

和歌山演習林におけるモミ，ツガ林の生産力調査

第2報 モミ，ツガ混交林について

古 野 東 洲

Investigations on the Productivity of Japanese Fir (*Abies firma* Sieb. et Zucc.)
and Hemlock (*Tsuga Sieboldii* Carr.) Stands in Kyoto University Forest
in WAKAYAMA

(II) On the Mixed Stand of Japanese Fir and Hemlock

Tooshu FURUNO

目 次

要 旨	128	生長量の推定	
まえがき	129	あとがき	141
調査地の概況	130	文 献	141
調査方法	132	Résumé	142
調査結果および考察	132		
現存量の推定			

要 旨

本報告は、前報にひきつづいて、和歌山演習林のモミ，ツガ林を調査し、その相対生長関係、現存量、林況などについて記述したものである。

調査は1967年8月と1968年8月に、演習林内4林班（図—1）のモミ，ツガ林で行なわれ、調査対象林分はほぼうっ閉し、その構成樹種はモミとツガの2種で、他に同一林冠層にまで生育している広葉樹類はなかった。樹令は50～120年で、その大部分は60～80年生に入り、上層林冠を占めている大径木のモミ，ツガは散在し、胸高直径20数 cm までのものは中、下層に生育していた（図—2）。

調査林分の林床植生上面の相対照度の平均値は2.7%で、“日もれ”とみられる5%以上の測定点は約1割を占めた（図—3）。

幹の直径に対する幹、枝、葉の相対生長関係はつぎのようになり、一部の相対生長関係にモミとツガで樹種差がみられた（図—4, 5, 7, 8, 9, 10, 11）。

$$\begin{aligned} \log ws &= 1.2982 \log D_{0.3}^2 + 1.5588 & (\text{モミ, ツガ}) & \cdots (1) \\ \log ws &= 1.2549 \log D_{1.3}^2 + 1.7295 & (\text{モミ, ツガ}) & \cdots (2) \\ \log V &= 1.3139 \log D_{0.3}^2 + 1.8329 & (\text{モミ, ツガ}) & \cdots (3) \\ \log V &= 1.2727 \log D_{1.3}^2 + 2.0468 & (\text{モミ, ツガ}) & \cdots (4) \\ \log ws &= 0.9135 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.5118 & (\text{モミ}) & \cdots (5) \end{aligned}$$

$$\log V = 0.9292 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.8034 \text{ (モミ)} \dots\dots\dots (6)$$

$$\log w_s = 0.9624 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.3210 \text{ (ツガ)} \dots\dots\dots (7)$$

$$\log V = 0.9584 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.6359 \text{ (ツガ)} \dots\dots\dots (8)$$

$$\log w_B = 1.0947 \log D_{1.3}^2 + 1.3878 \text{ (モミ, ツガ)} \dots\dots\dots (9)$$

$$\log w_L = 1.0572 \log D_{0.3}^2 + 1.2504 \text{ (モミ)} \dots\dots\dots (10)$$

$$\log w_L = 1.0129 \log D_{1.3}^2 + 1.3989 \text{ (モミ)} \dots\dots\dots (11)$$

$$\log w_L = 1.0599 \log D_{0.3}^2 + 1.1151 \text{ (ツガ)} \dots\dots\dots (12)$$

$$\log w_L = 1.0160 \log D_{1.3}^2 + 1.2711 \text{ (ツガ)} \dots\dots\dots (13)$$

$$\log w_L = 1.1223 \log D_B^2 + 1.5444 \text{ (モミ)} \dots\dots\dots (14)$$

$$\log w_L = 1.1223 \log D_B^2 + 1.3485 \text{ (ツガ)} \dots\dots\dots (15)$$

$$\log w_{LN} = 1.1244 \log D_{1.3}^2 + 0.2382 \text{ (モミ, ツガ)} \dots\dots\dots (16)$$

$$\log w_{LN} = 1.2180 \log D_B^2 + 0.4666 \text{ (モミ)} \dots\dots\dots (17)$$

$$\log w_{LN} = 1.2096 \log D_B^2 + 0.3306 \text{ (ツガ)} \dots\dots\dots (18)$$

w_s : 幹乾重 g, V : 幹材積 cm^3 , w_B : 枝乾重 g, w_L : 葉乾重 g,

w_{LN} : 新葉乾重 g, $D_{0.3}$: 地上 30 cm 高の直径 cm,

$D_{1.3}$: 胸高直径 cm, D_B : 生枝下直径 cm, H : 樹高 m,

以上各関係式のうち (5), (6), (7), (8), (14) および (15) の各式は前報での 9, 11 林班のモミ, ツガも適合する。

枝量に対する葉量は樹体が大きくなり, 枝量が増加するにしたがって, モミとツガに差がはっきりとあらわれ, 両樹種とも生長にともなう枝量の増加が葉量の増加よりも激しい (図—12)。

全葉量に対する新葉量の割合は, モミは 6.7~15.0% (平均 10.0%), ツガは 5.7~17.1% (13.1%) で, 葉量の多い個体ほど, その新葉率が大きくなる傾向がみられた。

調査モミ, ツガ林の現存量は, ha 当り, 幹乾重で 189.1 ton, 幹材積 445.1 m^3 , 枝乾重 28.3 ton, 葉乾重 14.6 ton, 新葉乾重 2.5 ton と推定された (表—2)。

年間の乾物生長量は約 20 ton/ha, うち幹生長量は約 11 ton/ha と推定された。

ま え が き

和歌山県有田郡清水町上湯川に位置する京都大学和歌山演習林は面積 898.1 ha, 演習林創設当時の天然林は, 近年急激に伐採利用されて減少し, 現在では約半分がスギ, ヒノキの若い造林地になっている。モミ, ツガを主林木にした混交林とモミ, ツガの大径木を含むブナ, ミズナラ, クリ, シデ類, ヒメシャラが優占している 広葉樹林は, 前報以後も伐採利用され, 7~9 林班では, 学術参考林¹⁾ (約 19 ha) と 8 林班のほぼ半分を残し, 他は往時の林相を残していない。

各種の林分の生産力を調査した報告は多く, 常緑針葉樹林, とくにモミ属では Baskerville²⁾, Kimura³⁾, Kimura et al⁴⁾, 浅田ら^{5), 6)}, 四大学合同⁷⁾ の調査報告がみられる。

本報告は, 前報⁸⁾ に続いて, モミ, ツガの混交林を対象に, その大径木を除いて調査した結果について記述したものである。モミ, ツガの大径木が未調査であるため, 本報告での推定値には相当な危険が含まれていることも考えられ, 和歌山演習林のモミ, ツガの生産力をより正確に推定するには, さらにモミ, ツガの大径木の調査を行なう必要がある。

有益な御助言をいただいた京都大学農学部四手井教授, 赤井助教授ならびに, 調査に御協力をいただいた和歌山演習林の職員各位に深く感謝します。

Table 1. Results of measurement of sample stands.

Stands	Tree species	DBH (cm)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	25	26	28	30	33	34	36	45	51	57	Total	
A	<i>Abies firma</i>		0	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
(5 m×17 m)	<i>Tsuga Sieboldii</i>		0	0	1	0	1	2	3	1	1	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
B	<i>Abies firma</i>		2	1	2	3	4	2	3	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	27
(15 m×25.4 m)	<i>Tsuga Sieboldii</i>		1	8	4	1	3	5	4	1	3	0	1	0	1	5	1	1	0	0	0	2	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0	0	49

調査地の概況

調査は1967年8月上旬～中旬に演習林内4林班(図-1)で行なわれ、毎木調査および標準木の伐倒調査を行ない、さらに1968年8月上旬～中旬に一部補足調査した。

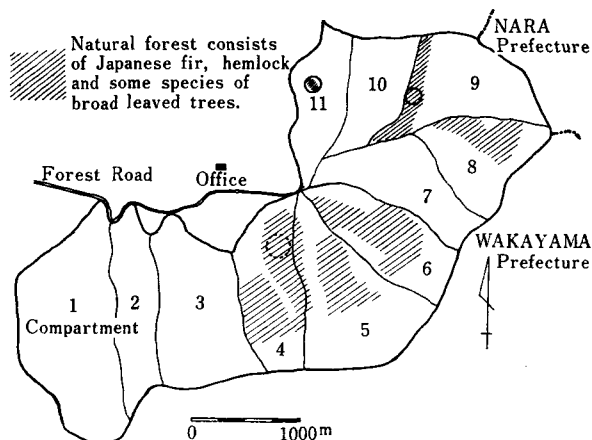


Fig. 1. Compartment map of Kyoto University Forest in WAKAYAMA.

○ : Sample stand in this report,
○ : in previous report.

調査地の標高は約 700 m、傾斜は 32° で、林分を構成している樹種はモミとツガで、広葉樹類で上層林冠にまで生育しているものはない。モミ、ツガの大径木は散在して最上層林冠を占め、その下層に中径木以下の個体が生育している。この調査林分の過去の取扱いをみると、京都大学演習林として設定される直前、すなわち大正末年に有用広葉樹（主として枕木用としてのクリ）を含んで、伐採部直径で 1 尺 2 寸以上のモミ、ツガの大径木を伐採利用し、さらに、昭和31年には広葉樹類すべてを巻き枯らしにより処理している。このために現在はモミとツガの純林分として生育するようになった。

林床植生としてアセビ、ソヨゴ、ウラジロガン、サカキ、ヒサカキ、シロダモ、ツルシキミ、シキミ、クロモジ、アカシデ、ウリカエデ、クリ、ヒメシャラ、ヤマウルシ、ツリバナ、コンテリギ、ミツバアケビ、コウヤボウキ、ヤブコウジ、サルナシ、サルトリイバラなどがみられ、モミ、ツガの高さ 50 cm 未満のものも散見される。それらの乾重量は、すくないところで約 1.5 ton/ha、多いところで約 3.6 ton/ha で、9, 11 林班の既報⁹⁾ 調査地よりも多い。

調査地域内に 5 m×20 m (斜距離) の帯状区を設けて、その林木配置および樹冠投影図を示すと図—2 のようになる。なお、点線は標準地外に在る大径木の樹冠投影図である。

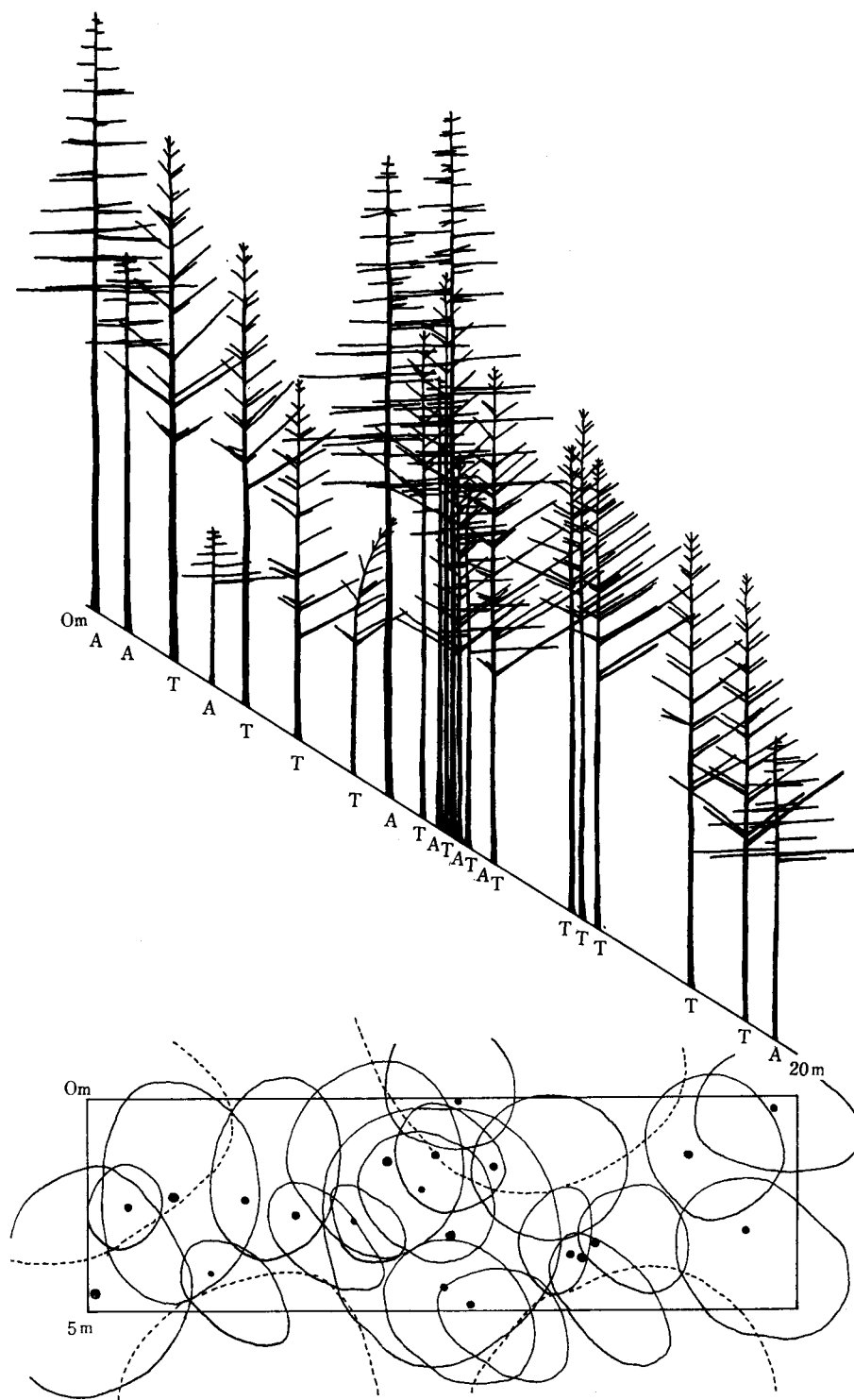


Fig. 2. Belt transect of sample stand in compartment-4
(5m in width $\times$ 20 m in slope).

A : *Abies firma*, T : *Tsuga Sieboldii*

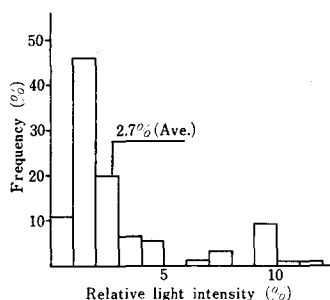


Fig. 3. Frequency distributin of relative light intensity under the crown.

伐倒した調査木の樹令は50～120年であったが、大部分の個体は60～80年で、60年以下のものは樹高4 m以下の小さい個体であった。

標準地の毎木調査結果を表一1に示す。

調査地のモミ、ツガの林冠下、林床植生上面の明るさを一般に用いられているように東芝5号照度計を用いて、調査地に近い裸地の照度と同時に測定し、林内の相対照度(%)を求め図-3に示した。

相対照度の平均値は2.7%となり、前報の9および11林班調査地よりもやや明るいことがわかった。これは林床植生も9、11林班よりも本調査地の方が多く、照度の測定結果と一致している。“日もれ”とみられる相対照度5%以

上の測定点は91点中10点で、林冠はほぼ閉鎖に近い状態に達していると考えられる。しかし、閉鎖した常緑針葉樹林の林冠下の相対照度としてアカエゾマツ林で1.2%⁷⁾、スギの高密度林分で0.6%⁹⁾、1.1%¹⁰⁾、アカマツ林で2.1%¹¹⁾、テーダマツ林で1.8～2.0%¹²⁾などの測定結果が報告され、さらに演習林内の9林班、11林班のモミ林での照度の測定結果から、本調査林分はもうすこし閉鎖が進行する可能性もあるようである。

調 査 方 法

対象林分に標準地を選び、胸高直径および樹高の毎木調査を行なった。大径木を除いてモミ11本、ツガ22本の計33本のいろいろな大きさの資料木を選び、地際で伐倒し調査した。すなわち、胸高直径、樹高、生枝下高およびその直径を測り、樹体各部分(幹、枝、葉)の生重量を1 mごとの層別に求め、乾重量に換算するための資料を採取した。さらに、各層より樹幹解析用の円板を採取し、これらの資料より幹材積、幹材生長量、樹体各部の乾重量などを算定した。なお、伐倒前には前記の帯状区の林木配置および林冠投影図を画き、林内の明るさを測定した。

調査結果および考察

現存量の推定

伐倒調査した各個体の測定結果より、樹体各部の相対生長関係を求めるとつぎのようになる。

直径に対する幹量の相対生長関係

地上30 cm高の直径($D_{0.3}$, cm)および胸高直径($D_{1.3}$, cm)と幹乾重量(w_s , g)および幹材積(V , cm³)の相対生長関係を求めると図-4のようになり、これらの関係はつぎのように近似される。

$$\text{幹乾重} \quad \log w_s = 1.2982 \log D_{0.3}^2 + 1.5588 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\log w_s = 1.2549 \log D_{1.3}^2 + 1.7295 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{幹材積} \quad \log V = 1.3139 \log D_{0.3}^2 + 1.8329 \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\log V = 1.2727 \log D_{1.3}^2 + 2.0468 \quad \dots\dots\dots(4)$$

$D_{0.3}$ と $D_{1.3}$ でそのバラツキにとくに著しい差はみられないが、小さい個体の $D_{1.3}$ は先細りの位置の直径を測定することになるため、(2)および(4)式で、これらの点は近似線よりも上にバラツキがみられる。このようなことは他の樹種にもみられることである。モミとツガの両樹種間には、9林班

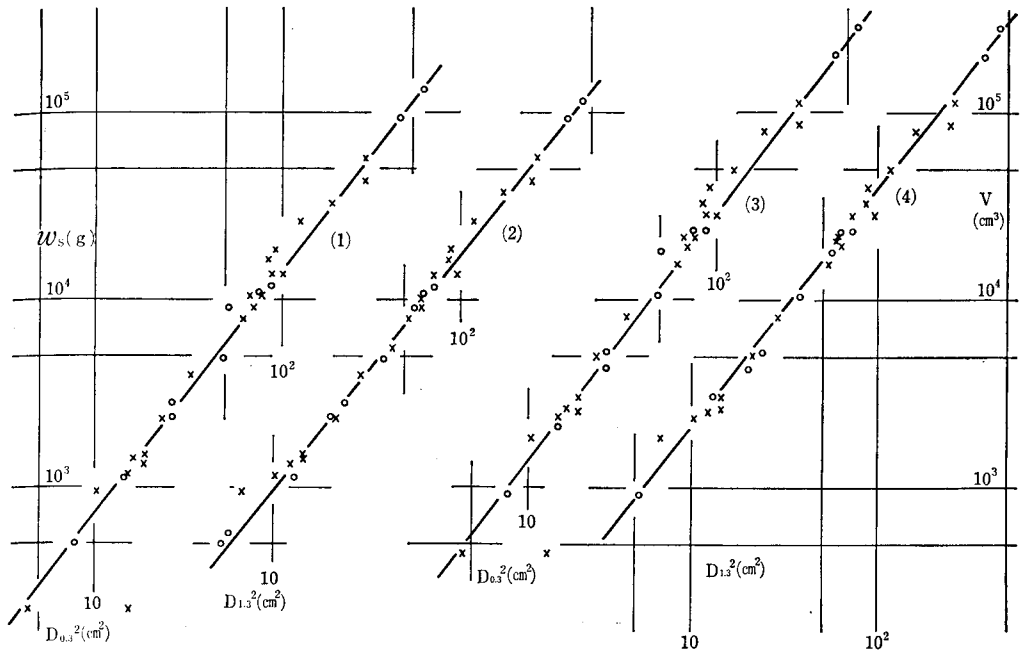


Fig. 4. Allometric relations between stem (dry weight (w_s) and volume (V)) and diameter (30 cm height above ground level ($D_{0.3}$) and breast height ($D_{1.3}$)).

$$\begin{aligned} \log w_s &= 1.2982 \log D_{0.3}^2 + 1.5588 \cdots (1) & \log w_s &= 1.2549 \log D_{1.3}^2 + 1.7295 \cdots (2) \\ \log V &= 1.3139 \log D_{0.3}^2 + 1.8329 \cdots (3) & \log V &= 1.2727 \log D_{1.3}^2 + 2.0468 \cdots (4) \end{aligned}$$

○ : *Abies firma* × *Tsuga Sieboldii*

These marks apply in Fig. 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13 and 14.

での調査結果と同様に、とくに差はみられない。

さらに直径に樹高因子 (H , m) を加えて、幹乾重量および幹材積との相対生長関係を 9, 11 林班の資料をも加えて求めると図—5 のようになった。これらの関係式はつぎのように近似される。

$$\text{モミ} \quad \log w_s = 0.9135 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.5118 \cdots (5)$$

$$\log V = 0.9292 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.8034 \cdots (6)$$

$$\text{ツガ} \quad \log w_s = 0.9624 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.3210 \cdots (7)$$

$$\log V = 0.9584 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.6359 \cdots (8)$$

同一樹種では林分の構成状態に関係なく、ほぼ同一の相対生長関係が得られた。すなわち、モミとツガではやや異なった相対生長関係が得られたが、林班の違いによる差はほとんどなく、この関係は $D_{0.3}^2 \cdot H$ および $D_{1.3}^2 \cdot H$ いずれを用いても同じような傾向が得られた。このように $D^2 \cdot H$ と幹量との相対生長関係は同一樹種ではほとんど林分分離がみられないことを菅¹³⁾は秋田地方および吉野地方のスギで認め、同様の結果はテーダマツ¹²⁾、スラッシュマツ¹⁴⁾の測定結果からも認められている。図—5 でモミ ((5)式) は前報⁵⁾ での近似式とほとんど同じになったが、ツガはやや勾配が大きくなり、 $D_{0.3}^2 \cdot H$ が 1000 (cm²·m) より大きい個体はモミの関係式でも近似できる。しかし、このことは大径木の資料がないので断定はできない。同一環境に生育したモミとツガでこのように異なった関係式が得られたことは、両樹種の幹形に違いが認められるわけで、胸高直径と樹高の関係を求めると図—6 のようになる。すなわち、同一直径ではツガはモミよりも樹高が高く、同様のことは 9 林班で広葉樹に被圧されていたモミ、ツガでも見られた。 $w_s, V \sim D$ 関係で両樹種にほとんど差がみられなかったにもかかわらず、樹高因子を加えて差があらわれたことはツガの幹が細長いためで、やや小径木は

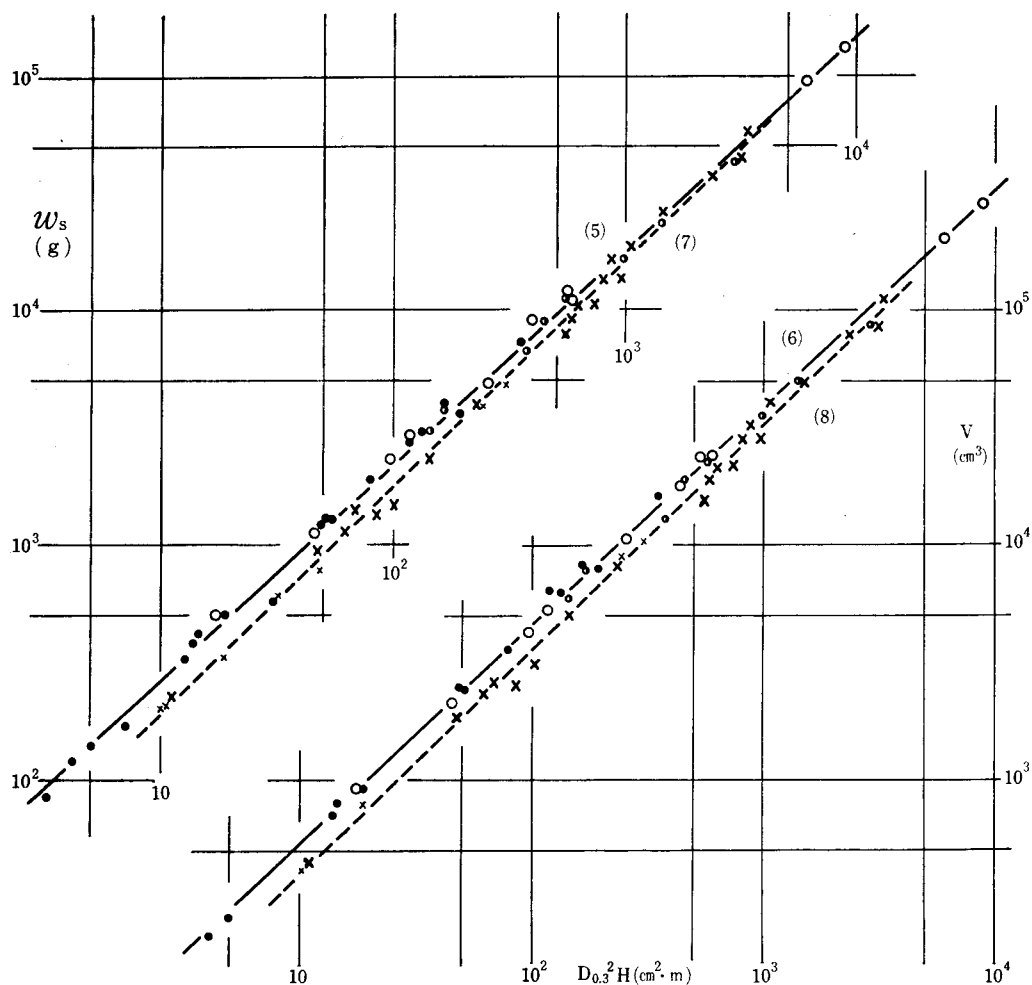


Fig. 5. Allometric relations between stem (dry weight (w_s) and volume (V)) and $D_{0.3}^2 \cdot H$.

$$\log w_s = 0.9135 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.5118 \dots (5) \quad \log V = 0.9292 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.8034 \dots (6)$$

$$\log w_s = 0.9624 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.3210 \dots (7) \quad \log V = 0.9584 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.6359 \dots (8)$$

○ : *Abies firma* in compartment-4 ● : *Abies firma* in compartment-9

⊙ : *Abies firma* in compartment-11 × : *Tsuga Sieboldii* in compartment-4

× : *Tsuga Sieboldii* in compartment-9

These marks apply in Fig. 9.

どツガがモミより直径に比し相対的に樹高が高い傾向がみとめられる。

直径に対する枝量の相対生長関係

胸高直径に対する枝乾重量 (w_B , g) の相対生長関係を求めると図-7 のようになり、つぎのように近似される。

$$\log w_B = 1.0947 \log D_{1.3}^2 + 1.3878 \dots (9)$$

モミとツガでは明らかな差はみられず、また $D_{0.3}$ を用いても、バラツキ具合は似ている。

直径に対する葉量の相対生長関係

$D_{0.3}$ および $D_{1.3}$ と葉乾重量 (w_L , g) の相対生長関係を求めると図-8 のようになり, そのバラツキは大きい, 一応それらの関係式をつぎのように近似した。

$$\begin{aligned} \text{モミ } \log w_L &= 1.0572 \\ \log D_{0.3}^2 &+ 1.2504 \cdots (10) \\ \log w_L &= 1.0129 \\ \log D_{1.3}^2 &+ 1.3989 \cdots (11) \\ \text{ツガ } \log w_L &= 1.0599 \\ \log D_{0.3}^2 &+ 1.1151 \cdots (12) \\ \log w_L &= 1.0160 \\ \log D_{1.3}^2 &+ 1.2711 \cdots (13) \end{aligned}$$

4 林班の調査結果は 9, 11 林班での調査結果よりもバラツキが大きく, 9 林班で求められた資料による $w_L \sim D$ 関係はモミとツガではとくに著しい差はみられなかったが, 図-8 では両樹種に差がみられ, 両調査結果に相違がみられた。なお $D^2 \cdot H$ と葉量との関係を求めるとバラツキは図-8 にみられるよりも大きくなり, モミとツガでは明らかな差があらわれた。

生枝下直径 (D_B , cm) と葉乾重量との相対生長関係を求めると図-9 のようになり, 近似式はつぎようになる。図-9 には 9, 11 林班の調査資料も加えて示した。

$$\begin{aligned} \text{モミ } \log w_L &= 1.1223 \\ \log D_B^2 &+ 1.5444 \cdots (14) \\ \text{ツガ } \log w_L &= 1.1223 \\ \log D_B^2 &+ 1.3485 \cdots (15) \end{aligned}$$

一般に直径と葉量との相対生

長関係では, この生枝下直径と葉量との関係が最もよく適合するといわれているが, 和歌山演習林のモミ, ツガでの関係も一般論と一致している。前報では調査数の不足から結論できなかったが, モミとツガでは完全に分離した関係式が得られ, さらに調査林分による差はほとんどみられない。

胸高直径と新葉乾重量 (w_{LN} , g) の相対生長関係を求めると図-10 のようになる。この関係は

$$\log w_{LN} = 1.1244 \log D_{1.3}^2 + 0.2382 \cdots (16)$$

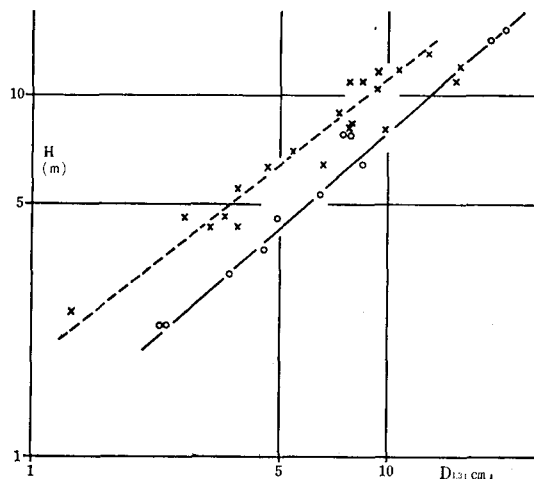


Fig. 6. Relations of tree height (H) to diameter at breast height ($D_{1.3}$).

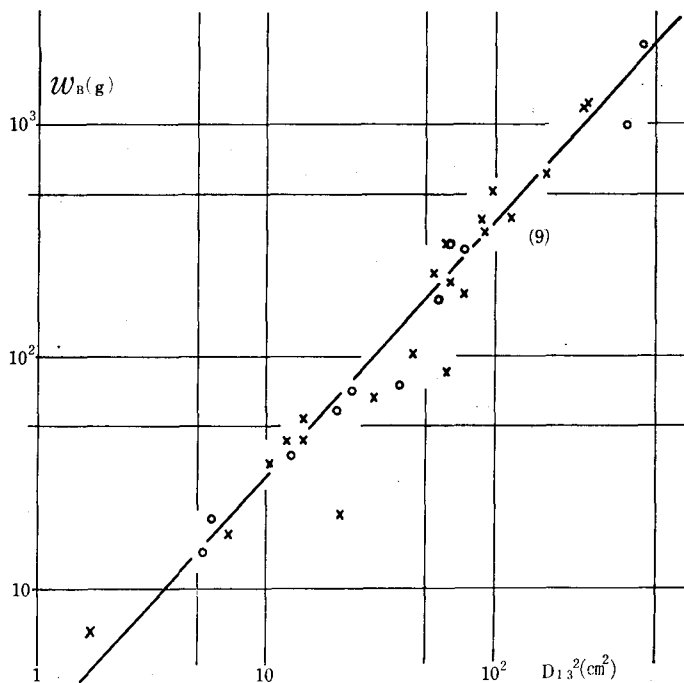


Fig. 7. Allometric relation between branch dry weight (w_B) and diameter at breast height ($D_{1.3}$).

$$\log w_B = 1.0947 \log D_{1.3}^2 + 1.3878 \cdots (9)$$

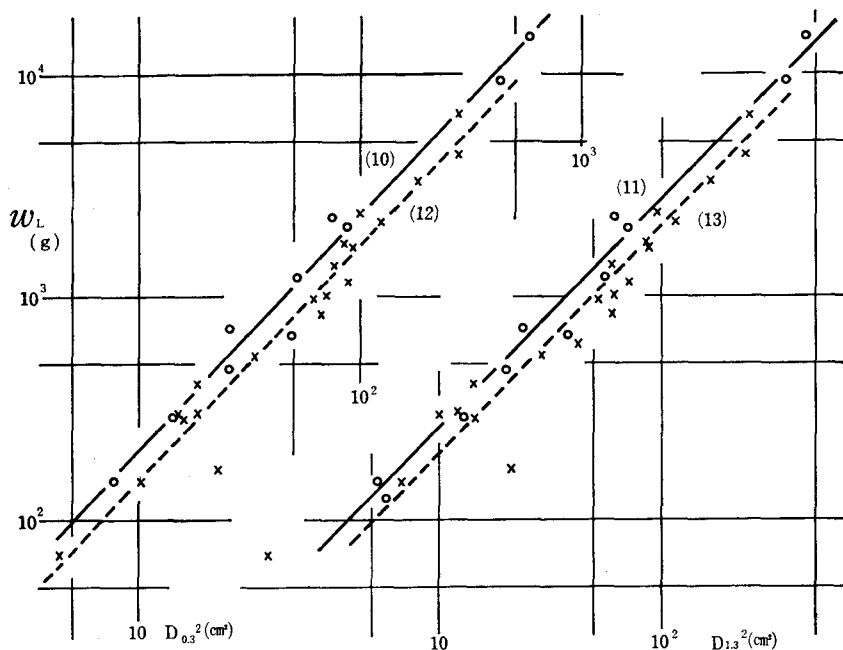


Fig. 8. Allometric relations between leaf dry weight (w_L) and diameter (30 cm height above ground level ($D_{0.3}$) and breast height ($D_{1.3}$)).

$$\begin{aligned} \log w_L &= 1.0572 \\ \log D_{0.3}^2 + 1.2504 &\dots\dots(10) \\ \log w_L &= 1.0129 \\ \log D_{1.3}^2 + 1.3989 &\dots\dots(11) \\ \log w_L &= 1.0599 \\ \log D_{0.3}^2 + 1.1151 &\dots\dots(12) \\ \log w_L &= 1.0160 \\ \log D_{1.3}^2 + 1.2711 &\dots\dots(13) \end{aligned}$$

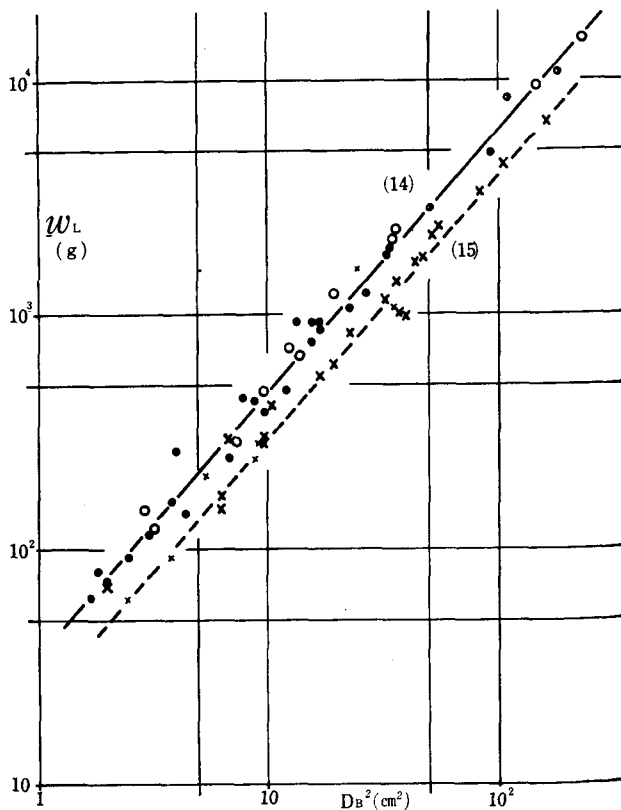


Fig. 9. Allometric relations between leaf dry weight (w_L) and diameter under the lowest living branch (D_B).

$$\begin{aligned} \log w_L &= 1.1223 \log D_B^2 + 1.5444 \dots\dots\dots(14) \\ \log w_L &= 1.1223 \log D_B^2 + 1.3485 \dots\dots\dots(15) \end{aligned}$$

で近似される。この関係は相当にバラツキは大きい、モミとツガではとくに目立った差はみられない。なお、9, 11 林班での調査結果とは差があらわれ、林分によって分離するようである。これは調査地の環境、とくに光条件が新葉の出現に相当影響しているためと思われる。なお、 $D_{1.3} \cdot H$ と数葉量との関係を求めると図-10よりもバラツキが大きくなった。さらに生枝下直径と新葉量の関係を求めると図-11 のようになり、この関係は

$$\begin{aligned} \text{モミ} \quad \log w_{LN} &= 1.2180 \\ &\quad \log D_B^2 + 0.4666 \quad \cdots (17) \\ \text{ツガ} \quad \log w_{LN} &= 1.2096 \\ &\quad \log D_B^2 + 0.3306 \quad \cdots (18) \end{aligned}$$

で近似され、モミとツガで異なった相対生長関係が得られた。この場合、9, 11 林班での調査資料は、葉量と生枝下直径との関係（図-9）のようには適合しなかった。

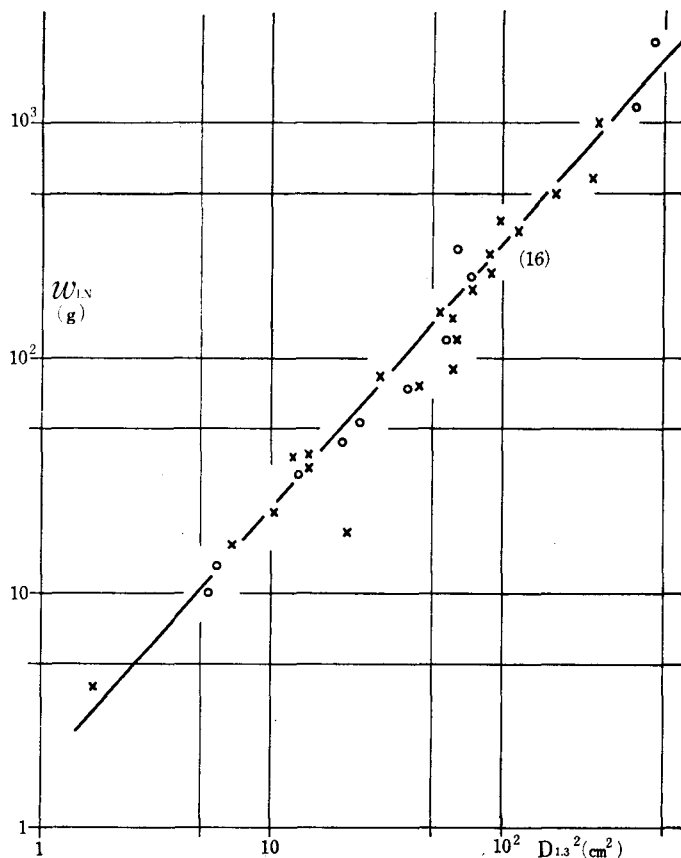


Fig. 10. Allometric relation between dry weight of new leaves (w_{LN}) and diameter at breast height ($D_{1.3}$).

$$\log w_{LN} = 1.1244 \log D_{1.3}^2 + 0.2382 \quad \cdots (16)$$

その他の相対生長関係

枝量と葉量との相対生長関係を求めると図-12 のようになり、モミとツガで異なった関係が得られた。この関係は

$$\begin{aligned} \text{モミ} \quad \log w_L &= 0.9549 \log w_B + 0.0815 \quad \cdots (19) \\ \text{ツガ} \quad \log w_L &= 0.8387 \log w_B + 0.2948 \quad \cdots (20) \end{aligned}$$

のように近似される。枝量に対する葉量は、小さい個体ではモミとツガにほとんど差がなく、個体が大きくなり枝量が増加するにともなって、その差がはっきりとあらわれる。すなわち、両樹種ともに関係式の勾配は1より小さく、個体の生長につれて、枝量の増加と葉量の増加は比例せず枝量の増加の方が激しく、この傾向はモミよりもツガの方が著しい。9 林班でのモミおよびツガの資料でも、その関係式の勾配は1より小さく、本調査と同傾向であったが、両樹種間にとくに差はみられず、4 林班の調査とは異なった結果となっている。

以上のような各種の相対生長関係が本調査の結果から得られたが、一部の相対生長関係でモミとツガの樹種間に差があらわれた。北海道におけるトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの調査報告⁷⁾では、相対生長関係にこれら3 樹種間にとくに差がみられなかったことや、照葉樹林の調査¹⁵⁾でも同様の結果を得、ほぼ似た生活型の樹種間ではその相対生長関係は同じで、同じ相対生長関係がなりたつ範囲で生活型を定義することもできると考えられたことから推察すると、同一環境に生育していて

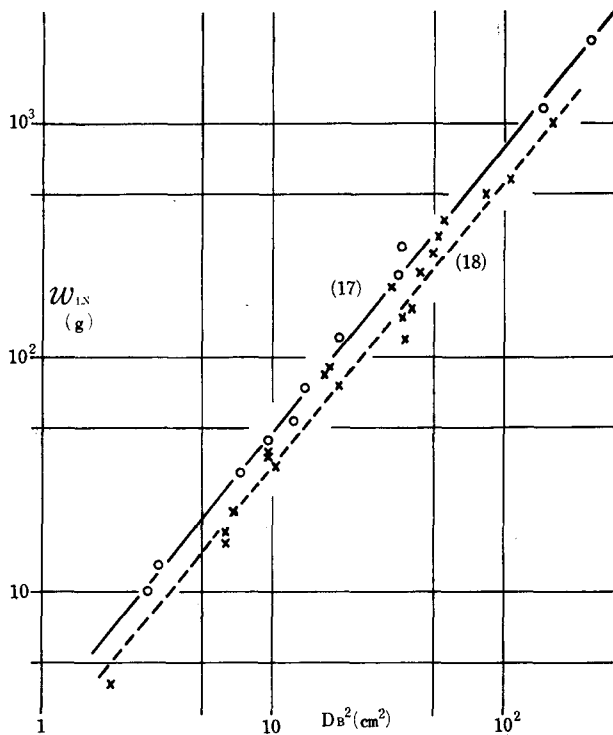


Fig. 11. Allometric relations between dry weight of new leaves (w_{LN}) and diameter under the lowest living branch (D_B).

$$\log w_{LN} = 1.2180 \log D_B^2 + 0.4666 \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$\log w_{LN} = 1.2096 \log D_B^2 + 0.3306 \quad \dots\dots\dots (18)$$

も、モミとツガではいくらか生活型が違うのではないかと考えられる。直径に対する幹量の相対生長関係ではほぼ同一の関係が得られたにもかかわらず、樹高因子を加えて幹量との関係を求めると両樹種に差があらわれたことは、前述のように両樹種間の幹形の差のためで、小径木ほどその差が著しい傾向がみられる。また9林班での調査と今回の4林班での調査で、 $w_L \sim D$, $w_L \sim w_B$ に、9林班ではとくに樹種樹がみられなかったのに、4林班で差がみられたが、この原因ははっきりしない。

以上の相対生長関係を用い、毎木調査結果より調査林分のモミ、ツガの現存量を推定すると表-2 のようになる。

A標準地は図-2 で示されているように、最上層林冠にまで生育していた大径木が含まれていないところを毎木調査したので、表-2 での値は中層以下のモミ、ツガの現存量である。

Table 2. Biomass of mixed stands of Japanese fir and hemlock per hectare.

Stands	Tree species	Number of tree	Total basal area (m ²)	Stem dry weight (ton)	Stem volume (m ³)	Branch dry weight (ton)	Leaf dry weight (ton)	New leaf dry weight (ton)
A	<i>Abies firma</i>	941		32.87	75.43	6.13	4.00	0.51
	<i>Tsuga Sieboldii</i>	1530		35.73	81.19	7.25	3.74	0.60
	Total	2471	26.20	68.60	156.62	13.38	7.74	1.11
B	<i>Abies firma</i>	709		100.83	239.46	13.89	7.84	1.23
	<i>Tsuga Sieboldii</i>	1286		88.29	205.67	14.41	6.72	1.23
	Total	1995	47.72	189.12	445.13	28.30	14.56	2.46

またB標準地は大径木も含まれているが、伐倒調査した個体が大径木を含んでいないために、相対生長関係を外挿して現存量を推定した。

これまでに測定された常緑針葉樹林の現存量と比較すると、中部地方亜高山帯のシラベでは浅田ら^{5,6)}は胸高断面積合計45~50 m²/haの林分で幹は117~185 ton/ha, 320~544 m³/ha, 枝は18.7~25.5 ton/ha, 葉は13.4~14.6 ton/ha (1例の

み23.9 ton/ha), kimura³⁾は胸高断面積合計61.5 m²/haの林分で幹は154 ton/ha, 枝は28.3 ton/ha, 葉は20.8 ton/ha, 北海道のトドマツ, エゾマツ, アカエゾマツの胸高断面積合計43~55 m²/haの林分でそれぞれ135~170 ton/ha, 395~509 m³/ha, 20.3~25.7 ton/ha, 15.7~19.2 ton/haと非常に似た値が得られている。相対生長関係を外挿して現存量を推定する場合には一般に過大推定の危険があるとされているが、これらの測定結果と比較した限りではB標準地の推定値もほぼ妥当な値と考えてよいであろう。前回調査した11林班のモミの林分で、林冠は閉鎖しその葉量が20 ton/haと推定され、本調査では、それよりすくなく14.6 ton/haと推定されたことは、照度測定の結果とあわせて本調査の4林班の林分は、まだすこし閉鎖が進行すると推察される。北海道の常緑針葉樹林で最高50 ton/ha⁷⁾, 中部亜高山帯のシラベ林で27 ton/ha⁶⁾, の葉量が測定されていることから推察しても、今回調査した和歌山演習林4林班のモミ, ツガ林の葉量はまだ増加しても不思議はないであろう。

生長量の推定

樹幹解析により過去3年間の幹材積生長量を求め、この1/3を最近1年間の幹材積生長量とした。幹乾重量の測定結果から、幹材積生長量を幹乾重量生長量に換算し、未測定の枝と根の生長量はそれぞれ幹生長量の30%とみなし、これに新葉乾重量を加えて個体の乾物年間生長量とした。胸高直径に対するこの計算された個体の生長量($\Delta w, g$)の相対生長関係を求めると図-13のようにバラツキ、

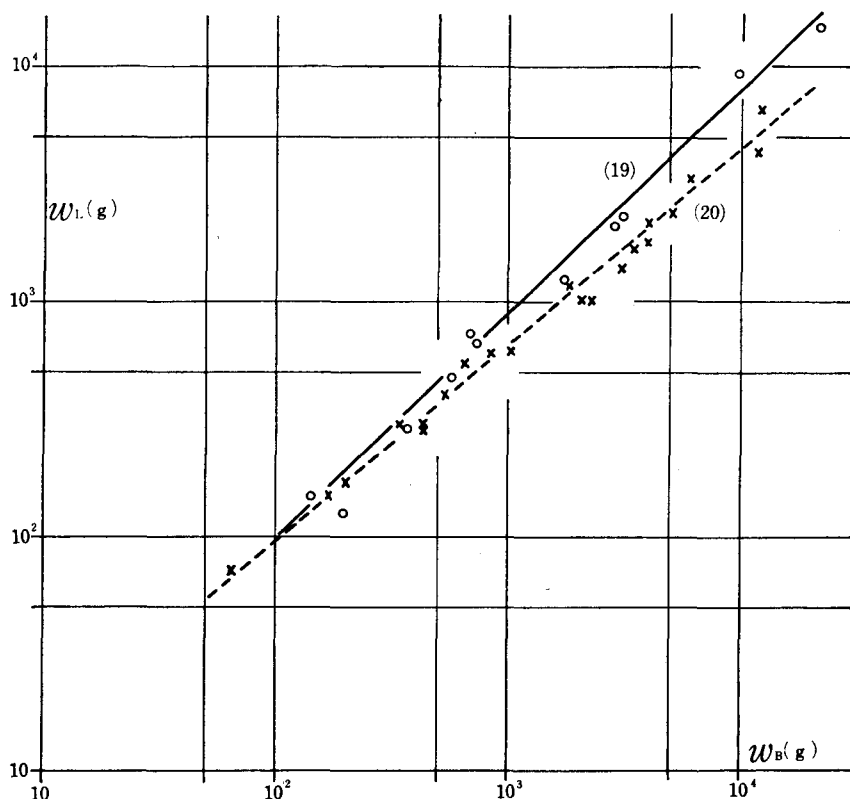


Fig. 12. Allometric relations between leaf dry weight (w_L) and branch dry weight (w_B).

$$\log w_L = 0.9549 \log w_B + 0.0815 \dots\dots\dots (19)$$

$$\log w_L = 0.8387 \log w_B + 0.2948 \dots\dots\dots (20)$$

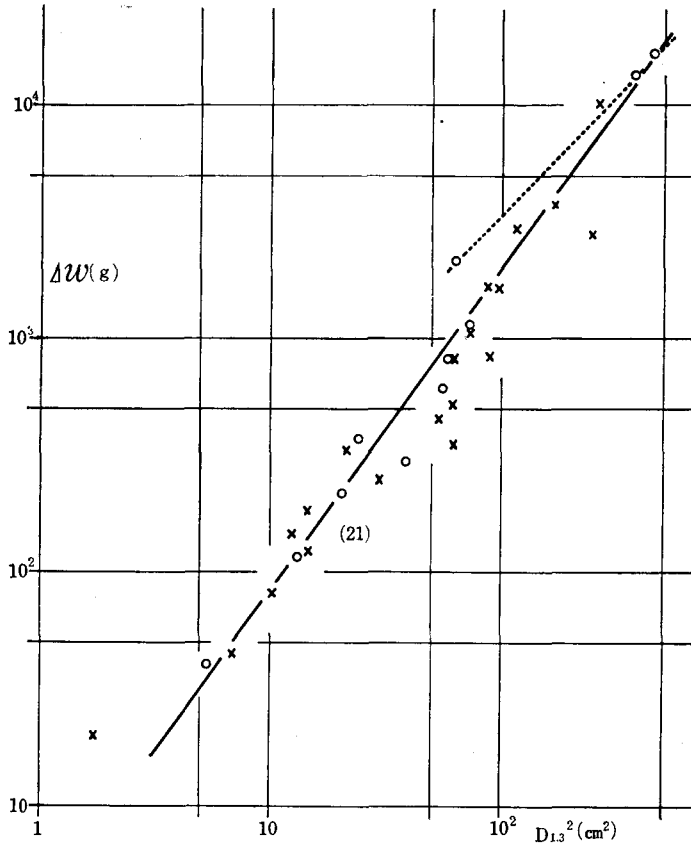


Fig. 13. Allometric relations between annual increment of tree in dry weight (Δw) and diameter at breast height ($D_{1.3}$).

$$\log \Delta w = 1.3898 \log D_{1.3}^2 + 0.5284 \dots\dots\dots (21)$$

推定されたが、B標準地は個体の乾物年間生長量と同様に外挿のところを再計算すると約 11 ton/ha・year となる。

新葉量は (16) 式より推定して、A, B 両標準地は表—2 のようにそれぞれ 1.11 ton/ha, 2.46 ton/ha となった。葉の着葉年数を知るには、全葉量に対する新葉量の割合を求めることも 1 つの方法である。調査個体それぞれに新葉率を求めると、モミは 6.7~15.0% (平均 10.0%), ツガは 5.7~17.1% (平均 13.1%) となった。表—2 で推定した葉量から新葉率を求めると A 標準地で 14.3%, B 標準地で 16.9% となる。全葉量に対する新葉量の相対生長関係を求めると図—14 のように、その勾配は 1 よりも大きくなり、葉量の多い個体ほど、換言すれば、樹体の大きい個体ほど新葉率が大きくなる傾向がみられる。11 林班のモミの新葉率が今回の調査値より大きかったこととあわせて、樹体が大きく、また陽光をよく受けたものほど新葉率が大きくなるようである。しかし、15~17% より新葉率は大きくなることはないようである。これはツガについても同様のことがいえる。今回の調査ではツガの新葉率がモミよりも大きかったが、9 林班の広葉樹に被圧されている個体の調査では、平均値でモミ 7.6%, ツガ 6.1% と両樹種の新葉率は逆の結果を得、この両調査結果だけでは、モミとツガの葉の寿命の長短は結論づけられない。

葉の平均純同化率を北海道のトドマツで求められた方法⁷⁾ (この方法は現在ではあまり使われていないが) により求めると、0.534~2.215 g/g・year にバラツキ、多くの個体は 0.732~2.215 g/g・year の範囲に求められた。9 林班の広葉樹に被圧されたモミ、ツガの値よりは大きく、11 林班の陽光を十

適合度はよくない。一応実線は

$$\log \Delta w = 1.3898$$

$$\log D_{1.3}^2 + 0.5284 \dots\dots\dots (21)$$

のように近似される。この (21) 式を用いて、A, B 両標準地の生長量を推定すると、それぞれ 8.9 ton/ha・year, 31 ton/ha・year となり、外挿しなければ推定できない B 標準地では非常に大きな生長量となった。この値はこれまでに測定された天然林の値から考えても過大な推定値と考えざるを得ない。そこで陽光を十分に受けて生育していた 11 林班での測定値の $\Delta w \sim D_{1.3}^2$ 関係を考慮して図—13 での点線の関係を求め、外挿の個体の生長量を再計算して ha 当りの生長量を求めると約 20 ton/ha・year となり、北海道⁷⁾ のトドマツ、アカエゾマツ林の生長量や浅田^{5,6)} が求めたシラベ林の生長量 (7.6~19.7 ton/ha・year) の最大値とほぼ等しくなる。幹生長量も B, A 両標準地それぞれ 4.6 ton/ha・year, 16 ton/ha・year と

分に受けていたモミと同程度、またはそれより大きい値となった。その最大値は北海道でのトドマツで、林冠層を形成していた優勢木よりも大きい値になった。この個体は調査個体のうちでは大きい個体で、陽光をよく受けていたものであろう。

あ と が き

本調査は和歌山演習林のモミ、ツガ林の状況を記録し、その生産力を求めるために続けられているもので、前報につづいてモミ、ツガの大径木を除く中径木以下について調査し、その相対生長関係、現存量などについて概略を述べた。今後は大径木の調査を追加し、さらに落葉量、落枝量などの季節変化、食葉性昆虫による被食量についても続いて調査、報告する予定である。

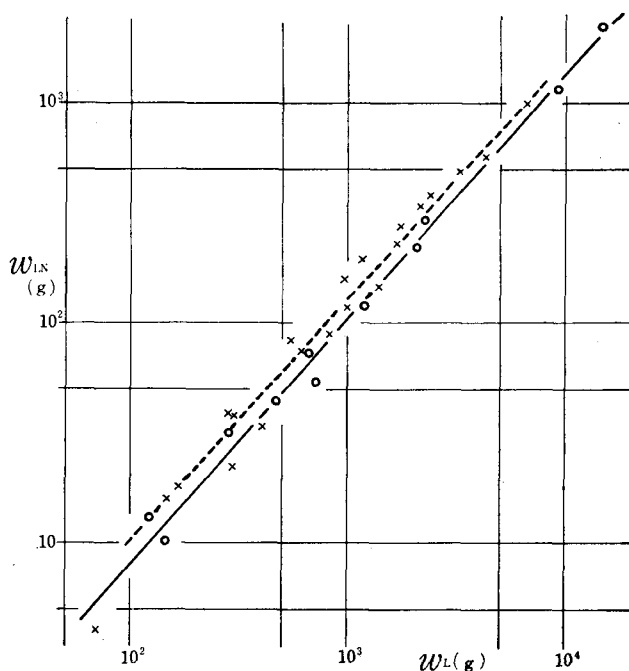


Fig. 14. Dry weight of new leaf (w_{LN}) in relation to leaf dry weight (w_L).

文 献

- 1) 全国大学演習林、試験林、学術参考林一覧、全国大学演習林協議会、61~65、(1967)
- 2) Baskerville, G. L.: Dry-Matter Production In Immature Balsam Fir Stand, For. Sci. Monog. 9, (1965)
- 3) Kimura, M.: Dynamics of vegetation in Relation to soil development in northern Yatsugatake Mountains, Jap. Jour. Bot. 18, 255~287, (1963)
- 4) ———・I. Mototani and K. Hogetsu: Ecological and Physiological Studies on the Vegetation of Mt. Shimagare VI. Growth and Dry Matter Production of Young *Abies* Stand, Bot. Mag. Tokyo, 81, 287~296, (1968)
- 5) 浅田節夫・赤井竜男・島崎洋路: 亜高山帯における林分生産力、特にカラマツの造林上部限界について、74回日林講、173~175, (1963)
- 6) ———・———: 亜高山帯の森林の取扱いについて、長野林友、1~48, (1963)
- 7) 四大学合同調査班: 森林の生産力に関する研究、第1報、北海道主要針葉樹林について、(1960)
- 8) 古野東洲・川那辺三郎: 和歌山演習林におけるモミ、ツガ林の生産力調査、第1報、主としてモミ林について、京大演報、39, 9~26, (1967)
- 9) 只木良也・尾方信夫・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、日林誌、46, 246~253, (1964)
- 10) 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, Jour. Jap. For. Soc. 48, 55~61, (1966)
- 11) 只木良也・四手井綱英: 林木の競争に関する研究 (III) アカマツ幼樹を用いた小型林分での機械的な間伐試験、日林誌、44, 129~139, (1962)
- 12) 赤井竜男・古野東洲・上田晋之助・佐野宗一: テーダマツ幼令林の物質生産機構、京大演報、40, 26~49, (1968)
- 13) 菅 誠: 人工一斉林の林分密度に関する生態学的研究、(1967)
- 14) 赤井竜男・上田晋之助・古野東洲: スラッシュマツ幼令林の物質生産機構、京大演報、41, 56~79, (1970)
- 15) 北沢右三・木村 允・手塚泰彦・倉沢秀夫・坂本充・吉野みどり: 大隅半島南部の植物生態学的研究、資源研究報、49, 19~36, (1959)

Résumé

This report deals with some investigations on the forest production of natural Japanese fir (*Abies firma* Sieb. et Zucc.) and Japanese hemlock (*Tsuga Sieboldii* Carr.) in Kyoto University forest in WAKAYAMA (Lat. 30°04'N, Long. 135° 30' E, Alt. 500~1,200 m). As the continuation of the previous report, the investigations were carried out in compartment-4 of Kyoto University forest in August, 1967 and 1968.

The investigated area of compartment-4 was a mixed stand consisting of only Japanese fir and hemlock, there are canopies of fir and hemlock over 30 cm at DBH, in over story of forest crown, and about 20 cm and below in middle and under stories (Fig. 2).

The average relative light intensity under the forest crown in the sample stand showed about 2.7% of full day light, with the average including sun-fleck (Fig. 3).

Each allometric relation of the stem dry weight (w_s , g), the stem volume (V , cm³), the branch dry weight (w_B , g), the leaf dry weight (w_L , g) and new-leaf dry weight (w_{LN} , g) to the diameter ($D_{0.3}$ cm: at 30 cm height above ground, $D_{1.3}$ cm: DBH and D_B cm: under the lowest living branch) was as follows;

$$\log w_s = 1.2982 \log D_{0.3}^2 + 1.5588 \quad (\text{fir and hemlock}) \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\log w_s = 1.2549 \log D_{1.3}^2 + 1.7295 \quad (\text{fir and hemlock}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\log V = 1.3139 \log D_{0.3}^2 + 1.8329 \quad (\text{fir and hemlock}) \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\log V = 1.2727 \log D_{1.3}^2 + 2.0468 \quad (\text{fir and hemlock}) \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\log w_s = 0.9135 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.5118 \quad (\text{fir}) \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\log V = 0.9292 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.8034 \quad (\text{fir}) \quad \dots\dots\dots(6)$$

$$\log w_s = 0.9624 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.3210 \quad (\text{hemlock}) \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$\log V = 0.9584 \log D_{0.3}^2 \cdot H + 1.6359 \quad (\text{hemlock}) \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$\log w_B = 1.0947 \log D_{1.3}^2 + 1.3878 \quad (\text{fir and hemlock}) \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$\log w_L = 1.0572 \log D_{0.3}^2 + 1.2504 \quad (\text{fir}) \quad \dots\dots\dots(10)$$

$$\log w_L = 1.0129 \log D_{1.3}^2 + 1.3989 \quad (\text{fir}) \quad \dots\dots\dots(11)$$

$$\log w_L = 1.0599 \log D_{0.3}^2 + 1.1151 \quad (\text{hemlock}) \quad \dots\dots\dots(12)$$

$$\log w_L = 1.0160 \log D_{1.3}^2 + 1.2711 \quad (\text{hemlock}) \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$\log w_L = 1.1223 \log D_B^2 + 1.5444 \quad (\text{fir}) \quad \dots\dots\dots(14)$$

$$\log w_L = 1.1223 \log D_B^2 + 1.3485 \quad (\text{hemlock}) \quad \dots\dots\dots(15)$$

$$\log w_{LN} = 1.1244 \log D_{1.3}^2 + 0.2382 \quad (\text{fir and hemlock}) \quad \dots\dots\dots(16)$$

$$\log w_{LN} = 1.2180 \log D_B^2 + 0.4666 \quad (\text{fir}) \quad \dots\dots\dots(17)$$

$$\log w_{LN} = 1.2096 \log D_B^2 + 0.3306 \quad (\text{hemlock}) \quad \dots\dots\dots(18)$$

It seems that there is a difference between Japanese fir and hemlock in some allometric relations.

In the relations between leaf weight and branch weight, there appears a difference between Japanese fir and hemlock (Fig. 12).

The dry weight of new leaf of Japanese fir was 6.7~15.0% (10.0% average) of total leaf weight and the new leaf of Japanese hemlock was 5.7~17.1% (13.1% average) of total leaf weight.

In the mixed stand of Japanese fir and hemlock in WAKAYAMA, the stem volume per hectare was estimated at about 445 m³, and the dry weight of stems at about 189 tons, branches at about 28 tons, foliage at about 15 tons and new leaves at about 2.5 tons respectively (Table 2).

The net production of the mixed stand of Japanese fir and hemlock was estimated at about 20 tons per hectare per year and the current annual increment of stem dry weight was estimated at about 11 tons per hectare in the sample stand.