

受入ID- 1519990825D00043

昭和 5 2 年 度

国有林野事業特別會計
技術開発試験成績報告書

(完了分)

昭和 53 年 10 月



02000-00043098-1

林 業 試 験 場

昭和52年度国有林野事業特別会計
技術開発試験成績報告書

目 次

環境緑化木の育成体系	1
造林の初期管理における省力技術の最適化	119
ヤナセスギ丸太を喰害する害虫の防除法	155
国有林野土壌図の多面的利用法	173
森林の取扱いと品等別収穫量の予想法	195
新しいサンプリング調査法のデータ処理システムの開発	269
ブナ丸太の防虫・防菌	293
^注 天然性広葉樹の保護・育成	333
ワイヤロープの性能に関する研究(中間報告)	429

環境緑化木の育成体系

環境緑化木の育成体系

I 試験担当者

浅川実験林樹木研究室長	小林	義雄
〃 樹木研究室	埜田	宏
〃 〃	大河原	利江

II 試験目的

主要緑化用樹種の育成体系の確立をはかるため、緑化木の生態的性質、繁殖法、養苗標準などについて、既往成果の集約を図る。

III 試験の経過とえられた成果

1. 調査方法

緑化用樹種および緑化用に使用可能と考えられる野性樹種について、緑化樹としての形態、性質、用途、繁殖法に関するデータを収集し、カード整理をおこない、約600種余りの樹種について検索カードを作成した。

そして、マークカードとカードセレクターを利用して、樹種名、形態、生態的性質、繁殖法、用途、その他を指定することにより、直ちに必要とするカードが検索されるシステムを作成した。

本報告では、そのうちより代表的な300種を選定し、主要な項目の一覧表を作成するとともに、簡易検索カードを考案して、一般に利用しやすいようにとりまとめた。

2. 緑化養成木一覧表(表1, 表2, 表3)

この一覧表は既往の成果から、主要緑化木の形質、用途、栽培地、繁殖法などに関することを集約して作成したものである。

1) 収録樹種の和名および学名

選定した300種の和名、学名、科名は別記の通りで、樹種毎につけられた番号は、すべての表およびカードで共通的に用いられる索引番号である。

2) 主要な形質のまとめ

a 生活形区分

常緑, 落葉, 半常緑, 高木, 中高木, 大低木, 低木, 小低木, ほふく性, つる性の別

b 花に関する形質

色彩, 香り, 花期, 観賞的価値のあるもの(観)。色彩は赤紅-紫紅, 橙赤を含む, 橙, 紫褐-暗赤紫, 橙紫を含む, 黄-緑黄を含む。白-淡黄白, 淡紅白, 淡紫白を含む。緑-白緑を含む。そして青にまとめて表現した。

c 葉に関する形質

葉の形態, 紅葉, 香りなど。

d 果実に関する形質

色彩, 熟期, 食用, 毒性, 香り, 観賞価値のあるもの「観」, 鳥類の餌になるもの「鳥」また雌雄異株のものは雌株にのみ着果するので「異」として表現した。また果実の色彩は黒-黒紫, 青黒を含む, 褐-紫褐, 黄褐, 緑褐を含む。紫-淡赤紫, 白紫, 淡紫を含む, 橙-赤橙を含む。黄-緑黄, 赤黄を含む, 赤-紫赤を含む, 青-緑青を含む。白-青白を含む, そして緑にまとめて表現した。

3) 用途に関するまとめ

庭木, 生垣, 公園, 街路, 緑化に対する適性の有無

4) 栽培地に関するまとめ

a 気候条件に対する適性

亜熱帯, 暖温帯, 冷温帯, 亜寒帯に分け, ○印が植栽適地, △印が植栽可能, ×印が植栽不適地である。

b 立地条件に対する適性

陽地, 陰地, 乾地, 湿地, 砂地に分け, ○印が適, △印が可能, ×印が不適である。

c 防災機能

防火, 防風, 防砂, 防音などの機能

d 病虫害に対する耐性

e 保育上の性質

苗木生長の遅速, 移植の難易など。

5) 育苗方法についてのまとめ

a 実生繁殖法

採種調製: 落果したもの, またはもぎ取って採取し, 乾燥, 脱粒して種子をえるものと

陰生干しするものがある。または果肉のあるものは果肉を除去し, 水洗した種子は陰生干しする程度にて貯蔵に移すものがある。特に乾燥をきらうものがあり注意すること。

貯蔵: 乾燥, 冷暗室(0~2℃)。適湿に保って低温(2~4℃)。土中埋蔵などがある。

発芽促進: 冷水浸漬。「低湿」低温湿層処理, 組合せ湿層処理などがある。

まき付: まき付の時期およびとりまきのよいものを分けてある。

発芽: 「当春」はまき付当年の春に発芽するもの。「翌春」は年を越して翌年の春に発芽するもの。「翌々春」「当夏」などもあり, 1~5の数字は発芽率を示し, 「5」は最も発芽のよいものである。

まき付量, 仕立本数, 稚苗高, 種子数量: 育苗計画に必要な平均的数値が示してある。

b さし木繁殖法

材料: 枝, 茎, 根の区別のほか, 特に若木から枝を採取するものは「若」とした。

枝年令: 「0」は当年のたび新しい枝。「1」は年を越した前年の枝。

時期: さし木をおこなう適期を示してある。ただし, 夏期はミスト灌水装置を使用した場合に可能なものが多い。

活着率: 1~5に分け, 「5」は最も活着のよいものである。◎, ○, △印は難易を示しており, 「◎」はさし木増殖が容易で一般に利用できるもの。「○」はさし木増殖法を改良すれば利用可能なもの。「△」はさし木増殖が困難なもの。

c つぎ木繁殖法

方法: つぎ木の方法で「切」は切りつき, 「割」は割りつき, 「腹」は腹つき, 「呼」は呼びつき, 「芽」は芽つき, 「根」は根つきを現わしている。

時期: つぎ木の適期を現わしている。

台木: 台木に用いる種類で, 共台とは, 穂木と同じ種類の台木のことである。

3. 苗木繁殖法の概要

繁殖方法は有性繁殖法と無性繁殖法に大別される。

3-1 有性繁殖法

種子を播いて増やす実生法がある。多量の苗木を生産するのに経済的な方法で, さし木苗などに比べて, 一般に長命であり, すなおな自然の形態をもった苗木をつくることができる。しかし, 樹形, 葉の大小, 花の形, 色の変化などの形態や成長が不揃になることがある。反面このことを利用して, 新品種を作出できる利点もある。

1) 実生法

a) 採種

同一樹種が2本以上立っているところの病虫害がなく、健全な木を選び採種する。

樹種により果実の成熟期は異なるが、成熟した適期を選び、すみやかに採取する。

b) 種子の調整および貯蔵

① 乾燥脱粒するもの

スギ、ヒノキ、マツなど針葉樹の多くは陽光乾燥し、脱粒し、種子の羽をとり、しいな粒を除き精選する。

広葉樹の種子にはカンバ類、ハンノキ類、ケヤキ、カツラ、マメ科、ツツジ類などのように乾燥に耐えるものもあるが、乾き過ぎを嫌う種子が多く、陽光をさけ、日陰にて乾燥する。

② 果肉を除去し水洗乾燥するもの

針葉樹の一部と広葉樹の液果、核果などの多肉果は果肉を除去したのち、水洗し、日陰でわずかに湿気が残る程度に乾燥する。

①の場合は0～5℃に保った冷蔵庫に低温貯蔵し、②の場合は種子が乾燥しすぎると発芽低下または不能になるものが多いから、湿気を保って、冷蔵庫に低温貯蔵するか、または土中埋蔵する必要がある。

c) 発芽促進

種子のなかには播種するまえに発芽をよくする処理を必要とするものがある。

① 種子の生理的休眠の浅いもの

冷水浸漬して、発芽を早め、発芽時期をそろえることができる(カラマツ、アカマツ、スギ、ヒノキなど)。

② 種子の生理的休眠が深いもの

0～5℃にて数週間以上、または数ヶ月、低温湿層処理をして発芽をよくする。また、20～25℃に数日おき、次に0～5℃に移す。組みあわせ湿層処理、あるいは、1日のうち $\frac{2}{3}$ は20～25℃に保ち、 $\frac{1}{3}$ を0～5℃にして、数週間以上繰返すことにより発芽がよくなる場合もある(チョウセンゴヨウ、ヒメコマツ、トネリコ、ヤチダモ、シナノキ、カエデなど)。

③ 種子の組織がかたく、物理的に休眠の深いもの

種皮をナイフ、やすり、砂れきなどで傷つけるか、または80℃の熱湯に数秒ない

し数分間つけ、種子をやわらかくして透水性をよくする。あるいは濃硫酸に数分(種類により時間は異なる)浸漬して種皮の透水性をよくする(マメ科、ウルミ科の種子など)

d) 播種

① 取播

種子を調製してすぐ播付ける方法で、果実の成熟期のちがいにより夏から秋にわたって行われる。湿層処理、保湿冷蔵、土中埋蔵して種子を貯蔵する必要があるものは、取播することによって自然条件である程度同じ効果をあげることができる。

② 春播

貯蔵しておいた種子は一般には春の3～4月に播種する。しかし、土中埋蔵したものは、土中にて早くに発根してくるものがあり、堀上げ、播種を早春にするものもある。

③ 播付け法

小粒種子は一般にばら播、大豆粒の大きさでは条播、とくに大きいものでは、粒播にする。

覆土の厚さは種子の径の1～3倍が普通で、覆土したら、床面の乾燥を防ぐために、ワラまたは寒冷紗をかけてやり、発芽をはじめたら除去し、日覆をすぐしてやる。

つつじ類のように細粒のものは、水ごけ、ピートモスなどを用いて箱まきにする。

播付床は施肥、消毒を行っておき、発芽後は灌水、病虫鳥害防除、追肥、越冬のための保護などの管理を十分にやる。

④ 床替

発芽して約1年をへた苗木は、翌春の3～4月に苗木の大きさに応じた間隔をとり、移植する。

発芽に2～3年かかる種子の場合、あるいは、発芽しても成長の遅い小苗のものは、播種床をそのままにして育てる。

その後2～3年をへると苗木が大きく生育するので、根切りをして根を充実させるように床替をして、出荷に適した大きさの苗木に仕立てあげる。

3-2 無性繁殖法

親木のすぐれた遺伝的形質をもった苗木をつくりたい場合、若木で種子がとれない場合には、さし木、つぎ木、取り木、株分けなどの無性繁殖法で苗木を増殖するのがよい。

斑入り、花色の変化物、八重咲などで親木のもつ形質をそのまま伝える場合には、さし木、つき木が普通に行われている。

1) さし木法

a) さし木床

さし穂をさし付けるには、露地ざしと箱ざしがあり、箱ざしは数量の少ないときによく、または耐寒性の弱い樹種などでは冬期に温室に移動できる利点がある。

用土は無菌状態で、排水、保水、通気性のよいものが望ましい。雑菌の多いものはさし穂を腐敗させる原因になるので使用しない。川砂、赤土、川砂と赤土の混合土、鹿沼土、パーライトなどが利用されている。

箱ざしの場合には深さ7~10 cm、長さ40~50 cm、幅25~30 cmの木箱か市販しているプラスチック製の育苗箱が用いられているが、底に排水用の穴のない木箱では必ず底に適当な穴をあけること。

用土の土粒は大きさ3~5 mmが適当であるから、フルイを用い、微粉や大粒のものは除去して使用する。

用土を入れるまえに、箱の底穴にはサランの防虫網をあてがい、次に底の部分に砂利または大粒の赤土を少し入れてから、用土を入れる。

露地ざしの場合には露地にさし床をつくる。日当たりよく、一定の湿度がある場所を選び、排水の悪いところでは、床面を少し高くし、幅90 cm、必要な長さを決め、深さ20 cmほど畑土を除いて、底に大粒の赤土をいれ排水をよくし、その上に用土をいれる。

b) さし付け時期

さし付けの時期は針葉樹、落葉広葉樹などで一般に広く行なわれている3~4月の春ざし、常緑広葉樹で一般に行なわれている6~7月の夏ざしがあり、また一部のものでは9~10月に行なう秋ざし、床土を加温して冬期に行なう冬ざしをすることもある。

c) さし穂

さし穂の材料により、枝ざし、幹ざし、葉芽ざし、根ざしなどがあり、小枝をさし穂に用いる枝ざしが最も普通に行なわれている。

さし穂を取る親木は若木がよく、病虫害のない健全なものを選び、春ざしの場合は充実した前年生枝から、長さ10~15 cmのさし穂を取る。夏ざしの場合は、ことし伸びて組織のかたまった当年生の新しい枝から長さ6~7 cmまたは、大きいものでは

10~13 cmのさし穂を取る。

さし穂の下半分の葉はきれいに切り取り、上半部の残した葉が大きい場合には、葉の面積を $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ 切りつめてやる。

さし穂の基部切口は、よく切れるナイフで斜めに切り、さらにその裏側を少し切りかえし、くさび形にするのが普通であるが、特殊なものでは、切口に割れ目を入れる割ざし、小枝を根元から手でかきとり、さし穂の基部にかかと状に切片をつけたまま用いるヒールざしもある。

作った穂は2~3時間水につけ、よく水をあげさせる。

d) 発根促進処理

発根をよくするために、インドール酪酸、ナフタリン酢酸、ナフタリン酢酸アミドなどの発根促進剤が用いられ、発根効果を上げている。しかし、すべての発根困難な樹種に効果があるとはかぎらない。さし付け前にさし穂を液剤の低濃度液に浸漬する法と粉剤をさし穂の基部につける塗抹方法とがある。

e) さしつけ方

さしつけ間隔は葉の大小、枝の太さにより異なるが、互に葉がふれあう程度がよく、間隔をあけすぎると乾燥しやすくなる。一般には間隔を5 cm内外とって、さし木床に案内棒でさし穴をあけ、さし穂の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ が土の中に入るように、垂直またはやや斜めにさしつける。根元は指でよくおさえ、基部の切口を土とよく密着させたのち、十分に灌水する。

f) ミスト灌水装置の利用

さし木は床土の乾燥を防ぎ、さし穂からの水分蒸散を少なくすることが必要で、さし付け後、灌水、日覆などの管理が十分であれば、さし木容易なものはよく発根して活着するものである。

しかし、夏ざしの場合は、一般の方法ではとかく管理がむずかしく、樹種も制限されていたが、ミスト灌水装置を用いることによって、さし穂の葉を減らし調節しなくとも噴霧により、葉面の湿度が保たれるので、さし木容易な常緑樹ばかりでなく、今まで夏ざしが困難であった落葉広葉樹や発根がやや困難といわれていたものまで、発根、活着が著しくよくなり、さし木増殖の範囲が広がってきた。

下記のさし木利用難易の区分のうち

(1) さし木増殖が容易としたものは、発根促進剤とミスト装置を使用することによって、

よりよい発根状態が得られ、(2)さし木増殖法を改良すれば利用可能とした樹種は、発根をよくするために発根促進剤とミスト装置を使用することが望ましい。不使用の場合、あるいは、さし木時期が不適当な場合には、発根が著しく低下するものがある。

2) つぎ木法

親木の特性を保存するのにさし木が困難なときは、つぎ木が用いられる。つぎ木苗は開花、結実が実生苗に比べて早い利点がある。

つぎ木はつぎ穂の種類により、芽つき、枝つき、呼びつきに大別される。

a) 芽つき

芽つきでは、夏から初秋にかけて行なわれ、芽の部分こそぎとり、これを台木の削傷面に合わせてつく方法でバラ類では丁字つき、サクラ、カエデ類ではそぎ芽つきが普通である。

b) 枝つき

枝つきは、主として春に行なわれ、1～3芽つけたつぎ穂を台木につぎ木する方法で、普通には切りつき、割りつきが行なわれるが、その他各種の方法がある。

① 切りつき

切りつきは、サクラ、クリ、カキなど広く用いられるもので、台木の切断面をナイフで削り、次に断面の片側に、樹皮と木部を少しつけて2～3 cm垂直に切り込む。つぎ穂は長さ5～6 cmに切り、基部を3 cmほど浅く削り、反対側の先端を短く切りかえし、先はそろえる。このつぎ穂を台木の削った面にはめ、台木とつぎ穂の形成層を密着させる。まわりをビニールテープなどでしばり、固定し、つぎ穂の頂部切口台木切断面の露出部にはつぎ木ロウを塗布する。

② 割りつき

割りつきはマツ類でよく用いる方法で台木の切断面の中央を2～3 cmほどの深さに割り、つぎ穂の基部はくさび状に2 cmほど削り、台木の割れ目にはめ、形成層を合わせる。そして、ビニールテープなどでしばって固定する。

つぎ木の時期は樹種により異なるので適期を選定するが、一般にマツ類は2月下旬ウメは3月上旬、サクラ、モモ類は3月上～中旬、クリは4月中旬、カンキツ類は4月下旬～5月上旬を目安にしてつぎ木が行なわれている。

c) 呼びつき

呼びつきは根のある2個体の木を用い、両方を1～3 cm浅く削り、合わせて結束し、

活着後に切りはずす方法である。枝つぎの困難な樹種によく使われる。

3) 取り木法

取り木は茎や枝を母樹につけたまま発根させたのちに切り取り、独立した個体にする方法で、さし木、つぎ木の困難なものに応用できる。作業は容易で、少量の増殖には適している。

地上の枝を曲げて、一部を地中に埋め、発根させる圧条法、枝の一部を環状剥皮して、湿った水ごけで切口をおおい、外側をポリエチレン布で包み固定しておき、発根させる高取り法、母樹の根元近くの萌芽枝に傷をつけ、その上に盛り土して発根させる盛り土法などがある。

4) 株分け法

キョウチクトウ、アジサイ、シモツケ類などのように母樹の地下から出るひこばえ、タケ類などのように根茎から生じた株などを切り離して独立の株にする方法である。

5) 根伏せ

太い根を掘り取り、長さ5～15 cmに切り、頭を少し地上に出すようにさして、増殖する方法で、キリ、ベカン、ナンキンハゼなどで行なわれている。一般には生長休止期に根を掘り取り、3～4月に根伏せをする。

以上繁殖法の概要をのべたが、実行にあたっては別記参考書を参照されたい。

さし木難易一覧表

(1) さし木増殖が容易で一般に利用できるもの。

さし木の活着は樹種により難易が認められるが、次の樹種は比較的容易なもので、特に○印を付したものは、苗木増殖に主としてさし木が用いられている。また△印を付したものは根ざし、茎ざしなどが用いられているものである。

A 裸子植物(針葉樹類)

△ソテツ、イチョウ、ヒマラヤシーダー、スギ、コウヨウザン、○メタセコイア、ヒノキ、サワラ、ホソイトスギ、○ビャクシン、○ハイビャクシン、○ネズミサシ、ニオイヒバ、コノテガンワ、○アスナロ、イヌマキ、イチイ

B 常緑広葉樹

B₁ 常緑低木

○トウオガタマ、テンダイウヤク、ヒイラギナンテン、ナンテン、センリョウ、チャノキ、キンシバイ(半常緑)、○サンゴカマツカ、タチバナモドキ、トキワサンザシ、○カジイチゴ(半常緑)、エゾユズリハ、ハイイヌツゲ、マサキ、○ジン

チョウゲ、ナワシログミ、○アオキ、ヤツデ、○アセビ、○サツキ、○ヤマツツジ
(半常緑)、○モチツツジ、(半常緑)、○シロリュウキュウ、○キリシマツツジ、
○オオムラサキ、○キシツツジ(半常緑)、マンリョウ、カラタチバナ、ヤブコウ
ジ、オオバイボタ(半常緑)、○キョウチクトウ、クチナシ、○ハクチョウゲ(半
常緑)、○ハナゾノツクバネウツギ。

B₂ 常緑高木

モクマオウ、ウバメガシ、○ガジュマル、○アコウ、○オガタマノキ、シキミ、
(o)ヤブツバキ、(o)ユキツバキ、(O)サザンカ、サカキ、○ハマヒサカキ、ヒサカキ、
カナメモチ、○セイヨウバクチノキ、○アメリカデイコ、ユズリハ、ヒメユズリハ、
イヌツゲ、クラヨウ、ソヨゴ、ツゲ、ハイノキ、ネズミモキ、トウネズミモチ、◎
ヒイラギモクセイ、ヒイラギ、サンゴジュ、ハクサンボク

C 落葉広葉樹

C₁ 落葉低木

○ネコヤナギ、○イヌコリヤナギ、○コウヤミズキ、○ヒユウガミズキ、マルバ
ノキ、○ウツギ、◎アジサイ、ノリウツギ、○バイカウツギ、ボケ、ヤマブキ、マ
メザクラ(低~小高木)、○コデマリ、○シモツケ、○イワシモツケ、◎シジミバ
ナ、○ユキヤナギ、イタチハギ、ハナスホウ、エニシダ、ヤマハギ、ミヤギノハギ、
サンショウ(低~小高木)、ウメモドキ、ニシキギ、ツリバナ、マユミ、ムクゲ、
○ドウダンツツジ、○チョウセンレンギョウ、○レンギョウ、○オウバイ、イボタ
ノキ、ムラサキシキブ、ハマゴウ、○ツクバネウツギ、ウグイスカグラ、ニワトコ、
ガマズミ、ハコネウツギ、タニウツギ、

C₂ 落葉高木

○ギンドロ、○セイヨウハコヤナギ、△ヤマナラシ(根ざし)、○シダレヤナギ、
○アカメヤナギ、ヒメシャラ、ナツツバキ、○モミジバスズカケノキ、モミジパフ
ウ、カリン、ソメイヨシノ、△ニワウルシ(根ざし)、アキグミ、ギョリュウ、サ
ルスベリ、ザクロ、ハナミズキ、ハシドイ、カンボク、ヤブデマリ。

D つる植物

常緑、ムベ、ツルマサキ、ツタ、ツルグミ、キツタ、テイカカズラ

落葉 アケビ、フジ

E 単子葉植物

△ニオイシュロラン(茎)、△アツバキミガヨラン

(2) さし木増殖法を改良すれば利用可能なもの

A 裸子植物(針葉樹類)

センベルセコイア、ラクウショウ(若木)、ナギ、カヤ、コウヤマキ

B 常緑広葉樹

B₁ 常緑低木

トベラ、シャリンバイ、ホソバシャクナゲ、アズマシャクナゲ

B₂ 常緑高木

ヤマモモ、マテバシイ、アラカン、シラカン、クスノキ、ゲッケイジュ、ヤマダ
ルマ、モッコク、イスノキ、モチノキ、クロガネモチ、ホルトノキ、カクレミノ、
シャシャンボ、オリーブ、ギンモクセイ、キンモクセイ

C 落葉広葉樹

C₁ 落葉低木

モクレン、サンザシ、サンショウバラ、ハマナス、ニワナナカマド、サラサドウ
ダン

C₂ 落葉高木

ヒメヤシヤブシ、アカシデ、クヌギ、エノキ、ハルニレ、アキニレ、ケヤキ、カ
ツラ、マンサク、ザイフリボク、カイドウ、ズミ、ヤマザクラ、オオシマザクラ、
エドヒガン、モモ、ナナカマド、イヌエンジュ、ニセアカシア、チャンチン、トウ
カエデ、ハウチワカエデ、トネリコバノカエデ、ミズキ、ヤマボウシ、サンシュユ、
リョウブ、エゴノキ、ハクウンボク、トネリコ、コクサギ、キササゲ

(3) さし木増殖が困難なもの

A 裸子植物(針葉樹類)

モミ、アカトドマツ、カラマツ、ドイツトウヒ、アカエゾマツ、アカマツ、チョウ
センゴヨウ、リュウキュウマツ、ダイオウショウ、ヒメコマツ、リギダマツ、ストロ
ーブマツ、テーダマツ、クロマツ、ツガ

B 常緑広葉樹

B₁ 常緑低木

アメリカシャクナゲ

B₂ 常緑高木

ツブラジイ、シリブカガシ、イチイガシ、タイサンボク、タブノキ、シロダモ、
ナナメノキ(カゴノキ、ハスノハギリ、サンカクバアカシア、フサアカシア、ユー
カリノキ、タイミンタチバナ)

C 落葉広葉樹

C₁ 落葉低木

ロウバイ、クロモジ、ミツバツツジ、レンゲツツジ、アケボノツツジ

C₂ 落葉高木

オニグルミ、サワグルミ、シナサワグルミ、ヤマハンノキ、シラカバ、ブナ、ナ
ラガシワ、ミズナラ、コナラ、ムクノキ、ユリノキ、ハクモクレン、コブシ、ホオ
ノキ、フウ、ヒカンザクラ、サトザクラ(品種により容易なものあり)、ウメ(品
種により容易なものあり)、オオヤマザクラ、ネムノキ、エンジュ、ナンキンハゼ、
センダン、ハゼノキ、イタヤカエデ、イロハモミジ、ハナノキ、ウリハダカエデ、
ベニバナトチノキ、トチノキ、ゴンズイ、シナノキ、ヘラノキ、アオギリ、ムラサ
キハンドイ(ムクロジ、ボダイジュ、イイギリ、ヤチダモ)

D 単子葉類

カンチク、クロチク、クマザサ、ナリヒラダケ、オカメザサ、ビロウ、カナリーヤ
シ、シユロ、ワシントンヤシモドキ

4. 養苗樹種選定のための簡易検索カード

多種多様な形質や適性をもった樹木のなかから、目的および条件にあった樹木を選定し、あ
るいは類似形質をもつ樹種を知るためには、緑化養成木一覧表のみでなく、全樹種を項目別に
分けシステム化した簡易検索カードを使用することにより、能率的に選出することができる。

1) カードの項目

項目が多ければ、それに応じて細部まで検索できるが、それだけ繁雑にもなる。そこで、
一般に使用しやすいよう、緑化養成木一覧表の項目の中から必要な項目を選び77枚にまと
めた。

生活形：常緑樹、落葉樹、半常緑、高木性、中高木、大低木、低木、小低木、ほふく性、つ
る性

花：赤紅、黄、白、紫、緑、花もの(観賞)、香りよい、花期1・2月、3月、4月、5月
6月、7月、8月、9月、10月、11・12月

葉：紅葉、香りあり

果実：赤、橙、黄、白、青、紫、黒、褐、観賞用、雌雄異株、有毒(果実、葉など)、熟期

1・2月、3月、4月、5月、6月、7月、8月、9月、10月、11・12月

用途：庭木、生垣、公園、街路、緑化

植栽：亜熱帯、暖温帯、冷温帯、亜寒帯

立地：陽地、陰地、乾地、湿地、砂地

実生：採種乾燥可、陰生干、貯蔵乾燥冷暗、保温低温または土中、とりまき、発芽促進低温、
硫酸など、実生繁殖が容易、発芽が翌年

さし木：容易なもの、可能なもの、困難

つき木：つき木するもの、

2) カードの使用法

カード内の各番号は各樹種の索引番号と同じものが用いてあり、各項目カードには、その
項目に、適合する樹種のみ、その番号のところにパンチ穴が明けてある。

例1：一覧表のなかの常緑樹のみを知りたい場合。

常緑樹カードの下に原カードを重ね合せ、パンチ穴を通して見える番号が、常緑樹の
樹種番号である。この番号により、樹種名表から植物名を知ることができる。

常緑樹カード以外のそれぞれの項目カードも同様に、それぞれの項目に適
合した樹種の一覧表として使用できる。

例2：養苗目的や条件のうち、数項目を満足する樹種を選定したい場合

例えば、「常緑、低木、花は白、香りよく、暖温帯に植栽でき、さし木容易なもの」、
このような樹種を求めるとすれば、前記の項目カードを重ね合せると、パンチ穴の通
り抜けている番号273が選出でき、それはクチナシであることがわかる。

前項目のうち「香りよく」を除いて、「果実赤、観賞用」を加えた場合には、パン
チ穴の通り抜けている番号は96、146、216であって、ナンテン、トキワサン
ザシ、ナワシログミが選出されてくる。

3) 簡易検索カード一式(別に添付)

5. 類似樹種の取り扱い方

本報告ではとりあえず主要緑化用樹木300種類についてとりまとめてあるが、国有林の緑
化樹生産にはこれ以外の樹種も多数扱われている。そこで、それらについては、300種類
の中から類似樹種を求め、その増殖などの項を調べ、それに準じて取り扱っていただきたい。次
の表は環境緑化樹木販売予定表(林野庁業務課、昭和51年2月)の中から一覧表にない主な

ものを選び、それに対応して参考にする樹種を対にしてあげた。植物の和名は標準和名を用いるのがのぞましいが(一覧表には標準和名を使用してある)、一般には別名、通俗名などがそれぞれ適当に使用されているのが現状である。→印で示したものは右が、別名、通俗名、あるいは総称名で使用されているものに対応する標準和名である。無印のものは右欄が一覧表にのっている類似の参考樹種名である。

左の樹種は右の樹種を参照せよ

アオマサキ	→	マサキ
アカガシ		アラカシ
アカメモチ	→	カナメモチ
アベリア	→	ハナゾノツクバネウツギ
ウラジロガシ		シラカシ
クロバイ		ハイノキ
シャクナゲ		アズマシャクナゲ
ツクバネガシ		アラカシ
ハクサンシャクナゲ		アズマシャクナゲ
バリバリノキ		タブノキ
ピラカンサ	→	トキワサンザシ
ヒラドツツジ		シロリュウキュウ
ミミズバイ		ハイノキ
ヤブニッケイ		クスノキ
アオダモ		トネリコ
アオハダ		ウメモドキ
アカヤシオ		アケボノツツジ
アズキナシ		ズミ
アズサ		シラカバ
アメリカシラカンバ		シラカバ
アブラツツジ		サラサドウダン
アメリカハナミズキ	→	ハナミズキ
アメリカメギ		メギ
イヌシデ		アカシデ

左の樹種は右の樹種を参照せよ。

イロハカエデ	→	イロハモミジ
ウダイカンバ		シラカバ
ウラジロヨウラク		サラサドウダン
ウワミズザクラ		ヤマザクラ
エゾサンザシ		サンザシ
エゾムラサキツツジ		レンゲツツジ
エゾヤマザクラ	→	オオヤマザクラ
エゾヤマツツジ		ヤマツツジ
オオカナメノキ		ガマズミ
オノオレカンバ		シラカバ
オンツツジ		ミツバツツジ
カマツカ		ザイフリボク
キタコブシ		コブシ
コシアブラ		ミズキ
コバノヤマハンノキ		ヤマハンノキ
コマユミ		ニシキギ
コミネカエデ		イロハモミジ
コヨウラクツツジ		サラサドウダン
シウリザクラ		ヤマザクラ
シダレザクラ		エドヒガン
シロヤシオ		アケボノツツジ
スズカケノキ		モミジバスズカケノキ
タイワンフウ	→	フウ
タカネナナカマド		ナナカマド
ダケカンバ		シラカバ
タムシバ		コブシ
ドロノキ		ギンドロ
ナツハゼ		シャシャンボ
ニオイコブシ		コブシ

左の樹種は右の樹種を参照せよ。

フジザクラ	→	マメザクラ
ブラタナス	→	モミジバスズカケノキ
ベニドウダン		サラサドウダン
ベニヤマザクラ	→	オオヤマザクラ
ボブラ	→	セイヨウハコヤナギ
ミズメ		シラカバ
ミネカエデ		イロハモミジ
ミヤマガマズミ		ガマズミ
ミヤマウグイスカグラ		ウグイスカグラ
ムラサキヤシオ		アケボノツツジ
ヤマネコヤナギ		ネコヤナギ
ヤマモミジ		イロハモミジ

アズマゴヨウ	→	ヒメコマツ
イトヒバ		サワラ
イラモミ		アカエゾマツ
ウラジロモミ		モミ
エンピツビャクシン		ビャクシン
オウゴンヒバ		サワラ
カイズカイブキ		ビャクシン
キタゴヨウマツ	→	ヒメコマツ
キャラボク		イチイ
グラウカトウヒ		アカエゾマツ
ゴヨウマツ	→	ヒメコマツ
コーカサスモミ		モミ
シラベ		アカトドマツ
シンパク		ビャクシン
タマイブキ		ビャクシン
トウヒ		ドイツトウヒ

左の樹種は右の樹種を参照せよ。

トドマツ	→	アカトドマツ
ニッコウヒバ		サワラ
ネズコ		ニオイヒバ
ハイマツ		チョウセンゴヨウ
バルサムモミ		アカトドマツ
バンクシアナマツ		リギダマツ
ヒバ		アスナロ
ヒムロスギ		サワラ
ヨーロッパアカマツ (オオシユウアカマツ)		アカマツ

主要参考文献

著 名	書 名	年 月 日	発 行 所
飯 島 亮	庭木と緑化樹 1 針葉樹常緑高木	1974. 2.25	誠文堂
	2 落葉高木低木類	1974.10.25	
安 藤 俊 比 呂			
上 原 敬 二	樹木大図説1-III	1959.12. 1	有明書店
大 井 次三郎	日本植物誌	1975. 5.25	至文堂
岡 本 省 吾	原色日本樹木図鑑	1959. 1.25	保育社
岡 本 省 吾	庭木(樹種とその管理)	1973. 8.25	保育社
落 合 和 夫	街路樹実務ガイド	1973. 3.31	日本林業技術協会
小 野 陽 太 郎	図説接木繁殖法	1953. 5.10	朝倉書店
北 村 四 郎	原色日本植物図鑑木本編I	1971.11. 1	保育社
小 林 義 雄	四季の庭木	1973. 6.10	朝日新聞社
小 林 義 雄	緑化樹木の特性と取扱い方	1975. 1月号	グリーンエージ
小 林 義 雄	庭園樹木図鑑I	1976. 3. 1	池田書店
大 山 陽 生			

著者	書名	年月日	発行所
全国林業改良普及協会	緑化技術ハンドブック	1974. 2.15	全国林業改良普及協会
竹内 虎太郎	緑化用樹木の実生繁殖法	S 50. 5.28	創文
東堂 行雄	環境緑化の手引	1973.10.10	地球社
中平 幸助	造園木の手引つぎ木・とり木の実際	1973. 9.29	地球社
染郷 正孝			
日本建築学会	建築設計資料集成5	1972. 6.20	丸善KK
藤井 利重	園芸植物の栄養繁殖		誠文堂
牧野 富太郎	新日本植物図鑑	1961. 6.30	北隆館
町田 英夫	さし木のすべて	1974. 7.15	誠文堂
客崎 楠	図説苗木育成法	1957. 5.15	博文社
森下 義郎	さし木の理論と実際	1972. 3.25	地球社
大山 浪雄			
安田 勲	植木園芸ハンドブック	1973. 6.20	養賢堂
山中 寅文	植木の实生と育て方	1975. 7.21	誠文堂
	最新園芸大辞典1~7	1968~1971	〃
	農耕と園芸別冊(図解植木のふやし方)	1974. 5.30	〃

北海道立林業試験場	S. 52. 3
生態応用による広葉樹の育成技術に関する研究, 増殖試験	
山形県立林業試験場研究報告第7号	S. 51. 3
緑化木目的別樹種選定	
福島県林業試験場林業試験場報告	
野生木のタネに関する調査No. 5	S. 47
緑化樹に関する試験(タネに関する調査) No. 6	S. 48.
生態応用による広葉樹の育成技術に関する研究 No. 8	S. 50.
茨城県林試, 業報・緑化樹木の増殖に関する研究	S. 52. S. 44.
栃木県林試, 年報	S. 45
〃, 年報	S. 46
群馬県林試	S. 52

林試調査部	S. 50
林試造林部 業報	S. 44
〃	S. 45
〃	S. 46
〃	S. 47
〃	S. 48
〃	S. 49
〃	S. 51
神奈川県園芸試験場相模原分場	S. 50
新潟県研究報告18	S. 50
広葉樹のさしき試験 伊藤 信治	
富山県林試	S. 52
石川県林試, 業報10(1報) 緑化樹木育成に関する試験	S. 47
〃 〃 11(2報) 叶田久雄, 長谷川義法	S. 48
山梨県林報, 緑化樹の挿木増殖試験	S. 47
長野県林指, 業報, 緑化樹の増殖試験	S. 48
愛知県林試, 林報12	S. 51
〃	S. 52
三重県林技センター業報12, 緑化樹育苗技術体系化試験	S. 49
(第1報)	
久米竜彦, 高橋 明	
〃 13, (第2報) 久米竜彦	S. 50
滋賀県森林センター業報 7, 緑化樹育苗技術の体系化に関する研究	S. 48
熊谷 政弘	
〃 〃 8, 〃 関西地区育苗部会	S. 49
共同試験	
農林省関西林木育種場, 年報12, 緑化樹育苗技術の体系化に関する	S. 50
研究, 関西地区育苗部会共同試験室	
兵庫県林試, 業報, 緑化用樹木の増殖試験, 緑化樹の播種試験	S. 47
〃 〃	S. 49

兵庫県林試, 業報, 緑化用樹木の増殖試験, 緑化樹の播種試験	S. 51
鳥取県, 林試	S. 52
岡山県林試, 林報16, 緑化樹の育苗技術体系化に関する研究	S. 50
(II) 里見 薫	
熊本県林研指, 業報12, 樹芸林業に関する研究, 柳田芳雄	S. 49
" 13, "	
" 14,	S. 50
鹿児島林試	S. 52
全国林試協シンポ9 回緑化樹	S. 51
全国林試研機関協議会, 緑化樹の増殖試験 (鹿児島林試 郡山正昭, 寺師健次)	

表1

収栽樹種一覽
裸子植物
ソテツ科
1. ソテツ <i>Cycas revoluta</i> Thunb.
イチョウ科
2. イチョウ <i>Ginkgo biloba</i> L.
マツ科
3. モミ <i>Abies firma</i> Sieb. et Zucc.
4. アカトドマツ <i>Abies sachalinensis</i> (Fr. Sch.) Mast.
5. ヒマラヤスギ <i>Cedrus deodara</i> (Roxb.) Loud.
6. カラマツ <i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carr.
7. ドイツトウヒ <i>Picea abies</i> (L.) Karst.
8. アカエゾマツ <i>Picea glehnii</i> (Fr. Schm.) Mast.
9. アカマツ <i>Pinus densiflora</i> Sieb. et Zucc.
10. チョウセンゴヨウ <i>Pinus koraiensis</i> Sieb. et Zucc.
11. リュウキュウマツ <i>Pinus luchuensis</i> Mayr
12. ダイオウマツ, ダイオウショウ <i>Pinus palustris</i> Mill.

13. ヒメコマツ, ゴヨウマツ <i>Pinus parviflora</i> Sieb. et Zucc.
14. リギダマツ <i>Pinus rigida</i> Mill
15. ストローブマツ <i>Pinus strobus</i> L.
16. テーダマツ <i>Pinus taeda</i> L.
17. クロマツ <i>Pinus thunbergii</i> Parlat.
18. ツガ <i>Tsuga sieboldii</i> Carr.
スギ科
19. スギ <i>Cryptomeria japonica</i> (L.f.) D. Don
20. コウヨウザン <i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.
21. メタセコイア <i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu et Cheng
22. コウヤマキ <i>Sciadopitys verticillata</i> (Thunb.) Sieb. et Zucc.
23. センベルセコイア, イチイモドキ, セコイアメスギ <i>Sequoia sempervirens</i> (Lamb.) Endl.
24. ラクウショウ <i>Taxodium distichum</i> (L.) Rich.
ヒノキ科
25. ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i> (Sieb. et Zucc.) Sieb. et Zucc. ex Endl.
26. サワラ <i>Chamaecyparis pisifera</i> (Sieb. et Zucc.) Sieb. et Zucc. ex Endl.
27. ホソイトスギ <i>Cupressus sempervirens</i> L.
28. ビャクシン, イブキ <i>Juniperus chinensis</i> L.
29. ハイビャクシン <i>Juniperus procumbens</i> (Endl.) Miq.
30. ネズミサシ <i>Juniperus rigida</i> Sieb. et Zucc.
31. ニオイヒバ <i>Thuja occidentalis</i> L.
32. コノテガシワ <i>Thuja orientalis</i> L.
33. アスナロ <i>Thujopsis dolabrata</i> (L.f.) Sieb. et Zucc. マキ科
34. イヌマキ <i>Podocarpus macrophyllus</i> (Thunb.) D. Don
35. ナギ <i>Podocarpus nagi</i> (Thunb.) Zoll. et Moritzi イチイ科
36. イチイ <i>Taxus cuspidata</i> Sieb. et Zucc.

- 3 7. カヤ *Torreya nucifera* (L.) Sieb. et Zucc.
裸子植物
モクマオウ科
- 3 8. モクマオウ *Casuarina equisetifolia* Forst.
ヤマモモ科
- 3 9. ヤマモモ *Myrica rubra* Sieb. et Zucc.
クルミ科
- 4 0. オニグルミ *Juglans cordiformis* Maxim. var. *ailanthifolia* (Carr.) Rehd.
- 4 1. サワグルミ *Pterocarya rhoifolia* Sieb. et Zucc.
- 4 2. シナサワグルミ *Pterocarya stenoptera* DC.
ヤナギ科
- 4 3. ギンドロ, ウラジロハコヤナギ *Populus alba* L.
- 4 4. ポプラ, イタリアポプラ, セイヨウヤマナラシ *Populus nigra* L. var. *italica*
Muench.
- 4 5. ヤマナラシ *Populus sieboldii* Miq.
- 4 6. シダレヤナギ *Salix babylonica* L.
- 4 7. アカメヤナギ *Salix chaenomelodes* Kimura
- 4 8. ネコヤナギ *Salix gracilistyla* Miq.
- 4 9. イヌコリヤナギ *Salix integra* Thunb.
カバノキ科
- 5 0. ヤマハンノキ *Alnus hirsuta* (Spach.) Repr. var. *sibirica* (Spach)
Schneid.
- 5 1. ヒメヤシャブシ *Alnus pendula* Matsum.
- 5 2. シラカバ *Betula platyphylla* Sukatchev var. *japonica* (Miq.) Hara
- 5 3. アカシデ *Carpinus laxiflora* (Sieb. et Zucc.) Blume
ブナ科
- 5 4. ツブラジイ, コジイ *Castanopsis cuspidata* (Thunb.) Schottky
- 5 5. ブナ *Fagus crenata* Blume
- 5 6. マテバシイ *Pasania edulis* Makino
- 5 7. シリブカガシ *Pasania glabra* (Thunb.) Oerst.

- 5 8. クヌギ *Quercus acutissima* Carr.
- 5 9. ナラガシワ *Quercus aliena* Blume
- 6 0. カシワ *Quercus dentata* Thunb.
- 6 1. イチイガシ *Quercus gilva* Blume
- 6 2. アラカシ *Quercus glauca* Thunb.
- 6 3. ミズナラ *Quercus mongolica* Fischer ex Turcz. var. *grosseserrata*
(Blume) Rehd. et Wils.
- 6 4. シラカシ *Quercus myrsinaefolia* Blume
- 6 5. ウバメガシ *Quercus phillyraeoides* A. Gray
- 6 6. コナラ *Quercus serrata* Thunb.
ニレ科
- 6 7. ムクノキ *Aphananthe aspera* (Thunb.) Planch.
- 6 8. エノキ *Celtis sinensis* Pers. var. *japonica* Nakai
- 6 9. ハルニレ *Ulmus davidiana* Planch. var. *japonica* (Rehd.) Nakai
- 7 0. アキニレ *Ulmus parvifolia* Jacq.
- 7 1. ケヤキ *Zelkova serrata* (Thunb.) Makino
クワ科
- 7 2. カジュマル *Ficus microcarpa* L. f.
- 7 3. アコウ *Ficus wightiana* Wall.
モクレン科
- 7 4. ユリノキ *Liriodendron tulipifera* L.
- 7 5. ハクモクレン *Magnolia denudata* Desr.
- 7 6. タイサンボク *Magnolia grandiflora* L.
- 7 7. コブシ *Magnolia kobus* DC.
- 7 8. モクレン *Magnolia liliflora* Desr.
- 7 9. ホオノキ *Magnolia ovovata* Thunb.
- 8 0. オガタマノキ *Michelia compressa* (Maxim.) Sarg.
- 8 1. トウオガタマ *Michelia fuscata* Blume
- 8 2. シキミ *Illicium anisatum* L.

ロウバイ科

83. ロウバイ *Chimonanthus praecox* (L.) Link.

クスノキ科

84. カゴノキ *Actinodaphne lancifolia* (Sieb. et Zucc.) Meisn.

85. クスノキ *Cinnamomum camphora* (L.) Sieb.

86. ゲッケイジュ *Laurus nobilis* L.

87. テンダイウヤク *Lindera strychnifolia* (Sieb. et Zucc.) F. Vill.

88. クロモジ *Lindera umbellata* Thunb.

89. タブノキ *Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc.

90. シロダモ *Neolitsea sericea* (Blume) Koidz.

91. ハスノハギリ *Hernandia sonora* L.

ヤマグルマ科

92. ヤマグルマ *Trochodendron aralioides* Sieb. et Zucc.

カツラ科

93. カツラ *Cercidiphyllum japonicum* Sieb. et Zucc.

メギ科

94. メギ *Berberis thunbergii* DC.

95. ヒイラギナンテン *Mahonia japonica* (Thunb.) DC.

96. ナンテン *Nandina domestica* Thunb.

アケビ科

97. アケビ *Akebia quinata* (Houtt.) Decne.

98. ムベ *Stauntonia hexaphylla* (Thunb.) Decne.

センリョウ科

99. センリョウ *Chloranthus glaber* (Thunb.) Makino

ツバキ科

100. ヤブツバキ, ツバキ *Camellia japonica* L.

101. ユキツバキ *Camellia rusticana* Honda

102. サザンカ *Camellia sasanqua* Thunb.

103. サカキ *Cleyera japonica* Thunb.

104. ハマヒサカキ *Eurya emarginata* (Thunb.) Makino

105. ヒサカキ *Eurya japonica* Thunb.

106. ヒメジャラ *Stewartia monadelphica* Sieb. et Zucc.

107. ナツツバキ *Stewartia pseudo-camellia* Maxim.

108. モッコク *Ternstroemia gymnanthera* (Wight et Arn.) Sprag.

109. チャ, チャノキ *Thea sinensis* L.

オトギリソウ科

110. テリハボク, ヤラボ *Calophyllum inophyllum* L.

111. キンシバイ *Hypericum patulum* Thunb.

スズカケノキ科

112. モミジバズカケ *Platanus acerifolia* (Ait.) Willd.

マンサク科

113. コウヤミズキ *Corylopsis gotona* Makino

114. ヒュウガミズキ *Corylopsis pauciflora* Sieb. et Zucc.

115. マルバノキ *Disanthus cercidifolius* Maxim.

116. イスノキ *Distylium racemosum* Sieb. et Zucc.

117. マンサク *Hamamelis japonica* Sieb. et Zucc.

118. フウ *Liquidamber formosana* Hance

119. モミジバフウ *Liquidamber styraciflua* L.

ユキノシタ科

120. ウツギ *Deutzia crenata* Sieb. et Zucc.

121. アジサイ *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Seringe

122. ノリウツギ *Hydrangea paniculata* Sieb.

123. バイカウツギ *Philadelphus laxus* Schrad. ex DC.

トベラ科

124. トベラ *Pittosporum tobira* (Thunb.) Ait.

バラ科

125. ザイフリボク *Amelanchier asiatica* (Sieb. et Zucc.) Endl.

126. ボケ *Chenomeles lagenaria* (Loisel.) Koidz.

127. カリン *Chenomeles sinensis* (Dum. Courr.) Schneid.

128. サンゴカマツカ *Cotoneaster franchetii* Bois

129. サンザン *Crataegus cuneata* Sieb. et Zucc.

130. ヤマブキ *Kerria japonica* (L.) DC.
 131. カイドウ *Malus halliana* Koehne
 132. ズミ *Malus sieboldii* (Regel) Rhed.
 133. カナメモチ *Photinia glabra* (Thunb.) Maxim.
 134. ヒカンザクラ, ヒザクラ, タイワンヒザクラ *Prunus campanulata* Maxim.
 135. マメザクラ *Prunus incisa* Thunb.
 136. ヤマザクラ *Prunus jamasakura* Sieb. ex Koidz.
 137. サトザクラ *Prunus lannesiana* (Carr.) Wils.
 138. オオシマザクラ *Prunus lannesiana* (Carr.) Wils. var. *speciosa* (Koidz.)
 Makino
 139. セイヨウバクチノキ *Prunus laurocerasus* L.
 140. ウメ *Prunus mume* Sieb. et Zucc.
 141. エドヒガン *Prunus pendula* Maxim. forma *ascendens* (Makino) Ohwi
 142. モモ *Prunus persica* (L.) Batsch
 143. オオヤマザクラ *Prunus sargentii* Rehd.
 144. ソメイヨシノ *Prunus yedoensis* Matsum.
 145. タチバナモドキ *Pyracantha angustifolia* (Franch.) Schneid.
 146. トキワサンザシ *Pyracantha coccinea* Roem.
 147. シャリンバイ *Raphiolepis umbellata* (Thunb.) Makino
 148. サンショウバラ *Rosa hirtula* (Regel) Nakai
 149. ハマナス *Rosa rugosa* Thunb.
 150. カジイチゴ *Rubus trifidus* Thunb.
 151. ニワナナカマド *Sorbaria kirilowii* Regel
 152. ナナカマド *Sorbus commixta* Hedl.
 153. コデマリ *Spiraea cantoniensis* Lour.
 154. シモツケ *Spiraea japonica* L. f.
 155. イワシモツケ *Spiraea nipponica* Maxim.
 156. シジミバナ *Spiraea prunifolia* Sieb. et Zucc.
 157. ユキヤナギ *Spiraea thunbergii* Sieb. ex Blume
 マメ科

158. サンカクバアカシア *Acacia cultriformis* Cunn.
 159. フサアカシア *Acacia decurrens* Willd. var. *dealbata* F. Muell.
 160. ネムノキ *Albizia julibrissin* Durazz.
 161. イタチハギ *Amorpha fruticosa* L.
 162. ハナスホウ *Cercis chinensis* Bunge
 163. エニシダ *Cytisus scoparius* (L.) Link
 164. アメリカデイコ *Erythrina cristagalli* L.
 165. ヤマハギ *Lespedeza bicolor* Turcz. f. *acutifolia* Matsum.
 166. ミヤギノハギ *Lespedeza thunbergii* (DC.) Nakai
 167. イヌエンジュ *Maackia amurensis* Rupr. et Maxim.
 168. ニセアカシア *Robinia pseudoacacia* L.
 169. エンジュ *Sophora japonica* L.
 170. フジ *Wisteria floribunda* (Willd.) DC.
 トウダイグサ科
 171. ナンキンハゼ *Sapium sebiferum* (L.) Roxb.
 172. ユズリハ *Daphniphyllum macropodum* Miq.
 173. エゾユズリハ *Daphniphyllum macropodum* Miq. var. *humile* (Maxim.)
 Rosenthal.
 174. ヒメユズリハ *Daphniphyllum teijsmannii* Zoll.
 ミカン科
 175. サンショウ *Zanthoxylum piperitum* (L.) DC.
 ニガキ科
 176. ニワウルシ *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle
 センダン科
 177. チャンチン *Cedrela sinensis* Juss.
 178. センダン *Melia azedarach* L.
 ウルシ科
 179. ハゼノキ *Rhus succedanea* L.
 カエデ科
 180. トウカエデ *Acer buergerianum* Miq.

181. ハウナワカエデ *Acer japonicum* Thunb.
 182. イタヤカエデ *Acer mono* Maxim.
 183. トネリコバノカエデ *Acer negundo* L.
 184. イロハモミジ *Acer palmatum* Thunb.
 185. ハナノキ *Acer pycnanthum* K. Koch
 186. ウリハダカエデ *Acer rufinerve* Sieb. et Zucc.
 ムクロジ科
 187. ムクロジ *Sapindus mukorossi* Gaertn.
 トチノキ科
 188. ベニバナトチノキ *Aesculus carnea* Hayne
 189. トチノキ *Aesculus turbinata* Blume
 モチノキ科
 190. ナナメノキ *Ilex chinensis* Sims
 191. イヌツゲ *Ilex crenata* Thunb.
 192. ハイイヌツゲ *Ilex crenata* Thunb. var. *paludosa* (Nakai) Hara
 193. モチノキ *Ilex integra* Thunb.
 194. タラヨウ *Ilex latifolia* Thunb.
 195. タマミズキ *Ilex micrococca* Maxim.
 196. ソヨゴ *Ilex pedunculosa* Miq.
 197. クロガネモチ *Ilex rotunda* Thunb.
 198. ウメモドキ *Ilex serrata* Thunb.
 ニシキギ科
 199. ニシキギ *Euonymus alatus* (Thunb.) Sieb.
 200. ツルマサキ *Euonymus fortunei* (Turcz.) Hand.-Mazz. var. *radicans*
 (Sieb. ex Miq.) Rehd.
 201. マサキ *Euonymus japonicus* Thunb.
 202. ツリバナ *Euonymus oxyphyllus* Miq.
 203. マユミ *Euonymus sieboldianus* Blume
 ミツバウツギ科
 204. ゴンズイ *Euscaphis japonica* (Thunb.) Kanitz.

- ツゲ科
 205. ツゲ *Buxus microphylla* Sieb. et Zucc. var. *japonica* (Muell.Arg)
 Rehd. et Wils.
 ブドウ科
 206. ツタ, ナツツタ *Parthenocissus tricuspidata* (Sieb. et Zucc.) Planch.
 ホルトノキ科
 207. ホルトノキ *Elaeocarpus sylvestris* (Lour.) Poir. var. *ellipticus*
 (Thunb.) Hara
 シナノキ科
 208. シナノキ *Tilia japonica* (Miq.) Simonkai
 209. ヘラノキ *Tilia kiusiana* Makino et Shiras.
 210. ボダイジュ *Tilia miqueliana* Maxim.
 アオイ科
 211. ムクゲ *Hybiscus syriacus* L.
 アオギリ科
 212. アオギリ *Firmiana simplex* (L.) W.F.Wight
 ジンチョウゲ科
 213. ジンチョウゲ *Daphne odora* Thunb.
 グミ科
 214. ツルグミ *Elaeagnus glabra* Thunb.
 215. アキグミ *Elaeagnus umbellata* Thunb.
 216. ナワシログミ *Elaeagnus pungens* Thunb.
 イイギリ科
 217. イイギリ *Idesia polycarpa* Maxim.
 ギョリュウ科
 218. ギョリュウ *Tamarix tenuissima* Nakai
 ミソハギ科
 219. サルスベリ *Lagerstroemia indica* L.
 フトモモ科
 220. ユーカリノキ *Eucalyptus globulus* Labill.

ザクロ科

221. ザクロ *Punica granatum* L.

ミズキ科

222. アオキ *Aucuba japonica* Thunb.

223. ミズキ *Cornus controversa* Hemsl.

224. ハナミズキ *Cornus florida* L.

225. ヤマボウシ *Cornus kuosa* Buerg. ex Hance

226. サンシュユ *Cornus officinalis* Sieb. et Zucc.

ウユギ科

227. カクレミノ *Dendropanax trifidus* (Thunb.) Makino

228. ヤツデ *Fatsia japonica* (Thunb.) Decne. et Planch.

229. キツタ *Hedera rhombea* (Miq.) Bean

リョウブ科

230. リョウブ *Clethra barbinervis* Sieb. et Zucc.

ツツジ科

231. サラサドウダン *Enkianthus campanulatus* (Miq.) Nichols.

232. ドウダンツツジ *Enkianthus perulatus* (Miq.) Schneid.

233. アメリカシャクナゲ *Kalmia latifolia* L.

234. アセビ *Pieris japonica* (Thunb.) D. Don

235. ミツバツツジ *Rhododendron dilatatum* Miq.

236. サツキ *Rhododendron indicum* (L.) Sweet

237. レンゲツツジ *Rhododendron japonicum* (A. Gray) Suringar

238. ヤマトツツジ *Rhododendron kaempferi* Planch.

239. モチツツジ *Rhododendron macrosepalum* Maxim.

240. ホソバシャクナゲ *Rhododendron makinoi* Tagg

241. アズマシャクナゲ *Rhododendron metternichii* Sieb. et Zucc. var.
pentamerum Maxim.

242. シロリュウキウ *Rhododendron mucronatum* (Blume) G. Don

243. キリシマツツジ *Rhododendron obtusum* (Lindl.) Planch.

244. アケボノツツジ *Rhododendron pentaphyllum* Maxim.

245. オオムラサキ *Rhododendron pulchrum* Sweet

246. キンツツジ *Rhododendron repens* Makino

247. シャシャンボ *Vaccinium bracteatum* Thunb.

ヤブコウジ科

248. マンリョウ *Ardisia crenata* Sims

249. カラタチバナ *Ardisia crispa* (Thunb.) DC.

250. ヤブコウジ *Ardisia japonica* (Thunb.) Blume

251. タイミンタチバナ *Myrsine seguinii* Lév.

エゴノキ科

252. エゴノキ *Styrax japonica* Sieb. et Zucc.

253. ハクウンボク *Styrax obassia* Sieb. et Zucc.

ハイノキ科

254. ハイノキ *Symplocos myrtaceus* Sieb. et Zucc.

モクセイ科

255. チョウセンレンギョウ *Forsythia koreana* Nakai

256. レンギョウ *Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl.

257. トネリコ *Fraxinus japonica* Blume ex K. Koch

258. ヤチダモ *Fraxinus mandshurica* Rupr. var. *japonica* Maxim.

259. オウバイ *Jasminum nudiflorum* Lindl.

260. ネズミモチ *Ligustrum japonicum* Thunb.

261. トウネズミモチ *Ligustrum lucidum* Ait. f.

262. イボタノキ *Ligustrum obtusifolium* Sieb. et Zucc.

263. オオバイボタ *Ligustrum ovalifolium* Hassk.

264. オリーブ *Olea europaea* L.

265. ヒイラギモクセイ *Osmanthus fortunei* Carr.

266. ギンモクセイ *Osmanthus fragrans* Lour

267. キンモクセイ *Osmanthus fragrans* Lour. var. *aurantiacus* Makino

268. ヒイラギ *Osmanthus heterophyllus* (G. Don) P. S. Green

269. ハシドイ *Syringa reticulata* (Blume) Hara

270. ムラサキハシドイ *Syringa vulgaris* L.

キョウチクトウ科

271. キョウチクトウ *Nerium indicum* Mill.
272. テイカズラ *Trachelospermum asiaticum* (Sieb. et Zucc.) Nakai.
アカネ科
273. クチナシ *Gardenia jasminoides* Ellis
274. ハクチョウゲ *Serissa japonica* (Thunb.) Thunb.
クマツヅラ科
275. ムラサキシキブ *Callicarpa japonica* Thunb.
276. クサギ *Clerodendron trichotomum* Thunb.
277. ハマゴウ *Vitex rotundifolia* L.f.
ノウゼンカズラ科
278. キササゲ *Catalpa ovata* G. Don
スイカズラ科
279. ハナゾノツクバネウツギ, ハナツクバネウツギ, アベリア *Abelia grandiflora*
(Rovelli ex Andr.) Rehd.
280. ツクバネウツギ *Abelia spathulata* Sieb. et Zucc.
281. ウグイスカグラ *Lonicera gracilipes* Miq. var. *glabra* Miq.
282. ニワトコ *Sambucus racemosa* L. subsp. *sieboldiana* (Miq.) Hara
283. サンゴジュ *Viburnum awabuki* K. Koch
284. ガマズミ *Viburnum dilatatum* Thunb.
285. ハクサンボク *Viburnum japonicum* (Thunb.) Spreng.
286. カンボク *Viburnum opulus* L. var. *calvescens* (Rehd.) Hara
287. ヤブデマリ *Viburnum plicatum* Thunb. forma *tomentosum* (Thunb.) Rehd.
288. ハコネウツギ *Weigela coraeensis* Thunb.
289. タニウツギ *Weigela hortensis* (Sieb. et Zucc.) K. Koch
ユリ科
290. ニオイシュロラン *Cordyline australis* Hook. f.
291. アツバキミガヨラン *Yucca gloriosa* L.
イネ科
292. カンチク *Chimonobambusa marmorea* (Mitford) Makino

293. クロチク *Phyllostachys nigra* (Lodd.) Munro
294. クマザサ *Sasa veitchii* (Carr.) Rehd.
295. ナリヒラダケ *Semiarundinaria fastuosa* (Mitford) Makino
296. オカメザサ *Shibataea kumasaca* (Zoll.) Makino
ヤシ科
297. ビロウ *Livistonia chinensis* R. Br. var. *subglobosa* Becc.
298. カナリーヤシ, フェニックス *Rhoenix canariensis* Chaub.
299. シュロ *Trachycarpus fortunei* H. Wendl.
300. ワシントンヤシモドキ *Washingtonia robusta* Wendl.

表-2 緑化木特性一覧

番号	樹種名	生活形	花色用途	花期	葉の特質	果色・用途	熟期
1	ソテツ	常緑・大低〜低木		7	羽状大葉	赤・有毒(異)	10
2	イチョウ	落葉・高木		4	紅葉(黄)	黄・食用(〃)	10
3	モミ	常緑・高木		4	針葉	褐	10
4	アカトドマツ	〃 〃		5-6	〃	紫褐	10
5	ヒマラヤシーダー	〃 〃		10-11	〃	褐	10
6	カラマツ	落葉・高木		4-5	〃	〃	10
7	ドイツトウヒ	常緑 〃		5	〃	〃	10-11
8	アカエゾマツ	〃 〃		5	〃	紫褐	10
9	アカマツ	〃 〃		4-5	〃	褐	10
10	チョウセンゴヨウ	〃 〃		5	〃	〃	10
11	リュウキュウマツ	〃 〃		4	〃	〃	10
12	ダイオウマツ	〃 〃		5	〃	〃	10
13	ヒメコマツ	〃 〃		5	〃	〃	9
14	リギダマツ	〃 〃		4-5	〃	〃	10
15	ストロブマツ	〃 〃		5	〃	〃	10
16	テーダマツ	〃 〃		5	〃	〃	10
17	クロマツ	〃 〃		4-5	〃	〃	10
18	ツガ	〃 〃		4	〃	〃	10
19	スギ	〃 〃		3	〃	〃	10-11
20	コウヨウザン	〃 〃		4	〃	〃	10
21	メタセコイア	落葉・高木		3	〃	〃	10
22	コウヤマキ	常緑・高木		4-5	〃	〃	10
23	センペレヤコイア	〃 〃		2	〃	〃	10
24	ラクウショウ	落葉・高木		4	〃	〃	11
25	ヒノキ	常緑・高木		3	鱗片葉	〃	10
26	サワラ	〃 〃		3	〃	〃	10
27	ホソイトスギ	〃 〃		4	〃	〃	10
28	ビャクシン	〃 〃		4	針葉	黒紫(異)	10

主な用途					植栽地域				立地条件					防災機能				番号
庭木	生垣	公園	街路	緑化	亜熱	暖温	冷温	亜寒	陽地	陰地	乾地	湿地	砂地		病虫害	生長	移植	
○		○			○	△	×	×	○	×	○	×	○		少	遅	易	1
○		○	○	○	×	○	○	○	○	×	○	△		火・風	少	中	易	2
○		○			×	○	△	×	○	△	○	×		風・砂	病多	遅	難	3
○		○			×	△	○	○	○	△					中	〃	〃	4
○	○	○		○	△	○	○	△	○				○	音・風	〃	速	易	5
○	○	○			×	○	○	○	○	×	○	×	△	風	〃	〃	難	6
○		○		○		○	○	○	○	×	△	×	○	音・風・砂	病多	遅	可	7
○		○			×	△	○	○	○	×	○	○	○		中	〃	〃	8
○		○	○		×	○	○	×	○	×	○	×	○	風	虫多	速	〃	9
○		○				○	○	○	○	×	△	×	△		中	〃	難	10
○		○			○	△	×	×	○	×	○	×	△		〃	〃	可	11
○		○			△	○	×	×	○	×	△	△	△	砂	〃	中	難	12
○		○			×	○	○	○	○	×	△	×			〃	遅	可	13
○		○			×	△	○	△	○	×	△	×	○		〃	速	〃	14
○		○		○	×	△	○	○	○	×	△	△		風	〃	〃	〃	15
○		○			△	○	×	×	○	×	○	×	○		中	〃	難	16
○	○	○	○	○	△	○	○	×	○	×	○	×	○	風・砂	中	〃	可	17
○	○	○			×	○	○	×	○	×	△	×		〃 〃	中	中	〃	18
○	○	○	○		×	○	○	×	○	×	×	△		音・風	少	速	〃	19
○		○		○	○	○	△	×	○	×	×	△		火・風	〃	〃	〃	20
○		○	○		△	○	△	×	○		×	△		砂	〃	〃	〃	21
○		○			×	○	○	×	○	×	△	×	△	火・風・砂	〃	遅	〃	22
○		○				○	×	×	○	×	×	×			〃	速	〃	23
○		○			△	○	△	×	○	×	×	○			〃	〃	〃	24
○	○	○		○	×	○	○	×	○	×	△	×		音・風	〃	中	易	25
○	○	○			×	○	○	×	○	×	×	△		火・音・風	〃	速	〃	26
○		○			○	○	×	×	○	×	△	×			中	中	難	27
○	○	○		○	○	○	○	×	○	×	○	×	○		少	遅	可	28

番号	樹種名	生活形	花色用途	花期	葉の特質	果色・用途	熟期
30	ネズミサン	常緑・中高木		4-5	// (刺)	//・鳥	10
31	ニオイヒバ	常緑・高木		3	鱗片葉・芳香	褐	10
32	コノテガシワ	// //		3	//	//	10
33	アスナロ	// //		3-4	//	//	10
34	イヌマキ	// //		6	針葉	赤紫(異)	10
35	ナギ	// //		6	広葉	青黒(//)	10-11
36	イチイ	// //		3-4	針葉	赤・観・毒・鳥(異)	9-10
37	カヤ	// //		4-5	//	紫褐・食・鳥(異)	10
38	モクマオウ	// //		4-5	細鱗片	褐	10
39	ヤマモモ	// //		3-4		赤・観・食・鳥(異)	6-7
40	オニグルミ	落葉・高木		5	大型複葉	褐・食	10
41	サワグルミ	// //		5	//	//	9
42	シナサワグルミ	// //		5	//	//	10
43	ギンドロ	// //		4	裏面銀白色	// (異)	6
44	ポブラ	// //		3-4	紅葉(黄)	// (//)	6
45	ヤマナラシ	// //		3-4	// (//)	// (//)	6
46	シダレヤナギ	// //		3-4	狭葉	// (//)	5
47	アカメヤナギ	// //		3-4		// (//)	5-6
48	ネコヤナギ	落葉・低木		3		// (//)	5-6
49	イヌコリヤナギ	// //		3-4		// (//)	5-6
50	ヤマハンノキ	落葉・高木		3-4		//	10
51	ヒメヤシヤブシ	落葉・中高～大低木		3-4		//	10
52	シラカバ	//・高木		4-5		//	9
53	アカシデ	// //		4-5		//	10
54	ツブラジイ	常緑・//		5-6		// 食	10
55	ブナ	落葉・//		5		//	10
56	マチバシイ	常緑・//		6	大型照葉	// 食	10

主な用途					植栽地域				立地条件					防災機能				番号
庭木	生垣	公園	街路	緑化	亜熱	暖温	冷温	亜寒	陽地	陰地	乾地	湿地	砂地		病虫害	生長	移植	
○						○			○		○		○	砂		遅	可	29
○	○	○		○		○	○		○	×	○	×	○	//	少	//	難	30
○	○	○				○	○	○	○	×	△	×			少	速	可	31
○	○	○				○	○	△	○	×	△	×	○	砂	//	遅	//	32
○	○	○		○		○	○	×	○	△	×	△		火・音・風・砂	虫多	//	可	33
○	○	○	○			○	○	×	×	○	△	×	○	風	少	//	//	34
○	○	○	○			○	○	×	×	○	△	×	△		//	//	//	35
○	○	○				×	○	○	○	○	△		△	火・砂	中	//	//	36
○	○	○		○		×	○	△	×	○	△	△	×	風	少	//	//	37
○		○	○			○	△	×	×	○	×	○	×		中	速	難	38
○	○	○	○			○	○	×	×	○	△	○	×	火・風	少	中	中	39
○		○	○			△	○	○	○	×	×	○				速	難	40
○		○	○			×	○	○	△	○	△	×	○			//	//	41
		○	○	○		×	○	○	○	○	×	△	○	砂	中	//	中	42
○		○	○	○		×	△	○	○	○	×		○		虫多	//	//	43
		○	○	○		×	△	○	○	○	×		○		//	//	易	44
		○	○	○		×	○	○	○	○	×	△	×		//	//	中	45
○		○	○	○		△	○	○	○	○	×	×	○	火	虫中	//	易	46
○		○				×	○	○	×	○	×	×	○		//	//	可	47
○	○	○				×	○	○	○	○	×	×	○	砂	//	//	易	48
○						×	○	○	△	○	×	×	○	△	//	//	//	49
		○				×	○	○	○	○	×	○	○	砂	//	//	可	50
		○				×	○	○	○	○	×	○	○	//	少	//	//	51
○		○	○	○		×	△	○	○	○	×	○	△	//	多	//	//	52
○		○				×	○	○	○	○	×	△	×		少	//	//	53
○	○	○		○		△	○	×	×	○	△	×		火・風	少	//	易	54
○		○				×	△	○	△	○	△	△	×		虫中	中	可	55
○	○	○	○	○		○	○	×	×	○		△			少	速	易	56

番号	樹種名	生活形	花色用途	花期	葉の特質	果色・用途	熟期
57	シリブカガシ	常緑・高木		10		褐色・鳥	10
58	クヌギ	落葉・高木		4-5		〃・赤	10
59	ナラガシワ	〃・〃		4-5		〃・	10
60	カシワ	〃・〃		4-5	大葉	〃・鳥	10
61	イチイガシ	常緑・高木		5		〃・食	10
62	アラカシ	〃・〃		5		〃・	10
63	ミズナラ	落葉・高木		5		〃・鳥	10
64	シラカシ	常緑・高木		5		〃・〃	10
65	ウバメガシ	〃・中高木		4-5		〃・食	10
66	コナラ	落葉・高木		4-5		〃・鳥	10
67	ムクノキ	〃・〃		4-5		紫黒・食・鳥	10
68	エノキ	〃・〃		4-5		赤橙・〃・〃	10
69	ハルニレ	〃・〃		3-4	紅葉(黄)	褐	6
70	アキニレ	〃・〃		9	〃(〃)	〃	10
71	ケヤキ	〃・〃		4-5	〃(〃)	〃	10
72	ガジュマル	常緑・高木		3		紫褐	1-2
73	アコウ	半常緑・高木		4-5	大型照葉	白紫	10
74	ユリノキ	落葉・高木	淡緑黄, 観	5-6	大葉	褐	10
75	ハクモクレン	〃・〃	白・観・香	3-4		赤・鳥	10
76	タイサンボク	常緑・高木	〃〃〃	5-6	大型照葉	褐	10
77	コブシ	落葉・高木	〃〃〃	3-4		赤	10
78	モクレン	落葉・大低木	暗赤紫 観	4-5		赤	10
79	ホオノキ	落葉・高木	白・観・香	5	大葉	赤	10
80	オガタマノキ	常緑・高木	淡黄白 観・香	3-4		赤	10-11
81	トウオガタマ	常緑・大低木	〃	5-6		赤	10
82	シキミ	常緑・中高木	淡黄白	3-4	照葉・芳香	褐	10
83	ロウバイ	落葉・低木	淡黄・観・香	1-2		褐	10
84	カゴノキ	常緑・高木	淡黄	7-8		赤・鳥(異)	7-8

主な用途			植栽地域				立地条件				防災機能				番号			
庭木	生垣	公園	街路	緑化	亜熱	暖温	冷温	亜寒	陽地	陰地		乾地	湿地	砂地		病害	生長	移植
〇		〇			〇	〇	×	×	〇	×	△				少	中	可	57
〇		〇		〇	△	〇	〇	×	〇	×	△				虫中	速	難	58
〇		〇				〇	〇	〇	〇	×	△	×				〃	可	59
〇		〇		〇	×	〇	〇	〇	〇	×	△					遅	〃	60
〇		〇			〇	〇	×	×	〇	△	△	×			少	〃	〃	61
〇	〇	〇		〇	〇	〇	×	×	〇	△	△	×			〃	速	〃	62
〇		〇	〇		×	△	〇	△	〇	×	△	×		風・砂		〃	〃	63
〇	〇	〇	〇	〇		〇	×	×	〇	△				火・音・砂	少	〃	〃	64
〇	〇	〇		〇	〇	〇	×	×	〇	×	〇	×	〇		〃	遅	〃	65
〇		〇	〇	〇		〇	〇		〇	×	〇	×		火風砂		速	〃	66
		〇	〇		△	〇	△	×	〇	×	△	×		風・砂		〃	〃	67
〇		〇	〇		×	〇	〇	×	〇	×	△	△		〃	〃	〃	易	68
〇		〇	〇	〇	×	〇	〇	〇	〇	×		〇		砂		〃	可	69
〇	〇	〇	〇	〇	△	〇	〇	×	〇	△	△	〇			〃	〃	易	70
〇		〇	〇		△	〇	〇	△	〇	×	×	△		風・砂		〃	〃	71
	〇	〇			〇	×	×	×	〇	×				風		〃	可	72
〇		〇	〇		〇	×	×	×	〇	×	×	△		風		速	可	73
〇		〇	〇	〇	△	〇	〇	×	〇	×	×	△		砂		〃	難	74
〇		〇			△	〇	〇	×	〇	×		×				〃	〃	75
〇		〇		〇	△	〇	×	×	〇	×		×		砂		〃	〃	76
〇		〇	〇		-	〇	〇	〇	〇	×		×				〃	可	77
〇		〇			△	〇	〇	×	〇	×		-				〃	難	78
〇		〇	〇		×	〇	〇	〇	〇	×		×				〃	〃	79
〇		〇			〇	〇	×	×	〇	△		×				遅	〃	80
〇		〇			△	〇	×	×	〇	×						〃	易	81
		〇		〇	〇	〇	×	×	〇	△						速	可	82
〇		〇			△	〇	〇	×	〇	×					少	〃	〃	83
〇		〇				〇	×	×	〇					風		〃	〃	84

番号	樹種名	生活形	花色用途	花期	葉の特質	果色・用途	熟期
86	ゲッケイジュ	//・//	淡黄	4	//・//	// (異)	9-10
87	テンダイウヤク	//・低木	淡黄	3-4	//	// (//)	11
88	クロモジ	落葉・低木	淡黄	4	香	黒 (//)	10
89	タブノキ	常緑・高木	//	5-6	照葉	//	7-8
90	シロダモ	//・中高木	淡黄	10		赤・鳥・観(異)	10-11
91	ハスノハギリ	//・高木	//	8-9	大型照葉	白	11
92	ヤマグルマ	//・//	//	5-6	照葉	褐	10
93	カツラ	落葉・高木	赤	4-5	新緑・紅葉(黄)	褐 (異)	10
94	メギ	//・低木	黄	4-5	紅葉(紅)	赤・観	10
95	ヒイラギナンテン	常緑・低木	黄・観	3-4	複葉・刺葉・紅葉	紫黒	7-8
96	ナンテン	//・//	白	6	複葉	赤・観	10-11
97	アケビ	落葉・つる性	淡紫	4-5		淡紫・食	10
98	ムベ	常緑・つる性	白	4-5		淡赤紫・食	10
99	センリョウ	常緑・小低木	緑黄	7-8		赤・観	10-11
100	ヤブツバキ	//・高木	赤紅・観	2-4	照葉	褐	10
101	ユキツバキ	//・中高木	赤紅・観	3-4	//	//	10
102	サザンカ	//・//	白・観	10-12	//	//	9-10
103	サカキ	//・高木	白	6-7	//	黒	11
104	ハマヒサカキ	常緑 大低~低木	淡黄白	3-4	小葉	紫黒・鳥(異)	11
105	ヒサカキ	//・//	白・悪臭	3-4		// (//)	11
106	ヒメジャラ	落葉・高木	白・観	6-7		褐	10
107	ナツツバキ	//・//	//	//		//	11
108	モッコク	常緑・//	淡黄白	7		赤・鳥	10-11
109	チャノキ	//・低木	白	10-11		褐	10
110	ヤラボ	//・高木	白	7-11		//	11-12
111	キンシバイ	半常緑・低木	黄・観	6-7		//	10
112	モミジバズカケ	落葉・高木	淡緑黄	4-5	大葉	黄褐	10

主な用途				植栽地域				立地条件					防災機能				番号	
庭木	生垣	公園	街路	緑化	亜熱	暖温	冷温	亜寒	陽地	陰地	乾地	湿地		砂地	病害	生長		移植
○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	△	△	△			速	可	85	
○	○	○	○	○	○	○	×	×	○	×				砂	//	//	86	
○		○			○	○	×	×	○						//	//	87	
○						○	△		○						//	易	88	
○	○	○		○	○	○	×	×	○	△			○	風・砂	//	難	89	
○		○		○	○	○	△	×	○	△				砂	//	//	90	
		○			○	×	×	×	○		△	×	○	風	//		91	
○		○		○	△	○	△	×	○	○	×	△			遅	可	92	
○		○	○		×	△	○	○	○	×	×	○		少	速	//	93	
○	○			○	×	○	○	×	○		○			砂	//	//	94	
○		○		○	○	○	×	×	○	△	△			砂	//	//	95	
○	○	○			△	○	△	×	○	△	△			砂	少	中	易	96
○	○	○				○	○	×	○		△	△		砂(地被)		速	可	97
○	○	○			○	○	×	×	○					少	//	//	98	
○		○			○	○	×	×	△	○	×	○				//	99	
○	○	○		○	○	○	○		○	○	△			火音風砂	遅	易	100	
○	○	○		○		○	○	×	△	○	×			// // // //	//	//	101	
○	○	○		○	○	○	△	×	△	○	△	△	○	火音砂	//	//	102	
○	○	○		○	○	○	△		○	△	△			砂	速	可	103	
○	○	○		○	○	○	×	×	○	×	○	×	○	砂	遅	易	104	
○	○	○		○	○	○	○	×	○	△	○			火音砂	//	//	105	
○		○				○	○		○	×					中	//	106	
○		○		○		○	○		○					砂	中	//	107	
○	○	○		○	○	○	×	×	○		△			火音砂	少	遅	可	108
○	○	○			○	○		×	○			×		砂	//	難	109	
		○	○		○	×	×	×	○		○		○	風砂		//	110	
○		○				○	△		○						少	速	111	
○	○	○	○			△	○	○	○						//	易	112	

番号	樹種名	生活形	花色用途	花期	葉の特質	果色・用途	熟期
114	ヒユウガミズキ	〃・〃	〃-〃	〃		〃	〃
115	マルバノキ	〃・〃	赤紅	10-12	紅葉(紅)	〃	〃
116	イスノキ	常緑・高木	〃	4		〃	〃
117	マンサク	落葉・中高木~ 大低木	黄・観	3-4	紅葉(黄)	〃	〃
118	フウ	〃・高木	淡緑黄	4	〃(紅)	〃	〃
119	モミジバフウ	〃・〃	〃	〃	〃	〃	〃
120	ウツギ	〃・低木	白・観	5-6		〃・鳥	〃
121	アジサイ	〃・〃	淡赤紅・ 青・観	6-7		-	-
122	ノリウツギ	〃・〃	白・観	7-8		褐・鳥	10
123	バйкаウツギ	〃・〃	白・観	5-6		褐	〃
124	トベラ	常緑・大低木~ 低木	黄白・観	〃		黄(赤)・鳥(異)	11-12
125	ザイフリボク	落葉・中高木	白・観	4-5		紫黒・鳥	10
126	ボケ	〃・低木	白・赤紅・ 観	3-4		淡黄・鳥・香	8
127	カリン	〃・高木	淡赤紅・ 観	4-5		黄・食・観・香	10
128	サンゴカマツカ	常緑・低木	淡紅	6		赤・観・鳥	10-12
129	サンザシ	落葉・〃	白・観	5		赤・鳥・観	10
130	ヤマブキ	〃・〃	黄・観	4-5	紅葉(黄)	褐・鳥	9
131	カイドウ	〃・大低木	赤紅・観	〃		暗赤	10
132	ズミ	〃・中高木	淡紅白	〃		赤(黄)・鳥 ・観	9
133	カナメモチ	常緑・〃	白・観	5-6		赤・鳥	10-12
134	ヒカンザクラ	落葉・〃	濃赤紅・ 観	3		紫黒	5-6
135	マメザクラ	〃・大低木	淡紅白・ 観	3-4		〃	5-6
136	ヤマザクラ	〃・高木	〃	4	紅葉(紅)	〃・鳥	5-6
137	サトザクラ	〃・〃	白・紅・観	〃	〃	〃	6
138	オオシマサクラ	〃・〃	白・観	3-4	〃	紫黒・鳥	5-6
139	セイヨウバクチノキ	常緑・大低木	白	4	大葉	紫黒	6
140	ウメ	落葉・高木	白・紅・ 香・観	1-4		淡黄・食・鳥	6

主な用途		植栽地域					立地条件					防災機能				番号		
庭木	生垣	公園	街路	緑化	亜熱	暖温	冷温	亜寒	陽地	陰地	乾地		湿地	砂地	病害		生長	移植
○		○				○	○		○		△				中	易	113	
○		○		○		○	○		○		△				速	可	114	
○		○				○	○		○			△			〃	易	115	
○	○	○			○	○	×	×	○		○		○	風	多	遅	〃	116
○		○				○	○		○		△	△			速	〃	〃	117
○		○	○	○	○	○	△		○					砂	〃	難	〃	118
○		○	○	○	△	○	○		○		△			〃	〃	可	〃	119
○	○	○			○	○	○	○	○		△			〃	少	〃	易	120
○		○		○	○	○	○	○	○	△		△		〃	〃	〃	〃	121
○		○						○	○		△			〃	〃	〃	〃	122
○		○						○	○		△			〃	〃	〃	〃	123
○	○	○		○	○	○	×	×	○	×	○		○		〃	可	〃	124
○		○			×	△	○	×	○		△			〃	〃	易	〃	125
○	○	○		○		○	○	○	○		△				〃	可	〃	126
○		○						○	○						〃	易	〃	127
○		○						○	△	×	○				中	〃	〃	128
○	○	○						○	○			×			〃	〃	〃	129
○	○	○						○	○	△	○	△		砂	少	速	〃	130
○		○						○	○	×	○				〃	〃	〃	131
○	○	○						○	○		○	△			〃	可	〃	132
○	○	○					△	○	×	×	○		△		速	〃	〃	133
○		○					○	○	×	×	○		△		少	中	〃	134
○		○						○	○	△	○		△		少	中	〃	135
○		○	○					○	○		○		△		中	速	易	136
○		○	○					○	○		○	×			多	〃	可	137
○		○	○	○	○	△	○	○		○	△			砂	中	〃	易	138
○		○		○				○			○	△			中	〃	〃	139
○		○						○	○	△	○		○		多	速	〃	140

番号	樹種名	生活形	花色用途	花期	葉の特質	果色・用途	熟期	主な用途							植栽地域					立地条件					防災機能			番号									
								庭木	生垣	公園	街路	緑化	亜熱	暖温	冷温	亜寒	陽地	陰地	乾地	湿地	砂地	病害	生長	移植													
141	エドヒガン	落葉・高木	淡紅白・観	3-4		紫黒・鳥	5-6																														
142	モモ	"・中高木	淡赤紅・観	"		淡黄・食・鳥	6-7																				砂										
143	オオヤマザクラ	"・高木	"	4-5		紫黒・鳥	5-6																														
144	ソメイヨシノ	"	淡紅白・観	4		"	"																														
145	タチバナモドキ	常緑・低木	白・観	5-6		橙・観・鳥	10-12																														
146	トキワサンザシ	"	"	"		赤・観・鳥	"																														
147	シャリンバイ	"	白・"	4-5		紫黒・鳥	"																														
148	サンショウイバラ	落葉・"	淡赤紅・観	5-6	複葉	黄褐・鳥	9-10																														
149	ハマナス	"	赤紅・観	6-8	"	赤・鳥	8-9																														
150	カジイチゴ	半常緑・低木	白	4-5	大葉	赤橙・食	6																														
151	ニワナナカマド	落葉・低木	白・観	8-9	大葉複葉	褐	10																														
152	ナナカマド	"・高木	"	5-7	"紅葉(紅)	赤・観	9-10																														
153	コデマリ	"・低木	"	4-5	小葉	褐・鳥	10																														
154	シモツケ	"・低木	淡赤紅・観	5-6		"	"																														
155	イワシモツケ	"	白・観	5	小葉	褐	"																														
156	シジミバナ	"	"	4-5	"																																
167	ユキヤナギ	"	"	3-4	"	褐	10																														
158	サンカクバアカシア	常緑・大低木	黄・観	"	複葉	"	7-8																														
159	フサアカシア	"・高木	黄・観	1-3	複葉	"	"																														
160	ホムノキ	落葉・"	赤紅・観	7-8	大葉複葉	褐・鳥	10																														
161	イタチハギ	"低木	橙紫・観	6	複葉	"	"																														
162	ハナスホウ	"	赤紅・観	4	複葉	"	9-10																														
163	エニシダ	"	黄・観	4-5	小葉	黒・鳥	7-8																														
164	アメリカデイコ	"大低木	赤紅観	6-9	複葉	褐	10																														
165	ヤマハギ	"低木	赤紅・観	7-9	小葉複葉	"	"																														
166	ミヤギノハギ	"	"	6-9	"	"・鳥	"																														
167	イヌエンジュ	"・高木	黄白・観	7-9	大葉複葉	褐	"																														
168	ニセアカシア	"	白・観	5-6	"	"	10-12																														

主な用途							植栽地域					立地条件					防災機能			番号
庭木	生垣	公園	街路	緑化	亜熱	暖温	冷温	亜寒	陽地	陰地	乾地	湿地	砂地	病害	生長	移植				
○		○				△	○	△	○		△									
○		○				○	○	△	○				○	砂	中	速	可			
○		○	○	○		△	○	○	○		△				多	"	易			
○		○	○	○		○	○		○						中	"	可			
○	○	○		○		○	×	×	○		△				多	"	難			
○	○	○		○		○	×	×	○		△				少	"	可			
○		○		○		○	○	×	○		△		○		遅	"	難			
○		○				○	○		○		△				中	"	可			
○	○	○				○	○	×	○		△		○	砂	速	"	易			
○	○	○				○	×	×	○		△		△		少	"	可			
○		○				○	○	○	○						"	"	易			
○		○	○			△	○	○	○		△				遅	"	可			
○	○	○		○		○	○	○	○			×			少	速	易			
○	○	○		○		○	○	○	○		△				"	"	難			
○	○	○		○		○	○	○	○		△				"	"	可			
○	○	○		○		○	○	×	○		△		○	砂	"	"	易			
○		○		○		○	○	○	○		△				少	"	難			
○		○				○	△	×	×	○					"	"	可			
○	○	○		○		○	○	△	○		○		○		"	"	易			
○	○	○				○	○	○	○		○		砂		"	"	難			
○		○	○	○		○	○	○	○		△				少	"	可			
○		○	○	○		○	○	○	○		○		○		速	"	易			

番号	樹種名	生活形	花色用途	花期	葉の特質	果色・用途	熟期
170	フジ	//・つる性低木	淡紫・観	4-5	紅葉(黄)複葉	褐・鳥	//
171	ナンキンハゼ	//・高木	黄・	6-7	// (紅)	// //	//
172	ユズリハ	常緑・//	緑黄	5	大葉	青黒・鳥(異)	//
173	エゾユズリハ	//・低木	//	5-6		青黒・鳥(異)	//
174	ヒメユズリハ	//・高木	//	5		青黒(異)	//
175	サンショウ	落葉・低木	//	4-5	香・複葉	赤・食・鳥(異)	//
176	ニワウルシ	//・高木	白緑	6-8	大葉複葉	褐 (異)	//
177	チャチン	//・//	白・悪臭	6-7	//	褐	//
178	センダン	//・//	淡紫	5-6	//	淡褐・鳥	//
179	ハゼノキ	//・//	緑黄	//	大葉複葉 紅葉 かぶれ	褐・鳥	10
180	トウカエデ	//・//	淡黄	4-5	紅葉(紅黄)	褐・	9-10
181	ハウチワカエデ	//・//	濃赤紅	//	// (紅)	// 鳥	//
182	イタヤカエデ	//・//	淡黄	//	// (黄)	// //	//
183	トネリコバノカエデ	//・//	//	4	// (均)複葉	褐 (異)	//
184	イロハモミジ	//・//	濃赤紅	4-5	// 紅葉(紅)	// 鳥	//
185	ハナノキ	//・//	赤紅・観	3-4	紅葉(紅)	// //(異)	//
186	ウリハダカエデ	//・//	淡黄	4-5	// (紅)	// //	//
187	ムクロジ	//・//	淡緑黄	6-7	大葉複 紅葉(黄)	黄褐	10
188	ベニバナトチノキ	//・//	赤紅・観	5	大葉複葉	褐	//
189	トチノキ	//・//	白・観	5-6	// 紅葉(黄)	褐・食・鳥	//
190	ナナメノキ	常緑・//	淡紫	6		赤・観(異)	10-12
191	イヌツゲ	//・中高木~ 大低木	白	//	小葉	青黒・鳥(異)	10
192	ハイイヌツゲ	//・低木	白	6-7	小葉	// //(//)	//
193	モチノキ	//・中高木	緑黄	4		赤・鳥(異)	//
194	タラヨウ	//・高木	緑黄	5	大葉	// //(//)	//
195	タマミズキ	落葉・//	緑白	//		赤・観・鳥(異)	//
196	ソヨゴ	常緑・//	白	6		赤・鳥・観(異)	//

主な用途					植栽地域				立地条件					防災機能				番号
庭木	生垣	公園	街路	緑化	亜熱	暖温	冷温	亜寒	陽地	陰地	乾地	湿地	砂地		病虫害	生長	移植	
○		○	○	○		○	○	○	○			△		火・砂	少	速	易	169
○		○			○	○	○	○	○			△	○	砂	//	//	//	170
○		○		○	○	○	△	×	○			△			//	//	//	171
○		○		○	○	○	×	×	○	△	×		○	火・砂		遅	可	172
○		○		○	×	△	○	○	○	△				//	//	//	//	173
○		○		○	○	○	×	×	○	△	△		○		//	//	//	174
○		○		○		○	○	△	○					砂		速	難	175
○		○	○	○	△	○	○	△	○			△		//		//	可	176
○		○	○			○	○	△	○						//	//	//	177
○		○	○		○	○	△	×	○			△	△		//	難	178	
○		○	○	○	○	○	×	×	○			△		砂		//	可	179
○	○	○	○	○		○	○		○			△			//	易	180	
○		○				○	○	○	○						//	可	181	
○		○	○	○	△	○	○	○	○					砂		//	//	182
○		○	○	○		○	○	○	○			△		風	少	//	//	183
○		○	○		△	○	○	△	○			○			//	易	184	
○		○	○			○	○		○			△			//	可	185	
○		○				○	○	○	○						//	易	186	
○		○	○		○	○	×	×	○						//	//	//	187
○		○	○			○	○	△	○					砂		//	可	188
○		○	○	○		○	○	○	○		×	○		//	//	//	//	189
○		○				○	×	×	○						遅	//	//	190
○	○	○		○		○	○	×	○	△	○		○	火・砂	少	//	易	191
○		○		○		○	○	○	○			○		砂		//	//	192
○		○	○	○	○	○	×	×	○		×		○	火・音・砂	多	//	//	193
○		○	○	○		○			○	△	△			火・砂		//	//	194
○		○				○	×	×	○						速	//	//	195
○		○				○	×	×	○			△			遅	可	196	

番号	樹種名	生活形	花色用途	花期	葉の特質	果色・用途	熟期
198	ウメモドキ	落葉・大低木~低木	//	6	小葉	//・//・//・(//)	//
199	ニシキギ	//・//~//	淡緑黄	5-6	//・紅葉(紅)	//・//・//	//
200	ツルマサキ	常緑・低木・つる性	緑白	6-7	//	赤黄・鳥	//
201	マサキ	//・大低木	//	//		赤黄・観・鳥	10-12
202	ツリバナ	落葉・大低木~低木	淡紫白	4-5		紫赤・鳥・観	10
203	マユミ	//・中高木~//	淡白緑	5-6	紅葉(紅)	赤・観・鳥・(異)	//
204	ゴンズイ	//・中高木	淡緑黄	//	大葉	//・//・//	//
205	ツゲ	常緑・//~低木	淡黄	3-4	小葉	褐	8
206	ツタ	落葉・つる性低木	緑黄	6-7	紅葉(紅)	紫黒・鳥	10
207	ホルトノキ	常緑・高木	白	7-8		緑青黒・鳥	11-12
208	シナノキ	落葉・//	淡黄・香	6-7	紅葉(黄)	淡褐	10
209	ヘラノキ	//・//	// //	//		//	//
210	ボダイジュ	//・//	// //	6-7		//	//
211	ムクゲ	//・低木	紫紅・白・観	8-9		//	//
212	アオギリ	//・高木	淡黄	6-7	大葉	黄褐・食・鳥	//
213	ジンチョウゲ	常緑・低木	紫紅・香・観	3-4		赤(異)	7
214	ツルグミ	常緑・低木・つる性	淡黄白	10-12		赤・鳥	5-6
215	アキグミ	落葉・大低木	//	5		//・//・観	10-11
216	ナワシログミ	常緑・低木	//	10-12		赤・食・鳥・観	5-6
217	イイギリ	落葉・高木	緑黄	4-5	大葉	赤・観・鳥(異)	10
218	ギョリュウ	//・中高木	淡赤紅・観	7-8	小葉		
219	サルスベリ	//・高木	//	7-9		褐	10
220	ユーカリノキ	常緑・高木	緑白	6-7	香	褐	//
221	ザクロ	落葉・//	橙赤・観	//		赤・食・観	//
222	アオキ	常緑・低木	紫	3-4	大葉	赤・鳥・観(異)	1-2
223	ミズキ	落葉・高木	白・観	5-6		青黒・鳥	9-10
224	ハナミズキ	//・//	白・観	4-5	紅葉(紅)	赤・鳥・観	10

主な用途					植栽地域					立地条件					防災機能				番号
庭木	生垣	公園	街路	緑化	亜熱	暖温	冷温	亜寒	陽地	陰地	乾地	湿地	砂地	病虫害		生長	移植		
○		○	○		○	○	×	×	○								遅	易	197
○	○	○		○		○	○		○			△			少	速	//	198	
○	○	○		○		○	○	○	○			△			//	//	//	199	
○		○				○	○	○	○	△	△			砂	//	可	//	200	
○	○	○		○	○	○	○		○	△	△		○	火・音・風・砂	//	易	//	201	
○		○				○	○		○						//	//	//	202	
○		○				○	○	○	○		△	△		砂	//	//	//	203	
○		○				○	○	×	×	○		△			//		//	204	
○	○	○		○		○	○		○			△		火・砂	中	遅	易	205	
○		○				○	○		○		○			砂		速	//	206	
○		○				○	○	×	×	○	△	△			中	//	//	207	
○		○	○			○	○	○	○			△		火・砂		速	//	208	
○		○				○	○		○						//	//	//	209	
○		○				○	○		○			△			//	//	//	210	
○	○	○		○		○	○	×	○		○	×		火・砂	少	//	//	211	
○		○	○	○	○	○	○	○	×	○		○	○	砂	//	//	//	212	
○		○		○		○	○	△	×	○	△			//	遅	難	//	213	
○	○	○				○	○	×	×	○	△	○	○		速	可	//	214	
○	○	○		○		○	○		○		○			砂	//	//	//	215	
○	○	○		○		○	△	×	○		○		○	//	速	//	//	216	
○		○		○	○	○	○	○	×	○		△		//	//	//	//	217	
○	○	○		○		○	○	○	○			△	○	//	//	//	//	218	
○		○	○			○	○	○	×	○		△			//	//	//	219	
○		○	○			○	○	×	×	○		△	△		少	難	//	220	
○	○	○		○	○	○	○	○	×	○		△	×	砂	//	易	//	221	
○	○	○		○	○	○	○		○	○		△		火・音・砂	//	//	//	222	
○		○		○		○	○	○	○			△		火・砂	//	可	//	223	
○		○	○	○		○	○	○	○			△	△		少	//	易	//	224

番号	樹種名	生活形	花色用途	花期	葉の特質	果色・用途	熟期	主な用途		植栽地域				立地条件				防災機能	生育			番号
								庭木	生垣	公園	街路	緑化	亜熱	暖温	冷温	亜寒	陽地		陰地	乾地	湿地	
225	ヤマボウシ	落葉・高木	白・観	6-7	紅葉(紅)	赤・食・鳥・観	10	○		○		○		△		砂		速	易	225		
226	サンシュユ	//・//	黄・観	3-4		//・//・//・観	//	○	○		○		△				//	//	226			
227	カクレミノ	常緑・中高木	淡緑黄	7-8	大葉	黒	10-12	○		○	○	×	×	○	○		遅	難	227			
228	ヤツデ	//・低木	白	11-12	//	//・鳥	5	○	○		○	×	×	△	○	火・砂	//	易	228			
229	キツタ	//・つる性低木	緑黄	10-12	//	//・//	4-5	○	○		○	×	○	△	△	△	少	速	//	229		
230	リョウブ	落葉・中高木	白・観	7-8		褐	10	○	○		○	○	○		△	△	//	//	230			
231	サラサドウソク	//・//~低木	淡赤紅 観まだら	5	小葉・紅葉(紅)	//	//	○	○		○	○	○				遅	可	231			
232	ドウダンツツジ	//・低木	白・観	4	//・//	//	//	○	○		○	○	○		○		//	易	232			
233	アメリカシャクナゲ	常緑・中高木~低木	淡白観	5		//・有毒	//				○	△	×	○	×		//	可	233			
234	アセビ	//・低木	白・観	3-4		//・//	//	○			○	○	×	○	△	△	//	易	234			
235	ミツバツツジ	落葉・//	紫紅観	4		褐	//	○			○	○	○		○		中	可	235			
236	サツキ	常緑・//	赤・//	6	小葉	//	//	○	○		○	○	△	○	△	△	遅	易	236			
237	レンゲツツジ	落葉・//	橙赤観	4-6	紅葉(紅)	//・有毒	//	○	○		○	○	○		○		速	可	237			
238	ヤマツツジ	半常緑・低木	赤紅観	4-5		褐	//	○	○		○	○	○		○	○	中	易	238			
239	モチツツジ	//・//	紫紅観	5		//	//				○	○	×	○	×		//	//	239			
240	ホンバシャクナゲ	常緑・//	淡赤紅 ・観	//		//	//	○	○		○	○	×	○			遅	難	240			
241	アズマシャクナゲ	//・//	//・//	5-6	大葉	//	//	○	○		○	○	×	△	△		//	//	241			
242	シロリユウキウ	//・//	白・観	4-5		//	//	○	○		○	○	×	○	△		中	易	242			
243	キシマツツジ	//・//	赤(白) ・観	//	小葉	//	//	○	○		○	○	△	○	×	砂	遅	//	243			
244	アケボノツツジ	落葉・//	淡紅観	//		//	//	○	○		○	○		△	△		//	可	244			
245	オオムラサキ	常緑・//	赤紅紫観	//		//	//	○	○		○	×	×	○	△	砂	速	易	245			
246	キンツツジ	//・//	淡紅紫観	//		//	//	○	○		○	○	×	○	△	△	中	//	246			
247	シャシャンボ	//・中高木~低木	白	6-7		紫黒・食・鳥	//	○	○		○	×	×	○	○		//	可	247			
248	マンリョウ	//・小低木	//	7		赤・鳥・観	11-12	○	○		○	×	×	△	△		遅	易	248			
249	カラタチバナ	//・//	淡紅白	//		//・//・//	//	○	○		○	×	×	△	△		//	//	249			
250	ヤブコウジ	//・//	白	8		//・//・//	10-12	○	○		○	×	×	△	△	○	//	可	250			
251	タイミンタチバナ	//・中高木	淡紫白	4-5		紫黒(異)	//	○	○		○	×	×	○	△		//	//	251			
252	エゴノキ	落葉・//	白・観	5-6		褐・鳥・有毒	10	○	○		○	○	○	○	△		速	易	252			

番号	樹種名	生活形	花色用途	花期	葉の特質	果色・用途	熟期	主な用途		植栽地域				立地条件				防災機能	生育			番号
								庭木	生垣	公園	街路	緑化	亜熱	暖温	冷温	亜寒	陽地		陰地	乾地	湿地	
225	ヤマボウシ	落葉・高木	白・観	6-7	紅葉(紅)	赤・食・鳥・観	10	○		○		○		△		砂		速	易	225		
226	サンシュユ	//・//	黄・観	3-4		//・//・//・観	//	○	○		○		△				//	//	226			
227	カクレミノ	常緑・中高木	淡緑黄	7-8	大葉	黒	10-12	○		○	○	×	×	○	○		遅	難	227			
228	ヤツデ	//・低木	白	11-12	//	//・鳥	5	○	○		○	×	×	△	○	火・砂	//	易	228			
229	キツタ	//・つる性低木	緑黄	10-12	//	//・//	4-5	○	○		○	×	○	△	△	△	少	速	//	229		
230	リョウブ	落葉・中高木	白・観	7-8		褐	10	○	○		○	○	○		△	△	//	//	230			
231	サラサドウソク	//・//~低木	淡赤紅 観まだら	5	小葉・紅葉(紅)	//	//	○	○		○	○	○				遅	可	231			
232	ドウダンツツジ	//・低木	白・観	4	//・//	//	//	○	○		○	○	○		○		//	易	232			
233	アメリカシャクナゲ	常緑・中高木~低木	淡白観	5		//・有毒	//				○	△	×	○	×		//	可	233			
234	アセビ	//・低木	白・観	3-4		//・//	//	○			○	○	×	○	△	△	//	易	234			
235	ミツバツツジ	落葉・//	紫紅観	4		褐	//	○			○	○	○		○		中	可	235			
236	サツキ	常緑・//	赤・//	6	小葉	//	//	○	○		○	○	△	○	△	△	遅	易	236			
237	レンゲツツジ	落葉・//	橙赤観	4-6	紅葉(紅)	//・有毒	//	○	○		○	○	○		○		速	可	237			
238	ヤマツツジ	半常緑・低木	赤紅観	4-5		褐	//	○	○		○	○	○		○	○	中	易	238			
239	モチツツジ	//・//	紫紅観	5		//	//				○	○	×	○	×		//	//	239			
240	ホンバシャクナゲ	常緑・//	淡赤紅 ・観	//		//	//	○	○		○	○	×	○			遅	難	240			
241	アズマシャクナゲ	//・//	//・//	5-6	大葉	//	//	○	○		○	○	×	△	△		//	//	241			
242	シロリユウキウ	//・//	白・観	4-5		//	//	○	○		○	○	×	○	△		中	易	242			
243	キシマツツジ	//・//	赤(白) ・観	//	小葉	//	//	○	○		○	○	△	○	×	砂	遅	//	243			
244	アケボノツツジ	落葉・//	淡紅観	//		//	//	○	○		○	○		△	△		//	可	244			
245	オオムラサキ	常緑・//	赤紅紫観	//		//	//	○	○		○	×	×	○	△	砂	速	易	245			
246	キンツツジ	//・//	淡紅紫観	//		//	//	○	○		○	○	×	○	△	△	中	//	246			
247	シャシャンボ	//・中高木~低木	白	6-7		紫黒・食・鳥	//	○	○		○	×	×	○	○		//	可	247			
248	マンリョウ	//・小低木	//	7		赤・鳥・観	11-12	○	○		○	×	×	△	△		遅	易	248			
249	カラタチバナ	//・//	淡紅白	//		//・//・//	//	○	○		○	×	×	△	△		//	//	249			
250	ヤブコウジ	//・//	白	8		//・//・//	10-12	○	○		○	×	×	△	△	○	//	可	250			
251	タイミンタチバナ	//・中高木	淡紫白	4-5		紫黒(異)	//	○	○		○	×	×	○	△		//	//	251			
252	エゴノキ	落葉・//	白・観	5-6		褐・鳥・有毒	10	○	○		○	○	○	○	△		速	易	252			

番号	樹種名	生活形	花色用途	花期	葉の特質	果色・用途	熟期
254	ハイノキ	常緑・中高木	白・観	"		紫黒	10
255	チョウセンレンギョウ	落葉・低木	黄・観	4		褐	"
256	レンギョウ	"・"	"・"	3-4		"	"
257	トネリコ	"・高木	淡緑黄	4	大葉複葉	緑・鳥・(異)	"
258	ヤチダモ	"・"	淡緑黄	5	"	"・"・(〃)	"
259	オウバイ	"・小低木	黄・観	3-4	小葉複葉	黒	"
260	ネズミモチ	常緑・中高木	白	6		紫黒・鳥	10-12
261	トウネズミモチ	"・"	白	7		"・"	"
262	イボタノキ	落葉・低木	白	6		"・"	10
263	オオバイボタ	落葉・"	白	"		"・"	"
264	オリーブ	常緑・高木	白・香	5-6		紫黒・食	11-12
265	ヒイラギモクセイ	"・中高木	白・香	10	刺葉	(異)	"
266	ギンモクセイ	"・"	"・"	"		(異)	"
267	キンモクセイ	"・"	黄橙・香・観	9-10		(異)	"
268	ヒイラギ	"・"	白・香・観	10-12	刺葉	紫黒・鳥(異)	5
269	ハシドイ	落葉・"	"・"・観	6-7		褐	10
270	ムラサキハシドイ	落葉・中高木 ~低木	紫・香・観	4-5		"	"
271	キョウチクトウ	常緑・大低木	紅赤・観	7-9		"・有毒	11
272	テイカカズラ	常緑・ほふく つる性	淡白・観	5-6		褐	10-12
273	クチナシ	"・低木	白・香・観	6-7		橙・鳥・観	"
274	ハクチョウゲ	半常緑・"	白	"	"	"	"
275	ムラサキキク	落葉・"	淡紫・観	"		紫・鳥・観	10
276	クサギ	落葉・中高木 ~低木	白・香・観	7-9	大葉・悪臭	青・鳥	"
277	ハマゴウ	"・低木・ほふく	紫	"		褐・鳥・香	10-12
278	キササゲ	"・高木	淡黄白 観	6-7	大葉	褐・鳥	10
279	ハナヅクパネ ウツギ	常緑・低木	白・観	7-10	小葉	"	"
280	ツクパネウツギ	落葉・低木	淡黄白 ・観	5	"	褐	10

	主な用途					植栽地域				立地条件					防災機能	病害	生長	移植	番号
	庭木	生垣	公園	街路	緑化	亜熱	暖温	冷温	亜寒	陽地	陰地	乾地	湿地	砂地					
○		○	○				○	○	○	○					砂		速	易	253
○		○					○	×	×	○	△						〃	可	254
○		○		○	○	○	○	○	○	○		△				少	〃	易	255
○		○		○	○	○	○	○	○	○		△				少	〃	〃	256
○		○	○	○		○	○	○	○	○		△	○				〃	〃	257
○		○	○			○	○	○	○	○		○		砂			〃	可	258
○		○				○	○	○	○	○		△				中	易	259	
○	○	○	○	○	○	○	△	×	○	○	△	△	○	火・音・風砂	少	速	〃	260	
○	○	○		○	○	○	△	×	○		△		○	火		〃	〃	261	
○	○	○		○	○	○	△	○	○		△		○	砂	少	〃	〃	262	
○	○	○		○	○	○	△		○				○			〃	〃	263	
○		○			○	○	×	×	○		○		○			〃	可	264	
○	○	○		○	○	○	×	×	○				○	音	少	遅	易	265	
○	○	○		○	○	○	×	×	○				○	火		〃	可	266	
○	○	○		○	○	○	×	×	○				○			〃	易	267	
○	○	○		○	○	○	×	○	△	△	△		○	火・音・砂		〃	〃	268	
○		○	○		○	○	○	○	○			△				速	可	269	
○		○	○	○	○	○	○	○	○				砂			〃	〃	270	
○	○	○		○	○	○	×	×	○		○	△	○		少	〃	易	271	
○	○	○			○	○	○	○		△	△			砂		〃	〃	272	
○	○	○		○	○	○	△		○							中	〃	273	
○	○	○		○	○	○	○	○	○		△				少	速	〃	274	
○		○			○	○	○	○	○		×					〃	〃	275	
○		○			○	○	○	○	○		×	△		砂		〃	可	276	
○				○	○	○	○	○	○		○		○			〃	易	277	
○		○	○			○	○	○	○			○	○			〃	可	278	
○	○	○		○	○	○	△		○			△				〃	易	279	
○	○	○		○	○	○	○	○	○			△				〃	〃	280	

番号	樹種名	生活形	花色用途	花期	葉の特質	果色・用途	熟期
282	ニワトコ	//・大低木	淡黄白 ・観	//	大葉・複葉	赤・鳥	6-7
283	サンゴジュ	常緑・中高木	白・観	6-7	大葉	赤(黒)・鳥・観	9-12
284	ガマズミ	落葉・低木	//・//	4-5	紅葉(紅)	赤・鳥・観	10
285	ハクサンボク	常緑・中高木 大低木	白・観	3-4	照葉	//・//・//	//
286	カンボク	落葉大低木~低木	白・観	5-6		//・//・//	//
287	ヤブデマリ	//	//・//	4-5		赤(黒)・鳥・観	9-10
288	ハコネウツギ	//・低木	淡紅白 ・観	5-6		褐	10
289	タニウツギ	//・//	淡紅・観	//		//	//
290	ニオイシロラン	常緑・高木	白・香	//	大葉	青白	//
291	アツバキミガヨラン	//・低木	黄白・観	6 9-10	//・刺葉		
292	カンチク	//・低木(ササ)					
293	クロチク	常緑・中高木 (竹)					
294	クマザサ	//・低木(ササ)					
295	オリヒラダケ	//・中高木(竹)					
296	オカメザサ	//・低木(竹)					
297	ピロウ	//・高木	黄白	6	大葉	紫黒	10-12
298	カナリーヤシ	//・//	淡黄	//	//	黄(異)	//
299	シュロ	//・//	淡黄・ 淡緑黄	5-6	//	青黒・鳥(異)	//
300	ワシントンヤシトキ	//・//	白	6	//	黒	10

主な用途				植栽地域				立地条件					防災機能				番号	
庭木	生垣	公園	街路	緑化	亜熱	暖温	冷温	亜寒	陽地	陰地	乾地	湿地		砂地	病害	生長		移植
○		○				○	○	○	○		△			砂		速	易	281
○		○				○	○		○		△	△		"		//	易	282
○	○	○		○	○	○	×	×	○	△	△	○	○	火・音・風・砂	少	//	//	283
○		○				○	○	○	○		△			砂		//	//	284
○		○			○	○	×	×	○							中	//	285
○		○				○	○	○	○		△					速	//	286
○		○				○	○	○	○		△	○		砂		//	//	287
○	○	○		○		○	○		○		△	△		"		//	//	288
○		○				○	○	○	○		△	△		"		//	//	289
○		○	○		○	○	×	×	○		○		○			遅	可	290
○		○			○	○	×	×	○		○		○			速	易	291
○		○			○	○	△	×	○							//	//	292
○		○			○	○	△	×	○					砂		//	//	293
○		○		○		○	○	○	○					"		//	//	294
○		○				○	○	○	○							//	//	295
○	○	○		○	○	○	△	×	○		△			砂		//	//	296
		○	○		○	△	×	×	○		○		○	風		//	//	297
○		○	○		○	△	×	×	○		△		○			//	//	298
○		○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	△		火・砂		遅	//	299
		○	○		○	△	×	×	○		○		△			//	可	300

表-3 緑化木養成法一覧

番号	樹名	実生繁殖法							
		採種調整	貯蔵	発芽促進	まき付月	発芽	まき付量/m ²	仕立本数/m ²	稚苗高(平均)
1	ソテツ	乾燥	乾燥中	冷水	3~4	当春・5	2600g	150本	1cm
2	イチョウ	果肉除、水洗、陰生干	乾燥中	低温	とりまき 3~4	当春・5	600	300	12
3	モミ	もぎ・乾燥・脱粒	乾燥中	低温 30日以上	3~4	当春・5	40	500	4
4	アカトドマツ	"	乾燥中	"	3~4	当春・5	14	800	3
5	ヒマラヤスギ	"	乾燥中	冷水1~2日	3~4	当春・5	55	300	12
6	カラマツ	"	乾燥中	"	3~4	当春・5	7	600	12
7	ドイツトウヒ	"	乾燥中	"	3~4	当春・3	15	800	7
8	アカエゾマツ	"	乾燥中	"	3~4	当春・3	7	1,000	3
9	アカマツ	"	乾燥中	"	3~4	当春・5	7	300	12
10	チョウセンゴヨウ	"	乾燥中	低温 組合せ湿層	"	翌春・3	250	200	5
11	リュウキュウマツ	"	乾燥中	冷水1~2日	(琉球) 11~1	当春・5	7	300	12
12	ダイオウマツ	"	乾燥中	"	"	当春・3	(ポットまき)		
13	ヒメコマツ	"	乾燥中	低温 組合せ湿層	3~4	当春・5	70	300	5
14	リギダマツ	"	乾燥中	冷水1~2日	"	当春・4	12	"	12
15	ストロブマツ	"	乾燥中	"	"	当春・5	17	500	5
16	テーダマツ	"	乾燥中	"	"	"	8	300	12
17	クロマツ	"	乾燥中	"	"	"	7	"	"
18	ツガ	"	乾燥中	"	"	当春・3	5	500	2
19	スギ	"	乾燥中	"	"	"	12	600	12
20	コウヨウザン	"	乾燥中	"	"	当春・5	"	"	"
21	メタセコイア	"	乾燥中	"	"	"	"	300	10
22	コウヤマキ	"	乾燥中	"	"	翌春・3	40	600	12
23	センペルセコイア	もぎ・乾燥・脱粒	乾燥中	冷水1~2日	3~4	当春・5	"	"	"
24	ラクウショウ	もぎ・陰干・脱粒	乾燥中	低温60日以上	"	当春・5	250	400	15
25	ヒノキ	もぎ・乾燥・脱粒	乾燥中	冷水1~2日	"	当春・5	5	600	10
26	サワラ	"	乾燥中	"	"	当春・2	4	"	8
27	ホソイトスギ	"	乾燥中	"	"	"	"	"	"
28	ビャクシン	もぎ・果肉除 水洗・陰生干	乾燥中	低温60日以上	"	当春・2	"	"	"

種子数量			さし木				つぎ木		番号	
g/l	個/Kg	個/l	材料	枝年令	時期(月)	活着率	方法	時期(月)		台木
560~660	66~67	38~44	不定芽	0	(2)~4	5 ◎				1
620~680	460~610	300~410	枝	0~1	3中~4上 6中~7上	4~5 ◎	切	3上~中	共台	2
280~350	2~2.6万	72~9千	枝(若)	0	"	1~2 △	割	2中~3上	"	3
360~420	10~12万	4~4.6万	"	"	"	" △	"	(北海道) 4~5上	"	4
300~400	1~1.3万	32~4千	枝	"	"	3~4 ◎				5
320~340	22~31万	72~11万	枝(若)	"	6上~7	1~2 △	割	2中~3中	共台	6
430~540	10~12万	42~62万	枝	"	3中~4中 6中~7	1~3 △	"	"	"	7
400~530	33~42万	17~18万	"	"	"	" △	"	(北海道) 4中~5上	共台、ドイツ トウヒ	8
490~570	10~13万	49~75万	枝(若)	"	8下~10上	1~2 △	"	2中	クロマツ	9
550~690	16~2.1万	1~13千				△	"	3中	"	10
510~520	10~102万	48~5.2万				△	"	2中	"	11
	1万					△				12
500~600	7~1.1千	43~5.4千	枝(若)	0	8下~10上	1 △	割	2中~3上	クロマツ	13
530	12万	65万				△	"	3中	"	14
460~550	5~5.7万	2.3~2.8万	枝(若)	0	8下~10上	1 △				15
	4万					△				16
470~600	6~8.6万	3~5万	枝(若)	0	8下~10上	1 △	割	2中	共台	17
250~350	25~40万	88~13万	枝	"	3 6中~7	1~2 △				18
330~480	22~36万	8~14万	"	0~1	3中~4中 6.9上~10上	1~5 ◎	割	2中~3上	共台	19
150~290	12~19万	2.8~3.5万	"	"	3中~4中	4~5 ◎				20
			"	"	3中下 7	" ◎				21
240~300	38~4.7万	1~1.3万	枝(若)	0~1	3~4上 6中~10上 3中~4下	2~3 ○				22
150	27万	5.1万	枝	0	6中~7上 9~10上	3~4 ○				23
225	6~10千	1.3千	枝(若)	"	7	" ○				24
250~300	36~55万	9~16万	枝	0~1	3中~4中 6中~7上 9中~10中	4~5 ◎	割	3下~4上	共台	25
125~200	9~13万	15~20万	"	"	3中下 6中~7中 8中~9中	5 ◎	"	"	"	26
430	15~27万	62万	"	"	3中~4中 6中~7中 9	4~5 ◎				27
400~520	62~6.7万	2.7~3.3万	"	"	3中~4下 6~7中 9	3~4 ◎				28

番号	樹名	実生繁殖法							
		採種調製	貯蔵	発芽促進	まき付月	発芽	まき付量 g/m^2	仕立本数 m^2	稚苗高
29	ハイビクシン	もぎ・果肉除・水洗・陰生干	乾燥冷暗	低湿	3~4	当~翌春 2			
30	ネズミサシ	〃	〃	〃	〃	〃			
31	ニオイヒバ	もぎ・乾燥・脱粒	〃	冷水1~2日	〃	当春・3	5	350	10
32	コノテガシワ	〃	〃	〃	〃	〃	20	〃	15
33	アスナロ	〃	〃	〃	〃	〃		600	3
34	イヌマキ	もぎ・仮種皮除・水洗・陰生干	湿冷土中		とりまき	当春 4~5	380	350	12
35	ナギ	〃	〃		〃	〃	350	300	6
36	イチイ	〃	〃		〃	翌春 3	40	600	5
37	カヤ	〃	〃		〃	当春 4~5	190	150	10
38	モクマオウ	もぎ・乾燥・脱粒	乾燥冷暗		〃	当春 2~3	3	500	15
39	ヤマモモ	もぎ・果肉除・水洗・陰干	湿冷	低湿	9~10	当春・3	110	300	10
40	オニグルミ	〃	湿冷土中		とりまき 3~4	当春 4~5	900	100	20
41	サワグルミ	もぎ・陰生干	湿冷		〃	当春 2~3	22	150	30
42	シナサワグルミ	〃	〃		〃	〃			
43	ギンドロ	もぎ・脱粒・陰生干	〃		とりまき	当夏・3			
44	セイヨウコナギ (ポブラ)	〃	〃		〃	〃			
45	ヤマナラシ	〃	〃		〃	〃			
46	シダレヤナギ	〃	〃		〃	〃			
47	アカメヤナギ	〃	〃		〃	〃			
48	ネコヤナギ	〃	〃		〃	〃			
49	イヌコリヤナギ	〃	〃		〃	〃			
50	ヤマハンノキ	〃	〃	低湿30日	3~4	当春 1~3	1	350	30
51	ヒメヤシブシ	〃	〃	〃	〃	〃	〃	400	25
52	シラカバ	〃	乾冷	〃6週以上	〃	当春 1~2	〃	300	30
53	アカシデ	〃	湿冷	〃60日以上	とりまき 3~4	〃	3	200	25
54	ツブラシイ	落果・冷水浸陰生干	湿冷土中		とりまき 2~3	当春 4~5	300	300	8
55	ブナ	〃	〃	低湿30日	〃	当春 1~2	200	200	〃
56	マテバシイ	〃	〃		〃	当春 4~5	600	150	12

種子数量			さし木				つぎ木		番号	
g/l	個/Kg	個/l	材科	枝年令	時期(月)	活着率	方法	時期(月)		台木
			枝	0~1	3中~4下 6~7中 9	5 ◎				29
480	6.7~6.8万	33万	〃	〃	〃	〃 ◎				30
138	35万	4.9万	〃	〃	〃	4 ◎				31
490~620	33~7万	2~3.9万	〃	〃	3中~4中 6下~7中	〃 ◎				32
230~410	20~30万	6.5~7.2万	〃	〃	3下~4下 6中~下.9	〃 ◎				33
900	3.6千	3.3千	〃	0	(3下~4下) 5中~7	4~5 ◎				34
420~570	850~1.570	500~820	〃	〃	3下~4 6中~7中	3~4 ○				35
510~600	2~2.9万	1~1.6万	〃	0~1	3~4下 6中~7中	4~5 ◎				36
370~510	390~1.280	200~520	〃	0	3~4 6下~7	3~4 ○				37
220~240	83~1.45万	16~35万	〃	0~1	3下~4中 7, 9上	4~5 ◎				38
460~580	5~7.3千	22~3.3千	〃	0	4下~5上 6下~8上	1~3 ○	割・切	4中~下	共合	39
400~520	100~170	50~90	〃	〃	6下~7	0~△	切・腹	〃	オニグルミ テウチグルミ	40
(羽つき) 85~100	9.6~10千	1.3~1.6千	〃	〃	〃	〃 △				41
			〃	〃	〃	1~2 △				42
			〃 根	〃	3~4上 6中~7上9	根, 根 5 ◎				43
			〃	〃	〃	5 ◎				44
		400~600万	〃 根	〃	〃	枝0, 根5 ◎				45
			〃	〃	3上~中 6中~下.9	5 ◎				46
			〃	〃	〃	〃 ◎				47
			〃	〃	〃	〃 ◎				48
			〃	〃	〃	〃 ◎				49
200~230	123~16.3万		〃	〃	3, 6下	0~△				50
170~230	118~185万	22~29万	〃	0~1	6下	3 ○				51
40~100	230~578万	20~24万	〃	〃	6下~7中	0~△				52
230~430	19~39万	8.9~12万	〃	〃	〃	4~5 ○				53
500~750	1.1~1.6千	800~900	〃	0	〃	0~1 △				54
450~550	4.5~7.3千	2.1~3.4千	〃	0(若)	〃	1~2 △				55
550~670	280~530	180~290	〃	0~1	7中~下	2~3 ○				56

番号	樹名	実生繁殖法							稚苗高
		採種調整	貯蔵	発芽促進	まき付月	発芽	まき付量/m ²	仕立本数/m ²	
57	シリブカガシ	落果・冷水浸 陰生干	湿冷 土中		とりまき 2~3	当春 4~5			
58	クヌギ	"	"		"	"	430	80本	30cm
59	ナラガシワ	"	"		"	"	550	100	22
60	カシワ	"	"		"	"	330	"	18
61	イチイガシ	"	"		"	当春・	470	200	12
62	アラカシ	"	"		"	"	270	"	15
63	ミズナラ	"	"		"	"	130	50	50
64	シラカシ	"	"		"	"	350	200	15
65	ウバメガシ	"	"		"	"	480	"	"
66	コナラ	"	"		"	"	220	150	25
67	ムクノキ	もぎ・果肉除 水洗・陰干	乾燥 低温		とりまき 3~4	"	25	100	50
68	エノキ	"	"		"	"	12	"	65
69	ハルニレ	もぎ・陰干	"	水浸3日	とりまき	当夏 1~2	4	150	60
70	アキニレ	"	"	"	とりまき 3~4	当春 1~2	5	200	50
71	ケヤキ	小枝切・脱粒 異物除・陰干	"	水浸3日, 低湿	2下~3	当春 2~4	18	300	30
72	ガジュマル	もぎ・果肉除 水洗・陰干	土中		とりまき (3~6)	当夏秋 2			
73	アコウ	"	"		"	"			
74	ユリノキ	もぎ・脱粒・ 陰干	湿低 土中	低湿100日	とりまき 3~4	当春・1	80	70	25
75	ハクモクレン	もぎ・脱粒・仮 種皮除・陰干	"	低湿60日	"	当春 4~5	50	100	20
76	タイサンボク	"	"	"	"	当春 2~4	60	50	25
77	コブシ	"	"	"	"	"	"	100	20
78	モクレン	"	"	"	"	当春・2	"	"	"
79	ホオノキ	"	"	"	"	当~翌春 3	50	50	25
80	オガタマノキ	"	"	"	"	当春 3~4	"	100	"
81	トウオガタマ	"	"	"	"	当春・3	"	"	20
82	シキミ	もぎ・乾燥 脱粒	"		3~4	当春・4	20	300	7
83	ロウバイ	もぎ・脱粒 陰干	"		"	当春 3~4	"	"	"
84	カゴノキ	もぎ・果肉除 水洗・陰生干	"		とりまき 3~4	当春・3	70	300	5

番号	種子数量			さし木			つき木		番号		
	♂/ℓ	個/Kg	個/ℓ	材 料	枝年令	時期(月)	活着率	方法		時期(月)	台木
57	600	140	85	枝	0	7中~下	0 △				57
58	550~710	140~280	100~200	"	"	6下~7中	4 ○				58
59				"	0~1	5中~7下	0 △				59
60	500~740	270~550	200~280	"	0	7上~8上	" △				60
61	700~730	500~670	440~490	"	0~1	"	" △				61
62	650~720	920~1210	660~810	"	0~1	7	3~4 ○				62
63	680~750	330~630	250~460	"	0~1	4・6 7下~8上	0 △				63
64	520~760	760~1200	540~810	"	0~1	7上~下	2~3 ○				64
65	540~700	340~710	300~500	"	0~1	7中~下	3~4 ◎				65
66	560~750	600~960	350~620	"	"	7上~下	0~1 △				66
67	590~650	5.8~7.8千	3.9~5.1千	"	"	6下	0 △				67
68	590~680	1.3~2.2万	84~1.1千	"	"	7下	2~3 ○				68
69	320	20万		"	0	6下~7中	1~2 ○ 2~4				69
70	60~100	14~28万	1~1.5万	"	"	"	3 3~4 ○				70
71	390~560	5.9~8.3万	2.3~3.8万	"	"	7中~下	2~4 ○ 1~3				71
72		40~50万		"	0~1	6中~7上	4 ◎				72
73				"	"	"	" ◎				73
74	50~80	2.1~3万	1.4~1.6千	"	0	4 6~7 3中~下 6~7	0~1 △				74
75				"	"	3中~下 6~7	0 △	呼・根	3中~下	コブシ	75
76	560~630	2.3~4.6千	2.8千	"	"	6~7	0~1 △	切・根	4上~下	コブシホ ノキタ付 糸切根	76
77	480~640	4.3~11.2千	2.8~6.7千	"	"	3中~下 7上~中	" △				77
78				"	0~1	3中~下 6~7上	2~3 ○				78
79	490~650	3.3~7.4千	1.5~4千	"	0	7中~下	0~2 △				79
80	490~500	8.9~13.2千	4.3~6.6千	"	"	3中~下 6中~7中	3~4 ◎				80
81	530	7.7千	4.1千	"	"	"	" ◎				81
82				"	"	6中~7上	4~5 ◎				82
83	625	3.6千		"	"	3中~下 6中~7上	0 △	呼・根	3中~下	共台	83
84											84

番号	樹名	実生繁殖法							苗木高
		採種調製	貯蔵	発芽促進	まき付月	発芽	まき付量/m ²	仕立本数/m ²	
85	クスノキ	もぎ・果肉除 水洗・陰生干	湿低 土中		とりまき 3~4	当春 3~4	208	150本	30cm
86	ゲッケイジュ	// (但雌木少)	//		//	当春・3	330	200	12
87	テンダイウヤク	//	//		//	//			
88	クロモジ	//	//		//	当春 2~4			
89	タブノキ	//	//		とりまき 9下~10下	当夏~秋 4~5	130	200	10
90	シロダモ	//	//		とりまき 3~4	当春 4~5	150	250	7
91	ハスノハギリ	もぎ・脱粒・ 陰生干	土中 乾燥 冷暗		とりまき (10~12)	当春・3	400	100	
92	ヤマグルマ	もぎ・乾燥・ 脱粒・異物除	//		とりまき 3~4	当春・2	2	300	1
93	カツラ	//	//		//	//	1	250	30
94	メギ	もぎ・果肉除・ 水洗・陰生干	湿低		//	当春・3	6	300	20
95	ヒイラギナンテン	//	//		とりまき	当夏~秋 4	20	//	3
96	ナンテン	//	湿低 土中		とりまき 4~5	当夏~秋 4~5	30	600	2
97	アケビ	//	//		とりまき 3~4	当春 3~4	10	100	40
98	ムベ	//	//		//	//	30	//	6
99	センリョウ	//	//		//	当春 2~4	70	600	5
100	ヤブツバキ	もぎ・乾燥 脱粒・陰干	//		//	当春・5	220	150	8
101	ユキツバキ	//	//		//	//	//	//	//
102	サザンカ	//	//		//	//	90	//	6
103	サカキ	もぎ・果肉除 水洗・陰干	//		//	当春 3~4	10	250	4
104	ハマヒサカキ	//	//		//	当春 2~3	5	//	6
105	ヒサカキ	//	//		//	//	4	//	//
106	ヒメシャラ	もぎ・陰干 脱粒	湿低		//	//	10	300	10
107	ナツツバキ	//	//		//	//	15	//	//
108	モッコク	もぎ・果肉除 水洗・陰干	//		//	当春 4~5	12	200	8
109	チャノキ	もぎ・乾燥 脱粒・陰干	//		//	当春・5	100	150	10
110	テリハボク	もぎ・陰干	土中		とりまき (11~12)	当春・4			
111	キンシバイ	もぎ・乾燥 脱粒	乾燥 冷暗		3~4	当春・3			
112	モミジバズカケ	もぎ・陰干 脱粒	湿低		//	当春 2~3	5	300	50

番号	種子数量			さし木			つぎ木		番号		
	♀/ℓ	個/Kg	個/ℓ	材科	枝年令	時期(月)	活着率	方法		時期(月)	台木
85	420~620	78~12千	4~6.7千	枝	0(若)	6中~7中	1~3○				85
86	700	1.7~2.2千	1.2千	//	0	4 6~7	2~3○				86
87				//	//	3 6中~7	3~4◎				87
88	440~590	7.9~11.8千	6.9千	//	//	6~7	1~2△				88
89	610~700	1.4~2.9千	930~1,800	//	//	7中~下	0△				89
90	560~600	22~3.5千	1.3~2.1千				0△				90
91		590									91
92	510~540	143~280万	31万	枝	0~1	4下~5上 7中~下	2~3○ 3~4○				92
93	90~130	124~203万	16~25万	//	0	7中~下	4○				93
94	260		9千	//	0~1	3~4 6~7.9	4~5◎				94
95				//	//	//	//◎				95
96	500~530	1.8~3.9万	8.8~20.8千	//	//	//	//◎	切	3中~下	共台	96
97	660	3~5万	2.5万	//	//	3~4 6~7上	//◎				97
98				//	//	//	//◎				98
99	480	4.4万	1.1~2.1万	//	//	3中~5上 6中~7中	4◎				99
100	510~600	660~1,100	280~630	//	0	3中~4中 6中~8	4~5◎	切・呼 緑枝	3下~4上 6中~7中	共台	100
101				//	//	//	//◎	//	//	//	101
102	450~500	1.6~3.4千	1.3~1.5千	//	//	//	//◎	//	//	//	102
103	500~600	2.5~2.7万	15~15.2万	//	//	6中~7上 9	4◎			//	103
104	580~670	70~102万	41万	//	//	3中~4中 6中~7	//◎			//	104
105	500~700	100~135万	68~71万	//	//	3中~4 6下~7中	3~5◎			//	105
106	200~260	6.7~14万	1.7~3万	//	//	//	3~4◎				106
107	370~430	7.1~10万	2.8~3.5万	//	//	//	//◎	切	3中~下	共台	107
108	430~550	2.4~3.7万	1.4~1.6万	//	//	4下 6下~7中	4○				108
109	330~400	1.3~1.7千	400~660	//	//	3中~下 6中~7中	//◎				109
110	396	114	45								110
111				枝	0	3中~下 6中~7中	4~5◎				111
112				//	//	3中~4上 9	//◎				112

番号	樹名	実生繁殖法							
		採種調整	貯蔵	発芽促進	まき付月	発芽	まき付量g/m ²	仕立本数/m ²	種苗高
113	コウヤミズキ	もぎ・乾燥 脱粒・陰干	湿低 (土中)	低湿60日	とりまき 2~4	翌春 2~3	10g	200本	20cm
114	ヒュウガミズキ	"	"	"	"	"	"	"	"
115	マルバノキ	"	"	"	"	翌春 3~4	"	"	"
116	イスノキ	"	"	"	"	当春 3~4	15	250	18
117	マンサク	"	"	"	"	翌春 3~4	"	200	20
118	フウ	もぎ・乾燥 脱粒・陰干	密封 冷暗	"	"	当春 2~3	5	"	"
119	モミジバフウ	"	"	"	"	"	20	"	"
120	ウツギ	"	"	"	3~4	当春	"	"	"
121	アジサイ	"	"	"	"	"	"	"	"
122	ノリウツギ	もぎ・乾燥 脱粒・陰干	密封 冷暗	"	3~4	当春 2~3	"	"	"
123	バイカウツギ	"	"	"	"	当春 3~4	"	"	"
124	トベラ	もぎ・乾燥 脱粒・陰干	湿砂土 中湿低	"	とりまき 2~3	当春 4~5	30	200	18
125	ザイフリボク	もぎ・果肉除 水洗・陰干	湿低	"	"	当春 3~4	20	"	25
126	ボケ	"	"	"	3~4	"	15	50	45
127	カリン	"	"	"	とりまき 3~4	当春 4~5	6	"	50
128	サンゴカマツカ	"	"	"	"	当春 3~4	"	"	"
129	サンザシ	"	湿低 土中 密封 冷暗	"	"	翌春 3~4	15	200	10
130	ヤマブキ	もぎ・脱粒 陰干	密封 冷暗	"	3~4	当春3	"	"	"
131	カイドウ	もぎ・果肉除 水洗・陰干	湿低	"	とりまき 2~3	当春 2~3	100	100	25
132	ズミ	"	"	"	"	"	"	"	"
133	カナメモチ	"	"	"	"	当春4	30	200	20
134	ヒカンザクラ	落果採・果肉除 水洗・陰干	"	低湿60日	9~10	当春 3~4	"	"	"
135	マメザクラ	"	"	"	"	"	25	300	20
136	ヤマザクラ	"	"	"	"	"	20	150	50
137	サトザクラ	(一重の種は 結実する)	"	"	"	"	30	"	45
138	オオシマザクラ	落果採・果肉除 水洗・陰干	"	"	"	"	"	"	"
139	セイヨウバクチノキ	"	"	"	"	"	"	"	"
140	ウメ	"	"	"	"	"	200	50	50

番号	種子数量			さし木			つぎ木		番号		
	g/ℓ	個/Kg	個/ℓ	材料	枝年令	時期(月)	活着率	方法		時期(月)	台木
113				枝	0	3中~下 6中~7上	4~5◎				113
114	560	8万		"	"	"	"◎				114
115		5万		"	"	6中~7中	5◎				115
116	600~670	35万	2.1万	"	"	3~4 6中~7中	3~4○				116
117	570~610	1.8~2.6万	1.1~1.3万	"	"	3中~4中 6下~7中	3 3~4○				117
118	220	5.4万	1.2万	"	"	6下~7中	0△				118
119	260	2.3~3.3万	5.9万	"	"	"	4◎				119
120		19.5万	10.7万	"	"	3中~下 6中~下 9~10上	5◎				120
121	-	-	-	"	"	3上~4上 6中~7中	"◎				121
122				"	"	3中~下 6中~7中	"◎				122
123				"	"	"	4~5◎				123
124	610~700	2.3~3万	1.5~2.1万	"	"	3中~4 6下~7中	3~4○				124
125	750	1.2.3万	9.2万	"	"	3中~4上	"○				125
126	540~690	2.1~2.8万	1.2~2.0万	"	0~1	2下~3 6下~8下 9~10上	4◎	切	3上~中	共台 クサボク ヤマナシ 共台 マルメロ	126
127				"	0	3 6中~7上	"◎	"	3中~下		127
128				"	"	3中~4上 6中~7中	"◎				128
129		1.9万		"	"	3 6下~7中	3~4○				129
130				"	"	3中~4上 6中~7上	5◎				130
131	620	4.8万	3万	"	"	3中~下 6下~7中	3~4○	切・芽	3上~下 9上~中	共台ズミ マルメロ	131
132	580~630	1.9~3.3万	1.1~2.1万	"	"	3~4 6下~7中	1~2 3~4○				132
133		1.7~1.8万	8.7万	"	"	"	4~5◎				133
134	510~520	4.2万	2.2万	"	"	6下~7中	0△	切・芽	2中~3中 9上~中	共台 ヤマザクラ オシマザクラ 共台 オシマザクラ	134
135				"	"	7中~8上	4~5◎	切	3上~中	共台 オシマザクラ	135
136	460~640	8.1~18.4千	4.8~11千	"	"	"	3~4○	切・芽	3上~中 9上~中	共台 オシマザクラ マザクラ オシマザクラ マザクラ	136
137				"	"	"	0~4△	"	"		137
138				"	"	"	2~3○	"	"	共台 マザクラ	138
139				"	"	4 6中~7下	4~5◎				139
140				"	0~1	3 6中~7下	0~5△	切	3上~中	共台 モモ	140

番号	樹名	繁殖法							育苗高
		採種調整	貯蔵	発芽促進	まき付月	発芽	まき付量g/m ²	仕立本数/m ²	
141	エドヒガシ	落果採・果肉除 水洗・陰干	湿低	低温60日	9~10	当春 3~4	20g	150本	50cm
142	モモ	"	"	"	"	"	"	"	"
143	オオヤマザクラ	"	"	"	"	"	25	150	40
144	ソメイヨシノ	"	"	"	"	"	30	"	50
145	タチバナモドキ	もぎ・果肉除 水洗・陰干	湿低 土中	"	3~4	当春・4	60	200	35
146	トキワサンザン	"	"	"	"	"	"	"	"
147	シャリンバイ	"	"	"	"	当春・5	95	250	6
148	サンショウイバラ	"	湿低	"	"	当春 2~3	"	"	"
149	ハマナス	"	"	低湿60日	"	当春・2	7	120	15
150	カジイチゴ	"	"	"	"	"	"	"	"
151	ニワナカマド	もぎ・脱粒 陰干	密封 冷暗	日本では結 実がわるい	"	当春・3	"	"	"
152	ナナカマド	もぎ・果肉除 水洗・陰干	湿冷	低湿100日	とりまき 3~4	当春 2~3	6	400	8
153	コデマリ	もぎ・脱粒 陰干	密封 冷暗	"	"	"	"	"	"
154	シモツケ	"	"	"	"	"	2	300	40
155	イワシモツケ	"	"	"	"	"	"	"	"
156	シジミバナ	結実しない	"	"	"	"	"	"	"
157	ユキヤナギ	もぎ・脱粒 陰干	密封 冷暗	"	とりまき 3~4	当春 2~3	"	"	"
158	サンカクハアカンア	もぎ・乾燥 脱粒・陰干	"	硫酸 熱湯	暖地9	当秋 4~5	10	500	3
159	フサアカシア	"	"	"	"	"	"	"	"
160	ネムノキ	早もぎ・脱粒 陰干	"	"	とりまき 3~4	当春 3~4	5	50	50
161	イタチハギ	もぎ・脱粒 陰干	"	"	"	"	10	150	40
162	ハナスホウ	もぎ・乾燥 脱粒・陰干	密封又 は湿低	"	"	当春・4	15	200	25
163	エニシダ	"	密封 低湿	"	3~4	"4	10	150	40
164	アメリカデイコ	"	"	"	"	"	"	"	"
165	ヤマハギ	もぎ・乾燥 脱粒	乾燥 冷暗	冷水	3~4	当春 3~4	10	150	50
166	ミヤギノハギ	"	"	"	"	"	"	"	"
167	イヌエンジュ	"	冷暗	硫酸	"	当春・3	50	200	30
168	ニセアカシア	"	"	熱湯	"	当春・4	4	100	60

番号	種子数量			さし木			つぎ木		番号	
	g/ℓ	個/Kg	個/ℓ	材 料	枝年令	時期(月)	活着率	方法		時期(月)
141				枝	0~1	7中~8上	3 ○	切	3中	共台ヒガ ンダイザクラ
142				"	0	3 6中~7下	0~ 3~4 ○	緑枝 芽	6中~7中 8下~9中	共台 アズ キ
143				"	"	7中~8上	2 △	切・芽	3中 9上中	共台 アズ キ
144				"	0 1	"	4 5 ◎	"	"	"
145				"	0~1	3中~4中 6中~8上	4 ◎	"	"	"
146	460	43万	20万	"	"	"	" ◎	"	"	"
147	630~700	22~28千	1.6~2.1千	"	0	3中~4上 6中~7	3~4 ○	"	"	"
148				"	"	6中~7	" ○	"	"	"
149	300~340	10~17万	3.3万	"	"	3 6~7	" ○	"	"	"
150				"	"	3 ~4上 6~7	4 ◎	"	"	"
151				"	0~2	6中~7上	3 ○	"	"	"
152	340~600	13~29万	4.2~13万	"	0	3中~4 6中~7	1~3 3~4 ○	"	"	"
153				"	"	3中~4中 6中~7,9	5 ◎	"	"	"
154				"	"	"	" ◎	"	"	"
155				"	"	"	" ◎	"	"	"
156				"	"	"	" ◎	"	"	"
157				"	"	"	" ◎	"	"	"
158				"	"	"	" ◎	"	"	"
159	780	10 82万	6.4万	"	"	"	" ◎	"	"	"
160	580~780	2.3~3.7万	1.7~3.3万	枝	0	6中~7	0~ △	"	"	"
161	326~400	8.8~11万	2.9~3.6万	"	"	3中~4上 6中~7	5 ◎	"	"	"
162	750~830	3.0~3.9万	2.3~3.0万	"	"	3 6中~7	3 4~5 ◎	"	"	"
163	690~770	1.0~1.1万	7.1~8.5万	"	"	3~4 6~7,9	4 ◎	"	"	"
164				枝・根	"	枝3下~4中 6~7 根3~4	枝3~4 根4~5 ◎	"	"	"
165	790	16万	13万	枝	0	6中~7中	4~5 ◎	"	"	"
166				"	"	"	" ◎	"	"	"
167	780~820	1.9~2.8万	1.6万	"	1	4 6下~7中	3 ○	"	"	"
168	740~800	4.6~6万	3~3.7万	枝 低温貯 蔵) 5 °C	0~1	3中~4上 9中~下	3~4 ○	(根さし 容易)	"	"

番号	樹名	実生繁殖法							
		採種調整	貯蔵	発芽促進	まき付月	発芽	まき付量/m ²	仕立本数/m ²	稚苗高
169	エンジュ	もぎ・水つけ 果肉除・陰干	土中	冷水1日	3~4	当春・3	50g	180本	50cm
170	フジ	もぎ・ 脱粒・陰干	密封 冷暗	"	"	当春・5	15	30	"
171	ナンキンハゼ	もぎ・ 脱粒・陰干	"	"	とりまき 3~4	当春 4~5	50	150	"
172	ユズリハ	もぎ・果肉除 水洗・陰干	湿低 土中	低湿40日	"	当春・4	80	200	20
173	エゾユズリハ	"	"	"	"	当春 3~4	70	"	"
174	ヒメユズリハ	"	"	"	"	"	"	"	25
175	サンショウ	もぎ・陰干 脱粒	"	"	2~3	"	4	150	50
176	ニワウルシ	果枝切・脱果 陰干	冷暗	低湿7日	3~4	当春・2	20	25	"
177	チャチン	"	"	"	"	"	"	"	"
178	センダン	果枝切・果肉除 陰干	土中 湿低	"30日	とりまき 3~4	当春 4~5	70	100	50
179	ハゼノキ	果肉切・外皮除 陰干	土中	"	"	当~翌春 3	60	400	30
180	トウカエデ	早もぎ・陰干	湿低 土中	低湿30日	"	当春 2~3	10	150	70
181	ハウチワカエデ	"	"	"60日	"	"	50	250	10
182	イカヤカエデ	"	"	"	"	"	40	200	30
183	トネリコバノ カエデ	"	"	"	"	当春 4~5	20	150	50
184	イロハモミジ	"	"	"30日	"	"	12	400	25
185	ハナノキ	"	"	"	とりまき	当夏~秋 4	"	"	"
186	ウリハダカエデ	"	"	"	とりまき 3~4	当春 2~3	150	250	30
187	ムクジロ	もぎ・果肉除 水洗・陰干	"	"	"	当春 4~5	230	100	40
188	ベニハサトチノキ	結実少ない	湿低	"	"	"	"	"	"
189	トチノキ	もぎ・脱粒 乾させぬ	"	"	とりまき 3~4	当春 4~5	340	25	25
190	ナナメノキ	もぎ・果肉除 水洗・陰干	土中 湿低	"	とりまき 2~3	翌春 2~3	10	250	"
191	イヌツゲ	"	"	"	"	当春・4	8	300	8
192	ハイイヌツゲ	"	"	"	とりまき 3~4	"	"	"	7
193	モチノキ	"	"	"	とりまき 2~3	翌春 2~3	20	250	10
194	タラヨウ	"	"	"	とりまき 3~4	"	15	300	4
195	タマミズキ	"	"	"	とりまき 2~3	当春・3	"	"	"
196	ソヨゴ	"	"	"	とりまき 3~4	翌春・2	70	300	6

番号	種子数量			さし木			つぎ木		番号			
	g/l	個/kg	個/l	材料	枝年令	時期(月)	活着率	方法		時期(月)	台木	
169	620~830	5.4~7.8千	4.3~6.2千	枝	0	3 6~7	1△	(根ざし 容易)				169
170	610~700	2.5~3.3千	2~2.1千	"	"	2下~3中	4~5◎	切	3	共台		170
171	450~560	8~1.3万	5.2~6.5千	"	"	6中~7上	1~3△					171
172	360~530	4~7.3千	1.9~2.9千	"	0~1	4 6中~7中	4~5◎					172
173	435~570	6.7~8.6千	3.2~3.8千	"	"	"	"◎					173
174	520~550	6.8~6.9千	3.6~3.8千	"	"	"	"◎					174
175	600~620	4.2~4.8万	2.6~2.9万	"	0	3中 6中~7中	4◎					175
176				根 枝 根	0	3 3~4 3	4~5◎ 3~4○					176
177				枝			0△					178
178	590~600	2.7~3.6千	1.6~1.8千	"			"△					179
179	380~	9.9~1.5千	3.7~5.6千	"			"△	切・腹	4中~下	共台		180
180	185~220	6~8.3万	1.1~1.7万	"	0	6上~下	3~4○					181
181	150~220	1.5~2.6万	2.2千			6上~7上	"○	寄・芽	3中~4下 9上~10上 芽中~下	共台 イロハシ		182
182	190~210	12~2.5万	2.5~4.6千	枝	0.1	"	0~2△					183
183	130~190	2~2.4万	2.7~4.5千	"	0	"	3~4○					184
184	135~160	6.6~9.4万	6.7~1.5千	"	0.1	6上~7上	2△	寄・芽	3中~4下 9上~10上 芽中~下	共台		185
185				"	0	"	"△					186
186	160~165	9.8~2.7千		"	"	"	"△					187
187	1000	500	500									188
188				枝			0△	切・ 緑枝	3上~中 6~7	トチノキ		189
189	600~685	65~86	45~65	"	0~1	7上	"△	"	"	共台		190
190	390~500	6.5~7.8万	2.7~3.3万	"	0	"	"△					191
191	430~520	6.3~8.5万	3.3~4.4万	"	"	3~4中 6下~8上~9	4~5◎					192
192	530	6.5万	3.5万	"	"	"	"◎					193
193	400~490	3.2~5.8万	2.3万	"	"	6中~7上	3○					194
194				"	"	3~4 6~7	4~5◎					195
195	520~580	8.3~9.5万		枝	0~1	3中~4中 6中~7	3~5◎					196

番号	樹名	実生繁殖法							
		採種調製	貯蔵	発芽促進	まき付月	発芽	まき付量g/m ²	仕立本数/m ²	稚苗高
197	クロガネモチ	もぎ・果肉除 水洗・陰干	湿低 土中		とりまき 2~3	翌春 2~3	10g	250本	20cm
198	ウメトキ	"	"		とりまき 3~4	翌春 3~4	2	"	12
199	ニシキギ	もぎ・果肉除 水洗・陰干	湿冷 土中	低温60日	"	翌春 2~3	20	300	10
200	ツルマサキ	"	"	"	"	翌春 1~2	50	400	15
201	マサキ	"	"	"	とりまき 2~3	当春 3~4	60	300	"
202	ツリバナ	"	"	"	とりまき 3~4	翌春・3	20	250	5
203	マユミ	"	"	"	"	"	"	"	18
204	ゴンズイ	もぎ・果肉除 陰生干	"	"	"	翌春 3~4	50	300	15
205	ツゲ	もぎ・脱粒 陰干	冷暗	"	3~4	当春 3~4	"	"	"
206	ツタ	もぎ・果肉除 水洗・陰生干	湿冷 土中	"	とりまき 3~4	当春・3	"	"	"
207	ホルトノキ	"	"	"	とりまき 4~5	当初夏 4	60	100	30
208	シナノキ	もぎ・陰生干	"	低湿4か月	とりまき 3~4	当~翌春 2	20	200	"
209	ヘラノキ	"	"	"	"	"	10	250	"
210	ボダイジュ	"	"	"	"	翌~翌々春 2	50	200	20
211	ムクゲ	もぎ・脱粒 陰生干	密封冷	"	"	当春・4	6	130	45
212	アオギリ	"	湿冷 土中	冷水	"	当春・5	20	100	25
213	シンチョウゲ	"	"	"	"	"	"	"	"
214	ツルグミ	もぎ・果肉除 水洗・陰生干	密封冷 暗土中	"	とりまき	当夏・4	20	200	15
215	アキグミ	"	密封冷 暗土中	"	とりまき 3~4	当春・4	8	"	30
216	イワシログミ	"	"	"	とりまき	当夏・4	20	"	15
217	イイギリ	もぎ・果肉除 陰生干	湿冷	低湿100日	とりまき 2~3	当春・4	5	150	25
218	ギョリュウ	もぎ・陰生干	密封冷 暗	"	とりまき 3~4	当春・2	"	"	"
219	サルスベリ	もぎ・脱粒 陰干	"	"	3~4	当春・3	3	100	45
220	ユーカリノキ	もぎ・脱粒・乾燥	乾燥冷 暗	"	4~5	"	1	80	100
221	ザクロ	脱粒・多肉種皮除 水洗・陰干	湿冷暗	"	とりまき 3~4	当春 2~3	40	300	15
222	アオキ	もぎ・果肉除 水洗・陰生干	"	"	とりまき 2~3	当春・5	220	200	10
223	ミズキ	"	土中 湿冷	"	とりまき 2~3	当春・3	40	150	50
224	ハナミズキ	"	土中 密封冷	"	"	当春 3~4	75	"	30

種子数量			さし木				つぎ木		番号	
g/ℓ	個/Kg	個/ℓ	材科	枝年令	時期(月)	活着率	方法	時期(月)		台木
420~500	20~27万	79~13万	枝	0	6上~7上	(3~4)○				197
420~600	21~26万	11~13万	"	"	3中~4上 6~7上	3~5◎	切・根	3上~中	共台	198
480~640	33~5万	22~3.2万	"	"	3中~下 6~7.9	4~5◎				199
			"	"	3中~下 6下~7中	4◎				200
580	2.6万	15万	"	"	3中~下 6下~7中	5◎				201
510~670	1.3~2.2万	5.7~9.3千	"	"	3中~下 6下~7中	4◎				202
440~670	1.8~3.8万	1.6~1.7万	"	"	"	4~5◎				203
420~580	1.4~2.5万	8~1.5千	"	"	6下~7中	1~2△				204
500~590	6.8~8.3万	3.4~4.9万	"	"	3中~4上 6~10	4◎				205
650~770	2.3~3.1万	1.8~2.1万	"	"	3中~下 6中~7上	"◎				206
480~560	1.9~2.2千	12~1.6千	"	"	7中	3○				207
190~220	4.3~5.8万	4.1千	"	"	7上~中	2△				208
250	3.4万	8.6千	"	"	"	"△				209
480	4.6千	2.2千	"	"	"	"△				210
170~220	4.8~7.3万	8.3~1.6千	"	"	3 6~8.9	5◎				211
440~500	4.9~5.8千	2.1~2.8千	"	"	3	2~3△				212
-	-	-	"	0~1	3中~4上 6中~7 8下~9	5◎				213
			"	0	3中~4上 6~7	"◎				214
420~580	3.6~6.8万	1.8~2.9万	"	"	3中~下 6~7.9	"◎				215
			"	"	3中~4上 6~7	"◎				216
500~620	5.7~7.4万	2.9~3.6万		"	"	"◎				217
			枝	0~1	3中~4上 6~7.9	4◎				218
222	50万	11万	"	"	3中~4上 6~8上	4~5◎				219
600	43万	2.6万	"	"	"	"◎				220
344	3.7万	2万	枝	0	3中~4上 6~7	4◎				221
510~570	820~1640	420~930	"	"	3中~4上 6~7.9	5◎				222
520~650	1.6~2.8万	1万	"	"	3中~4上 6中~7	3~4○				223
660~680	1.1万	5.7~7.9千	"	"	3中~4上 6~7	4~5◎				224

番号	樹名	実生繁殖法							
		採種調整	貯蔵	発芽促進	まき付月	発芽	まき付量/m ²	仕立本数/m ²	稚苗高
225	ヤマボウシ	もぎ・果肉除水洗・陰生干	土中密封		とりまき 2~3	当春 3~4	35	150	40 cm
226	サンシュユ	〃	〃	低湿60日	3~4	翌春 3~4	100	〃	30
227	カクレミノ	〃	〃		とりまき 3~4	当春 3~5	20	400	15
228	ヤツデ	〃	〃		3~5に とりまき	当夏・5	2	150	4
229	キツタ	〃	〃		〃	〃	〃	〃	〃
230	リョウブ	もぎ・陰干脱粒	密封冷		3~4	当春・2	10	150	10
231	サラサドウダン	〃	乾燥冷暗	変温3週間	2~3	当春・3	6	600	4
232	ドウダンツツジ	裂開前・もぎ陰干・脱粒	〃		〃	当春・2	2	1,600	3
233	アメリカシャクナゲ	〃	〃		〃	〃	3	4,500	2
234	アセビ	〃	〃		〃	〃	4	1,600	〃
235	ミツバツツジ	〃	〃		〃	〃	3	3,000	3
236	サツキ	〃	〃		〃	〃	〃	〃	〃
237	レンゲツツジ	〃	〃		〃	〃	〃	2,500	4
238	ヤマツツジ	〃	〃		〃	〃	〃	3,000	3
239	モチツツジ	〃	〃		〃	〃	〃	〃	〃
240	ホンシャクナゲ	〃	〃		〃	〃	〃	4,500	2
241	アズマシャクナゲ	〃	〃		〃	〃	〃	〃	〃
242	シロリユウキウ	〃	〃		〃	〃	〃	〃	〃
243	キリシマツツジ	〃	〃		〃	〃	3	3,000	3
244	アケボノツツジ	〃	〃		〃	〃	10	4,500	2.5
245	オオムラサキ	〃	〃		〃	〃	〃	〃	〃
246	キシツツジ	〃	〃		〃	〃	3	3,000	3
247	シャシャンボ	もぎ・果肉除水洗・陰生干	湿冷暗		とりまき 1~3に	当春 1~2	7	500	4
248	マンリョウ	〃	〃		とりまき	当夏・5	ポットまき	〃	5
249	カラタチバナ	〃	〃		〃	〃	〃	〃	〃
250	ヤブコウジ	〃	〃		〃	当夏・4	〃	〃	〃
251	タイミンタチバナ	〃	湿冷暗 土中		3~4	翌春・2	100	500	〃
252	エゴノキ	もぎ・脱粒 乾きらう	湿冷暗 土中		とりまき 3~4	当春・4	60	150	40

種子数量			さし木			つぎ木		番号		
φ/ℓ	個/Kg	個/ℓ	材科	枝年令	時期(月)	活着率	方法		時期(月)	台木
540~740	1.8~2.3万	7~1.2千	枝	0	3~4上 6~7	3~4○				225
620~630	4.6~5千	2.9~3.1千	〃	〃	3~4上 6中~7中	2~3○				226
400~500	4.6~1.1万	2.3~4.3万	〃	〃	6~7	3○				227
			〃	〃	3~4上 6~7.9	4~5◎				228
			〃	〃	〃	5◎				229
	16万		〃	〃	3~4上 6~7	3~4○				230
150~182	162~533万	29~80万	〃	〃	3中~4上 6中~7中	〃○				231
			〃	〃	3~4 6~7	5◎				232
			〃	〃	3~4	0~△				233
150~190	491~868万	93~159万	〃	〃	3~4 6~7.9	5◎				234
			〃	〃	6	0~2△				235
			〃	〃	6~7	4~5◎				236
220	175~385万	83万	〃	〃	6	0~2△				237
			〃	〃	6~7	4~5◎				238
			〃	〃	〃	〃◎				239
310	250万	78万	〃	〃	〃	3○				240
300~400	417~538万	125~215万	〃	〃	〃	〃○				241
			〃	〃	〃	4~5◎				242
			〃	〃	〃	〃◎				243
500	91万	46万	〃	〃	4 6~7	0△				244
			〃	〃	6~7	4~5◎				245
			〃	〃	〃	〃◎				246
700	170万	119万	〃	〃	3中~4上 6~7	3○				247
630	12万	73万	〃	〃	〃	4◎				248
			〃	〃	6~7	〃◎	寄	3上	マンリョウ	249
			〃	〃	3中~5 6~7	4~5◎				250
430	1.7万	7.2千	〃	〃	〃	〃◎				251
570~690	4.2~5.9千	2~3千	枝	0	3中~4上 6~7	2~3 3~4○				252

番号	樹名	実生繁殖法							稚苗高
		採種調製	貯蔵	発芽促進	まき付月	発芽	まき付量/m ²	仕立本数/m ²	
253	ハクウンボク	もぎ・脱粒 乾きらう	湿冷 土中		とりまき 3~4	当春・4	90g	150本	30cm
254	ハイノキ	もぎ・果皮除 水洗・陰生干	湿冷暗 土中		"	当春・3			
255	チョウセン レンギョウ	もぎ・脱粒 乾燥	湿冷暗 密封		3~4	当春・4			
256	レンギョウ	"	"		"	"			
257	トネリコ	8下早どり 陰干	土中	組合せ 湿層処理	とりまき 3~4	当春 2~3	15	150	12
258	ヤチダモ	"	"	組合せ 湿層処理	"	"	30	"	15
259	オウバイ	"	"		"	"			
260	ネズミモチ	もぎ・果皮除 水洗・陰生干	湿冷 土中		とりまき 3~4	当春 4~5	20	250	20
261	トウネズミモチ	"	"		"	"	12	200	25
262	イボタノキ	"	"		"	"	15	250	30
263	オオノイボタ	"	"		"	"	20	"	35
264	オリーブ	もぎ・果実のまま	湿低	果肉除きまく	3~4	当初夏	130	450	30
265	ヒイラギモクセイ	結実しない							
266	ギンモクセイ	一般には結実 しない							
267	キンモクセイ	"(ウスキンモクセイ は結実する)							
268	ヒイラギ	もぎ・果皮除 水洗・陰生干	湿冷		9	当春 4~5	50	250	8
269	ハシドイ	もぎ・脱粒・乾	密封 冷暗		3~4	当春・4			
270	ムラサキハシドイ	"	"		"	"			
271	キョウチクトウ	裂開前もぎ 陰干・脱粒	湿冷暗		とりまき 3~4	当春			
272	テイカカズラ	"	"		"	"			
273	クチナシ	もぎ・果皮除 水洗・陰生干	湿冷暗 土中		"	当春・4	4	300	10
274	ハクチョウゲ	一般には結実 しない							
275	ムラサキシキブ	もぎ・果皮除 水洗・陰生干	湿低		とりまき 3~4	当春~初夏 4	3	350	30
276	クサギ	"	"		"	当春 4~5			
277	ハマゴウ	もぎ・果皮除 陰干	"		"	当春・3			
278	キササゲ	もぎ・乾燥 脱粒	乾燥低		"	当春・4	3	300	30
279	ハナソノツクバネ ウツギ	結実しない							
280	ツクバネウツギ	もぎ・脱粒・乾	密封 冷暗		とりまき 3~4	"			

番号	種子数量			さし木			つぎ木		番号		
	g/l	個/kg	個/l	材料	枝年令	時期月	活着率	方法		時期月	台木
253	490~620	2.2~2.8千	1.6千	枝	0	6~7	3~4○				253
254				"	"	6中~7	5◎				254
255				"	"	3 6~7	"◎				255
256				"	"	"	"◎				256
257	160	6~6.8万	3.7千	"	"	3~4上 6~7	3~4○				257
258	155~200	12~1.6万	2.3~2.5千								258
259				枝	0	2中~3 6中~7中・9	4~5◎				259
260	550~580	1.5~2.5万	5.4~1.5千	"	"	3中~4上 6中~7上	4◎				260
261	540~610	1.9~2.1万	1~1.3万	"	"	"	"◎				261
262	520~640		7.4千	"	"	3中~4上 6中~7上・9	4~5◎				262
263				"	"	"	"◎				263
264	660	2.2~2.6千	1.5~1.7千	枝(岩)	"	3中~4上 6・8中~9	3○	切	3上~中	共台	264
265	-	-	-	"	"	6~7 9	4~5◎				265
266	-	-	-	"	"	6~7中	3~4○	切・根	3下	ヒイラギ イボタ	266
267	-	-	-	"	"	"	"○	"	"	"	267
268			3.5千	"	"	6~7 9	4~5◎				268
269	210~290	1.3~2.4万	3.7万	"	"	6中~7	"◎				269
270				"	"	"	2△	切	3上~中	ヒイラギ イボタ	270
271				"	0~1	3中~4中 6~7・9	5◎				271
272				"	"	"	"◎				272
273	540~580	2.4~2.8万	12~1.3万	"	0	3中~4上 6~7・9	"◎				273
274	-	-	-	"	"	"	"◎				274
275	230~310	8.4~12.5万	2.9~5.6万	"	"	"	4~5◎				275
276	490~610	1.3~2.0万	9.7千	"	"	3中~4上 6~7	3~4○				276
277		2.6万	4.5万	"	"	3中~4上 6~7・9	5◎				277
278	50~52	2.8~3.3万	1.7万	"	"	3中~4上 6~7	3○				278
279	-	-	-	"	0~1	3中~4上 6~7・9	5◎				279
280				"	"	3中~4上 6~7	4~5◎				280

番号	樹名	実生繁殖法							稚苗高 cm
		採種調整	貯蔵	発芽促進	まき付月	発芽	まき付量 g/m ²	仕立本数 本/m ²	
281	ウグイスカグラ	もぎ・果肉除 水洗・陰生干	湿冷		とりまき	当夏	♀	本	
282	ニワトコ	"	土中		3~4	当春・2	4	200	20
283	サンゴジュ	"	湿冷 土中		とりまき 3~4	当春 4~5			30
284	ガマズミ	"	"		"	翌春 4~5	20	200	10
285	ハクサンボク	"	土中		"	当春・4	8	150	30
286	カンボク	"	湿冷 土中		"	翌春 4~5			
287	ヤブデマリ	"	"		"	翌春・4			
288	ハコネウツギ	もぎ・脱粒・乾	密封 冷暗		3~4	当春・2	1	300	15
289	タニウツギ	"	"		"	"	1	"	"
290	ニオイシロラン	もぎ・果肉除 水洗・陰生干 一般に結実し ない	湿冷暗		とりまき	当春・4	40	400	2
291	アツキミカヨク	(竹笹類は結実 がまわである)							
292	カンチク								
293	クロチク								
294	クマザサ								
295	ナリヒラダケ								
296	オカメザサ								
297	ビロウ	もぎ・果実の まま陰干	涼しい ところ		とりまき 4~5	当春・4			
298	カナリヤシ	"	"		"	"	350		
299	シュロ	"	湿冷暗 土中		とりまき 3~4	当春 4~5	250	400	1
300	ワシントンヤシトキ	"	涼しい ところ		4~5	当春~翌春 2~4	40		

種子数量			さし木				つぎ木		番号
♀/ℓ	個/Kg	個/ℓ	材 料	枝年令	時期(月)	活着率	方法	時期(月)	
			枝	0~1	3中~4上 6~7	4~5◎			281
350	26万	9万	"	0	2下~3中 6~7	"◎			282
480~490	42~5.9万	2~2.8万	"	"	2下~4中 6~7.9	5◎			283
480~520	3.6~4.1万	1.6~1.7万	"	"	3~4上 6~7	4~5◎			284
"	2.5万	1.3万	"	"	3中~4中 6中~7	4◎			285
420~490	2.7~3.1万	6.9~1.4千	"	"	3~4上 6~7	4~5◎			286
			"	"	"	5◎			287
			"	"	3~4上 6~7.9	4~5◎			288
280~340	344~470万	100万	"	"	"	"◎			289
			茎(葉の ない部分)		5中~下 7~8	5◎			290
			" "		3下~5下	"◎			291
						△			292
						△			293
						△			294
						△			295
						△			296
	226					△			297
	1.1千					△			298
650	2.1千	1.4千				△			299
	9.4千					△			300

1	7	13	19	25	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	133	139	145	151	157	163	169	175	181
2	8	14	20	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	164	170	176	182
3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135	141	147	153	159	165	171	177	
4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	
5	11	17	23	29	35	41	47	53	59	65	71	77	83	89	95	101	107	113	119	125	131	137	143	149	155	161	167	173	179	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
16	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180	
185	191	197	203	209	215	221	227	233	239	245	251	257	263	269	275	281	287	293	299	305	311	317	323	329	335	341	347	353	359	
184	190	196	202	208	214	220	226	232	238	244	250	256	262	268	274	280	286	292	298	304	310	316	322	328	334	340	346	352	358	
183	189	195	201	207	213	219	225	231	237	243	249	255	261	267	273	279	285	291	297	303	309	315	321	327	333	339	345	351	357	
182	188	194	200	206	212	218	224	230	236	242	248	254	260	266	272	278	284	290	296	302	308	314	320	326	332	338	344	350	356	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
181	187	193	199	205	211	217	223	229	235	241	247	253	259	265	271	277	283	289	295	301	307	313	319	325	331	337	343	349	355	

1	7	13	19	25	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	133	139	145	151	157	163	169	175	181
2	8	14	20	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	164	170	176	182
3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135	141	147	153	159	165	171	177	
4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	
5	11	17	23	29	35	41	47	53	59	65	71	77	83	89	95	101	107	113	119	125	131	137	143	149	155	161	167	173	179	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
16	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180	
185	191	197	203	209	215	221	227	233	239	245	251	257	263	269	275	281	287	293	299	305	311	317	323	329	335	341	347	353	359	
184	190	196	202	208	214	220	226	232	238	244	250	256	262	268	274	280	286	292	298	304	310	316	322	328	334	340	346	352	358	
183	189	195	201	207	213	219	225	231	237	243	249	255	261	267	273	279	285	291	297	303	309	315	321	327	333	339	345	351	357	
182	188	194	200	206	212	218	224	230	236	242	248	254	260	266	272	278	284	290	296	302	308	314	320	326	332	338	344	350	356	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
181	187	193	199	205	211	217	223	229	235	241	247	253	259	265	271	277	283	289	295	301	307	313	319	325	331	337	343	349	355	

1	7	13	19	25	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	133	139	145	151	157	163	169	175	181
2	8	14	20	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	164	170	176	182
3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135	141	147	153	159	165	171	177	
4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	
5	11	17	23	29	35	41	47	53	59	65	71	77	83	89	95	101	107	113	119	125	131	137	143	149	155	161	167	173	179	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
16	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180	
185	191	197	203	209	215	221	227	233	239	245	251	257	263	269	275	281	287	293	299	305	311	317	323	329	335	341	347	353	359	
184	190	196	202	208	214	220	226	232	238	244	250	256	262	268	274	280	286	292	298	304	310	316	322	328	334	340	346	352	358	
183	189	195	201	207	213	219	225	231	237	243	249	255	261	267	273	279	285	291	297	303	309	315	321	327	333	339	345	351	357	
182	188	194	200	206	212	218	224	230	236	242	248	254	260	266	272	278	284	290	296	302	308	314	320	326	332	338	344	350	356	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
181	187	193	199	205	211	217	223	229	235	241	247	253	259	265	271	277	283	289	295	301	307	313	319	325	331	337	343	349	355	

1	7	13	19	25	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	133	139	145	151	157	163	169	175	181
2	8	14	20	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	164	170	176	182
3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135	141	147	153	159	165	171	177	
4	10	16	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	
5	11	17	23	29	35	41	47	53	59	65	71	77	83	89	95	101	107	113	119	125	131	137	143	149	155	161	167	173	179	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
16	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180	
185	191	197	203	209	215	221	227	233	239	245	251	257	263	269	275	281	287	293	299	305	311	317	323	329	335	341	347	353	359	
184	190	196	202	208	214	220	226	232	238	244	250	256	262	268	274	280	286	292	298	304	310	316	322	328	334	340	346	352	358	
183	189	195	201	207	213	219	225	231	237	243	249	255	261	267	273	279	285	291	297	303	309	315	321	327	333	339	345	351	357	
182	188	194	200	206	212	218	224	230	236	242	248	254	260	266	272	278	284	290	296	302	308	314	320	326	332	338	344	350	356	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
181	187	193	199	205	211	217	223	229	235	241	247	253	259	265	271	277	283	289	295	301	307	313	319	325	331	337	343	349	355	

TANAK MARK CASD 551200

果美 提芬

哇哇哇哇

Table with 10 columns and 10 rows of numbers, including a large '400' in the top right corner.

有喜 (双葉台)

Table with 10 columns and 10 rows of numbers, including a large '400' in the top right corner.

熟期 1.2月

Table with 10 columns and 10 rows of numbers, including a large '400' in the top right corner.

熟期 3月

Table with 10 columns and 10 rows of numbers, including a large '400' in the top right corner.

日期 4月

Table with 10 columns and 10 rows of numbers, representing the 4th month. Includes numbers like 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31.

日期 5月

Table with 10 columns and 10 rows of numbers, representing the 5th month. Includes numbers like 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31.

日期 6月

Table with 10 columns and 10 rows of numbers, representing the 6th month. Includes numbers like 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31.

日期 7月

Table with 10 columns and 10 rows of numbers, representing the 7th month. Includes numbers like 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31.

整期 8月

Table of numbers for August, organized in columns and rows. Includes a 'TANAC MARK' label at the bottom.

整期 9月

Table of numbers for September, organized in columns and rows. Includes a 'TANAC MARK' label at the bottom.

整期 10月

Table of numbers for October, organized in columns and rows. Includes a 'TANAC MARK' label at the bottom.

整期 11.12月

Table of numbers for November and December, organized in columns and rows. Includes a 'TANAC MARK' label at the bottom.

用型 緑化

1	●	13	19	25	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	133	139	145	151	157				
2	●	8	14	20	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	164	170	
3	●	9	●	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135	141	147	153	159	165	171	
4	●	10	●	16	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172
5	●	11	●	23	29	35	41	47	53	59	65	71	77	83	89	95	101	107	113	119	125	131	137	143	149	155	161	167	173	
6	●	12	●	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174
7	●	13	●	19	25	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	133	139	145	151	157	163	169	175
8	●	14	●	20	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	164	170	176
9	●	15	●	21	27	33	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135	141	147	153	159	165	171	177
10	●	16	●	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178
11	●	17	●	23	29	35	41	47	53	59	65	71	77	83	89	95	101	107	113	119	125	131	137	143	149	155	161	167	173	179
12	●	18	●	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180
13	●	19	●	25	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	133	139	145	151	157	163	169	175	181
14	●	20	●	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	164	170	176	182
15	●	21	●	27	33	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135	141	147	153	159	165	171	177	183
16	●	22	●	28	34	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	184
17	●	23	●	29	35	41	47	53	59	65	71	77	83	89	95	101	107	113	119	125	131	137	143	149	155	161	167	173	179	185
18	●	24	●	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180	186
19	●	25	●	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	133	139	145	151	157	163	169	175	181	187
20	●	26	●	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	164	170	176	182	188
21	●	27	●	33	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135	141	147	153	159	165	171	177	183	189
22	●	28	●	34	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	184	190
23	●	29	●	35	41	47	53	59	65	71	77	83	89	95	101	107	113	119	125	131	137	143	149	155	161	167	173	179	185	191
24	●	30	●	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180	186	192
25	●	31	●	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	133	139	145	151	157	163	169	175	181	187	193
26	●	32	●	38	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	164	170	176	182	188	194
27	●	33	●	39	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135	141	147	153	159	165	171	177	183	189	195
28	●	34	●	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	184	190	196
29	●	35	●	41	47	53	59	65	71	77	83	89	95	101	107	113	119	125	131	137	143	149	155	161	167	173	179	185	191	197
30	●	36	●	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168	174	180	186	192	198
31	●	37	●	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	133	139	145	151	157	163	169	175	181	187	193	199
32	●	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	133	139	145	151	157	163	169	175	181	187	193	199	205	211	217
33	●	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	164	170	176	182	188	194	200	206	212	218	224	230	236
34	●	51	57	63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135	141	147	153	159	165	171	177	183	189	195	201	207	213	219
35	●	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	184	190	196	202	208	214	220	226	232	238	244	250	256	262	268
36	●	246	252	258	264	270	276	282	288	294	300	306	312	318	324	330	336	342	348	354	360	366	372	378	384	390	396	402	408	414
37	●	233	239	245	251	257	263	269	275	281	287	293	299	305	311	317	323	329	335	341	347	353	359	365	371	377	383	389	395	401
38	●	244	250	256	262	268	274	280	286	292	298	304	310	316	322	328	334	340	346	352	358	364	370	376	382	388	394	400	406	412
39	●	249	255	261	267	273	279	285	291	297	303	309	315	321	327	333	339	345	351	357	363	369	375	381	387	393	399	405	411	417
40	●	272	278	284	290	296	302	308	314	320	326	332	338	344	350	356	362	368	374	380	386	392	398	404	410	416	422	428	434	440
41	●	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
42	●	279	285	291	297	303	309	315	321	327	333	339	345	351	357	363	369	375	381	387	393	399	405	411	417	423	429	435	441	447
43	●	234	240	246	252	258	264	270	276	282	288	294	300	306	312	318	324	330	336	342	348	354	360	366	372	378	384	390	396	402
44	●	233	239	245	251	257	263	269	275	281	287	293	299	305	311	317	323	329	335	341	347	353	359	365	371	377	383	389	395	401
45	●	270	276	282	288	294	300	306	312	318	324	330	336	342	348	354	360	366	372	378	384	390	396	402	408	414	420	426	432	438
46	●	233	239	245	251	257	263	269	275	281	287	293	299	305	311	317	323	329	335	341	347	353	359	365	371	377	383	389	395	401
47	●	270	276	282	288	294	300	306	312	318	324	330	336	342	348	354	360	366	372	378	384	390	396	402	408	414	420	426	432	438
48	●	234	240	246	252	258	264	270	276	282	288	294	300	306	312	318	324	330	336	342	348	354	360	366	372	378	384	390	396	402
49	●	270	276	282	288	294	300	306	312	318	324	330	336	342	348	354	360	366	372	378	384	390	396	402	408	414	420	426	432	438
50	●	234	240	246	252	258	264	270	276	282	288	294	300	306	312	318	324	330	336	342	348	354	360	366	372	378	384	390	396	402

TANAC MARK CARD 6512002

用型 緑化

1	●	13	19	25	31	37	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103	109	115	121	127	133	139	145	151	157
2	●	8	14	20	26																					

低温保温威威

1 7 19 25 31 37 43 49 55 61 67 73 79 85 91 97 103 109 115 121 127 133 139 145 151 157 163 169 175 181

2 8 14 20 26 32 38 44 50 56 62 68 74 80 86 92 98 104 110 116 122 128 134 140 146 152 158 164 170 176 182

3 9 15 21 27 33 39 45 51 57 63 69 75 81 87 93 99 105 111 117 123 129 135 141 147 153 159 165 171 177 183

4 16 22 28 34 40 46 52 58 64 70 76 82 88 94 100 106 112 118 124 130 136 142 148 154 160 166 172 178 184

5 11 17 23 29 35 41 47 53 59 65 71 77 83 89 95 101 107 113 119 125 131 137 143 149 155 161 167 173 179 185

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

6 12 18 24 30 36 42 48 54 60 66 72 78 84 90 96 102 108 114 120 126 132 138 144 150 156 162 168 174 180 186

TANAC MARK CARD 6512002

低温保温威威

1 7 19 25 31 37 43 49 55 61 67 73 79 85 91 97 103 109 115 121 127 133 139 145 151 157 163 169 175 181

2 8 14 20 26 32 38 44 50 56 62 68 74 80 86 92 98 104 110 116 122 128 134 140 146 152 158 164 170 176 182

3 9 15 21 27 33 39 45 51 57 63 69 75 81 87 93 99 105 111 117 123 129 135 141 147 153 159 165 171 177 183

4 10 16 22 28 34 40 46 52 58 64 70 76 82 88 94 100 106 112 118 124 130 136 142 148 154 160 166 172 178 184

5 11 17 23 29 35 41 47 53 59 65 71 77 83 89 95 101 107 113 119 125 131 137 143 149 155 161 167 173 179 185

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

6 12 18 24 30 36 42 48 54 60 66 72 78 84 90 96 102 108 114 120 126 132 138 144 150 156 162 168 174 180 186

TANAC MARK CARD 6512002

低温保温威威

1 7 19 25 31 37 43 49 55 61 67 73 79 85 91 97 103 109 115 121 127 133 139 145 151 157 163 169 175 181

2 8 14 20 26 32 38 44 50 56 62 68 74 80 86 92 98 104 110 116 122 128 134 140 146 152 158 164 170 176 182

3 9 15 21 27 33 39 45 51 57 63 69 75 81 87 93 99 105 111 117 123 129 135 141 147 153 159 165 171 177 183

4 16 22 28 34 40 46 52 58 64 70 76 82 88 94 100 106 112 118 124 130 136 142 148 154 160 166 172 178 184

5 11 17 23 29 35 41 47 53 59 65 71 77 83 89 95 101 107 113 119 125 131 137 143 149 155 161 167 173 179 185

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

6 12 18 24 30 36 42 48 54 60 66 72 78 84 90 96 102 108 114 120 126 132 138 144 150 156 162 168 174 180 186

TANAC MARK CARD 6512002

低温保温威威

1 7 19 25 31 37 43 49 55 61 67 73 79 85 91 97 103 109 115 121 127 133 139 145 151 157 163 169 175 181

2 8 14 20 26 32 38 44 50 56 62 68 74 80 86 92 98 104 110 116 122 128 134 140 146 152 158 164 170 176 182

3 9 15 21 27 33 39 45 51 57 63 69 75 81 87 93 99 105 111 117 123 129 135 141 147 153 159 165 171 177 183

4 10 16 22 28 34 40 46 52 58 64 70 76 82 88 94 100 106 112 118 124 130 136 142 148 154 160 166 172 178 184

5 11 17 23 29 35 41 47 53 59 65 71 77 83 89 95 101 107 113 119 125 131 137 143 149 155 161 167 173 179 185

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

6 12 18 24 30 36 42 48 54 60 66 72 78 84 90 96 102 108 114 120 126 132 138 144 150 156 162 168 174 180 186

TANAC MARK CARD 6512002

寅生 築碁 本啓券

Table with 18 columns and 18 rows of numbers. Includes 'TANAC MARK CARD 6512002' at the bottom.

辰 築碁 本啓券

Table with 18 columns and 18 rows of numbers. Includes 'TANAC MARK CARD 6512002' at the bottom.

巳 築碁 本啓券

Table with 18 columns and 18 rows of numbers. Includes 'TANAC MARK CARD 6512002' at the bottom.

未 築碁 本啓券

Table with 18 columns and 18 rows of numbers. Includes 'TANAC MARK CARD 6512002' at the bottom.

TANAC MARK CARD 6512002

乙未打

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

TANAC MARK CARD 6512002

花甲月

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

TANAC MARK CARD 6512002

花香月

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

TANAC MARK CARD 6512002

花七四 (親愛)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45																																																																																																															
43	49	55	67	73	79	97	115	121	127	133	151	157	163	175	181	187	193	199	205	211	217	223	229	235	241	247	253	259	265	271	277	283	289	295	301	307	313	319	325	331	337	343	349	355	361	367	373	379	385	391	397	403	409	415	421	427	433	439	445																																																																																																
46	52	58	70	78	88	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	184	190	196	202	208	214	220	226	232	238	244	250	256	262	268	274	280	286	292	298	304	310	316	322	328	334	340	346	352	358	364	370	376	382	388	394	400	406	412	418	424	430	436	442	448	454	460	466	472	478	484	490	496	502	508	514	520	526	532	538	544	550	556	562	568	574	580	586	592	598	604	610	616	622	628	634	640	646	652	658	664	670	676	682	688	694	700	706	712	718	724	730	736	742	748	754	760	766	772	778	784	790	796	802	808	814	820	826	832	838	844	850	856	862	868	874	880	886	892	898	904	910	916	922	928	934	940	946	952	958	964	970	976	982	988	994	1000

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45																																																																																																															
46	52	58	70	78	88	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	184	190	196	202	208	214	220	226	232	238	244	250	256	262	268	274	280	286	292	298	304	310	316	322	328	334	340	346	352	358	364	370	376	382	388	394	400	406	412	418	424	430	436	442	448	454	460	466	472	478	484	490	496	502	508	514	520	526	532	538	544	550	556	562	568	574	580	586	592	598	604	610	616	622	628	634	640	646	652	658	664	670	676	682	688	694	700	706	712	718	724	730	736	742	748	754	760	766	772	778	784	790	796	802	808	814	820	826	832	838	844	850	856	862	868	874	880	886	892	898	904	910	916	922	928	934	940	946	952	958	964	970	976	982	988	994	1000

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45																																																																																																															
46	52	58	70	78	88	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	184	190	196	202	208	214	220	226	232	238	244	250	256	262	268	274	280	286	292	298	304	310	316	322	328	334	340	346	352	358	364	370	376	382	388	394	400	406	412	418	424	430	436	442	448	454	460	466	472	478	484	490	496	502	508	514	520	526	532	538	544	550	556	562	568	574	580	586	592	598	604	610	616	622	628	634	640	646	652	658	664	670	676	682	688	694	700	706	712	718	724	730	736	742	748	754	760	766	772	778	784	790	796	802	808	814	820	826	832	838	844	850	856	862	868	874	880	886	892	898	904	910	916	922	928	934	940	946	952	958	964	970	976	982	988	994	1000

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45																																																																																																															
46	52	58	70	78	88	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	166	172	178	184	190	196	202	208	214	220	226	232	238	244	250	256	262	268	274	280	286	292	298	304	310	316	322	328	334	340	346	352	358	364	370	376	382	388	394	400	406	412	418	424	430	436	442	448	454	460	466	472	478	484	490	496	502	508	514	520	526	532	538	544	550	556	562	568	574	580	586	592	598	604	610	616	622	628	634	640	646	652	658	664	670	676	682	688	694	700	706	712	718	724	730	736	742	748	754	760	766	772	778	784	790	796	802	808	814	820	826	832	838	844	850	856	862	868	874	880	886	892	898	904	910	916	922	928	934	940	946	952	958	964	970	976	982	988	994	1000

Table with 6 columns and 25 rows, labeled 'TANAC MARK CARD 6512002'. The title is '怪盗心作'.

Table with 6 columns and 25 rows, labeled 'TANAC MARK CARD 6512002'. The title is '花魁'.

Table with 6 columns and 25 rows, labeled 'TANAC MARK CARD 6512002'. The title is '花魁'.

Table with 6 columns and 25 rows, labeled 'TANAC MARK CARD 6512002'. The title is '花魁'.

Table with 30 columns and 10 rows of numbers. Includes handwritten '8月' at the top and 'TANAC MARK CARD 6512002' at the bottom.

Table with 30 columns and 10 rows of numbers. Includes handwritten '8月' at the top and 'TANAC MARK CARD 6512002' at the bottom.

Table with 30 columns and 10 rows of numbers. Includes handwritten '8月' at the top and 'TANAC MARK CARD 6512002' at the bottom.

Table with 30 columns and 10 rows of numbers. Includes handwritten '8月' at the top and 'TANAC MARK CARD 6512002' at the bottom.

Table with columns 1-100 and 101-200. Header '果架 赤色' (Fruit Stand Red). Includes 'TANAC MARK CARD' and '6512002'.

Table with columns 1-100 and 101-200. Header '果架 橙色' (Fruit Stand Orange). Includes 'TANAC MARK CARD' and '6512002'.

Table with columns 1-100 and 101-200. Header '果架 黄色' (Fruit Stand Yellow). Includes 'TANAC MARK CARD' and '6512002'.

Table with columns 1-100 and 101-200. Header '果架 白色' (Fruit Stand White). Includes 'TANAC MARK CARD' and '6512002'.

造林の初期管理における省力技術の最適化

I 試験担当者

主査：九州支場育林部長 吉本 衛（51年度） 久田喜二（52年度）

育苗技術：九州支場造林第1研究室 大山浪雄 上中久子

下刈り技術：同 造林第2研究室 尾方信夫 上中作次郎

苗畑の土壤病害と生育障害：同 樹病研究室 橋本平一

II 試験の背景と目的

労働力不足対策と生産性向上のため、造林の初期における管理、とくに下刈りの省力が望まれている。熊本営林局では、林地肥培、大苗植栽、薬剤利用等の個別技術を組合せた省力化の現地試験の結果、優良苗木生産技術および造林木の成長と形質に及ぼす雑草木の影響などについて検討が必要とされた。

そこで、さらに造林の初期管理における省力技術の最適化のための育苗と下刈り技術の指針を与える資料を得る。

III 育苗技術

1. 試験目的

植栽当年の成長が遅いスギさし木苗の養成を対象に、1) 秋さしのさしつけ密度による苗木の形質と山出し当年の成長、2) さし木苗畑における秋末の施肥効果について、それぞれ熊本営林局の苗畑事業の中で同局との共同試験として実施した。

なお、この育苗試験においては、熊本営林局における各種実地試験から、山出し当年の樹高が1 m以上に達すれば、造林の初期管理における下刈りの省力が大巾にはかれるとの見通しのもとに、苗木の大きさ70 cm以上、山出し当年の樹高成長量30 cm以上を示すものの苗木を養成することを目標とした。

2. 試験の経過と得られた成果

A スギ秋さしのさしつけ密度による苗木の形質と山出し当年の成長

1. 試験の方法

1) さしつけ場所および土壌

長崎営林署多比良種苗事業所, 黒色火山灰土

2) さしつけ時期

昭和50年10月16日

3) さしつけ密度

九州地方におけるスギさしつけ密度の慣行は1㎡あたり80~100本であるので、本試験では1㎡あたり80本さしを標準として、それより少ない50本さし、30本さしの効果を比較した。

4) 使用クローン

スギ精英樹クローンの杵島1号, 福岡署1号, 浮羽8号。

5) 試験区および面積

各クローンとも、1区面積1㎡とし、さしつけ密度3区×発根促進処理2区×2ブロック=12区を設定した。

6) さし穂の大きさ

採穂園より2年生枝をとり、さし穂の長さ約35cmに穂作りし、さしつけ深さ12cm程度にさしつけた。

7) 発根促進処理

インドール酪酸(商品名オキシベロン)1%粉剤を基部切口にまぶしてさしつける方法と、メネデル100倍液に6時間浸漬してさしつける方法の2種。

8) さし床

スギのさし木苗養成事業では、普通、さし床には余り施肥していないが、施肥していないことが苗木の栄養不良を招いていると考えられるので、本試験ではこれを反省し、思い切って、さしつけ1か月前に十分な基肥を施した。10aあたりの施肥量は次の通りで、すべて表土30cmにすき込んだ。

バーク堆肥: 5,000Kg

鶏糞: 200Kg

溶 磷: 30Kg

塩化カリ: 15Kg

骨 粉: 50Kg

炭酸苦土石灰: 50Kg

9) さしつけ方法

整地後のさしつけ前に床全面に十分に散水し、ローラで床固めした後、除草紙(クラフト紙)を張り、案内棒でさしつけた。

さしつけの翌日、黒色寒冷しゃ(遮光度50%)を高さ50cmに張り、その後、活着を見はからって12月上旬に取り除いた。

10) かん水

さしつけ後十分にかん水し、また、その後2週間は雨天を除き2日に1回かん水を行った。その後はかん水を行わず自然に任せた。

11) 追肥と徒長抑制

翌年の8月末、苗木の養分含有濃度を高めるため、尿素、溶性磷肥、塩化カリを、N、P₂O₅、K₂O でそれぞれ1㎡あたり10gになるよう苗床全面にばらまいた。続いて9月上旬に成長抑制剤B-9の3,000ppmを10日間隔で2回葉面散布した。

12) 山出し苗木の植栽場所

長崎県南高来郡瑞穂町西郷、西郷温泉国有林124へ林小班。標高370m、安山岩を基岩としたBD型土壌の肥沃地である。

前生樹は、スギ45年生人工林で蓄積1haあたり459m³の生育良好な林分であった。気象条件は、年平均気温15°C、年降雨量2,324mm地帯である。

13) 山出し苗木の植栽時期

さしつけ密度別苗木を、昭和51年10月2日、11月29日、52年3月30日に、それぞれ50本ずつ植栽した。なお、3月30日には対照として80本/㎡の春さし苗木を同様に植栽した。

14) 山出し苗木の植栽方法

比較的、地力の均一な山腹斜面を選定し、1haあたり3,000本植えとし、2m×1.7mの間隔に植え付けた。

2. 試験結果

2-1) 苗木の形質

秋さし翌年の11月末に各区の苗木を無作為に20本ずつ掘り取り、苗木1本あたりの苗長、根元直径、重量、枝張直径、枝数、下枝直径を調査した。その結果は表-1に示す。なお、秋さしの対照として、同苗畑で従来から事業的に行われている春さしの1㎡あたり80本さしのもを同様に掘り取り調査した。

表-1 さしつけ密度別さし木苗の形質調査結果

クローン	さしつけ密度 本/m ²	苗長 cm	根元直径 mm	重量 g	枝張直径 cm	枝数 本	下枝直径 cm
浮羽8号	30	69.3	9.3**	212**	30**	24.1	3.8
	50	68.1	9.3**	147	25**	21.7	3.9
	80	58.7	7.6	134	21	21.2	3.7
	春さし 80	46.0*	6.8**	100**	20	20.6	2.5*
福岡署1号	30	72.8	9.0	174**	28**	25.1	3.2
	50	79.7	9.2*	171**	26**	25.7	3.7
	80	75.9	8.3	171	20	25.3	4.1
	春さし 80	43.7*	6.4**	91**	23*	19.1*	2.4*
杵島1号	30	75.7	10.7**	223**	39**	27.3	3.7
	50	75.2	9.2	185**	28**	27.0	3.5
	80	70.5	8.5	156	23	26.2	3.4
	春さし 80	54.3*	7.0**	104**	29**	23.7	2.5*

備考: **, *はそれぞれさしつけ密度80本区との間に危険率5%, 1%水準の有意差があることを示す。

また、さしつけ密度別にインドール酪酸処理区の苗木3本ずつをひとまとめにして栄養分析を行い、養分含有率を調べた。その結果は図-1に示す。

1) 生重量

3クローンとも、さしつけ密度が疎になるにしたがって、重量は増加している。

2) 枝張り

3クローンとも、さしつけ密度が疎になるにしたがって、枝張りは広がっている。

3) 根元直径

3クローンとも、さしつけ密度が疎になるにしたがって、根元直径は太くなっている。

4) 苗長, 枝数, 下枝直径

3クローンとも、平均苗長は58~70cm以上となり、さしつけ密度による差異は小さく、有意差は認められなかった。また、枝数, 下枝直径については個体差が大き

く、明らかな差異は認められなかった。

5) 春さし, 秋さしの比較

従来のさしつけ密度80本で、春さしと秋さしの苗木を比較してみると、3クローンとも、重量と根元直径では明らかに秋さしが大きく、著しい有意差が認められた。

また、根部の発達では、春さしは太根が少なく、未充実の根が大部分を占めるが、秋さしは太根で木質化したものが多い。枝張りでは、春さしの活着率が低かったために苗木が疎開されたことによるのか、杵島1号と福岡署1号では春さしの方が枝張りが大きかった。

6) 山行苗得苗率

最終的な山行苗に使用できた得苗率は表-2のとおりで、各さしつけ密度区とも80%以上の得苗率を示し、さし木成績としては良好であった。さしつけ密度による得苗率の違いは有意差はないが、全体的には80本さしより30本さしの疎さしの方が得苗率が上廻っている。

発根促進処理のインドール酪酸とメネデールの効果は、発根率の高い杵島1号と福岡署1号では有意差はないが、発根率の劣る浮羽8号ではインドール酪酸処理の方が得苗率が高くなっている。

表-2 さし木得苗率(各区2m²)

クローン	さしつけ密度 本/m ²	得苗率 (%)	
		インドール酪酸区	メネデール区
杵島1号	30	100	100
	50	96	96
	80	93	99
福岡署1号	30	97	93
	50	98	98
	80	81	80
浮羽8号	30	97	87
	50	98	84
	80	92	83

7) 養分含有率

さしつけ密度による苗木のN, P, K含有率の違いは図-1に示したとおりで, Nはさしつけ密度が疎でも成長量の増大に伴う含有濃度の希釈現象によって含有率は高まらないが, Pはさしつけ密度が疎ほど根の発達が良いので含有率が顕著に高まっている。KもPほどではないが, さしつけ密度が疎ほど含有率が高まっている。

また, さしつけ密度80本の春ざしと秋ざしの比較では, さしつけ密度の影響と同様に, 充実した秋ざし苗の方が, N含有率は高まらないが, P, K含有率は明らかに高まっている。

2-2) 山出し当年の成長

植栽後, 1成長期を終えた昭和52年11月18日に, 各区植栽苗50本のうち中央部の20本を調査した。その結果は図-2および図-3に示す。なお, さしつけ密度80本の春ざし苗は, 実験の手違いと苗木不足もあって, 3クローン混合植栽の結果となったので, 3クローンのうち当年成長量が最も小さかった浮羽8号の図の中に示し, 比較に供した。

植栽当年の成長量は, 10月2日, 11月29日, 3月30日の植栽時期を通じて, 福岡署1号>杵島1号>浮羽8号の順位を示している。そのうち植栽時期では, 3クローンを通じて, 10月2日植栽が最も成長量が大きく, 各さしつけ密度とも当年の樹高が1mを越えている。これに次ぐ11月29日植栽と3月30日植栽でははっきりした差異がなく, また, 当年の樹高が1mに達しないものもある。

このように, 植栽時期およびクローンの間では樹高成長量に有意差があったが, さしつけ密度の影響には有意差がなく, 秋ざしの80本ざしでも山出し当年の成長量は悪くないことが認められた。

根元直径の成長量は, 全体的に, さしつけ密度が疎であったものほど根元直径が大きかったために山出し当年の直径成長も大きい。しかし, 30本ざしと50本ざしの間では差が小さいが, 50本ざしと80本ざしの間では80本ざしの成長量が劣り, 密ざしの影響が見られる。

3. 考 察

試験結果から, 山出し当年の苗木が下層植生に被圧されないよう樹高を1m以上に成長させるには, 春ざし苗は地上部や地下部の発達が遅く苗長も小さいために無理であるが, 秋ざし苗ではそれが達成できるか, あるいはそれに近づくことができた。

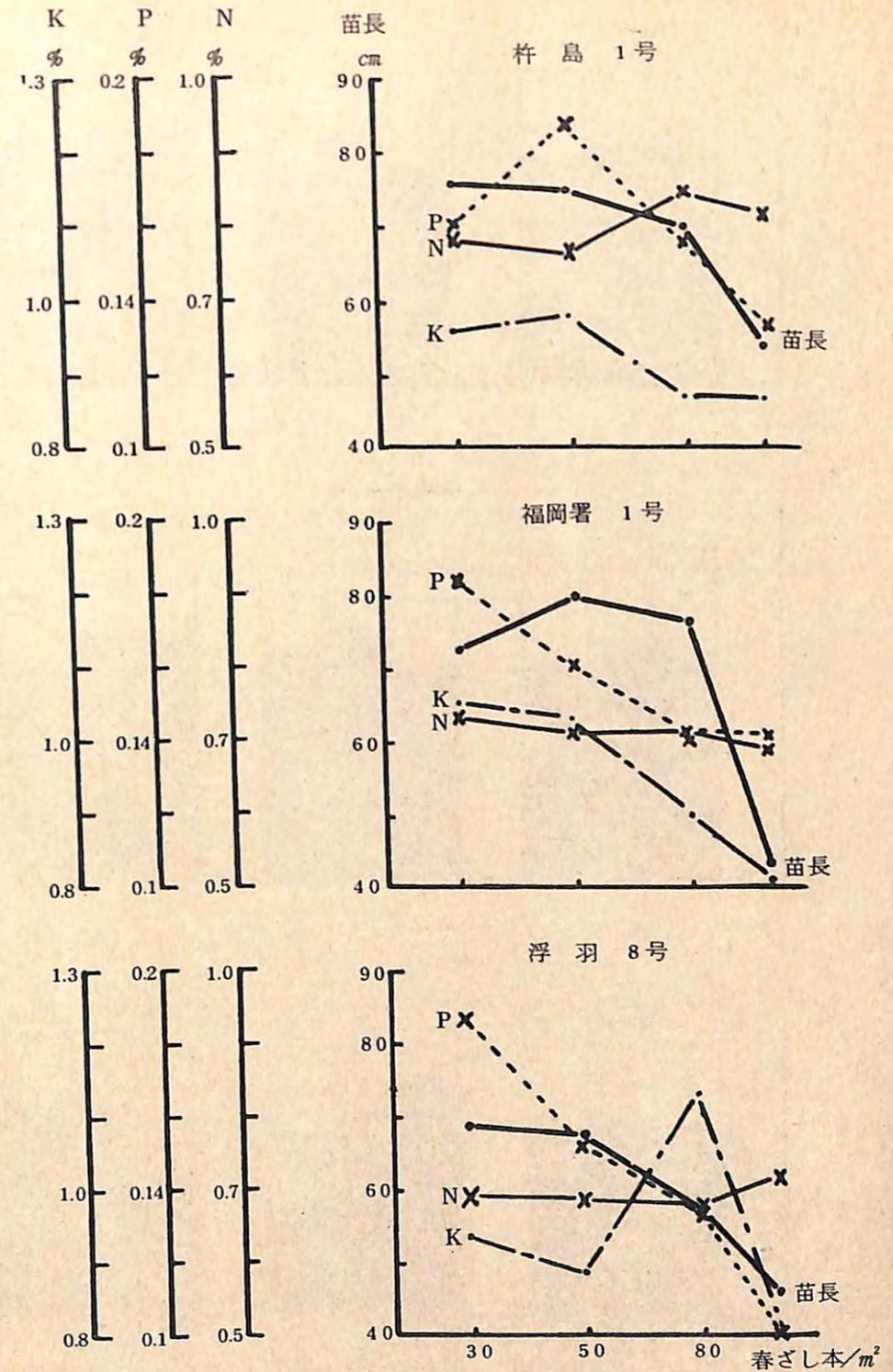
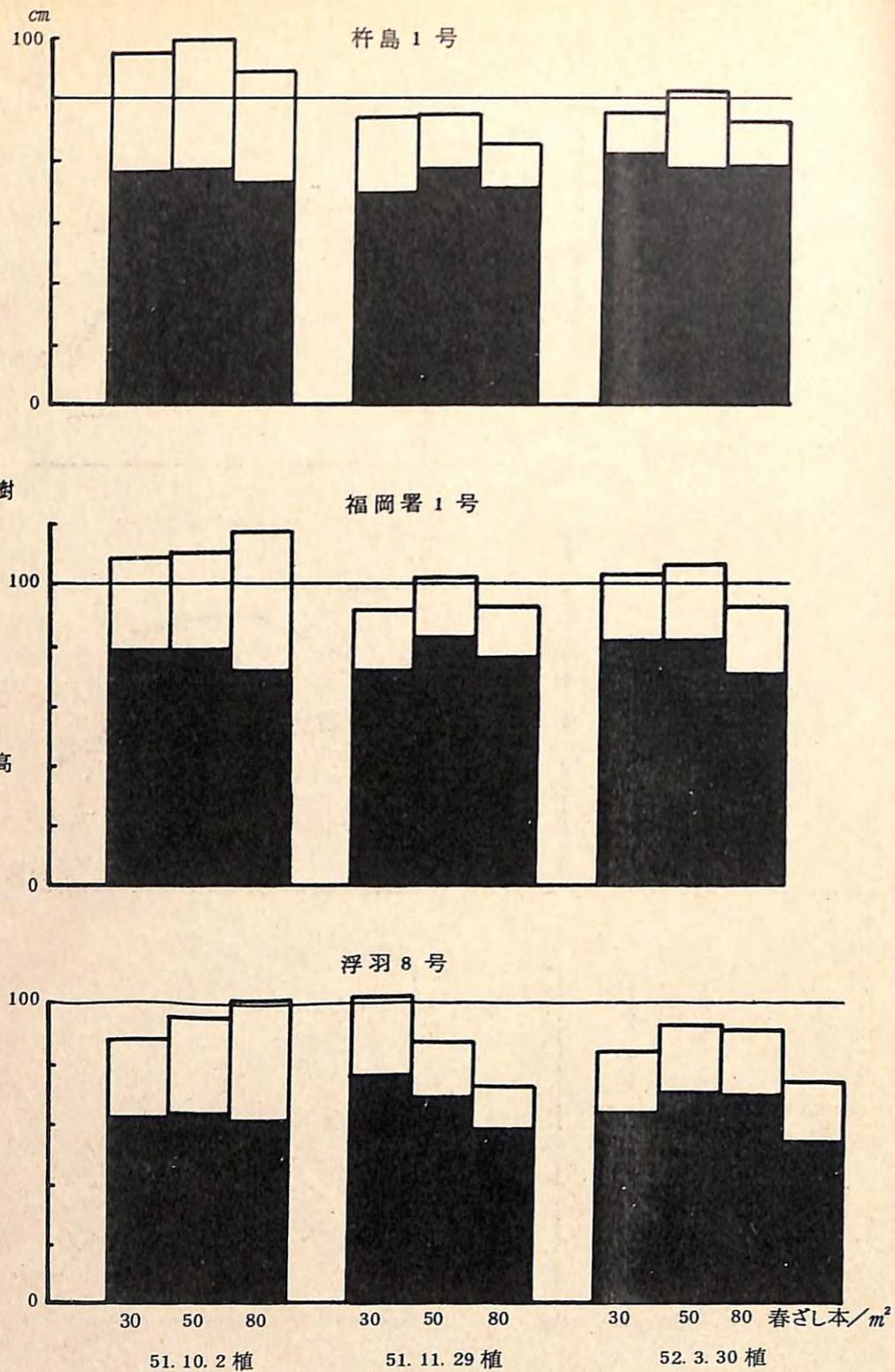
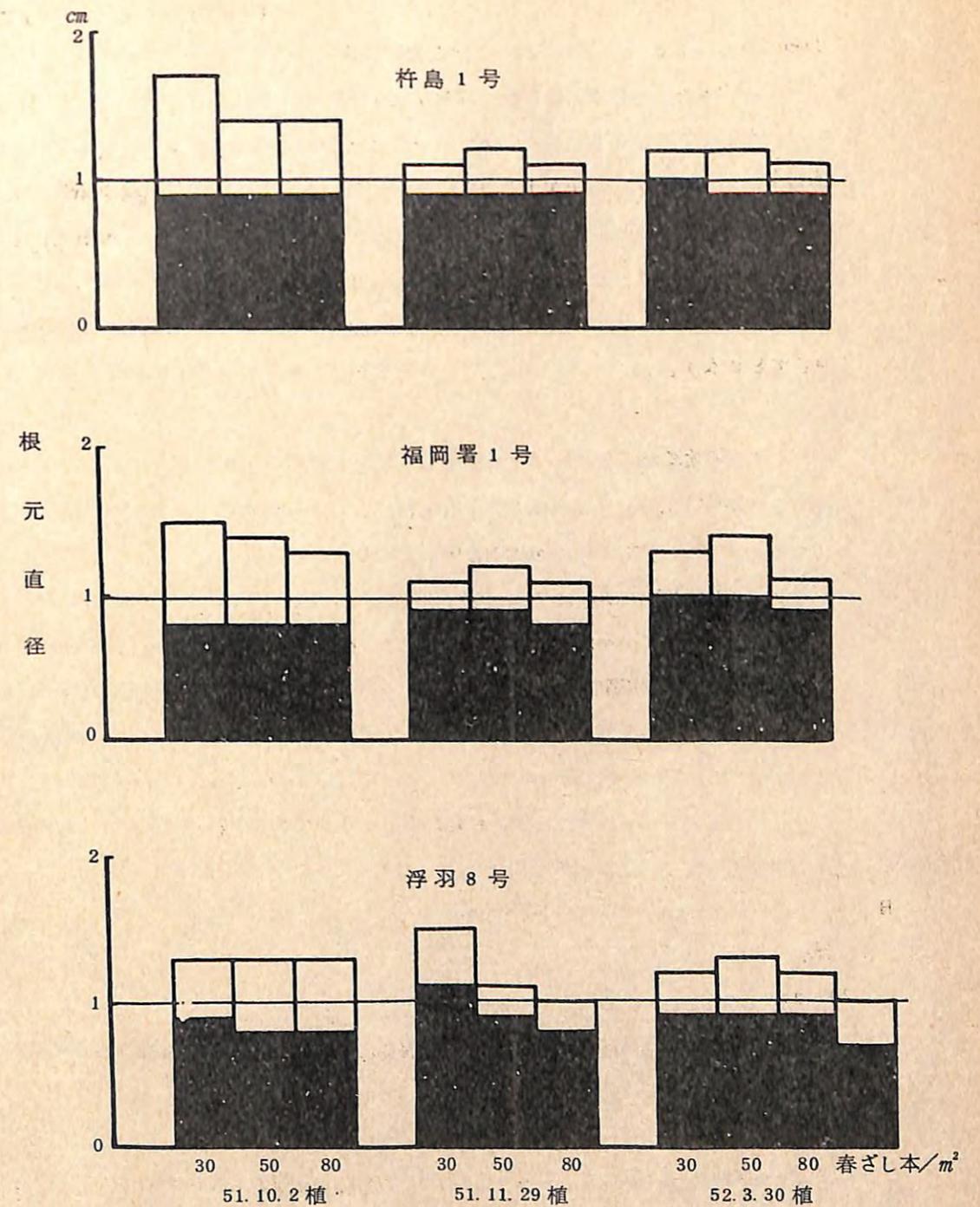


図-1 さしつけ密度と苗長および養分含有率の関係



図一 2 さしつけ密度と山出し当年の樹高成長との関係



図一 3 さしつけ密度と山出し当年の根元直径成長との関係

ただ、さしつけ密度の影響は、苗木の形態やPおよびK含有率に有意差があるにもかかわらず、山出し当年の成長量にそれほど大差がなかったのは、秋さしてあれば80本/m²さしてかなり充実した苗木が得られていることを示している。

しかし、それでは80本さして十分であるかという点必ずしもそうとはいえない。樹高成長量をみると、秋さし苗を10月2日に秋植えしたものでは年内に新根の発達が見られ、3クローンのうち2クローンでは、むしろ30本さしより80本さしの方が樹高が大きくなっているが、11月29日の秋末や翌年3月30日の春植えでは、80本さしは50本さしより樹高成長量が小さい。また、根元直径成長量は3クローンともほぼ3植栽時期を通じて80本さしが劣っているので、これが第2年目の樹高成長量に影響を及ぼす可能性がある。

また、本試験における植栽場所は林地としては肥沃地に属しているため、これより地力が落ちる場所では、やはり苗木の養分含有率が高かった50本さし、あるいは30本さしの苗木が成長量が増加しやすいのではないかと考えられる。

ただ、80本さしより50本さしの苗木が充実度が高く、また、山出し当年の成長がよいことも間違いなであろうが、50本さしと30本さしでは30本さしが大苗であるわりには山出し当年の樹高成長量が大きくない。これは、大きい苗木は植え傷みが生じやすいこともあるので、ある限度以上の大苗は不利となる。また、山出し当年の樹高成長量に大差がなければ、苗木生産事業としては30本さしより50本さしの方が単位面積当りの生産量が多く有利となるので、本試験の結果からは1m²あたり30本さしにする必要はなく、50本さしでよいものと考えられる。

B スギさし木苗畑における秋末の施肥効果

1 試験の方法

1) 苗畑の場所および土壌

長崎営林署多比良種苗事業所、菊池営林署菊池種苗事業所、都城営林署都城種苗事業所、土壌はいずれも黒色火山灰土。

2) 施肥量と施肥時期

一般造林事業用に養成された春さし山行苗に対し、多比良と菊池苗畑では11月15日と12月1日に表-3に示す肥料を苗床全面にばらまいた。都城苗畑では11月15日の1回の施肥に止めた。

表-3 施肥時期と施肥量(1m²当たり)

施肥時期	施肥量(g)	成分量(g)
1975年11月15日	尿素 - 20	N - 10
	溶性リン肥 - 50	P ₂ O ₅ - 10
	塩化カリ - 15	K ₂ O - 9
" 12月1日	尿素 - 20	N - 10

植付密度：80本/m²

3) 苗木の栄養分析と植栽場所

施肥後約3か月目の2月下旬、施肥区と無施肥区の苗木を掘り取り、苗木全体のN、P、K含有率を分析するとともに、菊池種苗事業所苗畑に集植し、植栽当年の成長量を比較した。苗木の栄養分析は各3本ずつひとまとめにして行った。苗木の植栽は各20本ずつで、植えつけ当時の苗木の大きさは表-4のとおりである。

表-4 植栽当時の苗木の大きさ

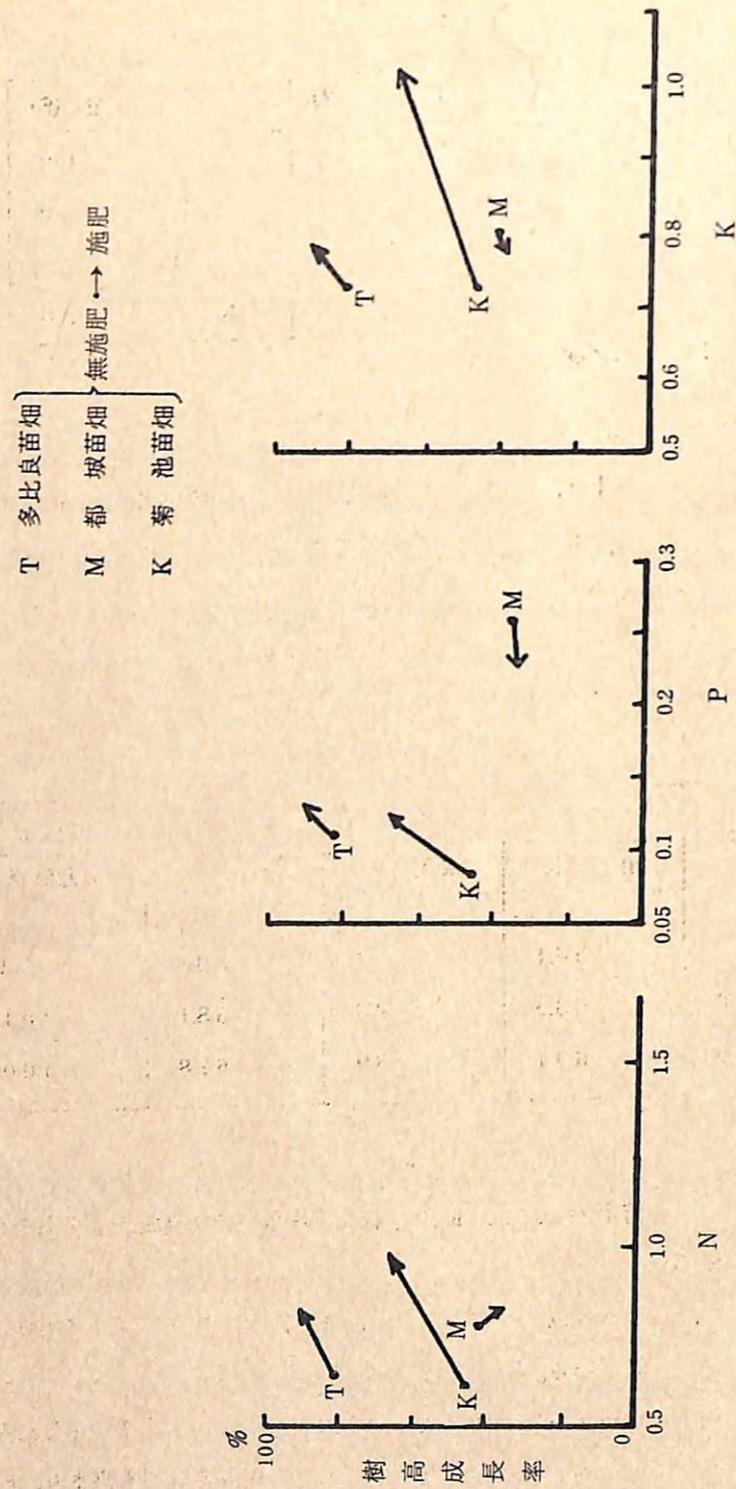
苗畑	無施肥区		施肥区	
	苗長	根元直径	苗長	根元直径
	cm	mm	cm	mm
多比良	56.4	9.3	53.8	10.3
菊池	63.6	9.6	58.1	10.1
都城	60.4	8.9	67.8	10.0

2. 試験結果と考察

施肥区および無施肥区の苗木のN、P、K含有率と植栽当年の樹高成長量を調査した結果は図-4のとおりである。

苗木の養分含有率は、N含有率は3苗畑のものが、また、PとK含有率は多比良と菊池苗畑のものがそれぞれ高まっている。

植栽当年の樹高成長率は、植栽当年の樹高成長量を植栽当時の苗長比率で示したものであるが、多比良と菊池のものは養分含有率の高まりとともに樹高成長率も高まり、施肥効果が認められる。都城のものは施肥が1回であったためか養分含有率の高まりが小さく樹



図一四 施肥による山出し苗の養分含有率の樹高成長率

高成長率も高まっていない。

以上のとおり、苗木の成長終了後の秋末に十分な施肥により養分含有率を高めれば、山出し当年の成長量を増大させることができた。しかし、その効果は、都城苗畑のもののように、施肥量が十分でなかったり、もともと養分含有率が高い苗木では当然ながら生長増大効果があらわれにくいものと考えられる。

IV 下刈技術

1. 試験目的

造林の初期管理は除、間伐段階までを含めた保育体系の位置づけのもとに、その最適化に関する評価をすることが最終的な課題となる。さて、下刈り対象植生として、ススキについては既に尾方ら1) 2) 3) によって植生の量的発達過程、量的表示法、植生量が造林木の生長に及ぼす影響等を明らかにしている。ここでは高崎試験地で広葉樹を主とした植生の量的表示法の検討と、下刈り方式による植生量のちがいと造林木の生育阻害程度との関係を明らかにし、また菊池試験地でススキを主とした植生の造林地で、草量を草高におきかえた下刈り方法に関する試験で植栽後11年目における幹曲りを主とした形質調査をおこない、抑草的な下刈り体系の基礎的事項を明らかにする。

2. 試験地の概況と調査方法

1) 高崎試験地

高崎営林署管内64林班ろ小班で、地質は中世層の砂岩、頁岩からなり、霧島山系から南方へ伸びる火山性台地で、全般に起伏量は小さく、東西に走る稜線の北斜面に位置し、乾燥土壌の多い地帯に属し、土壌型はB_D(d)で、イス、タブ、カン類を主体とした常緑広葉樹と、ヤマハゼ、イヌビワ等の落葉広葉樹で構成された薪炭共用部分林で、毎年約1haづつ伐採して萌芽更新されており、昭和49年4月に、A試験地(伐後2年) B試験地(伐後4年) C試験地(伐後6年)のそれぞれに、植生がスギ、ヒノキ造林木の生長を阻害する程度を明らかにするために、筋刈幅5水準(筋幅 2.0 1.5 1.0 m, 放置, 全刈), 下刈高5水準(造林木の樹高(H)に対して, 0.75H, 0.50H, 0.25H, 放置, 全刈)の2試験区を配置し、毎年、所定の下刈り管理をおこなうこととして各処理区ごとにスギ、ヒノキ12本苑を植栽し、造林木の生長量調査は4生長期を経過した昭和53年3月に、樹高、枝下高、枝張り、根元直径の測定をおこなった。なお昭和49年10月に3試験地の放置された区域で100m²の調査区を設け、低木類を主とした植生発達の量的表示法を検討するた

め、60cmごとの層別刈取り法による現存量と葉面積指数の推定をおこない、あわせて実用面と関係づけるための非破壊的推定法として、ポイントサンプリングによる接葉数（仮称。ポールに接した葉数を階層ごとに測定、各調査区50点をランダムにとる）の測定をおこなった。

2) 菊池試験地

菊池営林署41林班そ小班で、阿蘇外輪の一面にあたり、基岩は安山岩で、早壮年期の急斜地の多い地帯で、土壌型はB/Dである。菊池営林署の一般施業地で、植栽後、5生長期を経過したアヤスギ造林地で、ススキの被度は100%に近く、その草丈が1.6~1.8mになる地位中等地で、同一山腹斜面の地形的位置により、アヤスギ平均樹高が、1m、1.5m、2mの3試験地で、ススキの草高を造林木樹高(H)に対して、放置区、H区、 $\frac{2}{3}$ H区、 $\frac{1}{2}$ H区、全刈区の5区を設け、各区の面積は造林木9本が生立する大きさとし、2反覆の配置で、計30プロットを昭和40年に設定し、毎月の草高刈揃えにより2生育期管理し、その後は年1回の、かりそろえをおこない、4生育期を経過した時点で試験を終了し、その後放置した。生長阻害率の調査は植栽後7年目と9年目に実施し、形質調査を11年目に実施した。

3. 調査結果と考察

1) 低木類を主とした植生の量的表示

(1) 地上部階層別現存量など

表-5に100m²あたりの現存量の測定値を常緑、落葉広葉樹、草本類をコミにして示した。平均植生高はA試験地で2.4m、B試験地で3.3m、C試験地で3.6m、地上部現存量合計の階層別の分布はA試験地では1、2層に95.1%、B試験地では1、2、3層に81.5%、C試験地では1、2、3層に91.9%が集中している。造林木の生長を阻害する要因の1つとして光条件があげられ、それは葉面積指数と関連が強く、試験地100m²あたりの葉面積指数はA試験地で87.3m²、B試験地で113.2m²、C試験地で182.22m²である。これらの階層別の分布はA試験地では1、2層に89.1%、B試験地では2、3、4層に83.9%、C試験地では2、3層に85.2%が集中している。一般的に十分に成熟した常緑広葉樹林の葉面積指数は5.5~9.0 $\frac{ka}{ha}$ とされているのに対して、A試験地0.873 $\frac{ka}{ha}$ 、B試験地1.132 $\frac{ka}{ha}$ 、C試験地1.822 $\frac{ka}{ha}$ で、経年的な葉面積指数の発達に意外に早いことが理解される。

表-5 試験地別地上部乾物現存量と葉面積と平均接葉数

試験地	項目	階層	階層						計
			1	2	3	4	5	6	
A. 試験地 (伐後2年)	幹、枝重	Kg/100m ²	11.0	4.3	0.6	0.01			15.91
	葉重	"	5.0	3.7	0.6	0.01			9.31
	計	"	16.0	8.0	1.2	0.02			25.22
	葉面積	m ² /100m ²	4.00	37.8	9.4	0.1			87.3
	平均接葉数	枚	4.6	4.7	1.5	0			10.8
B. 試験地 (伐後4年)	幹、枝重	Kg/100m ²	7.1	6.5	4.4	2.3	0.8	0.1	21.2
	葉重	"	0.6	2.7	2.5	1.5	0.6	0.1	8.0
	計	"	7.7	9.2	6.9	3.8	1.4	0.2	29.2
	葉面積	m ² /100m ²	5.9	30.1	37.6	27.3	10.6	1.7	113.2
	平均接葉数	枚	1.7	2.4	2.3	2.0	0.5	0	8.9
C. 試験地 (伐後6年)	幹、枝重	Kg/100m ²	14.7	14.8	1.6	2.1	0.2	0.02	33.42
	葉重	"	1.2	5.8	12.0	1.9	0.2	0.02	21.12
	計	"	15.9	20.6	13.6	4.0	0.4	0.04	54.54
	葉面積	m ² /100m ²	11.02	49.5	105.7	14.5	1.4	0.1	182.22
	平均接葉数	枚	1.9	3.8	4.3	1.4	0.3	0	11.7

注) 階層区分は60cmごと。

(2) 葉面積指数の非破壊的推定法について

群落構成の複雑な広葉樹低木類の量的表示法の1つとして、葉面積指数の階層別分布の測定を、前述の層別刈取り調査と併行しておこなった。すなわち100m²の調査区で層別刈取り調査をするまえに、50点にたてたポールに接する葉数を階層ごとに測定した。試験地ごとの平均接葉数と相対誤差率は表-6のとおりで、20%以内の推定精度におさま

る平均接葉数は極めて少ない。これは低木類の生立しないポイントを含んでおり、また生立していても、個体の樹高のバラツキがかなりあるために、変動係数が大きくなることによるもので、推定精度を10%以内におさめるために必要な測点数は約500点となる。調査の労力、所要時間を主とした実用面を考慮して、推定精度30%以内におさめるために必要な測点数を求めると表-7のとおりで、ほぼ50点の測定でよいことになる。特に階層区分をせずに全層の接葉数推定の測点数は20点以下となる。

表-6 平均接葉数と相対誤差率
(測点数・各50)

試験地	階層 項目	階層						全層
		1	2	3	4	5	6	
A. 試験地	平均接葉数	4.6	4.7	1.5	0	-	-	11.1
	相対誤差率	0.165	0.285	0.393	0			0.183
B. 試験地	平均接葉数	1.7	2.4	2.3	2.0	0.5	0	8.7
	相対誤差率	0.235	0.212	0.285	0.308	0.799		0.122
C. 試験地	平均接葉数	1.9	3.8	4.3	1.4	0.3	0	11.6
	相対誤差率	0.240	0.162	0.206	0.433	1.424		0.122

表-7 相対誤差率30%以内におさめるために必要な測点数

試験地	階層	階層						全層
		1	2	3	4	5	6	
A 試験地		15	45	86				19
B 試験地		45	25	45	53	355		8
C 試験地		32	15	24	104	1126		8

なお葉面積指数(LAI)と平均接葉数(LN)の関係を、表-5に示した測定値を用いて、3試験地と各階層をコミにして求めると図-5のとおりで

$$LN = 0.083 LAI + 0.266 \dots\dots\dots (1)$$

が得られ、相関係数は0.894となった。

2) 下刈方式による植生量のちがいと造林木の生育阻害程度の関係

(1) 樹高生長

前述した植生量の3試験地で、すじ刈りの幅をちがえた処理区と、草量を草高におきかえて造林木樹高との相対的な関係で草高を管理した処理区を配置し、4生長期を経過した時点での植生変化の特長は、かりそろえ区でスキの被度が80~90%に達しているのに

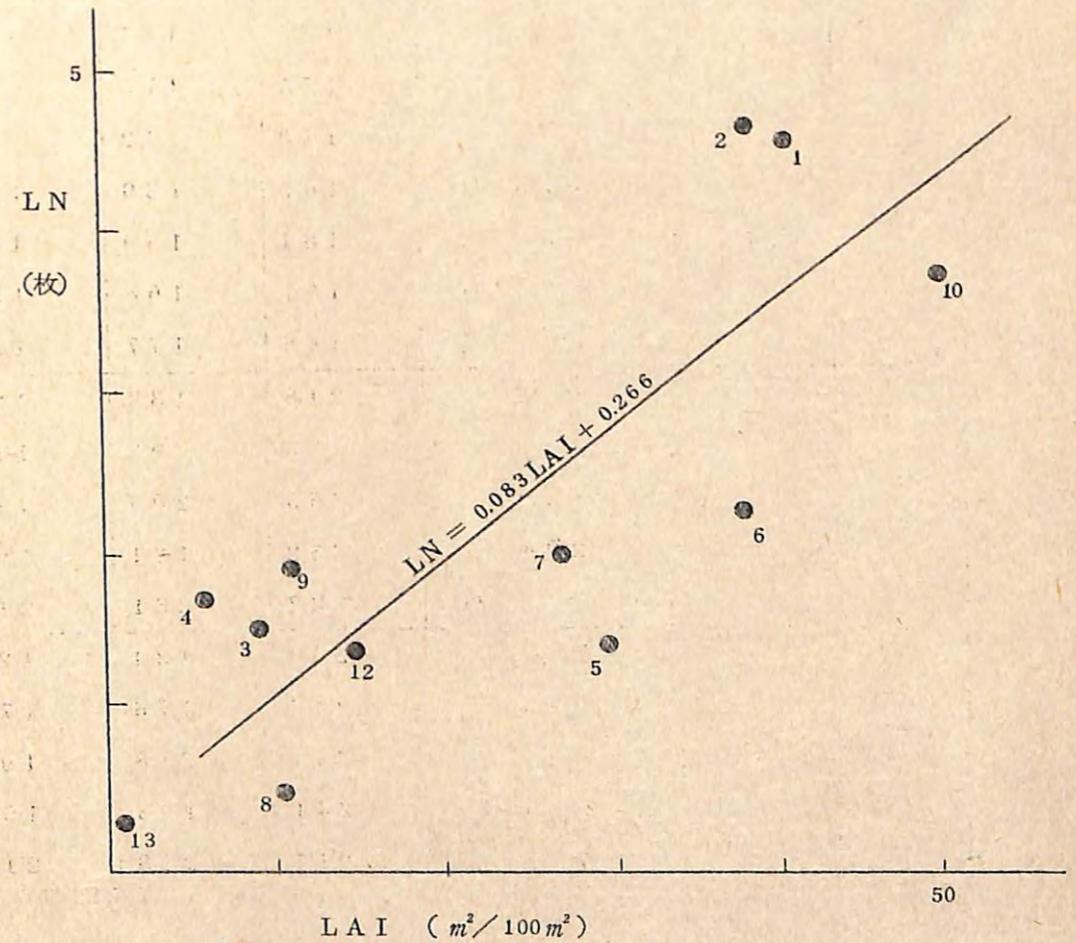


図-5 葉面積指数(LAI)と平均接葉数(LN)

対して、すじ刈り区ではスキの被度は10%以下となっていることである。

各処理区の平均樹高は表-8のとおりで、3試験地の全刈区についてみると、スギ(142~177cm) < ヒノキ(210~231cm)で、土壌型がB_D(d)であることとあわせてこの試験地はヒノキの適地であることが明らかである。

表-8 各処理区ごとの平均樹高 (cm. 4 生長期経過)

樹種	試験地		A	B	C
	処理区名				
ス	すじ刈り	放 置	129	101	98
		1 m	162	138	109
		1.5 m	162	139	118
		2.0 m	187	131	125
		全 刈	175	170	142
ギ	かりそろえ	放 置	150	112	82
		0.75 H	167	139	136
		0.5 H	184	159	141
		0.25 H	161	168	159
		全 刈	165	177	150
ヒ	すじ刈り	放 置	218	139	123
		1 m	233	193	172
		1.5 m	255	203	175
		2.0 m	252	191	169
		全 刈	222	231	217
キ	かりそろえ	放 置	203	134	129
		0.75 H	246	176	175
		0.5 H	244	218	197
		0.25 H	241	195	196
		全 刈	217	228	210

各処理ごとの生育阻害率(%)を

$$\text{阻害率} = 100 - (\text{処理区} / \text{全刈区}) \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

によって求めると表-9のとおりで、マイナス符号がついている処理区は全刈区より生長が上まわっているもので、A試験地に多くみられ、意味のある促進効果とはいえない

表-9 樹高生長阻害率(%)

樹種	試験地		A	B	C
	処理区名				
ス	すじ刈り	放 置	26.3	40.6	31.0
		1 m	7.4	18.8	23.2
		1.5 m	7.4	18.2	16.9
		2.0 m	-6.9	22.9	12.0
		全 刈	0	0	0
ギ	かりそろえ	放 置	9.1	36.7	45.3
		0.75 H	-1.2	11.5	9.3
		0.5 H	-11.5	10.2	6.0
		0.25 H	2.4	5.1	-6.0
		全 刈	0	0	0
ヒ	すじ刈り	放 置	1.8	39.8	43.3
		1 m	-5.0	16.5	20.7
		1.5 m	-14.9	12.1	19.4
		2.0 m	-13.5	17.3	22.1
		全 刈	0	0	0
キ	かりそろえ	放 置	6.5	41.2	38.6
		0.75 H	-13.4	22.8	16.7
		0.5 H	-12.4	4.4	6.2
		0.25 H	-11.1	14.5	6.7
		全 刈	0	0	0

注1) 阻害率(%) = 100 - (処理区 / 全刈区) × 100

注2) マイナス符号のついているものは全刈区より生長がすぐれている。

が、植栽時における前生樹皆伐後年数が2年で、植生量もB、C試験地より少なく、処理後の植生繁茂量がB、C試験地より少なかったことによるものと考えられ、放置区の阻害率が、B、C試験地よりも小さいことが、そのうらづけとなる。B、C試験地の放置区はスギ、ヒノキ合せて阻害率は31~45.3%、放置区と全刈区以外の処理区の阻害率は、すじ刈り区>かりそろえ区で、これは庇圧の影響によることが明らかである。

以上、イス、タブ、カン類を主とした薪炭共用部分林皆伐後、2、4、6年経過して、萌芽更新による低木類を主とした植生量の経年的なちがいのある試験地における4生長期を経過した時点での樹高生長の植生(≒下刈方式)による阻害率は、A試験地(伐後2年)では阻害を無視してもよい程度であり、B、C試験地(伐後4、6年)における阻害率は、すじ刈り区>かりそろえ区で、かりそろえ区のなかで阻害率10%前後におさまるのは、スギ、ヒノキともに0.25H区である。なお、すじ刈り区は、庇圧の影響により、すじ幅1、1.5、2.0m区ともに阻害率20%程度で、今後、庇圧による阻害率の増大が予想されるので、刈り残し列を皆伐するか、あるいは針、広混交林へ誘導するための除伐を実施する時期に到達しているが、阻害率20%程度におさまっているのは意外な結果であり、薪炭林の林種転かんの省力的な下刈り方式として利用可能と思われる。

(2) 根元直径生長

表-10に各処理区ごとの根元直径を示した。3試験地の全刈区についてみると、スギ(2.4~3.0cm)<ヒノキ(2.9~3.5cm)で、樹高生長と同じ傾向がみられる。

表-11に各処理区ごとの阻害率を示した。表-9と対比すると樹高生長阻害率<根元直径生長阻害率で、植生による生育阻害は肥大生長に顕著な影響がみられ、これは植生の側圧によって造林木の枝葉拡張が抑制されたことによるものと考えられる。表-11における試験地間のちがいはA<B≒Cである。B、C試験地の放置区は、スギ、ヒノキ合せて阻害率は50~66.7%で極めて大きい。放置区と全刈区以外の処理区の阻害率は、すじ刈り区と、かりそろえ区の間に有意な差はみられず、両区あわせて、またスギ、ヒノキあわせて、ほとんどの処理区の阻害率は20%以上となっている。

以上、植生による生育阻害は樹高生長よりも肥大生長に顕著にみられ、阻害率10%前後におさまるのは、A試験地の各処理区とみてよさそうだ。なお下刈省力に関し根元直径生長阻害率を20%以内とした場合、A試験地と類似の植生量の造林地では、この試験にもちいた下刈り方式で、ほぼ目的を達することができそうだ。

表-10 各処理区ごとの根元直径(cm)

樹種	試験区		A	B	C
	処理区名				
ス	すじ刈り	放置	1.6	1.2	1.1
		1 m	2.4	1.8	1.3
		1.5 m	2.3	2.0	1.6
		2.0 m	2.6	1.8	1.7
		全刈	2.6	2.7	2.4
ギ	かりそろえ	放置	2.0	1.2	1.0
		0.75 H	2.0	1.7	1.6
		0.5 H	2.9	1.9	1.9
		0.25 H	2.5	2.5	2.4
		全刈	3.0	2.4	3.0
ヒノ	すじ刈り	放置	2.3	1.1	1.1
		1 m	2.8	2.0	1.8
		1.5 m	2.9	2.3	1.9
		2.0 m	3.4	2.4	1.8
		全刈	3.2	3.2	3.1
キ	かりそろえ	放置	1.8	1.3	1.3
		0.75 H	3.1	1.7	1.9
		0.5 H	3.4	2.7	2.6
		0.25 H	3.6	2.5	2.6
		全刈	3.2	2.9	3.5

表-11 根元直径生長阻害率(%)

樹種	試験地		A	B	C
	処理区名				
スギ	すじ刈り	放置	38.5	55.6	54.2
		1 m	7.7	33.3	45.8
		1.5 m	11.5	25.9	33.3
		2.0 m	0	33.3	29.2
		全刈	0	0	0
ギ	かりそろえ	放置	33.3	50.0	66.7
		0.75 H	33.3	29.2	46.7
		0.5 H	3.3	20.8	36.7
		0.25 H	6.7	-4.2	20.0
		全刈	0	0	0
ヒノキ	すじ刈り	放置	28.1	65.6	64.5
		1 m	12.5	37.5	41.9
		1.5 m	9.3	28.1	38.7
		2.0 m	-6.3	25.0	41.9
		全刈	0	0	0
キ	かりそろえ	放置	43.7	55.2	62.9
		0.75 H	-3.1	41.4	45.7
		0.5 H	-6.3	6.9	25.7
		0.25 H	-12.5	13.8	25.7
		全刈	0	0	0

3) ススキ草量を草高におきかえた下刈り方法に関する試験地で、植栽後11年目における幹曲りを主とした形質調査

(1) ススキ草量による生育阻害率と下刈終了時期

ススキ草高が1.6~1.8mに達しているアサギ5年生造林地で、同一斜面の地形的位置により、平均樹高1mの林地を第1試験地、1.5mを第2試験地、2mを第3試験地として設定し、草高かりそろえを5水準として、2生長期と4生長期を経過した時点での生育阻害率を求めた。ここでは樹高生長阻害率を図-6に示した。2生長期における阻害率をみると第1試験地では13~23%、第2試験地では0~2%、第3試験地では-5~-12%で、第1試験地だけが阻害を受けており、そのうち、1/2H区の阻害率は14%。

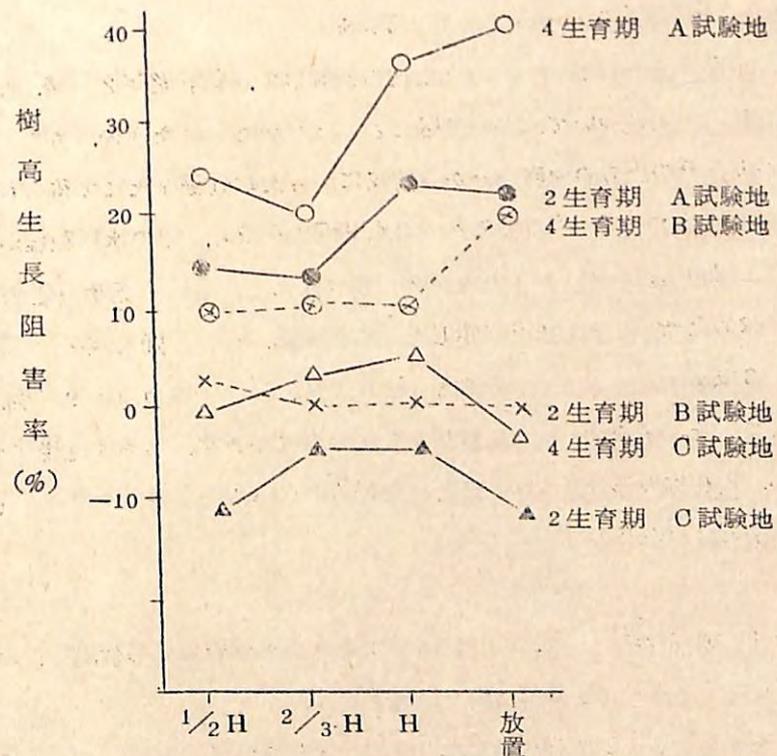


図-6 ススキ草高によるスギ樹高生長阻害率

$$\text{阻害率} = 100 - \frac{\text{処理区平均樹高}}{\text{全刈区平均樹高}} \times 100$$

2/3 H区の阻害率は13%で、H区、放置区よりも阻害の程度が小さい。4生長期における阻害率をみると第1試験地では24~40%で、2生長期よりも阻害率が大きくなっており、第2試験地では10~20%で、2生長期よりも阻害度が大きくなっているが、第1試験地ほどではない。第3試験地では-1~5%で、阻害度は極めて小さい。

これらの結果から、ススキ草高と造林木樹高の相対的な関係、換言すると、主としてススキ群落内部での相対照度の垂直変化と、造林木着葉量の垂直分布との関係で、生長阻害度のちがいが認められ、草高が1.6~1.8mのススキ群落にかこまれた造林木でも、樹高が1.5mに達していれば、生長阻害は4生長期で10%程度におさまり、それはススキ群落内部の相対照度が急激に低下する地上1.0~1.2mの層から、造林木の樹高の1/3が抜き出ていることになり、かりに10%程度の阻害を可とするならば下刈りは終了してもよいことになる。

(2) 植栽後11年目における幹曲りを主とした形質調査

ススキ草量による生育阻害経歴のちがった前述の試験地で、試験終了2年後、すなわち植栽11年後における形質について、各処理区ごと(2反覆あわせた)の、幹曲り程度の頻度調査を、幹曲り部分の上方の通直部分から樹皮にそった垂直線をたてて得られる地面との接点から、その造林木の根元の樹皮部までの水平距離を求め、その水平距離が根元直径より大のものを「曲り」、それより小のものを「やや曲り」とし、「通直」とあわせて3段階の頻度%を求めた結果を表-12に示した。試験地間、処理区間で意味のあるちがいは認められず、3試験地をあわせて、「曲り」は8.1%、「やや曲り」は9.7%、「通直」は82.2%であった。すなわち閉鎖初期に達した時点において、ススキ地帯における下刈省力の程度が、造林木の形質に及ぼす影響は比較的小さいものと考えられる。しかし、つる植物の影響は別な検討が必要である。

4. まとめ

造林の初期管理における個別技術は、除、間伐段階までを含めた保育体系の位置づけのもとに、その最適化に関する評価をすることが最終的な課題となる。

下刈技術に関し、ススキを対象とした技術体系は、すでに確立されているので、ここでは高崎試験地で、広葉樹を主とした植生の量的表示法の検討と、下刈方式による植生量のちがいと造林木の生育阻害程度との関係を明らかにし、また菊池試験地で、ススキを主とした植生の造林地で、草量を草高におきかえた下刈り方法に関する試験をおこない、植栽後11年目における幹曲りを主とした形質調査結果を検討して、抑草的な下刈り体系の基礎的事項を明らかにする

表-12 植栽後11年目における幹曲りの頻度

試験地	項目 処理区	本数	平均樹高 (m)	幹曲り (%)			
				曲り	やや曲り	通直	計
第1試験地	放置	18	4.8	11.1	11.1	77.8	100.
	H	16	4.6	6.3	12.5	81.3	100.1
	2/3 H	15	4.9	13.3	6.7	80.0	100.
	1/2 H	18	5.0	11.1		88.9	100.
	全刈	18	5.4	5.6	22.2	72.2	100.
第2試験地	放置	16	5.1	6.3	18.8	75.0	100.1
	H	18	5.4	11.1	16.7	72.2	100.
	2/3 H	17	5.2	11.8	5.9	82.4	100.1
	1/2 H	18	5.5		11.1	88.9	100.
	全刈	18	6.0	11.1	5.6	83.3	100.
第3試験地	放置	17	6.6	5.9	11.8	82.4	100.1
	H	18	6.4	11.1	11.1	77.8	100.
	2/3 H	18	6.7	5.6		94.4	100.
	1/2 H	16	6.5	6.3	6.3	87.5	100.1
	全刈	18	6.7	5.6	5.6	88.9	100.1
全体		259		8.1	9.7	82.2	100.

こととした。

広葉樹を主とした植生の量的表示法について、薪炭共用部分林の皆伐後、2、4、6年の3試験地で、60cmごとの層別刈り取り調査をおこない、100m²あたりの葉面積指数の推定値は、A試験地で87.3m²、B試験地で113.2m²、C試験地で182.22m²が得られ、これは十分に成熟した常緑広葉樹林における550~900m²に対して、経年的な葉面積指数の発達が意外に早いことが理解される。

一方、同じ試験地で葉面積指数の非破壊的な推定法として、ポイントサンプリングによる接葉数調査をおこない、推定精度30%以内におさめるために必要な測点数は、階層別の推定では約50点、全層の推定では約20点でよい結果が得られた。

葉面積指数(LAI)と平均接葉数(LN)の関係を、3試験地と各階層をコミにした試料から求めると、

$$LN = 0.083LAI + 0.266 \quad \text{相関係数 } 0.894$$

が得られた。

下刈方式による植生量のちがいと、スギ、ヒノキ造林木の生育阻害度の関係を、4生長期経過の時点で求めると、樹高生長阻害率は、A試験地では阻害を無視してもよい程度であり、B、C試験地では、すじ刈り区>かりそろえ区で、かりそろえ区の内なかで、阻害率10%前後におさまるのは、スギ、ヒノキともに0.5H区、0.25H区である。なお、すじ刈り区は庇圧の影響により、すじ幅1、1.5、2.0m区ともに阻害率20%程度で、薪炭林の林種転かんの省力的な下刈方式として利用されよう。根元直径生長阻害率で試験地間のちがいはA<B=Cで、B、C試験地の放置区は、スギ、ヒノキあわせて50~66.7%で極めて大きく、すじ刈り区、かりそろえ区では20%以上となっている。

以上植生による生育阻害は、樹高生長よりも肥大生長に顕著で、阻害率10%前後におさまるのは、A試験地の各処理区とみてよい。なお下刈省力に関し根元直径生長阻害率を20%以内とした場合、A試験地と類似の植生量の造林地では、この試験にもちいた下刈方式で、ほぼ目的を達することが可能といえる。

菊池試験地で、下刈終了時期について、草高が1.6~1.8mのススキ群落にかこまれたアヤスギ5年生木の樹高が、1.5mに達すれば、樹高生長阻害率は4生長期で10%程度におさまり、それはススキ群落内部の相対照度が急激に低下する地上1.0~1.2mの層から、造林木の樹高の $\frac{1}{3}$ が抜き出ていることになり、かりに10%程度の阻害を可とするならば、下刈りは終了してもよいという結果が得られた。また試験設計の草高のちがいによる生長阻害度のちがった経歴をもつ各処理区、幹曲りを主とした形質調査を、試験開始6年後(植栽後11年)に実施した結果、ススキ地帯における下刈高のちがいが、造林木の形質に及ぼす影響は比較的小さいことが明らかとなった。

引用文献

- 1) 尾方信夫、長友安男；林地におけるススキ群落の生態的特性と抑草目標について；雑草研究、12(10)、1971
- 2) 尾方信夫、長友安男；2、3の除草剤によるススキ群落の抑草効果について；雑草研究、13(2)、1972
- 3) 長友安男、尾方信夫；草量による造林木の成長阻害について；九州支場年報、13、1970

V 苗畑の土壤病害と生育障害

1 試験の背景と目的

近年九州においてはヒノキの造林面積が拡大される傾向にあり、優良なヒノキ苗の供給が望まれている。熊本営林局では造林の初期管理における省力技術の開発試験において、山出し苗の充実した大苗を生産することにより造林後の下刈り回数を省力化できるという結果が得られており、ヒノキの生産にあたって、この目的にかなった苗木生産を可能にする技術開発が必要とされている。

最近の苗畑経営の現状を見ると、BHC、有機水銀剤等の使用禁止に伴い、ネキリムシ被害や根腐れ病等の被害も見受けられ、堆肥の供給が少ないために、土壤の理化学性の欠陥も多いといわれている。ヒノキの2年生苗の生産を目標とする場合には、とくに、稚苗の良否が大きく影響することは経験的に知られている。

そこで、今回は播種床を対象に根部障害と土壤病害の関係、および、その対策として、堆肥を施用した場合の効果について調査と若干の試験を行った。

2 試験の経過と得られた成果

A 被害実態調査

調査方法

51年度に熊本営林局管内の苗畑事業所の内、菊池、多比良、都城の現地調査と、鹿屋、小林、出水からは試料送付を受けて、苗木の障害と土壤病原菌または線虫の調査を行った。さらに被害が目立った多比良苗畑は52年も引きつづき調査を行った。

51年度は10~11月に播種床を対象にヒノキ稚苗を土壤と共にビニール袋に取り持ち帰った。送付を受けた試料も同じ方法によった。

苗木は水洗して実体顕微鏡で根系の腐敗を観察した。立枯病菌の分離は常法によりPDA培地、寄生性線虫は根系および土壤から分離し、種類を確かめた。

調査結果

現地調査を行った菊池、多比良、都城、各苗畑では全てEDBによる線虫防除が連年行われている。これらの苗畑は土壤条件が異なり生育もかなり違いがあるが、最も生育が良かった都城でも部分的に生育障害が認められる。多比良苗畑では根系の障害が多く認められた。また、各苗畑ともにネキリムシの被害が目立った。

生育の極端に劣った苗は抜き取るとほとんど根が短小でタコ足状を呈しており、正常苗と比べると明らかに根系の異常が認められる。この被害は発芽間もない時期から被害を受

けたもので、その真の原因を明らかにする必要がある。これらの根系から分離される植物寄生性線虫と立枯病菌を示すと表-13のとおりとなる。立枯病菌としては *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* Sp., *Pythium* SP., *Cylindrocladium* SP., *Cylindrocarpon* SP., *Phoma* SP. (?) が検出された。

この調査地以外の苗畑からはスギに *Corticium rolfssii*, ヒノキに *Rosellinia* (分類学的には未検討) が検出された。植物寄生性線虫は全ての苗畑からユミハリセンチュウ (*Trichodorus* SP.), 多比良からはミナミネグサレセンチュウ (*Pratylenchus coffee*) が検出された。しかし、調査時点の密度は僅かであった。

表-13 ヒノキ稚苗から検出される植物寄生性線虫と立枯病菌

病原体	苗畑事業所						
	多比良	菊地	都城	小林	出水	鹿屋	その他
植物寄生性線虫	ネグサレセンチュウ <i>Pratylenchus</i>	○					
	ユミハリセンチュウ <i>Trichodorus</i>	○	○	○	○	○	○
土壌病原菌 (立枯病菌)	<i>Fusarium</i>	○	○	○	○	○	○
	<i>Rhizoctonia</i>	○	○	○			
	<i>Pythium</i>	○					
	<i>Cylindrocladium</i>						
	<i>Cylindrocarpon</i>	○	○	○	○	○	○
	<i>Phoma</i>	○					
	<i>Corticium rolfssii</i>						
<i>Rosellinia</i>							○

Rosellinia (未同定)

○検出された苗畑

考察

播種床における針葉樹の生育障害の原因は稚苗立枯病菌に基づく場合がある。立枯病の発生は発病タイプにより地中腐敗型、倒伏型、根腐型の3タイプに大別される。この内根腐型立枯病は稚苗の生育障害と関連する。またこの根腐型の症状は寄生性線虫の加害による場合もあり、両者の複合による場合もある。したがって十分な診断が必要となる。

九州における針葉樹の立枯病は発芽して間もなく地中腐敗がおこり、倒伏型の被害が発生する。この被害が過ぎると一応立枯病は終息したかに見える。本葉が出そろって梅雨明け頃になると床面に正常な発育をした場所と、生育が劣り幾分葉色がわるい場所が目につくようになる。この苗を抜き取ると必ず根が腐敗している。これが根腐型の被害である。

発芽間もない倒伏型の被害は九州の場合は大部分が *Rhizoctonia solani* によるものと考えられる。その他の菌は根腐型被害と何らかの関連がありそうであるが、最も不偏的に検出されるのは *Fusarium* 菌である。これらの菌についての発病機構はほとんど手懸けられておらず今後の課題といえる。この他、特殊な苗畑では前作との関係によるためか白絹病 (*Corticium rolfssii*) 白絞羽病 (*Rosellinia*) も認められる。

このように土壌病原菌は土壌中に生息して前年植栽した樹種や雑草の残渣に寄生しているものが多いようで、特に、多犯性の病原菌は広い範囲の植物を犯すために、土壌中の菌の密度を低下させるには薬剤にたよる以外に手軽な方法は見出し難い。

我国の林業苗畑の線虫については約10年前まではほとんど実態が明らかではなかったが、国有、民有の苗畑について大がかりな実態調査を林業試験場が担当して進められた結果、7属の植物寄生性線虫が検出された。この内分布が広範囲にわたり、土壌中の密度が高いネグサレセンチュウは、スギ、ヒノキ苗で最もよく繁殖することが判明し、苗畑の重要な線虫と考えられている。その他、九州ではイシクセンチュウ、ユミハリセンチュウ、ラセンセンチュウがこれに次ぎ検出頻度が高い傾向がみられた。今回の調査ではユミハリセンチュウと一部の苗畑でネグサレセンチュウが検出され、10年前より線虫相は単純で、生息密度が低い傾向が伺われた。この原因はEDBの施用による防除効果のためと考えられ、一部、EDBに耐性のあるユミハリセンチュウが残ったものと考えられる。

このユミハリセンチュウは白根の根冠部に寄生しているのが認められる。特に春期の幼根に寄生が高いようであるが、我国では本格的な研究はなされていない。北米などのマツでは本線虫の加害性が確かめられており、おそらく、根系の異常と関連があるものと思われる。

B 対策試験

1) 苗畑の根系残渣と苗木の生育障害

この試験は、被害苗畑に残る苗木の根系残渣が病原微生物の伝染源としてどの程度根部障害と関連するかを確かめるためと、さらに、フィールドにおいて本病の再現が図れるかどうかを検討するために実施した。

試験方法

ヒノキ苗床で生育障害が発生している場所の苗木を掘り取り、この根系を切りきざみ、残渣として供試した。先ず、1プロット(50cm²、深さ60cm)の木枠内に未耕作の深土を入れ、これに採取した根系を25g/プロット、混入して処理区とした。対照区には高圧殺菌した同じ根系を同量混入した。試験の繰返しは処理・対照区共3回とした。基肥として化学肥料を等量ずつ施用し、ヒノキ種子25gを1プロットに播きつけた。

調査は12月9日に苗木を掘り取り、プロットの中央部1辺25cmの正方形内の苗木の成立本数と苗高、根系等について全苗を調査した。さらに、根系から植物寄生性線虫および立枯病菌の分離を行い、苗木の障害と病原微生物の関連を調べた。

試験結果

根系残渣区と対照区の成立本数および苗木の生育を比較すると表-14に示すとおりとなる。根系残渣区では対照区に比べ苗木の成立本数および生育が共に劣っている。苗木の成立本数が少ないのは立枯病による消失と考えられる。苗木の生育は苗高・根系共にかなりの差が認められた。これらの被害根からはネグサレセンチュウや立枯病菌が多数検出されたが、対照区ではネグサレセンチュウは全く検出されず、立枯病菌のフザ

表-14 被害苗木の根系残渣と根部障害の発生との関係

処理区	苗木の成立本数 (本)	苗高 (平均)	最大根長 (平均)	根の乾燥重量 (g)	病原菌分離程度	ネグサレセンチュウ数 (根1g)
根系の残渣区	※ 340	※ 4.9 cm	※ 7.5 cm	※ 4.1	卅	100
対照区	486	8.2	12.0	7.1	十	0

※ 5%水準で有意 卅, 十: 立枯病菌分離数の多少

ソウム的一种が分離されるのみで、その検出頻度はかなり少ない傾向を示した。このような試験結果から、根系残渣に潜伏していた病原微生物の影響により根系が被害を受け、植物の生長が阻害されたと解される。

2) イネ糞堆肥施用によるヒノキ稚苗の根部障害の防止

これまで、根腐病や線虫病について、いろいろと対策が試みられてきた。特に、薬剤処理による防除試験には数多くの報告がある。更に、生態的防除として休閑・輪作等も試みられているが、多犯性の土壌病原菌に対してはあまり効果が期待されない。又、苗畑と水田を交互に切りかえる畑地灌漑施設の整っている民間苗畑の例を見ると、1年間湛水するとある程度の効果は期待できるようで、経験的に実施されている。

今回は堆肥を施用することにより、地力の回復はもとより、どの程度根部障害が緩和されるかを確かめるために試験を行った。

試験方法

長さ16mの播種床を2m間隔に区切り処理区と対照区を交互に配置し、4回の繰返しとした。処理区はイネ糞堆肥10Kg/m²を施し、対照区は無施用とした。化学肥料は基肥として事業に準じて施用した。

なお、ネキリムシの被害が多いため試験地は寒冷紗をアーチ状にはりめぐらした。更に根系に障害をきたさないように除草剤や殺菌剤、殺虫剤の使用をさけた。播種床は各区ごとに一定量均一に播き付けた。

調査は6月9日と11月24日の2回苗木を掘り取り、根系調査および土壌病原菌、植物寄生性線虫の検索により生育障害の関連をみた。更に根圏での微生物数の変化を把握するため総線虫数と糸状菌数を調べ有機質施用による土壌中の生物的活性を予想した。土壌病原菌は常法によりPDA培地により病患部から菌を分離した。土壌線虫は根圏も含む根圏土壌50gを試料としてベールマン氏法により分離した後、抽出調査により植物寄生種と自由生活種に分類、計数した。根系の糸状菌数は根圏土壌を希釈平盤法により、マーチンの培地を用いて、そのコロニーを計数した。(尚今回は細菌、放糸菌は調査対象から除いた。)

調査結果

6月9日発芽した稚苗に本葉が形成された時期に、無処理区ではすでに主根となるべき根が腐敗または根冠がふくれて伸長が停止しているものが目立った。このような苗を異常苗とした。

表-15は堆肥区, 無処理区に於ける異常苗数(%)を比較したものである。堆肥区では異常な根系を示した苗が18%以下で, 全体としては根の伸長もよく白根がよく発達している。無処理区では65~85%の範囲で異常な根系が現れた。

11月24日の最終調査では堆肥区は3~10%, 無処理区で56~65%の根系の異常苗がみられた。11月時点での異常苗数が減少しているが, これは側根や不定根の発達により根系の奇型が目立たなくなったためと考えられる。苗木の生長は堆肥区で平均15cm, 無処理区で5.5cmと大きな生長の差違が認められる。(写真省略)

表-15 有機質施用, 無施用区における根系異常の比較

処 理	反 復	6 月 9 日	11月24日
		根系異常苗(%)	根系異常苗(%)
有機質施用区 (イナワラ堆肥) 10Kg/m ²	1	4	3
	2	10	5
	3	13	8
	4	18	10
無 施 用 区	1	65	59
	2	85	65
	3	78	50
	4	69	58

根系異常: 主根の生長が止まり, または根腐により側根が伸びてタコ足状の苗木を示す。

植物寄生性線虫(ユミハリセンチュウ), 立枯病菌, 土壌中の微生物的活性を知るために総線虫数および糸状菌数を計数した結果を図-7に示した。ただし, 立枯病菌の分離ではTrichoderma菌の繁殖により十分な計数ができなかったため図示しなかった。

ユミハリセンチュウや立枯病菌など病原微生物の密度は堆肥, 対照区間に両時期共にあまり差違は認められないようである。

根圏微生物(総線虫数・糸状菌数)の密度は6月では堆肥区, 対照区間に差違がみられなかったが, 11月には堆肥区で密度の上昇がみられ, 堆肥施用による微生物活動の増加がみられた。

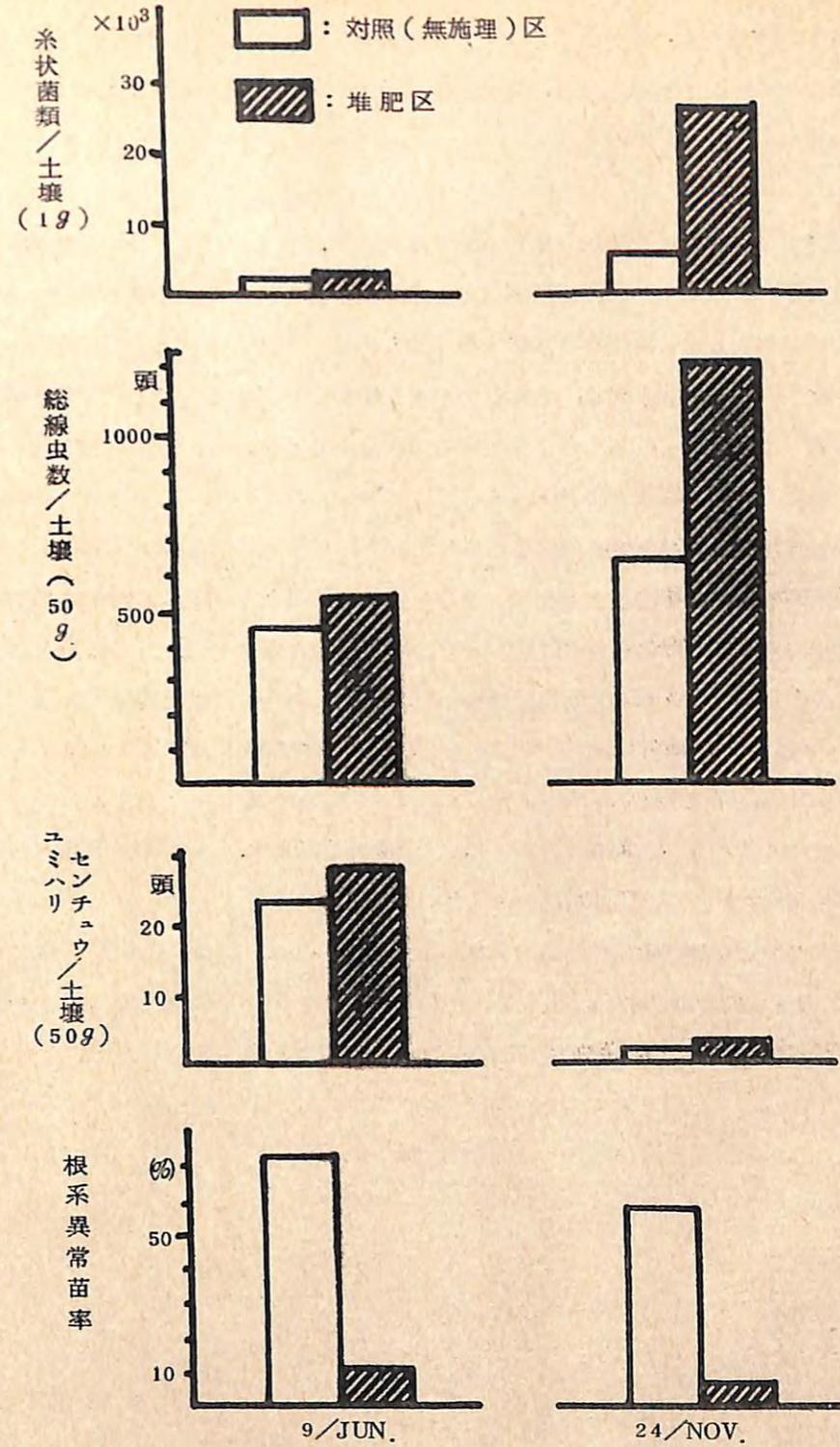


図-7 有機質施用が苗木および微生物におよぼす影響

このような結果から、堆肥施用により、土壤の理化学性の改善と微生物活動の増進を促すことが苗木の活力の増進となり、代謝が旺盛なために土壤病害に対しても耐性を増す結果となったものと推察される。

考 察

苗畑に残る苗木の根系残渣は、植物寄生性線虫の内、特に内住性（根の組織内に寄生する）のネグサレセンチュウや、立枯病菌の生息の場として翌年の伝染源となりうる。従って稚苗床の地ならしにはこれらの残根を集め除去するように心がける必要がある。

又、土壤病害対策試験等では、被害苗の根を土壤に切り込むことにより被害を再現できることが判った。つまり、現実の苗畑では根腐れ病として現れる被害は単独の菌によるものより線虫と菌などの複合病害の例が多いように感じられるので、自然条件でこの種の病害の試験を行うにはこの方法が有望と思われる。

堆肥の施用は土壤の理化学性を改良し養分の保持・持続など化学性に与える影響も大きい。この他、土壤微生物の活動が旺盛になり土壤の無機化現象が阻止され地力を増強することは一般に知られているが、この試験の結果からも、明らかに堆肥施用による地力の増強がみられる。一方、根腐れ病についてみると、発芽後本葉が出る頃に無処理区では白根の先端が腐敗した苗が多いが、堆肥施用によりこの被害がかなり少なくなるのは、明らかに理化学性の改善により、苗の生育がよく、代謝が旺盛になり、土壤病原菌類の感染を受けても再生力が強く、実害が比較的軽微となるのであろう。

国有林苗畑では薬剤防除試験も過去に多くの報告がみられ、育苗管理として薬剤施用は実用化している傾向がみられる。したがって被害が激しい苗畑では薬剤防除は必要な手段と考えられるが、被害が軽い苗畑ではこれら堆肥施用による地力の増強が得策と考えられる。

ヤナセスギ丸太を喰害する 害虫の防除法

ヤナセスギ丸太を喰害する害虫の防除法

ヤナセスギ丸太を喰害する害虫の防除法

林業試験場保護部昆虫第2研究室 野淵 輝、 遠田 暢男
 林業試験場四国支場保護研究室 越智 鬼志夫、 五十嵐 豊

全国的にも有数のスギの美林とされている魚梁瀬のスギ天然林から生産される丸太は、ヤナセスギとしてその材質は高く評価されている。近年天然生スギが商品として希少価値が高くなり、かつ材の集約的利用等もあり、辺材の価値が高くなるとともに丸太の穿孔虫被害が問題となっている。この研究は、これらの丸太を加害するオオゾウムシ、キクイムシ類等の生態を解明し、適切な防除方法を実施することによって、希少価値の高い天然生スギの商品的価値の向上をはかることを目的とする。

4) 試験の経過と得られた成果

(1) 50年度までに得られた調査成果

高知営林局の要請により、50年5月、8月、11月の3回の現地調査の結果、問題になる害虫はオオゾウムシと、キクイムシ科のトドマツオオキクイムシとハンノキキクイムシであることが判明した。

ア) オオゾウムシの生態と被害

成虫は14~25mmの大形のゾウムシで、全体が灰褐色ないし灰黒色、口吻は長くやや下方に湾曲し、基部は灰褐色、前半は黒色で光沢がある。前胸背には多数の小疣状突起を有する。翅鞘には9条の粗大な点刻列をそなえる。

老熟幼虫は体長27mmに達し、乳白色でイモムシ様に肥満し、頭部のみ黄褐色。胴部の環節は明瞭で横皺がある。胴部は第8環節までしだいに太さを増すが、第9節以下は急に太さを減ずる。胴部末端節の背面には3対の明瞭な肉質棘状突起をそなえる。

オオゾウムシは日本全土、朝鮮、支那大陸、その他東洋区に分布する。幼虫は日本では広葉樹、針葉樹の材部に穿入し、直径約1cmの大孔を辺材部に穿つため工芸的にはなほだ有害である。生立木を加害することはないが、林地では伐根や極度に衰弱した立木に寄生する。この虫の経済的被害は主として伐倒後、土場積あるいは貯木場ではえずみにされた生丸太で、内側にあるものに著しい。気乾材あるいは剥皮材には産卵穿孔することはない。

この成虫は年中生息しているが、産卵の最盛期は梅雨期で丸太の粗皮下に産卵する。高知営林局清水営林署管内でのオオゾウムシの産卵時期は4~6月と報告されているが(高知林友33号6頁1963年)、魚梁瀬ではこれより若干遅れ、5~8月の間にあると想定される。フ化幼虫は材の中心部に向かって穿孔し、心材部に近づくと年輪沿って迂回する。この孔道中を出入りしながら孔道を拡げ、木屑を排出する。幼虫態で越冬し、翌年5~6月頃から材表面近くの孔道内に木屑をつめて中で蛹化し、その後羽化して外界に脱出する。新成虫はその年は越冬し、翌春再び出現して産卵する。本種は成虫態で越冬するものと、幼虫態で越冬するものがある。成虫は殻斗科植物から漏出する樹液を吸収しに集まる性質がある。

1) キクイムシ類の生態と被害

(ア) トドマツオオキクイムシ

雌成虫は円筒形で、体長は3.6~4.0mm、黒色で光沢が強く、剛毛を疎生する。前胸背はほとんど正方形で中央が隆起し、前方に瓦状片をそなえ、後半は平滑で光沢強く細点刻を粗布する。翅鞘の点列部は浅い点刻をそなえ、間室には顆粒列と剛毛列をそなえる。斜面部の傾斜は強く、点列部は溝状をなし、顆粒は大きくなる。

日本全土、朝鮮、支那(台湾、大陸)に分布し、各種の広葉樹、針葉樹を加害する。生立木を加害することはないが、衰弱木の根際、新鮮な伐根、伐採直後の生丸太などに成虫が穿入し、1.8mm内外の虫孔(ピンホール)を形成する。この虫の被害は虫孔による材質の工芸的な直接的被害のほか、青変菌の侵入促進をうながし材の腐朽を早める。この虫はアンブロンシア・ビートルに属し、材部に孔道を作り、これを巣とし、壁面にアンブロンシア菌を繁殖させ、子虫はこの菌を食って生活し、亜社会生活を営む。

四国地方では、成虫は年2回発生するらしく、5月中・下旬に羽化して巣から脱出し、新たな繁殖木を求めて飛翔し、適当な丸太を発見すると樹幹部の樹皮より材の中心に向い繊維方向に直角に穿孔し、2~4本の分枝孔を作る。この虫の排出する木屑は白色の細かい繊維状のものである。成虫の口腔内にあるアンブロンシア菌胞子貯蔵器官から胞子

を出し、分枝孔の中に菌を繁殖させてから産卵する。幼虫は7~8月頃には成虫となるが、この間、親虫は子虫の排泄物の処理、巢内の換気、外敵侵入防止、雑菌繁殖の防止などのため巣の中に止って管理を行う。北海道では大部分のものが自己の生れた旧孔内で越冬するといわれている。雌虫が孔内で交尾した後、親虫の作った穿入孔から脱出し、新しい寄主を求めて飛翔する。

(イ) ハンノキキクイムシ

雌成虫の体長は約2.3mm、体は短円筒形で光沢ある黒色。前胸背は中央が隆起し、前方に細かい瓦状片をそなえ、後方は平滑で細点刻をそなえる。翅鞘は点刻列をそなえ、その列間部には剛毛の生じた細点刻列をそなえる。斜面部はやや急でやや大きな点刻からなる点列部をそなえる。前肢基節こうは互に離れる。

日本全土に分布するが、戦前、ヨーロッパ、北アメリカに侵入し定着している。各種の広葉樹、針葉樹に寄生する。稀に気象害を受けた緑色葉の着生した生立木に穿入することもあるが、一般には伐採丸太に穿入するアンブロンシア・ビートルで、食性と被害は前者とほぼ同じである。

成虫は年2回の発生。新成虫は自己の生れた旧孔内で越冬し、4月中~下旬に新しい寄生木を求めて外界に飛翔する。最初成虫は樹皮より材の中心に向い0.5~2.0cm穿入し、1~2cmの不正形のやや厚みのある共同孔を作り、この中に前胸中胸の間にある胞子貯蔵器官から胞子を出しアンブロンシア菌を繁殖させ塊状に産卵する。この虫の排出する木屑は白粉の固った長円筒形のものである。幼虫は夏期に新成虫となる。アンブロンシア・ビートルの被害は成虫の第1回目の発生期が激しく、伐採直後の丸太では側面より先に木口面からの穿入が認められる。

これらの害虫の穿入状態を現地で調べた結果、渋抜きの有無、事業所別、丸太の放置場所別(尾根筋、中腹、谷筋)に関係なく被害が発生していた。

ウ) 予防法

これらの穿孔虫に対しての予防法として次のような8点が考えられる。これらについて営林署と検討した結果、ものによっては若干問題があることが判明した。

(ア) 早期搬出利用

害虫産卵穿入期5月中旬~8月の間に、山土場、貯木場に丸太が置かれないうように搬出利用する。

(イ) 貯木場の環境改善

オオゾウムシは湿った所を好み、特にはずみの内部の陰湿な所に被害が多く、通風を良くすることによって材の乾燥を早め被害を軽減させることができる。魚梁瀬貯木場は三方が山に囲まれ両面がダムに面し、通風が極度に悪く、湿度が高く蒸れたようになり、オオゾウムシの活動、産卵に最適な環境にあるように見受けられた。

(ウ) 貯木場の変更

(エ)にも関連して、害虫の生息密度の高い山地にある貯木場での貯木を避け、山から離れた通風のよい貯木場に貯木する。

(オ) 水中貯木

害虫の産卵阻止だけでなく、3週間以上の水中浸漬は内部の幼虫も殺すことができる。以上の予防法について検討した結果施行実行上問題点が多かった。

(カ) 丸太の剝皮

キクイムシ類の様に成虫が材中に穿入し、産卵する害虫では効果はないが、オオゾウムシのように粗皮に産卵する害虫では剝皮することによって被害を完全に防ぐことができる。丸太の剝皮を実際に行い検討した結果、日割れが多く、虫害材と同様に辺材の使用不能となることが判明した。

(キ) 伐採時期の調整

人工造林のスギ丸太では、2月以前に伐採された材は害虫の発生期までに乾燥し、被害を受けないと云われている。もし、このような現象が見られるとすれば伐採時期の調整あるいは被害を蒙る伐採時期の丸太に対してのみ薬剤処理などの方法を講ずることによって経済的な防虫効果が得られる。多湿下にある大径木の天然生スギ丸太でこのような結果がえられるものか実態調査を行う必要がある。

(ク) 薬剤散布

別研究「新規薬剤の合理的使用法」のブナ丸太のアンブロシア・ピットゥルの防虫薬剤処理では、MEP 2%、MEP 1%+EDB 1%、MPP 2%乳剤をそれぞれ200 cc/m²散布することによって約2ヶ月間の予防効果を得ているが、スギ材のオオゾウムシでは産卵習性の違いから薬剤の濃度、散布量について検討する必要がある。

このような背景にあって、今後進めて行くべき研究課題は伐採時期と被害の関係、薬剤散布試験である。

(2) 被害実態調査

ア) 調査方法

1976年7, 8, 10月, 1977年1月に、魚梁瀬営林署管内の天然生スギ丸太を生産貯木している山土場、魚梁瀬貯木場で伐採時期の判明している主として長さ4mの丸太を、原則として中央部を幅50cmのリング状に剝皮し、穿入密度を種類別に調査した。

イ) 結果と考察

(ア) 加害種

今回の調査で、天然生スギ丸太を加害していた種類は次のものであった。

i) 樹皮下に穿孔していた種類

マダクロホシタマムシ	<i>Ovalisia vivata</i> Lewis
スギカミキリ	<i>Semanotus japonicus</i> Lacordaire
ヒメスギカミキリ	<i>Palaeocallidum rufipenne</i> Motschulsky
クロコブゾウムシ	<i>Niphades variegatus</i> Roelofs
キクイゾウムシ類	Cossoninae
ヒバノキクイムシ	<i>Phloeosinus perlatus</i> Chapuis
ヒノキノキクイムシ	<i>Phloeosinus rudis</i> Blandford

ii) 材部に穿孔していた種類

オオゾウムシ	<i>Hyposipalus gigas</i> Fabricius
ハンノキクイムシ	<i>Xylosandrus germanus</i> (Blandford)
アカクビクイムシ	<i>Xyleborus rubricollis</i> Eichhoff
サクセスクイムシ	<i>Xyleborus saxeseni</i> (Ratzeburg)
トドマツオオクイムシ	<i>Xyleborus validus</i> Eichhoff
シラベザイノキクイムシ	<i>Trypodendron lineatum</i> Olivier
ミカドクイムシ	<i>Scolytoplatypus mikado</i> Blandford
キバチ類	Siricidae

この中で、丸太の材質に影響を与える種類は材部に穿孔する種類で、個体数と加害量からみてオオゾウムシ、トドマツオオクイムシおよびハンノキクイムシが問題となる。

(イ) 伐採月別丸太と被害

1976年7月20日, 1976年8月23日, 1976年10月26日調査の各丸太の単位面積あたり穿入孔数は表-1, 2, 3に示した。月別被害率は1976年夏期の調査結果が表-4に、穿入産卵の終了した1976年秋期, 1977年冬期の調査結

表-1 丸太への穿入孔数 (1976. 7. 20調査)

伐採月	丸太番号	1 m ² 当り穿入孔数	
		オオゾウムシ	キクイムシ
1975. 9~10	なし	27.3	1.3
10	なし	1.2	45.1
11	6860	0	0
"	6789	0	4.3
"	6864	0	1.0
1976. 1	6840	0	8.4
"	6870	1.3	6.4
"	6883	0	1.1
2	6998	16.8	5.6
"	7064	13.5	2.4
4	6919	0	0
"	7038	0	1.3
"	7039	0	0
5	7046	0	0
"	7048	0	0
"	7049	0	0
"	なし	0	0
"	なし	0	1.4
"	なし	0	0
6	なし	0	0
"	なし	0	0
"	なし	0	0
"	なし	0	0
"	6088	0	0
"	7065	0	90.6
"	7067	0	54.0
"	7072	0	9.3

表-2 丸太への穿入孔数 (1976. 8. 23調査)

伐採月	丸太番号	1 m ² 当り穿入孔数	
		オオゾウムシ	キクイムシ
1975. 11.	6860	0	11.1
"	6789	1.7	3.4
"	6864	0	1.9
1976. 1	6840	0	6.0
"	6870	0	6.4
"	6883	0	7.5
2	6988	0	35.5
"	7064	12.2	42.8
4	9156	0	0
"	9138	0	0
"	9229	11.0	50.6
"	9155	0	4.3
"	6919	0	24.2
"	7038	0	21.6
"	7039	0	0
5	9044	0	5.1
"	9038	0	4.8
"	9029	0	29.7
"	8960	0	2.3
"	9003	164.4	31.9
"	9206	0	17.8
"	7046	0	12.2
"	7048	0	0
"	7049	0	12.9
6	9063	0	11.1
"	9058	0	2.1
"	9066	0	1.0
"	9170	3.8	38.2
"	7088	0	0
"	7065	1.2	160.4
"	7067	0	121.3
"	7072	0	45.2
7	7147	0	50.7
"	7146	0	111.5
"	9129	0	13.0
"	9128	0	1.2
"	9103	0	4.3

表-3 丸太への穿入孔数 (1976. 10. 26.調査)

伐採月	丸太番号	1㎡当り穿入孔数		
		オオゾウムシ	キクイムシ	
1975.	5.	4345	46.7	9.5
	6.	4336	25.9	0
	8.	4333	1.3	7.6
	"	4334	6.4	6.4
1976.	5.	4487	0	0
	6.	4328	0	0
	"	4350	0	0
	"	4471	0	0
	"	4380	0	0
	"	4482	0	0
	"	4483	0	0
	"	4489	0	0
	"	4492	0	0
	7.	4320	0	0
	"	4351	0	0
	"	4481	0	0
	"	4390	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	2.5
	"	なし	0	0
	"	なし	0	29.1
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0
	"	なし	0	0

表-4 丸太への穿入孔数 (1977. 1. 24.調査)

伐採月	丸太番号	1㎡当り穿入孔数		
		オオゾウムシ	キクイムシ	
1976.	6	2219	0	29.9
	"	2224	15.4	190.0
	"	1946	3.5	61.4
	"	1575	0	0
	"	2028	0	0
	"	1960	0	0
	7	1858	0	2.4
	"	1862	0	3.0
	"	2392	0	0
	8	1908	0	0
	"	2360	0	0
	"	2365	0	0
	"	1881	0	6.6
	"	1783	0	0
	"	1544	0	0
	"	2322	0	18.7
	"	2316	0	29.2
	"	1976	52.5	44.7
	10	1520	0	0
	"	1498	0	0
	"	1529	0	0
	11	1912	0	0
	"	1919	0	0
	"	2230	0	0

果は表-5に示した。1976年夏の調査での被害率はオオゾウムシ15.2%、キクイムシ7.27%、1976年秋から1977年冬の調査ではオオゾウムシ10.9%、キクイムシ2.19%であった。オオゾウムシの被害ははえずみ内部の湿った所に被害が多く、調査丸太が露地に置かれたものが多かったため、実際の被害はこれより上廻るものと考えられる。1976年7月の調査では搬出の遅れた前年の9~10月伐採の材でも本年の害虫の発生時期に穿孔虫が穿入し、少なくとも8ヶ月経過した材でも穿入可能なことが判明した。また、1976年10月調査の被害木は7月の2例を除き全部前年の伐採木であった。造林木では2月以前に伐採した材は虫の発生期までに材が乾燥して産卵・穿入の対象とならないといわれているが、2月以前に伐採した材にも産卵・穿入した理由として調査期間中のこの地方の年降水量が6,000mm近くもあり、また、大径の天然生スギ丸太であるため樹皮が厚く、伐採してから日数を経過した丸太でも乾きが遅く、皮下の大部分が生の状態が続き、害虫の穿入をうながしているためと考えられる。キクイムシ類の当地方での材への穿入開始は1975年5月22~23日、1977年5月17~18日に調査した時が穿入の初期であったので、年によって若干の違いがあっても、5月中、下旬ごろから穿入が開始されると考える。オオゾウムシについては直接観察はしていないが、キクイムシと同様と考えられる。1977年1月の調査では、9月伐採の材は観察していないが、少なくとも10月伐採の丸太より当年の被害は無くなるが、1975年の予備調査では9月伐採の材には穿入していなかった。魚梁瀬地方でのオオゾウムシの産卵時期は片桐の調査報告した清水営林署の4~6月より若干遅れ5~8月である。

このような結果から、前年9月以後伐採され害虫発生期の5月までに搬出される丸太は被害を受けないが、前年9月に伐採された丸太でも害虫の発生時期まで置かれると被害を蒙ることとなる。したがって、伐期調整による被害の軽減は困難で、4月中までに伐採丸太を搬出し、害虫発生期に貯木場、山にある丸太は次の薬剤による防除を必要とする。

(3) 薬剤による産卵、穿入防止試験

ア) 試験、調査方法

薬剤による穿孔虫の穿入防止効果を調べる目的で魚梁瀬貯木場において生産地と伐採した月が明らかにされている長さ2、4mの天然生スギ丸太を供試木とし、魚梁瀬貯木場でMEPならびにMPPの各乳剤を1.5%、1.0%、0.5%の濃度とし、1976年には

表-5 月別被害率 (1976年7月, 8月調査)

伐採月	調査本数	本数当り穿入率 (%)	
		オオゾウムシ	キクイムシ
1975. 9~10	1	100	100
10	1	100	100
11	6	0	83.3
1976. 1	6	16.7	100
2	4	75.0	100
4	10	10.0	50.0
5	15	6.6	60.0
6	16	12.5	37.5
7	7	0	100
計	66	15.2	72.7

表-6 月別被害率 (1976年10月, 1977年1月調査)

伐採月	調査本数	本数当り穿入率 (%)	
		オオゾウムシ	キクイムシ
1975. 5	1	100	100
6	1	100	0
8	2	100	100
1976. 5	1	0	0
6	14	14.2	21.4
7	29	0	6.9
8	10	10.0	40.0
10	3	0	0
11	3	0	0
計	64	10.9	21.9

当り400~500ccを全面に散布した。1977年には散布むらを少なくするため丸太の表面がぬれ滴る程度(約600cc/m²)を供試木に1m幅で散布した。兩年とも供試木は1濃度3本とし、無処理木(対照木)を3本設置した。散布時期は兩年とも穿孔虫発生直前の5月18日とした。

調査は1976年には散布約1ヶ月後(6月14~15日)に図-1のAの部分に50cm幅にリング状に剥皮し、穿入孔を調べ、約2ヶ月後(7月20日)にはBの部分と同様に調査した。1977年には2ヶ月後(7月18~19日)に散布した所(処理部位、図-1のA)と散布しなかった所(無処理部位、図-1のB)を50cm幅にリング状に剥皮し、穿入孔数を調べた。

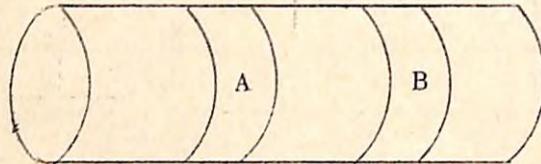


図-1 調査ヶ所(幅50cm)

1) 結果と考察

1976年の試験結果は表-7、表-8に示した。供試木の伐採時期、樹皮の状態が不均一なことが原因してか、穿孔虫の穿入にバラツキがあり、対照区にも虫があまり穿入しなかったが、MPP乳剤よりMEP乳剤の方が全体に効果があるような傾向がみられ、MEP乳剤の散布2ヶ月後では濃度の高いものほど効果が認められた。しかし、MPP乳剤では逆の傾向になった。

1977年の試験結果は表-9に示した。前年度の試験と同様に供試木によって穿孔虫の穿入にバラツキがみられる。7~8月の伐採木はMEPの高濃度処理木でも効果が悪かったが現実にこのような伐採後10ヶ月も経過した古い丸太が穿孔虫の発生期まで林地、貯木場に放置されることはまれであり、これを除外して考えると、MEP乳剤では1.5%、1.0%、0.5%、MPP乳剤では1.5%処理が無処理部位より、処理部位の方が穿入孔数が少なく効果があると認められよう。

表-7 薬剤試験結果 (1976年第1回目調査)

薬剤名	濃度	供試木の伐採月	1m ² 当り穿入孔数	
MEP	1.5	8	2.1	
		8	0	
		9	1.0	
	1.0	4	0	
		9	0	
		8	1.0	
0.5	3	7.0		
	8	0		
	12	0		
	MPP	1.5	3	0
			9	9.4
			8	1.8
1.0		4	31.9	
		1	1.5	
		8	3.6	
0.5	1	0		
	8	2.0		
	10	0		
無処理木	0	4	8.0	
		9	0	
		8	0	

表-8 薬剤試験結果 (1976年第2回目調査)

薬剤名	濃度	供試木の伐採月	1 m ² 当り穿入孔数	
			処理部位	無処理部位
MEP 散布木	1.5	8	0	
		8	0	
		9	0	
	1.0	4	1.2	
		9	0	
		8	0	
	0.5	3	2.7	
		8	0	
		12	3.4	
MPP 散布木	1.5	3	2.0	
		9	6.2	
		8	0.7	
	1.0	4	7.3	
		1	0	
		8	0	
	0.5	1	0	
		8	0	
		10	1.2	
無処理木	0	4	1.2	
		9	0	
		8	1.1	

表-9 薬剤試験結果 (1977年)

薬剤名	濃度	供試木の伐採月	1 m ² 当り穿入孔数	
			処理部位	無処理部位
MEP 散布木	1.5	7 ~ 8	13.9	14.9
		10 ~ 12	0	1.1
		10 ~ 12	0	5.3
	1.0	7 ~ 8	24.8	31.8
		10 ~ 12	0	0
		11	0	9.6
	0.5	7 ~ 8	4.8	7.6
		10 ~ 12	0	3.0
		1	0	2.3
MPP 散布木	1.5	7 ~ 8	6.1	20.5
		10 ~ 12	0	4.9
		10 ~ 12	0	6.1
	1.0	7 ~ 8	0	0
		10 ~ 12	0	0
		11	1.2	0
	0.5	7 ~ 8	0	0
		10 ~ 12	0	0
		1	3.8	25.7
無処理木	0	7 ~ 8		8.3
		7 ~ 8		1.1
		10 ~ 12		3.5

以上2年間の試験結果とブナ丸太の防虫試験結果を併せ考察すると、薬剤による産卵、穿入防止にはMEPの1.5%乳剤の600cc/m²散布が適当でないかと考える。

(3) まとめ

以上、ヤナセスギ丸太を喰害する害虫について、伐採した月と被害との関係、薬剤による産卵、穿入防止について考察してきたが、オオゾウムシとキクイムシ類の被害を防ぐには、穿孔虫の発生期に貯木場を含めた林内に丸太を放置しないように、早期に搬出するか、この期間の伐採作業を極力減らすか、やむをえず放置する場合にはMEP 1.5%乳剤を600cc/m²でむらなく散布する必要がある。

おわりに調査に当って種々ご便宜をたまわった高知営林局作業課、魚梁瀬営林署の関係職員に厚くお礼申し上げます。

国有林野土壤図の多面的利用法

国有林野土壤図の多面的利用法

I 試験担当者

土じょう第1研究室長	久保哲茂
" 室員	河室公康
土じょう調査科長	真下育久

II 試験目的

国有林野土壤調査事業は開始以来30年を経過し、今や全国国有林野をカバーしようとしている。調査成果は土壤図と説明書にまとめられ、適地判定、更新保育などの計画と実行に貢献している。

一方、近年、森林の公益的機能問題がクローズアップされ、それを考慮した適正な森林施業をとらねばならない情勢となった。このため、従来の木材生産面から見た林地の評価、分級だけでなく、各種の公益的機能面からの林地の評価、分級の必要が生じた。

この新しい情勢において、林野土壤図の内蔵する諸情報を抽出し、これを使って、森林の公益的機能面から見た林地の評価、分級に科学的根拠を提供する方法を確立することは重要である。

III 試験の経過と得られた成果

1. 試験の経過

この試験は前記目的のための方法論的研究であって、昭和50年に開始し、52年に終了した。研究業務は林野土壤図を中心に、他の各種主題図を使用しての林地の性格の解析と総合など室内作業が主要部分を占め、現地調査は、室内作業成果を実地検証する程度にとどめた。モデル地区として、利根川流域、木曾三川流域、鬼怒川上流部の山地を使用した。

2. 林野土壤図の性格と内蔵する情報

林野土壤図は現地調査結果を縮尺2万分の1の事業図に図化したものである。時に5万分の1あるいは2.5万分の1の地形図を基図にしたものもあるが、極めて稀なケースである。基図の事業図は、旧御料林を除き、かつては林小班区画のみのものであったが、最近はほと

んど等高線図が使われている。もちろん等高線図を基図とした土壌図の方が、図化精度も高く、利用にも便利である。

図示単位は土壌型で、稀に2以上の土壌型のカテナまたはモザイクで図示されていることもある。その他の土壌図要素として、堆積様式、基岩の岩種と地質系統、風衝地が付加記号で示されており、また露岩、湖沼、河川など非土壌の部分が図示されている。このような土壌図要素から直接読みとれる情報を一次情報と呼ぶこととする。

これに対し、土層の厚さ、土性、土壌酸度など、説明書を読むことによって得られる土地の諸属性を二次情報と呼ぶこととする。さらにこれらの諸情報、また他の主題図からの情報との組み合わせによって、三次、四次の情報を得ることができる。

民有林適地適木調査事業の成果品である土壌図は、基図に5万分の1地形図を使用している点が国有林土壌図と異なるだけで、土壌図要素、そこから得られる各種情報はほとんど同じである。国土調査の土地分類基本調査も5万分の1地形図を基図にしているが、図示単位には土壌統を使用している。しかし説明書を読むことにより、土壌統を林野土壌型に読みかえることができるので、林野土壌図と同等の情報を得ることができる。

以上3つの土壌図は、縮尺、図示単位に若干の違いはあるが、ともに大縮尺図であり、内蔵する情報の種類、精度は同じと見てよい。

3. 小縮尺土壌図の性格と内蔵する情報

大縮尺、小縮尺の区別の境界は明確に示せるものでないが、林野の土壌被の構成状態を土壌型でほぼ支障なく図示できるものを大縮尺図と呼ぶこととする。すなわち、縮尺5万分の1以上のものである。縮尺が10万分の1ともなれば、土壌型ですべての土壌個体をありのまま図示できなくなる。このため、省略、誇張、総描が行われ、また土壌複合区、土壌連合区などの図示単位を使用せざるを得なくなる。このようにして作られたものを小縮尺土壌図と呼ぶ。既存の大縮尺土壌図を編集して作られることが多い。これには国土調査の50万分の1全国土壌図と20万分の1都道府県別土壌図とがある。

大縮尺土壌図が、事業区、市町村など比較的小地域の詳しい施業計画に利用されるのに対し、小縮尺図は、営林局管内、大河川流域、都道府県などかなり広い地域の基本計画に利用されている。

小縮尺土壌図の持つ情報は大縮尺図に比し、かなりおおまかである。しかし広域をカバーしているため、広い地域の概括的な評価に適している。

4. 評価する単位の土地の選択

土地を何らかの目的で評価する場合、評価し区分すべき土地の区切りをいかにすべきかが問題となる。これには次の3つが考えられる。

(1) 自然的土地単位

自然条件の異同によって区画された土地であり、たとえば土壌図に図示された各土壌個体や地形分類図に区画された各種地形面がこれに当る。自然条件にもとづいているため、その条件に関して同質なひろがりを持ち、評価は正確に容易にできる。しかしこれは個々の土地の面積と平面形がまちまちであるため、単位面積当りの比較や、統計がわずらわしい。これにも区分レベルの高低がある。すなわち、大縮尺図においては土壌個体であるが、小縮尺図においては土壌連合区などとなる。

(2) 人文的土地単位

施業上の必要から区画された林小班や事業区、地籍でいう市町村字などがこれに当る。森林調査簿、その他の各種統計を使い易いという利点はあるが、1つの区画内の自然条件は均一でないことが多い。たとえば小さな1小班であっても2つ以上の土壌個体からなっていることが普通である。この場合、小班を評価の単位とすれば、2つ以上の土壌個体の評価をなんらかの処理によって総合化し、1つのクラスで示さなくてはならない。この処理には小班を構成する各種土壌の分布面積比を使用すればよいが、わずらわしい。

(3) 機械的土地単位

経緯線に沿って機械的に区画された方眼内の土地であり、いわゆるメッシュ図法によって得られる単位の土地である。これは人文的土地単位と同様に、方眼内の自然条件が均一でないことが多く、方眼を評価の単位とした場合、同様の処理を必要とする。方眼を細かくすれば、均一な自然条件からなる方眼の数は増加するが、不均一な方眼はなくなる。しかも評価作業量は幾何学的に増大する。しかし、幾枚もの他の主題図と併用する時、評価する単位の土地の画定が正確なため、各種主題図の間に単位の土地のズレはなくなる。また1定面積であるため、単位面積当りの評価、比較が容易となり、数量化に適している。更に各種衛星情報の導入、コンピューターによる情報貯蔵と利用にも適している。

以上の3法を局部的に試行、検討した結果、本研究ではメッシュ法をとることとした。

5. メッシュの大きさの選択

メッシュの粗密は前述のように、細かくすればするほど作業量は増加するが、評価精度は向上する。可能な限り小さくしたメッシュでの評価結果は、もとの土壌図で直接評価した結

果と同じ分級図が得られよう。作業量は評価、分級の対象地域の広さとも関係しているのは当然である。

いくつかの土壤図に大小のメッシュをかけて検討した結果、1つのメッシュを評価する際、メッシュ内に分布する2以上の土壤個体の占有面積比を目測で容易に判定できる程度まで小さくする必要があり、メッシュ内に現われる土壤型の種類を多くとも3種ぐらいにとどまるような大きさにするのが望ましいことが判った。

市町村、事業区など比較的狭い地域については、2万分の1土壤図では図上2cmの方眼(実長400m, 実面積16ha), 5万分の1では図上1cmの方眼(実長500m, 実面積25ha)をとれば、大部分の方眼は、3種類以下の土壤を含むこととなり、その地域全体の面積が仮に10000haあっても、方眼の総数は700を越さない。

地域施業計画区、都道府県、大河川流域など、かなり広い地域を対象とし、概括的な評価、分級をする場合は、20万分の1土壤図を使い、図上1cm方眼(実長2km, 実面積400ha)を評価する単位の土地とする。この単位は、5万分の1あるいは2万分の1の土壤図に図上4cmあるいは10cmの方眼をかけても求められるが、大縮尺図であるため1方眼内の土壤が多種多様となり、1方眼の総合評価が困難となる。また、このような広い地域が2万分の1とか5万分の1の大縮尺土壤図でカバーされているケースは極めて少ない。従って、大地域については、情報精度こそ大縮尺図に劣るが、小縮尺図を使用した概括的な評価が有利である。

利根川水系に属する群馬、栃木両県の山林面積は約62万haあるが、これを2km方眼で区分した場合1,560方眼となった。実際には、緯度10分相当の経緯を10等分し、経度5分相当の緯線を10等分して得られた方眼、つまり5万分の1地形図を縦横10等分して得られる方眼を使用した。この方法で得られた方眼面積は、緯度により異なるという難点はあるが、1つの地域施業計画区とか、府県内では使用にたえる。

6. 林地の評価法

森林の代表的な機能を図-1に示す。これらの他に、防風、防潮、防音、国防などいろいろな機能があると言われているが、森林地帯、特に山地帯におけるものとしては、図に示した5機能で代表されよう。

これらのうち、森林の木材生産機能から見た林地の評価は、土壤図本来の活用分野であるため本研究ではとり上げなかった。また森林のレクリエーション機能から見た林地の評価は、評価因子を土壤条件(土壤図)に求めることが困難なので、これも省略した。残りの3機能には地文条件が最も強く関与している。図-1によれば、これら3機能のうち、評価因子に

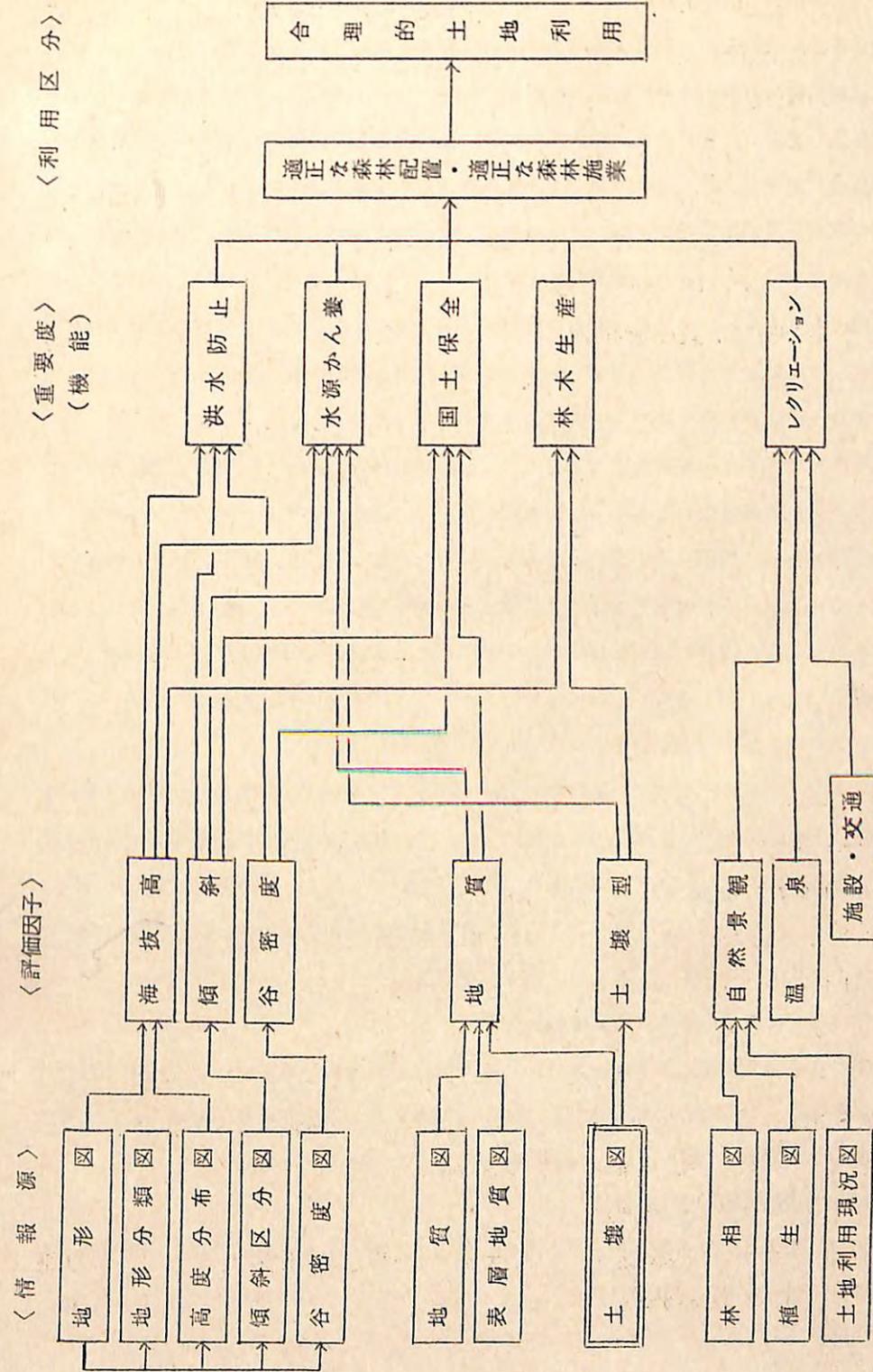


図-1 森林の機能から見た林地の重要度の評価体系

土壌条件を採用しているのは、森林の水源かん養機能についてのみにある。しかし、洪水防止機能および国土保全機能に土壌条件が無関係であると考えた訳ではない。

洪水は豪雨時の雨水が溪流に直接、流出することによって生じる。直接流出量に関与する地文条件として最も大きいのは、海拔高、傾斜、谷密度などの地形条件であるが、雨水の地中への滲透、地中での貯溜などの面で、土壌、地質も無関係ではない。ただ残念なことに、豪雨時の直接流出量に及ぼす土壌、地質条件が、洪水防止機能の評価因子として使用し得るほど大きいものであるかどうか明らかにされていない。従って現段階では土壌および地質を評価因子から除外し、地形条件のみを評価に使用することとした。このため土壌図の多面的利用という本研究の対象からはずしたが、土壌条件と直接流出量との関係が明らかになれば、洪水防止機能から見た林地の評価に土壌図が活用されることとなる。

国土保全については、森林地帯で発生する山地災害に限定し、それも崩壊に重点を置いて検討を進めた。山地崩壊に関与する地文条件としては、傾斜、谷密度などの地形条件と、土壌層をも含めた風化物層の状態が挙げられる。しかし、ここでは土壌条件を独立した評価因子とはしないで、図-1に示したように、風化物の母岩(地質)を評価因子にした。土壌図には、基岩が岩種と地質系統で図示されており、また火山拋出物層のように基岩と異なった表層物質も示されているため、一般の地質図よりも、風化物層に関する情報は多い。さらに説明書から風化物層の厚さを知ることできる。

評価の方法は、本研究とほぼ同時に進められてきた「森林造成維持費用分担関係設定調査」と同じ方法を採用した。従って方法の詳細については、同調査報告書の利根川流域篇(水利科学研究所1975)、木曾三川流域篇(同1976)および筑後川流域篇(同1977)に、またこれら調査報告書の基本となった「森林の公益的機能計量化調査報告書」(同1973)にゆずることとし、以下、概要を述べる。

(1) 水源かん養に関する林地の重要度の評価法

水源かん養機能とは、降水が除々に河川に流出するように、降水を一時、地中に貯溜する機能を指す。この機能の高い林地を水源かん養に関して重要度が高いと考えた。この機能に関与する因子として、土壌、地質、地形が挙げられる。

1) 評価因子の強度区分と仮評点

土壌 土壌は降水を吸い込み、1時的にせよ水を貯える。土層の貯水能から見た土壌の類別は表-1のとおりである。

表-1 水源かん養機能から見た土壌の類別

貯水能	土 壌 の 種 類	仮 評 点
高	適潤性および弱湿性の褐色森林土・ 適潤性および弱湿性の黒色土	3
中	弱乾性の褐色森林土・ 弱乾性の黒色土	2
低	未熟土・受蝕土・赤色土・グライ・ 湿性ポドゾル・乾性ポドゾル・ 乾性褐色森林土	1

地質 岩層の状態は地下水の貯溜と移動に大きく影響する。影響の大小(貢献度)から見た地質の類別は表-2のとおりである。

表-2 水源かん養機能から見た地質の類別

貢 献 度	地 質 の 種 類	仮 評 点
大	火山拋出物・第四紀安山岩・ホルンフェルス・圧砕岩質岩石	3
中	第三紀安山岩・花崗岩・流紋岩	2
小	非固結堆積物・古生代堆積岩・結晶片岩	1

地形 傾斜と海拔高を評価因子とした。山腹傾斜は降水の地表流去、滲透水量に関係し、また高海拔地(源流部)ほど貢献度が大きいと考えた。両因子の強度区分は表-3および4によって算出し、求める。

表-3 水源かん養機能から見た傾斜区分

貢 献 度	傾 斜 (N) の 区 分	仮 評 点
大	緩 $(N < \frac{N_{max} + 2N_{min}}{3})$	3
中	中 $(\frac{2N_{max} + N_{min}}{3} \geq N \geq \frac{N_{max} + 2N_{min}}{3})$	2
小	急 $(N > \frac{2N_{max} + N_{min}}{3})$	1

N_{max} : 地域の最大平均傾斜 N_{min} : 地域の最小平均傾斜

表-4 水源かん養機能から見た海拔高区分

貢献度	海拔高 (H) の区分	仮評点
大	高 ($H \geq \frac{H_{max} + 2H_{min}}{3}$)	2
小	低 ($H < \frac{H_{max} + 2H_{min}}{3}$)	1

H_{max} : 地域の最高平均海拔高 H_{min} : 地域の最低平均海拔高

2) 自然条件が不均一なメッシュの評価

評価因子のうち、土壌と地質については、1つの方眼の中に、異なる仮評点を持つ2種類以上の土壌あるいは岩石が混在することが多い。この場合はそれぞれの占める面積比で調整し、1つの仮評点にまとめる。その計算例を次に示すが、なれると目測だけで納得できる仮評点を得ることができる。

〔計算例〕 火山抛物体 (仮評点3) が分布面積比で80%, 結晶片岩 (仮評点1) が20%からなる方眼では、下記の要領で仮評点3にまとめる。

$$\left. \begin{array}{l} 3 \times 0.8 = 2.4 \\ 1 \times 0.2 = 0.2 \end{array} \right\} 2.6 \text{ (四捨五入)} \rightarrow 3$$

3種類以上でも同様に処理する。

3) 重要度の分級と補正

方眼ごとに前記4因子の仮評点を合計し、表-5に示した分級基準に照らして重要度を求める。かくして、すべての方眼が重要度「高」、「中」、「低」のいずれかに格付けされることとなる。

表-5 水源かん養に関する林地の重要度の分級基準

重要度	高	中	低
合計仮評点	11・10・9	8・7	6・5・4

得られた分級図を、更に複数の専門家ならびに現地に明るい実務家の意見により補正する。試行例によれば、補正を要した方眼数は対象地域全方眼数の10%未満であった。

(2) 国土保全に関する林地の重要度の評価法

国土保全については、山地崩壊に重点を置いたこと、また評価因子に傾斜、谷密度、地質を取り上げたことは既に述べた。崩壊の危険性の大きい林地を、国土保全に関して重要

度が高いと考えて検討を進める。

1) 評価因子の強度区分と仮評点

地質 土壌層、風化碎屑物層、風化岩層を含め、それらのもろさにもとづく危険度から見た母岩の類別は表-6のとおりである。

表-6 崩壊の危険性から見た風化物層の類別

危険度	母岩 (地質) の種類	仮評点
大	深層風化花崗岩・火山岩屑	3
中	花崗岩・流紋岩・変成岩・変朽安山岩・破碎または変成を受けた中、古生代堆積岩・非固結堆積物	2
小	古期堆積岩・その他	1

地形 山腹傾斜と谷密度を評価因子とした。傾斜は風化物層の安定度に関係し、また谷密度は大きいほど崩壊の危険度が高いと考えた。両因子の危険度区分は表-7および8のとおりである。

表-7 崩壊の危険性から見た傾斜区分

危険度	傾斜 (N) の区分	仮評点
大	急 ($N > 30^\circ$)	3
中	中 ($20^\circ \leq N \leq 30^\circ$)	2
小	緩 ($N < 20^\circ$)	1

表-8 崩壊の危険性から見た谷密度区分

危険度	谷密度 (D) の区分	仮評点
大	大 ($D \geq \frac{D_{max} + D_{min}}{2}$)	2
小	小 ($D < \frac{D_{max} + D_{min}}{2}$)	1

D_{max} : 地域の最大谷密度 D_{min} : 地域の最小谷密度

2) 重要度の分級と補正

1方眼内に異なる仮評点を持つ母岩が混在する場合の処理、各仮評点の合計による重要度の分級、および分級結果の補正などの各要領は、前記「水源かん養」の場合と同じ

である。分級基準は表-9のとおりである。

表-9 国土保全に関する林地の重要度の分級基準

重要度	高	中	低
合計仮評点	8・7	6・5	4・3

7. 評価の実施例

(1) 小地域の精密分級の例

モデル調査した数ヶ町村のうち、長野県三岳村の例を述べる。三岳村は御岳山の東側山腹から山麓緩斜面に広がっている。林地面積約10,500haのうち24%が国有林であり、その大部分は海拔1,200m以上にある。

5万分の1地形図に1cm×1cmのメッシュ(実長500m×500m 実面積25ha)をかけて得られた方眼を単位とし、土壤図、地質図その他を使用し、前述の方法で実施した。

1) 水源かん養に関する三岳村林地の重要度

重要度の分級結果は図-2に示すとおりで、「高」47%、「中」47%、「低」6%となり、村全体に重要度が高い。特に御岳山山体に「高」が集中しており、この地区には水源かん養保安林の設置が望ましい。(現に広く指定されている。)海拔高が高いこと、第四紀の成層火山であって、火山抛出物を母材とする適潤性の黒色土、褐色森林土が広く分布することが幸いしているためである。

2) 国土保全に関する三岳村林地の重要度

分級結果を図-3に示す。重要度「高」6%、「中」48%、「低」46%となり、崩壊の危険度の高い林地は少ない。危険度の高い林地は、高海拔地の開析谷壁にあり、この部分の森林の取扱いは慎重を要する。

3) 三岳村の適正な森林配置と施策

前記2つの重要度に、洪水防止、林木生産、レクリエーションの3種の重要度を加え、総合評価し、5つの類地に区分した。後の3つの重要度の分級法については、前掲の報告書を参照されたい。類地の区分基準を表-10に、また三岳村の類地区分結果を図-4に示す。

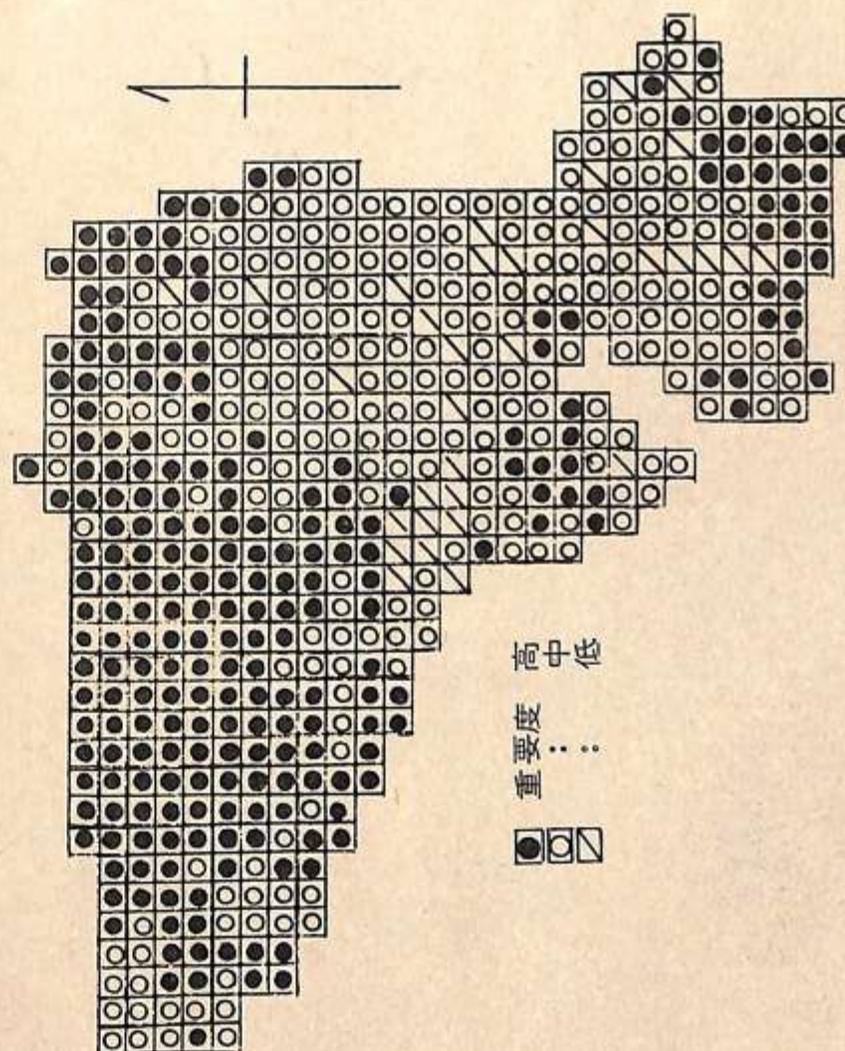


図-2 水源かん養に関する三岳村の林地の重要度区分

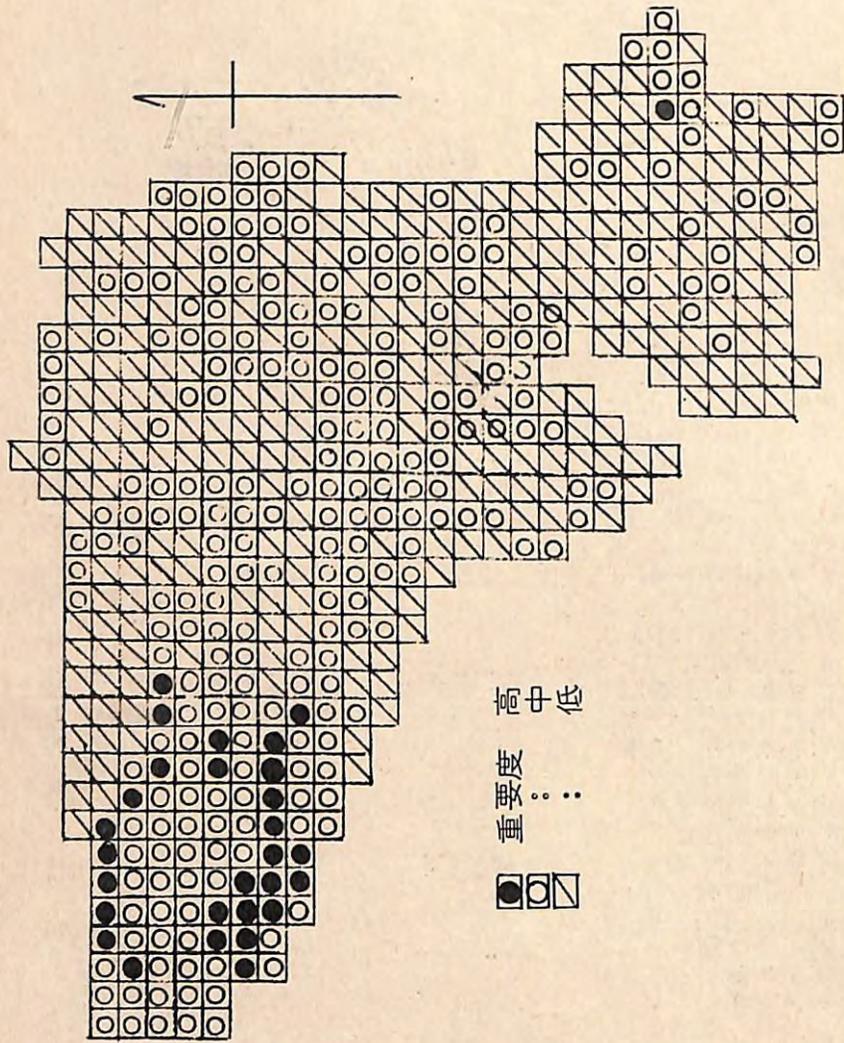


図-3 国土保全に関する三岳村の林地の重要度区分

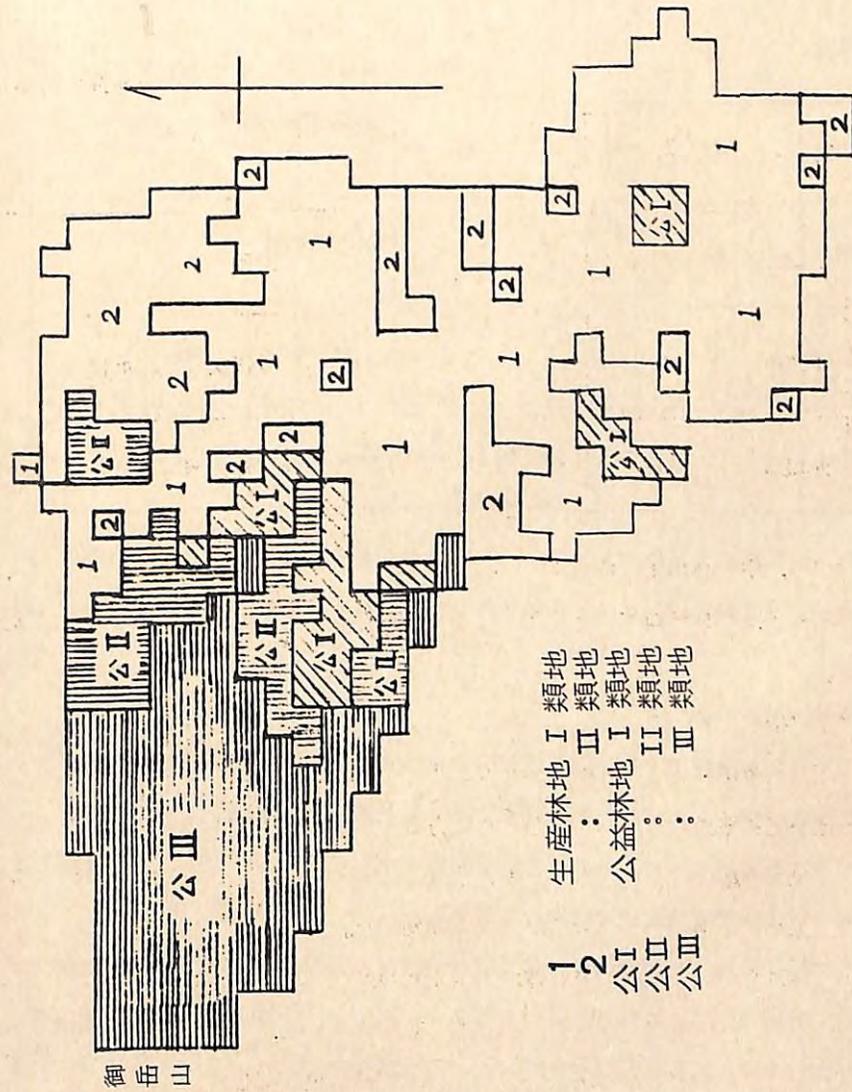


図-4 三岳村林地の望ましい利用区分

表-10 類地区分基準

類地	重要度		施業	
	木材生産機能	他の4機能		
生産林地	I類地	高	低 または 中	土地生産性を十分発揮できるよ うな積極的施業
	II類地	中	中 または 低	
公益林地	I類地	高	国土保全が 高 または レクリエーションが 高	小面積皆伐
	II類地	中	高が1つ以上	小面積皆伐または択伐
	III類地	低	高 または 中	禁伐または弱度の択伐

三岳村では、生産林地I類地が45%、同II類地が16%、公益林地I類地が7%、同II類地が10%、同III類地が22%と評定された。生産林地が広く、さらに人工林拡大の要がある。

(2) 大地域の概括的分級の例

木曾三川(木曾川・長良川・揖斐川)流域林地について実施した試行例を述べる。20万分の1地勢図を縦横40等分して得られた方眼(実長約2Km×2Km 実面積約400ha)を評価の単位の土地とし、20万分の1土地分類図を中心に、5万分の1民有林土壤図、2万分の1国有林土壤図を補助的に使用して評価した。

水源かん養に関する木曾三川流域林地の重要度の区分結果を図-5に、また国土保全に関する重要度区分結果を図-6に示す。両重要度の「高」は、北部の県境山地に連なっている。御岳山は水源かん養に関しては「高」、国土保全に関しては「中」~「低」であるのに対し、駒ヶ岳を包む木曾山地は水源かん養が「低」、国土保全が「高」と極めて対照的である。

図-7に流域の自然地域区分を示し、地区ごとの各種重要度別の面積と面積比率を表-11と12に示す。この結果から、流域全体から見た各地区の重要性の位置づけ、また地区ごとの適正な森林の配置および適正な施業が概括的に読みとれ、流域の土地利用計画、開発計画の有力な基礎資料となる。

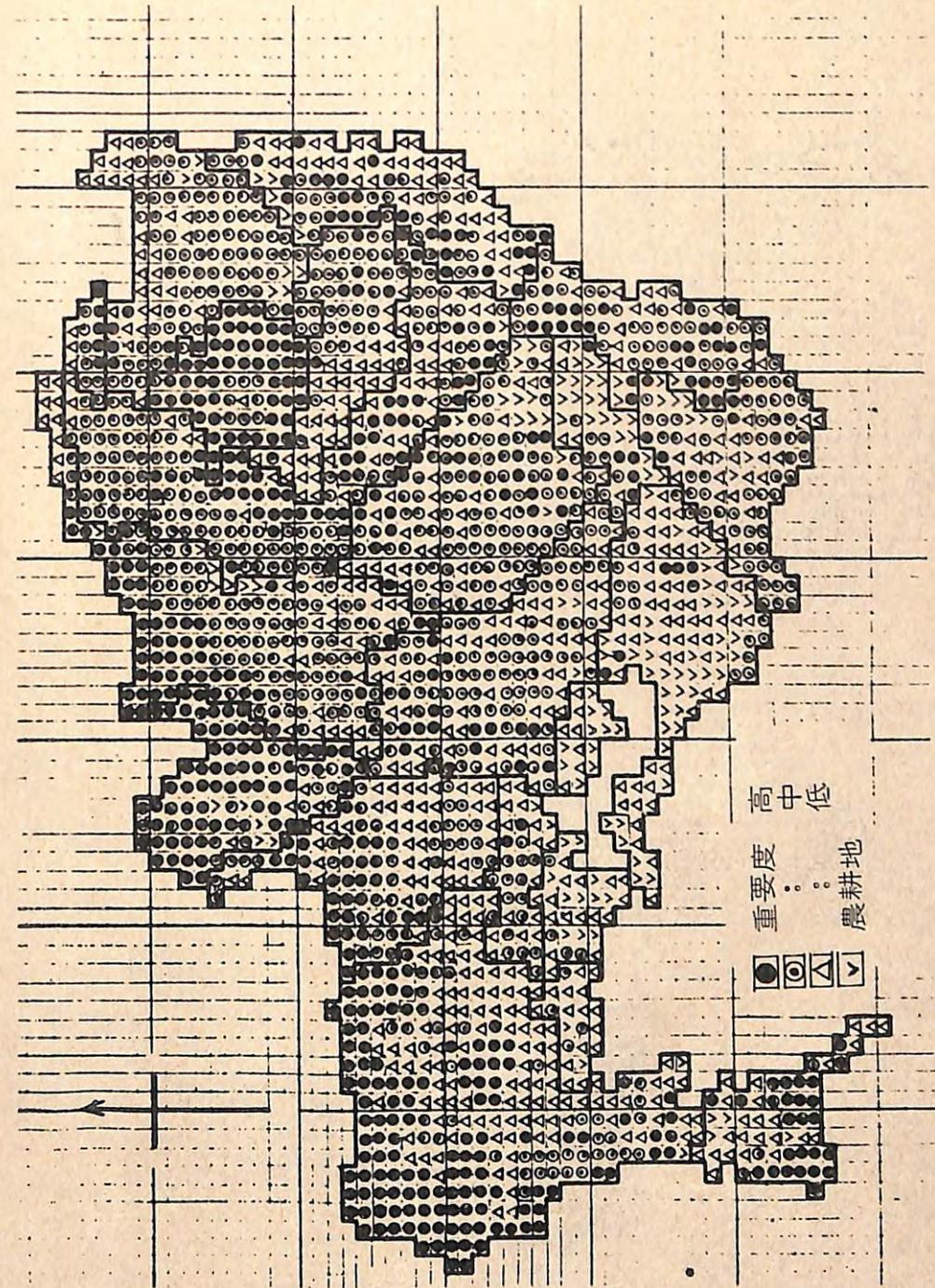
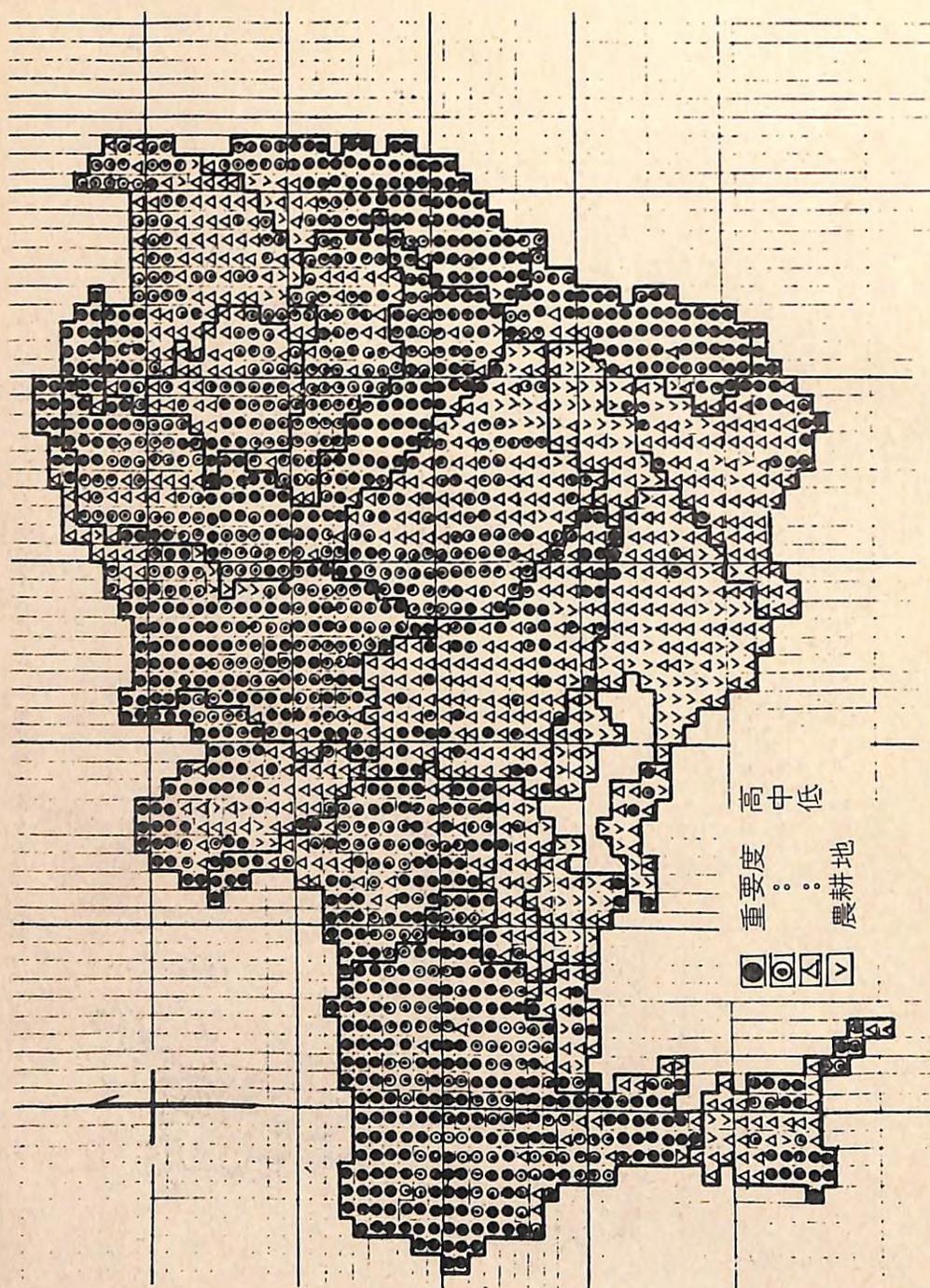
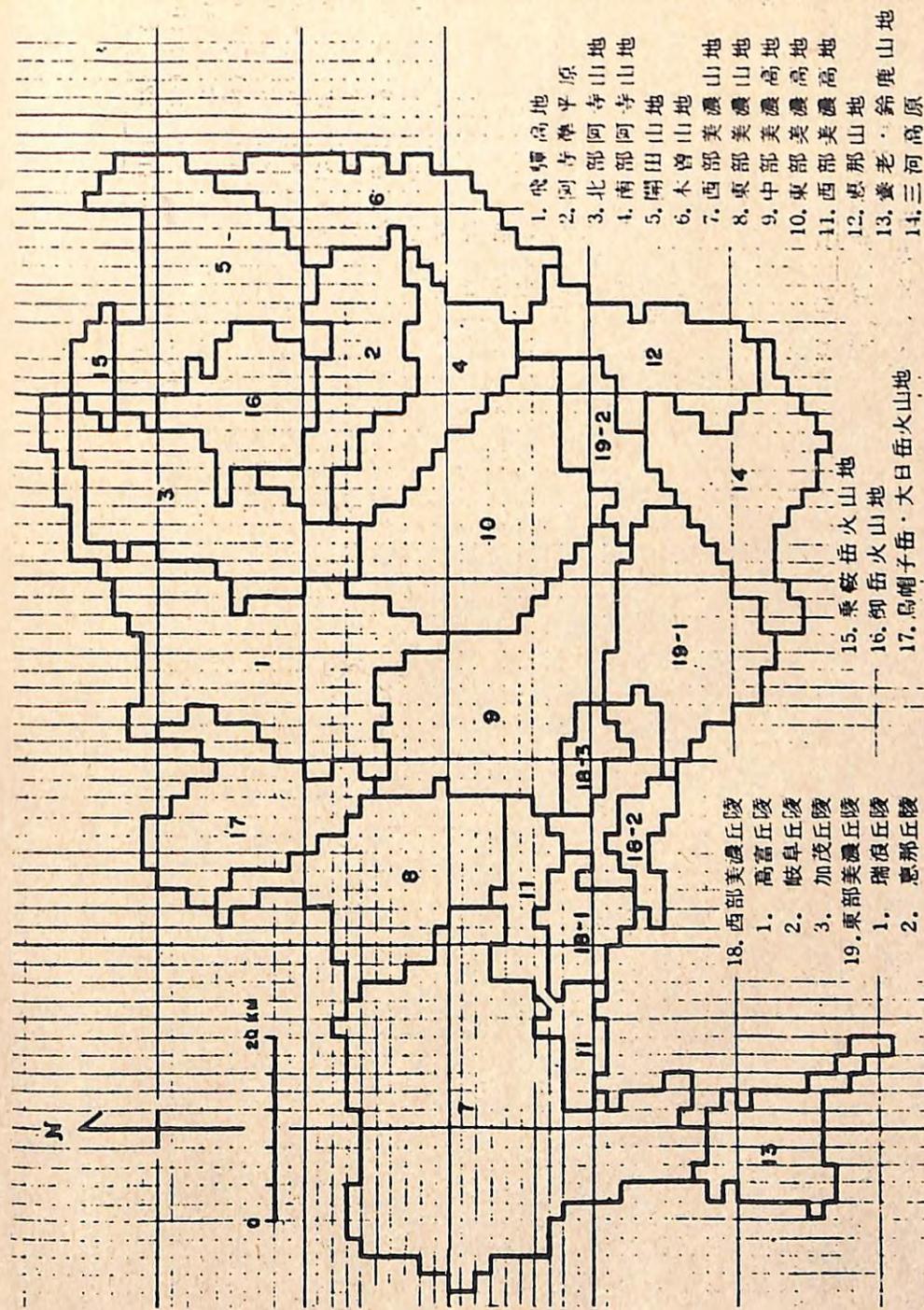


図-5 水源かん養に関する木曾三川流域林地の重要度区分



図一六 国土保全に関する木曾三川流域林地の重要度区分



図一七 木曾三川流域林地の自然地域の区分

表一11 木曾三川流域の地区別重要度別林地面積（単位 400ha）

立地区	機能			国土保全			レクリエーション			木材生産			地区別計			
	重要度	洪水防止	水源かん養	国土保全	レクリエーション	木材生産	除地*									
	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低				
1. 飛騨高地	53	102	23	57	87	34	101	58	19	9	32	137	143	27	8	184
2. 阿寺準平地**	24	54	1	6	36	37	4	58	17	4	47	28	22	21	36	79
3. 北部阿寺山地**	13	92	7	25	79	8	46	52	14	5	36	71	71	26	15	113
4. 南部阿寺山地**	43	31	3	23	30	24	37	35	5	5	31	41	41	14	22	78
5. 閉田山地	31	85	3	8	82	29	14	41	64	7	25	87	31	54	34	125
6. 木曾山地	51	44	4	28	28	43	69	21	9	22	30	47	35	22	42	105
7. 西部美濃山地	108	151	7	126	45	115	181	89	16	9	82	95	195	68	23	288
8. 東部美濃山地	13	92	8	30	40	43	53	38	22	1	27	85	98	3	12	113
9. 中部美濃高地	0	24	4	16	79	53	32	17	99	3	10	35	103	44	1	151
10. 東部美濃高地	1	61	0	19	91	32	9	73	60	3	21	18	123	7	12	154
11. 西部美濃高地	0	9	2	2	22	27	8	4	39	0	4	47	18	33	0	55
12. 恵那山地	34	32	0	26	36	14	50	16	10	16	15	45	50	20	6	79
13. 養老・鈴鹿山地	15	11	7	27	2	24	19	7	27	2	12	39	13	32	8	57
14. 三河高原	1	8	5	6	56	22	12	8	64	0	6	78	54	22	8	94
15. 乗鞍岳火山地	8	6	1	5	7	3	14	0	1	10	0	5	0	1	14	15
16. 御丘火山地	23	32	8	52	10	1	9	30	24	27	18	18	2	12	49	63
17. 鳥帽子岳・大日岳火山地	34	20	2	58	24	4	42	12	32	23	13	50	38	44	4	91
18. 西部美濃丘陵***	0	6	3	0	4	35	5	1	33	1	1	37	1	26	12	68
1. 高富丘陵	(0)	(2)	(18)	(0)	(4)	(16)	(2)	(0)	(18)	(0)	(0)	(20)	(1)	(16)	(3)	(31)
2. 岐阜丘陵	(0)	(4)	(8)	(0)	(0)	(12)	(3)	(1)	(8)	(1)	(0)	(11)	(0)	(4)	(8)	(19)
3. 加茂丘陵	(0)	(0)	(7)	(0)	(0)	(7)	(0)	(0)	(7)	(0)	(1)	(6)	(0)	(6)	(1)	(18)
19. 東部美濃丘陵***	0	2	6	0	25	53	2	2	84	2	16	70	17	17	54	145
1. 瑞浪丘陵	(0)	(2)	(68)	(0)	(17)	(48)	(2)	(2)	(66)	(2)	(12)	(56)	(12)	(15)	(43)	(105)
2. 恵那丘陵	(0)	(0)	(18)	(0)	(8)	(5)	(0)	(0)	(18)	(0)	(4)	(14)	(5)	(2)	(11)	(40)

* 山地，丘陵地に介する主として農耕地。分級しなかった。
 ** 阿寺山地自然地区を機能上2分し，2立地区とした。
 *** 立地区全体の値，すなわち小立地区の合計。

表一12 木曾三川流域の地区別重要度別林地面積構成比

立地区	機能			国土保全			レクリエーション			木材生産			除地*			
	重要度	洪水防止	水源かん養	国土保全	レクリエーション	木材生産	除地*									
	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低				
1. 飛騨高地	29	55	13	31	48	18	55	32	10	5	17	75	78	15	4	3
2. 阿寺準平地**	30	69	1	7	46	47	5	73	22	5	60	35	28	26	46	0
3. 北部阿寺山地**	12	81	6	22	70	7	41	46	12	4	32	63	63	23	13	1
4. 南部阿寺山地**	55	40	4	29	39	31	48	45	6	6	40	53	53	18	28	1
5. 閉田山地	25	68	2	6	66	23	11	33	51	5	20	70	25	43	27	5
6. 木曾山地	49	42	3	27	27	40	66	20	8	20	29	45	33	21	40	6
7. 西部美濃山地	38	52	9	44	15	40	63	31	5	3	28	68	68	24	7	1
8. 東部美濃山地	12	81	7	27	35	38	47	34	19	1	24	75	87	2	11	0
9. 中部美濃山地	0	16	82	11	52	35	21	11	66	2	7	89	68	29	1	2
10. 東部美濃山地	1	39	52	12	59	21	6	47	39	2	13	77	80	4	8	8
11. 西部美濃山地	0	16	77	4	40	49	15	7	71	0	7	86	33	60	0	7
12. 恵那山地	43	41	12	33	46	17	63	20	13	20	19	57	63	25	8	4
13. 養老・鈴鹿山地	26	19	48	47	4	42	33	12	48	4	21	68	23	56	14	7
14. 三河高原	1	9	79	6	60	23	13	8	68	0	6	83	57	23	9	11
15. 乗鞍岳火山地	2	40	7	33	47	20	93	0	7	67	0	33	0	7	93	0
16. 御丘火山地	57	51	12	83	16	1	14	48	38	42	29	29	3	19	78	0
17. 鳥帽子岳・大日岳火山地	38	22	35	65	26	4	47	13	35	25	14	56	42	49	4	5
18. 西部美濃丘陵***	80	8	49	5	6	51	7	1	49	1	1	55	1	38	18	43
1. 高富丘陵	(0)	(6)	(59)	(0)	(13)	(52)	(6)	(0)	(59)	(0)	(0)	(65)	(3)	(52)	(10)	(35)
2. 岐阜丘陵	(0)	(1)	(42)	(0)	(0)	(63)	(16)	(5)	(42)	(5)	(0)	(58)	(0)	(21)	(42)	(37)
3. 加茂丘陵	(0)	(0)	(39)	(0)	(0)	(39)	(0)	(0)	(39)	(0)	(6)	(33)	(0)	(33)	(6)	(61)
19. 東部美濃丘陵***	0	1	60	7	17	37	1	1	59	1	11	49	12	12	37	39
1. 瑞浪丘陵	(0)	(2)	(65)	(15)	(16)	(46)	(2)	(2)	(63)	(2)	(11)	(54)	(11)	(14)	(42)	(33)
2. 恵那丘陵	(0)	(0)	(45)	(3)	(19)	(13)	(0)	(0)	(45)	(0)	(10)	(35)	(12)	(5)	(28)	(55)
全流域	22	42	29	25	39	29	35	27	31	7	21	65	51	24	18	7

* 山地，丘陵地に介する主として農耕地。分級しなかった。
 ** 阿寺山地自然地区を機能上2分し，2立地区とした。
 *** 地区全体の値

森林の取扱いと品等別収穫量
の予想法

森林の取扱いと品等別収穫量の予想法

I 試験担当者

経営部井経営第2科測定研究室長	栗屋仁志
主任研究官	樋渡ミヨ子
室員	神戸喜久
北海道支場経営部経営研究室長	真辺昭
主任研究官	篠原久夫
室員	猪瀬光雄
〃〃	小木和彦
東北支場経営部経営第1研究室長	加藤宏明
主任研究官	小坂淳一
室員	金豊太郎
関西支場育林部経営研究室	上野賢爾
主任研究官	長谷川敬一
室員	都築和夫
四国支場経営研究室長	佐竹和夫
主任研究官	吉田実
室員	柳次郎
九州支場育林部経営研究室長	本田健二郎
室員	森田栄一
〃〃	原寿男
木曾分場造林研究室長	原光好
室員	

II 試験目的

林木あるいは林分を構成する諸因子の成長過程およびその相互関係を解明するため、主要造林樹種について固定試験地を設けて長期間にわたって調査を継続してきている。しかし量的な測定値による解析結果のみでは今日の林業経営にとって十分な資料とはいえなくなってきた。

したがって質的な因子を含めた解析方法の一つとして品等別収穫量の推定方法を確立し、森林の取り扱い方法との関係を明らかにして量より質に重点を置いた施業指針を探究する目的でこの研究に着手した。

しかし立木状態で品等別材積を測定するには測樹学的に解決しなければならない多くの問題点があったので、ここでは品等別材積の測定方法を主体として検討を行なった。

その一つの方法は、単木から採取された品等別丸太の資料を用いて平均品等曲線を作成し、これにより各試験地の品等別収穫量を求めようとするものであり、いま一つのは、立木の品等区分に最も関係があると思われる一番丸太の曲りや死節による品等と材種あるいは幹級と関連づけて品等別収穫量を求めようとする方法である。そのほか、調査資料を電算機を用いて保存、解析するため、幹級と品等を組合せたコード化の方法や単木の競争密度の指標としての断面積成長量と曲りとの関係などの解析も試みた。

この研究では品等別材積を求める方法の開発に予想以上の時間がかかり、統一的方法の決定ができなかったため施業方法との関係を十分に説明することができなかったが、通常測定される林分構成因子と品等別材積との関係が今少し明らかになれば固定試験地の既往の調査結果からより明確な施業指針が得られるであろう。

この報告は各支分場でとりまとめた試験結果のうち代表的なものを収録したものである。

Ⅱ 試験の経過と得られた成果

〔I〕森林の取扱いによる品等別収穫量の予測

1. はじめに

施業の目標が使用価値の高い材をできるだけ多量につくり出すことにあるとすると、天然生林の択伐、人工林の間伐における原則は、望ましくない木を早期に除去して、形質のすぐれた残存木の成育空間を拡げ、生長促進と同時に蓄積の質的構成を高めることでなければならない。こうした施業の成果を正しく評価するためには幹材積生長量のみでは十分といえず、質的な内容を明らかにしうる利用可能性の尺度が必要と考えられる。しかし、十分な時間が与えられる場合でも、1本の木から生産される丸太の品等別の材積を立木のまま査定することは非常に難しい。それは幹の上部の直径測定や欠点の識別が困難なことほかに、伐倒した場合でも腐朽や曲り、節の現れ方にしたがって、追いあげ、中ぬきなどの操作や、採材長の調整がおこなわれるために、採材方法の巧拙によって結果が異なるからである。

このような理由で、利用可能な材積によって施業方法の優劣を論じた例はほとんどない。そ

の数少ないものの一つはBowmontのNorway spruceの間伐試験地の30年間の成績を分析したWhyte¹⁾の報告である。

英連邦諸国では固定試験地の調査項目の中に、木登りまたはデンドロメータによる上部直径の測定が含まれている。Whyteはこのデータから4種の間伐度について年齢と断面積を変数とする樹幹の細り式を導びき、これから材種別材積、さらに全員収穫を求めて処理間の比較をおこなっている。

この方法は確実さの点では最も望ましいものであるが、時間と労力を考えると特殊な場合のほかは実行できない。

Grosenbaugh^{2), 3)}はデンドロメータによる直接測定で、林分の利用可能材積と価格を効率的に推定する方法として3pサンプリングを提唱したが、これも使用する器材が高価で測定および結果の取まとめも複雑だから、わが国では普及が難しいと思われる。

これらの直接法に対して、適当な資料から作成した標準表を個別林分にあてはめて、間接的に利用材積および価格を推定する方法が考えられる。国有林で用いられている立木価格の評定方法がそれで、まず多数の伐倒木の採材調査のデータから、直径、樹高階別に利用率とその内訳として長級、径級、品等別の丸太材積の生産比率を定める。この生産比率に、対応する銘柄別の価格に差(価格指数)をかけて価格係数を算出すると、1本の木から生産される単位材積あたりの平均価格がこの価格係数の合計値と基準材の市場価格の積としてえられる。林分の価格評定に使用される立木販売基準価格表はこの平均価格を直径と樹高(または品質)に関連させて表示したものである。

ここで施業効果の判定、品等別の収穫予測のための尺度としては、価格よりも利用材積と価格係数の積がむしろ適切であろう。それは材の使用価値を表示するには価格係数で十分であり、材価変動を考えると銘柄間の価格差を用いる方がより安定的だと考えられるからである。

標準表による間接評価では計算が著しく単純化されるが、一方では次のような問題がある。

- 1) 標準表を作成するには大量のデータが必要になるので、個々の林分の質的特性を明らかにできるような地域性を取り入れた表は作りにくい。
- 2) 標準表は定尺採材を前提として作られる場合が多いので、採材基準が変更になると表を全面的につくりかえなければならない。
- 3) 同じ理由で、現実の採材作業が丸太の総価格を最大化するように進められるという事実が無視される。

角谷⁴⁾は国有林の評定業務の機械化を容易にし、評定価格に市場価格の動向を迅速に反映さ

せるという観点から価格評定方法の改善の必要性を述べ、細り曲線式を利用する最適採材の方法と価格計算の方法を提案している。ここで最適採材というのは、1本の木から生産される丸太価格の総計を最大にするような採材方法であって、動的計画法による最適化計算で利用材積と価格の同時決定が考えられている。しかし丸太の径級および長級による価格差は考慮されるが、品等間の格差はこみ価格で処理されるという不徹底さがある。

ここでは比較的少数のデータから、任意の採材方法に対する丸太材積をその品等別構成を推定して標準表を作成する方法を述べ、トドマツについての適用例を示すことにする。この方法は、地域的な品質特性を表現するため、立木状態で容易に判定できる第1丸太 材長(3.65m)の品等を追加変数として用いる。

2. 幹曲線式

幹上の任意の位置で採材される丸太の材積を推定するには、断面高ごとの上部直径を知る必要がある。最も単純な方法は、松尾ら⁵⁾のように幹の形が梢端と胸高直径を結ぶ円錐だと仮定することである。しかしこれは明らかに過少な推定である。より現実的な近似としては、Kunze や Behre の式がよく知られており、直交多項式なども用いられている。また高速度の電子計算機が利用できるようになって、相対断面高の高次の巾を変数とする多項式も用いられるようになった。Bruce ら⁶⁾の幹曲線式は相対断面高の1.5乗、3乗、3.2乗、4.0乗の項が独立変数として含まれ、推定される値は胸高直径に対する上部直径の比の二乗(すなわち胸高断面と上部断面の断面積比)である。

これと同じ相対断面高の巾乗の項を含む多項式によって、札幌トドマツ立木幹材積表⁷⁾の調製資料 1.338本から導いた幹曲線式は

$$d^2/D^2 = x^{1.5} + b_1(x^{1.5} - x^3) + b_2(x^{1.5} - x^3)D + b_3(x^{1.5} - x^3)(H/D) + b_4(x^{1.5} - x^{3.2}) + b_5(x^{1.5} - x^{3.2})D^2 + b_6(x^{1.5} - x^{4.0})D \quad \dots(1)$$

$$b_1 = 0.403749 \quad b_2 = -0.270318 \times 10^{-2}$$

$$b_3 = 0.650416 \quad b_4 = -0.249690 \times 10^{-2}$$

$$b_5 = -0.595701 \times 10^{-4} \quad b_6 = 0.121614 \times 10^{-3}$$

である。

ここで、Dは胸高直径、Hは樹高、xは胸高から梢頭までの長さ(H-1.3)に対する任意断面高h(梢頭を原点とする)の比、すなわち(H-h)/(H-1.3)で、dはxの位置における直径である。

第2項からあとに、相対断面高の巾乗の差が因子になっているのは、胸高の位置で d^2/D^2 が1になるように強制するためであり、定数項が欠けているのは、梢頭を原点に一致させるためである。

$b_1 \sim b_6$ の値は次のようにして逐次的に決定する。

1) 幹曲線が胸高直径、樹高および相対断面高の関数として次のように表わせると仮定する。

$$d^2/D^2 = x^{1.5} + f_1(D, H)(x^{1.5} - x^3) + f_2(D, H)(x^{1.5} - x^{3.2}) + f_3(D, H)(x^{1.5} - x^{4.0}) \quad \dots(2)$$

2) f_1, f_2, f_3 の関数型を決定するため、伐倒木の区分求積データを胸高直径と樹高によっていくつかのグループに区分する。

3) 各グループのデータに

$$Y = A(x^{1.5} - x^3) + B(x^{1.5} - x^{3.2}) + C(x^{1.5} - x^{4.0})$$

の形の回帰式をあてはめ、係数A, B, Cを計算する。ここでYは相対断面高xに対する($d^2/D^2 - x^{1.5}$)の値である。

4) グループごとのAを対応する胸高直径と樹高の平均値DとHに関連させて回帰式

$$A = f_1(D, H)$$

を求めると。

5) この結果を使って、 $f_1(D, H)(x^{1.5} - x^3)$ の寄与を除いた残差

$$Y - f_1(D, H)(x^{1.5} - x^3)$$

$$Y = B'(x^{1.5} - x^{3.2}) + C'(x^{1.5} - x^{4.0})$$

をあてはめ、係数 B', C' を計算する。

6) 4)と同様にして、グループの平均直径と平均樹高と B' を対応させて、関数

$$B' = f_2(D, H)$$

を決定する。

7) 最後に残差 $Y - f_2(D, H)(x^{1.5} - x^{3.2})$ と $(x^{1.5} - x^{4.0})$ の回帰をグループ別に計算して係数 C'' を求め、これからグループの平均直径と平均樹高に対する関係

$$C'' = f_3(D, H)$$

を導き出す。

8) f_1, f_2, f_3 をもとの(2)式に代入し、全データをこみにして通常の回帰分析をおこなう。これによって f_1, f_2, f_3 の中で有意にならない項を削除して最終的な f_i の形をきめる。

9) f_i を(3)に代入し、原点を通る形の回帰を計算すると(1)式がえられる。

トドマツについて、この方法で求めた f_i の形は Bruce らのものと違っている。したがって断面高 x の巾乗の項が同じ場合でも、樹種、地域が変わるごとにデータに対する適合が最も良くなるような f_i の型を選択しなければならないと思われる。

幹曲線式で上部直径 d が推定できると、直径 D 、長さ $H-1.3$ m の比較円柱に対する形数 F は、 $Z=H/(H-1.3)$ とおいて

$$F = \int_0^Z \frac{z}{D} (d/D)^2 dx$$

で与えられる。しかしトドマツのデータには幹足部の測定値が少なかったため、幹材積は胸高の上側と下側で別々に計算して合計して求めた。すなわち、胸高から上の幹材積は形数

$$F' = \int_0^1 \frac{x}{D} (d/D)^2 dx$$

$$= 0.451331 - 0.040548(D)(10^{-2}) + 0.097562(H/D)$$

$$- 0.220229(D^2)(10^{-4}) + 0.045679(D)(10^{-3}) \dots\dots(3)$$

から直ちに計算される。胸高以下の材積は、幹曲線で推定した地上 3 m の位置の断面積と胸高断面積を直線で外挿して幹基部の断面積を求め、これにスマリアン式を適用して計算した。これによる幹材積表を表-1に示す。推定材積のデータに対する適合度は表-2、図-1のとおりである。

表-1 幹曲線式によるトドマツの立木材積表 (単位 m^3)

樹高 直径 cm	3	4	5	6	7	8	9	10
6	.008	.009	.010	.011	.013	.015	.017	.019
8	.013	.015	.017	.020	.022	.025	.029	.032
10		.023	.027	.030	.034	.039	.043	.048
12			.038	.043	.049	.055	.061	.068
14				.058	.066	.074	.082	.091
16				.075	.085	.095	.106	.117
18						.119	.132	.146
20						.146	.162	.178
22							.194	.213
24								.251
26								.292

樹高 直径 cm	11	12	13	14	15	16	17	18
6	.021	.023	.026	.028				
8	.035	.039	.043	.046	.050	.054	.059	
10	.053	.058	.064	.069	.075	.081	.086	.093
12	.075	.082	.089	.096	.104	.112	.119	.128
14	.099	.109	.118	.127	.137	.147	.158	.168
16	.128	.139	.151	.163	.175	.188	.201	.214
18	.159	.174	.188	.203	.218	.233	.249	.265
20	.194	.211	.229	.246	.264	.282	.301	.320
22	.232	.253	.273	.294	.315	.337	.358	.381
24	.274	.297	.321	.345	.370	.395	.420	.446
26	.318	.345	.373	.400	.429	.457	.486	.516
28		.396	.427	.459	.491	.524	.557	.590
30			.486	.521	.558	.594	.631	.669
32			.547	.587	.627	.668	.710	.752
34			.611	.656	.700	.746	.792	.839
36			.679	.727	.777	.827	.878	.929
38					.856	.911	.966	1.023
40						.998	1.058	1.120
42							1.088	1.153
44							1.180	1.251
46							1.275	1.351
48							1.372	1.453
50							1.470	1.557

樹高 m 直径 cm	19	20	21	22	23	24	25	26
12	.136							
14	.179							
16	.227	.241						
18	.281	.297	.314					
20	.339	.359	.379	.399	.420			
22	.403	.426	.450	.473	.497			
24	.472	.499	.526	.553	.581			
26	.546	.576	.607	.639	.670	.702		
28	.624	.659	.694	.729	.765	.801	.838	
30	.707	.746	.785	.825	.865	.906	.947	
32	.794	.838	.881	.925	.970	1.015	1.061	1.107
34	.886	.933	.982	1.030	1.080	1.130	1.180	1.231
36	.981	1.033	1.086	1.140	1.194	1.249	1.304	1.360
38	1.079	1.137	1.195	1.253	1.312	1.372	1.433	1.494
40	1.181	1.244	1.307	1.370	1.435	1.500	1.565	1.631
42	1.286	1.354	1.422	1.491	1.561	1.631	1.702	1.773
44	1.394	1.467	1.541	1.615	1.690	1.765	1.842	1.919
46	1.505	1.583	1.662	1.741	1.822	1.903	1.985	2.067
48	1.617	1.701	1.785	1.870	1.956	2.043	2.130	2.218
50	1.732	1.821	1.911	2.001	2.093	2.185	2.278	2.372

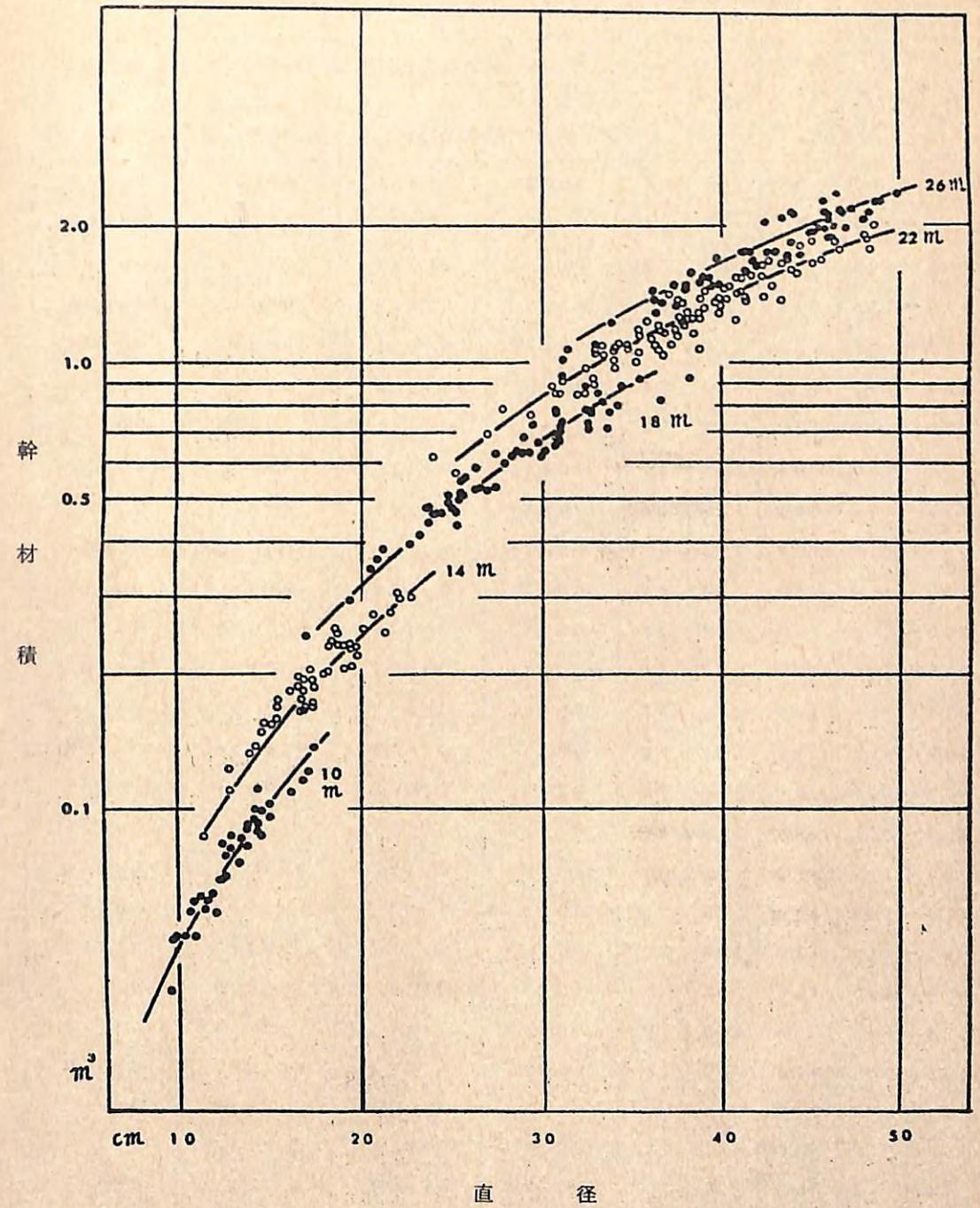


図-1 幹曲線式による材積表の適合度

表-2 現行材積式と幹曲線式による推定材積の精度の比較

直径範囲 cm	平均直径 cm	平均樹高 m	データ 本数	現行材積式による推定材積 m ³		幹曲線式による推定材積 m ³	
				残差の平均値	残差標準偏差	残差の平均値	残差標準偏差
5.0 ~ 6.9	6.3	4.8	7	-0.0002	0.0007	0.0005	0.0007
7.0 ~ 8.9	8.0	7.0	22	-0.0001	0.0019	0.0019	0.0028
9.0 ~ 10.9	9.9	9.0	37	0.0000	0.0031	0.0031	0.0044
11.0 ~ 12.9	12.1	10.8	65	0.0003	0.0073	0.0035	0.0082
13.0 ~ 14.9	13.9	12.0	59	0.0006	0.0091	0.0041	0.0099
15.0 ~ 16.9	16.0	13.0	54	-0.0002	0.0105	0.0034	0.0113
17.0 ~ 18.9	17.9	14.2	53	-0.0019	0.0160	0.0014	0.0158
19.0 ~ 20.9	19.8	15.3	46	0.0011	0.0176	0.0035	0.0177
21.0 ~ 22.9	22.0	15.8	44	-0.0031	0.0260	-0.0041	0.0264
23.0 ~ 24.9	23.9	17.1	37	0.0063	0.0308	0.0038	0.0304
25.0 ~ 26.9	25.9	17.8	44	0.0017	0.0372	-0.0029	0.0374
27.0 ~ 28.9	27.9	18.2	41	0.0085	0.0428	0.0021	0.0419
29.0 ~ 30.9	30.0	19.3	44	-0.0099	0.0472	-0.0184	0.0498
31.0 ~ 32.9	32.0	21.0	57	-0.0009	0.0594	-0.0123	0.0606
33.0 ~ 34.9	34.0	21.1	82	0.0010	0.0612	-0.0108	0.0619
35.0 ~ 36.9	36.0	21.6	88	-0.0100	0.0664	-0.0221	0.0693
37.0 ~ 38.9	38.0	22.6	89	0.0115	0.0837	-0.0001	0.0827
39.0 ~ 40.9	39.9	23.1	91	-0.0132	0.0977	-0.0221	0.0996
41.0 ~ 42.9	41.9	24.0	71	-0.0223	0.0942	-0.0277	0.0957
43.0 ~ 44.9	44.0	23.9	59	0.0425	0.1258	0.0432	0.1258
45.0 ~ 46.9	46.0	24.7	62	0.0391	0.1427	0.0489	0.1455
47.0 ~ 48.9	47.9	25.0	49	-0.0356	0.1179	-0.0148	0.1113
49.0 ~ 50.9	49.8	25.5	34	-0.0227	0.1582	0.1267	0.1560
51.0 ~ 52.9	52.0	26.3	26	-0.0413	0.2024	0.0570	0.2093
53.0 ~ 54.9	53.9	27.1	27	-0.0066	0.1328	0.0942	0.1622
55.0 ~ 56.9	56.2	26.6	17	0.0691	0.1883	0.1783	0.2486
57.0 ~ 58.9	58.1	27.9	14	0.0378	0.2772	0.1537	0.3174
59.0 ~ 60.9	59.8	28.5	6	-0.0694	0.1796	0.0565	0.1701
61.0 ~ 62.9	62.1	27.8	6	0.0961	0.3376	0.2446	0.4056
63.0 ~ 70.9	66.7	29.5	7	-0.0603	0.4090	0.1449	0.4205

表-2には札幌営林局の現行材積式の適合度も示してあるが、両者を比較すると幹曲線式の場合の精度が僅かに劣るようである。しかしここではフーバー式の求積誤差を含んだ値を真材積として適合度をみていること、現行の材積表は直径級別の4つの式をつないで作成されているので、接合部分では平滑化の誤差のため真の誤差はこれより低下することなどを考えると、この比較は現行材積式に有利になっている。したがって、図-1からもわかるように幹曲線式による材積表は十分実用にたえると考えられる。

胸高直径と樹高が与えられたとき、任意の末口直径に対する断面高は、(1)をxについて解いて

$$h = H - x(H - 1.3)$$

として求められる。

幹曲線式によって任意の断面高の直径が推定できるから、材長がきまると1本の木から採材できる丸太の材積が作図または計算で求められることになる。

ここでいくつかの因子を考慮しなければならない。たとえば、伐採高、延寸、樹皮の厚さ、断面の平均直径と最小径などである。最適採材を考えるときには、さらに丸太の品等の出現状態についても情報が必要である。それは品等の現れ方によって採材長の組合わせが変り、利用材積が変化するからである。

伐採高は地形や木の大きさによって変動する。札幌トドマツ幹材積表の調製データでは、次の関係がえられた。

$$HBT = 0.05 + D/600 + D^2/6000 \quad \dots(5)$$

ここでHBTは伐採高、Dは胸高直径である。

延寸については正確な資料に乏しいが、昭和30年代におこなわれた札幌営林局の採材調査のデータに記録されている実際の材長と、これをJAS規格にしたがって括約したときの材長の差を延寸とみて整理すると次表のようになる。

延寸階cm	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
丸太数	5	8	40	51	67	87	24	10	-	1	2

これによると、利用材積に算入されない部分の長さは8~10cmの場合が多いが、最近の集約な採材ではこの値はもっと低くなっていると考えられる。しかし採材のロスが全くないとは考えられないので、ここでは一率に5cmと仮定することにする。

丸太材積の計算には樹皮を除いた末口の最小径を使用するので、幹曲線式から計算される皮

つきの直径を補正しなければならない。この補正については、松井ら^{8) 9)}が野幌産を主とするトドマツのデータから

$$(2 \times \text{樹皮厚}) = 0.4077 + 0.02949D - 0.081(D/100)^2 \dots (6)$$

$$\text{最小径} = -0.338 + 0.9779D_M \dots (7)$$

の関係をえている。ここでDは皮つきの直径、D_Mは皮なしの直径である。

3. 平均品等

丸太の品等の現れ方は単木間の変動が大きく、また同じ木についても採材方法の違いによって差の生ずる取扱いの難しい特性である。

通常は、採材調査の大量観察のデータから、品質、直径または樹高の区分ごとに、生産された丸太材積の品等別構成を求め、それに品等間価格差率をかけて、こみ価格係数の形で処理される。この方法による価格係数はデータを収集した地域の平均であって、そのまま個々の林分の質的構成を表わしうるものではない。以下においては、比較的少数のデータから、単木および林分から生産される丸太の品等別出現率を効率よく推定する方法を考察する。

1本の木から採材される丸太の品等を断面高に対してプロットすると、図-2のように階段状のグラフになる。図の丸241は1番丸太から順に1, 4, 3, 4等材がえられた場合であり、丸342は2, 1, 3, 2, 4等材の格付けがされた場合である。このようなデータはそのまま平均しても有用な結論を導びくことができない。このため平均品等の概念を導入してデータを取扱いやすい形に変換する。

説明を簡単にするため、幹の形が胸高直径と梢端を結ぶ直線で与えられる場合を考えよう。前節の幹曲線式による場合にも同じ考え方が適用できる。

断面高と丸太の長さは樹高に対する100分率で示すことにする。図-3は、地上3%の伐採点から上で長さ20%づつの4玉の丸太がとられ、品等が2, 1, 3, 4等と格づけされた場合の例である。

幹を円錐体として計算した各丸太の幹材積は、1番丸太から順に全材積の45.6%, 27.1%, 13.5%, 4.6%であり、根株部と梢端部の材積は8.7%と0.5%である。

ここで、第1丸太の末口断面(相対高23%)の平均品等を

$$\frac{Q_0 U_0 + Q_1 U_1}{U_0 + U_1}$$

と定義する。Q₀とQ₁は根株部分と第1丸太の品等で、U₀とU₁は幹曲線から計算さ

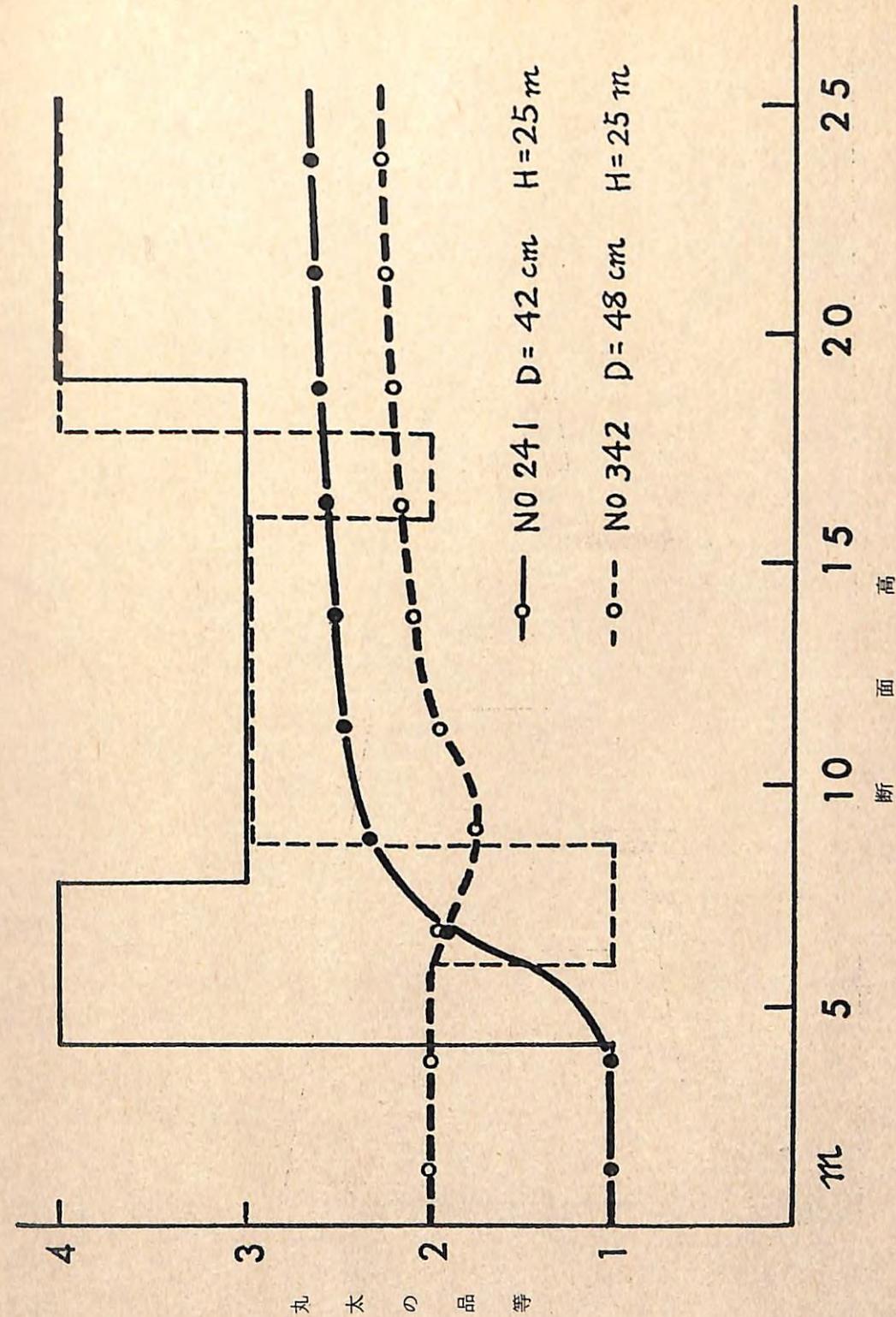


図-2 丸太の品等の現われ方

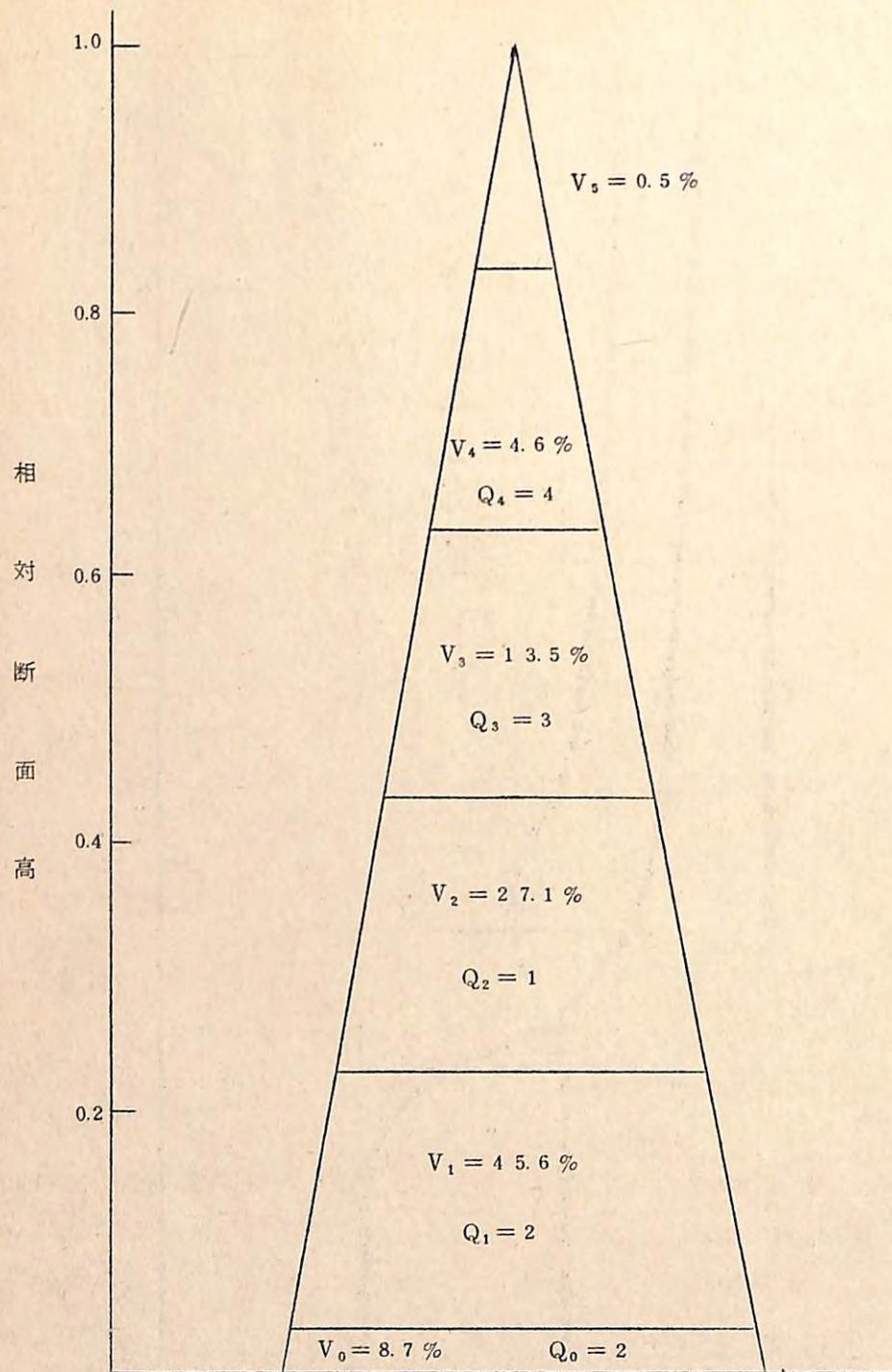


図3. 平均品等の計算

れるそれぞれの幹材積である。

根株部分の品等は第1丸太の品等に等しく、梢頭部の品等は最終の丸太の品等と同じだと考えることにすると、上式は

$$\frac{2 \times 8.7 + 2 \times 45.6}{8.7 + 45.6} = 2.0$$

となる。また第2丸太の末口断面（相対高43%の点）では

$$\frac{Q_0 U_0 + Q_1 U_1 + Q_2 U_2}{U_0 + U_1 + U_2} = \frac{2 \times 8.7 + 2 \times 45.6 + 1 \times 27.1}{8.7 + 45.6 + 27.1} = 1.667$$

となる。

すなわち、特定の高さにおける平均品等は、それより下で採材される丸太の品等の、幹材積を重みとした荷重平均値である。

品等は丸太の全体について与えられる特性値であるが、1つの丸太の中はどの部分をとっても品等は同じだと考えると、任意の高さにおける平均品等が同じ方法で定義できる。例えば、図-3で地表からの幹材積が全体の90%になる点（第3丸太のほぼ中央部にあたる）をとると、平均品等は

$$\frac{2 \times 8.7 + 2 \times 45.6 + 1 \times 27.1 + 3 \times 8.6}{8.7 + 45.6 + 27.1 + 8.6} = 1.794$$

のように計算される。

図-2の黒と白ぬきの点は、この方法で求めた平均品等を地上5%の高さから95%まで10%きざみに示したもので、もとの階段状のグラフに比べて、はるかに滑らかな統計的処理の容易な形になっている。

断面高に対する平均品等の傾向線が、品質または第1丸太の品等、胸高直径、樹高などの関数として推定できると、幹の任意の位置で採材される丸太の品等が次のようにして計算できる。

すなわち、元口と末口の相対断面高が s 、 h で与えられる丸太の品等は

$$\frac{\bar{Q}_h \cdot U_h - \bar{Q}_s U_s}{U_h - U_s}$$

である。ここで \bar{Q}_h 、 \bar{Q}_s は h 、 s の位置の平均品等、また U_h 、 U_s は地表から h 、 s の高さまでの幹材積で幹曲線式から計算することができる。これに幹曲線式で求められる末口直径

を組合わせると、どのような採材方法についても単木の品等別丸太材積が推定でき、したがって長級、径級別の価格々差率または価格表をあてはめて価格係数あるいは立木の市場価格を決定することができる。

4. 直交多項式による平均品等の表現

さきに引用した札幌管林局の418本の採材調査のデータには、1番丸太から順に、丸太の長さや品等が記載されている。これに前節の方法をあてはめて、地上高5%から95%の相対高まで10%きざみの位置で1本ごとに平均品等を計算した。このデータは胸高直径が12cm~50cm、樹高は8m~25mの範囲にわたっている。

JAS規格によると、丸太の品等は次のように区分される。

小の素材 (8~14cm未満)	1, 2等
中の素材 (14cm~30cm未満)	1, 2, 3等
大の素材 (30cm以上)	1, 2, 3, 4等

これ以外の格づけ、たとえばデータには8cm未満の材のほかにも、品等が“こみ”と表示されている場合があったが、これらは4等として処理した。また中と大の素材で腐朽による3等は取引上は低質材として扱われるので、これらは判別しうる限り4等に含めた。

平均品等の傾向線の形は、計算方法から明らかなように幹材積のウェイトの大きい根元部分の品等の影響を強くうける。

さらに高さを基準化して樹高の10%区分の点で平均品等を計算しているため、材長と樹高の比も曲線の形に影響する。この比は材長が一定なら樹高に応じて変化する。こうした点を考慮して、418本の伐倒調査木の各々について、相対断面高xごとの平均品等の値を、第1丸太の品等 Q_1 、胸高直径Dおよび樹高Hの関数として表わすことにした。

まず、各調査木の平均品等の傾向線に直交多項式をあてはめて、適合度を調べた。その結果これらの傾向線は5次の直交多項式でほぼ完全に表わせることがわかった。しかし5次の項の係数が1%水準で有意となったのは、全体の8.6%、36本にすぎなかったため、最終的には4次の直交多項式を採用し、その5つの係数 B_0, B_1, \dots, B_4 で平均品等の傾向線を代表させることにした。ここで B_i は直交多項式のi次の項の係数である。

これによって、各調査木の断面高ごとの平均品等は418組の $B_i (i=0, 1, \dots, 4)$ でおきかえられたことになる。

次にこれらの B_i をデータとして、変数選択型回帰推定の方法で Q_1, D, H との関係を求め

ると次の結果がえられた。

$$B_0 = 0.220258 + 1.106915Q_1 - 0.124019(Q_1H)(10^{-1}) + 0.825445(DH)(10^{-3}) - 0.479499(Q_1D)(10^{-2})$$

(R=0.9383)(8)

$$B_1 = 0.047610 - 0.150118(Q_1H)(10^{-2}) + 0.144728(Q_1^2H)(10^{-3}) + 0.772921(DH)(10^{-4}) - 0.482798(Q_1D)(10^{-3})$$

(R=0.8102)(9)

$$B_2 = 0.052210 - 0.404273(H)(10^{-2}) - 0.197023(Q_1)(10^{-1}) + 0.195453(Q_1H)(10^{-2}) - 0.209945(Q_1D)(10^{-3})$$

(R=0.5877)(10)

$$B_3 = -0.002205 + 0.245289(H)(10^{-3}) + 0.782948(Q_1)(10^{-3}) - 0.356194(H/D)(10^{-2}) - 0.390019(DH)(10^{-5})$$

(R=0.5400)(11)

$$B_4 = -0.00207 + 0.136280(D)(10^{-3}) + 0.651160(Q_1)(10^{-3}) - 0.380003(Q_1H)(10^{-4}) - 0.268394(Q_1H)(10^{-4})$$

(R=0.5920)(12)

ここで定数項 B_0 は品等曲線の全体的な水準をきめ、 B_1 は曲線の立ちあがりの緩急を決定する。曲線の形はこの2つの係数でほぼきまり、2次以上の項は曲線上の微妙な変動を説明する補助因子として働らく。これらの高次の項の係数は(10)~(12)式の重相関係数Rの値にみられるように、次数が高くなるほど Q_1, D, H など林木の全体的な特徴を表わす変数との関連が薄れ、曲線の局所的な凹凸が偶然的な要素に支配されることを示している。

以上の結果から、胸高直径D、樹高H、および第1丸太の品等 Q_1 が与えられたとき、(8)~(12)式によって B_0, B_1, \dots, B_4 を計算して4次の直交多項式の形を決定すると、任意の断面高xにおける平均品等 \bar{Q}_x が計算できることになる。

5. シミュレーションによる利用率と価格の推定

前節の方法は(8)~(12)式で与えられる B_i を係数とする4次の直交多項式によって、任意の高さで採材される任意の長さの丸太品等を、 Q_1, D, H の組合わせごとに一義的に決定しようとするものであった。しかし、第1丸太の品等、直径、樹高の等しい木の間でも品等曲線はこれらの式の与える平均的傾向のまわりでかなりの変動を示すから、林分の品等別丸太生

産量を正しく求めるには、この変動を考慮に入れた推定方法を考えなければならない。

平均品等の傾向が直交多項式でおきかえられたのであるから、単木間の丸太品等の出現状態の変動も、418組の B_0, B_1, \dots, B_4 の値のバラッキの上に反映されているはずである。この B_i の単木間変動を利用すると、 Q_1, D, H の組合わせごとの品等曲線の変動状態を再現するシミュレーションモデルを組立てることができる。 Q_1, D, H ごとに1本の品等曲線を固定する代わりに、バラッキをもった多数の品等曲線を考え、利用材積と価格はその採材結果の平均値として決定するのである。 j 番目の木の平均品等を与える直交多項式の i 次の項の係数 B_{ij} が、(8)~(12)式の B_i のまわりでランダムに分布すると考え

$$B_{ij} = B_i + \epsilon_{ij} \quad (i=0, 1, \dots, 4)$$

と仮定する。ここで ϵ_{ij} は次数 i と樹木番号 j によってきまる誤差変動である。

ϵ_{ij} の平均値は0と仮定してよいが、トドマツの採材調査データでは、表-3に示すよう

表-3 次数の異なる項の係数の誤差間の関係

第1丸太の品等 Q_1	ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3	ϵ_4
1	$-0.0016 + 0.0863\epsilon_0$ $r=0.93$	$0.0014 - 0.0646\epsilon_0$ $r=-0.82$	$-0.0001 - 0.0203\epsilon_1$ $r=-0.42$	$0.0001 - 0.0733\epsilon_2$ $r=-0.86$
2	$0.0016 + 0.0981\epsilon_0$ $r=0.95$	$-0.0007 - 0.0516\epsilon_0$ $r=-0.77$	$0.0001 - 0.0280\epsilon_1$ $r=-0.61$	$-0.0001 - 0.0916\epsilon_2$ $r=-0.92$
3	$0.0004 + 0.0937\epsilon_0$ $r=0.90$	$-0.0007 - 0.0495\epsilon_0$ $r=0.78$	$0.0001 - 0.0341\epsilon_1$ $r=-0.62$	$-0.0000 - 0.0634\epsilon_2$ $r=-0.66$
4	$-0.0011 + 0.0718\epsilon_0$ $r=0.90$	$0.0022 - 0.0702\epsilon_0$ $r=-0.91$	$-0.0002 - 0.0319\epsilon_2$ $r=-0.53$	$0.0001 - 0.0518\epsilon_2$ $r=-0.67$

に次数の違った項の誤差の間に高い相関が認められる。すなわち、1次と2次の項の誤差変動の大部分は0次の項(定数項)の誤差によってきまり、4次の項の誤差では変動の44% ($Q_1=3$ のとき)から35% ($Q_1=2$ のとき)までが2次の項の誤差に関係している。これに比べると3次の項の係数の誤差は比較的独立性が高いがそれでも1次の項 ($Q_1=4$ のときは2次の項)の誤差との相関が有意になっている。このことは、平均品等の傾向線の平均水準に対応して、曲線の形状がほぼ一定になることを意味している。

表-4 0次の項の誤差の標準偏差と1次以上の項の誤差に対する表-2の回帰からの残差の標準偏差

第1丸太の品等 Q_1	0次	1次	2次	3次	4次
1	0.260	0.0089	0.0118	0.0011	0.0009
2	0.238	0.0078	0.0103	0.0009	0.0006
3	0.233	0.0107	0.0093	0.0011	0.0011
4	0.324	0.0116	0.0102	0.0012	0.0014

表-4は、0次の項の誤差の標準偏差と、表-2にあげた回帰とは独立な各次数の項に固有な残差の標準偏差を示したものである。

シミュレーションでは、表-4の第1欄の標準偏差をもとにして作り出した正規乱数をそのまま ϵ_{0j} とする。ただし第1丸太が4等のときには、誤差の分布が直角三角形に近い形になるので、0~1の範囲の一樣乱数 x から変換

$$Y = (4.2426\sqrt{x} - 2.8284)$$

によって対応する乱数 Y を作り出し、表-3の標準偏差をかけて ϵ_{0j} とした。

1~4次の項の誤差は、表-4の該当する欄の標準偏差をもとにして発生させた正規乱数に表-3の回帰推定値を加えて ϵ_{ij} とする。

ただし、回帰式の定数項は表-4の残差標準偏差に比べていずれも小さいので、この計算では無視することにした。これらの値を(8)~(12)で計算される B_i に加えると、シミュレーションの1回の試行に用いる平均品等の直交多項式がえられる。

採材シミュレーションを実行するには、このほかに第1丸太の品等 Q_1 をデータとして与えなければならない。ここでは、さきにあげた418本の採材調査データの第1丸太の品等別出現率を利用して試行ごとに Q_1 を指定する。

このデータの第1丸太の品等別本数比を樹高階別に計算すると図-4のようになる。図の曲線はデータの示す折れ線の傾向をフリーハンドで平滑化したもので、数字の記入されている帯状部分が各品等の占める本数割合である。したがって、樹高10m以下の木では、丸太の大部分が小の素材となるため、1, 2等および4等(品等こみ)で占められ、また1等材の比率は樹高が大きくなるにしたがって増加することがわかる。

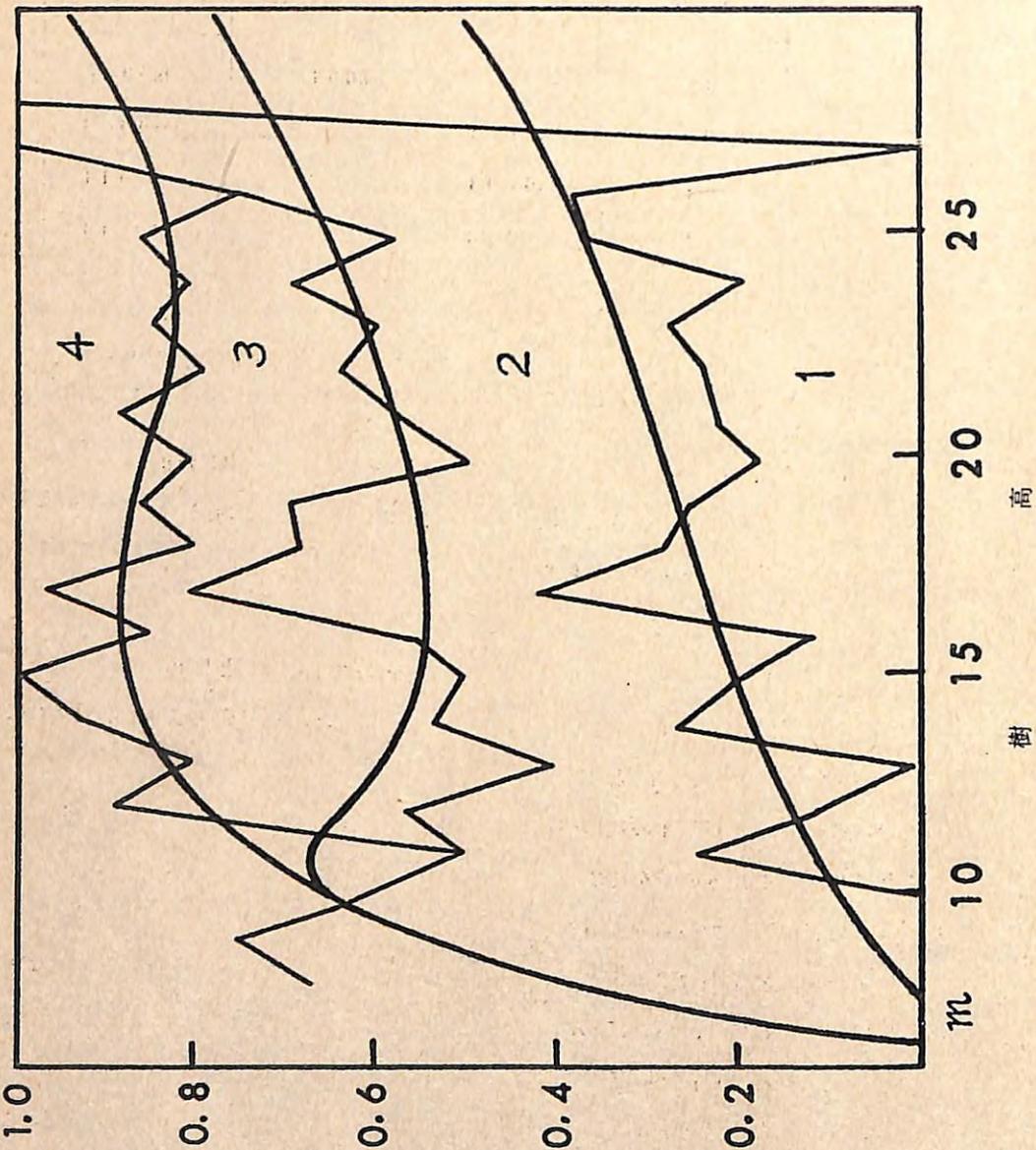


図-4 第一丸太の品等出現率

品等別本数比

表-5 立木の利用材積と相対価格

樹高 直径cm m	3	4	5	6	7	8	9	10
6	.003	.004	.004	.005	.006	.006	.006	.006
8	.0011	.0014	.0016	.0019	.0022	.0022	.0022	.0022
10	.003	.004	.005	.006	.011	.012	.017	.018
12	.0013	.0017	.0020	.0022	.0040	.0045	.0064	.0068
14		.005	.006	.009	.015	.021	.023	.029
16		.0019	.0022	.0034	.0058	.0081	.0086	.0109
18			.009	.019	.026	.027	.035	.038
20			.0034	.0073	.0099	.0104	.0132	.0145
22				.025	.033	.041	.042	.058
24				.0094	.0124	.0205	.0220	.0297
26				.031	.040	.049	.061	.071
				.0118	.0164	.0259	.0319	.0386
						.066	.070	.090
						.0314	.0351	.0558
						.076	.084	.096
						.0454	.0520	.0579
							.105	.124
							.0648	.0776
								.155
								.1011
								.183
								.1387

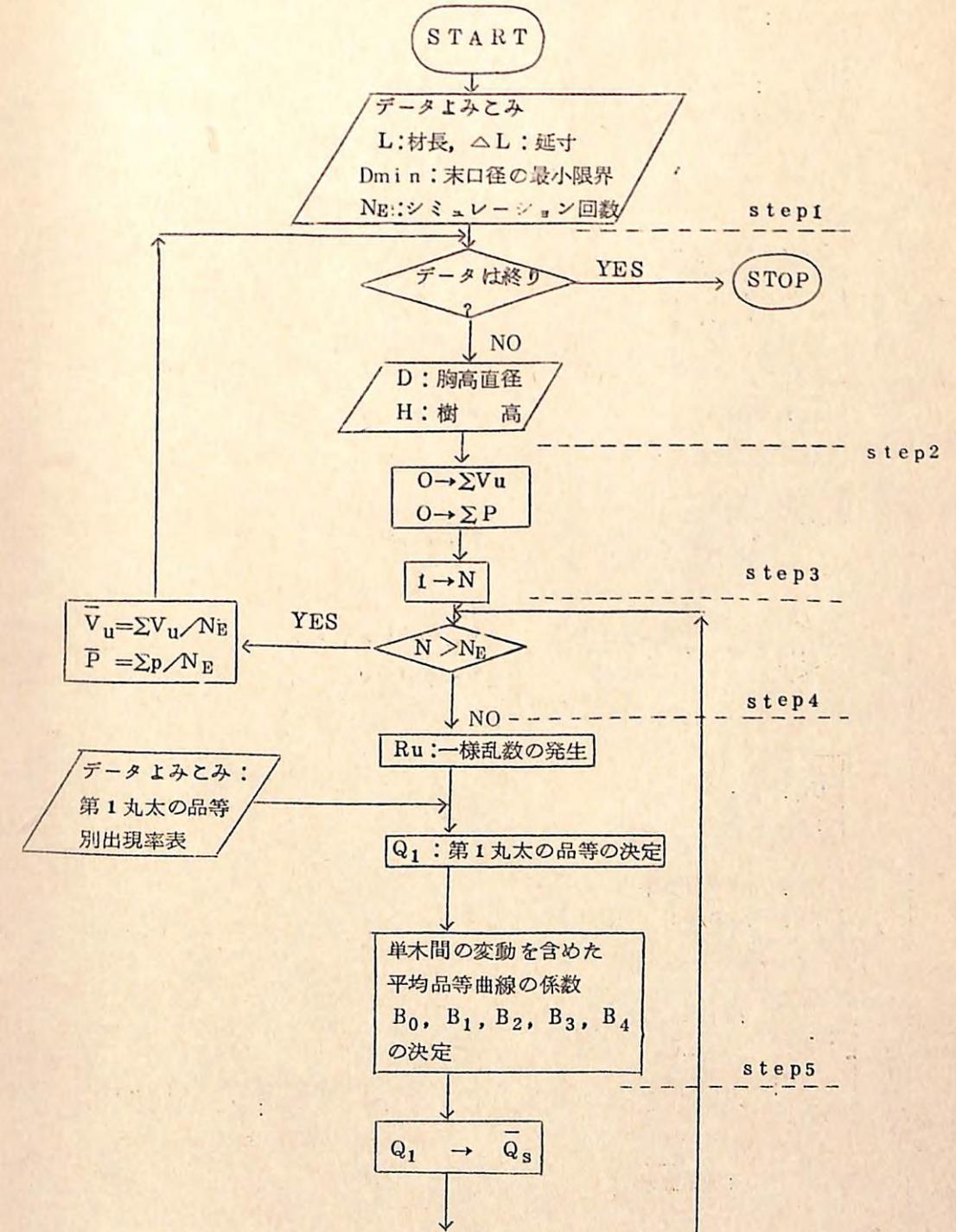
上段：利用材積 下段：相対価格=市場価格/基準材価格

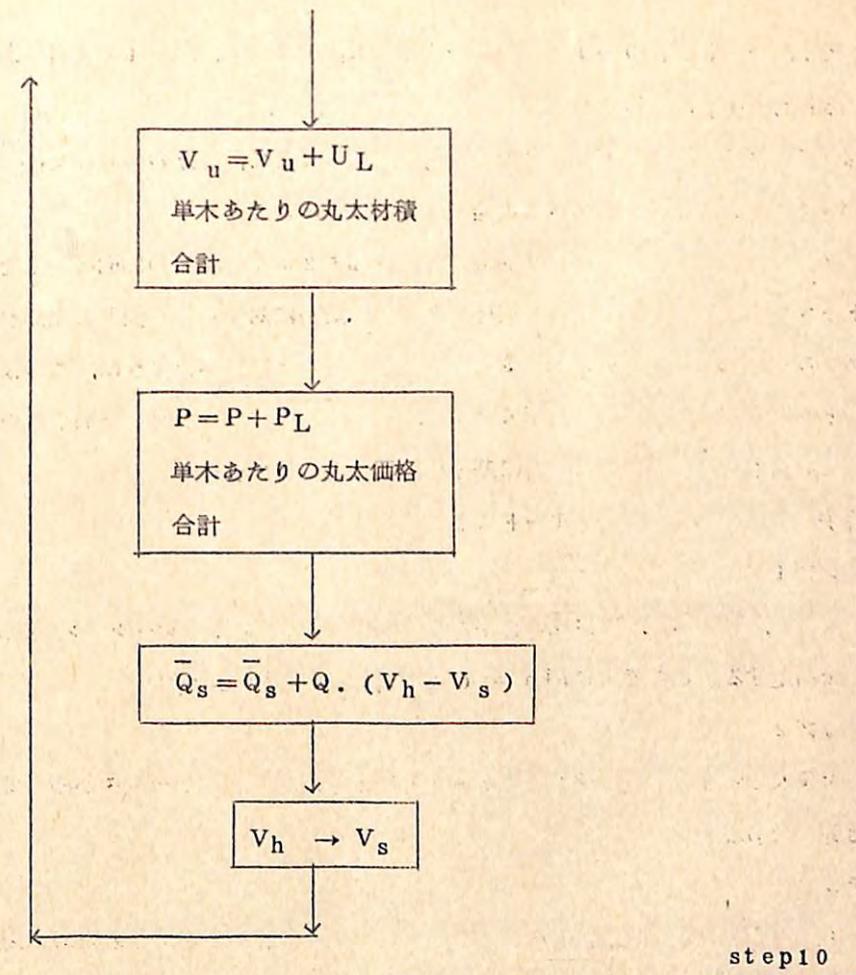
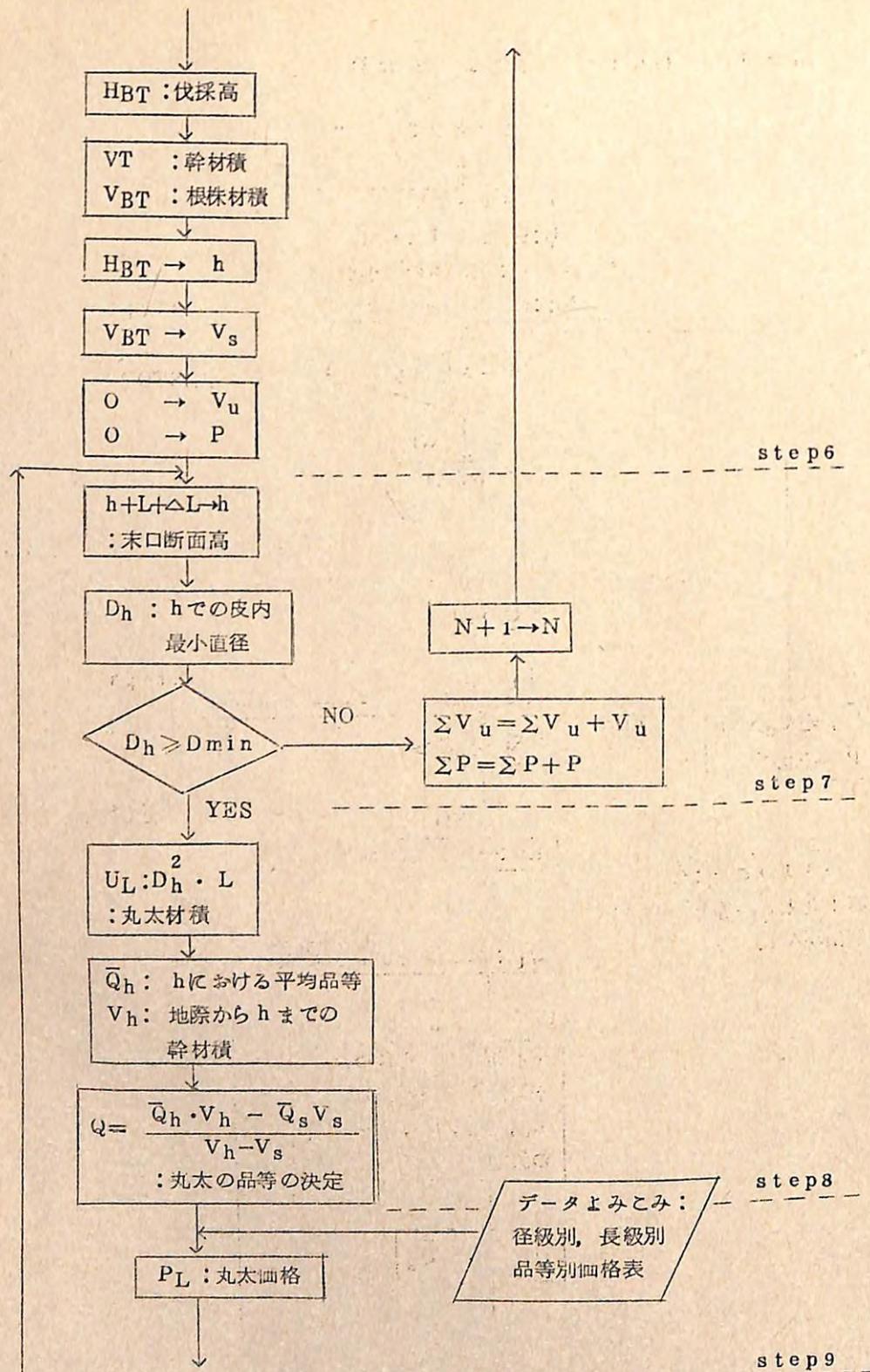
樹高 直径cm	11	12	13	14	15	16	17	18
6	.006	.014	.015	.015				
	.0028	.0053	.0056	.0056				
8	.019	.019	.025	.026	.036	.036	.036	
	.0071	.0071	.0094	.0100	.0136	.0138	.0138	
10	.034	.039	.040	.046	.046	.052	.053	.064
	.0127	.0148	.0153	.0175	.0176	.0197	.0202	.0243
12	.045	.057	.059	.065	.070	.082	.087	.089
	.0168	.0290	.0310	.0310	.0343	.0394	.0385	.0405
14	.064	.071	.078	.082	.103	.110	.116	.124
	.0344	.0359	.0375	.0400	.0614	.0601	.0623	.0695
16	.087	.095	.103	.111	.125	.132	.157	.161
	.0493	.0499	.0569	.0617	.0703	.0736	.0955	.0996
18	.103	.112	.123	.137	.149	.165	.173	.192
	.0634	.0770	.0866	.0895	.0964	.1051	.1135	.1331
20	.132	.141	.153	.173	.180	.204	.215	.222
	.0867	.0952	.1018	.1078	.1177	.1495	.1575	.1531
22	.140	.149	.190	.213	.220	.229	.270	.281
	.0879	.0931	.1276	.1556	.1561	.1706	.1989	.2018
24	.173	.183	.200	.240	.276	.285	.301	.342
	.1094	.1218	.1438	.1947	.2334	.2255	.2320	.2677
26	.209	.220	.232	.268	.284	.348	.365	.387
	.1536	.1744	.1860	.2189	.2251	.2777	.2821	.3228
28		.251	.284	.323	.339	.357	.402	.454
		.2138	.2375	.2630	.2651	.2967	.3436	.3955
30			.317	.363	.408	.428	.441	.506
			.2515	.3007	.3564	.3819	.3922	.4506
32			.347	.434	.453	.494	.529	.549
			.2761	.3865	.3878	.4538	.4668	.4740

樹高 直径cm	11	12	13	14	15	16	17	18
34			.410	.434	.522	.533	.607	.646
			.3374	.3742	.4614	.4945	.5422	.5684
36			.451	.511	.532	.591	.673	.695
			.3740	.4492	.4871	.5405	.6388	.6443
38					.607	.633	.709	.758
					.5747	.5979	.6810	.7167
40						.738	.760	.842
						.6720	.7180	.7906
42						.785	.873	.928
						.7441	.8644	.8634
44						.824	.873	1.020
						.7881	.7834	.9849
46						.874	.996	1.029
						.8243	.9156	.9874
48						.997	1.056	1.160
						.9673	.9953	1.0850
樹高 直径cm	19	20	21	22	23	24	25	26
12	.099							
	.0449							
14	.136							
	.0759							
16	.174	.190						
	.1136	.1231						
18	.206	.221	.249					
	.1414	.1512	.1698					
20	.241	.280	.290	.306	.320			
	.1696	.1947	.2043	.2181	.2250			

樹高 直径cm	19	20	21	22	23	24	25	26
22	.297	.314	.324	.363	.383			
24	.2069	.2391	.2469	.2690	.2641			
26	.365	.373	.405	.425	.441			
28	.2915	.3109	.3282	.3288	.3290			
30	.402	.460	.475	.497	.539	.547		
32	.3372	.3859	.4034	.4026	.4604	.4641		
34	.484	.501	.574	.595	.610	.667	.684	
36	.4256	.4218	.4855	.4924	.5148	.5776	.5909	
38	.522	.556	.624	.665	.728	.748	.792	
40	.4559	.4507	.5543	.5876	.6459	.6471	.6915	
42	.624	.637	.685	.720	.766	.802	.897	.920
44	.5249	.5503	.6036	.6562	.6774	.6917	.7568	.7957
46	.663	.713	.760	.825	.865	.886	.967	.981
48	.5727	.6265	.7100	.7361	.7782	.7583	.8431	.8911
50	.777	.791	.859	.873	.987	1.027	1.054	1.126
	.7226	.7418	.8114	.8157	.8665	.9340	.9773	1.0889
	.777	.905	.943	1.015	1.032	1.160	1.228	1.242
	.7404	.8342	.8807	.9068	.9124	1.1141	1.1973	1.1626
	.901	.926	1.017	1.064	1.194	1.211	1.275	1.398
	.8497	.8995	.9618	.9861	1.1287	1.1263	1.2341	1.3096
	.990	1.049	1.096	1.175	1.238	1.325	1.359	1.439
	.9460	.9736	1.0282	1.1315	1.1647	1.2123	1.2445	1.3007
	1.074	1.148	1.227	1.278	1.368	1.397	1.538	1.578
	1.0058	1.1058	1.1096	1.1895	1.2804	1.2880	1.4432	1.4673
	1.118	1.184	1.280	1.418	1.468	1.572	1.616	1.695
	1.0710	1.1255	1.2082	1.3282	1.4145	1.5844	1.5301	1.6339
	1.229	1.309	1.394	1.448	1.510	1.623	1.803	1.855
	1.1568	1.2325	1.3316	1.3265	1.4555	1.5057	1.7639	1.7444
	1.333	1.404	1.507	1.596	1.650	1.724	1.856	1.947
	1.3132	1.3667	1.5395	1.5664	1.6907	1.5748	1.8612	1.8396

図-5 利用材積と市場価格の計算





Q_1 を指定するには、0～1の範囲の一様乱数 R_u をひいて、図-4でx座標が樹高Hに等しく、y座標が R_u に等しくなる点の品等をよみとればよい。

収穫調査の調査項目の中に第1丸太の品等査定を追加して、林分の実際の Q_1 の分布を知ることができれば、評価は一層地域の実態に即したものになる。

この方法で、3.65mの定尺採材を仮定し、昭和52年1月現在の銘柄間格差を使って計算したトドマツの直径、樹高階別の利用材積と基準材価格に対する比で表わした立木価格＝

〔価格係数×利用材積〕の値は表-5のようになる。さきに述べたように、この後者の値は取引上からみた立木の使用価値の表示であって、その中には材の量と質の両面からの評価が含まれている。立木の市場価格はこの値に基準材の価格を乗じて求められる。

計算手順は図-5のフローチャートのようになる。

ステップ1

材長L、延寸△L、末口径の利用限界 D_{min} およびシミュレーション回数 N_E をデータで指定する。ここでは $D_{min} = 4\text{ cm}$ 、 $N_E = 50$ 回とした。

ステップ2

対象木の胸高直径D、樹高Hをデータとして与える。ここでデータが終ってれば計算は完了である。

ステップ3

1回のシミュレーションでえられる利用材積と丸太価格を累計するための変数 $\sum V_u$ と $\sum P$ をクリアし、シミュレーション回数のカウンターNを1にセットする。

ステップ4

回数カウンターNの値が N_E に等しいか、または小さければステップ5に進む。Nが N_E より大きければ、与えられたD、Hに対するシミュレーションが終ったことになるので、 N_E 回の計算結果を平均して利用材積 \bar{V}_u 、価格 \bar{P} を求め、ステップ2にもどる。

ステップ5

一様乱数 R_u を発生させ、データとして与えられた品等出現率表(図-4を数値化して入力する)を参照して、第1丸太の品等 Q_1 を決定する。次に Q_1 、D、Hから、単木間のバラツキを考慮に入れた平均品等曲線の係数 B_0 、 B_1 、 B_2 、 B_4 を求める。

ステップ6

丸太の材積と価格を計算するための初期値をきめる。すなわち、末口断面高hは、伐採高 H_{BT} 、hにおける平均品等 Q_s は Q_1 に、またhまでの幹材積 V_s は根株材積 V_{BT} に

等しいとおく。さらにこの回の計算に使用する丸太材積と価格の累計用変数 V_u とPをクリアする。

ステップ7

新しい丸太の末口断面高hを計算し、その位置における皮なしの末口径 D_h を求める。もし D_h が指定された D_{min} 以上ならステップ8に進む。 $D_h < D_{min}$ のときはこの回の計算を打ち切り、丸太材積と価格の累計値を $\sum V_u$ 、 $\sum P$ に加算する。そうして、計算回数カウンターNを1だけ進めて次のシミュレーションに移る(ステップ4)。

ステップ8

末口二乗法で丸太材積 U_L を計算する。末口断面高hにおける平均品等 \bar{Q}_h と、h以下の幹材積 V_h を計算し、これから丸太の品等Qを求める。Qは4捨5入によって整数値とする。

ステップ9

データとして与えられた径級別、長級別、品等別価格表を参照して、丸太価格 P_L を求める。

ステップ10

丸太材積を V_u 、価格をPに加算する。次の計算のために \bar{Q}_s および V_s を更新してからステップ7にもどる。

6. 林分の利用材積と価格の評価

ここで林分の評価例を示しておこう。表-6は収穫試験地の間伐木、また表-7はトドマツの林分密度管理図¹⁰⁾の作成に用いたデータの中から代表的な林分を選んで、直径、樹高階別本数分布に表-1、表-5および基準材価格をあてはめた結果である。表には、林分内の胸高直径20cm以下の木の本数、幹材積および利用材積の比率と32cm以上の木の幹材積の比率も示してある。

この結果から林分特性と利用材積および市場価格の間の関係を求めることができる。

利用材積の m^3 あたり市場価格は間伐木、全林分とも

$$\log P = 0.3057 + 1.0714 \log D - 0.0772\sqrt{D} - 0.1995(H/H_T)$$

$$(R = 0.9838)$$

で表わせる。ここでPは利用材積の m^3 あたり市場価格、D、Hは林分の平均直径と平均樹高、また H_T は樹高の上位のものからn当り250本の上層木をとったときの平均樹高(上層高)

表-6 林分の利用率と市場価格 (間伐木の場合)

標準地	上層高 m	平均直径 cm	平均樹高 m	4a当り本数	4a当り材積 m ³
北落合 2	19.0	10.9	13.1	670	54.5
クトネツ 3	17.2	17.7	15.3	695	154.8
志美字丹 2	13.7	9.3	7.7	155	6.5
野 幌 53	21.9	21.6	18.0	250	99.6
北落合 3	19.6	14.4	16.3	740	125.3
クトネツ 2	15.7	13.6	12.8	680	82.1
上富良野 2	14.2	9.8	9.5	460	22.6
神居古潭 2	13.8	10.5	10.5	1000	59.7
野 幌 52	22.6	20.2	19.7	230	85.0
野 幌 53	19.9	16.8	16.4	260	57.9
野 幌 41	18.6	12.6	12.6	450	47.8
野 幌 35	18.6	16.9	16.7	210	49.3
野 幌 35	20.5	12.7	14.1	360	45.5
弟子屈 3	17.5	11.7	11.1	460	43.5
仁々志別 3	19.9	14.2	14.8	300	47.1
利根別 2	10.1	10.1	8.3	495	22.5
利根別 4	15.3	16.5	13.0	550	93.2
常 盤 2	20.2	14.9	15.3	465	85.1
雄信内 2	13.1	10.0	9.8	1860	98.5
雄信内 3	14.2	13.2	11.7	320	32.6
緋牛内 2	18.4	10.7	11.1	837	62.6

20cm以下の 木の本数比率 %	20cm以下の 木の材積比率 %	32cm以上の 木の材積比率 %	利用率 %	20cm以下の木 の利用材積比率 %	利用材積m ³ あ たり市場価格 千円
100.0	100.0	0.0	66.2	100.0	9.748
89.2	81.0	0.0	70.8	80.4	13.557
100.0	100.0	0.0	55.8	100.0	9.889
48.0	28.0	19.8	74.5	26.9	16.049
97.3	92.4	0.0	73.3	92.4	11.849
96.3	90.0	0.0	67.3	89.1	11.721
100.0	100.0	0.0	59.2	100.0	9.104
100.0	100.0	0.0	62.0	100.0	9.330
56.5	42.0	0.0	74.5	41.6	14.842
84.6	73.0	0.0	72.0	72.6	13.261
97.8	92.5	0.0	67.6	91.6	11.307
90.5	73.9	0.0	73.4	72.8	13.682
97.2	89.3	0.0	70.1	88.6	11.812
95.6	83.1	0.0	66.7	82.3	11.962
95.0	87.0	0.0	71.2	86.3	12.313
100.0	100.0	0.0	55.1	100.0	9.379
92.7	85.1	0.0	67.7	84.6	13.127
93.6	82.6	0.0	72.0	82.0	12.909
100.0	100.0	0.0	60.9	100.0	9.280
100.0	100.0	0.0	65.5	100.0	11.075
100.0	100.0	0.0	65.3	100.0	10.760

標準地	上層高 m	平均直径 cm	平均樹高 m	4a当り本数	4a当り材積 m ³
ヨビタラシ 3	1 3.2	9.8	9.2	3 6 0	1 9.2
ベケレ 2	1 3.0	9.6	8.9	4 8 5	2 2.5
ベケレ 3	1 5.2	1 1.5	1 0.1	5 1 0	4 1.6
紅葉山 3	1 7.4	1 5.9	1 3.5	4 2 5	7 9.1
森 野 2	1 9.9	1 4.3	1 4.7	5 8 5	8 9.0
森 野 3	2 1.8	1 7.5	1 7.4	2 6 0	6 7.3
馬 追 3	1 7.0	1 4.1	1 3.6	1 7 0	2 2.0
馬 追 2	1 4.1	1 0.2	9.7	1 0 4 0	6 0.5
当 別 3	1 8.5	1 6.3	1 5.3	3 3 5	6 6.2
新 冠 3	1 2.7	1 2.5	9.7	4 8 0	4 0.3
古 梅 2	1 9.6	1 3.5	1 4.2	1 1 1 1	1 6 1.3
七 飯 3	1 5.5	1 2.4	1 1.9	8 9 5	8 2.7
杜 管 3	1 8.8	1 2.6	1 4.9	9 8 5	1 2 6.4
鴉 3	2 1.5	1 9.0	1 8.2	5 6 0	1 7 7.2
乙 部 3	2 0.1	1 9.7	1 6.8	5 4 5	1 7 3.1

20 cm以下の 木の本数比率 %	20 cm以下の 木の材積比率 %	32 cm以上の 木の材積比率 %	利用率 %	20 cm以下の木 の利用材積比率 %	利用材積m ³ あ たり市場価格 千円
9 8.6	9 2.4	0.0	6 1.5	9 1.0	1 0.4 7 5
1 0 0.0	1 0 0.0	0.0	5 8.7	1 0 0.0	9.4 2 4
9 7.1	8 6.5	0.0	6 3.9	8 5.4	1 1.8 1 5
7 8.8	5 2.7	0.0	6 9.9	5 1.0	1 4.1 6 5
9 5.7	8 9.9	0.0	7 0.7	8 9.7	1 1.9 8 4
8 2.7	6 8.2	0.0	7 3.6	6 7.6	1 3.6 7 5
1 0 0.0	1 0 0.0	0.0	6 8.0	1 0 0.0	1 1.3 2 7
1 0 0.0	1 0 0.0	0.0	6 1.5	1 0 0.0	1 0.2 0 2
9 1.0	7 9.9	7.1	7 1.1	7 9.7	1 3.1 1 0
1 0 0.0	1 0 0.0	0.0	6 2.8	1 0 0.0	1 1.4 5 5
9 4.8	8 4.5	0.0	7 0.4	8 3.8	1 2.4 2 9
1 0 0.0	1 0 0.0	0.0	6 5.6	1 0 0.0	1 0.4 9 4
9 9.0	9 6.1	0.0	7 1.3	9 5.9	1 1.3 1 8
7 3.2	5 5.5	0.0	7 5.0	5 4.2	1 4.6 7 4
6 3.3	4 0.0	3.2	7 3.6	3 8.3	1 5.2 7 3

表-7 林分の利用率と市場価格(全林分の場合)

標準地	上層高 m	平均直径 cm	平均樹高 m	立木度 (RV)	ha当り本数	ha当り材積 m ³
滝川 6	14.1	16.2	12.6	1.241	1623	262.8
滝川101	14.9	18.5	13.2	1.076	1130	230.2
滝川 4	16.4	21.1	14.5	1.077	1050	314.4
雄武 27	11.5	14.1	9.7	1.207	2144	200.8
雄武 3	14.0	17.8	12.1	1.288	1691	315.8
雄武 11	14.5	22.2	13.2	1.368	1048	307.6
雄武 22	15.0	17.0	12.4	1.009	1526	279.7
雄武 23-c	15.5	19.3	13.7	1.341	1690	418.5
雄武 8	16.5	21.7	15.2	1.337	1388	450.1
雄武 1	18.0	24.8	16.7	0.955	684	310.2
雄武 17	20.2	24.7	18.1	0.924	937	465.7
幾寅 6	19.2	16.5	15.8	0.953	2125	485.3
幾寅 16	15.2	13.9	11.8	0.723	1644	216.6
幾寅 13	16.9	14.8	13.6	0.976	2328	394.0
幾寅 23	18.1	19.1	15.8	0.963	1421	398.7
幾寅 30	17.6	19.6	15.8	1.224	1751	502.1
枝幸 14	14.6	20.7	13.4	1.115	710	191.5
枝幸 23	16.0	19.9	13.8	1.027	1035	281.8
枝幸 24	16.1	19.2	13.5	1.050	1315	321.5
枝幸 25	22.5	30.9	20.9	1.054	665	584.5
北見 32	14.4	11.2	11.2	0.799	3183	239.4
北見 29	14.3	12.2	11.1	0.991	3183	296.7
北見 34	15.2	13.2	12.5	0.999	3052	334.6
北見 19	16.2	13.0	12.8	0.720	2119	260.8
北見 3	16.0	13.6	12.9	1.070	3183	399.8
北見 28	17.1	12.5	12.8	0.819	3157	355.7

20cm以下の 木の本数比率 %	20cm以下の 木の材積比率 %	32cm以上の 木の材積比率 %	利用率 %	20cm以下の木 の利用材積比率 %	利用材積m ³ あ たり市場価格 千円
87.0	73.1	0.0	67.0	72.4	13,230
69.6	53.5	0.0	65.9	54.0	14,212
51.5	35.1	0.0	70.2	34.4	15,572
100.0	100.0	0.0	60.8	100.0	11,462
85.3	76.8	0.0	67.2	75.5	13,996
35.1	21.9	0.0	68.3	21.4	15,852
79.3	59.2	0.0	68.2	57.5	14,091
58.1	40.2	0.0	69.2	39.5	14,881
34.7	21.9	0.0	70.6	21.4	15,628
26.9	15.4	0.0	73.4	14.6	16,877
23.9	13.5	12.9	75.0	12.7	16,909
82.7	61.3	0.0	72.3	59.2	14,106
90.0	72.6	0.0	67.2	71.2	12,997
90.9	79.3	0.0	69.9	78.1	13,330
70.7	49.5	0.0	72.2	48.5	14,996
61.9	44.3	0.0	71.8	43.4	14,904
51.9	31.3	0.0	68.1	30.5	15,548
53.5	32.2	0.0	70.7	30.7	15,517
60.0	38.0	0.0	70.0	36.6	15,060
8.5	2.4	55.3	78.7	2.3	18,743
100.0	100.0	0.0	64.9	100.0	10,214
100.0	100.0	0.0	64.4	100.0	11,558
100.0	100.0	0.0	67.0	100.0	11,238
96.1	82.9	0.0	68.4	81.6	12,275
100.0	100.0	0.0	68.2	100.0	11,778
93.3	78.1	0.0	68.3	77.2	11,875

標準地	上層高 m	平均直径 cm	平均樹高 m	立木度 (RV)	ha当り本数	ha当り材積 m ³
北見24	18.3	14.4	14.8	1.032	2946	505.1
北見38	18.0	22.6	17.4	1.216	1170	473.7
北見12	20.1	15.1	16.4	0.944	2841	561.9
ヨビタラシ64	7.0	7.9	5.5	0.712	1660	32.9
羽幌69	5.7	6.4	4.8	0.728	1975	22.0
利根別61	8.9	11.6	7.6	1.333	2250	118.7
志美宇丹63	11.3	15.2	9.0	0.903	830	98.0
ヨビタラシ69	9.8	10.3	7.5	0.798	1995	89.5
ベケレ65	10.3	10.4	7.6	1.015	2205	103.9
利根別64	10.1	13.4	8.9	1.492	2280	181.8
雄信内63	11.0	10.6	9.1	1.228	4010	217.1
仁世宇62	12.0	11.7	8.5	0.709	1868	120.9
弟子屈62	12.2	12.0	9.3	0.711	1690	127.0
七飯62	12.0	12.1	9.1	1.057	2885	208.7
神居古潭64	12.9	11.2	10.3	0.807	2805	185.8
雄信内68'	13.1	13.7	11.2	0.964	2075	211.0
雄信内68	13.1	11.9	10.6	1.215	3935	309.6
利根別69	13.4	16.6	11.7	1.262	1770	270.7
新冠75	12.8	14.3	10.5	0.943	1560	174.2
仁世宇67	14.0	13.4	10.6	0.774	1853	187.0
志美宇丹68	13.7	17.8	11.0	0.990	820	156.8
神居古潭69	13.8	12.9	11.4	0.990	2760	263.2
七飯67	14.1	14.0	11.6	1.152	2590	305.3
野幌41低	14.8	12.8	10.5	0.794	2230	224.6
クトネツ62	14.5	15.8	12.3	1.318	2535	381.8
クトネツ67	15.8	17.4	13.7	1.412	2455	494.0
仁々志別63	17.0	15.8	13.3	0.761	1545	288.8

20cm以下の 木の本数比率 %	20cm以下の 木の材積比率 %	32cm以上の 木の材積比率 %	利用率 %	20cm以下の木 の利用材積比率 %	利用材積m ³ あ たり市場価格 千円
89.3	73.9	0.0	71.9	72.4	13,015
44.4	27.9	0.0	74.6	26.6	16,159
92.6	80.8	0.0	73.2	80.1	13,045
100.0	100.0	0.0	37.1	100.0	7,918
100.0	100.0	0.0	38.0	100.0	7,048
100.0	100.0	0.0	51.6	100.0	9,956
85.5	65.9	0.0	60.1	64.8	13,789
100.0	100.0	0.0	52.0	100.0	9,815
100.0	100.0	0.0	53.2	100.0	10,123
100.0	100.0	0.0	56.4	100.0	11,205
100.0	100.0	0.0	57.8	100.0	9,589
99.7	98.9	0.0	58.0	98.7	10,796
99.1	97.0	0.0	60.8	97.0	11,292
100.0	100.0	0.0	60.1	100.0	10,947
100.0	100.0	0.0	61.6	100.0	9,714
100.0	100.0	0.0	64.6	100.0	11,106
100.0	100.0	0.0	63.4	100.0	10,531
94.4	89.7	0.0	66.0	89.7	12,932
98.4	96.1	0.0	64.2	96.0	12,235
97.9	93.9	0.0	64.1	93.5	11,815
66.5	39.0	0.0	64.9	38.2	15,101
100.0	100.0	0.0	65.0	100.0	10,859
96.7	91.6	0.0	65.9	90.9	12,079
93.3	78.9	0.0	65.0	77.2	12,364
92.9	85.8	0.0	67.0	85.3	12,819
81.5	67.7	0.0	68.8	66.7	13,805
81.6	58.3	0.0	69.8	56.8	14,118

標準地	上層高 m	平均直径 cm	平均樹高 m	立木度 (RV)	4a当り本数	4a当り材積 m ³
志美宇丹73	17.0	22.9	14.3	0.961	650	229.4
クノベツ72	17.2	20.0	15.6	1.303	1770	508.7
緋牛内67	18.4	14.7	13.5	0.795	2158	367.3
仁々志別68	18.9	18.2	15.2	0.809	1410	373.2
北落合67	19.0	15.0	15.2	0.911	2625	470.2
野 幌35	18.6	17.9	16.1	1.023	1710	445.8
野 幌31	19.2	24.6	17.2	1.128	990	466.0
乙 部68	18.7	21.0	15.7	1.130	1385	480.5
壮 督74	19.6	18.4	17.5	0.720	1110	316.3
緋牛内72	20.0	18.7	16.7	0.790	1302	391.0
北落合72	19.7	18.1	17.0	0.987	1930	523.6
乙 部72	20.4	23.5	17.5	1.163	1295	602.1
長万部74	20.6	20.9	17.2	0.911	1180	461.2
鶉 69	21.3	20.6	18.2	1.003	1540	570.1
野 幌 ⁴¹ _低	20.9	23.5	19.4	1.094	1170	566.4
野 幌35	20.5	23.5	18.3	1.144	1210	571.5
古 梅72	23.0	22.3	19.4	0.604	817	381.3
森 野74	21.9	22.4	19.1	0.856	1060	477.6
鶉 71	21.8	21.0	18.9	0.990	1460	581.9
野 幌31	23.2	31.2	21.8	1.131	720	651.1
池田無間伐	22.9	18.3	19.9	1.181	2733	932.7

20cm以下の 木の本数比率 %	20cm以下の 木の材積比率 %	32cm以上の 木の材積比率 %	利用率 %	20cm以下の木 の利用材積比率 %	利用材積m ³ あ たり市場価格 千円
38.5	19.3	5.1	70.8	18.2	16,558
62.7	48.2	0.0	71.2	47.6	14,830
86.0	63.6	0.0	70.3	61.7	13,733
66.0	39.1	0.0	72.5	37.5	15,124
90.7	77.3	0.0	71.1	76.4	12,893
67.8	44.8	0.0	72.8	43.5	14,578
23.2	11.8	4.3	73.8	11.2	16,940
50.2	24.0	10.6	72.8	22.8	16,230
74.3	58.8	0.0	73.4	58.0	14,231
65.0	40.6	1.2	74.0	39.0	15,105
75.1	56.7	1.0	73.4	55.7	14,311
40.5	18.1	20.1	74.8	17.0	17,013
51.3	23.6	15.7	74.9	22.2	16,431
55.2	34.5	6.3	74.8	33.3	15,570
29.9	17.9	4.0	75.8	17.2	16,426
32.2	14.9	6.9	75.2	14.3	16,772
41.8	21.5	1.4	76.7	19.6	16,376
38.7	21.1	2.5	76.1	20.2	16,232
52.7	32.9	6.4	75.7	31.6	15,722
2.8	0.9	42.9	79.3	0.8	18,668
70.6	47.2	1.3	76.9	46.1	14,794

注 1) 市場価格は木材引取税を控除した値

2) 滝川, 雄武, 幾寅, 枝幸, 北見は暫定標準地資料,
他は収穫試験地の資料

3) 立木度は密度管理図の推定材積に対する現実材積の比

である。ここで基準材価格に対するPの比は“こみ価格係数”とよばれるものに相当する。

間伐の場合の利用率は

$$\log Ru = 1.4705 + 0.3567 \log H - 0.0504 (H/H_T) \\ (R = 0.9780)$$

で全林では

$$\log Ru = 1.3307 + 0.0757 \log D + 0.4314 \log H \\ - 0.3413 (H/H_T) + 0.1047 \log R_v \\ (R = 0.9712)$$

の関係が認められる。

ここで R_v は%で表わした立木度(トドマツの林分密度管理図の推定値を基準にとった現実蓄積の比)である。

引用文献

- 1) Whyte, A. G. D.: The influence of thinning on taper, on volume assortment outturn and economic return of the Bowmont spruce sample plots, commonw. For. Rev. 44 (1965)
- 2) Grosenbaugh, L. R.: STX-FORTRAN 4 program for estimates of tree populations from 3p sample - tree - measurements. USDA, For. Serv., PSW-13 (1964)
- 3) : Three-Pee sampling theory and program 'THRP' for computer generation of selection criteria, USDA, For. Serv., PSW-21 (1965)
- 4) 角谷誠之助: 立木評定方式の統一手法に関する基礎的研究, 昭和49年度林野庁長期委託研究報告書(15), 林野庁(1975)
- 5) 松尾毅, 長田英雄: 立木評価に関する研究(1) 簡易な平均採材図表作成によるヒノキ林分の評価, 宇大演報11(1974)
- 6) Bruce, D., R. O. Curtis and Vancoëvering: Development of a system of taper and volume tables for red Alder, Forest Science 14, 3 (1968)

7) 札幌営林局トドマツ, エゾマツ立木幹材積表調製説明書, 材積表調製業務資料 10, 林野庁(1960)

8) 松井善喜, 馬場強逸: トドマツ樹皮の測樹学的考察 (北海道産樹木の測樹学的研究第1報), 北海道林業試験集報69(1951)

9) 松井善喜, 馬場強逸: トドマツの得材率について (北海道産樹木の測樹学的研究, 第15報), 林業試験場北海道支場業務報告5(1956)

10) 真辺 昭: トドマツの密度管理図, 北方林業叢書53 北方林業会(1974)

(真辺 昭)

II 林分利用材積における品等別収穫量の把握

林分の取扱い方法の違いによる林分利用材積での品等別収穫量の予想法に対する解決の示唆を得るため, その解析の視点を

1. 測樹的に簡易で有効な方法を見出す。
2. 取扱いの違いによる樹幹形の特徴を明確に把握する。
3. 林分の取扱いによる収穫量の違いを, 林分利用材積によって明らかにすることの三点に視点を置いて検討を試みた。

その各項についての解析結果の概略を取まとめると, 次のようになる。

i) 林分の取扱いによる林分利用材積の関係を明らかにするため, 調査方法は立木状態で樹幹の上部直径を把握し, 林分での樹幹形の特徴を把握する必要がある。

このため, 英国製デンドロメーター Type FP-15を用いて樹幹の上部直径を測定し, 相対高に依る上部直径は補間によって求めた。同時に, 残枝などの品等区分に影響を与える欠点部位を測定して, 樹幹の四面無節の高品質部を選別するなどの新しい試みを導入しながら, 品等別収穫量の査定を行ない, 近似的な把握によって検討を行った。

この測樹的に簡便な方法に基づいて, 樹幹形の形状把握や品等別収穫量の査定を行なったが, いずれも測樹学的には有効な方法であることを確認した。

ii) 樹幹形に関して, 相対幹曲線の相対直径列 η_i を求めるために, 幹曲線を構成する基準直径 $d_{0.9}$ や形状商 $\eta_{0.5}$ ($=d_{0.5}/d_{0.9}$), および正形数 $\lambda_{0.9}$ ($=1/(1.015)(r+1)(\frac{9}{10})^r$)を必要とする。

そこで、これらの指標が推定可能であれば林分利用材積の把握に寄与するところが大きい。
先の簡易な測定法による現実樹幹の上部直径測定値をもとに検討を行った結果、式1、および
2~5式によって推定可能なことが判明した。

$$d_{0.9} = 3.053 + 0.8421 \cdot D_{1.2} \dots\dots (1)$$

$$d_{0.7} = -1.2 + 0.9 \cdot d_{0.9} \dots\dots (2)$$

$$d_{0.5} = -1.5 + 0.7733 \cdot d_{0.9} \dots\dots (3)$$

$$d_{0.3} = -2.3 + 0.63 \cdot d_{0.9} \dots\dots (4)$$

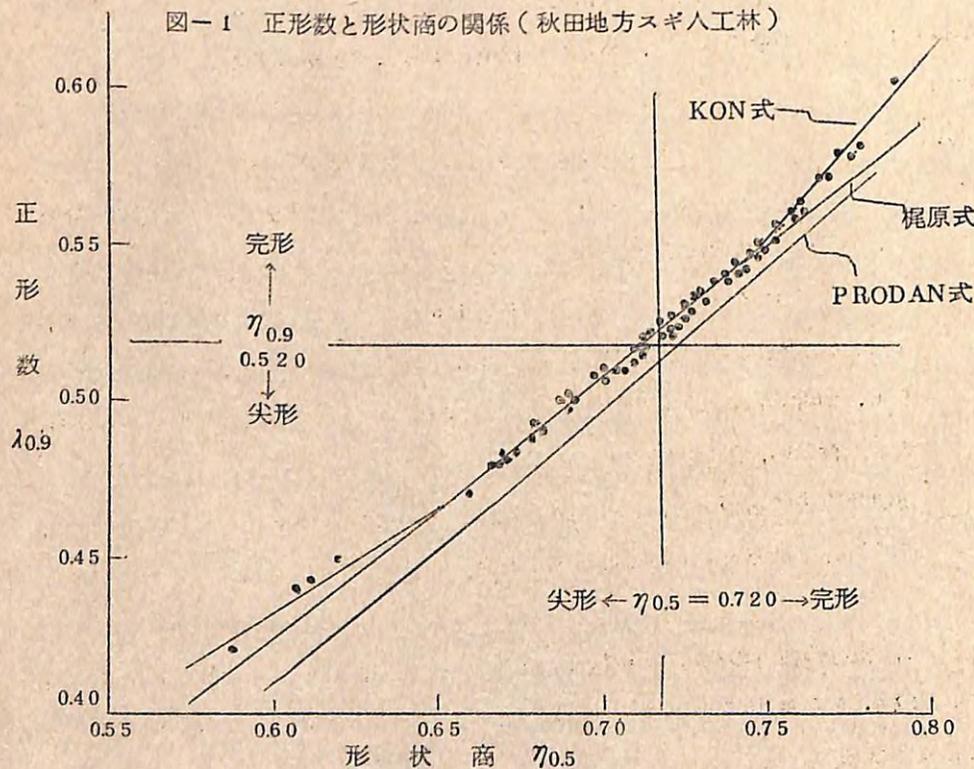
$$d_{0.1} = -8.0 + 0.385 \cdot d_{0.9} \dots\dots (5)$$

ここに、

$d_{0.i}$ は樹幹を10等分した相対高 h_i における上部直径の値

そして、上式によって推定される相対幹曲線を検証した結果、極端な取扱いを行なった林分を
対象にしない限り、適合の良い相対幹曲線の得られることが明らかとなった。

また、正形数 $\lambda_{0.9}$ と形状商 $\eta_{0.5}$ の関係を見ると、図-1に示すように、厳密には、6式の
関係にあることが知られる。



$$\lambda_{0.9} = a + b \eta_{0.5} + C \eta_{0.5}^2 \dots\dots (6)$$

これはPRODAN式・梶原式の提示する一次回帰式とは異なる傾向のものである。そして、
PRODAN式よりも梶原式に対して近似的で、正形状商 $\eta_{0.5}$ 0.64~0.75の範囲で最っとも
近い値を示す。

III) 前項で推定される樹幹の形状に関する各指標を、胸高直径に対応させると、胸高直径階10cm
~70cmの範囲における形状商 $\eta_{0.5}$ の範囲は0.643~0.750、正形数 $\lambda_{0.9}$ では0.461
~0.550の範囲で規準化される。

一方、幾何学的に完全な放物線体を示す値は $\eta_{0.5} = 0.745$ であるが、この値をもつ胸高直
径は60cmであり、大径級になるにつれて完満になることも示している。

また、PRODANは正形数 $\lambda_{0.9} = 0.520$ を幹形の尖形・完形の尺度としているが、その値
に相当する胸高直径は24cmが目安となる。

同時に、胸高直径に対応したこれらの各指標値は、単木でも、林分を平均した値の場合でも、
共通の指標値を与えて満足する。

IV) 樹幹形に関する指標値を用いた幹材積式は、一般に、7式で表わせる。

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{0.9}^2 \cdot \lambda_{0.9} \cdot h \dots\dots (7)$$

この右辺の項、 $\{ \frac{\pi}{4} \cdot d_{0.9}^2 \cdot \lambda_{0.9} \}$ を構成する指標は、1式などの推定式から全て推定が
可能であることから、これを胸高直径に応じて、“係数”化しておくことにより、単木の幹材積
では樹高を乗ずるだけで幹材積が求まり、立木幹材積表の必要性が無くなる。

この関係を示すと、図-2に表わすようになる。

これによると8式による修正式によって得られた“修正係数 K' ”を与えて、幹材積を求めた
場合、秋田地方スギ人工林立木幹材表の値との対比では、胸高直径10~70cm階の林木に対す
る適合は、さらに良好なことが知られ、実用的に十分な精度といえる。

$$\log (K' \times 10^4) = -0.2369352 + 1.869931 \log D_{1.2} \dots\dots (8)$$

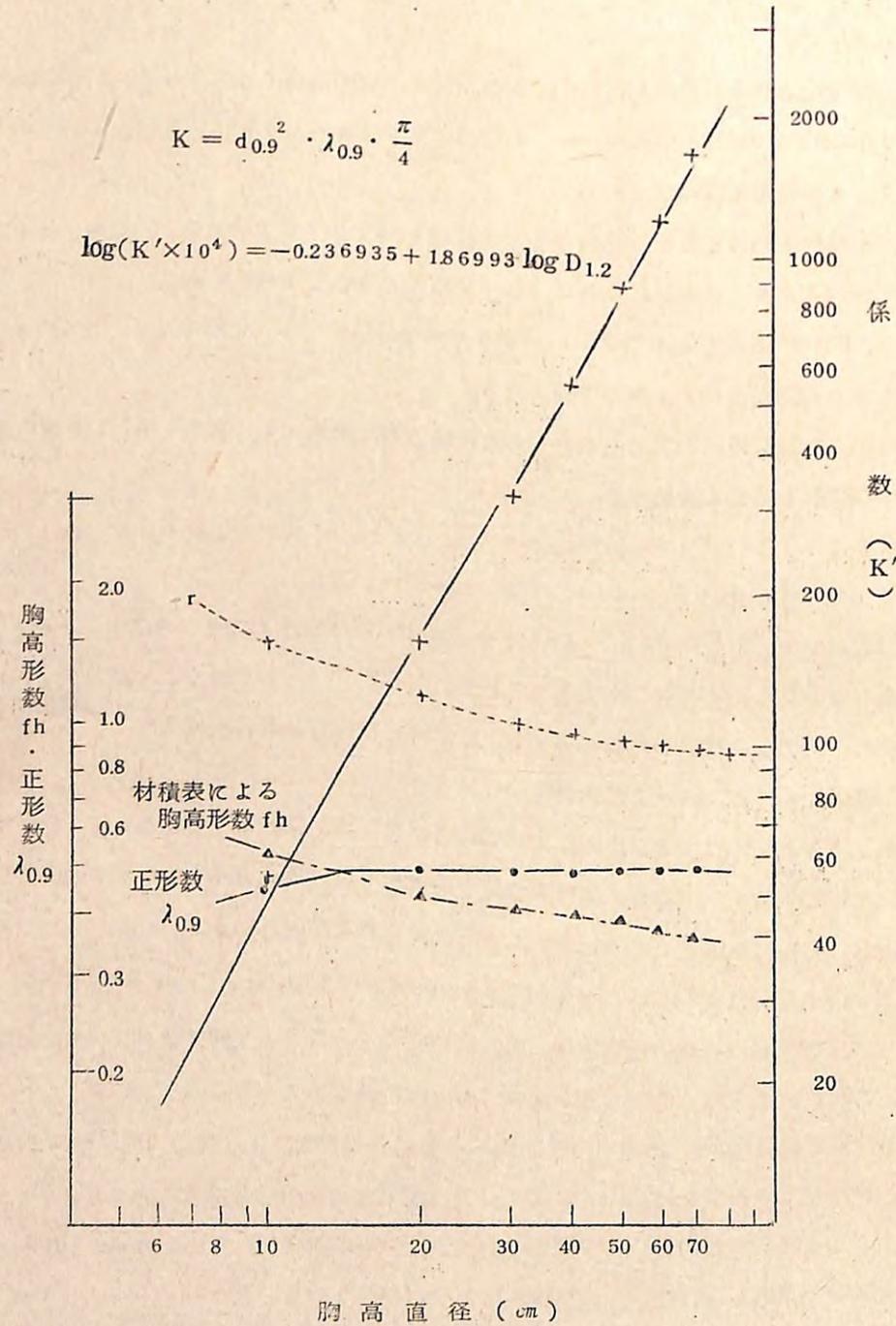
V) さらに、樹幹形の一連の指標を用いて、利用率のもとになる全幹材積について推定を行な
ったが、これには7式に本数を与えるだけで林分幹材積が求められる。

この推定全幹材積 V_E と実測全幹材積 V_a との適合性を、10林分の例について検討した結
果、相対誤差で3%台を超えることはなく、高精度で全幹材積の推定の可能なことを確認した。

VI) 以上のような樹幹形に関する特性値の把握と、その活用についての検討をもとにしながら、応
用的段階の一つとして、林分利用材積に関連する検討を行なった。

これには、林分の取扱いに関して、その比較の尺度を“同齢・同地位で密度管理の異なる場

図-2 幹材積推定に必要な係数と胸高直径の関係



合”を前提として、取扱いによる特性を明らかにしようとした。

そこで、現実幹曲線から求められる末口径級別素材々積や、立木状態で評定した品等別収穫量の生産内容を明らかにすると同時に、継続的な推移による生産内容の変化についても追求した。

ここに具体的な事例として、羽根山B種間伐試験地の林分利用材積の生産内容を掲げると表-1のようになる。

表-1-1 羽根山間伐試験地-B種(林齢63年)

丸太数・素材量 末口径級		4a当り									
		1 G		2 G		3 G		合 計			
		N No	V m³	N No	V m³	N No	V m³	N No	%	V m³	%
雑(3・2・1m材)						-	9	-		9	1
小 7~13						250	11	250	8	11	1
中 14~28		1150	270	560	88	480	58	2190	68	417	55
大 30~		750	311	40	13			790	24	324	43
合 計		1900	581	600	101	730	78	3230	100	761	100
品等別占有率%		(59)	(76)	(19)	(13)	(22)	(11)		(100)		(100)
利用率fv%		94.6%									

表-1-2 羽根山間伐試験地-B種(林齢84年)

丸太数・素材量 末口径級		4a当り									
		1 G		2 G		3 G		合 計			
		N No	V m³	N No	V m³	N No	V m³	N No	%	V m³	%
雑(3・2・1m材)						-	5	-		5	1
小 7~13						280	11	280	9	11	1
中 14~28		220	57	550	125	560	74	1330	43	256	26
大 30~		1320	634	170	64	20	7	1510	48	705	72
合 計		1540	691	720	189	860	97	3120	100	977	100
品等別占有率%		(49)	(71)	(23)	(19)	(28)	(10)		(100)		(100)
利用率fv%		96.8%									

註：1 G, 2 G, 3 G : 品等区分による等級を示す。
N, V : 丸太本数および素材々積

そして、先の前提条件に適する6つの林分を対象に同様の解析を行なった。

この結果を概括すると、末口径30cm以上の大径級の占める生産量の推移では、林齢63年生で50%台であったものが、林齢84年では70~80%台の占有率となり、この20年間で飛躍的な価値生長の増加がされている。

同様に、品等別生産量では、一等材とみられる高品質材の占有率は約60~70%以上になる。

この占有率の差を詳細にみると、林分の取扱いと無関係ではない。そこでは、密仕立の林分が疎仕立の林分に比較して、高品質材の占める割合の高い傾向にあることが知られる。

この低密度林分の場合、枝太の残枝・死節など品等区分の欠点になる部分が、樹幹の下方に遅くまで付着していることで、林木の価値を著しく低下させる原因となっていることである。

VII) 以上の解析結果をもとにして、林分の取扱い方法の違いによる品等別収穫量を予測するための調査、および解析方法について、フローチャートにして取まとめると、図-3として表わせる。

このことよって、林分の取扱いによる林分利用材積での質的・量的側面での特質が抽出され、林分評価や保育技術の改善に際して、有益な示唆を得ることができると思われる。

とくに、林齢・密度管理の違いによる林分を対象として、末口径級別素材々積や品等別収穫量、あるいは占有率での時系列的变化を把握し、これを詳細に検討することによって、保育形式の決定や生産目標における伐期の選択などに的確な示唆を与えることができよう。

(金 豊太郎, 加藤宏明, 小坂淳一)

〔Ⅲ〕 曲り率区分による一番丸太の収穫量

ヒノキ人工林の伐期に達した林分内の一本一本の樹の曲りの程度が一番丸太についてどのくらいあるかをみるために、間伐を繰り返し行った収穫試験地の林分と、間伐回数の少ない林分、ほとんど間伐を行っていない林分を調査した。

調査地の林分の概要は表-1のとおりである。

1. 調査方法

曲りの測定：根張り部分を除いて樹木の中心に沿って3mの定規をあて最大矢高を測り、その高さや樹木の曲りの方向を参考に測定した。

3m材の皮付末口直径の測定：一番丸太を3m材としたので、梯子を使って皮付末口直径を輪尺で2方向測定した。上松事業区以外は全林毎木を行なった。抽出調査を行った上松事業区の3ヶ所の林分では、各林分の直径樹高範囲に相当する林木を標本として他の3試験地のデータの中からそれぞれランダムに抽出して、胸高直径(D 1.2)と3m材の皮付末口直径(D 3.2)の関

図-3 林分利用材積における品等別収獲量の把握——特に新しい法則性の活用による解析手順——

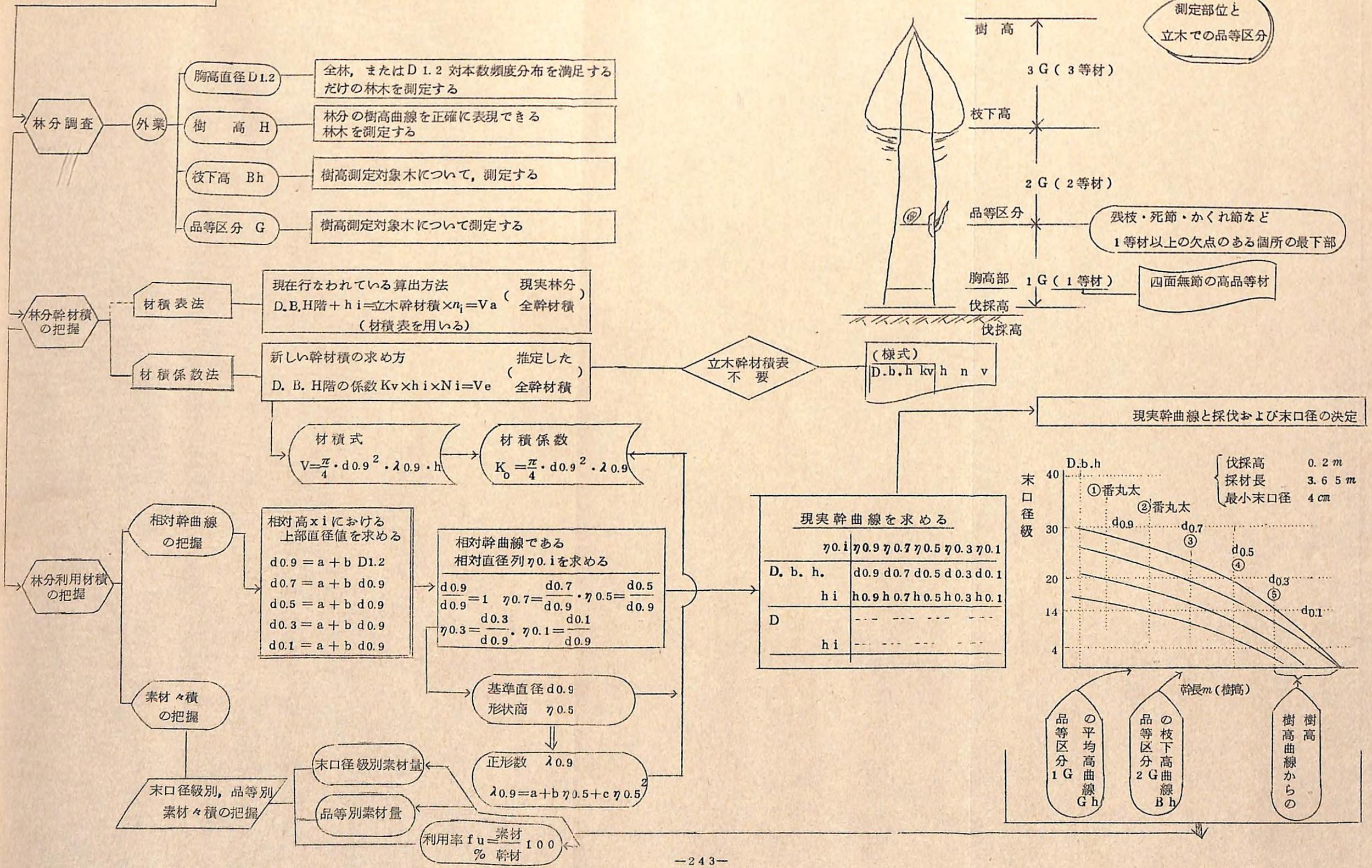


表-1 調査地一覧表

樹種	箇所		林齢年	面積 ha	間伐 回数 回	haあたり		調査本数		備考
	事業区	林小班				本数 本	材積 m ³	全本数 本	内サワラ 本数	
ヒノキ	蘭	111ろ	45	0.20	3	1,075	340	224		當場収穫試験地
ヒノキ	王滝	19は	85	0.105	3	657	560	69	5	本場成長量試験地
サワラ	野尻	83い	84	0.20	5	530	560	106	7	
"	上松	57ろ	87	0.10	3	920	363	87	12	
"	"	60い	83	0.10	2	1,560	530	75	8	
"	"	148い	58	0.10	0	3,410	345	229	29	
"	"									
計								790	61	

係を直線式にあてはめ、つぎのように推定した。

$$\text{上松57ろ} \quad D_{3.2} = 0.2327 + 0.9270 D_{1.2} \quad r = 0.99$$

$$\text{上松60い} \quad D_{3.2} = 0.3562 + 0.9162 D_{1.2} \quad r = 0.99$$

$$\text{上松148い} \quad D_{3.2} = 0.1185 + 0.9297 D_{1.2} \quad r = 0.99$$

3m材の皮付材積の算出：3m材の皮付末口直径と胸高直径とから比例計算により1.5mの中央直径(D1.5)を求め次式により算出した。

$$V = D_{1.5}^2 \times 3 \times \frac{\pi}{4} \times \frac{1}{10,000}$$

3m材の皮なし末口直径の算出：樹高3mの樹皮の厚さを差引いた直径であるので、直接測定ができないから、他の資料によって算出した。この資料はヒノキ人工林収穫試験地の区分求積のデータを用い、D3.0とD3.0における樹皮の厚さ(D3.0 BARK)の関係を直線式にあてはめて推定した。

$$D_{3.0 \text{ BARK}} = 0.5638 + 0.0237 D_{3.0} \quad r = 0.56$$

素材末口直径の算出と区分：算定された皮なし末口直径から、素材の日本農林規格第8条により算出した。この規格によると単位寸法に満たない端数は切り捨てる となっており単位寸法は1.3cm以下は1cm, 1.4cm以上は2cmに括約されている。また材種区分は小丸太(4~1.3cm)・中丸太(1.4~2.8cm)・大丸太(3.0cm以上)である。

$$\text{曲り率の算定：素材の日本農林規格により曲り率(\%)} = \frac{h}{r} \times 100$$

$$r = \text{丸太径} \quad h = \text{円曲面の最大矢高}$$

表-2 材種区分別の林分構成因子

箇 所	総 本 数 本	本数割合			小丸太				中丸太			
		小丸太 %	中丸太 %	大丸太 %	胸高直径		樹高		胸高直径		樹高	
					平均 cm	S	平均 m	S	平均 cm	S	平均 m	S
蘭 111㍻	224	1	99		15.2	0.7	15.7	0.2	22.0	2.8	17.5	0.6
王 滝19	69		70	30					29.0	3.5	22.6	2.0
野 尻83㍻	106	1	61	38	13.5	-	18.9	-	29.3	3.6	24.3	2.4
上 松57㍻	87	1	81	18	13.6	-	15.0	-	27.2	3.8	18.4	1.6
" 60㍻	75	21	72	7	13.7	1.6	11.7	1.6	21.5	4.4	14.5	1.6
" 148㍻	229	52	48		13.5	1.6	12.0	1.6	19.0	2.4	14.3	1.4
計	790	18	72	10	13.5	1.6	12.1	1.7	23.4	4.8	17.9	3.5

註 Sは標準偏差

大丸太				計		小丸太	中丸太	大丸太	計
胸高直径		樹高		胸高直径	樹高	立木材積			
平均 cm	S	平均 m	S	平均 cm	平均 m	m ³	m ³	m ³	m ³
				21.9	17.1	0.304	75.992		76.296
35.6	2.9	24.0	1.7	31.0	23.0		35.437	23.480	58.917
39.1	6.5	26.2	1.4	32.8	25.0	0.142	52.719	59.265	112.126
38.6	4.4	20.3	1.5	29.1	18.7	0.116	36.760	17.343	54.219
39.1	3.6	17.4	1.4	21.0	14.1	1.483	14.839	4.755	21.077
				16.1	13.1	10.823	22.937		33.760
38.1	5.2	24.0	3.2	23.2	17.5	12.868	238.684	104.843	356.395

前式により算定した一本一本の曲り率を3~5%, 6~10%, 11~15%, 16~20%, 21~25%, 26~30%, 31%以上に区分し, 大, 中, 小丸太の材種区分ごとにまとめた。

2. 調査結果

- 1) 調査地ごとの材種区分の林分構成因子は表-2のとおりで, 箇所ごとの材種区分の割合や平均値はまちまちで, 特に大丸太の本数割合に対する樹高のバラツキが大きい。
- 2) 全調査木790本について, 材種別に曲り率に対する胸高直径, 樹高, 一番丸太の皮付未口径, 皮内未口径の平均値との関係を示すと, 図-1のとおりである。曲り率が大きくなるにしたがって, 胸高直径, 樹高, 材積の平均値は小さくなる傾向を現わしている。曲り率3.1%以上は一括して計算してあるが, これを5%ごとに(3.1~3.5%・3.6~4.0%……)細分してみると3.0%までと同じく, 各種平均値が低くなる傾向がある。このことは林分内の優勢木は通直で曲りがなく, 劣勢木に曲りが大きいと推察される。
- 3) 調査木の一番丸太の中で最も多い(約70%)中丸太については曲り率と立木の胸高直径・樹高の関係をみると図-2のようになった。調査本数の多い蘭と上松148は図-1と同じ傾向が示されたが, 他の4林分ではバラツキが大きいはっきりした傾向は認められなかったが, これは調査本数が少ないためと思われる。なお小丸太, 大丸太については資料が少ないため比較分析はできなかった。
- 4) 曲り率別材種区分別本数歩合, 材積歩合と採材率は表-3のとおりで一番丸太の全体の本数および材積歩合は次表のとおり

曲り率%	~5	~10	~15	~20	~25	~30	31以上	計
本数	5	21	22	16	13	8	15	100%
立木材積	11	29	25	13	10	8	5	100%

で, 本数と立木材積との割合は後者が曲り率が小さい。曲り率15%未満が全体の50%を占めている。

上表の本数で現わした曲り率を調査地ごとにみたのが次表で, 樹齢・一番丸太の末口径の大きいほど曲り率が小さくなる傾向である。

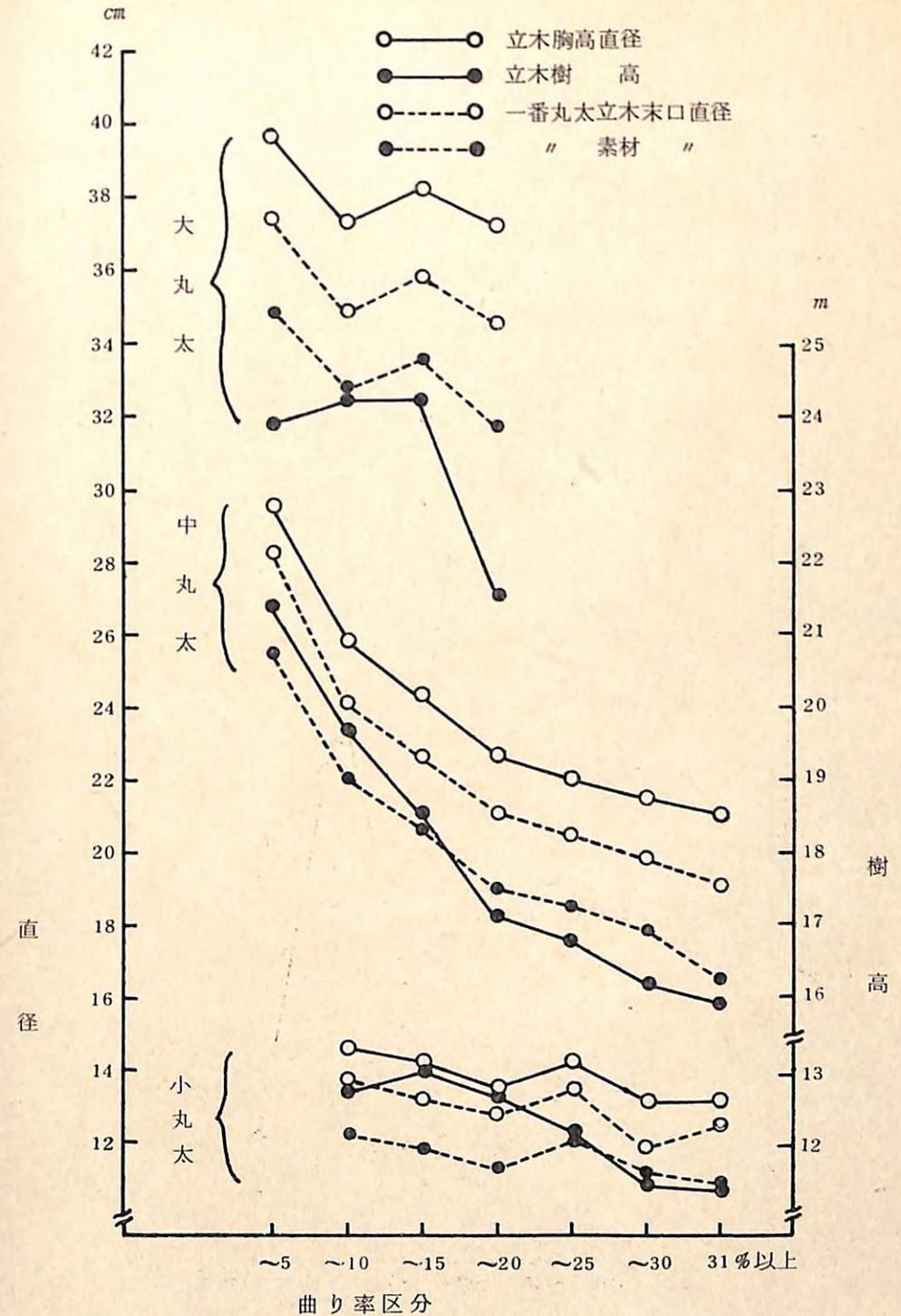


図-1 曲り率別 立木胸高直径・樹高
一番丸太立木・素材末口径

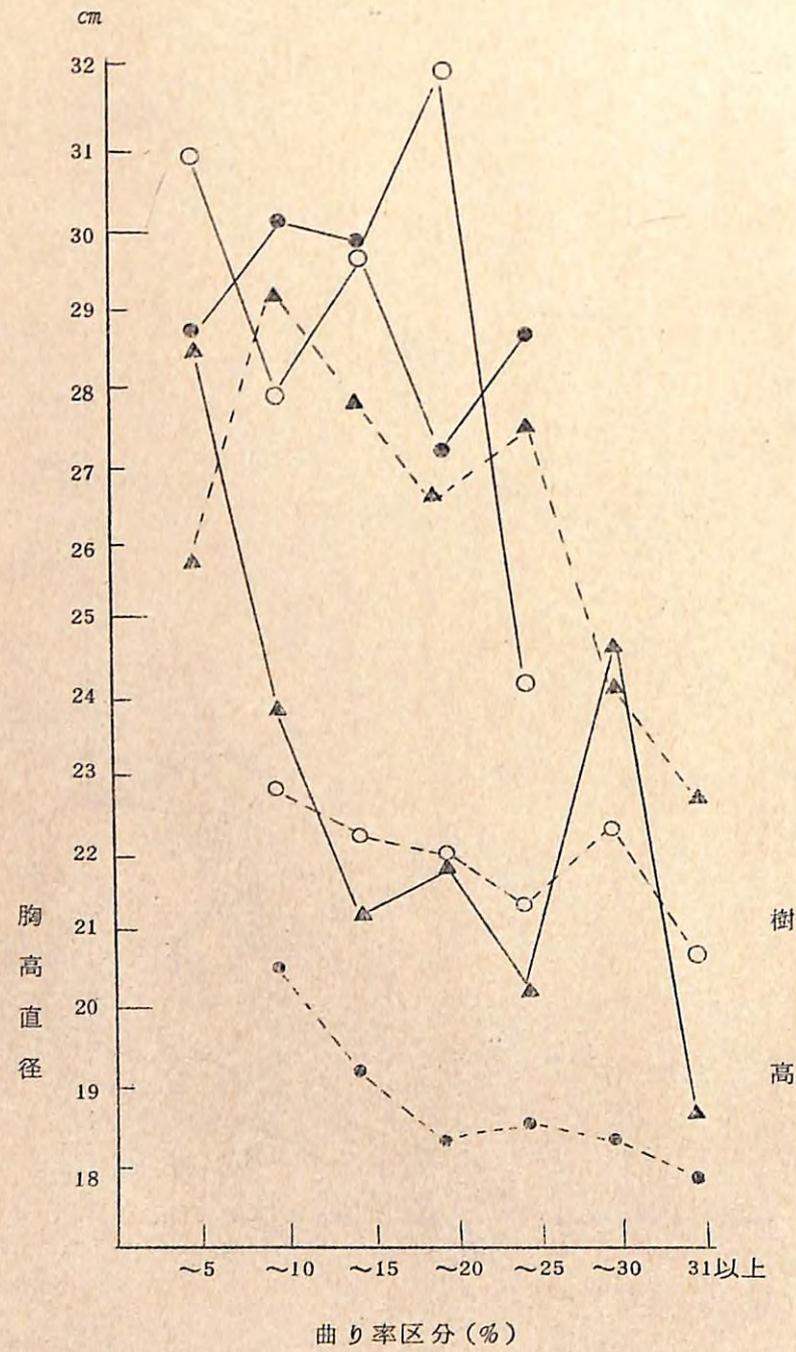
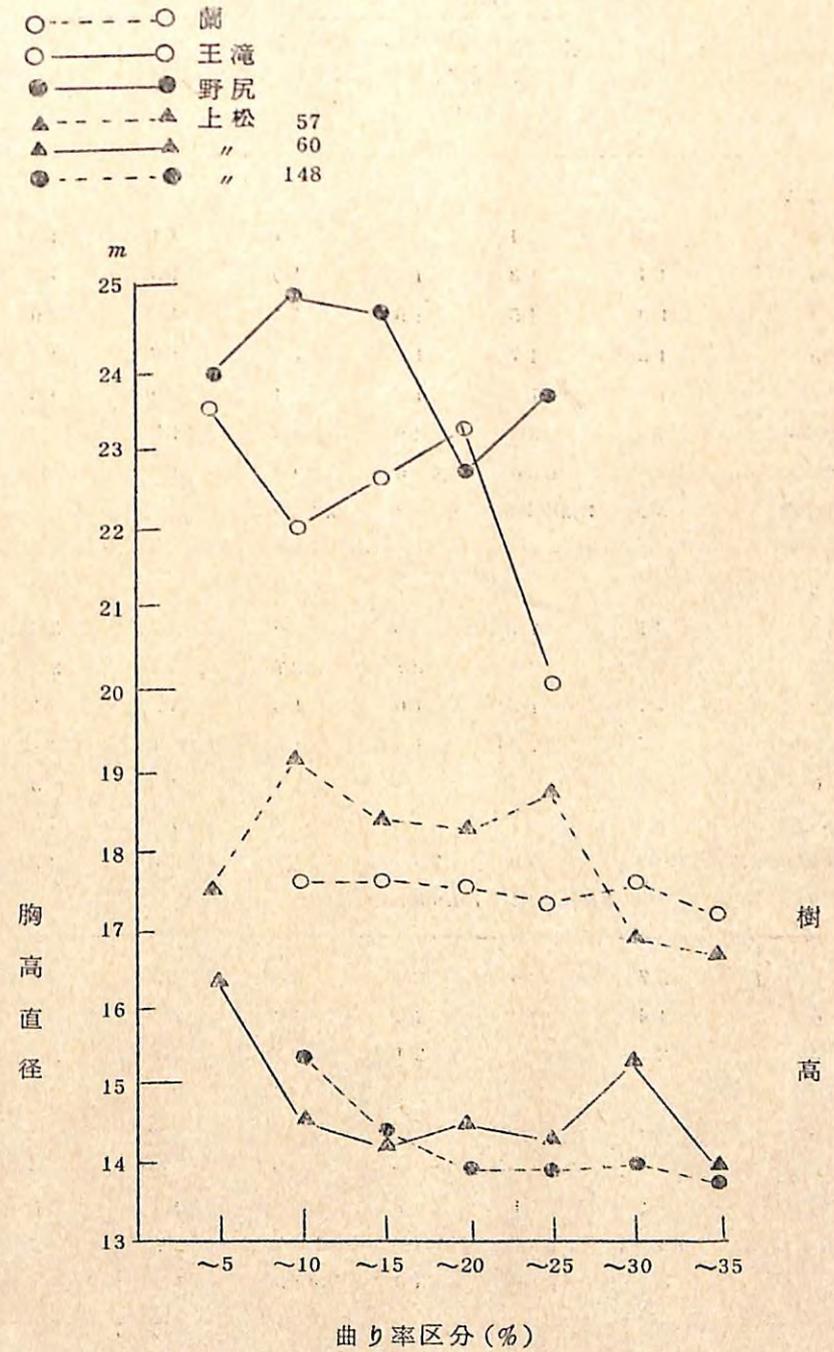


図-2 箇所別,



胸高直径・樹高の曲り率推移

表-3 曲り率別本数歩合, 材積歩合と採材率

材種 区分	曲り率	本数 %	材 積				材 積 歩 合		採材率 C/B
			立 木 ① %	一番丸太の 立木材積 ② %	一番丸太の 素材材積 ③ %	B/A	C/A		
小 丸 太	~ 5%								
	~ 10	4	4	4	4	44	40	91	
	~ 15	11	13	10	10	43	40	92	
	~ 20	14	15	15	14	43	39	89	
	~ 25	15	17	17	18	46	43	93	
	~ 30	14	13	14	14	49	46	93	
	31%以上 計	42	38	40	40	47	43	92	
実 数	100	100	100	100	46	42	92		
中 丸 太	~ 5%	3	6	5	5	28	27	96	
	~ 10	21	27	25	25	29	28	95	
	~ 15	25	28	27	27	30	28	94	
	~ 20	17	15	16	16	33	31	93	
	~ 25	15	12	13	13	34	31	93	
	~ 30	7	5	6	6	36	33	91	
	31%以上 計	12	7	8	8	36	32	90	
実 数	100	100	100	100	31	29	94		
大 丸 太	~ 5%	27	29	29	29	27	27	100	
	~ 10	44	43	42	42	26	26	99	
	~ 15	21	21	21	21	27	27	100	
	~ 20	7	6	7	7	30	28	94	
	~ 25	-	-	-	-	-	-	-	
	~ 30	-	-	-	-	-	-	-	
	31%以上 計	1	1	1	1	40	41	103	
実 数	100	100	100	100	27	27	99		
実 数	82	104.843	28.030	27.803					

箇 所	曲り率%	~5	~10	~15	~20	~25	~30	31以上	計
蘭 111ろ			16	22	20	18	10	14	100
王 滝 19は		28	48	18	3	3			100
野 尻 83い		9	42	33	10	4		2	100
上 松 57ろ		9	20	31	17	13	2	8	100
" 60い		6	8	10	20	19	7	30	100
" 148い			10	19	15	15	14	27	100
計		5	21	22	16	13	8	15	100

(参 考) 一番丸太素材材積による曲り率(%)出現率

箇 所	曲り率%	~5	~10	~15	~20	~25	~30	31以上	計
蘭 111ろ			18	22	21	17	10	12	100
王 滝 19は		32	47	16	3	2			100
野 尻 83い		12	44	33	8	2		1	100
上 松 53ろ		16	21	31	13	13	2	4	100
" 60い		13	17	7	25	15	6	17	100
" 148い			15	23	15	15	12	20	100
計		11	29	25	13	10	8	5	100

立木幹材積に対する一番丸太の皮付材積の歩合は、平均して小丸太46%、中丸太31%、大丸太27%となり、同一材種については曲り率が高くなるにしたがって材積歩合が高く梢殺的な幹型となる傾向がうかがわれる。

一番丸太の皮付材積と素材材積との比率は90%以上で、特に大丸太は99%を占めている。

5) 材種区分ごとの一番丸太素材材積を曲り率順に示すと次表のとおりである。

節その他の欠点により品等は区分されるが、曲り率のみで品等区分をすると点線のようになる。この調査のうち小丸太を除いた素材材積の27%が1等材に該当すると思われる。

材種区分	曲り率 %							計 %	素材材積 m ³
	~5	~10	~15	~20	~25	~30	31以上		
小丸太 (4~13 cm)		4	10	14	18	14	40	100	5.310
中丸太 (14~28)	5	25	27	16	13	6	8	100	70.015
大丸太 (30以上)	29	42	21	7			1	100	27.803
曲り率による等級	1等材	2等材	3等材			4等材			

6) 曲りの高さや方向

曲りの現われる高さは曲り率が小さいほど高所に現われていることは、胸高直径が大きくなるにしたがって曲りが少なくなる傾向を示している。また曲り方向は傾斜など地形、風向などの影響が考えられるが、樹木の根元にたつて峯の方向が70%、下の方向が7%、あとは右か左に曲りの方向が現われた。

3. まとめ

人工林より生産されるヒノキ素材丸太の品等を低くする欠点の最も多いのは、「節」といわれ、つきの欠点として曲りがあげられる。曲りの出現は一番丸太に多いので、曲り率区分と一番丸太との関係を調査した。

一番丸太の占める材積が立木材積に対して中丸太で30%を占めることは、人工林の造材歩止りを75%とすると一番丸太は素材材積の50%を占める。この一番丸太の品質を向上させることは枝打によることであろう。枝打ちによって節の欠点が無くなったあとは、曲りの欠点が残る。曲りの欠点の傾向は前段で述べたようであるが、材種区分の中丸太以外は調査本数が少ないので、曲り率別の傾向はよく表現できなかったと思われる。

間伐の回数・間伐の有無によって曲り率区分の出現歩合に違いがでると思われたが、林分構造の差異が調査地ごとにあるので、この分析はできなかった。

全調査本数について分析した結果、林分内の優勢力の樹木に曲りが少ないことが推察できた。

(原 寿男, 原 光好)

〔IV〕 立木の形質と幹級

1. はじめに

丸太の市場価格は丸太の形質の良否によって決定される。丸太の形質の良否は農林規格で定める曲など丸太の形態と、節、くされなどの欠点のほか、色、年輪巾など丸太の材質から決定される。丸太の形質は遺伝などによる先天的なものと、立地環境、風雪などの気象害、鳥獣害、植物害、人為害など外的原因による後天的なものによって形成され、遺伝などによる先天的な形質不良は森林の取扱い方法によって多少のきょう正は可能であってもその限界は限られている。一方、外的原因による形質不良は森林の取扱いによって改善する余地は大きい。ところで、丸太の形質区分は造材によってはじめて明らかにできるものであって、立木のままで丸太の形質区分を行なうことは困難である。したがって、この報告は、大阪営林局管内国有林に設定されているスギ人工林固定試験地の中から表スギで無雪地帯の代表とみなされる新宮営林署部内白見スギ人工林収穫試験地（以下白見試験地という）と裏スギで多雪地帯の代表とみなされる金沢営林署部内六万山スギ人工林収穫試験地（以下六万山試験地という）について、肉眼的観察による立木の形質別構成と幹級別構成について述べたものである。なお、ここでいう立木の形質とは、立木の形質のうち曲りの大小を主にし、これに外面にあらわれている傷、くされなどの欠点を指し、枝の着生状況などは除外している。

2. 試験地の概況

(1) 白見試験地

表スギの無雪地帯の代表として取り上げた白見試験地は和歌山県新宮市高田町字白見国有林5いに所在する。白見国有林は新宮川の上流約1.2kmの右岸に位置し、その最高峯は926mである。試験地は標高約300m前後の地点にあり、地形は西向きの傾斜約35度の山腹下部斜面で、堆積様式は崩積、土壌型はB_D型褐色森林土、土層の深さは約60cmである。試験地附近の気候を試験地の東南約8kmの新宮観測所（海拔高9m）における観測結果から推定すると、年平均気温は約15℃、生育期間中（4~10月）の平均気温は約20℃、年降水量は約3700mm、生育期間中の降水量は約2600mmで、年降水量に対する生育期間中の降水量の割合は70%である。

(2) 六万山試験地

裏スギで多雪地帯の代表として取り上げた六万山試験地は石川県石川郡白峰村字六万山国有林55へに所在する。六万山国有林は白山（2702m）の前山で、試験地は標高960m前後の地点に位置する。地形は西向きの傾斜約19度の山腹下部斜面で、堆積様式は崩積、土壌

型は B_D 型褐色森林土で、土層の深さは約 40 cm である。試験地附近の気候を試験地の北西約 4 km の白峰村役場（海拔高 480 m）の観測結果から推定すると、年平均気温は約 9℃、生育期間中（5～10月）の平均気温は約 16℃、年降水量は約 3100 mm、積雪深は 300 cm に達する。生育期間中の年降水量は約 1360 mm で、年降水量に対する生育期間中の降水量の割合は 44% である。

3. 試験地の来歴と調査経過

(1) 白見試験地

白見試験地は 1952 年 3 月 4a あたり 3000 本植栽された。前生樹はスギ、モミ、ツガその他広葉樹からなる天然生林である。1953 年 3 月 4a あたり 300 本の補植が行われ、1952 年～1955 年まで毎年 8 月に下刈りを行なっている。1956 年に除伐、1959 年と 1960 年につる切りが行なわれた。試験地の設定は 1962 年 2 月で、その時の林令は 10 年生である。試験地設定後の林分調査は 1967 年 2 月、1972 年 3 月、1976 年 9 月に行なった。間伐は 1967 年、1972 年、1976 年に行なっている。1976 年 9 月現在の林況（林令 25 年生現在）は、4a あたり本数 1630 本、平均樹高 16.0 m、平均直径 20.6 cm、胸高断面積合計 57.0 m²、材積 44.3 m³ である。

(2) 六万山試験地

六万山試験地は 1947 年 7 月 4a あたり 3000 本植栽された。前生樹はブナ、ミズナラ、カエデ類などの天然生広葉樹である。1948 年 7 月に 4a あたり 300 本の補植が行なわれ、1950 年～1955 年まで毎年 1 回下刈りを行なっている。1956 年 9 月つる切り、1957 年 5 月枝払い、1957 年 7 月除伐、1958 年 5 月倒木起しが行なわれた。試験地の設定は 1962 年 8 月で、その時の林令は 15 年生である。試験地設定後の林分調査は 1967 年 8 月、1972 年 9 月、1977 年 10 月に行なった。間伐は 1967 年、1972 年、1977 年に行なっている。1977 年 10 月現在の林況（林令 30 年生現在）は、4a あたり本数 1975 本、平均樹高 11.7 m、平均直径 18.5 cm、胸高断面積合計 58.7 m²、材積 37.2 m³ である。

4. 調査方法

(1) 立木の形質区分

立木の形質区分は肉眼的観察によって曲りの大小を主に、外面に出ている傷、くされなどの欠点の有無によって判定した。その判定基準は次のとおりである。

上 根曲りは小さく（地上 0.6 m 以下）

幹が通直で、外面に欠点のないもの

中 根曲りはやや大きい（地上 0.6～1.2 m）、幹の屈曲は小さく、外面に欠点のないもの

下 根曲りは大きく（地上 1.2 m 以上）、幹が屈曲し、外面に欠点のあるもの、

(2) 幹級区分

寺崎式樹型級区分にしたがった。その幹級わけは次のとおりである。

I 級木 上層林冠を組成し、偏倚の少ない樹冠で、多少の根曲りはみられるが、ほぼ通直、正常な樹幹で、幹に欠点のないもの

II 級木 a 上層林冠を組成し、樹冠および樹幹の発達が強大で、隣接木の生育に支障を与えているもの

II 級木 b 上層林冠を組成するが、樹冠の発達が貧弱で、樹幹が甚だしく細長いもの

II 級木 c 上層林冠を組成し、樹幹は I 級木に準ずるが、樹冠が著しく偏倚しているもの

II 級木 d 上層林冠を組成し、樹幹の大きさは I 級木と同程度であるが、幹形が不良で甚だしく曲ったもの、または分叉したもの

II 級木 e 被害木、病木

III 級木 下層林冠に位置するが、樹冠の被圧少なく、生長を継続しているもの

IV 級木 下層林冠にあって被圧を受け生長が停止状態にあるが、なおまだ生活を継続しているもの

V 級木 枯衰、枯死、倒損木

5. 形質別構成

林令 25 年生現在の白見試験地ならびに林令 30 年生現在の六万山試験地の立木の形質を前述の上、中、下の三階級に区分して、その直径階別ならびに樹高階別の本数、材積を表-1、2にかかげた。

白見試験地の形質別構成は、本数で上が 1630 本中 1455 本を占めその占有率は 89%、中は 1630 本中 145 本でその占有率は 9%、下は 1630 本中 30 本でその占有率は 2% である。各形質の平均直径は上 23 cm、中 20.6 cm、下 18 cm で、上の平均直径に対する中、下の平均直径の指数は中 0.89、下 0.78 である。各形質の平均樹高は上 15.6 m、中 14.3 m、下 12.3 m で、上の平均樹高に対する中、下の平均樹高の指数は中 0.92、下 0.79 である。形質別材積構成は、上が 44.3 m³ 中 40.3 m³ 占めその占有率は 91%、中は 44.3 m³ 中 3.5 m³ でその占有率は 8%、下は 44.3 m³ 中 0.5 m³ でその占有率は 1% である。各形質の平均材積は、上 0.278

表一 1 直径階別形質構成

4aあたりの

直径階 cm	白見試験地						六万山試験地						
	形質区			形質区			形質区			形質区			
	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計	
本数	材積 m ³	本数	材積 m ³	本数	材積 m ³	本数	材積 m ³	本数	材積 m ³	本数	材積 m ³	本数	材積 m ³
8													
10	5	0.2		5	0.2		0.2	10	0.2	40	0.7	50	0.9
12	5	0.2	10	15	0.5	0.3	0.5	10	0.3	115	3.4	125	3.7
14	30	2.1	10	40	2.7		2.7	60	3.4	190	9.2	255	12.9
16	70	7.5	10	80	8.5		8.5	95	7.7	115	8.2	210	15.9
18	145	21.4	30	180	26.2	0.7	26.2	115	12.6	130	14.1	260	28.5
20	265	49.3	30	300	55.5	0.9	55.5	100	14.5	100	14.5	205	29.8
22	235	58.1	15	255	62.7	1.2	62.7	140	25.3	95	17.5	240	43.9
24	250	71.4	20	275	78.5	1.3	78.5	100	24.1	90	20.0	205	48.3
26	215	78.2	5	220	80.2		80.2	55	17.6	60	17.6	115	35.2
28	115	49.0		115	49.0		49.0	30	10.7	10	3.6	60	22.8
30	80	40.2	15	95	47.4	7.2	47.4	60	27.1	35	15.1	115	52.3
32	20	11.9	10	30	17.9	6.0	17.9	40	20.7	10	4.6	60	31.1
34	15	9.6		15	9.6		9.6	30	18.8	5	3.2	45	28.1
36	5	3.8		5	3.8		3.8	5	3.4	5	3.3	15	10.3
38								5	4.0			5	4.0
40													
42								5	4.2			5	4.2
計	1,455	402.9	145	1,630	442.7	4.4	442.7	860	194.6	1,005	135.0	1,975	371.9

12581

表一 2 樹高階別形質構成

4aあたりの

樹高階 cm	白見試験地						六万山試験地						
	形質区			形質区			形質区			形質区			
	上	中	下	計	上	中	下	計	上	中	下	計	
本数	材積 m ³	本数	材積 m ³	本数	材積 m ³	本数	材積 m ³	本数	材積 m ³	本数	材積 m ³	本数	材積 m ³
4													
5													
6													
7													
8													
9	10	0.3	5	15	0.8	0.2	0.4	15	0.7	130	5.9	145	6.6
10	10	0.7		10	0.7		0.7	60	5.1	100	8.1	160	13.2
11	5	0.3		5	0		0	135	14.2	90	9.2	235	24.2
12	35	3.3	10	45	4.4	1.1	4.4	115	21.9	105	18.2	230	41.5
13	95	14.1	15	115	16.5	1.7	16.5	85	18.8	85	18.8	175	38.7
14	210	37.8	40	250	44.3	6.5	44.3	85	22.7	55	16.3	145	40.3
15	320	70.4	30	360	79.0	6.5	79.0	55	17.7	35	11.5	115	36.9
16	330	96.9	10	345	101.8	3.6	101.8	60	27.4	15	5.5	80	35.3
17	240	89.2	10	250	91.7	2.5	91.7	45	22.5	25	12.3	90	45.0
18	110	41.1	10	120	47.9	6.8	47.9	20	12.4	5	3.2	40	23.9
19	65	33.1	5	70	36.0	2.9	36.0	20	13.2			35	22.3
20	25	15.7	5	30	18.8	3.1	18.8						
計	1,455	402.9	145	1,630	442.7	4.4	442.7	860	194.6	1,005	135.0	1,975	371.9

12591

m³, 中0.244 m³, 下0.128 m³で, 上の平均材積に対する中, 下の平均材積の指数は, 中0.88, 下0.46である。

六万山試験地の形質別構成は, 本数で上が1975本中110本でその占有率は6%, 中は1975本中860本でその占有率は43%, 下は1975本中1005本でその占有率は51%である。各形質の平均直径は上26.5 cm, 中22.2 cm, 下18.3 cmで, 上の平均直径に対する中, 下の平均直径の指数は中0.84, 下0.69である。各形質の平均樹高は上15.5 m, 中12.3 m, 下9.9 mで, 上の平均樹高に対する中, 下の平均樹高の指数は中0.78, 下0.64である。形質別材積構成は上が372 m³中42 m³で, その占有率は11%, 中は372 m³中195 m³で, その占有率は53%, 下は372 m³中135 m³で, その占有率は36%である。各形質の平均材積は上0.385 m³, 中0.226 m³, 下0.134 m³で, 上の平均材積に対する中, 下の平均材積の指数は中0.59, 下0.35である。

6. 幹級別構成

寺崎式樹型級区分にしたがって林令25年生現在の白見試験地ならびに六万山試験地の立木を幹級区分し, その直径階別および樹高階別の本数, 材積を表一3~6にかかげた。

白見試験地の各幹級の本数は, I級木が1,630本中785本でその占有率は48%, II級木aは1,630本中30本でその占有率は2%, II級木bは1,630本中265本でその占有率は16%, II級木cは1,630本中30本でその占有率は2%, II級木dは1,630本中50本でその占有率は3%, II級木eは1,630本中5本, III級木は1,630本中280本でその占有率は17%, IV級木は1,630本中180本でその占有率は11%, V級木は1,630本中5本である。各幹級の平均直径は, I級木25.6 cm, II級木a 32.7 cm, II級木b 19.8 cm, II級木c 22.3 cm, II級木d 26.6 cm, II級木e 22.0 cm, III級木19.6 cm, IV級木19.6 cm, V級木20.5 cmで, I級木の平均直径に対する各幹級の平均直径の指数は, II級木a 1.28, II級木b 0.77, II級木c 0.87, II級木d 1.04, II級木e 0.86, III級木0.77, IV級木0.66, V級木0.80である。各幹級の平均樹高は, I級木16.5 m, II級木a 18.8 m, II級木b 15.5 m, II級木c 15.8 m, II級木d 16.8 m, II級木e 15.0 m, III級木14.0 m, IV級木12.6 m, V級木13.5 mで, I級木平均樹高に対する各幹級の平均樹高の指数は, II級木a 1.14, II級木b 0.94, II級木c 0.96, II級木d 1.02, II級木e 0.91, III級木0.85, IV級木0.76, V級木0.94である。各幹級の材積は, I級木が443 m³中271 m³を占めその占有率は61%, II級木aは443 m³中21 m³を占めその占有率は5%, II級木bは443 m³中52 m³でその占有率は12%, II級木cは443 m³中8 m³でその占有率は2%, II級木dは443 m³中

表一3 白見試験地 直径階別幹級構成

直径階 cm	幹 級										区 分		計								
	I		II a		II b		II c		II d		II e			III		IV		V			
	本数	材積	本数	材積	本数	材積	本数	材積	本数	材積	本数	材積		本数	材積	本数	材積	本数	材積		
10		m ³																	m ³	5	0.2
12																				15	0.5
14																				40	2.7
16					5	0.6														80	8.5
18					75	11.8														180	26.2
20	20	3.7			120	22.9		5	1.0											300	55.5
22	135	32.5			65	17.1		15	3.9											255	62.7
24	215	62.7						10	2.9											275	78.5
26	200	70.8																		220	80.2
28	110	46.7																		115	49.0
30	85	42.6																		95	47.4
32	20	11.7																		30	17.9
34																				15	9.6
36																				5	3.8
計	785	270.7	30	20.9	265	52.4	30	7.8		50	19.0	5	1.2	280	48.6	180	21.2	0.9	1,630	442.7	

表一4 白見試験地 樹高階別幹級構成

4aあたり

樹高階 cm	幹 級 区 分																			
	I		II a		II b		II c		II d		II e		III		IV		V		計	
	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³		
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13	5	0.8				5	0.6						5	0.4						
14	50	12.0				45	7.1						105	18.6						
15	130	34.2				100	18.0	20	4.9	10	2.5	5	1.2	75	14.9	20	3.3			
16	240	76.6				70	15.3			15	5.4			15	3.6	5	0.9			
17	190	72.2	10	6.0	30	7.3	5	1.3	5	1.6	5	2.0								
18	105	41.6				10	2.7													
19	55	27.0	5	3.8						10	5.2									
20	10	6.3	15	11.1	5	1.4														
計	785	270.7	30	20.9	265	52.4	30	7.8	50	19.0	5	1.2	280	48.6	180	21.2	5	0.9	1,630	442.3

表一5 六万山試験地 直径階別幹級構成

4aあたり

直径階 cm	幹 級 区 分																			
	I		II a		II b		II c		II d		II e		III		IV		V		計	
	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³	本数	材積 m³		
8																				
10																				
12																				
14	5	0.3																		
16	30	2.5				5	0.4													
18	55	6.1				25	3.2			30	3.5			135	14.2	15	1.5			
20	50	7.5				20	3.2			75	10.6	10	1.4	50	7.1					
22	85	14.7				15	2.9			55	11.2	5	0.6	75	13.6					
24	85	21.6				10	2.6			55	13.4	5	0.8	45	8.9					
26	45	14.3								55	17.0									
28	40	15.4								20	7.4									
30	75	34.7								40	17.6									
32	40	20.5	5	2.9						15	7.7									
34	30	18.3	5	3.2						10	6.6									
36	5	3.6	5	3.4						5	3.3									
38	0	—	5	4.0																
40	0	—																		
42	5	4.2																		
計	550	163.7	20	13.5	75	12.3			360	98.3	110	7.0	630	65.3	200	8.8	30	3.0	1,975	371.9

表一六 六万山試験地 樹高階別幹級構成

4aあたり

樹高階 m	分 区 級																							
	I			II a			II b		II c		II d		II e		III		IV		V		計			
	本数	材積 m ³	材積 m ³	本数	材積 m ³	材積 m ³	本数	材積 m ³	材積 m ³	本数	材積 m ³	材積 m ³	本数	材積 m ³	材積 m ³	本数	材積 m ³	材積 m ³	本数	材積 m ³	材積 m ³	本数	材積 m ³	
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9	40	3.3					10	1.1																
10	50	5.8				20	2.5																	
11	60	9.3				50	7.6																	
12	70	15.2				55	9.1																	
13	50	11.4				65	15.4																	
14	65	19.1				50	15.6																	
15	55	18.1				45	15.5																	
16	60	28.5				20	7.1																	
17	55	26.3	5	4.0		30	14.7																	
18	20	11.0	10	6.3		10	6.6																	
19	25	16.0	5	3.2		5	3.1																	
計	550	163.7	20	13.5	75	12.3	360	98.3	110	7.0	65.3	200	8.8	30	3.0	1,975	371.9							

1.9 m²でその占有率は4%, II級木eは1 m², III級木は4.43 m²中4.9 m²でその占有率は11%, IV級木は4.43 m²中2.1 m²でその占有率は5%, V級木は1 m²である。各幹級の平均材積は, I級木0.344 m³, II級木a 0.696 m³, II級木b 0.198 m³, II級木c 0.260 m³, II級木d 0.381 m³, II級木e 0.234 m³, III級木0.177 m³, IV級木0.115 m³, V級木0.176 m³で, I級木平均材積に対する各幹級の平均材積の指数はII級木a 2.02, II級木b 0.58, II級木c 0.76, II級木d 1.10, II級木e 0.68, III級木0.51, IV級木0.33, V級木0.51である。

六万山試験地の各幹級の本数は, I級木が1975本中550本でその占有率は28%, II級木aは1975本中20本でその占有率は1%, II級木bは1975本中75本でその占有率は4%, II級木dは1975本中360本でその占有率は18%, II級木eは1975本中120本でその占有率は6%, III級木は1975本中630本でその占有率は32%, IV級木は1975本中205本でその占有率は10%, V級木は1975本中30本でその占有率は1%である。各幹級の平均直径は, I級木2.49 cm, II級木a 3.50 cm, II級木b 2.00 cm, II級木d 2.43 cm, II級木e 1.55 cm, III級木1.75 cm, IV級木1.30 cm, V級木1.65 cmで, I級木平均直径に対する各幹級の平均直径の指数は, II級木a 1.61, II級木b 0.80, II級木d 0.98, II級木e 0.62, III級木0.70, IV級木0.52, V級木0.66である。各幹級の平均樹高は, I級木1.36 m, II級木a 1.80 m, II級木b 1.29 m, II級木d 1.34 m, II級木e 7.5 m, III級木9.6 m, IV級木7.3 m, V級木8.5 mで, I級木平均樹高に対する各幹級の指数は, II級木a 1.32, II級木b 0.95, II級木d 0.99, II級木e 0.55, III級木0.71, IV級木0.54, V級木0.63である。各幹級の材積は, I級木が372 m³中164 m³でその占有率は44%, II級木aは372 m³中14 m³でその占有率は4%, II級木bは372 m³中12 m³でその占有率は3%, II級木dは372 m³中98 m³でその占有率は26%, II級木eは372 m³中7 m³でその占有率は2%, III級木は372 m³中65 m³でその占有率は18%, IV級木は372 m³中9 m³でその占有率は2%, V級木は372 m³中3 m³でその占有率は1%である。各幹級の平均材積は, I級木0.298 m³, II級木a 0.675 m³, II級木b 0.164 m³, II級木d 0.273 m³, II級木e 0.064 m³, III級木0.104 m³, IV級木0.044 m³, V級木0.100 m³で, I級木平均材積に対する各幹級の平均材積の指数は, II級木a 2.27, II級木b 0.55, II級木d 0.92, II級木e 0.21, III級木0.35, IV級木0.15, V級木0.34である。

7. 幹級と形質

幹級と形質の関係を表-7にかかげた。

表一七 形質と幹級

4.6あたり

形質区分	区 分																			
	幹 級						区 分													
	I		II a		II b		II c		II d		II e		III		IV		V		計	
本数	材積	本数	材積	本数	材積	本数	材積	本数	材積	本数	材積	本数	材積	本数	材積	本数	材積	本数	材積	
白	775	266.3	30	20.9	250	49.9	30	7.8												
見	10	4.4			10	1.6			45	17.7										
中																				
下					5	0.9			5	1.3	5	1.2								
計	785	270.7	30	20.9		52.4		7.8		19.0		1.2			48.6		21.2		5	0.9
上	85	39.0			10	1.5														
中	465	124.7	20	13.5	50	8.1			50	18.9	15	1.0					1.3		5	0.4
下					15	2.7			310	79.4	95	6.0					7.5		25	2.6
計	550	163.7	20	13.5		12.3			360	98.3	110	7.0					8.8		30	3.0
白																				
見																				
中																				
下																				
計																				
上																				
中																				
下																				
計																				

白見試験地の幹級と形質との関係は、I級木の99%が形質上で1%は形質中である。II級木aは形質上、II級木bは形質上94%、形質中4%、形質下2%、II級木cは形質上、II級木dは形質中90%、形質下10%、II級木eは形質下、III級木は形質上89%、形質中9%、形質下2%、IV級木は形質上64%、形質中31%、形質下5%、V級木は形質上である。

六万山試験地の幹級と形質との関係は、I級木のうち形質上が15%、形質中が85%である。II級木aは形質中、II級木bは形質上13%、形質中67%、形質下20%、II級木dは形質中14%、形質下86%、II級木eは形質中12.5%、形質下87.5%、III級木は形質上3%、形質中37%、形質下60%、IV級木は形質中10%、形質下90%、V級木は形質中12.5%、形質下87.5%である。

8. 総括

紀州沿岸の無雪地帯と北陸の多雪地帯のスギ人工林の曲りを主にした立木の形質ならびに幹級構成を固定試験地の調査結果から述べた。無雪地帯の立木は通直、またはほぼ通直なものが大部分で屈曲木は一部に過ぎない。この屈曲木も間伐によって除去されることにより主伐期には通直な形質上のものが殆んどを占める状態になるが、多雪地帯では雪による根曲り、幹の屈曲は宿命的なものであって、とくに積雪深300cmに達する地域では根曲り、幹の屈曲など形質上の欠陥木の出現は90%以上に達する。ところで、根曲り、幹の屈曲を育林的技術によって通直なものにきょう正することは先づ不可能であるが、根曲り、幹の屈曲も大径木になるにしたがって自然にきょう正されることからみて、根曲り、幹の屈曲きょう正には長伐期大径木生産方式が最適な方法であろうと考えられる。

(上野賢爾, 長谷川敬一)

新しいサンプリング調査法の
データ処理システムの開発

新しいサンプリング調査法のデータ処理システムの開発

I 試験担当者

経営部経営第2科測定研究室長 栗屋仁志

主任研究室 西川 英

(現調査部海外林業調査技術情報室長)

室員 天野正博

北海道支場経営部経営研究室長 真辺 昭

II 試験目的

最近の森林資源の有効利用や公益的機能に対する認識の高まりにより、施業方法が多様化し、そのため複層構造の林分が次第に増加する傾向にあり、またわが国の森林蓄積の相当部分を占める天然林の多くは複層構造をなしている。森林蓄積算定の基礎となる材積表は適用地域の平均的な値を示すもので個々の林分の正確な材積を求めるには標本木を伐倒して求めた実材積を用いる必要がある。

最近立木状態のままに比較的簡単かつ正確に上部直径を測定できる測樹器(デンドロメーターやテレレラスコープなど)が考案され、さらにこれらの器具を用いた新しい調査法として Gro senbaugh によって 3-P (Probability Proportional to Prediction) サンプリングが提案されている。この方法は複層構造の蓄積推定に適しており、かつ正確な林分材積あるいは利用材積の推定が可能と考えられるが、わが国の林分に適した場合どのような問題点が生ずるか不明であった。この報告は現地適用試験によりこの問題点を解明し、従来の調査法に代る効率的な調査方法のシステムとデータ処理方法を開発することを目的と行なったものである。

Gro senbaugh が 3-P サンプリングの方法を提案して以来、その理論構成についていくつかの説が発表されているので、この報告では理論的面からの考案も含めている。

なお、この報告は主として真辺昭と天野正博が取りまとめたものである。

III 試験の経過と得られた成果

1. はじめに

林分の蓄積調査では一般に全数調査は非能率的であり、また経済的にも引き合わない場合が多いので、標準地調査あるいは標本地調査(サンプリング)が用いられている。サンプリングには各種の方法が考えられ、例えば対象地域を固定半径プロット調査あるいはポイントサンプリングによって調べたり、一定本数ごとに標本木を抽出して必要な項目を測定し、最終的に材積表を用いて林分材積を求める方法などがある。

しかし調査木の大きさ、または価格の単木間の変動が大きいと、通常用いられている等確率抽出の方法は効率が悪い。それは総材積または総価格に対する寄与の少ない小径木を大径木と同じウェイトで調べることになるからである。また天然林や択伐林、間伐材などのように林分材積や利用材積を推定するための表が整備されていない森林では、これらの表を作成するだけでも大変な仕事量となる。

こうしたことから Gro senbaugh はもし推定しようとする変数と相関の高い(理想的には比例関係の成立する)補助変数が目測あるいは簡単な測定で単木ごとに求められるなら、この補助変数の大きさに比例する確率で標本木を抽出することによって調査効率を高めようとした。これが 3-P サンプリング(以下 3 P S と略す)である。また 3 P S は標本木の材積を表を用いることなく、デンドロメータのような高精度の測定器によって直接推定し、さらに得られたデンドロメータの複雑な測定値を電算機処理することによって、計算が自動的にかつ効率的に実行できるようになった。

ここでは Gro senbaugh・Loetche らにしたがって、まず調査方法の概要を述べ、続いて我国での応用可能性を検討するとともに、我国の実情に合った形での 3 P S システムを提案する。

2. 3 P S の方法

N 本からなる林木の母集団を考え、 i 番目の木の推定しようとする変数の値を y_i ($i = 1, \dots, N$) とする。サンプリングの目的は、 y_i の母集団総合計 $\sum_{i=1}^N y_i$ を求めることである。ここで y_i に対応して i 番目の木に指定する補助変数の値を x_i とする。 x_i は大きさの変数(size variable)と呼ばれ、 y_i と比例するかまたは高い相関をもっていることが望ましい。

母集団における x_i の最大値 x_{max} より大きい任意の乱数 L をとり、1 から $(L-1)$ までの範囲の乱数を N 個用意する。

3 P S の抽出手続は、 N 本の木を任意の順に巡回して x_i を求め、これを用意した乱数の値と比較する。もし乱数が x_i に等しいか、それより小さければこの木を標準木を選んで y_i を実

測する。そのほかのときは次の木に移る。乱数は木が変わるたびに新しいものを使用し、 x_i の値は記録しておく。

この方法によって n 本の木が選ばれたとすると、これは以下に示す Lahiri の方法で大きさ 1 の標本を非復元で n 個抽出したのと同じになる。Lahiri の方法は、

- 1) $1 \sim N$ の範囲から乱数を 1 つ選び、対応する木の番号 i をきめる。
- 2) $1 \sim L$ の範囲で第 2 の乱数をとり、この値が上できめた i 番目の木の x_i より小さいか等しいときその木の標本とする。
- 3) そのほかの時は i 番目の木を除いた残りの木で、大きさ 1 の標本が得られるまで以上の手続を繰り返す。

この方法で大きさ変数 x_i に比例した確率で標本木が選ばれることは次のようにしてわかる。

ステップ 1) ではどの木の抽出確率も最初の抽出では $1/N$ に等しい。サンプリングでは非復元だから、特定の木が 2 回目の抽出で出てくる条件付確率は $1/(N-1)$ に等しい。したがって i 番目の木が 2 回目の抽出でえられる確率は、 $\sum_{i \neq j} \frac{1}{N} \cdot \frac{1}{N-1} = 1/N$ である。同様に 3 回目の抽出で i 番目の木が選ばれる確率も $1/N$ になる。

次に 1) の操作で i 番目の木が取り出されたとき、その x_i が与えられた乱数より大きくなる確率は x_i/L に等しい。なぜなら、同等な出現確率をもつ $1 \sim L$ までの乱数のうち、 x_i に等しいかそれより小さいものの割合は x_i/L だからである。したがって 1), 2) を通じて、特定の木 i が y_i の測定のために選び出される確率は x_i/NL となる。また 1 つの試行(2 つの乱数を取り出して参照する手続)で抽出がおこなわれないで終る確率は

$$q = \sum_{i=1}^N (1/N) (1 - x_i/L) = 1 - \sum x_i/NL$$

だから、 $p_i = x_i/NL$ とおくと、大きさ 1 の標本の抽出が i 番目の木の選出によって終結する機会は

$$p_i + q p_i + q^2 p_i + \dots + q^{N-1} p_i \propto p_i / (1-q) = x_i / \bar{x}$$

すなわち、母集団の各立木はそれぞれの x_i に正確に比例する確率で抽出される。

この方法母集団の各立木が全部調べられるまで続けると x_i に正確に比例する確率で、独立な大大きさ 1 の標本があるランダムな個数 n 個だけ抽出される。(非復元で)

不偏な推定量

3 P S による林分材積を誘導するため、確率変数 α_i をつぎのように定義する。

$$\alpha_i = \begin{cases} 1 & : \text{確率 } x_i/L \text{ で標本が抽出されたとき。} \\ 0 & : \text{標本が抽出されなかったとき。} \end{cases}$$

i 番目の木に Lahiri の方法が適用されたとすると

$$E(a_i \frac{y_i}{x_i}) = \frac{y_i}{L} \quad \text{ゆえに}$$

$$y_i = LE(a_i \frac{y_i}{x_i})$$

すべての i についてたしあげると、各サンプリングは独立に行われるので

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^N y_i &= \sum_{i=1}^N LE(a_i \frac{y_i}{x_i}) \\ &= L \sum_{i=1}^N (a_i \frac{y_i}{x_i}) = Y_u \end{aligned} \quad (1)$$

となる。(Grosenbaugh はこれを 3 PFIRST と呼んでいる。)なお 3 PS は Y_u を調整しない推定量 (unadjusted estimator) ともいう。

期待標本サイズと分散

3 PS の標本サイズ n は確率変数であって、一意的には定まらない。推定精度と調査費用の見積りには n が直接の関係をもつので、 n の期待値とその分散を知っておかなければならない。

さきの a_i を使うと

$$n = \sum_{i=1}^N a_i$$

また $E(a_i) = \frac{x_i}{L}$ より

$$\begin{aligned} E(n) &= E(\sum_{i=1}^N a_i) = \sum_{i=1}^N [E(a_i)] \\ &= \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{L} \end{aligned} \quad (2)$$

この結果から標本の大きさの期待値は L の選び方と、母集団における大きさ変数の総計 $\sum_{i=1}^N x_i$ によって決定されることがわかる。

つぎに標本サイズ n の分散は、 a_i 間の独立性によって、 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N$ の分散の和に等しくなる。すなわち、 $E(a_i^2) = E(a_i) = \frac{x_i}{L}$ に注目すると

$$\begin{aligned} V(n) &= V(\sum_{i=1}^N a_i^2) = V(\sum_{i=1}^N a_i) \\ &= \sum_{i=1}^N [E(a_i^2) - (E(a_i))^2] \\ &= \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{L} - \sum_{i=1}^N \frac{x_i^2}{L^2} \end{aligned} \quad (3)$$

(3)式を変形すると

$$V(n) = \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{L} - \left\{ \left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2 / \sum_{i=1}^N x_i \right\} / \left\{ L^2 \left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2 \right\}$$

ここで $ne = E(n)$ とおいて

$$6x^2 = \left(\sum_{i=1}^N x_i^2 - N\bar{x}^2 \right) / N$$

を用いると

$$\begin{aligned} V(n) &= ne - ne^2 / N - ne^2 6x^2 / N\bar{x}^2 \\ &= ne - ne^2 (1 + 6x^2 / \bar{x}^2) / N \end{aligned} \quad (4)$$

$$= ne - ne^2 \{ 1 + (C \cdot V \cdot (x))^2 \} / N \quad (5)$$

となって、期待標本サイズの分散式は期待標本サイズそのもので表わせる。Grosenbaugh は (5) を 3 PFIFTH とよんでいる。

偏りのある推定量

3 PS の設計では必要とする推定精度に合わせて期待標本サイズ ne をきめ、これから

$$L = \sum_{i=1}^N x_i / ne$$

として L を求める。したがって (1) は

$$Y_u = \sum_{i=1}^N y_i L / x_i = \left(\sum_{i=1}^N y_i / x_i \right) \left(\sum_{i=1}^N x_i \right) / ne \quad (6)$$

と書ける。

偏りのある推定量は、これに現実にえられた標本サイズ n と期待標本サイズ ne の比をかけて補正したものである。すなわち

$$Y_a = (Y_u) ne / n = \left(\sum_{i=1}^N y_i / x_i \right) \left(\sum_{i=1}^N x_i \right) / n \quad (7)$$

(6) と (7) の違いは分母が ne から n に変わっていることであるが、その他に補助変数の母集団総計 $\sum_{i=1}^N x_i$ が必要なことに注意しなければならない。このように、期待値の代りに現実の n を使い、また標本から得られる追加情報 $\sum_{i=1}^N x_i$ を利用することで精度が向上するのである。

Grosenbaugh は Y_u を調整された推定量 (adjusted estimator) とよび 3 PS EVENTH と表わしている。次に偏りの大きさであるが、Schreuder らは Y_u の期待性を

$$E(Y_a) = \sum_{i=1}^N y_i p_i X / L \quad (8)$$

と表わしている。ここで $X = \sum_{i=1}^N x_i$, $p_i = \sum_{j=1}^N (p_{ij}) / j$ で p_{ij} は大きさ j の標本に立木 i が含まれる確率である。したがって Y_a の偏りは

$$E(Y_a) - \sum_{i=1}^N y_i = \frac{X}{L} \sum_{i=1}^N Y_i (p_i - L/X) \quad (9)$$

となる。 p_i は定数とはなりえないから、明らかに Y_a は偏りをもつ。しかし p_i の計算には、可能なすべての組合せの同時出現確率を求めなければならないので、(9)式による偏りの評価は事実上不可能である。

Y_u の分散と分散推定量

Y_u の分散は Y_u が不偏なことから、 $Y = \sum_{i=1}^N y_i$ とおいて

$$V(Y_u) = E(Y_u)^2 - (Y)^2$$

期待値の計算で用いた確率変数 a_i を使い、 $\pi_i = x_i / L$ とすると

$$\begin{aligned} V(Y_u) &= E \left(\sum_{i=1}^N a_i y_i / \pi_i \right)^2 - Y^2 \\ &= E \left(\sum_{i=1}^N a_i^2 y_i^2 / \pi_i^2 + \sum_{i \neq j} a_i a_j y_i y_j / \pi_i \pi_j \right) - Y^2 \end{aligned}$$

ここで $E(\alpha_i^2) = E(\alpha_i)$ であり、かつ α_i と α_j は独立だから

$$E(\alpha_i \alpha_j) = E(\alpha_i) E(\alpha_j)$$

したがって

$$\begin{aligned} V(Y_u) &= \sum_{i=1}^N \pi_i y_i^2 / \pi_i^2 + \sum_{i=1}^N \pi_i \pi_j y_i y_j / \pi_i \pi_j - Y^2 \\ &= \sum_{i=1}^N y_i^2 / \pi_i + \sum_{i=1}^N y_i y_j - \left(\sum_{i=1}^N y_i^2 + \sum_{i=1}^N y_i y_j \right) \\ &= \sum_{i=1}^N y_i^2 / \pi_i - \sum_{i=1}^N y_i^2 \\ &= \sum_{i=1}^N y_i^2 (1 - \pi_i) / \pi_i \end{aligned}$$

これに、 $\pi_i = x_i / L$ を代入すると

$$V(Y_u) = \sum_{i=1}^N y_i^2 L / x_i - \sum_{i=1}^N y_i^2 \quad (10)$$

となる。

$V(Y_u)$ の不偏な標本推定量は

$$\begin{aligned} v(Y_u) &= \sum_{i=1}^n y_i^2 (1 - \pi_i) / \pi_i^2 \\ &= \sum_{i=1}^n y_i^2 L^2 / x_i^2 - \sum_{i=1}^n y_i^2 L / x_i \quad (11) \end{aligned}$$

である。これが不偏なことは

$$\begin{aligned} E[v(Y_u)] &= E\left[\sum_{i=1}^N \alpha_i y_i^2 (1 - \pi_i) / \pi_i^2 \right] \\ &= \sum_{i=1}^N [E(\alpha_i) Y_i^2 (1 - \pi_i) / \pi_i^2] \\ &= \sum_{i=1}^N \pi_i y_i^2 (1 - \pi_i) / \pi_i^2 = V(Y_u) \end{aligned}$$

で証明される。

Y_a の分散と分散推定量

期待値のところ述べてのと同じ理由で、偏りのある推定量については正確な分散も求められない。このため幾つかの仮定のもとに近似式が導かれている。

確率変数の分散は条件付分散の期待値と条件期待値の分散の和に等しい (Raj) という定理から Y_a の分散は

$$Var(Y_a) = E_n [Var(Y_a | n = n^*)] + Var_n [E(Y_a | n = n^*)] \quad (12)$$

と表わすことができる。ここで $E_n [Var(Y_a | n = n^*)]$ まず標本サイズを特定の値 n^* に固定して Y_a の分散を計算し、そのあと n のとりうるすべての値 ($n = 0, 1, 2, \dots, N$) にわたってそれらの経過を平均するという演算を示している。

$Var_n [E(Y_a | n = n^*)]$ も、標本サイズを n^* に固定して求めた推定値の、 n の異なるすべ

での標本間の分散である。

一定サイズ n^* の繰返し標本で、立木 i をその中に含む標本の出現確率 p^* が x_i に比例すれば、 Y_a のタイプの推定量は不偏である。すなわち $E(Y_a) = Y$ 。3PSでは、異なる大きさのすべての標本を考えたときの無条件確率は x_i に比例するが、一定サイズ n^* の標本への (条件付) 抽出確率は一般に x_i に比例しない。しかしここでは $p_i^* \propto x_i$ と仮定して $Var(Y_a)$ の近似を行なう。そうすると、 $E(Y_a | n = n^*) = Y$ は n^* をどのように選んでも一定になるから、(12式) の右辺の第2項はゼロになる。

次に(13)の右辺第1項の〔 〕内を評価するため、もう一つ復元抽出の仮定を設ける。

これによって

$$Var(Y_a) = E_n \left\{ \left[\sum_{i=1}^N z_i (y_i / z_i - Y)^2 \right] / n \right\}$$

ここで $Z_i = x_i / \sum_{i=1}^N x_i$, $Y = \sum_{i=1}^N y_i$

$n = ne + \epsilon$ として $1/n$ を Taylor 展開すると

$$1/n = (1 - \epsilon/ne + \epsilon^2/ne^2) / ne$$

したがって、 $E(\epsilon) = 0$ により

$$Var(Y_a) \doteq V_1 = \left[\sum_{i=1}^N z_i (Y_i / z_i - Y)^2 / ne \right] [1 + V(n)/ne^2] \quad (13)$$

$V(n)$ は n の分散で(4)または(5)で与えられる。

標本サイズの変動を無視して V_1 の右辺の第2項の〔 〕の中を1とすると

$$V_2 = \left[\sum_{i=1}^N z_i (Y_i / z_i - Y)^2 / ne \right] \quad (14)$$

が得られる。これは復元抽出、固定標本サイズで大きさに比例する抽出確率を用いる場合の分散で、Grosenbaugh の 3PEIGHTH はこの ne を n でおきかえたものである。

同じ仮定のもとでの 3PEIGHTH に対応する標本推定量は

$$v(Y_a) = v_1 = \sum_{i=1}^N (y_i X / x_i - Y_a)^2 / n(n-1) \quad (15)$$

で Grosenbaugh はこれを 3PNINTH と呼んでいる。Schreuder らは抽出率が高いとき、非復元抽出による精度の向上を説明するため、有限補正に類似した係数 $(N - ne) / N$ を使って、近似式

$$V_3 = (V_1)(N - ne) / N \quad (16)$$

と対応する推定量

$$v_2 = (v_1)(N - n) / N \quad (17)$$

を示している。

$Var(Y_a)$ のもう1つの近似方法として、

$$Y_a = (Y_u)(ne/n)$$

から出発してTaylor展開を利用するものがある。この場合の母分散は、

$$Var(Y_a) \doteq V_4 = \sum_{i=1}^N z_i (y_i/z_i - Y)^2 (1 - x_i/L) / ne \quad (18)$$

これを(14)と比較すると、 $(1 - x_i/L)$ はおおまかな有限補正に相当し、非復元抽出での利得を表わしている。 V_4 に相当する推定量は、

$$V_3 = \sum_{i=1}^n (y_i X/x_i - Y_a) (1 - x_i/L) / n(n-1) \quad (19)$$

である。

(18)式から、さらに n の変動性を考慮に入れた近似

$$V_5 = (V_4) [1 + V(n)/ne^2] \quad (20)$$

を考えることもできる。

ここに示した Y_a の母分散とその推定量はいずれも標本サイズを固定した復元抽出の場合。式がもとになっている。しかし復元抽出の仮定は抽出率がごく小さいときしか許されず、また固定標本サイズのときの抽出確率が x_i に比例するという仮定も 3 P S では成立しない。

さて以上述べたように 3 P S には不偏な推定量と偏りのある推定量の 2 つがあって、前者については正確な分散公式とその不偏推定量が知られているが、偏りのある推定量ではそのような一般式を導くことはできない。一方推定精度の点では後者の推定量がはるかに優れているので実用上はいくつかの仮定のもとに分散の近似公式を求めている。次節ではモンテカルロ実験によってこれらの仮定の影響を検討するとともに、近似度を向上させるために用いた補正係数の有効性を確かめることにする。

3. モンテカルロ実験による 3 P S の検討

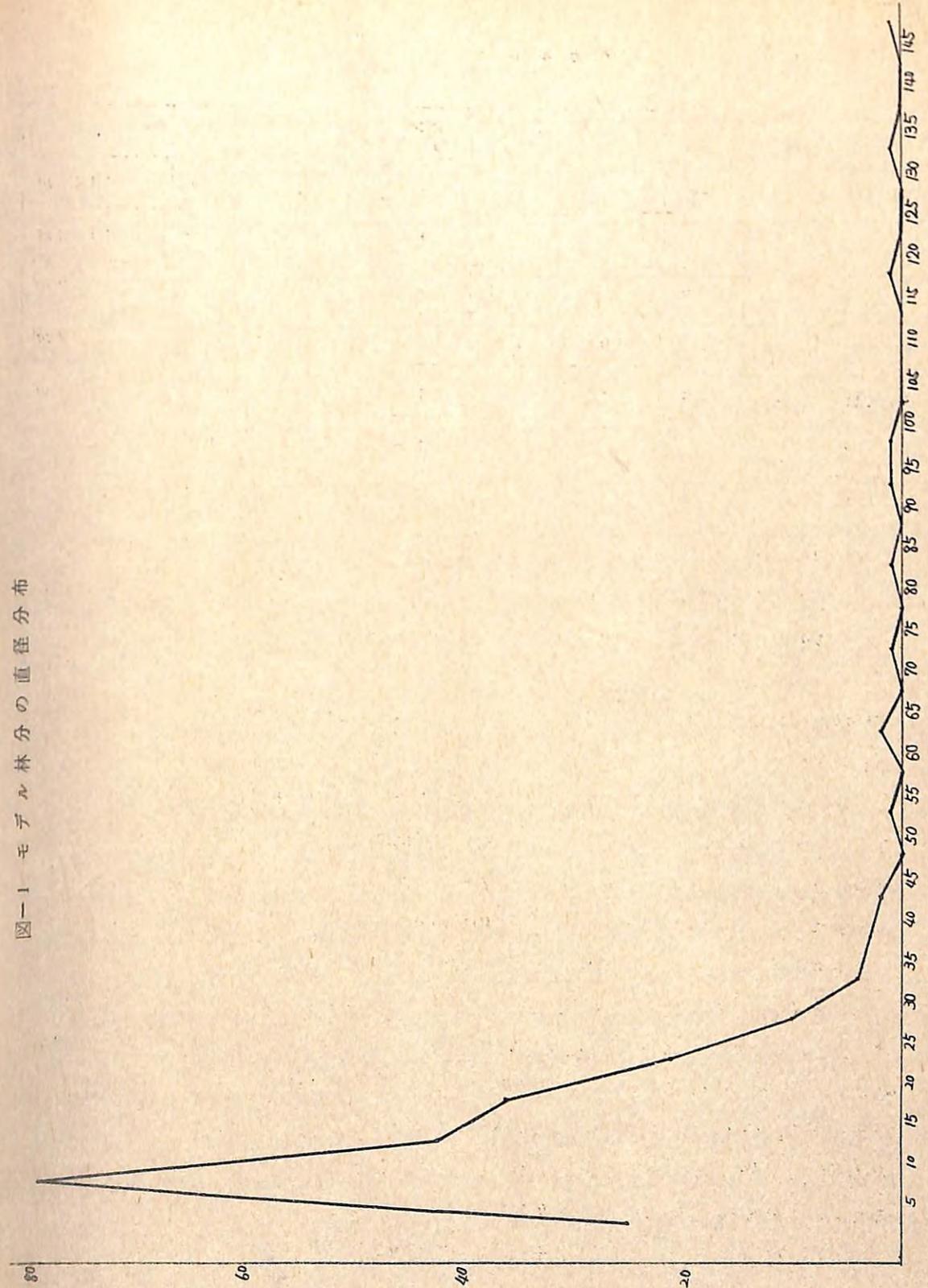
いままであげてきた 3 P S の幾つかの問題点を検討するため、モンテカルロ実験を行なった。これは電算機内にモデル林分を設定し、その林分に対して繰り返し 3 P S を試みることであり、

[表-1] モデル林分の構造

樹種	ブナ, ナラ, ヒメシャラ	胸高直径の平均	1 6.9 1 cm
面積	0.2 2 ha	" 範囲	4 cm ~ 1 4.7 cm
本数	2 3 5 本	林分材積の平均	0.4 9 m ³
林分材積	1 1 5.5 m ³	" 範囲	0.0 3 m ³ ~ 1 7.3 m ³

※ 林分材積は各単木を 2 m 毎に玉伐りすると想定し、その部位の直径をテレレラスコープで読み取り、末口二乗法によって計算した。

図-1-1 モデル林分の直径分布



〔表-2〕 モンテカルロ実験の結果

補助変数	ne	\bar{n}	$V(n)$	サンプル数の範囲	\bar{Y}_u	\bar{Y}_a
目測材積	2.3	3.0	2.97	1 ~ 8	159.7 m^3	114.2 m^3
"	3.3	4.2	3.13	1 ~ 9	147.9 m^3	115.2 m^3
"	4.6	5.5	3.42	1 ~ 11	136.9 m^3	115.2 m^3
胸高直径	9.0	10.8	5.06	6 ~ 16	148.1 m^3	123.2 m^3
胸高直径の二乗	3.3	4.0	3.49	1 ~ 9	141.7 m^3	117.1 m^3
"	4.2	5.1	4.16	1 ~ 11	114.1 m^3	115.5 m^3
"	5.6	6.1	3.37	2 ~ 12	127.5 m^3	116.1 m^3

※ ne = 期待サンプル数 \bar{n} = 実際に抽出されたサンプル数の平均 $V(n)$ = 抽出されたサンプル数の分散 \bar{Y}_u = 調整されない推定値 Y_u の平均 \bar{Y}_a = 調整された推定値 Y_a の平均 Y = 林分材積の実測値 $ba = \text{est.} \{ \text{bias} (Y_a) \} = \left(\sum_{j=1}^K Y_{aj} / K - Y \right)$ $Va = \text{est.} \{ \text{Var} (Y_a) \} = \sum_{j=1}^K (Y_{aj} - Y_a)^2 / (K-1)$ $va = \{ E (v(Y_a)) \} = \sum_{j=1}^K [v_j (Y_a)] / K$

実験的な平均値や分散を計算することによって3PSの推定式の精度を確かめるとともに、通常行っているランダムサンプリングとの比較も行なってみた。

モデル林分は富士山麓の天然広葉樹林を対象とした。その林分構造を〔表-1〕に、直径分布を〔図-1〕に示す。このモデル林分に対し、補助変数や乱数の最大値Lをいろいろ変えて、各々200回づつ3PSを試みた結果が〔表-2〕である。なお補助変数として目測材積、胸高直径および胸高直径の二乗をとった。利用材積との相関係数はそれぞれ0.987, 0.906, 0.954とかなり高いので、どれも補助変数としての資格は充分あると考えられる。

この表で調整しない推定値 Y_u と調整された推定値 Y_a をみると、 Y_a の方が情報量が多いだけに推定精度もかなり高い。 V_u/V_a あるいは Y_u と Y_a の範囲をみると推定値のバラツキも Y_a の方がはるかに小さい。このことから(7)式の ne/n という補正係数は十分その効果を発揮していると云える。分散の推定式については $v(Y_u)$, $v(Y_a)$ ともに近似の程度はそれほどよくない。なお V_u/V_a , Va/Va はそのほとんどが1より大きい、これは期待サンプル数が確率変数であるため、3PSの推定パラメータを θ としたとき

$$\text{Var}(\theta) = \frac{E}{n} \{ \text{Var}(\theta/n) \} + \text{Var} \{ E(\theta/n) \} \quad (21)$$

\bar{Y}_u の範囲	\bar{Y}_a の範囲	bu/Y	ba/Y	V_u/V_a	Va/Va	Vu/Va
31.2 ~ 386.9 m^3	71.7 ~ 163.9 m^3	0.38	-0.01	1.21	0.89	26.41
37.6 ~ 320.0 m^3	77.3 ~ 169.4 m^3	0.28	-0.01	1.37	1.15	19.38
45.7 ~ 278.9 m^3	75.0 ~ 174.3 m^3	0.18	-0.003	1.17	1.33	9.22
23.7 ~ 293.1 m^3	32.4 ~ 219.1 m^3	0.28	0.07	1.31	1.90	2.37
15.8 ~ 333.1 m^3	50.2 ~ 213.8 m^3	0.23	0.01	1.03	1.03	7.0
12.6 ~ 328.2 m^3	48.7 ~ 179.3 m^3	0.25	0.01	0.93	1.43	10.61
42.0 ~ 248.7 m^3	58.3 ~ 162.3 m^3	0.10	0.005	1.07	1.31	5.94

れたサンプル数の分散 \bar{Y}_u = 調整されない推定値 Y_u の平均

$$(Y_a) = \left(\sum_{j=1}^K Y_{aj} / K - Y \right) \quad K = \text{モンテカルロ実験の繰り返し数} (200)$$

$$(Y_a)) = \sum_{j=1}^K [v_j (Y_a)] / K$$

となるので、どうしても3PSの分散推定式はそのパラメータを過大評価してしまうことによる。

実測のために抽出されたサンプル数の \bar{n} を期待サンプル数 ne と比較すると、実際に抽出されたサンプル数の方が、どの場合も推定式を上回る結果となった。これはモンテカルロ実験を行なう際に、サンプル数が0となったときは再度サンプリングをやり直したことも若干影響を与えていると思われるが、それ以外に、モデル林分の性質上こうなったのか、推定式自身に問題があるのか今後検討を要する。またサンプル数の範囲をみるとかなりのバラツキがあるが、サンプル数の少ないとき、 Y_u の推定精度はかなり落ちるが Y_a ではサンプル数が多いときに比してそれ程推定精度は落ちていない。これもさきほどの ne/n という補正係数が有効に作用しているためと考えられる。なお3PSにおける問題点の1つとして、実際に野外調査を行ったとき、サンプル数が0になると林分材積の推定ができないという欠点があげられている。今回の3PSでサンプル数が0となった割合を〔表-3〕に示す。このようにサンプル数が0となる危険性は、期待サンプル数 ue が確率変数である以上常につきまとうので、乱数の最大値Lを設定する際こうしたことも考慮する必要がある。

〔表-3〕 3 P Sにおいてサンプル数が0となった回数

補助変数	n e	サンプル数が0の回数	
		1回目	2回目
目測材積	2.3	11/200	9/200
"	3.3	2/200	3/200
"	4.6	2/200	2/200

※ 3 P Sは200回づつ試行した。

補助変数については目測材積がもっともよいが、胸高直径の二乗のときもそれに劣らない精度で林分材積を推定している。胸高直径を補助変数した場合は前2者に比して精度が悪い。このことから補助変数としての良し悪しは林分材積との相関に比例することが確認できる。

つぎに他のサンプリング方法と3 P Sを比較するために、同じモデル林分に対しランダムサンプリングを行った。その結果は〔表-4〕のようになったが、この林分にたいしては明らかに3 P Sの方が精度も効率も優れている。この理由の一つには、対象林分が多数の小径木の中

〔表-4〕 任意抽出の結果

サンプル数	推定値の平均	標準偏差	推定値の範囲
5	178.1 m ²	342.0	1.7 ~ 1255.5 m ²
10	174.8 m ²	258.0	6.1 ~ 633.3 m ²
15	175.7 m ²	222.4	9.7 ~ 522.0 m ²
20	175.1 m ²	203.4	20.1 ~ 396.4 m ²
25	174.2 m ²	199.1	19.4 ~ 456.9 m ²
30	173.9 m ²	195.0	20.1 ~ 449.1 m ²
35	172.8 m ²	188.8	38.9 ~ 401.0 m ²
40	172.2 m ²	185.5	44.9 ~ 339.2 m ²
45	165.9 m ²	179.3	42.1 ~ 337.9 m ²
50	165.4 m ²	178.1	68.5 ~ 343.9 m ²
100	148.9 m ²	155.5	74.3 ~ 225.1 m ²

※ 各サンプル数について200回づつランダムサンプリングを行なった結果である。

に大径木が点在するという林分構造であり、それに対し単木を単位とした任意抽出をすると、大径木が標本木として抽出されたときはどうしても過大評価になってしまうことが考えられる。したがってこのような林分に対してはプロットサンプリングを行えばもう少し精度の良い結果が得られると思われる。ただしこの場合でも天然林ではかなりの本数の材積測定が必要であると考えられるので、僅か5本程度のサンプル木を選ぶだけで効率よく林分材積の推定ができる3 P Sの方が有利であろう。

4. 3 P S手順とそのデータ処理

試験的に我国の森林に3 P Sを適用した経験から、Grosenbaughの3 P Sを簡易化した形での3 P S手順とそのデータ処理方法について提案する。なおここでは林分材積の推定を目的とし、補助変数として目測材積の使用を前提としている。実際に3 P Sを試みるときは、随時他のものをこの両者にあてても、手順や処理形態は同じである。提案するシステムの概略は以下のようなものである。

- 1) 乱数表の作成
- 2) テレレラスコープによる現地調査
- 3) データ集計
- 4) 電算機によるデータ処理

なお必要とする器具はテレレラスコープと携帯用の電卓である。

○乱数表の作成

任意抽出や系統的抽出のようにあらかじめ標本数を決めてサンプリングを行なうのとは異なり、3 P Sでは実際に現地調査をしなければ標本数が掴めない。しかし調査計画はある程度立てる必要があるため、3 P S理論の中でふれた(2)式を用いて期待サンプル数を推定する

〔図-2〕 乱数表作成のための入力様式例

I 10		I 10		I 10		I 10	
乱数の初期値	乱数の最大値	最大と思われる目測値	乱数の最大値	必要とする乱数			

※ 乱数の初期値は1~32767の間の任意の整数
 ※ 必要とする乱数は想定される立木本数より大きな数とする。

[図-3] 乱 数 表

***** ランスウ

ランスウ ノ カズ = 250 サイダイスイテイチ = 147

1 = 8	2 = -1	3 = 71	4 = 0	5 = 126
11 = 78	12 = 20	13 = 31	14 = -1	15 = 14
21 = -1	22 = 48	23 = 72	24 = 2	25 = 41
31 = 111	32 = 115	33 = 124	34 = -1	35 = 14
41 = 54	42 = 105	43 = 97	44 = 74	45 = 8
51 = 75	52 = 11	53 = 66	54 = -1	55 = 46
61 = 24	62 = 79	63 = 24	64 = 74	65 = 10
71 = 81	72 = 30	73 = 147	74 = 8	75 = -1
81 = 72	82 = 2	83 = 64	84 = -1	85 = 33
91 = 71	92 = 0	93 = 92	94 = 59	95 = 136
101 = 98	102 = 77	103 = 18	104 = 5	105 = 57
111 = 124	112 = -1	113 = 13	114 = 97	115 = 74
121 = 33	122 = -1	123 = 43	124 = 45	125 = 55
131 = 11	132 = 50	133 = 83	134 = 35	135 = 0
141 = 7	142 = 118	143 = 134	144 = -1	145 = 54
151 = 140	152 = -1	153 = 76	154 = 16	155 = -1
161 = 30	162 = 141	163 = -1	164 = 82	165 = 31
171 = 122	172 = 145	173 = 4	174 = 22	175 = 55
181 = 63	182 = -1	183 = 19	184 = 17	185 = -1
191 = 44	192 = 49	193 = 81	194 = 29	195 = 133
201 = -1	202 = 27	203 = 114	204 = 123	205 = 147
211 = 140	212 = -1	213 = 75	214 = 13	215 = 94
221 = -1	222 = 60	223 = 140	224 = -1	225 = 77
231 = 15	232 = -1	233 = 13	234 = 111	235 = 115
241 = -1	242 = 25	243 = 90	244 = 54	245 = 105

* チユウイ* -1 ノ ランスウ ニ タイオウスル サンプルボク ハ ソクテイ

ヒヨウ*****

ランスウ ノ サイダイチ = 200

6 = -1	7 = 20	8 = 35	9 = 1	0 = 98
16 = 129	17 = -1	18 = 32	19 = -1	10 = 33
26 = 34	27 = -1	28 = 62	29 = -1	20 = 13
36 = 116	37 = 127	38 = -1	39 = 25	30 = 90
46 = -1	47 = 52	48 = 95	49 = 70	40 = -1
56 = 59	57 = 137	58 = -1	59 = 63	50 = -1
66 = 26	67 = 93	68 = 63	69 = -1	60 = 25
76 = 28	77 = 121	78 = 143	79 = 2	70 = -1
86 = -1	87 = 56	88 = 120	89 = 139	80 = -1
96 = -1	97 = 59	98 = 134	99 = -1	90 = 52
106 = 123	107 = -1	108 = 9	109 = 13	100 = 115
116 = 8	117 = -1	118 = 47	119 = 64	110 = -1
126 = 113	127 = 120	128 = 140	129 = -1	120 = 75
136 = 104	137 = 94	138 = 65	139 = -1	130 = 36
146 = 104	147 = 95	148 = 68	149 = -1	140 = 60
156 = 35	157 = -1	158 = 74	159 = 10	150 = 40
166 = -1	167 = 25	168 = 90	169 = 55	160 = 114
176 = 115	177 = 125	178 = -1	179 = 17	170 = -1
186 = 75	187 = 11	188 = 53	189 = 101	180 = 86
196 = -1	197 = 47	198 = 68	199 = -1	190 = 64
206 = 7	207 = -1	208 = 8	209 = -1	200 = 60
216 = 65	217 = -1	218 = 40	219 = 29	210 = 136
226 = 18	227 = 13	228 = 101	229 = 84	220 = 38
236 = 124	237 = -1	238 = 14	239 = 116	230 = 127
246 = 97	247 = 74	248 = 8	249 = -1	240 = 52

シナイ

必要がある。したがって調査担当者はまずおおまかな目安として調査対象林分の材積 X を推定するとともに、最大と思われる木の目測材積 X_{max} とおおざっぱな立木本数 N_{max} を知っておく必要がある。つぎに望ましいと思われる期待サンプル数 ne を決めると、乱数の最大値 L は

$$L = X/ne$$

で与えられる。但し $L > X_{max}$ でなければならない。このようにして L が決まれば、現地調査に必要な乱数表は〔図-2〕,〔図-3〕のような入出力様式で得られる。

○テレレラスコープによる現地調査

Grosenbaugh はデンドロメータによる材積測定を行なっているが、我国は地形が急峻であるため、器械の設定、移動に手間のかかるデンドロメータよりはテレレラスコープの方が実用的であると判断した。

さて、現地調査としては、まず調査対象林分の各立木をある順序で目測を行ない、その目測値が乱数より大きいと等しければその木をテレレラスコープで実測し、再び次の木の目測に移る。テレレラスコープによる利用材積の測定の仕方は、立木を一定長の丸太に区切りその上部直径をテレレラスコープで読み取り算出するが、測すべき上部直径の高さをテレレラスコープの仰角に換算するために簡単な電卓がある。

このようにして現地調査を行なうが、そのとき野帳の記載要領を〔図-4〕に示す。

〔図-4〕 野帳の記載要領

目測推定値野帖

番号	樹種	乱数	目測値	備考	番号	樹種	乱数	目測値	備考
1	ブナ	3	4.5		11				
2					12				
3					13				
4					14				
5					15				
6					16				
7					17				

実測値野帖

番号	乱数			目測値		総材積			備考	
高さ	上部直径	材積	品質	備考	高さ	上部直径	材積	品質	備考	
2.0					2.2.0					
4.0					2.4.0					
6.0					2.6.0					
8.0					2.8.0					
10.0					3.0.0					

○データの集計

3 P S によって得られたデータを電算機で処理する前に入力データ量を少量化するため、各測定された丸太別のデータを単木毎の利用材積として集計する。末口二乗法を例とすると、 D_{ij} が i 番目の標本木の j 番目の丸太で K 番丸太までとれるとし、 l を丸太の長さとするれば、

$$i \text{ 番目の丸太の利用材積} = \left\{ \sum_{j=1}^K D_{ij}^2 \right\} \times l$$

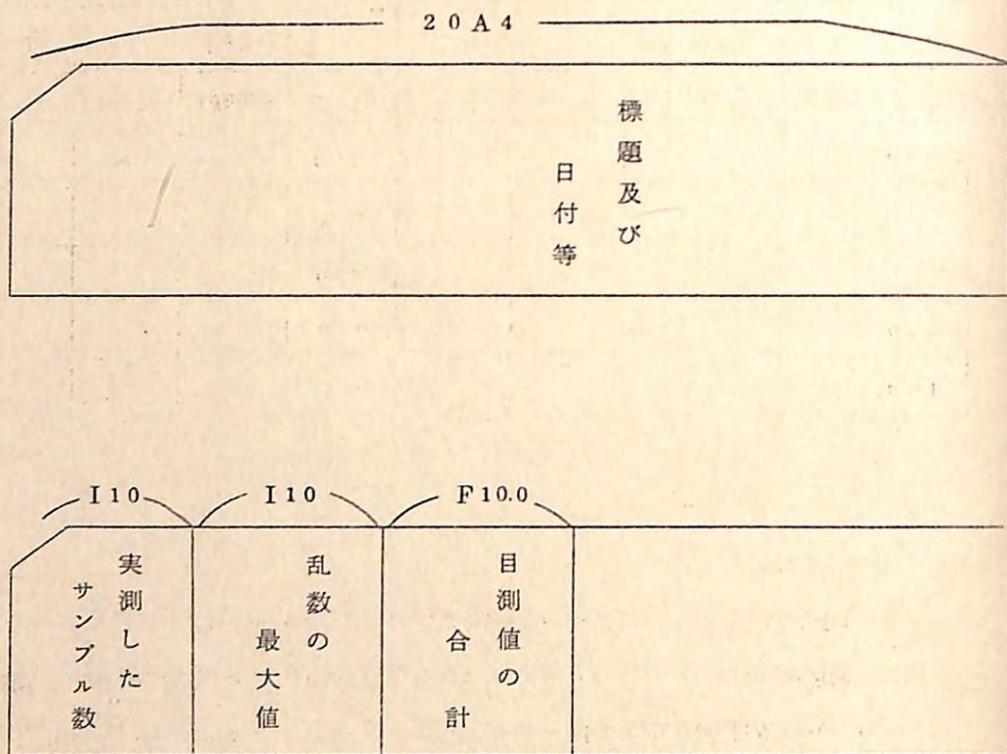
となる。またこれとは別に全目測値の合計 X を計算しておく。

○電算機によるデータ処理

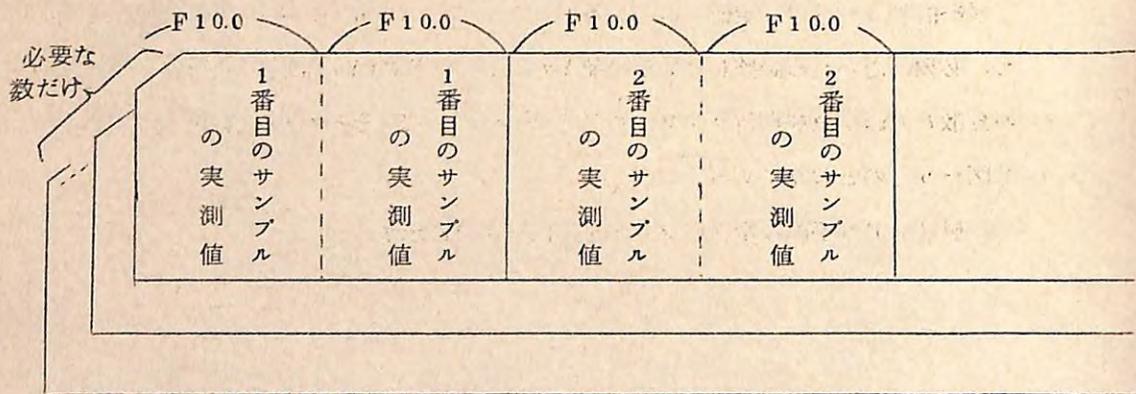
最終的に 3 P S の推定値を計算するわけだが、Grosenbaugh のとりあげた推定値のうち、必要と思われる調整しない推定値 Y_u 、その分散 $v(Y_u)$ 、調整された推定値 Y_a 、その分散 $v(Y_a)$ 及び期待サンプル数 $E(n)$ を計算する。その入力と出力の様式は〔図-5〕,〔図-6〕のとおりである。

最後に 3 P S 手順の全体のフローを〔図-7〕に示す。

〔図-5〕 3PSのデータ処理のための入力様式



※ 乱数の最大値は乱数表作成のときと同じもの



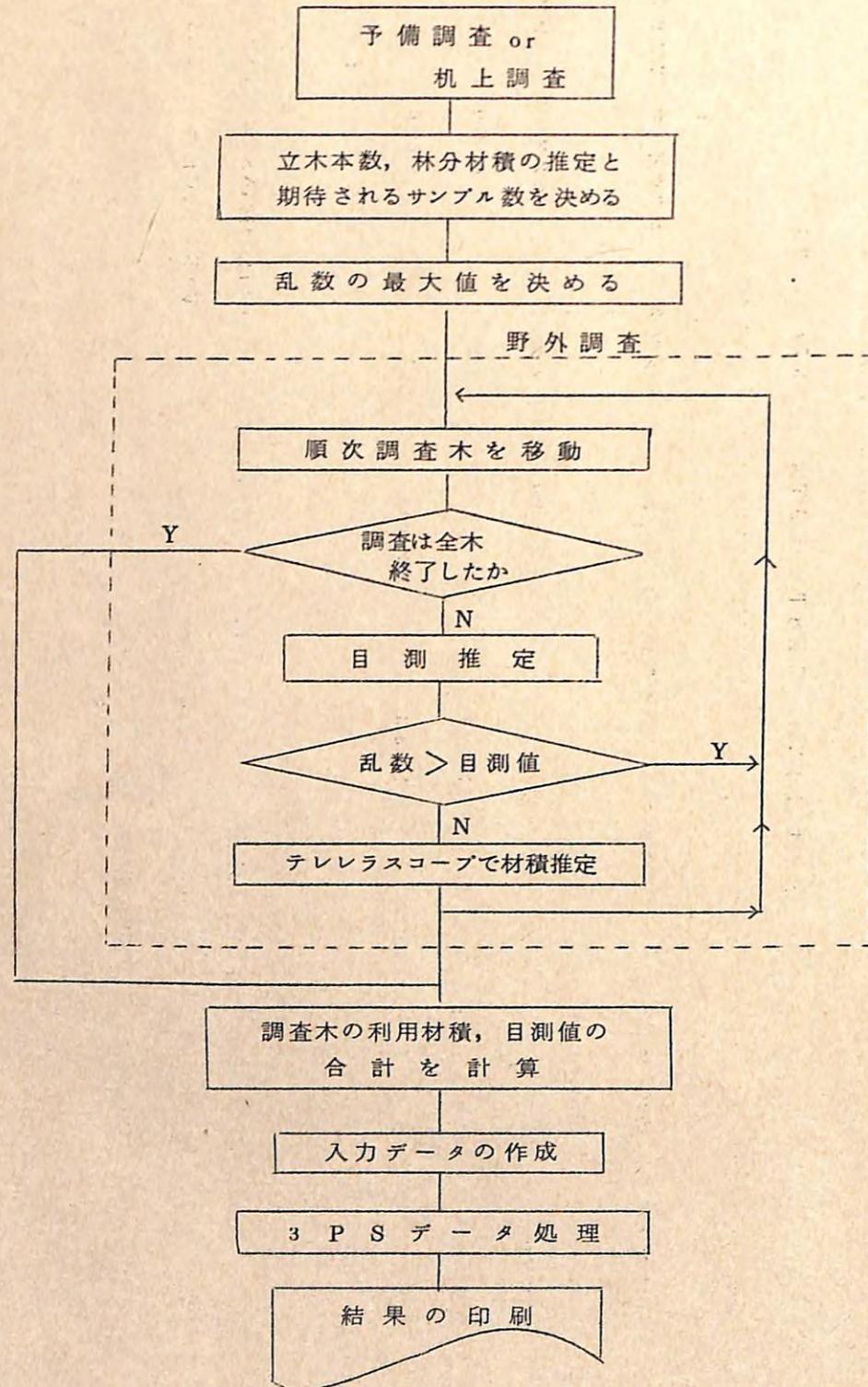
※ 1枚のカードに4組のデータをパンチする。

〔図-6〕 3PSデータ処理の出力様式

3-P SAMPLING TEST DATA 1978. 7. 20

サンプル / カズ = 8	ランスク / サイダイチ = 50	モクソク / コウケイ = 229.70		
モクソクチ	ジツソクチ	モクソクチ	ジツソクチ	ジツソクチ
10.00	3.36	30.00	16.11	0.70
0.14	0.06	30.00	17.33	24.00
				0.27
				10.00
				1.211
				1.000
				4.55
				6.12
UNADJUSTED ESTIMATE MEANS = 192.331		ADJUSTED ESTIMATE MEANS = 110.446		
VARIANCE = 3188.375		VARIANCE = 59.391		
ESTIMATED SAMPLE NO. = 4594				

〔図-7〕 3 P S の流れ図



5. ま と め

3 P S の理論及びその推定式の検討を行なったが、ここで改めて 3 P S の特徴をあげると、つぎの 3 点に要約される。

- 1) 補助変数に比例した標本抽出
- 2) 高精度の器械による材積測定
- 3) 電算機によるデータ処理

1) については今回目測材積と胸高直径を用いたが、どちらも測定が容易であり、とくに目測は林業において慣習的に多用されており、それなりの技術を有した者も多いので、2) の上部直径の測定可能な器械に結びつけられれば、林業の特性をうまくいかしたサンプリングが可能であろう。また 2) は材積表を必要としないことを意味しており、そういった点から、我国の森林調査でも有効に活用できる分野がある。3) についてはこの報告でも一応電算機を利用したが 3 P S で使われる程度の乱数や推定式の算出には廉価な電卓でも十分計算可能である。

なおここで新しい森林調査法として 3 P S をとりあげてきたが、森林調査にあたって全てに万能であるような調査法というのは存在せず、対象とする森林の構造や調査目的の相異に応じて、調査方法も柔軟に変えていくことが必要であり、そのためにも今後種々の調査方法を森林に適用していく努力が必要であろう。

引 用 文 献

- 1) Hans T. Schreudrr : 3 - P Sampling and Some Alternatives, I. Forest Science, vol 14, PP 429-453, 1969
- 2) L. R. Grosenbaugh : Three - Pee Sampling Theory and program THRP' for computer generation of selection criteria, U. S. For. Sew. Res. Paper PSW - 21, 1 - 53, 1965
- 3) G. P. Patil, E. C. Pielou, W. E. Waters Ed. : Statistical Ecology vol. 2, Pennsylvania State Univ. Press, 1971
- 4) Des Raj : Sampling Theory, McGraw-Hill, 1968
- 5) 鈴木太七・久田直弘 : Grosenbaugh の 3 P 法について, 88 回日林講 PP 95 - 96

ブナ丸太の防虫・防菌

ブナ丸太の防虫・防菌

I 試験担当者

保護部 樹病科長	青島清雄
" 菌類研究室	林 康夫・小林 正
" 林業薬剤第1研究室	川崎俊郎*
" 昆虫第2研究室	野淵 輝・竹谷昭彦**・遠田暢男
東北支場保護部樹病研究室	佐保春芳・横沢良憲・庄司次男
" 昆虫研究室	故(木村重義)・滝沢幸雄・山家敏雄・五十嵐正俊

II 試験目的

1960年、丸太保護研究班は「ブナ丸太の防虫防菌に関する研究」の結果、防菌剤としてPCP 2%乳剤、防虫剤としてBHC 1%の m あたり1.8 l 1回散布によってほぼ2ヶ月間効果が持続することを明らかにした。この防除法は国有林および民間において広く用いられてきたが、近年の農薬規制によってPCP、BHCに代る有効にして毒性のない新たな薬剤の開発が必要となった。この報告は昭和47～53年にわたり、総計23薬剤について、それぞれ濃度別、施用法別に効果判定を行なった成果である。薬剤も年を追うに従って追加し、有効と思われ、しかも低毒性の薬物はほとんど試験の対象となった。

III 試験方法

1. 供試材 ブナ生丸太 長さ1 m (47・48年), 60 cm (49～52年)
2. 供試薬剤 供試薬剤と濃度は年度によって異なり、表に示すとおりである。
3. 薬剤散布方法 各試験区にA列, B列をとり, 1薬剤1本(52年度のみ3本)と無処理木3本を無作意にとり, 伐倒玉切直後に手動散布器により m あたり200 ccとしてむらなく散布した。ベースト剤は“はけ”で木口面にむらなく塗布した。

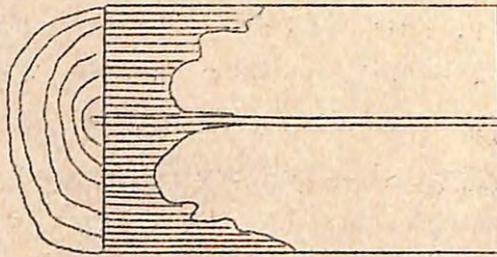
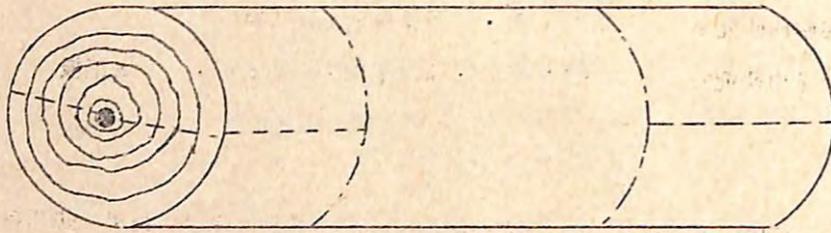
* 現 社団法人 林業薬剤協会

** 現 林業試験場九州支場昆虫研究室

4. 調査方法

防虫効果：各丸太について、上面・下面・木口面について穿入孔数を調べ穿孔虫の生死を調査した。樹皮下だけで辺材に達していない穿入孔は、材部への影響がないので観察だけに止めた。

防菌効果：第1図のように、丸太の中央で元口側と未口側に2分し、さらに中心部で天地に縦断する。元口側と未口側のそれぞれについて、木口面からの変色をトレンシングペーパーに写図する。



第1図 試験材の切断と写図の方法

変色量は、変色面積/偽心部を除く直径をもって算出した値で表示する。

A列は散布しておおよそ1ヶ月後の第1回調査に供試。

B列は散布しておおよそ2ヶ月後の第2回調査に供試した。

IV 試験結果

1. 昭和47年度試験結果

(1) 試験地

第I試験地 青森営林局田山営林署八幡平国有林14林班は小班 供試材長60cm

第II試験地 青森営林局田山営林署切通国有林86林班い小班 供試材長100cm

(2) 試験区と林況

試験区の配列は第2図のとおりで第I・第II試験地とも

I区 沢沿いの低地

II区 上木が疎開し、陽光が多い

III区 I・II区の中間的立地

である。

(3) 供試薬剤

第1表のとおり11薬剤を供試した。

(4) 薬剤散布月日

第I試験地 昭和47年6月7日

第II試験地 昭和47年8月9日

(5) 調査月日

第I試験地 A列 昭和47年7月11日 薬剤散布34日後

B列 昭和47年8月8日 薬剤散布62日後

第II試験地 昭和47年9月25日 薬剤散布47日後

(6) 試験結果

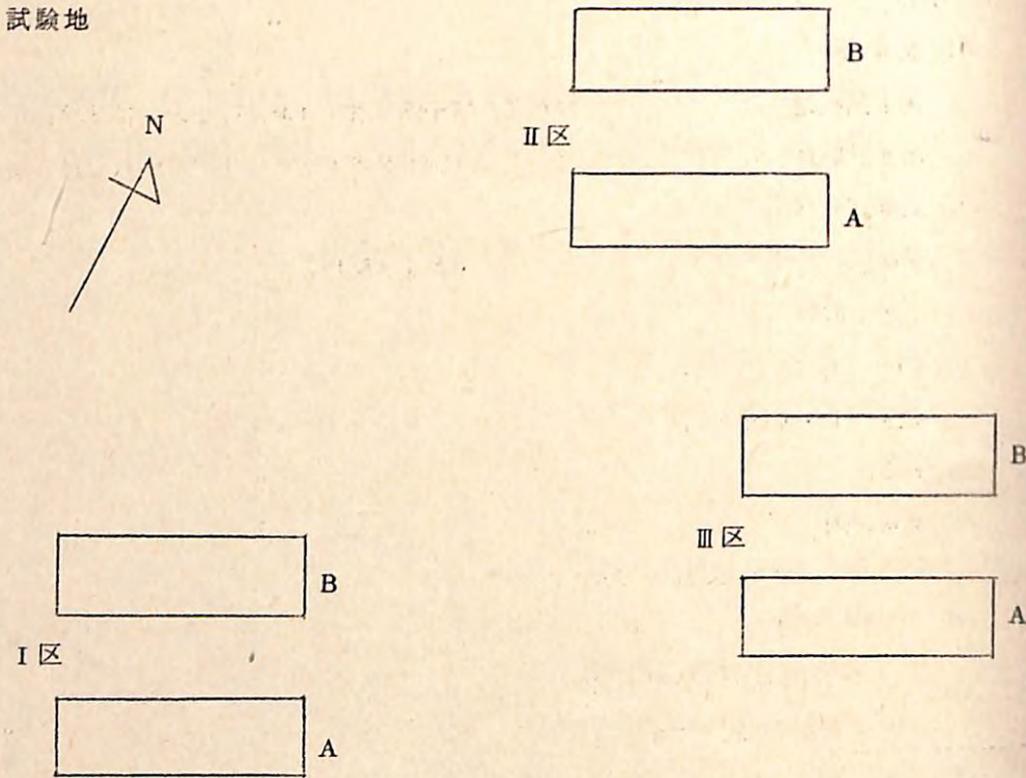
A. 防菌試験

社団法人林業薬剤協会傘下の製薬会社から提供された11種の薬剤について、それぞれ濃度をかえて試験をおこなった。

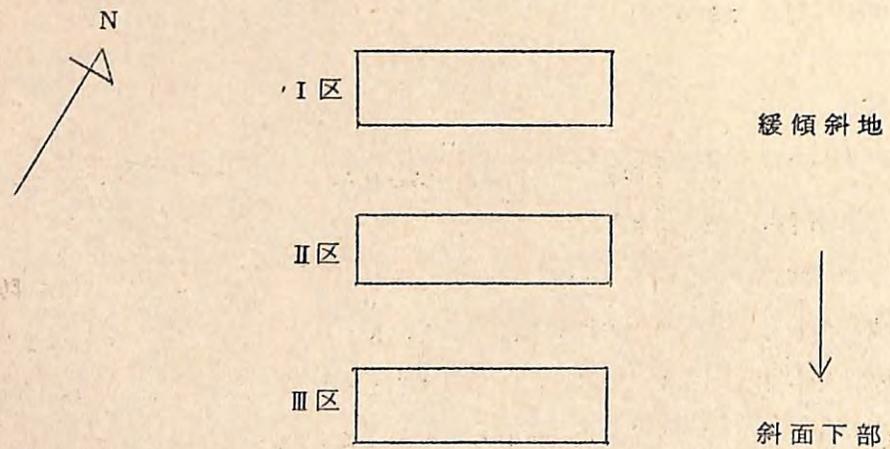
第I試験地では、第2表のように6月に散布して1ヶ月間は供試した各薬剤とも顕著な防菌効果を示した。しかしながら2ヶ月間を経過すると、KF-1501とN-210-Aの2区で比較的良好な効果を示すものの、全区を平均すると安定した防菌効果とは云えず、そのほかの薬剤に至っては効果はまったく失われると云ってよい。

第II試験地は1薬剤1濃度とし、8月に散布して約50日後の防菌効果を調べた。第3表のようにフェインケムDL-101Bが良い効果を示し、次いでフェインケムMM-20

第1試験地



第2試験地



第1表 防虫防菌剤試験供試薬剤一覧表

№	薬剤名	剤型	倍数
1 ○	T-72130	乳	10
2	ファインケムMM-10	"	10
3 ○	" -20	"	20
4	ファインケムDL-101A	"	10
5 ○	" -101B	"	20
6	N-210-A	"	20
7 ○	N-210-B	"	40
8	N-211-A	"	20
9 ○	N-211-B	"	40
10 ○	KF-1501	水和	10
11 ○	スミバークEA	乳	10
12 ○	無処理		
13 ○	"		
14 ○	"		
15 ○	対照薬剤 1	水和	10
16	" 2	乳	2
17 ○	" 3	水和	10
18 ○	" 4	乳	10

○印は第II試験地供試薬剤

がよい。第I試験地で比較的良かったKF-1501は、やゝおちるが第3位に、ついてN-211-Bがよい。KF-1501は両試験地で比較的高い防菌効果を示し、1ヶ月の防菌効果は顕著なものがある。

第2表 第I試験地防菌試験結果

上段 第1回調査
下段 第2回調査

薬 剤 名	変色面積/直径			変色面積/直径			変色面積/直径			全区 平均
	1 区			2 区			3 区			
	S	N	平均	S	N	平均	S	N	平均	
T - 7 2 1 3 0	3.30 23.4	2.57 12.7	2.90 18.1	2.52 21.1	3.37 22.3	2.94 21.7	2.98 19.7	1.48 21.2	2.23 20.5	2.7 20.1
ファインケム MM-10	4.17 21.9	5.53 13.7	4.85 17.8	3.36 21.7	3.82 21.7	3.59 21.7	2.97 17.2	2.89 17.2	2.93 17.2	3.7 18.9
" -20	1.86 9.8	2.62 18.6	2.24 14.2	1.84 25.7	2.19 22.3	2.02 24.0	2.22 20.3	1.94 18.3	2.08 19.3	2.0 19.2
ファインケムDL-101A	3.05 13.1	3.95 19.1	3.50 16.1	3.01 21.9	3.83 13.2	3.42 17.6	2.68 14.1	1.88 9.6	2.28 11.9	3.0 15.2
" -101B	1.35 21.0	2.01 20.9	1.68 21.0	2.64 25.5	3.47 20.2	3.06 22.9	1.30 20.2	1.54 23.2	1.42 21.7	2.0 21.9
N - 2 1 0 - A	3.39 11.4	4.65 11.6	4.02 11.5	4.07 3.7	4.77 11.4	4.42 7.6	9.29 18.2	4.31 8.7	6.80 13.5	5.0 10.9
N - 2 1 0 - B	4.13 14.6	5.19 13.9	4.66 14.3	0.66 26.2	0.57 20.8	0.62 23.5	4.78 20.1	3.62 12.4	4.20 16.8	3.2 18.0
N - 2 1 1 - A	3.88 13.0	4.23 12.2	4.06 12.6	1.12 24.4	3.13 15.9	2.13 20.2	3.97 13.4	3.21 10.0	3.59 11.7	3.3 14.8
N - 2 1 1 - B	6.67 18.8	3.94 19.5	5.31 19.2	0.78 18.2	0.76 19.6	0.77 18.9	3.60 17.1	2.85 16.3	3.23 16.7	3.1 18.3
K F - 1 5 0 1	0.74 9.4	0.48 11.4	0.61 10.4	0.41 8.4	0.41 4.7	0.41 6.6	0.78 7.9	2.01 20.1	1.39 14.0	0.8 10.3
スミバーク E A	4.69 14.8	2.59 18.5	3.64 16.7	3.68 7.8	3.65 14.9	3.67 11.4	1.96 11.6	3.14 11.5	2.55 11.6	3.3 13.2
無 処 理	2.53 21.4	1.62 21.4	2.08 21.4	1.32 23.4	1.57 22.5	1.45 23.0	1.32 17.6	2.75 22.2	2.04 19.9	1.9 21.4
"	1.71 17.3	2.98 22.0	2.35 19.7	1.34 19.8	1.42 28.0	1.38 23.9	0.62 18.4	0.45 12.3	0.54 15.4	1.4 19.7
"	1.32 14.8	1.93 8.4	1.63 11.6	0.95 29.3	0.48 30.5	0.72 29.9	2.92 26.5	1.46 21.2	2.19 23.9	1.5 21.8
対 照 薬 剤 1	0.55 19.4	1.18 4.6	0.87 12.0	0.45 5.5	0.61 22.7	0.53 14.1	0.34 13.0	0.12 13.1	0.23 13.1	0.5 13.1
" 2	2.64 12.2	2.69 16.6	2.67 14.4	4.39 25.0	5.74 22.7	5.01 23.9	4.47 19.7	2.61 20.5	3.54 20.1	2.5 19.5
" 3	0.47 24.1	0.41 25.0	0.44 24.6	1.17 10.6	0.39 24.7	0.78 17.7	0.58 7.5	0.86 7.0	0.72 7.3	0.6 16.5
" 4	1.24 12.6	0.60 14.0	0.92 13.0	2.05 8.1	1.57 8.9	1.81 8.5	0.89 15.0	0.48 12.0	0.69 13.5	1.1 11.7

第3表 第II試験地防菌試験結果

薬 剤 名	変色面積/直径			変色面積/直径			変色面積/直径			全区 平均
	1 区			2 区			3 区			
	S	N	平均	S	N	平均	S	N	平均	
T - 7 2 1 3 0	12.34	9.12	10.7	8.40	6.64	7.52	8.3	8.9	8.6	8.9
ファインケム MM-20	5.44	3.16	4.3	10.9	7.03	8.97	6.1	7.9	7.0	6.7
ファインケムDL-101B	1.94	6.92	4.4	3.3	5.0	4.15	5.4	8.8	7.1	5.2
N - 2 1 0 - B	13.23	6.53	9.9	6.7	7.9	7.3	10.79	10.68	10.7	9.3
N - 2 1 1 - B	5.54	8.13	6.8	10.9	7.6	9.3	6.3	8.9	7.6	7.9
K F - 1 5 0 1	6.54	4.08	5.3	9.3	13.9	11.6	7.5	5.5	6.5	7.8
スミバーク E A	7.86	16.7	12.3	9.8	8.1	8.9	9.7	11.5	10.6	10.6
無 処 理	14.8	9.9	12.4	13.3	10.4	11.8	23.3	23.2	23.3	15.9
"	2.6	6.9	4.8	9.6	7.86	8.8	12.6	23.4	18.0	10.5
"	5.1	13.5	9.3	12.2	17.5	14.9	3.5	11.9	7.7	10.6
対 照 薬 剤 1	6.0	3.3	4.7	10.6	12.3	11.5	3.2	1.7	2.5	3.6
" 3	1.2	2.08	1.6	3.7	5.4	4.5	5.6	9.3	7.5	4.6
" 4	6.6	6.45	6.6	5.9	3.9	4.9	2.3	3.9	3.1	4.8

B. 防虫試験

第I試験地で用いた薬剤の防虫成分と防虫効果は第4表に示した。防虫成分は散布時の希釈された濃度で現わした。材部の穿孔孔内に虫体が認められないもの、死亡虫の発見されたものを“穿孔中止または死虫数”とした。これらは虫が穿孔しても材が生育に不適であるため脱出したものか、薬剤の影響により死亡したものと想像される。側面から穿孔し樹皮の中で穿孔を中止する場合は認められたが、辺材に達していないものは直接丸太に影響がないので穿孔中止に含めず省略した。穿孔の初期、丸太の新しい間に木口からの穿孔が認められ、これを木口穿孔孔数で現わした。これらの孔道は5~6mmと浅く、木口か

第4表 47年度第I試験地防虫効果総括表

上段 1ヶ月後
下段 2ヶ月後

薬 剂 名	防虫剤成分	生 存 虫 数		穿入中止または死虫数		木口穿入 孔 数
		実 数	1 m ² 当り	実 数	1 m ² 当り	
T - 7 / 2 1 3 0	MPP 1.0%	0		0		0
ファインケム MM-10	MPP 1.0%	0		0		0
ファインケム -20	MPP 0.5%	0		0		0
ファインケムDL-101A	MPP 1.0%	0		0		0
" -101B	MPP 0.5%	0		0		0
N - 2 1 0 - A	PAP 1.0%	0		0		0
N - 2 1 0 - B	PAP 0.5%	0		0	0.6	0
N - 2 1 1 - A	PAP 1.0%	0		0		0
N - 2 1 1 - B	PAP 0.5%	0		0		0
K F - 1 5 0 1	MEP 2.0%	0		0		0
スミパーク E A	MEP 1.0% EDB 1.0%	0		1	0.8	0
無 処 理	0	0		0		0
"	0	7	5.2	0		0
"	0	1	0.6	0		0
"	0	2	1.3	0		0
対 照 薬 剤 1	0	0		0		0
" 2	MEP 1.0% EDB 1.0%	0		0	0.5	0
" 3	DEP 20%	0		0		0
" 4	DEP 2.0%	0		0	2.0	0
"	0	1	0.5	4		0

ら腐朽菌が内部に蔓延すると繁殖に適しなくなるため、成虫が死亡したり、脱出したりする。このようなことから、初期の腐朽菌の進入を促進することがあっても、直接材への影響は無いが参考までに掲げた。

丸太設置後の異常低温の影響を受け虫の穿入孔数が全体に少なく、無処理丸太への寄生が低密度で、処理木との対比が困難であるが、DEP 2.0%を含んだ対照薬剤4の2ヶ月後を除き、防虫剤で処理した丸太には生存虫が認められなかった。

第I試験地がこのような結果であったので、2ヶ月後の調査後直ちに第II試験地を設定した。この試験に用いた薬剤と防虫剤成分ならびに1ヶ月半後の効果は第5表に示した。時期的に穿孔した虫はナガキクイムシ類であったが、やはり無処理丸太への寄生が低かっ

第5表 47年度第II試験地防虫効果総括表

(1.5ヶ月後)

薬 剂 名	防虫剤成分	生 存 虫 数		穿入中止または死虫数		木口穿入 孔 数
		実 数	1 m ² 当り	実 数	1 m ² 当り	
T - 7 2 1 3 0	MPP 1.0%	0		0		0
ファインケム MM-20	MPP 0.5%	0		0		0
ファインケムDL-101B	MPP 0.5%	0		0		0
N - 2 1 0 - B	PAP 0.5%	0		0		0
N - 2 1 1 - B	PAP 0.5%	0		0		0
K F - 1 5 0 1	MEP 2.0%	0		0		0
スミパーク E A	MEP 1.0% EDB 1.0%	0		0		0
無 処 理	0	0		2	0.9	0
"	0	4	1.7	0		0
"	0	0		0		0
対 照 薬 剤 1	0	0		1	0.5	0
" 3	DEP 2.0%	0		1	0.4	0
" 4	DEP 2.0%	1	0.5	2	0.9	0

た。DEP 2.0%を含んだ対照薬剤を除く防虫剤を含んだ薬剤では生存虫がいなかった。

両試験地共に穿孔虫が少なく、これらのデータからは薬剤の種類、濃度について論ずることは危険であり、十分な成果は得られなかった。

2. 昭和48年度試験結果

(1) 試験地

青森営林局雫石営林署管内

(2) 試験区と林況

I区 傾斜地の中腹、標高600mの土地。

II区 沢沿いの低地、湿潤地。

III区 尾根筋、乾燥気味の土地。

IV区 貯木場の露地、陽光多く乾燥地。

V区 沢沿いの低地、比較的湿潤地。第2回調査は防虫試験のみ実施。

VI区 傾斜地の中腹。第2回調査は防虫試験のみ実施。

(3) 供試薬剤

第6表のとおり15薬剤を供試した。

(4) 薬剤散布月日

I区 } 昭和48年6月12日
II区 }

III区 } 昭和48年6月13日
IV区 }

V区 } 昭和48年7月18日
VI区 }

(5) 調査月日

I区 } A列 昭和48年7月17日、薬剤散布35日後

II区 } B列 昭和48年8月21日、薬剤散布70日後

III区 } A列 昭和48年7月18日、薬剤散布35日後

IV区 } B列 昭和48年8月22日、薬剤散布70日後

V区 } A列 昭和48年8月22日、薬剤散布35日後

VI区 } B列 昭和48年9月25日、薬剤散布69日後

第6表 供試薬剤一覧表

No.	薬剤名	剤形	倍数
1	HI-6421	乳	20
2	HI-6422	"	20
3	T-7.5 バイエタン乳剤	"	100
4	"	"	200
5	C W P	水和	20
6	T-7316	乳	10
7	スミバークEA	"	10
8	対象薬剤-7 KF-1501	水和	10
9	対象薬剤-8	"	10
10	"-9	"	10
11	"-10	乳	10
12	"-11	"	5
13	"-12	水和	10
14	"-13	"	10
15	"-14	"	10

(6) 試験結果

A. 防菌試験

47年度の試験で比較的よい効果を示したKF-1501(CPA50%, MEP20%)と魚毒性の少ないラウゾール(ペンタクロルフェニルラウレート)を含んだHI-6421・HI-6422・スミバークEA・対象薬剤10・同11, クレオソート系化合物を含んだCWP・T-7316, CPA(ペンタクロルフェニルアセテート)を含んだ対象薬剤8・9・12・13・14によって試験を行なった。

第7表 防菌試験結果

薬剂名	変色面積/直径			変色面積/直径			変色面積/直径		
	I 区			II 区			III 区		
	S	N	平均	S	N	平均	S	N	平均
HI-6421	5.04 16.66	8.05 13.55	6.55 15.11	6.36 5.91	7.48 5.37	6.92 5.64	2.18 24.00	2.14 19.46	2.16 21.73
HI-6422	5.57 20.34	4.12 21.24	4.85 20.79	5.49 7.09	3.42 4.97	4.46 6.03	3.06 23.25	2.75 23.16	2.91 23.21
T-7.5バイエタン 乳剂(100)	9.53 13.51	4.30 5.08	6.92 9.29	5.03 6.45	0.90 5.69	2.97 6.07	2.87 22.26	4.35 21.67	3.61 21.96
T-7.5バイエタン 乳剂(200)	4.07 24.33	5.07 22.75	4.57 23.54	9.79 6.98	7.07 6.22	8.43 6.60	3.29 18.76	2.87 14.23	3.08 16.49
C W P	2.81 5.39	2.82 5.00	2.82 5.45	3.84 4.53	3.79 4.63	3.82 4.58	2.79 27.92	2.57 25.96	2.68 26.94
T-7316	4.79 15.29	4.19 14.96	4.49 15.13	2.40 9.61	7.32 5.13	4.86 7.39	4.58 27.54	5.79 26.10	5.19 26.82
スミパークEA	4.86 19.58	8.08 24.96	6.47 22.27	4.01 4.65	3.89 5.92	3.95 5.28	1.45 24.28	1.61 23.63	1.53 23.95
対象薬剂 7 KF-1501	3.29 8.88	3.00 8.94	3.15 8.91	3.19 6.50	3.52 2.33	3.35 4.41	0.45 7.46	0.64 7.60	0.55 7.53
対象薬剂 8	3.66 15.81	3.72 9.53	3.69 12.67	3.20 7.61	3.95 5.46	3.58 6.53	1.15 21.76	2.57 19.26	1.86 20.51
" 9	1.38 18.66	1.87 20.52	1.37 19.59	1.33 0.38	0.15 3.71	0.74 5.05	1.57 22.50	0.81 24.20	1.19 23.35
" 10	3.93 16.10	3.66 12.72	3.79 14.41	7.10 10.71	2.61 7.16	4.86 8.94	1.96 26.6	2.23 23.74	2.09 25.15
" 11	6.94 16.04	6.78 17.36	6.86 16.70	1.44 8.48	5.49 7.54	3.47 8.01	1.69 8.00	3.96 13.47	2.83 10.73
" 12	3.82 15.01	3.28 15.20	3.55 15.10	4.01 3.35	4.58 3.65	4.29 3.50	2.06 9.36	2.15 17.70	2.11 13.53
" 13	4.41 15.87	3.92 15.33	4.17 15.60	6.76 5.88	5.36 4.15	6.06 5.01	5.63 8.85	2.30 2.80	3.97 5.82
" 14	5.00 18.82	3.25 16.63	4.13 17.72	2.86 7.89	2.61 6.76	2.74 7.32	2.61 20.00	2.72 9.15	2.67 14.57
無処理 I	8.58 16.62	8.36 16.87	8.47 16.75	8.85 7.18	8.58 5.06	8.72 6.12	6.29 25.40	6.23 26.73	6.26 26.06
" II	5.17 23.13	5.34 19.16	5.26 21.15	5.67 9.66	5.86 8.76	5.77 9.21	6.75 28.30	6.71 27.70	6.73 28.00
" III	8.11 22.57	8.93 19.86	8.52 21.22	6.30 8.48	7.59 5.65	6.95 7.06	6.92 28.50	6.52 27.50	6.72 28.00

上段 第1回調査
下段 第2回調査

変色面積/直径			I~IV区 平均	変色面積/直径			変色面積/直径			V~VI区 平均
IV 区				V 区			VI 区			
E	W	平均	S	N	平均	S	N	平均		
3.46 28.00	3.64 29.00	3.55 28.54	4.79 17.75	7.85	5.66	6.75	11.20	11.33	11.26	9.01
1.13 30.00	3.04 30.00	2.09 30.00	3.58 20.00	8.49	7.48	7.98	8.17	7.32	7.74	7.86
1.34 30.00	1.59 30.00	1.47 30.00	3.74 16.83	7.77	7.76	7.76	11.86	5.38	8.62	8.19
4.96 30.00	0.93 30.00	2.95 30.00	4.76 19.15	9.20	6.50	7.85	5.29	7.42	6.35	7.10
3.69 30.00	5.17 30.00	4.43 30.00	3.44 16.74	3.10	2.97	3.03	8.41	4.50	6.45	4.74
1.95 25.71	3.92 25.19	2.94 25.45	4.37 18.69	9.88	5.10	7.49	7.26	13.72	10.49	8.99
6.71 30.00	9.27 30.00	7.99 30.00	4.99 20.37	8.44	5.65	7.05	9.48	6.17	7.82	7.43
3.05 30.00	4.15 30.00	3.60 30.00	2.66 12.71	7.61	4.71	6.16	8.15	8.46	8.30	7.23
1.64 25.58	2.80 23.52	2.22 24.55	2.84 16.06	2.99	2.80	2.89	13.70	6.65	10.18	6.53
0.19 26.87	2.21 27.50	1.20 27.18	1.13 19.79	2.14	1.80	1.97	8.79	10.89	9.84	5.91
2.29 20.30	7.70 19.86	4.99 20.00	3.93 17.12	8.34	7.14	7.74	10.32	7.97	9.14	8.44
6.63 30.00	2.07 30.00	4.35 30.00	4.37 16.36	6.62	4.58	5.60	10.46	9.74	10.10	7.85
2.52 21.78	2.81 20.00	2.67 20.89	3.16 13.25	4.46	2.65	3.55	11.96	10.55	11.25	7.40
1.43 30.00	4.41 30.00	2.92 30.00	4.28 14.10	4.67	4.24	4.45	10.35	8.15	9.25	6.85
6.69 15.60	3.10 22.83	4.89 19.21	3.16 14.70	4.53	2.86	3.69	7.68	8.32	8.00	5.85
5.83 30.00	5.89 30.00	5.86 30.00	7.33 19.73	7.04	3.92	5.48	6.44	5.45	5.94	5.71
7.40 30.00	8.68 30.00	8.04 30.00	6.45 22.09	7.35	3.82	5.58	8.69	5.48	7.08	6.33
6.45 30.00	8.19 30.00	7.32 30.00	7.38 21.57	7.38	5.55	6.47	14.94	11.41	13.18	9.82

結果は第7表のI~IV区の平均からみられるように、CPAを含んだ対象薬剤9・7・8は1ヶ月間の防菌は顕著で、2ヶ月間でも7・8薬剤は供試した他の薬剤より効果があった。ラウゾールを含んだ薬剤は1ヶ月間は効果が認められるが、2ヶ月間になると極端に効果が減少する。クレオソート系化合物を含んだ薬剤もこれと同様の傾向である。

KF-1501は前年・今年度と顕著な防菌効果を示し、また主成分においてこれとか

第8表 48年度防虫効果総括表

(上段 1ヶ月後
下段 2ヶ月後)

薬剤名	防虫剤成分	生存虫数		穿入中止または死虫数		木口穿入 孔数
		実数	1㎡当り	実数	1㎡当り	
HI-6421	CVMP 0.5%	53	17.3	18	5.9	17
		46	14.6	37	11.7	
HI-6422	MPP 0.5%	1	0.3	15	4.2	09
		16	4.8	10	3.0	
T-7.5 乳剤 (100)	MPP 0.5% EDB 0.15%	0	0	0	0	00
		9	2.9	11	3.5	
T-7.5 乳剤 (200)	MPP 0.25% EDB 0.075%	1	0.4	2	0.8	00
		12	4.0	4	1.3	
C W P	0	8	2.5	2	0.6	43 24
		41	14.1	31	10.7	
T-7316	MPP 0.5%	5	1.7	14	4.8	00
		5	2.1	11	4.7	
スミバークEA	MEP 1.5% EDB 1.0%	0	0	15	5.0	01
		2	0.8	33	12.3	
対象薬剤7 KF-1501	MEP 2.0%	3	1.0	5	1.7	02
		0	0	21	6.6	
対象薬剤8	MEP 2.0%	0	0	3	1.1	01
		9	2.8	18	5.6	
" 9	MEP 2.0%	13	4.2	11	3.5	00
		12	3.8	11	3.5	
" 10	MEP 2.0%	0	0	9	2.7	13
		2	0.6	23	6.9	
" 11	MEP 2.0%	2	0.8	9	3.4	41
		5	1.7	31	10.5	
" 12	MEP 1.0%	11	3.5	0	0	02
		30	8.8	10	2.9	
" 13	PAP 1.0%	6	1.8	5	1.5	62
		12	3.7	9	2.8	
" 14	MEP 1.0%	2	0.7	6	2.1	012
		15	4.5	9	2.7	
無処理	0	107	12.3	8	1.3	42 6.9
		187	21.2	14	0.6	

わらない対象薬剤8・9も防菌効果が高い。

しかしながら、この試験後にCPA剤は動物に対する慢性毒性の検査が済んでいないことが判明し、その検査の結果によっては実用化が不可能となるため新たな観点から有効な防菌剤を見出さなければならない。

B. 防虫試験

使用薬剤の防虫剤成分と防虫効果は第8表に示した。1ヶ月後のCVMP 0.5%の効果は無処理丸太より悪かったが、他の薬剤ではいずれも無処理よりは穿入孔数が少なかった。MPP 0.25~0.5%+EDB 0.075~0.15%はMPP 0.5~1.0%単体より効果があるように見受けられた。

MEP 1.0~2.0%では1㎡当り生存虫数が0~1.0頭であった。MEP 1.5%+EDB 1.0%は完全に防虫効果があった。PAP 1.0%では効果が若干落ちた。

2ヶ月後の薬剤処理丸太はいずれも無処理丸太より生存虫数が少なかった。MEP 2%は1%のものより効果があり、対象薬剤8・9では若干の穿入を受けた。これは供試木の条件の違いにもなるものか、散布むらによるものか今後の検討課題である。MEP 1.5%+EDB 1%は効果が認められた。MPP 0.5%+EDB 0.15%は $\frac{1}{2}$ 濃度のものより効果があった。MPP 1.0%は0.5%のものより効果がなかった。MEP 1%, MPP 0.5%+EDB 0.15%, MPP 1.0%のものは濃度が薄いように考えられる。

3. 昭和49年度試験結果

(1) 試験地

青森営林局雫石営林署77林班ろ小班2

(2) 試験区と林況

I区 南西に面した傾斜地の中腹のブナ林で、標高が480mの位置。

II区 I区から10m上部。

III区 沢沿いの比較的疎開した平坦地で、標高が420mの位置。

(3) 供試薬剤

第9表のとおり9薬剤を供試した。

(4) 薬剤散布日

昭和49年6月19日~20日

(5) 調査月日

A列 昭和49年7月22日、薬剤散布32日後

第9表 供試薬剤一覧表

薬剤名	剤形	希釈倍数
T-7473	水和	5倍
HI-644 乳剤	乳	20倍
HI-645 水和剤	水和	10倍
スミバークミルダンA-501AL	乳	10倍
ミルダンA-501	水和	60倍
スミバークEA	乳	10倍
トップジンM-ペースト	ペースト	
対象薬剤-1	水和	10倍
対象薬剤-2	乳	50倍

(6) 試験結果

A. 防菌試験

前年までの試験に供試した薬剤のなかには, 2ヶ月間を完全に防菌できるものはなく, ある程度防菌効果を示すCPA系統の薬剤も慢性毒性の点で実用化が困難である。

今年度は新たな観点から薬剤を選択し, ラウゾールを含む薬剤, シクロヘキシルアミン化合物を含む薬剤とチオフェネートメチルを含むトップジンMペーストによって試験した。

第10表にみられるように, トップジンMペーストはある試験区では完全に防菌され, 防菌効果は2ヶ月間でも1ヶ月と大きな差異は認められない。有機りん系のT-7473水和剤, ラウゾール系のHI-645水和剤の1ヶ月間および2ヶ月間の防菌効果は期待のもてる結果であった。

第10表 防菌試験結果

上段 第1回調査
下段 第2回調査

薬剤名	変色面積/直径			変色面積/直径			変色面積/直径			全区平均
	I 区			II 区			III 区			
	S	N	平均	S	N	平均	E/S	W/N	平均	
T-7473	0.74 4.20	2.49 5.55	1.62 4.88	1.17 1.31	1.85 2.22	1.51 1.76	1.00 1.23	1.19 3.58	1.10 2.41	1.41 3.02
HI-644 乳剤	1.39 6.63	3.00 11.89	2.20 9.26	2.19 4.92	2.69 3.11	2.44 4.02	8.04 3.25	9.19 7.45	8.62 5.35	4.42 6.21
HI-645水和剤	1.74 4.42	2.18 5.47	1.96 4.95	0.87 2.15	1.00 2.70	0.93 2.43	1.46 1.85	1.36 3.89	1.41 2.87	1.44 3.42
スミバークミルダンA-501AL	7.11 6.32	5.45 6.32	6.28 6.32	0.78 3.42	0.83 4.54	0.81 3.98	4.67 1.77	5.31 5.16	4.99 3.47	4.03 4.59
ミルダンA 501	3.53 3.13	3.67 6.90	3.60 5.03	1.26 3.90	1.76 2.44	1.51 3.17	2.76 3.70	5.35 1.89	4.06 2.79	3.06 3.66
スミバークEA	4.33 6.33	7.00 8.00	5.67 7.17	1.24 6.96	1.64 5.64	1.44 6.30	5.38 6.18	6.18 2.99	5.78 4.59	4.30 6.02
トップジンM-ペースト	0.83 0	0.50 0.53	0.67 0.27	0 1.07	0 0.29	0 0.68	0 0.0	0 0.41	0 0.21	0.22 0.39
対象薬剤-I	2.42 1.68	1.37 3.44	1.90 2.56	1.50 2.16	4.83 1.61	3.16 1.89	3.56 1.70	2.54 2.16	3.95 1.93	2.71 2.13
"-II	2.25 3.75	2.45 5.74	2.35 4.75	1.42 1.76	2.11 2.72	1.76 2.24	5.21 3.67	3.34 2.81	4.28 3.24	2.80 3.35
無処理	3.00 17.96	1.18 16.71	2.09 17.34	1.69 7.34	2.56 12.23	2.13 9.79	4.76 4.74	6.08 2.41	5.42 3.58	3.02 10.24
"	2.53 1.68	1.44 10.70	1.99 6.19	1.12 1.02	2.19 4.31	1.66 2.67	4.04 6.77	4.46 5.73	4.25 6.25	3.32 5.04
"	0.94 3.13	1.84 5.09	1.39 4.11	4.84 1.95	3.81 2.57	4.33 2.26	2.83 2.55	3.33 4.83	3.08 3.69	3.08 3.35

B. 防虫試験

本年度は前年度までの試験結果からMEP, MEP+EDB, MPP剤について濃度別の試験をおこなった。使用した薬剤の防虫剤成分と防虫効果は第11表に示した。1ヶ月後の効果では, 防虫剤の入った薬剤を散布した丸太が防虫剤を入れていない薬剤や無処理丸太に比べて穿入虫が少なく, いずれの薬剤も効果があった。2ヶ月後になるとMPPでは高濃度のものほど効果があったが, MEP+EDB, MEP単体のものより効果が落ち

た。トップジンM-ペーストは木口穿入孔数が多かったが、これはトップジンのため木口が新鮮でいつまでも虫の穿入に適していたためであった。

第11表 49年度防虫効果総括表

(上段 1ヶ月後
下段 2ヶ月後)

薬剤名	防虫剤成分	生存虫数 1㎡当り	穿入中止・ 死虫数1㎡当り	穿入中止・ 死虫率%	木口穿入 孔数平均
T-7473	MPP 1.6%	0 7.6	0.4 3.8	100.0 33.3	0 1.3
HI-644乳剤	MPP 1.0%	0.5 9.1	0.5 7.3	50.0 43.7	1.0 1.6
HI-645水和剤	MPP 0.5%	0.4 11.7	0 6.1	0 34.3	0 5.7
スミパークミルダン A-501AL	MEP 1.0% EDB 10%	0 0	0 0.7	- 100.0	3.3 6.0
ミルダンA-501	0	10.7 21.7	5.7 7.3	34.8 25.2	14.7 9.0
スミパークEA	MEP 1.5% EDB 1.0%	0.4 2.0	0.4 7.8	50.0 79.6	2.3 1.3
トップジン M-ペースト	0	11.6 15.6	1.4 3.9	10.8 20.0	31.0 46.3
対照薬剤-1	MEP 2%	0 1.9	0 15.2	- 87.4	0 4.3
"-2	0	3.0 5.9	0 2.4	0 34.6	5.7 11.7
無処理	0	4.5 12.7	0.2 3.4	7.1 22.6	12.1 12.7

4. 昭和50年度試験結果

(1) 試験地

青森管林局雫石管林署黒沢山国有林6.2~6.4林班内

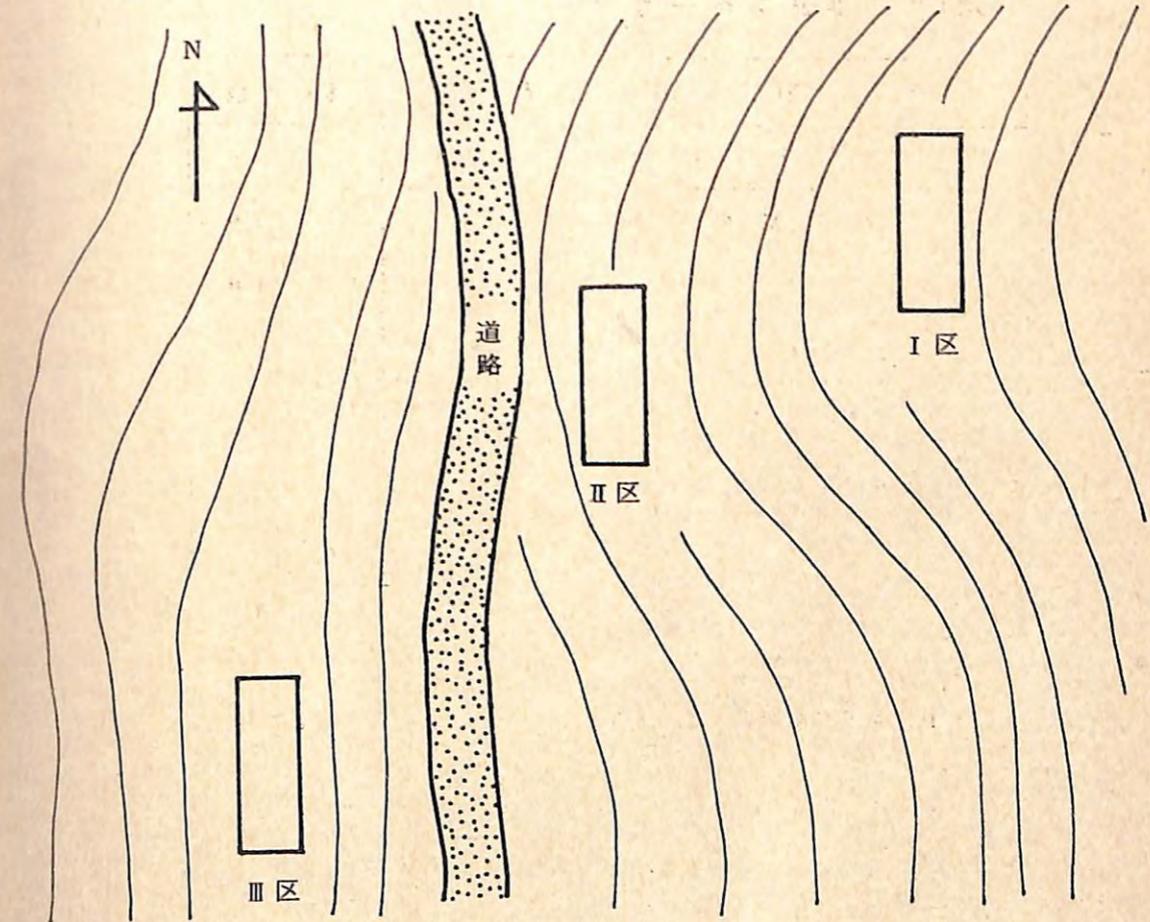
(2) 試験区と林況

試験区の配列は第3図のとおりである。

I区 西南に面した傾斜地の中腹の広葉樹林で、湿潤地。

II区 西に面した傾斜地の中腹で、陽光多く乾燥地。

III区 沢沿いの低地で湿潤地。



第3図 試験地位置図
(昭和50年度)

(3) 供試薬剤

第12表のとおり9薬剤を供試した。

第12表 供試薬剤一覧表

薬剤名	剤形	希釈倍数
T-7473	水和	5
ホスキンM水和剤	"	50
"	"	200
"	"	500
トップジンM水和剤	"	100
MEP10%EDB10% 乳剤10倍液を現地混合	"	500
"	"	1,000
HI-645水和剤	"	10
トップジンMペースト* MEP2%乳剤		

* MEP2%乳剤を全面に散布後トップジンMペーストを木口に塗布した。

(4) 薬剤散布月日

I区 昭和50年7月16日午前伐倒玉切 同18日午前散布
 II区 A列 昭和50年7月16日午前伐倒玉切 同18日午前散布
 B列 昭和50年7月15日午前伐倒玉切 同18日午前散布
 III区 昭和50年7月15日午後伐倒玉切 同17日午後散布

(5) 調査月日

B列 昭和50年8月18日, 薬剤散布31日後
 A列 昭和50年9月23日, 薬剤散布67日後

(6) 試験結果

A. 防菌試験

前年度の試験からトップジンMペーストは、2ヶ月間ほぼ完全に防菌効果が持続することがわかった。しかしペースト剤は、木口塗布ならばなんの支障もないけれども、丸太表面への処理にはきわめて不便である。そこでトップジンMとホスキンMの水和剤を各種の濃度で試験することとし、これに前年期待のもてた有機りん系とラゾール系の薬剤を加えた。

第13表 防菌試験結果(伐倒48時間後散布)

上段 第1回調査Bブロック
下段 第2回調査Aブロック

	I 区			II 区			III 区			全区
	E	W	平均	E	W	平均	E	W	平均	平均
T-7473	2.8 11.5	1.3 10.5	2.0 11.0	13.3	16.3	14.8	1.5 15.6	1.3 13.7	1.4 14.7	1.7 13.5
ホスキンM水和剤 50倍	2.8 16.0	1.6 14.7	2.2 15.3	18.3	25.0	21.6	8.9 23.9	6.4 22.5	7.6 23.2	4.9 20.0
ホスキンM水和剤 200倍	3.0 15.2	1.1 22.5	2.0 18.9	20.8	20.8	20.8	9.2 17.0	8.3 19.8	8.8 18.4	5.4 19.3
ホスキンM水和剤 500倍	2.0 17.5	2.1 18.0	2.1 17.8	24.9	28.1	26.5	12.7 24.6	8.7 20.4	10.7 22.5	6.4 22.3
トップジンM水和剤 100倍	1.4 10.9	1.8 12.8	1.6 11.9	22.8	21.6	22.2	7.3 23.1	7.7 24.3	7.5 23.7	4.6 19.3
トップジンM水和剤 500倍	2.7 18.2	2.9 12.8	2.8 15.5	19.9	19.9	19.9	3.5 20.1	5.3 23.8	4.4 22.0	3.6 19.1
トップジンM水和剤 1,000倍	1.7 20.5	3.5 18.2	2.6 19.3	24.3	19.3	21.8	4.9 25.2	6.5 24.0	5.7 24.6	4.2 21.9
HI-645水和剤	2.4 18.8	2.6 17.9	2.5 18.3	23.3	27.3	25.3	2.9 25.5	2.8 27.3	2.9 26.4	2.7 23.3
トップジンMペースト	0.5 11.9	1.5 17.9	1.0 14.9	16.9	15.9	16.4	5.6 19.5	2.9 12.1	4.3 15.8	2.7 15.7
無処理	5.1 32.5	5.5 27.7	5.3 30.1	17.8	14.5	16.2	5.5 11.6	5.2 14.5	5.4 13.1	5.4 19.8
無処理	5.0 23.8	3.8 25.7	4.4 24.8	20.2	28.5	24.4	6.4 22.0	9.3 23.0	7.9 22.5	5.2 23.9
無処理	6.7 29.3	7.7 31.4	7.2 30.4	29.0	28.3	28.7	4.2 14.5	5.7 12.4	5.0 13.5	6.1 24.2

トップジンM水和剤区はMEP10%EDB10%乳剤10倍液と混合
 トップジンMペースト区はMEP2%乳剤を加用

試験の結果は第13・14表のように、トップジンMの水和剤にはペースト剤のような防菌効果は認められなかった。有機りん・ラゾール系の薬剤の防菌効果は前年の試験と同様の傾向を示した。今年は試験地設定中に梅雨による集中豪雨に見舞われ、伐倒玉切り直後に薬剤を散布すると云う防菌の原則に従うことができず、試験木の伐倒と薬剤散布の間に空白ができてしまった。そのためか1ヶ月間の防菌効果は認められても、2ヶ月間経

過すると菌の繁殖は急激に進行した。

第14表 防菌試験結果(伐倒7.2時間後散布)

第1回調査 Bブロック

	Ⅱ 区		
	E	W	平均
T-7473	1.5	2.5	2.0
ホスキムM水和剤 50倍	8.5	8.1	8.3
ホスキムM水和剤 200倍	11.0	7.1	9.1
ホスキムM水和剤 500倍	8.5	11.8	10.1
トップジンM水和剤 100倍	6.3	7.3	6.8
トップジンM水和剤 500倍	7.2	9.0	8.1
トップジンM水和剤 1000倍	3.1	4.2	3.6
HI-645水和剤	3.7	2.4	3.0
トップジンMペースト	3.1	2.4	2.7
無処理	16.7	17.3	17.0
無処理	4.5	5.0	4.8
無処理	1.5	1.2	1.3

B. 防虫試験

使用薬剤の防虫成分と防虫効果は第15表に示した。今年度新しく追加されたMBCPを含めて、いずれの薬剤も1ヶ月後まではほぼ完全といえるほど防虫効果があった。2ヶ月後はMBCP 0.06%, MPP 1.0%が無処理より悪い結果となった。MPP 1.6%は前年度よりよい結果となったが、MPP 1.0%はこれより明らかに悪かった。MEP 1.0%+EDB 1.0%はよい結果が現われ、MEP 2.0%より良かった。ホスキムM水和剤の濃度の高いものは防虫効果が期待されるが、これと組合わされている防菌剤に問題があり検討を必要とする。

第15表 50年度防虫効果総括表

(上段 1ヶ月後
下段 2ヶ月後)

薬剤名	防虫剤成分	生存虫数		穿入中止または死虫数		木口穿入 孔数
		実数	1㎡当り	実数	1㎡当り	
T-7473	MPP 1.6%	0 2	0 0.7	2 2	0.5 0.7	0 0
ホスキムM水和 50	MBCP 0.6%	0 4	0 1.5	2 0	0.5 0	6 6
" 200	MBCP 0.15%	1 4	0.3 1.9	0 0	0 0	15 6
" 500	MBCP 0.06%	2 11	0.5 4.4	0 0	0 0	28 17
トップジンM水和 100+MEP・EDB10	MEP 1.0% EDB 1.0%	0 0	0 0	0 1	0 0.4	2 1
トップジンM水和 500+MEP・EDB10	MEP 1.0% EDB 1.0%	0 3	0 1.3	0 0	0 0	7 0
トップジンM水和 1000+MEP・EDB10	MEP 1.0% EDB 1.0%	1 1	0.3 0.5	0 0	0 0	6 0
HI-645水和	MPP 1.0%	1 18	0.3 7.0	4 0	1.2	0 0
トップジンMペーストMEP2%	MEP 2.0%	0 7	0 2.6	0 0	0 0	11 16
無処理	0	90 16	9.7 3.0	0 0	0 0	60 48

5. 昭和51年度試験結果

(1) 試験地

青森営林局雫石営林署男助山国有林71林班, 供試材長60cm。

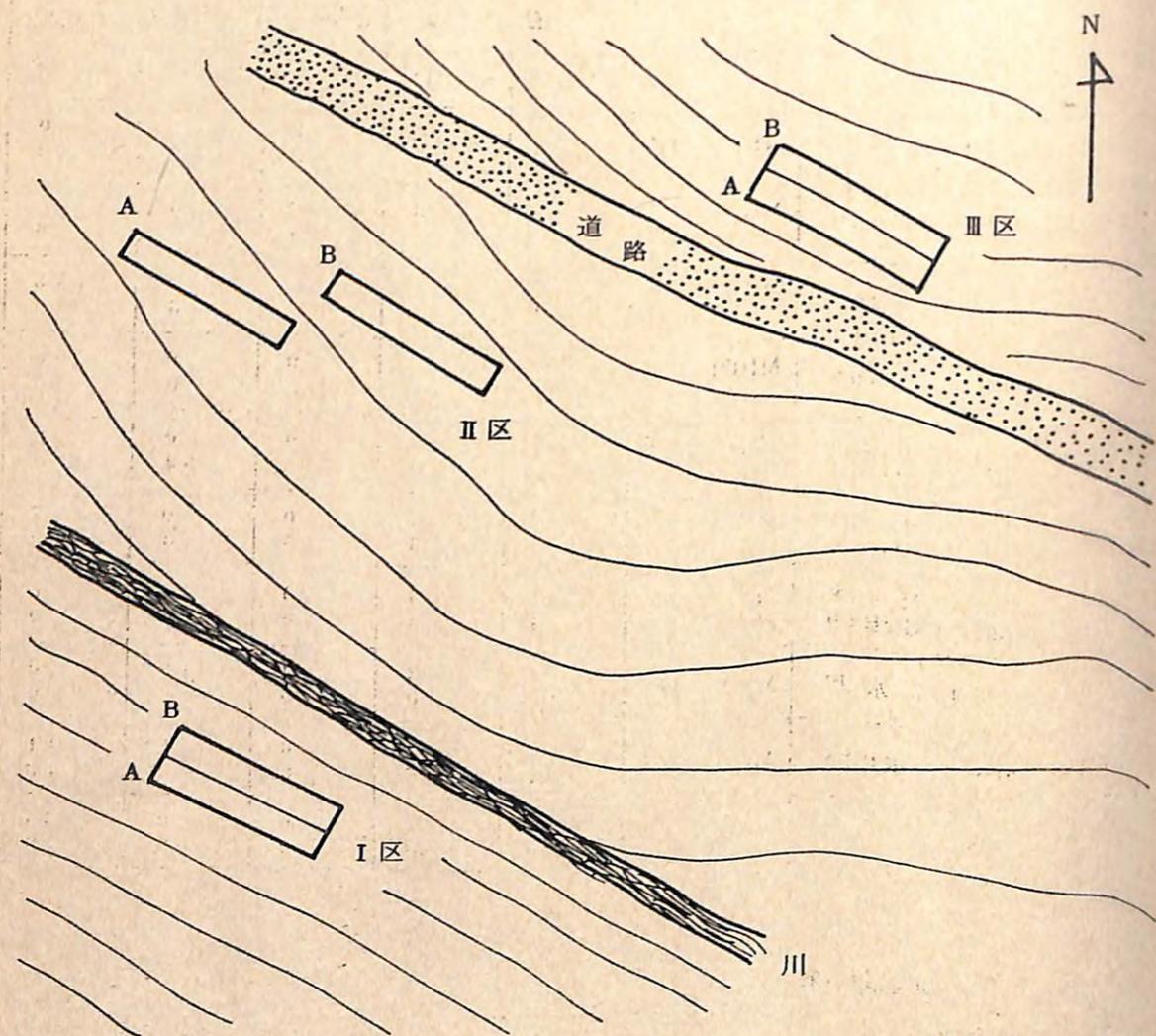
(2) 試験区と林況

試験区の配列は第4図のとおりである。

I区 沢沿いの低地で上木に覆われ, 湿潤地。

II区 北西に面した傾斜地の中腹で, 湿潤地と乾燥地の中間的な区。

III区 道路上の北西斜面で, 陽光多く乾燥地。



第4図 試験地位置図
(昭和51年度)

(3) 供試薬剤

第16表のように6薬剤を14の濃度で試験した。

第16表 供試薬剤一覧表

№	薬剤名	稀釈倍	本数	備考
1-1	トップジンM水和剤	100倍	A 2	MEP 2%乳剤を 現地混合
1-2			B 2	
2-1	"	200倍	A 2	
2-2			B 2	
3-1	"	500倍	A 2	
3-2			B 2	
4-1	HI-645水和剤	10倍	A 2	
4-2			B 2	
5-1	KKK-0.7乳剤	20倍	A 2	MEP 2%乳剤を 現地混合
5-2			B 2	
6-1	T-6403	10倍	A 2	
6-2			B 2	
7	トップジンMベスト		A 2 B 2	MEP 2%乳剤を加用
8	トップジンM水和剤	100倍	A 2 B 2	MEP 2%乳剤を現地混合 ゴーセノール(1%)添加
9	無処理		A 3 B 3	

(4) 薬剤散布月日

I区 } 昭和51年6月23日伐倒玉切り直後に散布。
II区 }

III区 昭和51年6月24日伐倒玉切り直後に散布。

(5) 調査月日

全区 A列 昭和51年7月20日、薬剤散布1ヶ月後。

Ⅱ区 } B列 昭和51年8月25日、薬剤散布2ヶ月後。
Ⅲ区 }

I区 B列 昭和51年9月20日、薬剤散布3ヶ月後。

(6) 試験結果

A. 防菌試験

49・50年度の試験結果から、有機りん系のT-7473(=T-6403)、ラウゾール系のHI-645およびチオファネートメチル(トップジンM水和剤)に1ヶ月間の防菌効果が認められたが、その効果を2ヶ月間持続することはできなかった。そこで今年度は防菌効果を2ヶ月持続させるために固着剤アロン(A-1081)を20%添加する方法とスギ赤枯病防除に展着剤として効果が認められているゴーセノール1%添加によって試験することとした。

試験の結果は第17~20表に示した。第17表に見られるように、固着剤アロンの添加区は無添加区に比較して3ヶ月経過しても明らかにその効果が認められる。

1ヶ月後の防菌効果は第18表にみられるように、ベンタクロールフェニルラウレート3%を含んだHI-645水和剤にアクリル系樹脂20%を含んだA-1081を添加した薬剤は3試験区において、まったく菌の侵入が認められなかった。KKK-07乳剤、T-6403乳剤にアロンを添加した薬剤も著しい防菌効果が認められた。またトップジンM水和剤の100倍液・200倍液にアロンを添加した薬剤も有効であった。ゴーセノールはアロンに比較して展着剤としての効果が劣るようである。

2ヶ月後の防菌効果を第19表に示した。1ヶ月間を完全防菌の効果を示したHI-645水和剤にアクリルを添加した防菌剤は、2ヶ月後においても十分にその効果を示した。2ヶ月経過においてその他の薬剤は防菌効果を果すことができなかった。

2ヶ月間防菌効果の持続する薬剤が認められたので、I区の試験地で3ヶ月後の効果を調べたが、第20表のようにHI-645水和剤にアロン添加の薬剤でも効果は2ヶ月間の効果の1/2に減少し、期待はできない。

第17表 防菌試験結果〔全区平均〕

薬 剤 名	展着剤	1ヶ月後 [*]	2ヶ月後 ^{**}	3ヶ月後 ^{***}
1 トップジンM水和剤100倍 +MEP2%	添 加	2.44	5.62	17.01
	無添加	4.18	10.21	21.40
2 トップジンM水和剤200倍 +MEP2%	添 加	2.56	6.71	12.44
	無添加	6.11	13.56	16.32
3 トップジンM水和剤500倍 +MEP2%	添 加	4.91	8.64	12.67
	無添加	7.31	12.11	17.74
4 HI-645水和剤10倍	添 加	0	2.99	6.32
	無添加	0.88	6.22	13.09
5 KKK-07乳剤20倍 +MEP2%	添 加	1.99	7.54	18.08
	無添加	3.76	8.57	21.02
6 T-6403 10倍	添 加	1.99	7.16	11.75
	無添加	2.23	9.38	15.45
7 トップジンMペースト +MEP2%		4.26	7.09	11.71
8 トップジンM水和剤100倍 +MEP2%	ゴーセノール1%	3.48	8.52	18.42
9 無 処 理		6.25	11.82	22.69

* 3区平均

** 2区平均

*** 1区平均

第18表 防菌試験結果〔散布1ヶ月後〕

薬 劑 名		展着剤	I 区	II 区	III 区	全区平均
1	トップジンM水和剤100倍 +MEP2%	添 加	0	3.06	4.25	2.44
		無添加	2.98	5.04	4.52	4.18
2	トップジンM水和剤200倍 +MEP2%	添 加	2.45	5.24	0	2.56
		無添加	2.73	9.82	5.77	6.11
3	トップジンM水和剤500倍 +MEP2%	添 加	2.51	4.05	8.17	4.91
		無添加	5.37	7.79	8.77	7.31
4	HI-645水和剤10倍	添 加	0	0	0	0
		無添加	2.66	0	0	0.88
5	KKK-07乳剤20倍 +MEP2%	添 加	2.01	2.37	1.59	1.99
		無添加	2.04	4.62	4.63	3.76
6	T-6403 10倍	添 加	0.79	4.40	0.79	1.99
		無添加	1.55	7.05	1.09	3.23
7	トップジンMベースト +MEP2%		2.37	6.51	3.89	4.26
8	トップジンM水和剤100倍 +MEP2%	ゴーセノ ール1%	0.68	5.81	3.94	3.48
9	無 処 理		5.08	8.88	4.80	6.25

第19表 防菌試験結果〔散布2ヶ月後〕

薬 劑 名		展着剤	II 区	III 区	全区平均
1	トップジンM水和剤100倍 +MEP2%	添 加	9.01	2.22	5.62
		無添加	14.66	5.76	10.21
2	トップジンM水和剤200倍 +MEP2%	添 加	8.08	5.33	6.71
		無添加	19.62	7.49	13.56
3	トップジンM水和剤500倍 +MEP2%	添 加	9.11	8.16	8.64
		無添加	15.57	8.64	12.11
4	HI-645水和剤10倍	添 加	3.93	2.05	2.99
		無添加	7.62	4.81	6.22
5	KKK-07乳剤20倍 +MEP2%	添 加	8.90	6.18	7.54
		無添加	10.49	6.65	8.57
6	T-6403 10倍	添 加	8.26	6.06	7.16
		無添加	8.43	10.32	9.38
7	トップジンMベースト +MEP2%		6.69	7.49	7.09
8	トップジンM水和剤100倍 +MEP2%	ゴーセノ ール1%	10.53	6.50	8.52
9	無 処 理		13.56	10.07	11.82

第20表 防菌試験結果〔散布3ヶ月後〕

薬 剂 名	展 着 剂	1 区 平 均
1 トップジンM水和剤 100倍 + MEP 2%	添 加	1 7.0 1
	無 添 加	2 1.4 0
2 トップジンM水和剤 200倍 + MEP 2%	添 加	1 2.4 4
	無 添 加	1 6.3 2
3 トップジンM水和剤 500倍 + MEP 2%	添 加	1 2.6 7
	無 添 加	1 7.7 4
4 HI-645水和剤 10倍	添 加	6.3 2
	無 添 加	1 3.0 9
5 KKK-0.7乳剤 20倍 + MEP 2%	添 加	1 8.0 8
	無 添 加	2 1.0 2
6 T-6403 10倍	添 加	1 1.7 5
	無 添 加	1 5.4 5
7 トップジンMペースト + MEP 2%		1 1.7 1
8 トップジンM水和剤 100倍 + MEP 2%	ゴーセノール1%	1 8.4 2
9 無 処 理		2 2.6 9

B. 防虫試験

これまで効果のあったEDBを含んだ防虫剤が、EDBの山林での使用規制の問題が生じたため、これまで効果のあったMEP、MPP単体を用いて試験した。

使用薬剤とその防虫成分、防虫効果は第21～23表にそれぞれ1、2、3ヶ月後を、第24表に総括表を上げた。第21～23表に示したように展着剤の添加、無添加と防虫効果には関係はなかった。1ヶ月後の結果はすべて防虫効果が完全に得られた。2ヶ月後

にはMEP 2.0%がMPPより効果があり、MPP 1.5%はMPP 1.0%より効果があったが、いずれも濃度が不足で、今後少なくとも1.6～2.0%に濃度を上げて試験する必要がある。

第21表 51年度防虫試験結果

(1ヶ月後 1,2,3区合計)

薬 剂 名	展 着 剂	生 存 虫 数		穿 入 中 止 (死 亡) 虫 数		木 口 穿 入 孔 数
		実 数	1 m ² 当り	実 数	1 m ² 当り	
トップジンM水和剤 100倍 + MEP 2%	添 加	0		0		0
	無 添 加	0		0		20
トップジンM水和剤 200倍 + MEP 2%	添 加	0		0		1
	無 添 加	0		0		10
トップジンM水和剤 500倍 + MEP 2%	添 加	0		0		0
	無 添 加	0		0		9
HI-645水和剤 10倍	添 加	0		0		64
	無 添 加	0		0		20
KKK-0.7乳剤 20倍 + MEP 2%	添 加	0		0		5
	無 添 加	0		0		9
T-6403 10倍	添 加	0		0		22
	無 添 加	0		0		59
トップジンMペースト + MEP 2%		0		0		55
トップジンM水和剤 100倍 + MEP 2%	ゴーセノール1% 添 加	0		0		4
無 処 理		10	1.8	9	1.6	187

第22表 51年度防虫試験結果

(2ヶ月後 1,2,3区合計)

薬 剤 名	展着剤	生存虫数		穿入中止(死亡)虫数		木口穿入 孔 数
		実 数	1 m ² 当り	実 数	1 m ² 当り	
トップジンM水和剤 100倍 +MEP 2%	添 加	1	0.3	0		2
	無添加	0		1	0.3	17
トップジンM水和剤 200倍 +MEP 2%	添 加	1	0.3	0		1
	無添加	1	0.3	0		3
トップジンM水和剤 500倍 +MEP 2%	添 加	0		2	0.6	1
	無添加	0		0		0
HI-645水和剤 10倍	添 加	1	0.4	6	2.4	0
	無添加	6	2.1	0		12
KKK-07乳剤 20倍 +MEP 2%	添 加	0		2	0.7	0
	無添加	0		0		4
T-6403 10倍	添 加	4*	1.3	0		11
	無添加	0		0		42
トップジンMペースト +MEP 2%		0		0		11
トップジンM水和剤 100倍 +MEP 2%	ゴーセノ ール1% 添 加	0		0		15
無 処 理		37	10.2	3	0.8	43

* オオゾウムシ

第23表 51年度防虫試験結果

(3ヶ月後 1区)

薬 剤 名	展着剤	生存虫数		穿入中止(死亡)虫数		木口穿入 孔 数
		実 数	1 m ² 当り	実 数	1 m ² 当り	
トップジンM水和剤 100倍 +MEP 2%	添 加	0		0		0
	無添加	0		0		7
トップジンM水和剤 200倍 +MEP 2%	添 加	1	0.9	0		0
	無添加	0		0		1
トップジンM水和剤 500倍 +MEP 2%	添 加	0		0		0
	無添加	1	0.8	0		0
HI-645水和剤 10倍	添 加	3	3.0	5	4.9	0
	無添加	1	0.8	0		16
KKK-07乳剤 20倍 +MEP 2%	添 加	0		6	4.4	2
	無添加	0		0		0
T-6403 10倍	添 加	0		0		0
	無添加	0		0		15
トップジンMペースト +MEP 2%		0		0		4
トップジンM水和剤 100倍 +MEP 2%	ゴーセノ ール1% 添 加	1	0.8	0		9
無 処 理		1	0.7	1	0.7	5

第24表 51年度防虫効果総括表

上段 1ヶ月後
中段 2ヶ月後
下段 3ヶ月後

薬剤名	防虫剤成分	生存虫数		穿入中止または死虫数		木口穿入孔数
		実数	1㎡当り	実数	1㎡当り	
トップジンM水和剤100倍 +MEP2%	MEP 2.0%	0		0		20
		1	0.3	1	0.3	19
		0		0		7
トップジンM水和剤200倍 +MEP2%	MEP 2.0%	0		0		1
		2	0.3	0		4
		1	0.4	0		1
トップジンM水和剤500倍 +MEP2%	MEP 2.0%	0		0		9
		0		2	0.3	1
		1	0.4	0		0
HI-645水和剤10倍	MPP 1.0%	0		0		84
		7	1.3	6	1.1	12
		4	1.8	5	2.2	16
KKK-07乳剤20倍 +MEP2%	MEP 2.0%	0		0		14
		0		2	0.3	4
		0		6	2.2	2
T-6403 10倍	MPP 1.5%	0		0		81
		4*	0.7	0		53
		0		0		15
トップジンMベースト +MEP2%	MEP 2.0%	0		0		55
		0		0		11
		0		0		4
トップジンM水和剤100倍 +MEP2%	MEP 2.0%	0		0		4
		0		0		15
		1	0.8	0		9
無処理	0	10	1.8	9	1.6	187
		37	10.2	3	0.8	43
		1	0.7	1	0.7	5

* オオゾウムシ

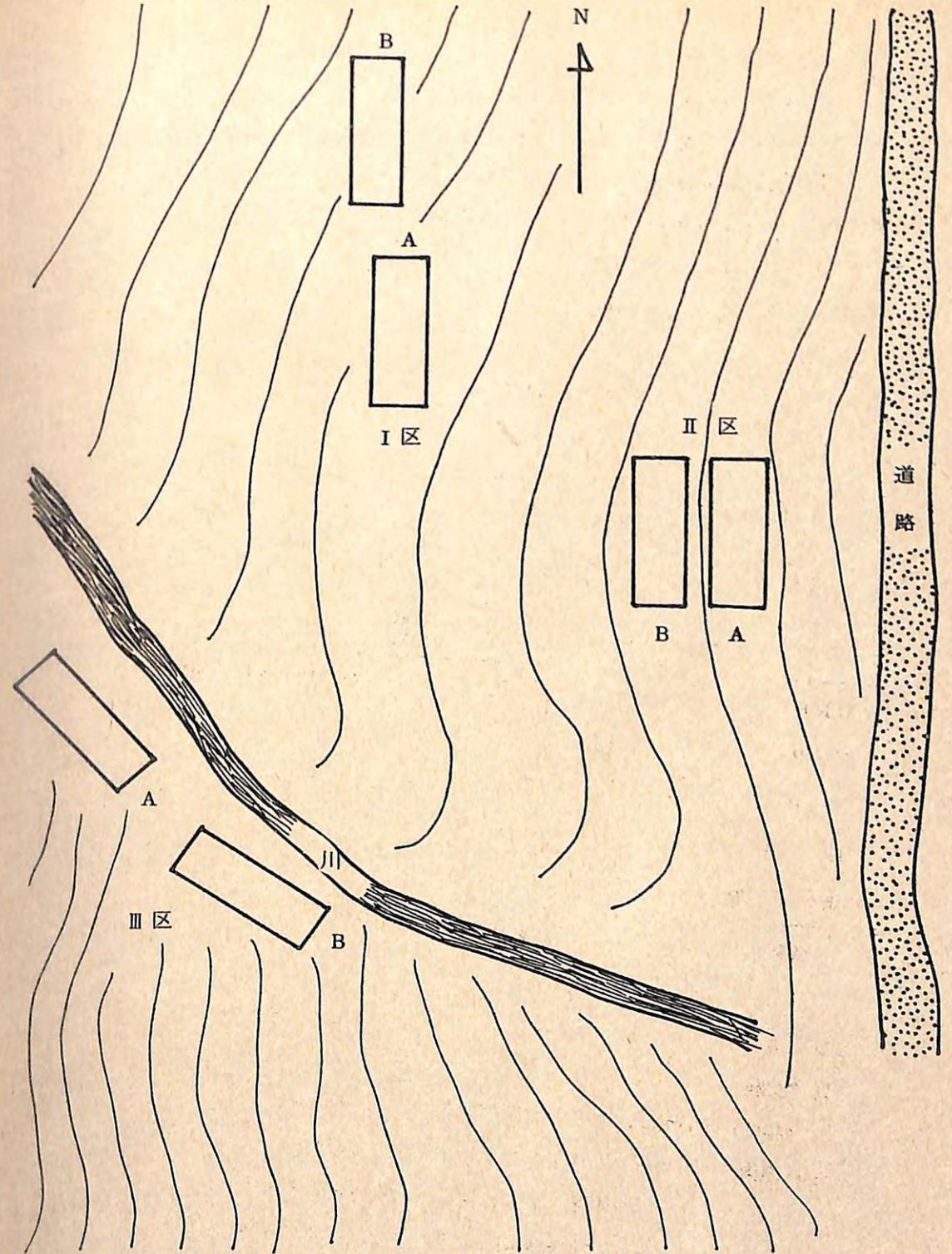
6. 昭和52年度試験結果

(1) 試験地

青森管林局雫石管林署男助山国有林71林班, 標高約400m, 供試材長60cm。

(2) 試験区と林況

試験区の配列は第5図のとおりである。



第5図 試験地位置図(昭和52年度)

I 区 西向き傾斜面の中腹の林内で、乾燥と湿潤の中間的な区。

II 区 南向き傾斜面上部の林内で、やゝ乾燥する土地。

III 区 南向き沢筋の林内で、設置後 1 箇月間は湿潤地であったが、索道設置のため一部伐開され、後半の約 1 箇月間は乾燥状態に変化した。

(3) 供試薬剤

第 25 表のとおり 4 薬剤を供試した。

(4) 薬剤散布月日

昭和 52 年 6 月 21 日、伐倒玉切直後に散布。

(5) 調査月日

昭和 52 年 8 月 27 日、薬剤散布 68 日後。

第 25 表 供試薬剤一覧表

薬剤名	剤形	希釈倍数	備考
KKK-07 乳剤	乳	20	MEP 2% 乳剤を現地混合
MEP-IF1000 乳剤 0.5	"	10	
MEP-IF1000 乳剤 0.2	"	10	
HI-645 水和剤	水和	10	
無処理			

各薬剤とも A-1081 (20%) を添加した。

(6) 試験結果

A. 防菌試験

最終年度においては、過去 2 年間の試験で 2 ヶ月間防菌効果が持続することが確実な、脂肪酸塩素化フェニールエステル 3% を含む HI-645 水和剤に固着剤 A-1081 を添加した防菌剤の効果確認と、新しく開発されたペンタクロロフェニール系の薬剤などによって試験した。今年度は供試薬剤に限られたのと、2 ヶ月間の防菌可能薬剤を供試するために、1 薬剤に供試する丸太を各区とも 6 本とし、また期間も 2 ヶ月間のみとした。

試験の結果は第 26 表に示すように、HI-645 水和剤は、前 2 回と比較してかなり

悪い値ではあるが十分実用性があることが判明した。その他の 3 薬剤は 2 ヶ月間防菌効果を維持することはできなかった。

第 26 表 防菌試験結果 (平均侵入長)

薬剤名	I 区	II 区	III 区	I 区・II 区 の平均*	全区平均
KKK-07 乳剤	15.80	6.98	18.72	11.39	13.83
MEP-IF1000 乳剤 0.5	17.41	13.07	20.61	15.24	17.03
MEP-IF1000 乳剤 0.2	23.95	13.44	21.35	18.70	19.58
HI-645 水和剤	6.41	3.92	11.71	5.17	7.35
無処理	33.64	18.88	29.50	26.26	27.34

* (2) の「試験区と林況」において記したとおり、III 区は試験中に環境条件が変わったため I・II 区の平均と対比。

B. 防虫試験

前年度の結果から MEP は 2.0%、MPP は 2.0% にし、特に散布むらをなくすため、丸太表面から液がしたたるよう散布した。1 ヶ月後の効果は今までの結果から明らかであるので、2 ヶ月後の調査だけにした。その結果は第 27 表に示す通りであり、説明するまでもなく、いずれの薬剤も 2 ヶ月後まで完全に防虫できた。

第 27 表 52 年度防虫効果総括表

(2 ヶ月後)

薬剤名	防虫剤成分	生存虫数		穿入中止および死亡虫数		木口穿入孔数
		実数	1 m ² 当り	実数	1 m ² 当り	
KKK-07 乳剤 + MEP 2%	MEP 2.0%	0		4	0.4	29
MEP-IF1000 乳剤 0.5	MEP 2.0%	0		0		62
MEP-IF1000 乳剤 0.2	MEP 2.0%	0		0		19
HI-645 水和剤	MPP 2.0%	0		1	0.1	10
無処理	0	40	4.3	1	0.1	68

試験期間中発見された穿孔虫(アンブロシア・ビトウル)

[キクイムシ科]

1. ルイスザイノキクイムシ *Xyleborus lewisi* Blandford
2. アカクビキクイムシ *Xyleborus rubricollis* Eichhoff
3. サクセスキクイムシ *Xyleborus saxeseni* (Ratzeburg)
4. サクキクイムシ(別名サカクレノキクイムシ) *Xyleborus semiopacus* Eichhoff
5. ハンノスジキクイムシ *Xyleborus seriatus* Blandford
6. トドマツオオキクイムシ *Xyleborus validus* Eichhoff
7. クワノキクイムシ *Xyleborus atratus* Eichhoff
8. ハンノキキクイムシ *Xylosandrus germanus* (Blandford)
9. ショウグンキクイムシ *Scolytoplatypus shogun* Blandford
10. ミカドキクイムシ *Scolytoplatypus mikado* Blandford

[ナガキクイムシ科]

11. ヤチダモノナガキクイムシ *Crossotarsus niponicus* Blandford
12. シナノナガキクイムシ *Platypus severini* Blandford
13. ヨシブエナガキクイムシ *Platypus calamus* Blandford
14. カギナガキクイムシ *Platypus hamatus* Blandford
15. ルイスナガキクイムシ *Platypus lewisi* Blandford
16. チュウガタナガキクイムシ *Platypus modestus* Blandford

V ま と め

昭和47年から繰返し行ったブナ丸太の防虫・防菌剤約30種に及ぶ繰返し散布試験の結果、BHCおよびPCPに充分代り得る薬剤を見いだした。これらの薬剤は未だ登録されていないが、下記の通りである。

防虫剤：MEP、MPP。

防菌剤：ペンタクロール・フェニール・アセテート。(KF1501)チオフェネート・メチル(トップジンMペースト)。ペンタクロール・フェニール・ラウレート。有機リン剤の化合物(T7473)。

防虫剤MEP(2%)、MPP(2%)、防菌剤としてKF1501(5%)、トップジンMペーストの施用はそれぞれ2ヶ月間の防虫・防菌効果が期待できる。

天然生広葉樹の保護・育成

天然生広葉樹の保護・育成

はじめに

この研究は北海道支場の共同研究として、昭和48年度から同52年度まで実行された。研究体制は次の通りである。

主査	長内 力		
樹病班	横田 俊一	松崎 清一	
土壌班	原田 洸	真田 勝	
経営班	真辺 昭	篠原 久夫	小木 和彦
	猪瀬 光雄		

I 研究の背景と目的

1. 研究の背景

北海道の森林の大部分は、館脇博士の云う汎針広混交林帯に属し、冷温帯から亜寒帯への移行帯を形成している。北海道の広葉樹はこの林帯に含まれ、日本の他の地域にくらべ、特に種類が豊富で、かつ材質も優れており、国内はもとより海外においても高い評価を得ているが、これらはすべていわゆる有用樹種の通直、大径のものに限られている。

近年広葉樹の資源は急速に減少し、枯渇の恐れも生じて来た反面、中・小径木は低質木と云われて林種転換の対象とされることが多い。

2. 研究の目的

優良・中径の広葉樹林を見出し、これを優良・大径の広葉樹林とするための条件と施業方法を明確にするとともに、広葉樹資源の計画的培養のため、小径・幼齡林から中径林へ誘導するための施業、特に現在問題となっているトドマツ人工林と、ここに侵入した広葉樹とで形成された幼齡混交林の競合関係を追及し、その取扱い方法を明らかにする。

II 研究の対象および研究方法

1. 研究対象

研究対象は主として二次林であるが、研究の便宜上、これを次の2つに区分する。①山火再

生林, ②幼齡混交林

2. 研究方法

山火再生林は大径広葉樹林の後継者であるので, 研究の重点もここにおかれている。この林について

- ① 分布と生態を調査
- ② 林分構成と生長を調査し, 近い将来(おおむね30~40年)大径林となり得るための条件を集約し, これによって山火再生林の格付けを行う。
- ③ 生長状態と土壌の関連を調査
- ④ 枯損, 特に上層を形成しているウダイカンバの突然とも見える枯損の原因を調査
- ⑤ 除・間伐とその効果を調査
- ⑥ 以上を総合して山火再生林に対する施業方針を立てる。

また幼齡混交林にたいしては, トドマツ造林木と, 侵入した広葉樹の競合関係を調査し, 幼齡混交林に対する施業方針をたてる。

III 従采の調査・研究の概要

前述のように研究対象を山火再生林及び幼齡混交林としたが, このうち調査・研究が最も多く行われたのは山火再生林であって, 幼齡混交林に関するものは, これに較べれば格段に少ない。

1. 山火再生林

山火再生林は山火事跡に成立した広葉樹林で, 林相は純林を呈するのが普通である。山火直後から小径林に至るまでの観察記録としては, 中山ら⁷⁾および原田ら¹⁰⁾の報告があるが, いずれも山火直後において, 山火前の優占植生であるササが, いち早く発生することを報じている。

明治末期の山火再生林も, 昭和10年代になると或る程度森林の様相を呈し, 始めて施業の対象として見られるようになった。中山は前記の論文において除・間伐の試験についても報じている。⁸⁾川村は遠軽地方の山火再生林について林分構成と生長の関係を述べ, 将来の施業方針に言及している。然し当時は針葉樹の美林が道内に豊富に存在していたので, 山火再生林に関する論文は余り関心がもたれなかったようである。昭和25年頃から再び関心が持たれるようになり, 例えば加茂は固定試験地での中間調査を報告し, また北海道支場では, この頃から山火再生林の実態調査が行われ, 中野, 松井らを主査とする調査が数年間つづいた。¹¹⁾³⁰⁾¹⁴⁾¹⁵⁾²³⁾²⁴⁾²⁶⁾²⁷⁾²⁸⁾³⁹⁾⁴¹⁾⁴²⁾

一方, 萌芽に関する調査・研究も開始された。²¹⁾

特に北見管林局では昭和25年以来芹沢を主査として白滝事業区に試験地を設定し, 5年間

に亘って詳細な観測を続けている。当時北見管林局には約80,000haの山火再生林があったので, この取扱いには積極的な努力が払われた。¹⁸⁾²⁰⁾²⁹⁾³³⁾³⁴⁾³⁵⁾³⁶⁾³⁸⁾⁴³⁾

道有林においても同様な気運にあった。¹⁹⁾³⁷⁾藤池, 宮下らの報告は道有林の山火再生林について, その構成と生長, 収穫を調査したものであるが, 宮下は更に, ヤマナラシ林の収益率について論じ, この点だけから判断するならば, 速かに針葉樹林に切り替えるべきであると結んでいる。

北海道支場が行ってきた調査結果も, この頃までに大体出揃った。調査地は図-1のように

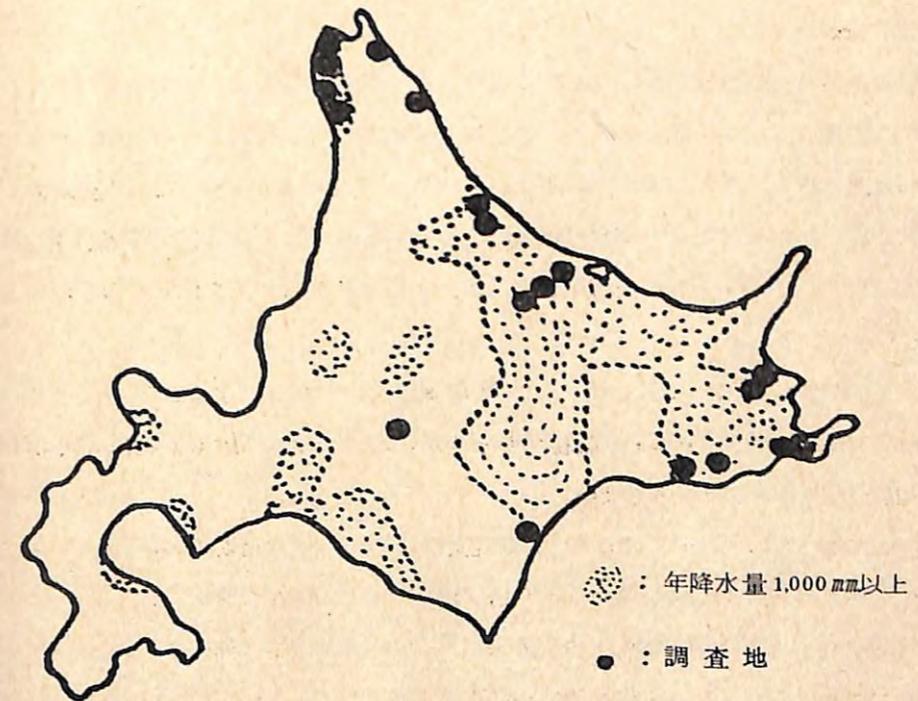


図-1 二次林調査位置図

天北と道東を重点としている。松井らは主要な調査地ごとに山火再生林の主要樹種であるカンバ類, ヤマナラシなどの収穫予想表を製し, 将来の広葉樹二次林の経営に対し, 一応の目安を与えたことは高く評価されている。昭和29年の2回にわたる風害後, 林業界は挙げて風倒木の処理に追われ, 山火再生林の施業問題は中断のような形となったのみでなく, 風致林跡地の造林が北海道林業の最大の関心事となるや, これに便乗して山火再生林の林種転換が増え始め, 二次林の美林が次々と姿を消していった。勿論, 山火再生林に関する研究が終息したわけでは

48) 47) ない。宮島、倉橋などのように、山火再生林の構成林木を材質の点から検討した報告、或いは
46) 49) また星、中江らのように積極的に広葉樹の造林を推進して成果をあげた例もある。

昭和38年、日本林学会北海道支部の「拡大造林の反省と天然林の取扱い」のテーマによる
シンポジウムにおいて、天然林の良さが強調され、これを契機として中野、佐々木、塚田、
55) 62) 三島、佐藤らの報告、或いは北見営林局と北海道支場の共同研究の報告等が出された。1970
60) 58) 61) 67) 年代に入ってから天然林施業における広葉樹の役割は一段と強調された。九州大学北海道演習
林では、ミズナラ天然林(大径林および二次林)の施業法について多くの報告を出している。

2. 幼齡混交林

針葉樹の造林地に広葉樹が侵入することは日常多く見られるところであるが、多くの場合、
侵入した広葉樹は下刈りの対象とされ、造林木と肩をならべる程大きくなる機会がない。たまた
また下刈回数減少、あるいは下刈終了による放置などが契機となって、生き残っていた広葉
樹や萌芽更新した広葉樹などが急速に生長し、造林木を凌ぐ程となる例が最近増加している。
樹種から云えば造林木はトドマツ、侵入広葉樹はシラカンバ、ウダイカンバ、ミズナラ、シナ
ノキなどの場合が多い。

このような場合において、相当に生長した広葉樹を改めて除伐することは、法的に何等支障
ないばかりでなく、育林上本来の業務であろうから、現実に造林木も広葉樹も共に優良である
という混交林を見る機会はすくない。

それにも拘わらず、最近このような幼齡混交林が増加の傾向にあるのは、ウダイカンバやミ
ズナラなどの有用樹種の生長が極めて良く、伐採するに忍びないからである。

以上の理由から、幼齡混交林は、面積的には未だすくないが全道の各所に点在している。

このような林分に対し、如何なる施業を採用すべきかについては、国有林においても未だ方
針がきまっておらず、むしろ当面の課題として、①いつまで共存させられるか、②共存の年数
をのぼす事によってどのような利益と不利益があるか、③双方に不利益が生じないような方法
が考えられるか、④最終的にはどのような林相が考えられるか、またその時の収穫予定はどう
なるか、などの問題が解決され、或いはその見通しがついた時点で確乎たる方針を打ち出すも
のと推察される。

北海道支場では、早くからこのような事態を予想し、札幌営林局管内支筋経営区内に試験地を
設定して造林木と侵入広葉樹の競合関係を試験する一方、国有林の類似の林分に対し、積極的
な指導と助言を行っている。

IV 主要広葉樹の樹種特性と蓄積

1. 樹種特性

施業対象となる広葉樹の種類は20種位であるが、そのうちいわゆる有用樹種と云われるの
は10種内外である。これらについて従来の研究結果および筆者等の経験から樹種特性を集約
すれば表-1のようになる。これで見れば有用樹種の中で価格的に最も上位にあるヤチダモが、
最も多くの害虫と病菌の被害をうけていることが分る。

表-1 主要広葉樹の樹種特性

特性	樹種	ミズナラ	ウダイカンバ
適地		第4紀洪積世 排水・通気性良好 BC型土壌・標高600m以下	二次林 肥沃な土壌
成長限界 (樹齡)		直径1.5m 樹高30m 350~500年	直径1m 樹高30m 300年以上
根系		深根性	浅根性
耐陰性		3級	5級
排他性		針葉樹とよし	針葉樹とよし 同族間の競争は激しい
病害		ミズナラ円斑病 ナラ・カシ類葉ぶくれ病 ナラ裏うどんこ病 ナラ類斑紋病 ナラ・カシワ「ベスタロチア」病 ナラ・カシ類萎凋病	カンバ類さび病・カンバ大型褐斑 病・カンバ黒粒枝枯病・カンバ類 褐斑病・カンバ「フオモブシス」 胴枯病・カンバてんぐす病・カン バ実核菌病・カンバ類うどんこ病 ・胴枯ウイルス病・カバアナタケ によるカンバがんしゅ病
虫害		クリシギゾウ・クヌギカレハ クスサン・クリオオアブラ カシワマイマイ ゴマフボクトウ サラサヒトリ オオトビモンシャチホコ	カシワマイマイ ナミスジフユナミシヤク ゴマフボクトウ シラカバのクロボシハムグリハバ チ
施業上の性質		開花 5月 結実 9月下旬-10月上旬	開花 5月下旬-6月中旬 下旬には散る

<p>地上に落ちるとすぐ発芽する 保残木又は保護木として単木的に 残せば不定芽が出やすい</p> <p>直径生長(40年)天然木5.1cm 植栽木1.1.3~1.3.9cm</p> <p>樹冠面積は直径10cm 7m² 20" 20" 30" 40"</p> <p>したがって30cmクラスではha 256本位</p>	<p>結実 9月下旬 光発芽の性質があり、又青色光と 緑色光がよい 稚苗時代は陽光80%位が適当</p> <p>直径生長(40年) 天然木9.4cm 植栽木15~20cm</p>
--	---

樹種	カツラ	シナノキ
特性		
適地	豊饒な平原又は丘陵の傾斜地	肥沃でやや湿気に富む土地
成長限界 (樹齢)	直径2m 樹高35m 300年位	直径80cm 樹高30m 300年近く
根系	深根性	深さ……中間 色……淡黄色ないし白色
耐陰性	4級	4級
排他性	4級以下の広葉樹とよし 針葉樹とよし	他の樹種(針・広)とよし 特に針葉樹とはよし
病害	カツラ枝枯病	シナノキうどんこ病
虫害	サクセスクイ	シナノキカミキリ シナノナガクイ サクセスクイ ヤチダモノナガクイ
施業上の性質	雌雄異株、開花5月、結実10月 中旬 幼壮齢時の生長は早い。 直径生長 天然木50年で11cm 100年で48cm 植栽木40年で11cm位 萌芽力が旺盛で、親・子・子孫と	花期7月 花は淡黄色 結実 8月中旬~9月下旬 樹体が柔軟なので幼壮齢時代は風 に強いが、老齢では脆くなる。 直径生長量(年間) 天然木 約3mm 植栽木 4.1~4.4mm位

<p>存続して消失することがないが、 長い間陽光不足にしておくと消失 する。 単木で保残させるとアバレ木にな るものが多いが、風致上は是非残 しておきたい木である。</p>	<p>蜂蜜用の木として将来性がある。</p>
--	------------------------

樹種	センノキ	ヤチダモ
特性		
適地	肥沃な含湿地	温帯から寒帯 湿潤地・土地深く気孔に富む所 肥沃地は良好
成長限界 (樹齢)	直径90cm 樹高30m 300年位	直径1m 樹高30m 300年以上
根系	深根性 支持力は強大	深根性
耐陰性	3級	4級
排他性	針広混交林又は広葉樹二次林を形 成する。	針葉樹と混生少ない
病害	ハリギリ褐斑病	トネリコ類うどんこ病 トネリコ類褐斑病
虫害	ヤチダモノナガクイ	アカゾウムシ・クビアカトラカミ キリ・ヤチダモノナガクイ・ヤ チダモカミキリ・マイアカスカシ ノメイガ・テントウノミハムシ・ ボクトウガ・ヤチダモノコブダニ ・クロハバチ・ガロアアナアキゾ ウ・シラオビクイ・マエアカス カシノメイガ・ヤチダモノコクク イ・トドノネオオワタムシ・ヤチ ダモノクイ・キマダラコウモリ ・ヤチダモノオオクイ・サラサ ヒトリ・ヤチダモノクロクイ・ トネリコハバチ・ヤチダモノナガ

施業上の性質	花期7月 結実10月 天然木の直径の年平均生長は、50年で3.7mm, 80年で30mm, 258年で2.9mm, 植栽木では未だ大きい木がないが4mm位のものが多く。 純林として施業できるかどうか不明。 天然ではha 当り2000本近く生えた稚樹が、幼・壮齢時代になると1/5位になってしまうことが多く、種内競争が激しいものと考えられている。 海風地帯に強いという尾内氏の報告がある。	キクイ・ウスバカミキリ 開花5月中旬 結実 10月上旬～下旬 結実は40年生頃から1年おき、発芽は翌々春 石灰分を含む土地では山腹でもよく生長する。 単木でも林分でも、大きい木が急に枯れる現象が目立つ。 直径生長(年平均) 天然木 3mm位 植栽木 4～5mm
--------	---	--

特性	樹種 シラカンバ	エゾノダケカンバ
適地	山火事のあと、或いは火山地方の平野部 陽あたりのよい乾燥地	山地(種々の高度に生育する)
成長限界 (樹齢)	直径60cm 樹高20m 80年位	直径60cm 樹高16m 200年位
根系	浅根性 支持力は結構強い	浅根性
耐陰性	5級	5級
排他性	純林を作り易い。枝下が高くなると樹下の針葉樹の保護木となる	針葉樹と良し。低地……落葉広葉樹 高地……純林 高寒地……寒帯性針葉樹と混交
病害	ウダイカンバと共通	ウダイカンバと共通
虫害	ウダイカンバと共通	ウダイカンバと共通
施業上の性質	4月頃、開葉前に開花 結実 9月中旬～下旬	5月頃開葉前に開花、結実は8月10日頃(低地)～20日頃(高

光発芽の性質がある。先駆樹種として荒れた地に造林されるが、寒風には弱い。
直径の連年生長
シラカンバ
12～13年 5.5mm
ウダイカンバ
15年 6.5mm
ダケカンバ
17～18年 4.5mm

地)
カンバ類(3樹種)の中では種子の重量が最も重く、ハネも最も短いので、シラカンバ程遠くへ飛ばない、低温や寒風などに対し抵抗力が強いので、高寒地の先駆樹種として造林されるが、標高が高くなるにつれて樹形が悪くなる。葉が山形で密につくため、樹下の照度は少なく、針葉樹稚樹との親和性はよくない。

特性	樹種 ハルニレ
適地	肥沃豊饒な洪積土の平原ならびに湿潤な溪谷
成長限界 (樹齢)	直径 1.5m 樹高 35m 300年位
根系	深根性
耐陰性	4級
排他性 (親和性)	針葉樹との親和性はあまり強くない。 針広混交林中では巨大樹となることが多い。
病害	ハルニレ斑点病 ハルニレうどんこ病
虫害	ニレノキクイ ニホンキクイ ヒヨドシチョウ
施業上の性質	4月末開葉前に開花(5月10日頃まで) 結実は5月末 種子は開葉と同時に成熟し、夏の間落下、秋発芽する。 今まで造林樹種でなく、又材も高価でなかったため生長の記録は殆んどない。 野幌の植栽木は直径の年平均生長量3.7mm。 幼齢時代に細い枝条を多数出すので、生垣などに用いられる。

2. 蓄 積

北海道の広葉樹の蓄積については、これまでに2回の調査が行われている。1回目は昭和20年中島広吉博士により、2回目は同45年菅谷貫一氏により調製された。前者は国有林の森林調査簿の値を集計し、後者は現行の地域森林計画の値を集計したものである。したがって後者は国有林以外のすべての森林をも含んでいるので、本報では菅谷氏の表を用いるが、参考として中島博士の値をも含めて表-2に示した。中島博士の表は蓄積の多い営林署名を、各樹種ごとと若干ずつあげている。現在でもこの順序が変わらないかどうかは疑問であるが、主要広葉樹が往時どのように分布していたかを示す貴重な資料であると考えられる。

表-2 広葉樹の蓄積

樹 種	昭 20		昭 45
	蓄 積 千 m^3	3 位 まで の 営 林 署	蓄 積 千 m^3
ナ ラ	5 3,690	帯 広 ・ 名 寄 ・ 岩見沢	5 7,028
シ ナ ノ キ	3 7,309	岩見沢 ・ 帯 広 ・ 名 寄	4 9,693
イ タ ヤ	2 7,820	" ・ " ・ 浦 河	4 0,790
カ ン バ	2 5,898	上 川 ・ 名 寄 ・ 岩見沢	4 4,963
ブ ナ	1 5,455	江 差 ・ 函 館 ・ 木古内	2 0,819
セ ン ノ キ	1 1,105	浦 河 ・ 帯 広 ・ 振 内	1 3,945
カ ツ ラ	5,565	静 内 ・ 白 糠 ・ 帯 広	7,806
ハ ル ニ レ	5,034	羽 幌 ・ 帯 広	1 7,537
ハ ン	4,911	帯 広 ・ 名 寄 ・ 釧 路	1 1,131
ヤ チ ダ モ	4,842	" ・ 釧 路 ・ 羽 幌	7,134
ウダイカンバ	4,369	金 山 ・ 上 川 ・ 恵 庭	4,656
ア サ ダ	2,705	振 内 ・ 鶴 川 ・ 帯 広	2,822
キ ハ ダ	2,502	上 川 ・ 名 寄 ・ 網 走	3,829
ホ オ	2,426	帯 広 ・ 江 差 ・ 浦 河	4,199
カ シ ワ	749	" ・ 津 別 ・ 中標津	2,618
ト チ	729	苫小牧 ・ 木古内 ・ 函 館	—
ク ル ミ	339	上芦別 ・ 上 川	382
ア オ ダ モ	323	釧 路 ・ 浦 河 ・ 帯 広	950
ヤマナラシ	237	津 別 ・ 網 走 ・ 紋 別	—
ヤ ナ ギ	153	" ・ 帯 広	108
ド ロ ノ キ	109	上 川 ・ 中標津	933
サワグルミ	56	木古内 ・ 倶知安	57
そ の 他	1 9,356		4 0,719
計	2 2 5,682		3 3 2,119

V 二次林の分布

北海道の二次林の総面積は、国有林については1977年の資料で166,700 haである。これを営林局別にみれば旭川16,000 ha, 北見44,700 ha, 帯広52,300 ha, 札幌16,600 ha, 函館37,100 haとなっている。また道有林については、1971年の資料で40,000 haであるから、国・道合計で206,700 haとなる。この面積は全道の森林面積の約3.7%にあたる。

二次林の成因は山火, 風倒, 伐採などであるが、最も多いのが山火再生林で1971年の資料では国有林で145,000 ha, うち旭川16,600 ha, 北見44,700 ha, 帯広51,000 ha, 札幌14,000 ha, 函館0である。両年度の値をくらべればこの6年間に帯広1,300 ha, 札幌2,600 ha, 函館37,100 haの二次林が増加しているが、これらは大部分が山火再生林以外の二次林と推定される。

二次林の樹種構成は地域によって少しずつ異っているが、林業の対象となる樹種は20種内外と考えられている。大きさを示した樹種(表-2)は、二次林ではないが、その将来像と考えてよいであろう。

二次林のうち山火再生林とその他の森林との生態的なちがいを述べれば、いずれも広葉樹を主林木とする点では同じであるが、山火再生林は大面積で分布するのに対し、その他の二次林—例えば風倒跡—では、小面積状あるいは群団状となることが多く、また林床植生の点では、山火再生林では殆んどササが優占するのに対し、その他の二次林では大型草本やトドマツ稚樹が散在するなどのちがいがある。然し成立直後の状態では余り変らない。函館営林局管内において実験された例では、上木を皆伐し、地床をかき起しした跡地に、翌春ダケカンバの稚苗がha当り100万本発生、その翌年には早くも10万本単位となり、これより2, 3年たって数万本となり、以後は年々少しずつ減少していくことが確められた。ha当り6,000~8,000本の頃、始めて注目されるようになるのが普通で、この時の樹高は2~3m位、生育期には林内は著しく暗い。

したがってカンパ類を主とする二次林には、壮齢期になって疎開が進むまでは他の樹種(針広とも)は侵入し難い。

VI 山火再生林

ここに取りあげた再生林の取りあつかいに関する課題は、昭和42年と43年に、北見地方の山火再生林において実施したサンプリング調査で未解決で残された問題点の解明を主なねらいと

している。このため、以下においては、この調査のとりまとめから述べることにする。

1. 調査方法

昭和42、43年の調査は、樹種構成や生長の状態の異なる山火再生林のうち、いかなる林分を樹種更改の対象とし、いかなる林を用材生産のための保育林分として存置するかを基準を定めるために計画されたものである。その内容は、樹種構成、本数分布および蓄積の現況把握を目的とする林況調査と、過去生長を分析して、樹種別の生長特性を知ろうとする林分解析調査とからなっている。

調査プロットの大きさは、林分解析プロットが面積0.04 haの円形プロット、林況調査プロットは0.1 haの方形プロットで、付帯調査として全プロットで土壌断面の観察をおこなったほか、林分解析プロットでは過去生長を推定するための精密調査を実施した。調査個所数は、能力の関係から全体を100ヶ所にしぼり、これを林分解析と林況調査に均等に割当てた。しかし、実際に調査できたのは、林況調査42個所、林分解析51個所であった。

プロットの配分は次のようにした。はじめに、森林調査簿から面積4 ha以上の再生林の小班を抽出し、蓄積と有用樹種(ミズナラ、ドロノキ、カンバ類、シナノキ)の混交歩合をもとにして、6つの階層に区分した。

そうして、層ごとに小班を一次単位として第1段を等確率で抽出する副次抽出法を適用し、選ばれた小班の中で上述の2種類のプロットを2点ずつ抽出した。層化の基準とプロットの割当てを表-3に示す。

調査の項目と調査方法は次のようである。

1) 林況調査プロット

0.1 haの正方形プロットの中の全立木について、胸高直径を2cm括約で測定し、樹種、上・中・下層別区分、枯死、生立の別をしらべる。枯死している木は、調査員の判断で過去5年以内に枯れたと思われるもののみを記録する。

2) 林分解析プロット

(1) プロットの原点から、断面積定数2(カウント数が15本以上になった場合は4を用いる)のスリットで検視して、カウントされた生立木のうち胸高直径5cm以上の木をすべて伐倒して、樹種、上・中・下層別区分、品質区分、原点からの距離を記録する。この中から乱数表で4本を選んで樹幹解析し、残りは胸高円板だけをとって樹高を実測する。

(2) 原点から半径1.3 mの円形プロットの中に入る上記以外の胸高直径5cm以上の木について、樹種、上・中・下層別区分、胸高直径(2cm括約)、枯死、生立の別を調べる。

表-3 層化基準と層面積

層	層化基準		営林署別対象面積 (ha)			
	蓄積級 (m³/ha)	有用樹種混交率級(%)	白 滝	丸 瀬 布	速 軽	生 田 原
I	100~149	0~49	188	278	75	217
II	150~	0~49	81	—	284	227
III	0~99	0~100	2856	279	1721	88
IV	100~149	50~69	596	1030	2715	1337
V	150~	50~69	96	35	67	41
VI	100~199	70~100	68	—	1296	723
	計		3885	1622	6185	2633
層	営林署別対象面積 (ha)			抽出個数		
	佐 呂 間	北 見	計 (%)	小 班	林況調査	林分解析
I	285	700	1743(8)	4	6	8
II	2091	776	3459(16)	4	8	8
III	—	533	5477(26)	4	4	8
IV	133	699	6510(30)	5	8	10
V	1857	9	2105(10)	4	8	8
VI	—	74	2161(10)	4	8	8
計	4366	2791	21455(100)	25	42	注) 50

注) このほかに割当て外のプロット1個所を追加した。

この調査で伐採された木の本数は401本でそのうち195本を樹幹解析した。

材積および生長量の計算方法

この調査に現れた樹種は、野帖上に記録されたものだけでも30数種類におよぶ。このため、取りまとめにおいては、比較的出現頻度の高い15種(カエデ類、シナノキ、セン、ウダイカンバ、シラカンバ、ダケカンバ、ミズナラ、ドロノキ、ヤマナラシ、ホオノキ、ケヤマハンノキ、ニレ類、キハダ、ミズキ、ヤチダモ)とその他広葉樹の区分を用いた。その他広葉樹に含めた樹種の主なものは、ヤナギ類、サクラ類、シウリ、アズキナシ、アサダ、イヌエンジュ、ニガキ、サワシバ、ナナカマドなどである。

林況調査プロットでは樹高を測定しなかったため、樹幹解析木の実材積と直径の関係から、

$$V = \alpha D^\beta$$

の形の一変数材積表を求め、プロット材積を計算した。ここでは単木材積、Dは胸高直径、 α と β はデータから計算される定数である。

この際、 $\log \alpha$ と β に差のない樹種を一括してグループわけをした結果、次の5組の材積式をえた。

表-4 一変数材積式

樹種群	$\log \alpha$	β	適用樹種
I	-3.2457	1.9868	ミズナラ
II	-3.4625	2.2654	ウダイカンバ
III	-3.7145	2.4093	カエデ類, シラカンバ, ヤマナラシ, ホオノキ, ハシノキ, その他
IV	-3.7903	2.4953	シナノキ, セン, ダケカンバ, ドロ, ヤチダモ
V	-4.0559	2.7574	キハダ, ハルニレ, ミズキ

α と β の時間的な変化を無視することができ、また直径の連年生長量も最近5年間では一定だと仮定すると、この期間の材積の連年生長量は

$$\text{生長量} = \text{〔期間中央直径に対する材積〕}$$

$$\times \text{〔期間中央基準の直径生長率〕} \times \beta$$

で与えられる。そこで、現在と5年前の皮なしの直径に樹皮係数をかけて皮付の値に変換してから、期間の中央を基準とする直径の連年生長率を計算し、これを期間中央の直径に対応させて、次のような生長率の推定式を求めた。(データ数392)

$$\log(1000 P_{DM}) = \log p + q \log D_M$$

ここで、 P_{DM} ：期間の中央を基準とした直径生長率、 D_M ：期間の中央における直径、 p と q はデータから計算する定数で、樹種群ごとに次のような値がえられた。

表-5 直径生長率推定式

樹種群	$\log p$	q	適用樹種
I	0.5215	0.4737	キハダ
II	1.1924	-0.0854	ウダイカンバ, シラカンバ, ダケカンバ, セン, ヤマナラシ
III	1.2865	-0.0296	カエデ類, ニレ, ミズナラ
IV	1.8234	-0.5455	シナノキ, ドロ, ヤチダモ
V	2.1193	-0.9416	ケヤマハンノキ, ミズキ, ホオノキ, その他

II群とIII群の樹種は、直径の大きさによらず比較的安定した生長率を示し、IVとVは直径の増加につれて急に生長率が低下する型である。これに対し、Iのキハダでは、直径が大きくなるにつれて生長率が大きくなる傾向を示す。これが資料の範囲(直径6~20cm)内でのキハダの特性なのか、あるいはデータ中の直径の大きいものだけが特に恵まれた生育条件にあったのか明らかでないが、直径と直径生長率の関係としては異例である。

期間中央の直径の代りに現在直径を用いることにすれば、表-5の結果から最近5年間の直径生長率が推定できるので、さきにあげた関係によって、最近5年間の材積生長量を計算することができる。

2. 年齢分布

樹幹解析木の年輪数から、昭和52年現在の各樹種の平均年齢を求めると図-2のようになる。これには平均年齢(黒丸)とその上下に年齢の変動幅を標準偏差で示してある。どの樹種も年齢の平均値は60年前後で、年齢の高い方のグループはヤマナラシ、セン、ウダイカンバ、シラカンバで、低いものはシナノキ、ダケカンバ、ドロ、ニレ類などである。

年輪数を地上0.3mの高さで数えているので、多少の誤差は見込まなければならないが、図-2は山火事後の各樹種の発生年の傾向を示しているものと考えられる。この中で、ヤマナラシ、セン、ウダイカンバ、ハンノキの年齢範囲の小さいことが注目される。

なお、年齢と直径との関係では、どの樹種についても一定の傾向は認められない。直径生長に関しては、発生時期の差は、それほど影響せず、むしろ生育条件の違いの影響が大きいということであろう。

3. 樹種構成

林況調査の結果から、平均的な1ha当りの林分構成を求めると表-6のようになる。

これによると、ミズナラ、カンバ類、シナノキ、セン、ドロノキ、ヤマナラシなどの有用樹

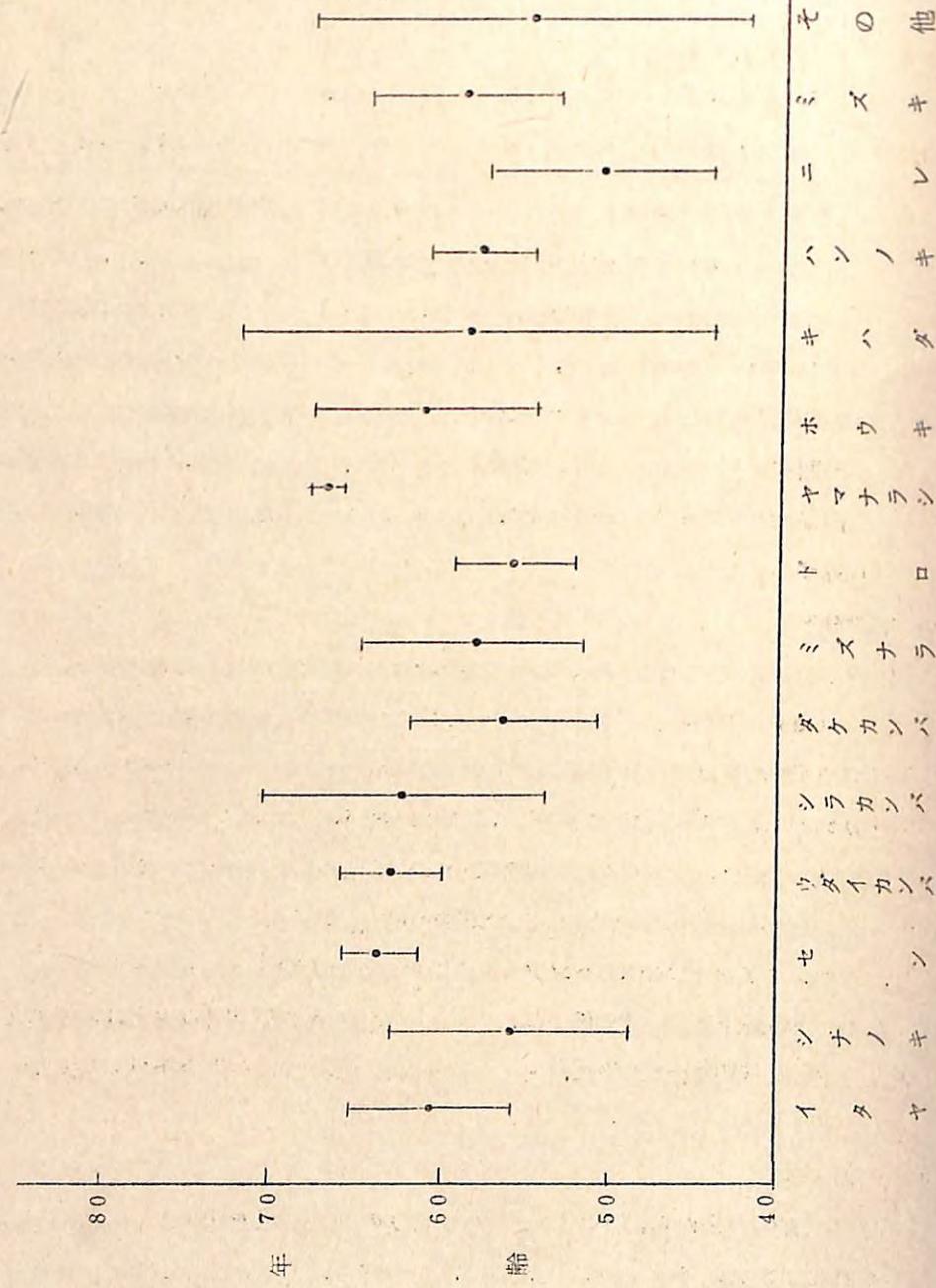


図-2 山火再生林の年齢(北見)

表-6 平均的な1a当り林分構成

樹種	本						数				材積 (m³)									
	6~10cm		12~20cm		22~30cm		32cm以上		計		6~10cm		12~20cm		22~30cm		32cm以上		計	
	本数	(%)	本数	(%)	本数	(%)	本数	(%)	本数	(%)	材積	(%)	材積	(%)	材積	(%)	材積	(%)	材積	(%)
カエデ類	202	(58.8)	23	(7.1)	3	(1.5)	2	(1.0)	230	(100.0)	4.46	(14.5)	2.55	(4.06)	1.23	(2.87)	3.94	(1.62)	12.19	(100.0)
シナノキ	70	(20.0)	33	(10.4)	3	(1.0)	1	(0.3)	107	(46.3)	1.92	(5.9)	4.34	(13.5)	1.27	(3.9)	1.31	(3.9)	8.83	(72.2)
セ	49	(14.0)	29	(9.0)	6	(2.0)	0	(0.0)	84	(36.0)	1.38	(4.2)	3.89	(12.1)	2.50	(7.6)	0.23	(0.7)	8.00	(66.2)
ウダイカンバ	28	(8.0)	79	(24.7)	35	(11.3)	1	(0.3)	143	(61.0)	1.34	(4.1)	1.420	(4.4)	1.633	(5.0)	0.83	(2.5)	32.52	(271.0)
シラカンバ	17	(5.0)	22	(7.0)	4	(1.3)	1	(0.3)	44	(19.1)	0.55	(1.7)	3.11	(9.6)	1.50	(4.6)	1.13	(3.4)	6.29	(52.0)
ダケカンバ	59	(17.0)	49	(15.0)	8	(2.5)	1	(0.3)	117	(50.9)	1.71	(5.2)	6.78	(20.8)	3.56	(10.9)	1.15	(3.5)	13.20	(110.0)
ミズナラ	108	(31.0)	50	(15.0)	9	(2.7)	8	(2.4)	175	(76.7)	3.67	(11.3)	5.83	(17.8)	2.87	(8.8)	10.54	(32.0)	22.91	(190.0)
ドロノキ	5	(1.5)	10	(3.0)	6	(1.8)	1	(0.3)	22	(9.6)	0.21	(0.6)	1.50	(4.5)	2.98	(9.0)	1.15	(3.5)	5.84	(48.0)
ヤマナラシ	8	(2.3)	7	(2.1)	3	(0.9)	1	(0.3)	19	(8.3)	0.26	(0.8)	1.11	(3.3)	1.36	(4.0)	0.92	(2.8)	3.64	(30.0)
ホオノキ	32	(9.0)	13	(4.0)	2	(0.6)	0	(0.0)	47	(20.4)	0.86	(2.6)	1.47	(4.5)	0.93	(2.8)	0.20	(0.6)	3.46	(28.0)
ヤチダモ	1	(0.3)	2	(0.6)	1	(0.3)	—	(0.0)	4	(1.7)	0.04	(0.1)	0.44	(1.3)	0.42	(1.2)	—	(0.0)	0.90	(7.5)
キハダ	45	(13.0)	27	(8.1)	4	(1.2)	0	(0.0)	76	(33.0)	1.37	(4.1)	3.96	(12.1)	2.76	(8.3)	0.64	(1.9)	8.73	(72.0)
ケヤマハンノキ	0	(0.0)	1	(0.3)	3	(0.9)	1	(0.3)	5	(2.2)	0.02	(0.06)	0.21	(0.6)	1.05	(3.1)	0.65	(1.9)	1.92	(16.0)
ニレ類	30	(8.0)	17	(5.0)	2	(0.6)	1	(0.3)	50	(21.7)	0.64	(1.9)	2.82	(8.6)	2.01	(6.0)	1.58	(4.7)	7.04	(58.0)
ミズキ	35	(10.0)	18	(5.4)	2	(0.6)	0	(0.0)	55	(23.9)	0.96	(2.9)	3.15	(9.5)	0.74	(2.2)	0.55	(1.6)	5.40	(45.0)
その他の	171	(49.0)	99	(29.7)	14	(4.2)	2	(0.6)	286	(124.0)	4.90	(14.5)	12.62	(38.6)	6.44	(19.4)	2.18	(6.5)	26.14	(217.0)
(%)	860	(24.8)	479	(13.7)	104	(3.0)	20	(0.6)	1463	(41.7)	24.29	(70.0)	67.80	(195.0)	47.94	(138.0)	26.99	(77.0)	167.02	(480.0)
計																				

種が全本数の4.9%を占め、さらに材積では全体の60%がこれらの樹種で占められている。表一6で本数の多い樹種は、大体においてどの場所にも平均して現れる傾向がある。その中でもカエデ類とミズナラは全プロットの98%に出現している。このほか出現率の高い樹種には、シナノキ(95%)、セン(93%)、ウダイカンバ(86%)、キハダ(81%)、ミズキ(79%)、ホオノキ(76%)、などがある。

ヤマナラシ(19%)、ヤチダモ(7%)はごく一部のプロットにしか出現しない。

表一7 本数階別の各樹種の出現プロット数(%)

樹種	ha 当り本数									
	1~50	51~100	101~150	151~200	201~250	251~300	301~350	351~400	401~500	500~
シナノキ	40.5	21.4	16.7	2.4	7.1	—	2.4	4.8	—	—
セン	40.5	19.0	19.0	4.8	9.5	—	—	—	—	—
ウダイカンバ	23.8	16.7	7.1	4.8	4.8	7.1	7.1	2.4	2.4	9.5
シラカンバ	19.0	11.9	9.5	2.4	4.8	—	—	2.4	—	—
ダケカンバ	31.0	16.7	11.9	2.4	2.4	—	—	—	—	2.4
ミズナラ	40.5	14.3	21.4	—	7.1	—	2.4	2.4	2.4	7.1
ドロ	14.3	16.7	2.4	4.8	2.4	—	—	—	—	—
ヤマナラシ	9.5	4.8	2.4	—	—	2.4	—	—	—	—
ニレ	42.9	14.3	7.1	4.8	2.4	—	2.4	—	—	—

表一8 蓄積階別の各樹種の出現プロット数(%)

樹種	ha 当り材積 (m³)								
	1~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~
シナノキ	64.3	19.0	9.5	—	—	—	—	2.4	—
セン	64.3	19.0	4.8	2.4	2.4	—	—	—	—
ウダイカンバ	21.4	14.3	7.1	4.8	9.5	2.4	4.8	4.8	16.7
シラカンバ	28.6	7.1	9.5	2.4	2.4	—	—	—	—
ダケカンバ	33.3	19.0	4.8	2.4	2.4	—	2.4	—	2.4
ミズナラ	54.8	11.9	7.1	2.4	4.8	4.8	2.4	2.4	7.1
ドロ	14.3	9.5	7.1	2.4	7.1	—	—	—	—
ヤマナラシ	14.3	—	—	—	2.4	—	2.4	—	—
ニレ	52.3	9.5	2.4	4.8	—	2.4	—	2.4	—

表一7, 表一8は, ha 当り本数と材積のクラス別に有用樹種の出現プロット数の比率を示したものである。本数では, 1樹種で250本以上を占めるプロットの出現数は, 42プロットのうちウダイカンバに, ミズナラ6, シナノキ3, シラカンバ, ダケカンバ, ヤマナラシ, ニレ類各1で, 材積がha 当り50m³以上を占めるプロットの出現数は, ウダイカンバ12, ミズナラ7, ダケカンバ, ニレ類各2, シナノキ, ヤマナラシが各1となっている。

幼時から疎立して生育してきた広葉樹は, 太枝を周囲に伸長させて幹形不良となりやすいから, 再生林の用材林への転換を考えるには, 十分な林分密度のもとで生育してきた枝下高の高い林分を対象としなければならない。この観点にたてば, 上の結果はウダイカンバ, ミズナラを主とする林分を第1に取りあげるべきことを示している。

4. 生長量と枯損量

最近5年間の樹種別, 直径級別の生長量と枯損量は表一9のようなになる。平均的な林分の最近5年間の生長量はha 当り26.3m³, 対応する枯損量は6.1m³であるから, 純生長量は年あたり4m³で, 生長量の2.3%が枯損で失われていることになる。

樹種別で枯損割合の大きいのは, キハダ, ヤチダモ, ドロノキ, ヤマナラシ, ホオノキ, ケヤマハンノキ, その他広葉樹などで, 生長量の40~60%が枯れている。セン, ウダイカンバの割合もこれらについて高く, シラカンバ, ダケカンバのそれぞれ3, 2倍の値である。ヤチダモの枯損が本数, 材積, 生長量のどれとの対応でも高くなった理由は, 耐陰性の面よりは出現プロットの数が少なく, 特殊な林分の結果が誇張されたものと解した方がよい。その他広葉樹の枯損率が63.5%と異常に高いのは, このグループの中に比較的初期生長のよい(したがって現存材積の大きい)サクラ, ヤナギ類などの直径の大きい方で枯損が多かったためである。

枯損は純生長の予測や, 今後の林分取扱いで考慮しなければならない重要な因子である。上に示した枯損率は, もとになる本数が樹種によって異なり, また稀な現象の推定では誤差が大きくなることから, そのまゝ樹種特性と見做すことはできない。このため, 本数枯損率の樹種間の違いが本当に意味をもつものかどうかの検定をおこなった。

この結果は, 樹種をI:カエデ類, II:シナノキ, ニレ, ミズキ, III:セン, ウダイカンバ, IV:その他広葉樹, V:ドロ, ヤマナラシ, ヤチダモ, キハダ, ケヤマハンノキの5群に分けると, 表一10のようなになる。

表一 9 生長量対枯損量 (1 ha 当り最近 5 年間)

樹種	最近 5 年間の生長量 (m³)					比率 (%)	同期間の枯損量		枯損材積	
	計						本数	材積 (m³)	生長量 (%)	
	6~10cm	12~20cm	22~30cm	32cm以上	計				生長量 (%)	材積 (m³)
カエデ類	0.980	0.549	0.261	0.820	2.610	9.9	1	0.067	2.6	
シナノキ	0.507	0.822	0.179	0.148	1.656	6.3	2	0.162	9.8	
セウダイカンバ	0.223	0.598	0.371	0.033	1.225	4.7	2	0.369	30.1	
シラカンバ	0.197	1.950	2.193	0.107	4.447	16.9	8	0.969	21.8	
ダケカンバ	0.086	0.460	0.214	0.157	0.917	3.5	1	0.118	12.9	
ミズナラ	0.277	1.033	0.527	0.165	2.002	7.6	3	0.208	10.4	
ドロノキ	0.663	1.033	0.502	1.801	3.999	15.2	5	0.284	7.1	
ヤマナラシ	0.053	0.272	0.431	0.127	0.883	3.4	3	0.362	41.0	
ホオノキ	0.040	0.164	0.193	0.128	0.525	2.0	2	0.254	48.5	
ヤチダモ	0.192	0.185	0.072	0.010	0.459	1.7	1	0.198	43.2	
キハダ	0.010	0.079	0.058	—	0.147	0.6	1	0.063	42.5	
ケヤマハンノキ	0.175	0.667	0.596	0.161	1.599	6.1	11	0.761	47.6	
ニシキ	0.003	0.020	0.083	0.036	0.142	0.5	0	0.064	45.4	
その他の	0.160	0.691	0.486	0.378	1.715	6.5	2	0.071	4.2	
(%) 計	1.070	1.549	0.484	0.117	3.220	12.2	26	2.044	63.5	
	(18.5)	(39.9)	(25.6)	(16.1)	(100.0)	100.0	70	6.134	233	

表一 10 本数枯損率の差の検定

比較	自由度	χ²	判定
I : II + III : IV : V	3	189.2	**
II : III	1	5.7	*
II 内	6	0.2	N.S.
III 内	1	0.1	N.S.
IV 内	4	4.2	N.S.
全体	15	199.4	**

** : 危険率 1% で有意
* : 危険率 5% で有意
N.S. : 有意差なし

すなわち, I, II + III, IV, V 群間の枯損率の違いは極めて明らかで, II 群と III 群の間にも 5% 水準で差が認められる。しかし, どの樹種群でもその中の樹種間には有意差がない。各群の本数枯損率を表一 11 にまとめておく。

表一 11 樹種ごとの本数枯損率

群	樹種	本数枯損率 (%)
I	カエデ類	0.4
II	シナノキ, シラカンバ, ダケカンバ, ミズナラ, ホオノキ, ニレ, ミズキ	2.6
III	セン, ウダイカンバ	4.4
IV	その他広葉樹	7.8
V	ドロ, ヤマナラシ, ヤチダモ, キハダ, ケヤマハンノキ	13.1

5. 単木の直径生長

直径生長は経験上 Mitcherlich の法則にしたがうといわれている。この法則は

$$Y = K - ab^t$$

と表わせる。ここで, Y は直径の総生長で, K, a, b はデータによってきまる定数, t は時間を表わす変数である。

この式を利用すると, 林分析プロットの伐採木のデータから, 調査時点の色々な直径階に応ずる直径生長の予測式を求めることができる。ただし, 胸高円板の測定値を現在直径の大ききでグルーピングして, Mitcherlich の式を直接あてはめてもうまくいかない。それは樹

種別の標本数が少なく、直径の分布が一様でないために、直径階の平均値がクラスの中央値に一致するとは限らず、また直径階別本数が平均直径の近くのクラスで最も多く、分布の両端で少なくなる傾向があるので、分布の上、下限の近くでは生長曲線が正確に推定できないからである。

ところで、現在直径が時間の関数として表わされるなら、それは現在直径の小さい方から大きい方まで、連続的に変化しているはずだから、現在の直径階別の直径生長曲線は、すべての直径階の情報を総合して、セットして求めなければならない。

このため、次のようなデータの平滑化を考える。過去の皮内直径に樹皮係数を乗じて補正してから、最近5年間の生長量を計算するのに用いたと同様な直径生長率の推定式

$$\log(1000 P_{DM}) = \log p + q \log D_M$$

を現在～5年前、5年前～10年前、……、25年前～30年前の6期間に対して、樹種ごとに計算する。記号の意味は前と同じである。

これは年あたりの式だから、真数にもとして

$$1000 P_{DM} = p D_M^q$$

とすると、5年間の直径生長量 I_D は

$$I_D = D_M \cdot p D_M^q / 200$$

ここで、各期間の終りの直径を D_E とすると

$$D_M = D_E - I_D / 2$$

これを上式に代入して

$$I_D = (D_E - I_D / 2) \cdot p \cdot (D_E - I_D / 2)^q / 200$$

$$= p (D_E - I_D / 2)^{q+1} / 200$$

$$\Rightarrow (p D_E^{1+q} - p(1+q) D_E^q \cdot I_D / 2) / 200$$

これから

$$I_D \doteq \frac{D_E \cdot \hat{P}_{DE}}{200 + \frac{(1+q)}{2} \hat{P}_{DE}}$$

となる。

ここで、 \hat{P}_{DE} は直径生長率の推定式に D_E を入れたときの値である。5年前の直径 D_S は

$$D_S = D_E - I_D$$

だから、直径生長率の式を期間別に求めておくと、与えられた現在直径から出発して、上の関

係を利用する逆推定を繰返すと、その木の過去の生長過程が計算できる。

このようにして平滑化した過去生長にMitcherlichの式をあてはめると、 t を変化させることによって将来の直径の予測値が求められる。

表-12

I) カエデ類

年	現在直径 (cm)					
	10		14		18	
1937(昭12)	(3.73)	3.74	(5.98)	5.98	(8.35)	8.35
1942("17)	(4.87)	4.94	(7.44)	7.46	(10.10)	10.07
1947("22)	(6.01)	6.07	(8.81)	8.88	(11.67)	11.74
1952("27)	(7.17)	7.14	(10.24)	10.24	(13.33)	13.37
1957("32)	(8.16)	8.15	(11.54)	11.54	(14.92)	14.95
1962("37)	(9.20)	9.10	(12.91)	12.80	(16.61)	16.50
1967("42)	(10.00)	10.01	(14.00)	14.00	(18.00)	18.00
1972("47)		10.86		15.16		19.46
1977("52)		11.66		16.26		20.88
1982("57)		12.41		17.32		22.27
1987("62)		13.13		18.34		23.62
K		25.15		42.17		72.96

II) シナノキ

年	現在直径 (cm)							
	10	14	18	22				
1937(昭12)	(0.49)	0.46	(4.63)	4.64	(8.47)	8.48	(12.27)	12.27
1942("17)	(3.20)	3.04	(6.73)	6.74	(10.32)	10.41	(13.97)	14.09
1947("22)	(5.00)	5.10	(8.47)	8.59	(12.03)	12.18	(15.66)	15.82
1952("27)	(6.67)	6.75	(10.24)	10.22	(13.87)	13.82	(17.55)	17.52
1957("32)	(8.04)	8.07	(11.70)	11.65	(15.41)	15.33	(19.15)	19.06
1962("37)	(9.15)	9.13	(12.99)	12.91	(16.85)	16.73	(20.72)	20.57
1967("42)	(10.00)	9.98	(14.00)	14.02	(18.00)	18.01	(22.00)	22.00
1972("47)		10.65		14.99		19.20		23.38
1977("52)		11.20		15.84		20.30		24.68
1982("57)		11.63		16.60		21.31		25.93
1987("62)		11.98		17.26		22.25		27.13
K		13.38		22.09		33.43		51.96

注) カッコ内は平滑化した原データ

iii) セン

年	現在直径 (cm)			
	10	14	18	22
1937(昭12)	(5.27) 5.27	(7.29) 7.29	(9.27) 9.27	(11.22) 11.22
1942(“17)	(6.15) 6.12	(8.46) 8.49	(10.73) 10.84	(12.96) 13.16
1947(“22)	(6.91) 6.95	(9.58) 9.66	(12.22) 12.36	(14.83) 15.03
1952(“27)	(7.69) 7.74	(10.76) 10.79	(13.84) 13.83	(16.91) 16.86
1957(“32)	(8.51) 8.52	(11.93) 11.89	(15.36) 15.26	(18.79) 18.63
1962(“37)	(9.34) 9.27	(13.07) 12.96	(16.80) 16.65	(20.53) 20.34
1967(“42)	(10.00) 10.00	(14.00) 14.00	(18.00) 18.00	(22.00) 22.00
1972(“47)	10.70	15.01	19.32	23.62
1977(“52)	11.39	15.99	20.59	25.19
1982(“57)	12.05	16.95	21.82	26.71
1987(“62)	12.70	17.87	23.02	28.19
K	32.99	49.56	63.04	76.78

iv) ウダイカンバ

年	現在直径 (cm)			
	10	14	18	22
1937(昭12)	(4.06) 4.08	(6.71) 6.72	(9.51) 9.50	(12.33) 12.31
1942(“17)	(5.37) 5.49	(8.35) 8.41	(11.43) 11.39	(14.50) 14.42
1947(“22)	(6.62) 6.70	(9.82) 9.87	(13.07) 13.06	(16.38) 16.30
1952(“27)	(7.82) 7.73	(11.16) 11.14	(14.52) 14.53	(17.92) 17.97
1957(“32)	(8.71) 8.61	(12.35) 12.24	(15.79) 15.83	(19.36) 19.47
1962(“37)	(9.40) 9.37	(13.19) 13.19	(16.97) 16.98	(20.77) 20.80
1967(“42)	(10.00) 10.02	(14.00) 14.01	(18.00) 17.99	(22.00) 21.98
1972(“47)	10.58	14.73	18.99	23.04
1977(“52)	11.06	15.41	19.68	23.99
1982(“57)	11.47	15.88	20.38	24.83
1987(“62)	11.82	16.34	21.00	25.58
K	13.92	19.34	25.67	31.76

v) シラカンバ

年	現在直径 (cm)			
	10	14	18	22
1937(昭12)	(3.27) 3.27	(6.16) 6.16	(9.16) 9.16	(12.17) 12.17
1942(“17)	(5.13) 5.14	(8.02) 8.03	(11.02) 11.03	(14.02) 14.04
1947(“22)	(6.63) 6.61	(9.62) 9.63	(12.69) 12.72	(15.75) 15.81
1952(“27)	(7.76) 7.78	(10.99) 10.99	(14.24) 14.25	(17.48) 17.48
1957(“32)	(8.71) 8.70	(12.17) 12.16	(15.63) 15.63	(19.07) 19.07
1962(“37)	(9.42) 9.42	(13.17) 13.15	(16.92) 16.87	(20.66) 20.58
1967(“42)	(10.00) 10.00	(14.00) 14.00	(18.00) 18.01	(22.00) 22.00
1972(“47)	10.95	14.73	19.03	23.36
1977(“52)	10.81	15.35	19.95	24.64
1982(“57)	11.09	15.88	20.79	25.85
1987(“62)	11.32	16.33	21.54	27.00
K	12.16	18.99	28.69	47.91

vi) ダケカンバ

年	現在直径 (cm)			
	10	14	18	22
1937(昭12)	(2.49) 2.48	(6.09) 6.09	(9.72) 9.72	(13.34) 13.34
1942(“17)	(4.51) 4.41	(7.93) 7.89	(11.46) 11.44	(15.02) 15.01
1947(“22)	(5.86) 5.99	(9.35) 9.45	(12.92) 13.00	(16.52) 16.58
1952(“27)	(7.27) 7.30	(10.84) 10.83	(14.46) 14.43	(18.11) 18.06
1957(“32)	(8.35) 8.38	(12.02) 12.03	(15.72) 15.73	(19.44) 19.45
1962(“37)	(9.34) 9.26	(13.14) 13.08	(16.95) 16.92	(20.76) 20.76
1967(“42)	(10.00) 9.99	(14.00) 14.00	(18.00) 18.00	(22.00) 22.00
1972(“47)	10.60	14.81	18.99	23.16
1977(“52)	11.10	15.51	19.89	24.26
1982(“57)	11.50	16.13	20.71	25.29
1987(“62)	11.84	16.67	21.46	26.27
K	13.43	20.45	29.27	42.08

vii) ミズナラ

年	現在直径 (cm)							
	10		14		18		22	
1937(昭12)	(2.54)	2.51	(4.78)	4.77	(7.25)	7.25	(9.88)	9.88
1942(〃17)	(3.61)	3.79	(6.23)	6.34	(9.02)	9.07	(11.93)	11.91
1947(〃22)	(4.85)	5.05	(7.78)	7.89	(10.84)	10.89	(13.97)	13.94
1952(〃27)	(6.33)	5.31	(9.44)	9.44	(12.64)	12.69	(15.89)	15.38
1957(〃32)	(7.61)	7.55	(10.98)	10.98	(14.41)	14.45	(17.86)	18.01
1962(〃37)	(9.03)	8.78	(12.71)	12.51	(16.41)	16.22	(20.11)	19.95
1967(〃42)	(10.00)	10.01	(14.00)	14.02	(18.00)	17.99	(22.00)	21.98
1972(〃47)		11.23		15.51		19.73		24.01
1977(〃52)		12.43		16.98		21.47		26.05
1982(〃57)		13.63		18.46		23.21		27.99
1987(〃62)		14.81		19.93		24.92		30.02
K		156.27		201.15		275.00		893.22

viii) ヤマナラシ, ドロ

年	現在直径 (cm)							
	10		14		18		22	
1937(昭12)	(2.87)	2.86	(5.71)	5.71	(8.74)	8.74	(11.93)	11.94
1942(〃17)	(3.87)	4.12	(6.99)	7.20	(10.25)	10.43	(13.63)	13.78
1947(〃22)	(5.32)	5.34	(8.56)	8.64	(11.91)	12.05	(15.36)	15.56
1952(〃27)	(6.73)	6.54	(10.17)	10.04	(13.69)	13.62	(17.27)	17.26
1957(〃32)	(7.75)	7.72	(11.50)	11.40	(15.30)	15.14	(19.13)	18.90
1962(〃37)	(8.91)	8.87	(12.79)	12.72	(16.69)	16.59	(20.60)	20.48
1967(〃42)	(10.00)	9.99	(14.00)	14.00	(18.00)	18.01	(22.00)	22.00
1972(〃47)		11.09		15.24		19.37		23.47
1977(〃52)		12.17		16.45		20.68		24.88
1982(〃57)		13.23		17.62		21.94		26.23
1987(〃62)		14.25		18.75		23.17		27.54
K		61.18		55.80		56.99		60.72

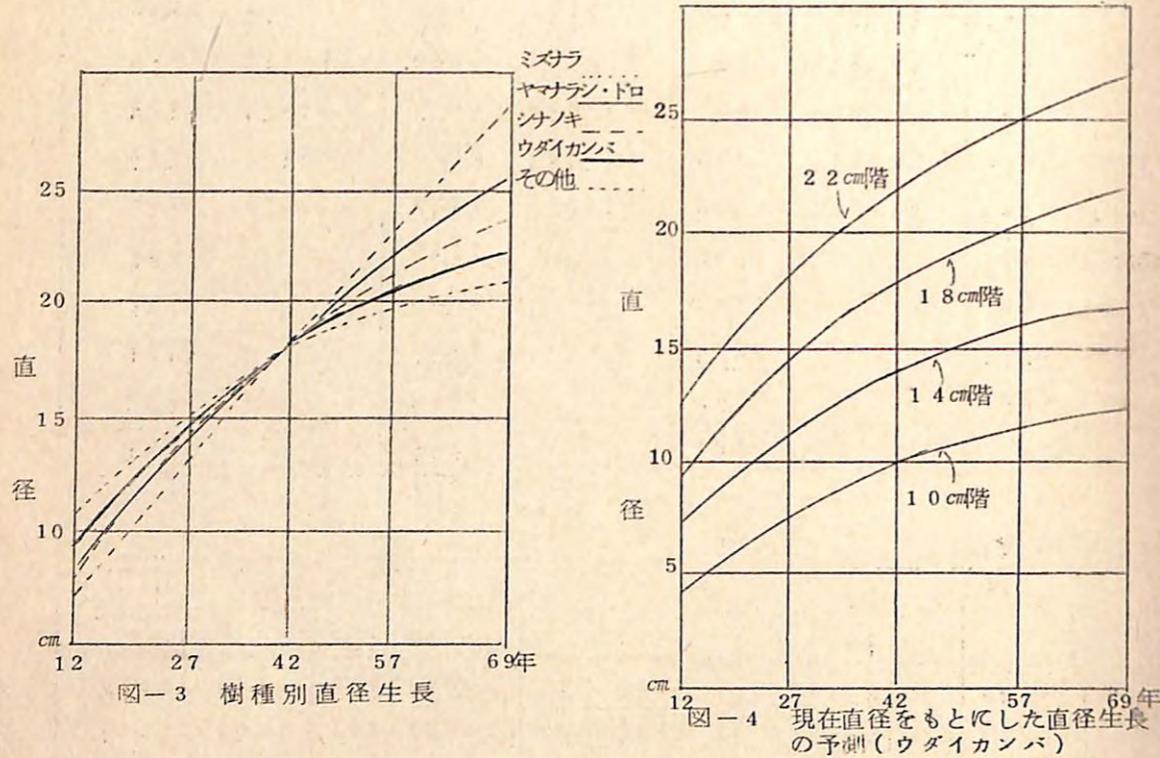
xi) ニレ類

年	現在直径 (cm)					
	10		14		18	
1937(昭12)	(2.37)	2.39	(4.60)	4.60	(7.05)	7.03
1942(〃17)	(3.78)	3.94	(6.51)	6.49	(9.39)	9.20
1947(〃22)	(5.25)	5.36	(8.16)	8.24	(11.17)	11.22
1952(〃27)	(6.73)	6.67	(9.89)	9.86	(13.11)	13.10
1957(〃32)	(7.96)	7.88	(11.32)	11.35	(14.72)	14.85
1962(〃37)	(9.14)	8.99	(12.78)	12.73	(16.44)	16.47
1967(〃42)	(10.00)	10.02	(14.00)	14.00	(18.00)	17.98
1972(〃47)		10.96		15.18		19.39
1977(〃52)		11.83		16.26		20.69
1982(〃57)		12.63		17.27		21.91
1987(〃62)		13.36		18.20		23.03
K		21.91		29.47		38.01

x) その他広葉樹

年	現在直径 (cm)							
	10		14		18		22	
1937(昭12)	(3.68)	3.68	(7.23)	7.21	(10.89)	10.87	(14.61)	14.58
1942(〃17)	(5.18)	5.14	(8.88)	8.79	(12.65)	12.53	(16.45)	16.70
1947(〃22)	(6.33)	6.40	(10.11)	10.15	(13.93)	13.91	(17.78)	17.79
1952(〃27)	(7.45)	7.50	(11.28)	11.33	(15.14)	15.19	(19.02)	19.07
1957(〃32)	(8.47)	8.45	(12.33)	12.34	(16.22)	16.26	(20.12)	20.17
1962(〃37)	(9.35)	9.28	(13.25)	13.23	(17.17)	17.19	(21.10)	21.15
1967(〃42)	(10.00)	10.00	(14.00)	13.99	(18.00)	17.98	(22.00)	21.98
1972(〃47)		10.63		14.65		18.67		22.69
1977(〃52)		11.17		15.22		19.27		23.31
1982(〃57)		11.65		15.71		19.78		23.85
1987(〃62)		12.06		16.14		20.23		24.31
K		14.78		18.88		23.05		27.27

表一12に、平滑化によってえられた過去の直径生長の値と、Mitcherlich式による計算値を示した。6個のデータに対して、3つのパラメータの式をあてはめたので、当然ではあるが適合は良好である。図一3は現在直径18cmの場合を例にとって、樹種間の生長傾向を比較したもので、図一4はウダイカンバについて4通りの直径階の生長曲線を示したものである。



図一3 樹種別直径生長

図一3で、1968(昭43)年以降の生長速度の順位は、上からミズナラ、ドロ、ヤマナラシ、シナノキ、ウダイカンバ、その他広葉樹となっており、ミズナラの直線的な傾向に比べて、ウダイカンバの最近の生長の鈍化が目立っている。カンバ類のうち、シラカンバとダケカンバの曲線は図に示してないが、これらはシナノキとウダイカンバの間を通り、30年後にはウダイカンバより0.8cm大きくなる。しかし、この程度の差は、単木間の変動を考えれば、意味のある大きさではない。

ミズナラの生長曲線が直線に近くなったのは、連年生長が最大になる前の初期生長の段階のデータで外挿したため、長期にわたって図に示されたような生長を持続するとは考えられない。この点は、新しいデータによってさらに検討する必要がある。

以上は、18cm階を例にとって樹種別の生長傾向の特徴を示したのであるが、生長曲線の形

状は現在直径の大小によっても異なる。この様子は、生長曲線の上方漸近線を与えるKの値からも推察できるが、図一4のウダイカンバの直径階間の比較をみると一層はっきりする。すなわち、現在のまま推移すると、直径22cmのウダイカンバは30年後には27cmになり、年あたり1.7mm程度の生長が期待されるのに対し、10cmのクラスでは同期間の生長量はこの半分にすぎない。ただし、これらの結果は急激な生育環境の変化がないものと仮定し、立木度や土地条件の違いも考慮せずに試算した平均的な傾向であるから、間伐などの保育を加えたときの生長コースの予測には修正が必要である。

6. 土壌条件と生長量

林分解析プロットのA層の養分濃度と最近5年間の材積生長量の関係を検討した。全体として養分濃度が高いほど生長量が大きくなる傾向は認められたが、相関はそれほど高くない。この理由は、材積生長量と直接的な関係をもつ期首の本数、断面積、材積などの値がプロットによって違いが大きいこと、また樹種の混交歩合が場所ごとに異なっているため、材積生長量の中に樹種の生長特性の違いがもちこまれ、土壌条件による生長差がかくされたためと考えられる。そこで、林の構造を表わすいろいろな測定値の中から、できるだけ他の因子と無関係に土壌特性と密接に関連しているものを探し出し、それを指標として土壌条件による再生林の分類を試みることにする。

伐倒木の測定結果から、調査プロットの年齢は50~60年の間にあり、主な樹種であるカンバ類の平均はおおよそ55年前後と推定される。いまそれぞれの樹種について、プロット内の最大直径木をとると、これはその場所ではもっとも有利な条件のもとで生長してきたもので、その樹種の到達できる最大の大きさと考えることができる。発生時期の違い、プロット内の樹種の組合わせの違い、密度条件の差など例外をつくり出す要因は多いが、再生林が比較的短期に成立したとすれば、このような仮定も近似的になりたつだろう。

そこで、林分解析プロットで5本以上、固定プロットでは13本(1ha当り125本)以上ある樹種について、直径の上位のものから本数の1/5をとり、全プロットの資料を合算して樹種ごとの直径に対する本数分布を求めた。このとき、死害木が含まれている可能性があるため、林況調査プロットの全部の資料をこみにして作った樹種別の本数分布の形、特に分布の途切れに注目して、直径の大きさによる前生樹の判定表を作成した(表一13)。

表-13 林況調査プロットにおける樹種別本数分布と免害木判定基準

樹種 直径階	カエデ 類	シナ ノキ	セン	ウダイ カンバ	シラ カンバ	ダケ カンバ	ミズ ナラ	ドロ	ヤマ ナラシ	ホオ ノキ	ヤチ ダモ	キハダ	ケヤマ ノシノキ	ニレ	ミズキ
6cm	527	134	68	28	17	53	153	5	4	69	2	43		78	59
8	258	77	66	54	35	47	104	9	2	45	2	57		35	61
10	116	64	48	82	32	43	99	18	14	42	4	49	1	18	45
12	57	46	49	101	33	41	78	17	6	24	3	40		20	27
14	34	33	28	94	36	24	40	17	2	12	4	27		20	19
16	18	28	15	92	16	28	38	8	5	11	3	17	1	8	17
18	10	13	15	77	24	19	22	8	11	6	5	10		9	14
20	3	9	16	42	11	13	27	10	4	3	3	13	2	8	16
22	2	6	10	63	6	19	22	15	5	7	2	8	7	3	4
24	4	4	6	27	3	10	15	10	3	2		2	1	4	4
26			7	32	3	7	11	10	3	1	1	1	4	2	
28	1	4	2	12		3	1	3	1	2	2	1	2	4	
30		1		3	2	1	2	1	1			3		3	
32	1			1	2	5	3	2	2				3	2	
34		2	1		1		1		1					2	1
36		1		1	1		1		1			1			
38	3			1			1								
40							2	1		1			1		
42	1						3								
44		2					2								
46							2							1	
48	1						2	1							
50							3								
52							1								
54							1								
56							1								
58															
60	1						1								
62							2								
64							1								
66															
68															
70							1								
72							1								
74															

注) 限界線より大きい木は免害木とみなして、次に大きい直径の木をとる。

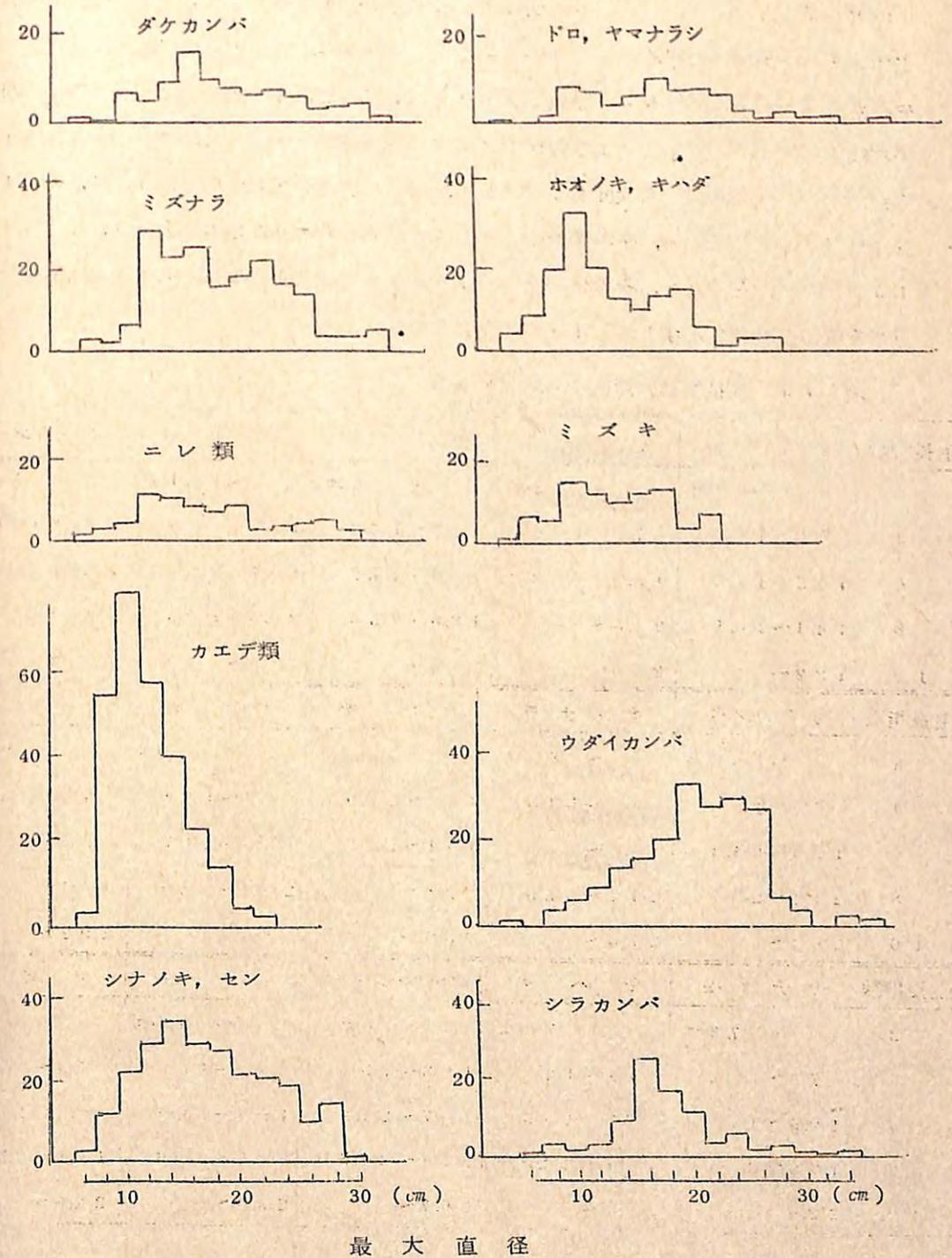


図-5 プロットの最大直径の分布

最大直径の分布は図-5のように樹種によって特徴のある形をしている。たとえば下層木を主体とするカエデ類の平均は12.9cmで左に偏っているが、ウダイカンバは平均が22.6cmと、やや右に寄った分布型である。またミズナラでは12cmから26cmの間にはほぼ均等に分布し、平均は19.1cmである。このような樹種による生長の違いを補正して、共通の比較尺度をつくるため、各樹種の直径分布範囲を5つにわけ、直径の小さい区分から2, 4, 6, 8, 10の評点を与える。すなわち、平均値を中心として標準偏差の±0.5倍の範囲を6, ±(0.5~1.5)倍の範囲を4と8, その外側を2と10にするのである。樹種ごとにそれぞれの評点に対する直径の範囲を示すと表-14のようになる。

表-14 生長指数に対応する直径の範囲

生長指数	カエデ類	シナノキ	センノキ	マカバ	シラカンバ
2	~6.6cm	~7.4cm	~6.6cm	~12.4cm	~7.2cm
4	6.7~10.4	7.5~13.7	6.7~12.2	12.5~19.0	7.3~12.6
6	10.5~14.3	13.8~20.2	12.3~17.9	19.1~25.9	12.7~20.0
8	14.4~18.1	20.3~26.5	18.0~23.5	26.0~32.6	20.1~25.5
10	18.2~	26.6~	23.6~	32.7~	25.6~
生長指数	ダケカンバ	ミズナラ	ドロノキ	ヤマナラシ	ホオノキ
2	~6.5cm	~8.1cm	~14.2cm	~9.4cm	~4.7cm
4	6.6~13.8	8.2~14.5	14.3~18.0	9.5~15.4	4.8~9.4
6	13.9~21.3	14.6~21.0	18.1~22.0	15.5~21.7	9.5~14.3
8	21.4~28.7	21.1~27.5	22.1~25.9	21.8~27.9	14.4~19.1
10	28.8~	27.6~	26.0~	28.0~	19.2~
生長指数	ヤチダモ	キハダ	ケヤマソノキ	ニレ	ミズキ
2	~7.5cm	~7.0cm	~10.2cm	~9.5cm	~6.9cm
4	7.6~12.4	7.1~12.2	10.3~15.6	9.6~15.8	7.0~12.1
6	12.5~17.5	12.3~15.6	15.7~21.2	15.9~22.4	12.2~17.4
8	17.6~22.5	15.7~20.0	21.3~26.6	22.5~28.9	17.5~22.7
10	22.6~	20.1~	26.7~	29.0~	22.8~

土地生産力を目やすにするプロットの評点(これを直径生長指数とよぶことにする)は、次のようにしてきめる。まずプロット当り5本以上ある樹種について最大直径をしらべ、さきに示した基準表のどの区分に該当するかをみて、その樹種の生長指数とする。つぎに指数の大きいものから順に3樹種をとって評点を平均し、これをプロットの直径指数とする。第4位以下の樹種はなにかの原因で土地生産力が十分発揮されていないとみなして除外する。これによって被圧や発生時期のおくれの影響がかなり取り除けるものと思われる。

こうしてえた直径生長指数をA層の養分濃度^{注)}に対応させると図-6がえられる。養分濃度の等しいプロットの間でも直径生長指数はかなりバラついているが、一般に濃度が増すにつれて生長指数が高くなる。相関係数はNで0.856, P₂O₅:0.833, K₂O:0.834, CaO:0.873で明らかに両者が平行的な関係にあることが確かめられる。

なお分析数値をみると、再生林内のA層のCaOおよびN濃度は針葉樹林内に比べはるかに高い。これは広葉樹林では林床に推積した落葉が急速に分解し、それがA層に還元されるためと思われる。またP₂O₅, K₂O濃度が特に低いのは、各調査プロットがすべて火山灰の被覆の影響をうけているためである。

以上で養分濃度と直径生長指数の間に高い相関のあることがわかったが、土壌表層の養分濃度はその上の林の状態によって変化する可能性があるため、長期的な生産力の表示として直径生長指数が適切かどうかはこれだけでは判断できない。そこで養分濃度以外の土壌断面の特性と直径生長指数がどのような関係にあるかを調べた。

まず層位の中で特に養分濃度の高いA層の厚さと生長指数とを対比すると図-7のように、養分濃度のときよりバラツキは大きいA層が厚くなるほど生長指数も大きくなる傾向が認められる。しかしプロットの中にはA層の厚さがほとんど同じで直径生長指数の著しく異なるものがある。たとえば表-15で、プロット24, 58, 16, 17のグループと64, 101のグループはいずれもA層の厚さが11~14cmであるが、生長指数の方は5.0~5.3および8.7とかなり違っている。この原因を表15でみると、プロット24はPD型, 16はBD型, 17はBE型とそれぞれ土壌型は異なっているが、いずれもB層が板状緻密な石礫からなり孔隙量の少ない点が共通している。理学的の良否が根系の発達、ひいては直径生長に影響をおよぼしたものである。

さらに、第1のグループのA層の養分濃度はNで0.32~0.54%, P₂O₅:0.01~

注) 0.2N-HCl抽出の有効態養分

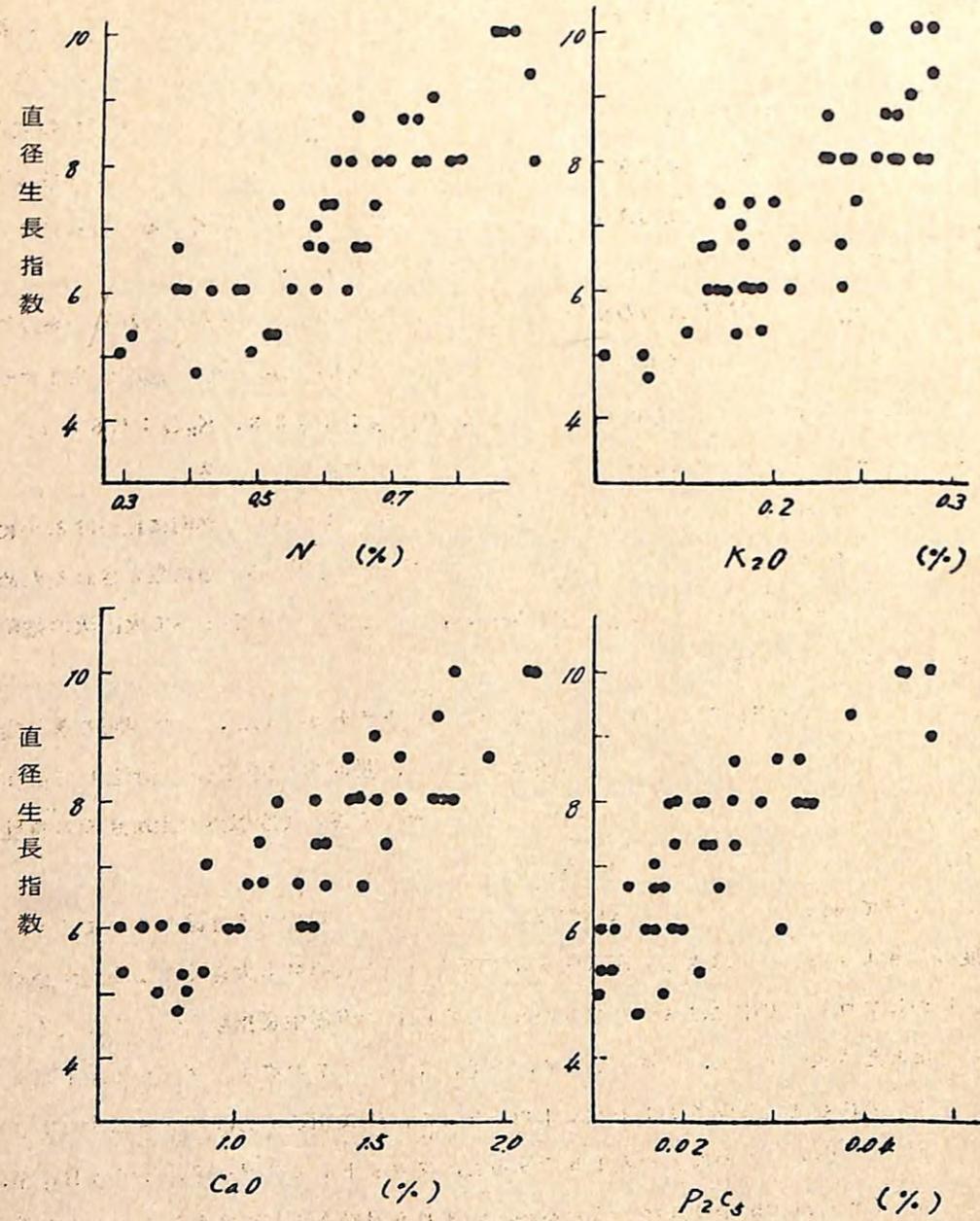


図-6 A層の養分濃度と直径生長指数

表-15 直径生長指数と土壌条件

プロット 番号	直径生長 指数	A層の厚 さ(cm)	土 壌 型	A 層 の 養 分 濃 度 (%)			
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
71	4.7	9	B _F	0.41	0.02	0.14	0.83
83	5.0	4	B _B	0.29	0.01	0.10	0.65
24	5.0	11	P _D	0.49	0.01	0.32	0.84
58	5.3	12	B _D	0.54	0.01	0.15	0.81
16	5.3	12	B _D	0.32	0.02	0.18	0.89
17	5.3	14	B _E 崩	0.54	0.01	0.20	0.60
88	6.0	18	B _D	0.59	0.02	0.19	0.98
39	6.0	21	B _D	0.47	0.01	0.17	1.04
66	6.0	21	B _D	0.43	0.01	0.19	0.66
7	6.0	17	B _D	0.40	0.02	0.24	1.30
67	10.0	16	B _D	0.87	0.05	0.29	2.11
90	10.0	25	B _E 崩	0.88	0.05	0.26	2.12
15	10.0	26	B _D 崩	0.88	0.05	0.28	1.81
9	9.3	19	B _D 崩	0.90	0.04	0.29	1.76
74	9.0	30	B _D 崩	0.76	0.05	0.28	1.52
27	8.7	18	B _D	0.73	0.03	0.23	1.66
64	8.7	13	B _D (d)	0.65	0.02	0.27	1.42
101	8.7	12	B _D	0.74	0.03	0.27	1.95
プロット 番号	土 壌 条 件						
	A層浅い	石礫注)	堅 密	埴 質	乾	湿	
71	○	○				○	
83	○		○	○	○		
24	○	○	○				
58	○	○	○				
16	○	○	○				
17	○	○	○				
88		○	○				
39			○	○			
66		○					
7			○	○			
67		+					
90		+					
15		+					
9		+					
74							
27		+					
64	○	+		○			
101	○	+		○			

注) 石礫欄の○印は石礫頗る富む(大礫), +印は石礫富む(小礫)

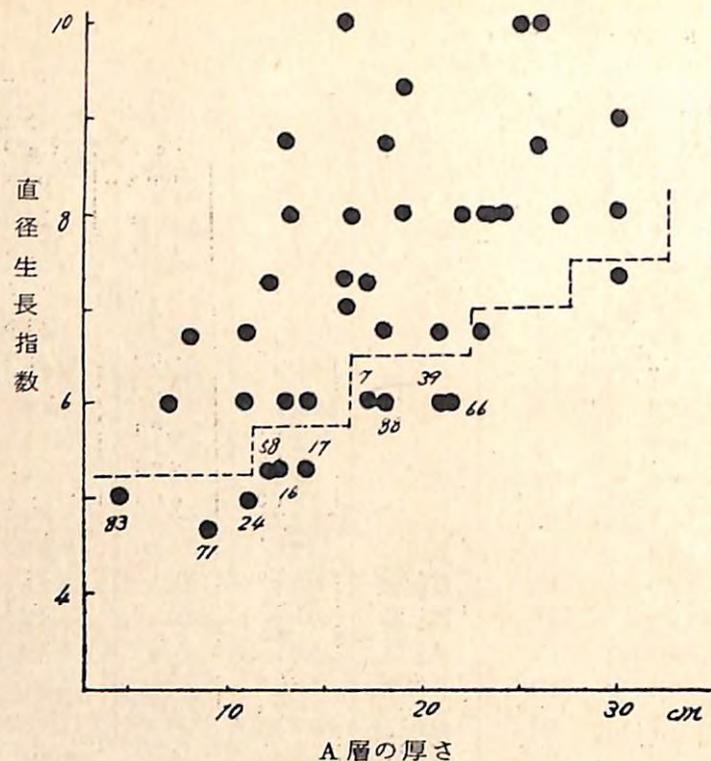


図-7 A層の厚さと直径生長指数

0.02%, K_2O : 0.13~0.18%, CaO : 0.60~0.89%であった。これに対しプロット64, 101は埴質な土壌ではあるが有機物にとみ、これに石礫を混じて土壌は全体的に軟らかい。またA層の養分濃度はNで0.60~0.74%, P_2O_5 : 0.03%, K_2O : 0.27%, CaO : 1.42~1.95%を示し、前者のグループに比較して、土壌形態、理化学およびA層の養分濃度が優れている。

これとは別に、プロット88, 7と27はいずれもBD型土壌でA層の厚さも17~19cmと類似している。しかしプロット88, 7の生長指数は6.0, 27は9.3で、指数は大きく違っている。この場合は、プロット88が石礫が多くて土壌が堅く、また27は埴質で土壌が堅いという特徴があり、しかも土壌の推移状態がA層とB層で明瞭であり理化学性が劣っている。このA層の養分濃度はNで0.40~0.59%, P_2O_5 : 0.02%, K_2O : 0.19~0.24%, CaO : 0.98~1.30%である。これに対しプロット27の方は、多少石礫にとむが、石礫間には有機物にとむ黒褐色の礫質土壌が深くまで侵入し、土壌断面の推移状態は不明瞭で層位の境界が判然としていない。またA層の養分濃度はNで0.73%, P_2O_5 : 0.03%, K_2O

: 0.23%, CaO : 1.66%で前者に比べはるかに土壌形態、養分濃度が良好である。

さらに、表-15で生長指数の高いグループ(8.7~10.0)と低いグループ(4.7~6.0)の違いを土壌的にみると、直径生長指数の低いプロットは一般にA層が薄く、埴質土壌でA層とB層の推移状態が判然とし堅密なもの、石礫(特に大礫)が多い場合などが含まれる。またA層が石礫で構成されるため、比較的厚いにもかかわらず礫質土壌の侵入が浅いものや、表層から大礫によって占められる場合もこのグループに多い。これに対し直径生長指数の高いものでは、2, 3のプロットに埴質でA層がうすい場合もみられるが(プロット64, 101), 一般にA層が厚く、しかも石礫は礫質土壌と適度に混合して土壌の推移状態は漸变的、かつ、堅密な土壌は認められない。そうしてA層の養分濃度の高いことは前述のとおりである。

以上の結果から、各樹種の最大直径木で定義した直径生長指数はA層の養分濃度ばかりでなく、林木の生長と関係の深い土壌断面の他の特性ともよく対応していることがわかる。したがって、再生林の地位がこの指数で表示できることが土壌的にうらづけられたことになる。

最後に、プロット内の最大直径木を使ったのは被圧や成立時期の影響をうけない生産力の比較尺度を求めるためであったが、完全な孤立木でない限り、最大直径木であっても密度の影響をまぬかれることはできない。それで土壌養分の等しい場合、プロットの本数の多少によって直径生長指数がどれくらい違ってくるかを検討した。これは土壌養分とha当り本数を説明変数としたときの生長指数の重回帰分析で知ることができる。それによると、A層の窒素、磷酸、カリ、カルシウム濃度の等しいグループの中では、生長指数は本数が多くなるほど低下する傾向があり、その程度は1,000本あたり-0.43となることがわかった。計算に用いた資料の平均本数が1,465本であったから

$$(\text{プロットのha当り本数} - 1,465) - (0.43) / 1,000$$

を生長指数の値に加えると本数密度の影響を取除くことができる。

7. 過去の林分構造の推定

林分解析プロットには3通りの測定値がある。すなわち樹幹解析木では、現在から過去に向かって5年おきの樹高と直径、材積のすべてがわかっている。ただし過去の直径と材積は皮付になおさなければならない。胸高円板を採取した木では、現在樹高と過去の皮内直径だけが正確にわかっており、材積はこれらの値から推定しなければならない。

過去直径を皮付になおす必要のあることも上と同様である。最後に直径のみを測定した木は、現在直径を除くすべての項目を推定しなければならない。これには次のような方法を用いる。

まず樹皮厚を推定するため、伐採木の資料によって、

$$\frac{D_{ob}}{D_{ib}} = a + b D_{ib}$$

$$\frac{V_{ob}}{V_{ib}} = a + b V_{ib}$$

の形の樹皮係数式を求める。ここでDは直径、Vは材積で、添字のib, ob はそれぞれ皮内と皮付を意味する。林況調査プロットのまとめでは皮内直径から皮付直径を直接求める回帰式を使用した。現在の皮内と皮付の関係は、多くは原点を通らない直線となり、過去に遡って適用するとき誤差が大きくなるので、ここでは樹皮率の推定式を採用した。前と同じに樹種ごとのaとbを比較した結果、直径で5、材積で7組の樹種群に対する推定式がえられた。

次に円板測定木の現在および過去材積は、それぞれの皮内直径(D_{ib})と現在樹高(H)から計算することにし、樹幹解析木のデータから

$$\log V = b_0 + b_1 \log D_{ib} + b_2 \log H$$

の形で二変数材積式を求めた。推定式は7つの時点に対し8つの樹群ごとに計算したが適合は良好で、重相関係数はすべて0.98以上になった。

直径だけを測定した木は、過去直径と現在を含めた各時点の材積をすべて推定しなければならない。まず直径は、現在直径と過去直径の間に一次の関係

$$D_{過去} = a + b D_{現在}$$

がなりたつものとして、伐採木全部の資料を使用して12の樹種群に対し過去の6時点の推定式を求めた。30年前までを推定しようとするバラツキは大きくなるが直線関係は成立している。次に現在と過去の材積を推定するため、樹幹解析木の資料を使って林況調査プロットのとくと同様な一変数材積式を30年前までの7時点について作成した。樹種群の数は8組である。

樹種に応じてこれらの中から該当する式を選び、プロット内の木立に次々にあてはめ、現在から30年前までの5年ごとの林分構造を推定した。この際、現在の直径の測定限界とあわせるため、推定直径が5cm以下になった木は、断面積、材積の計算から除外した。また各推定項目について、推定値の誤差分散も同時に算出した。

このようにしてえられた現在および過去の各プロットの本数、平均直径、断面積、材積と、それらの差として求めた生長量が次に述べる生長予測の原資料である。

8. 林分生長量の予測

異齡混交林の生長予測では、構成樹種や成立の違い、立木度、高さなどの基準によってあら

かじめ林型を区分し、均質化されたこれらのタイプごとに予測を進めるのが原則である。しかし、北見地方の再生林調査のデータでは、混交率まで含めて考えると、類型化に利用できるほど明瞭な樹種の組合わせは見出せなかった。すなわち、現在蓄積とその中に含まれる有用樹種(シナノキ、セン、ウダイカンバ、シラカンバ、ダケカンバ、ミズナラ、ドロ、ヤマナラシ)の材積割合をみると、現在蓄積が50m³~260m³/haの広い範囲にわたっている上に、有用樹種の材積比も12%から94%におよんでいる。さらに、有用樹種だけをとり、僅か0.04haの小面積でさえ単一の樹種で占められる場合が少なく、構成樹種を主とする分類は有効とは思えない。

このため、重回帰分析によって、過去の各期間の生長量がどのような因子の組合わせで決定づけられているかをみることにする。

一定期間の生長量は、期首蓄積とその期間の生長率の積である。したがって生長量の違いはこの2つの因子の組合わせできまるのであるが、生長率は林の内容が違ってその影響は数パーセント以内に止まる。これに対して、期首蓄積は極端な場合は、ゼロから数百m³の範囲にわたるので、生長量の変動原因の大半はもとの蓄積の差に帰着できる。しかし、蓄積は森林調査の目的変数であって、簡単に求めることができないから、これを期首の林分構造を代表する他の量的変数でおきかえて、生長量がそれらの変数の効果の和で表わされると考える。すなわち

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n$$

ここでYは5年間の生長量、X_iはi番目の変数で、各変数の効果は係数b_iの大きさとなって現れる。

この方針のもとに、林分解析プロットの最近5年間の生長量が、期首における次の6種の変数の値とどのような関係をもっているかを検討した。

$$X_1: \text{期首の本数} (N/1000)$$

$$X_2: \text{直径の合計} (\sum D/100m)$$

$$X_3: \text{胸高断面積合計} (G/10m^2)$$

$$X_4: 10G/\sum D = \bar{D}(1 + C_D^2)$$

$$X_5: \text{直径生長指数} (S/10)$$

$$X_6: \sqrt{G/10} (m)$$

X₁からX₃まではBuell⁷¹⁾が好結果をえたとして述べている変数で、X₄はプロット内の直径分布の違いを示す変数として考えた。 \bar{D} は平均直径、C_D²は直径の変動係数の二乗である。X₅は、さきに述べたプロット内の最大直径から求めた直径生長指数^{注)}である。X₆は生長注) ここでは本数の影響を除く前の指数を用いた。

量に対する断面積の効果の曲線性を補正するための変数である。

これらの変数の種々の組合せで、過去の6期間の生長量の変動のどれくらいの部分が説明できたかをみれば、組合せた変数の全体的な影響度が評価でき、さらに係数 b_i の有意性検定で、個々の変数の寄与の大きさも判定できる。ここでは変数群の全体効果の評価に重相関係数(R)、単一効果の判定にt-検定を用いる。

分析の結果を最近5年間の生長量の場合について示すと、表-1.6のようになる。I式の3変数の場合の相関係数(R)が高くなっているが、この場合の本数の効果は、5%水準の有意点を僅かに超える程度である。そこで、この変数を削除すると、II式のようにRが低下する。同じ3変数の組合せでもIV式は他の2変数の組合せとほとんど差がない。2変数の式の中ではIIIがよく、VとVIがそれに続くが、IIIは ΣD の項を含み実質的には3変数であるから、単純なVI式を採用することにした。V式を除いたのは変数間のバランスが悪いのと、他の期間に対するあてはめで、 X_6 と生長量との間にかえって直線性が現れたからである。

表-1.6 生長量推定式の係数と精度

	$X_1 =$ N/1000	$X_2 =$ $\Sigma D/100$	$X_3 =$ G/10	$X_4 =$ $10G/\Sigma D$	$X_5 =$ S/10	$X_6 =$ $\sqrt{G/10}$	重相関係数 (R)
I	本 0.7843 SE= ±4.85%	m -1.5323 ±3.93%	m ² 2.1661 ±1.22%	m			0.959
II		-0.3269 ±4.40%	1.6918 ±8.0%				0.956
III			1.4062 ±4.7%	0.3866 ±5.10%			0.958
IV			1.3925		0.4486	0.0395	0.957
V					0.3872 ±6.91%	3.6664 ±4.8%	0.957
VI			1.4076 ±4.8%		0.4493 ±5.94%		0.957

最近5年間の生長量に対するVI式の適合状態を偏回帰のグラフで示すと、図-8のようになる。断面積と生長量との関係は明らかに直線で、バラツキは少ない。しかし生長指数の方は、あてはめた直線のまわりの変動がかなり大きい。

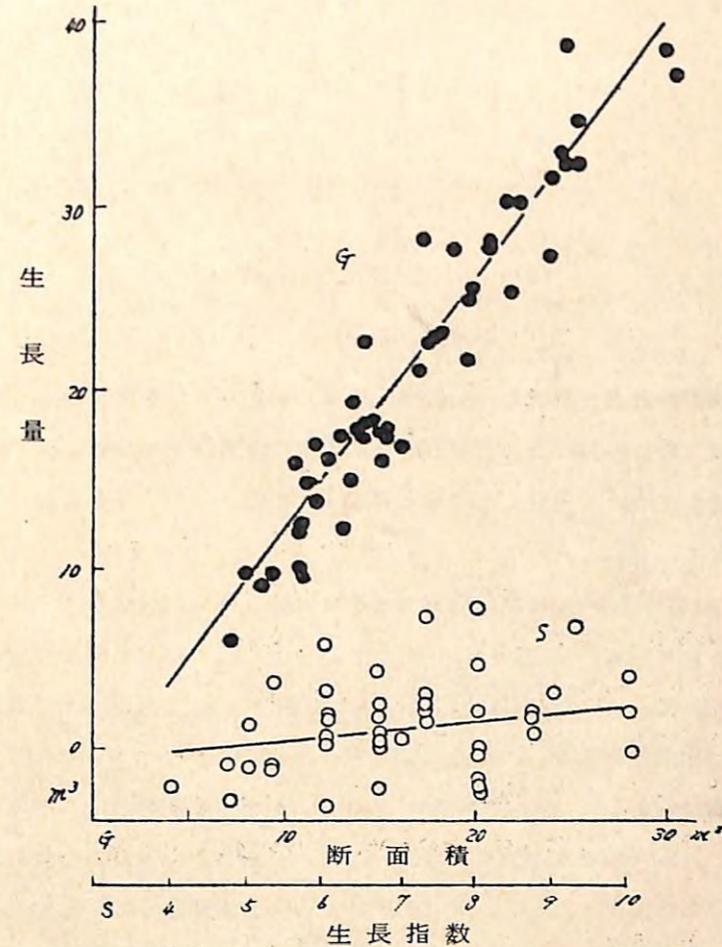


図-8 生長量と断面積および生長指数の関係(最近5年間)

図-9は、VI式を30年前までの6期間についてあてはめたときの X_3 の係数 b_3 と、 X_5 の係数 b_5 の時間的な変化である。断面積と生長量との関係を示す直線の傾斜は、30年前にはじまる5年間の3.16から、最近5年間の1.41まで年とともに低下している。これは、単位断面積あたりの材積生産量が年齢とともに低下することを意味するが、1期間を経過したときの断面積は、期首より必ず大きくなるので、個々のプロットの生産効率の低下は、直線の傾きが示すほどには大きくない。

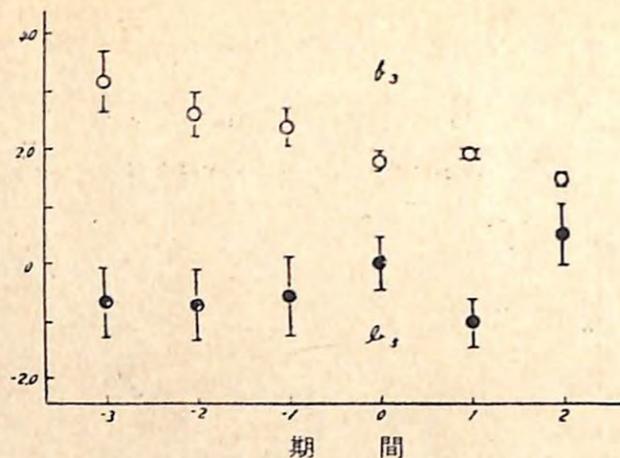


図-9 予測式の係数の変化

一方、生長指数の効果を示す b_5 の値は、15年前から5年前までの2つの期間で乱れをみせている以外は、最初の負の値から最近の正の値まで上昇傾向にある。図には95%の信頼区間も示してあるが、 b_3 が最近になるほど精度よく推定されているのに対し、 b_5 の信頼区間の幅はほぼ一定で、 b_3 のものより広い。

この2つの係数の時間的変化の傾向を大まかに直線とみて、過去の30年間を通じた推定式を求めた。あらたに取入れた変数は、時間 ($X_7 = T$) と、時間と断面積、時間と生長指数の相乗効果を表わす $X_8 = T \cdot G / 10$ 、 $X_{10} = T \cdot S / 10$ である。Tは計算の便宜上15年前から10年前までの期間を0、最近5年間を2とおいた。

6期間の資料を合併したために、時間の変数を加えても相関係数は0.94に低下した。検定の結果、 $T \cdot S / 10$ の効果は無視してよいことがわかったので、この変数を除いたところ、Tの係数も有意水準以下となった。そのため、この変数も削除して、結局次の3変数式がえられた。

$$Y = 5.011 + 1.9407(G/10) - 0.3569(S/10) - 0.2844(T \cdot G/10)$$

このときの相関係数は $R = 0.940$ 、誤差率は平均値のところでは4.5%となり、最近5年間に対する二変数式の $R = 0.957$ 、誤差率2.6%より精度が低下した。 b_5 が負になっているのは、もとの二変数式でこの係数が6期間中の4期間で負になっているためである。

生長量の推定値と実測値を対比すると、図-10のようになる。黒点は25年前から20年前の期間、白ぬきは最近5年間のデータであるが、最近5年間では生長量の低いプロットで過

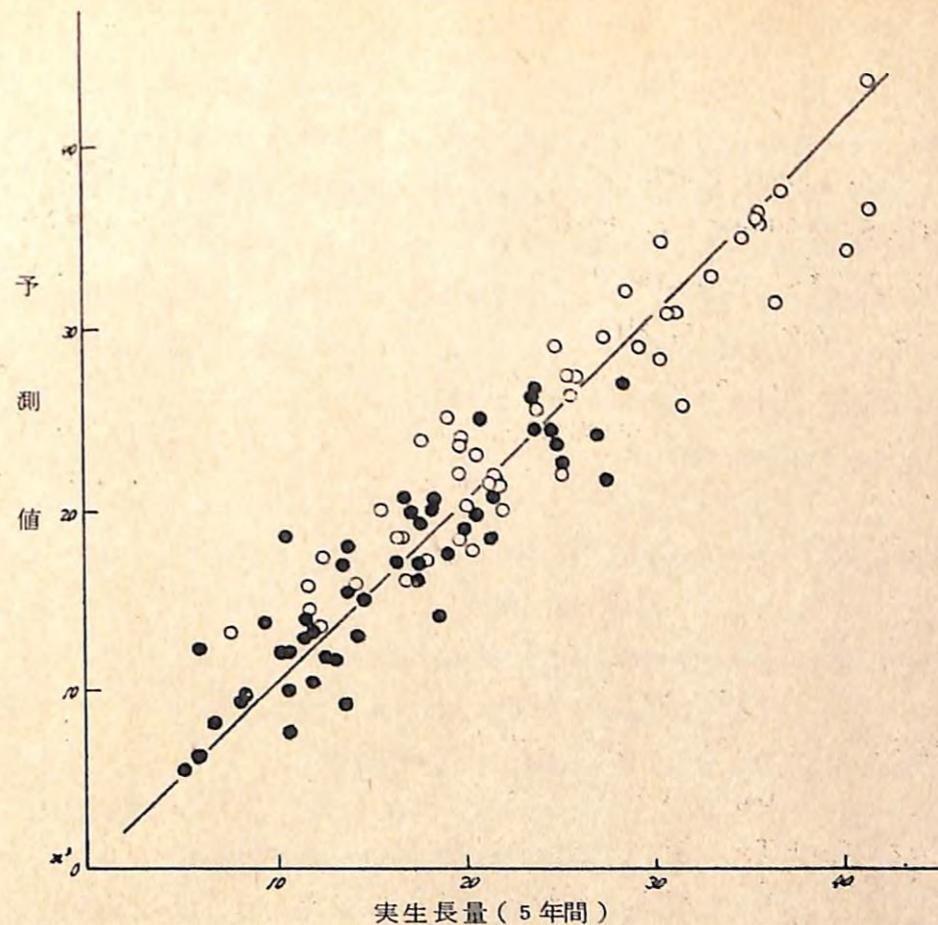


図-10 予測式の適合度

大、大きいところで過少推定の傾向がみられる。これは、 b_3 、 b_5 の時間的変化における曲線成分を無視したこと、プロットの過去の林分構造の推定誤差を考慮せずに、同じウエイトで最小二乗法を適用したためと考えられる。

9. 生長量からみた再生林の分類

前節で求めた林分生長の予測式を用いて、再生林の分類を考えてみよう。

生長量の推定において、期首蓄積の役割は断面積と生長指数でおきかえることができた。したがって、現在についても同様なことがいえるわけで、計算の結果、この関係は

$$V = -2.844 + 7.13G + 3.79S$$

となった。ここでV、Gはha当り材積と断面積、Sは直径生長指数である。この林分材積式の適合は極めて良好で、重相関係数は0.974である。

ここで、伐期の目標蓄積が与えられると、上の林分材積式と生長量の予測式によって、現在のGとSの組合わせごとに、その林がどれくらいの期間の後に与えられた目標水準に到達するかが計算できる。もし、目標蓄積と伐期までの存置期間の上限が与えられれば、いま求めた期間とこの限界を照合して、保育すべき林分の選別が可能である。

目標蓄積を V_T m^3/ha とおき、現在材積 V_0 から出発してT期間の後にこの水準に達するものとする。T期間の生長が直線的だと仮定すれば、この間の平均生長量 \bar{v} は、 $T_0 = 2$ により、 $T_M = \frac{T}{2} + 2$ にはじまる5年間の生長量で近似できる。したがって、Tは目標蓄積までの必要生長量をこの値でわって

$$T = (V_T - V_0) / \bar{v}$$

となる。 T_M における材積 V_M は、仮定により

$$V_M = (V_0 + V_T) / 2$$

だから、このときの断面積 G_M は林分材積式より

$$G_M = (V_M - 3.79S + 28.44) / 7.13$$

となる。 G_M と T_M を生長量の推定式に代入すると

$$\bar{v} = 5.011 - 0.3569S + 1.9407G_M - 0.2844T_M \cdot G_M$$

林況調査プロットの生長量に対する枯損率が樹種こみて23.3%となっていたから、 \bar{v} に $(1 - 0.233)$ をかけて枯損量を補正する。 T_M を $\frac{T}{2} + 2$ でおきかえて整理すると、求める期間数は次の二次方程式の根になる。

$$(0.1422G_M)T^2 - (5.011 - 0.3569S + 1.3719G_M)T + (V_T - V_0) / 0.767 = 0$$

ここで、生長の直線性を仮定したときのT年間の平均生長量は、 T_M にはじまる期間ではなく、それより0.5期間前の $(T_M - 0.5)$ を出発点とする5年間の生長量 \bar{v}' である。この修正には、上にえたTの近似値と

$$\bar{v}'_M = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{T}\right) (V_T - V_0) + V_0$$

$$G'_M = (V'_M - 3.79S + 2.44) / 7.13$$

$$(0.1422G'_M)T^2 - (5.011 - 0.3569S + 1.5141G'_M)T$$

$$+ (1.3038)(V_T - V_0) = 0$$

の3つの関係を利用する。計算の結果、現在蓄積の低い(Tの大きい)ところで修正量が大きくなり、Tの値が安定するまでに、最高4回の反復近似を要した。

表-17 目標蓄積に達するまでの期間数

直径生長 指数 (S)		現在断面積 (G) m^2								
		15	20	22	24	26	28	30	35	40
4	V_0	93.7	129.3	143.6	157.8	172.1	186.4	200.6	236.3	271.9
	T_1	*	*	*	*	*	4.3	3.2	1.6	0.6
	T_2	*	*	*	3.8	2.8	2.0			
6	V_0	101.3	136.9	151.2	165.4	179.7	193.9	208.3	243.9	279.5
	T_1	*	*	*	*	*	4.1	3.0	1.5	0.5
	T_2	*	*	*	3.5	2.5	1.8			
8	V_0	108.8	144.5	158.7	173.0	187.3	201.5	215.8	251.4	287.1
	T_1	*	*	*	*	*	3.7	2.7	1.3	0.3
	T_2	*	*	4.9	3.2	2.3	1.6			
10	V_0	116.4	152.1	166.3	180.6	194.8	209.1	223.4	259.0	294.7
	T_1	*	*	*	*	*	3.4	2.5	1.1	0.1
	T_2	*	*	4.3	2.9	2.0	1.4			

V_0 : 現在蓄積 (林分材積式による)

T_1 : 目標蓄積を300 m^3 としたときの期間

T_2 : " 250 m^3 " (現在断面積28 m^2 以下についてのみ掲上)

* : 実数根の存在しない範囲

$V_T = 300 m^3/ha$ および $V_T = 250 m^3/ha$ に対する所要期間は、表-17のようになる。上の二次方程式は、現在断面積がある値より小さくなるとどちらも実根をもたなくなる。この限界は、目標蓄積300 m^3 のとき27 m^2/ha 、250 m^3 では22 m^2/ha である。現在の生長量が0でない限り、どのように長い期間をとっても、その間の平均生長量は0とならないから、解かないというのは不合理である。この原因は、第1に誤差を含んだ実験式を関数関係のように扱って代数的に解いたことであり、第2は林分材積式の時間的変化を無視したことである。

表-17をみると、信頼できそうなのはT=4くらいまでで、これは伐採までの残置期間を

表-18 断面積と生長指数別のプロット数

S \ G	~12m ²	13~17	18~22	23~27	28~32	33~37	計
4	1						1
5	1	3	3				7
6	1	1	4	1	1		8
7		2	4	3	2		13
8	2	6	1	4		2	13
9		1		2	2		5
10	1	2					3
計	6	15	12	10	5	2	50

20年としたときのTに相当する。この値を使って、20年以内に300m²あるいは250m²に達する林を保育林分を選ぶとすれば、現在の断面積が28m²または24m²以上の林ということになる。樹種構成、平均直径などにおいて内容の優れた林を見落さないためには、現在断面積22m²/ha、直径生長指数8以上(現在蓄積160m³/ha以上)の線まで基準を下げておき、その中から上にあげた条件を考慮して区分をするのが安全である。

林況調査プロットの調査では、この線は再生林の平均蓄積に近く、約30%がこのクラスに入ることがわかる(表-18)。この際、樹種構成のところ述べてように、ウダイカンバ、ミズナラを多く含んだ林分を優先すべきである。

10. 樹木級区分からみた林分構造

再生林の林分構造を模式的にみれば、最上層をウダイカンバ、シラカンバ、ダケカンバ、またはドロ、ヤマナラシなどの極陽性の樹種の数種が占め、それに続いてやゝ陰性のミズナラ、シナノキ、セン、オヒョウ、ハルニレなどが上層下部-中層を占有する。保育の目標は、これらの上・中層木の中からできるだけ多くの、形質の優れた中・大径木をつくり出すことであり、中・下層のイタヤ、キハダ、ホオノキ、エンジュ、ミズキなどの樹種は、時に価値の高い材を生み出すことはあっても、保育の主たる対象とはならず、施業的には、上層木の形質の改善と林床保護の副次的役割をもつものである。したがって、これまで述べてきた全林に対する直径分布、蓄積、生長量を施業的な観点からさらに細分して、構造の特性を表示しなければならない。

Leibundgut の原案にもとづいて、1958年のIUFRO第23部会で採択された新し

い樹木級区分は、フランス式の樹木級区分の改良にあたり、広葉樹の複層林の場合に特に適している。これは、林分層、活力級、将来の生育傾向、育林的な取扱い区分、幹級、樹冠長の各特性の評価の結果を、次のように6桁の数字で表わすものである。

(1) 生物学的観点

a) 林分層

上層=100 樹高が上層高の 1/3~3/3

中層=200 " 1/3~2/3

下層=300 " 1/3 以下

b) 樹勢(活力)

強=10

中=20

弱=30

c) 生育傾向

植物社会的にぬきこんでいる=1

" 他と同じ=2

" 脱落しかけている=3

(2) 施業的観点

a) 育林的見地

立て木=400

有益副木=500

有害ないしその他の望ましくない副木=600

b) 幹級

有用価値木=40

有用木=50

欠点木=60

c) 樹冠長

長=4 樹幹の1/2以上の樹冠長

中=5 " 1/2~1/4 "

短=6 " 1/4 以下

のようである。区分の1例をあげれば、強大に生長した良木で、上層にあり、幹材も有用価値

材で樹冠は中程度の大きさであるとするれば、111/445となる。

しかし、実際に使ってみると、生育傾向、育林的見地の各区分の定義にあいまいな点が残されていることがわかった。このため次のような補足的な定義を加えた。

(1)-c) 生育傾向

今後の発展の可能性を示す。樹勢は現状の評価であるが、この区分は、隣接木との競合のプロセスの中で、占有しうる生育空間の大きさを予想する。間伐を実行するときは、競合木の除去による効果も含める。

- 1: 植物社会的にぬきんでている(上昇傾向にある)
- 2: 植物社会的に他と同じ(現状維持)
- 3: " 脱落しかけている(下降傾向である)。

(2)-a) 育林的見地

- 400: 立て木(樹幹通直で樹冠の円満なもの。伐期に間のある林分では、かならずしも主伐まで残存させる木に限定せず、その候補木もこの区分に入れる)
- 500: 有用副木(主木の枝下を長くするため、また林地保護上必要なもの。また除去を必要とする積極的な理由のない中間的な木もこれに含める)
- 600: 有害ないし望ましくない副木(主木の支障となるもの。近い将来枯損のおそれがあり、早期に伐採利用することが得策と思われるもの)。

b) 幹 級

- 40: 有用価値木(通直な欠点のない4m丸太が2玉以上とれるもの)
- 50: 有用木(" " 1玉とれるもの)
- 60: 欠点木(上記以外のもの)

なお集計上の都合から、111/444の表示における斜線を小数点でおきかえ、施業的観点による評価の4, 5, 6の区分を1, 2, 3に改めた。

前回のサンプリング調査によって、再生林の上層を構成するウダイカンバ、ドロ、ヤマナラシ、ヤチダモ、センなどに多くの枯損が生じていることがわかった。この原因の究明と、保育林分の具体的な取扱いの方法を検討するため、昭和48年に佐呂間地区、49年には遠軽、丸瀬布地区で5ヶ所ずつの再生林を調査した。

枯損の原因としては、土壌条件と菌害、および内部的な条件として競争効果の3つをとりあげ、消去法によってそのいずれであるかの結論をえようとした。

調査の項目は前回の林況調査のものと同じで、そのほかに菌害および土壌調査と、IUFRO

表 1-19 林 況

No	営林署	林小班	生			立			木			枯	損		木	有用広葉樹材積 m³	同混交率(%)	材積枯損率(%)
			本数	平均直径cm	材積m³	本数	平均直径cm	材積m³	本数	平均直径cm	材積m³							
1	佐呂間	14い	2210	12.5	250.3	120	11.2	10.0	204.3	82	4.0							
2	"	"	1690	13.7	230.1	210	10.6	15.3	195.6	85	6.6							
3	"	76わ	1160	14.4	227.4	120	9.7	7.5	202.9	89	3.3							
4	"	"	1430	12.9	212.7	160	18.1	45.3	130.0	61	21.3							
5	"	"	1560	12.8	268.8	30	12.0	3.6	224.1	83	1.3							
6	遠軽	226ろ	3120	8.5	190.5	27	8.0	1.1	111.3	58	0.6							
7	"	226い	2149	10.7	219.1	38	11.7	4.5	191.2	87	2.0							
8	"	227ろ	1288	13.0	183.4	25	12.5	3.7	165.1	90	2.0							
9	"	"	1810	11.2	203.5	25	15.0	4.6	169.7	83	2.3							
10	丸瀬布	103い	1675	11.6	193.7	25	16.0	4.6	143.3	74	2.4							

表-20 土壤断面記載

立地・プロット	土 壤 型	方位・傾斜	層 位	層 厚	推移状態	土 色
No.1 " 14林班(2) 凸形急斜面中腹 砂 岩 頁 岩	B _D 崩 積	SIOE 38°	L, F A ₁ A ₂ B ₁	3 5 17 40+	漸 判	黒 褐 暗 褐 "
No.2 " 14林班(1) 平行急斜面中腹 頁 岩	B _D 崩 積	S 31°	L, F A ₁ A ₂ B ₁	2 13 8 68+	漸 判	黒 褐 " 暗 褐
No.3 佐呂間, 76林班(1) 山頂緩斜面 石英粗面岩	B _D (d) 残 積	N45W 13°	L, F H A B ₁ B ₂	5 2 8 13 45+	判 漸	暗 褐 褐 にぶい、黄褐
No.4 " 76林班(2) 山頂緩斜面 石英粗面岩 粘 板 岩	B _D 残 積	N60W 20°	L, F H A B ₁ B ₂ C	4 1 8 11 16 25+	判 漸	暗 褐 " 褐
No.5 " 76林班(3) 平行斜面下部 粘 板 岩 頁 岩	B _D 崩 積	N40W	L, F H A B	2 1 8 40+	漸	黒 褐 褐

腐 植	土 性	構 造	堅 密 度	石 礫	水 湿	根 系
すこぶる富む 富む 含む	壤 土 " 埴壤土	団 粒 " なし	軟 " 一	含 む 富 む 中角すこぶる富む	潤 " "	最深65+cm 富む " 含む
すこぶる富む 富む 含む	壤 土 " 埴壤土	団 粒 粒 状 なし	軟 " "	小中角富む " " すこぶる富む	潤 " "	最深90cm 富む " 含む
含 む 乏 し "	砂壤土 砂 土 "	粒 状 なし "	軟 " やゝ堅	小角含む とむ 小中角すこぶるとむ	潤 " 湿	最深60cm 富む " 含む
富 む 含 む 乏 し "	微砂質壤土 埴壤土 " "	団 粒 粒状(弱) なし "	軟 " やゝ堅	小角含む " 小中角富む "	潤 " " "	最深35cm 富む " 含む
すこぶる富む 富 む	微砂質壤土 埴壤土	粒 状 "(弱)	軟 "	小角含む 中, 大富む	湿 潤	最深45cm 富む

土 壤 断 面 記 載

立地・プロット	土 壤 型	方位・傾斜	層 位	層 厚	推移状態	土 色
No. 6 " 226 林班(2) 平行斜面上部 石英粗面岩	B _D 残 積	S 8 0 W 2 9°	LF A B	2 1 3 3 5+	漸	黒 褐 褐
No. 7 " 226 林班(1) 平行斜面中腹 石英粗面岩	B _D 崩 積	N 6 0 W 2 6°	LF A ₁ A ₂ AB B	4 7 3 0 2 5 1 0+	漸 " "	黒 褐 " 暗 褐 褐
No. 8 " 227 林班(2) 斜面下部 石英粗面岩	B _D 崩 積	S 6 0 W 1 0°	LF A B	3 4 0 9+	漸	黒 褐 褐
No. 9 遠軽 227 林班(1) 凸型斜面中腹 石英粗面岩	B _D 崩 積	N 5 0 W 3 0°	L FH A B ₁ B ₂ BC	1 2 7 1 2 2 5 3 5+	判 漸 "	黒 褐 褐 " にぶい黄褐
No. 10 丸瀬布 103い 平行斜面中部 安山岩, 凝灰岩	B _D 崩 積	N 6 0 W 2 3°	LF A ₁ A ₂ B	2 7 2 4 3 5+	漸 "	極暗褐 暗 褐 褐

腐 植	土 性	構 造	堅 密 度	石 礫	水 湿	根 系
すこぶる富む 含む	壤 土 "	団 粒 " (弱)	鬆 "	中大すこぶるとむ	潤 "	最深 4 0 cm 中小多い "
富む " 含む 乏し	壤 土 " 微砂質壤土 "	団 粒 " " -	鬆 " " 軟	大角とむ " " "	潤 " " "	最深 6 5 cm 中細富む " " -
富む 含む	微砂質壤土 "	団 粒 なし	鬆 "	角大小すこぶるとむ "	潤 "	最深 5 0 cm 細大富む 含む
富む 含む 乏し "	壤 土 埴壤土 " 微砂質壤土	粒状, 団粒 弱粒状 なし "	軟 " "	含む 4×5角 " 富む 4×5角 "	潤 " " "	最深 5 5 cm 富む " 含む "
富む " 含む	壤 土 "	団 粒 "	鬆 軟 やゝ堅	富む " "	潤 " "	最深 5 0 cm 富む " 含む

方式による毎木の樹木級区分をおこなった。

調査した林分を構成樹種によってみると、ウダイカンバを主とするもの(プロットNo.3, 5, 6, 8, 9, 10), ミズナラを主とするもの(Na.1, 2), およびウダイカンバ・シナノキを主とするもの(Na.4, 7)の3種にわけることができる。これらの林況, および土壌調査の結果を表-19, 表-20に示す。

これによると, 礫を多く含み, 土壌養分の面で問題のありそうな佐呂間のNo.5と遠軽, 丸瀬布の各プロットでかえって枯損が少ない傾向がみられる。樹種別の材積枯損量をみるとNa.1の1.0 m³/haのうちドロ・ヤマナラシが4.9 m³, ウダイカンバは3.5 m³で, Na.2では15.3 m³のうち4.3 m³がウダイカンバ, 7.8 m³がヤマナラシ, 1.7 m³が, ミズナラとなっている。

枯損の最も多いNo.4では, 全体の45.3 m³のうち32.1 m³までがバッコヤナギであり, ヤマナラシ8.2 m³, キハダ2.5 m³, ウダイカンバ2.2 m³となっている。これに対して遠軽, 丸瀬布の枯損はすべてウダイカンバであるから, 短命のドロ・ヤマナラシ, ヤナギ類を別にすれば, ここに示されたプロット間の枯損率の違いが異常であるとはいえない。

菌害調査では, ウダイカンバの枯立木にツリガネタケ(*Fomes fomentarius*)とキコブタケ(*Phellinus igniarius*)が多数発生しているのが見られ, また生立木のごく少数に心材腐朽菌のカバノアナタケ(*Fuscoporia obliqua*)の侵入が認められた。しかし, 前の2種は立木の枯死後に発生するものであり, カバノアナタケの侵入も枯損と直接結びつくものではない。したがって, この調査からは菌の侵入が枯損の一次的な原因になっているとは考えられない。

このように, 菌害, 土壌条件と枯損との間に直接の関連が見出せなかったので, 林分構造, 特に樹冠の競合の観点からこの問題を検討することにした。まず, 各プロットの概況について述べよう。

No.1 (佐呂間14い)

南面の凸形急斜面の中腹, 最上層をウダイカンバ, ヤマナラシが占め, 上~中層はミズナラ, シラカンバが優占。アサダ, センなどがそれに続く。下層はサワシバ, エンジュ, サクラ, イタヤ, モミジ, ナナカマドなど。上・中層とも密度が高く, 樹冠の競合が激しい。

土壌は崩積土のためA層は軟らかく厚い。B₁層は頁岩礫に頗る富み, 深くまで透水, 通気とも良好

No.2 (佐呂間14い)

南面の平行急斜面中腹。ミズナラを主体とする中~やゝ密の林相。最上層のウダイカンバ, シラカンバは, 層の中の競争に加えて, 下からのミズナラ, センの圧迫によって成育空間を狭められつつある。ミズナラは本数が多いため形質良好

土壌はNo.1と同様で, 深根性の樹種の生育に適している。

No.3 (佐呂間76わ)

北西に面した山頂緩傾斜地。上層はウダイカンバが優占。それに若干のドロ, ヤマナラシを混じている。ドロ, ヤマナラシは着葉量が少なく, 樹勢の衰えたものが多い。ウダイカンバも樹冠が短かく, 枝の先端が枯れかけているものが多い。単層林に近い林相。

土壌はA₀層のうちLはかなり多いが, 北面のためか分解は進んでいない。A層はあまり深くないが, A層からB層まで小角礫に富み, 透水, 通気性は良好である。深根性樹種の生育に適している。

No.4 (佐呂間76わ)

西北西に向いた山頂緩傾斜地でウダイカンバを主体とする林分。中・下層にシナノキが多いが径級は小さい。トドマツの更新木が多い。

土壌はA層はあまり深くない。A, B₁層は小角礫を含みB₂, C層は小, 中角礫に富む。B層は埴質で透水, 通気性はNo.3よりやゝ劣る。根の最深分布は35 cmまでである。

No.5 (佐呂間76わ)

北西に面した平行斜面の下部で, ウダイカンバ, シナノキを主とする優良林分。過去に保育がおこなわれているため, 樹冠の配置はNo.3, No.4より良好

土壌は, A層はあまり深くない。A層は小角礫を含み, B層は中および大角礫に富む。深根性の大径木を期待するには不安がある。

No.6 (遠軽226ろ)

平行斜面上部。ウダイカンバを主とするが, 佐呂間に比べて径級は小さい。中・下層木が密生して林内は暗い。

礫土。石が多く土壌が少ない。根の最深分布は40 cm

No.7 (遠軽226い)

平行斜面中腹。ウダイカンバ, シナノキを主とし, シナノキは10 cm以下が多い。立枯れは少ないが, ウダイカンバの根がえり木が多い。

土壌は表層より大・中の角礫がある。通気・透水性がよいために, 腐植が下層まで浸透している。根の分布は最深65 cm

No. 8 (遠軽227ろ)

斜面下部の緩斜地。ウダイカンバの一斉林で、中層に若干のセンが混っている。アカエゾマツ、エゾマツの更新樹多数。

過密状態でウダイカンバの樹冠は小さい。地床にはカンバの中折・根がえりの腐朽木が多い。

土壌はA層の上部に火山灰が認められ、菌糸もある。表層より多孔質の層がある。根の最深分布50cm。

No. 9 (遠軽227ろ)

凸形斜面上部。ウダイカンバ、センが主体であるが、ウダイカンバはあまり多くない。中・下層のミズナラ・センは生長形質ともに良くない。

土壌は全体に石礫が多い。特にB₂層は大・中角礫層で孔隙が多く通気性が良好である。根の最深分布は55cm。

No. 10 (丸瀬布103い)

平行斜面中腹。ウダイカンバを主とする林分で、下層にホオノキ、キハダの小径木が多い。ウダイカンバの枯死寸前のものが目につく。周囲の再生林はいずれもシラカンバ林。

調査林分は、No. 5を除いては成立以来無施業のまま放置されてきた林である。このため各プロットとも競争によって樹冠の過小となったウダイカンバが多くみられる。

耐陰性のあるミズナラ、シナノキの場合も、一株から多数の幹が叢生するときは、株内の競争のために脱落するものが生じてくる。

これらの劣勢木は、上・中・下各層の中にあつて、樹勢が弱く、樹冠の位置関係のために隣接木の圧迫をうけて次第に生育空間を狭められ、遂には枯死にいたるものとして、さきの樹木級区分の33のクラスに分類されるものである。

表-21はこれらの被圧木を林分層別、樹種別に示したものである。この中の、上層の被圧木材積を対応する全材積に対してプロットすると、図-11に示すように、層の全材積が多くなると被圧木材積が急激に増加する。そうしてこの傾向は単層に近いウダイカンバ林ほど、早生のドロ・ヤマナラシの混交が多いほど顕著である。

これらの被圧木が直ちに枯死するとは限らないが、現地を観察した着葉量、樹冠長から判断して、ウダイカンバ、ドロ、ヤマナラシの近い将来の枯損木の大部分はこれらの中から生ずるものと考えられる。

表21 被圧木の本数、直径、材積 (haあたり)

No. 1 佐呂間

樹種	133			233			333			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	cm	m ³	—	cm	m ³	10	5.8	0.1	350	7.6	12.4
セ ン	—	—	—	—	—	—	20	7.1	0.4	240	10.8	16.9
ウダイカンバ	30	13.6	3.9	20	11.8	1.9	—	—	—	110	15.5	20.0
シラカンバ	10	16.7	1.7	—	—	—	—	—	—	60	18.2	12.7
ミズナラ	30	12.4	2.5	—	—	—	60	9.0	2.9	710	16.7	125.3
ヤマナラシ	20	16.9	3.5	—	—	—	—	—	—	120	18.8	29.1
ホオノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	5.0	0.1
ミズキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	15.2	8.0
そ の 他	—	—	—	10	11.2	0.7	100	7.2	2.6	570	8.5	25.8
計	90	14.2	11.7	30	11.6	2.5	190	7.7	6.0	2210	12.5	250.3

No. 2 佐呂間

樹種	133			233			333			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	cm	m ³	—	cm	m ³	—	cm	m ³	320	7.5	8.7
シナノキ	—	—	—	—	—	—	10	12.4	0.9	30	10.1	1.7
セ ン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	120	11.6	10.0
ウダイカンバ	30	13.7	4.0	30	11.4	2.6	—	—	—	180	16.0	37.5
シラカンバ	20	20.3	5.5	10	13.6	1.0	—	—	—	70	17.8	14.6
ミズナラ	—	—	—	10	13.2	1.0	30	10.6	1.9	500	18.4	102.8
ヤマナラシ	50	21.4	15.6	—	—	—	—	—	—	90	22.0	30.7
ニレ類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	11.0	0.7
ミズキ	—	—	—	10	11.8	0.8	—	—	—	80	10.8	5.8
そ の 他	—	—	—	—	—	—	40	7.0	0.9	290	9.7	17.8
計	100	18.8	25.1	60	12.1	5.4	80	9.0	3.7	1690	13.7	230.1

No. 3 佐呂間

樹種	133			233			333			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	—	—	—	—	—	10	7.2	0.2	220	8.1	6.8
シナノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	130	11.6	18.0
セ ン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	9.4	2.3
ウダイカンバ	60	18.9	16.5	—	—	—	—	—	—	400	19.1	122.0
シラカンバ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	30.5	7.3
ド ロ	10	26.9	6.0	—	—	—	—	—	—	60	27.0	37.8
ヤマナラシ	10	24.6	4.3	—	—	—	—	—	—	20	30.1	14.9
ホオノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	9.2	5.2
ニレ類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	10.9	0.6
ミズキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	9.4	0.9
その他	—	—	—	—	—	—	10	7.5	0.3	150	11.5	11.6
計	80	20.6	26.9	—	—	—	20	7.3	0.5	1160	14.4	227.4

No. 4 佐呂間

樹種	133			233			333			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	170	7.5	4.4
シナノキ	—	—	—	20	8.6	0.7	30	7.5	0.7	320	9.4	16.6
セ ン	—	—	—	—	—	—	20	8.6	0.7	40	16.3	15.0
ウダイカンバ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200	20.9	75.4
ダケカンバ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	13.4	1.1
ミズナラ	—	—	—	—	—	—	30	7.2	0.9	130	9.9	8.0
ヤマナラシ	10	19.0	2.3	—	—	—	—	—	—	40	20.3	11.5
ホオノキ	—	—	—	—	—	—	10	10.1	0.5	70	13.4	9.1
キハダ	20	17.9	5.0	—	—	—	10	13.1	1.1	50	16.0	11.5
ニレ類	—	—	—	—	—	—	20	8.2	0.6	130	10.9	13.7
ミズキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200	14.6	37.0
その他	10	21.9	3.3	10	17.6	1.9	—	—	—	70	12.9	9.5
計	40	19.2	10.6	30	11.6	2.7	120	8.4	4.5	1430	—	212.7

No. 5 佐呂間

樹種	144			233			333			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	—	—	—	—	—	30	4.8	0.3	350	7.6	11.6
シナノキ	—	—	—	—	—	—	20	10.4	1.2	160	12.9	29.4
セ ン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	9.3	3.3
ウダイカンバ	10	17.7	2.3	—	—	—	—	—	—	380	23.6	185.7
ド ロ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	25.6	5.3
ホオノキ	—	—	—	—	—	—	10	7.3	0.2	80	9.1	3.6
キハダ	10	18.7	2.8	—	—	—	—	—	—	20	15.9	3.9
ニレ類	—	—	—	—	—	—	40	6.1	0.6	200	8.4	9.4
ミズギ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	8.1	0.7
その他	—	—	—	10	16.3	1.6	20	5.0	0.2	270	9.4	15.9
計	20	18.2	5.1	10	16.3	1.6	120	6.3	2.5	1560	12.8	268.8

No. 6 遠 軽

樹種	133			233			333			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	—	—	—	—	—	133	4.1	1.0	987	5.2	12.3
シナノキ	—	—	—	—	—	—	187	4.1	1.2	480	6.1	12.1
セ ン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	8.0	1.5
ウダイカンバ	27	13.9	3.6	53	8.9	2.9	—	—	—	387	16.2	82.1
シラカンバ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	12.0	1.0
ミズナラ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	6.1	1.1
ド ロ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	10.1	2.0
ヤマナラシ	13	14.9	1.7	—	—	—	—	—	—	40	19.8	10.8
ホオノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	93	7.1	2.2
キハダ	—	—	—	—	—	—	13	3.2	0	40	5.8	0.7
ニレ類	—	—	—	—	—	—	40	4.8	0.3	107	6.0	1.7
ミズキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	267	11.4	22.6
その他	—	—	—	67	15.0	9.3	107	10.0	7.0	600	9.4	40.5
計	40	14.2	5.4	120	12.3	12.2	480	5.4	9.5	3120	8.5	190.5

No. 7 遠 軽

樹木級 樹種	133			233			333			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	cm	m ³	—	cm	m ³	38	5.2	0.4	100	5.9	2.2
シナノキ	—	—	—	—	—	—	125	5.2	1.4	725	7.9	27.2
ウダイカンバ	50	12.9	5.7	38	10.1	2.5	38	14.6	7.3	600	15.5	120.0
シラカンバ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	23.5	43.4
ダケカンバ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	7.7	0.3
ホオノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	4.5	0.2
キハダ	—	—	—	—	—	—	25	7.9	0.7	187	7.8	6.0
ニレ類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	150	9.8	10.9
その他	—	—	—	—	—	—	50	12.2	4.7	250	7.8	9.0
計	50	12.9	5.7	38	10.1	2.5	275	8.0	14.5	2149	10.7	219.1

No. 8 遠 軽

樹木級 樹種	133			233			333			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	cm	m ³	—	cm	m ³	—	cm	m ³	87	8.9	4.4
シナノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	5.8	0.7
ウダイカンバ	75	15.5	13.2	12	10.7	0.9	50	6.8	1.5	813	15.4	154.4
ダケカンバ	—	—	—	—	—	—	12	7.9	0.4	38	6.4	0.7
ヤマナラシ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	17.9	5.1
ホオノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	3.8	0.1
ニレ類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	6.4	0.2
その他	—	—	—	25	19.7	6.4	25	10.5	1.7	250	9.4	17.8
計	75	15.5	13.2	38	16.7	7.3	87	8.0	3.5	1288	13.0	183.4

No. 9 遠 軽

樹木級 樹種	133			233			333			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	cm	m ³	—	cm	m ³	50	5.0	0.5	110	6.3	2.1
シナノキ	—	—	—	—	—	—	20	3.6	0.1	120	10.9	14.1
セ ン	—	—	—	—	—	—	70	6.8	1.5	360	11.2	31.5
ウダイカンバ	10	18.2	2.5	10	12.9	1.1	—	—	—	280	21.7	107.4
シラカンバ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	33.6	9.2
ミズナラ	—	—	—	—	—	—	20	10.2	1.3	100	9.5	5.4
ホオノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	10.0	2.5
キハダ	—	—	—	—	—	—	40	7.4	0.9	130	9.5	6.7
ニレ類	—	—	—	—	—	—	70	5.5	0.7	170	7.4	5.3
ミズキ	—	—	—	10	11.8	0.8	70	6.2	1.1	350	8.7	16.3
その他	—	—	—	—	—	—	50	5.2	0.6	140	6.4	2.9
計	10	18.2	2.5	20	12.4	1.9	390	6.1	6.5	1810	11.2	203.5

No. 10 丸瀬布

樹木級 樹種	133			233			333			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	cm	m ³	—	cm	m ³	25	6.6	0.5	250	7.5	7.3
セ ン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	23.8	11.0
ウダイカンバ	25	16.5	4.9	—	—	—	—	—	—	425	18.7	116.4
シラカンバ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	16.5	11.7
ダケカンバ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	10.4	1.4
ミズナラ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	13.6	2.5
ヤマナラシ	—	—	—	—	—	—	25	10.2	1.3	25	10.2	1.3
ホオノキ	—	—	—	—	—	—	25	5.6	0.3	300	8.9	13.8
キハダ	—	—	—	—	—	—	50	4.8	0.3	200	5.9	2.8
ニレ類	—	—	—	—	—	—	25	7.4	0.6	50	11.8	5.3
その他	—	—	—	—	—	—	25	5.6	0.3	300	9.9	20.1
計	25	16.5	4.9	—	—	—	175	6.4	3.3	1675	11.6	193.7

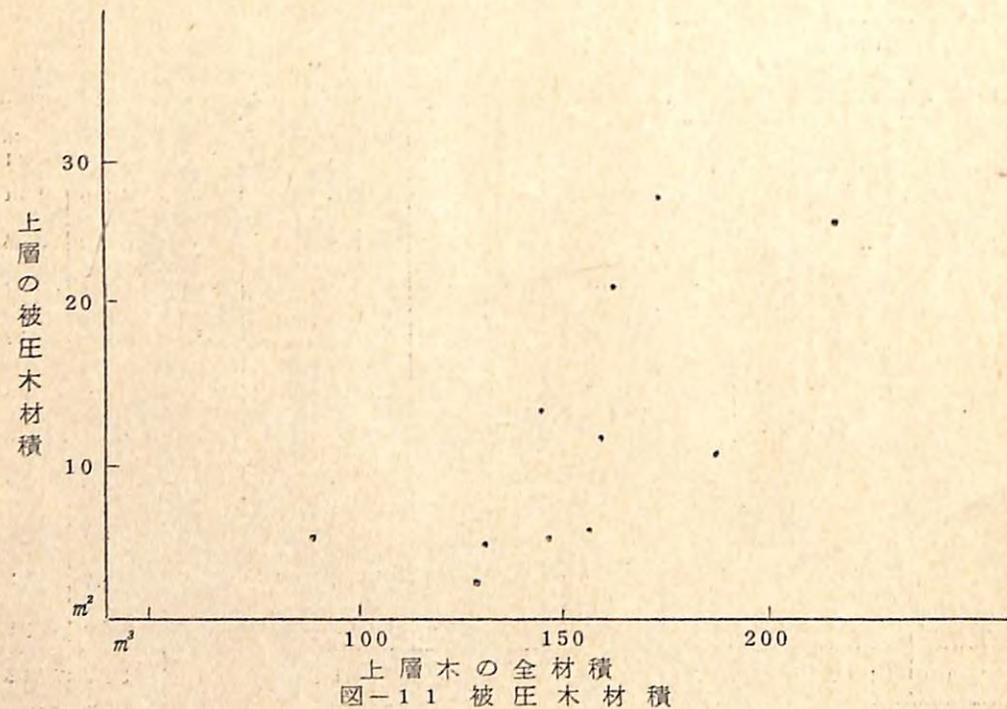


図-11 被圧木材積

11. 除・間伐とその効果

(1) 除伐

二次林では一般に除伐が行われない。この理由は除伐に対する投資効果が過少に評価されているためと考えられるが、長期にみるならば極めて大きいものである。

佐藤⁶²⁾はダケカンバ二次林に対して除伐を行い、5年後の効果を調査した。

ダケカンバ林の平均年齢は19年(範囲18~20年)、除伐前の本数はha 4,000本であった。これを除伐して1,000本区、2,000本区および対照区を作った。除伐5年後の結果は表-22の通りである。これによれば1,000本区では除伐前の年平均直径生長3.7mmに対し、5年後は4.8mmで30%の増加となり、24年(除伐5年後)を平均した直径生長は4.0mmで北海道の広葉樹としては上位にある。しかし2,000本区では変化なく、対照区では激しい競争のために年平均直径生長はかえって減少した。この結果から見れば広葉樹二次林に対する除伐は、直径生長の点からだけ云えば、早いほど良いと云える。

表-22 ダケカンバ天然林除伐5年後の結果 (ha当り)

試験区分	除伐直後(34年秋)						除伐5年後(39年秋)						5年間の成長量増加	5年間の材積増加率(%)	
	本数	直径(m)	樹高(m)	材積(m³)	除伐率(%)		本数	直径(m)	樹高(m)	材積(m³)	直径(m)	樹高(m)			材積(m³)
					本数	材積									
1000本残存区	1010	7.1	9.6	22.5	74	53	1006	9.5	11.2	42.3	2.4	1.2	19.8	188	
2000本残存区	2033	7.0	9.5	42.1	54	17	2004	8.6	10.9	70.3	1.6	1.4	28.1	167	
対照区	3893	5.8	8.7	59.0			3537	6.7	9.7	79.0	0.9	1.0	19.9	134	

(2) 間伐

広葉樹二次林に対する間伐の事例はすくなくないが、その効果が確認できるように記帳されたものはすくない。

林分の平均直径以上の木が間伐木の中に相当量まじっていれば、間伐後の平均直径がかえって小さくなることもあるが、このようなことは主林木以外のものが間伐対象として選木される場合極めて普通であるから、主林木に対する間伐効果が分らなくなってくる。このような不合理をなくする為の方法はいろいろ考えられるが、表-23にその1例を示す。間伐効果は、間伐開始の年齢、樹種、環境などによっていろいろと変り得るので、必ずしも常に大きい成果をあげる訳ではない。

① メジロカンバ林の間伐⁷²⁾

ウダイカンバのうち、辺材部が環状に赤味を帯びたものをメジロカンバと云う事がある。植物分類学上は同一物とされるが、林材業界では区別されることが多い。

場所：余市事業区 1.75林班ろ小班

方位：南東

傾斜：緩

土壌：BDw

植生：チシマザサ

林相：メジロカンバの一斉林で、若干のダケカンバ、イタヤ、ホオノキ、ニレなどを混じている。ha当り本数1,032本、材積155m³である。

間伐方法：全林木についてホーレーの樹型級区分を行い、従優勢木および介在木の

表-23 記録簿の例

測定年月		1975・6 (試験地設定)				1976・10 (第1回間伐)					
		本数	直径		材積		本数	直径		材積	
			合計	平均	合計	平均		合計	平均	合計	平均
ナラ	小										
	中										
	大										
ウダイカンバ	小										
	中										
	大										
小計	小										
	中										
	大										
その他	小										
	中										
	大										
合計	小										
	中										
	大										

注) 直径 小4~20cm 中22~34cm

部分を間伐した。

間伐効果：間伐後6年目の値は、本数624本/ha, 127m³/ha, 林分の平均直径は間伐前の17.9cmから間伐後の19.2cmに増加したので、6年間の年当り直径生長は僅か2.2mm, 生長率1.17%にすぎない。この林分の年齢はバラツキが大きいので確定できないが、主林木については間伐時70年近かったものと推定されるので、この例は間伐開始の時期がおそすぎたものと考えられる。

② 針葉樹をまじえた山火再生林の間伐 72)

山火再生林で下層にトドマツ, エゾマツ等の稚樹および若木を有する林分。林型2段林。

場所：定山溪事業区 1084林班

方位：北

傾斜：15°

土壌：B_B (峯通り)およびBDd (中腹)

植生：クマイザサ

林相：ミズナラ, ウダイカンバ, ハンノキ, イタヤなどの広葉樹が上層林冠を形成し、

下層はトドマツと少数のエゾマツの小径木で占められている。

間伐の方法：上層林冠を構成する広葉樹のうちケヤマハンノキの大部分, シナノキとミズナラは暴領木のみ間伐, また直径20cm以下の広葉樹は下層の針葉樹稚幼樹のため皆伐した。すなわちこの間伐方法は一種の保残木施業であると考えられる。

間伐効果：針葉樹については省略する。伐採後5年目で、ミズナラは平均直径29.5cm (35本)から34.1cmとなり, 年平均9.2mm, ウダイカンバは伐採前の25.7cm (136本)から26.5cmと極めてすくないが, このうち進界7本をのぞいて計算すると27.0cmとなり, 1直径階(2cm)進んでいる。

③ ウダイカンバ再生林

東京大学北海道演習林では、明治44年(1911)の大山火跡に成立した山火再生林に対し、中・下層間伐をした例を発表している。

40年生のときに伐採, 10年後に調査した結果では、伐採前700本を間伐して300本とした区のエゾマツの平均直径は21cmから25cmとなり, 伐採前830本から間伐して600本とした区では、同じく18cmから21cmとなった。年平均生長量で云えば、それぞれ4mmおよび3mmである。これによれば、間伐後の成立本数は、他の事情を別とすれば少いほどよいと言える。

12. 施業方針

(1) 選木と記帳

ウダイカンバの側圧木は、枯死するまでいわゆる鞭木の状態で上層林冠に止まり、周囲の木と競り合うので、伐期まで温存しなければならぬ木の正常な樹冠の拡張が妨げられる。今回の調査では、林冠の上層が過密状態で、早晚枯死すると思われる木に無駄な生長量が配分されるという施業上好ましくない状況が各プロットでみられた。このような林の当面の取扱いは、発展の可能性のある木の中から、径級と形質を考慮して立て木を選び出し、その生

表-24 再生林の主木と有用副木

No.1 佐呂間 14い

樹種	主 木			有用副木			計			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	—	—	50	14.0	5.9	50	14.0	5.9	350	7.6	12.4
セ ン	20	18.0	4.4	80	11.7	6.1	100	12.9	10.5	240	10.8	17.0
ウダイカンバ	30	18.8	8.2	30	16.5	6.0	60	17.7	14.2	110	15.5	20.0
シラカンバ	10	20.8	2.9	10	17.3	1.9	20	19.1	4.8	60	18.2	12.7
ミズナラ	250	21.9	67.2	200	16.8	33.5	450	19.7	100.7	710	16.7	125.3
ヤマナラシ	30	22.1	10.7	50	18.5	11.5	80	19.9	22.2	120	18.8	29.1
ホオノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	5.0	0.1
ミズキ	—	—	—	30	18.0	7.8	30	18.8	7.8	40	15.2	8.0
そ の 他	—	—	—	90	13.6	10.0	90	13.6	10.0	570	8.5	25.8
計	340	21.4	93.5	540	15.5	82.6	880	17.8	176.0	2210	12.5	250.3

No.2 佐呂間 14い

樹種	主 木			有用副木			計			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	10	6.4	0.2	—	—	—	10	6.4	0.2	320	7.5	8.7
シナノキ	—	—	—	10	7.5	0.3	10	7.5	0.3	30	10.1	1.7
セ ン	10	19.3	2.6	70	11.9	5.7	80	12.8	8.3	120	11.6	10.0
ウダイカンバ	50	21.8	18.8	40	13.0	4.6	90	17.9	23.5	180	16.0	37.5
シラカンバ	20	18.0	4.1	10	12.9	0.9	30	16.3	5.0	70	17.8	14.6
ミズナラ	250	22.6	72.3	100	16.9	16.7	350	21.0	89.0	500	18.4	102.8
ヤマナラシ	20	25.0	9.3	—	—	—	20	25.0	9.3	90	22.0	30.7
ニレ類	—	—	—	10	11.0	0.7	10	11.0	0.7	10	11.0	0.7
ミズキ	—	—	—	10	10.6	0.6	10	10.6	0.6	80	10.8	5.8
そ の 他	20	20.0	5.4	90	11.9	7.7	110	13.4	13.1	290	9.7	17.8
計	380	21.7	112.8	340	13.3	37.1	720	17.8	149.9	1690	13.7	230.1

No.3 佐呂間 76わ

樹種	主 木			有用副木			計			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	220	8.1	6.8
シナノキ	10	14.0	1.2	—	—	—	10	14.0	1.2	130	11.6	18.0
セ ン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	9.4	2.3
ウダイカンバ	240	21.8	94.4	60	12.5	6.5	300	19.9	100.9	400	19.1	122.0
シラカンバ	10	30.5	7.3	—	—	—	10	30.5	7.3	10	30.5	7.3
ド ー ロ	40	27.2	26.2	10	26.2	5.6	50	27.0	31.8	60	27.0	37.8
ヤマナラシ	10	35.6	10.6	—	—	—	10	35.6	10.6	20	30.1	14.9
ホオノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	90	9.2	5.2
ニレ類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	10.9	0.6
ミズキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	9.4	0.9
そ の 他	—	—	—	10	12.3	0.8	10	12.3	0.8	150	11.5	11.6
計	310	22.9	139.6	80	14.2	12.9	390	21.1	152.5	1160	14.4	227.4

No.4 佐呂間 76わ

樹種	主 木			有用副木			計			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	—	—	10	10.4	0.5	10	10.4	0.5	170	7.5	4.4
シナノキ	50	13.0	5.0	20	10.9	1.3	70	12.4	6.3	320	9.4	16.6
セ ン	—	—	—	10	10.7	0.6	10	10.7	0.6	40	16.3	15.0
ウダイカンバ	150	21.8	59.7	10	17.7	2.3	160	21.6	62.0	200	20.9	75.4
ダケカンバ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	13.4	1.1
ミズナラ	10	20.5	2.3	30	9.9	1.6	40	12.5	3.9	130	9.9	8.0
ヤマナラシ	30	20.8	9.2	—	—	—	30	20.8	9.2	40	20.3	11.5
ホオノキ	20	21.6	6.4	20	12.1	1.6	40	16.8	8.0	70	13.4	9.1
キハダ	10	23.2	5.1	—	—	—	10	23.2	5.1	50	16.0	11.5
ニレ類	20	21.7	8.7	10	13.5	1.2	30	19.0	9.8	130	10.9	13.7
ミズキ	50	20.7	19.0	60	15.2	10.2	110	17.7	29.2	200	14.6	37.0
そ の 他	10	13.9	2.3	10	12.2	0.8	20	15.5	3.1	70	13.9	9.5
計	350	20.2	117.7	180	12.9	20.1	530	17.7	137.8	1430	12.9	212.7

No.5 佐呂間 76わ

樹種	主 木			有用副木			計			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	20	16.7	3.6	10	5.7	0.1	30	13.0	3.7	350	7.6	11.6
シナノキ	40	25.7	24.1	10	11.6	0.7	50	22.9	24.8	160	12.9	29.4
セ ン	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	9.3	3.3
ウダイカンバ	280	25.8	161.0	20	16.5	4.2	300	25.2	165.2	380	23.6	185.7
ド ロ	10	25.6	5.3	—	—	—	10	25.6	5.3	10	25.6	5.3
ホオノキ	—	—	—	10	13.7	1.1	10	13.7	1.1	80	9.1	3.6
キハダ	—	—	—	10	13.2	1.1	10	13.2	1.1	20	15.9	3.9
ニレ類	—	—	—	40	13.9	5.9	40	13.9	5.9	200	8.4	9.4
ミズキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	8.1	0.7
そ の 他	—	—	—	40	13.9	4.6	40	13.9	4.6	270	9.4	15.9
計	350	25.2	193.9	140	13.5	17.7	490	21.9	211.6	1560	12.8	268.8

No.6 遠 軽 226ろ

樹種	主 木			有用副木			計			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	—	—	40	10.4	2.4	40	10.4	2.4	987	5.2	12.3
セ ン	—	—	—	13	12.6	1.2	13	12.6	1.2	40	8.0	1.5
ウダイカンバ	187	19.6	55.3	27	11.1	2.2	213	18.5	57.5	387	16.2	82.1
シラカンバ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	12.0	1.0
ミズナラ	—	—	—	13	10.9	0.9	13	10.9	0.9	40	6.1	1.1
ド ロ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	10.1	2.0
ヤマナラシ	13	21.6	4.2	13	22.8	4.8	27	22.2	9.0	40	19.8	10.8
ホオノキ	—	—	—	40	8.8	1.5	40	8.8	1.5	93	7.1	2.2
キハダ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	5.8	0.7
ニレ類	—	—	—	27	8.5	0.9	27	8.5	0.9	107	6.0	1.7
ミズキ	—	—	—	147	13.3	17.2	147	13.3	17.2	267	11.4	22.6
そ の 他	13	23.2	5.0	80	11.9	7.1	93	13.5	12.1	600	9.4	40.5
計	227	19.8	67.6	467	11.9	43.2	693	14.5	110.8	3120	8.5	190.5

No.7 遠 軽 226い

樹種	主 木			有用副木			計			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	5.9	2.2
シナノキ	25	14.6	3.3	162	10.1	10.0	187	10.7	13.2	725	7.9	27.2
ウダイカンバ	250	19.3	77.9	63	13.6	8.0	312	18.1	85.9	600	15.5	120.0
シラカンバ	100	23.5	43.4	—	—	—	100	23.5	43.4	100	23.5	43.4
ダケカンバ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	7.7	0.3
ホオノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	4.5	0.2
キハダ	—	—	—	12	14.2	1.7	12	14.2	1.7	187	7.8	6.0
ニレ類	25	17.3	5.7	12	12.9	1.3	38	15.8	7.0	150	9.8	10.9
そ の 他	—	—	—	12	9.7	0.6	12	9.7	0.6	250	7.8	9.0
計	400	19.9	130.3	262	11.2	21.5	663	16.5	151.7	2149	10.7	219.1

No.8 遠 軽 227ろ

樹種	主 木			有用副木			計			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17	8.9	4.4
シナノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	5.8	0.7
ウダイカンバ	300	19.6	90.7	50	14.2	7.3	350	18.8	98.0	813	15.4	154.4
ダケカンバ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38	6.4	0.7
ヤマナラシ	25	17.9	5.1	—	—	—	25	17.9	5.1	25	17.9	5.1
ホオノキ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	3.8	0.1
ニレ類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	6.4	0.2
そ の 他	—	—	—	12	13.1	1.2	12	13.1	1.2	250	9.4	17.8
計	325	19.5	95.8	63	14.0	8.5	388	18.6	104.2	1288	13.0	183.4

No.9 遠 軽 227ろ

樹種	主 木			有用副木			計			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	110	6.3	2.1
シナノキ	30	21.7	11.1	10	7.8	0.3	40	18.2	11.4	120	10.9	14.1
セ ン	50	17.8	11.2	10	15.7	1.6	60	17.5	12.7	360	11.2	31.5
ウダイカンバ	210	22.9	89.4	20	17.6	4.7	230	22.4	94.1	280	21.7	107.4
シラカンバ	10	33.6	9.2	—	—	—	10	33.6	9.2	10	33.6	9.2
ミズナラ	—	—	—	10	13.8	1.0	10	13.8	1.0	100	9.5	5.4
ホオノキ	—	—	—	10	14.7	1.3	10	14.7	1.3	40	10.0	2.5
キハダ	—	—	—	30	12.5	2.9	30	12.5	2.9	130	9.5	6.7
ニレ類	—	—	—	20	13.8	2.6	20	13.8	2.6	170	7.4	5.3
ミズキ	—	—	—	40	14.8	6.3	40	14.8	6.3	350	8.7	16.3
その他	—	—	—	—	—	—	—	—	—	140	6.4	2.9
計	300	22.3	120.8	150	14.1	20.6	450	19.5	141.5	1810	11.2	203.5

No.10 丸瀬布 103い

樹種	主 木			有用副木			計			全 林		
	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積	本数	平均直径	材積
カエデ類	—	—	—	25	7.6	0.6	25	7.6	0.6	250	7.5	7.3
セ ン	25	23.8	11.0	—	—	—	25	23.8	11.0	25	23.8	11.0
ウダイカンバ	350	18.7	95.4	—	—	—	350	18.7	95.4	425	18.7	116.4
シラカンバ	25	24.6	10.8	—	—	—	25	24.6	10.8	50	16.5	11.7
ダケカンバ	—	—	—	25	10.4	1.4	25	10.4	1.4	25	10.4	1.4
ミズナラ	25	13.6	2.5	—	—	—	25	13.6	2.5	25	13.6	2.5
ヤマナラシ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	10.2	1.3
ホオノキ	—	—	—	75	11.5	5.4	75	11.5	5.4	300	8.9	13.8
キハダ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200	5.9	2.8
ニレ類	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	11.8	5.3
その他	—	—	—	25	13.7	2.6	25	13.7	2.6	300	9.9	20.1
計	425	19.1	119.8	150	11.0	10.1	575	17.0	129.9	1675	11.6	193.7

長に悪影響を与える上・中層木を除去することである。この場合、主木の枝下高を一定に保ち、形質の向上に役立つものは、それ自身に利用価値はなくても残されなければならない。

これは、樹木級の育林上の見地による区分に相当する。立て木の条件としては、大径木になる可能性をもった樹種で、樹勢、生育傾向ともに優れ、かつ利用の面からは通直で枝下高が十分な長さをもつものということになる。そのほか、選定にあたっては立木配置も考慮しなければならない。

残すべき本数は、樹種構成、競争の状態によって異なり、一定の数量的基準を与えることは困難だが、表一24に示した各調査プロットの立て木と有用副木の数値は、ひとつの目やすになるだろう。これらは、上・中層の樹勢強および中、生育傾向の上および中に属するもの、中から今後の施業で重点的に取扱っていく木として選ばれたものである。したがってこれ以外をいまずく伐採しなければならないということではない。

表の数値から、立て木またはその候補と目されるものは、本数でha当り300~400本、材積は100~140m³で、平均直径は20cm前後である。No5のプロットの材積が特に大きいのは、過去に間伐がおこなわれて、直径が一様に大きいためである。また、ウダイカンバの単層林に近い林よりも、ミズナラ、シナノキが混交して立体的な空間利用がおこなわれている林分で、主木の本数が多くなっている。

ここで注意しなければならないのは、例えばNo5のプロットで、全林本数1560本のうち、主木として区分されたものは350本で、22%にすぎないが、材積では194m³と全林の269m³の72%を占めている。また直径については、主木は全林平均の約2倍になっている。

広葉樹の間伐では、残存木の生長促進と同時に、形質の改善を目的として上に述べたような上層間伐が適用されるので、その効果は伐期に収穫される材の径級と品質をどれだけ向上させえたかで評価しなければならない。全樹種の、全樹木級をこみにした平均直径や材積はあまり意味がないのである。実際、広葉樹林の間伐では、上・中層木が主として伐採されるため、全林の平均直径が間伐によってかえって小さくなることもある。

生育の途中で、伐期収穫までを見越して施業効果を判定するのは困難であるが、ここに用いた樹木級区分の方法で、主木の構成比の増加と主木および有用副木の中の有用価値木、有用木の比率の向上を観察すれば、最終生産物の量および質と高い相関をもつ中間的な評価が可能になる。

その1例として、昭和50年に用材林への誘導を目的として、定山溪事業区1083林班

表-25(1) 林分層別本数・材積と平均樹勢

(本数・材積はhaあたり)

林分層 樹種	本 数				材 積 m³				平均樹勢			
	上層	中層	下層	計	上層	中層	下層	計	上層	中層	下層	計
トドマツ			80	80			0.5	0.5			2,400	2,400
エゾマツ			60	60			0.4	0.4			2,200	2,200
ウダイカンバ	296	80	4	380	945	8.8	0.2	1035	1,446	2,300	3,000	1,642
ドロ	12			12	11.4			11.4	1,000			1,000
ミズナラ		4	8	12		0.3	0.2	0.5		1,000	2,000	1,667
セ ン	8	40	24	72	4.0	5.0	0.3	9.2	1,000	1,900	2,167	1,889
シナノキ		4	84	88		0.4	0.6	1.0		1,000	2,286	2,227
ホオノキ		28	28	56		1.4	0.8	2.2		1,714	2,571	2,143
イタヤ		220	600	820		12.4	5.3	17.7		1,473	2,227	2,024
ハンノキ	4			4	2.8			2.8	2,000			2,000
オヒョウ		36	104	140		2.0	1.6	3.6		1,778	2,269	2,143
アブラコ		4		4		0.2		0.2		2,000		2,000
キハダ		4	8	12		0.2	0.2	0.4		2,000	2,500	2,333
その他		8	8	16		0.6	0.0	0.6		2,000	2,000	2,000
広 計	320	428	868	1616	112.7	31.2	9.2	153.1	1,425	1,720	2,249	1,945

- 注) 1) 本数・材積は層位別・樹種別に本数と材積を集計
 2) 平均樹勢は強を1, 中・下をそれぞれ2, 3として層位別・樹種別に集計して平均値を計算
 3) 必要に応じ直径階別再掲表をつくる。

表-25(2) 林分層別本数・材積と平均樹勢

(本数・材積はhaあたり)

間伐後

林分層 樹種	本 数				材 積 m³				平均樹勢			
	上層	中層	下層	計	上層	中層	下層	計	上層	中層	下層	計
トドマツ			80	80			0.5	0.5			2,400	2,400
エゾマツ			60	60			0.4	0.4			2,200	2,200
ウダイカンバ	260	48		308	87.4	5.2		92.6	1,323	1,917		1,416
ドロ	12			12	11.4			11.4	1,000			1,000
ミズナラ		4	8	12		0.3	0.2	0.5		1,000	2,000	1,667
セ ン	8	36	24	68	4.0	4.8	0.3	9.0	1,000	1,778	2,167	1,824
シナノキ		4	84	88		0.4	0.6	1.0		1,000	2,586	2,227
ホオノキ		28	20	48		1.4	0.6	2.0		1,714	2,600	2,083
イタヤ		156	472	628		9.5	3.4	12.9		1,410	2,263	2,051
ハンノキ												
オヒョウ		32	84	116		1.6	1.3	2.9		1,750	2,238	2,103
アブラコ												
キハダ		4	4	8		0.2	0.1	0.3		2,000	3,000	2,500
その他			4	4			0	0			2,000	2,000
広 計	280	312	700	1292	102.8	23.4	6.4	132.6	1,300	1,590	2,305	1,895

表-25(3) 施業上の区分による本数・材積

(haあたり)

間伐前

施業上の区分 樹種	本 数				材 積 m³			
	主 木	有用副木	望ましくない木	計	主 木	有用副木	望ましくない木	計
トドマツ	80			80	0.5			0.5
エゾマツ	60			60	0.4			0.4
ウダイカンバ	244	96	40	380	84.0	13.7	5.8	103.5
ドロ	12			12	11.4			11.4
ミズナラ	4	8		12	0.3	0.2		0.5
セ ン	20	48	4	72	5.9	3.3		9.2
シナノキ	4	52	32	88	0.4	0.4	0.2	1.0
ホオノキ	8	36	12	56	0.5	1.2	0.5	2.2
イタヤ	24	288	508	820	2.2	9.0	6.4	17.7
ハンノキ			4	4			2.8	2.8
オヒョウ		88	52	140		2.7	0.8	3.6
アブラコ			4	4			0.2	0.2
キハダ		8	4	12		0.3	0.1	0.4
その他		4	12	16			0.6	0.6
広 計	316	628	672	1616	104.8	30.8	17.5	153.1

表-25(4) 施業上の区分による本数・材積

(haあたり)

間伐後

施業上の区分 樹種	本 数				材 積 m³			
	主 木	有用副木	望ましくない木	計	主 木	有用副木	望ましくない木	計
トドマツ	80			80	0.5			0.5
エゾマツ	60			60	0.4			0.4
ウダイカンバ	244	60	4	308	84.0	7.8	0.8	92.6
ドロ	12			12	11.4			11.4
ミズナラ	4	8		12	0.3	0.2		0.5
セ ン	20	44	4	68	5.9	3.1		9.0
シナノキ	4	52	32	88	0.4	0.4	0.2	1.0
ホオノキ	8	36	4	48	0.5	1.2	0.3	2.0
イタヤ	24	280	324	628	2.2	8.8	1.8	12.9
ハンノキ								
オヒョウ		88	28	116		2.7	0.2	2.9
アブラコ								
キハダ		8		8		0.3		0.3
その他		4		4		0		0
広 計	316	580	396	1292	104.8	24.6	3.3	132.6

表一 2 5 (5) 林分層別本数・材積の直径階別再掲 (ウダイカンバ)

間伐後 (本数・材積は ha あたり)

林分層 直径 cm	本 数			材 積 m ³			平均 樹 勢					
	上層	中層	下層	計	上層	中層	下層	計	上層	中層	下層	計
12		4		4		0.2		0.2		3.000		3.000
14	8	20		28	0.6	1.6		2.2	1.500	2.200		2.000
16	4	16		20	0.4	1.8		2.2	2.000	1.500		1.600
18	24	4		28	3.6	0.6		4.2	2.000	1.000		1.857
20	32			32	6.1			6.1	1.250			1.250
22	44	4		48	11.0	1.0		12.0	1.546	2.000		1.583
24	52			52	16.6			16.6	1.231			1.231
26	40			40	16.0			16.0	1.100			1.100
28	20			20	9.8			9.8	1.000			1.000
30	8			8	4.5			4.5	1.000			1.000
32	28			28	18.8			18.8	1.143			1.143
計	260	48		308	87.4	5.2		92.6	1.323	1.917		1.416

表一 2 5 (6) 施業上の区分による本数と材積の直径階別再掲 (ウダイカンバ)

間伐後 (ha あたり)

施業上の区分 直径 cm	本 数				材 積 m ³			
	主 木	有用副木	望ましくない木	計	主 木	有用副木	望ましくない木	計
12		4		4		0.2		0.2
14	4	20		28	0.6	1.6		2.2
16	12	8		20	1.3	0.9		2.2
18	12	16		28	1.8	2.4		4.2
20	24	4		32	4.6	0.8	0.8	6.1
22	40	8		48	10.0	2.0		12.0
24	52			52	16.6			16.6
26	40			40	16.0			16.0
28	20			20	9.8			9.8
30	8			8	4.5			4.5
32	28			28	18.8			18.8
計	244	60		308	84.0	7.8		92.6

の約 70 年生の再生林に設定した間伐試験地の選木結果を示してみよう。

まず、樹種ごとの林分層別の本数、平均直径、材積、平均樹勢、平均生育傾向の特徴を調べる。この試験地のまとめでは、平均直径と生育傾向を省略したが、間伐前と間伐後の数値は表一 2 5 (1)・表一 2 5 (2) のようになる。

次に、主木と主木の発達に有益な木、障害となる木 (育林上の見地による区分) の本数、材積の分布を樹種別に表一 2 5 (3)・表一 2 5 (4) のように表示する。必要があれば、主な樹種について、直径階または直径級別の再掲表をつくって細部の検討をおこなう。表一 2 5 (5)・表一 2 5 (6) は間伐後のウダイカンバに対する直径階別の再掲表である。

この 2 つの結果を間伐前と間伐後、前回調査と今回調査の間で比較すれば、林分構造の現況と推移、施業効果、選木の内容が具体的につかめる。

表一 2 5 (1) から、ha 当り本数 1616 本の林分層別の本数比は、20:26:54 で、上層木のうち 90% がウダイカンバであることがわかる。中・下層木の大部分はイタヤ類で、これだけで全本数の 50% をこえる。下層木の中にはトドマツとエゾマツの更新樹 (胸高直径 4 cm 以上) があって、現在はイタヤ、オヒョウなどの下層木に被圧されているが、それらを除去すれば、生長開始の期待がもてる。

材積については、全体で 153 m³ のうち 74% は主としてウダイカンバからなる上層木のもので、ウダイカンバ以外で ha 当り材積が 10 m³ をこす樹種は、イタヤ (12%, 18 m³)、とドロ (7%, 11 m³) だけである。

平均樹勢は、一般に上・中・下層の順に低下するが、ウダイカンバの上層木の中には中または弱の区分に入るものがある。平均樹勢は 1.45 である。一方、ミズナラ、センなど陰性の樹種では、中・下層にあってもウダイカンバより樹勢が高くなっている。

施業的な見方による区分 (表一 2 5 (3)) では、立て木のほとんどはウダイカンバである (77%) が、下層のトドマツ、エゾマツも今後の生長を期待してこの中に含めた。そのほか、イタヤ、セン、ホオノキのうち中層にあっても形質の良好なものがこの区分に入る。

上・中層のウダイカンバの間には強い競合状態が存在し、すでに脱落して立ち枯れになったものや、地表に倒伏した木もみられる。このため、本数で 20%、材積で 18% の間伐を計画し選木した。

残存木について上と同様に取まとめた結果は表一 2 5 (2)・表一 2 5 (4) のようになる。

伐採木は、上層ではウダイカンバを主体に、本数の 12.5%、中・下層木ではウダイカンバの劣勢木、およびイタヤ、オヒョウなどで、トドマツ、エゾマツの生育の支障となるもの

を選んだ(本数率22%)。これによって間伐後の樹勢は各樹種とも向上した(表-25(2))。

以上のことから、今後の施業効果判定のポイントは、上層の疎開によるウダイカンバの樹勢の回復状態と、それに伴って表-25(6)の直径階別の分布に現れる変化、および下層の広葉樹の除去によって生ずるトドマツ、エゾマツ更新木の樹勢回復の速度と考えられる。

(2) 山火再生林の格付け

広葉樹林に対する除間伐、ならびに選木に関する基礎理論については前記ですでに述べたごとく、間伐は必ずしも常に良好な成果をもたらす訳ではない。林地土壌生産力の低い林分、有用広葉樹の割合が低い林分、間伐手遅れの林分など、施業的にみて林種転換した方が良く考えられる林分も少なくない。こゝに広葉樹林の格付けの必要が生ずる。

格付けの前提条件は今後の存続期間である。どのような長伐期でもよいならば、殆んど全部の広葉樹林は、これを適当に除間伐することによって大径林とすることが可能であるが、現実問題として今後の存続期間に上限をおくことは止むを得ない。こゝでは上限として30~40年を考えるものとし、特に条件の良否によって50年あるいは20年とすることもあると約束する。この前提のもとで、ha当りの有用樹種本数と、これらの年平均直径生長量とから表-26のように格付けを作製した。

表-26 山火再生林の格付け(林齢60~70年)

直径生長 有用樹 本数	甲(年3.5mm)	乙(年2.5mm)	丙(年1.5mm)
上 (300本以上)	<ul style="list-style-type: none"> 目的, 広葉樹用材林施業 今までに1回以上除間伐されていること 目標径級40cm 伐期100~120年 	<ul style="list-style-type: none"> 目的, 林分総収穫の増大(樹群単位で中径材育成) 主林木材積150m³目標 目標径級25cm 伐期~100年 	<ul style="list-style-type: none"> 除・間伐して5~8年様子を見る
下 (200本以下)	<ul style="list-style-type: none"> 単木的に大径材育成 針葉樹植え込み必要 	<ul style="list-style-type: none"> 単木的に中径材育成 針葉樹植え込み必要 	<ul style="list-style-type: none"> 林相改良

注) 甲の年3.5mmは、範囲として年3.0mm以上
 乙 " 2.5mm " 2.0mm以上3.0mm未満
 丙 " 1.5mm " 2.0mm未満のものを含む。

まず直径生長量については年3.5mmを甲、同じく2.5mmを乙、それ以下を丙とし、丙は原則として林種転換の対象とする。次にha当り本数については、将来広葉樹用材林として経営ができる本数があることを条件とする。これには当然林齢が関係してくる。林齢が若ければ格付け時点の主林木の本数は、より多く必要となる。年齢100年以上の広葉樹のha当り本数は120~150本と考えられるので、現在60~70年生の広葉樹林では、少なくともこの倍位の本数が必要である。なお有用樹種による格付け「上」と「下」の間は「中」であるが、これに該当する林分については、さらに第4の因子(例えば有用樹種以外の樹種の比率, 地形, 地利級など)を考慮して「上・下」どちらかに編入するが、暫定的に(約10年)「中」のまま様子を見守ってもよい。

(3) 施業方法

- 前項の格付けによって将来とも広葉樹だけで経営する林分と、針広混交林として経営する林分を区分する。
- 格付け「甲の上」に対しては、常にクローネの形状・大きさに注意し、少くとも5年に1回は標準木を樹幹解析して生長が下降しないようにするとともに、陽光に対する競争が激烈にならないうちに間伐する。特にウダイカンバ林においては、数年間強い競争をただで、上層木が突然枯死することがあるので注意を要する。
- 格付け「甲の下」に対しては、針葉樹を植え込み、針広混交林を造成する。針葉樹としてはトドマツを主とし、少数(約20%)のエゾマツ或いはアカエゾマツをまぜる。広葉樹は将来、単木的に大径材を養成するものとし、伐期本数は100本以内とする。針葉樹が生長するに従い、これらを広葉樹の立て木の副木とし、それ以外の広葉樹は段階的に間伐する。大径広葉樹の伐期は針葉樹の伐期の2倍を目標とする。但しエゾマツ或いはアカエゾマツは伐採せずに残し、100年以上の伐期とする。
- 格付け「乙の上」の林分は、広葉樹の中径材を育成することを主とし、全体として200m³の蓄積を目標とし、そのうち有用広葉樹で150m³を得るように心がける。この目標は現在の山火再生林に対しては、一般的に云って比較的達成し易いものと考えられる。この林分の伐期は90~100年程度とする。
- 格付け「乙の下」の林分に対しては針葉樹を植え込み、針広混交林とする。将来は針葉樹を主とし、広葉樹は単木的に、中径の良材を育成することを目標とする。
- 格付け「丙の上」に対しては速かに除間伐を施し、数年間様子を見て「乙の上」に移行する可能性があるか否かを見定め、可能性がない場合は林相改良を図り、広葉樹を保残木

として利用する針葉樹林に切りかえる。

- ⑦ 格付け「丙の下」は原則として林種転換をする。混牧林施業として肉用牛の放牧に適する森林には「丙の下」が多いので、場合によっては広葉樹林のまゝ他目的と併用する。

VII 幼齡混交林

1. 樹種別生長と樹種間の競争

山火再生林をはじめとする二次林は、広葉樹用材の将来の重要な供給源と考えられるのであるが、現在ではこうした林分がかつての規模でつくり出される条件は少なくなっている。このため、施業研究の素材となる広葉樹林も、これらの前段階の若い年代の林が少なく、これが研究の1つの障害になっている。

例外はカンパ類で、中でもダケカンパは高寒地における重要な更新樹種として、各所で事業的な天然更新作業が進められている。

一方、トドマツの幼齡造林地の中には、植栽後に侵入したウダイカンパの稚樹が、下刈り終了とともに急速に伸長してトドマツを追いぬき、高密度のウダイカンパ一斉林を形成することがある。例えば、苫小牧事業区1052は、佐呂間事業区71い、黒松内事業区2453、246ろ林小班には、数haから数十haにわたってそのような林分が成立している。

これらは、侵入したウダイカンパの生長と形質が良好なために、除伐して植栽木の伸長を促進すべきか、残存して用材生産の可能性に期待すべきかの選択に迷うことが多く、取扱いの指針が求められている。これには、トドマツとウダイカンパを両立させる、例えば二段林仕立てが可能かどうかという技術的検討のほか、ウダイカンパ、またはトドマツの純林仕立てとの、予想される成果に基づく長期的な有利性比較の問題が含まれている。しかし、第1着手としては比較試験によって、混交状態のもとにおける両樹種の生長特性を明らかにすることから始めなければならない。

一方、再生林の調査においてみられた林冠上層部のウダイカンパの競り合いは、長い間の無施業状態の中でつくり出されたもので、幹の形質の改善に施業上必要とされる以上に直径生長が抑制されている。したがって、用材生産のためには、除間伐を早くから実行して、樹冠の配置を適正にコントロールすべきであったと考えられる。

これらに共通する問題は、若い林分の樹冠の発達過程を分析して、生育段階に応じて良好な幹形、良好な生長を両立させる適応な占有空間の大きさを定めることで、トドマツ造林地内のウダイカンパはそのための恰好の素材と考えられる。

このような視点から、前記した苫小牧事業区1052林班のトドマツ造林地に固定生長量試験地を設け、ウダイカンパの密度の異なる3つのプロットで生長経過を観察することにした。

表-27 固定生長量試験地の成績 (1)

プロット	項目	ウダイカンパ				トドマツ				
		19736	19779	期間内生長量	期間内枯損量	19736	19779	期間内生長量	期間内枯損量	
1 (0.122ha)	平均樹高m	88	126	3.8	—	6.0	8.4	2.4	2.6	
	平均直径cm	10.9	16.4	5.5	—	8.1	11.3	3.2	2.5	
	ha	本数	90	90	—	—	2516	2508	—	8
	あたり	材積m ³	3.8	12.3	8.5	—	6.24	15.57	9.33	0.0
2 (0.121ha)	平均樹高m	9.4	12.9	3.5	9.4	5.2	7.0	1.8	3.1	
	平均直径cm	10.5	14.6	4.1	9.5	7.0	9.4	2.4	4.2	
	ha	本数	405	372	—	33	2074	2049	—	25
	あたり	材積m ³	18.1	47.1	29.0	1.2	36.9	83.7	46.8	0.1
3 (0.117ha)	平均樹高m	9.0	11.8	2.8	8.1	4.8	6.0	1.2	3.1	
	平均直径cm	9.2	12.8	3.6	8.0	5.8	8.0	2.2	3.8	
	ha	本数	581	538	—	43	2188	2094	—	94
	あたり	材積m ³	20.1	50.2	30.1	1.1	26.3	62.4	36.1	0.4

(2)

プロット	項目	ウダイカンパ				その他広				
		19739	19779	期間内生長量	期間内枯損量	19739	19779	期間内生長量	期間内枯損量	
対照区 (0.11 ha)	平均樹高m	10.2	12.2	2.0	8.3	10.6	13.1	2.5	9.0	
	平均直径cm	7.9	9.5	1.6	5.4	9.1	10.6	1.5	7.7	
	ha	本数	2218	1900	—	318	518	391	—	127
	あたり	材積m ³	68.0	94.9	26.9	4.1	20.3	24.5	4.2	3.8

注) 試験地設定時の林齢は 1~3プロットが12年、対照区は14年である。

この造林地は、山火事跡地に昭和36年春に ha 当り3000本のトドマツを植栽したもので、ウダイカンバは植栽とはほぼ同時に発生したものと考えられる。なおこれらのプロットの対照として、苫小牧事業区73林班に小班の昭和34年春植えのウダイカンバ人工林に比較区を設けた。これらの5年(対照区は4年)間の成績は表-27のとおりである。

混交林のプロットは、いずれもウダイカンバが上層を占め、期末の平均樹高はトドマツより4~5m高くなっている。しかし混交率の低い第1, 第2プロットでは樹冠の競り合いがないので、ウダイカンバは太枝を伸長し、広範囲にわたって周囲のトドマツの樹高生長をおさえている。

ウダイカンバの本数の多い第3プロットでは、立木配置が一様でないために一部に第1, 第2プロットと類似の暴れ木を生じているところもあるが、樹冠が適度に競合しているところでは下枝の枯れ上りによって幹形も良好で、かつトドマツが完全に樹冠下になっているため、二段林型を呈している。ただ、ウダイカンバは競争が激しくなると樹冠が極端に扁平、過小になり、ある時期に集中的に枯損を生ずることがあるから、下層のトドマツの伸長をはかるためにも適当な時期に上層林冠を疎開させる必要がある。この意味では第3プロットの枝下高6~7mに達している個所のウダイカンバは間伐を急ぐべきである。

これに対し、第1, 第2プロットはウダイカンバの本数が不足で、通直な幹形が期待できないばかりでなく、トドマツの生長および形質を著しく損なうおそれがあるから、むしろウダイカンバを伐採して、トドマツの純林仕立てに移行すべきだと考えられる。

次に、混交林の3つのプロットのトドマツの生長量は、本数の違いを考慮してもなおウダイカンバの混交が多くなるほど低下して、第3プロットの材積生長量は第1プロットの39%にすぎない。第3プロットの将来は、樹冠の過度の拡張を避けながら、ウダイカンバの本数を ha 当り150~200本程度にまで減少させ、トドマツの間に形質のよいウダイカンバを点在させる形に誘導すべきであろう。その場合のトドマツの伐期は、ウダイカンバの樹冠下における生長が相当の期間続いたため、純林仕立ての場合より遅れるものと予想される。

ところで、混交林の各プロットのトドマツは、上層のウダイカンバの競争に参加していないから、対照区を含めた4プロットのウダイカンバの生長データは、一種の密度試験の成績とみることができる。ここで、対照区のおのほ他広葉樹を含めた期間内の材積連年生長量は、枯損量を差引くと第2, 第3プロットのウダイカンバの生長量とほとんど同じ(対照 $5.7 m^3/年$, 第2, 第3 $5.6 m^3/年$ および $5.8 m^3/年$) で、この生育段階での限界的な生長量を示しているように思われる。

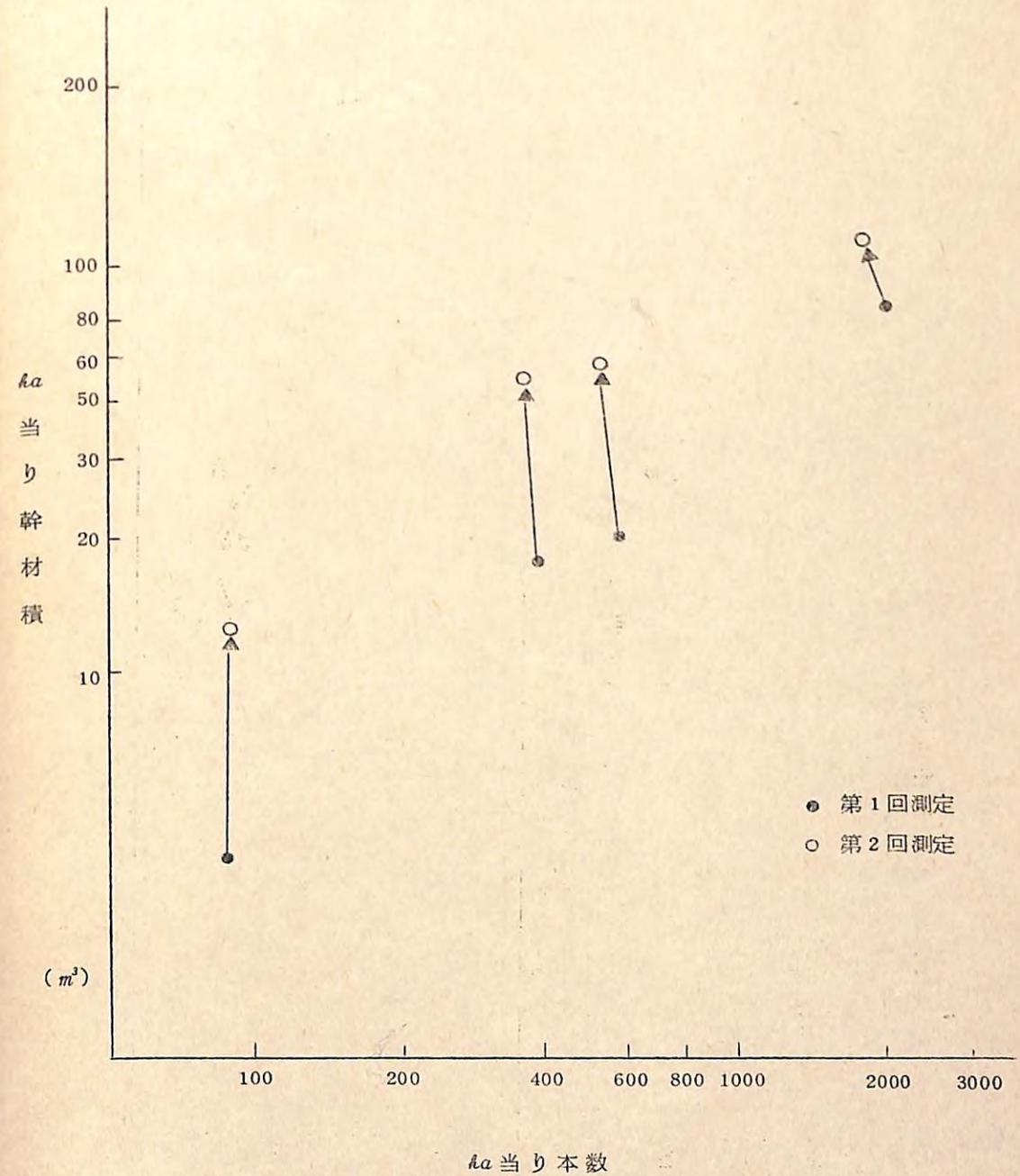
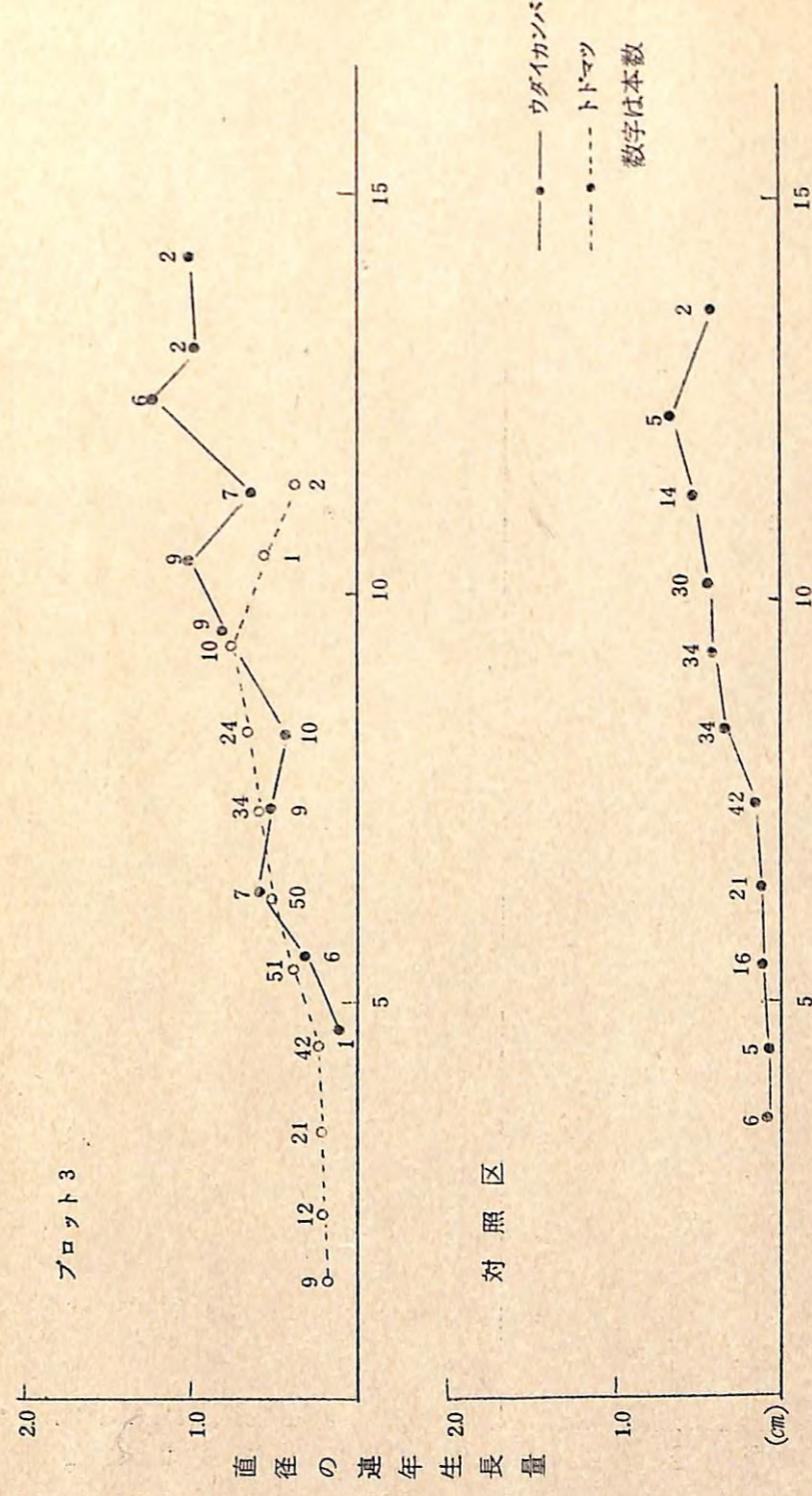
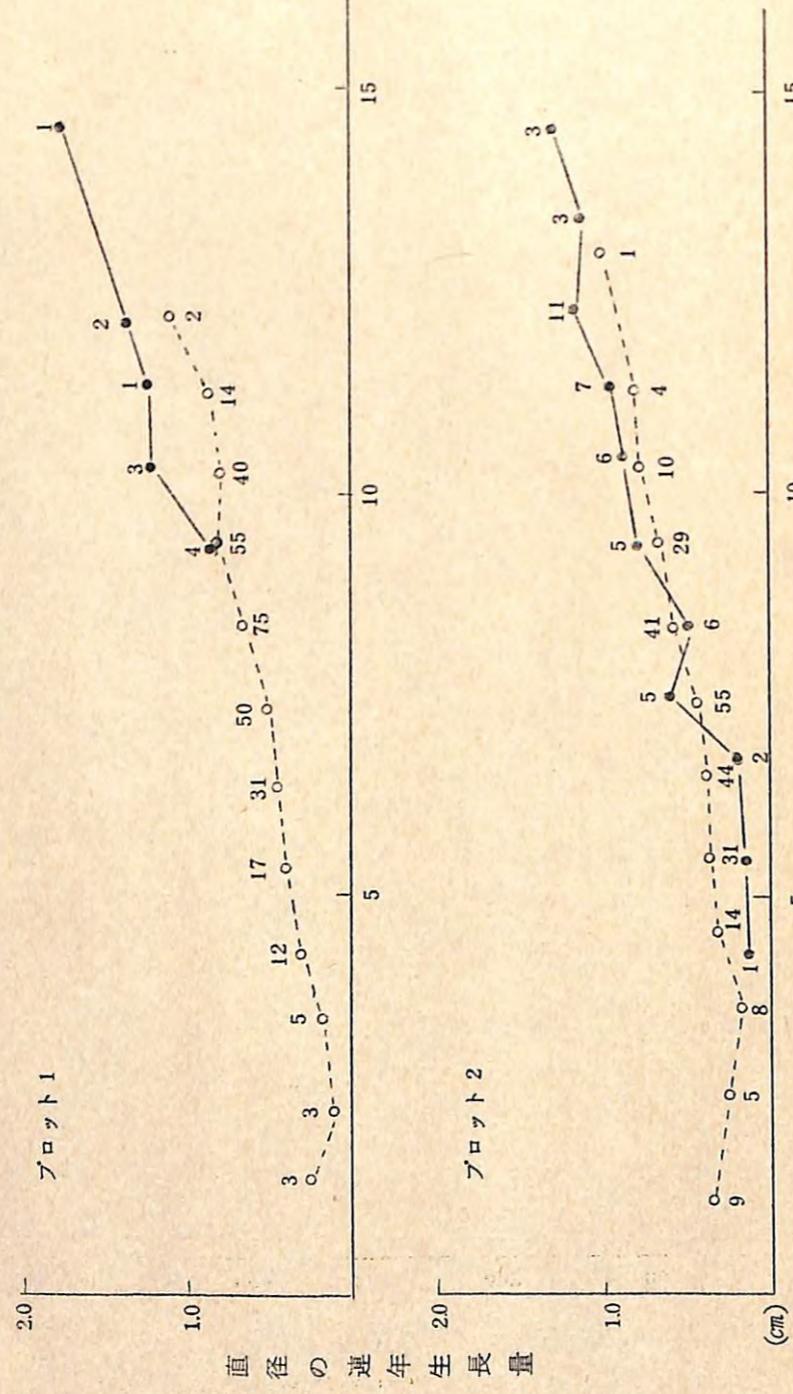


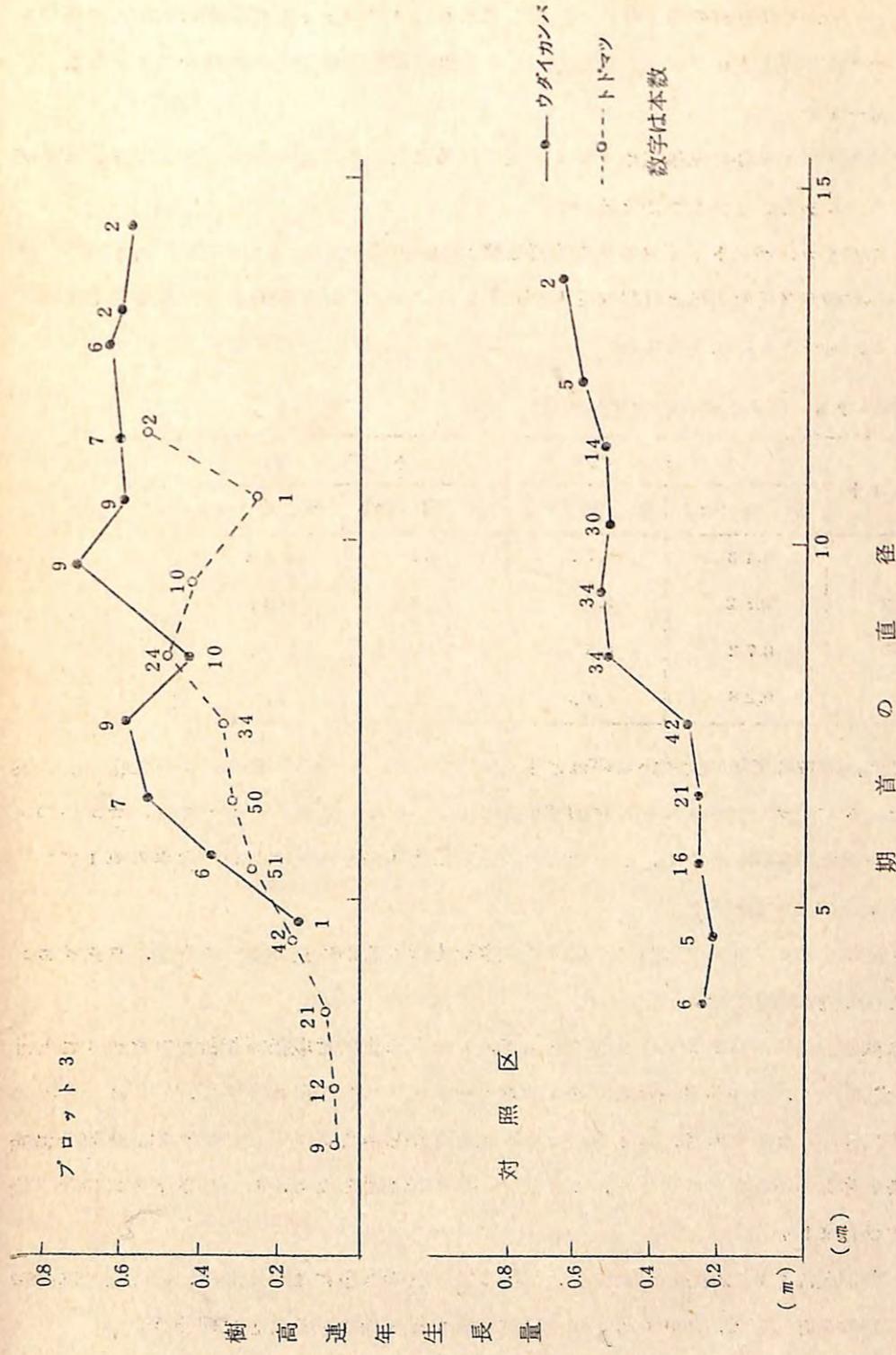
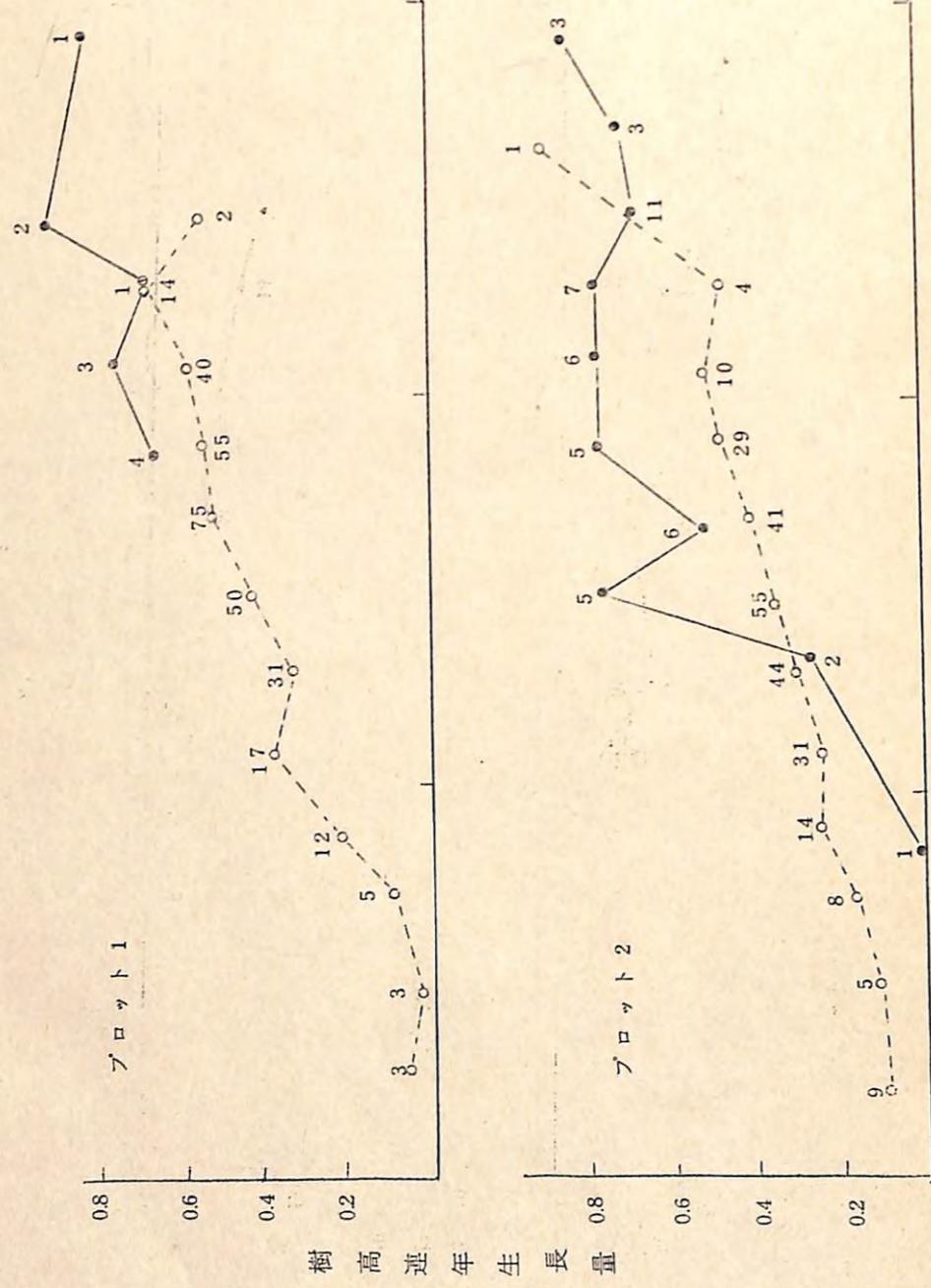
図-12 ウダイカンバの収量密度効果

図-13 直径連年生長量



期首の直径

図-14 樹高連年生長量



このことから、平均樹高の若干の差を無視してこれら4プロットの広葉樹の本数と材積の8組の値を両対数方眼紙上にプロットすると、この期間の収量密度効果の進行を読みとることができる(図-12)。

なお、対照区の4年間の枯損量が445本にのぼることから、このプロットは急速に最多密度に近づきつゝあることがうかがえる。

次に、ウダイカンバとトドマツの平均直径と樹高の連年生長量は表-28のとおりで、ウダイカンバの本数が多くなるほど極端に生長が低下している。これを期首直径の大きさ別に示すと図-13、図-14のようになる。

表-28 直径と樹高の連年生長量

プロット	ウダイカンバ		トドマツ	
	直径(cm)	樹高(m)	直径(cm)	樹高(m)
1	1.13	0.77	0.63	0.48
2	0.82	0.70	0.47	0.35
3	0.72	0.56	0.44	0.26
対照	0.28	0.43	—	—

直径では、期首の直径が大きいものほど生長量が大きく、その関係はほぼ直線である。直線の傾きは、トドマツではプロット間に顕著な差はない。しかしウダイカンバでは、カンバの本数が多くなるほど傾きは小さく、このため対照区の最大木の生長量は同じ大きさの第1プロットの木の1/3以下である。

樹高生長量でもトドマツでは期首の直径の大きいものの方が生長が盛であるが、ウダイカンバではこの傾向は明瞭でない。

以上の数値は僅か4~5年間の成績であって、これから直ちに取扱い指針をひき出すことはできない。しかし、この生育段階でウダイカンバとトドマツの二段林仕立て、ウダイカンバの純林仕立てを考えるとすれば、枝下高、樹冠の大きさからみてプロット3の林相が施業の出発点になると考えられる。プロット1、2はカンバの本数不足のため、むしろトドマツのみの施業コースが望ましい。

一方、対照区はすでに過密状態にあり、このまま自然の競争にまかせれば、最終的には少数の優良木が残るとしても、利用しうる材の径級の面で損失を生ずることになる。

これらの確認は今後の検討課題であるが、それには

1) いくつかの密度水準から出発して間伐試験をおこない、形質と生長の両者を満足させる本数基準を生育段階ごとに定める。

この裏づけとして

2) 枝および幹の過去の生長を解析することによって樹冠の競合の過程を再構成し、生長モデルを組立てる。

3) 高密度の無施業林分を継続調査して、自然枯死の経過と最多密度の推定資料を求める。

この3つを平行して進める必要がある。上述のプロットのうち、プロット3は2)の目的に、対照区は3)の目的に使用できる。

山火再生林にみられる多数の樹種の混交している場合の解析は、ウダイカンバの結果をもとにして、ウダイカンバ・シラカンバ、ウダイカンバ・ダケカンバのようにカンバ類の単純な組み合わせから出発して、順次複雑な組み合わせの解析へと拡張していくのが得策と思われる。

2. 施業方針

造林木と、そこに侵入した広葉樹で構成された混交林の取扱いに関しては未だ明確な方針が立てられていないようである。森林資源の立場から言えば、森林がどのような樹種で構成されようと、立派な林になればそれでよいことであるが、林業経営の立場から見れば、一概に割り切れないものがある。まず木材生産の保続のため、生長の早いものが優先されるであろうし、次にカネをかけて造成し、台帳に登録されている針葉樹が、タダで侵入し、台帳に記載されていない広葉樹に圧迫されることが不合理と考える人もいるであろう。

実際にこのようなことがあって、造林木をバタバタ伐り、広葉樹を温存させれば、当事者は厳しく非難されることであろう。

造林地は、あくまで目的樹種である造林木が健全に育つように管理するのが建て前である。造林地に侵入した広葉樹を大切にしようというのは、既に混交林になっている場合とか、造林木の一部が虫・菌・気象害などのためどうしても育たなく、代りに広葉樹の侵入を期待する場合などに限られるという事を銘肝しなければならない。始めから混交林になることを期待した造林は — 今後の新しい技術として有望であるが — 最初から設計がちがってくる。

さて既に混交林となっている針・広の混交林にたいしては次のように取扱う。

① カラマツ造林地に侵入した広葉樹は、原則として除伐する。この理由は、カラマツも広葉樹も共に陽樹で、両方を最後まで育てようとするならば、林地が不経済になるばかりでなく、ササに占領されるおそれが大きいからである。除伐時期を逸して既に広葉樹が主となっている林分においては、むしろ広葉樹林として取扱い、残存するカラマツのうちの優良なものを伐

期まで保育するとともに、林況に応じてトドマツの樹下植栽を計画する。

② トドマツ造林地に侵入した広葉樹は、原則として存立させる。当面存立させる広葉樹の本数は、トドマツの本数の半分とし、トドマツを圧迫する割合が増すにつれて漸次除伐していく。この間にトドマツは、広葉樹の側枝の発生や枝のかたよった生長を抑え、樹幹を通直にする役目を果たしている。最終的に残す本数は、トドマツは収穫予想表の伐期本数 N の $2/3$ 、広葉樹は、残りの本数 $N/3$ の半分とする。例えば或るトドマツ・ウダイカンバの幼齢混交林において、トドマツの伐期60年の時の本数が600本であるとすれば、この混交林が60年のときに存在すべき本数は、トドマツが $600 \times \frac{2}{3} = 400$ 本、ウダイカンバは $200 \times \frac{1}{2} = 100$ 本となり、合計すればトドマツ純林の伐期本数より100本すくない。この差はウダイカンバに与えられた割り増し空間である。トドマツが主伐されてもウダイカンバはそのまま存立させ、樹下にトドマツを植える。このあとは広葉樹林にたいする樹下植栽施業と同様である。

③ トドマツ造林木と広葉樹で作られた混交林において、広葉樹の本数が圧倒的に多く、トドマツが伐期本数以下となり、しかも団状に生育している場合は、前項の考え方を拡張し、育成すべき広葉樹の本数を、前項の場合よりすこし増やす。このような環境で育ったトドマツは、長大で形質良好となるのが普通であるから、経営全体としてみれば特に不利なことはない。

ま と め

1. 研究の必要性とねらい

北海道における広葉樹の優良大径材の資源は急速に減少しつつあるが、このものの継持・培養のための有効な方策はまだ確立されていない。これは今まで広葉樹資源が量・質ともに卓越していたからである。このため優良大径材育成のための基礎的事項、すなわち理想的な樹種構成、林分構造、森林配置、生長予測、除・間伐と枝打ちの方法、樹種間の競合、被害の種類と防除法などについて早急に調査研究をおこなうことが必要である。

このため、主要広葉樹の樹種特性（生長状態、分布、生態、種子と結実、適地、要光度）を知り、広葉樹林の適正本数、間伐の種類と強さをきめる基礎としたい。また、広葉樹に対する主要病虫害と気象害を明らかにし、適正な伐期齢を定め、広葉樹の更新問題にも一歩ふみ出したい。さらにトドマツ造林地に広葉樹が侵入して出来た幼齢の混交林において、トドマツと広葉樹の競合関係を明らかにし、両樹種の共存の可能性とその方法を明らかにしたい。

2. 研究結果

1) ウダイカンバのほか若干の主要広葉樹の樹種特性を明らかにした。ウダイカンバは強陽樹で陽光獲得の競争が激烈であり、種間競争のときは他樹種の上に出るので問題ないが、種内競争のときは十数年に亘って精力を消費し、ようやく上層に達したときに枯死することが解った。

2) ヤチダモは環境の変化に極めて敏感で、付近に林道が開設されたとき、樹高幅以内にある樹木が伐採されたときなどに、かなりの大径木が枯死する。前の場合には地下水脈に変化を生じ、後の場合には風当たりが強くなったためと考えられる。

3) 広葉樹林は樹種が多く、樹高も正確に測定できないため地位の査定が困難であるが、プロット内の最大直径木の直径を測定することによって地位を査定する方法を開発した。

4) 山火再生林の主要樹種(15)について、直径生長率の点で5群に分類することができた。

1群：キハダ、2群：ウダイカンバ、シラカンバ、ダケカンバ、セン、ヤマナラシ、3群カエデ類、ニレ、ミズナラ、4群：シナノキ、ドロ、ヤチダモ、5群：ミズキ、ホオノキ、その他。このうち3群は直径の大きさによらず安定しているが、この傾向は定山溪事業区の山火再生林においても同様であった。

5) 樹種ごとの枯損においても枯損率によって5段にグルーピングできたが、前項の2、3のグループが大きくかつ安定していることが確められた。

6) 広葉樹間伐のための樹木級区分にIUFRO方式を採用し、試験地だけでなく現地にも応用させている。

7) カンバ類に対する除・間伐の開始時期は純技術的にみれば早いほど良く、19年生のダケカンバでは直径の肥大効果30%、65年生メジロカンバでは効果はほとんど認められなかった。ただし効果は樹種と林況によって、今のところ一概にいえない。

8) トドマツ造林地にウダイカンバを皆伐せずにできるだけ共存させ、カンバに価格が生じるようになってから徐々に除伐する方法を考え、将来は少数のカンバを主林木として育成する施業と結びつけた⑨。

3. 成果の活用状況

山火再生林および幼齢混交林の試験研究結果は、広葉樹研究会（昭和49、50年度林業技術開発推進北海道ブロック協議会）における普及などにより、直ちに現地の施業に応用されている。

4. 残された問題点

- 1) 広葉樹林としての優良度が地域によってほぼきまっており、一般的な評価が定着しているにもかかわらず、土壌調査結果とあまり相関をもたない点を究明する必要がある。
- 2) 山火再成林はかなりの面積があるが、幼齢二次林は極めて少ないので、資源保存上どれだけの面積が必要かを研究する必要がある。
- 3) 広葉樹純林だけでなく、針広混交林の中の広葉樹の生態、生長、形質等の研究をはじめることが必要と考えられる。

付 表

引用及び参考文献

著 者	題 名	書 名	巻 号	発 行
1 高橋 琢也	北見森林所感	北 林 会 報	1-10	1903
2 河野 常吉	本道山火の来歴について	"	9-7	1911
3 林 常夫	森林火災に関する調査書	"	10-4	1912
4 穴戸 乙熊	北海道に於ける森林火災	"	19~9~11	1921
5 本多 静六	日本森林植物帯論	(単行本第4版)		1922
6 渡辺 悦二郎	ヤチダモの萌芽に就て	北 林 会 報	27-313	1929
7 { 中山 正章	北海道演習林山火跡地に於ける林分の	演 習 林	1	1940
7 { 功力 六郎	構成状態並に其の遷移について			
8 川村 政志	北見国有林第二次林改良の予察	道 林 研 講 演 集		1941
9 三井 木材	二次林施業の特性	北 方 林 業	2-7	1950
10 { 原田 泰	山火跡未立木地の環境とその造林法に	林 試 試 験 報 告	20	1951
10 { 柳沢 聡雄	関する研究			
11 加茂 貢	再生林の間伐度合による成長の経過	北 方 林 業	3-1	"
12 林 行五	北湧別山火再生林調査資料	未 発 表		(1952)
13 { 松井 善喜	日高地方のナラ林	北 方 林 業	4-9	1952
13 { 篠原 久夫				
14 中野 実	北湧別の二次林をみる	"	4-1	"
15 { 松井 善喜	釧路試験林に於けるカバ林について	林 試 北 支 講 演 集		"
15 { 毛利 勝四郎				
16 芹沢 明	二次林特にヤマナラシについて	北 見 林 友	2-7	1953
17 { 佐藤 信	二次林施業試験萌芽に関する調査(その1)	"	2-11	"
17 { " " " (その2)		"	"	"
18 諏訪田 末治	山火事再生林の林分構成について	林 学 会 講 演 集		"
19 藤池 清	二次林の撫育	北 方 林 業	6-6	1954
20 芹沢 明	古梅団地のヤマナラシについて	北 見 林 友	3-9	"

21	北見管林局	萌芽に関する調査	(パンフレット)		1955	
22	{	井上 桂	森林火災の研究	火災学会論文集	5-1	"
		岡上 正夫				
23	{	松井 善喜	北見地方のヤマナラシ二次林の構成と成長	林学会講演集		"
		篠原 久夫	について(山火再生林に関する研究2報)			
24	{	松井 善喜	マカバ二次林の構成と成長について			"
		篠原 久夫	(山火再生林に関する研究3報)	"		"
25	{	辻 正	ダケカンバ林収穫予想	北方林業	7-5	"
		松井 善喜	放牧による地拵代行と広葉樹の播種造	北支業務報告	3	"
26	{	毛利 勝四郎	林について			"
		佐々木 松五郎				
27	{	松井 善喜	中標津地方のカバ林とその取扱いにつ	"	3	"
		篠原 久夫	いて			
28	{	松井 善喜	山火跡地再生林の構成と成長について			"
		小野寺 卯	(山火跡地再生林の研究その1)	"	4	"
29	{	芹沢 明	網走地方ヤマナラシ林の林分構成と成長状			"
			況並びに外形的品種区分	林学会講演集		1956
30	{	功力 六郎	再生林の間伐度合による成長の経過			"
		加茂 貢	(主としてウダイカンバについて)	"		"
31	{	小野寺 卯	広葉樹林の成育形態と施業上の問題	北方林業	9-8	1957
32	{	近藤 助	北海道の広葉樹木の重要さとその施業	"	9-9	"
			について			
33	{	二本柳 政男	山火再生林に関する試験	北見局技研	3	"
34	{	岡田 勉	山火事再生林・林相改良事業調査	"	3	"
35	{	山口 寿一	山火再生林基礎調査	"	"	"
36	{	市村 正男	山火再生林跡地の陽光度別植付試験に			"
		松原 政治	就て	"	4	"
37	{	宮下 進治	ヤマナラシ一斉林の取扱い	北方林業	10-6	1958
38	{	市村 正男	山火再生林跡地の陽光度別植付試験	北見局技研	5	1959
		松井 善喜	天北地帯のカンバ二次林について	日林北支講演	8	"

39	{	篠原 久夫				
		横田 莊平				
40	{	馬場 強逸	興部地方のカバを主とした山火再生林	林試北支年報		1959
			の構成と成長			
41	{	松井 善喜	北海道低山地帯のカンバ林の構造と生	"		"
		馬場 強逸	長			
42	{	"	"	"	"	"
		"	"	"	"	"
43	{	佃 昌法	山火再生林跡地の陽光度別成長試験に	北見局技研	7	"
			就て			
44	{	藤井 保松	カンバ類(主としてシラカンバ)二次	林業技研講演		"
		安部 紀彦	林の実態と生長			
45	{	王子 研究所	栗山のダケカンバ林	北方林業	12	"
46	{	星 司朗	マカンバの造林地肥培	"	"	"
47	{	倉橋 昭夫	ウダイカンバ再生林に於ける二・三の調査	日林北支講演	9	"
48	{	宮島 寛	山火あとにできたシラカンバ林の成長	"	"	"
		中江 篤記	京大演習林に於けるヤチダモの育林学			
49	{	斎藤 東二郎	的研究(第1報)	"	"	"
		辰己 修三				
50	{	合沢 義考	北大天塩第2演習林に於けるシラカン	日林北支講演	10	1961
		滝川 貞夫	バ二次林の間伐とトドマツ樹下植栽			
51	{	中江 篤記	広葉樹林の造成に関する研究(第1報)	日林北支講演	11	1962
		吉田 義和				
52	{	鮫島 惇一郎	シラカンバ幼令樹の成長量	北方林業	15	1963
53	{	長池 敏弘	北海道に於けるぼう芽更新について	札幌林友	103 104	"
54	{	三井物産山林部	似湾事業区 $\frac{1}{1} \frac{0}{0} \frac{8}{9}$ 林班概況説明書	(パンフレット)		"
55	{	三島 悠	広葉樹二次林の林分改善と林種転換	日林北支講演	13	1964
		菅野 高穂	(第1報)			
		谷口 三佐男				
56	{	篠原 久夫他	広葉樹二次林の立木密度と樹種別生長	日林講演集		"

57	油津 雄夫他	北見経営区に於けるヤマナラシ天然更新(I)	日林講演集	1964
58	佐々木 功	札幌営林局管内に於ける広葉樹林の生長	北方林業 16	"
59	山本 肇	シラカンバの落葉による土壌無機成分 の変化	" "	"
60	中野 実	カンバ類の下種更新	" "	"
61	塚田 隆 広	ヤマナラシ再生林の成長と土壌	" "	"
	成田 孝一			
62	佐藤 清左衛門	ダケカンバ天然林に対する除伐5年後 の結果	日林北支講演 14	1965
63	北見営林局	山火事再生林の施業見本林説明書 (パンフレット)		1967
64	函館営林局	カンバ類の下種更新	単行本	1968
65	真辺 昭	北見地方に於ける山火再生林の取扱い に関する研究(I)	日林講演集	"
	篠原 久夫			
	加藤 宏明			
66	真辺 昭	山火再生林の成長予測	北見林友 143	1969
67	北見営林局	山火再生林の取扱いに関する調査報告		1970
68	盛川 実他	不定芽の発生状況と保残木施業につい て	北見営林局第19回業務研究発表集録	1973
69	渡辺 利雄他	人工造林地に侵入したウダイカンバの 育成試験について	同上第20回	1974
70	奥山 光隆他	トドマツ人工林に侵入したカンバの競 合育成について	同上第22回	1978
71	J.H. Buell	The prediction of growth in uneven-aged timber stands on the basis of diameter distributions Duke Univ School of Forestry Bull. No. 11 (1945)		
72	札幌営林局	札幌営林局における森林施業の方法に関する調査(第8報)		1974

ワイヤロープの性能に関する研究

(中 間 報 告)

ワイヤロープの性能に関する研究

I 試験担当者名

機械化部機械科長	上 田 実
機械化部機械科機械第1研究室長	柴 田 順 一
機械化部機械科機械第1研究室主任研究官	富 永 貢
元機械化部主任研究官	斉 藤 敏 彦(退職)

II 試験目的

集材機や索道などの架空線集材装置は、山岳林の多いわが国にあっては、木材運搬手段のうちで重要な役割をはたしてきた。そして他の運搬手段が部分的にこれに換りつつある今日でもなお、架空線による方法は主要な役割をにっていることに変わりはない。集材機の索張り方式と、それにとりなり附属機械器具の類は、時代の要求にこたえ改良を重ねつつ発展をつづけている。

これら架空線集材装置の主たる構成要素であるワイヤロープの使用にとりなり劣化、とくに曲げ疲労について究明し、架空線集材装置に用いられるワイヤロープの選択と適切な使用方法、耐用限度の判断などに役立つ資料を得ることによって架線集材作業の安全性を高め、経済性の向上を計ろうとするのがこの研究課題の目的である。さらに、ワイヤロープあるいは架線集材作業に関連する器具についても、それぞれの性能・能力・特徴を明らかにすることもまた目的とするところである。

III 試験の経過

当研究室においては、集材架線および索道の設計理論を中心に研究を進めて来た。その過程で架空線装置にあって中心となるワイヤロープの摩耗・腐蝕などの劣化の実態にたびたび接し、ワイヤロープの耐久性・使用限度の問題に注目し検討を始めた。実態調査・文献調査によって、ワイヤロープの疲れの問題は、鉾山関係を中心に過去に相当の成果が収められていることがわかった。しかし、林業におけるワイヤロープの使用状況を調べてみると、ワイヤロープの構成(種類)が異なり、さらに、それが受ける引張り応力と曲げ応力も大きく、過去の資料のみで

は不十分な点が多いことが明かになった。このことからワイヤロープの疲れ試験の必要性を確信するに至り、試験に着手した。

昭和37年に作業索用のワイヤロープS曲げ疲れ試験機を、つづいて38年には主索用のワイヤロープ小角度曲げ疲れ試験機を林試構内に設置し、それぞれの試験が開始された。

まず林業の架空線集材装置における場合に似せて、疲れ試験機におけるワイヤロープの負荷張力、曲げを与える滑車の径および曲げの形などの条件を設定し、ワイヤロープの疲れ特性を表現する方法を検討し、これに一定の成果を得た。つぎにこの結果をもとにして、製造メーカーの異なる同一規格のワイヤロープの比較試験を行ったところ、メーカーの間にその製品の性能において予想以上の差があることがわかった。(後掲文献1, 2, 3)。

そこで、より良い性能を持つワイヤロープを選択する方法を追求するという立場から、昭和41年長野営林局上松運輸営林署に林試と同じ疲れ試験機を設置し、42年度から国有林が購入したワイヤロープの中からサンプルを抽出して、継続的な疲れ試験を開始し、現在に至っている。この試験については、林業試験場機械第1研究室が計画と基礎的な試験を分担し、連絡を保ちながら試験結果のとりまとめも行っている。(文献5)。

一方、林業試験場機械第1研究室においては、さらにはは広くワイヤロープの疲れ試験の基礎資料の蓄積をはかるため、林業試験場が外部から依頼を受けて実施する試験の区分の中に、鋼索の寿命試験を設けて、ワイヤロープメーカーから供試ロープの提出を受けてその疲れ試験を実施して来た。これらの件数は現在まで47件を数え、結果は全て林業試験場試験成績書として提出されている。またこれと同時に研究室独自の目標を設定し試験を計画して、滑車溝底径がワイヤロープの寿命に及ぼす影響、ブリテンション効果、曲げ回数の増加にともなう強さの低下、などを実験的に究明している。

また、ワイヤロープの疲れ試験に関連して、事故を生じたワイヤロープの原因調査、使用されたワイヤロープの残留強さ試験、スプライスの効果、などの試験も機会を得ては実施してきた。

さらに、ワイヤロープに関連する機械器具の強さ試験・性能試験についても、必要に応じてあるいは林野庁、民間からの要求に応じて、試験方法を検討しながら実施して来た。

以上、研究課題についてその経過の概要を述べたが、かなりの年数を経過してその対象範囲が広がり、その内容に若干の変化もあるが、先に研究の目的にあげたように、ワイヤロープを中心とした架空線集材装置を構成する各々の機械器具について、試験・実験を通して具体的に役に立つ資料を得ることに主眼をおいて、この研究課題を継続している。

IV. 試験の成果

これまでに得られた成果は、次節Vに項目を一覧表として示すとおりである。これらの結果は全体を体系づけて集約されていない。これまでに蓄えたデータは内容を分類整理して適当な方法でとりまとめることは、ぜひ必要なことであり今後の課題となっている。

したがってここでは、これまでに得られた成果の中からいくつかを選んで、その概要を述べる。

1. 素線断線の発生傾向と残留強さ

疲れ試験機におけるワイヤロープの寿命試験の結果は、同一規格のワイヤロープであっても相当にバラつきがある。数多くくり返してみると寿命値の標準偏差は、寿命値の平均値の10~20%となることは普通である。ここで寿命とはワイヤロープ1より長さの間に総素線数の10%の素線断線が生じる(1割断線とよぶ)までの、往復回数で表わしている。個々のワイヤロープについての寿命値を正確に推定することは容易ではない。しかし、ワイヤロープの構成(種類)ごとに見ると、その疲れの進行経過にはっきりした特徴を見出すことができる。ここでは、素線断線の発生傾向と寿命に達した時点における残留強さについて、その概要をみている。

(1) 素線断線の発生傾向

疲れの進行にともない素線断線の数は増加し、ついには1割断線に至り寿命に達したと見なされる。この断線数の増加の程度がワイヤロープの種類によりはっきり異なることが明らかとなった。1つは比較的早い時期に最初の素線断線(初断線)が現われ、それ以後しだいに断線数が増す傾向にあるものであり、いま1つは相当の往復回数を経た後に初断線を生じ、それ以後は急激に断線数が増加し寿命に至るものである。いま寿命をNL、初断線が発生した往復回数をN₁とし、その比N₁/NLで初断線の発生時期を表わし、これをワイヤロープの種類ごとに比較して示すと表1のようになる。

(表1) 初断線の発生時期(N₁/NL)

ワイヤロープ構成	分布の範囲	頻度の高い範囲	平均値
作業索			
JIS 1号6×19	0.5~0.8	0.55~0.75	0.60
JIS 12号6×Fi(25)	0.6~0.95	0.65~0.85	0.75
JIS 11号6×W(19)	0.6~1.0	0.90	0.90
JIS 10号6×S(19)	0.85~1.0	0.95	0.95
主索			
JIS 1号6×7	0.6~0.95	0.75~0.95	0.80

寿命値についてみるとバラつきが大きく一概に表わせないが、その概略を比較すると、 $6 \times Fi(25)$ 、 $6 \times W(19)$ 、 $6 \times S(19)$ の寿命は、 6×19 のそれのおよそ2倍である。

以上のことからつぎのことがいえる。

- ① 6×19 に比べ $6 \times Fi(25)$ 、 $6 \times W(19)$ 、 $6 \times S(19)$ は寿命がおよそ2倍であり、初断線の発生時期はずっとおそい。しかし、
- ② $6 \times Fi(25)$ 、 $6 \times W(19)$ 、 $6 \times S(19)$ の場合、とくに $6 \times W(19)$ 、 $6 \times S(19)$ にあっては、初断線が発生すると急激に断線数が増加し、すぐに寿命に達する。

(2) 寿命に達したロープの残留強さ

1 割断線が生じたワイヤロープの残留強さと寿命の関係の概略は表2のようにまとめられる。残留強さは新品の強さに対する比で示している。ワイヤロープの構成による残留強さの差が著しいことがわかる。

(表2) 寿命に達したロープの残留強さ

ワイヤロープ構成	分布の範囲	頻度の高い範囲
作業索		
JIS 3号 6×19	0.38 ~ 0.91	0.70 ~ 0.80
JIS 12号 $6 \times Fi(25)$	0.19 ~ 0.80	0.30 ~ 0.40
JIS 11号 $6 \times W(19)$	0.0 ~ 0.38	0.05
JIS 10号 $6 \times S(19)$	0.0 ~ 0.44	0.05
主索		
JIS 1号 6×7	0.66 ~ 0.95	0.80 ~ 0.90

これからつぎのことが言える。

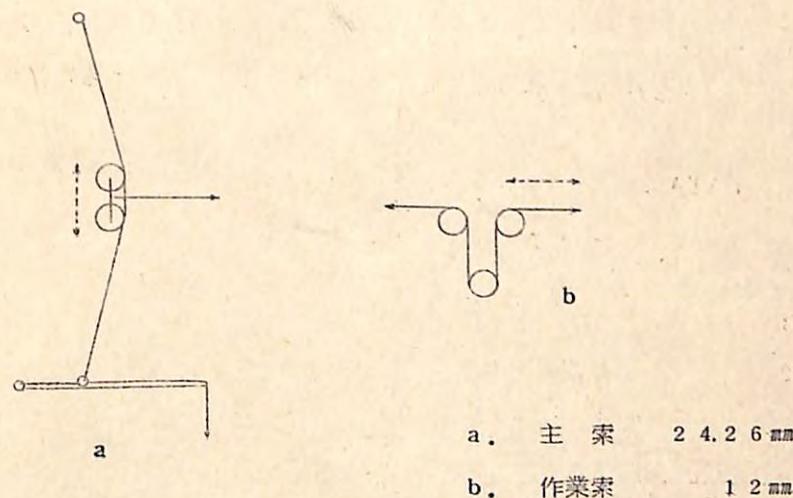
現行のワイヤロープ廃棄基準として示されている素線断線の項では、ロープの構成に関係なく10%の断線数となっている。しかし、断線の発生は上述のようにロープの構成ごとに一様でない。したがってつぎのような考慮が必要である。すなわち、廃棄基準に達した時点で残留強さ70~80%を保っている必要があるとすれば、 6×19 、 6×7 については10%の断線、 $6 \times Fi(25)$ では5%の断線、 $6 \times W(19)$ 、 $6 \times S(19)$ では初断線が生じた時点廃棄を目やすとするがよいと考えられる。実際の集運材架線装

置にあっては、上にあげた数字が状況によって変りうるだろうが、少なくともこのようなワイヤロープの構成ごとの特徴は十分に考慮し、保守点検の必要があろう。

2. 上松運輸管林署における試験結果から上松運輸管林署におけるワイヤロープの疲れ試験を行った試料の数は、作業索として 6×19 (JIS 1号品)は11社283本、 $6 \times Fi(25)$ (JIS 12号)は10社220本、主索として 6×7 (JIS 1号)24~26mmは6社102本、特殊構成ロープ24~26mmは6社7種、310本の多くに達している。

作業索の疲れ試験は、試験条件として索張力350kg、滑車径190mmのS曲げ2回の試験条件を設定し、全てこの条件下で行っている。試験項目としては、寿命試験、一定回数往

図 1. 疲れ試験



復後の残留強さ試験(6×19 では4,000回、5,000回、 $6 \times Fi(25)$ では6,000回、8,000回)、引張試験、製品検査、素線検査を実施している。これまでにとりまとめた中から概要を示すとつぎのようになる。

寿命試験による寿命値の確率密度関数の型は対数正規分布とするのが最もよく適合することがわかった。ワイブル分布あるいは真数正規分布と見なしても大きな誤りはない。寿命と一定回数往復後の残留強さについて 6×19 と $6 \times Fi(25)$ を対比して示すと表3のとおり。

寿命試験および一定回数往復後の残留強さ試験の結果の全体を把握した上で、ワイヤロープメーカーの間の比較を、分散と平均値の差の検定により試みた。その結果はその性能が相対的に優れているもの、劣っているものそれぞれに1~2のメーカーが有意な差を持って

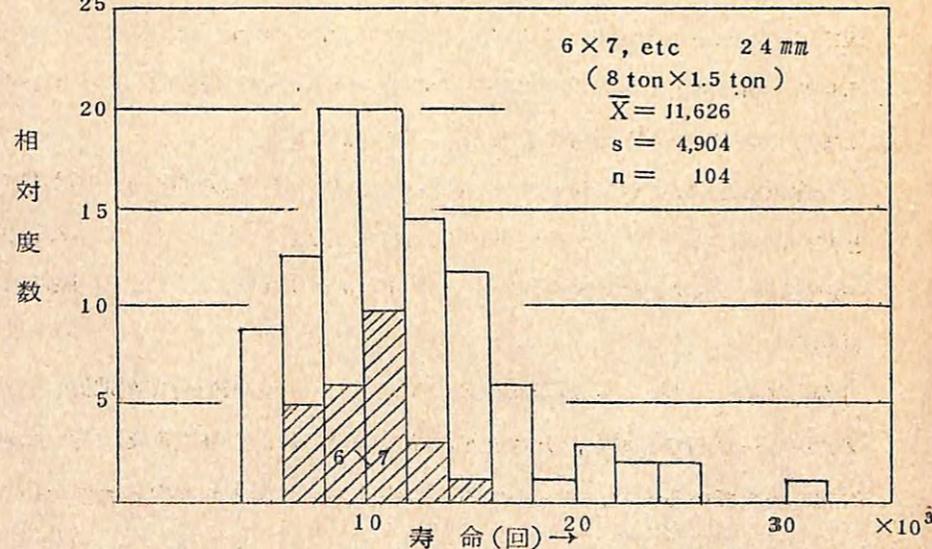
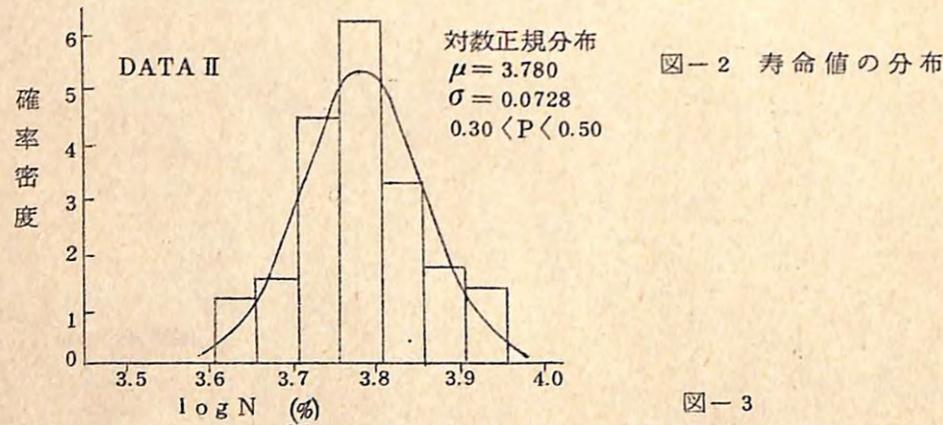
(表3) 寿命と残留強さ

ワイヤロープ構成		6×19	6×Fi(25)
寿命	平均値	6,117回	9,560回
	標準偏差	1,050回	1,947回
残留強さ	平均値	4,000回往復後 7.54×10^3 kg	8,000回往復後 5.07×10^3 kg
	標準偏差	0.726×10^3 kg	0.218×10^3 kg

いることがわかった。ただしこの結果だけからメーカーの優劣を断定するには無理もあると考えられる。

ワイヤロープの耐疲労性に影響を及ぼす要因を、製品検査、素線検査の測定項目の中から探そうという試みは、これまでのところ明確な答を得られないでいる。

6×19の寿命値の分布図を図2に、主索の疲れ試験による寿命の分布図を図3に示す。



3. スプライス加工したワイヤロープの強さ試験

ショートスプライス、および台付ロープのアイススプライス加工したワイヤロープの引張破断強さを知るために実験を行った。

ワイヤロープのスプライス加工は、現行集材機作業基準ではロングスプライスで行うことを原則としているが、作業案についてはショートスプライスも可とされている。しかしショートスプライスでは、ドラムに巻込む場合に乱巻きによる型崩れを起すなど不都合なこともあり、改善策としてセミロングスプライスと呼ばれる方法が使われている。一方台付ロープに用いるアイススプライスも、6ストランドのロープを3ストランドに2分割して相互に組み込む巻き差しも簡便な方法として使用されている。

これらの試験を6×24%10mm, 12mm, 14mmのワイヤロープについて強さを求めた。

その結果は、

① ショートスプライスの場合

- 10mmロープでは 約5 ton
- 12mm " " 7 ton
- 14mm " " 9 ton

② アイススプライスの場合

- 10mmロープでは 約5 ton
- 12mm " " 7 ton
- 14mm " " 9 ton

であった。

4. シャックルの強さに関する試験

青森営林局の依頼により、特殊シャックルの強さ試験を行った結果の概要はつぎのとおり。この特殊シャックルは、シャックルピンの脱着を片手で容易に操作できるように、シャックルピンとピン穴に工夫がなされたものである。

試験の方法は、シャックルにワイヤロープをかけ張力を増しながら、シャックル各部に変形が生じる荷重を求めた。同時に普通型のストレートシャックルも試験し比較した。供試品の寸法およびピンの変形が認められるに至った荷重は、それぞれ表4, 5のとおりであった。

(表4) 供試品の寸法

		シャックル本体の径	シャックルピンまたはボルトの径	シャックル本体の内径
特殊シャックル	大型	25	25	50
	小型	20	24	31
普通型ストレートシャックル	大型	25	25	50
	小型	20	24	31

(単位 mm)

(表5)

		ピンまたはボルトが変形した荷重
特殊シャックル	大型	5.0
	" (補強あり)	5.0
	小型	8.0, 8.0
	" (補強あり)	8.5
普通型ストレートシャックル	大型	5.5, 6.0
	小型	9.5

(単位 ton)

引張荷重が増加すると、シャックルピンに変形が生じ、シャックル本体の内径がわずかに大きくなる。このために特殊シャックルでは安全ガードの開放が困難となり、ピンの着脱が困難となった。普通型のピンではボルトのネジが廻りにくくなった。いずれの場合にも、ピンまたはボルトの変形がまず生じており、ピン穴の変形は全くみられなかった。したがって、特殊シャックルのピン穴の周囲を補強したのも、シャックルとしての強さは、ほぼ同じと見られた。

V これまでに公表した試験の結果

1. 研究報告

- (1) 鋼索の疲労に関する試験報告(1), 上田実・富永貢 第74回日本林学会大会講演集, 1963。
- (2) 林業用鋼索の疲労に関する研究(第1報)作業索の繰返し引張り曲げ試験, 上田実・富永貢, 林業試験場研究報告第164号, 1964。

(3) 林業用鋼索の疲労に関する研究第2報主索に関する疲労試験, 上田実・斉藤敏彦・柴田順一, 林業試験場研究報告213号, 1968。

(4) ワイヤロープの伸び測定法, 富永貢, 第84回日本林学会大会講演集, 1973。

(5) 林業用鋼索の疲労に関する研究第3報作業索(6×19, JIS3号)の疲れ寿命試験, 機械第1研究室, 上松運輸営林署ロープ試験室, 林業試験場研究報告(300)

2. 林業試験場試験成績書

鋼索の寿命試験

- | | |
|---|----------|
| (6) 6×19O/O, 1.0mm, 2種, 大和工業製 | 38. 4.17 |
| (7) 6×19O/O普通より(40C), 大和工業製 | 38. 6.28 |
| (8) 6×19O/O, 1.0mm, 2種, 出原工業製 | 38. 7. 5 |
| (9) 6×19O/O, 1.0mm, 暁製鋼製 | 39. 9.11 |
| (10) 6×19O/O, 1.0mm, 西田製鋼製 | 39.10.16 |
| (11) 6×19O/O, 1.0mm, 鉛焼入れ, 暁製鋼製 | 39.12.25 |
| (12) 6×7C/L, 1.6mm, A種, イゲタ製鋼製 | 40.10.15 |
| (13) 6×Fi(19+6)O/O, 1.0mm, A種, 暁製鋼製 | 40.10.15 |
| (14) 6×Fi(25)O/O, 1.0mm, A種, Z捻り, 日本鋼線鋼索製 | 40.12.15 |
| (15) 6×19O/O, 1.0mm, A種, Z捻り, 日本鋼線鋼索製 | 40.12.16 |
| (16) 6×19O/O, 1.2mm, 朝日製鋼製 | 41. 9.12 |
| (17) 6×19O/O, 1.2mm, 朝日製鋼製 | 41. 9.12 |
| (18) 6×Fi(25)O/O, 1.2mm, 神鋼鋼線鋼索製 | 41. 9.12 |
| (19) 6×7C/L, A種, 川崎製鉄製 | 42. 1.10 |
| " , 190kg/mm ² , " | |
| " , 215kg/mm ² , " | |
| (20) 6×19, 1.2mm, 裸, 普通捻, 中心麻芯入, 新大日製鋼製 | 42. 2.14 |
| (21) 6×Fi(25)O/O, 1.2mm, イゲタ製鋼製 | 42. 2.14 |
| (22) 6×(1+9+14)G/O, 1.2mm, 東洋鋼線鋼索製 | 42. 4.11 |
| (23) 6×(1+9+14)O/O, 1.2mm, 麻芯入り, 東洋鋼線鋼索製 | 42. 4.11 |
| (24) 6×Fi(25), 1.2mm, 裸, 普通捻り, 中心麻芯入, 日本鋼線鋼索製 | 42. 4.13 |
| (25) 6×7, 1.6mm, A種(スラフロープ), 昭和製鋼製 | 42. 5.16 |
| (26) ロックドコイル, LCR, B型, メッキ, 1.6mm, 東京製鋼製 | 42. 6.14 |

(27)	サンローブ C/L, 16mm, 帝国産業製	42. 7.28
(28)	SRAF 6×S, O/O, 12mm, 麻芯入り, 昭和製綱製	42.10.13
(29)	SRAF 6×S, O/O, 12mm, 麻芯入り, 昭和製綱製	42.10.13
(30)	SRAF 6×W, O/O, 12mm, 麻芯入り, 昭和製綱製	42.11. 4
(31)	SRAF 6×FiO/O, 12mm, 麻芯入り, 昭和製綱製	42.12. 4
(32)	6×FiO/O, 12mm, 麻芯入, 昭和製綱製	42.12. 4
(33)	サンローブ C/L, 16mm, A種, 帝国産業製	43. 4.12
(34)	サンシール6×S(19)O/O, 12mm, 帝国産業製	43. 4.19
(35)	6×S(19)O/O, 12mm, 帝国産業製	43. 4.19
(36)	サンローブ 6×W(19), 12mm, A種, 帝国産業製	43. 7.10
(37)	6×W(19)O/O, 12mm, A種, 帝国産業製	43. 7.10
(38)	6×Fi(19+6), 麻芯, 12mm, 日本鋼線鋼索製	43. 7.11
(39)	ロックドコイル B型, メッキ, 16mm, 東京製綱製	43.12. 3
(40)	サン6×Fi(25)O/O, 12mm, A種, 帝国産業製	44. 2.20
(41)	6×Fi(25)O/O, 12mm, A種, 帝国産業製	44. 2.20
(42)	6×S(25)O/L(A), 12mm, 朝日製綱製	44.1.1.13
(43)	6×Fi(17)C/L(A), 12mm, 朝日製綱製	45. 1.13
(44)	6×7 C/L(A), 12mm, 朝日製綱製	45. 3.31
(45)	6×19 O/O(A), 12mm, 朝日製綱製	45. 4.17
(46)	6×Fi(25)%(A), 12mm, 日本鋼線鋼索製	45. 4.27
(47)	6×19 O/O(A), 12mm, 日本鋼線鋼索製	45. 4.27
(48)	6×W(16)C/O, 12mm, 朝日製綱製	45. 8.21
(49)	6×W(16)C/L, 12mm, 朝日製綱製	45. 9. 1
(50)	シングルローブ 4×Fi(22+7)O/O, 12mm, 帝国産業製	45.10.20
(51)	スラフローブ 6×Fi(25)O/O, 12mm, 日鉄ローブ製	50. 4.14
(52)	6×19, 12mm, ダイヤ工業製	52. 3.25
鋼索の残留強さ		
(53)	ワイヤローブの残留強度試験(6×24, G/O, 14mm)	47. 9.29
鋼索に関連する器具の性能, スプライスの効果など		
(54)	三徳バイスSB4号の保持力	39. 9.26

(55)	シメラー式ワイヤクリップの把持力試験ならびに試験後使用ワイヤローブの 残留強度試験	40. 1.18
(56)	特殊クランプ(金谷鉄工所製K凝)の把持力比較試験	40.1.1.11
(57)	ヒールクランプ(丸山鉄工所製)の把持力と試験ローブの残留強度試験	41.1.2.19
(58)	ワイヤローブストッパー(結束器)1型, 2型の把持力試験	42. 1.20
(59)	ワイヤローブ用巻付グリップ(直真工業KK製WGD-10)の把持力試験	42. 6.13
(60)	改良型ブロック(丸山鉄工所製ユニバースブロック, UMV-56L型)の強度試験	42.1.2.11
(61)	鋼索の合金止めEye加工(ナックロック)とさつま継ぎ法の性能比較	42. 9. 8
(62)	油圧プレス機(泉陽綱具KK製LH-16型, LD-32型)によるロック加工の強 さ試験	44. 8.18
(63)	アイアングリップ(大幸産業KK製, BG-M-12, M-20, M-22, 25) とJIS型クリップの握索力比較試験	45. 3.14
(64)	ZBブロック(7~12型)の破壊強度試験及び各荷重における変型度合	51. 6.30
機械器具の性能		
(65)	シメラー式ワインダー	39. 2.12
(66)	合成樹脂製とびの柄の強度試験	41.1.0.26
(67)	ローブ張力安全器(丸山工業KK製)の変動荷重に対する油漏の有無と精度試験	43. 1.25
(68)	ワイヤローブ用テンションメーター(谷藤機械工業製)の変動荷重に対する油漏の 有無と精度試験	43. 1.25
(69)	SKガイドライン張線器(直真工業KK製)の引張強度並びに緊張能力	43. 1.25
(70)	RS張力計(KK測機舎製, 容量5ton)の精度	43.10. 9
(71)	RS-30張力計(KK測機舎製, 容量30ton)の精度	43.10.15
(72)	合成樹脂製とびの柄(ツバメ化学工業KK製)の強度試験	43.12. 2
(73)	ローディングウェイトスイベルの引張り強さ試験	43.1.2.14
(74)	簡易張力計(測機舎製T2型)の張力計性能試験	45. 3.17
(75)	ルーバー(象印チエンブロックKK製, 1.5ton)の耐力テストおよび定容量の 場合の手巻き力	46. 3. 3

(76) ルーパー(象印チェーンブロックKK製, 1.5 ton, 0.75 ton)の耐力試験および使用荷重と保持荷重におけるロープのすべり 48.10.24

3. 林野庁・営林局への報告書

(77) 作業索の疲労度と塗油効果の確認, 6×19, 6×Fi(25), 12mm, 旭川営林局へ回答 41. 9.12

(78) ワイヤロープの破断原因調査結果, 前橋営林局への回答 42. 8.21

(79) 集材機架線用アンカー(根株・立木・埋込み)の強度試験報告書, 東京営林局作業課 43.12.

(80) ワイヤロープの適正な管理について, 林野庁業務課へ提出 46. 1.18

(81) 人工アンカーの強さについての検討, 人工アンカー強さ試験報告書, 東京営林局作業課へ提出 48. 1.

(82) 人工(組立て)アンカーの強さについて, 実地試験報告書, 東京営林局作業課へ提出 49.12.

(83) シャックルの強さに関する試験報告書, 青森営林局へ回答 52. 7.

(84) ワイヤロープの切断試験報告書, 東京営林局へ回答 52.11.

以上