

昭和 49 年 度 国 有 林 野 事 業
特別会計技術開発試験成績報告書

人工林、天然林の収穫表調製

—森林の構造と成長の関係解析—

昭和 50 年 7 月

林 業 試 験 場

人工林・天然林の収穫表調製

—— 森林の構造と成長との関係解析 ——

目 次

ま え が き	89
試 験 担 当 者	89
I トドマツ, カラマツ人工林の密度管理と収穫予測	90
II 人工林の間伐方法の違いによる成長収穫の法則性について	103
III ヒノキ人工林の林分密度と直径成長	113
IV 択伐スギ天然生林の構造と成長	127
V 林令を関連させた直径-樹高曲線	174
VI 直径: 樹高曲線式および直径: 材積曲線式の適合度の比較	182

ま え が き

林木あるいは林分を構成する諸因子の成長過程を把握することは、森林経営上極めて重要なことであるが、その成長は長期間の観測を必要とし、日本においては、この種の資料の集積が乏しく、暫定標準地資料に、諸外国で開発された各種の成長理論を援用して収穫表、収穫予想表を作成し、収穫時期の決定や収穫量の推定、保統計画の作成などを行なってきた。

これらの諸表をさらに合理的なものとするため、国有林では、昭和9年に収穫試験施行方法、昭和34年に収穫試験施行要綱を定め、統一基準により、固定試験地の定期調査を継続してきたが、昭和46年に技術開発課題に組み込まれ「森林の構造と成長の関係解析」という課題のもとに、調査の継続と結果のとりまとめを行なうこととなった。

昭和47年には、収穫試験報告第17号として収穫試験施行要綱による試験地の設定と経過についてとりまとめ発表している。

この報告は、過去5年間にわたり、各支場で試験地の既応の調査結果を用いて、構造と成長の関係について解析したもののうち、代表的なものを収録したものである。

なお、各報告には文責を明らかにするため執筆者名を示している。

試 験 担 当 者

経営部経営第2科測定研究室長	栗 屋 仁 志
室員	樋 渡 ミ ヨ 子
" "	川 端 幸 蔵
" "	神 戸 喜 久
" "	西 川 匡 英
" "	椎 林 俊 昭
" "	天 野 正 博
北海道支場経営部経営研究室長	真 辺 昭
室員	篠 原 久 夫
" "	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
室員	柳 谷 新 一
" "	小 坂 淳 一

東北支場経営部経営第1研究室員	小	西	明
" "	金	豊	太郎
木曾分場造林研究室員	原	寿	男
" "	原	光	好
関西支場育林部経営研究室員	上	野	賢 爾
" "	長谷川	敬	一
四国支場経営研究室長	都	築	和 夫
室員	佐	竹	和 夫
" "	吉	田	実
" "	宮	本	和 子
九州支場育林部経営研究室前経営研究室長			
現経営部経営第1科経営研究室	中	村	三 省
九州支場経営研究室員	本	田	健 二 郎
" "	森	田	栄 一
" "	黒	木	重 郎

I トドマツ・カラマツ人工林の密度管理と収穫予測

北海道支場経営部経営研究室 真 辺 昭

北海道における収穫試験は昭和36年に開始され、以来10ヶ年計画にしたがい道内5管林局管内にトドマツ33ヶ所、カラマツ34ヶ所の試験地を新設して5年周期の定期測定を継続している。この成績については随時とりまとめをおこない結果を発表1), 2)してきたが、ここでは昭和47年から3ヶ年にわたり国、道、民有林からの要請により作成したトドマツ・カラマツ人工林の密度管理図3), 4)とその応用について述べる。作成資料としては、収穫試験地の調査データのほか、暫定プロット調査のデータを使用した。

1. 作成方法

これまでの方法5), 6)を再検討し、次の点を改良した。

- 1) 相関の高い林分因子間の関係を利用する異常資料の棄却手順を明確にした。
- 2) 等平均樹高線をきめる逆数式の推定において、重み付きの非線型最小二乗法を採用した。
この重みは、データの材積の変動から導びく。
- 3) 逆数式の計算で、ha当り材積の逆数 $1/V$ でなく、 V の推定の誤差を最小にする方法

を用いた。これによって、パラメータの標準誤差、同時信頼帯なども推定できる。これらの計算には、適当な初期値から出発する反復近似法を使用する。

4) 逆数式は4パラメータの非線型回帰モデルであるが、パラメータ間の相関が高いため、推定の誤差はかなり大きい。一方、最多密度線の傾きは、逆数式の2つパラメータの関数で表わせるので、もし高密度の林のデータから最多密度線の傾斜の信頼できる値がえられるなら、パラメータの個数を1つへらして、全体の推定精度を高めることができる。トドマツでは、4,500本植えの45年生の無間伐林分の自然枯損の経過と、160,000本植えの7年生林分のデータが利用できたので、この方法を採用した。

5) 平均直径は、断面積に対する逆数式によらず、上層高との関係から別に計算される林分形状高を介して推定材積と本数から計算することにした。

6) こうしてえた逆数式を使用しても、300 m³/ha の林で±30%以上の材積の誤差を生ずる場合がある。これは、現在の樹高が等しくても、過去の実扱いが異なるときは、平均直径に影響が残り、それが材積の変動となって現れるためと考えられる。このため、平均直径がわかっているときの材積補正の方法を考え、計算図表にまとめた。これは、収穫表の使用の際に用いられる生産係数と同じ意味のものである。

2. 密度管理図の基礎定数

トドマツと道産カラマツについてえられた密度管理図作成のための関係式とパラメータは次のようである。

カ ラ マ ツ

1) 限界競争比数 $R_f = 0.25$

2) 逆数式 (ha 当り材積を、上層高と ha 当り本数の関数として表わす)

$$V = \frac{1}{0.101595H^{-1.2872} + 8105H^{-2.7957}/\rho}$$

ここで H : 上層高, ρ : ha 当り本数, V : ha 当り材積

3) 林分形状高式

$$H_f = 1.1189 + 0.4204 H - 0.1511 \sqrt{\rho \cdot H} / 100$$

H_f : 形状高

4) 断面積平均直径と算術平均直径の関係

$$D = -0.20 + 0.9848 D_g - 0.0178 \sqrt{\rho \cdot H} / 100$$

D : 算術平均直径, D_g : 断面積平均直径

ト マ ツ

$$1) R_f = 0.0948$$

$$2) V = \frac{1}{0.03177H^{-1.6573} + 28839H^{-3.5974} / \rho}$$

$$3) H_f = 0.6156 + 0.457528H$$

$$4) D = -0.50 + 0.9914 D_g$$

密度管理図の作成手順は、異常資料の吟味と棄却、棄却済みデータによる林分因子間の回帰関係の推定と逆数式の初期値計算、逆数式の最小二乗推定、密度管理図の作図データの計算の4ステップにわかれ、全体の計算量は相当なものになる。そこで、数枚のコントロールカードと、標準地調査データを入力するだけで、自動的に最終の結果がえられるようなFORTRAN IVプログラムを作成した。プログラムの内容と計算方法の細部については、文献7)を参照されたい。

3. 地位指数曲線

密度管理図では樹高で生育段階が表わされるから、間伐設計、収穫量の予測などにおいて、計算結果を林齢に対応させて表わすためには、地位指数曲線により、林齢と樹高、樹高と林齢のおきかえをしなければならない。

地位指数曲線のガイドカーブと、分布幅が林齢 T の関数 $f_1(T)$, $f_2(T)$ で与えられると、地位指数 S の林の t 年の樹高 H は、参照林齢を t_0 として、

$$H = f_1(t) + (S - f_1(t_0)) \frac{f_2(t)}{f_2(t_0)}$$

また、林齢 t のとき樹高 H をもつ林の地位指数 S は、

$$S = f_1(t_0) + (H - f_1(t)) \frac{f_2(t_0)}{f_2(t)}$$

で計算できる。ここでは $t_0 = 30$ 年のときの上層高をその林の地位指数と定義し、 f_1 , f_2 を計算した。

まず、カラマツでは、文献中に発表されている地位曲線の中に、データと適合するものがなかったので、データから次式を求めた。

$$f_1(t) = 22.4497 - 22.0331(0.952204)^t$$

$$f_2(t) = 3.3948 - 3.0945(0.919964)^t$$

トドマツでは、松井の全道トドマツ人工林収穫予想表8)の地位曲線が、収穫試験地の樹高の成長傾向に適合するので、これをもとにして次の2式を導いた。

$$f_1(t) = 36.7274 - 39.5879(0.985300)^t$$

$$\log f_2(t) = 0.7293 - 2.8155(0.876743)^t$$

4. 密度管理の方法

人工林の取扱いは、地位、植栽本数、第1回間伐の時期、間伐の繰返し期間、または間伐の強さをどのようにきめるかで、いろいろなコースがありうる。この多くの可能性の中で、与えられた林地の条件や経営の制約内で実行できる最も有利な取扱いを選びたいというのが経営者の立場である。そのためには、少なくとも比較したい施業コース別の生育過程が明らかにされ、主間伐収穫量の予測値にもとづく相互の得失の検討が可能でなければならない。林分密度管理図によれば、これに必要な数値は図上よみとりで簡単に求めることができる。

以下において、密度管理図を用いる施業コースの決定と収穫予測の方法の概要を述べ、トドマツでは、収量比数による管理が相対幹距にもとづく定量間伐と同等になることを示す。

1) 収量比数による密度管理

この方法は、有名林業地や各種収穫表に示された密度管理のコースが、最多密度線にはほぼ平行な形でおこなわれていることを根拠としており、間伐後の収量比数0.6, 0.7, 0.8が疎、中庸、密仕立ての目安とされている。トドマツでもこの区分は妥当な線で、収量比数が0.85を越す林は間伐を急ぐ必要がある。しかし道産カラマツでは、1ランクづつ下げて、収量比数0.5, 0.6, 0.7がそれぞれ疎、中庸、密仕立ての目安になる。樹高階ごとの密度別基準本数と、そのときの直径、材積を表-1に示す。

収量比数にもとづく密度管理では、間伐前の収量比数を一定に保つ方法と間伐後の収量比数を一定にする方法があり、またこの両者をあわせた方法も考えられる。

i) 間伐前の収量比数を一定にする方法

第1回間伐のときの上層高に間伐の繰返し期間を次々に加算して、2回目以降の間伐時の上層高を計算する(繰返し期間を年数で表わすときは、年数を地位指数曲線で樹高成長量におきかえてから同じ手順をふむ)。次に、指定された等収量比数線の上にこれらの樹高をおとし、そのときの本数、平均直径、材積をよみとる。それが各回の間伐前の林分内容である。さらに、これらの点からまわりの自然枯死線に平行な曲線を下して、前回間伐の等平均樹高線との交点を求め、同様なよみとりをおこなって、1つ前の間伐における残存木の値をうる。

表-1 樹高と収量比数に対する本数, 平均直径, 材積

カ ラ マ ツ

上層高	収 量 比 数								
	0. 5			0. 6			0. 7		
(m)	本 数	平 均 直 径 (cm)	材 積 (m ³)	本 数	平 均 直 径 (cm)	材 積 (m ³)	本 数	平 均 直 径 (cm)	材 積 (m ³)
1 0	1,484	11.0	72	2,024	10.4	86	2,734	9.7	100
1 2	1,127	13.1	90	1,537	12.4	109	2,077	11.6	127
1 4	893	15.2	110	1,218	14.4	132	1,646	13.5	154
1 6	730	17.3	131	996	16.3	157	1,345	15.3	183
1 8	611	19.3	152	834	18.2	183	1,126	17.1	213
2 0	522	21.4	175	711	20.2	209	961	18.8	244
2 2	452	23.4	197	616	22.0	237	832	20.6	276
2 4	396	25.4	221	540	23.9	265	730	22.3	309
2 6	351	27.3	245	479	25.7	294	647	24.0	342

ト ド マ ツ

上層高	収 量 比 数								
	0. 6			0. 7			0. 8		
(m)	本 数	平 均 直 径 (cm)	材 積 (m ³)	本 数	平 均 直 径 (cm)	材 積 (m ³)	本 数	平 均 直 径 (cm)	材 積 (m ³)
1 0	1,698	11.7	104.5	2,471	10.5	124.2	3,750	9.1	141.9
1 2	1,192	15.2	144.0	1,734	13.6	168.0	2,633	11.7	192.0
1 4	884	18.9	185.9	1,286	16.8	216.9	1,952	14.5	247.9
1 6	682	22.6	230.4	993	20.2	269.2	1,507	17.5	308.0
1 8	543	26.6	282.0	790	23.8	329.0	1,199	20.6	376.0
2 0	443	30.7	335.9	644	27.4	391.8	977	23.7	447.6
2 2	368	34.9	393.3	535	31.2	458.7	812	27.0	524.2
2 4	311	39.2	454.4	452	35.1	529.9	686	30.4	605.6
2 6	266	43.7	518.7	387	39.0	605.1	587	33.8	691.4
2 8	230	48.2	586.0	335	43.1	684.0	509	37.3	782.0

表-2 間伐前の収量比数を一定にする間伐設計

(地位指数 1.4 m, 植栽本数 3,000 本/ha.)

	林 齢	区 分	上 層 高	平均直径 (cm)	本 数	材 積 (m ³)	Ry	間伐材 積累計 (m ³)	総収穫量 (m ³)
①	25	全 林	11.8	11.4	2,750	184	0.80		
②		間 伐 木		7.7	750	16			
③		残 存 木	11.8	12.8	2,000	168	0.73	16	184
④	30	全 林	14.0	14.6	1,950	248	0.80		
⑤		間 伐 木		9.7	410	17			
⑥		残 存 木	14.0	15.9	1,540	231	0.75	33	264
⑦	35	全 林	15.9	17.5	1,520	305	0.80		
⑧		間 伐 木		12.2	280	17			
⑨		残 存 木	15.9	18.7	1,240	288	0.75	55	343
⑩	41	全 林	18.0	20.6	1,200	375	0.80		
⑪		間 伐 木		13.7	215	23			
⑫		残 存 木	18.0	22.1	985	352	0.75	78	430
⑬	48	全 林	20.2	24.0	960	455	0.80		
⑭		間 伐 木		15.9	220	35			
⑮		残 存 木	20.2	26.4	740	420	0.73	113	533
⑯	60	全 林	23.4	29.1	730	571	0.80	113	684

表-2は、地位指数 1.4 m, 植栽本数 3,000 本/ha の林で間伐前の収量比数を 0.8 にとり、上層高が 11.8 m のときに第 1 回間伐をおこない、以後上層高が 2 m 増すごとに間伐するときの密度管理の例である。

ii) 間伐後の収量比数を一定にする方法

上の方法では、林の収量比数が指定された値よりいつも低いところで管理される。これに対し間伐後の収量比数を一定にすると、きめられた収量比数よりいつも高い密度のところで林が動いていく。この方法でも基準にとった等収量比数線の上に各回の間伐時の上層高をおとし、それぞれの点の本数、直径、材積の値をよみとる。しかし今度は

これが間伐後の林分状態を表わす。

間伐前の値は、前回間伐の残存木を示す点から自然枯死線に沿って上にのびした線が、今回の間伐時の等平均樹高線と交わる点でよみとる。表-3は地位指数1.4 m、植栽本数3,000本/haの林で、間伐後の収量比数を0.7、間伐の繰返し期間を3年としたときの密度管理の例である。

表-3 間伐後の収量比数を一定にする間伐設計

(地位指数1.4 m, 植栽本数3,000本/ha)

	林 齢	区 分	上層高 (m)	平均直径 (cm)	本 数	材 積 (m ³)	Ry	間伐材 積累計 (m ³)	総収獲量 (m ³)
①	25	全 林	1.8	1.4	2,750	184	0.80	23	184
②		間 伐 木		7.7	940	23			
③		残 存 木	1.8	1.3	1,810	161	0.70		
④	32	全 林	1.4	1.5	1,740	265	0.79	57	288
⑤		間 伐 木		10.9	550	34			
⑥		残 存 木	1.4	1.7	1,190	231	0.70		
⑦	40	全 林	1.7	2.0	1,160	355	0.77	94	412
⑧		間 伐 木		14.3	340	37			
⑨		残 存 木	1.7	2.3	820	318	0.70		
⑩	49	全 林	2.0	2.5	805	445	0.73	131	539
⑪		間 伐 木		18.1	190	37			
⑫		残 存 木	2.0	2.8	615	408	0.70		
⑬	60	全 林	2.3	3.1	610	545	0.72	131	676

この方法では、繰返し期間を樹高成長量の一定値で与えると、間伐前の収量比数が次第に低くなり、逆に間伐前の収量比数を一定にすると、間伐後の収量比数が低下する傾向がある。そこで、収量比数の下限と上限をきめ、全期間の立木密度を一定範囲に保つ方法も考えることができる。計算は上の2つの方法を組み合わせればよく、また間伐の繰返し期間は樹高の成長速度からきまるので、特に指定する必要はない。表-4は地位指数1.4 m、収量比数の上限を0.8、下限を0.7とし、上層高が1.8 mのときに間伐

をはじめる場合の設計例である。

表-4 間伐前と間伐後の収量比数を一定にする間伐設計

(地位指数 14 m, 植栽本数 3,000 本/ha)

	林 齢	区 分	上 層 高 (m)	平均直径 (cm)	本 数	材 積 (m ³)	Ry	間伐材 積累計 (m ³)	総収穫量 (m ³)
①	25	全 林	11.8	11.4	2,750	184	0.80	23	184
②		間 伐 木		7.7	940	23			
③		残 存 木	11.8	13.3	1,810	161	0.70		
④	33	全 林	15.2	15.0	1,730	284	0.82	58	307
⑤		間 伐 木		9.0	640	35			
⑥		残 存 木	15.2	18.5	1,090	249	0.70		
⑦	45	全 林	19.3	22.5	1,050	414	0.80	109	472
⑧		間 伐 木		19.7	350	51			
⑨		残 存 木	19.3	23.9	700	363	0.70		
⑩	60	全 林	23.4	30.0	670	562	0.76	109	671

2) 相対幹距による密度管理

密度管理のコースは、上に述べた方法のほか、林木間の平均距離を使って示すことができる。林木が正方形配置になっていると仮定すると、林木間の平均距離は $100/\sqrt{\rho}$ (m) である。これを上層高に対する比で表わしたものを相対幹距 S_r とよび、収量比数と同様に密度管理の基準とすることができる。

たとえば、上層高が 14 m のとき、 S_r が 20% になるように間伐するには、平均距離が

$$14 \text{ m} \times 20\% = 2.8 \text{ m}$$

だから、ha 当り

$$\frac{10000}{2.8 \times 2.8} = 1,276 \text{ 本}$$

を残存させればよいことになる。

相対幹距による定量間伐はイギリスで用いられており、 S_r と間伐度が次のように対応づ

けられている。

間伐の種類	記号	Sr (%)	適用樹種
中庸度の下層間伐	C	16	
中庸と強度の中間	C/D	20	カラマツ以外の針葉樹に対する標準の間伐
強度の下層間伐	D	23	カラマツに対する標準の間伐

表-5は、C度、C/D度、D度の下層間伐に対応する残存本数を示したもので、それぞれの本数比はC/D度を標準にして1.5、1.0、0.75になっている。

表-5 樹高と相対幹距に対する本数

上層高 (m)	間伐度		
	C	C/D	D
	16 (%)	20 (%)	23 (%)
10	3906	2500	1890
12	2713	1736	1313
14	1993	1276	964
16	1526	977	738
18	1206	772	583
20	977	625	473
22	807	517	391
24	678	434	328
26	578	370	280
28	498	319	241

ここで興味のあるのは、表-1のトドマツに対する本数と表-5の数字を対照すると、一般針葉樹の標準とされるC/D度が密度管理区の収量比数0.7の本数に対応し、C度が密仕立ての収量比数0.8にほとんど一致していることである。また、強度間伐のD度は、収量比数0.63に相当している。したがって、トドマツ林の密度管理は収量比数を使っても相対幹距を使っても同じ結果になる。収穫量の予測をともなわない間伐設計だけのときは、木の平均間隔がSrから簡単に計算できるだけ、相対幹距による指定の方が使いやすい。

いかかもしれない。管理コースの決定は、 Sr に対する本数が、上層高 H より

$$\rho = \left(\frac{100}{Sr \times H} \right)^2$$

で直接に計算できることを除けば、収量比数のときと全く同じに進められる。

5. 収穫量の予測

密度管理図は、等平均樹高線、最多密度線および等収量比数線、等平均直径線、自然枯死線の5種類の曲線群で構成される。これらは、限界競争比数、上層高と林分形状高の関係、断面積平均直径に対する算術平均直径の関係および等平均樹高線を表わす逆数式よりすべて誘導できる。

そこで、これらの関係式と地位指数曲線式のパラメータをデータとして与え、地位と管理コースの指定に応じて主伐までの成長と収穫量の予測値を求めるFORTRAN IVプログラムを作成した。

このプログラムで扱える管理コースのきめ方は次の7種類で、表-6と7はFシリーズの場合の計算例である。

シリーズ	密度管理の方法	間伐指定方式コード		摘 要
		林齢による	樹高生長量 に よ る	
A	間伐後の収量比数を一定に保つ	1	1 1	植栽時点からの予測のみ
B	間伐前の収量比数を一定に保つ	2	1 2	
C	本数間伐率を一定に保つ	3	1 3	
D	間伐前の相対幹距を一定に保つ	4	1 4	
E	無 間 伐	0		
F	Bシリーズと同様に、間伐前の収量比数を一定に保つ。ただし各回の本数間伐率が40%をこえない範囲で、伐期までの間伐回数を最少にとどめるような間伐繰返し期間を選ばせる。	5	1 5	植栽時点、現実林のいずれから出発する予測にも使える。
G	特定の密度の基準にはよらず、自由なコース指定ができる。間伐時期とそのときの間伐前本数をデータとして与える。間伐時期の指定は、林齢と樹高生長量のどちらを使ってもよい(間伐指定方式のコードと対応させる)	6	1 6	

まず、表-6は植栽本数3,000本のトドマツ林で、間伐後の収量比数を0.8とし、上層高が11.8mに達したときに第1回間伐を実行するときの計算結果である。間伐の繰返し期間は、各回の本数間伐率が40%をこえない範囲で選ばれた最少の間伐回数から、自動的に決定される。

表-7は、同じFシリーズであるが、林齢24年、本数2,070本/ha、上層高13.0mの具体的な林から出発して、伐期までの予測をおこなった結果である。このプログラムの内容と使い方は文献9)にある。

引用文献

- 1) 森林施業研究班：森林の構造と成長の関係解析に関する研究，収穫試験報告
第17号 (1972)
- 2) 篠原久夫：収穫試験の成績からみたトドマツ人工林の成長
北方林業 25(10) (1973)
- 3) 真辺昭：北海道カラマツの密度管理図
北方林業叢書 №51 (1973)
- 4) 真辺昭：トドマツの密度管理図
北方林業叢書 №53 (1974)
- 5) 安藤貴：同令単純林の密度管理に関する生態学的研究
林試研報 №210 (1968)
- 6) 只木良也：林分密度管理の基礎と応用
日本林業技術協会 (1969)
- 7) 真辺昭：林分密度管理図の作成
農林研究計算センター報告 A-11 (1975)
- 8) 森林計画研究会北海道林務部支部：北海道の主要樹種
林分収穫表 (1960)
- 9) 真辺昭：同齡人工林の収穫予測
農林研究計算センター報告 A-11 (1975)

表-6 計 算 例 (1)

UETUKE KARANO YOSOKU

TODOMATU SHUKAKU YOSOKU

KANBATSU SEKKEI=15(FREE(RY)) KANRI KIJUN= 080 KANBATSU KAISHI H= 118

K.KANKAKU= 3. (METRE) UETSUKE HONSU= 3000. CHII SHISU= 140

RINREI	KUBUN	HT	DM	PER.C	HONSU	PER.C	DANMENSEKI	PER.C	ZAISEKI	PER.C	RY	TGKEI	TVKEI	SOSYUKAKU
1 0	ZENRIN	33	30		2992.		30		64		02216	0.0	0.0	64
1 5	ZENRIN	65	68		2942.		126		450		05200	0.0	0.0	450
2 0	ZENRIN	93	95		2857.		228		1112		07028	0.0	0.0	1112
2 5	ZENRIN	118	114		2757.		312		1881		08037			
	KANBATU		79	6915	945.	3429	39	1245	234	1245	0.			
	ZANSON		132		1812.		273		1647		07037	39	234	1881
3 0	ZENRIN	140	151		1770.		343		2410		07778	39	234	2645
3 2	ZENRIN	148	157		1752.		368		2719		08000			
	KANBATU		107	6800	477.	2723	34	936	254	936				
	ZANSON		176		1275.		334		2464		07252	73	489	2953
3 5	ZENRIN	159	186		1262.		368		2910		07576	73	489	3399
4 0	ZENRIN	177	201		1241.		419		3652		08000			
	KANBATU		135	6728	285.	2297	32	760	278	760				
	ZANSON		220		956.		388		3374		07392	105	766	4140
4 5	ZENRIN	193	235		943.		433		4092		07762	105	766	4858
4 9	ZENRIN	205	245		933.		466		4656		08000			
	KANBATU		164	6700	196.	2097	32	682	317	682				
	ZANSON		267		738.		435		4339		07455	137	1084	5422
5 0	ZENRIN	208	269		736.		442		4474		07514	137	1084	5557
5 5	ZENRIN	221	282		729.		479		5146		07780	137	1084	6229
6 0	ZENRIN	234	293		722.		513		5798		08000	137	1084	6881

表-7 計 算 例 (2)

GENJITSU RINBUN KARANO YOSOKU

ATAERARETA RINBUN

RINREI 24. JOSOKO 130 HONSU 2070. CHII SHISU 159

DIAM 12.2 ESTD 13.5 DIAM/ESTD 90.1 PER.C

VOL. 177.2 ESTV 214.0 VOL/ESTV 82.8 PER.C

TODOMATU SHUKAKU YOSOKU

KANBATSU SEKKEI= 5(FREE(RY)) KANRI KIJUN= 080 KANBATSU KAISHI H= 130

K.KANKAKU= 9. (NEN) UETSUKE HONSU= 2229. CHII SHISU= 159

RINREI	KUBUN	HT	DM	PER.C	HONSU	PER.C	DANMENSEKI	PER.C	ZAISEKI	PER.C	RY	TGKEI	TVKEI	SOSYUKAKU
2 4	ZENRIN	130	135		2070.		326		2140		07808			
	KANBATU		95	7024	694.	3351	42	1288	276	1288				
	ZANSON		156		1376.		284		1864		06803	42	276	214.0
2 5	ZENRIN	135	161		1370.		300		2042		06987	42	276	231.8
3 0	ZENRIN	159	181		1341.		372		2931		07695	42	276	320.6
3 3	ZENRIN	171	192		1324.		409		3455		08000			
	KANBATU		130	6805	353.	2666	37	911	315	911				
	ZANSON		214		971.		372		3140		07271	79	590	373.0
3 5	ZENRIN	179	221		965.		395		3472		07468	79	590	406.2
4 0	ZENRIN	197	237		951.		446		4287		07868	79	590	487.7
4 2	ZENRIN	203	243		945.		464		4607		08000			
	KANBATU		162	6679	189.	2000	30	645	297	645				
	ZANSON		263		756.		434		431.0		07484	109	887	519.7
4 5	ZENRIN	213	272		751.		461		477.5		07680	109	887	566.2
5 0	ZENRIN	228	285		742.		500		5527		07953	109	887	641.4
5 1	ZENRIN	231	288		741.		508		567.3		08000			
	KANBATU		190	6604	117.	1577	25	491	279	491				
	ZANSON		306		624.		483		539.4		07607	134	1166	656.0
5 5	ZENRIN	242	317		619.		511		5969		07798	134	1166	713.5
6 0	ZENRIN	254	328		614.		544		6661		08000	134	1166	782.7

Ⅱ 人工林の間伐方法の違いによる成長・収穫の法則性について

東北支場経営部経営第1研究室

小坂 淳一・金 豊太郎

加藤 宏明・柳谷 新一

小西 明

1. はじめに

人工林の施業にあたっては、林地に最も適した樹種の決定、将来の利用目的からみた植栽本数の決定、そしてウツ閉するまでの保育の仕方、さらにはその後の利用、収入を考慮した中間収穫量のあり方、すなわち間伐の方法、種類、強さなどの技術選択の違いにより、それが経営目標に適する最終生産物となり得るかどうかなど、林分の施業法による特質を明らかにしなければならない。

特に、間伐にあっては林分管理上重要で、古来から理論的・実証的研究が数多く行なわれ、前者は定性的間伐論から定量的間伐論へと研究の展開がみられ今日に至っている。一方、後者の実証的研究においても、数は少ないが全国に亘って間伐試験地が設定され、以来20年から50年間に亘る継続測定資料の積重ねが行われ、貴重な資料が蓄積された。

そこで、本稿においては、間伐研究における先達の間伐試験地の事例成績を整理紹介する一方、従来までの固定収穫試験地の資料を活用して、スギ人工林における間伐の違いによる成長、収穫の法則性について実証的な解明を試みることに視点を置いてとりまとめた。

2. 間伐試験による事例解析

スギ人工林を対象とした間伐試験地は、間伐の種類別および対照区として無間伐林を周囲に併置し設定された。設定時林齢は地域別に各々異なり統一されていないが、設定時における各間伐区ごとの地位・立木度・蓄積はほぼ同一条件を具備しており、しかも5カ年ないし10カ年ごとの定期林分調査と計画に沿った間伐施業を導入実施して、その成績を記録してきた。

こゝでの間伐試験地の事例解析を行った個所は13試験地で、それらの間伐方法と設定時および最終調査時の成績などについて掲げると表-8のとおりである。

この間伐試験地の中から、一例として大畑B種収穫試験地（熊本営林局人吉営林署①）についての事例を紹介すれば、次のとおりである。

大畑B種試験地は試験開始時林齢16年生で、林分状態は平均樹高約11m、ha当り蓄積約200 m^3 、ha当り成立本数約3,000～3,500本をもって構成されている。

表-8 我が国におけるスギ人工林の間伐試験地による成績

場所及び試験地	間伐方法	設定時の状況				間伐		現在林分			総收穫量
		林 齢	平均樹高	材 積	本 数	回 数	材 積	林 齢	本 数	材 積	
① 熊本局人吉署 大畑試験地	B 種	16	11	200	3,000	4	454	60	390	640	1,094
	C 種	16	11	200	7	3	301	60	350	590	891
	無 間 伐	16	11	200	3,500	0	0	60	1,070	980	980
② 大阪局山崎署 滝谷試験地	B 種	36	16.0	242	1,055	4	54	57	705	338	392
	上 層	36	15.0	211	1,055	4	45	57	842	311	356
	ナ ス ビ 伐	36	14.8	201	1,035	4	106	57	828	227	333
③ 東京局天城署 天城山試験地	中 度	33	13.4	389	1,847	4	252	53	633	464	716
	強 度	31	14.3	437	1,664	4	374	52	514	423	797
	中 度	30	14.0	336	1,670	4	210	51	732	462	672
	弱 度	31	14.0	295	1,557	4	100	51	909	554	654
	強 度	29	13.0	396	1,643	3	231	51	591	522	753
④ 東京局河津署 横山試験地	B 種	30	15	381	2,183	3	230	50	835	448	678
	無 間 伐	40	19	542	2,120	0	0	50	2,073	671	671
⑤ 東京局高萩署 萩の入試験地	B 種	31	14	449	3,222	2	206	41	1,344	370	576
	無 間 伐	31	13	452	3,544	0	40	41	2,800	551	591
⑥ 前橋局勿来署 目兼試験地	上 層	29	16.0	346	1,057	3	277	50	655	622	899
	各 層	29	16.4	351	1,012	3	357	50	521	646	1,003
	B 種	29	16.3	390	1,110	3	408	50	402	599	1,007
⑦ 青森局三戸署 遠瀬試験地		40	—	370	—	2	120	60	—	860	980
		40	—	390	—	2	145	60	—	830	975
		40	—	415	—	2	210	60	—	720	930
		40	—	430	—	2	160	60	—	860	1,020
		40	—	475	—	2	220	60	—	900	1,120

		40	—	485	—	2	190	60	—	1,020	1,210
		40	—	515	—	2	220	60	—	1,020	1,240
⑧ 青森局今別署 上の股試験地	D 種	18	9.3	178	2,295	4	327	56	615	594	921
	C 種	18	8.7	174	2,500	3	236	56	705	662	898
⑨ 宮城県鳴子町 高橋友衛氏所有	3号標準地	20	—	427	—	5	566	45	—	851	1,417
	4号標準地	20	—	437	—	4	426	45	—	1,040	1,466
⑩ 秋田局能代署 添畑沢試験地	強度	45	23.7	768	745	1	247	55	433	802	1,049
	中度	45	25.9	890	695	1	145	55	523	1,026	1,171
	弱度	45	24.6	908	833	1	92	55	648	1,115	1,207
	無間伐	45	25.1	943	898	0	0	55	818	1,216	1,216
⑪ 秋田局合川署 羽根山試験地	B 種	25	12.6	313	2,750	4	460	73	500	952	1,412
	C 種	25	11.9	287	2,850	3	417	73	430	774	1,191
	無間伐	25	12.0	300	2,800	0	0	73	1,600	1,302	1,302
⑫ 秋田局合川署 芦沢試験地	B 種	24	11.1	294	3,090	4	430	72	420	1,374	1,804
	D 種	24	10.2	272	2,910	5	502	72	590	1,451	1,953
⑬ 秋田局秋田署 秋田署 上小阿仁署 合川署 二ッ井署 角館署	男鹿山 " 小阿仁奥山 羽根山 大開 大沢	30 30 30 30 30 30	13.1 12.3 13.8 12.2 12.1 12.9	288 259 314 241 264 302	1,431 1,530 1,287 1,560 1,725 1,459	0 0 1 3 2 2	0 0 123 149 128 105	50 50 50 50 50 50	1,384 1,474 793 870 870 764	824 709 751 527 605 739	824 709 874 676 733 844

註：1. 遠瀬試験地については期首蓄積の大きさ別にしめた。

2. 最後の⑬にしめた秋田局管内の成績は、間伐方法欄に試験地名をしめた。男鹿山の2つの試験地は無間伐、それ以外はB種間伐である。

試験内容は間伐方法をB種間伐・C種間伐およびコントロールとして無間伐区を設定してある。

最終調査の林齢60年生までの間伐回数、および成績は表-1のとおりであるが、上層木100本/haの上層木平均高の比較では28~29mとなり同一地位と見なされる。そこで60年生林分での本数密度と総収穫量(現在材積+間伐累計収穫量)の関係を林分の取扱い別に示すと図-1のようになる。

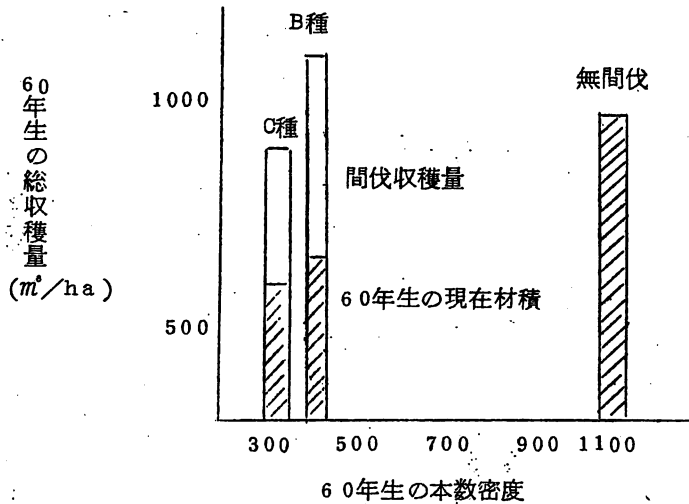


図-1 本数密度と総収穫量の関係
(大畑B種収穫試験地)

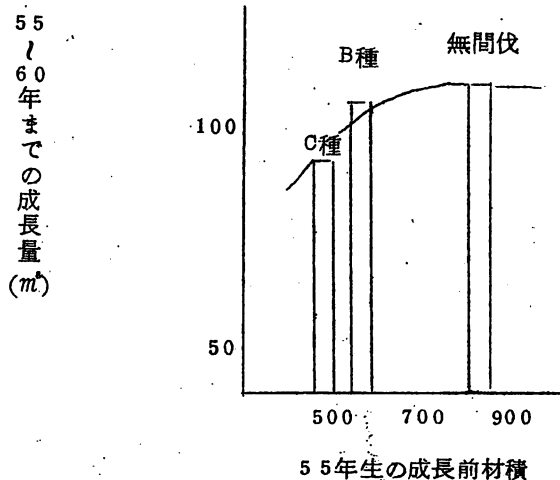


図-2 期首蓄積と定期材積成長量の関係
(大畑B種収穫試験地)

これによると、60年生の本数密度で約3倍の違いがあるにもかかわらず、無間伐林と間伐林の総収穫量では約10%前後の差であり、収量はほぼ一定とみなされる。

一方、最近(林齢55~60年間)の林分材積成長量をみると図-2のようになり、結果は期首蓄積の大きさによる影響は少なく、成長量もほぼ一定になることが観察され、成長量一定の法則が存在しているものとみられる。

また、間伐の効果は生産される林木の個体をどれだけ優良材(大径材)に進級させるかが大きな目標となる。林分の取扱い別の径級対本数分配をみると、C種間伐からB種間伐、および無間伐林になるに従い大径材生産の出現率が著るしく減少し、間伐の効果としての特質が明確に示されている。

3. 無間伐林と間伐林の成長と構造の特性

通常、無間伐林においては林齢の推移によって林内の過密化による成長停滞や枯損木の発生、あるいは林分の径級分配の構成などに間伐林とは対照的な現象を示す。

まず、両者の特性を明らかにするために、国内のB種間伐を基準にして調製されたスギ人工林収穫表2等地の成績を用いて、平均樹高をもとに間伐後の本数を検討すると、無間伐林の100%に対して平均樹高約15mの間伐林では約50%、20m以上では30~40%の本数比で構成される。また、材積生産量を比較すれば間伐林は総収穫量で、無間伐林の約90%を保有し、約10%程生産量の少ない結果となる。一方、各平均樹高別の平均1本当りの幹材積の大きさを求め、無間伐林に対する間伐林の比をみると、平均樹高15mから20mまでは間伐林での平均1本当りの大きさは樹高が高くなるにつれて増加するが、平均樹高20m以上の林分では平均樹高の大きさに関係なく無間伐林の1.7倍となり、一定の比率で推移する。

このことは逆に、平均樹高20m以上の過密な無間伐林では、林齢の推移とともに自然枯損による本数減少、成長減退を示す一般的傾向とみることができる。

事実、男鹿山スギ人工林収穫試験地(表-1⑬参照)は無間伐林で推移した試験地であるが、このにおいて自然枯損による本数減少の傾向を検討すると、30年生から60年生時までの30年間の枯損率(P)は

$$P = -0.0988 + 0.00021(N_{30})$$

となり、一次式の関係にあることが知られ、これによって30年生本数(N_{30})をもとに60年生までの枯損率、枯損本数、および残存本数を求めることができる。この結果、無間伐林の枯損現象の動態的傾向は30年後にはほぼ一定の本数に収束していくことが判明した。

一方、無間伐林の単木成長について、林齢50～55年生の5カ年間の定期成長量を取り、寺崎式樹冠型分類にもとづいて分類し、胸高直径、樹高、材積の各因子での1本当り成長量を求めると表-9に示すとおりとなる。

表-9 樹冠型別の成長量

樹冠型	ha当り 本数	林齢50～55年の5年間の 平均1本当り成長量		
		直径	樹高	材積
		cm	m	m ³
A ₁	358	2.47	1.51	0.190
A ₃	—	—	—	—
B ₂ a	—	—	—	—
B ₂ b	5	1.60	1.00	0.084
B ₂ c	795	1.81	1.50	0.100
B ₂ d	42	0.90	0.53	0.063
B ₄	221	0.40	0.27	0.013
B ₅	153	0	0	0
計	1,574	0.098	1.57	1.16

註：秋田営林局、秋田営林署管内に設定の男鹿山スギ人工林収穫試験地の第3標準地の成績、本試験地は無間伐林である。

これによると樹冠型区分による優勢木A₁に対して、被圧木B₄、B₂cクラスの成長較差の顕著なことが知られ、2級木以下の樹冠型の多いことも知られる。さらに成長内容を詳細に検討すると、立木の15%は肥大成長が全く停止し枯損状態を待つばかりで成長に寄与していない。このように過密化による阻害要因の大きいことが判明した。

4. 間伐の効果

前述までの間伐試験地および固定収穫試験地などの解析事例をもとにして得られた事実は、1つには「成長量一定の法則」であり、2つには「収量一定の法則」を実証的に確認したことである。

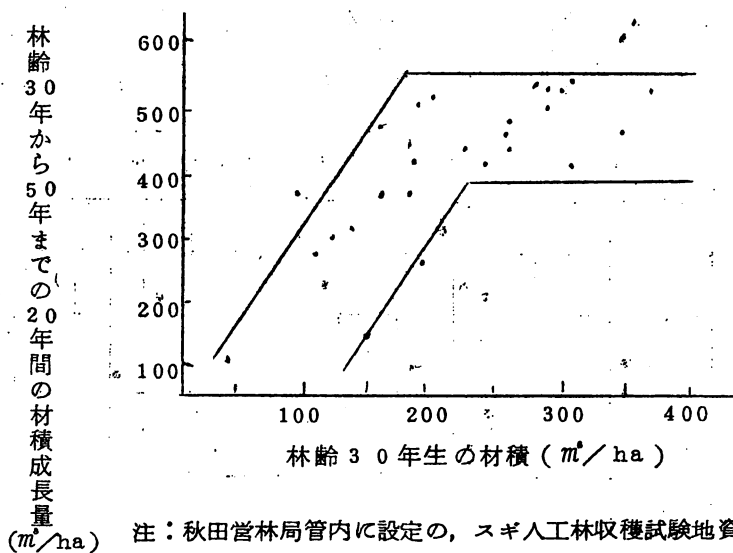
この前者の「成長量一定の法則」においては、どの種類の間伐が最も有利であるかを検討

していくなかで、MÖLLERは“成長量はかなり広い範囲の中で一定年令の最大可能胸高断面面積の60～50%以下に胸高断面面積を間伐によって下げなければ、連年成長量は間伐の度合によって差があるとはいえない”という結論や、同様に、Aasmaurは“材積成長量は林分断面面積によって決まるという最適断面面積と材積成長量との関係”を明らかにしたが、このような論議を確認するためには何十年間かの固定した成績調査を行なって、始めてその効果を判定できるものである。

検討資料として秋田営林局管内に設定のスギ人工林収獲試験地を用い、法則性の存在について検討を加えた結果、図-3が得られた。

これによると、林齢30年生を基準に、その材積と20年間の材積成長量との関係をみると、林齢30年生で約230 m^3 に変曲点があり、それ以上の蓄積をもつ林分では成長量が一定であることが知られ、限界材積の範囲が認められる。そして縦軸の20年間の成長量は、各齢階の最大材積の約60%までの材積を持つと、成長量はほぼ一定の範囲に入ることが知られ、反面、それ以下の林分では期首蓄積の大きさに従って成長量は変化することが判かる。

この成長量一定の限界材積は、各齢階ごとに存在することも併せて確認された。その関係を示したのが表-10である。



注：秋田営林局管内に設定の、スギ人工林収獲試験地資料による。

図-3 期首蓄積の大きさと20年間の材積成長量(成長量一定の法則)

表-10 齡階別の成長量一定の限界材積

林 齡 (年)	20	25	30	35	40
成長量一定の限界材積 (m^3)	125	178	230	282	340

この結果、この限界材積は秋田地方収穫表の地位2等地の主林木の構成数値とみごとに一致することが確認された。

次に、後者の「収穫量一定の法則」についてみれば、WIEDMANN、河田、坂口らの主張によると、“同じ程度の植栽本数から出発して、弱度間伐を行った場合と、強度間伐を行った場合、間伐によってウツ閉がひどく破られない限り、主間伐材積の合計、すなわち総収穫量には大差がない”といわれ、また四手井も“閉鎖開始密度以上の密度を保つ場合は、主間伐合計収量にはたいして大きな差はなく、ほど一定とみなしてよいようである”と述べている。

このような収穫量一定の法則についての確認のため、先の諸試験地の解析事例に検討を加えた。

その結果の一例を掲げると、林齢30年生、平均樹高12~13mをもつ、いわゆる初期条件として、林齢、地位の等しい林分を取り上げ、種々の取扱いによって20年間にどのような変化をきたしたかをみると、図-4のようになる。

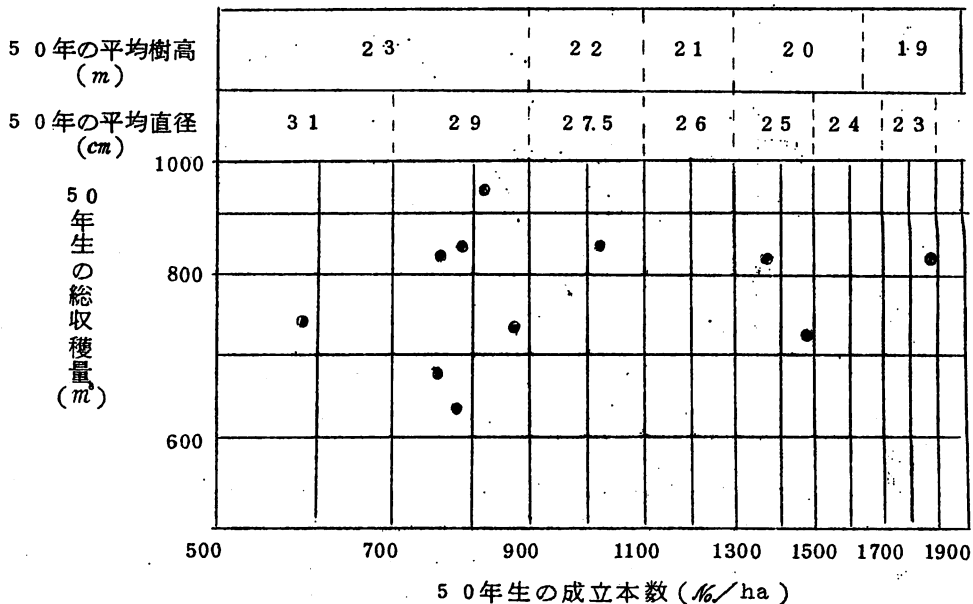


図-4 林齢30年生、同一地位(平均樹高12~13m)林分の50年生における本数密度と総収穫量の関係

すなわち、横軸の50年生の成立本数と、縦軸の50年生の総収穫量との関係では、明らかに本数密度に関係なく総収穫量はある幅で一定であることが知られ、反面、林分密度により平均直径、平均樹高は異なり、密な林分ほど単木形態は小さくなる。こうした現象の把握は数値上の予測を充分可能にする。

以上のことから、間伐後、ウツ閉が著るしく破られない限り、また収穫表の構成数値以下の林分造成をしない限りは、間伐の強さが異なっても成長量・総収穫量は一定であることを明らかにすることができた。

5. 間伐方法による収穫量の比較

前項の2つの法則性、および間伐試験地の解析事例をもとに、間伐方法の違いによる特質について考察した。

まず、林齢、地位が同一の林分に、間伐方法を換えて20年～50年間推移させた場合、間伐方法による本数密度と総収穫量との関係は模式的には図-5に表わすものになると思われる。図-5次頁参照。

すなわち、無間伐から下層間伐としてのA種、B種間伐程度までは本数密度が約3倍違っても、総収穫量一定の法則の範囲内にあると思われる。また、下層間伐のA種・B種から上層・各層、およびナスビ伐と林分の蓄積原資を著るしく収穫する間伐方法までを並列的にした比較では、同一本数密度のとき、本数の多寡によって総収穫量は影響され、ナスビ伐などの利用間伐になるに従い総収穫量は少なくなる。

反面、生産目標とする最終生産物の胸高直径の径級別構成内容の面からみた場合に、図-5に描くように、間伐方法によって径級ごとの構成比は異なり、特質が表現される。

したがって、量的、質的側面を考慮した間伐方法のあり方は、経営的にはこの両者の範囲における組合せを評価して選択決定されることになる。

6. 最適間伐システムへの指向

成林から主伐までの間に、経営の中で最適なものとして選択すべき間伐方法は、どのようなものであるかを明らかにしなければならないであろう。

この問題を解明する一側面としては、林木・林分の成長の法則性を適確に把握し、収穫物の内容評価にもつづいた最適間伐システムの確立が必要となるだろう。

このための一つの試みとして、間伐モデルの最適化を図るための検討を行なった。

それは

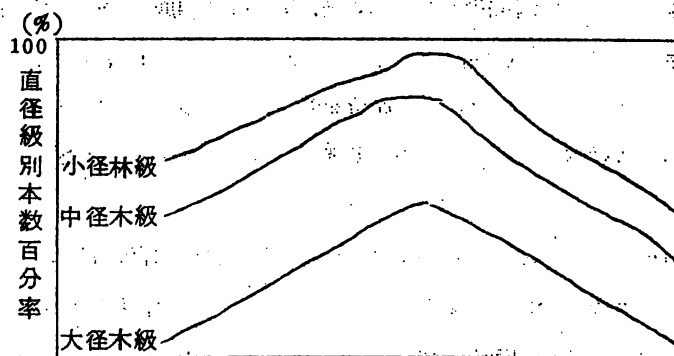
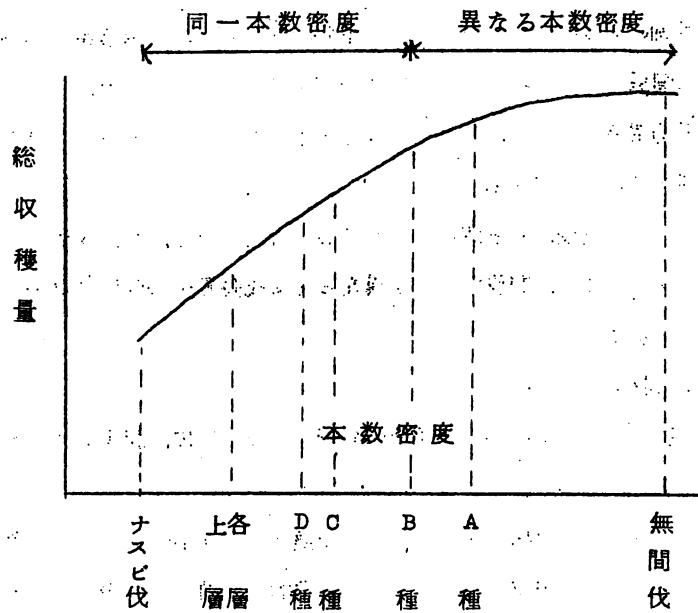


図-5 間伐方法による収穫量・径級構成比の差異

期末蓄積 ($V_t + 5$) = 期首蓄積 (V_t) - 間伐量

(X_t) + 成長量 (G_t)

としたとき、間伐のネライは

$$\text{目的}(H) = \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+P)^t} \text{立木価}(Pt) \times \text{間伐量}(X_t)$$

を最大にすることにあると定義すれば、最適間伐量の決定は $(V_t + 5)$ の割引立木価にいろいろな間伐立木価 $(P_t \cdot X_t)$ をプラスして、両者の和が最大になるときの間伐量 (X_t) を見い出すことによって解決できるものと考えることができる。

この考えに従って秋田地方スギ人工林収穫試験地の資料を用いて検討を行なった。

その結果、まず各齢階ごとに期首材積と間伐量を変化させたときの5年後の成長量について明らかにし、それを立木価に換算した場合の最適間伐量を示し得た。そして第2段階では、これをもとにして自然の制約条件下、特に、同じ生育環境・土壌条件下においての適応区分を造林地の実態から得た成林率の区分におき、それによる成林から主伐までの間伐量をどのように決定すべきかについて考察した。

こうした指向は自然界の法則性を充分に考慮し、同時に、経営的特質をも併せて思考し、意志決定を行なう際の一つの情報量であることを示唆することができた。

7. 今後の問題点

スギ人工林の施業法に関する研究は、未だ完成されたものとは言えないが、しかし、これまでの検討からもみられるように現存する固定試験地の貴重な資料を解析することによって、理論的・実証的成果を明確に結実させることが可能であることが知られる。

にもかかわらず固定試験地による調査および管理上の問題は必ずしも充分とは言えず、今後の研究発展に支障をきたす要因が多く、前途多難な歴史的試練に立たされていると言わねばならない。

一方、研究内容においては、最適間伐システムを指向した結果からも考えられるように、林分の取扱い方法による林分評価因子としての要因解析が重要であり、こうした研究のうえにたつた生産技術の体系化を試みる必要がある。

Ⅲ ヒノキ人工林の林分密度と直径成長

関西支場育林部経営研究室 上野賢爾

1. ま え が き

同令単純林の収穫予測上ならびに施業計画に必要な基礎資料の一つである林分密度と直径成長との関係解析はこれまでに多くの研究者によって行なわれており、その解析結果も数多く公表されている。しかし、これらの研究は主として欧米のものが大部分でわが国のものは少ない。その理由は、この種研究は固定試験地の長期観測結果にもとづいてはじめてなされるものであるがわが国での固定試験地の歴史が浅く十分な資料収集がなされていないことに

よるものである。

この報告は、国有林が1935年以降に設定した固定試験地のなかからヒノキ人工林を選び、ヒノキ人工林の林分密度と直径成長の関係を主に述べたものであるが、何分にも資料の不足から十分な結果を得るに至らなかった。

今後更に資料の収集につとめ、林分密度と直径その他林分諸因子との関係を解明し、収穫予測ならびに施業計画の手掛りを得たいと思っている。

2. 資料および資料地の概況

この報告の資料は林業試験場関西支場で定期調査を行なっている大阪営林局山口営林署部内滑山国有林20林班い小班の強度間伐区、弱度間伐区、無間伐区の三施業区からなるヒノキ人工林固定試験地の調査資料によった。この試験地は林令32年生当時に設定され、その後、37年生、42年生、48年生、53年生、58年生、63年生、68年生時に定期調査を行なっている。

3. 林分密度の尺度と上層高

林分密度とは単位面積上に成立する林木の疎密の度合をいうが、その尺度についてはこれまでに数多くの提案がなされているが(1)ここでは相対幹距比(2)を用いることとした。またこれに用いる林分上層高は、伐期(この場合は68年生)まで残存される木の各林齢における平均樹高を用いることとし、68年生時に残存していた木の32年生時における直径の最上位のものからhaあたり250本を選び、各調査時における、これらの木の平均樹高を求めた。

4. 試験地の管理状態

32年生～68年生現在までの36年間にける各施業区の林分管理を間伐率と d/D 比(間伐木直径/残存木直径)によって示すとつぎのようである。

強度間伐区(以下I区という)

間伐林令は32、42、48、53、68年生の5回で、ほかに58、63年生時に雪害などによる被害木の伐採が行なわれている。各林令の間伐率と d/D 比はつぎのとおりである。

	32年生	42年生	48年生	53年生	68年生
本数%	33.9	16.4	17.0	11.2	14.2
断面積%	27.7	9.9	11.0	7.8	10.1
材積%	26.9	9.7	11.0	7.9	10.1
d/D 比	0.87	0.75	0.78	0.82	0.82

被害木の伐採率は58年生時において本数6.3%, 断面積4.3%, 材積4.8%, d/D 比は0.86である。63年生時は本数1.3%, 断面積0.8%, 幹材積1.0%, d/D 比は0.75である。

弱度間伐区(以下Ⅱ区という)

間伐林令は32, 42, 48, 53, 58, 68年生の6回で, ほかに37, 63年生時に被害木の伐採が行なわれている。各林令の間伐率と d/D 比はつぎのとおりである。

	32年生	42年生	48年生	53年生	58年生	68年生
本数%	10.8	12.8	15.5	11.8	17.6	15.2
断面積%	6.3	3.0	6.9	11.3	10.8	10.2
材積%	5.7	2.4	5.5	9.4	9.7	9.6
d/D 比	0.75	0.56	0.63	0.98	0.82	0.80

被害木の伐採率は37年生時において本数0.3%, 断面積0.4%, 材積0.3%, d/D 比は1.02である。63年生時は本数2.3%, 断面積2.8%, 材積1.7%, d/D 比は0.89である。

無間伐区(以下Ⅲ区という)

	37年生	42年生	48年生	53年生	58年生	63年生	68年生
本数%	0.4	1.9	1.5	4.5	8.2	6.5	6.6
断面積%	—	0.5	0.3	0.4	2.7	3.1	2.2
材積%	—	0.3	0.2	0.3	1.9	2.5	1.7
d/D 比	0.48	0.50	0.47	0.81	0.57	0.67	0.57

5. 上層高と相対幹距比の推移

1) 上層高の推移

各施業区の上層高の推移を図-6に示した。

図-6でみられるように32年生当時の上層高はⅢ区が14.2mでもっとも高く, つづいてⅠ区13.9m, Ⅱ区12.4mの順であった。その後Ⅲ区の成長がやや緩慢となり42年生ではⅠ区16.4m, Ⅲ区16.1m, Ⅱ区14.5mである。68年生現在はⅠ区21.0m, Ⅲ区20.0m, Ⅱ区18.9mで過去36年間の上層高の樹高成長はⅠ区7.2m, Ⅱ区6.5m, Ⅲ区5.8mである。この結果からみると樹高成長も直径成長と同様に林分密度に影響されることがうかがわれその程度を上層高測定木の直径成長と比較すると, Ⅰ区の直径成長に対するⅢ区の直径成長の割合は72.4%, 樹高成長のそれは80.5%である。し

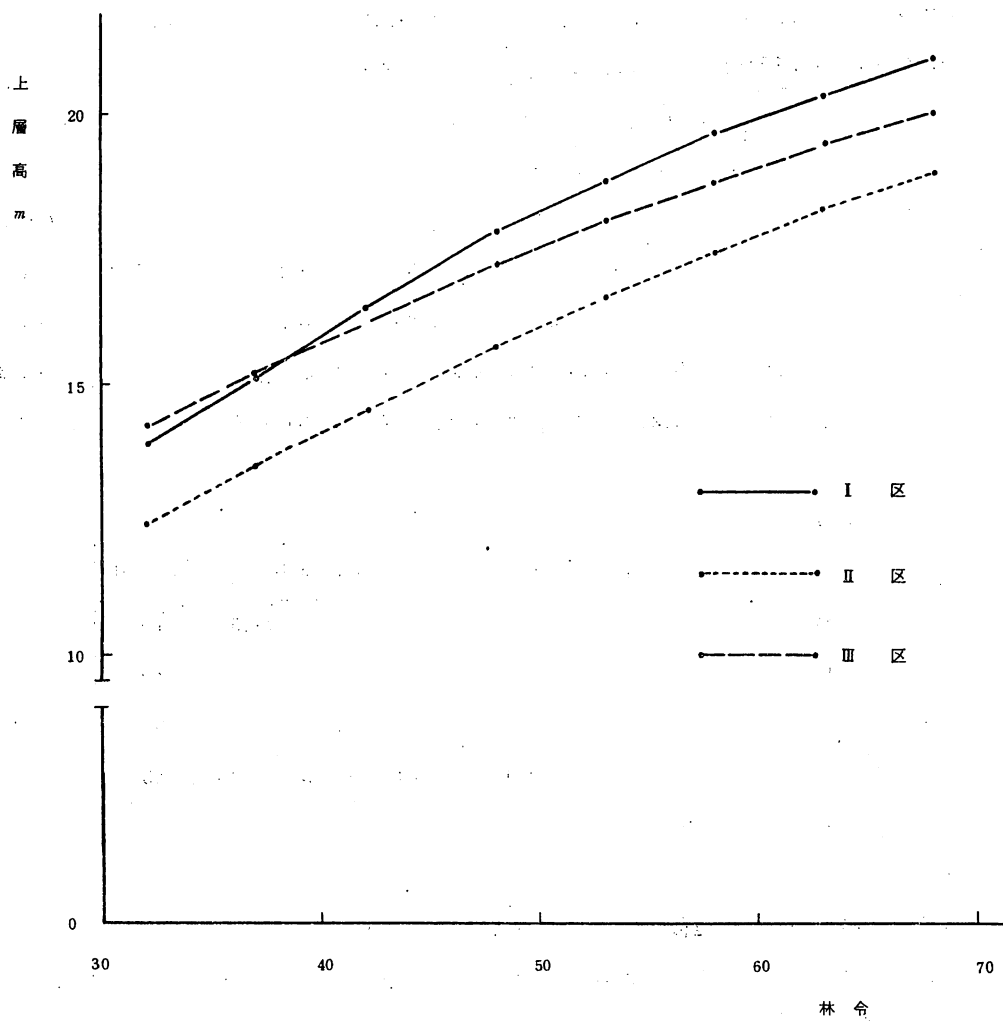


図-6 上層高の推移

たがって樹高成長も林分密度に影響され、その影響度を直径成長の場合と比較すると約17%少ないことが知れる。

2) 相対幹距比の推移

各施業区の相対幹距比の推移はつぎのとおりである。

		32年生	37年生	42年生	48年生	53年生
I 区	間伐前	16.56	18.75	17.27	17.40	18.17
	間伐後	20.37		18.88	19.09	19.28
		58年生	63年生	68年生		
	間伐前	18.90	18.36	17.75		
	間伐後	19.01	18.49	19.13		
		32年生	37年生	42年生	48年生	53年生
II 区	間伐前	18.42	17.90	16.69	16.14	16.61
	間伐後	19.49	17.93	17.48	17.56	17.69
		58年生	63年生	68年生		
	間伐前	16.87	17.50	17.05		
	間伐後	18.30	17.70	18.51		
		32年生	37年生	42年生	48年生	53年生
III 区	残存木	15.46	14.48	13.81	13.39	12.74
		58年生	63年生	68年生		
	残存木	12.80	12.76	12.84		

この結果からみると、強度間伐であるI区の相対幹距比は間伐前において約17～19%、間伐後は19%前後で、推移している。弱度間伐のII区は間伐前において約16～18.5%、間伐後は18%前後で、推移している。無間伐のIII区は32年生当時約15.5%、その後次第に相対幹距比をせばめ58年生以降はほぼ12.8%附近に固定しておりこの推移結果からみてヒノキ人工林の相対幹距比による最高密度の限界は12%台であろうと推測される。

6. 相対幹距比と直径成長

1) 直径階別平均直径の推移

相対幹距比による林分密度と直径成長の関係を明らかにするため、68年生現在の残存木の直径を32年生当時の直径に戻して2cm括約の直径階にまとめ各直径階直径の32～

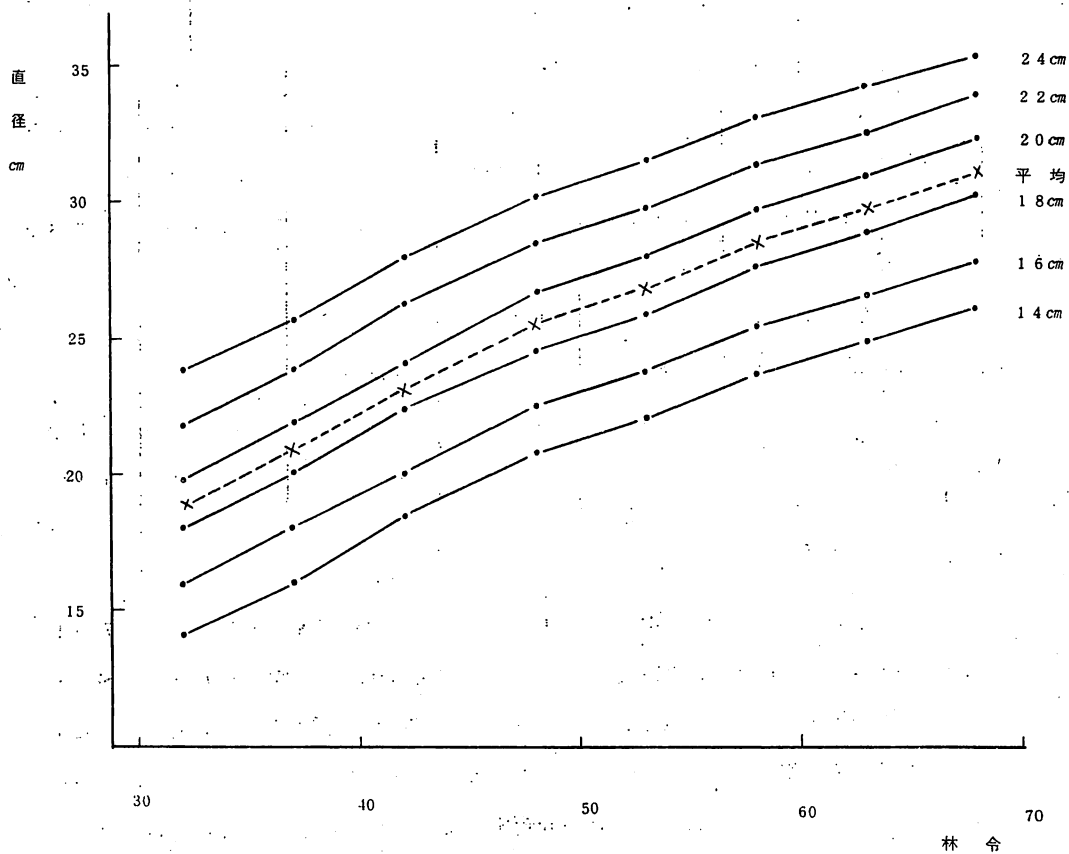


図 - 7 I 区の直径階別平均直径の推移

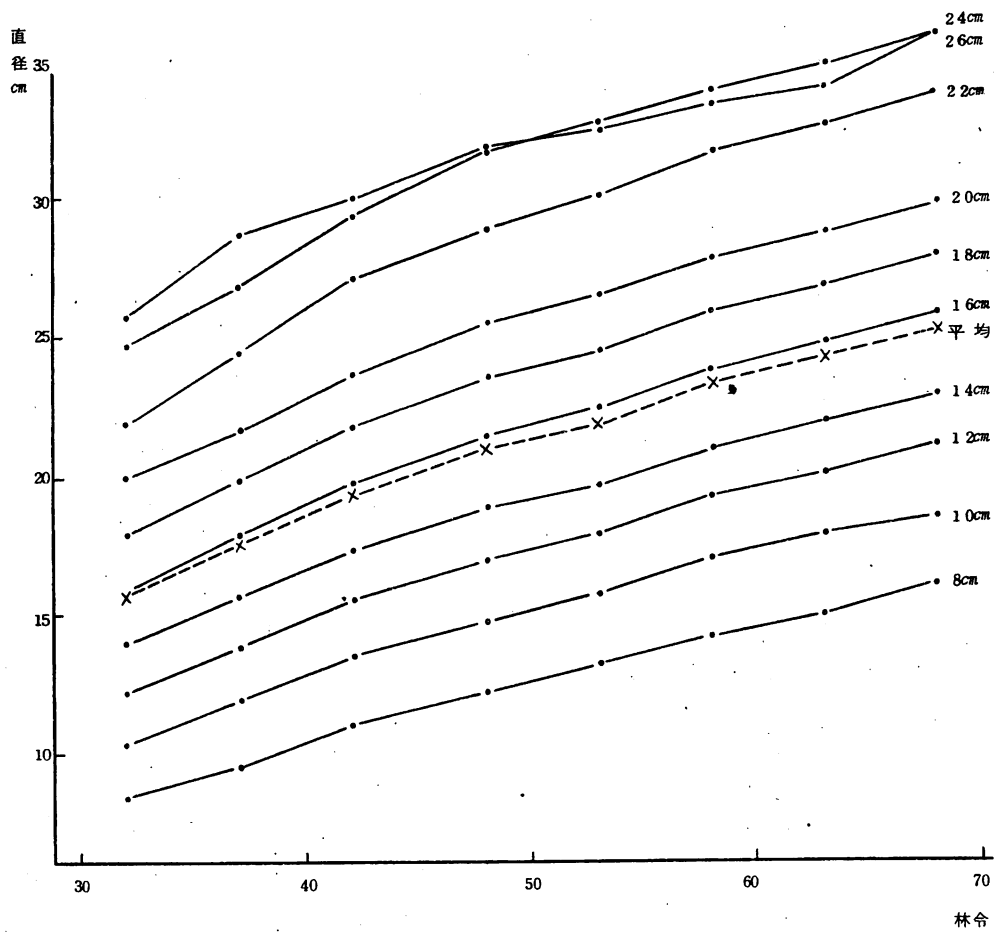


図-8 Ⅱ区の直径階別平均直径の推移

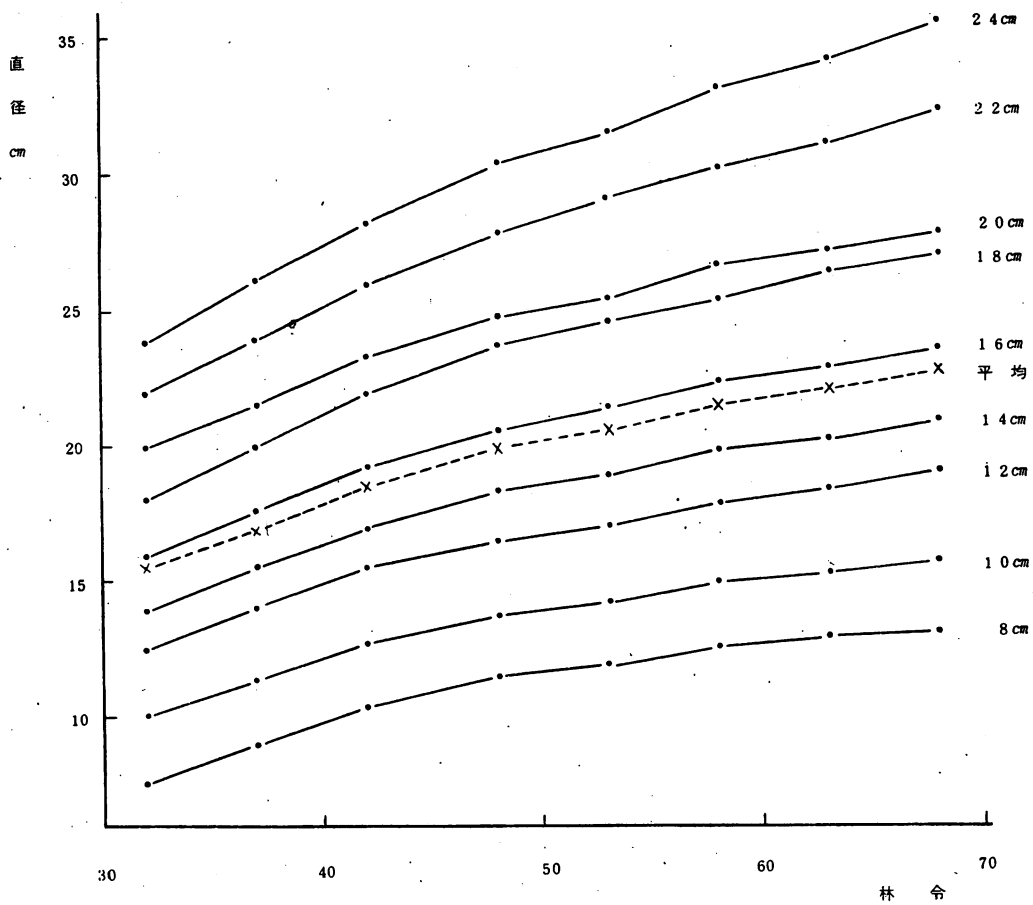


図-9 III区の直径階別平均直径の推移

68年生までの36年間の推移を調べてみた。

直径階別平均直径の推移は図-7～図-9でみられるようにⅠ区においては各直径階はほぼ平行線状にならび同一傾向をたどっている。Ⅱ区については8～20cm階がほぼ同一傾向を示し、22cm階以上のはやゝ上向きの傾向を示している。Ⅲ区は8～16cm階がほぼ同一傾向で、これ以上では直径階の大きいほど上向きの傾向にある。

2) 直径階別の最大値と最小値の推移

直径階別直径の最大値の推移はⅠ、Ⅱ、Ⅲ区はほぼ同一傾向を示し、最大値に対する密度の影響はあまりみとめられない。最小値には密度の影響が顕著にあらわれ、密度の高いほど、また、下位直径階ほど緩慢な推移となっている。この結果、密度の高い林分では直径の変動が大きく、直径階別直径成長は直径階の大きいほど相対的に大きくなることが推測される。そこで、直径階と直径階直径成長との関係について検討を行なった。

3) 直径階別直径成長

各施業区の直径と直径階別直径成長量との関係式を求めると表-11のとおりとなる。

表-11 期間別の直径階別直径成長量推定式の係数

期 間 (林 令)	Ⅰ 区			Ⅱ 区			Ⅲ 区		
	a	b	R	a	b	R	a	b	R
33～37	23506	-0.0037	-0.1174	0.9597	0.0516※	0.8347	0.9060	0.0494※	0.8787
38～42	20717	-0.0011	-0.0365	0.9378	0.0604※	0.8852	0.8702	0.0499※	0.9333
43～48	24008	-0.0056	-0.1464	0.8539	0.0491※	0.8616	0.3309	0.0693※	0.9334
49～53	11672	0.0063	-0.6608	0.9608	-0.0007	-0.0319	0.0524	0.0441※	0.8788
54～58	17433	-0.0050	-0.2514	1.3362	-0.0023	-0.0701	0.2253	0.0476※	0.8465
59～63	15571	-0.0214	-0.6201	0.9550	-0.0029	-0.1387	-0.0036	0.0393※	0.8206
64～68	11180	0.0107	0.5293	0.4605	0.0399※	0.6804	-0.1984	0.0573※	0.8802

註： ※は5%の危険率で有意となるものを示す。

表-11にかゝげた各施業区の実験式の回帰係数についてその有意性を検定するとⅠ区ではいづれの期間についても有意でなく、Ⅱ区では49～53年生、54～58年生、59～63年生では有意でないがその他の期間では有意であり、Ⅲ区ではすべて有意であった。すなわち、平均幹距比約1.85%のⅠ区においては直径階と直径階直径成長の間には回帰関係は存在せず直径階別直径成長はほぼ等しくなるが、平均幹距比1.55%以下のⅢ区に

については有意な回帰関係が認められ、直径階別直径成長は直径階の大きいほど大きくなる
ことが再確認された。

4) 連年直径成長量推定式

直径成長は土壌、気候などの自然的要因と深いかゝわりあいを持っているほか林令、林分密度および枝打などの施業と密接に関係する。ところで、土壌、気候などの自然的要因は固定的なもので林木の生産期間を通じ殆んど変化しない。これに対して林令、林分密度などの要因は流動的で絶えず変化している。

そこで、流動的・要因である林令、密度（平均幹距比）を用いて連年直径成長量の推定式を求めてみた。

各試験区の連年直径成長量推定式はつぎのとおりである。

$$\text{I 区 } Y = 0.6190 + 15.9240 \frac{1}{A} - 0.0328 SR \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{II 区 } Y = -0.0599 + 13.7780 \frac{1}{A} + 0.0024 SR \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{III 区 } Y = -0.3379 + 14.0175 \frac{1}{A} + 0.0190 SR \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{I + II 区 } Y = -0.3890 + 13.5301 \frac{1}{A} + 0.0238 SR \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{I + II + III 区 } Y = -0.3558 + 13.4318 \frac{1}{A} + 0.0211 SR \dots\dots\dots (8)$$

こゝで Y = 連年直径成長量 A = 期間内平均林令, SR = 期間内平均相対幹距比 (%)

各式の決定係数、標準偏差はつぎのとおりである。

	決 定 係 数	標 準 誤 差
(4) 式	7 8.0 1	0.0 4 7 6
(5) "	7 4.4 6	0.0 4 8 3
(6) "	8 9.4 2	0.0 3 5 3
(7) "	8 5.7 9	0.0 4 3 7
(8) "	7 9.9 5	0.0 4 5 3

各推定式の推定値と実測値を表-12にかゝげた。推定値と実測値はかなりよく一致している。

7. 連年直径成長量と密度管理方式

1) 林分密度を一定にした場合の直径成長量

林分密度を一定にした場合に連年直径成長量はどのような推移を示すかを連年直径成長量推定式によって予測してみた。まず、前提条件として、対象林分を3試験区の平均を表わす地位指数15の林分、推定期間を30～70年生までの40年間、平均幹距比を22

表-1.2 連年直径成長量推定式による推定値と実測値

林 令	I 区 (4式)				II 区 (5式)				III 区 (6式)			
	実 測 値		推 定 値		実 測 値		推 定 値		実 測 値		推 定 値	
	連 年 成長量	平均直径	連 年 成長量	平均直径	連 年 成長量	平均直径	連 年 成長量	平均直径	連 年 成長量	平均直径	連 年 成長量	平均直径
3 2	C _推	C _実 18.81	C _推	C _実 18.81	C _推	C _実 15.70	C _推	C _実 15.70	C _推	C _実 15.22	C _推	C _実 15.22
3 7	0.424	20.93	0.432	21.13	0.376	17.58	0.379	17.60	0.330	16.87	0.348	16.96
4 2	0.434	23.10	0.426	23.02	0.354	19.35	0.327	19.23	0.320	18.48	0.282	18.37
4 8	0.400	25.50	0.374	25.06	0.282	21.04	0.283	20.93	0.223	19.82	0.229	19.74
5 3	0.258	26.79	0.320	26.66	0.180	21.94	0.252	22.19	0.146	20.55	0.186	20.64
5 8	0.338	28.48	0.277	28.19	0.280	23.34	0.228	23.33	0.186	21.48	0.156	21.45
6 3	0.240	29.68	0.267	29.58	0.190	24.29	0.210	24.38	0.116	22.06	0.134	22.12
6 8	0.268	31.02	0.265	30.82	0.210	25.34	0.191	25.34	0.130	22.71	0.118	22.71

註: () は推定式の番号

表-1.3 相対幹距比を一定にした場合の連年直径成長量推定値

林 令 相対 幹距比	3 1~3 5	3 6~4 0	4 1~4 5	4 6~5 0	5 1~5 5	5 6~6 0	6 1~6 5	6 6~7 0	40年間の成長量
2 2	C _推 0.529	C _推 0.472	C _推 0.429	C _推 0.395	C _推 0.367	C _推 0.345	C _推 0.326	C _推 0.309	C _推 15.86
2 0	0.487	0.430	0.387	0.353	0.325	0.303	0.284	0.268	14.19
1 8	0.445	0.388	0.345	0.311	0.283	0.260	0.241	0.222	12.48
1 6	0.402	0.346	0.302	0.268	0.241	0.214	0.199	0.183	10.78
1 4	0.360	0.303	0.260	0.226	0.199	0.172	0.157	0.141	9.09

%, 20%, 18%, 16%, 14%とした。(8)式を用いて密度水準ごとの直径成長量を推定すると表-13のとおりとなる。

表-13 でみられるように各密度水準の30~70年生までの40年間の直径成長量は22%水準で15.9cm, 20%水準で14.2cm, 18%水準で12.5cm, 16%水準で10.8cm, 14%水準で9.1cmとなった。これらの成長量について, 14%水準を基準とした各水準の指数をみると, 22%水準は174, 20%水準は156, 18%水準は137, 16%水準は119。また, 20%水準を基準にすると, 22%水準は112, 18%水準は88, 16%水準は76, 14%水準は64となる。

2) 連年直径成長量を一定にする密度管理

前述と同じ林分について, 30~70年生までの40年間の連年直径成長量を0.25cm, 0.30cm, 0.35cm, 0.40cmとなるような密度管理方式を(8)式によって求めると表-14のとおりとなる。

表-14 連年直径成長量を一定にする相対幹距比の推定値

林 令 連年 直径 成長量	31~35	36~40	41~45	46~50	51~55	56~60	61~65	66~70	備 考
cm	%	%	%	%	%	%	%	%	
0.40	15.9	18.6	20.6	22.0	23.5	24.6	25.5	(263)	()は現実
0.35	13.5	16.2	18.3	19.7	21.2	22.4	23.1	23.9	には無意味
0.30	(11.2)	13.8	15.9	17.3	18.8	19.8	20.8	21.5	な数値
0.25	(8.8)	(11.5)	13.5	15.7	16.4	17.5	18.4	19.17	

すなわち0.25cmの連年直径成長量を確保するためには30~35年生で8.8%, 35~40年生で11.2%, また, 0.30cmの連年直径成長量については30~35年生で11.5%の平均幹距比でもって管理しなければならないが, 前述したようにヒノキ人工林の密度限界は12%台であるので, このような密度管理は実行できない。したがって, 30~70年生までの40年間において, 0.25cmの連年直径成長量の期待できる範囲は40~70年生までの30年間, また, 0.30cmの連年直径成長量の期待できる範囲は35~70年生までの35年間である。

つぎに, 0.40cmについてみると, 0.40cmの連年直径成長量を確保するためには60

～65年生で25.5%，65～70年生で26.3%の平均幹距比を必要とするが、相対幹距比25%以上の密度では直径成長に対する密度効果はほぼ一定化と考えられるので（このことについては更に検討しなければならないが）、65～70年生において平均幹距比を26.3%に高めてもその密度効果は60～65年生時と殆んど変わらないため、65～70年生で0.40cmの連年直径成長量を確保することは困難である。したがって、0.40cmの連年直径成長量の取り得る範囲は30～65年生までの35年間であり、30～70年生までの40年間を通じ期待できる連年直径成長量はほぼ0.35cmと極めてせまい範囲に制限されてくる。その原因は、林令と直径成長の関係、密度と直径成長の関係、林分の密度限界などによると考えられる。

8. ま と め

間伐強度の比較試験を行なっているヒノキ人工林の固定試験地の約35年間にわたる継続調査資料を用いて、相対幹距比による林分密度と直径成長との関係を解析した。

19%の相対幹距比で管理されたⅠ区では直径階別成長量間には差は認められなかったが、14%から次第に12%台に近づく無間伐のⅢでは、直径の大きい程成長量が大となることが認められた。このことから密度効果は12%台から25%の相対幹距比の間で発揮されるものと推察した。

さらに各試験区の直径連年成長量が次式でかなり良精度で推定できることが分り、全試験区の資料から求めた直径連年成長量推定式を用いて、林分密度を一定にした場合の成長量および一定の成長量を得るに必要な林分密度の管理方式について検討した。

$$Y = b_0 + b_1 \frac{1}{A} + b_2 S_R$$

ここでY=直径連年成長量，A=期間内平均林齢， S_R = 期間内平均相対幹距比（%）

今後さらに多くの資料を用いて、生産目的ごとの密度管理方式を解明したいと考えている。

文 献

- 1) 栗屋 仁 志：同令単純林における密度と成長の関係に関する測樹学的研究，林試研報，265，PP・4～5，（1974）
- 2) 薬袋 次 郎・西 沢 正 久：日林講，83，PP・58，（1971）
- 3) 嶺 一 三：収穫表に関する基礎的研究と信州地方カラマツ林収穫表の調製，収穫調製業務研究資料，12，PP・56，（1955）
- 4) 農林省林業試験場経営部：森林測定研究資料，（10），PP・21，（1955）

- 5) 嶺 一 三: 収穫表に関する基礎的研究と信州地方カラマツ林収穫表の調製, 収穫調製業務研究資料, 12, PP. 56, (1955)

Ⅳ 択伐スギ天然生林の構造と成長

四国支場経営研究室

都 築 和 夫

佐 竹 和 夫

吉 田 実

1. 試験目的と試験地の概要

高知県の東部に広く存在するスギ天然生林に関しては、これまでその成立過程の究明や、択伐施業の導入試験、天然下種更新等の各種試験が実施されてきた。

なかでも、魚梁瀬営林署管内の千本山と小屋敷山には択伐天然下種更新試験地があって、それらは1925年故寺崎渡博士により設定されたものである。

両試験地は奈半利川の上流、海拔高450m～500mの範囲にあって、平均気温12.5℃、年平均降水量3,994mm、地質はジュラ紀安芸川層に属し、土じょうは砂岩、頁岩を母材とする埴質壤土である。植生はモミ・ツガ・群系のモミ・ツガ・スギ・サカキ・シギミ群叢に属し、スギ・ヒノキ・モミ・ツガ等の針葉樹と少量のサカキ・シギミ等の広葉樹の混交天然林である。

そのうち、千本山試験地は面積1.2haで南面し、傾斜は10°～40°で山の中腹に存在し、総体的に土地は深く、試験地の大部分はBD型土じょうである。

一方、小屋敷山試験地は面積3.93haで、試験地のほぼ中央を通る小谷によって南面と北面に2分されている。傾斜は15°～45°で、尾根筋を除いた試験地の大部分はBD型土じょうである。

試験はスギ・ヒノキ・モミ・ツガ・広葉樹からなる天然生林に対して択伐を実施し、天然下種更新を促す一方、その林分構造各要素の時系列的変化の数量的把握と、理想的択伐林型へ誘導するための指針をうるために、1925年に第1回の択伐をおこない、その後定期調査を繰り返して林分要素の変化を把握してきた。

さらに、1967年に第2回目の択伐を実施し、引きつゞき択伐後の林分要素の変化や、後継幼令木の生長推移を観察する一方、択伐後の種子落下量の調査、地床処理の相違による稚樹の発生活消長に関する試験を実施してきた。

本報告はこれら試験経過の概要を報告するものである。

2. 択伐林分の推移

千本山、小屋敷山両試験地とも1925年に設定後いままでに8回にわたって林分調査

(胸高直径8cm以上のもの)を行ない。さらに第2回目択伐後は幼令木(胸高直径8cm以下、樹高30cm以上の針葉樹)の調査を2回実施した。調査結果の概要はつぎのとおりである。

2-1 上木(胸高直径8cm以上)の調査

千本山試験地

1) 設定当時の伐採

本試験地は魚梁瀬では特異な林相で、当時すでに複層林型を呈し、スギを主とする針葉樹の小直径木が多数生立していた。設定時の伐採はこれら小直径木の成長促進を主目的とした方法がとられ、樹種別ではモミとツガを特に強く伐採し、全林に対し本数24%、材積43%の伐採を行なった。

2) 伐採後の推移

まず立木本数をみると、針葉樹は各樹種とも調査時ごとに増加し、1963年調査時には伐採前の2~3倍の本数となっている。この本数の増加は、設定時測定木以下(直径8cm以下)であったものが、伐採後の成長により8cm以上の測定木となったためである。径級別本数では、モミ・とツガは伐採前より大径級以上の本数が減少したが、スギとヒノキは全径級にわたって増加し、林分全体では大径級以下の本数がいちじるしく増加して設定当時よりはるかに密な林分状態となった。材積は、モミとツガは大径木の強い伐採により大巾に減少し1963年の材積は伐採前の半にすぎないが、スギは伐採前の2.5倍ヒノキ3倍となっており、混交歩合もスギとヒノキは大巾に増大し、モミ・ツガは低下した。材積の連年成長量は伐採後は冬期間を通じて1ha当り13~15m³を持続してきたが、直径連年成長は伐採後22年をすぎる頃から中径級以下のものの成長が急激に低下している。このように、伐採後38年を経過した1963年調査時には、スギの本数、材積の大巾増加により林分が過密の状態となっており、針葉樹の下に広葉樹が相当密生していた。また、針葉樹の小直径木が広葉樹の間に生立していたがその数はすくなく、スギの後継樹にとぼしい林分であった。(後継幼令木の調査結果2-2に記す)。

表-15 千本山試験地の本数・材積の推移

(1ha 当り)

樹 種	1925年 伐採前		1925年 伐採後		1947年		1963年 伐採前		1967年 伐採木		1967年 残存木		1973年	
	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
スギ	204	209.4	178 (13%)	157.3 (25)	373	332.5	421	501.4	55 (13%)	33.2 (7)	388	496.0	372	547.1
ヒノキ	31	9.5	28 (28)	7.7 (19)	82	29.5	93	46.4	23 (25)	5.3 (11)	78	47.3	78	53.4
モミ	43	179.7	21 (51)	76.7 (57)	45	39.3	63	53.1	35 (56)	48.7 (92)	40	15.3	33	11.6
ツガ	36	51.7	13 (65)	14.2 (72)	38	17.1	66	24.2	32 (48)	20.6 (85)	32	10.6	29	11.4
針計	314	450.3	240 (24)	255.9 (43)	538	418.4	641	625.1	146 (23)	107.9 (17)	538	569.2	511	623.6
広葉樹					126	15.8	318	34.8	318 (100)	34.8 (100)	0	0	0	0

()は伐採率

表-16 千本山試験地の径級別本数の推移

(1ha 当り)

樹 種	調 査 年	細 径 級 木 8~14cm	小 径 級 木 15~24cm	中 径 級 木 25~36cm	大 径 級 木 37~50cm	特大径級木 51~70cm	極大径級木 71~ cm	計
スギ	1925 伐採前	40	85	35	11	24	9	204
	1925 伐採後	36	77	30	9	19	7	178
	1947	87	128	88	33	20	17	373
	1963 伐採前	103	98	92	63	42	23	421
	1967 残存木	86	89	82	62	46	23	388
	1973	68	87	71	68	50	28	372
ヒノキ	1925 伐採前	13	13	2	2	1	—	31
	1925 伐採後	12	12	2	2	—	—	28
	1947	20	37	18	3	4	—	82
	1963 伐採前	24	28	28	9	3	1	93
	1967 残存木	18	18	28	9	4	2	79
	1973	13	20	23	15	4	2	77
モミ	1925 伐採前	3	8	3	5	6	18	43
	1925 伐採後	2	6	1	2	3	7	21
	1947	18	21	2	—	2	2	45
	1963 伐採前	26	18	9	5	2	3	63
	1967 残存木	18	10	7	4	1	—	40
	1973	13	9	8	3	1	—	34
ツガ	1925 伐採前	2	6	6	13	6	3	36
	1925 伐採後	2	4	1	4	1	1	13
	1947	16	16	2	—	2	2	38
	1963 伐採前	30	22	8	2	2	2	66
	1967 残存木	14	13	3	1	—	1	32
	1973	11	13	3	—	1	1	29
針 計	1925 伐採前	58	112	46	31	37	30	314
	1925 伐採後	52	99	34	17	23	15	240
	1947	141	202	110	36	28	21	538
	1963 伐採前	183	166	137	79	49	29	643
	1967 残存木	136	130	120	76	51	26	539
	1973	105	129	105	86	56	31	512

表-17 千本山試験地の材積連年成長量の推移

(1ha. 当り)

樹 種	1930 ~1935年 (5年間の平均)	1935 ~1940年 (5年間の平均)	1940 ~1947年 (7年間の平均)	1947 ~1955年 (8年間の平均)	1955 ~1963年 (8年間の平均)	1967 ~1973年 (6年間の平均)
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
スギ	11.2	10.5	9.3	10.4	11.1	10.2
ヒノキ	0.9	0.9	1.1	1.5	1.0	1.0
モミ・ツガ	0.8	1.3	1.7	1.7	1.3	0.7
広葉樹	1.0	1.3	0.9	1.1	1.9	0
合 計	13.9	14.0	13.0	14.7	15.3	11.9

3) 第2回択伐と択伐後の経過

このような林分に対し、1963年調査時に伐採木を選木し、1967年に第2回目の択伐を実施した。この際は、林地をある程度疎開し、スギとヒノキの残存木の生長の促進と、スギの後継樹の発生を促すこととし、モミ・ツガの中径級木以上のものと、直径8cm以上の広葉樹を全部伐採することにした。スギとヒノキはモミ・ツガの大径木を伐採する際損傷木がでることを見込んで選木しなかった。しかし、1967年択伐実施の際はほとんど損傷木がでなかったため、伐採後も過密の状態はあまり解消されず、早期の手直し伐採が必要となっている。伐採率は針葉樹全体で本数23%、材積17%。

1967年と1973年に第2回択伐後の林分調査を行なった。この間の材積連年成長量はスギはほとんど伐採前とかわらないが、モミ・ツガ・広葉樹が伐採されたため、林分全体の成長量は伐採前に比べて4m³近く低下した。スギの直径成長は全直径階にわたって伐採直前よりわずかではあるが上昇している。第1回択伐後からほとんど直径成長に変化のなかったスギの直径70cm以上の大径木にも直径成長の上昇がみられるが、これは林冠の上層においてスギの大径木と競合関係にあったモミ・ツガの大径木を伐採したことも原因と考えられる。

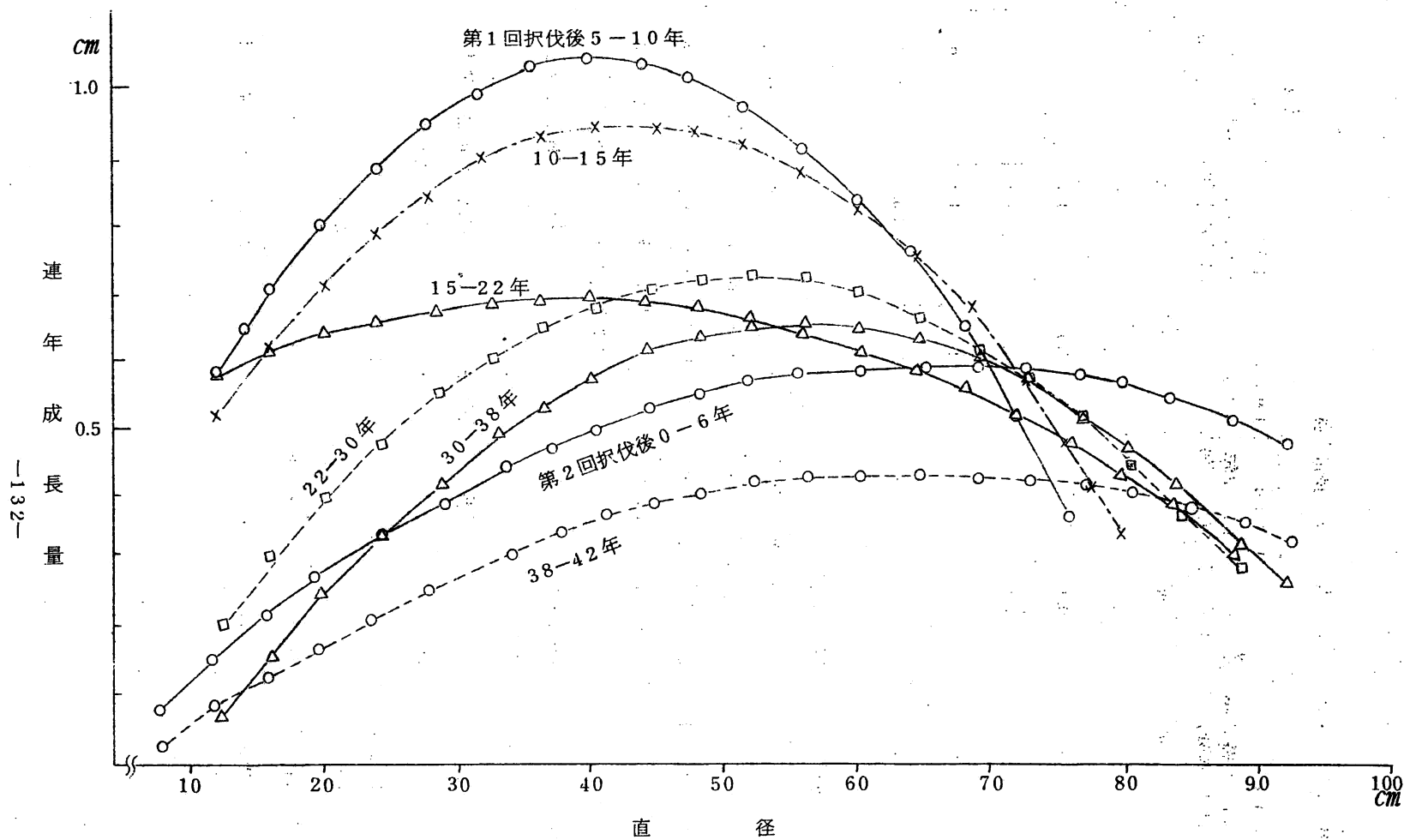


図-10 千本山試験地 スギの直径階別の直径連年成長量曲線の推移

小屋敷山試験地

1) 設定時の伐採

本試験地は魚梁瀬における普遍的な林相で、設定当時はモミ・ツガの多い一斉老令林であった。このような林分に対し、設定時は天然更新によりスギの増加をはかることを主目的とした伐採が行なわれており、樹種別ではモミとツガを特に強く伐採した。針葉樹全体の伐採率は本数40%、材積39%。

2) 伐採後の経過

千本山試験地と異なり、設定当時針葉樹の小直径木にとぼしかったため、伐採後も計測範囲に入るものが少なく、伐採後からほとんど本数が増加していない。1964年調査時の本数はスギとヒノキは伐採前より増加しているが、モミとツガはすくなく、針葉樹全体の本数も伐採前の0.8倍に減少している。径級別本数ではモミとツガはほとんど全径級にわたって伐採前より減少し、スギとヒノキは細径級木の本数がわずかに増加した。しかし針葉樹全体では依然として大径木の本数比率の高い林分であり、伐採前の林型からほとんど脱していない。材積は1964年調査時には伐採前のスギ1.3倍、ヒノキ1.9倍、モミ0.9倍、ツガ0.4倍、針葉樹合計0.8倍となっており、針葉樹全体の材積は本数同様、伐採前に回復していない。材積の混交歩合は伐採前のスギ34%、ヒノキ2%、モミ15%、ツガ48%から1964年にはスギ55%、ヒノキ5%、モミ12%、ツガ27%となり、大巾にスギは上昇し、ツガは低下した。材積成長量は本数がすくないため千本山に比べて小さく、6~7m³の連年成長量であり、スギとヒノキの直径成長は伐採後の各期間を通じて大きな変化はみられない。広葉樹は伐採後いちじるしく増加した。

第1回伐採後の針葉樹の更新状況は、試験地の北面、谷近くなどには更新木がすくなく、南面の中腹以上には相当数の更新木が広葉樹の間に介在し、なかには広葉樹の上にて、やがては計測範囲の大きさに達するものもあるが、大部分のものは広葉樹に被圧されていた。

表-18 小屋敷山試験地の本数・材積の推移

(14a 当り)

樹種	1925年	伐採前	1925年	伐採後	1947年		1964年	伐採前	1967年	伐採木	1967年 残存木		1973年	
	本数	材積 m^3	N	V m^3	N	V m^3	N	V m^3	N	V m^3	N	V m^3	N	V m^3
スギ	65	208.2	54 (17)	119.1 (19)	48	235.0	80	279.6	19 (24%)	28.8 (10)	63	284.8	61	287.6
ヒノキ	14	13.4	13 (7)	12.5	13	18.1	28	24.9	5 (17)	2.9 (12)	26	25.6	27	28.4
モミ	18	89.7	11 (39)	64.6 (8)	9	60.6	16	64.0	12 (75)	63.6 (97)	4	0.6	4	1.0
ツガ	109	285.4	46 (58)	116.3 (59)	37	116.9	43	137.6	41 (96)	137.5 (100)	2	0.2	2	0.1
針計	206	596.7	124 (40)	362.3 (39)	107	430.6	168	506.1	78 (46)	232.7 (46)	95	311.3	94	317.2
広葉樹					147	25.1	397	45.5	397 (100)	45.5 (100)	0	0	0	0

()は伐採率

表-19 小屋敷山試験地の径級別本数の推移

(1 ha当り)

樹 種	調 査 年	細 径 級 木	小 径 級 木	中 径 級 木	大 径 級 木	特 大 径 級 木	極 大 径 級 木	計
		8~14cm	15~24cm	25~36cm	37~50cm	51~70cm	71~cm	
スギ	1925 伐採前	2	13	12	9	13	16	65
	1925 伐採後	2	12	10	7	10	13	54
	1947	4	5	4	7	10	17	47
	1964 伐採前	26	8	6	6	12	24	82
	1967 残存木	15	5	4	5	11	21	61
	1973	8	11	5	6	10	22	62
ヒノキ	1925 伐採前	—	5	4	5	2	—	16
	1925 伐採後		5	4	2	2	—	13
	1947		1	3	4	3	1	12
	1964 伐採前	15	2	3	5	4	1	30
	1967 残存木	12	3	2	5	4	1	27
	1973	9	6	2	4	5	1	27
モミ	1925 伐採前		2	1	3	4	8	18
	1925 伐採後		2	—	2	1	6	11
	1947	2	—	1	1	1	4	9
	1964 伐採前	5	2	1	1	2	4	15
	1967 残存木	1	3	—	—	—	—	4
	1973	1	3	1	—	—	—	5
ツガ	1925 伐採前	1	6	17	27	43	15	109
	1925 伐採後	1	4	7	9	19	6	46
	1947	2	3	4	8	14	7	37
	1964 伐採前	4	1	6	6	15	12	44
	1967 伐採後	2	1	—	—	—	—	3
	1973	1	1	—	—	—	—	2
針 計	1925 伐採前	3	26	34	44	62	39	208
	1925 伐採後	3	23	21	20	32	25	124
	1947	8	9	12	20	28	29	106
	1964 伐採前	50	13	16	18	33	41	171
	1967 伐採後	30	12	6	10	15	22	95
	1973	19	21	8	10	15	23	96

表-20 小屋敷山試験地の材積連年成長量の推移

(1 ha 当り)

樹 種	1930～ 1935年 (5年間の 平均) m^3	1935～ 1940年 (5年間の 平均) m^3	1940～ 1947年 (7年間の 平均) m^3	1947～ 1955年 (8年間の 平均) m^3	1955～ 1964年 (9年間の 平均) m^3	1967～ 1973年 (6年間の 平均) m^3
スギ	3.1	3.8	4.0	4.1	3.6	2.7
ヒノキ	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6
モミ・ツガ	1.8	2.4	1.2	1.0	1.8	0.1
広葉樹	—	1.0	1.0	0.9	1.4	0
合 計	5.2	6.6	6.6	6.4	7.3	3.4

表-21 小屋敷山試験地の径級別直径連年成長量

樹種	径 級 cm	第1回採 伐後 5～10年 cm	10～ 15年 cm	15～ 22年 cm	22～ 30年 cm	30～ 39年 cm	39～ 42年 cm	第2回採 伐後 0～6年 cm
ヒノキ	8～14	—	—	—	—	0.29	0.26	0.46
	15～24	0.38	0.43	0.31	0.31	0.22	0.26	0.50
	25～36	0.51	0.41	0.32	0.43	0.42	0.24	0.46
	37～50	0.46	0.40	0.36	0.39	0.40	0.22	0.47
	51～70	0.36	0.44	0.28	0.41	0.33	0.30	0.32
	71～	—	—	0.58	0.62	0.38	0.20	0.36
スギ	8～14	0.34	0.31	—	0.32	0.25	0.26	0.54
	15～24	0.44	0.44	0.32	0.38	0.28	0.42	0.67
	25～36	0.54	0.48	0.49	0.39	0.34	0.40	0.53
	37～50	0.60	0.60	0.48	0.58	0.54	0.50	0.50
	51～70	0.56	0.60	0.43	0.59	0.46	0.33	0.51
	71～	0.50	0.61	0.45	0.49	0.41	0.48	0.40

3) 第2回目択伐と伐採後の調査

以上のように、第2回目択伐前は依然として針葉樹の細径木のすくない林分であった。このような林分をスギを主とする択伐林型に導くためには、まずスギの細小径木を増加させる必要があり、そのためには第1回択伐後発生したスギの更新木を広葉樹の被圧から開放し成長の促進をはかるとともに、稚樹の発生を容易にし、さらに谷近くの土地肥沃な所などには人工植栽によってスギを成立させるべきである。第2回目択伐はこのような方針のもとに選木した。すなわち、モミ・ツガの中径木以上のものと直径8cm以上の広葉樹は全部伐採することにした。

1964年に選木し、1967年に伐採を実行したが、針葉樹全体の伐採率は本数46%、材積46%。

第2回択伐後1967年と1973年に林分調査を行なったが、この間の材積連年成長量は林分全体で3.4m³となり、伐採前の約半分となった。スギとヒノキの直径成長は伐採直前よりわずかに上昇している。

2-2 幼木の調査

択伐後の林内に針葉樹の更新木がどれくらい成立し、またそれが択伐後どのような成長を示すかをみるため、胸高直径8cm以下、樹高30cm以上の針葉樹をこれまでに1968年と1972年に2回にわたって調査した。調査は、稚樹発生調査のため実施した地表処理が残存幼木にどのような影響をおよぼすかもみるため、各処理区ごとに、その区内の調査対象木に番号札を付け、胸高直径と樹高を測定した。(地表処理については後記3の稚樹の発生活長試験の項を参照)

調査結果は表-22のとおりである。この幼木はおもに第1回択伐後に発生し、第2回目択伐後まで残存したもので、1ha当りの針葉樹の本数は、1972年で千本山644本、小屋敷山南面1977本、北面576本であり、南面は北面に比べて約3倍の本数を有している。またこのうちスギの本数は1ha当り千本山258本、小屋敷山南面699本、北面270本であって、千本山と小屋敷山北面はスギの更新木がすくない。

1968年から1972年まで4年間における幼木の成長と地表処理の関係については、はっきりした傾向はつかめないが、この間の枯損については、総体的にみて小屋敷山北面は南面および千本山に比べて枯損率が小さいようである。

表-22 地表処理別の幼木（樹高30cm以上、胸高直径8cm以下）の本数と直径、樹

試験地	地表処理	面積 m	樹種	1968年 の本数	19	
					残存木	枯損木
千本山	刈払	6,156	スギ	228	201	27(2)
			ヒノキ	103	86	17(7)
			モミ	101	98	3(3)
			ツガ	208	204	5(2)
			カヤ	3	3	0(0)
			トガサワラ	2	2	0(0)
			計	645	594	52(8)
	かきおこし	5,844	スギ	305	288	18(6)
			ヒノキ	49	44	5(10)
			モミ	114	104	10(9)
			ツガ	201	195	6(3)
			計	669	631	39(6)
	計	12,000	スギ	268	245	23(8)
			ヒノキ	75	64	11(14)
			モミ	108	101	7(6)
			ツガ	205	199	6(3)
			カヤ	2	2	00
			トガサワラ	1	1	00
小屋敷山（南面）	無処理	9,775	スギ	525	485	40(8)
			ヒノキ	550	505	45(8)
			モミ	255	230	25(10)
			ツガ	486	460	26(5)
			計	1,816	1,680	136(7)
	刈払	6,393	スギ	593	568	25(4)
			ヒノキ	441	422	18(4)
			モミ	183	166	17(9)
			ツガ	247	230	17(7)
			計	1,464	1,386	77(5)
	かきおこし	5,726	スギ	692	618	73(10)
			ヒノキ	651	606	45(7)
			モミ	354	338	16(4)
			ツガ	414	365	49(11)
			計	2,111	1,927	183(9)

高の推移 (1 ha 当り)

72年		平均胸高直径 cm		平均樹高 m	
新入木	現在本数	1968年	1972年	1968年	1972年
21	222	4.4	4.9	4.5	5.0
2	88	3.5	3.8	2.8	3.4
9	107	5.0	5.3	4.2	4.5
15	219	3.6	4.3	3.8	4.2
0	3	3.2	4.1	3.1	3.4
0	2	7.5	9.6	8.2	8.3
47	641				
6	294	4.1	4.5	4.5	4.8
3	47	4.7	4.9	4.3	4.7
6	110	4.9	5.4	4.7	5.0
2	197	3.8	4.3	3.9	4.1
17	648				
13	258	4.3	4.6	4.5	4.9
3	67	4.0	4.3	3.3	3.8
8	108	4.9	5.4	4.5	4.7
8	208	3.7	4.3	3.8	4.1
0	2	3.2	4.1	3.1	3.4
0	1	7.5	9.6	8.2	8.3
32	644				
122	606	2.9	3.6	3.1	3.6
101	606	3.2	3.7	3.1	3.7
101	331	3.4	3.8	2.7	3.2
118	578	2.4	2.7	2.9	3.3
442	2121				
152	720	2.6	3.6	2.9	3.5
15	437	2.5	3.1	3.0	3.4
53	219	3.0	3.4	2.3	3.0
19	249	2.6	3.3	3.4	3.9
239	1625				
217	835	2.6	3.6	2.9	3.4
26	632	2.7	3.5	3.2	3.5
10	348	3.1	3.7	2.4	2.8
16	381	2.7	3.2	3.3	3.6
269	2196				

試 験 地	地 表 処 理	面 積 m	樹 種	1968年 の 本 数	19	
					残 存 木	枯 損 木
小屋(南 敷山)	計	21,894	スギ	588	544	44(8)
			ヒノキ	545	507	37(7)
			モミ	260	240	20(8)
			ツガ	397	368	29(7)
			計	1,790	1,659	131(7)
小屋敷山(北面)	無 処 理	5,882	スギ	386	369	17(4)
			ヒノキ	54	54	0(0)
			モミ	162	155	7(4)
			ツガ	281	277	3(1)
			計	883	855	27(3)
	刈 払	5,918	スギ	237	232	5(2)
			ヒノキ	56	51	5(9)
			モミ	59	51	8(14)
			ツガ	115	103	12(10)
			計	467	437	30(7)
	かきおこし	5,607	スギ	128	121	7(6)
			ヒノキ	16	16	0 0
			モミ	78	71	7(9)
			ツガ	103	98	5(5)
			計	325	306	17(6)
	計	17,407	スギ	252	242	10(4)
			ヒノキ	43	41	2(4)
			モミ	100	92	7(7)
			ツガ	167	160	7(4)
			計	562	536	26(4)

注 (1) () は枯損率%

(2) 新入木とは樹高30cm以上に成長し調査対象木となったもの。

7 2 年		平均胸高直径 <i>cm</i>		平均樹高 <i>m</i>	
新 入 木	現 在 本 数	1 9 6 8 年	1 9 7 2 年	1 9 6 8 年	1 9 7 2 年
155	699	2.7	3.6	3.0	3.5
57	564	2.9	3.5	3.1	3.6
63	303	3.2	3.7	2.5	3.0
62	430	2.5	2.9	3.1	3.5
337	1996				
2	371	2.2	2.9	2.0	2.5
0	54	3.8	4.3	3.1	3.5
2	156	2.3	2.8	1.7	2.2
3	280	1.9	2.3	2.2	2.5
7	861				
42	274	2.5	3.1	3.0	3.4
0	51	4.1	5.2	4.4	4.9
2	53	3.1	3.5	2.0	2.5
3	106	3.1	3.4	3.5	3.6
47	484				
39	160	3.1	3.8	2.8	3.4
7	23	5.9	4.7	3.3	4.3
16	87	3.2	3.7	1.8	2.5
4	102	2.2	2.4	2.3	2.6
66	372				
28	270	2.5	3.1	2.5	3.0
2	43	4.1	4.8	3.7	4.2
6	99	2.7	3.2	1.8	2.3
3	164	2.3	2.6	2.5	2.8
39	576				

3. 稚樹の発生長試験と種子の落下量調査

3-1 試験計画

1968年度に稚樹の発生長の経過をみるため、千本山には谷から尾根にかけて10m幅の1.0標準区と、両サイドに幅不定の標準区を1区ずつ設け、交互に地床かきおこし区と地床刈払区の2処理区を設定した。

また、小屋敷山には中央の谷から両側の尾根にかけて20m幅で27標準区を設定し、順次地床かきおこし区、地床刈払区、地床無処理区の順に、各処理区別に9標準区ずつ設定した。

そして、1m²の稚樹観測プロットを1968年には千本山に5か所、小屋敷山に35か所設定し、1969年から観測を始めたが、資料不足が痛感され、1969年にはさらにプロットを追加し、千本山には10m巾の各標準区別に、山頂山腹、山麓別に原則として各1個ずつ計3個を設定し、幅不足の両サイドにはそれぞれ1個ずつ設けた。ただ、西から2列目の刈払区には、地形の関係上2プロットのみ設定し、合計で31プロット、処理別では地床かきおこし区16プロット、地床刈払区15プロットを設定した。

また、小屋敷山にも稚樹観測プロットを、1標準区当り原則として山頂、山腹、山麓に各1プロットずつ計3プロットの設定を試みたが、地形の関係で南面の2無処理区と1かきおこし区、および北面の1かきおこし区、1刈払区、1無処理区の各標準区には2プロットのみしか設定できなかった。

さらに、それ以外に溪流近くに設定したものや、該当標準区に設定できなくて隣接標準区に補充設定したりして、南面の2かきおこし区と1刈払区および北面の1かきおこし区は4プロット設定した。

プロット合計は78プロットで、地床処理別では地床かきおこし区と地床刈払区はそれぞれ27プロット、地床無処理区は24プロットとなっている。

つぎに、種子の落下量の推移を観察するため、1967年に1m²のリタートラップを千本山に5か所、小屋敷山に30か所、計35か所を設定した。

図-11 高知営林局魚梁瀬営林署管内

千本山天然更新試験地

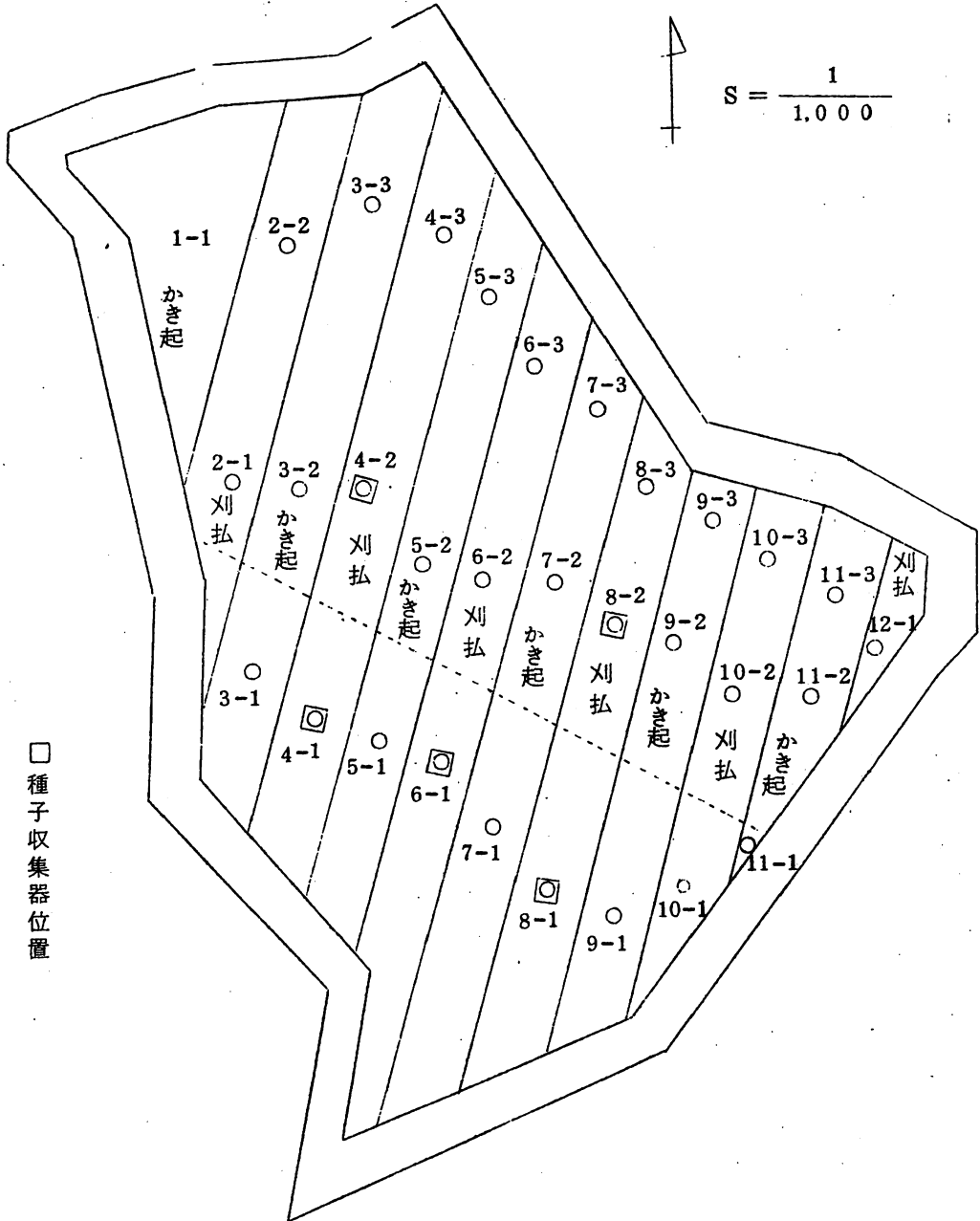
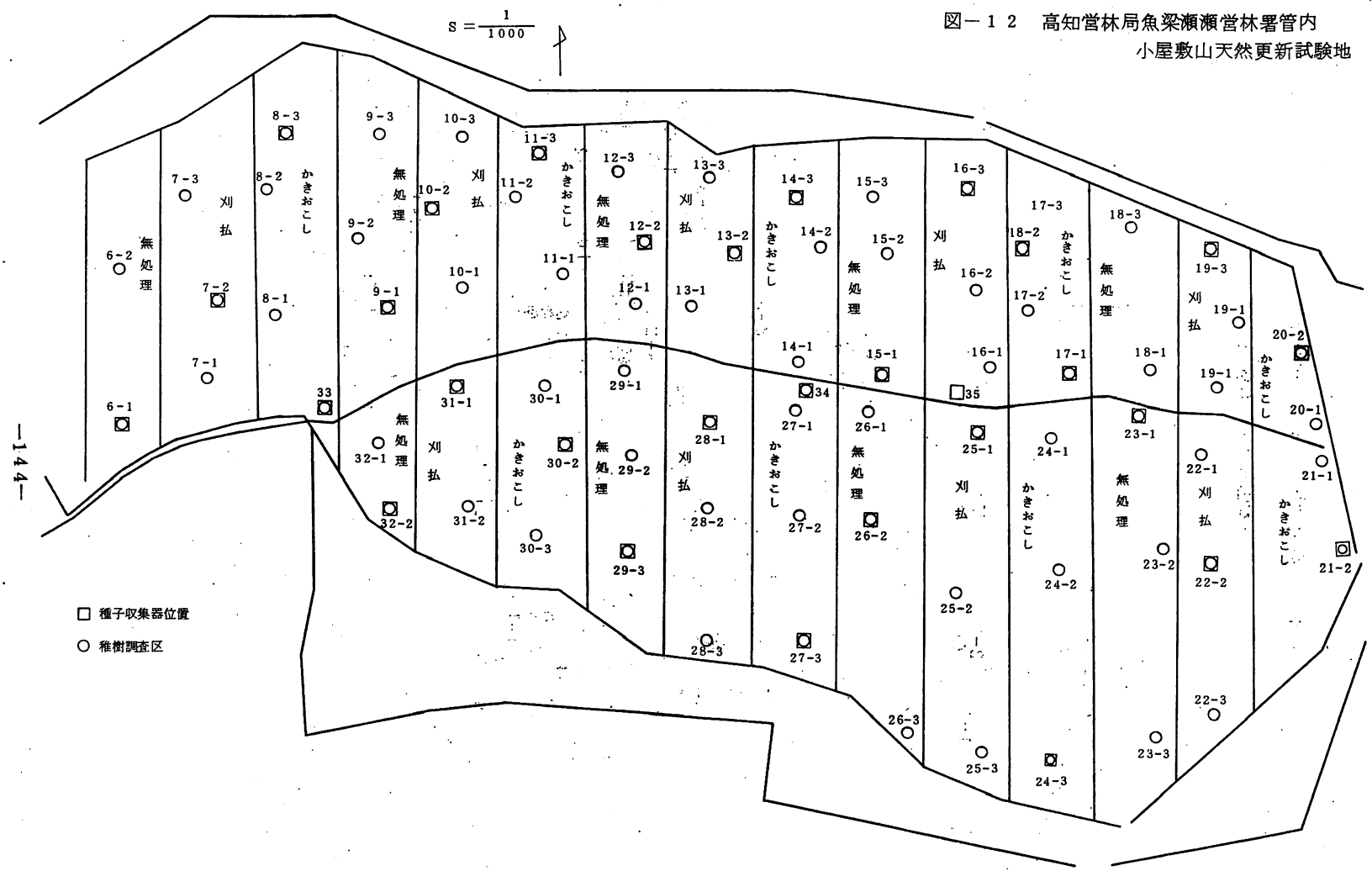


図-12 高知営林局魚梁瀬営林署管内
小屋敷山天然更新試験地



3-2 種子落下量の推移

択伐後の両試験地の種子の落下量の推移を観察するため、1967年10月より落下種子の収集を開始した。収集期間はその年の10月より翌年の3月までの6か月とし、5年間継続しておこなった。

結果は表-23および図-13～図-18のとおりで、年度別落下種子総数は、千本山の方が小星敷山よりha当りの立木度の高いためか、4年目を除き、他のすべての年度において多かった。

また、両試験地の種子の作柄は1967年～1968年は良好で、1968年～1969年の2年目は不良作、1969年～1970年、1970年～1971年、1971年～1972年の各年は普通作となった。

両試験地の観測期間をとおして種子数の最も多かった月は、千本山試験地の第1年の1月を除くと11月と12月で、両試験地のピークが同じ月に見られることは少なかった。

表-23 月別1㎡当り平均落下スギ種子数の推移

種子採取地	採取月		10	11	12	1	2	3	年 計
	採取年								
千 本 山	67~68	平均粒数	12	64	581	823	182	38	1700
		標準偏差	643	5791	17868	16981	3386	1850	38558
	68~69	平均粒数	61	38	132	28	35	10	304
		標準偏差	4171	2202	8363	2306	2766	531	17266
	69~70	平均粒数	14	89	292	92	42	13	543
		標準偏差	689	6068	11709	2743	1394	1367	14218
	70~71	平均粒数	66	384	216	57	44	6	773
		標準偏差	3578	23283	6275	2334	1246	162	18412
	71~72	平均粒数	8	142	35	11	10	1	207
		標準偏差	647	15907	3877	1008	777	—	22077
	67~72 (5 年間 平 均)	平均粒数	32	143	251	202	63	14	705
		標準偏差	1946	10650	9618	5074	1914	782	22106
小 屋 敷 山	67~68	平均粒数	61	185	242	169	30	12	698
		標準偏差	9947	46421	18506	14729	2789	1196	63897
	68~69	平均粒数	2	41	27	3	6	2	80
		標準偏差	364	11725	3319	509	647	371	12980
	69~70	平均粒数	13	44	106	34	7	2	206
		標準偏差	1767	2967	7947	3619	1244	447	14106
	70~71	平均粒数	88	565	178	53	34	5	923
		標準偏差	9905	40255	18979	8768	4110	523	71607
	71~72	平均粒数	3	36	39	7	3	0	88
		標準偏差	652	2423	3790	1115	329	—	6559
	67~72 (5 年間 平 均)	平均粒数	33	174	118	53	16	4	399
		標準偏差	4527	20758	10508	5748	1824	507	3383

823粒

図-13 月別落下スギ種子数と発芽率

択伐後1年

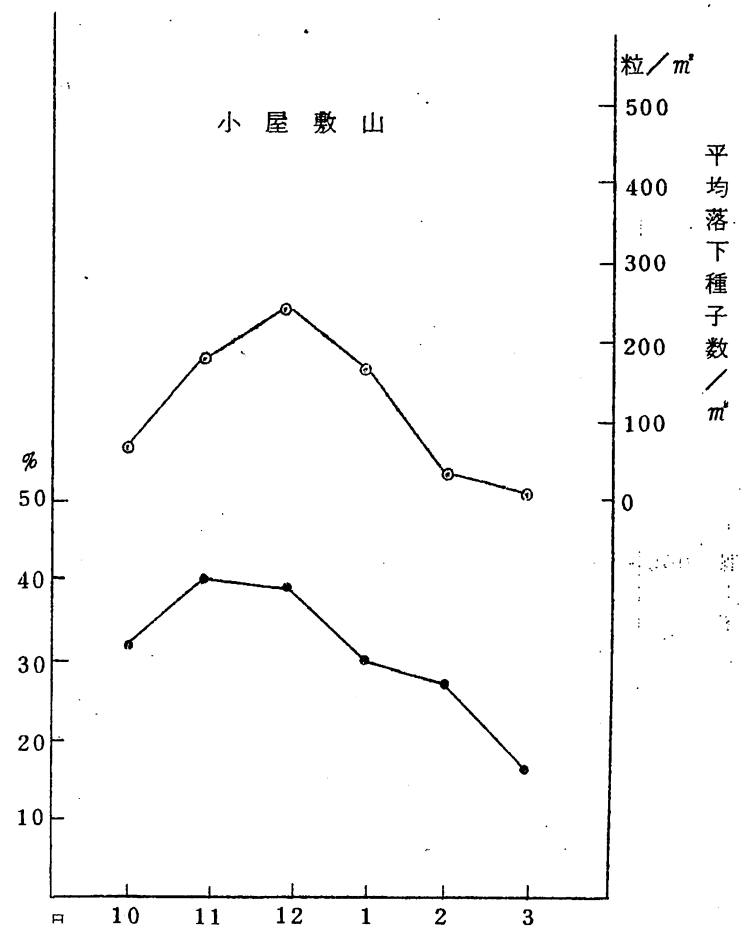
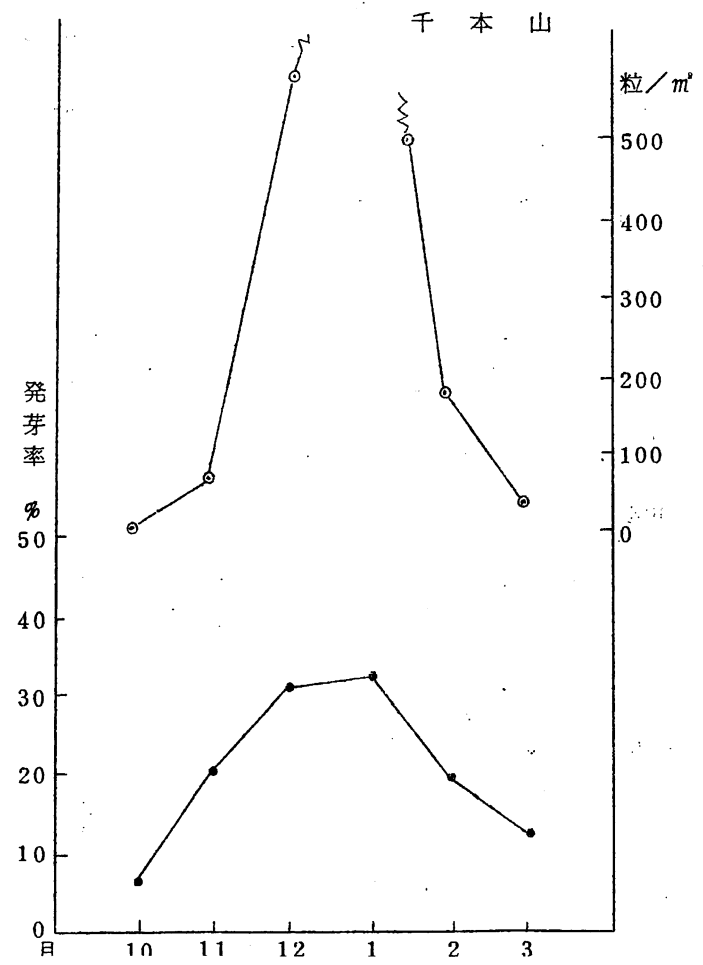


図-14

採伐後2年

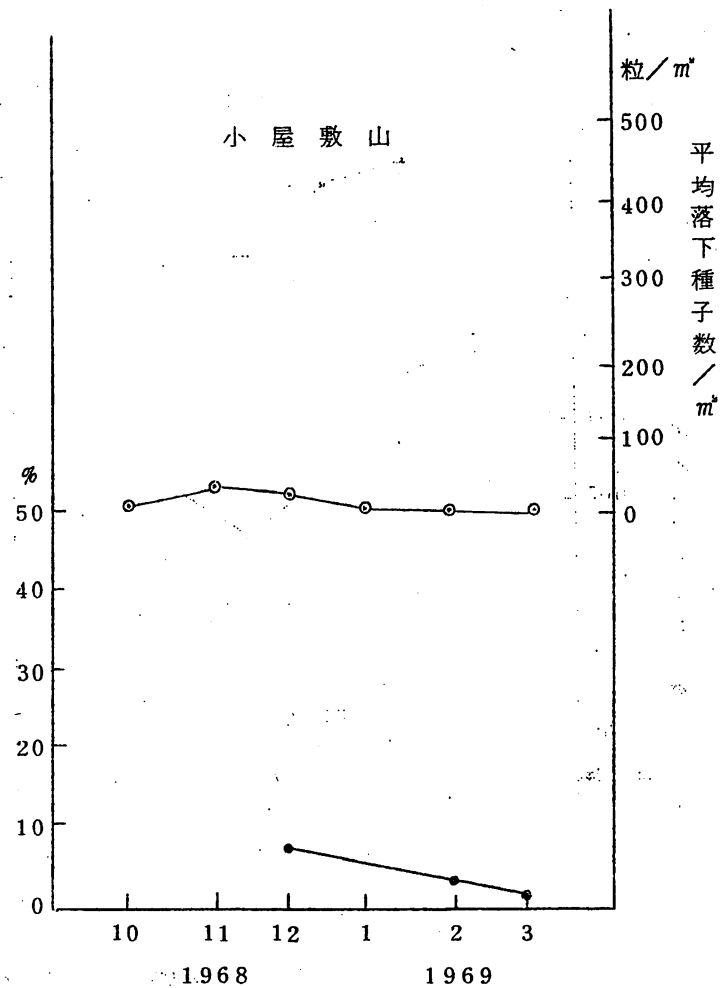
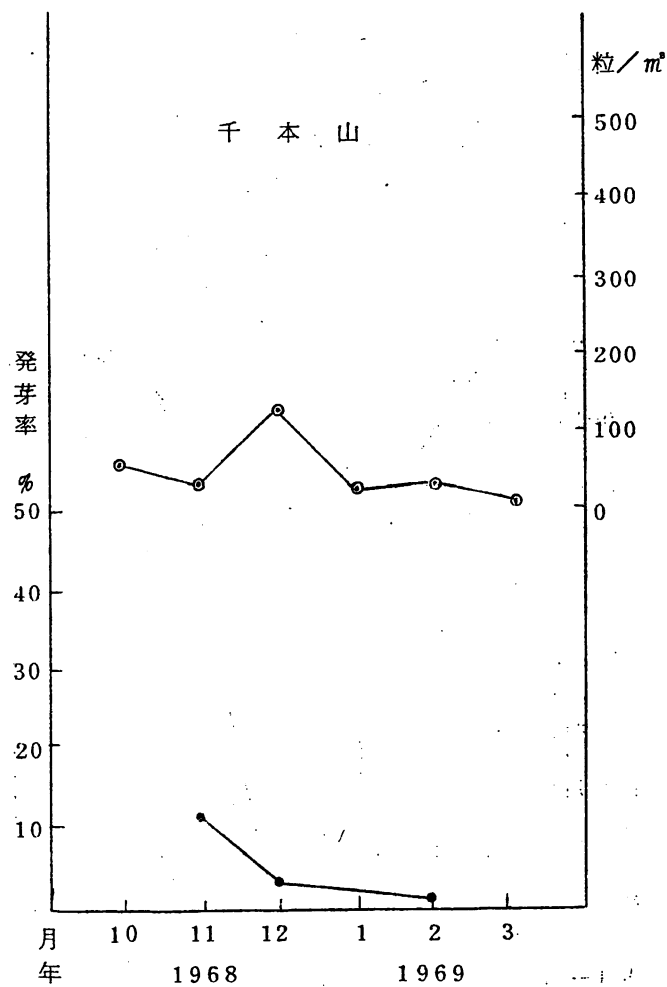


図-15

択伐3年後

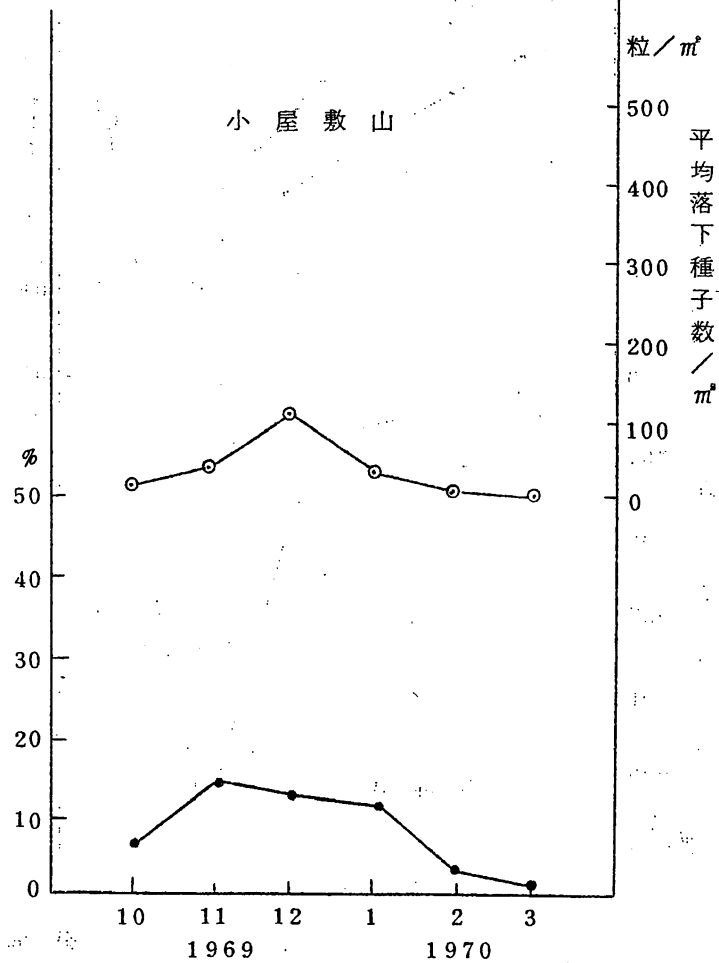
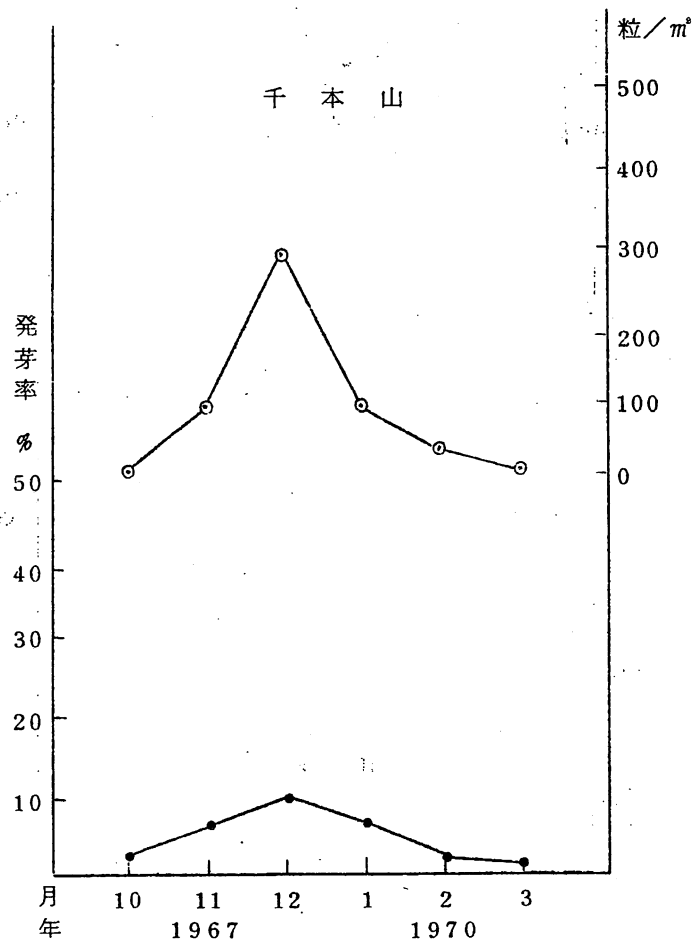


図-16

択伐4年後

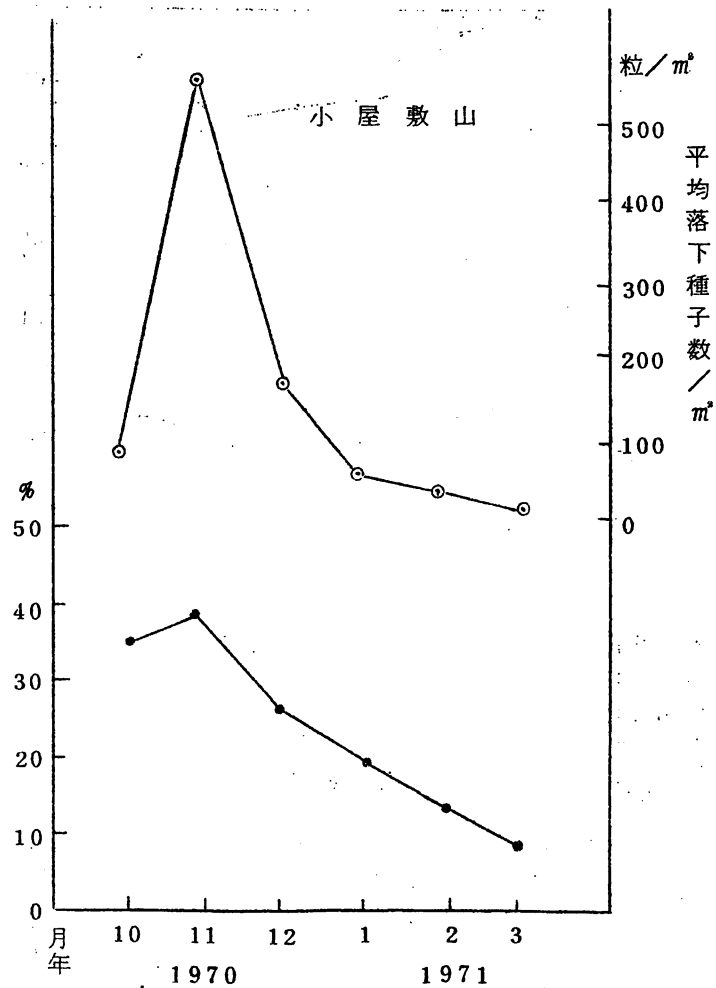
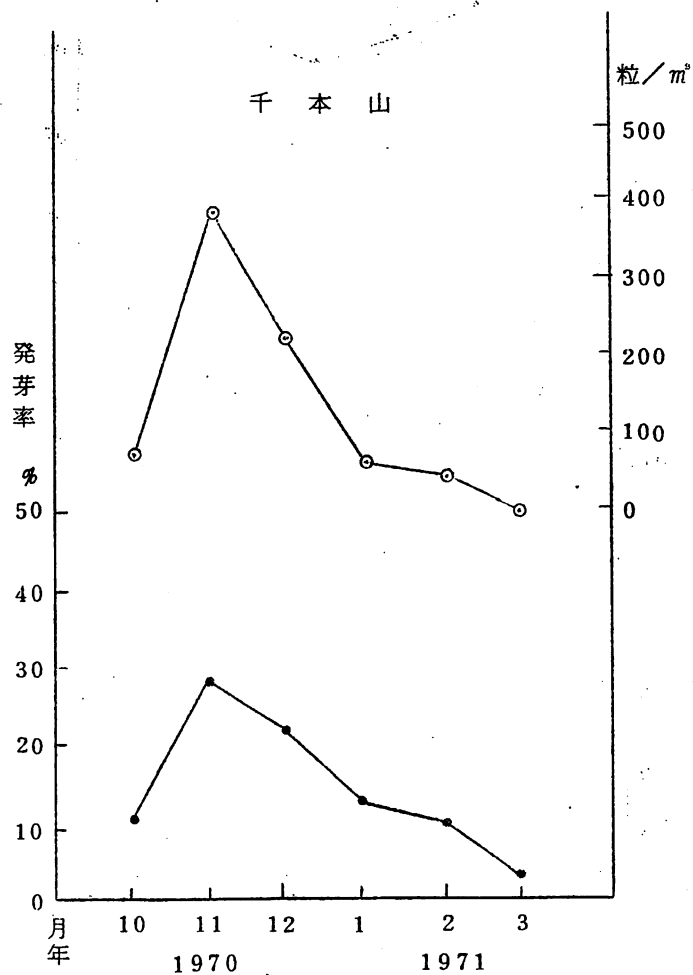


図-17

採伐後5年後

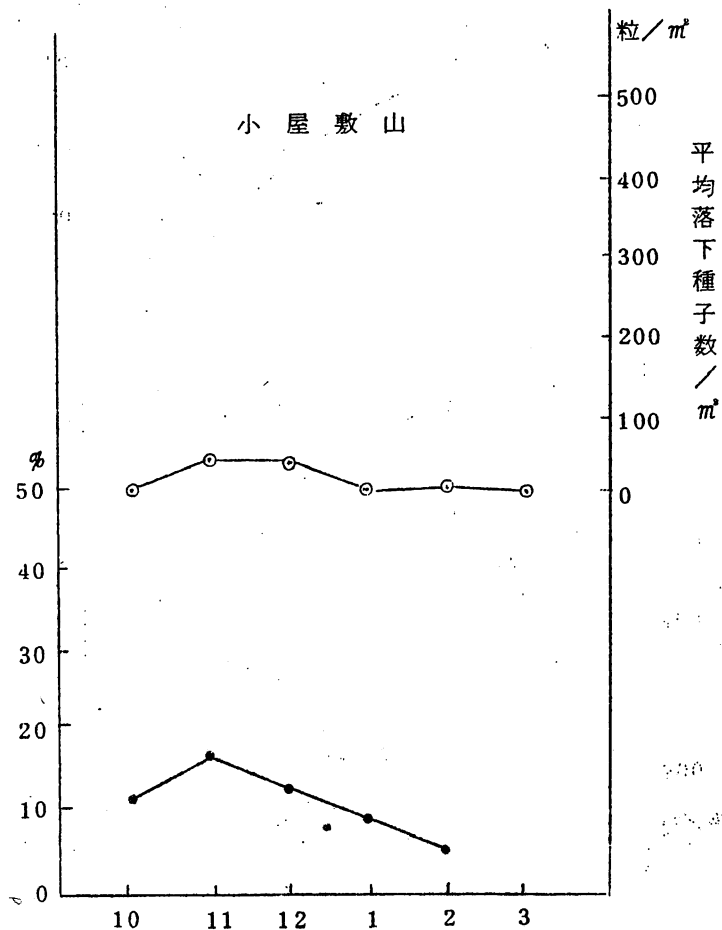
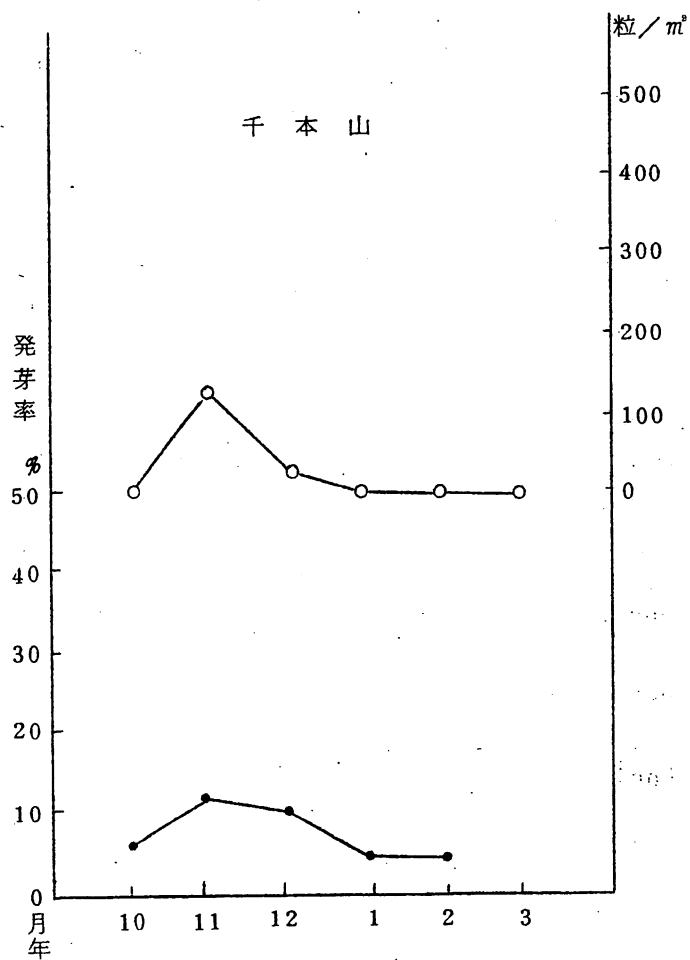
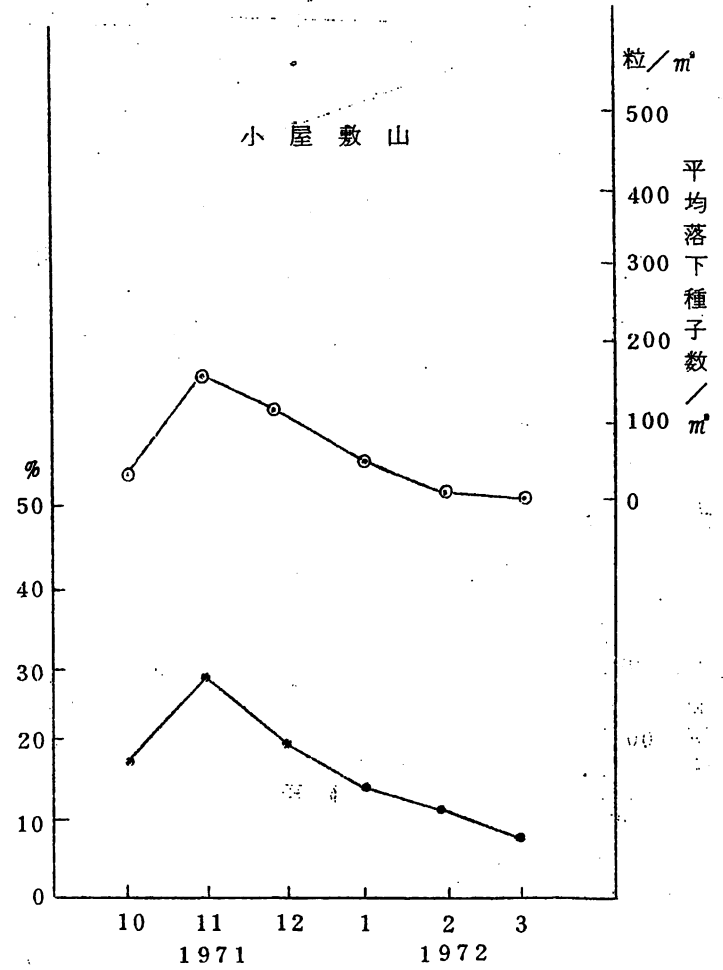
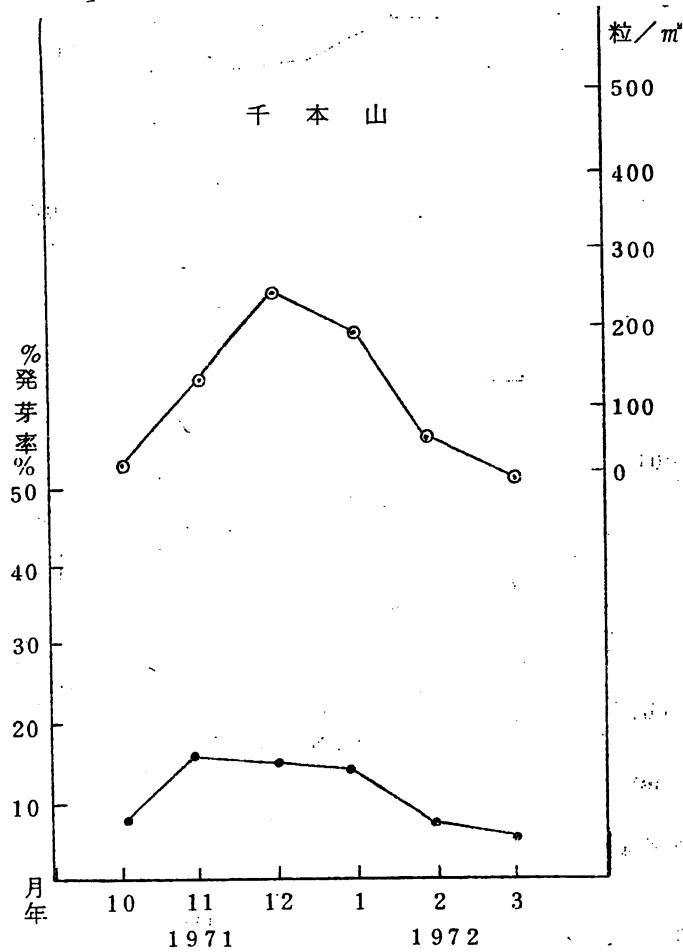


図-18

択伐後5年間の平均



3-3 落下種子の月別、年別発芽率

発芽率の検定にあたっては、毎月末に収集した種子は発芽試験まで5℃の冷蔵庫に保存し、種子はウスブルン1000倍液に2.4時間浸漬し消毒した。試験方法は25℃の恒温器で発芽皿を使用した。試験期間は5か年とも4月中旬より45日間おこない、供試種数は各月の種子とも100粒を1単位とし、5回繰返しを原則とした。しかし、収集種子の少ない月は100粒未満となり、かつ繰返しをおこなえなかったものもある。

発芽率は根端が2mm以上に達した種子を発芽粒とし、未発芽粒は $\frac{1}{3}$ 粒として発芽率に加算し、これを供試数で除して表わした。

(未発芽粒とは、発芽試験中には発芽しなかったが、その種子は健全で、今後発芽の可能性のあるもの)。

検定の結果は、表-24、図-13～図-18のとおりで、発芽率のピーク月は月別落下種子数のピーク月とは同様な傾向を示し、落下種子数の多い月の種子は発芽率が高く、少ない月の種子はそれが低くなることがうかがえ、作柄の良い年の種子は、質、量ともに不作年のそれより優れていることになる。

また、単位面積当りの落下種子数は、千本山の方が小屋敷山のそれより多いが、両試験地の発芽率は、第1年目の1月を除き、いかなる年および月の平均発芽率においても、小屋敷山の方が千本山のそれよりも数%高い。

これは小屋敷山の林分構造が老木の大木の散生状態であるのに対し、千本山のそれは小径木から老木の大木までの立木が若干過密状態で構成され、優良種子を産み出すための1つの条件である母樹の受光量に大きな相違があったためと考えられる。

表-24 試験地別、年月別、スギ種子発芽率(%)

種子採取地	採取月		10	11	12	1	2	3
	採取年度							
千 本 山	67~68	平 均	6.1	21.3	31.4	32.3	19.3	12.1
		標準偏差	—	1.00	5.42	0.95	1.10	—
	68~69	平 均	—	10.6	2.3	—	0	—
		標準偏差	—	1.02	0.64	—	—	—
	69~70	平 均	3.0	6.2	9.9	6.7	2.3	0
		標準偏差	—	0.96	1.06	1.07	0.58	—
	70~71	平 均	9.7	28.3	21.9	12.5	9.9	3.0
		標準偏差	1.05	1.61	0.92	0.91	0.84	—
	71~72	平 均	6.3	11.7	10.4	4.7	3.9	—
		標準偏差	—	0.97	0.89	—	—	—
	67~72 (5年間 平 均)	平 均	6.3	15.6	15.2	14.1	7.1	5.0
		標準偏差	0.21	1.11	1.79	0.59	0.50	—
小 屋 敷 山	67~68	平 均	31.7	40.1	38.9	27.9	27.4	16.1
		標準偏差	28.2	18.9	27.0	0.80	1.96	20.9
	68~69	平 均	0	—	6.9	0	3.5	1.9
		標準偏差	—	—	0.89	—	0.13	—
	69~70	平 均	6.2	14.4	12.3	11.3	3.3	0
		標準偏差	0.66	1.38	1.28	0.61	2.4	—
	70~71	平 均	35.0	37.0	25.2	19.4	13.7	8.2
		標準偏差	2.00	1.14	1.78	1.43	0.60	0.73
	71~72	平 均	10.9	16.3	13.2	8.8	4.4	—
		標準偏差	1.52	0.68	1.04	0.40	—	—
	67~72 (5年間 平 均)	平 均	16.8	27.0	19.3	13.5	10.4	6.6
		標準偏差	1.40	1.02	1.54	0.65	1.02	—

3-4 スギ断面積密度とスギ種子落下量およびスギ稚樹本数の関係

スギ立木の断面積密度と、スギ種子の落下量および発生スギ稚樹本数の関係をみるため、まず、種子収集プロットを中心に直径20mの円形プロットを設定し、プロット内の立木胸高断面積合計と種子落下量の関係を分析した。

結果は表-11、図-11のとおりで、1部プロットは断面積合計が小さいにもかかわらず、落下量の大きいものもあるが、全体的傾向としては断面積の増加とともに落下量の増大がうかがえた。

すなわち、千本山は小屋敷山に比較して相対的に断面積も大きく、種子の落下量も多かったが、ただ小屋敷山北面では断面積0のプロットでも、かなりの種子の落下量が認められたのが注目される。

また、種子の落下量は立木構成において、大径木のウエイトが高いとか、小径木のウエイトが高いとかには無関係に、総体的に断面積合計の大きさに比例するようである。

つぎに、1967年10月から1968年3月までに落下した種子の量と、1969年1月の稚樹発生量の関係をみると図-20のとおりで、スギ稚樹発生量は落下量には余り関係なく、むしろ地床処理が大きく関係するよう思われ、とくに種子の落下量の少ない所では地床処理の影響が大きく表われ、地床かきおこし区が最も多く、ついで地床刈払区、地床無処理区の順に発生している。

さらに、スギ断面積密度や地床処理とスギ稚樹発生との関係をみると、千本山の地床かきおこし区では、断面積の増大とともにスギ稚樹本数の増加が認められるが、地床刈払区では逆に減少傾向がみられる。

また、小屋敷山では断面積の増大につれ、地床かきおこし区では稚樹発生は減少し、逆に地床刈払区と無処理区では増大している。

表-25 スギ断面積に対する種子落下量と稚樹本数

	PLOT №	地 床 処 理	PLOT当り スギ断面積	種子落下量 67.10~68.3	PLOT当り 稚樹本数
千 本 山	4-1	刈 払	2.11	1.492	17
	4-2	刈 払	1.33	1.185	24
	6-1	刈 払	2.67	1.525	7
	8-1	刈 払	1.93	2.141	15
	8-2	刈 払	2.57	2.158	6
小 屋 敷 山 南 面	6-1	無 処 理	1.86	1.107	21
	7-2	刈 払	0.84	1.029	20
	8-3	か き お こ し	0.68	3.159	8
	9-1	無 処 理	0.12	4.15	1
	10-2	刈 払	0.46	6.15	7
	11-3	か き お こ し	1.76	4.24	17
	12-2	無 処 理	0.55	2.35	3
	13-2	刈 払	0.05	3.07	2
	14-3	か き お こ し	1.43	5.16	14
	15-1	無 処 理	0.02	3.65	2
	16-3	刈 払	0.89	5.01	2
	17-1	か き お こ し	1.28	1.118	6
	18-2	か き お こ し	0.66	7.89	4
小 屋 敷 山 北 面	19-3	刈 払	1.43	4.62	7
	20-2	か き お こ し	1.95	1.532	17
	21-2	か き お こ し	0.62	7.40	10
	22-2	刈 払	0.71	1.489	6
	23-1	無 処 理	—	1.756	10
	24-3	か き お こ し	0.80	4.88	42
	25-1	刈 払	—	8.57	1
	26-2	無 処 理	—	2.51	11
	27-3	か き お こ し	—	1.78	14
	28-1	刈 払	—	2.49	6
	29-3	無 処 理	1.35	1.04	—
	30-2	か き お こ し	0.24	1.08	3
	31-1	刈 払	0.53	2.05	2
	32-2	無 処 理	0.01	3.02	13
	33-1	か き お こ し	0.94	5.79	12
面	34	刈 払	0	2.17	2
	35	刈 払	0	8.54	—

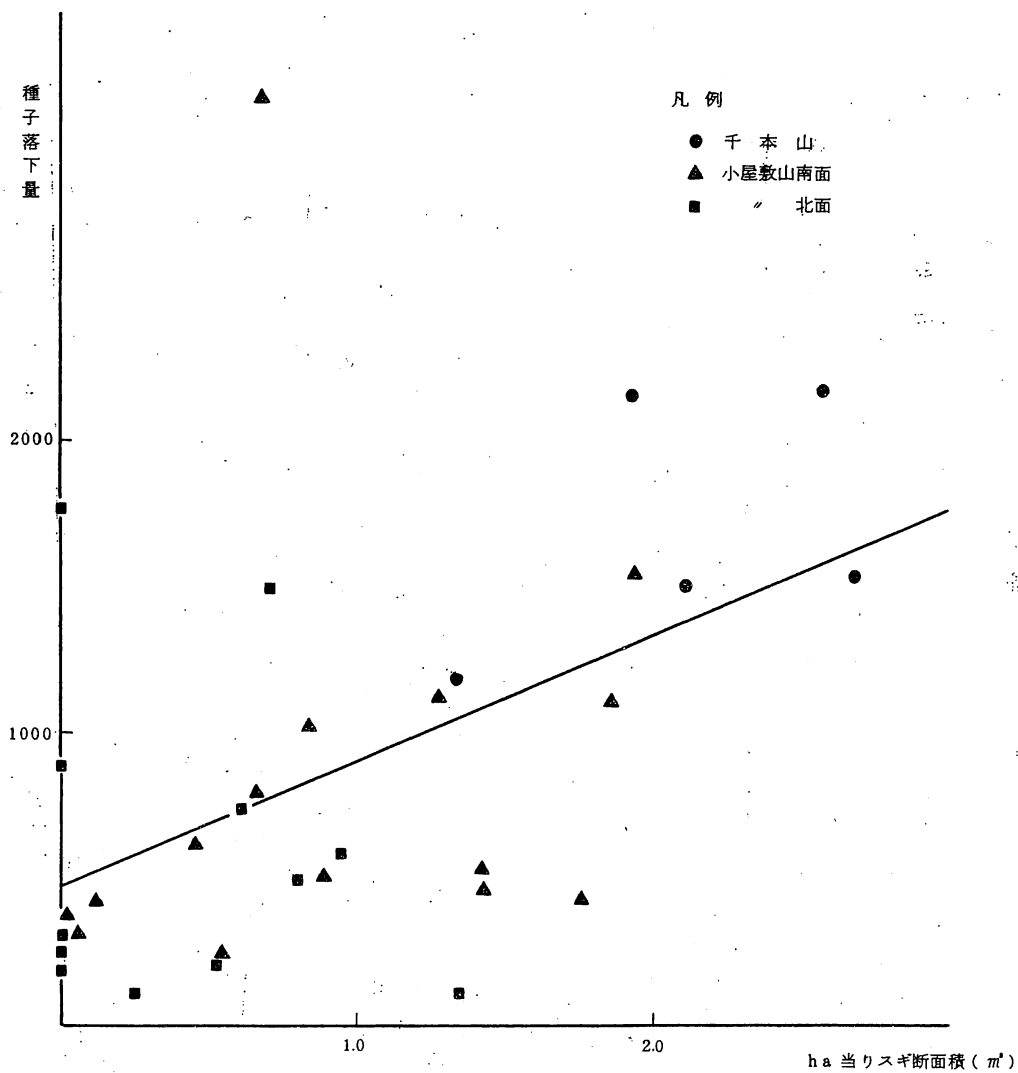
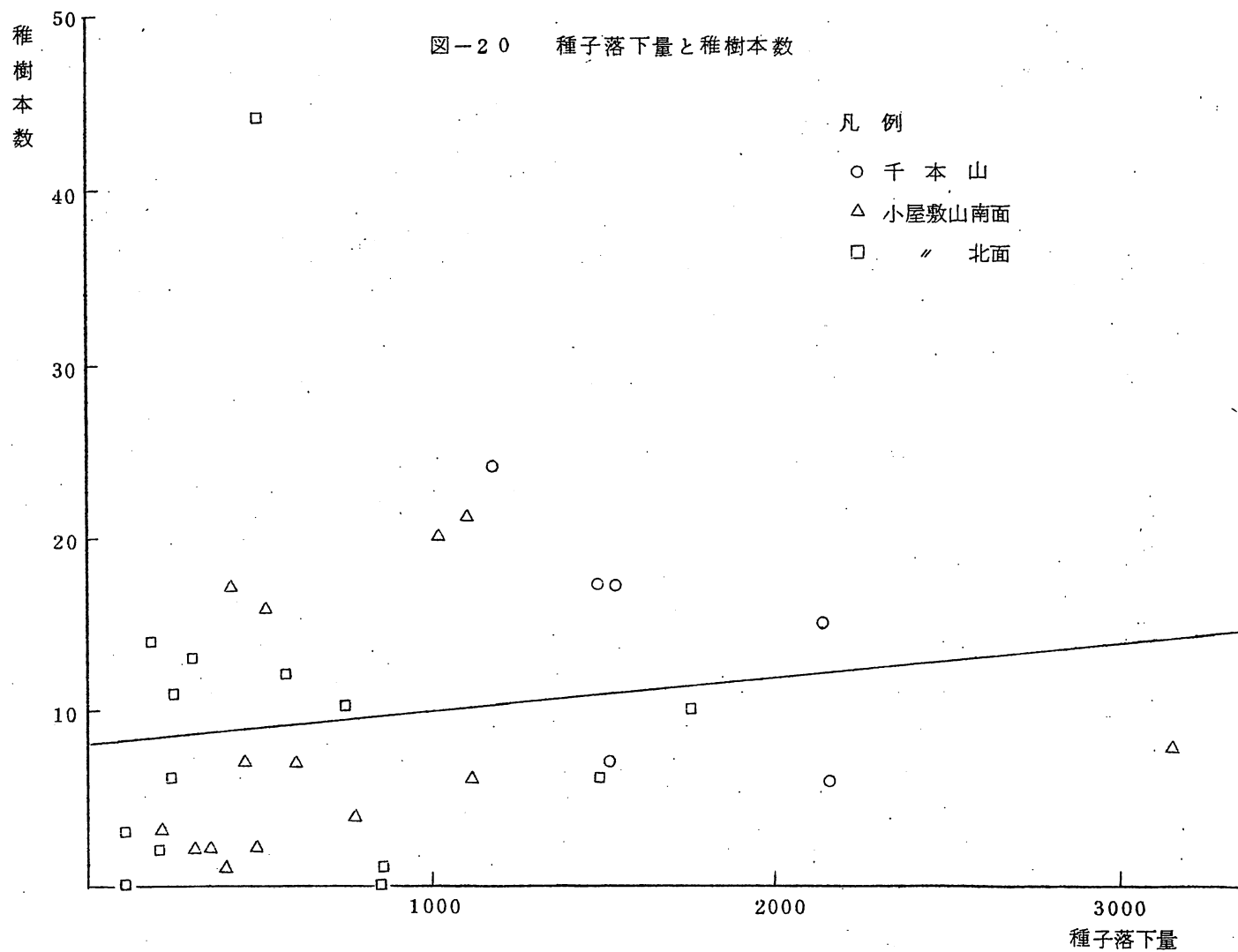


図-19 スギ断面積とスギ種子落下量

図-20 種子落下量と稚樹本数



3-5 相対照度とスギ稚樹本数

相対照度とスギ稚樹の発生活長の関係を解明するため、さきにものべたように1968年に千本山に5か所、小屋敷山に30か所、計35か所の1㎡の稚樹調査区を設定したが、1968年7月の稚樹発生本数と、2年後の1970年7月の稚樹の残存本数とそれらの樹高調査をおこなった。相対照度の測定は Fish-eye-Nikkor で1967年に各稚樹調査区について、全天空写真を撮影し、現像焼付ののち、東芝5号照度計で照度を測定した。

分析経過は、まず択伐の翌年に落下した種子から発芽した稚樹が、この地方に見られる夏季の乾燥により、多くの枯損稚樹が生ずる以前の1968年7月の相対照度対稚樹発生本数の関係を分析した。

結果は、図-21にみられるように、分散の巾が広く、或る程度の傾向しかうかがえないが、相対照度10~30%の間の中央部に多くの稚樹がみられ、その照度の上下では少なくなっていて、その傾向は低照度に強く表われているようである。10%以下の低照度の調査区は、やや過密林分の千本山試験地であり、小屋敷山試験地では斜面下部の広葉草本類の繁茂が著しい地点となっている。

つぎに、1970年7月の稚樹残存本数の調査結果を示めすと、図-22のとおりで、この場合も中央部の高い正規分布のような曲線を示し、稚樹発生後2年を経過して残存していた1㎡当り平均稚樹本数は、相対照度5%で1本強、25%で8本、40%で5本程度だった。

また、残存稚樹の樹高は、相対照度10%で6cm、20%で10cm、30%で13cmのように、照度が高くなるにつれ樹高も高くなっている。

以上の結果、択伐林分で稚樹の発生および定着を促がすためには、林内の相対照度を10~30%の範囲に保つ必要があり、樹高生長を考慮すると、20~30%の照度を維持するのが望ましいようである。

表-26 プロット別相対照度：発生稚樹本数：残存稚樹本数一覧表

試験地	項目 調査年度 プロット	相照	対度	発生稚樹本数	残存稚樹本数	試験地	項目 調査年度 プロット	相照	対度	発生稚樹本数	残存稚樹本数
		1968年 7月	1968年 7月	1968年 7月	1968年 7月			1968年 7月	1968年 7月	1968年 7月	1968年 7月
千 本 山	1	%	9	27	4	小 屋 敷 山	6	%	16	31	11
	2		9	7	1		7		23	29	17
	3		4	23	4		8		23	26	7
	4		9	12	1		9		58	7	1
	5		6	50	0		10		41	17	7
							11		23	29	14
							12		14	7	3
							13		14	8	2
							14		21	19	9
							15		4	3	2
							16		29	7	1
							17		37	14	3
							18		28	11	4
							19		16	14	5
							20		21	25	18
							21		23	13	5
							22		27	9	1
							23		2	17	3
							24		20	50	8
							25		4	2	1
							26		22	17	1
							27		29	15	13
							28		49	7	4
							29		6	1	0
							30		22	10	3
							31		5	6	0
							32		14	14	5
							33		12	13	7
							34		4	5	2
							35		5	3	0

図-21 相対照度と稚樹発生本数

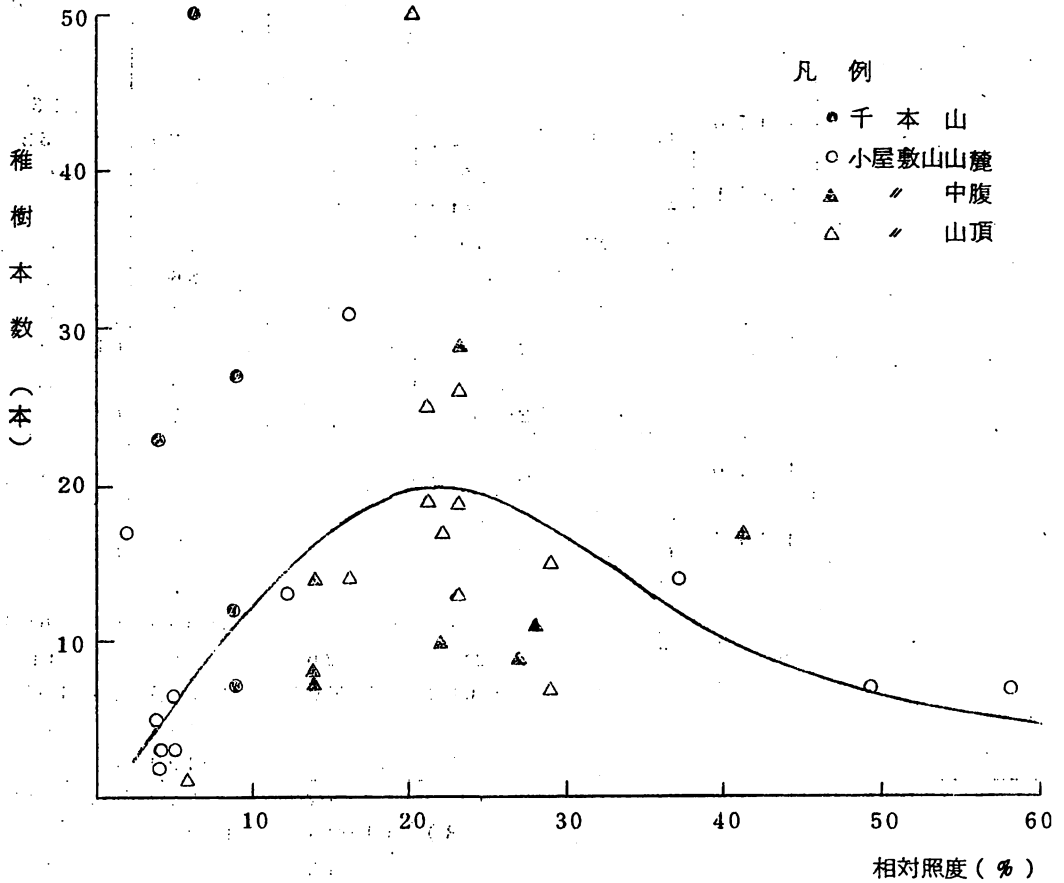


図-22 相対照度と稚樹残存本数

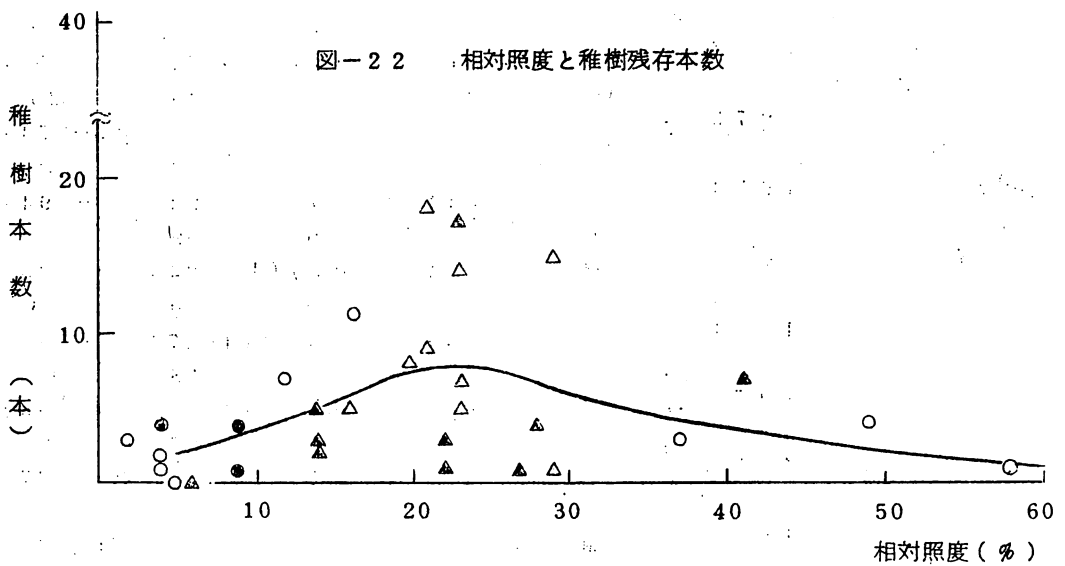


表-27 スギ稚樹の推移

場 所	地 床 処 理 別	年 度	月 項目	1	2	3	4
千 本 山	かきおこ し 区 n=16	1970	平 均 範 囲	17 (2-32)	17 (2-32)	16 (2-32)	16 (2-32)
		1971	平 均 範 囲	15 (1-21)	15 (1-27)	15 (1-27)	22 (2-48)
		1972	平 均 範 囲	30 (1-100)	30 (1-98)	30 (1-96)	30 (1-96)
		1973	平 均 範 囲	29 (2-95)	29 (2-95)	29 (1-96)	37 (1-94)
		1974	平 均 範 囲	33 (2-87)	33 (2-87)	33 (2-87)	33 (2-87)
	刈 払 区 n=15	1970	平 均 範 囲	13 (2-31)	14 (2-32)	13 (2-32)	13 (2-31)
		1971	平 均 範 囲	15 (2-33)	15 (2-33)	14 (2-33)	19 (2-49)
		1972	平 均 範 囲	28 (2-61)	28 (2-60)	27 (2-60)	27 (2-60)
		1973	平 均 範 囲	26 (6-60)	26 (6-60)	25 (3-59)	41 (5-195)
		1974	平 均 範 囲	38 (3-49)	38 (3-49)	38 (3-49)	38 (3-49)
小屋敷山 南 面	かきおこ し 区 n=16	1970	平 均 範 囲	12 (1-28)	12 (1-28)	12 (1-27)	12 (1-27)
		1971	平 均 範 囲	12 (2-31)	12 (2-31)	12 (2-31)	15 (4-32)
		1972	平 均 範 囲	19 (4-61)	20 (4-61)	19 (3-61)	19 (3-61)
		1973	平 均 範 囲	20 (3-70)	20 (3-70)	25 (3-73)	25 (3-73)
		1974	平 均 範 囲	30 (3-94)	30 (3-94)	30 (3-94)	30 (3-94)
	刈 払 区 n=15	1970	平 均 範 囲	9 (2-25)	9 (1-24)	9 (1-24)	9 (1-23)
		1971	平 均 範 囲	10 (1-28)	10 (1-28)	10 (1-27)	14 (2-53)
		1972	平 均 範 囲	19 (2-67)	18 (1-66)	18 (1-65)	18 (1-65)
		1973	平 均 範 囲	19 (1-67)	19 (1-67)	27 (1-87)	27 (1-87)
		1974	平 均 範 囲	33 (0-94)	33 (0-94)	33 (0-94)	33 (0-94)

5	6	7	8	9	10	11	12
15 (2-29)	17 (2-32)	17 (2-28)	17 (1-27)	16 (1-27)	17 (1-27)	16 (1-27)	16 (1-27)
35 (3-89)	33 (3-95)	34 (3-99)	34 (3-108)	32 (2-110)	32 (2-108)	32 (2-108)	32 (1-108)
30 (1-96)	30 (1-97)	30 (2-96)	29 (2-96)	29 (2-96)	29 (2-96)	29 (2-96)	29 (2-96)
39 (1-95)	39 (2-95)	39 (2-95)	39 (2-95)	39 (2-95)	39 (2-95)	35 (2-96)	35 (2-96)
34 (1-94)	34 (1-94)	34 (1-94)	34 (1-94)	33 (1-94)	33 (1-94)	33 (1-94)	33 (1-94)
13 (2-31)	15 (2-32)	16 (2-34)	16 (2-35)	16 (2-34)	15 (2-34)	15 (2-34)	15 (2-32)
30 (3-59)	31 (2-55)	32 (2-72)	31 (2-71)	30 (2-71)	29 (2-66)	29 (2-66)	29 (2-66)
27 (3-60)	28 (3-62)	27 (4-61)	27 (5-61)	27 (5-61)	27 (5-61)	26 (5-61)	26 (5-60)
47 (5-214)	47 (5-232)	47 (5-232)	47 (5-232)	47 (5-232)	47 (5-232)	42 (5-232)	42 (5-232)
39 (2-47)	39 (2-47)	39 (2-47)	39 (2-47)	39 (2-46)	39 (2-46)	39 (2-47)	39 (2-47)
12 (1-27)	12 (2-30)	13 (2-31)	12 (1-31)	12 (3-31)	12 (2-31)	12 (2-31)	12 (2-31)
20 (4-58)	23 (3-66)	25 (4-64)	22 (4-63)	21 (4-63)	21 (4-63)	20 (4-63)	20 (4-62)
20 (3-61)	20 (3-62)	20 (3-64)	20 (3-62)	20 (3-62)	20 (3-62)	19 (3-62)	19 (3-62)
43 (3-140)	47 (3-157)	47 (3-157)	47 (3-157)	47 (3-157)	47 (3-157)	43 (3-145)	43 (3-145)
31 (3-97)	31 (3-98)	31 (3-98)	31 (3-98)	31 (3-100)	31 (3-100)	31 (3-99)	31 (3-99)
9 (1-23)	9 (1-27)	10 (1-29)	10 (2-28)	10 (2-28)	10 (2-28)	10 (2-28)	10 (1-30)
21 (1-72)	23 (2-74)	23 (2-79)	21 (2-75)	20 (2-71)	19 (2-70)	19 (2-68)	19 (2-68)
18 (1-65)	19 (1-66)	18 (1-65)	18 (1-63)	18 (1-63)	18 (1-63)	18 (1-62)	18 (1-62)
42 (1-160)	46 (1-165)	46 (1-165)	46 (1-165)	46 (1-165)	46 (1-165)	44 (1-157)	44 (1-157)
33 (0-106)	33 (0-107)	33 (0-107)	33 (0-107)	33 (0-109)	33 (0-109)	33 (0-109)	33 (0-109)

場 所	地 床 処 理 別	年 度	月 項目	1	2	3	4
小屋敷山 南 面	無処理区 n=13	1970	平 均 範 囲	9 (1-31)	9 (1-32)	9 (1-30)	9 (1-28)
		1971	平 均 範 囲	9 (1-25)	9 (1-25)	9 (1-35)	12 (1-26)
		1972	平 均 範 囲	16 (1-48)	16 (1-48)	16 (1-48)	17 (1-52)
		1973	平 均 範 囲	17 (1-42)	17 (1-42)	17 (1-41)	17 (1-41)
		1974	平 均 範 囲	18 (1-78)	18 (1-78)	18 (1-78)	18 (1-78)
小屋敷山 北 面	かきおこ し 区 n=11	1970	平 均 範 囲	14 (3-36)	14 (3-36)	14 (3-36)	13 (3-32)
		1971	平 均 範 囲	14 (4-43)	14 (4-43)	14 (4-41)	13 (4-39)
		1972	平 均 範 囲	23 (7-75)	23 (7-71)	23 (7-70)	23 (7-70)
		1973	平 均 範 囲	22 (6-59)	22 (6-59)	22 (6-68)	22 (6-68)
		1974	平 均 範 囲	22 (7-71)	22 (7-71)	22 (7-71)	22 (7-71)
	刈 払 区 n=11	1970	平 均 範 囲	8 (1-37)	8 (1-37)	8 (1-37)	8 (1-37)
		1971	平 均 範 囲	9 (1-33)	9 (1-33)	9 (1-33)	8 (1-33)
		1972	平 均 範 囲	16 (0-34)	16 (0-34)	16 (0-34)	16 (0-34)
		1973	平 均 範 囲	17 (1-32)	17 (1-32)	17 (1-32)	17 (1-32)
		1974	平 均 範 囲	16 (0-32)	16 (0-32)	16 (0-32)	16 (0-32)
	無処理区 n=11	1970	平 均 範 囲	7 (2-19)	7 (2-19)	7 (2-19)	6 (2-19)
		1971	平 均 範 囲	6 (1-22)	6 (1-22)	6 (1-22)	6 (1-21)
		1972	平 均 範 囲	12 (1-37)	11 (1-36)	11 (1-36)	11 (1-36)
		1973	平 均 範 囲	12 (4-37)	12 (4-37)	12 (4-37)	12 (4-37)
		1974	平 均 範 囲	11 (0-34)	11 (0-34)	11 (1-34)	11 (0-34)

5	6	7	8	9	10	11	12
9	9	10	9	9	9	9	9
(1- 27)	(1- 25)	(1- 25)	(1- 25)	(1- 25)	(1- 25)	(1- 25)	(1- 25)
17	20	21	19	18	17	17	17
(1- 50)	(3- 57)	(3- 71)	(3- 63)	(2- 62)	(2- 59)	(2- 59)	(2- 49)
17	18	17	17	17	17	17	17
(1- 52)	(1- 61)	(1- 61)	(1- 58)	(1- 58)	(1- 58)	(1- 58)	(1- 58)
26	27	27	27	27	27	23	23
(1-131)	(1-135)	(1-135)	(1-135)	(1-135)	(1-135)	(1-105)	(1-105)
18	18	18	18	18	18	18	18
(1- 80)	(1- 80)	(1- 80)	(1- 80)	(1- 81)	(1- 81)	(1- 81)	(1- 81)
13	13	14	14	13	13	14	14
(3- 32)	(3- 32)	(3- 36)	(3- 36)	(3- 36)	(3- 36)	(4- 38)	(4- 42)
23	23	27	24	24	24	24	24
(4- 69)	(6- 61)	(9- 75)	(9- 73)	(8- 75)	(8- 75)	(8- 75)	(8- 75)
23	23	23	22	22	22	23	23
(7- 71)	(7- 70)	(7- 71)	(6- 70)	(6- 70)	(6- 70)	(5- 70)	(5- 70)
24	25	25	25	25	25	24	24
(1- 68)	(8- 69)	(8- 69)	(8- 69)	(8- 69)	(8- 69)	(8- 69)	(8- 69)
21	21	21	21	21	21	21	21
(7- 70)	(7- 70)	(7- 70)	(7- 70)	(7- 70)	(7- 70)	(7- 70)	(7- 70)
8	8	9	10	9	9	9	9
(1- 37)	(1- 36)	(1- 35)	(1- 33)	(1- 33)	(1- 33)	(1- 33)	(1- 33)
15	15	16	16	16	17	17	16
(1- 36)	(1- 34)	(1- 37)	(1- 36)	(1- 35)	(1- 35)	(1- 35)	(1- 34)
16	16	17	15	15	15	15	15
(0- 32)	(0- 32)	(0- 32)	(0- 32)	(0- 32)	(0- 32)	(0- 32)	(0- 32)
19	17	17	17	17	17	18	18
(1- 24)	(1- 25)	(1- 25)	(1- 25)	(1- 25)	(1- 25)	(1- 33)	(1- 33)
16	16	16	16	16	16	16	16
(0- 32)	(0- 32)	(0- 32)	(0- 32)	(0- 32)	(0- 32)	(0- 32)	(0- 32)
6	7	7	7	7	7	7	7
(2- 19)	(1- 22)	(1- 23)	(1- 23)	(1- 23)	(1- 23)	(1- 23)	(1- 23)
12	13	12	12	12	12	12	12
(4- 29)	(3- 34)	(2- 38)	(2- 37)	(1- 37)	(1- 37)	(1- 37)	(1- 37)
12	12	12	11	11	11	12	12
(1- 38)	(1- 38)	(1- 38)	(1- 37)	(1- 37)	(0- 37)	(0- 37)	(0- 37)
14	14	14	14	14	14	12	12
(4- 41)	(4- 43)	(4- 43)	(4- 43)	(4- 43)	(4- 43)	(4- 30)	(4- 30)
11	11	11	11	11	11	11	11
(0- 33)	(0- 33)	(0- 33)	(0- 33)	(0- 33)	(0- 33)	(0- 33)	(0- 33)

表-28 千本山稚樹発生量

(1 m²当り本数)

年 度			4 5	4 6	4 7	4 8	4 9	5 0
樹 種	地 床 処 理 別	位 置						
ス ギ	かきおこし	山 頂	1 6.7	1 5.3	2 2.8	2 1.8	2 8.7	2 7.2
		山 腹	1 6.8	1 5.6	2 8.8	2 9.0	3 4.4	3 3.0
		山 麓	1 6.6	1 6.4	4 0.2	3 8.2	3 6.2	3 4.4
	刈 払	山 頂	1 2.7	1 1.5	1 7.5	1 7.3	1 6.8	1 5.5
		山 腹	1 4.6	1 7.0	3 5.6	3 3.2	6 9.6	6 5.6
		山 麓	1 3.5	1 6.8	3 3.5	3 0.5	2 9.8	2 5.8
ヒ ノ キ	かきおこし	山 頂	4.0	9.5	1 1.8	1 0.7	2 3.2	2 2.0
		山 腹	—	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5
		山 麓	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2
	刈 払	山 頂	6.7	9.5	1 1.0	1 0.8	2 0.0	1 7.8
		山 腹	0.2	0.8	0.8	0.8	1.2	1.2
		山 麓	—	—	—	—	—	—
モ ミ	かきおこし	山 頂	—	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		山 腹	—	—	—	—	—	—
		山 麓	0.2	—	—	—	—	—
	刈 払	山 頂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		山 腹	—	—	—	—	—	—
		山 麓	—	—	—	—	—	—
ツ ガ	かきおこし	山 頂	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
		山 腹	—	—	0.4	0.4	0.4	0.2
		山 麓	—	0.2	1.8	1.4	1.4	1.0
	刈 払	山 頂	—	—	—	0.2	1.0	1.0
		山 腹	—	—	—	—	0.2	0.2
		山 麓	—	—	1.5	1.5	1.5	1.3

表-29 小屋敷山稚樹発生量

(1 m²当り本数)

方 面	樹 種	地床処理別	年度	45	46	47	48	49	50
			部位						
南 面	スギ	かきおこし	山 頂	16.0	17.0	29.2	32.0	43.6	39.4
			山 腹	9.2	9.2	17.4	17.4	32.8	31.0
			山 麓	10.3	10.7	12.7	12.2	16.8	16.5
		刈 払	山 頂	6.4	6.6	22.2	22.0	59.4	53.0
			山 腹	9.6	10.6	16.2	17.2	25.8	23.6
			山 麓	9.8	9.7	17.0	16.8	17.7	17.2
		無 処 理	山 頂	8.8	9.2	21.2	22.8	28.6	27.0
			山 腹	7.3	7.0	10.7	12.7	9.3	7.7
			山 麓	10.8	9.2	14.8	14.2	12.8	12.4
	ヒノキ	かきおこし	山 頂	2.0	2.2	5.6	5.6	14.8	14.0
			山 腹	3.4	3.0	6.2	6.8	11.8	11.6
			山 麓	—	—	0.3	0.3	1.2	1.2
		刈 払	山 頂	3.0	3.8	12.2	11.6	32.0	30.2
			山 腹	0.8	1.4	1.6	1.6	2.8	2.8
			山 麓	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
		無 処 理	山 頂	1.6	2.2	3.6	3.2	6.0	5.2
			山 腹	1.0	1.0	1.3	1.3	1.0	1.0
			山 麓	—	—	0.2	0.2	0.2	0.2
北 面	スギ	かきおこし	山 頂	15.5	14.3	27.8	25.0	23.0	19.8
			山 腹	17.3	21.3	36.3	35.3	37.7	37.7
			山 麓	9.0	8.0	9.5	9.0	8.8	8.8
		刈 払	山 頂	6.8	7.5	15.8	17.0	17.3	16.0
			山 腹	7.0	8.7	18.0	18.7	19.7	19.0
			山 麓	11.3	10.5	11.5	11.3	11.3	11.3
		無 処 理	山 頂	3.8	3.5	9.0	8.3	7.5	7.5
			山 腹	6.3	5.0	16.0	16.3	16.3	15.7
			山 麓	8.5	8.8	10.8	10.0	9.5	9.5
	ヒノキ	かきおこし	山 頂	0.3	0.3	1.3	1.0	1.3	1.0
			山 腹	—	—	2.3	2.3	2.3	2.3
			山 麓	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5
		刈 払	山 頂	—	—	1.3	1.0	2.3	2.3
			山 腹	—	—	—	—	—	—
			山 麓	0.3	0.8	2.3	2.0	1.8	1.8
		無 処 理	山 頂	—	—	1.5	1.5	1.3	1.3
			山 腹	0.3	0.7	1.0	0.7	1.7	1.3
			山 麓	—	0.5	1.8	1.3	0.8	0.8
	ツガ	刈 払	山 頂	—	—	0.3	0.3	0.3	0.3

表-30 スギ発生本数と定着率 (千本山)

処理別 項目 年度 地域		か き お こ し 区					発生本数(本)
		発生本数(本)	定 着 率 (%)				
			4 5	4 6	4 7	4 8	4 9
山	頂	1 7	7 8	6 7	6 6	6 3	1 3
中	腹	1 7	8 1	6 6	6 6	6 2	1 5
山	麓	1 7	6 9	6 4	6 3	6 1	1 4
全	体	1 7	7 6	6 6	6 5	6 2	1 4

表-31 スギ発生本数と定着率

処理別 項目 年度 地域		か き お こ し 区					刈	
		発生本数(本)	定 着 率 (%)				発生本数(本)	
			4 5	4 6	4 7	4 8	4 9	4 5
山	頂	1 6	9 6	9 2	9 0	8 8	6	8 9
中	腹	9	9 4	9 4	9 4	9 3	1 0	9 3
山	麓	1 0	9 6	9 4	9 4	8 9	1 2	9 3
全	体	1 2	9 6	9 3	9 3	9 0	9	9 1
山	頂	1 6	8 8	8 5	8 4	8 0	7	7 8
中	腹	1 7	9 5	8 8	8 7	8 6	7	7 1
山	麓	9	8 6	8 3	8 3	8 1	1 1	7 2
全	体	1 4	8 9	8 5	8 4	8 2	8	7 4

列 弘 区			
定 着 率 (%)			
4 6	4 7	4 8	4 9
8 1	7 0	6 7	6 2
8 2	7 9	7 8	7 4
8 7	7 4	7 1	6 2
8 3	7 4	7 2	6 6

弘 区			無 処 理 区				
定 着 率 (%)			発生本数(本)	定 着 率 (%)			
4 7	4 8	4 9	4 5	4 6	4 7	4 8	4 9
7 7	7 7	7 6	9	9 7	9 7	9 7	9 6
9 3	9 3	9 0	7	8 7	8 7	8 7	8 1
9 1	9 1	9 1	1 1	8 9	8 9	8 9	8 9
8 7	8 7	8 6	9	9 2	9 2	9 2	9 0
7 8	7 8	7 6	4	7 4	3 8	3 8	3 8
6 4	6 4	6 4	6	7 4	7 4	7 4	7 4
6 2	6 2	6 2	9	7 6	6 2	5 6	5 5
6 8	6 8	6 8	6	7 4	5 6	5 4	5 4

3-6 稚樹の発生と消長

スギ稚樹の発生消長は表-13のように、6月頃発生した稚樹には発生後次第に枯損がみられ、その減少傾向は翌年の4~5月頃までつづき、6月頃になると再び新たな発生がみられる。

いま、観測プロットを追加増大後の1970年における、試験地別、地床処理別に稚樹の発生量をみると、千本山のかきおこし区は刈払区よりも、山頂、山腹、山麓のいずれの地点でも多く各17本を示めしているが、刈払区では山腹が最も多く15本で、ついで山麓の14本、山頂の13本となっている。

小屋敷山南面の発生量は、地床処理別ではかきおこし区が最も多く、ついで刈払区と無処理区では等しく発生している。また、地区別にみると、山頂ではかきおこし区が最も多く、ついで無処理区、刈払区の順に多く、山腹では刈払区が最も多く、ついでかきおこし区、無処理区の順に、山麓では刈払区が最も多く、ついで無処理区、かきおこし区の順になっている。

小屋敷山北面における地床処理別発生量は、かきおこし区が最も多く、ついで刈払区、無処理区の順になっている。

さらに地区別では、山頂、山腹ともかきおこし区が最も多く、ついで刈払区、無処理区の順になっている。ただ山麓のみは刈払区が最も多く、ついでかきおこし区と無処理区とが等しくあらわれている。

以上のごとく、稚樹の発生量を地床処理別にみると、千本山も小屋敷山の南面、北面とも、かきおこし区が最も多く、ついで刈払区・無処理区の順になっている。ただ、千本山の刈払区の中では山腹が最も多く、また小屋敷山南面では山頂はかきおこし区が多いが、山腹・山麓では刈払区が多く、さらに小屋敷山北面では、山頂・山腹ともかきおこし区が最も多く、山麓のみは刈払区が最も多いという地区別に一定の傾向は示していないが、総体的には、地床を処理することにより稚樹の発生量はかなり期待できることが判明した。

つぎに稚樹の定着率(1970年1月の存在稚樹本数の1974年1月の存在率)を示めると、千本山では刈払区の方がかきおこし区より高く、かきおこし区内では山頂が最も高く、ついで山腹・山麓の順になっている。また刈払区では山腹が最も高く、山頂・山麓は同率となっている。

小屋敷山南部の定着率は無処理区が最も高く、ついでかきおこし区、刈払区の順になっている。かきおこし区内では、山腹が最も高く、山麓・山頂の順に、また刈払区では山麓が最も高く、山腹・山頂の順に、無処理区では山頂が最も高く、山麓・山腹の順に高くなっている。

小屋敷山北部の定着率は、かきおこし区が最も高く、ついで刈払区・無処理区の順になって

いて、かきおこし区内では山腹が最も高く、ついで山麓・山頂の順に、また刈払区では山頂が最も高く、ついで山麓・山頂の順にあらわれている。

以上のごとく、総体的に千本山では刈払区の方がかきおこし区より定着率が高く、また地区別では山腹が最も高く、ついで山頂・山麓の順になっている。これは、かきおこし区の中で地形の急峻な地域における表土の流亡による稚樹の枯損の影響と、山腹の照度が他の地区に比較して高いためと思われる。

一方、小屋敷山南面での定着率は無処理区が最も高く、ついでかきおこし区、刈払区の順に、また北面ではかきおこし区が最も高く、ついで刈払区、無処理区の順になっていて、その定着率の傾向は一樣でなく、さらに地区別では、南面も北面も山腹が最も高く、ついで山麓・山頂の順になっている。

このように、山腹の定着率の高いのは、山頂がどちらかというと地床条件が悪くて、流亡や乾燥による枯損率が高く、また山麓は繁茂雑草の被圧による影響が大きいためである。

3-7 全木断面積とスギ稚樹樹高成長量

さきに、稚樹観測プロットを中心に設定した、直径20mの円形プロット内の全立木胸高断面積合計と、スギ稚樹樹高成長量の関係をみると、千本山試験地も小屋敷山試験地も総体的に断面積の増加とともに、スギ稚樹樹高成長量は減少している。

スギ稚樹樹高成長量は小屋敷山の南面が最も多く、ついで北面、千本山と順次減少している。

これは千本山の断面積が最も大きく、ついで小屋敷山北面、南面の順に小さくなっていて、断面積の大きさに影響されている。

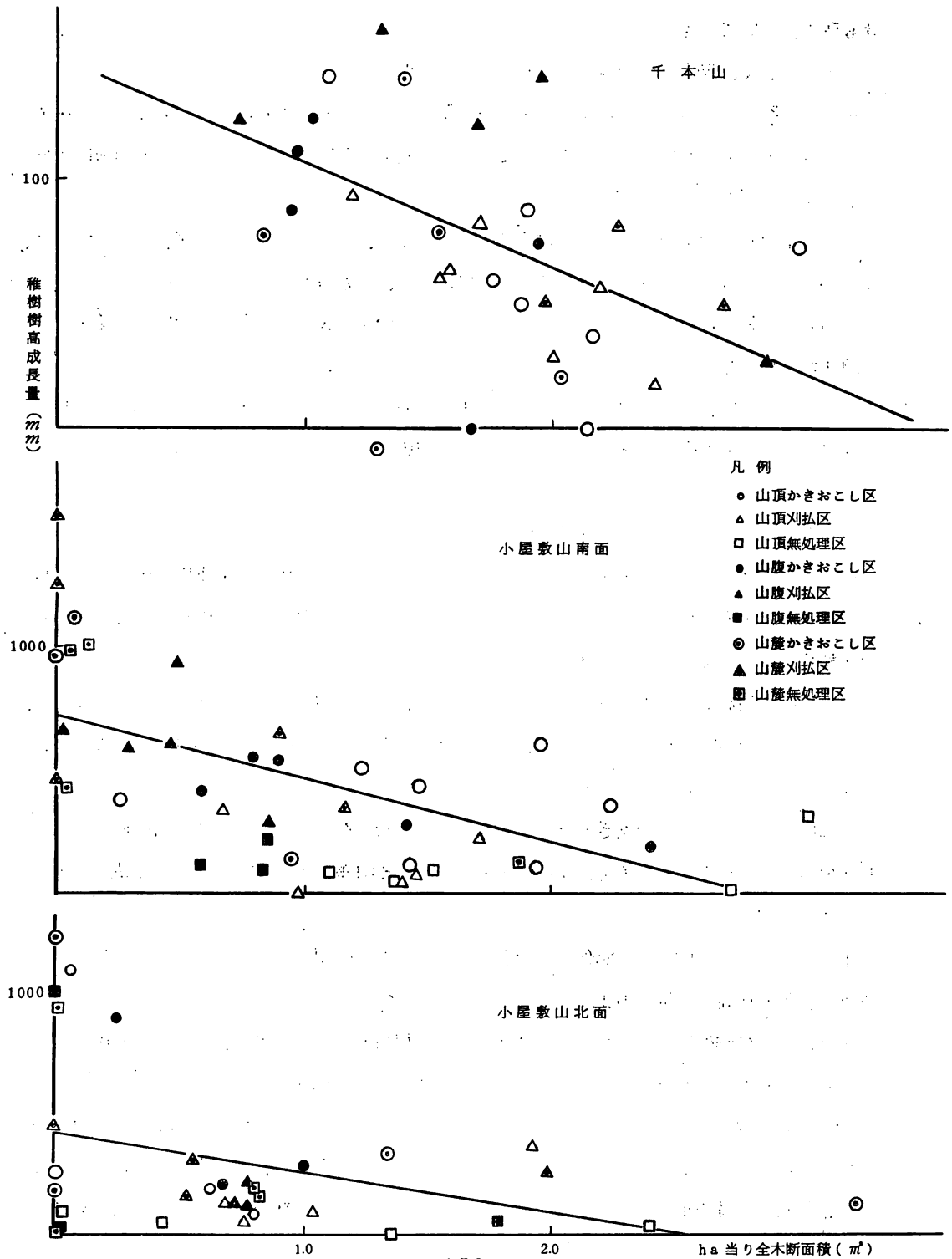
千本山では山腹地域に設置されたプロットは比較的断面積は小さく、中でも山腹のかきおこし区は断面積の小さい所が多く、反面、山麓の刈払区や山頂のかきおこし区は断面積の大きい所が多い。

小屋敷山南面においては、総体的に山麓は立木度が少く山頂にゆくにしたがって増加しているため、稚樹樹高成長量は山頂に比し山麓の方が大きい。

また、山頂の無処理区は山麓の無処理区に比べて樹高成長量は小さく、かきおこし区や刈払区との比較においても少く表われているのが注目される。

一方、小屋敷山北岸においては、山頂、山腹、山麓のいずれにおいても、刈払区のプロットの成長量の小さいのが目立っており、反面、断面積の小さい所での成長量の大きいのは当然としても、また成長量の小さいものが無処理区はじめかきおこし区に散見されるのが注目される。

図-23 ha 当り全木断面積と稚樹樹高成長量



このように、稚樹の樹高成長に上木の断面積の影響もさることながらさきにものべたごとく、稚樹をとりまく雑草、雑灌木も大きく影響していることが認められる。

4. 今後の研究方向

このように、択伐スギ天然生林の構造と成長に関する研究経過の概要をのべてきたが、これらの経過を踏まえて今後の研究方向をのべると、

① スギ択伐天然生林の理想林型への誘導を図るためには、今後林分にどのような択伐を施し、またどのような林分構造を保たせば、残存木の理想的成長が期待できるか。

② 天然下種更新を促進させるためには母樹の結実を促がす必要があり、どのような林分構造を保たせば結実を促進させることができるか。

③ 稚樹の発生を促進するための地床処理の方法の究明、および発生した稚樹の成長と定着を図るための地床処理と理想的林分構造の究明、

④ 以上を網羅した、稚樹発生が期待できる地床処理と林分構造、および上木の成長を図るための理想的択伐林型の究明。

などであるが、これらはどれ一つをとってみても、長期の観測にもとづく時系列的調査を必要とし、短時日での究明は不可能である。

したがって、今後長期の観測調査を継続しつつ、資料収集と分析により、天然生林の林分構造と成長に関するメカニズムを除々に解明して、理想的択伐林型への誘導技術の完成とこの広範囲な適用を図ってゆきたい。

V 林令に関連させた直径－樹高曲線－

九州支場育林部経営研究室

本 田 健 二 郎

はじめに

固定試験地などの継続調査において、調査時ごとに全林木の樹高を測定することは、多くの時間と労力を必要とするため、いままでも固定試験地の定期試験地の定期調査で、調査時ごとに少数の標本木を選び、その胸高直径と樹高からフリーハンドまたは樹高曲線式で、直径－樹高曲線の作成を行ってきた。これらの樹高曲線は調査のつど測定者や標本木が異なったため、作成された直径－樹高曲線群は調和のとれた傾向を示さないものが多く、このため林分の平均樹高や蓄積および成長量などに理論的に説明のできない異常な値がしばしばみられた。

この問題を解決する方法として、CURTISの考え方を導入し、これらの試験地の過去の直径－樹高曲線の修正方法について検討を行ったので、その一部をここに報告する。

1. 資料と方法

資料として収穫試験地のなかから林分構造の異なるヒノキ人工林2試験地とスギ人工林1試験地を選んだ。

ヒノキ試験地は表－32に示すように、いずれも23年生時には全林木について1m単位で、28年生および33年生の調査時は標本木、38年生には全林木について10cm単位で樹高測定が行なわれた林分である。スギ試験地は43年生時には全林木について1m単位で、48年生時は標本木、54年生時には全林木について10cm単位で、59年生時の調査は1本おきに10cm単位で樹高測定が行なわれてきた林分である。

樹高曲線式として、本報告ではこれらの試験地で比較的良好な適合を示しているネズルント式(1)式と、ネズルント式に変量として林齢を加えた(2)式をあてはめ、過去の調査時の標本木による不合理な直径－樹高曲線の修正を行うこととした。

$$\frac{D}{\sqrt{H - 1.2}} = b_0 + b_1 D \quad (1)$$

$$\frac{D}{\sqrt{H - 1.2}} = b_0 + b_1 A + b_2 D + b_3 AD \quad (2)$$

表-32 調査時ごとの(1)式の係数

試験地名	林 齢 (年)	標 本 本 数 (本)	係 数		備 考
			b_0	b_1	
仁川1号 (ヒノキ)	23	646	0.8506	0.2558	全林木
	28	100	0.8703	0.2545	標本木
	33	20	0.8101	0.2341	“
	38	458	0.6170	0.2293	全林木
仁川2号 (ヒノキ)	23	550	0.7629	0.2448	全林木
	28	61	0.8659	0.2445	標本木
	33	30	0.7630	0.2267	“
	38	378	0.5400	0.2262	全林木
背振山 (スギ)	43	647	0.8748	0.2171	全林木
	48	56	1.3139	0.1975	標本木
	54	468	0.9499	0.2013	全林木
	59	276	0.9781	0.1929	1本おき

ここで H=樹高、D=胸高直径、A=林齢

また(2)式の林齢は各調査時の林齢を次のように簡略化してここでは用いた。

$$A = (\text{調査時林齢} - \text{第1回調査時林齢}) + 1 \quad (3)$$

2. 結果と考察

各試験地ごと各調査時ごとに求めた(1)式の係数を表-32に、(2)式の係数を表-33に示した。ここでは各試験地で全林木について樹高測定が行なわれている(1)式の推定樹高と、いろいろな林齢を組合せた(2)式からの推定樹高との適合を比較し、その良否を判断した。これらの結果を試験地ごとに表-34～36に示した。

ヒノキ仁川1号試験地について、調査時ごとの(1)式による曲線を図-24に、また23年生と38年生時における資料を用いた(2)式による曲線を図-25に示した。両者の曲線を比較すると図-25に示す直径-樹高曲線群は調和のとれたものとなり、林齢の増加とともに曲線の位

表 - 3 3 林齢を加えた(2式)の係数

試 験 地 名	用 い た 資 料	係 数			
		b_0	b_1	b_2	b_3
仁 川 1 号 (ヒ ノ キ)	23、28、33、38年	0.79383	-0.00738	0.26427	-0.00233
	23、38年	0.86568	-0.01554	0.25755	-0.00176
仁 川 2 号 (ヒ ノ キ)	23、28、33、38年	0.71607	-0.00548	0.25250	-0.00191
	23、38年	0.77628	-0.01483	0.24621	-0.00125
背 振 山 (ス ギ)	43、54、59年	0.85732	0.00784	0.21920	-0.00154
	43、54年	0.86797	0.00682	0.21859	-0.00144
	43、59年	0.86869	0.00639	0.21865	-0.00151

表-3.4 (1)、(2)式による推定樹高の比較

(仁川1号試験地)

直 径 階 (cm)	23 年 (m)			38 年 (m)		
	(1) 式	(2) 式		(1) 式	(2) 式	
		全 資 料	23・38年		全 資 料	23・38年
6	7.5	7.7	7.5	10.3	9.9	10.3
10	9.8	9.8	9.8	13.0	12.7	13.0
14	11.2	11.1	11.2	14.6	14.4	14.6
18	12.1	11.9	12.1	15.6	15.5	15.6
22	12.7	12.5	12.7	16.3	16.3	16.3
26	13.2	12.9	13.2	16.8	16.8	16.8
30	13.6	13.2	13.6	17.2	17.3	17.2
34	13.9	13.5	13.9	17.5	17.6	17.5
38	14.1	13.7	14.1	17.8	17.9	17.8

表-3.5 (1)、(2)式による推定樹高の比較

(仁川2号試験地)

直 径 階 (cm)	23 年 (m)			38 年 (m)		
	(1) 式	(2) 式		(1) 式	(2) 式	
		全 資 料	23・38年		全 資 料	23・38年
6	8.4	8.5	8.4	11.2	10.6	11.2
10	10.9	10.9	10.9	13.9	13.5	13.9
14	12.4	12.2	12.4	15.5	15.3	15.5
18	13.3	13.1	13.3	16.4	16.4	16.4
22	14.0	13.7	14.0	17.1	17.1	17.1
26	14.5	14.2	14.5	17.6	17.5	17.6
30	14.9	14.6	14.9	18.0	18.2	18.0
34	15.2	14.8	15.2	18.3	18.5	18.3
38	15.4	15.0	15.4	18.5	18.9	18.5

表-36 (1)、(2)式による推定樹高の比較

(背振山試験地)

直径階 (cm)	43年 (m)				54年 (m)				59年 (m)			
	(1) 式	(2) 式			(1) 式	(2) 式			(1) 式	(2) 式		
		43,54 59年	43,54 年	43,59 年		43,54 59年	43,54 年	43,59 年		43,54 59年	43,54 年	43,59 年
10	12.0	12.0	12.0	12.0	12.6	12.6	12.6	12.7	13.0	12.9	12.9	13.0
14	14.0	14.0	14.0	14.0	15.0	15.1	15.0	15.1	15.7	15.6	15.5	15.7
18	15.4	15.4	15.4	15.4	16.7	16.8	16.7	16.8	17.6	17.5	17.4	17.6
22	16.4	16.4	16.4	16.4	17.9	18.0	17.9	18.1	19.0	18.9	18.7	18.9
26	17.1	17.1	17.1	17.1	18.9	19.0	18.9	19.0	20.0	19.9	19.8	20.0
30	17.7	17.7	17.7	17.7	19.6	19.7	19.6	19.8	20.9	20.8	20.6	20.9
34	18.2	18.2	18.2	18.2	20.2	20.3	20.2	20.4	21.6	21.5	21.3	21.5
38	18.5	18.5	18.5	18.5	20.7	20.8	20.7	20.9	22.1	22.0	21.9	22.1
42	18.9	18.8	18.9	18.9	21.1	21.2	21.1	21.3	22.6	22.5	22.3	22.6
46	19.1	19.1	19.1	19.1	21.5	21.6	21.5	21.7	23.0	22.9	22.7	23.0
50	19.4	19.3	19.4	19.4	21.8	21.9	21.8	22.0	23.3	23.3	23.1	23.3

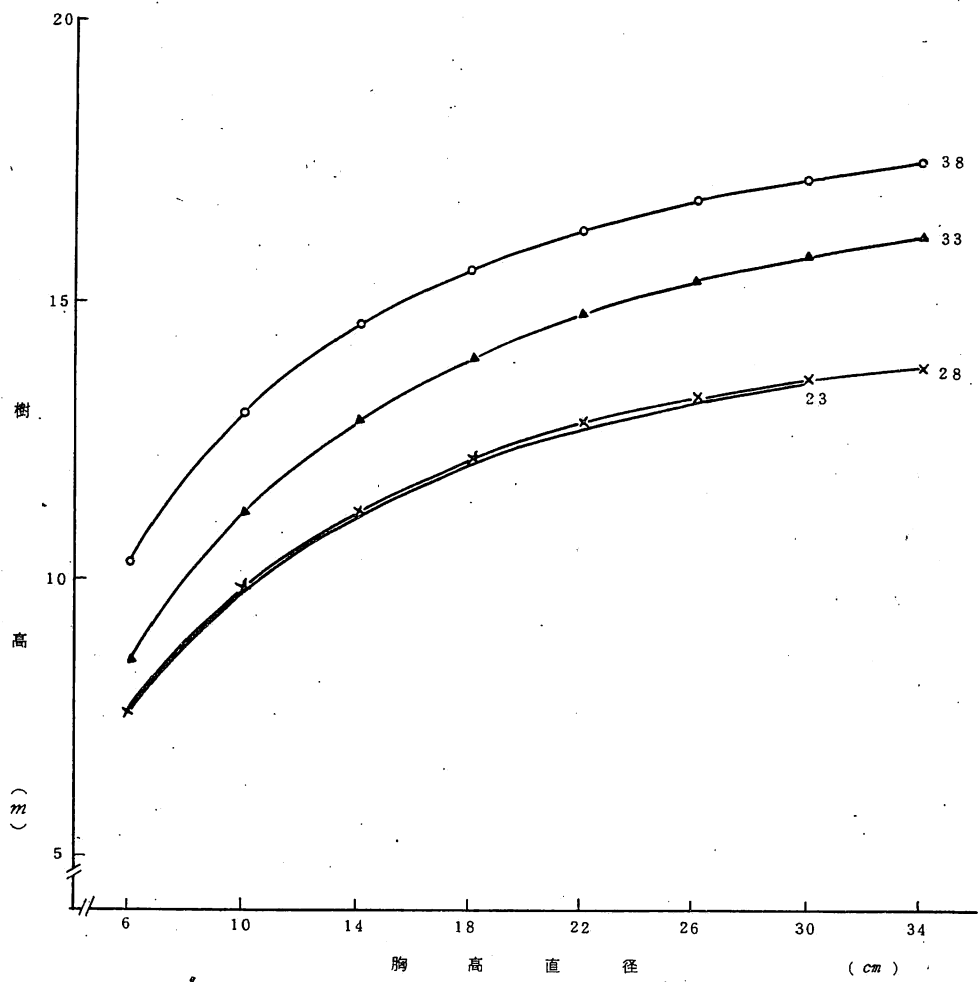


図-24 調査時における(1)式の直径—樹高曲線

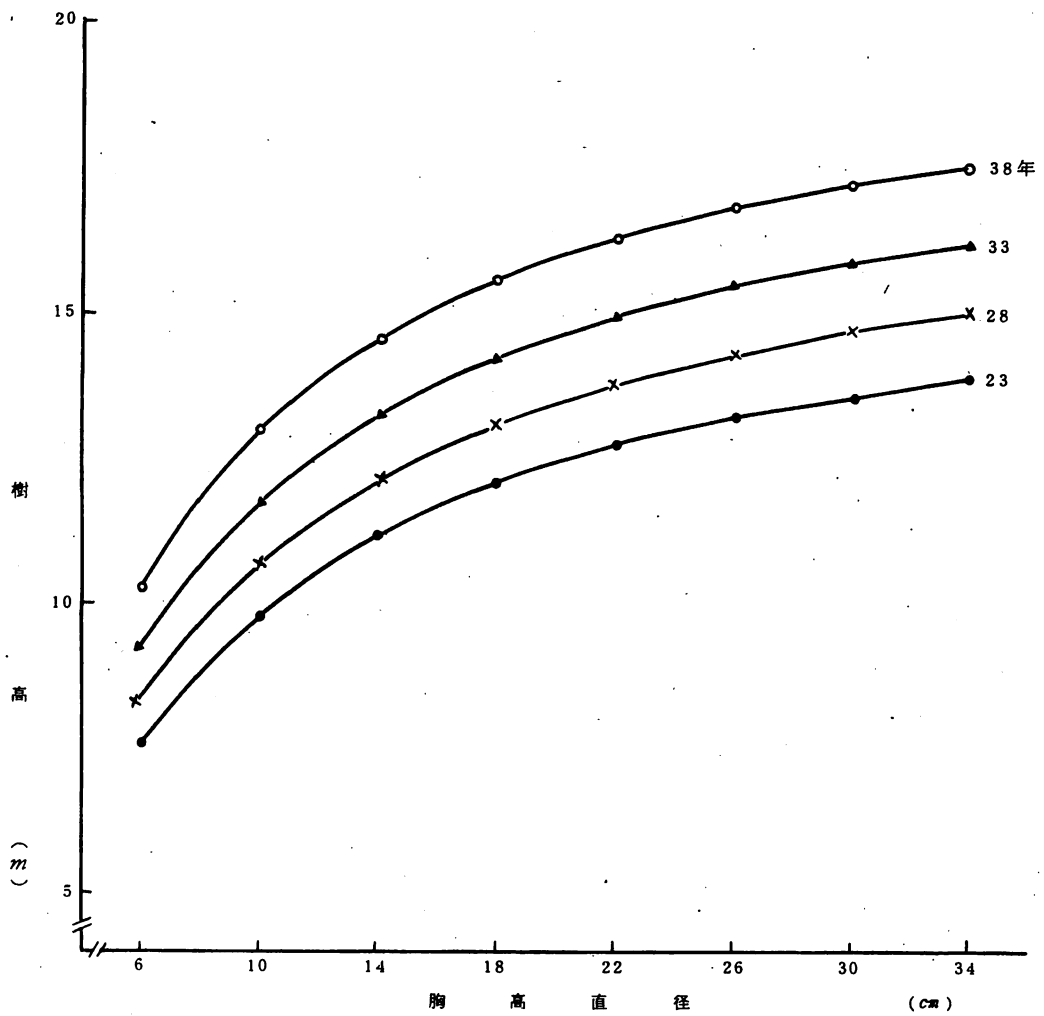


図-25 林齢を開速させた(2)式の直径—樹高曲線

置は高くなり、図-24に示すような調査時の不合理な曲線は修正された。

ヒノキ試験地については表-34および35に示すように23年から38年生までの全資料を込みにした(2)式の樹高と、28年と33年生時の標本木を除外した、23年および38年生の資料による(2)式の樹高と、23年と38年生の調査時の(1)式の樹高は、いずれも大差ない推定値が得られた。しかしここで共通して両試験地の全資料を込みにした(2)式の推定値が僅かに差がある。このことは図-24に示すように28年生時の標本木が不適当であったためと考えられる。したがってこのような場合は、これらの標本木資料を除外した資料で推定式を求め、推定した方が妥当な値が得られるのではないかと考えられる。

スギ試験地については表-32に示すように48年生時の調査は標本木であり、ヒノキ同様に不合理な曲線を示すので、これを除外し表-36に示すように43年、54年、59年生時と、43年と54年生および43年と59年生時について(2)式で、それぞれ樹高を算出した。この結果(1)式による樹高との間には大差なく、いずれを用いてもほぼ満足できる推定値が得られた。また43年と54年生時の資料を用いた(2)式の推定式で59年生時の樹高を推定した結果、59年生時の樹高に比べて20~30cm程低い値を示した。以上の結果から樹高曲線の修正方法として、林令に関連させたCURTISの考え方を導入すれば、過去の樹高測定値を利用して、過去の標本木による調査で異なる樹高曲線の修正や、また樹高測定のない期間に対しても推定が可能であることがわかった。

参 考 文 献

- 1) 栗屋仁志 : 同齢単純林における密度と成長の関係に関する測樹学的研究、林試研報 265 9~11 (1974)
- 2) 樋渡ミヨ子 : 林令を考慮した直径-樹高曲線式の検討 経営部担当官会議資料 177 32~34 (1975)
- 3) 本田健二郎・栗屋仁志 : 林齢に関連させた直径-樹高曲線 日林九支講 24 54~56 (1970)
- 4) 本田健二郎 : 林齢に関連させた直径-樹高曲線(II) 日林九支講 25 18~19 (1971)

VI 直径：樹高曲線式および直径：材積曲線式の適合度の比較

九州支場育林部経営研究室

森 田 栄 一

1. ま え が き

林分蓄積は林内単木の胸高直径および樹高の測定値を用いて立木幹材積表から材積を求め、その集計として算出されるが、樹高の測定は胸高直径の測定にくらべて測定の時間を費やし、精度の面でも幾分劣るので、標本木を選んで測定し、直径：樹高曲線式または直径：材積曲線式から直径階別の単木材積を求め、それに本数を乗じて推定する方法が一般的に用いられている。しかし、式の適合は標本数および測定値の丸めの影響も考慮する必要があるので、この両者を組合せて電子計算機により解析した。

なお、この解析は現在までの調査資料のすべてについて解析を完了していないので、中間報告としてとりまとめた。

2. 資料と方法

九州地方に所在する現在の固定収獲試験地の数はスギ12、ヒノキ19である。これらの内、表37に示した試験地について調査年別に1件としてそれぞれ解析した。なお、表中に示した地位は菊池深葉および白水のように、きわめて地位の良い林分や丁度、中間の地位にあたるものがあつたため、一応の指標として、熊本地方スギ林林分収獲表および九州地方ヒノキ林林分収獲表を林令1年ごと地位0.1ごとに補間した値で表した(本場目黒、OKITAC-4500、プログラム7239による)。

直径：樹高曲線式および直径：材積曲線式は、これまで多くの式が発表されている。この中からすでに予備的解析として直径：樹高曲線式11式と直径：材積曲線式6式について検討した。¹⁾ この結果に基づき、かなりの精度が期待できると推察された直径：樹高曲線式として下記の6つの式を選んだ。

$$1. H = D^2 / (Ca + bD)^2$$

$$2. H = a + b / D^2$$

$$3. H = a D^b$$

$$4. H = a e^{-b/D}$$

$$5. e^H = a D^b$$

$$6. H = a + b_1 D + b_2 D^2 \quad (H = h - 1.2)$$

また、直径：材積曲線式として下記の4つの式を選んだ。

$$7. V = a + b_1 D + b_2 D^2$$

$$8. V = a D^b$$

$$9. V = a + b D^2$$

$$10. V = a D + b D^2$$

さらに、これら10種類のそれぞれの式は、標本数のちがいや材積式による材積計算の際の直径および樹高の測定値の丸めの誤差を比較するため、つぎの4通りの計算を行なった。

(1) 全資料を標本とし、胸高直径・樹高とも小数以下1桁の資料のまま、丸めなしで立木幹材積式を用いて計算機により換算する。

(2) 1本おきに $\frac{1}{2}$ の標本を用い、丸めなしで材積に換算する。

(3) 全資料を標本とし、胸高直径は1cm階の中央値、樹高は1m括約に丸めて材積に換算する。

(4) 1本おきに $\frac{1}{2}$ の標本を用い、(3)と同様丸めて材積に換算する。

これら4通りの計算結果は、全資料の丸めなしの単木材積の合計を基準蓄積(100%)とし、百分率で表示し比較した。なお、直径：樹高曲線式は目下検討中であるので、この報告では直径：材積曲線式の結果のみについて述べる。

表-37 丸めおよび抽出率のちがいによる蓄積の変化 (丸めなしの全資料を基準)

スギ 試験地名	調査年	林令	地位	丸めなしの材積		丸めた材積	
				本数	％ 標本	全資料	％ 標本
背振山	1965	54	1.8	468	101.8%	97.5%	99.2%
"	1970	59	1.8	(274)	101.9	97.7	99.4
萱瀬山	1965	52	1.5	429	97.1	97.9	94.9★
"	1970	57	1.6	419	98.8	98.0	96.9
温泉岳	1973	21	2.5	419	103.1	95.4	98.8
菊池深葉	1969	56	0.5	169	97.6	97.7	95.3
"	1974	61	0.5	116	106.6★	98.2	104.6
川添	1973	21	2.9	302	103.7	94.9★	98.8
白水	1957	25	0.5	(103)	100.4	95.4	95.5
"	1962	30	0.5	(55)	108.9★	96.2	105.0★
"	1967	34	0.5	227	101.1	96.7	97.7
菊池水源	1974	26	1.6	369	105.8	95.7	101.5
平均					102.2	96.8	99.0
標準偏差					3.61	1.20	3.34

()は標準地内の樹高測定本数

★ 基準蓄積に対して±5%以上の誤差

100%として)

ヒノキ 試験地名	調査年	林令	地位	丸めなしの材積		丸めた材積	
				本数	1/2 標本	全資料	1/2 標本
内住山	1970	61	3.2	318	103.9%	94.9%	99.2%
本城	1966	59	2.3	218	103.6	98.0	101.5
"	1971	64	2.3	216	104.6	97.6	102.6
越差	1964	53	2.4	292	99.7	96.1	95.7
"	1969	58	2.2	283	99.9	97.2	97.3
"	1974	63	2.2	279	99.9	97.3	97.3
温泉岳	1973	24	1.6	466	101.9	95.2	97.1
仁川2号	1973	43	1.4	348	100.6	96.0	96.7
端海野	1966	57	2.2	1095	103.2	96.6	99.8
"	1971	62	2.1	(346)	95.8	96.7	92.6★
尾鈴	1964	53	2.8	619	102.1	98.0	98.0
"	1969	58	2.7	592	99.1	96.8	95.9
本田野	1972	60	2.6	233	95.0	97.6	92.6★
骸島	1967	53	2.3	424	99.2	96.5	96.7
"	1972	58	2.4	409	95.2	97.0	92.3★
万膳1号	1968	54	2.5	743	101.1	96.3	97.5
"	1973	59	2.3	(306)	98.1	96.6	94.8★
万膳2号	1968	54	2.8	411	100.8	96.4	97.1
"	1974	60	2.8	411	100.3	96.5	96.7
万膳3号	1968	54	3.0	621	100.6	95.9	96.4
鬼神	1972	17	1.4	573	100.1	93.9★	94.1
杉崎	1966	58	2.2	572	102.1	97.2	99.1
"	1971	63	2.2	(264)	100.8	97.4	98.4
平均					100.3	96.6	96.9
標準偏差					2.56	0.99	2.61

3. 結果と考察

1) 丸めの有無および標本数による単木材積の合計の百分率の変化

表-37には、試験地別に前項(2)から(4)で求めた単木材積の合計の(1)による値に対する百分比を示している。

スギ林では、全資料を用いても括約によって丸められた蓄積はすべて100%を下廻っているが、5%以上の差は1例であった。 $\frac{1}{2}$ 抽出の標本では丸めの有無に関係なく $\pm 5\%$ 以上の差を示す例が現れたが、この出現の傾向ははっきりしなかった。

一方、ヒノキ林では、丸めなしの $\frac{1}{2}$ 抽出の標本ではすべて5%以内の範囲にあるのに対し、括約によって丸めを行なった全資料では2例、 $\frac{1}{2}$ 抽出の標本においては5例が5%の範囲を越えた。この中で、丸めを行なった全資料の場合はスギ林と同様すべて100%以下の値を示し、丸めによって蓄積が過小に評価される傾向が認められた。

2) 曲線式間の比較

表-38には、越差ヒノキ1969年調査分の丸めなしの全資料($NP=1$)による8式($M=8$)の計算結果を示してある。プログラムは(農林研究計算センター、HITAC-8450、プログラム166462T6-1974)、前述した40通りの計算を表-38の様式で印刷するように作られている。

4種類の直径：材積曲線式は樹種別、標本数別および丸めの有無で整理し、その平均値と標準偏差を表-39に示してある。この結果、4種の式間には優劣は殆んど認められないが、丸めによって僅かに精度が低下し、標本数の減少によって一層低下する傾向が認められた。この原因としては表-40に示す8式による各試験地別の推定結果で分るように、丸めを行なわなかった全資料を用いた時にはきわめて良好な推定結果を示すのに対して、丸めを行なった資料では推定結果のちらばりが大きく、その傾向は標本量を $\frac{1}{2}$ に減らすと一層大きくなる。この事は表-37に示した丸めおよび標本数の影響が各直径階ごとに变化し、曲線式による推定結果の変動となって現われたためと考えられる。この傾向は特に林齢30年以下のスギに認められるが、白水試験地の場合は標本数が55本、103本と極端に少なかったことも加わって大きな誤差を示したものと考えられる。

また、これら4種の曲線式による直径：材積曲線図は殆んど差は認められないが、直径階別本数の少ない下位直径や上位直径で幾分の相違が認められ、特に7式は直径階の両端でやゝ高い推定値を示している。

この結果直径：材積式による林分蓄積の推定の精度は、曲線式よりも標本数および丸めの誤

表-38 電子計算機の Out put 例 (越差ヒノキ 1969 8式)

NP = 1
M = 8

WA 0.89323511E 03 0.00000000E 00 -0.28302759E 03
UNCORRECTED-SS 0.28298669E 04 0.00000000E 00 -0.87042285E 03
0.00000000E 00 0.00000000E 00
0.33488794E 03
CORRECTED-SS 0.10542725E 02 0.00000000E 00 0.22898926E 02
0.00000000E 00 0.00000000E 00
0.51833008E 02

A= -0.78556328E 01

BI= 0.21720114E 01

RESIDUAL 0.20962830E 01

NO	D	N	H	EST-H	V	EST-V	N*V
12	1 2.5	0.0	0.0		0.0000	0.0935	0.0000
13	1 3.5	0.0	0.0		0.0000	0.1105	0.0000
14	1 4.5	2.0	1 4.2		0.1281	0.1291	0.2582
15	1 5.5	9.0	1 4.2		0.1393	0.1492	1.3428
16	1 6.5	0.0	0.0		0.0000	0.1709	0.0000
17	1 7.5	1 2.0	1 5.3		0.1868	0.1942	2.3303
18	1 8.5	1 7.0	1 5.9		0.2167	0.2191	3.7248
19	1 9.5	2 3.0	1 5.9		0.2405	0.2456	5.6499
20	2 0.5	1 7.0	1 6.4		0.2740	0.2738	4.6552
21	2 1.5	2 2.0	1 6.9		0.3081	0.3037	6.6809
22	2 2.5	2 1.0	1 7.0		0.3366	0.3352	7.0391
23	2 3.5	2 1.0	1 7.6		0.3804	0.3684	7.7363
24	2 4.5	3 0.0	1 7.8		0.4142	0.4033	1 2.0989
25	2 5.5	1 7.0	1 7.4		0.4286	0.4399	7.4784
26	2 6.5	1 9.0	1 7.9		0.4794	0.4782	9.0866
27	2 7.5	1 6.0	1 8.4		0.5244	0.5183	8.2929
28	2 8.5	1 7.0	1 8.3		0.5619	0.5601	9.5220
29	2 9.5	1 4.0	1 8.3		0.5899	0.6037	8.4516
30	3 0.5	4.0	1 8.8		0.6461	0.6490	2.5961
31	3 1.5	8.0	1 8.4		0.6685	0.6961	5.5690
32	3 2.5	5.0	1 9.6		0.7661	0.7450	3.7251
33	3 3.5	4.0	1 9.2		0.7784	0.7957	3.1828
34	3 4.5	2.0	1 8.7		0.7949	0.8482	1.6964
35	3 5.5	1.0	1 9.7		0.8734	0.9025	0.9025
36	3 6.5	2.0	1 8.5		0.8730	0.9586	1.9173
37	3 7.5	0.0	0.0		0.0000	1.0166	0.0000
38	3 8.5	0.0	0.0		0.0000	1.0764	0.0000

SN=2.83.0

TOTV=113.5680

113.9371

(ESTY-Y)**2= 0.0456

表-39 推定された蓄積の比較

算 定 式	丸めなしの材積				丸めた材積			
	全 資 料		％ 標 本		全 資 料		％ 標 本	
	平	均 標準偏差	平	均 標準偏差	平	均 標準偏差	平	均 標準偏差
ス ギ	％		％		％		％	
7 $V = a + b_1 D + b_2 D^2$	101.02	1.61	103.31	4.00	101.97	1.83	104.26	4.22
8 $V = a D^b$	100.99	1.68	103.26	4.10	102.00	1.89	104.30	4.33
9 $V = a + b D^2$	101.02	1.61	103.32	4.01	101.97	1.84	104.28	4.26
10 $V = a D^2 + b D$	101.02	1.61	103.15	4.10	101.98	1.83	104.30	4.25
ヒ ノ キ								
7 $V = a + b_1 D + b_2 D^2$	100.53	0.24	101.10	2.80	101.59	0.70	101.81	2.73
8 $V = a D^b$	100.37	0.29	100.68	2.62	101.45	0.86	101.68	2.71
9 $V = a + b D^2$	100.53	0.24	100.84	2.64	101.58	0.70	101.83	2.74
10 $V = a D^2 + b D$	100.53	0.24	100.84	2.64	101.60	0.69	101.82	2.72

表-40 8式による推定蓄積の比較

試 験 地 名 林令	8 式			
	丸めなしの材積		丸めた材積	
	全 資 料	標 本	全 資 料	標 本
ス ギ	%	%	%	%
背 振 山 54	100.27	100.84	101.96	102.42
〃 〃 59	100.23	100.92	102.29	103.07
萱 瀬 山 52	100.16	100.92	97.29	98.06
〃 〃 57	100.20	100.86	98.87	99.55
菊 池 深 葉 56	100.13	100.63	97.60	98.20
〃 〃 61	100.15	100.63	107.03	107.65
白 〃 水 34	101.38	102.45	102.18	103.29
温 泉 岳 21	100.45	102.06	103.85	105.81*
菊 池 水 源 26	100.18	101.34	106.15*	107.24*
川 〃 添 21	100.53	102.47	104.50	106.58*
白 〃 水 25	105.92*	107.21*	106.35*	107.35*
〃 〃 30	102.23	103.61	111.03*	112.37*
ヒ ノ キ				
内 住 山 61	100.75	102.06	104.52	105.64*
本 〃 城 59	100.21	101.16	103.95	104.80
〃 〃 64	99.96	100.70	104.83	105.55*
越 〃 差 53	100.35	100.35	100.22	100.30
〃 〃 58	100.32	101.21	100.20	101.28
〃 〃 63	100.19	101.10	100.26	101.38
仁 〃 川 43	100.44	101.49	100.83	101.95
端 海 野 57	100.71	101.81	103.43	104.49
〃 〃 62	100.27	101.11	96.13	96.87
尾 〃 鈴 53	100.81	104.16	102.66	103.96
〃 〃 58	100.65	101.76	99.51	100.52
本 田 野 60	100.02	100.84	95.00	95.80
霞 〃 島 53	100.37	101.15	99.61	100.34
〃 〃 58	100.19	101.17	95.52	96.60
万 膳 1 号 54	100.47	101.42	101.27	102.35
〃 〃 59	100.08	100.94	97.96	98.86
万 膳 2 号 54	100.16	100.74	101.25	102.12
〃 〃 60	100.42	101.26	100.73	101.52
万 膳 3 号 54	100.40	101.43	101.06	102.01
杉 〃 崎 58	100.44	101.64	102.35	103.58
〃 〃 63	99.87	100.76	100.68	101.63
温 泉 岳 24	100.38	101.49	102.42	103.62
鬼 〃 神 17	101.12	103.50	101.21	103.28

★ ±5%以上の差

差による影響が大きいと思われる。

文 献

- 1) 森田栄一・本田健二郎： 直径-樹高曲線と直径-材積曲線による林分蓄積推定方法の比較、 日林九文論24, 51~54, 1970