

粗放仕立てのスギ壮齡林分の構造と生長

赤井 龍男・吉村健次郎・本城 尚正*

Structure and Growth of Sugi (*Cryptomeria japonica*) Thrifty Stand with Extensive Tending

Tatsuo AKAI, Kenjiro YOSHIMURA and Takaaki HONJYO*

要 旨

一般に、日本における有用針葉樹の皆伐施業による造林は、自然環境や生産目標が各地域で異なるにもかかわらず、画一的でしかも集約な育林技術体系によって行われている。しかし悪化する経営条件を改善し、林地を保全するには、粗放な技術体系をも確立させる必要がある。本報告はこのような主旨から、1986年1月、高槻市北方郊外の榎田地区に存在する粗放仕立てによって成林した40年生スギ林の構造と生産力を解析したものである。

調査林分は第二次大戦直後にスギを造林した後、下刈り、除伐等の保育はほとんど行われなかったため、全層にスギが多数成立するほか、上層に天然生のアカマツを、中、下層にヒノキ、広葉樹を混交する複層林である。上層の樹冠密度は大きい、林内の平均相対照度は約2.8%で比較的明るかった。樹幹解析からもとめた樹高生長（資料木A～Dは1987年1月測定）から判断すると、優勢木の生長は劣勢木より著しく良好で、年平均樹高生長量は40cm以上もあった。また下層には造林後天然更新したスギが成立している。したがって本林分のスギは耐陰性の高い系統のように思われる。胸高直径と樹高の本数分布はほぼL型で、柱適寸（16 cm）以上のスギは300本/haほどである。

スギ上層木の H/D は80～70（同単位）で、スギ保育林分とほぼ同様である。 D^2H に対する V_s の相対生長関係からみると、上層木のスギはうらごけの傾向がある。全層の立木本数は極めて多く（約4,000本/ha）、胸高直径と樹高の平均値は小さいが、上層木のみでは他の林分と比較し地位下程度の値となっている。林分材積は上層木のみで合計で、 $310 \text{ m}^3/\text{ha}$ 以上もあるが、そのうちスギは約40%であり、アカマツの占める割合が多い。なおヒノキと広葉樹の林分材積は著しく少ない。これに反し林分の冬期における全葉量はスギ単純林と類似するが、相対的にスギの葉量の比率は高い。以上のことからアカマツのぬき伐りによってスギの生産量を高めることは可能であり、粗放な育林法も一つの施業技術となりえよう。

は じ め に

気候、地形等日本の自然環境は多様であり、また社会条件も地域によって異なるが、一般の有

* 京都府立大学農学部

用針葉樹の皆伐一斉造林による施業法は、高品質材や一般用材等その生産目標の違いにかかわらず、枝打ち等の部分技術のほかはほとんど画一的あるいは標準化された育林、保育体系によって行われている。しかもその技術体系は潔癖な地ごしらえ（整地）、整一な植付け、頻繁な下刈り（除草）、間引きと組立てられており、単年度収穫の集約な農業技術体系の模倣と思われるものである¹⁾。またこのような単純一斉林施業による地力低下、環境悪化は多くの指摘^{2~5)}がなされているように各地で確実に進行しているはずである。

一方、現今の日本の林業環境は、木材需要の低迷、円高、外材の圧迫、人件費の上昇等により極めて厳しい状態^{6,7)}にあるが、このような自由市場下においてすでに恒常化した林業不況を打開する一つの道は、市場原理からみて品質と低価格で外材との国際競争力をもちうる生産技術を開発することであろう。特に伐出、育林等の生産コストの低減は緊急かつ重要な課題である。しかしわが国のような急峻な地形条件での伐出コストの引下げには林道等への膨大な資金投入が必要であり自ら限度もあろう。また一方、前述のような画一的で集約な育林法は、高度成長期における価格昂騰、低賃金に支えられた技術体系として対応できたものであるが、厳しい現状に対してはすでに硬直化し、他にとるべき手段のないまま造林、保育の放棄という事態も起りつつある。

したがって今後は収益性の見込みのある地利条件での高品質材生産はすでに確立している集約な技術体系を推進するとしても、並材、大径材、天然生木の生産あるいは地利条件にめぐまれない林地での森林造成には、粗放な育林技術の体系を開発しそれが適用できるよう早急に対策を講ずる必要があろう。最近これら低コスト育林あるいは粗放林業に関する論議が盛んになりつつある^{1,8~11)}が、技術の具体論は少ない。すなわち粗放技術の体系は、情報不足に基づく労働多投下があるとか、他の効果的な手段におきかえられる場合に効果を発揮する部分技術の手抜き、省力とは異なり、生産条件や目標を明らかにして組立てるべきであるが、まだ普遍的技術として確立されていないからである。しかしここ数年間、筆者らが解析した混交複層林^{12~16)}の造成法や下刈りを省いた造林木の生長^{17,18)}等の報告は、その足がかりになるものと考えている。

本研究は上述のような現状を踏まえ、第二次大戦終了直後に植栽された後、ほとんど無手入れのままで成林しためずらしいスギ壮齡林分の構造と生長量等を解析したものであるが、今後の合自然的森林施業すなわち一般並材を生産目標とする粗放な育林技術体系の確立のための基礎資料として役立てば幸いである。なお本研究は60年度文部省科学研究費総合研究(A)の助成のもとに行われた。また現地調査にあたっては高槻市榎田森林組合長古畑貞司氏および森林所有者古畑憲一氏の協力があった。本報告をとりまとめるにあたり上記関係各位に深く感謝の意を表したい。

1. 調査地の自然的、社会的環境

調査地は高槻市の中心から北方約16kmに位置する榎田地区（旧榎田村）中畑の民有林で、田畑が介在する里山の一つである。調査林分の全面積は1 ha 弱、標高は約360m、傾斜36°前後、方位は西北西で林分の下部は林道に接している。なお土壌は B_D 型である。

本地区全域の自然的、社会的環境についての詳細はすでに報告¹⁶⁾したが、その中本報告の論議に関係する主な特徴をあげておく。調査地点の平均気温は14℃前後、年降水量は1,600mm～1,800mm程度である。気候帯は暖温帯に属し、潜在自然植生はシキミモミ群集にあたると思われる。しかし地区内の神社の森等を除き現存の自然植生は、クヌギコナラ群集かコバノミツバツツジアカマツ群集となっている。これはかなり古くから薪炭生産のための伐採が繰返された結果であると考えられる。

榎田地区の林野率は90%（1,600 ha）におよぶが、スギ、ヒノキの人工林率は約29%で比較的

低く、スギとかヒノキを混交した林分を含む天然生のアカマツ林が約46%、残りは広葉樹林である。このアカマツ林の約70%（ほぼ500 ha）はスギやヒノキの階層混交した複層林である。またその中、スギの約21%、ヒノキの約30%は植栽されたものであるが、両樹種とも天然更新によって成立したものが多くいようである。

一方本地区では“立て木”による仕立て方が多く、多様な混交複層林がみられる¹⁰⁾。アンケート調査の結果によると、天然生のスギについては前回の伐採時小さいものを大事に残した林分と、大きいものを後の楽しみにいくらか伐り残した林分等に分けられる。また植栽したスギの混交複層林については、アカマツ林の中に植栽したが生長が遅いので伐り残したものの、もともとスギの造林地であったが、手入れ不足のためアカマツや広葉樹が侵入してきたので、それらと生長の良いスギを伐採し他は残したものの、あるいは逆に後の楽しみに大きいスギを“立て木”として残し他は伐採後放置したもの等がある。これらはその目的や取扱い方が種々異なるが、いずれも保残木として一部を伐り残す“立て木”によって仕立てられたものであるといえよう。

このように本地区の森林、林業の大きな特徴としては、自然的条件からはスギやヒノキの天然更新が比較的容易で、天然生林が多いこと、社会的環境からは古くから京都、大阪という燃料材の大消費地をひかえて薪炭生産が盛んであったこと、また天然生のスギ、ヒノキの用材を“立て木”法によって生産していたこと等があげられよう。しかし前述のように“立て木”による仕立て方法は、現在まとまった施業技術体系として普及、確立しているようには思えない。むしろ衰退の傾向がみられる。今回の調査林分は標準的な育林法からみれば極めて手入れの悪いスギ人工林であるが、“立て木”法により伐採、収穫される直前の貴重な一つの教材的な林分であるといえる。

2. 調査方法

対象林分のほぼ中央付近に、斜面方向に10m、水平方向に40mのベルト状の調査枠を設け、全立木の樹高、胸高直径（樹高2m以上）、成立位置および樹冠の占有状態を測定し、平面的、垂直的構造を解析する一方、林分の諸量をもとめた。また各樹高階からスギの代表的資料木6本を伐倒し、樹幹析解のほか階層別に幹、枝、葉の重量測定を行った。なお下層植生については種の出現頻度を調べた。これらの調査のほとんどは1986年1月に行ったが、伐倒資料木のA～Dについては翌年の1月に調査した。さらに1986年9月中旬、調査ベルト内においてミノルタデジタル照度計（T-1型）を用いた照度積分法によって林内照度を測定し、相対照度をもとめた。

3. 林分の生長経過と構造

1) 林分の成立経過と平面的、垂直的構造

本調査林分は、所有者の話から推察すると、第二次大戦直後にスギを植栽した後、戦後の混乱もあって下刈り等の手入れは全く行われずに放置されたまま成林したようである。

Fig.1の下図は幅4m、水平方向に長さ20mのベルト内、上図は斜面方向のベルト内（10～20mは調査枠外）における階層構造を示したものである。図から認められるように、最上層にアカマツ（*Pinus densiflora*）を、中、下層にヒノキ（*Chamaecyparis obtusa*）を、中層にクリ（*Castanea crenata*）を少し混交するものの、上層から下層までスギ（*Cryptomeria japonica*）が連続層的に成立し、複層林型を示している。しかし調査枠外の斜面上部付近の生長はあまり良くない。

一方樹高1m以下の最下層には、Fig.1に一部の下層植生を示したが、ヒサカキ（*Eurya japonica*）、ヒイラギ（*Osmanthus heterophyllus*）、アセビ（*Pieris japonica*）、ソヨゴ（*Ilex pedun-*

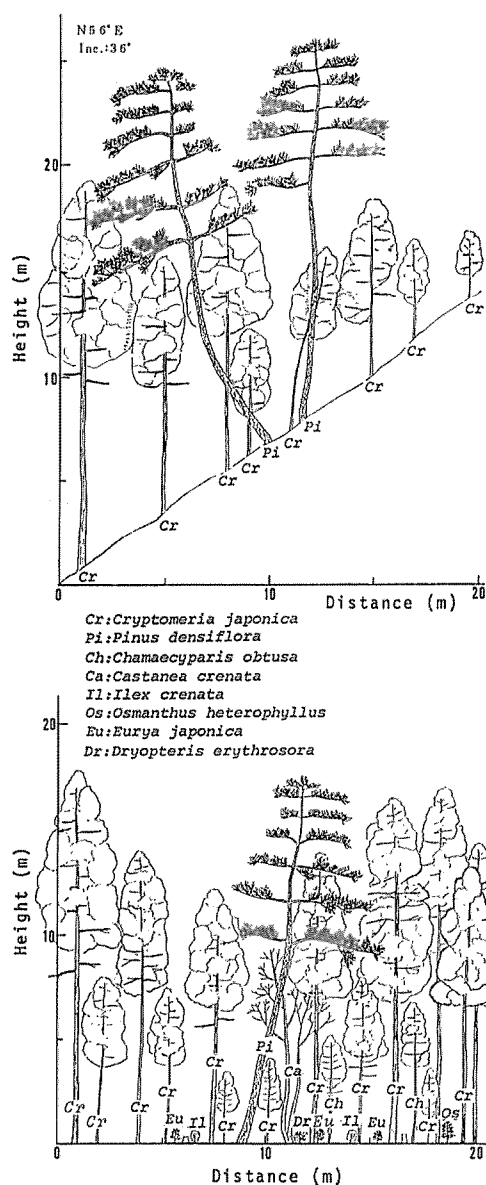


Fig. 1 Stratification of research stand

下層木のうちNo. 3は15年生から25年生までの間、相対的に成長率を高めたが、初期の生長が著しく低かったため40年間に5 m程度しか生長していない。同じ下層木でもCは30年生、Dは21年生で、植栽後補植と樹下植栽されていないということから、これらは前述のように本地区の各所でみられるような天然生のスギと同様¹⁶⁾周辺林地からの種子の飛散によって天然更新したものである。これら下層木は、人工、天然生のいずれも比較的暗い林内において僅かずつではあるが伸長生長を続けている。このような複層林型の林分内の更新や下層木の生長状態から判断すると、本調査地のスギは比較的耐陰性の高い系統のように思われる。

3) 直径と樹高の本数分布

調査ベルト内における下層植生を除く全立木の胸高直径と樹高の ha あたりの本数分布はFig.4

culosa), ヤブツバキ (*Camellia japonica*), イヌツゲ (*Ilex crenata*) 等の常緑広葉樹とヤマウルシ (*Rhus trichocarpa*), タカノツメ (*Evodiopanax innovans*), ネジキ (*Lyonia elliptica*), カクミノスノキ (*Vaccinium hirtum*) 等の落葉広葉樹が散生している。

調査ベルト内の上, 中層木の樹幹の位置(分散構造)と樹冠の投影図を Fig.2 に示した。スギは全域にわたりランダムに分布しているが, 他の樹種の分布は集中的である。一方, アカマツは樹冠面積が大きくまた陽性種でもあるので, スギとの分布相関は共存的傾向がみられる。

以上のような林分の構造から判断すると, 標準的な保育を目的とした作業は行っていないとしても, 植栽後10数年の間に, いわゆる雑木が燃料材として多少ぬき伐りされた可能性があるように思われる。

2) スギの樹高生長の経過

樹幹解析からもとめた樹高の生長経過は Fig. 3 のようであった。資料木A~DはNo. 1, 2より1年遅く解析したものであるので, 1986年1月現在の生長状態で比較することにするが, 上層木のA, Bは植栽直後から順調に生長し, 特に20年生頃からは急速に樹高生長を促進したようで, 40年を経過した現在の樹高は15~17mに達している。

これに対しNo. 1は20年生までと最近10年間の生長が悪く, 現在10m程度の中層木である。しかしなお生長を継続しているので, 上層木の側圧から解放されれば比較的早期に生長を回復する可能性はある。

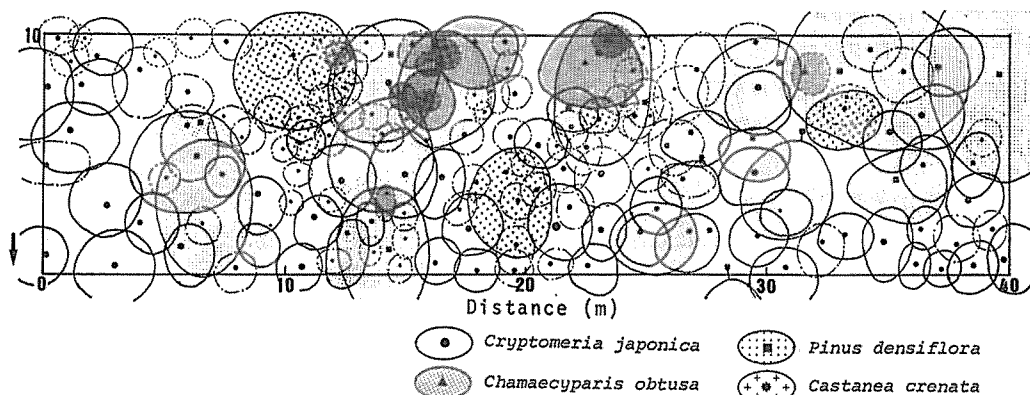


Fig. 2 Crown shaded area and distributional structure of each tree of upper and middle stratum in research stand

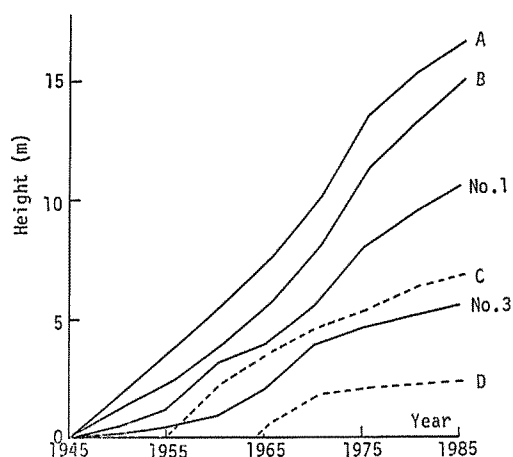


Fig. 3 Process of height growth by stem analysis of sample trees

のようであった。スギの直径分布はほぼL型で、大きいものは26cmに達するが、柱材適寸以上のスギは ha あたり300本ほどである。アカマツはすべて16cm以上で30cmを超える大径木も成立している。ヒノキは中径木と小径木、クリは中径木のみであるが、各径級に占める比率は小さい。

スギの樹高分布は図から認められるように、正規型ではなく、ひずみの比較的小さいL型を示している。そして樹高階の幅は2 mから18mまでであり、保育の行きとどいた一般スギ林に比較して著しく大きく、択伐林型のような構造を示している。樹高14m以上の上層木のみで ha あたり500本を超え、最高は18mに達し、年平均樹高生長量は40cm前後もある。

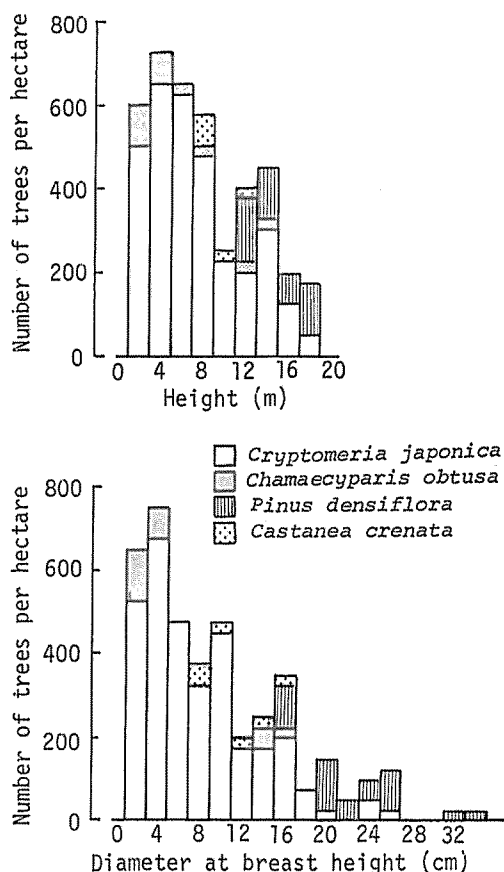


Fig. 4 Distribution of diameter and height of each tree in research stand

アカマツは上層のみであるが、中層にはヒノキとクリが、下層にはヒノキが成立している。これらはすべて植栽後に天然更新したものであるが、前述のように下層のスギの中には天然生木も混在している。このように植栽後ほとんど手入れをしないままで複層林型のスギ林分が成立したのは、アカマツの混交によって林内の照度を純林状のスギ林より高めたことが大きな原因であったと考えられる。

4) 林内の光環境

調査ベルト内における地床上1.3m高における平均相対照度（9月中旬測定、林外照度78,000 lux）は約2.8%であった。林内の光環境については種々の測定法^{19,20,21)}があり、また測定法のほか測定の季節、林分の構造等により林内相対照度の値は異なるが、スギ複層林の値^{22,23)}と比較すると、本林分の相対照度は多少低いようである。しかし本地区のアカマツ、ヒノキ混交複層林より明るく、また天然生のスギ、ヒノキ、アカマツ、広葉樹混交複層林の値とほぼ類似している¹⁰⁾。前述のように本林分にはスギの下層木が多数成立しているが、これはアカマツの混交によって林内の相対照度がこれ以上低くならず、この系統のスギの生存を可能にしているためであろう。

4. 単木の形状

1) 各部分の相対生長関係

林分を構成する単木の形状は樹体各部分の相対的な大きさ、すなわち相対生長関係を調べることによってある程度認識できる。Fig. 5は各階層を代表するスギの伐倒木と測高器により樹高測定したスギおよびアカマツ資料木の樹高（H）と胸高直径（D）の関係を示したもので、曲線は

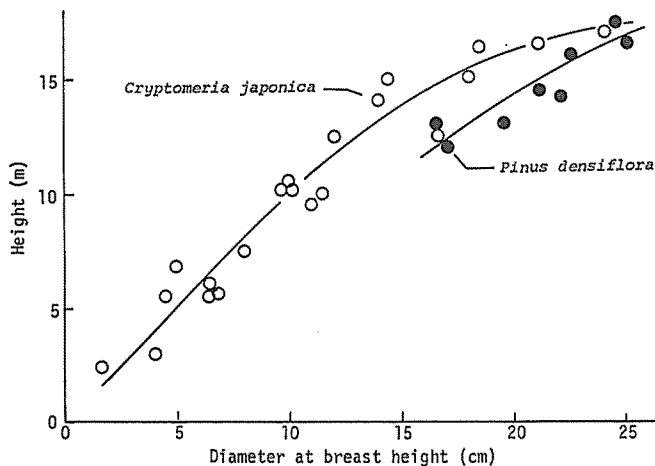


Fig. 5 Allometric relation between height and diameter at breast of *Cryptomeria japonica* and *Pinus densiflora*

フリーハンドによって画いた。

スギの場合、樹高10m以下の中、下層木のH/D(形状比)は同単位でほぼ100を示し、一般の単層林や択伐林の中層木と類似しているが、15m以上の上層木のH/Dは80~70となり、間伐の行きとどいたスギ一斉林や択伐林の上層木と同様の形状を示している^{24, 25)}。このように無間伐の林分であるのにH/Dの値が比較的小さいのは、陽性種のアカマツが混交している結果、肥大生長があまり抑制されない

ためと考えられる。

一方、上層にのみ成立するアカマツのH/Dは70程度で、京都、大阪付近にみられるアカマツ林あるいは他樹種との混交複層林における値とほぼ同じである^{14,15)}。

スギの伐倒資料木の樹幹解析および層別刈取りからもとめた D^2H ($\text{cm}^2 \cdot \text{m}$)に対する各部分の相対生長関係は以下のようなものである。まず D^2H と幹材積(V_s , m^3)の相対生長関係はFig. 6のようで、相対生長式の指数は0.8684と計算された。この値は一般のスギ人工単層林あるいは択

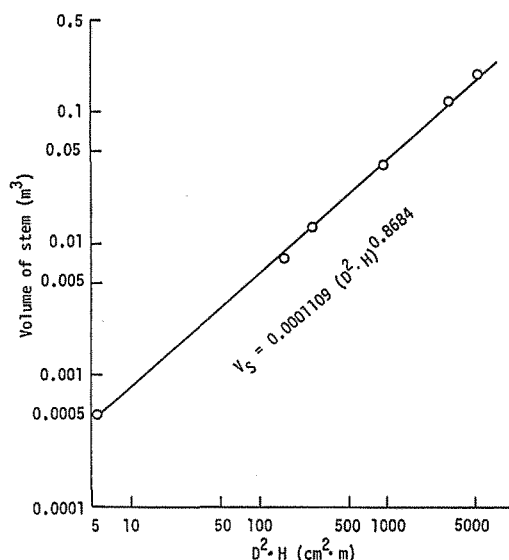


Fig. 6 Allometric relation between stem volume (V_s) and D^2H (square of diameter at breast height • height) of sample trees of *C. japonica*

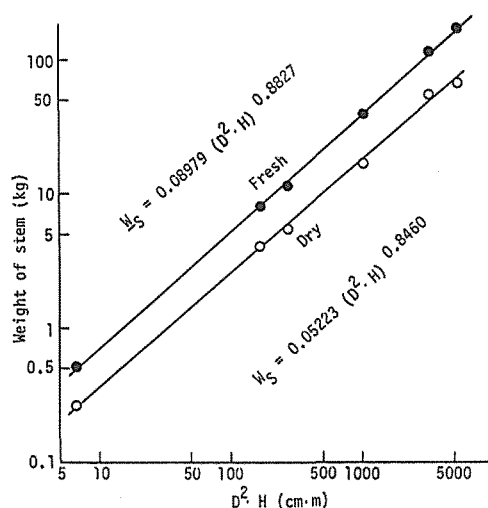


Fig. 7 Allometric relations between stem weight (W_s ; dry weight, $\underline{W}_s$; fresh weight) and D^2H of *C. japonica*

伐林における指数^{26, 27, 28, 29)}より多少小さく、うらごけ的傾向を示しているが、18年生のタテヤマスギ実生林の値³⁰⁾と類似している。これらの指数値は林分の取扱い方等によって当然異なるが、耐陰性の高いタテヤマスギとほぼ同じであることは、本調査林分のスギの系統上の特性として興味がある。しかし本調査林分はアカマツ等の混交した特殊な林分であり、資料数も少ないので、この指数値の特性についてはさらに検討する必要がある。

各部分重に対する相対生長関係のうち、幹の生重 ($\underline{W}_s$) と乾重 (W_s) の D^2H に対する関係は Fig. 7 のようであった。資料数は少ないが幹材積同様比較的ばらつきが小さく、相対生長式の適合性はよい。幹乾重に対する相対生長式の指数も幹材積の場合と同様に小さい傾向³⁰⁾が認められるが、乾重に対し生重の指数はいくらか大きい。これは含水量の違いによるもので、冬期は大きい個体ほど含水率が大きく、60%を超えるものもあった。

枝乾重 (W_B) と D^2H の相対生長関係は Fig. 8 に示したようにならつきがある。これに対し葉乾重 (W_L) の場合は Fig. 9 のように、相対生長式の適合性は比較的よい。しかし両式の指数は W_s に対する相対生長式に換算してみても相対的に小さい傾向がある^{30, 31)}。これは中、下層の小さい個体でも幹量に対し相対的に枝葉量が多いことを意味している。このような傾向はアカマツとの混交林に特徴付けられるものかも知れないが、京都周辺で本林分と類似した階層構造をもつヒノキ・アカマツ混交複層林中のヒノキの相

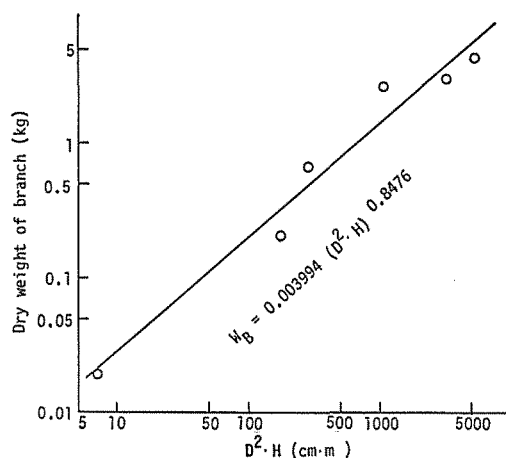


Fig. 8 Allometric relation between branch dry weight (W_B) and D^2H of *C. japonica*

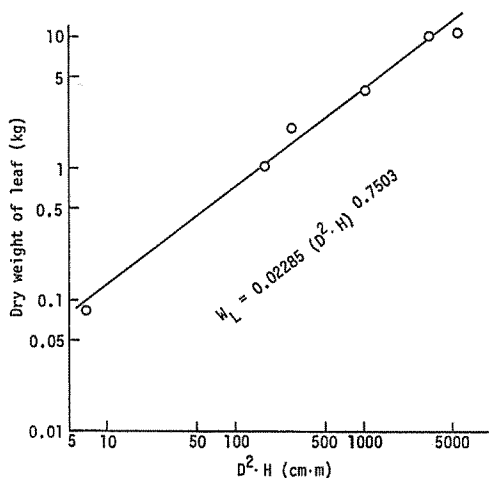


Fig. 9 Allometric relation between leaf dry weight (W_L) and D^2H of *C. japonica*

対生長式の指数¹⁵⁾は、 D^2H に換算し幹、枝、葉のいずれも0.94~0.99の範囲にあることから、耐陰性に特性のあるスギの一つの系統の可能性もあろう。

2) スギの樹体各部分の垂直的配分

伐倒資料木4本の層別刈取りからもとめた各個体の幹(S)、枝(B)、葉(L)乾重の垂直的配分はFig.10のようであった。一般にはこのような資料をもとに林分の生産構造図を画くのであるが、本調査林分は前述のよう

にスギは択伐林型のな階層構造を示しているので、ここでは特に個体の葉の着生状態について検討してみよう。図から認められるように、上層の資料木Aは樹高の約2/3、Bは1/2まで着葉し、それぞれの生枝下高は5.6m、7.9mで、スギの単層林や複層林^{25,32)}の事例よりかなり下層にまで葉を着生している傾向がある。このことが D^2H とVの相対生長式の指数を小さくし、うらごけ的傾向を示す要因になっているかどうか、これだけの資料では判断できない。一方、中、下層の資料木C、Dは、Fig.9で認められるように着葉量は相対的に多いものの、着葉層は上層に偏る傾向がある。

このような着葉層の構造と $V-D^2H$ 関係のような幹の形質あるいは個体の生長との関係は、本林分のような粗放仕立てによる林分の適切な施業指針をもとめるためにも、さらに解析を進める必要がある。

5. 林分の平均的大きさと現存量

調査ベルト内の毎木調査結果からもとめた胸高直径、樹高の平均値とhaあたりの成立本数、胸高断面積合計および前述の相対生長関係式から推定した各部分の林分現存量はTable 1のようであった。それぞれの値は樹種別に示してあるが、上段は全層にわたる全立木を、下段は中層

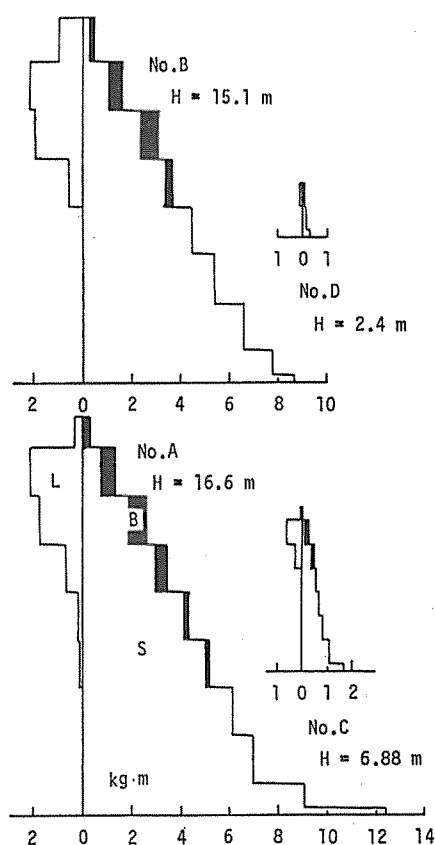


Fig. 10 Vertical distributions of stem(S), branch(B) and leaf(L) dry weight of sample trees in Kg per m

Table 1. Mean value and biomass of research stand

Species	Mean diameter (cm)	Mean height (m)	Density (no./ha)	Basal area (m ² /ha)	Stem volume (m ³ /ha)	Stem dry weight (ton/ha)	Branch dry weight (ton/ha)	Leaf dry weight (ton/ha)
Whole stratum								
<i>Cryptomeria japonica</i>	8.1	7.6	3,180	23.3	142.7	56.4	4.4	11.8
<i>Pinus densiflora</i>	22.7	15.1	475	20.1	175.7	84.3	4.4	8.1
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	6.3	5.6	275	1.4	8.5	3.9	0.4	0.4
<i>Castanea crenata</i>	11.7	9.4	150	1.7	7.5	—	—	0
Total			4,080	46.5	334.4	(144.6)	(9.2)	20.3
Upper stratum								
<i>Cryptomeria japonica</i>	14.0	12.3	1,130	18.7	122.9	48.1	3.7	9.6
<i>Pinus densiflora</i>	22.7	15.1	475	20.1	175.7	84.3	4.4	8.1
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	14.5	11.3	75	1.2	8.0	3.7	0.4	0.4
<i>Castanea crenata</i>	13.0	9.8	100	1.4	6.5	—	—	0
Total			1,780	41.4	313.1	(136.1)	(8.5)	18.1

() : Exclude *Castanea crenata*

木の一部を含む胸高直径10cm以上の上層木のみを対象としてまとめたものである。なおスギ以外の樹種のうち、ヒノキとアカマツの現存量は京都大学上賀茂試験地における天然生アカマツ、ヒノキ混交林の解析からもとめられた相対生長式¹⁵⁾を、クリの幹材積は林野庁の立木幹材積表(西日本編)を用いて推定した。したがってスギ以外の樹種の現存量については多少の誤差があらう。

Table 1 から認められるように、全立木本数は ha あたり 4,000 本以上で、そのうちスギが約 3,200 本を占め、40 年生のスギ造林地としては著しく多い本数である。これは林分の生長経過と構造で述べたように、天然更新木を含む小径の下層木が多いためである。その結果、スギの全立木の平均直径や平均樹高は当然小さい値となっている。スギの胸高断面積合計は約 23m² で、ほぼ同齢の他地域のスギ単層林³³⁾や複層林^{29,34)}に比較して少ないが、他樹種も含む全立木では若干多い傾向がある。

全層のスギの林分材積は ha あたり約 143m³で、これも他地域における壮齢のスギ単層林³³⁾や複層林^{25,34,35)}より少ない。しかしアカマツは、立木本数ではスギの約15%であるに反し、幹材積では逆に23%ほど多く、そのため全立木の林分材積は 330m³/ha 以上となり、同齢の上記のスギ人工林と大きな差はない。このようなスギとアカマツあるいは他樹種と混交した複層林型の調査例は近畿地方にほとんどないので、アカマツ林下に植栽した40年生前後のスギ二段林として成林した山武林業地と小岩井農場の事例³²⁾と比較してみると、本調査林分の幹材積は全立木の合計でも、スギのみでもあまり違いはない。

一方上層木のみについてこれらの値を検討してみると、スギの立木本数は 1,200 本/ha、平均胸高直径は約14cm、平均樹高は約12mで、特に前述の優勢木の生長も合せて考慮すれば、当地域の保育された同齢のスギ林分の地位下と同程度の生長をしているようである。しかし上層木の材積はスギとヒノキを合せても ha あたり130m³ 余で相対的に多いとはいえない^{32,33)}。これに反しアカマツは上層木のみで、その材積もスギ、ヒノキの 1.3 倍以上に達しているので、林業経営上スギの林分材積をより多くしようとするなら、少し早い時期にアカマツの除間伐を適量行えばよからう。また今後収穫の対象となる上層のスギやアカマツを択伐的に伐採し、伐期を延長しよ

うとするなら、アカマツの伐採量を多くすることによって、残存のスギの生長を促進し、立木材積を高めることができよう。

調査林分内の乾重現存量は Table 1 に示したようであるが、このうち幹と枝量については適用すべき資料のないクリを除く針葉樹のみについて示した。幹乾重の値は林分材積と同様の傾向にあるが、枝乾重は近畿地方に成立するアカマツ・ヒノキ混交林の事例よりいくらか少ない傾向がみられる^{15,32,36)}。

Table 1 に示した葉乾重は、本調査が冬期に行ったもので、落葉樹のクリに葉がなく、また他の針葉樹も着葉量のもっとも少ない時期であったことから、最小の林分葉量と考えられる。これを只木のまとめた全国のスギ林分の葉量 $19.6 \pm 4.4 \text{ ton/ha}$ ³⁷⁾ と比較すると、全層のスギの合計値でもかなり少ないが、アカマツとヒノキを合せるとほぼ近似した葉量となる。一方赤井ら¹⁵⁾、鈴木ら³²⁾、河原ら³⁶⁾が調べたアカマツ・ヒノキ混交林の林分葉量より著しく多い傾向を示している。

前述のように本調査林分では、アカマツは全層でも上層でもスギより立木本数は少ないのに幹材積、幹乾重は多い。しかし Table 1 から明らかなように葉乾重についてはアカマツの方が少ない。これは他林分の相対生長式によりアカマツの葉量を推定したことに多少問題があると考えられる。しかし完全に二段林型を示すアカマツ・ヒノキ混交複層林¹⁴⁾とは異なり、アカマツとヒノキが上層木として混交する林分^{12,15)}では、他樹種の側圧によってアカマツ樹冠の拡張は制約されることが多く、本調査林分の階層構造は後者に類似するので、このような林分の資料からの推定法に大きな誤りがあるとは考えにくい。ただここでは本林分のアカマツの葉量はあくまで暫定的な試算値としておきたい。

いずれにしてもスギの林分生産量をより促進させるためには、アカマツの葉量を少なくし、スギの葉量を増加させるようなアカマツのぬき伐りが必要である。しかし現在本地区でもマツ枯れが進行しつつあるので、自動的にアカマツが減少しスギの生長を助けることになろう。したがって今回調査解析した粗放仕立てのスギ林分でも、その生産力は一般の集約な技術によって育てられた林分に対し著しく劣っているといえないであろう。

お わ り に

第二次大戦後強力に推進された拡大造林による林種転換は、森林の遷移からみて農業の土地改良に相当し、多くは異郷土樹種を生産しようとするのであるから労働多投資を強いられよう。今回調査した森林は、“ほっとけ造林”的に植栽後ほとんど手入れをせず成林したものであるが、前述の解析結果からみても、並材程度の価値のあるスギをもつ林分に育ち、そこそこの収入は確保できるようになったと判断される。これはスギが自生種として成立可能な環境の林地であったことがもっとも大きな要因であったものと考えられる。すなわち粗放な育林技術の体系は環境に適合したまさに合自然的林業であるといえよう。このことを忘れて適用を誤ると、林業の目的から大きく逸脱することになろう。本研究においては林分の構造と生長等生物学的な側面からの解析に主体をおいたが、今後は林地保全と林業経営の立場からの解析を加え、さらに粗放な育林法によって生産される木材が自由市場の中でどのような価格競争力をもつか検討をする必要がある。そしていくらかでも価値が認められるようなら、始めて粗放林業すなわち合自然的林業が日本の林業技術の一つとして地位を与えることになると思っている。

引用文献

- 1) 赤井龍男：日本の林業技術は先進的か—森林造成の方法と考え方をめぐって—, 山林, 1234, 14~20, 1987
- 2) 赤井龍男・吉村健次郎他：尾鷲地方 ヒノキ林の 保育過程 における 林地保全 (I) (II), 日林論, 91, 303~306, 1980
- 3) 赤井龍男・吉村健次郎・片桐成夫・上田晋之助他：人工降雨によるヒノキ林内の落葉, 土壌等の流出移動について (V~IX), 日林論, 93, 345~356, 1982
- 4) 赤井龍男・吉村健次郎・上田晋之助他：人工降雨による ヒノキ林内の 落葉, 土壌等の 流出移動について (X~XII), 日林論, 94, 407~413, 1983
- 5) 有光一登：森林土壌の保水のしくみ, 創文, 199pp, 1987
- 6) 大谷健：円高経済と国内林業, 林業技術, 532, 2~6, 1986
- 7) 熊崎実：国際分業と日本林業の進路, 林業技術, 536, 2~7, 1986
- 8) 大沢潤三：粗放林業からの主張, 山林, 1206, 10~17, 1984
- 9) 赤井龍男：複層林の技術開発の方向を考える, 林業技術, 528, 2~6, 1986
- 10) 半田良一：「粗放林業」論への疑問, 林業技術, 531, 2~7, 1986
- 11) 石原猛志：転換期を迎えた林業経営, 山林, 1232, 2~5, 1987
- 12) 赤井龍男・阪上俊郎・大野次郎：アカマツ, ヒノキ広葉樹混交林の構造と二次遷移, 京大演報, 49, 64~80, 1977
- 13) 赤井龍男・吉村健次郎・真鍋逸平・上田晋之助・石原成樹：ヒノキ林内におけるスギ直挿苗とヒノキ天然生稚樹および下層植生について, 京大演報, 54, 53~66, 1982
- 14) 赤井龍男・吉村健次郎・真鍋逸平・上田晋之助・本城尚正：混交複層林の構造と造成法 (I) ヒノキ, アカマツ, 広葉樹の階層混交について, 京大演報, 55, 63~79, 1983
- 15) 赤井龍男・中井勇・岡本憲和・渡辺政俊：京都市近郊における天然生ヒノキ, アカマツ混交林の林分構造と風致施業, 京大演報, 57, 12~142, 1986
- 16) 赤井龍男・吉村健次郎・真鍋逸平・上田晋之助・本城尚正：混交複層林の構造と造成法 (2) 植栽スギと天然生スギ, ヒノキ, アカマツ, 広葉樹の階層混交について, 京大演報, 58, 105~124, 1986
- 17) 赤井龍男・吉村健次郎・青木隆：下刈りを省いた若い造林地の生長について (I) 多雪地帯の広葉樹繁茂地におけるスギの生長, 日林論, 98, 1987 (投稿中)
- 18) 赤井龍男・吉村健次郎・岡田憲：下刈りを省いた若い造林地の生長について (II) 少雪地帯の広葉樹繁茂地におけるヒノキの生長, 日林論, 98, 1987 (投稿中)
- 19) 玉井重信：林内光環境と林分構造に関する研究, 京大学位論文, 66pp, 1974
- 20) 荒木真之：直射光・散光の測定法及び散光の性質, 森林立地, 17 (2), 34~41, 1980
- 21) 早稲田収：開空度の測定とその光環境示標としての応用, 林試研報, 323, 9~13, 1983
- 22) 安藤貴・宮本倫仁他：二段林の光環境の経年変化, 林試研報, 323, 65~73, 1983
- 23) 早稲田収：林内光環境の経年変化, 林試研報, 323, 74~78, 1983
- 24) 石井弘：小地域内のスギ人工林における冠雪被害分布, 日林誌, 63 (12), 451~457, 1981
- 25) 内村悦三・鈴木健敬・山本久仁雄・藤森隆郎：山東択伐林試験地の林分構造と生長, 林試研報, 323, 207~210, 1983
- 26) 柴田正善・吉野東洲：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, 1976
- 27) 斉藤秀樹・山田勇・四手井綱英：高立木密度のスギ幼齢林の物質生産に関する若干の検討, 京大演報, 44, 121~139, 1972
- 28) 只木良也・尾方信夫・長友安男：九州スギ林の物質生産力, 林試研報, 173, 45~63, 1965
- 29) 藤森隆郎・鈴木健敬・早稲田収他：今須択伐林試験地の林分構造と生長, 林試研報, 323, 202~206, 1983
- 30) 阪上俊郎：タテヤマス幼齢林の生産力, 富山県林試研報, 8, 9~16, 1982
- 31) 只木良也・尾方信夫・長友安男：森林の生産機構に関する研究 XI サシクスギと実生スギの28年生造林地の物質生産力, 林試研報, 199, 47~65, 1967
- 32) 日本林業技術協会：複層林の施業技術, 164pp, 1982
- 33) 坂口勝美監修：スギのすべて, 全国林業改良普及協会, 629pp, 1983
- 34) 安藤貴・武内郁雄他：スギーヒノキ二段林上木間伐試験地の林分生長, 林試研報, 323, 182~189, 1983
- 35) 安藤貴：複層林施業の要点, わかりやすい林業研究解説シリーズ, 79, 80pp, 1975
- 36) 河原輝彦・山本久仁雄：ヒノキ, アカマツ混交林に関する研究 (1) 物質生産と分解速度について, 日林誌, 64 (9), 331~339, 1982
- 37) 只木良也：森林の現存量—とくにわが国の森林葉量について, 日林誌, 58, 416~423, 1976

Résumé

In spite of the differences in the natural environment and productive target in each region, the intensive and uniform silviculture system is used for the afforestation of the useful conifer by the clear cutting system in Japan. However, the establishment of an extensive system is also necessary for the betterment of bad forest management and the conservation of forest land. This paper discusses the growing structure and the productivity of a 40-year-old Sugi (*Cryptomeria japonica*) stand cultivated with extensive tending at Kasida region located in the northern part of Takatsuki City investigated in January, 1986.

This stand was cultivated by less weeding since the Sugi seedlings has been planted, which was immediately after the Second World War. Therefore, the existing stand was formed of a multi-storied forest of stratified mixture type with Sugi constituting the whole stratum, Akamatsu (*Pinus densiflora*) occupying the upper stratum and Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) or broad leaved trees composing the middle and lower stratum (Fig.1). The crown density of upper stratum was high (Fig.2), but the relative light intensity on ground vegetation had a high value of about 2.8%. Judging from the analysis of the annual rings of the sample trees (A-D were investigated in January, 1987), the growth of the dominant trees was much more vigorous than that of the dominated trees, and its mean height increment so far was estimated to be about 40cm/year (Fig.3). Furthermore, it was recognized that the Sugi trees naturally regenerated from seeds of neighboring trees after planting in the lower stratum (Fig.3). Therefore, this Sugi is presumed to have high tolerance. The distribution of the diameter at breast height and the tree height of Sugi in the research stand resembled those of the L type, and the number of Sugi trees with a pillar size larger than the optimum size ($D:16\text{cm}$) was about 300/ha (Fig.4). However, Akamatsu could not grow in the lower stratum, and Hinoki and broad leaved trees could not grow in the upper stratum.

The ratio of height to diameter (H/D : same unit) of Sugi trees in upper stratum nearly equaled that of the Sugi artificial forest well tended, i.e., 80 - 70 (Fig.5). Viewing from the allometric relation of the stem volume to D^2H , the stem of Sugi dominant trees tended to be tapered (Fig.6). As the total number of the whole stratum was large, i.e., about 4000/ha, the mean diameter and the mean height were very small (Table 1), but only the mean diameter and height of Sugi in the upper stratum were similar to those of the other Sugi stands having the lowest site class. The total stem volume of the upper stratum in the research stand was about $310\text{m}^3/\text{ha}$, but the existing volume ratio of Sugi was about 40%. Therefore, the ratio of Akamatsu was large, and the stem volume of Hinoki and broad leaved trees was remarkably small (Table 1). On the other hand, the biomass of foliage in winter tended to be nearly equal in value to that of other pure forest of Sugi, but the ratio of the leaf dry weight of Sugi in the canopy was relatively high (Table 1). As mentioned above, the productivity of Sugi may be high if the number of Akamatsu is adequately controlled by thinning. Therefore, the extensive silviculture system can be used as one possible working technique.