

ストロブマツ林の成長と現存量

上賀茂試験地マツ属研究グループ
(代表 古 野 東 洲)

ま え が き

京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地が、大戦後現在地へ移転して以来続けられている種子交換による世界の樹木の導入収集は生育可能種で750種に達し、マツ属では、世界に分布している約80%が育てられている。この集められたマツ属は、成長調査は勿論のこと上賀茂試験地での気象、立地への適応性、病虫害の発現状況などが調査されている。さらに種間交雑研究の材料にも利用され、新しい雑種がつくり出され、その生育状況の調査も行なわれ、マツ属を対象とした多くの研究成果があげられている。

育てられているマツ属で、北米大陸の東側を原産地とするマツ属のうち、ストロブマツ(*Pinus strobus* L.), テーダマツ(*P. taeda* L.), スラッシュマツ(*P. elliotii* ENGELM.)の実験林は林齢が25~30年に達し、諸害を受けずに健全に生育している。

ストロブマツは主として北米大陸の5大湖を中心にカナダ南東部からアメリカ北東部、北緯35°~51°に天然分布している¹⁾。我が国には本種の天然分布域と比較的よく似た気象条件にある北海道に明治時代から導入され、さらに、本州中部地方にまで、造林地は拡大している。本調査林分がある上賀茂試験地は北緯35°に位置し、ストロブマツの天然分布域の緯度の南限にあたり、必ずしも最適な気象条件ではない。植栽後30年近くを経過したストロブマツは、上賀茂試験地に植栽されているマツ属実験林の中では、スラッシュマツ、テーダマツに劣らずに良好な生育を示している。本報告は、これまでのスラッシュマツ林、テーダマツ林の成長と現存量に関する報告と一連のものである。

調査には古野東洲、上田晋之助、岡本憲和、渡辺政俊、中井勇、加藤景生、古村弘美、藤本博次、田中弘之が加わり、資料の整理およびとりまとめは古野、中井が担当した。

本報告をとりまとめるにあたり、ストロブマツ林の造成以後に上賀茂試験地に勤務され、実験林の育成に努力された教職員各位に、さらに、いろいろとご教示を賜った赤井龍男助教授、大畠誠一助教授に厚くお礼申し上げる。

調査地の概況および調査方法

調査地は、上賀茂試験地マツ属見本園の4林班に造成されたストロブマツ見本林で、5林班との境界に位置し、標高は175m、平均斜度15°の谷地形で、ほぼ北西に面している。

ストロブマツの植栽は、はじめ1960年3月に、ha当たり2,500本の基準で行なわれた。当時

は大きな植え穴を掘り、そこへ厩肥を入れて苗木を植栽したために、厩肥中で繁殖したミミズを目当てにイノシシが植え穴をほじくりかえし植栽木が放り出される被害が続出し、1962年11月には、当初の植栽本数の約60%が補植されている。本林分は、1976年に、haあたり1,670本、平均胸高直径12.4cmに育つまでの記録はない。植栽（補植）からの本数減少の経過、その原因は不明である。1983年には胸高直径10cmの個体が被圧により枯死している。本林分の林冠は完全にうっ閉し、林床はストロブマツの落葉でおおわれ、ヤブツバキ (*Camelia japonica* L.), ヒサカキ (*Eurya japonica* THUNB.) の常緑樹が5~10cmの高さで、1 m²あたり1~2本みられるにすぎない。

調査は1990年1月16~19日に行なわれ、林分の中心部に249.6m²のほぼ正方形の標準地を設定し、胸高直径と樹高の毎木を行なった後、伐倒資料木を選定した。資料木は地際で伐倒し、胸高直径と樹高を測定するとともに、枝階により樹高の成長経過を求めた。幹は0.3m, 1.3m, 2.3m……の1 m 間隔に玉伐り、生重量を秤量し、樹幹解析用の円板を採集した。枝、葉は、枝の幹における着枝部によって1 m ごとの層別に、葉は、新葉と旧葉に分け、それぞれ生重量を求めた。地上部の乾重量は、各個体別にサンプルされた資料により、生重量から換算された。

結果および考察

1. 毎木調査

ストロブマツ林の毎木調査結果は表-1 のようである。林齢は補植からでは27年となる。前述のように、林冠は完全にうっ閉し、林床植生はゼロに等しく、1986年以後も枯損木は見られ、立木密度は植栽時のほぼ半分になっている。

胸高直径の頻度分布は図-1 のようになる。8 および10cm クラスの3本は下層木で完全に被圧され、かろうじて生き続けている個体で間もなく枯れるものと思われる。調査個体の平均胸高直径は19.1cm となるが、被圧された3本を除いて平均を求めると20.2cm、樹高で17.4m となる。

表-1 ストロブマツ林の生育状況

林	齡	(年)	27
調 査 面	積	(m ²)	249.6
調 査 本	数	(本)	35
立 木 密	度	(no/ha)	1,402
胸 高 断 面	積 合 計	(m ² /ha)	43.15
平 均 胸 高 直 径	(cm)	19.1 ± 5.09	
平 均 樹 高	(m)	16.31 ± 2.88	

2. 胸高直径と樹高の関係

毎木調査資料より胸高直径と樹高の関係を求めると、図-2 のようになる。テーダマツ²⁾、スラッシュマツ³⁾は幼齢時の樹高成長がよいことはすでに報告されているが、ストロブマツ

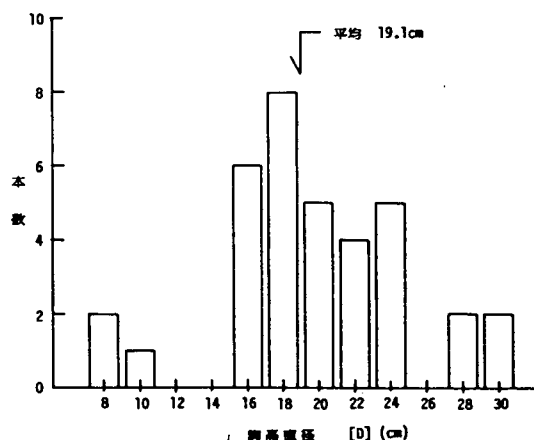


図-1 ストロブマツ林の胸高直径の本数分布

も胸高直径10cmで10.7m, 20cmで17.0mに成長し、両種に劣らず樹高成長がよい。年間樹高成長量は、上層林冠を形成している個体で平均して75cm、最大個体では100cmを越え、上賀茂試験地のマツ属ではテーダマツ、スラッシュマツと並んで良好な成長をしている。

3. 個体の成長

ストローブマツの樹高成長は、単節型の伸長を示すアカマツ・クロマツ型⁴⁾であり、枝階の間隔を測定することによって年ごとの樹高成長量を求めることができる。調査木を樹高で上層木(17m以上)、亜上層木(15~17m)、中層木(13~15m)、下層木(13cm以下)に分けて、樹高年成長経過を示すと図-3のようになる。上層木、亜上層木ではとくに大きな違いはみられないが、後者の年成長量がやや少ない傾向がみられる。中層木では1970年までの成長量に差がみられ、以後1985年までは亜上層木と大きな差はなく成長しているが、1985年以後年成長量の差が目立つようになる。このような個体は今後の林分の生育につれて林冠を形成する上層、

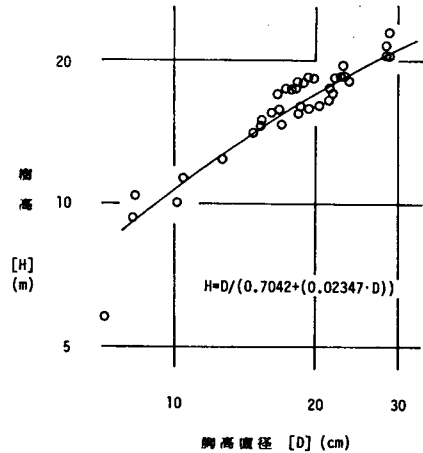


図-2 ストローブマツの胸高直径と樹高の関係

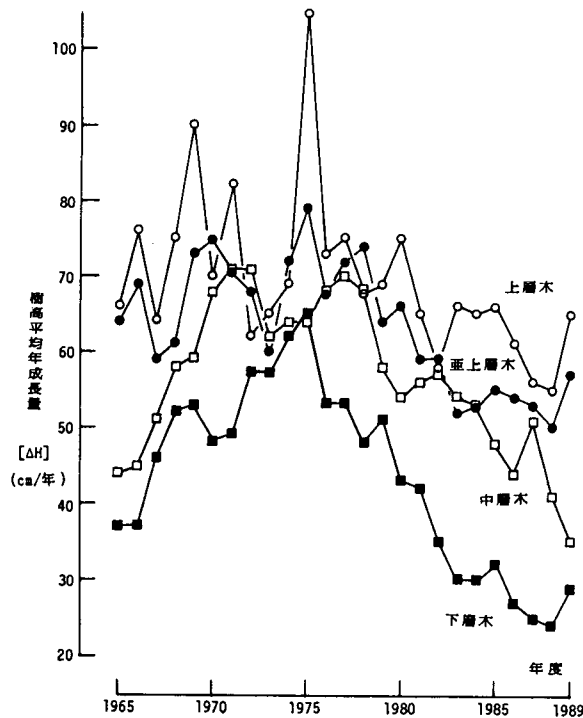


図-3 ストローブマツの樹高平均年成長量

亜上層木に次第に被圧されるものと思われる。被圧木の年成長量は上層木のその1/2以下であった。このように、ストローブマツは一度被圧されると上層木にとくに被害が生じない限り、次第に劣勢になり、樹高成長を回復することは不可能のようである。

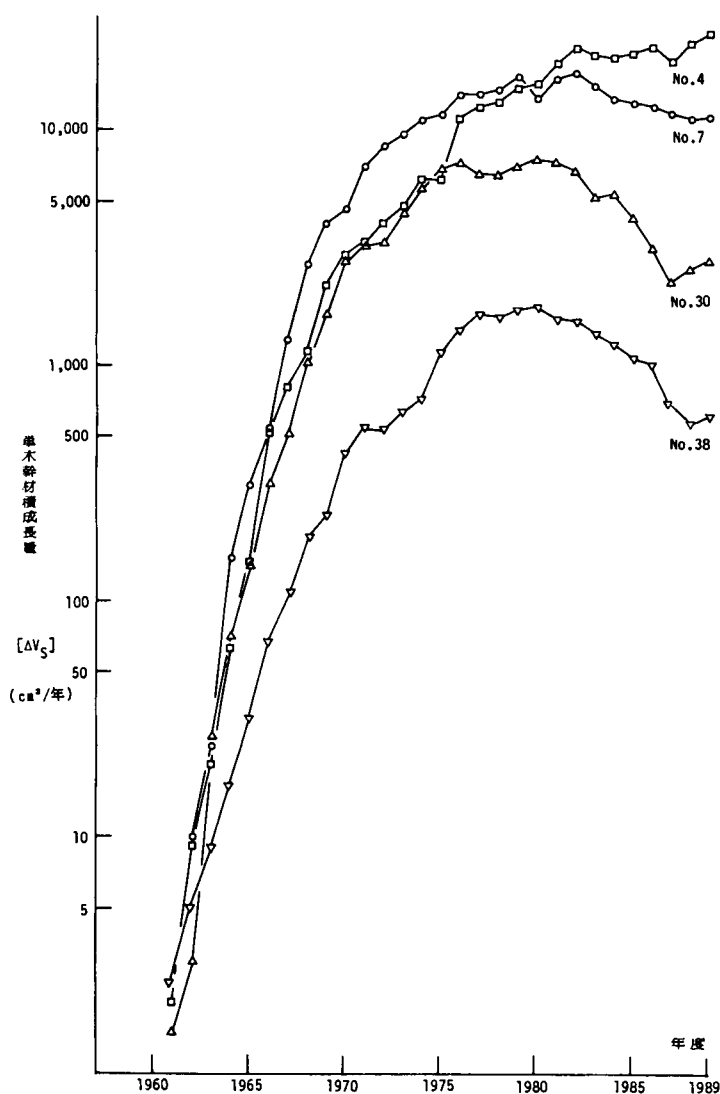
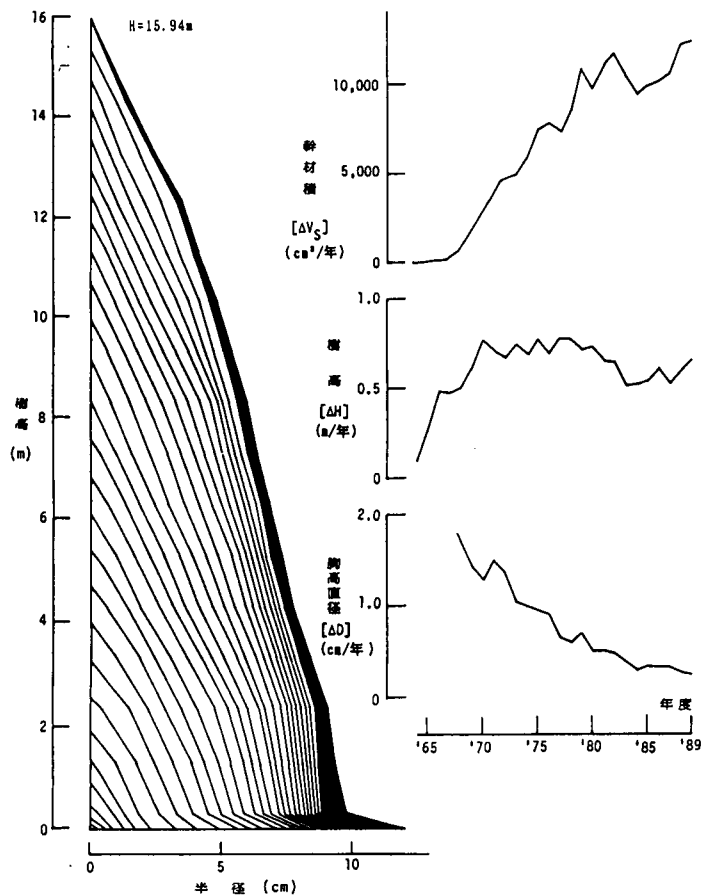


図-4 ストローブマツの皮なし幹材積の年成長経過

樹幹解析による4個体の皮なし幹材積の年成長経過を図-4に示す。No. 4, No. 7個体は上層木, No. 30個体が中層木, No. 38個体は下層被圧木である。No. 38は植栽数年後から年成長量が少なく, 被圧木への道をたどっているが, 残りの3個体は, 1975年まではほとんど差のない成長をしている。1976年の年成長量の差が契機になって, 以後毎年年成長量に差がみられ, 次第にそれが大きくなり上層木と中層木との差になっている。このような現象はテーダマツ⁵⁾においてもみられた。

林分の平均樹高に近かった調査個体 (No. 2) の樹幹解析結果を図-5に示す。この個体は図-3の亜上層木で, 植栽8年目には樹高成長量は78cmの最大値を示し, 以後10年間は70cmを超える成長を続け, その後は50~65cmのコンスタントなリズムで成長している。調査木の樹高成長量の最大はNo. 4個体の植栽16年目の114cmであった。毎木調査による最大の樹高に達している個体を林齢で除すと83cmになるが, 上層木の平均的な樹高成長量は70~80cmと思われる。



図－5 ストローブマツの樹幹解析と幹材積，樹高および胸高直径の年成長量

4. 林分現存量

林分現存量の推定には，スラッシュマツ⁶⁾やテーダマツ⁵⁾と同様に，伐倒調査で求められた胸高直径の自乗×樹高($D^2 \cdot H$, $\text{cm}^2 \cdot \text{m}$)と樹体各部要素との相対成長関係を利用する常法を用いた。

$D^2 \cdot H (\text{cm}^2 \cdot \text{m})$ に対する幹量(V_S , m^3 および W_S , kg)の相対成長関係は図－6 のようになり，それぞれ，

$$V_S = 0.00003893(D^2 \cdot H)^{0.9913} \dots\dots\dots (1)$$

$$W_S = 0.02315(D^2 \cdot H)^{0.9212} \dots\dots\dots (2)$$

の近似値が得られた。この $D^2 \cdot H$ に対する幹量の関係は同一樹種では林分分離が認められず，一般に単一の相対成長関係をほぼ満足することが多くの樹種，すなわちスラッシュマツ⁶⁾，テーダマツ⁵⁾，スギ(*Cryptomeria japonica* D. DON)^{7,8)}，ヒノキ(*Chamaecyparis obtusa* ENDL.)^{8,9)}，モミ(*Abies firma* S. et Z.)^{10~12)}，ツガ(*Tsuga sieboldii* CARR.)^{10~12)}で確認されている。そこで，古野，上田が調査に加わった長野県飯田営林署管内国有林のストローブマツ幼齢林¹³⁾の幹材積の資料を本調査に加えて $D^2 \cdot H$ との相対成長関係を求めると図－7 のようになる。相対成長式は，

$$V_S = 0.00008053(D^2 \cdot H)^{0.9012} \dots\dots\dots (3)$$

と近似された。

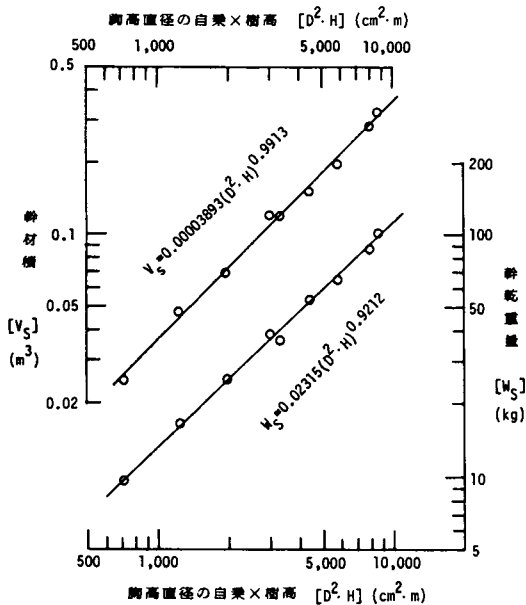


図-6 ストローブマツの胸高直径の自乗×樹高と幹材積および幹乾重量の相対成長関係

本調査ストローブマツ林の幹材積を(1)式および(3)式で推定すると、前者による推定値が大きく求められ、その差は8%になった。同じようにテーダマツ林の幹材積を上賀茂試験地の林分の調査資料に各地(熊本市、奈良県王子町、和歌山県白浜町)の資料を加えて推定すると、その差は3%であった⁵⁾。ストローブマツ林の方が差が大きい。テーダマツの報告⁵⁾では、各調査林分ごとに資料木を伐倒して相対成長関係を求める労力を除く有利さや、林分を破壊せずに胸高直径と樹高の毎木調査で、いろいろな林分の材積を推定できることを考慮して、3%の差は許容範囲と考えた。今回得られた8%の差は3%に比べて大きく、如何に解釈するかはそれぞれの事例に則して考えねばならないが、伐倒せずにストローブマツ林の幹材積を推定するには、(3)式を用いざるを得ない現状である。(3)式は今後さらに異なった林分の資料を加えて検討する必要がある。

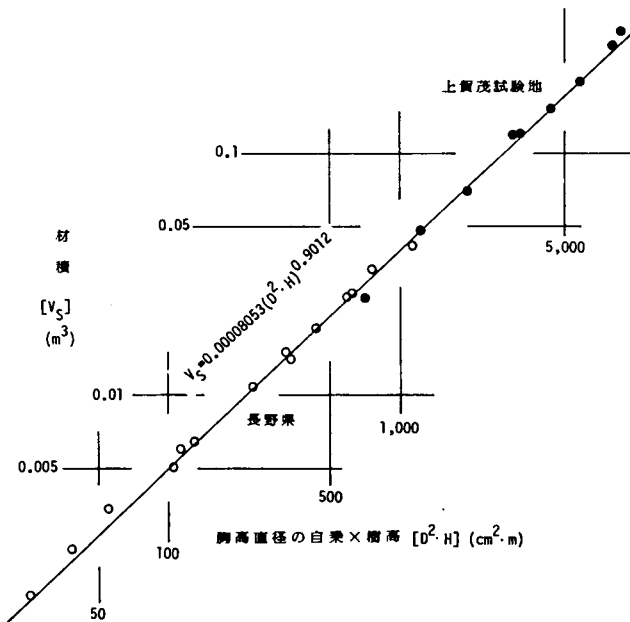


図-7 2林分のストローブマツの胸高直径の自乗×樹高と乾材積の相対成長関係

なお、本調査資料では胸高直径(D^2 , cm^2)に対する幹量の関係も比較的よく適合し、近似式は

$$V_s = 0.0001159(D^2)^{1.2751} \dots\dots\dots (4)$$

と求められた(図-8)。

ストローブマツの材積表は、幹材積推定のために求められた以上の相対成長式によって作成することができ、諸戸¹⁴⁾が作成した東京大学北海道演習林の樹齢46年のストローブマツの材積表と比較すると表-2のようになる。胸高直径10cmでは諸戸による幹材積がとくに多く、直径が大きくなるにしたがって他の推定式による上賀茂試験地のストローブマツの材積が多くなり、胸高直径30cmでは(3)式による推定材積は諸戸¹⁴⁾による材積とほぼ同じに、(1)式および(4)式では約0.1 m^3 多くなる。胸高直径40cmではさらに差が広がっている。上賀茂試験地のストローブマツが東京大学北海道演習林のそれに比べて完満に生育しているためであろう。

$D^2 \cdot H$ に対する枝乾重量(W_B , kg)および全葉乾重量の相対成長関係を求めると図-9のようになり、それぞれ、

$$W_B = 0.001504(D^2 \cdot H)^{0.9820} \dots\dots\dots (5)$$

$$W_L = 0.001177(D^2 \cdot H)^{0.9382} \dots\dots\dots (6)$$

の関係が得られた。

ストローブマツの針葉は上層木または孤立木のような陽光を十分に受ける個体では2生育期間着葉することが判明している¹⁵⁾。本調査が、

表-2 ストローブマツの幹材積表

胸高直径 (cm)	(1式) (m^3)	(諸戸式) (m^3)	(3式) (m^3)	(4式) (m^3)
10	0.039	0.07	0.043	0.041
20	0.246	0.26	0.229	0.241
30	0.685	0.58	0.583	0.678
40	1.383	1.01	1.104	1.411

$$(1 \text{ 式}): V_s = 0.00003893(D^2 \cdot H)^{0.9913}$$

(諸戸式): 諸戸による¹⁴⁾

$$(3 \text{ 式}): V_s = 0.00008053(D^2 \cdot H)^{0.9012}$$

$$(4 \text{ 式}): V_s = 0.0001159(D^2)^{1.2751}$$

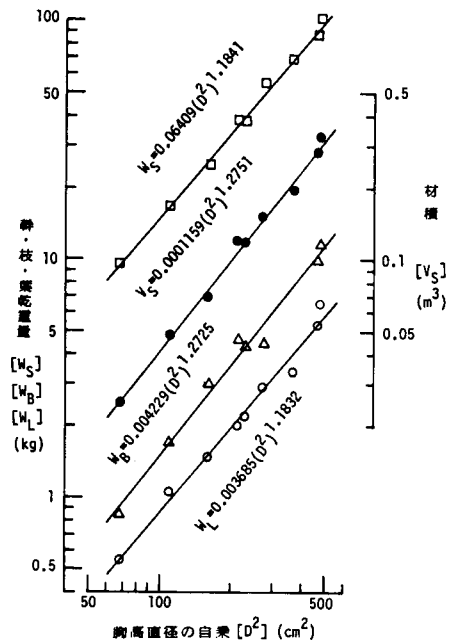


図-8 ストローブマツの胸高直径の自乗と幹材積、幹、枝、全葉乾重量の相対成長関係

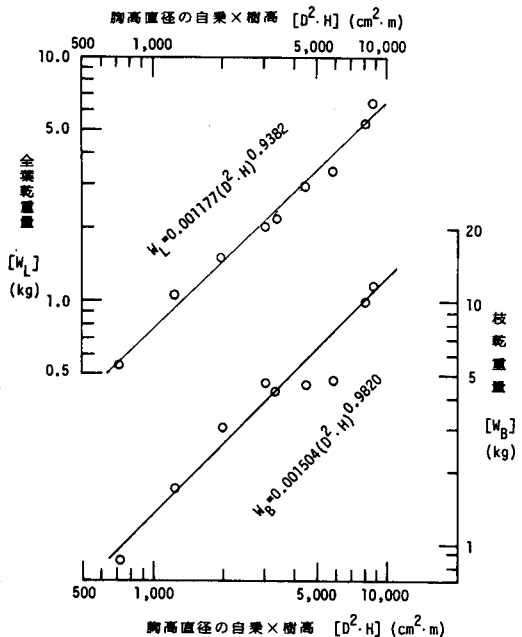


図-9 ストローブマツの胸高直径の自乗×樹高と枝、全葉乾重量の相対成長関係

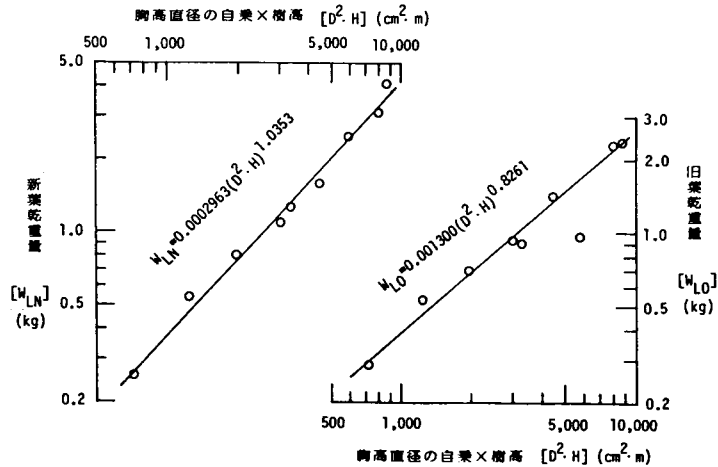


図-10 ストローブマツの胸高直径の自乗×樹高と新、旧葉乾重量の相対成長関係

1月であったことは、2生育期間着葉した旧葉は落葉または落葉し始めていても不思議ではない。しかし、調査木では比較的多くの2年目の旧葉が残っており、さらに1年古い旧葉も少し残っている個体もあった。調査個体の新葉率は47～72%で、テーダマツ⁵⁾、スラッシュマツ⁶⁾でも同様な傾向が認められたが、被圧木で新葉率が小さい傾向がみられる。

$D^2 \cdot H$ に対する新葉乾重量(W_{LN} , kg)および旧葉乾重量(W_{LO} , kg)の相対成長関係を求めると図-10のようになり、相対成長式は

$$W_{LN} = 0.0002963(D^2 \cdot H)^{1.0353} \quad (7)$$

$$W_{LO} = 0.001300(D^2 \cdot H)^{0.8261} \quad (8)$$

と近似された。

以上の各相対成長関係式を用いて、ストローブマツ林分の地上部現存量を推定すると表-3のようになる。なお、本調査資料では胸高直径(D^2 , cm^2)に対する樹体各部要素の相対成長関係も比較的よく適合した(図-8)ので、胸高直径から推定した現存量をも表-3に併記した。 D^2 からの推定値は幹枝量で約1%, 針葉量で5%, いずれも $D^2 \cdot H$ からの推定値より少ない。表-3よりストローブマツの幹1 m^3 あたりの乾重量を求めると0.32tonで、同様にテーダマツ⁵⁾、スラッシュマツ⁶⁾ではそれぞれ0.41ton, 0.44tonとなる。長野県下の調査でも0.33ton¹³⁾で、ストローブマツはテーダマツやスラッシュマツに比べて約75%と軽い。硬松に対して軟松と呼ばれる由縁であろう。

ストローブマツの幹材積現存量は348 m^3/ha と求められ、上賀茂試験地で育てているほぼ同林齢のスラッシュマツ⁶⁾-26年生で323～403 m^3/ha と比較して遜色なく、31年生のテーダマツ⁵⁾の217～234 m^3/ha よりはるかに多い値となり、熊本県下の34年生のテーダマツ¹⁶⁾の幹材積300～340 m^3/ha に相当する高蓄積が得られた。

林分葉量は6.5ton/ha, うち新葉量は3.9ton/haで、全葉量の60%を占めていた。ストローブマ

表-3 ストローブマツ林の現存量

幹材積	(m^3/ha)	348.450	(343.030)
幹乾重量	(ton/ha)	110.093	(108.456)
枝乾重量	(ton/ha)	12.377	(12.313)
全葉乾重量	(ton/ha)	6.524	(6.201)
新葉乾重量	(ton/ha)	3.943	(——)

() 内は胸高直径の自乗からの推定値を示す。

ツの葉の寿命が2生育期であるとの調査事例¹⁵⁾があるが、本調査では被圧木で、新葉率が50%以下の個体もみられたことから、本調査ストローブマツ林では3生育期着葉の後落葉しているようである。同林分における落葉量調査では¹⁷⁾、10月、11月が落葉の最盛期で、この2カ月間で年間落葉量の55~70%が落葉している。本調査が1月中旬であったことは落葉最盛期の以後であり、この事実からも針葉の3生育期着葉を裏付けることができる。

推定された3.9ton/haの新葉量は、上賀茂試験地で求められたテーダマツ林⁵⁾の3.7~4.2ton/haとほぼ似た値であり、スラッシュマツ林⁶⁾の4.8~6.8ton/haよりはるかに少ない。本ストローブマツ林で調査された落葉量は過去5年間では3.8~5.3ton/haであった¹⁷⁾。落葉量を新葉量とするには、落葉量の年変動を考えると危険を覚悟しなければならないが、葉齢を越える継続した長期の落葉量調査があれば、その平均落葉量を新葉量と考えることは可能であろう¹⁸⁾。ストローブマツ林での5年間の平均落葉量は4.2ton/ha¹⁷⁾となり、本調査で推定した新葉量と近い値が得られている。外国から導入され造林されたストローブマツ林、テーダマツ林、スラッシュマツ林の新葉量がいずれの調査においても、在来種であるクロマツ林やアカマツ林より多く、さらに多くの樹種で推定されている在来種の新葉量より多いことは非常に興味ある事実である。伐倒調査と同時に林床のストローブマツの針葉の堆積量を調査したところhaあたり6.3±0.7tonであった。テーダマツでは上賀茂試験地⁵⁾、白浜試験地²⁾ともにはほぼ落葉量の2年分が堆積していた。植生がほとんどゼロになるほどに林冠がうっ閉したストローブマツ林では落葉の2年分は堆積せず、分解は比較的早いようである。同林分の落葉量調査¹⁷⁾では、1988年および1989年の2年分の落葉量は8.6ton/ha(3.8+4.8ton/ha)で、6.3ton/haは、1988年の落葉量の約60%が分解したことになる。

層別に調査された資料より、幹、枝、葉の林分の平均的な垂直構成を生産構造図として図-11に示した。下層被圧木を除けば、8.3mまで枝は枯れ上がっていた。葉をもっとも多く展開していたのは上から6層目で、3~7層の5m幅の樹冠に針葉の大部分が展開している。

5. 林分の成長

葉量に対する成長量の関係は、成長量に幹成長量を用いて求められている。両者の関係は、ある程度のバラツキを認めながらもいろいろな樹種で比例の関係が得られている。ストローブマツも同様にして、葉量と最近1年間の幹成長量の関係を求めると図-12のようになる。葉量が2kgより少ない個体は下限に、多い個体は中程~上限にバラツク傾向がみられる。このような傾向はスラッシュマツ⁶⁾、テーダマツ⁵⁾でもみられ、林冠の上層に葉を展開して十分に陽光を受けている個体と、下層

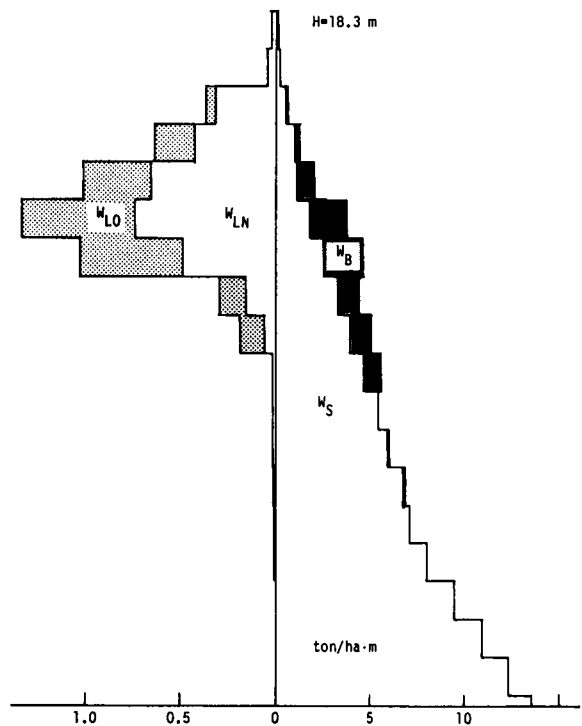


図-11 ストローブマツ林の生産構造図

に生育して被圧されていたものとの差が現われたものと思われる。林分の平均的な値として図-12における上限、下限の中間の値を求めると、葉量1kgあたり幹生産量は0.82kgとなる。上層木だけでは幹生産量は1.1kgとなる。このストロブマツ林の値は、熊本の壮齢テーダマツ林¹⁶⁾(0.82kg)に相当し、上賀茂試験地のテーダマツ⁵⁾(0.98kg)、スラッシュマツ⁶⁾(1.2kg)より小さい。葉の能率としてはストロブマツがもっとも悪い結果となった。

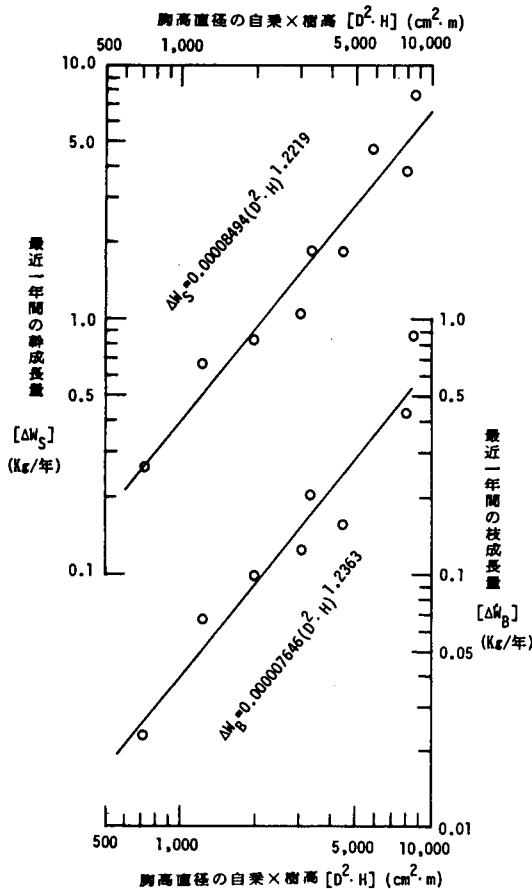


図-13 ストロブマツの胸高直径の自乗×樹高と最近1年間の幹および枝の成長量の相対成長関係

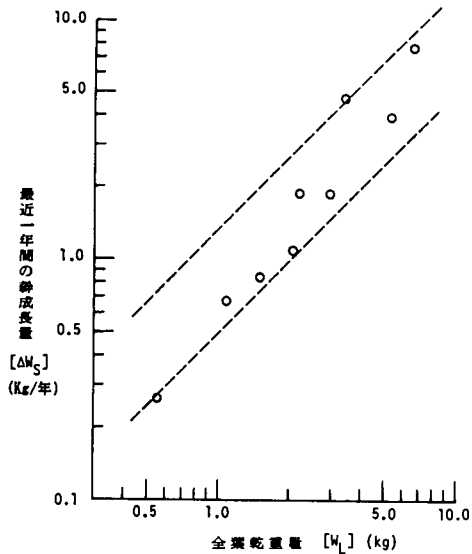


図-12 ストロブマツの全葉量と最近1年間の幹成長量の関係

調査林分の最近1年間の地上部成長量をつぎのようにして求めた。調査木の幹重量および樹幹解析により求められた幹材積により、最近1年間の幹成長量(ΔW_S)を計算により求め、 $D^2 \cdot H$ に対する相対成長関係(図-13)より、林分の最近1年間の幹成長量を推定した。枝成長量は、枝解析を行っていないので、スラッシュマツ⁶⁾やテーダマツ⁵⁾と同様に、各調査木の枝量を基に、各個体別に、枝の成長も幹のそれに準ずるものとして、幹量とその最近1年間の成長量との比を用いて、枝成長量を計算した。 $D^2 \cdot H$ に対する計算された枝成長量(ΔW_B)との相対成長関係(図-13)より、林分の枝成長量を推定した。 $D^2 \cdot H$ に対する幹および枝の最近1年間の成長量との関係式は、

$$\text{幹成長量 } \Delta W_S = 0.0008494(D^2 \cdot H)^{1.2219} \quad \dots\dots (9)$$

$$\text{枝成長量 } \Delta W_B = 0.00007646(D^2 \cdot H)^{1.2363} \quad \dots\dots (10)$$

のように近似された。

推定された林分の幹および枝の年間成長量に新葉量を加えると、ストロブマツ林のhaあたり最近1年間の地上部成長量は10.7tonとなった(表-4)。この値は前年調査した上賀茂試験地のテーダマツ林⁵⁾とほぼ同じで、スラッシュマツ林⁶⁾と比較してはるかに少ない値となった。

た。テーダマツ林と比較して、外観的には本調査のストロブマツ林が成長がよいようにみえる。幹重量成長量で似た値が得られたことは前述のように、ストロブマツはテーダマツに比べて比重が約75%と軽く、材積を考えればストロブマツ林の成長がよいことになり、外観的にあらわれているのであろう。

表-4 ストロブマツ林の年間地上部成長量

幹 成 長 量	$[\Delta W_S](\text{ton/ha})$	6.137
枝 成 長 量	$[\Delta W_B](\text{ton/ha})$	0.630
葉 成 長 量	$[\Delta W_L](\text{ton/ha})$	3.943
地 上 部 成 長 量	$[\Delta W_T](\text{ton/ha})$	10.710

あ と が き

上賀茂試験地においては、これまでの調査結果から林齢30年程度では、もっとも成長のよいのはスラッシュマツで、本調査のストロブマツが次位、テーダマツの順となる。ストロブマツの天然分布の中心から相当に緯度が南にある京都で、ストロブマツが本調査のように生育したことは、北海道から中部地域までという我が国におけるこれまでの造林への意識を少し変えなければならなくなるかも知れない。造林後27年、現在のところとくに病虫害を受けずに生育しているが、今後の生育の推移を確認する必要はあろう。良好な生育を続けることを期待したい。

引 用 文 献

- 1) Critchfield, W. B. & E. L. Little, Jr.: Geographic Distribution of the Pines of world. Misc. Publ. 991, 96pp, U. S. D. A. For. Ser. Washington, D. C., 1966
- 2) 赤井龍男・古野東洲・上田晋之助・佐野宗一: テーダマツ幼齢林の物質生産機構. 京大演報 40. 26~49, 1968
- 3) 古野東洲・上田晋之助: スラッシュマツ幼齢林の物質生産機構. 京大演報 41. 56~79, 1970
- 4) 古野東洲: ストロブマツの生育におよぼす摘葉の影響. 京大演報 47. 1~14, 1975
- 5) 上賀茂試験地マツ属研究グループ: テーダマツ林の成長と現存量. 京大演集報 20. 88~99, 1990
- 6) —————: スラッシュマツ林の成長と現存量. 京大演集報 19. 36~48, 1990
- 7) 菅 誠: 人工一斉林分密度に関する生態的研究(京大農学博士論文). 1967
- 8) 柴田正善・古野東洲: 和歌山演習林におけるスギ、ヒノキの立木幹材積表. 京大演集報 11. 69~77, 1968
- 9) 斉藤秀樹: 綿向山山麓にあるヒノキ林の10年間の物質生産. 日生態会誌 32. 77~98, 1982
- 10) 古野東洲: 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. 京大演報 42. 128~142, 1971
- 11) 柴田正善: 和歌山演習林におけるモミ, ツガの立木幹材積表. 京大演集報 10. 127~134, 1972
- 12) 古野東洲・上西貞兼・上西謙次: 和歌山演習林におけるモミ, ツガ林の生産力調査 第5報 モミ, ツガ林の地上部現存量とリター量. 京大演報 51. 58~70, 1979
- 13) 赤井龍男・古野東洲・上田晋之助: ストロブマツ幼齢林の物質生産機構. 京大演報 42. 143~162, 1971

- 14) 諸戸清一：ストロブマツの立木材積表. 北方林業 10. 332～333, 1958
- 15) 古野東洲：マツ属針葉の着業年について. 日林関西支講 23. 60～61, 1972
- 16) 赤井龍男・上田晋之助・古野東洲・斉藤秀樹：テードマツ壮齡林の物質生産機構. 京大演報 43. 85～105, 1972
- 17) 古野東洲：ストロブマツ林のリターフォール. (未発表)
- 18) ———：和歌山演習林におけるモミ，ツガ林の生産力調査. 第8報 13年間のリターフォールについて. 京大演報 58. 35～50, 1986