

大分林試研報，第 10 号

## ヒノキ人工林の生長と形状に関する研究

——大分県におけるヒノキ林について——

諫 本 信 義

STUDIES ON THE GROWTH AND THE STEM  
FORM OF PLANTED HINOKI (*Chamaecyparis obtusa* S.etZ.)  
IN OITA DISTRICT.

By Nobuyoshi Isamoto

Bull. Oita Pref. For. Res. Ins., No.10

大分県林業試験場

大分県日田市有田  
昭和58年3月

OITA PREFECTURAL  
FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

Arita, Hita, Japan

March, 1983

## 序 文

近年、本県における造林は、スギ材価格とヒノキ材価格の較差の増大傾向、マツクイムシ跡地造林の増加、スギ造林適地の減少等によってスギの造林面積は急速に減少しつつあるが、ヒノキは造林面積のピーク時であった昭和29年当時の水準を現在も維持しながら推移している。ちなみに昭和56年度の造林実績をみると、スギ1,223ha、ヒノキ1,571ha、クヌギ645haとなっている。このような傾向は当分づくことが予想されるためヒノキに関する研究は、スギと同等の重要さをもつものと理解している。

特に、不良種苗に基因していると思われる形質不良林分や不適地造林による生育不良林分の出現率が増加傾向にあることは、今後に多くの問題を残す結果となる。ことさら、マツクイムシ跡地造林においては、他に適当な造林樹種がないといえども経済林としての限界をこえる不適地への造林は避けるべきであり、適地判定の重要さを再認識する必要があろう。次に、種苗行政の重要さは今さら述べるまでもないが、優良種苗の確保はもとより、選抜クローンによる挿木苗の育苗技術を確立することが急務と考える。

今回、県下260ヶ所のヒノキ林分を10年間の長期にわたって調査して得た林分因子、環境因子のデータをもとに生産力および形質等を解析し、その結果をとりまとめたので研究報告第10号として報告する。

おわりに、この調査研究にあたり御指導、御協力をいただいた各位に対し深甚なる謝意を表する次第である。

昭和58年3月

大分県林業試験場長 小野正昭

# ヒノキ人工林の生長と形状に関する研究

## — 大分県におけるヒノキ林について —

諫 本 信 義

Nobuyoshi Isamoto : Studies on the growth and the stem form of planted Hinoki  
(*Chamaecyparis obtusa* S. and Z.) in Oita district.

**要旨：**大分県内におけるヒノキ人工林について 260箇所の林分調査を行い、林分因子や環境因子が樹高生長特性に及ぼす影響を解明した。また地位指数（40年生における樹高）を目的変数として生長と立地条件についての関連について検討した。また樹幹形状の形成に関して支配的な因子を重回帰分析によって推定した。これらの結果をもとにしたヒノキの樹種特性について検討した。

経験的にヒノキはスギにくらべ土地要求度の低い樹種として認識されている。このためヒノキとすぎの植栽地は、区別される。今回の調査によれば、土壤の良否による樹高生長の較差は、ヒノキはスギほど大きくはなく、ヒノキの地位に対する生長反応は、スギの約2分の1と小さいことが認められた。このようにヒノキの生長反応はスギほど大きくはないけれども、やはりその生長はスギと同様水分系列に従順であり、供給水分量が多いほど、蒸発散による水分の消失が少ないほど生長は増加する。

さらにつけ加えると、ヒノキの生長に関しては、斜面長とか傾斜角といった単元因子よりも複合因子を用いた場合、その関連が強く見出された。

ヒノキは水分条件が過剰である場合、その生長は、樹高生長より直径生長において顕著であり、この結果樹幹は“うらごけ”となる。一方堅密で粘質な土壤においては、ヒノキは樹高生長が促進され、直径生長が抑制されるため形状比は高くなる。すなわちヒノキにおいては、幹形の完満度は土壤的にはちみつ度の高いほうが好適な条件とされうる。

ヒノキの生長と立地条件の関連について検討する場合、見のがすことのできないものとして黒色土における生長があげられる。黒色土におけるヒノキの生長は、褐色森林土にくらべ上長生長において劣り、直径生長において優れる。これは、褐色森林土にくらべ保水力が高く容積重が小さいという黒色土のもつ土壤特性が原因となっている可能性がある。

これら研究に加えて、大分県におけるヒノキ林の林分収穫表の調整を行ったところ、利用伐期齢以降の林分密度が他の地方の収穫表より高いことが認められた。しかしながらこの傾向は現今の九州地方での共通な現象とされ、これは九州におけるヒノキ林の間伐が以前ほど集約に行われていないことのあらわれではないかと推察された。

樹幹形状に関して林分因子の影響について検討したところ、樹幹形状に最も変化を及ぼすものは林分の密度であることが見出され、疎な林分では“うらごけ”になりやすいことが認められた。樹幹の細り具合について、各部位の直径を胸高直径と樹高を説明変数として推定したところ、地上約7mまでの直径は、胸高直径の大きさと密接な関係が認められたが、それ以上の部位の直径は樹高の影響が大きいことがわかった。

上記のことよりヒノキの良材生産には適地の選定もさることながら除間伐による密度の調整が効果的であると考えられた。しかしながらヒノキの樹種特性に関しては更に多くの興味ある問題が残されていると思われる。

# 目 次

## まえがき

I 大分県におけるヒノキ人工林の樹高生長	1
第1章 樹高生長曲線の比較	1
1. はじめに	1
2. 資料	1
3. 樹高曲線式（ガイドカーブ）	1
4. 因子ごとの樹高生長曲線の算定と比較	2
第2章 地位指数曲線の作成	12
1. はじめに	12
2. 資料	12
3. ガイドカーブの算出	13
4. 地位指数曲線の算出	16
5. 地位指数曲線による地域間、樹種間比較	18
II 大分県におけるヒノキ人工林林分収穫表の調整	23
1. 資料および調査方法	23
2. 資料の吟味	25
3. 地位の決定	34
4. 収穫表構成数値の決定	37
5. 収穫表使用上の注意	55
6. 既応の収穫表との比較	56
III 大分県におけるヒノキ人工林の生産力と形状	63
第1章 ヒノキ人工林の生産力解析	63
1. はじめに	63
2. 資料および解析方法	64
3. 立地因子の選定と吟味	65
4. 解析結果および考察	76
第2章 ヒノキ人工林の形状解析	80
1. はじめに	80
2. 資料および解析方法	81
3. 樹幹形状の表示	81
4. 林分密度の表示	82
5. 解析結果	83
IV 総合考察	99
摘要	102
引用文献	106
Summary	109
付表	111

## はじめに

九州のようなスギの一大林業地帯にあって、個体間変動の少ないさし木林分を主な研究対象としてきたものにとって、ヒノキの場合、個体間差異が大きく、また立地や施業のちがいによって林分構成が多様な展開を示すため、調査にあたっては、とまどいの連続であった。

この原因は、実生集団に対する調査研究の訓練がなされていなかったこと、ヒノキの生長や形状に関する遺伝的な面での影響が明らかとされていないことなど、ヒノキの基本的な樹種特性に関する事項が未解のまま調査に突入したことである。

ヒノキはスギ——とくにさし木スギ——にくらべ立地条件や施業の影響による変化が複雑であるように思われる。複雑という表現が適切でなければ、環境等の変化に対して微妙な反応をもつ感受性の強い樹種として認識される。

スギが有効起伏量（斜面上の任意の地点とその周囲100m以内にある最高点との標高差）と密接に関連し、また土壤型別にみても  $B_A \rightarrow B_B \rightarrow B_D(d) \rightarrow B_D \rightarrow B_E$  = (乾性→湿性) と水分環境にきわめて従順な生長を示すにくらべ、ヒノキにおいては、基本的には水分条件に規制されるもスギほど従順でないことが多く、また有効起伏量も有意でない場合が多い。スギの場合、その生長は水分供給量を規制する決定的な因子を用いることによってかなり高い精度でその推定が可能とされるが、ヒノキではその生長を規制する決定的な因子は少なく地域や解析者によってさまざまであるが、わずかに露出度（仰角  $\alpha^\circ$  で調査地点の周囲を見通した時、空の見える角度）が抑制因子として普遍性をもつにとどまる。

このようにヒノキはその生長に関して外的環境因子の影響を複雑・敏感に感受していることが考えられるが、これに徳利病にみられる異状肥大の問題をも含めて、樹幹形状の変化まで考慮に入れれば、ヒノキの樹種特性の解明は容易ではない。

このような状況にあって、あえてヒノキを研究対象として取りあげたのは、こゝ十数年来におけるヒノキ造林のマツ枯損跡地を含めた適地外への急速な拡大に対する造林立地学的な立場よりの不安があるためである。この現象はあきらかにヒノキ造林地の不良化の拡大とみなされようが、マツにかわる代替樹種がヒノキ以外に適切なものが見あたらなかったことを考えれば、いたしかたのないことかもしれないが、このことは、いずれにせよ、近い将来、造林学的、生物学的あるいは社会・経済的に新たな命題となって我々に提示される可能性が強く、このような認識の上よりヒノキのもつ樹種特性をいま一度じっくり見なおす必要性を感じたことにある。

古来より「適地適木」という言葉が繰り返し説かれる中で、ヒノキにとってはたして適地とは何なのか、強大な生長が期待しうるという意味での適地なのか、良質の材が生産しうるという質的な面での適地なのか、立地や施業に対する反応、あるいは遺伝的な影響までを考慮に入れたいわゆるヒノキの樹種特性を知悉した上での適地なのかと「適地適木」の基本理念に思いをおこすとき、ヒノキはまだまだ解決すべき多くの問題を内包する樹種として認識を新たにするのである。

本研究は、立地・施業に敏感なヒノキ林を対象に大分県下より集めた260点の林分および環境因子を用いてヒノキの樹高生長パターンが地形や土壤の違いでどのような過程を辿るかを追跡し、また立地環境因子をヒノキをとりまく水分収支におきかえ、ヒノキの生長と形状との関連を求め、

この結果をベースに樹種特性の解明を試みたものである。

このほか本研究の一環として資料的色彩が濃いものの三等区分による大分県ヒノキ林林分収穫表の調整や重回帰式による細りの推定も行った。

調査開始より早や十年の歳月が流れようとしているが、本研究の遂行、とりまとめにあたって当場小野正昭場長より終始ご鞭撻をいただき、当場安養寺幸夫育林科長、川野洋一郎主任、佐々木義則主任、県臼杵事務所林業課増田隆哉普及係長の方々には現地調査にあたって精力的なご支援を得た。

研究を進めるにあたって九州大学農学部竹下敬司農学博士、農林水産省林業試験場脇孝介土壤肥料科長、同九州支場堀田庸土壤室長、長崎県総合農林試験場西村五月林業経営科長、福岡県林業試験場福島敏彦専門研究員の方々より直接あるいは間接的に多くのご教示を示唆を賜った。

現地調査に際しては、日田事務所をはじめ県下12の県事務所林業課、調査該当地の森林組合の方々、あるいは樹幹解析用の立木をこころよく提出していただいた九州林産株式会社、大分県営林、多くの山林所有者の方々には多大のご協力を賜った。とりまとめは嶋崎勢津美嬢の手をわざらわした。

以上の方々のご支援ご協力に対し心より感謝の意を表する次第である。なお、本研究のとりまとめに積極的なご支援を得た当場江田昭二指導調査室長（2月物故）に対し生前上梓できなかつた筆者の不徳をお詫びするとともにそのご厚意に感謝する次第である。

# I 大分県におけるヒノキ人工林の樹高生長

## 第1章 樹高生長曲線の比較

### 1. はじめに

ヒノキの樹高生長の過程をみると、初期生長の旺盛なものから晩生型のもの、あるいは初期より後期にわたって間断なく生長を続けるものなどいろいろの過程が見出される。

このヒノキの樹高生長の過程の違い（樹高生長特性）は、ヒノキの生長を左右する環境諸因子の複合影響をうけて出現するものと考えられる。

ここでは、ヒノキの樹高生長特性に関与するとされる多くの因子のうち（地域、地形、土壌）の三因子について、樹高生長曲線との関連を求める、ヒノキの樹高生長特性と環境因子の影響について検討したものである。

### 2. 資 料

昭和49年度より昭和55年度にかけて県下ヒノキ材を対象に260ヶ所の標準地調査を実施したが、このうち69林分については、標準木の伐採を行った。今回の解析に用いた資料は69本の樹幹解析より得られた5年ごとの樹高算出値と、林分調査によって得られた林分樹高を齢階値に置きかえた樹高値で資料総数677個である。齢階ごとの資料数は表-1のとおりである。

表-1 齢階別資料数

齢 階	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	計
資 料 数	69	69	79	91	72	77	69	48	35	32	16	6	5	3	1	5	677

### 3. 樹高曲線式（ガイドカーブ）

樹高と林齡を対応させた樹高生長曲線式は古くより多くの提案がなされているが、ここでは使用事例の多い修正指數曲線式を用いることとした。修正指數曲線式は

$$Y_t = K - ab^t \quad \dots \dots \quad (1)$$

であらわされる。式中  $Y_t$  は林齡階  $t$  における樹高をあらわし、 $t$  は林齡 5, 10, 15………をそれぞれ 0, 1, 2………とおいた齢階を示す。また  $K$ ,  $a$ ,  $b$  は定数である。

修正指數曲線は、最初は急速に生長するが、極限値に近づくにつれて、その生長速度を減ずるような現象によく適合する。

(1)式において  $a < 0$ ,  $0 < b < 1$  で  $t \rightarrow \infty$  のとき  $Y_t \rightarrow K$  であるから、 $K$  は樹高の極限値で、ガイド・カーブが作られた地域で達しうる最高の平均樹高を表わす。 $t = 0$  で  $a = K - Y_t$  であるから、 $a$  は  $t = 0$  のときの樹高から極限値までの距離を示し、また  $b$  は単位時間の増加分の減少率である。したがって  $K$  が大きければ、また  $b$  の値が大きければ（1に近ければ）後期の生長減退の小さいいわゆる“おくて”の生長特性をもつ。このことより地域性や立地環境のちがいによる生長パターンのちがいを  $K$  または  $b$  の値を用いることにより判別することが可能となる。

ガイドカーブ算定は、三群法によった。この三群法においては、一群の大きさや起点をどこにおくかで、曲線の型や適合の状態が異なるので注意を要する。

種々試算の結果、地形別のガイド・カーブは、起点を5年、1群の個数を4、地域・土壤別の

ガイド・カーブでは、起点5年、1群の個数3が最も良い適合を示した。

但し、地形別のガイド・カーブ算出にあっては、高齢階で資料が少ないため一部フリーハンドによる推定値を利用した。

#### 4. 因子ごとの樹高生長曲線の算定と比較

##### (1) 地域別樹高生長曲線とその比較

「大分県の林野土壤」<sup>(33)</sup>に示されるように、本県は気候、地質、地形、土壌などの自然環境の違いにより19の森林立地区が設定されている。この森林立地区は5万分の1の地形図をもとに詳細な地形解析を行い地質・気象条件などを加味し、これに土壌の分布をオーバー・ラップさせたかなりきめの細かい区分となっている。

森林立地区は自然環境区分の基本単位として重要であるが、県下全域を俯瞰し、これを地域として区分する場合、森林立地区的単位ではやゝ局地性が強いことより、これを総合整理し最終的には、大分沿海、大分南部、大分中部、日田・耶馬渓の4地域に高次区分した。表-2に4つの地域の特徴と資料点数を示し、図-1に地域区分と調査位置を示した。

区分 地域名	地 形	気 象	土 壤	資 料 数
大分沿海	北部の国東半島部では緩斜稜線に富む山地となっているが、佐賀関半島以南は急峻な小～中起伏の開析山地となっている。	降水量1,700 mm内外のところが多く県下で最も雨の少ないところである。 県南部では2,000 mmをこす。	乾性傾向の強い褐色森林土が広く分布する。	39
大分中部	山地、山麓、丘陵地と多様な構成を示す。 山地は火山地形特有の緩慢な広大な斜面をもつ。	降水量1,800～2,200 mm内外 気温14～15°C	火山灰の影響を強く受け、黒色土の分布が広い。	94
大分南部	中・古生層よりなる小～起伏の開析山地。	降水量2,000 mm以上、 気温15°C内外で気候的には恵まれたところとなっている。	適潤性褐色森林土の分布が広く、土壌は半角～角礫の混入が高い。	19
日田・ 耶馬渓	安山岩、集塊岩よりなる小～大起伏山地で、部分的に溶岩台地が発達する。	降水量2,000 mm以上、 場所により2,500 mmをこす。 年平均気温14～15°C林木の生長にとって条件が良い。	火山灰降下の影響を全般にうけており、褐色森林土と判定されるものの中でも色調の濃いものが多い。	108

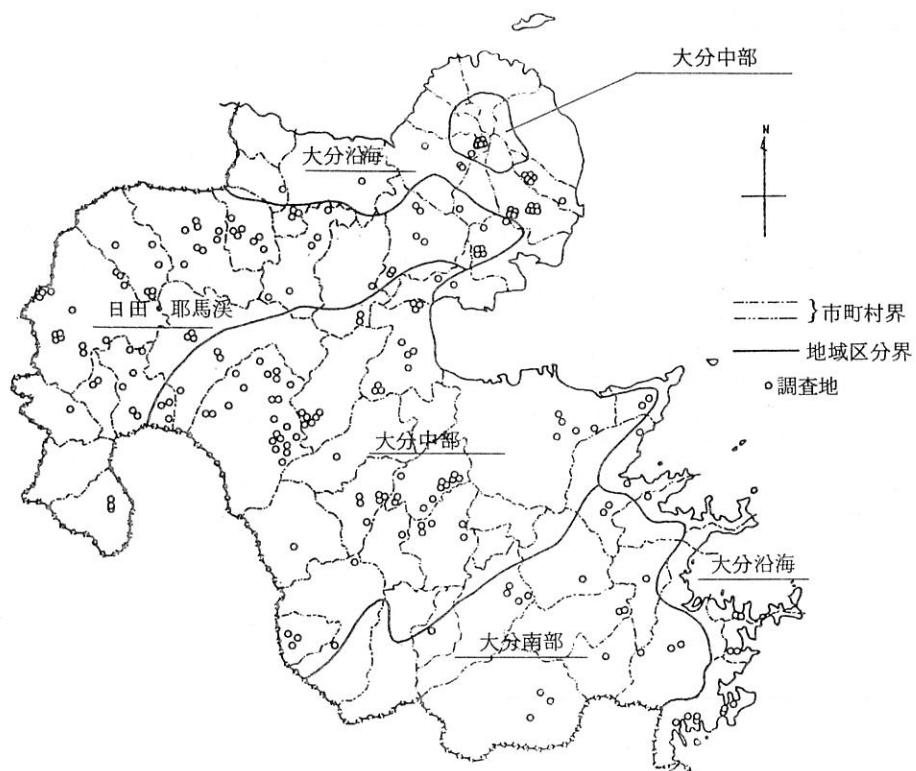


図-1 地域区分と調査地点

さて、地域は気候、地形、土壤、生態など多くの因子の複合影響をうけた総合因子であることより、地域間比較を行う場合、地域ごとの樹高生長データを総合し、平均化することによればよいわけであるが、収集データの数や分布性など地域で異っており、これをこのまま比較することは問題である。

このため地域間比較は、比較的意味のはっきりした単元因子についてデータの基準化をはかりこれを比較することによって複合的な総合因子としての地域性を類推するという間接的手法によることが必要となる。この場合選択する単元因子は各地域に共通して、広く分布出現していること、すなわち広域的普遍性をもちかつ理論性のはっきりしたものであることが必要である。

以上の点と、収集資料の分布状況を勘案し、地域を構成する多数の環境因子のうちより地形と土壤の二因子を選定し、地形については山腹（匍行土）を土壤については適潤性土壤を取り上げ、これら二因子についてデータの基準化をはかり、地域間比較を行なった。

### 1) 山腹（匍行土）における地域間樹高曲線の比較

山腹（匍行土）に植栽されたヒノキ林の樹高生長の過程について地域別齢階別に樹高の平均値を求めた。表-3は、山腹（匍行土）における地域別の平均樹高生長経過を示したものである。地位指数（40年時における上層木の林分高）は 16.04 ~ 16.76 と地域間で大きな差異はみとめられない。

表-3 地域別・林齡階別の平均樹高（山腹・匍行土）

林齡階	大分沿海		大分中部		大分南部		日田・耶馬渓	
	資料数	樹高	資料数	樹高	資料数	樹高	資料数	樹高
5	6	2.10	10	2.19	5	2.34	6	2.58
10	6	4.02	10	4.23	5	4.88	6	5.02
15	6	6.62	11	6.98	5	7.42	6	7.38
20	7	9.60	12	10.14	5	10.14	9	9.87
25	5	12.02	8	11.91	7	11.90	9	11.86
30	7	13.74	8	13.44	6	13.83	11	13.67
35	5	15.14	7	14.80	8	15.23	11	15.33
40	7	16.44	7	16.04	5	16.76	9	16.05
45	5	17.26	9	16.82	7	18.14	7	17.80
50	4	18.00	8	17.61	5	19.64	7	18.46

表-4 山腹(匍行土)における地位別の樹高生長過程( $Y_t = K - ab^t$ )

地域	K	a	b
大分沿海	2.29069	21.9559	0.8415
大分中部	2.08634	19.7407	0.8197
大分南部	2.64349	24.4687	0.8758
日田・耶馬	2.80053	25.7480	0.8897

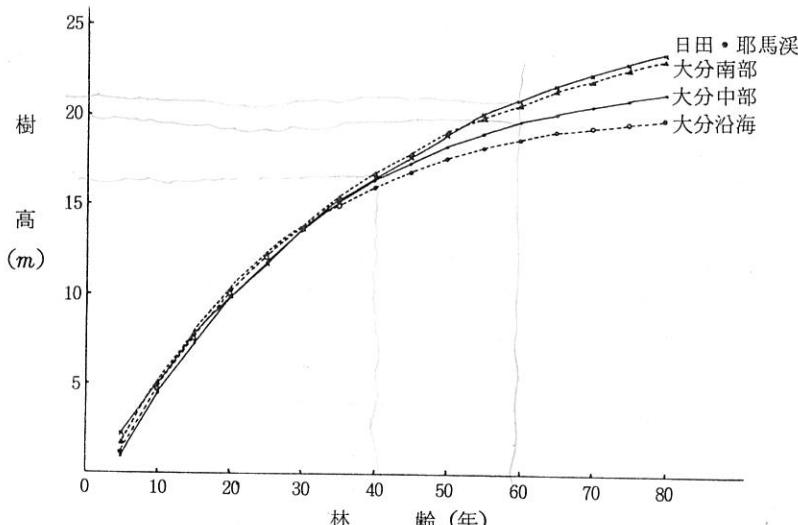


図-2 山腹匍行土における地域別樹高曲線

が目立つ。

大分中部は、初期生長は良いが衰退も早いことが図よりも指摘できるがこれはひとつの原因として、火山灰を母材とする土壤が広く分布することがあげられる。後述するが、火山灰土壤における生長パターンは褐色森林土の生長パターンに比し、あきらかに後期の生長が劣っている場合が多い。

ただ注意すべきは、この修正指数曲線においては、長谷川(13)、田中(56)らも指摘するように幼齢期と老齢期の適合が悪いこと、すなわち初期生長の良いほど後期の生長の衰えが大きく、

表-3の樹高データを基礎として、地域ごとにガイド・カーブを算出した。表-4はそのパラメーターを示したものであり、図-2は樹高生長曲線である。

長谷川(13)は、スギの樹高生長比較において、係数K、aは地位の影響を強くうけており樹高生長の特性比較のためには、地位の影響を除く必要のあることを指摘しているが、ここでは地位指数は16-17の間にすべて含まれ地位の影響はとくに除く必要はないと考えられた。

Kの値の大きいことは、生長量の絶対値の大なることを指標するが、この値は日田耶馬渓=大分南部>大分沿海=大分中部と二群に大別され大分沿海と大分中部では、生長量の絶対量が他二地域に比し、若干劣ることを示している。

また、bの値は生長の早晩性を指標するが、この値が大きければ後期の生長減退が少ないことを示す。bの値は、日田耶馬=大分南部>大分沿海>大分中部とほぼ同じ傾向をもつが、大分中部の値の小さいこと

初期生長が不良ならば後期の生長が良好となる一種の、可逆的な性質を有することにより、大分中部における老齢期の衰退の大きさは、母材因子とともに、曲線式の特性による誤差が相乗していることが考えられる。

大分沿海では、生長初期より後期にかけて全般に低い生長過程を辿るが、これは同地域が海岸部の露出の大きい地形下にあり、降水量も少なく、乾燥傾向の強いという立地条件の不良さが原因であろう。

日田・耶馬渓と大分南部地域は、山岳地で地形規模が大きく、気象条件にも恵まれ、樹高生長は、初期より後期にかけて間断なく生長をつづけており、旺盛な生長傾向を示す。

以上のことより、山腹（匍匐）を基準とした地域別の生長パターンを総括すれば、大分中部が早生型、大分沿海が低生長型、日田耶馬渓、大分南部が生長持続型と大まかに区分されよう。しかしながら各地域間の差異は、明瞭とはいえず、特に40年以前の生長はほぼ同一とみなす生長を示すことが認められた。

## 2) 土壌型よりみた地域別樹高曲線の比較

各地域に広く分布する適潤度性土壌（偏乾亜型を含む）におけるヒノキ林の樹高生長について、地域間比較を行なった。

表-5は、適潤性土壌における地域ごとの樹高を示したものである。

表-5 地域別・林齢階別の平均樹高（適潤性土壌）

林齢	大分沿海		大分中部		大分南部		日田・耶馬渓	
	資料数	樹高	資料数	樹高	資料数	樹高	資料数	樹高
5	9	2.12	7	2.38	6	2.39	11	2.31
10	9	4.33	7	4.64	6	5.07	11	4.50
15	9	6.86	8	7.57	6	7.65	11	7.09
20	9	9.43	9	10.74	6	10.15	13	9.79
25	9	11.41	6	12.49	8	12.06	13	12.12
30	9	13.19	5	14.08	8	13.63	17	13.68
35	9	14.82	5	15.98	10	15.34	14	15.78
40	10	16.09	6	17.15	6	16.75	15	17.02
45	8	17.31	5	18.49	8	18.00	14	17.96
50	7	18.04	6	19.20	6	19.06	13	18.48

地位指数によって重みづけを行ったK, aの値をそれぞれK', a'にして以下に記す。

$$\text{但し}, K' = K / \sqrt{SI} \quad a' = a / \sqrt{SI}$$

表-6は、地位ごとのガイド・カーブと、そのパラメーターを示したものである。K, aについては $1/\sqrt{SI}$ で重みづけを行った。

また、樹高生長曲線は、図-3に記した。

表-6 適潤性土壌における地域別樹高生長過程( $Y = K - ab^t$ )

地域	K	K'	a	a'	b
大分沿海	26.3518	6.5613	24.7310	6.1577	0.8814
大分中部	25.3234	6.0935	23.6812	5.6984	0.8570
大分南部	27.1422	6.6312	24.9176	6.0871	0.8826
日田・耶馬渓	28.6850	6.9612	26.9680	6.5445	0.8880

表-5にみられるように地位指数は、大分沿海で最も小さく16.09を示し、大分中部地域で最も大きく17.31を示す。修正指数曲線におけるパラメーターK, aは、地位の影響をうけて変化することからこの影響を除くため、長谷川(前出)は、 $1/\sqrt{SI}$ (SIは地位指数)で重みづけを行うことで解決をみている。

同一土壌型における地域間比較は、絶対値そのものでも大分沿海が最も劣っているが、その生長パターンも他地域にくらべ最も低位であることが認められる。bの値は比較的大きいが、

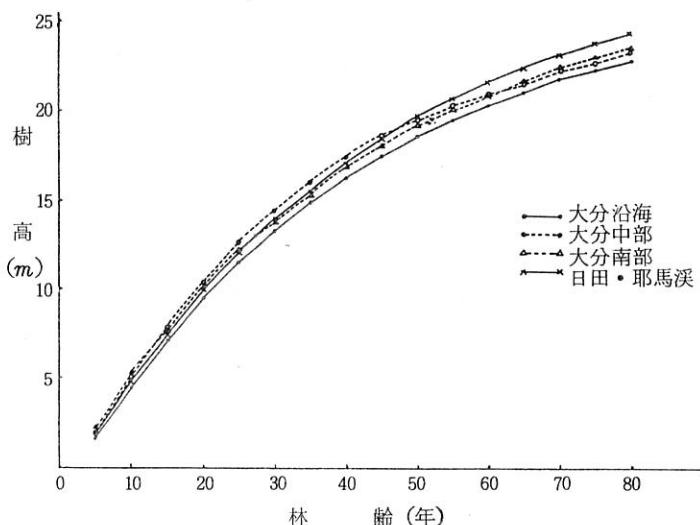


図-2 適潤性土壤における地域別樹高曲線（ヒノキ）

これは、初期生長が低いため、後期の生長の減退が相対的に緩和されたためであろう。大分沿海の生長過程の低さは、前出のように露出の大きい沿岸部を主体とした立地条件の不利さに求められよう。大分中部地域の生長は、初期に大きく、後期に小さいいわゆる早生型の生長を示す。K, b の値も4地域中最も小さい。日田・耶馬渓および大分南部地域はbの値も比較的大きく、その生長は特に間断ない生長を示す持続型とい

えよう。日田・耶馬渓地域ではこの傾向がつよい。

地域間比較においては、地形よりもこの土壤型の方に特徴がよく認められるが、地域ごとの生長傾向は、地形の場合とほとんどかわらない。

以上、二つの特性値を用いて、地域別の樹高生長パターンについて検討したが、傾向として、大分中部が早生型、大分沿海が低生長型、日田・耶馬渓、大分南部地域が持続型と区分しうる。しかしながら地域間で、明確な差異は認められなかった。

## (2) 土壤型別樹高生長曲線の特徴と比較

ヒノキの生長と土壤型についての研究は、ヒノキの適地判定とあいまって、古くより多くの研究者により調査が行われているが、(1, 2, 8, 20, 58など多数) 生長過程と土壤について検討したものは少ない。

遠藤らは<sup>8)</sup>、山口県と三重県のヒノキ林について、褐色森林土と黄褐色系褐色森林土における生長経過を調査している。これによれば褐色森林土では、その生長経過は、初期から後期を通じて  $B_A \cdot B_B \cdot B_C \cdot B_D \cdot B_E$  の順にすぐれるが、黄褐色系褐色森林土では、生長初期では  $yB_B$  が  $yB_D$  にすぐれるとし、全般に黄褐色系のものは、生長初期にすぐれると、後期の生長が劣ることを報告している。

関西支場における調査<sup>42)</sup>によれば流紋岩地帯におけるヒノキの樹高生長は  $B_D$  型が最もすぐれ、 $B_D$  (d) 型 ( $Im - B_D, B_C$  を含む) が、これにつぎ  $B_D$  ( $Im, Er - \alpha$  型) が最も劣る結果となっており、土壤条件の良好なほど生長経過はすぐれることが認められる。このようにヒノキは、概して、スギに比し土地に対する要求度も低く、土壤型による生長差も少ないといわれているが<sup>1, 44など)</sup>、基本的には、スギとかわらず土壤条件の良好なほど生長が良いとされている。

大分県におけるヒノキ林調査において出現した土壤は、褐色森林土と黒色土の二土壤群に大別されるが、前者においては、一部赤黄色系が、後者においては、淡黒色土の二亜群が出現する。褐色森林土は、 $B_A \cdot B_B \cdot B_C \cdot B_D$  (d) •  $B_D$  の 5 型、赤・黄色系の褐色森林土は、 $rB_C \cdot yB_C \cdot y - B_D$  (d) •  $yB_D$  の 4 型、黒色土は  $B_{lC} \cdot B_{lD}$  (d) •  $B_{lD} \cdot B_{lE} \cdot B_{lD-m}$  の 5 型、淡黒色土

は  $l_B l_D (d)$ ,  $l_B l_D$  の二型、計 16 の土壤型の出現を見る。

このように本県では、多くの土壤が出現するが、それぞれの土壤ごとにその生長経過を、逐一検討することは容易でなく、もし実行したとしても逆に煩雑で、その特性をとらえにくいと考えられることより水分系列的に類似性の高いものをグルーピングして比較検討することとした。

すなわち次の二つにグルーピングし検討を行った。

区分 I 土壤の乾湿状態を更に、褐色森林土、黒色土で仕分けし、5つのグルーピングによる比較

区分 II 褐色森林土と黒色土の二つのグループに分けての比較

以上の二つの区分により土壤とヒノキの生長過程と関連について比較検討した。

### 1) 土壤別樹高生長曲線

16の土壤型について土壤の乾湿に順じ3つのグループに整理し、これをさらに黒色土と褐色森林土とに分け、最終的には5つのグループに再編した。

5つの整理されたグループの構成を表-7に示す。

表-7 水湿および成因区分による土壤型・亜型の再構成

第1区分(乾湿区分)	第2区分(成因区分)	構成土壤型
乾性土壤 (乾性土壤を含む)	褐色森林土	$B_A$ , $B_B$ , $B_C$ , $yB_C$ , $rB_C$ ,
	黒色土	$Bl_C$
偏乾性土壤	褐色森林土	$B_D(d)$ , $yB_D(d)$ ,
	黒色土	$Bl_D(d)$ , $1Bl_D(d)$ ,
適潤性土壤 (湿潤性土壤を含む)	褐色森林土	$B_D$ , $B_E$ , $yB_D$ ,
	黒色土	$Bl_D$ , $Bl_D \cdot m$ , $1Bl_D$

但し乾性土壤グループの黒色土、 $Bl_C$ についてはわずか1点のみの資料であるので、検討資料より除外した。

この5つに類型化された土壤におけるヒノキの樹高生長の過程についてガイドカード算出を行った。

表-8は、各土壤における樹高データである。地位指数では乾性土壤の13.23より適潤性土壤(褐色)の16.99まで、かなりの幅のあることが認められる。

表-8 土壤別、林齢別の平均樹高

林齢階	乾性土壤		偏乾性土壤		適潤性土壤	
	資料数	樹高	褐色	黒色	褐色	黒色
			資料数	樹高	資料数	樹高
5	10	1.69	15	2.11	7	1.91
10	10	2.76	15	4.30	7	3.31
15	11	5.31	15	6.89	9	5.49
20	10	7.66	16	9.68	7	8.09
25	10	9.39	14	11.67	8	10.56
30	8	11.19	18	13.24	6	11.88
35	11	12.20	15	14.85	7	13.21
40	7	13.23	15	16.32	7	14.24
45	9	13.79	14	17.34	8	15.41
50	7	14.76	13	18.27	7	15.16
55	3	16.93			2	15.25
60	1	17.00				2
						20.60
						2
						20.35

この樹高データを用い、各土壤ごとに修正指數曲線によるガイドカードを算出した。表-9に、そのパラメーターを示したが、地位指数に差がみられることより  $K$ ,  $a$  については、 $1/$

$\sqrt{SI}$ で重みづけを行い  $K'$ ,  $a'$  を同時に算出して表-9に示した。また、図-4は樹高生長曲線図である。

表-9 各土壤型における樹高生長過程 ( $Y_t = K - ab^t$ )

土壤類型区分	K	$K' = K/\sqrt{SI}$	a	$a' = a/\sqrt{SI}$	b
乾性土壌(褐色)	18.432	5.087	17.875	4.933	0.841
偏乾性土壌(褐色)	24.934	6.189	23.463	5.824	0.868
(黒色)	21.053	5.559	20.310	5.363	0.854
潤性土壌(褐色)	23.855	5.803	22.512	5.476	0.846
(黒色)	20.189	5.123	18.969	4.810	0.818

注)  $\sqrt{SI}$  は地位指数を示す

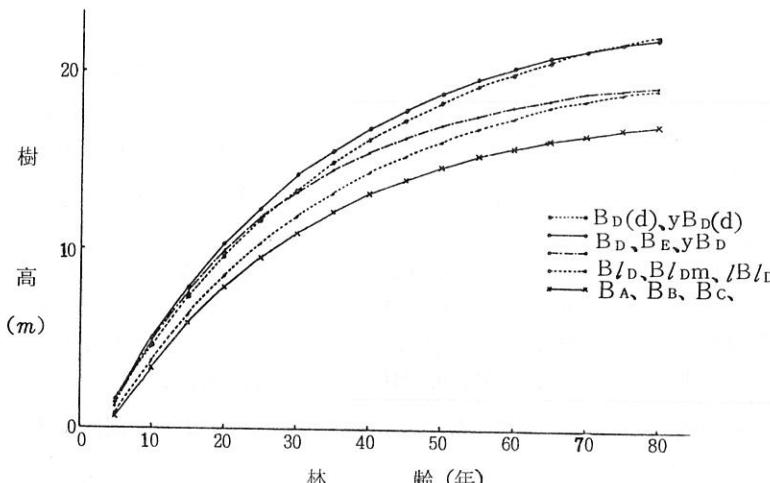


図-4 土壤型別樹高生長曲線（ヒノキ）

型区分中では、晩年型としての傾向が強い。乾性土壌は、初期より中期、後期と最も低い生長過程を辿り、 $K'$ の値も5.087と最も小さく、乾性土壌におけるヒノキの生長は不良である。黒色土は、褐色森林土の適潤性と乾性の中間に位置する生長過程を辿るが、黒色土間における相違は、適潤性のものが初期生長にすぐれ、偏乾性のものがやや晩生型である。

また、特徴的なこととして偏乾性の土壌においては、褐色、黒色とも晩生型の傾向が、適潤性の場合よりも強くあらわれており、ヒノキの場合壯齡以降における土壌水分の湿润の高さは、生長にとって必ずしもプラスとなっていないことがうかがわれ、ヒノキの樹高、生長特性を示す一つの材料として興味深いものとなっている。安藤<sup>2)</sup>は山梨県において、過量の土壌水分をもつ $B_E$ 型は幼齢期の生長の劣ることを指摘している。

## 2) 褐色森林土と黒色土における樹高生長曲線の比較

黒色土の生長過程は、褐色森林土にくらべ劣ることは前項でのべたとおりである。ここでは生長のタイプがそれぞれ異なるが、適潤性と偏乾性をこみに黒色土と褐色森林土に分け、より簡略化したかたちでその差異を検討した。表-10は樹高データで、表-11は、二つの樹高曲線式のパ

ヒノキの樹高生長のパターンは、土壌のちがいによって差異のあることが認められる。このことは、図-4に明らかである。

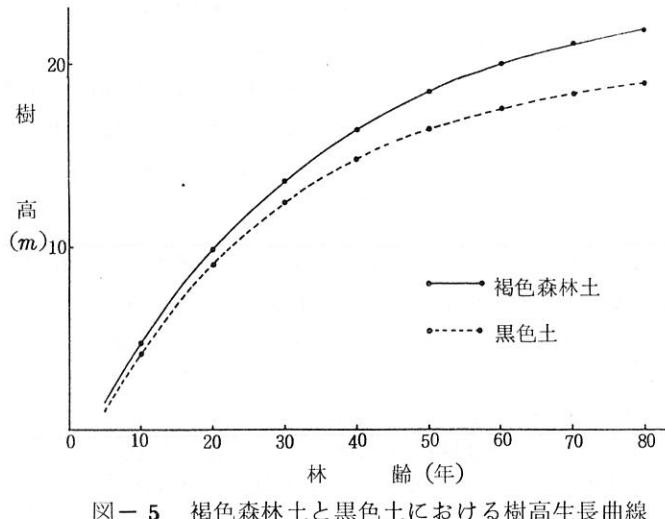
ヒノキの樹高生長の過程は、適潤性土壌において最もすぐれ、乾性土壌にて最も劣り、また黒色土は、褐色森林土にくらべ劣ることが認められる。80年生に、その順位がわずかに逆転するものの適潤性土壌(褐色)は、生長初期より中期、後期にわたりつね他土壌よりすぐれた生長を示す。bの値は0.846と中庸で、間断のない生長過程を辿ることが認められる。偏乾性土壌(褐色)は、30年生ごろまでは適潤性(黒色)にやや劣る生長を辿るも、中期～後期にかけて旺盛な生長を維持する。bの値も0.868と最も大きく、5つの土壤

表-10 褐色森林土と黒色土の林齡階別の平均樹高  
〔適潤性土壤（偏乾亜型を含む）〕

林齡階	褐色森林土		黒色土	
	資料数	樹高	資料数	樹高
5	33	2.27 m	13	2.07 m
10	33	4.55	13	3.74
15	34	6.80	19	6.23
20	37	9.98	16	8.85
25	35	11.95	17	11.10
30	40	13.73	16	12.67
35	38	15.16	18	13.83
40	37	16.66	18	14.87
45	35	17.69	22	15.93
50	31	18.76	21	16.36
55	4	19.85	7	16.62
60	2	20.60	2	17.20

表-11 樹高曲線式のパラメーター（修正指數曲線）

土壤	K	K'	a	a'	b
褐色森林土	24.311	5.972	228.99	5.625	0.856
黒色土	204.87	5.300	19.503	5.046	0.834

図-5 褐色森林土と黒色土における樹高生長曲線  
— 適潤性土壤 — (ヒノキ)

報告している。

### (3) 地形別樹高曲線の比較

ヒノキの生長と地形について論及した研究はきわめて多いが、この場合地形は多変量解析における説明変数のひとつとして組みこまれていることが多い。(15, 18など多数)

地形は、諸種の立地因子の複合体であることより、目的に応じ構成因子のウェイトの置き方をかえることにより、その表現は多様に変化する。

パラメーターを示す。K, aについては $1/\sqrt{S}$ で重みづけを行っている。また図-5は、樹高曲線図である。

図-5より明瞭に、褐色森林土におけるヒノキの樹高生長の優位性が把握される。とくに、生長初期はそれほどではないが、中期～後期にかけてその生長較差が広がり、黒色土における後期の生長減退の程度の大きいことが指摘されうる。

パラメーターの数値も、K', a', bとも褐色森林土がすべて黒色土より大きく、生長の絶体量、生長の持続性とも優れることが認められる。

黒色土は、bの値がやや小さく傾向としては早生型にちかい生長過程をたどっている。

安藤（前出）は、粘板岩と火山灰の二つの異なる母材料に成立したヒノキ林について調査し、火山灰を母材とするヒノキ林の生長の不良なことを報告している。とくに、その差異は15年生ごろより、25年以降に顕著であるとしている。ヒノキの後期における生長減退が火山灰では著しいことを

林木の生長は局地性が強いため、地形表現は小地形区分に準拠したきめ細かな区分法をとり入れることが多い。これらは、局所地形、微地形などと称されるが区分内容は目的によって異なり一律でない。林木の生長との関連下では、ふつう斜面の形状、堆積様式、傾斜の三因子のこの組みあわせで地形を表現することが多いが、堆積様式をくわしく区分して、地形を表現する場合もある。(10, 49, 50など)

この報告における樹高曲線比較においての地形表現は、斜面の形態的区分に土壤の堆積様式などを加味して、6つの地形表現に区分した。区分けされた6つの地形の名称と区分内容は表-12のとおりである。

表-12 地形の定性区分と区分基準

名 称	区 分 基 準
山 頂	山頂部、山稜線、尾根
山 頂 緩 斜 面	山頂部の平坦ないし、小起伏の面で、傾斜角25°以内の高原状斜面。 (谷の下刻作用や谷壁の側刻作用など及んでいない上位未開析緩斜面)
開 析 斜 面 (凸)	開析作用の行なわれている山腹の斜面で飼育土とする。傾斜角20°以上で斜面型は上昇または平衡の形状を示す。
開 析 斜 面 (凹)	開析作用の行なわれている山腹斜面で崩積土に富む。斜面型は下降の形状をとる。傾斜20~40°のものが多い。
谷 筋	斜面下部内もしくは開析斜面直下に分布する20~25°以下の堆積面で開析斜面内で発生した崩壊土砂や土石流が流出・堆積する谷間の堆積面や山麓堆積面(斜面直下70m以内)を一括する。
山 麓 • 台 地	斜面下部にひろがる10°前後以下の緩斜~平坦面で、斜面直下の地形変曲点よりの範囲が70mを越すものを山麓とした。台地は、開析斜面下位にある平坦地で山頂緩斜面との区別は、頂部と山麓部の比高が小さい割にその表面が広く平坦であることである。

さて、6つにグルーピング化された微地形について、樹高生長曲線を求めてみた。表-13は、各微地形における樹高のデータを示したもので、微地形のちがいにより生長量に差異のあることが認められる。地位指数でみた場合、山頂・尾根で11.45と最も小さく、谷筋で18.00と最も大きく、この較差は6.55にも達する。

表-13 地形別、林齡階別の平均樹高

林齡階	山頂・尾根		山頂緩斜面		開析斜面(直~凸)		開析斜面(凹)		谷 筋		山麓・台地	
	資料数	樹 高	資料数	樹 高	資料数	樹 高	資料数	樹 高	資料数	樹 高	資料数	樹 高
5	4	13.5	9	1.78	25	2.30	8	2.25	4	22.3	5	2.00
10	4	2.00	9	3.01	25	4.62	8	4.01	4	52.3	5	3.90
15	4	3.65	12	5.60	27	7.35	10	6.72	5	7.90	5	6.22
20	4	5.60	10	8.45	30	10.10	9	9.27	5	11.25	5	8.88
25	4	7.85	11	10.36	29	12.06	7	12.03	5	12.90	5	10.96
30	4	9.20	8	11.95	31	13.64	11	14.29	4	15.20	5	12.72
35	5	10.32	12	12.84	28	15.10	8	15.60	6	16.30	7	14.17
40	4	11.45	9	13.71	27	16.74	8	17.18	6	18.00	8	15.46
45	3	12.10	11	14.86	25	17.70	9	18.00	8	18.65	7	16.30
50	3	12.70	9	15.50	24	18.60	9	19.20	6	19.10	8	17.46
55	1	13.30	6	16.47	—	—	3	19.13	—	—	1	18.80
60	—	—	2	17.00	—	—	—	—	—	—	1	20.30

この較差の大きさは、さきの土壤別（較差 3.76）にくらべ 1.7 倍である。土壤も微地形も有力な立地総合指標であるが、ヒノキの生長との関連をみた場合、微地形を用いたほうが、そのちがいを鋭敏に認めることができる。

この地形ごとの樹高データを用い、地形ごとに修正指指数曲線にもとづくガイドカーブを算出した。表-14に、そのパラメーターを示したが、地位指数に差がみられるため、 $K \cdot a$  については  $1/\sqrt{SI}$  (SI : 地位指数) で重みづけを行い  $K' \cdot a'$  を算出しデータの基準化をはかった。また図-6 は、樹高曲線図である。

表-14 地形別樹高曲線式のパラメーター ( $Y_t = K - ab^t$ )

地 形 型	K	K'	a	a'	b	
山頂・尾根	16.131	4.800	16.572	4.931	0.839	起点林齢
山頂緩斜面	19.680	5.254	19.070	5.091	0.840	階 5 年
開析斜面(直～凸)	24.665	6.065	22.871	5.624	0.863	
開析斜面(凹)	24.475	5.927	23.876	5.782	0.846	一群の 大きさ 4
谷筋	22.670	5.401	21.222	5.055	0.815	
山麓・台地	23.299	5.931	22.240	5.661	0.862	

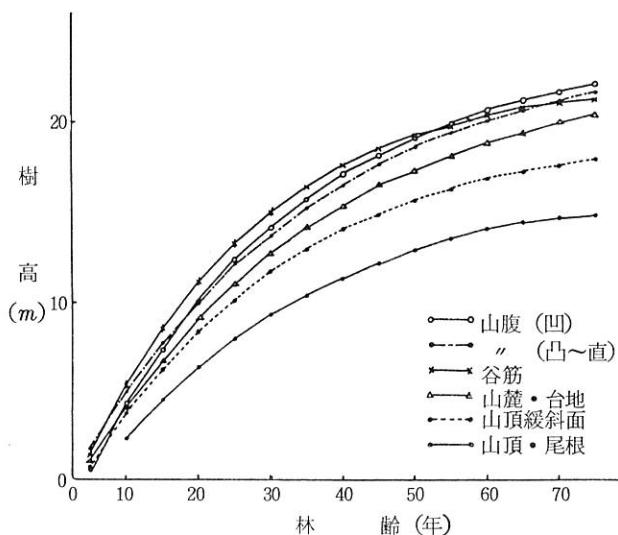


図-6 地形別樹高生長曲線

全体的な傾向は、図-6 よりよく把握しうる。微地形ごとの生長は、谷筋=山腹(凹)=山腹(凸)>山麓・台地>山頂傾斜面>山頂・尾根と大きく 4 区分されるが生長初期における谷筋の生長優位が目立っている。

谷筋は、生長過程の遅速を示す  $b$  の値が他の微地形にくらべ明らかに小さく、この値からも初期生長の良好なことを指摘できる。

山腹を領域とする開析斜面(凹型・凸型)では、 $K'$

および  $b$  の値が大きく、生長の絶対量もすぐれ、後期も生長が持続することを示している。

山麓・台地における生長型も開析斜面に似て、間断ない生長を示すが、絶対量のものは、開析斜面にくらべかなり劣る。

山頂・尾根におけるヒノキの生長は、絶対量が最も低位であり、また生長型も最も低い位置で推移している。生長様式としては、0.839と  $b$  の値が示すがごとく、早生型でもなくかといって晩生型でもない、間断なく低い生長を維持するタイプであろう。

山頂緩斜面も同様の生長様式をとるが、生長の絶対量そのものが尾根・山頂より明らかに高い。ヒノキはスギに比較して、ある程度水分の要求度は少ないとされるが、基本的には最も良好な生

長をするのはスギと同様立地条件のすぐれたところと考えられ、地形的にみても、尾根よりも谷筋において、良好な生長が期待される。しかしながら、安藤<sup>2)</sup>の、指摘するようにヒノキの生長は移動水であって過剰水分は生長阻害（とくに幼時）をひきおこすというようにスギほど水分系列に従順なものではないようである。

## 第2章 地位指数曲線の作成

### 1. はじめに

真下ら<sup>19)</sup>が林木と土壤の性質との関連について究明する過程で提唱した地位指数（一定の基準林齢における林分上層木の平均樹高）は、林地の生産力を直接表示する方法として広く利用されている。

収穫表による地位区分が相対的なものであるのに対し、地位指数は目的とする基準林齢での林分の平均高を表したものであることより、絶対的な地位と呼ばれ、地位を適確にしかも、量的に表示しうるため、林地の生産力を表示したり予測する際の目的変量として利用の途が広い。基準年齢は40年をとることが一般的であり、樹高はメートルであらわされる。

現実の林分で地位指数を求める場合、基準年齢の林分であれば上層木の樹高の平均値から直ちに求められるが、基準年齢以外の林分では、地位指数曲線を必要とする。地位指数曲線とは、基準年齢（林齢40年）において樹高が6, 8, 10, 12m……となる樹高生長曲線群である。

前章において、樹高生長曲線の比較を行なったところ地域間に明瞭な差異がみとめられなかつたため、ここでは全県を一本とした地位指数曲線を西沢ら<sup>23)</sup>の方法により作成した。

### 2. 資 料

地位指数曲線を作るには、調査林分を含む地域におけるヒノキの樹高生長の過程を知る必要がある。

表-15 齡階別樹高の平均値および標準偏差

このためには、林齢と樹高とのデータを多数集める必要がある。

今回この地位指数曲線の作成に用いた資料は、調査の過程で得られた69本の樹幹解析による資料（地位I-24本、地位II-24本、地位III-19本）と、260ヶ所の林分調査より得られた平均樹高を齢階値に読みかえたものを用いた。表-15は、齢階別樹高の平均値および標準偏差を示したものである。

図-7は、これを図示したものである。平均値のたどる樹高生長推移は55年ごろまでは資料も多く、円滑な過程を辿るがそれ以降は地位の高いものが多く、資料の数の少ないと相まって、平均値が高い傾向を示したのでフリーハンドで修正した。修正値は表-

林齢	範囲	資料数	平均値	標準偏差
5	3 ~ 7	69	1.80m	1.08m
10	8 ~ 12	69	3.95	1.31
15	13 ~ 17	79	6.43	1.61
20	18 ~ 22	91	8.96	1.69
25	23 ~ 27	72	11.11	1.73
30	28 ~ 32	77	12.86	1.81
35	33 ~ 37	69	14.29	2.02
40	38 ~ 42	48	15.44	2.19
45	43 ~ 47	35	16.42	2.06
50	48 ~ 52	32	17.58	2.22
55	53 ~ 57	16	18.23 (18.40)	1.73
60	58 ~ 62	6	20.02 (19.10)	1.60
65	63 ~ 67	5	19.90 (19.95)	2.90
70	68 ~ 72	3	22.96 (20.55)	1.05
75	73 ~ 77	1	23.80 (21.30)	—
80	78 ~ 82	5	24.68 (21.60)	1.80

15の( )内に示した。

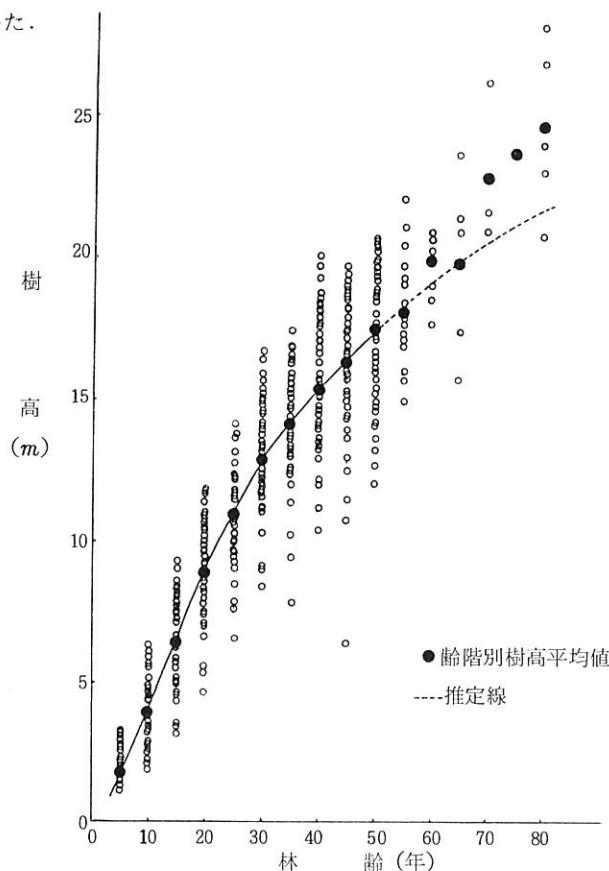


図-7 齢階別樹高生長量

### 3. ガイドカーブの算出

表-15に示した5年間隔の樹高の平均値を用い、修正指數曲線によってガイドカーブを作成した。修正指數曲線へのあてはめは、5年から60年までの平均値を用いて行った。ガイドカーブを求めるのに、修正指數曲線を用いる場合、定差法と三群法による計算方法があるがここでは、三群法によった。

三群法の場合、一群の大きさをいくつにするか、あるいはその起点をどこにするかで適合の仕方が異なる。

このためここでは、一群の大きさを3および4、起点を5年および10年とした4つのガイドカーブを算出し、このうちで最も適合のよいものを選出することにした。適合の良否は標準偏差および残差の百分率誤差で検定した。

$$\sigma_t \text{ (残差の標準誤差)} = \sqrt{\frac{\sum (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n - 1}} \quad \dots \dots (2) \quad \text{但し } Y_t, \text{ 齢階 } t \text{ における観測樹高} \\ \hat{Y}_t, \quad " \quad \text{推定樹高} \\ n, \text{ 資料数}$$

$$P \text{ (残差の百分率誤差)} = \sigma_t / \hat{Y}_t \times 100 \text{ (\%)} \quad \dots \dots (3)$$

これら4つのガイドカーブの係数、推定値および適合性の検定は、表-16に示すとおりである。表に示すようにNo.4を除いて、その適合度に大差はなかったが、このうち最も適合のよいNo.3

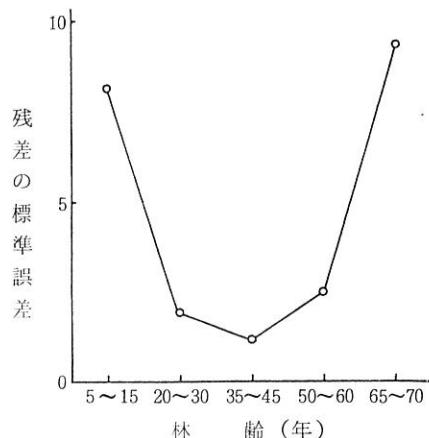


図-8 三齢級ごとの残差の標準誤差  
ある。

図に明らかなように、齢階中央部（35～45）で最も小さく、これより前後に隔たるにつれ誤差が大きくなることが読みとれる。このことより（4）式のガイドカーブのうち、若齢時と、老齢時についてはカーブを実情に近似させるため、フリーハンドで修正した。図-9は、（4）式によるガイドカーブとこれを修正したガイドカーブ（決定線）を示したものであり、その数値は表-17に示した。

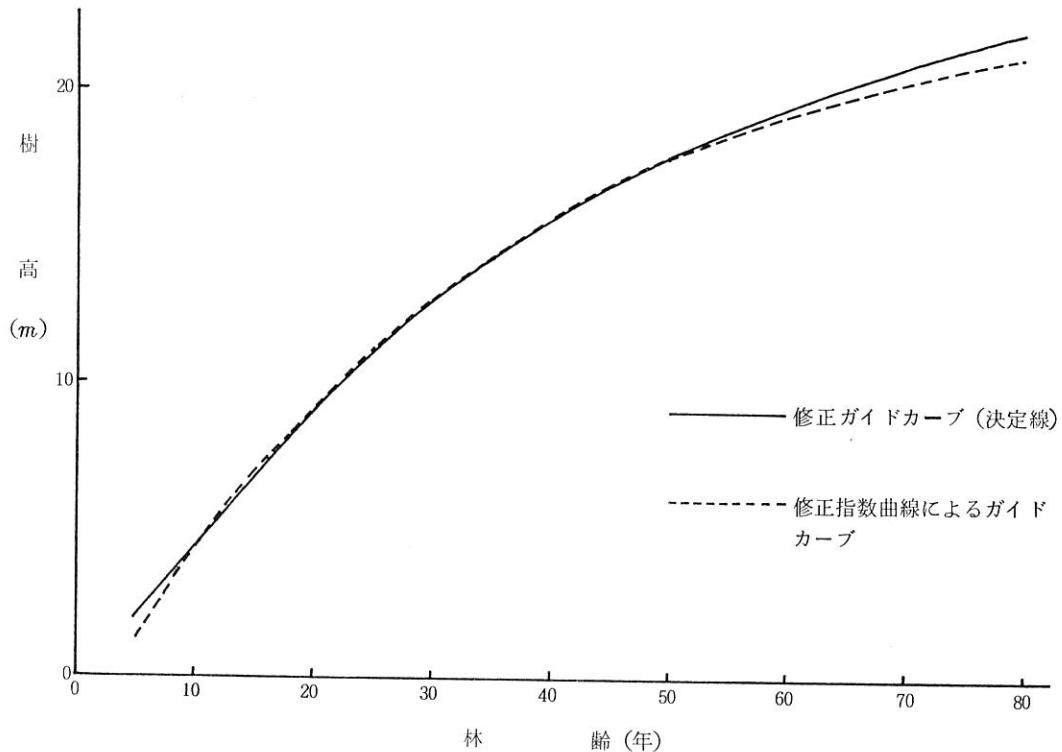


図-9 修正指數曲線によるガイドカーブと修正ガイドカーブ（決定線）

表-16 各ガイドカーブの係数と推定値および適合性 ( $Y_t = K - ab^t$ )

番号	一群の個数	起点の齢階	係数			齢階ごとの推定期値						適合性			
			K	a	b	10	20	30	40	50	60	70	80	残差標準誤差の百分率誤差	
1	4	5年	22.94	21.93	0.8568	41.5	9.14	12.81	15.51	17.48	18.93	19.99	20.78	0.4332	2.95%
2	4	10	22.56	18.76	0.8502	38.0	9.00	12.76	15.48	17.44	18.86	19.89	20.63	0.5419	3.78
3	3	5	23.12	21.98	0.8605	42.0	9.11	12.75	15.44	17.43	18.91	20.00	20.81	0.4031	2.81
4	3	10	21.86	18.18	0.8391	36.8	9.06	12.85	15.51	17.39	18.71	19.64	20.70	0.7018	4.95
実測平均値(修正値)			3.95	8.96	12.86	15.44	17.58	(19.10)	(20.05)	(21.60)					

表-17 修正指數曲線による推定値とその修正値(単位 m)

齢階	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
観測値( $Y_t$ )	1.80	3.95	6.43	8.96	11.11	12.86	14.29	15.44	16.42	17.58	(1.830)	(1.910)	(1.985)	(2.055)	(2.110)	(2.160)
(3)式による推定値( $\hat{Y}_t$ )	1.13	4.21	6.86	9.13	11.09	12.77	14.22	15.47	16.54	17.46	18.25	18.93	19.52	20.05	20.46	20.83
修正値(ガイドカーブ)( $\hat{Y}'_t$ )	1.90	4.20	6.84	9.11	11.07	12.75	14.20	15.44	16.53	17.48	18.35	19.15	19.87	20.53	21.13	21.67
$\hat{Y}_t - \hat{Y}'_t$	-0.77	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	-0.02	-0.10	-0.22	-0.35	-0.51	-0.67	-0.84	

4. 地位指數曲線の算出

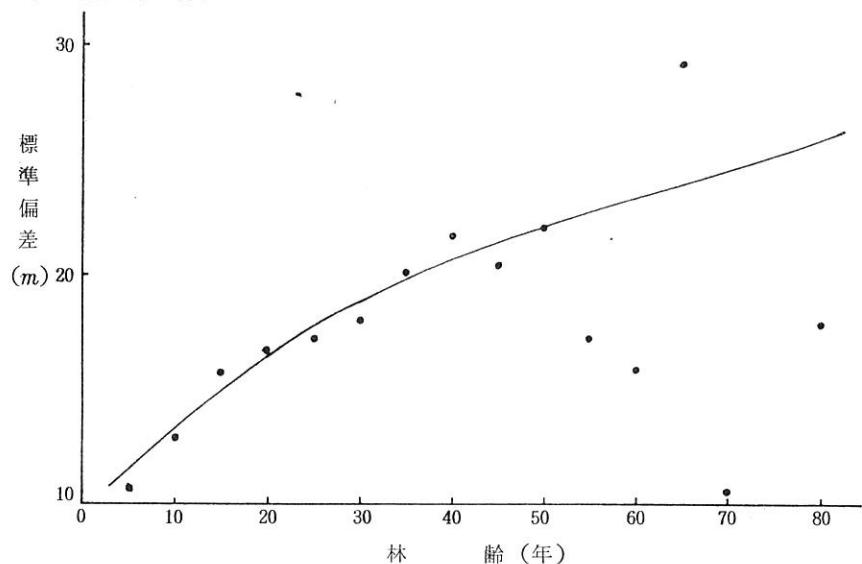


図-10 林齢に対する階階別樹高の標準偏差

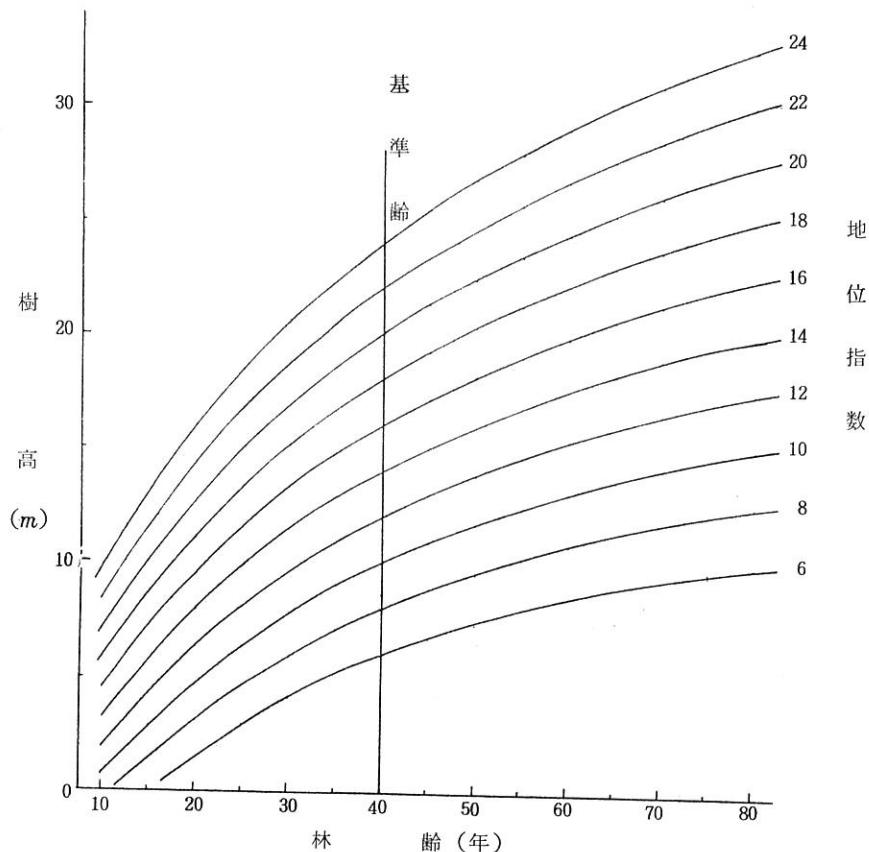


図-11 地位指數曲線図（大分県ヒノキ）

表-18 地位指數ごとのRYの値

地位指數	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
RYの値	-4.56	-3.59	-2.63	-1.66	-0.70	0.27	1.24	2.20	3.17	4.15

表-19 ヒノキの地位指數ごとの輪階別推定樹高(大分県)

輪階	$\hat{Y}_t$	$\sigma_t$	地位指數								
			6	8	10	12	14	16	18	20	22
5	1.90	1.16	—	—	—	—	1.10	2.21	3.33	4.45	5.58
10	4.20	1.34	—	—	0.68	1.98	3.26	4.56	5.86	7.15	8.45
15	6.84	1.50	0.00	1.45	2.89	4.35	5.79	7.25	8.70	10.14	11.60
20	9.11	1.66	1.54	3.15	4.74	6.35	7.95	9.56	11.17	12.76	14.37
25	11.07	1.78	2.95	4.68	6.39	8.12	9.82	11.55	13.28	14.99	16.71
30	12.75	1.89	4.13	5.96	7.78	9.61	11.43	13.26	15.09	16.91	18.74
35	14.20	1.97	5.22	7.13	9.02	10.93	12.82	14.73	16.64	18.53	20.44
40	15.44	2.07	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00
45	16.53	2.15	6.73	8.81	10.88	12.96	15.02	17.11	19.20	21.26	23.35
50	17.48	2.22	7.36	9.51	11.64	13.79	15.93	18.08	20.23	22.36	24.52
55	18.35	2.28	7.95	10.16	12.35	14.57	16.75	18.97	21.18	23.37	25.58
60	19.15	2.34	8.48	10.75	13.00	15.27	17.51	19.78	22.05	24.30	26.57
65	19.87	2.40	8.93	11.25	13.65	15.89	18.19	20.52	22.85	25.15	27.48
70	20.53	2.46	9.37	11.70	14.06	16.45	18.81	21.19	23.58	25.94	28.33
75	21.13	2.52	9.64	12.08	14.50	16.95	19.37	21.81	24.25	26.67	29.12
80	21.67	2.57	9.95	12.44	14.91	17.40	19.87	22.36	24.86	27.30	29.82

注) 40年を基準輪とした

齢階ごとに得られた樹高の観測値と対応する齢階におけるガイドカーブ上の樹高との残差より、齢階ごとに標準誤差( $\sigma_t$ )を求め、図上で平滑化して(図-10)修正標準誤差( $\hat{\sigma}_t$ )を読みとった。

基準年齢を40年生とし、その時の平均樹高を2m間隔であらわすことにした。

地位指数曲線を描こうとする1つの地位指数をYとすれば40年でのガイドカーブの樹高 $\hat{Y}_{40}$ とYとの隔たり( $Y - \hat{Y}_{40}$ )と林齢tにおける地位指数Yの樹高 $Y_t$ と $Y_t$ の隔たり( $Y_t - \hat{Y}_t$ )とが $\sigma_{40}$ と $\hat{\sigma}_t$ に比例すると仮定すれば(5)式によって地位指数曲線が算出できる。

$$Y_t = Y_t + R_y \hat{\sigma}_t \quad \dots \dots \dots (5)$$

$$\text{ただし } R_y : (Y - \hat{Y}_{40}) / \hat{\sigma}_{40} \quad \dots \dots \dots (6)$$

$Y_t$  : 林齢tにおける樹高

$\hat{Y}_t$  : 林齢ガイドカーブの樹高

$\hat{\sigma}_t$  : 林齢ガイドカーブの修正誤差

Y : 地位指数

まず地位指数ごとの $R_y$ を(6)式によって求めた。これを表-18に示す。

つぎに地位指数ごとの各齢階の樹高(5)式で求め、地位指数曲線を決定した。このようにして計算した地位指数曲線を表-19、図-11に示した。

## 5. 地位指数曲線による地域間、樹種間比較

大分県におけるヒノキの標準的な樹高生長過程は、地位指数曲線の算出過程で得られたガイドカーブを用いて、本県におけるヒノキの樹高生長過程が、地方のちがいや樹種のちがいによりどのような特性をもつか検討してみた。

### (1) ヒノキ樹高生長過程の地域間比較

本県のヒノキ林の生長過程と各地方のヒノキ林の生長過程をガイドカーブより比較した。

比較した地方は、ガイドカーブの算出されている鹿児島、宮崎のデータ<sup>18)</sup>、地位Ⅱにおける樹高値を平均的な樹高総生長として「九州地方」<sup>38)</sup>および「中国地方」<sup>36)</sup>における収穫表よりのデータ、および大分県に広大な山林を所有経営する九州林産(株)作成の収穫表のデータ<sup>31)</sup>となっている。(図-12)

これらのデータにもとづき描かれた各地方の樹高総生長は、30年ごろまで急激な生長を示し、以後その勾配をゆるめつつも、比較的間断な生長を持続するジクモイドカーブ状の生長傾向をもち、その生長は初期より後期にわたり良好である。

「中国地方」および「宮崎県」のヒノキ林の生長過程は、大分県に近いパターンをとるが「中国地方」では、35年以前の生長がとくにすぐれ、早生型のパターンをとる。「宮崎県」のヒノキ林は、20年ごろをさかいで生長の相対的な低下がみられるが、以後の生長は間断なく持続する。但し、絶対量では大分県にくらべ若干低く、40年で0.76m、60年1.19mの較差がみられる。

「九州地方」のヒノキ林の生長は、直線型に近い型で上昇しているが10年～40年くらいにかけての生長の低いことが特徴である。後期生長が間断なく持続し70年次で最も優位となる。生長傾向として晩生型である。

「九州林産」の生長型は「九州地方」よりも直線的であるが、その生長は最も低位である。これは「九州林産」のヒノキ所有林が大分県において高海拔地に位置し、黒色土を母材とする環境的なものが影響していると考えられる。但し、40年時点では「宮崎県」と同水準に位置していく。

「鹿児島県」のヒノキ林は30年ごろまでは平均的～やや下位の生長を辿るが、それ以降の生長

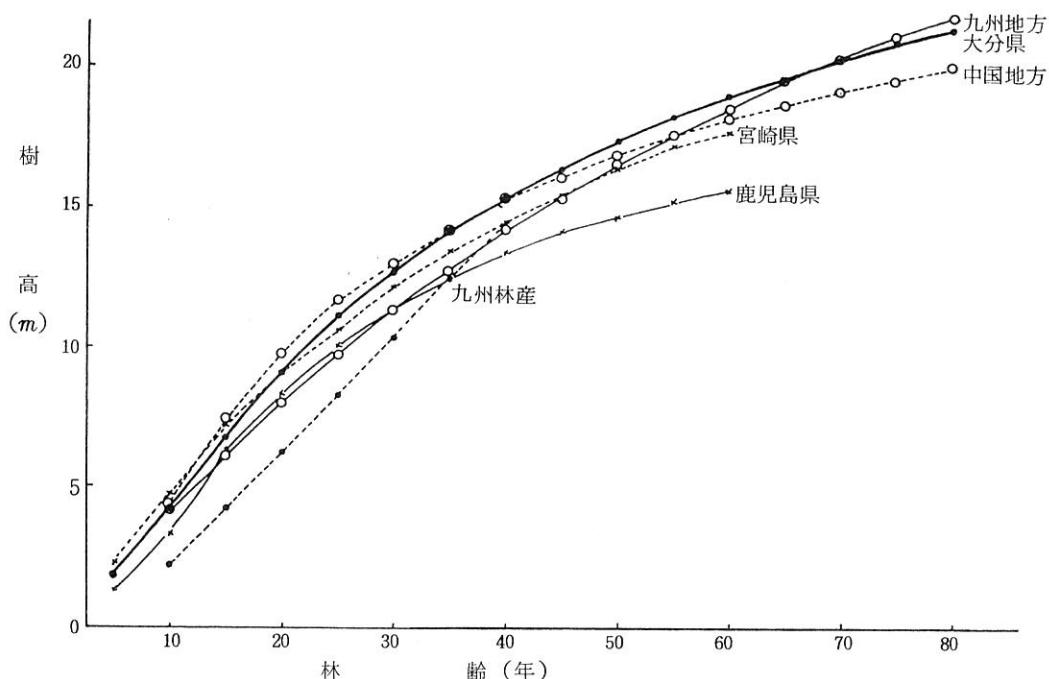


図-12 ヒノキ樹高総生長曲線の地方間比較

減退が著しく「大分県」と比較した場合、30年における較差1.34 mが60年には3.34 mと拡大されて、とくに後期の生長の劣ることが目立っている。

以上6つの樹高生長過程を総括すれば「大分県」「中国地方」「宮崎県」および「鹿児島県」の4地域における曲線はS字状型を示し、生物一般の生長法則に準じた生長型を示す。生長の絶対量のちがいはあるが20~30年ごろより生長は鈍化する。生長型としては早生型に近い。

これに対し「九州地方」および「九州林産」の生長曲線は直線型であり、生長型としては、晩生型の傾向をもつ。但し「九州林産」の場合、調整資料においてVI齢級以下の資料が4点、X齢級以上皆無という条件で中心線の決定がなされており、資料の分布、および絶対数の点で比較資料としては問題があろう。

さて、この6つの樹高曲線にみられる早生型と晩生型という2つの生長パターンのちがいは、

連年生長量により明確である。図-13は、生長パターンの異なる「大分県」と「九州地方」のものを比較した図であるが、早生型とみなされる「大分県」のものは、初期に急激な生長を示し、10~15年のうちにピークをもって以後下降し、50年以降になると横ばい状態で安定する。

「九州地方」は初期に最も大きく、以後極大点のないままほぼ直線状に漸減するという単純な生長過程を辿っている。

同じ九州管内において、このように生長型が

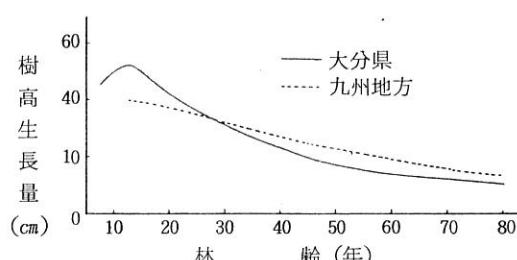


図-13 樹高連年生長量の比較

明らかに異なることは、地域性、局地性の違いによるものと推測されるが、いまひとつは「九州地方」のものが中心線の決定の際、幼齢林分の標準地が地味良好に偏するとして曲線式による値をフリーハンドで低く修正したことによる結果と考えられる。

ヒノキの樹高総生長曲線は、「九州林産」の例を除いて一般にその生長は初期に良好であり25～30年ごろをさかに生長鈍化が生じ以降年生長量を漸減しつつも間断なく生長を持続するといった生長パターンをとることが認められるが、この中にあっても「大分県」のヒノキの生長は、他地方にくらべ全般に優れているとみてよいようである。

## (2) ヒノキの樹高生長と樹種間比較

樹種間の生長比較は、生長条件が樹種ごとに異なることや植栽場所の立地条件が異なることなどより、厳密な意味での樹種間比較は適当ではない。

しかしながら樹種間の生長曲線の形を比較することは、ヒノキの種固有の生長曲線を把握するひとつの目安としては、その比較が可能であろう。

図-14に地域は異なるが地位（中）のヒノキ、スギ（大分・熊本地方）アカマツ（北九州地方）クヌギ（鹿児島県）樹高生長曲線を示した。

クヌギの初期生長の急激な立ちあがりと、その後の生長量の低下は他樹種と顕著な差異を示し、固有の生長パターンをもつことが認められる。

スギ・ヒノキ・マツの針葉樹は、生長の大きさは異なるも、樹高曲線の傾向は類似している。

ヒノキは、生育当初15年位まではスギ（熊本地方）アカマツにくらべ若干やや劣るが、その後旺盛な生育を示し、20～40年の間では、若干優位に立ち以後、スギ（熊本地方）と入れかわる。

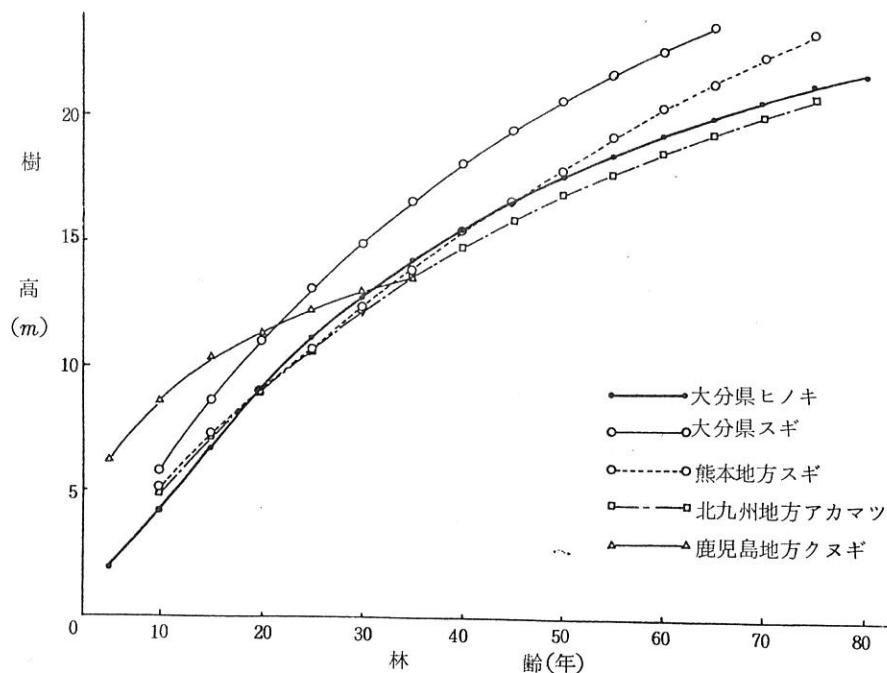


図-14 樹高総生長曲線の樹種間比較（地位中）

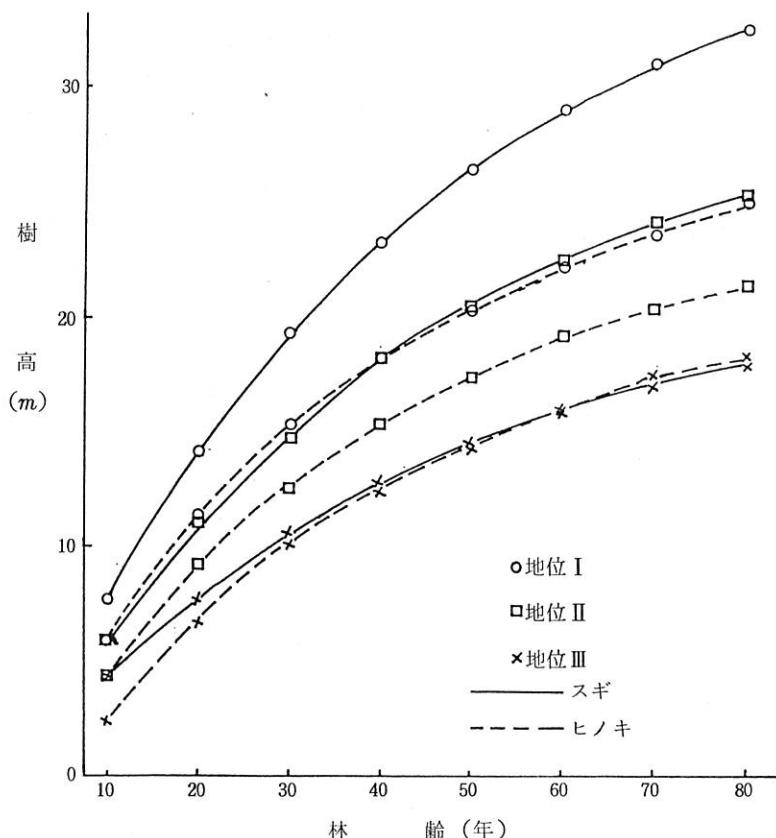


図-15 スギ・ヒノキの地位別樹高総生長曲線

同じ地域（大分県）でのスギとヒノキの生長は、初期よりスギが優位であり年とともにその較差を生じることが認められる。樹高較差を年をおってみてみると20年で1.89m, 40年で2.66m, 60年で3.45m, 80年で3.8mとなる。

「生長量集計」(17)は、15年までの幼齢期の生長比較を行なっているが、地位や地域によって、樹種間の生長にちがいのあることを報告している。この報告では、アカマツが最も高い生長を示すが、スギ・ヒノキの場合は地位・地域によって異なり地位（上）では北九州でスギ<ヒノキ、中・南九州では、スギ>ヒノキ、地位（下）では北・中・南九州すべてスギ<ヒノキの傾向となっている。

これらは、幼齢期を中心とした解析であるのでこれを拡大解釈することは問題であるが、興味あることは環境条件が悪くなれば、スギの生長の衰えがヒノキよりも急激である点であろう。これは、スギ・ヒノキの適地判定と照らしても興味ある事項である。このことはスギとヒノキの生長の特性をよくあらわしていると考えられるため更に検討を加えてみることとする。図-15は、地位別（スギについては「スギ人工林収穫予想表」（昭和56年度 大分県作成）の5等位区分より地位Iに相当するものとして、地位級（1）の値を、地位IIとして地位級（3）の値を、地位IIIに相当するものとして地位級（5）を用いた。ヒノキについては、II項で作成した大分県ヒノキ林林分収穫表の主林木樹高データの地位I, II, IIIのものをスギに対比させた]に林齡とともにスギ、ヒノキの樹高生長を図示したものである。

地位（I）においては、スギの生長がヒノキにくらべ明らかに優位で、しかも林齢とともに樹高差は拡大しており、20年で2.78m, 40年で5.1m, 80年で7.71mの較差をみる。

地位（II）では、スギの優位性はかわらないが、その較差は大部分が2～4mの間にあり林齢の推移にともなう較差の広がりは、地位（I）にくらべると小さい。地位（III）になると、その較差はさらに小さくなり林齢60年においてはスギ<ヒノキと逆転している。

スギは地味良好であればあるほど、その生長は明らかにヒノキにまさるが、地味低劣となれば、その生長は急激に落ち込み、ヒノキの場合にはそれほどの生長低下を示さず、スギに比べ立地環境に対する反応が顕著でない。いいかえれば、ヒノキはスギに比べ劣悪な林地によく耐えうる樹種としての特性を見出すことができうる。

再び樹種ごとにその生長状況を図-14にかえってみると、地位（II）では、クヌギを別としてスギ>ヒノキ>アカマツという傾向が認められるが、ヒノキの20年前後を中心とした生長量の大きさは、一つの樹種特性と考えられうる。

## II 大分県におけるヒノキ人工林林分収穫表の調整

### 1. 資料および調査方法

#### (1) 資 料

大分県ヒノキ林林分収穫表調整に用いた資料は、昭和49年度より当場において行われた諸種のヒノキ林調査によって得られた資料で、標準地数は260点である。資料の収集にかかる試験項目と期間および集点数は表-20のとおりとなっている。

表-20 ヒノキ林調査の種類と標準地資料数

試 験 名	実 施 期 間	標準地資料	備 考
ヒノキ林の生産解析	昭和49～51年度	157	
ヒノキ林の経済限界調査	昭和52～54年度	73	
立地とヒノキ幹材の形質特性に関する研究	昭和55～57年度	30	このほか未整理資料として24点あり
計		260	

この260点の資料は、すべて、大分県内におけるヒノキ林で得られたものであるが、収集地は、県下全体にわたっている。林齢は12年生より80年生のものまで含まれるが30～50年生のものが多い。表-21に地域森林計画別の収集点数を示した。

表-21 森林計画別資料数

森 林 計 画 区	標 準 地 資 料 数	備 考
大 分 北 部 森 林 計 画 区	66	
大 分 中 部	81	
大 野 川	24	
大 分 南 部	28	
日 田・玖 珠	61	
計	260	

#### (2) 調査およびまとめ方法

##### 1) 林分調査

林況に応じて半径7～10m（面積にして150～314m<sup>2</sup>程度）の円形プロットをもちい標準地を設定した。

胸高直径の測定は、二方向より輪尺を用い毎木調査を行った（mm単位まで測読）。

樹高の測定は、直径階ごとに1～2本宛選出し、ブルーメライス測定器を用いて10cm単位まで測読した。

単木材積は次式より算出した。

直径級

6～11cm

$$\log v = \bar{5.87211} + 1.93699 \log d + 0.81243 \log h$$

12~21 cm

$$\log v = \bar{5.68293} + 1.92167 \log d + 1.01676 \log h$$

22 cm以上

$$\log v = \bar{5.79853} + 1.78604 \log d + 1.06966 \log h$$

 $v$  ; 単木材積

d ; 直径

h ; 樹高

なお、材積式は「熊本営林局ヒノキ立木材積表調整説明書」(林野庁、1961)によるものである。

林分調査にかかる項目の内容は次のとおりである。

- ①林齢；苗齢は加算せず、植栽年より起算した年齢をもって林齢とした。
- ②樹高；劣勢木をのぞいた平均樹高値。
- ③胸高直径；劣勢木をのぞいた平均胸高直径値。
- ④立木本数；劣勢木をのぞいた本数をhaあたりに換算したもの。
- ⑤材積；劣勢木の材積もすべて含めたものをha当たりに換算したもの。なお、平均幹材積は、劣勢木を含めた単木平均幹材積値を示す。
- ⑥断面積；劣勢木も含めた胸高断面積合計をhaあたりに換算したもの。
- ⑦形状比；樹高を胸高直径で除した百分比。

注) ここでいう劣勢木とは、樹高で相対的に区別されたもので、林冠の主要構成要素となり得ず、調査時においてすでに他の優勢木に被圧され、近い将来、枯損または生長の減退が著しいと想定されたもの。

### (2) とりまとめの方法

とりまとめの方法は昭和54年1月4日、53林野政第1275号、同齡単純林の林分収穫表調整要綱を基本に、既往の各種収穫表を参考としたが「九州電力株式会社有林におけるスギ・ヒノキ林の材積表ならびに収穫表」「収穫表調整に関する研究報告第36号(山陰地方スギ林林分収穫表調整説明書)」の二文献に依るところが大きい。

### (3) 標準地および記号一覧

収穫表調整のために選定した標準地の一覧は既報<sup>18)</sup>に掲載したのでここでは省略する。なお各標準地の林分構成因子は単位面積(ha)あたりの数値に換算してある。

表-23には齢級別の標準地資料数を示した。

また表-24はこの収穫表の調整において使用する記号を一括して示したものである。

表-23 齢級別標準地数

齢級(年)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	計
範囲(年)	8~12	13~17	18~22	23~27	28~32	33~37	38~42	43~47	48~52	53~57	58~62	63~67	68~72	73~77	78~82	
標準地(点)	2	9	32	20	33	41	34	27	27	14	7	5	3	1	5	260

表-24 記号一覧表

用語	主林木	副林木	主副林木計
林齢	T	T	T
樹高	H <sub>主</sub>	H <sub>副</sub>	H
胸高直径	D <sub>主</sub>	D <sub>副</sub>	D
haあたり本数	N <sub>主</sub>	N <sub>副</sub>	N
〃 胸高断面積	G <sub>主</sub>	G <sub>副</sub>	G
〃 幹材積	V <sub>主</sub>	V <sub>副</sub>	V
平均幹材積	v <sub>主</sub>	v <sub>副</sub>	v

## 2. 資料の吟味

### (1) 吟味の方針

各標準地の調査結果が、収穫表調整の資料として適當かどうかを吟味し一般的傾向と著しく差のある場合は、これを資料より除外するという方針のもとに次の各因子間の関係を検討し、資料の吟味を行うこととした。

- 1) 林齢に対するhaあたり主林木本数 (T対N<sub>主</sub>)
- 2) 林齢に対するhaあたり主林木胸高断面積 (T対G<sub>主</sub>)
- 3) 林齢に対するhaあたり主林木幹材積 (T対V<sub>主</sub>)
- 4) 林齢に対するhaあたり主林木平均胸高直径 (T対D<sub>主</sub>)
- 5) 主林木平均胸高値に対するhaあたり主林木本数 (D<sub>主</sub>対N<sub>主</sub>)

以上の5項目について、中心線を決定し、各齢級（または直径階ごと）に標準偏差を求め、これを用いて、分布範囲を決定し、この分布域よりはずれるものは、不適當なものとして、吟味検討することとした。

### (2) 吟味の方法

資料全体の一般的傾向を求めるため、全資料について、最小自乗法を用い分布中心線を決定した。分布中心線は、実測分布に適合の良い曲線式をあてはめ、残差平方和の最も小さい曲線式を採用した。

この分布中心線に齢階（または直径階）を閾数とした標準偏差を求め、この値の二倍の幅を分布中心線の上下にとり、資料棄却の上・下限線とした。

### (3) 棄却の方針

各因子間の関係において、二項目以上が棄却限界線の範囲外にある資料を棄却の対象としたが、これはあくまで原則であって、限界線からの離れの程度がわずかで、他の項目において不都合のない場合は、できるだけ残すこととした。

## (4) 中心線の吟味

## 1) 分布中心線の決定

分布中心線は、各吟味項目について林齢（または平均胸高直径）を横軸にとった。分布図を引き、分布傾向に最も適当とされる曲線式を選出した。

使用した実験式は表-25に示すとおりである。

表-25 適用実験式

実験式番号	曲 線 式	実 験 式	備 考
1	$Y = a X^b$	$\log Y = A + b \log X$	$A = \log a$
2	$Y = a e^{-\frac{b}{X}}$ (寺崎式)	$\log_e Y = a - \frac{b}{X}$	
3	$Y = a + b \log X$	$Y = a + b \log X$	
4	$Y = a X^b e^{-\frac{c}{X}}$ (大友式)	$\log_e Y = A' + b \log_e X - c \cdot \frac{1}{X}$	$A' = \log_e a$

①林齢に対するhaあたり主林木立木本数 ( $T : N_{\pm}$ )

4つの曲線式を使用し、最小自乗法により最適実験式を求めた。この結果、No.1式が最も適合度が良く、これを分布中心線として決定した。表-26は、比較した実験式と適合度を示したものである。

次に齢階別標準偏差を求め、これをフリーハンドで平滑化し、修正標準偏差とした。この修正標準偏差を用い、齢階別に算出した棄却限界線の値は表-27のとおりである。この上・下限界線の範囲外にある資料は図-16に示すように計17個であった。

表-26 全資料による適用実験式の検討 ( $T : N_{\pm}$ )

No	曲 線 式	実 験 式	相関係数	標準誤差
1	$N = a T^b$	$\log N_{\pm} = 4.1864 - 0.6348 \log T$	0.5776	95.7
2	$N = a e^{-\frac{c}{T}}$	$\log_e N_{\pm} = 2.9212 + \frac{8.6043}{T}$	0.4498	203.6
3	$N = a + b \log T$	$N_{\pm} = 5385 - 2381 \log T$	0.5237	144.4
4	$N = a T^b e^{-\frac{c}{T}}$	$\log_e N_{\pm} = 9.042 - 0.521 \log_e T + 4.39 \frac{1}{T}$	0.5520	126.3

表-27 齢階別haあたり本数・棄却・範囲の決定

齢階	範囲	個数	実測値		中心線 偏差 $\sigma$	修正標準 偏差 $\sigma$	棄却限界値	
			平均値	標準偏差			上限	下限
			本/ha	本/ha			本	本
年	年	個	本/ha	本/ha	本	本	本	本
10	7~12	10	2670	463	2753	563	3879	1627
15	13~17	34	2531	627	2294	499	3239	1296
20	18~22	20	2004	363	1991	437	2865	1117
30	28~32	33	1608	433	1773	380	2533	1013
35	33~37	41	1516	450	1608	333	2274	942
40	38~42	34	1434	370	1477	296	2069	885
45	43~47	27	1444	267	1371	268	1897	835
50	48~52	27	1296	282	1282	244	1770	794
55	53~57	14	1416	307	1207	225	1657	757
60	58~62	6	1264	74	1142	209	1560	724
65	63~67	5	1078	301	1085	195	1475	695
70	68~72	3	1037	110	1035	183	1401	669
75	73~77	1	999	102	991	172	1335	647
80	78~82	5	791	154	951	163	1277	625

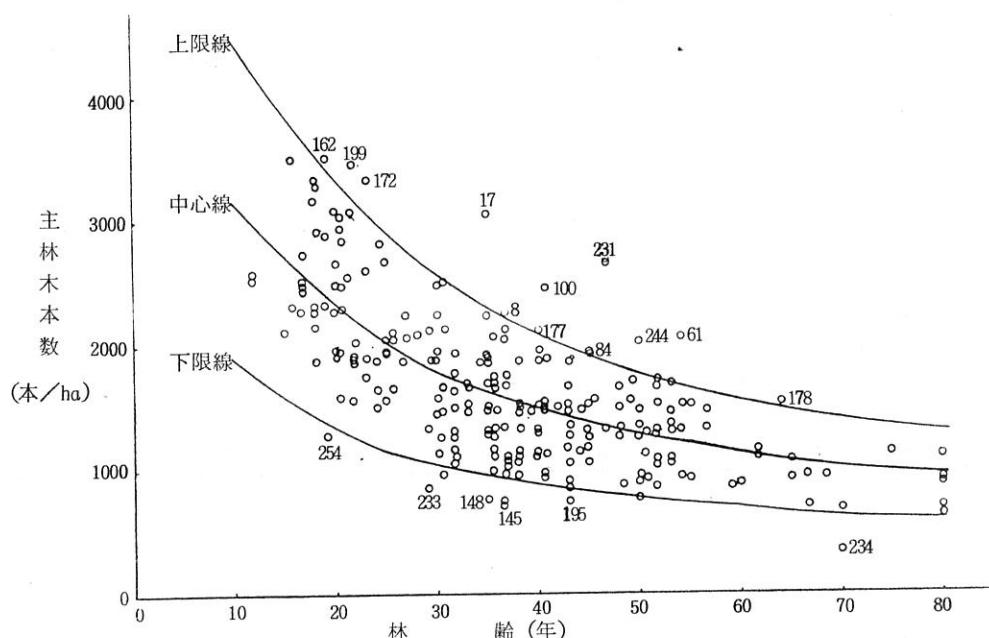


図-16 林齢に対するhaあたり主林木本数(吟味)

②林齢に対するhaあたりの主林木胸高断面積 (T : G<sub>主</sub>)

全資料に対する適用実験式の検討結果、No.4の大友式が最も高い適合度を示し本式を分布中心線とした(表-28)。

分布中心線の値と修正標準偏差とともに算出した齢階ごとの上・下棄却限界線の値は表-29のとおりである。

この上・下棄却限界線の範囲外にある資料は図-17に示すとおり19個であった。

表-28 全資料による適用実験式の検討 (T : G<sub>主</sub>)

No	曲 線 式	実 驗 式	相関係数	標準誤差
1	G = a T <sup>b</sup>	log G = 0.8052 + 0.54711 log T	0.6151	9.7
2	G = ae <sup>-b/T</sup>	log <sub>e</sub> G = 1.8928 - $\frac{7.3091}{T}$	0.5903	11.0
3	G = a + b log T	G = -49.2217 + 62.2758 log T	0.6000	10.1
4	G = a T <sup>b</sup> e <sup>-b/T</sup>	log <sub>e</sub> G = 1.923 + 0.510 log <sub>e</sub> T - 0.103 $\frac{1}{T}$	0.6300	9.5

表-29 齢階別haあたり胸高断面積合計と棄却範囲の決定 (T : G<sub>主</sub>)

齢階	範囲	個数	実測値		中心線	修正標準偏差 $\sigma$	棄却限界値	
			平均値	標準偏差			上限	下限
							中心線 + 2 $\sigma$	中心線 - 2 $\sigma$
年	年	個	m <sup>3</sup> /ha	本/ha	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
10					4.2			
15	13~17	10	29.0	9.4	27.0	5.3	37.6	16.4
20	18~22	34	37.4	6.2	31.4	6.2	43.8	19.0
25	23~27	20	35.7	5.6	35.2	7.0	49.2	21.2
30	28~32	33	38.0	9.3	38.7	7.8	54.3	23.1
35	33~37	41	40.9	9.4	41.8	8.5	58.8	24.8
40	38~42	34	43.8	8.8	44.8	9.1	63.0	26.6
45	43~47	27	49.8	12.6	47.6	9.7	67.0	28.2
50	48~52	27	51.9	9.3	50.2	10.3	70.8	29.6
55	53~57	14	61.6	8.3	52.8	10.8	74.4	31.2
60	58~62	6	65.2	4.5	55.2	11.4	78.0	32.4
65	63~67	5	53.7	13.0	57.5	11.9	81.3	33.7
70	68~72	3	81.9	4.7	59.7	12.4	84.5	34.9
75	73~77	1	87.4	5.1	61.9	12.9	87.7	36.1
80	78~82	5	53.7	5.8	63.9	13.4	90.7	37.1

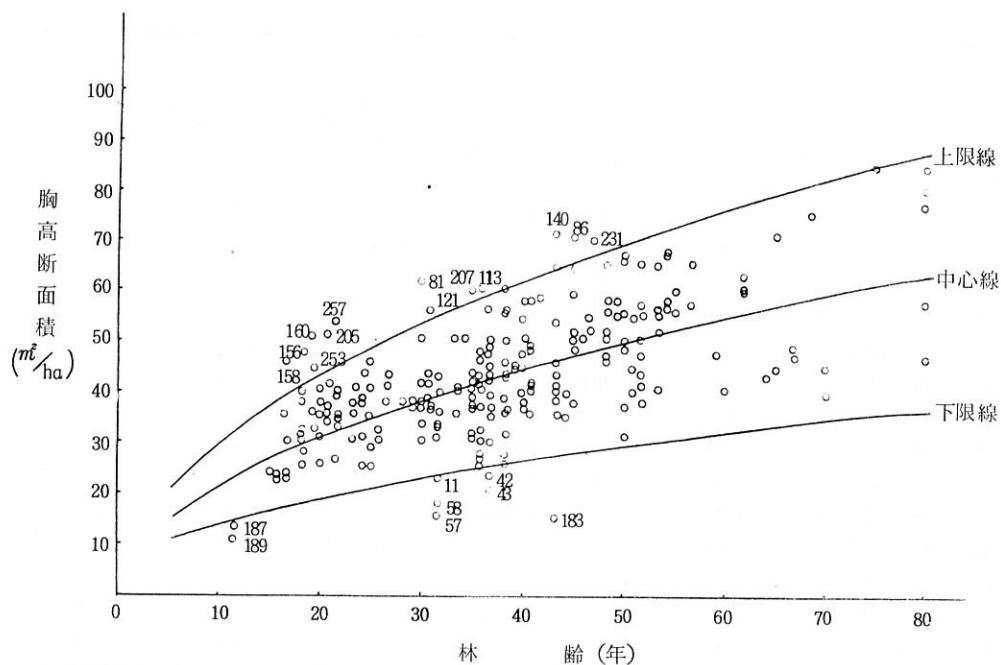


図-17 林齢に対するhaあたり主林木胸高断面積(吟味)

③林齢に対するhaあたりの主林木幹材積(T:V<sub>主</sub>)

全資料に対する適用実験式の検討結果、No.4の大友式が最も良好な適合を示したため、本式を分布中心線とした(表-30)。

分布中心線の値と修正標準偏差をもとに算出した齢階ごとの上・下棄却限界線の値は表-31のとおりである。.

この上・下棄却限界線の範囲外にある資料は図-18に示すとおり19個であった。

表-30 全資料による適用実験式の検討(T:V<sub>主</sub>)

No.	曲 線 式	実 驗 式	相関係数	標準誤差
1	$V = aT^b$	$\log V = 0.8439 + 1.0856 \log T$	0.6797	135.5
2	$V = ae^{-\frac{b}{T}}$	$\log_e V = 3.0085 - 14.7411/T$	0.5304	162.2
3	$V = a + b \log T$	$V = -1184.35 - 1019.94 \log T$	0.6664	151.3
4	$V = aTe^{-\frac{b}{T}}$	$\log_e V = 2.880 + 0.851 \log_e T - 6.54/T$	0.7290	107.4

表-31 齡階別haあたり幹材積と棄却範囲の決定 (T : V主)

齧階	範囲	個数	実測値		中心線 cm <sup>3</sup>	修正標準 偏差 $\sigma$ cm <sup>3</sup>	棄却限界値	
			平均値 本/ha	標準偏差 本/ha			上限 cm <sup>3</sup>	下限 cm <sup>3</sup>
							中心線 + 2 $\sigma$	中心線 - 2 $\sigma$
年	年	個	本/ha	本/ha	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
10					43.0			
15	13~17	10	129	65	115.4	54.4	224.4	6.4
20	18~22	34	219	64	164.3	64.6	293.5	35.1
25	23~27	20	225	51	221.1	73.3	359.3	64.9
30	28~32	33	268	79	258.8	81.9	422.6	95.8
35	33~37	41	304	103	304.3	89.6	483.5	125.1
40	38~42	34	343	99	349.0	96.9	542.8	155.2
45	43~47	27	408	133	393.1	103.8	600.7	185.5
50	48~52	27	458	95	436.2	110.4	657.0	215.4
55	53~57	14	561	96	478.7	116.8	712.3	245.1
60	58~62	6	644	54	520.6	122.9	766.4	274.8
65	63~67	5	546	193	561.7	128.8	819.3	304.1
70	68~72	3	889	103	603.0	134.5	872.0	334.0
75	73~77	1	1098	145	643.6	140.0	923.6	363.6
80	78~82	5	587	61	683.3	145.4	974.1	392.5

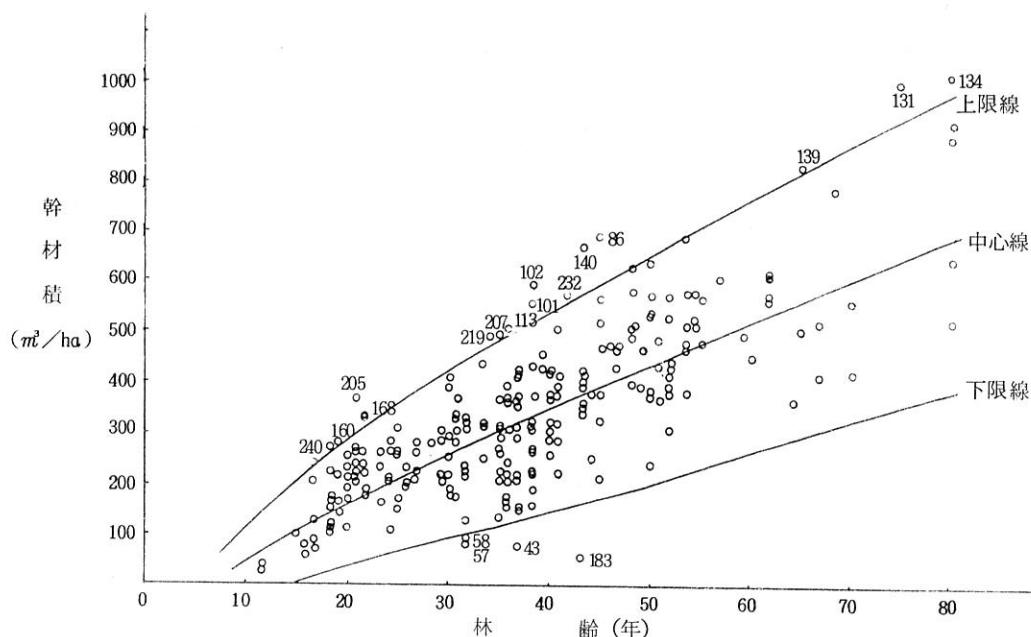


図-18 林齧に対するhaあたり主林木幹材積(吟味)

④林齢に対する平均胸高直径 (T : D<sub>主</sub>)

全資料に対する適用実験式の検討結果、No.4の大友式の適合度が最も高かったため、本式を分布中心線に決定した(表-32)。

分布中心線の値と修正標準偏差をもとに算出した齢階ごとの上・下棄却限界線の値は表-33のとおりである。この上・下棄却限界線の範囲外にある資料は図-19にみられるとおり15個であった。

表-32 全資料による適用実験式の検討 (T : D<sub>主</sub>)

No.	曲 線 式	実 驗 式	相関係数	標準誤差
1	D = a T <sup>b</sup>	log D = 0.3527 + 0.5963 log T	0.7811	1.69
2	D = a e <sup>bT</sup>	log eD = 1.5398 - 8.0293 / T	0.7012	2.76
3	D = a + b log T	G = - 23.31 + 27.86 log T	0.7236	2.14
4	D = a T <sup>b</sup> e <sup>-f</sup>	log eG = 0.999 + 0.549 log eT - 1.27 / T	0.8290	1.12

表-33 齢階別あたり胸高直径と棄却範囲の決定 (T : D<sub>主</sub>)

齢階	範囲	個数	実測値		中心線	修正標準 偏差 σ	棄却限界値			
			平均値	標準偏差			上限	下限		
							中心線 + 2 σ	中心線 - 2 σ		
年	年	個	cm	cm	cm	cm	cm	cm		
10	7~12	10	11.8	2.08	11.0	1.76	14.5	7.5		
15	13~17	34	13.9	1.88	13.2	2.04	17.3	9.1		
20	18~22	20	15.0	1.78	15.1	2.29	19.7	10.5		
25	23~27	33	17.3	2.58	16.9	2.52	21.9	11.9		
30	28~32	41	18.8	3.60	18.4	2.73	23.9	12.9		
35	33~37	34	19.8	2.46	19.8	2.92	25.6	14.0		
40	43~47	27	20.9	3.23	21.4	3.11	27.6	15.2		
45	48~52	27	22.7	2.97	22.7	3.28	29.3	16.1		
50	53~57	14	23.6	2.07	23.9	3.45	30.8	17.1		
55	58~62	6	25.4	0.82	25.1	3.61	32.3	17.9		
60	63~67	5	25.3	3.99	26.2	3.76	33.7	18.7		
65	68~72	3	31.8	1.15	27.6	3.91	35.4	19.8		
70	73~77	1	33.3	2.11	28.7	4.05	36.8	20.6		
75	78~82	5	29.5	4.35	29.7	4.19	38.1	21.3		

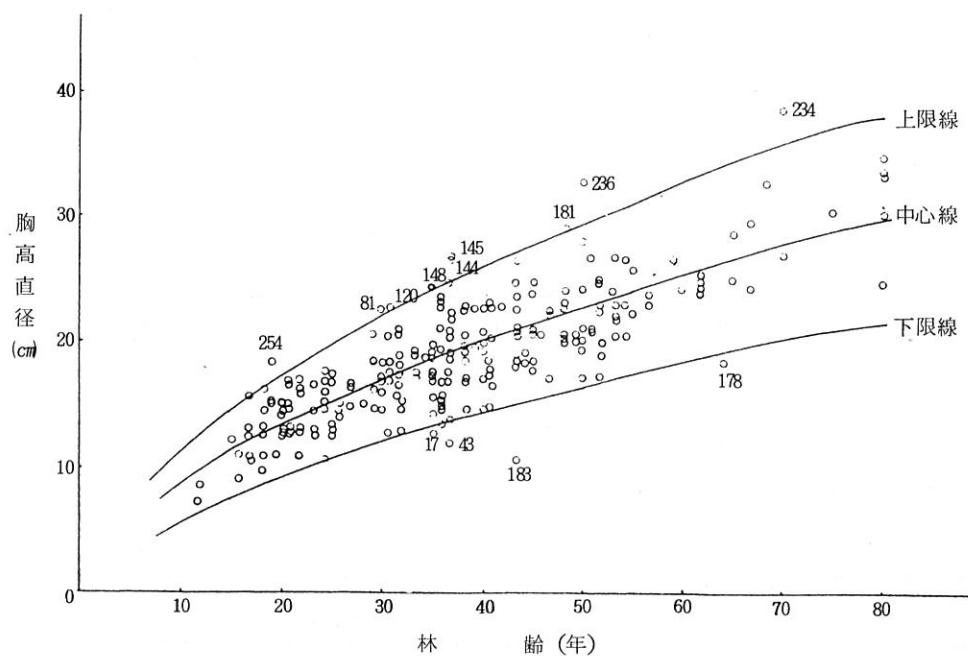


図-19 林齢に対するhaあたり主林木胸高直径（吟味）

⑤主林木平均胸高直径に対するhaあたり主林木本数 ( $D_{\text{主}} : N_{\text{主}}$ )

全資料に対する適用実験式の検討結果、No. 4の大友式の適合度が最も良好であったため、本式を分布中心線に決定した（表-34）。

分布中心線の値と修整標準偏差をもとに算出した林齢ごとの上・下棄却限界線の値は、表-35のとおりである。この上・下棄却限界線の範囲外にある資料は、図-20にみられるとおり5個であった。

表-34 全資料による適用実験式の検討 ( $D_{\text{主}} : N_{\text{主}}$ )

No	曲 線 式	実 驗 式	相関係数	標準誤差
1	$N = a D^b$	$\log N = 4.5125 - 1.0273 \log D$	0.807	156.7
2	$N = a e^{\frac{b}{D}}$	$\log eN = 2.7225 + 8.6522 / D$	0.788	162.0
3	$N = a + b \log D$	$N = 6599 - 3843 \log D$	0.769	193.1
4	$N = a D^b - c$	$\log eN = 12.900 - 1.714 \log eD - 10.078 / D$	0.843	141.2

表-35 直径階別本数と棄却範囲の決定 (D主 : N主)

直 径 階	範 囲	個 数	実測値		中心線	修正標準 偏差 $\sigma$	棄却限界値	
			平均値	標準偏差			上 限	下 限
							中心線 + 2 $\sigma$	中心線 - 2 $\sigma$
cm					本	本	本	本
6	4.1 ~ 8.0	1	27640	-	3463	1970	7403	-447
10	8.1 ~ 12.0	12	30303	745.9	2807	894	4551	1063
14	12.1 ~ 16.0	59	23868	538.0	2122	532	3186	1058
18	16.1 ~ 20.0	77	17247	377.2	1720	361	2442	998
22	20.1 ~ 24.0	71	13961	283.8	1224	264	1752	696
26	24.1 ~ 28.0	28	10873	196.6	1022	204	1430	614
30	28.1 ~ 32.0	8	9301	179.9	849	164	1177	521
34	32.1 ~ 36.0	3	822.0	112.0	706	135	976	436
38	36.1 ~ 40.0	1	831.0	-	602	114	830	374
42	40.1 ~ 44.0				518	97	712	324
46	44.1 ~ 48.0				455	85	625	285
50	48.1 ~ 52.0				399	74	547	251
54	52.1 ~ 56.0				354	66	486	222
58	56.1 ~ 60.0				321	59	439	203

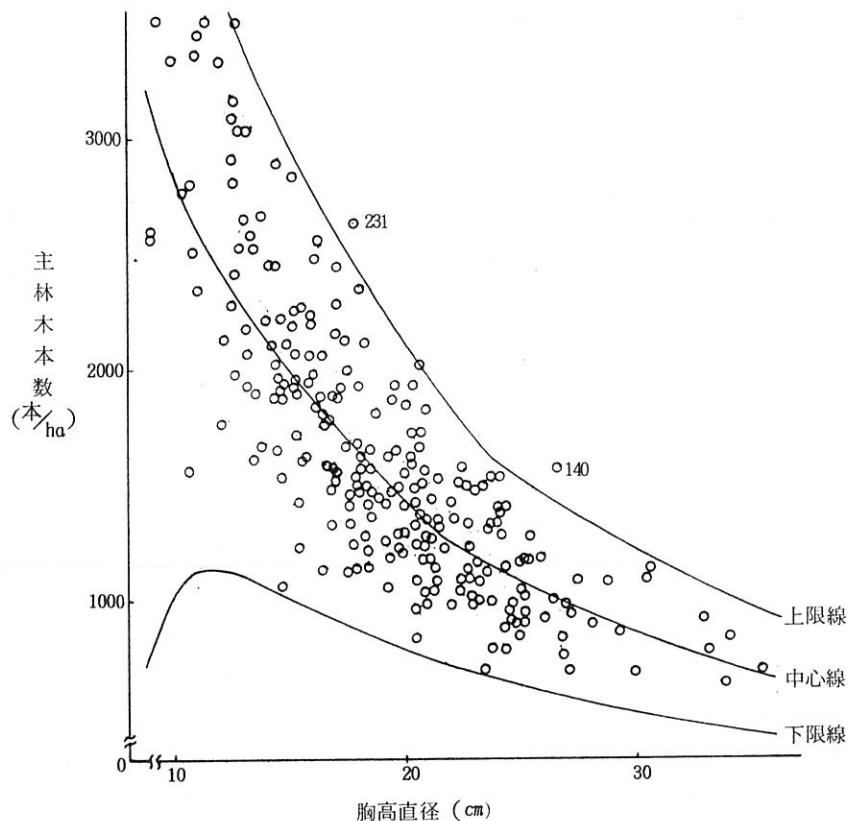


図-20 胸高直径に対するhaあたり主林木本数(吟味)

## (5) 資料の棄却

資料吟味の結果、各項目において上・下棄却限界線の範囲外にある資料をまとめたものを表-36として示した。この表をもとにして、棄却の方針に従い、資料の棄却を行った。このようにして棄却された資料は、17, 43, 57, 58, 61, 81, 84, 86, 100, 102, 113, 121, 131, 132, 134, 140, 144, 145, 148, 151, 158, 160, 172, 181, 183, 199, 205, 207, 231, 234, 236, 240, 244 の計33個であった。

以後の計算は、これら33個の資料を除いた227個の資料によって行うこととした。

表-36 資料の総合吟味

標準地No.	吟味項目（主林木）					資料の取捨	標準地No.	吟味項目（主林木）					資料の取捨
	T:N	T:D	T:G	T:V	D:N			T:N	T:D	T:G	T:V	D:N	
8	○					取	156			○			取
11			○			取	158		○	○			捨
17	○	○				捨	160		○	○	○		捨
42			○			取	162	○					取
43	○	○	○	○		捨	168				○		取
57		○	○	○		捨	172	○					捨
58		○	○	○		捨	177	○					取
61	○				○	捨	178	○	○				取
81		○	○			捨	181		○				捨
84	○					捨	183		○	○	○		取
86			○	○		捨	187			○			捨
89	○					取	189			○			取
100	○					捨	199	○					取
101						取	205			○	○		捨
102						捨	207			○	○		捨
113			○	○		捨	219				○		取
120		○				取	231	○		○		○	捨
121		○				捨	233	○					取
131			○			捨	234	○	○				捨
134			○			捨	236		○				捨
139			○			取	240		○		○		取
140			○	○		捨	244	○					捨
144	○	○				捨	254		○				捨
145	○	○				捨	257			○			取
148	○	○				捨							

## 3. 地位の決定

## (1) 分布中心線の決定

分布中心線は、大分県ヒノキ人工林地位指数曲線作成において算出されたガイドカーブ

$$\widehat{Y}_t = 23.120 - 21.985 (0.860)^t$$

( $Y_t$ ；樹高,  $t$ ；齡階を 0.1, 2 ……とおきかえたもの)

に若干の修正をフリーハンドで加えたものを決定線とした(図-9参照)。

## (2) 標準偏差曲線の決定

前項において決定した中心線をもとに齢階ごとの標準偏差を求めこれをもとに図-10にみられるようにフリーハンドで平滑化し、この曲線より読みとった値を修正標準偏差とした。

## (3) 地位区分とその結果

中心線に対する資料の分布状態を検討の上、修正標準偏差の2倍をもって上・下の限界線とし、この間を3等分し、上より順次Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ等と区分し、各帯の中央値をそれぞれの地位の標準平均樹高とした。

このようにして得られた地位別、林齡別平均樹高の階線および中心線は表-37のとおりである。

表-37 地位別林齡別中心線および界線の数値

区分 林齡	I の 上界線	I の 中心線	I, II の 界線	II の 中心線	II, III の 界線	III の 中心線	III の 下界線
5	—	—	—	—	—	—	—
10	6.88	5.98	5.09	4.20	3.30	2.41	1.52
15	9.84	8.84	7.84	6.84	5.84	4.84	3.84
20	12.43	11.32	10.22	9.11	8.00	6.90	5.79
25	14.63	13.44	12.26	11.07	9.88	8.70	7.51
30	16.53	15.27	14.01	12.75	11.49	10.23	8.97
35	18.14	16.82	15.51	14.20	12.88	11.57	10.26
40	19.58	18.20	16.82	15.44	14.06	12.68	11.30
45	20.83	19.40	17.96	16.53	15.09	13.66	12.23
50	21.92	20.44	18.96	17.48	16.00	14.52	13.04
55	22.91	21.39	19.87	18.35	16.83	15.31	13.79
60	23.83	22.27	20.71	19.15	17.59	16.03	14.47
65	24.67	23.07	21.47	19.87	18.27	16.67	15.07
70	25.45	23.81	22.17	20.53	18.89	17.25	15.61
75	26.17	24.49	22.81	21.13	19.45	17.77	16.09
80	26.81	25.09	23.38	21.67	19.96	18.24	16.53

これを分布図にしたのが図-21である。

図-21にみられるように標準地78が地位Ⅲの下限線の範囲より標準地197、216、128、133の4個か地位Ⅰの上限線よりはみ出た。しかしながら、78の標準地を除き、他の標準地はいずれも上限線より離れた程度がわずかであるので残し、標準地78の1ヶ所のみを棄却するにとどめた。この結果、棄却の総計は最終的に34個となり、使用資料総数は226個となった。地位区分の結果は表-38のとおりである。

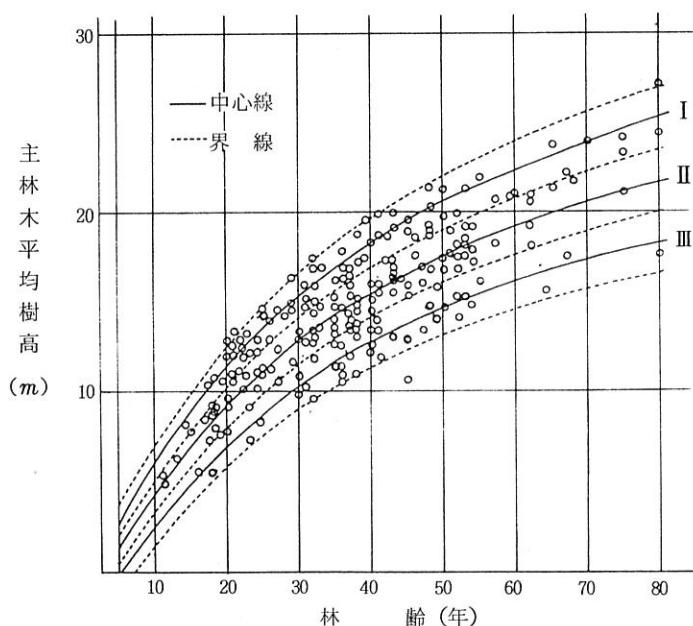


図-21 地位区分

表-38 地位別標準地番号

地 位	標 準 地 番 号	個数
I	1, 6, 10, 12, 13, 15, 18, 21, 22, 25, 26, 31, 35, 37, 77, 85 96, 97, 101, 103, 107, 110, 115, 118, 120, 126, 127, 128, 133 138, 139, 142, 159, 161, 163, 164, 165, 168, 170, 173, 179, 186 190, 192, 197, 198, 200, 203, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215 216, 217, 220, 227, 229, 232, 233, 235, 241, 242, 245, 246, 248 250, 251, 252, 256, 257, 258, 260	75
II	2, 3, 5, 7, 9, 16, 20, 23, 27, 28, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 41 45, 46, 48, 56, 59, 60, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 71, 73, 74 75, 76, 79, 83, 90, 99, 104, 105, 106, 111, 112, 116, 117, 119 122, 123, 124, 125, 129, 130, 135, 136, 137, 141, 146, 147, 149 123, 124, 125, 129, 130, 135, 136, 137, 141, 146, 147, 149, 150 153, 154, 166, 167, 169, 171, 174, 175, 176, 180, 182, 184, 187 188, 189, 191, 193, 194, 195, 201, 204, 206, 208, 221, 224, 225 226, 230, 237, 238, 239, 243, 247, 249, 253, 254, 255, 259	99
III	4, 8, 11, 14, 19, 24, 29, 30, 32, 42, 43, 44, 47, 49, 50, 51 52, 53, 54, 55, 65, 70, 72, 78, 80, 82, 87, 88, 91, 92, 93, 94 95, 98, 108, 109, 114, 143, 151, 152, 155, 157, 162, 177, 178 185, 196, 202, 218, 222, 223, 228	52
小 計		226
棄 標準地吟味によるもの	17, 43, 57, 58, 61, 81, 84, 86, 100, 102, 113, 121, 131, 132 134, 140, 144, 145, 148, 151, 158, 160, 170, 181, 183, 199, 205 207, 231, 234, 236, 240, 244	33
却 地位区分によるもの	78	1
小 計		34
計		260

#### 4. 収穫表構成数値の決定

##### (1) 構成数値の決定方法

前章にて決定した地位区分にもとづき、地位別、林齢別構成数値を求めるもので、数式による算出を原則にしたが、一部フリーハンドにて修正をほどこしたところもある。

収穫表構成諸要素の数値は、主林木、副林木、主副林木ごとに記されるが、これらの数値決定にあたっては、信頼性の高い主林木数値を他の二者と独立に決定し、ついでこの値と対応させることによって副林木の値を決定し、両者をあわせて主副林木合計の諸構成数値とした。

##### (2) 主林木数値の決定

###### 1) 林齢に対する各種成数値（一次査定）

主林木平均樹高は、地位決定の際に求めたものをそのまま決定値とする。

###### ①平均樹高直径 (D<sub>主</sub>)

横軸に林齢、縦軸に主林木平均直径をとり、実測値をプロットし、実験式  $D = a T^b e^{-\frac{c}{T}}$  を地位ごとに決め、各地位ごとに中心線をかき入れた（図-22）。地位ごとの実験式は次のとおりであり、その算出値は表-39に示した。

$$\text{地位 I 等} \quad \log_e D_{\text{主}} = 0.678 + 0.628 \log_e T + 3.77 \frac{1}{T} \quad (r = 0.837)$$

$$\text{地位 II 等} \quad \log_e D_{\text{主}} = 1.451 + 0.455 \log_e T + 5.251 \frac{1}{T} \quad (r = 0.933)$$

$$\text{地位 III 等} \quad \log_e D_{\text{主}} = -0.149 + 0.779 \log_e T + 4.952 \frac{1}{T} \quad (r = 0.864)$$

###### ②haあたり本数 (N<sub>主</sub>)

横軸に林齢、縦軸に本数をとり、実測値をプロットすると、本数曲線は減少曲線になる（図-23）。実験式  $N = a T^b$  を地位ごとに用いて、その定数を定めると次のとおりである。

$$\text{地位 I 等} \quad \log N_{\text{主}} = 4.3515 - 0.7787 \log T \quad (r = -0.7988)$$

$$\text{地位 II 等} \quad \log N_{\text{主}} = 4.2247 - 0.6752 \log T \quad (r = -0.7644)$$

$$\text{地位 III 等} \quad \log N_{\text{主}} = 4.0912 - 0.7006 \log T \quad (r = -0.7006)$$

なお、実験式の算出は表-2-15に示すとおりである。

###### ③haあたり胸高断面積 (G<sub>主</sub>)

横軸に林齢、縦軸に胸高断面積をとり、実測値をプロットし実験式  $G = a T^b e^{-\frac{c}{T}}$  をあてはめると

$$\text{地位 I 等} \quad \log_e G_{\text{主}} = 1.068 + 0.709 \log_e T + 7.017 \frac{1}{T} \quad (r = 0.854)$$

$$\text{地位 II 等} \quad \log_e G_{\text{主}} = 3.657 + 0.144 \log_e T - 14.27 \frac{1}{T} \quad (r = 0.818)$$

$$\text{地位 III 等} \quad \log_e G_{\text{主}} = 0.980 + 0.694 \log_e T + 4.53 \frac{1}{T} \quad (r = 0.954)$$

となり、これを図示すると図-24となる。

###### ④haあたり幹材積 (V<sub>主</sub>)

横軸に林齢、縦軸に幹材積をとり、実測値をプロットすると図-25のようになる。これを地位ごとに実験式  $V_{\text{主}} = a T^b e^{-\frac{c}{T}}$  をあてはめ各地位の中心線を求めた。算出値は、表-39に示すとおりである。また各地位ごとの実験は次のとおりである。

$$\text{地位 I 等} \quad \log_e V_{\text{主}} = 1.705 + 1.133 \log_e T + 7.446 \frac{1}{T} \quad (r = 0.883)$$

$$\text{地位 II 等} \quad \log_e V_{\text{主}} = 4.286 + 0.562 \log_e T - 19.313 \frac{1}{T} \quad (r = 0.847)$$

$$\text{地位 III 等} \quad \log_e V_{\text{主}} = 1.101 + 1.227 \log_e T - 1.508 \frac{1}{T} \quad (r = 0.853)$$

表-39 主林木各因子の地位別齢階別算出値（第一次査定）

因子 地位	D <sub>主</sub>			N <sub>主</sub>			G <sub>主</sub>			V <sub>主</sub>		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
10年	12.3	7.2	8.5	3740	3552	3522	30.0	12.9	20.8	157	38.4	43.6
15	14.0	10.3	9.9	2727	2701	2824	31.7	22.1	23.6	194	91.8	75.3
20	15.8	12.8	11.4	2180	2224	2415	34.5	29.2	26.6	237	149.2	109.9
25	17.4	15.0	12.9	1832	1913	2139	37.7	34.8	29.8	284	205.0	146.8
30	19.1	16.9	14.4	1590	1691	1937	40.8	39.3	32.7	332	258.5	185.5
35	20.7	18.5	15.8	1410	1524	1781	43.9	43.0	35.6	382	308.6	225.7
40	22.2	20.1	17.2	1271	1393	1656	47.4	46.1	38.6	432	356.7	267.2
45	23.6	21.5	18.6	1159	1286	1553	50.5	48.8	41.4	484	402.2	310.1
50	25.0	22.8	20.0	1068	1198	1466	53.6	51.2	44.0	536	445.4	353.9
55	26.4	24.1	21.3	992	1123	1392	56.5	53.2	46.6	589	486.9	399.0
60	27.7	25.3	22.7	927	1059	1328	59.7	55.0	49.3	644	526.4	445.0
65	29.0	26.4	24.0	871	1004	1271	62.7	56.7	51.7	698	564.5	491.8
70	30.2	27.4	25.3	822	955	1221	65.2	58.3	54.2	752	600.6	539.7
75	31.5	28.4	26.5	779	911	1176	67.9	59.6	56.5	808	636.5	588.2
80	32.7	29.4	27.7	741	872	1135	70.2	60.9	58.8	864	670.5	637.1

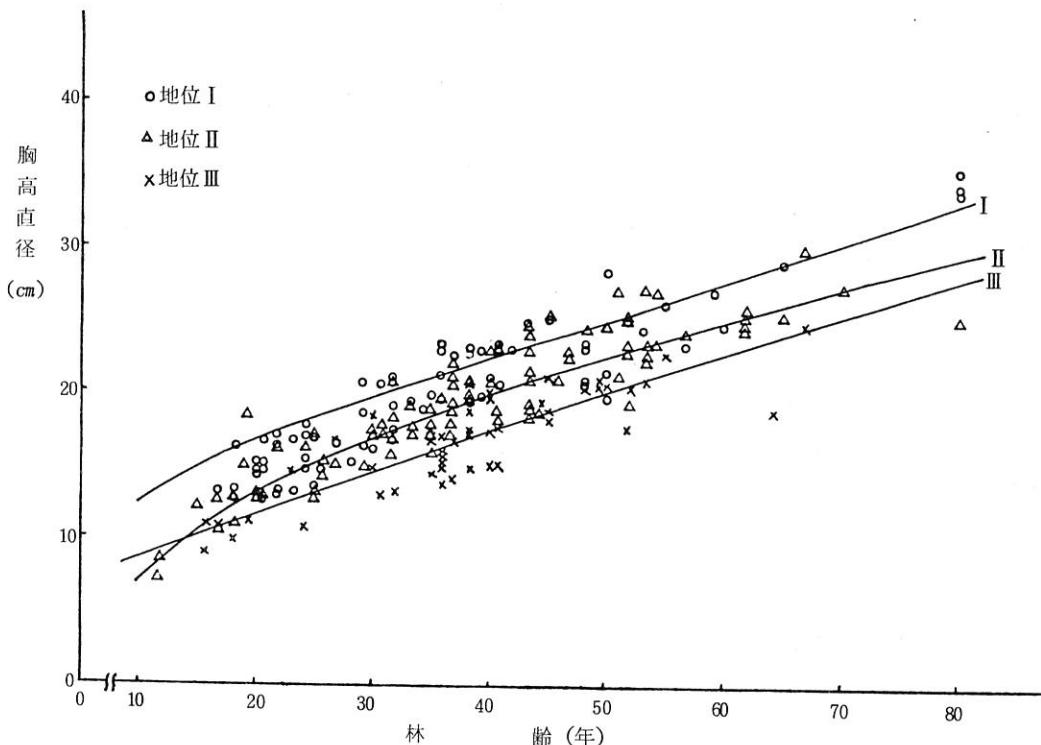


図-22 林齢に対する地位別主林木平均胸高直径（一次査定）

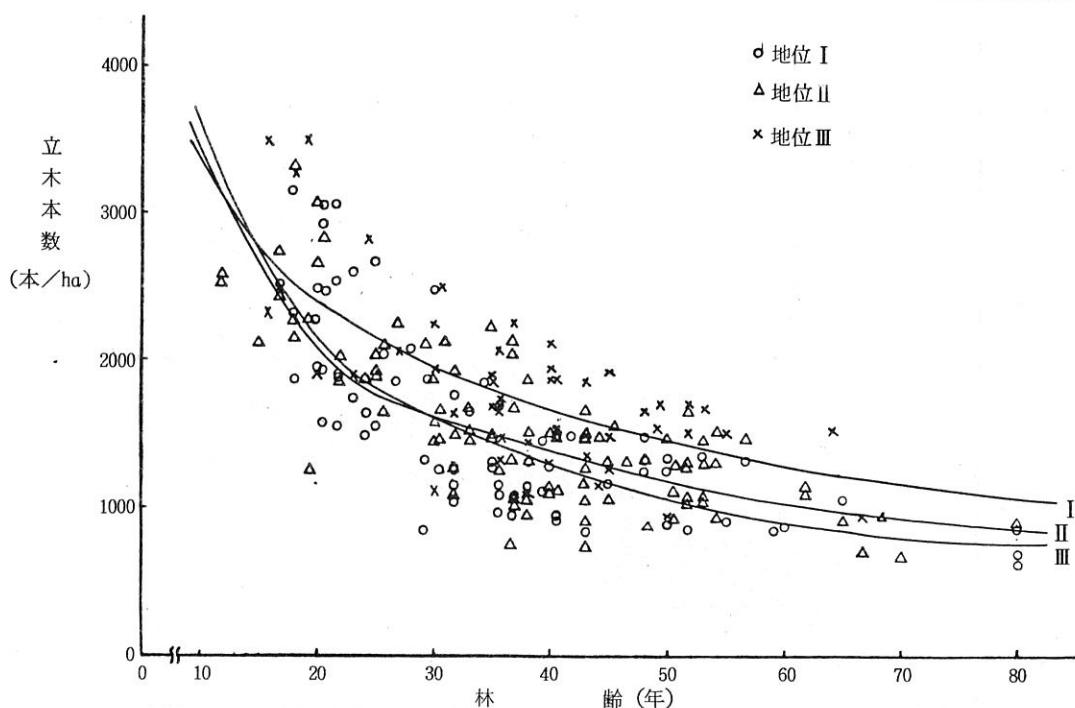


図-23 林齢に対する地位別haあたり立木本数（一次査定）

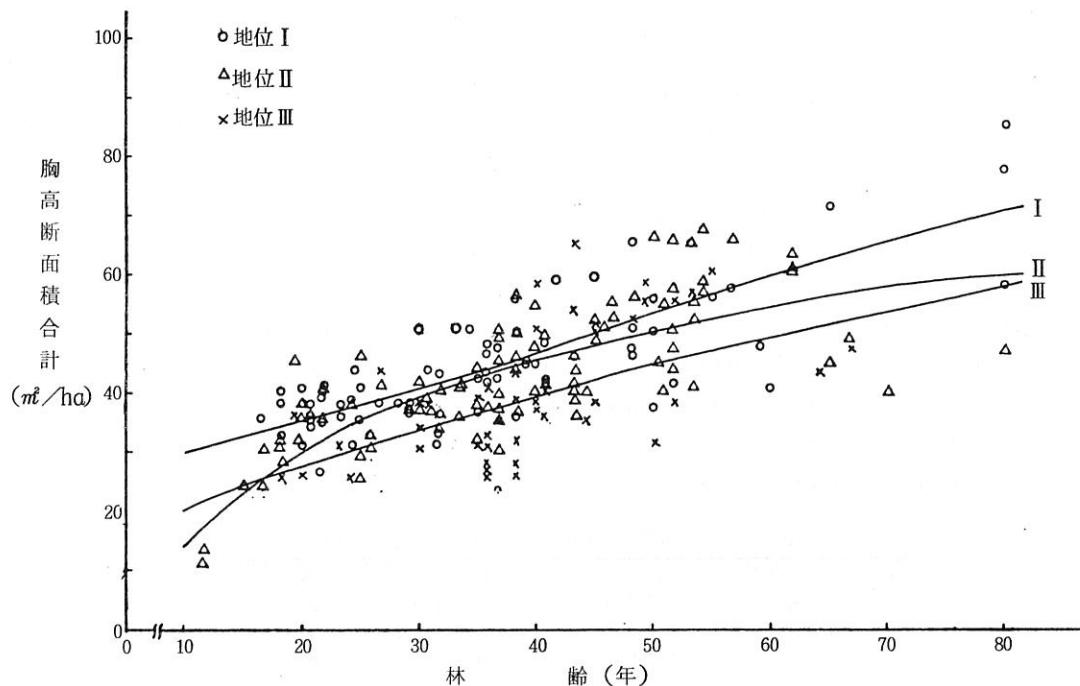


図-24 林齢に対する地位別haあたり主林木胸高断面積（一次査定）

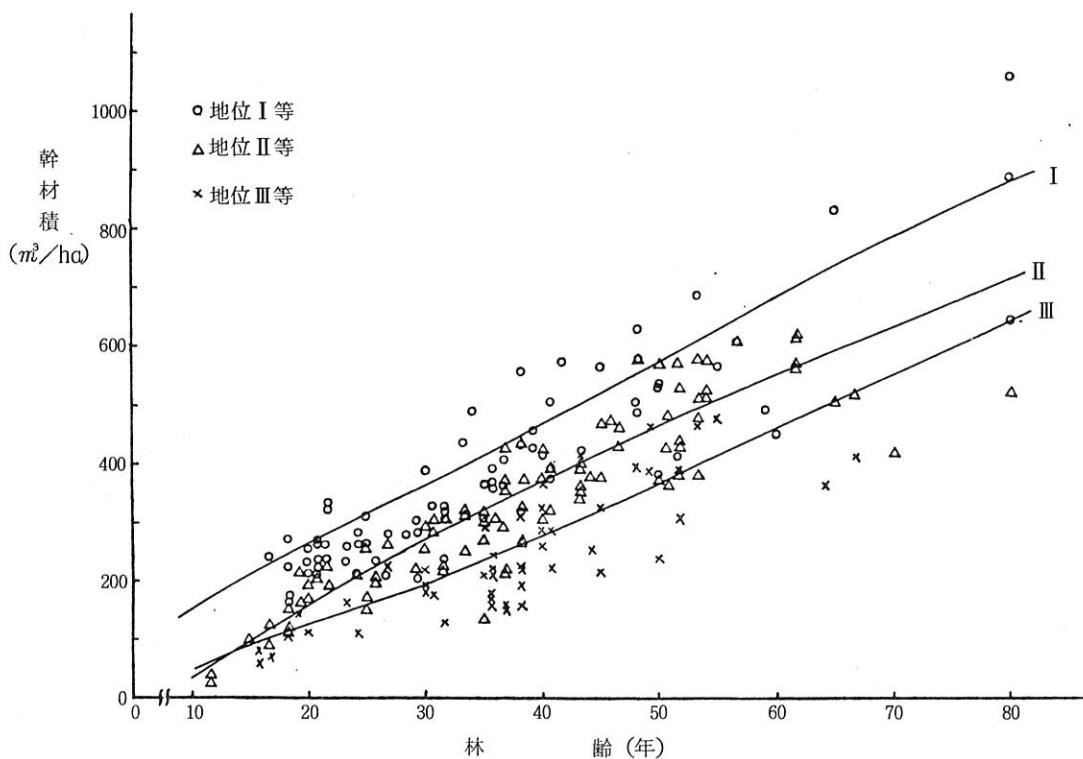


図-25 林齢に対する地位別haあたり主林木幹材積（一次査定）

## 2) 因子間の相互関係

因子間の相互関係は  $H_{\text{主}} \text{ 対 } D_{\text{主}}$ ,  $D_{\text{主}} \text{ 対 } N_{\text{主}}$ ,  $H_{\text{主}} \text{ 対 } V_{\text{主}}$ ,  $G_{\text{主}} \text{ 対 } V_{\text{主}}$  について行ったがさらに林齢に対して、求められた因子間のクロスチェックのため  $G'_{\text{主}} \text{ 対 } G_{\text{主}}$ ,  $V'_{\text{主}} \text{ 対 } V_{\text{主}}$  についても査定した。

なお採用した実験式は、 $D_{\text{主}} \text{ 対 } N_{\text{主}}$  については  $Y = a X^b e^{-\frac{c}{x}}$  を、他については、 $Y = a + b X$  の指数式を用いた。また  $G'_{\text{主}} \text{ 対 } G_{\text{主}}$ ,  $V'_{\text{主}} \text{ 対 } V_{\text{主}}$  については、 $Y = a + b X$  の式を用いた。

①平均樹高対平均胸高直径 ( $H_{\text{主}} \text{ 対 } D_{\text{主}}$ )

横軸に  $H_{\text{主}}$ , 縦軸に  $D_{\text{主}}$  をとり実験式をあてはめると次のような式が得られる。

$$\text{地位 I 等} \quad \log D_{\text{主}} = 0.1229 + 0.9625 \log H_{\text{主}} \quad (r = 0.8903)$$

$$\text{地位 II 等} \quad \log D_{\text{主}} = 0.2641 + 0.8746 \log H_{\text{主}} \quad (r = 0.9387)$$

$$\text{地位 III 等} \quad \log D_{\text{主}} = 0.4504 + 0.7216 \log H_{\text{主}} \quad (r = 0.8772)$$

これらの分布状態と曲線は図-26に算出値は表-40に示した。

表-40 平均樹高階と地位別平均胸高直径（一次査定）

樹高	地位	I	II	III
5 m		6.2 4 cm	7.5 1 cm	9.0 1 cm
1 0		1 2.1 7	1 3.7 6	1 4.8 5
1 5		1 7.9 8	1 9.6 1	1 9.9 1
2 0		2 3.7 3	2 5.2 3	2 4.5 0
2 5		2 9.4 1	3 0.6 7	2 8.7 8
3 0		3 5.0 5	3 5.9 7	3 2.8 3

表-41 平均胸高直径と地位別haあたり本数(一次査定)

D \ 地位	I	II	III
10 cm	4,040本	2,821本	2,796本
15	2,082	2,012	1,821
20	1,391	1,437	1,506
25	1,048	1,061	1,364
30	843	812	1,289
35	708	638	1,250
40	612	515	1,227

(2)平均胸高直径対haあたり本数

(D<sub>主</sub>対N<sub>主</sub>)  
横軸にD<sub>主</sub>, 縦軸にN<sub>主</sub>をとった分布図は図-27のとおりである。これに実験式をあてはめると次のとおりである。

表-42 平均樹高階と地位別haあたり幹材積(一次査定)

樹高 \ 地位	I	II	III
5 m	57.6 m <sup>3</sup>	46.8 m <sup>3</sup>	60.7 m <sup>3</sup>
10	170.5	162.6	182.6
15	321.5	337.1	347.6
20	504.3	565.3	548.8
25	714.9	844.3	832.3
30	950.9	1,171.7	1,044.6

(3)平均樹高対haあたり幹材積

(H<sub>主</sub>対V<sub>主</sub>)  
横軸に樹高を, 縦軸に幹材積をとった分布図は, 図-28のとおりである。これを実験式にあてはめ地位別の中心線を求めるとき次のとおりとなる。

$$\text{地位 I 等} \quad \log V_{\text{主}} = 0.6671 + 1.5645 \log H_{\text{主}} \quad (r = 0.9266)$$

$$\text{地位 II 等} \quad \log V_{\text{主}} = 0.4136 + 1.7976 \log H_{\text{主}} \quad (r = 0.9584)$$

$$\text{地位 III 等} \quad \log V_{\text{主}} = 0.6738 + 1.5876 \log H_{\text{主}} \quad (r = 0.8848)$$

なお、その算出は、表-42のとおりである。

表-43 haあたり胸高断面積と  
地位別haあたり幹材積(一次査定)

G \ 地位	I	II	III
10 cm	33.4 m <sup>3</sup>	26.2 m <sup>3</sup>	31.1 m <sup>3</sup>
20	102.4	86.2	88.2
30	197.4	173.0	162.3
40	314.2	283.7	250.3
50	450.6	416.5	350.1
60	605.1	569.9	460.7
70	776.3	742.8	581.1
80	963.3	934.6	710.3

(4)haあたり胸高断面積対haあたり幹材積(G<sub>主</sub>対V<sub>主</sub>)

横軸に断面積を, 縦軸に幹材積をとった分布図は, 図-29のとおりである。これに実験式をあてはめると次のとおりである。

$$\text{地位 I 等} \quad \log V_{\text{主}} = -0.0922 + 1.6163 \log G_{\text{主}} \quad (r = 0.9158)$$

$$\text{地位 II 等} \quad \log V_{\text{主}} = -0.3021 + 1.7197 \log G_{\text{主}} \quad (r = 0.9570)$$

$$\text{地位 III 等} \quad \log V_{\text{主}} = -0.0127 + 1.5050 \log G_{\text{主}} \quad (r = 0.9124)$$

なお、算出値は表-43に示した。

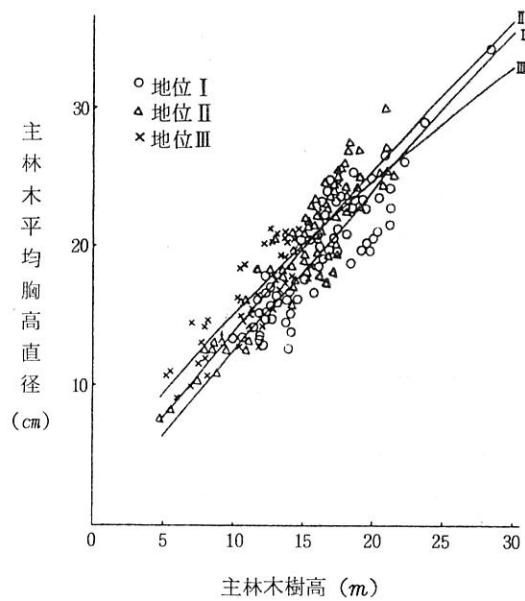


図-26 主林木平均樹高に対する地位別  
主林木平均胸高直径 (第一次査定)

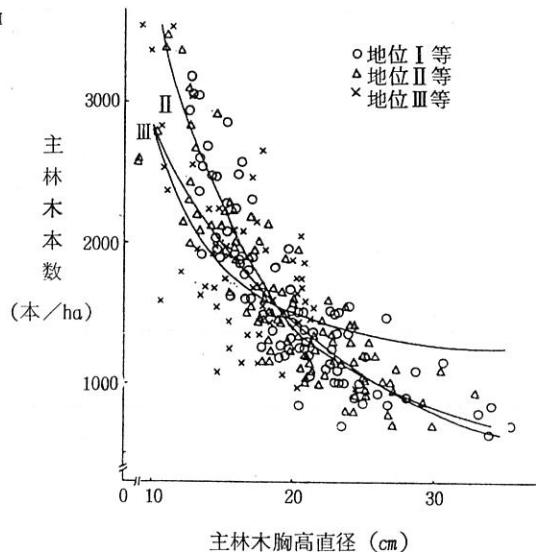


図-27 主林木胸高直径に対する地位別  
haあたり主林木本数 (第一次査定)

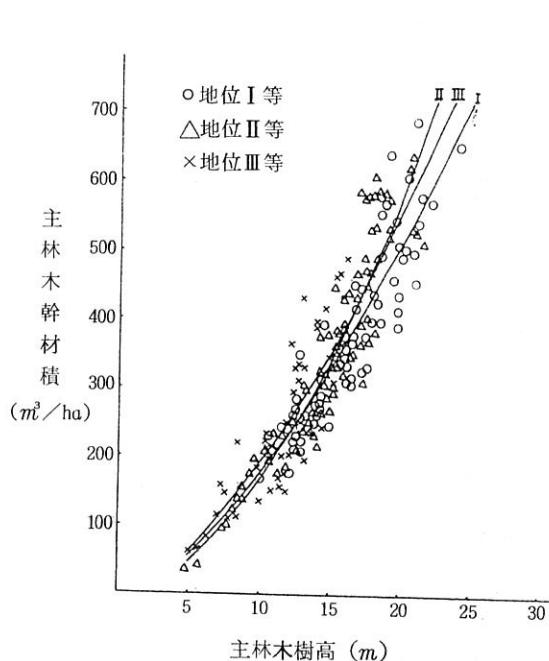


図-28 主林木樹高に対する地位別haあたり  
主林木幹材積 (第一次査定)

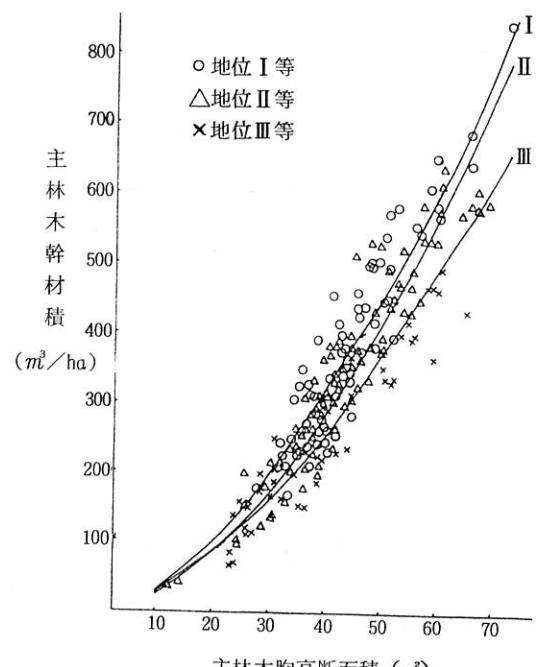


図-29 主林木胸高断面積に対するhaあたり  
主林木幹材積 (第一次査定)

⑤算出haあたり胸高断面積対haあたり胸高断面積 ( $G'_{主}$  対  $G_{主}$ )

標準地ごとに  $G_{主}$  と  $G'_{主}$  ( $G'_{主} = g\bar{d} \cdot n$ , 但し  $g\bar{d}$ ; 胸高直径  $d$  をもつ単木の胸高断面積,  $n$ ; 本数) を算出し, 横軸に  $G'$ , 縦軸に  $G$  をとり分布図を描くと図-30のようになり, 実験式は次の直線式が求められた.

$$G_{主} = -0.2267 + 1.0295 G' \quad (r = 0.9918)$$

この  $G'_{主}$   $G_{主}$  の関係は  $G_{主} > G'_{主}$  となることが証明されており ( ), これは分布図よりもよく認められる. 分布の適合状態は良好であり, これをもって  $T$  対  $D_{主}$ ,  $T$  対  $G_{主}$  の関係のクロスチェックに用いた.

⑥平均胸高直径, 平均樹高を用いて材積式より算出した幹材積対haあたり幹材積 ( $V'_{主}$  対  $V_{主}$ )

この関係は  $T$  対  $D_{主}$ ,  $T$  対  $H_{主}$ ,  $T$  対  $N_{主}$  から求めた  $T$  対  $V'_{主}$  と  $T$  対  $V_{主}$  の間のクロスチェックを行うために必要なものである.

いま  $V'_{主}$  を  $V_{主}$  との間の関係は  $V > V'$  となることが知られる. この関係を図示すれば図-31のとおりである.

図から  $V > V'$  は直線関係にあるとみなされ, 地位間に差はみられないでこれを直線式にあてはめ次の式を得た.

$$V = 5.564 + 1.019 V' \quad (r = 0.9958)$$

分布の適合状態は良好であったので, これをもって頭書の目的のため用いることとした.

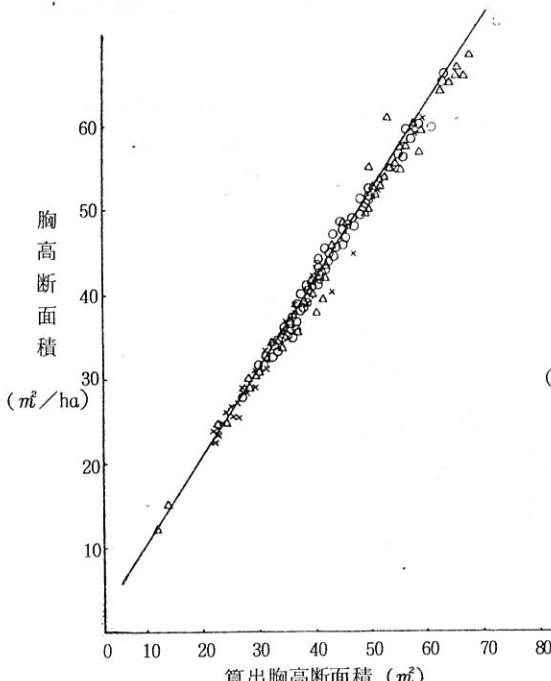


図-30 算出haあたり胸高断面積対haあたり胸高断面積

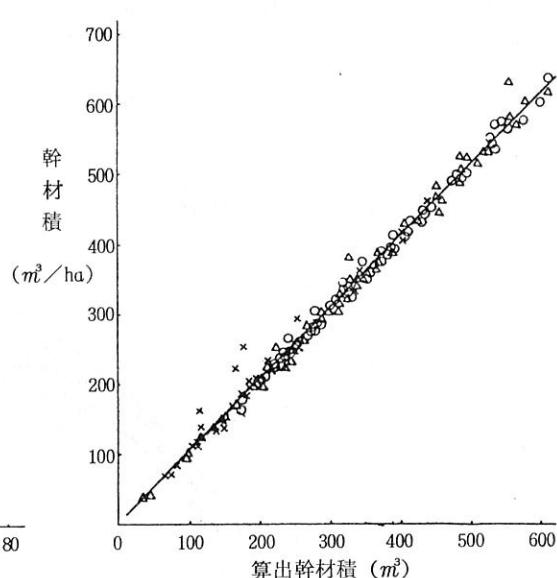


図-31 算出haあたり幹材積対haあたり幹材積

## 3) 構成数値の決定

## ①林齢に対応させた数値の決定

ここでは, (2)-1)において述べた林齢に対応させて求めた諸因子の値を(2)-2)の

因子間の相互関係によってクロスチェックを行ない、すべての関係を満足させるように緒因子の数値を最終的に決定し、これを収穫表の主林木構成数値とした。

収穫表の独立変数は、林齢と樹高であるが、樹高は地位区分で考慮されているので、このクロスチェックにおいては、林齢に対応させた数値を主とし、因子間の関係は従とした。相互修正の過程は繁雑であるので省略し、以下結果について記すことにする。

#### ④平均樹高 ( $H_{\text{主}}$ )

平均樹高とその範囲は地位区分の中心線をそのまま採用した。その実測値に対する適合状態は図-32のとおりであり、決定値は表-44に示した。

#### ⑤平均樹高 ( $D_{\text{主}}$ )

平均胸高直径については④林齢に対応させて求めた数値、②樹高に対応させて求めた数値、④ $D_{\text{主}}$ 対 $N_{\text{主}}$ の関係、② $G'_{\text{主}}$ 対 $G_{\text{主}}$ の関係、④ $V'_{\text{主}}$ 対 $V_{\text{主}}$ の関係等について相互修正を行った。その実測値に対する適合状態は図-33に示すとおりであり、決定値は表-44に示した。

#### ⑥haあたり本数 ( $N_{\text{主}}$ )

haあたり本数については④林齢に対応させて求めた値、② $D_{\text{主}}$ 対 $N_{\text{主}}$ の関係、② $G'_{\text{主}}$ 対 $G_{\text{主}}$ の関係、② $V'_{\text{主}}$ 対 $V_{\text{主}}$ の関係について相互修正を行なった。実測値に対する適合状態は、図-34に、決定値は表-44に示した。

#### ⑦haあたり胸高断面積 ( $G_{\text{主}}$ )

haあたり胸高断面積については④林齢に対応させて求めた数値、② $G'_{\text{主}}$ 対 $G_{\text{主}}$ の関係、② $G_{\text{主}}$ 対 $V_{\text{主}}$ の関係、② $D_{\text{主}}$ 対 $N_{\text{主}}$ の関係について相互修正を行なった。実測値に対する適合状態は図-35に、決定値は表-44に示した。

#### ⑧haあたり幹材積 ( $V_{\text{主}}$ )

haあたり幹材積は、④林齢に対応させて求めた数値、② $V'_{\text{主}}$ 対 $V_{\text{主}}$ の関係、② $H_{\text{主}}$ 対 $V_{\text{主}}$ の関係について相互修正を行った。この実測値に対する適合状態は図-36に、決定値は表-44に示した。

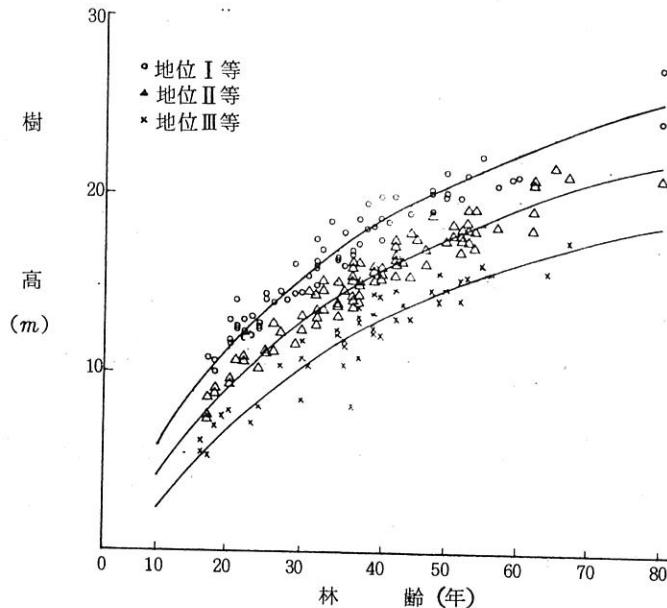


図-32 林齢に対する地位別haあたり樹高(決定値)

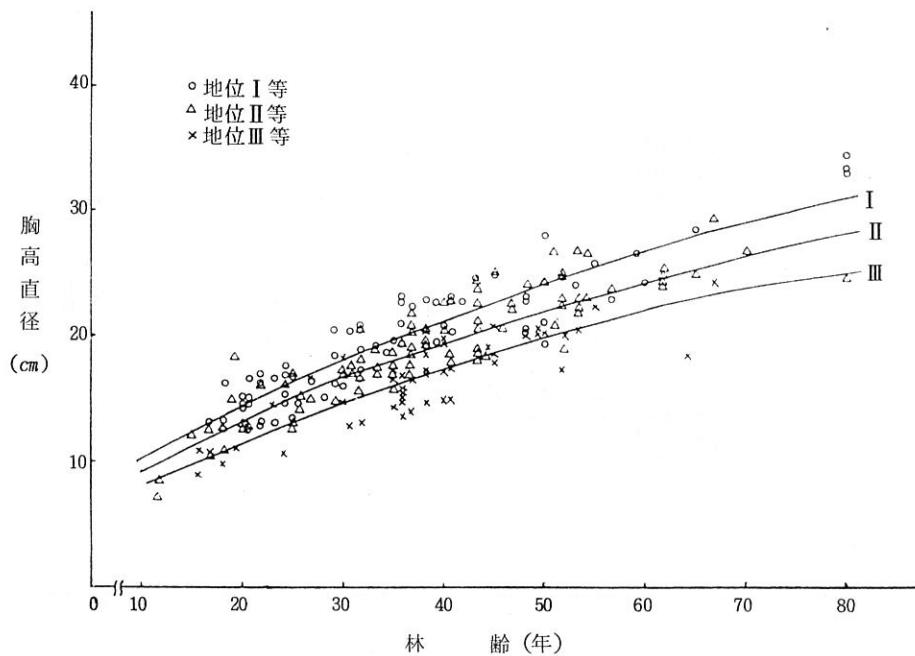


図-33 林齢に対する地位別主林木平均胸高直径（決定値）

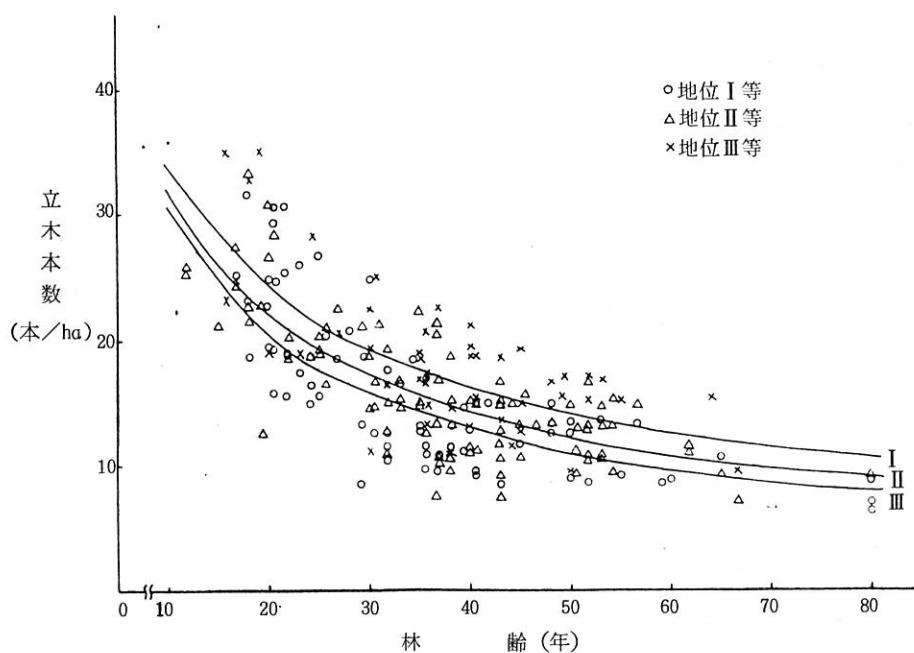


図-34 林齢に対する地位別haあたり立木本数（決定値）

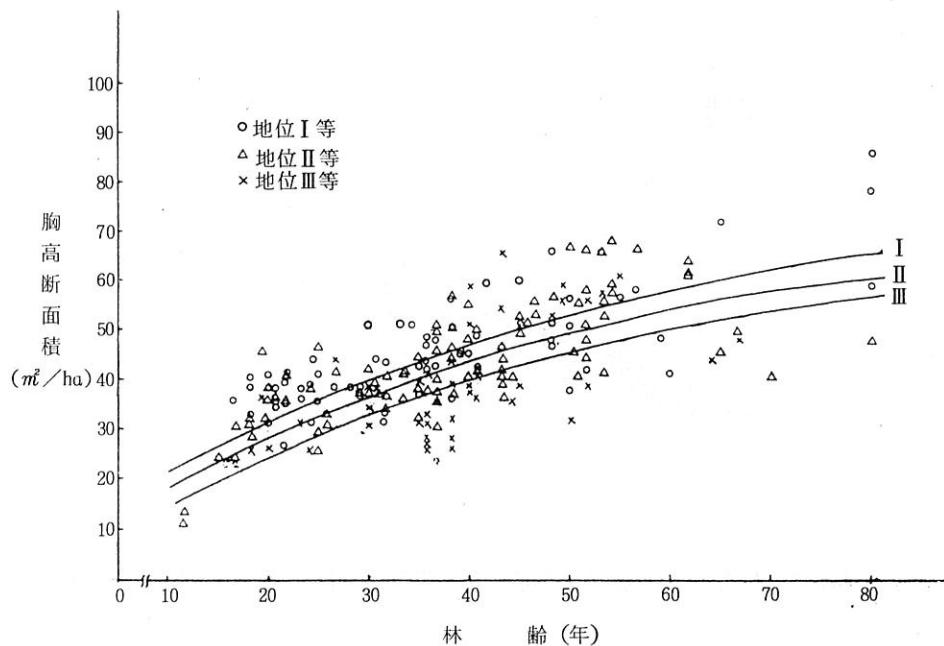


図-35 林齢に対する地位別haあたり主林木胸高総断面積（決定値）

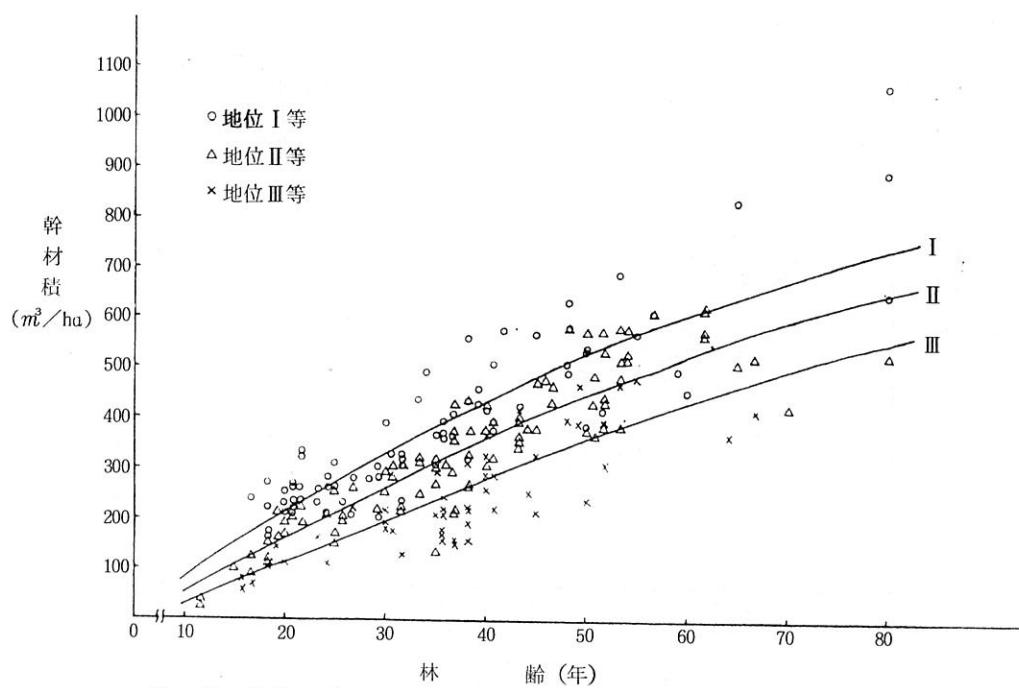


図-40 林齢に対する地位別haあたり主林木幹材積（決定値）

表-44 主林木各因子の地位別輪階別数値（林輪と対応させた数値—決定値）

因子 地位 輪階	H <sub>主</sub> (樹高)			D <sub>主</sub> (直 径)			N <sub>主</sub> (本 数)			G <sub>主</sub> (胸高断面積)			V <sub>主</sub> (幹 材 積)			$v_{\text{主}}$ (平均幹材積)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III			
10 年	6.0	4.2	2.4	10.1	9.0	8.0	3,058	3,238	3,408	21.7	19.2	15.1	79.4	56.3	30.2	0.02600	0.01655	0.00886
15	8.8	6.8	4.8	12.3	11.0	9.8	2,475	2,668	2,847	27.3	23.6	20.0	15.34	98.6	64.4	0.0547	0.03695	0.0226
20	11.3	9.1	6.9	14.6	13.2	11.6	2,066	2,232	2,429	32.4	28.6	24.4	20.14	152.1	100.3	0.0974	0.06815	0.0413
25	13.4	11.1	8.7	16.6	15.2	13.3	1,792	1,953	2,155	37.3	33.2	28.7	26.84	211.1	143.1	0.1498	0.1081	0.0664
30	15.3	12.8	10.2	18.6	17.0	14.9	1,577	1,735	1,935	41.4	37.5	33.5	329.3	265.1	190.6	0.2088	0.1528	0.0985
35	16.8	14.2	11.6	20.3	18.6	16.4	1,409	1,565	1,759	44.9	41.3	37.4	38.39	315.1	236.4	0.2725	0.2013	0.1344
40	18.2	15.4	12.7	21.3	20.1	17.9	1,277	1,431	1,619	48.2	44.5	41.0	43.39	362.3	279.4	0.3398	0.2532	0.1726
45	19.4	16.5	13.7	23.4	21.5	19.2	1,171	1,319	1,505	51.5	47.5	44.0	48.12	406.3	320.4	0.4109	0.3080	0.2128
50	20.4	17.5	14.5	24.9	22.8	20.4	1,083	1,225	1,412	53.9	50.5	46.7	52.54	44.83	35.96	0.4847	0.3659	0.2547
55	21.4	18.4	15.3	26.3	24.0	21.6	1,010	1,147	1,334	56.6	53.0	49.4	56.70	48.75	39.66	0.5613	0.4250	0.2973
60	22.3	19.2	16.0	27.5	25.2	22.7	948	1,082	1,267	59.1	55.3	51.7	60.65	52.47	43.16	0.6397	0.4849	0.3406
65	23.1	19.9	16.7	28.7	26.3	23.8	895	1,028	1,210	61.2	57.4	53.8	64.40	55.89	46.57	0.7203	0.5446	0.3848
70	23.8	20.5	17.3	29.9	27.3	24.8	849	983	1,162	632	59.0	55.7	68.04	59.04	49.71	0.8014	0.6006	0.4278
75	24.5	21.1	17.8	31.1	28.2	25.7	808	945	1,120	652	60.8	57.4	710.1	620.4	527.8	0.8713	0.6565	0.4713
80	25.1	21.7	18.2	32.2	29.1	26.6	769	914	1,084	666	62.5	58.9	736.7	650.0	557.0	0.9567	0.7111	0.5138

②決定した因子間  
の関係

①で述べた林齢に対応させて求めた数値が妥当であるか否かを検討するため決定した因子相互の関係についてチェックを行った。

決定値は前出表-44に、関係図は図-37～図-41に示した。

③平均樹高対平均胸高直径  
( $H_{\text{主}} \text{ 対 } D_{\text{主}}$ )  
..... (図-37)

横軸に平均樹高を縦軸に平均胸高直径をとり、地位別に回帰曲線を描けば図-37のとおりとなりこの曲線は、横軸に凸に起り絶えず、上昇する。地位別の関係を検討すれば、地位不良なものほど常に上にあり交叉することがない。すなわち平均樹高の等しいとき平均胸高直径は、地位不良なものほど常に上にあり、交叉することがない。すなわち平均樹高の等しいとき、平均胸高直径は地位が劣るほど常に大であることを示している。いかえれば、完満度は地位が劣るほど低下し、梢殺になりやすいことを示す。

④平均胸高直径対  
haあたり本数  
( $D_{\text{主}} \text{ 対 } N$ ) .....  
(図-38)

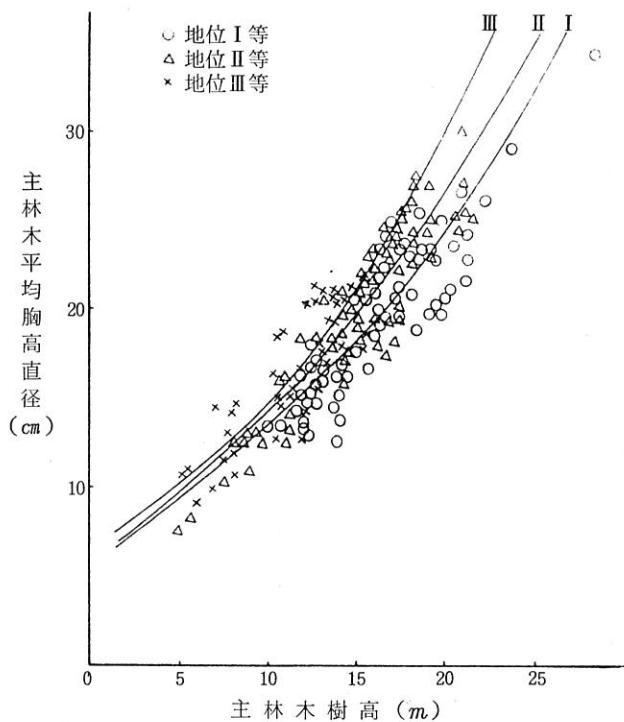


図-37 主林木平均樹高に対する地位別haあたり主林木平均胸高直径(決定値)

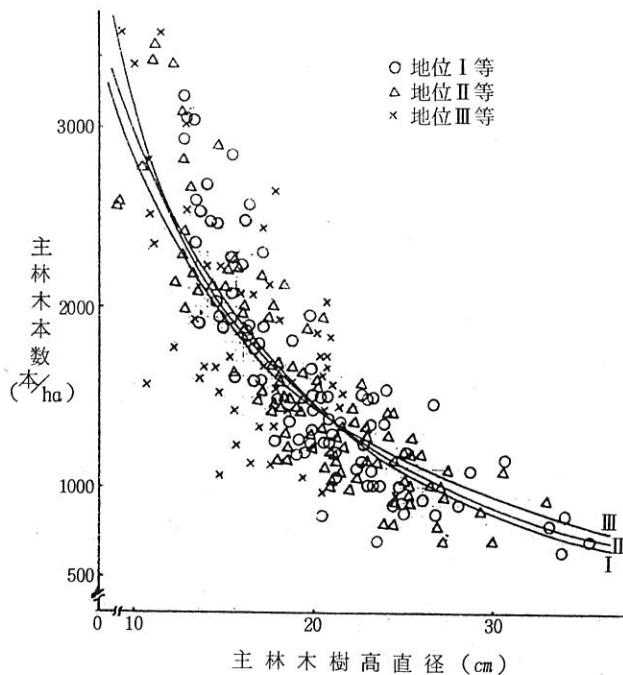


図-38 主林木胸高直径に対する地位別haあたり主林木本数(決定値)

平均胸高直径と, haあたりの本数の関係を図-38に示す。回帰曲線は、横軸に凹に下降する曲線となる。この関係は、地位に無関係といわれているが、直径の増大とともに地位の劣るものが曲線となってくる。すなわち平均胸高直径が等しいとき、haあたり本数は、地位の劣るほど幼齢時は少ないが、直径の増大とともに逆転し本数は多くなる。

④平均樹高対haあたり幹材積  
( $H_{\text{主}} \text{ 対 } V_{\text{主}}$ )  
..... (図-39)

横軸に平均樹高を縦軸に幹材積をとると図-39の示すとおり横軸に凸となり絶えず上昇する曲線となる。この曲線の地位の相異による関係をみると、地位の劣るほど上位にあることが認められる。すなわち、平均樹高が等しい場合においてhaあたり幹材積は、地位が劣るほど大きい。

⑤haあたり胸高断面積対haあたり幹材積  
( $G_{\text{主}} \text{ 対 } V_{\text{主}}$ )  
..... (図-40)

横軸に断面積を、縦軸に幹材積をとり、地位別に回帰線を描けば図-40のとおり曲線は常に横軸

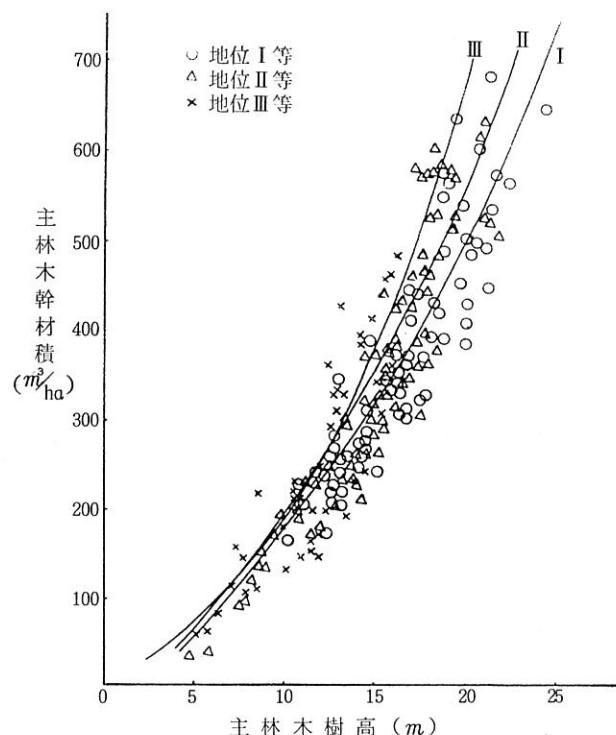


図-39 主林木樹高に対する地位別haあたり主林木幹材積(決定値)

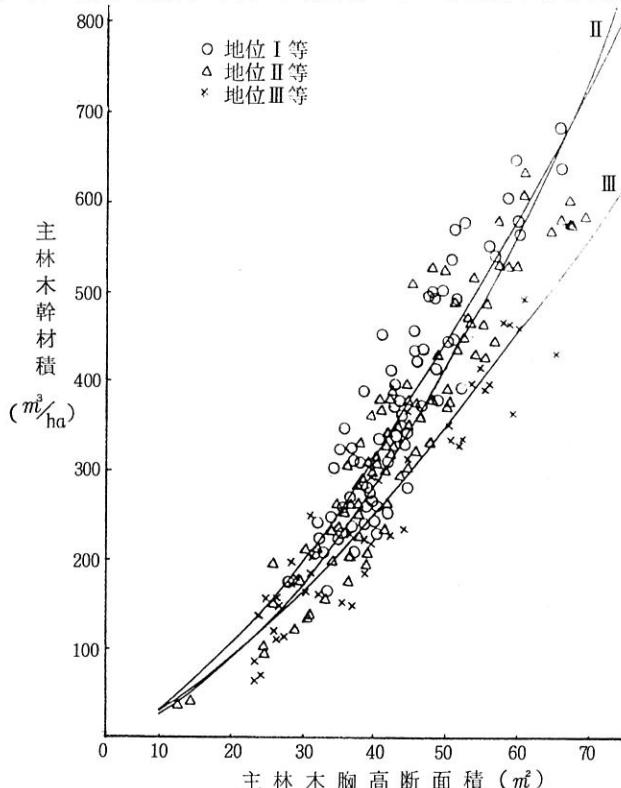


図-40 主林木胸高断面積に対する地位別haあたり主林木幹材積(決定値)

に凸となり上昇する。地位別には、地位良好なものはほど上にあるが地位ⅢはⅠ、Ⅱにくらべその隔りがいく分大きい。

④平均胸高直径対

haあたり断面積

(D<sub>主</sub>対G<sub>主</sub>)

.....(図-41)

横軸に平均胸高直径を、縦軸に幹材積をとり、地位別に回帰線を描けば図-41のとおり、横軸に凸な曲線となり上昇するが、地位別の違いを検討するに断面積が16cm<sup>2</sup>ふきんをさかいにそれ以上は地位が良好なほど上位に、それ以上では逆に下位となっているが差は小さい。

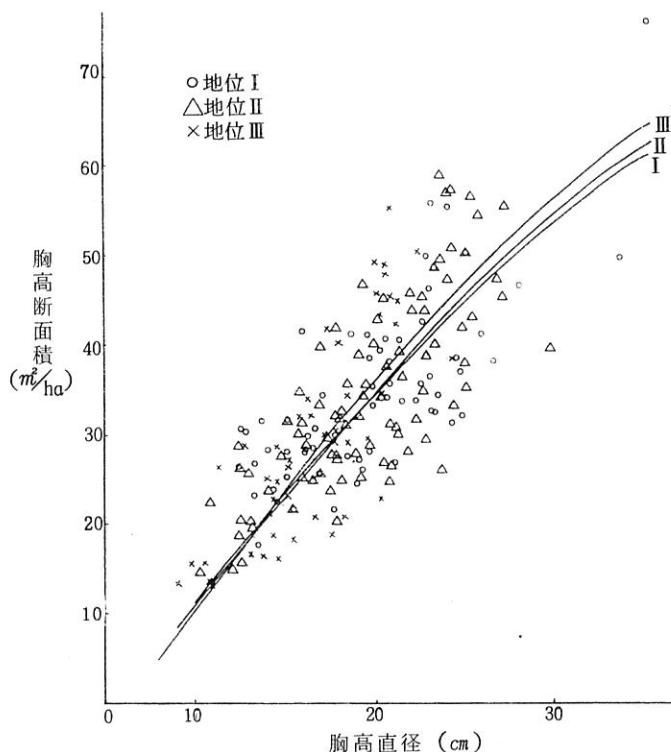


図-41 主林木胸高直径に対する地位別haあたり主林木胸高断面積

⑤算出haあたり胸高断面積対haあたり胸高断面積 (G'<sub>主</sub>対G<sub>主</sub>)

この関係は図-30のように直線関係にあり相関も高く、算定式

$$G_{\text{主}} = -0.2267 + 1.0295 G'$$

⑥平均胸高直径、平均樹高を用いて材積式より算出した幹材積対幹材積 (V'<sub>主</sub>対V<sub>主</sub>)

この関係は図-31にみるとおりで、G<sub>主</sub>の場合と同様の理由で、算定式

$$V' = 5.564 + 1.019 V$$

(3) 副林木数値の決定

副林木の構成数値は、主林木構成数値の関数として算出する方法をとった。

1) 主林木平均樹高対副林木平均樹高

(H<sub>主</sub>対H<sub>副</sub>)

H<sub>副</sub>を横軸に、H<sub>主</sub>を縦軸にとって分布図を描くと図-42のとおりである。地位に関係なく、全資料を用いて最小自乗法により求めた次の回帰式を中心線とした。

$$H_{\text{主}} = -0.9642 + 0.9104 H_{\text{副}} (r = 0.9198)$$

図-42と林齢に対する地位別主林木平均樹高より林齢に対する副林木の平均樹高より林

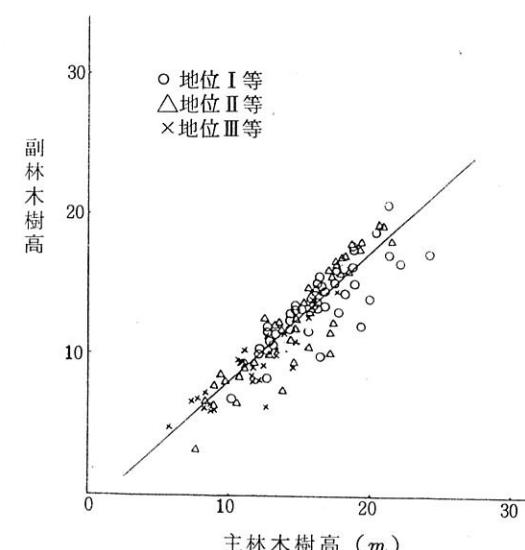


図-42 主林木平均樹高対副林木平均樹高

齢に対する副林木の平均樹高を求める表-45のとおりである。

### 2) 主林木平均樹高直径対副林木平均胸高直径 (D<sub>主</sub>対D<sub>副</sub>)

D<sub>主</sub>を横軸に、D<sub>副</sub>を縦に

とり図示すると図-43のよう

にはば直線関係になっている

ため、直線式をあてはめ次の

中心線を得た。

$$D_{\text{副}} = -2.212 + 0.7839 D_{\text{主}}$$

$$(r = 0.8856)$$

地位別の副林木平均胸高直径は表-45のとおりである。

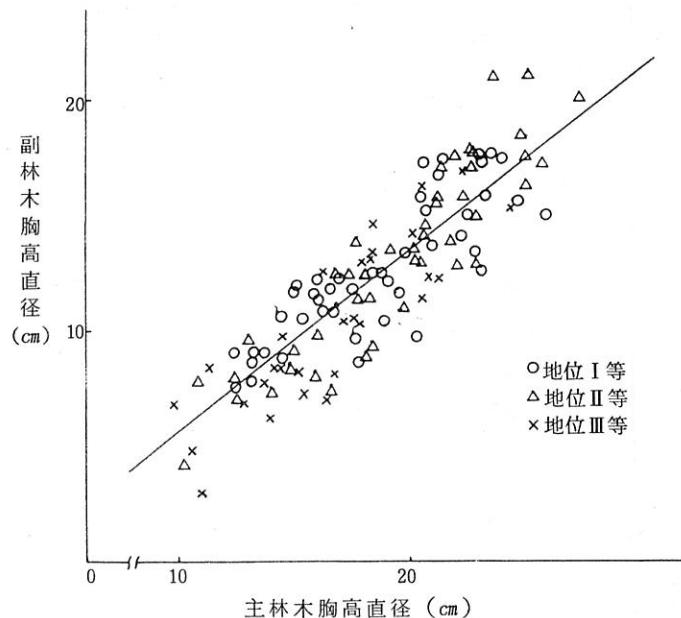


図-43 主林木胸高直径対副林木胸高直径

### 3) haあたり立木本数およびその総林木に対する比率

haあたり副林木本数はhaあたり主林木立木本数の5年毎の差とし、またその総林木に対する比率は、主副林木合計本数に対する副林木本数の百分率である。それぞれの数値は、表-45に示した。

### 4) haあたり胸高断面積 (G<sub>副</sub>)

さきに決定した副林木平均胸高直径に相当する胸高断面積を副林木平均胸高断面積とみなし、これと先に決定した副林木立木本数の積をもってhaあたり副林木胸高断面積とした。地位別、林齢別副林木胸高断面積は表-45のとおりである。

### 5) haあたり副林木幹材積および総林木に対する比率、haあたり副林木幹材積累計

およびその主副林木幹材積に対する比率

#### ① haあたり副林木幹材積(V<sub>副</sub>)および総林木に対する比率

主林木平均単木材積 (v<sub>主</sub>) を横軸に、副林木平均単木材積 (v'<sub>副</sub>) を縦軸にとる。

これを  $y = ax^b$  の指数式をあてはめ、中心線を求める式を得る。

$$\log v_{\text{副}} = -0.2974 + 1.1925 \log v_{\text{主}} \quad (r = 0.9170)$$

この式を利用し、先に決定した地位別の林齢に対する主林木平均単木材積の関係より林齢に対する副林木単木材積を求める表-46となる。この表の数値と、先に決定した副林木本数の積をhaあたり副林木幹材積とした。地位別、林齢別のhaあたり副林木幹材積は表-46のとおりである。

またhaあたり幹材積の総林木に対する比率は、haあたり副林木幹材積をその時の副林木合計幹

表-45 副林木構成数値一覧表（その1）

因子 地 位 階 段	H副(樹 高)			D副(直 径)			N副(本 数)			G副(胸高断面積)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	対 総 本 数 比	対 総 本 数 比	対 総 本 数 比									
1.0	4.5	2.9	1.2	5.7	4.8	4.1	5.61	1.9.1	1.7.6	1.6.5	2.5	1.9
1.5	6.3	5.2	3.4	7.4	6.5	5.5	5.83	4.18	1.6.5	1.6.3	1.4.7	2.9
2.0	9.3	7.3	5.3	9.2	8.1	6.9	4.09	2.74	1.3.3	1.2.5	1.1.3	2.5
2.5	11.2	9.1	7.0	10.8	9.7	8.2	2.15	2.18	1.2.0	1.1.2	1.0.2	2.6
3.0	13.0	10.7	8.3	12.4	11.1	9.5	1.68	1.70	1.7.6	1.0.7	9.8	9.2
3.5	14.3	12.0	9.6	13.7	12.4	10.6	1.3.2	1.3.4	1.4.0	9.4	8.6	8.0
4.0	15.6	13.1	10.6	14.9	13.5	11.8	1.0.6	1.1.2	1.1.4	8.3	7.8	7.0
4.5	16.7	14.1	11.5	16.1	14.6	12.8	1.2.8	1.3.8	1.4.6	7.5	7.1	6.2
5.0	17.6	15.0	12.2	17.3	15.7	13.8	8.8	9.4	9.3	7.8	7.0	6.2
5.5	18.5	15.8	13.0	18.4	16.6	14.7	7.3	7.8	7.7	6.4	5.5	5.5
6.0	19.3	16.5	13.6	19.3	17.5	15.6	6.2	6.5	6.7	6.1	5.7	5.0
6.5	20.1	17.2	14.2	20.3	18.4	16.4	5.3	5.4	5.7	5.6	4.5	4.5
7.0	20.7	17.7	14.8	21.2	19.2	17.2	4.6	4.5	4.8	5.1	4.4	4.0
7.5	21.3	18.2	15.2	22.2	19.9	17.9	4.1	3.8	4.2	4.8	3.9	3.6
8.0	21.9	18.8	15.6	23.0	20.6	18.6	3.7	3.1	3.6	4.6	3.3	3.2

表-46 副林木構成数値一覧表（その2）

因子 地 位 階	$v_{主}$ (平均幹材積)	V副 (幹材積)												V副 (幹材積)					
		I			II			III			I			II			III		
											対総林木比						累計		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1.0																			
1.5	0.0157	0.00987	0.0055	9.2	5.6	3.1	6.4	5.4	4.6	9.2	5.6	3.1	6.8	5.7	4.8				
2.0	0.0314	0.0205	0.0113	1.28	8.9	4.7	6.0	6.2	4.5	2.20	1.45	7.8	1.09	9.5	7.8				
2.5	0.0523	0.0355	0.0198	14.3	9.9	5.4	5.1	4.5	3.6	3.63	2.44	1.32	1.35	1.16	9.2				
3.0	0.0778	0.0537	0.0318	16.7	11.7	7.0	4.8	4.2	3.5	5.30	3.61	2.02	1.61	1.36	1.06				
3.5	0.1069	0.0745	0.0460	17.9	12.7	8.1	4.5	3.9	3.3	7.09	4.88	2.83	1.85	1.55	1.20				
4.0	0.1392	0.0980	0.0621	18.4	13.1	8.7	4.1	3.5	3.0	8.93	6.19	3.70	2.06	1.71	1.32				
4.5	0.1745	0.1238	0.0796	18.5	13.8	9.0	3.7	3.3	2.7	10.78	7.57	4.60	2.24	1.86	1.44				
5.0	0.2126	0.1520	0.0987	18.7	14.3	9.3	3.4	3.1	2.5	12.65	9.00	5.53	2.41	2.01	1.54				
5.5	0.2532	0.1817	0.1187	18.5	14.2	9.3	3.2	2.8	2.3	14.50	10.42	6.46	2.56	2.14	1.63				
6.0	0.2960	0.2127	0.1396	18.3	13.8	9.4	2.9	2.6	2.1	16.33	11.80	7.40	2.69	2.25	1.71				
6.5	0.3409	0.2444	0.1615	18.0	13.2	9.2	2.7	2.3	1.9	181.3	131.2	83.2	2.82	2.34	1.79				
7.0	0.3872	0.2745	0.1832	17.8	12.4	8.8	2.5	2.1	1.7	199.1	143.6	92.0	29.3	24.3	18.5				
7.5	0.4278	0.3052	0.2056	17.7	11.6	8.6	2.4	1.8	1.6	216.8	155.2	100.6	30.5	25.0	19.1				
8.0	0.4783	0.3357	0.2279	17.6	10.4	8.2	2.3	1.6	1.5	234.4	165.6	108.8	31.8	25.5	19.5				

材積で除したものを百分率で示したものでその算出値は、表-46のとおりである。

## ②副林木幹材積累計およびその主林木幹材積に対する比率

副林木幹材積累計は、その林齢までの主副林木幹材積の累計であり、その主林木幹材積に対する比率は、副林木幹材積累計をその林齢の主副林木幹材積で割った百分率である。表-46にこの算出値を示した。

### (4) 主副林木合計数値の決定

#### 1) 平均樹高

主・副林木別の平均樹高からそれぞれのhaあたりの立木本数の加重平均値として算出した。

#### 2) 平均胸高直径

平均樹高と同様の方法で算出した。

#### 3) haあたり立木本数

先に決定したhaあたり主林木本数とhaあたり副林木本数の和をもって主副林木立木本数とした。

#### 4) haあたり胸高断面積

先に決定したhaあたり主林木胸高断面積とhaあたり副林木胸高断面積の和をもってhaあたり主副林木胸高断面積とした。

#### 5) haあたり幹材積

先に決定したhaあたり主林木幹材積とhaあたり副林木幹材積の和をもってhaあたり主副林木幹材積とした。

#### 6) 総収穫量

総収穫量は、haあたり主林木幹材積とhaあたり副林木幹材積累計の和である。

#### 7) haあたり副林木幹材積累計の総収穫量に対する比率

haあたり副林木幹材積累計を総収穫量で割ったものである。

#### 8) haあたり幹材積の連年、平均

##### 生長量

##### ①連年生長量

後期の主副林木合計幹材積と前期の主林木幹材積の差を期間年数5で割ったもの。

##### ②平均生長量A

その年の総収穫量を年数で割ったものである。

##### ③平均生長量B

その年の主林木合計幹材積を年数で割ったものである。連年生長量と平均生長量の関係は図-44に示した。

#### 9) 幹材積生長率

前期の主林木幹材積と後期の主副林木合計幹材積を用いてプレスラー式により計算した。

$$P (\%) = \frac{M + n}{M - n} \times \frac{200}{5}$$

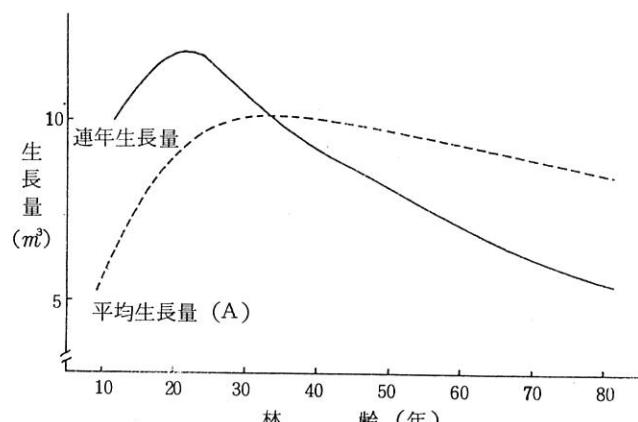


図-44 haあたり主副林木合計幹材積の連年および年平均生長量(A)(地位II)

## (5) 収穫表の作成

以上の調整方法に従い計算した結果を一括してとりまとめたものを、大分県ヒノキ林林分収穫表として別表 I ~ 1 ~ 3 に示した。

## 5. 収穫表使用上の注意

この収穫表の使用にあたっては、次の諸項に注意していただきたい。

(1)適用範囲：大分県の同齢単純林のヒノキ林に適用できる。

(2)用途：この収穫表は、現実林中ほぼ理想に近い林型を標準としているので将来の施業における基準となるものである。従って地位の判定、経営成果の判定、育林技術とくに保育の指針、蓄積または収穫量の査定、成長量の予想などに用いられる。

(3)地位の区分：主林木の平均樹高によって3等級に区分してある。

(4)地位判定の方法：現実林分の主林木の平均樹高を求めて、これを本表に掲げた主林木平均樹高およびその範囲を比較して決定する。

(5)間伐の指針：現実林の要・不要は、現実林分の地位・林齢を決定した後、本表の同一地位、同一林齢のhaあたり主林木本数と現実林のhaあたり総立木本数の比較によって決める。なお一般的収穫表における間伐木の選定では、寺崎式B種を基準とするが、本収穫表で主副林木区分において副林木の対象を下層林、区分4.5においてため、寺崎式A種が基準となっている。このことより寺崎式B種に従う間伐本数は若干多くなりうる。

(6)蓄積または収穫量の査定法：現実林分の材積、生長量および生長率を査定する場合には、現実林分の平均樹高およびhaあたり胸高総計面積を求め同一地位、同一林齢における本収穫表のそれぞれの数値を参照して次式によって推定する。

$$\begin{aligned} V' &= V \times G' / G \times H' / H & G' : \text{現実林haあたり胸高総断面積} \\ && H : \text{現実林平均樹高} \\ Z' &= Z \times G' / G \times H' / H & V' : \text{現実林haあたり幹材積} \\ && Z' : \text{現実林haあたり生長量} \\ P' &= P \times G' / G \times H' / H & P' : \text{現実林生長年} \\ && G : \text{収穫表haあたり胸高断面積} \\ && H : \text{収穫表haあたり幹材積} \\ && H : \text{収穫表平均樹高} \\ && Z : \text{収穫表haあたり生長量} \\ && P : \text{収穫表生長率} \end{aligned}$$

## (7)表に用いられる用語の説明その他

- 1) 主林木：寺崎式A種を標準とした間伐を行うとき残存される林木
- 2) 副林木：上記間伐の際除かれる林木
- 3) 林齢：植栽年度を第一年とし、苗齢を加算しない。
- 4) 樹高：地際より頂端までの樹の長さ
- 5) 平均樹高範囲：同一地位に属する林分の主林木平均樹高の範囲
- 6) 平均胸高直径：毎木の胸高（地際より1.2mの高さ）の直径の算術平均
- 7) 胸高断面積：毎木の胸高断面積を円と仮定して、毎木の胸高直径より計算した円面積の

合計.

8) 幹材積：「熊本営林局ヒノキ立木材積表調整説明書（林野庁、1961）」により計算。  
材積式は

$$\log v = \overline{5.87211} + 1.93699 \log d + 0.81243 \log h (\text{但し } d = 6 \sim 11 \text{ cm})$$

$$\log v = \overline{5.68293} + 1.92167 \log d + 1.01676 \log h (\text{但し } d = 12 \sim 21 \text{ cm})$$

$$\log v = \overline{5.79853} + 1.78604 \log d + 1.06966 \log h (\text{但し } d = 22 \text{ cm} \sim)$$

9) 幹材積連年生長量：次式によって算出した。

$$\textcircled{1} \text{ 主林木} = \frac{\text{後期の主林木幹材積} - \text{前期の主林木幹材積}}{\text{期間年数 (5年)}}$$

$$\textcircled{2} \text{ 主副林木本計} = \frac{\text{後期の主副林木合計幹材積} - \text{前期の主林木幹材積}}{\text{期間年数}}$$

10) 幹材積平均生長量：次式によって算出した。

$$\textcircled{1} \text{ 主林木} = \frac{\text{主林木幹材積}}{\text{齡階の年数}}$$

$$\textcircled{2} \text{ 主副林木合計 A} = \frac{\text{主副林木合計幹材積}}{\text{齡階の年数}}$$

$$\textcircled{3} \text{ 主副林木合計 B} = \frac{\text{主副林木合計幹材積}}{\text{齡階の年数}}$$

11) 総収穫量：その年の主林木幹材積と副林木幹材積累計との合計

12) 生長率：前期の主林木幹材積と後期の主副林木合計幹材積を用いてプレスター式 ( $P = \frac{M-m}{M+m} \times \frac{200}{n}$ , 但し  $m$  : 最初の大きさ,  $M$  : 最後の大きさ,  $n$  : 期間年数,  $P$  : 生長率) によって計算した。

## 6. 既往の収穫表との比較

ここでは、今回作成した大分県ヒノキ林分収穫表を、従来わが国で発表されている他のヒノキ林分収穫表と比較検討することにより、本収穫表の特徴を明らかにしようとしたものである。

比較に用いた収穫表は、林野庁・林業試験場の手による国有林を対象とした3収穫表（九州、中国および土佐地方<sup>38, 36, 37)</sup>）会社有林を対象とした九州材産株式会社作成のもの<sup>31)</sup>、および鹿児島県林業試験場作成の民有林を対象とした<sup>47)</sup>の5収穫表とした。いずれも、本県内あるいは本県に近接する地域のものである。

なお、ここで比較に供したものは、各収穫表の地位Ⅱ（平均地位）を示すものである。

### (1) 主林木平均樹高

林齢に対する主林木平均樹高の比較はすでにI-第2章-5で若干触れたところであるが、再度検討するに九州地方、九州林産のものを除いて、他は似かよった傾向を示すのが認められる。

九州地方および九州林産の樹高生長曲線は、直線に近い型で上昇し傾向として後期の生長のすぐれるいわゆる“おくて”型の生長様式をとる。

他は多少の差はあるものの30年前後に生長の変曲点をもち、それ以後の生長の相対的に低下するいわゆる“わせ”型の生長様式をとる。

本県のものは、この中にあって“わせ”型の範ちゅうにはいる生長様式を示すが林齢を重ねてもおちこみは少なく、終始優位な生長傾向をとることが把握される。

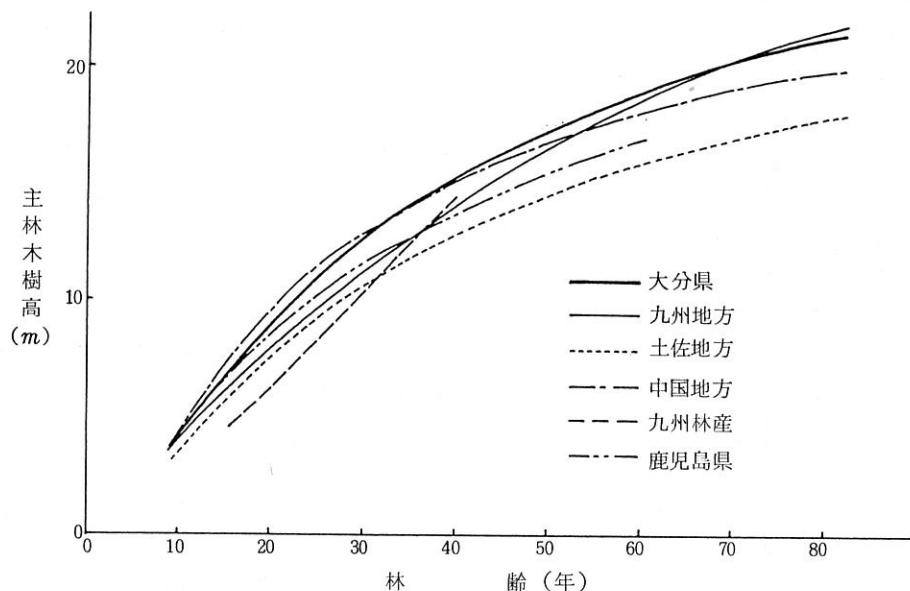


図-45 他地方収穫表の樹高生長曲線との比較（地位Ⅱ）

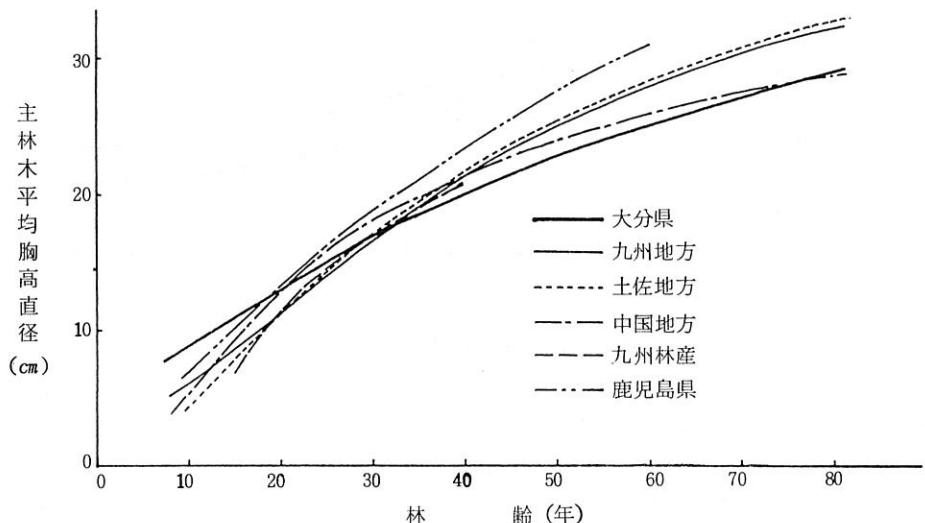


図-46 他地方収穫表の胸高直径生長曲線との比較（地位Ⅱ）

また本県におけるヒノキの樹高生長の特徴は、40年生ごろまでの生長の優れることで特に15～30年にかけての生長が良い。この傾向は中国地方の収穫表にも認められる。

## (2) 主林木平均胸高直径

平均胸高直径の比較図は図-46に示すとおりである。

土佐地方、九州地方および九州林産のものが全体の平均的な値をたどって上昇しているが、40年生前後をさかにその上昇の度合は緩かになる。

鹿児島県のものが優位な生長を示し、30年以降はこの傾向が目立っている。

中国地方のものは30年生までは急激な勾配をもって上昇するが、それ以降の上昇率は低い。

本県の場合、30年生までは優位な生長をもつか、以降最下位に転じ75年生時で中国地方と並ぶ。直径生長は施業とくに間伐との関連が深いとされるが本県のものは、30年生時以降において劣り、80年生時で4 cm前後の差異となっている。

この壮齢時以降における生長量の低さは、林分密度の高さによる影響と考えられるがこれは、間伐の実行の手遅れに起因するか、あるいは密度そのものが以前にくらべ相対的に高い水準で管理されるという施業面での変化が生じている可能性も考えられる。このことは後述のhaあたり本数の項でさらに検討する。

### (3) haあたり主林木本数

haあたり主林木本数の比較は、図-47に示すとおりであるが壮齢時以降の定期における本数が他の地方にくらべあきらかに高いことが県収穫表の大きな特徴になっている。

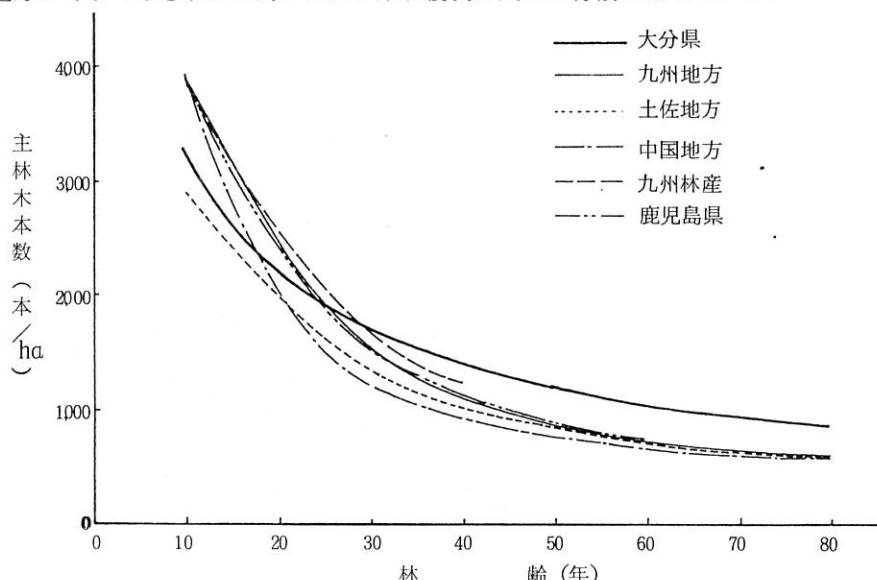


図-47 他地方収穫表のhaあたり成立本数との比較（地位Ⅱ）

林齢が進むにつれて、成立本数はしだいに減する。その傾向はうっ閉時までは、植栽本数などに影響され、うっ閉後は環境の良否、施業の集約度などに左右されるが、いずれの場合でも幼壮齡林では減少の度合が大きく、植栽後30～40年前後より減少速度が鈍り安定に近い本数となる。

各地方における主林木の成立本数をみると、間伐開始前後とされる20年生では九州林産=九州地方>鹿児島県>大分>中国>土佐となっており、大分を中心として上下に分離している。土佐が最も少ないのは、植栽本数が他の地方より少ないと示している。全体的に20年生前は、成立本数の変動が大きくまたその値が若いほど過大になりやすい傾向をもっている。これは使用する曲線式の性質や、若齡林分の標準地数の絶対数不足により生じる現象で、もちろん他の生長因子を用い、相互修正を行うのであるがそれでもなお現実より若干のズレのあるのはいなめない。

それゆえ、20年生前の成立本数はそれ以降の齢階のものに比し、信頼度は若干落ちると考えられることより、20年生前の成立本数の相違についてはとくに言及しない。ただ土佐地方のものについては標準地も多く現実に近い値となっているようである。

さて25年生以上の利用伐齢になると、各地方とも間伐が行われ地域性や施業の集約度などの違いに応じ、終始減少は示すものの安定的な方向で推移する。30年生における成立本数は大分>

九州林産>鹿児島=九州地方>土佐地方>中国地方の順となって、それぞれの地方間では若干の差異がみられるが標準地のない九州林産を別とすれば、大分を除く4地方は除々にその差をちぢめ、80年生時にはほぼ900本前後に収束している。大分のみは、これら4地方にくらべ40年生以降はほぼ300内外の高い本数差をもって推移し、きわだった特徴を示している。九州林産のものは、40年生時までの算定であるが、大分と他4地方のほぼ中間に位置しそしてその値が他の地方より高いことは、大分県内その山林の大部分を有することを考え合わせた場合興味深いデータとなっている。

昭和57年3月九州地方におけるヒノキ林人工林林分の密度管理図が林野庁の手により作成された。このとき九州各県より323個の収集を示しているが、これは資料として信頼度の高い最新のものである。このデーターより、大分県の地位区分Ⅱ等級に属するものを選出し（154個）林齢対主林木本数の関係を検討した。これは次式によってあらわされる。

$$\log N_{\pm} = 44519 - 0.8164 \log T \quad (r = -0.8256) \quad \dots \dots \dots \quad (7)$$

この中心線と昭和32年作成の九州地方収穫表および今回調整した大分県の収穫表のものを比較したのが図-48である。

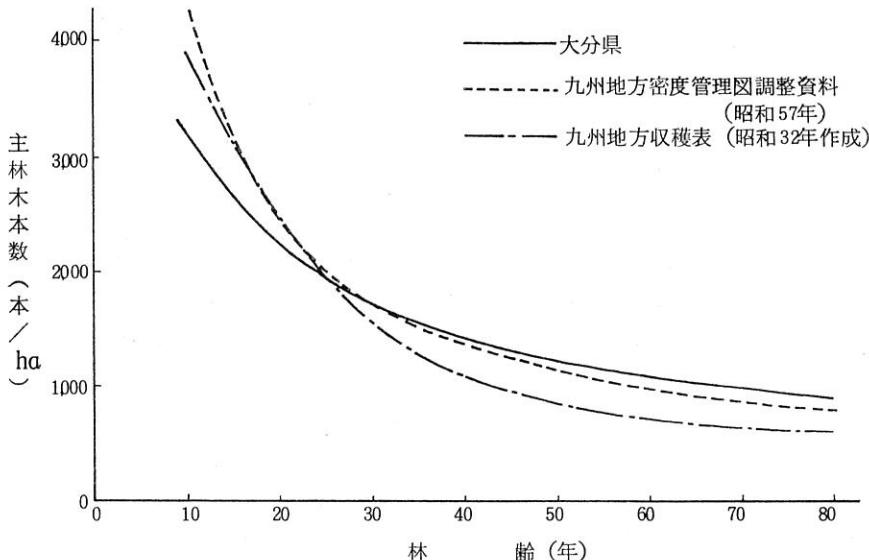


図-48 九州における主林木成立本数の比較（地位Ⅱ）

図に示されるとおり、間伐開始前後とされる25年生ごろより、大分県のものと新しい資料にもとづく九州地方の成立本数は、ほぼ同一の傾向を辿り漸減するが、昭和32年作成の九州地方収穫表の中心線は、これよりかなり低い密度で推移し、前二者とはあきらかな差異を示すことが認められる。

このことは、同じ九州地方においても植栽密度、撫育の集約度、伐期の決定などヒノキ林の施業に時代の変遷とともになう変化が生じこれが結果として、相異なる曲線を形成したものと解される。

すなわち、壯齡時以降における大分県収穫表の成立本数の多さは、大分県に特殊なものではなく、九州一円に共通してみられる現象であり、これは九州地方のヒノキ林の管理密度が以前にくらべあきらかに高くなってきていていることを示したものである。そしてこの高密管理の原因是、諸

説考されようが植栽本数にきわだった変化のことより基本的には、間伐が以前ほど集約に行なわれていない結果ではないかと推測される。

#### (4) haあたり主林木幹材積

haあたり主林木幹材積の比較図は図-49のとおりである。

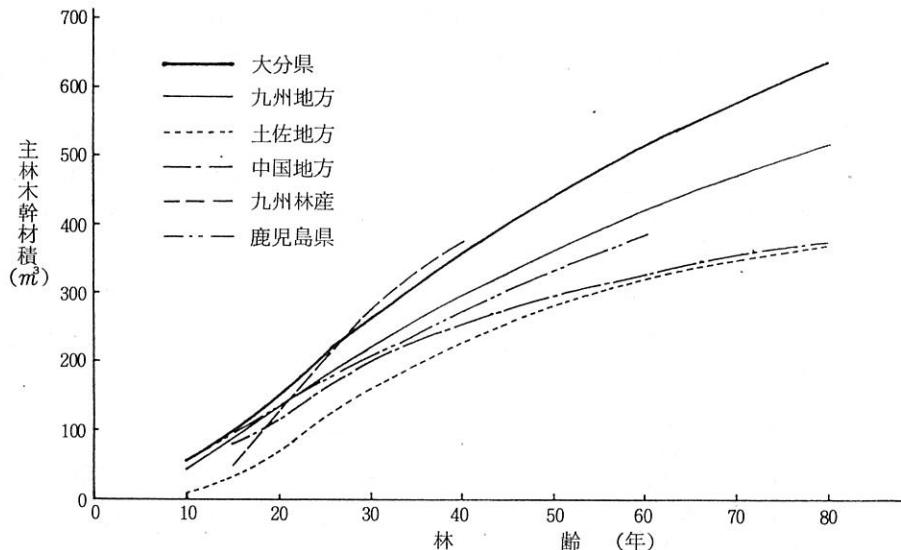


図-49 他地方収穫表の幹材積生長曲線の比較(地位Ⅱ)

haあたり幹材積は、成立本数と単木平均幹材積の相乗積であるから、成立本数が多いほど単木生長が大きいほど、その値は高くなる。30年生前は多少の変動をみるもの、それ以後は図にみられる様に、九林=大分>九州地方>と鹿児島県>中国、土佐地方の順に分離安定する。

大分県および九州林産の値が大きいのは、成立本数の高いことの影響が大きい。成立本数は類似するも、九州地方にくらべ中国・土佐地方の値が小さいのは、単木における生長量の差に起因している。

#### (5) 連年生長量および平均生長量

林齢に対する主副林木幹材積の連年生長をみたのが図-50である。

九州林産をのぞき、連年生長量の最大値は20~25年のあいだに求められる。大分県のものは、九州地方の収穫表に類似した減少傾向を示すが、生長量の絶対値はかなり小さい。

連年生長量の最大値をみると九州林産の場合25~30年にあらわれ $19.8\text{ m}^3$ を示す。大分は20~25年に最大値 $12\text{ m}^3$ を示し、中国地方の $17.1\text{ m}^3$ 、九州地方の $15.4\text{ m}^3$ 、土佐地方の $12.7\text{ m}^3$ に次ぐ値となっており、大分より低値は鹿児島の $11.8\text{ m}^3$ のみである。

中国、土佐地方は最大値は大分より大きいが、林齢の推移に伴い生長量の低下が大きく35~45の間で逆転し大分の生長量が優位となる。

次に林齢にともなう生長量(A)について検討してみた。(図-51)

一般に、材積収穫量を最大とするためには、平均生長量の最大となる時期を伐期とするので、これにより地域的な生長の特性をみいだすことができる。

平均生長量の曲線は、図のように連年生長ほどではないが、初め比較的急に上昇し、30~40年

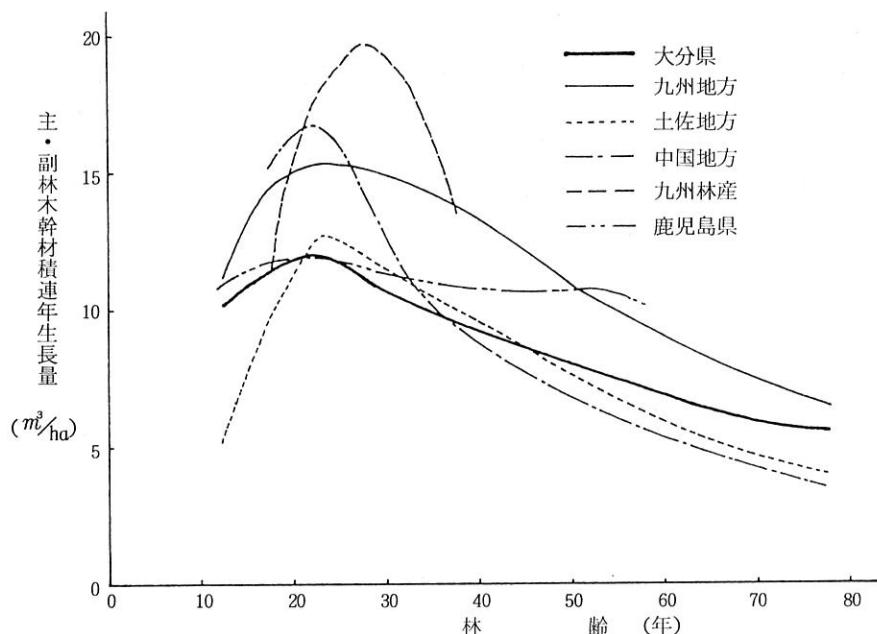


図-50 他地方収穫表の幹材積連年生長量曲線との比較（地位Ⅱ）

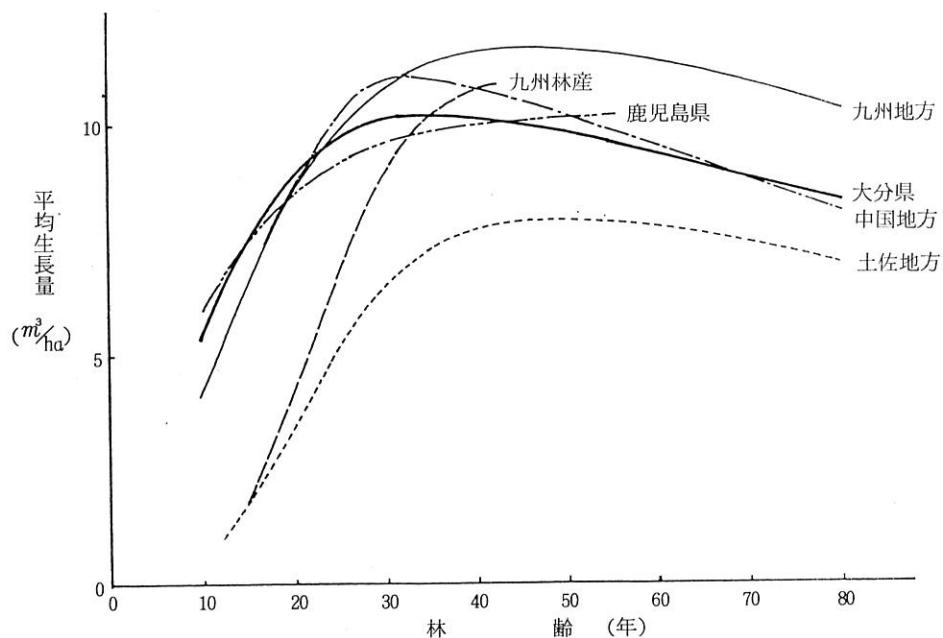


図-51 他地方収穫表の平均生長量曲線との比較（地位Ⅱ）

ごろに最大をもつものが多く、以降はきわめて徐々に下降する。最大値は、九州地方の45～50年における $11.8\text{ m}^3$ で最低は土佐地方の45～55年にかけての $8.0\text{ m}^3$ である。

大分県の場合は、35～40年にピークが出現しておりその値は、 $9.4\text{ m}^3$ と示す。

ただこのピークは、地位によって異なり大分県の場合地位Ⅰでは35年の $13.8\text{ m}^3$ 、地位Ⅲでは45～50年の $7.8\text{ m}^3$ と、地位の高いほどピーク時が早くおとずれ、その値も高い。これらのことよりすれば、大分県における伐期は平均生長量でみた場合、35～50年が考えられよう。

### III 大分県におけるヒノキ人工林の生産力と形状

#### 第1章 ヒノキ人工林の生産力解析

##### 1. はじめに

ヒノキは、一般的な性質として地域による生長差が少なく、土地に対する要求度が低く土壤型による生長差が少ないなど、個別の立地特性をもつ樹種として認識されている。このヒノキの生長に関して、立地と関連して多くの実績が発表されているが、これらは、ヒノキのもつ立地特性の固有さを抽出する試みであるといってよい。

戦後、大政(30)による林野土壤分類の基準が確立以来、土壤調査の進展に伴い、土壤条件と林木の生育との関連を求める試みがなされ、これがさらに発展し土壤を含めた立地環境を総合して、林地生産力を推定する方向へと進展してきてすでに久しい。

林木の生長と立地環境との関係解析において、基本的には三つの大きな流れがある。一つは土壤にウェイトをおいてその生長を関連づけたもので、これは真下<sup>20)</sup>の報告に総括される。

一方 安藤<sup>21)</sup>は共軸座標を用いた、図式相関解析により、気候-土壤-地位-地形などの要因により地域区分を行い、地域の特性把握を行い山地の生産力について検討した、竹下<sup>50,52)</sup>竹下ら<sup>49,52)</sup>は、土壤や生産力は地形によって決定づけられるとし、地形の生産力に関する意義の大きさを詳細に解析し、立地解析に新たな道をひらいた、この地形を主軸とした生長との関連は、その後生産力解析の主要な手法として定着し、多くの実績がある。

西村<sup>26,27,28,29)</sup> 西村ら<sup>24,25)</sup>は、ヒノキ林の生産力から形状、物質生産に至るまで幅広いとりくみをつみ重ねているが、手法としては竹下らと同様、共軸座標を用いた立地解析で、長崎という地域性もあって、気象(とくに風速)にウェイトをおいた報告が多い、林地の生産性に関する基本的な着想は竹下らと同様水分条件の解明を通して林木の生長と形状を把握しようとするものである。

いまひとつの手法は、多変量解析の手法を発展させた数量化理論<sup>23)</sup>であるこの手法は、多数の環境要因に数量(スコア)を与える、その和として地位指数を求めるもので、主観的要素がはいられないこと、林木生長に対する各要因の関与の度合が、定量的に求められることなど客觀性のすぐれた処理方法で広く用いられている<sup>15,18,56)</sup>が、大型の電子計算機の利用が必要である。

これら一連の生産力解析において、ヒノキの生長と立地因子との関連が多く報告され、ヒノキ林の立地特性についての解明がなされているが、地域性のちがいや立地因子のとりあげ方のちがい、ヒノキ特有の生長法則などが絡んで、ヒノキのもつ固有の立地特性は、未解の部分が多く残されているのが実情のように思える。

すなわち、土壤型、傾斜、地形、その他ヒノキの生長と各環境因子の間には、地域や調査者によって諸説がとなえられており一律に論ずることは困難となっているが、傾向としては冒頭に述べたように、スギにくらべかなりの生長特性をもつことは、異論のないところであろう。

逆の言い方をすれば、地域より、環境により、その生長法則に一律性がないというのは、ヒノキのもつ固有の樹種特性であり、いわゆる立地に対する反応の仕方が、スギにくらべ複雑であるということを考えられる。

このような流れの中で筆者は、ヒノキの生長と立地因子の関連を地形因子を軸とした水分収支面より解析し、この解析結果をもとにヒノキの樹種特性を追求してみた。

## 2. 調査資料および解析方法

### (1) 調査資料

生産力解析に用いた資料は、ヒノキの生産解析（昭和49年～昭和51年）ヒノキの経済限界調査（昭和52年～昭和54年），立地とヒノキ幹材の形質特性に関する研究（昭和55年～）によって収集された県下ヒノキ林の林分調査資料260点である。林分調査については、II-1-(2)項で述べたので重複をさける。

土壤調査は、標準地内に土壤断面をもうけ、適地適木調査の実施要領にもとづき土壤型を決定した。また山中式硬度計を用いて、表層下、0～10cmと30～50cmの二部位において各5点ずつ計測し、その平均値を求めた。硬度表示は山中式硬度指数を用いた。また標準地を中心とした下層植生について、被度、種類などを調査した。

地形調査は標準地を中心とした局所地形について方位、傾斜、堆積様式、背後斜面長、露出度は、傾角0°、3°、6°でみた対空開放角度をあらわす。

母材については「表層地質図」（経済企画庁、1972）によった。但し、火山灰由来の土壤については、火山灰を母材とした。

この調査にかかる調査林分の一覧表は、既報<sup>18)</sup>に掲載したのでここでは省略する。

### (2) 解析方法

林木の生長と関連ある立地因子を吟味し、重回帰式を用いてヒノキ林の生産性を支配する因子について追求した。林地生産力の指標として林分密度の影響をうけにくい樹高による指数ー地位指数（40年生時における林分の上層木平均樹高）を用いた。

地位指数は、40年を基準齢とした樹高値であることより、調査林分が40年であれば問題ないが現実の調査林分は12年生より80年生と広範囲にわたっており、基準林齢以外の調査林分では、地位指数を利用して地位指数を求めることが必要となる。地位指数曲線の作成については、すでにIの第2章で述べたとおりである。

地位指数曲線により、基準齢以外の地位指数を求める場合、基準齢より離れるに従い誤差が大きくなる傾向がある。図-52は、40年をこえる樹幹解析木45本について齢階ごとの樹高値と40年を基準齢としたときの地位指数曲線の値を比較し、残差の百分率誤差を算出したものである。

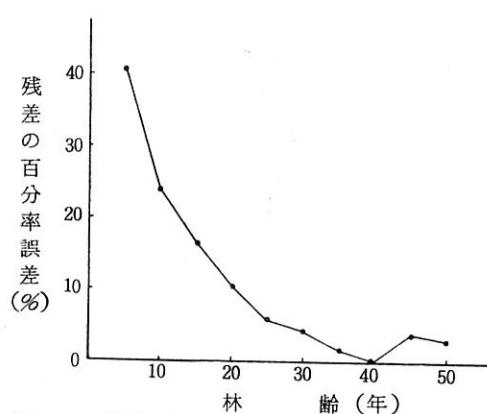


図-52 齢階ごとの残差の百分率誤差  
(樹幹解析の樹高と地位指数曲線による値)

図より明らかなように、20年以前の幼齢時は、その百分率誤差が10%をこえるが、25年以上となると5%～5%以下の値となり、地位指数曲線による推定精度が高まることが認められる。

すなわち、基準年齢以外の林分では地位指数曲線を用いて地位指数を推定する場合、20年生以前の若いものは、生長変動が大きく、信頼度にやや欠けることより25年生以上の林分に限定したほうが、精度の面で不安は少ないと考えられる。このため、林齢25年以下のものは、この生産力解析の資料としては用いないことにした。

重回帰による分析について若干説明をしておく、  
目的変数  $y$  (地位指数) が  $K$  個の説明変数 (立地因子)  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$  によって影響をうける場合、次の重回帰式がえられる。

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_k x_k$$

ただし、 $\hat{Y}$  :  $y$  の理論値 (実測値),  $b$  : 回帰定数,  $b_k$  : 偏回帰係数

この式について、回帰分析を行うもので、回帰式のあてはまりについては、重相関係数、回帰の全体としてのあてはまりの有意性は、分散分析を行い検討する。

個々の説明変数の寄与の程度は、偏回帰係数の有意性検定や、偏相関係数の大きさにより推定した。

標準回帰係数とは回帰式  $\hat{Y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_k x_k$  において  $\hat{Y}, x_1, x_2, \dots, x_k$  すべての変量について、平均値 0, 標準偏差 1 になるように標準化したときの回帰式  $\hat{Y} = b'_0 + b'_1 x'_1 + b'_2 x'_2 + \dots + b'_k x'_k$  の係数である。

これは、各説明変数の変動がどの程度目的変数に寄与するかをみると、効果的な値である。

### 3. 立地因子の選定と吟味

第1項で若干触れたが、地形別の樹高生長曲線は相異なることが見出され、地形因子がヒノキの生長に大きな影響を及すことを把握することができた。

そこで第1章で分類した微地形ごとに、地位指数との関連について一元配置分散分析を行なったところ、1%水準で有意差のあることが認められ、地位指数 (ヒノキの生産力) は、微地形区間で異なることが明らかであった。

6つの地形区間について、地位指数の平均値間検定 (5%) を行なったところ、山腹 (凹) と谷筋には、差異がなかったものの、他の地形区間にはいずれも差異が認められた (表-47)。

表-47 微地形における平均地位指数の比較

微 地 形	山腹 (凹)	谷筋	山腹(直～凸)	台地・山麓	山頂緩斜面	山頂・尾根
平均地位指数	1 7.1	1 6.8	1 6.2	1 5.6	1 3.8	1 1.6
	—————	•	•	•	•	• (5%)

注) ————— 5%水準で微地形間に差のないことを示す。

また、図-53は微地形と地位指数の相関図を示したものである。

このようにヒノキの生長は、平均地位指数でみた場合、山腹 (凹) = 谷筋 > 山腹 (直～凸) > 台地・山麓 > 山頂緩斜面 > 尾根・山頂という配列になり、水分系列的に集水傾向の強い地形ではその値が高く、排水傾向の強い地形では、その値の低くなることが認められ、ヒノキの生長は水分分環境と密接な関連のあることがうかがわれる。

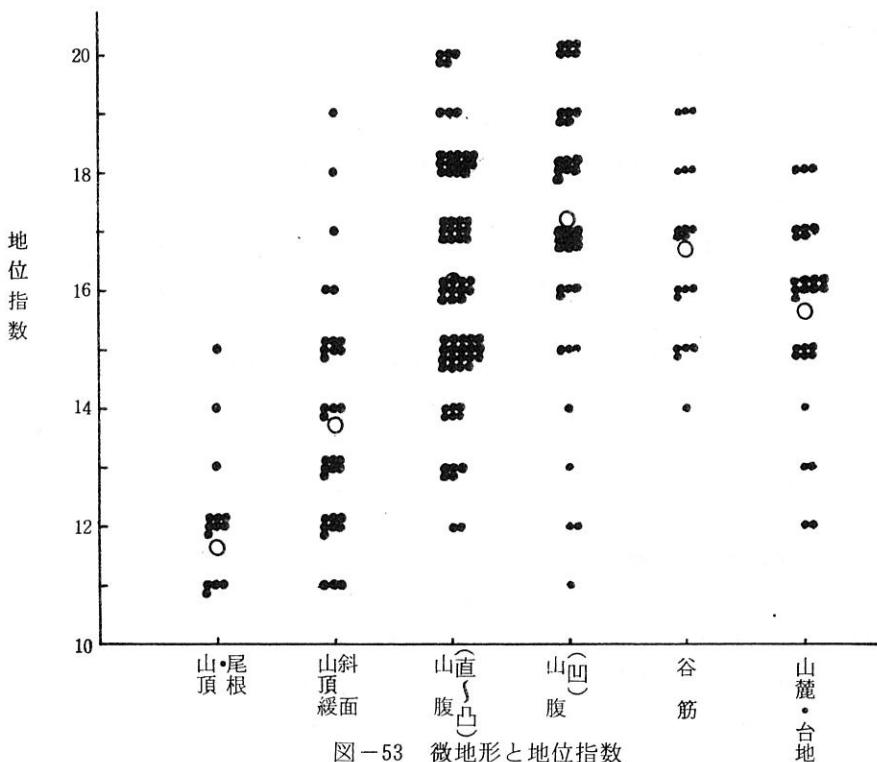


図-53 微地形と地位指数

また、同一地形においても地位指数のとる幅が大きいが、これは地域的な影響もあるようが、基本的には同一地形でもその構成（傾斜、斜面長、方位など）が異なることより、これが水分環境での差異となってあらわれ、結果的には生産力のちがいをひきおこしているものと解することができよう。

いずれにせよ、ヒノキの生長と地形との間には、水分収支、すなわち水分の流入－貯留－流出（蒸発散を含む）軸に、密接な関係のあることが認められるが、地形表現が概念的な定性区分で定量化された表示ではないため、その関連の度合は間接的にしか把握しえないという欠陥がある。

我々の関心は、地形をひとつの媒介として抽出されるヒノキの生長差を、水分収支におきかえ、重回帰式を用いて明らかにすることにあるが、そのためには地形の数量化が必要とされる。

さて地形は、その構成単位として斜面の大きさ、傾斜度、縦横断面型（等高線凹凸）、斜面方位、露出度の5因子より成りたっていると大略考えられることができる。

そしてこれら5因子の組みあわせのちがいによって、様々な地形が構成される。すなわち、複合因子である地形は、5つの因子に分解することができる。

このことは、地形を水分収支の場としてとらえる場合、きわめて重要な意義をもつ。なぜなら、これら5つの因子のうち斜面方位をのぞいた他の因子は、連続量で測定しうる定量因子であり、それぞれの因子のもつ機能を水分収支面より吟味を行なうことで、定量的な位置づけが可能となるからである。もちろん林地の生産力を水分収支を決算値として、追求する場合、地形の分解因子のほかに降水量、土壤、地質などの立地因子を加味する必要がある。

そして、これらの因子を単独にあるいはこれを組みあわした複合因子を説明変数として組みこむことにより、地形を媒介として出されるヒノキの生産量（生産力較差）を、水分収支の面より

明らかにすることのできるのではないかと考えられた。

このように、今回解析は地形を軸に水分収支をからませる手法をとったため、説明変数としての立地因子は、林木をとりまく水分条件と関連づけたものが多い。

水の供給発散という、水分経済に解析のポイントをおいたのは、竹下ら<sup>49.50.</sup>など)西村<sup>26.29.</sup>など)吉田<sup>64)</sup>らの一連の研究が基本において、林地の生産力は水の有効量の大きさに規定されるという考えに沿ったものである。

以下地形の因子分解にもとづく水分収支因子について説明を加える。

#### (1) 立地因子の吟味(単元因子)

1) 降水量…………地形の構成とは直接かかわりがないが、水分の第1次給水源を指標する因子として重要である。林地の生長と降水量を関連させた場合、生長期間(3月~11月)のいわゆる有効降水量を用いるのが適当と考えられるが、この生長期間の降水量は、年降水量と直線関係にある<sup>10)</sup>とされることより、年降水量を用いて検討した。調査地における年降水量の推定は竹下ら<sup>55)</sup>による「九州地方年降水量(平均値)分布図」(1923~1976)によった。

縦軸に年降水量、横軸に地位指数をとりその相関を求めたが、相関係数は0.1419と低く有意性は認められず、一般的な傾向は把握することはできなかった。(図-54)のことより、降水量をこのまま説明変数のひとつとして用いることは、問題があると考えられた。

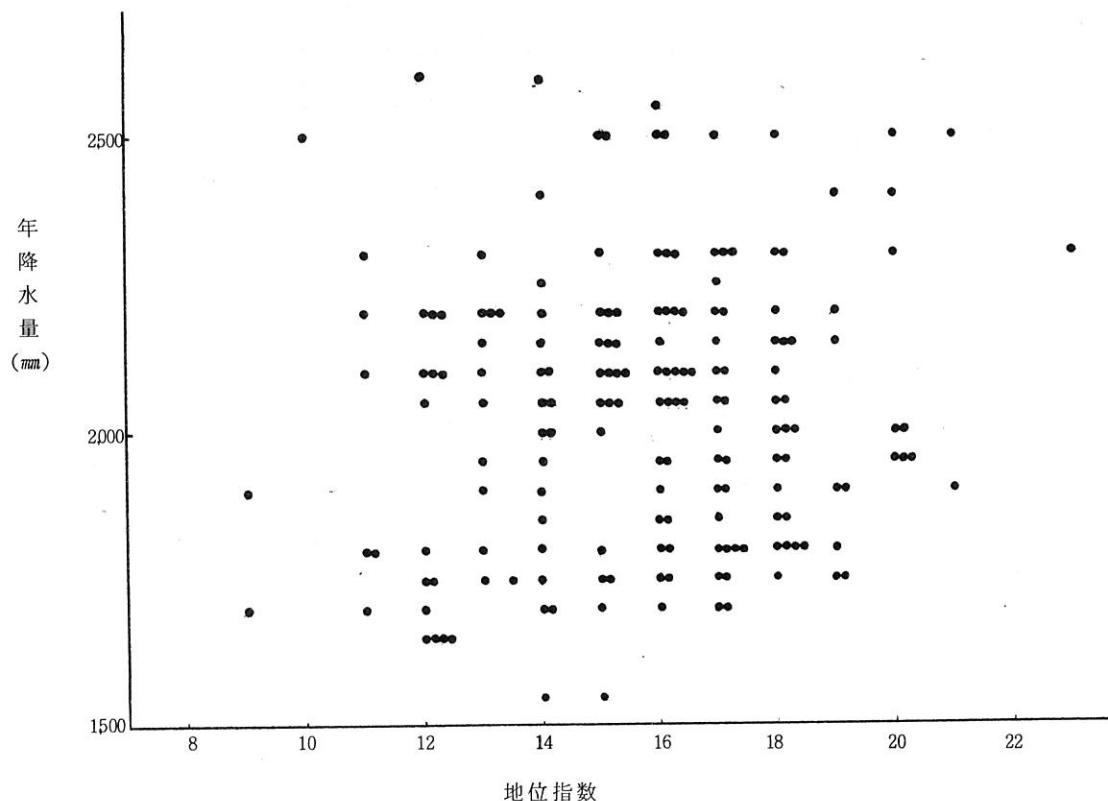


図-54 年降水量と地位指数

2) 傾斜角…………斜面の主要な構成要因であり、土壤の堆積様式とからんで、水分の給水、排水など水の移動を支配する重要な因子である。

土方傾斜角は、上位斜面からの水分供給量を、また下方傾斜角は調査地点より下位斜面への排水を指標すると考えられる。任意地点（調査地点）における傾斜角の測定は、調査地点の中心部より、斜面上部30~50mを見通したときの平均傾斜角を上方傾斜角とし、斜面下方30m以内における平均傾斜角を下方傾斜角とした。また調査地内の傾斜角をあわせて測定した。

図-55は、上方および下方の二つの傾斜角の平均値と地位指数の関連をみたものである。単相関係数は、0.3199と低い値ながら1%水準で有意であり、地位指数の高いものは、平均傾斜の高いことがうかがわれた。

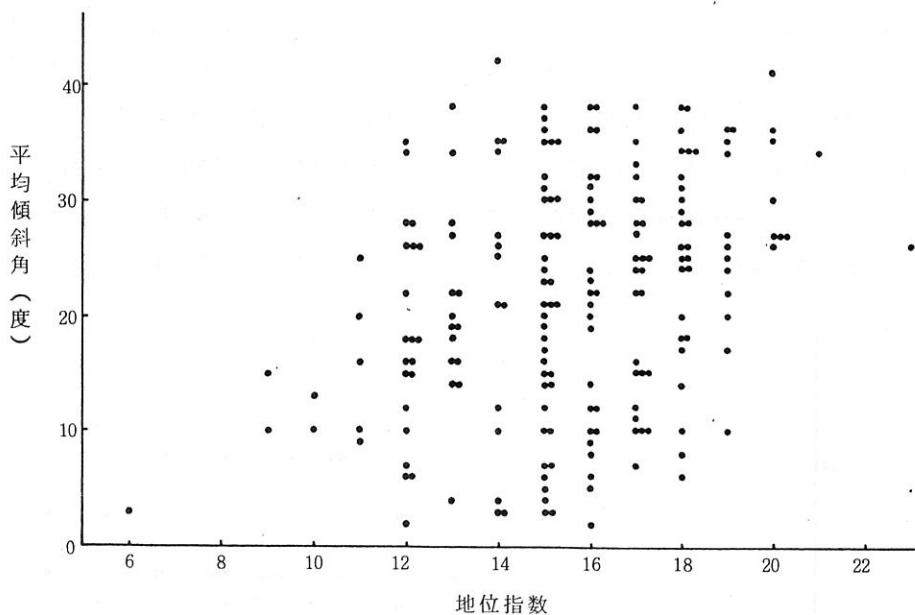


図-55 平均傾斜角と地位指数

3) 背後斜面長…………斜面の規模を決定する地形因子であり、水分収支的には上位傾斜面よりの水分供給量を指標する。任意地点（調査地）における背後斜面長は、調査地における中心部の等高線の接線に直角な方向で分水嶺までの斜距離と規定した。（図-56）現地で概査し地形図（1万分の1）にて修正した。

背後斜面長と地位指数との相関は、図-57に示すとおりで  $r = 0.3697$  と低い値ながら1%水準で有意であった。

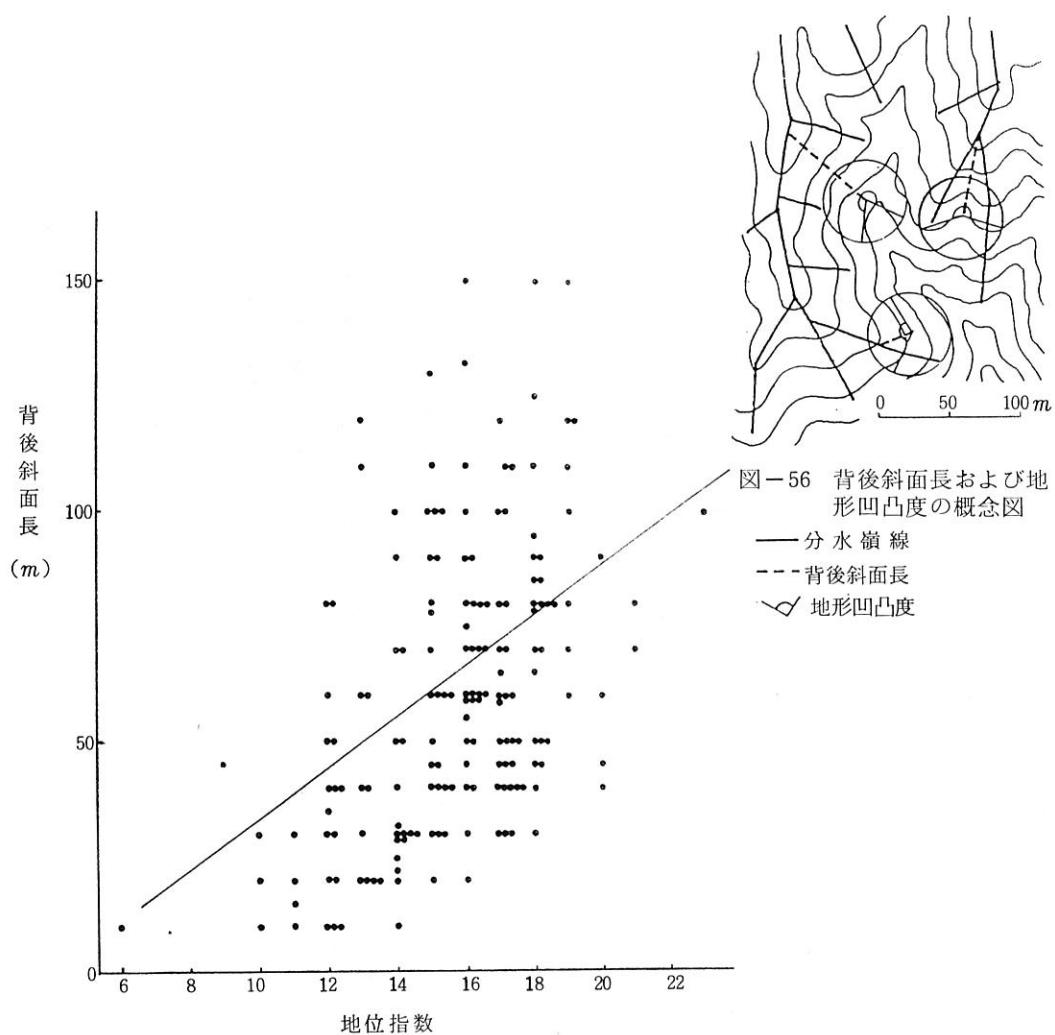


図-57 背後斜面長と地位指数

#### 4) 有効起伏量

斜面の大きさと傾斜要因を組み合わせたひとつの総合地形因子と考えられ、山地の大きさをあらわすことより、水分収支的には、貯水能力の指標となりうる。

斜面上のある地点（調査地点）と、その周囲 100 m 以内にある最高点との比高を示す値で、竹下<sup>13)</sup>によって提唱されたもので、有効起伏の大きいほど生長の良い報告<sup>50.51など)</sup>や、その相関の低い報告（15. 64）もあり、生長に対する影響はスギほど明瞭でない。有効起伏量と地位指数間の相関係数は 0.3325 と正の相関を示すが、その度合は小さい。

西村<sup>18)</sup>は、ヒノキ林においては 40 m までの有効起伏量は、生長との相関が高いことを見出しているが、今回の調査では  $r = 0.1788$  と相関係数は有意でなかった。

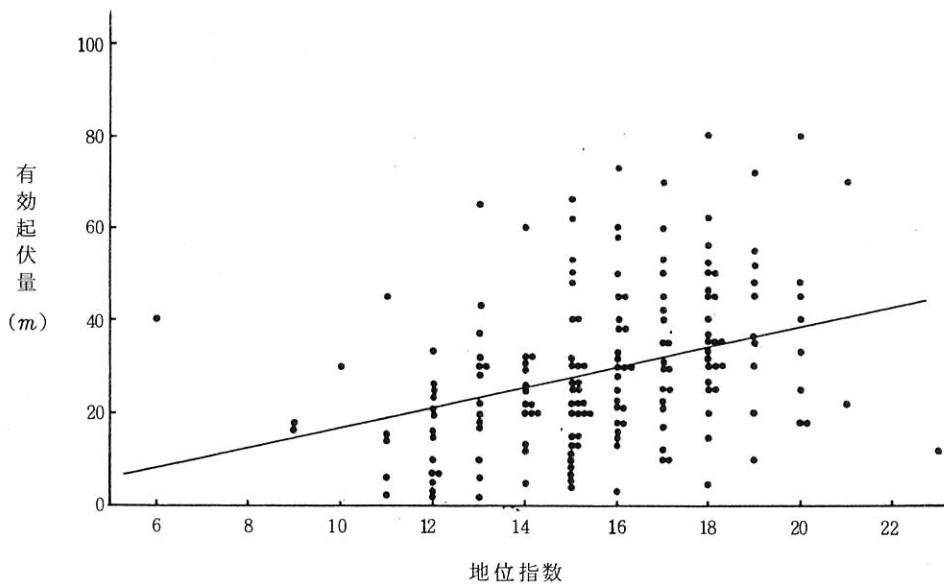


図-58 有効起伏量と地位指数

## 5) 露出度

露出度とは、斜面の開放角度であり、竹下<sup>53)</sup>、福島ら<sup>9)</sup>によって林業立地的位置づけを行なわれた立地因子である。コンパスを用いて仰角  $\alpha^\circ$  ( $\alpha = 0^\circ, 3^\circ, 6^\circ$ ) で調査地点の周囲を見通したとき、空間を見通しうる角度をいう。

地形の構成因子としては、直接関与しないが、地形を軸に行なわれる水分収支を考えた場合、その蒸発散を指標する因子として欠くことのできない立地因子であり、この値を用いることによって斜面における開放空間の広さを知ることができる。

傾斜角、背後斜面長を地形の内的構成因子とすれば、この露出度は地形の外的構成因子としてとらえることができよう。

ヒノキの生長と関係の深い因子でその値は大きいほどマイナス作用として働く（10.15など）ことが一般的の傾向として知られる。

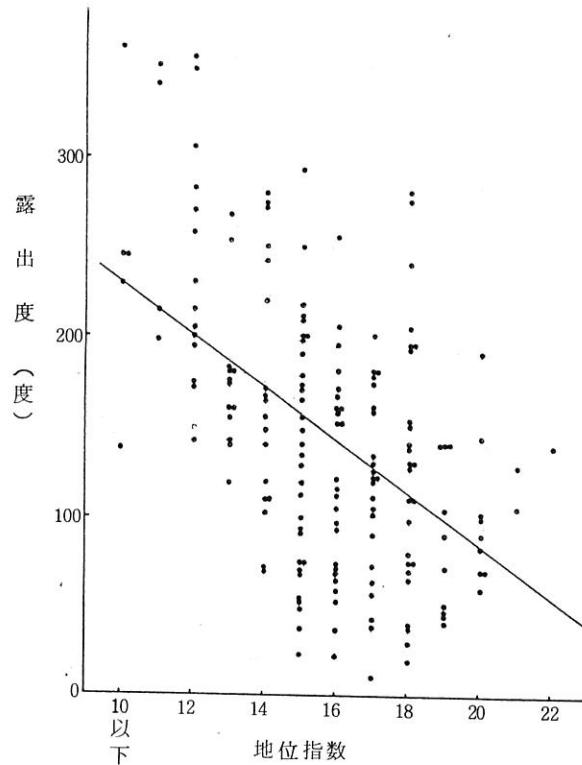


図-59 露出度（仰角 3 度）と地位指数

大分県における露出度（仰角 = 3°）と地位指数の関係は、図-59のとおりで、単相関係数は -0.4699 と 1% 水準で有意であり、露出度の大きいほど生長が劣るという一般的傾向に一致した。また後述の地位指数を目的変数とした重回帰分析においても、偏重回帰係数、偏相関係数とも有意であり、ヒノキの生長に関与する重要な因子と考えられた。

#### 6) 地形凹凸度

任意地点（調査地点）の中心より半径 30m 以内において、水平にみわたしたときの閉鎖空間の角度をその地点の地形凹凸度と呼ぶこととした。斜面における等高線の凹凸曲率を示すもので、斜面構成因子として重要であり、また水分収支的には集水域の大きさをあらわす一つの指標と考えられる。（図-56 参照）

この地形凹凸度は、堀田ら<sup>14)</sup>の提唱する微地形指数を簡略化したものと考えてよい。

微地形指数は、標準地中心より半径 20m の地点（8 方向、8 地点）と中心点の高低差で、 $h = \frac{1}{8} (h_1 + h_2 + \dots + h_8) - H$  で算出される。（但し  $h_1 \sim h_8$  は半径 20m の標高、H は中心の標高）

凹地形では  $h > 0$  を平衡、平坦地では  $h = 0$  となり、凸地形では  $h < 0$  となる。地形凹凸度では、180°を中心とする斜面形状の目安は次のようにあらわすことができる。

180°±30° (150°~210°) ..... 平衡斜面

210°以上 ..... 凹地形

150°以下 ..... 凸地形、平坦地

この地形凹凸度は、微地形指数と同様、地形の凹凸の状況を連続量であらわすことができる点にあるが、微地形指数が縦横断の値であるのにくらべ、地形凹凸度は縦断方向の形状が加味されていない点で簡略的な表示とみなされる。

前出の露出度（仰角 = 0°）とは逆の地形表示であるため地形凹凸度 = 360° - 露出度 ( $\alpha = 0^\circ$ ) の式がなりたつが、地形凹凸度の局地性が強いため一般的には地形凹凸度 < 360° - 露出度 ( $\alpha = 0^\circ$ ) の場合が多い。

地形凹凸度は、地形の入りくみの表示法であることより、竹下ら<sup>52)</sup>のいう保護度（ある地点から半径 3km 以内における閉鎖空間の広さ）と相通じるものがあるが、保護度が風からの保護という気象的な面にウェイトを置いた立地因子になっているのにくらべ、この地形因子は、水の集散を支配する地形構成因子のひとつとしてとりあつかった点で異なる。

地形凹凸度と地位指数との関連を求めると、 $r = 0.5094$  となり、ばらつきの幅は大きいものの 1% 水準で有意であり地形凹凸度の大きいものほど、地位指数の高いことが認められた。（図-60）

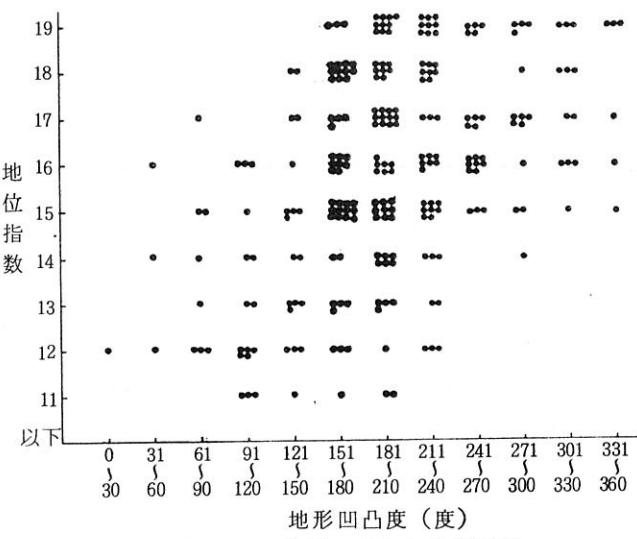


図-60 地形凹凸度と地位指数

## 7) 方位

地形の向きを示す因子で、温度、日射量、蒸散など、地形の乾湿を規制する立地因子とされる。方位は8方向(N・NE・E・SE・S・SW・W・NW)にわけたが、定性区分であるため、各方位に立地的な位置づけを行い、評点を与える定量化することにした。すなわち南～西面は日あたりがよく乾燥しやすい。これに反し、北～東面は、湿润傾向が強いという一般的法則に従い、方位を地形乾燥指標因子とおきかえ、次の評点を与えた。

S, SW, W ..... 1.2

N, NE ..... 0.8

E, NW, SE ..... 1.0

## 8) 土壌硬度

土壌の硬度は、地形の性状には直接関与しないが、地形の内的構成因子として、土壌の堆積様式や地質の影響を内包した立地因子として意義があり、土壌の通気、透水を指標するものとして重要である。

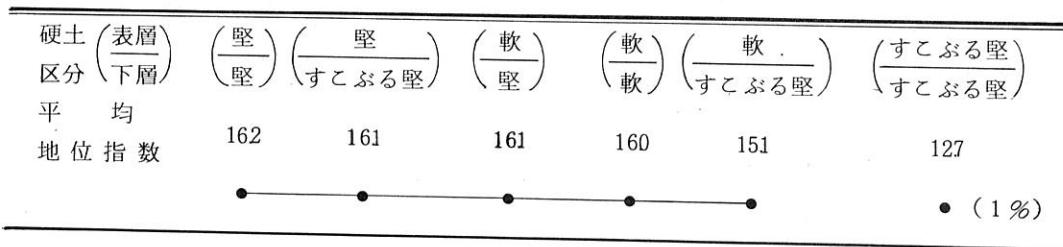
土壌硬度の表示は山中式硬度指数によった。

硬度の測定は、0～10、30～50cm間の二ヶ所において計5点の平均値を求めた。西村ら<sup>24)</sup>は、1kg/cm<sup>2</sup>(山中式硬度指数で19)以下の硬度をもつ土壌深度を有効な物理性深度とし、この深さがヒノキの生長と明らかな相関のあることを見出している。福島ら<sup>10)</sup>は、表層下20cmまでの土壌硬度について検討し、14以下でヒノキの生長が最も良好であり、19以上では急激に不良となることを報告し、ヒノキの生長と土壌硬度との関係は、密接であるとしている。筆者らは、この土壌硬度とヒノキの生長について、種々検討を加えたが、表層部(0～10cm)と下部(30～50cm)における硬度と地位指数間の相関係数  $r = 0.2369$  と、 $r = -0.1212$  と低く一定の傾向は見出せなかった。

次に、表層部と下部の平均値を用い、地位指数との関連を求めたが、これも  $r = 0.1805$  と低く有意ではなかった。このように、上層部、下層部また平均値も地位指数間には特に一定の傾向は見出せないことより、硬度指数0～14までを軟、15～19を堅、19以上をすこぶる堅と区分けし、この硬度区分にもとづき表層と下層の硬度を組みあわせ、6つのタイプに整理し、検討を重ねてみた。

各硬度区分における地位指数について、一元配置分散分析を行なったところ1%水準で有意差が認められたため、平均値間の検討を行った。(表-48)。また図-61はその関連図である。

表-48 平均値間の比較





#### 9) 土性

野外調査による指感によって次の6つに区分した。

砂土 (S) ……ほとんど砂ばかりの感じのもの

砂質壤土 (SL) ……ほぼ1/3～2/3の砂が感じられるもの

壤土 (L) ……砂が少し (1/3) 感じられるもの

微砂質壤土 (S<sub>i</sub>L) ……砂はほとんどなく、ねばり気のない粘土が大部分を占めるような触感のもの

質壤土 (CL) ……ねばり気のある粘土が大部分のもの

石保土 (G) ……大部分が石碑よりなもの

#### 10) 地質

地質は、地形形成の基盤であり、また溶水分の濃度や土壌の理学性を規制する重要な要因であるが、第一章の樹高生長のパターンでみられたように、地質のちがいを考慮して区分した。地域性において、特に差が認められなかつたことや、定量化が困難である理由などにより今日の解析資料には供しなかつた。

#### 11) 海岸比距

管ら18) 西村ら1829などによれば、ヒノキの生産力を規制する有力な立地因子とされたが、ここでは  $r = 0.1201$  と低く、資料としては用いなかつた。

#### (2) 立地因子の吟味 (複合因子)

ここでは、前項でのべた単元的な立地因子を有機的に組み合わせることにより、単元因子のみでは抽出しえないヒノキの生産力について追求するもので、単元因子の組みあわせで総合化された複合因子とは次のとおりである。

#### 1) 山体容量

林木の生長と水分環境は、密接な関係をもつが地形はこの水分の貯留・通過に伴う媒体として重要な役割をもつ。地形は、斜面の形状により種々に区分されるが、主として斜面の形状は、斜面長、傾斜角、地形凹凸度の三立地因子の組みあわせで構成されるといつてよい。

斜面長の任意の点に、供給される水の量（通過する水の量）は、基本的にはその地点の集水域の大きさと動力勾配の積と考えることができよう。すなわち任意の地点における供給水分量は

$$Q = E \times h / L \quad \dots \dots \dots (8) \quad Q = \text{単位時間に通過する水の量}$$

$E$  = 任意地点における集水域の大きさ

$L$  = 分水嶺までの水平距離

$h$  = 分水嶺と任意地点の高度差

で大略指標しうると考えられる。このうち集水域の大きさは、背後斜面長に地形凹凸度を相乗したもので代替しうる。また動力勾配  $h/L$  は背後傾斜角の  $\tan \alpha$  値であることより、(8) 式は次のように書き換えることができる。

$$Q' = \ell \times C \times \tan \alpha \dots\dots\dots (9) \quad \text{但し } Q' = \text{給水容量 (山体規模)}$$

$\ell$  = 背後斜面長

$C$  = 地形凹凸度

$\tan \alpha$  = 背後傾斜角の正接値

この給水容量の大きさ ( $Q'$ ) と地位指数間の関連をあおるために、各構成因子についていろいろな尺度変換を行い、収斂をはかったところ

$Q'' = \sqrt{\ell \times 0.1 C \times \tan \alpha} \dots\dots\dots (10)$  であらわしたとき地位指数との間に  $r = 0.5427$  と最も高い相関が得られることが認められた。ちなみに、給水源として指標した他の地形因子と地位指数との相関係数は、次のとおりとなっている。

斜面長：地位指数  $(r = 0.3697)$

有効起伏量：地位指数  $(r = 0.3325)$

$\sqrt{\ell \times 0.1 C \times \tan \alpha}$ ：地位指数  $(r = 0.5427)$

すなわち、給水源の大きさをあらわすには、単元因子のみよりも複合因子を用いる場合の方が関連の強いことが認められた。

給水量の大きさは、このように  $\sqrt{\ell \times 0.1 C \times \tan \alpha}$  で指標するのが適当と考えられ、これを山体容量 A と呼称した。ただ、山体容量 A には第一次給源としての降水量が加味されていないため、降水比数 ( $\frac{\text{地点降水量}}{2000}$ ) を設定したこの値を (10) 式に乘し、山体容量 B とした。一次給水を含めた総給水容量を指標する。

$$\text{山体容量 } B = \sqrt{\ell \times 0.1 C \times \tan \alpha} \times \text{降水比数} \dots\dots\dots (11)$$

この山体容量 B と地位指数との相関係数は、 $r = 0.6386$  となり (10) 式の場合より若干相関係数は高くなった。

ここで規定した山体容量は、ある地点の上に広がる斜面体の規模を森村立地的に水分供給の量におきかえたもので竹下<sup>52)</sup> のいう「有効起伏一堆積」指数に表現方法こそちがえ、ねらいはほぼ同じとみなしてもさしつかえない。

## 2) 地形開放度

蒸発散を指標する露出度 ( $\alpha^{\circ} = 3^{\circ}$ ) は生産力に対して明らかに抑制因子としての働きをなし、その影響は単元因子としてみた場合でも強いことが認められ、ヒノキの生産力解析には不可欠の立地要因として、その意義は高い。

このように露出度は単元因子としてそのまま用いても有効な因子であるが、ここではさらに、日照による地形の乾燥因子である方位を、くみあわせこれを、地形の開放度と仮称した。林木の生長に抑制的に働く因子を相乗したもので、平衡斜面（露出度  $180^{\circ}$ ）を基準値（10点）とし、値の小さいほど水分の蒸発散の小さいことを指標する。

$$\text{地形開放度} = 10 \left( \frac{\text{露出度 } (\alpha^{\circ} = 3)}{180^{\circ}} \right) \text{ 方位評点} \dots\dots\dots (12)$$

但し、方位評点は S, SW, W \dots\dots\dots 1.2

E, N E, S E, ..... 1.0

N, N E, ..... 0.8 を与えた。

(12) 式による値と、地位指数との単相関は  $r = 0.6002$  と露出度の場合の相関係数 ( $r = 0.4699$ ) にくらべかなり高くなっている。水分の消費を指標する因子としては、露出度単独より有効とされた。

### 3) 土壌ちみつ指数

土壌（土層）のもつ硬さに、粘着性、可塑性を加味したものを土壌ちみつ指数として呼称した。一種の土壌のコンシスティンスである。土壌が硬いほど、土壌が粘いほど、そして可塑性の強いほど土壌はちみつになるとされる。硬さは山中式硬度指数で指標することができ、粘着性、可塑性は、土性によっておおよそ決定づけられる。

土壌のちみつ性の高いことは、土壌が堅くて粘質であることを意味する。土壌のちみつ指数は土壌硬度（全層的に硬いほどちみつ度高し）土性（粘土分の多いほどちみつ）および母材（火山灰では容積重小さく軟しようのため非火山灰土の方がちみつ度高し）の三因子の総積で表示しうると考えられ、それぞれに一定の評点を与えた。

表-49は土壌硬度指数、土性、母材の3因子を用いて算出した土壌のちみつ指数の数値表である。

表-49 土壌のちみつ度数値表

		土壌硬度 (表層) (下層)	(0~14) (0~14)	(0~14) (15~19)	(0~14) (20~)	(15~19) (15~19)	(15~19) (20~)	(20~) (20~)
土壌	母材		(0.7)	(0.8)	(0.9)	(1.0)	(1.1)	(1.2)
L・SL (0.8)	非火山灰土 (1.0)	0.56	0.64	0.72	0.80	0.88	0.96	
	火山灰土 (0.8)	0.54	0.51	0.58	0.64	0.70	0.77	
C L S i L (1.0)	非火灰土 (1.0)	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	
	火山灰土 (0.8)	0.56	0.64	0.72	0.80	0.88	0.96	
C (1.2)	非火山灰土 (1.0)	0.84	0.97	1.08	1.20	1.32	1.44	
	火山灰土 (0.8)	0.67	0.77	0.86	0.96	1.06	1.15	

( ) は評点

### 4) 土壌の排水指数

土壌からの排水は、斜面の角度（地形的排水）と、土壌のもつ排水機能（土壌的排水）とに支配される。傾斜が急なほど土中からの排水量が増え、この場合排水量は  $\sin \alpha$  ( $\alpha$  は下方斜面の傾斜角) に比例すると考えた。

一方、土壌からの排水は透水に優れるものほど良好であることより、これは土壌のちみつ性に反比例すると考えられた。すなわち、斜面上の任意の点における土壌排水の大きさは、次式によってあらわすことができると考えられ、これを土壌排水指数と呼ぶこととした。

$$\text{土壌排水指数} = \sin \alpha \times 1 / \text{土壌ちみつ指数} \dots \dots \dots (13)$$

但し  $\alpha$  は任意の地点における下方傾斜角

(13)式を土壌排水の基本式として、更にこれを次の二つに尺度変換し検討してみた。

$$\sqrt{\sin \alpha} \times 1 / \text{土壌ちみつ指数} \dots \dots \dots (13)'$$

$$10 \times \sqrt{\sin \alpha} / \text{土壌ちみつ指数} \dots \dots \dots (13)''$$

(13)、(13)'、(13)'' の三式により得られた土壌排水指数と地位指数との関係を求めたと

ころ

(13) 式では,  $r = 0.2340$

(13)' 式では,  $r = 0.1502$

(13)''式では,  $r = 0.2912$

となり, いずれも高い相関は得られなかったが, 土壌の排水を指標する式として (13)'' による値が最も良好であったため本式を用いることとした.

### 5) 土壌の乾湿指数

(11) 式で求められた山体容量  $B$  を, 土壌排水指数で除した値は, 上方山体からの給水の時間の長さを意味し, 土壌水分の乾湿状態はこの持続性によって代替し得ると考えた. 給水の持続性が長いほど, 土壌が常に湿潤であり, それが短い場合土壌は乾性の傾向にあるといえよう. この値を土壌の乾湿指数と呼称することとした.

$$\text{土壌乾湿指数} = \text{山体容量 } B \div \text{土壤排水指数} \dots \dots \dots \dots \quad (14)$$

(14) 式による土壌乾湿指数と地位指数の相関係数は,  $r = 0.3764$  であった.

林野土壤分類における土壤型は, 水分環境による規制を強く反映したものとなっており, 水分系列的には,  $B_A \rightarrow B_B \rightarrow B_D \rightarrow B_D \rightarrow B_E$  (乾→湿) となる. 土壌の乾湿指数は, いかえればこの土壤型における水分当量の大きさを数値的に表現しようという試みのひとつと解してよいが, この土壤乾湿度と土壤型の関係は, 図-62のとおりであり, 土壌が湿性に近づけば乾湿指数も高くなるという傾向はみられるもののバラツキの幅が大きく各土壤型における水分表現には不満は残るが, 土壤型の水分表現の定量法としてひとつの指標となりうると考えられた.

これら吟味にかかる単元因子, 複合因子および林分, 環境諸因子は別表Ⅱに一括した.

### 4. 解析結果および考察

#### (1) 解析結果

##### 1) 単元因子を用いた重回帰分析

25年生以上の林分について, 地位指数を目的変数とし, 水分の一次給源を表わす因子として年降水比数 ( $X_9$ ) ( $\frac{\text{年降水量}}{2,000}$ ), 供給された水分の容量と利用をあらわす因子として斜面長 ( $X_1$ ) および土方傾斜度 ( $X_2$ ), 水分の蒸散をあらわす因子として露出度 ( $X_3$ ) ( $\alpha = 3^\circ$ ), 土壌の保水性をあらわす因子として土壤硬度 ( $X_4$ ) (表層部, 下層部平均) の 4 因子を説明変数とし, 重回帰を用いて分析を行った.

表-50は, 単元因子を説明変数としたときの地位指数推定の重回帰式の係数と, 回帰分析を一覧表として示したものである.

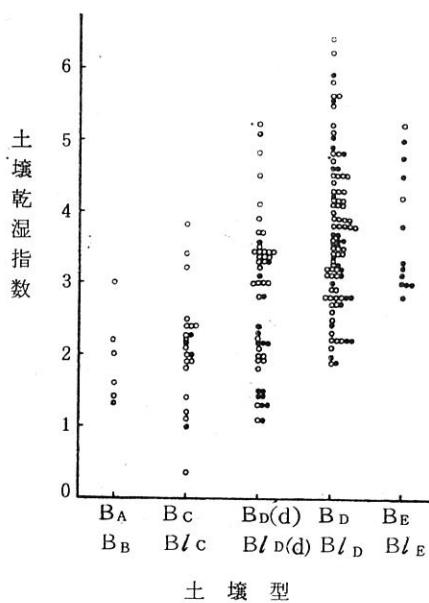


図-62 土壌型別の土壌乾湿指数

表-50 単元因子を用いた重回帰分析

区分	変動因	自由度F	平方和S	平均平方V	分散比 F <sub>0</sub>	重回帰係数R
分散分析	回帰	5	334.3	66.96	12.86 **	0.5098 **
	残差	178	953.0	5.21		
	全体	183	1,287.8			
説明変数						
回帰係数検定	項目	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
		背後斜面長	上方傾斜角	露出度	土壤硬度	年降水比数
	偏回帰係数	0.0088	0.0389	-0.0114	-0.0208	0.6452
	標準回帰係数	0.1254	0.1515	-0.3482	-0.0283	0.0565
	回帰係数のt-値	1.7623	2.0743*	-4.5475**	-0.3845	0.7870
	偏相関係数	0.1292	0.1515*	-0.3186**	-0.0284	0.0581

\*\* 1 %で有意, \* 5 %水準で有意

回帰検定においては、重相関係数、分散比とも1%水準で有意であり、回帰は全体として有意であったが、重相関係数は0.5098と高くななく、推定の予測は効率的とはいえないようである。

偏回帰係数の有意性検定では、露出度(1%)および上部傾斜度(5%)の因子が有意で、他の二因子は有意な説明変数ではなかった。また注意すべき点としては露出度と土壤硬度は、マイナスの回帰係数をもつことである。これはこの二つの変数が、抑制変数として、機能していることを示したものにはかならない。

標準回帰係数の大きさからすれば、これら単元因子を用いた場合、ヒノキの成長には露出度が最も大きい影響を与えており以下、上方傾斜度、斜面長、年降水比数、土壤硬度とつづくが、斜面長以下の変数は、偏相関係数も有意性が認められず、地位指数への影響が少ない因子と考えられた。

単元因子を用いての予測式は次のとおりとなる。

$$\bar{Y} = 14.9260 + 0.0088X_1 + 0.0389X_2 - 0.014X_3 - 0.0208X_4 + 0.6452X_5 \dots \dots \dots \quad (15)$$

- ただし、  
 X<sub>1</sub> ..... 背後斜面長 (m)  
 X<sub>2</sub> ..... 上方傾斜度 (度)  
 X<sub>3</sub> ..... 露出度 (度)  
 X<sub>4</sub> ..... 土壤硬度指数 (mm)  
 X<sub>5</sub> ..... 年降水比数  
 $\bar{Y}$  ..... 地位指数

この(15)式における地位指数の推定値と実測値の相関図は、図-63のとおりであり収斂性はあまり良好といえず、ヒノキ生産力の予測式としては、先の重相関係数の大きさともいまって適當とは認められなかった。また、斜面長のかわりに有効起伏量を用いた場合、重相関係数は、0.5889と若干高い値を示したが、回帰係数は有意ではなく、この有効起伏量も立地因子として、地位指数への影響は少ない因子として考えられた。

## 2) 複合因子を用いた場合の 重回帰分析

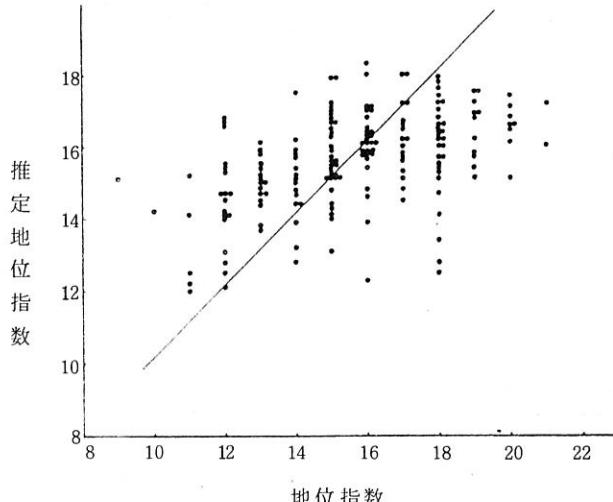


図-63 単元因子を用いた重回帰分析による  
地位指数の推定結果  
予測の重回帰式の係数と回帰分析の一覧である。

地位指数を目的変数として、水分の一次給源である降水量を含め、供給水分の容量の大きさを指標するものとして山体容量B ( $X_6$ )、地形的な水分の蒸発散を指標する因子として地形開放度 ( $X_7$ ) 土壤の水分機能およびヒノキ林の支持体として土壤ちみつ指数 ( $X_8$ )、土壤の乾湿を示す指標として土壤の乾湿指数 ( $X_9$ ) 土壤の排水能を指標する因子として土壤排水指数 ( $X_{10}$ ) の5因子を説明変数とし重回帰による分析を行った。

表-51は、これら5つの複合因子を説明変数としたときの、地位指数

表-51 複合因子を用いた重回帰分析

区分	変動因	自由度 F	平方和 S	平均平方 V	分散比 $F_O$	重回帰係数 R
分散分析	回帰		5	637.1	127.4	37.14 **
	残差		178	611.7	3.43	
	全体		183	1,248.8		
説 明 变 数						
回帰係数検定	項目	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$
	山体容量B				土壤乾湿指数	土壤排水指数
	偏回帰係数	0.0991	-0.2553	2.8003	0.0728	0.0682
	標準回帰係数	0.3469	-0.3682	0.2396	0.0800	0.1069
	回帰係数の t-値	4.1295 **	-5.4689 **	4.2149 **	1.3439	1.5491
	偏相関係数	0.2957 **	-0.3793 **	0.3012 **	0.1002	0.1153

\*\* 1%で有意。

先の単元因子による重回帰分析に対し、この複合因子を用いた場合、重相関係数、分散比ともより高い値を示し、推定の予測がより効率的になることが認められた。

偏回帰係数の有意性検定では、地形開放度、土壤ちみつ指数および山体容量Bの三因子が1%水準で有意で、土壤排水指数、土壤乾湿指数は有意ではなかった。

標準回帰係数の大きさからすれば、これらの複合因子を用いた場合、ヒノキの成長には地形開放度と、山体容量Bの2因子の影響が最も強く、次いで土壤ちみつ指数との関連があげられたが土壤乾湿度、土壤排水能の2因子は、地位指数への影響は少ないと考えられた。

このうち、地形開放度はヒノキの成長に対しては、抑制因子として機能している。これら5つの複合因子を用いた場合の地位指数の予測値は次のとおりである。

$$\bar{Y} = 12.2949 + 0.0991 X_6 - 0.2553 X_7 + 2.8003 X_8 + 0.0728 X_9 + 0.0682 X_{10} \dots \dots \quad (16)$$

ただし,  $X_6$ :山体容量B

$X_7$ :地形開放度

$X_8$ :土壤ちみつ指数

$X_9$ :土壤乾湿指数

$X_{10}$ :土壤排水指数

$\bar{Y}$ :推定地位指数

(16)式による推定値と実測値は、図-64のとおりでさきの単元因子を用いた場合にくらべ、収斂性はかなり良好となることが認められた。

また図にみられるとおり地位指数13以下では、やや過大に、18以上はやや過少となることが、指摘され、ヒノキの生産力を予測するには、やや不満足な結果であった。

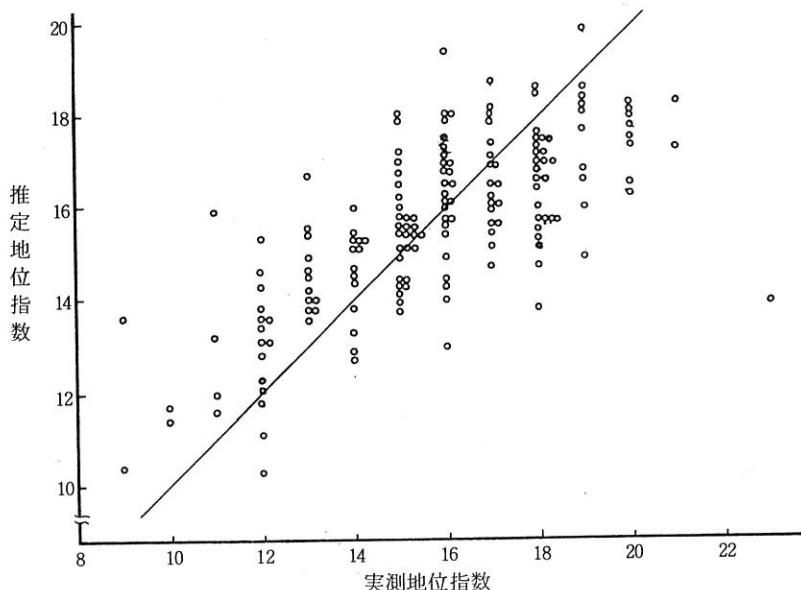


図-64 複合因子を用いた重回帰分析による地位指数の推定結果

ヒノキの成長と立地因子との関連をつかむため、ヒノキをとりまく水分条件に重点をおき、水分条件を地形因子に結びつけ重回帰による分析を行い、ヒノキの立地環境に対する樹種特性について検討した。

この結果、水分供給量が大きいほどその生長は高いこと、地形の開放角（水分蒸散）が大きいほど生長は抑制されること、やわらかい土壤よりちみつで粘質な土壤ほど、生産力への寄与度の大きいことが見出され、基本的にはヒノキの生長法則にはほぼ準ずる一般的な傾向把握にとどまったが、これらの結果は単元因子を用いた重回帰分析では明らかにし得ず、複合因子による解析を必要としたことは、ヒノキの生長にかかる樹種特性の複雑さをあらわしているようで興味がもたれた。

任意地点への水分の供給量およびその程度をあらわす因子として、単元因子では上方傾斜角が有意であったが斜面長、有効起伏量、雨量は有意な説明変数ではなかった。複合因子では、斜面長-地形凹凸度-上方傾斜-降水量の5因子を組みこんだ山体容量Bが有意であった。山体容量

Bは集水域の大きさに重力勾配を加味した給水表現であり、単元因子の場合より精度的に微細な表現となっており、これが有意な立地因子とされたことはヒノキのもつ局地性を示唆したものと解される。ヒノキの生長を左右する水分量は比較的短い範囲における給水の量によるのではないかという福島ら<sup>10)</sup>の指摘や、西村ら<sup>29)</sup>のいう有効起伏30~40mで特に顕著という報告など勘案すれば、ヒノキをとりまく水分条件は比較的せまい範囲での作用が考えられる。

水分の蒸散をあらわす因子として、単元因子では露出度、複合因子では地形開放度（露出度に方位をからませたもの）で指標したが、いずれも相関が高くヒノキの生長に対して抑制機能の働きが顕著とされた。ヒノキの生長と露出度の関係は、密接であるとの報告が多く<sup>8, 26, 53</sup>など）、ヒノキの生産力解析には欠かすことのできない重要な因子としてここでも再確認された。

このほか、偏相関係数に有意差のみられた因子として、土壤ちみつ指数があげられる。これは地位指数間との単相関では最も低い値を示した因子であるが、偏相関係数は5%水準で有意という特殊な立地因子として認識される。

複合因子として、土壤乾湿指数、土壤排水指数の二因子について検討したが、いずれも説明変数として有意ではなかった。しかしながらこの二因子は、山体容量Bや地形開放度との間にそれぞれ関連が強いことより、これら因子の影響によって低い値となったことが考えられる。

ヒノキの生長と立地因子の関係は、これまで多くの業績が報告されているが、ヒノキの生長を主導的に支配する因子として、福島ら<sup>10, 18)</sup>は年降水量を、瀬戸口ら<sup>18)</sup>は有効起伏量を、西村ら<sup>18)</sup>は地域で異なるし、年降水量、露出度を実松ら<sup>18)</sup>は土壤型、局所地形を、また古閑ら<sup>18)</sup>は露出度と土壤の堆積様式をとりあげており、ヒノキの生産力を強く規制する因子は、解析者により、また地域により多様であり、同一因子でも効果的な場合とそうでない場合とに散見される。

このことは、立地因子の把握方法や標示のしかた、配列などが調査者や解析者によって異なること、立地環境因子の地域性のちがいなどが原因としてあげられようが、基本的には、ヒノキのもつ立地環へ対する生長反応が複雑であるということであろう。

境

## 第2章 ヒノキ人工林の形状解析

### 1. はじめに

樹幹形状比（樹高／胸高直径）や、細り（4.2m部位の直径／胸高直径）は、ヒノキの幹形特性をあらわすひとつの指標であり、採伐における製品の量や質に関係する重要な形質であり、今後質的向上にますます比重が高まるとされるヒノキ林経営において、この幹形特性の解明は、早急かつ重要なことと考えられる。

西村<sup>27, 28)</sup>、西村ら<sup>25)</sup>はヒノキの樹幹形状について、特に気候面にウェイトをおいて解析を進め、樹幹形状比は生立密度（収量比数）によるところが大きいが、降水量、土壤有効湿度、風速と気温の地位決定因子の均衡関係によりその収斂性を高めうるとしている。

森田<sup>21)</sup>はスギ・ヒノキの細りについて検討し、地位、林齢、密度による変化を報告しているが特に地位・林齢の影響の大きいことを指摘している。

樹幹形状の形成にかかる要因についての検討は、これらの報告をのぞいて以外に例は少ない。

ここでは、ヒノキの幹形形成把握のため、形状比と肥大成長の大きさ（胸高断面積平均生長量）を一つの特性指標として、ヒノキの幹形形成に関与する因子について検討を行った結果、若干の知見が得られたので報告する。

## 2. 資料および解析方法

この解析に用いた資料卷末は表II-1～II-7に示したとおり、県内ヒノキ林の調査により得られた260のプロットの資料である。樹幹の形状については、後述するがこの報告では、樹幹表示の最も慣用的とされる形状比（樹高／胸高直径×100）と胸高位における断面積平均生長量（胸高断面積／樹齢）の二つの数値を目的変数として検討を試みた。

樹幹形状は、環境および施業の二要因（遺伝的な面よりの検討を必要と考えられるが、資料不足で今回はとりあげなかった）の影響が大きいとされることより、説明変数は立地因子と立木密度をとりあげ、重回帰分析による解析を行った。説明変数として用いた立地因子は、地位の大きさの生産力解析において用いた5つの複合因子、すなわち山体容量B ( $X_6$ )、地位開放度 ( $X_7$ ) 土壌ちみつ指数 ( $X_8$ )、土壌乾湿指数 ( $X_9$ )、土壌排水能 ( $X_{10}$ ) および、施業面よりの因子として立木密度を代替するこみ指数 ( $X_{12}$ ) の8因子である。

5つの立地複合因子については、III-第1章-3において詳述したので、ここでは省略する。

## 3. 樹幹形状の表示

一般に樹幹形は、幹曲線を用いて表示することが最も適確で、しかも具体性に富むことより、各種の幹曲線が考案されているが、このためには多くの樹幹解析木を必要とし、そして曲線式の適合など煩雑な計算を要し、現実的ではないので、ここでは簡単に樹木の形状をあらわす尺度として、最も慣用的である形状比（樹高／胸高直径×100）を用いることとした。これは、現地の毎木調査の結果をそのまま利用できる利点があり、幹の形を綿密に表示するには十分ではないが完満性や梢殺の程度の把握データーとしては、十分実用的であると考えられた。

樹幹の形状表示については、このほか森田（前出）の提唱する幹の細り（4m部位の直径／胸高直径）、ジョンソンの絶体直径率 [ $\frac{1}{2}$  (全樹高-胸高位の直径) / 胸高直径 × 100]、シャーベルブの正直径率 (1/2樹高の直径 / 胸高直径 × 100)、マースの直径率 (胸高 + 1mの直径 / 胸高直径 × 100) など提示されているが、いずれも胸高直径と樹幹上部の位置における直径の比であらわす相対的、あるいは絶体的な表示方法であるが、いずれも上部直径の測定がともなうため現実にはあまり用いられない。

いずれにせよ樹幹形状を表示するには、このように胸高直径の大きさがひとつの基準となっていことがうかがわれ、幹の形状は直径生長の大きさによっても指標しうるのではないかと考えられた。もちろん直径生長の大きさは、測定される林分構成因子の中で、林分密度の影響を最も強く受ける因子ではあるが、密度のほかに別の要因の作用も加わっており、それらを含めて検討することはヒノキの形状特性を知るうえで、ひとつの有力な手がかりとなり得ると考えられる。

森田（前出）は幹の細りは、地位・林齢の影響が強く、特に地位による区分化表示を強調しており、地位決定にかかる環境因子を含めての形状解析は、どのような立地因子が樹幹形状の変化に関与しているかを知る上で重要である。

すなわち今回のヒノキの幹形状解析には、形状比および胸高断面積平均生長量の二因子を目的変数として設定し、解析を行なうこととした。形状比が上部生長と肥大生長との均衡関係より生じる立体的な形状表示とすれば、後者は、直径生長のみの大きさに基準を定めたものであることより、平面的な形状表示とされよう。しかし、後者も平面的ながら地位の影響を加味することにより、立体的な重みが加えられ、両者は表示方法こそ異え類似した内容をもつ形状表示となっている。

#### 4. 林分密度の表示

樹幹形状は、基本的には胸高直径の大きさに支配されるが、胸高直径の大きさを規制するものは林分密度であり、地位であり、林齢であろう。そして地位は、立地環境によって規制されることになる。

このうち地位は、地位指数やこれに関与する環境因子によって、代替され、林齢は、このままの直接値として、場合によっては樹高（地位指数）によって代替すことができる。林分密度の尺度としては、多くの提案があるが、ここでは、栗屋<sup>4)</sup>による密度百分比を用いることとした。これは、平均直径による尺度で林分を分類し（樹木占有度）比較的高い密度をもつ林分の林分高と、立木本数の関係から求めた基準本数と、現実林の本数の比であらわした尺度で、密度の尺度としては、最も適当であるとしている。

密度百分比は、次式によってあらわされる。

$$\log n = b_0 + b_1 h \dots \dots \dots \quad (17)$$

ここで  $n$  = 立木本数、  $h$  = 林分高である。

栗屋（前出）は、(17) 式を九州地方におけるヒノキ収穫表の標準試験地や、九州支場で収集したヒノキ収穫試験地のデータを用い、次の算出値を得ている。

$$\log n = 3.6909 - 0.0322 h \dots \dots \dots \quad (18) \quad (\text{占有度 } 80 \sim 130\%)$$

$$\log n = 3.7039 - 0.0260 h \dots \dots \dots \quad (19) \quad (\text{占有度 } 100\% \text{ 以上})$$

この場合、樹木占有度（T A R）は、次式によった算出値である。

$$T A R = 0.0072 (n) + 0.1229 (n d) + 0.7698 (G) \dots \dots \dots \quad (20)$$

上式において、 $d$  = 胸高直径 ( $m$ )、 $G$  = haあたり断面積 ( $m^2$ ) である。

図-65は、この栗屋の提唱した密度百分比式を用いて算出した大分県におけるヒノキ林の密度百分比曲線を示したものである。但し、本式に用いた資料は(20)式における算出値80~120%のもの（資料数、地位I 56、地位II 60、地位III 20、計60）を用いた。

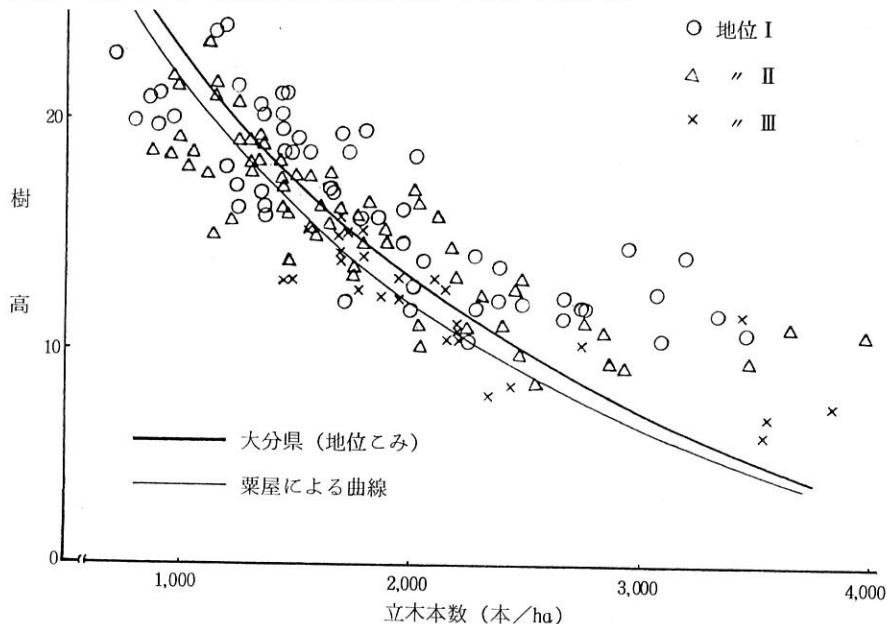


図-65 密度百分比曲線（樹木占有度 80 ~ 120 % のもの）

$$\text{大分県 地位 I} \quad \log n = 3.762 - 0.03226 h (r = -0.8225) \dots\dots\dots (21)$$

$$\text{地位 II} \quad \log n = 3.7679 - 0.03593 h (r = -0.8538) \dots\dots\dots (22)$$

$$\text{地位 III} \quad \log n = 3.6030 - 0.0257 h (r = -0.7372) \dots\dots\dots (23)$$

$$\text{全 体} \quad \log n = 3.700 - 0.03049 h (r = -0.8102) \dots\dots\dots (24)$$

図-65にみられるように大分県全体のカーブは、栗屋による(18)式よりやや右方に位置しており、これは大分県における林分が栗屋の用いた林分にくらべ高い密度により管理されていることを示したに他ならない。このことはII-6にてすでに触れた。

林分密度の尺度は、大分県全体の密度百分比を用いることとし、(24)式を用いて調査地点ごとに密度百分比を算出した。そしてこの算出値を1/100値に変換し、これを、こみ指数と呼び林分密度を指標する因子(説明変数)とした。

例えば、林分密度比が90であれば、こみ指数は0.9であらわされ、110であれば、その値は110となる。この値が小さいほど林分は相対的に疎であることを示し、この値が高くなれば、林分は高密になることを示す。

## 5. 解析結果

### (1) 重回帰分析による形状比解析

形状比を目的変数とした重回帰分析を行なう前提として、林齢と地位の影響について検討してみた。

林齢と形状比の関係について、単回帰分析を行った。(表-52)この場合、密度の影響をあらかじめ除いておく必要があったので、林分密度比が80以下あるいは120以上の林分(118個)は疎密の程度が著るしいものとして除外した。この結果、分散比は有意ではなく、また相関係数も0.1266と低く、林齢と形状比との間には、特定の傾向を見出すことはできなかった。すなわち林齢は、形状比に対して影響を及ぼしていないことが認められ、形状比解析における説明変数としては取りあげなかつた。

表-52 林齢と形状比の回帰分析表

変動因	平方和S	自由度F	平均平方V	分散比Fo
回帰(林齢)	1786.3	1	178.63	2.2818 NS
誤差	1095.68	140	7.828	
全 体	11138.31	141		

注) NS:有意差なし

表-53 地位別平均形状比の比較

地 位	I	II	III
平均形状比	8.3.7	7.7.2	7.2.9
	•	•	• (1%)

• • 地位間に1%水準で有意差のあることを示す。

次に地位(I, II, IIIの三等区分)と形状比の関連について検討した。一元配置による分散分析の結果、形状比は1%水準で地位間に有意差のあることが認められた。

$$[Fo = 17.26^{**} > F (2.139: 0.01) = 4.79]$$

このため、最小有意差(I, S, d)法により地位間比較を行なった(表-53)。

形状比は、それぞれの地位間で、1%水準で有意差が認められ、地位の違いによって、

形状比は変化し、地位の高いものほど形状比は大きく、地位が低くなれば形状比は小さいという

結果が得られ、地位は形状比解析における重要な説明変数の一つとして考えられた。

### 1) 地位別の形状比解析

25年生以上の林分調査資料（184個）を地位別に区分し（地位Ⅰ・・・57個、地位Ⅱ・・・79個、地位Ⅲ・・・48個）地位ごとに、形状比に関与する諸因子の影響を重回帰分析により検討した。

用いた説明変数は、地位の直接表示値として地位指数（ $X_{11}$ ）、立地面で水分の供給、発散を指標する因子として山体容量B（ $X_6$ ）、地形開放度（ $X_7$ ）の二因子を、土壤水分を規制する因子として土壤ちみつ指数（ $X_8$ ）、土壤排水指数（ $X_9$ ）、土壤乾湿指数（ $X_{10}$ ）の三因子を施業面よりの関与因子として、こみ指数（ $X_{12}$ ）の計7因子を取りあげ、重回帰分析を行なった。

計算機が容量の面で、6つまでの説明変数しか入力できないので、地位別に3通りの変数組み合わせを行ない説明変数の形状比の変化に及ぼす影響について検討した。以下地位ごとに記述する。

#### ① 地位Ⅰにおける形状比解析

地位Ⅰに属する林分は、地位指数換算で16.9以上のものである。3通りの変数組み合わせによる、各重回帰式の分散分析表および重相関係数は、表-54に示した。

いずれの回帰式も1%水準で有意であったが、重相関係数は0.61～0.78と、特に高い値は示さなかった。

さて、各説明変数が形状比の変化にどのような影響を及ぼしているかは、表-55の重回帰検定一覧表における各数値により判定することができる。標準回帰係数、回帰係数のt-値および偏相関係数の絶対値が大きいほど影響は大きく、その値が小さいほどその影響は少ないと基本的に解釈してよい。

ケース1.2.3.に共通して、最も形状比の変化に影響を与えていた因子は、林分の密度を指標するこみ指数で、次いで土壤のちみつ指数である。この2つの因子はいずれも1%水準で有意であり、形状比の変化に対し密接な関連のあることを示している。

山体容量Bを含め他の因子は、いずれも有意差は認められず、形状比の変化に及ぼす影響は少ないと考えられた。このうち土壤排水指数を除いて、他の4因子はいずれも負の値をとり形状比の変化に抑制的に作用を及ぼしていることが、うかがわれた。

地形の開放度の大きさが、形状比を抑制することは、容易に理解されうるが、山体容量Bや土壤乾湿指数といった水分の供給量の大きさを指標し、生産力にプラスとして作用するこの2つの因子が抑制的なことは、一見奇妙な現象と考えられる。

しかしこれは、これら2因子が肥大生長を助長する方向で強く影響し、この結果、形状比を負の方向に変化させているものと推測することができる。すなわち、ヒノキにおける供給水分量の大きさは、上長生長よりも肥大生長に対する効果が大きいと考えられる。

林分密度の高さは、直徑生長を規制することより、形状比を大きく変化させる。これはヒノキに限らず、樹木全般に共通する普遍的事実であるが土壤ちみつ指数が、形状比を高める方向に作用することは、ヒノキの樹種特性のひとつとして見逃せないところである。

普通、土壤膨軟にして、水分条件に恵まれたところが樹木の生長にとって好適な条件とされる。これは、根の活動の場として適当な、空気、水、養分、固体が均衡の状態にあることをさす。

しかしながら、ヒノキにおいては、その形状比を高めるには、土壤は膨軟よりも堅密度がある程度高く、しかも粘質である方がよいとされた。これは、見方を変えれば、このような土壤では肥大生長がおさえられるため、相対的に形状比が高まるということであろう。すなわち土壤のち

表-54 形状比についての重回帰分析(地位 I)

ケ ス	用いた説明変数の組 合)	回 帰 分 散 分 析 表						重相関係数	
		自由度	平方和S.	平均平方V	分散比Fo	自由度	平方和Se		
1	$X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}$	6	3,135.0	522.5	13.5**	50	1,936.5	38.7	0.7862**
2	$X_6, X_7, X_8, X_{10}, X_{11}, X_{12}$	6	3,078.6	513.1	12.8**	50	1,992.9	39.8	0.7791**
3	$X_7, X_8, X_{10}, X_{12}$	4	3,941.6	985.4	7.8**	52	6,570.4	126.4	0.6123**

\*\* : 1%水準で有意,

注)  $X_6$ (山体容量B),  $X_7$ (地形解放度),  $X_8$ (土壤ちみつ指数),  $X_9$ (土壤乾湿指数),  $X_{10}$ (土壤排水指數),  $X_{11}$ (地位指數),  $X_{12}$ (こみ指數)

表-55 回帰係数の検定(地位 I)

ケ ス	項 目	説 明 變 數						X <sub>12</sub> 数
		$X_6$ 山体容量B	$X_7$ 地形開放度	$X_8$ 土壤ちみつ指数	$X_9$ 土壤乾湿指数	$X_{10}$ 土壤排水指數	$X_{11}$ 地位指數	
偏 回 帰 係 數	-0.0273	-1.0141	15.7865	-2.0803	0.2162			20.8443
標 準 回 帰 係 數	-0.0182	-0.2995	0.3942	-0.2837	0.0825			0.5529
1 回 帰 係 數 の t - 値	-0.1126	-1.7230	4.0014**	-1.2282	0.5839			6.0341**
偏 相 關 係 數	-0.0159	-0.2367	0.4925**	-0.1771	0.0823			0.6491**
偏 回 帰 係 數	-0.2307	-0.4327	1.67303	-	0.4676	0.1623	20.8529	
標 準 回 帰 係 數	-0.1541	-0.1278	0.4178	-	0.1786	0.0202	0.5532	
2 回 帰 係 數 の t - 値	-1.2969	-1.1880	4.2647**	-	1.5069	0.2248	5.9506**	
偏 相 關 係 數	-0.1804	-0.1656	0.5165**	-	0.2084	0.0318	0.6439**	
偏 回 帰 係 數	-	-0.0410	1.68502	-	-	0.8192	25.5612	
標 準 回 帰 係 數	-	-0.0084	0.2923	-	-	0.0707	0.4709	
3 回 帰 係 數 の t - 値	-	-0.0747	2.5342*	-	-	0.6440	4.1741**	
偏 相 關 係 數	-	-0.0105	0.3315*	-	-	0.0889	0.5009**	

\*\* : 1%水準で有意, \* : 5%水準で有意

表-56 形状比についての重回帰分析（地位II）

ケ ス	用いた説明変数の組	分 散 回 帰 分析						重相関係数
		自由度	平方和S	平均平方V	分散比Fo	自由度	平方和Se	
1	X <sub>6</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>8</sub> , X <sub>9</sub> , X <sub>10</sub> , X <sub>12</sub>	6	2,267.3	377.9	13.5**	72	2,013.9	27.9
2	X <sub>6</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>8</sub> , X <sub>10</sub> , X <sub>11</sub> , X <sub>12</sub>	6	2,393.9	398.9	15.2**	72	1,887.3	26.2
3	X <sub>7</sub> , X <sub>8</sub> , X <sub>11</sub> , X <sub>12</sub>	4	2,398.5	599.6	23.6**	74	1,882.7	25.4

\* \* : 1%水準で有意， X<sub>6</sub>(山体容量)， X<sub>7</sub>(地形解放度)， X<sub>8</sub>(土壤ちみつ指数)， X<sub>9</sub>(土壤乾湿指数)， X<sub>10</sub>(土壤排水指数)， X<sub>11</sub>(地位指数)， X<sub>12</sub>(地位指數)

表-57 回帰係数の検定（地位II）

ケ ス	項 目	説 明 変 数						重 相 関 係数
		X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	
偏回帰係数	山体容量	0.0256	-0.5510	1.06367	0.4655	0.1035	-	2.56026
標準回帰係数	地形開放度	0.0282	-0.2004	0.3000	0.0548	0.0585	-	0.6480
回帰係数のt-値	土壤ちみつ指数	0.1316	-1.5359	3.1563**	0.2351	0.4587	-	7.697**
偏相關係数	土壤乾湿指数	0.0155	-0.1781	0.3486**	0.0277	0.0539	-	0.6705**
偏回帰係数	土壤排水指数	0.0145	-0.5443	8.3781	-	0.0476	1.5559	2.55470
標準回帰係数	地位指數	0.0160	-0.1979	0.2364	-	0.0269	0.1924	0.6466
回帰係数のt-値	地位指数	0.1575	-2.3547*	2.4555*	-	0.2550	2.2113*	7.9188**
偏相關係数	地位指數	0.0185	-0.2673*	0.2779*	-	0.0300	0.2522*	0.6819**
偏回帰係数	地 位 指 數	-	-0.5617	7.5979	-	-	1.6720	2.56396
標準回帰係数	地 位 指 數	-	-0.2043	0.2144	-	-	0.2068	0.6489
回帰係数のt-値	地 位 指 數	-	-2.5879*	2.7067**	-	-	2.5645*	8.3751**
偏相關係数	地 位 指 數	-	-0.2880*	0.3021**	-	-	0.2857*	0.6976**

\* \* : 1%水準で有意， \* : 5%水準で有意

みつ指数は、直接的に完満性を高めるというよりも、過大な肥大生長に対して、抑止的作用をすることより、間接的に形状比の変化に影響を及ぼすと考えた方が妥当かもしれない。

### ② 地位Ⅱにおける形状比解析

地位Ⅱに属する林分は、地位指数で14.1～16.8の値をとるものとした。

地位Ⅰの場合と同様、3通りの組合せによる重回帰分析を行った。表-56に、分散分析表および重相関係数を、表-57に回帰係数検定結果を示した。

重回帰分析の結果、いずれの組合せも有意であった。ただ重相関係数は、0.72～0.74と高くなく、回帰式としての予測精度は、まだ十分効率的とはいきれなかった。

地位Ⅱに属する林分 — いいかえれば一般的な生育を示すヒノキ林 — における形状比の変化は、こみ指数、土壤ちみつ指数、地位指数、地形開放度の4因子によって制御されることがわかる。このうち地形開放度は、抑制因子として作用する。地位Ⅱの場合も地位Ⅰと同じく、その形状変化に最も強い作用を及ぼすものは、こみ指数で指標される林分の密度であり、その影響の大きさは、他のいずれの因子をも卓越している。

次いで、土壤ちみつ指数であり、地形開放度、と続くが、この三因子のもつ影響力は、ほぼ以通ったものとなっている。

地位指数因子は、地位Ⅰでは有意ではなかったが、ここでは5%水準で有意であった。地位指数が非常に高い林地では、樹高生長に肥大生長が即応するが、この地位Ⅱに示されるような一般的な林地では、樹高生長の良好なほど、形状比は高くなる。（完満度を増す）という傾向をもっていることがうかがわれる。

供給水分量の潜在指標値としての山体容量B土壤因子である土壤乾湿指数、土壤排水指数の三因子は、いずれの回帰分析においても有意差は認められず、形状比の変化に対する影響は少ないと考えられた。

### ③ 地位Ⅲにおける形状比解析

地位Ⅲは、地位指数14.0以下の林分を指す。地位Ⅲにおいても、地位Ⅰ、地位Ⅱと同様3通りの組合せにより重回帰分析を行なった。その結果は、表-58に、分散分析表、および重相関係数を、表-59に回帰係数の検定一覧として示した。

地位Ⅲでは、地位Ⅰ、Ⅱにくらべて、資料数が少なく、バラツキがやや大きかったためか、1%水準で有意ながら、分散比はやや小さな値をとる。重相関係数は、0.70～0.75と精度的には効率的ではなかった。

地位Ⅲにおける形状比は、前途のように平均値で729と、地位Ⅰの83.7%，地位Ⅱの77.2%にくらべ、最も低い値をとり、梢殺（うらごけ）の傾向の強いことを示している。この地位Ⅲにおける形状比の変化に影響を及ぼす因子として、こみ指数、地位指数、土壤ちみつ指数の3つがあげられ、山体容量Bをはじめ、他の4因子は有意性は認められず、その影響は少ないと考えられた。このうち影響は少ないが、山体容量Bおよび地形解放度は抑制因子としての機能のあることが認められた。

地位Ⅲにおいても、その形状変化に最も強い影響を与えるものは、林分の密度である。次いで土壤ちみつ指数、地位指数となっている。地位指数の影響は、地位が低くなるほど大きくなることが、傾向として認められるが、これは低位ほど肥大生長に対して、樹高生長が伴わない、いいかえれば、地位の低い林分は、相対的に肥大生長の大きさよりも樹高生長に強くその影響が現われるということを、示したものと理解されよう。

表-58 形状比についての重回帰分析（地位Ⅲ）

ケ ス	用いた説明変数の組 注)	回 帰 分 散 分 析 表						重相関係数	
		自由度	平方和S	平均平方V	分散比Fo	自由度	平方和Se		
1	X <sub>6</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>8</sub> , X <sub>9</sub> , X <sub>10</sub> , X <sub>12</sub>	6	1,757.5	292.9	6.8 **	41	1,761.5	4.2.9	0.7067 **
2	X <sub>6</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>8</sub> , X <sub>10</sub> , X <sub>11</sub> , X <sub>12</sub>	6	1,999.1	333.2	8.9 **	41	1,519.9	3.7.1	0.7537 **
3	X <sub>7</sub> , X <sub>8</sub> , X <sub>11</sub> , X <sub>12</sub>	4	1,907.0	476.7	1.27 **	43	1,612.0	3.7.5	0.7361 **

注) X (山体容量), X (地形解放度), X (土壤解放度), X (土壤乾湿指數), X (土壤排水指數), X (地位指數), X (こみ指數)  
 \*\* : 1% 水準で有意,

表-59 重回帰係数の検定（地位Ⅲ）

ケ ス	項 目	説 明 変 数						X <sub>11</sub> X <sub>12</sub>
		X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	
1	偏回帰係数	-0.6244	-0.1450	1.66261	5.5485	0.7353	-	2.14918
	標準回帰係数	-0.5128	-0.0626	0.4475	0.3485	0.3433	-	0.5266
	回帰係数のt-値	-0.9354	-0.3344	3.4941 **	0.6571	1.6295	-	4.6556 **
2	偏回帰係数	-0.0734	-0.0734	0.3755 *	0.0163	0.0745	-	0.5432 **
	標準回帰係数	-0.3092	-0.1730	1.13399	-	0.3099	1.9663	1.91214
	回帰係数のt-値	-1.5356	-0.5868	2.3215 *	-	0.1447	0.3487	0.4702
3	偏相関係数	-0.2332	-0.0912	0.3408 *	-	0.9789	2.6605 *	4.3842 **
	偏回帰係数	-	0.0119	1.26495	-	0.1511	0.3837 *	0.5649 **
	標準回帰係数	-	0.0052	0.3405	-	0.3258	0.4659	
	回帰係数のt-値	-	0.0445	3.1318 **	-	2.7409 **	4.3343 **	
	偏相関係数	-	0.0068	0.2994 *	-	0.3856 **	0.5514 **	

\*\* : 1% 水準で有意, \* : 5% 水準で有意

西村らは<sup>25)</sup>で次のように述べている。

『樹形はまた、良否によっても特異性を示すものである。例えば、成長の良い林分では密度が一般的であれば、上長生長に伴なった肥大生長が見られるが、他の低い林分では、上長生長が極微なのに対して、肥大生長が比較的大きい場合がある。・・・・地位指数が高まるにつれて、樹形もやや完満になり、先に述べたように地位指数の低い林分は、梢殺型となる傾向がある・・・・』

地位指数のヒノキの形状比変化に及ぼす影響は、以上のように地位の低い林分に対して大きくあらわれ、地位の高い林分では、見出しつらいといえるようである。

## 2) 地位をこみにした場合の形状比解析

地位をこみにして、全資料184を用い、地位別解析の段階で、重要とされた5つの説明変数（山体容量B、地形開放度、土壤ちみつ指数、地位指数、こみ指数）を用い、主林木形状比を目的変数とした重回帰分析を行なった。

この結果、次の回帰式を得ることができた。

$$\bar{Y} = 37.8474 - 0.0935X_6 - 0.6048X_7 + 12.2459X_8 + 1.0742X_{11} + 22 \\ 4043 \times X_{12} \quad \dots \quad (25)$$

(25) 式において、 $\bar{Y}$ ：形状比の推定値、 $X_6$ ：山体容量、 $X_7$ ：地形開放度、 $X_8$ ：土壤ちみつ指数、 $X_{11}$ ：地位指数、 $X_{12}$ ：こみ指数を示す。

この式における分散分析表は、表-60のとおりで、分散比は1%水準で有意であった。

表-60 分散分析表

変動因	自由度	平方和	平均平方	分散比
回帰	5	11,418.7	2,283.7	31.3 **
残差	178	12,979.6	72.9	
全体	183	24,398.3		

\*\* 1%水準で有意

この予測方程式の回帰式による形状比の推定値 ( $\bar{Y}$ ) と、実際の形状比の相関図は、図-66のようになり収斂性はそれほど高くなく、予測の精度としては、特に効率的ではなか

った。重相関係数は、0.6841といった値を示している。

次に説明変数が、形状比の変化にどのような影響を与えていたかについて、検討を加えた。表-61は、偏回帰係数および偏相関係数の検定一覧である。

表-61 回帰係数の検定

項目	説明変数				
	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_{11}$	$X_{12}$
山体容量	-0.0935	-0.6048	1.22459	1.0742	2.24043
地形開放度	-0.0740	-0.1975	0.2371	0.2430	0.4320
土壤ちみつ指数	-0.9529	-2.7019*	4.0117**	3.0816**	7.5829**
地位指数	-0.0713	-0.1985*	0.2879**	0.2250**	0.441**
こみ指数					

\* \* : 1%水準で有意、\* : 5%水準で有意

この表より、樹幹の形状比の変化は、こみ指数に最も強い影響を受け、次いで土壤ちみつ指数、地位指数、地形開放度となり、山体容量Bは有意の説明変数ではないことがわかる。ただ、山体容量Bは、地位指数、地形開放度との2つの項目との間にそれに関連があり ( $r = 0.6021$ ,  $r = -0.5860$ ) この2つの因子の影響によって、その値が低くあらわれたことが考えられる。

以上の回帰分析結果を、総括してみると、ヒノキの樹幹形状上の変化に対して、最も影響を及

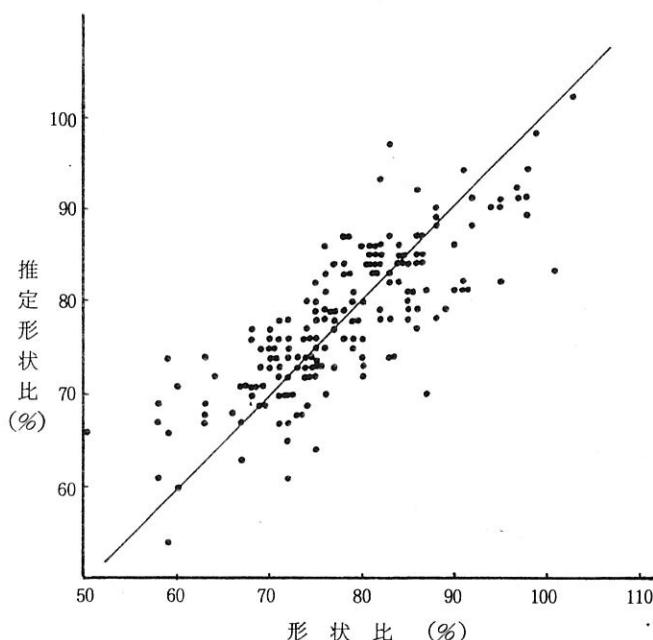


図-66 重回帰分析による形状比の推定結果

ぼすものは、こみ指数で指標される林分の密度であった。

これは、林分を、地位Ⅰ、Ⅱ、Ⅲに区分した場合においても（他の）どの説明変数よりも高い水準で有意であり、いわゆる密度効果の法則が作用していることが、顕著に認められた。

また、こみ指数は、他の説明変数との関連がきわめて小さく、このことから説明変数として独立性が高いことが認められた。

形状比の変化は、林分の密度のみの影響によって、強く規制されることを意味し、ヒノキの形質特性は、密度の調節にかかる人為的な施業によって、左右されることが明らかにされた。

土壤のちみつ指数は、こみ指数と共に、いずれの回帰分析を通じても有意を示した説明変数であり、ヒノキの形状の変化に対して重要な役割をもつ因子と考えられた。これは、地位を同じくする林分において、密度を一定にした場合、樹幹形状の完満化は、軽じうで膨軟な土壤よりも質密で粘度のある土壤において顕著であることを示しており、ヒノキの樹種特性を知る上で、見逃がすことのできない重要な現象である。

この土壤ちみつ指数は、基本的には直径生長に対する抑制因子として作用するものとされるが、その作用は、正常な生育を続けるヒノキの直径生長の絶対量を減ずるというよりも、過大な直径生長を抑制する（正常化へ導く作用をもつ）因子として位置づけたい。

すなわち、ヒノキは質密で粘性度の高い土壤において、最も健全な生育を示し、膨軟肥厚な土壤では、肥大生長が過大となる性質を、潜在的にもっているとされているからである。

のことより、土壤ちみつ指数は、直径生長の抑制ではなく、直径生長に対する制御因子とみなすのが、妥当かも知れない。

ヒノキの適地は一般に、スギよりも乾燥地、せき悪地に耐え、土壤の残い粘質地、または岩上でも生育し、スギに比べ埴土や埴壤土に対して、耐性のあることが知られ、水分要求度がスギよりも低いことから、古来より谷筋にスギ、中腹にヒノキ、尾根にアカマツといった植え分けがなされてきている。

ヒノキの生長そのものは、適潤肥沃地が最も良好であるが、この場合、過大な肥大生長をひき

おこしやすいことより、ヒノキの適地は、形質面まで考えに入れれば、どうしてもスギに比べ、1ランク水準を下げるを得ず、水分的には、適潤性のやや乾いた土壤におちつくことになる。これに土壤のちみつ性が加わることにより、生長は若干落ちるにしき形質的には、優れた材の生産が可能とされる。古来より伝承されたいわゆるヒノキの適地とは、生長よりも形質面への配慮がなされた選択と、考えることができよう。

このようなことより、ヒノキの樹種特性解明にとって、土壤ちみつ指数のもつ意義は重要である。

この2つの説明変数の他に、寄与度の比較的大きなものに、地位指数と地形開放度があげられる。地位指数が高まるにつれて、樹形は完満化の傾向にあり、地位指数の低い林分は、梢穂型となる。これは一般的な傾向であり、今回の重回帰分析もこれを裏づけたものとなっているが、ただ地位指数が17以上といった高い水準をもつ林地となると、地位指数の樹形変化に及ぼす影響は少なくなるようである。

地形の開放度は全体として見た場合、制御因子として有意な説明変数とされた。地形の開放度の大きいことは、風速の大きいことを、そして林地の乾きやすいことを指標しており、一般に乾燥地形や海洋度の大きい地域（風速の影響の強いところ）などでは、樹高に対して胸高直径が相対的に大きい（形状比が高い）傾向にあることを西村（25）（27）は、すでに報告している。ただ地位別にみた場合、地形開放度は、地位Ⅱのみが有意で地位Ⅰ、Ⅲでは有意な説明変数でなかった。

このことは、地位が極めて良好なところ、あるいは極めて低いところにおいては、地位区分の段階で、地形開放度は地位の従属性の変数として組みこまれ、形状の変化に対して、独立的に作用しなかったものと考えられる。

地位Ⅱ（地位指数14.1～16.8）においては、1～5%の水準で偏回帰係数に、有意差が認められ、形状の変化に、制御的に作用していることが認められた。これは中庸な生育を示す林地では、各立地要因の影響が最も複雑に絡みあったところとされ、このようななかで地形開放度が、独立性をもって作用したものと解される。

このほか、山体容量、土壤乾湿指数、土壤排水指数などの複合因子を説明変数として用いたがいずれもその値は小さく一定の傾向をもって形状比の変化に、作用する因子ではなかった。

## （2）重回帰分析による断面積平均生長量の解析

ヒノキの形状解析において、上長生長を考慮せず、肥大生長の大きさのみより考察を進めることは、片手落ちのきらいがあるが、徳利病に代表される地際部の異状肥大など肥大生長の生長様式に関して、樹種固有の特性があることが予想され、肥大生長について検討を加えることは、とりもなおさずヒノキの樹幹形状の重要な把握の一手段であるとの見解より、断面積平均生長量（主林木の胸高断面積の総生長量（皮つき）を年齢で割ったもの）を肥大生長の指標値（目的変数）として解析を加えた。

### 1) 断面積平均生長量に対する制御因子の推定

断面積平均生長量を目的とした重回帰分析を行なう前程として、林齢と地位の影響について検討を加えた。

肥大生長の場合、特に密度の影響の大きいことが一般的な法則として、知られることより、事前にその影響を取り除いておくことが、必要である。

これは、林分密度化が、80～120にある林分という条件を、満たすことで処理し、これ以外の林分は、疎密の程度が著しいものとして棄却された。

表-62 林齢と断面積平均生長量の回帰分析表

変動因	平方和 S	自由度 F	平均平方 V	分散比 Fo
回帰(林齢)	7.4916	1	7.4916	2.0406 N.S.
誤差	513.9680	140	3.6712	
全体	521.4596	141		

注) N, S:有意差なし

林齢と断面積平均生長量の関係については、単回帰分析により検討した。この結果は表-62に示すとおりで、両者間に相関は認められなかった。 $(r = 0.1211)$

すなわち、林齢と断面積平均生長量間には、相関が認められず、林齢は制御因子（説明変数）としては、とりあげないことにした。

のことより、説明変数として、山体容量B( $X_6$ )、地形開放度( $X_7$ )、土壤ちみつ指数( $X_8$ )、地位指数( $X_{11}$ )、こみ指数( $X_{12}$ )を用い、断面積平均生長量(Y)を目的変数として、重回帰分析を行なった。分析には地位をこみにした資料を用いた。

この結果、次の重回帰式が得られた。

$$\bar{Y} = 2.6849 + 0.0338 X_6 + 0.0248 X_7 - 2.0114 X_8 + 0.6424 X_{11} + 4 \\ 2887 X_{12} \quad \dots \dots \dots \quad (26)$$

また、この重回帰分析による各数値は、表-63～64に示した。

重相関係数は、0.7935と1%水準で有意であり、推定精度はあまり良いとは言えないが、これらの表より各因子のもつ一般的効果は、うかがうことができた。

断面積平均生長量、すなわち肥大生長の大きさに、最も大きな影響を与えるものは、地位指数であり、地位指数の高いものほど、肥大生長は大きくなることが認められた。すなわち肥大生長も、地位の影響が大きいことが明らかであった。

次いで、人為的な施業管理として、密度の影響の強いことが推測された。こみ指数は、負の符号をもち、密度の高いほど肥大生長は抑制され、疎であれば促進されることを示し、これは、一

表-63 断面積平均生長量についての重回帰分析(全体)

変動因	自由度	平方和	平均平方	分散比
回帰	5	64.27	12.85	60.54**
残差	178	377.9	2.123	
全体	183			

\*\* : 1%水準で有意

一般的傾向と異なるところはない。この二因子の影響はきわめて強く、ヒノキの肥大生長は、地位と密度によって強く規制されていることがわかる。

表-64 回帰係数の検定

項目	説明変数				
	$X_6$ 山体容量	$X_7$ 地形解放度	$X_8$ 土壤ちみつ指数	$X_{11}$ 地位指数	$X_{12}$ こみ指数
偏回帰係数	0.0338	0.0248	-2.0114	0.6424	-4.2887
標準回帰係数	0.1308	0.0396	-0.1904	0.7106	-0.4043
回帰係数のt-値	2.0323*	0.6499	-3.8751**	10.8195**	-8.5063**
偏相関係数	0.1506*	0.0486	-0.2789**	0.6298**	-0.5376**

\*\*, \* : 1%および5%水準で有意

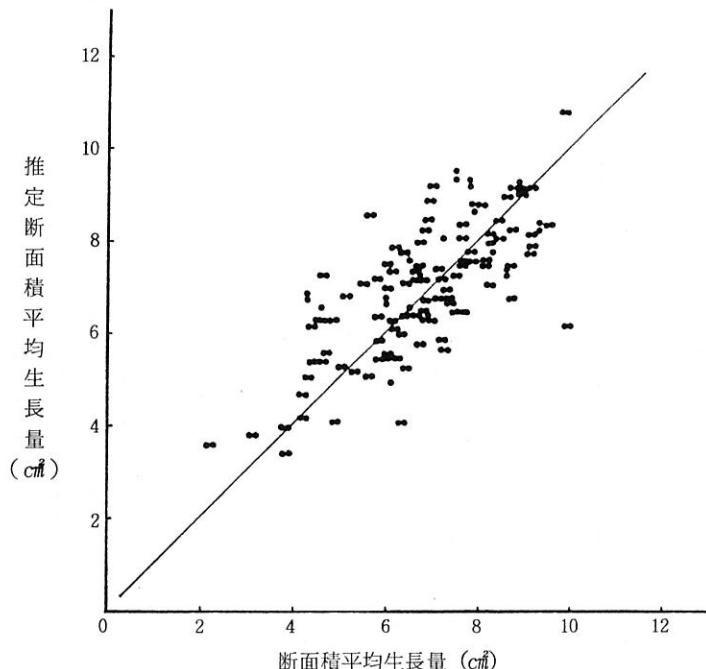


図-67 重回帰分析による断面積平均生長量の推定結果

次いで、土壤ちみつ指数があげられる。これは、こみ指数と同様、マイナス因子として抑制的な機能をもつことがうかがわれる。形状比解析で述べた如く、土壤の堅密性と、粘性度の高さは肥大生長に対して、制抑的というより、過大な肥大生長に対する制御因子として位置づけたい。

このほか、水分の供給の量的指標として、山体容量が5%水準で有意な説明変数とされ、水分の供給力の大きさと、肥大生長は正の相関をなすことが認められた。

地形の解放度と、断面積平均生長量間には、単相関関係では  $r = -0.4158$  と 1% 水準で有意であったが、偏相関係数および偏回帰係数は、表-65にみられるとおり、極めて小さい値をとり、その関与は低かった。

これは、地形解放度が、山体容量B、地位指数とそれぞれ単相関で  $r = -0.6011$ ,  $r = -0.5833$  と比較的密接な相関をなし、この二因子の影響を受けて、従属的になったものと推定されたが、基本的には肥大生長に対して、抑制因子としての作用があると考えられる。

重回帰式による予測値と実測値の相関関係は図-67のようになる。

また、地位別(3位区分)の断面積平均生長量についても、地形解放度( $X_7$ )、土壤ちみつ指数( $X_8$ )、地位指数( $X_{11}$ )、こみ指数( $X_{12}$ )の説明変数として重回帰分析を行った。

地位別の回帰分析表および回帰係数の総括表は、表-65と、表-66に一括して示した。

いずれの地位においても表-65にみられるように、回帰分析は有意であったが、重相関係数にみられる通り、あまりよい推定精度ではなく、効率的な制御因子の抽出が、残されていると考えられたが、表-66により、各因子の断面積生長量に対する一般的な制御効果の推定は十分可能である。

地位別に分けた場合でも、やはりこみ指数は肥大生長を制御するに最も有効な因子であること

表-65 断面積平均生長量についての重回帰分析（地位別）

地 位	用いた説明変数の組 注)	分 回 帰 散 分 析						表 残 差			重相関係数
		自由度	平方和 S	平均平方 V	分散比 F <sub>0</sub>	自由度	平方和 Se	平均平方 Ve			
I	X <sub>7</sub> X <sub>8</sub> X <sub>11</sub> X <sub>12</sub>	4	1 3 9.1	3 4.7 6	1 0.5 **	52	1 7 2.0	3.3 1	0.6 6 8 6 **		
II	"	4	9 9.7	2 4.9 1	1 5.1 **	74	1 2 2.1	1.6 5	0.6 7 0 3 **		
III	"	4	5 4.9	1 3.7 4	1 4.1 **	43	4 2.0	0.9 7	0.7 5 2 8 **		

注) X<sub>7</sub>(地形解放度), X<sub>8</sub>(土壤ちみつ度), X<sub>11</sub>(地位指數), X<sub>12</sub>(こみ指數)

表-66 回帰係数の検定

地 位	項 目	X <sub>7</sub>	地形解放度	土壤ちみつ指數	地 位 指 數	X <sub>11</sub>	明 変 數	X <sub>12</sub>	こ み 指 數	X <sub>12</sub>
I	偏 回 帰 係 數	-0.0 1 5 5	-2.2 4 7 9	0.2 3 6 6	-5.3 5 2 0					
	標準 回 帰 係 數	-0.0 1 8 5	-0.2 2 6 7	0.1 1 8 6	-0.5 7 3 3					
	回 帰 係 數 の t - 値	-0.1 7 4 4	-2.0 8 9 5 *	1.1 4 9 5	-5.4 0 1 5 **					
II	偏 相 關 係 數	-0.0 2 4 2	-0.2 7 8 3 *	0.1 5 7 4	-0.5 9 9 5 **					
	偏 回 帰 係 數	0.1 1 5 0	-1.5 4 5 0	0.5 1 5 0	-5.2 8 9 1					
	標準 回 帰 係 數	0.1 8 4 8	-0.1 9 1 5	0.2 7 9 9	-0.5 8 8 2					
III	回 帰 係 數 の t - 値	2.0 8 0 0 *	-2.1 6 1 *	3.0 8 5 0 **	-6.7 8 5 3 **					
	偏 相 關 係 數	0.2 3 5 0 *	-0.2 4 3 6 *	0.3 3 7 6 **	-0.6 1 9 3 **					
	偏 回 帰 係 數	-0.0 1 2 6	-2.5 4 5 2	0.6 5 2 0	-1.9 1 8 3					
	標準 回 帰 係 數	-0.0 3 2 9	-0.4 1 2 7	0.6 9 6 5	-0.2 8 3 2					
	回 帰 係 數 の t - 値	-0.2 9 2 7	-3.9 0 2 8 **	6.0 2 5 4 **	-2.7 0 8 0 **					
	偏 相 關 係 數	-0.0 4 4 6	-0.5 1 1 4 **	0.6 7 6 6 **	-0.3 8 1 7 **					

\*\* : 1 %水準で有意, \* : 5 %水準で有意

が認められ、人為による施業管理がヒノキの場合、特に重要であることがこのことよりも明確とされた。

土壤ちみつ指数は、いずれの地位でも肥大生長に対して抑制的であることが認められた。これは、形状比解析でも述べたように、肥大生長の絶体量の抑制よりも、過剰な肥大に対する制御因子として位置づけを行ないたい。

地形解放度は、地位Ⅱのみで5%水準で有意であった。地位Ⅰや地位Ⅲでは、地位区分段階で、その影響はかなり消去されたと考えられ、肥大生長への関与は極めて小さかったとみなされたが立地因子として土壤水分を規制する有力な因子であることよりに肥大生長の抑制因子としての機能をもっていると考えられる。

## 2) 土壌の違いと断面積平均生長量

胸高断面積の平均生長量で示される肥大生長の大きさは、これまで述べたように、立地の総合指標としての地位や、こみ指数で示される林分密度、土壤ちみつ指数などによって、強い影響をうけることが認められた。

しかしながら、その推定は、これらの因子では充分に効率的とはいえず、肥大生長の大きさを規制する因子は、まだ他に求められるべき余地のあるものと考えられた。

一般に、黒色土におけるヒノキと、褐色森林土におけるヒノキでは、I項に述べた如く、その樹高生長にあきらかなちがいがあり、特に黒色土においては、後期の生長の減退が、褐色森林土にくらべ相対的に大きいことが指摘されており、このことよりも、褐色森林土と黒色土におけるヒノキの生長は、肥大生長面においても生長差異のあることがうかがわれる。

このため地位指数別に褐色森林土と黒色土の断面積平均生長量について、分散分析を行ったところ1%水準で有意差が認められたので、地位別に土壤間比較を行った。この結果を表-67として示す。

表-67 黒色土と褐色森林土における地位指数別の  
断面積平均生長量と処理平均の比較

地位指数	断面積平均生長量(cm <sup>2</sup> /年)		処理平均の比較	
	褐色森林土	黒色土		
12以下	4.5 6	6.3 2	1.76*>I・S・d(5%)	=1.17
13	4.8 0	6.2 0	1.40*>	" =1.04
14	5.8 5	7.7 0	1.85*<	" =1.95
15	6.8 5	8.0 8	1.23*>	" =1.11
16	7.5 3	8.4 7	0.94*<	" =1.27
17	8.0 9	9.6 4	1.55*>	" =1.27
18	8.4 0	9.2 2	0.82*<	" =1.24
19以上	9.4 2	10.1 5	0.75*<	" =1.34

注) \* : 5%水準で褐色森林土の間に有意差あり

この結果、地位指数12以下13、15および17において、5%水準で黒色土と褐色森林土間に有意差が認められ、他の地位指数も有意差は認められないものの黒色土の断面積平均生長量は、黒色土において大きく、褐色森林土では小さいこと、そしてこの傾向は概して、地位指数の低いもの

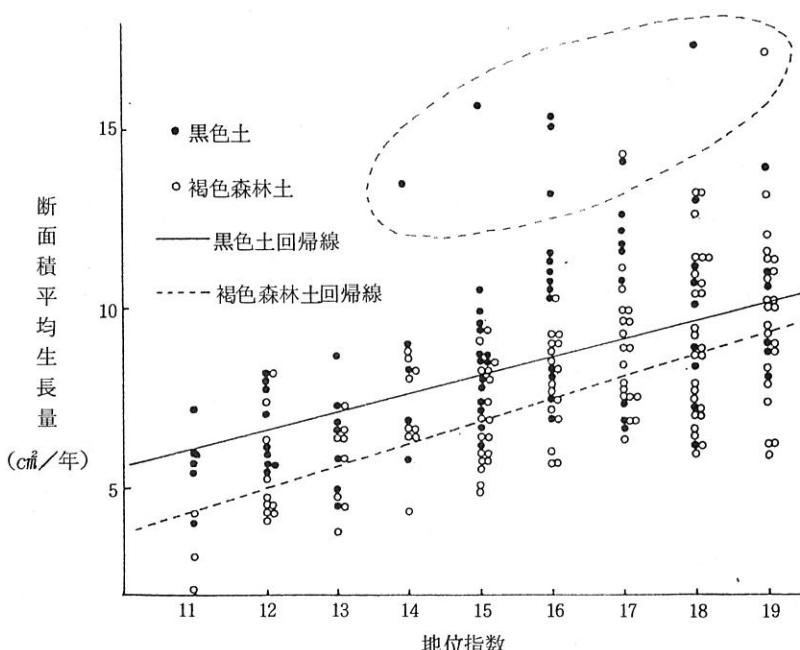


図-68 地位指数別・土壤別の断面積平均生長量

ほど顕著であるということが把握され、褐色森林土と黒色土のもつ土壤特性のちがいが、何故このような形でヒノキの生長と形質に作用しているのかの解明が、あらたに一つの課題として提起される。

図-68は、地位指数を横軸に、断面積平均生長量を縦軸にとった場合の相関図である。点線で囲んだ一群は徳利病の多発林分である。

### (3) 細り（上部直径）の推定

ヒノキの細りについては、すでに前報<sup>18)</sup>で報告したが、今回の樹幹解析における5年ごとのデータを逐一利用することによって、再度推定を試みた。この結果、前回にくらべ、精度的にかなり向上した。

一般に上部直径の推定は、幹曲線式を利用した推定式が多く提案されているが、ここでは、樹幹解析資料をそのまま利用しうるということから、任意の位置の直径推定ではなく、特定の位置（樹幹解析における円板採取位置）における直径の推定を試みた。上部直径の推定は、これで充分実用的と思われる。

但し、今回の推定に用いた資料は、すべて皮なし直径であるので、皮つき直径の値は次式によって求めることが必要となる。

$$D = 1.0204 D + 0.24 \cdots \quad (27)$$

(27) 式について D: 皮つき直径, D+: 皮なし直径である。

上部直径（3.2, 5.2 以下 2m おきに 19.2 まで）の推定は、胸高直径と樹高を説明変数とした重回帰式によった。

地位別、あるいは全体をこみにした場合の細り推定式と、重回帰係数と分散分析表を表-68に示した。

表-68 重回帰による上部直径の推定式と回帰分析

(回帰式  $Y$  (推定直径) =  $\beta_0 + \beta_1 X_1$  (胸高直径) +  $\beta_2 X_2$  (樹高) )

部 位	地 位	資 料 数	回 帰 係 数			標準回帰係数	重回帰係数	偏 相 関 係 数		
			$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$			$\beta'_1$	$\beta'_2$	
3.2	I	162	-2.797	0.867	0.228	0.822	0.181	0.994		
	II	179	-3.736	0.791	0.384	0.724	0.281	0.992		
	III	76	-3.049	0.647	0.522	0.604	0.409	0.989		
	全体	417	-3.1192	0.7791	0.3566	0.7297	0.2756	0.9924	-0.2418	0.9020
5.2	I	153	-6.202	0.687	0.535	0.604	0.400	0.987		
	II	138	-6.847	0.687	0.585	0.597	0.408	0.980		
	III	80	-7.115	0.360	1.029	0.288	0.730	0.987		
	全体	371	-6.3908	0.6389	0.6106	0.5555	0.4481	0.9803	-0.1008	0.7628
7.2	I	131	-9.604	0.560	0.768	0.457	0.547	0.978		
	II	122	-10.695	0.608	0.787	0.495	0.518	0.978		
	III	59	-10.654	0.278	1.222	0.203	0.821	0.984		
	全体	312	-9.3561	0.5673	0.7441	0.4605	0.5283	0.9584	0.1214	0.6089
9.2	I	111	-13.936	0.451	1.024	0.344	0.665	0.978		
	II	105	-14.377	0.434	1.072	0.345	0.663	0.961		
	III	41	-14.803	0.068	1.593	0.046	0.951	0.984		
	全体	257	-13.6691	0.3450	1.1422	0.2646	0.7289	0.9626	0.0417	0.4650
11.2	I	92	-18.612	0.373	1.238	0.273	0.740	0.975		
	II	78	-18.326	0.323	1.274	0.254	0.755	0.947		
	III	22	-22.477	0.000	1.986	0.000	0.995	0.995		
	全体	192	-18.2898	0.3307	1.2672	0.2454	0.7633	0.9654	-0.1387	0.5134
13.2	I	74	-23.736	0.205	1.569	0.143	0.858	0.968		
	II	51	-21.459	0.275	1.308	0.241	0.803	0.951		
	III	10	-41.844	-0.335	3.409	-0.243	1.142	0.972		
	全体	135	-23.4732	0.1958	1.5564	0.1408	0.8631	0.9641	-0.0908	0.3630
15.2	I	49	-29.409	0.195	1.720	0.143	0.867	0.966		
	II	21	-19.629	0.287	0.994	0.329	0.788	0.930		
	III	-	-	-	-	-	-	-		
	全体	70	-27.8443	0.2103	1.6061	0.1640	0.8539	0.9532	-0.1894	0.4144
17.2	I	27	-34.952	0.232	1.787	0.171	0.870	0.948		
	II	5	-16.418	0.171	0.804	0.497	0.676	0.977		
	III	-	-	-	-	-	-	-		
	全体	33	-34.7691	0.2454	1.7542	0.2049	0.8418	0.9395	-0.3078	0.4838
19.2	I	12	-24.907	0.149	1.189	0.237	0.701	0.850		
	II	-	-	-	-	-	-	-		
	III	-	-	-	-	-	-	-		
	全体	12	-24.9070	0.1487	1.1889	0.2367	0.7005	0.8502	-0.0622	0.3562

地位Ⅲにおける15.2m以上、地位Ⅱの19.2mの直径は、データー不足のため推定できなかった。細りは、地位や施業のちがい、あるいは遺伝的な要因などの種々の影響を複雑にうけて変化するものと考えられるが、表-68にみられるとおり、重相関係数も高く、その予測は、比較的効率的とみなすことができうる。

細りは全体として、標準回帰係数や偏相関係数の大きさにみられるとおり、地上部7.2mごろまでは、胸高直径に大きく規制される傾向があるが、それ以上の高い部位になると胸高直径よりも、樹高の影響の大きいことが認められた。

ヒノキの細り表は、立木段階で素材の寸法と量を予知することができることにより、森林評価、伐木造林、集搬出など林業経営の実践の場で利用価値の高いものとして重要であるが、この回帰式を用いて、樹高別、胸高直径別に、上部直径推定値を、逐一求めることは、膨大な計算と紙面を用るので、ここでは省略した。

但し、胸高直径と樹高が既知ならば、細り表がなくても上部直径の推定は、表-68により簡単に算出することができる。

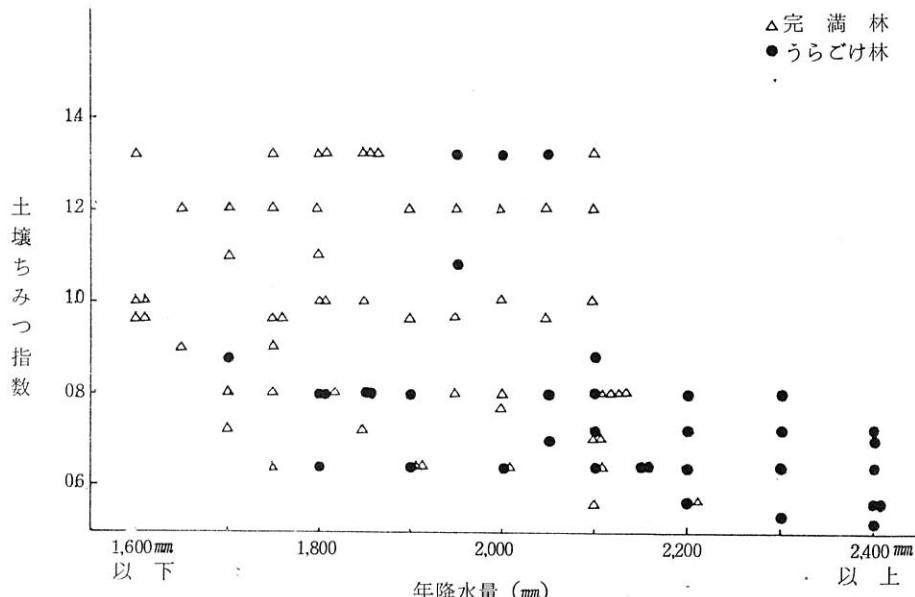


図-69 完満林・うらごけ林と年降水量・土壤ちみつ指数との関連

## 総合考察

1973年以来、今日まではば10年にわたって、大分県内のヒノキ人工林を対象に260ヶ所の林分調査を行ない、これらの調査によって得られた林分因子、環境因子を用い、樹高生長のパターンや収穫表の調査、生産力および形質について、解析を加えた。

このうち、第Ⅱ編にて取扱った収穫表の調整は、研究資料としての性格をもつものであるが、本県におけるヒノキ人工林の経営や収穫にかかる基礎資料として重要であり、また本報告が、大分県ヒノキ人工林の実態の総合解明がひとつのねらいでもあったため、あえて、本報告の一編として取り入れた。

この調整された収穫表について、しいて研究的なものを求めるすれば、既存の収穫表との比較であろう。この比較において、最も注目されたことは、壯齢期以降における成立本数の多さで、既存の収穫表にくらべ300本内外の本数差が認められた。このことについて、最新の資料に基づいて検討を加えたところ、大分県における成立本数の多さは、九州一円に共通する現象であることが、明らかにされた。利用伐期齢以降における九州一円のヒノキ林では、林分密度が従前にくらべ高い水準で管理されていることを示し、このことは、間伐の推進が以前にくらべ、集約的に行なわれていないことの結果ではないかと考えられた。大分県における収穫表では、成立本数が多いことにより既存の収穫表にくらべ、胸高直径の大きさで劣り、haあたりの幹材積では、優れるという結果となってあらわれている。

第Ⅰ編では、ヒノキの樹高生長において、多面的な検討を行なった。この結果、ヒノキの樹高生長は基本的にはスギと同様水分系列に従順であり、乾性土壌よりも、適潤性土壌においてすぐれ、地形的にも水分環境に恵まれた谷筋や山腹凹地ですぐれ、排水過多の尾根や山頂緩斜地で劣ることが認められた。また黒色土における樹高生長は、褐色森林土にくらべ、明らかに劣ることが指摘された。黒色土は、その出現地が地形的に緩斜地が多く、また一般に海拔も高いという条件もあるが、土壌自体のもつ特性として、保水力が高く、礫含量の少ないと等により、排水機能の面で褐色森林土にくらべ劣っており、この動的な水分条件のちがいが、樹高生長の大きさを規制している可能性があると考えられた。

ヒノキは、スギにくらべ立地に対する要求度が少ない樹種とされている。このことは、ヒノキの地位別の樹高生長過程を辿るに、地位に基づく生長較差がスギにくらべ明らかに小さいところに、求めることができるようにある。林齢40年における場合を例にとってみると、地位Ⅰと地位Ⅲにおける樹高差は、スギで10.4m、ヒノキでは5.5mであり、林齢80年では、スギ14.7m、ヒノキ6.9mといった値を示し、地位のちがいによる樹高差は、スギにくらべヒノキでは1/2程度と小さい。ヒノキは、スギにくらべ劣悪な林地によく耐える樹種として認識されているが、これは立地条件の良否に対する生長量のちがいが、スギにくらべヒノキは小さいということが一つの大きな要因になっていることがうかがわれる。スギほどに立地に対する要求度は少ないにしても、ヒノキも立地条件の違いによってその生産力は異なる。

地位指数を目的変数として、地形因子（背後斜面長、上方傾斜角、有効起伏量、露出度）、土壤因子（山中式土壤硬度指数）、気象因子（年降水量）の単元因子を説明変数とした重回帰分析を行ない、各因子のヒノキの生産力に対する制御効果を検討した。

この単元因子を用いた重回帰分析において、生産力に一定の傾向をもって効果を及ぼすものは、蒸散を指標する露出度（仰角3度）と、水分の移動条件を規制する上方傾斜角の2因子で、他の説明変数は有意ではなかった。つまりヒノキの生産力は、単元因子のみからは、その推定が困難であり、ヒノキの生長と立地環境因子との結びつきは、単純ではないことが認められた。

地形や土壤型といった立地環境因子の統合された複合因子は、ヒノキの生産力と密接な関連のあることより、単元因子をいくつかの組合せで複合化し、これを説明変数として再び重回帰分析を行なったところ、収斂性が高まり精度的に前者より向上した。

複合因子で有意であったものは、山体容量B（任意地点における集水容量の大きさをあらわすもので、斜面長、傾斜角、地形の凹凸、降水量を組合せた複合因子）地形解放度（蒸発散や日射にともなう林地の乾燥度を指標するもので、露出度と方位を組合せた複合因子）および土壤ちみつ指数（山中式土壤硬度指数と土性、母材を組合せたもの）の3因子であった。このうち地形解放度は抑制変数として、機能していることが認められた。土壤がちみつで、粘性度の高い方がヒノキの生産力を高めるに効果的であることは、林木の生長より一見奇異な現象と考えられゆが、後でふれるように膨軟軽しきる土壤では、水分が過剰気味となり、このことがヒノキの上長生長に対して抑制的に作用する結果となっていることが推測された。

いずれにせよ、このことは、ヒノキの樹種特性を知る上で興味深い。ヒノキ林における生産力を以上より総括すれば、ヒノキの生長は水分条件に恵まれたところで、地形的には、露出度の小さい（風衝の影響の少ない）そして土壤的には、ちみつな堆積を示す土壤（見方をかえれば、過剰水の滞留しない土壤）で最も良好であるといふことがいえよう。

ヒノキは徳利病にみられるように、根元部が異状に肥大するという一種独特の性状があり、ヒノキの生長を肥大生長の面よりとらえることは、その、樹種特性を知る上で、ひとつの重要な試みといってよい。

肥大生長の大きさは、直接的には断面積平均生長量（単木の胸高断面積総生長量／樹齢）によって表示する方法と、樹高生長との関連で算出される形状比（樹高／胸高直径×100）であらわす間接的な方法がある。肥大生長が相対的に大きい場合は、形状比は小さくなり、形状比と断面積平均生長量は逆の関係が成り立つ。

さてヒノキの肥大生長は、当然のことながら林分の密度の影響を最も強く受ける。これは、形状比、断面積平均生長量を目的変数とした重回帰分析によても明らかであり、他のどの説明変数よりも制御効果は強く、しかも独立性が高かった。すなわち、ヒノキの樹幹形状の変化は、林分密度の疎密によるところが大きく、ヒノキ良材生産には、人為による密度管理の重要性が、あらためて認識された。

ヒノキの肥大生長の解明において、注目を引いたのは、土壤ちみつ指数との関連であった。ヒノキの断面積平均生長量、および形状比の変化に対し、土壤ちみつ指数はいずれも1%水準で有意な説明変数であった。

このことは、密度条件を同じくする林地で地位が同一の場合、軽しきる膨軟な土壤よりも、ちみつで粘度性の高い土壤の方が、形状比が高められ樹形が完満となる（断面積平均生長量は抑制される）ということを意味している。

さきに述べたように、土壤のちみつ指数はヒノキの樹高生長にとって効果的であり、抑制的ではなかった。上長生長に対して効果的であり、肥大生長に対しては抑制変数であるといふこの土壤ち

みつ指數は、どのようなことを意味するのか。ヒノキの樹種特性を考えるうえで、きわめて興味ある課題として提起される。

このことについて、積極的な解釈をあえて行なってみると、異状肥大の典型とされる徳利病は、水分条件に恵まれた肥沃地に多発の傾向のあることは、よく知られた事実であるが（5.6.7.16），このことより、ヒノキは一般的な性状として孤立状、あるいは水分条件が過分にある場合、異状に肥大が促進される特性をもつ樹種ではないかということが想起されうる。

すなわち、十分な生活空間と水分が与えられれば、ヒノキは上長生長よりも、肥大生長にその生長特性が生じやすい傾向をもつのではないかと推測される。

これは、供給水分量の大きさが肥大生長を助長することを示したものであり、ヒノキにとって水分供給の大きさは、上長生長の大きさよりも肥大生長に、その作用は大きいということを示したものと解され、前述の推測をうらづけたものとなっている。

芝本48）は、ヒノキ苗木を用いた実験で、ヒノキは過剰水分に対して、異状重量生長を遂げる性質のあることを指摘しており、ヒノキの樹種特性を土壤水分面より考究した点で、ひとつの卓見とみなされよう。

これらのことより総括するに、ヒノキの肥大生長は土壤のちみつ度の高い、粘質傾向をもつ土壤において、もっとも正常に行なわれ、水分条件に恵まれた膨軟沃地では密度による制御をしない場合、このようなことが異常に促進される樹種として認識しうる。土壤ちみつ指數のもつ役割りは、正常な生長を続けるヒノキの直径生長の絶対量を減ずるというよりも、過大な直径生長を抑制する因子として位置づけたい。

図-69は、260点の林分資料において、著しく断面積生長量の大きいもの（うらごけ林）と、著しく形状比の高いもの（完満林）を抜き出し、これらの林分における年降水量と土壤のちみつ指數をみたものである。この樹幹形状には林分密度の影響が当然作用しているが、注目されることは、うらごけ林のものは、いくつかの例外はあるにしても雨量の多い、そして土壤ちみつ指數の低いところに集中しており；完満林は全体として雨量が少なく、土壤ちみつ指數の高い場合が多いということである。

ヒノキにおいては、供給水分量の大きさと貯溜機能の大きさは上長生長よりも肥大生長に対して効果が大きいことを示唆する一つの資料として提起される。

ヒノキの生長は、適潤肥沃地を最良とするが、この場合過大な肥大生長をひき起こす可能性のあることにより、ヒノキの適地は形質面まで考慮すれば、どうしても水分環境的に、スギにくらべべーランク水準を下げる必要があり、適潤性のやや乾いた土壤あたりに落着くことになる。

またこれに、土壤水分の貯溜、排水の条件が加味され、土壤ちみつ性が相乗することにより、生長若干おちるにせよ、形質的にはこのような場所で最もすぐれた材の生産が可能となる。古来よりいい伝えられた谷筋にスギ、中腹にヒノキ、尾根にアカマツといった植えわけは、ヒノキについてみればこの生長よりも形質面への配慮がなされた、適地判断とみなすことができ、ヒノキの樹種特性を十分考慮に入れた植え分けであったと考えられる。

## 摘要

大分県内におけるヒノキ人工林について260箇所の標準地を設定し、得られた林分因子や環境因子を用いヒノキの生長や形状についての解析を行い、ヒノキの生産力や樹幹形状の変化に関する因子の抽出を行い、これら結果にもとづき、ヒノキの樹種特性の解明を試みた。

今回の報告内容は三編に大きく区分されることにより以下各編ごとに要約することにする。

### 1. ヒノキ人工林の樹高生長

ヒノキの樹高生長の過程を知るため、69本の樹幹解析資料や林分調査による資料など、計677点の樹高値を用いて検討した。

ヒノキの樹高生長の過程は、修正指指数曲線式 ( $Y_t = K - ab^t$ ,  $Y_t$ : 林齢階  $t$  における樹高,  $t$ : 林齢階 5, 10, 15・・・を 0, 1, 2 とおいた値,  $k$ ,  $a$ ,  $b$ : 定数) により、比較はこの曲線式のパラメーター  $k$ ,  $a$ ,  $b$  の値の大きさや、樹高曲線図による視覚的判断により行なった。検討結果は次のとおりである。

(1) 大分県を大分沿海、大分中部、大分南部および日田・耶馬の四つに大きく地域区分を行い、これらの地域間において樹高生長過程に差があるかを検討した。

地域間比較において、データの基準化をはかる必要があるのでこれを地形と土壤型に求めた。地形（山腹匍匐土）を基準とした地域別の樹高生長過程は、大分中部（火山灰土壤の優先地）で早生型、大分沿海（地形の開放度の大きい低位生産地）では、低生長型、日田・耶馬渓（高冷湿潤な安山岩・集塊岩の山地）および大分南部（温暖湿潤の中・古生層山地）で、生長持続型と区分されたが、地域間の差異は明瞭ではなかった（図-2）。

土壤（適潤性土壤）を基準とした地域間比較においても、その生長過程は地形と類似していることが認められ、同一の立地条件を有する場合、大分県という限定された範囲内では、地域性とされるほどの差異は見出せなかった（図-3）。

(2) 土壤の乾湿や、母材の違いにより土壤を5つに類型化し、樹高曲線の比較を行った。この結果、適潤性土壤（褐色森林土）が最もすぐれた生長過程を辿り、乾性土壤のものが最も低位の生長を辿ること、黒色土はこの中間的な生長を示すが、適潤性のものは初期生長にすぐれ偏乾性のものは、後期生長にすぐれる傾向のあることが認められた（図-4）。

(3) 褐色森林土と黒色土について比較したところ、前者の生長が明らかに優位であった。そして、その生長の較差は15年生ごろより生じ、25年以降に顕著になる傾向があった。黒色土におけるヒノキは、早生型の傾向がつよいことが一つの特徴となっているようである（図-5）。

(4) 地形を山頂・尾根、山頂緩斜面、開析斜面（直～凸）、開析斜面（凹）、谷筋、山麓・台地の6つに区分し、樹高生長の過程をしらべた。この結果次のように区分された。谷筋>山腹（凹）=山腹（凸～直）>山麓・台地>山頂緩斜面>山頂・尾根

のことよりヒノキの生長は、地形的に尾根よりも谷筋と水分的に恵まれた立地条件で良好なことが認められた（図-6）。

(5) 大分県全域に適用する地位指指数曲線の作成を行った。この結果、大分県におけるヒノキの樹高生長曲線は次式によってあらわされた。

$$Y_t = 23.12 - 21.98(0.8605) t$$

この式から求めたガイドカーブは曲線式の特性から、初期と後期の生長が実情と若干異なることによりリーフハンドで修正した。このことは表-17、図-9に示した。

(6) 前述の過程で決定したガイドカーブを用いて、地位指数曲線を作成した大分県におけるヒノキ林の地位指数曲線の数値および曲線図は表-19、図-10に示した。

(7) 大分県における平均的なヒノキの樹高生長過程は前述のガイドカーブによって示されるがこれが他の地域と差異があるか検討した。この結果、大分県におけるヒノキ林の生長は他地方にくらべ全般にすぐれた傾向をもつことが認められた（図-12）。

(8) 大分県におけるヒノキの樹高生長は、初期に旺盛で、30年ごろをさかいに鈍化傾向を示すが、以後その勾配をゆるめつつも比較的間断ない生長を持続するシグモイドカーブ状の生長傾向をもつ。タイプとしては、早生型にちかい。

大分県に近いタイプの生長経路は「中国地方」「宮崎」「鹿児島」地方で見られるが、絶対量で劣っている。

(9) スギ、マツ、クヌギを対象として樹種間比較を行った（図-14）。

地位（中）では、スギ>ヒノキ>アカマツという傾向が認められた。クヌギは、立ちあがりが他の樹種にくらべて異常に大きく特有のパターンをもつ。

(10) ヒノキとスギの生長特性について検討したところ、地位のちがいでその生長はあきらかに異なることが認められた。すなわち、地位（I）（II）では、スギがヒノキに対して明らかに優位で、これは地位（I）で顕著である（図-15）。

(11) 地位（III）では、スギ、ヒノキの樹高差は小さく、林齢60年ではスギ<ヒノキと逆転する。

(12) すなわち、スギは地位の良否による生長の差異が大きいが、ヒノキはこれが小さい。このことは、ヒノキがスギに比べ劣悪な林地によくたえることを示した一つの樹種特性のあらわれと解することができる。

## 2. 大分県におけるヒノキ人工林林分収穫表の調整

大分県ヒノキ人工林林分収穫表を「同齡単純林の林分収穫表調整要綱」（昭和54年1月4日、53林野政第1275号）に従って調整した。三等区分された大分県ヒノキ林林分収穫表は巻末付表Ⅰ～Ⅲとして示した。

この収穫表について既存の5つの収穫表（九州地方を含め5地方）と比較したところ、利用伐期齢以降の成立本数が300本程度多い水準で推移していることが認められた。これについて最新の資料を用いて検討した結果、大分県における成立本数の高さは最近の九州一円における傾向と一致しており、大分県特有の現象ではないことが把握され、以前にくらべ間伐の推進が停滞傾向にあることがうかがわれた（図-48）。

## 3. ヒノキ人工林の生産力と形状

県下184のヒノキ林（林齢25年生以上）より得られた立地環境因子を用い、これら因子が単独で、あるいは複合的にヒノキの生産力に対してどのような影響を及ぼしているかについて重回帰分析により検討した。とりあげた因子は、単元因子で5個、複合因子で5個の計10因子であったが、ここで

はそのうち主要な複合因子について説明を加えておく。

- ①山体容量B ( $X_6$ )・・・斜面上の任意の地点に供給されるであろう水分の潜在量を指標する複合因子で、集水域の大きさに重力勾配を乗し、降水量因子を加味したもので、次式により求めた。

$$\text{山体容量 } B = \sqrt{\text{背後斜面長} \times \text{地形凹凸度} \times \tan \alpha} \times \text{年降水量} / 2000$$

なお、山体容量Aとは、降水量因子の加味されていないものを指す。

- ②地形開放度 ( $X_7$ )・・・蒸発散を指標する地形因子である露出度（仰角3°でみまわした時の対空間開放角度）に日照条件を指標する方位を組み合わせた複合因子で、次次により求めた。

$$\text{地形開放度} = 10 \times (\text{露出度} / 180) \times \text{方位}$$

但し、方位評点は、S・SW・W・・・1.2  
E・NE・SE・・・1.0  
N・NE・・・0.8とした。

- ③土壤ちみつ指数 ( $X_8$ )・・・土壤中の水分や通気条件、あるいは樹木の支持母体として、土壤の堅密性と粘性を加味した複合因子で、土壤の硬度、土性、母材（火山灰と非火山灰）の三者に特定の評点を与え、これを組み合わせることで土壤のちみつ指数として、総合評価した。土壤が堅密で粘質なほど、この値は高いものとなる。

地位指数（40年時における林分の上層高）を目的変数とし、これら立地因子を説明変数とした解析結果は次のとおりである。

(1) 地位指数を目的変数とし、単元因子を説明変数とした重回帰分析を行ったところ、蒸散を指標する露出度（仰角3度）が1%水準で、水分供給と利用を指標する上方傾斜角が5%水準で有意な説明変数とされた。

しかしながら、水分の供給を指標する斜面長、有効起伏量、土壤内部における水分の流通機能としての土壤硬度や、一次給水源である年降水量は有意な説明変数ではなかった。

(2) 単元因子を用いた重回帰分析は、以上のように有意な説明変数も少なく、重相関係数も0.5098と高くなく、地位指数推定の予測は効果的ではなかった（表-50）。

(3) このことはヒノキの生長と立地因子との間には、露出度を除いて单一相關的な関係は少く、立地因子との結びつきは、単純ではないことが認められた。

(4) このことより、単元因子を組み合わせ複合化したものを説明変数として、重回帰分析を行った。この結果、重相関係数は0.7143と高くなり収斂性も若干良くなかった。

説明変数で有意であったものは、山体容量B、地形開放度、および土壤ちみつ指数で、土壤乾湿指数（土壤の排水指数で除したもの）土壤排水指数（下方傾斜角を土壤ちみつ指数で除したもの）は有意ではなかった（表-51）。

(5) ヒノキの樹幹形状の特性について検討した。

樹幹形状をあらわすものとして形状比（樹高／胸高直径×100）胸高断面積生長量（胸高断面積／樹齢）をとりあげ、また細り表の調整にかかる重回帰式をあわせて算出した。

(6) 7つの説明変数を用い、形状比の変化に対する影響を知るため、地位別あるいは全体をこみにした回帰分析を行った。回帰分析の結果は、表-54～表-61に示すとおりで、いずれも相関係

数は特に高いとはいはず、効率的な推定精度ではなかったが、偏回帰係数検定や偏相関係数の値の大きさなどを通じ、各因子の一般傾向を認めることができた。

(7) 形状比の変化に最も影響を与えるものは、林分の密度を指標するこみ指数で、ヒノキの形状特性は、密度の調整にかかる人為的な施業によるところが大きいと考えられた。

土壤ちみつ指数も、こみ指数とともに、1%水準で有意な要因であった。これは、地位と同じくする林分において、一般的な密度の場合、樹幹形状の完満化は、軽い膨軟な土壤よりも、堅密で粘質な土壤において、より効率的になされることを示しており、ヒノキの樹種特性を知る上で、興味深い。地位指数の高い林地ほど形状比は大きく、地力の劣るところは、うらぎけ傾向の木になりやすいことも把握された。

(8) 山体容量の大きさは、形状比を低下させる傾向のあることが指摘された。これは、供給水分量の多さが、直径生長を促進させ、結果的に形状比の低下に結びついていると考えられた。地形開放度は、形状比の変化に対し、抑制的であった。

(9) 以上のことにより、ヒノキの樹幹の完満化は、密度がある程度高く、土壤がちみつな堆積を示し、集水条件が中庸で、地形の開放度の小さいところで、その達成が最も容易であると考えられた。

逆に、土壤膨軟で、集水力が過剰な肥沃地では、肥大生長が過大に促進され、幹形としては、不良となる可能性のあることが示唆された。

(10) 樹幹形状を表示するものとして、断面積平均生長量を目的変数に、形状比の場合と同様、重回帰分析を行った（表-63～表-66）。

この結果は、形状比解析の場合と同様、ヒノキの肥大生長に対する有意な説明変数として、こみ指数、土壤ちみつ指数があげられ、このほか地形開放度、地位指数も肥大生長に対する制御因子としてあげられた。

(11) 黒色土と褐色森林土における、断面積平均生長量について検討した。この結果、黒色土において、その生長量のすぐれることが認められた。そしてこの傾向は、概して地位指数の低いものほど顕著であった（表-67）。

(12) 樹幹解析における胸高直径と樹高のデータを用いて、上部直径（3.2, 5.2・・・19.2m部位）を推定した。地位別（三等区分）および全体をこみにした場合、いずれも高い精度で予測することが可能であった（表-68）。

細りは、全体として地上7.2m部位までは、胸高直径に大きく規制されるも、それ以上における直径は、樹高の影響の大きいことが認められた。

## 引　用　文　獻

- (1) 安藤愛次, 古越隆信, 依田和幸: 土壤の性質と林木の生長(II), 2・3の土壤型とヒノキ林, 65回日林講, 1956
- (2) 安藤愛次: 中部山地の林地生産力に対する研究 — 特に山梨県を中心にして — 山梨県林試報 10, 1962
- (3) 安藤愛次ら: 万沢林業地帯におけるスギ, ヒノキの生育の立地条件, 76回日林講, 1956
- (4) 栗屋仁志: 同齡単純林における密度と成長の関係, 林試研報 265, 1974
- (5) 遠藤昭, 渡瀬彰: ヒノキの徳利病と土壤の理化学性, 日林講 69, 1959
- (6) 遠藤昭, 渡瀬彰: 山梨県におけるヒノキの徳利病の環境調査, 山梨県林試報告 11, 1962
- (7) 遠藤昭: ヒノキの徳利病とその発生環境, 森林防疫 VOL20 (No.227), 1971
- (8) 遠藤健治郎, 岡本敬三, 木村建彦, 安永友行: 酸性褐色森林土と暖帶林土壤におけるヒノキ植栽林の樹高生長経過の特徴について, 日林講 84, 1973
- (9) 福島敏彦, 竹下敬司: 年平均風速と蒸散条件の推定について, 福岡県林試時報 18, 1966
- (10) 福島敏彦, 高木潤治, 竹下敬司, 田形正義: ヒノキ林地生産力(樹高)の立地解析について — 福岡県及びその周辺地域のヒノキ林の場合 — 福岡県林試時報 (23), 1974
- (11) 福島敏彦, 竹下敬司, 高木潤治: ヒノキ林の立地解析について, 日林九支研論 29, 1974
- (12) 福島敏彦, 竹下敬司: スギとヒノキの樹高生長と立地, 日林講 86, 1975
- (13) 長谷川敬一: 樹高生長曲線の比較方法に関する研究 — 特に本州西南部のスギについて — 林試研報 286, 1976
- (14) 堀田庸, 添田強, 長友忠行, 本田健二郎: 微地形とヒノキの生長 — 微地形の数量的表現方法の試み — 日林講 92, 1981
- (15) 石川光弘: 数量化によるヒノキ林の生長予測 — 環境因子の配列についての 2・3 の考察 — 長崎県総農試研報 9, 1978
- (16) 鹿児島県林試: ヒノキの徳利病調査, 業務成績 3, 1937
- (17) 熊本営林局: 昭和46年度生長量集計, 120pp, 1982
- (18) 九州地区林業試験研究機関協議会: 九州各県のヒノキ林地生産力 — 主として経済限界林について — 314pp, 1982
- (19) 真下育久, 橋本与良, 宮川清: スギ, ヒノキの生長と土壤条件, 林野土壤調査報告 8, 1958
- (20) 真下育久: 森林土壤の理学的性質とスギ, ヒノキの生長に関する研究, 林野土壤調査報告 11, 1960
- (21) 森田栄一: 林況診断表の作成(II) — 細りに関する解析 — 日林九支研論 33, 1980
- (22) 中村正一: 例解多変量解析入門, 日刊工業新聞社, 211pp, 1981
- (23) 西沢正久, 真下育久, 川端幸藏: 数量化による地位指数の推定方法, 林試研報 176, 1965
- (24) 西村五月, 松尾俊彦, 宮崎徹: ヒノキ林の生産解析(IV) 土壤物理性によよばす有効深度の作用と林木生長の関係, 長崎県総農試研報 3, 1971
- (25) 西村五月, 宮崎徹: ヒノキ林の生産解析(VIII) 海洋度と樹形・樹冠構造の特性, 長崎県総農試研報 7, 1976

- (26) 西村五月：ヒノキ林の生産解析（XIV）立地因子の総合化，長崎県総農試研報10. 1979  
(27) 西村五月：ヒノキ林の生産解析（XV）立地因子と樹幹の形状，長崎県総農試研報11. 1980  
(28) 西村五月：ヒノキ林の生産解析（XVI）地位指数の予測と樹幹形状比，長崎県総農試研報12. 1981  
(29) 西村五月：ヒノキ林の生産解析（XVII）地位指数の予測とその立地因子，長崎県総農試研報13. 1982  
(30) 大政正隆：ブナ林土壤の研究，林野土壤調査報告1. 1951  
(31) 岡崎文彬：「九州電力株式会社社有林におけるスギ，ヒノキの材積表ならびに収穫表」，九州林産株式会社. 1961  
(32) 奥野忠一ほか：応用統計ハンドブック，養賢堂，827pp. 1978  
(33) 大分県林業試験場：大分県の林野土壤 — 大分県民有林野適地適木調査総集編 — 231pp. 1978  
(34) 大分県：スギ人工林収穫予想表（昭和56年度）1～170pp. 1982  
(35) 大阪営林局：山陰地方スギ林林分収穫表調整説明書93pp. 1969  
(36) 林野庁：中国地方ヒノキ林林分収穫表調整説明書52pp. 1953  
(37) 林野庁・林業試験場：土佐地方ヒノキ林林分収穫表調整説明書111pp. 1957  
(38) 林野庁・林業試験場：九州地方ヒノキ林林分収穫表調整説明書49pp. 1957  
(39) 林野庁：熊本営林局ヒノキ立木材積表調整説明書33pp. 1961  
(40) 林野庁：測樹（養成研修普通科教材14），林野弘済会109pp. 1972  
(41) 林業教育研究会編：森林測定，農林出版348pp. 1972  
(42) 林業試験場：昭和54年度林業試験場年報. 1981. 1980  
(43) 林野庁：ヒノキ人工林林分密度管理図説明書，九州地方25pp. 1982  
(44) 坂口勝美：ヒノキの育林学，養賢堂，214pp. 1952  
(45) 佐藤敬二：日本のヒノキ（上）全国林業改良普及協会，275pp. 1971  
(46) 佐藤敬二：日本のヒノキ（下）全国林業改良普及協会，316pp. 1973  
(47) 瀬戸口徹：鹿児島地方のヒノキ林林分収穫表，日林九支研論36投稿中  
(48) 芝本武夫：スギ，ヒノキ，アカマツの栄養並びに森林土壤の肥沃度に関する研究，林野庁. 1952  
(49) 竹下敬司，中島康博，長浜三千治，樋口真一：微地形及び土壤とスギ（品種）の生長に関する森林立地学的研究（第1報），福岡県林業時報12. 1960  
(50) 竹下敬司：微細地形及び地形解析と土壤に関する森林立地学的研究，福岡県林試時報14. 1961  
(51) 竹下敬司，中島康博：微地形及び土壤とスギの生長に関する森林立地学的研究，福岡県林試時報16. 1963  
(52) 竹下敬司：山地の地形形成とその林業的意義，福岡県林試時報17. 1963  
(53) 竹下敬司，福島敏彦，萩原幸弘，斎城巧：林地生産力に関する立地的解析とその分布推定，福岡県林試時報18. 1966  
(54) 竹下敬司，福島敏彦，高木潤治：福岡県遠賀川流域の林地生産力，福岡県林試時報19. 1967  
(55) 竹下敬司，高木潤治：暖帯林地の水保全環境に関する土壤および地形的研究福岡県林試時報

26. 1977

- (56) 田中駿一：スギ人工林の生育と立地環境の解析，福井県林試研報5. 1975
- (57) 山田茂夫，村松保男：例解測樹の実務，地球出版258pp. 1971
- (58) 柳田芳雄，中島精之，白石保男：ヒノキ林の環境要因と地位指数について（1），日林九支研論25. 1972
- (59) 柳田芳雄，中島精之：ヒノキ林の環境要因と地位指数について（2），日林九支研論27. 1974
- (60) 柳田芳雄，中島精之：ヒノキ林の環境要因と地位指数について（3），日林九支研論29. 1976
- (61) 吉本衛：ヒノキの幼齢時樹高対壯齡時樹高の比較と地形因子との関係，日林九支研論30. 1977
- (62) 吉田茂二郎，長正道，西沢正久：林分構造と地形の関係解析に関する研究（I），日林九支研論32. 1979
- (63) 吉田茂二郎，長正道，西沢正久：林分構造と地形の関係解析に関する研究（II），日林講90. 1979
- (64) 吉田茂二郎，長正道，西沢正久：林分構造と地形の関係解析に関する研究（III），—林地生産力の推定因子の検討— 日林講92. 1980

Studies on the growth and the stem form of planted Hinoki  
(*Chamaecyparis obtusa* S. and Z.) in Oita district.

Nobuyoshi Isamoto

Summary

Author has investigated site conditions on two hundred sixty plots of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* S. and Z.) plantation in Oita district, and tried to make clear the influences of forest structural factors and site factors on characteristics of the tree height growth. Moreover, using the site index (tree height at forty years old) as criteria variable, it has examined the relationship between growth and site condition. And the governing factors in building up stem form were inferred from these factors by the multiple regression analysis. Based on these trials, it has characterized the growth of Hinoki.

Experientially Hinoki is regarded as tree species that has lower requirement for soil fertility than Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don), and the planting site for Hinoki distinguishes from it for Sugi. According to these studies, the variance in tree height growth of Hinoki depending on soil fertility was not so great as that in Sugi, and the growth responses of Hinoki to site quality were estimated to be smaller by about half than Sugi. Thus the growth responses of Hinoki is not so large as it of Sugi, but Hinoki is sure to grow up like Sugi depending on soil moisture condition; the increment is higher at the site where available water is supplied sufficiently or water loss through evapo-transpiration is smaller. Further, it was found clearly that Hinoki grew up to be governed highly rather with compound site factors than with such single site factors as length of slope, inclination etc..

Hinoki growing up under surplus soil moisture condition has been promoted rather diameter growth than height growth, and then stem form became tapering. On the other hand, under the highly compact and clayey soil condition, Hinoki was facilitated in tree height growth, but restrained in diameter growth, and so the form ratio (tree height/diameter of 1.2m) become higher. Namely, highly compact soil condition is likely to be favorable for raising Hinoki in full body. When examining the influences of site condition on growth of Hinoki, it has been found that Hinoki in Black soil grew up remarkably. Its growth in Black soil is inferior in height growth, but superior in diameter to it in Brown forest soil. This may be caused by such peculiarity of Black soil as greater water holding capacity and lower volume weight than Brown forest soil.

In addition, on preparing the stand yield table of Hinoki in Oita district, it was discovered that the tree density after the utilization felling age was higher than it of other districts. But this tendency is common now in Kyushu districts, and the reason is supposed that thinning of Hinoki forest is not practiced as before in Kyushu.

On examination of the influence of forest structural factors on stem form, stem form seems to be influenced considerably by the stand density and to become easily tapering on lower stand density. To examine the tapering state of stem, stem diameter was estimated by using the breath height diameter and the tree height as variable. The stem diameter to seven meters above the ground was correlated significantly with the breath height diameter, but the stem diameter over seven meters above the ground was governed highly rather with tree height.

As above-mentioned, it may be summarized that in order to produce the high quality timber of Hinoki the selection of planting site as well as the density control by the improving felling are effective. However, many interesting topics on characteristics of Hinoki has been left unsolved.

卷　　末　　付　　表

別表 I - 1 大分県ヒノキ林分表

(地位 I 等)

諫本信義：ヒノキ人工林の生長と形状に関する研究

表 I-2 大分県ヒノキ林分収穫量別表

諫本信義：ヒノキ人工林の生長と形状に関する研究

（地位Ⅱ等）

林		主林木				副林木				主副林木合計				林齡																	
平	均	樹高	ha	當り	平	均	ha	當り	平	均	ha	當り	平	均	ha	當り															
胸 高 度 (年)	樹 徑 (cm)	樹 高 度 (m)	林 木 數 (本)	本 胸 高 直 徑 (m <sup>2</sup> )	幹 材 積 平均 生 長 量 (m <sup>3</sup> )	幹 材 積 連 年 生 長 量 (m <sup>3</sup> )	幹 材 積 本 數 (本)	幹 材 積 總 林 木 對 比 率 (%)	幹 材 積 總 林 木 對 比 率 (%)	幹 材 積 累 計 (m <sup>3</sup> )	幹 材 積 總 林 木 對 比 率 (%)	幹 材 積 累 計 (m <sup>3</sup> )	幹 材 積 總 林 木 對 比 率 (%)	幹 材 積 運 年 生 長 量 (m <sup>3</sup> )	幹 材 積 運 年 生 長 量 (m <sup>3</sup> )	幹 材 積 運 年 生 長 量 (m <sup>3</sup> )	幹 材 積 運 年 生 長 量 (m <sup>3</sup> )														
10	9.0	4.2	3.3～5.1	3.238	19.2	53.6	9.0	5.4	4.8	2.9	6.6	6.5	5.2	570	17.6	5.6	5.4	5.6	5.7	10.3	6.5	3.238	19.2	53.6	10.1	5.4	5.4	10			
15	11.0	6.8	5.8～7.8	2.668	23.6	98.6	10.7	10.7	10.7	10.7	11.8	7.6	8.1	7.3	436	16.3	8.9	6.2	14.5	9.5	12.4	8.8	2.668	30.8	161.0	11.4	7.4	6.9	111.6	5.0	15
20	13.2	9.1	8.0～10.2	2.232	28.6	152.1	11.8	11.8	11.8	11.8	11.1	8.4	9.7	9.1	279	12.5	9.9	4.5	24.4	11.6	14.5	10.9	2.232	35.3	221.0	12.0	9.0	8.1	179.8	8.1	20
25	15.2	11.1	9.9～12.3	1.953	33.2	211.1	10.8	10.8	10.8	10.8	10.0	8.8	11.1	10.7	218	11.2	11.7	4.2	36.1	13.6	16.3	12.6	1.953	39.6	276.8	11.2	9.8	8.8	244.5	10.0	25
30	17.0	12.8	11.5～14.1	1.735	37.5	265.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	8.8	11.1	10.7	218	11.2	11.7	4.2	36.1	13.6	16.3	12.6	1.953	39.6	276.8	10.2	10.1	9.2	302.5	11.9	30
35	18.6	14.2	12.9～15.5	1.565	41.3	315.1	9.4	9.0	12.4	12.0	17.0	9.8	12.7	12.7	3.9	48.8	15.5	18.0	14.0	1.735	43.4	327.8	9.5	10.2	9.4	355.3	13.7	35			
40	20.1	15.4	14.1～16.8	1.431	44.5	362.3	8.8	9.1	13.5	13.1	13.4	8.6	13.1	13.1	3.5	61.9	17.1	19.5	15.2	1.565	46.4	375.4	9.5	10.1	9.4	403.1	15.4	42.3			
45	21.5	16.5	15.1～18.0	1.319	47.5	406.3	8.4	9.0	14.6	14.1	11.2	7.8	13.8	13.8	3.3	75.7	18.6	21.0	16.3	1.431	49.4	420.1	8.9	9.9	9.3	447.7	16.9	45			
50	22.8	17.5	16.0～19.0	1.225	50.5	448.3	8.4	9.0	15.7	15.0	9.4	7.1	14.3	14.3	3.1	90.0	20.1	22.3	17.3	1.319	52.3	462.6	8.5	9.8	9.3	490.2	18.4	29.6			
55	24.0	18.4	16.9～19.9	1.147	53.0	487.5	7.8	8.9	16.6	15.8	7.8	6.4	14.2	14.2	2.8	104.2	21.4	23.5	18.2	1.225	54.7	501.7	7.8	9.6	9.1	285	19.7	25.9			
60	25.2	19.2	17.6～20.8	1.082	55.3	524.7	6.8	8.7	17.5	16.5	6.5	5.7	13.8	13.8	2.6	118.0	22.5	24.8	19.0	1.147	56.9	538.5	6.7	9.4	9.0	564.0	20.9	60			
65	26.3	19.9	18.3～21.5	1.028	57.4	558.9	6.3	8.6	18.4	17.2	5.4	5.0	13.2	13.2	2.3	131.2	23.4	25.9	19.8	1.082	58.8	572.1	6.1	9.2	8.8	595.8	22.0	65			
70	27.3	20.5	18.9～22.1	983	59.0	590.4	6.3	8.4	19.2	17.7	4.5	4.4	12.4	12.4	2.1	143.6	24.3	26.9	20.4	1.028	60.3	602.8	6.1	8.9	8.6	624.6	23.0	70			
75	28.2	21.1	19.5～22.8	945	60.8	620.4	6.0	8.3	19.9	18.2	3.8	3.9	11.6	11.6	1.8	155.2	25.0	27.9	21.0	0.983	62.0	632.0	5.8	8.7	8.4	651.9	23.8	75			
80	29.1	21.7	20.0～23.4	914	62.5	650.0	5.9	8.1	20.6	18.8	3.1	3.3	10.4	10.4	1.6	165.6	25.5	28.8	21.6	0.945	63.5	660.4	5.7	8.5	8.3	678.4	24.4	80			

別表 I - 3 大分県ヒノキ林分収穫表

(地位Ⅲ等)

大分県林業試験場研究報告第10号、1983年

林		主林木						副林木						主副林木合計						林齡								
		平均	樹高	胸高直徑	当りha	平均	樹高	胸高直徑	当りha	幹材積	樹高	胸高直徑	当りha	幹材積	樹高	胸高直徑	当りha	幹材積	樹高	胸高直徑	当りha	幹材積	樹高	胸高直徑				
(年)	(cm)	(m)	(m)	(m)	(m)	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(cm)	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> )	(%)	(年)					
10	8.0	2.4	1.5～3.2	3.408	15.1	30.2	3.0	4.1	1.2	6.8	4.3	5.5	3.4	561	16.5	3.1	4.6	3.1	4.8	9.1	4.6	3.408	21.3	67.5	7.5	3.0	30	10
15	9.8	4.8	3.8～5.7	2.847	20.0	64.4	7.2	5.0	6.9	5.3	418	14.7	4.7	4.5	78	7.8	10.9	6.7	2.847	26.0	105.0	7.5	5.7	5.3	114.3	6.8	15.27	15
20	11.6	6.9	5.8～7.9	2.429	24.4	100.3	8.6	5.7	8.2	7.0	274	11.3	5.4	3.6	13.2	9.2	11.8	8.5	2.429	30.1	148.5	8.7	6.5	5.9	161.6	8.2	9.58	20
25	13.3	8.7	7.5～9.8	2.155	28.7	143.1	9.5	6.4	9.5	8.3	220	10.2	7.0	3.5	20.2	10.6	14.3	10.0	2.155	35.1	197.6	9.8	7.1	6.6	213.5	9.5	7.75	25
30	14.9	10.2	8.9～11.4	1.935	33.5	190.6	9.2																		6.40	30		
35	16.4	11.6	10.3～12.8	1.759	37.4	236.4	8.6	6.8	10.6	9.6	176	9.1	8.1	3.3	28.3	12.0	15.9	11.4	1.935	39.0	244.5	8.7	7.4	7.0	260.0	10.9	4.96	35
40	17.9	12.7	11.4～14.0	1.619	41.0	279.4	8.2	7.0	11.8	10.6	140	8.0	8.7	3.0	37.0	13.2	17.4	12.5	1.759	42.5	288.1	8.3	7.7	7.2	307.6	12.0	4.96	40
45	19.2	13.7	12.2～15.0	1.505	44.0	320.4	7.8	7.1	12.8	11.5	114	7.0	9.0	2.7	46.0	14.4	18.7	13.5	1.619	45.5	329.4	7.9	7.8	7.3	349.3	13.2	3.94	45
50	20.4	14.5	13.0～15.9	1.412	46.7	359.6	7.4	7.2	13.8	12.2	93	6.2	9.3	2.5	55.3	15.4	20.0	14.4	1.505	48.1	368.9	7.4	7.8	7.4	388.3	14.2	3.29	50
55	21.6	15.3	13.9～16.8	1.334	49.4	396.6	7.2	14.7	13.0	78	5.5	9.3	2.3	64.6	16.3	21.2	15.2	1.412	50.7	405.9	7.0	7.7	7.4	424.9	15.2	2.81	55	
60	22.7	16.0	14.4～17.5	1.267	51.7	431.6	7.0	7.2	15.6	13.6	67	5.0	9.4	2.1	74.0	17.1	22.3	15.9	1.334	53.0	441.0	6.8	7.7	7.4	459.4	16.1	2.42	60
65	23.8	16.7	15.1～18.2	1.210	53.8	465.7	6.8	7.2	16.4	14.2	57	4.5	9.2	1.9	83.2	17.9	23.5	16.6	1.267	55.0	474.9	6.2	7.6	7.3	492.7	16.9	2.12	65
70	24.8	17.3	15.6～18.8	1.162	55.7	497.1	6.3	7.1	17.2	14.8	48	4.0	8.8	1.7	92.0	18.5	24.5	17.2	1.210	56.8	505.9	6.1	7.5	7.2	522.8	17.6	1.91	70
75	25.7	17.8	16.2～19.4	1.120	57.4	527.8	6.0	7.0	17.9	15.2	42	3.6	8.6	1.6	100.6	19.1	25.4	17.7	1.162	58.5	536.4	5.8	7.4	7.2	552.4	18.2	1.66	75
80	26.6	18.2	16.6～19.9	1.084	58.9	557.0	7.0	7.0	18.6	15.6	36	3.2	8.2	1.5	108.8	19.5	26.3	18.1	1.120	59.9	565.2	7.3	7.1	7.1	580.3	19.2	1.52	80

別表 II - 1 ヒノキ林分・環境因子一覧表

諫本信義：ヒノキ人工林の生長と形状に関する研究

No.	林輪	胸高直径	樹形	地位指數	年平均生長量	断面積	単元			因子			複合因子			土壤乾湿度指数	地形	土壤排水指数						
							こみ	年降水量	方位評点	方位	傾斜度(上方下方)	斜面長	有効起伏量(3°)	凹凸度	地形(表層下層)	硬度	山体地	形狀(B層上部)						
1	39	2.26	1.80	1.8	80	10.8	0.91	2300	SW	1.2	14/18	4.0	20	13.0	3.23	13/18	CL	1.77	8.7	0.80	5.5	3.3	B	B <sub>b</sub>
3	52	1.92	1.68	1.5	88	5.8	1.13	2100	SW	1.2	38/36	4.0	31	5.5	1.87	9/13	CL	2.15	3.7	0.70	9.0	2.7	C	B <sub>b</sub>
4	52	1.78	1.52	1.3	85	4.8	0.97	2100	SE	1.0	34/28	2.0	10	1.41	2.06	9/12	CL	1.52	7.8	0.70	7.9	1.9	C	B <sub>b(d)</sub>
5	52	2.35	1.81	1.6	77	8.5	0.94	1850	NE	0.8	28/22	9.0	50	1.13	2.25	13/15	CL	3.08	5.0	0.80	7.7	4.3	E	B <sub>d</sub>
8	31	1.28	1.04	1.3	81	4.9	1.11	1800	NE	0.8	19/13	1.0	35	1.82	1.02	18/20	C	5.8	8.0	1.32	4.9	1.2	A	B <sub>c</sub>
9	31	1.79	1.45	1.7	81	8.4	0.87	1800	NE	0.8	30/19	4.0	35	1.11	2.38	17/19	CL	2.18	4.9	1.00	7.1	3.3	C	B <sub>d(d)</sub>
10	33	1.90	1.63	1.9	86	9.1	0.80	1750	SW	1.2	34/30	6.0	45	7.2	2.05	14/18	CL	2.66	4.8	0.80	5.5	3.3	C	B <sub>d</sub>
11	32	1.34	1.00	1.2	75	4.6	1.52	1750	SE	1.0	34/28	4.0	24	1.74	1.43	15/14	CL	1.79	9.7	0.96	5.4	3.8	C	B <sub>b</sub>
12	35	1.99	1.65	1.8	85	8.4	0.89	2000	NW	1.0	29/34	4.5	35	1.53	1.95	11/19	CL	2.06	8.5	0.80	7.8	2.8	C	B <sub>b</sub>
13	35	1.91	1.63	1.8	86	9.3	0.83	2150	NW	1.0	20/11	3.0	15	3.9	3.20	19/20	C	18.1	2.2	1.32	5.0	3.7	D	B <sub>b(d)</sub>
14	30	1.46	8.5	1.1	50	5.8	0.87	2100	SE	1.0	25/30	8.0	45	2.15	1.97	14/17	CL	2.58	11.9	0.64	8.1	3.3	D	B <sub>b(d)</sub>
15	48	2.32	19.1	1.7	82	9.1	1.21	1950	E	1.0	11/18	5.0	26	1.11	2.80	11/19	CL	1.56	6.2	0.64	5.2	4.3	E	/B <sub>b</sub>
16	38	1.94	1.52	1.6	78	7.9	1.09	1800	S	1.2	22/14	6.0	25	9.7	3.35	16/21	CL	2.74	6.5	1.10	5.8	4.1	D	B <sub>b</sub>
17	35	1.28	1.18	1.3	92	3.8	1.52	1450	SW	1.2	16/8	9.0	30	1.60	1.64	20/28	L	2.02	1.07	0.96	5.4	3.8	C	B <sub>c</sub>
18	33	1.96	1.69	1.9	86	9.3	1.08	1800	SW	1.2	17/13	1.10	30	4.7	3.37	11/14	CL	3.29	3.1	0.70	6.5	5.2	E	B <sub>b</sub>
19	41	1.79	1.43	1.4	80	6.4	0.88	1750	NW	1.0	42/36	2.6	26	1.66	1.37	13/17	CL	1.54	9.2	0.80	1.5	2.1	C	yB <sub>c</sub>
20	36	1.98	1.46	1.6	74	8.8	0.71	1750	NW	0.8	28/38	7.0	45	1.67	1.60	10/11	CL	2.29	7.4	0.70	8.2	3.0	C	yB <sub>d(d)</sub>
21	55	2.60	2.21	1.9	85	10.1	0.89	1900	NW	1.0	22/12	7.8	35	1.10	2.83	15/16	CL	2.88	6.1	1.00	6.1	3.9	C	yB <sub>D</sub>
22	31	2.04	1.54	1.8	76	11.4	1.18	1900	NW	1.0	24/18	7.8	35	1.10	1.64	15/16	CL	2.28	6.1	0.80	7.1	3.4	C	B <sub>D(d)</sub>
25	32	1.77	1.49	1.7	84	7.9	0.80	1750	NW	1.0	25/22	4.5	21	1.21	2.49	14/20	CL	2.18	6.7	0.90	6.8	3.4	C	yB <sub>D(d)</sub>
27	32	1.58	1.43	1.6	91	6.4	1.07	1750	NW	1.0	28/28	6.5	38	5.3	1.88	12/19	CL	2.40	2.9	0.80	1.6	3.4	C	B <sub>b</sub>
28	30	1.76	1.23	1.5	70	8.6	0.69	2100	SW	1.2	37/31	4.0	62	9.2	2.46	13/21	CL	2.43	6.1	0.90	8.0	3.4	C	B <sub>b</sub>
29	23	1.44	7.2	1.2	50	7.4	0.63	2100	NW	1.0	15/30	5.0	30	1.56	1.12	14/21	C~CL	1.20	8.7	1.08	6.8	1.8	B	B <sub>c</sub>
30	50	2.03	1.46	1.3	72	6.7	0.51	1750	NW	1.0	18/21	2.5	18	1.81	1.47	12/14	CL	1.07	1.01	0.96	5.7	1.9	B	B <sub>D(d)</sub>
31	38	1.93	1.72	1.8	89	7.9	0.80	2000	NW	1.0	39/38	7.0	62	1.38	2.39	16/18	L	3.24	7.7	0.80	8.8	4.2	D	yB <sub>b(d)</sub>
32	35	1.42	1.21	1.3	85	7.4	0.94	2200	NE	0.8	16/27	2.2	22	1.42	2.06	16/20	CL	1.12	6.3	1.10	5.0	2.5	B	yB <sub>c</sub>
33	37	1.92	1.36	1.4	71	8.1	0.62	2000	SW	1.2	21/19	5.5	20	2.42	1.38	17/18	C	1.65	1.61	1.20	5.5	3.2	B	B <sub>c</sub>
34	37	21.9	1.52	1.6	69	104	0.60	2050	NE	0.8	38/35	9.0	73	1.52	1.14	12/19	CL	2.51	6.8	0.80	8.8	3.2	C	B <sub>b</sub>

別表 II-2 ヒノキ林分・環境因子一覧表

大分県林業試験場研究報告第10号、1983年

No.	林 齡	胸 高 直 徑	樹 地 位 指 數	断面積 比 生長量 年平均	年 降 水 量	方 位 方 位 評 點	斜 面 長 (上方 下方)	有 效 起 伏 量	露 出 度 (3°) 凹 凸 度	地 形 (B層 下層)	硬 度 (表面 裏層)	山 体 形 (上部 下層)	土 性 (B層 下層)	地 形 土 壤 指 數	土壤 排 水 指 數	土壤 乾 湿 指 數	土壤 形 地 形	土壤 指 數	土壤 型				
35	37	2.46	1.68	1.8	6.8	1.32	0.64	2050	NW	1.0	36/47	5.0	31	10	190	8/11	CL	23.6	0.6	0.70	9.4	3.5	C $yB_{D(d)}$
36	38	1.99	1.48	1.5	7.4	8.3	0.89	2000	NE	0.8	12/17	9.0	22	6.8	16.8	14/16	CL	17.7	3.0	0.80	5.1	3.5	F $B_{D(d)}$
37	37	2.23	1.66	1.8	7.4	10.8	0.77	2100	NW	1.0	16/18	7.0	30	1.52	22.5	12/17	CL	20.8	8.4	0.64	6.6	3.2	E $IB/I_D$
38	37	1.85	1.43	1.5	7.7	7.4	1.06	2100	NW	1.0	3/21	2.5	15	1.55	1.62	18/20	CL	4.6	8.6	1.10	3.9	2.2	B $B_c$
39	37	1.70	1.43	1.5	8.4	6.2	1.18	2100	W	1.2	23/26	3.0	31	1.64	2.30	17/17	CL	16.4	10.9	1.00	6.3	2.7	C $B_b$
41	37	1.78	1.41	1.5	7.9	6.8	0.66	1750	NE	0.8	18/22	4.5	25	1.41	1.98	21/22	CL	16.6	6.3	0.96	5.7	3.0	B $IB/I_D$
42	37	1.65	1.19	1.2	7.2	6.0	0.51	1750	NE	0.8	6/10	1.8	2	3.48	3.5	23/24	CL	2.6	1.55	0.96	4.2	1.0	A $IB/I_b$
43	37	1.20	8.0	9	6.7	3.1	0.67	1750	SW	1.2	10/5	10	18	3.60	10	25/25	CL	1.3	24.0	1.20	3.8	0.3	A $B_c$
44	44	1.92	1.39	1.3	7.2	6.7	0.63	1750	NE	0.8	14/12	8.0	30	1.81	1.97	16/19	CL	19.5	8.0	0.80	5.5	3.6	F $IB/I_b$
45	43	2.09	1.63	1.6	7.0	8.0	0.75	1800	SE	1.0	9/18	5.0	18	5.9	1.90	15/20	CL	1.22	3.3	1.10	4.0	3.2	F $B_b$
46	38	2.08	1.50	1.6	7.2	9.2	0.59	1700	SE	1.0	19/4	4.0	30	3.7	3.10	15/18	L	20.1	2.1	0.80	6.4	3.2	E $B_b$
47	38	1.77	1.31	1.4	7.4	6.6	0.59	1700	SW	1.2	21/18	3.0	12	7.2	20.7	21/24	CL	14.9	4.8	1.20	2.9	2.0	A $B_c$
48	38	2.09	1.43	1.5	6.8	9.1	0.59	1700	NE	0.8	5/14	1.00	30	5.3	3.40	20/24	CL	17.2	2.4	1.20	3.8	6.4	F $B_b$
49	38	1.47	1.09	1.2	7.4	4.4	0.72	1700	NE	0.8	6/21	2.0	7	2.70	9.5	21/24	CL	4.5	12.0	1.20	2.9	2.0	A $B_c$
50	38	1.76	1.37	1.3	7.8	6.6	0.77	1700	SW	1.2	27/27	7.0	32	1.55	2.20	23/25	CL	26.4	10.3	1.20	6.1	4.6	C $B_b$
51	36	1.44	1.15	1.2	8.0	4.7	0.81	1650	SE	1.0	12/15	3.0	15	3.06	1.08	20/24	L	8.2	17.0	0.96	4.6	1.8	B $B_{D(d)}$
52	36	1.55	1.15	1.2	7.1	6.4	0.68	1650	SW	1.2	18/20	6.0	25	1.95	1.25	22/26	L	15.2	1.30	0.96	5.7	2.3	F $B_b$
53	36	1.52	1.15	1.2	7.6	5.3	0.82	1650	SW	1.2	18/14	5.0	26	2.30	1.70	21/28	CL	16.2	1.53	1.20	5.1	3.3	B $B_{D(d)}$
54	36	1.38	1.14	1.2	8.3	4.3	0.84	1650	SW	1.2	26/28	2.0	10	2.15	1.40	25/26	CL	11.1	1.43	1.20	6.0	2.0	B $B_{D(d)}$
55	36	1.67	1.18	1.3	7.4	5.5	0.65	1650	SW	1.2	19/18	5.0	20	1.73	1.60	22/26	L	16.1	11.5	0.96	5.8	2.9	D $B_b$
56	32	1.82	1.35	1.5	7.4	8.4	0.73	1700	SE	1.0	21/15	3.0	40	1.00	1.75	13/16	CL	13.7	5.6	0.80	6.6	2.2	C $B_b$
57	32	1.46	8.8	1.1	6.0	4.3	0.44	1700	NW	1.0	9/7	2.0	15	3.50	9.6	13/16	CL	5.5	1.94	0.80	4.4	1.3	A $B_B$
58	32	1.55	9.7	1.2	7.2	4.6	0.51	1700	SW	1.2	15/4	2.0	22	2.83	8	18/22	CL	2.0	18.9	1.10	4.9	0.4	A $B_{D(d)}$
59	32	2.05	1.30	1.5	6.3	1.05	0.57	1700	SW	1.2	21/23	7.0	40	1.72	1.66	15/23	CL	20.4	1.15	0.88	6.3	3.3	C $I/B/I_D$
60	54	2.69	1.91	1.6	7.1	1.06	0.76	2100	NE	0.8	31/20	1.00	40	1.60	2.25	15/22	CL	34.0	7.1	0.88	7.7	4.8	D $B/I_D$
61	54	2.06	1.48	1.2	7.2	6.3	1.22	2100	SE	1.0	0/0	2.0	16	3.55	7.5	16/15	CL	0	19.7	0.80	4.7	1.1	A $B/I_b(d)$
62	54	2.37	1.70	1.5	7.2	8.3	1.02	2100	SE	1.0	36/30	50	53	2.18	1.92	10/15	CL	23.8	1.21	0.64	9.6	2.8	C $B/I_b(d)$
63	52	2.49	1.75	1.5	7.0	9.5	0.77	2100	NW	1.0	7/7	1.00	15	7.0	3.15	15/16	CL	19.6	3.9	0.80	4.6	5.1	E $B/I_D$

表一 單因子環境分林別表 II-3

## 諫本信義：ヒノキ人工林の生長と形状に関する研究

No	輪	林	胸 高 直 徑	樹 地 位 指 數	形 狀 比	斷面積 年平均 生長量	年 降 水 量	方位 評點 ( 上 方 下 方 )	方位 傾 斜 面 長	有效 起伏 量	露 出 度 ( 3° )	地 形 凹 凸 度 ( 表 層 下 層 )	土 性 ( B 層 上 部 )	山 體 容 量 B ( 上 部 )	開 放 度 指 數	土壤 形 態 指 數	土壤 排 水 指 數	土壤 乾 濕 指 數	土壤 形 形 地 形 地 形	土 壤 型		
64	52	22.7	1.6.8	1.5.7.4	7.9	0.80	210.0	SW	1.2	27/16	60	25	1.48	24.0	12/17	CL	25.6	9.9	0.64	8.4	3.2	D
65	52	20.1	1.4.0	1.2.7.0	6.2	0.96	210.0	SW	1.2	7/10	30	5	20.5	8.5	14/20	CL	5.6	13.7	0.72	4.9	1.4	B
67	54	23.7	1.7.8	1.5.7.5	8.2	1.01	250.0	SW	1.2	31/24	78	50	2.3	1.66	9/15	CL	25.8	1.5	0.64	9.0	3.1	D
68	51	21.2	1.7.7	1.6.8.4	7.0	0.82	250.0	NE	0.8	6/5	300	13	1.70	1.45	17/15	CL	21.3	7.6	0.80	4.7	5.9	F
69	51	27.1	1.8.3	1.6.6.8	1.1.5	0.68	250.0	SE	1.0	28/19	60	32	1.58	21.0	11/19	CL	24.3	8.8	0.64	8.5	3.0	D
70	48	20.2	1.4.7	1.3.7.3	6.8	0.95	220.0	NE	0.8	28/26	30	37	2.00	20.5	11/14	CL	17.0	8.9	0.56	9.1	1.5	C
71	47	22.7	1.6.9	1.5.7.4	8.7	0.94	220.0	SE	1.0	24/26	70	22	1.55	21.0	9/11	CL	24.5	8.6	0.56	8.5	3.0	D
72	45	1.8.0	1.3.0	1.2.7.2	5.7	1.03	220.0	SW	1.2	16/21	35	7	2.00	1.75	11/14	CL	13.0	1.33	0.56	7.0	2.3	B
73	45	21.4	1.5.4	1.5.7.2	8.0	0.75	220.0	SW	1.2	7/11	100	6	1.29	19.8	9/16	CL	15.5	8.6	0.64	5.2	3.6	F
74	43	21.6	1.5.4	1.5.7.1	7.8	0.73	220.0	SE	1.0	25/25	130	48	1.13	21.0	7/15	CL	34.0	6.3	0.64	8.1	3.8	C
75	53	22.0	1.7.4	1.5.7.9	7.3	1.01	220.0	NE	0.8	3/3	4.5	5	2.93	1.46	17/20	CL	18.5	1.30	0.88	4.4	2.2	B
76	53	22.4	1.8.4	1.6.6.7	1.1.3	0.76	230.0	NE	0.8	12/3	130	22	2.55	1.05	13/19	CL	16.8	1.13	0.64	5.6	3.0	F
77	50	28.1	1.9.7	1.1.7.0	1.2.6	0.71	250.0	SW	1.2	10/8	125	30	4.3	27.5	14/20	CL	0	2.9	0.72	4.9	5.0	F
78	45	1.8.4	1.0.7	1.0.5.8	6.0	0.66	250.0	SW	1.2	13/18	30	30	2.45	9.8	14/20	CL	8.1	16.3	0.72	5.6	1.5	B
79	67	2.9.9	2.1.0	1.6.7.0	1.0.6	0.61	1.850	E	1.0	12/10	70	16	7.0	2.98	14/19	CL	20.8	3.9	0.80	5.1	4.1	E
80	67	24.5	1.7.4	1.3.7.1	7.3	0.73	1.850	NE	0.8	22/26	30	6	1.60	2.12	14/17	CL	15.4	7.1	0.80	6.8	2.4	B
81	30	22.4	1.3.3	1.6.5.9	1.3.2	0.88	2100	SW	1.2	32/28	75	40	7.4	24.0	14/17	CL	30.9	4.9	0.64	9.1	3.7	C
82	30	1.4.6	1.0.9	1.3.7.5	5.8	0.93	2130	NE	0.8	22/25	20	2	1.75	1.25	12/16	CL	9.7	7.8	0.64	7.6	1.3	B
83	30	16.9	1.3.2	1.6.7.8	7.6	1.09	2150	NE	0.8	23/20	40	22	1.22	2.10	15/18	CL	18.1	5.4	0.80	6.7	7.0	C
84	45	20.3	1.5.8	1.5.7.8	7.4	1.28	2150	NE	0.8	30/32	40	13	9.3	1.70	12/17	CL	18.4	4.1	0.64	8.8	2.2	C
85	45	2.5.1	1.8.9	1.8.7.5	1.1.2	0.90	2150	NE	0.8	10/8	110	50	1.9	3.20	14/17	CL	24.7	0.8	0.64	5.2	4.6	E
86	45	2.4.0	1.9.4	1.8.8.1	1.0.3	1.31	2150	W	1.2	38/32	50	36	1.40	2.30	13/16	CL	26.6	9.3	0.64	8.7	9.8	C
88	43	21.3	1.4.6	1.4.6.9	8.3	0.91	2200	NW	1.0	25/13	180	70	1.03	2.34	8/12	CL	4.22	5.7	0.56	8.7	3.3	D
89	37	14.0	8.1	9.5.8	4.2	0.82	1700	NW	1.0	15/15	4.5	17	1.38	18.5	14/20	CL	14.7	7.7	0.72	6.0	1.5	B
90	38	20.7	1.3.9	1.4.6.7	9.0	0.76	1800	SW	1.2	12/10	70	30	7.0	1.96	14/20	CL	16.9	4.7	0.72	3.5	4.9	E
91	38	20.4	1.2.9	1.3.6.3	8.7	0.71	1800	SW	1.2	20/16	40	28	1.20	1.85	12/17	CL	15.9	8.0	0.64	7.3	2.2	B
92	38	18.5	1.0.9	1.1.5.9	7.2	0.66	1800	W	1.2	10/6	30	14	1.98	1.30	16/19	CL	8.2	1.32	0.80	4.6	2.2	B
93	49	20.9	1.4.0	1.1.2.6.7	7.1	0.90	2600	SE	1.0	28/30	80	33	1.42	2.20	4/14	CL	28.7	7.9	0.56	9.1	2.6	C

別表 II-4 ヒノキ林分・環境因子一覧表

No.	林齡	胸高直徑	樹位	地形	断面積	年平均生長量	年降水量	年均温	年均湿度	单 元		因 子		复 合 因 子		土壤 类型									
										方位	方位	傾斜 (上方下方)	斜面長	有効起伏量	(3°) 凹凸度	地表層 (下層)	土性(B層)	山体形	土壤 ちみつ (上部)	土壤 排水 指数	土壤 乾燥 指数	地 形			
94	49	2.06	1.56	1.4	7.6	6.9	1.06	2.600	NW	1.0	3/2	1.50	2.2	2.75	9.4	22/24	CL	8.6	1.5.3	0.96	4.3	3.7	F	B/LD	
95	36	1.59	1.05	1.1	6.6	5.6	0.91	2.300	S	1.2	4/4	2.0	4	3.40	1.16	12/20	CL	4.0	2.27	0.72	4.9	1.3	A	B/LD(d)	
96	36	2.31	1.6.0	1.7	6.9	1.18	0.70	2.300	S	1.2	12/9	9	11.0	1.7	7.3	3.35	12/14	CL	2.77	4.9	0.56	6.0	4.7	E	B/LD
97	38	2.06	1.7.2	1.8	8.4	8.9	1.08	2.400	NE	0.8	31/28	9.0	46	6.4	3.01	14/18	CL	3.74	2.8	0.64	8.9	4.5	D	B/h(d)	
98	41	1.52	1.2.1	1.2	8.0	4.7	1.00	2.050	SE	1.0	16/22	10	3	1.71	1.20	13/18	C	5.6	9.5	0.96	5.4	1.1	C	B/LD	
99	41	1.84	1.54	1.5	8.4	6.7	0.90	2.050	NE	0.8	19/15	11.0	2.6	7.5	2.15	18/18	C~CL	2.77	3.3	1.20	5.2	5.5	F	B/D	
101	38	2.31	1.86	1.9	8.1	11.0	1.06	2.400	SE	1.0	20/18	12.0	5.5	4.5	3.18	10/16	L	3.61	2.5	0.51	8.1	4.6	E	/B/LD	
102	38	2.26	1.95	2.0	8.6	10.7	1.40	2.400	SE	1.0	27/32	4.5	40	1.02	2.70	8/14	CL	2.35	5.7	0.56	9.0	2.8	C	B/LD	
103	30	1.60	1.45	1.7	9.1	6.9	1.65	1.850	NE	0.8	38/36	8.5	53	1.80	2.03	8/10	CL	3.26	8.0	0.72	8.9	4.1	C	B/D	
104	46	2.01	1.75	1.6	8.7	7.2	1.12	1.850	NW	1.0	21/14	7.0	45	7.2	21.2	14/17	C	23.1	4.0	0.96	6.1	3.9	C	B/D(d)	
105	43	1.93	1.75	1.7	9.1	6.9	1.06	1.800	NE	0.8	24/0	0	11.0	50	3.9	1.96	16/19	L	2.96	1.7	0.64	8.0	3.8	E	B/D
106	31	1.74	1.45	1.7	8.3	7.6	1.06	1.800	SW	1.2	33/35	6.0	42	1.73	1.66	16/16	CL	23.3	11.5	1.00	7.4	3.4	C	B/D(d)	
107	32	1.67	1.58	1.8	9.5	7.1	1.11	2.000	E	1.0	32/26	8.0	40	5.7	2.25	12/15	L	3.09	3.2	0.64	1.02	3.3	D	B/LD	
108	40	1.53	1.33	1.3	8.7	4.7	1.01	1.900	SW	1.2	6/10	6.0	17	2.53	8.8	12/17	CL	7.4	1.69	0.64	4.0	3.1	F	/B/LD	
109	53	2.06	1.54	1.3	7.5	6.4	1.03	1.950	E	1.0	16/25	4.0	43	2.68	1.40	16/17	CL	12.4	14.9	1.00	5.3	2.4	B	B/C	
110	53	2.41	2.1.1	1.8	8.8	8.8	1.26	1.950	NE	0.8	26/24	8.0	80	1.28	2.14	12/24	CL	27.4	5.7	0.90	7.0	4.1	C	B/D	
111	47	2.21	1.60	1.5	7.2	8.4	0.87	2.100	NE	0.8	21/40	3.0	20	1.78	1.34	13/12	L	12.0	7.9	0.56	8.0	1.6	B	B/C-g	
112	33	1.78	1.46	1.6	8.2	7.6	1.04	2.250	NE	0.8	31/33	5.0	33	5.0	1.95	16/19	CL	2.24	2.2	1.00	7.2	3.4	C	B/D(d)	
113	36	2.39	1.68	1.8	7.0	1.26	0.87	2.300	NE	0.8	34/12	7.0	50	3.0	2.20	10/14	L	2.93	1.3	0.64	9.9	3.3	E	B/D	
114	30	1.83	1.18	1.4	6.5	8.8	0.56	2.400	SE	1.0	34/38	3.2	13	1.65	1.90	14/14	L	1.84	9.2	0.56	9.9	2.0	C	B/B	
115	59	2.67	2.09	1.7	7.8	9.6	0.73	2.300	SE	1.0	35/35	6.0	60	1.34	2.20	9/14	CL	27.5	7.4	0.70	7.8	9.0	C	B/D(d)	
116	37	2.1.3	1.59	1.7	7.5	9.9	0.96	2.200	NW	1.0	25/18	1.20	70	1.0	1.72	12/16	L	2.95	0.6	0.64	8.1	3.8	D	B/D	
117	35	2.03	1.54	1.6	7.6	8.9	0.97	2.200	NW	1.0	38/36	8.0	62	2.2	1.54	12/12	L	27.5	1.2	0.56	10.1	3.1	C	B/D	
118	36	2.36	1.78	1.9	7.5	1.24	0.76	2.200	NW	1.0	34/34	7.0	52	4.1	1.64	13/16	CL	25.3	2.3	0.80	8.3	3.4	C	B/D	
119	40	2.08	1.51	1.5	7.3	8.6	0.74	2.150	SW	1.2	30/26	3.0	30	3.8	1.83	11/13	CL	1.66	2.5	0.56	9.4	1.9	C	/B/LD	
120	31	2.29	1.58	1.9	6.9	13.9	0.60	2.150	SW	1.2	27/27	1.50	72	1.04	2.80	12/18	CL	43.7	6.9	0.64	8.4	4.5	D	B/LD	
121	31	1.82	1.27	1.5	7.0	8.6	1.18	2.150	SW	1.2	35/35	6.0	26	2.11	1.30	14/13	CL	21.2	14.1	0.56	10.1	2.3	C	/B/LD(d)	
122	32	1.67	1.26	1.5	7.5	7.2	0.74	2.200	NW	1.0	27/28	4.0	22	1.35	1.72	15/19	CL	17.7	7.5	1.00	6.7	2.0	C	B/D(d)	

## 諫本信義：ヒノキ人工林の生長と形状に関する研究

表 I-5 ヒノキ林分の環境因子一覧別表

別表 II - 6 ヒノキ林分・環境因子一覧表

No.	林 齡	胸 高 直 径	樹 地 位 指 數	断面積 形 状 比	年平均 生長量	年 降 水 量	年 降 水 量 指 数	单 元 因 子			复 合 因 子			土壤 型									
								方位 (上方)	方位 (下方)	斜 面 評 点	傾 斜 面 長	有 效 露 起 伏 量	(3°) 凹 凸 度	土 性 (B層 下層))	山 体 形 (上部 容 量)	地 形 (B層 下層))	土壤 排 水 指 数	土壤 乾 湿 指 数					
193	26	1.55	1.27	1.7	8.2	7.5	0.79	1.750	NW	1.0	15/-	1.20	30	1.30	2.80	18//22	C L	2.95	7.2	0.88	5.4	5.6	E
195	43	2.38	1.73	1.7	7.3	1.05	0.53	1.800	NW	1.0	15//10	6.0	12	1.80	2.60	12//18	C L	2.01	1.00	0.80	5.7	3.6	E
202	27	1.63	1.04	1.4	6.4	7.9	0.88	2.000	SW	1.2	30//30	4.0	32	1.10	2.00	11//15	C L	2.00	7.3	0.64	8.8	2.4	C
206	33	1.91	15.1	1.7	7.9	8.9	0.82	1.950	SE	1.0	30//28	8.0	45	1.05	2.55	15//20	C L	3.19	5.8	1.10	6.7	5.1	D
207	35	1.95	1.60	2.1	8.2	8.8	1.20	1.900	NE	0.8	26//27	4.5	22	1.05	2.70	8//21	C	2.31	4.7	0.86	7.1	3.4	D
208	35	1.59	1.31	1.4	8.2	5.8	1.22	1.900	NE	0.8	27//27	1.0	22	1.40	2.30	14//18	C L	1.02	6.2	0.64	8.4	1.3	B
209	28	1.52	1.41	1.8	9.3	6.5	1.18	1.850	N	0.8	34//31	4.0	33	7.5	1.70	18//22	C	1.95	3.3	1.32	6.5	3.4	C
210	48	2.08	2.03	1.8	9.8	7.3	1.18	1.800	NW	1.0	25//20	6.0	52	7.0	2.15	11//18	C	2.33	3.9	1.20	5.9	4.2	D
211	48	2.07	2.01	1.8	9.7	7.3	1.12	1.800	NW	1.0	18//18	8.0	30	8.0	1.95	18//20	C	2.20	4.4	1.32	4.8	4.5	C
212	39	1.99	1.95	2.0	9.8	8.1	1.12	1.950	SE	1.0	18//14	9.0	25	7.0	2.05	15//18	C	2.39	3.9	0.96	5.7	4.3	D
213	29	1.61	1.44	1.8	8.9	7.1	1.07	1.950	NE	0.8	30//30	4.5	30	2.40	1.20	12//16	C L	1.64	1.07	0.80	7.9	1.9	C
214	29	1.85	1.61	2.0	8.7	9.5	0.88	1.950	NE	0.8	26//22	6.0	33	7.0	2.60	14//17	C L	2.62	3.1	0.89	8.9	3.1	D
215	50	1.97	1.98	1.8	101	6.2	0.99	1.800	NE	1.0	35//32	8.0	55	1.30	1.70	15//17	C L	2.79	7.2	1.00	7.5	4.2	C
217	41	2.32	1.86	1.8	8.0	10.4	0.76	2.100	W	1.2	24//18	9.0	44	7.5	2.40	14//17	C	2.96	5.0	0.96	6.5	4.8	D
218	24	1.06	8.1	1.2	7.6	3.8	1.02	2.100	W	1.2	26//26	8	4	2.55	1.20	18//20	C	6.5	1.70	1.32	5.8	1.1	A
219	34	1.87	1.85	2.0	9.9	8.3	1.45	1.800	NW	1.0	38//38	7.0	45	6.0	2.24	15//22	C L	3.11	3.3	1.10	7.2	4.8	C
210	40	20.9	1.82	1.8	8.7	8.8	0.93	1.800	NW	1.0	28//28	8.5	45	1.93	1.56	15//18	C	2.50	1.07	1.20	6.3	4.2	C
221	35	1.75	1.38	1.5	7.9	6.7	0.90	2.050	NF	0.8	35//28	6.0	30	1.98	1.60	14//16	C L	2.35	8.8	0.80	8.5	3.0	C
222	35	1.72	1.25	1.4	7.3	6.7	0.85	2.050	NW	1.0	35//35	2.0	25	2.20	1.90	14//16	C L	1.48	1.22	0.80	8.5	8.5	C
224	29	1.48	1.16	1.5	7.8	6.1	1.19	2.050	NW	1.0	15//15	3.0	20	1.70	1.95	15//18	L	1.23	9.4	0.80	5.7	2.2	B
225	26	14.1	1.12	1.5	7.9	6.1	1.02	2.050	NW	1.0	32//32	5.0	20	1.90	1.60	12//16	C L	2.06	1.06	0.80	8.1	2.8	C
226	44	1.82	1.62	1.5	8.9	6.2	1.03	2.100	N	0.8	35//28	6.0	66	7.5	2.55	14//15	L	2.96	3.3	0.64	9.4	3.5	D
227	27	1.62	1.45	1.8	9.0	7.0	1.07	1.900	NW	1.0	17//12	1.00	40	4.0	33.0	8//17	C	31.1	2.2	0.96	5.5	5.8	D
228	40	1.96	1.44	1.4	7.4	7.6	0.71	1.950	SE	1.0	3//3	2.0	1	2.80	1.00	19//24	C	3.2	1.56	1.32	1.9	1.9	A
229	25	1.38	1.44	1.9	104	6.2	1.60	1.950	SE	1.0	26//36	4.0	20	1.40	2.10	15//15	C	1.92	7.8	1.20	6.0	3.4	C
230	27	1.51	1.22	1.6	8.1	6.9	0.98	1.950	W	1.2	8//14	2.0	3	1.60	1.80	18//22	C	7.1	1.07	1.32	3.6	2.4	B
232	60	2.29	1.85	1.8	8.6	7.7	0.78	2.000	SW	1.2	26//12	4.0	26	2.75	1.20	17//19	C	1.45	1.83	0.77	5.2	3.9	C
233	29	20.4	1.48	1.8	23	1.14	0.48	1.900	SE	1.0	28//30	5.0	25	1.95	1.95	12//15	L	2.14	1.08	0.64	8.5	2.7	C

別表 II - 7 ヒノキ林分・環境因子一覧表

No	林 輪	樹 高 直 徑	地 位 指 數	形 状 比	断面積 年平均 生長量 指數	年 降 水量	こみ 指数	单 元		因 子		復 合 因 子		土壤 乾湿 指數	地 形 形 式	土壤 型									
								方位 評点 (上方 下方)	方位 評点 (上方 下方)	斜 面 長	傾 斜 度	有 效 起 伏 量 (3°)	露 出 度 (3°)	硬 度 (表層 凸度)	土 性 (B層 上部 下層) 容 量	山 体 地	地 形 形 式								
234	70	3.8.9	2.6.3	2.0	6.8	17.1	0.48	2.000	NE	1.0	27/24	4.0	18	19.0	18.5	14/20	C	1.8.3	10.6	1.0.8	6.4	3.0	C	B <sub>D(d)</sub>	
236	50	3.3.1	1.9.8	1.8	6.0	17.3	0.64	2.200	SE	1.0	6/15	5.0	5	28.0	14.0	8/20	CL	8.6	15.6	0.72	4.4	3.6	F	B <sub>D</sub>	
237	43	1.9.5	1.6.0	1.5	8.2	7.1	0.92	2.100	SE	1.0	17/20	4.0	11	2.00	19.0	18/20	CL	1.4.9	11.1	0.88	5.8	2.6	C	B <sub>D(d)</sub>	
238	41	2.3.4	1.5.9	1.6	6.8	10.7	0.70	2.100	NW	1.0	5/15	1.0	20	3.50	4.0	15/19	CL	1.9	19.4	0.80	4.6	2.2	B	B <sub>D(d)</sub>	
241	43	2.4.8	1.9.8	1.9	8.0	12.0	0.82	2.000	SW	1.2	24/15	8.0	35	1.40	2.65	19/21	C	2.9.4	9.3	1.32	5.6	5.5	D	B <sub>D</sub>	
242	36	1.9.7	1.6.0	1.7	8.1	8.9	1.06	2.000	S	1.2	27/29	8.0	22	1.25	1.70	16/21	C	2.4.8	8.3	1.32	5.8	4.5	C	B <sub>D</sub>	
243	40	2.0.6	1.5.9	1.6	7.7	9.2	1.06	1.950	NW	1.0	36/40	3.0	18	20.5	1.65	12/2	CL	1.1.7.1	11.4	0.70	9.0	2.1	C	B <sub>D</sub>	
244	50	1.7.6	1.6.7	1.5	9.5	5.0	1.29	1.850	NW	1.0	23/38	1.0	4	2.50	1.20	16/20	C	6.8	13.9	1.32	5.5	1.3	C	B <sub>D(d)</sub>	
246	26	1.4.4	1.3.9	1.8	9.7	6.4	1.10	1.850	NE	0.8	18/14	1.10	2.5	2.05	1.70	16/21	C	2.4.0	9.1	1.32	4.8	5.2	F	B <sub>D(d)</sub>	
-	247	37	1.7.9	1.6.2	1.7	9.1	6.9	1.27	2.000	N	0.8	25/24	2.5	10	9.0	1.40	15/15	SIL	1.1.9	4.0	1.20	5.8	2.2	C	B <sub>D</sub>
-	250	41	2.0.3	1.9.8	2.0	9.8	8.0	1.20	1.800	SE	1.0	27/10	4.0	18	9.0	2.80	17/17	CL	2.2.5	5.0	1.00	6.7	3.6	D	B <sub>D</sub>
-	251	48	2.2.7	2.1.3	1.9	9.4	8.8	1.10	1.900	SE	1.0	36/34	7.0	48	1.40	2.10	15/18	C	2.9.4	7.8	1.20	7.0	4.7	D	B <sub>D</sub>
-	255	51	2.1.1	1.8.8	1.7	9.0	6.9	1.04	1.800	N	0.8	22/14	7.0	35	1.20	1.30	15/18	CL	1.8.5	5.3	0.80	6.0	3.8	D	B <sub>D</sub>

注) 地 形

- A : 山頂・尾根  
 B : 山頂緩斜面  
 C : 開析斜面(直～凸)  
 D : " (凹)  
 E : 谷 筋  
 F : 山麓・谷地

---

昭和58年3月 印刷

昭和58年3月 発行

編集 大分県林業試験場

■877-13 大分県日田市大字有田字佐寺原

TEL 0973 (23) 2146

(23) 2147

印刷所 尾花印刷有限会社

■877 大分県日田市中央2丁目

---