

高立木密度のスギ幼令林の物質生産量に関する若干の検討*

斎藤 秀樹・山田 勇・四手井綱英

Some Discussions on Dry-Matter Production of Young Stands of
Cryptomeria japonica D. Don with Excessively High Stand Density*

Hideki SAITO, Isamu YAMADA and Tsunahide SHIDEI

目	次
要 旨	121
はじめに	122
調査林分の概況および調査方法	122
調査結果と考察	123
1. 相対生長関係について	
2. 林分現存量について	
3. 生産力について	
4. 垂直的な構造について	
文 献	136
Résumé.....	137

要 旨

幼令ではあるが、立木本数が極端に高く、樹高の良くそろっているスギ小型林分の物質生産量を調査したので、資料として報告する。

1) 調査林分の概要は Table 1 と、Fig. 1 と 2 に示す。

2) 樹幹は非常に細長である。 H/D は 120~140 cm/cm (平均 128) で、優勢木ですら 100 をこえる。また、 H/D_0 値も 100 以上である (Fig. 2)。ただし、 H は樹高、 D は DBH 、 D_0 は地ぎわ直径

3) 各部分間の相対生長関係を調べた (Fig. 3~7)。

(a) 幹乾重と幹材積の関係の比例定数は 0.46 kg/dm^3 で、一般のスギ人工林における値 0.35 kg/dm^3 より大きい (Fig. 4)。

(b) $D_{1.0}^2 H$ と幹材積の関係は、一般のスギ人工林の場合の関係と一致した (Fig. 4)。すなわち、いわゆる幹の形は生育する林分の密度にほとんど無関係で一定と言える。ただし、 $D_{0.1}^2 H$ は (樹高の 1/10 高における直径の 2 乗) $\times$ (樹高)

(c) 徳山林分の幹乾重と根乾重の関係は、立木密度の異なる Plot 1 と 2 で分離した (Fig. 5)。

(d) 幹乾重と幹重量生長量の関係は、小径木ほど極端に生長が悪いことを示している (Fig. 7)。

4) ha あたり各部分現存量を計算又は推定した (Table 1)。

(a) 初期密度 (植栽密度) が高ければ、若令でも十分な幹の蓄積を有する。徳山の Plot 1 の、単位高さあたりの林分幹現存量は、 $11 \text{ ton/ha}\cdot\text{m}$ となった (Table 1, Fig. 8~9)。

(b) 最多密度時におけるスギ林分の単位高さ当りの物質密度 ($y_s/\bar{H}$) は、林分の生長の良否に

* Contributions from JIBP-PT No. 145

本論文の一部は予報として、第 17 回関西林学会大会 (1966 年 11 月)「高立木密度のスギ林の現存量について」で発表した。

関係なく、ほぼ等しいと考えられる (Fig. 8~9)。

(c) 林分葉量は他のスギ人工林の値と大略一致する (Table 3 参照)。

(d) 林分枝現存量は立木密度が高いために非常に少ない (Table 3)。

(e) 地下部に対する地上部の量の比は、徳山の plot 1 で 5.3, Plot 2 で 4.2 である。

5) D^2H と非同化部量の関係 (Fig. 10) が、一年前にも成立するとして、調査時および一年前の ha あたり非同化部現存量を推定し、その量差と葉の生産量を合計して純生産量を推定した (Table 4)。他のスギ人工林における生産力とほぼ一致する (Table 3 参照)。

6) 徳山の皆伐調査区 (Plot 1) における生産構造図を描いた (Fig. 11)。

7) ある層における幹材積量と、その層の高さとの間には梢端と根張りの部分を除けば、一次の直線関係がみられる (Fig. 13)。いわゆる樹幹形の相異はほとんどなく、その細り方の違いで表されよう。これは 3) - (b) の結果と対応する。

8) 立木密度が高く、個体差の小さいいわゆる共倒れ型林分では樹高生長が小さく、生産力も低い傾向が若干認められた。さらに資料が必要である。

は じ め に

スギ (*Cryptomeria japonica* D. Don) は、わが国では古くから最も重要な造林樹種として人工林の分布が広く、スギ林を対象とした研究も数多く行われてきた。京大、東大、大阪市立大など 4 大学合同調査班等が、スギ人工林について森林生態系の生産力の立場から調査検討を行ない、その報告も数多くなされ、スギ人工林の生態的な特徴もある程度解明されている。

本調査は、幼令ではあるが立木密度の極端に高いスギ林分、外観上は樹高がよくそろっていわゆる共倒れ型に近いと思われる林分の物質生産力を調査したので、資料として報告する。

この様に植栽密度の高い人工林は、林業的には価値があるわけではなく、また実際にもあまり見当らない。しかし、物質生産生態学の立場からみれば、このような初期密度の高い林分の生態的特徴は、はなはだ興味深いものがある。

京都大学 旧徳山試験地における 現地調査では、徳山試験地 主任堤利夫助教授、鬼石長作技官 (現：上賀茂試験地) ならびに森田正彦氏 (現：農林省) の各位のご援助、ご協力を受けた。ここに厚く御礼申し上げる。

調査林分の概況および調査方法

調査した高立木密度の幼令林とは、スギの育苗床がそのまま放置されて出来た小型の林分である。

1966 年 11 月に京都大学旧徳山試験地 (山口県徳山市笹葉ヶ丘) で樹令 13 年の林分を、1966 年 2 月に三重県一志郡美杉村の民有地で樹令 12 年の林分を、それぞれ生態学的に生産力調査を行った。

調査林分は Table 1 に示す通りである。立木の平均間隔は徳山の林分で約 0.5 m、一志の林分では約 0.3 m (枯木も含めると 0.25 m) となる。この他に、樹令 6 年生の苗畑のスギ小型林分、ならびに林令 10 年生のスギ林分で、同一斜面上で生長状態が非常に異なる 3 調査区 (谷、尾根とその中間) での林分現存量を測定し追加した (Table 3 参照)。

徳山の林分は赤色の粘土質土壌で、地下水位も高くスギの生育に適しているとは思われない。Plot 1 は外観上、上層木の樹高がほぼそろっていて比較的枯死木も少なく、いわゆる共倒れ型に

近い場所に、Plot 2 は枯死木が多く個体差も認められる場所に設けた。樹高頻度分布図 (Fig. 1) でみると、両 Plot とともに林冠層は2層に別かれている。Plot 1 では上下層を占める本数はほぼ等しいが、Plot 2 では下層木が全立木の2/3を占めていて多い。しかし葉層図 (Fig. 2) を描けば、Plot 1 では下層木は上層木の樹冠層に達せず2段林であることを示すが、Plot 2 では樹高に差はあるが枝の枯れ上りはほぼそろっていることがわかる。

各 Plot (2.0×2.7 m) 内の全立木を伐倒し、4 大学合同調査班が行なったと同様の測定項目を設け、層別刈取り調査 (1 m 層) を行なった。ただし Plot 2 は層別刈取り調査は行わなかった。特記する調査は、一年間の樹高生長量の測定 (一年前の樹高)、ならびにチェーンブロックを使って抜根し、個体ごとにその根重量を計測したことである。

一志の林分は、調査区 (3.0×2.5 m) 内の毎木調査を行ない、この中から3本の供試木を選び層別刈取り調査 (0.2 m 層) を行なった。この林分も徳山の Plot 1 と同様に共倒れ型と言えるほど樹高は良くそろっていた。また調査時には、多数の枯死木 (全立木の45%) が見られ、これは最近に枯れたものと思われる。この林分の土壌は比較的スギの生育に適しているが、樹高20 m以上の壮令林分と近接するため、夏期でも直射日光の当たるのは2時間程度であった。

調査結果と考察

1. 相対生長関係について

森林の生産生態学的調査にあっては、樹体の各部分量の間にみられる相対生長関係は、測定しやすい部分量から測定の困難な部分量を推定するのに応用され、すでに多くの報告がある^{1,5)}。ここでは、極端な高立木密度の徳山の林分を中心にし

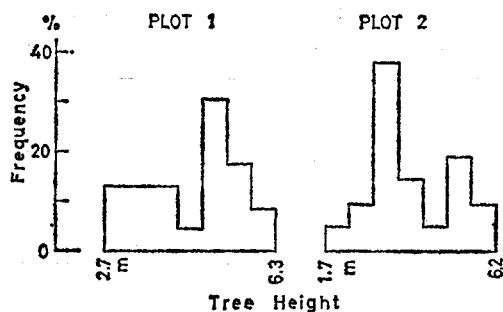


Fig. 1. Frequency of tree height in the young stands of *Cryptomeria japonica* with excessively high stand density (Tokuyama Stand). For further data see Table 1.

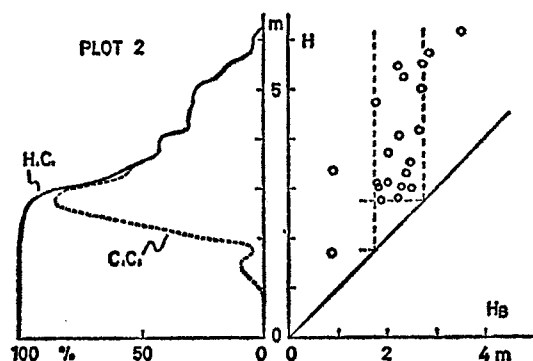
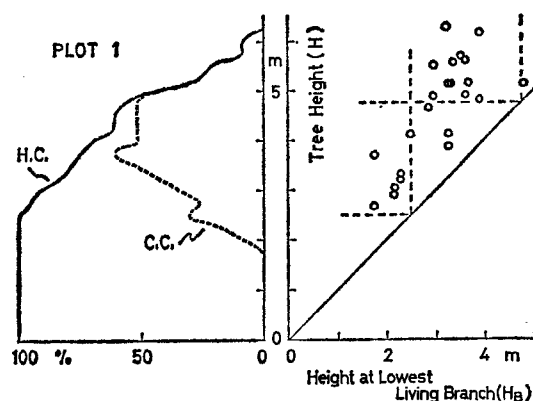


Fig. 2. Crown depth diagram and $H-H_B$ relation²⁾ in Tokuyama Stand.

C. C.; Crown curve, H. C.; Height curve. The stand of Plot 1 formed two layers at the border of 4.5 m high, but that of Plot 2 is single and the height of the lowest living branch is from 1.75 to 2.75 m.

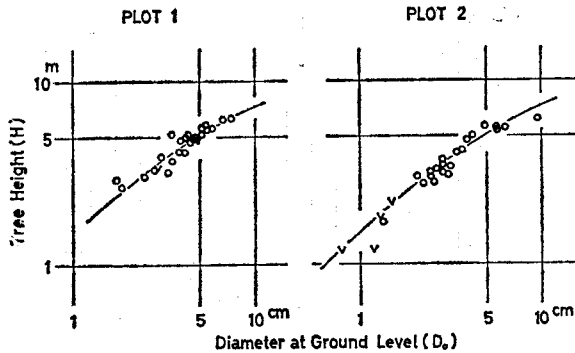


Fig. 3. Allometric relations between tree height (H) and stem diameter at the ground level (D_0) (Tokuyama Stand). ∇ ; Dead tree

$$\frac{1}{H} = \frac{0.606}{D_0} + 0.0757 \dots \dots \dots \text{Eq. 1}$$

$H(\text{m}), D_0(\text{cm})$

細長であった。 D_0 の代りに DBH を使って H/D をみると、両 Plot とも 120~140 で、優勢木でも 100 をこえ、平均値は 128 である。調査のさい伐倒木は一本ではほとんど直立が困難であったことからもうなずける (Photo 参照)。この林分は木が集団で存在するために壊れずに成立を続けたと思われる。一志の林分でも同様に、 H/D_0 は 100~130 程度の値を示した。菅は林分の物質現存量をもとにして計算した平均の H/D を求め、最大密度時で 83 としている。また、クローン化の進んだサシキによる共倒れ型林分では、 H/D は 100 をこえるだろうとしているが、上記の結果ともよく一致する。

なお、一志の林分の $D-H$ 関係は、

$$\frac{1}{H} = \frac{0.556}{D} + 0.111 \quad (3)$$

$H(\text{m}), D(\text{cm})$

となる。

D^2H と幹材積 (V_s) の関係は、Fig. 4 の通り回帰性は非常に良い。

$$\log V_s = 0.898 \log D^2H - 1.0782 \quad (4)$$

$V_s(\text{dm}^3), D^2H(\text{cm}^2 \cdot \text{m})$

この関係は、第 3 報に示される回帰式の勾配 0.921 より小さく切片も大きいのは、DBH を測る高さが樹高の大小によって意味が異なることに帰因する為めであろう。

次に、幹材積と幹乾重 (w_s) の関係は、

$$w_s = 0.460 V_s \quad (5)$$

$w_s(\text{kg}), V_s(\text{dm}^3)$

となる (Fig. 4)。個体の大小にかかわらず一本の直線で、しかも勾配 1 で回帰する。すなわち、優勢木や劣勢木のいかににかかわらず幹比重は一定と言える。この高立木密度の林分の幹比重 0.46 kg/dm^3 は、一般のスギ人工林での 0.35 kg/dm^3 に比べて重い。

一志の林分のばあいも、 D^2H-V_s , V_s-w_s 関係共に、徳山の林分の相対生長関係とよく一致する (Fig. 4 参照)。

(4) (5) 式から、

て、この相対生長関係を簡単に述べる。まず、樹高 (H) と地ぎわ直径 (D_0) の相対生長関係を Fig. 3 に示す。篠崎の提案した C-D rule を使って D_0-H 関係を求めた。

$$\frac{1}{H} = \frac{0.606}{D_0} + 0.0757 \quad (1)$$

$$H(\text{m}), D_0(\text{cm})$$

また、DBH との関係では、

$$\frac{1}{H} = \frac{0.417}{D} + 0.0834 \quad (2)$$

$$H(\text{m}), D(\text{cm})$$

直径に対する高さの比、すなわち H/D_0 は上層の 1, 2 本を除けば全て 100 (cm/cm) をこえ、幹は非常に

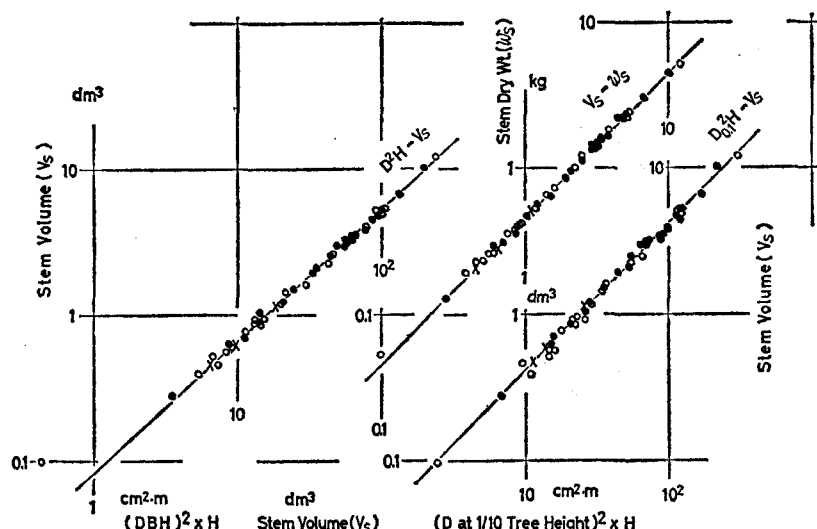


Fig. 4. Allometric relations between (square of DBH) $\times$ (tree height) and stem volume (V_s), V_s and stem dry weight (w_s), and (square of stem diameter at 1/10 tree height) $\times$ (tree height) and V_s .

●: Tokuyama Stand, Plot 1

○: — — —, Plot 2

×: Ichishi Stand

$$\log V_s = 0.898 \log D^2 H - 1.0782 \quad \dots \dots \dots \text{Eq. 4}$$

$$w_s = 0.460 V_s \quad \dots \dots \dots \text{Eq. 5}$$

$$V_s = 0.042 (D_{0.1}^2 H) \quad \dots \dots \dots \text{Eq. 7}$$

$$V_s(\text{dm}^3), D^2 H \text{ \& } D_{0.1}^2 H(\text{cm}^2 \cdot \text{m}), w_s(\text{kg})$$

$D_{0.1}^2 H - V_s$ allometry in Tokuyama and Ichishi Stand with high density ($\rho = 40,000 - 100,000$ No./ha) agrees well with that of *Cryptomeria* Plantations in Japan. The varieties of stem form by depending on ρ are negligible small, namely it may be only described on the differences of stem taper. For further explanations see Fig. 13. V_s is approximately proportional to w_s irrespective of the differences of tree sizes. The ratio of w_s/V_s (0.46 kg/dm³) is generally larger than the average value (0.35 kg/dm³) in *Cryptomeria* Plantations.

$$\log w_s = 0.898 \log D^2 H - 1.4047 \quad (6)$$

$$w_s(\text{kg}), D^2 H(\text{cm}^2 \cdot \text{m})$$

が得られる。

樹高の1割高における幹直径 ($D_{0.1}$) から $D_{0.1}^2 H$ をもとめ、この $D_{0.1}^2 H$ と幹材積の関係は、Fig. 4 のように、勾配1の回帰直線が得られる。

$$V_s = 0.042 (D_{0.1}^2 H) \quad (7)$$

$$V_s(\text{dm}^3), D_{0.1}^2 H(\text{cm}^2 \cdot \text{m})$$

立木密度が高く、 H/D_0 が100をこえる林分でえたこの関係は、4大学合同調査班が調べた種々の条件下のスギ林の資料で得られた関係と一致した。すなわち、いわゆる幹形は立木密度にほとんど左右されないことを示していて、幹の形はその細り方の違いで表され、相対的に幹形そのものの違いはきわめて小さいことを裏付けている。

次に、葉乾重 (w_L) と幹乾重の関係は、両者が比例しているとして回帰線を求めた。Fig. 5 の

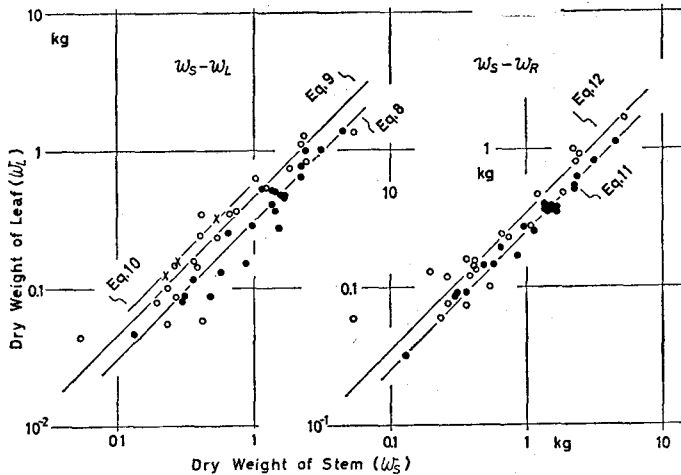


Fig. 5. Allometric relations between leaf dry weight (w_L) and stem dry weight (w_S), and root dry weight (w_R) and w_S .

For symbols see Fig. 4.

$$w_L = 0.31 w_S \quad (\text{Tokuyama Stand, Plot 1}) \dots \text{Eq. 8}$$

$$w_L = 0.46 w_S \quad (\text{---, Plot 2}) \dots \text{Eq. 9}$$

$$w_L = 0.58 w_S \quad (\text{Ichishi Stand}) \dots \text{Eq. 10}$$

$$w_L(\text{kg}), w_S(\text{kg})$$

$$w_R = 0.255 w_S \quad (\text{Tokuyama Stand, Plot 1}) \dots \text{Eq. 11}$$

$$w_R = 0.350 w_S \quad (\text{---, Plot 2}) \dots \text{Eq. 12}$$

$$w_R(\text{kg}), w_S(\text{kg})$$

w_L and w_S is approximately proportional w_S respectively.

These regressions differ markedly among the stands of Plot 1 and Plot 2. But w_R-w_L allometry in Plot 1 obtained from the regressions of w_S-w_L and w_S-w_R is almost same as that in Plot 2.

は多い傾向がある。ただし、個体差は非常に大きい。

根乾重 (w_R) と w_S の関係では、両者はほぼ比例している (Fig. 5)。

$$w_R = 0.255 w_S \quad (\text{徳山, Plot 1}) \quad (11)$$

$$w_R = 0.350 w_S \quad (\text{〃, Plot 2}) \quad (12)$$

$$w_R(\text{kg}), w_S(\text{kg})$$

このように Plot で分離する。 w_R-w_L 関係では両 Plot による違いはほとんど見られない。これは (8) (9) 式と (11) (12) 式から、 $w_R = A_R \cdot w_L$ 関係の A_R 値を計算すると、Plot 1 で 0.82, Plot 2 で 0.76 でほぼ一致することからもわかる。 w_R と w_L 又は w_S との関係には相互に密接な結びつきが考えられるが、根重の資料が少なく検討が困難である。地上部と地下部の比は Plot 1 が 0.19, Plot 2 は 0.24 である。

幹皮量 (V_{BA}) と V_S の関係式は、

$$V_{BA} = 0.135 V_S \quad (\text{徳山 Phot 1 と 2}) \quad (13)$$

$$V_{BA} = 0.155 V_S \quad (\text{一志}) \quad (14)$$

$$V_{BA}(\text{dm}^3), V_S(\text{dm}^3)$$

樹幹解析によって求めた幹重量生長量 (Δw_S) と w_S の関係は、Fig. 7 の通り、直線性はかなり

ように、林分による分離が見られる。これは林分高の違いによって起ると言われる。

$$w_L = 0.31 w_S \quad (\text{徳山, Plot 1}) \quad (8)$$

$$w_L = 0.46 w_S \quad (\text{〃, Plot 2}) \quad (9)$$

$$w_L = 0.58 w_S \quad (\text{一志}) \quad (10)$$

$$w_L(\text{kg}), w_S(\text{kg})$$

w_S と枝乾重 (w_B) の関係、ならびに w_B-w_L 関係は測点が 10 倍以上の散らばりをみ、回帰性はきわめて悪い。これはスギの葉と枝の区分の仕方にも一因があるだろう。

個体の大きさと球果や雄花の量の関係をみるために、 w_S と生殖器官乾重 (w_{SO}) の関係を Fig. 6 に示す。

約半数の個体には生殖器官の存在が認められなかった。残り 1/2 の個体については、大きい個体ほど w_{SO}

良い。この関係もまた $w_s - w_L$ 関係と同じく林分¹⁾による分離が認められる。この現象は第3報に示されている。直線の勾配は1.24となり、小さい個体ほど幹生長量は急に小さくなることを示している。

$$\log \Delta w_s = 1.24 \log w_s - 0.8570$$

(徳山, Plot 1) (15)

$$\log \Delta w_s = 1.24 \log w_s - 0.6778$$

(" , Plot 2) (16)

$$\log \Delta w_s = 1.24 \log w_s - 0.4204$$

(一志) (17)

$$\Delta w_s(\text{kg}), w_s(\text{kg})$$

2. 林分現存量について

徳山の林分は両 Plot とも全立木を伐倒計測したので、その量を合計した実測値を、一志の林分は [1] で述べた相対生長関係と毎木調査結果とを使って各部分の現存量を推定し、Table 1 にまとめ示した。また、Table 3 に、これらの諸量を比較検討するために、今回の調査と同様の生態学的生産調査によって調べられた林令10年前後のスギ幼令林の林分現存量、生産量等を示した。

徳山の Plot 1 の幹現存量 (y_s) は 60 ton/ha で、単位高さ当りの幹現存量、すなわち $y_s/\bar{H}$ は 11.3 ton/ha・m となった。スギ人工林におけるこの $y_s/\bar{H}$ の値は、最多密度時で 11 ton/ha・m、最大 14 ton/ha・m⁴⁾ 程度になるだろうと言われる。Fig. 8 の $y_s - \bar{H}$ 関係からわかるように、一般のスギ人工林については、 $\bar{H}$ が 10 m 以下の林分では y_s は少ない。しかし今回調査した徳山の Plot 1 や、苗畑の樹令 6 年生の小型林分 (12 ton/ha・m)、また只木らは林令 5 年生林分 (10.1 ton/ha・m) では 11 ton/ha・m 前後の値を報告している。この様に若令でしかも $\bar{H}$ が低くても、初期密度 (植栽本数) が極端に高い林分では、 $y_s/\bar{H}$ は 11 ton/ha・m 前後の値を示すと言えよう (Fig. 9)。即ち、最多密度時における単位高さ当りの林分物質密度 ($y_s/\bar{H}$) は、初期密度さえ十分であれば、林令や林分高にかかわらずほぼ一定で約 11 ton/ha・m になると思われる。

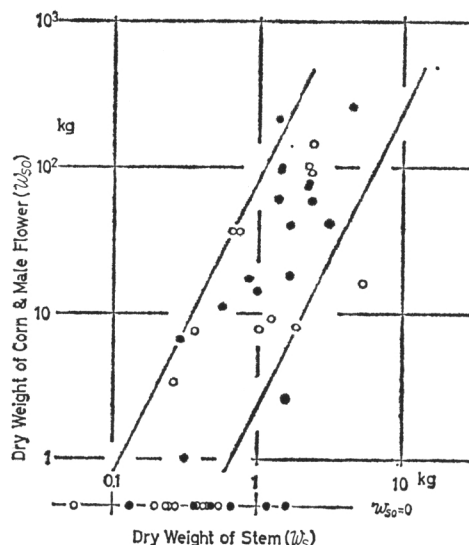


Fig. 6. Allometric relation between dry weight of sex organs (cone and male flower) (w_{so}) and stem dry weight (w_s).

For symbols see Fig. 4.

w_{so} is not seen in a half of sample trees, but w_{so} has the tendency of increase with the larger trees.

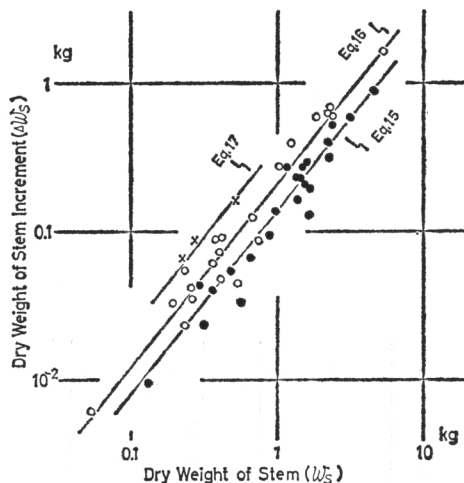


Fig. 7. Allometric relations between dry weight of stem increment (Δw_s) and stem dry weight (w_s).

For symbols see Fig. 4.

$$\log \Delta w_s = 1.24 \log w_s - 0.8570$$

(Tokuyama Stand : Plot 1) ... Eq. 15

$$\log \Delta w_s = 1.24 \log w_s - 0.6778$$

(" : Plot 2) ... Eq. 16

$$\log \Delta w_s = 1.24 \log w_s - 0.4204$$

(Ichishi Stand) ... Eq. 17

$$\Delta w_s(\text{kg}), w_s(\text{kg})$$

The coefficient of this allometries is larger than 1.0¹⁾, and so the stem increment is apparently decreasing with small trees.

Table 1. Biomass and other properties of the young stands of *Cryptomeria japonica* with excessively high stand density.

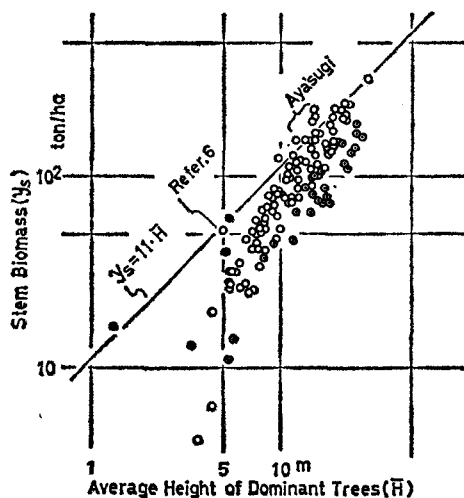
Locality			Tokuyama Stand*, Yamaguchi Pref. (Ex- Tokuyama Exp. Stat.)		Ichishi Stand**, Mie Pref.
Plot			Plot 1	Plot 2	
Stand age		yr	10	10	9
Stand density	ρ	No/ha	42,600 (3,700)	38,900 (7,400)	100,000 (78,600)
Average height of dominant trees	$\bar{H}$	m	5.3	5.1	3.4
Average of DBH	$\bar{D}$	cm	3.2	2.6	2.0
Average of clear bole length	$\bar{H}_B$	m	3.1	2.2	1.7
Average of height growth	$\Delta\bar{H}$	m/yr	0.23	0.35	
Total basal area at breast height	$\sum \frac{\pi}{4} D^2$	m ² /ha	37.1	26.0	14.4
Total basal area at lowest living branch	$\sum \frac{\pi}{4} D_B^2$	m ² /ha	19.0	17.0	
Biomass per hectare		ton/ha			
Stem	y_s		60.0	39.9	12.7
(Volume)	y_{vs}	m ³ /ha	131	87.8	27.7
Branch	y_B		1.9	0.5	0.8 ^a
Leaf	y_L		18.5	16.5	7.4
Sex organs			2.0	0.9	
Corn			1.3	0.8	
Male flower			0.7	0.1	
Root	y_R		15.3	14.1	3.2 ^b
Aboveground parts	y_T		82.8	57.8	20.9
Total	y		98.1	71.8	24.1
Volume of stem bark		m ³ /ha	16.9	12.5	4.3
Total area of stem surface		m ² /ha	8,960	6,270	4,270

* : Sum of the measured amounts of each sample tree in clear cutting Plot 1 and 2.

** : Calculated values based on the allometric relations in Section (1).

Values in *Italic* was estimated under the assumptions as follows;

(a) the biomass per tree is proportional to the basal area

(b) $w_s - w_R$ allometry in Tokuyama Stand (Plot 1) is applied to Ichishi Stand.Figs. 8. Relation between stem biomass per ha (y_s) and the average height of dominant trees ($\bar{H}$) in *Cryptomeria* Plantations.

● : This survey

○ : Plantations (Refer. 1, 6-8, 15-18, 22, 23)

⊙ : Plantations (Refer. 20) with low stand density at Kito District (Tokushima Pref.)

y_s is approximately proportional to $\bar{H}$, that is, stem biomass per 1 m high is constant. The value of $y_s/\bar{H}$ at the full density in *Cryptomeria* Plantations is about 11 ton/ha·m, but the value in a stand made of cultivated cuttings (Aya-sugi in Kumamoto District)¹⁾ is about 13 ton/ha·m.

只木ら⁶⁾によれば、年間樹高生長量が1 m近くあり生育の良好なクローンによる林分の $y_s/\bar{H}$ は 10.1 ton/ha·m であるのに反し、徳山の年間樹高生長量が前者の約 1/2 以下しか示さない生育状態の悪い Plot 1 では逆に 11.1 ton/ha·m と多くなっている。これは林分の単位高さ当りの林分物質密度は、極端に生育状況の悪い場合を除けば、生育の良否とは関係なくほぼ一定になることを示している。

ただ、徳山の Plot 1 は外観的には共倒れ型林分とはいえず、熊本のクローン化の進んだアヤスギ林分 (K-18-へ) の $y_s/\bar{H}$ の 13 ton/ha·m に比較すると少ない。クローン化の進んだサシキによる林分では、実生による林分の場合に比べて自然間引きのメカニズムが異なると考えられる。この意味からすれば、徳山、一志の林分は真の意味での共倒れ型林分とは言えない (あるいは、クローンによるアヤスギ林分は特異なものと言える)。⁶⁾

単位高さ当りの幹材積現存量 ($y_{vs}/\bar{H}$) は、徳山の Plot 1 では 24.7 m³/ha·m、一方只木らが調べた林分ではこの値より多く 27.4 m³/ha·m と、前述した $y_s/\bar{H}$ の値の場合に比べて逆の傾向がある。これは Table 3 に示すように幹比重の違いに帰因する。一般のスギ幼令林では幹比重は 0.35~0.38 ton/m³ であるが、徳山や一志の林分のそれは 0.46 ton/m³ と大である。この傾向は今回調査した林分の特徴であると言える。高立木密度で個体生長が悪い為めであろう。

Plot 2 の y_s は Plot 1 に比べて 20 ton/ha ほど少ない。これは両 Plot を構成する樹木の個体差に帰因すると言うよりは、枯死個体が多いことからみて調査前のある時期に同時に多数の木が枯死し、その後十分に林分が回復していない為だろうと推察される。

Plot 1 の枝現存量は、高立木密度のため少なく、地上部現存量の 2% しか占めていないのが特徴的である (Table 3 参照)。

球果や雄花の現存量は 2 ton/ha と多い。葉現存量 (林分葉量 y_L) は 17~19 ton/ha で、スギ人工林としては一般的な値と言えよう (Table 3 参照)。スギのように葉の寿命の長い常緑樹

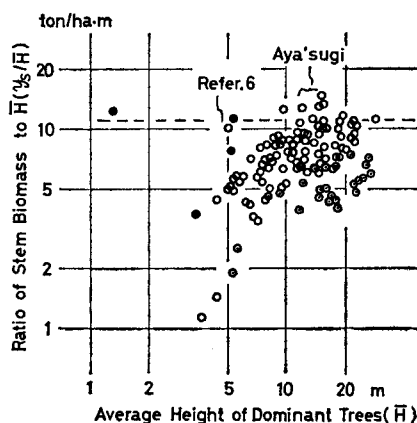


Fig. 9. Relation between average height of dominant trees ($\bar{H}$) and stem biomass per 1 m height ($y_s/\bar{H}$) in *Cryptomeria* Plantations.

For symbols and others see Fig. 8.

Table 2. Differences of estimated and measured biomasses in clear cutting Tokuyama Stand.

	Plot 1			Plot 2		
	Measured*	Estimated**	Error	A	B	$\frac{B-A}{A} \times 100$
	A	B	$\frac{B-A}{A} \times 100$			
	ton/ha	ton/ha	%	ton/ha	ton/ha	%
Biomass per hectare ton/ha						
Stem	60.0	60.2	+0.3	39.9	40.8	+2.3
Leaf	18.5	18.7	+0.6	16.5	18.8	+13.9
Root	15.3	15.3	+0.3	14.1	14.3	+1.4
Stem increment in dry weight per hectare ton/ha·yr	8.5	10.0	+17.9	9.0	10.3	+14.7

*: Sum of the measured amounts of each part

** : Estimated biomass from the allometries (Eq. 4, 5, 8, 9, 11, 12, 15, 16) in Section (1)

Table 3. Biomass and primary production in young (about 10 years old)

Locality & Stand		Stand age	Stand density	Average tree height	Total basal area at B. H.
		yr	ρ No/ha	$\bar{H}$ m	$\Sigma \frac{\pi}{4} D^2$ m ² /ha
Yoshino	Y-20	6	12,800	5.5	21.9
	K-30	11	8,380	8.0	37.4
	N-29	11	9,080	7.5	29.6
Kumamoto (Ayasugi)	K-2-ろ	10	4,700	5.3	24.2
Yoshino		10	12,019	5.3	25.1
Nishikawa		10	3,504	6.8	19.0
National Forest		9	2,210	4.4	7.0
Obi		10	1,500	3.7	4.3
Nagasaki	N-11	11	9,750	5.7	24.2
Nagasaki	1	11	10,000	6.0	27.1
	2	11	9,500	5.3	21.3
Kumamoto (Nursery)		5	29,500	5.0	37.2
Yoshino	1	10	3,300	8.2	28.5
	2	10	4,400	7.4	33.1
	3	10	3,910	7.6	30.2
	4	10	3,670	6.5	22.5
	5	10	4,220	6.1	22.6
Yoshino	2	11	4,400	8.2	36.4
Yoshino	2	12	4,400	9.0	41.9
Ichishi	1	10	6,160	7.1	34.2
		12	6,160	8.4	40.8
	2	10	5,600	7.7	33.3
		12	5,600	9.2	40.4
Ichishi, Slope Down ^c		11	8,600	6.6	32.2
Middle		11	9,700	5.4	24.5
Upper ^c		11	9,100	4.4	17.8
Kyoto, Nursery		3	481,000	1.3	12.4 ^d
Tokuyama (Nursery)	1	10	42,600	5.3	37.1
	2	10	38,900	5.1	26.0
Ichishi (Nursery)		9	100,000	3.4	14.4

*: Dugged out the roots at the field survey

(a): Estimated from the difference between stem biomass at present and one year before

(b): Mean value for 2 years

(c): Soil productivity; down: good, upper: bad

の y_L は、生育段階のある時期に過飽和となる^{18), 19)}様であり、同一林分でもその y_L は年によって相当の変動を伴うと考えられる。

一志の林分の各部分現存量は、Table 1 の通りきわめて少ない。 $y_s/\bar{H}$ も 3.7 ton/ha・m, y_L も 7.4 ton/ha である。これは枯れ木が全立木の約 45% を占めるところから、共倒れ型に近い林分が丁度崩壊した直後、言い換えれば全立木の 45% 近い個体が一斉に枯れた直後にこの林分を調査したと考えられ、このため諸林分現存量が小さいと推察されよう。前述した様に、陽光量の不足も影響しているかもしれないが確かでない。なお、枯死木の幹重量は 20 ton/ha 程度であった。

forest ecosystems of *Cryptomeria japonica* by ecological survey.

Biomass per hectare				Stem increment in dry wt. Δy_s ton/ha·yr	Net primary production ΔP_n ton/ha·yr	Mean specific gravity of stem y_s/y_{vs} ton/m ³	Ref.		
Stem	Stem (Volume)	Branch	Leaf						
y_s ton	y_{vs} m ³	y_B ton	y_L ton						
32	92	4	16	16.3	25.8	0.35	1)		
66	189	8	26	20.3	34.4				
50	143	6	20	19.2	31.1				
28	80	7	17	11.2	20.2				
25.9		3.5	19.9	4.4	13.6	—	23)		
24.4	68.2	3.1	18.9	5.8	14.3	0.36			
6.3	23.6	2.8	10.1	2.0	7.0	0.27			
4.2	11.6	2.0	6.7	1.4	5.0	0.36			
31.2	87.3	3.0	16.7	4.2	9.7	0.36	7)		
34.9	97.7	3.4	18.7	3.9	10.9	0.36	8)		
27.4	76.8	2.7	14.7	3.7	8.6	0.36	6)		
50.7	137	1.8	26.5	13.2	29.1*	0.37			
41	124	4.3	17	8.2		0.33	15)		
45	134	4.6	18	9.0		0.34			
41	121	4.1		8.2		0.34			
27	81	4.2	16	5.4		0.33			
26	78	3.9	16	5.2		0.33	16)		
53	158	5.6	21	8.1 ^a	18.0*	0.34			
65	185	6.5	23.2	12.3 ^a	24.4	0.35	17)		
50.4	133	4.9	20.2	9.1 ^b	17.7 ^{b*}	0.38	13)		
68.3	180	5.3	5.3						
50.0	132	4.9	20.0	9.3 ^b	19.8 ^{b*}				
70.5	186	5.8	20.5						
46.9	123					0.38	This survey		
30.9	81.4								
19.3	50.7								
16.1	(40.3)	0	25.8			—	This survey		
60.0	131	1.9	18.5	8.5	16*	0.46	This survey		
39.9	87.8	0.5	16.5	9.0	19*				
12.7	27.7	0.8	7.4	3.3	7	0.46	This survey		

今回調査した 高立木密度の2林分は、林令のわりに $\bar{H}$ が小さい。徳山の林分の平均年間樹高生長量は Plot 1 が 0.23m, Plot 2 が 0.35m, また、一志の林分のその平均値は約 0.4m である。樹高は一般に立木密度 (ρ) に無関係と言われているが、今回の林分のように極端に ρ が高くなると、 $\bar{H}$ も低くなるとも考えられる。しかし、両林分とも地位等の生育環境が良くないのでこの点は定かでなく、今後の検討にまちたい。

最後に、[1] で述べた相対生長関係を使って、徳山の林分の各部分現存量を推定し、実測値と比較した (Table 2)。推定の精度は満足できるものである。特に、幹現存量の推定誤差はきわめて少ない。

3 生産力について

森林生態系の物質生産力の推定方法として、植物体を中心にしてその物質収支の立場からみた方法がしばしば用いられる。今回の調査は一時点でしか行っていないし、また生長量は幹だけしか測定していない。そこで只木⁶⁻¹¹⁾らがしばしば用いる次の方法を利用した。

現時点(伐倒調査時)における D^2H と非同化器官乾重 (w_c) とその相対生長関係を求め、現時点での ha あたり非同化器官量 (y_c) を推定する。次に、 D^2H-w_c 関係は一生育期間での分離はないものとして、推定の一年前の D^2H から一年前の y_c , すなわち y'_c を推定する。この y_c と

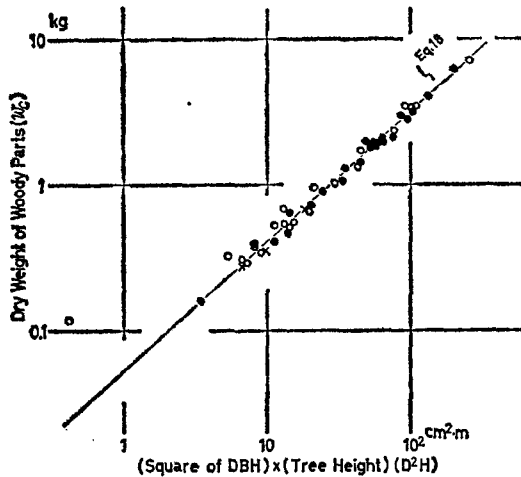


Fig. 10. Allometric relation between D^2H and dry weight of woody parts (stem+branch+root) (w_c).

For symbols see Fig. 4.

$$\log w_c = 0.892 \log D^2H - 1.2795$$

(Tokuyama & Ichishi Stand).....Eq. 18
 w_c (kg), D^2H ($\text{cm}^2\cdot\text{m}$)

The annual increment of woody parts is given by the difference of the biomass of woody parts at present and one year before, assuming that this allometry (Eq. 18) did not vary during one growing season. The tree height at D^2H one year before could be measured in this survey, and so DBH one year before calculated as follows;

$$\frac{\text{DBH without bark one year before}}{\text{DBH without bark at present}} \times \text{DBH with bark at present}$$

y'_c との差, すなわち 非同化器官の一年間の増分 (年間生長量) を計算する。この値に葉の年間生産量を合計して林分生産量を求める方法である。

著者らはこの方法を、2時点の伐倒調査を行なって推定精度を確かめたところ、2年間ではこの D^2H-w_c 関係は両対数グラフ上ではその分離は識別出来ない。また推定量そのものもかなり妥当な量が得られたようであったので、この方法を使って生産力を計算した。今回の調査では、根重を測定しているので D^2H-w_c 関係の w_c の値には推定は入らない (Fig. 10)。

$$\log w_c = 0.892 \log D^2H - 1.2795 \quad (18)$$

$$w_c(\text{kg}), \quad D^2H(\text{cm}^2\cdot\text{m})$$

また、一年前の樹高も実測してあるので、一年前の皮付の DBH を求めればよい。すなわち、

$$\frac{\text{一年前の皮なし直径}}{\text{現時点での皮なし直径}} \times \text{現時点の DBH}$$

から推定した。

純生産量 (ΔP_n) の計算は Table 4 の通りである。現時点での D^2H-w_c 関係から推定した y_c は、その実測値と大差なく、 $\pm 1\%$ の誤差で得られた。 $y_c - y'_c$ は徳山の Plot 1 で 13 ton/ha·yr, Plot 2 が 16 ton/ha·yr となり、 ρ が高く個体差の小さい Plot 1の方が少ない。

葉の当年生産量は測定していないが、汰木²¹⁾によれば y_L の 1/4 であるとし、只木⁶⁻¹¹⁾らはこの仮定を用いて推定している。安藤²²⁾らは 8.3 ton/ha·yr とかなり大きい数字を示している。著者らが 12 年生林分で調べた結果では 3 ton/ha·yr, であった。徳山の林分の葉生産量は、樹高生長量から考えて 3 ton/ha·yr, ないしは $y_L/4$ とするのが妥当と思われるので、この値を使って ΔP_n を計算した。

徳山の Plot 1 の ΔP_n は 16~18 ton/ha·yr, Plot 2 は 19~20 ton/ha·yr と推定された。

Table 4. Estimates of primary production

				Tokuyama Stand		Ichishi Stand	
				Plot 1	Plot 2		
Woody biomass (y_e) (Stem+Branch+Root)	At present (Nov., 1966)	Measured Estimated by Eq. 18	ton/ha ton/ha	79.6 80.2	55.4 54.3	16.7 17.3	(1)
	One year before (Nov., 1965)	Estimated by Eq. 18	ton/ha	66.9	38.7	12.0	(2)
	Increment during one growing season (in 1966)		ton/ha·yr	13.3	15.5	5.3	(3)=(1)-(2)
	Production of leaves*		ton/ha·yr	3-4.6	3-4.1	1.9-3	(4)
Primary production (ΔP_n)			ton/ha·yr	16-18	19-20	7-8	(5)=(3)+(4)
Stem increment in dry weight (Δy_s) (in volume)			ton/ha·yr m ³ /ha·yr	8.5 (18.4)	9.0 (19.6)	3.3 (7.2)	

*: Calculated from 3 ton/ha-yr¹³⁾ or 1/4 of leaf biomass²¹⁾

一志の林分の D^2H-w_c 関係は、徳山の林分の場合と一致したので、この関係と一年前の推定 D^2H を使って $y_c-y'_c$ を求め、 ΔP_n を推定した。この林分の ΔP_n は 7~8 ton/ha-yr と言えよう。

ha あたりの幹重量生長量は、徳山で 8~9 ton/ha-yr、一志で 3 ton/ha-yr で、 ΔP_n の約 50% をしめた。

立木密度の高い徳山の林分の ΔP_n は、他のスギ幼令林のそれに比較して大差ない (Table 3)。しかし、徳山の両 Plot では、現存量が少なく、 ρ の小さい Plot 2 の方が ΔP_n は大きい。また一志の林分の ΔP_n は非常に少ない。仮りに枯死木の分がその本数割合からみて 45% あるとしても、 ΔP_n は 10 ton/ha-yr 程度にしかない。これは陽光量の不足に原因するのか、あるいは ρ が極端に高く共倒れ型に近い場合には、生産力が減少するのかもしれない。アヤスギ林分の場合にもこの傾向が認められる。¹⁾

4 垂直的な構造について

徳山の Plot 1 は皆伐したので、各層ごとに各部分量を合計して生産構造図を作成した (Fig. 11)。これは只木らが報告した林令 5 年生のクロンで成立した林分の生産構造図とよく似た形を示す。葉層は比較的薄く、主たる層は 2 層である。球果や雄花は上部 2 層の陽光量を多く受ける部位に多く付着する。また、各器官の合計量の垂直的な分布をみると、高さに関係なくほぼ一定で、大略一定の物質量の存在が考えられる。

一志の林分の供試木の垂直構造を単木的に図示した (Fig. 12)。幹生長量は根張り部を除けば、生枝以下の部分では一定というよりむしろ減少の傾向がうかがえる。最大の生長量を示す部位は、最下の葉層より下方で認められる。

Fig. 13 は、地上高 z における層の幹材積量 ($V_s(z)$) と z との関係を実木ごとに示したものである。幹頂端の Shoot 部と根張り部を除くとほぼ直線の関係がみられる。

すなわち、

$$V_s(z) = b - a \cdot z \quad (19)$$

a, b : 定数

$V_s(z)$ (dm³/m)

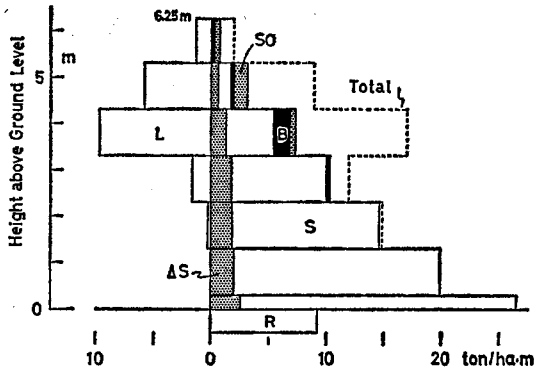


Fig. 11. Vertical distribution of dry matter in the clear cutting Plot 1 in Tokuyama Stand.

The aboveground parts is clipped every 1 m from the ground level and divided into organs (*L*, leaf; *B*, branch; *SO*, corn and male flower; *S*, stem; ΔS , stem increment; *R*, root). The major layers of leaf is about 2 m deep.

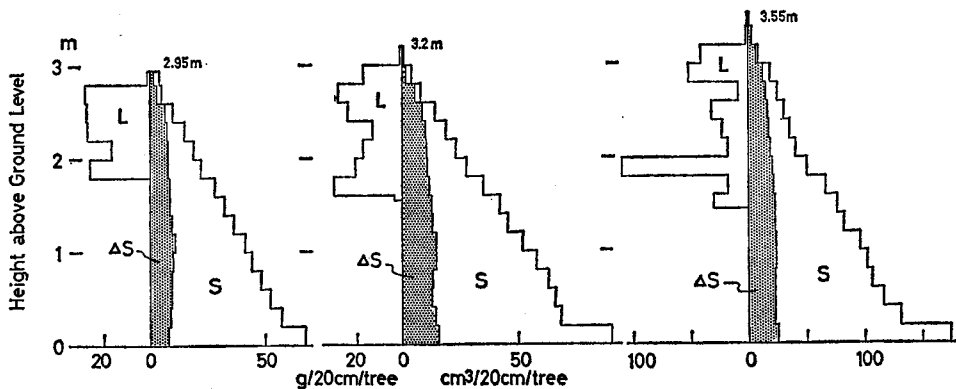


Fig. 12. Vertical distributions of the amounts of leaf (*L*), stem volume (*S*) and stem volume increment (ΔS) per sample tree in Ichishi Stand.

The layer is clipped every 20 cm from the ground level.

層の厚さは一定だから、 z 層における幹断面積を $A_s(z)$ とすると、

$$V_s(z) \propto A_s(z) \quad (20)$$

したがって、

$$A_s(z) = b' - a' \cdot z \quad (21)$$

a', b' : 定数

$A_s(z)$ (cm^2)

Fig. 13-A に示したように、 $V_s(z)$ の減少度合は劣勢木ほど大なる傾向がある。すなわち、(19)式の定数 a の値は優勢木ほど小で、劣勢木ほど大と言える。しかし、優勢木でも劣勢木でも $V_s(z) - z$ 関係が認められるから、いわゆる幹の形はその細り方だけが異なると考えることが出来る。

孤立状態で生育しているスギについて¹⁴⁾、(19)式の傾向が認められる (Fig. 13-B)。勾配 a は個体の大小にかかわらず一定のようである。Shinozaki^{24,25)} らは定量生態学的な立場から幹形の成り立ちを説明している。しかし、実際に単木での幹の直径の垂直的な分布は、同一林分内では個体の優劣や、あるいは立木密度の異なる林内の間で認められるその差は、きわめて小さいと言えよう。すなわち、幹の shoot や根張りを除けば、生育している林内状態にかかわらず幹の断面積

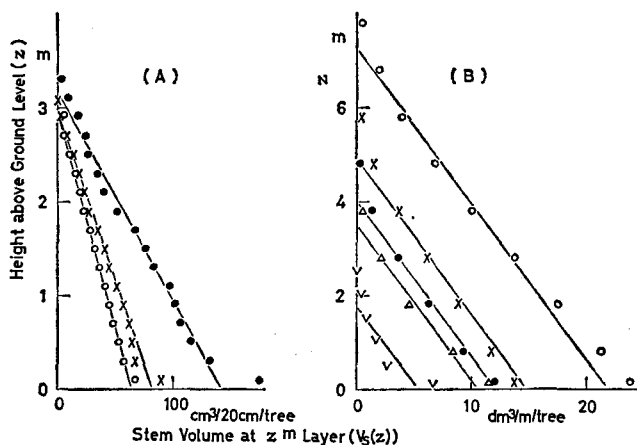


Fig. 13. Relations between stem volume at z m high ($V_s(z)$) and z per sample tree in Ichishi Stand with excessively high stand density (A) and per isolated *Cryptomeria* tree in Ashiu-Kyoto Univ. Forest (B).

Tree size, (A): $\circ < \times < \bullet$
 (B): $\vee < \triangle < \bullet < \times < \circ$

$V_s(z)$ decreases proportionally to the approximate z m high above the ground level without shoot and root swelling. This relation may be written as follows;

$$V_s(z) = b - a \cdot z$$

$a, b; \text{const.}$

As the thickness of a layer is constant,

$$V_s(z) \propto A_s(z)$$

$A_s(z)$; Basal area of stem at z m high

$$A_s(z) = b' - a' \cdot z$$

$a', b'; \text{const.}$

In one stand, the larger the trees, the lower the value of a , or the smaller the trees, the higher the value of a . The differences of stem form is almost neglected. Namely this varieties can be shown only by stem taper. (see Fig. 4.)

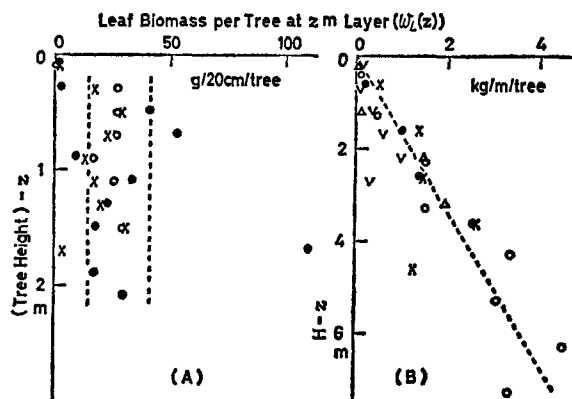
$A_s(z)$ は、地上高 z に対して直線的に変化するといえる。

以上の現象は、[1] で述べた $D_{0.1}^2 H - V_s$ 関係からみた幹形の違いに関する結果と一致する。このことは、 $D^2 H - V_s$ の相対生長関係を使って林分の幹現存量を推定することが、非常に有利

Fig. 14. Relations between leaf biomass per tree at z m high ($w_L(z)$) and z in Ichishi Stand (A) and in Ashu (B).

For symbols see Fig. 13.

It is easy to recognize in the two figures (A) and (B) that the tree crown in the dense and uniform-tree-height stand is cylindrical and that the crown of a isolated tree is conical.



であることを示している。

一志の林分の単木について、地上高 z における層の葉量 ($w_L(z)$) をみると、 z に無関係にほぼ一定で、樹冠形は頂端を除けば、ほとんど円柱形に近い (Fig. 14-A, Fig. 12 参照)。これは徳山の林内でも、 ρ が高く、しかも側体差の小さい林分では認められる。スギの孤立木では、Fig. 14-B のように、 $w_L(z)$ は下層ほど多く、 $w_L(z)$ と z は比例していて、樹冠形は円錐形をしていることを示している。

文 献

- 1) 四大学 (北大・東大・京大・大阪市立大) および信大合同調査班：森林の生産力に関する研究，第Ⅲ報 スギ人工林の物質生産について，日林協，(1966)
- 2) Ogawa, H., K. Yoda, T. Kira, K. Ogino, T. Shidei, D. Ratanawongse and C. Apasutaya: Comparative ecological study on three main types of forest vegetation in Thailand, I. Structure and floristic composition, *Nature and Life in SE Asia*, **4**, 13-48, (1965)
- 3) Shinozaki, K. and T. Kira: The C-D rule, its theory and practical uses, *J. Biol.*, Osaka City Univ., **12**, 69-82, (1961)
- 4) 菅 誠：人工一斉林の林分密度に関する生態学的研究，(学位論文)，(1967)
- 5) (菅 誠)：カラマツ人工林の林分管理と生産力に関する研究，長野営林局，1-49, (1968)
- 6) Tadaki, Y. and Y. Kawasaki: Studies on the production of forest. IX. Primary productivity of a young *Cryptomeria* plantation with excessively high stand density, *J. Jap. For. Soc.*, **48**, 55-61, (1966)
- 7) 只木良也・尾方信夫・長友安男：九州スギ林の物質生産力，林試研報，**173**, 45-63, (1965)
- 8) ————・———・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，日林誌，**46**, 246-253, (1964)
- 9) ————：———(VIII)，立木密度の高いモリシマアカシア林の生産力，日林誌，**47**, 384-392, (1965)
- 10) ————・尾方信夫・長友安男・吉田武彦：——(X)，無間伐の45年生ヒノキ林の生産力，日林誌，**48**, 387-393, (1966)
- 11) ————・蜂屋欣二・棚秋一延：——(XV) ブナ人工林の一次生産，日林誌，**51**, 331-339, (1969)
- 12) 斉藤秀樹・四手井綱英：個体ごとにみた落葉 (枯死葉) 量について——ヒノキ人工林のばあい——，83 回日林誌 (要旨)，(1972)
- 13) ————・———：スギ幼令林の一次生産力とその推定法の検討 (投稿中)
- 14) ————・菅 誠・四手井綱英：(未発表資料)
- 15) ————・———：小径木間伐に関する研究 (I) 第1回間伐前後の林況の変化について，京大演報，**38**, 50-65, (1965)
- 16) ————・山田 勇・四手井綱英：——(II) 第1回間伐1年後の林況の変化について，——，**39**, 64-78, (1967)
- 17) ————・玉井重信・荻野和彦・四手井綱英：——(III) 第1回間伐2年後の林況の変化について，——，**40**, 81-92, (1968)
- 18) 玉井重信・四手井綱英：——(IV) 第1回間伐4年後の林況の変化について，——，**42**, 163-173, (1971)
- 19) 川那辺三郎・四手井綱英：——(V)，(未発表)
- 20) 四手井綱英・半田良一：木頭の林業発展と日野家の林業経営，農林出版 (東京)，(1969)
- 21) 汰木達郎：林木の成長を支配する要因に関する解析的研究，九大演報，**37**, 85-178, (1964)
- 22) 安藤 貴・竹内郁雄・宮本和子：スギ幼令林の現存量とリター量の季節変動ならびに養分吸収量と還元量，天然林の一次生産力の比較研究班中間報告 (四手井綱英編)，JIBP-PT-F, 35-41, (1970)
- 23) ————・蜂屋欣二・土井恭次・片岡寛純・加藤善忠・坂口勝美：スギ林の保育形式に関する研究，林試研報，**209**, 1-76, (1968)
- 24) Shinozaki, K., K. Yoda, K. Hozumi and T. Kira: A quantitative analysis of plant form — the pipe model theory I. Basic analysis, *Jap. J. Ecol.*, **14**, 97-105, (1964)
- 25) ————・———・———・———：——II. Further evidence of the theory and its application in forest ecology, ——，**14**, 133-140, (1964)

Résumé

This report presents the dry-matter production of the young, dense and uniform stand of *Cryptomeria japonica* D. Don.

1. The outlines of the stands are shown in Table 1, and Fig. 1 and 2.
2. The stem is very taper. The ratio of tree height to DBH (H/D) was 120–140 cm/cm (mean 128) and more than 100 cm/cm for the dominant trees. And the ratio of tree height to stem diameter at ground level (H/D_0) was more than 100 cm/cm (see Fig. 2).
3. The allometric relations of each organ are shown in Fig. 2 to 7.
 - (a) The coefficient of stem dry weight (w_s)-stem volume (V_s) allometry is 0.46 kg/dm³, and it exceeds the average value (0.35 kg/dm³)¹⁾ of *Cryptomeria* Plantations (see Fig. 4).
 - (b) (Square of stem diameter at 1/10 tree height) $\times$ (tree height) ($D_0^2 H$)-stem volume (V_s) allometry agrees well with the allometry⁴⁾ in *Cryptomeria* Plantations (see Fig. 4). This result shows that the stem form (for example, paraboloid, neiloid, etc.) is scarcely related to stand density.
 - (c) Stem dry weight (w_s)-root dry weight (w_R) allometries differ in accordance with different tree density (Plot 1 and Plot 2) (Fig. 5).
 - (d) The stem increment apparently decreases in the smaller trees, as seen on the stem dry weight (w_s)-stem increment in dry weight (Δw_s) allometry (Fig. 7).
4. The biomasses of each organ per ha were summed up or estimated (Table 1).
 - (a) The high density stand at the time of planting presents a large biomass of stem even in a young stand. The value of $y_s/\bar{H}$ at the full density is 11 ton/ha·m.
 - (b) The value of $y_s/\bar{H}$ at the full density may be constant no matter what the condition of stand growth is.
 - (c) The leaf biomass agrees approximately with the other *Cryptomeria* Plantations¹⁾ (see Table 3).
 - (d) The branch biomass is small in the dense stand.
 - (e) The ratio of aboveground to underground is about 5.3 in Plot 1, and is 4.2 in Plot 2.
5. The net primary production was estimated (Table 4). The productivity in Tokuyama Stand of the dense *Cryptomeria* stand is 16–20 ton/ha·yr, and that in Ichishi Stand 7–8 ton/ha·yr.
6. The vertical distributions of dry matter in the clear cutting Plot 1 (Tokuyama Stand) are shown in Fig. 11.
7. $V_s(z)$ decreases proportionally to the approximate z m high above ground level except shoot root swelling (Fig. 13). The variation of stem form may be only represented by stem taper.
8. In such a dense and uniform forest as the stands in this report, the height growth and the net primary production might be relatively low. However, much more data should be collected in order to confirm this conclusion.

Appendix 1. Measured data of felled trees (Tokuyama Stand)

No.	Tree height	Height growth	Height of lowest living branch	Diameter at 1.3m height (DBH)	Diameter at 0.3m height	Diameter at ground level	Diameter at H/10 height	Oven-dry weight of stem	Oven-dry weight of branch	Oven-dry weight of sex organs	Oven-dry weight of leaf	Oven-dry weight of root	Stem volume	Stem volume increment
	H (m)	ΔH (cm/yr)	H_B (m)	D (cm)	$D_{0.3}$ (cm)	D_0 (cm)	$D_{0.1}$ (cm)	w_S (g)	w_B (g)	w_{SO} (g)	w_L (g)	w_R (g)	V_S (dm ³)	ΔV_S (dm ³ /yr)
Plot 1		(2.0 × 2.7 m)												
1	4.8	35	3.9	3.1	3.7	4.0	3.4	1,153	12	0	534	258	2.52	0.520
2	2.9	6	2.2	1.7	2.3	2.4	2.3	299	0	7	81	87	0.634	0.079
3	4.8			3.2		4.9		(Dead)						
4	5.1	7	3.7	3.6	4.3	4.8	4.2	1,660	16	18	474	355	3.48	0.239
5	3.4			2.0		2.9		(Dead)						
6	3.0	12	2.2	1.9	2.3	2.5	2.3	312	0	1	89	92	0.708	0.044
7	2.7	7	1.8	1.2	1.6	1.9	1.6	130	0	0	47	32	0.280	0.018
8	5.1	45	3.4	3.3	3.8	4.4	3.7	1,440	50	95	505	381	2.99	0.494
9	4.1	10	3.3	2.9	3.4	3.9	3.3	868	25	17	150	170	1.95	0.181
10	5.1	13	4.8	3.5	4.1	5.1	4.2	1,529	12	3	276	395	3.25	0.375
11	6.3	45	3.2	5.7	6.3	7.5	5.9	4,555	313	258	1,375	1,145	10.2	1.78
12	4.9	18	3.0	3.4	4.1	4.6	3.8	1,366	56	60	402	371	3.11	0.318
13	5.6	55	3.6	4.1	4.8	5.2	4.6	2,228	21	75	644	532	4.87	0.755
14	3.7	0	1.8	2.6	3.2	3.5	3.1	655	51	0	253	195	1.52	0.137
15	3.9	12	3.3	2.3	2.7	3.0	2.7	575	0	11	130	148	1.21	0.062
16	4.9	0	3.6	3.6	4.3	4.7	4.2	1,566	48	0	472	371	3.48	0.576
17	5.7	42	3.5	3.7	4.3	5.4	4.2	1,696	13	40	464	383	3.81	0.384
18	3.2	10	2.3	2.1	2.9	3.3	2.9	482	13	0	88	145	1.05	0.095
19	3.3	0	2.3	2.1	2.5	2.8	2.6	367	9	0	117	93	0.879	0.085
20	5.1	25	3.3	3.3	4.4	4.5	3.8	1,413	0	99	365	383	3.22	0.450
21	5.6	57	3.4	4.3	4.9	5.8	4.7	2,392	84	59	996	645	5.14	0.983
22	4.1	3	2.5	3.0	3.6	4.1	3.6	967	50	14	282	278	2.11	0.262
23	6.2	65	3.9	4.6	5.5	6.7	5.3	3,127	78	41	1,014	842	6.74	1.12
24	4.7	19	2.9	3.3	3.9	4.5	3.7	1,355	21	211	519	403	2.97	0.445
25	5.5	60	3.0	4.0	4.9	5.5	4.7	2,257	141	76	776	554	4.58	0.558

Appendix 1. (continue)

No.	H (m)	ΔH (cm/yr)	H_B (m)	D (cm)	$D_{0.3}$ (cm)	D_0 (cm)	$D_{0.1}$ (cm)	w_S (g)	w_B (g)	w_{SO} (g)	w_L (g)	w_R (g)	V_S (dm ³)	ΔV_S (dm ³ /yr)
Plot 2		(2.0 × 2.7 m)												
26	3.0	11	2.3	1.5	1.9	2.1	1.8	232	0	0	102	60	0.463	0.113
27	5.7	92	2.9	3.7	4.4	4.9	4.2	1,855	30	8	749	496	3.94	1.07
28	3.0	26	1.8	2.1	2.7	3.1	2.7	402	0	0	242	143	0.899	0.135
29	1.7	0	0.9	0.5	1.2	1.3	1.2	54	2	0	44	60	0.099	0.009
30	3.4	2	0.9	2.0	2.8	3.2	2.8	413	9	0	355	159	0.927	0.094
31	3.7	12	2.0	2.3	2.8	2.9	2.8	545	14	0	234	101	1.19	0.083
32	2.8	15	2.2	1.6	2.1	2.6	2.3	236	2	0	55	75	0.513	0.040
33	5.5	75	2.7	4.4	5.0	6.4	4.6	2,315	49	92	1,274	838	5.11	1.30
34	1.8			0.6		1.3		(Dead)						
35	5.2	62	2.3	4.4	5.0	5.7	4.8	2,244	59	100	1,102	1,028	4.99	1.17
36	6.2	85	3.5	6.4	7.5	9.5	7.0	5,252	42	16	1,346	1,721	12.1	3.22
37	3.0	15	2.3	1.7	2.1	2.5	2.2	269	2	0	86	77	0.601	0.065
38	3.3	10	2.4	2.1	2.5	2.7	2.6	384	3	0	143	121	0.868	0.171
39	2.8	12	1.9	1.4	1.8	2.2	2.0	195	0	0	80	130	0.396	0.058
40	4.2	45	2.7	2.7	3.2	3.6	3.0	749	10	36	367	234	1.61	0.157
41	3.5	0	2.5	2.1	2.7	2.9	2.6	424	0	0	59	135	0.958	0.170
42	3.1	12	2.0	1.9	2.5	2.9	2.4	363	0	8	158	164	0.775	0.109
43	3.1	16	1.8	1.6	2.1	2.5	2.3	260	0	3	148	120	0.566	0.075
44	2.2			1.2		1.5		(Dead)						
45	5.5	55	2.3	4.1	5.1	5.6	4.8	2,414	46	144	832	939	5.19	1.11
46	5.0	70	2.7	3.0	3.7	4.2	3.6	1,234	2	9	540	480	2.52	0.681
47	1.2					1.2		(Dead)						
48	4.1	27	2.3	2.3	3.1	3.5	2.9	675	5	36	349	247	1.43	0.227
49	1.2					0.8		(Dead)						
50	4.7	87	1.8	3.0	3.7	4.0	3.4	1,019	19	8	634	280	2.27	0.527

Appendix 2. Measured data of felled trees (Ichishi Stand)

No.	H (m)	ΔH (cm/yr)	H_B (m)	D (cm)	$D_{0.3}$ (cm)	D_0 (cm)	$D_{0.1}$ (cm)	w_S (g)	w_B (g)	w_{SO} (g)	w_L (g)	w_R (g)	V_S (dm ³)	ΔV_S (dm ³ /yr)
1	3.0	30	1.8	1.5	2.0	2.3	1.9	227	0	0	125		0.481	0.119
2	3.2	30	1.6	1.7	2.1	2.6	2.1	277	0	0	155		0.615	0.167
3	3.6	45	1.5	2.3	3.0	3.7	2.7	533	4.5	0	339		1.16	0.306



Photo. 1.



Photo. 3.



Photo. 2.

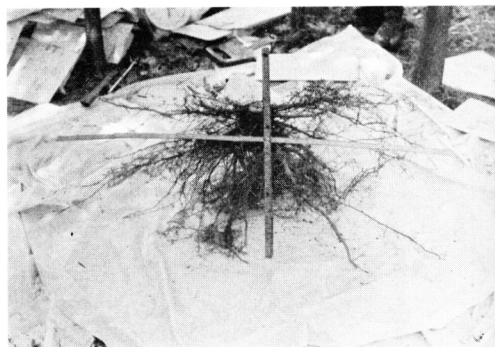


Photo. 4.

Photo Index

- 1), 2) Investigated stand (Plot 1) of *Cryptomeria japonica* in Tokuyama November 1966.
- 3) Investigated stand (Plot 2).
- 4) Stump and roots of sample tree in Plot 1.