

# 林分生長論資料 6.

わかいスギ林における 物質の 現存量 生産量  
および 葉の量と生長の関係

教授 佐藤大七郎・教授 扇田正二

Taisitiroo SATOO and Masaji SENDA

Materials for the Studies of Growth in Stand. (VI).

Biomass, Dry Matter Production, and Efficiency of Leaves in a  
young *Cryptomeria* Plantation.

目	次
1 まえがき.....	117
2 しらべた林.....	117
3 しらべかた.....	119
4 現存量の推定.....	119
4-1 葉.....	119
4-2 枝.....	124
4-3 幹.....	126
4-4 下ばえ.....	127
4-5 全現存量.....	127
5 生長量の推定.....	128
5-1 幹.....	128
5-2 枝.....	129
5-3 純生産.....	133
5-4 純生産の各部分への分配.....	134
6 葉の量と生長の関係.....	136
6-1 枝.....	136
6-2 幹.....	139
6-3 幹と枝をあわせた材の生産.....	141
6-4 全生産量と葉の量の関係.....	142
7 まとめ.....	142
8 文献.....	144
9 Résumé.....	145

## 1. ま え が き

いろいろな事情のために、第5報<sup>11)</sup>(1959)からあと、しばらくとりまとめることができなかったが、これまでの報告<sup>6, 8, 9~14)</sup>とおなじカンガエカタのもとに、東京大学農学部附属千葉県演習林のスギのわかい造林地においておこなった調査の結果を報告する。

## 2. し ら べ た 林

東京大学農学部附属千葉県演習林の22林班*i*小班の一部で、森林調査簿によれば、基岩は清澄層、土壌は砂質壤土で、土層は中庸あるいはあさく、ややかたく、いっらかかわいている。調査をおこなった部分は西向の急な斜面で、面積は638.62 m<sup>2</sup>であった。1929年(昭和4年)に植えてから、調査をおこなった1956年(昭和31年)の3月まで

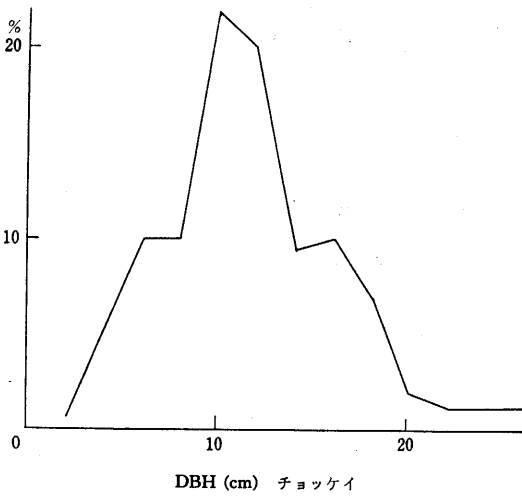


図 1. 胸高直径の分布.  
Fig. 1. Frequency distribution of diameter breast high.

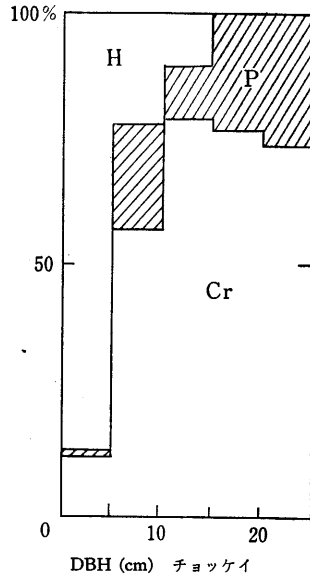


図 2. 直径階ごとの 胸高断面積の ワリアイであらわした 樹種の マジリカタ.  
Cr: スギ, P: アカマツ, H: 広葉樹  
Fig. 2. Composition of the stand as expressed by the percentages of cross sectional area at breast height of each diameter class.  
Cr: *Cryptomeria japonica*, P: *Pinus densiflora*, H: Hardwoods.

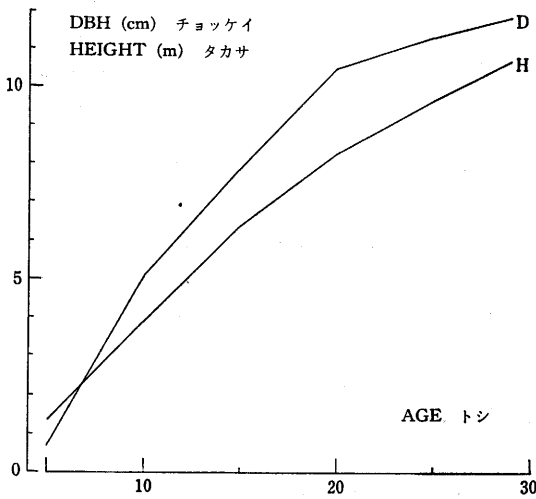


図 3. 平均木の 生長経路.  
D: 胸高直径, H: 樹高  
Fig. 3. Growth of the average trees.  
D: Diameter breast high, H: Height.

のあいだ、間伐は まったく おこなっていないが、1931 年には 雨水の害、1951 年には 雪害を いくらか うけており、スギの 生長は、図1にしめすように、ふぞろいで、ところどころにアカマツ クリコナラなどが はいっていた。胸高直径を 5cm ごとにくぎって それぞれの アカマツと 広葉樹の マザリカタを 断面積ブアイでしめすと 図2のようで、かなり

ほかのものが まざりこんでいる。断面積の平均木の 生長経路を 図3にしめす。生長は きわめて よくないが、森林家必携の 千葉県清澄地方収穫表の 30 年の 樹高とくらべると 地位 中と下のあいだにある。1ha あたりの スギの数は 2,505 本で、これを 胸高断面積の ワリアイで スギの純林に 換算すると 3,675 本となる。調査地の 林床植生は オニスゲ、テイカズラ シダ類などが おもで みな多年生のものであった。

3. しらべかた

調査地にふくまれた 胸高直径をはかれる すべての樹種を スギ アカマツ 広葉樹に わけて、cm 単位で 任意2方向の 胸高直径を はかり、29本の 供試木を 任意にえらんで たおし、地ぎわ、0.3 m, 1.3 m, 3.3 m, 5.3 m……と、枝のない部分は 2 m ごとに、枝のついでいる部分は 1 m ごとに 円板をとって 樹幹解析を おこなった。枝は すべて ツケネの タカサをしらべ、ツケネの フトサを はかり、きりとり、葉を すべて きりとって ナマの オモサを はかった。葉をとったあとの 枝は ひとつひとつ オモサと ナガサをはかり、上から およそ 3本ごとに 1本を とりだして 50 cm ごとに きって、樹幹解析にならって 生長をしらべ、そのうちの いくつかを かわかして 乾物重をもとめ、乾物率をだして すべての枝の 乾物重をもとめる モトとした。葉は 1本ごとに よく かきまぜて およそ 20g の 試料を とりだし、すぐに そのばで ナマのオモサをはかり、あとで 乾物重をもとめ、乾物率をだして、全体の乾物重をもとめる モトとした。

4. 現存量の推定

4-1 葉

スギでは、4月から あたらしい葉が のびはじめ、10~12月にふるい葉が おちるから、この調査をおこなった 3月は 葉の量の 最低の 時期に あたる。試料木の 葉の量から いろいろな方法で 単位面積あたりの 葉の量を もとめてみた。

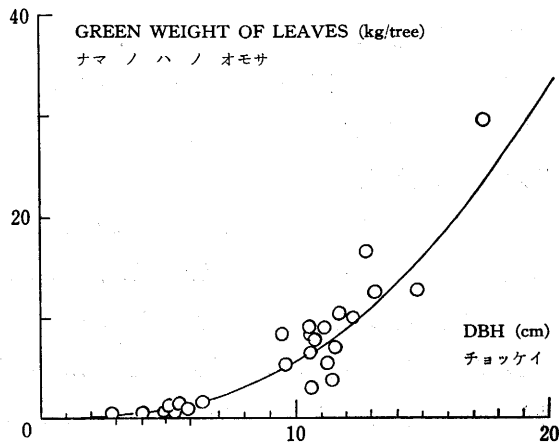


図 4. 胸高直径と 葉の ナマのオモサの 関係 (1)\*.

\* カッコのなかの数字は本文中の式の番号をあらわす。

Fig. 4 The relation (1)\* between diameter breast high and green weight of leaves.

\* The number in the parentheses shows the number of equation in the text.

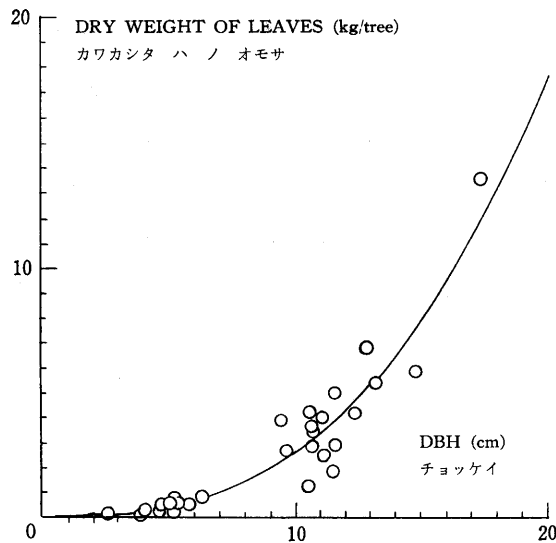


図 5. 胸高直径と葉のかわかしたオモサの関係 (2).

Fig. 5 The relation (2) between diameter breast high and oven dry weight of leaves.

#### 4-1-A KITTREDGE<sup>2)</sup> の方法

葉の量と胸高直径の関係は図 4, 5 によってしめされ、それはつぎの式であらわされる。

$$\log F_g = 2.588 \log D - 1.841 \quad (1)$$

$$\log F_d = 2.798 \log D - 2.392 \quad (2)$$

ただし、 $F_g$  (kg) はナマの葉のオモサ、 $F_d$  (kg) はかわかした葉のオモサ、 $D$  (cm) は胸高直径。これらの式からそれぞれの直径の木の葉の量をもとめ、それにそれぞれの直径をもつ木の 1 ha あたりの数をかけて合計して 1 ha あたりのスギの葉の量をもとめると、表 1 の A のようになる。この林にはアカマツや広葉樹がかなりまじっているので、胸高面積のワリアイでスギだけのアタイをわって、純林と仮定したばあいのもになおしたアタイも表 1 にしめす。

#### 4-1-B 胸高断面面積平均木からの推定

調査地のスギの胸高断面面積平均木の胸高直径は 12.0 cm になるので、それにちかきものとして、試料木のなかから胸高直径 11.5, 11.6, 11.6, 11.9, 12.4, 12.8 cm の 6 本の木をえらんでいわゆる平均木とし、その胸高断面面積合計と 1 ha あたりの胸高断面面積合計とのワリアイをもとめ、それとこれらの木の葉の量の合計とから 1 ha あたりの林の葉の量をもとめ、まえと同様に、純林と仮定したばあいのアタイをもとめて、ともに表 1 の B にしめす。このばあいまえに報告したヒノキのばあい<sup>12)</sup>とおなじように、KITTREDGE<sup>2)</sup>の方法でもとめたものよりもすくないアタイがでた。この原因は KUROIWA<sup>3)</sup>が考察しているように A の方法でもとめたばあいは葉の量は直径の 2.6~2.8 乗に比例するのに対し、

表 1. いろいろな方法で もとめた 林分 1 ha あたりの 葉の量 (トン)

Table 1. Estimated amount of foliage leaves (metric ton per hectare) of the stand determined with different methods.

方 法* method*	ナマのオモサ Green weight		かわかしたオモサ oven dry weight	
	スギのみ <i>Cryptomeria</i> only	純林として** as pure stand** of <i>Cryptomeria</i>	スギのみ <i>Cryptomeria</i> only	純林として** as pure stand** of <i>Cryptomeria</i>
A	24.9	36.5	12.3	17.9
B	22.5	33.0	9.7	14.3
C	23.4	34.3	10.5	15.3
D	26.1	38.3	11.8	17.4

\* A: 胸高直径と 葉の量の 関係式 (1, 2) と 林分の 胸高直径の 分布から

\* A: With regression equation (1, 2) between DBH and amount of leaves per tree, and frequency distribution of DBH of the stand.

\* B: 断面積平均木の 葉の量と 平均木と 全林の 断面積比から

\* B: With the amount of leaves of trees of mean diameter and the ratio of cross sectional area at breast height of trees of mean diameter to the basal area of the stand.

\* C: 全試料木の 葉の量と 全試料木と 全林の 胸高断面積比から

\* C: With the total amount of leaves of all sample trees and the ratio of cross sectional area at breast/height of all sample tree to the basal area of the stand.

\* D: 胸高断面積と 葉の量の 関係式 (3, 4) と 胸高断面積合計から

\* D: With the regression equation (3, 4) between amount of leaves and cross sectional area at breast height and the basal area of the stand.

\*\* (スギのみの アタイ)×(全林の 胸高断面積合計)/(スギの 胸高断面積合計)

\*\* (Value for *Cryptomeria*)×(total cross sectional area of all trees)/(cross sectional area of *Cryptomeria*)

この方法では 直径の 2乗に比例するので 合計に対して おおきくひびく 直径の大きなものの 葉の量が Bのばあいにくらべて おおきくでることにある。

#### 4-1-C 全試料木と 全林木の 胸高断面積の ワリアイをつかった 推定

29本の 試料木の 胸高断面積の 合計と 1 ha あたりの 胸高断面積合計の ワリアイと 試料木の 葉の量の合計とから もとめた 1 ha あたりの 葉の量と, これを 純林と 仮定して 修正した アタイを 表1のCに しめす。1のばあいよりも やや すくない アタイが 得られた。ただし このばあい 試料木が 比例抽出を してないので この方法をつかうことに 問題がある。

#### 4-1-D 胸高断面積と 葉の量の 回帰からの 推定

山岡<sup>17,18)</sup>は スギの 葉の量と クローネの すく下の 断面積の 関係が 原点をとおる 直線回帰で あらわされ, クローネの すく下の 直径は 胸高直径にある 定数を かけたものとして, 林のもつ 葉の量を 推定している。これにならって 葉の量と 胸高断面積の 関係をもとめると, 図 6, 7 のようになり, この関係は つぎの式で あらわされる。

$$F_g = 0.0916 \frac{\pi}{4} D^2 \quad (r=0.92) \quad (3)$$

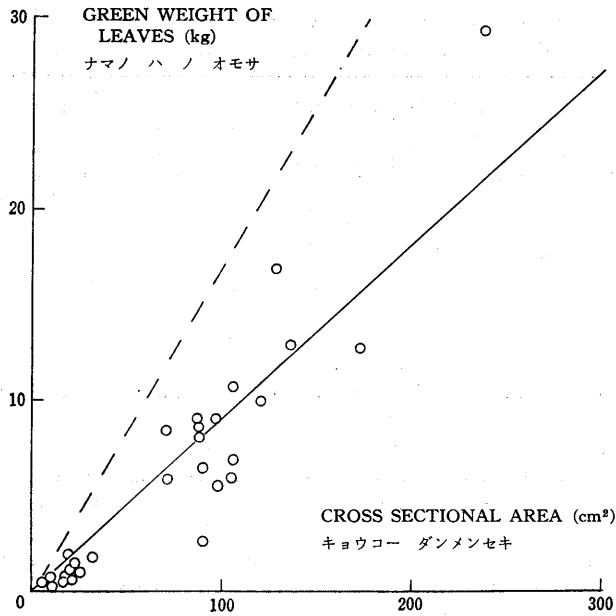


図 6. 胸高断面積と 葉の ナマの オモサの 関係 (3).

破線は 山岡<sup>17,18)</sup>の もとめた 式の線.

Fig. 6. The relation (3) between cross sectional area at breast height and green weight of leaves. The broken line shows the relation reported by YAMAOKA<sup>17,18)</sup>.

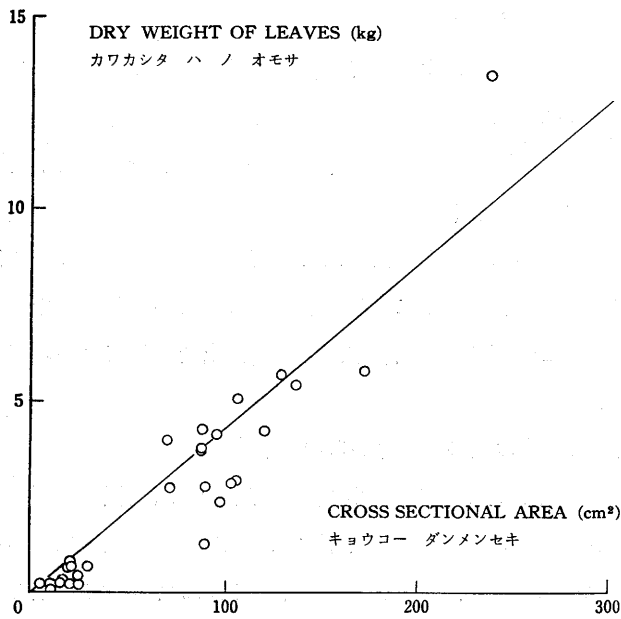


図 7. 胸高断面積と 葉の かわかしたオモサの 関係 (4).

Fig. 7. The relation (4) between cross sectional area at breast height and oven dry weight of leaves.

表 2. スギ林の 葉の量 (t/ha) の 比較  
 Table 2. Comparison of the amount of leaves (in metric ton per hectare)  
 of *Cryptomeria* stand.

モ ト Source	方 法* method	ナマのオモサ green weight	かわかしたオモサ oven dry weight
この調査 The present study	A, B, C, D	33-38	14-18
サンプスギ I** Cultivar "Sanbusugi" I**	B	36.6	17.0
サンプスギ II** Cultivar "Sanbusugi" II**	B	37.6	18.3
佐藤, 根岸 <sup>10)</sup> SATOO & NEGISI <sup>10)</sup>	A	58.6	—
只木ほか <sup>15)</sup> TADAKI <i>et al</i> <sup>15)</sup>	C	—	15-22
只木ほか <sup>16)</sup> TADAKI <i>et al</i> <sup>16)</sup>	C	—	16-23
山岡 <sup>17,18)</sup> YAMAOKA <sup>17,18)</sup>	D	157.5	—

\* A, B, C, D: 表 1 をみよ

\* for A, B, C, and D, see Table 1.

\*\* 佐藤, 未発表

\*\* SATOO, unpublished

$$F_d = 0.0427 \frac{\pi}{4} D^2 \quad (r=0.96) \quad (4)$$

これを つかって 1 ha あたりの 葉の量を もとめると 表1の D のようになる。胸高直径が 0 でも 葉は あるはずだから 原点を とおらない ばあいをも もとめたが 断面積の ちいさなところで 葉の量が マイナスになり 不合理であり、かつ 結果には 大差は なかった。

いずれの方法による アタイが 正しいかは これだけの 資料では わからないが、いずれにせよ、純林として 1 ha あたり ナマのオモサで 33~38 t, かわかしたオモサで 14~18 t の 範囲に おさまった。このアタイを ほかの調査の アタイと くらべると 表2の ようになる。サンプスギの 2林分は ともに 千葉県下の 造林地で それぞれ 1本の 断面積平均木から 推定したもので あるが、サンプスギの 生長は よく そろっているから、試料木が すくないわりには ミシヨウのものよりは 信頼度が たかいと おもわれる。只木ほか<sup>15,16)</sup>の しらべた林は 足場丸太を生産する林と サシスギ品種の 林である。これらは いずれもこの調査の アタイと あまり ちがわない。おなじ 千葉県演習林に 植えられた アキタスギの 林について おこなった おなじような調査<sup>10)</sup>では、この調査よりも かなり 大きいアタイが 出ている。さらに、山岡<sup>17,18)</sup>の 山口県でえた アタイを 1 ha あたりになおすと、ほかの調査の 4倍以上の アタイになる。山岡のとった 方法は、表1の Dと おなじく、葉の量と 胸高断面積の 回帰から もとめるものであるが、葉の量と もっとも 関係の

ふかい クローネの すぐ下の 幹の 断面積と 葉の量の 回帰直線

$$W = K \frac{\pi}{4} d_0^2$$

の定数  $K$  を 1列の カキネとしてそだった 木について もとめて、 $K=0.2134$  とし、つぎに 胸高直径  $d$  と クローネの すぐ下の 直径  $d_0$  の 関係を

$$d = m d_0$$

として、カキネの木をふくんだ 木から 定数  $m=1.110$  を もとめて、これを べつの 45年生の 林の 胸高断面積に あてはめた ものである。山岡のつかった  $K$  と  $m$  のアタイをそのまま つかって この林の 1ha あたりの 葉の量を もとめると、ナマのオモサで 49,357 kg, 純林になおすと 72,370 kg となって いずれの方法でもとめたアタイと くらべても 2倍くらいのもとなる。このチガイの原因は 山岡のもとめた  $\frac{K}{m^2}=0.1732$  が おおきすぎるため この林でもとめた  $\frac{K}{m^2}=0.0916$  の 2倍ちかくなる。山岡の 定数  $K$  と  $m$  は 1列の カキネ状の木から もとめたものだが、クローネの発達や 幹の形は 林をつくっている木と かなりちがっている はずであり、したがって  $K$  や  $m$  も かなり ちがうはずである。山岡のつかった 定数をつかって この林について もとめた アタイにしても、まだ、山岡の 報告している アタイ 4,376 m<sup>2</sup> あたり 69 t (=157.5 t/ha) の およそ 半分にすぎない。このクイチガイは おそらく 山岡が 定数をもとめた木と あてはめた林の クイチガイが、このばあいよりも おおきいためであろう。山岡の 胸高断面積をしらべた林の 平均直径は 24.5 cm であるから、それに対する 最大立木数を スギについて 坂口<sup>5)</sup>の きめた 定数をつかって REINEKE<sup>4)</sup>の方法で もとめると およそ 1,720 本/ha となり、その林の 現実の立木数 740 本/0.4376 ha ≒ 1,691 本/ha は 最大密度に ごく ちかいものである。そのような林では 枝のカレアガリもおおきく 幹も完満で、したがって、定数  $K$  と  $m$  は 1列に植えたものとは ひどく ちがっている はずである。それに対して この林の 平均胸高直径 12 cm に対する 最大立木数を おなじように もとめると 5,509 本/ha となり、現実の立木数を 純林になおしたアタイ 3,675 本/ha は 最大立木数から かなり はなれており、したがって 山岡のしらべた林に比べると 枝のカレアガリや 幹の形も 山岡が 定数をもとめた イケガキ状のものにちかい。ここに山岡の式で もとめた アタイが 山岡のものよりも すぐない 原因がありそうだ。したがって 山岡のもとめたアタイは 過大であるとおもわれる。一般にある特定の林で もとめた定数を ほかの林に あてはめることは危険である<sup>7)</sup>。

#### 4-2 枝

枝の ひとつひとつについて ナマのオモサと 材積を しらべ、合計して 1本の木の 枝の量をもとめた。枝の かわかしたオモサは 枝全体からとった 試料の 乾物率 0.508 をつかって もとめた。ひとつひとつの枝の 材積と ナマのオモサの あいだには 図8に し



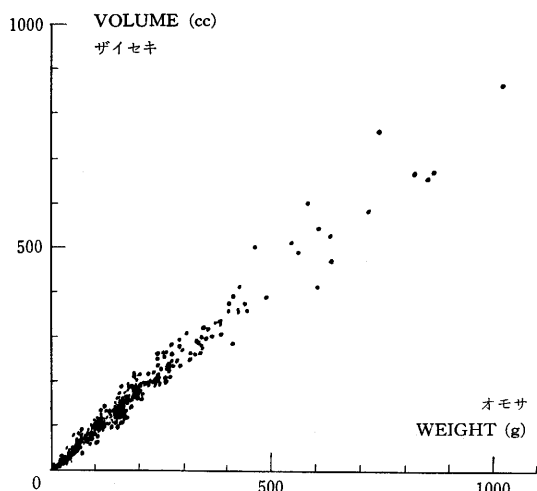


図 8. ひとつひとつの 枝の オモサと 材積の 関係 (全試料).

Fig. 8. The relation between weight and volume of individual branches (whole samples).

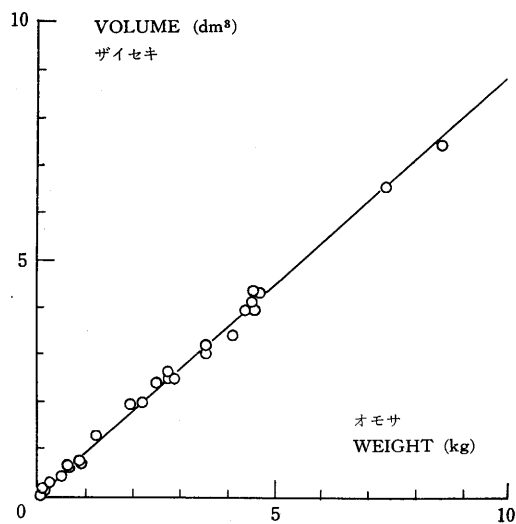


図 9. 木ごとに まとめた 枝の オモサと材積の 関係 (5).

Fig. 9. The relation (5) between weight and volume of branches per tree.

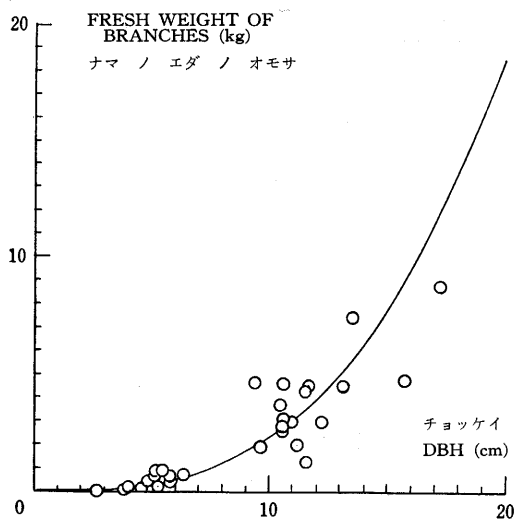


図 10. 胸高直径と 枝の ナマのオモサの 関係 (6).

Fig. 10. The relation (6) between diameter breast high and fresh weight of branches.

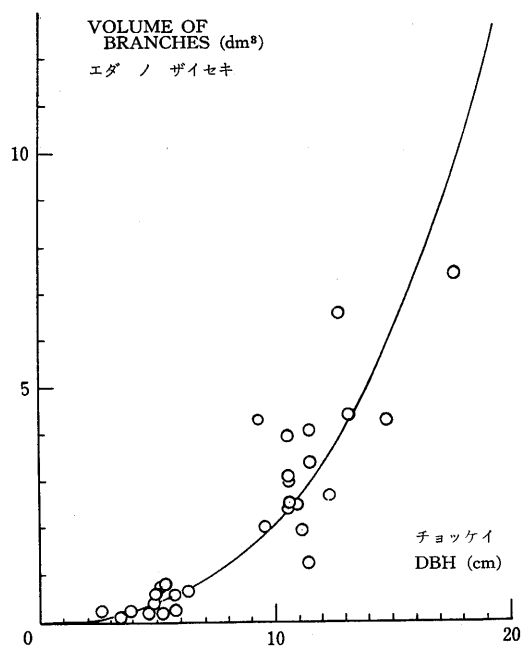


図 11. 胸高直径と 枝の 材積の 関係 (7).

Fig. 11. The relation (7) between diameter breast high and volume of branches.

めすような関係があり、木ごとにまとめると 図9のようになって 相関係数  $r=0.996$  で きわめてたかい 相関があり 枝の材積  $B_v$  (dm<sup>3</sup>) と ナマのオモサ  $B_f$  (kg) の 関係は

$$B_f = 0.898 B_v \quad (5)$$

でしめされる。

枝についても いろいろな 方法で 1 ha あたりの 量を 推定した。

幹の 胸高直径  $D$  (cm) と 枝の ナマのオモサ  $B_f$  (kg) あるいは 材積  $B_v$  (dm<sup>3</sup>) の あいだには 図 10, 11 に しめすような 関係があり、つぎの式で あらわされる。

$$\log B_f = 3.017 \log D - 2.661 \quad (6)$$

$$\log B_v = 2.718 \log D - 2.399 \quad (7)$$

この関係をつかって、それぞれの 直径の 枝の量を もとめて、それぞれの 直径の 木の 数を かけて 1 ha あたりの 量を もとめ、それを まえとおなじように 純林のアタイに なおすと 表3の Aようになる。

つぎに、6本の 平均直径にちかい 木の胸高断面積合計と 1 ha あたりの 胸高断面積合計 の ワリアイ、あるいは、試料木全部の 胸高断面積の合計と 1 ha あたりの 胸高断面積合計 の ワリアイと、試料木の 葉の量の合計を つかって もとめたアタイを 表3の Bと Cとして しめす。ヒノキのばあい<sup>12)</sup>とおなじく、平均木からもとめる 方法のほうが すくないアタイを だすことは 葉のばあいと おなじである。

表 3. 1 ha あたりの 枝の量  
Table 3. Estimated amount of branches per hectare.

	方 法 method	スギのみ <i>Cryptomeria</i> only	純林として** as pure stand**
材 積 volume (m <sup>3</sup> )	A	8.84	13.03
	B	8.45	12.40
	C	8.64	12.67
ナマの オモサ fresh weight (t)	A	12.12	17.77
	B	9.28	13.67
	C	9.49	13.85
かわかした オモサ oven dry weight (t)	A	6.15	9.03
	B	4.71	6.94
	C	4.79	7.03

\* A, B, C: 表1をみよ, Aは関係式(6, 7)による

\* A, B, and C: see Table 1, for A: equation (6, 7)

\*\* 表1をみよ

\*\* see Table 1.

#### 4-3 幹

試料木の 胸高直径  $D$  (cm) と 材積  $S_v$  (m<sup>3</sup>) の 関係は 図12のとおりで、つぎの式で

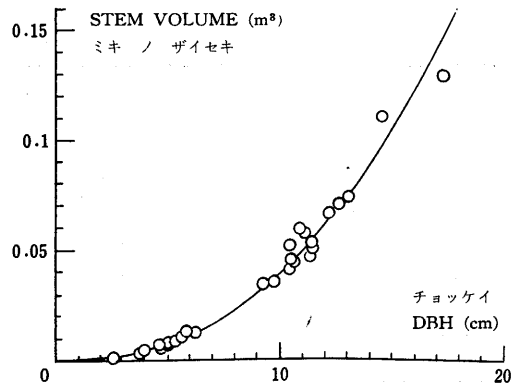


図 12. 胸高直径と幹の材積の関係 (8).  
Fig. 12. The relation (8) between diameter breast high and volume of stems.

あらわされる。

$$\log S_v = 2.425 \log D - 3.843 \quad (8)$$

この関係と直径の分布とからもとめた 1 ha あたりの幹の材積は表 4 A のとおりである。平井<sup>1)</sup>のもとめた千葉県演習林のスギの容積密度数 0.338 をかけて材積を乾物重になおし、また、まえとおなじように純林になおしたアタイを表 4 A にしめす。また、平均木 6 本と 1 ha の断面積のワリアイをつかってもとめたアタイを表 4 B にしめす。このばあいも枝や葉のばあいとおなじく、平均木からもとめたもののほうがすくない。

表 4. 1 ha あたりの幹の量  
Table 4. Estimated amount of stem per hectare.

	方法* method*	スギのみ <i>Cryptomeria</i> only	純林として** as pure stand**
材積 volume (m <sup>3</sup> )	A	200.42	292.69
	B	143.15	209.93
かわかした オモサ oven dry weight (t)	A	67.74	98.93
	B	48.34	70.96

\*, \*\* 表 1 をみよ, A は関係式 (8) による

\*, \*\* see Table 1, for A: equation (8).

#### 4-4 下げえ

調査地に 1 m × 1 m の標準地を 5 個ばらまいて、坪刈をおこなってその乾物重をもとめた。乾物重は 54~188 g/m<sup>2</sup>, ならして 126.4 g/m<sup>2</sup> であった。

#### 4-5 全現存量

幹, 枝, 葉の現存量の合計と, それに下げえの現存量をくわえたものを表 5 にしめ

表 5. 現存量 (t/ha)  
Table 5. Biomass in metric ton per hectare.

方 法	method*	A	B
林 木	trees		
	幹 stems	98.93	70.96
	枝 branches	9.03	6.94
	葉 leaves	17.93	14.27
	計 total	125.89	92.17
下 ば え	undergrowth	1.26	1.26
計	total	127.15	93.43

\* 表 1 をみよ, A は関係式 (2, 6, 8) による  
\* see Table 1, equations for A: (2, 6, and 8)

す。根については しらべなかつた。

## 5. 生産量の推定

### 5-1 幹

樹幹解析から もとめた 幹の 材積生長量  $S_g$  (cc) と 胸高直径  $D$  (cm) の 関係は 図 13 に しめすとおりで, この関係は

$$\log S_g = 2.626 \log D + 1.204 \quad (9)$$

で あらわされる。この式と 胸高直径の 分布とから 1 ha あたりの スギの 幹の 生長量をもとめると 表 6 A のようになり, これを 乾物重になおすと 表 7 A のようになる。平均木と 1 ha あたりの 胸高断面積の ワリアイをつかって もとめた アタイを 表 6, 7 の

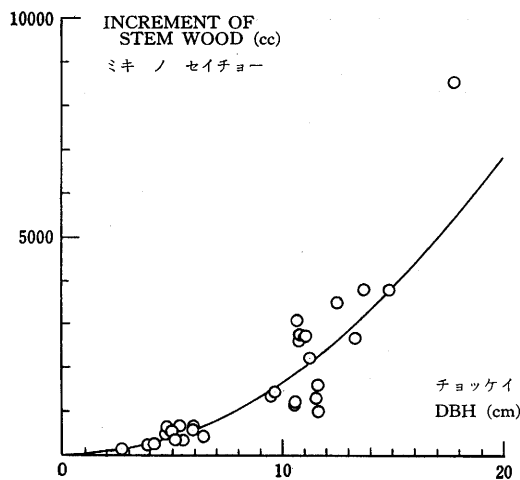


図 13. 胸高直径と 幹の 生長量の 関係 (9).  
Fig. 13. The relation (9) between diameter breast high and increment of stem wood.

表 6. 林分 1 ha あたりの 幹と 枝の 材積生長 (m<sup>3</sup>)

Table 6. Increment in volume of stems and branches in cubic meter per hectare.

	方 法* method*	スギのみ <i>Cryptomeria</i> only	純林として* as pure stand*
幹 stems	A	6.195	9.084
	B	5.730	8.403
枝 branches	A	1.362	1.997
	B	1.194	1.751
計 total	A	7.557	11.081
	B	6.925	10.155

\* 表 1 をみよ, A は関係式 (9), (14) による

\* see Table 1, equations for A: (9) and (14)

B にしめす。このばあいも ほかのばあいと おなじく, 平均木からもとめたほうが すぐないが, 式 (9) の 定数が 2 にちかいたため 差は すぐない。

### 5-2 枝

枝の 生長量をもとめることは 数がおおいで めんどうである。およそ 3本に1本のワリで とった 枝の試料を 50 cm ごとに 解析して ひとつひとつの 枝の 生長量をもとめ, それと 枝の いろいろな量との 関係をもとめてみた。ひとつひとつの 枝の オモ



図 14. ひとつひとつの 枝の ナマのオモサと 生長の 関係 (10') (全試料).

Fig. 14. The relation (10') between fresh weight and increment of wood of individual branches (whole samples).

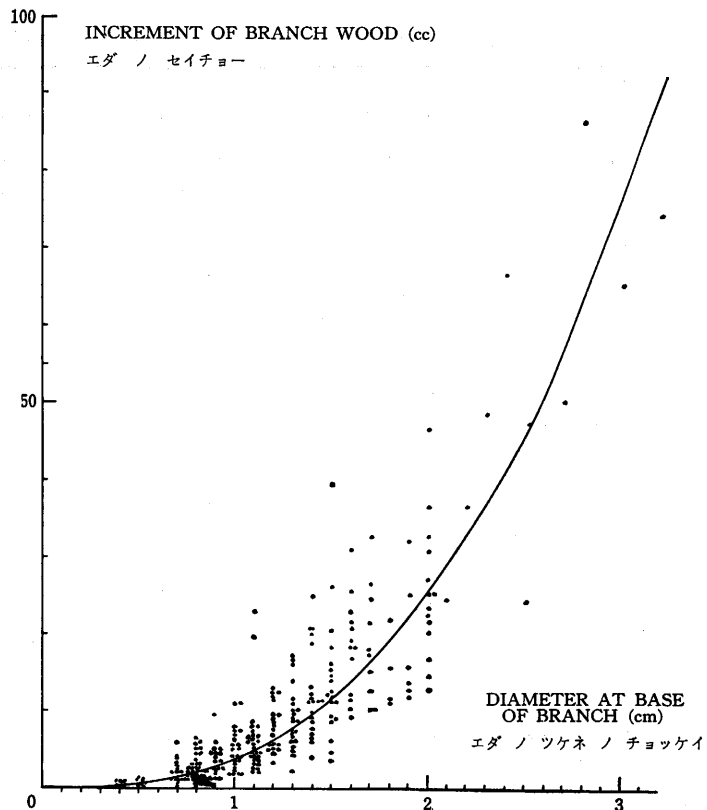


図 15. ひとつひとつの枝のツケネの直径と生長の関係 (11') (全試料).  
 Fig. 15. The relation (11') between diameter at base and increment of wood of individual branches (whole samples).

サ (および材積), ツケネのフトサ, ナガサと生長との関係は, 全体をひとまとめにしてみると 図 14~16 にしめすようになり, 点のバラツキもいちじるしい。バラツキのややすくない, 枝のナマのオモサ  $B_f$  (g) あるいはツケネの直径  $D_0$  (cm) と, 枝の生長量  $B_0$  (cc) のあいだには

$$B_0 = 0.125 B_f \quad (10')$$

$$\log B_0 = 2.72 \log D_0 + 2.13 \quad (11')$$

という関係がえられた。しかし, これをひとつひとつの木ごとにわけてみると, 図 17, 18 にしめすように, ひとつひとつの木のなかでは枝の生長量はオモサ (あるいは材積) やツケネの直径とわりあいきれいな関係がみられることがわかる。おなじフトサあるいはオモサの枝でも下のほうの枝と上のほうの枝でこの関係がわかれることが予想されるが, ここでは, そのようなことはみられなかった。ひとつひとつの枝の材積生長率は, 図 19 にしめすように, 枝のついている位置ととくべつに関係はないようだった。図 17, 18 の関係はつぎのようにあらわされる。

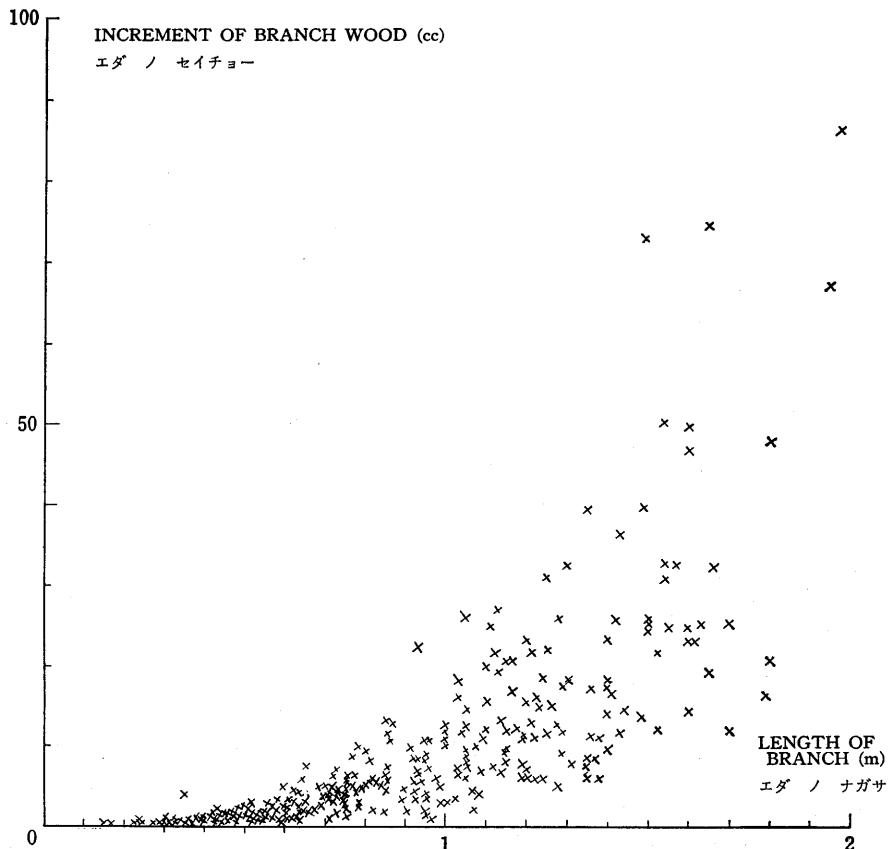


図 16. ひとつひとつの 枝の ナガサと 生長の 関係 (全試料).  
 Fig. 16. The relation between length and increment of individual branches (whole samples).

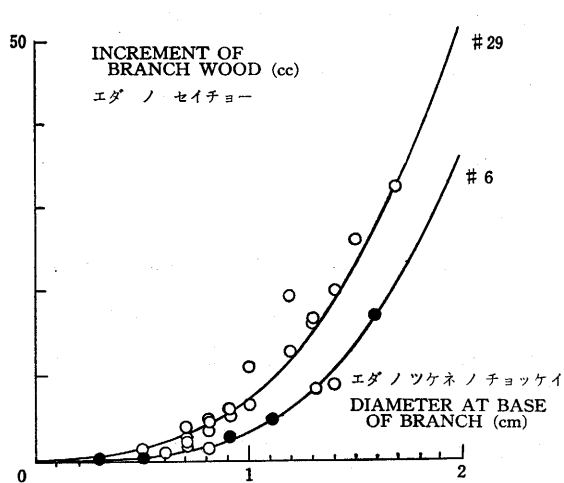


図 17. ひとつひとつの 木のなかでの ひとつひとつの 枝の ツケネの 直径と 生長の 関係(10<sub>6</sub>, 10<sub>29</sub>)の例.  
 Fig. 17. Examples of the relation (10<sub>6</sub> and 10<sub>29</sub>) between diameter at base and increment of wood of individual branches within each tree.

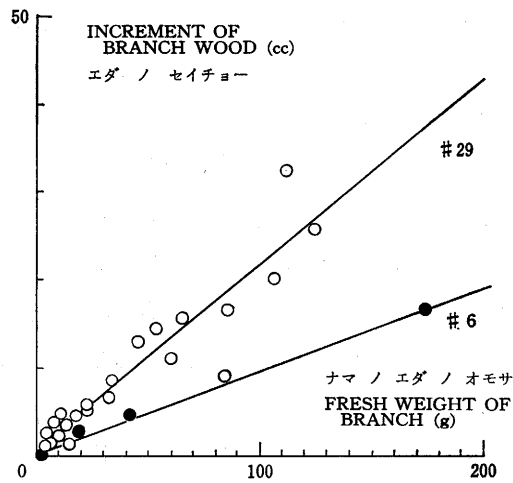


図 18. ひとつひとつの 木のなかでの ひとつひとつの 枝の ナマのオモサと 生長の 関係(11<sub>6</sub>, 11<sub>29</sub>)の例.  
 Fig. 18. Examples of the relation (11<sub>6</sub> and 11<sub>29</sub>) between fresh weight and increment of wood of individual branches within each tree.

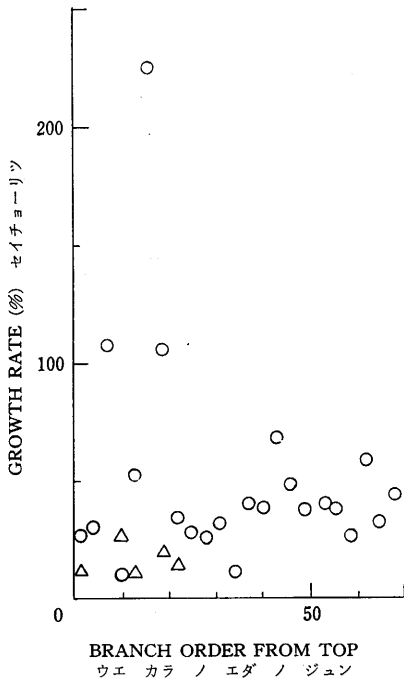


図 19. ひとつひとつの枝の生長率と枝の位置との関係. 三角: 試料木 6号, 丸: 試料木 29号

Fig. 19. The relation between growth rate and the order of branches. Triangle: sample tree No. 6, Circle: sample tree No. 29.

もとめた枝の生長量  $B_G$  (cc) と それぞれの木のもっている枝の量 オモサ  $B_f$  (kg) あるいは材積  $B_v$  (cc) のあいだには 図 20, 21 のような簡単な関係があり、つぎの式であらわされる。

$$B_G = 120.7 B_f \quad r = 0.973 \quad (12)$$

$$B_G = 0.134 B_v \quad r = 0.981 \quad (13)$$

ただし この関係が ほかの林に そのまま あてはまるかどうかは うたがわしい。しかし、枝の量と生長量の関係がきわめて密接なことから考えると、めんどろな枝の生長量の測定をする木の数へらして、ほかの木については推定をおこなってもよさそう。

枝の量とその生長量が密接な関係があっても、枝の量の測定は伐倒を必要とするから、林全体の枝の生長量の推定にはつかえない。それには胸高直径と枝の生長量との関係と胸高直径の度数分布とからもとめるか、あるいは、断面積平均木の枝の生長量もちいるかである。ひとつひとつの木の胸高直径  $D$  (cm) と枝の生長

$$\log B_G = a \log D_b - b \quad (10)$$

$$B_G = P B_f \quad (11)$$

ただし、記号は (10') (11') とおなじである。図 17, 18 にでてくる試料木 6号と 29号については

$$\log B_G = 3.437 \log D_b - 2.915 \quad (10_b)$$

$$B_G = 0.098 B_f \quad (11_b)$$

$$r = 0.999$$

$$\log B_G = 2.877 \log D_b - 2.030 \quad (10_{29})$$

$$B_G = 0.223 B_f \quad (11_{29})$$

$$r = 0.915$$

という関係がもとめられる。枝のオモサあるいはツケネのフトサと生長の関係がきわめて密接であるから、1本の木のなかで生長を測定する枝の数をへらすことができるとおもわれる。このような関係を木ごとにもとめて、ツケネの直径の度数分布あるいは全体のオモサから全体の生長量をもとめることができる。オモサをつかうほうがはるかにかんたんである。これを木ごとにもとめるのはめんどろだがほかに方法がない。枝のオモサと生長の関係をつかって木ごとに



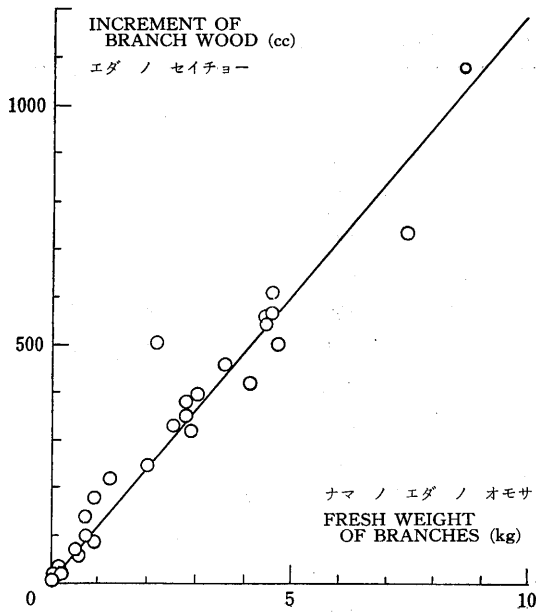


図 20. 木ごとにまとめたナマの枝のオモサと生長の関係 (12).  
 Fig. 20. The relation (12) between fresh weight and increment of wood of branches per tree.

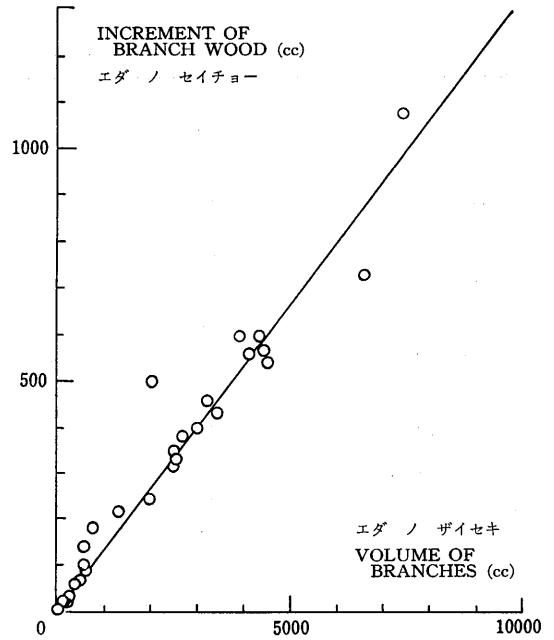


図 21. 木ごとにまとめた枝の材積と生長の関係 (13).  
 Fig. 21. The relation (13) between volume and increment of branches per tree.

量  $B_g$  (cc) のあいだには 図 22 のような関係があり、つぎの式であらわされる。

$$\log B_g = 2.649 \log D - 0.175 \quad (14)$$

この式と 胸高直径の 度数分布をつかってもとめた 1 ha あたりの アタイを表 6 に しめす。このばあいも 断面積平均木から もとめた アタイは 関係式をつかってもとめた アタイよりも ちいさい。まえとおなじようにして 材積を 乾物重になおしたものを 表 7 に しめす。

枝の 材積と 生長量が 関係式 (13) に しめすように きわめて 密接な 関係があるから、これをつかいて 枝の 平均生長量をもとめると およそ 15.5% となった。

また、連続複利式による 生長率 (相対生長率 RGR) は 14.4% となった。

### 5-3 純生産

この調査をおこなった 季節には 最近 1 年間に つくられた 葉を 古いものと みわ

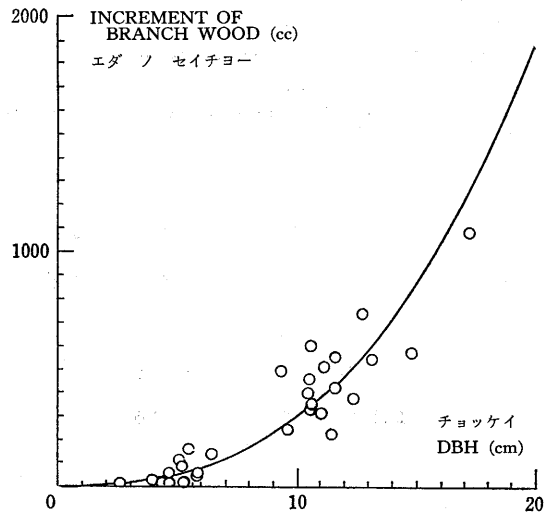


図 22. 胸高直径と 枝の 生長量の 関係 (14).  
 Fig. 22. The relation (14) between diameter breast high and increment of branch wood.

表 7. 純生産量 (t/ha)  
Table 7. Net production (t/ha).

	方 法* method*	スギのみ <i>Cryptomeria</i> only	純林として* as pure stand*	分 配 率 distribution
幹 stems	A	2.094	3.070	73.2%
	B	1.937	2.840	74.3
枝 branches	A	0.765	1.122	26.8
	B	0.671	0.984	25.7
幹+枝 stem+branches	A	2.859	4.192	100
	B	2.608	3.824	100
葉** leaves**	A	—	(5.380)	—
	B	—	(4.280)	—
根*** roots***	A	—	(1.914)	—
	B	—	(1.621)	—
下ばえ**** undergrowth****	A	—	(0.632)	—
	B	—	(0.632)	—
合 計 total	A	—	(12.118)	—
	B	—	(10.357)	—

\* 表 1, 6 をみよ

\* see Tables 1 and 6.

\*\* 葉の現存量の 30% として

\*\* as 30% of amount of leaves.

\*\*\* 地上部生産量の 20% として

\*\*\* as 20% of the increment above ground.

\*\*\*\* 現存量の半分として

\*\*\*\* as one half of standing crop of undergrowth.

けることができないから、葉の生産量をおさえることができない。ほかの調査のアイから最近 1 年間につくられた葉の量を全体の 0.3 と仮定し (只木たち<sup>17,18</sup>) は 0.25 としている), さらに、根の生産量を地上部の 0.2 とし、下ばえの現存量の 0.5 をこの年の生産と仮定して、これらを幹と枝の乾物生産量にくわえると 1 年間の純生産量は 1 ha あたり 10~12t となる。

#### 5-4 純生産の各部分への分配

葉 そのほかの生産量がわからないから、純生産の各部分への分配はもとめられないが、幹と枝の生産量がわかっているから、生産された地上部の非同化系のうちの幹と枝の分配率はもとめることができる。林全体としてはどの方法で乾物生産をもとめても幹に 73~74%, 枝に 26~27% となった。生産された地上部の非同化系は幹と枝におよそ 3:1 のワリアイでわかれることになる。

ひとつひとつの木についての分配はバラツキがおおいのではっきりしたことはわからないが、関係式 (9) (14) にしめされた直径と幹および枝の生長量の関係から

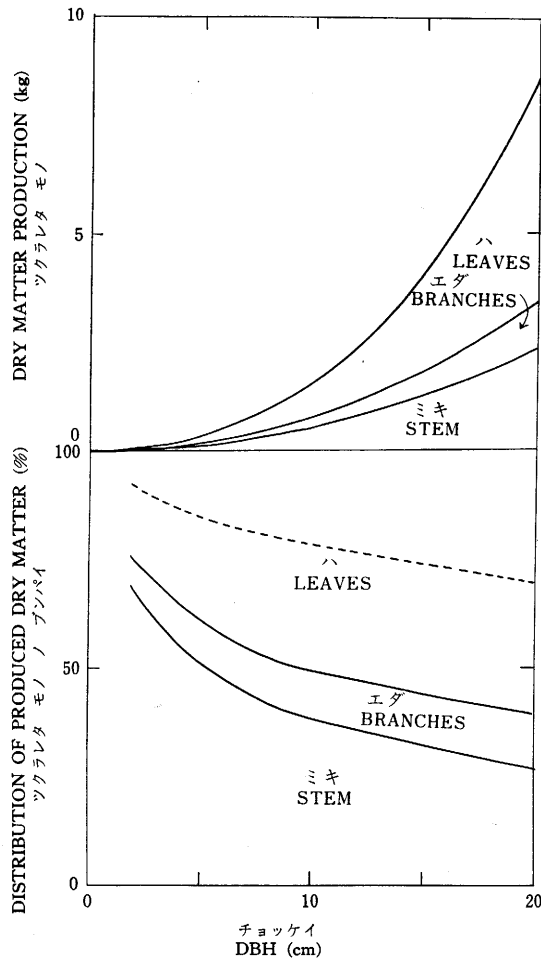


図 23. 胸高直径と 各部分の 乾物生産 (上) および 生産物の 各部分への 分配の ワライイ (下). 下の 破線は 幹と 枝への 分配.

Fig. 23. Diameter breast high and production of each part (above), and distribution of produced dry matter into each part (below); broken line shows the distribution ratio between branches and stems.

直径 1 cm ごとの 幹と 枝の 生産量をもとめ、それを 乾物重に なおして、直径ごとに つみあげると、図 23 の 上 の ようになる。それから 生産された 非同化系の 幹と 枝への 分配率をもとめると 図 23 の 下 の 破線 の ようになり、直径の大きな木ほど 枝への 分配の ワライイが おおきくなる。

関係式 (2) に しめされた 直径と かわかした葉のオモサの 関係から それぞれの直径の 葉の量をもとめて その 0.3 を その直径の木の 葉の生産量と 仮定して、直径ごとに 幹と 枝の 生産の 上 に つみあげると 図 23 の 上 の ようになる。それを ワライイに なおして 分配率をもとめると 図 23 の 下 の ようになる。この傾向は まえに チョウセン ヤマナラシで えた 傾向<sup>8)</sup>と おなじようで、直径のおおきな木ほど 葉と枝への 分配が

おおく 幹への 分配がすくない。

## 6. 葉の量と生長の関係

### 6-1 枝

#### 6-1-1 ひとつひとつの枝

ひとつひとつの 枝の 葉の量と 生長の 関係を 全試料について しめすと 図 24 のようになり、葉を おおくつける 枝のほうが 生長量が おおいようであるが、バラツキが とても おおい。これを ひとつひとつの木ごとに みると やや バラツキは すくなくなる。図 25 に その例として、図にかいたばあい あまり かさならない、試料木 17 と 20 の ひとつひとつの枝の ナマの葉のオモサと 生長量の 関係を しめす。このばあい、クローネの上のほうに ついでいる 枝ほど 葉の量のわりに おおく生産をすることが 予想されるが、

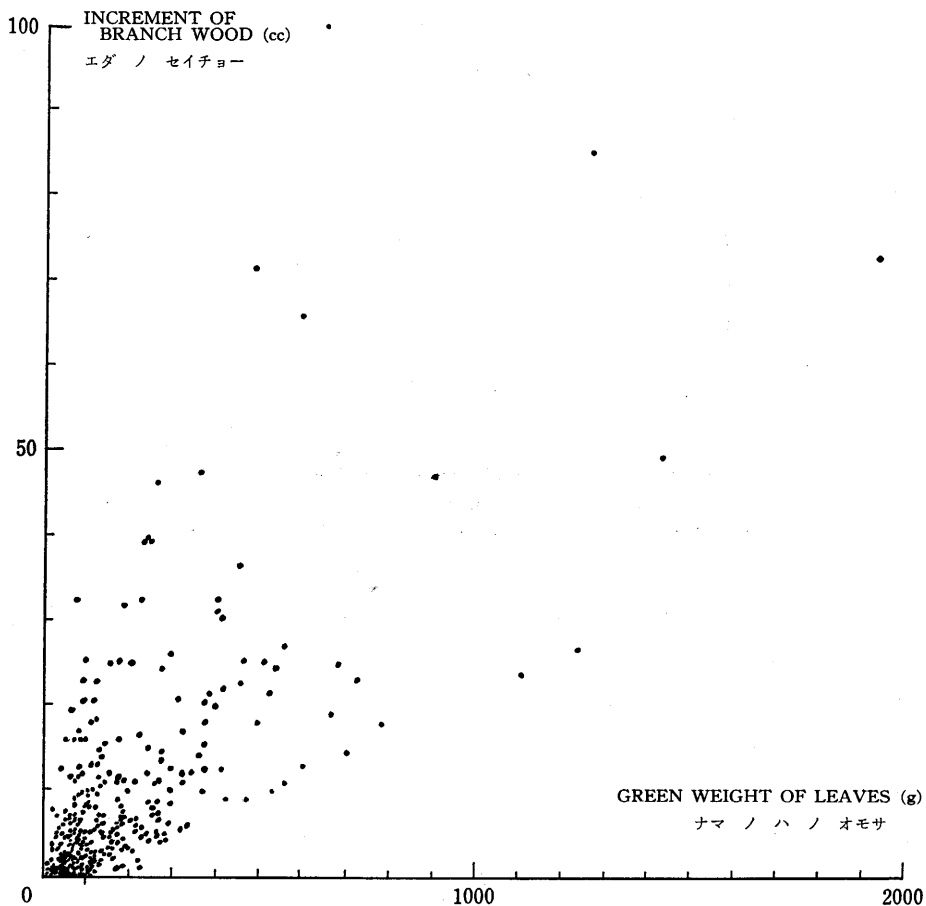


図 24. ひとつひとつの 枝の 葉の量と 生長の 関係 (全試料).

Fig. 24. The relation between the amount of leaves and increment of wood of individual branch (whole samples).

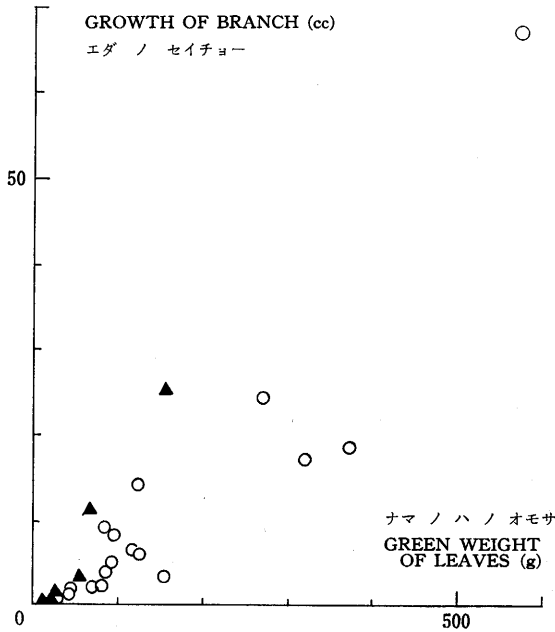


図 25. ひとつひとつの木のなかでのひとつひとつの枝の生長と葉の量との関係の例。  
 三角: 試料木 17 号, 丸: 試料木 20 号  
 Fig. 25. Examples of the relation between the amount of leaves and increment of wood of individual branches within each tree. Triangle: sample tree No. 17, Circle: sample tree No. 20.

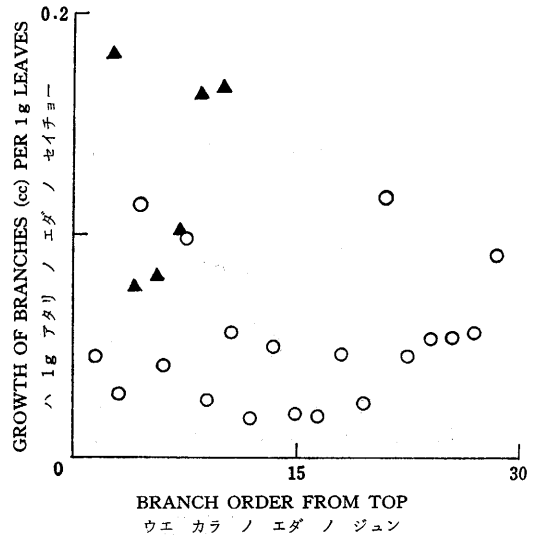


図 26. ひとつひとつの木のなかでのひとつひとつの枝の位置と葉の単位量あたりの枝の生長の関係 (図 25 を見よ)  
 Fig. 26. The relation between the growth per unit amount of leaves and order of individual branch within each tree. (See Fig. 25)

そのような傾向は みとめられなかった。その例として、図 26 に 試料木 17 と 20 の ナマの葉 1g あたりの 枝の生長量と 枝の上からの 順序との 関係を しめす。図に みられるとおり、葉の 単位量あたりの 枝の生長量と 枝のついているタカサとの あいだには とくべつの 関係は みられない。これは 葉によって つくられた 物質の 幹の生長に対する 寄与が 枝によって ことなっているためであり、枝の オモサ あるいは フトサと 生長量との 関係が 密接である (図 17, 18) ところから みると、枝の オオキサに おうじて 枝の生長につかわれた ノコリが 幹の 生長に つかわれる ためと おもわれる。

6-1-2 木ごとの 葉の量と 枝の 生長の 関係

ひとつひとつの木の すべての枝の 生長量と 葉の量との 関係は 図 27, 28 に しめされるとおりで、枝の生長量  $B_g$  (cc) は 葉の ナマのオモサ  $F_g$  (kg) あるいは かわかしたオモサ  $F_a$  (kg) とのあいだに つぎのような 関係がある。

$$B_g = \frac{F_g}{0.0155 + 0.000429 F_g} \tag{15}$$

$$B_g = \frac{F_a}{0.00675 + 0.000448 F_a} \tag{16}$$

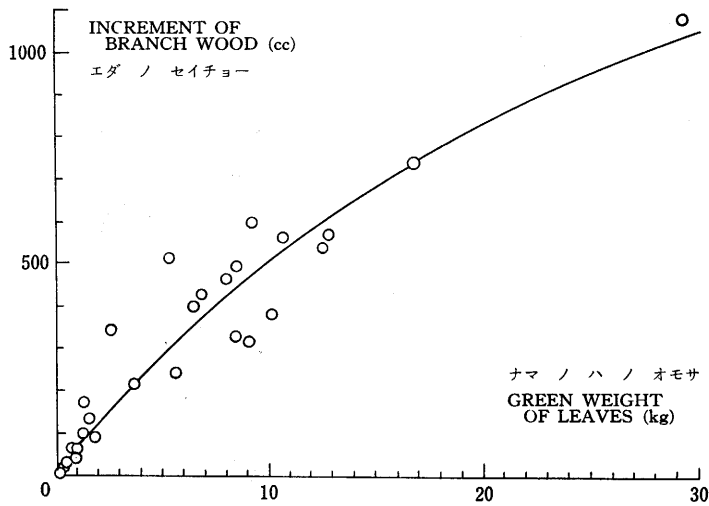


図 27. 木ごとにまとめた葉の量(ナマのオモサ)と枝の生長量の関係(15).  
 Fig. 27. The relation (15) between green weight of leaves and increment of branch wood.

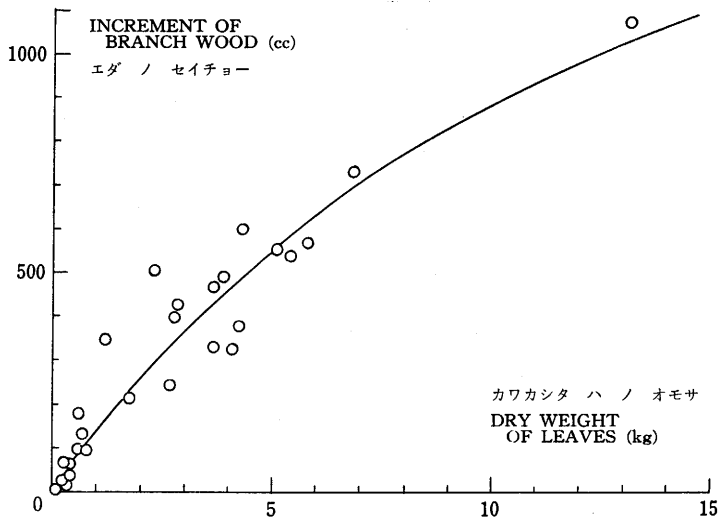


図 28. 木ごとにまとめた葉の量(かわかしたオモサ)と枝の生長量の関係(16).  
 Fig. 28. The relation (16) between dry weight of leaves and increment of branch wood.

表 8. 葉の単位量あたりの枝の材の生産量(cc/kg)  
 Table 8. Increment of branch wood per unit weight of leaves (cc/kg)

方法* method*	ナマのオモサあたり green weight basis	かわかしたオモサあたり dry weight basis
A	55	110
B	53	122

\* 表1と6の、それぞれ、A、Bのアタイからもとめた  
 \* calculated with A and B, respectively, in Tables 1 and 6.

葉をおおくつける木ほど枝の生長量がおおいが、そのワリには枝の生長はふえない。この式からは葉の単位量あたりの枝の材の生産量はもとめられないので、林全体の葉の量と枝の生産量からもとめると表8のようになる。

## 6-2 幹

幹の生長量  $S_g$  (dm<sup>3</sup>) と葉の量(ナマのオモサ  $F_g$  (kg) および かわかしたオモサ  $F_d$  (kg)) のあいだには 図 29 および 30 に しめすような 関係があり、関係式を もとめると つぎのようになる。

$$S_g = 0.274 F_g \quad r = 0.961 \quad (17)$$

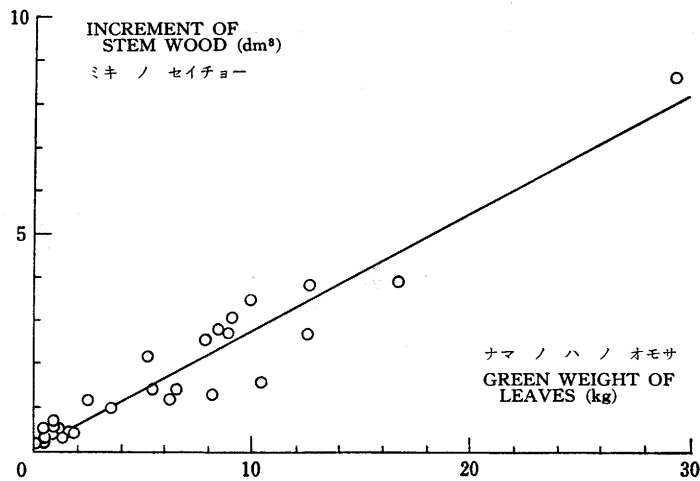


図 29. 葉の量(ナマのオモサ)と幹の生長量の関係(17).  
Fig. 29. The relation (17) between green weight of leaves and increment of stem wood.

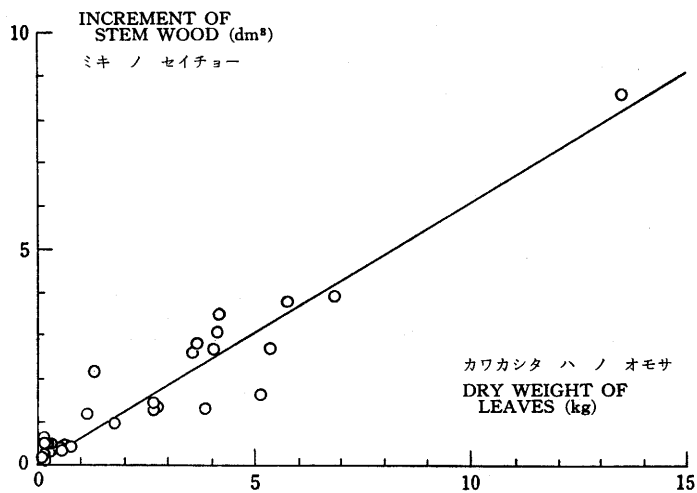


図 30. 葉の量(かわかしたオモサ)と幹の生長量の関係(18).  
Fig. 30. The relation (18) between oven dry weight of leaves and increment of stem wood.

$$S_g = 0.601 F_d \quad r = 0.957 \quad (18)$$

したがって 葉の 単位量あたりの 幹の材の 平均生産量は、葉の ナマのオモサ 1kg あたり 274 cc, 葉の かわかしたオモサ 1kg あたり 601 cc となる。林全体の 材積生長量と 葉の量から 葉 1kg あたりの 幹の材の 平均生産量を もとめて、式から もとめたものを あわせて 表9に しめす。葉の 単位量あたりの 幹の 材の 生産量を よく 葉の能率として あらわされるが、このばあい どの方法で もとめても あまり チガイはなく、ナマの 葉 1kg あたり 230~280 cc, かわかした葉 1kg あたり 500~600 cc ということになる。

表 9. 葉の 単位量あたりの 幹の 材の 生産量 (cc/kg)  
Table 9. Increment of stem wood per unit weight of leaves (cc/kg)

方 法* method*	ナマの オモサ あたり green weight basis	かわかした オモサ あたり dry weight basis
関係式 17, 18 から with equation 17 or 18	274	601
A	248	500
B	234	590

\* A, B は、それぞれ、表 1, 6 の A, B の アタイから 計算した。  
\* A and B were calculated with A and B, respectively, in Tables 1 and 6.

葉の 単位量あたりの 幹の 生長量は、劣勢木を のぞくと、木の 胸高直径、樹高、もっている葉などで あらわされる 樹勢の 優劣とは あまり 関係が ないようで、この点 これまで 報告した アカマツ<sup>12)</sup>、チョウセンヤマナラシ<sup>8)</sup>、ヒノキ<sup>12)</sup>、ケヤキ<sup>11)</sup> の ばあいとは ことなっている。その 例として 木のもっている 葉の量との 関係を 図 31 に しめす。

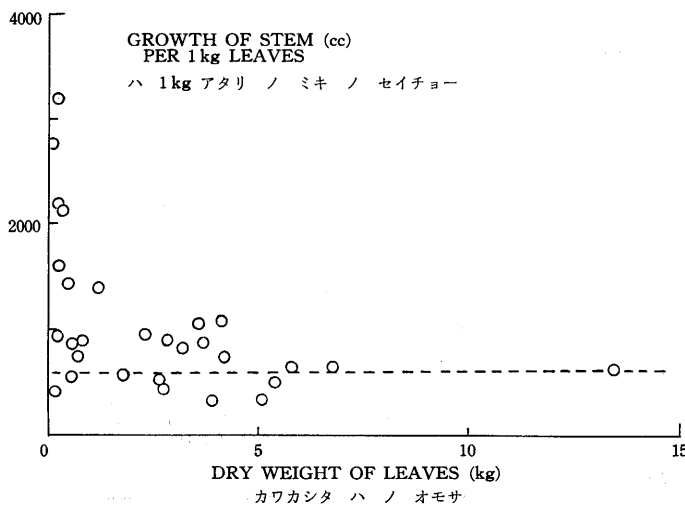


図 31. 葉の量で あらわされる 樹勢の 優劣と 葉の能率の 関係。  
Fig. 31. The relation between leaf efficiency and dominance of trees as expressed by the amount of leaves per tree.



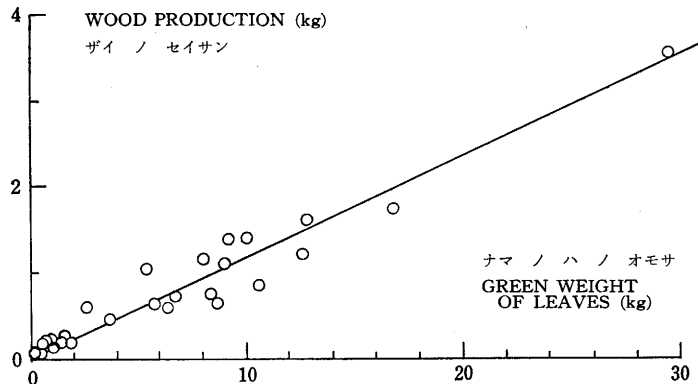


図 32. 葉の量(ナマのオモサ)と幹と枝をあわせた材の生産の関係(19).  
Fig. 32. The relation (19) between green weight of leaves and production of wood (stem+branch).

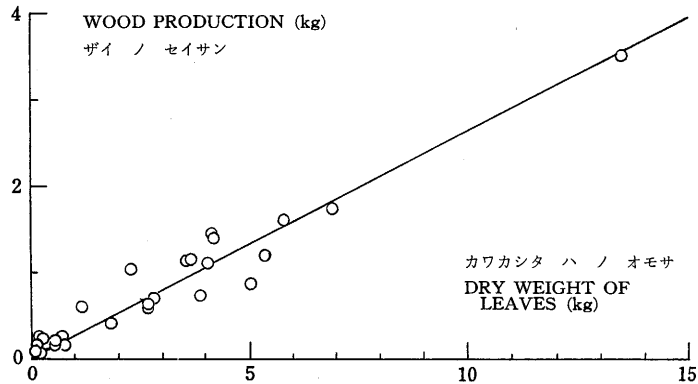


図 33. 葉の量(かわかしたオモサ)と幹と枝をあわせた材の生産の関係(20).  
Fig. 33. The relation (20) between dry weight of leaves and production of wood (stem+branch).

劣勢木ではバラツキがおおきいが、むしろ葉の単位量あたりの幹の材の生産量はおおいほうにかたむいている。ちいさな木ほど樹幹解析そのほかの測定の誤差がおおきいことが考えられるが、そうだとすると誤差は両方に一様にでるはずである。

### 6-3 幹と枝をあわせた材の生産

幹と枝の容積密度数がちがうから、べつべつに乾物重になおして合計して材の生産量  $P_w$  (kg) と葉の量の関係をもとめると図 32, 33 のとおりで、その関係式をもとめるとつぎのようになる。

$$P_w = 0.117 F_g, \quad r = 0.971 \quad (19)$$

$$P_w = 0.262 F_d, \quad r = 0.971 \quad (20)$$

これらの式からナマの葉 1kg あたりの材の平均生産量をもとめると、表 10 のようになり、ナマの葉 1kg あたり 117g, かわかした葉 1kg あたり 262g ということに

表 10. 葉の 単位量あたりの 純生産量 あるいは 純同化率 (NAR) (g/kg/年)

Table 10. Net production per unit weight of leaves, or net assimilation rate (NAR) (g/kg/year).

方 法 method	ナマの 葉 あたり green leaves basis	かわかした 葉 あたり dry leaves basis
1. 関係式 19, 20 から 1. with equaton 19 or 20		
幹+枝 stems+branches	117	262
葉** leaves**	(132)	(300)
根*** roots***	(50)	(112)
計 total	(299)	(674)
2. 林の生産量と葉の量から 2. from production of the stand		
A* 幹+枝 stems+branches	115	232
葉** leaves**	(132)	(300)
根*** roots***	(49)	(124)
計 total	(296)	(656)
3. B* 幹+枝 stems+branches	105	212
葉** leaves**	(132)	(300)
根*** roots***	(47)	(102)
計 total	(274)	(614)

\* A, B は, それぞれ, 表 1, 7 の A, B の アタイから 計算した

\* A and B were, respectively, calculated from a and B in Tables 1 and 7.

\*\* \*\*\* 表 7 をみよ

\*\* \*\*\* see Table 7

なる。また 林分全体の 材の生産量と 葉からもとめた おなじような アタイは 表 10 のとおりである。林分全体から もとめた アタイのうちでは, 平均木から もとめた アタイよりも, 胸高直径との 関係式を つかって もとめた アタイのほうが 式 (19), (20) で もとめたものに ちかい。

#### 6-4 全生産量と 葉の量の関係

まえとおなじく, 葉の 生産量を 葉の全量の 3割, 根の生産量を 地上部の 生産量の 2割と 仮定して, 表 10 のアタイに くわえて, 1年間の 葉の 単位量あたりの 物質生産量 (純同化率 NAR) を もとめると 表 10 のとおりで, もとめかたによって いくらか ちがうが, 葉の ナマのオモサ 1kg あたり 270~300g, かわかしたオモサ 1kg あたり 610~670g と なった。

## 7. ま と め

千葉県演習林の 29年生の スギ林について, 物質の 現存量, 生産量, 分配と, 葉の量と 生長の 関係について しらべた。現存量と 生産量の 推定には いくつかの 方法を くらべてみた。いずれのばあいにも, 直径と 葉, 枝, 幹の 現存量 あるいは, 生産量の 関係と

直径の分布をもちいる方法は、断面積平均の木のもつアタイと林分の断面積合計とから推定する方法よりも、対象によって程度の差はあるが、大きなアタイをあたえた。

林分 1 ha あたりの葉の量は 4 種類の方法をもちいて推定したが、ひどいクイチガイはなく、ナマのオモサで 33~38 トン、かわかしたオモサで 14~18 トンで、これまでに報告されているものとあまりちがわなかった。ただこれまで報告されているうちに、ひとつだけ、とびはなれておおきなアタイをしめしているものがあるので、そのクイチガイの原因を考察した。このクイチガイは推定法自身によるものではなく、ある林でもとめた関係をそのままほかの林にあてはめたために過大に出たものと考えた。

枝の生長量はひとつひとつの枝について樹幹解析とおなじ方法でしらべた。枝の生長量は枝のオモサと密接な比例関係がなりたち、クローネの上のほうの枝がオモサのわりによく生長するというはなかったので、いくつかの枝の試料をとってその生長量のオモサに対する比率をもとめてその木についている枝の全量にかけてもとめることができる。ただし、ある木についてもとめた比率は、ほかの木にはあてはまらない。この林の材の生産量をふたつの方法で推定したが、幹が 2.8 t/ha と 3.1 t/ha、枝が 1.0 t/ha と 1.1 t/ha、あわせて 3.8 t/ha と 4.2 t/ha となった。生産物の幹と枝への分配は、幹に 73% と 74%、枝に 27% と 26% で、大差なく、およそ 3:1 であった。

葉の年令構成をわけることができないので、現存量の 3 割が 1 年の生産量、根の生産量を地上部の生産量の 2 割、下ばえの現存量の半分が 1 年の生産量と仮定して、林地 1 ha の純生産量をもとめると、1 年に 10.4 および 12.1 t/ha となった。幹および幹と枝をあわせた非同化系の生産量は葉の量と比例関係にあった。葉の単位量あたりの 1 年間の生産量を 3 種類の方法でもとめた。もとめかたによってことなるが、幹がナマの葉 1 kg あたり 230~270 cc、かわかした葉 1 kg あたり 500~600 cc、幹と枝をあわせた非同化系の乾物生産量はナマの葉 1 kg あたり 110~120 g、かわかした葉 1 kg あたり 210~260 g となった。まえとおなじように、葉と根の生産量を仮定して葉の単位量あたりの純生産量あるいは純同化率をもとめると、ナマの葉 1 kg あたり 1 年に 270~300 g、かわかした葉 1 kg あたり 1 年に 610~670 g となった。

## 文 献

- 1) 平井信二: 林木の重量生長に関する研究 4, 千葉県演習林のスギ, 東大演報 45, 203~220 (1953)
- 2) KITTREDGE, J.: Estimation of amount of foliage of trees and stands. J. Forest. 42, 905~912 (1944)
- 3) KUROIWA, S.: Ecological and physiological studies on the vegetation of Mt. Shimagare. 3. Intraspecific competition and structural development of the Abies forest. Bot. Mag. Tokyo 72, 413~421 (1959)
- 4) REINEKE, L. H.: Perfecting a stand-density index for even-aged forests. J. Agr. Res. 46, 627~638 (1933)
- 5) 坂口勝美: 間伐の本質に関する研究, 林試報 131, 1~95 (1961)
- 6) 佐藤大七郎: 林分の生長の物質的基礎, 育林学新説 116~141 (1955)
- 7) SATOO, T.: Notes on KITTREDGE's method of estimation of amount of leaves of forest stand. 日林誌 46, 267~272 (1962)
- 8) 佐藤大七郎, 功力六郎, 桑川昭夫: 林分生長論資料. 3. チョウセンヤマナラシの再生林における葉の量と生長の関係, 東大演報 52, 33~51 (1956)
- 9) 佐藤大七郎, 中村賢太郎, 扇田正二: 林分生長論資料, 1. 立木密度のちがう若いアカマツ林 東大演報 48, 61~90 (1955)
- 10) 佐藤大七郎, 根岸賢一郎: スギ林の物質生産と物質循環, 37年度総研報告記録 152~153 (1963)
- 11) 佐藤大七郎, 根岸賢一郎, 扇田正二: 林分生長論資料. 5. 上層間伐をおこなったケヤキ人工林における葉の量と生長量, 東大演報 55, 101~123 (1959)
- 12) 佐藤大七郎, 扇田正二: 林分生長量論資料. 4. わかいヒノキ林における葉の量と生長量の関係, 東大演報 54, 41~100 (1958)
- 13) 扇田正二 ほか: 林分の生産構造の研究 (予報) アカマツ植栽疎密試験地に於ける若干の解析, 東大演報 43, 49~57 (1952)
- 14) 扇田正二, 佐藤大七郎: 林分生長論資料. 2. いろいろなツヨサの間伐をした北海道のストロブマツ林, 東大演報 52, 15~31 (1956)
- 15) 只木良也 ほか: 森林の生産構造に関する研究. 6. 足場丸太生産スギ林の生産力について, 日林誌 46, 246~253 (1964)
- 16) 只木良也, 尾方信夫, 長友安男: 九州スギ林の物質生産力, 林試報 173, 45~65 (1965)
- 17) 山岡義人: 森林の全通発量測定の研究. 7. スギの1林分の全通発量の算定, 林試報 91, 117~129 (1956)
- 18) YAMAOKA, Y.: The total transpiration from a forest. Trans. Am. Geophys. Union. 39, 266~272 (1958)

### Résumé

Biomass, production, distribution of produced organic matter, and efficiency of leaves to produce wood were studied on a 29 years old stand of *Cryptomeria japonica*. Methods of estimation of biomass and production were compared. In all cases, the method using the allometric relationships between diameter breast high and amount and production of leaves, branches and stem, and the frequency distribution of diameter resulted higher value than the method using the amount and production of parts of trees of average tree and basal area, though the difference between the estimates by the two methods varied with the object of estimation.

Amount of leaves per 1 ha was estimated with four methods, but there were not so much difference by method; 33~38 metric tons per hectare in green weight, and 14~18 tons in oven dry weight. These values are in good accordance with the values already reported. However, as there was an exceptionally larger value in one of the literature, the cause of the large difference was discussed. This difference was not caused by the method itself, but caused by the application of a relation established on a particular stand to another one.

Increment of branches of sample trees was determined by a method similar to stem analysis. Increment of individual branch was closely proportional to its weight, but there was not such a trend that proportion of increment to weight is larger in upper branches than lower ones, suggesting that photosynthates are used by branches in proportion to the size of branch and the surplus contributes to the increment of stems. The increment of branches of a tree can be determined with the ratio of increment to the weight determined on not so large number of branch samples and total weight of the branches on the tree. However the ratio determined for a particular tree can not be applied to the others.

Annual production of wood as dry matter per hectare in this stand estimated by two methods were: 2.8 and 3.1 metric tons for stems and 1.0 and 1.1 tons for branches. As it was impossible to distinguish the leaves of different ages, and determination of the production of roots and undergrowth was too laborious, it was assumed that production of leaves is 30% of the total leaves present, that production of roots is 20% of the production above ground, according to the results of other studies, and that half of the weight of undergrowth is produced annually. Annual net production estimated thus was 10.4 and 12.1 metric tons per hectare per annum, by the two methods of estimation.

Production of wood of stem and branches of individual trees were roughly proportional to the amount of leaves on them. Production of wood per unit amount of leaves was determined with three methods. The amount of stem wood produced annually by 1 kg of leaves was 230~270 cc on green leaves basis and 500~600 cc on dry leaves basis. Annual production of wood of stem and branches as dry matter by 1 kg of leaves was 110~120 g on green leaves basis and 210~260 g on dry leaves basis. If assumed production of leaves and roots by unit amount of leaves are added to the

above figure, net production per unit amount of leaves, or net assimilation rate in British terminology, was 270~300 g/year/kg green weight of leaves, and 610~670 g/year/kg dry weight of leaves.