

林木の枝量とその生長量 (I)*

荻野和彦・森田正彦・四手井綱英

Branch Dry Weight and Its Growth (I)

Kazuhiko OGINO, Masahiko MORITA and Tsunahide SHIDEI

目	次
要 旨	79
はじめに	79
調査方法	80
調査結果と考察	82
枝密度	
個々の枝の分枝位置と枝重, 葉重, F/C	
	枝構成要素相互の関係の検討
	枝解析による最近1年間の枝材積生長量
	ま と め
	引用文献
	Résumé
	89
	89

要 旨

スギの林内被圧木 (サンプルNo. 1), 林内優勢木 (サンプルNo. 2), 孤立木 (サンプルNo. 3) の枝量とその材積生長量を, 主として個々の枝のもつ特性という観点から考察をこころみた。試料はいずれも京都大学農学部附属芦生演習林からえたもので, サワ谷試験林でNo. 1, No. 2を, 宮の森でNo. 3を1966年9月に伐倒した。

樹冠内平均枝密度はNo.1, No.2, No.3 についてそれぞれ15.9, 16.4, 17.9本/mであった。幹からの分枝位置と各枝の幹重は梢端から樹冠の下部へむかって増加するが, その増加は林内木にくらべ孤立木でいちぢるしい。葉重は林内木では樹冠の上部ですでに頭うち達してしまう。F/Cはいずれも樹冠上部で4.0に達する。3者に F/C の分布にいちぢるしいちがいはいは, 特でない (図3)。

葉重は枝重に対し実験式として拡張相対生長式であらわされる関係をもつことがみとめられるが, 上限値は試料木ごとにことなる (図4)。枝の基部直径と長さは, その直径の最小値, および長さの上限値の存在をおもわせるような関係がみとめられ, 長さの上限値がNo.1, No.2, No.3について2.0, 2.2, 2.9mとそれぞれ試算された (図5)。Specific Pipe Length は林内木, 孤立木について157, 211cmであった (図8)。

葉なし枝材積の最近1年間の生長量は, 枝の材積に対し試料木ごとにことなつた関係をしめした (図9)。枝の総材積生長量はNo.1, No.2, No.3 について, それぞれ365, 1918, 5849cm³であり, 生長率は0.23, 0.21, 0.22 であった。

はじめに

森林の1次生産力の研究において, 森林の構成要素である幹, 枝, 葉および根などの現存量および生長量の正確な推定が基礎になっている。筆者らは枝の幹重推定を胸高直径 (D), [胸高直径]²・[樹高] (D²H) あるいは幹重 (w_s) に対する回帰をもとめておこなってきた。(荻野ら, Ogawa, H,

* Contributions from JIBP-PT No. 8

この研究は文部省科学研究費・特定研究「生物圏の動態」によつた。

et al,²⁾ 四大学合同調査班,³⁾ 四大学および信大合同調査班,^{4) 5)} Ogino, K, et al,⁶⁾ 荻野ら⁷⁾。森林の1次生産力推定をめざすおおくの研究者たちもよく似た方法や、より簡単な方法によっているようにみえる。幹量が(D²H)などに対しきれいな両対数直線関係を満足し、推定精度もたかいのに対し、一般に枝量や葉量は、両対数図上でもかなりバラツキがおおく、したがって推定の精度がひくい。生長量の測定については、しばしば年輪欠除がみられることや、年輪幅が概して密であることなどによりその推定はさらにむづかしいばあいがおおい。Whittaker, R,⁸⁾ が森林群落の純生産解析の隘路になっているのは枝と根であると正しく指摘しているとおりでである。林分状態をなす各林木がもつ枝の量的特性とその生長量の把握に役だつデータの集積が必要であろう。

Attiwill, P,⁹⁾ はユーカリの枝基部周囲長と葉重が両対数軸上で、かなりきれいな直線関係であらわされることをしめした。Shinozaki^{10) 11)} らによればは群落内のある高さ(z)より上にある葉の総量F(z)は、高さzの層にふくまれる非同化部分の量C(z)に比例するとし、幹と枝が単位パイプ系の集合とみなせる。F(z)とC(z)の比例定数Lを Specific pipe length とよび、葉量とおなじ質量をもつ非同化部分のパイプの長さをあらわす重要な定数であるという。さらに日本産の10種の林木の直径分布からパイプモデル理論の成立をたしかめ、葉重と生枝下幹直径が立地条件によらない相対生長関係をもつことをしめした。Labyak,¹²⁾ L₁は樹幹のある点Pの断面積生長量にP点より高いところにある枝が寄与する量を数式化して表現し、これを loblolly pine のいろいろな枝打ち処理にあてはめ解析をこころみている。尾中は主としてアカマツ林木の幹の肥大生長の縦断的分布を樹冠の垂直分布との関連において考察し、同化物質の移転路および同化器官である葉の支持者としての機能に注目した。

本報告は森田正彦が1967年3月、卒業論文につけて提出した調査資料にもとずき、林木のもつ個々の枝の量的特性の検討を主眼として、樹冠内における枝の分布、構成要素の量的関係、枝解析による材積生長量の試算などを荻野和彦がとりまとめたものである。

調査方法

試験材料：試料木はいずれも京都大学農学部附属芦生演習林(京都府北桑田郡美山町芦生)にもとめた。1966年9月サワ谷スギ人工林内で被圧木(No. 1)、優勢木(No. 2)から1本づつ、さらに附近の“宮の森”から孤立木(No. 3)を伐倒し試料木とした。樹令はNo. 1が28年、No. 2が21年、No. 3は25年であった。表1に概略をまとめておく。

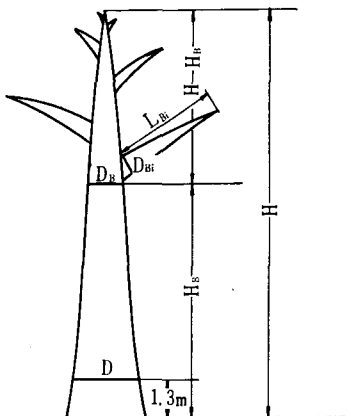


図1 各部の測定位置
Diagrammatical Representation
of Measurements

測定：各試料木は伐倒後、幹の胸高直径(D)、樹高(H)、生枝下高(H_B)を測定し幹にそって、0.3、1.3、2.3、…の1mごとの層にわけ各層ごとに幹重(W_S)、枝数(N_B)、1本ごとの枝の分枝位置(H_{Bi})、枝重(W_{Bi})、その葉重(W_{Li})、枝の基部直径(D_{Bi})、枝長(L_{Bi})などを現場で記録した。No. 1については総枝数の半数、No. 2、No. 3はすべての枝を幹、葉の少量のサンプルとともに研究室にもちかえり枝の年輪をよみ1年前、皮なし材積を算定しその差を年間生長量とした。幹、枝、葉の少量のサンプルを絶乾し乾物率、0.368、0.458、0.355をえ、それぞれ幹乾重(w_S)、枝乾重(w_B)、葉乾重(w_L)をもとめた。

表 1 試料木測定結果一覧
Specification of Sample Trees

S. No.1		S. No.2					S. No.3											
Sp.	<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don	<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don					<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don											
Age	28 yrs.	21 yrs.					25 yrs.											
Cond.	Suppressed	Dominant					Open-grown											
D	9.0 cm	15.2 cm					20.0 cm											
H	6.67 m	9.07 m					9.76 m											
H _B	3.15 m	1.40 m					1.78 m											
Crown Length	3.52 m	7.67 m					7.98 m											
Crown Ratio	0.53	0.85					0.82											
Layer	N _B *	w _s	Σw _{Bi}	Σw _{Li}	ΣV _{Bi}	ΣΔV _{Bi}	N _B *	w _s	Σw _{Bi}	Σw _{Li}	ΣV _{Bi}	ΣΔV _{Bi}	N _B *	w _s	Σw _{Bi}	Σw _{Li}	ΣV _{Bi}	ΣΔV _{Bi}
m		kg	kg	kg	cm ³	cm ³		kg	kg	kg	cm ³	cm ³		kg	kg	kg	cm ³	cm ³
0.0—0.3	0	1.15	0	0	0	0	0	2.76	0	0	0	0	0	4.86	0	0	0	0
0.3—1.3	0	2.80	0	0	0	0	0	7.88	0	0	0	0	0	12.59	0	0	0	0
1.3—2.3	0	2.21	0	0	0	0	12	6.04	1.90	1.89	2,431	315	10	11.00	5.72	4.94	7,286	1,202
2.3—3.3	2	1.77	0.08	0.05	106	18	16	4.80	1.97	2.45	2,386	388	18	9.64	5.95	8.32	6,977	1,137
3.3—4.3	9	1.32	0.47	0.71	609	109	17	3.42	1.30	2.14	1,460	279	18	7.21	4.01	6.59	4,446	1,030
4.3—5.3	18	0.71	0.48	1.38	629	150	18	2.43	1.25	2.81	1,447	322	15	5.00	2.43	4.68	2,670	695
5.3—6.3	22	0.12	0.20	0.57	249	83	17	1.44	0.83	2.08	992	329	19	3.28	2.32	5.06	2,711	753
6.3—7.3	5	0.00	0.01	0.01	5	5	14	0.66	0.33	0.85	320	158	20	1.84	1.34	3.89	1,637	604
7.3—8.3	—	—	—	—	—	—	25	0.17	0.17	0.50	151	116	18	0.77	0.50	1.67	549	302
8.3—9.3	—	—	—	—	—	—	7	0.01	0.02	0.02	11	11	21	0.18	0.23	0.74	185	121
9.3—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	0.01	0.01	0.01	5	5
Total	56	10.08	1.24	2.72	1,598	365	126	29.61	7.77	12.74	9,198	1,918	143	56.38	22.5	35.9	26,466	5,849

* Branch Numbers

測定結果と考察

枝密度: 表1の枝数の欄に主幹1mごとの層にふくまれる枝の本数があげられている。層を1.3, 2.3...などのようにきめてとったのは、やや機械的になったきらいがある。たとえばNo. 1は生枝下高が3.15mであるから、枝のついている下から最初の層は0.3mしかなく、その間に2本の枝がついているのみである。枝の総本数を樹冠長($H-H_B$)で除して、樹冠内平均枝密度にすれば比較しうるものになるであろう、林内被圧木であるNo. 1は樹冠の樹高に対する比は0.53で、樹冠内平均枝密度は15.9本/mであった。最下部の枝は推定枝令12年以上であるが、すでに年輪欠除がみられた。これに対し林内優勢木であるNo. 2、孤立木であるNo. 3は樹冠比も0.85および0.82とかなり大きく、樹冠内平均枝密度は

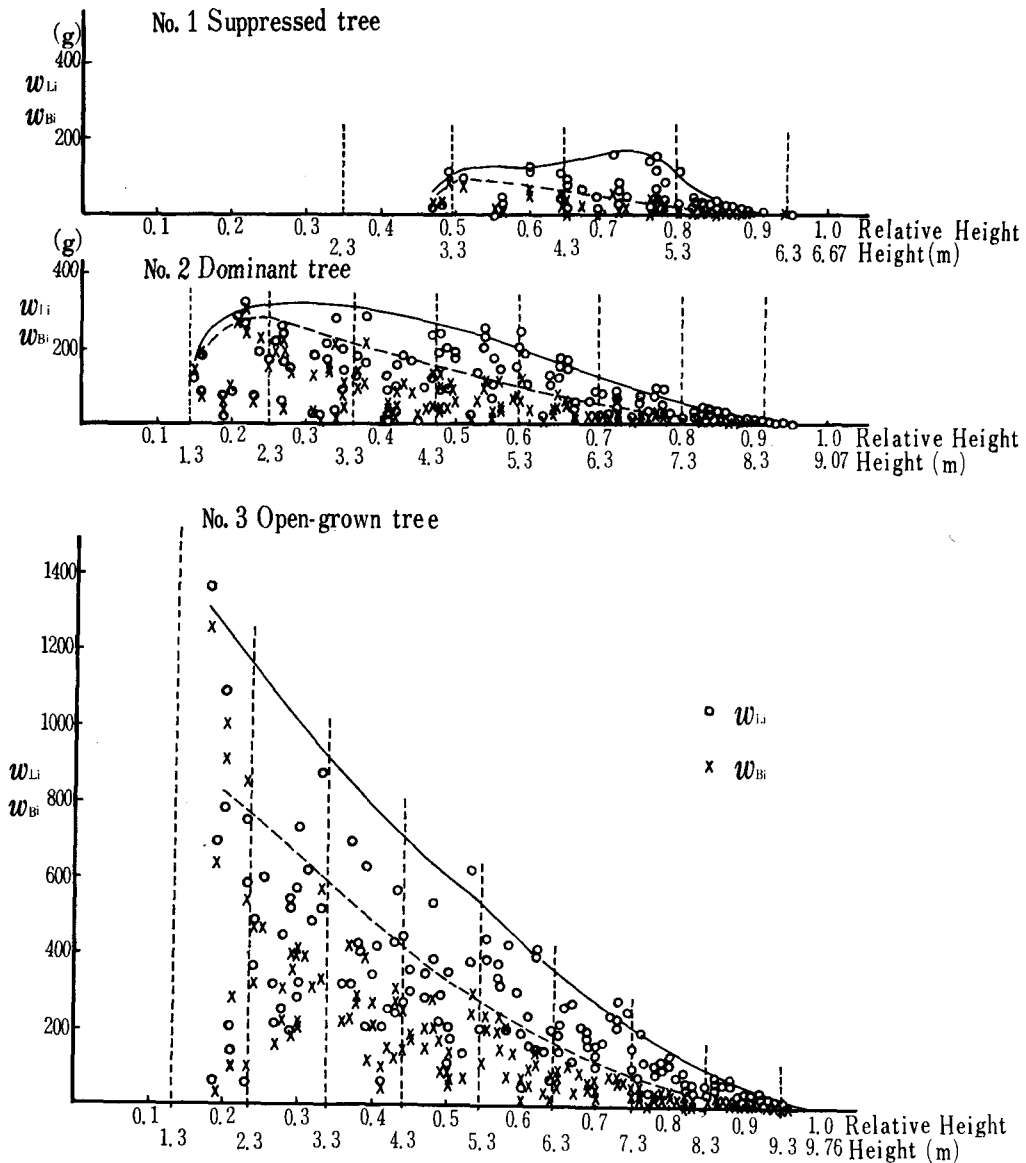


図2 個々の枝の分枝位置の相対高に対する葉重 (w_{Li}), 枝重 (w_{Bi})
Leaf dry weight, Branch dryweight, to Relative
Height of Each Branch

No. 2で16.4本/m, No. 3で17.9本/mであった。すくない例から早急な結論はさしひかえるべきであろうが、樹冠内枝密度が林内被圧木→優勢木→孤立木の順に大きくなることは興味ぶかい事実であろう。No. 3の最下部の枝は枝令16年と判定でき、年輪欠除はなく旺盛な生長がみとめられた。

個々の枝の分枝位置と枝重 (w_{Bi})、葉重 (w_{Li}) および F/C : 図2に個々の枝の分枝位置 (樹高に対する比であらわしてある) と枝重 (w_{Bi}) および葉重 (w_{Li}) の関係をしめしてある。枝重はその枝の分枝位置が低くなるほど大きい。樹冠下部のものほど枝令もたかく、大きくなるのは当然であるが、大きくなりかたは個体によってことなり、とくにNo. 3において大きくなりかたはいちぢるしい。図には葉、枝の上限がそれぞれ実線、破線でしめされているが、その主軸沿いに上から下への変化のありさまは被圧木→優勢木→孤立木と絶対値が大きくなるのみでなく、垂直的分布のかたちもことなっている。林内木では絶対値が小さいのみでなく、葉重は樹冠のかなり上部で最大値に達して、頭うちをしめすようである。個々の枝の同化器官、葉量 (F) と非同化器官、枝量 (C) の比 (F/C) の、やはり樹高に対する分枝位置の比に対する関係を図3にしめす。 F/C の値は孤立木で最大4、林内木で3.5であり、両者のあいだに大きなひらきはない。樹冠内での分布はいずれのばあいもその上部にヤ

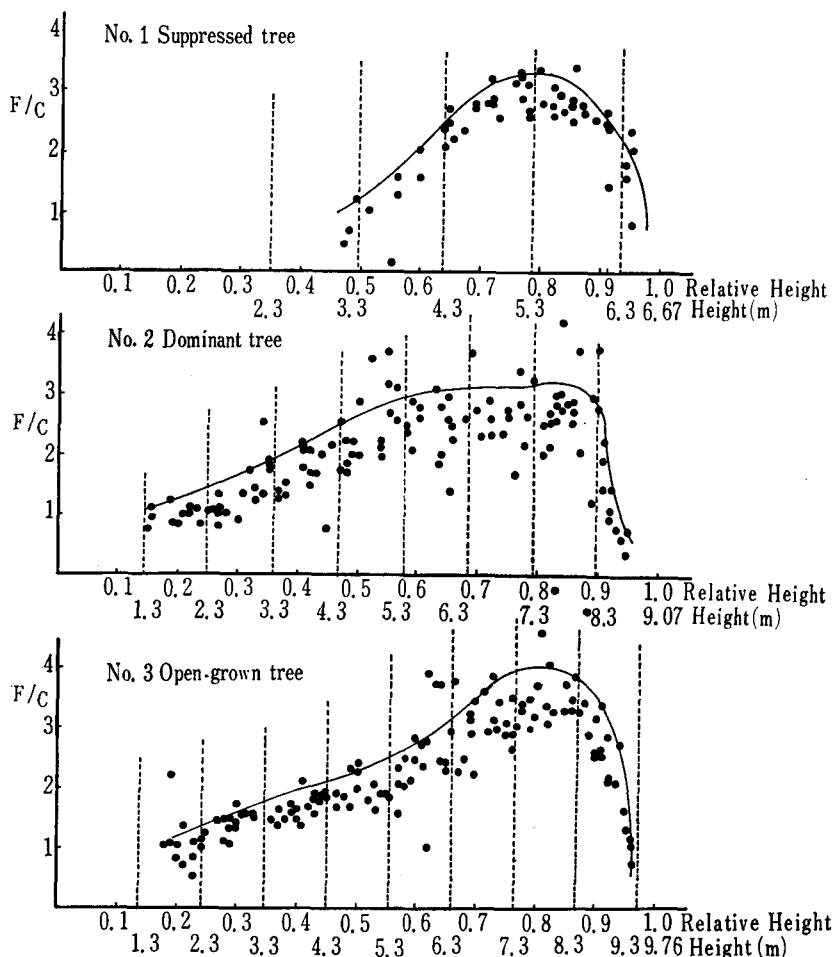


図3 個々の枝の分枝位置の相対高に対する同化部分と非同部分化の重量比(F/C)
Ratio of Assimilating Organ to Non-Assimilating Organ (F/C) to
Relative Height of Branching of Each Branch

マをもつ型であるが、No. 2, No. 3において下方にむかって、なだらかなスソをひいている。樹冠比がたかくなっても、あるいは、林内木、孤立木をとわず F/C にあまりひらきがない、またその分布の型にもめだちがいがみられないのは注意を要するであろう。樹冠全体についての F/C の平均値は 2.24→1.64→1.37と被圧木→優勢木→孤立木の順にならぶ。孤立木の樹冠下部における枝の増加、したがって F/C の低下を樹冠上部で葉の割合の増加というかたちでの補償がおこなわれていないからであろう。

枝構成要素 (葉重, 枝重, 枝材積, D, LおよびD³L) 相互の関係の検討: 葉重と枝重 図4に葉重と

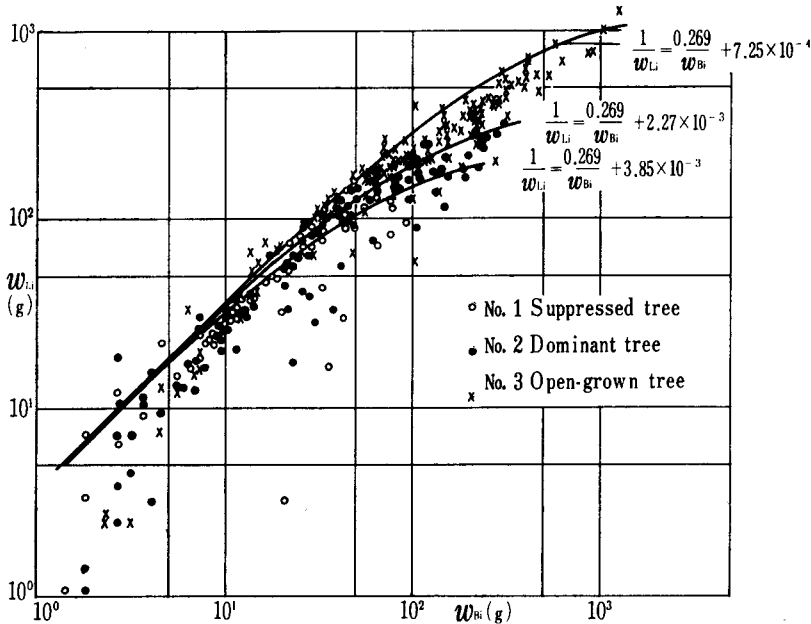


図4 葉重 (w_{Li}) と枝重 (w_{Bi})
Relation between Branch Leaf Weight (w_{Li}) and Branch Wood Weight (w_{Bi})

枝重の関係をしめす。

1本の林木のもつ葉重と幹重のあいだには拡張相対生長式であらわされる関係がかなりひろくなりつつことがわかってきているが、個々の樹冠を形成する1本1本の枝重とその葉重との関係もやはりおなじように拡張相対生長式であらわされるようである。図の○は被圧木No. 1を、●は優勢木No. 2を、×は孤立木No. 3を表わす。 $w_{Bi} \rightarrow$ 小ではこの3者のあいだにはあきらかな分離がみられず、共通の

両対数直線を漸近線としてもつようにみえるのに対し、 $w_{Bi} \rightarrow$ 大では被圧木、優勢木、孤立木の順に上限値があらわれるようである。これは樹冠上部においては、林内木、孤立木をとわず、おのおのの枝の生育条件がいずれもかなり有利な状態にあり、しかもこの3者に区別なくおなじようにあたえられていることを反映しているからであろう。樹冠下部においては、その木のおかれた位置、孤立木、優勢木、被圧木などによって、個々の枝にあたえられる生育条件、おそらくはとくに光条件にちがいが生じて、被圧木にはかなり上部から制限的にはたらく結果であろうことが想像される。この図において、もうひとつ注意しておかねばならないのは、 $w_{Bi} \rightarrow$ 小で $w_{Li} \rightarrow$ 小の方向へのズレがめにつくことである。小さい枝では葉と枝の区別がかなり便宜的になるため、枝として測定したもののいくらかは葉のカテゴリーにはいるべきものがあるためでもあろう。測定範囲外への外挿は厳につつまねばならない。 $w_{Bi}-w_{Li}$ の両対数軸上での関係は、No. 1において

$$\frac{1}{w_{Li}} = \frac{0.269}{w_{Bi}} + 3.85 \times 10^{-3} \dots\dots(1)$$

No. 2においては、

$$\frac{1}{w_{Li}} = \frac{0.269}{w_{Bi}} + 2.27 \times 10^{-3} \dots\dots(2)$$

No. 3においては、

$$\frac{1}{w_{Li}} = \frac{0.269}{w_{Bi}} + 7.25 \times 10^{-4} \dots (3)$$

であらわされる。いちおう拡張相対生長式をあてはめて、定数を決定したのであるが、あてはめの理論的根拠についてはさらに検討する必要がある。(1), (2), (3)式はいずれも $w_{Bi} \rightarrow$ 小すなわち樹冠上部の枝においてはいずれも $w_{Li} = 3.72w_{Bi}$ で近似することができる。図3の F/C の樹冠内分布において樹冠上部ではF/Cの値が3.5から4.0の範囲にあることと、かなりよく一致しているとしてよからう。

枝基部直径と枝長 個々の枝の長さ(L)とその枝の基部直径(D)の関係を図5に示す。樹幹の胸高直径と樹高のあいだによく似た関係、拡張相対生長式であらわされる関係がここでもなりたつであろうと予想されるが、図のようにLに上限値があると同時にDにも下限値があることがうかがえる。枝の分岐がおこっている梢端附近では、枝として測定されるものはすでにある大きさの直径に達しているものを対象とするからであろう。

全体としてかなりバラツキのおおいものではあるが、詳細にみると林内の被圧木、優勢木、それから孤立木のあいだにD-L関係の分離がみとめられるようである。林内条件のもとでは樹冠上部における枝の直径生長と長さ生長の関係が、林外でのものより長さ生長に有効にはたっているように見える。かりにDに下限値があることを無視して、拡張相対生長式をあてはめると、No. 1について、

$$\frac{1}{L_{Bi}} = \frac{0.55}{D_{Bi}^{2.0}} + 5.0 \times 10^{-3} \dots (4)$$

No. 2について、

$$\frac{1}{L_{Bi}} = \frac{0.393}{D_{Bi}^{1.67}} + 4.5 \times 10^{-3} \dots (5)$$

No. 3について、

$$\frac{1}{L_{Bi}} = \frac{0.360}{L_{Bi}^{1.43}} + 3.5 \times 10^{-3} \dots (6)$$

のようになり、長さの上限値にちがひ、No. 1が2.0m, No. 2が2.2m, No. 3が2.9m, があるのみでなく、 $D_{Bi} \rightarrow$ 小での勾配にもちがひがある。孤立木においても長さ L_{Bi} に上限値があることは想像にかたくなとしても、外挿による推論はさけるべきであろうし、図に拡張相対生長式をあてはめる理論的根拠についてはさらに検討が必要であろう。けれどもたとえば、疎植林業地で有名な徳島県木頭地方のスギの樹冠が老齢木では円錐形であるというよりは円筒形にちかいものであることに注意しておきたい。

枝材積、枝重と $D_{Bi}^2 L_{Bi}$ 1本1本の枝の重量あるいは枝の皮なし材積とその枝の〔基部直径〕² × 〔枝長〕 ($D_{Bi}^2 L_{Bi}$) の関係を両対数軸上にプロットすると図6, 図7のようになる。図6において $D_{Bi}^2 L_{Bi}$ に対する w_{Bi} の回帰は、 $D_{Bi}^2 L_{Bi} \rightarrow$ 小で $w_{Bi} \rightarrow$ 大の方向へ、 $D_{Bi}^2 L_{Bi} \rightarrow$ 大では $w_{Bi} \rightarrow$ 小の方向へ両対数直線からはずれ、S字状の曲線となる傾向をしめす。直線で近似される部分は

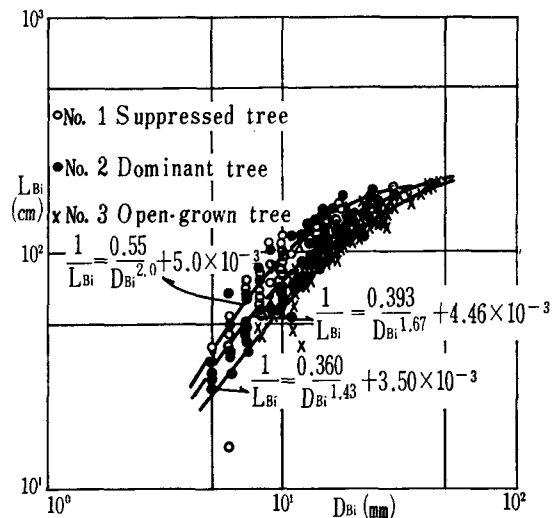


図5 枝長 (L_{Bi}) と枝基部直径 (D_{Bi})
Relation between Branch
Length (D_{Bi}) and Branch
Base Diameter (D_{Bi})

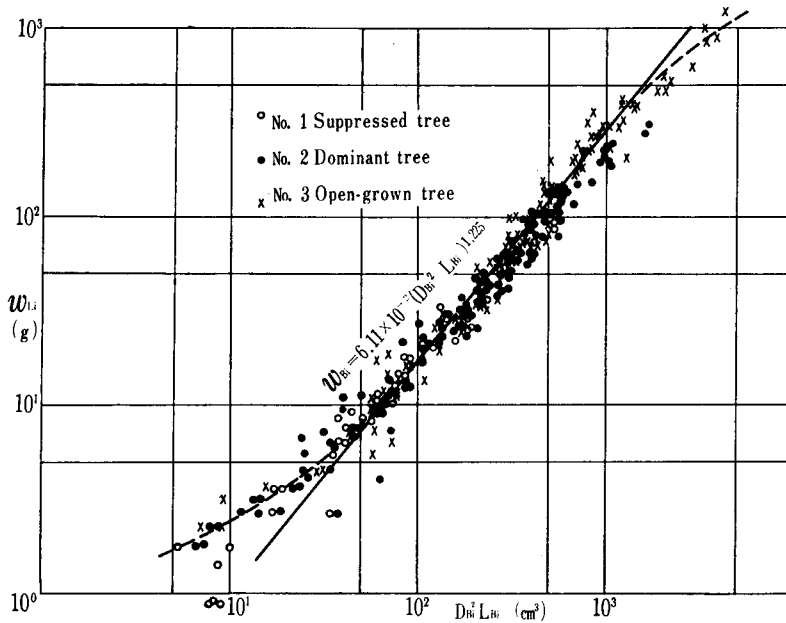


図6 枝重 (w_{Bi}) と $[D_{Bi}^2 L_{Bi}]$
Relation between Branch Wood Weight and $[D_{Bi}^2 L_{Bi}]$

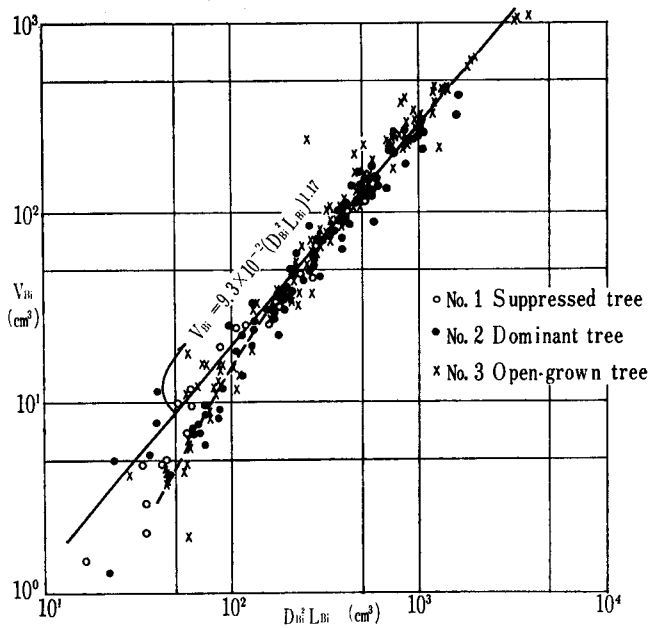


図7 枝皮なし材積 (V_{Bi}) と $[D_{Bi}^2 L_{Bi}]$
Relation between Branch Wood Volume without Bark and $[D_{Bi}^2 L_{Bi}]$

$$w_{Bi} = 6.11 \times 10^{-2} (D_{Bi}^2 L_{Bi})^{1.225} \dots\dots(7)$$

であらわされる。

図7の $D_{Bi}^2 L_{Bi}$ に対する皮なし材積 V_{Bi} は、 $D_{Bi} L_{Bi} \rightarrow$ 小で $V_{Bi} \rightarrow$ 小の方向へはずれる。この直線部分は

$$V_{Bi} = 9.3 \times 10^{-2} (D_{Bi}^2 L_{Bi})^{1.17} \dots\dots(8)$$

で近似することができる。定数 9.3×10^{-2} がかなり小さい値であることは注意を要するであろう。樹幹のばあい材積 V_S と $D^2 H$ がおなじ単位(このばあいではどちらも cm^3 である)であるとき、樹幹において樹皮の占める材積の割合はおそらく無視しうる程度に小さいのであろう。幹の皮つき、皮なしをとわず材積と $D^2 H$ の関係で係数 $\pi/4$ から $\pi/12$ の範囲にあることがおおい。筆者らのと

りあつかった例では樹幹の皮つき材積と $D^2 H$ についてこの期待をうらぎらない。枝については樹皮が材積に占める割合を無視しえないためか、 $\pi/12$ をはるかに下まわる値がえられた。(7)、(8)両式から $D_{Bi}^2 L_{Bi}$ を消去すれば

$$w_{Bi} = 1.02 V_{Bi}^{0.97} \dots\dots(9)$$

がえられる。みかけの比重 w_{Bi}/V_{Bi} が絶乾時にかなりひろい範囲にわたって1に近い値をとること

は、 V_{Bi} を皮なし部分についてもめ、 w_{Bi} を皮つき部分に測定したためであり、あきらかに樹皮の量を無視してはならないことをしめしている。ここにはしめさなかったが、 $w_{Bi}-V_{Bi}$ の両対数軸図はあきらかにこのあたりの事実をあらわし、とくに $V_{Bi} \rightarrow$ 小で $w_{Bi} \rightarrow$ 大へのずれがめだっている。したがって(9)式を利用して材積を重量に換算することは避けなければならないであろう。

Specific pipe length Shinozaki らの樹形のパイプモデル理論における基本的な関係

$$F(z) = L \cdot C(z) \dots\dots\dots(10)$$

において、比例定数Lは単位パイプ系のもつ葉量とおなじ質量をもつパイプの長さをあらわす。図8にしめすとおり $F(z)$ と $C(z)$ の関係は、No.1 とNo.2 はほぼ一致するが、No.3 はそれよりやや勾配の大きい直線であらわされる。この直線の勾配が Specific pipe length L であるが、それぞれ 157cm, 211cm であった。Shinozaki らも生育条件のこととなるところでは、樹種がおなじものでも Specific pipe length の値がことなることを指摘しているが孤立木 No.3 が林内木 No.2, No.1 より大きい値をもつことは、それぞれの個体があたえられた条件下で、葉が物質生産にどのように寄与してきたかを考えるうえで、興味ぶかいであろう。

枝解析による最近1年間の枝の材積

生長量 個々の枝にのこされた年輪をてがかりに、最近1年間の材積生長量を測定した。No.1 については全枝の半数について、No.2, No.3 についてはほとんどすべてについてつけねから 15, 45, 75cm... の各点で枝解析をおこなった。

最近1年間の枝材積生長量と枝材積 もとめた皮なし枝材積 (V_{Bi}) と最近1年間の枝材積生長量の関係を図9にしめす。孤立木No.3と被圧木No.1の $\Delta V_{Bi}-V_{Bi}$ 関係は両対数直線であらわされる。勾配は0.7とかなり小さい。No.2は前二者とくらべてややようすをことにしている。 $V_{Bi} \rightarrow$ 小ではNo.3のしめす回帰直線附近にかたよっているが、 $V_{Bi} \rightarrow$ 大ではNo.1に近づいてあらわれる。この関係を拡張相対生長式であらわすと

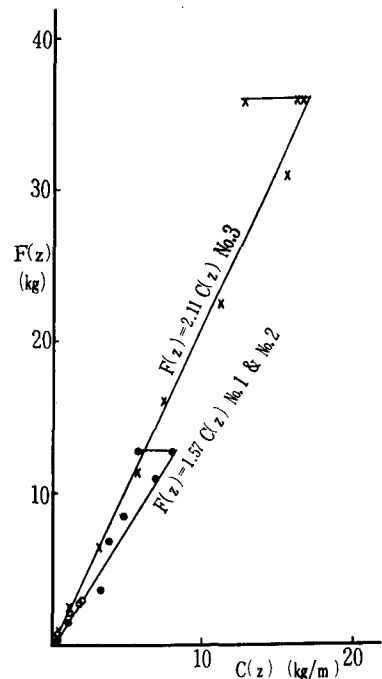


図8 積算葉重 ($F(z)$) と各層ごとの非同化部重 ($C(z)$) Relation between Accumulated Leaf Weight ($F(z)$) and Weight of Non-Assimilating Organ ($C(z)$) of Each Layer of 1 m Intervals.

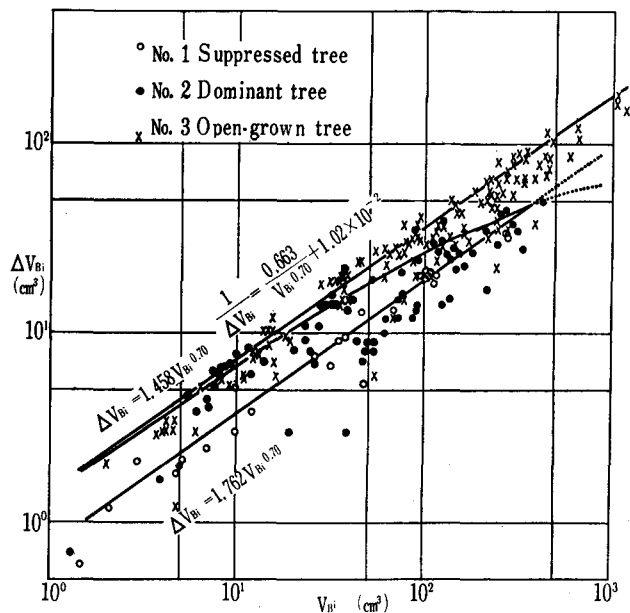


図9 1年間枝皮なし材積生長量 (ΔV_{Bi}) と皮なし枝材積 (V_{Bi}) Relation between Annual Branch Volume (without Bark) Growth (ΔV_{Bi}) and Branch Volume without Bark (V_{Bi})

$$\frac{1}{\Delta V_{Bi}} = \frac{0.663}{V_{Bi}^{0.70}} + 1.02 \times 10^{-2} \dots (11)$$

とすることができる。これは上述のとおり $V_{Bi} \rightarrow$ 小では No. 3 の

$$\Delta V_{Bi} = 1.458 V_{Bi}^{0.70} \dots (12)$$

にきわめて近く、 $V_{Bi} \rightarrow$ 大では No. 1 の

$$\Delta V_{Bi} = 0.762 V_{Bi}^{0.70} \dots (13)$$

に近ずき $V_{Bi} = 400$ で交ってしまう。優勢木である No. 2 の樹冠の上部の生育条件は、孤立木 No. 3 の枝にあたえられるものと、材積生長におよぼす影響という点ではほとんど差はなく、樹冠の下部の枝については、被圧木のそれと大差ないためであると想像できる。

林分状態をなす個々の林木の下枝は自然に枯れあがっていく現象がみられる。これは下枝の年輪欠除の現象とあわせて、同化と呼吸の物質収支のバランスとしてとらえることができるであろう。樹冠上部におかれた枝が十分な生育条件にあたえられているところでは、 V_{Bi} の変化に対する ΔV_{Bi} の変化が両対数直線的であっても、 $V_{Bi} \rightarrow$ 大すなわち樹冠下部になるにしたがって、同化と呼吸および幹への移動の結果としての物質収支は、徐々に比較的小さくなり両対数直線から $\Delta V_{Bi} \rightarrow$ 小の方向へずれていくことは容易に考えられる。図4でみたように葉量が枝量に対してかなりあきらかな上限値をもっていることを考えあわせれば、枝が大きくなればなるほど物質収支のバランスは生長に不利になるであろう。枝の生長量は初期に急増し、徐々に極大値に達し、おそらくはかなりの期間にわたり徐々に低下しついに $\Delta V_{Bi} \rightarrow 0$ となるであろう。したがって拡張相対生長関係とは本来ことなつたものであろう。

枝の生長にかんする生長条件の悪化はたとえば光条件があげられる。孤立木においては上部の枝による下部の枝の日陰であり、林内優勢木においては周囲の森木との相互のシャ閉によると考えてよからう。図8には No. 2 にかなりあきらかにこの影響があらわれているとみてよいだろう。被圧木につ

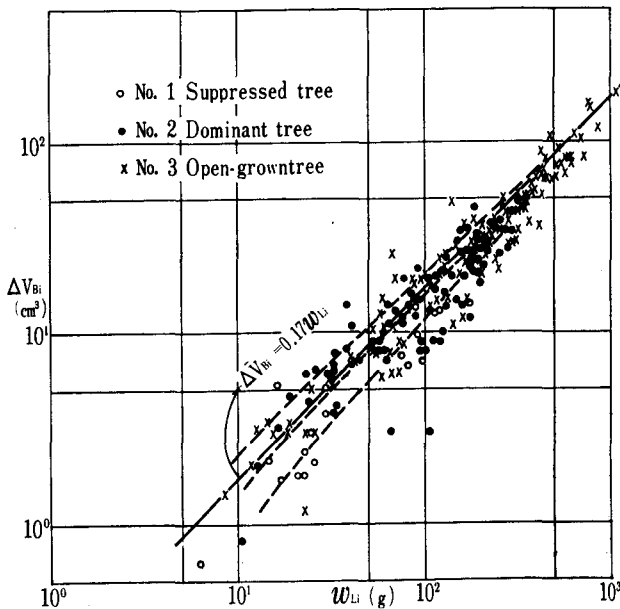


図10 1年間枝皮なし材積生長量 (ΔV_{Bi}) と葉重 (W_{Li})
Relation between Annual Branch Volume (without Bark) Growth (ΔV_{Bi}) and Branch Leaf Weight (W_{Li})

いても原理的にはおなじことがいえるであろうが、樹冠の頂端ですでにいくらかの日陰にあるとすれば優勢木ほどあきらかにあらわれないのかもしれない。これらの点についても今後さらにくわしい検討をするにたる資料の集積が強くのぞまれる。(11), (12), (13)式をもちい欠測をおぎない各試料木ごとに集計し総枝皮なし材積生長量をもとめた。年輪のない当年生の各枝の梢端部材積はいちおう最近1年間の材積生長量にくわえておいた。被圧木で365, 優勢木で1918, 孤立木で5849 cm^3/yr . であり、これを枝皮なし材積で除した生長率はそれぞれ0.23, 0.21, 0.23であった。

1年間の枝材積生長量と葉重 個々の枝の材積生長量と葉重の関係を図10にしめす。全体としてみれば勾

配が1で、

$$\Delta V_{Bi} = 0.17 w_{Bi} \dots (14)$$

であらわされる。かなりの幅に各点がバラツキてはいるが、 w_{Bi} →下で下からNo. 1, No. 2, No. 3の順に傾向的なかたよりがみられる。葉で生産される同化物質の配分比がわからないから、これだけで葉の能率のちがいを云々することはできないであろうが、今後さらにデータの集積をまって検討する必要がある。

ま と め

以上不完全なデータではあるが、今後枝の量とその生長量の研究をおこなううえで重要であろうと考えられることがらのうち、主として個々の枝の特性にかんすることをあげてきた。

はじめのべたように林木の樹形解析として、Shinozaki らのパイプモデル理論や Attiwill らの研究がある。一方枝の幹生長におよぼす影響の総合的判定として Labyak らの研究をあげることができる。Labyak らの研究は理論的根拠にとほしいようにみえるが、おおくの実験例からかなり適確な枝打ちへの指針をみちびいているようにみえる。おそらく物質生産に焦点をあわせつつ、林木の生長にはたす枝の役わりの分析的評価が今後の研究課題になるであろうことを指摘して本報告をおわりたい。

最後に試料収集にご協力をいただいた、芦生演習林、森林生態学研究室の各位にあつくお礼申し上げます。

引 用 文 献

- 1) 荻野和彦・四手井綱英：芦生ブナ林の現存量，森林の一次生産測定法の研究班中間報告，12—20，1967.
- 2) Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino, T. Kira: Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II. Plant biomass, Nature and Life in Southeast Asia vol. IV, 49—80, 1965.
- 3) 四大学合同調査班：森林の生産力に関する研究 第I報 北海道主要針葉樹林について，1960.
- 4) 四大学および信大合同調査班：森林の生産力に関する研究 第II報 信州産カラマツ林について，1964.
- 5) 四大学および信大合同調査班：森林の生産力に関する研究 第III報 スギ人工林の物質生産について，1966.
- 6) Ogino, K., S. Sabhasri, T. Shidei: The estimation of the Standing Crop of the Forest in Northeastern Thailand, 東南アジア研究 第4号 89—97, 1964.
- 7) 荻野和彦, ドンケオ・ラタナウオン, 堤利夫, 四手井綱英：タイ国森林の第一次生産力, 東南アジア研究5(1), 1967.
- 8) Whittaker, R. H., : Branch Dimensions and Estimation of Branch Production, Ecology vol. 46 (3), 365—370 1965.
- 9) Attiwill, P. M. : Estimating Branch Dry Weight and Leaf Area from Measurements of Branch Girth in Encalyptus, For. Sci. 8 (2) 133—141, 1962.
- 10) Shinozaki, K., K. Yoda, K. Hozumi, T. Kira: A Quantitative Analysis of Plant Form—The Pipe model Theory I. Basic Analysis, J. Jour. Ecol. 14 (3) 97—105, 1964.
- 11) Shinozaki, K., K. Yoda, K. Hozumi, T. Kira: Ibid. II. Further evidence of the theory and its application in forest ecology, J. Jour. Ecol. 14 (4) 133—139, 1964.
- 12) Labyak, L. F., E. X. Schumacher: The Contribution of Its Branches to the Main-Stem Growth of Loblolly pine J. For. 52 (5) 333—337, 1954.
- 13) 尾中文彦：樹木の肥大成長の縦断的配分，京大演報 18, 1—53, 1950.

Résumé

Three sample trees (suppressed, dominant, and open-grown) of *Cryptomeria japonica* D. Don were taken at Ashiu School Forest of Kyoto University, in September 1966, to investigate their branch dimensions and volume increments.

Average branch density within the crown is estimated at 15.9, 16.4, and 17.9 per meter along the main stem, for suppressed, dominant, and open-grown trees, respectively. Branch wood dry weight (w_{Bi}) and branch bearing leaf-dry weight (w_{Li}) increases as the distance to its branching point from the apex ($H-H_B$) becomes longer, the increase is more remarkable in the open-grown tree than in the trees in the stand. Branch bearing leaf-dry weight (w_{Li}) reaches its maximum value at the upper half of the crown. The ratio of the assimilating organ to the non-assimilating organ (F/C) attained its maximum of 4.0 in the upper part of the crown, and its distribution in the crown reveals no clear difference among the samples.

The relations of branch bearing leaf-dry weight (w_{Li}) to branch wood dry weight (w_{Bi}) are expressed by the extended allometric relationship (fig. 4), each sample having an intrinsic asymptote. Branch length (L_{Bi}) and its diameter at the base just above butt (D_{Bi}) can also be expressed by a similar equation, having asymptotes of 2.0, 2.2, and 2.9 m for suppressed, dominant, and open-grown trees, respectively. Sample trees taken from the stand show a common specific pipe length of 157cm, while the open-grown sample is found to have a longer specific pipe length of 211cm (fig. 8).

Annual branch volumes without bark increments (ΔV_{Bi}) are plotted against the branch volume without bark (V_{Bi}) representing a characteristic trend among the samples (fig. 9). Total annual branch volume without bark increment of each tree is calculated at 365, 1918, 5849 cm^3/yr . for suppressed, dominant, and open-grown trees, respectively, for which the rate of increment is 0.23, 0.21, and 0.22, these latter values could be considered to be of little significance.