

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—

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 | 塙崎 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抾伐施業が行なわれ、その後これへの反省にもとづいて群状抾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、大面积皆伐施業が主流を占めるようになつたが、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)の主要施業法となつたことなく、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つても局によってその解釈が区々であつて一貫した取扱い方法が確立されていなかつた。

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つては重点目標を絞つてつきの3とした。

- ① 種苗の発生消長
- 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 |
|--|---|
| 43年度 | 44年度 - 46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 ○地形と土壤（更新） 地形解析、酸性土壤と堆積腐植の形態及び理化学性土壤水分 ○原資蓄積について、その大きさ、直徑、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） ○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 | ○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壤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） ○発生稚苗の病害による消失の実態（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） ○帶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） ○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述べることとする。

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壤ごと採取し、実験室内にもち帰り土壤より種子を選出し、5で付近で分離し、出現する糸状菌を調べた。その結果、*Rhacodium therryanum*、*Rhizoctonia* SP. *Botrytis cinerea*、*Cylindrocladium* SP. および菌糸白色の未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: 菌糸白色の未定菌

*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つていることが確認された。

1-1-2 稚苗の発生と苗害

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、札幌营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渓营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营林署管内、シシヤモナイのエゾマツ天然林内に、つき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、AO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AO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、つきのとおりである。

野幌41・42林班はオ四紀沖積地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、得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、シジが随伴している。

試験方法は、1m×2mのプロット3回反復とし、昭和45年10月下旬に当り50gの種子をまきつけ、ほかにクレモナ袋に100粒を一様にちらばら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壤ごと種子を採取し、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 7.1.4.2.1

| 処理 | 供試粒数 | 発芽数 | 未発芽数 | 腐敗 | 批 | 試算発芽率 |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|-------|
| AO層除去 薬剤 | (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 薬剤 | (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 7.1.4.2.1

| 処理 | 供試粒数 | 発芽数 | 未発芽数 | 腐敗 | 批 | 試算発芽率 |
|-------------|--------------|------------|-----------|-------------|-------------|-------|
| AO層除去 薬剤 | (100) 200 | (20) 40 | (2) 4 | (41) 82 | (37) 74 | 4 |
| AO層除去 薬剤 | (100) 319 | (25) 79 | (8) 25 | (37) 120 | (30) 95 | 8.9 |
| L層除去 薬剤 | (100) 317 | (17) 55 | (5) 12 | (37) 119 | (41) 131 | 5.4 |
| L層除去 薬剤 | (100) 344 | (26) 88 | (8) 26 | (35) 120 | (32) 110 | 9.3 |
| 地床 無処理 | (100) 319 | (11) 36 | (2) 4 | (47) 151 | (40) 128 | 4.6 |
| 地床無処理 薬剤 | (100) 337 | (22) 76 | (8) 29 | (37) 124 | (32) 108 | 9.2 |

(%) %

表-2c 発芽試験結果

ソラヌマ 7.1.4.27

| 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) 315 | (4) 13 | (1) 3 | (46) 145 | (49) 154 | 13 |
| Ao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 7.1.5.20

| 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 | Rhizoc | | |
| Ao層除去 | 300 | 48 | | 18 | | 8 | 246 |
| Ao層除去薬剤 | 300 | 1 | | 0 | | 1 | 13 |
| L層除去 | 300 | 148 | | 7 | | 83 | 253 |
| L層除去薬剤 | 300 | 12 | | 0 | | 4 | 45 |
| 地床無処理 | 300 | 147 | | 69 | | 120 | |
| 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 Ao 層に検出数が多く認められるが、空沼実験林内では、Ao層、A層とも 8.2~8.4% 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つ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ぼしているようである。

今後、検出された *Rhacodium* 菌、*Rhizoctonia* 菌がすべて発芽を阻害するを考えると、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。

各試験地でのみ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4・2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4・1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・層除去とL層除去、A・層除去と地床無処理間に有意差が認められる。シシャモナイでは、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で、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(個あたり)

| プロット | | 発生本数 | | | |
|---------|-----|------|-------|-----|--|
| 処理 | I | II | Ⅲ | 平均 | |
| A・層除去 | 684 | 412 | 624 | 573 | |
| A・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 | |

シシャモナイ 7.1.6

| プロット | | 発生本数 | | | |
|---------|-------|------|-----|-----|--|
| 処理 | 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 | 315 | 395 | |
| 地床無処理薬剤 | 860 | 812 | 660 | 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~-4°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、土壤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を調べた。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、土壤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壤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入れ、日本海沿岸として古丹別営林署管内、道央として樺戸営林署管内、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、シシャモナイのコケ型を加えた5地域の林内の検出された *Rhacodium* 菌の病原性を比較するため、殺菌土壤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、コケ型のシシャモナイで *Rhacodium* 菌が存在しているか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 種苗の発生と水分

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、地がきがよ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1.1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1.1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、袋内に一様にちらばらせ、これを札幌管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かるが、消雪後の乾燥によって大きく影響をうけ、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ゝわらず、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出来始めたものや、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も、ふたたび水を

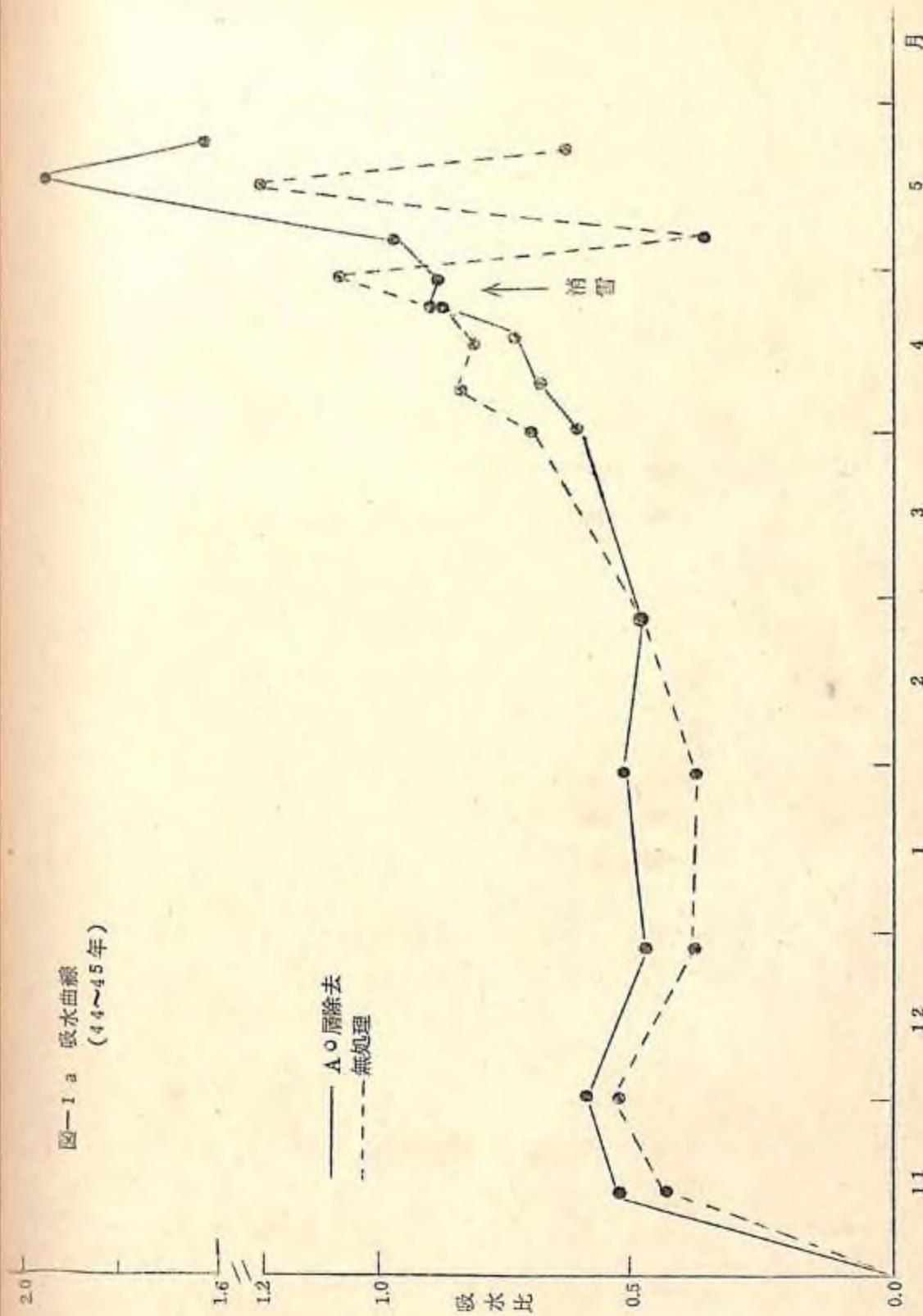
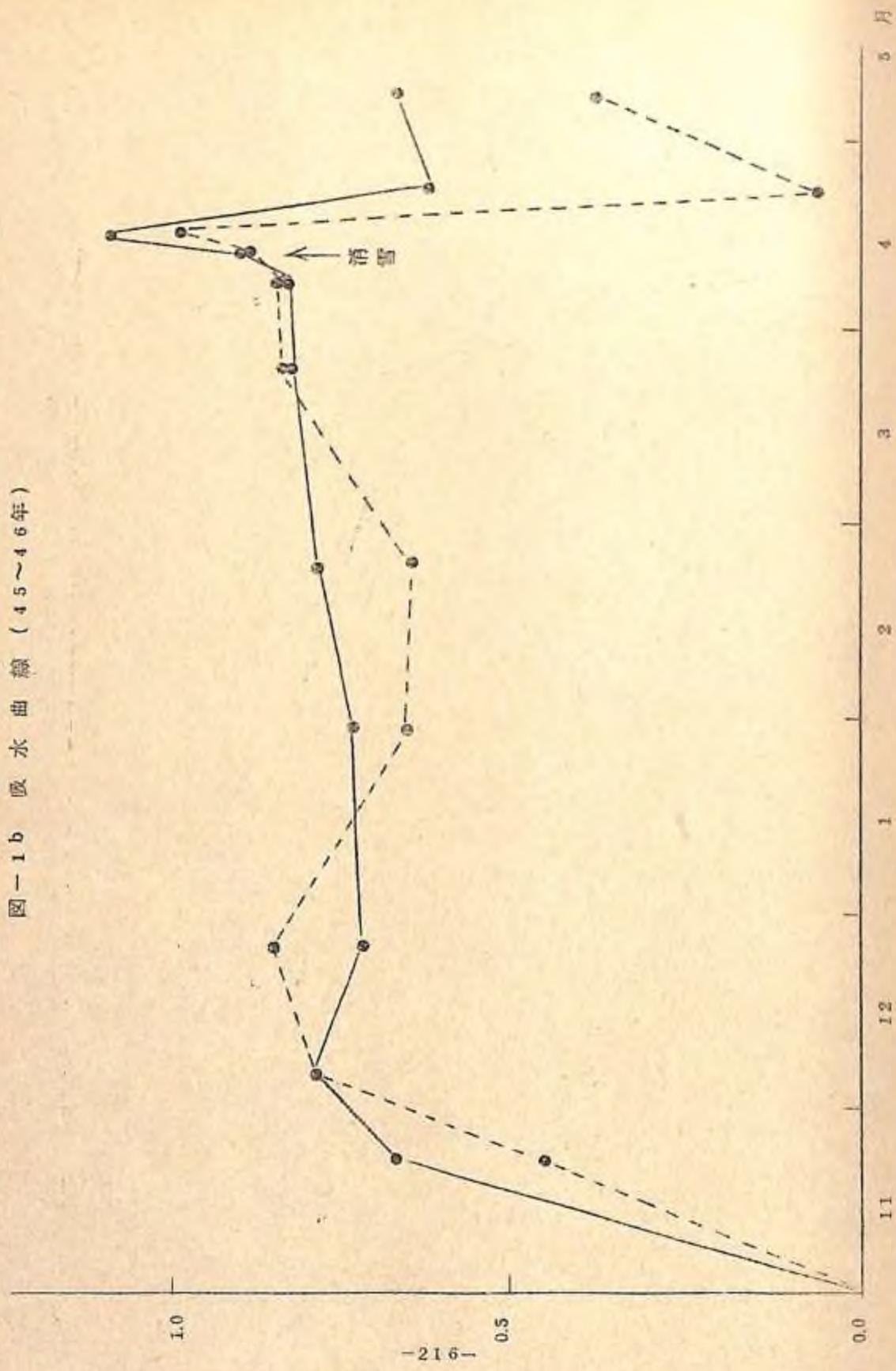
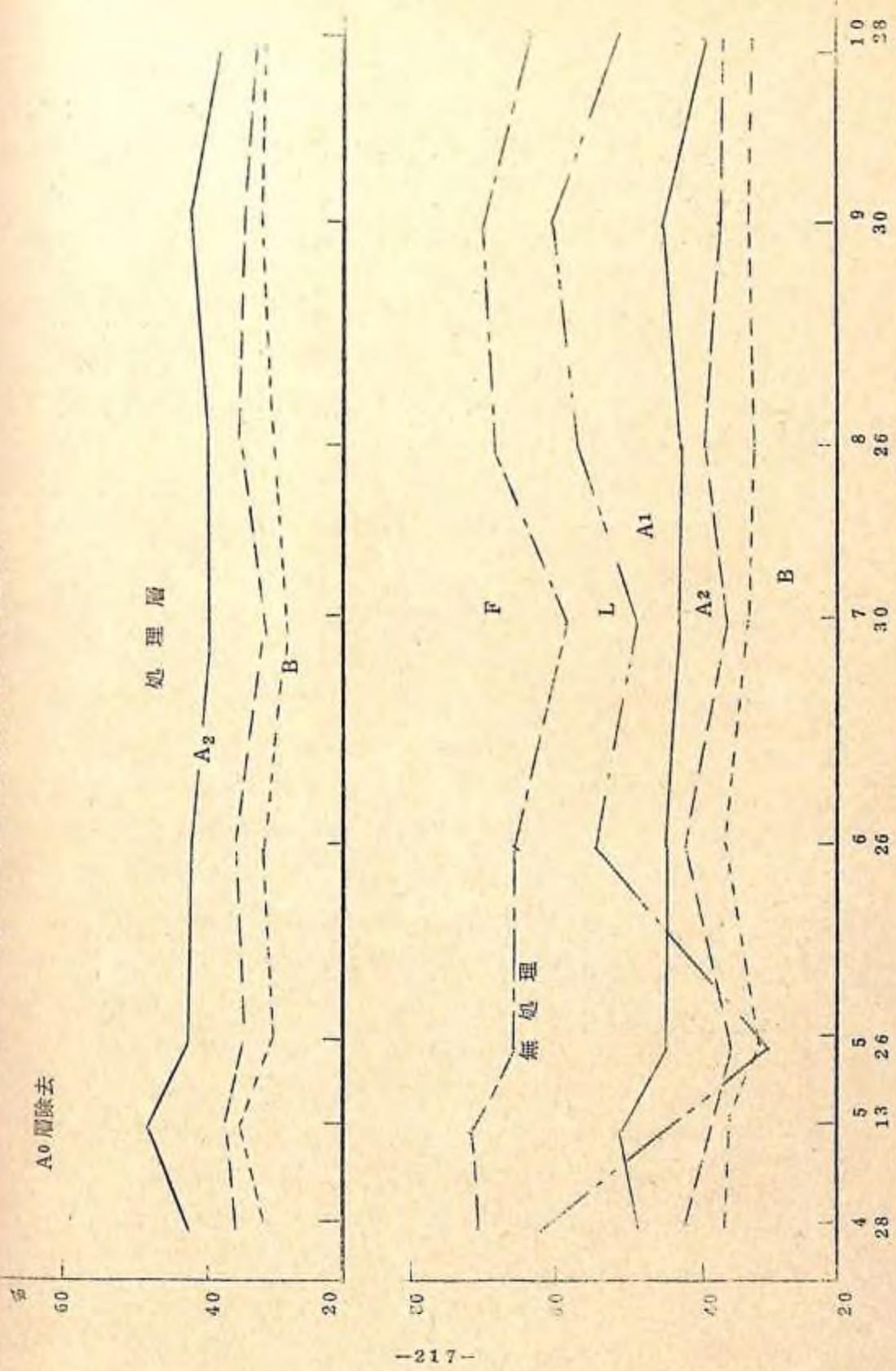


圖-1b 吸水曲線 (4.5~4.6年)



-216-

圖-2 地球處理別管位別土壤水分含有率 (重量%)



-217-

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

与えると大体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1.5以上で幼根が伸長を始めたものは、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畠における観測では、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起こる現象である。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いち起こることは図-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る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りと、種子も乾燥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、シシャ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是、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率、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ャ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消長を、主としてトドマツについて不明な点がもっと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ふ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、これまでにあげた結果はつきのとおりまとめて報告した。

林敬太：トドマツ天然生稚苗の発生消長を左右する要因(I)-種子の発生に関する水分-83回日本林講、179~181 1972

遠藤克昭 林敬太：トドマツ天然生稚苗の発生消長を左右する要因(II)-種子の発生に関する菌害- 83回日本林講286~289, 1972

遠藤克昭 林敬太：トドマツ天然生稚苗の発生消長を左右する要因-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、それに応する将来成長の信頼しうる予測値を求めることがある。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才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。混生する樹種は、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、セシノキ、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 IL ₁ 2 (N ₁ b) (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 ₃ 21 N ₃ 21b (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 ₁ 2 (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 ₃ 21 CL ₃ 21 (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め、倒木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み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 ₃ 21 N ₃ c (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する広葉樹林分 | 適伐 |

| 型別 | 区画番号 | 林分型 | 林分構成の特質 | 取扱 |
|----------------------------|---------------------------------|---|---|------------|
| I 型 の 凸 地 形 | 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 N ₃ 21 aL ₃ 21 (17.13ha) | 大部分が単木的な風害をうけた林分で、比較的大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 N ₂ 31 bL ₃ 21 (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。 更新は破碎帶部分において良好である。 | 漸伐 |
| | I 型 の 凸 地 形 | 帶状保残区(A) C密Ⅲ N ₃ 21 bL ₃ 21 (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。 帶状区の上部にはダケカンバが多い。 | 保残帶 (A) |
| | | 帶状皆伐区 (3.00ha) | | 帶状皆伐 |
| | | 帶状保残区(B) C密Ⅲ N ₃ 21 bL ₃ 21 (3.53ha) | | 保残帶 (B) |
| | 山 腹 の 平 衡 地 形 | ⑩ C 密 Ⅲ N ₃ 21 CL ₃ 21 (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、センノキ等を混する。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。帶状保残区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 |
|--|--|---|--|------------|
| Ⅰ型 緩平 斜地 坦 地 及 び 地 | ⑪ | C 中 直 N ₃ 21 ^b L ₃ 21 (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 |
| Ⅱ型 の 平 坦 お よ び 谷 筋 の 凹 地 形 | ⑫ | C 中 直 N ₃ 21 ^c L ₃ 21 (10.38ha) | 直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、エゾマツートドマツ群、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 直 N ₃ 21 ^a L ₂ 1 (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 | C 中 直 N ₃ 21 ^c L ₃ 21 (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、カンバ類の大中径木で針葉樹群、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N ₃ 21 ^c L ₁ (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 |
|----|------|--|--|--------------|
| | ⑯ | A 密 直 N ₃ 21 ^c L ₃ 21 (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、エゾー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 |
| | ⑰ | C 中 直 N ₃ 21 ^b L ₃ 21 (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、または甚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 - 斎林

II - 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

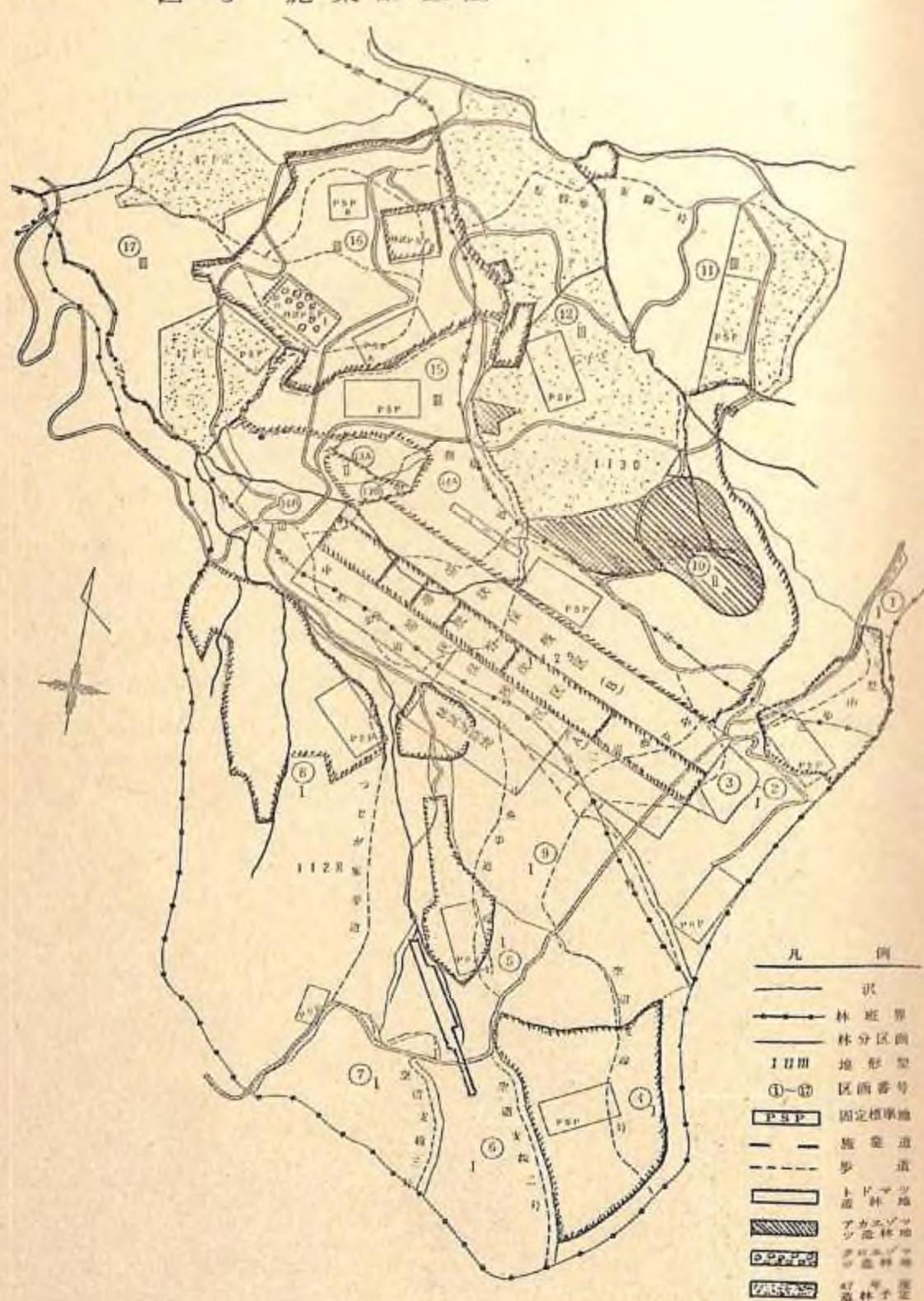


表-6 固定成長量試験地の伐採前後の林況

保残区 (1.08ha)

(昭44.6)

| 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 | 289.3m ³ | — | —m ³ | —% | —% | 389 | 289.3m ³ |
| 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 (0.90ha)

(昭44.6)

| 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) | (9.2)m ³ | (12.3)% | (3.5)% | 257 | 84.6 |
| | | | 94 | 165.9 | 23.5 | 63.9 | | |
| エゾマツ | 69 | 99.4 | (5) | (21)m ³ | (7.2)% | (2.1)% | 40 | 30.1 |
| | | | 24 | 67.2 | 34.8 | 67.6 | | |
| 広葉樹 | 221 | 87.1 | (33) | (11)m ³ | (14.9)% | (1.3)% | 90 | 13.2 |
| | | | 98 | 72.8 | 44.3 | 83.6 | | |
| 計 | 690 | 446.2 | (87) | (12.4)m ³ | (12.6)% | (2.8)% | 387 | 127.9 |
| | | | 216 | 305.9 | 31.3 | 68.6 | | |
| ha 当り | 767 | 495.8 | (97) | (13.8)m ³ | (12.6)% | (2.8)% | 430 | 142.1 |
| | | | 240 | 339.9 | 31.3 | 68.6 | | |

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4.4.1.0)

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長さ180m、幅120mの長方形の区画をとり、1.08haづつの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、漸伐区ともに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12と14のサブプロットが道路開設のため皆伐状態となつたので以後は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638本、材積451m³、

広葉樹の材積混交率15%に対し、漸伐区は767本、496m³、20%で、漸伐区の径級と蓄積がいくらか大きくなつてている。

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つた。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つていてことと、部分的に老大径木の密立した個所があつて、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つた。

この区画は前生稚幼樹がほとんどないため、营林局では伐を刈払つたあとブルドーザーによる地搔をおこない、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つた。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、それおれ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.....V₁

期末の材積.....V₂

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、期首の林分状況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ともよいが、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はなく、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釈は、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号区画の漸伐区のトドマツについて、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とり、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行を差引きと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

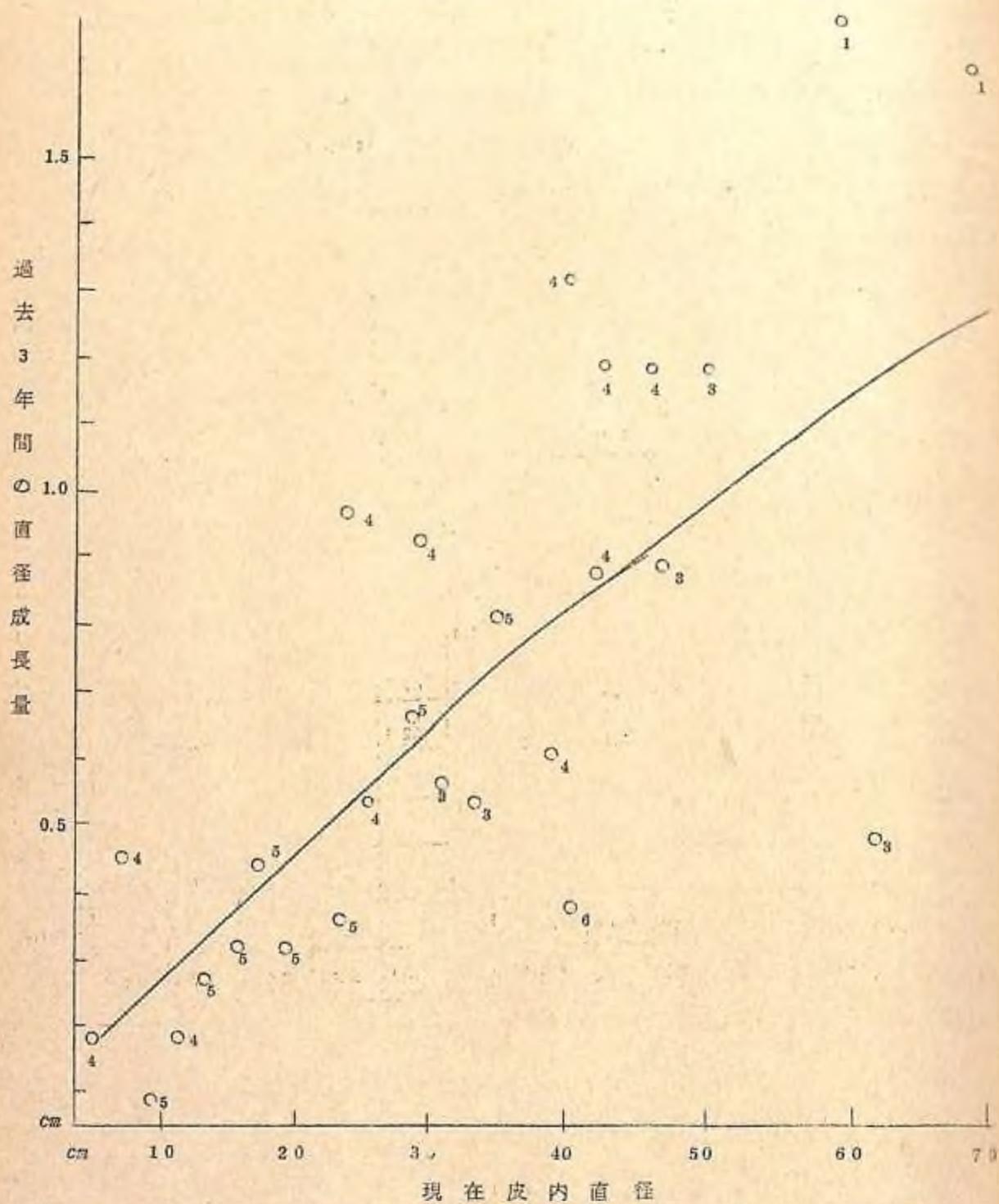
| | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. 胸高直径階 (cm) | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 |
| 2. 皮厚の2倍 (cm) | 0.55 | 0.67 | 0.76 | 0.85 | 0.93 | 1.00 | 1.08 | 1.15 | 1.22 | 1.30 | 1.36 | 1.43 |
| 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当たり本数 | 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 | 4.8 | 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) (m ³) | 0.28 | 1.11 | 1.60 | 1.42 | 1.84 | 3.57 | 4.85 | 5.08 | 4.18 | 3.90 | 3.98 | 6.72 |
| 17. 期首蓄積 (44.6) (m ³) | 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 (m ³) | | | | | | | | | | | | |
| 19. 材積連年成長量 (m ³) | | | | | | | | | | | | |
| 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) (m ³) | 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 北海道林区分別材積表

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|
| 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 | 54 | 56 |
| 1.50 | 1.57 | 1.64 | 1.71 | 1.77 | 1.84 | 1.91 | 1.98 | 2.05 | 2.11 | | 2.25 | | |
| 28.50 | 30.43 | 32.36 | 34.29 | 36.23 | 38.16 | 40.09 | 42.02 | 43.95 | 45.89 | | 49.75 | | |
| 0.62 | 0.65 | 0.68 | 0.71 | 0.75 | 0.78 | 0.81 | 0.84 | 0.87 | 0.90 | | 0.96 | | |
| 27.88 | 29.78 | 31.68 | 33.58 | 35.48 | 37.38 | 39.28 | 41.18 | 43.08 | 44.99 | | 48.79 | | |
| 29.38 | 31.34 | 33.31 | 35.27 | 37.23 | 39.20 | 41.16 | 43.12 | 45.09 | 47.06 | | 50.98 | | |
| 0.62 | 0.66 | 0.69 | 0.73 | 0.77 | 0.80 | 0.84 | 0.88 | 0.91 | 0.94 | | 1.02 | | |
| 7.8 | 5.6 | 1.1 | 10.0 | 7.8 | 2.2 | 3.3 | | 1.1 | | | 1.1 | | 28.56 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | |
| 6.51 | 5.15 | 2.48 | 7.24 | 10.63 | 6.15 | 4.59 | 2.49 | 1.21 | 1.13 | | 1.37 | 1.82 | 8.937 |
| 5.46 | 4.65 | 1.09 | 10.80 | 9.75 | 3.15 | 5.41 | | 2.21 | | | 3.00 | | 84.49 |
| | | | | | | | | | | | | | 4.88 |
| 5.6 | 10.0 | 3.3 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 3.3 | 1.1 | | 1.1 | | 1.1 | | 28.54 |
| 3.92 | 8.30 | 3.27 | 7.24 | 8.38 | 9.58 | 5.41 | 1.96 | | 2.49 | | 3.00 | | 92.08 |
| 0.70 | 0.83 | 0.99 | 1.08 | 1.25 | 1.43 | 1.64 | 1.78 | 2.01 | 2.26 | 2.54 | 2.73 | 3.03 | |

図-4 漸伐区トドマツ皮内直徑成長量



見積り如何で予測精度が大きく異なるので、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。

1行からはこれまでの予測計算にもとづく予測作業である。

7行の皮付直徑成長量と直徑階の幅の比をとりもで表わす。これが1行の本数移動率である。移動率が100%のとき、直徑階内の直徑および成長量の分布が一様なら、その階の木は予測期間内にすべて次の直徑階に移動する。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行の最小直徑階には期間内の進界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られる。

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徑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当たり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 = 7.6m³だから上に得た値は2.7m³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徑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徑範囲が狭くなつたことと、過熟木や欠点木が整理されたためである。

2-6 直徑成長量の変化

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

表-9 伐採後4年間の風倒および枯損 (昭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) 35 | (m ³) 9.4 | 14 | (cm) 19 | (m ³) 6.1 | 22 | (m ³) 15.5 |
| エゾマツ | - | - | - | 3 | 17 | 0.7 | 3 | 0.7 |
| 広葉樹 | 13 | 21 | 6.5 | 6 | 14 | 0.3 | 19 | 7.3 |
| 計 | 21 | 26 | 15.9 | 23 | 17 | 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) 20 | (m ³) 4.0 | 17 | (cm) 11 | (m ³) 1.5 | 30 | (m ³) 5.5 |
| エゾマツ | - | - | - | 1 | 8 | 0 | 1 | 0 |
| 広葉樹 | 1 | 18 | 0.2 | 1 | 16 | 0.1 | 2 | 0.3 |
| 計 | 14 | 20 | 4.2 | 19 | 35 | 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、この仮定はなりたた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 (1969.7~1972.6)

| 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 | 18 | 0.45 | 7 | 0.29 | 7 | 0.40 |
| 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、下層の被覆されていた木の成長が恢復しつゝある徵候が認められる。過去成長と直接比較した結果でない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おりわけ、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くとも欠点である。

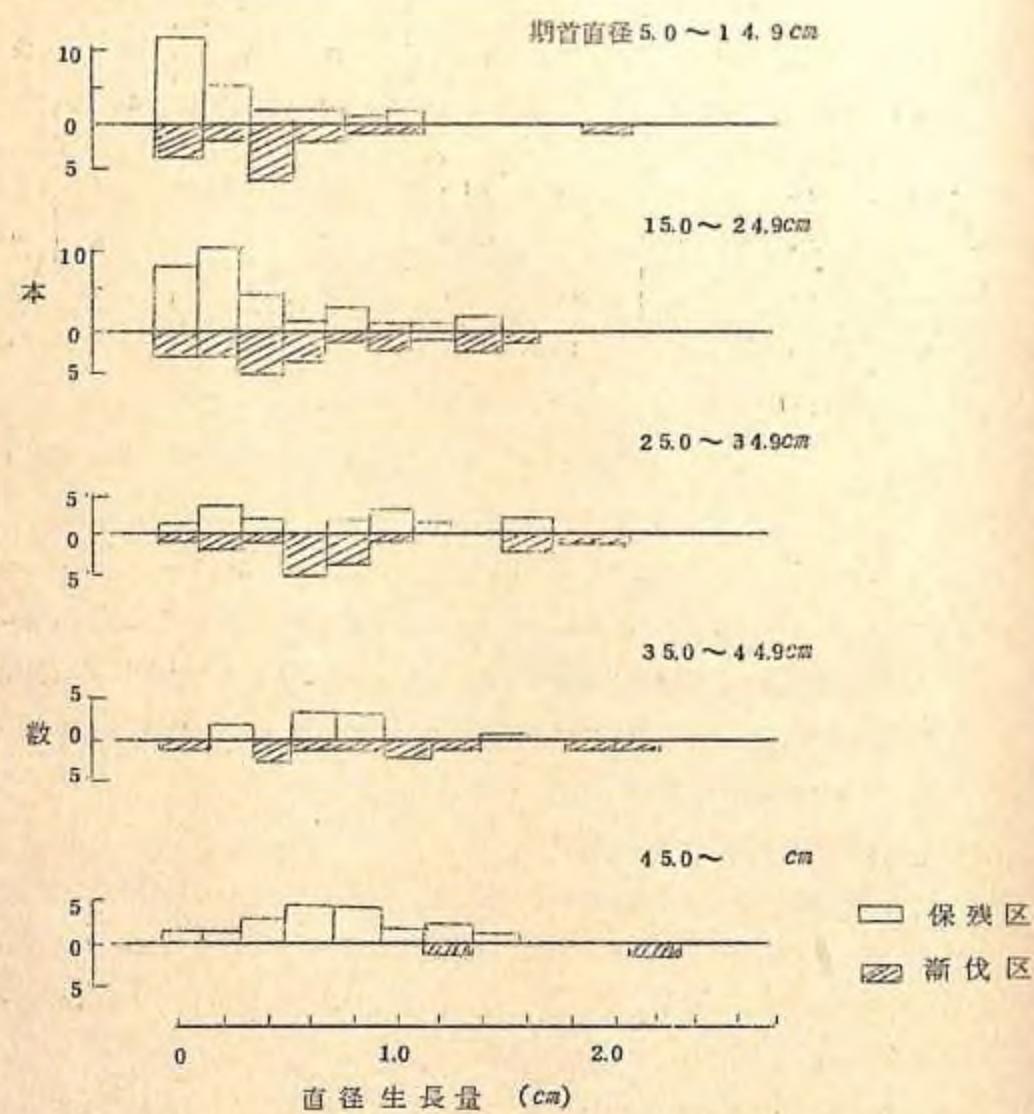
このため、16号区画の固定プロットの成長錐データを使って、直径から材積成長量を直接推定する方法を検討した。必要なデータは、標本木の現在直径と樹高および成長錐片の測定値である。資料数はトドマツがオ1、オ2プロットとも88本、エゾマツは35本と33本である。

まず現在の皮付直径D₀bと皮内直径D₁b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

$$\text{オ1プロット} \quad D_{0b} = D_{1b}(1.1139 - 0.01142\sqrt{D_{1b}}) \quad r = 0.786$$

図-5 トドマツの直径成長量の分布 (1969.7 ~ 1972.5)



オ2プロット $D_{ob} = D_{ib} (1.1101 - 0.01076\sqrt{D_{ib}})$ $r = 0.774$

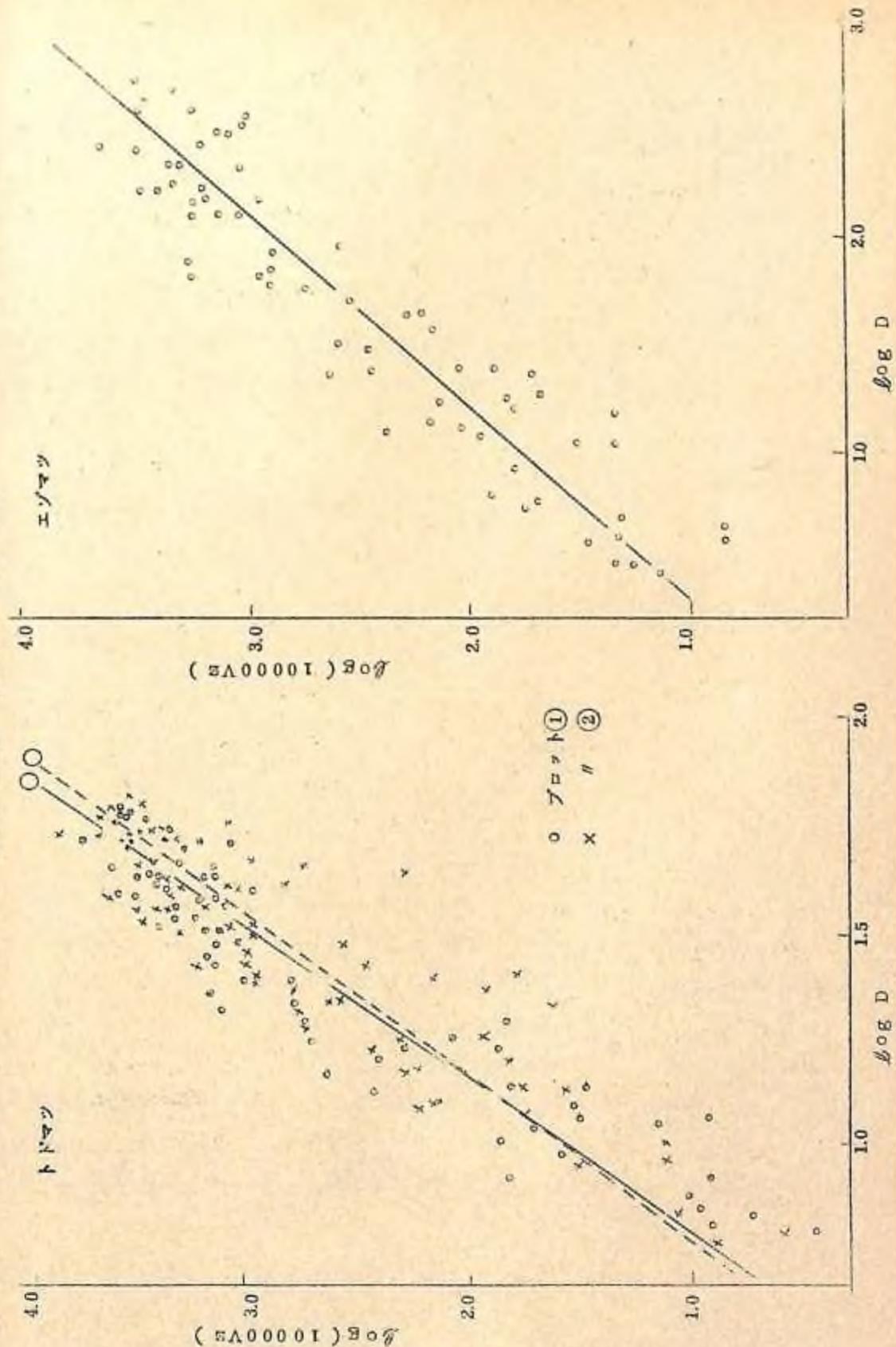
○ エゾマツ

オ1プロット $D_{ob} = D_{ib} (1.1186 - 0.01066\sqrt{D_{ib}})$ $r = 0.683$

オ3プロット $D_{ob} = D_{ib} (1.1119 - 0.00971\sqrt{D_{ib}})$ $r = 0.7363$

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_{Ht} を現在直径 D 、現在樹高 H および皮付直径成長量 I_{Df} から、次式 1 と 2 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、両対数方眼の上では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 V_{25} 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

$$\text{オ1プロット } \log V_{25} = -5.1291 + 2.7102 \log D \quad r = 0.9318$$

$$\text{オ2プロット } \log V_{25} = -5.0066 + 2.5826 \log D \quad r = 0.9056$$

エゾマツ(両プロット共通)

$$\log V_{25} = -4.3624 + 2.1443 \log D \quad r = 0.9298$$

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 |
| 本数 | 170 | 88 | 258 | 227 | 78 | 305 | 605 |
| 材積成長量(m^3) | 14.94 | 4.94 | 19.88 | 16.67 | 7.73 | 24.40 | 48.84 |

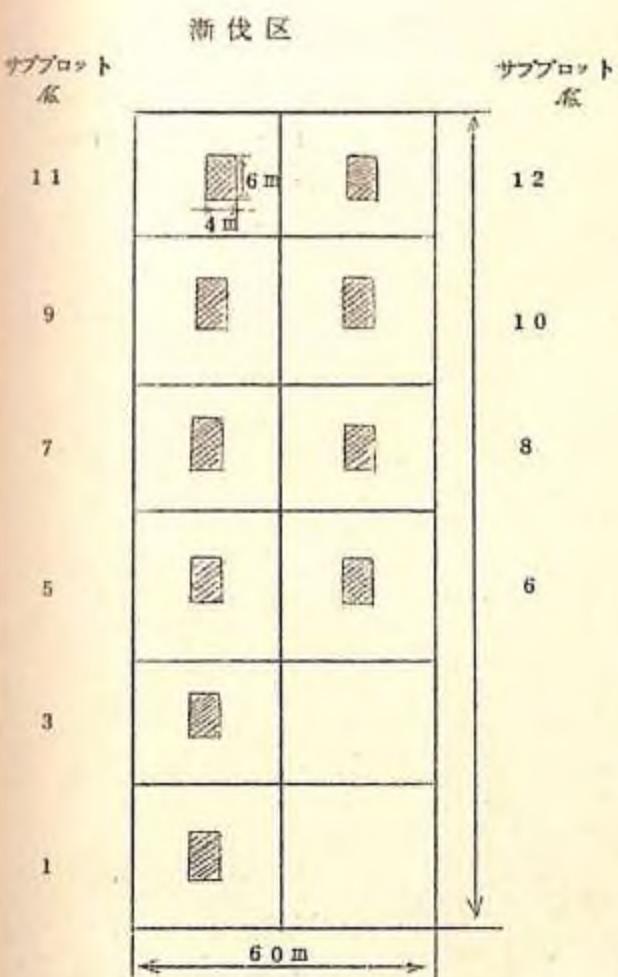
これらは、9号区画の場合と同様に、プロット設定後5年目に予定しているオ2回測定の結果と対比して適合性を検討しなければならないが、少なくとも林分表法の2つの問題点はこの方法で解消できると思われる。

2-8 稲苗の発生量と前生稻幼樹の伸長

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)伐採後の毎年の稻苗の発生および枯損の経過を観察するとともに、前生稻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。

新たに発生する稻苗の数は昭和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



の2本はこの期間中に全く伸長しなかった(図-8)

2-9 前生稻幼樹の高さと年令

昭和44年8月保残区のサブプロット9に隣接する皆伐帶の中に50m²の区域をとり、その中の96本(11200本/ha)の稻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。

高さと年令との関係では図-10のようない全体としては直線的な傾向が認められるが、高さが30cmをこすと年令のバラツキが大きくなる。これは図11にみられるように1.3

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%, 1.5, 2.5cm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つ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

トドマツ

表11 高さ階別更新本数

(ha当たり)

| 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 |
| 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 |

| 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 | |
| | | 42 | | | | 83 | |
| | | 42 | | | | 42 | |
| 2,625 | 4,250 | 25,126 | 11.2 | 3,958 | 1,042 | 22,209 | 15.8 |

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 |
| 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

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

| 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 |
| | | 167 | | | | 42 | |
| | | 42 | | | | 125 | |
| 42 | | 83 | 33.6 | 42 | | 83 | 50.6 |
| | | 42 | | | | 42 | |
| | | 83 | | | | 42 | |
| | | 42 | | | | 83 | |
| | | 42 | | | | 42 | |
| 2,333 | 708 | 3,710 | 43.7 | 1,375 | 1,042 | 3,377 | 37.1 |
| 4,953 | 1,958 | 28,833 | 17.2 | 5,333 | 2,084 | 25,586 | 18.5 |

トドマツ

表-12 稼樹の生長

と枯損率の推移

面積=1773×240

| 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 | |

| 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 |

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 | |

| 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 | 50.00 | 13 | 0.536 | 0.023 | 1 | 50.00 |

枯損率はプロット設定時本数に対する比を示す。

図-8 はじめの高さと上長成長

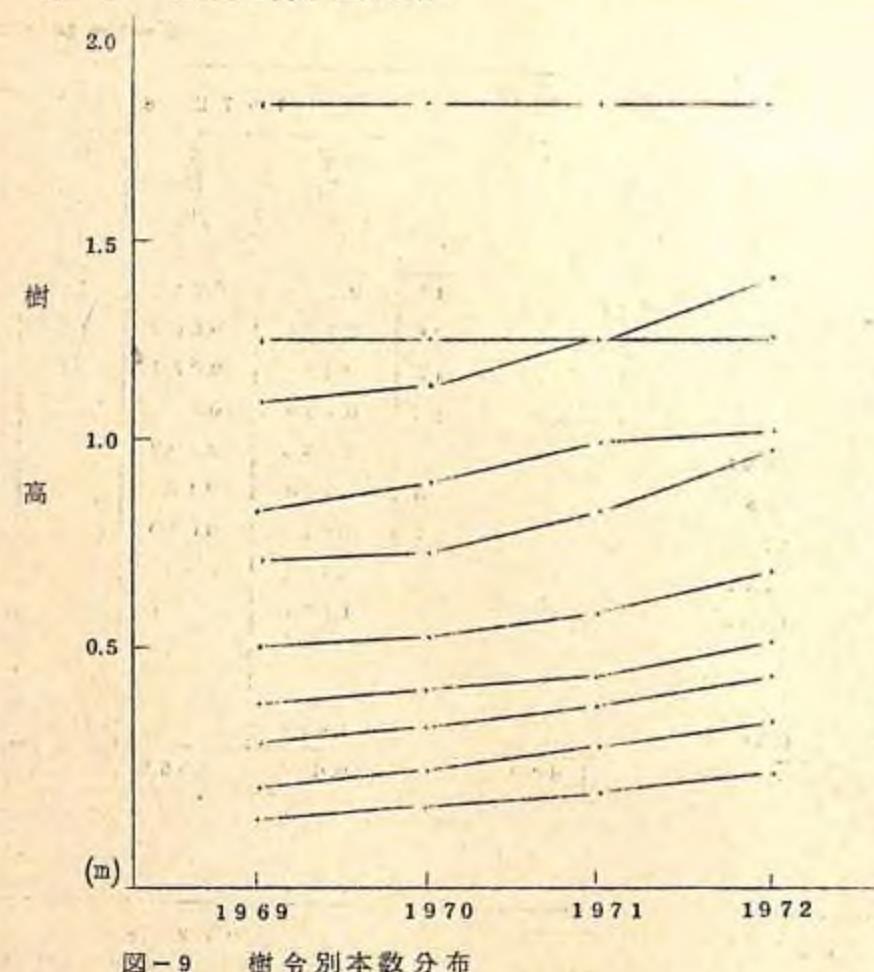


図-9 樹令別本数分布

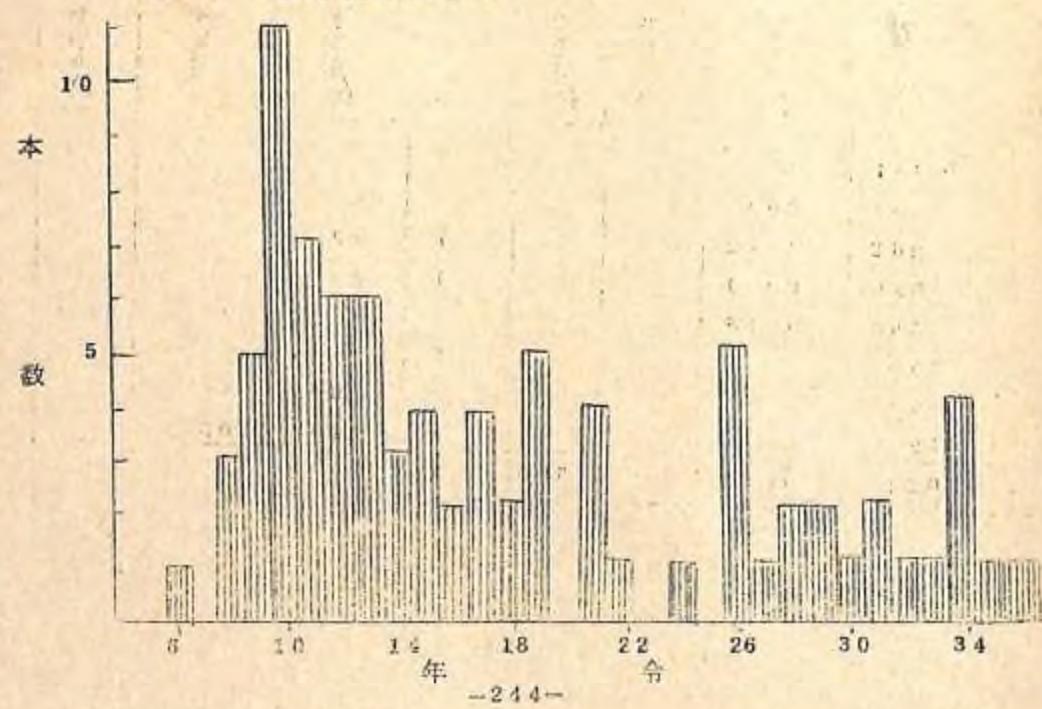


図-10 更新樹の高さと年令の関係

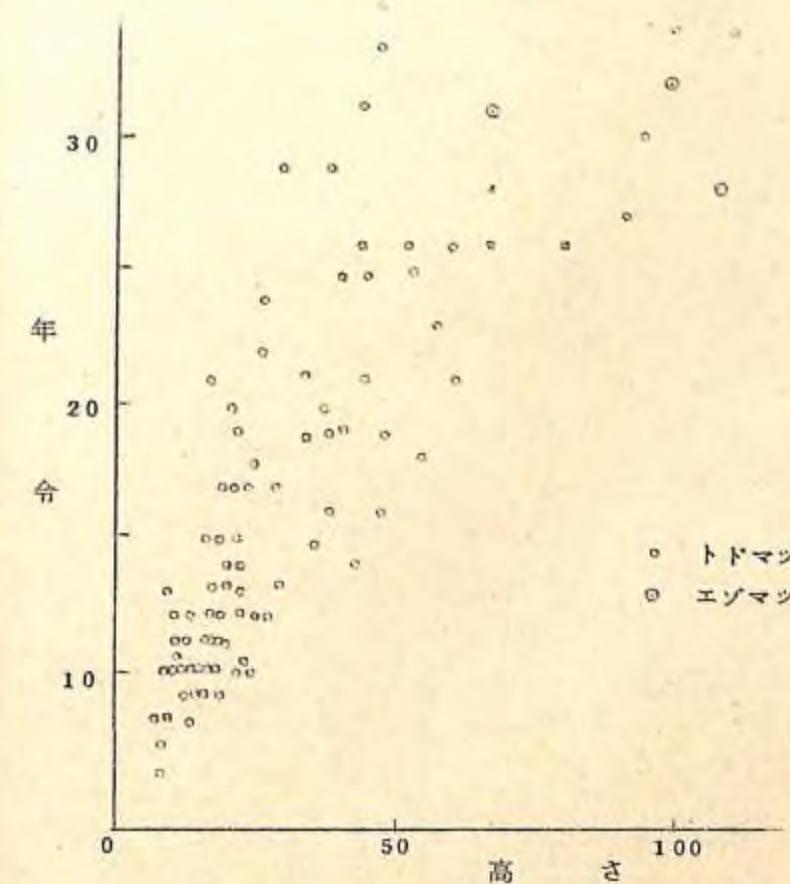


図-11a 高さの成長曲線 22～25年生

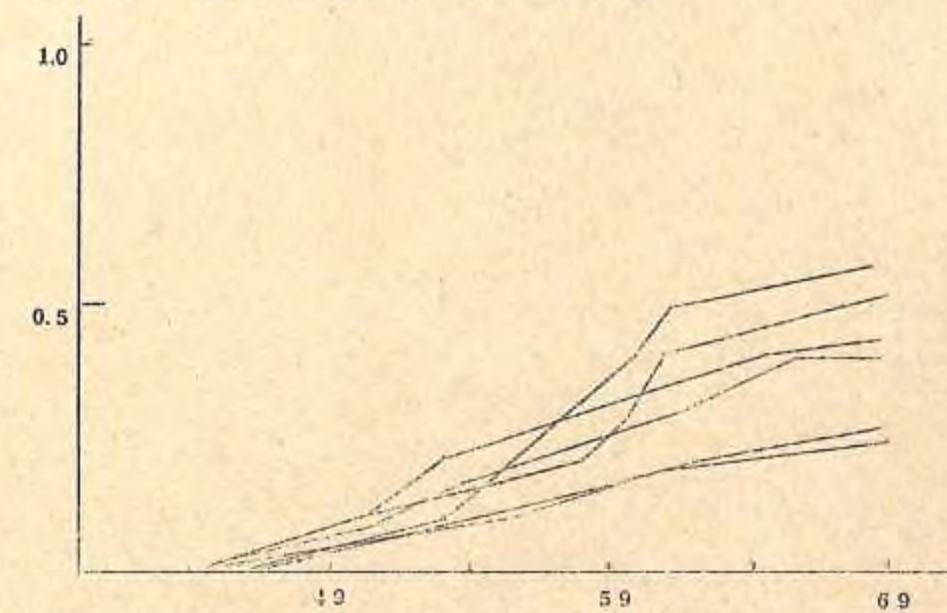


図-11b 高さの成長曲線 26~29年生

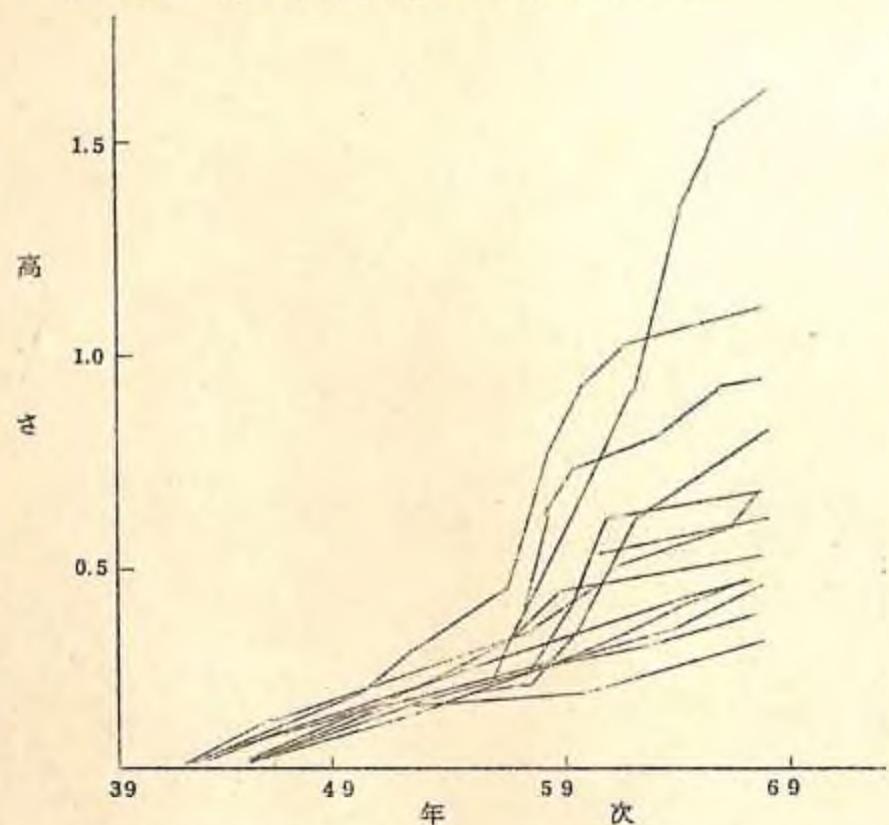
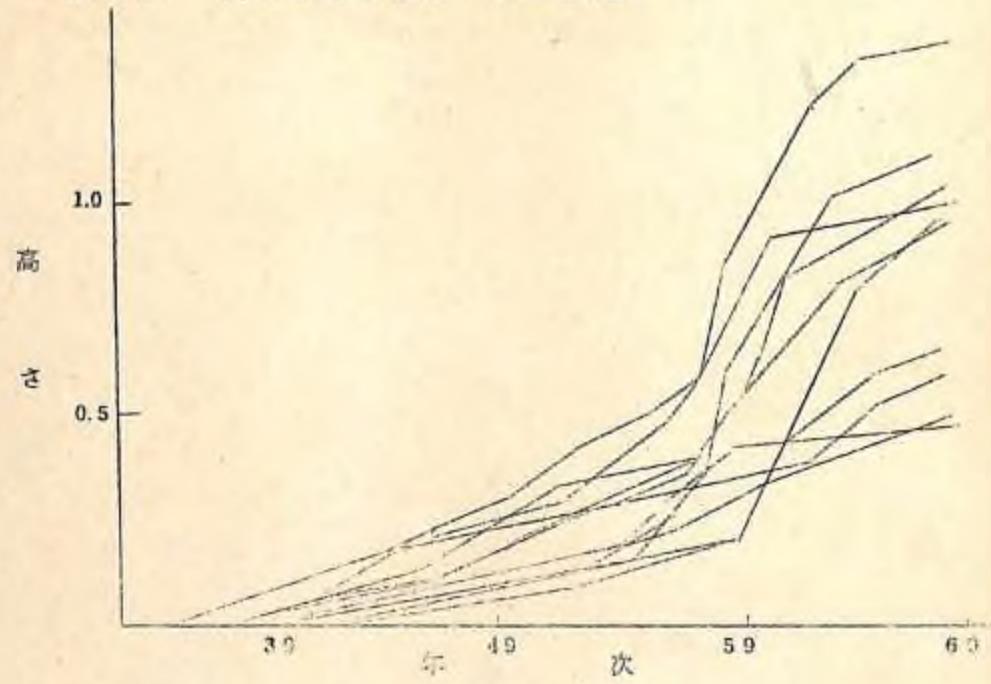


図-11c 高さの成長曲線 30年生以上



～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、林冠の疎開または根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箇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) 伐採支撑木、伐採後の枯損発生量。

IV) 更新指數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の直径範囲が広く、漸伐区では小径木に多くの傾向がある。

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大きい。

5) 更新指數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、可変コドラー法が適当なことがわかった。

注) 久邊昭 新しい更新調査法 北方林業 第243(昭44.11)

として実験

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、おおよそ1haあたり年平均2m³内外、林分枯損率では1%内外あるとみられる(山口、1961)。

しかし伐採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 |
|------|---------------------------|
| 43年 | 2, 4, 5, 6, 9, 13, 14B, C |
| 44年 | 8, 10, 14A, 15 |
| 45年 | 11, 12, 16, 17 |

□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0.5m³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。伐採後の林相がもう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) (m ³) | 34 | 34 | 46 | 47 | 67 | 228 | 76 |
| | 25.9 | 13.4 | 15.2 | 11.9 | 64.1 | 130.5 | 73 |
| エゾマツ (本) (m ³) | 7 | 33 | 11 | 16 | 3 | 70 | 23 |
| | 6.8 | 9.1 | 12.9 | 10.4 | 6.6 | 45.8 | 26 |
| アカエゾ (本) (m ³) | | 1 | 1 | | | 2 | 1 |
| | | 0.2 | 2.6 | | | 2.8 | 1 |
| 計 (本) (m ³) | 41 | 68 | 58 | 63 | 70 | 300 | |
| | 32.7 | 22.7 | 30.7 | 22.3 | 70.7 | 179.1 | |
| 1haあたり年平均枯損量 | | | | | | | 0.5m ³ |

図-1-2 立木被害(本数)の発生推移

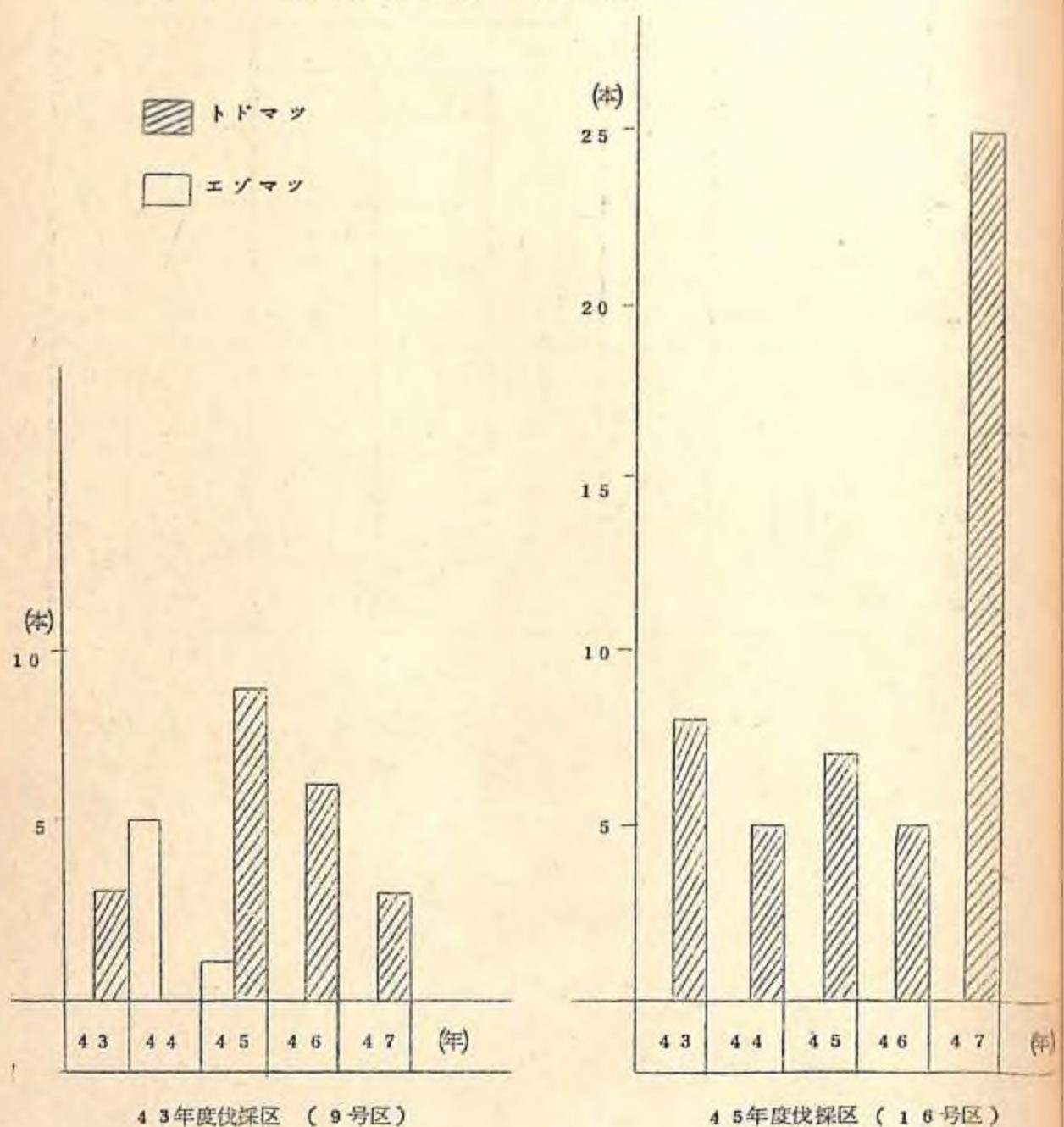


表-1-5 伐採年次別に区分した各調査地の枯損発生量

| 伐採年次 | 樹種本数量 | 枯損発生年 (年) | | | | | 計 |
|------|-------------------|-----------|------|------|-----|------|------|
| | | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | |
| 43年 | トドマツ (木) | 8 | 11 | 21 | 13 | 6 | 59 |
| | (m ³) | 5.5 | 3.1 | 2.4 | 4.5 | 1.4 | 16.9 |
| | エゾマツ (木) | 4 | 22 | 6 | 10 | | 42 |
| | (m ³) | 5.6 | 7.7 | 7.4 | 4.7 | | 25.4 |
| | アカエゾ (木) | | 1 | 1 | | | 2 |
| 44年 | (m ³) | | 0.2 | 2.6 | | | 2.8 |
| | トドマツ (木) | 1.2 | 3.4 | 2.8 | 2.3 | 6 | 10.3 |
| | (m ³) | 11.1 | 11.0 | 12.4 | 9.2 | 1.4 | 45.1 |
| | エゾマツ (木) | 8 | 5 | 2 | 6 | 1 | 22 |
| | (m ³) | 2.9 | 5.3 | 8.2 | 2.5 | 6.0 | 24.9 |
| 45年 | トドマツ (木) | 8 | 2 | 2 | 2 | | 6 |
| | (m ³) | 2.9 | 0.1 | 4.6 | 4.8 | | 9.5 |
| | エゾマツ (木) | 8 | 7 | 4 | 8 | 1 | 28 |
| | (m ³) | 2.9 | 5.4 | 12.8 | 7.3 | 6.0 | 34.4 |
| | トドマツ (木) | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 2.1 | 4.4 | 10.3 |
| 保残区 | (m ³) | 9.8 | 1.8 | 1.1 | 3.2 | 47.6 | 63.5 |
| | エゾマツ (木) | | 8 | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | (m ³) | | 1.2 | 0.6 | 0.8 | 6.5 | 9.1 |
| | トドマツ (木) | 1.2 | 2.1 | 1.5 | 2.3 | 4.6 | 11.7 |
| | (m ³) | 9.8 | 3.0 | 1.7 | 4.0 | 54.1 | 72.6 |
| 保残区 | トドマツ (木) | 6 | 5 | 10 | 7 | 16 | 44 |
| | (m ³) | 7.7 | 3.2 | 3.5 | 1.7 | 9.1 | 25.2 |
| | エゾマツ (木) | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 8 |
| | (m ³) | 1.2 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 1.8 |
| | トドマツ (木) | 9 | 6 | 11 | 9 | 17 | 52 |
| | (m ³) | 3.9 | 3.3 | 3.3 | 1.8 | 9.2 | 27.0 |

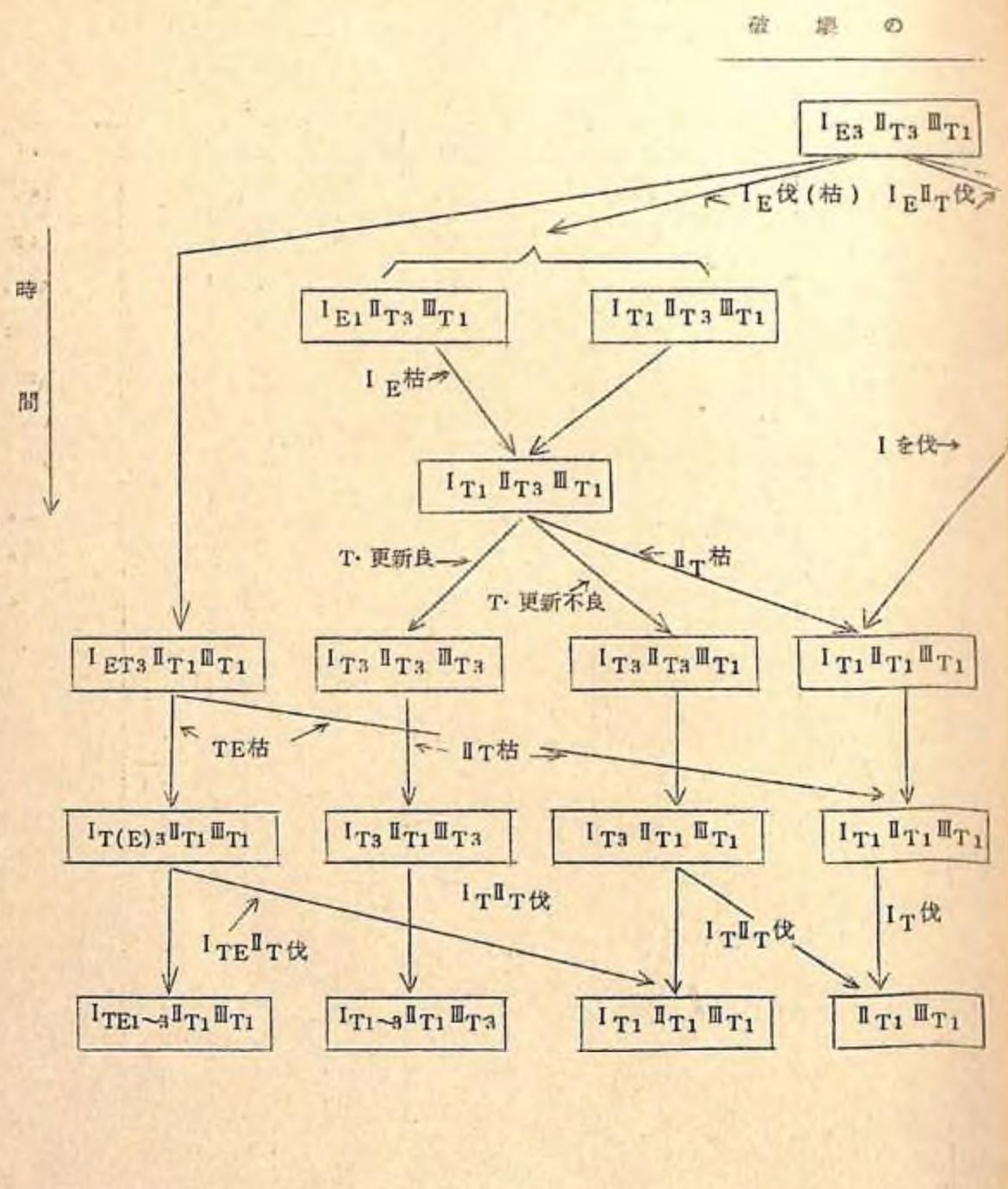
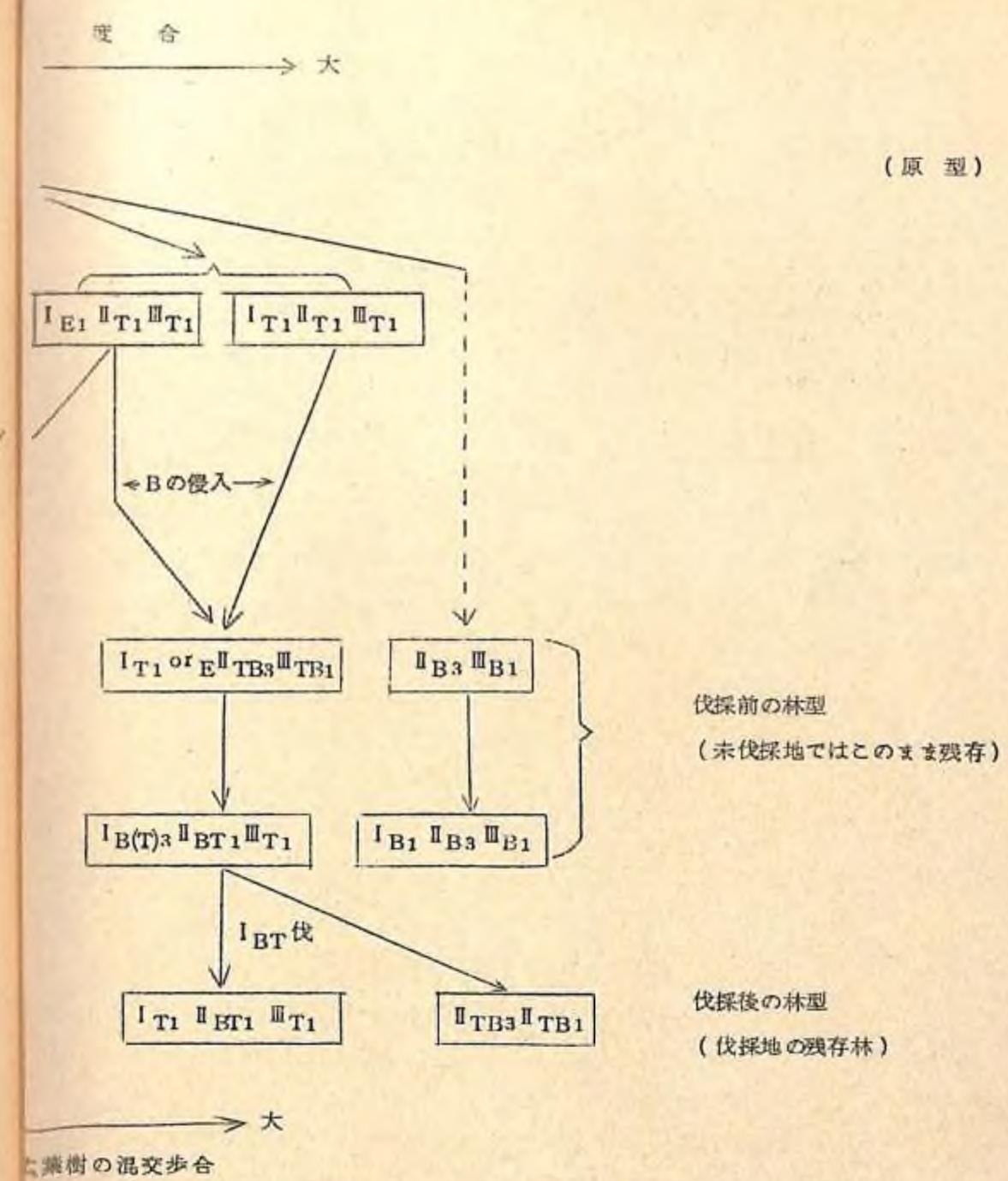


図-13 伐採前後の林型



3-1-2 損害の発生様相

3-1-2-1 林型との関係

表-16 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-16 林型の区分

| 樹高階 | 樹種 | うっべき度 |
|-----------|--------|----------|
| 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-13に示したように、かっ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(抾伐)、それにともなう枯損の発生、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、既に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号区でその典型的な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

ここで用いた樹型級は表-17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、先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

| 樹型 | 径級(cm) | 本数(本) | 樹冠型 | | | | | | | | | 大きさ |
|-------------|--------|-------|------|----|---|------|----|---|------|--|--|-----|
| | | | 1(小) | | | 2(中) | | | 3(大) | | | |
| a | b | c | a | b | c | a | b | c | 葉量 | | | |
| 1 (22cm以下) | 147 | | 2 | 84 | | 13 | 34 | | 3 | | | |
| 2 (24~38cm) | 56 | | | 10 | | 15 | 21 | | 1 | | | |
| 3 (40~58cm) | 20 | | | 2 | | 12 | 4 | | 1 | | | |
| 4 (60cm以上) | 5 | | | 2 | | 1 | 1 | 1 | | | | |
| 計 | 228 | | 2 | 98 | | 41 | 60 | 1 | 5 | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----|--|--|---|--|----|---|---|----|--|--|--|
| 1 (22cm以下) | 47 | | | 6 | | 23 | 4 | | 13 | | | |
| 2 (24~38cm) | 14 | | | | | 7 | 2 | | 5 | | | |
| 3 (40~58cm) | 6 | | | | | 5 | 1 | | 1 | | | |
| 4 (60cm以上) | 3 | | | | | | 1 | 1 | | | | |
| 計 | 70 | | | 6 | | 35 | 7 | 1 | 20 | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|--|--|--|--|--|---|---|---|--|--|--|
| 1 (22cm以下) | 1 | | | | | | 1 | | | | | |
| 2 (24~38cm) | | | | | | | | | | | | |
| 3 (40~58cm) | 1 | | | | | | | | 1 | | | |
| 4 (60cm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 a 葉量多
2 " 1/3~2/3 b 葉量ふつう
3 " 2/3以上 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、倒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 |
| ムツバキタイ | Ips acuminatus (GYLLENHAL) | ○ | |
| ヤツバキタイ | Ips typographus L.f. japonicus NIIJIMA | ○ | ○ |
| ゴロウヤンコキタイ | Orthotomicus golovi jankoi PYAINITZKY | ○ | |
| ホシガタキタイ | Pityogenes chalcographus (LINNE) | ○ | ○ |
| エゾキタイ | Polygraphus jezoensis NIIJIMA | ○ | ○ |
| トドマツキタイ | Plygraphus proximus BLANDFORD | ○ | |
| ケナガエゾキタイ | Hylurgops longipilis REITTER | ○ | |
| ハイマツアトマルキタイ | Dryocoetes pini EGgers | ○ | |
| アトマルキタイ | Dryocoetes rugicollis EGgers | ○ | ○ |
| ジョウサンコキタイ | Cryphalus piceus EGgers | ○ | |
| カラマツコキタイ | Cryphalus laricis NIIJIMA | ○ | |
| クロツヤキタイ | Trypodendron proximum NIIJIMA | ○ | ○ |
| ハンノスジキタイ | Xyleborus seriatus BLANDFORD | ○ | |
| トドマツオオキタイ | Xyleborus validus EICHHOFF | ○ | ○ |
| タマスキクテカタシゾウ | Cryptorhynchus tamanukii KONO | ○ | |
| ミヤマアナアキゾウ | Hylobium montanum KONO | ○ | |
| チビマツアナアキゾウ | Hylobius pinastri GYLLENHAL | ○ | ○ |
| クロコブゾウ | Niphades variegatus ROELOFS | ○ | ○ |
| マツチヤイロキタイゾウ | Ochionanus pallidus MARSHALL | ○ | |
| ハイイロハナカミキリ | Rhagium japonicum BATES | ○ | ○ |
| トドマツカミキリ | Tetropium castaneum LINNE | ○ | ○ |
| オオクロカミキリ | Megasemum quadricostulatum KRAATZ | ○ | ○ |
| ヨツボシヒゲナガカミキリ | Monochamus urssovi (FISCHER) | ○ | ○ |

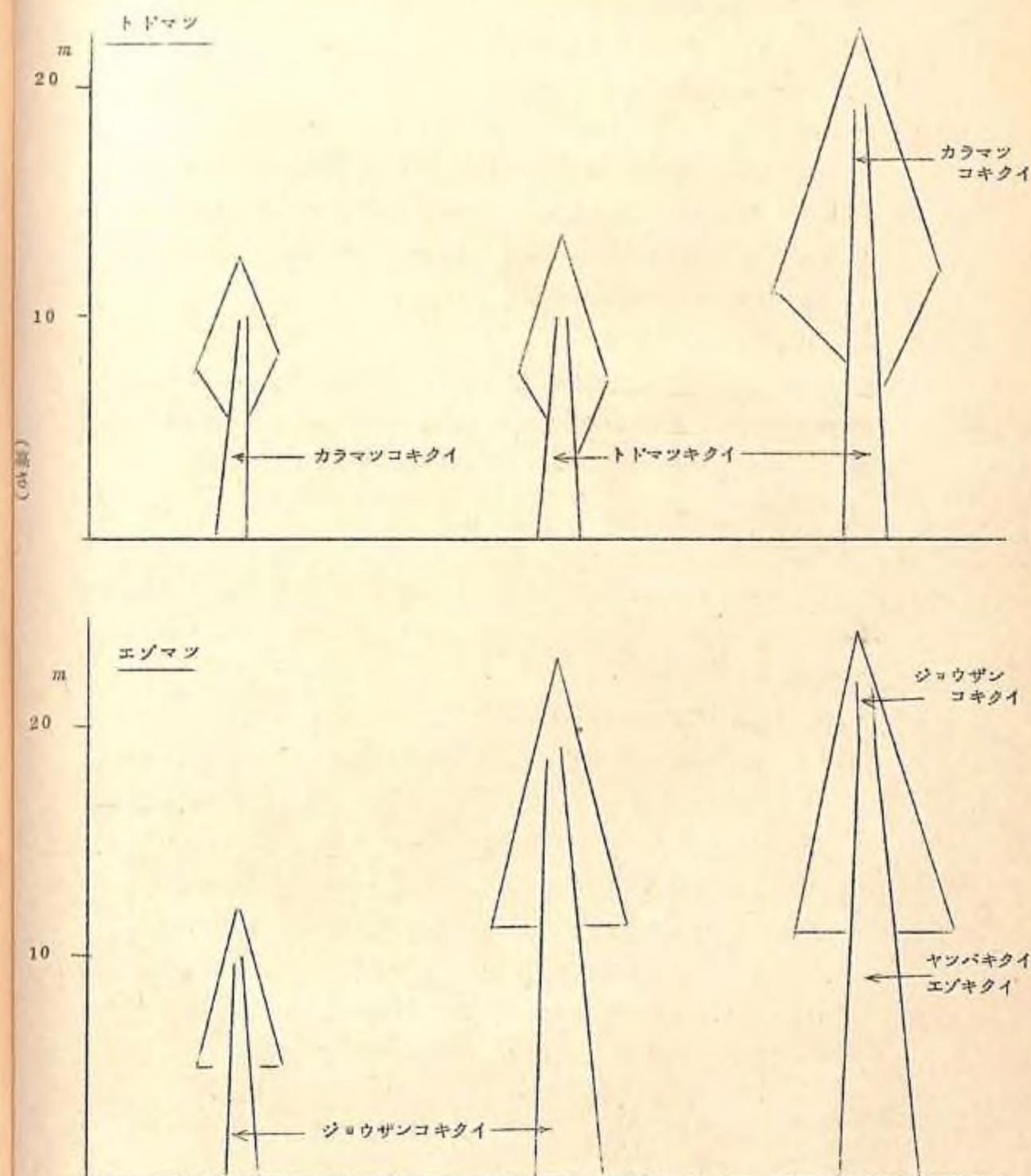


図-14 キクイムシ類の寄生部位

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、ジロウザンコキクイなどである。

なおぬあたり枯損量の比較的たかいところ、たとえば層雲峠、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、ジロ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つて調査期間中も、倒木、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好く、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、丸木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、ジロ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。

倒木による寄生密度、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った。