

小径木間伐に関する研究 (II)

第1回間伐1年後の林況の変化について

斉藤 秀樹・山田 勇・四手井 綱英

Studies on the Effects of Thinning from Small Diametered Trees (II)
Changes in stand condition after single growing season

Hideki SAITO, Isamu YAMADA and Tsunahide SHIDEI

目 次

要 旨	64	3. 林分現存量の増加と間伐度合との関係	
はじめに	65	4. 純生産量の推定	
試験地の概要と調査方法	65	5. 林分現存量の変化と $\frac{3}{4}$ 乗則	
1. 試験地の概要		6. 林床の照度とその変化	
2. 調査の方法		7. 樹冠投影図	
結果と考察	66	文 献	77
1. プロットの状況変化		Résumé	78
2. 林分現存量の推定とその変化			

要 旨

1965年10月に、10年生のスギ人工林で小径木間伐を行なった。その間伐の方法やその度合、および間伐前後の林況の変化などについては、すでに第I報に報告した通りである。

本論文は間伐1年後の林況の変化を、物質生産量の面から検討を加えたものである。

その主な結果は次の通りである。

- 1) 枯木は出ず、立木本数には変化はなかった。
- 2) 樹高の伸びは間伐強度とは関係はないようだ。
- 3) 胸高直径と樹高の関係は、1年前の結果と異なる。
- 4) 林床の植生は間伐度の強い区ほど繁茂した。
- 5) 前回調査のさいの標準木の相対生長関係と今回の毎木調査結果から、樹体各部の林分現存量を推定した。プロット2(無間伐区)のhaあたりの各現存量は、幹 53ton, 枝 5.6ton, 葉 21ton, 地下部 80ton, 根 18ton, 植物体全体で97tonとなった。
- 6) 2時点(1965年10月と1966年10月)間での現存量の差すなわち増加量を求めた。その増加量と間伐度合の関係は、弱度であるほど大である。増加率にすると、逆に弱度間伐ほど小さくなる。
- 7) 増加率からみればあい、間伐初年ではまず葉とそれを支える枝の量がふえ、幹量の増加は顕著でない。
- 8) プロット2(無間伐区)の純生産量を18ton/ha.yrと推定した。

9) 弱度間伐区では林内の相対照度が下り暗くなったが、強度間伐区では変わらなかった。

はじめに

間伐作業は林を健全に育て、かつ有効に材を利用するためには欠くことのできない重要な育林作業の1つと考えられる。このために間伐に関する研究は、かなり古くから行われてきたようである¹⁾。従来の間伐は、各個体の生育を良好にすること、それがとりもなおさず林分収穫量をも多くするという考え方であった。ところが現在、間伐研究の主流となっているのは、上のように森林を孤立木の集合体として考えるのではなく、森林を群落として考え、生態学的な立場から間伐に量的な取扱いを導入するという方法である。この量的間伐の利点は、従来必ず必要とした熟練なしに簡単に間伐の度合を決定実行することができるということである。

われわれは昨年秋(1965年10月)、吉野地方のスギ林でこの量的間伐を実際に行い、その間伐結果や、間伐後の林分状態の変化を、物質生産の面から解明しようとした。行なった間伐の方法は、樹冠²⁾級によらずに、小径木から順に間伐してゆく方法で、これを小径木間伐と名づけた。

このスギ林は間伐当時樹齢13年生で、この林の中に64~100m²のプロットを5コ設け、プロット2を無間伐の対照区に、プロット1および3~5を4段階に間伐度合をわけて間伐した。間伐前の林分の状況は、立木本数が4,000本/ha前後、林分平均樹高がプロット1~3で7.5~8.0m、プロット4と5では6.1~6.5mであった。また胸高断面積合計はそれぞれ30と23m²/haだった。相対生長法を用いて推定した林分現存量は、幹、枝、葉ともに当林分としては一応満足すべきものであった。ただしプロット4と5は、プロット1~3に比較し立地条件が悪いようで、したがって林分蓄積量も多少少なかった。

この論文第Ⅱ報は、第1回間伐後の1年間で、スギ林分の現存量がどのように変化したかを中心に、林況の変化について検討を加えたものである。

最後に第2回目の測定調査および論文作成にあたり御指導、御尽力下さった堤利夫助教授はじめ岩坪五郎助手、菊沢喜八郎、河原輝彦の各氏に厚く感謝する。

なお本研究は文部省試験研究(量的間伐理論の応用についての研究)費によったものである。

試験地の概要と調査方法

1. 試験地の概要

試験地は財団法人阪本奨学会(奈良県吉野郡東吉野村杉谷)の所有林の11林班に設けた。第1回間伐後1年を経過した林令11年(樹齢14年)のスギ林である。その他、試験区の林況、気候などは、第Ⅰ報³⁾を参照されたい。

2. 調査の方法

1965年10月下旬に第1回間伐を行ない、その後1年を経過した1966年10月に下記の調査を行なった。
毎木調査

プロット1~5内の全立木について、前回の調査(1965年10月)と同じく、胸高直径、地上高30cmの直径、生枝直下の直径、およびその高さ、樹高を測定した。これらの測定個所で直径は前回の調査のさいペンキで印をつけた位置、すなわち前回の毎木調査とまったく同じ位置で測定した。なお個体の生育にともなってその位置が変わる生枝直下の直径とその高さについては、この1年間で生枝の位置が変わった個体については、前回の調査の個所および今回の新しい個所と2ヶ所の測定をした。新しい生枝の位置には後年の調査のためにペンキで印をつけておいた。

抜根調査

根量を推定するために、プロット1～3で前回調査で標準木に選んだ木7本を、チルホールを用いて抜根した。掘り出した根は現場で直ちに秤量した。

これらの試料は伐木後1年を経過しているから、いくらか腐植していると考えられるし、また1年間で林分分離が生じている可能性もある。これらのことから一応チェックする意味で、プロット1と2の附近で、しかも前年の間伐の影響の無いと思われる林分から2本の標準木を選んで伐木、抜根調査した。計測した個所などは、前回の伐木調査の場合と同じである。

重量を計測したもののの中から数100gの試料を研究室に持ち帰り、乾燥器で105°C下で乾燥し、乾物率を求めそれをもとにして幹、枝、葉、および根の絶乾重量を求めた。

前回および今回の調査で測定した標準木の各量について相対生長関係を調べた。各プロットの現存量などは、2度にわたる毎木調査の結果とこの相対生長関係を用いて推定した。

前回の調査のとき、枯枝葉をほぼ完全に落してきたから、年間の枯枝量をみるため今回の調査でプロット1～3に見られた枯枝葉を、生枝の上部にあるものと下部にあるものとに2分してその重量を計り、それぞれでの枯枝数を調べた。

そのほかに、照度計（第5号東芝照度計）を用いて、前回と同位置で、同回数林内の照度を測定し、附近の裸地の照度と比較した。

最後に樹冠投影図を描いた。

結果と考察

1. プロットの状況変化

間伐後1年がすぎて樹齢14年生の林になったが、この間に間伐された試験プロットがどのように変わったかを、まず前記の毎木調査結果からみてみよう。表1にみられるように、枯死した個体はど

Table 1 Summary of census of free number, DBH, tree height etc.

	plot 1	plot 2	plot 3	plot 4	plot 5
Tree age years	14	14	14	14	14
Tree density ρ No./ha	1,200 (64)*	4,400 (0)*	3,280 (16)*	2,000 (46)*	2,660 (37)*
Basal area m^2/ha	16.0 (14.0)	36.4 (33.1)	29.8 (27.3)	18.0 (15.4)	19.2 (17.1)
Mean diameter at breast height \bar{D} cm	12.9 (12.1)	10.0 (9.6)	10.6 (10.2)	10.6 (9.8)	9.4 (8.9)
Mean height \bar{H} m	10.0 (9.3)	8.2 (7.4)	8.3 (7.8)	7.7 (7.1)	7.3 (6.5)
Mean clear bole length H_B m	3.7 (3.7)	2.8 (2.6)	2.7 (2.7)	2.4 (2.4)	2.5 (2.4)

()* Thinning ratio (%)

() In 1965

のプロットにもなく、立木本数は間伐直後と変わらない。胸高断面積合計は最も間伐度の強いプロットが1年間に14.0 m^2/ha から16.0 m^2/ha に、対照区として間伐しなかったプロット2が33.1 m^2/ha から36.4 m^2/ha にと当然ながら増加を示した。プロット1～3とプロット4と5は立地条件が同一でないから、全プロットを比較することは出来ないが、おおむね間伐率の低いプロットほど断面積合計の増加率が大きくなるようだ。平均胸高直径も断面積合計の場合と同様に、その生長量が直接間伐度の強

弱と結びつくとは限らないが、間伐を強く行ったプロットほど、幹は太くなる傾向がみられる。

次に林分平均樹高は小径木間伐ゆえ、間伐度の強いプロットほど高くなるが、その伸びは、プロットが0.7m、プロット2が0.8mを示した。他のプロットも0.5~0.8mくらい伸び、間伐の強弱と樹高生長とは関係がないように思われる。

枝の枯れ上りについてみよう。間伐度の強いプロット1やプロット3や4では全然枝の枯れ上りは認められなかった。しかし間伐を行なわなかったプロット2では、平均0.2mほど枯れ上り、生枝下高が2.8mになった。樹高の伸び0.8mに対しその約1/4の長さだけ生枝が枯れ上ったことになる。ただし、前報にふれたように試験プロットによっては枝打ちの影響がいまでも残っていると考えられるから、上の資料のみで生枝の枯れ上りを論ずることは危険であろう。

プロット4と5は他の3プロットと比較して間伐前の樹高や胸高断面積合計などが小さいことから、立地条件が悪いと考えられるにもかかわらず、プロット4と5の胸高断面積合計、胸高直径、樹高などの増加量は、プロット1~3と比較してそれほど悪いとは思われない。

胸高直径(D)と樹高(H)との関係を、間伐直後と1年後とに別けて図示したのが図-1である。一生育期間を経過したことによって、D~H関係は分離を示した。

林床の植生であるが、間伐時にはプロット5にササ、ススキが点在した事を除けば、他のプロットには全然みられなかった。しかし間伐によって林内への光の入射量が増し、プロットによっては林内植生は増加した。間伐しなかったプロット2や間伐率16%のプロット3では、前回調査時と同様に林内植生はほとんどみられなかった。一方強度に間伐したプロット1や4では、高さ30cm以上にも達する草、たとえばフキ、ドクダミ、イタドリ、シシウド、アカソ、ツユクサ、ミズヒキ、シモツケソウ、キイチゴ等が密生して生えていた。プロット5にいたっては、間伐時に存在していたササ、ススキなどがより生長し、林内を容易に歩けないほどに繁茂していた。

2. 林分現存量の推定とその変化

各プロットの林分現存量を相対生長関係を利用して推定しよう。前にのべたように、今回の調査では特に根以外の現存量を知るためには伐木調査を行なわなかったから、前回の調査のさい伐木調査した標準木を用いて推定することにする。

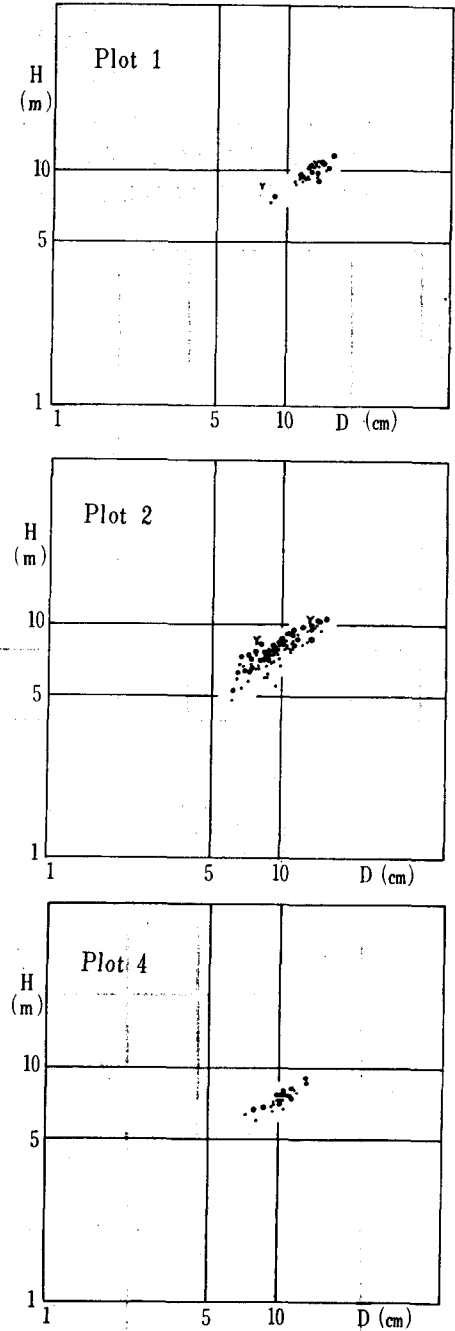


Fig. 1 Relations between diameter at breast height (D) and tree height (H).
 ○; in 1965 ●; in 1966
 Y; Sample trees for root investigation in 1966

幹乾重 (w_s) と D^2H の相対生長関係は、前報の図-2 のように

$$\log w_s = 0.914 \log D^2H + 1.3807 \quad (1)$$

$[w_s]$; g $[D^2H]$; $\text{cm}^2 \cdot \text{m}$

というかなり良い直線関係で近似された。

幹量を推定するのにこのように胸高直径と樹高との2変数をとると、かなりよい精度で求められる。³⁾⁴⁾⁵⁾ この $D^2H \sim w_s$ 関係は、特にスギの場合、地方によってすなわち幹の比重の違いによってだけ極く微小であるが分離することが認められているにすぎない。⁶⁾ そこで幹量は式(1)を用いて推定した。

葉量および枝量の推定をしよう。葉枝の場合、幹の場合と異り相対生長関係やをとったとき林分分

離もしくは林分内分離が⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾おこりやすく、1年前の標準木からえられた相対生長関係を利用することは非常に危険である。そこで毎木調査結果を直接に利用できる方法で各量を推定することにする。

生枝直下の直径 (D_B) と葉乾重 (w_L) との関係は、バラツキは大きいが生育段階などの違いでおこる分離はほとんど見られないことはすでに多くの報告があり、このことは篠崎らはパイプモデルと呼んで説明している。⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾

$D_B^2 \sim w_L$ の関係を図示したのが図-2で、点のバラツキは大きい、プロットによる分離もなくほぼ1本の近似直線を求めることができる。

$$\log w_L = 1.16 \log D_B^2 + 1.4806 \quad (2)$$

$[w_L]$; g $[D_B^2]$; cm^2

幸いにも全立木の生枝直下の直径を測定してあるから、式(2)を用いて林分葉量を試算した。

次に枝量 (w_B) であるが、これも葉量と同様にして下の $D_B^2 \sim w_B$ の関係式を用いて試算することができる(図-3)。

$$\log w_B = 1.38 \log D_B^2 + 0.4782 \quad (3)$$

$[w_B]$; g $[D_B^2]$; cm^2

1年間の幹、枝、葉の増加量は、間伐直後の現存量との差で求めることができるが、前回の調査では葉と枝の量は幹量を変数にして推定したので、量の推定法を統一するために間伐直後の葉、枝量も式(2)(3)を用いて推定した。

図-4が胸高直径 (D) と根乾重 (w_R) との関係を図示したものである。前回の調査でプロット1と3から選んだ標準木についての $D^2 \sim w_R$ の関係は、点のバラツキも

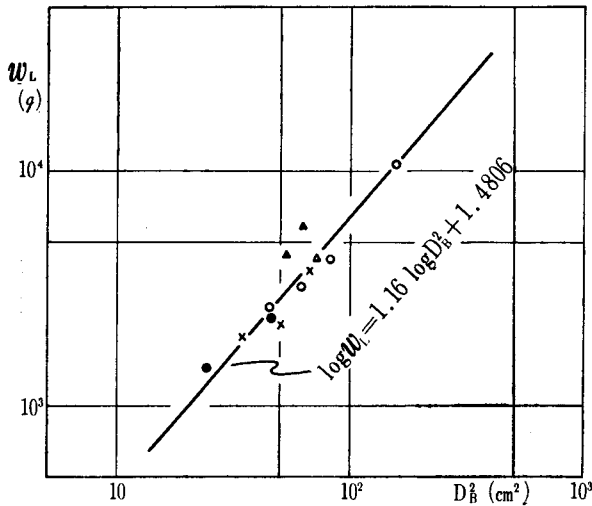


Fig. 2 Allometric relation between leaf dry weight (w_L) and diameter at the lowest branch (D_B).

○Plot 1, × Plot 3, △ Plot 4. ●Plot 5

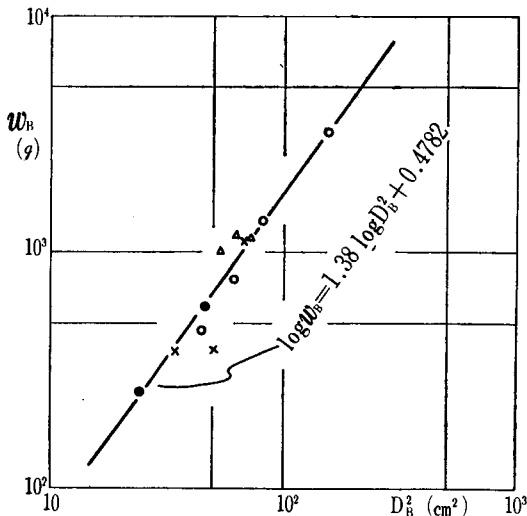


Fig. 3 Allometric relation between branch dry weight (w_B) and diameter at the lowest branch (D_B).

少なく、かなりよい直線関係が認められる。

この直線式は

$$\log w_R = 1.31 \log D^2 + 0.9357 \quad (4)$$

$$[w_R] ; g \quad [D^2] ; \text{cm}^2$$

と求められる。

今回抜根調査に供した2本の標準木の根量は図-4からわかるように、前回の標準木に比較して3割がた根の量が多いようである。前回のそれと同一勾配を与え、

$$\log w_R = 1.31 \log D^2 + 1.1081 \quad (5)$$

$$[w_R] ; g \quad [D^2] ; \text{cm}^2$$

とした。

ところでチルホールを用いて根を抜くと、1~2mm以下の細根はほとんどが切れて、完全に根を掘り出すことはまず不可能に近い。しかし根重量中でこの細根の占める重量割合は、樹種、樹齢、密度などでも異なるであろうが、20%以下と想像することができる。残りの約80%は、根株および太い根にあたり、チルホールで抜根できる根に相当すると考えられる。伐倒によって最初に腐り出すのは、抜けなかった細根であって、太根や根株は伐木後1年間での腐りは非常に少ないと思われ、重量的にはほとんど関係しないと考えられよう。また乾物率は1年前伐木のそれと大差なかった。

胸高直径と幹枝葉それぞれの相対生長関係は、 $D \sim H$ 関係と対応して分離することはよく知られているから、胸高直径と根量の場合も、 $D \sim H$ 関係に対応して分離と考えることができる。図-1に示したように、一生育期間で $D \sim H$ 関係が分かれるから、 $D^2 \sim w_R$ 関係の式(4)(5)を用いて根量を推定する場合、根の腐植とともにこの $D \sim H$ 関係の分離も考慮に入れなければならないだろう。さらに今回の抜根調査した標準木2本の $D \sim H$ 関係は、明白なこととは言えないが、プロット1や2の2時点での $D \sim H$ 関係とも分離しているとも考えられるから(図-1)、図-4の2直線の分離が実際の林分の場合よりも大きく出ていると考えることが出来る。従って式(4)と(5)を用いて根量を推定すれば、過大評価になる危険がある。

以上のことがらを考慮して、プロット1~3の根量は式(4)と2回の毎木調査結果とから

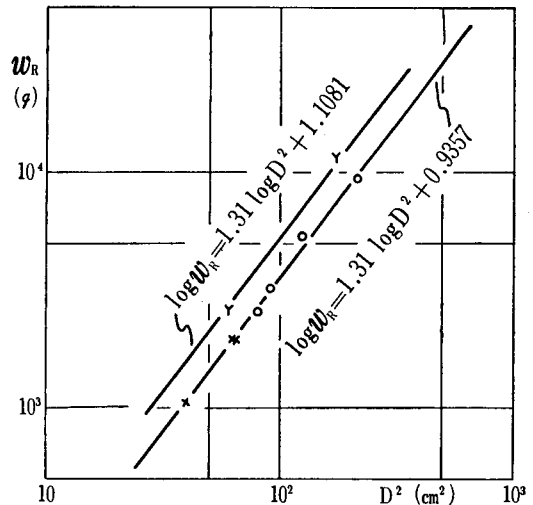


Fig. 4 Allometric relations between root dry weight (w_R) and diameter at breast height (D).

O, x; Sample trees in 1965

Y; Sample trees for root investigation in 1966

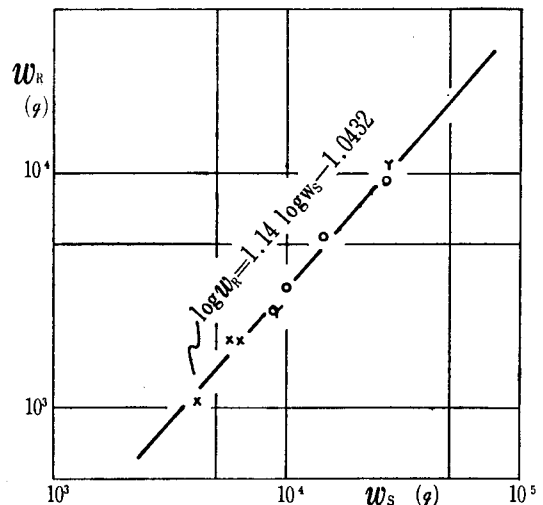


Fig. 5 Allometric relation between root dry weight (w_R) and stem dry weight (w_S).

推定試算し、根量の最少値を確保することにした。

図一5は $w_S \sim w_R$ の相対生長関係で、標準木の伐倒年の違いによる差はみられず1本の直線で近似され、その関係は、

$$\log w_R = 1.14 \log w_S - 1.0432 \quad (6)$$

$$[w_R] ; g \quad [w_S] ; g$$

で示される。

このことは幹量がふえるにつれて幹に対する根の割合が多少とも増大する関係にあり、また根の腐植がなかったと考えた場合、幹対根の割合、すなわち地上部と地下部の量的関係は一生育期間では変わらなかったことを意味していると思われる。

樹体各部の現存量を式(1)(2)(3)(4)を用いて推定し一覧表にしたのが表一2である。

Table 2 Standing crops and others in the plots in 1966 (after one growing season)

		plot 1	plot 2	plot 3	plot 4	plot 5
Thinning ratio (%)		64	0	16	46	37
Standing crops (ton/ha)	Stem dry weight y_S	26.	53.	42.	23.	25.
	Branch dry weight y_B	2.7 (2.1)	5.6 (5.0)	4.5 (3.9)	2.8 (2.4)	2.7 (2.3)
	Woody shoot dry weight y_{TC} ($y_{TC} = y_S + y_B$)	29.	59.	47.	25.	28.
	Leaf dry weight y_L	9.3 (7.7)	21. (19.)	17. (15.)	10. (9.0)	11. (9.2)
	Above ground dry weight y_T ($y_T = y_{TC} + y_L$)	38	80.	64.	36.	39.
	Root dry weight y_R	8.7 (7.3)	18. (15.)	15. (13.)	—	—
	Whole plant dry weight y ($y = y_T + y_R$)	47.	97.	78.	—	—
Dry weight per tree (kg/tree)	Stem $y_S/\text{Nos.}$	21.7	12.1	12.9	11.3	9.45
	Branch $y_B/\text{Nos.}$	2.23	1.27	1.38	1.41	1.03
	Leaf $y_L/\text{Nos.}$	7.74	4.78	5.18	5.21	4.02
	Root $y_R/\text{Nos.}$	7.22	4.01	4.41	—	—
	Total $y/\text{Nos.}$	38.9	22.1	23.9	—	—

() : Biomass estimated by eq. (2), (3) and (4) in 1965.

まず幹の量であるが、表一2からわかるように、無間伐のプロット2が53ton/ha (160m³/ha)、間伐率64%の強度間伐のプロット1は26ton/haでプロット2の約半分、プロット4と5はそれぞれ24と25ton/haとなった。

この試験プロットと同じ林齢で、同じ吉野地方のスギ林でわれわれが調査した林分K-30とN-29は、平均樹高がほぼ同程度8m前後、立木本数が約2倍の9,000本/ha近くあるが、それぞれ66と50ton/haであるという。また長崎地方の足場丸太生産を目的とした11年生の林分¹⁰⁾や、熊本地方のヤブクグリ林⁵⁾と比較して、プロット2の幹量は十分な蓄積があると思われる。

枝量は立木本数などでかなり変わってくるが、プロット2が5.6ton/ha、プロット1が2.7ton/haとなった。

次に葉量であるが、無間伐プロット2は前回の18ton/haから21ton/haに増加した。幹の場合

と同じ他のスギ林の葉量は、吉野地方のそれが⁵⁾26と 20ton/ha、長崎地方のそれが¹⁰⁾16ton/ha、熊本地方のそれが 17ton/ha となっていることから、プロット2の林分葉量は最大量に近くなっていると考えられ、完全に閉鎖したスギ林と呼べよう。

間伐率16%のプロット3が 17ton/ha、64%のプロット1が 9.3ton/ha、プロット4と5が10ton/ha前後と、葉量を推定した。

根量はプロット2が 18ton/ha、プロット1を 8.7ton/ha、プロット3を 15ton/ha と推定した。前述したとおり、この根量は最小の値で、実さいはこれより1割程度は多いと考えてよからう。無間伐のプロット2で林分根量が 20ton/ha 程度だろう。われわれは苗畑に放置された樹齢13年生のスギ林⁹⁾で 15ton/ha と推定した。

表一2にかかげた、生枝直下の直径を変数として求めた間伐直後の葉、枝の量を、幹量を変数として求めた前回調査時での各量と比較すると、どの値も幾分少なく出ている。プロット1～3では約1割程度、プロット4と5では2割以上過少である。

樹体各部分の量的割分について、各部の林分量をもとにしてみよう。幹・枝・葉・根ともにその林分量の推定の根拠となる量が異なるから、必ずしも前回調査のそれと比較出来るとは限らないが、プロット1～3は幹が66～69%、枝7%、葉26%を占め、前回の間伐直後と大差ない。プロット4と5ではその割分がそれぞれ65%、7%、28%と、前回に比べて幹の割合が増加し、葉の割合が減少した。地下部の量も考慮すると、プロット1～3ともに植物体中で各部分の占める割合は、幹が約55%、枝約6%、葉約22%、根が約18%となった。

5年生の立木本数が 30,000本/ha 近い林の根¹¹⁾の占める割合は、全植物体中で19%、28年生のスギ林¹²⁾でも約20%というし、われわれが苗畑放置林で調べた結果も約17%であったことを合せ考えれば、前にのべたプロット2の根量 18ton/ha (根の腐りや林分分離を考慮して約 20ton/ha) という値は、妥当なものと思われる。

平均単木あたりの幹量は、プロット1が21.7kg/1本、プロット2が12.1kg/1本、プロット3が12.9kg/1本となった。立木本数の少ないプロットほど平均単木あたりの幹量は大きい。葉や枝の量も幹の場合と同様のことが言えよう。プロット4と5の幹量は、それぞれ11.3kg/1本、9.45kg/1本となり、間伐直後にくらべ相当大きくなった。

根量はプロット1～3へ順に、7.22、4.01、4.41kg/1本となった。

3. 林分現存量の増加と間伐度合との関係

いま2時点で推定した樹体各部の現存量の差を、それぞれが1年間に生長して増加する量、すなわち林分増加量とよび、その増加割合を林分増加率*とよぶことにする。したがってこの増加量は樹体の部分によっては生長量そのものに相当するとは限らない。

表一3にみられるように、幹の増加量は無間伐のプロット2は 8.11ton/ha.yr、プロット3が 5.39ton/ha.yr、プロット1の強度間伐区では 4.37ton/ha.yr となり、プロット1はプロット2の約半分である。幹の増加量の場合は、生長した分は蓄積して残るため生長量と同一の意味をもつ。そこで前回調査で樹幹解析からもとめた間伐1年前の幹生長量と比較すると、プロット2が 9ton/ha.yr、プロット3が 7.4ton/ha.yr、プロット1が 4.4ton/ha.yr であり、生長量は年によって異なることを考慮すると、間伐後の1年目では幹生長量に大きな増加は期待できないようだ。

枝の増加量はどのプロットも 0.5ton/ha.yr 前後、葉の増加量は間伐度の強弱に関係なく、1.5～2.0ton/ha.yr である。

各プロットの立木本数と樹体各部分の林分増加量の関係を図示した(図一6)。幹量は明らかに立木本数の多いプロットの方が、本数の少ないプロットに比較して多い。葉および枝の増加量は、前回の

Table 3 Biomass increase in each plot during one growing season

		plot 1	plot 2	plot 3	plot 4	plot 5
Thinning ratio (%)		64	0	16	46	37
Tree density (Nos./ha)		1,200	4,400	3,280	2,000	2,660
Biomass increase (ton/ha · year)	Stem Δ_s	4.37 (18.1)	8.11 (16.5)	5.39 (13.6)	3.35 (15.1)	5.06 (22.2)
	Branch Δ_B	0.59 (24.9)	0.63 (12.0)	0.61 (14.5)	0.45 (17.5)	0.44 (17.5)
	Woody shoot ($=\Delta_{ys}+\Delta_{yB}$) Δ_{yTC}	4.96	8.74	6.00	3.80	5.50
	Leaf Δ_{yL}	1.59 (18.8)	1.94 (9.5)	1.86 (11.8)	1.45 (15.0)	1.48 (14.9)
	Above ground ($=\Delta_{yTC}+\Delta_{yL}$) Δ_{yT}	6.55	10.7	7.86	5.25	6.98
	Root Δ_{yR}	1.42 (17.9)	2.25 (13.7)	1.71 (12.6)	—	—
	Whole plant ($=\Delta_{yT}+\Delta_{yR}$) Δ_y	7.97	12.9	9.57	—	—
Dry weight of dead leaf and branch (ton/ha · year) L	0.93	5.03	2.63	—	—	
Net Production ($=\Delta_y+L$) (ton/ha · year) P_n	8.90	18.0	12.2	—	—	

() : Rate of biomass increase from $(\log w_2 - \log w_1) / (t_2 - t_1)$

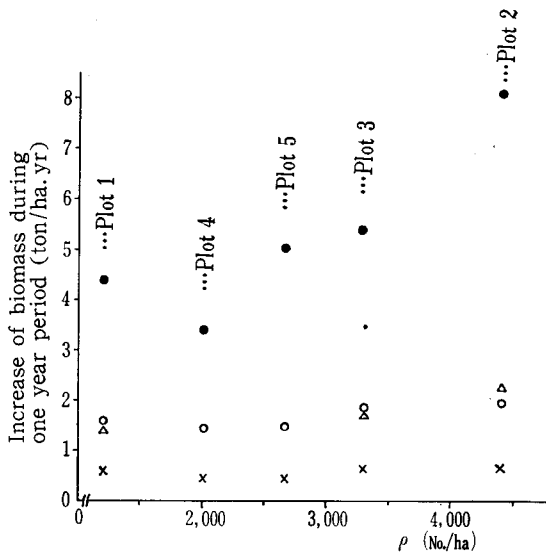


Fig. 6 Relation between tree density (No./ha) and increase of biomass during one year period.

● Stem, × Branch, ○ Leaf, △ Root

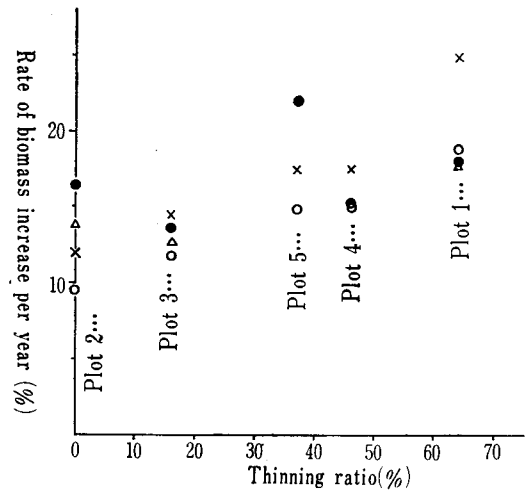


Fig. 7 Relation between thinning ratio and rate of biomass increase per year.

べたように、立木本数による差は少ないが、わづかながら本数の多いプロットほど増加量は大きい。

$$\text{*林分増加率 } r = \frac{\log w_2 - \log w_1}{t_2 - t_1}$$

w_2 ; t_2 時点での量

w_1 ; t_1 時点での量

根の場合も同様である。立地条件がいくぶん悪いと思われるプロット4と5を除いて考えると、上の傾向はさらに顕著となる。このことは地位、林齢が同一の場合、間伐を行なったとき弱度間伐を行なった林分ほどいいかえれば立木本数が多い林分ほど林分現存量の増加は大きい。

次に生長開始時期における現存量を考慮して、林分現存量の増加率と本数間伐率との関係を図示すると図一7のようになる。

幹・枝・葉・根の各部分ともに、間伐率の強いプロットほど増加率は大きい。上にのべた増加量と立木本数の関係とは、逆の関係である。地位の違ふと思われるプロット4と5を除くとさらに明白な傾向となるようだ。

増加率のふえ方を、幹、枝、葉、にわけてみると、幹のそれは枝や葉のそれに比較して明らかに少ない。これは間伐によって残された立木は、樹冠全体に光を受けることが出来るようになり、また葉の同化能率なども向上し、間伐後は、同化器官である葉をまず最初に増加させ、その増加する葉を支えるために枝の量が増加すると考えられる。

間伐後の初年では幹の増加はそれほど著しくなく増加率にはひびかないものと思われる。

同化作用に必要な水や養分を呼吸する根の量は、葉と同様に間伐によって増加率は著しく増す。

最後に単位葉量あたりの幹の乾物生産量は、無間伐プロット2では 380g/kg (850cc/kg) 強度間伐プロット1では 470g/kg (1,000cc/kg) となった。

4. 純生産量の推定

植物体各部の林分現存量の年間増加量を推定できた (表一3)。そこでこの試験林分の純生産量を求めようとすれば、あとは落葉落枝などの枯死した量と、動物などによって食われる量が求めれば、下のようにして求めることができる。

まず

y_1 ; t_1 時点での現存量

y_2 ; t_2 時点での現存量

Δy ; t_1-t_2 間での現存量増分 ($=y_2-y_1$)

L ; t_1-t_2 間での植物体の枯死脱落する量

G ; t_1-t_2 間での被食消失量

P_n ; t_1-t_2 間での純生産量

とする。

$$y_2 = y_1 + P_n - (L + G)$$

であるから

$$P_n = y_2 - y_1 + (L + G)$$

$$P_n = \Delta y + (L + G) \quad (7)$$

となり、純生産量を求めることが出来る。

プロット1~3については、枯死した枝葉のうち、脱落せずにあった枝と葉の量は測定した (表一3)。プロット1では 0.9ton/ha.yr, プロット2が 5.0ton/ha.yr, プロット3では 2.6ton/ha.yr となっている。これらの量は調査前にすでに枯れて脱落し、四散したのもあろうし、樹皮、球果、根など他の枯死量を含んでいない。また強度間伐で林冠の閉鎖が破れ、葉に多くの光があたるようになれば、光不足で枯れるはずの葉でも枯れずにある場合も十分考えられる。

従って、測定したこれら枝葉の枯死量は、年間に枯死脱落する量の最小値にあたると思われるから、これらの測定値を式(6)の L に代用した。

被食消失量 G は測定しなかったが、¹⁴⁾ 平年では葉量の数%程度と言われているから、 $G = 0$ として計算した。

このようにして推定したプロット1～3の純生産量は(表-3), 各々8.9, 18, 12, ton/ha.yr となった。

間伐率の低いものほど純生産量は少なく, 無間伐プロット2に比べ間伐率64%プロット1は約5割, 16%のプロット3は約7割である。

ほぼ同齢の林の純生産量と比較してみると, 地上部のみのそれであるが同じ吉野地方の林分では⁵⁾ 30ton/ha.yr前後, 熊本のアカスギ林の⁵⁾ 20ton/ha.yr, 落葉枝量を含まないが長崎地方の高密度林分では¹⁰⁾ 約10ton/ha.yrと報告されているから, プロット1～3のそれは妥当なものと思われる。

5. 林分現存量の変化と $\frac{3}{2}$ 乗線

生長にともなって自然間引が活発に起こっているような林分では, 立木本数と林分現存量または平均個体重との間には簡単な量的関係があることはよく知られていて, これを $\frac{3}{2}$ 乗則と呼んでいる。いま平均個体重を \bar{w} とすると,

$$\bar{w} = K \cdot \rho^{\frac{3}{2}}$$

(8)と示される。

この関係は一斉林の場合よく成り成つことはすでに知られている。樹種によっては, この勾配が必ずしも $\frac{3}{2}$ にならないというが, スギ林の場合, 四大学・信大合同調査班の結果では, この式の勾配は大略 $\frac{3}{2}$ になるという。

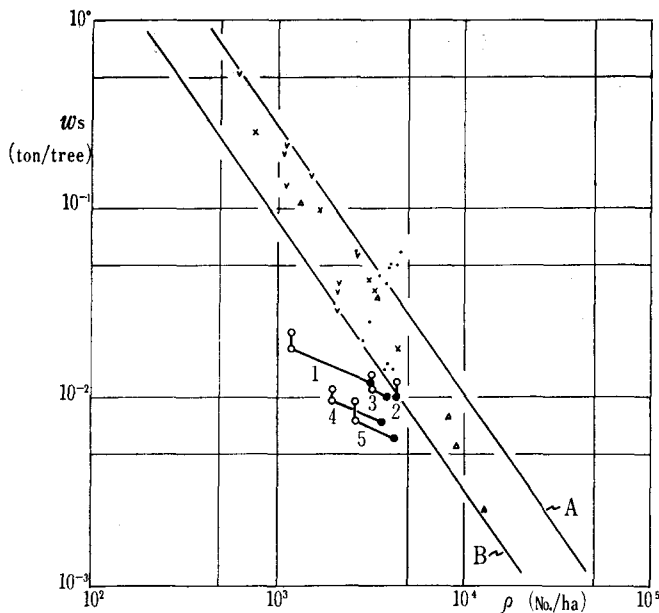


Fig. 8 Changes of tree density (ρ) and mean stem dry weight (\bar{w}_s) by Thinning from Small Diametereed Trees.

●; Before thinning in 1965

○; After thinning in 1965 and after one growing season

v, Akita District

△, Yoshino District

·, Kumamoto District

×, Ooita District

No. 1 to 5 shows plot number.

四大学・信大合同調査班が報告している⁵⁾ $\rho \sim \bar{w}_s$ の関係と, 本試験プロットの間伐前後および1年後の $\rho \sim \bar{w}_s$ の関係を同時に図示したのが図-8である。上方の線Aが最大密度線, 下方の線Bが閉鎖開始線として示されたものである。⁵⁾

間伐直前の状態は(黒点で示した), ほぼ林冠の閉鎖した時期にあたる。プロット4と5は前報にも記したように, 閉鎖開始線よりも幾分下方にある。

間伐直後は, 立木本数が減少しその結果単木平均幹量が増加する(白点で示した)。

間伐後1年で, 立木本数が変わらなかったから, 平均単木乾重は丁度間伐直後を示す白点の上方に移動する。間伐度の強いプロット1や, プロット4や5などでは平均単木幹重が閉鎖開始線に近づき, 次回間伐を受けられるまでに林分が回復するには, 相当の年月が必要と思われる。

6. 林床の照度とその変化

林床の照度を測定するとき, われ

われは便宜的に直径3cm程度の円形受光板をもつ照度計を用いて測り、その測定回数をおある数以上にして、その値を平均し林内の照度として求めてきた。しかしこのようにして求められる照度は、前報にも記したが簡単に林内の照度として取扱うことには問題となるべき点が多い。また本試験のように林分の生長による林床照度の変化などを考察するにあいには、従来のこの方法で測定したのでは、誤差の方が大きく影響することもありうる。

そこで前回の調査のときと測定条件を同じくするために、各プロットに前回と同じく2m×2mのサブプロットを設け、各サブプロット中で前回とほぼ同じ3点で照度を測り、付近の裸地（前回の調査とほぼ同じ場所）の照度と比較した。

相対照度の階級の中を2%とし、その頻度分布図を描いたのが図-9である。

今回の測定は1966年10月14日で、測定時刻は11時30分～13時0分で、前回の測定は1965年10月8日10時50分～12時50分と太陽光度など条件をほど同じにした。また林外の絶対照度も、前回と今回ともにプロット1～4の測定時が $2.0\sim 5.0\times 10^4$ luxで、プロット5の時が 1.5×10^4 luxと大略同じ明かるさであった。

この結果、林内相対照度はプロット1～5がそれぞれ31.8, 3.42, 6.32, 16.3, 33.2%となった。

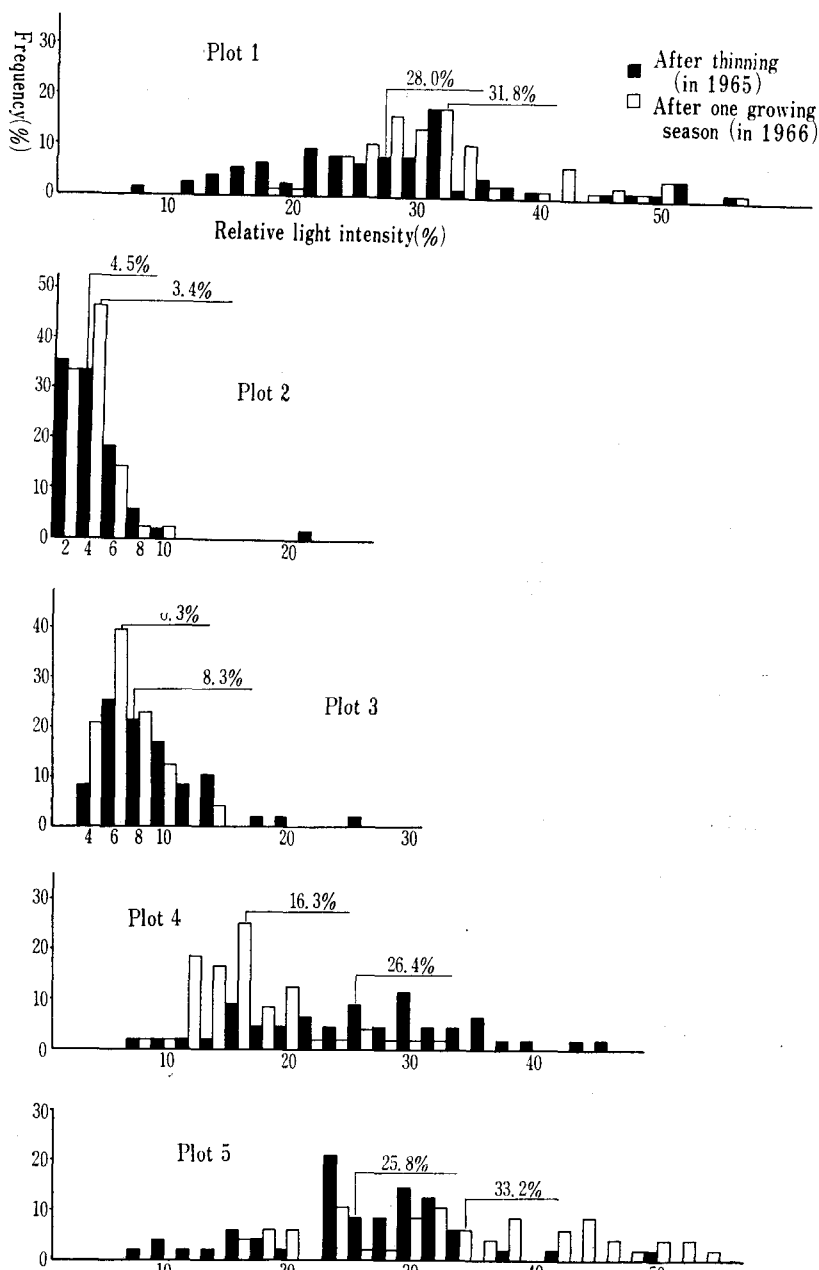
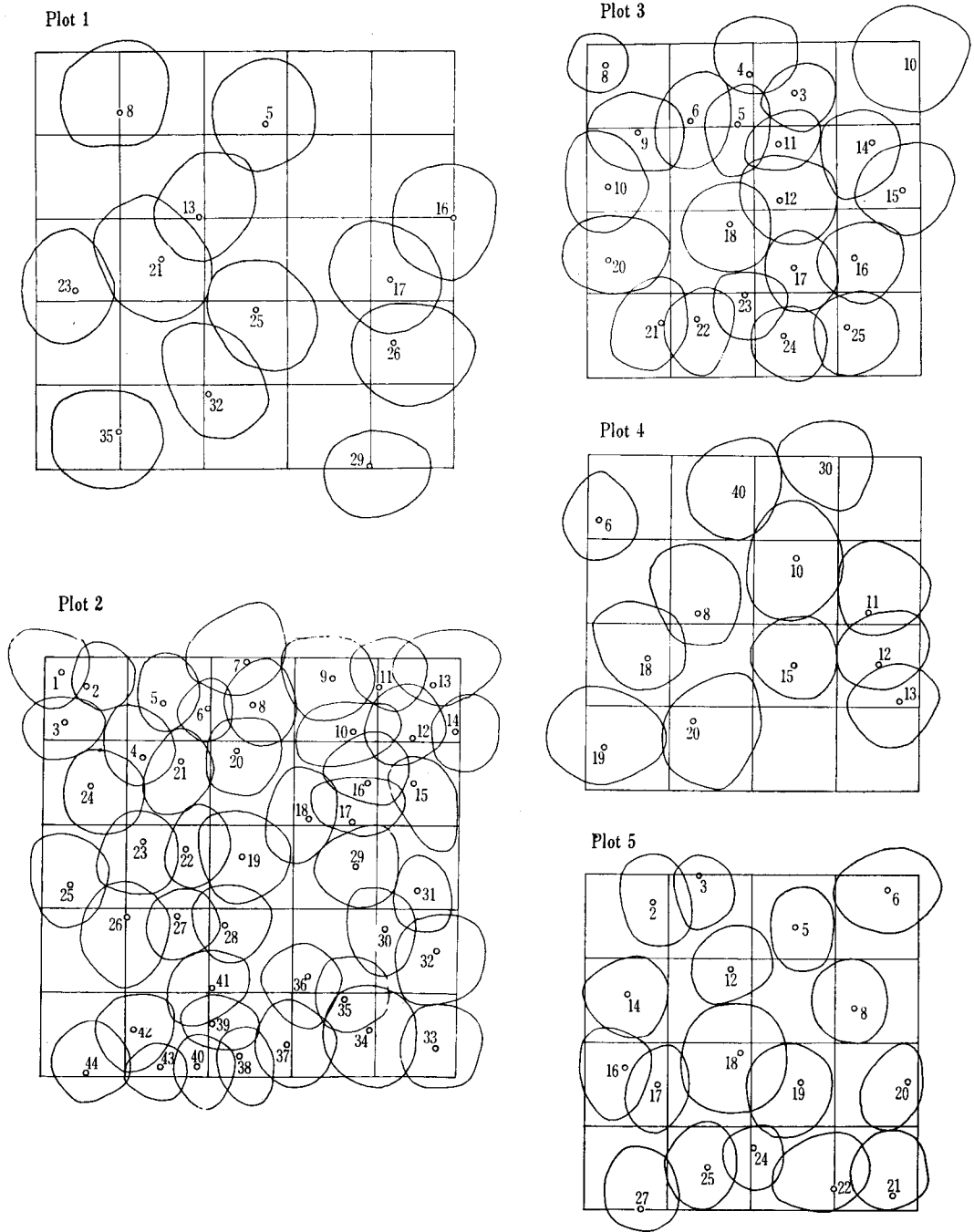


Fig. 9 Frequency of relative light intensity on floor after thinning and after one growing season.

Fig. 10 Crown diagram after one growing season.



頻度分布の幅は無間伐プロット2では1~7%に集中し、16%間伐のプロット3が3~10%に集中した。

強度の間伐を施したプロット1, 4および5では、分布の幅やその形は前回と同じようで、分布幅は7~50%以上までの広くにわたっている。平均照度を前回のそれと比較すると、プロット2~4では生長にともなって樹体が大きくなり、その結果林内は暗くなった。一方強度に間伐したプロット1や5では、逆に前回よりも明かるくなっている。

これは、林内が明かるくなったというよりも、前回とは変わらず、強度に間伐すると1年間では林内の明かるさを変えるほど林分が回復しないと考えるか、照度の測定方法に問題があると考えられるべきであろう。

最後に求めた林内照度に差があるかどうか検定した(表-4)。プロット間における差は、プロット1と5の間には差が認められなかったが、他のどのプロット間にも1%水準で有意な差がみられた。

前回の照度との比較は、()で示したように、どのプロットにあっても5%水準以上で差が認められた。

7. 樹冠投影図

間伐1年後の樹冠投影図は図-8のようになる。これは描く人による個人誤差を予想することができるが、いま間伐直後の投影図とくらべてみたばあい、1年後の方が林冠が大きくなったように思われる。ちなみに図から投影された面積を測り、間伐直後のそれとくらべると、強度間伐のプロット1では約2割近く増加したが、他のプロットのそれはほとんど差が認められなかった。

Table 4 Checking of relative light intensity among five plots

plot	1	2	3	4	5
1	(XX)	XX	XX	XX	
2		(X)	XX	XX	XX
3			(X)	XX	XX
4				(XX)	XX
5					(XX)

×: Significant at the 5% level

××: Significant at the 1% level

(): Relation between 1965 and 1966

文 献

- 1) 坂口勝美: 間伐の本質に関する研究, 林試報131: 1-95, 1961.
- 2) 齊藤秀樹・菅 誠・四手井綱英: 小径木間伐に関する研究(1) 第1回間伐前後の林況の変化について, 京大農演報 38: 50-67, 1966.
- 3) 四大学合同調査班: 森林の生産力に関する研究, 第一報北海道主要針葉樹林について, 1960.
- 4) 菅 誠・齊藤秀樹・四手井綱英: 常緑広葉樹林の物質生産力について, 京大農演報 37: 55-75, 1965
- 5) 四大学および信大合同調査班: 森林の生産力に関する研究, 第三報スギ人工林の物質生産について, 1966
- 6) 齊藤秀樹・四手井綱英・吉良竜夫: ツバキ林の生産構造と物質生産量, 日生態会誌 15: 131-139, 1964
- 7) 四大学および信大合同調査班: 森林の生産力に関する研究, 第二報信州産カラマツ林について, 1964
- 8) Schinozaki, K., K. Yoda, K. Hozumi and T. Kira: A quantitative analysis of plant form-the pipe model theory II Further evidence of the theory and its application in forest ecology, J. J. Ecol, 14: 133-140, 1964
- 9) 四手井綱英他: 未発表
- 10) 只本良也・尾形信夫・長友安男・吉岡清・宮川良幸: 森林の生産構造に関する研究(VI) 足場丸太生産スギ林の生産力について, 日誌 46: 246-253, 1964
- 11) Tadaki, Y. and Y. Kawasaki: Studies on the Production Structure of Forest. IX. Primary Productivity of a Young *Cryptomeria* Plantation with Excessively High Stand Density, J. Jap. For. Soc. 48: 55-61, 1966
- 12) 只本良也・尾方信夫・長友安男: 森林の生産構造に関する研究XI, サシキスギと実生スギの28年生造林地の

- 物質生産力, 林試報 199 : 47—65, 1967.
- 13) 沓木達郎 : 林木の成長を支配する要因に関する解析的研究, 九大農演報 37 : 85—178, 1964.
- 14) Bray, J. R. : Primary Consumption in Three Forest Canopies, Ecol. 45 : 165—167, 1964.
- 15) 只木良也・四手井綱英 : 数量的間伐に関する生態学的研究, 京大農演報 34 : 1—31, 1963.

Résumé

The investigation, thinning from small diametered trees, was carried out in pure *Cryptomeria japonica* plantation stands of about 10 years of age, located in Yoshino District, Nara Prefecture, in October, 1965.

The methods of this investigation, thinning ratio and the changes in stand conditions before and after thinning, etc., was reported in a preceding paper.

The authors attempt in this paper to study the change of stand conditions for one year after thinning from the point of dry matter production.

The main results were as follows ;

- 1) No dead trees were found, so the tree density was the same as the one in the preceding year.
- 2) The increment of tree height seemed to have nothing to do with the thinning ratios.
- 3) There was found to be changed in the relations between the breast-height diameter and tree height.
- 4) The plant biomass were estimated utilizing the components of each tree felled during the foregoing investigation (Oct. 1965) and the result of this census (Oct. 1966) of DBH and height of all trees on the plots. The standing crops of each component in plot No. 2 (plot without thinning) are 53 ton/ha in boles, 5.6 ton/ha in branches, 21 ton/ha in leaves, 18 ton/ha in roots, and 97 ton/ha in all trees.
- 5) The annual increment of biomass was calculated. The lower the thinning ratio became, the larger the increment of biomass. Conversely, the lower the thinning ratio became, the smaller the increasing rate.
- 6) In the first year after thinning, the biomass of leaves and branches increased at first, but there was no significant increase of bole biomass.
- 7) Net production of Plot No. 2 (plot without thinning) was estimated to be 18 ton/ha/year oven-dry weight.
- 8) After one year, the relative light intensity on the floor of the slightly thinned plot decreased, but at the two heavily thinned plots, no significant differences were found.