

昭和 47 年度 国有 林野 事業
特別会計技術開発試験成績報告書

天 然 林 の 施 業 法
— トドマツ・エゾマツを主とする
天然林施業の基礎的研究 —

昭和 48 年 6 月

林 業 試 験 場

天 然 林 の 施 業 法

ートドマツ，エゾマツを主とする天然林施業の基礎的研究ー

目 次

I 試験担当者	205
II 試験、目的	205
III 試験の経過と得られた成果	205
1. 更新班の研究経過	207
1-1 稚苗の発生と菌	207
1-1-1 種子から分離された菌の病原性	207
1-1-2 稚苗の発生と菌害	208
1-1-3 土壌の凍結・不凍結と Rhacodium 菌の病原性	213
1-1-4 道内5地域の林内で検出された Rhacodium 菌の病原性比較	213
1-2 稚苗の発生と水分	214
1-3 発生後の稚苗の消長	218
ま と め	219
2. 経営班の研究経過	219
2-1 9号区画の概況	219
2-2 16号区画の概況	227
2-3 成長予測における問題	227
2-4 林分表法	228
2-5 支障木と枯損	233
2-6 直径生長量の変化	233
2-7 直径階別材積成長量の直接推定	235
2-8 稚苗の発生量と前生稚幼樹の伸長	238
2-9 前生稚樹の高さと年令	239
ま と め	247
3. 昆虫班の研究経過	248

3-1 伐採後の虫害枯損木の発生様相	248
3-1-1 被害の発生経過	248
3-1-2 被害の発生様相	254
3-1-2-1 林型との関係	254
3-1-2-2 樹型との関係	254
3-2 穿孔虫生息密度の推移	256
3-2-1 種類	256
3-2-2 寄生密度, 増殖率の推移	258
3-2-2-1 トドマツキクイ	258
3-2-2-2 ヤツバキクイ	258
3-2-3 天敵昆虫	260
3-3 危険木の判定	261
3-3-1 トドマツ	261
3-3-2 エゾマツ	261
まとめ	262
参考文献	263
N 総括	263

I 試験担当者

P・L・	支 場 長	寺 崎 康 正 (現京都大学)	
	"	余 語 昌 資	
連絡・調整	経 営 部 長	長 内 力	
更 新 班	造林研究室長	林 敬 太 (現本場造林部)	
	土じょう研究室員	塩 崎 正 雄	
	樹病研究室員	遠 藤 克 昭	他 10 名
経 営 班	経営研究室長	真 辺 昭	他 3 名
昆 虫 班	昆虫研究室長	山 口 博 昭	
	" 室 員	小 泉 力	他 1 名

II 試験目的

トドマツ、エゾマツを主とする天然林の施業については、北海道の開拓初期は良木掠奪を中心とした所謂択伐施業が行なわれ、その後これへの反省にもとづいて群状択伐あるいは小面積皆伐などの施業がとられてきた。昭和32年林力増強計画が策定されるに及んで、大面積皆伐施業が主流を占めるようになったが、この弊害が現われるようになってから、かつて特定の地域で小面積に行なわれていた漸伐施業が俄かに注目をあび、昭和40年代に入ってから全道各地で行なわれるようになった。しかし漸伐施業はそれまで国有林(御料林を含む)の主要施業法となったことがなく、特に作業体系や更新関係においては全く未知であり、さらに漸伐施業といっても局によってその解釈が区々であって一貫した取扱い方法が確立されていなかった。

この研究は漸伐施業における作業と更新の関連を解明するための基礎資料を得ることを目的とするものである。

III 試験の経過と得られた成果

この研究は昭和43年度から47年度に至る5カ年にわたって行なわれた。

天然林施業関係の研究は、その範囲が極めて広汎なので、研究計画を立てるに当っては重点目標を絞ってつぎの3とした。

- ① 種苗の発生長
- ② 林分型ごとの成長と収穫の予測
- ③ 伐採と虫害の関連

この夫々に研究班を編成し、更新班、経営班、昆虫班とした。試験の場としては、主として札幌営林局管内の空沼天然林施業実験林（以下空沼実験林と云う）および野幌試験林を利用した。空沼実験林においては、後述するように山の上から下にかけて幅50m、長さ600mの皆伐帯を設けたが、研究年次計画もこの帯の伐採を利用して次のように定めた。

研究年次計画

伐 採 前	伐 採 後
4 3 年 度	4 4 年 度 - 4 6 年 度
○ 稚樹の成立状態（更新） 本数、樹高、樹令、生長経過、生育地、健全度、根系、植生光 ○ 地形と土壌（更新） 地形解析、酸性土壌と堆積腐植の形態及び理化学性土壌水分 ○ 原資蓄積について、その大きさ、直径、樹高階別配分（経営） ○ これらの場所間の変動（経営） ○ 林型区分と虫害枯損木の発生（昆虫）	○ 前生稚樹の消長と後生稚樹の侵入状態（更新） ○ 環境の植生変化が土壌と植生に及ぼす影響（更新） 気候の植生変化の推移（更新） ○ 稚樹の消長と気象要因の関係（更新） ○ 発生稚苗の病菌による消失の実態（更新） ○ 枯損量調査（経営、昆虫）とその詳細な記事（昆虫） ○ 除草剤散布による前生稚樹の刈出と林床植生（更新） ○ 残存木に対する成長促進効果（量質）（経営） ○ 外形的特徴にもとづく枯死条件の決定（経営） ○ 带状皆伐区における林分解析（経営） ○ 枯死後の外貌の変化（経営） ○ 林型区分（全班） （危険木の判定、樹型と樹脂流出） ○ 伐採に伴う虫害枯損木の発生様相（昆虫）
○ 稚苗の発生、消長ならびに稚樹の生育と環境（更新） 発生した稚苗が安定するまでに育つ条件	○ 各局の実験林での調査（昆虫） 旭川大雪の面伐試験地 札幌、夕張の試験地 ○ 風倒跡地の林分解析（経営・46年度） 〔野幌〕 ○ 上木疎開と稚樹の消長（更新）

以下、各班ごとに研究経過と得られた成果をのべることにする。

1. 更新班の研究経過

1-1 稚苗の発生と菌

1-1-1 種子から分離された糸状菌の病原性

昭和43, 44年の2年間、野幌試験地トドマツ人工林内(昭和7年植栽)ならびに空沼実験林のエゾマツ、トドマツ天然林内で人工播種したトドマツ種子について、春の融雪から発芽を始める直前まで糸状菌の分離をおこなった。種子からの病原菌分離は、播種された種子を土壌ごと採取し、実験室内にもち帰り土壌より種子を選出し、5℃付近で分離し、出現する糸状菌を調べた。その結果、*Rhacodium therryanum*, *Rhizoctonia* SP. *Botrytis cinerea*, *Cylindrocladium* SP および菌叢白色の未同定菌が多く分離されたので、これら5種について病原性の検討をおこなった。なお、このほかに分離された糸状菌としては、*Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Mucor*, *Rhizopus* 等であった。この結果は表-1のとおりである。供試トドマツ種子は、昭和43年秋採取網走産充実率61%低温貯蔵のもので、充実粒に対する発芽率は40%である。

表-1 タネから分離された菌とその病原性

接種菌	供試 粒数	タネから分離された菌					発芽調査	
		Rhaco	Rhizoc	Botry	W	Cylin	供試粒数	成立本数
Rhaco.	200	200					500	0
Rhizoc.	200	44	194				500	0
Botry.	180	76		79	2		500	79
W	100	48			25		500	134
Cylin.	100	66				2	500	148
無接種	200	108					500	128

注) W: 菌叢白色の未同定菌

Rhacodium 菌, *Rhizoctonia* 菌接種区は、種子から接種菌がそれぞれ100%, または90%以上の率で分離され、成立本数が皆無であったことから、これらの菌は種子をおかす強い病原性をもっていることが確認された。

1-1-2 稚苗の発生と菌害

発生を左右する要因の一つとして、病原菌による種子の地中腐敗が考えられるので、この点を検討するため、札幌営林署管内野幌の大正7年(野幌41)ならびに昭和7年植栽(野幌42)のトドマツ人工林内、ササ型の林床として定山溪営林署管内空沼実験林のエゾマツ、トドマツ、ミズナラ、シナ、センの天然林内、そしてコケ型の林床として苫小牧営林署管内、シシヤモナイのエゾマツ天然林内に、つぎの地床ならびに薬剤処理をおこない人工播種試験をおこなった。

すなわち野幌人工林内：L層除去区、A₀層除去区、林床無処理区にそれぞれTMTD剤(種子重量の3%, 以下同じ)およびPCNB剤(あたり20g, 以下同じ)による種子と土壤消毒区と無処理区を組合わせる。

空沼実験林内：ササ刈り払い落葉除去区、ササ刈り払いA₀層除去区にそれぞれTMTD剤、およびPCNB剤による種子と土壤消毒区と無処理区を組合わせる。

シシヤモナイ天然林内：コケ層除去区、林床無処理区にそれぞれTMTD剤、およびPCNB剤による種子と土壤消毒区と無処理区を組合わせる。

なお、各試験地の概況を述べれば、つぎのとおりである。

野幌41・42林班はオオ四紀沖積統からなる丘陵地帯で、林床はトドマツ落葉でおおわれトドマツの稚苗、イワガラミ、ツタウルシのツル植物が優占している。

空沼実験林内は、標高400~750m、比較的新らしい時代の火山活動によって形成された地域の火成岩地帯に属し、試験地の林内はトドマツ、エゾマツ、センノキ、ヤチダモ、シナノキ、カンバ類の大中径木で林冠が占められ、林床はクマイザサである。

シシヤモナイは標高380m、樽前山の西側山麓にあたり、火山泥流上山麓緩斜面、エゾマツにアカエゾマツを混じる天然林で林床はミズゴケが優占し、これにシラタマノキ、イワツ、ジが随伴している。

試験方法は、1m×2mのプロット3回反復とし、昭和45年10月下旬あたり50gの種子をまきつけ、ほかにクレモナ袋に100粒を一様にちらばせたものを同時に林地面上に設置した。春季消雪直後に、各処理区よりクレモナ袋に封入した種子ならびに土壌ごと種子を採取し、発芽試験と種子から糸状菌の検出をおこなった。

種子の発芽試験結果を表-2に示す。野幌人工林内、空沼実験林内とも、発芽率はいずれも分散分析の結果5%の危険率で薬剤処理区と無処理区の間に有意差が認められる。一方コケ型のシシヤモナイ天然林内では、薬剤処理区と無処理区の間に有意差が認めら

れない。

表-2a 発芽試験結果

野幌41

71.4.21

処 理	供試粒数	発芽数	未発芽数	腐 敗	糞	試算発芽数
Ao層除去	(100) 336	(7) 22	(2) 9	(50) 168	(41) 137	62
Ao層除去 薬 剤	(100) 316	(26) 82	(3) 9	(35) 111	(36) 114	81
L層除去	(100) 326	(10) 32	(1) 2	(46) 151	(43) 141	38
L層除去 薬 剤	(100) 335	(26) 86	(9) 30	(28) 94	(37) 125	81
地 床 無 処 理	(100) 341	(8) 26	(0) 0	(51) 174	(41) 141	22
地床無処理 薬 剤	(100) 322	(24) 76	(11) 37	(28) 95	(36) 114	80

() %

表-2b 発芽試験結果

野幌42

71.4.21

処 理	供試粒数	発芽数	未発芽数	腐 敗		試算発芽数
Ao層除去	(100) 200	(20) 40	(2) 4	(41) 82	(37) 74	4 49
Ao層除去 薬 剤	(100) 319	(25) 79	(8) 25	(37) 120	(30) 95	89
L層除去	(100) 317	(17) 55	(5) 12	(37) 119	(41) 131	54
L層除去 薬 剤	(100) 344	(26) 88	(8) 26	(35) 120	(32) 110	93
地 床 無 処 理	(100) 319	(11) 36	(2) 4	(47) 151	(40) 128	46
地床無処理 薬 剤	(100) 337	(22) 76	(8) 29	(37) 124	(32) 108	92

() %

表-2c 発芽試験結果

ソラヌマ

71.4.27

処 理	供試粒数	発芽数	未発芽数	腐 敗		試算発芽数
A○層除去	(100) 315	(4) 13	(1) 3	(46) 145	(49) 154	13
A○層除去 薬 剤	(100) 310	(27) 83	(3) 9	(34) 107	(36) 111	76
L層除去	(100) 316	(4) 12	(3) 10	(46) 147	(46) 147	11
L層除去 薬 剤	(100) 337	(26) 89	(3) 10	(30) 102	(40) 136	69

() %

表-2d 発芽試験結果

シシヤモナイ

71.5.20

処 理	供試粒数	発芽数	未発芽数	腐 敗		試算発芽数
コケ層除去	(100) 300	(27) 80	(3) 9	(33) 99	(37) 112	66
コケ層除去 薬 剤	(100) 302	(26) 78	(4) 13	(30) 91	(40) 120	72
地床無処理	(100) 300	(24) 72	(2) 5	(30) 91	(44) 132	53
地床無処理 薬 剤	(100) 300	(34) 103	(4) 12	(29) 87	(33) 98	80

() %

つぎに、種子の地中腐敗をおこすものとして確認されている *Rhacodium therryanum* と *Rhizoctonia* SP について、各試験地の処理別の種子からの検出数を示せば表-3のとおりである。

表-3 各試験地のタネから検出された
Rhacodium therryanum と *Rhizoctonia* SP.

処 理	供 試 粒 数	野 幌 41		野 幌 42	空 沼	シシヤモナイ
		Rhaco	Rhizoc	Rhaco	Rhaco	Rhaco
A○層除去	300	48	18	8	246	36*
A○層除去薬剤	300	1	0	1	13	1**
L層除去	300	148	7	83	253	
L層除剤	300	12	0	4	45	
地床無処理	300	147	69	120		63
地床無処理薬剤	300	10	2	0		1

* コケ除去

** コケ除去薬剤

野幌人工林内では、L、下層のいわゆるA○層に検出数が多く認められるが、空沼実験林内では、A○層、A層とも82~84%の高い検出率で認められ、薬剤処理の効果が現われているのは当然といえる。一方薬剤処理の効果が現われなかったコケ型のシシヤモナイ天然林では、*Rhacodium* 菌の検出数も比較的低いことが影響を有しているようである。

今仮りに、検出された *Rhacodium* 菌、*Rhizoctonia* 菌がすべて発芽を阻害すると考えると、当然発芽すべき量は次式で求められる。

$$\text{発芽数} = \text{供試粒数} \times (100 - \text{Rhacodium, Rhizoctonia 検出率})\% \times (100 - \text{シイナ率})\% \times \text{発芽率}\% (\text{充実粒に対する})$$

これにより各試験地の処理別発芽数を求めたのが表-2の試算発芽数である。実際の発芽数と比較してみると、野幌、空沼では大体よく近似している。このことから、発芽阻害をおこしているものは地中腐敗の病菌によることが明らかである。また、コケ型のシシヤモナイでは、計算で求めた発芽数よりいずれの処理区も実際の発芽数が多く、ここでは *Rhacodium* 菌は存在しても種子に対して病原性を現わしていないことになる。

各試験地での m^2 当り稚苗の発生本数を示すと表-4のとおりである。ただし空沼実験林内、野幌42林班での実験は野そ、その他の被害が大きかったので除外した。野幌41林班では、さきにおこなった発芽試験の結果と同じように、分散分析の結果5%の危険率で薬剤処理と薬剤無処理間、A $\circ$ 層除去とL層除去、A $\circ$ 層除去と地床無処理間に有意差が認められる。シシヤモナイでは、同じく5%の危険率でコケ層除去と地床無処理間、地床無処理と地床無処理に薬剤処理をした区との間に有意差が認められ、さきの発芽試験では薬剤処理に有意差が認められなかった点と異なる結果が得られた。これは発生本数調査は消雪後1ヶ月経過しているのも、この間に種子の内部に侵入していた *Rhacodium* 菌が病原性を現わしたと考えられる。以上のように種子の地中腐敗をおこす病原菌として *Rhacodium therryanum* ならびに *Rhizoctonia* SP はかなり強い発芽阻害をおこす要因となっていることが明らかである。

表-4 処理別発生本数 (m^2 あたり)

野幌 71.6

プロット 処 理	発 生 本 数			
	I	II	III	平 均
A $\circ$ 層 除 去	684	412	624	573
A $\circ$ 層 除 去 薬 剤	912	652	1,264	943
L 層 除 去	56	64	72	64
L 層 除 去 薬 剤	720	560	508	596
地 床 無 処 理	92	144	40	92
地 床 無 処 理 薬 剤	240	396	504	380

シシヤモナイ 71.6

プロット 処 理	発 生 本 数			
	I	II	III	平 均
コ ケ 層 除 去	1,052	784	700	845
コ ケ 層 除 去 薬 剤	744	772	640	719
地 床 無 処 理	416	452	316	395
地 床 無 処 理 薬 剤	860	812	680	784

1-1-3 土壌の凍結、不凍結と *Rhacodium* 菌の病原性

Rhacodium therryanum によるトドマツ種子の地中腐敗をおこす条件の一つとして、積雪下における林床の凍結、不凍結が菌の発育や種子の腐敗にどのような関係があるかを調べるために試験をおこないつぎのような結果が得られた。

馬鈴薯寒天培地を $-2 \sim -4^{\circ}\text{C}$ に保ち、過冷却によって不凍結状態の場合の *Rhacodium* 菌の発育の比較をおこなった。凍結状態では、不凍結に比べて菌の発育は半分以下であった。また、土壌をいれて殺菌した鉢の中心部に *Rhacodium* 菌のコロニーを接種し、これを凍結、不凍結に設定して積雪下におき、トドマツ種子をトラップとして菌のひろがり調べた。その結果凍結区では不凍結区に比べて菌のひろがりも小さく、稚苗の成立調査でも、菌を接種した鉢中心部からの稚苗の発生しなかった範囲も凍結区では小さかった。さらに、土壌をいれ殺菌した鉢に、*Rhacodium* 菌を接種してトドマツ種子をまき、これを凍結、不凍結に設定して積雪下におき、菌の病原性を調べた結果、菌の種子への侵入は、凍結区の方が少く、また種子の発芽検定の結果でも土壌凍結区の方が健全率は高かった。

以上のことから、*Rhacodium therryanum* が種子をおかす場合、積雪下の地表が凍結状態にあるか、不凍結状態にあるかによって差異のあることが確かめられた。

1-1-4 道内5地域の林内で検出された *Rhacodium* 菌の病原性比較

種子をおかす病原菌の検索を、立地条件、更新の良否などを考慮にいれ、日本海沿岸として古丹別営林署管内、道央として置戸営林署管内、道東地域として池田林務署管内をえらび、各地域2~4箇所について人工播種試験をおこなった。この結果ほとんどのプロットで *Rhacodium* 菌が検出された。また、この菌の検出率は、更新の良いプロットでは少なく、更新不良のプロットで多い傾向がみられた。これら上記3地域と空沼実験林のササ型、シシヤモナイのコケ型を加えた5地域の林内で検出された *Rhacodium* 菌の病原性を比較するため、殺菌土壌にそれぞれの菌株を接種してトドマツ種子をまき、積雪下に設置して同じ条件下で実験をおこなった。その結果5地域とも種子からの菌の分離ではすべて100%の接種菌の出現率であるが、種子の発芽にちがいがみられ、とくに空沼実験林のササ型では成立本数が皆無というように、明らかに菌の系統の中に病原性のちがいがあるようである。さきにおこなった実験で、コケ型のシシヤモナイで *Rhacodium* 菌が存在していながら病原性を現わしていないのも、このためによるものと考えられる。この点については再度実験をおこない検討したいと考える。

1-2 稚苗の発生と水分

種子の発生には種子と鉱質土壌とがよく密着するように、地がきがいことが明らかにされている。種子の吸水比（水を吸うことによってふえた種子の重さを気乾重量で割ってその増した割合を表わす）が発芽の目安となるといわれているが、トドマツについても、1粒あたりの重量が1.1mg以上であれば吸水比で発芽の過程を判断する指標となりうるということがわかったので、実際の林床におかれた種子の発芽までの過程を追求した。

試験の方法は、産地が同一で1粒あたりの重量が1.1mg以上の種子を用い、1粒あたりの重量が同じもの30粒をクレモナ袋にいれ、袋内に一樣にちらばらせ、これを札幌宮林署管内野幌のトドマツ人工林内のA₀層除去区と地床無処理区に10月下旬に配置し、地床と同じ材料でみえがくれ程度に被覆した。埋設後一定期間ごとに両処理区より4袋（120粒）ずつ雪中より掘り出し、その吸水比を1粒ずつ求め地床処理別に種子の吸水過程を2冬期間にわたって調査した。

結果は図-1のとおり、44~45年、45~46年とも、消雪時までは両処理区ともほとんど同じような発芽への過程をたどっていることがわかる。消雪後すぐに吸水比1.00をこえて発芽の過程にはいりかけるが、消雪後の乾燥によって大きく影響を受け、とくに林床無処理区においてこの乾燥の影響が著しい。44~45年の場合は、A₀層除去区は全体的に順調に発芽の過程に進んだが、林床無処理区は供試粒数の30%が発芽への過程に進んだ。45~46年の場合は、乾燥の影響がいちぢるしく、A₀層除去区でも発芽の過程に進んだものは供試粒数の15%、林床無処理区では僅かに6%が最終的に発芽への過程に進んだ。

つぎに、45年における両処理区の層位別土壌水分含有率の季節変化は図-2のごとく、A₀層除去区では処理層とA₂およびB層での水分含有率が平行の傾向にあるが、無処理区はA₀層（L、F層）と鉱質土壌での水分含有率の季節変化は不平行である。とくに、5月下旬L層が著しく水分不足状態にあるにかかわらず、F層およびA₁層以下の各層はそれほど大きな変化がない。このことはA₀層とA層との水分の移行が不連続であることを示すものと思われる。このことから表層はとくに乾燥することは明らかである。

別途室内実験で、外観的に種皮に割れ目が出来幼根が開始したものや、幼根が向地性を示し始めたものなど、種子のいろいろな吸水比別に、硫酸で関係湿度を30%に調節したデシケーター内に4日、5日、6日、7日間処理し、処理後再び発芽床において水を与えたところ、4日処理では、幼根の伸長がかなり進んでいる状態のもので、ふたたび水を

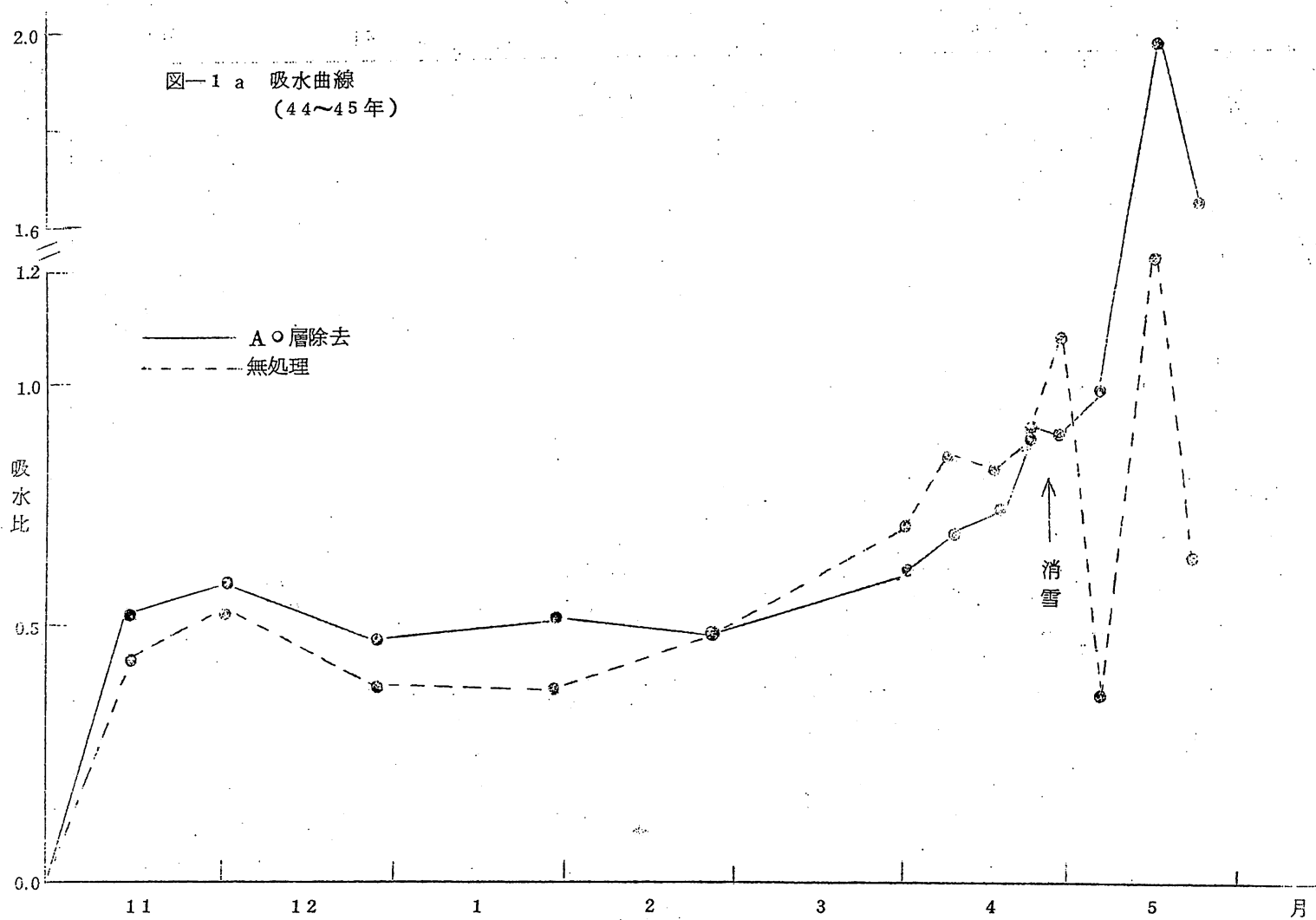


図-1b 吸水曲線 (45~46年)

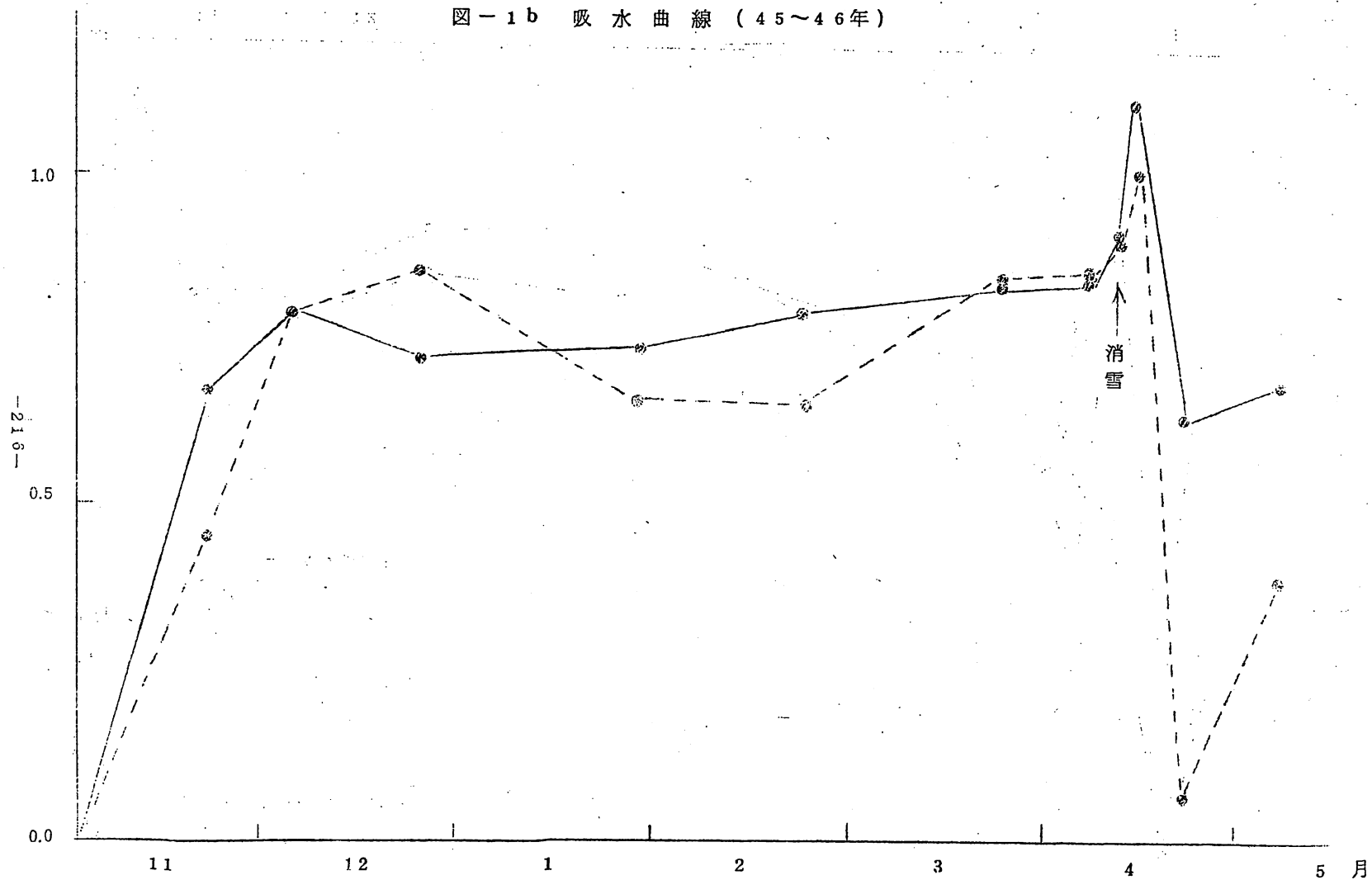
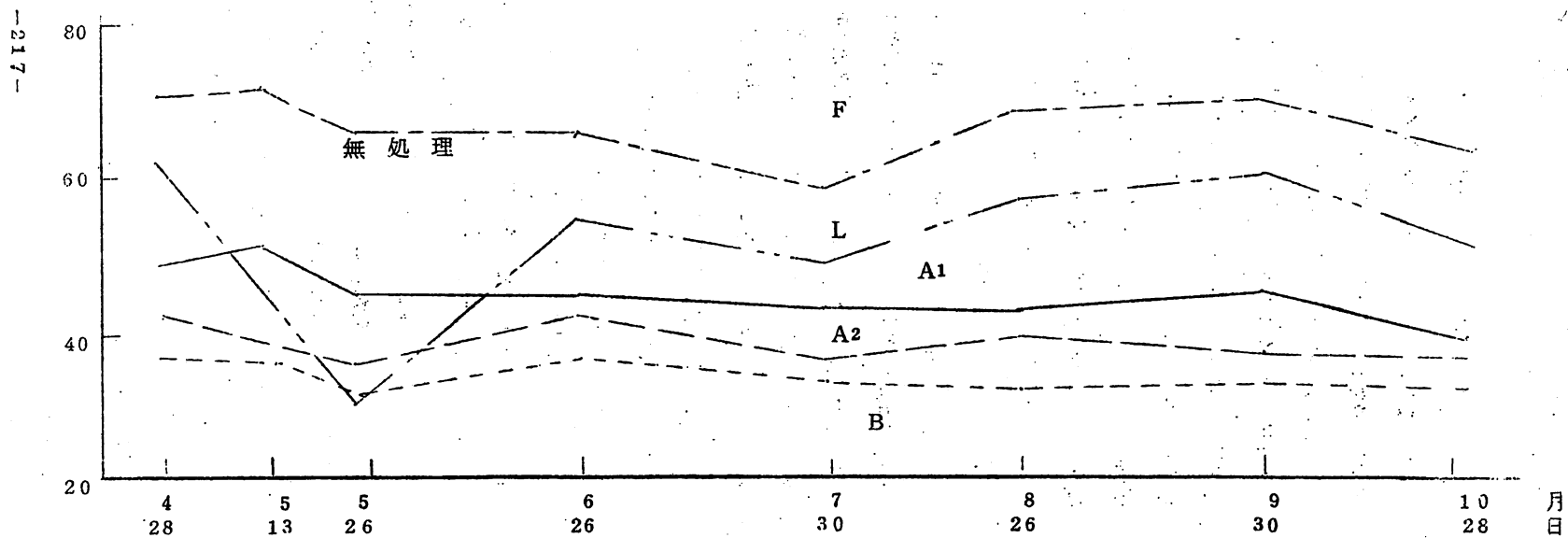
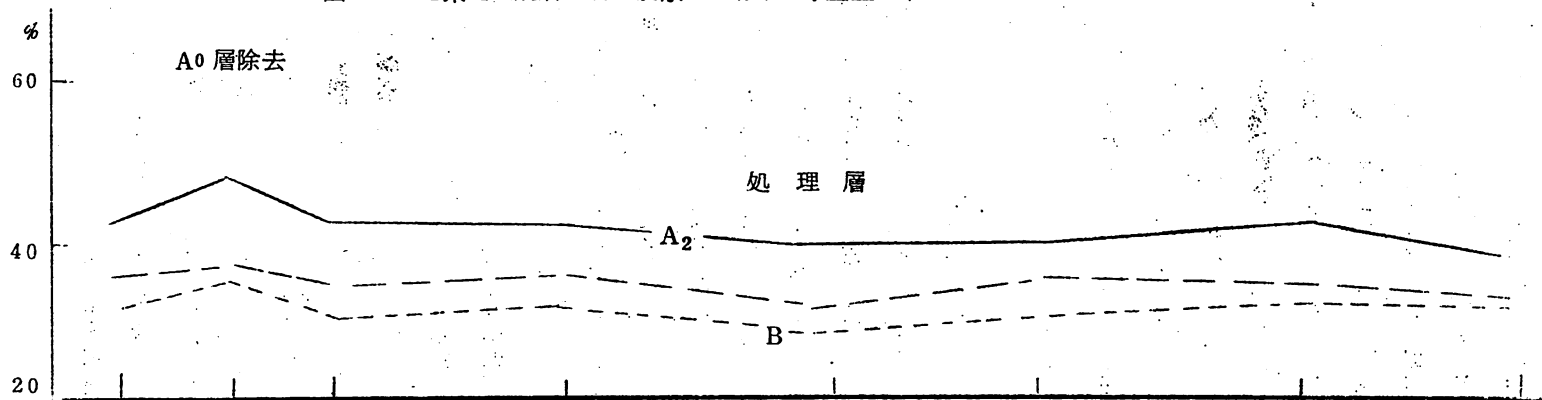


圖-2 地床處理別層位別土壤水分含有率 (重量%)



与えたと大体80%近くが発芽を始める。しかし、処理日数が長くなるにつれ発芽する割合が悪くなり、発芽への過程が進んでいるものほどその率の低下は著しい。とくに7日処理では吸水比1.51以上で幼根が伸長を始めていたものは、供試数の全部が腐敗した。

種子の吸水過程を調査した人工林近接の苺畑における観測では、昭和45年は消雪後12日間無降水全46年は消雪後18日間で降水量はわずかに3mmというように消雪後の乾燥は常におこる現象である。とくに、種子の着床状態の悪い無処理の林床面の乾燥がいちぢるしいことは図-2で示したように、そこにおかれている種子も悪い条件にさらされていことは明らかである。したがって、種子が発芽への過程を進んでいるところでこの乾燥にあうと、種子も乾湿をくりかえすうちに貯蔵養分を消費しつくして、発芽伸長にとって致命的な障害をこうむることがわかった。

1-3 発生後の稚苗の消長

発芽出揃い後の稚苗の消長経過を、昭和43年から同45年まで毎年秋に、野幌のトドマツ人工林内、空沼実験林内あるいは、シシヤモナイの天然林内でおこなった人工播種試験の発生稚苗について、47年まで継続調査をおこなった。その結果、発芽当年の成立本数減少の一番大きな原因は、6月下旬から7月上旬にかけ *Botrytis cinerea* の茎葉部寄生による枯死であって、この立枯れは10月中旬まで慢性的に続いた。他に *Fusarium* SP *Cylindrocladium* 菌が茎葉部から分離されたが、これらによる立枯れの被害は少なかった。しかし、同じ野幌の人工林内の実験でも、年によって発芽当年の消失に、消失率で20%から85%と大きな差があり、コケ型の林床であるシシヤモナイ天然林内では、*Botrytis* 菌の存在は確認されたが発病はごく少ないなど、*Botrytis* 菌の林内での発病条件については今後の研究課題である。

才1年目の越冬病害としては、稚苗全体が暗緑色から黒色になって枯死しているもの、灰色ないしは暗緑色のくもの巣状菌糸のてんらくしている稚苗は、多い調査区では成立本数の60%をこえた。これらの稚苗から葉および茎について病原菌の分離培養をした結果、いずれも100% *Rhacodium therryanum* が検出された。また、2年目の越冬病害としても、病害苗から全部 *Rhacodium* 菌が分離され、トドマツの更新に対して、*Rhacodium therryanum* は病害をおこす主要な菌となっていることが確認された。

発生後1成長期を経過した後の稚苗には、成長期における病害発生は少なく、*Botrytis* 菌、*Fusarium* 菌などの集中的な発生はみられなかった。

ま と め

以上天然更新における稚樹の発生活長を、主としてトドマツについて不明な点が多々も多く残っている発生の段階の条件を、菌、水分の面に重点をおいて検討してきた。その結果、倉田のいう天然林が成立しうるに必要で、かつもっとも重要な因子は、その稚苗が菌害を回避しうるか否かで、如何に他の諸条件が満足されてもこれを回避し得ないならば全く成林しないという菌害回避更新説を容認せざるをえない。したがって、結実年をねらい、地床処理をおこなっただけで簡単に発生が期待できるものではなさそうである。

なお、これまであげた結果はつぎのとおりとりまとめて報告した。

林敬太：トドマツ天然生稚苗の発生活長を左右する要因(I)―種子の発生に關与する水分
―83回日林講，179～181 1972

遠藤克昭 林敬太：トドマツ天然生稚苗の発生活長を左右する要因(II)―種子の発生に關
与する菌害― 83回日林講286～289，1972

遠藤克昭 林敬太：トドマツ天然生稚苗の発生活長を左右する要因―越冬病害―昭和
46年度林業試験場北海道支場年報，1972

2. 経営班の研究経過

天然林施業の実行および計画作成上の主要な問題は、林分構造と更新条件に応じて適切な作業法を選択することと、それに応ずる将来成長の信頼しうる予測値を求めることである。このため空沼実験林において、林分型に応じた施業を年次計画にしたがって実行するとともに、タイプのそれぞれについて固定成長量試験地を設定して、伐採後の成長、枯損、更新樹の状態を照査してきた。

林分区分と取扱いの方法は表-5のとおりであるが、この中で林業試験場はオ9号区画と16号区画を受持ち、天然生林の成長予測における基礎的項目の検討をおこなってきた。

2-1 9号区画の概況

この区画はトドマツ、エゾマツを主体とする林で、16号区画とともに実験林内で最も蓄積の多い区域になっている。混交する樹種は、上にあげたほかアカエゾマツが点在し、広葉樹はダケカンバ、マカンバ、センノキ、シナノキなどを含む。全体として過熟木の多い林相である。

この区画の中で、図-3に示すように傾斜の上下方向(北西-南東)に幅50m、長さ600mの帯状皆伐区を設け、その両側に皆伐区と平行に60m幅の帯状保残区を設定し

表-5

型別	区画番号	林分型	林分構成の特質	取扱
I 型 峯 筋 の 凸 地 形	①	B 中 I L ₁₂ (N _{1b}) (1.32ha)	山火再生林でカンバ、ヤナギ、ミズナラの早生 広葉樹の林分で下層にトドマツの小径木更新樹 が進入している。	保育伐
	②	C 中 II L ₃₂₁ N _{321b} (8.25ha)	ダケカンバ、エゾマツ、トドマツの大径木が上 層林冠を占め、下層にトドマツ、エゾマツ(倒 木更新)の中小径木を有し、広葉樹ダケカンバ の小径木が群生している。	漸伐
	③	B 中 L ₁₂ (0.43ha)	山火再生林でヤナギ類を主とする早生広葉樹の 林分	
	④	C 中 I N ₃₂₁ C L ₃₂₁ (5.56ha) *5.56haのうち 1.36haは保残 帯となっている	上層林冠は、エゾマツ、トドマツ、ダケカンバ の大径木で占められ、部分的にエゾマツ、ダケ カンバの小中径木の群生箇所、広葉樹の小中径 木の林分。 上部の一部にはダケカンバ、エゾマツが上木をし しめ、笹枯死地があり更新の不良部分がある。 全般的に老令単層林である。	漸伐
	⑤	A 密 I N _{2(3)b} L ₂₍₃₎ (4.73ha)	トドマツ中小径木を主体とする林分で一見して 若い林に見えるエゾマツの大径木が点在し、中 にはアカエゾもみられる。広葉樹はセンノキ、 シナノキ、カンバ類の中径木が介在している。 更新は比較的良好である。	漸伐
	⑥	B 中 III L ₃₂₁ N _{3c} (4.90ha)	北面でダケカンバ、シナノキを主とし若干のエ ゾマツを混ざる広葉樹林分	適伐

型別	区画番号	林分型	林分構成の特質	取扱
I 型 Ⅰ 型	⑦	風害跡地 (3.06ha)	昭和29年15号台風後におけるトドマツ、ダケカンバの更新完了地。	
	⑧	C中Ⅱ' N321aL321 (17.13ha)	大部分が単木的な風害をうけた林分で、比較的中径木を主体とした林分となっている。更新は小峯通りを中心に全面的に良好である。	漸伐
	⑨	A密Ⅲ N231bL321 (7.40ha)	エゾマツ、トドマツを主体とする林分で広葉樹はダケカンバ、マカンバ、センノキを混じっている。この林分の広葉樹は形質良好なものが多い。上部に小面積の風害跡地がある。更新は破碎帯部分において良好である。	漸伐
	帯状区	带状保残区(A) C密ⅣN321 bL321 (3.60ha)	トドマツ、エゾマツを主とする針過混交林で、広葉樹はシナノキ、カンバ、イタヤ、センノキで構成している。 带状区の上部にはダケカンバが多い。	保残帯(A)
		带状皆伐区 (3.00ha)		带状皆伐
		带状保残区(B) C密ⅤN321 bL321 (3.53ha)		保残帯(B)
山腹の平衡地形	⑩	C密Ⅵ N321cL321 (7.73ha)	トドマツ、エゾマツを主とし、カンバ、ミズナラ、シナノキ、センノキ等を混ざる。下層はクマイザサ、時にはシダ型があり、エゾマツ、トドマツの倒木更新がみられる。带状保残区Bよりにはトドマツ更新樹が部分的に群生している箇所もみられる。全体的には更新不良。	群状伐採

型別	区画番号	林分型	林分構成の特質	取扱
Ⅲ 型の 平坦 および 谷筋 の凹 地形	⑪	Ⅲ 中 Ⅲ N321bL321 (7.42ha)	トドマツ, エゾマツ, シナノキ, センノキの過熟林分で一部風害により疎開している箇所ではトドマツの小径木が旺盛な生長を開始している。更新樹は部分的に群生している。ここには小面積であるが、①と同じ林分が介在している。この部分は更新良好である。	択伐
	⑫	Ⅲ 中 Ⅲ N321cL321 (10.38ha)	Ⅲ型の平坦地形で湿地、沼地が介在している。森林の構成は群状でトドマツ群, エゾマツ・トドマツ群, センノキ群, ヤチダモ群などがあり、それぞれの群は過熟木でもって構成されている。これらの群と群との間には裸地が介在する。	群状択伐および整理伐
	⑬	A 密 Ⅲ N321aL21 (0.93ha) *A 0.51ha B 0.42ha	トドマツ, エゾマツの純林でやや中小径木が多い。介在する広葉樹は中径木で形質も良好である。更新は全面的に分布して良好である。	径級伐採
	⑭	Ⅲ 中 Ⅲ N321cL321 (6.26ha) *A 2.29ha B 3.97ha	上中層はトドマツ, エゾマツ, センノキ, ヤチダモ, シナノキ, カンバ類の大径木で針葉樹群, 針広群, 広葉樹群等で構成されている。下層はトドマツ, エゾマツの倒木更新群で構成されている。	小面積皆伐
	⑮	風害跡地 A中ⅢN321 cL1(2) (3.66ha)	15号風害跡でトドマツ, エゾマツの過熟木が点在している。 平坦地の凹地は湿地化し、ヤチダモ, ヤナギ類の小径木が群生している。	皆伐 (林分整理)

型別	区画番号	林分型	林分構成の特質	取扱
	⑬	A 密 Ⅲ N321cL321 (8.77ha)	上中層はトドマツ、エゾマツ、センノキ、ヤチダモ、シナノキ、カンバ類の大中径木でエゾマツ群、トドマツ群、エゾトドマツ群などと針広の混交群で構成されている。下層は倒木更新が多い。	択 伐
	⑭	C 中 Ⅲ N321bL321 (11.90ha)	沢沿いでトドマツ、エゾマツ、ミズナラ、シナノキ、センノキの混交林で、更新は比較的良好である。	択 伐 (保安択伐)

林分型区分の表示単位と記号の解説

① 林相区分

A - 針葉樹林

B - 広葉樹林

C - 針広混交林

② ウツ閉度

過密 - 林床植生がないか、または笹が枯死しているような状態

密 - ウツ閉度 0.8 以上

中 - ウツ閉度 0.5 以上

疎 - ウツ閉度 0.5 以下

③ 林 型

I - 一 斉 林

II - 二 段 林 II' - 二段林類似林分

III - 複 層 林

④ 径級区分

3 - 大径木 (40cm 以上)

2 - 中径木 (38 ~ 24cm)

1 - 小径木 (22cm 以下)

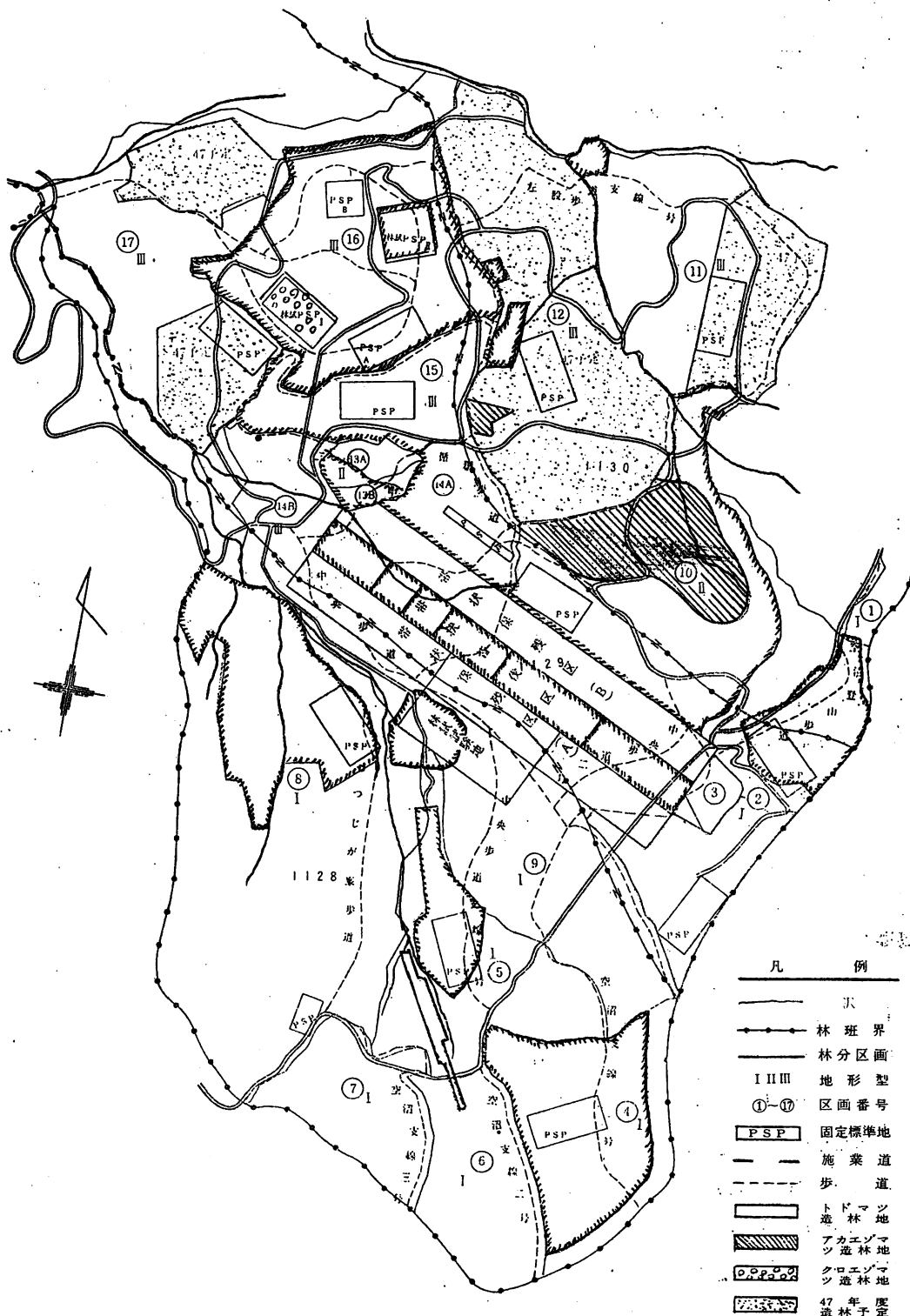
⑤ 更新状況

a - 有効稚樹が全面的に分布していて天然更新で確実に成林を期待できる場合

b - 有効稚樹が部分的に群生していて、人工補整により成林が期待できる場合

c - 有効稚樹が疎生しているか全くない場合

図-3 施業配置図



凡 例	
	区 界
	林 班 界
	林 分 区 画
I II III	地 形 型
①-⑭	区 画 番 号
	固 定 標 準 地
	施 業 道
	歩 道
	ド マ ン 造 林 地
	ア カ エ ゴ マ ツ 造 林 地
	ク ロ エ ゴ マ ツ 造 林 地
	47 年 度 造 林 子 定

表-6 固定成長量試験地の伐採前後の林況

保 残 区 (1.08 ha)

(昭 4.4.6)

樹 種	伐 採 前		伐 採 木		伐 採 率		残 存 木	
	本 数	材 積	本 数	材 積	本 数	材 積	本 数	材 積
トドマツ	339	289.3 ^{mp}	—	— ^{mp}	—%	—%	389	289.3 ^{mp}
エゾマツ	74	123.2	—	—	—	—	74	123.2
広葉樹	280	74.4	—	—	—	—	280	74.4
計	743	486.9	—	—	—	—	743	486.9
ha 当り	688	450.8	—	—	—	—	688	450.8

漸 伐 区 (0.90 ha)

(昭 4.4.6)

樹 種	伐 採 前		伐 採 木		伐 採 率		残 存 木	
	本 数	材 積	本 数	材 積	本 数	材 積	本 数	材 積
トドマツ	400	259.7	(49) 9.4	(9.2) ^{mp} 165.9	(12.3)% 23.5	(3.5)% 63.9	257	84.6 ^{mp}
エゾマツ	69	99.4	(5) 2.4	(2.1) 67.2	(7.2) 3.48	(2.1) 67.6	40	30.1
広葉樹	221	87.1	(33) 9.8	(1.1) 72.8	(14.9) 4.43	(1.3) 83.6	90	13.2
計	690	446.2	(87) 21.6	(12.4) 305.9	(12.6) 31.3	(2.8) 68.6	387	127.9
ha 当り	767	495.8	(97) 24.0	(13.8) 339.9	(12.6) 31.3	(2.8) 68.6	430	142.1

注) 伐採木、伐採率の括弧は伐採支障木を別書きしたものである。

表-7 固定成長量試験地の伐採前後の林況(16号区画)

(昭44.10)

オ1プロット (0.5 ha)

樹種	伐採前		伐採木		伐採率		残存木	
	本数	材積	本数	材積	本数	材積	本数	材積
トドマツ	138	163.4	53	99.3	38.4	60.8	85	64.1
エゾマツ	48	31.2	4	1.2	8.3	3.8	44	30.0
広葉樹	152	39.6	55	14.1	36.2	35.6	97	25.5
計	338	234.2	112	114.6	33.1	48.9	226	119.6
ha 当り	676	468.4	224	229.2			452	239.2

オ2プロット (0.49 ha)

樹種	伐採前		伐採木		伐採率		残存木	
	本数	材積	本数	材積	本数	材積	本数	材積
トドマツ	167	160.0	56	75.4	35.5	47.1	111	84.6
エゾマツ	40	58.5	2	9.9	5.0	16.9	38	48.6
広葉樹	117	26.0	27	7.5	23.1	28.8	90	18.5
計	324	244.5	85	92.8	26.2	38.0	239	151.7
ha 当り	661	499.0	173	189.4			488	309.6

た。区画内の残りの部分は、トドマツで30cm以上、エゾマツ、広葉樹では40cm以上を基準として径級伐採をおこなう漸伐区である。

昭和43年夏、これらのベルトのほぼ中央部で保残、漸伐の両方にまたがるように長さ180m、幅120mの長方形の区画をとり、1.08haずつの2つの固定試験地を設定した。そして内部をさらに30m×30mの方形区に細分して、保残、漸伐区とも№1～№12までの24ヶのサブプロットを設けた。漸伐区の伐採は43年の冬山で実行したが、このとき№2と№4のサブプロットが道路開設のため皆伐状態となったので以後は22プロットで試験を進めてきた。

伐採前後の林況は表-6のとおりで、保残区のha当り本数688本、材積451m³、

広葉樹の材積混交率15%に対し、漸伐区は767本、496 m^3 、20%で、漸伐区の径級と蓄積がいくらか大きくなっている。

2-2 16号区画の概況

この区画は斜面下部の平坦地および緩傾斜地を占め、上・中層はトドマツ、エゾマツ、センノキ、ヤチダモ、シナノキ、カンバ類の大中径木で、エゾマツ群、トドマツ群、エゾマツ・トドマツ群など針広の混交群で構成される林である。昭和44年秋にこの中にオ1プロット0.50ha、オ2プロット0.49haの2つの固定成長量試験地を設定し、毎木調査と伐採木の選定をおこなった。選木は過熟木、欠点木を主体とし、エゾマツと中層の形質の良い広葉樹をなるべく残すようにした。しかし林が群単位の構成になっていることと、部分的に老大径木の密立した個所があって、伐採率は材積でオ1プロット49%、オ2プロット38%とかなり強度なものとなった。

この区画は前生稚幼樹がほとんどないため、営林局では笹を刈払ったあとブルドーザーによる地掻をおこない、新生樹の更新をはかっているが、固定試験地では、さらに昭和46年6月にエゾマツとトドマツの大苗の植込みをおこなった。植栽樹種はオ1プロットがエゾマツの山引苗、オ2プロットはトドマツで、それぞれha当り6,000本の密植とした。これらのプロットの伐採前後の林分状況を表-7に示す。

2-3 成長予測における問題

林分の定期成長量はいくつかの成分から構成される。材積で考えれば

期首の材積…………… V_1

期末の材積…………… V_2

期間中の収穫量…………… Y

期間中の枯損量…………… M

期間中に測定限界に達する

木の材積…………… I

とおくと、期間の始めに生立していた木の材積成長量は

$$A = V_2 - V_1 + M + Y - I \quad (1)$$

とかける。これが通常いわれる粗成長量で、これに進界木の材積を含めると

$$A + I = V_2 - V_1 + M + Y \quad (2)$$

成長予測における問題は、期首の林分状態に対する情報をもとにして期末の状態をいかに効率よく推定するかということである。ここで予測の条件として伐採後の直径階別の本数

分布と、過去の直径成長のデータが使えるものとする。直径成長データは全林に対するものでなくてもよいが、各径級にわたって十分な本数が必要である。同様な資料は伐採木についても選木の際にえられるから、結局伐採前に対する V_1 と収穫量 Y に対する本数分布が与えられていることになる。したがって、

$$V_2 = V_1 - Y + A - M + I \quad (3)$$

で表わされる(2)式による)期末林分 V_2 の未知成分 A , M , I が、 V_1 および伐採の種類、強度を示す Y と、どのような関係にあるかを明らかにし、それぞれの適切な予測方法を見出さなければならない。ここで A を成長錐データから推定する場合が林分表法、過去の実測成長量でおきかえるのが、連続調査による照査法でいずれも直径成長だけをもとにした最も単純な形式の成長予測法である。

予測値の使い方には個別林分の取扱いの指針とする場合と、広域的な計画資料とする場合があり、要求される内容に差がある。すなわち、選木の指針としては直径のほかに樹型級や活力級、あるいは林冠層間の位置、立木配置のような細部の条件をつけ加えて、次期の伐採までに枯損する木や価値の低下する木を見わける必要がある。したがって、過去成長の平均的な傾向に単木ごとの情報を加えて予測精度の向上をはかることが目標になる。

計画資料を目的とする場合には全体的な平均値を迅速かつ低廉に求めることが主で、立地、施業歴、現在の林分構造のタイプわけなどによって、精度の向上あるいは調査労力の節減をはからなければならない。この区別は絶対的なものでなく、両者には関連する点も多いが、ここでは9号区画と16号区画の調査結果をもとにして主として才1の問題を林分表法との関連で検討する。林分タイプおよび伐採方法と成長との関係解析は、他の区画の営林局担当試験地の照査結果も含めて総合的に検討する必要があるので、今後の課題としたい。

2-4 林分表法

表-8は、9号区画の漸伐区のとドマツについて、林分表法による予測手順を示したものである。期首の値として表-7に示した昭和44年6月現在の残存木の本数を取り、成長データは漸伐区で抜錐した110本の錐片の測定値を使った。

この方法の手順とその中で生ずる問題点について簡単に述べる。

まず、直径階を記入したあと、3行目の皮内直径を推定するため、皮厚の2倍の値を皮付直径に対応させて平滑化し2行目に記入する。ここでは皮付直径を直接、皮内直径に変換する回帰式

$$Dib = -0.538 + 0.9667 Dob + 1.1063 / Dob \quad (R = 0.9999)$$

を求めて才1行から才3行の値を推定した。ここでDib：皮内直径，Dob：皮付直径したがってこの場合，2行目に記入した値は

$$2 \times \text{皮厚} = Dob - Dib = 0.538 + 0.0333 Dob - 1.1063 / Dob$$

になっている。

次に期首の皮内直径に対応する予測期間内の皮内直径成長量を推定しなければならない。

一般に天然生林では直径が等しい場合でも単木間の直径成長量の変動は極めて大きい。これは現在直径が同じ木の中にも成立・成育条件の違いに応じて全く異なる経過を経て現在の大きさに達した木が色々混っているためである。したがって調査の際にわかりやすい指標で生育条件の違いを表わし単木の分類によってこの変動を縮少できるなら予測効率の向上に対する寄与は大きい。

図-4は120本の錐片データから読みとった過去5年間の皮内直径成長量を，3年あたりに換算して2cm括約の皮付直径階ごとに平均し同じ区分による皮内直径に対してプロットしたものである。直径階内の変動に対して標本数が少ないのでこの図では中心的な傾向線がひきにくい。そのため，ここでは4cm括約に統合して次の回帰を計算した。

$$\log I_D = -1.3789 + 0.8033 \log Dib$$

ここで I_D ：過去3年間の皮内直径成長量，各直径階の I_D およびDibの平均を使って計算したこの回帰の，対数値での相関係数は0.87となった。

表-8の3行から4行を差引くと5行目の3年前の皮内直径がでる。これを皮付直径に換算するため次の回帰を成長錐データから計算しておく。

$$Dob = 0.6956 + 1.0316 Dib - 2.1944 / Dib \quad (R = 0.9999)$$

この式に5行の値を入れて6行がでる。

7行は過去3年間の皮付直径成長量で，これは1行と6行との差である。これが(3)式における成分Aの推定値である。

次に才8行に，出発点となる期首の本数を記入する。この中には期間中に枯死する木も含まれるので，その見込本数を9行に記入して差引き，10行の期末に生存する木の本数を求める。9行の値は成分Mで，伐採がなければこの値は林分ごとに比較的安定した値を示すと考えられるので，過去の一定期間内に枯死したと思われる木を数えあげて代用することができる。しかし伐採が入って林分構造が変化すると，虫害，急激な疎開による衰弱あるいは風倒などのため，この値は大きくなるものと思われる。いずれにしても枯損量の

表-8 漸伐区 トドマツに対する伐採後3年間の成長予測

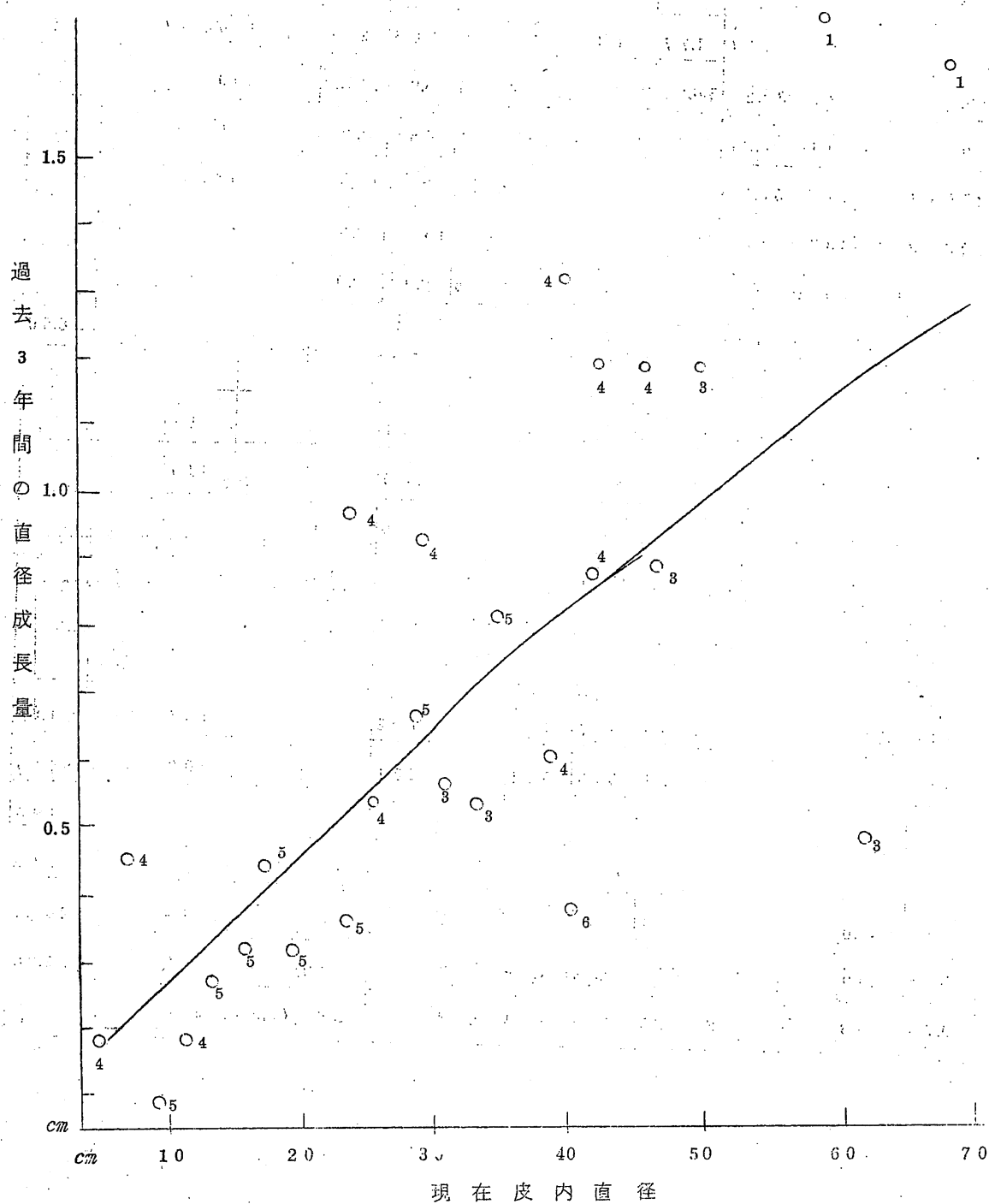
1. 胸高直径階 (cm)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
2. 皮厚の2倍 (cm)	0.55	0.67	0.76	0.85	0.93	1.00	1.08	1.15	1.22	1.30	1.36	1.43
3. 現在の皮内径 (cm)	5.45	7.33	9.24	11.15	13.07	15.00	16.92	18.85	20.78	22.70	24.64	26.57
4. 現在の皮内直径成長量 (cm)	0.16	0.21	0.25	0.29	0.33	0.37	0.41	0.44	0.48	0.51	0.55	0.58
5. 過去の皮内径 (3年前) (cm)	5.29	7.12	8.99	10.86	12.74	14.63	16.51	18.41	20.30	22.19	24.09	25.99
6. 過去の皮付直径 (3年前) (cm)	5.74	7.73	9.73	11.70	13.67	15.64	17.59	19.57	21.53	23.49	25.46	27.42
7. 3年間の直径成長量 (cm)	0.26	0.27	0.27	0.30	0.33	0.36	0.41	0.43	0.47	0.51	0.54	0.58
8. 期首(44.6)のha当り本数	32.2	37.8	31.1	18.9	16.7	25.6	23.3	17.8	11.1	10.0	7.8	13.3
9. 期間内の枯損												
10. 期末の生立木の期待本数	32.2	37.8	31.1	18.9	16.7	25.6	23.3	17.8	11.1	10.0	7.8	13.3
11. 本数移動率 = 50 × (7) %	13.0	13.5	13.5	15.0	16.5	18.0	20.5	21.5	23.5	25.5	27.0	29.0
12. 2階級下から進級してくる本数 1)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13. 1階級下から進級してくる本数 1)		4.2	5.1	4.2	2.8	2.8	4.6	4.3	3.8	2.6	2.6	2.1
14. 原級に止まる本数	28.0	32.7	26.9	16.1	13.9	21.0	18.5	14.0	8.5	7.4	5.7	9.4
15. 期末林分の本数 (47.6)	(28.0)	36.9	32.0	20.3	16.7	23.8	23.1	18.8	12.3	10.0	8.3	11.5
16. 期末蓄積 (44.6) (m³)	0.28	1.11	1.60	1.42	1.84	3.57	4.85	5.08	4.18	3.90	3.98	6.79
17. 期首蓄積 (44.6) (m³)	0.32	1.13	1.56	1.32	1.84	3.84	4.89	4.81	3.77	3.90	3.74	7.85
18. 材積定期成長量 (m³)												
19. 材積連年成長量 (m³)												
20. 実測期末本数 (47.6)	25.6	34.4	32.2	23.3	16.7	24.4	24.4	16.7	12.2	12.2	4.4	13.3
21. 実測期末蓄積 (47.6) (m³)	0.26	1.03	1.61	1.63	1.84	3.66	5.12	4.51	4.15	4.76	2.11	7.85
22. 1変数材積表 2)	0.01	0.03	0.05	0.07	0.11	0.15	0.21	0.27	0.34	0.39	0.48	0.59

1) 進界成長量の予測値はこの欄に記入

2) 中島広吉 北海道林区別材積表

3 0	3 2	3 4	3 6	3 8	4 0	4 2	4 4	4 6	4 8	5 0	5 2	5 4	5 6
1.5 0	1.5 7	1.6 4	1.7 1	1.7 7	1.8 4	1.9 1	1.9 8	2.0 5	2.1 1		2.2 5		
28.5 0	30.4 3	32.3 6	34.2 9	36.2 3	38.1 6	40.0 9	42.0 2	43.9 5	45.8 9		49.7 5		
0.6 2	0.6 5	0.6 8	0.7 1	0.7 5	0.7 8	0.8 1	0.8 4	0.8 7	0.9 0		0.9 6		
27.8 8	29.7 8	31.6 8	33.5 8	35.4 8	37.3 8	39.2 8	41.1 8	43.0 8	44.9 9		48.7 9		
29.3 8	31.3 4	33.3 1	35.2 7	37.2 3	39.2 0	41.1 6	43.1 2	45.0 9	47.0 6		50.9 8		
0.6 2	0.6 6	0.6 9	0.7 3	0.7 7	0.8 0	0.8 4	0.8 8	0.9 1	0.9 4		1.0 2		
7.8	5.6	1.1	10.0	7.8	2.2	3.3		1.1			1.1		285.6
7.8	5.6	1.1	10.0	7.8	2.2	3.3		1.1			1.1		
31.0	33.0	34.5	36.5	38.5	40.0	42.0		45.5			51.0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0		
3.9	2.4	1.8	0.4	3.7	3.0	0.9	1.4		0.5			0.6	
5.4	3.8	0.7	6.3	4.8	1.3	1.9		0.6			0.5		
9.3	6.2	2.5	6.7	8.5	4.3	2.8	1.4	0.6	0.5		0.5	0.6	
6.5 1	5.1 5	2.4 8	7.2 4	10.6 3	6.1 5	4.5 9	2.4 9	1.2 1	1.1 3		1.3 7	1.8 2	89.3 7
5.4 6	4.6 5	1.0 9	10.8 0	9.7 5	3.1 5	5.4 1		2.2 1			3.0 0		84.4 9
													4.8 8
													1.6 3
5.6	10.0	3.3	6.7	6.7	6.7	3.3	1.1		1.1		1.1		285.4
3.9 2	8.3 0	3.2 7	7.2 4	8.3 8	9.5 8	5.4 1	1.9 6		2.4 9		3.0 0		92.0 8
0.7 0	0.8 3	0.9 9	1.0 8	1.2 5	1.4 3	1.6 4	1.7 8	2.0 1	2.2 6	2.5 4	2.7 3	3.0 3	

図-4 漸伐区トドマツ皮内直径成長量



見積り如何で予測精度が大きく変わるので、伐採前の林分構造、伐採方法との関連を固定試験地で観察するとともに、統計数値の集積をはからなければならない。ここではこの本数修正は省略してある。

11行からはこれまでの予備計算にもとづく予測作業である。

7行の皮付直径成長量と直径階の幅の比をとり%で表わす。これが11行の本数移動率である。移動率が100%のとき、直径階内の直径および成長量の分布が一樣なら、その階の木は予測期間内にすべて次の直径階に移動する。移動率が100%をこえれば超過分の比率で本数が2階級上位に移るわけである。

このような考え方で8行と11行をかけ合わせて12, 13行の進級本数がでる。13行の最小直径階には期間内の進級木の予測本数を記入する。

原級に止まる本数は、8行の期首本数からこれらの上位に移動した本数を差引いて求める。

15行の期末本数は12~14行の合計である。

このようにして、予測期間の終りの直径階別本数がえられれば、22行の1変数材積表を使って期首、期末の蓄積とその差としての定期成長量が計算できる。こうして計算した漸伐区のトドマツの伐採後3年間の成長量はha当り4.9m³である(期間中の枯損は無視)。

22行は昭和46年7月に測定した枯損、風倒を含む実測本数で10行目の本数に対応する。これから求めた、粗成長量は $92.08 - 84.49 = 7.6$ m³だから上に得た値は2.7 m³の過少推定となっている。

2-5 支障木と枯損

期首本数の計算では支障木の予想本数も伐採前本数から差引いておかなければならない。表-6に示したように漸伐区の伐採にともなう倒伏、折損木の量は材積で約3%、本数では13%にのぼっている。このような被害を少なくするには、伐採に慎重を期すことはもちろん、収穫調査における選木において十分な配慮が必要である。

伐採後4年間の風倒および枯損発生量は表-9のとおりである。保残区では各樹種とも広い直径範囲にわたって枯損、風倒が生じ、漸伐区ではエゾマツ、広葉樹の枯損が少なく、トドマツの枯損が小径級に集中しているのが特徴的である。これは径級伐採によって直径範囲が狭くなったことと、過熟木や欠点木が整理されたためである。

2-6 直径成長量の変化

どのような予測方法においても、期間中の粗成長量Aを過去の成長量でおきかえて予測

表-9 伐採後4年間の風倒および枯損 (昭和44.6~47.8)

保残区

樹種	風倒木			枯損木			計	
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	材積
トドマツ	8	(cm) 3.5	(m³) 9.4	14	(cm) 1.9	(m³) 6.1	22	(m³) 15.5
エゾマツ	—	—	—	3	1.7	0.7	3	0.7
広葉樹	13	2.1	6.5	6	1.4	0.3	19	7.3
計	21	2.6	15.9	23	1.7	7.6	44	23.5

漸伐区

樹種	風倒木			枯損木			計	
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	材積
トドマツ	13	(cm) 2.0	(m³) 4.0	17	(cm) 1.1	(m³) 1.5	30	(m³) 5.5
エゾマツ	—	—	—	1	8	0	1	0
広葉樹	1	1.8	0.2	1	1.6	0.1	2	0.3
計	14	2.0	4.2	19	3.5	1.6	33	5.8

本数と材積はhaあたり

するという点では変りがない。上の林分表の例では、同じ直径をもつ木の成長量がすべて等しく、将来も過去と同じ割合で成長を続けると単純に仮定してこのおきかえをおこなっている。もし伐採による疎開で直径成長が変化するなら、この仮定はなりたらず適当な修正を講じなければならなくなる。

この点の吟味のため、試験地設定の翌年（昭和44年7月）、保残区と漸伐区で各直径階にわたるように標本木を選んで直径成長バンドを取り付けた。本数は保残区でトドマツ102本、エゾマツ、アカエゾマツ40本、漸伐区ではそれぞれ77本と24本である。昭和47年8月に測定した直径周囲から計算した3年間の直径成長量は表-10のとおりで、トドマツ、エゾマツとも漸伐区の成長量が大きくなっている。これを成長量の大きさによる本数分布でみると、図-5のように、保残区では期首の径級が小さくなるほど成長

表-10 直径成長量の比較 (1969.7~1972.8)

1969年の 直径	ト ド マ ツ				エゾマツ(含アカエゾマツ)			
	保 残		漸 伐		保 残		漸 伐	
	本 数	成長量	本 数	成長量	本 数	成長量	本 数	成長量
5.0~14.9	23	0.25 ^{cm}	18	0.45 ^{cm}	7	0.29 ^{cm}	7	0.40 ^{cm}
15.0~24.9	31	0.45	22	0.72	1	0.0	5	0.05
25.0~34.9	15	0.73	18	0.84	9	0.24	7	0.41
35.0~44.9	9	0.66	10	0.90	8	0.32	4	0.60
45.0~	19	0.66	2	1.69	14	0.56	1	0.83

(生長バンドの脱落したもの、期間中の風倒木を除く)

量の小さいものゝ比率が高く、L字型の分布を示すのに対し、漸伐区では分布の山が右側に移動する傾向があり、中、下層の被圧されていた木の成長が恢復しつつある徴候が認められる。過去成長と直接比較した結果でないものでこの違いがすべて疎開による成長促進効果であるとはいえないが、さきの林分表予測で過少な推定値がえられた理由の1つがこの効果の無視にあることは間違いない。

2-7 直径階別材積成長量の直接推定

林分表法では原級に止まる本数と上位階に進む本数を直径成長量に比例させてふりわけ、進級木の材積差から成長量を計算する。したがって直径が大きく、本数の少ないクラスほど括約の誤差が大きくなる。また直径階内の成長量の変動が大きく、直径対成長量の全体的な傾向線を求めにくいことも欠点である。

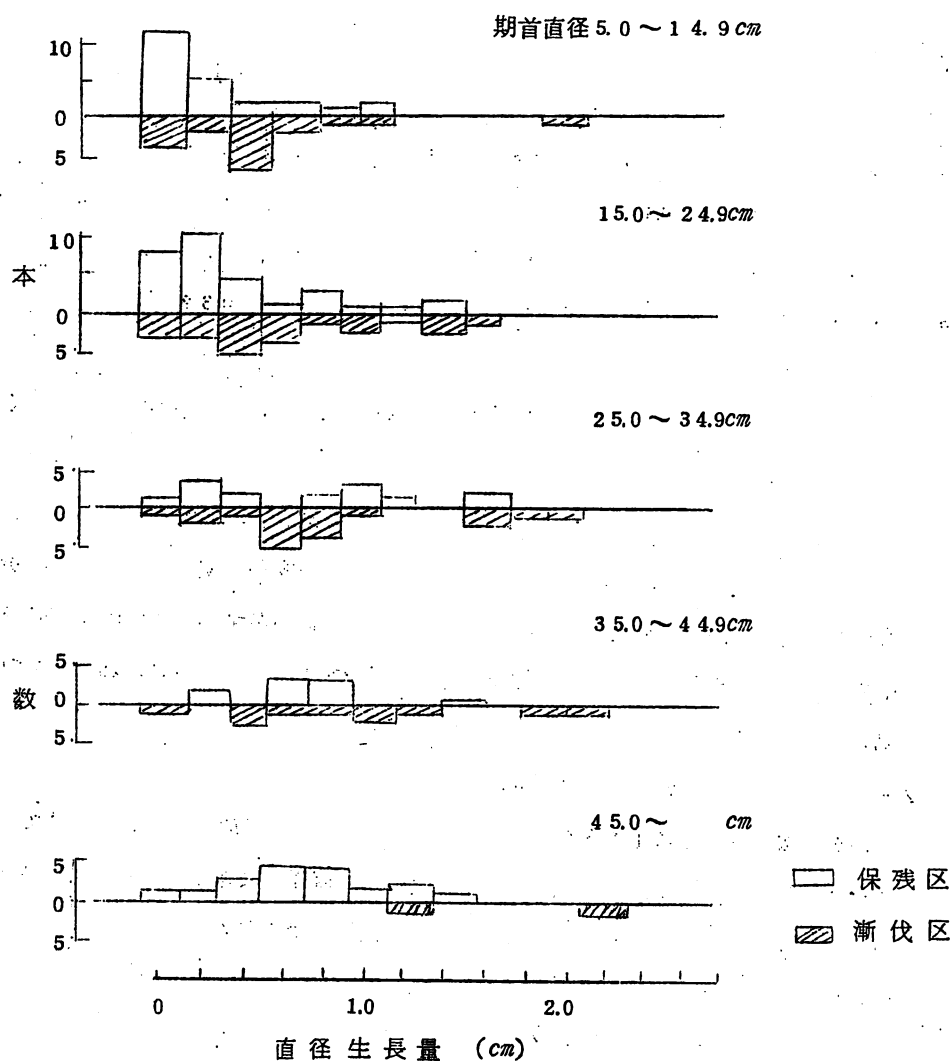
このため、16号区画の固定プロットの成長錐データを使って、直径から材積成長量を直接推定する方法を検討した。必要なデータは、標本木の現在直径と樹高および成長錐片の測定値である。資料数はトドマツがオ1、オ2プロットとも88本、エゾマツは35本と33本である。

まず現在の皮付直径 D_{ob} と皮内直径 D_{ib} とから次の回帰を求め、5年前の皮内直径を皮付の値に換算して、皮付直径成長量を計算する。

○ トドマツ

$$\text{オ1プロット} \quad D_{ob} = D_{ib}(1.1139 - 0.0114\sqrt{D_{ib}}) \quad r = 0.786$$

図-5 トドマツの直径生長量の分布 (1939.7 ~ 1972.8)



オ2プロット $Dob = Dib(1.1101 - 0.01076\sqrt{Dib})$ $r = 0.774$

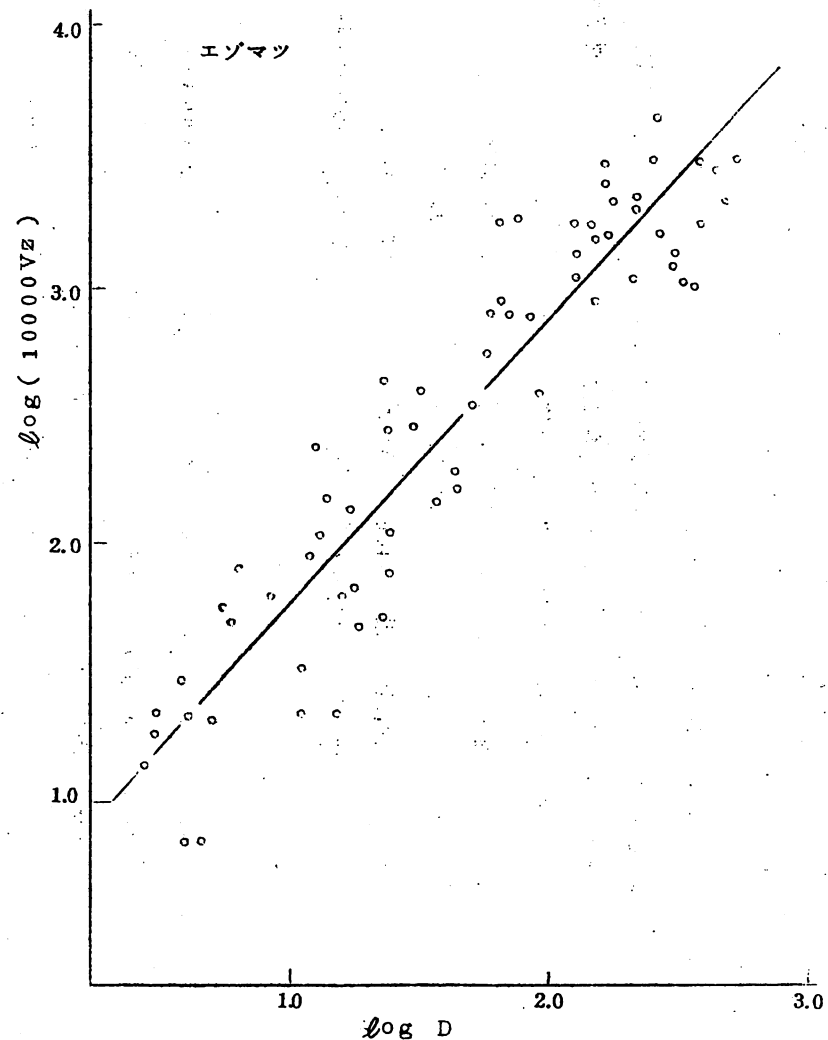
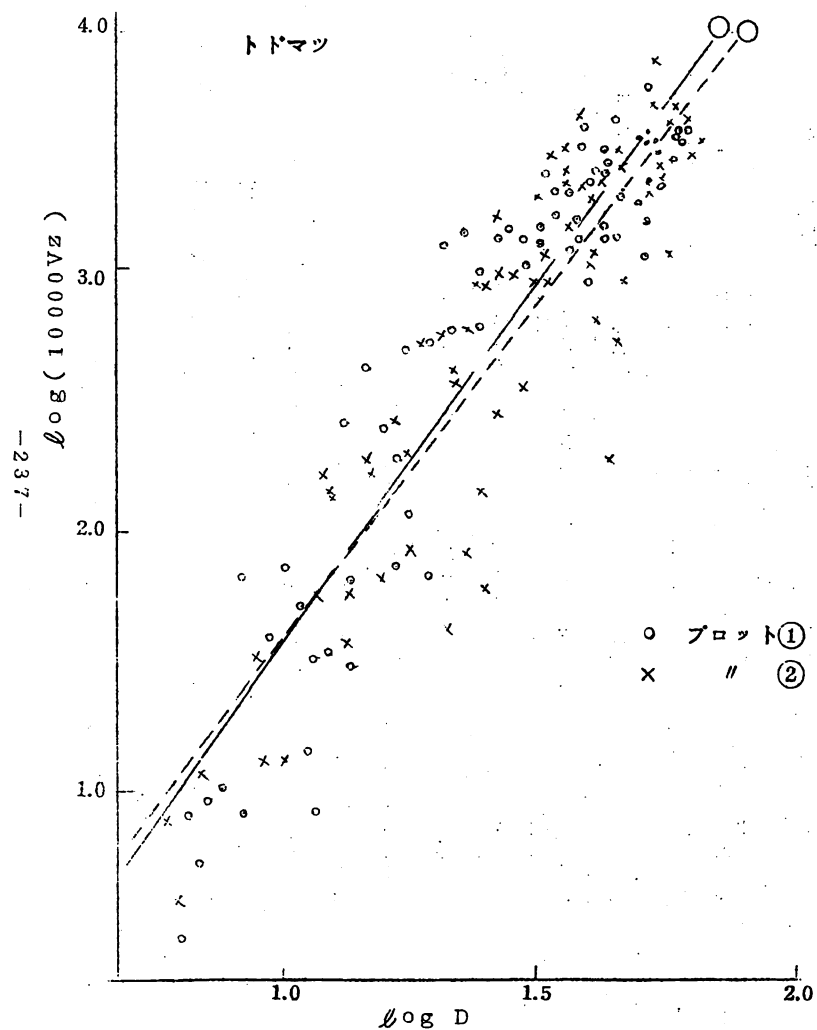
○ エゾマツ

オ1プロット $Dob = Dib(1.1186 - 0.01066\sqrt{Dib})$ $r = 0.683$

オ2プロット $Dob = Dib(1.1119 - 0.00971\sqrt{Dib})$ $r = 0.7363$

次に最近5年間では幹型に変化がないものと仮定し、樹高成長量 I_H を現在直径 D 、現在樹高 H および皮付直径成長量 I_D から、標本木ごとに

図-6 現在直径と過去5年間の材積成長量の関係



$$I_H = \frac{H}{D} \cdot I_D$$

として計算する。これによって5年前の直径と樹高がわかるので、2変数材積表で過去の皮付材積を求める。直径成長量が微少な場合には括約誤差が大きくなるので、材積は直径と樹高の生の値を使って材積表を補間して計算する。

この材積成長量を現在直径と対比すると、両対数方眼の上でほぼ直線的な関係を示すし直径の小さいところで、僅かに曲線的傾向がみられる。図-6)。

そこで、現在直径から最近5年間の材積成長量 VZ を推定するための回帰を求め、現在の直径階別本数分布にあてはめてプロットの材積成長量を計算する。この成長量推定式は次のようになった。

トドマツ

$$\text{オ1プロット } \log VZ = -5.1291 + 2.7102 \log D \quad r = 0.9318$$

$$\text{オ2プロット } \log VZ = -5.0066 + 2.5826 \log D \quad r = 0.9066$$

エゾマツ(両プロット共通)

$$\log VZ = -4.3624 + 2.1443 \log D \quad r = 0.9298$$

これらの推定式を使って計算したプロットの成長量は次表のようになる。

プロット	オ1プロット			オ2プロット			備考
樹種	トドマツ	エゾマツ	計	トドマツ	エゾマツ	計	数値はいずれもha当り
本数	170	88	258	227	78	305	
材積成長量(m^3)	14.94	4.94	19.88	16.67	7.73	24.40	

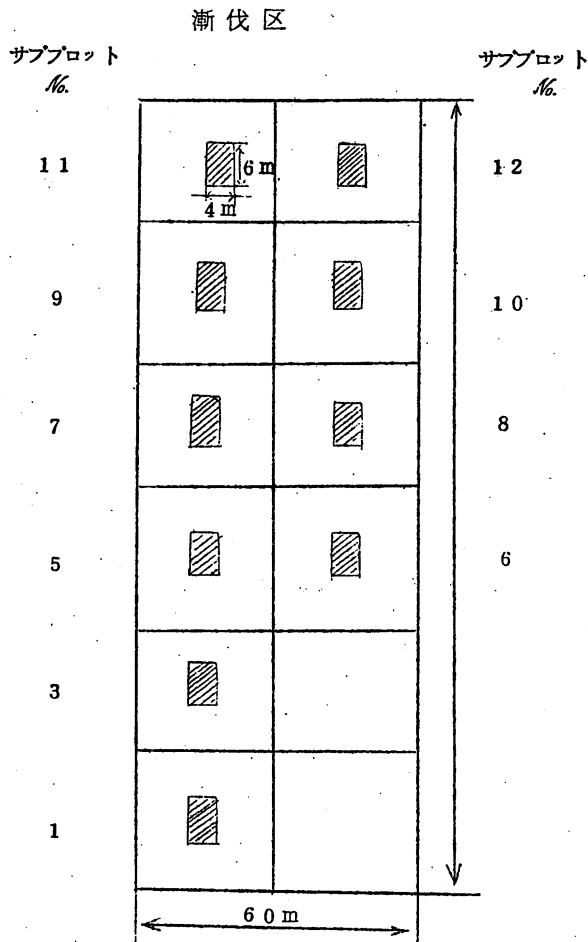
これらは、9号区画の場合と同様に、プロット設定後5年目に予定しているオ2回測定の結果と対比して適合性を検討しなければならないが、少なくとも林分表法の2つの問題点はこの方法で解消できると思われる。

2-8 稚苗の発生量と前生稚幼樹の伸長

昭和44年8月に漸伐区の各サブプロットの中央部に4m×6mの長方形の固定コドラートを設定して、(図-7)伐採後の毎年の稚苗の発生および枯損の経過を観察するとともに、前生稚幼樹の伸長量を測定してきた。4年間の本数の推移を高さ階別にまとめると表-11のようになる。

新に発生する稚苗の数は昭和45年が最も多く、以後次第に減少してきている。枯損は

図-7 固定コドラートの配置



トドマツ，エゾマツとも稚苗段階の5cm階に多く生じ，特に45年にはトドマツで新規発生本数の約3倍，エゾマツでも更新数を上まわる枯損がみられた。これは調査の便宜上地表植生を毎年取除いている上に調査時期が夏季にあたっているため，1，2年生の稚苗の成育が阻げられることも原因している。

表-12はコドラートを設定したときに生立していた稚樹について，そのときの高さ階別に本数の減少と伸長経過を示したもので，トドマツの3年間の累積枯損率は5cm階で47%，15，25cm階ではそれぞれ34，25%，全体では約38%の減少となっている。エゾマツは，はじめの本数が少なかったので高さによる傾向は明らかでない。

次に上長成長は，トドマツでは年次が進むにつれて生長量が増加し，最初の高さが大きいものほど，この増加割合が大きい。しかし，1.3mと1.9m

の2本はこの期間中に全く伸長しなかった（図-8）

2-9 前生稚樹の高さと年令

昭和44年8月保残区のサブプロット9に隣接する皆伐帯の中に50m²の区域をとり，その中の96本（11200本/ha）の稚幼樹を全部掘取って，地際から10cmおきの年輪数を調べた。図-9はこれをまとめた年令別の本数分布である。まず10年のところに最大の山が現れ，以下本数は半分以下であるが7～9年ごとに小さい山が現れている。

高さとの関係では図-10のように全体としては直線的な傾向が認められるが，高さが30cmをこすと年令のパラッキが大きくなる。これは図11にみられるように13

表11 高さ階別更新本数

トドマツ

測定年月	1969. 8	1970. 8			
高さ (m)	稚樹総数	枯損本数	当年度更新本数	稚樹総数	枯損率(%)
0.05	10,833	3,791	6,542	11,417	35.0
0.15	8,125	1,833		6,875	22.6
0.25	2,667	292		3,125	10.9
0.35	708			1,417	
0.5	208			333	
0.7	125			125	
0.9	42			42	
1.1	83			83	
1.3	42			42	
1.5					
1.7					
1.9	42			42	
計	22,875	5,916	6,542	23,501	25.9

エゾマツ

測定年月	1969. 8	1970. 8			
高さ (m)	稚樹総数	枯損本数	当年度更新本数	稚樹総数	枯損率(%)
0.05	332	166	4,710	4,792	50.0
0.15	42			125	
0.25	83	42		42	50.6
0.35	12			42	
0.5	125			125	
0.7	42			42	
0.9	125			125	
1.1	42			42	
1.3					
計	833	208	4,710	5,335	25.0

トド、エゾ合計 23,708 6,124 11,252 28,836 25.8

$$\text{枯損率(\%)} = \frac{\text{期末枯損本数}}{\text{期首本数}} \times 100$$

(ha 当り)

1971.7.7				1972.8			
枯損本数	当年度更新本数	稚樹総数	枯損率(%)	枯損本数	当年度更新本数	稚樹総数	枯損率(%)
1,875	4,250	11,500	16.4	3,125	1,042	7,750	27.2
417		5,708	6.1	333		4,667	5.8
208		4,292	6.7	375		4,083	8.7
125		1,292	8.8	83		2,750	6.4
		125		42		2,167	33.6
		125				417	
		42				125	
		83				83	
						83	
						42	
		42				42	
2,625	4,250	25,126	11.2	3,958	1,042	22,209	15.8

1971.7				1972.8			
枯損本数	当年度更新本数	稚樹総数	枯損率(%)	枯損本数	当年度更新本数	稚樹総数	枯損率(%)
2,291	708	3,208	47.8	1,333	1,042	2,876	41.55
						42	
		167				125	
		42				83	
42		83	33.6	42		42	50.6
		42				42	
		83				83	
		42				42	
		42				42	
2,333	708	3,710	43.7	1,375	1,042	3,377	37.1
4,958	4,958	28,836	17.2	5,333	2,084	25,586	18.5

表-12 稚樹の生長

トドマツ

プロット 設定時	1969. 7		1970. 7				
高さ 階 (m)	本 数	平均 高 (m)	本 数	平均 高 (m)	成長 量 (m)	枯 損 本 数	枯 損 率 (%)
0.05	260	0.064	167	0.088	0.021	93	35.77
0.15	194	0.143	152	0.180	0.036	42	21.65
0.25	63	0.247	56	0.285	0.050	7	11.11
0.35	17	0.350	17	0.374	0.024		
0.5	5	0.483	5	0.509	0.026		
0.7	3	0.687	3	0.723	0.036		
0.9	1	0.820	1	0.880	0.060		
1.1	2	1.080	2	1.120	0.040		
1.3	1	1.230	1	1.230	0.000		
1.5							
1.7							
1.9	1	1.810	1	1.810	0.000		
計	547	0.140	405	0.186	0.033	142	25.96

エゾマツ

プロット 設定時	1969. 7		1970. 7				
高さ 階 (m)	本 数	平均 高 (m)	本 数	平均 高 (m)	成長 量 (m)	枯 損 本 数	枯 損 率 (%)
0.05	8	0.052	4	0.119	0.049	4	50.00
0.15	1	0.170	1	0.180	0.010		50.00
0.25	2	0.258	1	0.250	0.000	1	
0.35	1	0.350	1	0.350	0.000		
0.5	3	0.497	3	0.520	0.023		
0.7	1	0.680	1	0.680	0.000		
0.9	3	0.913	3	0.925	0.012		
1.1	1	1.150	1	1.190	0.040		
計	20	0.376	15	0.497	0.026	5	25.00

枯損率はプロット設定時本数に対する比を示す。

と枯損率の推移

面積 = $1m^2 \times 240$

1971. 8					1972. 8				
本数	平均高(m)	成長量(m)	枯損本数	枯損率(%)	本数	平均高(m)	成長量(m)	枯損本数	枯損率(%)
153	0.121	0.032	14	5.38	137	0.173	0.048	16	6.15
138	0.240	0.061	14	7.22	128	0.304	0.062	10	5.15
52	0.348	0.052	4	6.35	47	0.424	0.073	5	7.94
16	0.424	0.050	1	5.88	16	0.499	0.075		
5	0.573	0.064			5	0.666	0.093		
3	0.808	0.085			3	0.958	0.150		
1	0.980	0.100			1	1.013	0.033		
2	1.232	0.112			2	1.374	0.142		
1	1.230	0.000			1	1.230	0		
1	1.810	0.000			1	1.810	0		
372	1.238	0.049	33	6.03	341	30.6	0.061	31	5.67

1971. 8					1972. 8				
本数	平均高(m)	成長量(m)	枯損本数	枯損率(%)	本数	平均高(m)	成長量(m)	枯損本数	枯損率(%)
4	0.141	0.022			4	0.189	0.048		
1	0.203	0.023			1	0.243	0.040		
1	0.262	0.012			1	0.262	0		
1	0.350	0.000			1	0.350	0		
2	0.560	0.013	1	50.00	1	0.575	0.015	1	33.33
1	0.694	0.014			1	0.694	0		
3	0.940	0.015			3	0.951	0.011		
1	1.223	0.033			1	1.235	0.012		
14	0.517	0.017	1	50.0	13	0.536	0.023	1	50.0

図-8 はじめの高さと上長成長

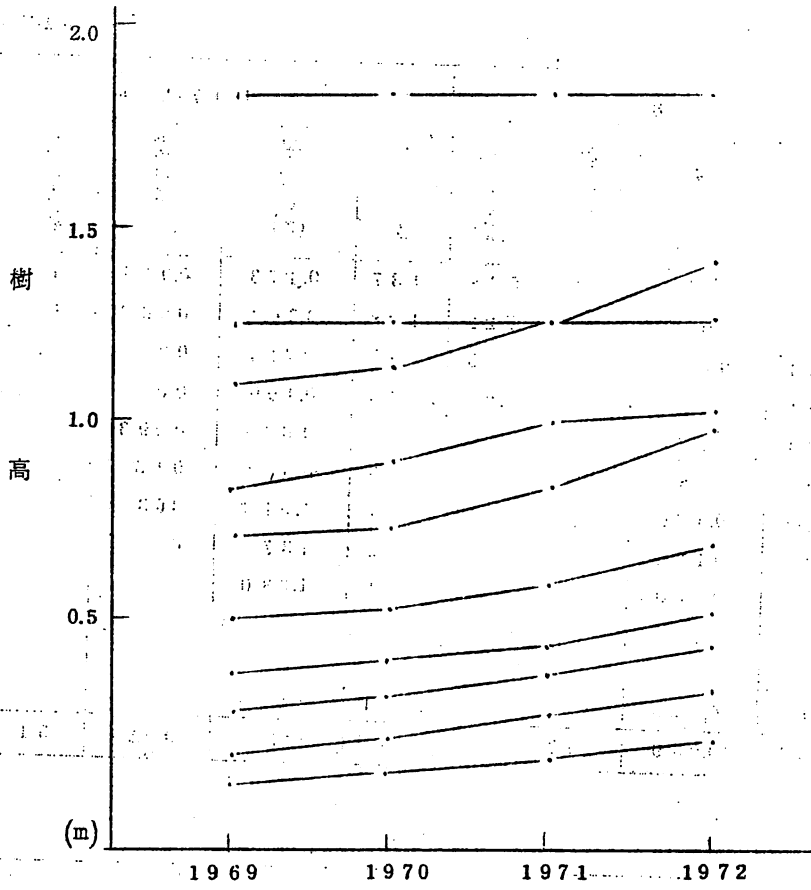


図-9 樹令別本数分布

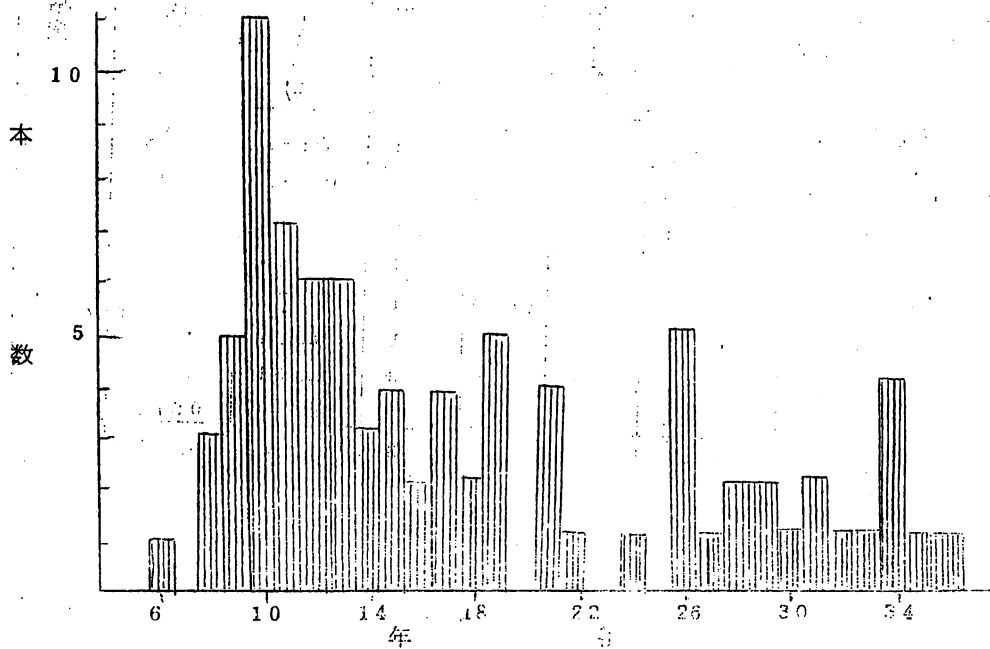


図-10 更新樹の高さと年令の関係

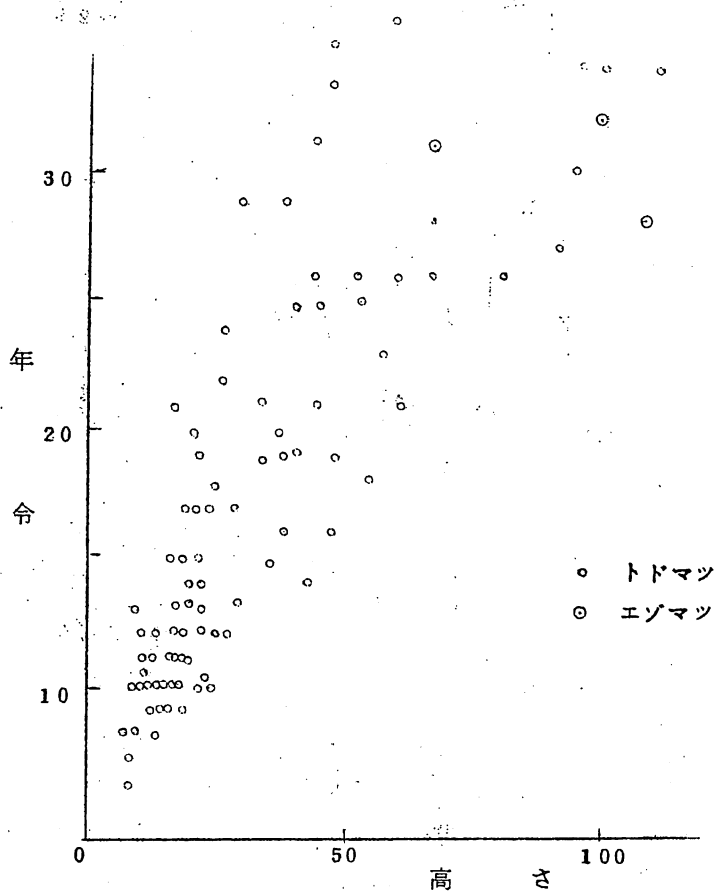


図-11a 高さの成長曲線 22～25年生

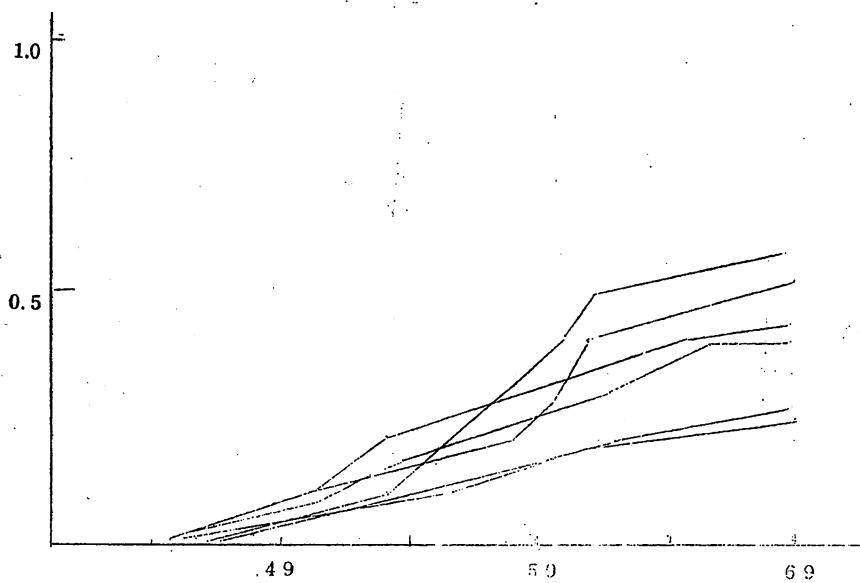


図-11b 高さの成長曲線 26～29年生

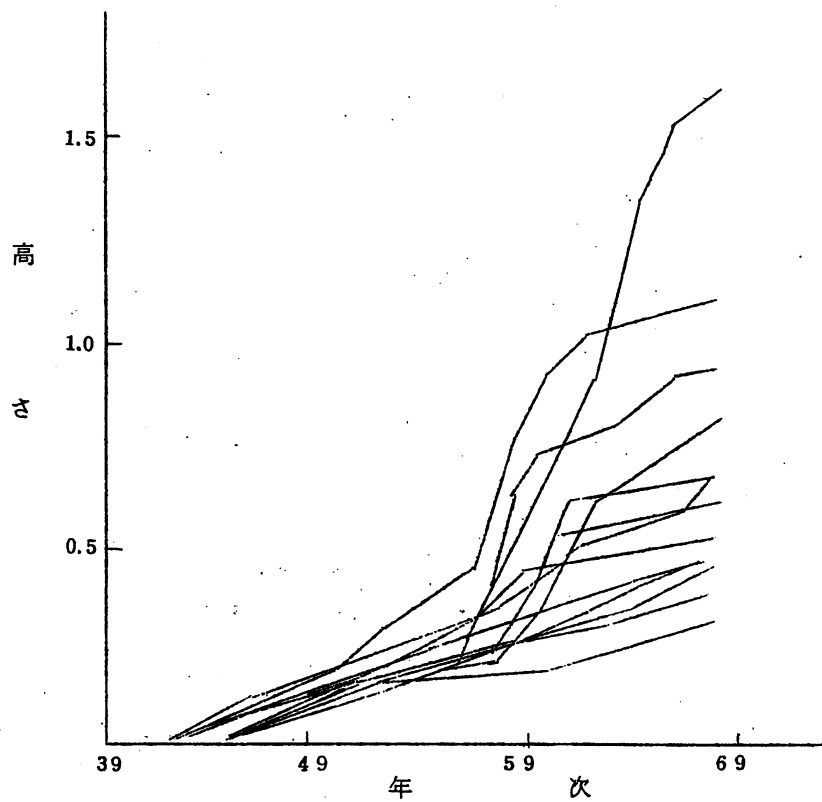
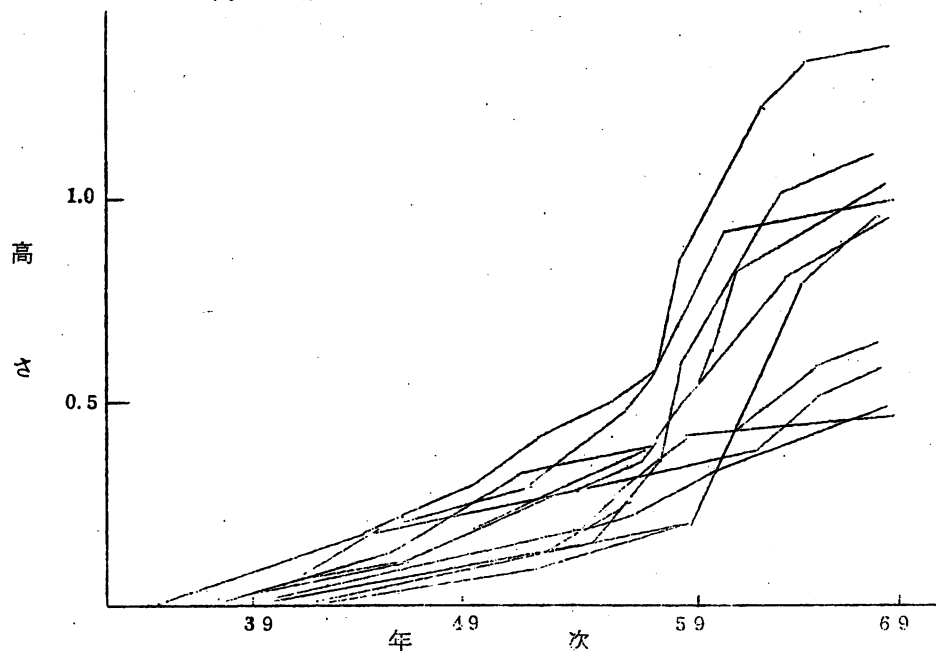


図-11c 高さの成長曲線 30年生以上



～14年前に何かの理由で生育条件が好転し、それ以後急激に伸長を開始した個体と依然として緩慢な成長を続けた個体が混っているためである。この時期は図-9で10年から13年生までの30本の稚樹が発生した時期とも符合する。

また図-11から、20～30cmの高さに達した稚樹は、林冠の疎開または笹の枯死などの条件があれば、急激に伸長をはじめることがわかる。

ま と め

空沼天然林施業実験林の9号区画および16号区画に設定した4個所の固定成長量試験地において、天然生林の成長予測方法を確立するための基礎的項目、すなわち

- I) 伐採後の林分粗成長量を過去の成長量から推定するときに使われる仮定の吟味
- II) 成長錐データから過去の成長量を推定する方法。
- III) 伐採支障木、伐採後の枯損発生量。
- IV) 更新指数推定のための更新調査法。^{注)}
- V) 前生稚幼樹の上木伐採後の成長。

などを検討してきた。これまでのところ問題点の整理と中間調査による若干の結果がえられた段階で、細部の解析は今後に予定している試験地のオ2回調査による実測成長量についておこなう予定である。

これまでにえられた結果は次のとおりである。

- 1) 直径成長量に比例させた本数移動率を用いて期末の本数分配表を導びく方法は、括約の誤差が大きくなる。したがって直径成長量を材積成長量に変換してから直径に対して平滑化する方法が適当である。
- 2) 伐採後3年程度でも、残存木の成長が促進される傾向がある。したがって、過去の成長量を単純におきかえて伐採後の成長量を予測すると過少な値がえられる。
- 3) 4年間の枯損本数は無施業の保残区と漸伐区とで殆んど差がないが、保残区では枯損発生直径範囲が広く、漸伐区では小径木に多くなる傾向がある。
- 4) 伐採後の前生稚樹の成長は順調で、はじめの高さが大きいものほど伸長量が多い。
- 5) 更新指数決定のための調査方法を検討し、方法の簡便さと、高さ階別の本数推定が可能なことから、可変コドラート法が適当なことがわかった。

注) 真辺 昭 新しい更新調査法 北方林業 №248(昭44.11)

として発表

3. 昆虫班の研究経過

エゾマツ、トドマツ天然林においては、穿孔虫の被害による枯損の発生が平年状態で、およそ1haあたり年平均2m²内外、林分枯損率では1%内外あるとみられる(山口, 1961)。

しかし択伐などの伐採がおこなわれた場合、伐採後3~4年間はこの数値を上回る被害が生じることがしばしば認められてきた。

天然林の施業にあたり、このような被害を回避するためにも、伐採にともなう虫害枯損木の発生、その要因の解明は重要な課題であるので、ここでは

- (1) 林型と被害枯損木発生との関係
- (2) 樹型と穿孔虫加害との関係
- (3) 加害害虫相と密度の変動

を中心に調査検討を試みた。調査は表-5の実験林の区画にしたがって行なったが、虫害枯損木の発生様相については、さらに伐採年次別に区分(表-13)して検討した。

表-13 各区の伐採年次

伐 採 年 次	号 区
4 3 年	2, 4, 5, 6, 9, 13, 14 B, O
4 4 年	8, 10, 14 A, 15
4 5 年	11, 12, 16, 17

Oは帯状皆伐区

3-1 伐採後の虫害枯損木の発生様相

3-1-1 被害の発生経過

昭和43~47年間に発生した調査地全域の虫害枯損木は300本で、このうちトドマツが本数で76%, 材積で73%を占めている(表-14)。

調査区のなかには広葉樹を主体とした林分、あるいは伐採後ほとんど裸地状に化したところもあるので、これらを除いて1haあたりの年平均枯損量を求めてみると、わずかに0.5m²で、全体として虫害枯損木の発生がきわめて少なかったことがわかる。

次にこれを伐採年次別に区分してみると、表-15のとおりである。伐採後の林相がちがうのでそれぞれの比較はできないが、図-12の例にもみられるように、伐採後2~3年に伐採の影響とみられる枯損木の発生が多く認められている。

表-14 枯損木の年次別発生数(調査地全体)

樹種本数 量	枯損発生年 (年)					計	%
	43	44	45	46	47		
トドマツ (本)	34	34	46	47	67	228	76
(m^3)	25.9	13.4	15.2	11.9	64.1	130.5	73
エゾマツ (本)	7	33	11	16	3	70	23
(m^3)	6.8	9.1	12.9	10.4	6.6	45.8	26
アカエゾ (本)		1	1			2	1
(m^3)		0.2	2.6			2.8	1
計 (本)	41	68	58	63	70	300	
(m^3)	32.7	22.7	30.7	22.3	70.7	179.1	
1haあたり年平均枯損量						0.5 m^3	

図-12 立木被害(本数)の発生推移

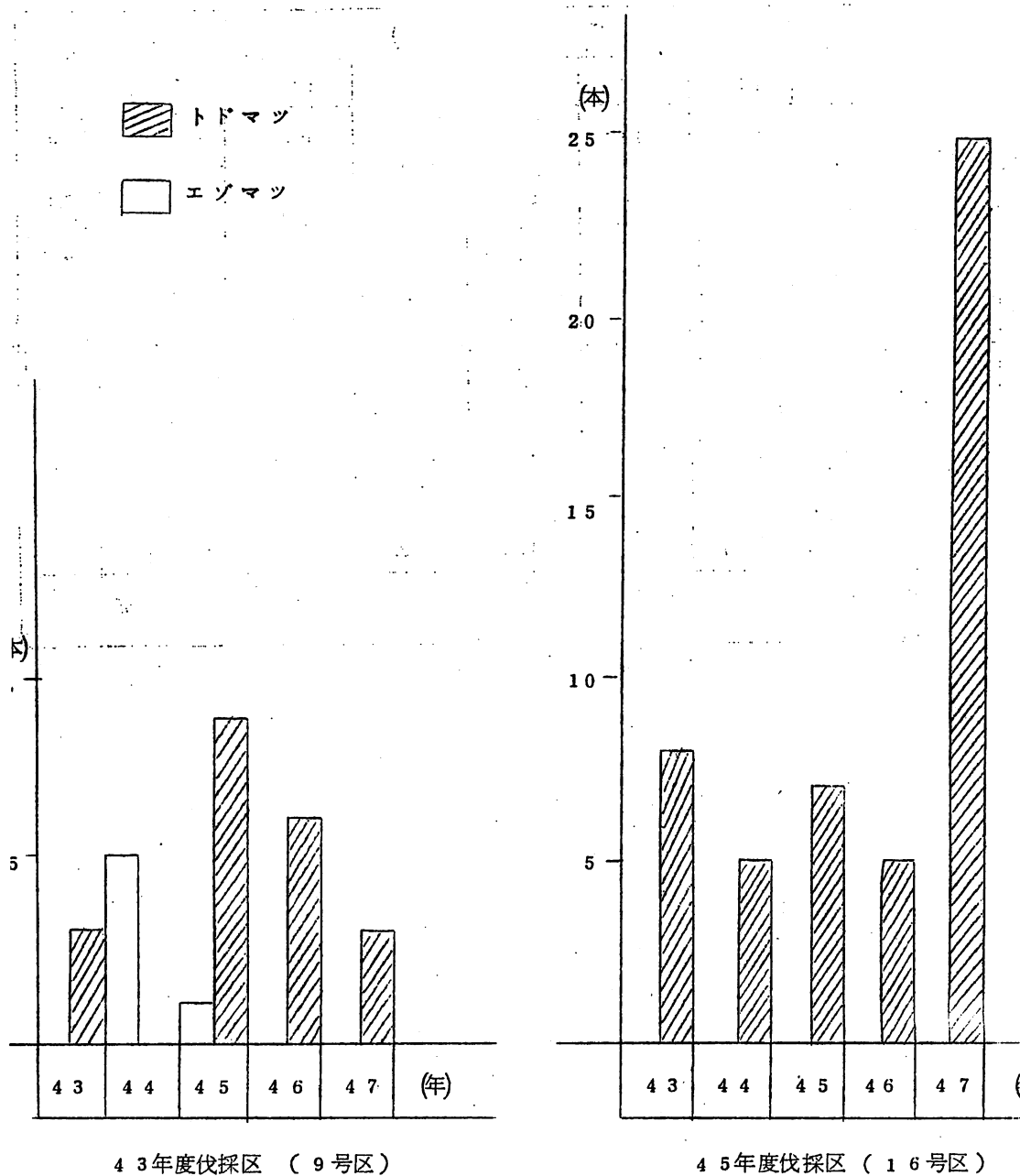


表-15 伐採年次別に区分した各調査地の枯損発生量

伐 採 年 次	樹種本数量	枯 損 発 生 年 (年)					計
		4 3	4 4	4 5	4 6	4 7	
4 3 年	トドマツ (本)	8	11	21	13	6	59
	(m³)	5.5	3.1	2.4	4.5	1.4	16.9
	エゾマツ (本)	4	22	6	10		42
	(m³)	5.6	7.7	7.4	4.7		25.4
	アカエゾ (本)		1	1			2
	(m³)		0.2	2.6			2.8
	小 計 (本)	12	34	28	23	6	103
	(m³)	11.1	11.0	12.4	9.2	1.4	45.1
4 4 年	トドマツ (本)	8	5	2	6	1	22
	(m³)	2.9	5.3	8.2	2.5	6.0	24.9
	エゾマツ (本)		2	2	2		6
	(m³)		0.1	4.6	4.8		9.5
	小 計 (本)	8	7	4	8	1	28
	(m³)	2.9	5.4	12.8	7.3	6.0	34.4
4 5 年	トドマツ (本)	12	13	13	21	44	103
	(m³)	9.8	1.8	1.1	3.2	47.6	63.5
	エゾマツ (本)		8	2	2	2	14
	(m³)		1.2	0.6	0.8	6.5	9.1
	小 計 (本)	12	21	15	23	46	117
	(m³)	9.8	3.0	1.7	4.0	54.1	72.6
保 残 区	トドマツ (本)	6	5	10	7	16	44
	(m³)	7.7	3.2	3.5	1.7	9.1	25.2
	エゾマツ (本)	3	1	1	2	1	8
	(m³)	1.2	0.1	0.3	0.1	0.1	1.8
	小 計 (本)	9	6	11	9	17	52
	(m³)	8.9	3.3	3.8	1.8	9.2	27.0

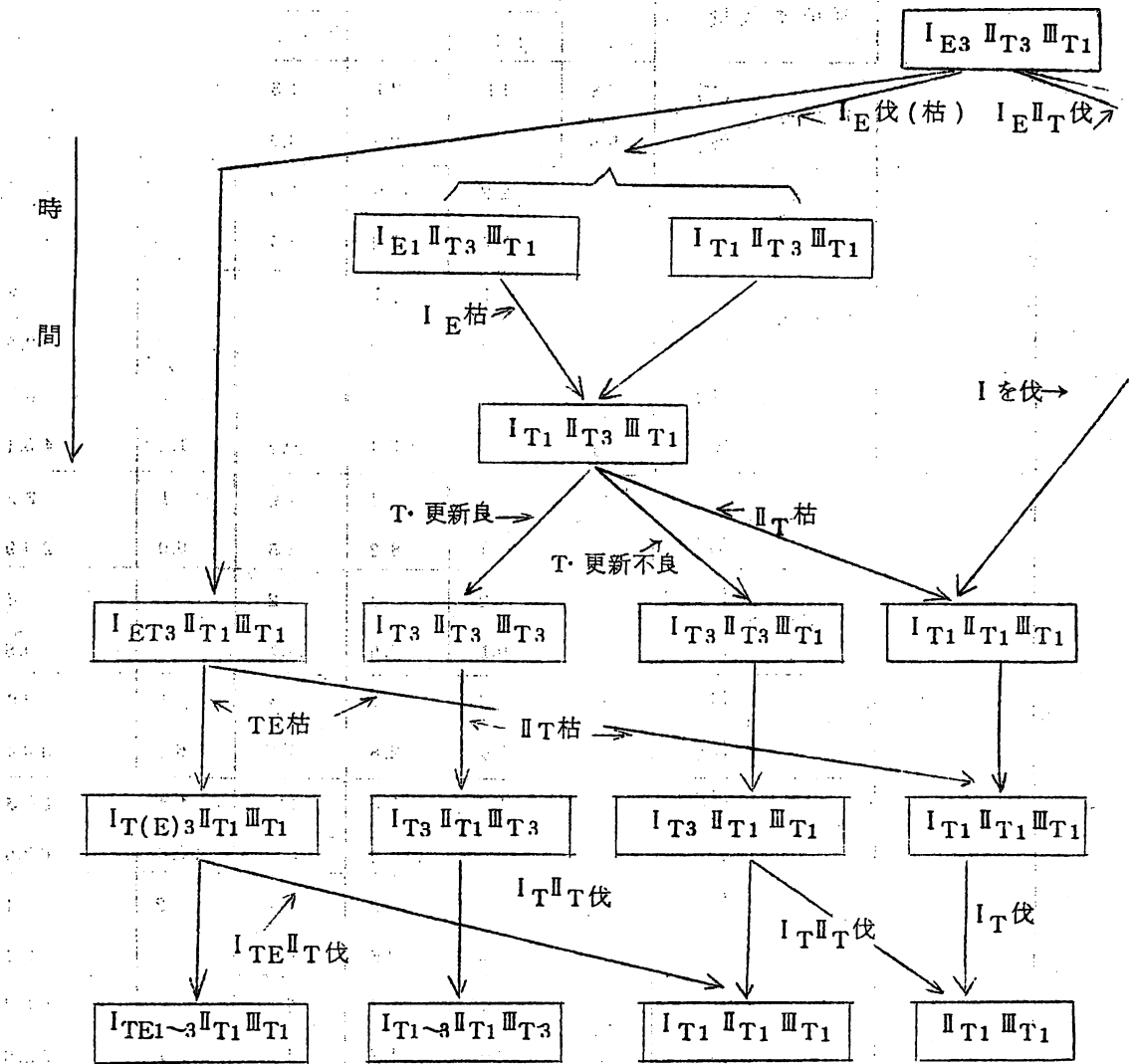
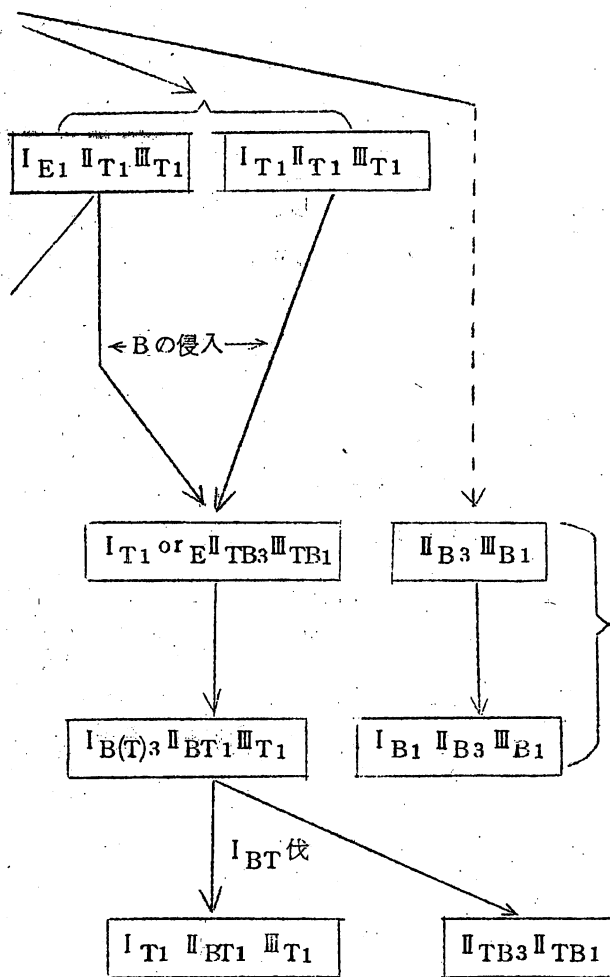


図-13 伐採前後の林型

度 合

→ 大

(原 型)



→ 大
広葉樹の混交歩合

3-1-2 被害の発生様相

3-1-2-1 林型との関係

表-1.6 のごとき林型区分の基準（林試北海道支場天然林研究グループ，1967）にしたがい各調査区ごとに伐採前後の林型の調査を行った。

表-1.6 林型の区分

樹高階	樹種	うっぺい度
I 20m以上	A アカエゾ	5 90%以上
II 10~20m	E エゾマツ	3 90~40%
III 10m以下	T トドマツ	1 30%以下
	B 広葉樹	

伐採前の林型は図-1.3に示したように、かつては上層にエゾマツ、中、下層にトドマツと道内各地にふつうに見られたであろうと思われる林型（I_{E3} II_{T3} III_{T1}）から、その後上層のエゾマツ大径木の伐採（択伐）、それにとまなり枯損の発生、あるいは風害などにより、下段に示したタイプに移行してきたものと推察される。

伐採後も未伐採地はもちろん、伐採地内で群状に残された部分などではそのまま同じ林型が保持されているが、その他の地では皆伐状に伐採されたところを除いて、ほぼ最下段のごとくトドマツを主体とした林型に変っている。このうち虫害枯損木の発生に関連した林型をひろってみると、たとえば6号区の一部に残された（I_{ET3} II_{T1} III_{T1}）林型で、上層のE（エゾマツ）の被害が多くみられたところもあるが、16号区でその典型的例がみられたように（I_{T(E)3} II_{T1} III_{T1}）あるいは（I_{T3} II_{T1} III_{T1}）などの林型で、上、中層のT（トドマツ）の被害が目だっており、また全般的に下層の小径木のT（トドマツ）のうち樹冠の貧弱な林木の枯損がどの林型でも散発的にみられている。

3-1-2-2 樹型との関係

こゝで用いた樹型級は表-1.7に示すとおりである。

この地域のトドマツは、疎開地を除きやや密生して生育してきたためもあり、上、中層に樹高のわりに径級が細く、樹冠の貧弱な（1C, 2C型）のものが多く、枯損木の大半もこれらのタイプで占められている。

一方、エゾマツは小径被圧木を除き、発生本数が少なかったので、とくに樹型との関

表-17 樹型の区分

径 級	樹 冠 型	
	大 き さ	葉 量
1 小 径 (22cm以下)	1 (小)	c (少ない)
2 中 径 (24~38cm)	2 (中)	b (普通)
3 大 径 (A) (40~58cm)	3 (大)	a (多い)
4 大 径 (B) (60cm以上)		

表-18 樹型と枯損の関係

樹 親	徑 級 (cm)	本 数 (本)	樹 冠 型									大きさ 葉量
			1 (小)			2 (中)			3 (大)			
			a	b	c	a	b	c	a	b	c	
	1 (2 2 cm以下)	1 4 7		2	8 4		1 3	3 4		3		
	2 (2 4 ~ 3 8 cm)	5 6			1 0		1 5	2 1		1		
	3 (4 0 ~ 5 8 cm)	2 0			2		1 2	4		1		
	4 (6 0 cm以上)	5			2		1	1	1			
	計	2 2 8		2	9 8		4 1	6 0	1	5		

	1 (2 2 cm以下)	4 7			6		2 3	4		1 3		
	2 (2 4 ~ 3 8 cm)	1 4					7	2		5		
	3 (4 0 ~ 5 8 cm)	6					5	1		1		
	4 (6 0 cm以上)	3							1	1		
	計	7 0			6		3 5	7	1	2 0		

	1 (2 2 cm以下)	1						1				
	2 (2 4 ~ 3 8 cm)											
	3 (4 0 ~ 5 8 cm)	1							1			
	4 (6 0 cm以上)											
	計	2						1	1			

<注> 樹冠型 1 枝葉の着生部が樹高の1/3以下

2 " 1/3~2/3

3 " 2/3以上

a 葉量多

b 葉量ふつう

c 葉量少

係ははっきりしないが、樹冠の型は(2b, 3b)のものが主体をなしている。(表-18)。

3-2 穿孔虫生息密度の推移

3-2-1 種類

虫害枯損木、餌木などに飛来寄生した穿孔虫の種類は表-19に示した。

表-19 穿孔虫の種類

種		寄主		
		トド	エゾ	アカ
ムツバキクイ	<i>Ips acuminatus</i> (GYLLENHAL)		○	
ヤツバキクイ	<i>Ips typographus</i> L.f. japonicus NIIJIMA		○	○
ゴロウヤンコキクイ	<i>Orthotomicus golovijankoi</i> PYATNITZKY		○	
ホシガタキクイ	<i>Pityogenes chalcographus</i> (LINNE)		○	○
エゾキクイ	<i>Polygraphus jezoensis</i> NIIJIMA		○	○
トドマツキクイ	<i>Polygraphus proximus</i> BLANDFORD	○		
ケナガエゾキクイ	<i>Hylurgops longipilis</i> REITTER		○	
ハイマツアトマルキクイ	<i>Dryocoetes pini</i> EGGERS		○	
アトマルキクイ	<i>Dryocoetes rugicollis</i> EGGERS		○	○
ジョウザンコキクイ	<i>Cryphalus piceus</i> EGGERS		○	
カラマツコキクイ	<i>Cryphalus laricis</i> NIIJIMA	○		
クロツヤキクイ	<i>Trypodendron proximus</i> NIIJIMA	○	○	
ハンノスジキクイ	<i>Xyleborus seriatus</i> BLANDFORD		○	
トドマツオオキクイ	<i>Xyleborus validus</i> EICHHOFF	○	○	
タマヌキクチャクシゾウ	<i>Cryptorhynchus tamanukii</i> KONO		○	
ミヤマアナアキゾウ	<i>Hylobius montanus</i> KONO	○	○	
チビマツアナアキゾウ	<i>Hylobius pinastri</i> GYLLENHAL	○	○	
クロコブゾウ	<i>Niphades variegatus</i> ROELOFS	○	○	○
マツチヤイロキクイゾウ	<i>Ochrochus pallidus</i> MARSHALL		○	
ハイイロハナカミキリ	<i>Rhagium japonicum</i> BATES	○	○	○
トドマツカミキリ	<i>Tetropium castaneum</i> LINNE	○	○	
オオクロカミキリ	<i>Megasemum quadricostulatum</i> KRAATZ	○	○	
ヨツボシヒゲナガカミキリ	<i>Monochamus urssovi</i> (FISCHER)	○	○	○

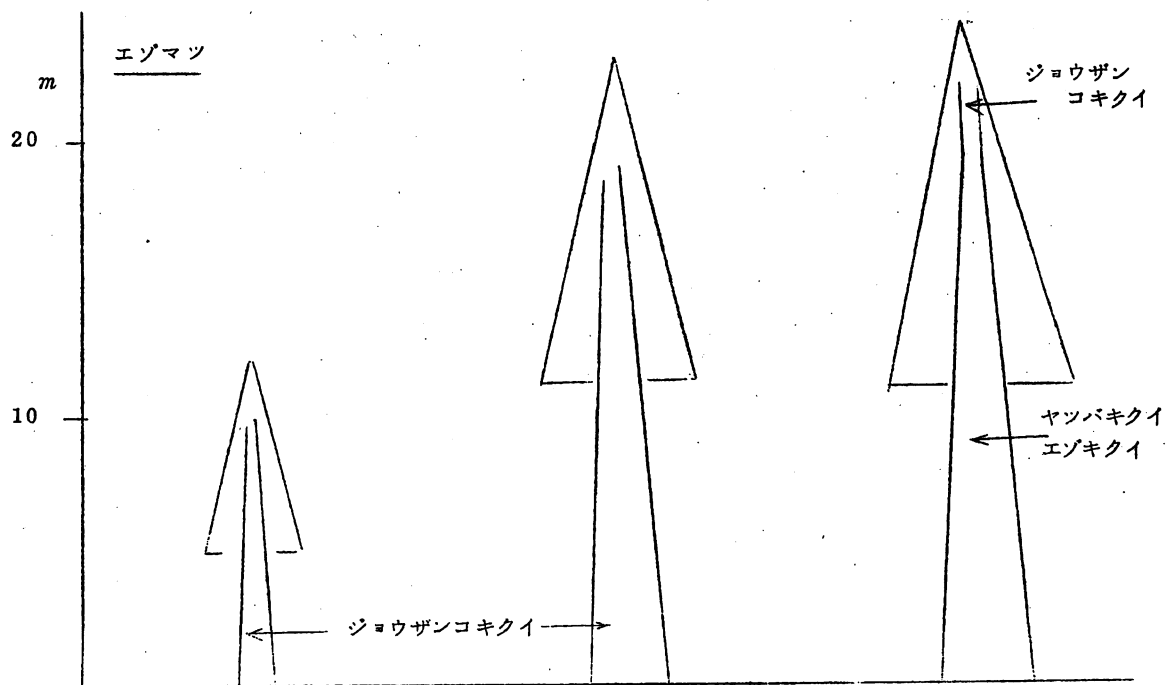
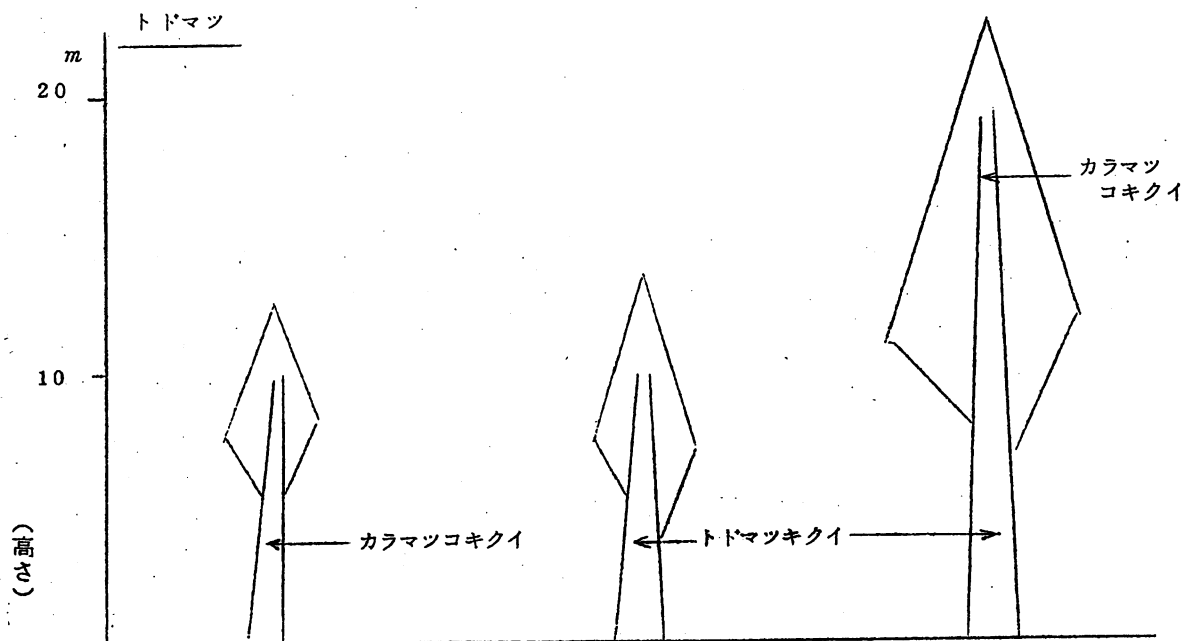


図 - 1 4 キクイムシ類の寄生部位

トドマツの虫害枯損木はトドマツキクイの寄生加害によるものが大部分であるが、小径木のうちにはカラマツコキクイの寄生加害によるものもある。(図-14)。

エゾマツの主な加害種は、ヤツバキクイ、エゾキクイ、ジョウザンコキクイなどである。

なおあたり枯損量の比較的高いところ、たとえば層雲峡、阿寒地方などで典型的であるヤツバキクイを主体としたヤツバキクイ-ホシガタキクイ(梢頭部)の加害形はみられず、一方、ジョウザンコキクイの優占した加害が小、中径木にみられた。

3-2-2 寄生密度、増殖率の推移

3-2-2-1 トドマツキクイ

この地域は伐採前からも全般的にトドマツの枯損が多く発生してきたこともあって調査期間中も、餌木、虫害枯損木などで調査したトドマツキクイの繁殖は比較的良く、単位面積($20 \times 20 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}^2$)内の母孔数は10~25孔、次世代虫数は40~200頭となっている。

3-2-2-2 ヤツバキクイ

伐採の前から、4、5号など風あたりの強くうけるところに群状のエゾマツ被害木がみられていたが、その他の区では伐採前後を通じ、エゾマツ中、大径木の枯損発生は少なかった。

伐採直後の枝条、末木、丸太などへの穿孔虫の寄生状態の調査では、未寄生木の割合が多く、寄生木にはエゾキクイ、ジョウザンコキクイなどが寄生し、ヤツバキクイの寄生割合はすくない。

餌木による寄生密度、増殖率の推移(単位面積、 $20 \times 50 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}^2$ 、表-20、表-21)に関する調査でも、伐採前にはヤツバキクイの寄生が認められず、エゾキクイ、アトマルキクイ、ケナガエゾキクイなどが主体をなしていた。

伐採後ヤツバキクイの生息数はやや増加の傾向を示しているが、それほど密度も高まらず、昭和47年には平常にもどったものとみられ、立木枯損がわずかに11号区に大径木1本(ほかに小径木2本)の発生をみたのみで終わった。

表-20 43年伐採区におけるヤツバキイの寄生密度、増殖率
の推移（餌木）

調 査 年		寄生密度	次世代虫数	1母孔あたり の産卵数	増 殖 率	死 亡 率 (%)
44年	最大	23	203	48	12.0	87.3
	最小	13	74	32	4.1	65.4
	平均	17	136	38	8.7	77.2
45年	最大	38	238	44	10.9	95.0
	最小	10	17	26	1.7	72.8
	平均	21	107	35	5.0	85.8
46年	最大	27	16	20	0.7	99.7
	最小	8	1	16	0.1	95.9
	平均	18	7	17	0.3	97.9
47年	最大	14	74	38	10.1	89.7
	最小	5	25	26	3.0	66.5
	平均	9	44	31	5.3	82.7

単位面積は $20 \times 50 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}^2$

寄生密度は単位面積あたりの母孔数

増殖率は1母孔あたりの次世代虫数

表-21 45年伐採区におけるヤツバキイの寄生密度、増殖率
の推移（餌木）

調 査 年		寄生密度	次世代虫数	1母孔あたり の産卵数	増 殖 率	死 亡 率 (%)
44年	最大 最小 平均	ヤツバキイの寄生 なし				
45年	最大	29	43	34	2.1	98.4
	最小	14	7	25	0.5	91.7
	平均	21	23	29	1.1	96.2
46年	最大	17	42	42	5.9	99.3
	最小	3	1	25	0.2	84.9
	平均	8	15	36	1.6	95.7
47年	最大	15	35	31	3.6	96.9
	最小	5	10	24	0.8	85.1
	平均	11	22	27	2.1	92.0

3-2-3 天敵昆虫

調査期間中に得た主な天敵昆虫は表-22に示した。

表-22 天敵昆虫の種類

オオコクヌスト	<i>Temnochila japonica</i> REITTER
ムネアカアリモドキカツコウ	<i>Thanasimus substriatus</i> GEBLER
クロサビカツコウ	<i>Stigmatium nakanei</i> IGA
アカアシホソハネカクシ	<i>Metoponcus maximus</i> BERNHAUFER
コマユバチの1種	<i>Coeloides</i> sp.
アシナガバエの1種	<i>Medetera</i> sp.
ホシキアブ	<i>Xylophagus maculatus</i> MATSUMURA

表-23 天敵昆虫を除去した場合のヤツバキタイの増殖率, 死亡率

調査年	処 理		寄生密度	次世代虫数	1母孔あたりの産卵数	増殖率	死亡率(%)
45年	サラン網内に入る	最大	19	151	42	10.0	91.4
		最小	5	23	30	2.4	70.8
		平均	10	61	35	6.2	82.4
	野 外 に 放 置 (対 照 区)	最大	29	43	34	2.1	98.4
		最小	14	7	25	0.5	91.7
		平均	21	23	29	1.1	96.2
46年	サラン網内に入る	最大	14	119	49	13.0	85.2
		最小	6	61	37	6.8	68.2
		平均	9	93	42	10.1	74.8
	野 外 に 放 置	最大	17	42	42	5.9	99.3
		最小	3	1	25	0.2	84.9
		平均	8	15	36	1.6	95.7
47年	サラン網内に入る	最大	7	77	43	15.4	83.8
		最小	4	36	31	6.0	55.8
		平均	5	54	36	8.7	69.6
	野 外 に 放 置	最大	15	35	31	3.6	96.9
		最小	5	10	24	0.8	85.1
		平均	11	22	27	2.1	92.0

表-23は、ヤツバキグイの寄生後サラン網内に入れ、天敵昆虫より隔離したものと、野外に放置した餌木丸太での増殖率、死亡率を比較したものである。その結果、野外に放置した丸太での平均増殖率は1.1~2.1、死亡率、92~96%に比べて、サラン網で隔離したものは増殖率6.2~10.1、死亡率70~82%といずれも繁殖は良好であった。

3-3 危険木の判定

(加害対象となる木の生理異常の判定)

3-3-1 トドマツ

トドマツは辺材部からの樹脂流出がないので、徳重らのおこなったダイヤルゲージによる幹の膨張収縮の日変化について検討した。

その結果、天気の影響も大きく、1日の伸縮率については処置木(人為的に傷をつける)との間に顕著な差を得ることはできなかった。なお一定期間の肥大生長曲線を見ると、差が得られ、また外見的にも明らかに異常を示した木ではほとんど生長しない観察例を得ているが、トドマツについては有意な関係のある方法を見出していない。

3-3-2 エゾマツ

伐採後の残存木について昭和44~47年6月および9月の年2回、樹幹辺材部に小孔をあけ、樹脂の流出量を目測(日塔ら1967参照)により区分して、流出量の変化と樹型、枯損などの関係について検討した。

その結果、樹脂流出量の変化については

- A) 常に多くの樹脂を流出しているもの。
- B) 常にあまりでないもの。
- C) はじめは多かったが、伐採後2~3年目に樹脂の流出が一時的に少なくなったもの。
- D) 樹脂の流出が減少し枯少し枯死したもの。

といくつかのタイプに類別することができる。さらにこれを伐採の影響を直接的にうけると考えられる林縁木と、それから林内木に大別して、それぞれ樹脂の流出に変化の認められたもの(C, D)の割合をみると、表-24に示したように林縁木にやや多い傾向がみられた。

表--24 伐採後の樹脂流出(エゾマツ)

区 別	類 別				計
	A	B	C	D	
林 内 本 数	41	8	18		67 (本)
(%)	61	12	27		
林 緑 本 数	29	4	23	4	60 (本)
(%)	48	7	38	7	

ま と め

エゾマツ、トドマツ、天然林では、伐採により残存するエゾマツ大径木に枯損が続発するのがふつりで、その典型的な例は層雲峡国有林などで見られている。

空沼実験林では伐採の影響による枯損の発生は伐採後2～3年に多くみられ、6号区などエゾマツ枯損の比較的目についたところもあるが、全体的には11、16号区などのようにトドマツ枯損の割合が大きい。

この地域は過去の択伐跡で、上層にエゾマツが残存してはいるが、トドマツの割合が多く、しかもトドマツはやや密生して生育してきた関係もあって、上層に位置するものでも径級は細く、クローネの貧弱なものが多くなっている。このため択伐地のように上中層のトドマツを単木的に残存させたところでは、これらに被害がやや多く発生、場合によっては上中層のトドマツがかなり疎開してしまうおそれのあるところもみられている。また強度の伐採(漸伐の強いもの)地では小径のトドマツが散発的に枯れている。このようなところでは小群状の伐採など残存木を群状に残すような伐採を考えることが必要と思われる。

一方、エゾマツは10号区のように比較的大径木を残したところでも枯損は少なかった。これは前述のように、この地域では過去の択伐、風害、それにとまなり枯損の発生などを経て、やや安定した状態で生育してきたとみられるものが多かったこと、伐採丸太が長く林内に放置されなかったこと、それとともに主要害虫の一つであるヤツパキクイの生息密度が比較的低密度で経過したことなどがその理由として考えられる。

文 献

- 山口博昭(1961):天然生林における虫菌害の実態(虫害), 針葉樹枯損量と穿孔虫の被害
北方林業, 13(4) 26~28
- 山口博昭, 小泉力(1962):天然生林における針葉樹枯損木の発生について, 日林会北海道
支部講. 11, 17~20
- 林試北海道支場天然林研究グループ(1967):北海道天然林の林型からみた更新と枯損, 林
試北海道支場年報 1966, 185~209
- 小泉力(1969):エゾマツ, トドマツ天然林の伐採にともなう穿孔虫被害, 林試北海道支場
年報1968, 110~116
- 小泉力(1972):キクイムシ類の加害対象となるトドマツ, エゾマツの生理異常の判定法,
83回日林会大会講. 349~350
- 小泉力(1973):エゾマツ, トドマツ穿孔虫の薬剤防除試験, 北方林業, 25(3) 18~
20

IV 総 括

漸伐施業に対する試験研究の問題点は次の諸点であろう。

伐 採 前

- 1) 稚樹の量と配置が如何なる時に更新完了とみなすか
- 2) 稚苗を発生させるには, どのような立地条件でどのような地床処理が最善であるか

伐 採 後

- 3) 伐採にともない, 枯損はどのような経過でおきるか, また虫害の発生と進行は伐採のやり方とどのように関連するか
 - 4) 第2項により最善と考えられる地床処理をおこなったにも拘わらず稚苗が発生しないのは何故か
 - 5) 保残された稚樹の成長は伐採前とくらべてどうか, この間に法則性が認められるか
 - 6) この漸伐施業林を, 予定した回帰年で経営するためには, 保残された稚樹だけで十分か, 若しそうでないとすればどのような補助手段が必要か
 - 7) 伐採前の蓄積と保残された稚樹の本数, 生長の間に法則性が認められるか
- 以上の点が明らかにされれば, 研究の最終目標とする「漸伐施業の収穫予想」が可能となるものと考えられる。

上記の問題点のうち第2項については、早くから多くの研究者によって研究されてきた。

しかし結果的には一定の法則性が得られず、第4項の問題に移ってしまうことが多かった。

本報告では、更新性がこの問題を迫り、稚苗発生阻害の最大の要因としての菌の活動をとらえた。これは貴重な成果であったと信じている。ただし今後、実際の施業にたいし、どのようにして貢献するかの問題が残される。次に経営班では第5項の問題に取り組み、本文に報告したように或る程度の傾向をつかんだが、この種の問題は最少限2回の測定が必要であるので、今しばらく時間をかす事が必要と思われる。

昆虫班は第3項について全力をあげ、実用にたえる成果を得た。特に林型、樹型と虫害の関連を解明したことは、今後の施業の参考になることであろう。ただし空沼実験林においては、当初の予想を裏切って虫の被害が左程大きくならなかった。従来の天然林施業の場合とくらべて、何故このような結果になったかが今後の問題として残った。

以上を要約するに、漸伐施業の基礎資料を得るという当初の目的は一応達せられたが、施業指針作製のために、その中軸をなす経営班の研究にたいしては、しばらくの時間が必要であり、それを俟って此の研究が完成することを期待するものである。