$$P_{reqd} = \frac{f \cdot b \cdot h \cdot V_f}{75 \cdot \eta_s \cdot \eta_{cd} \cdot \eta_p \cdot \eta_m \cdot \eta_h}$$

ここで、
b : カッタ1枚の切削幅 (mm)

h : カッタドラムの切削深さ (mm)

V_f : カッタドラムの送り速度 (mm/sec)

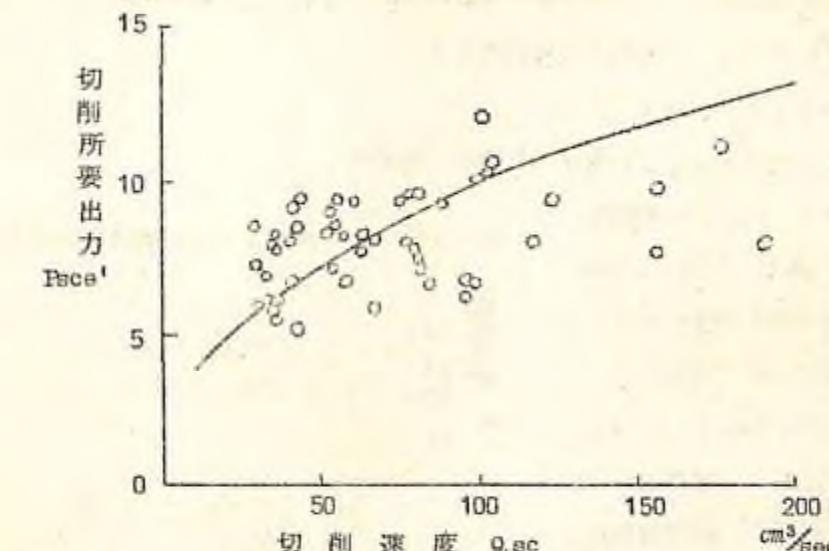
η_{cd} : スタンプカッタ(油圧駆動式)の機械効率

η_p : オイルポンプ全効率

η_m : オイルモータ全効率

η_h : 高圧ゴムホースの効率

図-10 スタンプカッタ(油圧駆動式)の伐根切削所要出力



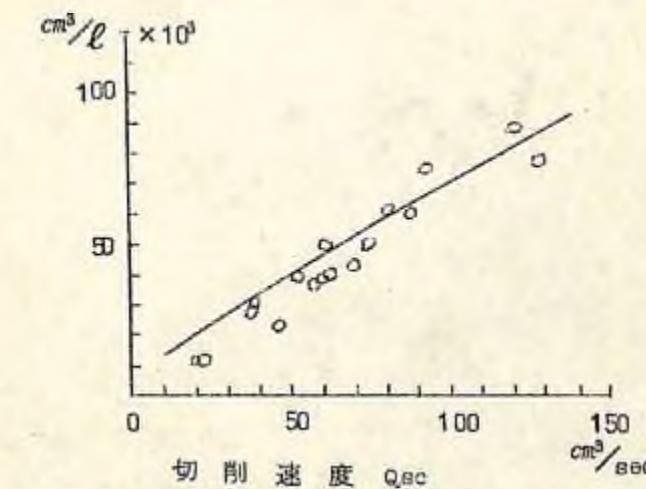
$$a_c = \frac{3.6 \times 10^5 \cdot Q_{sc} \cdot p}{f_b \left(\frac{f \cdot b \cdot h \cdot V_f}{75 \cdot \eta_s \cdot \eta_{cd} \cdot \eta_p \cdot \eta_m \cdot \eta_h} \right)}$$

ここで、
 Q_{sc} : 単位時間あたり伐根切削量 (cm^3/sec)

p : 燃料の比重 (g_r/cm^3)、軽油で 0.825

f_b : トラクタ育林機械の育林作業中の1時間1馬力あたり燃料消費率 ($g_r/PS \cdot hr$)

図-11 スタンプカッタ(油圧駆動式)の燃料消費率



3-2 トラクタロータリカッタの刈り払い動力性能($P_{re\alpha}$, $P_{re'\alpha}$)

ロータリカッタ(機械駆動式)の刈り払い跡地において枝条のしかれた林地上における被けん引抵抗係数 f_r はつきの実験式から推定できる。

$$f_r = 0.186 + 0.129 V_a$$

ここに, V_a : ロータリカッタの実際走行速度(m/sec)

ロータリカッタ刃の刈り払い切削抵抗力(F_t kg)は、灌木、密度大なる笹・密度中なる笹・雑草類等の順に小さくなり、つきの実験式で推定できる。

$$F_t = a_1 - b_1 \quad N_r = a_1 - b_1' \quad V_r$$

ここに, a_1, b_1, b_1' : 常数で刈り払い対象物によってことなる。

N_r : ロータリカッタ刃の回転数(rpm)

V_r : ロータリカッタ刃の周速(m/sec)

図-12 ロータリカッタの被けん引抵抗係数

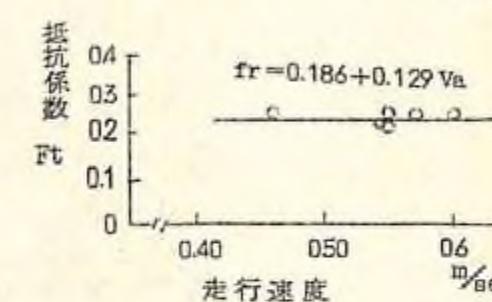
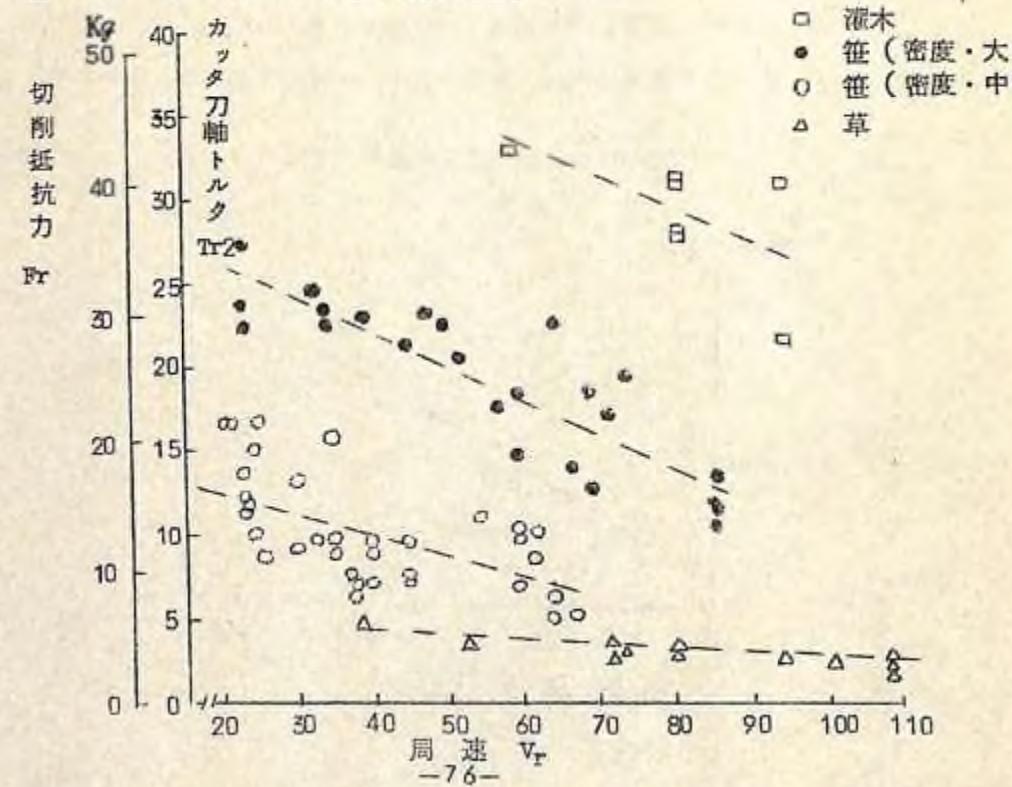


図-13 ロータリカッタ刃の切削抵抗力



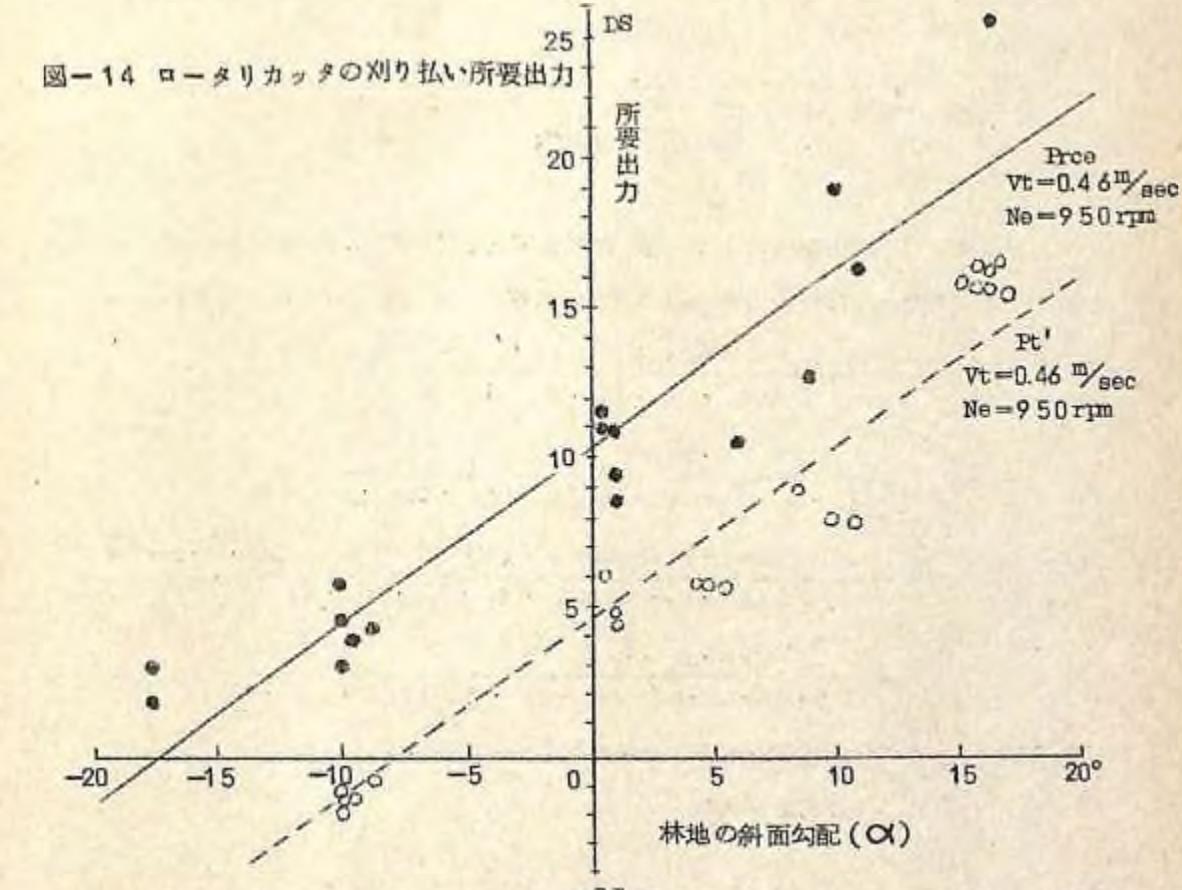
ロータリカッタ(機械駆動式)の林地傾斜面における刈り払い所要動力 $P_{re\alpha}$ (PS)および燃料消費率 a_r (kg/sec), A_r (ha/sec)はつきの理論式により推定できることをたしかめた。

$$\begin{aligned} P_{re\alpha} &= \frac{(W_t(f_t \cos\alpha + \sin\alpha) + W_r(f_r \cos\alpha + \sin\alpha)) \ell_p \cdot h \cdot N_e}{75 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 (1-s)} \\ &\quad + \frac{2\pi F_t \cdot r \cdot N_e}{75 \cdot 60 \cdot i_s \cdot i_r \cdot \eta_2 \cdot \eta_r} \\ &= \frac{(W_t(f_t \cos\alpha + \sin\alpha) + W_r(f_r \cos\alpha + \sin\alpha)) \ell_p \cdot n \cdot N_e}{75 \cdot 60 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4} \\ &\quad + \frac{2\pi F_t \cdot r \cdot N_e}{75 \cdot 60 \cdot i_s \cdot i_r \cdot \eta_5 \cdot \eta_r} \end{aligned}$$

ここで, W_t : ロータリカッタの装備重量(kg)

α : トラクタ進行方向の上り下りの角度 i_r : ロータリカッタの減速比

r : ロータリカッタ刃の切削有効半径(m) η_r : ロータリカッタの機械効率



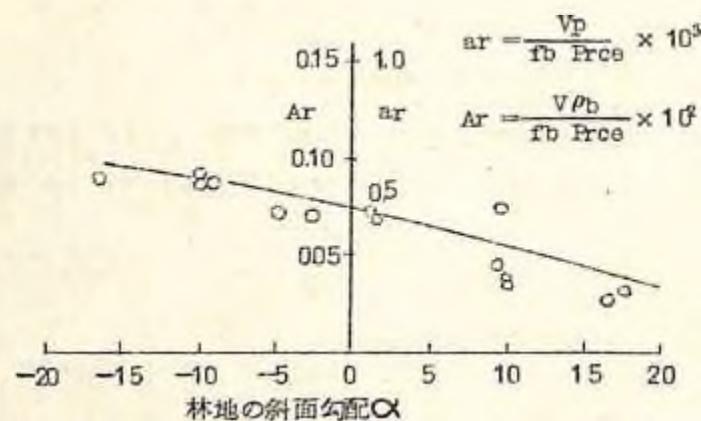
$$ar = 10^3 \frac{\rho}{f_p} \frac{75 \cdot \ell_p \cdot n(1-s) \cdot i_5 \cdot i_r \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot \eta_r}{\ell_p \cdot n \cdot i_5 \cdot i_r \cdot \eta_5 \cdot \eta_r \cdot \{W_t(f_t \cos \alpha + \sin \alpha) + W_r(f_r \cos \alpha + \sin \alpha)\}}$$

$$+ 2\pi F_r \cdot r \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4$$

$$Ar = 10^3 \frac{\rho}{f_b} \frac{75 \cdot \ell_p \cdot n(1-s) \cdot i_5 \cdot i_r \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot \eta_r}{\ell_p \cdot n \cdot i_5 \cdot i_r \cdot \eta_5 \cdot \eta_r \cdot \{W_t(f_t \cos \alpha + \sin \alpha) + W_r(f_r \cos \alpha + \sin \alpha)\}}$$

$$+ 2\pi F_r \cdot r \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4$$

図-15 ロータリカッタ(機械駆動式)の刈り払い燃料消費率



ロータリカッタ(油圧駆動式)は、とくに林業用として試作し、その刈り払い動力性能に検討をくわえた結果、所要動力 $R_{rce'}$ (PS) は次式でもとめられることをたしかめた。

$$R_{rce'} = \frac{(W_t(f_t \cos \alpha + \sin \alpha) + W_r(f_r \cos \alpha + \sin \alpha))v_a}{75 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 (1-s)}$$

$$+ \frac{2\pi \cdot F_r \cdot r \cdot q_p}{75 \cdot 60 \cdot i_5 \cdot i_r \cdot q_m \cdot \eta_5' \cdot \eta_r' \cdot \eta_{pm} \cdot \eta_{mm} \cdot \eta_h}$$

$$= \frac{(W_t(f_t \cos \alpha + \sin \alpha) + W_r(f_r \cos \alpha + \sin \alpha))\ell_p \cdot n \cdot N_e}{75 \cdot 60 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4}$$

$$+ \frac{2\pi \cdot F_r \cdot r \cdot q_p}{75 \cdot 60 \cdot i_5 \cdot i_r' \cdot q_m \cdot \eta_5' \cdot \eta_r' \cdot \eta_{pm} \cdot \eta_{mm} \cdot \eta_h}$$

ここで、 W_r' : 油圧駆動式ロータリカッタの装備重量 (kg)

f_r' : 全上走行抵抗係数

i_5' : オイルポンプ軸の減速比

η_5' : 全上機械効率

i_r' : 油圧駆動式ロータリカッタの減速比

η_r' : 全上機械効率

q_p : オイルポンプの理論吐出量 (cc/rev)

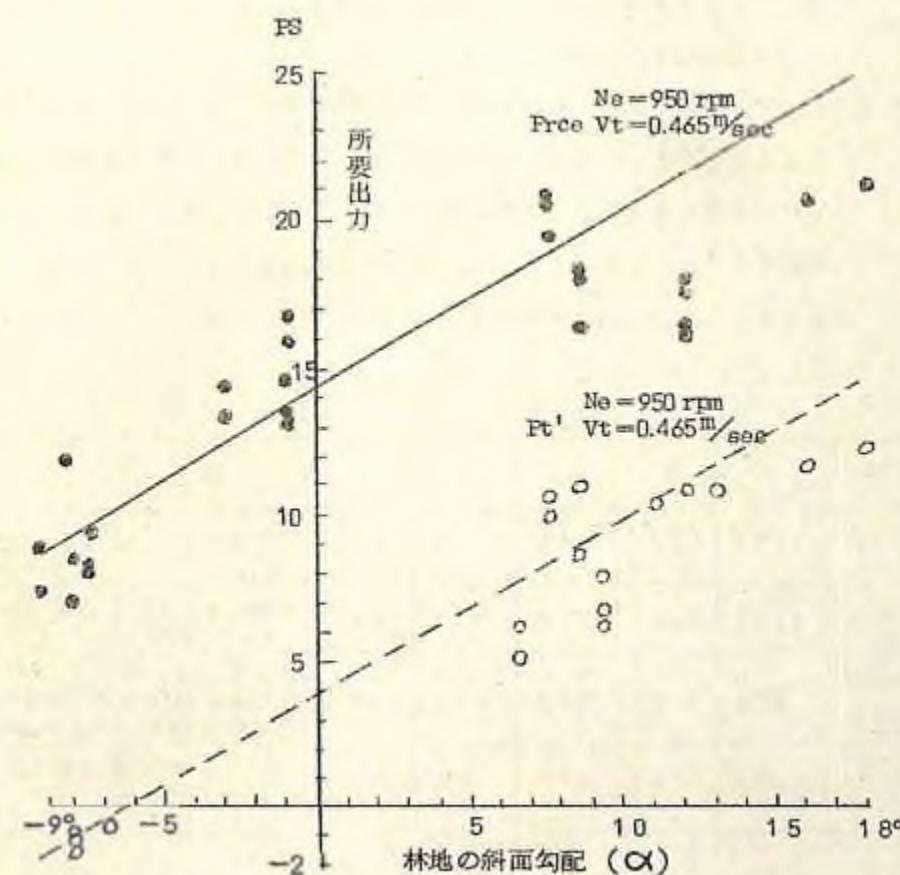
q_m : オイルモータの理論流入量 (cc/rev)

η_{pm} : オイルポンプの機械効率

η_{mm} : オイルモータの機械効率

α : トラクタ進行方向の上り下りの角度

図-16 トラクタ・ロータリカッタ(油圧駆動式)の刈り払い所要出力



3-3 クローラトラクタ・アースオーガの植え穴掘り動力性能(P_{ae} , F_{ae})

アースオーガ(機械駆動式)による各種の林地地中条件における植え穴掘り性能に検討をくわえた結果、その植え穴掘り所要動力 P_{ae} (PS) は次式によりもとめられる。そのとき植え穴掘り刃の掘さく抵抗力 F_{ae} (kg) は、刃の周速 V_c (m/sec) および貢入速度 V_p (m/sec) に比例した地中条件別にことなる常数値をとる実験式であらわされることをたしかめた。

$$P_{ae} = \frac{\pi \cdot N_e \cdot F_a \cdot r_a}{75 \cdot 60 \cdot i_a \cdot \eta_a \cdot \eta_a}$$

ここで、 r_a : 植え穴掘り刃の有効半径 (m)

i_a : 機械駆動式アースオーガの減速比

η_a : 全機械効率

N_e : トラクタ・エンジンの回転数 (rpm)

$$F_a = (a + b V_p) V_c^d = (a_1 + b_1 V_p) N_e^d$$

ここで、 a , b , a_1 , b_1 , d は常数で、林地黒色土地帯ではその地中条件の別に表-1 のような値をとる。なお、この実験式は、さきに実施した1人用植穴掘機の掘さく性能に関するくわしい実験結果^{*}から、 V_p , V_c あるいは N_e の関数とかんがえてさしつかえないこと。しかも黒色土地帯なら $d = 0.4$ とあらかじめ推定できることなどの実験的事実にもとづいているものである。

表-1

林地条件	a	b	a_1	b_1	d	備考
笹生地	179.7	3574	13.6	270	0.4	含水率いずれも29.2~32.7%
硬い黒色土	170.5	1289	12.7	91.1	0.4	ペネトロメータによる指示値 22~28 kg
石礫を含んだやわらかい黒色土	67.6	1087	5.08	82.1	0.4	直径6.0cm, 深さ3.0cmの植え穴中にふくんでいる石礫数 (石礫直径8~15cm)
やわらかい黒色土	55.4	735	4.17	55.3	0.4	ペネトロメータによる指示値 0.5~1.5 kg

* 山脇三平ほか3:造林機械に関する研究

(I) 植穴掘機, 林試研報, №139, 83~125, 1932

図-17 トラクタ・アースオーガ(機械駆動式)の植え穴掘り所要動力

PS

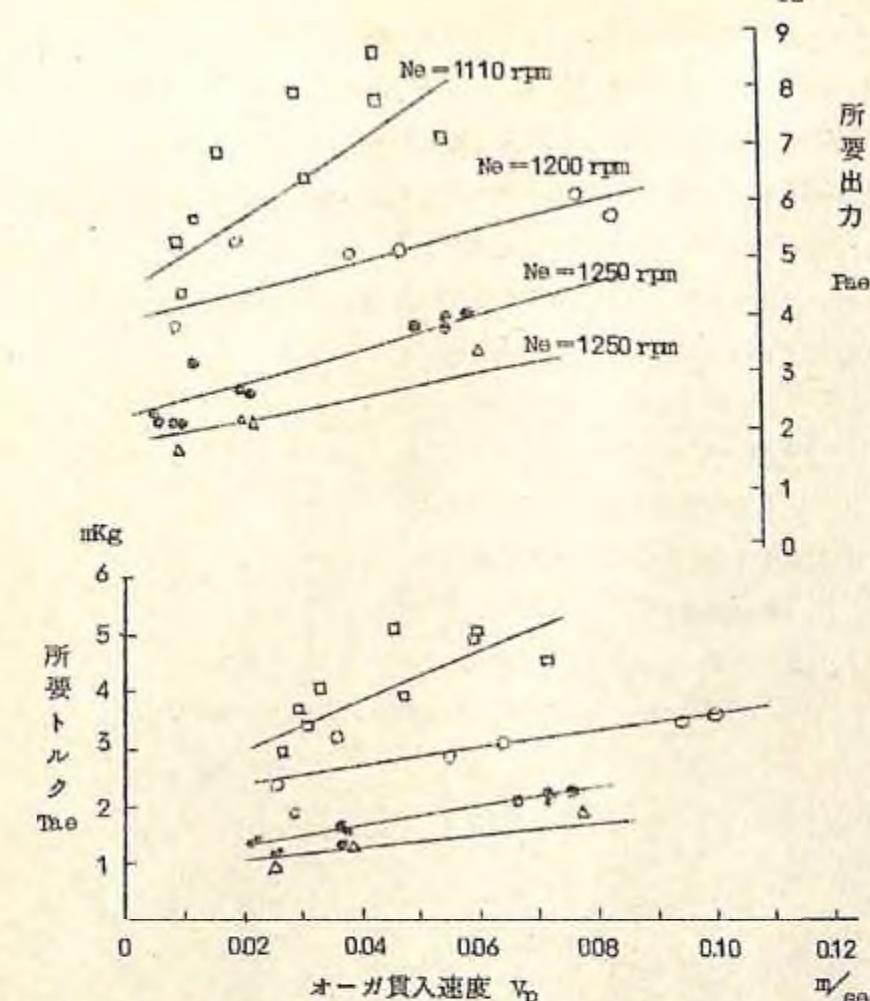
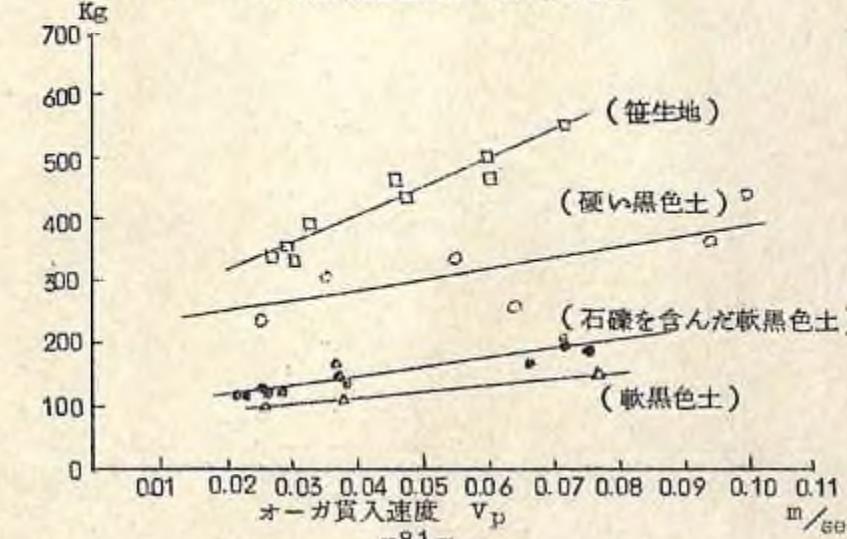


図-18 トラクタ・アースオーガ(機械駆動式)の貢入抵抗力



トラクタ・アースオーガ(油圧駆動式)は、とくに林業用として試作し、前述した機械駆動式ロータリカッタとの兼用機あるいは坪刈り植え穴掘りを可能ならしめるカルティオーガ(穴掘刃の上部に刈り払い刃もついていて、穴掘刃はおそらく、刈り払い刃ははやくちがった回転速度で回転切削をおこなうことができる)などの性能に検討をくわえたが、その植え穴掘り所要動力 P_{ad}' (PS)は、植え穴掘り刃の植え穴掘り軸をとおる垂直面への投影面積の大小によって、植え穴掘り刃のうける掘さく抵抗 F_a' がことなることおよび前述の機械駆動式アースオーガの植え穴掘り刃の掘さく抵抗 F_a に関する実験式も応用できることから、次式からもとめることをたしかめた。

$$P_{ad}' = \frac{\pi \cdot N_e \cdot F_a' \cdot r_d \cdot q_p}{75 \cdot 60 \cdot i_s \cdot i_a' \cdot \eta_s' \cdot \eta_a' \cdot q_m \cdot \eta_{pm} \cdot \eta_{mm}}$$

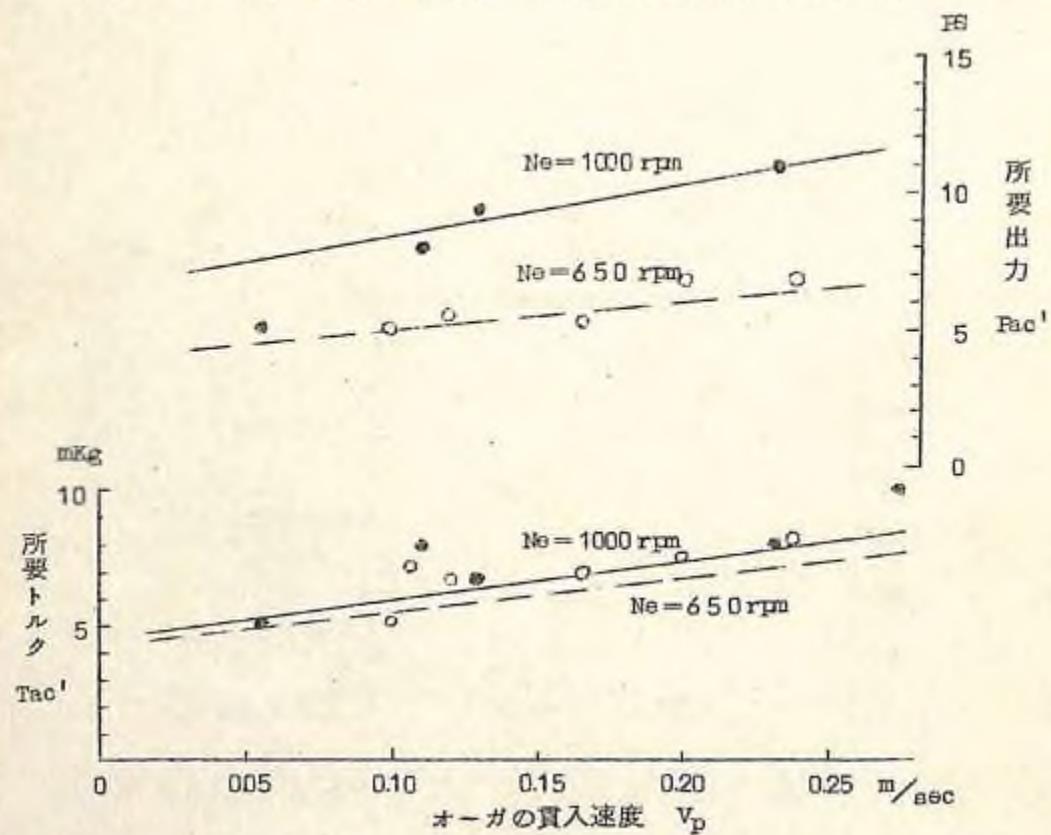
ここで、 r_d : 植え穴掘り刃の有効半径 (m)

i_a' : 油圧駆動式アースオーガの減速比

η_a' : 全機械効率

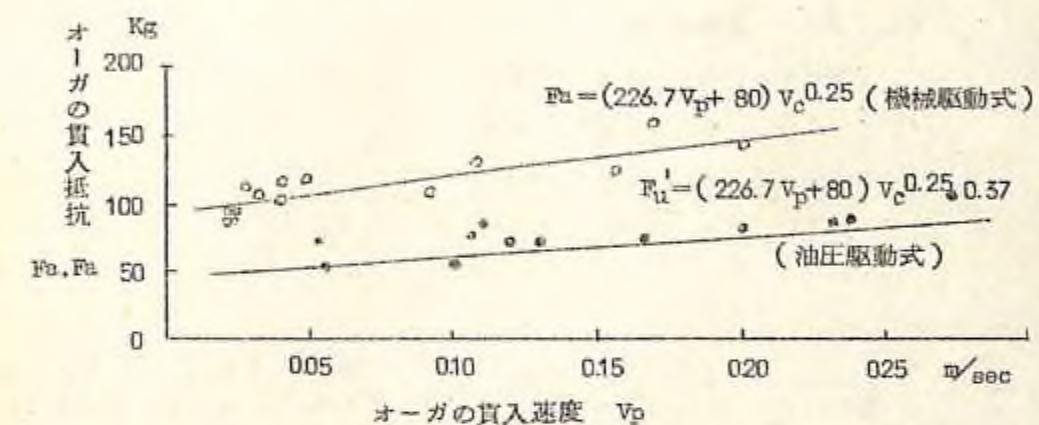
$$F_a' : 0.37 F_a = 0.37 \cdot (80 + 226.7 V_p) V_c^{0.25}$$

図-19 トラクタ・アースオーガ(油圧駆動式)の植え穴掘り所要動力



この実験式 $F_a = (80 + 226.7 V_p) V_c^{0.25}$ は、砂土まじりの火山灰土(含水率約12%)に関するもので、前述した1人用植穴掘機による系統的な実験結果からしめされる砂を掘さくする時の常数値 $a = 0.25$ を採用してさしつかえないとかんがえられるもので、これから a , b 各常数値もえられたもので、もちろんこのおなじ土質のところで、機械駆動式および油圧駆動式アースオーガ両機を作動させて、 $F_a' = 0.37 F_a$ (0.37 は油圧駆動式アースオーガの植え穴掘り刃の穴掘り軸をとおる垂直面に対する投影面積の機械駆動式アースオーガの植え穴掘り刃のおなじ投影面積に対する比, $78 \text{ cm}^2 : 210 \text{ cm}^2 = 0.37 : 1$ である)が、成立すると考えてさしつかえないことを実験的にたしかめたものである。

図-20 トラクタ・アースオーガ(機械駆動式と油圧駆動式)の貫入抵抗力



3-4 クローラトラクタ・ダスターの性能(P_{dre})

トラクタ・ダスターをとくに林業用として、病虫害防除用薬剤としての粉剤のみならず除草剤としての粒剤も散布できる構造をそなえさせ、さらにトラクタ後部の三点支持装置でマウントできる構造のものを考案試作し、十分林地での使用にたえることをたしかめた。このトラクタ・ダスターの実機に関する実験からたしかめられた薬剤散布所要動力 P_{dre} (PS)および同燃料消費率 a_d ($\ell_{powder}/\ell_{fuel}$)は、つきの理論式によりもとめることができる。

$$P_{dre} = \frac{(W_t + W_d)(f_t \cos \alpha + g \sin \alpha)}{75 \cdot 60 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4} \cdot \ell_p \cdot n \cdot N_e + \frac{Q \cdot \rho_0 \cdot \mu_i (2\pi \cdot r \cdot N_e)^2 \cdot 10^{-3}}{216 \cdot 75 \cdot g (i_5 \cdot i_6 \cdot i_7 \cdot i_8 \cdot i_9 \cdot i_{10}) \cdot \eta_n \cdot \eta_5 \cdot \eta_6 \cdot \eta_7 \cdot \eta_8 \cdot \eta_9 \cdot \eta_{10}}$$

ここで、 W_d : ダスターの装置重量 (kg)

Q_d : ダスターの風量 (m^3/min)

ρ_0 : 空気密度 (kg/m^3)、気圧760mm、気温20°C、湿度75%で $1.2 kg/m^3$

μ_i : インペラの摩擦係数 = $1 - \frac{2}{Z}$

Z : インペラの羽根の数 (16)

r : インペラの外径 (m) (0.36)

g : 重力加速度 (m/sec^2) (9.8)

$i_6 \cdot i_7 \cdot i_8 \cdot i_9 \cdot i_{10}$: ダスターの減速比 (1.78, 0.526, 0.241, 0.454, 1)

$\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5 \cdot \eta_6 \cdot \eta_7 \cdot \eta_8 \cdot \eta_9 \cdot \eta_{10}$: 全機械効率 (0.93, 0.94, 0.95, 0.95, 0.98)

η_n : プロワーの全効率 = $\eta_f \cdot \eta_m \cdot \eta_v \cdot \eta_t$ (0.80)

η_t : インペラディスクの摩擦効率 (0.99)

η_m : プロワーの機械効率 (0.99)

η_v : プロワーの容積効率 (0.98)

η_f : プロワーの全圧効率 (0.84)

$$a_0 = \frac{Q_d \cdot \rho \cdot 10^3}{f_b \left\{ \frac{(Wt + Wd)(ft \cos \alpha + \sin \alpha) \ell_p \cdot n \cdot N_e}{75 \cdot 60 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4} + \right.} \\ \left. \frac{Q_d \cdot \rho \cdot \mu \cdot (2\pi \cdot r \cdot N_e)^2 \cdot 10^{-3}}{216 \cdot 75 \cdot g (i_5 \cdot i_6 \cdot i_7 \cdot i_8 \cdot i_9 \cdot i_{10})^2 \cdot \eta_n \cdot \eta_5 \cdot \eta_6 \cdot \eta_7 \cdot \eta_8 \cdot \eta_9 \cdot \eta_{10}} \right\}$$

ここで、 Q_d : トラクタ・ダスターの単位時間あたり粉剤散布量 (ℓ/hr)

$$= 0.000225 (i_5 \cdot i_6 \cdot i_7 \cdot i_8 \cdot i_9 \cdot i_{10} N_e)^{1.688}$$

α : トラクタ進行方向の上り下りの角度

4. クローラトラクタ育林機械の作業性能

4-1 トラクタ・スタンプカッタ(機械駆動式)の伐根切下げ処理作業性能

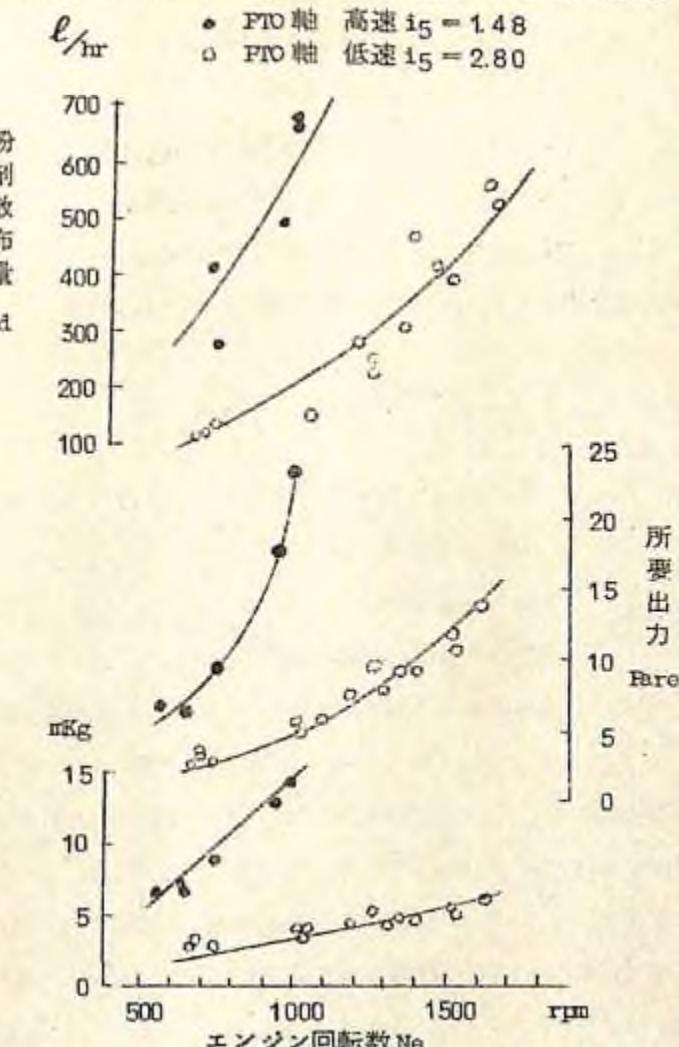
スタンプカッタ(機械駆動式)の伐根切下げ処理作業性能は、伐根処理面積 1 ha あたりの伐根処理に要する総作業時を t (sec) とすれば、つきの実験式であらわされる。

$$t = t_{sc} + t_m + t_p + t_g + t_r \\ = (a D^2 + b D + c + d L + (t_q + t_q' + t_r)) n$$

ここで、 t_{sc} : 正味の伐根処理時間 (sec),

$$= a D^2 + b D + c = a' Q_{sc} + b'$$

図-21 トラクタ・ダスターの粉剤散布所要出力および粉剤散布量



D : 伐根の直徑 (cm)

Q_{sc} : 伐根切削体積 (cm^3)

a, b, c, a', b' : 常数で実験調査からもとめた。

t_m : 伐根から伐根への移動時間 (sec), $= d L$

L : 全上移動距離 (m), $\frac{100}{\sqrt{n}-1}$

d : 常数で実験調査からもとめられた。

n : 1 ha あたりの処理する伐根本数

t_p : スタンプカッタを伐根の位置にすえつけてから、伐根処理をはじめる

までの間の準備に要する時間(sec)

t_q : 伐根処理をすませてからスタンプカッタを移動しはじめるまでの間の準備に要する時間(sec)

t_r : スタンプカッタを伐根の位置にすえつけてから、運転手が運転席をおりて、スタンプカッタ油圧調整レバーの位置につくに要する時間(sec)

なお、チェーンソーによる伐根切り下げ処理の作業性能をしらべた結果、チェーンソーによる伐根処理面積 1 haあたりの総作業時間 t (sec) はつきの実験式であらわされることをたしかめた。

$$t = n t_{sc} + (n-1) \left(\frac{100}{\sqrt{n}-1} \right) t_w + n t_0 + n t_s$$

ここで、 t_{sc} : チェーンソーによる正味の伐根切り下げに要する時間(sec)

$$= 10^{-3} \times 5.178 D^{2.67}$$

D : 伐根の直径(cm)

t_w : 伐根から伐根への歩行時間(sec), ($= 7.2$ sec)

t_0 : 伐根処理 1 本あたりのチェーンソー調整時間(sec), ($= 2.72$ sec)

t_s : 伐根処理 1 本あたりの休憩時間(sec), ($= 15.3$ sec)

また伐探作業のときに、低く切り下げる場合と上述のように地ごしらえのときにふたたび切り下げる場合との残存伐根の高さをしらべたが、草津當林署管内吾妻山国有林の 50 年生カラマツでは、伐探後の残存伐根高さを、伐倒時に注意すれば約 15 cm 以下に、地ごしらえ時にふたたび切り下げるなら約 10 cm 以下にそれぞれ低くすることができるところがわかった。

4-2 トラクタ・ロータリカッタ(機械駆動式)の刈り払い作業性能

ロータリカッタ(機械駆動式)による、地ごしらえおよび下刈り作業性能について検討をくわえ、ほぼ両種の作業に同程度の単位時間あたり作業能力をもっていることがわかった。これによる地ごしらえ面積 1 haあたり総作業時間 t (ha, min) はつきの実験式であらわされた。

$$t = t_b + t_t + t_i$$

ここで、 t_b : トラクタ・ロータリカッタの 1 ha あたり正味刈り払い作業時間(ha · min)

t_t : トラクタ・ロータリカッタの刈り払い面積 1 ha あたりの旋回所要時間(ha · min)

t_i : トラクタ・ロータリカッタの刈り払い面積 1 ha につき検査調整に要する時間(hr, min)

また 1 人用刈払機 7 台に 7 人、自立機 1 台に 1 人、枝条整理および給油係 4 人合計 12 人を 1 組とする 1 人用刈払機組作業の作業性能にも比較検討をくわえた結果、刈払機による地ごしらえ面積 1 haあたり総作業時間 t (hr · min) はつきの実験式であらわされる。

$$t = t_b + t_i + t_r + t_c$$

ここで、 t_b : 刈払機による地ごしらえ面積 1 haあたり正味刈り払い作業時間(ha · min)

t_i : 刈払機の地ごしらえ面積 1 haあたり検査・調整に要する時間(ha · min)

t_r : 刈払機の地ごしらえ面積 1 haあたり丸鋸目立に要する時間(ha · min)

t_c : 地ごしらえ面積 1 haあたり枝条整理に要する時間(ha · min)

これらの実験式の各項の実測値はつきの表-3 のとおりである。

表-3

機械化作業の種類	林地斜面の平均勾配	t_b	t_t	t_i	t_r	t_c	t
トラクタ・ロータリカッタ作業	0~8°	239±0.33	0.10±0.06	0.26±0.23	0	0	315±1.02
	8~15°	405±0.12					441±0.41
刈払機組作業	8~15°	2905±3.20	0	4.08±1.04	2.25±1.07	2603±4.06	6140±9.37
	15~30°	4006±3.25				3822±3.43	8501±8.79

これらの結果を 1 人 1 日あたりの作業性能に換算して比較すれば、つきの表-4 のとおりである。

表-4

機械化作業の種類	林地斜面の平均勾配	1 人 1 日あたり地ごしらえ面積	1 人 1 日下刈り面積
トラクタ・ロータリカッタ作業	0~10°	1.34 ha	1.32 ha
	10~20°	0.93	1.26 ha
刈払機組作業	10~20°	0.09	
	20~30°	0.07	

なお、ロータリカッタによる造林地での刈り払い精度について検討をくわえた結果、ロータリカッタ刃の回転速度 N_r (rpm) が 750 rpm (周速 V_r が 60 m/sec, ブッシュホグの場合) 以上になると、もつともよく刈り払うことができ、残存刈り払い高さ h_r (cm) は N_r , V_r とに関してつきの実験式であらわされた。

$$N_r < 750 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} h_r &= 71.3 - 0.133 N_r + 0.000075 N_r^2 \\ &= 71.3 - 1.692 V_r + 0.012 V_r^2 \end{aligned}$$

$$N_r > 750 \text{ rpm}$$

$$h_r = 13.5$$

4-3 トラクタ・アースオーガの植え穴掘り作業性能

トラクタ・アースオーガの作業性能に検討をくわえた結果、機械駆動式と油圧駆動式の別につきの実験式であらわされ比較することができた。すなわち、トラクタ・アースオーガによる植え穴掘り面積 1 haあたり総作業時間 t (sec) および与えられた面積 A (ha) を植え穴掘りに要する総作業時 t' (hr) は、機械の種類別につきのよう実験式であらわされた。

機械駆動式および油圧駆動式

$$t = t_d \cdot n_d + t_t \cdot n_r + (t_\ell + t_u) L$$

ここで、 n_d : 1 haあたりの植穴掘り箇所の数すなわち植えつけ本数

t_d : トラクタ・アースオーガの正味植え穴掘り時間 (sec)

$$= 0.30 D_p \pm 2.0 \text{ (機械駆動式)}$$

$$= 0.38 D_p \pm 3.6 \text{ (油圧駆動式)}$$

D_p : 植え穴掘り深さ (cm)

t_t : トラクタ・アースオーガが植え列の終端で旋回するに要する時間 (sec)

$$= 4.16 n_r \pm 2.24 \text{ (機械駆動式)}$$

$$= 6.10 n_r \pm 2.40 \text{ (油圧駆動式)}$$

n_r : 1 haあたり植え列本数

t_ℓ : 植え穴から植穴への移動に要する時間 (sec)

$$= 5.16 L \pm 2.1 \text{ (機械駆動式)}$$

$$= 6.40 L \pm 3.8 \text{ (油圧駆動式)}$$

L : トラクタ・アースオーガの植え穴掘り箇所からつきの植え穴掘り箇所への移

動距離 (m)

t_u : 手待時間

$$= 0.50 L \pm 0.15 \text{ (機械駆動式)}$$

$$= 0.74 L \pm 0.22 \text{ (油圧駆動式)}$$

機械駆動式の場合

$$t' = 13.00 A \pm 3.19 \text{ (植付け本数 2,500 本)}$$

$$t' = 14.25 A \pm 4.42 \text{ (植付け本数 3,000 本)}$$

油圧駆動式の場合

$$t' = 16.53 A \pm 7.23 \text{ (植付け本数 2,500 本)}$$

$$t' = 18.11 A \pm 7.73 \text{ (植付け本数 3,000 本)}$$

4-4 トラクタ育林機械の推定機械経費

トラクタ育林機械経費 C_m (円) は、上述してきた育林機械各機について明確にされた作業性能をもとに、次式により推定することができる。なお、トラクタ 1 台と同付属育林作業機 2~3 台を組み合わせて運転手 1 名で育林作業をおこなった場合の推定総合経費と総合作業性能を 1 人用機械の刈払機および植穴掘機をつかう前述の組作業性能をもとにした推定総合経費と総合作業性能と比較した参考例は表 5, 6 のとおりである。

$$C_m = C_c + C_s + C_r + C_f + C_o + C_i$$

$$= \frac{C_p}{M\ell} + C_s + C_c \cdot r_r + C_f + C_o + C_i$$

ここで、 C_c : 機械の 1 時間あたり償却費 (円)

C_p : 機械の購入費 (円)

$M\ell$: 機械の寿命 (時間)

C_s : 機械の 1 時間あたり管理費 (円)

C_r : 機械の 1 時間あたり修理費 (円)

r_r : 機械償却費に対する比率であらわした修理费率

C_f : 機械の 1 時間あたり燃料費 (円)

C_o : 機械の 1 時間あたり潤滑油費 (円)

C_i : 機械の 1 時間あたり利子、保険料、税金、その他に要する経費 (円)

(別表の計算例では無視している。)

表一4

機械化作業の種類	使用機械	1時間				
		1時間あたり経費	償却費	格納費	修理費	
トラクタ作業	I	スタンプカッタ (機械駆動式)	円/時間 1,479.5	0.472	0.015	0.398
		ロータリカッタ (機械駆動式)	1,090.2	0.443	0.022	0.384
		アースオーガ (機械駆動式)	1,093.8	0.438	0.029	0.380
	II	レー キドーザ	929.5	0.427	0.013	0.384
		ロータリカッタ (機械駆動式)	1,090.2	0.443	0.022	0.384
		カルティオーガ (油圧駆動式)	1,320.0	0.469	0.015	0.388
	III	レー キドーザ	929.5	0.427	0.013	0.384
		ロータリカッタ (機械駆動式)	1,090.2	0.443	0.022	0.384
		アースオーガ (機械駆動式)	1,093.8	0.438	0.029	0.380
1人用機械作業	刈払機	145.2	0.395		0.237	
	植穴掘機	91.1	0.395		0.237	
トラクタ作業	I	1時間あたり機械経費	作業性能	haあたり機械経費	備考	
		機械購入費				
		時間/ha 3.5				
	II	1,500,000円 (トラクタ 2,980,000)	時間/ha 3.5	円/ha 49,560	スル	
		260,000 (トラクタ 2,980,000)	3.75	4,090		
		250,000 (トラクタ 2,980,000)	3.23	3,520		
	III	アースオーガ (機械駆動式)	13.30	14,550		
		2,980,000 (トラクタ共)	5.25	4,880		
		260,000 (トラクタ 2,980,000)	3.75	4,090		
	IV	カルティオーガ (機械駆動式)	1,000,000 (トラクタ 2,980,000)	16.70	22,040	
		2,980,000 (トラクタ共)	5.25	4,880		
		260,000 (トラクタ 2,980,000)	3.75	4,090		
1人用機械作業	アースオーガ (機械駆動式)	250,000 (トラクタ 2,980,000)	13.30	14,550		
	刈払機	51,000	43.5	6,320		
	植穴掘機	54,000	26.7	2,430		

* 作業時間あたり修理費を作業時間あたり償却費に対する比としてあらわす。

あたり機械経費				
配率		備考		
燃料費	潤滑油費	その他	機械の寿命	修理費率*
0.085	0.030		時間 4,500 (トラクタ 7,500)	0.7 (トラクタ 0.9)
0.115	0.036		3,000 (トラクタ 7,500)	0.7 (トラクタ 0.9)
0.114	0.038		3,000 (トラクタ 7,500)	0.7 (トラクタ 0.9)
0.135	0.041		7,500 (トラクタ共)	0.9
0.115	0.036		3,000 (トラクタ 7,500)	0.7 (トラクタ 0.9)
0.095	0.033		4,500 (トラクタ 7,500)	0.7 (トラクタ 0.9)
0.135	0.041		7,500 (トラクタ共)	0.9
0.115	0.036		3,000 (トラクタ 7,500)	0.7 (トラクタ 0.9)
0.114	0.038		3,000 (トラクタ 7,500)	0.7 (トラクタ 0.9)
0.261	0.008	0.099	1,500	0.6
0.209	0.005	0.154	1,500	0.6
haあたり賃金		haあたり合計経費	haあたり合計経費のトラクタ作業の1人用機械作業に対する比	haあたり合計作業員数
haあたり作業員数	haあたり賃金	円/ha		haあたり合計作業員数のトラクタ作業の1人用機械作業に対する比
人/ha 7.0	円/ha 7,000	83,000	1.94	113 0.37
0.8	800			
0.7	700			
2.8	2,800			
1.1	1,100	40,600	0.95	61 0.20
0.8	800			
0.7	700			
3.5	3,500			
1.1	1,100	32,400	0.76	54 0.18
0.8	800			
0.7	700			
2.8	2,800			
16.9 6.7	16,900 6,700	42,700	1.00	30.7 1.00
7.1	7,100			

表一6

機械化作業の種類		レキドーザ、機械駆動式ロータリカッタ、油圧駆動式アースオーガをつかうトラクタ組			
造林予定期面積		600 ha		1,000 ha	
実行予定期間		10年	5年	10年	
作業の種類別 1年あたり 作業可能日数	枝条整理	66日	151日	109日	
	地ごしらえ	47	94	78	
	植え穴掘り	166	334	277	
	下刈り	202	404	356	
トラクタ および作業機 の必要台数	トラクタ	4台	7台	6台	
	レキドーザ	1	2	1	
	ロータリカッタ	4	7	6	
	アースオーガ	2	3	3	
経費	トラクタ作業	合計機械購入費 年利子(6%) 年間経費	13,960,000円 419,000 3,378,000	23,430,000円 703,000 6,621,000	20,190,000円 606,000 5,537,000
	1人用機械	合計機械購入費 年利子(6%) 年間経費	1,332,000円 40,000 4,989,000	2,664,000円 80,000 9,834,000	2,307,000円 69,000 8,379,000
	作業	トランクタ作業の1人用機械作業に対する比	0.68	0.67	0.68
	労力	1年あたり合計作業員数	492人日	984人日	820人日
労力	1人用機械作業	0.14	0.14	0.14	
	トランクタ作業の1人用機械作業に対する比	0.14	0.14	0.14	

注) * $\frac{\text{購入費}}{2} \times 0.06$, ** 損却費, 修理費, 燃料および潤滑油費, 賃金(第4表参照),

機械作業		レキドーザ、油圧駆動式ロータリカッタ、油圧駆動式アースオーガをつかうトラクタ組作業			
ha		600 ha		1,000 ha	
5年		10年	5年	10年	5年
218日	66日	152日	109日	218日	
156	47	94	78	156	
554	209	418	348	696	
672	202	404	336	672	
12台	4台	7台	6台	12台	
2	1	2	1	2	
12	4	7	6	12	
5	2	4	3	6	
40,150,000円	16,228,000円	28,476,000円	24,342,000円	48,684,000円	
1,404,000	487,000	854,000	730,000	1,461,000	
10,868,000	4,148,000	8,177,000	6,833,000	13,663,000	
4,509,000円	1,532,000円	2,664,000円	2,307,000円	4,509,000円	
136,000	40,000	80,000	69,000	130,000	
16,635,000	4,909,000	9,834,000	8,319,000	16,635,000	
0.68	0.83	0.83	0.82	0.82	
1,640人日	534人日	1,068人日	890人日	1,780人日	
11,500	3,450	6,900	5,750	11,500	
0.14	0.155	0.155	0.155	0.155	

年利子を含む。

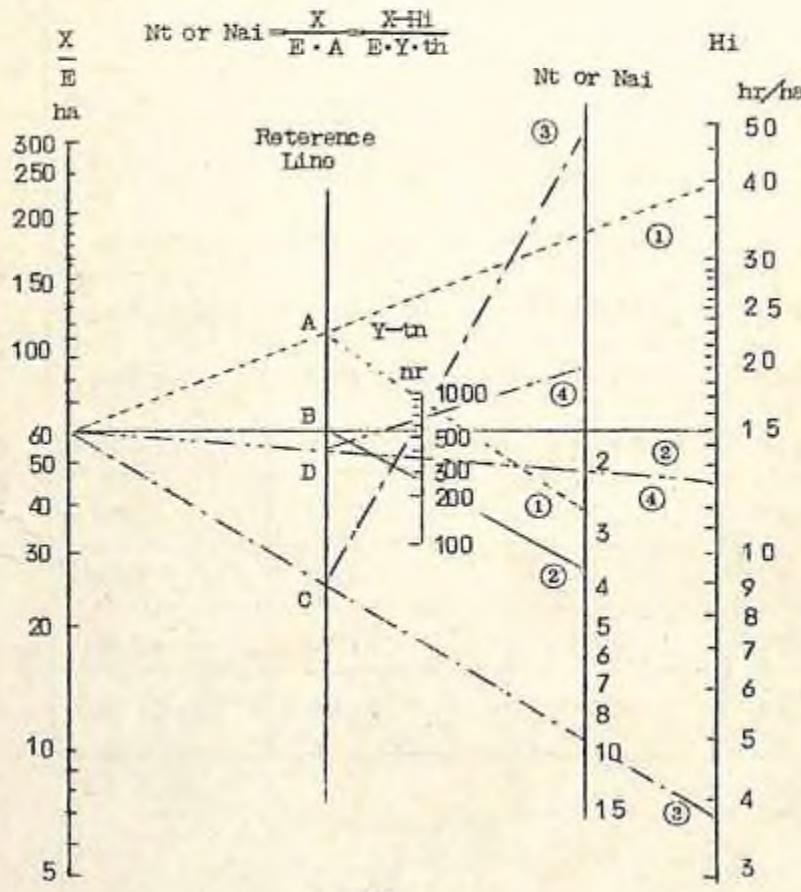
4-5 トラクタおよび同付属育林作業機の組み合わせによる年間実行可能面積

トラクタおよび同付属育林作業機各1台の単独作業による年間実行可能面積、トラクタ1台および同付属育林作業機数台の組み合わせ作業による年間実行可能面積などの推定に役立つ算出式に検討をくわえ、上述してきた性能および推定経費関係資料をもとに、与えられた造林予定面積を与えられた期限内で再造林の実行を可能ならしめるトラクタおよび同付属育林作業機の所要台数の算定ならびにそれにともなう機種別年間作業日数、経費、労力、1人用機械による組合作業に対するそれらの比率などを推定した参考例を例示すれば表-5のとおりである。またトラクタおよび同付属育林作業機所要台数算定用ノモグラムは図-2のとおりである。

4-6 ノモグラムの使い方

与えられた造林予定地の面積が 600 ha (X)あり、これを10年間(E)でトラクタ育林機械をつかって造林事業を実行させる場合、必要なトラクタ(N_t)および同付属育林作業機(N_{ai})の台数をもとめる。

図-2 ノモグラム



ここで、トラクタ育林作業は、トラクタ付属育林作業機として、地ごしらえにロータリカッタ、枝条整理にレーキドーザ(レーキドーザはトラクタにたえず装着している作業機でもあるので、この計算例ではとくにその台数をもとめない)、植え穴掘りにアースオーガ、下刈りにロータリカッタをつかっておこなわれるものとし、これら各育林作業機の作業性能(H_i)作業適期、同適期内の実働日数(Y)および実働時間(1日あたり8時間作業で実働率60%、すなわち、正味の作業時間(t_n)は4.8時間とする)、年間総実働時間、下刈り年数などは、上述してきた実験および調査にもとづき表-7のとおりとする。

表-7

作業の種類	地ごしらえ	枝条整理	植え穴掘り	下刈り
作業適期	8~12月 4~5月	8~12月 4~5月	8~12月 4~5月	6~8月
使用育林作業機	ロータリカッタ	レーキドーザ	アースオーガ	ロータリカッタ
全上作業性能	3.75時間/ha	5.25時間/ha	13.3時間/ha	3.23時間/ha
適期内実働日間	136日	136日	136日	57日
適期内実働時間	653時間	653時間	653時間	283時間
年間総実働時間	$9\text{か月} \times 30\text{日} \times 0.65 \times 4.8\text{時間} = 840\text{時間}$			
下刈り年数	5年			

4-6-1 トラクタの所要台数のもとめ方

a) 年間新植面積(X/E)は 60 ha となるから、年間下刈面積を $60 \text{ ha} \times 5 = 300 \text{ ha}$ とした場合の地ごしらえ、枝条整理、植え穴掘り、下刈りに要するhaあたりの合計作業時間(H_i)は、 $3.75 + 5.25 + 13.3 + 3.23 \times 5 = 38.45 \text{ hr/ha}$ となり、もとめられた(1)線と参考線の交点Aと年間合計実働時間(Y·t_n)の840hrとから、ノモグラムの(1)線からトラクタの所要台数(N_t)は、 $2.7 \div 3$ 台となることをしる。

b) ところで、a)でもとめられたトラクタ台数で、各作業をそれぞれの適期内に実行できるかどうか吟味しておく必要がある。そこで、いま他の作業とはできるだけ重複せずにしかも短い適期内でさらに同一箇所を5年にわたって仕事をしなければならないといふもっとも仕事量の多い下刈り作業について、それに必要なトラクタ台数をしらべてみると、年間新植面積(X/E)は 60 ha 、haあたり下刈り作業時間(H_i)

$3.23 \times 5 = 16.15 \text{ hr}/\text{ha}$ から、(2) 線と参考線との交点 B がもとめられ、この交点 B と年間下刈り合計作業時間 ($Y \cdot t_n$) の 283 hr から、ノモグラムの (2) 線によつてトラクタ所要台数 (N_t) は $3.7 \div 4$ 台がのぞましいことをしる。

よつて、3 台のトラクタでは下刈り作業を適期内に実行しあえることができず 4 台が必要となる。

4-6-2 ロータリカッタの所要台数のもとめ方

a) 地ごしらえの刈り払いに必要なロータリカッタの所要台数は、年間地ごしらえ面積 (X/E) 60 ha , ha あたり作業時間 (H_i) $3.75 \text{ hr}/\text{ha}$, ha あたり作業時間 (H_i) $3.75 \text{ hr}/\text{ha}$ から (3) 線と参考線との交点 C がもとめられ、この交点 C と年間地ごしらえ合計作業時間 ($Y \cdot t_n$) の 653 hr をむすんだノモグラムの (3) 線よりロータリカッタ所要台数 (N_{ai}) は $0.3 \div 1$ がもとめられる。

b) 下刈りに必要なロータリカッタ台数は、年間新植面積 (X/E) 60 ha , ha あたり 5 ケ年間の下刈り合計作業時間 (H_i) $3.23 \times 5 = 16.15 \text{ hr}/\text{ha}$ から (2) 線と参考線との交点 D がもとめられ、この交点 D と年間下刈り合計作業時間 ($Y \cdot t_n$) 283 hr から、ノモグラムの (2) 線よりロータリカッタ所要台数 (N_{ai}) は $3.7 \div 4$ 台が必要となる。

c) なお、ロータリカッタは地ごしらえおよび下刈りの両作業につかえる育林作業機であるから、この両作業の適期はあまり重複していないから、作業量の多い方の下刈りに必要な台数である 4 台あれば間にあうことになる。

4-6-3 アースオーガの所要台数のもとめ方

上述してきた諸例とおなじようにして、年間新植面積 (X/E) 60 ha , ha あたり植穴掘り作業時間 (H_i) $13.3 \text{ hr}/\text{ha}$, 年間植穴掘り合計作業時間 ($Y \cdot t_n$) 653 hr の条件から、(4) 線と参考線との交点 D, 交点 D と (4) 線とより、アースオーガが所要台数 (N_{ai}) は $1.3 \div 2$ 台がもとめられる。

5. ホイールトラクタ育林機械の動力性能

前述の通り PTO 軸および三点支持装置を装備するように改造をくわえた手はじめに、ロータリカッタを装着した場合の動力性能について検討をくわえた。

5-1 機械駆動式ロータリカッタの刈り払い所要動力

クローラトラクタの機械駆動式ロータリカッタと同種のものを使用し、とくに笹生林地の刈り払い性能について考察し、その理論的分析をおこなった。

a) ロータリカッタの笹生地における切削抵抗力

林地内における各種の密度別の切削抵抗力 F_r (kN) は、ロータリカッタの周速 v_r (m/sec) に逆比例し、笹の正味の生立容積 $H \cdot \phi_A \cdot \rho_B (\text{m}^3/\text{m}^2)$ に一次的に正比例して増大するものであることをたしかめることができた。(表-8 および図-23)

表-8

区分	密度 ρ_B t/m^3		高さ $H \text{ m}$		平均根元直径 $\phi \text{ mm}$	平均根元断面積 $\phi_A \text{ mm}^2$	正味の生立容積 $H \cdot \phi_A \cdot \rho_B \text{ m}^3/\text{m}^2$
	範 囲	平均	範 围	平均			
I	100~124	112	1100~1500	1300	7.6	5.97	0.0088
II	126~182	154	620~1250	1010	4.85	3.81	0.00592
III	74~146	110	350~1000	675	3.7	2.91	0.00217

b) ホイールトラクタ・ロータリカッタの笹生地における刈り払い動力性能

勾配 15° までの各種密度の笹生地における実験計測の結果、その所要動力 P_{req} (PS) は、次式によりもとめることができる。図-4 のとおり。

表 - 9 ホイールトラクタおよびロータリカッタの寸法および減速比

トラクタ装備重量		5.550 kg		
全 長		5.155 mm		
全 巾		2.280 mm		
全 高		2.470 mm		
ロータリカッタ重量		370 kg		
全 長		2.350 mm		
全 巾		1.650 mm		
全 高		1.550 mm		
変速機 減速比	PTO歯車箱 減速比	PTO軸 減速比	ロータリカッタ 歯車箱減速比	ロータリカッタ 軸減速比
1速 6.495	高速 0.269	1.747	0.695	1.216
2速 3.175	"	0.856		0.594
3速 1.806	"	0.486		0.338
4速 1.0	"	0.269		0.187
1速 6.495	低速 0.524	3.403	0.695	2.365
2速 3.175	"	1.663		1.153
3速 1.806	"	0.946		0.657
4速 1.0	"	0.524		0.365

図-23 箕の正味の生立容積と切削抵抗力

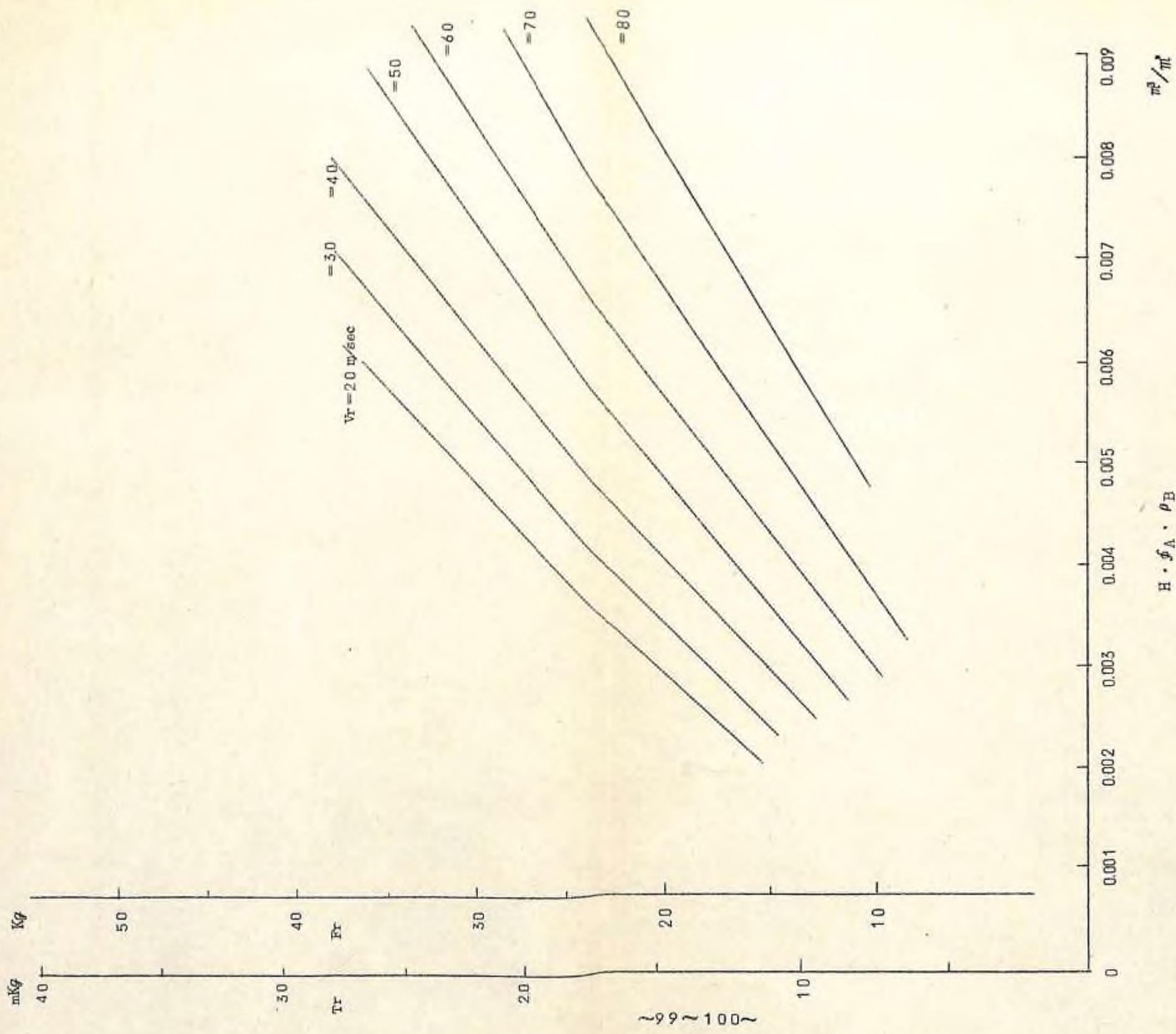
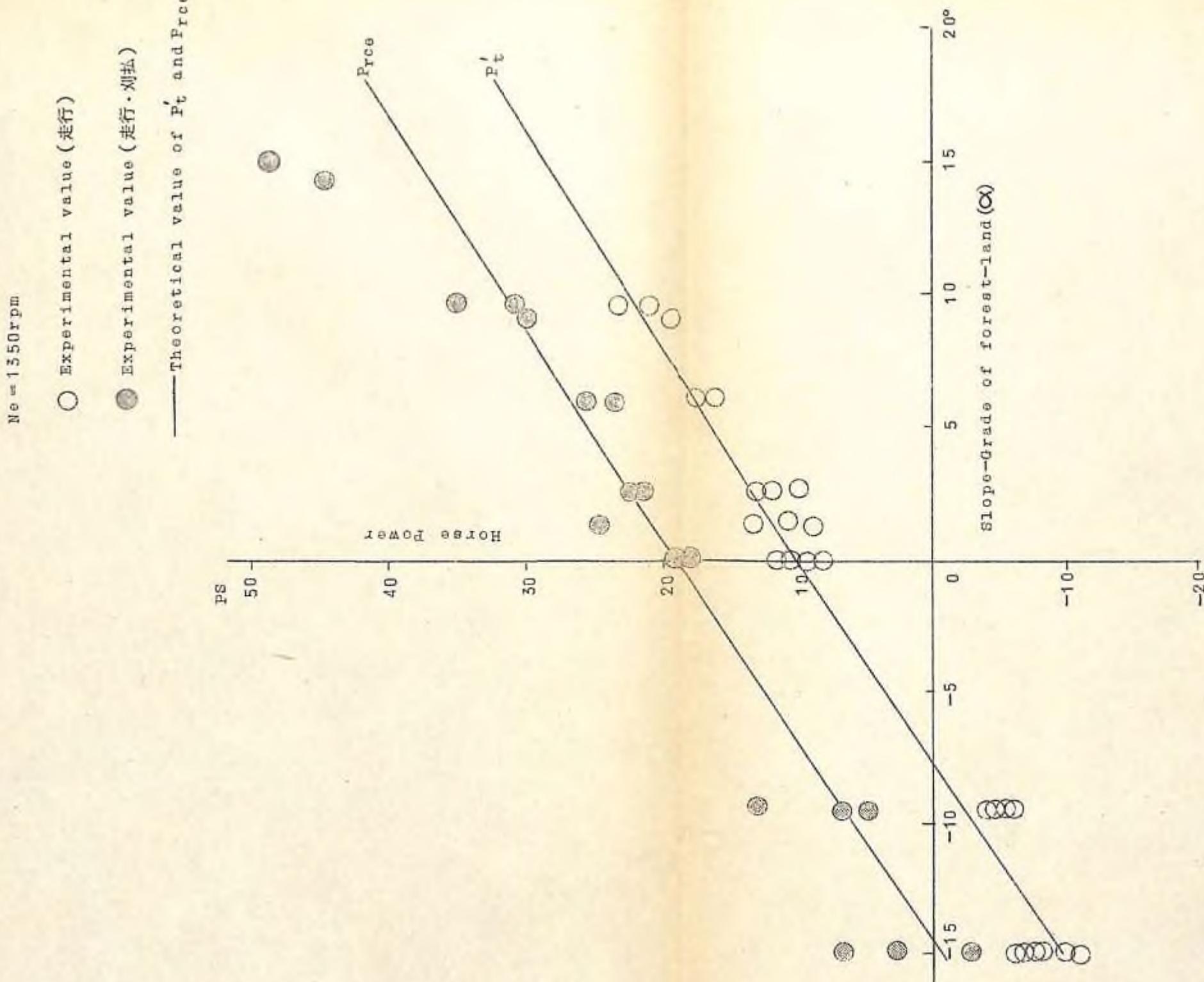


図-24 筒生地におけるホイールトラクタ・ローダーの刈払い出力



$$P_{\text{req}} = P_t + \frac{2\pi r_t N_e \{ W_r (f_r \cos \sigma + \sin \sigma) \}}{75 \cdot 60 \cdot i_t \cdot i_{t \cdot i_d} \cdot i_p \cdot \eta_t \cdot \eta_f \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_r} \\ + \frac{2\pi N_e \cdot F_r \cdot r}{75 \cdot 60 \cdot i_t \cdot i_{t \cdot i_d} \cdot i_p \cdot \eta_t \cdot \eta_f \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_r}$$

ここで、 P_t : ホイールトラクタ単体の走行所要動力(PS)

W_r : ロータリカッタの重量(Kg)

f_r : トラクタでけん引した場合のロータリカッタの林地走行抵抗係数

$$= 0.186 + 0.129 V_a$$

V_a : 走行速度(m/sec)

η_1 , η_2 : PTO軸歯車箱の機械効率

η_r : ロータリカッタ専用車箱の機械効率

i_1 , i_2 : PTO軸歯車箱の減速比

F_r : ロータリカッタ刃の切削抵抗力(Kg)

r : ロータリカッタのカッタ刃の有効半径(m)

引用文献

- (1) YAMAWAKI, S. et al : Brush-cutting Performance of crawler tractor with rotary Cutter on inclined forest-land, 日林誌 48 (7) 1966
- (2) 山脇三平ほか3：大形機械による造林作業の機械化，国立林試年報，1964, 1965, 1966, 1967, 1968年度
- (3) YAMAWAKI, S: Experimental investigation on the performances of tractor-powered reforestation machineries on the artificial forest land of Japan, 林試研報, №213, 75~177, 1968.3
- (4) 山脇三平ほか3：トラクタ造林機械の実際性能(1), 75回日林誌, 1964.4 (II), (III), 76回日林誌, 1965.4
- (5) 全 上 : 4輪駆動形トラクタのけん引性能, 79回日林講要旨, 1968.4
- (6) 全 上 : アーティキュレイテッド・ホイールトラクタの林地旋回動力性能, 80回日林誌

林講要旨, 1969.4

(7) 山脇三平ほか3：アーティキュレイテッド・ホイールトラクタおよびロータリカッタの刈り払

い動力性能, 80日林講要旨, 1969.4

林業機械の効率的作業技術

森林作業機械の技術開発

I 試験担当者氏名

元機械化部作業科長 中村英石(退職)

II 試験目的

林業機械作業技術はバランスがとれている必要があるが、実際は意外に多くの技術的盲点が未解決あるいは解決不十分のまま放置されており、それが作業の能率や安全性をそこなっていることが少くない。たとえば集材操作においては、索道のための静荷重に近い負荷を前提とした計算のみによって設計が行なわれており、集材機で駆動される作業索がむしろ主索になるべきことが忘れられている。また主索に対する多くの研究は進んでおりながら、それを固定する根株アンカの強度については十分な調査がなされていなかった。ガイドブロックの使用技術に関しても、意外に大きな盲点が残されていた。さらに、チェンソー作業においても、実用技術の立場から見ると、多くの重要なことが実は未知のままになっていて、部分的に深く進んだ研究との間に大きなアンバランスをかかえていた。このように多方面に分散した多くの重要課題を解決していくためには、作業現場を中心として多くの人員、経費、時間を投入しなければならないが、実情はそれが非常に困難であったので、とりあえず問題の所在を具体的に提示できることを目的とした調査とし、営林署や府県試験研究機関との連携をとりプロジェクトリーディングを行なって、成果の確認と内容の充実を図った。

III 試験の経過と得られた成果

根株アンカ強度の実態調査については、協力六県の資料を含めて取りまとめを行ない、従来非常におくれていたこの面に対し、地域ごとに樹種別の根株使用基準となるべきものの原案を作製発表したほか、根株アンカが破壊にいたるまでの動作経過を連続写真に記録してあるのを利用して、根株の動きを追跡解析し、根株倒伏破壊のメカニズムをつかむための有力な手がかりを見出した。根株残留強度を知る手がかりは簡易な手製の根株傾斜計で十分間に合うことがわかったが、工場製の器具として全天候型根株アンカー傾斜計をも試作した。

ガイドブロックの脱索防止については、10県の林試に対する連絡試験により広域調査を行ない、脱索によるワイヤロープおよびガイドブロック自体の損傷の重大性と問題点の所在を明らかにすることができたので、ブロックの形状、重さ、重心の位置などに関する具体的な改善策をあってメーカー側に勧告を行ない、改善試作ブロックは逐次現場に導入して実用試験を行なった。ブロックの使用方法についても改善指針が発見できたので、作業関係の各機関誌などをとおして発表し、改善を呼びかけた。

チェンソー使用技術に関しては、鋸断面積速度と負荷回転速度を実用技術改善や、そのための調査の基準的な物指しとすることにより、従来とかくつかみどころのなかつたチェンソー技術にひとつのよりどころを与えることができた。この2本の柱は連絡試験や現地指導、およびメーカー側に対する技術的提案をおこなうに際しても非常にわかりやすく、また有効である。これによって技術改善に役立つ多くの新事実を発見することができた。なおチッパー型のチェンの上刃目立角と、材の硬軟の関係には、カッターの側方への圧着によるチェンとバー溝との間の摩擦が大きく影響することがわかり、オイルをチェンにうまく乗せることができるかどうかが意外に重大な技術要素になることがわかった。

以上の詳細については次のものに発表してある。

中村英石：林業機械の効果的作業技術、林業試験場研究報告第225号（1969）

なお次の林業機関誌にも発表した。

中村英穂：機械作業の盲点発掘、わかりやすい林業研究解説シリーズNo.35、日本林業技術協会

中村英穂：集材機作業の問題点、機械化林業No.184, No.185, No.186、林業機械化協会
(1969)

国有林苗畑における土壤線虫 被害の実態調査と防除

I 試験担当者氏名

本場保護部樹病科長	千 莽 修(主査)
" " 樹病研究室	真 宮 靖 治
北海道支場樹病研究室	橋 本 平 一
東北支場 "	庄 司 次 男
関西支場 "	峰 尾 一 斎
四国支場保護研究室長	陳 野 好 之
	五十嵐 豊
九州支場樹病研究室	清 原 友 也

II 試験目的

植物寄生線虫は苗木の根を加害して苗木の根腐れ症状の主要原因となるが、国有林苗畑における実態は全く不明であった。このため広く実態調査を行ない、苗畑土壤中に生息する植物寄生線虫の種類、分布、検出頻度、主要寄生線虫の生息密度、環境条件と主要線虫の種類および生息密度との関係について明らかにする。さらに、これらを防除するための方法を見出すための各種試験を行なう。

III 試験の経過と得られた成果

1. 実態調査

1-1 調査苗畑

実態調査を実施した国有林苗畑は表-1に示す、北見営林局12、帯広営林局13、旭川営林局24、札幌営林局12、函館営林局16、青森営林局41、秋田営林局26、前橋営林局20、東京営林局18、長野営林局11、名古屋営林局15、大阪営林局34、高知営林局19、熊本営林局41、合計302苗畑である。これらの苗畑では、調査担当者が現地で試料の採取を行なうか、または、試料の採取および送付方法を指定して、採取を依頼した。

表-1 調査を実施した苗畑名

営林局	営林署	苗 畑 名	営林局	営林署	苗 畑 名
北見	網走	美幌 呼人	旭川	神楽	雨粉 神楽
	留辺蘂	温根湯		美瑛	美瑛
	紋別	上渚骨		富良野	上富良野
	滝の上	滝の上		金山	金山
	遠軽	遠軽		幾寅	落合
	置戸	勝山		稚内	沼川
	清里	札弦		余市	赤井川
	津別	津別		大夕張	沼の沢 仔藤沢
	北見	上常呂 常呂		定山渓	百松沢 西松
	佐呂間	武士		恵庭	恵庭
	弟子屈	川湯 弟子屈		静内	静内
	標茶	標茶		上芦別	六郷沢 青木沢
	阿寒	阿寒		岩見沢	月形
	陸別	大与地 陸別 斗満		札幌	野幌
	本別	本別		苫小牧	美笛
	帯広	相川 札内	函館	岩内	発足 前田
	新得	屈足		俱知安	俱知安
	大樹	大樹		黒松内	黒松内
	中標津	中標津		八雲	長万部 八雲
	旭川	中頓別 上駒 下頓別 小頓別		今金	第一 第二
	天塙	豊富		東瀬棚	若松
	遠別	遠別		乙部	熊石 乙部
	名寄	佐久		檜山	鶴
	達布	達市		森	森
	下川	下川		函館	七飯
	士別	武得 和寒		江差	湯の岱
	朝日	朝日		木古内	泉沢
	幌加内	幌加内		青森	新城
	深川	和秩父別		盛田	潮辺地
	上川	愛山 清川		増川	増川
	大雪	菊水		市浦	相内

営林局	営林署	苗 畑 名	営林局	営林署	苗 畑 名
青森	中里	尾別	青森	白石	造刈田
	金木	小田川		今別	二股
	鶴ヶ沢	八重菊	秋田	十和田	大湯
	弘前	沢田		花輪	花輪
	大鶴	早瀬野		扇田	扇田
	碇ヶ関	船岡		早口	大野
	黒石	柏木山		鷹巣	鷹巣
	川内	獅子畠		米内沢	米内沢
	脇野沢	甥崎		上小阿仁	上小阿仁
	横浜	横浜		二ツ井	二ツ井
	野辺地	野辺地		能代	能代
	三本木	後平		五城目	五城目
	三戸	田子	秋田	秋田	秋田
	田山	平又		和田	和田
	新町	打田内		角館	角館
	盛岡	燧山		生保内	生保内
	零石	耕沢		大曲	境
	花巻	太田		湯沢	院内
	北上	横志田		本荘	本荘
	川尻	大野		矢島	矢島
	水沢	愛宕		酒田	酒田
	一久慈	上台		鶴岡	鶴岡
	岩泉	侍浜		新庄	新庄
	川井	大手内		村山	銀山
	遠野	小国		寒河江	寒河江
	大槌	青ノ木 浪坂		山形	永野
	大船渡	谷地山		米沢	米沢
	気仙沼	本所 分所	前橋	小国	小国
	石巻	雄勝		原町	大堀
	古川	中山		浪江	赤字木
	中新田	大衡		富岡	深野
	仏台	原山		平	差塙
					福島
					大笠生

營林局	營林署	苗 烟 名	營林局	營林署	苗 烟 名
前 橋	棚 倉	南原	長 野	松 本	波田 塩尻
	白 河	矢吹 I 矢吹 II		伊 那	美すず
	喜 多 方	常世		駒ヶ根	宮田
	坂 下	新鶴		上 松	上松
	宇 都 宮	明 城		三 殿	大原
	今 市	シドミ原		坂 下	城下
	大 間 間	内 野		新 城	新城
	月 夜 野	境 野		岡 崎	二川
	草 津	赤 川		綾 阜	緑ヶ丘 関ヶ原
	村 上	飯 腰		莊 川	二日町 新淵
	新 発 田	村 杉		中 津 川	岩村 合川
	村 松	村 松		付 知	大平
	長 岡	堀 之内		下 呂	舞台峠
	六 日 町	神 立		久々野	久々野
	高 萩 子	上 台		古 川	大洞平
	大 水 戸	山 田		神 岡	神岡
	笠 間	笠 原		富 山	大沢野 芦崎寺
	秩 父	友 部	大 阪	金 沢	栗 津
	千 菜 府	中 川		福 井	上 庄
	愛 容 山	大 木		敦 賀	笛 山
	甲 府	諏訪森		大 津	大 門
	平 塚	大 木		京 都	須 知
	天 城	本 谷		奈 良	王 条
	河 津	横 川		龜 山	鈴鹿 住吉
	沼 津	佐 ケ 野		尾 鶴	三瀬谷 船津
	静 岡	三 明 寺		新 平	上 下 平 有 馬
	掛 川	栗 倉		田 边	龍 神
	千 頭	王 十 岡		高 野	根 来 高 野
	水 壇	青 部		神 戸	三 木
	浜 松	水 壇		姫 路	和 田 山
	浜 北	浜 北		山 岡	一 官 (東市場・伊和)
	饭 山	宫 中 夜 間 潤		岡 山	王 城
	上 田	和		津 山	日本原
	岩 村 田	塩 野			

營林局	營林署	苗 烟 名	營林局	營林署	苗 烟 名
大 阪	新 見	釜 谷	熊 本	対 馬	
	三 次	吉 田 (平原・柿原)		熊 本	
	福 山	釜 方 峰		菊 八	
	西 条	様 原		池 代	
	廣 島	イラスケ		保 人	
	口 島	梶 木 水 内		吉 多	
	日 原	鹿 野		良 木	
	川 本	大 野 原		佐 分	
	倉 吉	布 施		大 日	
	鳥 取	赤 碓		中 津	
	徳 島	山 の 宮・中 田・小 舟		岡 延	
	松 本	池 田		高 千 稔	
	高 松	本 目		向 日	
	西 条	円 山		鍋 高	
	松 山	久 万		都 西	
	宇 和 島	広 見		岡 高	
	宿 毛	三 原		綾 小	
	清 水	太 岐		林 え	
	中 村	玖 木		び の 崎	
	崎 津	津 賀		城 高	
	大 正	江 師		城 都	
	川 崎	米 央		間 高	
	大 久	久 礼		城 都	
	屋 知	平 和 宮 ケ 平		間 患	
	本 山	北 山 森		浦 内 之	
	大 栃	陣 山		占 大 根	
	安 芸	内 原 野		川 鹿 屋・祓 川	
	野 根	野 根		木 加 治	
	直 方			水 出 大	
	福 岡			川 内 出 大	
	佐 賀			島 児 鹿 上	
	武 雄			島 久 上	
	長 島	多 比 良		久 久 下	
	五 島				

1-2 調査方法

調査方法は“林業苗畑における線虫被害調査要領”¹⁾によった。その概要は次のとおりである。

試料採取時期は真夏の土壤乾燥時をさけて7月上旬～10月中旬とする。試料採取は樹種・苗令・明らかな環境条件の差異に応じて調査区を設定し、1調査区ごとに5地点より採取して1試料とする。採取する試料は苗木およびその根辺土壤とする。線虫の分離は、土壤からの分離はクリスチーとペリーの方法により、苗木の根からの分離はヤングの加温游出法による。線虫の生息密度は土壤の場合は300g、根の場合は1g中の計測数であらわす。調査の補足資料として、苗畑の環境条件、育苗方法、作付経歴と被害の発生等について調べておく。

1-3 調査結果

調査結果はとりまとめて都合上、各項目ごとに地方別に記した後で要約を述べることとする。なお、前橋・東京・長野・名古屋管内を主体とする東日本地域の調査結果については既に発表され²⁾、また、熊本管内を主体とする東日本地域の調査結果については近く印刷発表される予定なので、詳細についてはそれらによられたい。なお国有林関係以外の苗畑の実態調査結果についても既に発表されている⁴⁾ので省略されたい。

1-3-1 国有林苗畑から検出された植物寄生線虫の種類

検出された寄生線虫の種類を管内別に表-2に示す。

表に示すように国有林苗畑から検出されたものは、16属であり、このうち同定されたものは7属12種である。

これらのうちには、ごく一部の苗畑で少數検出されるにすぎないものも含まれているので、主要と思われる線虫が検出された頻度を表-3に示す。

注1) 千葉修ほか：林業苗畑における線虫被害調査要領、農林省林業試験場、昭39

注2) 真宮靖治：国有林苗畑における植物寄生線虫の分布—東日本の苗畑について—
林試研報 219: 95-119 (1969)

注3) 清原友也：九州の国有林苗畑における植物寄生線虫の分布、林試研報
232(印刷中)

注4) 千葉修：林業苗畑における土壤線虫の実態—連続試験による実態調査の結果から—
森林防疫ニュース 17(2) 2-12 (1968)

表-2 検出された植物寄生線虫

	熊本	高知	大阪	名古屋	長野	東京	前橋	秋田	青森	函館	札幌	旭川	帯広	北見
ネグサレセンチュウ ^{a)}	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ユミハリセンチュウ														
イシュクセンチュウ														
ラセンセンチュウ ^{b)}														
オオガタハリセンチュウ														
ワセンチュウ														
ビンセンチュウ														
ネコブセンチュウ														
ハセンセンチュウ														
クキセンセンチュウ														
ハリセンセンチュウ														
ニセネクサレセンチュウ														
ニセフクロセンセンチュウ														
イネモグリセンセンチュウ														

^{a)} キタネクサレセンセンチュウ、ミナミネクサレセンセンチュウ、クルミネクサレセンセンチュウの3種が含まれる。

^{b)} *Helicotylenchus*, *Rotylenchus*, *Scutellonema* の3属が含まれる。

表-3 主な寄生線虫の検出頻度

	調査数 a)	北見	帯広	旭川	札幌	函館	青森	秋田	長野	東京	前橋	大坂	高知	熊本	
キタネグサレセンチュウ	45	38	63	59	40	40	184	123	20	18	11	15	36	19	40
ミナミネグサレセンチュウ		23	4	27	33	33	181	121	14	9	5	13	51	6	0
ユミハリセンチュウ				1			5	158	109	18	12	6	15	26	18
イシュクセンチュウ								1	7	2	1	2	21	8	10
ナミラセンセンチュウ									4	4	4	12	15	15	25
オオガタハリセンチュウ									3	3	2	6	9	2	20
ワセンセンチュウ										1	1	2	8	5	5
ビンセンセンチュウ											1	1	2	2	13
ネコブセンセンチュウ												5		25	

a) 北海道5局と青森・秋田各管林局については調査試料数、他の管林局については調査苗畝数を示す。

表-2, および表-3から次のことがいえる。

a) 北海道地方(5管林局管内)

この地域には9種の寄生線虫が認められるが、キタネグサレセンチュウを除くと検出頻度は非常に低い。キタネグサレセンチュウは調査苗畝の70%以上、調査試料の約50%から検出されている。この調査結果から、北海道地方で問題となるのはキタネグサレセンチュウに限られるといえる。

b) 東北地方(青森・秋田管林局管内)

この地域では8種の寄生線虫が認められたが、このうち、キタネグサレセンチュウとユミハリセンチュウが調査したすべての苗畝から検出され、分布がきわめて広いのに対して、他の線虫はまれに検出されるにすぎない。

c) 関東・中部地方(前橋・東京・長野・名古屋管林局管内)を中心とする東日本

キタネグサレセンチュウがもっとも多く検出され、調査苗畝の約65%に及んだ。また、ミナミネグサレセンチュウが前橋・東京・名古屋管内的一部分の苗畝で検出され、この他クルミネグサレセンチュウが5か所の苗畝で検出された。キタネグサレセンチュウを主体とするネグサレセンチュウ属のものがこの地域の優占種である。

これにならんではユミハリセンチュウの検出が多かった。この属では3種が同定された。また、北海道や東北地方では、まれに検出されるにすぎなかったイシュクセンチュウ・オオガタハリセンチュウ・ナミラセンセンチュウなどが時折検出された。ナミラセンセンチュウ以外のラセンセンチュウは3種が同定された。

d) 関西・中国地方(大阪管内)

キタネグサレセンチュウとミナミネグサレセンチュウとがもっと多く検出され、これに次ぐものはユミハリセンチュウであった。また、イシュクセンセンチュウ・ラセンセンセンチュウ・オオガタハリセンチュウ・ワセンセンチュウなどは、東日本地域にくらべると検出頻度が高かった。

e) 四国地方(高知管内)

ネグサレセンセンチュウ・ユミハリセンセンチュウ・ナミラセンセンチュウが多く、イシュクセンセンチュウやオオガタハリセンセンチュウがこれに次いだ。ネグサレセンセンチュウのうちミナミネグサレセンセンチュウは気候温暖な平野部に、キタネグサレセンセンチュウは四国山塊の高海拔地帯の苗畝に主として分布している。

f) 九州地方(熊本局管内)

ネグサレセンチュウはミナミネグサレセンチュウのみであり、80%の苗畑から検出された。その他の線虫もかなり高い頻度で検出され、他の地域、とくに東日本地域にくらべると線虫相が複雑であることを示した。とくに他の地域ではほとんど検出されないネコブセンチュウが広く分布していることが示された。

g) まとめ

全国的にもっとも広く検出されたのはネグサレセンチュウである。この場合、ネグサレセンチュウ属の主要種であるキタネグサレセンチュウは九州地方を除いて全国的に検出され、もう一つの主要種であるミナミネグサレセンチュウは、九州・四国地方で検出が多い。

ネグサレセンチュウに次いで多くの苗畑に分布しているのはユミハリセンチュウであって、北海道地方以外ではかなり高い頻度で検出された。イシュクセンチュウ・オオガタハリセンチュウ・ナミラセンセンチュウも比較的多く検出された種類であるが、検出が多かったのは、関西地方以西の西日本地域であった。

全般的にみると西日本地域にくらべて東日本地域では線虫相が単純であるといえる。なお、農作物の重要な線虫であるシストセンチュウは全く検出されず、またネコブセンチュウは九州地方を除けば秋田局管内の1苗畑で検出された例があるにすぎない。これら両種の線虫の検出が非常に少ないことは、国有林以外の苗畑における実態調査結果でも示されたが、国有林苗畑ではより一層その点は顕著であって、針葉樹苗木のみを栽培している場合には、これらの被害は問題にならないことがうかがわれる。

1-3-2 おもな寄生線虫の生息密度

おもな寄生線虫が根辺土壌500g、または苗木の細根1gから分離された頭数によって、これらの生息密度を判定すると次のようである。

a) 北海道地方

キタネグサレセンチュウが土壌または根から100頭以上検出されたのは全試料に対してそれぞれ8%，16%であり、500頭以上検出されたのはそれぞれ3%，6%であった。この密度は他の地方にくらべるとかなり低いものである。

b) 東北地方

キタネグサレセンチュウが土壌または根から100頭以上検出されたのが全試料のそれぞれ約45%，80%を占め、500頭以上検出されたのがそれぞれ10%，55%をこえて生息密度は非常に高い。とくに、土壌から5,000頭以上検出されたのが2例（最高は青森営林局横浜苗畑の8,560頭）、根から10,000頭以上検出されたのが7例（最高は同じく横浜苗畑の21,460頭）であった。

ネグサレセンチュウに次いで検出頻度が高かったユミハリセンチュウは、土壌から100頭以上のものが20%以下（最高は秋田営林局水野苗畑の1,200頭）であって、生息密度は一般に低い。

その他の寄生線虫の生息密度はほとんどが100頭以下であった。

c) 関東・中部地方

キタネグサレセンチュウの生息密度が目立って高く、100頭以上検出されたのが土壌で55%，根では70%をこえ、500頭以上検出されたのが土壌で20%，根で45%を占めた。また根から5,000頭以上検出されたのが16例もあった。一部の苗畑ではミナミネグサレセンチュウが検出されたが、この場合もキタネグサレセンチュウと同様に生息密度は高かった。

ユミハリセンチュウが土壌から100頭以上検出されたのは全体の約25%であって一般には生息密度はあまり高くなないが、500頭以上検出される例も時折見られ、検出頻度が高いこともある。ネグサレセンチュウに次いで生息が多い線虫である。

他の線虫はほとんどが100頭以下の低い生息密度であるが、イシュクセンチュウ・ナミラセンセンチュウ・オオガタハリセンチュウがやや高い密度で検出される場合が数例見られた。

d) 関西・中国地方

ネグサレセンチュウ（主としてキタネグサレセンチュウとミナミネグサレセンチュウ）の生息密度が高いことが目立ち、他の線虫の生息密度は一般に低い。

e) 四国地方

ネグサレセンチュウ（ミナミネグサレセンチュウとキタネグサレセンチュウ）の生息密度が他の地方と同様に目立って高く、他の線虫では、コミハリセンチュウとイシュクセンチュウの生息密度が高かった。しかし、根の場合には、100頭以上検出されたのがネグサレセンチュウでは70%以上であったのにに対し、他の線虫ではイシュクセンチュウの場合にただ1例見られたにすぎない。

f) 九州地方

この地方のネグサレセンチュウはミナミネグサレセンチュウであるが、この線虫の生

息密度も他の線虫にくらべて目立って高い。

これに次いでイシュクセンチュウの生息密度が高く、土壌から100頭以上検出されたのが約20%を占めていた。他の線虫ではいずれも90%以上が100頭以下の生息密度であったが、これらの中ではナミラセンセンチュウ・ユミハリセンチュウ・ネコブセンチュウでやや高い生息密度が見られた。しかし、土壌から500頭以上検出されたのは、イシュクセンチュウとナミラセンセンチュウでそれぞれ1例あるのみである。

g) まとめ

ネグサレセンチュウ(主としてキタネグサレセンチュウとミナミネグサレセンチュウ)の生息密度が他の線虫とくらべてきわめて高いことが目立った。とくに、東北地方および関東地方北部では高密度の生息が認められ、土壌から5,000頭以上、根から10,000頭以上検出されたのが数例あった。一方、北海道地方の生息密度は他の地方より全般的に低かった。

ネグサレセンチュウが検出頻度の点でも生息密度の点でも、他の線虫にくらべて目立って高いことは、国有林以外の苗畑でも認められたことであって、この点から林業苗畑における最重要線虫といえよう。

ネグサレセンチュウに次いで全般的にユミハリセンチュウの生息密度が高いことが多く、この他イシュクセンチュウ・ナミラセンセンチュウ・オオガタハリセンチュウがやや高い密度で生息している例が見られた。

1-3-3 おもな線虫と樹種との関係

a) 北海道地方

キタネグサレセンチュウは、トドマツ・スギ・カラマツ・エゾマツ・ストローブマツから検出され、トドマツの場合は札幌および函館営林局管内苗畑では80%以上の試料から検出された。トドマツの苗令と線虫の生息密度についてみると、根の場合には1年生苗木でもっとも高く100頭以上検出されたものが50%以上を占めた。一方、土壌では2年生苗木でやや高い密度を示した。

b) 東北地方

キタネグサレセンチュウの生息密度は、土壌の場合100頭以上検出された例が、スギ:55%, アカマツ:39%, カラマツ:32%であり、根から500頭以上検出された例が、スギ:63%, アカマツ:33%, カラマツ30%であって、スギでの生息密度がきわめて高い。

ユミハリセンチュウの土壌中の生息密度は、100頭以上検出された例が、スギ:21%, アカマツ:5%, カラマツ:0%、あって同様にスギでの生息密度が目立って高い。

c) 関東・中部地方

キタネグサレセンチュウについてみると、土壌から100頭以上検出された例はスギ:72%, ヒノキ:47%, アカマツ:55%, カラマツ:46%, トドマツ:36%であり、根から500頭以上検出された例はスギ:69%, ヒノキ:60%, アカマツ:15%, カラマツ:30%, トドマツ:32%であった。この結果からみると、キタネグサレセンチュウの生息密度がもっとも高いのはスギであり、一方アカマツでは他の樹種よりも目立って生息密度が低いことがわかる。

ユミハリセンチュウの場合にも、もっとも生息密度が高いのはスギで、ヒノキとカラマツとがこれに次ぎ、アカマツでは100頭以上検出された例はなかった。

イシュクセンチュウの場合には試料数が少ないのでっきりしないが、スギとアカマツで生息密度が高い傾向が認められた。

d) 関西・中国地方

ネグサレセンチュウの検出頻度は、スギでもっとも高く、ヒノキがこれに次ぎ、アカマツとクロマツでは低かった。マツ類についての試料数が少ないのでっきりしないが、ユミハリセンチュウ・イシュクセンチュウについても、マツ類での検出頻度は低かった。

e) 四国地方

ネグサレセンチュウの生息密度は他の地方と同様にスギでもっとも高く、土では45%, 根では85%の試料から100頭以上が検出された。

f) 九州地方

主要樹種からの検出頻度についてみると、ヒノキではネグサレセンチュウとネコブセンチュウの検出が多く、これについてラセンセンチュウが27%の試料から検出された。アカマツの場合も同様にネグサレセンチュウ・ラセンセンチュウ・ネコブセンチュウの検出頻度が高かったが、ネグサレセンチュウが根から検出される頻度はスギ・ヒノキの場合よりかなり低かった。クロマツの場合には同様に3種の線虫の検出が多かったが、根から検出される頻度はアカマツの場合よりもさらに低く、一方、ユミハリセンチュウやイシュクセンチュウが土壌から比較的多く検出された。スギの場合は試料数が26で少なく、比較しにくいが、ネグサレセンチュウが42%, イシュクセンチュウが27%

で、他の樹種よりも多く検出されることが目立った。この他ではラセンセンチュウ・ネコブセンチュウの検出がやや多かった。

次に、生息密度についてみると、ネグサレセンチュウが根から500頭以上検出された割合は、ヒノキ40%, スギ24%に対してクロマツおよびアカマツでは17%と低く、200頭以上検出されたのがヒノキ13%, スギ14%に対してマツ類ではなかった。その他の線虫の場合には、70%以上が100頭以下の密度であり、500頭をこえることはごく少なかったが、この中で比較的生息密度が高かったのはラセンセンチュウがヒノキ、ユミハリセンチュウとイシュクセンチュウがクロマツ、ネコブセンチュウがヒノキとクロマツであった。

なお、ネグサレセンチュウの生息密度が高いスギについて、実生スギとさしスギを比較してみると、根からの検出数がさしスギの場合に100頭以下が75%, 500頭以上がなかったのに対して、実生スギではそれぞれ27%, 75%であって、実生スギの場合に生息密度が目立って高かった。

g) まとめ

最重要線虫であるネグサレセンチュウはスギに対する寄生性がきわめて高く、根から500頭以上検出された例が、60%以上を占めていた。なお、実生スギとさしスギを比較した九州の例（ミナミネグサレセンチュウ）によれば、さしスギにくらべて実生スギできわめて生息密度が高いことがわかった。スギに次いで生息密度が高いのはヒノキであり、一方、アカマツとクロマツは主要針葉樹の中では検出頻度、生息密度ともに目立って低かった。キタネグサレセンチュウの生息密度がスギとアカマツとでいちじるしく差がある例を、東北地方の調査結果から図-1に示す。

他の線虫の土壤での生息密度は多くの場合100頭以下であつて少ないが、次の組み合わせでは、比較的生息密度が高い傾向が認められた。

ユミハリセンチュウ	スギ・クロマツ
イシュクセンチュウ	スギ・マツ
ラセンセンチュウ	ヒノキ
ネコブセンチュウ	ヒノキ・クロマツ

1-3-4 おもな線虫と前作との関係

a) 東北地方

スギ養成床でキタネグサレセンチュウの生息密度を前作物との関係でみると次のよう

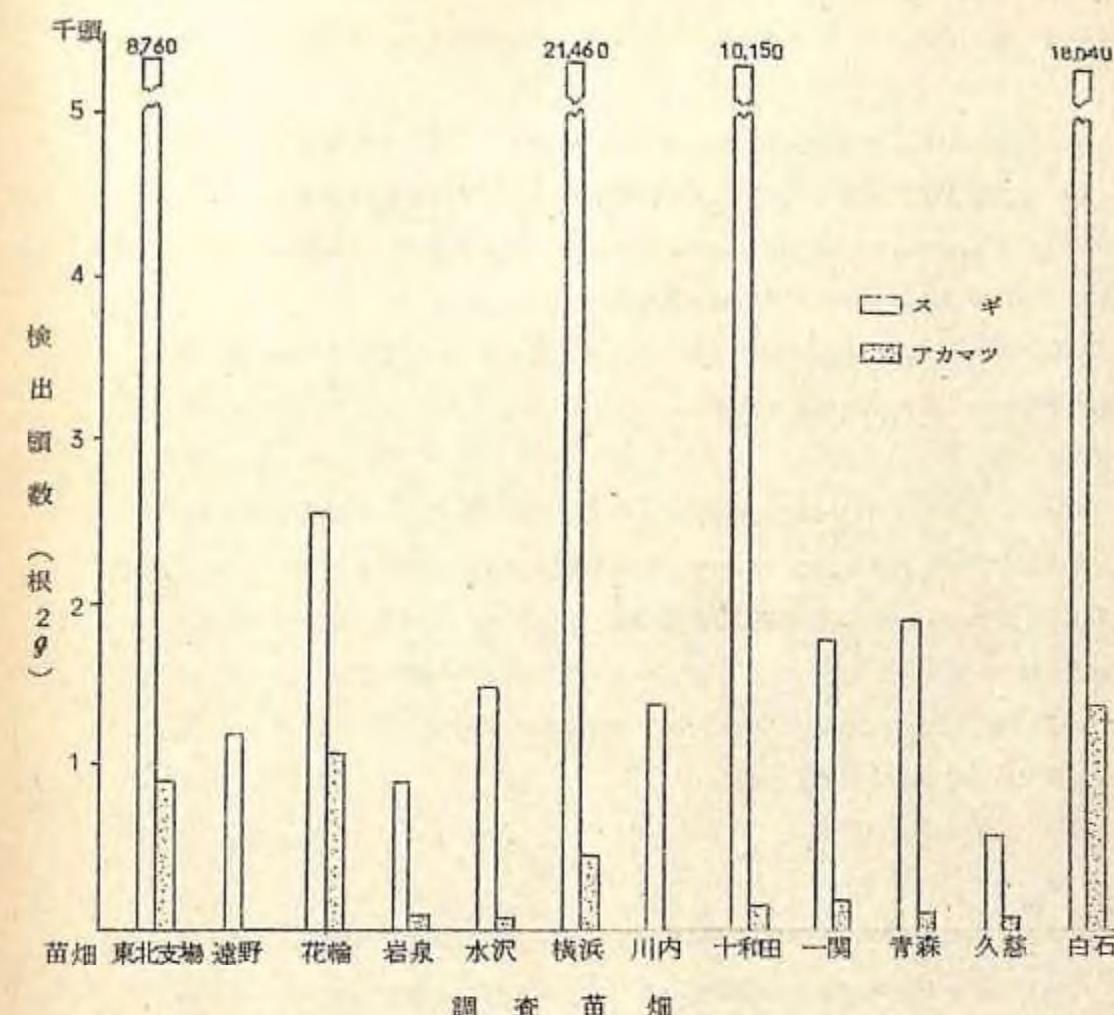


図-1 キタネグサレセンチュウのスギとアカマツにたいする寄生性の比較

である。土壌から100頭以上が検出された例が全体に占める割合は、スギ・アカマツ・カラマツ・豆類を前作した場合および休閑地とした場合に、それぞれ61%, 40%, 38%, 19%であり、500頭以上検出された場合は、それぞれ22%, 14%, 10%, 14%, 0%であった。この結果からスギを連作した場合にキタネグサレセンチュウの生息密度はもっとも高く、休閑地の後に養成した場合に生息密度が低いことが示された。

b) 関西・中国地方

前作物がスギ・ヒノキ・マツ類・ダイズ・休閑地の場合に、土壌中からの主要線虫の

の検出頻度は、ネグサレセンチュウの場合はそれぞれ70%, 63%, 45%, 50%, 33%であって、スギとヒノキが前作された畠で多く検出され、休閑地の跡地では少ない。

ユミハリセンチュウの場合にはスギ41%, ヒノキ37%, マツ類10%, ダイズ3%, 休閑地0%, であって、やはりスギ跡地に多く休閑地跡には少ない。

イシュクセンチュウの場合には、スギ29%, ヒノキ30%, マツ類40%, ダイズ17%でマツ跡地にやや多く、休閑地跡では検出例がない。

なお、水田跡地はわずか2例であったが、イネネモグリセンチュウのみが検出され、他の主要寄生線虫は検出されていない。

c) まとめ

ネグサレセンチュウはスギおよびヒノキで寄生性が高いことは前項で述べたが、これらの樹種を造成した跡地では、やはりその検出頻度および生息密度が高かった。このことは、ネグサレセンチュウが内部寄生性線虫であるため、前作物の堀りとり後に残された残留細根中にネグサレセンチュウが侵入加害していく、初期密度が高まっているためといえよう。したがって、スギおよびヒノキを連作した場合、ネグサレセンチュウによる被害が増大するものと考えられる。

1-3-5 土壌条件との関係

a) 東北地方

調査した苗畠の土壌は大部分が微砂質壤土、壤土、埴壤土であったが、これらの土性と主要寄生線虫の生息密度との間にはっきりした関係は認められなかった。

調査苗畠のPHは4.0~6.4の広い範囲にわたり、このうちPH5.0以下、PH5.1~5.5, PH5.6~6.0, PH6.1以上の調査か所数はそれぞれ63, 48, 53, 21であったが、このような土壌酸度と主要線虫の生息密度との間にもはっきりした関係は認められなかった。

b) 関西・中国地方

苗畠の土壌は砂壌土、埴壤土、埴土が多く、砂質土および壤土の土性をもつものもあった。ネグサレセンチュウおよびユミハリセンチュウが砂質土でやや少なかったこと以外は、主要寄生線虫の生息密度との間にはっきりした関係は認めなかった。

c) 九州地方

土性は砂壌土・微砂質壤土・壤土・埴壤土・埴土であり、微砂質壤土および埴土の土

性をもつ苗畠がやや多かったが、これら土性と主要寄生線虫の生息密度との間にはっきりした関係は認められない。ただし、ネグサレセンチュウの生息密度は、埴土および埴壤土の苗畠でやや低い傾向があった。

d) まとめ

線虫は砂質壤土や火山灰土壌のように孔隙が多い土壌で多く、重粘な土壌では少ないといわれているが、この調査では土性と主要寄生線虫の生息密度との間には、はっきりした関係は認められなかった。また土壌酸度についても同様であった。

1-3-6 主要寄生線虫の検出が多い苗畠

この調査において主要寄生線虫が各営林局内で目立って多く検出された苗畠をあげておく。なお、調査苗畠の中には殺線虫剤を使用したものも含まれ、また、資料採取時期の関係もあるので、ここにあげていない苗畠で主要線虫の生息密度が低いとは限らない。苗木の生息に寄生線虫がどの程度関係するかについては、この資料を参考にしてそれぞれの苗畠でもっとくわしい調査を必要とするこことはいうまでもない。

a) 北見営林局

キタネグサレセンチュウ：網走署美幌苗畠、呼人苗畠、遠軽署遠軽苗畠

b) 帯広営林局

キタネグサレセンチュウ：帯広署相川苗畠

c) 旭川営林局

キタネグサレセンチュウ：朝日署朝日苗畠、神寧署雨粉苗畠

d) 札幌営林局

キタネグサレセンチュウ：夕張署沼の沢苗畠、伊藤沢苗畠、定山渓署百松沢苗畠

e) 函館営林局

キタネグサレセンチュウ：俱知安署俱知安苗畠、乙部署乙部苗畠、函館署七飯苗畠、木古内署泉沢苗畠

f) 青森営林局

キタネグサレセンチュウ：横浜署横浜苗畠、増川署増川苗畠、弘前署沢田苗畠、一関署上台苗畠、大槌署浪板苗畠、白石署遠刈田苗畠

ユミハリセンチュウ：脇野沢署脇崎苗畠、川内署獅子畠苗畠、横浜署横浜苗畠、蟹田署瀬辺地苗畠、金木署小田川苗畠

g) 秋田営林局

キタネグサレセンチュウ：早口署大野苗畠，十和田署大湯苗畠，米内沢署米内沢苗畠，鶴の巣署鶴の巣苗畠，米沢署米沢苗畠

ユミハリセンチュウ：二ツ井署二ツ井苗畠，十和田署大湯苗畠，湯沢署院内苗畠，新庄署新庄苗畠，山形署永野苗畠

h) 前橋営林局

キタネグサレセンチュウ：白河署矢吹第一苗畠，大間々署内野苗畠，坂下署新鶴苗畠

ユミハリセンチュウ：六日町署神立苗畠，大間々署内野苗畠，長岡署堀の内苗畠，月夜野署境野苗畠，坂下署新鶴苗畠

i) 東京営林局

キタネグサレセンチュウ：千葉署愛宕山苗畠，高萩署上台苗畠，

ユミハリセンチュウ：高萩署上台苗畠，天城署本谷苗畠

j) 長野営林局

キタネグサレセンチュウ：上松署上松苗畠

ユミハリセンチュウ：上田署和苗畠，松本署波田苗畠

イシュクセンチュウ：三殿署大原苗畠

k) 名古屋営林局

キタネグサレセンチュウ：岐阜署関原苗畠，神岡署神岡苗畠

ミナミネグサレセンチュウ：新城署新城苗畠

ユミハリセンチュウ：新城署新城苗畠，岐阜署関原苗畠，中津川署合川苗畠，付知署太平苗畠，下呂署舞台峠苗畠，久々野署久々野苗畠，莊川署新淵苗畠，神岡署神岡苗畠，富山署大沢野苗畠

ラセンセンチュウ：岡崎署二川苗畠

l) 大阪営林局

ネグサレセンチュウ：大津署大門苗畠，尾鷲署三瀬谷苗畠，高野署高野苗畠，広島署梶ノ木苗畠，鳥取署小舟苗畠

ユミハリセンチュウ：福井署上庄苗畠，尾鷲署三瀬谷苗畠，山崎署一宮苗畠，新見署釜谷苗畠

イシュクセンチュウ：大津署大門苗畠，龜山署住吉苗畠，尾鷲署三瀬谷苗畠，広島署梶ノ木苗畠

m) 熊本営林局

ミナミネグサレセンチュウ：佐賀，日田，大分，人吉，日向，西都，高岡，高鍋，各営林署苗畠

ユミハリセンチュウ：佐賀，高岡，出水，大口，鹿児島，内浦，各営林署苗畠

イシュクセンチュウ：福岡，対馬，中津，高岡，大口，内浦，各営林署苗畠

ラセンセンチュウ：直方，福岡，対馬，五島，佐賀，中津，菊池，八代，水俣，出水各営林署苗畠

ネコブセンチュウ：中津，人吉，日向，出水，串間，鹿児島，内浦，各営林署苗畠

2. 防除試験

2-1 各種殺虫剤の防除効果

土壤施用による各種殺線虫剤の防除効果について、札幌営林局夕張営林署沼の端苗畠，秋田営林局角館営林署角館苗畠，東北支場構内苗畠，東京営林局千葉営林署愛宕山苗畠，関西支場構内苗畠，高知営林局大根営林署陣山苗畠などで効果比較試験を行なった。なお、この試験は公立林試が国庫補助連絡試験によって実施した同種の試験と密接な連携をとりながら進めたものである。

これらの試験結果によって明らかにされたことは次の通りである。

a) 殺線虫剤の使用法

効果が認められた殺線虫剤の使用法を表-4に示す。

表-4 主な殺線虫剤の使用法

薬剤名	使用法	備考
N C S	30cm千鳥で点注、一穴に原液を水で2倍にうすめて500、または原液を300、施用後ボリエチレン被覆または水封する。	苗木に対する薬害はほとんどない
5121粒剤(3%)	床面に80kg/10m ² をばらまきし、表面の土とよく混和する。	地温20℃以上で使用
D B C P	粒剤(20%)は20kg/10m ² をばらまきして表面の土とよく混和する。乳剤(80%)は水で10倍にうすめて1穴300ずつ点注	苗木に対する薬害はあまりない
E D B	原液を300ずつ点注	皮ふを侵すので注意
D-D	原液を300ずつ点注	毒性が強いので注意
クロールビクリン	原液を300ずつ点注	

これらの薬剤の多くは殺線虫効果が高い一方、苗木に対する薬害をおこす危険も大きい。したがって、5121粒剤およびDBCP以外の薬剤を床替時に使用する場合には充分なガス抜きをおこない所定の日数後に床替えする必要がある。播種床に使用する場合には播種までの期間をやや短かくすることができ、ガス抜き後3~4日で播種可能である。

b) 殺線虫剤の効果

上記の薬剤はすべて使用方法が適切であれば土壌中に生息する線虫の殺線虫効果は高く、施用後の土壌中の線虫の生息密度はいちじるしく低下する。しかし、その後次第に線虫の増殖があり、クロールビタリン・EDBなどでは約2か月後には施用前の生息密度近くまでもどることが多い。生息密度の増大をおさえる効果の持続期間が長いものとしては、NC-S・5121粒剤・DBCP粒剤があげられる。

c) 苗木の生長

殺線虫剤のなかには、線虫だけでなく苗木に対しても影響を与え、生長異常をおこすものがある。顕著なものは、クロールビクリン・D-DD・NC-Sである。

これらの薬剤を施用した場合、苗木は徒長し、しかも根の直根が異常に伸長して側根や細根が少ないと、いわゆるごぼう根の根型となることがある。この現象はスギではふつうに見られるもので、他の樹種ではスギにくらべると非常に少ない。

したがって、これらの薬剤をスギに施用する場合には、徒長と根系異常を防止することが必要である。このためには、秋早くに根切りを行なうことが有効である。とくにNC-Sの場合には適期に根切りを行なうと、残った根から多数の細根が新生され、根系がすぐれた苗木が得られる。

d) 除草効果

NC-Sおよびクロールビクリンでは除草効果も認められる。NC-Sを施用した場合には、7月上旬~中旬までは除草をおこなう必要がない。また、これらの薬剤は殺菌効果もあるので、立枯病などの土壌病害の防除にも有効である。

e) 秋まきの場合の薬剤処理

秋まきスギを対象として秋田営林局角館営林署苗畑で行なった実験結果によると、11月上旬に常法によって、NC-S、5121粒剤、DBCP粒剤を施用した場合、翌年夏まで効果が認められ、とくにNC-Sがすぐれていた。

なお、この方法は多雪地帯で春まきする場合にも応用できるものと考えられる。

2-2 根の温湯浸漬によるネグサレセンチュウの殺線虫効果

ネグサレセンチュウは内部寄生性線虫であるため、播種床で被害をうけた苗木の根の組織内には多数のネグサレセンチュウが寄生していて、床替によって床替床へ逃げれる。このため何らかの方法によって苗木の根を処理し、内部に寄生する線虫を殺す効果が望まれる。

その方法の一つとして、根を温湯に浸漬する方法が考えられ、果樹では効果をあげた例がある。

林木苗木に対する温湯浸漬処理の効果を検討するため東北支場で行なった実験の結果は次のとおりである。

休眠中および生育中のスギ当年生苗木の根を40, 50, 70℃の温湯に一定時間浸漬してから、加温浴出法によって根からネグサレセンチュウの分離を行なうと、50℃, 7分以上の浸漬処理した根からは検出されないが、40℃, 30分処理した根からは線虫が分離される。したがって殺線虫のためには少なくとも50℃7分の浸漬を必要とする。ところが、処理苗を植えつけてその後の生育をみると50℃7分処理した休眠中の苗木は100%枯死し、生育中の苗木でも60%は枯死した。

この結果から、殺線虫に必要な処理によっては苗木に対する影響が大きく、温湯処理による防除は期待できない。

なお、各種の薬剤溶液に根を浸漬する方法も考えられるが、現在、実用化できる方法は見出されていない。

2-3 その他の防除方法

対抗植物であるマリーゴールドを植栽した跡地にネグサレセンチュウの生息密度が低下する傾向があるので、休閑地の栽培作物として利用するとよい。ただし、この方法のみで線虫被害を防除するわけにいかない。

堆肥(おが屑堆肥)の施用が寄生線虫の生息密度を低下させるために、線虫被害を防除するのに有効であるという説もあるが、はっきり確かめられていない。むしろ、堆肥の施用け苗木の生育を良好にして、被害を軽減するのに役立つとみるのが妥当である。

育苗方法のうちで線虫の被害防除に有効なことは、被害の主原因であるネグサレセンチュウがスギおよびヒノキに対して寄生性が高く、連作すると生息密度が高まることからみて、少なくとも播種床ではこれらの樹種を連作しないことが必要である。

野鼠発生予察と防除法

I. 試験担当者氏名

主 壱	本場保護部鳥獣第1研究室長	宇田川 龍 男
(北海道地域担当)	北海道支場野鼠研究室長	上 田 明 一
(本州東部地域担当)	本場保護部鳥獣第1研究室長	宇田川 龍 男
同 室 員	白 石 哲	
	木曾分場保護研究室	水 野 武 雄
(本州西部地域担当)	関西支場保護部長	伊 藤 武 夫
(四国地域担当)	四国支場保護研究室長	陳 野 好 之
同 室 員	五十嵐 豊	

II. 試験目的

野ネズミによる森林被害は突発的に発生することが多いが、それを事前に察知することは生息数の定期的な調査によって困難ではなく、広く発生のおそれのある地方では行なわれている。しかし、その精度は低く、まだ適確に予知しうるにいたっていないし、生息数の調査法も日時を要するので省力化を必要としている。これらの欠点を是正し、簡易な方法で被害発生を予察するため、ネズミの季節による生理的変化、とくに繁殖を中心とした生理生態的な研究に主眼をおいて実施した。

なお、研究の対象としたネズミの種類は、北海道においてはエゾヤチネズミ、本州においてはハタネズミ、四国においてはスミスネズミを選んだのは、それぞれの地域における加害種であり、本州において東、西の2地域で同一種について研究したのは地域差を比較するためのものである。

III. 試験の経過と得られた成果

各地域の担当者によって定期的な調査が行なわれ、その時点の生息数、性別、幼老、繁殖状況、食性などの生理生態的な研究がなされたが、その内容はつきのとおりである。

○ 北海道地域（担当：上田明一）

1. 試験概要

北海道ではエゾヤチネズミによる林木被害が多く、異常発生年には7,000万本にも達することがあった。このため多くの造林地で野鼠発生予察調査が行なわれているが、この調査は野鼠の種類と数のみが把握されるにすぎず、個体群が増加する傾向にあるが、減少する傾向にあ

るかを予測することができない欠陥がある。

したがって、この造林担当者による野鼠生息数調査に加え、春、夏、秋のエゾヤチネズミ個体群の令構成、繁殖状態などを、解剖所見から検討し、その年の野鼠発生の傾向を、より正確に予測する目的で、42年度から44年度まで調査を行なったものである。

2. 試験経過と得られた結果

本報告で述べるエゾヤチネズミの令構成区分は、つきの基準によるほか、歯根の有無も参考にした。

	体重(㌘)	体長(㍉)
幼 獣	20 以下	90 以下
亜成獣	21 ~ 25	91 ~ 100
成 獣	26 以上	101 以上

また妊娠率、経産率は成獣の雌總数に対する妊娠個体数、有胎盤跡個体数の率をそれぞれあらわした。

調査は春5月下旬から6月上旬、夏7月下旬から8月上旬、秋9月下旬から10月上旬を原則として行なった。

2-1 42年度の試験経過

春のエゾヤチネズミの生息数は野幌調査地で0.5 ha当たり2頭、他の調査地でも0~3頭で、全道的に少なかった。

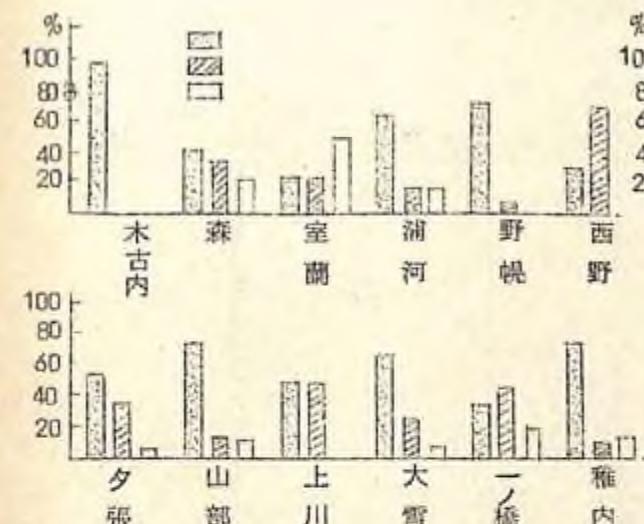
夏の各調査地のエゾヤチネズミ個体群の令構成と妊娠率は1、2図のごとくであり、道南から道中央地帯にかけては、森、室蘭営林署管内に属する噴火湾地帯を除き、幼獣個体の出現が少ないと、また妊娠個体がほとんど認められなかつたことから、春から夏にかけての繁殖活動は低調であったことが推察される。

これに対し道中央から道北地帯にかけては、幼、亜成獣個体の出現率が高く、また妊娠率も高いことが認められ、春から夏にかけての繁殖活動が活発であり、しかも夏の時点でも、その活動が引続いて行なわれていることが認められた。

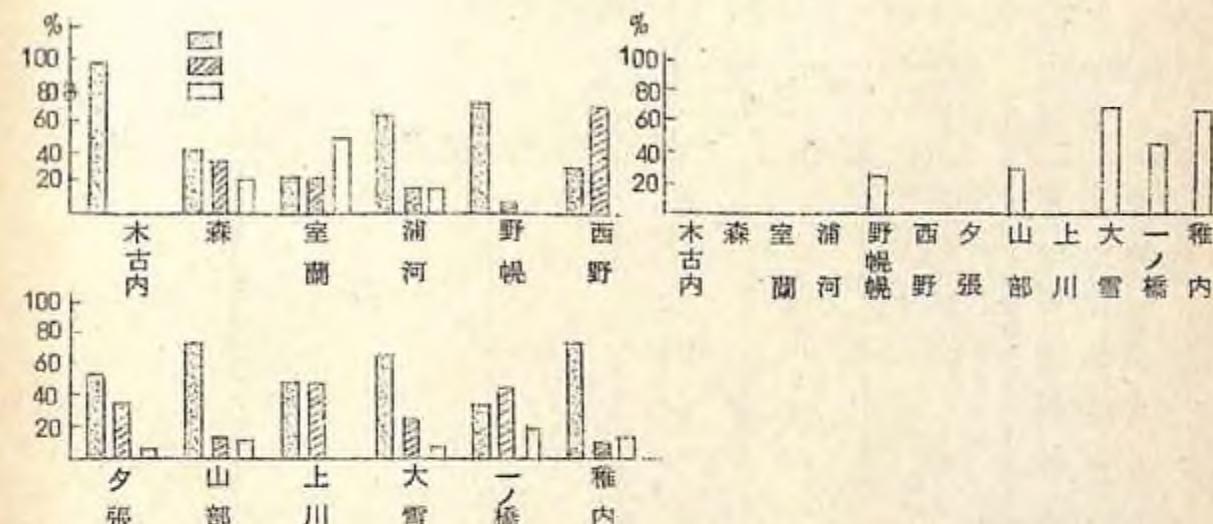
これらの春から夏にかけての繁殖活動の地域的な差は、夏の生息数調査資料からみた、第3図のエゾヤチネズミ生息状況からも明らかなどとく、道南から道中央地帯にかけては生息数少なく、道北地帯に生息密度の高い個所が多くあらわれていた。

引き続き行なった秋の調査結果は第1表のごとくで、道中央高地に位置する大雪営林署管内(層雲峠)は9月中旬で、すでに繁殖活動は休止期を示していたが、同一地域にありながら

42年夏のエゾヤチネズミ個体群の年齢構成



42年夏のエゾヤチネズミの妊娠率



第3図 昭和42年夏季のエゾヤチネズミの生息状況

低地に位置する上川管林署管内では、9月下旬秋繁殖がまだ行なわれていること、また道北地帯より道南地帯に属する地域のほうで、繁殖活動は活発であることが認められた。

第2表 43年夏のエゾヤチネズミの令構成と繁殖状態

第1表 42年秋のエゾヤチネズミの令構成と繁殖状態

調査地	調査月	調査 個体数	令構成(%)			妊娠率 (%)	経産率 (%)
			成獣	亜成獣	幼獣		
木古内	9月下旬	7	86	0	14	1/3	5/3
野幌	10月上旬	17	53	6	41	67	83
山部	"	89	35	20	45	11	89
上川	9月下旬	95	65	16	19	25	46
層雲峠	"	111	69	17	14	0	61
一ノ橋	"	113	85	13	2	2	44
稚内	"	26	65	8	27	25	88
留辺蘂	"	60	77	13	10	55	38

2-2 43年度の試験経過

春の生息状態は道南地帯と昨秋高密度のカ所が多くみられた道南地帯が多く、それ以外の地域では、それ以下か半年なりで、生息数の多いところは越冬個体の割合が多いことが認められた。なお令構成は各調査地とも、幼、亜成獣が出現しているところ多く、妊娠率も高く繁殖活動は活発であった。

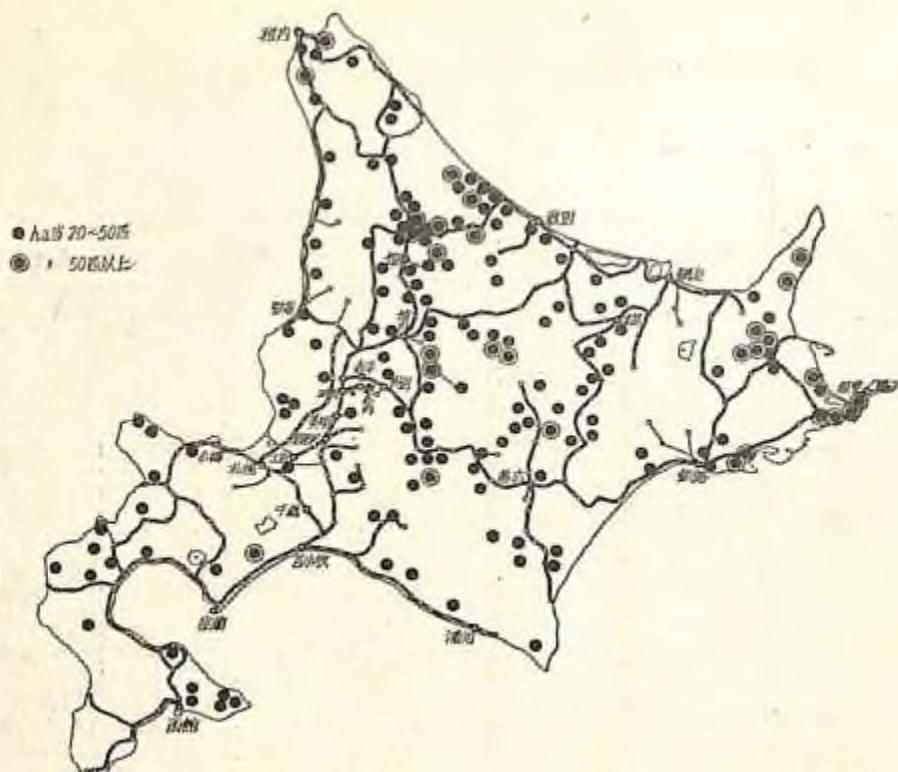
夏の令構成と妊娠率は第2表のようだ、幼獣の出現率や妊娠率は、道北地帯になるにしたがい昨年より低く、道南から道中央地帯にかけては、昨年と余り差がないことが認められた。

これらの春から夏にかけての繁殖活動の結果は第4図のごとく、42年と同じように中央高地から道北地帯さらに根釧地帯に、高密度のカ所が多く、また42年よりも道南地帯は全般的に生息数が多くなっていることが認められた。

調査地	調査 個体数	令構成(%)			成獣の性的 成熟率	成獣♀ の妊娠率	成獣♀ の有胎 盤跡率
		成獣	亜成獣	幼獣			
森	15	46	54	0	(1/3)	0	(1/3)
岩内	31	90	10	0	71	7	7
室蘭	5	(4/5)	(1/5)		(2/2)	(1/2)	(1/2)
野幌	33	79	21	0	100	0	85
山部	39	59	28	13	100	25	88
神楽	18	56	28	16	100	29	37
士別	10	60	30	10	100	0	100
朝日	3	(3/3)				?	(1/2)
一ノ橋	20	60	40	0	80	0	100
雄武	93	35	65	0	91	18	100
中頓別	1		(1/1)				
稚内	4	(3/4)	(1/4)		(3/3)		
天塩	4	(4/4)					
古丹別	2	(2/2)					(1/2)
羽幌	19	68	32	0	80	0	100
上川	7	71	29	0	(2/3)		

註 ()は調査個体数が少ないので実数を示す。

分母の数字は調査個体数



第4図 昭和43年夏季のエゾヤチネズミの生息状況

秋の繁殖活動は第3表に示すごとく、9月中旬頃から開始され、10月上旬までその活動が続いたことが、妊娠個体の胎児の大きさ、および幼獣の出現率から推察され、秋の繁殖活動は42年よりも活潑であることが認められた。

第3表 43年秋のエゾヤチネズミの令構成と繁殖状態

調査地	調査月	調査 個体数	令構成(%)			妊娠率 (%)	経産率 (%)
			成獣	亜成獣	幼獣		
木古内	9月下旬	1	1	—	—	—	—
森	"	11	100	0	0	86	33
八雲	"	34	65	32	13	67	44
室蘭	"	5	20	60	20	—	—
岩内	"	9	100	0	0	20	60
野幌	10月上旬	6	90	0	10	41	67
士別	9月下旬	5	60	20	20	0.2	2

調査地	調査月	調査 個体数	令構成(%)			妊娠率 (%)	経産率 (%)
			成獣	亜成獣	幼獣		
一ノ橋	9月下旬	28	58	21	21	25	88
雄武	"	55	55	35	10	17	92
稚内	"	8	38	24	38	1	0.1
天塩	"	2	2	—	—	—	—
上川	"	29	52	17	31	35	50

なお、43年のエゾヤチネズミ生息数の増加傾向を、記号放逐法で42年も実施した同一場所での調査結果を、野幌調査地調査面積0.5 haの例で示すとつぎのごとくで、42年より約3倍の生息数になっている。

42年				43年			
6月	7月	8月	9月	6月	7月	8月	9月
(2)				(9)	4	1	3
(8)	2	5		(20)	9	11	
	(7)	2		(10)	7		
				(7)			(10)
計	2	8	9	14.3	9	24	31

註 ()は未記号個体を示す。

2-3 44年度の試験経過

春の生息状態は、札幌、旭川局管内で一部生息数の多いところが認められたが、全般的には平年並みであった。

春の繁殖活動を調査した結果は第4表に示すごとくである。この44年春の繁殖活動は43年と比較すると差はみられなかった。

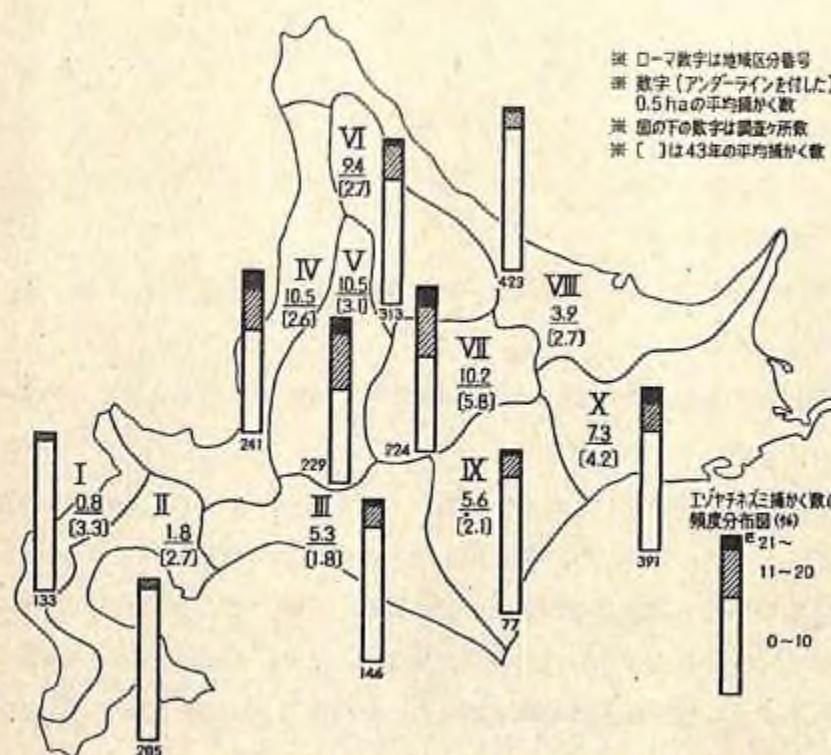
夏の生息状況を43年と比較したものが第5図であるが、I、II(道南地帯)を除くほかはすべて増加しており、とくにIV、V、VI(道中央から道北地帯)では倍以上に達していた。

夏から秋にかけての令構成および繁殖活動は第5、6表のごとくであるが、8月上旬で当り100頭近い生息密度を示した野幌調査地では、7月の調査時より体重が減少している個体が多くみられ、秋繁殖活動は低調であった。このような傾向は東高密度を示した他の調査地でも認められた。

第4表 44年春季のエゾヤチネズミの繁殖状況調査

調査地及び調査月	調査個体数	調査個体の平均体長範囲(mm)	成獣の平均体重(g)	調査個体の平均体長範囲(mm)	成獣♂(mg)	成獣♀(mg)	成獣♂(mg)		成獣♀(mg)		平均1齢胎出数	当年個体の出現率(%)		
							平均	平均	性成熟率(%)	妊娠率(%)				
白滝(北見局) 4月中旬	3	100~120	113	23~38	32	134	68	21	2/2	0/1	0/1	0	0	0
野幌(札幌局) 5月中旬	6	110~125	119	34~41	37	279	149	32	100	0/3	3/3	1	—	—
森(函館局) 5月下旬	3	98~118	111	27~49	43	154	193	33	1/1	2/2	0/2	0	6.0	—
岩内(")	2	110~121	116	37~45	41	288	180	50	1/1	1/1	0/1	0	4.0	0
稚内(旭川局)	4	83~116	112	17~38	35	—	—	—	67	67	1	6.0	25	—
浜頓別(")	3	119~127	123	41~47	43	218	171	42	3/3	—	—	—	—	—
中頓別(")	2	110~111	111	—	—	—	—	—	2/2	2/2	1	6.5	—	—
天塩(")	3	84~113	112	19~35	34	276	132	24	1/1	1/1	0/1	—	5.0	1/4
名寄(")	14	79~124	113	—	—	179	154	38	100	80	33	1	5.5	14
一ノ橋(")	58	99~121	110	19~46	34	213	127	34	100	46	61	1	6.0	—
朝日(")	12	108~120	114	33~40	37	227	110	34	100	50	67	1	6.3	—
神楽(")	30	103~118	110	28~49	37	224	182	36	100	60	53	1	5.9	—
上川(")	6	100~125	117	34~49	40	229	206	47	100	67	75	1	8.0	—
大雪(")	20	107~129	118	27~45	34	251	142	37	100	55	45	1	5.2	—
羽幌(")	29	109~128	117	33~52	38	221	161	41	100	44	64	1	6.0	—
古丹別(")	8	107~127	116	35~44	42	177	141	44	100	50	100	1~2	6.0	—
山部(東大葉面林) 6月上旬	44	69~120	113	11~47	39	231	168	35	100	31	94	1~2	6.0	48
白滝(北見局)	3	77~107	107	16~28	28	137	14	14	0/1	—	—	—	3/3	—
置戸(")	22	70~120	113	11~47	36	199	140	37	100	40	80	1~2	6.5	14
大雪(旭川局) 6月中旬	13	76~128	115	14~42	34	261	144	39	100	20	100	1~2	5.0	31
野幌(札幌局)	19	79~125	113	12~48	40	222	164	36	100	80	60	1~2	5.2	47

注) 第2, 3表は調査個体が少數の場合は実数で示す。



第5図 昭和44年7月上旬~8月上旬エゾヤチネズミの生息状況

第5表 夏季の令構成、繁殖状況

調査地	調査月	調査個体数	令構成			妊娠率(%)	経産率(%)
			成獣	亜成獣	幼獣		
森	7月下旬	5	2/5	1/3	—	—	—
八雲	"	3	2/3	1/3	—	—	—
岩内	"	12	75	0	25	0	29
野幌	8月上旬	30	82	18	0	0	38
山部	"	91	52	33	15	32	68
神楽	7月下旬	51	71	15	16	46	62
士別	"	25	76	24	0	20	80
朝日	"	23	74	17	9	2/4	2/4
名寄	"	10	70	10	20	0/2	2/2
一ノ橋	"	38	63	30	7	38	57
中頓別	"	4	3/4	—	1/4	1/2	2/2
浜頓別	"	34	64	18	18	80	70
稚内	"	34	62	23	15	71	80
天塩	"	21	62	5	53	4/5	2/5
羽幌	"	91	54	22	24	25	86
古丹別	"	10	50	40	10	0/2	1/2
上川	"	32	59	10	31	30	80
層雲峡	"	61	79	13	8	40	67
白滝	"	5	5/5	8	0	1/2	1/2
置戸	8月上旬	25	88	8	4	38	75

第6表 秋季の令構成、繁殖状況

調査地	調査月	調査個体数	令構成%			妊娠率(%)	経産率(%)
			成獣	亞成獣	幼獣		
枯内	10月下旬	3	5/3	—	—	2/2	2/2
森	"	33	67	12	21	11	90
八雲	"	15	80	20	—	0	25
岩内	"	6	6/6	—	—	0	0
野幌	10月中旬	48	71	17	12	6	75
山部	10月上旬	62	77	18	5	0	35
神楽	9月下旬	25	64	20	16	25	100
士別	"	30	57	27	16	25	75
朝日	"	58	62	17	21	35	60
名寄	"	27	70	19	11	56	56
一ノ橋	"	198	57	25	18	36	82
中頓別	"	16	41	30	29	17	83
浜頓別	"	44	45	37	18	25	90
稚内	"	89	29	46	25	5	90
天塩	"	53	68	19	13	0	50
羽幌	"	69	49	32	19	24	81
古丹別	"	21	71	29	0	50	33
上川	"	80	75	11	14	14	77
層雲峠	"	129	56	35	9	5	76
白滝	10月中旬	21	52	38	10	0	100
留辺蘿	10月上旬	13	77	8	15	50	67
置戸	"	64	61	20	19	25	79
足寄	10月中旬	7	71	15	14	0	80

なお、44年野幌調査地(調査面積1ha)において、記号放逐法による生息数調査結果はつきのとおりである。

6月	7月	8月	9月	10月	11月
(57)	17	16	7	6	3
(76)	49	24	19	16	
(34)	17	13	13		
(20)	9	4			
(21)	8				
(22)					
計	37	93	99	68	72
					66

以上が42～44年のエゾヤチネズミの発生状態を、特定調査をとおして調査した概要である。

これらの調査結果から、エゾヤチネズミ個体群の発生状態に関連したと考えられる、問題点をあげてみるとつきのごとくである。

- (1) 春の越冬個体の多少および春から夏にかけての繁殖活動の盛衰により、生息密度に差がみられる。
- (2) 季節別の繁殖活動をみると、春、秋は年度間の差あまりみられなかつたが、夏は年度間に差があり、42年度はもっとも低調であった。
- (3) 秋の繁殖活動は道南地帯のほうが、道北地帯より休止期はおそい。
- (4) 夏までに高密度になると、それ以後の繁殖活動は低下がみられる。
- (5) 春の繁殖活動は越冬個体より行なわれるが、夏、秋の繁殖活動は当年個体の生長、繁育の良否が影響する。

これらの繁殖活動の相違が、気象的条件、食物条件その他の要因によるか検討するため、現在生殖器官の生理的機能、捕獲個体の胃内容物の栄養分析、さらに調査地の気象資料の蒐集を行なつてゐるので、総合的観点からの調査資料の取纏め、他の機会に発表する予定である。

なお秋の野鼠防除対策の基礎資料として、夏までのエゾヤチネズミの発生状態から、秋の発生予想を、その都度国有林はじめ民有林関係機関とも協議し、発表を行なつてきた。

(北方林業第224、234、247号参照)

○ 本州東部地域 (担当: 宇田川龍男, 白石 哲, 水野武雄)

1. 試験地の概況

八ヶ岳連峰の西麓(長野県諏訪郡原村字組原, 海拔1,200m)に位置するカラマツの人工造林地の一角(0.5ha)の試験地を設け, ここで1967年4月から1970年の3月までの3カ年間, 調査を行なった。試験地内のカラマツの樹令は若い樹で5, 6年, 古いもので20年生である。樹令にかなりの差があるが, これは枯死したものを漸時補植しているためである。林内のところどころにアカマツ, 林縁にはクロツバラ, クマヤナギ, ヒヨウタンボク, アオハダなどの低灌木が混生している。下層には更にタチフウロウ, オオミゾソバ, ツリフネソウ, ダイコンソウ, ワレモコウなどの草本植物が生えている。試験期間中, 枝うち, 下草刈りなどの人為的手段は一切行なわなかった。試験地内における植生調査結果は第1表の通りである。

第1表 野鼠試験地植生調査表

科名	和名
ウラボシ科	ヤマイヌワラビ, コウヤワラビ, ヒメンド
マツ科	アカマツ, カラマツ
ヤナギ科	イスコリヤナギ
カバノキ科	シラカバ
クワ科	カラハナソウ
タデ科	ギシギシ, オウミゾソバ, ナガバノウナギツカミ
ナデシコ科	オオヤマハコベ, オオヤマフスマ
キンポウゲ科	ヤマトリカブト, カラマツソウ, ポタンズル, アキカラマツ
アケビ科	アケビ
アブラナ科	ヤマハタザオ
ベンケイソウ科	キリンソウ
ユキノシタ科	チダケサシ, ザリコミ
バラ科	シモツケ, クサボケ, ナワシロイチゴ, キンミズヒキ, ミナモトソウ, ノイバラ, ワレモコウ, ダイコンソウ, オヘビイチゴ
マメ科	フジ, クサフジ, ツルフジバカマ
フウロソウ科	タチフウロ, アカヌマフウロ, ゲンノショウコ
トウダイグサ科	タカトウダイ
モチノキ科	アオハダ
ニシキギ科	ニシキギ, ツルウメモドキ

科 目	和 名
ツリフネソウ科	ツリフネソウ
クロウメモドキ科	クマヤナギ, クロツバラ
ブドウ科	ノブドウ
スミレ科	スミレ
アカバナ科	ヤナギラン, オオマツヨイグサ
ウコギ科	ヤマウコギ
セリ科	ヤマニンジン
ツツジ科	レンゲツツジ
サクラソウ科	サクラソウ, クサレダマ
モクセイ科	サトトネリコ, イボタノキ
シソ科	ヤマクルマバナ, ヤマトウバナ, ヒメロシロネ, アキノタムラソウ
アカネ科	アカネ, カワラマツバ
スイカズラ科	ヒヨウタンボク, スイカズラ
キク科	ヤマヨモギ, ノコギリソウ, ヒメジョオン, コウゾリナ, ノハラアザミ, アキノノゲシ, ノコンギタ
イネ科	ムラサキススキ, ミゾイテゴツナギ, イチゴツナギ, トボシガラ
ユリ科	ユウスゲ, コオニユリ, キジカクシ, スズラン, ナルコユリ, サルマメ, ミズギボウシ, タチシオデ, ヤブラン
アヤメ科	ノハナショウブ
計	35科 84種

2. 調査方法

野その生息数推定は林野庁方式にしたがい, 0.5haの試験地に10m間隔で格子状にしき罠を配置し, 連続3晩の夜かけ作業により得られた野その採集数から回帰直線式を算出して行なった。各格子の交点には2個の罠が配された。

3. 調査時期

1967年11月1日~3日, 1968年は7月23日~26日, 9月10日~13日, 10月28日~31日, 1969年は5月27日~30日, 7月1日~4日, 8月27日~30日, 9月24日~27日, 10月22日~25日, 1970年は3月25日~28日の10回行なった。

4. 調査結果

4-1 生息種および採集数

調査期間中に採集された小型哺乳類は第2表の通りで、ハタネズミ亞科ではハタネズミ123頭(総採集数の40.1%), スミスネズミ133頭(43.3%), ネズミ亞科ではアカネズミ34頭(11.1%), ヒメネズミ8頭(2.9%)であった。その他に食虫目のモグラ科に属するンシュウヒミズ9頭(2.6%)が得られた。なお採集されたハタネズミの性比は♀43頭:♂77頭(0.56:1.00), スミスネズミでは♀73頭:♂59頭(1.24:1.00), アカネズミでは♀23頭:♂9頭(2.56:1.00)ヒメネズミでは♀4頭:♂4頭(1.00:1.00)でありヒメネズミを除いて性比に偏りがあると認められた。

4-2 生息数の推定および変動

林業加害獸として重要なのはハタネズミとスミスネズミである。アカネズミ、ヒメネズミは上述の通り生息数も少なく通常加害種とは考えられていないので、生息数の推定はハタネズミ亞科のものに対してのみ行ない、アカネズミ、ヒメネズミについては、0.5ha内で採集された実数を記すにとどめた。結果は第3表に示す通りである。1968年夏(7月)から秋(9月)にかけての推定生息数はハタネズミ亞科としてまとめてみるとあたり250頭以上という膨大な数字になった。とりわけハタネズミの生息数が多いのが特徴的である。秋10月の調査ではかなり減少しているが、それでもなお大発生時に相当する数字を示している。1969年の調査結果からもハタネズミ亞科の個体数は夏7月から秋9月にかけて多いことが知られる。推定生息数はみるとあたり100頭以上となっている。しかし、前年同期にくらべると半減している。この年も10月になると個体群密度は低くなっている。

また1968年10月からその傾向がみとめられるが、1969年はスミスネズミの生息数がハタネズミのそれをしのぎ、同年秋には4倍以上となり優占種が交代している。優占種の交代はカラマツや灌木の生長に伴ない林内のうつ閉度が大きくなつて来たため、ハタネズミよりもスミスネズミの生息に適する環境となって来たことによるものと考えられる。採集結果を分析してみるとハタネズミは林縁部の明かるく草木植物が繁茂している場所で採集さ

第2表 原村試験地における野その採集結果

種類	採集数(%)
ハタネズミ	123 (40.1)
スミスネズミ	133 (43.3)
アカネズミ	34 (11.1)
ヒメネズミ	8 (2.9)
ホンシュウヒミズ	9 (2.6)
計	307 (100.0)

第3表 原村試験地における野鼠の推定生息数

調査年月日	ハタネズミ (ha)	スミスネズミ (ha)	ハタネズミ 亞科	アカネズミ *	ヒメネズミ *	ネズミ亞科 *
1967年 11月 1~3日	?	??	??	6	0	6
1968年 7月23~26日	256.0	56.0	250.8	10	0	10
9月24~27日	?	+	71.2	264.4	5	1
10月22~25日	56.0	48.2	77.2	8	2	10
1969年 5月27~30日	21.6	16.2	23.2	2	1	3
7月 1~4日	46.4	59.8	111.0	0	0	0
8月27~30日	28.0	95.4	102.8	1	0	1
9月24~27日	25.2	117.4	165.6	1	1	2
10月22~25日	?	+	53.4	59.4	1	2
1970年 3月25~28日	14	?	17.4	0	0	0

* 0.5ha内で採集された実数で示した。

** 回帰直線は右上がりとなり生息数推定不可能

+ 採集実数 $7 \times 3 = 21$ 頭、回帰直線はX軸に平行となり生息数推定不可能

† 採集実数 $1 \times 3 = 3$ 頭、回帰直線はX軸に平行となり生息数推定不可能

※ 採集実数2日目に1頭のみ、生息数推定不可能

れ、スミスネズミは林内の比較的陰湿で岩がちな場所で多く採集されている。カラマツの下はフジが多く自生し、カラマツの落葉が堆積しており、スミスネズミの孔道が堆積物のあちこちに作られている。すなわち、住みわけ的現象がみとめられるが、これらの事実も優占種の交代を裏づける論拠としてあげられる。

単位面積(ha)あたりの生息密度が100~250頭という高さに達したのは、灌木や下草の除去作業を一切行なわなかったためと考えられ、このような環境は野その生息および繁殖にとって包摶能力の高いものであることを示す例であろう。林内の清掃、林床処理が重要と思われる。

4-3 繁殖期

ハタネズミの場合には、われわれの室内飼育実験の結果、♂では体重25g以上、♀では22g以上を成体とみなしてよいことが知られた。この値を境に成獣と亜成獣および幼獣を区別し、成体♀の繁殖状況をまとめると第4表のようになる。スミスネズミの場合には、まだ室内で飼育した個体の成長曲線を得る段階に到っていないので、野外で採集された個体の毛色の色、睪開口、精巢降下など性成熟の表徴として従来から用いられている外部形質を利用して判断した結果、♂では体重18g以上、♀では15g以上のものを成体として取り扱うこととした。この種の繁殖状況も第4表にまとめた。

第4表 ハタネズミおよびスミスネズミの繁殖状況

種類	調査年月日	成体♀	妊娠♀	有胎盤痕	発情中	乳頭大	繁殖率(%)
ハタネズミ	1967年11月1~3日	4	0	0	0	0	0/4(0)
	1968年7月23~26日	13	7	1	0	0	8/13(61.5)
	9月10~13日	10	6	0	1	0	7/10(70.0)
	10月28~31日	6	0	0	0	2	2/6(33.3)
	1969年5月27~30日	5	4	0	0	1	5/5(100.0)
	7月1~4日	9	3	1	2	0	6/9(66.7)
	8月27~30日	7	4	0	1	0	5/7(71.4)
	9月24~27日	5	5	0	0	0	5/5(100.0)
	10月22~25日	2	0	0	0	0	0/2(0)
	1970年3月25~28日	1	0	0	0	0	0/1(0)
スミスネズミ	1967年11月1~3日	5	0	0	0	0	0/5(0)
	1968年7月23~26日	2	0	1	0	0	1/2(-)
	9月10~13日	8	1	2	0	0	5/8(37.5)
	10月28~31日	7	0	1	0	0	1/7(14.3)
	1969年5月27~30日	3	1	1	1	0	3/3(-)
	7月1~4日	7	1	2	1	0	4/7(57.1)
	8月27~30日	7	4	0	1	0	5/7(71.4)
	9月24~27日	6	1	1	2	0	4/6(66.7)
	10月22~25日	10	0	1	0	0	1/10(10.0)
	1970年3月25~28日	0	0	0	0	0	0/0(?)

成体♀のうち妊娠している個体、胎盤痕が子宮角にみとられた個体、発情中と思われる太い子宮を有するもの、乳頭が大きな個体を繁殖個体とみなし、繁殖率(繁殖状態にある♀/全成体♀×100)として、第4表に追加した。

これによるとハタネズミの繁殖期は5月から10月までの長期にわたるが、5月と8、9月にピークを示す2山型と考えられる。単位面積あたりのハタネズミの生息密度が7月に高くなっているが、これは5月の繁殖によって個体群構成員が増加したためと考えられる。

1968年9月の調査では連日7頭のハタネズミが採集され、生息数推定のための回帰直線はX軸に平行となって生息数推定不能となったが、採集実数(21頭)から少くともれどあたり40頭以上は生息していたと考えられる。このことを考慮すれば9月の生息密度も高かったと推定される。これは8、9月の繁殖によって出産された個体が個体群の構成者となるためと考えられる。

スミスネズミの場合も繁殖期は5月から9月におけるものと考えられる。7、8月に繁殖率が高くなる1山型の繁殖型を示す。単位面積(ha)あたりの推定生息数も5、7、8、9月と増加して、9月に最高となっていることは、繁殖型が7、8月をピークとする1山型であるという説を裏付けるものと考える。

採集数が少ないので充分な論議ができないが、アカネズミでは7月に5胎児を持った♀と9月に4個の胎盤痕を持った♀が採集されている。ヒメネズミでは5月に哺乳中と思われる♀が採集されている。なお参考までに調査期間中に採集された野その種別ごとに、成体・亜成体および幼体別構成をまとめて第5表とした。

第5表 採集された野鼠の種類別群構成

種類	調査年月日	群構成				
		成♂	成♀	新亜成♂	幼亜成♀	計
ハタネズミ	1967年11月1~3日	1	4	4	2	11
	1968年7月23~26日	6	13	1	3	23
	9月10~13日	6	10	2	5	21
	10月28~31日	1	6	0	1	8
	1969年5月27~30日	3	5	0	0	8
	7月1~4日	6	9	3	3	21+(1)
	8月27~30日	2	7	1	1	11
	9月24~27日	2	5	2	1	10
	10月22~25日	1	2	0	0	3
	1970年3月25~28日	1	1	1	1	4+(2)

種類	調査年月日	群構成				
		成♂	成♀	新亞成♂	幼亞成♀	計
スミスネズミ	1967年11月 1～3日	2	5	1	1	9
	7月23～26日	6	2	0	0	8
	9月10～13日	9	8	1	0	18
	10月28～31日	10	7	1	0	18
	1969年 5月27～30日	2	3	2	1	8
	7月 1～4日	9	7	5	2	21
	8月27～30日	10	7	0	0	17
	9月24～27日	8	6	1	0	15+(1)***
	10月22～25日	7	10	0	0	17
	1970年 3月25～28日	1	0	0	0	1
アカネズミ	1967年11月 1～3日	3	2	0	1	6
	1968年 7月23～26日	5	2	5	0	10
	9月24～27日	3	1	1	0	5
	10月22～25日	3	0	2	1	6+(2)***
	1969年 5月27～30日	1	0	1	0	2
	7月 1～4日	0	0	0	0	0
	8月27～30日	1	0	0	0	1
	9月24～27日	0	1	0	0	1
	10月22～25日	0	0	0	1	1
	1970年 3月25～28日	0	0	0	0	0
ヒメネズミ	1967年11月 1～3日	0	0	0	0	0
	1968年 7月23～26日	0	0	0	1	1
	9月24～27日	0	1	0	0	1
	10月22～25日	1	0	1	0	2
	1969年 5月27～30日	0	1	0	0	1
	7月 1～4日	0	0	0	0	0
	8月27～30日	0	0	0	0	0
	9月24～27日	0	0	1	0	1
	10月22～25日	1	1	0	0	2
	1970年 3月25～28日	0	0	0	0	0

* この他にホンシュウヒミズが9頭採集された。

** ()は食害されて性の判定および成幼の区別ができなかった個体数

第6表に成体さにつき精巣の大きさ(長径・短径)を測定した結果を示した。

第6表 野その精巣の大きさの季節的変化

種類	精巣 (mm)	3月	5月	7月	8月	9月	10月	11月
ハタネズミ	長径	6	12.9	10.7	10.5	8.7	5.5	8.0
	短径	4	8.7	7.3	7.8	6.1	3.3	4.3
	例数	1	3	11	2	8	2	1
スミスネズミ	長径	6	7.0	6.2	6.8	5.7	3.8	6.5
	短径	5	5.0	4.5	4.9	4.3	2.8	4.5
	例数	1	2	15	10	16	16	2

ハタネズミでは♀の繁殖活動が盛んな5～8月に♂の精巣も大きく、9月には萎縮し始め10月には小さくなることが知られる。♀ではまだ妊娠個体が高率に出現する9月に♂では既に精巣の退化が始まり、♂、♀とも10月の終わりには生殖を中止することは興味深い。スミスネズミの精巣も9月から退化を始め10月には全く小さくなる。ハタネズミ、スミスネズミとも11月、3月における精巣の測定値は、秋10月の萎縮した精巣の測定値よりも大きいが、例数が極端に少ないので現段階では考察を加えることができない。

4-4 一腹胎児数

剖見により左、右の子宮角にみとめられた胎児数を数えると、ハタネズミでは平均3.1個(30例)、スミスネズミでは2.0+(0.4)個(8例)となる。括弧内の数字は胎発生の過程で退化した胎児数である。ハタネズミは妊娠♀50例中、1例に退化した胎児を有するものがみとめられただけであるが、スミスネズミでは8例中2例に退化した胎児を持つ♀がみとめられた。スミスネズミの方が胚発生の過程で胎児が退化吸収される率が高いようである。

われわれは八ヶ岳山麓で採集したハタネズミの室内飼育を試み繁殖を行なわせることに成功しているが、現在までの記録では一腹平均産仔数は2.4頭(16例)となっている。したがって、八ヶ岳地方のハタネズミの一腹平均胎児数は3頭前後と推定される。他の地方ではハタネズミの1腹平均胎児数は5頭という報告が多いので、八ヶ岳地方のハタネズミの平均胎仔数が少ないことは特記に値する。

室内飼育実験では1970年4月末までに1年10ヶ月生存している個体が7回、1年5

カ月生存している個体が6回出産を行なっているが、なお出産を行なう可能性があるので、条件が良好であれば♀1頭につきかなりの回数出産を行なうものと考えられる。

4-5 犀へのかかりかた

ハタネズミでは繁殖期に成体♀が初日に多く採集される傾向があるが、スミスネズミの場合も♂も毎回同じように採集されている。犀に対する反応の種間における相異と考えられるが、興味深い事実である。

5. まとめ

「特定地点における野その発生消長調査」遂行のために、本場保護部鳥獣第1研究室は木曾分場保護研究室と協力して、長野県諏訪郡原村組原のカラマツ人工造林地内に設けられた試験地において、1967年4月から1970年3月までの3カ年調査を実施した。

野鼠の採集は林野庁方式にしたがって行ない、得た野鼠の数をもとに生息数の推定およびその変動を追求した。また、各採集個体の測定と剖見を行ない個体群の解析、繁殖状況調査のための資料を得た。調査回数は1967年11月、1968年7月、9月、10月、1969年5月、7月、8月、9月、10月、1970年3月の10回である。

試験地内で採集された野その種類はハタネズミ（全採集個体数の40.1%）、スミスネズミ（43.3%）、アカネズミ（11.1%）、ヒメネズミ（2.9%）で、加害種であるハタネズミとスミスネズミがほぼ等しい割合で採集された。

1968年の夏から秋にかけてのハタネズミ亜科に属する野その推定生息数は250頭(ha)にも達し、その大部分はハタネズミで占められていた。1969年の夏から秋9月にかけてのハタネズミ亜科に属する野その生息密度も高く、haあたり100頭以上であったが、前年にくらべて半減した。両年とも10月および5月における密度は低いので、八ヶ岳地方における野そ（ハタネズミ亜科）の生息密度は夏から秋の初めにかけて高くなり、その他の季節は低い型と推定される。

1969年におけるスミスネズミの推定生息数は前年度と異なりハタネズミをしのぎ、同年秋には採集個体のほとんどがスミスネズミによって占められ、両種の間に優占種の交代が起こったことが知られた。

同地方におけるハタネズミの繁殖期は5月から10月の長期にわたるが、5月と8、9月にピークがある2山型で考えられる。スミスネズミの繁殖期は5月から9月にわたるが、夏期（7、8月）にピークがある1山型の繁殖パターンを示す。

ハタネズミ♂の精巣長径、短径は♀の繁殖活動も盛んな5～8月に大きいが、9月には萎縮

し始める。10月には小さい値を示すことから、♂、♀とも10月の終わりには繁殖活動は停止すると考えられる。スミスネズミの場合も♂の精巣は9月に萎縮し始め、10月には著しく小さくなっている。

剖見の結果、ハタネズミでは一腹胎児数は平均3.1頭（30例）、スミスネズミ2.0±(0.4)頭（8例、括弧内は退化胎児数）であった。スミスネズミでは母獸の妊娠過程における胎児の退化率が高いようである。

犀かけ作業で採集された野そのわなへのかかりかたを解析したところ、ハタネズミでは第1日目に♀が多く採集され、以後、漸減すること、♂は2日目以後に採集される傾向があることが知られた。スミスネズミでは犀かけの日数に関係なく、♂、♀とも採集されている。犀に対する反応に種による相違がみとられた。

○ 本州西部地域（担当：伊藤武夫）

1. 42年度試験の経過

1-1 試験概要

大阪営林局山崎・津山両営林署管内の一帯に、昭和42年春チシマザサ (*Sasa Kurilensis* Makino et Shibata) が広大な面積にわたり一斉開花し、多量の結実があって、野ねずみとくにハタネズミの大増殖が起った。これらの地域で、林野方式による発生予察調査によって捕獲した標本について、その種類、生殖状況などを調査した。

これらの調査地の概要は次のとおりである。

営林署	担当区	国有林	林小班	植栽年月	面積	樹種	方位	標高	備考
山崎	奥谷	坂ノ谷	89は	伐採跡地	ha		W	1150	ササ結実地に隣接
	"	"	95は	昭40.1.0	7.90	スギ	E	1140	"
	"	"	91い	天然生林		ブナ他	SE	1220	下植生ササの結実多量
	"	"	89に	"		"	SW	1190	"
津山	加茂	岩淵	64狂	昭39.1.0	23.96	スギ ヒノキ	NW	1000	スギ20%被害 ヒノキ80%
	"	根知山	60ろ	昭37.1.1	11.59	スギ ヒノキ	NE	900	スギ10%被害 ヒノキ80%
	上青原	遠藤	38は	昭38.1.1	10.00	スギ ヒノキ	E	1100	ヒノキ全面的に被害
	"	"	41 い・は	昭36.1.1	17.56	スギ ヒノキ	N	1100	"
三次	国南	釜ヶ峰山	25に	昭38.1.1	8.14	スギ ヒノキ	W	600	

これらの調査地で捕獲された野ねずみの月別の数は次のとおりである。

1. 山崎営林署奥谷担当区坂ノ谷国有林

調査地	種類	5月17 ~19日	6月14 ~16日	7月20 ~22日	8月22 ~24日	9月20 ~22日	10月24 ~26日	11月25 ~27日
坂ノ谷 89は	ハタネズミ			4	13	27	72	57
	スミスネズミ			2	8	8	19	42
	アカネズミ			3	2	1	9	
	ヒメネズミ			14	6	24	37	109
	計	14	6	6	(145)	(611)	(383)	
坂ノ谷 95は	ハタネズミ			12	18	24	50	69
	アカネズミ			1	1	2	7	21
	ヒメネズミ			19	5	13	26	93
	計	19	5	13	19	26	57	93
	1 ha 当り					(271)	(143)	
坂ノ谷 91い	ハタネズミ			50	50	56	16	
	スミスネズミ				2	4		
	アカネズミ			2	2	12	4	
	ヒメネズミ			3	5	3	4	
	計			55	59	75	24	
坂ノ谷 89IC	ハタネズミ			(733)	(140)	(600)		
	スミスネズミ				144	320		
	アカネズミ			35	52	74	18	
	ヒメネズミ				2	2	4	
	計			3	8	15	13	
坂ノ谷 89IC	ハタネズミ			3	17	10	7	
	スミスネズミ			41	79	101	42	
	アカネズミ			(252)	(337)	(100)		
	ヒメネズミ				226	320	99	
	計							
坂ノ谷 89IC	1 ha 当り							
	推定数							

註：1 ha 当り推定数は杉山氏直線図法、上段の()はZippin 法による。

2. 津山営林署加茂担当区岩淵・根知山国有林

上齊原担当区遠藤国有林

調査地	種類	8月 24~26日	9月 14~16日	10月 14~16日	11月 14~16日	12月 8~10日
岩淵 64IC	ハタネズミ	45	31	41	28	25
	スミスネズミ	1	1		1	
	アカネズミ		4		1	
	ヒメネズミ	1	1			
	計	47	37	41	30	25
根知山 60ろ	ハタネズミ	38	30	30	33	4
	スミスネズミ	6	10	9	15	2
	アカネズミ			3		
	ヒメネズミ		2			1
	計	44	42	42	48	7
遠藤 38は	ハタネズミ		13	21	5	
	アカネズミ		1	8	8	
	ヒメネズミ		3	1	3	
	計		17	30	16	
遠藤 41い・は	ハタネズミ		8	19		
	スミスネズミ		4	2		
	アカネズミ		1	1		
	計		13	22		

3. 三次営林署国南担当区笠ヶ峰山国有林

調査地	種類	5月18 ~20日	6月20 ~22日	7月18 ~20日	8月17 ~19日	9月18 ~20日	10月17 ~19日	11月15 ~17日
笠ヶ峰山 25に	スミスネズミ							3
	アカネズミ							1
	計	4	3	4	2	6	5	4

次にはげしい繁殖をしたハタネズミについて毎月採集したものの性態を百分率で示すと次
のようになる。

山崎営林署 奥谷担当区													
月	成 獣	亞 成 獣	幼 獣	成 獣								調 査 標 本 数	
				雄				雌					
				発情	萎縮	発情	妊娠	哺乳	経産	萎縮	未経産		
7	87.5	%	12.5	%	71	29	%	44	14	14	14	頭 16	
8	86.6	2.7	10.7	79	21	11	18	24	29	13	5	112	
9	86.2	3.9	9.9	61	39	4	46	19	16	14	1	152	
10	78.5	8.8	12.7	31	69		9	21	9	61		251	
11	90.2	5.2	4.6		100	1		8	10	81		153	

津山営林署 加茂担当区												
8	95.1	4.9		80	20	18	25	3	21	53		82
9	98.3		1.7	70	30	8	56	3	19	14		60
10	84.5	4.2	11.3	44	56	3	14	16	19	43	5	71
11	83.6	6.6	9.8		100			4	96			61
12	100.0				100				100			29

津山営林署 上齊原担当区												
9	76.2	4.8	19.0	80	20	9	64		27			21
10	70.0	5.0	25.0	46	54		34	13	15	40		40
11	100.0				100			33	67			5

雄の発情は睾丸の長径 9mm 以上のもの

雌の萎縮は子宮が萎縮しているもの

なお、妊娠個体の可視胎児数は次のとおりである。

胎児数	奥 谷	加 茂	上 齊 原	合 計	百 分 率
1	1	1		2	22.0 %
2	3	6	3	12	11.8
3	18	16	3	37	36.3
4	15	7	5	25	24.5
5	20	2	1	23	22.4
6	2			2	2.0
7		1		1	1.0
計	57	33	12	102	

なお、スミスネズミは9~10月に5頭、2~4胎児を、アカネズミは9~10月に6頭、4~5胎児を、ヒメネズミは9~10月に10頭、4~6胎児を妊娠していた。

1-2 得られた成果

- (1) 坂の谷国有林の一部で、4月にチシマザサの一齊開花がおこり、5月には結実し、7月には夥しい落穀が認められた。この頃から野ねずみの捕獲数は急増し、10月に最高となつたが、9~11月の3ヶ月間に4調査地で合計794頭の野ねずみが獲れた。このうち最も多いのはハタネズミで71%を占め、次いでアカネズミが19%，ヒメネズミが8%，スミスネズミが2%である。このようなことからこの地域のハタネズミなどの大発生はササやブナの大量結実が重要な因子になっていることは間違いないだろう。
- (2) 岩淵・根知山国有林の一部にかなり高密度のところがでたが、8~12月間の2調査地の捕獲数合計(種名の明らかなもののみ)は353頭で、ハタネズミは84%，スミスネズミが1%となっている。この地域では天然林や隣接の民有林のチシマザサが一齊開花結実したようであるから、このことがハタネズミやスミスネズミなどの増殖の重要な因子となっていることは間違いないだろう。
- (3) 遠藤国有林ではチシマザサの部分開花結実が認められたが、すでに被害が出ており、9~10月間の2調査地の捕獲数合計は82頭で、ハタネズミは75%，アカネズミが18%，ヒメネズミが7%である。
- (4) 釜ヶ崎国有林では低密度に終った。

2. 43年度試験地の経過

2-1 試験概要

前年度に引き続き山崎・津山および姫路営林署管内で、野ねずみ発生予察調査によって捕獲した標本について、その種類、生殖状況などを調査した。

これらの調査地の概要は次のとおりである。

営林署	担当区	國有林 (官行造林)	林小班	植栽年月	面積	樹種	方位	標高	備考
山崎	奥谷	坂ノ谷	94ハ	昭41.10	5.41 ^{ha}	スギ	NE	1,100 ^m	昭和43年冬期に鼠害40%
	"	"	89は	伐跡地			W	1,050	前年度の1号地
	"	"	96は	昭43予定地	17.24		S	1,000	4月のみ
津山	加茂	岩淵	64旺	昭39.11	23.96	スヒノキ	NW	1,000	前年度調査地
	上齊原	遠藤	58は	昭38.10	10.46	スヒノキ	NE	1,050	昭和43年開花
	"	"	42は	昭36.11	6.30	ヒノキカラマツ	NW	940	昭43年春100%被害枯損50%
	"	"	39ハ	10~15年生		スギ	N	850	岡山県林試実行
日本原	那岐山	90に	昭37.11	11.44	スヒノキ	ES	900		
	"	"	90ハ	昭41.4	5.73	スヒノクロマツ	WS	750	8月より
	(奥山)	51ハ	昭38.11	8.38	スヒノキ	ES	800		昭和41年ヒノキ被害55%
中和	深谷	1052ハ	昭39.11	6.130	ヒノキアカマツ	W	700		
	(仏ノ仙)	91ハ	昭30~33	57.81	スヒノキ	E	580		
富	檜山	18IC	昭35.11	17.69	スヒノキ	NW	1,150		
姫路	和田山	奥山	149ハ	大13~昭2	53.43	スギ	NE	1,150	昭和43年春鼠害発生地
	"	"	151ハ	昭5~昭8	62.99	スギ	SW	900	
	"	"	148は	昭42.11	20.21	スギ	SE	950	
	"	"	151C	チシマザサ密生地			SE	1,500	昭和43年チシマザサ開花結果

これらの調査地で捕獲された野ねずみの月別の数は次のとおりである。

調査地	種類	4月 16~18日	5月 16~18日	6月 18~20日	7月 18~20日	8月 21~23日	9月 25~27日	10月 22~24日	11月 19~21日
94ハ	ハタネズミ スマネズミ アカネズミ ヒメネズミ	56 1 3 1	52 5 2 2	29 8 2 2	8 1 1 2	9 1 2 2	11 1 2 2	29 1 2 2	15 3 1 1
1 ha 当り	(207) 推定数	(203) 136?	(73) 66	(21) 26	(31) 32	(25) 32	(61) 22	(61) 60	34?
96は	ハタネズミ スマネズミ	21 5							
1 ha 当り	推定数	?							
89は	ハタネズミ スマネズミ アカネズミ ヒメネズミ	44 2 2 2	15 7 4	4 7 1	4 5 1	4 5 1	13 1 1	23 1 1	20 2 1
1 ha 当り	推定数	(259) 96?	(88) 72	(54) 29	(27) 25	(58) 47	(58) 54	(58) 47	(89) 75

註：1 ha 当り推定数は杉山氏直線圖法。上段の()はZippin法による(以下同様)

津山官林署加茂担当区

岩淵国有林

上齊原担当区

速藤国有林

中和担当区

仏ノ仙官行造林

日本原担当区

那岐山国有林

富担当区

僧山国有林

奥山官行造林

" " "

調査地	種類	頻度	4月 14-16日	5月 14-16日	6月 14-16日	7月 14-16日	8月 18-20日	9月 13-15日	10月 14-16日	11月 14-16日	12月 13-15日
岩淵 64ha	ハダネズミ スミスネズミ アカネズミ ヒメネズミ	9 1 1	10 1 1	9 2 1	4 4 2	5 1 1	4 1 1	9 5 1	3 1 1	3 1 1	
	1 ha 当り 推定数	(51) 14?	(51) 25	(28) 27	(27) 26	(27) ?	(15) 9	(27) 52	(27) ?	(27) ?	(27) ?
速藤 38ha	ハダネズミ スミスネズミ アカネズミ ヒメネズミ	10 (39ha) (27)5	(7-9日) 16-18日	15-17日	18-20日	23-25日	13-15日	18-20日	15-17日	2	不実行
42ha	ハダネズミ アカネズミ	10 (2) (2)1 (4)					13 1 1 2	12 2 2			
那岐山 90ha	ハダネズミ アカネズミ	5 29	(57) 85?	(85) 83?	(22) 22	(61) 76					
90ha	スミスネズミ ヒメネズミ カヤネズミ	14-16日 1	捕獲なし	捕獲なし	捕獲なし	捕獲なし	14-16日 1	14-16日 2	14-16日 1	14-16日 1	不実行

奥山(官) 3ha	ハダネズミ アカネズミ ヒメネズミ	捕獲なし	14-16日	14-16日	14-16日	14-16日	捕獲なし	不実行	19-21日	不実行
深谷 10.52ha	ハダネズミ スミスネズミ アカネズミ ヒメネズミ		3 1	1 1				14-16日	14-16日	21-23日
	1 ha 当り 推定数							71?	54	13
仏ノ仙 9ha	ハダネズミ スミスネズミ アカネズミ ヒメネズミ						1	1	4	1
	1 ha 当り 推定数						(192) 216	(149) 145	(30) 30	2
僧山 1.8ha	ハダネズミ スミスネズミ アカネズミ ヒメネズミ						14-16日	13-15日	12-14日	21-24日
	1 ha 当り 推定数						122?	109	20	1
							1	1	1	
							(281) 266	(60) 59		
							24-26日		14-16日	2
								12		
								6		
								2		
								(43) 43		

註：速藤国有林の5月分には岡山県林業試験場が実行した。(39は)を含む(以下同様)

姫路營林署和田山担当区奥山国有林

調査地	種類	7月 18~20日	9月 27~29日	10月 24~26日	11月 16~18日
149い (1号地)	ハタネズミ	6	4	4	4
	ヒメネズミ		1	5	
	1 ha 当り 推定数	(15) 11			
151い (2号地)	スミスネズミ		2	5	
	アカネズミ	1			
	ヒメネズミ	1			2
148は (3号地)	ハタネズミ		2		1
	スミスネズミ	捕獲なし		3	
	アカネズミ			1	
151こ1 (4号地)	ヒメネズミ				2
		未設定	13	9	不実行

次に増殖のはげしいハタネズミについて毎月採集したものの性を百分率で示すと次のようになる。

山崎營林署奥谷担当区坂ノ谷国有林

月	成 獣	亞 成 獣	幼 獣	成 獣								調 査 標 本 数						
				雄				雌										
				発情	萎縮	発情	妊娠	哺乳	経産	萎縮	未経産							
4	97.2	1.4	1.4	%	92.9	%	7.1	%	31.7	%	19.5	%	17.1	%	29.3	%	2.4	72
5	91.6		8.4	79.4	20.6	13.5	42.3	9.6	32.7	1.9								95
6	72.7	2.3	25.0	6.7	93.3													44
7	66.6	16.7	16.7		100.0													12
8	100.0			55.6	44.4													13
9	100.0			85.7	14.3	5.9	82.5											24
10	88.5		11.5	50.0	50.0	40.0	13.3	16.7	30.0									52
11	61.8		58.2		100.0		7.7											34

津山營林署加茂担当区岩瀬国有林

月	成 獣	亞 成 獣	幼 獣	成 獣								調 査 標 本 数			
				雄				雌							
				発情	萎縮	発情	妊娠	哺乳	経産	萎縮	未経産				
4	100.0			%	66.7	%	33.3	20.0	%	%	60.0	%	20.0	%	8
5	100.0				100.0						50.0				10
6	77.8			22.2		50.0	50.0	20.0	20.0	40.0	20.0				9
7	100.0					100.0				100.0					3
8	80.0			20.0		50.0	50.0				100.0				5
9	50.0			50.0	100.0					100.0					4
10	88.8			11.2	100.0						28.6	71.4			9
11	100.0										100.0				3

津山營林署上齊原担当区遠藤国有林

4	100.0				100.0					50.0	50.0		111	10	
5	76.7	13.3	10.0		100.0					53.3	58.9	16.7		30	
6	66.7			33.3						10.0	10.0			3	
7	36.4			63.6			10.0				10.0	10.0		11	
8	76.9			23.1	100.0							50.0	50.0	13	
9	75.0	8.4	16.6		50.0	50.0				28.6	71.4		12		
10	72.7	27.3				100.0					100.0			11	
11	100.0					100.0					100.0			2	

津山營林署中和担当区深谷国有林、仏ノ仙官行造林

9	65.2	6.1	28.7	57.6	42.4			11.9	14.3	7.1	61.9	4.8	115
10	68.7	9.4	21.9	7.8	92.2			5.1	8.5	84.7	1.7	160	
11	100.0			53	94.7					10.0		31	
12	100.0									10.0			3

津山營林署富担当区檜山国有林

10	83.3		16.7	100.0				20.0			80.0		12
12	100.0				100.0					10.0			2

姫路営林署和田山担当区奥山国有林

月	成 獣	亜 成 獣	幼 獣	成 獣								調 査 標 本 数	
				雄		雌							
				発情	萎縮	発情	妊娠	哺乳	経産	萎縮	未経産		
7	100.0	0	0	0	100.0	0	0	0	0	100.0	0	6	
9	63.1	21.1	15.8	5.00	5.00	25.0	0	0	0	75.0	0	19	
10	84.6	7.7	7.7	25.0	75.0	0	0	0	14.3	85.7	0	13	
11	60.0	0	4.00	0	100.0	0	0	0	50.0	50.0	0	5	

雄の発情は單丸の長径 9.0mm 以上のもの

雌の萎縮は子宮が萎縮しているもの

なお、妊娠個体の可視胎児数は次のとおりである。

胎児数	奥 谷	加 茂	上 斎 原	日本原	中 和	合 計	百分率
2	3	0	1	0	1	5	8.1
3	20	3	3	1	2	29	46.8
4	14	0	3	1	2	20	32.2
5	7	0	1	0	0	8	12.9
計	44	3	8	2	5	62	100.0

なお、スミネズミは 4, 5, 8 月にそれぞれ 1 頭が 4, 3, 2 胎児を、アカネズミは 5, 8 月に各 1 頭、5, 4 胎児を、ヒメネズミは 5, 8, 9 月に 4 頭、1~4 胎児を妊娠していた。

2-2 得られた成果

- (1) 坂ノ谷国有林では昭和 42 年チシマザサが一齊に開花結実して、ハタネズミやアカネズミが大発生した。42 年 11 月に一応の毒餌による駆除を実行したが、43 年春には一部の造林地にかなりの被害が発生した。そしてハタネズミの密度は 43 年中もかなり高く維持された。
- (2) 隣接の奥山国有林では 43 年春に一部の社令造林木に被害が認められ、さらにこの地域の上部のチシマザサが一齊に開花結実したので、ハタネズミなどが大増殖するものと想像していたが、設定した調査地の状況では大したことなく終ったようである。

(3) 岩淵国有林では 42 年 11 月と 43 年 4 月に毒餌による駆除を実行した結果、かなり低密度になったが、43 年 10 月には 1ha 当り推定数が 50 頭を越える程に増えた。しかし、11 月の毒餌による駆除によって密度は著しく低くなった。

(4) 遠藤国有林では 42 年 11 月と 43 年 4 月に毒餌による駆除を実行した結果かなり低密度になったが、43 年に前年の残りのチシマザサの開花結実があって、8~9 月にはやや高密度になった。しかし、11 月の毒餌による駆除で低密度になった。42 年に駆除しなかった地 (39 号) では 5 月の密度がかなり高かった。

(5) 那岐山国有林と奥山官行造林では低密度が続いているが、前者はスミネズミ、後者はハタネズミしかとれていないことについては、これが棲み分けによるものかどうかさらに追究する必要がある。

(6) 深谷国有林・仏ノ仙官行造林の一帯では、ヤネフキザサ (*Sasa tectorius Makino*) の一齊開花結実があって、ハタネズミの大発生がおこり 10 月の密度は 42 年の坂ノ谷国有林のそれに匹敵する程であったが、毒餌による駆除によって 12 月には低密になった。

(7) 檜山国有林では 43 年 4 月からチシマザサの開花結実がおこり、一部に僅ながら被害がでた。しかし、10 月下旬の 1ha 当り推定数は 45 頭で大増殖にならなかつたようである。

以上の調査によって、次のようなことがいえそうである。

イ) ササの一齊開花結実が重要な因子になっていると考えられる地域でのハタネズミの増殖は、9 月頃にピークがあり、11 月には生殖休止期に入るようである。

ロ) 前年にササの開花結実がすんだところでのハタネズミは 4~5 月にかなりの高密度が持ち越され、11 月まで続くようであるが、7~8 月頃に低密度の時が現われる。

ハ) ササの結実がない場合の繁殖は春と秋に、そしてとくに秋の繁殖の方が大きいようである。生殖休止期は夏 7 月頃と秋 11 月頃 (12 月~翌年 3 月までは捕獲調査をしていないのでこの間のこととは不明である) の 2 回あるようである。

ニ) 妊娠個体の可視胎児数は 2~5 頭であるが、3~4 頑のものが 77% を占めている。

3. 試験の経過

3-1 試験概要

前年度に引続き山崎・津山・姫路および倉吉営林署管内で、野ねずみ発生予察調査によって捕獲した標本について、その種類、生殖状況などを調査した。

これらの調査地の概要は次のとおりである。

管林署	担当区	国有林 (官行苗林)	林小班	植栽年月	面積	樹種	方位	標高	備考
山崎	奥谷	坂ノ谷	941~	昭41.10	541	スギ	NE	1,100	前年度調査地
			89は	伐跡地			SW	1,180	前年度調査地
津山	加茂	岩淵	641~	昭39.10	23.96	スギ ヒノキ	SW	1,000	前年度調査地
			64は	昭41.11	1425	スギ ヒノキ	NW	900	スギ ヒノキ 被害10%
上齊原	遠藤		38は	昭38.10	1046	スギ ヒノキ	NE	1,100	前年度調査地
			46~	昭40.11	1243	ヒノキ クロマツ	SW	780	クロマツ被害8%
日本原	那岐山		90わ	昭41.4	573	スギ クロマツ	SW	750	前年度調査地
	立木津谷		95ほ	昭43.4	285	スギ ヒノキ	NE	665	44年ササ開花結果
中和	深谷	（仙ノ仙）	1052は	昭39.10	6150	スギ ヒノキ アカマツ	W	650	前年度調査地 被害地約30ha
			91~	昭30~33	5781	スギ ヒノキ	E	580	前年度調査地 被害地約5ha
富	檜山		181~	昭35.11	1769	スギ ヒノキ	NW	1,150	前年度調査地 43年ササ開花結果
姫路	和田山	恩山	1491~	大14~昭2	53.43	スギ	NE	1,160	前年度調査地
			151~	昭5~8	62.99	スギ	SW	900	前年度調査地
			148は	昭42.11	20.21	スギ	SE	950	前年度調査地
			151~1	ササ生地			SE	1,500	前年度調査地
倉吉	生山	磯波山	1031~	昭42.10	9.94	タロマツ	E	560	
			1031~	昭43.11	38.94	タロマツ	S	600	被害地約1.5ha

これらの調査地で捕獲された野ねずみの月別の数は次のとおりである。

1. 山崎管林署奥谷担当区 坂ノ谷国有林

調査地	種類	4月 24~ 26日	5月 21~ 23日	6月 26~ 28日	7月 22~ 24日	8月 21~ 23日	9月 25~ 27日	10月 28~ 30日	11月 28~ 29日	計
1号地 941~	ハタネズミ			2	捕鼠なし	捕鼠なし	1	1		5
	スミスネズミ			3	2	なし			2	4
	アカネズミ			2	3	4				5
	ヒメネズミ			2	3	4			2	13
	計			2	6	8			3	25
1 ha 当り			(12.37)		?				?	
推定数			3							
2号地 89は	ハタネズミ	2			捕鼠なし	捕鼠なし	1	捕鼠なし	6	
	スミスネズミ	2		1	2	なし	2	2	3	
	アカネズミ			2	1	なし		1	4	
	ヒメネズミ	1		1	1	なし	1	1	3	
	計	5	3	4				4		16
1 ha 当り				?				?		
推定数										

註：1ha当り推定数は杉山氏直線図法、上段（）はZippin法による（以下同様）

2. 津山管林署加茂担当区 岩淵国有林

調査地	種類	4月 15~ 17日	5月 13~ 15日	6月 14~ 16日	7月 15~ 17日	8月 18~ 20日	9月 17~ 19日	10月	11月 13~ 15日	計
1号地 64ほ (4月の み)	ハタネズミ			2	1	捕鼠なし				3
	アカネズミ	1		1	1	なし				2
	計	1		2	2	なし				5
2号地 64ほ	1 ha 当り									
	推定数									

3. 津山営林署上齊原担当区 速藤国有林

調査地	種類	5月14 ～16日	7月16 ～18日	8月20 ～22日	10月17 ～19日	計
1号地 38は	ハタネズミ	1	捕鼠なし	1	1	2
	アカネズミ			1	1	2
	ヒメネズミ			1		1
	計	1		5	1	5
1ha当たり 推定数						
2号地 46い	ハタネズミ	1	1	捕鼠なし		2
	アカネズミ	1				1
	計	3	1			3
	1ha当たり 推定数					

4. 津山営林署日本原担当区 那岐山国有林(1号地)

立木津谷国有林(2号地)

調査地	種類	4月15 ～17日	6月14 ～16日	8月16 ～18日	10月21 ～23日	12月	計
1号地 90わ	スミスネズミ	1	1	捕鼠なし	捕鼠なし	不実行	2
	ヒメネズミ	5					5
	計	6	1				7
	1ha当たり 推定数	(15.38)					
2号地 95ほ	種類	4月15 ～17日	6月14 ～16日	8月19 ～21日	10月24 ～26日	12月9 ～11日	計
	ハタネズミ	2	9	4	20	1	36
	スミスネズミ				1	1	2
	ヒメネズミ	2	1	2	2		7
	計	4	10	6	23	2	45
	1ha当たり 推定数			(15.38)	?		

5. 津山営林署中和担当区 深谷国有林 (1号地)

仏ノ仙官行造林(2号地)

調査地	種類	4月15 ～17日	6月10 ～12日	7月15 ～17日	8月10 ～12日	9月14 ～16日	10月 ～19日	11月19 ～20日	計
1号地 1052は	ハタネズミ	6	1	8	8	8	15	1	45
	アカネズミ		1	1					2
	計	6	2	9	8	8	15	1	47
	1ha当たり 推定数	(13.04)			?	?	(24)		
2号地 9い	ハタネズミ	145				15.5	24		
	計	4月15 ～17日	6月20 ～22日	7月20 ～22日	8月26 ～28日	9月18 ～20日	10月15 ～17日	11月	計
	ハタネズミ	1	5	2	3	2	2	不実行	15
	1ha当たり 推定数				(6.18)				

6. 津山営林署富担当区 檜山国有林

調査地	種類	6月14 ～16日	7月15 ～17日	8月21 ～23日	9月17 ～19日	10月14 ～16日	11月18 ～20日	計
1号地 18IC	ハタネズミ	3	1		2	6	4	16
	アカネズミ	3			1	2		3
	野ねずみ				4	6	4	22
	計	6	1	1	?	(12.37)	?	
1ha当たり 推定数					13			

註: 野ねずみは現地で標本を放棄したため種の確認ができなかったもの

7. 姫路営林署和田山担当区 奥山国有林

調査地	種名	6月12～14日	9月23～25日	計
1号地149い		捕鼠なし	捕鼠なし	
2号地151い	スミスネズミ			1
	ヒメネズミ	2		2
3号地148は	計	2	1	3
		捕鼠なし	不実行	
4号地151こ1	ハタネズミ	1		1
	ヒメネズミ	1	不実行	1
	計	2	行	2

8. 倉吉営林署生山担当区 碓波山国有林

調査地	種類	5月5 ~7日	6月9 ~11日	7月12 ~14日	8月10 ~12日	9月13 ~15日	10月15 ~17日	11月13 ~15日	計
1号地 1031ha	ハタネズミ				捕鼠	1	1	2	
	スミスネズミ		6	1	2	4	9	21	
	アカネズミ			な			11	12	
	ヒメネズミ	1	2	し				3	
	計	1	8	1		2	5	21	38
	1 ha 当り 推定数					?	(42)		
2号地 1031ha	スミスネズミ			1	1	3	2	15	20
	アカネズミ			3	1	3	1	8	
	ヒメネズミ			2		1			5
	計			6	2	4	5	14	31
	1 ha 当り 推定数			?		?	?	?	

註：5、6月分は担当区で実行したもので、7月からは支場で解体調査をした。

2号地は7月から実行した。

次にハタネズミとスミスネズミとについて毎月採集したものの性態を記すと次のようになる。

担当区	種類	調査の月	成獣	亜成獣	幼獣	成 獣				調査標本数	備考		
						雄		雌					
						発情	萎縮	発情	妊娠				
奥谷	ハタネズミ	4	2				2			2	1・2号地 合計		
		5	3			3				3			
		6	1	♀1					1	2			
		10	2		1	1				2			
	スミスネズミ	4	2			1	1			2			
		6	1					1		1			

担当区	種類	調査の月	成獣	亜成獣	幼獣	成 獣						調査標本数	備考		
						雄		雌							
						発情	萎縮	発情	妊娠	哺乳	経産	萎縮	未経産		
上齊原	ハタネズミ	6月	1	♂1									1	2 1・2号地 合計	
		7月		♀1											
日本原	ハタネズミ	5月		♂1	♀1									2	立木津谷
		7月	1										1		
		8月		♂1										1	
日本	ハタネズミ	4月	2				2							2	立木津谷
		6月	4	♂1	♂2	♀2		1	1	1	1		9		
		8月	4			2					2		4		
		10月	10	♂1	♂4	♀4	1	3		1	3	2	20		
		12月	1									1		1	
スミスネズミ	スミスネズミ	4月	1								1			1	那岐山 立木津谷
		6月	1					1						1	
		10月		♂1										1	
		12月		♂1										1	
中和	ハタネズミ	4月	6				2			1	3		6	深谷 仏ノ仙	
		6月		♀1									1		
		7月	5		♂1	♀2	1	1			2	1	8		
		8月	5	♂2	♀1		1	3			1		8		
		9月	6	♀2			5					1	8		
		10月	13				6	1	4	1	1	1	13		
		11月	1									1	1		
		4月	1								1		1		
		6月	5				2				3	5			
		7月	2				2					2			
		8月	3				1		2			3			

担当 区 類	種 類	調 査 の 月	成 獣	亞 成 獣	幼 獣	成 獣						調 査 標 本 数	備 考	
						雄		雌						
						発 情	萎 縮	発 情	妊娠	哺 乳	経 産	萎 縮	未 經 産	
中 和	ハネ ズミ	9月	1		♀1					1			2	
		10月	2		♂1 ♀1				1		1		2	
富	ハ タ ネ ズ ミ	6月	1		♂1 ♀1			1					3	
		7月	1			1							1	
		9月	2		1		1						2	
		10月	6		4		2						6	
		11月	2	♀1 ♂1	♀1								4	
		6月			♀1								1	4号地
和 田 山	ハネ ズミ ス ミ ネ ズ ミ	9月	1		1								1	2号地
		10月	1		1								1	
生 山	ハネ ズ ミ ス ミ ネ ズ ミ	11月	1		1								1	
		6月	3	♂1 ♀1	♂1	2		1			5	1・2号地		
		7月	1			1					1			合計
		8月											1	
		9月	4	♀1	2	1		1			5			
		10月	6		3		2	1			6			
		11月	17	♀2	♂1	5	2	3	2	2	3		20	

なお、妊娠個体の可視胎児数は次のとおりである。

ハタネズミとスミスネズミの胎児数

種 類	胎 児 数	奥 谷	日本原		中 和		富	生 山	合 計	百分率
			那岐山	立木 津谷	深 谷	仏ノ仙				
ハ タ ネ ズ ミ	1						1		1	5.9%
	2			1					1	5.9
	3	1		1	5	2	3		12	70.6
	4	1				1			2	11.7
	5	1							1	5.9
	計	3		2	5	3	4		17	
ス ネ ミ ズ ス ミ	3		1					3	4	50.0
	4	2						2	4	50.0
	計	2	1					5	8	

なおアカネズミは5月の1頭が5胎児、6月の1頭が2胎児を、またヒメネズミは5月の1頭が3胎児、8月と10月の各1頭が4胎児を妊娠していた。

3-2 得られた成果

- (1) 坂ノ谷、岩淵、遠藤国有林などで、昭和42年にチシマザサが一斉に開花結実したことによると考えられるハタネズミやマカネズミなどの大増殖は、毒餌による駆除が大いに有效地に影響していると思うが、5年目にはおおむね衰退期に入ったと考えてよからう。
- (2) 深谷国有林、仏ノ仙官行造林などで、昭和43年にヤネフキザサが一斉に開花結実し、大増殖したハタネズミは、毒餌による駆除が有効に影響したためか、44年には衰退期に入ったようである。
- (3) 今回の調査で次のようなことが推察できる。
 - イ) この地域でササの一斉開花結実があると、ハタネズミはその年に急激に大増殖をおこすようである。
 - ロ) この増殖はササの結実量に強く影響されるようである（その量の算定ができなかつたのは残念である）。
 - ハ) ササの結実量が多いときはその翌年にもかなりの密度が維持されるようである。
- (4) 44年度には全調査地を併せてハタネズミの成獣は93頭しかとれなかった。そして性比はほぼ1:1、雌の36%が妊娠個体で、4月に3頭、6月に2頭、8月に2頭、9

月に1頭、10月に9頭であり、4月と10月にピークがあるが、秋の繁殖がやはりはるかに高い。

- (5) ハタネズミの妊娠個体の可視胎児数は1～5頭であるが、3頭のものが最も多く、3～4頭のもので82%を占めている。
- (6) 44年に調査したスミスネズミの成獣の雄は19頭、雌は20頭で、性比はほぼ1:1、雌の40%が妊娠個体で、4月に2頭、9月に1頭、10月に2頭、11月に3頭であり、4月と11月にピークがあるが、10～11月の繁殖を重要視しなければならない。
- (7) スミスネズミの妊娠個体の可視胎児数は3～4頭であった。
- (8) スミスネズミは那岐山、碁波山国有林などで優占種となっているが、ハタネズミとの棲み分けと競合、さらに次の繁殖への準備期や漸進期の動向について今後調査を続ける必要がある。

○ 四国地域（担当：陳野好之・五十嵐 勝）

1. 試験概要

高知営林局管内の主として背梁山地、高海拔地帯に植栽された針葉樹とくにヒノキの野ねずみによる被害は軽視できない。そこで、これら野ねずみの防除対策の基礎資料をうるために、管内3か所に調査地を設けて野ねずみを捕獲し、これらの個体群の推移および繁殖機構などを明らかにしようとした。

2. 調査方法

2-1 調査地

高知営林局管内の松山営林署仙野担当区管内、本山営林署大滝、船戸担当区管内および徳島営林署名頃担当区管内の3か所に調査地を設けた。これらの調査地の概況は表-1に示すとおりである。なお、本山営林署管内では事業の関係で42年度が大滝担当区、43年以降が船戸担当で実施した。

野ねずみの捕獲法：調査地1か所の面積は0.25ha、50×50mとし、この中に10m間隔で縦横に5点ずつ計25点を選んで、1点あたり3つのトラップを仕かけて5日間継続捕獲した（餌は1cm角程度の甘藷とした）。捕獲された野ねずみはその種類を判別し、スミスネズミについてはすべて解剖して繁殖機構の解析を行なった。調査か所は松山では5か所、本山の大滝が6か所、船戸が4か所、徳島では2か所ずつとした。

表-1 調査地の概況

場所(担当区)	林小班	植栽年月	樹種	方法	位置	傾斜	標高	m	地位	基岩	土性	堆積土
松山 (仙野)	20にて	昭4.0.4	スギ・ヒノキ	SE	沢筋	20～30°	750	II	粒状安山岩	"	"	"
	"い	"3.8.4	"	NW	"	30～40	800	"	"	"	"	"
	"は	"3.7.4	"	S	山腹	30～35	950	"	"	"	"	"
	"	"3.6.4	"	S	"	25～30	1,000	"	"	"	"	"
	"	"3.5.4	"	S	"	30～35	1,000	"	"	"	"	"
本山 (大滝)	57へ	"4.0.5	スギ	S	山腹	23	950	II	硅岩・粘板岩	"	"	"
	59は	" "	"	NW	"	20	980	I	"	"	"	"
	59い	"3.9.3	"	"	"	15	1,000	II	"	"	"	"
	"	"3.8.4	"	W	"	15	1,050	II	"	"	"	"
	"	"3.7.4	"	S	"	20	1,100	"	"	"	"	"
	"	"3.6.3	"	S	沢筋	18	1,150	I	硅岩・砂岩	"	"	"
	60ろ	"	広葉樹	S	沢筋	30	1,000	III	石墨片岩外	"	"	"
	"	"4.2.3	スギ	S	山腹	15	1,100	I	"	"	"	"
	85し	"4.1.4	ヒノキ	NE	山尾根	20	"	"	"	"	"	"
	"	"4.0.3	"	S	"	10	"	"	"	"	"	"
徳島 (名頃)	35い	"4.1.4	スギ	NW	山腹	急	1,100～	II	硅岩・粘板岩	"	"	"
	36い	"4.0.4	ヒノキ	"	"	"	1,150	II	輝綠斑灰岩	"	"	"
	"	"	スギ	"	"	"	1,000	II	硅岩・粘板岩	"	"	"
	"	"	"	"	"	"	1,100～1,500	"	輝綠斑灰岩	"	"	"

2-2 調査時期

調査時期は5月下旬を第1回目とし、7月中～下旬を第2回目、10月下旬～11月下旬（降雪などの関係で地域により年により若干時期をずらした）を第3回目、翌年2月中～3月下旬を第4回目として年間4回実施した。

3. 調査結果と考察

3-1 捕獲された野その種類と数

3か年にわたる各調査地の結果を表-2, 3, 4にしめす。これによると捕獲された野ねずみは、スミスネズミ、アカネズミおよびヒメネズミの3種が主で、なかでもスミスネズミの捕獲数が各調査地ともに圧倒的に多い。この傾向は従来からの調査結果（伊藤（1960）ほか）とも一致する。

3-2 スミスネズミの生息密度の変化

まず、スミスネズミの捕獲数の時期的な変動をみると、おのおのの調査地とも第3回目の調査、すなわち、10月下旬～11月が最高で、ついで5月と2～3月、夏期の7月下旬では捕獲数の減少が共通的に認められる。つぎにスミスネズミのhaあたりの生息密度をZippin法によって求めた結果をしめす（表-2, 3, 4の最右欄）。表でも明らかのように、各年度ともに10月下旬～11月の調査時期以外はほとんどがhaあたり20頭あるいはそれ以下を示しているので、毎年密度が最高に達する10月下旬～11月の結果についての変動をみると、松山では42年度がhaあたり32頭、43年度が30頭、44年度では20頭以下と毎年漸減の傾向を示している。つぎに本山では42年度が108頭と異常な高密度を記録したが、そのことは53頭から43頭とやはり漸減の傾向が認められた。しかし、ここでは3か年ともに平常密度を上まわる高密度が続いているのが特徴である。一方、徳島では3か年ともに低密度であった。これらの結果が示すように、調査地によって生息密度の推移は必ずしも一致しないようである。このことは、昭和41年が四国地方における最近にないスミスネズミの大発生年であったことと結びつけるとさらに明らかとなりそうである（伊藤ら（1967））。

すなわち、41年度とくに異常な高密度をしめた徳島（haあたり140～188；伊藤ら（1967））では42年度に急激な密度低下を起こしたこととなり、その状態が現在もなお続いているといつてよい。しかし、本山の密度ピーカは42年度で、徳島より1年おくれ、そのことは漸減の方向をしめしながら、いまだに平常密度に下がっていない。また松山では徳島の傾向に近いが変化のカーブがゆるやかである。

表-2 捕獲された野ねずみの数と生息数（昭和42年度）

署 (担当区)	林・小班	野ねずみ				アカネズミ				ヒメネズミ				その他				スミスネズミの 生息推定数 (ha)
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
松山	20にて “い” “は” “” “”	7 10 4 8 18	12 8 2 1 13	9 4 9 5 5		1 1 1 4	1 1 1 2	1 1 1 2	1 1 1 2	1 2 1 3	1 2 2 3	1 6 1 3	1 6 2 1	1 2 2 3	1 4 8 13	9 11 4 20 20	1…3.5 1…2.0以下? 1…3.8 IV…2.1	
	計 (平均)	47 (9)	3 (7)	5.5 (11)	22 (4)		5 (2)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	1 (2)	1 (3)	1 (3)	1 (2)	1 (3)	1 (1)	1(4)	(5)
本山	57へ 59は 59い “” 60ろ	5 7 6 11 10	3 2 4 1 17	19 20 21 25 14	8 10 5 6 6	2 2 2 1 1	1 2 2 1 1	1 2 1 2 1	1 2 1 3 1	1 2 1 2 1	1 2 5 2 1	1 2 8 2 1	1 2 2 2 1	1 2 4 2 1	7 10 10 15 6	2.5 2.3 2.5 3.7 4		
	計 (平均)	43 (7)	3.2 (5)	11.7 (20)	39 (7)		2 (2)	2 (2)	2 (2)	11 (4)	2 (3)	5 (3)	9 (2)	21 (5)	62 (10)	47 (8)	14.3 (7)	
徳島	30い “” 計 (平均)	4 2 6 (5)													4 (10)	2 (8)	6 (5)	

I…第1回、II…第2回、III…第3回、IV…第4回調査
※トガリネズミ、シネズミおよびヒメモグラなど生息推定数はZippin法による。
1以下表3、4ともおなじ

表-3 捕獲された野ねずみの数と生息数(昭和43年度)

署 (担当区)	林・小班	野ねずみ				アカネズミ				ヒメネズミ				その他				計				スミズネズミの 生息推定数 (ha)
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
松山	20IC	4	1	6	2(2)	1				2	1	2	(1)	1	1	1	7	2	9	2(3)	1…2.2	
(船野)	" " 1	2	10	6(2)	1	1			4	1	2	2(2)	1				7	1	12	8(4)	II…20以下?	
20は	4	1	4	5(2)	2				4	2	1	1					5	9	2	6	9(2)	III…5.0
" "	4	1	5	4	2	4			1	1	(2)					1	6	3	6	6(2)	IV…20以下?	
" "	11	1	12	5(5)	7				4	5	4					19	5	17	5(1)			
計	25	4	37	22(7)	3				14	2	12	4(5)	6			1	4	48	13	50	30(12)	
(平均)	(5)	(1)	(7)	(4)					(3)													
本山	843	7	12	1					6	2	4					13	5	16	1	1…2.6		
(船戸)	" " 12	3	11	3	1	3			2							15	10	11	3	II…20以下		
851	5	2	6	3					1							5	3	6	3	III…5.3		
" "	6	2	7	3		1			3							9	3	7	5	IV…20以下		
計	30	7	36	10	1	4			9	5	4					3		40	19	40	10	
(平均)	(8)	(2)	(9)	(5)																		
鳴島	361	1	10	5	2				6	2						2	1	2	20	6	12	
" "	7	1	5		1					3	1					1	5		5	11	II…20以下?	
計	7	1	15	5	3				6	5	1					2	2	7	20	11	2.5	
(平均)	(4)	(8)																			III…2.5	

-180-

表-4 捕獲された野ねずみの数と生息数(昭和44年度)

署 (担当区)	林・小班	野ねずみ				アカネズミ				ヒメネズミ				その他				計				スミズネズミの 生息推定数 (ha)
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
松山	20IC	3	5	4	1					1	1			3	1			8	7	4	1…20以下?	
(船野)	" " 1	3	3	3	1					2	1	1						6	1	4	3	II…0
" "	3	3	2						4	1	1						1	7	1	4	3	III…20以下?
" "	2	3	4	2					4	2	1						2	1	8	3	4	"
" "	2	2	4	2						2	1						1	1	7	1	4	IV…6
計	13	16	17	6					13	4	3	5	4	2	2		7	1	2	6		
(平均)	(3)	(3)	(4)															3.6	6	2.1	2.2	
本山	842	4	2	10	2					7	7	1	1	1	1	1	11	10	11	3	1…20以下?	
(船戸)	" 1	3	10	4	1					2	3	4					5	7	16	4	II…2.5	
851	11	11	10	6	2					5	1	1					1	16	14	12	7	III…4.3
" 2	9	1	3	3						2	1	1					0	5	10	2	IV…2.0以下?	
計	16	16	39	13	6					14	13	6	2	1	4	1	30	36	49	16		
(平均)	(4)	(4)	(10)	(3)																		
鳴島	361	3	2	7	1																	
(名、頃)	" "	7	2	2																		
計	10	4	9	1																		
(平均)	(5)	(2)	(5)																			

-181-

3-5 スミスネズミの解剖結果

はじめにスミスネズミの成獣、亜成獣、幼獣の捕獲割合をしらべたところでは図-1のように成獣の捕獲率が最も高い。これは年度、調査時期に無関係である。ただし、44年度の5月と7月ではわずかながら幼・亜成獣の捕獲率が高まっているように見受けられる。つぎに子宮の状況を調べた図-2によると、7月下旬の捕獲個体は子宮が萎縮するもの多く、この時期では一応繁殖休止期にあるとみてよさそうである。ただ密度の比較的高かった42年度は約20%の妊娠個体が認められている点が注目される。他の時期、つまり春と秋では妊娠個体が少なくとも約20%、多いときでは約50%に達していることから、スミスネズミの繁殖期は春と秋の2回の山があるとみなされる。このような妊娠個体率は42年度と44年度で高く、43年度はかなり低く現われている。一方、雄の睪丸の発達程度では、43年度の5月と7月、44年度の5月で睪丸萎縮個体が約50%をしめた以外は、常に睪丸発達個体がその大部分をしめていることがわかった(図-3)。スミスネズミの胎児数は図-4のように1~4頭で2~3頭が普通のようである。

以上3か年にわたって行なった野ねずみ、とくにスミスネズミの生息密度の変化および繁殖活動などについておおよその結果を報告した。野ねずみの被害防除のためには、こんごともに、この種の継続的な調査を行なって異常発生を予め察知して、事前に防除対策を構じることが是非とも必要であると考えられる。

最後に、この調査について御高配をいただいた高知営林局関係係官の方々にあつくお礼を申しあげる。とくに、現地で困難な作業に従事された杣野担当区主任入川豊技官(前)、正岡留次技官(現)、大瀬担当区主任佐藤正雄事務官(当時)、笠部計雄技官(当時)、船戸担当区主任柳川貞夫技官、名頃担当区主任朝比奈正孝事務官(前)、高橋奈津雄事務官(現)ら各位に対してあつくお礼を申しあげる。

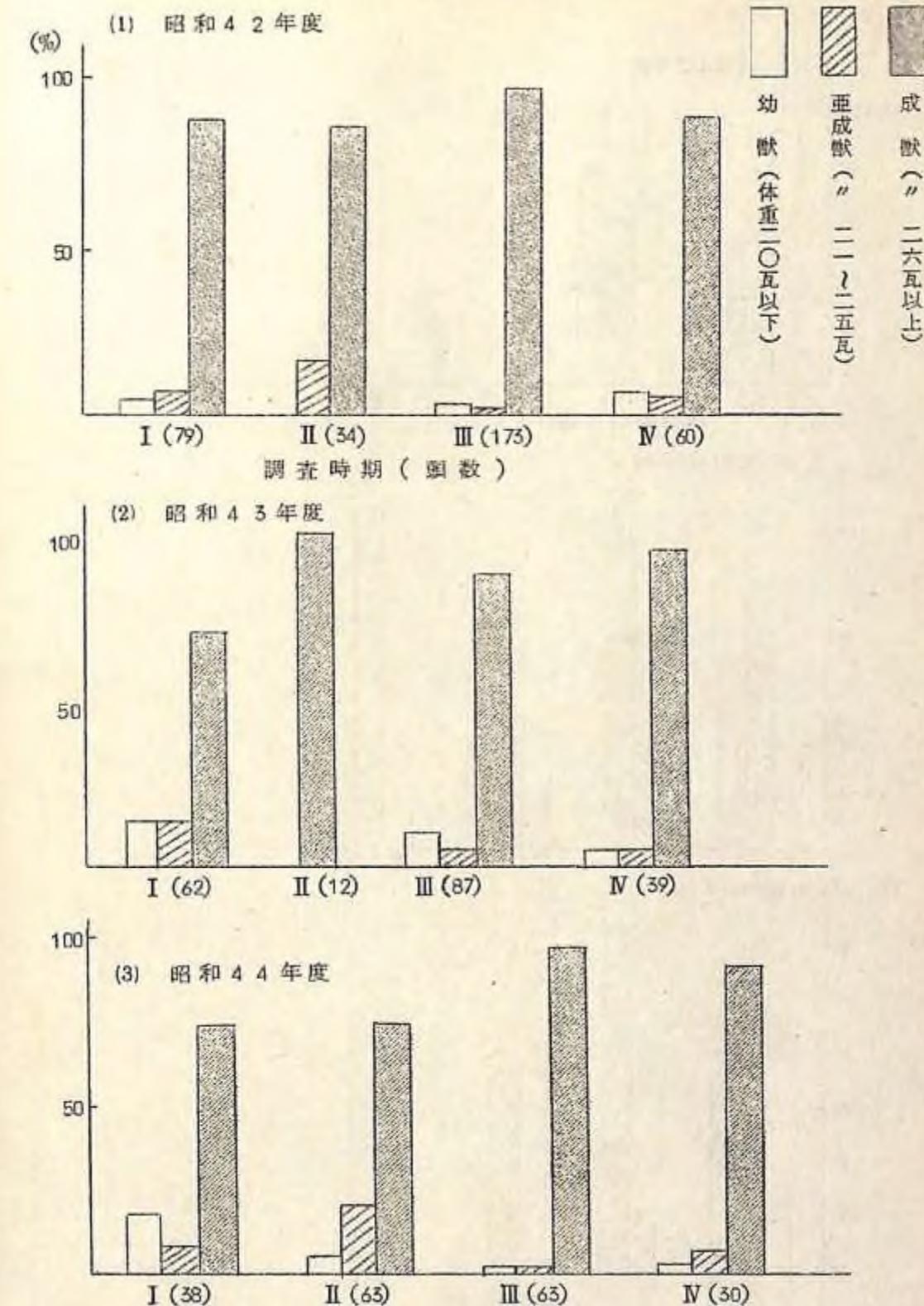


図-2 子宮の状況

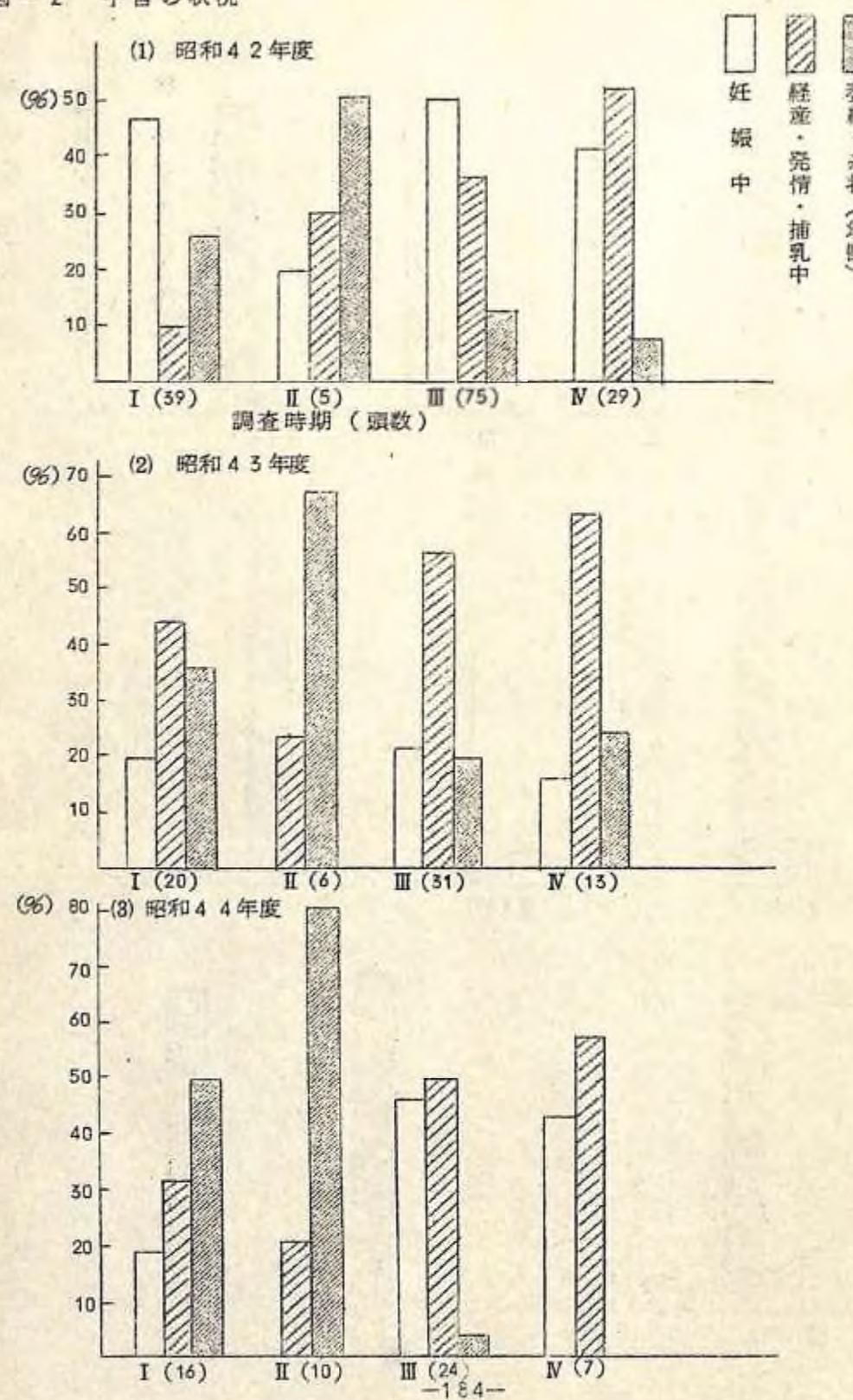


図-3 習丸の発達程度

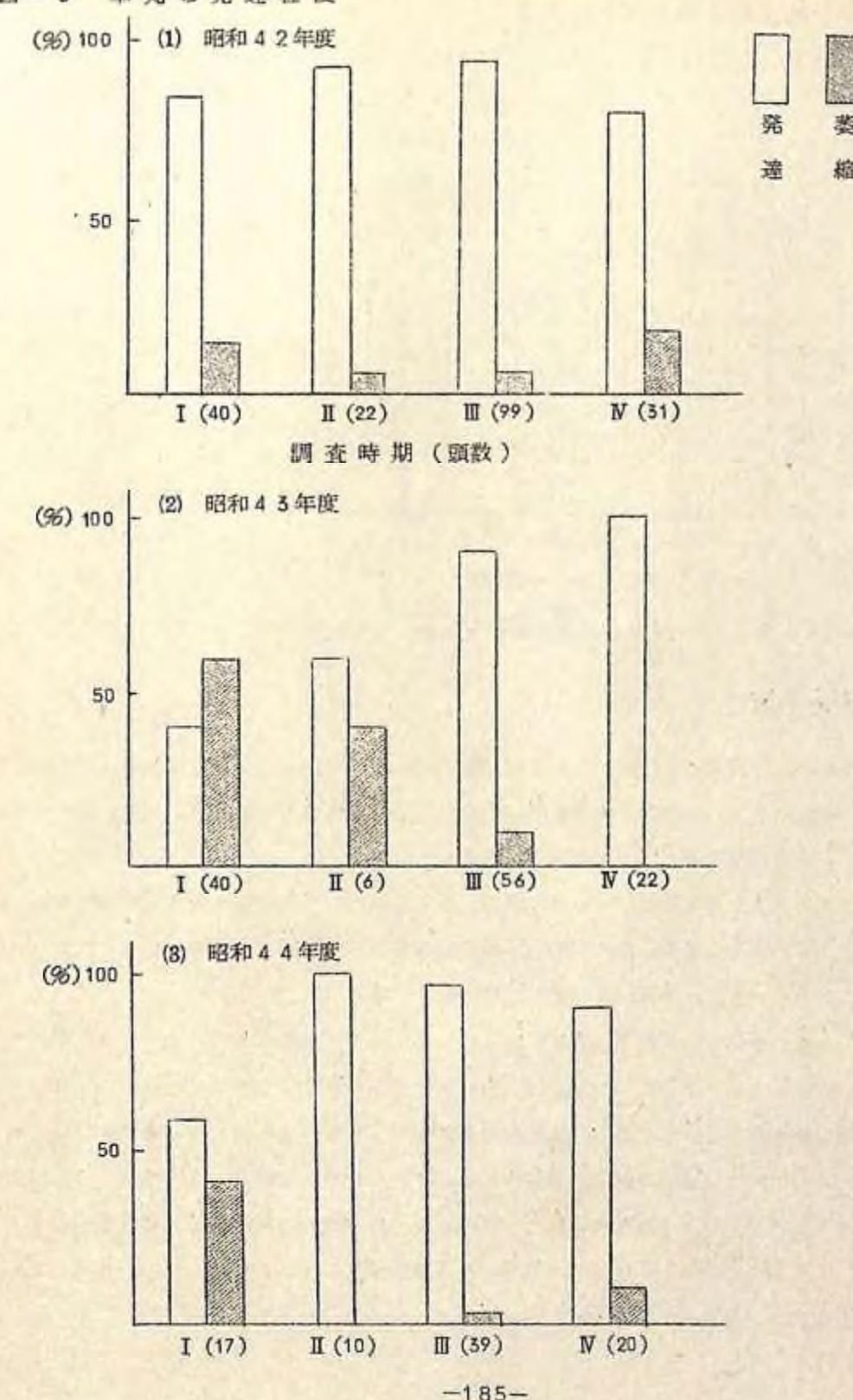
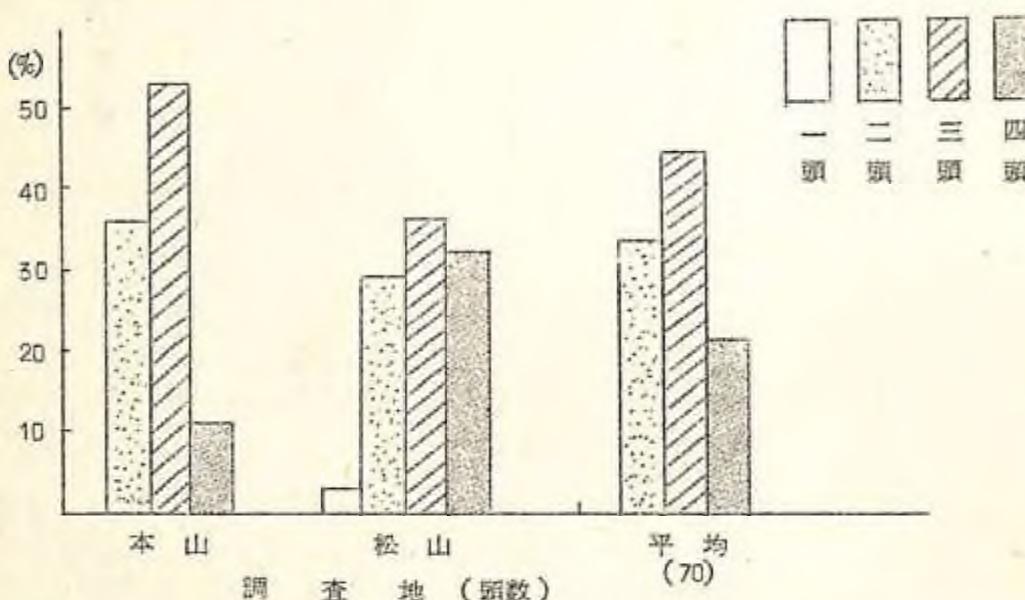


図-4 胎児数（昭和42年度）



備考：43, 44年度は個体数が少ないので省略した。

IV 得られた成果

生理的な研究は、採集した材料について室内実験を行なっているので未だ詳細な点については不明であるが、野外での生態的な調査結果は前項のとおり各地域とも多くの新知見を得ている。その主なものをあげてみると、つきの諸点である。

- (1) エゾヤチネズミでは生息数の年変動がいちじるしい。その要因は越冬個体と春から夏にかけての繁殖活動の盛衰による。また季節的には夏の生息数に変動がおこりやすく、これが高い生息数にとどまるときは、それ以後の繁殖は低下していく。
- (2) ハタネズミの研究のうち東部地域すなわち八ヶ岳山ろくにおけるものでは、3カ年それぞれ別個な生息数の変動を示しているが、傾向としては夏から秋に高くなる。これについてはさらに長期の実験観察を必要とするが、その秋冬季に発生する被害を予察し得る要素を含むものと考えられるので、この試験の継続が要望される。また、この地域にはスミスネズミの進出が目立ち、ハタネズミと対抗する傾向が年ごとに強くなり、両種の生態的な関連研究を行なうことことができ、この地域でのスミスネズミは夏季にのみ繁殖することが判明し、本州の西部地域、四国地域と時期などを異にすることがわかった。

関西支場が担当した西部地域の岡山県津山管内においては、たまたまササの開花結果があり、その地域内に調査地をとったため生息数の年変動を明らかにすることができて、ササの結果にともなうネズミの増減が判然としたのは大きな収穫であった。

- (3) 四国地域においては、調査の不十分なスミスネズミの生態、とくに繁殖について詳細に研究することができたのは将来の防除に大きく貢献するものである。

＜成果の発表＞

- (1) 関勝・宇田川龍男・水野武雄：八ヶ岳山ろくにおけるハタネズミの生態に関する研究、とくに越冬個体の行動、第78回日本林学大会講演集
- (2) 上田明一・宇田川龍男：造林地の野鼠被害と防除、林業科学技術振興所
- (3) 伊藤武夫：中国山系の野ねずみ異状発生 第79回日本林学会大会講演集
- (4) 白石 哲：ハタネズミの成長 全講演集
- (5) 宇田川龍男：日本の林業におけるネズミ防除（英文） アジア・太平洋ネズミ防除会議講演集 ハワイ大学
- (6) 全：日本における有害鳥獣の防除について（英文） 第4回アメリカ合衆国有害鳥獣防除会議講演集 カリフォルニア大学（印刷中）
- (7) 上田明一：昭和42年秋の野ネズミ発生予察 北方林業 224号
- (8) 全：野鼠の発生予察 全235号
- (9) 全：昭和44年秋のノネズミの発生予察 全247号

V 今後の問題点

(1) 発生要因の究明

採集された資料の生理形態学的な分析の結果を待ってかなりの成果が期待できると思われるが、生態的な環境との関連要因には不明な点がなお多いので、さらにこの面での研究を必要とする。

(2) 発生予察の応用

生態的な研究によって、夏の生息数に年変動がおこりやすく、その結果が秋以後の生息数に大きく影響することがわかった。これを冬のあいだの被害発生に結びつけるには、さらに研究を要する。

(3) 異常発生の生態学研究

ササの一齊開花結実は、なお当分のあいだ全国各地に発生すると思われる所以、これにとも
なう野鼠の異常発生に関する生態学的な究明は現在の研究の段階では不十分である。

(4) スミスネズミの生態と防除

スミスネズミの被害は近年にいたって目だつて常在的になりつつある。これはスミスネズミ
の盛力が回復しつつあることが八ヶ岳山ろくでの調査でも明らかであるから、このネズミの生
態について研究し、防除に万全を期さなければならない。

国有林治山主要地区の判定法

I 試験担当者氏名

防災部治山第一研究室長 難波宣士
同室員 秋谷孝一

II 試験目的

昭和40・41年度に、全国有林を対象として、治山上からみた地域別の重要度を判定する調査が行なわれた。重要度の判定には、厳密に考えれば考えるほど多方面にわたる考慮が払われねばならない。荒廃の現状と可能性、それら荒廃の下流域の影響状態、下流に位置する被害対象の量を明らかにする必要があるし、さらに、国有林の治山事業はどの程度まで国有林の荒廃や、そこからの出水に起因する災害について責任をもつべきかというような行政的な判断も明確にしておかないと、正しい重要度の判定はできないこととなる。

これらの諸問題は、これまでの知識では一気に解決し得ない面も多いので、上記の調査では、
イ) 重要度の判定は、全国を1~2万ha程度の流域または地区にわけた地域（以下、基幹流域といふ）を単位として実施する。

ロ) 判定の尺度は、各基幹流域内の不安定土砂量と人口密度をそれぞれ指数化し、それらを乗じて平方に開いた値の大小によるものとする。

を基本的な考え方として、各基幹流域内の国有林ごとに重要度の判定が行なわれた。

治山上の重要な地区を判定し、それによって治山投資の1指標とすることとは今後の治山事業の効率化をはかる上にきわめて重要なことであり、そのため、上記のごとき考え方も重要度判定の1法であるが、その方法自体のなかにもいくつかの問題点は含まれている。

このような背景をうけて、本試験は昭和43年度及び44年度の2年間に

- A) 現在の重要度判定方式の問題点の整理とその解決法
 - B) 今後、判定の単位区域を小さくしていく場合の考え方
- の2項目を主な目的として実施されたものである。

III 試験の結果得られた成果

1. 現在の判定方法の問題点

1-1 現在の判定方法

昭和40・41年度に国有林で実施された治山主要地区の判定法の骨子は

イ) 各基幹流域の荒廃危険度Bと災害の感受性Dの両者によって行なうこととし、両者の

ウエイトは同等とみなす。

ロ) 荒廃危険度 B_i は、それぞれの基幹流域内の国有林に存在する不安定土砂量をもって表現する。

ハ) 災害の感受性 D_i は、それぞれの流域の人口によって表現する。これは、各地域の人口と生産所得の間には、各基幹流域についてみてもかなり高い相関性が認められたためである。

ニ) 各流域の重要度は、各地域の面積を A_i 、そのなかの国有林面積を N_i とした場合

$\frac{B_i}{N_i} \times \frac{D_i}{A_i}$ を単位面積あたりの重要度と考え、基幹流域内の各国有林の重要度は、この値に N_i を乗じた値、すなわち、

$$\frac{B_i}{N_i} \times \frac{D_i}{A_i} \times N_i = B_i \times \frac{D_i}{A_i} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

を基礎として重要度を類別していく。

ホ) B_i は不安定土砂量、 D_i は人口であるため、それを無次元化するため、上記の第 1 項と第 2 項は I_B 、 I_A におきかえ

$$\text{重要度指数 } I = \sqrt{I_B \cdot I_A} \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$I_B = \frac{B_1}{\sum_{i=1}^n B_i} \quad \text{ただし } I_B : \text{荒廃危険度指數}$$

$B_i : i$ 基幹流域内の不安定土砂量
 $n : \text{地城番号}$

$$I_A = \frac{D_1 / A_1}{\sum_{i=1}^n D_i / A_i} \quad \text{ただし } I_A : \text{災害感受性指數}$$

$A_i : i$ 基幹流域の面積
 $D_i : i$ 基幹流域内の人口
 $n : \text{地城番号}$

の I によって各基幹流域の重要度をわけていく。

となっている。

このうち、不安定土砂量は、

- 現在の山腹荒廃地面積（一般崩壊地、特殊荒廃地、はげ山）からの今後 10 年分の侵蝕土砂量
- 現在の溪流荒廃地に存在している不安定土砂量
- 50 年確率の最大日雨量を想定した場合の新規発生崩壊地からの土砂量
- 今後 10 年までを見込んだ場合の開設林道にまつわる不安定土砂量

の合計で、山腹荒廃地での侵蝕深は年間 4.0 mm、溪床上の不安定土砂は石礫の構成状態、勾配などが著しく不規則になっていて容易に現在の溪床面が変化すると考えられる不安定部分で、図-1 のごとき最低谷底線以上の土砂量として算出する。新規発生崩壊地は幾多の問題が残されているが、ここではつきのような方式で求められている。

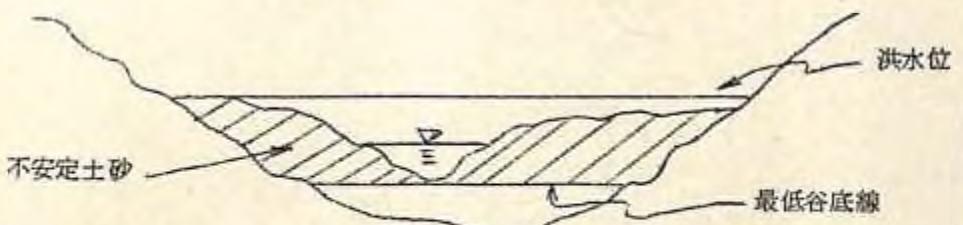


図-1 溪流荒廃地の不安定土砂

崩壊地の発生には、いろいろの誘因が考えられるが、ごく一般的にみれば豪雨による崩壊がその主体を占めよう。この豪雨による崩壊の発生量を予想するには、崩壊に関連する種々の因子を組み合わせ「このような条件の山地では、雨量 P mm に対して崩壊の発生は A ha、条件の違う山地では……」というような算出がまず必要となる。雨量・地形・地質などの条件を組み合わせて崩壊の危険性を予測する試案もいくつか提起されているが、これまでの資料だけでは各因子の組み合わせ方に何かと疑点がある。

そこで、今回の調査の場合には、「今までの崩壊の発生状況が、当該地区の豪雨による山地荒廃に対する抵抗性の大小を総合的に反映している」とする考え方から出発している。

こう考えると、各地区ではほぼ固有のものとみられる地形、地質などは考慮の外におくことができ、今後の崩壊の発生を予想するには、山腹既施工地を含めた崩壊地の面積と、その地区でも変動すると考えられる雨量や山地の土地利用状態に関する因子に限ってよいことになる。

一方、雨量と崩壊地面積の関係をみると地域によって、平常から雨量が多いため崩壊に対する抵抗性の強いところやそれほどでもないところがあって全国どこでも P mm なる雨量で A ha とはきめられないが、同一の地域では崩壊面積は最大日雨量には比例する。みなせる資料は多くの地域での災害調査報告のなかに示されている。

となると、山地の地表状態があまり変化しない地域では、現在の崩壊面積は既往の最大日雨量にはほぼ対応させることとなり、計画に際して考慮する雨量をかりに50年確率最大日雨量とすれば、図-2の $B_{50} - B_p = B_1$ が今後あらたに崩壊すると考えられる面積となり、次式によって算出しうる。

$$B_1 = B_{50} - B_p = \frac{P_{50} - P_0}{P_p - P_0} \times B_p = \left(\frac{P_{50} - P_0}{P_p - P_0} - 1 \right) \times B_p \quad \dots \dots \quad (3)$$

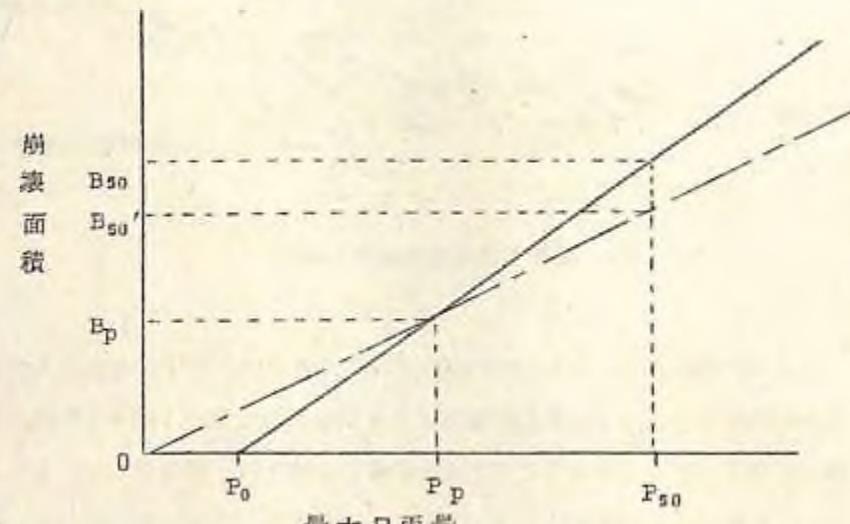


図-2 雨量と崩壊面積

ただし、 P_0 ：崩壊が発生しあらためる雨量

P_p ：既往最大日雨量

P_{50} ：50年確率最大日雨量

B_p ：今までの崩壊地面積

B_{50} ：50年確率最大日雨量に対する崩壊面積

ここで、 $P_{50} < P_p$ の場合、つまり、すでに計画の目標とした雨量以上の豪雨を経験した地域では、今後の崩壊の新規発生はないとみなすこととなっている。

なお、今後の山地開発その他地表の状態が大巾に変化するところは、上記の考え方のみでは処理できない。厳密なことは判らぬが、いろいろの山地開発のうち、森林伐採による危険性の増大だけは見込むこととなっている。当該地域のうち、幼令林地あるいは無林地に変化していく地区については、(3)式の B_p で代表される当該地区的危険性の尺度を2倍(昭和

30年度に全国的に崩壊地を調査した結果が、無林地は有林地の2倍の崩壊面積率を示していることによる)し、しかも、その地区は、無林地の状態のままで既往最大日雨量の襲来をうけていないという理由から、(1)式中の括弧の中のマイナス1を考慮しないこととしている。

以上が崩壊予想面積の算出法の大要であるが、現時点で、各地域ごとに変化すると思われる P_0 を決定することが困難であった。そこで、今回の調査をとりまとめにあたっては P_0 を省略し、結局は

(国有林面積-特殊荒廃地面積-幼令林地面積)

$$\times \left(\frac{\text{一般崩壊地面積} + \text{一般崩壊地の既施工地面積}}{\text{国有林面積} - \text{特殊荒廃地面積}} \right) \text{※}$$

$$\times \left(\frac{50\text{年確率最大日雨量}}{\text{既往最大日雨量}} - 1 \right) + 2 \times \text{崩壊面積率} \times \text{幼令林面積} \times \frac{50\text{年確率最大日雨量}}{\text{既往最大日雨量}}$$

※：崩壊面積率

で面積を求め、それに平均崩壊深1mをかけて土砂量としてある。

林道による不安定土砂量は、最近5年間に開設された林道と、今後10年間に開設される林道の延長合計で、1mあたり5m³の捨土量を見込み、それを不安定土砂量としている。

このようにして得られた不安定土砂量は、後に掲記する表-2、表-3の一部に記されている通りである。

1-2 問題となる事項

1-2-1 荒廃現況の把握

現在の重要度判定調査のなかでは、国有林にまつわる不安定土砂のウエイトは高く、そのベースとなっているのが現在の荒廃現況である。国有林に存在している個所で0.01ha以上の荒廃地はすべて調査されている。種類としては、まず、山腹面における荒廃地と、溪床面における荒廃地の2種に大別され、このうち、山腹面の荒廃地はさらに(1)一般的にみられる山腹崩壊地や溪岸崩壊地、(2)森林限界や温泉作用など関連していて、古くから荒廃している特殊荒廃地、(3)はげ山、(4)地すべり地の4種にわけられている。

結果を営林局別に掲記したものが表-1であり、全体としてみると次の事が指摘し得る。第1には、国有林内の全山腹荒廃地面積中、特殊荒廃地が過半を占め、特に、アルプスを含んだ長野、名古屋両営林局の特殊荒廃地が非常に多い。第2は、国有林内には地すべり、はげ山は少なく、はげ山などはほとんどないといつてよい。

表-1 国有林の荒廃地面積(治山全体調査第一部結果)

営林局名	国有林面積① km ²	山腹荒廃地面積ha					渓流荒廃地面積ha	荒廃地面積合計② ha	荒廃面積率③ % ①
		一般崩壊地	特殊崩壊地	はげ山地	すべり	計			
旭川	8.834	2,450	1,391	0	23	3,864	437	4,300	0.49
北見	4.567	220	1,559	0	0	1,779	1,516	3,096	0.71
帯広	6.941	3,106	1,654	23	6	4,790	915	5,705	0.82
札幌	6.796	5,100	5,647	36	232	11,015	1,876	12,891	1.90
函館	3.895	2,066	5,554	0	219	7,839	3,149	10,988	2.82
青森	9.233	4,140	2,388	0	512	7,040	653	7,692	0.83
秋田	7.740	8,533	252	64	224	9,053	772	9,825	1.27
前橋	10.149	3,188	2,041	0	983	6,212	726	6,938	0.68
東京	1.695	1,298	26	0	1	1,325	784	2,109	1.24
長野	4.003	3,257	18,559	0	0	21,816	801	22,617	5.65
名古屋	2.779	2,252	18,788	0	15	21,054	1,324	22,378	80.5
大阪	3.560	2,238	1,014	9	0	3,262	358	3,620	1.02
高知	1.980	396	0	1	127	524	214	738	0.37
熊本	5.001	529	342	1	0	872	158	1,030	0.21
計	76.973	38,774	59,196	135	2,342	100,447	13,481	113,928	1.48

これらの傾向は、調査前から予想されていた通りで、それだけに今回の調査はかなりの精度をもったものと判定され、これにより国有林内の荒廃地がタイプ別に明らかにされた意義はきわめて大きいが、特殊荒廃地に限って見ると、やや過大にすぎるキライもないではない。

本来、特殊荒廃地は、極言すれば有史以前からの荒廃地に限るべきであり、たとえ激甚な荒廃地で山腹面に対する直接的な施工がほとんど不可能であるとしても、それが豪雨とか、人為的誘因によるものであれば、復旧対策あるいは今後の崩壊予想の重要な因子に利用するという観点から考慮すると、それらはすべて一般の崩壊地とすべきものであろう。

今回の調査では、古くからの要因にもとづくものを特殊荒廃地として調査されているとは思われるものの、調査要領中にある「森林限界以上につらなる荒廃地、温泉作用による裸地など山腹面に対する直接の施工が全面的に甚だ困難なもの」のうち、山腹面に対する直接の施工が全面的に甚だ困難なものを強く意識し、現時点で岩盤までが広く露出したよ

うな崩壊地であると、その成因が豪雨や人為作用によるものも多少含まれたキライがないでもない。

第2の問題点としては渓流荒廃地の把握法である。

山腹の荒廃地と違って、渓床上の荒廃地（土石が不安定に堆積している部分）はかなり把握しにくい要素をもっている。

対象の不明確さから、従来この渓流荒廃地についての調査はあまり行なわれたことがなく、その定義は現在でもなお明確でない面が少なくない。しかし、山地からの異常な土砂石礫の流下を想定する場合には、単に山腹面からの流出土砂だけを考慮したのでは不十分であり、渓床堆積物の移動がかなりのウエイトを占める場合が多い。

この渓流荒廃は、その起源をさかのぼれば山地からの異常な土砂石礫の流下によるものであろう。

となると、山腹の荒廃と渓流の荒廃の間には何等かの比例関係が存在していると思われ、大きく見れば、山が荒れているところほど渓流もあれているとみなせないこともない。表-1の結果を見ても、一応は山腹の荒廃地面積が大きいところほど渓流荒廃地の面積が大きいといえないことはないが、詳細にみるとかなりの変動が指摘される。

ごく単純に、山腹荒廃地面積と渓流荒廃地面積を対比させてみると、渓流荒廃地面積は大部分の営林局で山腹荒廃地面積の1/5~1/8程度のものとなっている。しかし、1, 2の局では1/10以下になっており、長野では1/25にも達しておらず、逆に、1, 2の局は山腹荒廃地面積の1/2以上の面積の渓流が荒廃していることとなっている。

それぞれの区域の地況、さらには、豪雨が襲来して激甚な山地荒廃をうけた時期などにより山腹荒廃地と渓流荒廃地の面積的関係がそれぞれの地域性をもつのはもとより当然のことである。場所によっていろいろの場合があっても差支えないといいうものの、前述のごとき定義のみでは、調査者の判断によって同一の地域に対してもかなり主観的判断が入るおそれは少なくなく、このため局にとって相当大きめに渓流荒廃地が計上されたり、逆にかなり少なめに調べられたのではないかと判断されるところが少なくない。

今後の荒廃現況調査にあたっては、前記の特殊荒廃地についての定義をより徹底させるとともに、渓流荒廃地については、より客観的な調査ができるよう定義そのものをさらに具体的にする必要があるものと思われる。

1-2-2 崩壊予想面積の算出

不安定土砂量を構成するものは、現在の荒廃地にまつわるものと、今後、50年確率の

最大日雨量に対応して発生すると予想される崩壊地からの土砂量、及び林道開設にともなう不安定土砂量である。このうち、現在の荒廃地にまつわる土砂は、前項のごとき問題点はあるとはいき、入念な調査によってほぼ満足しらる結果が得られることとなり、また、林道関係についてもそれほど問題はない。

これに比すると今後の崩壊地からの土砂量は、その予測法にいろいろの問題を含んでおり、仮に、前記のごとき考え方立ったとしても、現在求められている方式のなかに次のごとき問題点がまず指摘される。

イ) 各地域は平均1万ha程度の広さをもっているが、既往最大日雨量や50年確率最大日雨量は、各地域内に数多くの資料があっても、そのなかの最大のもののみで代表させてある。

ロ) 前記、図-2或は(3)式のうち、 P_0 の値を各地域ごとに客観的に明示し得なかったため、 P_0 は考えずにとりまとめてある。このため、結果として図-2のなかの B_{50} は B_{50}' の点を算出していることになっている。

イ) については、基本的に山地地域における雨量資料の少なさが第一の問題点であり、この解決なしに種々の検討を加えても徒労に帰す面も少なくない。しかし、現在の資料を最大限に利用していくという建前にたてば、ある程度の改善は考えられる。

1基幹流域内に多いところで数個所、少なくとも数基幹流域に1個所の雨量資料が存在していることから判断すると、各地点での既往最大日雨量及び50年確率最大日雨量を基礎としてそれぞれ等雨量線を画き、その等雨量線から各基幹流域の位置、面積を考慮してそれぞれの雨量を決定した方が合理的であると思われる。

ロ) については、 P_0 を0とみた結果、常に過少の崩壊面積が求められている点がとくに問題となる。

たしかに、各地域ごとの P_0 を適正に決めることには難題が多いが、この値を少しでも見込めば、必ず図-2の B_{50}' は B_{50} に近づくこととなる。

大きくみれば、北海道地方のような寡雨地域では P_0 はほぼ数十mm、紀伊半島から四国、九州の南部にかけての多雨地域では150～200mm程度（いずれも測候所の位置における雨量）が P_0 の目安と思われる。しかも、このような多雨、寡雨といった違いは、おそらく、それぞれの地域の確率降雨量の違いに反映されている。これらのことを考えると、50年確率雨量を基準に、その何割かを P_0 にとれば、今回の資料だけによってもかなりの精度向上が期待できるのではないか。

1-2-5 重要度指数の算定

今回の調査では、前記(1)式を基本的な考え方とし、(2)式によって各基幹流域までの重要度が算定してある。

今、1基幹流域内がすべて国有林であったとする。その時には、(1)式は

$$\frac{B}{N} \times \frac{D}{N} \times N = \frac{B \cdot D}{N}$$

となり、この値は、単位国有林面積あたりの重要度のように見える。この重要度の判定結果は、その地域全体に対する治山投資の総額をきめるために使われるものであって、単位面積あたりの治山投資をきめるために使われるものではないことを考えると、単純に $B \times D$ を指数化するほうが合理的と思われる。

ただし、現実の基幹流域には国有林、民有林の両者が含まれ、人口も各基幹流域ごとにとてあることは注意されなければならない。

治山上からみた国有林の地域別重要度をきめる1因子としての人口は、正しくはそれぞれの国有林内の山地荒廃に起因して被害をうけると考えられる人口でなければならない。

この影響範囲の人口はしばしば氾濫区域内の人口として調べられるが、どこまでを氾濫区域とみるとかにいろいろ問題もあるので、ごく単純にわりきると、基幹流域内の全人口に N/A を乗じたものが国有林の荒廃に關係する人口とみなせるのではなかろうか。

一面からいえば、各基幹流域内の全人口のうち、その N/A の人口に対して国有林が責任をもつという解釈に立つという方式がこの方式であるともいいう。

このようにして求める人口は、

$D \times \frac{N}{A}$ であり、これを $B \times D$ の中に代入すると、 $B \times D \times N/A$ となり、この式で重要度を判定していくとなると、すでに行なわれた(1)式に N （国有林面積）を乗じたものということになる。

また、果して人口はそのまま国有林の荒廃に關係する不安定土砂量と同等のウエイトで扱ってよいかという疑問がある。

なぜならば、国有林の荒廃そのものについては、その防止対策には国有林の治山事業が全面的に責任をもたなければならないのに対し、被害対象となる人口には、治山事業以外の国土保全事業も関連してくることが多いからである。

また、人口の発達は河川沿いから始まり、人口を増すにつれて、その居住地は次第に河川から離れたところにのびていくと考えると、例えば、10万人の人口をもつ基幹流域と

5万人の基幹流域の被害危険度は単純に2:1とはならず、幅と面の関係で $\sqrt{2}:1$ の比率になるのではないかとも考えられる。

人口に関することは、本来いかにあるべきかは簡単にはきめられぬ面が多い。

しかし、上述のような点を考えると、最終的に重要度を決定する指標の求め方には、少なくとも

$$B \times D \text{ と } B \times \sqrt{D}$$

を指散化した値ぐらいは求めてみて、これまでの方法による値と対比させて見ることも意味のあることと思われる。

2. 現方式の検討 — 現在の資料による再計算

2-1 不安定土砂量のうち、各種の荒廃地や、開設される林道に關係したものについては、前項で述べたごとき調査上の問題点はあるが、これらは再調査によって修正されるべき性質のものであるため、ここでは、今後の豪雨によって発生すると思われる崩壊地からの土砂量の再計算のみを行なった。

この再計算は、イ) 50年並びに100年確率の最大日雨量と既往最大日雨量の等雨量線図を画く。ロ) その等雨量線図から、各基幹幹流域又は、各大分類流域内の国有林ごとに、それぞれの雨量を25mm単位で想定する。ハ) 各国有林における限界雨量を、それぞれの50年確率最大日雨量の30%として計算する。ニ) その後の計算は従来どおりとすることで行なった。

このようにして求められた崩壊予想面積を営林局別に整理して従来の算出結果と対比させたものが表-2である。

各地域で最大の雨量(既往最大、50年確率最大及び100年確率最大の日)を用いた場合と、等雨量線上から国有林の位置、面積を考慮して推定した各種の雨量を用いた場合とでは、それぞれの雨量の絶対値ではかなりの差があるが、計算に使うのは既往最大雨量に対する50年確率あるいは、100年確率の日雨量の比となるため、この修正による崩壊予想面積の変化はあまり考えられない。

しかし、 P_0 の導入は崩壊予察面積をかなり変化させることとなり、比較的雨量の少ない地域では2倍以上の面積増をみたところがある。

すでに50年確率あるいは100年確率の雨を経験した区域の多少によって、各営林局別にみると従来の結果にくらべ大きく増加したところと、それほどでもないところはあるが、総じて同じ50年確率の雨を基準にしても崩壊予察面積は4割方増加している。これに比す

ると、計画目標雨量を100年確率にしてもそれほどの増加は見込まれないようであり、各局別にみれば約2割程度の増というのがせいぜいである。

表-2 営林局別の崩壊予想面積

局名	従来の結果	再計算結果	
		50年確率 降雨による	100年確率 降雨による
旭川	2,821	5,798	6,248
北見	362	625	780
帯広	1,516	1,930	2,139
札幌	1,674	2,220	2,858
函館	963	2,005	2,042
青森	2,635	3,422	3,493
秋田	5,959	8,940	9,728
前橋	1,727	1,435	2,148
東京	1,376	1,818	2,018
長野	1,845	2,034	3,004
名古屋	1,697	1,901	2,427
大阪	3,197	3,124	4,420
高知	733	673	829
熊本	645	888	1,064
計	26,951	36,813	43,198

これらの点を考えると、今後の崩壊面積の予察にあたっては、既往の災害実績などをもととし、各地域によって適宜 P_0 を定め、その値も用いて予察精度の向上を心掛けることが必要であろう。なお、ここで用いている雨量資料は、すべて長期間の観測資料をもった地点—平地部に多い—のものを利用しているので、 P_0 の値も、山地での P_0 というより、その観測点での P_0 であるべき点は注意を要する。

今回あらたに計算した崩壊予察面積に崩壊の平均深1mと仮定して乗ずると3億余ないし4億余m³の崩壊土砂量がみこまれる。この数量は、国有林に現存する荒廃地(約半数は森林限界その他に関連する特殊荒廃地となっている)。全体からの10年分の侵食量とはほぼ同等ないしそれ以上のものとなる。

崩壊の深さを1mとし、それによって予想崩壊地からの土砂量を含め、その他の荒廃地および林道に關係した從来の不安定土砂量を合計した不安定土砂量を大分類流域および營林局ごとに集計したものが表-3、表-4である。

2-2 重要度指数の算定

重要度指数をいかに定めるべきかは、單に自然科学的意味からの検討だけでは不十分で、多分に政策的判断も加味しなくてはなるまい。その過程においては、例えば、荒廃地の実態あるいは、その荒廃地からの土砂生産量のごとく、これまでの調査結果を十分活用しなければならない面はあるが、国有林の荒廃による災害の感受性などは、これまでの資料のみでは必ずしも十分な科学的根拠が与えにくく、今後の國土利用計画とも対応させていこうとすれば、それをうけた今後の治山事業のあり方から出発した政策的判断で重要度の判定因子をきめなければならない面も多くなる。きめこまかい重要度の判定をしようとすればするほど、自然科学的因素のみではその方法がきめにくくなる。

このような前提背景と、とりあえず1~2年の調査でマクロ的な重要度を決めるという精神で、今回の調査では、1~2万haの基幹流域内の国有林ごとに、ごく単純な方式で重要度指数の算定が試みられた。この結果の善悪は、その評価方法の困難性から現在直ちに論議することはできにくいが、かりに、ごく素朴な段階での重要度の判定というオーダーにおいても、さきに述べたごとき問題点もないではない。

そこで、ここでは、從来の(不安定土砂量 $B_1 \times$ 人口密度 D_1)をベースとした方法を多少かえてみて、(さきに示した方式で再計算した50年確率最大日雨量を想定した場合の不安定土砂量 $B_2 \times$ 国有林が加害すると思われる人口 D_2)、および、($B_2 \times$ 国有林が加害すると思われる人口の平方根 D_3)をベースとした方法によって重要度指数を求めてみた。参考として($B_2 \times D_1$)の方式による値も計算してみた。

計算は基幹流域および大分類流域ごとに行なったが、そのうちの大分類流域ごとの結果を表示したものが表-5である。

表-3 大分類流域別の不安定土砂量

大分類 流域名	從來の 結果 B_1	再計算結果		大分類 流域名	從來の 結果 B_1	再計算結果	
		50年確率 降雨による B_2	100年確率 降雨による B_3			50年確率 降雨による B_2	100年確率 降雨による B_3
渡島地区	千m ³ 35,078	千m ³ 36,489	千m ³ 36,489	湧別川	千m ³ 6,331	千m ³ 4,021	千m ³ 8,372
檜山地区	20,184	28,779	28,779	渚滑川	3,015	3,822	4,255
尻別川	10,680	11,162	11,427	宗谷地区	7,151	8,638	9,836
積丹地区	4,452	4,787	4,787	秋田県境～ 岩木川	7,965	9,476	9,476
胆振地区	11,489	11,706	11,950	岩木川	12,598	14,024	16,869
鶴川	1,845	2,908	3,239	岩木川～ 駒込川	773	1,028	1,190
沙流川	53,742	54,444	60,316	駒込川～ 奥入瀬川	218	422	439
日高地区	9,027	10,641	10,641	下北地区	1,290	2,506	2,894
石狩川	27,677	39,290	42,269	奥入瀬川～ 五戸川	987	1,735	1,735
厚田地区	1,038	1,292	1,533	馬淵川	1,923	1,999	2,447
留萌川	16,996	24,026	24,026	青森県境～ 小本川	424	1,042	876
天塩川	6,981	12,859	15,243	小本川～ 閉伊川	1,356	1,851	1,851
十勝川	16,616	19,539	21,975	閉伊川	1,211	1,556	1,724
広尾地区	12,597	14,519	14,519	閉伊川～ 宮城県境	244	381	528
阿寒川	3,123	3,355	3,876	米代川	35,983	32,833	40,850
釧路川	1,789	2,300	2,660	北上川	19,573	22,372	25,734
根室地区	5,063	6,606	6,910	岩手県境～ 北上川	71	156	156
斜里地区	6,482	7,770	8,170	鳴瀬川	4,357	4,055	4,216
網走川	713	1,309	1,406	鳴瀬川～ 名取川	43	56	56
常呂川	3,481	4,946	5,494	名取川	1,082	1,537	1,537

大分類 流域名	従来の結 果	再計算結果		大分類 流域名	従来の 結果	再計算結果	
		50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃			50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃
阿武隈川	9,322	10,388	13,082	多摩川	70	105	120
米代川～雄物川	1,813	2,409	2,964	島嶼(東京都)	2	2	2
雄物川	17,094	23,273	26,522	相模川	94	97	135
子吉川	2,407	3,404	4,263	相模川～酒匂川	107	82	82
秋田県境～最上川	11,274	19,243	19,243	酒匂川	3,994	3,529	3,631
最上川	38,778	46,985	46,985	酒匂川～静岡県境	68	80	158
荒川	2,517	4,427	4,427	山形県境～荒川	669	741	922
最上川～新潟県境	103	107	115	信濃川～関川	25	24	24
宮城県境～請戸川	133	269	271	閑川	1,259	1,463	1,463
請戸川～夏井川	367	645	645	姫川	18,229	17,384	17,384
夏井川～茨城県境	262	562	562	佐渡	0	0	0
久慈川	504	769	866	新潟県境～黒部川	263	275	275
阿賀野川	8,124	9,193	9,193	黒部川	68,443	67,874	67,874
福島県境～久慈川	190	320	344	黒部川～常願寺川	4,417	4,472	4,472
那珂川	4,758	5,405	5,576	常願寺川	2,870	2,732	2,732
那珂川～利根川	25	30	30	神通川	10,607	10,639	12,050
利根川	22,555	30,487	36,652	庄川	18,176	19,710	19,710
信濃川	62,898	63,500	63,500	庄川～石川県境	12	21	24
荒川	2,238	2,565	2,565	能登地区	27	20	22
利根川～夷隅川	12	31	40	能登地区～手取川	141	169	178
加茂川～養老川	112	178	198	手取川	15,965	23,259	29,853

大分類 流域名	従来の 結果	再計算結果		大分類 流域名	従来の 結果	再計算結果	
		50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃			50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃
手取川～福井県境	千m ³ 19	千m ³ 26	千m ³ 69	淀川	千m ³ 3,461	千m ³ 4,557	千m ³ 4,557
九頭龍川	5,160	5,557	5,557	由良川	63	105	108
九頭龍川～京都府境	677	989	989	由良川～兵庫県境	111	116	130
富士川	692	901	901	神崎川	104	100	133
矢作川	2,176	1,906	1,906	大和川	283	339	53
庄内川	510	610	832	大和川～和歌山県境	25	31	91
木曾川	56,458	45,744	52,992	武庫川	16	13	21
南伊豆	642	783	798	六甲地区	300	1,166	1,166
北伊豆	954	1,154	1,293	加古川	4,604	4,627	5,675
安部川	1,630	1,538	1,538	加古川～揖保川	283	617	617
大井川	13,522	15,674	13,674	揖保川	975	1,419	1,419
大井川～天龍川	605	822	1,084	千種川	28	57	75
天龍川	41,286	45,054	52,965	円山川	56	86	101
天龍川～愛知県境	57	77	82	円山川～鳥取県境	318	232	338
豊川～矢作川	310	495	495	淡路	12	27	28
愛知県境～鈴鹿川	248	323	508	紀の川	164	268	314
鈴鹿川	222	212	481	有田川	124	135	173
鈴鹿川～官川	63	52	181	日高川	185	244	262
宮川	238	307	467	富田川	234	222	222
宮川～熊野川	396	730	798	日置川	38	49	57
熊野川	1,881	2,528	2,870	古座川	18	17	17

大分類 流域名	従来の 結果 B ₁	再計算結果		大分類 流域名	従来の 結果 B ₁	再計算結果	
		50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃			50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃
千代川	410	667	812	太田川	550	565	565
天神川	162	306	345	山口県境 ～太田川	370	430	506
日野川	2,953	2,957	2,957	島嶼 (広島県)	30	57	106
鳥取県境 ～斐伊川	52	43	43	島根県境 ～橋本川	2	2	3
斐伊川 ～江の川	145	293	382	橋本川	51	70	77
斐伊川 ～江の川	780	755	891	橋本川 ～吉田川	0	0	0
江の川	728	870	963	吉田川 ～厚東川	0	0	0
江の川 ～高津川	97	136	136	厚東川 ～佐波川	248	245	342
高津川	996	1,190	1,190	佐波川 ～錦川	27	24	28
島嶼 (島根県)	1	1	1	錦川	181	167	225
兵庫県境 ～吉井川	1,380	1,421	1,421	島嶼 (山口県)	0	0	0
吉井川	343	684	684	吉野川	1,469	2,067	2,067
旭川	331	641	641	吉野川 ～那賀川	0	0	0
児島	0	0	0	那賀川	147	200	200
高梁川	425	439	439	那賀川 ～高知県境	112	166	166
高梁川 ～広島県境	0	0	0	香川地区	517	586	1,457
芦田川	783	762	1,285	香川県境 ～加茂川	303	313	392
芦田川 ～沼田川	22	45	79	加茂川 ～重信川	122	156	172
沼田川	102	131	152	重信川	104	98	117
沼田川 ～黒瀬川	63	156	156	肱川	12	11	15
黒瀬川 ～太田川	170	212	359	肱川 ～高知県境	62	136	137

大分類 流域名	従来の 結果 B ₁	再計算結果		大分類 流域名	従来の 結果 B ₁	再計算結果	
		50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃			50年確率 降雨による B ₂	100年確率 降雨による B ₃
四万十川～愛媛県境	362	403	560	球磨川	936	1,340	1,719
四万十川	3,569	3,445	5,741	島嶼 (熊本県)	48	61	69
仁淀川～四万十川	139	186	186	山国川～駿河川	524	526	626
仁淀川	516	667	667	駿河川～大分川	141	136	172
物部川	1,597	1,677	1,677	大分川	183	180	189
物部川～徳島県境	3,463	3,398	3,398	大野川	381	447	466
山国川	31	54	56	番匠川	83	144	144
山国川～遠賀川	35	49	49	北川	146	264	282
遠賀川	162	240	219	五ヶ瀬川	204	392	401
遠賀川～佐賀県境	76	137	167	耳川	255	369	388
矢部川	16	23	23	一ツ瀬川	3,930	4,491	4,491
筑後川	823	1,147	1,147	大淀川	2,935	3,689	3,824
川上川	137	125	132	大淀川～鹿児島県境	790	1,048	1,091
川上川～長崎県境	21	47	49	川内川	757	1,289	1,331
佐賀北部	52	94	103	川内川～甲突川	97	217	217
佐賀県境～川棚川	16	49	49	甲突川～本城川	305	405	405
中半島部	479	1,031	1,031	本城川～肝属川	866	1,287	1,371
島嶼 (長崎県)	105	287	288	肝属川～宮崎県境	308	337	337
菊池川	112	200	208	島嶼 (鹿児島県)	330	753	769
白川	2,168	2,766	2,766	計	843,265	978,409	1,061,118
緑川	637	995	1,080				

表-4 営林局別の不安定土砂量

営林局名	従来の 結果	再計算結果		営林局名	従来の 結果	再計算結果	
		50年確率 雨量による	100年確率 雨量による			50年確率 雨量による	100年確率 雨量による
		千m ³	千m ³			千m ³	千m ³
函館	72,628	85,609	86,018	東京	33,367	36,587	37,166
札幌	84,571	89,985	98,611	長野	109,870	131,586	140,543
旭川	47,141	67,600	72,740	名古屋	129,255	131,815	135,674
帯広	38,988	46,318	49,940	大阪	47,841	61,867	72,297
北見	20,022	21,869	27,697	高知	12,494	13,507	14,953
青森	59,268	69,462	77,589	熊本	18,062	24,621	25,657
秋田	107,415	142,839	140,928	総計	843,173	975,854	1,038,871
前橋	62,251	52,591	59,058				

表-5 大分類流域の重要度指数

大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果			大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果		
		$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_1}$			$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_1}$
渡島地区	560	233	65	173	天塩川	147	103	33	58
檜山地区	229	128	45	80	十勝川	193	138	43	62
尻別川	163	50	22	49	広尾地区	121	42	22	38
積丹地区	355	143	51	108	阿寒川	74	26	12	23
胆振地区	320	108	33	95	釧路川	99	40	14	33
越川	49	19	10	18	根室地区	92	41	18	31
沙流川	277	123	52	82	斜里地区	111	43	19	36
日高地区	139	55	23	44	網走川	50	17	8	19
石狩川	561	600	107	196	常呂川	117	55	19	41
厚田地区	38	10	6	12	湧別川	119	37	15	28
留萌川	233	141	45	81	渚滑川	98	98	15	32

大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果			大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果		
		$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_1}$			$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_1}$
宗谷地区	157	83	27	51	秋田県境～最上川	248	56	27	95
秋田県境～岩木川	160	51	22	51	最上川	647	450	96	209
岩木川	373	148	19	115	荒川	91	42	16	35
岩木川～駒込川	103	58	11	56	最上川～新潟県境	24	2	1	7
駒込川～奥入瀬川	58	12	5	15	宮城県境～請戸川	57	10	4	16
下北地区	78	39	14	32	請戸川～夏井川	55	19	7	22
奥入瀬川～五戸川	84	25	10	33	夏井川～茨城県境	65	24	7	29
馬淵川	92	18	9	27	久慈川	73	21	7	27
青森県境～小本川	44	14	7	20	阿賀野川	240	167	39	75
小本川～閉伊川	54	10	7	18	福島県境～久慈川	85	17	5	31
閉伊川	76	22	9	26	那珂川	270	74	23	84
閉伊川～宮城県境	47	12	5	17	那珂川～利根川	25	0	0	0
米代川	435	240	65	126	利根川	651	490	90	223
北上川	434	295	65	156	信濃川	855	555	115	252
岩手県境～北上川	30	5	3	15	荒川	348	49	15	109
鳴瀬川	197	31	14	55	利根川～夷隅川	14	0	0	0
鳴瀬川～名取川	30	2	1	13	加茂川～養老川	45	6	3	18
名取川	190	47	13	67	多摩川	164	8	3	58
阿武隈川	378	149	38	117	島嶼(東京都)	4	0	0	0
米代川～雄物川	147	26	11	50	相模川	57	2	1	17
雄物川	398	225	57	136	相模川～酒匂川	97	2	1	27
子吉川	122	30	13	43	酒匂川	182	21	11	50

大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果			大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果		
		$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_1}$			$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_1}$
酒匂川～静岡県境	41	2	1	14	木曾川	711	386	89	234
山形県境～荒川	51	14	6	16	南伊豆	87	10	5	28
信濃川～諏訪川	17	0	0	0	北伊豆	190	28	10	62
関川	144	30	11	46	安部川	255	15	8	73
姫川	242	41	23	69	大井川	330	66	27	98
佐渡	0	0	0	0	大井川～天龍川	132	6	4	44
新潟県境～黒部川	61	5	3	19	天龍川	606	255	69	186
黒部川	598	172	65	175	天龍川～愛知県境	45	6	2	22
黒部川～常願寺川	267	36	15	79	豊川～矢作川	87	10	5	32
常願寺川	111	13	8	32	愛知県境～鈴鹿川	28	1	1	9
神通川	219	66	25	64	鈴鹿川	37	1	1	10
庄川	131	34	21	40	鈴鹿川～宮川	20	1	1	7
庄川～石川県境	13	0	0	0	宮川	27	3	2	9
能登地区	16	0	0	0	宮川～熊野川	59	7	4	25
能登地区～手取川	84	9	4	29	熊野川	79	15	9	27
手取川	345	80	34	122	淀川	302	55	19	102
手取川～福井県境	18	0	0	0	由良川	24	2	1	9
九頭龍川	284	61	21	87	由良川～兵庫県境	37	2	1	10
九頭龍川～京都府境	74	9	5	26	神崎川	25	1	1	7
富士川	105	18	7	35	大和川	142	7	5	42
矢作川	188	21	9	51	大和川～和歌山県境	38	0	0	0
庄内川	280	14	6	89	武庫川	22	0	0	0

大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果			大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果		
		$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_1}$			$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_1}$
六甲地区	272	22	9	157	高津川	70	10	6	22
加古川	311	27	15	91	島嶼(島根県)	5	0	0	0
加古川～揖保川	99	8	4	42	兵庫県境～吉井川	168	6	5	51
揖保川	106	19	8	38	吉井川	59	11	5	24
千種川	17	2	1	10	旭川	40	8	4	17
円山川	20	1	1	8	児島	0	0	0	0
円山川～鳥取県境	35	2	2	8	高梁川	38	6	5	11
淡路	13	0	0	0	高梁川～広島県境	0	0	0	0
紀の川	60	6	3	24	芦田川	130	11	5	38
有田川	41	2	1	11	芦田川～沼田川	37	0	0	0
日高川	40	3	2	12	沼田川	39	3	2	11
富田川	57	3	2	15	沼田川～黒瀬川	30	2	2	16
日置川	12	0	0	0	黒瀬川～太田川	120	11	4	38
古座川	9	0	0	0	太田川	121	17	6	37
千代川	68	15	6	26	山口県境～太田川	100	5	5	30
天神川	42	7	3	17	島嶼(広島県)	6	1	1	3
日野川	199	22	11	58	島根県境～橋本川	4	0	0	0
鳥取県境～斐伊川	23	0	0	0	橋本川	21	2	1	8
斐伊川	44	5	3	18	橋本川～吉田川	0	0	0	0
斐伊川～江の川	96	6	4	28	吉田川～厚東川	0	0	0	0
江の川	63	14	6	20	厚東川～佐波川	67	6	3	21
江の川～高津川	29	1	1	8	佐波川～錦川	25	0	0	0

大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果			大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果		
		$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_1}$			$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_1}$
錦川	42	5	2	13	矢部川	27	0	0	0
島嶼(山口県)	0	0	0	0	筑後川	115	21	8	39
吉野川	139	39	13	48	川上川	66	4	2	17
吉野川～那賀川	0	0	0	0	川上川～長崎県境	20	0	0	0
那賀川	15	1	1	5	佐賀北部	50	3	2	12
那賀川～高知県境	27	2	2	10	佐賀県境～川棚川	18	0	0	0
香川地区	133	16	6	42	中半島部	129	26	9	56
香川県境～加茂川	97	10	4	28	島嶼(長崎県)	34	6	3	17
加茂川～重信川	51	5	3	19	菊地川	50	6	3	20
重信川	60	3	2	17	白川	306	22	11	101
肱川	10	0	0	0	緑川	95	18	7	34
肱川～高知県境	37	5	2	14	球磨川	99	27	10	35
四万十川～愛媛県境	51	8	4	15	島嶼(熊本県)	30	1	1	12
四万十川	138	33	14	40	山国川～駅姫川	76	5	3	22
仁淀川～四万十川	37	4	2	13	駅姫川～大分川	58	2	1	14
仁淀川	61	11	5	21	大分川	41	3	2	12
物部川	192	26	10	58	大野川	71	9	4	24
物部川～徳島県境	146	31	13	43	番匠川	42	7	3	15
山国川	24	3	2	12	北川	36	5	3	15
山国川～達賀川	28	3	2	14	五ヶ瀬川	37	1	2	15
達賀川	113	15	4	37	耳川	42	5	3	15
達賀川～佐賀県境	70	8	3	23	一ヶ瀬川	191	41	16	60

大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果			大分類 流域名	従来の 結果 $\sqrt{B_1 \times D_1}$	再計算結果		
		$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_1}$			$\sqrt{B_2 \times D_2}$	$\sqrt{B_2 \times D_3}$	$\sqrt{B_2 \times D_1}$
大淀川	321	126	27	106	甲突川～本城川	62	7	4	21
大淀川～鹿児島県境	87	21	8	30	本城川～肝属川	79	19	8	28
川内川	94	30	10	36	肝属川～宮崎県境	67	10	4	19
川内川～甲突川	47	8	5	19	島嶼(鹿児島県)	57	15	6	17

表の値をみると、各地域によって指數そのもの値はかなり変動し、さらに、もしこれに上って重要度を定めようすると、方式いかんによって順位が逆転するところもないではない。

しかし、各指數について、従来求められている値との相関係数を求めてみると、
 $\sqrt{B_2 \times D_1}$ については、大分類流域単位 $r = 0.99$
 基幹流域単位 $r = 0.98$

となって、ほぼ完全相間に近い。

$\sqrt{B_2 \times D_2}$ では、大分類流域単位 $r = 0.61$
 基幹流域単位 $r = 0.84$

となり、従来の値とはかなり違っていることがわかる。しかし、大分類流域の数は206、基幹流域の数は763であることを考慮すると、この値でも、それほど従来の値と変った傾向があるというではなく、大きくみれば同じ傾向であるとするほうがより正しい。

これに比すると

$\sqrt{B_2 \times D_3}$ となると、大分類流域単位 $r = 0.91$
 基幹流域単位 $r = 0.81$

となって、従来の値とかなり密接な1次的関係があることが認められる。参考までに、不安定土砂量を、100年確率の最大日雨量に対応するものに変えた計算も行なってみた。その場合の各種の重要度指數は、いずれも従来の重要度指數との相関は高く、すべて0.80～0.98の相関係数を示している。

これらの点から判断すると、不安定土砂量と人口をベースとする限り、不安定土砂量の算出法を多少変更したり、また人口の密度をとったり絶対値をとったりしても、それほど大きな重要度の変更はきたさないと考えられる。

個々の基幹流域をみれば順位が逆転する場合もあるが、このように、基幹流域や大分類を単位にした場合の重要度がそれほど変動しないということは、それだけに、現在の方式もかなり実用的意味があるともいい得よう。

さらに、この重要度の求め方を変更させようとすると、現在求められている不安定土砂量の扱い方の修正が考えられる。まず考えられることは、特殊荒廃地からの土砂と、一般の林地からの土砂同じウエイトで考えてよいか否かということである。一般の林地は、その荒廃地を復旧することにより、下流への災害を防止することのほかに、国有林経営基盤の確保に資するという面があるが、特殊荒廃地は、それからの土砂をくいとめることによって下流への加害は減少し得ても、経営基盤の安定にはそれほど関係しない。

したがって、国有林の経営に多少比重をかけるとすれば、同じく不安定土砂量といつても、特殊荒廃地に關係するもののウエイトを何割かさしひいて考えるという案もないではない。しかし、この点は、ある意味で治山事業の方向そのもの決断をなしにはきめにくいか。より大きな立場で検討が加えられ、よりよい重要度の判定方式をきめたいものである。

3. 支流域および単位流域の重要度判定

3-1 支流域および単位流域の重要度

基幹流域の重要度の判定が出来ても具体的に治山事業施行を行なうにはもっと小規模な数千haの支流域あるいは事業実行の際の最小単位となる数百haの流域つまり単位流域の重要度を判定する必要がある。

ここでさきの基幹流域で試みた重要度判定法を、そのまま支流域あるいは単位流域に適用することとは出来ない。何故なら、まず保全対象の指標として人口を用いる場合、それぞれの支流域や単位流域からの土砂流出が影響を及ぼす人口が容易に把握できない。また把握できたとしても、荒廃地に接近した、つまり支流域や単位流域内の人口を基幹流域最下流の人口が同じ感受性を持つと見做すわけにはいかない。さらに、基幹流域の重要度判定では、新規発生崩壊土砂量の2/3を有害な土砂として施工対象にしているが、支流域や単位流域になると、この一定の比率をあてはめてよいとは思えない。非常に大量の不安定土砂が存在する支流域や単位流域では放置すれば全量の2/3以上が有害な土砂となるおそれがあるし、逆に不安定土砂の少ない支流域や単位流域などでは、流域全体のコントロール作用によって、土砂の影響は少なくなるから1/3以上が流出してもよい場合があり得る。

要するに、従来の重要度判定で言う、加害性と感受性の両面とも基幹流域のようにマクロなとらえ方でなく、数千haあるいは数百haの流域の特性を反映させるようなキメの細かい表現をする必要があるわけである。

ここで、従来の基幹流域の重要度指数のように、重要度を予算配分の指標として考えるという具体的な目的を、そのまま単位流域の規模にまで及ぼすとすれば、

重要度 = $\sqrt{\text{加害性} \times \text{感受性}}$ であるから、加害性が同じでも感受性が大きい単位流域は高くランクされ、予算も多く配分されることになる。しかし単位流域での事業の規模、言いかえると事業量の総量は重要度に関係なく土砂量つまり加害性だけで決まるのであるから、感受性が大きい単位流域は予算が多く配分されるだけ事業は早く完了することになる。極端に言えば今年1年で完了する場合もあり得る。そしてその場合は、この単位流域の土砂量はゼロ、つまり加害性はゼロになり、従って重要度も一気にゼロとなる。こうした点を考えると、重要度という言葉の中には、施工の優先度の意味が含まれていることがわかる。そして現存する荒廃地および今後予測される荒廃地の工事が、かりに短くみて20年で完了するとしても、基幹流域の重要度判定は5年に1回、1年分の施工済の量が大きく影響する単位流域や支流域では、毎年あらたに重要度の判定を行なう必要がある。

3-2 基幹流域、支流域、単位流域の重要度の相互関係

基幹流域内の国有林を数千haの単位に分けたそれぞれの流域が支流域であり、支流域をさらに細分した単位が単位流域である。この限りでは基幹流域、支流域、単位流域の重要度は密接に關係している。そこで、単位流域の重要度を積み上げて支流域の重要度を求め、支流域の重要度を積み上げて基幹流域の重要度とすることが当然考えられる。そしてこの手順が観念的には正しい重要度の求め方であると思われる。しかし、例えば単位流域の重要度の積み上げといっても、重要度そのものが大小関係をあらわす指標であり得るが、その絶対値を単純和することには問題がある。また単位流域の重要度の決め方は、単位流域の流域内やその周辺に重点がおかることになるので、支流域やさらには基幹流域の重要度判定に必要な下流の保全対象などを考慮しにくい面が多くなる。これらの点を考えると、現在の完全とはいえない重要度判定法によって基幹流域、支流域、単位流域の重要度をお互いに関連づけしながら判定するには、積み上げとは逆に、基幹流域、支流域、単位流域おののおの三様にそれぞれの流域規模に適した重要度判定法をとり、この結果を投資配分などの目的で利用する場合には、先づ基幹流域への配分を決め、そのなかの支流域、単位流域へ順に配分をおろしてゆく方法が実際的であると思われる。こうした考え方が正しいかどうかは以下に述べる支流域、単位流域の重要度判定法が妥当であるかどうかの問題とともに、今後の研究にまたないと結論が出せない。しかし、過去に行なわれた国有林治山事業に於ける基幹流域の重要度

判定に対応して、もっと細分化された単位の支流域、単位流域の重要度判定を行なうことは不可欠であるので、その考え方の例として1つの案を提出するものである。

3-3 支流域の重要度判定

3-3-1 既往の判定法とその問題点

支流域における重要度判定法として、まとまった考え方を発表した例はあまりなく、わずかに名古屋営林局の荒川昌久氏が、「治山事業における投資配分について」と題して、支流域への投資配分方法を述べている例がある。これは投資配分と題してあるが、内容からみるとここでいう重要度判定のことであるから、これが重要度判定について述べた唯一の文献といってよい。そこで簡単にその内容を述べると、先づ

$$\text{支流域の投資配分} = \text{国有林不安定土砂量} \times \text{土砂の移動性} \times \text{保全対象の被害度}$$

と考える。

ここで土砂の移動性には50年確率の雨量を基礎にして算出した洪水総量を用い、洪水総量の計算には主流域の勾配と流路延長から算出した洪水到達時間及び洪水流量を用いる。

また被害度係数には最寄りの部落と、不安定土砂との距離の長短によって、2km以内1.00から2.2km以上0.10までの係数を想定する。

さらに荒川氏は「民有地内で国有林不安定土砂が与えるであろう脅威」を式に加えることを提唱している。

さて、こまかさ点は省略するがこの方法は細部にまで神経を使って、キメ細かに考えられているが、移動性の指標として総洪水量を用いている点に多少の問題がある。即ち総洪水量 Σq は $f \cdot r_0 \cdot A \cdot \ell \cdot 0.5 \cdot h^{-0.2}$ (f は流出係数、 r_0 は時間雨量、 ℓ は流路延長、 h は流路標高差) であらわされるので、Aつまり面積が大きくなると移動性が大きいことになり、土砂量・面積などの等しい2つの流域を加えて1つの流域にまとめた場合、重要度は2倍になるのが正しいのに、土砂量で2倍・移動性で2倍・結果4倍になってしまうというむじゅんを生ずる。また不安定土砂と最寄りの部落による被害度係数についても、最寄りの部落までの距離だけで量的な因子、つまり人口が1人とか100人とかは考慮されない点に問題があるように感じられる。

3-3-2 支流域の重要度判定法

現在入手可能なデーターを用いて既往の理論、知識から判定法を見出すのであるから、いかにしてもラフな面や不充分な点が残るが、基本的な姿勢としては、流域別調査の資料とその他に容易に調べうる資料程度を用いるのを前提として基幹流域の重要度判定法の、

加害性と感受性の相乗平均を重要度とし、加害性に国有林土砂量・感受性に人口を用いた考え方を引き継いで、土砂量、あるいは人口を支流域の規模に適した表現であらわし、支流域の重要度判定法とした。

a) 加害性の指標

基幹流域では国有林土砂量を加害性の指標として、そのまま用いたが前にも述べたよう�数千ha程度の支流域になると、非常に大掛な不安定土砂が存在する支流域では土砂が移動し易いからその点を考慮して、

支流域の加害性指標(A)=支流域国有林土砂量 × (1+0.5× $\frac{\text{支流域}ha\text{当り土砂量最高値}}{\text{支流域}ha\text{当り土砂量最高値}}$)とする。但し、支流域ha当り土砂量最高値は当該基幹流域内での最高値である。この場合、0.5を用いるのは許容流出土砂量(全土砂量の $\frac{1}{3}$)は抑止土砂量(全土砂量の $\frac{2}{3}$)の $\frac{1}{2}$ であるからこれを全部見込む場合で0.5という意味である。また支流域ha当り土砂量最高値は、当該基幹流域内の支流域のうちha当り土砂量が最大の支流域の値をいう。

b) 感受性の指標

支流域内の人口と、支流域外で国有林の直接影響範囲外に住む下流の人口とを分けて考える。支流域内の人口はいわば、直接保全対象であり国有林土砂の影響を強く受けるのに対し、下流の人口は距離は離れているが数が多く、また、基幹流域の重要度判定に大きく関係しているから、この両者を1:1のウエイトで扱い基幹流域→支流域→単位流域の判定のスムーズな移行をはかる。

$$\text{感受性指標(B)} = \frac{\text{下流の民有林を含む支流域面積}}{\text{上記の基幹流域面積}} \times 0.5 + \frac{\text{国有林支流域内人口}}{\text{国有林支流域内人口の基幹流域合計}} \times 0.5$$

ここで支流域内の人口は後述のように国有林に近接する人口を一部含めるほかは問題ないとしても、下流の人口については一応支流域からの距離によって影響度合が減ずるとも考えられるが、下流の人口は点在しており距離の表現も困難なので、ここでは支流域の面積の大小に比例すると仮定した。下流の民有林を含んだ支流域面積を基幹流域面積で割ったのは、下流人口を民有林を含めた各支流域の面積(国有林面積+民有林面積)に比例して配分する意味である。

また、国有林に近接(2キロ以内)して国有林からの流出土砂の影響を直接受ける人口は国有林支流域内人口に含める。感受性の因子、つまり保全対象として人口のみを扱い、建物等は省略したがこれらもおおむね人口に比例すると考えられるからであり、道

路については単位流域でみるのが直接的で妥当なので支流域では省略した。

c) 重要度の計算

基幹流域に於ける方法と同様に

$$\text{重要度指標} = \sqrt{\text{加害性指標} \times \text{感受性指標}}$$

で計算する。さきの基幹流域と同様、感受性指標Bをあらかじめ平方に開くかどうか問題のあるところであるが、この場合、支流域内人口はその数がダイレクトに感受性に比例すると考えられるので、上記の式そのままのBを用いる。

a～cの計算の実例を表-6に示す。

3-4 単位流域の重要度判定

3-4-1 既往の判定法とその問題点

前述の荒川氏の提案による単位流域の重要度判定法は支流域とほぼ同じ方法である。

即ち、単位流域の投資配分=国有林不安定土砂量×土砂の移動性×保全対象の被害度と考える点は支流域と同様で、わずかに支流域内の雨量を等しいとみると、溪床不安定土砂のうち浸透糸の部分を除くなど細部で、支流域の判定と異ってはいるがほぼ同じ考え方としてよい。従って問題となる点も支流域の判定とほぼ同様で、単位流域の面積に影響されすぎる点、最寄りの部落への距離によって定められる係数の考え方が客観的に行ない難い点、また、飛騨川の災害に例をみるよう道に近接した荒廃現象が道路に直接影響を与える場合には、道路もまた保全対象とみるべきであるが、ここでは最寄りの部落を保全対象としているだけで、道路については考慮されていない点などが問題とされる。

3-4-2 単位流域の重要度判定法

- 支流域ごとに算定された重要度を受けて、それを単位流域におろす場合は、算定因子が多少変わるが方法としては、支流域の重要度判定と特に変わった点はない。
- 強いてあげるなら単位流域内の道路の存在を感受性の1つの指標としてとりあげた点であろう。

a) 加害性の指標

支流域の加害性の指標を求める際に多量な不安定土砂が存在する支流域については、加害度を大きくみるために割増を行なった。しかし単位流域に於ける多量の不安定土砂は、支流域以上に片寄りがあって危険であるから、単位流域の加害度についても同様な割増しを行なう。即ち

表-6 支流域における重要度判定計算例

支流域名	① 支流域 国有林面積	② 支流域 民有林面積	③ = ① + ② 国有林 + 民有林面積	④ 国有林 土砂量	⑤ = ④ ÷ ① 国有林 ha 当り土砂量	⑥ 人口	⑦ 国有林内		⑧ = ⑥ - ⑦ 国有林外人口	
	ha	ha	ha	同比	m³		人口	同比	人口	
赤台川	4883	2549	7232	0.185	904,880	185.3	2850	343	0.154	2,507
武山川	2151	3273	5424	0.138	577,500	104.6	4620	167	0.075	4,453
山下地区	5219	1036	6255	0.160	703,750	134.8	2740	205	0.092	2,535
日蔭川	3472	910	4382	0.112	167,300	48.2	1410	93	0.042	1,317
銅洞川	621	2824	3445	0.088	42,000	67.6	7380	507	0.228	6,875
神社川	4488	502	4990	0.127	241,870	53.9	1070	75	0.054	995
本山地区	772	3455	4227	0.108	2,100	2.7	5230	485	0.218	4,745
秋川	1051	2161	3212	0.082	0	0	3250	352	0.158	2,898
合計			39,167	1			28,550	2,227	1,001	26,323

⑧=④×(1+0.5× $\frac{⑤}{⑤の実質値}$)	⑨=(③の合計×0.5+⑦の合計×0.5)	$\sqrt{⑧×⑨}$	同 比
加 害 性	感 受 性	重 要 度	
(④×1,345)	1,217,063	(0.0925+0.077=) 0.1695	$\sqrt{206,292} = 454.19$
(④×1,500)	866,250	(0.069+0.0375=) 0.1065	$\sqrt{92,256} = 303.74$
(④×1,251)	880,391	(0.080+0.046=) 0.1260	$\sqrt{110,929} = 333.06$
(④×1,090)	182,357	(0.056+0.021=) 0.0770	$\sqrt{14,041} = 118.49$
(④×1,126)	47,292	(0.044+0.114=) 0.1580	$\sqrt{7,472} = 86.44$
(④×1,100)	266,057	(0.0635+0.017=) 0.0805	$\sqrt{21,418} = 146.35$
(④×1,005)	2,111	(0.054+0.109=) 0.1630	$\sqrt{344} = 18.55$
	0	(0.041+0.079=) 0.1200	0 = 0
		1.0005	1.460.82
			1.000

単位流域の加害性指標 = 単位流域国有林士砂量

$$\times (1 + 0.5 \times \frac{\text{単位流域} h a \text{ 当り士砂量}}{\text{単位流域} h a \text{ 当り士砂量最高値}})$$

但し、単位流域 $h a$ 当り士砂量最高値は当該支流域内での最高値である。
で表わす。加害性指標の求め方は支流域における方法と全く同一である。

b) 感受性の指標

支流域の重要度判定では感受性の指標として、下流の人口と支流域内の人口の両者を $1:1$ のウエイトでみた。単位流域の重要度は支流域で算定された重要度の配分であり、人口についての考慮は基幹流域及び支流域における重要度判定すでに充分に行なわれたと考え、単位流域では国有林治山の1つの目的である林地自体の保全を考慮したい。このよう考え方によれば、単位流域の重要度は観念的には単位流域内をすべて安定にするための量、いわば単位流域内の事業量であり、便宜的に不安定士砂量であらわすことが出来る。このことは加害性そのものが重要度ということを意味するが、国有林の経営という観念からすれば当然である。

ここで考えてみたいのは保全対象としての道路の問題である。単位流域程度に面積が小さくなると、住民や建物などのほかに道路が、直接保全対象として注目される。山地の道路は特に渓流沿いにつくられたり、渓流を横切ったりするため、豪雨の際に被害を受けやすく、国有林経営にも影響することが多いので、直接保全対象として、道路が単位流域内にある場合は重要度の割り増しを行なう必要がある。割り増しの率は不安定士砂と道路の接続する地点の数の多少、その道路を通過する車輌の多少、代替道路の有無などを勘案して国有林経営上の重要さで 1.0 まで、公共的な重要さで 1.0 までを目安にその基幹流域の事情に応じて、行政的に決めればよい。割り増しの上限 1.0 は特に根拠のある数字ではないが、割り増し率が小さすぎれば割り増しの意味がないし、割り増し率が大きすぎると他の単位流域の重要度が相対的に下ることになる。実態がこれ以上の割り増しを必要とする場合は、支流域に於ける重要度判定の際にあらかじめ多少の配慮をすることが必要であろう。

c) 重要度の計算

$$\text{単位流域の重要度} = \text{加害性} \times (1 + R_1 + R_2)$$

但し、 $R_1 : 0 \sim 1$ ：保全対象としての単位流域内の道路の国有林経営上の重要
の間の値を
とる さによって決まる割増し率

R_2 : 0 ~ 1 : 保全対象としての単位流域内の道路の公共性の大小による
間の値を
とる て決まる割増し率

a ~ c の計算の実例を表-7 に示す。

表-7 単位流域における重要度判定計算例

① 支流域名	② 単位流域番号	③ 面積	④ 不安定土砂量	⑤ = ④ + ② ha 当り 不安定土砂量	⑥ = 0.5 × ⑤ の割増率
赤台川	1	486 ha	280,800 m³	577.78 m³	0.500
	2	1133	177,900	157.02	0.136
	3	733	118,200	161.26	0.140
	4	1305	105,600	80.92	0.070
	5	638	123,900	194.20	0.168
	6	588	98,480	167.48	0.145
	計	4883	904,880		

⑦ = ④ × (1.0 + ⑥)	⑧ 感受性 (1 + R _f + R ₂)	⑨ = ⑦ × ⑧ 重 要 度	⑩ 同 比
421,200	1.50	631,800	0.393
202,094	1.00	202,094	0.126
134,748	1.50	202,122	0.126
112,992	1.00	112,992	0.070
144,715	2.00	289,430	0.180
112,760	1.50	169,140	0.105
		1,607,578	1.000

4. 今後に残された問題点

以上、かって全国有林を対象として実施された、基幹流域を単位とした重要度の判定法に対する検討と、この方式をさらにキメこまかくする場合の1方法として支流域ならびに単位流域を単位とした場合の重要度判定の案を提出してみた。基幹流域との関連を考慮したために、人口・土砂量など従来用いていた判定因子が中心になり、新しい因子はほとんど用いなかった。

しかし、前述の荒川氏の意見にもある通り、土砂の移動性や保全対象までの距離、その他加害性や感受性に関する因子をもっとキメ細かに調べて重要度判定に利用しなければならない。とは言っても、因子の重複は避けねばならないし新たな因子を用いるには、理論的に説明がつかなければいけないので、まずは、山地荒廃の実態とくに、それからの移動実態についての検討は充分に行なわねばならない。

今回は重要度判定調査第2部、流域別調査によって求められた資料を中心に簡単な補足調査程度で、支流域・単位流域の重要度判定を行なうように考えたため、特に目新らしい因子の採用は見送ったが、文中にも記したように、支流域・単位流域では毎年、基幹流域では5年毎程度のサイクルで改訂する必要があるので、今後の再調査の際には国有林治山のあり方についてもより明確な目的を与えながら、より多くの必然性の高い因子を組み入れて、重要度判定に利用するよう今後も検討を重ねるべきものと考える。

北海道産ならフローリングのヒ
ラタキクイムシの付着経路の調
査およびならフローリングの製
造工程中における処理法

I 試験担当者氏名

木材部防腐研究室	雨宮昭二
	井上 衛
" 加工研究室	星 通
保護部昆虫第2研究室	野瀬 雄
北海道支場昆虫研究室	山口博昭
東北支場昆虫研究室	木村重義

II 試験目的

南洋材の利用が最近多くなるにつれて、ヒラタキクイムシによる被害が合板・家具・床板などのラワン製品に発生し、各所各家庭でこの虫の害については悩まされている。

一方、このヒラタキクイムシがなら材を食害することは古くから知られていたが、これまで集団的に発生した事例はあまり起らなかつた。ところが最近、都内のある団地で使用されたならフローリングにこの被害が集団発生し、今後のなら材の需要に対して大きな障害となってきた。しかしながら、ただ虫害がはげしいということのみで、なら材の利用が停滞するということは、広葉樹のなかでもすぐれた材質、美観を備えている材料で、しかも主産地である北海道ではまだかなりの蓄積があるというなら材が利用されないで見捨てられてしまったならば、誠にもったいないことなので、その防除対策を確立することによって需要の確保をはかる必要がある。

そのため、まずなぜならフローリングに限って集団発生したかをつきとめるために、フローリングの流通過程における付着経路の調査を行ない、各流通過程に対する防除対策を確立するとともに、ならフローリング製品そのものに対しても、工場から出てゆくときに防虫処理された製品として、その後いかなる所に運ばれようとも、いかなる所で利用されようとも、絶対に虫害を受けないように、工場において防虫処理を行なう方法を確立し、今後ならフローリングを需要者が安心して利用できるようにして、なら材に対する信用を回復し、大いに活用してもらうことを本研究の目的とする。

III 試験の経過と得られた成果

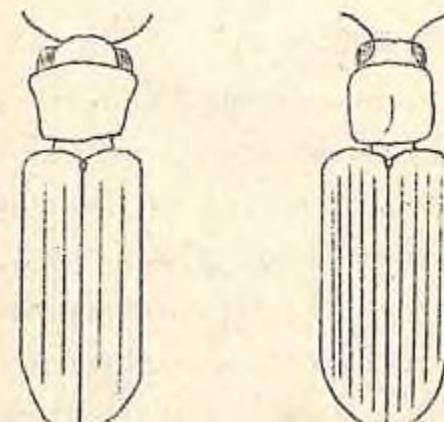
1. ヒラタキクイムシの分類・生態・分布
1-1. 分類

いわゆる乾材害虫は立木が伐採され、丸太から加工の段階に入つて材が乾燥され、繊維飽和点(25~30%)以下の含水率になつてから産卵しはじめる。ピンホール・ボーラーと呼ばれているキタイムシ科とナガキタイムシ科の*ambrosia beetle*は含水率が50%以上のものに加害産卵するのに対し、乾材害虫の産卵加害は人工乾燥あるいは天然乾燥の過程を終つた材についてのみ可能である。

竹材を含めた乾材の害虫は鞘翅目(甲虫類)とシロアリ目からなり、文献によると日本から報告されている鞘翅目の種類はヒラタキタイムシ科5種、ナガシンクイムシ科3種、シバシムシ科5種、カミキリムシ科2種、計15種類である。分布、加害樹種は第1表に示す。

これらのうち、実際に被害の著しい種類はラワン材、ナラ材のヒラタキタイムシと北海道の北部のナラ材のナラヒラタキタイムシ、竹材のチビタケナガシンクイムシである。

今回の調査の対象となつたヒラタキタイムシとナラヒラタキタイムシは形態、生態ともに類似し、前者は南方系の種類で、後者は北方系の種類である。両種の外部形態による識別点は第2表、第1図の通りである。



ヒラタキタイムシ ナラヒラタキタイムシ
第1図 成虫外部形態の模式図
(小泉 1969より)

第1表 乾材の害虫

種類	加害材	分布
ヒラタキタイムシ <i>Lyctus brunneus</i> Stephens	ラワン、ナラ、カシ、ケヤキ、シオジ、タブ、キリ、タケ	日本全土、温帯、亜熱帯、熱帯各地
ナラヒラタキタイムシ <i>Lyctus linearis</i> Goeze	ラワン、ナラ、カシワ、ヤチダモ、ヤナギ、シオジ、ボブラ、ブトウ	北海道、本州、シベリア、欧州、北米
ケヤキヒラタキタイムシ <i>Lyctus sinensis</i> Lesne	ケヤキ	本州、支那
アラゲヒラタキタイムシ <i>Lyctoxylon japonicum</i> Reitter	タケ	本州、四国、インド
ケブトヒラタキタイムシ <i>Minthea rugicollis</i> (Walker)	<i>Olgelia</i> , <i>Artocarpus</i> , <i>Avicennia</i> , <i>Bombax</i> , <i>Shorea</i> , タケ, <i>Helicia</i> , <i>Koompassia</i> , <i>Parashorea</i> ,	九州、熱帯各地
チビタケナガシンクイムシ <i>Dinoderus minutus</i> Fabricius	タケ	本州、四国、九州、温帯、亜熱帯、熱帯各地

ニホンタケナガシンクイムシ <i>Dinoderus japonicus</i> Lesne	タケ(稀れにスギ、ヒノキ、キリ)	本州、四国、九州、支那
フトグナガシンクイムシ <i>Sinoxylon japonicum</i> Lesne	ケヤキ、カシ	本州、四国、九州
マツザイシバシムシ <i>Erynobius mollis</i> Linnaeus	アカマツ、クロマツ、トドマツ、エゾマツ、カラマツ	北海道、本州、欧州、北米
カツラクシヒゲシバシムシ <i>Ptilinus cerciphylli</i> Komotzki	カツラ	北海道
ノウタニシバシムシ <i>Ptilinus pecticornis</i> Gmelin	ブナノキ、スギ、トドマツ、マツ類、ホオノキ	北海道、本州、欧州
ケブカシバシムシ <i>Nicobium castaneum</i> Olivier	イタヤ	
クシヒゲシバシムシ <i>Ptilinsurus marmoratus</i> Reitter	マツ、ヒノキ、クスその他	北海道、本州、欧州、北米
ペニカミキリ <i>Purpurice tamminckii</i> Guerin-Meneville	カバ、その他乾材、疊表、テックス	日本全土、台湾、印度支那
イエカミキリ <i>Sstromatium longicornis</i> Newman	タケ	日本全土、满州、朝鲜、支那
	モミ、スギ、ケヤキ、シマグワ、タブノキ、ソウシ、ジュ、アカギ、テリハボタ、タロキ、エゴノキ、シオジ	小笠原、奄美大島、亜熱帶、熱帯各地

第2表 成虫による識別点

ヒラタキタイムシ	ナラヒラタキタイムシ
頭部、前胸背の点刻は疏でたがいに離れ、その間は平滑であるため光沢が強い。	頭部、前胸背の点刻は密でおたがいに密接し、点刻間はほとんど光沢がない。
前胸背の側縁は中央部から前方に強く広がる。中央の梢円形の凹みは浅い。	前胸背の側縁はほとんど平行か、個体によって基部からわずかに広がる。中央の梢円形の凹みは深い。
翅鞘は6条の点刻列をそなえる、ナラヒラタキタイムシの第2、3条目にあたる部分は不規則に点刻される。	翅鞘は11条の点刻列をそなえる。
前肢の腿節は中、後肢のそれより多少太い。	前肢の腿節は中、後肢のそれとはほぼ同じ。

1-2. 生態

ヒラタキクイムシの成虫は被害材の表面に2mm程度の円形の脱出孔をあけ、白色の木屑を排出して脱出する。普通5月～6月頃多く、室内が暖房されている場合は2、3月頃から、また被害材に多数寄生した場合や栄養条件の悪い場合は10月頃まで脱出が続く事がある。

雄は雌より少なく、羽化後日暮から夜間にかけて交尾する。寿命は雄で2・3週間、雌で6週間といわれている。成虫は材表面を縦に噛みテスティング・マークを作る。これは材が産卵に適した澱粉を含有しているかどうか調べるために、あるいは産卵のため必要とする導管を露出させるためと推測される。日中は木の間、脱出孔の中等の暗所にて夜間活動する。産卵は辺材部の導管中に行なわれ、心材の導管はガム物質がつまついて産卵に適しないと云われている。産卵管は体長とほぼ同じ長さで、平均巾は0.078mm、最小0.056mmで、この産卵管を木材の導管内に入れるので、加害対象材はかなり限定される。産卵管は後方に直角に延ばしたり、腹と直角に真下に延ばすことができる。そして導管の中7.75mmの深さまで入れることができる。導管1個に8個まで産卵した例があるが、普通1～3卵である。単に表面に露出した導管だけでなく脱出孔や蛹室内に露出した導管も産卵に用いられる。産卵に最適な材の含水率は16%で、繊維飽和点以上や7%以下の中には産卵しない。

卵は長く、円筒形で後端に少し狭まる。半透明白色で、後端は半球形で縦皺を持ち、前縁に長い糸状突起をそなえている。長さは0.8～1.25mm、巾は0.15～0.175mmである。

卵期は温度によって違うが10～12日ぐらいである。

幼虫は卵の後方の卵殻をやぶって行なわれ、9、10節にある2、3本の剛毛が卵殻からの脱出を助ける。幼虫は長さ0.65mm、巾0.25mmで乳白色である。2令幼虫から体が曲るようになる。幼虫は始め残った卵黄塊を食い、導管内を這い進み、後に導管壁や組織中に孔道をうがつようになる。幼虫は材中を縦に不規則に食害し、材表面に現われることなく、食コン中に白色の虫糞と木粉を残している。主な栄養源は材中の貯蔵澱粉の多い所を好んで食害する。冬近くになると材の表面近くに現われる。この時期に白粉を出すことがある。越冬は幼虫、蛹で行なう。蛹は表面近くの長梢円形の蛹室内にいる。蛹期間は8～12日である。普通日本では年1世代で、2年にわたることもあるが、熱帯では年数世代行なうと云われている。

コマユバチ科の*Monolexis aties Mixon*、シロオビカツコウムシ、ムネアカアリモドキカツコウムシが天敵として知られ、特に前者の寄生率が高い。

1-3. 分布

従来、ヒラタキクイムシが関東以南に分布し、ナラヒラタキクイムシが北海道に分布すると云われていたが、最近の暖房技術の向上とラワン材の利用度の増加から北海道と東北地方のヒラタキクイムシの分布を再確認する必要があり、これらの地域のヒラタキクイムシ類の被害実態調査を行った。その結果第3表に示すように札幌附近的ナラ材、ラワン材、東北地方のラワン材にヒラタキクイムシの被害が見られ、新たに分布が確認できた。

また一方、東京でヒラタキクイムシに産卵させた材を札幌市北海道支場の室内に放置し越冬が可能か否か調べたところ東京の室内に放置したものより早く、2月に成虫が脱出した。

以上の結果から少なくとも室内ではヒラタキクイムシが札幌、盛岡で繁殖している。

ナラヒラタキクイムシが日光の薪から採集されているが、今回の東京地方の調査(ケヤキ台団地、西ケヤキ台団地、深川倉庫、都内同定依頼被害材)ではすべてヒラタキクイムシでナラヒラタキクイムシは発見できなかった。

第3表 北海道、東北地方におけるヒラタキクイムシ類の被害

種類	場所	被害材
ナラヒラタキクイムシ	遠軽町家政女子高校	ナラ床板、廊下
"	"	ナラ材、本棚
"	旭川市家具工場	ナラ材、家具
"	"	ナラ材、床板
"	登別町幌別小学校	椅子、机
ヒラタキクイムシ	月寒住宅	ラワン材、洋タンス
"	"	ラワン材、天井板
"	豊平住宅	ラワン材、棚板
"	豊平材試図書室	ナラ材、床板
"	豊平住宅	ラワン材、柱
"	平岸住宅	ラワン材、額、天井の枠
"	手稲住宅	ラワン材、戸板
"	東北農試畜産部	ラワン材、実験台
"	林試東北支場	ラワン合板、戸棚

2. なら・フローリングの被害調査

1968年春から東京近郊の公団住宅の床に張られたナラ材にヒラタキクイムシが大発生した。

同年夏、被害が著しく床の張替えの行なわれたケヤキ台団地の32, 35, 36, 37, 38, 40~42号棟から無被害材を含め、辺材のあるフローリングを各号棟別に合計181本持ち帰り、辺材と心材の境を明らかにするために塗装された面をブレーナー(2mm厚)で削り、ヨード・ヨードカリ水溶液を塗布した。各材について辺材部の単位面積あたり脱出孔数を寄生密度とし、次のような事項について調査した。

2-1. 辺材部の澱粉反応と寄生率

澱粉反応は黒緑色から黄色までの反応が現われたので、便宜上これを5段階に分け、反応の多い黒緑色を卅とし、黄色を○とし、その中間は色の濃いものから廿、+、一と区分した。

このような各段階の反応のものについて澱粉量を測定した所第4表のようになった。

辺材部の澱粉反応と寄生率の関係は第5表に示すように反応の強い材ほど寄生率が高く、反応の少ない区分○、一では全く寄生していなかった。なお古くから辺材部の澱粉量とともに導管の直径がこの虫の寄生と密接な関係があるとされているが、被害の著しい材は導管径の測定が困難であるので今回は行なわなかった。

第4表 反応区分と澱粉含有量

区分	試 料	澱粉含有量 %
○	35-10	0.987 ± 0.035
○	35-5	0.184 ± 0.021
-	35-8	0.384 ± 0.040
+	35-6	1.167 ± 0.066
卅	35-1	4.953 ± 0.133
卅	35-2	1.363 ± 0.045

AOAC 公定法 6089 (9版89p.1960)

第5表 淀粉反応区別材数とその寄生率

脱出孔数 (5cm ² あたり) 反応区分	○	-	+	++	+++	計
0	10	26	16	32	7	91
0.1~1.0			5	20	4	27
1.1~2.0			3	9	3	15
2.1~3.0			4	8	6	18
3.1~4.0				5	2	7
4.1~5.0				1	2	3
5.1~6.0			3	2		5
6.1~7.0				3	1	4
7.1~8.0				2		2
8.1~9.0				1		1
9.1~10.0				2		2
10.1~11.0				2		2
11.1~12.0				1		1
12.1~13.0				1		1
13.1~14.0						
14.1~15.0				2		2
計	10	26	29	91	25	181
寄生率 %	0	0	44.8	64.8	72.0	

2-2. 号棟別被害率

第6表に示すようであって、特に35号棟には被害がなかったが使用されたフローリングに辺材が少なかったことと、辺材部の澱粉量が他の号棟にくらべ少ない傾向が見られた。

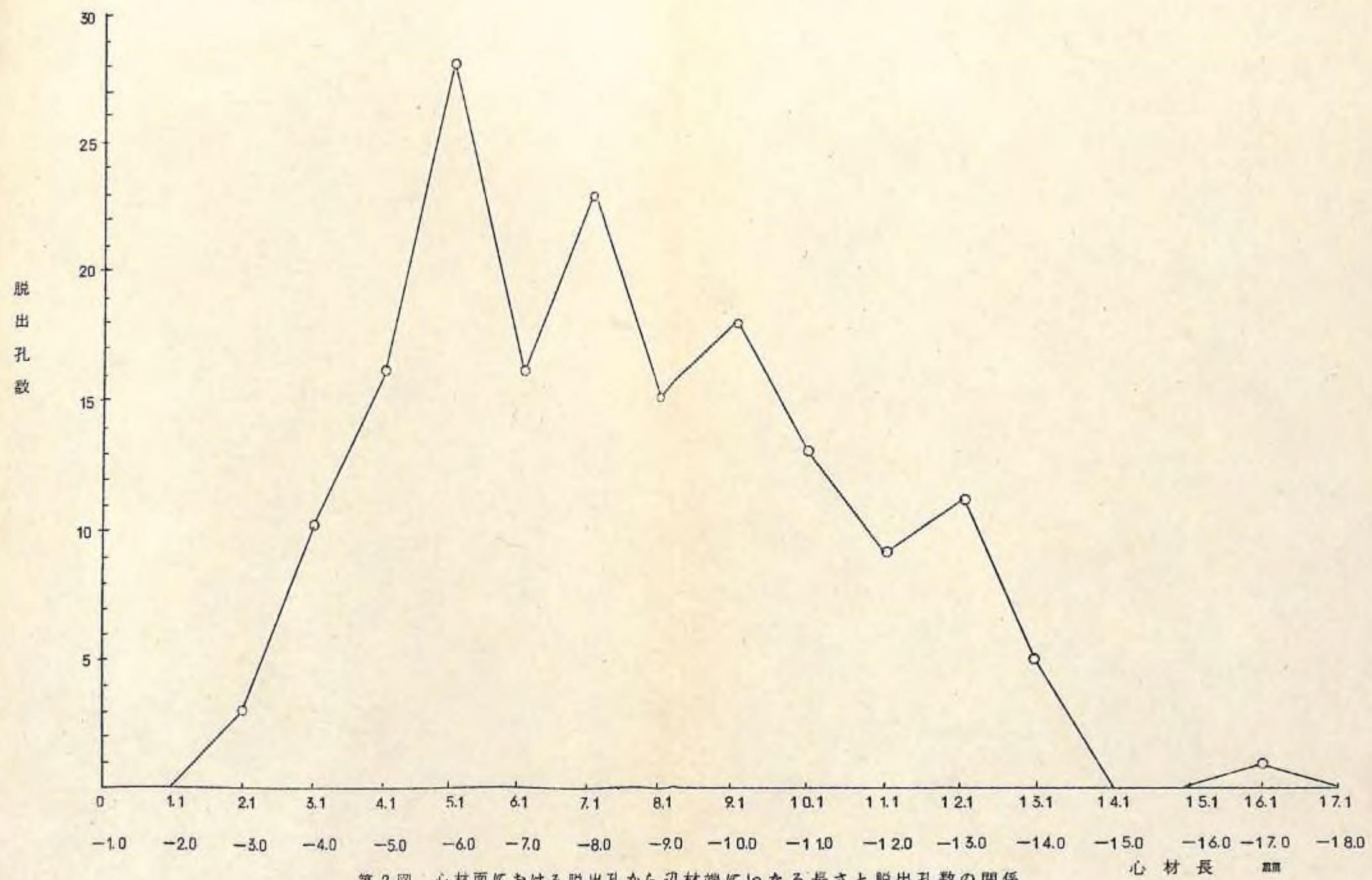
第6表 各号棟における澱粉反応区別材数とその寄生率

号棟 反応区分	○	-	+	++	+++	計
32		2 (0%)	4 (25.0%)	20 (50.0%)	8 (8.75%)	34 (58.8%)
35	2 (0%)	3 (0%)	5 (0%)	2 (0%)	1 (0%)	11 (0%)
36		4 (0%)	4 (25.0%)	20 (60.0%)	5 (6.00%)	33 (48.5%)
37	4 (0%)	4 (0%)	4 (50.0%)	8 (75.0%)	1 (100.0%)	21 (42.9%)
38	2 (0%)	6 (0%)	9 (44.9%)	24 (62.5%)	4 (50.0%)	45 (46.7%)
40~42	2 (0%)	7 (0%)	5 (42.9%)	17 (94.1%)	6 (85.8%)	37 (64.9%)

2-3. 心材における脱出孔長

心材だけのフローリングは全く加害されていなかった。心材に成虫の脱出孔のあるフローリングが17本発見された。しかし詳細に調べたところ、これは単に脱出の目的で避けられたもので、必ずその裏面には食害部である辺材が存在し、心材部の食害は認められなかった。このような脱出孔は辺材と心材の割合がどのような場合に作られるかを知るために心材面から辺材部までの長さを表面から直角方向に0.5mm巾で測定した。その結果は第2図のごとくである。最長は16.5mmで平均長は6.02mm(フローリングの厚さは18mm)であった。

なお、4.1～5.0mm以下で脱出孔数が減少しているが、これは前述のようにプレンナーで表面を2mm削ったため測定が困難となり、実際は増加することになる。

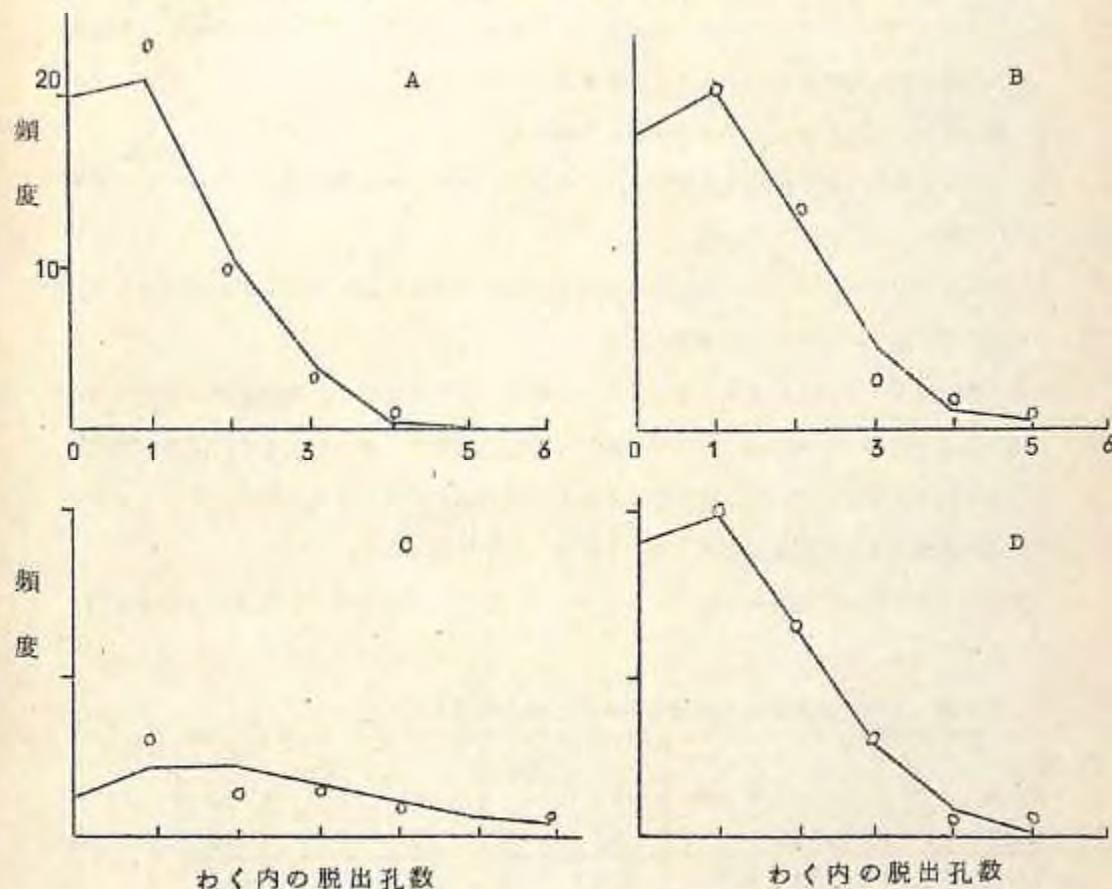


第2図 心材面における脱出孔から辺材端にいたる長さと脱出孔数の関係

2-4. 脱出孔の分布型

$1.5 \times 8.3 \times 5$ cmのわくをフローリングの裏面の辺材部にて脱出数を調べた。その結果切れたボアソン分布によく適合した(第3図)。これは脱出孔がほぼ幼虫期に摂食した部分にあけられることが多く、その部分はすでに食害されつくされているので、全く同じところには次世代の幼虫は生育できない。したがって2世代以上の累積した脱出孔は単純にそれだけ密度が高くなったものと考えられる(種内競争は考えない)。分布は全くランダムで特定の部位に集中することも、さけあうこととなかったと考えられる。

ケヤキ台園地の開取り調査から、施工翌年に被害が若干発生し、2年目以後に著しい被害が発生している。これからフローリングが製材乾燥され施工まで、一時に多数産卵したものでなく、どこかでわずかに産卵されたヒラタキクイムシが同じフローリングで世代を繰返し、密度を上げて大きな被害になったものと推測できる。



第3図 脱出孔への切れたボアソン分布のあてはめ、点は観測値を、実線は理論値をあらわす。A:32号棟 B:36号棟 C:37号棟
D:38号棟

特に床板に張られるフローリングは辺材面を下側にして施工されることが多く、かつこの面は産卵防止効果の期待される塗装がされず、ヒラタキクイムシが裏面から脱出し、裏面から容易に産卵しているようであった。またこのため被害の発見が遅れていたと同時に表面からの薬剤処理も効果がなかったと考えられる。

以上今回の調査結果を要約すると次の通りである。

- ① ヒラタキクイムシは北海道（札幌市）、東北地方（盛岡市）にも繁殖している。
- ② 公団住宅のならフローリングに発生した虫はヒラタキクイムシであり、ナラヒラタキクイムシは発見できなかった。
- ③ 同じ辺材でも澱粉反応の強いものほど被害を受けやすい傾向がある。
- ④ 辺材利用が少なく、辺材の澱粉反応の弱い材を用いた号棟では被害が出ていない。
- ⑤ 心材だけのフローリングは全く加害されていなかった。心材に脱出孔があつても単に脱出の目的であげられたものであって心材を食害していなかった。
- ⑥ 脱出孔の分布型は切れたボアソン分布であった。
- ⑦ 今回の大発生は材が乾燥されてから、どこかで産卵された小数の虫が、フローリングで世代を繰返し、大発生となった。
- ⑧ これらからこの虫の予防には乾燥以前あるいは直後に薬剤処理されることが望まれる。

3. 北海道産ならフローリングの生産と流通

ならフローリングのヒラタキクイムシによる虫害の集団的発生が、北海道産の材料であるということと結びついたのは、北海道における樹種別生産量と移出量、とくに関東・関西地方へのならフローリングの移出量などをみると、この地方で使用されているならフローリングは北海道産のもの以外は非常に少ないということが根拠である。

昭和42年度における道内フローリングボードの樹種別生産量および移出量を示せば第7表の通りである。

第7表 道内フローリング樹種別生産量と移出量 (4 m²)

樹種	ブナ	ナラ	イタヤ	カバ	アサダ	ニレ	その他	計
生産量	1,127	1,206	480	417	195	419	458	4,302
(比率%)	26.2	28.0	11.2	9.7	4.5	9.7	10.7	100
移出量	1,072	715	317	214	159	166	41	2,685
(比率%)	40.0	26.6	11.8	8.0	5.9	6.2	1.5	100
移出量 生産量 %	9.51	5.93	6.60	5.13	8.15	3.96	8.9	6.05

注：ボードのみ、昭和42年実績 -238-

ナラ・ブナ両樹種の生産量をみると、北海道の全生産量の約55%を占めており、とくにナラは最も多い。移出量はブナが最も多く、ナラがそれについている。なら・フローリングの移出先は東京地方が最も多く、50%に達しており、ついで大阪が23%，名古屋が16%となっている。このようになら材の移出先がヒラタキクイムシの被害密度の高い地方に集中していることと、最近のようになら丸太の直径が小形化して、ならの辺材の混入率が多くなっていることが被害の発生率を高め、さらに倉庫での感染の確率も高くなっている原因となったものと考えられる。

このような現状に対して、ならフローリングの防除対策を確立するには、たとえ北海道の工場においては被害を受けることはないにしても、生産工場において防虫処理を行ない、防虫処理製品として本州へ送りこむということが最も確実な、しかも有効な方法であるという結論に達した。

実際に防虫処理を行なう場合に、ならの挽き板に防虫処理を行なうにはどの工程でどのような方法で、どのような薬剤を使用したらよいかを具体的に検討し、実行するためには、まず北海道における現在のフローリング工場の工程となら材の原板から製品になるまでの含水率および形状の変化を把握する必要があった。

4. 北海道産ならフローリングの製造工場の調査

前項のならフローリングの生産と流通の実態から、北海道のフローリング工場で防虫処理製品を生産するという前提で、フローリング工場の実態調査を行なった。

4-1. 調査結果

調査工場としては比較的ならのフローリングを多量に生産しているところを選定し、札幌付近で5工場、砂川で1工場、旭川付近で3工場、釧路で1工場と地理的にも道央、道北、道東と分布し北海道全体の工場の実態をほぼ把握できるようにえた。

調査項目ならびに調査結果は第8表(1)～(8)に示す。フローリング工場の代表的な機械の配置その他を示すと第4図の通りである。

第8表-(1) 北海道フローリング工場調査結果

工場記号	A
月間生産量(m ³)	2.000
樹種別生産割合(%)	ナラ-35, ニレ-20, イタヤー10, カバー10, その他25
製品寸法(cm)	長さ 90 巾 {寸法 9.0 7.5 6.4 生産割合(%) 少 9.0 1.0
床板含水率(%)	製材後 辺心材 5.5.8 天然乾燥後 人工乾燥後 8.6~9.9~12.6 仕上り製品
加工精度(mm)	巾 厚
製材後	—
天然乾燥後	9.13.0~9.55.8~9.65.0 18.6.7~18.8.0~21.0.0
人工乾燥後	8.7.0.0~9.0.3.7~9.5.7.0 16.0.0~18.8.9~21.5.5
仕上り製品	—
機械条件	回転数 送り速度 刃数
一面カンナ盤	5.5.0.0 回/min 15 m/min 4
三方カンナ盤	7.0.0.0 20 4
エンドマッチャー	19 (ストローク/min)

第8表-(2) 北海道フローリング工場調査結果

工場記号	B
月間生産量(m ³)	18.000
樹種別生産割合(%)	ナラ-30, ニレ-10, イタヤー20, カバー15, その他25
製品寸法(cm)	長さ 90 巾 {寸法 7.8 7.5 6.4 生産割合(%) 23 6.9 8
床板含水率(%)	製材後 心材 7.1.0, 辺材 5.7.4, 辺心材 5.8.4 天然乾燥後 17.0~26.9~30以上 人工乾燥後 6.1.0~8.6.9~13.0.0 仕上り製品 5.0.0~6.3.4~12.5.0
加工精度(mm)	巾 厚
製材後	9.1.0.5~9.7.2.1~9.7.8.5 19.2.5~21.8.8~25.7.5
天然乾燥後	8.6.9.0~9.0.8.2~9.7.2.5 21.1.0~22.8.0~24.3.5
人工乾燥後	8.3.4.0~8.9.5.9~9.5.4.0 17.0.0~18.6.1~21.3.5
仕上り製品	74.8.5~74.9.7~75.0.5 15.0.0~15.2.4~15.4.5
機械条件	回転数 送り速度 刃数
一面カンナ盤	5.0.0.0 回/min 15 m/min 3
三方カンナ盤	5.8.3.0 18 4
エンドマッチャー	2.9.2.0 21 (ストローク/min) 5

第8表-(3) 北海道フローリング工場調査結果

工場記号	C
月間生産量(m ³)	2.500
樹種別生産割合(%)	ナラ-60, ニレ-20, イタヤー10, カバー5, その他 5
製品寸法(cm)	長さ 90 巾 {寸法 7.5 6.4 生産割合(%) 8.0 2.0
床板含水率(%)	製材後 心材 4.9.5, 辺材 5.5.3, 辺心材 5.3.8 天然乾燥後 2.5以上 人工乾燥後 4以下~5.2.3~7.8.0 仕上り製品 4以下~5.2.3~7.8.0
加工精度(mm)	巾 厚
製材後	9.1.2.0~9.4.7.2~9.6.3.5 18.9.0~20.2.7~22.4.0
天然乾燥後	8.6.4.0~8.9.8.4~9.4.0.0 17.9.0~18.5.3~22.0.0
人工乾燥後	7.4.1.5~7.5.0.9~7.5.2.5 14.8.0~14.9.6~15.1.0
仕上り製品	7.4.1.5~7.5.0.9~7.5.2.5 14.8.0~14.9.6~15.1.0
機械条件	回転数 送り速度 刃数
一面カンナ盤	14.4.0 回/min 15 m/min 4
三方カンナ盤	2.9.2.0 18 4
エンドマッチャー	2.9.2.0 17 ストローク/min 5.4

第8表-(4) 北海道フローリング工場調査結果

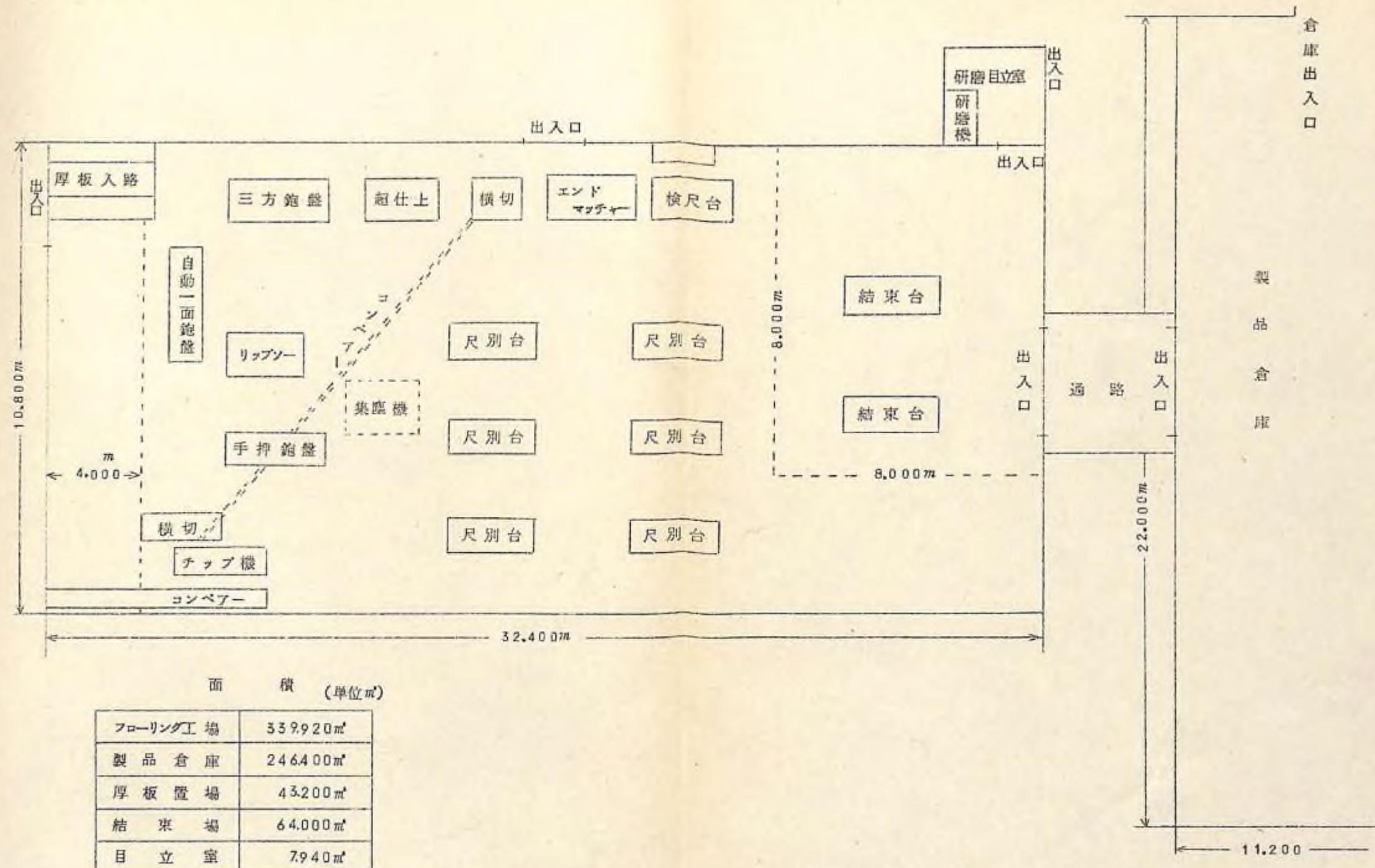
工場記号	D
月間生産量(m ³)	8.250
樹種別生産割合(%)	ナラ-70, カバー15, その他15
製品寸法(cm)	長さ 90, 巾 {寸法 7.5 生産割合(%) 9.0
床板含水率(%)	製材後 心材 10.2.2, 辺材 7.7.4, 辺心材 7.4.2 天然乾燥後 6.2~7.1~8.6 人工乾燥後 4.0~6.4~10.0
加工精度(mm)	巾 厚
製材後	9.2.4.0~9.3.6.8~9.6.2.5 19.0.0~20.4.7~21.8.0 (7.5仕上)
天然乾燥後	7.9.3.5~8.3.3.4~8.6.4.5 19.9.0~20.8.1~21.6.0 (6.4仕上)
人工乾燥後	8.3.1.0~8.6.8.4~8.9.4.0 18.6.0~19.3.4~20.0.0
仕上り製品	7.4.8.0~75.1.6~75.5.0 14.6.0~14.8.6~15.0.5
機械条件	回転数 送り速度 刃数
一面カンナ盤	5.0.0.0 回/min 15 m/min 4
三方カンナ盤	5.0.0.0 21 4
エンドマッチャー	5.0.0.0 17 ストローク/min 4

第8表-(5) 北海道フローリング工場調査結果

<u>工場記号</u>	E		
<u>月間生産量(m³)</u>	16.500		
<u>樹種別生産割合(%)</u>	ナラ-40, ニレ-20, イタヤ-15, カバ-10, その他15		
<u>製品寸法(cm)</u>	長 85, 巾 {	寸法	9.0 6.4 7.5
		生産割合(%)	20 8.0
<u>床板含水率(%)</u>			
製材後	心材 42.8, 辺材 56.5, 辺心材 54.8		
天然乾燥後	30%以上		
人工乾燥後	3以下~5.3~6.2		
仕上り製品			
<u>加工精度(mm)</u>	巾	厚	
製材後	9.03~9.21 8~9.39	1.785~2.07 9~2.27 5	
天然乾燥後	9.22~9.42 5~9.59	1.785~2.03 7~2.24 0	
人工乾燥後	8.27~8.67 9~9.13	1.765~1.87 6~1.96 0	
仕上り製品	7.47 0~7.49 6~7.52 0	1.49 0~1.51 6~1.53 0	
<u>機械条件</u>	回転数	送り速度	刃数
一面カンナ盤	— 回/min	"	4
三方カンナ盤	—	20	
エンドマッチャー	—	25 ストローク/min	

第8表-(6) 北海道フローリング工場調査結果

<u>工場記号</u>	F		
<u>月間生産量(m³)</u>	15.000		
<u>樹種別生産割合(%)</u>	ナラ-35, ニレ-20, イタヤ-5, カバ-15, その他25		
<u>製品寸法(cm)</u>	長 90 巾 {	寸法	9.0 6.4 7.5
		生産割合(%)	10 9.0
<u>床板含水率(%)</u>			
製材後	心材 28.9, 辺材 40.1, 辺心材 35.7		
天然乾燥後	—		
人工乾燥後	7.5~8.6~10.5		
仕上り製品	7.3~8.1~9.7		
<u>加工精度(mm)</u>	巾	厚	
製材後	8.71 0~9.24 0~9.95 5	1.780~1.980~1.988	
天然乾燥後	—		
人工乾燥後	8.46 5~8.91 7~9.25 5	1.740~1.843~2.075	
仕上り製品	7.49 0~7.50 0	1.455~1.478~1.535	
<u>機械条件</u>	送り速度	刃数	
一面カンナ盤	15 m/min	4	
四方カンナ盤	20.5	6	
エンドマッチャー	25 ストローク/min		



第4図 フローリング工場及機械配置図

第8表-(7) 北海道フローリング工場調査結果

<u>工場記号</u>	G		
<u>月間生産量(m³)</u>	16.500		
<u>樹種別生産割合(%)</u>	ナラ-70, ニレ-15, イタヤ-5, カバ-5, その他5		
<u>製品寸法(cm)</u>	長 90	巾 {寸法	9.0 7.5 6.4
		(生産割合(%)	5 9.0 5
<u>床板含水率(%)</u>			
製材後	心材 7.9.6, 辺材 8.1.4, 辺心材 7.8.5		
天然乾燥後(3ヶ月)	1.5.0~1.5.1~1.7.5		
人工乾燥後	4.0~5.1 4~1.1.0		
仕上り製品	4.0~5.7~1.0.0		
<u>加工精度(mm)</u>		巾	厚
製材後	9.5.2~9.6.8.1~9.9.5.0	18.8~19.7.9~21.0	
天然乾燥後	8.6.4~8.9.9.3~9.6.9.0	17.4~19.0.5~21.0	
人工乾燥後	8.5.7~9.0.6.0~9.4.5.0	19.0~20.2.7~21.6	
仕上り製品	7.5.0~7.5.1	14.8.5~15.0.3~15.1.5	
<u>機械条件</u>		送り速度	刃数
一面カンナ盤	2.0 m/min		4
三方カンナ盤	2.0		—
エンドマッチャー	1.9 ストローク/min		—

第8表-(8) 北海道フローリング工場調査結果

<u>工場記号</u>	H		
<u>月間生産量(m³)</u>	14.000		
<u>樹種別生産割合(%)</u>	ナラ-60, ニレ-10, イタヤ-5, カバ-20, その他5		
<u>製品寸法(cm)</u>	長 90	巾 7.5	割合 8.0
	長 80	巾 6.4	割合 2.0
<u>床板含水率(%)</u>			
製材後	心材 6.0.0, 辺材 7.0.1, 辺心材 6.2.8		
天然乾燥後	18.8~22.5~25.0		
人工乾燥後	6.1~7.2~9.5		
仕上り製品	5~6		
<u>加工精度(cm)</u>		巾	厚
製材後	9.4.5.0~9.6.1.4~10.2.5.5	19.8.0~20.9.7~24.0.0	
天然乾燥後	8.8.5.5~9.3.5.2~10.9.1.5	17.8.0~19.8.4~20.6.0	
人工乾燥後	8.2.3.0~9.0.0.2~9.6.8.0	17.7.0~17.3.2~22.0	
仕上り製品	7.4.6.0~7.4.6.9~7.4.9.0	14.7.0~14.8.4~15.0	
<u>機械条件</u>		回転数	送り速度
一面カンナ盤	5.0.00 回/min	17 m/min	刃数 4
三方カンナ盤	5.0.00	15	4
エンドマッチャー	4.0.00	21 ストローク/min	5

この調査結果を総括してみると月間生産量は少ない工場では2000m²から多い工場では18,000m²となっていて、かなりの巾がある。しかし、どの工場においてもならフローリングの生産量が最も多く、樹種別の生産割合は多い工場では70%，少ない工場で30%であった。製品寸法は平均長さ90cm前後の工場が大部分である。巾は75mmが全生産量の80～90%であった。

原板の入手の方法は大部分が工場近隣の製材工場でインチ板とともに製材され、適当に蓄積されるとフローリング工場に運ぶ場合が多く、フローリング工場で丸太の製材から一貫して行なっている所は非常に少ない。

製材工場でなら材を製材する時期は夏期から秋期にかけて多く、フローリング原板の大部分の供給時期はこの期間に集中している。

このような実態のため、丸太を製材した時期と原板がフローリング工場に到着する時期とは必ずしも同じでなく、工場によってはかなりおくれる場合も考えられる。原板の集荷方法も、広い地域から集めている工場と工場の付近の製材工場から集めている場合など、地域によってかなり差はあるが、調査結果によると、工場に入ってきた原板の含水率はそれほど低下していないので、製材後比較的短期間に集荷されているようである。

各工場の調査結果のうち、挽き板の含水率、板の寸法の各工場の平均値をさらに平均してみると第9表のようになる。

第9表 調査工場の板の工程別含水率と寸法の集計

木材含水率 %

製材後 (工場入荷の原板)	心材	29.0～62.0～102.0
	辺材	40.1～62.6～81.4
	辺心材	33.7～58.8～78.5
天然乾燥後	30～40	
人工乾燥後	5.1～7.1～9.9	
仕上り製品	5.2～6.3～8.1	

寸法 mm

工程	巾	厚
製材後	921.0～947.3～97.21	19.79～20.57～21.88
天然乾燥後	89.93～92.42～93.58	18.80～20.17～22.80
人工乾燥後	86.79～89.16～90.66	17.32～18.77～20.27
仕上り製品	74.69～75.00～75.10	14.78～14.98～15.24

原板処理と関係のある工場入荷時の原板の含水率は多少心材の方が低いが、全平均値は心材・辺材ともに約60%で比較的高い含水率のものが多かった。仕上り製品の含水率は一般に低いものが多く、平均値で6%であった。

板の寸法については製材後の寸法と仕上り寸法を比べてみると、巾で約20mm、厚さで約5mm小さくなっているが、実際に加工されて削りとられる量は人工乾燥した後の板と仕上り時の寸法との差であるから、第9表でみると巾で約14mm、厚さで約4mmであった。しかし、フローリングは巾にあたる75mmの長さにオザネ(凸)5mm、メザネ(凹)5.5mmの加工を施すので実質的な板の仕上り巾はオザネ分を加えた巾80mmである。それ故、両側面の削りしろはサネ分まで含めるとともに約10mmということになる。また、厚さ方向ではまず表の面を平に仕上げるので、狂いのはげしい板、狂いの少ない板などで3～1mm削りとられ、裏の面では仕上り厚さ15mmに調節されるのでやはり1～3mm削られ、さらに裏溝が約1mm削られる。

長さ方向はエンドマッチャーにより10～20mmの切落し加工が行なわれる。

以上のように原板処理の場合は、削りしろを頭において薬剤の浸透深さを考えておかないと、仕上り製品になるまでに薬剤の浸透した部分がすべて削りとられてしまうおそれがある。

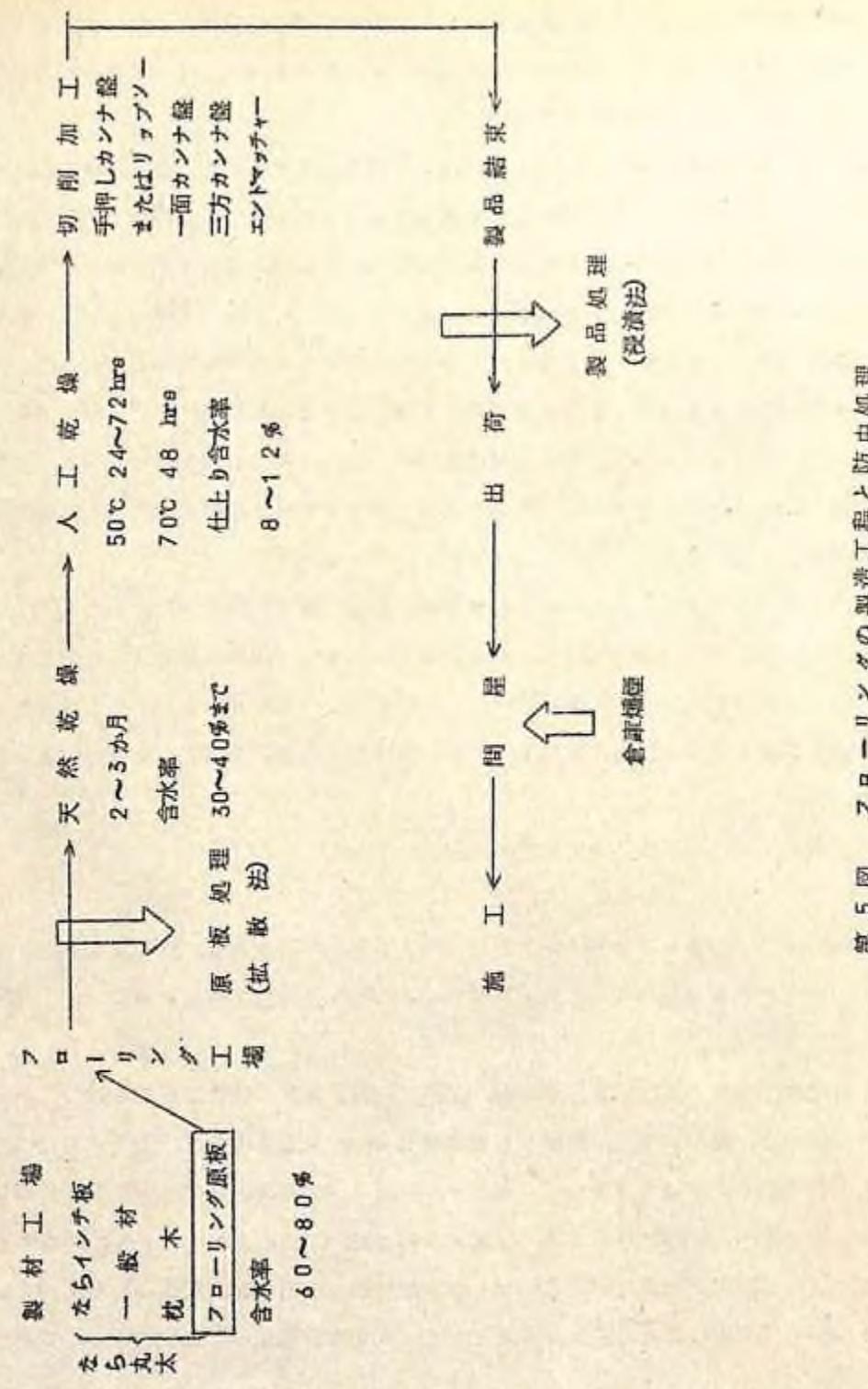
以上の調査結果から、どの製造工程において防虫処理を行なうことが可能であるか明らかになった。

4-2. 製造工程における防虫処理法の決定

工場の実態調査からフローリングの原板の入手から製造工程と、板の含水率、寸法の変化などが明らかとなったので、どの工程でいかなる処理法を行なうことがよいか、選択経過について以下に記す。

木材処理法のなかには加圧、温冷浴、浸漬、吹付、塗布、拡散など各種の方法があるが、木材の含水率、薬剤の浸透、設備などを考慮して、決定しなければ、効果的な、経済的な、そして能率的な処理はできない。そこでフローリングの製造工程と処理法とを検討した結果を第5図に示す、同図にみると工場においては、2つの工程のいずれかで処理を行なうことによって防虫処理製品が効果的にしかも経済的に実行できる見通しをえた。さらに、今までの製造工程をほとんど変更することなく、大きな設備を必要とせずに実行できそうである。

まず、工場に入荷してくる原板は含水率が60～80%という高含水率であるから、塗布



第5図 フローリングの製造工程と防虫処理

浸漬では薬剤が十分に浸透せず、仕上ったときには、削りとられる部分のみに薬剤が浸透していく。製品には何ら防虫効果は期待できないと考えられたので、残るのは加圧、温冷浴、拡散である。前二者は設備が大変であり、高含水率ではそれほど薬剤を深く浸透させることはむずかしいと判断し、拡散法によることとした。

拡散法は他の処理法と異なり、高含水率な材ほど薬剤の浸透は良好になる特徴があり、木材の表面に与えた薬剤が木材中の水分のなかを拡散して深部まで達する方法である。ただ、この方法は薬剤が木材中を深く浸透してゆくまでに何週間か木材を乾燥させないで、被覆しておかねばならないことが、能率的に考えれば欠点であるが、ひとたび十分に薬剤を浸透させてしまえば、そのあとは今までの工程を変更することなく、しかも仕上り製品中にも十分な薬剤を与えることができるという点で、原板処理に最も適した方法と考え、薬剤の選定濃度の決定、薬剤への浸漬時間、被覆堆積期間（拡散期間）薬剤の浸潤長などの処理条件の決定を実験室と工場現場で検討することにした。また、十分に薬剤が浸透させることができても、薬剤処理した板を切削加工することに機械の刃物をいためたり、切削しにくくては実用的ないので、その点無処理材と比べて支障があるかないかをも含めて検討することにした。

もう一つの方法は切削加工直後か、結束してから薬剤処理をする方法である。この場合は天然乾燥後、たとえ材に虫が侵入したとしても、（実際は30～40%の含水率ではヒラタキタイムシの侵入はありえない）人工乾燥時に50～70℃の温度で5日間加熱すれば、第10表のようにまず材中の虫は完全に死滅しており、その後切削加工から製品になるまでの短期間では、ほとんど虫の侵入はありえない。この時点における材は虫害を受けていない健全材であるといつうことができる。

第10表 被害材の熱処理時間

加熱温度 ℃	関係湿度 %	材の厚さ別処理時間 hr.			含水率 %
		2.5cm以下	5cm	7.5cm	
60	100	3	5	7	25～30
60	80	3	5	7	15
55	100	8	10	12	25～30
55	60	10	12	14	10
52	100	3.8	4.0	4.2	25～30
52	60	4.6	4.8	5.0	10

このような板の場合ならば、表面を完全に薬剤で処理しておけば、施工まで新たに虫の侵入を受けることは考えられない。表面処理的な木材処理法には短時間浸漬、塗布、吹付の3方法がある。しかし、塗布法はサネ部分の処理が困難であり、能率も悪い。吹付法は多少塗布に比べればよいが薬剤が飛び散るし、作業員に薬剤がかかるおそれがあって作業性に難点があるので浸漬法がこの場合に適した方法であると判断した。製品を浸漬する場合に、結束したままでよいか、一枚ごとに処理しないと処理むらがおきるか、また、浸漬時間、薬剤浸潤長など薬剤ごとに検討する必要がある。

以上のように、フローリング工場では、原板時に拡散法で処理するか、仕上り時に浸漬処理するかの2点が考えられ、そのいずれかを採用すれば、工場から出荷される製品はいかなる所に使われても虫害を受ける心配はなくなると考えられたので、この2つの処理法について、実験室ならびに工場現場で処理条件確立のための実験を行なった。

5. 製造工程における防虫処理法の検討

前項において、製造工程を検討した結果、2つの処理法が候補に上り、実験結果が良ければ工場で今までの工程をあまり変更しないでも、防虫処理が可能であるという見通しをえたので、それらの各方法についてまず実験室で細部の検討を行ない、その結果にもとづいて工場実験を行なった。

これらの一連の実験を行なうにあたり、材料入手の容易なこと、フローリング工場に近いという有利な条件にある北海道林産試験場木材保存科の諸氏に絶大な協力を頂いたことに對して深く感謝する次第である。

5-1. 拡散法の検討

拡散法は一般の人々にはなかなか理解し難い方法であるが、設備を必要としないでしかも簡単に実行できる方法なので、オーストラリアなどでは、製材工場での製品処理に多く用いられている。

5-1-1. 拡散法の原理と処理方法

拡散法とは薬剤の拡散浸透現象を利用して、木材のなかに薬剤を浸透させる方法である。例えば、水を入れたコップのなかに砂糖を入れると、水に砂糖が次第に溶解して、攪拌しなくとも、いつかはその水全体が一様な甘さになるという現象である。

木材処理法の場合には、水に溶解し易い薬剤の高濃度の液を、塗布または浸漬によって木

材表面に付着させる。そのとき木材の含水率が40%以上の高含水率であれば、木材中の水分のなかに表面に付着した薬剤が徐々に拡散浸透して、次第に濃度の低い内部へと移動する。それ故、薬液を塗布または薬液中に浸漬した木材は、その後数週間、乾燥しないようにビニールシートなどで被覆堆積しておけば、かなり深くまで薬剤が浸透するようになる。

それ故、この処理方法は高含水率の原板の防虫処理法に最も適した方法として、検討を行なったのである。

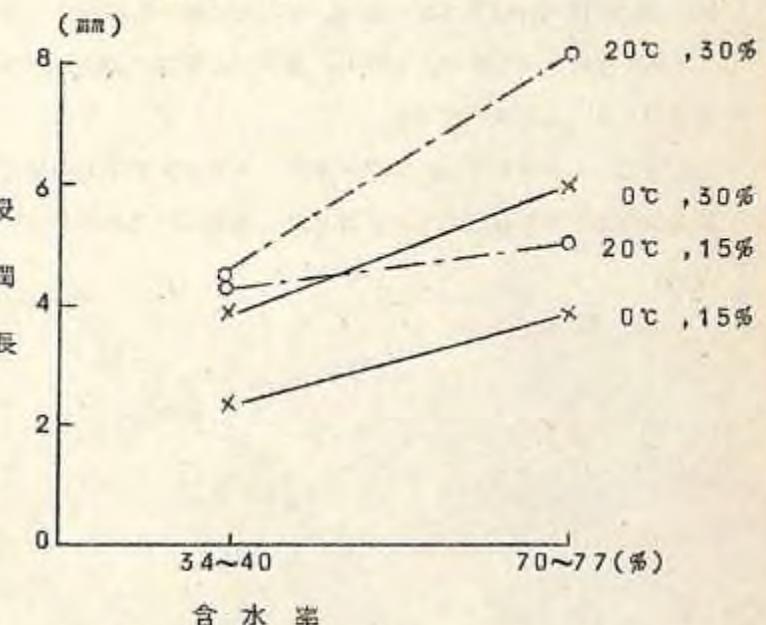
5-1-2. 薬剤の選定

拡散法に使用される薬剤は水溶性のものでなければならないので、水溶性のもので、防虫効果があり、処理材の色をほとんど変化させない薬剤は硼素系かフッ化物系の2種類である。しかし、フッ化物系のものは水に対する溶解度が小さいものが多く、またかなり毒性も高いので、硼素系の化合物の方が適当であると考えられる。硼素系の化合物のなかでは防虫効果のすぐれているものには硼酸があり、人体に対する毒性も弱いので、これを拡散法用の薬剤として使用することにした。

ただ、硼酸単独では水に対する溶解度はやはり3~4%程度なので、これに硼砂を一定の割合で混合した製品を用いると溶解度は非常に増加し、常温でも20%近くまでとけるようになる。フローリング処理には毒性の点と、溶解度の点から硼砂・硼酸混合物を使用することにした。

(R方向、1週)

5-1-3. 木材含水率



拡散法では薬剤の浸透の良否を左右する最も大きな因子の一つは木材含水率である。この方法では表面に付着した薬剤が材中深く浸透するのは、木材中に含まれている水分のなかに薬剤が次第に溶けて、表面と内部との濃度差によって、内部の

第6図 含水率と浸潤長(浸漬)

濃度の低い方へ次第に薬剤が拡散浸透してゆく現象を利用したものであるから、木材中の含水率は高い方が同一期間の薬剤の浸透の深さは大きくなる。

含水率の比較的低い34～40%の材と高めの70～77%の材の表面に薬液を塗布して、1週間後の浸潤長を比較してみた。その結果を第6図に示す。この図に示すように34～40%の含水率の木材はどの濃度、どの温度でも1週間で2～4mmで非常に浸潤長は小さいが、70～77%の含水率では全般的に浸潤長が大きくなり、とくに薬剤濃度30%では1週間で6～8mmに達している。

低含水率のものでもこの程度の含水率であるならば、4週間拡散させればほん20mmの厚さの板の全面に薬剤が浸透した。

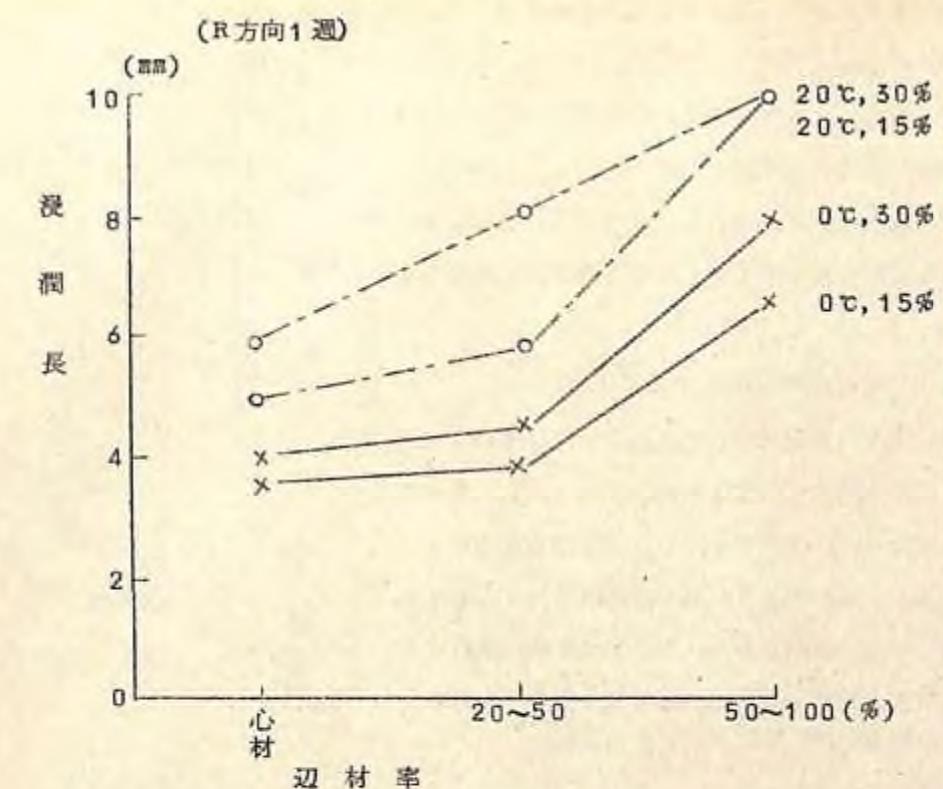
これらの結果から次のことが明らかになった。

丸太を製材した後、原板はできるだけ乾燥させないようにすること。薬液濃度は30%が適当であること。しかし、多少板が乾燥した場合には拡散期間を長くすれば、所定の浸潤長がえられる。ただし、木材含水率を30%以下まで乾燥させると拡散期間を延ばしても、あまり浸潤長は増加しない。この処理法で最も注意しなければならないことである。

5-1-4. 辺材率

この方法では木材の含水率が薬剤の浸透に大きく影響するから、生材であっても一般に心材は辺材に比べれば含水率が低い。そのため第7図に示すように心材は辺材のある板に比べて薬剤の浸透はよくない。しかし、含水率が極端に辺材に比べて低くなれば、それほど浸透は悪くならないはずである。

ただし、なら材の場合、ヒラタキクイムシが食害するのは辺材に限られているから、辺材部に薬剤が十分に浸透していれば心材は薬剤の浸透が不十分であっても、防虫効果に影響はない。

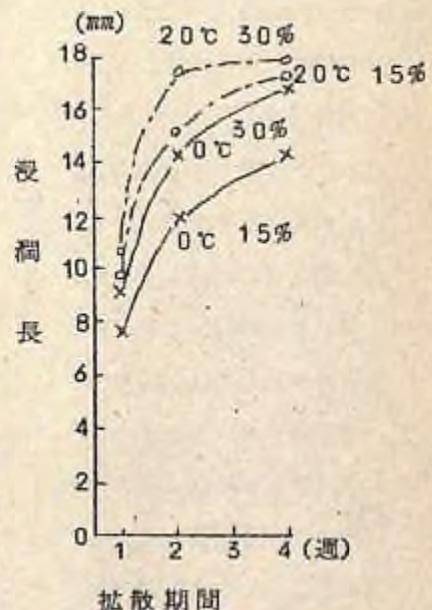


第7図 辺材率と浸潤長(浸漬)

5-1-5. 拡散温度と拡散期間

北海道の工場で処理することを考えると、冬期間は0°C以下の地方が多い。拡散速度は温度が高い方が速いから、低温の結果が明らかになれば、高い温度の方はそれより速く、深く浸透することは間違いない。

第8図と第9図に示すように木材の半径方向でも、接線方向でも、拡散温度が0°Cの方が20°Cに比べれば明らかに浸潤長は小さい。しかし、フローリングの原板を処理するということを目標にするならば、原板の厚さは約20mmであり、両面から薬剤が浸透するので、10mmの浸透があれば、その板の全体に薬剤が浸透したことになる。そのような考え方で第8図をみると、拡散期間は急ぐならば1週間、安全を考えるならば2週間あれば



第8図 半径方向浸潤長

ほとんど全体に薬剤が浸透することがわかる。とくに、原板の木取りは板目板(図)か、追まさの板(図)が多いから、厚さ方向の浸透といふのは丸太の半径方向の浸透とほぼ一致する。

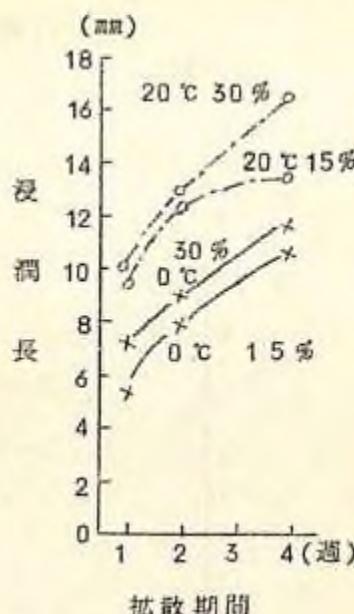
薬剤の濃度は15%より30%の方が浸透はよい。また、温度が0℃になつてもそれほど浸透は悪くならない。

5-1-6. 処理材中の薬剤濃度

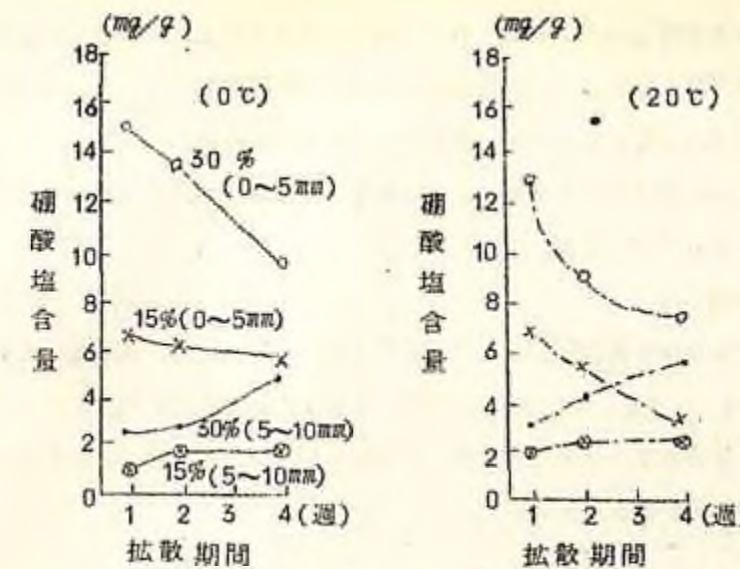
硼酸は木材の重量に対して、約0.2%以上の含有量があれば、防虫効力を示すといわれているから、拡散法処理した原板のどの部分でも、これ以上の濃度を示せば、たとえあとで切削加工されたり、切断されたりしても、防虫効力のない面があらわれる心配はない。拡散処理した板の表層と内層について、硼酸の含有量をしらべてみた。その結果を第10図と第11図に示す。

その結果によれば、薬液

濃度が30%の場合は約1週間以上拡散期間をとれば、薬剤濃度はどの部分も0.2%以上に達することが明らかとなった。薬液濃度15%の場合は、4週間後にほぼ0.5%に達しているが、これは片面のみからの浸透の結果であるから、両面から同時に薬剤が浸透するならば、両者が重って、もっと短期間に高い濃度に達するものと考えられる。



第9図 接線方向浸潤長



第11図 接線方向薬剤濃度

5-1-7. 原板の薬液処理法

原板に薬剤を付着させる方法は塗布、または浸漬法が考えられる。実験室的には塗布でも実行できるが、現場での作業性、能率などを考えれば、浸漬法の方が便利である。浸漬法を採用する場合、浸漬時間はどの程度が適当であるかを検討したが、板の含水率が高いことと溶解度を増すため薬液の温度を30～50℃に高めることにより、10秒浸漬でも10分間浸漬でも、その程度の時間差では吸収量はほとんど差がみられず、それより薬液濃度の大小による吸収量の差の方が顕著であった。しかし、いずれの場合でも薬剤吸収量は1.0kg/m²前後であった。

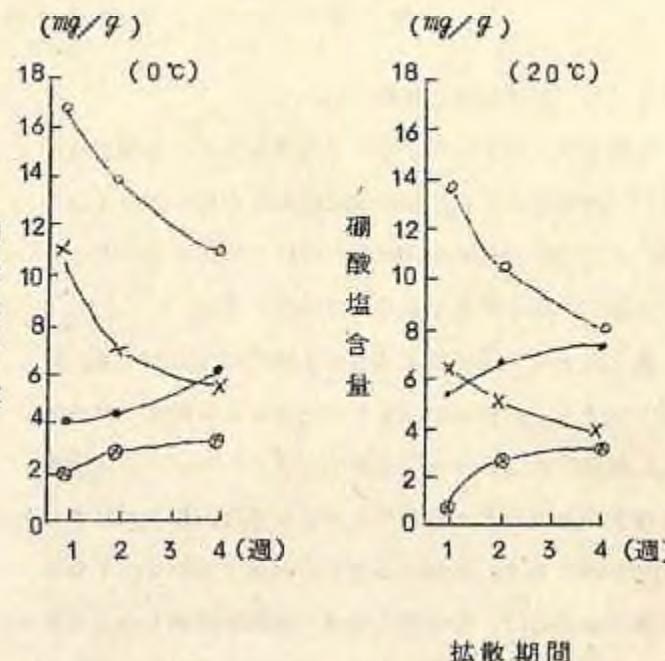
それ故、現場では薬液処理は10秒程度の瞬間浸漬で十分であることがわかった。

5-1-8. 処理材の切削加工における刃先の摩耗

原板処理の方法が確立し、薬剤の浸透が十分に行なわれても、切削加工の工程で、ブレーナーの刃先の摩耗が烈しくなっては、仕上り製品の品質や精度が落ちるので、実用には適さない。そこで、拡散処理した原板が人工乾燥されたあと、切削加工に際して、刃物に影響を与えるかどうかを検討してみた。

試験方法ならびに試験結果を以下に示す。

(1) 供試材



第10図 半径方向薬剤濃度

北海道産ミズナラ材を厚さ2.4 mm×100 mmの挽板に製材し、一部は天然乾燥し、一部は後述のごとく薬剤処理をした。これらの挽板は十分天然乾燥してから、初期温度55℃、終末温度65℃で人工乾燥を行ない、含水率1.0%以下とした。

試験材の寸法は、無処理材2.0 mm×8.0 mm×25.0 mm、処理材2.0 mm×8.0 mm×1000 mmで、延べ長さ100 mとした。

③ 調湿および材質

前記の人工乾燥挽板を実験室内で十分調湿し(6ヶ月以上)た。試験時の含水率は、切削試験直前にkett-M8型含水率計の針状電極を用いて測定した。

試験材の材質は容積重のみで代表させ、1.0 mm×3.0 mm×8.0 mmの試験片を用いて測定した。それらの結果を第11表に示す。

④ 薬剤の処理

硼酸と硼砂の混合薬剤を用い、薬液濃度は4.0%にして、試験材を30秒間浸漬した。それらの板をビニールシートで1~2週間おもって拡散処理を行ない、その後人工乾燥を行なって、試験材に供した。

⑤ 刃先の摩耗試験方法

前項の試験材を自動一面鉋盤(菊川鉄工所製600 mm)を用いて、後述の条件で1000 m切削したときの刃先の摩耗量を測定した。測定方法は、第12図に示すように試験材を切削している幅(8.0 mm)のほぼ中央に相当するブレーナの刃先にウッド合金を流し、刃型を作り、刃型のなかにアラルダイト接着剤を流し込み硬化させて切断し、100倍に拡大して刃先の摩耗量を測定した。

⑥ 自動一面鉋盤の切削条件

主軸回転数、6180 r.p.m.、鉋盤直径125 mm、ナイフの材質SKH3、刃先角40°、切削角56°、送り速度12.3 m/min、1刃あたりの送り量2.0 mm。

⑦ 摩耗試験結果

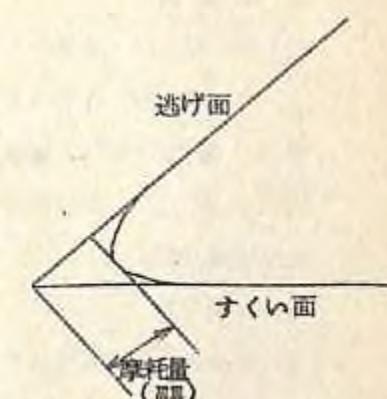
試験材の切削材長1000 mの時点で刃先の摩耗量を測定した。その結果を第11表に示す。

この結果では、無処理材の場合0.019 mm、処理材の場合は0.018 mmである。処理材の場合は辺材の混入量が多いために刃先の摩耗量が若干低いのではないかと考えられるが、測定結果には差異はみとめられなかった。けっきょく、処理されて表面にかなりの薬剤が結晶して分散されていた板であっても、硼砂・硼酸混合物の場合には切削の際に、無処

理の板に比べて、とくに刃先の摩耗が激しいという結果はえられず、切削加工に支障をきたすことは考えられない。

第11表 処理剤の切削時における刃先の摩耗

	刃先の摩耗量(mm)	含水率(%)	容積重(g/cm ³)
無処理材	0.019	8.0~11.0 (9.5)	0.57~0.77 (0.70)
処理材	0.018	8.5~11.3 (9.8)	0.50~0.77 (0.63)



第12図 刀先の摩耗量測定位置

5-1-9 実験室の試験結果より得られた処理条件

- ① 原板の含水率は高い方がよいから、製材後、できるだけ乾燥させないように工場に運んで、直ちに処理を行なう。
- ② 薬剤は硼砂・硼酸混合物が適当であって、その濃度は1.5~3.0%でよい。しかし、低温での処理と拡散期間の短縮という点から考えると3.0%の方がよい。ただし、この濃度では処理液の温度を50℃まで上昇させないとよく溶解しない。
- ③ 拡散期間は高濃度の薬液と高含水率材の場合で、気温が0℃以上ならば、約1週間行なえばよい。しかし、薬液濃度が1.5%で比較的含水率が低く、気温も0℃以下の場合には拡散期間を3週間まで長くしなければならない。
- ④ 拡散期間が1.5℃以上の高温の場合には被覆して堆積している間に、多少辺材部にカビの発生を見る場合があるので、その気温以上で処理する場合には、硼砂・硼酸混合物の溶液に、1%以上のNa-pcpを加えた方がよい。
- ⑤ 処理材を切削加工する場合に、ほとんど無処理材と交換して、加工することができるという結果をえたので、拡散法を原板処理に適用しても、製造工程上難点とされることはほとんどないことが明らかとなった。そこで、これらの結果にもとづいて、工場現場の実験を行なうこととした。

5-1-10 拡散法処理による工場実験

実験室で行なった実験結果より、処理条件を選定し、つぎのような計画にしたがって実験を行なった。実験を行なった場所は北海道旭川市のフローリング工場をえらんだ。

実施時期 10月, 11月, 1月, 2月

原板調製

辺材率	30~50%, 80~100%	2項目
含水率	30~40%, 60~70%	2項目
薬剤濃度(硼砂, 硼酸混合物)	15, 30%	2項目
処理方法	瞬間浸漬	1項目
被覆堆積期間	1, 2, 5週	3項目
処理材調査数		
堆積終了後	各項目30枚	
人工乾燥後	各項目30枚	
所要枚数	$2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 60 = 1440$ 枚	
原板の寸法	巾92mm 厚20mm 長900mm	
処理液の温度	15%の液……25℃ 30%の液……50℃	
薬剤名	テインボア	

調査内容

- ① 原板含水率……供試原板別、辺材率別に5枚を抜取り、全乾法により測定した。
- ② 薬液吸収量……処理前後の重量差により、各板の吸収量を求めた。
- ③ 堆積中温度……堆積期間中の気温を記録温湿度計により測定した。
- ④ 浸潤長の測定……条件別供試材を堆積終了後、10枚は2分、一方はただちに、他方は人乾後、各5枚中より2枚を選び両端より10cm及び中央断面を切取り、呈色により浸潤長を測定した。(クルクミン呈色)
- ⑤ 薬剤濃度の測定……中央断面(2cm厚)の呈色部のうち異なる色調部の2濃度を測定した。(原子吸光度計)

実験を行なった各月の気温は10月実施の場合は気温が4~9℃、11月実施では-2~-3℃、1月と2月実施は-6~-7℃であった。実際の処理の結果は、11月までの気温では濃度15%でも1~2週間の堆積期間で、大体予期した浸潤長がえられたが、1~2月の低温期には板の表面に氷が凍結して、その氷をとかさないと薬剤の浸透が悪く、薬剤の濃度は30%の方が良好で、15%液で処理したものは浸透不良であった。

この結果では、凍結期以外では薬液濃度は15%でもよく、凍結期では板の氷をとかして薬液濃度は30%で、処理を行なう。堆積期間は1週間以上であれば、内層の薬剤濃度が防虫限界濃度以上になることが明らかになった。

5-2. 浸漬法の検討

浸漬法を採用する工程は仕上った製品に対して行なうので、まず処理された製品が、無処理製品に比べてあまり色が変ったり、膨潤せたり、あるいは狂いを生じたり、また、いつまでも処理液がべとついたり、悪臭を発したり、塗装に障害をきたしたりしては、たとえ防虫効果が付与されても実用的には好ましくない。

このような諸条件を満足させる薬剤ならびに溶剤と浸漬時間などを吸収量との関連において検討した。

5-2-1. 薬剤と溶剤

表面処理で十分な防虫効果を示す薬剤は接触剤または呼吸毒剤であるが、これらはいずれも有機塩素系化合物のものが多い。しかも、これらの薬剤はいずれも水にとけるものではなく、有機溶媒にとけるものばかりである。

過去に外国で行なわれた防虫試験の結果を示すと第12表の通りであって、DDT, ディルドリン, テ-BHOなどがある。これ以外にもクロルデン, クロルナフタリン, ヘプタクロールなどの有機塩素系の化合物がある。いずれにおいても0.5~1%の濃度で4年以上も10秒浸漬で効果があるという結果を示しているので、これらのいずれの薬剤を使用しても、防虫効果は十分期待できる。これらの薬剤のうちの1つを決定する条件は主として経済性である。

つぎに溶液としては乳剤型か、油剤型であるか、いずれが、フローリング製品に適しているかを検討してみた。乳剤の方が薬剤単価は安いが、製品処理後、多少サネ部分が膨潤すること、処理時にかたり悪臭があること、乳化状態も時間の経過とともに変化するなど、濃度的に不安定という欠点をもっている。

油剤では薬剤単価は乳剤より高くなるが、処理後に板の変形が少なく、濃度が安定しているという点では乳剤よりよい。また、処理材に多少防湿性能を付与させる可能性もあるということで、浸漬処理は油剤をえらぶことにした。

油剤としていかなる溶剤がよいかは、第13表に示してある各溶剤の性質から検討してみた。これらの諸性質と経済性などを考え、処理作業の安全度(毒性、引火性、爆発性)など

第12表 油性薬剤の防虫効果

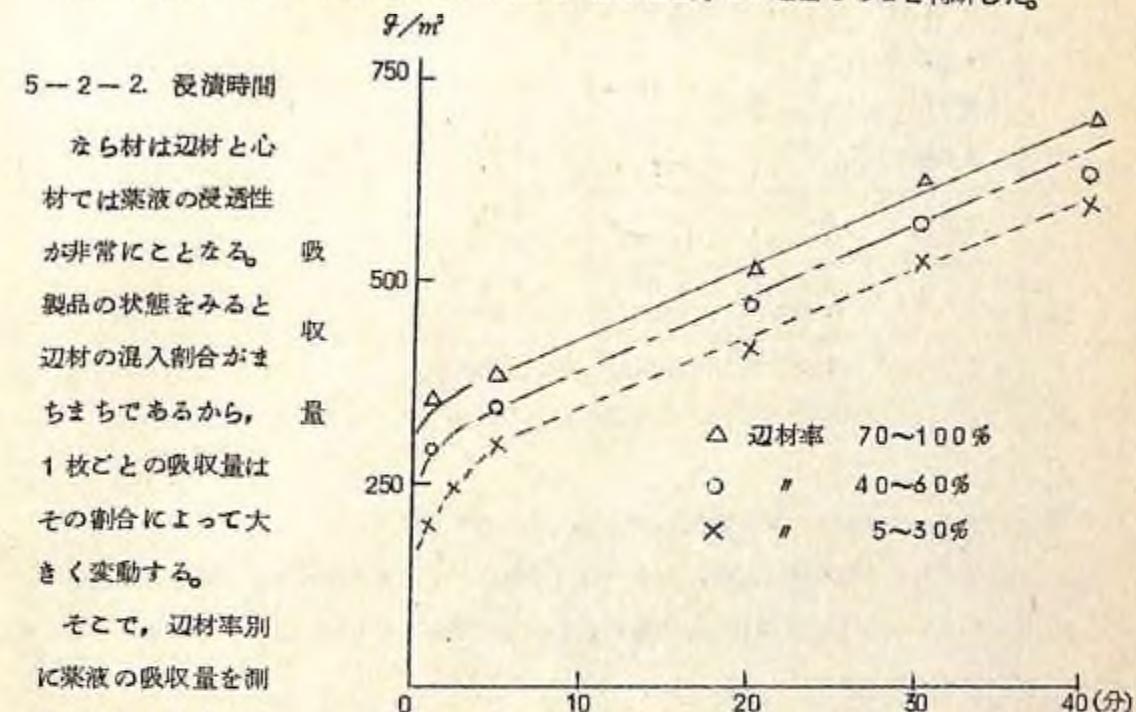
防虫剤	処理枚数	各区の枚数	被害を受けた枚数		
			1年4ヶ月後	3年後	4年4ヶ月後
DDT 2%	19	6 4 9	0 0 0	0 0 0	0 0 0
" 1%	19	6 4 9	0 0 0	0 0 0	0 0 0
ディルドリン 1%	19	6 4 9	0 0 0	0 0 0	0 0 0
" 0.5%	19	6 4 9	0 0 0	0 0 0	0 0 0
テニベック 1%	18	5 4 9	0 0 0	0 0 0	0 0 0
" 0.5%	19	6 4 9	0 0 0	0 0 0	0 0 0
無處理	17	5 4 8	5 1 5	4 8 8	4 4 8

注：10秒浸漬処理

第13表 薬剤毒性許容濃度と引火点爆発濃度

溶剤	許容濃度(ppm)	沸点(°C)	引火点(°C)	爆発濃度(Vo1%)
ホルマリン	5	-21		
ベンゼン	25	80	-11.1	1.4~7.1
ガソリン	500~	30~180	-42.8	1.4~7.6
白灯油	500~	180~280	35以上	1.2~6.0
エチルアルコール	1000	78	12.8	4.7
アセトン	1000	56	-18.0	2.6~12.8

を考慮すると、白灯油は経済的にも安く、毒性も比較的低く、沸点、引火点が高いので、他の溶剤より安全であることから、製品処理用の溶剤は白灯油が適当であると判断した。



第13図 油剤浸漬時間と吸収量
の図でわかるように辺材率の小さい板は大きい板に比べると吸収量は小さく、心材のみの場合はさらに小さくなる。

浸漬時間と吸収量の関係は、いずれの板でも、はじめの5分間の間に急激に薬液を吸収し、10分以後は各板ともほとんど直線的に吸収量は増加し、10分で300~400 g/m² 20分で400~500 g/m² 40分で600~700 g/m² となっている。

瞬間浸漬といわれる秒単位の浸漬時間の吸収量の変化を辺材率別に示すと第14表の通りである。この結果をみると心材の板は時間をねばしてもそれほど吸収量は増加しないが、辺材率が増すにしたがって、10秒間でも心材の2倍の吸収量があり、さらに浸漬時間がのがると吸収量の増加割合も大きくなる。

このような結果と使用した薬剤の防虫効力とを考えて、薬剤の吸収量の目標を定め、その吸収量をうるよう薬液の濃度と浸漬時間を適当に定めればよい。すなわち、薬液濃度を高くすれば、浸漬時間を短くして液の吸収量は少なくても、薬剤の吸収量はかなり高くなる。薬液濃度が低いときは浸漬時間を長くして、液の吸収量を多くしても、薬剤の吸収量はそれ

ほど多くならない。

第14表 辺心材比率と吸収量 (g/m²)

辺材率 浸漬時間	0	5~30%	40~60%	70~100%
10秒	141 (100)	160 (113)	177 (126)	285 (202)
30秒	178 (126)	219 (155)	308 (218)	371 (263)
2分	183 (130)	283 (201)	328 (253)	389 (276)

注： 1/2坪結束したまま浸漬した場合の吸収量。 () 内の数字
は心材10秒浸漬のときの吸収量を100としたときの比率

5-2-3. フローリングを結束したまま浸漬処理する可否

仕上り製品を処理する場合、板一枚づつ処理する方法と半坪ごとに結束して処理する方法があるが、工場現場としては結束してから処理をしても処理むらがおきないなら、その方が作業上からも望ましい。

そこで、一枚ごとに浸漬した場合と結束して浸漬した場合とを比較してみた。

第15表 油剤10秒間浸漬の場合のフローリングの吸収量 (g/m²)

薬剤名	結束した場合の 吸 収 量	結束処理後各板の吸収量	
		辺材の多い板	心材のみの板
L	94~119~148	165~191~216	30~66~165
A	68~107~139	85~131~156	11~59~140
X	120~144~157	66~120~151	43~83~108

第15表はフローリングを10枚ごとに結束して、10秒間浸漬し、そのときの吸収量を10枚の全表面積で割って、吸収量を出した値と、そのなかに入れておいた重量既知の個々の板の吸収量を比較してみると、個々の板で辺材の多い板は吸収量が多く、心材のみの板は吸収量が少なくなっていた。結束した場合の吸収量は両者の平均的な値となっている。しかも、処理後結束を解いて、個々の板の表面をしらべてみても、液が浸透していない面はないので、結束してもまず処理むらは起らないことが明らかとなった。

第16表 油剤30分間浸漬後の寸法変化

No.	巾 (mm)		厚 (おさね) mm		厚 (めさね) mm		吸 収 量	
	前	後	前	後	前	後	1枚	g/m ²
1	75.20	75.20	15.10	14.95	15.00	15.00	14.9	114
2	75.60	75.65	15.00	15.00	15.40	15.10	7	55
3	75.20	76.20	15.30	15.25	15.15	15.25	16	124
4	75.75	75.80	15.25	15.25	15.20	15.20	10	79
5	74.40	74.50	15.00	15.00	14.80	14.80	7	58
6	75.70	75.75	15.10	15.05	15.10	15.10	16	123
7	75.75	75.80	15.10	15.15	15.15	15.15	11	86
8	75.55	75.60	15.15	15.15	15.00	15.00	6	48
9	75.85	75.90	15.05	15.10	15.25	15.20	10	78
10	75.40	75.50	15.20	15.10	15.05	15.10	7	55
平均	75.44	75.59	15.11	15.10	15.09	15.09	10.4	83

また浸漬時間も、心材の多い板が結束されていると、10秒浸漬でも30分浸漬でも吸収量は第15表と第16表に示すように大差ない。これは 結束して浸漬すると、各板の裏側の空間に、液が侵入し、そこにたまっていて、浸漬槽から取り出された後も、その液がゆっくり板に浸透するため、短時間浸漬でも処理むらや吸収量の低下も少ない。

これらの結果から、現場処理はフローリングを結束したまま数十秒という短時間浸漬でもさしつかえないことが明らかとなった。ただ、浸漬に際して、結束した板と板の間に空気ができるだけ追い出すために、液中でその東を数回ゆするようにすることが必要である。

5-2-4. 油剤浸漬処理によるフローリングの寸法変化

浸漬処理は人工乾燥が終り、切削加工もすませた製品を処理するのであるから、油剤が浸透後、板の寸法が変化しては、施工の際に支障をきたす。そこで浸漬処理後、板の各部分の寸法を測定して、処理前の寸法と比較してみた。その結果は第16表に示す。同表にみると巾が多少大きくなっているが、+0.15mmであって、ほとんど実用上は支障がない。

厚さ方向の場合は、全体の厚さより、オザネ、メザネの変化が重要なので、その部分を測定した。その結果ではほとんど変化がない。油剤処理は板の寸法をほとんど変化させず、防虫処理製品が、無処理製品と比べて施工上からみて問題はないことが明らかとなった。

5-2-5. 浸漬処理した製品中の薬剤の分布

油剤で浸漬処理した製品のなかの薬剤の分布があまり表面のみでは、施工の際に、塗装のためにサンダー仕上げや、ほんのわずか削られても無処理面が出るようでは防虫効果が減退する。r-BHC処理の板の薬剤分布の状態をしらべた結果を示すと第17表の通りである。

第17表 5% r-BHC油剤処理したナラフローリング中のr-BHCの薬剤量

板の種類	処理時間	油剤吸収量よりの計算値	測定値 (ppm)				
			木口付近		板の中央部		
			kg/m ²	ppm	表層	内層	
辺材	20秒	15.41	1,071	2,480	1,800	1,140	350
材	1分	17.19	1,188	3,400	2,250	1,340	390
心材	20秒	12.44	809	2,660	1,720	940	160
材	1分	13.63	879	2,820	2,020	1,180	240

注：表層……表面から5mm深さまでの部分

内層……表面から5mm深さ以上の部分

虫害を受けるのは辺材であるから、辺材の薬剤の分布をみると、板の中央部において、表面から5mm深さまでの部分は20秒浸漬でも1000ppm以上となっており、その内層でも350ppm以上となっているので、多少削られたとしても、防虫効力はあまり低下しないことが明らかとなった。

その他の防虫剤の場合でも、溶媒として白灯油を使用していれば、液としての浸透はr-BHCの場合と変わらないはずであるから防虫剤の使用濃度を誤らない限り、浸漬処理した製品が多少表面が削られても、防虫効力は大きく低下することは考えられない。

5-3. 処理フローリングの防虫効果

防虫処理した製品が、実際にヒラタキクイムシに食害されないか、どうかを短期間に判定する防虫効力試験方法はまだ確立されていないので、その点何らかの手段で確認しておかないと不安である。その一つとして処理された板のなかの薬剤の定量を行なって、その量からまず防虫効果は十分付与されたと考えられるが、さらに実用的に防虫効果を確認する意味で、処理材を被害材を格納してある虫の生息密度の高い倉庫に入れておいた。

現在までにすでに約2年経過後において、無処理材は5枚の合計で、第1回の成虫の脱出期に虫孔が68個増加し、第2回の脱出期に50個の増加がみられたのに、油剤処理材も

散処理材のいずれもまだ新らしい虫孔の発生はなく、処理の効果が十分認められた。

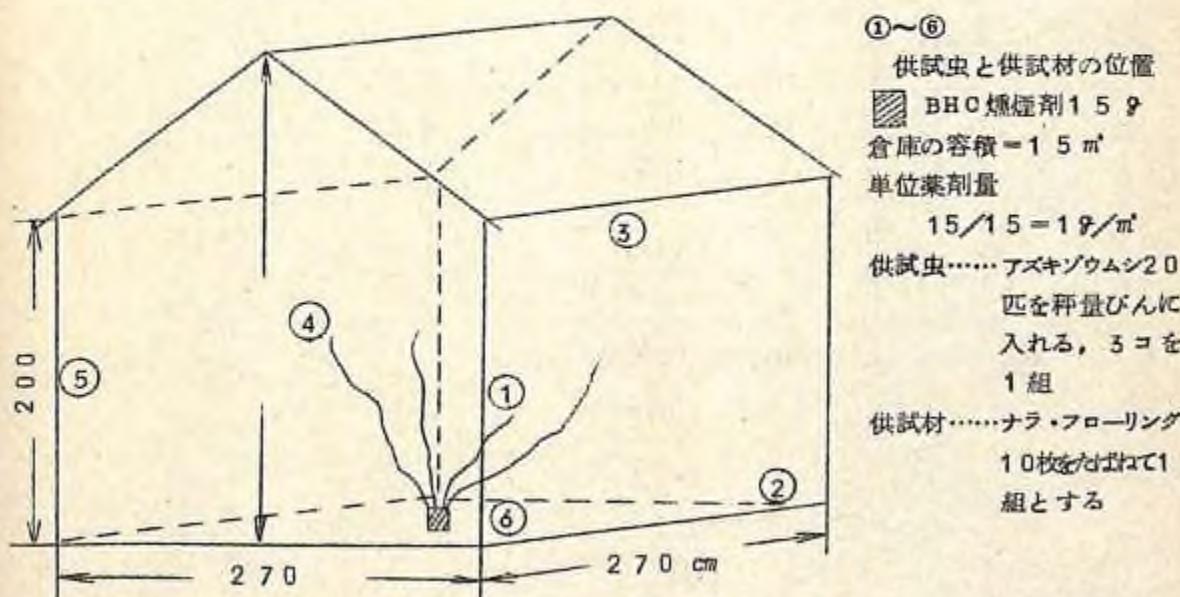
これらの結果と外国の実験結果(3年以上の効果)などを総合して判断すると、防虫処理された製品は今後もかなり長期間防虫効果を保持するものと考えられる。

6. 木材倉庫の防虫処理

被害調査の結果、なら材、南洋材などの各種の建材を貯蔵しておく木材倉庫が、一つの大きな感染源であると考えられたので、木材倉庫のなかはつねに木材を食害する虫の繁殖を防止しておかなければ、なら材に限らず、虫害を受けやすい南洋材の各種建材の集団発生の感染源となる可能性もある。

今後、ならフローリングは工場において防虫処理することによって、被害の発生はほとんど起らないかもしれないが、ヒラタキクイムシが食害する木材はなら材のみでなく、その他の国産広葉樹をはじめ、南洋材はほとんど食害するので、わが国のヒラタキクイムシの防除対策の1つとして、各地の木材の倉庫のなかの虫はつねに完全に防除しておかなければならない。

このような意味で木材倉庫の防除処理をいかにすべきかを検討したが、最も容易に実行でき、しかも効果的なのは燐煙処理ではないかと考へ、その実験を実際の倉庫で行なってみた。



第14図 燐煙処理した倉庫(No.1)の大きさと供試虫ならびに供試材の位置

No.1 倉庫の燃煙処理

第14図の倉庫は容積約15m³で密閉度の良好なプレハブの倉庫であった。この場合、リンデン含量15%の燃煙剤をたいた。これは倉庫容積に対して1g/m³に相当する。3分間燃焼し、煙が倉庫中に充満したが、約1時間後には煙はほとんど消失した。

燃煙効果を知るために、アズキゾウムシ20匹を入れた秤量ビン3個づつを①～⑥の位置に配置すると同時に、ならフローリングを10枚束ねて、同じ位置に置いた。

各Noの位置の説明

発煙筒の位置……270×270cmの床面のほぼ中心

①……………発煙筒より水平距離で1m、高さで1mはなれた棚の上

②……………床面上の隅、筒よりの距離1.5m

③……………発煙筒よりの水平距離は1mで、高さは2mの棚の上

④……………発煙筒よりの水平距離は1m、高さ1.5mの棚の上

⑤……………②と反対の隅で高さ1mの台の上

⑥……………発煙筒のすぐそばの床面

第18表 No.1 倉庫における秤量びん中のアズキゾウムシの3時間後の死虫率

位 置	ま ひ		死		死虫率%
	数	率(%)	数	率(%)	
①	3.7	9.2	1.6.3	8.1.5	9.0.7
②	4.0	10.0	1.3.0	6.5.0	7.5.0
③	4.0	10.0	1.6.0	8.0.0	9.0.0
④	7.0	17.5	1.4.5	7.2.5	9.0.0
⑤	5.7	14.2	1.4.3	7.1.5	8.5.7
⑥	7.7	19.2	1.2.5	6.2.5	8.1.7

数は3コのびんの平均値、まひの死虫率は実数の1/2

第19表 No.1 倉庫における燃煙後のフローリングの防虫効果
(アズキゾウムシの死虫率%)

接觸時間 板のNo	1	2	3	4	5	47
① - 1	54.2	82.5	94.2	96.7	100	-
① - 5	6.3	25.8	35.8	46.3	51.5	97.5
③ - 1	50.0	72.5	87.5	93.8	97.5	100
③ - 5	0	0	0	0	0	2.5
⑥ - 1	36.7	50.8	64.2	74.2	82.5	97.5
⑥ - 5	4.1	13.3	15.0	18.3	20.8	59.2
対 象 材	0	1.7	1.7	1.7	1.7	9.2

注 1. フローリングは燃煙後70時間経過したもの

2. 板の記号 ①-1 東の最上の板

①-5 東の中央の板

3. 死虫率は3コの平均値

秤量ビン中のアズキゾウムシの死虫率を第18表に示す。この結果によると燃煙はまず天井に吹きあげ、次第に下へおりてくるためか、①③④⑥の上部の位置の方が死虫率が高く、②⑤の床面の死虫率は低い。

フローリングの場合、結束した上面のものは、ビン中のアズキゾウムシの死虫率の高い位置の①③では防虫効果が高い。しかし⑥のものでも①、③より多少劣るが十分防虫効果がある。しかし、結束した内部の板の表面は①の位置以外は非常に防虫効果が低い。

No.2 倉庫の燃煙処理

No.2の倉庫は第15図に示してあるように大きい鉄骨スレート張りの倉庫であるが換気孔などがあって、密閉度はよくない。

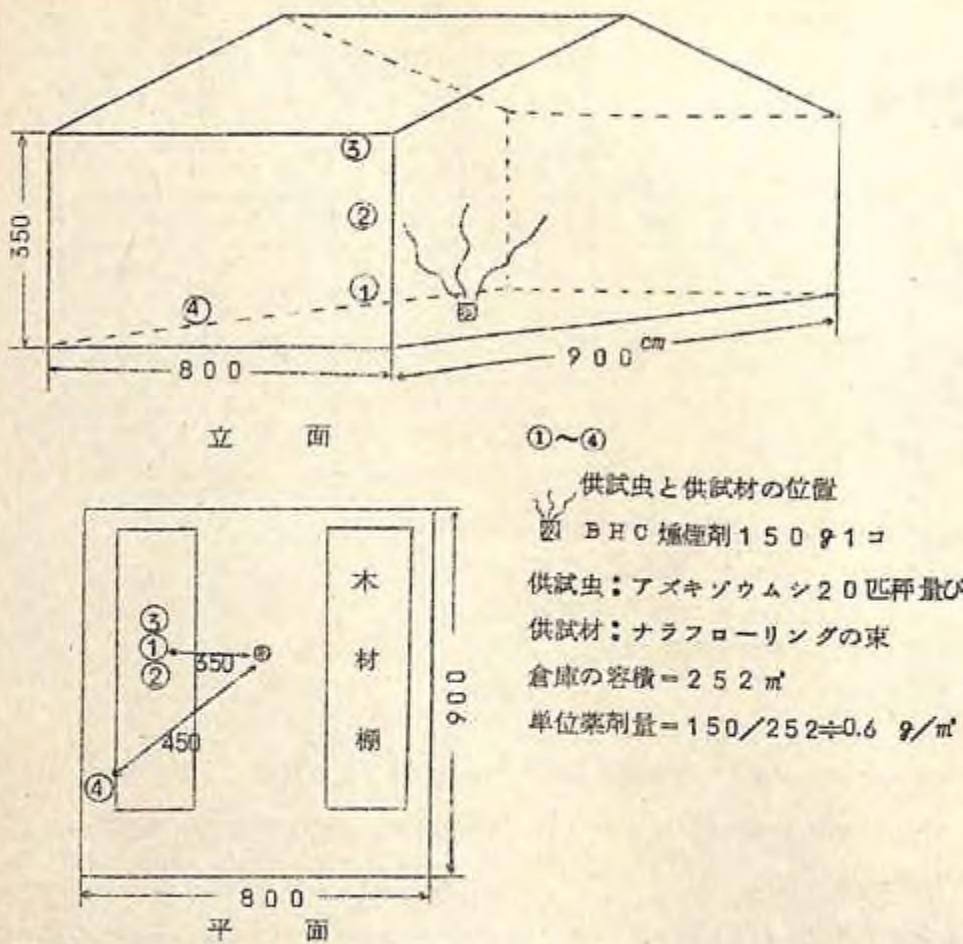
試験方法はNo.1の倉庫の場合と同じであるが、死虫率測定位置は第15図に示してあり、発煙筒との関係はつきの通りである。

①……………発煙筒より3.5mはなれた板材の積んである棚の中央部下の床面。

②……………①と同じ位置で、板材の積んである棚の中央部で床面より1mの高さ。

③……………①と同じ位置で、板材の最上段の中央部で、床面より2mの高さ。

④……………発煙筒より直線距離で4.5mの位置で、板の積んである棚の裏の狭い空間の床面。



第15図 燐煙処理した倉庫(No.2)の大きさと供試虫ならびに供試材の位置

これらの各位置の秤量ビン中のアズキゾウムシの死虫率を第20表、フローリングの表面の防虫効果を第21表に示す。

第20表によると、やはり、陰になる部分、床面は薬剤の到達が悪く、上部の③が最もよい。板の場合も、虫の場合と同じ傾向を示した。

第20表 No.2倉庫における秤量ビン中のアズキゾウムシの死虫率(%)

位 置	5 時間後		5 時間後	
	5 5.0	5 7.5	7 2.5	8 0.0
①	5 5.0	5 7.5	7 2.5	8 0.0
②	5 7.5	5 7.5	7 5.0	7 6.7
③	5 7.5	7 2.5	9 5.0	9 5.3
④	4 7.5	5 0.0	7 7.5	6 8.2
	5 5.0	5 6.6	6 0.0	6 7.5

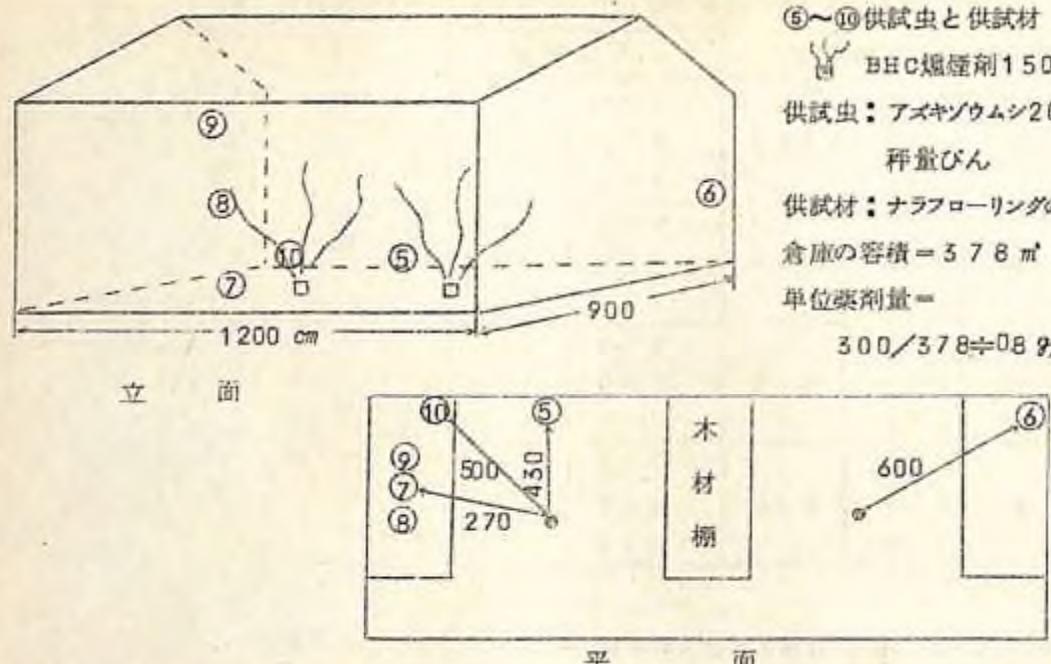
第21表 No.2倉庫における燐煙後のフローリングの防虫効果
(アズキゾウムシの死虫率%)

接觸時間 板のNo.	1	2	3	5	23	46	52
②-1	5.0	15.0	27.5	40.0	57.5	95.0	97.5
	25	10.0	17.5	42.5	55.0	95.0	97.5
	0	12.5	22.5	45.0	90.0	97.5	100
平均値	2.5	12.5	22.5	42.5	67.5	95.8	98.3
④-1	5.0	10.0	35.0	42.5	40.0	82.5	87.5
	0	5.0	7.5	45.0	67.5	90.0	92.5
	2.5	17.5	22.5	17.5	67.5	97.5	97.5
平均値	2.5	8.3	23.3	35.0	58.3	88.3	92.5
対照材	0.8	0.8	0.8	0.8	3.3	5.0	5.0

No.3の倉庫の燐煙処理

No.3の倉庫も構造はNo.2と同じ鉄骨スレートで密閉度はよくない。薬剤量は倉庫の容積に対して、No.1とNo.2の倉庫の中間であって、供試虫の死虫率もほぼ中間的な値であった。

死虫率測定位置は第16図に示してある通りであって、⑦⑧⑨の位置はNo.2倉庫の①②③とほぼ同じ位置、⑩は発煙筒から4.5 mの床面でその間に何ら障害物はない。⑪と⑫は棚の裏の隅である。



第16図 煙燻處理した倉庫(No.3)の大きさと供試虫ならびに供試材の位置

第22表 No.3倉庫における秤量びん中のアズキゾウムシの死虫率(%)

位置	3時間後	5時間後
⑤	77.5	82.5
	75.0	92.5
	70.0	95.0
⑥	65.0	87.5
	67.5	80.0
	67.5	82.5
⑦	72.5	85.0
	72.5	95.0
	70.0	90.0
⑧	77.5	90.0
	66.0	92.5
	72.5	90.0
⑨	77.5	95.0
	87.5	92.5
	96.0	97.5
⑩	67.5	85.0
	65.0	85.0
	60.0	92.5

-270-

⑤～⑩供試虫と供試材
BHC煙燻剤150g/2コ
供試虫：アズキゾウムシ20匹入
秤量びん
供試材：ナラフローリングの束
倉庫の容積=378m³
単位薬剤量=
 $300/378 \div 0.8 = 0.8 \text{ g/m}^3$

第23表 No.3倉庫における煙燻後のフローリングの防虫効果
(アズキゾウムシの死虫率%)

接觸時間 板のNo.	1	2	3	5	23	46	52
⑥-1	5.0	17.5	22.5	32.5	60.0	90.0	90.0
	0	5.0	17.5	25.0	77.5	97.5	100
	0	10.0	17.5	35.0	65.0	92.5	95.0
平均値	1.7	10.8	19.2	30.8	67.5	93.3	95.0
⑨-1	7.5	20.0	25.0	50.0	92.5	100	
	5.0	15.0	30.0	50.0	100	—	
	0	12.5	35.0	47.5	100	—	
平均値	4.2	15.8	30.0	49.2	97.5	100	
対象材	0.8	0.8	0.8	0.8	3.3	5.0	5.0

注：煙燻処理後3時間経過した時、板を取り出し、虫を接觸させた。

実験結果は第22表、第23表に示す通り大体No.2と同じ傾向を示し、上部の位置の方が効果が大きく、物陰の位置は効果が少ない。

以上3回の実験で、倉庫の煙燻処理は倉庫容積1m³当たり0.8～1.0gが効果的であり、煙燻をする前にできるだけ煙が外に出ないように、漏出しそうなすべての隙間をふさいで密閉度を高めておかなければ効果が半減してしまうことがわかった。また、薬剤の効果は倉庫の上部に強く、床面は弱い。板が結束してあつたり、重り合っている場合の内部の板にはあまり薬剤の効果はなく、どの位置でも、防虫効果の強いのは表面材である。それ故、煙燻処理する前に、多量の板が積みこまれているなかの一部にすでに被害を受けている板が混入している、煙燻処理によって完全に死滅させることは不可能であろう。ただ、5～7月の成虫の発生期にたびたび、煙燻処理を行なっておけば、少なくとも、外部から倉庫内の板への新しい虫の侵入は防止できる。また、たとえ被害材が倉庫中に多少あったとしても、煙燻処理しておけば、同一倉庫内での他の板材への再感染は十分防止できるものと考えられる。

処理の間隔はこの一連の実験では決定できなかったので、正確なことはいえないが、およそそのところ成虫の発生期には木材倉庫では半月に1回程度処理しておけばまず安全であろうと考えられる。

とくに煙燻処理で注意すべきことは、煙燻中は、絶対に人間はそのなかに入らないで、煙燻終了後3時間経過してから入るようにする。煙燻処理した板は、一時的には防虫効力を持っているが、短期間に薬剤は消失してしまうので、そのあと虫に食害されないという保証は

何もないから、無処理の材料であるなら、燃煙処理に関係なく薬剤による防虫処理は施されなければならない。

7. 総括ならびに結論

ならフローリングが東京のある団地で集団的にヒラタキタイムシの被害を受けたということにより、北海道産なら材の需要確保という意味と、ヒラタキタイムシの防除対策の具体的手法の確立を期することを目的として本実験が始められたが、2年間に被害調査から工場における防虫処理、木材倉庫の防除処理などほぼ所期の目的を達成することができた。

研究の結果の要点をまとめてみるとつぎの通りである。

- ① 被害調査結果によれば、東京で発生した被害はヒラタキタイムシによるものであって、東京の木材倉庫でまず感染したフローリング・ボードが施工され、使用されている間に次第に被害程度、被害範囲が拡がったと推定された。また、被害材は辺材のある板のみであった。
- ② 被害調査の結果から、フローリングの防虫は工場で防虫処理しなければ、完全に防除できないことが明らかとなった。
- ③ 工場で防虫処理する方法は工場の実態調査の結果から、製材直後の原板に対する拡散法処理（砕砂・砕石混合物による）と、仕上り製品に対する油剤による浸漬処理のいずれかの工程で処理を行なえば、現在の工程をほとんど変更することなく効果的な防虫処理が可能であることが明らかとなった。
- ④ 木材倉庫の防除対策としては燃煙処理が最も適当で、適当な間隔をおいて実施すれば倉庫内の虫の防除は十分に期待できる。

以上のように具体的防除対策が確立されたので、生産者、取引業者らが、経済性と防虫効果とを比較して、防虫処理の工程と処理法、それに使う薬剤の選定を行なって実行すれば、少なくともならフローリングに関してはヒラタキタイムシの被害の発生は完全に防止できるものと確信する。

現に、北海道のならフローリング工場ではT-B-HOの油剤浸漬を二年前より実施中であり、その後は東京をはじめ本州の各地方でならフローリングの被害発生は一件も報告されていない。

それ故、もし需要者が過去において、ならフローリングが虫に食われたという実績のみ

にこだわって現在使用をためらっているとしたならば、それは杞憂にすぎない。少なくとも、工場で防虫処理した製品であるならば、いかなる所に使用されようとも虫害の発生はまずないものと考えて安心して利用すべきである。

8. 今後に残された問題

- ① 防虫処理法は確立したとしても、生産者がどの製品に対しても、所定の方法と薬剤で防虫処理を実行しているか、どうかは処理現場を確認しないかぎり需要者にとって簡単に確認する方法がない。そのため現在においては生産者の良心に頼る他はない。しかし、それでは不安であるから、防虫処理製品であるかどうかを確認する防虫効力試験方法を早急に確立する必要がある。
 - ② 現在油剤処理に使用されている薬剤はいずれも有機塩素系化合物である。これらのなかには人体に対する毒性もかなり強いものもあるので、工場作業においても十分注意して使用しないと危険である。ただ、処理された製品が建物の床に使用された場合は、直接人体のなかに入る確率は非常に少ないので、食物に使用された場合ほど危険を感じる必要はないかもしれないが、一応薬剤処理してある材料であるという認識は必要で、それ相当の注意をもって施工し、取扱う必要がある。
- それ故、研究課題としては現在ある防虫剤より人体に対する毒性の少ない、しかも防虫効力は十分にある薬剤を開発するか、薬剤に頼らないで、熱またはその他の物理的手法によって虫害を受けない材質に変質させる手段を開発する必要がある。
- ③ ならフローリングに対する防虫処理はほぼ確立したが、ヒラタキタイムシの被害を受けるのは、なら材のみでなく、最近とくに多く利用されているラワンをはじめ南洋材も同じであるから、これらの材も工場生産の過程で防虫処理をして、需要市場に出すという態勢を早急に確立するよう努めなければならない。

参考文献

被害調査関係

- (1) 野瀬 雄、古田公人：ならフローリングに発生したヒラタキクイムシについて、
第80回 日林講 pp.267-268 1969
- (2) 野瀬 雄：ヒラタキクイムシの話、山林No1021, pp1~6, 1969
- (3) 小泉 力：ナラ・ラワン材の害虫—ヒラタキクイムシ類の被害一、北方林業VOI.22,
No.2, pp.57~59, 1969

防虫処理関係

- (1) 布村昭夫：ヒラタキクイムシの生態と防除、北林産試月報203, p.1~6, 1968
- (2) 布村昭夫、大山幸夫、齊藤光雄：硫酸塩によるナラフローリングの防虫処理、
北林産試月報, 215, p.1~6, 1969.
- (3) 森 八郎：ヒラタキクイムシの防除に関する研究(1) 化学的防除、慶大日吉論文集
自然科学編5, p.97~114, 1964.
- (4) Prevention of *Lyctus* attack in sown hardwoods by use
of "contact" insecticides, FPRL Leafl. No43, July, 1963
(London)
- (5) Eeenther, G.R. : Effectiveness following kiln-drying of
insecticides applied to green lumber to control *Lyctus*
powder-post beetle attack, PPJ, 14, 10 p.477-480, 1964
- (6) Standard Assoc. of Austr. A.S. No. 60 (1959)
抄訳—合板工業No12, p.14 (1959)

造林木の材質

質 材 の 研 究

I 試験担当者

調査部長 加納 孟(元木材部材料科長)

木材部材料科長 山井良三郎

組織研究室 須藤彰司

物理研究室 藤木自輔(現東京農工大学)

強度研究室 高見 勇(現岐阜大学), 近藤孝一, 中井 孝

材質研究室 中野達夫, 中川伸策, 斎藤久夫, 小田正一, 重松頼生(現信州大学), 石原重春(現調査部)

元加工科長 寺沢 真(現名古屋大学)

乾燥研究室 筒本卓造

集成材研究室 菅野義作 森屋和美 千葉保人

II 試験目的

戦後, 木材の需要量にたいして供給がともなはず, 森林の生産量の増大のために短伐期早生樹種による拡大造林の計画がすすめられ, 漸くその成果が上げられようとしている。

しかるに, この短伐期早生樹種として生産されているもののうちには, いわゆる, 未成熟材としてかなり低品質なものがおく, 利用上の重要な支障を与えており, その材質向上がのぞまれている。

この研究は, このような意味で短伐期早生樹種としてとり上げられている造林木の材質の実態をあきらかにするとともに, 材質低下の要因とその改善法を検討するとともに, さらに新しい加工技術によって, その材質改良の可能性について検討したものである。

III 試験の経過と得られた成果

得られた成果は, アカマツ造林木の用材品質, 基礎材質, カラマツの構造傾斜, カラマツ丸太, 角および板材の高温乾燥試験ならびに集成材製造試験などに関するものである。

1. アカマツ造林木の用材品質

短伐期で生産されている造林木は, その利用材積にしめる未成熟材部の比率が大きく, 長伐期のものにくらべて, その材質は一般に劣っているとされている。

本報では, わが国の主要な造林樹種の1つであるアカマツについて, 主としてその未成熟材部から木取られた角材を建築材として利用した場合の欠点のあらわれかたを調査し, その利用上に

おける問題点を把握するとともに、材質に与える生産技術の影響を検討し、その結果を優良材生産のための育林技術に反映させることを目的とした。

1-1 調査地と供試木の概要

調査地としては、東京営林局笠間営林署管内8林班および青森営林局一ノ関営林署管内4林班の2つのアカマツ造林地を選んだ。これらの調査においては、それぞれの林班内に面積約0.6～0.7haのPlotをもうけ、林分調査をおこなった。その概況は表-1のとおりである。

表-1 調査地の概況

調査林分	所 在 地	標 高 (m)	林 齢 (年)	傾 斜		伐採時の立木本数 (本/ha)	調査地面積 (ha)
				方 向	傾 斜 度		
A	東京営林局笠間営林署管内8林班	300	63	北	21°	548	0.5806
B	青森営林局一ノ関営林署管内4林班	180	59	北	16°	413	0.7171

また、供試木の概要は表-2にしめすとおりである。

これらの2林分について、供試木の胸高直径べつに樹高、枝下高、完満度など表-3にしました。

表-2 供試木の概要

林分	供試木番号	樹 高 (m)	胸 径 (cm)	枝 下 高 (m)	完 満 度 (H/D)	枝下高率 (%)	枝 条 率 (%)
A	18	2.22	34	1.51	6.53	68.0	4.8
	20	2.30	42	1.40	5.48	60.9	7.7
	29	2.41	42	1.54	5.74	63.9	6.5
	32	2.35	44	1.64	5.34	69.8	5.7
	39	2.25	38	1.53	5.91	68.2	4.8
	52	2.23	36	1.49	6.19	66.8	4.1
	53	2.10	38	1.37	5.53	65.2	7.5
	54	2.22	36	1.59	6.17	71.6	5.8
	68	2.02	40	1.38	5.05	68.3	7.1
	75	2.39	40	1.40	5.98	58.6	7.1
	79	2.57	44	1.49	5.84	58.0	7.6
	87	2.29	46	1.35	4.98	59.0	8.9
	93	2.40	38	1.61	6.32	67.1	5.0
	94	2.49	38	1.85	6.55	73.5	4.8
	99	2.39	46	1.59	5.20	58.2	7.1
	111	2.15	50	1.39	4.30	64.7	9.5
	125	2.00	38	1.07	5.26	53.5	10.6
	126	2.29	40	1.22	5.73	53.3	4.8
	128	2.23	50	1.30	4.46	58.3	7.3
	129	2.40	48	1.54	6.00	64.2	5.5
	131	2.14	38	1.20	5.63	56.1	7.0
	133	2.28	40	1.32	5.70	57.7	8.4
	136	2.44	40	1.70	6.10	69.7	4.3
	142	2.27	36	1.30	6.31	57.5	9.2
	148	2.47	48	1.75	5.15	70.9	8.5
	150	2.25	36	1.41	6.25	62.7	5.7
	151	2.31	42	1.52	5.50	65.8	5.7
	161	2.43	50	1.33	4.86	54.7	5.2
	165	2.60	48	1.75	5.42	67.3	3.5
	174	2.56	48	1.73	5.33	67.6	5.4
	177	2.29	50	1.32	4.58	57.6	11.5
	189	2.32	36	1.63	6.44	70.3	3.2
	197	2.31	48	1.60	4.81	69.3	7.8
総 括		2.00～ 2.31 ～2.60	34～ 42.1 ～50	1.07～ 1.43 ～1.83	4.50～ 5.60 ～6.55	5.33～ 5.60 ～6.55	5.0～ 6.36 ～7.35

林分	供試木番号	樹高 (m)	胸径 (cm)	枝下高 (m)	完満度 (H/D)	枝下高率 (%)	枝条率 (%)
B	3	2.78	34	1.75	7.94	6.29	3.9
	9	2.54	38	1.66	6.68	6.54	4.5
	20	2.63	48	1.59	5.48	6.05	5.6
	25	2.65	32	1.80	8.28	6.79	3.1
	26	2.64	36	1.68	7.53	6.56	4.7
	29	2.70	32	1.50	8.18	4.81	9.8
	32	2.72	36	1.59	7.56	5.85	4.1
	39	2.44	30	1.54	7.87	6.31	5.7
	43	2.45	32	1.55	7.59	6.38	6.0
	44	2.54	42	1.74	5.91	6.85	4.2
	47	2.57	30	1.70	8.29	6.61	3.5
	49	2.58	36	1.56	7.17	6.05	5.4
	50	2.53	28	1.93	9.04	7.63	3.6
	54	2.69	44	1.69	6.11	6.28	6.9
	57	2.58	36	1.58	7.17	5.35	6.0
	59	2.54	32	1.81	7.70	7.13	5.8
	60	2.55	36	1.69	6.89	6.63	4.1
	64	2.55	42	1.75	6.07	6.86	5.2
	66	2.44	24	1.75	10.00	7.17	2.7
	72	2.30	30	1.66	7.67	7.22	6.7
	74	2.07	30	1.29	6.68	6.23	8.9
	78	2.33	26	1.67	8.63	7.17	3.5
	79	2.45	36	1.35	6.81	5.51	4.2
	81	2.44	30	1.13	8.18	4.63	7.0
	86	2.34	30	1.58	7.80	6.75	5.2
	87	2.29	28	1.49	7.90	6.51	4.5
	88	2.33	26	1.47	8.96	6.31	4.8
	93	2.04	38	1.17	5.37	5.74	1.19
	96	2.04	30	1.21	6.58	5.93	7.5
	107	2.43	38	1.48	6.39	6.09	4.9
	125	2.14	38	1.14	5.63	5.33	6.7
	137	1.79	36	1.00	4.97	5.59	1.02
	143	2.20	30	1.36	7.33	6.18	6.2
	155	2.07	38	9.4	5.31	4.54	9.9
	158	1.90	32	1.09	5.94	5.74	7.4
	162	2.12	28	1.25	7.57	5.90	9.1
	170	1.91	28	1.27	6.82	6.65	1.19
	187	2.28	30	1.39	7.60	6.10	4.2
	195	2.52	32	1.89	7.88	7.50	4.1
	203	2.50	38	1.80	6.41	7.20	5.4
	206	2.48	32	1.64	7.75	6.61	4.5
	210	2.66	32	1.78	8.31	6.69	3.1
	215	2.44	32	1.60	7.63	6.56	4.9
	226	2.62	46	1.67	5.70	6.37	5.7
	228	2.55	38	1.72	6.54	6.75	3.6
	233	2.63	40	1.51	6.58	5.74	5.6
	236	2.56	30	1.70	8.53	6.64	4.5
	248	2.45	36	1.89	6.81	7.71	4.4
	256	2.43	30	1.52	7.84	6.26	4.2
	263	2.53	36	1.53	7.03	6.05	6.9
	274	2.56	36	1.56	7.11	6.09	6.4
	278	2.56	36	1.47	7.11	5.74	6.4
	280	2.36	30	1.71	7.61	7.25	5.2
	281	2.46	28	1.78	8.48	7.24	3.8
總括	1.7.9~ 2.4.2 ~2.7.8	2.4.0~ 5.3.7 ~4.8.0	9.4~ 1.54 ~1.9.3	4.9.7~ 7.2.4 ~1.0.0.0	4.5.4~ 6.3.4 ~7.7.1	2.7~ 5.7 ~1.2.0	

表-3 胸高直径べつの樹高、枝下高、幹材積および用材利用率

林分	胸高直径 (cm)	供試木本数 (本)	平均樹高 (m)	樹高範囲 (m)	平均 枝下高 (m)	枝下高範囲 (m)	完満度 (H/D)	幹材積 (I=II+III+HV) (m ³)	枝下高まで 幹材積 (II) (%)	枝下上部から 丸太径 8 cm までの幹材積 (III) (%)	梢頭部材積 (IV) (%)	枝条材積 (%)
A	34	1	2.22	2.22~2.32	1.51	1.30~1.63	6.53	1.175.6	93.5	6.4	0.3	4.8
	36	5	2.26	2.00~2.49	1.48	1.07~1.83	6.57	1.111.0	91.2	84	0.4	5.2
	38	6	2.23	2.28~2.41	1.44	1.22~1.70	5.87	1.256.2	8.90	1.07	0.4	6.3
	40	5	2.28	2.02~2.44	1.40	1.49~1.52	5.71	1.485.8	8.83	1.13	0.4	6.3
	42	3	2.34	2.30~2.41	1.49	1.40~1.52	5.57	1.519.2	9.02	9.6	0.2	6.6
	44	2	2.46	2.35~2.57	1.57	1.49~1.64	5.54	1.641.8	9.08	8.8	0.4	6.7
	46	2	2.34	2.29~2.59	1.37	1.35~1.59	5.09	2.028.6	8.75	1.25	0.3	8.3
	48	5	2.47	2.31~2.60	1.67	1.54~1.75	5.34	2.028.2	9.32	6.6	0.2	6.1
	50	4	2.28	2.15~2.45	1.34	1.30~1.59	4.55	1.988.0	8.46	1.52	0.2	8.3
総括	4.21	35	2.51		1.43		5.60	1.566.0	8.96	1.01	0.3	6.5
B	24	1	2.44		1.75		1.00	0.541.9	93.9	5.1	1.0	2.7
	26	2	2.53	2.33	1.57	1.47~1.67	8.80	0.561.3	91.5	7.8	1.0	4.1
	28	5	2.26	1.91~2.53	1.54	1.25~1.93	7.96	0.622.3	90.4	8.6	0.9	6.6
	30	12	2.54	2.04~2.57	1.48	1.3~1.71	7.67	0.755.1	8.85	1.08	0.7	5.7
	32	9	2.48	1.90~2.70	1.61	1.09~1.89	7.70	0.926.6	8.94	1.01	0.6	5.4
	34	1	2.78		1.75		7.94	1.114.4	9.25	6.8	0.7	3.9
	36	11	2.49	1.79~2.72	1.52	1.00~1.89	6.91	1.066.7	8.74	1.20	0.5	5.7
	38	7	2.52	2.04~2.55	1.42	9.4~1.80	6.05	1.180.1	8.72	1.23	0.4	6.7
	40	1	2.65		1.51		6.58	1.336.6	8.78	1.18	0.4	5.6
	42	2	2.55		1.75	1.74~1.75	5.29	1.446.8	9.18	8.0	0.3	4.7
	44	1	2.69		1.69		6.11	1.435.5	9.23	7.4	0.4	6.9
	46	1	2.62		1.67		5.70	1.316.4	9.04	9.2	0.4	5.7
	48	1	2.63		1.59		5.48	1.885.1	8.78	1.19	0.2	5.6
総括	33.7	54	2.42		1.54		7.24	0.965.7	8.89	1.05	0.6	5.7

1-2 用材利用率

Plot AおよびBの2林分について、幹の全材積、枝下高までの幹材積、枝条材積などを集計して表-4に示す。梢頭材積と枝条材積の合計は約2.28～2.19 m³/haで、幹材積に換算すると約7%程度にあたっており、すでに調査したカラマツ造林木が約10%であったにくらべると若干小さい。

表-4 林分別用材利用率

林分	全幹材積 (I=II+ III+IV)	枝下高までの 幹 材 積 (II)		枝下上部から丸太径 8 cmまでの幹材積 (III)		梢頭部材積 (IV)		枝条材積	
		m ³ /ha	m ³ /ha	%	m ³ /ha	%	m ³ /ha	%	m ³ /ha
A	33.5315	30.0442	89.6	33.867	10.1	1.006	0.3	21.795	6.5
B	31.4646	27.9720	88.9	33.038	10.5	1.888	0.6	20.137	5.7

1-3 素材品等

Plot A, Bの林分から伐倒した供試木について、材長4 mの丸太を採材したが、各Plotで、供試木の胸径級ごとに採材した丸太径級別の採材本数、およびこの採材丸太と採材位置を無視して丸太径級別に総括したときの調査本数、丸太径級を無視してその採材位置別に総括したときの調査本数を表-5にしめした。

これらの供試丸太についてJAS(1968)による素材の品等区分をおこない、その調査結果を表-6にしめす。

Plot A, Bの林分を総括して、素材品等を径級別と採材位置別にみると、径級30 cm以上の素材ではその1番玉で曲がりに関する欠点が主要な制限因子となっており、3番玉では節に関する欠点が制限因子となり、その中間の2番玉では、この2つの欠点因子がそれぞれ独立の制限因子として作用しており、その結果、素材の総合品等で1等級に相当するものは1番玉に約11%程度あらわれているが、2, 3番玉では皆無である。また、径級30～18 cmの素材では、同様に1番玉で曲がりの欠点が主要な制限因子となり、3, 4番玉では、節の欠点が制限因子となっており、その中間の2番玉では、この2つの欠点因子がそれぞれ独立の制限因子として作用しており、その結果、素材の総合品等で1等級に相当するものは1番玉で6.2%, 2番玉で2.0%, 3, 4番玉では皆無であった。これらの結果から、丸太径級にかかわらず、一般に採材位置の低いものの品等がすぐれているといえる。

表-5 調査平角本数

林分	胸径範囲 (cm)	丸太径級 (cm)	採材位置 (番玉)	調査本数 合計	採材位置別調査本数			
					一番玉	二番玉	三番玉	四番玉
A	47～50	44～50	1～5	23	10	10	5	
		50～59	3～4	10			6	4
		44～49	1～4	33	10	10	9	4
	34～58	32～30	1	9	9			
		50～48	1～4	26	4	12	9	1
		52～58	1～4	35	13	12	9	1
		44～50	1～3	32	19	10	5	
		30～18	1～4	36	4	12	15	5
		44～18	1～4	68	23	22	18	5
B	34～48	36～30	1～2	21	17	4		
		30～22	1～4	39	5	18	14	2
		36～22	1～4	60	22	22	14	2
	25～52	30～	—	0				
		30～20	1～3	44	23	19	2	
		36～30	1～2	21	17	4		
		30～20	1～4	83	28	37	16	2
		36～20	1～4	104	45	41	16	2
A+B	25～50	44～50	1	36				
			2	14				
			3	3				
		30～18	1～3	53				
			1	32				
			2	49				
			3	51				
		44～18	4	7				
			1～4	119				
			1	68				
			2	63				
			3	34				
			4	7				
			1～4	172				

表 - 6 素 材

林分	胸径範囲 (cm)	丸太径級 範 囲 (cm)	採材位置 (番玉)	欠 点 因									
				曲りに 関する等級					節に				
				1		2		3		4		1	
				n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
A	47~50	50	1~5	11	47.8			7	30.4	5	21.7	12	52.2
	47~50	30~19	3~4	7	70.0	3	30.0						
	34~38	30~	1			1	11.1	1	11.1	7	77.8	9	100.0
	34~38	30~18	1~4	12	46.2	12	46.2	2	7.7			9	54.6
	34~50	30~	1~5	11	34.4	1	3.1	8	25.0	12	37.5	21	65.6
	34~50	30~18	1~4	19	52.8	15	41.7	2	5.6			9	25.0
B	34~48	30~	1~2	2	9.5	2	9.5	8	58.1	9	42.8	18	85.7
	34~48	30~22	1~4	14	35.8	12	48.6	6	15.4			6	15.4
	25~32	30~	—										
	25~32	30~22	1~3	6	13.7	26	59.1	12	27.3			23	52.3
	25~48	30~	1~2	2	9.5	2	9.5	8	58.1	9	42.9	18	85.7
	25~48	30~22	1~4	20	24.1	45	54.2	18	21.7			29	54.9
総括 (A+B)	25~50	30~	1	4	11.1	1	2.8	15	56.0	18	49.9	36	100.0
			2	8	57.1	2	14.3	2	14.3	2	14.3	3	21.4
			3	1	33.3			1	33.3	1	33.3		
			総 括	15	24.5	3	5.7	16	30.2	21	39.6	39	75.6
	25~50	30~18	1	2	6.2	18	56.2	12	37.4			32	100.0
			2	16	32.6	27	55.1	6	12.2			6	12.2
			3	17	54.9	12	38.8	2	6.5				
			4	4	57.1	5	42.8						
			総 括	39	32.8	60	50.4	20	16.8			38	51.9

品 等

子 関する等級										総 合 等 級						調査本数	
2		3		4		1		2		3		4					
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
4	17.4	3	13.0	4	17.4	3	13.0	4	17.4	8	34.8	8	34.8	23			
1	10.0	9	90.0					1	10.0	9	90.0			10			
5	19.2	12	46.2			1	3.8	17	65.4	8	30.8			26			
4	12.5	3	9.4	4	12.5	3	9.4	5	15.6	9	28.1	15	46.9	32			
11	30.6	16	44.4			1	2.8	18	50.0	17	47.2			36			
10	25.6	23	58.9			1	4.8	1	4.8	9	42.9	10	47.6	21			
12	27.3	9	20.5			2	4.5	21	47.7	21	47.7			44			
22	26.5	32	58.6			1	4.8	1	4.8	9	42.9	10	47.6	21			
4	28.6	3	21.4	4	28.6			4	11.1	1	2.8	13	36.0	18	49.9	36	
								5	35.7	4	28.6	5	55.7	14			
4	7.5	4	7.5	6	11.3	4	7.5	6	11.3	18	53.9	25	47.2	53			
26	53.0	17	34.7			1	2.0	26	53.0	22	44.9			49			
7	22.6	24	77.5			7	22.6	24	77.5	7	100.0			31			
33	27.7	48	40.3			3	2.5	51	42.9	65	54.6			119			

1-4 製材品の品等

Plot A および B の林分から採材した合計 119 本の丸太について、図-1 にしめすよう にそれぞれの丸太の樹心部分から、厚さ 1.2 cm × 幅 2.1 cm の心もち平角材を木取り、この平角材について構造用材としての品質の調査をおこなった。これは、アカマツ材では、このような心もち平角材が一般的な製品として製材されているためである。さらに、この研究の目標とした未成熟材の特性が、製品の実用品質にどのような影響を与えているかを検討することを目的としたためである。

1-4-1 製材品の品等

採取した心もち平角材について、その製材品の欠点として、丸身、節、割れ、繊維傾斜、平均年輪幅、ねじれおよびそりなどを調査し、各欠点のあらわれかたとこれらの欠点の程度によって、JAS による製品の品等区分をおこないその結果を表-7 にしめした。また、この結果からさらに製品品等の主要な制限因子となる欠点について検討するため、各欠点因子による製品品等の累加頻度を林分べつ、丸太径級べつおよび素材の採材位置べつに比較し、それぞれ図-2, 3 および図-4 にしめした。

この結果を概観すれば、心もち平角材の品等に著しい影響を与える欠点因子としては、丸身、節、材面割れ、繊維傾斜度などが着目される。このうち、丸身は丸太径級と関係し、材面割れの発生は製品の取り扱いによって影響をうける欠点因子であるとすると、節と繊維傾斜度がアカマツ平角材において、最も基本的な欠点因子であると考えられる。

また、素材の採材位置べつに角材の品等をくらべると、図-4 にしめすように、節と繊維傾斜度に関する欠点因子のあらわれかたは、一般に、採材位置の低いものほど上位等級の出現度が高い。

図-1 供試丸太の木取り法

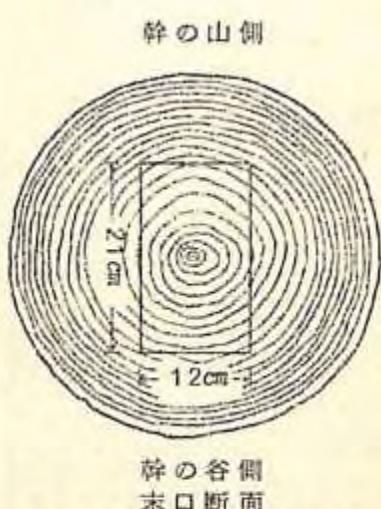


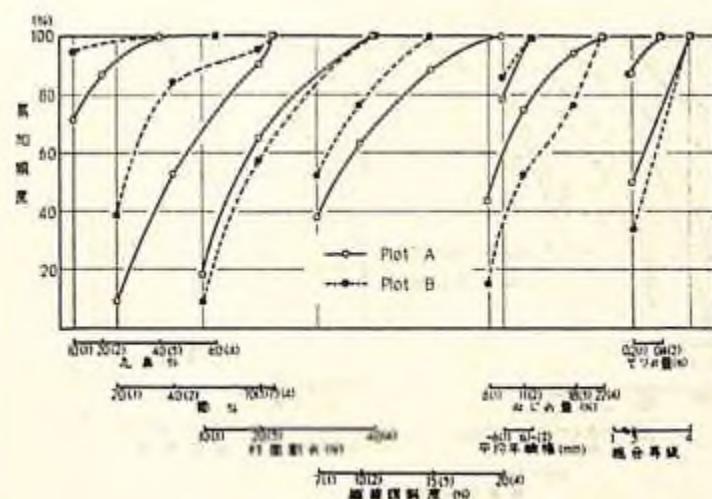
表-7 平角材の各欠点因子による品等およびこの欠点因子を総括した製品の品等区分

林分	胸径 (cm)	丸太径 範囲 (cm)	探材位置 (番玉)	欠 点 因 子																繊維傾斜の等級											
				丸 身 に 関 す る 等 級								筋 に 関 す る 等 級								割 れ の 等 級											
				特 等		1 等		2 等		3 等		特 等		1 等		2 等		3 等		1 等		2 等		3 等							
				n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%						
A	47~50	30~	1~3	18	78.1	3	15.0	2	6.7			9	39.1	12	52.1	2	8.7	5	21.7	12	52.1	6	26.0	7	30.4	7	30.4				
		30~19	3~4	4	40.0	1	10.0			5	50.0	5	50.0	5	50.0	2	20.0	6	60.0	2	20.0	1	10.0	5	50.0						
		19~	1~4	22	66.7	4	12.1	2	6.1	5	15.1	14	42.4	17	51.5	2	6.1	7	21.2	18	54.5	8	24.2	8	24.3	12	36.4				
		54~58	30~	1	5	55.5	2	22.2	2	22.2			5	55.5	5	55.5	1	11.1	1	11.1	3	33.3	5	55.5	4	44.4	2	22.2			
		30~18	1~4	8	50.7	6	25.0	3	11.5	3	30.7	4	5.8	18	69.3	8	30.7			3	11.5	16	61.4	7	26.8	13	49.9	9	34.5		
		18~	1~4	13	37.1	8	22.9	5	14.5	8	22.9	1	2.9	3	8.6	23	65.7	8	22.9	1	2.9	4	11.4	19	54.3	12	34.3	17	48.6	11	31.4
		30~	1~3	23	71.9	5	15.6	4	12.5			3	9.4	14	43.8	12	37.5	3	9.4	6	18.8	15	46.9	11	34.3	12	37.5	8	25.0		
		30~18	1~4	12	35.5	7	19.4	3	8.5	14	58.9			23	63.9	13	36.1			5	15.9	22	61.1	9	25.0	14	38.9	14	38.9		
		18~	1~4	35	51.5	12	17.6	7	10.5	14	20.6	3	4.4	37	54.4	25	36.8	5	4.4	11	16.2	37	54.4	20	29.4	26	38.2	22	32.4		
B	34~48	30~	1~2	20	95.2	1		1	4.8			8	38.1	10	47.6	2	9.5	1	4.8	2	9.5	10	47.6	9	42.8	11	52.4	5	23.8		
		30~22	1~4	26	66.6	1	2.6	6	15.4	6	15.4	2	5.1	18	46.1	17	43.5	2	5.1	4	10.2	18	46.1	17	43.5	7	17.8	15	58.4		
		22~	1~4	46	76.7	1	1.7	7	11.7	6	10.0	10	16.7	28	46.7	19	31.7	3	5.0	6	10.0	28	46.7	26	43.5	18	30.0	20	33.3		
		25~32	30~22	1~3	15	54.1	4	9.1	8	18.2	17	38.6	15	54.1	21	42.7	8	18.2			4	9.1	20	45.5	20	45.5	12	27.5	16	36.4	
		30~	1~2	20	95.2			1	4.8			8	38.1	10	47.6	2	9.5	1	4.8	2	9.5	10	47.6	9	42.9	11	52.4	5	23.8		
		30~22	1~4	40	48.2	6	7.2	14	16.9	23	27.7	17	20.5	59	47.0	22	26.5	5	6.0	7	8.4	40	48.2	36	45.4	19	22.9	31	37.5		
		22~	1~4	60	57.7	6	5.8	15	14.4	23	22.1	25	24.0	49	47.1	24	23.1	6	5.8	9	8.7	50	48.1	45	43.5	30	28.8	36	54.6		
		30~	1	30	83.1	2	5.5	4	11.1			11	30.5	18	49.9	5	13.9	2	5.5	3	8.3	17	47.1	16	44.5	17	47.1	9	24.9		
A + B	25~50	30~	2	12	85.7	1	7.1	1	7.1			6	42.8	7	50.0	1	7.1	3	21.4	7	50.4	4	28.6	6	42.8	2	14.3				
		5	1	55.3	2	6.6						2	66.6	1	33.3	2	66.6	1	33.3								2	6.6			
		1~3	45	81.1	5	9.4	5	9.4			11	20.8	24	45.3	14	26.4	4	7.5	8	15.0	25	47.2	20	37.7	23	45.4	13	24.5			
		30~18	1	14	43.7	5	9.4	4	12.5	11	34.3	16	49.9	13	40.6	2	6.2	1	3.1	3	9.4	17	53.0	12	37.4	12	37.4	10	31.2		
		2	23	46.9	8	16.5	8	16.5	10	20.4	1	2.0	31	63.2	15	26.5	4	8.2	2	4.1	24	49.0	23	46.9	12	24.5	18	36.7			
		3	13	41.9	2	6.4	5	16.1	10	32.2	1	3.2	14	45.1	17	54.7			3	9.7	18	58.0	10	32.2	7	22.5	15	48.5			
		4	2	28.6					4	57.1	1	14.2	4	57.1	3	42.8			4	57.1	3	42.8			2	28.6	2	28.6			
		1~4	52	43.7	13	10.9	17	14.3	35	29.4	2	1.7	17	14.3	62	52.1	35	29.4	5	4.2	12	10.1	62	52.1	45	37.8	33	27.7	45	37.8	
		18~	1	44	64.7	5	7.4	8	11.8	11	16.2	27	39.7	51	45.6	7	10.3	3	4.4	6	8.8	34	50.0	28	41.2	29	42.6	19	27.9		
		2	35	55.5	9	14.3	9	14.3	10	15.9	1	1.6	37	58.7	20	31.7	5	7.9	5	7.9	31	49.2	27	42.8	18	28.6	20	31.7			
		3	14	41.2	4	11.8	5	14.7	10	29.4	1	2.9	14	41.2	19	55.9	1	2.9	5	14.7	19	55.9	10	29.4	7	20.6	17	50.0			
		4	2	28.6					4	57.1	1	14.3	4	57.1	3	42.8			4	57.1	3	42.8			2	28.6	2	28.6			
		1~4	95	55.2	18	10.5	22	12.8	35	20.3	2	1.2	28	16.3	86	50.0	49	28.5	9	5.2	20	11.6	87	50.6	65	37.8	56	32.6	58	33.7	

表-7 (つづき)

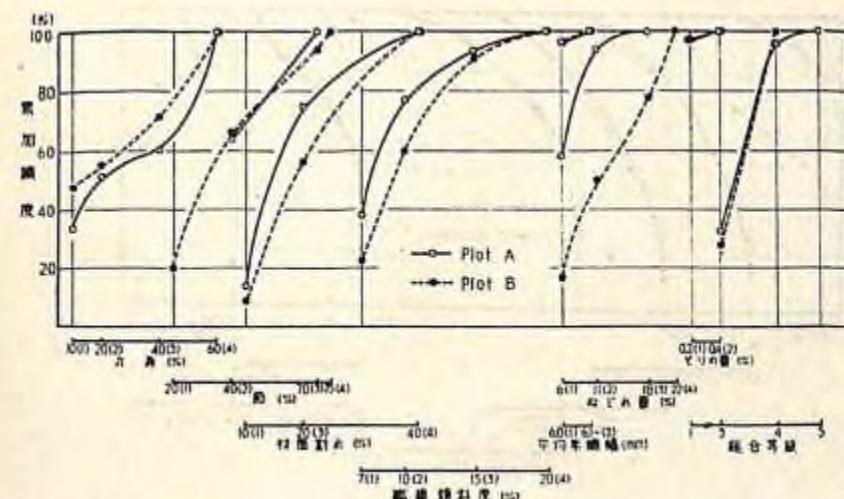
林分	胸径 (cm)	丸太径 範囲 (cm)	欠 点 因 子												製品の総合等級						調査本数										
			纖維傾斜の等級				平均年輸幅				ねじれに関する等級				そりに関する等級				1等			2等									
			2等	n	%	3等	n	%	特等	n	%	1等	n	%	2等	n	%	3等	n	%	特等	n	%	1等	n	%					
A	47~50	30~	5	21.7	4	17.4	17	73.8	6	26.0	9	39.2	7	30.4	5	21.7	2	8.7	21	91.1	2	8.7				12	52.1	11	47.7	23	
		30~19	1	10.0	5	30.0	9	90.0	1	10.0	6	60.0	3	30.0			1	10.0	9	90.0	1	10.0				2	20.0	8	80.0	10	
		19~	6	18.2	7	21.2	26	78.8	7	21.2	15	45.5	10	30.3	5	15.2	3	9.1	30	90.9	3	9.1				14	42.4	19	57.6	33	
		30~	5	33.3							5	55.5	3	33.3	1	11.1			7	77.7	2	22.2				4	44.4	5	55.5	9	
		30~18	4	15.4			26	100.0			15	57.6	10	38.4	1	5.8			26	100.0						10	38.5	3等	4等	26	
		18~	7	20.0			35	100.0			20	60.0	13	34.3	2	5.7			33	94.3	2	5.7				14	40.0	3等	4等	55	
		30~	8	25.0	4	12.5	25	78.1	7	21.9	14	43.8	10	31.5	6	18.3	2	6.2	28	87.5	4	12.5				16	50.0	16	50.0	32	
		30~18	6	16.7	2	5.6	35	97.2	1	2.8	21	58.3	13	36.1	2	5.6			35	97.2	1	2.8				12	55.5	3等	4等	36	
		18~	14	20.6	6	8.5	60	86.2	8	11.8	35	51.5	25	35.8	8	11.8	2	2.9	63	92.6	5	7.4				28	41.2	3等	4等	68	
B	54~48	30~	5	23.8			18	85.7	5	14.3	3	14.3	8	38.1	5	23.8	5	23.8	18	85.7	3	14.3				7	55.3	14	66.7	21	
		30~22	14	35.8	5	7.7	37	94.7	2	5.2		13	33.3	14	35.8	12	30.9	38	97.5	1	2.6				12	50.8	27	69.2	39		
		22~	19	31.7	3	5.0	55	91.7	5	8.3	3	5.0	21	35.0	19	31.7	17	28.3	56	93.3	4	6.7				19	31.7	41	68.3	60	
		25~32	30~22	12	27.3	4	9.1	44	100.0		14	31.8	16	36.4	8	18.2	6	13.6	43	97.7	1	2.5				10	22.7	34	77.3	44	
		30~	5	23.8			18	85.7	3	14.3	3	14.3	8	38.1	5	23.8	5	23.8	18	85.7	3	14.3				7	55.3	14	66.7	21	
		30~22	26	31.3	7	8.4	81	97.6	2	2.4	14	16.9	29	34.9	22	26.5	18	21.7	81	97.6	2	2.4				22	24.5	61	73.5	83	
		22~	31	29.8	7	6.7	99	95.2	5	4.8	17	16.3	37	35.6	27	26.0	23	22.1	99	95.2	5	4.8				29	27.9	75	72.1	104	
A + B	25~50	30~	8	22.2	2	5.5	31	85.8	5	13.9	13	36.0	12	33.2	5	13.9	6	16.6	29	80.3	7	19.4				13	56.1	23	63.9	36	
		5	35.7	1	7.1	10	71.4	4	28.6	4	28.6	4	28.6	5	35.7	1	7.1	14	100.0							9	64.3	5	35.7	14	
																									1	33.3	2	66.6	3		
		13	24.5	4	7.5	43	81.1	10	18.9	17	32.1	18	34.0	11	20.8	7	13.2	46	86.8	7	13.2				25	45.4	30	56.6	53		
		30~18	8	25.0	2	6.2	31	96.7	1	3.1	11	34.3	12	37.4	5	15.6	4	12.5	30	93.6	2	6.2				10	31.3	22	68.7	32	
		15	30.6	4	8.2	48	97.9	1	2.0	10	20.4	18	36.7	15	26.5	8	16.3	49	100.0							14	28.6	35	71.4	49	
		6	19.5	3	9.7	31	99.8			11	35.4	9	29.0	6	19.3	5	16.1	30	96.6	1	3.2					8	25.8	3等	4等	31	
		3	42.8				6	85.7	1	14.3	3	42.8	5	42.8			1	14.3	7	100.0							1	14.3	51	71.4	7
		32	26.9	9	7.6	116	97.5	3	2.5	35	29.4	42	35.3	24	20.2	18	15.1	116	97.5	3	2.5					33	27.7	84	70.6	119	
		18~	16	23.5	4	5.9	62	91.1	6	8.8	24	35.3	24	35.3	10	14.7	59	86.7	9	13.2						23	33.8	45	66.2	68	
		20	31.7	5	7.9	58	92.0	5	7.9	14	22.2	22	34.9	18	28.6	9	14.3	63	100.0							23	36.5	40	63.5	63	
		6	17.6	4	11.8	35	97.0	1	2.9	11	32.5	11	32.5	7	20.6	5	14.7	53	97.0	1	2.9					9	26.5	3等	4等	34	
		3	42.8				6	85.7	1	14.3	3	42.8	3	42.8			1	14.3	7	100.0							1	14.3	51	71.4	7
		45	26.2	13	7.6	159	924	13	7.6	52	30.2	60	34.9	35	20.3	25	14.5	162	94.2	10	5.8						56	32.6	114	66.5	21

図-2-1 産地べつ製材品の品等*（丸太径級3.0cm～の素材から木取った平角製品）



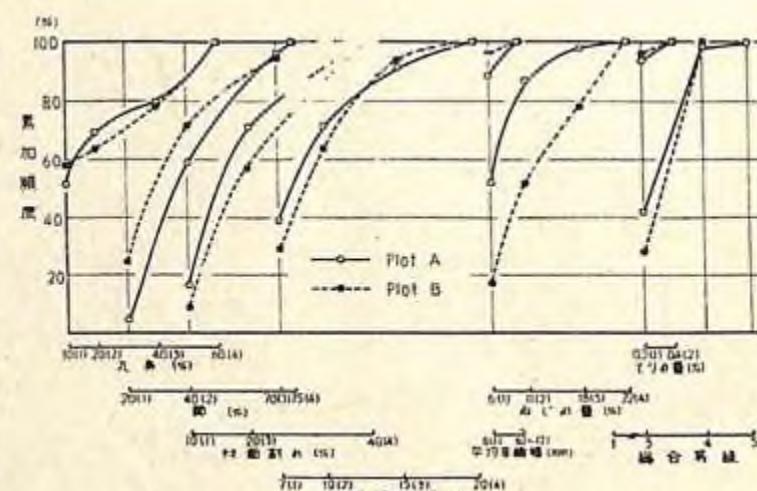
注 (1), (2), (3), (4) : J A S のそれぞれ特等, 1等, 2等, 3等をしめす。

図-2-2 産地べつ製材品の品等*（丸太径級3.0～1.8cmの素材から木取った平角製品）



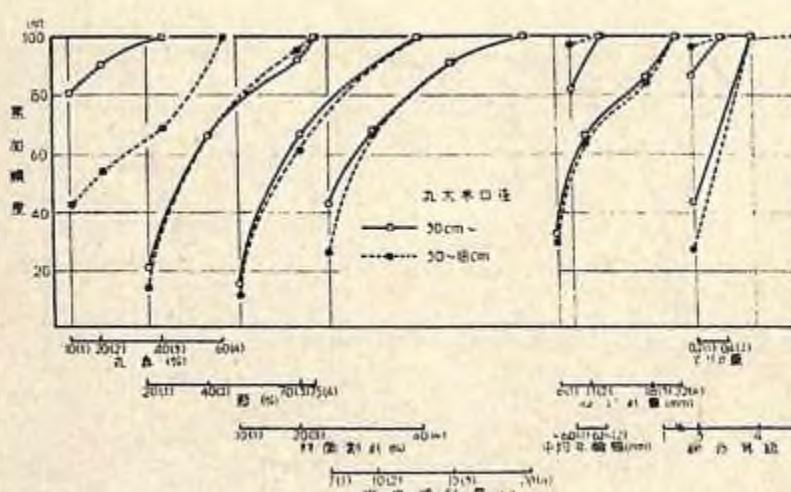
* : 図-2-1 注参照

図-2-3 産地べつ製材品の品等。〔九太程度18cm～の素材から木取った平角製品〕



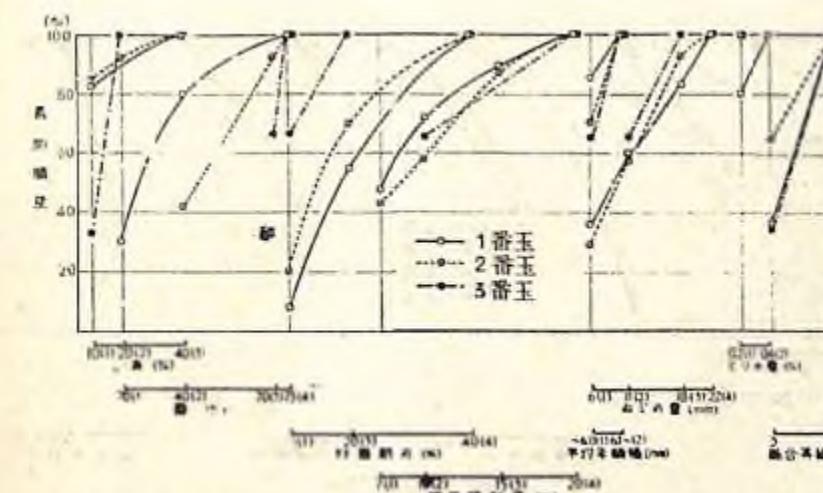
* : 図-2-1 参照

図-3 丸太径級べつ製品の品等*



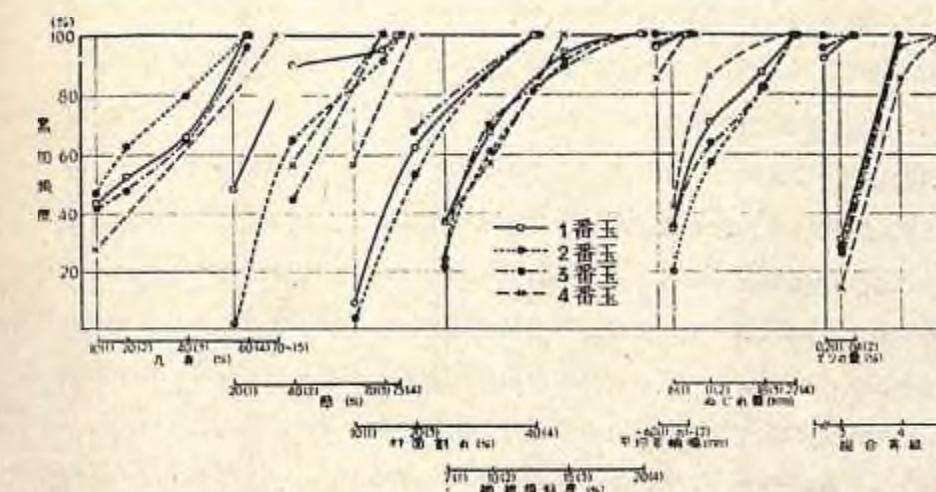
* : 図-2-1注参照

図-4-1 素材の採材位置べつ製品の品等*（丸太径級30cm～の素材から木取った
平角製品）



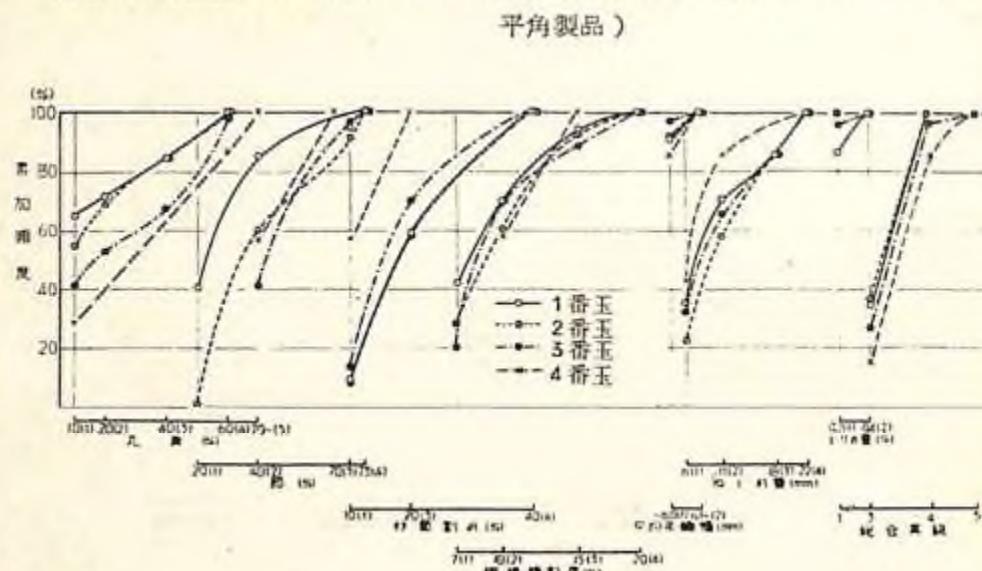
• : 図-2-1 注参照

図-4-2 素材の採材位置べつ製品の品等*（丸太径級50～18cmの素材から木取った平角製品）



* : 図-2-1 参照

図-4-3 素材の採材位置べつ製材品の品等*（丸太径級1.8cm～の素材から木取った



*: 図-2-1注参照

1-4-2 各欠点因子の影響

(1) 節

平角材の節についての欠点因子として、現行JASにおいては、最大節径比と集中節径比を強度低減要因として制限している。節についてのこの2つの因子のあらわれかたを、丸太径級べつに採材した平角材についてもとめ、その結果を表-8に示した。

これから、丸太径級にかかわらず平角材の最大節径比は、21～40%の範囲にその出現度が最も高く、集中節径比は41～60%の範囲にその出現度が最も高い。また、最大節径比と集中節径比との関連では、これも丸太径級に関係なく、最大節径比が大きくなるほど、集中節径比も大きくなる傾向をしめしている。表-8であきらかなように最大節径比が20%以下のものでは、集中節径比が40%以下にその出現度が最も高く、最大節径比が21～40%のものでは集中節径比が41～60%にその出現度が高い。

調査した平角材の、JASによる品等区分の結果を表-9にしめした。また、現行、JASによる等級区分では、平角材の両端部において集中節径比の制限を緩和している。

これによると、JAS特等に相当する平角材は全数の10.5%，JAS1等に相当するものが42.4%，JAS2等に相当するものが40.7%，JAS3等に相当するもの

表-8 平角材の最大節径比と集中節径比のあらわれ方

丸太末口径 範 围	最大節径比 (B) % 集 中 節 径 比 (A) %	~20		~40		~60		~80		合 計	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
3.0cm～	~40	9	17.0	7	13.2	6	11.3	1	1.9	16	30.2
	~60	2	3.8	14	26.4	6	11.3			22	41.5
	~80			6	11.3	5	9.4			11	20.8
	~100			2	3.8	1	1.9	1	1.9	4	7.5
	合 計	11	20.8	29	54.7	12	22.6	1	1.9	53	100.0
3.0～1.8cm	~20	3	2.5							18	15.1
	~40	9	7.6	8	6.7	1	0.8			67	56.3
	~60	4	3.4	46	38.7	17	14.3			26	21.8
	~80	2	1.7	6	5.0	17	14.3	1	0.8	5	4.2
	~100			2	1.7	2	1.7	1	0.8	119	100.0
1.8cm～	~20	3	1.7							3	1.7
	~40	18	10.5	15	8.7	1	0.6			34	19.8
	~60	6	3.5	60	34.9	23	13.4			89	51.7
	~80	2	1.2	12	7.0	22	12.8	1	0.6	57	21.5
	~100			4	2.5	5	1.7	2	1.2	9	5.2
合 計		29	16.9	91	52.9	49	28.5	3	1.7	172	100.0

が6.4%になっている。また、最大節径比のみでJAS特等に相当するものは全数の16.9%でそのうち、6.4%のものが集中節径比で制限されており、これに対して、集中節径比のみでJAS特等に相当するものは全数の16.9%で、そのうち、最大節径比で制限されているものが同様に6.4%であった。

この結果からみて、アカマツ材のように枝の輪生する樹種では、最大節径比のほかに集中節径比が同程度の品等制限因子として作用していることはあきらかであった。

表-9 心もちは平角材の最大節径比と集中節径比等級との関係

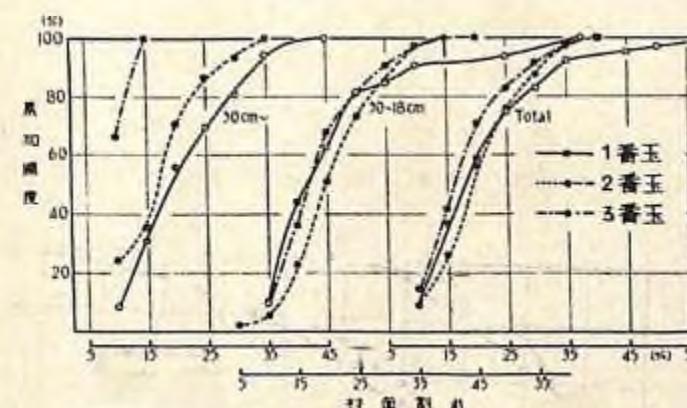
丸口 径 太 範 末回	最大節径比等級 番	特 等： ～20%			1 等： ～40%			2 等： ～70%			3 等： 71%～			出現数 総括		
		1	2	3	合計	1	2	3	4	合計	1	2	3	4		
3.0cm	特等 等： ～40%	n % 6.56	n % 7	n % 13.2	n % 2.38	n % 5	n % 9.4	n % 1.7	n % 3	n % 1	n % 5	n % 9.4	n % 1.5	n % 4.4	7 (12)	
	1等 等： ～60%	n % 2.73	n % 5	n % 5.7	n % 4.74	n % 4	n % 3.21	n % 7.50	n % 1.67	n % 3.35	n % 1	n % 5	n % 9.4	n % 1.5	n % (2.26)	
	2等 等： ～80%	n % 1	n % 1	n % 1	n % 4	n % 4	n % 8	n % 1	n % 4	n % 1	n % 5	n % 15	n % 1.5	n % (4.15)	(3.21)	
	3等 等： ～81%～	n % 9.1	n % 1.9	n % 19.0	n % 5.00	n % 2	n % 15.1	n % 25.0	n % 6.66	n % 3.33	n % 1	n % 28.3	n % 4	n % 4	n % (28.5)	
	総括	n % 8.1	n % 11	n % 7(152)	n % 21	n % 8	n % 22(415)	n % 4	n % 6	n % 3	n % 20(377)	n % 4	n % 7.5	n % 4	n % (28.5)	
3.0～ 1.8cm	特等 等： ～40%	n % 6.11	n % 11	n % 9.2	n % 2.14	n % 6.5	n % 7.7	n % 2	n % 4.5	n % 6	n % 5	n % 11	n % 9.2	n % 1.7	n % (1.45)	
	1等 等： ～60%	n % 2.22	n % 4	n % 3.4	n % 6.45	n % 7.19	n % 5.38	n % 5.00	n % 3.78	n % 5.55	n % 2.78	n % 11	n % 9.2	n % 4.5	n % (5.6)	
	2等 等： ～80%	n % 3	n % 3	n % 3	n % 1.67	n % 2.5	n % 7.1	n % 12.4	n % 3.85	n % 5.00	n % 2	n % 9	n % 1.3	n % 5.9	n % (4.71)	
	3等 等： ～81%～	n % 9.1	n % 18	n % 11(92)	n % 14	n % 3.2	n % 1	n % 1.7	n % 2	n % 2	n % 2	n % 5.30	n % 7.22	n % 3.9	n % (3.28)	
	総括	n % 8.1	n % 18	n % 11(92)	n % 14	n % 3.2	n % 1	n % 1.7	n % 2	n % 2	n % 2	n % 1.18	n % 1000	n % 4	n % (3.28)	
	特等 等： ～40%	n % 6.21	n % 18	n % 105	n % 2.29	n % 5.0	n % 7.7	n % 2	n % 6.4	n % 6.2	n % 5	n % 1.6	n % 9.5	n % 1.1	n % (1.45)	
	1等 等： ～60%	n % 2.41	n % 7	n % 7	n % 4.1	n % 5.43	n % 6.75	n % 5.38	n % 5.00	n % 3.60	n % 7.50	n % 3.04	n % 28.6	n % 6.2	n % (1.45)	
	2等 等： ～80%	n % 1.38	n % 4	n % 4	n % 2.3	n % 14.3	n % 2.50	n % 3.85	n % 5.00	n % 1.28	n % 2.50	n % 6.65	n % 1.4	n % 5.4	n % (4.53)	
	3等 等： ～81%～	n % 9.1	n % 29	n % 18(105)	n % 35	n % 40	n % 13	n % 4	n % 7.3(424)	n % 4	n % 2.3	n % 21	n % 2	n % 70(407)	n % 1.1	n % (4.53)
	総括	n % 8.1	n % 29	n % 18(105)	n % 35	n % 40	n % 13	n % 4	n % 7.3(424)	n % 4	n % 2.3	n % 21	n % 2	n % 70(407)	n % 1.1	n % (4.53)

※1 中央1/3区間 ※2両端1/3区間

(2) 材面割れ

供試平角材は直射日光をさけた室内で乾燥され、乾燥にともなって自由に収縮しうるような条件が与えられた。割れの発生は乾燥法によってある程度まで制限できるものであるから、割れの発生の状況は必ずしも標準的なものを意味しているわけではなく、乾燥にともなう収縮をとくに制限せず、ほぼ自然の条件に放置した場合の事例をしめしている。この結果を、平角材を採材した丸太の径級とその採材位置べつに比較して図-5にしめした。

図-5 丸太径級べつ採材位置べつ心もちは平角材の材面割れ



これからもあきらかのように、丸太径級の大きいものから採材した平角材についてのみ、その採材位置の低いものほど材面割れの多いことが特徴的であった。

(3) 角材のねじれ

平角材のねじれ量は、厚さの面（辺長1.2cm）と幅の面（辺長2.1cm）についてのねじれ量をもとめた。測定結果を林分べつ、丸太径級べつに比較したのが図-6である。

このなかで著しいことは、林分や丸太径級の差異にかかわらず、つねに、幅の面のねじれは厚さの面のねじれより小さく、角材のねじれ量にたいする辺長の影響があきらかに認められていることである。この関係は図-6にしめすように丸太径級べつにみると Plot AおよびBの林分べつにかなりの差異が認められており、いずれの丸太径級についても Plot Aの平角材のねじれ量は Plot Bのものにくらべて概して小さい。また、この関係を林分べつ、丸太径級べつに比較してみると、Plot Aの林分では丸

図-6-1 丸太末口径 3.0 cm~から木取った心もち平角材のねじれ量

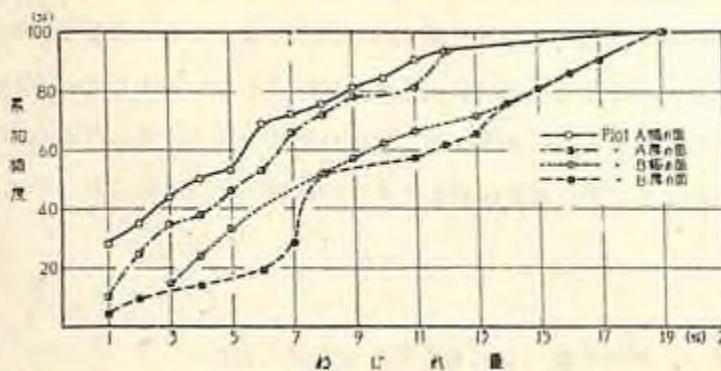
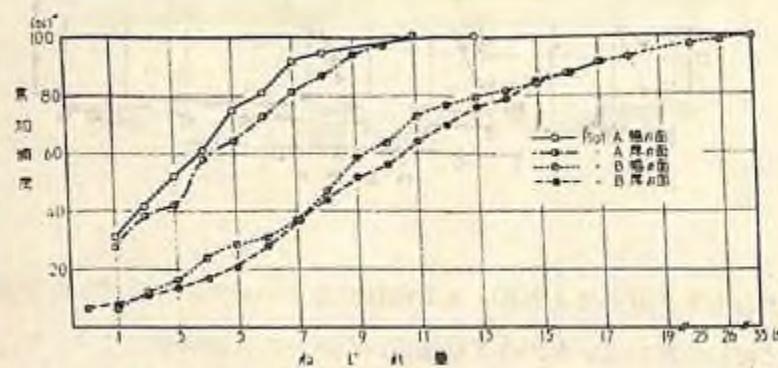


図-6-2 丸太末口径 3.0 cm~1.8 cm から木取った心もち平角材のねじれ量

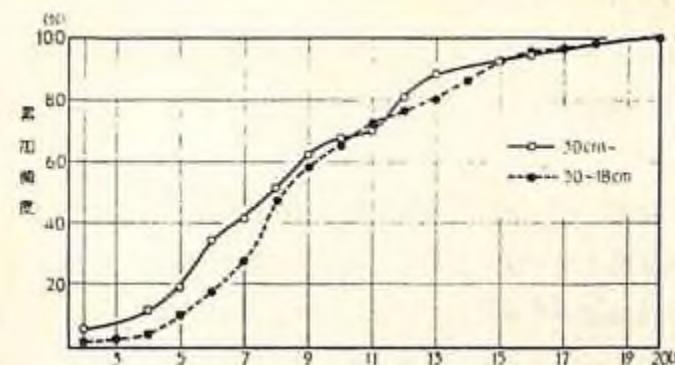


太径級の小さいものから採材した平角材のねじれが概して小さいが、Plot BにおいてはPlot Aにくらべて丸太径級の小さいものの比率が高いにもかかわらず、そのねじれ量が大きいことはPlot Aで丸太径級の小さいものにねじれ量が小さいことと矛盾しており、丸太径級とねじれ量との関係が林分によって異なることについては後の項において検討した。

(4) 繊維傾斜度

丸太径級べつに採材した心もち平角材の繊維傾斜度については図-7にしめした。構造用材としてアカマツ材に規定されている（建築学会：木構造設計規準、1967，上

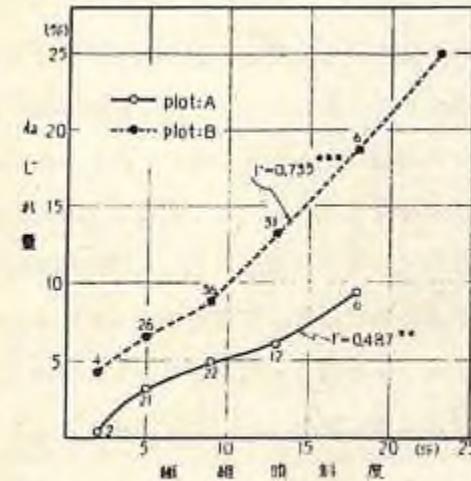
図-7 丸太径級べつ心もち平角材の繊維傾斜度



級構造材）繊維傾斜度の制限は4%であるが、この図からみると、これ以下のものは調査した平角材のわずか5%程度の出現率で；この点からみて、この制限規定は著しく過小な値と考えられる。また、JASによって制限されている平角材の繊維傾斜度は特等（繊維傾斜度7%以下）に相当するものの出現率は約30%，JAS1等（繊維傾斜度10%以下）の出現率は約70%であるが、JAS3等（繊維傾斜度20%以下）の制限をこえるものは皆無であり、最下限の品質制限としてこの値は、実質的な意味をもたないようおもわれる。この繊維傾斜度のあらわれかたを丸太径級べつに比較すると、丸太径級の大きいものほど、これから採材した平角材の繊維傾斜度は、概して小さいことも図-7からあきらかにみとめられている。

また、繊維傾斜度と平角材のねじれ量（厚さの面）との関係は、かなり、はげしいバラツキをしめすが、この関係を林分べつの角材について比較すると図-8にしめすよう

図-8 心もち平角材の繊維傾斜度（中央5%区間）と平均ねじれ量との関係

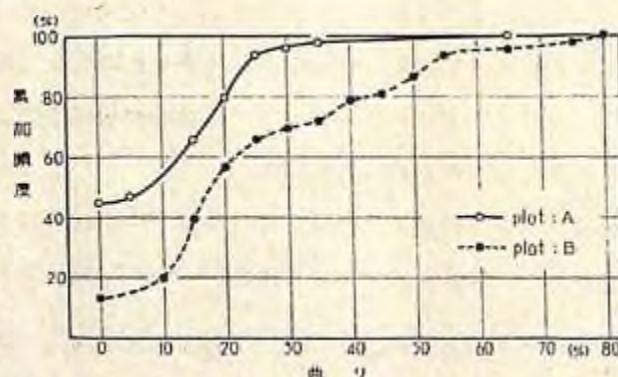


に、正の相関が認められ、その相関係数はPlot Aの角材で $r = 0.487$ 、Plot Bの角材で $r = 0.735$ であった。

図-8からあきらかかなように、同じ繊維傾斜度をしめす角材でも、Plot AのものがPlot Bの角材にくらべて、そのねじれ量が小さくあらわれていることは特徴的であった。

このために、図-2でしめすように繊維傾斜度では、Plot Bのものが、Plot Aのものに比較して低い値をしめしているのにかかわらず、ねじれ量ではその関係が逆転したり（丸太径級3.0cm以上）、繊維傾斜度がやや高い値をしめしているのに、ねじれ量の差は非常に大きくなる（丸太径級3.0～1.8cm）などの現象がおきており、これがこの两者における繊維傾斜度とねじれ量との関係の違いのおこる原因と考えられるもので、その最も目だつものとしては両者における素材の曲がり量の差がある。素材の曲がり量は図-9にしめすようにPlot Bのものが、あきらかに大きくあらわれている。このよ

図-9 林分べつ素材の曲り

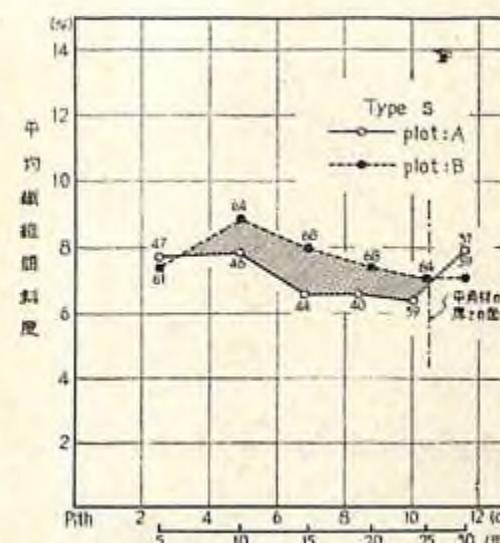


うに曲がりのある樹木の内部には、圧縮あて材の発生する確率も高く、また、内部における応力分布も正常の場合と異なることや、また、曲がりのために髓から外側へ向かっての繊維傾斜の変化がより複雑になることが考えられる。両林分の試料における繊維傾斜度がほとんど同じであると考えた場合でも、このような素材の曲がりの影響が考えられるわけであるが、遺伝的にみて両林分が異なった繊維傾斜度をもつものとすれば、それにたいする曲がりの影響の解析はさらに複雑なものになるだろう。

角材の繊維傾斜の方向については、右回旋(Z-Tyne)のものもわずかにみとめられるが、大部分のものは左回旋(S-Tyne)のものであり、このTyneのものを抽出し

て、平角材の厚さの面を外面（樹心からの距離が1.05cm）とし、それから樹心側にむかって、角材中の各年輪における繊維傾斜度の変動をもとめた結果は図-10にしめす

図-10 脇階べつ平均繊維傾斜度の変化



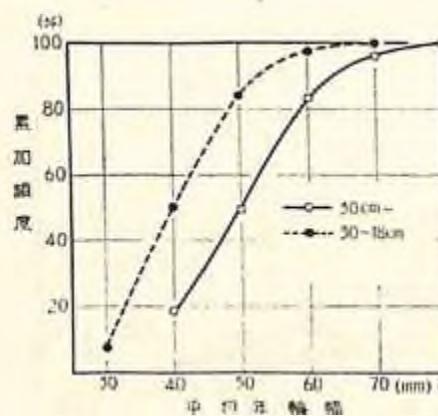
ように、Plot Aの角材はPlot Bのものにくらべて、樹心からその外側にむかって、1.05cmの距離では、その繊維傾斜度の値がやや小さい値を与えている。

平角材のねじれ量は、その角材の全材部の繊維傾斜度の集積によって変動するものとすれば、平角材の材面で測られた見かけの繊維傾斜度が同じであっても、当然、その角材のねじれ量に差異を生ずるものと考えられ、Plot Aの角材がPlot Bのものより、同一の繊維傾斜度にたいしてそのねじれ量が小さいことも、この結果から予測されることになる。

(5) 平均年輪幅

平角材の強度低減因子として最大年輪幅を制限しており、木構造設計規準（前出）の上級構造材およびJASで規定する平角材の特等については、その最大年輪幅の制限を6mmとしている。幼令時に比較的、成長の早いアカマツ材から採材された心もち平角材では、樹心部の年輪幅の広い材部が含まれ、この制限因子の影響がかなり大きいものと予想されたが、本報の調査結果では、平均年輪幅が6mm以下のものの累加頻度は、図-11にしめすように、丸太径級3.0cm以上のものでも約80%であり、丸太径級3.0～1.8cmのものではその累加頻度は約95%であった。したがって、この程度の制限では

図-1-1 丸太径級べつ心もち平角材の平均年輪幅

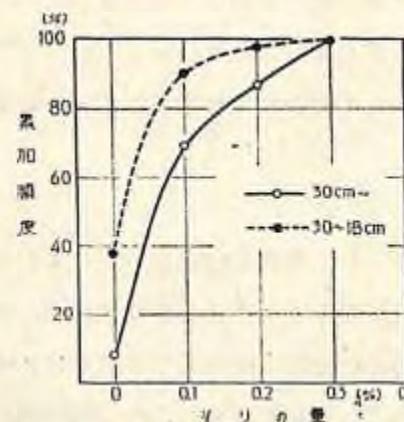


とくに肥大成長のよい場合を除いては、アカマツ材について重要な品等の制限因子にはならないようにおもわれる。

(6) 角材のそり

建築用材として角材のそりの許容限度は、上級構造材について 0.2 % としているが、本報の調査結果は図-1-2 にしめすように、この制限以下の角材の累加頻度が約 95 %

図-1-2 丸太径級べつ心もち平角材のそりの量



以上であり、アカマツ心もち平角材のそりも実用上ほとんど支障とならない。また、図-1-2 からあきらかかなように、丸太径級の小さいものから採材した平角材ほど、そのそりの量の小さいものの出現頻度が高い。

1-5 成長の良否と品質との関係

前項においても、2, 3触れているように、製材品の品等に影響を与える因子を検討するに当たって、その製材品に含まれている未成熟材部の量を考慮することが必要である。この項においては、前項において論じた各欠点因子の現われ方を、A, B の Plot ごとに、未成熟材部の量が、はっきりと異なる丸太のグループを選び、それらにおける各欠点因子の出現頻度を検討し、その結果から、未成熟材部の量の多少と欠点因子との関連を検討した。

未成熟材部の量の多少は、同樹令の林分内では、成長の良否を基準として選んでさしつかないと考えた。そこで、A, B の両 Plot の試料から大、小の 2 胸径級に属するものを選び、さらに、大の胸径級から末口徑大の丸太、小の胸径級から末口徑中の丸太を選んだ。前者を大のグループ、後者を小のグループとした。両 Plot の胸径範囲は、表-2 にしめしたように、ことなっているので、両林分における大小両グループの胸径および末口徑の範囲も表 5~7 にしめすようにことなっている。

取り上げた欠点因子は、節、材面割れ、纖維傾斜度、ねじれ量、そりの量などである。丸身は丸太径級の小さいものには、当然より多く認められるものであり、他の材質指標とはその意味が異なるのでここでの検討から除いた。以上の取り上げた欠点因子が、上述のグループごとにどのような現われ方をするか、A, B の Plot ごとにしめしたのが図-1-3, 1-4 である。

図-1-3 成長の良否べつ心もち平角材の品等*

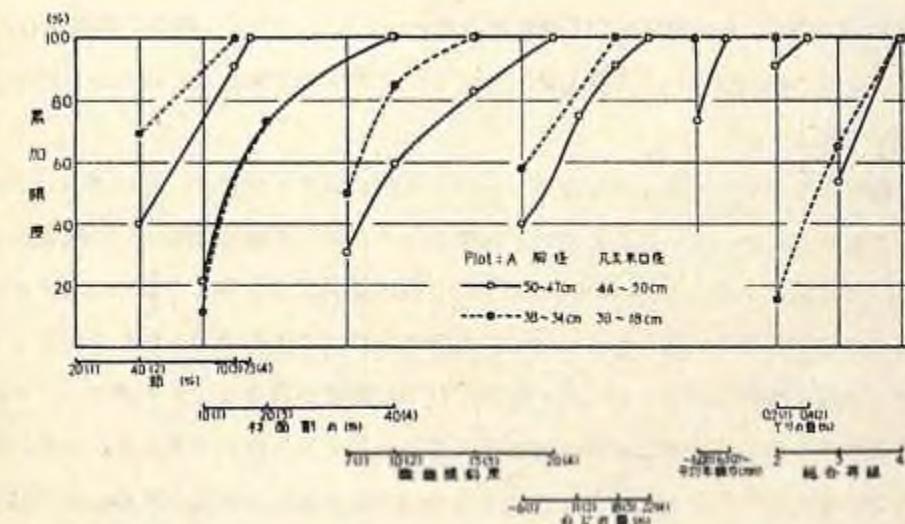
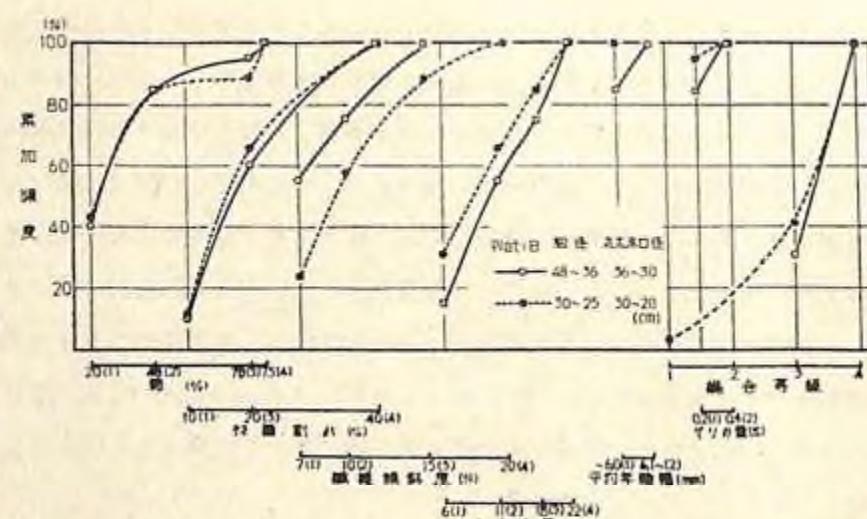


図-14 成長の良否べつ心もち平角材の品等*



* : 図-2-1 注参照

節の品等についてみると、Plot Aでは、大のグループは小のグループよりあきらかに劣っているが、Plot Bでは、最大節径比70%の点で若干異なっているほかは、ほとんど差がない。

繊維傾斜度の品等は、Plot Aでは、大のグループはあきらかに小のグループに劣っているが、Plot Bでは、その関係が全く逆になっている。このことは、軸から外側へむかう繊維傾斜度の変化の経過が図-10でしめしたように、両林分で異なっていることによると考えれば理解できよう。

ねじれ量の品等については、A、B両Plotともに大のグループは、小のグループに比較すると、あきらかに劣っている。このねじれ量とすでに述べた繊維傾斜度との関係が、A、B両Plotでは相反する。Plot Bにおいては、繊維傾斜度が平均して低い大のグループが、ねじれ量では平均して高い値を示している。このことはすでに前項でも触れているように、両グループの間で繊維傾斜度とねじれの関係の仕方の程度が異なり、大のグループでは同じ繊維傾斜度でも、ねじれが著しく大きいと考えることによって説明できよう。とくに大のグループについては図-2-1で、丸太径級30cm以上の素材からの製品についてしめた場合と同様なことがいえる。また、A、B両Plotのねじれ量を比較すると、大小両グループ

とともに、後者で高い値をしめしているのが目だっている。

そりの量の等級では、両林分とも、大のグループが小のグループに比較して劣っていることがわかる。

以上の欠点因子にもとづいて、最終的に等級づけを行なうと、図-13および図-14にしめすように、A、B両Plotとも、小のグループが大のそれに比較して、すぐれていることがわかる。

1-6 用材品質の向上のための問題点

この研究の結果、アカマツ造林木について、構造用材としての品質向上のうえで考えられる事項を要約すると、つきのとおりである。

- (1) 素材品等については、曲がりによる品等低下が著しく、とくに、採材位置の低いもの、胸径の小さいものにこの欠点の発生の頻度が高いので、用材品質の向上のためには幹の通直性をたかめることが必要である。また、A、B両林分を比較すると、後者において、この欠点の発生の出現頻度が高い。このことは、両林分にほどこされた育林技術的な処理の違いと無関係ではないと推察される。このため、適正な立木密度、保育技術について検討する必要がある。
- (2) 素材の欠点で、曲がりと節の欠点はそれぞれ独立因子であるから、優良材の生産のためには、通直材にたいして節の欠点をすくなくすることが効果的であり、また、曲幹材についても、2~3番玉の位置は比較的通直性が高いので、この材部の節を小さくすることも有利であり、これに適する枝打ちや保育技術が検討される必要がある。
- (3) 平角材についての節の欠点では、最大節径比と集中節径比とがかなり相関があるので、節間距離を長くするために上長成長を増大させることや、枝節数は枝階ごとにほぼ一定していると考えられるので、節径をできるだけ小さくするために立木密度を高くすることが有利である。
- (4) 節径は肥大成長の良い林木に大きいので、この欠点を小さくするためには、成長の異常な促進は概して好ましくない。また、これ以外の欠点についても、肥大成長の促進は一般に成熟材の割合を大きくし、その材質を低下させる傾向がある。このため、密植して枝を細くし、早期から枝打ちを繰り返すなどの保育技術の確立が必要であろう。
- (5) アカマツ平角材のもう1つの基本的な欠点は、材の繊維傾斜が大きいことであるが、この繊維傾斜の樹心からの推移は林分や個体間でかなり差異があり、優良材の生産のために繊維傾斜の小さいものを育成する技術をつくる必要がある。

2. アカマツ造林木の基礎材質

木材の基礎材質のいくつかの材質指標が、どのような変動を示すか検討することは、すでに述べた用材品質の指標の意義づけをするために必要である。ここでは容積密度数、収縮性能、強度性能などの指標が、生長の良否と関連してどのように変動するか検討した。前項のB林分の中から、大径木3本、小径木3本を取り出した。その供試木の概要を表-10示した。

表-10 供試木の概要

供試木の層別	供試木の番号	樹高(m)	胸高直径(cm)	枝下高(m)	枝下高率(%)	完満度H/D(%)	枝条率(%)
大径木群	9	2.54	38	1.66	65.4	66.8	4.5
	54	2.69	44	1.69	62.8	61.1	6.9
	107	2.43	38	1.48	60.9	63.9	4.9
小径木群	50	2.53	28	1.93	76.3	90.4	3.6
	66	2.44	24	1.75	71.7	100.0	2.7
	81	2.44	30	1.13	46.3	81.8	7.0
総括		2.43～ 2.51 ～2.69	24～ 34 ～44	1.13～ 1.61 ～1.93	46.3～ 63.9 ～76.3	61.1～ 77.3 ～100.0	2.7～ 4.9 ～7.0

これらの供試木について幹材部における枝の枯上りの軌跡を求め、その内側を樹冠材、外側を枝下材として区分した。既往の研究結果から、前者を未成熟材、後者を成熟材にはほぼ等しいとすることができる。

2-1 供試木の概要と試験方法

収縮率の試験片はJIS Z 22103、横圧縮試験片はJIS Z 22111にしたがって円板の山谷2方向において樹心から外側へ連続して採取し、上述のそれぞれの試験法にしたがって試験した。

2-2 結果と考察

大径木と小径木における枝下材、樹冠材の量を表-11に示した。これによると大径木では樹冠材の部分がはっきりと多くなっていることがわかる。

また、枝下材を無節部分と死節をもつ部分とに分けて、その各々の量をグループべつに示しているが、これによると、その部分の全体に対する割合はほぼ同じであるが、絶対量として無節部分は大径木グループが多い。しかし、また樹冠材の絶対量も多いので、与えられたある大きさの心持ちの平角などを採材する場合には、当然節の品等が悪くなる。このことは前項で述べた結果と一致する。

表-11 枝下材と樹冠材の材積

供試木の層別	供試木番号	枝下材						樹冠材	全樹幹		
		無節材		死節材		合計					
		m ³	%	m ³	%	m ³	%				
大径木群	9	0.3293	25	0.5999	30	0.7292	55	0.5996	45		
	54	0.4056	26	0.5980	26	0.8036	52	0.7512	48		
	107	0.3168	27	0.3663	32	0.6831	59	0.4678	41		
	平均	0.3506	26	0.3880	29	0.7386	55	0.6062	45		
小径木群	50	0.0986	14	0.2946	42	0.3932	56	0.3061	44		
	66	0.0793	16	0.1901	39	0.2694	55	0.2174	45		
	81	0.2550	51	0.1953	24	0.4503	55	0.3641	45		
	平均	0.1443	22	0.2267	34	0.3710	56	0.2959	44		
全供試木平均		0.2474	25	0.3074	30	0.5548	55	0.4510	45		
									1.0058		

これらの2グループの試料について、上述の枝下材および樹冠材ごとの年輪幅、晚材率、容積密度数、半径方向全収縮率、横断面気乾収縮異方度、軸方向全収縮率、横圧縮強さ、弾性係数などの平均値を表-12～表-19に示した。このうち横断面気乾収縮異方度および軸方向全収縮率は、ねじれなどの狂いに関係のある指標として取上げた。

表-12 年輪幅の供試木の層べつおよび材部べつの比較

供試木の層別	供試木の番号	枝下材				樹冠材				全樹幹材			
		n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.
		mm	mm	%		mm	mm	%		mm	mm	%	
大径木群	9	28	3.0	1.14	37.3	49	4.7	1.30	27.4	77	4.1	1.48	35.9
	54	26	3.4	1.84	54.8	42	5.4	1.79	55.5	68	4.6	2.05	44.5
	107	31	3.0	1.00	32.7	37	4.7	1.37	29.0	68	4.0	1.47	37.1
	計	85	3.1	1.34	42.7	128	4.9	1.52	50.7	213	4.2	1.70	40.1
小径木群	50	25	2.2	1.32	58.9	34	3.8	1.38	56.4	57	3.2	1.54	48.8
	66	15	1.9	1.08	55.9	29	3.2	1.16	55.8	44	2.8	1.29	46.0
	81	21	2.6	0.86	53.4	30	3.5	1.04	50.2	51	3.1	1.06	54.2
	計	59	2.5	1.15	49.5	93	3.5	1.22	54.7	152	3.0	1.32	43.6
合計		144	2.8	1.32	47.4	221	4.3	1.57	56.1	365	3.7	1.66	44.4

表-13 晩材率の供試木の層別および材部べつの比較

供試木 の層別	供試木 番号	枝下材			樹冠材			全樹幹材					
		n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.
		%	%	%		%	%	%		%	%	%	
大径木群	9	28	26.6	5.0	18.9	49	14.1	5.7	40.6	77	18.6	8.1	43.7
	54	26	23.0	4.8	20.7	42	14.7	5.7	38.7	68	17.9	6.7	37.4
	107	31	18.4	3.8	20.5	37	12.2	3.5	28.8	68	15.0	4.7	31.7
	計	85	22.5	5.7	25.1	128	15.7	5.2	38.1	215	17.2	6.9	40.0
小径木群	50	25	26.0	4.5	17.4	34	14.9	4.8	32.4	57	19.4	7.2	37.1
	66	15	21.4	3.8	17.9	29	15.7	4.0	25.5	44	17.6	4.8	27.0
	81	21	21.3	2.7	12.7	30	18.0	4.6	25.6	51	19.4	4.2	21.9
	計	59	23.2	4.3	18.8	93	16.1	4.6	28.8	152	18.9	5.7	30.1
合 計		144	22.8	5.2	22.6	221	14.7	5.1	34.8	365	17.9	6.5	36.1

表-16 横断面積乾収縮異方度の供試木の層別および材部べつの比較

供試木 の層別	供試木 番号	枝下材			樹冠材			全樹幹材					
		n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.
		%	%	%		%	%	%		%	%	%	
大径木群	9	28	21.4	0.198	9.3	49	2.39	0.295	12.3	77	2.50	0.291	12.6
	54	26	2.98	0.441	14.8	42	3.28	0.412	12.6	68	3.17	0.445	14.0
	107	31	2.82	0.355	12.6	37	2.94	0.302	10.2	68	2.89	0.350	11.4
	計	85	2.64	0.498	18.8	128	2.84	0.508	17.8	215	2.76	0.512	18.5
小径木群	50	25	2.44	0.409	16.8	34	3.21	0.519	16.2	57	2.90	0.609	21.0
	66	15	2.18	0.393	18.0	29	2.45	0.558	14.7	44	2.55	0.585	16.4
	81	21	2.15	0.321	14.9	30	2.56	0.464	18.1	51	2.39	0.434	18.1
	計	59	2.27	0.393	17.5	93	2.76	0.571	20.7	152	2.57	0.590	23.0
合 計		144	2.49	0.492	19.7	221	2.81	0.535	19.1	365	2.68	0.541	20.2

表-14 容積密度数の供試木の層別および材部べつの比較

供試木 の層別	供試木 番号	枝下材			樹冠材			全樹幹材					
		n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.
		Kg/m³	Kg/m³	%		Kg/m³	Kg/m³	%		Kg/m³	%	%	
大径木群	9	28	40.9	22.4	55	49	35.8	17.4	4.9	77	37.7	31.5	8.5
	54	26	35.2	16.6	4.7	42	33.8	15.8	4.7	68	34.3	17.4	5.1
	107	31	33.2	12.4	3.7	37	31.1	10.9	3.5	68	32.0	15.6	4.9
	計	85	36.5	37.5	10.3	128	33.8	24.5	7.2	215	34.8	32.8	9.4
小径木群	50	25	40.2	24.6	6.1	34	35.5	15.3	4.5	57	37.4	30.6	8.2
	66	15	37.9	19.3	5.1	29	35.9	11.4	3.2	44	36.6	17.4	4.8
	81	21	39.5	14.2	3.6	30	36.8	17.3	4.6	51	37.9	20.8	5.5
	計	59	39.4	21.8	5.5	93	36.0	15.9	4.4	152	37.3	24.6	6.6
合 計		144	37.6	35.3	9.4	221	34.7	24.0	6.9	365	35.9	32.1	9.0

表-15 半径方向全収縮率の供試木の層別および材部べつの比較

供試木 の層別	供試木 番号	枝下材			樹冠材			全樹幹材					
		n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.
		%	%	%		%	%	%		%	%	%	
大径木群	9	28	3.96	0.493	12.4	49	3.04	0.314	10.3	77	3.38	0.691	20.5
	54	26	2.72	0.598	14.6	42	2.30	0.269	11.7	68	2.46	0.380	15.4
	107	31	2.88	0.509	10.7	37	2.37	0.283	11.9	68	2.60	0.387	14.8
	計	85	3.18	0.680	21.4	128	2.61	0.531	20.4	215	2.84	0.658	23.2
小径木群	50	25	3.82	0.633	16.6	34	2.78	0.467	16.8	57	3.20	0.740	23.1
	66	15	3.93	0.593	15.1	29	3.34	0.447	13.4	44	3.54	0.570	16.1
	81	21	3.79	0.539	14.2	30	2.94	0.535	18.2	51	3.29	0.678	20.6
	計	59	3.84	0.584	15.2	93	3.01	0.534	17.7	152	3.35	0.684	20.6
合 計		144	3.45	0.716	20.7	221	2.78	0.567	20.4	365	3.04	0.711	25.4

表-18 縦圧縮強さの供試木の層別および材部別の比較

供試木 の層別	供試木 番号	枝下材			樹冠材			全樹幹材					
n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.		
		Kg/cm²	Kg/cm²	%			Kg/cm²	Kg/cm²	%			Kg/cm²	%

<tbl_r cells="12" ix="4"

表-19 弹性係数の供試木の層別および材部別の比較

供試木 の層別	供試木 番号	枝下材			樹冠材			全樹幹材				
		n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	δ	C.V.	n	\bar{x}	C.V.
		$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$	%	$\times 10^3$	$\times 10^3$	$\times 10^3$	%	$\times 10^3$	$\times 10^3$	%
大径木群	9	21	130	17.3	13.4	64	81.5	19.2	23.5	85	93.4	28.0
	54	34	84.7	18.9	22.3	53	71.6	14.6	20.5	87	76.1	19.9
	107	28	91.0	12.7	14.0	42	69.7	12.3	17.7	70	78.2	16.3
	計	83	98.2	24.9	25.3	159	75.0	16.9	22.5	242	83.0	22.8
小径木群	50	18	129	20.5	15.9	37	92.4	16.9	20.0	55	104	25.7
	66	19	117	18.3	15.6	25	87.9	18.5	17.7	44	100	22.1
	81	24	111	16.5	14.8	51	88.0	15.5	22.6	55	98.2	21.7
	計	61	118	19.4	16.4	93	89.7	18.2	20.3	154	101	23.3
合 計		144	107	24.6	23.1	252	80.5	18.7	23.5	396	90.0	24.6
												29.3

これらの表からあきらかになった点を述べると、つぎの通りである。

容積密度数、縦圧縮強さ、および弾性係数など、枝下材が樹冠材より高く、また大径木グループと小径木グループでは、両材部とも後者でより高い。

また逆の関係が、横断面気乾収縮異方度および軸方向収縮率にいえる。

このことは、一般に未成熟材の多く含まれる材に割れ、ねじれなどの欠点が現われ易いことの裏付けになるといえよう。

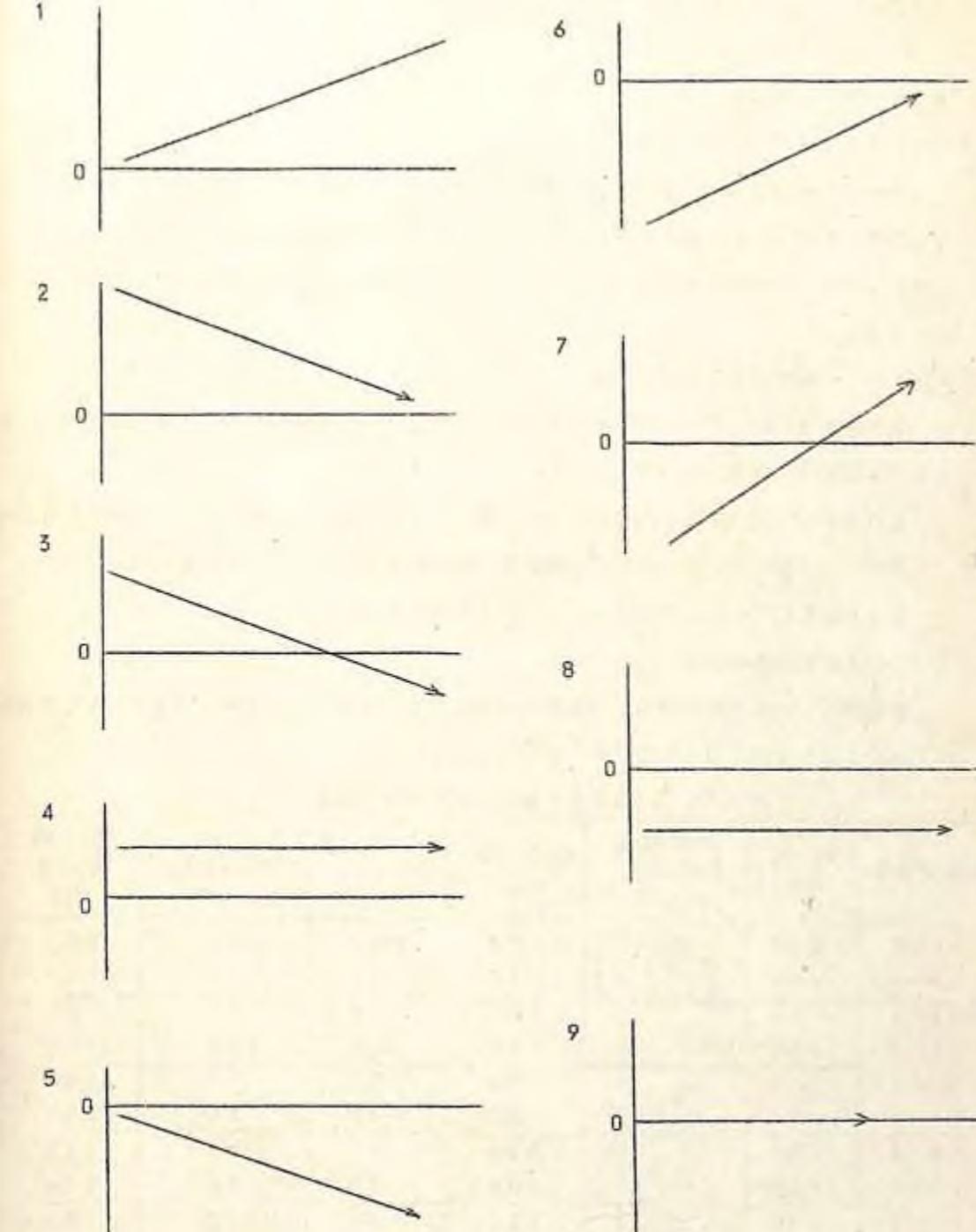
上述のことは、枝下材部が樹冠材部に比較して、用材としての材質がすぐれていることを示しているし、また小径木のグループが大径木のそれに比較してすぐれていることを示している。したがって、用材を対象として考えた場合、成長のよいもの、とくに、幼時に成長のよいものは基礎材質の面においてもより劣っているといえるわけである。

3. カラマツの纖維傾斜について

既往の研究(林試研報第182)によても、カラマツ材の最も著しい欠点であるねじれの原因として纖維傾斜があることが知られている。カラマツの材質を考えるにあたって纖維傾斜は重要な指標である。この纖維傾斜が樹体内でどのように変動し、その量がどのようなものであるか検討することは重要なことである。

長野営林局管内国有林で採取した供試木200本から円板を探取し、髓から樹皮へむかってどのような変動を示すか検討を行なった。この結果、髓から樹皮へむかっての変動の型式は図-15に示したように、九つに分類できることがわかった。このうち、最も出現頻度の高い型式は、3で全体の55%を示していた。

図-15 カラマツに現われる纖維傾斜の型式*



注 0より上はB型下はZ型を示す。

また、未成熟材部で纖維傾斜度が大きく、後、樹皮へむかって減少する型式のものはS型(型式2および3)で6.8%を越えており未成熟材部において、一般にねじれなどの欠点が出易いとの原因の一つと考えられる。

4. カラマツ材の乾燥試験

4-1 丸太および角材について

カラマツの角材および丸太の人工乾燥を行なうには、どのような条件を与えるべきか、とくに温度、時間、割れ、あるいはねじれなどの欠点との関係について検討した。

また、乾燥のためにおきる狂いの防止をするために簡単な手法を試みたので、その結果についても報告する。

4-1-1 供試材および試験方法

供試丸太は長野管林局管内国有林から採材した供試木から長さ4mに木どったもので、丸太の元口直径は21~27cmである。

これらから、長さ160cmの丸太および長さ110cmの心持ち角材(10.5cm×10.5cm)を採取して試験に供した。与えた乾燥温度は乾球温度20°C, 60°C, 80°C, 95°C, 105°Cの5組で、乾湿球温度差が6°Cになる温度とした。

4-1-2 結果と考察

乾燥時間、温度と乾燥時間との関係は、温度が高くなるほど丸太および角材とも乾燥時間が短くなる(表-20および表-21)。

表-20 カラマツ丸太の乾燥時間、温度

試験材番号	円周(cm)	乾球温度 初期の温度 (差は6°C)	初期含水率 (%)	乾燥時間		終了時 含水率 (%)
				生~30% まで	55%~30% まで	
60-2	69.0	20	57.8	280	274	15.2
138-1	69.0	(但し42hr) まで26°C	60.6	280	270	14.7
105-1	70.5	60	72.1	123	95	18.3
182-2	73.0		63.1	123	108	18.1
35-1	71.8	80	58.6	88	84	16.5
105-2	67.3		74.0	114	84	16.3
35-2	68.7	95	59.0	65	61	16.6
70-1	76.0		60.8	70	66	18.6
147-2	69.0	105	73.4	104	78	17.6
182-1	74.0		61.5	70	58	17.3

表-21 カラマツ正角材の乾燥時間、温度

試験材番号	寸法 (cm) 10.5×10.5	乾球温度 初期の温度 (差は6°C)	初期含水率 (%)	乾燥時間			終了時 含水率 (%)
				生~20%	35%~20%	30%~20%	
103-1		20	33.5	360	—	344	8.9
172-2		36.9	380	348	325	9.0	
3-3		60	44.1	150	122	95	9.2
114-1			39.8	150	133	104	9.2
114-2		80	36.5	100	96	75	8.7
172-1		37.6	106	95	74	8.2	
3-2		95	46.0	82	62	48	7.5
172-3			37.5	70	65	50	7.5
3-1		105	46.7	96	66	50	9.7
114-3			38.2	64	57	44	8.8

割れ：板材の場合と異なり、割れの発生が非常に多く、個々に測定することは不可能であったので、肉眼的な観察にとどめた。これによると一般に低い温度程、割れの発生が多い。また丸太の場合、とくに温度により割れの状態が異なり、低温では細いものが表面に非常に多数認められたが、80°Cや105°Cで乾燥したものでは数本の7~15mmの割れが試験材の全長にわたって発生していた。

ねじれ：丸太の場合、温度とねじれ角度との間には、とくに著しい差はないが、角材では105°Cで乾燥したものが最も大きい。

ねじれの防止：温度条件105°Cで、圧縮圧力が一定して8.2kg/cm²になるように圧縮して乾燥した。この結果を、圧縮することなしに乾燥したものと比較すると、その角度が1/2~1/3に減じていて、効果は著しかった。また割れの発生も圧縮した場合に少なかった。

4-2 板材について

4-2-1 供試材および試験方法

1と同じ供試木から表-22に示すような寸法の試験材を採取し、乾球温度は20°C, 60°C, 80°C, 95°C, 105°Cの5段階とした。条件べつに乾燥経過を求め、含水率30%から20%までの乾燥時間を求めた。

表-22 カラマツ板材乾燥試験

試験材寸法(cm)

厚さ	巾	長さ
2	10	60
3	10	60
4	15	60
5	20	60

図-16 温度と乾燥時間の関係

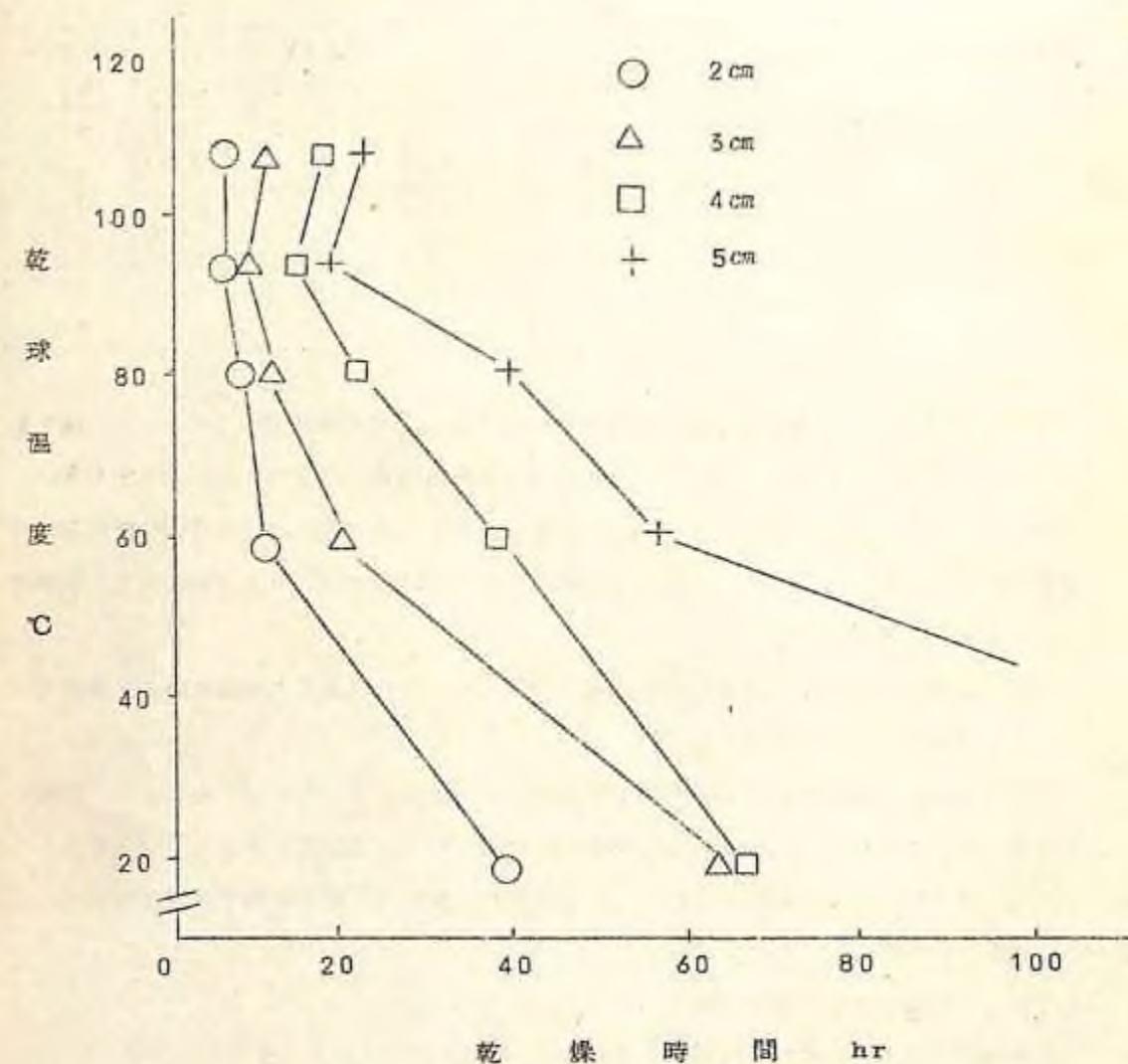


図-16に示したように乾燥温度を高めることにより乾燥時間はかなり短かくなつた。またその効果は厚いものほど大きいことがわかつた。

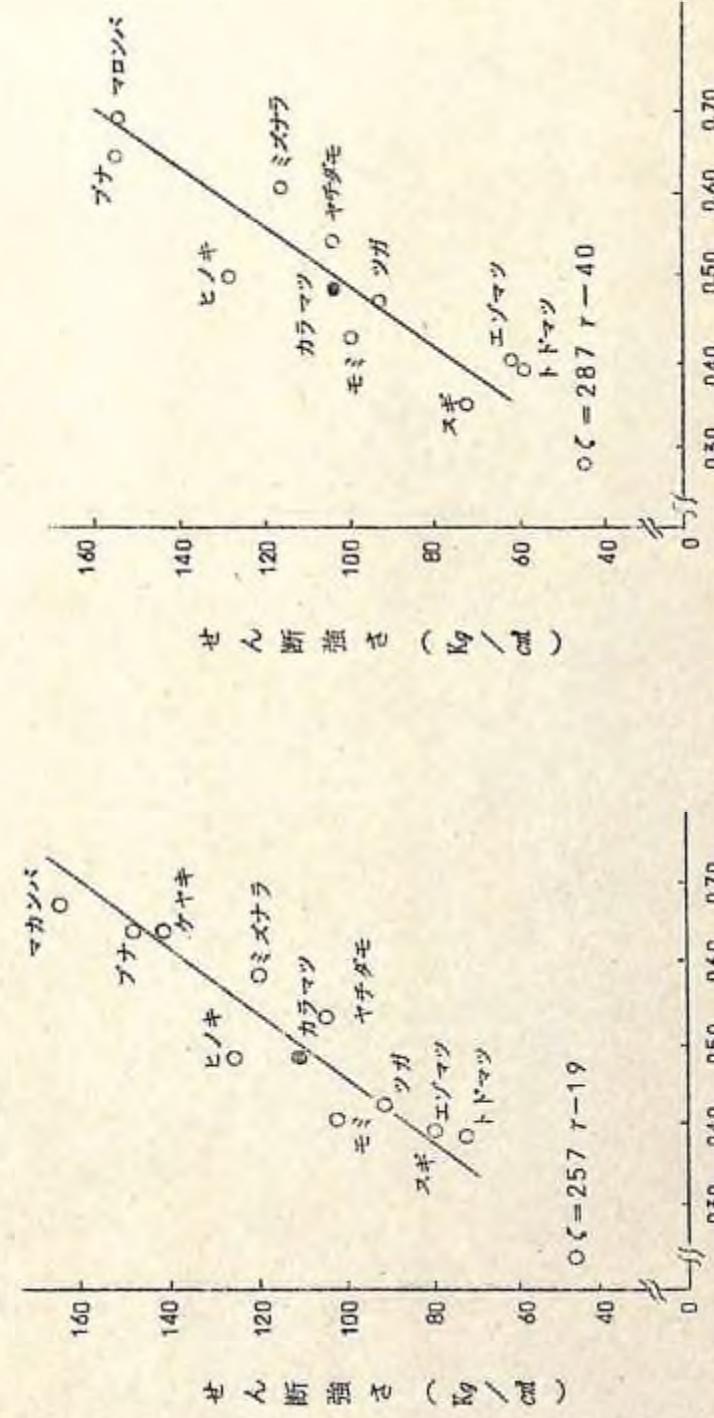
5. カラマツ挽板の接着性

カラマツ挽板を用い、レゾルシノール樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤、ユリア樹脂接着剤、酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤およびカゼイン接着剤によって、それぞれ接着試験を行なつた。接着条件と接着性能試験の結果を表-23に示した。同表に示されているカラマツ挽板の気乾比重とせん断接着強さとの関係を、数種類の本邦産の他の樹種のそれと比較して図-17に示した。この図によると、本邦産数樹種の挽板の気乾比重を根拠とした平均的なせん断接着強さと比較して、カラマツ材のせん断接着強さは、いずれの接着剤を用いる場合にも過色のない値を示すことがあきらかにされた。また、集成材の日本農林規格によって行なつた屋内用接着剤の浸せき剥離試験の結果も剥離率が0ないしきわめて軽微な値を示しているので、この試験に用いられたカラマツ挽板は、どの接着剤を用いる場合にも満足すべき接着性能を示すことがあきらかにされた。

表-23 各接着剤の接着条件と接着試験結果

		レゾルシノール樹脂	フェノール樹脂	エリア樹脂	酢酸ビニル樹脂 エマルジョン	カゼイソ
ひき板	気乾比重	0.54	0.53(0.52 0.53)	0.50	0.55	0.52(0.51 0.52)
	高比重	0.46	0.44	0.47	0.46(0.45 0.46)	0.44
木	理	板	目	板	目	板
木	含水率(%)	11.8	11.6	11.8	11.8	11.8
接着条件	接着時の乾球温度(°C)	17.0	18.0	17.0	18.0	17.0
接着条件	湿球温度(°C)	14.0	14.5	14.0	14.5	13.0
接着条件	並付量(φ/m²)	250	250	250	250	250
接着条件	たい積時間(min)	10	10	10	10	10
接着条件	圧縮圧力(Kg/cm²)	D B T \div 3.0 W B T \div 2.0	D B T \div 3.0 W B T \div 2.0	D B T \div 3.0 W B T \div 2.0	D B T \div 3.0 W B T \div 2.0	D B T \div 3.0 W B T \div 2.0
硬化条件	温度(°C)	5	53.0	5	53.0	5
硬化条件	加熱時間(hm)	2.25.5	23.05	2.25.5	23.05	2.25.0
せん断	せん断強さ(Kg/cm²)	113±1.6 (64~134)	103±1.5 (62~119)	107±2.0 (47~124)	103±2.6 (54~127)	108±1.7 (67~126)
せん断	木部破断率(%)	95.0(90~100)	87.0(60~100)	99.0(90~100)	85.7(50~100)	80.7(50~100)
試験	含水率(%)	10.1±0.9 (9.7~10.6)	10.3±1.0 (9.9~10.7)	10.4±0.9 (9.9~11.1)	10.1±0.6 (9.7~10.5)	10.4±1.2 (10.2~10.7)
試験	測定個数	30	30	30	30	29
はく離試験	はく離率(%)	—	—	0(0~0)	1.1(0~4.4)	0(0~0)
はく離試験	測定個数	4	4	4	4	4

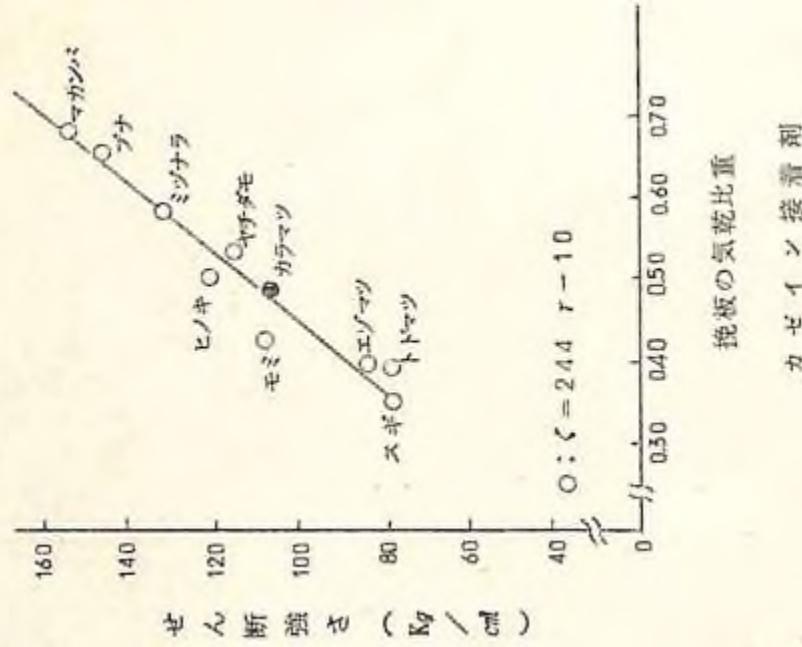
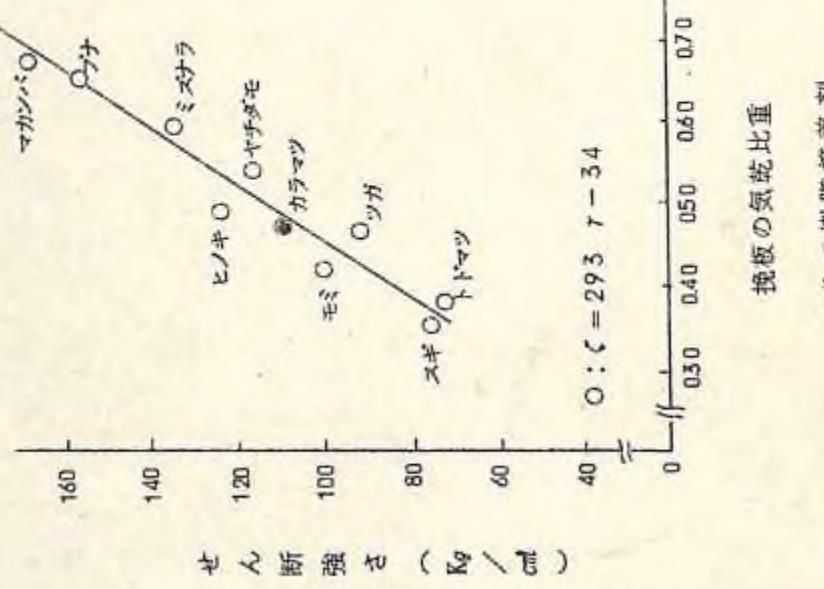
図-17 各種接着剤ごとの各種挽板の気乾比重とせん断強さ



レゾルシノール樹脂接着剤 挽板の気乾比重

フェノール樹脂接着剤

カゼイソ 挽板の気乾比重



6. カラマツ挽板と集成材の強度性能

6-1 カラマツ挽板の品質について

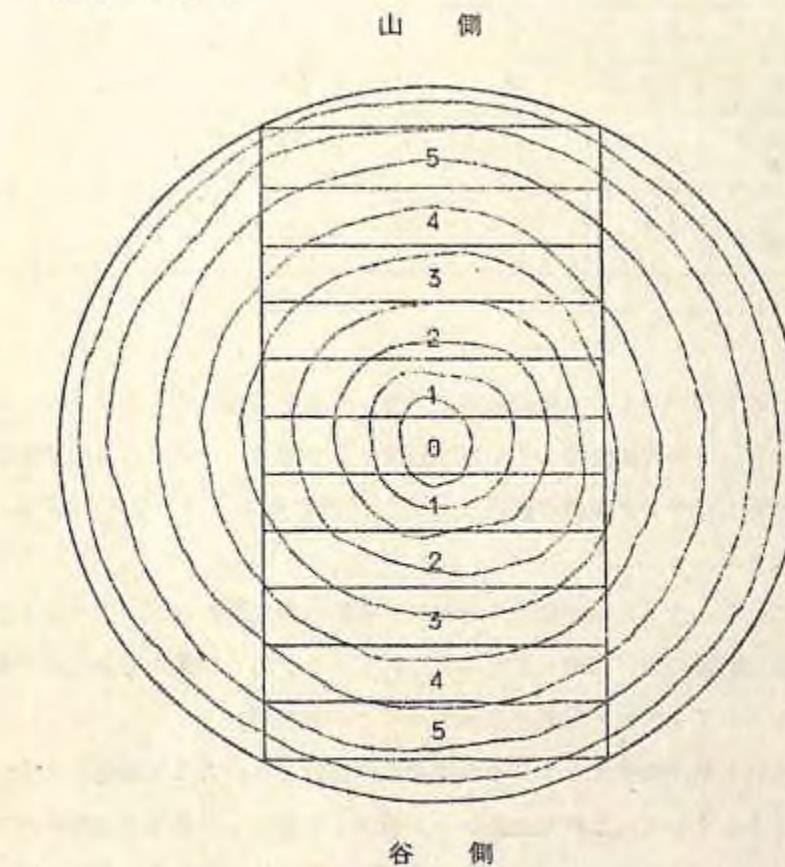
集成材を製造する技術はかなり進展してきたが、その製品の品質を支配する挽板の品等区分に関する資料はきわめて少ない現状である。したがって、この調査試験では長野管林局管内国有林産のカラマツ造林木を対象に、丸太からの採材部位のあきらかな挽板456枚につき、主として、比重、節径比、ヤング係数などを測定し、それらの出現頻度および採材部位との関係などをあきらかにし、挽板の品等区分に関する基礎資料を得ることを主なるねらいとした。

なお、構造用集成材の強度性能は、強度品等を異にする挽板の組合せ如何によって支配されるので、その点の検討もあわせて行なった。

6-1-1 供試材と試験方法

胸高直径約27cm前後の供試原木1本につき、伐採高から長さ約4mの丸太を3本づつ玉

図-18 挽板の木取り



切り、下側から順次、1番玉、2番玉、3番玉とした。つぎに図-18に示すように山側と谷側を結ぶ直径をはさんで幅約11cm、厚さ約20mmの挽板を探材し、髓心部を含む挽板を0番、山側および谷側に向う挽板を1番、2番、3番、4番、5番とした。これらを人工乾燥後、ブレーナーによる仕上げを行なった。

供試原木は53本であるが、それらの原木から、1番玉16本、2番玉25本、3番玉34本を用いた。それらの丸太から調整した供試挽板の総数は456枚である。

6-1-2 結果と考察

挽板の比重、15cm区間の集中節径比、最大節径比、曲げヤング係数およびヤング係数を比重で除した比ヤング係数などを総括して表-24に示した。

表-24 カラマツ挽板の性質

項目	平均値	標準偏差	変動係数	最大値	最小値
	Mean	S. D	C. V(%)	Max	Min
比重 r	0.47	0.04	8.61	0.60	0.37
集中節径比 CN	0.45	0.23	51.3	1.30	0.02
最大節径比 MN	0.25	0.12	47.9	0.69	0.02
曲げヤング係数 E ×10 ³ Kg/cm ²	107	23.3	21.9	182	61
比ヤング係数 RE ×10 ³ Kg/cm ²	223	56.8	16.5	314	115

n = 456

集中節径比は2%から130%の範囲であり、その平均値は45%である。また、最大節径比は2%から69%の範囲で、その平均値は25%である。いずれも変動係数がかなり大きい。これに対してヤング係数の範囲は61ton/cm²から、182ton/cm²で、変動係数は約22%である。

つぎに、これらのうち、集中節径比とヤング係数の累加頻度を図-19および図-20に示した。また、両者の間には図-21のように、かなり密な相関があり、集中節径比が大きくなるにしたがって、ヤング係数は低減することがわかる。

さらに、これら集中節径比とヤング係数が丸太部位とどのような関係にあるかを図-22および図-23に示した。これらの図から1番玉、2番玉、3番玉と上部に向うにしたがって集中節径比が大きくなり、ヤング係数が低下する傾向がみられる。また、図-24および図-25に髓心からのへだたりと某中節径比および

図-19 挽板の集中節径比の累加頻度

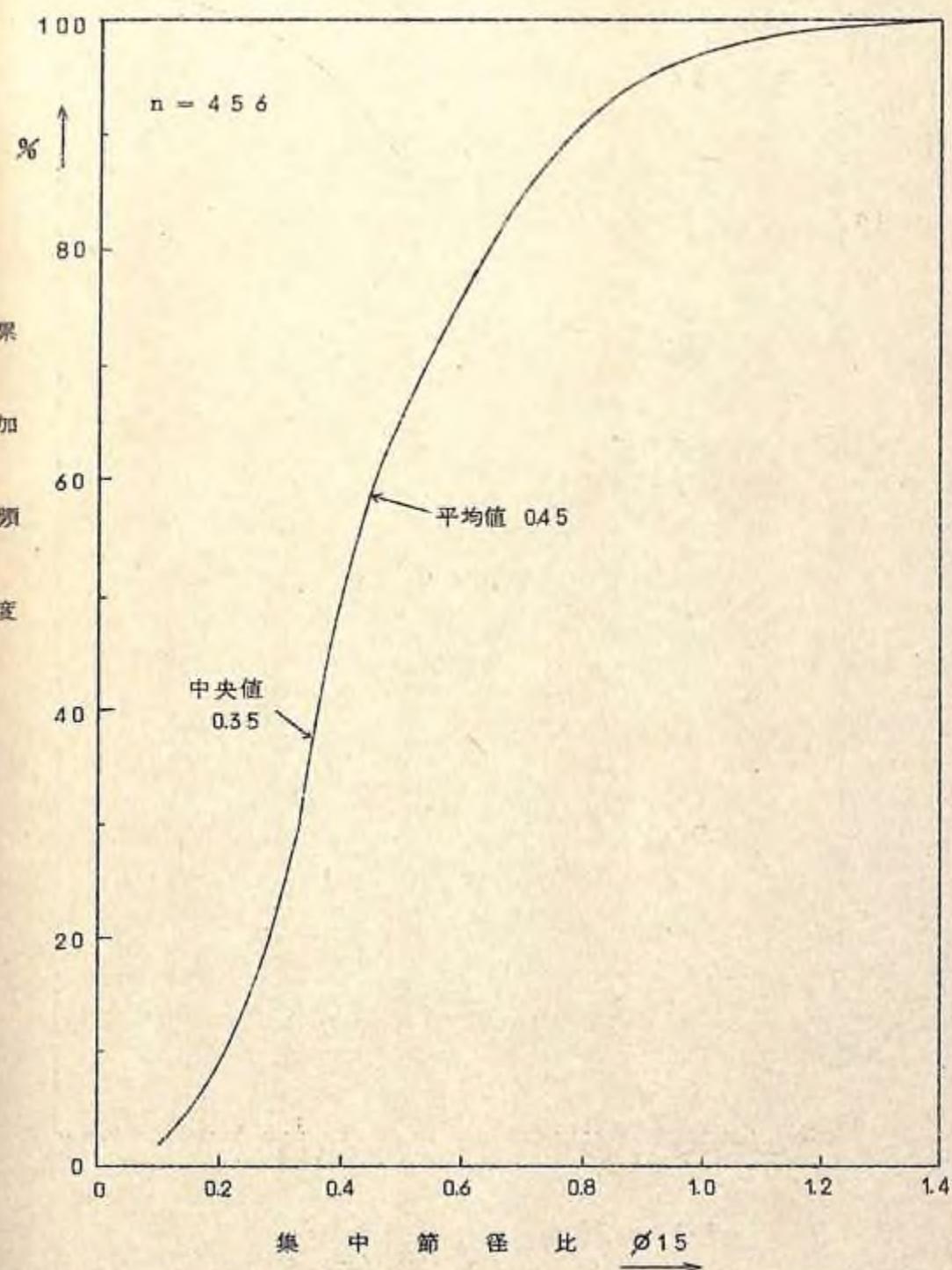
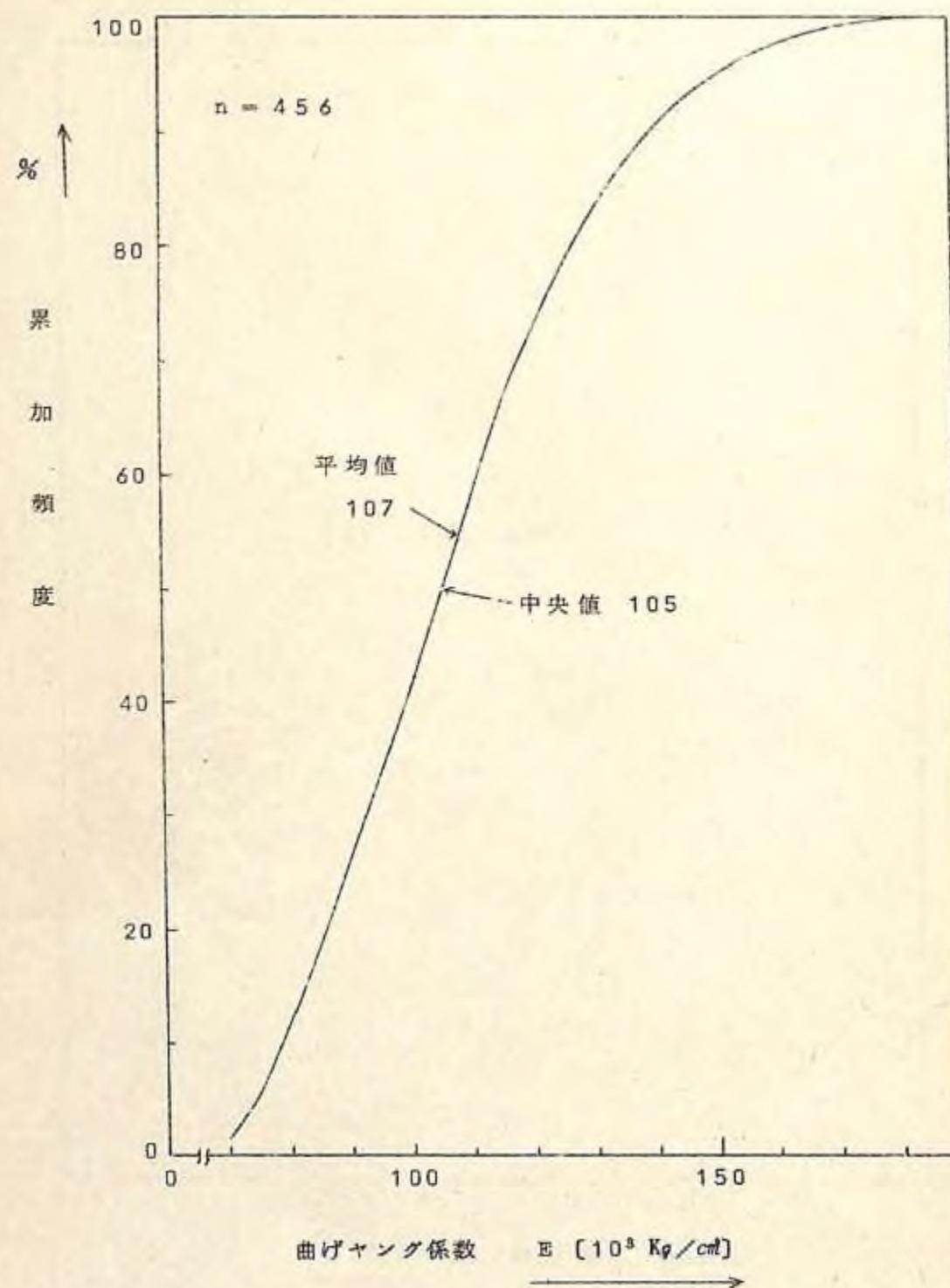
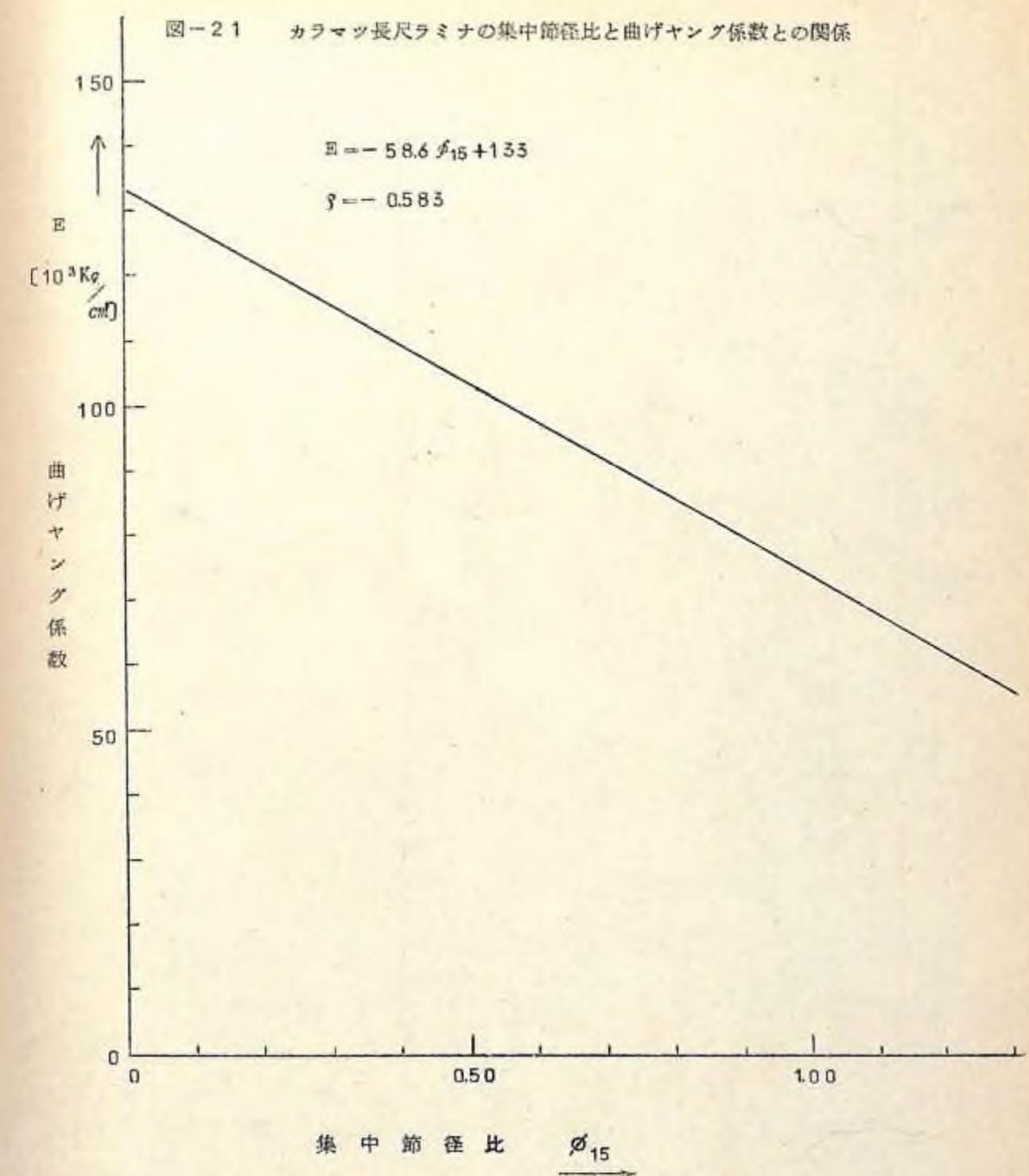


図-20 换板のヤング係数の累加頻度



-322-

図-21 カラマツ長尺ラミナの集中節径比と曲げヤング係数との関係



-323-

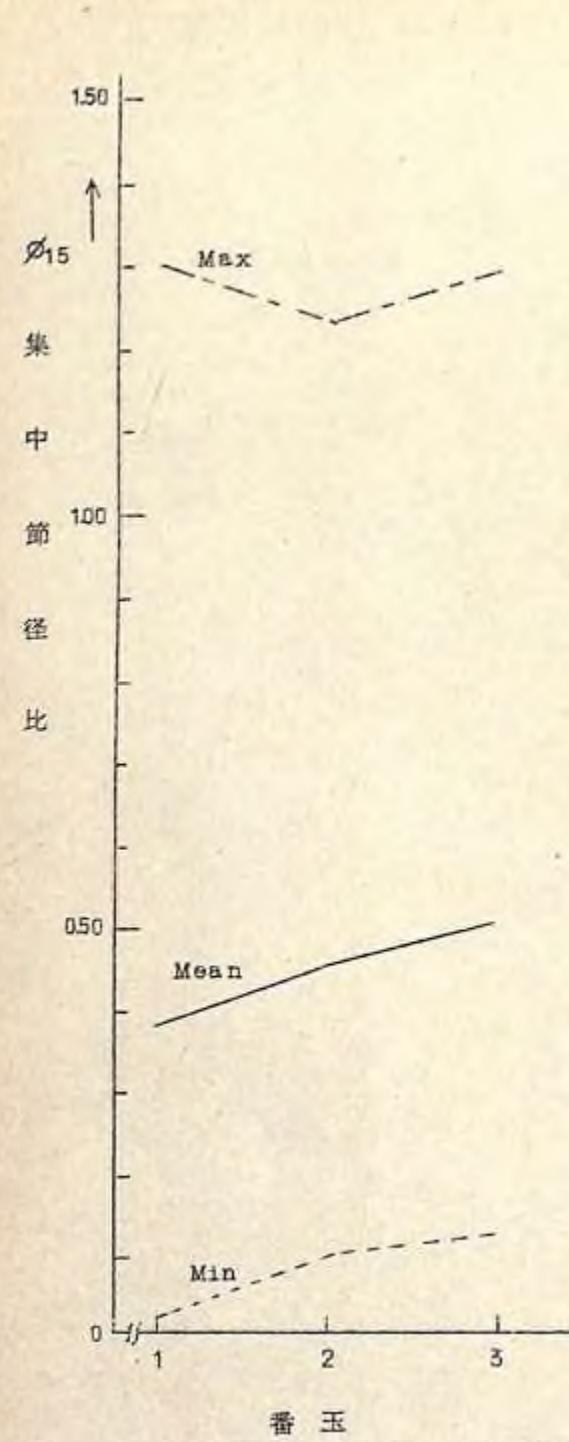


図-2-2 カラマツ長尺ラミナの集中節径比と番
玉との関係

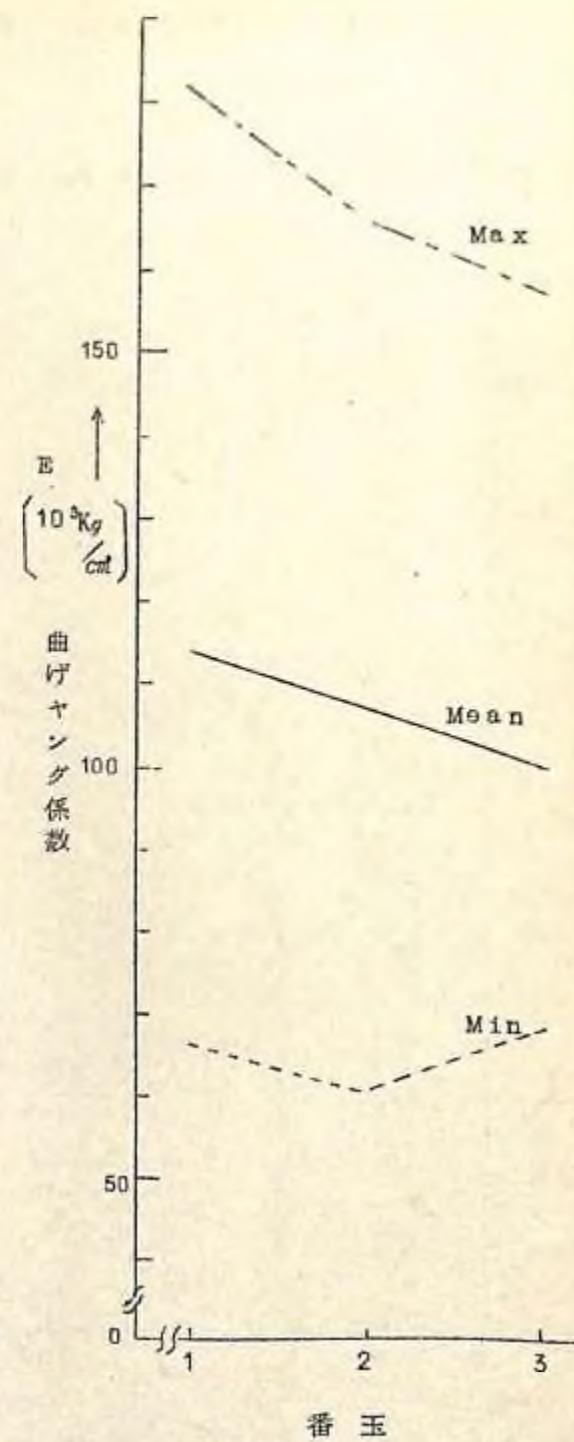


図-2-3 カラマツサラマツ長尺ラミナ
の曲げヤング係数と番玉との
関係

図-2-4 カラマツ長尺ラミナの集中節径比と位置との関係

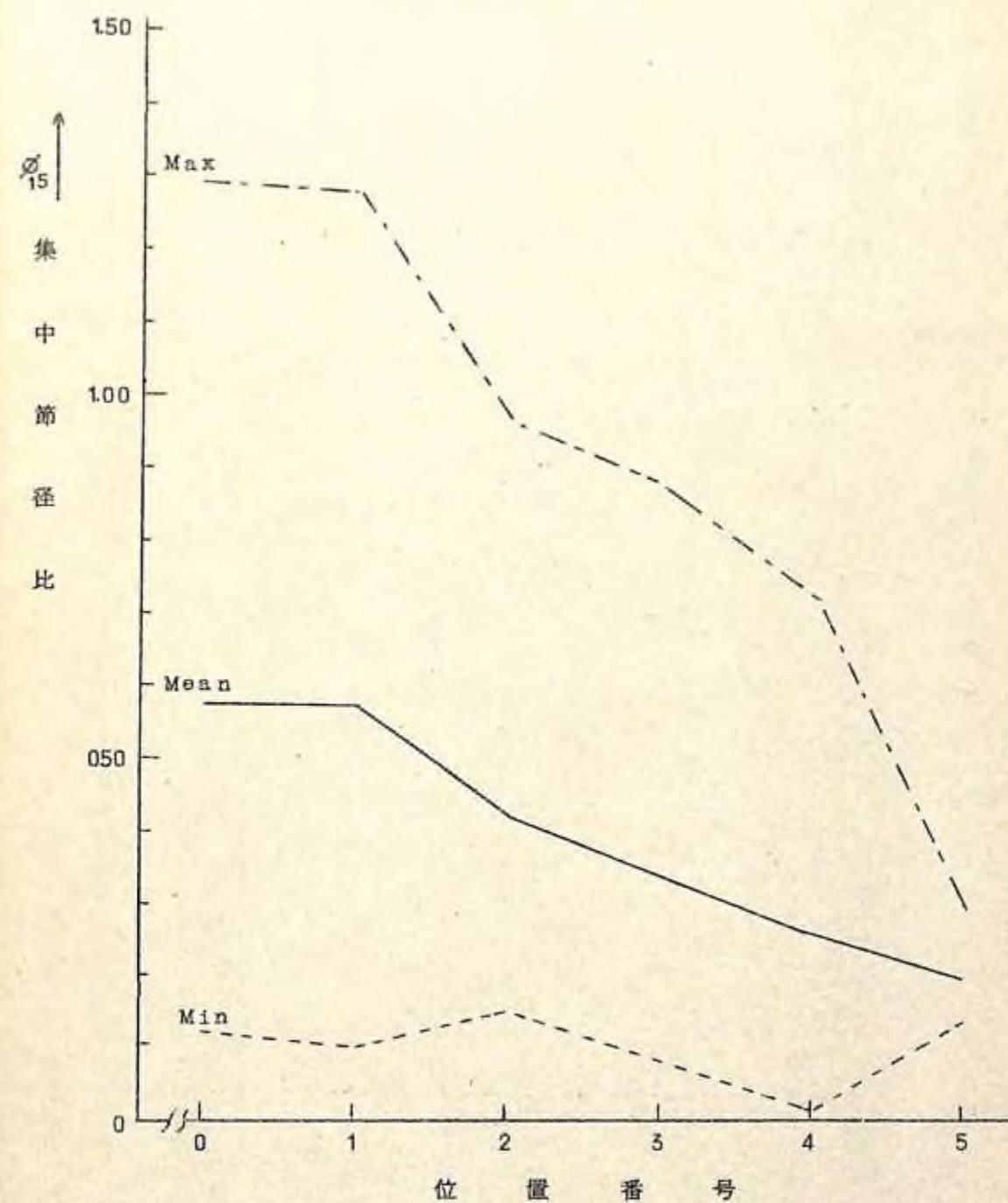
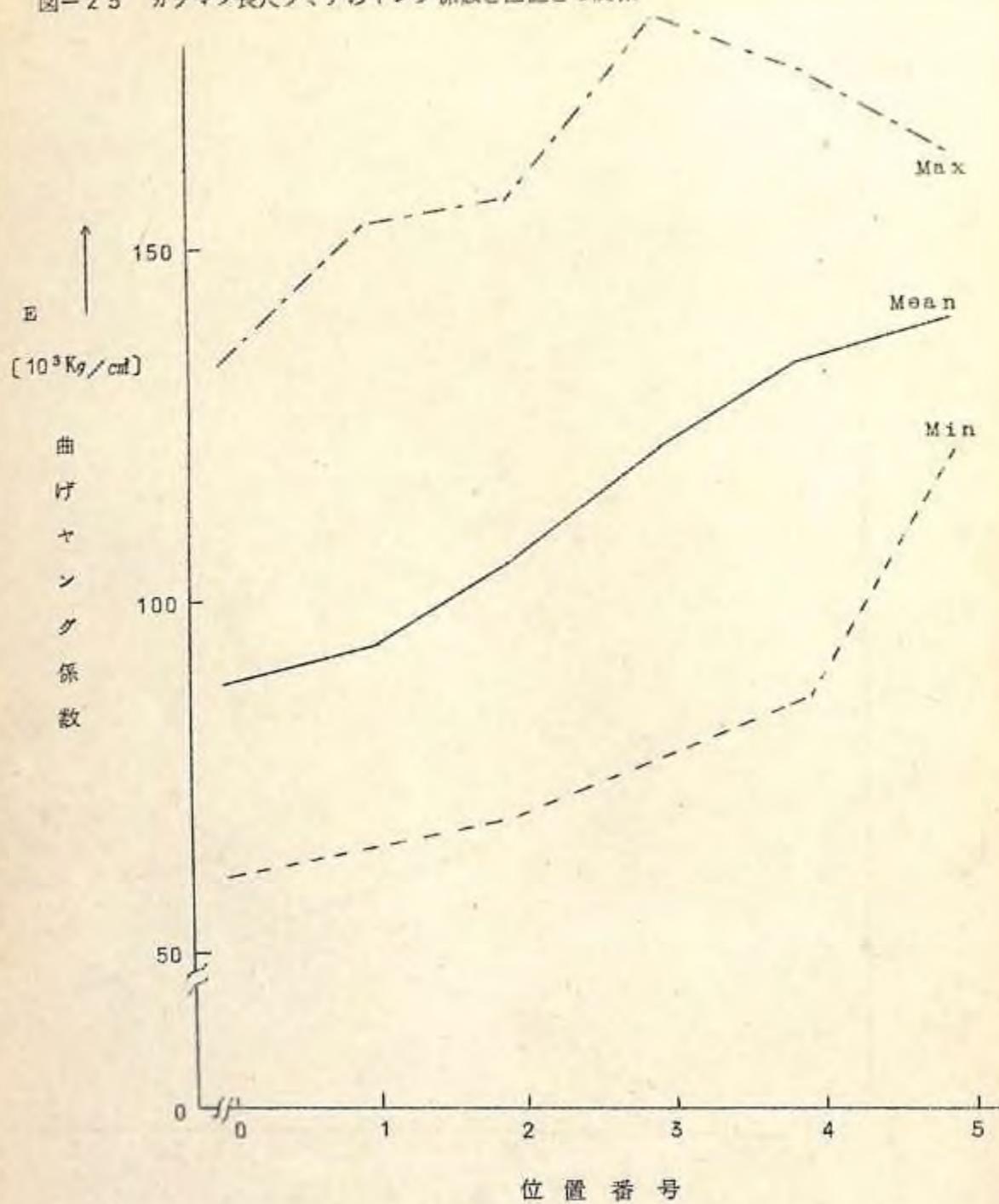


図-25 カラマツ長尺ラミナのヤング係数と位置との関係

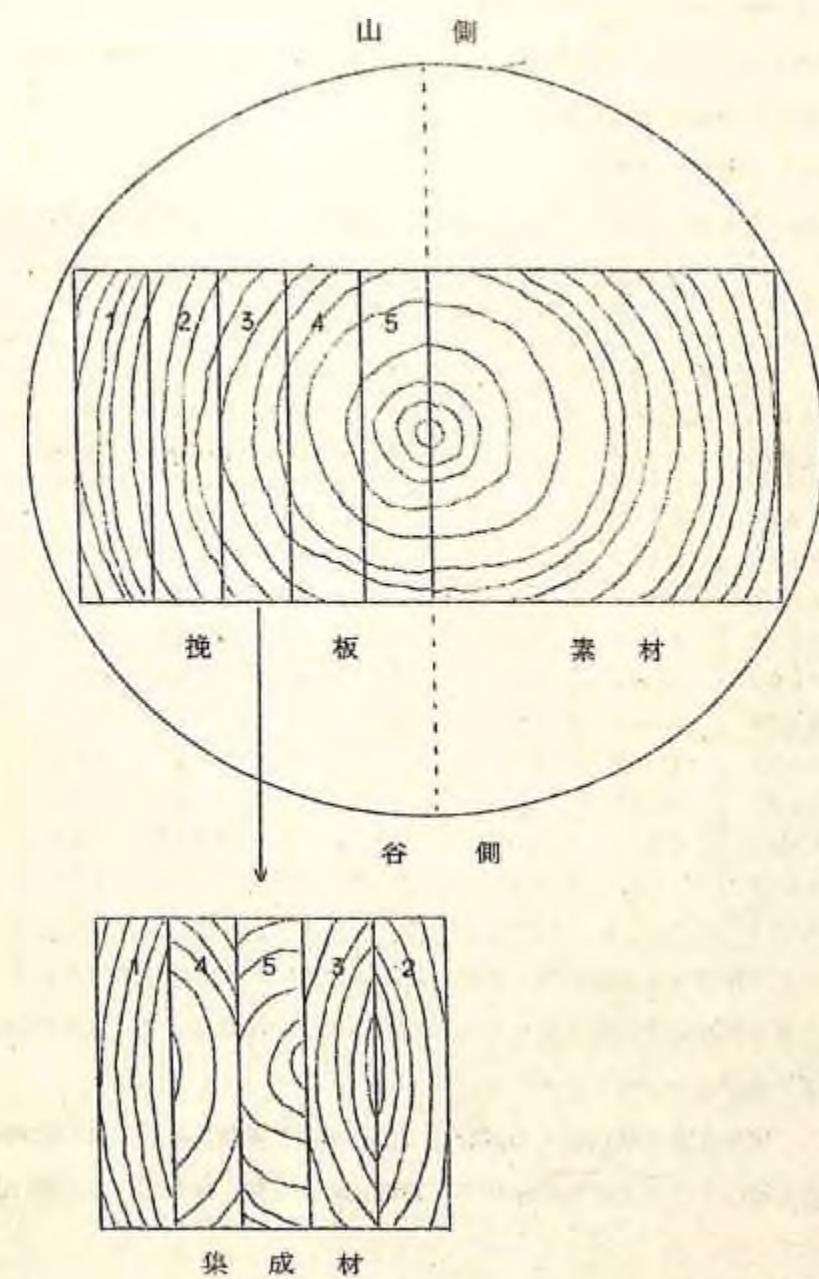


ヤング係数の関係を示した。すなわち、髓心付近から採材した挽板番号1および2の挽板は集中節径比が大きいが、外側に向かうにしたがって小さくなるのに対し、ヤング係数は髓心部から外側に向かうにしたがって大きくなる傾向がみられる。

6-2 挽板の組合せと集成材の強度性能

先に述べた強度性能を異にする挽板の組み合わせの、集成材の強度性能におよぼす影響をみ

図-26



るためには、胸高直径が3.0 cm前後の供試木より1本を選び、それらの1番玉より、図-26に示すように、山側と谷側を結ぶ直線に直角な方向で、片方より約1.0 cm角の心去り材1本を木どりし、残った部位より厚さ2.0 mmの挽板を5枚、樹皮側より髓心に向かって1, 2, 3, 4, 5と番号を付して製材し、前者を素材、後者を集成材として強度性能を比較した。素材は一边の長さを約9.5 cmの正角に仕上げ、欠点調査を行なった上、実験に供した一方、挽板を人工乾燥し、プレーナーで約1.7 mmの厚さに仕上げ、一枚毎に欠点調査を行なった後、曲げ剛性を測定し、各5枚の挽板について、剛性の大なるものが外側に、小なるものが内側に位置するよう組み合わせをきめ、接着剤としてレゾルシノールを用い、集成材を作製した。この仕上り寸法は、約8.5 cm角に調整した。

6-2-1 結果と考察

得られた結果の一部を示すと、表-25に示すように、集成材の曲げ剛性(EI)の値が、

表-25 カラマツ集成材の曲げ剛性、素材と集成材の
強度値の比較

供 試 木 名	集成材の曲げ剛性		素 材 EI 1.0 ⁶ Kg/cm ²	集 成 材 EI 1.0 ⁶ Kg/cm ²	δ_b Kg/cm ²	集 成 材 EI 1.0 ⁶ Kg/cm ²	δ_b Kg/cm ²	集成材/素材 —
	EI 1.0 ⁶ Kg/cm ²	比						
	実験値	計算値						
33	64.97	63.46	1.02	110.8	458	127.9	563	1.15 1.23
41	67.62	63.17	1.07	112.7	537	133.1	652	1.18 1.21
45	69.23	65.85	1.05	110.2	471	138.8	651	1.26 1.38
50	52.08	47.68	1.09	82.6	415	96.6	345	1.17 0.83
56	56.97	52.46	1.09	94.1	404	129.3	650	1.37 1.61
65	61.28	56.98	1.08	84.3	445	112.1	603	1.33 1.35
70	75.24	70.09	1.07	144.1	572	147.1	648	1.02 1.13
121	56.93	56.45	1.01	114.9	567	161.3	824	1.41 1.45
135	54.60	53.26	1.03	88.1	461	126.1	663	1.43 1.44
178	65.43	62.39	1.05	95.6	429	129.4	564	1.35 1.31
182	67.67	63.53	1.07	100.8	533	147.7	729	1.47 1.37

挽板の曲げ剛性をもとに計算した値とよく適合していることがあげられる。このことから、挽板の曲げ剛性とそれらの組みあわせがわかれれば、集成材となったものの曲げ剛性が、十分な精度で推定できることがわかる。

また、素材正角と集成材との比較を、曲げヤング係数(EI)、曲げ破壊係数(δ_b)について行なえば、11本の試料の平均で、前者は1.29倍、後者は1.30倍、集成材の値が大きくなっている。

木材チップの含水率測定方法

I 試験担当者氏名

林産化学部長	米沢保正
林産化学部高分子化学研究室	古谷剛、谷口実
" パルプ研究室	香山盛、菊地文彦、宇佐見国典、 高野勲、荻野健彦、島田謙爾、 山崎正友
" 繊維板研究室	佐野彌三郎、鈴木岩雄、松田敏善、 長沢定男

II 試験目的

木材チップの計量方法の統一化を図るため、関連学識経験者により検討を重ねてきたが、その検討の結果、中性子水分計を用いるチップの含水率測定が提案された。その趣旨にもとづいて、木材チップの含水率を連続的に、かつ自動的に計測する装置の開発を行なう。

III 試験の経過と得られた成果

1. 試験の概要(第1回)

当初予定した、貯槽ホッパーを用いて大量(トラック1台分)のチップを連続測定する実験は、装置および予算の関係から実現出来ず、後で示すように、貯槽ホッパーを用いないで、ベルトコンベアー4基とホッパー(測定用)を組合せて、連続的にチップを循環させて、測定ホッパー中に水分率を測定する方法を採用した。この方法によれば、一回の測定に使われるチップの量は約2m³である。

又、ホッパーの設計については、中性子水分計による測定に関与するチップの量が全体のチップの50%内外になるように寸法を定めた。

(実験の規模は、参加し得る人員の数に対しても、これ以上の規模は不適当であり、その場合には実験の遂行に相当の困難を来たすものと考えられる。)

装置を組立てて試運転をする迄は、使用した高速ベルトコンベア(ボータブルとしては最大運搬量)により、3分/7m³(実容積のm³、トラック1台分)迄実験可能と考えたが、実際には、ベルトコンベアーの輸送力は少なく、約7分/7m³が限度であった。

上記ベルトコンベアーとホッパーを設備するには、最低3間×7間、21坪の室が必要であり、21坪のパネルハウスを作り、内部にホッパー、ベルトコンベアー4基を設置した。

中性子水分計プローブ、 γ 線密度計は、夫々ホッパーの中心、及び側面に取り付け測定をおこなった。

測定に用いられた試料は、スギ・ヒノキ、アカマツ、雑2種の4種のチップで、含水率40%以上を希望して提供を受けた。これは逐次自然乾燥するに従って、40%台、30%台、及び20%台の水分で測定をおこなうためである。

実験は、乾燥法による水分測定の結果と、中性子水分計の積算計数値とから、電子計算器により中性子水分計の水分計算式の最適係数値を求め、その値から計算水分値について検討を加えた。

2. 実験装置

1) パネルハウス(3間×7間=21坪、及び2間×2間=4坪、計25坪)

ホッパー、ベルトコンベアーホーを設置するための、高さ4.5m、21坪の2階葉無床張り(木製)のパネルハウスと、乾燥器、および中性子水分計を置き測定するための平家建片流しの4坪の室からなる。本屋の床は一部(ベルトコンベアーホーを支えるため)コンクリート土間とし、その外の木製床の附荷重は150kg/cm²。

2) ベルトコンベアーホー4基

寸法、巾450mm、長さ9.6m、速さ9.9m/min輸送能力は、1本で120~150m³(見かけ)/hr 従って120m³/hr とすれば2m³/min となり、2本で実容積7m³(見かけ21m³)のチップを約5min で輸送可能である。

3) 測定ホッパー(内容積約1m³)

鉄製、形状寸法は図示の通り

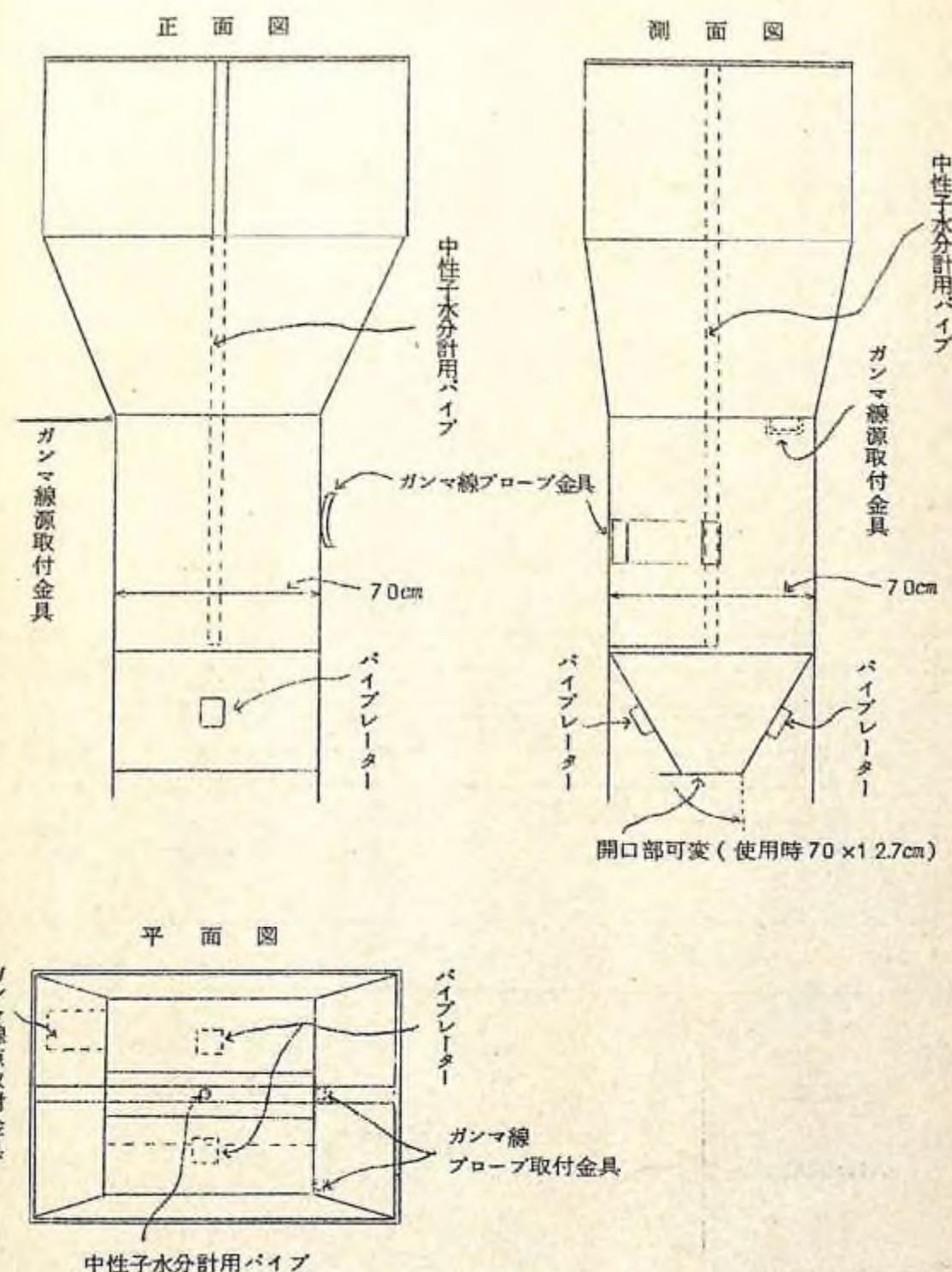
4) バイブレーター 2基

ホッパーの下部両側の斜面に取付け、チップの流出をなめらかにするために使用した。

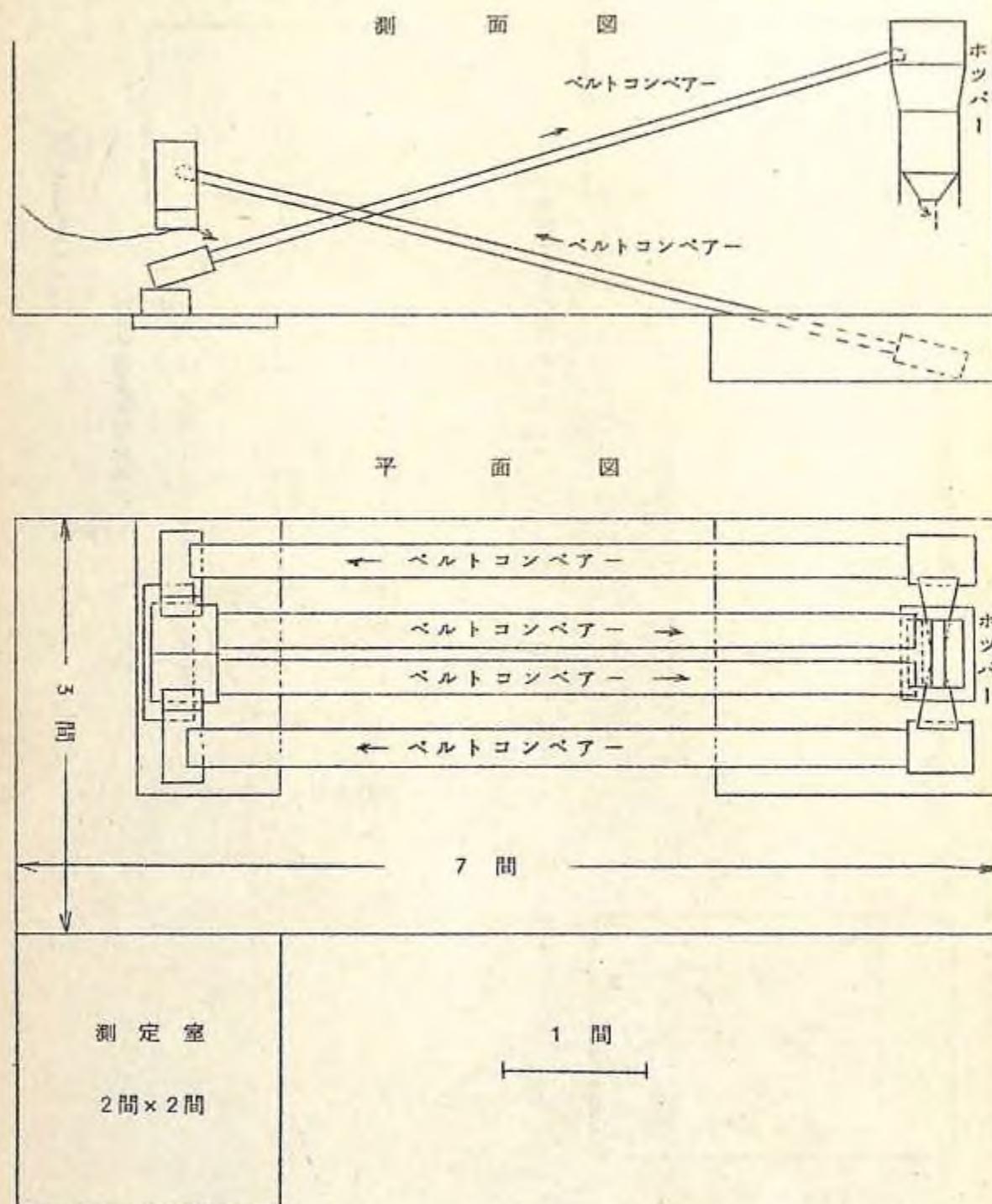
その他、サンプル秤量のための自動秤、乾燥器等を用いた。

2) および3) は、第2図に示すように、パネルハウス内部に設置した。

第1図 測定ホッパー



第 2 図 ベルトコンベア, 測定ホッパー設置図 (1/90)



3. 供試チップ

実験に用いられたチップは、紙パ連合会のあっせんにより、次の3社より提供されたものである。

スギ, ヒノキチップ 大昭和製紙KK

アカマツ " 東海パルプKK

雑 " 本州製紙KK

雑1 ナラ, ブナ 80% その他 20%

雑2. シデ, ケヤキ, ミヅメ, トチ, ミズキ等の混合

以上4種, 各見掛け約4m³

尚搬入時の水分値は、約40～50%の値を示した。

チップサイズは次の通り

	長	×	巾	×	厚
スギ・ヒノキ	20.0	×	17.9	×	3.5 (mm)
アカマツ	16.5	×	15.5	×	2.9
雑1	19.7	×	19.6	×	3.0
雑2	15.8	×	16.8	×	2.7

但し100ヶの平均値を示す。

4. 理論と測定法

1) 乾燥法による水分の測定方法(絶乾水分値)

チップ水分測定装置の運転は、1樹種1水分水準について、10回行ない、乾燥法による水分測定用試料は、3, 6, 9回目の3回にわたり採取した。戻りコンベアを2台使用しているため、試料の採取は、運転開始1分後に、最初の試料をとり、以後30秒間隔で、5～8ヶの試料を、各戻りコンベアから交互に採取した。

採取量は、重量測定用チップ容器(金網カゴ、65×115×340mm約2.5ℓ)に大体一杯となる程度とした。

採取試料はそれぞれ常法^{*}により水分率を測定した。

(*常法とは電熱式乾燥器により105℃, 16 hours乾燥した後直読式天秤で秤量した。)

予備試験にて乾燥時間は恒量を得るに十分なることを確認すみである)

2) 中性子水分計による水分の求め方

中性子水分計の出力M (vol %: 体積水分率) と、ガンマ線密度計の出力 ρ (g/cm^3 : 密度) から、重量水分率A (%水分: wet base) は理論的に(1)式により求められる。

$$A = \frac{1}{1-\alpha} \left(\frac{M}{\rho} - \alpha \right) \quad \dots \dots \dots (1)$$

α : 木材の等価水分

中性子水分計の出力M、ガンマ線密度計の出力 ρ は校正されていない状態では下式で表わされる。

$$M = a M' + b \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$\rho = c \rho' + d \quad \dots \dots \dots (3)$$

(1), (2), (3) 式から

$$A = \frac{1}{1-\alpha} \left(\frac{a M' + b}{c \rho' + d} - \alpha \right) \quad \dots \dots \dots (4)$$

いま、 $\frac{b}{a} = P$, $\frac{c}{a} = Q$, $\frac{d}{a} = R$, $\alpha = S$ とおくと、(5)式が得られる。

$$A = \frac{1}{1-S} \left(\frac{M' + P}{Q \rho' + R} - S \right) \quad \dots \dots \dots (5)$$

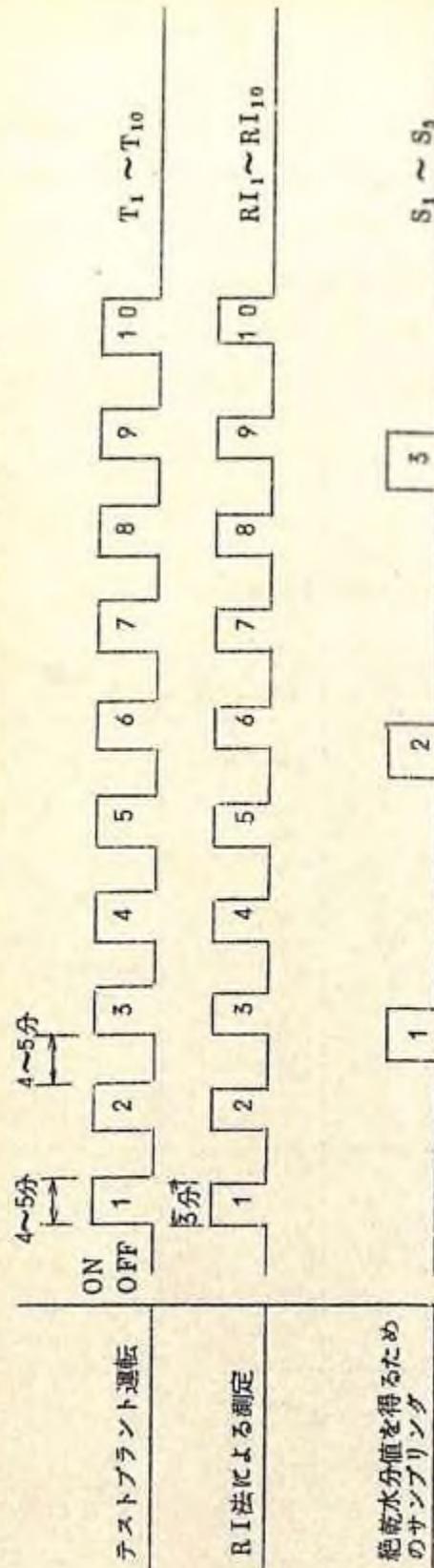
P, Q, R, Sの最適値を求めるため最小自乗法を利用する。サンプリングにより求められた絶乾水分値を $A'i$ 、それに対応する中性子水分計の出力を $M'i$ 、ガンマ線密度計の出力を $\rho'i$ として(6)式が最小になるP, Q, R, Sの値を求める。

$$SS = \sum \left\{ A'i - \frac{1}{1-S} \left(\frac{M'i + P}{Q \rho'i + R} - S \right) \right\}^2 \quad \dots \dots \dots (6)$$

以上の計算法で求められたAの値と、絶乾水分値との相関係数、および標準偏差を求めた。

尚試験装置の運転と測定のタイミング及びデータの対応を示すと、第3図のようになる。

第3図 テストプラントの運転と測定のタイミングおよびデータの対応



[運転と測定]

- 1 樹種で1水分レベルを測定するときの状態である。
- 2 従って4樹種で3水分レベルの測定を行なっているから、上図の運転および測定を12回繰返した。
- 3 テストプラントの運転を1樹種、1水分レベルで10回行った。

- 4 RI法測定はテストプラント運転の度に10回行なった。
- 5 サンプリングはRI法の3, 6, 9回目に行なった。

[データの対応]

- 1 全データの解析にはRI法10回の平均値と、サンプリング3回（各回では第2~4表に示すように5~15ヶのサンプリングを行なっている）の平均値を対応させた。
- 2 各樹種のデータ解析では下記によりデータをふやした。
 RI₁, RI₂, RI₃ → S₁
 RI₄, RI₅, RI₆ → S₂
 RI₇, RI₈, RI₉ → S₃

5. 実験結果

1) 袋詰チップの袋間の水分率の検定

先づ各樹種について、試料全袋(30~35袋)から5袋をランダム抽出し、各袋毎にチップをひろげ、大体4等分し、各区分から約300gのインクリメントを1ヶづつ採取した。

それらのインクリメントについて常法により水分測定をおこない、分散分析した結果、スギ、ヒノキのチップの場合にのみ、袋間に水分含有率の差がみとめられた。

2) 実験をおこなうためのチップの水分水準は40%，30%，および20%の3水準とした。

チップの循環サイクルは2.7~2.8秒/回、水分測定用ホッパー内通過時間は1.6~1.7秒であった。

水分測定日時、および装置運転条件は第1表の通りである。

表 1 表 チップ水分測定装置運転条件

樹種	水分水準	運転月日	バイフレータ強度	チップ流量	備考
スギ・ヒノキ	40%台	2月24日	3	3 m ³ /min	
アカマツ	"	2月27日	4	3 "	
雑1	"	2月26日	3	2.57 "	
雑2	"	2月28日	4	2.65 "	
スギ・ヒノキ	30%台	3月11日	3	2.65 "	ベルトワックス使用
アカマツ	"	3月18日	3	2.67 "	"
雑1	"	3月12日	3	2.69 "	"
雑2	"	3月10日	3	2.34 "	"
スギ・ヒノキ	20%台	3月24日	3	3 "	"
アカマツ	"	3月25日	2	3 "	"
雑1	"	3月25日	2	3 "	"
雑2	"	3月24日	1	3 "	"

ホッパー開孔部面積は 700×127mm すべて一定

試料採取について、ベルトコンベア間の差が考えられるので、この点について検定を行なった結果、ベルトコンベア間には有意差はみとめられなかった。

3) 実験は、測定法の項でのべた方法に従って、水分率を測定した。その結果を第2~第4表に示す。

第2表 チップ水分測定値(乾燥法)

40%台

	スギ・ヒノキ			アカマツ			雑1			雑2		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	39.04	42.28	43.48	50.59	50.80	50.63	40.49	40.03	39.69	39.34	39.94	40.56
2	40.29	41.78	41.80	51.55	51.33	50.03	40.95	42.90	39.07	—	40.08	—
3	40.12	39.98	40.92	51.00	51.57	51.93	40.05	40.18	40.56	39.61	39.60	39.47
4	41.04	36.74	42.60	51.31	50.50	51.85	40.17	40.16	39.87	39.50	39.49	39.44
5	43.13	57.01	43.20	51.25	51.22	51.65	40.05	40.27	40.02	39.18	39.65	39.59
6	42.56	42.90	39.99	50.18	51.52	51.51	39.67	40.21	39.70	39.14	39.68	39.52
7	41.32			51.32	51.34	50.65	41.28	40.28	40.03	39.91	39.41	39.88
8	42.84				51.65				39.91	39.53		39.29
9	41.06								39.73			
10	39.74								39.98			
11	58.05											
12	37.49											
13	39.96											
14	39.77											
15	—											
16	40.04											
Σ	60.645	24.069	25.199	35.718	40.973	35.815	28.266	28.403	39.836	27.621	27.785	27.775
平均	40.43	40.12	42.00	51.03	51.22	51.16	40.58	40.58	39.84	39.46	39.65	39.68
総計	109.913			112.506			96.505			83.181		
最大	43.48			51.93			42.90			40.56		
最小	36.74			50.03			39.07			39.14		
—x	40.71			51.14			40.21			39.61		
σ	1.8821			0.5370			0.6986			0.3105		
O.V.	4.62%			1.05%			1.21%			0.78%		

第3表 チップ水分測定値(乾燥法)
30%台

	スギ・ヒノキ				アカマツ				雑1			雑2		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	28.65	26.86	26.48	30.71	29.64	29.68	32.13	32.00	32.42	30.52	30.85	30.62		
2	28.55	27.77	26.63	31.80	29.58	29.14	32.09	32.47	32.31	30.88	30.90	30.71		
3	27.77	27.34	26.81	30.14	30.57	29.09	32.34	32.52	32.54	31.11	31.30	30.53		
4	27.32	27.71	27.07	30.87	30.57	29.86	32.07	32.45	32.80	31.17	31.04	29.77		
5	28.30	28.97	27.57	31.14	30.61	29.90	32.24	32.51	32.79	30.90	30.97	30.57		
6	27.97	26.78	27.62	30.60	29.99	30.65	32.14	32.13	32.75	30.89	30.80	30.72		
7	28.25	27.28	26.60			30.34				31.18	31.32	30.87		
8	27.98					30.51								
Σ	22477	19271	18858	18526	241.61	17834	19301	19406	19561	21665	21718	21379		
平均	28.10	27.53	26.94	30.88	30.20	29.72	32.17	32.34	32.60	30.95	31.03	30.54		
統計	606.06			605.21			582.68			647.62				
最大	28.97			31.80			32.80			31.32				
最小	26.48			29.09			32.00			29.77				
\bar{x}	27.55			30.26			32.57			30.84				
σ	0.6967			0.6474			0.2458			0.3514				
C.V	2.53%			2.14%			0.26%			1.07%				

第4表 チップ水分測定値(乾燥法)
20%台

	スギ・ヒノキ			アカマツ			L1			L2		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	19.86	19.51	19.58	19.31	19.70	19.13	25.82	23.30	23.61	21.46	20.61	20.24
2	19.66	19.42	19.28	19.68	19.78	18.89	23.76	23.53	23.28	21.14	21.13	20.56
3	19.70	19.32	19.72	19.86	19.71	18.95	25.26	23.30	23.38	21.63	21.00	20.15
4	19.71	19.40	19.62	20.10	20.58	19.50	25.18	23.61	23.27	21.06	20.84	20.00
5	19.65	19.42	19.02	19.95	19.83	19.24	23.47	23.27	23.42	20.84	20.65	20.42
6	19.50	19.30	19.12		19.98	19.22	23.65	23.40	23.22	21.31	20.89	21.22
Σ	118.08	116.37	116.54	98.90	119.58	114.93	141.14	140.21	140.18	129.44	125.12	122.57
平均	19.68	19.40	19.39	19.78	19.93	19.16	23.52	23.57	23.56	21.24	20.85	20.43
統計	350.79			333.41			421.53			375.13		
最大	19.86			20.58			23.82			21.63		
最小	19.02			18.89			23.18			20.00		
\bar{x}	19.49			19.61			23.42			20.84		
σ	0.2175			0.4321			0.1865			0.4422		
C.V	1.12%			2.20%			0.80%			2.12%		

チップ水分測定の結果、試料採取の経時的な差が考えられるので、検定の結果、いずれも有意差はみとめられなかったので、各水分水準について、1樹種、1ロットとして測定データを処理した。

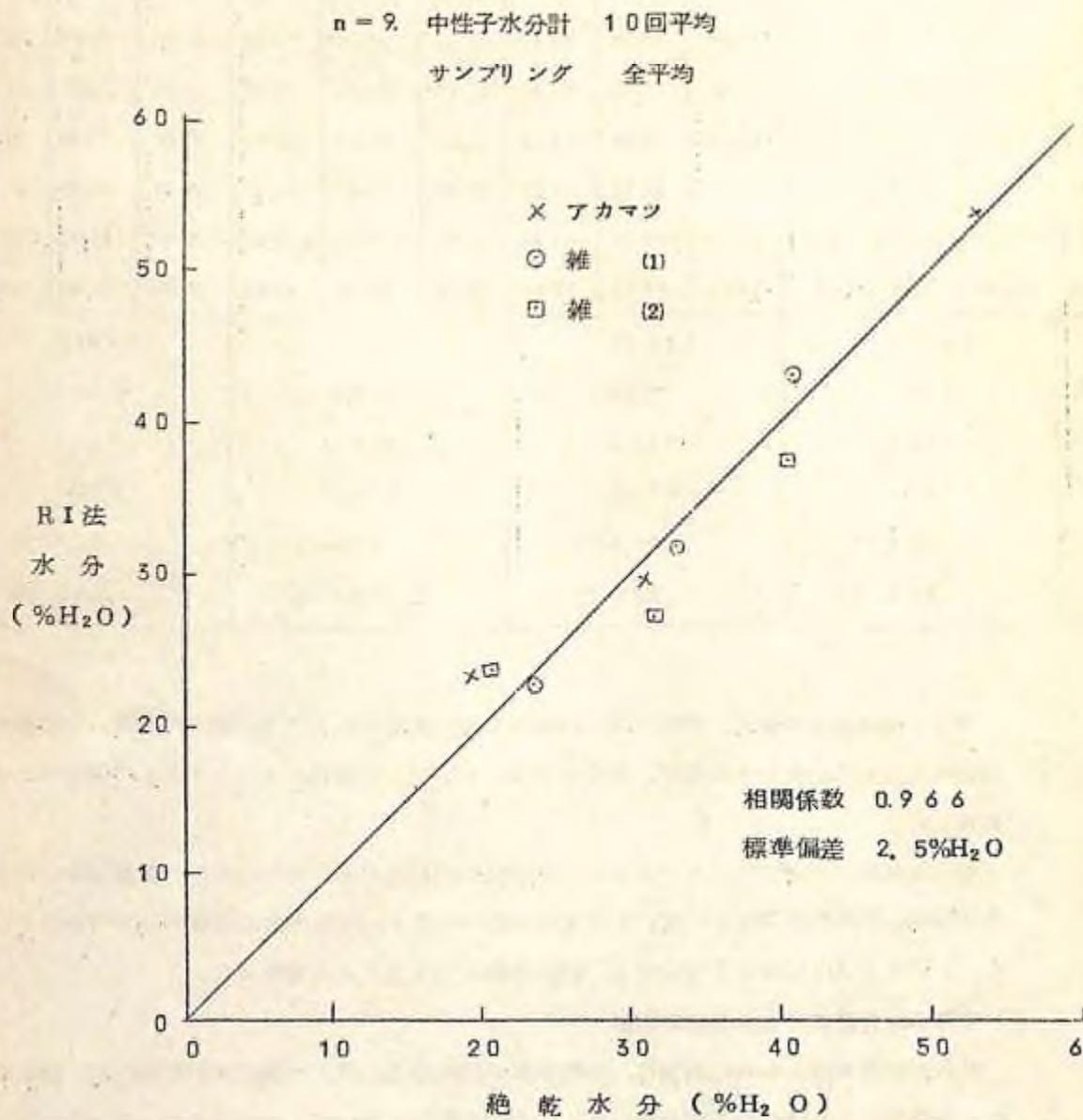
搬入時には、スギ、ヒノキチップの水分率は袋間に差がみとめられたが、装置運転の際には、各樹種共、各水分水準において、水分率の変動は小さく、量も大きな変動のみとみられる。スギ、ヒノキ(40%台)の場合でも、変動係数として4.62%であった。

4) 中性子水分計による水分測定試験

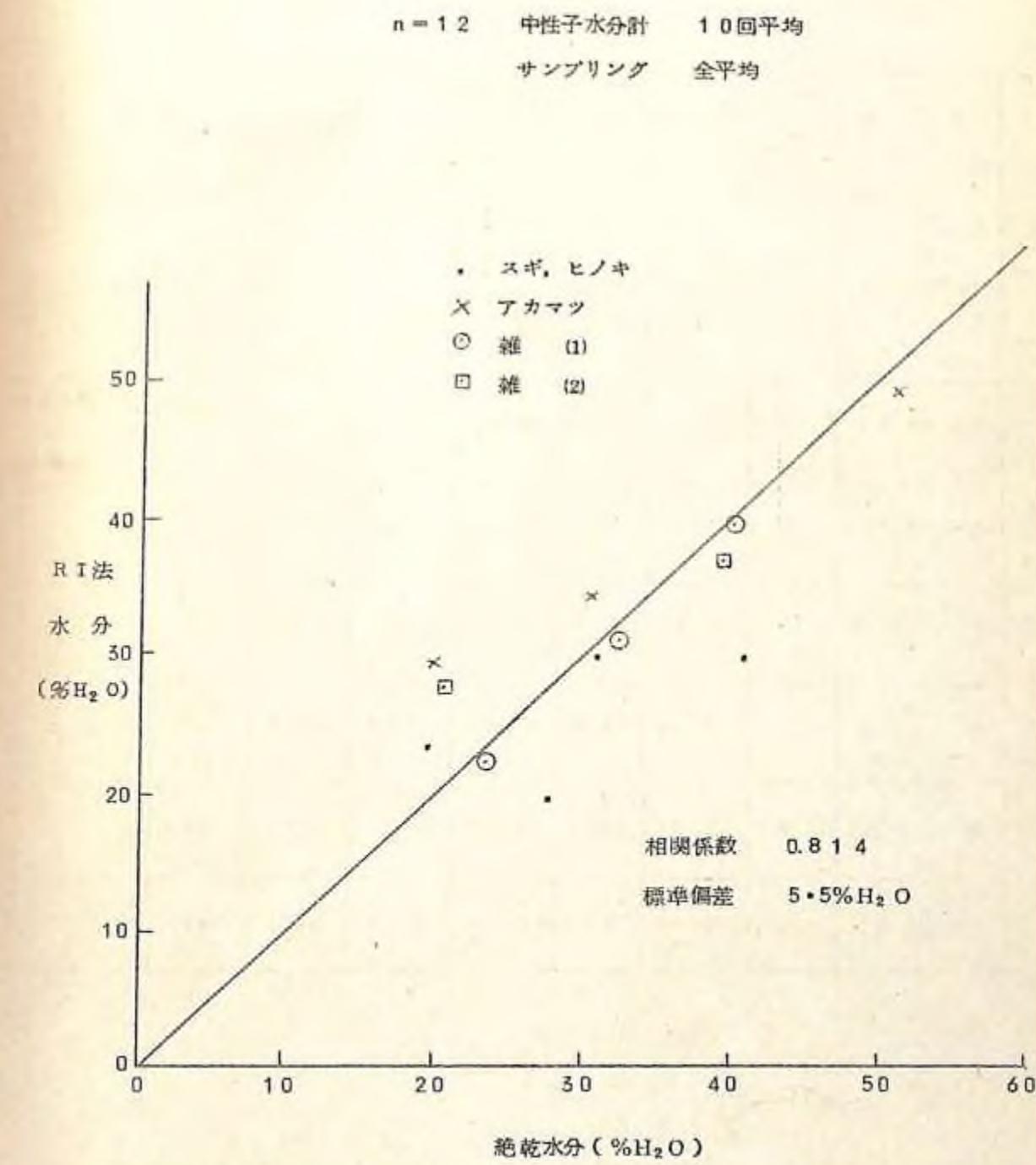
水分値計算に用いられた数値は、中性子水分計の出力、ガンマ線密度計の出力共、運転開始約1分後から3分間の計数値を用いた。これらの数値を用いて、測定法で述べた方法に従って

求めた水分値と、サンプリングによる絶乾水分値とのグラフを第4図、および第5図に示す。
第4図はスギ、ヒノキを除いたデータから求められ、第5図は全データより求めたものである。
スギ、ヒノキを除いた場合には、樹種間には有意差はみとめられなかった。

第4図 中性子水分計、および乾燥法による水分値の比較
(スギ、ヒノキチップを除く)



第5図 中性子水分計、および乾燥法による水分値の比較
(全樹種)



この時の、計算式中の係数、P, Q, R, S の最適値を第5表に示す。

第5表 Q, Q, R, S の最適値

	樹種	データ数	計算により求めた最適値				相関係数	標準偏差	備考
			P	Q	R	S			
スイギ・ヒノキを除く	アカマツ	9	0.015	0.835	0.080	0.509	0.966	% H ₂ O 2.5	第4図に示す
	全 雜 (1) 雜 (2)								
全データ	全 (〃)	27	0.004	0.900	0.040	0.533	0.942	3.3	
	全(4樹種)	12	0.043	0.965	0.070	0.565	0.814	5.5	第5図に示す
	スギ・ヒノキ	9	-0.013	0.930	-0.005	0.513	0.750	5.8	
	アカマツ	9	-0.048	1.005	-0.055	0.515	0.964	3.5	
	雜 (1)	9	0.064	0.860	0.140	0.529	0.971	1.7	
	雜 (2)	9	-0.056	0.980	-0.060	0.483	0.914	3.1	
	全(全樹種)	36	0.019	1.000	0.030	0.553	0.804	5.7	

又、最小自乗法により求めた水分値を第6表および第7表に示す。

第6表 絶乾水分値とR.I.法水分値
(除スギ・ヒノキ)

	アカマツ		雜 (1)		雜 (2)	
	絶乾水分	R.I.法	絶乾水分	R.I.法	絶乾水分	R.I.法
40%台	51.14	53.48	40.21	43.00	39.61	37.08
30%台	30.26	28.86	32.37	31.17	30.84	26.28
20%台	19.61	22.85	23.42	22.35	20.84	23.15

第7表 絶乾水分値とR.I.法水分値
(全データ)

	スギ・ヒノキ		アカマツ		雜 (1)		雜 (2)	
	絶乾水分	R.I.法	絶乾水分	R.I.法	絶乾水分	R.I.法	絶乾水分	R.I.法
40%台	40.71	30.08	51.14	49.04	40.21	39.46	39.61	37.15
30%台	27.55	19.62	30.26	35.36	32.37	31.02	30.84	29.89
20%台	19.49	23.21	19.61	29.30	23.42	23.22	20.84	27.53

6. 考 察

スギ、ヒノキを除くと、標準偏差 2.5% H₂O となり、樹種間の有意差はみとめられなかつたが、このスギ、ヒノキの場合の異常については、種々検討を加えたが、得られたデータ、実験方法等から、その理由をみつける事は出来なかつた。この異常を解明するためには、更に、新しく実験を行なう必要があると考えられた。その際には、同種の実験に加えて、更に時間的に細かい数値の解析法を加える必要があるとの結論に達した。

7. 試験の概要(第2回)

第1回目の試験で、スギ、ヒノキチップ水分データのばらつきが大きく、その原因を追求したが、結局解明することができなかつたので、新しく産地の異なるスギ、ヒノキチップ2種(大昭和製紙KK、東海パルプKK 2社提供)を準備して第1回目と同様の実験を行なつた。ただし今回は測定装置として、Multi Channel Scaler(MCS)を追加使用した。

実験の結果は、第1回目と同様の解析処理を行なつた場合は、スギ、ヒノキチップ(大昭和)の高水分水準(4.4%)のものが異状な値を示し、この原因についても従来の解析法では十分納得の行く解明は得られなかつた。そこでMCSによる0.5秒間隔の計数値に基づいてデータの解析を行なつたところ、標準偏差 2.9% となり、この試験に関する限り、樹種間に差は認められないという結論を得た。

8. 実験装置

Multi Channel Scaler を除き、他の装置は第1回目試験の場合と全く同様である。

Multi Channel Scaler (800チャンネル)

チャンネル数 800 を有し、各チャンネルは一定時間毎の計数値を記憶、記録することができる。

9. 供試チップ

供試チップの詳細は第8表のとおりである。

第8表 供試チップ

項目	チップサイズ※			含有水分%	チップ搬入月日
	長さ	幅	厚さ		
スギ・ヒノキ(東海)	19.9	21.8	5.9	54.23	昭44・5・28
スギ・ヒノキ(大昭和)	15.5	27.3	3.6	15.49	昭44・5・29

* 150ヶの測定値の平均値

その他4種類のチップについては、第1回試験(2月25日～3月25日)で使用したもの用いた。

10. 理論と測定法

MCSによる計数値に基づいてデータの解析を行なつた場合を除き、他は第1回試験とはほぼ同様である。

水分測定日時および装置運転条件は第9表のとおりである。

第9表 チップ水分測定装置運転条件

樹種	水分水準	運転月日	バイブレーター強度	チップ流量	備考
スギ・ヒノキ(東海)	30～40%台	5月29日	4	2.57	
スギ・ヒノキ(大昭和) ^①		6月11日	4～5	2.30	水分添加
スギ・ヒノキ(東海) ^②	20%台	6月5日	5	2.53	ベルトワックス使用
スギ・ヒノキ(東海) ^③	10%台	6月12日	0	2.76	"
スギ・ヒノキ(大昭和)		6月4日	4	3	"
スギ・ヒノキ		6月6日	3～4	3	"
アカマツ		5月28日	2～3	3	"
雜1		6月9日	0～1	3	"
雜2		6月10日	0～1	2.57	"

ホッパー開孔部面積は、 $700 \times 127\text{mm}$ ですべて一定

①チップ入手時の水分が10%台だったので、水を加えて水分をえた。

②自然乾燥により水分をえた。

装置の運転は1樹種について12回行ない、乾燥法による水分測定用試料は第3、第6、第9、第12回目の4回採取した。試料の採取間隔は1分間とした。1回当たりの装置運転時間は約4分間であるので、1樹種1水分水準(1測定点)当たりの試料数は約16となる。R.I法による測定は1測定点当たり6回行なった。

MCSによるデータの解析

1) 使用データ

1測定点当たり6回の測定の中、後半5回のデータを使用した。

2) データ数

測定1回につき、水分計、密度計それぞれ200点のデータがある。従ってそれぞれのデータ数は $200 \times 3 = 600 / 1\text{回}$ となり、データ1点は0.5秒間隔であるので、測定延時間は1測定点当たり $600 \times 0.5\text{秒} = 300\text{秒}$ 、即ち5分間となる。

実験回数 9(9測定点)

データ 水分計 600

密度計 600

全データ $(600 + 600) \times 9 = 10,800$

3) データ処理方法

水分計：水分計出力(カウント数)と水分(体積%)は直線関係があるので、1測定の代表値として600データの単純平均をとった。

密度計：密度計出力(カウント数)の対数と、密度は直線関係があるので、下式により平均をとった。

$$\bar{\rho} = \frac{1}{n} \sum (A \log_{10} N + B)$$

$\bar{\rho}$: 平均密度

n : データ数

N : カウント数

A,B : 定数

(この処理が、従来の解析法と異なる)

乾燥法による水分測定値との比較は第1回実験と同じ

11. 実験結果

1. 乾燥法による水分測定値

乾燥法によるチップの水分率測定結果は第10表のとおりである。

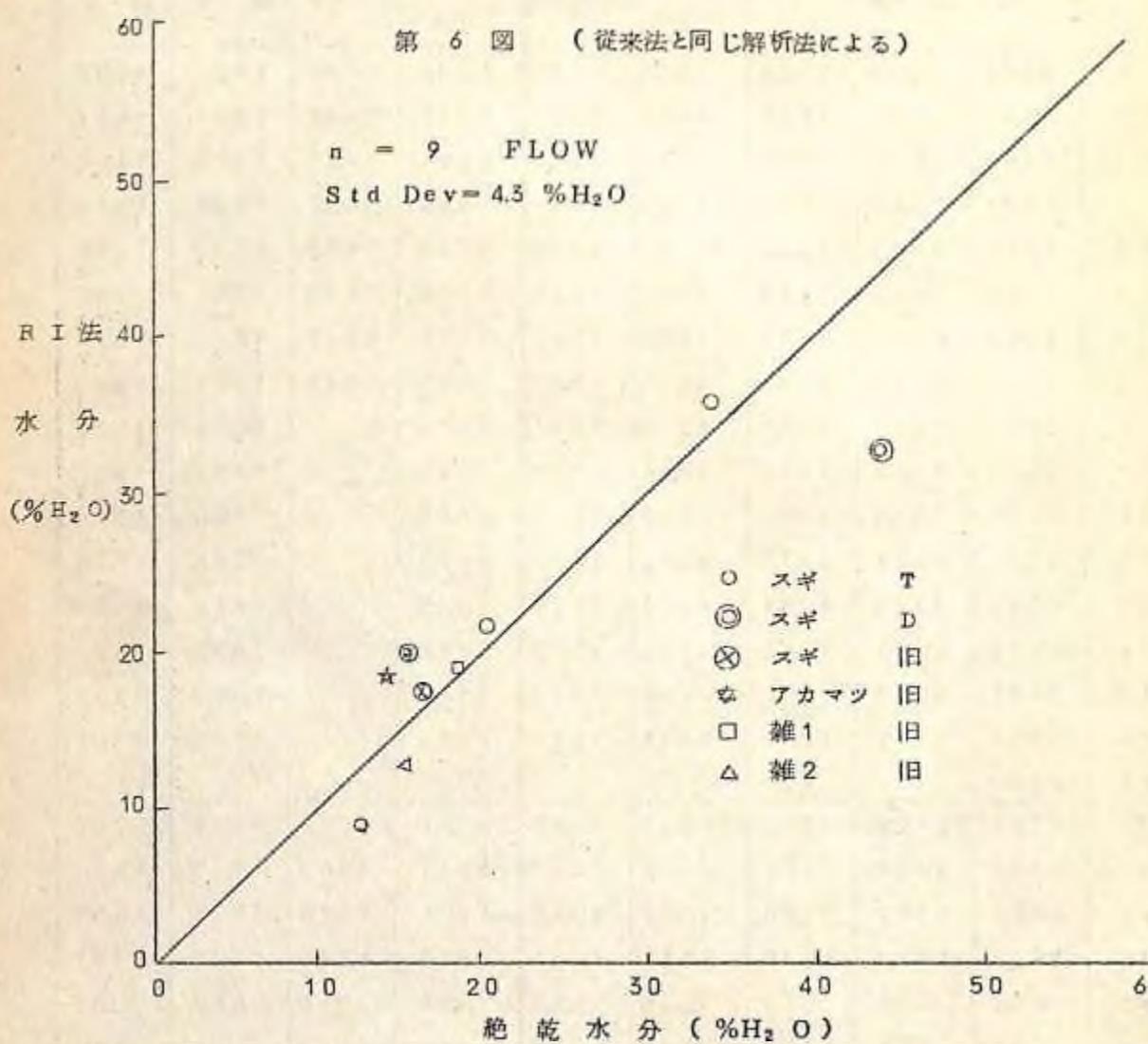
第10表 チップ水分測定値 (%)

	スギ・ヒノキ(東海)			スギ ヒノキ (大昭和)	スギ・ヒノキ (旧)	アカマツ	雑1	雑2	
1	34.19	20.80	12.82	43.40	15.84	16.46	14.63	19.21	16.02
2	33.40	21.02	12.98	44.82	15.70	16.25	14.47	18.74	16.27
3	34.23	20.96	12.93	44.33	15.80	16.94	14.65	18.95	16.01
4	33.83	20.69	12.83	43.39	15.88	16.46	14.47	19.08	16.25
5	35.48	20.80	12.40	45.08	15.84	16.85	14.38	18.97	16.40
6	34.03	20.28	12.61	45.03	15.33	17.00	14.78	17.91	16.89
7	34.99	20.29	12.49	44.05	15.62	16.33	14.62	18.40	16.71
8	35.09	20.13	12.61	44.33	15.69	17.01	14.43	18.73	16.67
9	34.99	20.17	12.71	43.91	15.47	16.76		17.75	15.23
10	35.59	20.32	13.00	44.81	15.29	16.46		17.97	15.27
11	34.63	20.56	12.86	45.29	15.52	16.43		17.80	15.34
12	33.23	20.41	12.72	44.12	15.29	16.72		17.88	15.28
13	33.48	19.46	12.61	43.46	15.23	16.65		18.49	15.35
14	32.34	19.22	12.53	44.46	15.22	16.58		18.35	14.97
15	33.87	19.46	12.70	44.64	14.94	16.51		18.52	14.83
16	33.96	19.72	12.47	43.11	15.15	16.30		18.04	15.03
17	34.50								
Σ	581.83	324.29	203.27	708.21	247.81	265.71	116.43	294.79	252.52
\bar{x}	34.23	20.27	12.70	44.26	15.49	16.61	14.55	18.42	15.78
Max	35.59	21.02	13.00	45.29	15.88	17.01	14.78	19.21	16.89
Min	33.23	19.22	12.40	43.11	14.94	16.30	14.38	17.75	14.83
σ	0.83	0.54	0.18	0.65	0.35	0.24	0.13	0.47	0.69
C.V.	2.43	2.65	1.42	1.47	2.27	1.45	0.88	2.57	4.35

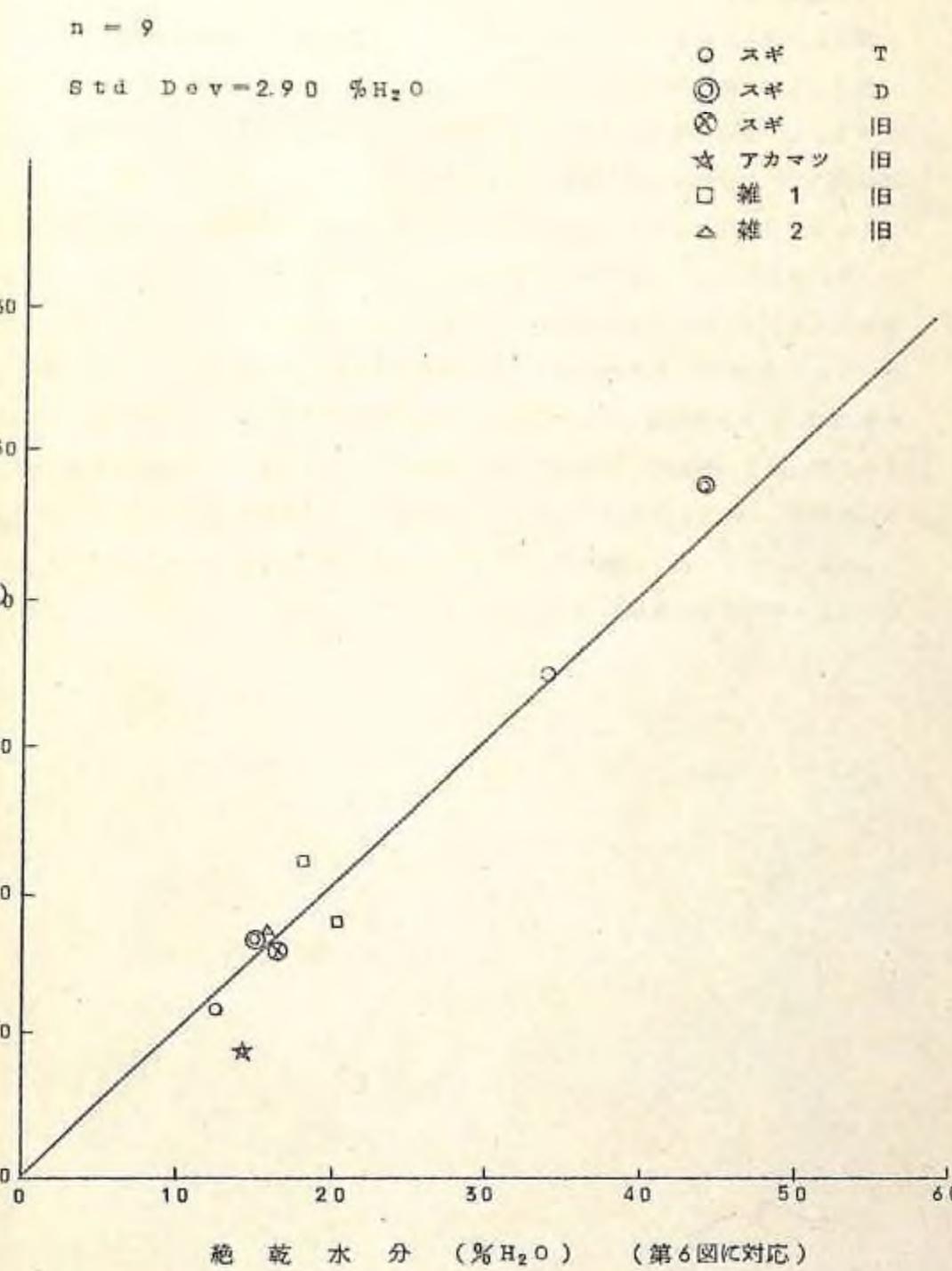
2. RI法により求めた水分値

	P	Q	R	S
従来法によるもの	0.043	0.795	0.070	0.529
MCSによるもの	0.172	0.990	0.520	0.497

上表によるP, Q, R, Sを使用して計算した水分値と、乾燥法による水分測定値との比較は第6図(従来法)、第7図(MCS法)に示すとおりである。



第7回 (MCS解析法による)



12. 成 果

第10表に明らかなように供試チップの水分変動は、各樹種、各水分水準ともかなり小さいことが認められた。

第6図に明らかなように、スギ・ヒノキチップ(大昭和)の高水分水準(44%)だけがR I法による測定値が異常に小さい値を示している。この測定値を除いた8測定点では標準偏差2.8%となり妥当な値となっている(図省略)。この原因については第1回試験と同様に、この解析法では十分納得の行く説明を得るに至らなかった。

そこで、MCSによる0.5秒間隔の計数値に基いてデータ解析を行なったところ第7図に示すように標準偏差2.9%となり、妥当な値を示した。これはさきにものべたように水分計は水分計出力と水分(容積%)が直線関係にあるため、代表値としてある時間内の計数値の単純平均値をとればよいが、密度計の場合は密度計出力と密度が直線関係がないのに、従来法ではこれを無視し、水分計同様である時間内の計数値の単純平均値をとっていたための誤差があったものと思われる。事実この実験装置では、装置運転中R I法による水分測定装置(検出部)のまわりのチップの流れは均一でなく、かなり不規則であることが定性的に認められている。

このようにチップ水分の連続測定では、測定装置(検出部)のまわりのチップ密度の変化が、測定値に大きな影響を及ぼしていることが明らかになった。

高寒性樹種の植栽技術

1. トドマツ山行苗の形質別生長
2. トドマツ植付け方法別生長

I. 試験担当者氏名

北海道支場造林部長	柳沢聰雄(現本場造林科長)
	土井恭次
造林研究室	中野実(現本場企画科長)
	林敬太
	玉利長三郎
	菊田信吾
	横山喜作
	豊岡洪
	菅原セツ子
	藤村好子
土壤研究室	戸本正義(現本場土じょう第二室長)
	津田耕治(現本場)
	真田勝
	大友玲子

II. 試験目的

2～3年で山出しできる、スギ、カラマツとちがい、トドマツの幼時生長は緩慢で、普通は5年間育苗して、やっと山出しできるようになる。さらに山出しの際の掘取りは根系の切断、続いて再生が負担となって、植栽しても2～3年は生長が悪い。また下刈に要する労力、経費も大きい。したがって育苗から植栽後2～3年までの造林作業をできるだけ合理的に進めて、活着、生長を良好ならしめ、労力軽減にも役立てることは、トドマツの特性を明らかにすることと併行して、亜寒帯における造林問題の主要な研究課題である。主として、育苗面の基礎的事項について、この研究課題の解明をおこなった。

III. 試験の経過と得られた成果

本研究課題は、北海道支場共同研究項目「トドマツの生長条件に関する研究」として、昭和40年度から一般会計による特掲項目として開始し、その後経常研究として実施してきたものを、昭和44年度に特別会計特掲項目として引継いだものである。したがって、この報告は昭和40年度以降の関連事項、すなわち、1) トドマツ山行苗の形質別生長、2) トドマツ植付け方法

別生長について、その結果をとりまとめた。

1. トドマツ山行苗の形質別生長

1-1 床替密度を異にした苗木の生長

供試苗は定山渓営林署百松沢苗畠で養成された2-0苗木で、1966年4月、当支場苗畠に25, 36, 49, 64, 100, 169本/m²の密度で、3回繰返しの床替試験区を設けた。施肥は当場の一般育苗に準じておこなった供試苗および床替後2生育期経過した苗木の栄養分を化学分析して、育苗中の養分吸収量と密度との関係をしらべ、1968年5月に苗畠に植栽して、植栽後の生長を1969年秋に測定した。化学分析は、窒素はケルダール法、磷酸はA, O, A, O法、カリは炎光法、カルシウムは藤酸法、マグネシウムはチタンイエロー法によった。

床替時の苗木の乾重量は0.62g、苗長15.2cm、根元径0.20cmで、養分含有率は窒素1.43、磷酸0.47、カリ0.90、カルシウム0.38、マグネシウム0.07各%であった。したがって、苗木1本あたりの養分含有量は、窒素8.91、磷酸2.89、カリ5.59、カルシウム2.35、マグネシウム0.45各mgとなる。2生育期終了後の1967年10月に各区の苗木を掘取り、形質と養分含有量をしらべたが、図-1に生重量、苗長および苗径をしめした。他樹種でこれまで得

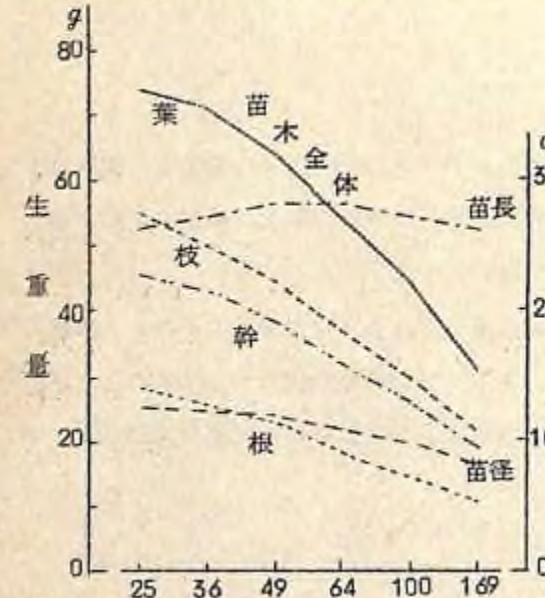


図-1 苗木の生重量(g/seedling)と苗長、苗径(cm)

うで、密度の高いほどm²あたりの乾物生産量は大きい。(図-3参照)。養分含有率についても部位ごとにくわしくしらべた。窒素は密度の高い区ほど幹の上部葉および枝の葉ですくないが、

られた結果とおなじように、本数密度が高くなるほど苗木1本あたりの生重量はすくないことは、図-1および表-1の苗木全体の生重量の分散分析でも明らかである。しかし、苗長と本数密度の関係は生重量ほどはっきりせず、わずかに49, 64/m²で大きいけれども、他区との差は2cmにすぎなかった。図2でしめした部位別に、乾重量をみてみると、密度の高い区ほど苗木間の空間がせまいことが、枝と根に影響をあたえ、したがって図-1にみられるように根元径も小さい。また閉鎖した林分では乾物生産量は一定になれると言われるが、この結果では、まだそこまではいっていないよ

うで、密度の高いほどm²あたりの乾物生産量は大きい。(図-3参照)。養分含有率についても部位ごとにくわしくしらべた。窒素は密度の高い区ほど幹の上部葉および枝の葉ですくないが、

表-1 苗木全体の生重量における分散分析

要因	S	F	V	F _{0.05}
A	4142	5	828	165**
e	60	12	5	
T	4202	17		

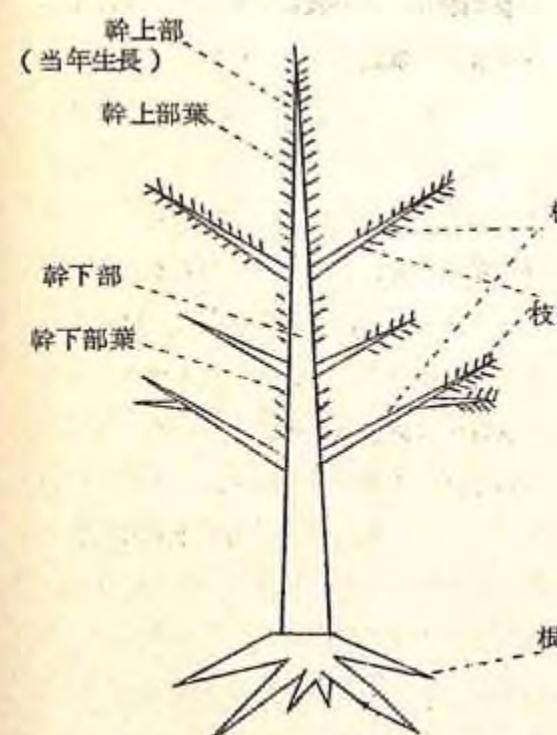


図-2 部位の分け方

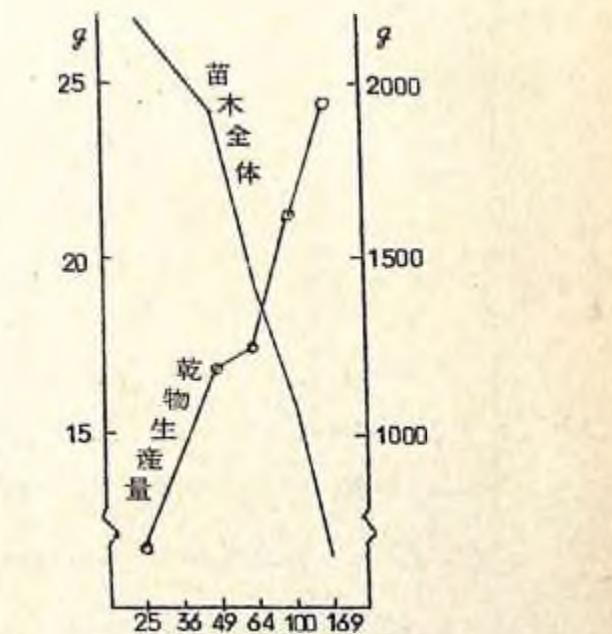


図-3 乾重量(g/seedling)と乾物生産量(g/m²)

これは窒素が生長点附近の生育旺盛な部分に多く含まれることから考えると、窒素不足の状態が高密度区に現れたものとみることができる。苗木全体の養分含有量(図-4)でも高密度区の窒素の減少が顕著である。高密度区の養分不足は磷酸、カリ、カルシウム、マグネシウムでもおなじ傾向を持っている。磷酸は低密度区でも含有率が低いが、空間が多いため、土じようが乾燥して磷酸吸収を阻害するものと考えられるし、またカルシウムの含有率が窒素やカリと違って高密度区ほど多く、幹の部位間の差もほかの養分ほどではないのは、カリの吸収に対応することもあるが、トドマツ苗木のカルシウム吸収特性を考える。養分含有量を葉、枝、幹、根の各部位別に分配率をしめしたのが図-5である。密度の高い区ほど葉の養分含有量の割合が大きいのは窒素とカリ

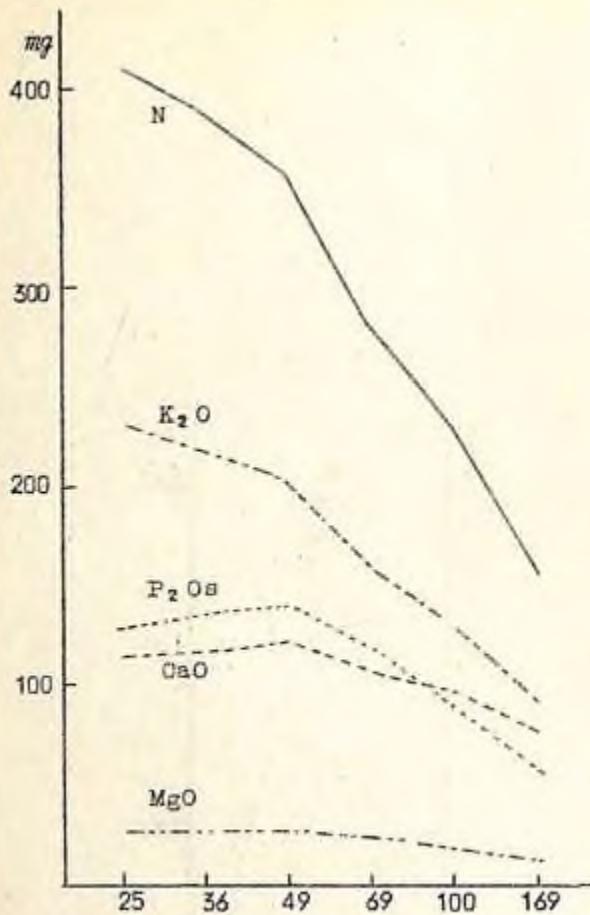


図-4 養分含有量(mg/seedling)

で、磷酸とカルシウムはそれほど変わらない。幹の割合が増大するのは加里とカルシウムで、枝ではどの要素もすくなくなっている。根でもおなじことが云える。このように枝や根に養分含有量のすくない高密度区の苗木は、植栽しても良好な生育はのぞめない。床替期間中の養分吸收量を、図-4の養分含有量から供試苗のものを差引いて、 m^2 あたりでしめしたのが図-6である。本数密度が高くなると、いずれも m^2 あたりの吸收量は増大している。さきに高密度区ほど養分不足の状態にあることを明らかにしたので、養分が不足しない状態では、図-6の各区間の差はもっと大きいはずである。この試験での施肥量は各区ともおなじなので、高密度区ほど肥料の利用率は大きいとみることができるが、苗木の形質や養分吸収の操作から考えると、本数密度は低いほど、植栽後の活着、生長はよいと思われる。

1968年5月、植栽時の苗木の形質は表-2にしめした。T, R率および弱さ度はいずれも

表-2 植栽前(1968年5月)の苗木の形質と植栽後(1968.11)の乾物増大量

密度/ m^2	平均根元径	平均苗長	T, R率	弱さ度	増 加 量 (dry, g)		
					全 体	地 上 部	地 下 部
169	0.70	27	3.23	2.97	15.5 ^g	10.0 ^g	5.5 ^g
100	0.78	25	2.90	2.24	17.7	10.9	6.8
64	0.86	24	2.72	1.82	19.7	12.1	7.6
49	0.95	24	2.59	1.69	23.7	15.3	8.4
36	0.95	24	2.45	1.51	25.8	16.5	9.3
25	1.01	26	2.28	1.44	28.2	18.3	9.9

(註)弱さ度：苗長/地上部乾重量

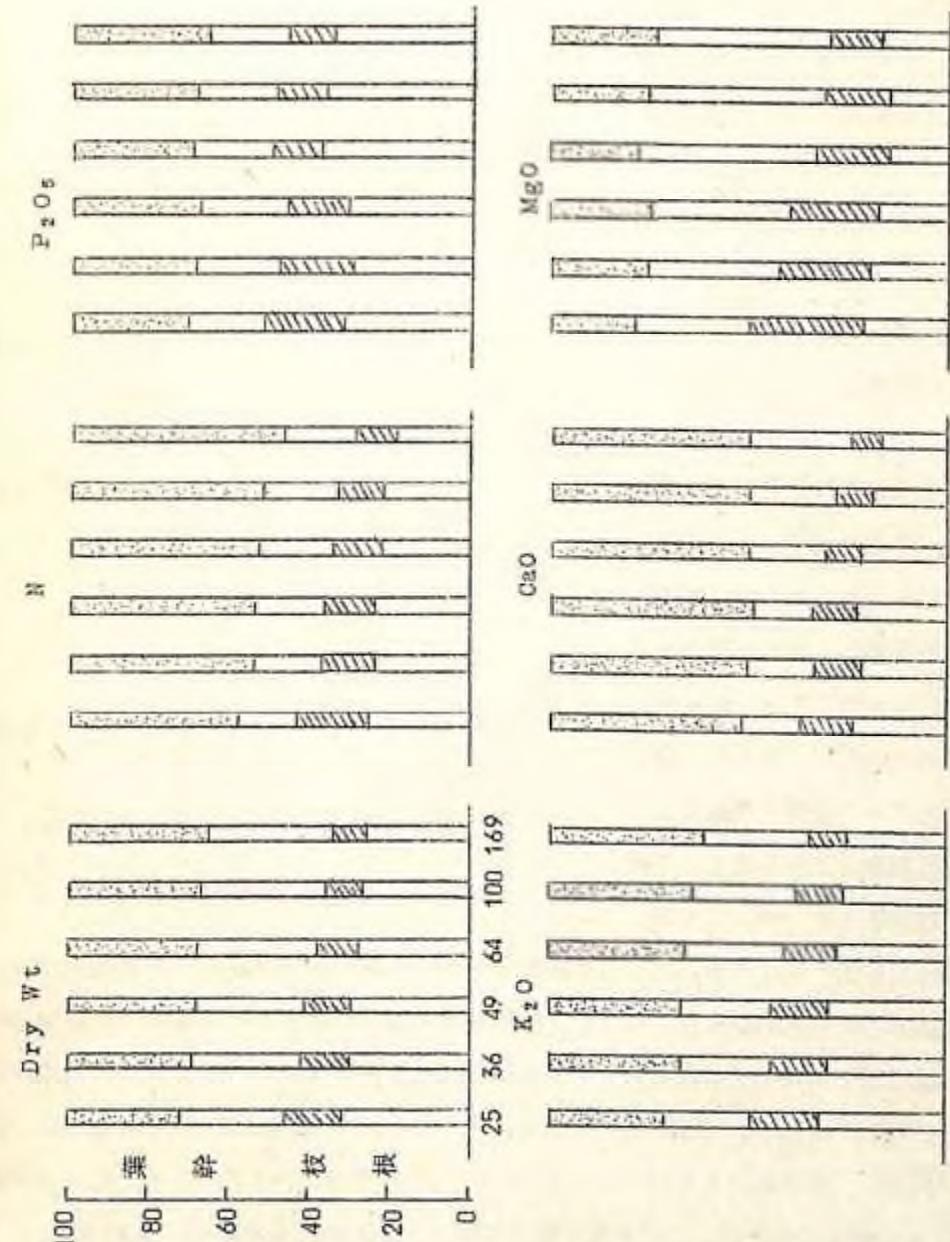


図-5 養分の分配率(部位別率)
〔注〕乾重分配率の図を含む

高密度区で高い値が得られ、とくにT, R率の高いことは、高密度による根系の伸長の悪さをはっきり認めることができよう。植栽後1生育期経過後の形質は、上長生長と根元直径を図-7に、地上部、地下部別の増大量を表-2の右欄にしめした。上長生長はいちじるしい差が認められないが、根元直径は育苗当時の密度の影響が、引き続いて、その後の直径生長の結果にあらわれた。また、低密度の苗木ほど重量増大量は大で、葉量は高密度ほどすくない傾向にあった。

1-2 人工調整された苗木と生長

移植にともなう障害として、まず掘取りによる根の損失量が問題となる。そこで、人工的に根の量を調整し、それを植えかえたり、体内含水率の変化、吸収根の発生状態を定期的に調査し、さらに、野幌国有林に植栽した苗木の活着、生長をしらべた。根の調整は昭和41年5月で、処理方法は根系部と根際から10cm, 15cm,

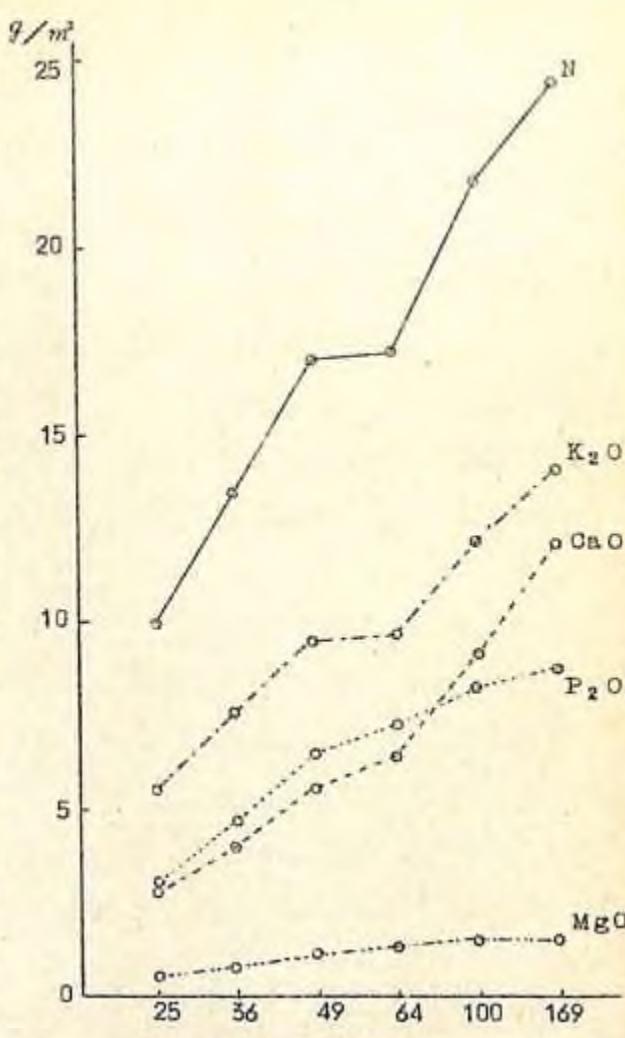


図-6 m^2 あたりの養分吸収量

20cm, 25cmの四段階に切りつめ、主として細根を除去、これを無処理苗木と比較植栽してしらべた。根量を調整した苗木の吸収根の発生は、移植しない苗木の吸収根発生傾向とはいちじるしく異り、普通は吸収根発生の不活動期と考えられる時期でも、根の形成が続けられる。根の損失量が大きいほど、増加量も多く、最盛期がおくれる(図-8)。根量調整苗木の葉含水率は、移植後7-10日頃から、無移植苗より低下しはじめるが、いちじるしい変化はなく、約30日後頃に全処理区とも、無移植苗とほとんどおなじ値まで近づく。野幌国有林に植栽した苗木は、植栽1年後の5月上旬に、霜害をうけて、ほとんどの苗木が頂芽の伸長をさまたげられたので、活着と1生育期の生長だけを知ることができた。それによると、活着については、根のかなりの量(50%)を失っても影響は認められなかった。しかし、上長生長量は、根系を失った量の多い

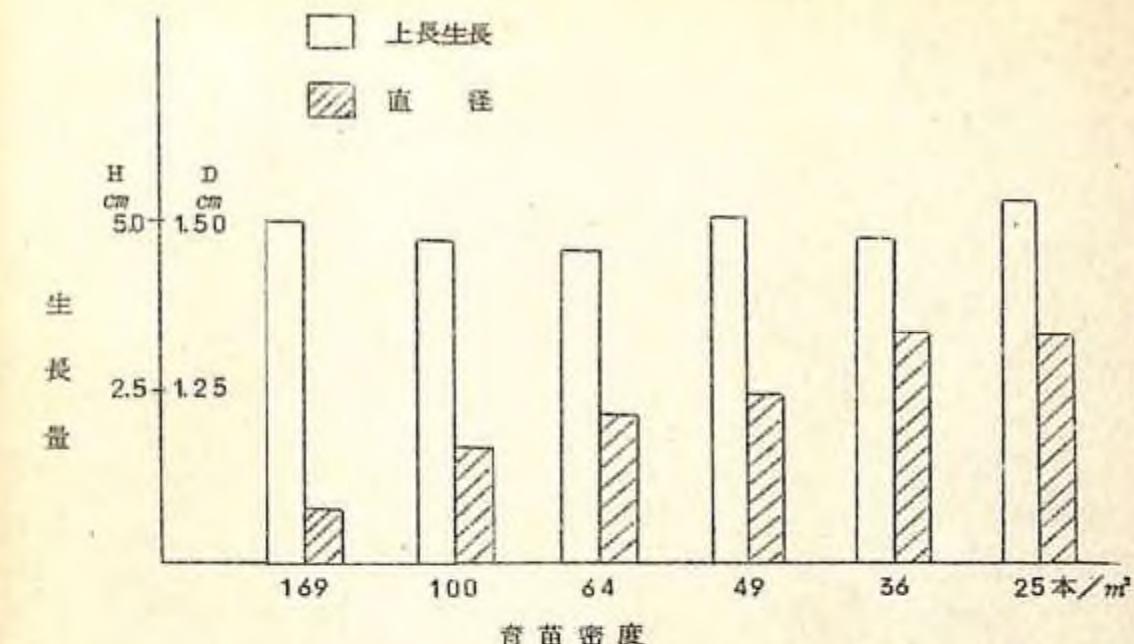


図-7 苗木の形質、形態と山行後の生長量

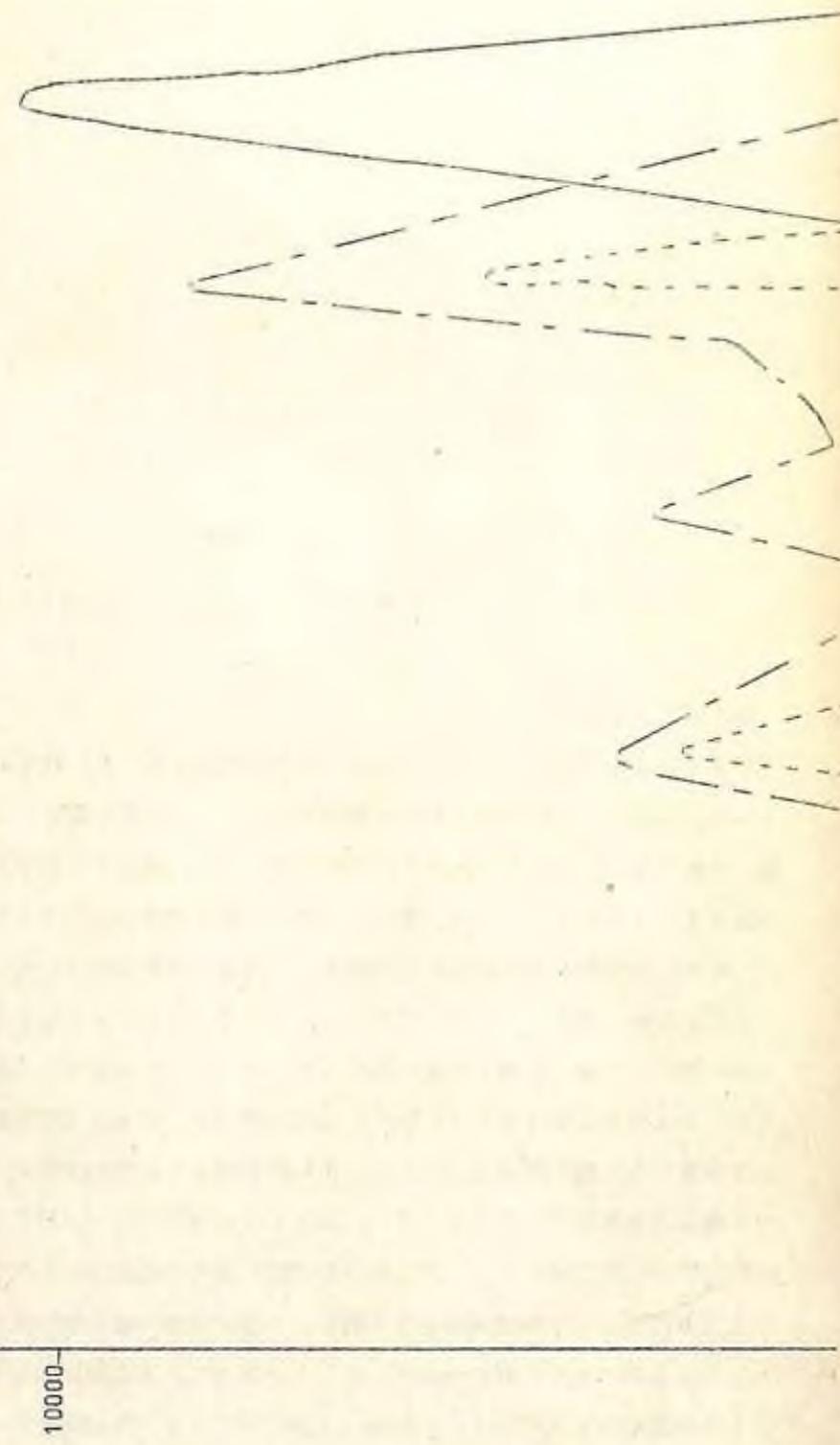
ほど低下する傾向にあった。

トドマツ苗木の植付けにあたっては、根の調整はともかく、枝葉の調整をおこなうことは稀である。しかし、採種園設定用のツギキ苗では、台木の枝を剪定して植付けた場合、非常に活着、生長が悪い例がみられ、また、発根に際しては、苗木の下枝の発達したもの、幹の太いものほどよいとされているので、植付けの際に枝葉を調整した苗木を当支場苗畑にモデル植栽して、植栽後の発根および栄養分の変動から、枝葉の役割を検討した。

5年生山出し苗木を、1967年9月18日と1968年5月7日の2回、無処理(A), 3年枝階から下位の枝葉をかりこんだもの(B), 2年枝階から下位の枝葉をかりこんだもの(C)の3処理をおこなって、直ちに苗畑に植栽し、植栽後1生育期間の各部位別の炭水化物と全窒素の含有量の変動を、残存率、平均発根率および平均伸長量とともに測定した。トドマツの着葉令を苗木でしらべたところ、ほとんどが3年までで、稀に4年のものがついていた。同化産物の生産工場としての葉の生理的技能は葉令や部位によっても異なる。表-3は枝葉のかりこみ処理による移植試験をする前に、おなじ苗木の部位別の炭水化物と全窒素の含有率をしらべたものである。枝の令階ごとにしらべたので、3令階以上のものにもいくらくら1年生葉と2年生葉が含まれている。したがって葉令別にくらべた場合はその差はもっと大きくなるは

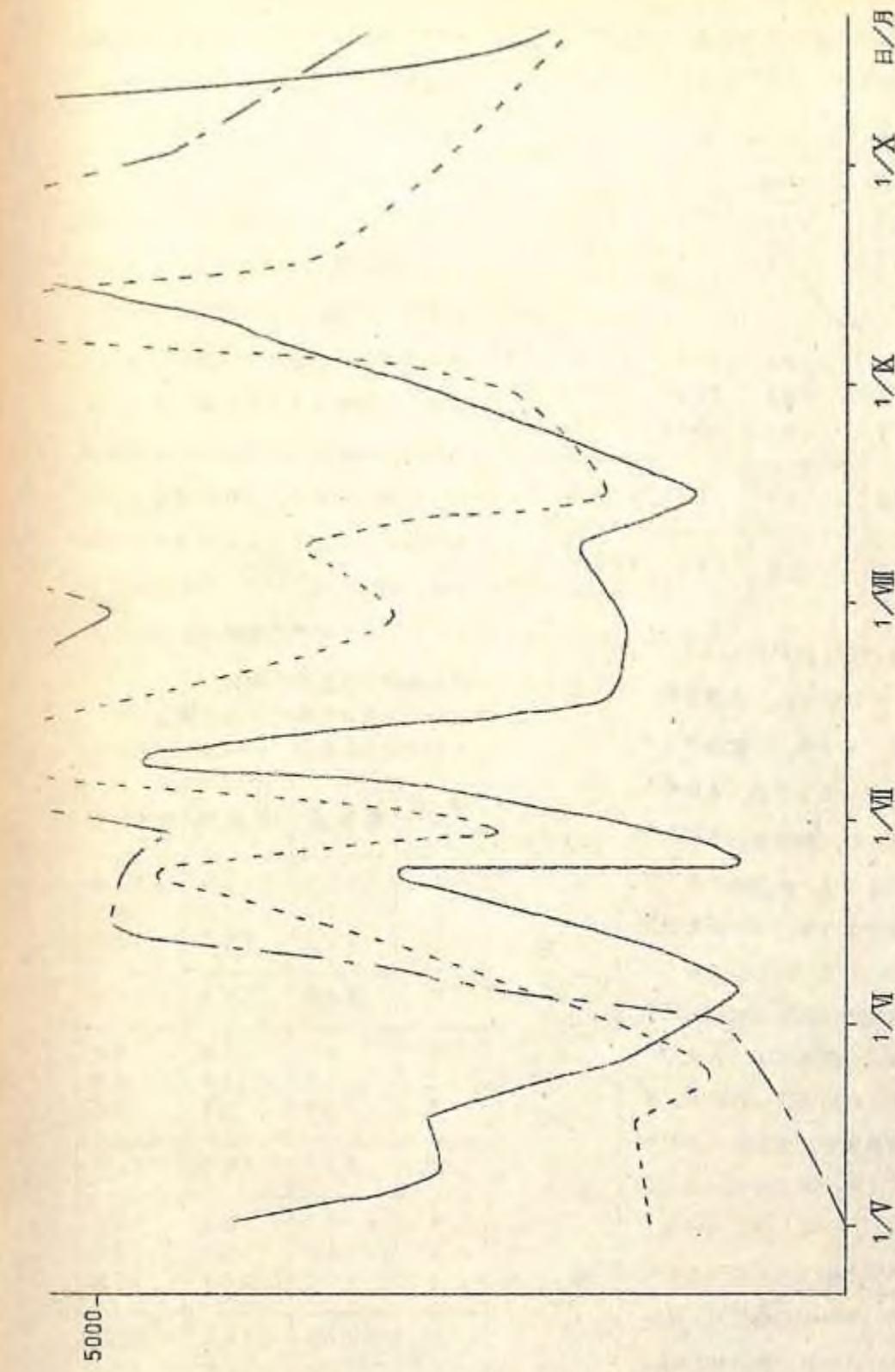
図-8 根の調整と吸収根発生との関係

無移植
移植(無処理)
移植(根元から10cmのところで根を切除)



10000-

-362-



-363-

表-3 生長開始時の部位別全窒素炭水化物含有率
(トドマツ5年生苗木、対乾重% 1963年4月中旬)

部位令階	炭水化物				全窒素
	還元糖	非還元糖	澱粉	計	
葉	4.24	6.40	10.72	21.36	2.17
	2.58	6.42	11.94	20.94	2.09
	2.04	4.75	16.60	23.39	2.02
枝	1.85	1.96	21.09	24.90	1.18
	1.34	1.87	15.43	18.64	0.98
	1.35	1.30	15.31	17.96	0.94
幹	0.99	1.49	14.70	17.16	0.49
根	0.25	2.08	14.51	16.84	0.59

ずである。全窒素と還元糖を生理的活性度の、そして澱粉を栄養分貯蔵程度の指標としてみると、1令階の葉、つまり若い葉ほど生理的活性度が高い。とくに還元糖の含有率は、若い葉では下枝の古い葉の2倍にも達する。一方、澱粉は古い葉ほど高い含有率を占める。枝の生理的活性度も大体葉に似るが、貯蔵形の澱粉も1令階の枝が多かった。これは、貯蔵直後に消費される栄養分は、生長点近くの、木化の進まない部分に保留されることをしめすものと考える。いずれにしても、下位枝葉ほど貯蔵的役割が大きいことがわかる。そこで枝のカリコミによって、どれだけの栄養分が消失したかをみると、B、C両区では、枝葉全体の乾物量の35%，62%，全窒素の34%，61%，炭水化物の35%，60%を失ったことになる。幹、根を含めてみると、乾物量の15%，30%，全窒素で25%，46%，炭水化物で19%，32%を消失した。枝より葉で失う方がはるかに多く、乾物量および炭水化物消失量の3分の2は葉に含まれるものであり、全窒素によると4/5が葉から失われた。各処理区の残存率、平均発根率と平均伸長量を、植栽後の8月中旬と11月中旬にしらべたのが表-5である。残存率はC区で、すこし劣るだけで、B区は無処理のA区とほとんど差がなかった。しかし発根率は春移植の場合は、両区とも約5%劣るだけなのに、秋移植の場合

表-4 生長開始時の部位別乾物量、全窒素および炭水化物含有量(%)
(トドマツ5年生苗、1963年4月中旬)

部位(令階)	項目	乾物量	全窒素		炭水化物
			葉	枝	
葉	1	11.2	22.0	12.4	36.0
	2	9.1	17.0	9.9	
	3	11.2	20.3	13.7	
	計	31.5	59.3		
枝	1	6.9	6.8	8.9	17.7
	2	5.3	3.4	3.9	
	3	3.9	5.1	4.9	
	計	16.1	15.3		
葉と枝	1	18.1	28.8	21.3	53.7
	2	14.4	20.4	13.8	
	3	15.1	25.4	18.6	
	計	47.6	74.6		

表-5 枝のカリコミ度合と苗木の残存率、平均発根率、平均伸長量
(トドマツ6年生苗木)

測定項目 測定時期 処理区 振付月日	残存率%	平均発根率%	平均伸長量cm	
1967. 9. 18	A	89 79 78	55 89 97	8.0 8.4
	B	91 78 78	54 62 64	6.0 6.9
	C	84 73 72	27 34 55	5.2 6.0
1968. 5. 7	A	80 78	85 84	8.4 8.4
	B	78 77	84 79	6.7 8.0
	C	78 72	73 78	6.9 7.6

注 1) A: 無処理, B: 3年枝階以上の枝葉カリコミ, C: 2年枝階以上の枝葉のカリコミ
2) 発根率は損失根系の補足量を外見で判定
3) 12本の平均値

はB区で33%，C区で45%，最終的に劣る結果が得られた。伸長量も発根率とおなじである。すなわち、下位枝葉のカリコミは、移植苗の活着、発根率、伸長量に減退をきたし、とくに発根に対しては秋移植のカリコミの影響はいちじるしい。また乾重量生長の変動でもこのことは明らかである(図-9)。さらに全窒素含有率の変動(表-6)によると、生理的活性度の高い、若い葉の割合の多いもので、全窒素含有率は高いのは当然で、この関係は枝でもみられる。しかし、移植えの根系は無処理区の方が高い含有率をしめた。これは、生理的に不安定なことをしめすものと考える。枝葉表-6 枝葉のカリコミ度合と苗木の全窒素含有率の変動

(トドマツ6年生苗木、対乾重%)

部位 測定時間 処理区 振付月日	葉	枝	幹	根	
1967. 9. 18	A	1.46	0.90	0.41	0.48
	B	1.48	0.90	0.41	0.55
	C	1.61	1.00	0.44	0.58
1968. 5. 7	A	1.32	0.63	0.36	0.65
	B	1.47	0.66	0.35	0.58
	C	1.60	0.80	0.45	0.56
1967. 11. 15	A	1.94	1.16	0.60	0.87
	B	2.11	1.19	0.62	0.75
	C	2.24	1.29	0.66	0.72
1968. 8. 15	A	1.47	0.70	0.39	0.61
	B	1.55	0.71	0.38	0.61
	C	1.59	0.72	0.55	0.58
1968. 11. 15	A	1.57	0.77	0.41	0.60
	B	1.74	0.90	0.44	0.60
	C	1.95	1.01	0.54	0.62

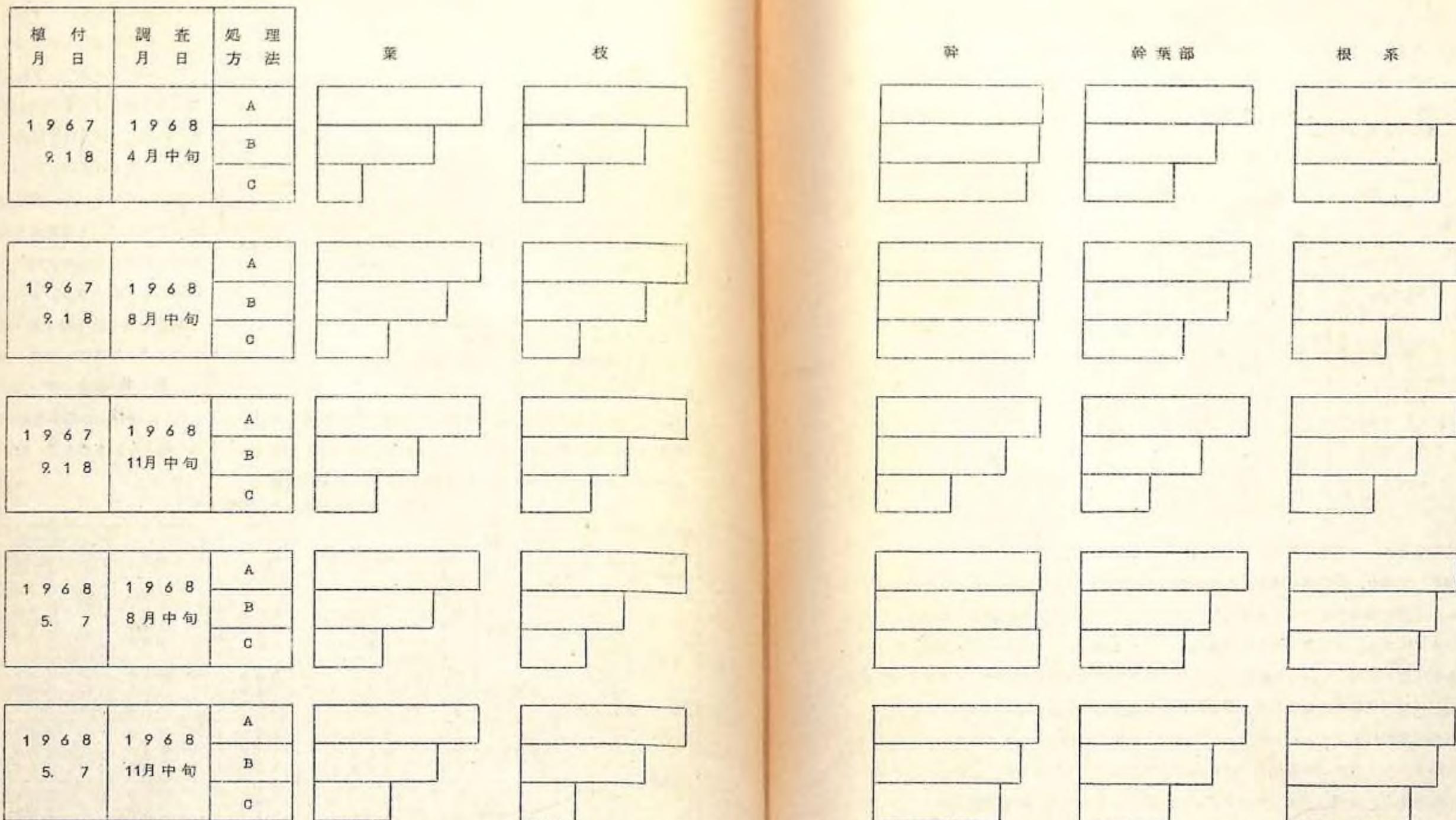


図-9 処理別苗木の生長量(乾重)比較

(無処理苗に対する割合)

のカリコミによる損失、移植後の吸収根再生のための転流消費、越冬中における吸収による消費と、これにつづく生長作用(分解)にあたる消費と随伴する蓄積(合成)後の8月中旬までを消費期間、このあと11月中旬までを蓄積期間として、8月中旬の値に対する11月中旬の値を蓄積比として求めると(表-7)、枝葉のカリコミの影響は、処理後1生育期間を経たあとも残

表-7 枝のカリコミ度合と苗木の全窒素、炭水化物蓄積比
(トドマツ6年生苗木)

成分	植付月日	処理区	A(無処理)区に対する100分比					8月中旬含有量に対する全体の百分比
			葉	枝	幹	根	計	
全 窒 素	1967 9.18	A	100	100	100	100	100	214
		B	68	67	87	64	69	169
		C	47	44	53	39	46	174
	1968 5.7	A	100	100	100	100	100	150
		B	85	89	100	93	77	149
		C	56	44	100	79	56	150
炭水化物	1967 9.18	A	100	100	100	100	100	159
		B	51	57	82	79	70	129
		C	37	35	48	49	43	130
	1968 5.7	A	100	100	100	100	100	148
		B	75	72	99	85	84	137
		C	43	31	86	73	61	130

1-3 肥培を異にした苗木の生長

苗木に施肥した場合、樹体内に摂取された養分の大部分は、体内で同化されて生長や呼吸に用いられるが、一部は複合体となって蓄積され、必要に応じて隨時生長や呼吸に消費される。苗木の形態はひとしくても、その体質が異なる場合の活着、生長についてしらべることは、新らしい施肥体系を育苗面に応用して、生理的観点からの健苗育成にもつながるので、とりあえず、肥料要素を異にして育てた苗木を養成して、植栽後1生育期までの経過をしらべた。

当支場苗畑に1m²のコンクリート枠25ヶを埋め、枠内の土壤を均一にするために、1965年春ソバを蒔き、翌1966年春に表-8の施肥設計にもとづき、無肥区、三要素区、無窒素区、無磷酸区、無加里区の5区5連としてランダムに配置し、5月初旬に野幌苗畑産トドマツ2年生(2-0)苗を各区64本宛、床替した。1967年5月に表-8の追肥をおこなって、床替後2生育期を経た同年10月、苗木の形質をしらべたのが表-9である。2次生長の区分はつきの通りである。1次苗長、根元径は各区间

り、秋処理の場合にその影響はいちじるしい。春処理の場合は無処理区とそれほど変わらない蓄積をおこないうる。

表-8 施肥要素量 (g/m²)

処理	基肥			追肥		
	N	P	K	N	P	K
無肥区	-	-	-	-	-	-
三要素区	10	6	8	10	10	8
無窒素区	-	6	8	-	10	8
無磷酸区	10	-	8	10	-	8
無加里区	10	6	-	10	10	-
施用年月日	4.14.28			4.25.10		

A型：正常苗(2次生長しないもの)

B型：側芽のみの2次生長

C型：側芽の2次生長が主軸の交替を伴うもの

D型：頂芽および側芽の2次生長

注 N:硫酸アンモニア P:過磷酸石灰 K:硫酸加里

表-9 二次生長の形態と発生率

処理	調査本数 (本)	苗長(一次) (cm)	根元径 (cm)	形態別本数				二次生長 発生本数 (本)	二次生長 発生率 (%)
				A	B	C	D		
無肥区	305	22.3	0.82	203	77 (75.5)	25 (24.5)	0	102	33.4
三要素区	298	23.6	0.91	15	175 (61.8)	51 (11.0)	77 (27.2)	283	95.0
無窒素区	308	21.6	0.63	225	61 (73.2)	21 (25.6)	1 (1.2)	82	26.9
無磷酸区	307	25.7	0.89	20	174 (60.6)	43 (15.0)	70 (24.4)	287	93.5
無加里区	297	25.7	0.85	22	186 (66.2)	54 (12.4)	59 (21.4)	275	92.6

に有意差は認められなかったが、無肥区、無窒素区でわずかに劣る。2次生長の発生率では、無肥区、無窒素区に対して、三要素区、無磷酸区、無加里区の窒素施肥区の発生がいちじるしい(表-10参照)。また、窒素肥料を欠いた場合の2次生長は、側芽だけに限られるのに対して、窒素施肥区は頂芽の2次生長も多い。一般に側芽が頂芽より早く休眠が破れる傾向があるので、トドマツでも2次生長の旺盛なものは頂芽まで2次生長するものもある。しかし、これは稀で、側芽の2次生長だけで終るために、苗形の悪い不良苗とされることが多い(表-11参照)。試験苗畑は火山噴出物に由来する。黒褐色の壤土である。試験前と苗木形質調査時点の土壌の分析値を表-12にしめしたが、pH、置換酸度でもわかるように、窒素施肥区は硫酸アンモニアによる土壤酸性化をしめしている。以上の結果から、窒素多用は2次生長の発生を促進するが、無

窒素施用区より、苗木全重量、幹の太さ、枝張り、葉量、冬芽の大きさなどではるかに劣るので、これらの苗木を植栽した時の活着、生長をしらべる必要がある。そこで、1968年4月下旬に1区120本の3連の試験植栽を野幌国有林でおこなった。5月中、下旬に強い晚霜があったので、早く開葉した側芽の被害がみられたが、幸い頂芽の被害はすくなかったので、同年10月に各区の苗木

表-10 施肥要素によるトドマツ二次生長発生率の分散分析表

重因	自由度	平方和	平均平方和	分散比
反復	4	659.76	164.94	4.25
處理	4	1180.570	295.142	76.11***
(I対II)	1	11721.49	11721.49	303.28***
(I内)	1	37.64	37.64	0.97
(II内)	2	46.57	23.29	0.60
誤差	16	620.43	38.78	
全体	24	13085.88		

I: 無肥区、無窒素区

II: 三要素区、無磷酸区、無加里区

表-11 二次生長の形態と生長

処理	二次生長の芽の数	二次生長の形態と長さ						二次生長発生率	
		B		C		D			
		本数	平均長	本数	平均長	本数	平均長		
無肥区	1	12	1.5	10	2.6	33.4	95.0		
	2	19	2.8	9	3.6				
	3	27	2.5	4	4.4				
	4	18	3.0	1	2.0				
	5	1	2.0	1	3.0				
		77	2.5	25	3.2				
三要素区	1	2	2.3	1	5.5	26.9			
	2	11	4.2	5	5.2				
	3	60	6.5	12	9.1				
	4	86	7.2	12	8.7				
	5	15	7.4	1	16.5				
	6	1	11.0						
無窒素区		175	6.8	31	8.4	26.9			
	1	6	1.2	11	3.1				
	2	20	2.1	5	4.7				
	3	23	2.5	5	4.5				
無磷酸区	4	11	2.8	1	1.5				
		60	2.3	21	3.8				

無 磷 酸 区	1	2	2.5	4	6.5				
	2	4	7.0	5	8.4				
	3	60	6.5	18	14.2	10	5.6		
	4	88	7.2	16	10.4	32	8.8		93.5
	5	20	7.8			22	7.9		
	6					4	7.8		
	7					2	9.0		
		174	7.0	43	11.6	70	8.0		
無 加 里 区	1	2	3.5	6	9.4				
	2	9	4.2	7	6.5				
	3	74	6.6	12	8.4	6	6.1		
	4	86	7.6	7	8.6	32	7.1		92.6
	5	11	8.6	2	6.5	17	8.3		
	6					4	11.5		
		182	7.0	34	8.1	59	7.6		

表-12 試験苗畠の土壤分析表

(表土、乾物中)

処理	PH		置換酸度 Y ₁	炭素 (%)	全炭素 (%)	炭素率	全磷酸 (%)	全加里 (%)	全石灰 (%)	土性
	H ₂ O	KCl								
試験前	5.3	4.2	3.1	5.2	0.38	14	0.21	0.22		壤土
無肥区	5.6	4.2	4.4	6.5	0.43	15	0.22	0.21	0.22	"
三要素区	5.0	3.8	20.0	6.7	0.45	15	0.28	0.21	0.14	"
無窒素区	5.6	4.3	4.4	6.4	0.45	14	0.28	0.21	0.25	"
無磷酸区	5.0	3.9	25.6	6.4	0.40	16	0.23	0.21	0.14	"
無加里区	5.1	3.9	20.0	6.7	0.42	16	0.29	0.21	0.19	"

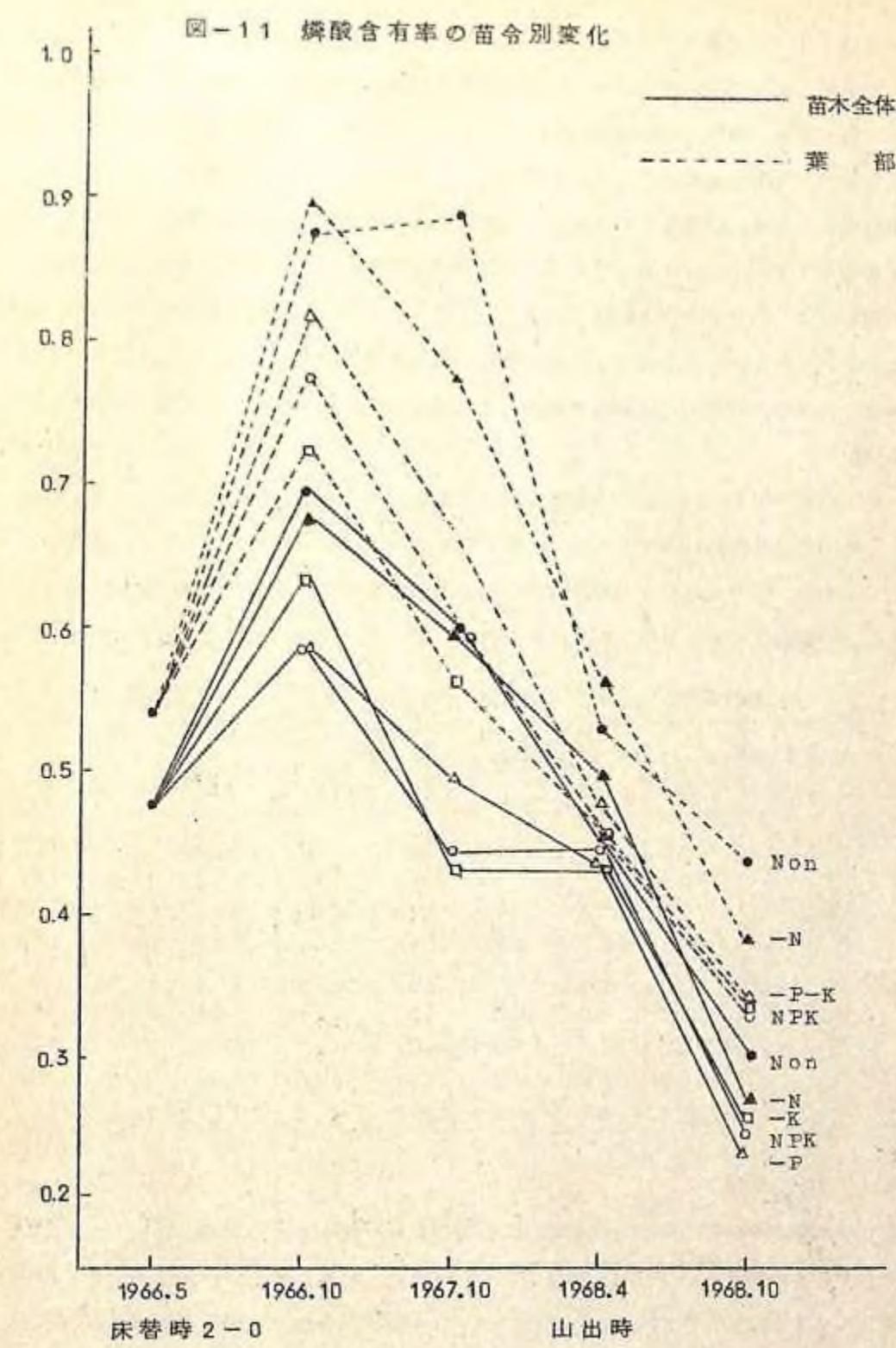
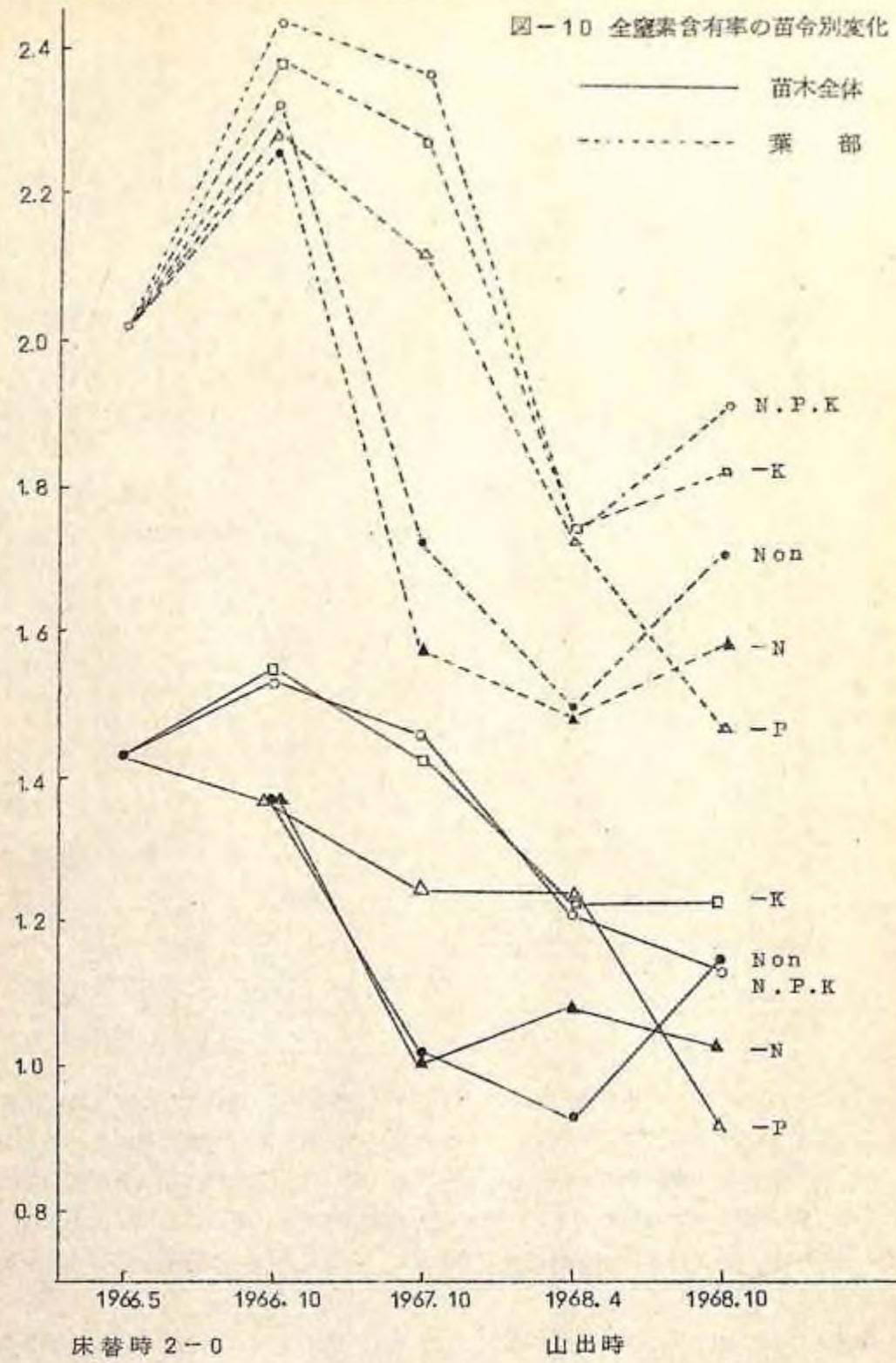
表-13 植栽木の生長

1968・10調査

処理	植栽時頂部径	植栽時苗長	当年伸長量
Non	3.8cm	24.5cm	4.4cm
NRK	4.8	24.0	6.9
-N	4.1	24.4	4.1
-P	4.8	25.5	6.6
-K	4.6	24.4	6.5

の形質をしらべた。植付当年の伸長量(表-13)は窒素施肥の各区で大きかった。床替時からの各区の部位別重量では、窒素を施肥しなかった区は幹、枝に対して葉の量が多いことが特徴であった。さらに各区の養分含有率の変動(図-10、図-11)では、窒素と加里は山出し直前に減少し、植栽後やや増加しているが、磷酸の含有率は植栽後も減少する傾向にあった。また、磷酸の含有率は、生長のよい窒素施肥の各区よりも、生長の悪い窒素無施肥区の含有率が高い傾向にあった。

北海道の育苗では、越冬性が問題になることが多い、そのための秋期肥培は果して効果があるかどうかについてしらべた。定山渓営林署百松沢苗畠産の2-0苗木を1967年5月4日当場



苗畝に m^2 当り49本の密度で床替し、1968年9月10日と同年10月11日に、三要素、無窒素、無磷酸、無加里の追肥処理を、各区 $2m^2$ で3回反復しておこなった。床替時の基肥は、 m^2 当たり堆肥3kg、窒素、磷酸、加里は成分量で各30g、50g、20gおよび魚粕50g、秋期追肥は成分量でそれぞれ m^2 当たり15g、15g、10gとした。実際は硫酸アンモニア71.4g、過磷酸石灰81.1g、硫酸カリ19.8gを追肥した。手まきで均一に全面散布してから、表土をかるく耕起しておいた。1969年5月上旬、開葉前に各処理区からランダムに20本宛、ていねいに掘取って、形質を測定後乾燥し、葉、枝、幹、根に分けて粉碎した試料について、全窒素含有率をミクロケルダール法で定量した。同時に残った苗木のなかから、各処理区100本を $50cm \times 50cm$ の密度で1列25本4回反復して、苗畝に植え付けた試料は同年10月下旬に生長形質を測定した。

表-14は処理苗木の山出し前の形質をしめしたものである。無窒素区をのぞいて、苗高、総乾重とも処理各区は無処理区よりよいが、根元径および頂頭部の太さでは処理間の差はあまりなかった。しかし、表-15の各処理区の部位別全窒素含有率では、無処理と無窒素区をのぞいた処理各区との差がはっきり認められる。すなわち、葉、枝、幹、根とも濃度が高くなっている。

表-14 秋期肥培苗木の形質(トドマツ5年生、1969年5月上旬測定)

処理区	処理月	苗高 cm	根元径 mm	頂頭部 の太さ mm	乾重 g				
					葉	枝	幹	根	計
対照(無処理)	9	20.8	8.7	4.7	41.7	14.4	3.13	4.82	13.56
NPK	9	22.4	9.1	5.0	50.4	18.1	3.82	5.88	16.55
-N	9	20.1	8.2	4.4	39.5	13.5	2.88	4.49	12.67
-P	9	21.5	8.1	4.9	43.4	15.6	3.23	4.60	13.83
-K	9	21.4	9.1	5.0	54.5	18.4	3.63	7.54	18.46
NPK	10	21.1	8.8	5.0	42.2	16.5	3.21	5.37	14.45
-N	10	20.0	8.6	5.0	42.2	13.9	3.00	3.48	12.09
-P	10	25.7	8.7	4.7	42.9	16.8	3.39	4.95	14.31
-K	10	22.1	9.3	5.2	47.9	16.8	3.67	5.65	15.79

註：苗木20本の平均値

この含有率に測定時の各部分の乾重をかけて全窒素の含有量をもとめたのが表-16である。秋期肥培処理前の苗木と各処理区との含有量をくらべると、無処理区と無窒素処理区とも含有量は処理前よりも減少している。秋口から春先にかけても窒素はかなり消費されることがわかる。

また無窒素9月処理区は無処理区とおなじように、葉での減少に限定されるのに、無窒素10月

表-15 秋期肥培苗木の部位別全窒素含有率

(トドマツ5年生苗木、対乾重%、1969年5月上旬)

処理と 時期	部 位	葉	枝	幹	根
対 照	1.98	1.85	0.91	1.05	
NPK (10)	2.42	1.91	0.95	1.41	
-N (10)	2.04	1.78	0.88	1.10	
-P (10)	2.45	2.10	0.96	1.22	
-K (10)	2.29	2.01	0.89	1.16	
NPK (9)	2.44	2.03	0.97	1.25	
-N (9)	2.18	1.84	0.90	1.01	
-P (9)	2.45	2.16	1.03	1.35	
-K (9)	2.37	1.96	0.95	1.27	
(対照：肥培時)	2.15	1.20	0.72	1.09	

表-16 秋期肥培苗木の全窒素含有量と蓄積量mg, % (対処理前対照)

(トドマツ5年生苗木、1969年5月上旬)

処理	部 分	含 有 量				蓄 積 量				
		葉	枝	幹	根	計	葉	枝	幹	根
対 照(処理前)		103.4	21.7	21.3	48.5	194.9	-	-	-	-
対 照(測定時)		82.6	26.4	28.5	50.6	188.1	(20.8)	4.7	7.2	2.1 (6.8)
NPK (9)		122.0	34.6	36.3	82.9	275.8	18.6	12.9	14.6	34.4 80.9
-N (9)		80.6	24.0	25.3	49.4	179.3	(22.8)	2.3	4.0	0.9 (15.6)
-P (9)		106.3	32.8	31.0	56.1	226.2	2.9	11.1	9.7	7.6 31.3
-K (9)		124.8	37.0	32.3	87.5	281.6	21.4	15.3	11.0	39.0 86.7
NPK (10)		103.0	33.5	31.1	67.1	234.7	(0.4) 11.8	9.8	18.6	39.8
-N (10)		92.0	25.6	27.0	35.1	179.7	(11.4) 3.9	5.7 (13.4) (15.2)		
-P (10)		104.2	36.3	34.9	66.8	242.2	0.8	14.6	13.6	18.3 47.3
-K (10)		113.5	32.9	34.9	71.8	253.1	10.1	11.2	13.6	23.3 58.2

項目 処理 部 分	含 有 量				蓄 積 量					
	葉	枝	幹	根	計	葉	枝	幹	根	計
対 照(処理前)	100	100	100	100	100	-	-	-	-	-
対 照(測定時)	80	122	134	104	97	(20)	22	34	4	(3)
NPK (9)	118	159	170	171	142	18	59	70	71	42
-N (9)	78	111	119	102	92	(22)	11	19	2	(8)
-P (9)	102	151	146	116	116	2	51	46	16	16
-K (9)	121	171	152	180	144	21	71	52	80	44
NPK (10)	100	154	146	138	120	(0)	54	46	38	20
-N (10)	89	118	136	72	92	(11)	18	36	(28)	(8)
-P (10)	101	167	164	138	124	1	67	64	38	24
-K (10)	110	152	164	148	130	10	52	64	48	30

註:()は減量

処理区は、葉での減少量は9月処理より少なくて、根での減少がいちじるしい。無窒素9月処理と無処理両区での葉部の窒素の減少は、根系の吸収力の高くない場合における窒素の根系から生長点への転流、根系の窒素の消費、さらにまた、磷酸とカリだけの追肥がこの傾向を助長しているものと考える。処理前の窒素蓄積量に対する、山出し直前各処理区への增量からみると、全体では10月より9月処理の、とくに三要素および窒素・磷酸肥培区の効果が大きい。10月処理区では、三要素処理区が9月処理よりむしろ多く、部分的には葉→根と下位にゆくほど増分は大きい。この期間の追肥の効用が、肥料の配合次第で時期的に変化をもつとも考えられるが、ここではっきりわからない。窒素の蓄積が大きいのは、9月三要素および9月と10月の窒素・磷酸処理区だが、蛋白態のものか、遊離のものかはわからない。遊離の窒素が細胞中に多いと、組織が軟弱で、むしろ抵抗性が弱いことになるので、秋期肥培によって窒素の蓄積が大きくなるにしても、実際には耐寒性を測定して、その関係をもっと検討する必要がある。植栽後1生育期経た10月の苗木形質は表-17にあげたが、当年伸長量、根元径とともに無窒素区をのぞいた各肥培区では無処理区より大きいが、処理区間の差はあまりはっきりしなかった。

表-17 秋期肥培苗木の平均形質

(トドマツ6年生苗木、1969年10月下旬調査)

項目 処理別	苗 高 cm	当年伸長 cm	根元直径 mm	頂頭部の太さ mm
Control	28.5	8.5	11.2	3.8
NPK (9)	31.8	9.5	12.2	4.1
-N (9)	26.8	7.6	10.8	3.8
-P (9)	28.7	8.6	11.5	3.8
-K (9)	29.2	9.0	11.9	4.0
NPK (10)	29.0	9.5	11.4	4.0
-N (10)	28.3	7.7	11.0	3.7
-P (10)	29.9	9.6	11.8	3.9
-K (10)	30.2	9.1	11.8	3.8

2. トドマツ植付け方法別生長

2-1 苗木の移植と代謝生理

移植によって、苗木内の代謝作用は1時停滞する。苗木が活着するためには、この代謝作用を回復することが条件となる。生理的障害の程度がすくないほど、またその回復が早いほど、移植による生長上の損失もすくないことになる。ここでは、トドマツ苗木の秋植え適期を苗木

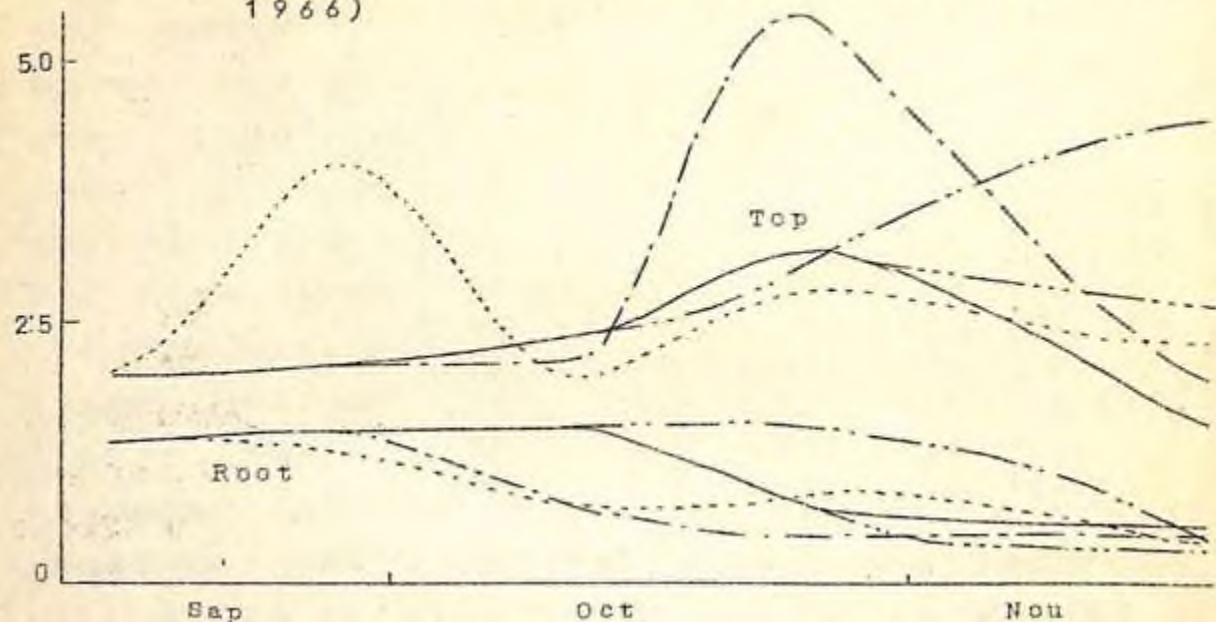
内部の生理的変化から吟味するために、2年生苗木を時期をかえて移植し、その後の形質、還元糖、澱粉および窒素含有率の変化をしらべたものをあげる。9月13日、9月27日、10月11日、10月25日の各時期に移植した苗木の根の再形成は、時期のおそいものほど緩慢となり、平均の発根率は11月中旬にそれぞれ64.0, 26.9, 21.0, および30%となった(表-18参照)。幹葉の含水率は、移植することによって、据置苗より減少したが、11月上旬までに9

表-18 移植時期別トドマツ2年生苗木の発根率の変動(%)

試料採取 移植月日/月日	X 6	X 11	X 24	X 8	X 18
X 13	16.0	21.0	35.8	61.0	64.0
X 27		8.1	17.0	23.0	26.9
X 11			6.3	12.0	21.0
X 25				3.0	3.0

月13日区の苗木だけがかなり回復した。

図-12 秋の移植時期別苗木の還元糖含有率の変動(トドマツ2年生苗木、対乾重%, 1966)



注:—無移植,9月13日移植, —···9月25日移植, —··—10月11日移植,
—··—10月25日移植

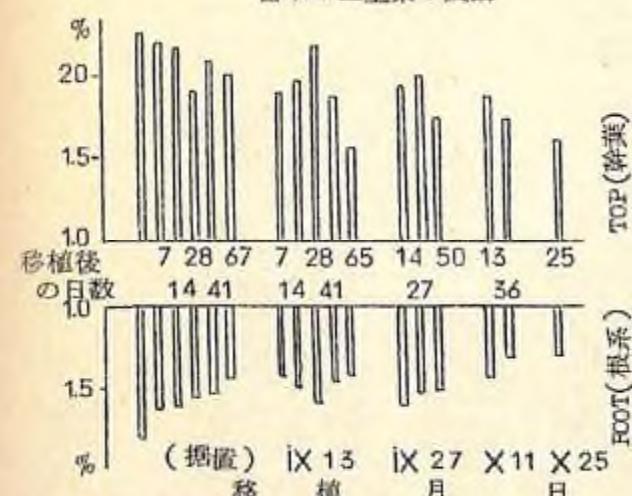
図-12 秋の移植時期別苗木の還元糖含有率の変動(トドマツ2年生苗木、対乾重%, 1966)

移植後、還元糖は根部で減少し、幹葉では一時的に異常増大する(図-12)。9月13日区苗木の根部では、移植直後に減少した還元糖が10月中旬にゆるやかに増加しはじめ、10月下旬になると、据置苗の変動と同じような糖ないし澱粉化の傾向が約2週間おくれて認められた。9月27日区では11月中旬までに減少から増大までの、その後の移植後では減少の傾向だけが認められた。各区の11月中旬における根部の還元糖含有量は、据置区を最高、10月25日区が最低の値を示した。(表-19)この値は根部の活力の程度を示すものと考えられる。澱粉も移植直後に異常増大するが、移植時期のおそいものほど、移植直後の増大値は高い(表-19)。これは秋植え時期は苗木の栄養分、とくに澱粉の蓄積段階にあるために、移植時期のおそいものほど澱粉の蓄積量が多い上に、移植処理による糖類の澱粉化の傾向が加わるために、増大値も高くなるもので、そのあとで、根の形成にあたる還元糖の異常増大がおこるものと考えられる。

表-19 移植時期別トドマツ2年生苗木の幹葉部および根系部の還元糖と澱粉含有量の変動(乾燥重量当りの%)

	還元糖				澱粉				
	X 27	X 11	X 24	X 18	X 27	X 11	X 24	X 18	
幹 葉 部	(据置苗)	2.10	2.35	3.17	1.57	1.41	2.01	3.74	2.09
	X 13	4.07	2.04	2.80	2.31	3.44	3.58	3.99	7.25
	X 27		2.15	5.47	2.01		3.33	5.74	7.31
	X 11			2.99	4.41			5.44	5.52
	X 25				2.66				5.99
根 系 部	(据置苗)	1.46	1.50	0.88	0.57	2.49	3.10	3.46	5.56
	X 13	1.51	0.79	0.87	0.44	5.03	3.29	4.27	5.74
	X 27		0.80	0.49	0.50		3.19	4.68	4.27
	X 11			1.56	0.47			4.06	6.10
	X 25				0.38				7.55

図-13 移植時期別トドマツ2年生苗木の全窒素の変動



この時期の全窒素の含有率は減少傾向を示すのであるが、図-13にみられるように、矢張り移植による異常増大が9月13日と9月27日移植区の幹葉部に認められ、10月11日および10月25日移植区では、幹葉、根系部とともに認められなかった。これらの結果から、トドマツの秋植えは、春植えにくべて、植栽後の生長が犠牲になること、苗木の栄養生理上からは9月中旬、おそらくとも9月下旬までに終ることが好ましい。

移植後の苗木の生理的活性度がどれほど低下するかを、同化呼吸量によって知るために、

赤外線ガス分析器で、据置苗と比較測定した。しかし、苗木のしめす同化および呼吸量は、種々の要因に対して、極めて鋭敏であるため、先ず鉢植えの土壤含水量との関係をトドマツとアカエゾマツについて調べた。図-14~16にその結果を示したが、(1)苗木の硬化がすすむにしたがって、土壤の含水量の多少にかかわらず、葉の含水量は低下する。(2)アカエゾマツの葉の含

水量はトドマツのそれより土壤含水量の低下の影響がいちじるしい傾向にある。(3)9月下旬から12月下旬にかけての呼吸量の減少は、アカエゾマツでみとめられるが、トドマツでははっきりしない。(4)20°Cで乾葉1gあたり1時間の呼吸量は、9月下旬、12月下旬ともにトドマツでは最高0.5mg、アカエゾマツは9月下旬最高0.5mg、12月下旬ではすこし低下する。(5)トドマツの呼吸量は9月下旬、12月下旬ともに土壤含水率の低下に伴って減少した。アカエゾマツでもこの傾向は9月下旬にみとめられるが、12月下旬にはあまり差がない、などのことがわかった。普通の苗木では見かけの同化量は熱量0.15カロリー($\div 25000$ ルックス)で飽和点に達し、25~30°Cの間で最高温度となる(図17と図18)移植苗の同化、呼吸量の変動については目下計算中である。また、同化呼吸と葉のクロロフィル含有量との関係を求めたが、クロロフィル、同化、呼吸量とともに、葉の着生場所とか生育条件によって影響を受け易い。一方物質生産面では、同化一呼吸の実質生産がプラスになる陽光条件(これを光補償点といっている)ということが問題となることが多い。これを8月中旬にしらべた結果を図-19にしめしたが、トドマツの光補償点は、1000ルックス前後だということを知った。

図-14 土壤含水量と葉の含水量との関係

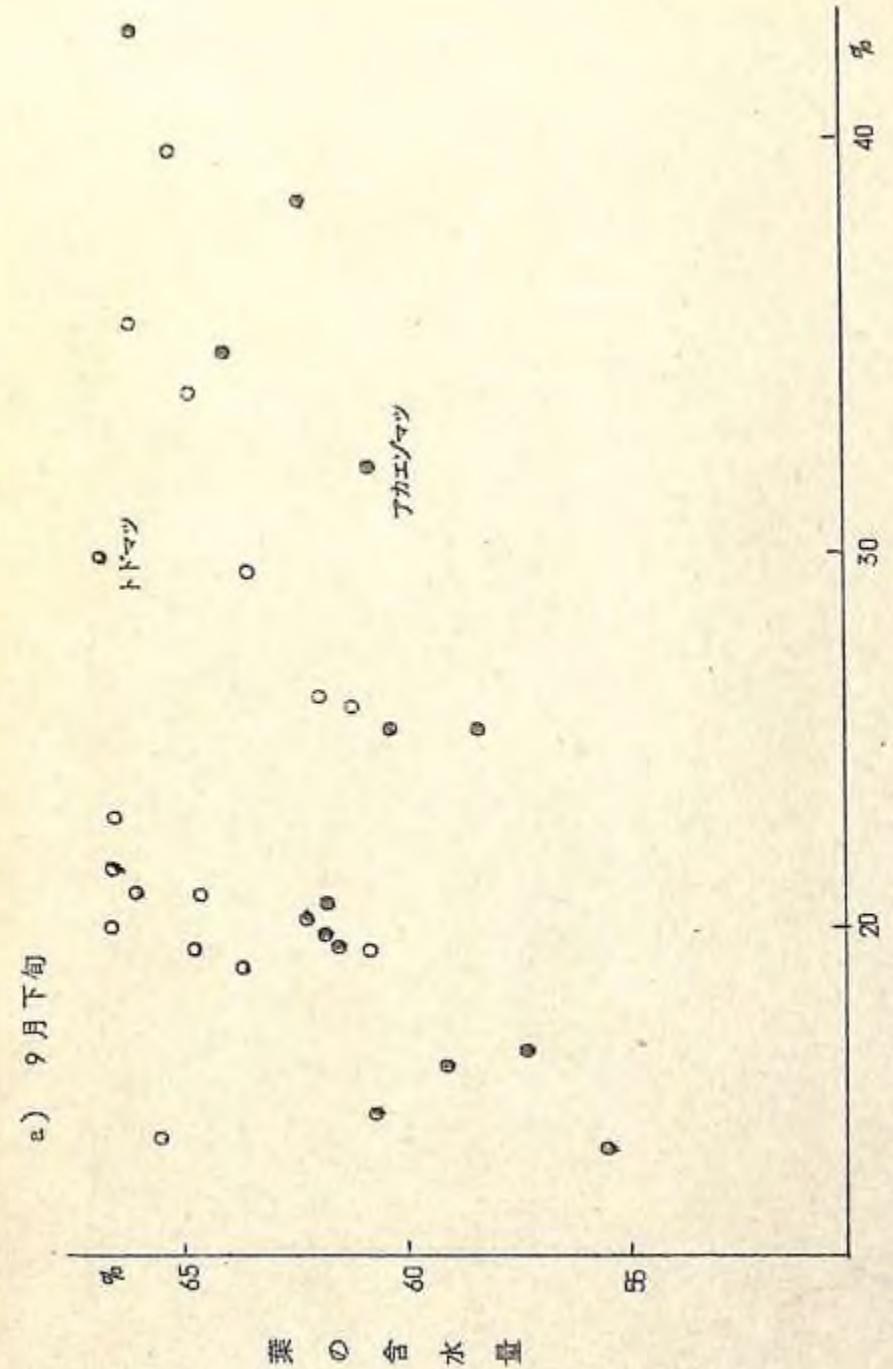


図-14 土壌含水量と葉の含水量との関係

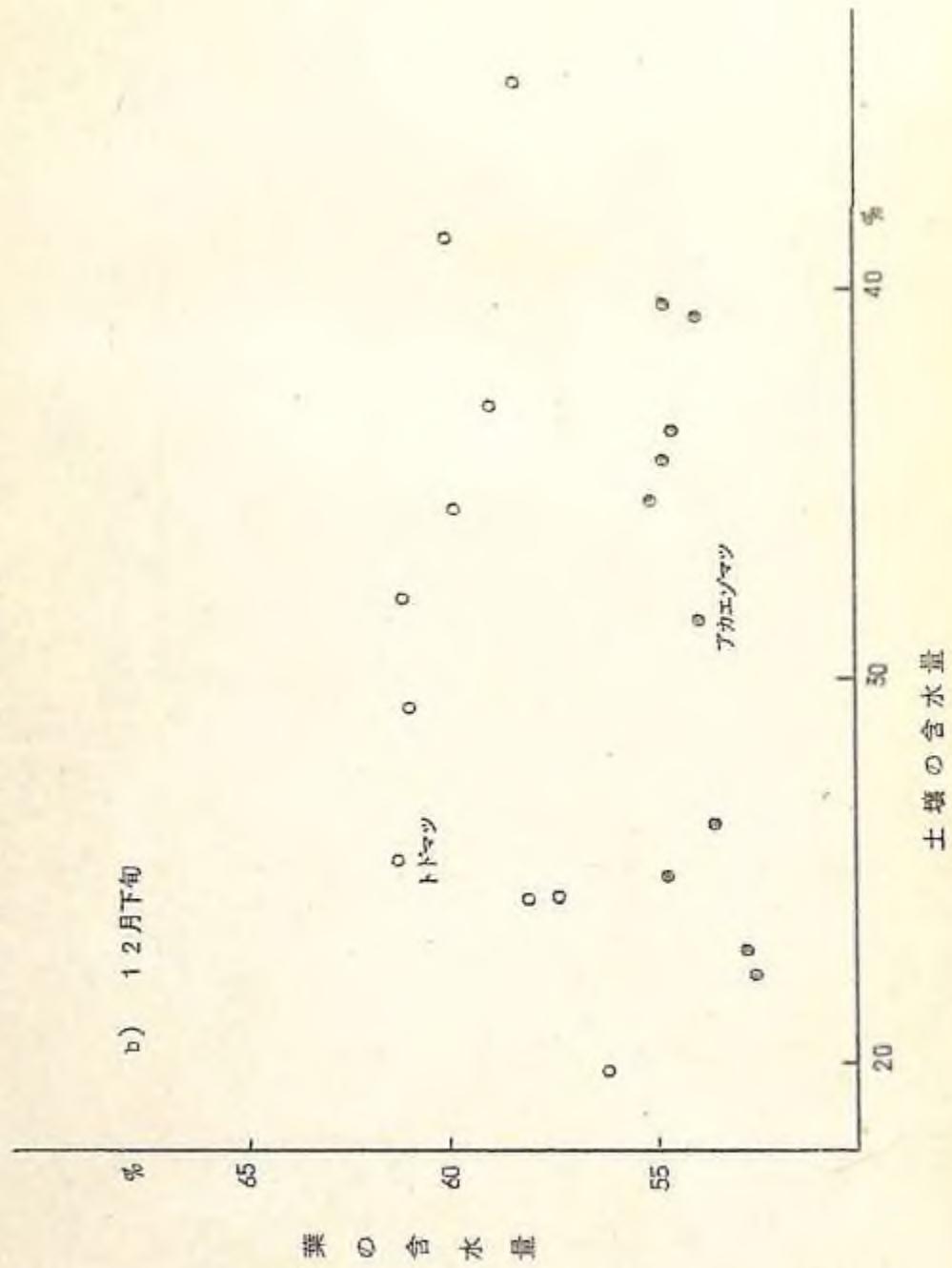
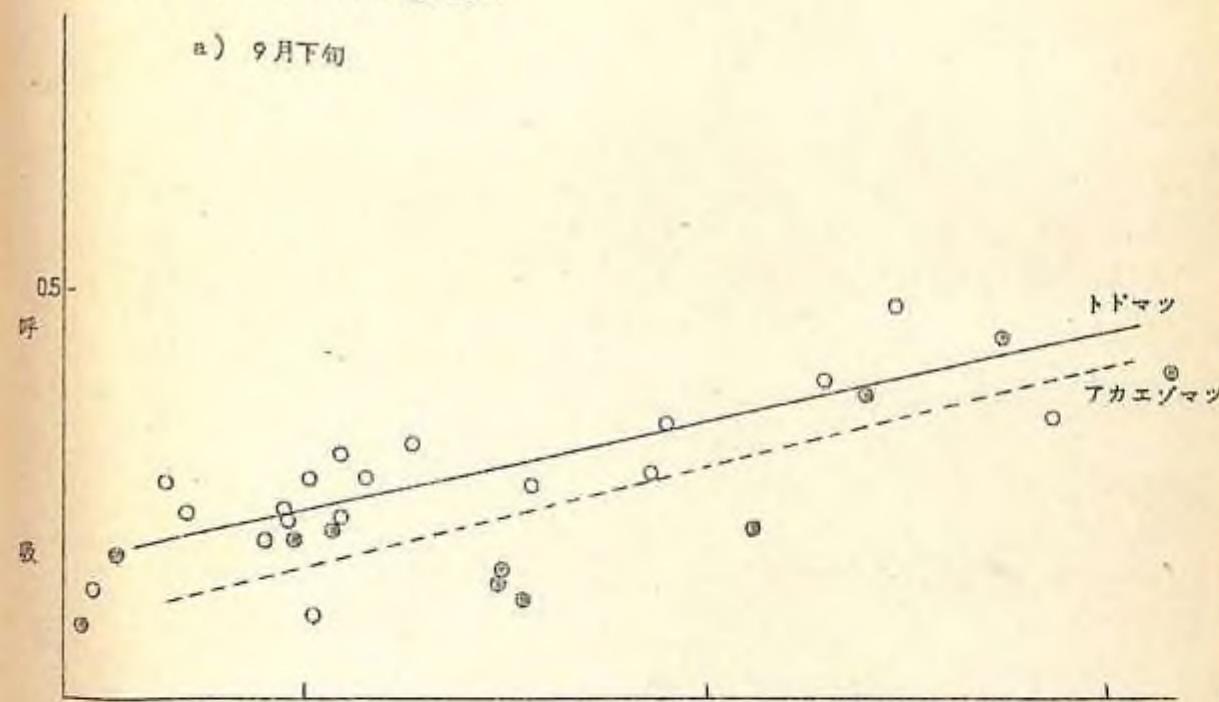


図-15 土壌含水量と苗木の呼吸量

mg CO₂/hr., /dry leaf g. 20°C

a) 9月下旬



b) 12月下旬

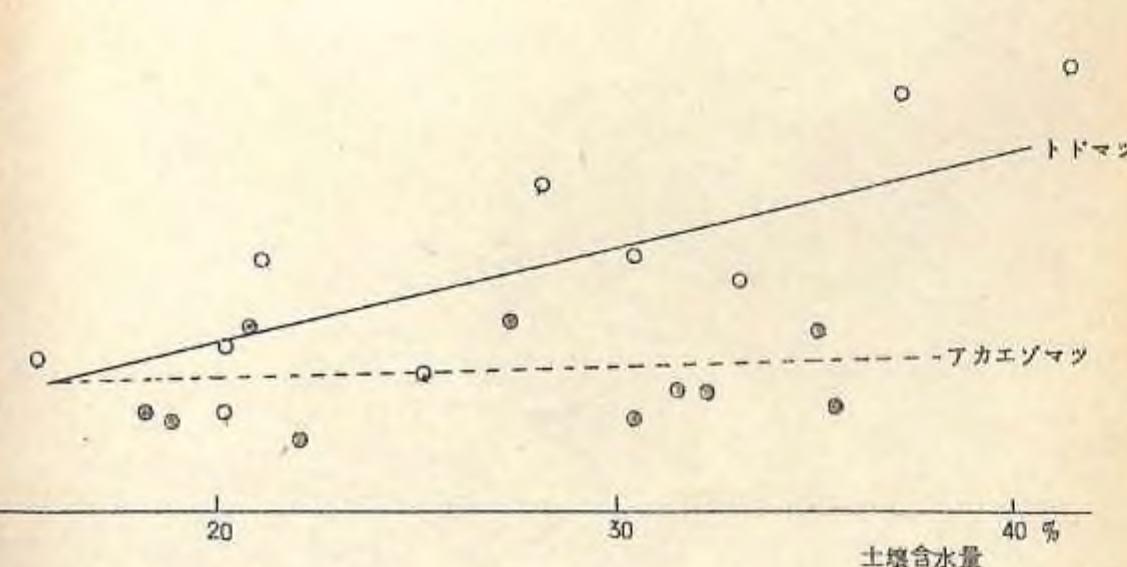
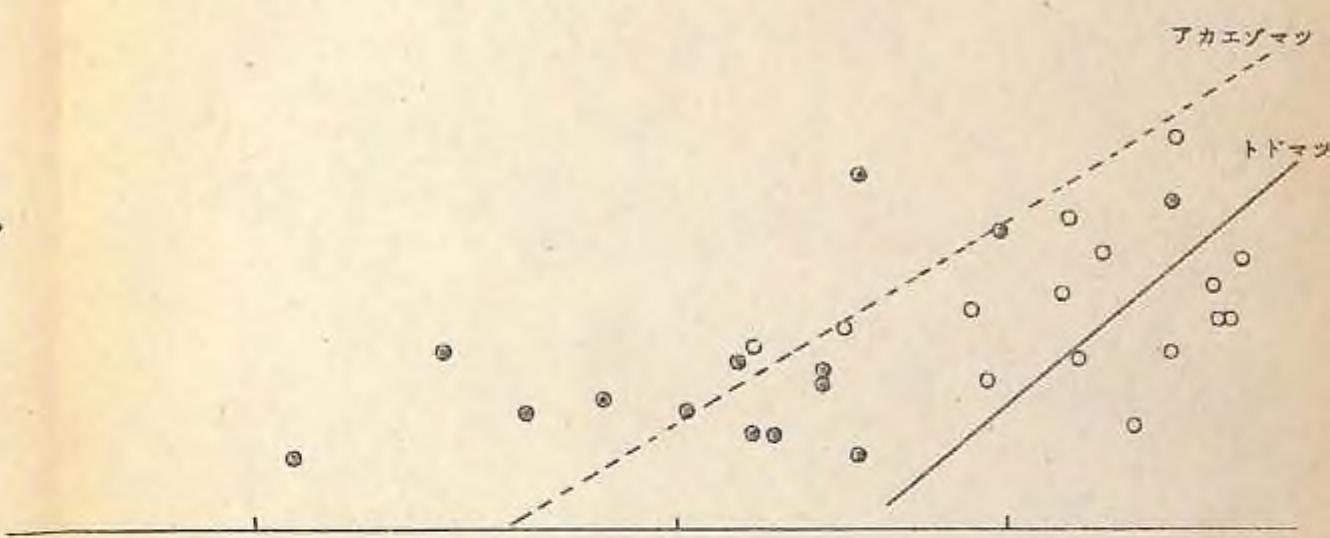


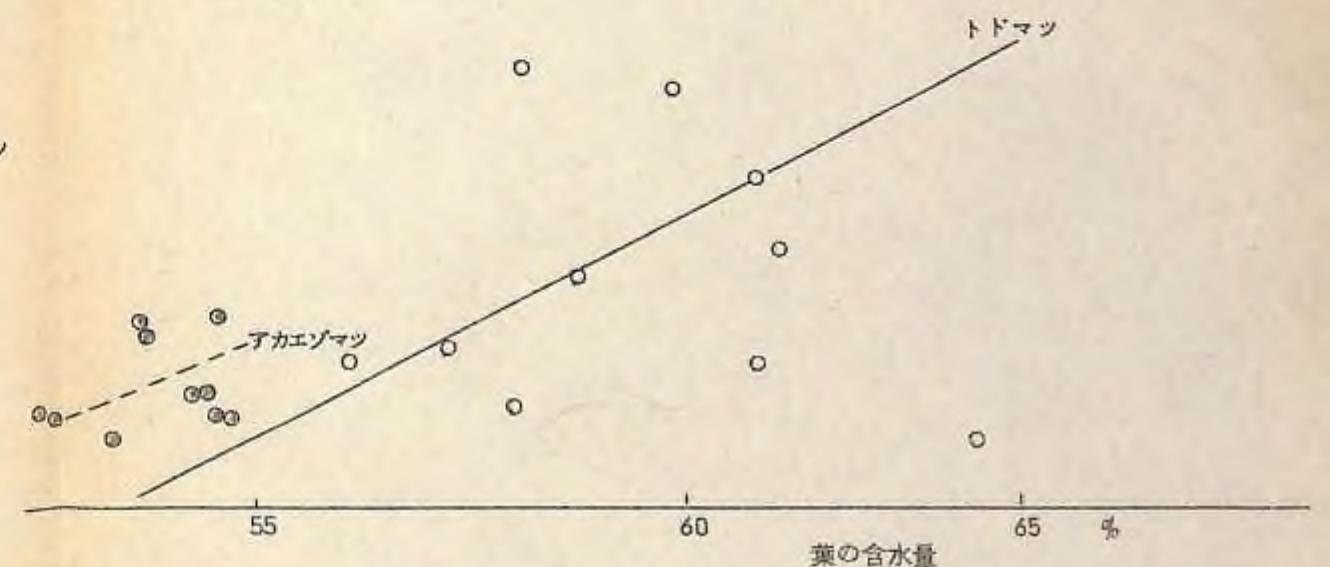
図-16 葉の含水量と苗木の呼吸量

a) 9月下旬

{
○ トドマツ
◎ アカエゾマツ



b) 12月下旬



1965, 1966, 1967年5月上旬に5年生トドマツ苗木を植付け、2生育期間、黒色タ

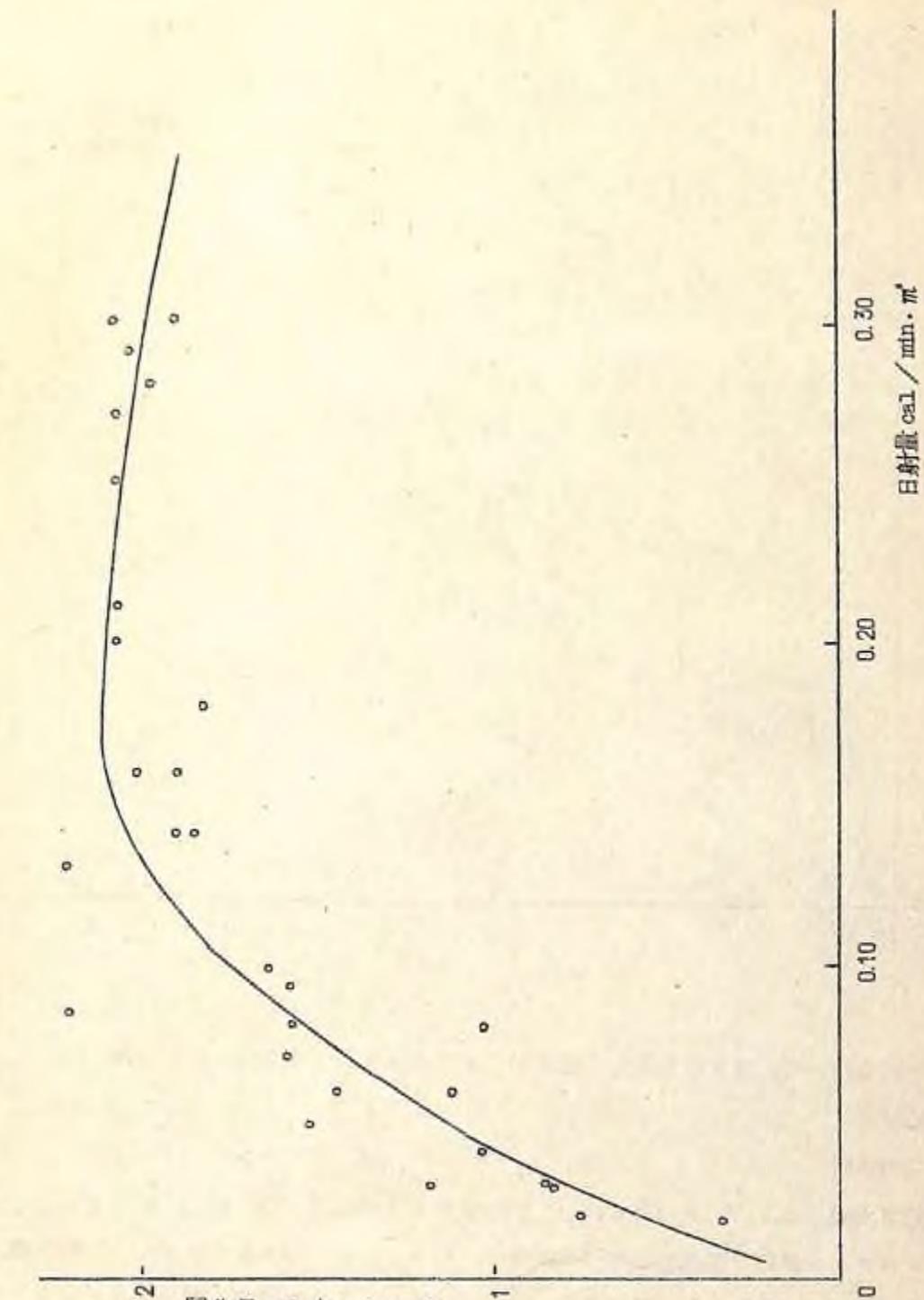
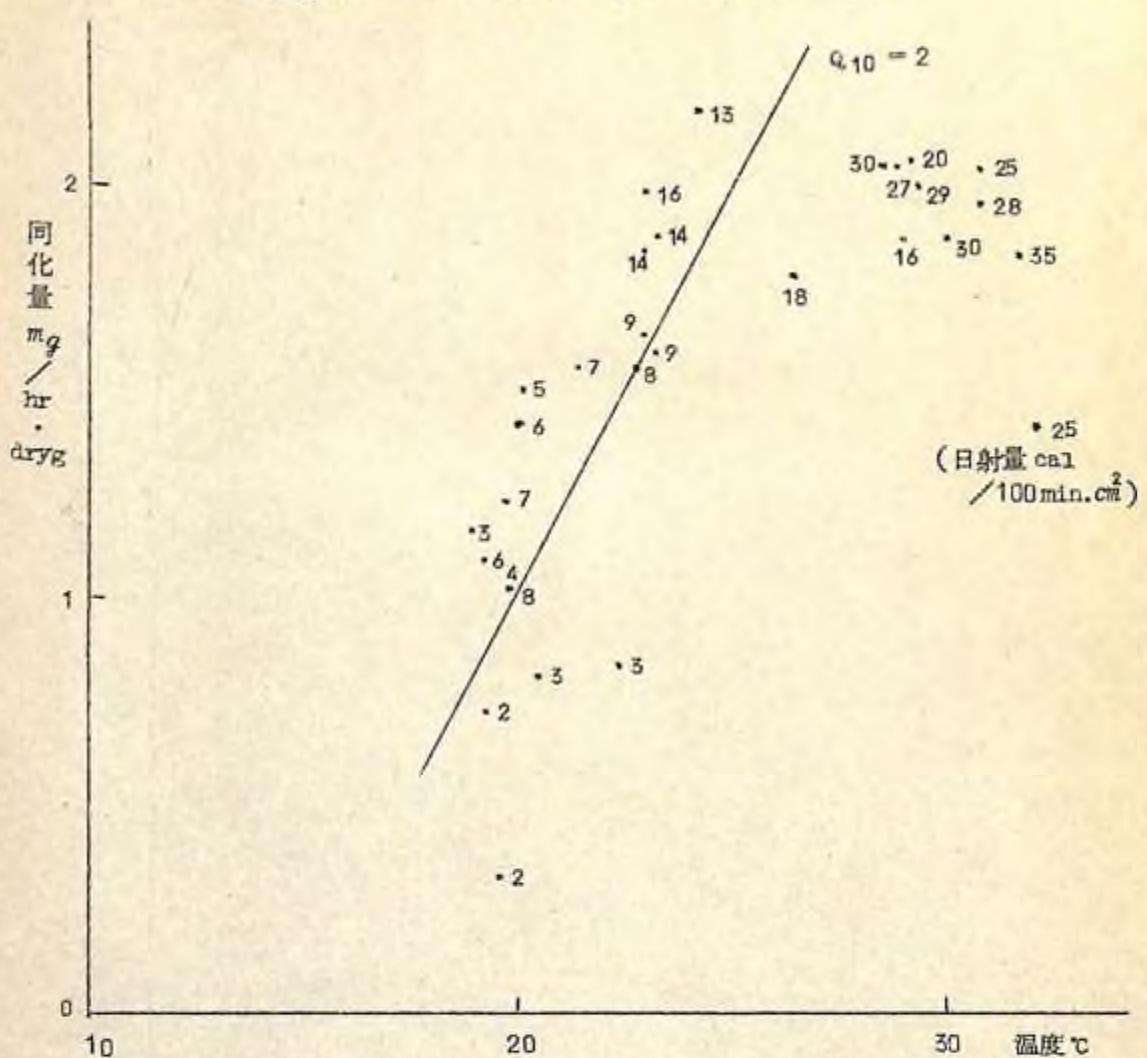


図-17 トドマツ苗木の同化量と熱量との関係

図-18 溫度と同化量(1968 Sept. 2~5, トドマツ5年生苗)



レモナを用いて、つぎの処理を2反復しておこなった。41年度にはかった

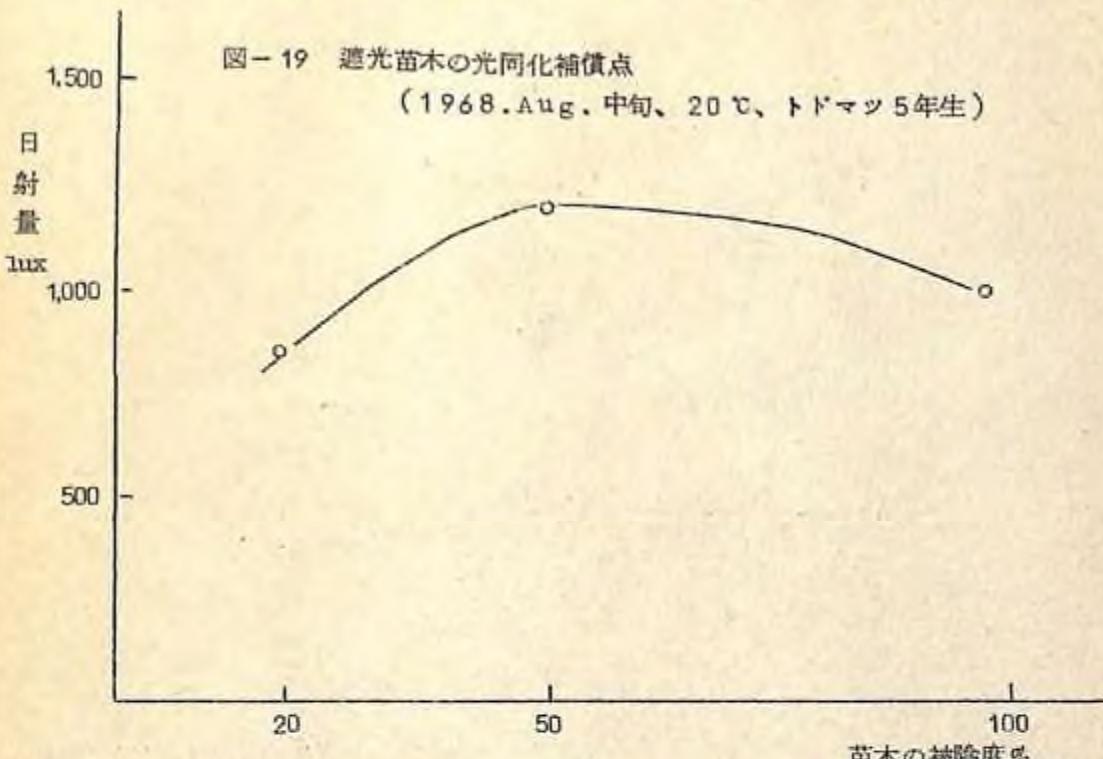
処理区 1 2 3 4 5 6 7

相対照度 100 50 50 50 20 20 20

処理期間 5下-10上 5下-10上 5下-7上 7上-10上 5下-10上 5下-7上 7上-10上

クロロフィル濃度の変化をしらべる試料は、約10日おきに生重1gづつ、1年生葉、2年生葉からランダムに採取した。移植当年(図-20と21)と据置率(図-22と23)にわけた結果をみると、移植当年は掘取りによる根系の切断などのため、とくに相対照度の高い処理区の1

年生葉は7月まで安定せず、相対照度の低い20%区の方が8月の最大期まで増大をつづける傾向にあった。2年生葉は各処理区ともおなじような増減過程をとるが、7月中旬と9月上旬に減



少期があらわれることと、庇陰度の高い処理区の苗木ほど、濃度が常に高い傾向がある。この濃度差は据置苗でもおなじである。据置苗の2年生葉では、移植苗の2年生葉に共通した減少期はみられない。しかし1年生葉では7月中の減少はすくないが、9月上旬の減少は庇陰区でみられる。全体として庇陰が強いほどクロロフィルの濃度は高いが、生育期間中増減を繰返すことは、強度の陽光による葉緑体の破壊分解があるとともに、クロロフィル自体の機能が受光量、葉の着生位置などによって、それぞれ異なることをしめし、クロロフィルの濃度あるいは含有量だけでは、物質生産と直接むすびつかないようである。庇陰各処理別の生長量は表-20にしめした。根元直徑、地上部生重ともに庇陰程度の強い処理区ほど劣り、T/R率でみると、地上部にもまして、地下部の生長が悪い。庇陰の時期との関係でみると、生育前期よりもむしろ生育後期の庇陰が生長量の減退をきたす。したがってトドマツでは、上長生長を終る頃からの生育後期に充分な陽光があたることがのぞましい。

2-2 苗木の取扱いと水分代謝

苗木の乾燥による障害の程度と回復の過程を知るために、苗木の含水量が、正常の含水量より

図-20 クロロフィル濃度の季節変化(移植苗、1年生葉)

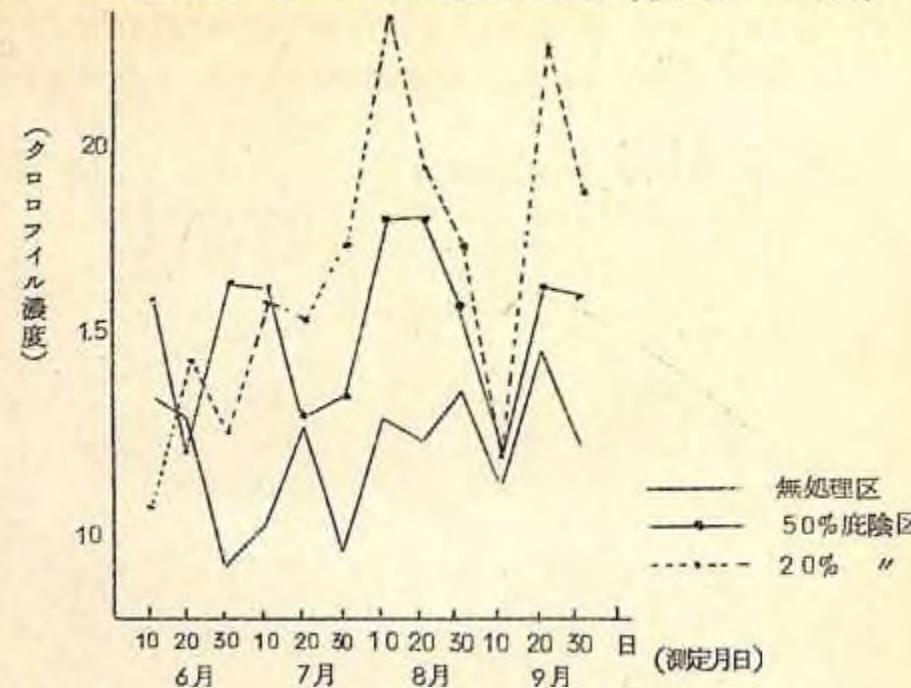


図-21 クロロフィル濃度の季節変化(移植苗、2年生葉)

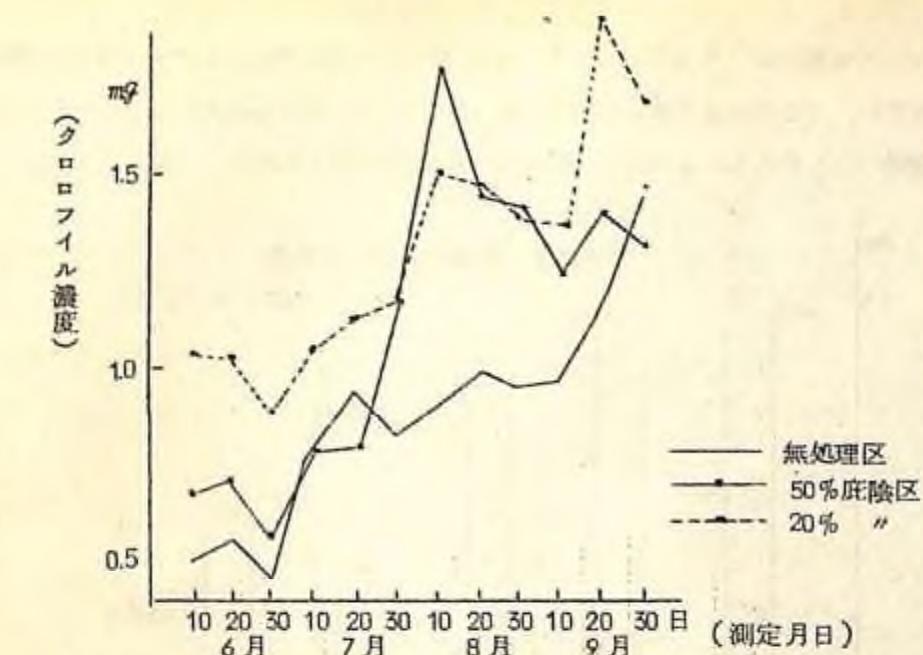
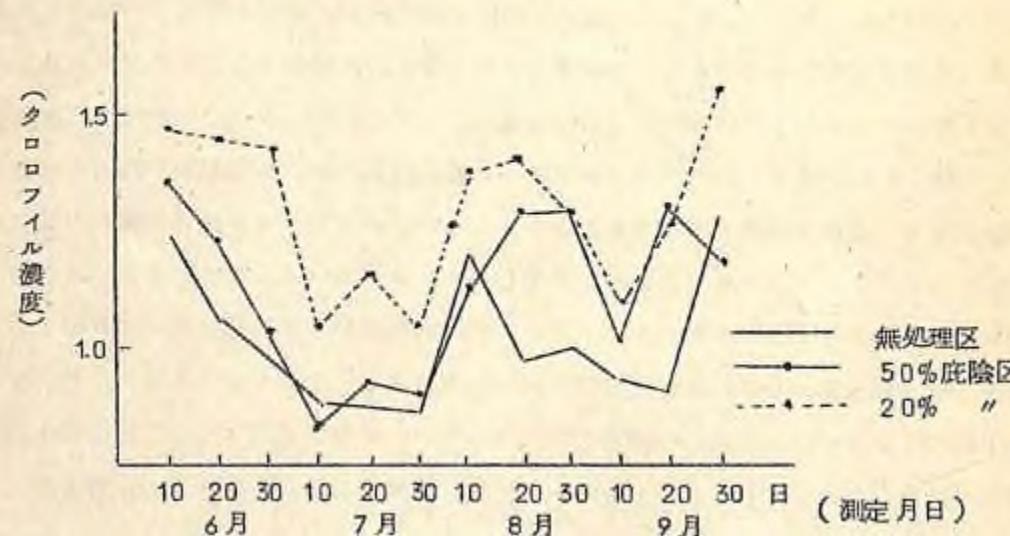
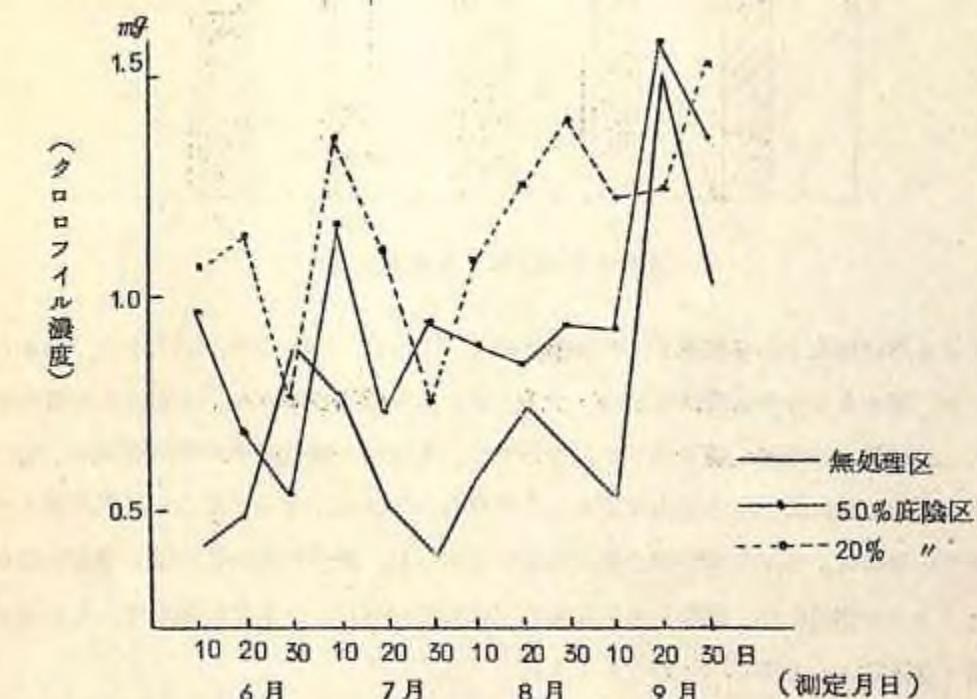
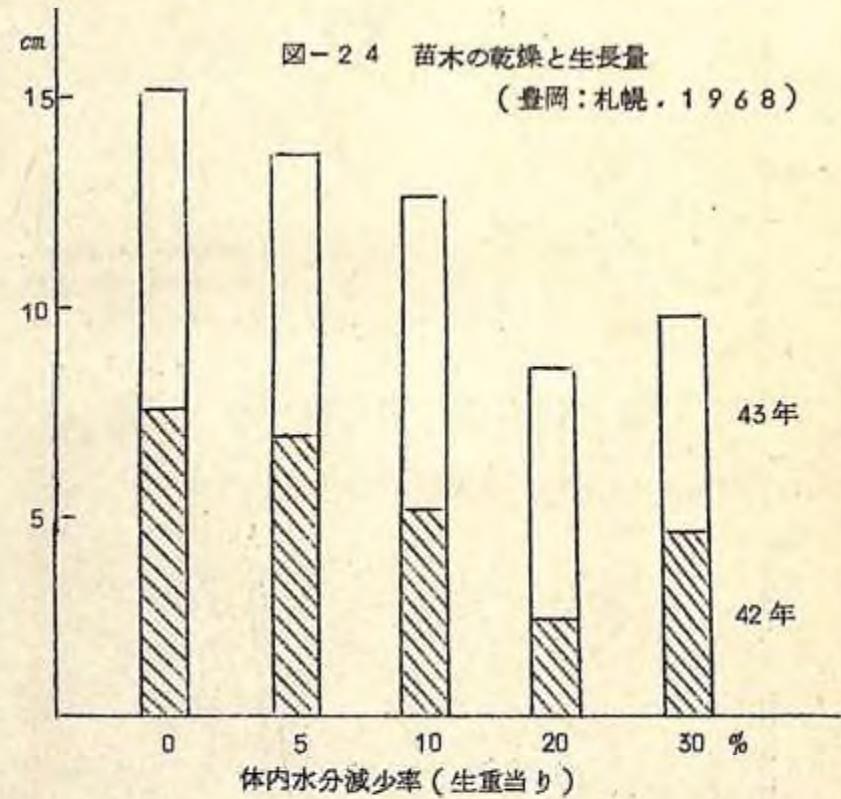


図-22 クロロフィル濃度の季節変化(据置苗、1年生葉)



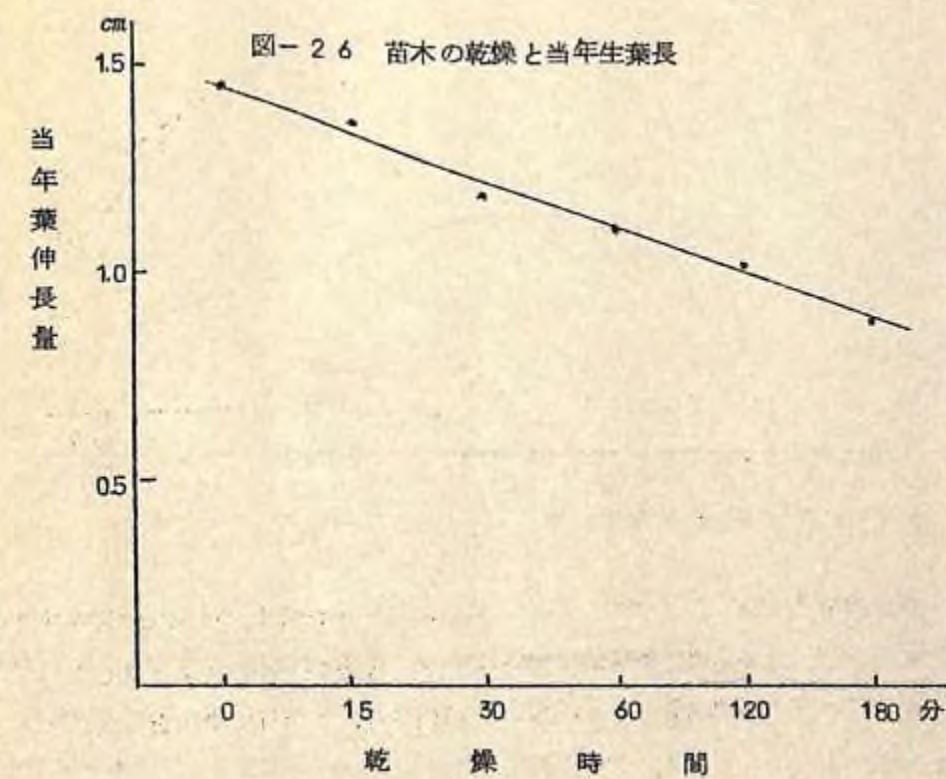
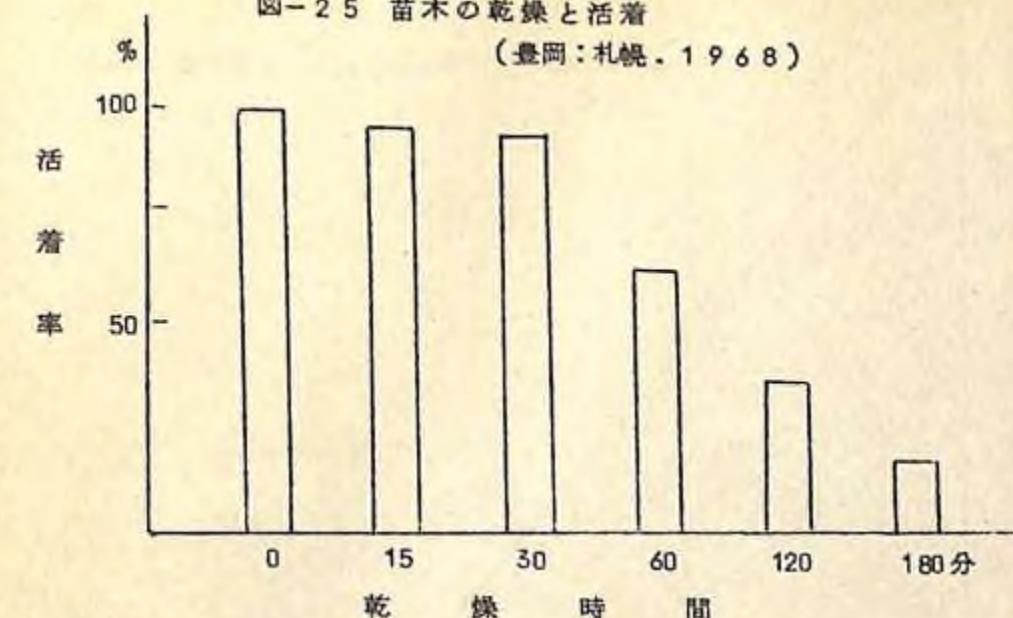
(1)0 %, (2)5 %, (3)10 %, (4)20 %, (5)30 %の5段階になるように調整して、当場苗畑に植栽した(1967年春)。この試験では、この程度の含水量の減少段階では、いずれも根系とく

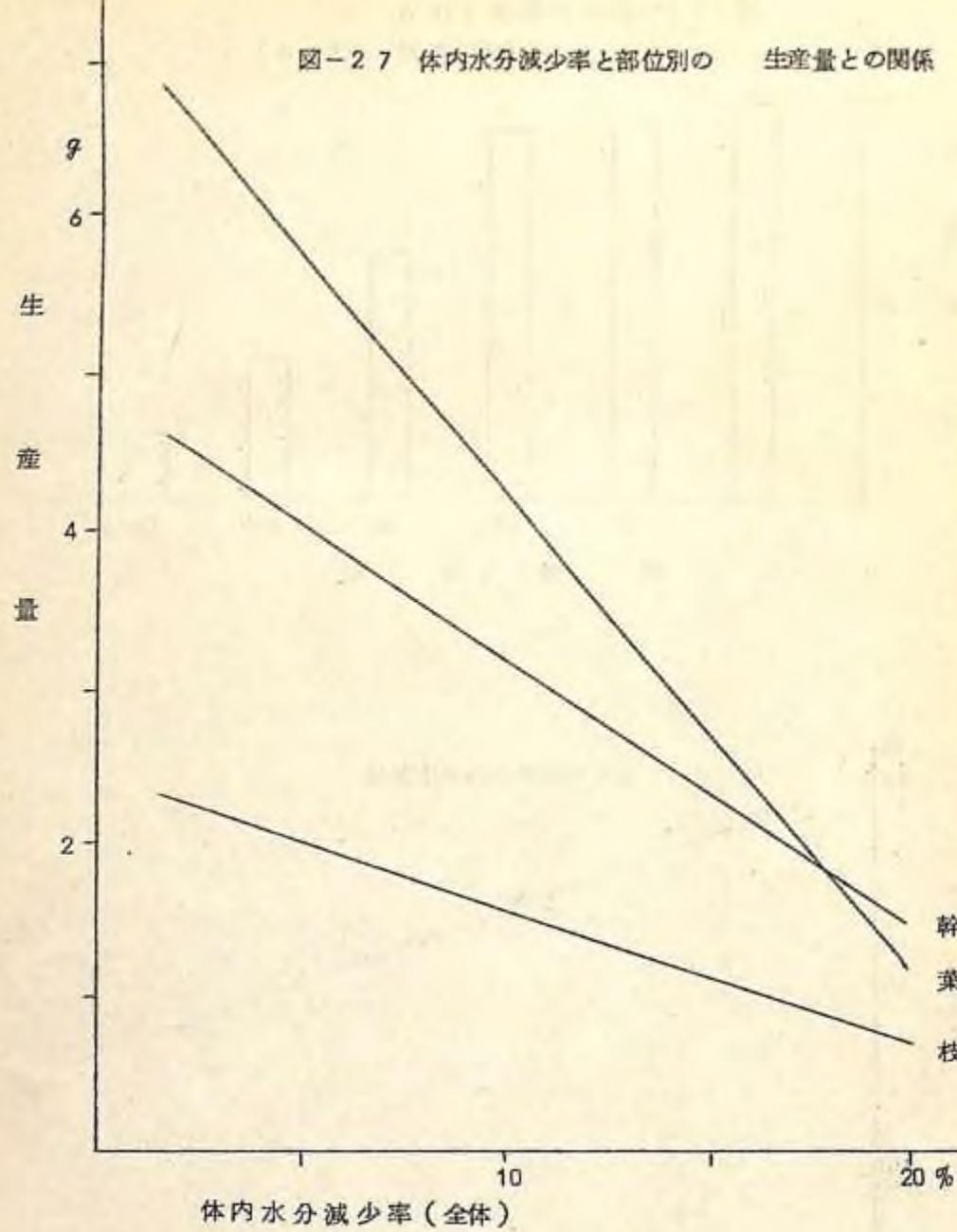
に細根部での水分損失がいちじるしく、葉および茎からの水分損失はわずかである。植栽後の活着および生育は、20%以上含水量が低下したもので悪く、30%以上のものはほとんど枯死した。また乾燥のいちじるしいものほど、根量および新葉の長さが劣る。(図-24)。



1968年は掘取りから植栽までの放置時間を、(1)0分、(2)15分、(3)30分、(4)60分、(5)120分、(6)180分の6段階に処理した苗木を、当場苗畑に植栽し、その後の形質の経過を調べた。植栽苗木の活着(図-25)、生長では、トドマツ植栽直後の生長遅退が、植付けまでの苗木の取扱いが原因となる乾燥によることが明らかである。さらに苗木の外部形態上にあらわれる障害の徴候は、当年生葉の伸長量に顕著に認められ、乾燥程度が強いほど葉長が短くなる。(図-26)総体的には、掘取りから乾燥までの放置時間は、30分が限度で、それ以上になると活着も覚束ないことになる(図-27)。

図-25 苗木の乾燥と活着
(豊岡:札幌, 1968)





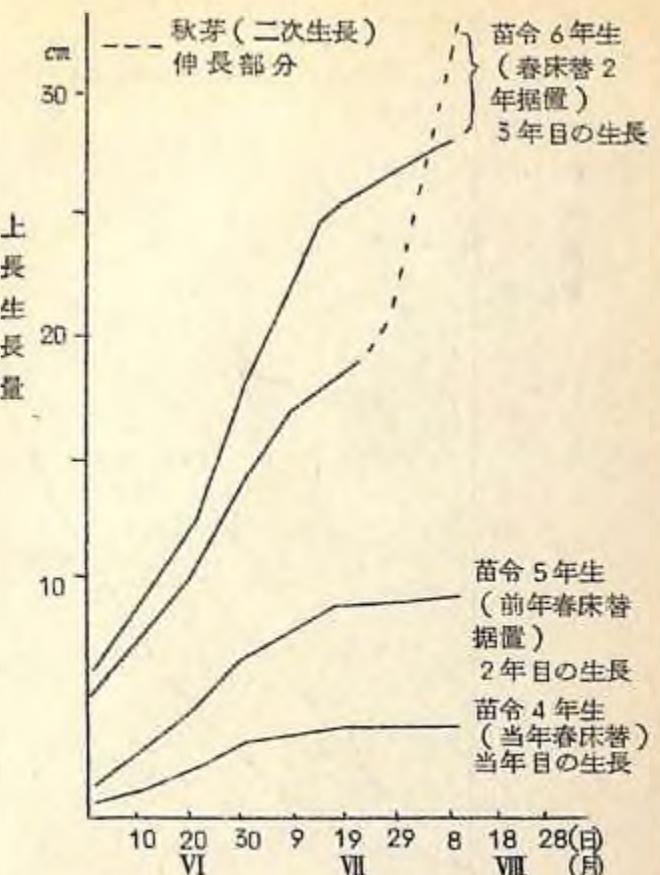
2-3 植付方法と生長

移植時期別の地上部、地下部の生長経過を知るために、まず一般的な上長生長経過を床替後の生育期間(図-28)、およびカラマツ、アカエゾマツとくらべて(図-29)しらべた。移植当年の伸長量がいちじるしく悪く、これが翌年まで持続され、3年目でやっと順調に伸びはじめることがわかった。

めることから、移植当年の伸長量の減退の後作用が大きいことがわかる。また、落葉性のカラマツにくらべて、トドマツ、アカエゾマツの上長生長が、ほとんど6月中旬に終ることは、従来の成績とおなじであった。

つぎに、1回床替4年生据置苗を4月下旬から11月下旬まで、毎月2回掘取り、白根をすべて除去して直ちに苗畑に植付け、植栽後2日目ごとに5本づつ掘上げ、新しく発生した白根の本数を調査してから、再び植付けをおこなった。試験期間中の気象とくに温度関係をしめすと図-30の通りである。白根の発生する地温は5月から10月中旬までは10°C以上であるが、その後は急速に低下する。白根発生までの所要日数は表-20にしめした。

上長生長がとまり、新葉が完全に展開し、同化生産が最高になり、肥大生長をはじめると、百



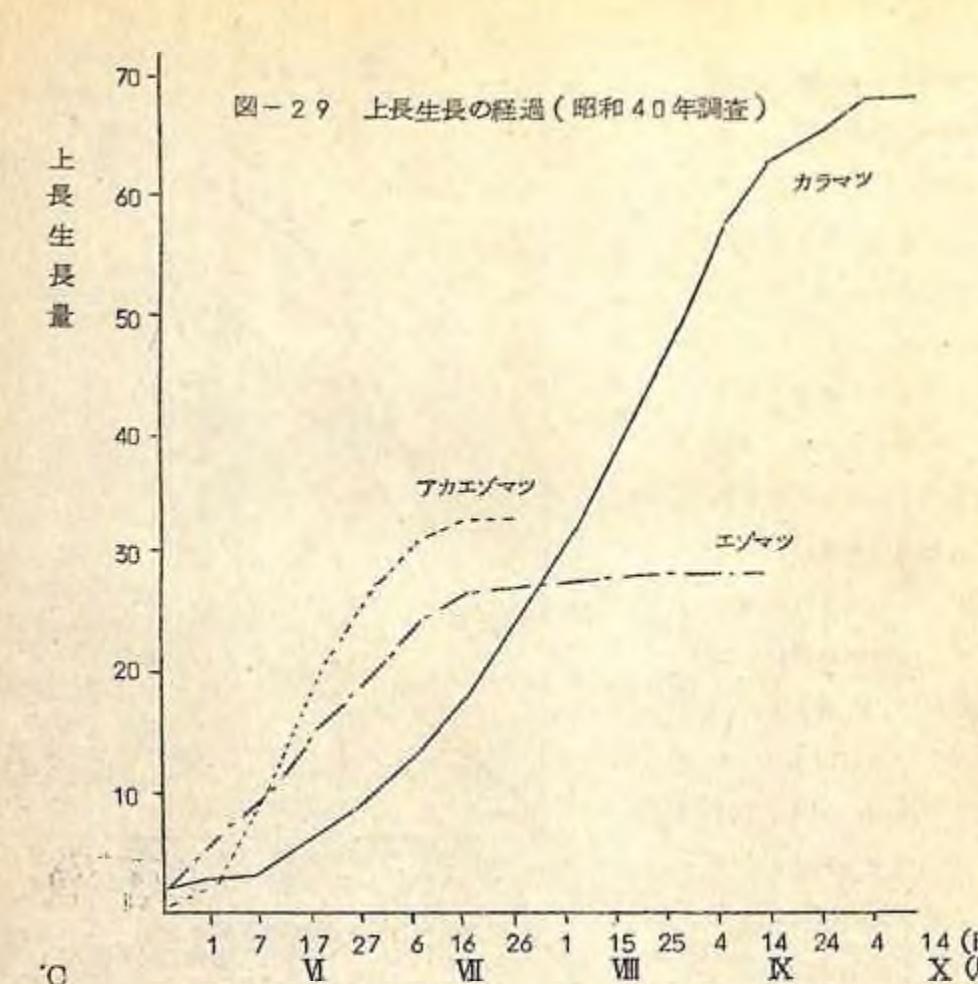
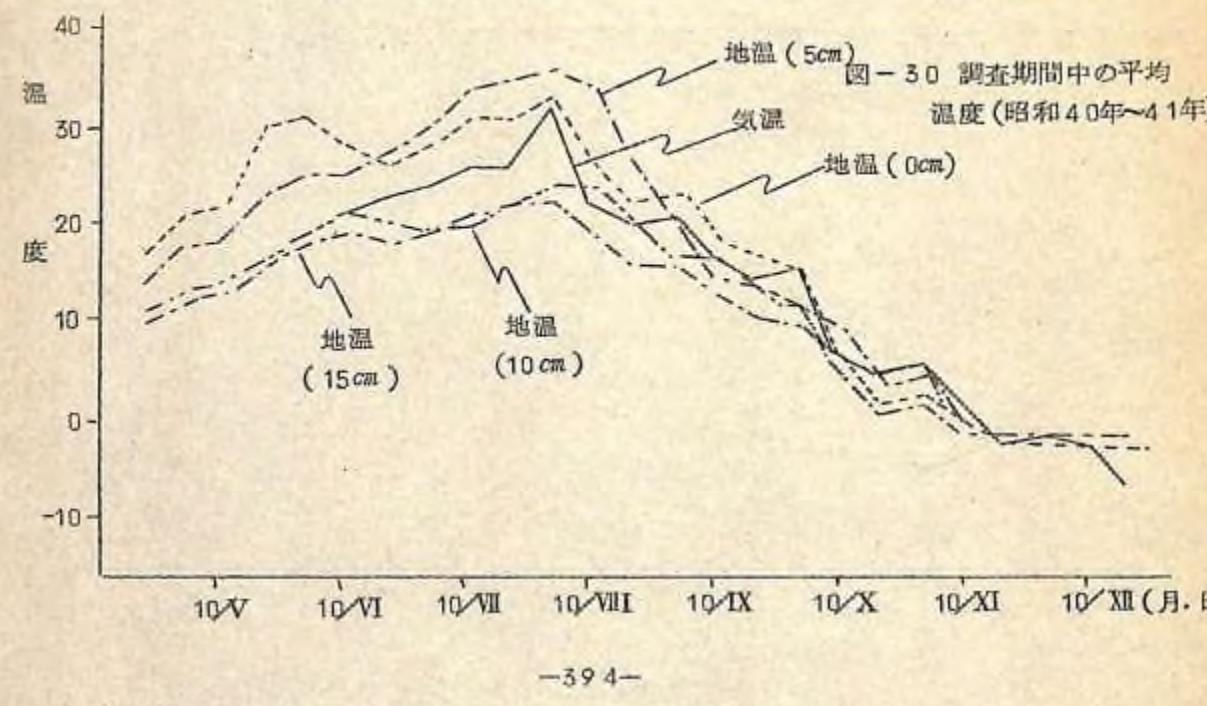


表-20 白根発生所要日数と本数ならびに発根指數(苗令5年)

植付 年月日	植付後経過日数	白根発生所要日数										白根発生本数										白根指數												
		3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29					
40. 5. 10	自根本数	2	2	2	2	2	38	93	75	151	228	250	250	250	250	5	自根指數	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		
40. 5. 20	自根根指數	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	3.6	7.0	4.6	4.5	9.2	8.9	8.9	8.9	8.9	7	自根根指數	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	3.6	7.0	4.6	4.5	9.2	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9		
40. 6. 5	自根本数	3	10	15	20	27	236	250	250	250	250	250	250	250	250	7	自根指數	4.0	6.0	6.28	9.44	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
40. 6. 22	自根本数	2	17	65	76	76	252	304	304	304	304	304	304	304	304	11	自根指數	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	
40. 7. 6	自根本数	24	44	137	173	173	692	692	692	692	692	692	692	692	692	11	自根指數	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	17.6	
40. 7. 21	自根本数	58	85	80	152	152	320	608	608	608	608	608	608	608	608	11	自根指數	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	
40. 8. 2	自根本数	20	55	8	52	52	208	208	208	208	208	208	208	208	208	9	自根指數	8.0	21.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	
40. 8. 21	自根本数	1	2	2	14	14	14	48	48	48	48	48	48	48	48	7	自根指數	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
40. 9. 6	自根本数	25	9	32	200	216	233	233	233	233	233	233	233	233	233	9	自根指數	10.0	3.6	12.8	80.0	86.4	93.2	80.0	92.4	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6	87.6
40. 9. 21	自根本数	82	159	101	178	178	712	712	712	712	712	712	712	712	712	11	自根指數	32.8	55.6	40.4	7.2	4.0	2.8	8.64	—	4.68	6.68	6.68	6.68	6.68	6.68	6.68	6.68	6.68
40. 10. 11	自根本数	1	2	1	4	4	22	22	22	22	22	22	22	22	22	11	自根指數	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
40. 10. 21	自根本数	2	1	2	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	自根指數	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
40. 11. 4	自根本数	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	自根指數	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40. 11. 22	自根本数	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

根の発生所要日数が短いことと、11月上旬の植付では白根発生が全くみられず、そのまま越冬することになる。白根の発生所要日数をしらべた後、再び植付けた苗木の生長量を表-21にしました。植えかえの時期による差は、8月中旬から9月中旬までの期間を最高として、この期間

表-21 移植時期と生長量

移植時期	(1) 当年伸長量		(2) 翌年伸長量		総重量	移植時期	(1) 当年伸長量		(2) 翌年伸長量		総重量
	cm	cm	cm	cm			cm	cm	cm	gr	
40年 5月10日	4.7	10.6	15.3	24.15	4月30日	4.2	19.6	25.8	271.0		
20日	5.6	14.8	20.4	36.53	5月11日	3.4	12.6	16.0	242.4		
6月5日	7.3	6.1	13.4	23.36	月23日	3.7	16.3	20.0	287.1		
22日	11.8	5.4	17.2	23.44	6月6日	4.0	14.4	18.4	238.1		
7月6日	16.8	4.4	21.2	22.12	月20日	8.5	14.9	23.2	259.5		
21日	20.5	3.0	23.5	21.88	7月5日	9.0	10.4	19.4	241.9		
8月2日	20.5	3.6	23.9	19.70	月20日	10.0	7.7	17.7	262.7		
21日	22.7	4.1	26.8	19.62	8月4日	9.8	9.5	19.1	220.9		
9月8日	19.9	5.1	25.0	20.30	月22日	10.0	10.6	20.6	238.6		
21日	20.7	5.0	25.7	13.70	月31日	9.4	9.5	18.9	209.1		
10月11日	17.9	5.0	22.9	14.35	9月13日	10.1	11.0	21.1	245.5		
21日	-	-	-	16.11	月27日	10.3	11.5	21.6	269.6		
11月4日	21.3	3.5	24.8	15.55	10月8日	9.9	10.1	20.0	258.8		
22日	17.6	3.7	21.3	16.10	月12日	11.2	7.9	19.1	268.0		
					月26日	11.0	8.6	19.6	255.4		

より早いか、またおそい場合はいくらか劣っている。総重量も植付時期がおそいほど劣る。

植穴の大きさと施肥が植付後の初期生長におよぼす影響をしらべたのが表-22である。1年目は、普通穴と大穴および小穴の処理間に差があったが、大穴と小穴をくらべると差がなく、むしろ立地による差が大きかった。2年目には、植穴処理間に差はなくて、施肥および立地間に差があった。図-31)。

表-22 植穴の大きさ、施肥と生長との関係

区	処理Ⅰ	40年 樹高	41年秋 伸長量	42年秋 伸長量	処理Ⅱ	二 次 生長の% 全本数
V	小	4.2	7	2.5 1.6	肥 無	48.9 5.4 47 55
IV	大	3.9	8	1.9 1.6	肥 無	46.8 1.8 47 55
III	対	4.1	5	1.3 1.5	肥 無	24.1 9.1 29 44
II	小	4.1	6	1.2 1.0	肥 無	25.0 5.4 52 37
I	大	4.1	6	1.5 9	肥 無	21.2 4.2 52 48

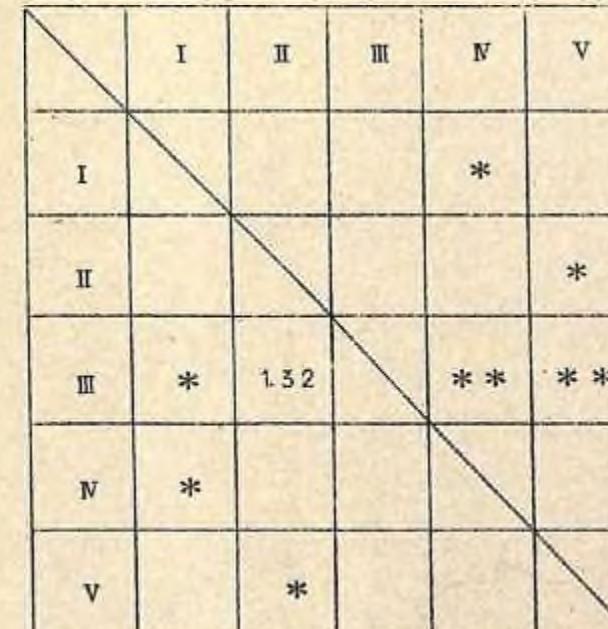


図-31 植穴の大きさ、施肥の処理間の有意差

なお、これまでにあげた結果は下記の通りに取まとめて報告した。

1. 玉利長三郎(1967-7)：秋におけるトドマツ苗木移植後の貯元糖および澱粉含有量の変動：日林誌，49-7，273-278
2. 真田 勝(1967-11)：施肥要素とトドマツ苗木の二次生長について：日林北海道支部集 16号，96-98
3. 玉利長三郎(1967-11)：秋におけるトドマツ苗木移植後の全窒素含有量の変動：同上，16号，99-100
4. 中野 実，菅原セツ子(1967-12)：トドマツ苗木の移植時期と地上部，地下部の生長：林試北海道支場年報，1966，31-38
5. 玉利長三郎(1968-3)：トドマツ秋植え苗木の特性：昭和42年度林試北海道支場業務研究発表会，(講演)
6. 玉利長三郎(1969-4)：トドマツ植付時の枝葉の調整とO, N, 变動：80回，日林大会(講演)
7. 玉利長三郎(1969-6)：苗木の生理：札幌営林局，昭和44年度種苗研修教材，1-29
8. 玉利長三郎(1969-11)：栄養分含有量の変動からみた植付時の枝葉の役割：日林北海道支部集，18号，68-71
9. 玉利長三郎，菊田信吾，津田耕治，豊岡 洪(1969-11)：トドマツ山出苗木の秋期肥培と活着生長：同上，18号，72-75
10. 津田耕治，大友玲子(1969-11)：本数密度がトドマツ苗木の生育と養分吸収における影響：同上，18号，-
11. 林試北海道支場業務報告，昭和40-44年度)