

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

古野 東洲・川那辺 三郎

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

Tooshu FURUNO and Saburo KAWANABE

目	次		
要 旨……………	9	調査方法……………	17
まえがき……………	10	調査結果および考察……………	18
調査地の概況……………	11	現存量の推定	
9 林班調査地		生長量について	
11 林班調査地		あとがき……………	24
林内の明るさ		引用文献……………	24
調査地の過去の取扱い		Résumé……………	25

要 旨

近年、各樹種の林分現存量、生産力などを調査した報告は数多くみられるが、本報告は、和歌山演習林のモミ、ツガ林を調査対象として、まず、モミの小径木を主に、その相対生長関係、現存量、林況などを調査したものである。

調査は1966年8月に、演習林内9林班、11林班のモミ、ツガ林で行なわれた。

調査結果をまとめるとつぎのようになった。

1). 調査地の林況

9 林班調査地では、最上層林冠はシデ類、ヒメシャラが占め、中層林冠には一部モミが生育し、他は広葉樹類が占め、最下層林冠をモミ、ツガが占めている(図-2)。

11 林班調査地は、スギ造林地内に介在して生育しているモミの純林分で、小径の落葉広葉樹が数本まじっている(図-3)。モミの平均胸高直径10.4cm、平均樹高7.6m、樹齢は42~47年で、林冠はうつ閉している。

2). 調査林分の地表での相対照度は、9 林班は1.7%、11 林班は1.5%であった。

3). 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。

$$\log w_s = 1.374 \log D_{0.3}^2 + 1.380 \quad 9 \text{ 林班, モミ, ツガ (図-6)}$$

$$\log w_s = 1.014 \log D_{0.3}^2 + 2.103 \quad 11 \text{ 林班, モミ (図-6)}$$

$$\log w_s = 1.117 \log D_{1.3}^2 + 1.879 \quad 9 \text{ 林班, モミ, ツガ (図-6)}$$

$\log w_s = 1.074 \log D^2_{1.3} + 2.060$	11林班, モミ (図-6)
$\log w_s = 0.914 \log D^2_{0.3} \cdot H + 1.507$	9, 11林班, モミ (図-7)
$\log w_s = 0.941 \log D^2_{0.3} \cdot H + 1.345$	9林班, ツガ (図-7)
$\log w_B = 1.255 \log D^2_{0.3} + 1.143$	9, 11林班, モミ, ツガ (図-9)
$\log w_L = 1.173 \log D^2_{0.3} + 1.186$	9, 11林班, モミ, ツガ (図-10)
$\log w_L = 0.919 \log D^2_{1.3} + 1.625$	9林班, モミ, ツガ (図-10)
$\log w_L = 1.135 \log D^2_{1.3} + 1.356$	11林班, モミ (図-10)
$\log w_L = 1.117 \log D^2_B + 1.532$	9, 11林班, モミ (図-11)
$\log w_L = 1.117 \log D^2_B + 1.356$	9林班, ツガ (図-11)
$\log w_{LN} = 0.937 \log D^2_{0.3} + 0.277$	9林班, モミ, ツガ (図-12)
$\log w_{LN} = 1.162 \log D^2_{0.3} + 0.385$	11林班モミ (図-12)

- 4). モミ, ツガ林の現存量は ha 当り11林班では, 76.9 ton (幹乾重), 30.4 ton (枝乾重), 20.8 ton (葉乾重), 9林班では平均して32.4 ton (幹乾重), 14.0 ton (枝幹重), 9.4 ton (葉乾重) となった。
- 5). 葉量と生長量の関係を求めると, 9林班と11林班で明らかな差がみられ, 同量の葉量に対する生長量は後者が3倍にも達している (図-15)。
- 6). 本調査モミ, ツガの葉の平均純同化率(a')と非同化器官の平均呼吸率(R)は, $a'_1 = 1.100 \sim a'_2 = 0.732 \text{g/g} \cdot \text{year}$ (11林班), $a'_3 = 0.534 \sim a'_4 = 0.345 \text{g/g} \cdot \text{year}$ (9林班), $R = 0.04 \text{g/g} \cdot \text{year}$ となり, 葉の平均純同化率は9林班と11林班で, 大きな差があらわれた。また, 9林班のモミとツガではとくに差がみられないようである。
- 7). 全葉量に対する新葉量の比を求めると, モミは9林班では2.5~13.8% (平均7.6%), 11林班では7.2~14.9% (平均11.5%), ツガは2.2~8.4% (平均6.1%) となった。
- 8). 11林班の調査モミ林の年間の純生産量は乾重量で14.35 ton/ha, 9林班のモミ, ツガ林は0.87~2.13 ton/haとなり, 後者は広葉樹類に被圧されているために, 葉量あたりの生産量は非常にすくない。

ま え が き

和歌山演習林は和歌山県有田郡清水町上湯川, 有田川の支流の湯川川の水源地に在り, 海拔500~1200mに位置し, 奈良県吉野郡に接している。

面積は898.1 haで, 演習林創設当時から天然林はモミ, ツガを主林木とした針広混交林と, 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とからなり, 後者が全林の多くを占めていた。しかし, 近年, 施業対象林として, これらの天然林は順次伐採利用され, スギ, ヒノキに樹種転換が行なわれ, 往時の林相は急激に減少しつつある。すでに1~3林班, 7および9林班のほぼ半分, 10および11林班は伐採され, その面積も全林の半分に達し, さらに7~9林班の残りも, 学術参考林(約19ha)を除き, ひきつづいて伐採利用される予定である。

このような現状では, 一部残される学術参考林を除いてはモミ, ツガの天然林は和歌山演習林ではみられない事態も考えられる。しかし, 現在まで, これらの天然林を対象にした調査報告はみあらず, わずかに生育植物を調査した“和歌山演習林植物誌”¹⁾がみられるのみである。ゆえに, 往時の林相が残っている間に, これらの林況をできるだけ記録にとどめるため, モミ, ツガ林の現存量, 生長量, その他の調査を行ない, 後々の参考にするために, 本調査を計画した。

近年, 各樹種の生産力, 現存量などを調査した報告は数多くみられるが, モミ, ツガ林を対象とした報告はすくない。モミ属 (*Abies Link*) では, Baskerville²⁾の *Abies balsamea* についての報告, 我が国では, 北海道のトドマツを調査した詳しい報告がみられる。³⁾

本報告は, まず第1報として, モミの小径木を主な対象にして, その相対生長関係, 現存量などを

- T : *Tsuga Sieboldii* Carr.
- S : *Stewartia monadelph*a. S. et Z.
- C : *Carpinus* spp.
- P_t : *Parabenzoin trilobum* Nakai.
- E : *Elaeagnus* spp.
- L : *Lindera umbellata* Thunb.
- H : *Hydrangea luleo-venosa* Koidz.
- I : *Illicium anisatum* L.
- I_p : *Ilex pedunculosa* Mig.
- P : *Pieris japonica* D. Don.
- C_a : *Cyclobalanopsis acuta* Oerst.

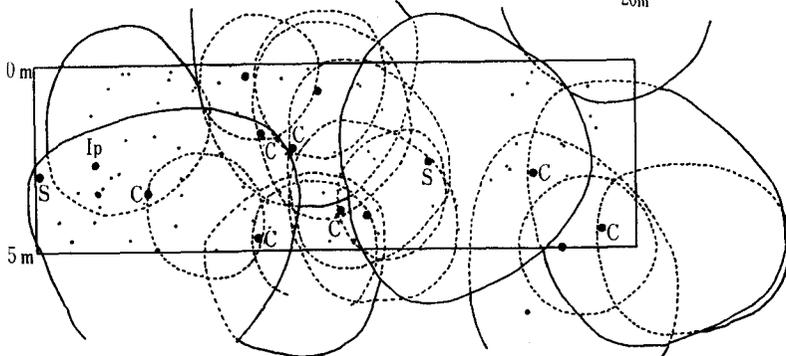


Fig. 2 Belt transect of 9-A stand in compartment-9 (5m, in width × 20m in slope).

樹高が胸高に達している59本のモミ、ツガのうち52本はモミで、胸高以下のものはモミ19本、ツガ10本である。中層林冠を形成しているものは、シデ類、ソヨゴ、アセビ、シロモジで、下木植生は、アセビ、シキミが多く、これについてアカガシ、ソヨゴ、シロモジなどがみられ、その他のクロモジ、コガクウツギなどはわずかに数例みられるにすぎない。

11林班調査地

本調査地では、すでに大径木は過去に伐採利用され、その後造林（1951年度）されたスギと共存しながら生育を続けている小面積のモミの林分で、調査時には胸高直径3~16cm（平均10.4cm）、樹高6~10m（平均7.6m）、樹齢42~47年で、比較的そろっている。調査地の傾斜は35度、林冠は閉鎖し、一部広葉樹がわずかに介在している。上木はすべてモミで、ツガはみられなかった。林床植生はすくないが、ただ林縁に近く、光線が射入り易いところに、イヌシデ、コガクウツギ、ムラサキシキブ、ヤブムラサキ、ウリハダカエデ、ツリバナ、ヤマウルシ、シロモジなどがみられ、林内にはイヌガヤ、カヤ、アセビ、ヒイラギ、アワブキ、クロモジ、ハナイカダなどがわずかに高さ30~70cmに生育していた。モミの上層林冠にまで達しているものは、クマノミズキ、タラノキ、ケンボナシ、シロモジの4種で、そのうちで大きいものでも、胸高直径がタラノキ、ケンボナシ各1本が6cmにすぎない。

調査地内で2m×20m（斜距離）の带状区を設け、その林木配置を示すと図-3のようになる。な

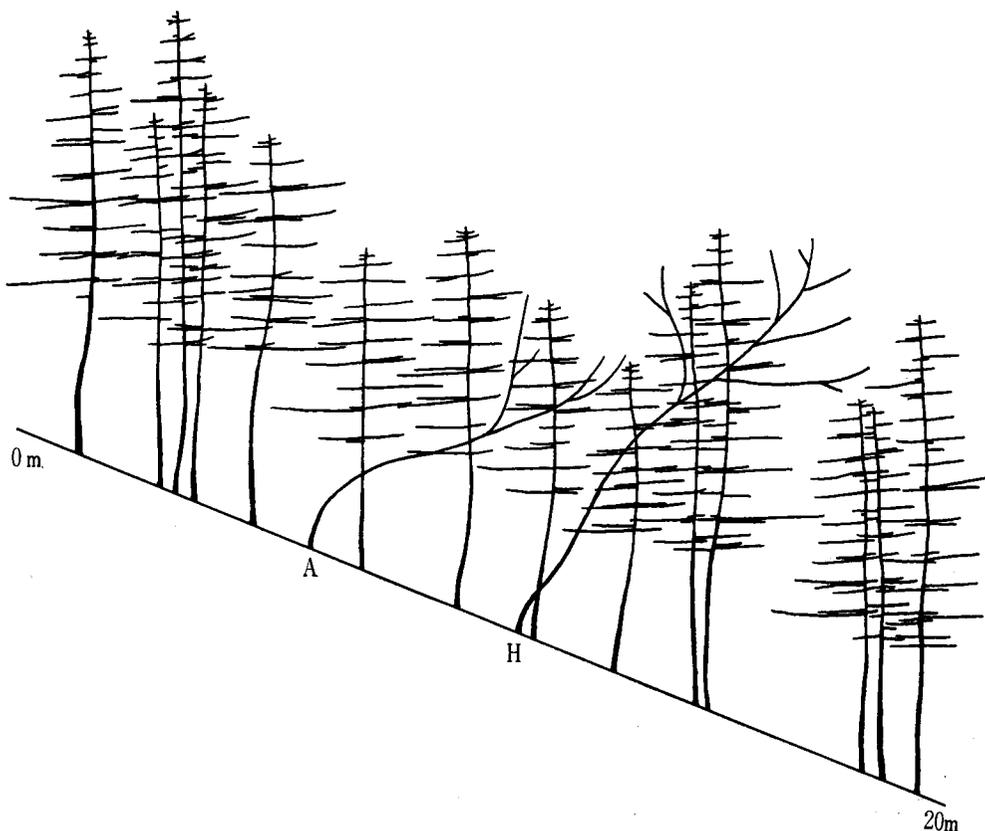


Fig. 3 Belt transect of 11-A stand in compartment-11 (2m in width × 20m in slope).
 A : *Aralia elata* Seem.
 H : *Hovenia dulcis* Hornstedt.

おこの带状区の下木は記録しなかった。また、標準地 (8.5×8.2m) の毎木調査結果を示すと表—2 のようになる。

Table 2.

Results of measurement of sample plot (8.5m×8.2m) in compartment -11 (11-A stand)

DBH(cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total
<i>Abies firma</i>	0	0	1	1	0	3	3	3	0	3	0	1	4	2	2	3	26
<i>Hovenia dulcis</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Cornus macrophylla</i>	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Aralia elata</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Parabenzoin trilobum</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

林内の明るさ

林床の明るさは、東芝 5号照度計を用いて、林内の地表と、その調査地に近い裸地の照度を同時に測定して、その割合を百分率であらわした。この方法は、林内の明るさをしらべるのに広く用いられている。

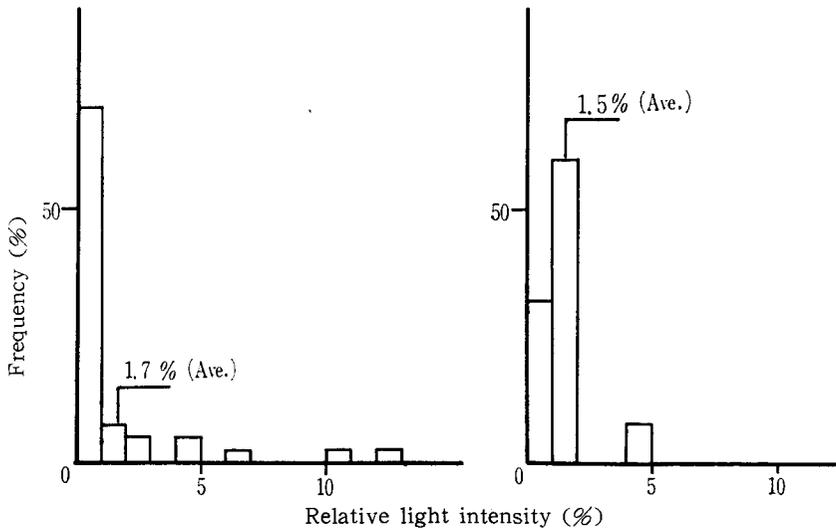


Fig. 4 Frequency of relative light intensity under forest crown.
left : compartment-9, right : compartment-11

測定した林冠下の相対照度の頻度分布を図—4に示す。9林班では、平均値は1.7%であり、1%以下の頻度は70%である。最大値は相対照度12%で、陽はん点はすくなく、ほぼ完全に閉鎖していると考えられる。上層木の樹冠下(モミ、ツガ樹冠の上面)の明るさは、モミ、ツガの樹冠が多層であるため測定出来なかった。

同様な方法で測定された林冠下の相対照度はダケカンバ林では3.5~7.8%⁴⁾、シラカンバ幼齢林では5.4%⁵⁾、その他種々の林分での測定結果によれば落葉広落樹では5~15%のものが多い。和歌山演習林内で、この調査地に近い、ミズナラ、クリの胸高断面積合計26m²/ha、樹冠投影面積合計0.94~1.10ha/ha⁷⁾の林分での測定の結果、林冠下部の相対照度は7~8%であった。

標準地（9-A）の上層木は主にヒメシャラ、シデ類で上層木胸高断面面積合計は $35\text{m}^2/\text{ha}$ 、樹冠投影面積合計 $1.2\text{ha}/\text{ha}$ で、以上のような測定結果から推定すれば本調査地の上層木樹冠下の相対照度は5~10%程度であると推定される。

11林班の調査地は、林冠下の平均相対照度は1.5%、最大が5%、2%以下の頻度は92%で、陽はん点はすくなく、完全に閉鎖している。

閉鎖した常緑針葉樹林の林冠下の相対照度は落葉樹林にくらべて低く、アカエゾマツで1.2%⁸⁾、アカマツ2.1%⁸⁾、スギでは、高密度林分で0.6%⁹⁾、1.1%¹⁰⁾、吉野地方のスギ林で測定されたものでは4~5%¹¹⁾と、林分の違いによってその範囲はかなり広いので、これらの値を直接比較することは困難であろう。

林分の葉重量と林冠下の相対照度から求めた吸光係数は $0.20\text{ha}/\text{ton}$ で、スギで求められた $0.26\text{ha}/\text{ton}$ にくらべてやや低い。

調査地の過去の取扱い

つぎに調査地の過去の取扱いをふりかえってみよう。

本調査地は天然林とはいえ、過去に幾分は人手が入っている。過去の明らかな記録は残っていないが、古老の記憶をたどるとつぎのようである。

9林班では、大径木を2回抜き伐りしている。すなわち1905年頃、胸高直径約40cm以上のモミ、ツガを、ついで1928年前後に、鉄道枕木用として胸高直径40cm以上のナラ、クリを伐採利用している。また11林班では、1950~51年に新植のため、附近一帯を地ごしらえしている。すなわち、胸高直径約20cm以下のものは伐り倒し、それ以上のものは巻枯しを行なっている。

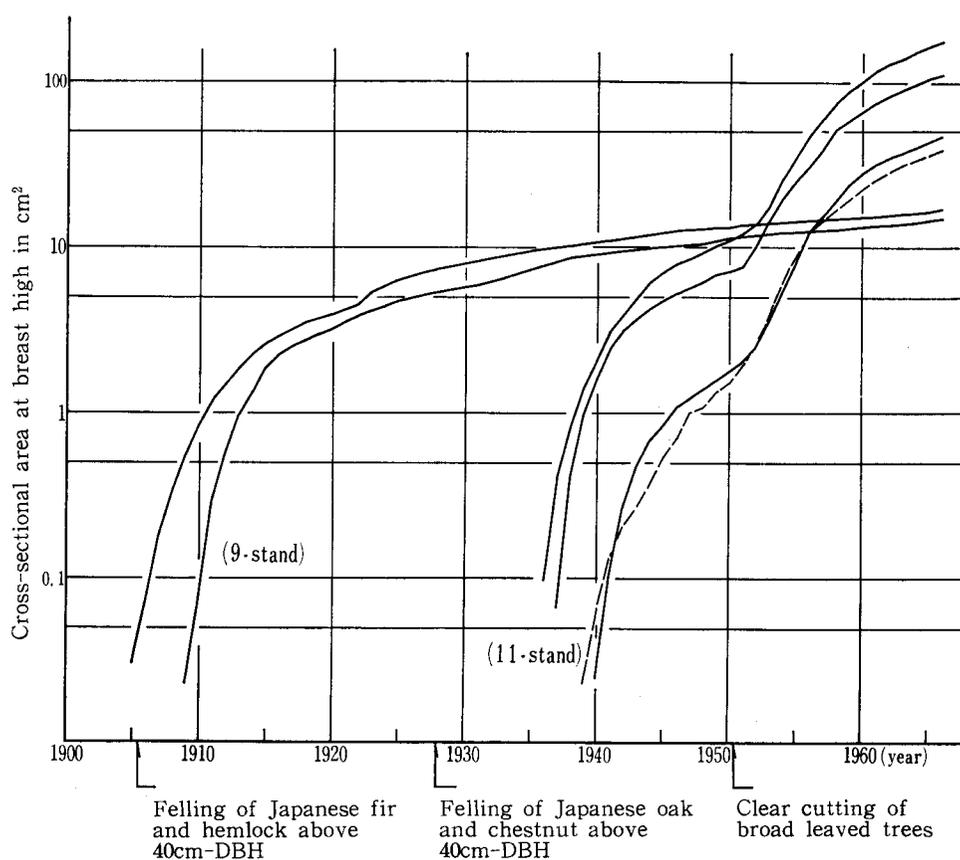


Fig. 5 Annual cross-sectional area increment at breast high of sample trees.

このような経過が、モミの生育にどのような影響をあたえたかを知るために、調査木の一部の胸高円板より、連年の生長経過を測定した。その結果を図-5に示す。

9林班では約60年前頃から、幼若齢木が10数年間盛んに生育している。この時期はモミ、ツガの大径木を伐採した時期に一致し、上木の疎開のため、残された小径木が盛んに生長したものと考えられる。2度目のナラ、クリの伐採はとくに生育に目立った影響をあたえていない。

11林班では、一時上木による被圧によって生長が衰えつつあったところ、地ごしらえのための広葉樹類の伐倒、巻枯しの結果、再び盛んに生長をはじめ、当時の手入れの影響が明らかに生長経過にあらわれている。

Table. 3 Descriptive data of sample trees

compart- ment	Tree No.	DBH(cm)	Height (m)	Stem dry weight (g)	Branch dry weight (g)	Leaf dry weight (g)	Stem volume (cm ³)	Tree Species
9	1	5.01	4.15	3,010	1,416	936	6,383	<i>Abies firma</i>
	2	2.38	2.19	495	177	266	917	do.
	3	7.64	5.08	7,251	2,832	1,778	16,416	do.
	4	5.32	3.84	2,773	1,179	925	6,495	do.
	5	2.09	2.20	382	161	156	710	do.
	6	3.60	2.94	1,271	495	380	2,416	do.
	7	2.21	2.02	412	157	141	798	do.
	8	—	1.29	119	47	51	219	do.
	9	3.5	3.05	1,233	530	442	—	do.
	10	1.9	1.80	326	115	116	—	do.
	11	5.7	4.47	3,596	1,317	855	7,918	do.
	12	5.6	4.87	3,983	1,152	938	8,188	do.
	13	—	0.95	84	53	80	—	do.
	14	0.8	1.40	139	83	91	260	do.
	15	1.4	1.75	170	78	74	—	do.
	16	2.6	2.85	568	348	239	—	do.
	17	3.7	3.10	1,241	554	477	2,489	do.
	18	4.1	3.80	1,909	550	423	3,594	do.
	19	2.5	2.80	604	303	238	—	<i>Tsuga Sieboldii</i>
	20	1.9	2.63	333	181	205	798	do.
	21	1.2	2.17	202	115	93	438	do.
	22	1.6	2.20	206	110	61	—	do.
	23	3.0	3.30	784	534	282	—	do.
	24	5.9	5.30	3,889	1,400	1,049	9,157	do.
	25	6.2	6.45	4,761	2,035	1,363	10,509	do.
11	1	7.5	7.40	8,968	1,609	1,903	18,498	<i>Abies firma</i>
	2	12.5	8.92	23,509	11,437	8,367	49,732	do.
	3	15.6	9.78	42,723	15,777	10,710	85,582	do.
	4	4.6	6.10	3,065	687	750	5,927	do.
	5	8.1	7.77	10,997	2,320	2,801	22,664	do.
	6	10.3	7.80	16,621	7,879	4,827	35,569	do.
	7	6.4	7.30	6,612	1,205	1,223	12,850	do.
	8	5.2	6.02	3,802	1,017	1,029	7,853	do.

調査方法

調査対象林分（9林班，11林班）より標準地を選定して，その毎木調査を行なった。

9林班では3ヶ所（うち1カ所は带状区を含む標準地で樹木はすべて調査），11林班で1カ所の標準地を選び胸高直径の調査を行なった。ついで主として，モミの相対生長関係，現存量を求めるために，調査林分より各直径階に分けて，9林班で25本（うちツガ7本），11林班で8本を伐倒調査した。すなわち，胸高直径，樹高，生枝下直径およびその高さを測り，樹体各部分（幹，枝，葉）の生重量を1mごとの層別に分けて求めた。さらに調査木より樹幹解析用の円板，含水率算定用の幹，枝，葉の資料を採取して，幹材積，幹材生長量，樹体各部の幹物重量などの算定の資料とした。また，調査木伐倒前に，林内の明るさの測定を，さらに带状区を設け，林木配置および林冠投影図を画いた。

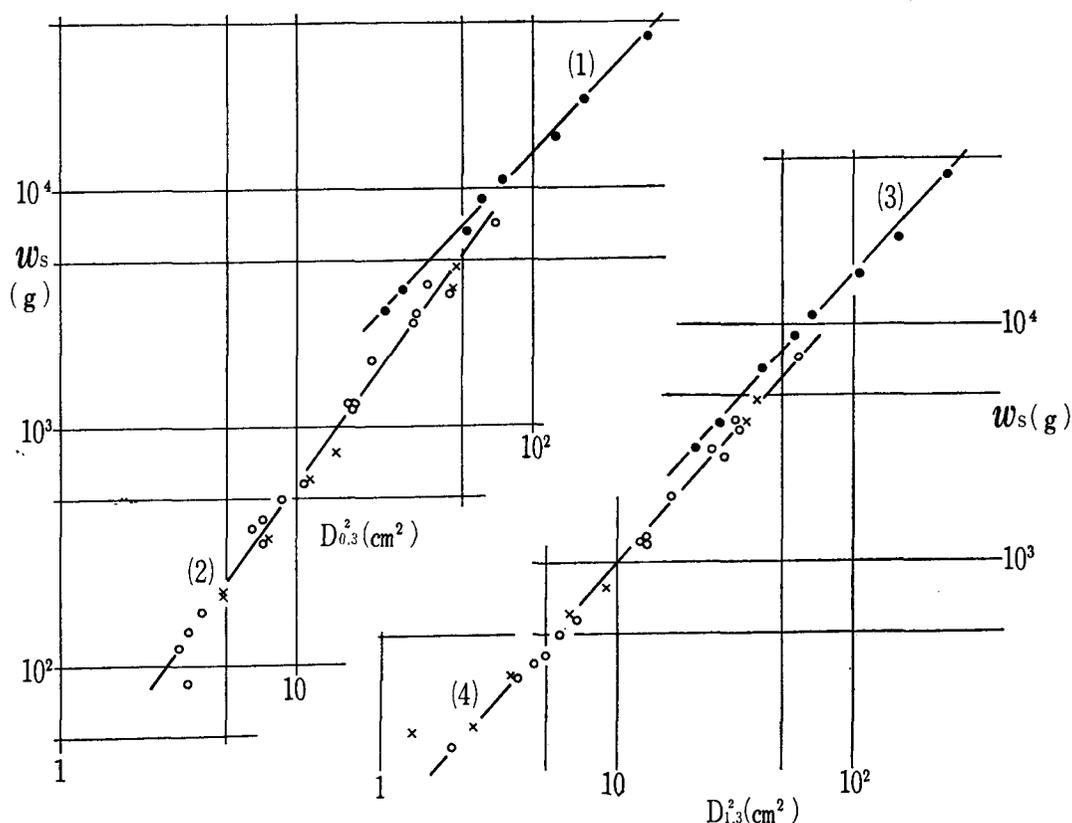


Fig. 6 Allometric relations between diameter at 30cm high above ground level ($D_{0.3}$) and stem dry weight (w_s), and allometric relations between diameter breast high ($D_{1.3}$) and stem dry weight (w_s).

$$(1) \log w_s = 1.014 \log D_{0.3}^2 + 2.103$$

$$(2) \log w_s = 1.374 \log D_{0.3}^2 + 1.380$$

$$(3) \log w_s = 1.074 \log D_{1.3}^2 + 2.060$$

$$(4) \log w_s = 1.117 \log D_{1.3}^2 + 1.879$$

Explanatory notes are as follows ;

● *Abies firma* in compartment-11

○ *Abies firma* in compartment-9

× *Tsuga Sieboldii* in compartment-9

These marks apply in Fig. 6~15.

調査結果および考察

伐倒調査した各個体の測定結果をまとめると表-3のようになる。

現存量の推定

表-3の資料より樹体各部の相対生長関係を求めると次のようになる。

直径に対する幹量の相対生長関係

地上30cm高での直径 ($D_{0.3}$) および胸高直径 ($D_{1.3}$) と幹重量の相対生長関係を求めると図-6のようになる。9林班のモミと11林班のモミとは明らかに異なった関係が得られた。しかし、9林班のモミとツガでは、両樹種の差は見出せない。さらに、直径に樹高因子を加えて、幹重量との相対生長関係を求めると図-7のようになり、図-6とは異なった結果となった。すなわち、同一樹種で

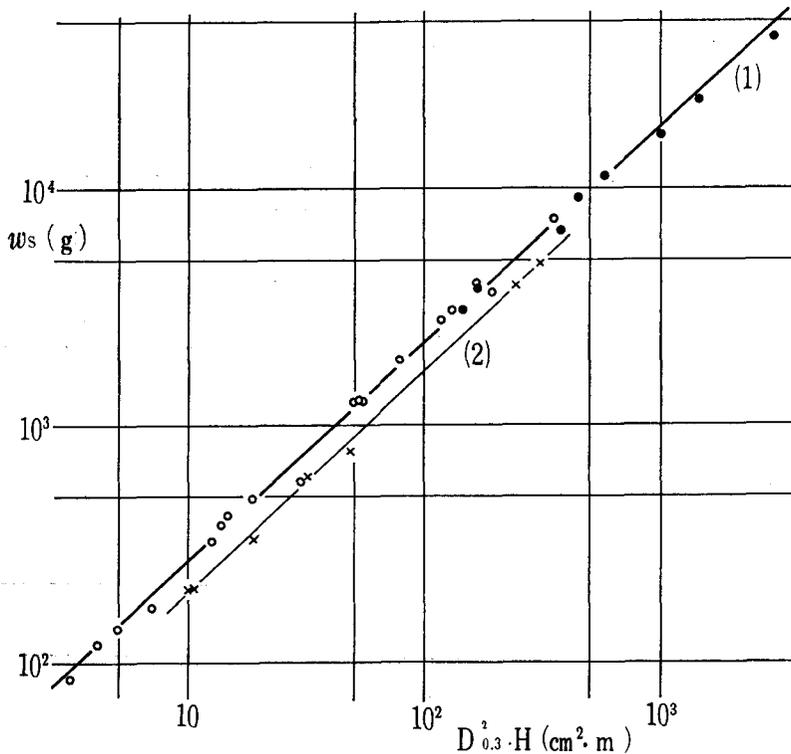


Fig. 7 Allometric relations between $D^{0.3} \cdot H$ and stem dry weight (w_s).

$$(1) \log w_s = 0.914 \log D^{0.3} \cdot H + 1.507$$

$$(2) \log w_s = 0.941 \log D^{0.3} \cdot H + 1.345$$

は、林班の相異に関係なく、同一の相対生長関係が得られ、一方、モミとツガでは異なった相対生長関係がみられるようである。調査地の概況でのべたごとく、9林班のモミと11林班のモミとはその生育環境が非常に異なっている。光条件でも、11林班ではモミの林冠は100%受光しているのに反して、9林班では、最上層林冠のヒメシャラ、シデ類の林冠を通過した光、または、さらに中層林冠のシデ類、シロモジなどの広葉樹林冠を通過した光を受け相対的には相当に暗い（推定相対照度5~10%）。このように条件の異なったところに生育しているモミの $D^{0.3} \cdot H \sim w_s$ の相対生長関係が両対数グラフ上で1本の直線で近似されることは、秋田地方および吉野地方¹²⁾のスギで、林分の取扱いの異なったものでも、この関係でほぼ同じ相対生長関係が得られていることと同様に興味あることであろう。

モミとツガが、その相対生長関係で分離したことは、直径と樹高の関係(図-8)で、ツガがモミにくらべて同一直径でも樹高が高く細長いためであろう。

直径に対する枝量の相対生長関係

$D_{0.3}$ に対する枝重量の相対生長関係を求めると図-9のようになった。幾分バラツキはみられるが、ほぼ両対数グラフ上で直線の関係を満たしている。ただ $D_{1.3}$ を用いると図-9にみられるよりもバラツキは大きくなる。また、9林班でのモミとツガの差もほとんどみられない。

直径に対する葉量の相対生長関係

$D_{0.3}$ および $D_{1.3}$ と葉重量の相対生長関係を求めると図-10のようになり、 $D_{0.3}$ の場合には、モミとツガで特に差はみられず、また、9林班、11林班いずれのモミとも、幾分のバラツキの範囲内で同じ相対生長関係を満足している。しかし、 $D_{1.3}$ の場合には、9林班と11林班でやや異なった相対生長関係がみられるようである。また反面、9林班のとくに小さい個体は胸高が先細りのところにあたるため、11林班での相対生長関係よりはずれたと考えることもできよう。

つぎに、一般に、直径と葉量との相対生長関係で最もよく適合するといわれている生枝下直径と葉量との関係を求めると図-11のようになる。

モミでは9林班、11林班を問わず、同一の相対生長関係が得られ、そのバラツキは $D_{0.3}$ と葉量の相対生長関係の場合より小さく一般論と一致するようである。この場合に、ツガがモミの相対生長関係とは一致せず、分離した関係を示し、非常に似た環境に生育していても樹種差がみられるようであるが、これを結論づけるには、モミ

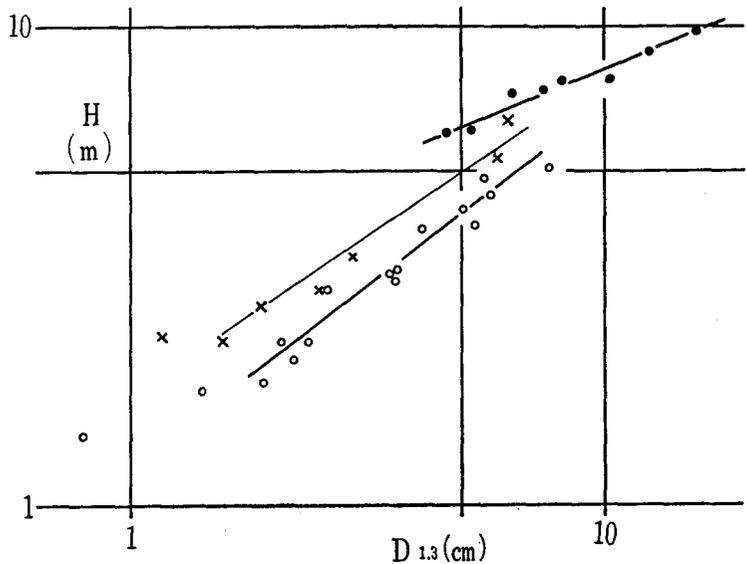


Fig. 8 Relations of tree height (H) to diameter at breast high ($D_{1.3}$).

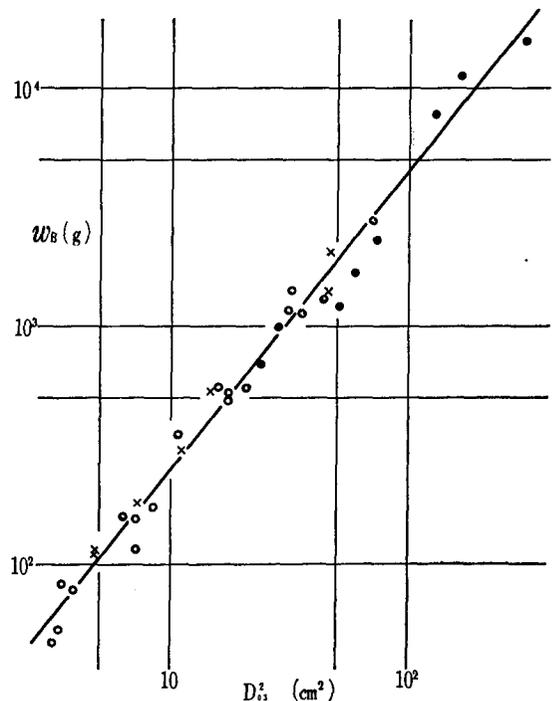


Fig. 9 Allometric relation between diameter at 30cm high above ground level ($D_{0.3}$) and branch dry weight (w_B).

$$\log w_B = 1.255 \log D_{0.3} + 1.143$$

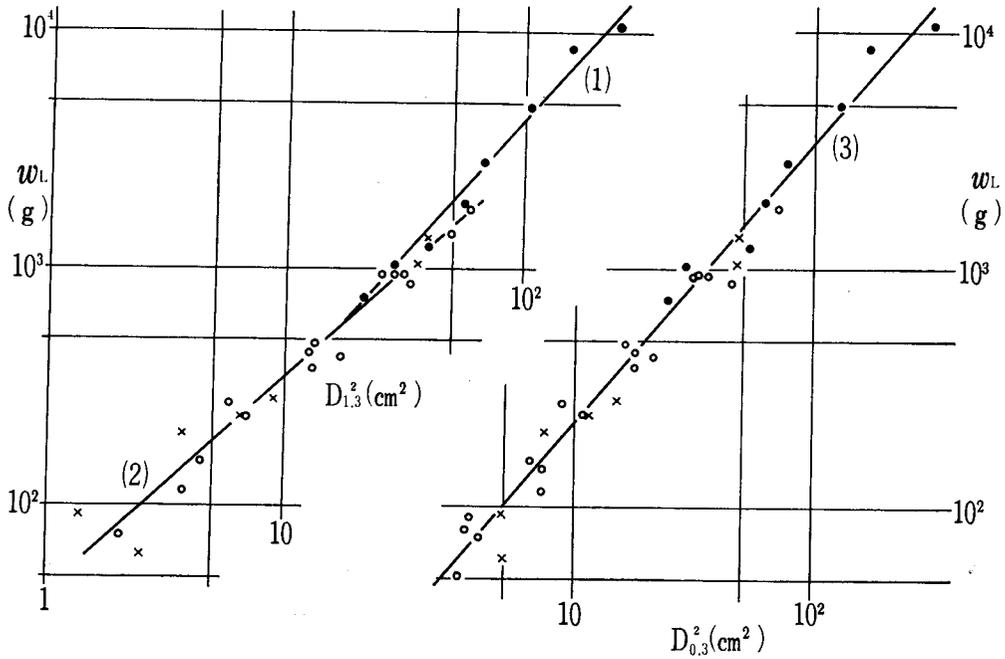


Fig. 10 Allometric relations between diameter breast high ($D_{1.3}$) and leaf dry weight (w_L), and allometric relation between diameter at 30cm high above ground level ($D_{0.3}$) and leaf dry weight (w_L).

(1) $\log w_L = 1.135 \log D_{1.3}^2 + 1.356$ (2) $\log w_L = 0.919 \log D_{1.3} + 1.625$
 (3) $\log w_L = 1.173 \log D_{0.3}^2 + 1.186$

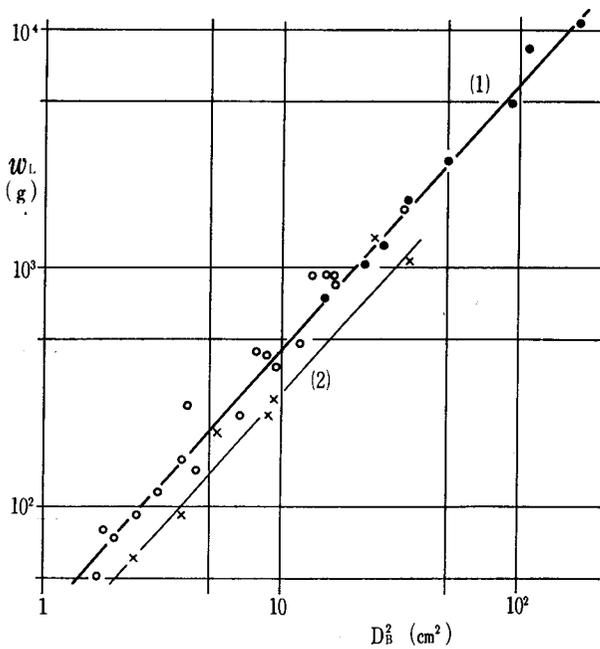


Fig. 11 Allometric relations between diameter at the lowest living branch (D_B) and leaf dry weight (w_L).

(1) $\log w_L = 1.117 \log D_B^2 + 1.532$
 (2) $\log w_L = 1.117 \log D_B + 1.356$

の調査個体数にくらべてツガの調査個体数がすくなく、さらにくわしい調査が必要であろう。

直径と新葉量の相対生長関係を求めると図-12のようになる。ここには $D_{0.3}^2 \sim w_{LN}$ の関係を代表として示したが、 $D_{1.3}$ 、 $D_{0.3}H$ との関係もほぼ同様な傾向がみられた。モミでは両調査地で全く異なった関係が得られた。これは調査地の環境が著しく異なるためであろう。しかし、9林班でのモミとツガでは明らかな相異はみられないようである。

その他の相対生長関係

枝重量 (w_B) ~ 葉重量 (w_L)、幹重量 (w_S) ~ 葉重量 (w_L) の相対生長関係を図-13、図-14に示す。枝~葉関係では調査林分により差がみられる。またモミ、ツガで大きな差がみられず、幹~葉関係では、バラツキが相当地に大きいようである。

以上のような各種の相対生長関係が本調査結果より得られたが、一部の相対生長関係にモミとツガに樹種差がみられるような傾向を示したことは興味あることである。すなわち、北海道でのトドマツ、アカエゾマツ、エゾマツの調査報告では、これらの3樹種間の相対生長関係に差がみられなかったこと、また、九州の照葉樹林の調査¹⁸⁾でも同様の結果を得、ほぼ似た生活形の樹種間では、その相対生長関係は同じで、このことから、同じ相対生長関係の成り立つ範囲で生活形を定義することもできると考えられたことから推して、モミとツガは北海道の3樹種間よりもその生活形の差が大きいのかも知れない。しかし、これには、本調査の9林班が広葉樹類に被圧された特異な林分であったことと、ツガはモミの調査に付随してその調査本数がすくなく、本調査では偶

然に、このような差を示しただけかも知れず、これらに関してはさらに詳しい調査が必要であろう。

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-4のようになる。

Table. 4 The standing crop and annual dry matter production of Japanese fir and hemlock stands per hectare.

Stands	Number of tree per hectare	Total basal area (m ²)	Stem dry weight (ton)	Branch dry weight (ton)	Leaf dry weight (ton)	Top dry weight (ton)	annual dry matter production (ton)	Sample area (m×m)	Total basal area of broad leaved trees (m ²)
9-A	3,688	8.8	16.03	5.98	4.75	26.77	0.87	10.0×16.0	39.7
9-B	4,750	22.6	44.06	20.88	13.00	77.95	2.13	4.0×10.0	26.0
9-C	4,638	18.3	37.23	15.17	10.37	62.77	1.68	5.0×6.9	39.0
11-A	3,730	36.1	76.93	30.40	20.80	128.13	14.35	8.5×8.2	1.2

11林班の調査林分のモミの現存量を北海道のトドマツ、アカエゾマツ、エゾマツのそれらと比較すると、ほぼ胸高断面積合計の同程度のところでは、北海道の林分では、幹量は49~82ton/ha (1例の

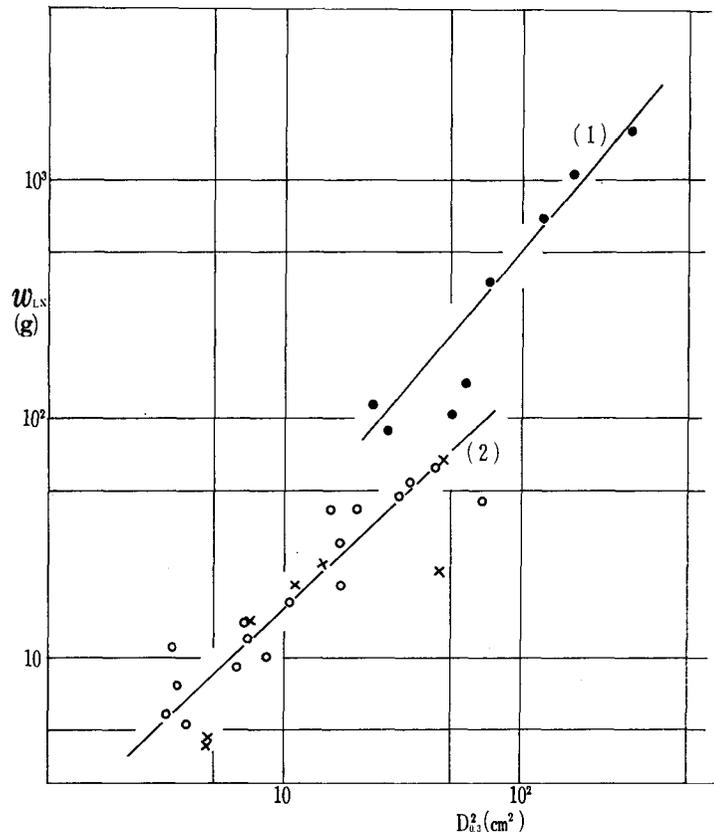


Fig. 12 Allometric relations between diameter at 30cm high above ground level ($D_{0.3}$) and dry weight of new leaves (w_{LN}).

$$(1) \log w_{LN} = 1.162 \log D_{0.3}^2 + 0.385$$

$$(2) \log w_{LN} = 0.937 \log D_{0.3}^2 + 0.277$$

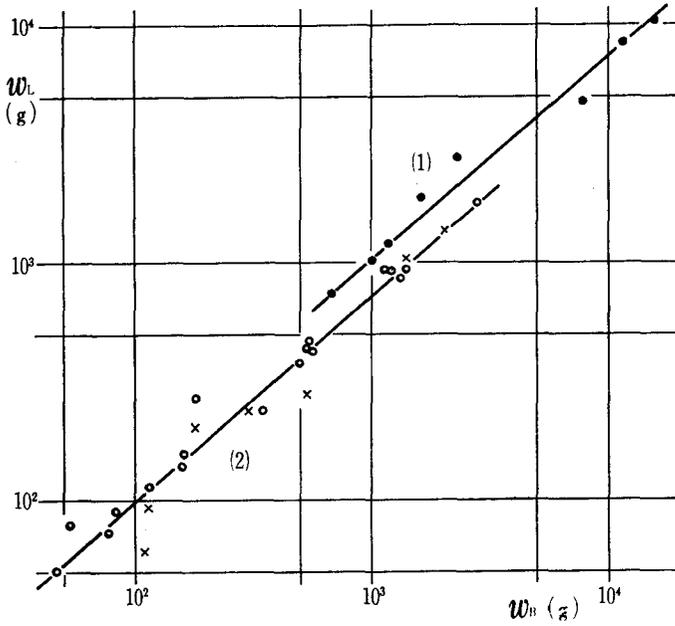


Fig. 13 Allometric relations between branch dry weight (w_B) and leaf dry weight (w_L).

(1) $\log w_L = 0.865 \log w_B + 0.409$

(2) $\log w_L = 0.865 \log w_B + 0.262$

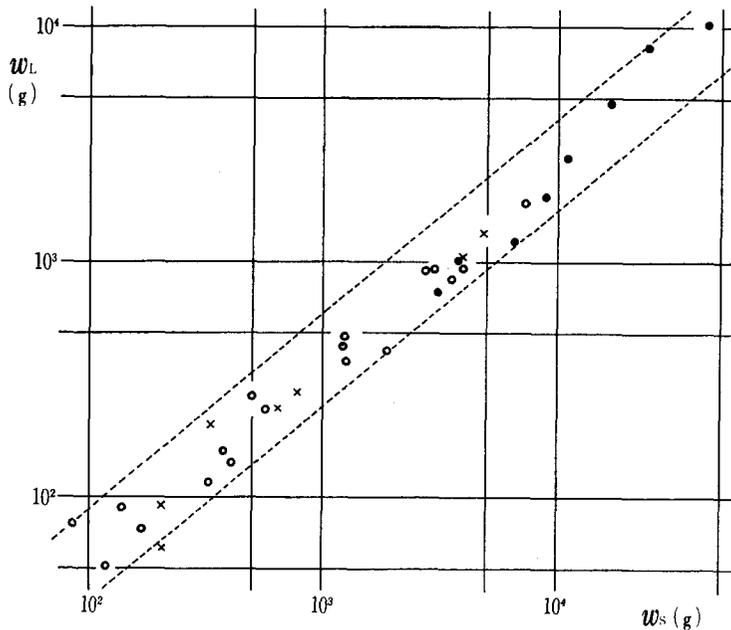


Fig. 14 Leaf dry weight (w_L) in relation to stem dry weight (w_s).

み135ton/ha), 枝量は7~20 ton/ha, 葉量は7.3~15.7ton/haで本調査の幹量は近似した値が得られた。しかし, 枝, 葉量ではともに北海道の林分より多く, ほぼ5割増の値となった。北海道の林分では枝量が30ton/ha前後のものは胸高断面積合計がほぼ50~60m²/haを示し, 葉量でも同様の林分が本調査林分と似た結果を示している。

9林班の調査林分での値は, 多層林で, モミ, ツガが中~下層に生育しているため, 同じ様に比較することは困難である。例えば, 帯状区が含まれている9-A標準地では, モミの胸高断面積合計は非常にすくなく, 11林班の調査林分の約1/4であり, 地上部の現存量も非常にすくない。

9-B, 9-C標準地では9-A標準地に比べれば, モミ, ツガの現存量は多いが, 11林班(11-A標準地)に比べて約半分であり, これらはいずれも広葉樹類が上層に繁り, その下層木としてモミ, ツガが生育し, その林冠での陽光量条件が相対に不利で, また, 11林班と同じようなうつ閉状態にも達していないためと思われる。

生長量について

樹幹解析により, 過去3年間の生長量を求め, これを重量に換算して, 葉量との関係を求めたのが図-15である。また, 生長量として, 当年の生長量を用いても同様な関係が得られたが, 図示は省略する。

9林班と11林班での調査木で明らかな差があらわれ、同量の葉量をもっていても、生長量は11林班のものが3倍以上にもなっていることがわかる。また、同一林分であれば、葉の多少にかかわらず、葉の能率が同じであることも図一15からわかる。さらに、9林班でのモミとツガではとくに目立った差を見出すことはできない。

葉の平均純同比率および非同化器官の平均呼吸率を、北海道のトドマツで求められた方法と同様の方法で求め、それと比較すると図一16のようになる。この場合、非同化器官の平均呼吸率はトドマツで求められた値を用いた。図一16での $a_2 \sim a_4$ はトドマツで求められた値で、本調査のモミの葉はトドマツに比べて、平均純同化率は相当に小さい。すなわち、11林班のモミで、 $a'_1 = 1.100 \sim a'_2 = 0.73$ 2g/g・yearとなり、トドマツの被

圧木のそれと同程度で、さらに、9林班のモミでは、 $a'_3 = 0.534 \sim a'_4 = 0.345$ g/g・yearとなり、トドマツの最小の値よりもさらに小さい。ツガの葉の平均純同化率は、同調査地でのモミと大きな差はみられない。このように11林班と9林班で、モミの葉の平均純同化率に差がみられることは、図一15で、葉量に対する生長量が、両調査地で差があらわれたことを裏付けている。

葉の着葉年数を知るには、全葉量に対する新葉量の比率を求めることも1つの方法である。本調査木それぞれの新葉率を求めると、モミは9林班では2.5~13.8% (平均7.6%)、11林班では7.2~14.9% (平均11.5%)、ツガは2.2~8.4% (平均6.1%) となり、同一樹種であっても、この数字だけでは、生育環境が異なれば、葉の寿命が違ような結果となった。しかし、9林班のモミが、生育環境が暗いため、開葉がおくれているということも考えられ、この調査だけで結論することは早計のようである。ただ、虫害、病害、その他のために葉に異常を認めた調査木はなかったことを明記しておく。本調査の結果では、ややモミの葉がツガに比べてその寿命が短いような傾向がみられる。

図一16から9林班と11林班の平均純同化率(a)をもとめて、この値から毎木調査した林分の純生産量をもとめた (表一4)。9林班の標準地はいずれも落葉広葉樹の上層木でおおわれているため、モミ、ツガの林分あたりの葉量にくらべてその純生産量は非常にすくない。

11林班の林分純生産量は、同様な計算で求められたトドマツ、アカエゾマツの値6.72~21.7ton/ha³⁾にくらべて、胸高断面積合計や葉重量を考慮すれば、かなり近い値を示しているようである。

9林班の各標準地のの上層木を除いたと仮定して、11林班の平均純同化率をつかって、9林班の林分純生産量を推定すれば、現在の値の約4倍となる。

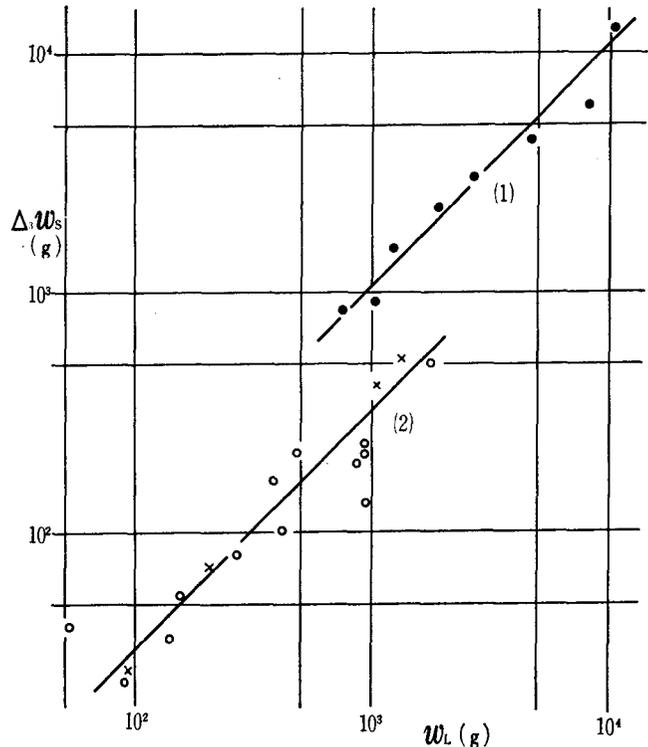


Fig. 15 Allometric relations between leaf dry weight (w_L) and dry weight increment of stem for three years ($\Delta_3 w_s$)

$$(1) \log \Delta_3 w_s = \log w_L + 0.029$$

$$(2) \log \Delta_3 w_s = \log w_L - 0.496$$

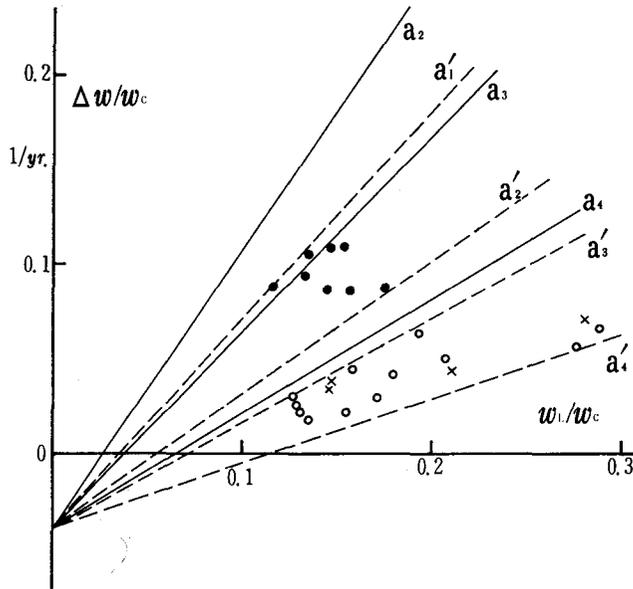


Fig. 16 The estimation of mean net-assimilation rate of leaves and mean respiration rate of non-assimilation parts of investigated *Abies firma* and *Tsuga Sieboldii*.

The values of net-assimilation rate of *Abies sachalinensis* in Hokkaido were a_2 , a_3 and a_4 , but in this investigation these were 1.100 (a'_1)~0.732 (a'_2) g/g·year and 0.534 (a'_3)~0.345 (a'_4)g/g·year. Mean respiration rate of non-assimilation parts applied the value ($R=0.04$ g/g·year) of *Abies sachalinensis* in Hokkaido.

測定, その他広葉樹類の測定をも行なう予定で, 詳しい考察は調査の完了後に行なう予定である。

和歌山演習林全般のモミ, ツガ林分の純生産量を考察するには本調査では大径木の測定がなく, この調査資料から推定することは困難である。

また, 9林班のような落葉広葉樹の上層木に被圧されて生育しているモミ, ツガの量を比較するためには, 上層木の測定を行なう必要があると考えられ, 詳しい考察は続報にゆずる。

あ と が き

本調査は和歌山演習林のモミ, ツガ林の現状を記録にとどめるために測定した初年度の結果について記述したもので, モミの小径木を主に, その比較として数すくないツガを対照として, その相対生長関係, 現存量について概略を述べた。

この調査は, ひき続いて, ツガを主として測定, 大径木を加えた

引 用 文 献

- 1) 岡本省吾: 和歌山演習林植物誌, 京大演報. 14. 1941
- 2) G. L. Baskerville: Dry-Matter Production In Immature Balsam Fir Stands, For. Sci. Monog. 9, 1965
- 3) 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
- 4) 浅田節夫・赤井竜男: 生態的にみた亜高山帯の天然更新, 特にダケカンバの更新と林内稚樹について, 75回日林講. 351~353, 1964
- 5) 只木良也・四手井綱英・酒瀬川武五郎・荻野和彦: 森林の生産構造に関する研究(II) シラカンバ幼齡林における現存量の推定と生産力についての若干の解析, 日林誌. 43(1). 19~26, 1961
- 6) ———: 森林の生産構造に関する研究(IV) 林分および単木の葉量についての若干の考察. 日林誌. 45(8). 249~256, 1963
- 7) 川那辺三郎・四手井綱英: 樹下植栽したスギの生長について, 77回日林講. 211~212, 1966
- 8) 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(5). 129~139, 1962
- 9) ———・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(7). 264~253, 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 Staud Density, Jaur. Jap. For. Soc. 48(2). 55~61, 1966
- 11) 斎藤秀樹・菅誠・四手井綱英: 小径木間伐に関する研究(1) 第1回間伐前後の林況の変化について, 京大演報. 38. 50~67, 1966

- 12) 菅誠：人工一斉林の林分密度に関する生態学的研究，1967
 13) 北沢石三・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
 彙報. 49. 19~36, 1959

Résumé

In recent years, many investigators have reported studies on the estimation of standing crop and productivity of forest stand. However, the studies on the *Abies Juss.* and *Tsuga Carr.* are very few.

In this report, the authors deal with some investigations on the forest production of natural Japanese fir (*Abies firma Sied. et Zucc.*) and Japanese hemlock (*Tsuga Sieboldii Carr.*) stands in Kyoto University forest in WAKAYAMA (Lat. 30° 04' N, Long. 135° 30' E, Alt. 500~1200m). This investigation was carried out in compartment-9 and 11 of University forest in August, 1966.

In sample stand of compartment-9 (9-stand), the crown of Japanese fir and hemlock was overspread with the broad leaved trees (Fig. 2), and sample stand of compartment-11 (11-stand) was pure Japanese fir forest (Fig. 3).

The results obtained from this investigation were as follows :

- 1) In 9-stand, forest crown consisted of three stories.

Over story ; deciduous trees (*Stewartia monadelpha* S. et Z. and *Carpinus spp.*)

Middle story ; broad leaved trees (*Ilex pedunculosa* Miq. and *Carpinus spp.*)

Under story ; Japanese fir, Japanese hemlock and broad leaved trees

And 11-stand was single storied Japanese fir forest.

- 2) The investigated Japanese fir stand in 11-stand was 42~47 years old and had closed crown. Its mean diameter breast high was 10.4 cm, and mean tree height was 7.6 m.

- 3) Relative light intensity under forest crown was 1.7% in average in 9-stand and 1.5% in average in 11-stand.

- 4) Each allometric relation of weight of stem, branch and leaf to diameter was as follows :

$$\log w_S = 1.374 \log D^2_{0.3} + 1.380 \quad \text{fir and hemlock in 9-stand} \quad (\text{Fig. 6})$$

$$\log w_S = 1.014 \log D^2_{0.3} + 2.103 \quad \text{fir in 11-stand} \quad (\text{Fig. 6})$$

$$\log w_S = 1.117 \log D^2_{1.3} + 1.879 \quad \text{fir and hemlock in 9-stand} \quad (\text{Fig. 6})$$

$$\log w_S = 1.074 \log D^2_{1.3} + 2.060 \quad \text{fir in 11-stand} \quad (\text{Fig. 6})$$

$$\log w_S = 0.914 \log D^2_{0.3} \cdot H + 1.507 \quad \text{fir in 9 and 11-stand} \quad (\text{Fig. 7})$$

$$\log w_S = 0.941 \log D^2_{0.3} \cdot H + 1.345 \quad \text{hemlock in 9-stand} \quad (\text{Fig. 7})$$

$$\log w_B = 1.255 \log D^2_{0.3} + 1.143 \quad \text{fir and hemlock in 9 and 11-stand} \quad (\text{Fig. 9})$$

$$\log w_L = 1.173 \log D^2_{0.3} + 1.186 \quad \text{fir and hemlock in 9 and 11-stand} \quad (\text{Fig. 10})$$

$$\log w_L = 0.919 \log D^2_{1.3} + 1.625 \quad \text{fir and hemlock in 9-stand} \quad (\text{Fig. 10})$$

$$\log w_L = 1.135 \log D^2_{1.3} + 1.356 \quad \text{fir in 11-stand} \quad (\text{Fig. 10})$$

$$\log w_L = 1.117 \log D^2_B + 1.532 \quad \text{fir in 9 and 11-stand} \quad (\text{Fig. 11})$$

$$\log w_L = 1.117 \log D^2_B + 1.356 \quad \text{hemlock in 9-stand} \quad (\text{Fig. 11})$$

$$\log w_{LN} = 0.937 \log D^2_{0.3} + 0.277 \quad \text{fir and hemlock in 9-stand} \quad (\text{Fig. 12})$$

$$\log w_{LN} = 1.162 \log D^2_{0.3} + 0.385 \quad \text{fir in 11-stand} \quad (\text{Fig. 12})$$

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

- 5) The estimated standing crop of Japanese fir in 11-stand per hectare was 76.9 ton (stem), 30.4 ton (branch) and 20.8 ton (leaf) in dry weight, and in 9-stand, the standing crop of Japanese fir and hemlock per hectare was 32.4 ton (stem), 14.0 ton (branch) and 9.4 ton (leaf) in dry

weight.

6) There was distinct difference between allometric relation of stem weight increment to leaf weight of Japanese fir in 9-stand and in 11-stand, and the increment per leaf weight in 11-stand was over three times as much as in 9-stand (Fig. 15).

7) In case of this investigation, net-assimilation rate of Japanese fir in 11-stand was estimated 1.100 (a'_1)~0.732 (a'_2) g /g·year, in Japanese fir and hemlock in 9-stand, its value was 0.534 (a'_3)~0.345 (a'_4) g /g·year. Mean respiration rate of non-assimilation parts of these species was 0.04 g/g·year in both stands (Fig. 16).

8) The dry weight of new leaf of Japanese fir was 2.5~13.8% (7.6% in average) of total leaf weight in 9-stand and 7.2~14.9% (11.5% in average) in 11-stand. In case of Japanese hemlock, dry weight of new leaf was 2.2~8.4% (6.1% in average) of total leaf weight.

9) The annual net production of Japanese fir in 11-stand was estimated to be 14.35 ton per hectare in dry weight and in Japanese fir and hemlock of 9-stand it was estimated that the value was 0.87~2.13 ton per hectare in dry weight. As Japanese fir and hemlock in 9-stand were suppressed by broad leaved trees, the annual net production per leaf weight was less than in 11-stand.