九州各県のヒノキ林地生産力(II)

――共通因子による生産力の判定――

九州地区林業試験研究機関協議会
1985

序　　文

九州林業の特徴の一つとして，人工林率の高いことがあげられ，既に森林面積の55%に達している。これは人工林化の後発地域にくらべると有利な経営条件をそなえた地域であって，林業に対する依存度も高く，全国的視点からみた地域林業活性化について高い可能性を有する地域といえる。

そのうちわけを見ると，スギは古く藩政時代から造林されてきたが，特に拡大造林による造林面積の増加が著しく，人工林面積の59%を占めている。ヒノキはスギにくらべて材価が相対的に高騰したことや，薪炭林等の低位生産林の樹種更改や，マツ枯損跡地の代替樹種としての造林が進められ，人工林面積の28%を占めている。特に最近10数年間ではヒノキの新植面積はスギを上廻り，その対象地は比較的低位生産林地に多く，今後もその傾向が続く様相がうかがわれ，不成績造林地化，あるいは幹材形質不良木多発林地の出現など，いくつかの問題が内在している。

前報「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――1982」では，九州７県林試が昭和42～56年に実施した県単，国庫補助の研究資料，合計1,694点の整理と解析をおこなうこととして，ヒノキ造林適地拡大にともなう問題点も含めて，一つの視点から，各県の自主性にもとづく取りまとめをおこない，大きな成果をあげ，高い評価を受けている。

その一部を紹介すると，ヒノキ造林の限界は地位指数で８（鹿児島県），経済限界林としては主伐における最低規格材が10.5cm正角４m材とした場合，地位指数で10～11（長崎県），12（熊本県，安全を見込んで），12（大分県，経営収支面，林分生長量の面で偶然一致）の推測がおこなわれている。しかしながら，これらの結果は各県の自主性にもとづく解析であるため，重要因子である露出度については必ずしも統一的な測定法でなかったこともあって，精度の面で不一致の点もあり，九州各県の担当者が，その原因の究明について再度の検討をすることを申しあわせた。

そこでこの報告書は普及の面も重視して，多少精度は落ちても，普及上簡易な要因を中心に，図相関解析法を統一的な手法として，とりまとめをおこなったものであり，担当された各県林試ならびに九州支場の各位に心から敬意を表する次第です。

なお，この報告書は研究，技術，行政，山林所有者のつながりを強め，九州におけるヒノキ林業を通じた地域林業の活性化にも大きく寄与するものであり，さらにこの分野の研究情報としても貴重な存在となるものと確信致します。

おわりに，長年にわたる各研究者の地道な研究成果が，各方面で活用されることを願望致します。

昭和60年３月

九州地区林業試験研究機関協議会長
（林業試験場九州支場長）
尾　方　信　夫

目　　次

1．目的と背景……西　村　五　月……1

2．九州地方の立地環境……堀　田　　庸……3

3．スギ，ヒノキの造林面積の推移……堀　田　　庸……6

4．要因の説明……福　島　敏　彦……9

5．分析結果

鹿児島県のヒノキ地位指数の推定について……瀬戸口　　徹……13

宮崎県のヒノキ林地の生産力解析……菅　　道　教
宮　畑　博　行……20

大分県のヒノキ林地の生産力解析……諫　本　信　義……23

熊本県のヒノキ林地生産力解析(II)……古　閑　清　隆……28

長崎県の立地因子とヒノキ林地生産力……西　村　五　月……35

佐賀県におけるヒノキ林地の生産力解析(II)……松　尾　保　則……39

福岡県におけるヒノキ林分について(III)……福　島　敏　彦……42

6．九州全域の分析結果の総括……西　村　五　月……48

付　図……51

1．目的と背景

長崎県総合農林試験場　西　村　五　月

林業が生産行為を目的として営まれているならば，植栽計画に当っては常に収穫時を意識していることが要求されている筈である。森林計画の中にも，地位の判定は必要条件になっている。しかし，一般に林木は生育年数が数十年にわたることから，収穫時の林分蓄積を具体的に予測する意欲に欠けている傾向にあることは否めないようである。そこで，近年はこの点について，収穫時の林分の生長状況を予測する試みがかなり盛んになってきて，種々の情報がもたらされている。

一方，ヒノキについての研究はかなりおくれていることを指摘せねばならない。ヒノキは，文献[1]によれば，桃山時代までの生育地としては主として近江・伊賀・大和・伊勢・山城の諸国に集中していたようで，その他所々に見られるが，九州は挙げられていないようである。しかし，江戸時代末期ともなれば，その分布は広域にわたり，特に飛騨・信濃や紀伊・大和，四国地方の阿波・土佐，九州では大隅・日向や肥後・日向の国境に特に多かったといわれる。本州では北関東の下野を中心にその隣接区域におよび，裏日本の越中・越後の南西部に広がる。江戸時代にスギと共に植栽された記録は多い。しかし，現代に入り一般的に，スギ沢・マツ尾根・ヒノキ中復の位置づけは，充分に吟味されることもなく，常識化されて，それ以上の取上げは少なかったといえよう。したがって，ヒノキの適地判定，ヒノキの生長に必要な立地条件の検討はスギに比べるとかなり情報が不足している。

ヒノキの適地性について検討が進まなかった理由の一つに植栽面積が小さかったことを取上げることができる。一般にヒノキは神の木（神社建築材）として考えられる傾向があり，スギほどに庶民に親しまれず，利用面でもなじみがうすかったといえよう。大正末期から昭和初期に植栽されたヒノキが市場に出廻る時期を迎え，材の美しさが高価を呼んだのが引金となってヒノキに目が向けられはじめた。折しもマツノザイセンチュウの被害はしょうけつを極め，その跡地対策としてヒノキが対象となった。一方，造林推進の基盤となった適地適木調査事業の成果もあって，ヒノキ造林熱が高まり，九州地方では次章で述べるような経過を辿る。

ヒノキの適地問題に関しては，これを一括して示した著述[2]もあるが，土壌・気象・地形を主とする因子で考えようとする説[3,4,5,6]や，土壌を主として解明を試みる手法[7,8]，気象を重視する考え[9,10]などがその主な流れとして点綴されるであろう。これらの因子を組入れて，生産力と結びつけるには種々の方法が考えられたが，図相関による場合[3,4,5,6]と，数量化による場合[11,12]などが多くの因子を取り入れた例であろう。

九州地区の林業試験研究機関の研究者達は1967年度から「ヒノキ等経済林の限界調査」を一般課題として共同研究に取上げた。既にそれ以前から「ヒノキの生産力」に関係する研究は各県で別途実施されていた実積もあって，多大の資料が積上げられ，1982年には「九州各県のヒノキ林地生産力」としてその成果を刊行するに至った。大分県は独自に発刊した[13]。

この内容は，各県が独自に自県の資料を解析し，ヒノキの生長に関与する因子とその作用度または作用度順位，作用する主要因子を求めることを目的としたものであった。数量化による方法と図相関，その両者によって検討するなどの手法が選ばれている。その結果を見ると，順位を考慮しなければ，多くの県で共通している因子がある。土壌の堆積様式や露出度は各県ほぼ共通であり，そのほか一部共通しているものに，土壌型・有効起伏量・斜面方位などがある。しかし，数量化による検討と図相関による方法とでは，同一県の資料でも，因子や順位を異にし，因子の重味づけを比較することは難しい。

因子の種類数は県によって区々である。また，因子の種類はその区分の水準が統一されていないため，場合によっては複合因子となり，それらを組合せた内容となっている場合があることも，成果の評価上一考を要する点となっている。更に因子の種類によっては，実用上，普及性の観点から組込みが難し

い場合もあり，因子の種類の再検討の必要が感じられる。

このような事情から次のような点を重点として，各県に共通な主要因子とその作用度を見出すことを検討した。先ず，解析の手法と因子の種類を統一し，各県でその作用度の比較ができることを狙った。次いで，因子の種類数をなるべく少なくすることで，複合因子の取込みを避けるようにした。また，因子の種類は，成可く現地で普及水準で利用できるようにするため単純な因子を選び出すこととした。その具体的説明については後述する。

参 考 文 献

1）帝室林野局（1937）　ヒノキ分布考
2）佐藤敬二（1971）　日本のヒノキ（上）
3）安藤愛次（1962）　中部山地の林地生産力に関する研究
4）竹下敬司・福島敏彦・高木潤治（1967）　福岡県遠賀川流域の林地生産力　福岡林試研報19：53—69
5）福島敏彦・高木潤治・竹下敬司・田形正義（1974）　ヒノキの林地生産力（樹高）の立地解析について　福岡林試研報23：1—34
6）西村五月（1982）　地位指数の予測とその立地因子　長崎農林試研報（林）13：46—63
7）大政正隆（1929）　千葉県演習林におけるスギ及ヒノキの成長試験地土壌の酸度並有機物について　東大演報8：1—22
8）真下育久（1960）　森林土壌の理学的性質とスギ•ヒノキの生長に関する研究　林野土調報11：1—182
9）三好東一（1951）　ヒノキに関する材質の生態的研究　大演報40：1—217
10）三好東一（1952）　同上（総論）　東大演報42：1—128
11）西沢正久・真下育久・川端幸蔵（1965）　数量化による地位指数の推定法　林試研報176：1—16
12）渡辺定元・田中正則・若井勇（1965）　地位指数調査の実際
13）諫本信義（1983）　ヒノキ人工林の生長と形状に関する研究　大分林試研報10：1—120

2．九州地方の立地環境

林業試験場九州支場　堀　田　　庸

1）気　　候

山岳地帯を除くと一般に年平均気温は15℃～17℃と温暖である。また，降水量も一部地域を除くと2,000㎜前後以上あり，多雨である。この結果，他の地域と比較すると，材木の生育に適した気候と言える。

全国的な区分によれば，九州は3気候区に分割されているが，九州地方のみをよりくわしくみた場合には7気候区に分割されている。各気候区の特徴は以下の通りである。

日本海型；福岡県および佐賀県の北部地域である。大陸からの季節風により冬季に曇天が多いのが特徴である。年平均気温は15～16℃（福岡：15.7℃）であり，年降水量は1,705㎜（福岡）である。降水量は内海型に次で少ない。

内海型；瀬戸内海に面している大分県東部地域である。面積はそれほど広くない。瀬戸内海型気候で降水量が少ないのが特徴である。年平均気温は15～16℃（大分：15.3℃），年降水量は1,690㎜（大分）である。

西海型；長崎県の東部を除いた大部分および熊本県，鹿児島県の西部地域である。年平均気温は16～17℃（長崎：16.6℃）であり，年降水量は約2,000㎜前後（長崎，熊本）から2,400㎜（鹿児島）である。西からの季節風の影響を強く受けているのが特徴である。

内陸型；福岡県，佐賀県，熊本県の有明海に面した地域である。平均気温は15～16℃（佐賀：15.8℃），年降水量は2,000㎜前後である。季節風の影響が少なく，内陸性の気候である。

南海型；宮崎県および鹿児島県の東部地域である。年平均気温は17℃前後（宮崎：16.8℃，鹿児島：17.0℃）と温暖であり，年降水量も2,400～2,500㎜と多い。温暖多雨が特徴である。

山地型；主として九州中央山地であるが，この地域以外の山地（例えば背振山地など）もこの気候である。標高が高くなるので気温は低く，降水量も一般に多い。低地に比較すると湿潤な条件下にあると考えられる。年平均気温は10～15℃，降水量は2,000㎜～3,000㎜である。

（気候区分，平均気温，降水量などを巻末に示す）

2）表層地質

表層地質と林地生産力の関係はそれほど明瞭ではない。これは，地質因子と地域因子（気候など）とを分離しにくいからであろう。地質と地形あるいは土壌の理化学性とは関連が深いと考えられるので，立地解析を行なう上で地質は重要な因子である。

九州における表層地質を概観すると，中央部の北東より南西にかけて古生代，中生代の堆積岩が分布しており，その北方と南方には，第3紀から第4紀の火山活動による安山岩類や熔結凝灰岩が広く分布している。北部九州では古生代，中生代，第三紀など各時代の堆積岩や変成岩，深成岩（花崗岩類）が分布している。安山岩，玄武岩は西部九州にも広く分布している。

(1)　変性岩類の分布

変性の程度に差があるが，福岡県北部にかなり分布しており，北から南にかけて古処山地，筑後山地，木葉山へ断続して分布している。長崎半島，西彼杵半島にも分布している。中央構造線の延長である佐賀関半島や益城山地にも分布が見られる。

一般に土層が浅く生産力が低い土壌が生成される。

(2)　古生代堆積岩

中央構造線の延長である臼杵―八代線にそって最も広く分布している。小面積の分布は福岡県部崎などに見られる。風化がおそく，急傾斜の山地を形成する。土層はそれほど深くないが理化学性が良好なことと斜面長が長いので林地生産力は一般に高い。

(3)　中生代堆積岩

臼杵―八代線にそった古生層の南側に幅広くベルト状に分布する。また，古生層の中にもブロック状に分布している。さらに，古生層の北側や薩摩半島，福岡県北部などにも分布が見られる。

(4)　第三紀堆積岩

九州各地に分布が見られる。福岡県北部，佐賀県と長崎県の県境，熊本県天草，宮崎県中南部にかなりの面積でブロック状に分布している。

(5) 安山岩類

九州ではかなり広く分布している。長崎県下では多良山地，雲仙岳，平戸島に分布しており，大分県の中北部の大部分は安山岩である。九州中央部では阿蘇山，祖母山の周辺，金峰山や三角半島に分布している。九州南部では，肥薩山地が安山岩であり，霧島山地，薩摩半島にも分布が見られる。

一般に埴質な土壌が生成され，低海抜高のところではやや乾性系の土壌になるようである。

(6) 玄武岩

主として長崎県佐世保と佐賀県唐津にかけて分布しているが，多良山地など各地に小面積ではあるが分布している。

玄武岩からも埴質な土壌が生成される。

(7) 花崗岩類

九州各地にブロック状に分布している。すなわち，福岡県中北部，背振山地，尾鈴山地，大隅半島などに広く分布している。これら以外にも，国東半島，大崩山，市房山，紫尾山，高隈山などに分布がみられる。

花崗岩からは砂質で透水性は良いが貧栄養な土壌が生成される。一般に生産力は高くない。

(8) 熔結凝灰岩

阿蘇カルデラ，姶良，阿多カルデラの噴出物が中九州および南九州のかなりの部分をおおっている。

(9) 火山灰，ローム

各火山より噴出した火山灰は九州全域に広範囲に分布しており，緩傾斜地においては流亡せずに残存していることが多い。表層地質が古生層や花崗岩など火山灰以外であっても，火山灰が混入し，土壌の理化学性がその影響を強く受けていることがある。

火山灰土壌は一般に保水量が多く，湿潤な傾向になるようである。

3）森林土壌

林野土壌分類によると，我国の林野土壌は7土壌群にわけられている。そのうちのポトゾル，褐色森林土，赤黄色土が成帯土壌である。これら以外に，黒色土，暗赤色土，グライ，泥炭土が土壌群としてみられる。

九州は成帯土壌からみると褐色森林土地帯の南端にある。一方，第四紀における火山活動が活発だったので，火山灰も広く分布している。火山灰からはその性質を受けて黒色土が生成されやすい。このような点より，九州の山地土壌の大部分は褐色森林土と黒色土とある。

(1) 褐色森林土の分布

褐色森林土はさらに5土壌亜群に区分されるが，九州で広く分布しているのは，褐色森林土（亜群），赤色系褐色森林土（亜群），黄色系褐色森林土（亜群）である。

褐色森林土はいろいろな母材より生成され，その理化学性の幅も広い。地形に基づく水分環境のちがいによる土壌の形態的特徴より土壌型に分類されている。

適潤性褐色森林土は斜面中腹より下部に分布がみられる。また，山地に分布が多い傾向にある。これは，高海抜なほど気温が低く降水量が多い傾向にあるためである。

乾性褐色森林土は斜面上部や尾根に分布する。また，低山地帯に分布が多い傾向にある。

赤・黄色系褐色森林土の主な分布地域は，丘陵地や低山地である。この土壌は，赤・黄色風化の影響を受けており，理化学性は不良である。すなわち，一般に土壌の保水量は少なく，酸性で，置換性塩基量も少ない。

(2) 黒色土の分布

黒色土は火山灰を母材としている。分布は阿蘇・久住火山を中心とした地域と霧島火山を中とした地域にわかれている。分布面積は広い。黒色土の分布地域は一般に緩傾斜であることと，黒色土の有効保水量が多いことより，黒色土の水分環境は湿潤な傾向にある。

(3) 赤色土，黄色土

赤色土は福岡県下の低海抜地に点々と分布するがその面積は広くない。典型的な黄色土の分布は赤色土より少ない。

これら土壌の理化学性は不良で，有効保水量が少ないため水分環境は乾燥傾向にある。

(4) そ の 他

ポドゾルや暗赤色土などの土壌群の分布はわずかである。

（主要な土壌の分布を巻末に示す）

参 考 文 献

1）国土庁土地局：土地分類図（40）福岡県
2）　〃　：　〃　（41）佐賀県
3）　〃　：　〃　（42）長崎県
4）　〃　：　〃　（43）熊本県
5）　〃　：　〃　（44）大分県
6）　〃　：　〃　（45）宮崎県
7）　〃　：　〃　（46）鹿児島県
8）松本達郎ら；日本地方地質誌　九州地方　朝倉書店，1976
9）林試土じょう部；林野土壌の分類，林試研報，280，1975
10）林試土壌調査部編；林野土壌とその調べ方，林野弘済会，1969
11）河田弘ら；環境測定法IV，森林土壌，共立出版，1976
12）森林立地懇話会；日本森林立地図，農林出版，1972
13）福岡管区気象台編；九州気候図帖，日本気象学会，1949

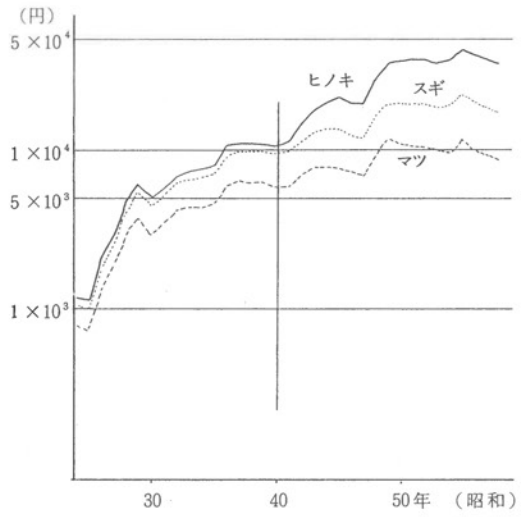
3．スギ，ヒノキの造林面積の推移

林業試験場九州支場　堀　田　　庸

近年，ヒノキの造林面積が急増していると言われている。この原因はマツ枯損跡地の植栽樹種として選択されることや，ヒノキ材価がスギに比較すると高くなったためとされている。

林業統計および各県，国有林より提供していただいた資料を用いて，最近のヒノキ造林に関与する要因やヒノキ造林の推移についてとりまとめた。今後のヒノキ問題を考えてゆく上で参考になれば幸いである。

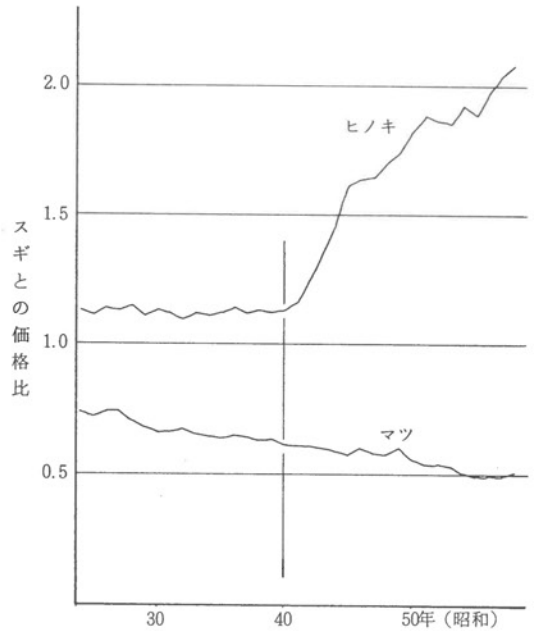
スギ，ヒノキ，マツの立木価格の推移を図－1に，スギ価格を1とした場合のヒノキ，マツの価格の比数を図－2に示す。図－1より明らかなように，立木価格は多少の上下をしながら昭和50年までは上昇している。しかしながら，昭和50年以降はほとんど上昇せず，頭打ち状態となっている。スギと比較した場合，マツは0.75より0.5までほぼ直線的に低下する。しかし，ヒノキは昭和40年より急激に上昇し，昭和58年時点には約2倍となっている。このようなヒノキ価格の推移がヒノキの造林面積に影響を与えていることは疑いないであろう。



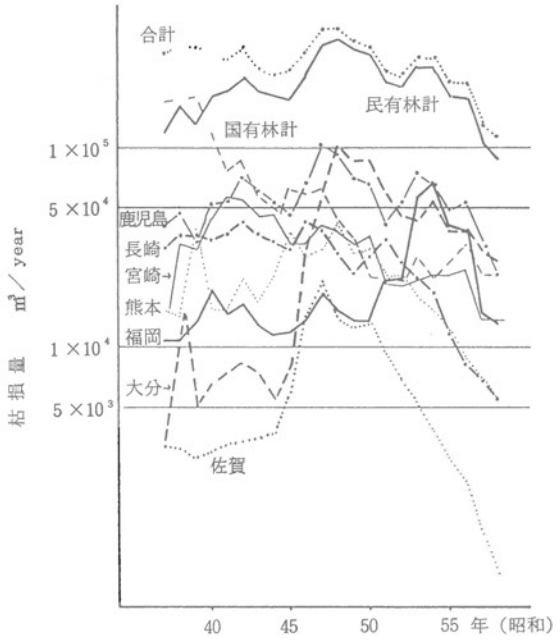
図－1　立木価格の推移（片対数メモリ）
（林業統計要覧より作図）

図－3にマツ枯損量（m³/year）の推移を示す。各県によって枯損量の推移のパターンは異なるようであるが，強いて言えば，昭和40年代の後半に1つのピークがある。また，50年代にピークが見られる県もある。九州全体では，昭和30年代後半より50年代前半まで毎年20～30万m³が枯損している。最近の枯損量は約10万m³と最盛期の⅓～½に減少している。

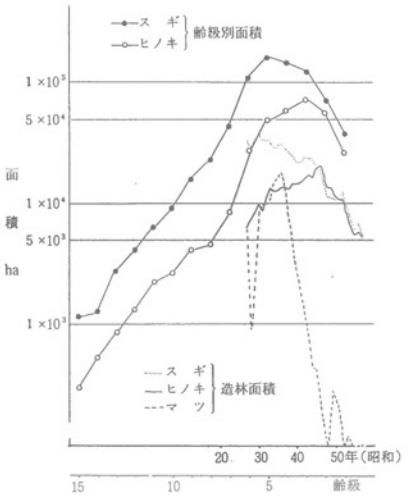
民有林と国有林におけるスギ，ヒノキの齢級別面積とスギ，ヒノキ，マツの造林面積の推移を図－4，5に示す。特徴的なことは次の4点である。①スギ，ヒノキの齢級別面積では，ヒノキの方が若干若齢なところにピークがあるが，両方とも3～5齢級に面積のピークが見られる。②昭和30年代後半まではスギの方が造林面積が多いが，40年～45年においてスギとヒノキの造林面積はほぼ同じになるか逆転する。③ヒノキの造林面積も昭和40年後半よりスギと同様に減少傾向になる。④マツの造林は昭和30年の後半



図－2　スギとヒノキ，マツの立木価格比
（林業統計要覧より調整）



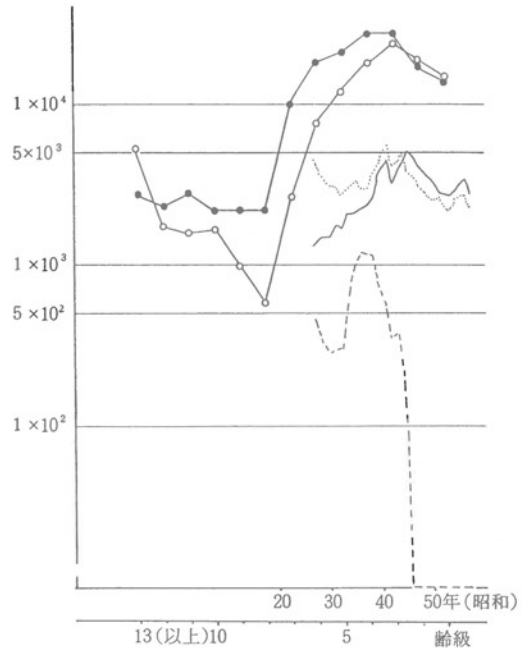
図―3　マツ枯損量の推移（片対数メモリ）
（林業統計要覧より作図）



図―4　スギ，ヒノキの齢級別面積，スギ，ヒノキ，マツの造林面積
民有林合計（片対数メモリ）
（各県の資料および林業統計要覧より作図）

より急減する。

以上のような点より，ヒノキの造林面積が増加したのは，マツ枯損や立木価格だけであるとは言えないようである。スギに比較してヒノキ造林が増加したのは，ヒノキ造林の適地（スギの生育が不良な乾

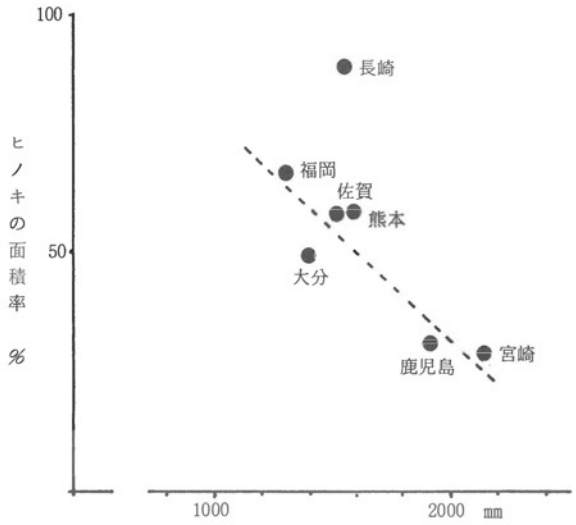


図―5　スギ，ヒノキの齢級別面積，スギ，ヒノキ，マツの造林面積
国有林（片対数メモリ）：表示は図4と同じ
（熊本営林局資料および林業統計要覧より作図）

性土壌）に人工造林が拡大したことも原因の1つではないかと考えられる。40年後半におけるヒノキの造林面積の減少は価格の低迷が主要な原因かも知れないが，それだけではなく造林対象地が減少したことも原因ではないかと思われる。

いずれにしても，今後，ヒノキの新規造林地が大幅に増大することはないであろう。今後のヒノキ林業の大きな問題としては，1～5齢級前後のヒノキ林の保育問題であろう。生産力（立地環境）に見合った施業方法を確立する必要があると思われる。同一齢級の面積が大きいことからも，伐期および主伐時における採材の目標を明確にし施業を行なう必要があろう。

なお図―6に4月～10月（生長期と考えられる）の降水量とヒノキの造林面積率（最近8年間）の関係を示す。図より明らかなように，これらの間には相関がみられるようである。すなわち，降水量が少なくなるほどヒノキの造林面積率が高くなる傾向が認められる。長崎県のみは大幅に異なるが，これは，地質が安山岩や変性岩が多く土壌の保水量が少なく乾燥の傾向にあると考えられることや，島嶼が多い



図－6　4月～10月と降水量とヒノキの造林面積率

ためであろう。

（各県のスギ，ヒノキ齢級別面積およびスギ，ヒノキ，マツの造林面積の推移などを巻末に示す）

参考文献

1）林野庁；林業統計要覧（昭和27年～59年）

4．要因の説明

福岡県林業試験場　福　島　敏　彦

1．地力因子の選定

地力因子の選定と考え方については，調査方法の段階で竹下（1966年）「林地生産力（林分材積）に関する立地解析とその分布推定」[1]を参考に，更に詳細なものであった。調査段階では担当者の交替により，測定方法が若干異なっているものもある。

しかし，その基本的な考え方は変らない。そこで，竹下等の考え方について概要を述べることにする。

1）地　　位

地力を表すには標準伐期程度の林齢（35—40年）を基準に，樹高・材積・胸高直径の値を用いて地位指数と考え，地位指数とこれを取巻く森林の環境因子を総合的にとりあげることによって，地位指数と環境因子の関係を求め，林地の生産力を推定するものである。

林木の生長を端的に考えると，林木は養分を吸収して生長し，養分量が多いか，または，養分を吸収しやすい条件であれば大きな生長をする。

林木生長∽栄養分の量 ……(1)

ところが，林木の生長は栄養分の量を規制する自然立地的なものと生態的な林分構造等の係わりかたによって異なるが，樹高生長は生態的な林分構造等によって影響を受けにくいことから，樹高地位を選択した。そして，(1)式は(2)式に改められる。

樹高生長∽栄養分の量 ……(2)

2）直接吸収される養分

林木の直接吸収しうる養分は水溶液の状態にあることが必要である。水溶液となっている養分の量は，その溶質の量を示す濃度と水の量によって示される。

水溶液養分量＝濃度×水分量 ……(3)

ここで，重要なのは水の量である。水分の量は土壌分析において，静的断面として含水率で示される。ところが，現実には，水は絶えず土壌中を動いており，動的な水の量を示すことが必要である。

また，土壌中の水が停滞すると養成分が水に溶ける量が少なくなり，土壌中の酸素も少なくなる。従って，林木の生長のためには，水が動いているほどよく，停滞するほど悪いと言える。

ここで，養分の量的把握，停滞水の悪影響の面からも，水の動き，量をとらえなければならない。動いている水の量は流量で示される。

従って，(3)式の水分量は流水量におきかえられる。

水溶液養分量＝濃度×流水量 ……(4)

3）流水量（水溶液流量）

土壌中の流水量（水溶液流量）は現実にはつかみにくい因子である。この量は間接的に把握することができる。

単位時間内に流れる水の量は，その流路の抵抗によって規制される。これは水が通り易いか，通りにくいか等の条件で，土壌の物理性，地形の緩急がこれに関係する。

流量∽１／抵抗 ……(5)

林木が水を吸収する場合，流量が多くても，それが短時間に流れてしまうと吸収されにくい。養分を吸収するためには，長い時間，間断なく流れた方がよい。

総流水量＝流量×時間 ……(6)

この時間が長いためには，前述とは逆に，抵抗が大きく保水性がよいことも必要であるが，それよりも，貯水源量，給水源量の大きさが関係する。

流水時間＝給水源量（貯水源量） ……(7)

単位時間当たりの流量は，上位斜面からの水圧的な性格をもつ給水源量に比例する。

流量∽給水源量 ……(8)

従って，

$$\text{総流水量} \backsim \frac{\text{給水源量}}{\text{抵抗(物理性)}} \quad \cdots\cdots(9)$$

$$\text{水溶液養分量} \backsim \frac{\text{養分濃度} \times \text{給水源量}}{\text{抵　抗}} \quad \cdots\cdots(10)$$

となって，樹高生長は，(1)—(10)式より，

$$\text{樹高生長} \backsim \frac{\text{養分濃度} \times \text{給水源量}}{\text{抵　抗}} \quad \cdots\cdots(11)$$

この(11)式が，生長を規制する地力の基本式となり，濃度・給水源量・抵抗の３つの要因と生長の関係を求めればよい。

4）給水源量

(1) 降水量

第1の給源であり，雨，雪，霧を含めたものである。この量は気象観測によって求められるが，観測所のない地点の降水量は，地形との関係によって，かなりの精度で推定できる（竹下等1966）[2]。

(2) 蒸散量

降水がプラスの給源であるのに対して，蒸散はマイナスに影響している。

蒸散量の観測資料は少なく，降水量よりも推定が困難である。蒸散量は風速・温度・気圧・湿度等によって規制される（福島等1966）[3]。これらの規制因子は地理的分布推定が可能であり，蒸散量も間接的にその大小を表示することが可能である。

蒸散量を規制する因子の中では風速・斜面の方位が大きく影響する。

風速は気流の流れを規制する障害物の影響を受ける。山岳地における障害物の多少は，その地点がどの程度山に包囲されているかの度合である。この測定方法は気流の動き（流線）にあわせて，仰角をつけて露出度で示すことができる。仰角が大きくなると，気流の動きが大きい尾根と，逆の谷の値が極端に変化して，大きな地形の包囲状態を示すことができる。これに関する研究は福島等（1966），西村（1983）[4]がある。逆に，仰角を小さくすると，遠くの地形も影響するが，それよりも地点に近い地形で値が決まることが多く，局部的な気流の動きを示す。

気流の動きはさまざまであることから，露出度は仰角をかえた値を幾つも用いることが望ましいが，常風時の吹き上げ，吸き降ろし角度である，仰角3度程度が最も大きく影響する。

そこで，仰角3度の露出度を風速の抵抗条件とする。

風速を規制する因子としては，この他に，前面からの風に対する抵抗を示す前面比高。絶対的な海抜高の増大による，風速増加を示す海抜高。風力源である海洋からの風は，内陸部へ向かうにつれて風速が弱まることから，海岸比距。この他にも，海洋等の風力源の違いから，地方差等が考えられる。

これら，露出度，斜面の方位は直接蒸散量を示すものではないが，蒸散条件として樹高生長との関係を求めればよい。

(3) 地表流

降水は小地域を対象に考えると，ほぼ，均一に供給されるが，これが地表に達すると，地形の凹凸，傾斜などによって，地表や土壌内流となって集散する。これらの地表流の測定は困難であるが，水土保全関係の試験が進みつつある。

ここでは，斜面形，傾斜が水の流量を規制することから，流量の代替因子として樹高生長との関係を求めることが可能である。

(4) 斜面の貯水量

降水や地表流は直接に河川に注がれることもあるが，大部分は地中に浸透して斜面内部の地下水，中間水として貯留される。これらの水は，斜面の形態によって，再び，地表に浸出し（一部は地下水のまま海中に注がれるものもある），河川に注がれたり，林木の生長に用いられる。

地中や地下水は表面よりも長時間の給水源となり，常時的供給となる。

林木の生長は単位時間の流量が大きいことと，その時間が長いことが，重要である。流量としては直接的な降水量が最も大きいのに対して，斜面の貯水量からの供給は間接的で量は少ないものの持続的である。その上，溶出した養分を含む水溶液として供給される点に重要な意味がある。

斜面貯水量の大きさは，地点から上位斜面の貯水能に関係する。貯水能は体積と風化層の厚さに関係し，貯水タンクの役割をする。斜面の体積は貯水タンクの外観的な大きさを示すもので，その測定方法は水平100メートルを基準長として，背後の高度差を求める有効起伏量（竹下1963）[5]と20メートル程度の上位斜面の傾斜（福島等1974）[6]がある。

また，外観が同じでも，風化物の性状・構造・理学性によって貯水能が異なる。風化物の大きさをマクロに見ると，表層地質によって指標される。ミクロ的には地点の堆積様式がその地点の保水性を示すばかりでなく，上位斜面の状態も示しており，貯水能として重要な役割を果たす。

5）抵抗条件

抵抗条件は水が通過する土層内部の抵抗と，地形的な排水状態を示す外的条件に分けられる。

(1) 内部抵抗

降水・表面流が地中に浸透して，土壌内流，更に地下水化する場合には，土壌・土層の透水性，逆に保水性が問題になる。更に地下水や中間水が斜面に浸出する場合，水の動きに対する地下岩石の抵抗・土層・土壌の物理性が問題になる。

これらは斜面形・傾斜・堆積区分・地質基岩等によって，内部抵抗条件を概括的に推定することが出来る。

(2) 外的条件

水の動きに対して，傾斜が緩やかで排水が悪いもの，逆に急で排水が容易なもの等で，地点より下位の傾斜，起伏差(前面比高)，斜面形によって間接的に推定することが出来る。

6）養分濃度

前節の(11)式によって，樹高生長は養分濃度と流水量に比例することを示しているが，竹下（1963[5] 1964[7])によると，可溶性物質を水に溶かすと，或る程度までの量は溶解して水溶液をつくるが，それには限界があり，それ以上の可溶液物質があっても溶解しない。乾土中の可吸態成分と，水溶性成分との間にもこれに似た現象があり，乾土含有率がある程度を越すとその水溶液濃度は頭打ちを示し，近似的にはほぼ一定になる。更に，竹下は水溶性濃度の斜面上の分布を生長のよい1等地から，悪い5等地を検討した結果，1－3等地の斜面では，水溶液濃度がどこでもほぼ一定の値を示した。4－5等地といったスギ，ヒノキの造林の少ない，悪い斜面では，溶解濃度がまだ頭打ちに達せず，場所によって水溶性濃度の分布変異が認められた。

以上のことから，スギ，ヒノキ林分を対象に考えた場合，流水中の養分濃度はどこでも余り差がないことになり，濃度因子は常数として無視され，専ら流水量によって樹高生長の大小が決する。

7）総　　括

以上のことから，樹高生長には流水量と，それに対する抵抗条件によって決せられることになり，これらの諸条件は直接的な絶対量として把握されにくいものであるが，間接的な地形の状態，分布図等を代替要因として用いることが出来る。

2．解析に用いた因子

先の報告「九州各県のヒノキ林地生産力」1982，（九州地区林業試験研究機関協議会）[8]は内容的には各県の独自性が生かされて他からの評価も得られたのであるが，精度の面で各県の値がまちまちであることから，九州各県の担当者がその原因究明について，再度の検討をすることになった。

一方，先の報告で用いた重要因子である露出度については必ずしも統一的な測定方法でなかったことから，九州を画一的手法で解析するためには不適当であること，更に，今回の目的が普及の面に中心が置かれていることから，多少精度は悪くなっても，普及上簡易な要因を中心に解析して，露出度等普及上問題のあるものや，測定が困難なものは，解析の順位を後回しにして，一般的な要因だけの途中段階でも，それなりの樹高推定が出来るようにした。

解析方法は図相関解析として，次の因子を用いた。

1）年降水量

降水量は第1次給水源であるが，林木の生長に必要な有効降水量を考えると，春，夏，秋の暖季の降水量が問題になるが，第1次給水源である降水は，直接林木の生長に関係するよりも，一端，斜面に貯水され，養分を含んだ土壌中の流水量が多く関係することから，冬季の降水も林木の生長に欠かせない。

また，暖季（3－11月）9箇月の降水量と年降水量との関係は九州各県とも比率がわずかに異なるもののほぼ一定の値となり，その相関も極めて高い。このことから，年降水量を用いても，暖季降水量を指標すると考えられる。

なお，ここで用いる年降水量値は「九州各県の年降水量分布」；竹下等1977[9]とする。

2）堆積区分及び傾斜

堆積区分は，その地点の保水性を示す指標であるとともに，上位斜面からの流水量の集まり，下位斜面への流水量の散らばり等，流水量の集散を示す指標である。

傾斜は2次給水源の貯水タンクの規模を示すものであるが，この傾斜の大小は，堆積状態による保水性，流水の集散と大きく，複雑に関係し，2次給水量や排水等の抵抗条件を示す指標となる。

堆積区分は残積土，ほ行土，崩積土の3つを基準に，傾斜によって，急峻，緩傾斜等として，更に区分する。また，谷部にあっては緩傾斜崩積土とせず，一般的な押出しとする。

これらの名称は地理的な意味もあるが，普及段階での立地判定技術向上を意識したものであり，実際の解析では，3つの堆積区分毎に傾斜を連続的なものとして，とらえている。

また，県によっては，ほ行土でも傾斜形の凹の場合は流水の集散機能が異なることから，これを堆積性ほ行土として，計4つに堆積区分する。

3）方　　位

方位は温度，日射，蒸散，風化等の局部的な複合因子とした。その表示方法は8方位で示されている県が多いのであるが，中には，S23°E等のように，より詳細に示している。

4）風　　速

西村1983[4]は，九州における風速分布を推定しているが，この風速分布は，後述する露出度（仰角3度）の測定値が，微地形的な気流の動きに対する蒸散条件を指標するのに対して，その微地形的気流を

規制する，マクロな気流の動きを示したものである。

ここでは，この風速分布を地域の平均的な蒸散条件を示す指標として用いる。

5）地　　質

斜面の貯水能，堆積物の物理性を指標する因子と考えられるが，地質分布と地域区分と重なる場合は，上記までの各因子では説明できなかった，地域特性も合せて，地質の指標値と示されることから，地質の解析結果には充分に注意を払う必要がある。

6）露　出　度

局部的な気流の動きを規制する因子（福島等1966[3]）であるが，ここでは，先のマクロな風速とともに，蒸散指標因子として用いる。

7）地　　域

これまでの各因子で説明できなかった地域要素があれば，この段階で補正されることになり，名地域の解析結果を検討すると，これまで気付かなかった新たな因子が考えられ，その因子の大小のほうがより具体的に説明できる場合には，地域区分の前にその因子で解析をする。

参　考　文　献

1）竹下敬司・福島敏彦・萩原幸弘・斉城功1966,「林地生産力（林分材積）に関する立地解析とその分布推定」，福岡林業試験場時報No.18

2）竹下敬司・福島敏彦・野中重之1966,「地形による福岡県周辺の年降水量分布の推定」，福岡林試時報No.18

3）福島敏彦・竹下敬司1966,「年平均風速と蒸散条件の推定」，福林試時報No.18

4）西村五月1983,「九州の風速分布図」，長崎総合農林試研報（林業部門），第14号付録

5）竹下敬司・中島康博1963,「微地形及び土壌とスギの生長に関する立地学的研究」，福岡林試時報No.16

6）福島敏彦・高木潤治・竹下敬司・田形正義1974,「ヒノキの林地生産力（樹高）の立地解析について」，福岡林試時報No.23

7）竹下敬司1964,「山地の地形形成とその林業的意義」，福岡林試時報No.17

8）「九州各県のヒノキ林地生産力」1982，九州地区林業試験研究機関協議会

9）竹下敬司・高木潤治1977,「暖帯林地の水保全環境に関する土壌及び地形的研究」,福岡林試時報No.26付録

5．分　析　結　果

鹿児島県のヒノキ地位指数の推定について

鹿児島県林業試験場　瀬戸口　　徹

1．はじめに

本県におけるヒノキの地位指数の推定については，過去にも報告[1),2)]してきたが，今回「九州各県林業試験研究機関担当者会議の育林部会（立地分科会）」において統一した環境要因を用いてヒノキの地位指数を推定することに決議されたので，前回報告の資料を使って新たに推定式を検討した。

2．資料の吟味

前回報告の資料[2)]を用いたが，資料を再検討した結果，下記について修正を加えることにした。なお，その他の環境要因については前回報告のままの資料を用いた。

1）地位指数

前回報告の地位指数は，45年生時の樹高を2m括約で読み取った数値であったが，精度を高めるために小数点以下1位までを読み取り，地位指数として用いた。

修正後の地位指数は附表－1のとおりである。

2）堆積様式

堆積様式のうち特に残積型と匍行型の厳密な境界の区分には困難性があるため，いくつかの資料については前回報告の資料のままでは不都合のあることが判った。

そこで斜面の縦断形，横断形の形状及び林地の位置を参考にして，附表－2の調査点については修正を加えて用いた。

3．地位指数推定の方法

本報告では図相関解析法を用いて推定を行ない，またカテゴリーごとの資料数の不均一性が原因と考えられる不都合性をなくすことに努めた。

1）地位指数y_1の推定式の吟味

地位指数推定の第1段階では，実測地位指数(y)と降水量の関係を（堆積様式区分＋傾斜区分）ごとに求めた。ここでの堆積様式区分は①．残積型，②．匍行型，③．崩積型。また傾斜区分は①～7°，②～17°，③～27°，④～37°，⑤～38°以上として区分した。

吟味した推定式は，

1）$y_1=y_0+\frac{b}{180}\times \mathrm{ATN}\left\{(x_1-x_0)/a\right\}$

y_0，b，x_0，aは傾斜により決まる常数，y_1は地位指数，x_1は降水量

2）$y_1=\mathrm{B}x_1+\mathrm{A}$

$\mathrm{B}=a'+b'\times \mathrm{ATN}\{(x_3-23)/10\}$

$\mathrm{A}=a''+b''x_3$，A，Bは傾斜により決まる常数a'，b'，a''，b''はA，Bと傾斜により決まる常数x_3は傾斜，23は平均傾斜。

3）$y_1=\mathrm{B}\{\mathrm{ATN}(x_1-2559)\}+\mathrm{A}$

$\mathrm{B}=a'x_3''+b'$，$\mathrm{A}=a''x_3''+b''$，x_3''は傾斜区分ごとの平均傾斜，2559は平均降水量

4）$y_1=\mathrm{B}\{\mathrm{ATN}(x_1-2559)\}+\mathrm{A}$

$\mathrm{B}=a'+b'x_2'+c'x_3'$，$\mathrm{A}=a''+b''x_2''+c''x_3''$，$x_2'$は堆積区分（1，2，3）$x_3'$は傾斜区分（1，2，3，4，5）

5）$y_1=-0.001\{\mathrm{ATN}(x_1-2559)\}+\mathrm{A}$

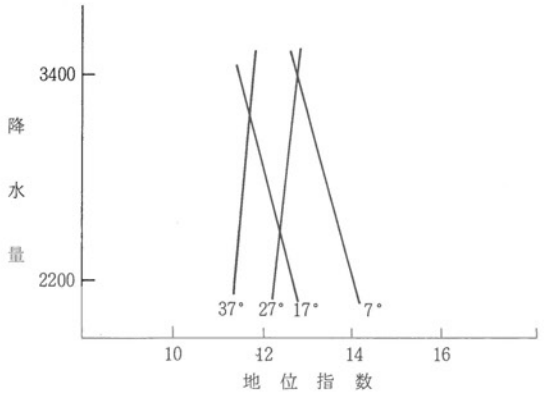
上記4つの式と同様であるが，Bに全体の資料から求められる常数を用いた。

6）$y_1=\mathrm{B}x_1+\mathrm{A}$

$\mathrm{B}=a'+b'x_2'+c'x_3'$，$\mathrm{A}=a''+b''x_2'+c''x_3'$，A，Bは地位指数と降水量により決まる常数，$a'$，$b'$，$c'$，$a''$，$b''$，$c''$はA，Bと堆積区分$x_2$（1，2，3）と傾斜区分（1，2，3，4，5）により決まる常数

7）$y_1=\mathrm{B}x_1+\mathrm{A}$

上記6）式と同様であるが，Bの値が決定できなかったので資料全体の地位指数と降水量との関係から求めたBの値を堆積様式区分，傾斜区分ごとに区



図—1　林地の傾斜区分ごとに降水量による地位指数の変化が異なり交差する模式図

別なく用いた式

$B=-0.00061$，$A=a''+b''x_2+c''x_3$

以上のとおり地位指数 y_1 を降水量から堆積区分，傾斜区分ごとに1つの式で表わす推定式を検討したが，いずれの式も推定精度に大差はなく，また図—1に示すような交差が見られた。

2）地位指数 y_1 の推定

そこで今回も前回同様に各カテゴリーごとに推定式を作ることにした。

推定式は地位指数 y と降水量 x_0 の関係を，$y=Bx_0+A$ とし，堆積様式（3区分），傾斜区分（5区分）ごとに15の推定式を求めた。

これらの推定式をグラフに描くと堆積様式ごとに，堆積様式別の平均地位指数の位置近辺を通る直線になっているが，傾斜区分ごとに交差する推定式が見られたので，堆積様式別の全体の資料から求めた B の値を堆積様式別に用いることにしそれぞれの平均地位指数，平均降水量の位置に平行移動して推定式を求めた。

このようにして求めた推定式 $y=Bx_0+A$ の A, B 値は表—1のとおりである。またそれぞれの推定式から求めた地位指数 y_1 と地位指数 y との関係は同様表—1に示すように相関係数＝0.779，分散＝1.0837，誤差＝1.0410，絶対誤差＝1.17となった。

3）地位指数 y_2 の推定

地位指数 y_2 は，方位ごとに地位指数 y と y_1 の関係から求めた。ここでは，各方位ごとの平均地位指数を考慮して方位の区分を①．NE，②．N，NW，③．E，W，④．S，SW，⑤．SE の5区分とした。

推定式は，各方位ごとに $y=By_1+A$ を求める式も検討したが，次に述べる推定法に比較して使用時の計算に手間がかかる割には，精度があがらなかったので計算の簡単な下記の方法を地位指数 y_2 以降の推定に用いた。

すなわち地位指数 y と前に求めた地位指数 y_1 の関係をグラフに描くと原点（0，0）を通り傾斜45°に近づく関係にある直線と考えられるので，これを方位ごとに $y_2=By_1$ として求めた。ここで B は方位ごとの調査点の y/y_1 の平均値であり，各方位ごとの B の値は，表—1のとおりである。

方位ごとに求めた地位指数 y_2 と地位指数 y との関係は，相関係数＝0.784，分数＝1.0564，誤差＝1.0278，絶対誤差＝1.15であり幾分精度の向上がみられた。

4）地位指数 y_3 の推定

地位指数 y_3 は風速ごとに地位指数 y と y_2 の関係から求めた。ヒノキの生長に及ぼす風の影響は，大きいものと考えられるがマクロにとらえた風速分布図から読み取った風速階ごとの平均地位指数には大差が認められない。

ここでは風速の区分を①．風速3 m，②．風速3.1 m以上の2区分とした。

推定式は，$y_3=B_2y_2$ とし前記3同様の方法で求め表—1に示した。風速区分ごとの推定式から求めた地位指数 y_3 と地位指数 y との関係は，相関係数＝0.784，分散＝1.0540，誤差＝1.0267，絶対誤差＝1.15であり，精度の向上は見られなかった。

5）地位指数 y_4 の推定

地位指数 y_4 は，表層地質ごとに地位指数 y と y_3 の関係から求めた，表層地質の区分は①．二次シラス等，②．安山岩質岩石等，③．頁岩，砂岩等，④．火山灰等，⑤．熔結凝灰岩等，⑥．花崗岩等の6区分とした。

ここでも推定式は，$y_4=B_3y_3$ として求め各表層地質区分ごとに地位指数 y_4 を推定した。

地位指数 y_4 と地位指数 y との関係は，相関係数＝0.789，分散＝1.0054，誤差＝1.0027絶対誤差＝1.16となった。

前述の「立地分科会」では，以上のとおり降水量，堆積様式，傾斜，方位，風速，地質を共通した環境要因として取扱うことになっていたが，この段階までの推定式は $y_4=y_1\times y_2\times y_3$ となり地位指数の実測値と推定値の関係は，相関係数＝0.789，絶対誤差＝±1.16mで推定できることが判った。

6）地位指数 y_5 の推定

前述の九州各県の共通した環境要因のほかに，林地内での斜面等の位置についても推定の環境要因としてとりあげた。

表—1　ヒノキ地位指数の推定式

環境要因	カテゴリー	推定式	分散	誤差	絶対誤差	相関係数	調査個数	平均値
降水量	x_0降水量mm単位							
堆積様式	1．残積型～7°	$y_{11}=-0.00152x_0+15.7243$					16	11.98
×	2．〃 ～17°	$y_{12}=-0.00152x_0+15.2880$	1.0837	1.0410	1.17	0.779	22	11.36
傾斜	3．〃 ～27°	$y_{13}=-0.00152x_0+15.0398$					33	11.10
(x_{12})	4．〃 ～37°	$y_{14}=-0.00152x_0+14.7102$					22	10.83
	5．〃 38°以上	$y_{15}=-0.00152x_0+14.3677$					3	11.43
	6．匍行型～7°	$y_{16}=-0.00048x_0+15.6823$					14	14.49
	7．〃 ～17°	$y_{17}=-0.00048x_0+15.5977$					50	14.37
	8．〃 ～27°	$y_{18}=-0.00048x_0+15.5871$					78	14.35
	9．〃 ～37°	$y_{19}=-0.00048x_0+15.5386$					84	14.34
	10．〃 38°以上	$y_{110}=-0.00048x_0+15.5039$					15	15.41
	11．崩積型～7°	$y_{111}=-0.00130x_0+22.2433$					3	18.73
	12．〃 ～17°	$y_{112}=-0.00130x_0+21.1108$					12	17.85
	13．〃 ～27°	$y_{113}=-0.00130x_0+20.9411$					18	17.56
	14．〃 ～37°	$y_{114}=-0.00130x_0+19.4706$					17	16.11
	15．〃 38°以上	$y_{115}=-0.00130x_0+18.8194$					1	17.30
方位	1．NE	$y_{21}=1.0235y_1$					40	14.64
(x_3)	2．N，NW	$y_{22}=1.0138y_1$	1.0564	1.0278	1.15	0.784	107	14.22
	3．E，W	$y_{23}=1.0129y_1$					105	13.95
	4．S，SW	$y_{24}=1.0046y_1$					97	13.98
	5．SE	$y_{25}=0.9598y_1$					39	12.99
風速	1．風速～3 m	$y_{31}=0.9979y_2$					270	14.07
(x_4)	2．風速～3.1m以上	$y_{32}=0.9965y_2$	1.0540	1.0267	1.15	0.784	118	13.85
表層地質	1．二次シラス等	$y_{41}=1.0301y_3$					61	14.58
(x_5)	2．安山岩質岩石等	$y_{42}=1.0187y_3$	1.0054	1.0027	1.16	0.789	52	14.19
	3．頁岩・砂岩等	$y_{43}=0.9991y_3$					179	14.03
	4．火山灰等	$y_{44}=0.9765y_3$					57	13.64
	5．熔結凝灰岩等	$y_{45}=0.9751y_3$					30	13.42
	6．花崗岩等	$y_{46}=0.9631y_3$					9	12.82
位置	1．斜面下部	$y_{51}=1.0266y_4$					66	15.23
(x_6)	2．台地平坦部	$y_{52}=1.0174y_4$	0.9999	0.9999	1.16	0.791	13	14.75
	3．斜面中部	$y_{53}=1.0048y_4$					146	14.49
	4．山麓	$y_{54}=0.9990y_4$					6	14.00
	5．斜面上部	$y_{55}=0.9995y_4$					96	13.48
	6．尾根	$y_{56}=0.9738y_4$					61	12.18
土壌型	1．B_D	$y_{61}=1.0214y_5$					125	15.50
(x_7)	2．Bl_D	$y_{62}=1.0062y_5$	0.9514	0.9754	1.14	0.803	54	14.40
	3．B_D(d)	$y_{63}=0.9820y_5$					90	13.59
	4．Bl_D(d)	$y_{64}=0.9802y_5$					29	13.26
	5．B_C	$y_{65}=0.9783y_5$					75	12.37
	6．Bl_C	$y_{66}=0.9764y_5$					15	12.23
地域	1．北薩	$y_{71}=1.0328y_6$					36	15.77
(x_8)	2．大口・姶良	$y_{72}=1.0048y_6$	0.9256	0.9621	1.13	0.810	139	14.47
	3．大隅・肝付	$y_{73}=0.9997y_6$					76	13.81
	4．南薩	$y_{74}=0.9863y_6$					137	13.17

ここでは，林地の位置を前回報告の区分法と同様に①．斜面下部，②．台地平担部，③．斜面中部，④．山麓，⑤．斜面上部，⑥．尾根の6区分とした。位置区分ごとに地位指数y_4とyから求めた推定式により推定した地位指数y_5とyの関係は，相関係数＝0.791，分散＝0.9999，誤差＝0.9999，絶対誤差＝1.16となり相関係数の向上がみられた。

7）地位指数y_6の推定

ここでは土壌型を環境要因としてとりあげ，土壌型ごとに地位指数y_5とyから推定式を求めた。土壌型の区分はこれも前回報告同様に①．B_D型，②．Bl_D型，③．B_D(d)型，④．Bl_D(d)型，⑤．B_C型，⑥．Bl_C型の6区分とした。

推定式から求められた地位指数y_6とyの関係は，相関係数＝0.803，分散＝0.9514，誤差＝0.9754，絶対誤差＝1.14となった。

8）地位指数y_7の推定

以上とりあげた環境要因のほかにいくつかの環境要因についても検討したが，要因を増しても大きな精度の向上がみられなかったり，地位指数計算の利用の際に有利な環境要因が見当らなかったので最後に地域を環境要因としてとりあげた。

地域は①．北薩，②．大口・姶良，③．大隅・肝付，④．南薩の4区分とした。地域ごとに地位指数y_6とyの関係から求めた推定式は表－1に示した。

推定式から推定した地位指数y_7とyの関係は，相関係数＝0.810，分散＝0.9256，誤差＝0.9621，絶対誤差＝1.13となった。

4．地位指数推定式の使用法

本報告の3－1)で述べたように地位指数の推定式はいろいろ考えられるが使用法が簡便であることも重要であるので3のとおり直線式と推定式の累積で求める方法を用いた。

地位指数推定の一般式は，

$$y=\hat{y}_7=\hat{y}_1\times\hat{y}_2\times\hat{y}_3\times\hat{y}_4\times\hat{y}_5\times\hat{y}_6$$

で表わされる。

ここで調査地No.388の環境条件を使って地位指数を推定してみると，

1．堆積様式＝匍行型　傾斜＝33°　降水量＝2700

$\hat{y}_1=-0.00048\times2700+15.5386=14.24$

2．方位＝S

$\hat{y}_2=1.0046\times\hat{y}_1=1.0046\times14.24=14.31$

3．風速＝3m

$\hat{y}_3=0.9979\times\hat{y}_2=0.9979\times14.31=14.28$

4．表層地質＝輝石安山岩

$\hat{y}_4=1.0187\times\hat{y}_3=1.0187\times14.28=14.55$

5．位置＝斜面上部

$\hat{y}_5=1.0048\times\hat{y}_4=1.0048\times14.55=14.62$

6．土壌型＝B_D(d)

$\hat{y}_6=0.9820\times\hat{y}_5=0.9820\times14.62=14.36$

7．地域＝姶良

$\hat{y}_7=1.0048\times\hat{y}_6=1.0048\times14.36=14.43$

8．実測地位指数＝13.3

誤差＝14.43－13.3＝1.13

従って調査地No.388の林地において環境条件を調査することによってヒノキの45年生時の樹高を1.13mの誤差で推定することが可能である。

5．ま　と　め

1)前回報告した県内のヒノキ林分388点の資料を用いて，「立地分科会」の共通した環境要因とさらに環境要因を追加した場合の地位指数の推定を行なった。

共通した環境要因の段階では，実測地位指数と推定地位指数の関係は，相関係数＝0.789，絶対誤差＝1.16mであり，さらに環境要因を追加すると相関係数＝0.810，絶対誤差＝1.13mとなり推定精度の向上がみられた。

調査資料の地位指数と環境要因について概観すると，

2）地位指数

本県における最も良い地位指数は，20.5（調査地No.141），最も悪い地位指数は，7.0（No.385）であり県全体では，14.01の地位指数となっている。

3）降　水　量

降水量別の地位指数を堆積様式別，傾斜区別にみてみると，表－2のとおり降水量と地位指数の間の相関は低いものであり，全体的には，わずかではあるが降水量が多いほど地位指数はマイナスになっている。(表2　P17参照)

4）堆積様式

堆積様式別の平均地位指数は，崩積型＝17.21，匍行型＝14.42，残積型＝11.25となっており，土壌水分と生長との間の一般性を認めることができる。

5）傾　　斜

傾斜と地位指数の関係は表－2のとおり，傾斜が大きいほど地位指数は大きくなる傾向を示す。しかし推定式では傾斜が大きいほど地位指数は小さくなる式になっている。この原因は地位指数と降水量の間の回帰係数を堆積様式ごとに統一した際，傾斜の緩い調査林分の平均降水量が小さい値であったのに

表－2　降水量階別の平均地位指数

降水量階	個数	平均地位指数	堆積様式			傾斜				
			残積	匍行	崩積	～7°	～17°	～27°	～37°	38°以上
～2200	20	14.22	12.54	14.38	17.35	13.65	15.80	12.75	13.98	16.30
～2300	40	14.89	12.37	14.84	18.88	12.14	14.77	15.22	15.68	16.10
～2400	68	13.57	10.79	14.33	17.17	11.58	12.10	13.42	14.12	15.40
～2500	64	14.12	11.87	14.45	16.44	13.75	14.34	14.23	13.98	14.03
～2600	82	13.55	10.82	14.26	16.64	15.38	13.56	13.97	12.92	13.20
～2700	47	14.09	10.58	14.63	17.93	15.08	14.08	14.00	13.66	15.70
～2800	39	14.41	11.73	14.45	17.33	18.50	13.48	14.41	14.70	15.45
2801以上	28	14.01	10.68	14.13	16.75	12.60	14.88	13.61	15.80	—
全体	388	14.01	11.25	14.42	17.21	13.66	14.08	13.97	13.95	14.88

対し，傾斜の急な調査林分では平均降水量が大きい値であったために生じたものであり，同一降水量では傾斜の緩い林分の方がわずかではあるが，地位指数は大きいことを示している。

6）方　　位

方位別の平均地位指数はNE向き斜面での生長がよく，次いでN, NW＞E, W＞S, W＞SEの順位となっており林地の乾湿と地位指数の関係がうかがえる。

7）風　　速

風の強さとヒノキの生長との間に相関が高いことは日常観察するところであるが今回の推定では風速と地位指数との間の相関関係は低いものであった。その原因は使用した風速分布図[3]が地域の風速を概略とらえたものであるのに対し林地に露出度の違いがあるにもかかわらず同一地域は等風速線の値を用いなければならなかった事情にあったためであり微地形を考慮した風速の算出が可能であれば推定精度の向上がはかられるものと考える。

8）表層地質

表層地質と平均地位指数の関係では最も良いのが二次シラス等であり次いで安山岩質岩石等＞頁岩＞砂岩等＞火山灰等＞熔結凝灰岩等の順位であり最も悪いのが花崗岩等である。本県に広く分布するシラス土壌は一般に生産性が低いといわれているが一次シラスの崩壊した二次シラスの土壌では生産性の高い林地が見られることを示唆している。

9）位　　置

林内での林地の位置が林木の生育と深い係わりをもっていることは観察するところであるが，本資料においても斜面下部が最も良い地位指数を示し次いで台地平担部＞斜面中部＞山麓＞尾根の順位となっており土壌の水分との関係がわかる。ここでの台地平担部には木場作跡地や表層土壌の集積しやすい地形等も含んでいるために良い地位指数となったものである。

10）土　壌　型

土壌型は一般に林地の環境要因の総合されたものであるといわれている。ここではこれまでとりあげた環境要因以外の環境要因を総合化する意味でとりあげた。土壌型別ではB_Dが最も良い地位指数であり次いで$B_D > B_D(d) > B_D(d) > B_C > B_C$の順位となり土壌水分が多いほど地位指数は大きくなっている。また土壌水分が同じような条件では黒色土より褐色森林土の方が地位指数は大きい。

11）地　　域

ここでの地域とは気候，地質，地形等から求めた区分ではなく区域を表わす行政区画を便宜的に用いた。最も良い地位指数を示すのは北薩（出水・川内）であり次いで大口（大口・伊佐）・姶良＞大隅・肝付＞南薩（鹿児島・指宿・加世田・伊集院）の順位となっている。

参 考 文 献

1）瀬戸口徹　鹿児島県林業試験場業務報告第17号　P138—161
2）瀬戸口徹共著　九州各県のヒノキ林地生産力　P１—42
3）長崎県総合農林試験場　九州地方冬季の風速分布図

附表—１　地位指数の修正値

調査地No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	15.8	13.5	12.2	14.7	14.8	10.6	15.1	14.0	14.1	13.7
10	9.0	10.9	11.4	10.2	15.8	15.9	11.1	8.9	12.0	9.0
20	11.9	12.3	14.5	13.4	12.2	11.8	12.7	11.5	10.9	13.8
30	10.1	12.8	14.5	15.7	15.8	15.9	14.1	15.1	12.5	13.6
40	17.1	13.6	14.2	17.8	15.3	13.4	13.6	8.7	11.7	10.2
50	9.9	10.2	12.3	12.9	11.5	15.2	14.0	12.1	14.7	14.5
60	15.3	10.3	11.7	11.2	17.8	16.3	13.0	13.3	14.8	14.9
70	15.1	13.9	13.6	10.4	14.1	13.7	14.9	16.5	14.6	14.5
80	14.4	12.5	11.8	10.2	13.1	15.6	18.5	15.1	16.7	14.1
90	16.2	13.2	15.1	14.4	14.8	14.2	17.6	15.8	13.4	14.5
100	18.5	13.6	14.8	13.4	12.5	15.1	15.6	14.5	17.2	16.0
110	14.2	11.8	9.3	11.1	15.3	16.7	15.1	12.2	14.9	13.4
120	10.6	13.7	15.4	18.5	14.7	16.9	12.9	12.5	14.1	15.6
130	14.5	11.1	15.4	13.8	14.4	16.2	13.2	19.3	19.8	15.8
140	20.5	17.4	14.5	15.7	16.7	12.6	15.8	18.7	16.8	16.1
150	15.3	15.3	17.5	16.7	15.0	12.4	11.9	14.5	14.0	14.6
160	14.6	14.0	18.1	17.7	17.0	19.1	18.2	19.2	16.0	15.9
170	16.1	16.0	15.7	15.7	16.4	18.0	18.6	16.5	14.4	16.8
180	16.3	13.2	13.4	13.2	13.5	14.2	14.7	15.9	16.6	15.3
190	16.8	14.8	18.6	18.6	20.1	18.9	16.9	17.2	14.9	16.6
200	16.8	16.5	16.5	16.8	10.8	12.2	11.9	8.8	10.9	11.9
210	11.1	14.5	10.8	10.0	14.5	14.3	15.1	18.1	15.5	14.7
220	15.8	16.4	14.0	15.1	15.6	11.5	16.0	13.2	11.3	12.2
230	16.0	17.5	14.4	16.6	14.9	13.4	14.6	16.9	15.1	12.4
240	14.1	13.1	13.4	13.2	10.7	13.3	12.0	16.2	11.1	8.5
250	13.8	15.7	13.9	12.6	11.3	12.2	12.1	15.4	13.6	11.9
260	15.3	14.7	13.5	14.4	15.4	15.5	12.3	14.2	13.1	13.3
270	14.7	9.1	10.3	13.0	11.1	14.4	11.9	19.3	13.9	14.9
280	15.4	13.4	14.0	13.0	14.1	14.7	15.0	12.7	11.1	12.7
290	10.9	13.2	15.0	14.8	16.2	16.1	15.8	16.1	15.4	12.6
300	17.3	15.4	13.7	15.9	14.4	12.6	14.0	10.3	11.4	15.3
310	13.7	14.4	17.1	18.0	16.7	14.2	14.8	16.2	12.6	15.3
320	15.5	11.7	12.1	11.1	7.6	12.1	11.1	15.1	18.4	11.0
330	16.3	13.8	12.9	16.7	10.9	13.7	12.1	15.8	13.2	15.9
340	13.4	11.9	11.6	10.2	11.0	12.9	13.6	12.8	16.5	12.0
350	15.2	16.9	11.6	13.6	11.3	10.6	10.7	12.8	11.4	11.6
360	8.7	13.8	9.2	12.8	11.1	12.8	10.7	12.8	16.1	10.8
370	10.6	11.8	12.8	7.9	12.3	8.9	13.7	13.3	11.6	18.4
380	14.4	11.9	13.9	11.6	7.0	15.5	14.1	13.3	.....	.....

最小No.385　7.0
最大No.141　20.5

附表－2　堆積様式の修正とその他の環境要因

整理番号	縦断面	横断面	位置	堆積様式 修正前	堆積様式 修正後	整理番号	縦断面	横断面	位置	堆積様式 修正前	堆積様式 修正後	整理番号	縦断面	横断面	位置	堆積様式 修正前	堆積様式 修正後
1	凹	直	斜面下部	匍行	崩積	141	直	凹	斜面中部	匍行	崩積	250	直	凸	斜面上部	匍行	残積
2	凸	凸	〃	崩積	匍行	142	〃	凸	斜面上部	〃	残積	254	〃	〃	斜面中部	〃	〃
10	〃	〃	斜面上部	〃	〃	146	〃	〃	尾根	〃	〃	255	〃	〃	〃	〃	〃
11	〃	〃	尾根	匍行	残積	148	〃	凹	斜面中部	〃	崩積	260	凸	直	斜面上部	〃	〃
12	〃	〃	斜面上部	〃	〃	149	凹	〃	〃	〃	〃	261	凹	凹	斜面下部	〃	崩積
14	〃	直	〃	〃	〃	157	直	凸	尾根	〃	残積	263	直	〃	斜面上部	〃	残積
17	〃	凸	斜面下部	〃	〃	166	〃	凹	斜面上部	〃	崩積	272	〃	凸	尾根	〃	〃
18	〃	〃	尾根	〃	〃	167	〃	直	斜面中部	〃	〃	275	〃	〃	〃	〃	〃
19	凹	〃	〃	〃	〃	168	〃	凹	〃	〃	〃	277	〃	直	斜面上部	〃	〃
21	凸	〃	斜面上部	〃	〃	175	〃	〃	斜面上部	〃	〃	278	凹	凹	山麓	〃	崩積
41	凹	凹	斜面下部	〃	崩積	177	凹	〃	斜面中部	〃	〃	289	直	凸	尾根	〃	残積
44	〃	〃	〃	〃	〃	189	直	〃	〃	〃	〃	296	凹	凹	斜面上部	〃	崩積
50	凸	凸	斜面上部	〃	残積	194	凹	〃	〃	〃	〃	301	直	直	斜面下部	〃	〃
51	〃	〃	尾根	〃	〃	195	〃	〃	〃	〃	〃	306	〃	凸	尾根	〃	残積
52	〃	〃	斜面上部	〃	〃	197	〃	〃	斜面下部	〃	〃	308	〃	〃	斜面上部	〃	〃
53	〃	〃	尾根	〃	〃	198	〃	〃	〃	〃	〃	309	凸	〃	〃	〃	〃
55	直	〃	斜面上部	〃	〃	200	〃	〃	斜面中部	〃	〃	313	直	凹	斜面中部	〃	崩積
63	凸	〃	斜面下部	〃	〃	201	〃	〃	〃	〃	〃	314	〃	〃	〃	〃	〃
64	直	〃	斜面中部	〃	〃	202	〃	〃	〃	〃	〃	315	凹	〃	斜面上部	〃	〃
82	凸	〃	尾根	〃	〃	203	〃	〃	斜面中部	〃	〃	323	直	凸	斜面中部	〃	残積
83	〃	直	斜面上部	〃	〃	207	直	凸	尾根	〃	残積	324	〃	〃	〃	〃	〃
84	〃	凸	斜面中部	〃	〃	208	凸	〃	〃	〃	〃	325	〃	〃	〃	〃	〃
101	凹	凹	斜面下部	〃	崩積	209	直	直	斜面下部	〃	〃	327	〃	直	斜面上部	〃	〃
110	〃	〃	斜面中部	〃	〃	211	〃	凸	〃	〃	〃	353	凸	〃	〃	〃	〃
118	直	凸	〃	〃	残積	213	〃	〃	尾根	〃	〃	355	直	〃	〃	〃	〃
121	〃	〃	斜面上部	〃	〃	214	凹	〃	〃	〃	〃	357	〃	凸	〃	〃	〃
124	凹	凹	斜面下部	〃	崩積	218	〃	凹	斜面中部	〃	崩積	359	凸	直	〃	〃	〃
126	直	〃	〃	〃	〃	222	直	〃	斜面上部	〃	〃	361	直	凸	〃	〃	〃
128	〃	直	斜面中部	崩積	匍行	229	凸	直	〃	〃	残積	379	凸	〃	尾根	〃	〃
132	凸	凸	斜面上部	匍行	残積	231	凹	凹	斜面下部	〃	崩積	380	直	凹	斜面下部	〃	崩積
136	直	凹	〃	〃	崩積	245	直	凸	斜面中部	〃	残積	382	〃	凸	尾根	〃	残積
138	〃	〃	斜面下部	〃	〃	247	〃	直	斜面上部	〃	〃	384	凹	〃	〃	〃	〃
139	〃	〃	斜面中部	〃	〃	249	〃	凸	尾根	〃	〃	385	凸	〃	〃	〃	〃

宮崎県のヒノキ林地の生産力解析

宮崎県林業試験場　菅　　道教
宮畑博行

1．はじめに

本県におけるヒノキの生産力解析については，さきに第1報として発刊された九州地区林業試験研究機関協議会の「九州各県のヒノキ林地生産力」で発表しているところであるが，今回は，とくに九州各県が同一の解析手法でこの問題に取組み，その結果を綜合しながら，九州全体としてのヒノキの自然環境と生育との関係について検討を加えることになったので，以下本県についての解析結果について報告する。

2．調査資料および環境要因

今回の解析に使用した資料は，第1報掲載の本県資料82点および隣県の近接資料12点の合計100である。

解析にあたっては，40年時樹高地位 H_{40} (y) を目的変量とし，説明変量の種類および順位については，各県共通として採択された内容にしたがい，年降水量 x_1・推積様式および傾斜(上方傾斜角) x_2・方位 x_3・風速 x_4・地質 x_5・露出度 x_6 とした。

説明変量である各要因内におけるカテゴリー区分は，付図中の凡例として記載してあるので省略する。

3．解析の経過および結果

1) y・x_1・x_2との関係

まず，資料を堆積様式および傾斜区分ごとに分け，それごとに年降水量 x_1 と樹高地位 y との相関図を作成する。

年降水量と樹高地位との関係は，一般に，ある一定の範囲内では密接な関係をしめすものの，それ以外の上下の部分では反応が著しく鈍化する傾向が知られている。これを，本県の場合についてみると，年降水量の範囲が狭いことや資料数が少ないこともあって，この関係が必ずしも判然としない面もあったが，もっとも資料数の多かった匍行土（23°～38°）などでは，この傾向が読みとれたので下記の曲線式を採用した。

$$\bar{y}_1 = y_0 + \frac{b}{180} \cdot Tan\bar{n} \left\{ (x_1 - x_0)/a \right\} \quad \cdots\cdots①式$$

上記の相関図から得られる堆積様式および傾斜区分ごとの平均上方傾斜角・y_0・b・x_0・a の値は表－1のとおりであった。

表－1　適用回帰式の定数および係数　$b=\frac{b}{\pi}$

区　分	平均傾斜角(上方)	y_0	b	x_0	a
12 (残積土 25～38°)	27.80	12.88	1.0932	2660	90
13 (〃 0～24°)	13.80	13.63	1.4515	2840	110
21 (匍行土 39°以上)	43.50	15.90	1.5327	2700	140
22 (〃 23～38°)	28.76	14.96	2.2618	2660	150
23 (〃 22°以下)	14.44	14.20	2.7972	2760	110
32 (崩積土 30～38°)	28.33	17.10	1.0983	2670	100
33 (〃 17～29°)	17.78	16.64	1.4735	2740	120

y_0，b，x_0，a を規制する要因は x_2 であり，各堆積様式内では傾斜度 x_2' によって変化する。

y_0 と x_2' との関係が仮に直線関係にあるとすれば，

$$y_0 = a_2 x_2' + b_2 \quad \cdots\cdots②式$$

となって，a_2，b_2 の係数が定数化されるので②式を①式に代入する。同様の手法で，b，x_0，a についても x_2' との関係式を求め①式に代入する。これらの関係式は，表－2のとおりである。

表－2　傾斜度による定数・係数の修正式　$b=\frac{b}{\pi}$
X_2'：平均傾斜度(上方)

	残積土	匍行土	崩積土
y_0	$14.37-0.0536X_2'$	$13.33+0.0585X_2'$	$15.86+0.0436X_2'$
b	$1.8047-0.0256X_2'$	$3.4556-0.0435X_2'$	$2.1058-0.0356X'_2$
x_0	$3017.43-12.8571X_2'$	$2765.66-2.0413X_2'$	$2857.97-6.6351X_2'$
a	$129.71-1.4286X_2'$	$103.74+1.0240X_2'$	$153.71-1.8957X_2'$

つぎに，$\mathfrak{X}_1$を変数として，樹高地位 Y に対する回帰を堆積様式および傾斜 X_2の区分ごとに求め，これを $\mathfrak{X}_2$とする。なお，その後，年降水量 X_1を変数とする $\mathfrak{X}_2$との回帰を同様にして求め，これを Y_2とした。

したがって，$Y \cdot X_1 \cdot X_2$の関係式は次のとおりとなった。X_2のうち，データ数が極端に不足している急峻匍行土については，第1報における図相関解析結果から類推して位置づけをおこなった。

$$Y_2 = ax_1 + b$$

カテゴリー	略号	aの値	bの値
残積土(25°～38°)	12	0.001785	8.1307
緩傾斜残積土(0°～24°)	13	0.001380	9.7056
急峻匍行土(39°以上)	21	0.001578	9.5120
匍行土(23°～38°)	22	0.002477	8.3702
緩傾斜匍行土(22°以下)	23	0.001776	9.3183
崩積土(30°～38°)	32	0.002883	8.7310
緩傾斜崩積土(17°～29°)	33	0.002883	8.7310

2）$Y \cdot Y_2 \cdot X_3$との関係

樹高地位 Y を y 軸に，推定樹高 Y_2を x 軸にとり，方位別に作図すると，各方位の線形は平行になるものとして処理した場合，任意の方位の数式は，$Y_3 = a_3' Y_2 + b_3'$となり，a_3と b_3を規制する要因は X_3であることから，この関係を求めると下記のとおりである。

方位	a_3'	b_3'	方位	a_3'	b_3'
N	1.484	−6.52	S	1.372	−5.92
NE	1.373	−5.73	SW	1.362	−6.04
E	1.381	−5.40	W	1.392	−6.14
SE	1.494	−8.24	NW	1.448	−6,71

a_3'は，変動幅が小さく，X_3との規則性がないことから a_3'の荷重平均値1.4129を定数とみなして b_3''の値を求めると次のとおりになった。

方位	b_3''	方位	b_3''
N	−5.42	S	−6.89
NE	−5.63	SW	−6.68
E	−6.61	W	−6.16
SE	−6.68	NW	−5.63

X_3と b_3''との関係を求めると，図－1のとおりとなる。

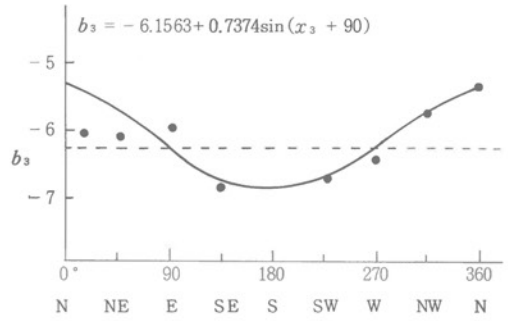
したがって，

$Y_3 = 1.4129\ Y_2 - 6.1563 + 0.7374\ sin(X_3 + 90)$

となり，方位が樹高を高める方に働く順位は，$N > NE \cdot NW > E \cdot W > SE \cdot SW > S$となった。

3）$Y \cdot Y_3 \cdot Y_4$との関係

樹高地位 Y を x 軸に，推定樹高 Y_3を y 軸にとり，風速 X_4別に作図して線形を求めると数式 $y_4 =$



図－1　方位による樹高較差

$a_4' Y_3 + b_4'$となり，X_4との関係は次のようになる。

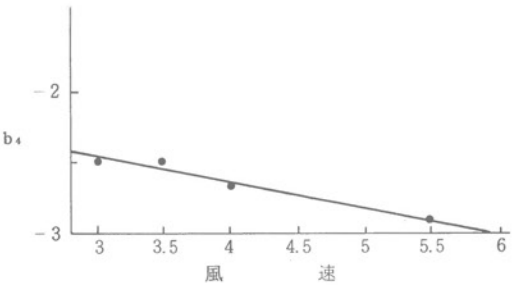
風速	a_4'	b_4'	b_4''
3.0	1.230	−3.60	−2.472
3.5	1.115	−1.69	−2.555
4.0	1.228	−3.86	−2.677
5.5	1.068	−1.36	−2.929
6.0	1.172	−1.94	−1.504

a_4'の荷重平均値1,1775を定数とした場合の b_4の算出値 b_4''と X_4との関係を求めると，図－2のとおりとなった。

したがって，

$Y_4 = 1.1775\ Y_3 - 0.1847\ X_4 - 1.9165$

となり，風速が大きい程，樹高生長が抑制される傾向がみられた。



図－2　風速による樹高較差

4）$Y \cdot Y_4 \cdot X_5$との関係

樹高地位 Y を y 軸に，推定樹高 Y_4を x 軸にとり，地質別に作図して線形を求めると，数式 $Y_5 = a_5' Y_4 + b_5'$となり，X_5との関係は次のとおりとなる。

地　質	a'_5	b'_5	b''_5
① 砂岩SS・安山岩A	0.960	+0.130	−0.0456
② 粘板岩Cl・粘板岩および砂岩Cl_s	0.911	+0.930	−0.0099
③ 石英斑岩Pq・花崗岩G_r	0.969	+1.170	+0.9148
④ 火山灰V_a	1.022	−0.340	+0.5132

a'_5の荷重平均0.9825を定数としたとき，b_5はb''_5となる。

したがって，X_5によるY・Y_4との関係式は，

① 砂岩・安山岩　$Y_5=0.9825\ Y_4-0.0456$

② 粘板岩・粘板岩および砂岩

〃　$=0.9825\ Y_4-0.0099$

③ 石英斑岩・花崗岩類　〃　$=0.9825\ Y_4+0.9148$

④ 火山灰　〃　$=0.9825\ Y_4+0.5132$

となり，樹高を高める方に働く順位は③>④>①≒②となった。③の花崗岩類が最初に位置するのは，この地質におけるデータ数の少ないことが影響しているものと考えられる。

5）Y・Y_5・X_6との関係

樹高地位Yをx軸に，推定樹高Y_5をy軸にとり，露出度別に作図して相関性の検討をおこなった。

最初に，露出度を4段階（0～90°・91～180°・181～270°・271～360°）で検討したが，要因の使用順位が最後であることもあって，カテゴリー別の分離に一貫性がなく，一般的傾向を導くには程遠い状態であり，細かく分類することの意味がないと考え，2分類（0～180°・181°～360°）で解析をおこなった。

すなわち，露出度の2分類（0～180°・181～360°）別に作図して，線形を求めると，数式$Y_6=a'_6\,Y_5+b'_6$となり，X_6との関係は次のとおりとなった。

露出度区分	a'_6	b'_6
① 0 ～ 180°	0.9412	0.6476
② 181°～ 360°	0.9972	0.6432

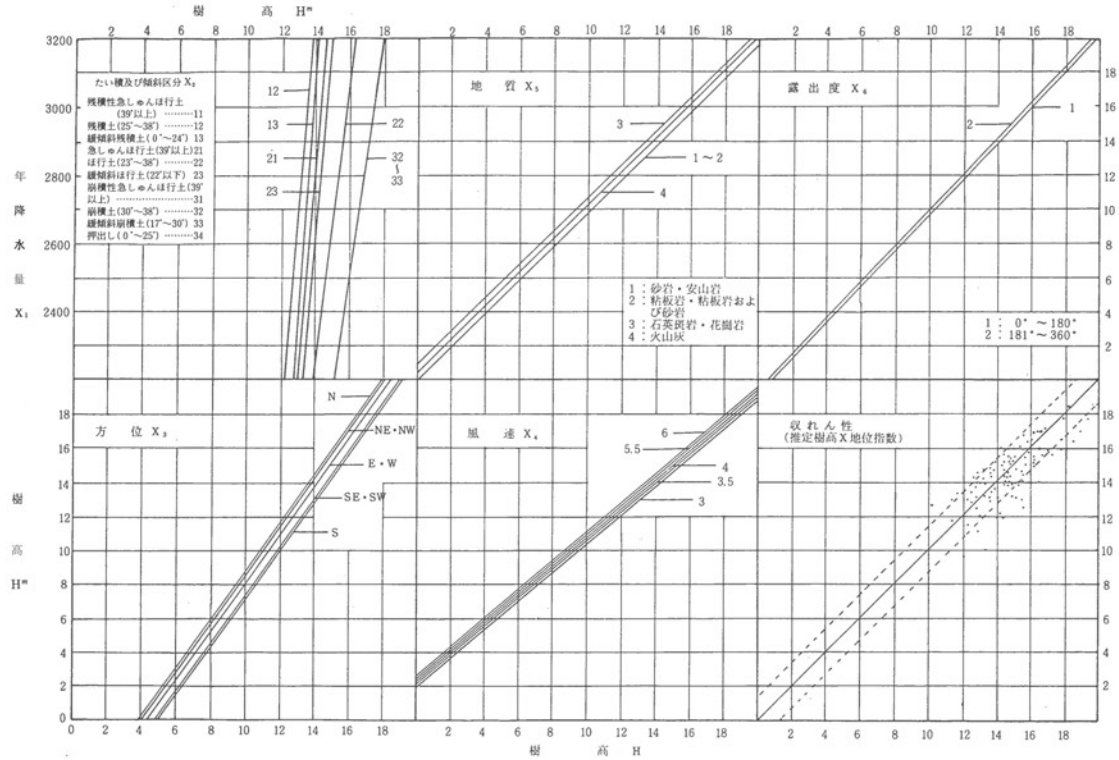
したがって，a'_6の荷重平均値0.9567を定数とした場合のX_6によるY・Y_5との関係式は次のとおりとなる。

① 露出度　0°～180°　$Y_6=0.9567\ Y_5+0.6476$

②　〃　181°～360°　$Y_6=0.9567\ Y_5+0.6432$

6）収　斂　性

図相関解析図を使っての推定樹高の精度は，相関係数0.6966，標準誤差1.2848，誤差平均1.059であった。



図—3　共軸座標系による図相関解析図

大分県のヒノキ林地の生産力解析

大分県林業試験場　諫　本　信　義

1．はじめに

県下ヒノキ林より得られた260点の林分調査資料の中より林齢26～65年に属する183点を用いて，共軸座標による図相関解析によりヒノキ林の生産力推定を行った。

解析に用いた因子は各県共通のものとして年降水量，堆積様式，傾斜角，斜面方位，風速，母材の6因子があげられているが，本県の場合，露出度（仰角3度）を追加因子とし計7因子を説明変数として解析を行った。

目的変数は地位指数（40年生時における主林木樹高）とした。

解析手順は年降水量を第1番目に取りあげた場合（手法—1と称す）と，露出度を第1番目に取り入れた場合（手法—2）の2つの手法で実行したが結果的には前者が相関係数0.7478と後者の0.6897を上まわり精度的に若干効率の良いことが認められた。

今回この二法について報告する。

2．解析の手順および解析結果

1）手法—1（年降水量を第1番目の使用因子とした図相関解析）。

①年降水量（X_1）と堆積様式（X_2）および傾斜区分（X_3）の場合。

地位指数Yを縦軸に，年降水量X_1を横軸にとり全資料について散布図を描くと1,850㎜を一つの変曲点としたカーブを描くことが認められる。従って，これらの関係式

$$Y \fallingdotseq A_1X_1 + B_1 \quad \cdots\cdots(1)$$

についての全体式を求めると次式の算出値を得る。

$$Y \fallingdotseq Y_{12} = 0.098 \tan^{-}\left(\frac{X_1 - 1,850}{100}\right) + 0.003X_1 + 9.40 \quad \cdots\cdots(2)$$

次に資料を堆積様式別（X_2），傾斜角別（X_3）に組合せして分け，分けられた資料ごとに散布図を描き，(2)式との関係を求めた。

この結果，堆積様式別，傾斜角別に組分けされたそれぞれの線形はいずれも(2)式とほぼ似かよった形におきかえられることにより，これらの類別は，(2)式をx軸上で平行移動することによりあらわすこととした。

堆積様式別，傾斜角別の全体式に対する移動量と定数項（(1)式におけるB_1値）の値は表—1のとおりである。

較差係数B_1にみられるとおり，最も生長の良いものは，堆積性匍行土および崩積土34°以上で最も生長の劣るものは残積土0～7°であった。傾向として崩積土＞匍行土＞残積土といえる。

②斜面方位（X_4）の場合

地位指数Yをy軸に，推定地位指数Y_{13}をx軸にとり方位別に散布図を描くと方位ごとの線形は原点を通る放射状線であらわすことができる。それゆえこの関係式は

$$Y \fallingdotseq Y_{14} = A_3 \cdot Y_{13} \quad \cdots\cdots(3)$$

となる。

係数A_3は方位によって変化する値であるが方位と係数A_3との関係は，一定の法則性が認められないことにより，散布図の線形勾配をそのまま取り入れることにした。方位別のA_3の値は次のとおりである。

表—1　堆積様式別，傾斜角度別の樹高較差係数B_1

堆積様式	傾斜角	平行移動量	較差係数B_1
残積土	0～7°	−1.10	8.30
	8～17°	−0.90	8.50
	18°以上	−0.70	8.70
匍行土	22°以下	−0.25	9.15
	23°～33°	+0.40	9.80
	33°以上	−0.45	8.95
堆積性匍行土	7°～34°	+1.20	10.60
崩積土	0～17°	0.00	9.40
	18°～22°	+0.95	10.35
	23°～33°	+0.40	9.80
	34°以上	+1.20	10.60

N	1.0400	NE	1.0000
E	1.0347	SE	1.0474
S	0.9566	SW	0.9033
W	0.9600	NW	1.0474

生長の良い方位はN，E，SE，NWであり，逆に生長の劣る方位はSW，S，Wであった。

③風速（X_5）の場合

地位指数Yを縦軸に，推定地位指数Y_{14}を横軸にとり風速階別に散布図を作成したところ各風速階とも原点を通る放射状の線形としてあらわすことができる。従ってこの関係式は

$$Y \fallingdotseq Y_{15} = A_5 \cdot Y_{14} \quad \cdots\cdots(4)$$

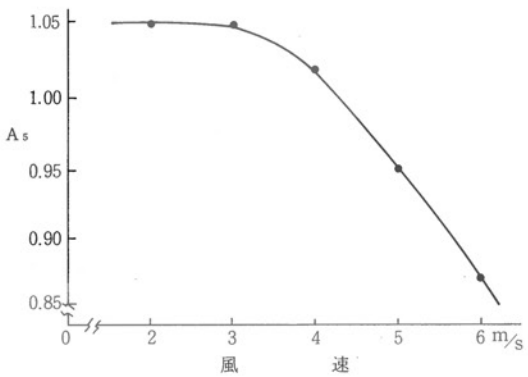
となる。

係数A_5は風速によって変化する値で風速との関係は図－1のとおり，風速の大きさにともないA_5の値は小さくなる。この傾向は風速5，6で著しい。風速別のA_5の値を表－2に示す。

④母材（X_6）の場合

地位指数Yを縦軸に，推定地位指数Y_{15}を横軸にとり，母材別に散布図を描くとそれぞれの線形は原点を通る直線式であらわすことができる。従ってこの関係式は

$$Y \fallingdotseq Y_{16} = A_6 \cdot Y_{15} \quad \cdots\cdots(5)$$



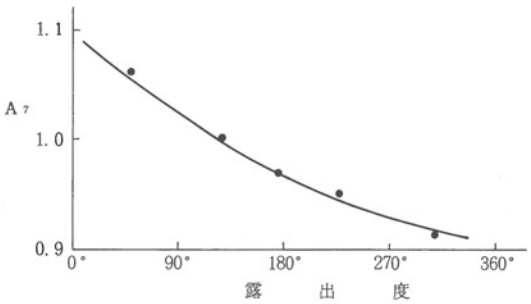
図－1　風速のちがいによる較差係数A_5

表－2　風速別の樹高較差係数（A_5）

風　速	A_5 の値
2 m/s	1.0499
3	1.0499
4	1.0200
5	0.9533
6	0.8733

表－3　母材別の較差係数（A_6）

母　材	A_6 の値
凝灰岩	1.0000
安山岩	0.9833
中・古生層	0.9833
火山灰	0.9542
粘板岩	0.9222



図－2　露出度のちがいによる較差係数A_7

となる。A_6は母材ごとに変化する値でそれぞれ異った値を示す。母材ごとの較差係数を表－3に示す。

表－3にみられるように凝灰岩，安山岩，中・古生層が良く火山灰，粘板岩で劣る結果となっている。

⑤露出度（X_7）の場合

地位指数を縦軸に，推定地位指数Y_{16}を横軸にとり，5つに階層区分した露出度別に散布図を描くとそれぞれの線形は原点を通る直線式となる。従ってこの関係式は

$$Y \fallingdotseq Y_{17} = A_7 \cdot Y_{16} \quad \cdots\cdots(6)$$

となる。A_7は露出度の大きさによって変化する値でこれを図－2として示した。

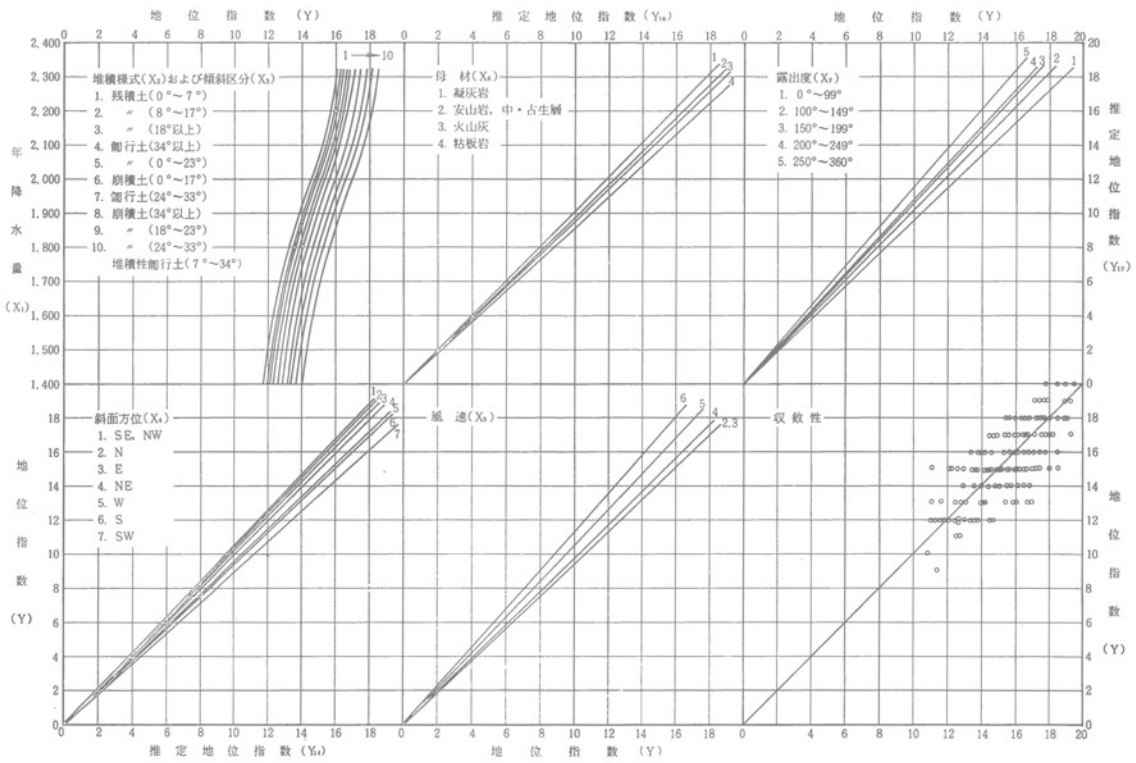
図より明瞭な如く露出度が大きくなればA_7は小さくなり樹高生長は劣ることを示している。このことより(6)式は次式に導くことができる。

$$Y_{17} = \{10^{-0.097+0.1756\log X_7 - 0.0615(\log X_7)^2}\} \cdot Y_{16} \quad \cdots\cdots(7)$$

以上の結果より，ヒノキ林の推定地位指数は，(2)・(3)・(4)・(5)・(7)式を用いることにより算定することができる。

この手法－1による地位指数Yに対する推定地位指数Y_{17}の相関係数は0.7478，標準誤差±1.52m，残差の百分率誤差は9.83%と精度的には効率的とはいえなかった。

解析結果を図－3として示す。



図－3　共軸座標系による図相関解析図（大分県，手法－1）

2）手法―2（露出度を第1番目の使用因子とした図相関解析）

①露出度（X_1）と年降水量（X_2）の場合

地位指数Yを縦軸に，露出度をx軸にとり散布図を描くと露出度が増加するにつれ地位指数が少さくなる傾向のあることが認められる。従ってこの関係式は

$$Y = A_2 \cdot X_1 + B_2 \quad \cdots\cdots(8)$$

となる。この(8)式においてA_2，B_2を変化させる因子は年降水量，堆積様式，風速等が考えられるがここでは，年降水量にそれを求めた。

年降水量を200㎜ごとに階層化し，露出度と地位指数に関与する降水量の較差係数A_2およびB_2を求め代入すると(8)式は

$$Y \fallingdotseq Y_{12} = (-0.0906 + 0.0195\log X_2) \cdot X_1 + 10^{-12.19547 + 8.0238\log X_2 - 1.19342(\log X_2)^2} \quad \cdots\cdots(9)$$

となる。

②堆積様式（X_3）と傾斜角（X_4）の場合

堆積様式別，傾斜角別に組合せして分け，分けられた資料について地位指数Yをy軸に推定地位指数Y_{12}をx軸にとり散布図を描き，堆積様式ごとに地位指数に関与する傾斜角の較差係数A_4，B_4を求めた。この結果次の4式を得た。

イ）残積土の場合

$$Y \fallingdotseq Y_{14} = (0.0056X_4 + 0.944) \cdot Y_{12} - 0.1881X_4 + 2.082 \quad \cdots\cdots(10)$$

ロ）匍行土の場合

$$Y \fallingdotseq Y_{14} = (0.007X_4 + 0.935) \cdot Y_{12} - 0.155X_4 + 2.250 \quad \cdots\cdots(11)$$

ハ）崩積土の場合

$$Y \fallingdotseq Y_{14} = (0.0105X_4 + 0.91) \cdot Y_{12} - 0.069X_4 - 0.72 \quad \cdots\cdots(12)$$

ニ）堆積性匍行土の場合

$$Y \fallingdotseq Y_{14} = 1.1312 \cdot Y_{12} - 1.575 \quad \cdots\cdots(13)$$

いずれの場合も傾斜角が増加するにつれA_4値は増加し良い生長を示すがB_4値はかなり複雑な反応を示し，全体的には，直線が交差した相関図となった。

③方位（X_5）の場合

地位指数Yと推定地位指数Y_{14}との散布図を方位別に作図して線形を求めると直線式になることから関係式は

$$Y \fallingdotseq Y_{15} = A_5 \cdot Y_{14} + B_4 \quad \cdots\cdots(14)$$

となる。

各方位別にA_5値を求めると次式を得る。

$$A_5 = 1.01 - 0.03 \sin 2(X_5 + 225) \quad \cdots\cdots(15)$$

次に(15)式でのA_5値を用い直線式を求め直しB_4'値を得たが，B_4'値はその方位との間に特に法則性は認められないことよりこの値をそのまま用いることにした。方位別の較差係数B_4値は次のとおりである。

N	0.216	NE	−0.026
E	0.166	SE	0.358
S	0.599	SW	−1.116
W	−0.741	NW	0.421

④風速（X_6）の場合

地位指数Yと推定地位指数Y_{15}との散布図を風速別に作図して線形を求めると，いずれの風速の場合も原点を通る直線となることから関係式は

$$Y \fallingdotseq Y_{16} = A_6 \cdot Y_{15} \quad \cdots\cdots(15)$$

となる。

A_6は風速によって変化する値で，風速ごとにそれぞれ異なった値を示し，特に一定の法則は見出せない。風速別の較差係数A_6の値は次のとおりである。

風速 2	0.9699
〃 3	1.0304
〃 4	0.9598
〃 5	0.9028
〃 6	0.9496

A_6の値は風速3で最も大きく，風速5で最も小さいという結果となった。

⑤母材（X_7）の場合

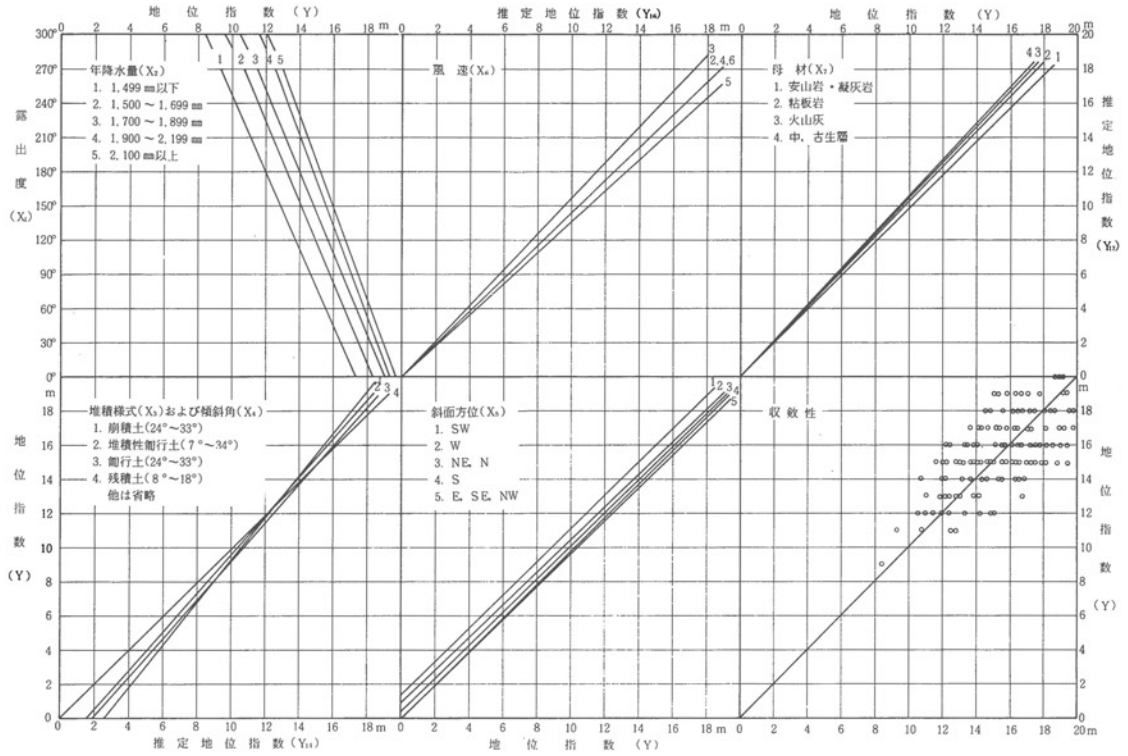
地位指数Yと推定地位指数Y_{16}との散布図を母材別に作図して線形を求めると，いずれの場合も原点を通る直線となることから，関係式は

$$Y \fallingdotseq Y_{17} = A_7 \cdot Y_{16} \quad \cdots\cdots(16)$$

とあらわされる。A_7は母材によって異なり，凝灰岩，安山岩が大きく，中・古生層で小さい。各母材における較差係数A_7の値は次のとおりである。

安山岩	1.0322
凝灰岩	1.0293
粘板岩	0.9832
火山灰	0.9749
中・古生層	0.9600

この手法—2による地位指数Yに対する推定地位



図—4　共軸座標系による図相関解析図（大分県，手法—2）

指数Y_{17}の相関係数は0.6897，標準誤差±1.73m，残差の百分率誤差11.1%で手法—1の場合より精度的に若干下廻った結果となった。

解析結果を図—4として示した。

3．む　す　び

ヒノキの生長は，地形を軸としてくり広げられる水分収支と密接に結びついており，基本的には水分の供給量とは正の相関下にあり水分の流出量，蒸散量とは負の相関をなすがこれら水分収支は気象や地形，母材などが複雑にからみあいヒノキの生産力を規制している。

今回このヒノキの生産力について，その関与因子である7つの要因を用いた図相関解析にて検討した。この解析においては，年降水量を第1番目にした場合と，露出度を最初にとりあげた場合の二つの手法で行ってみた。

露出度を最初に取り入れた手法—2では，線形が交差したり，風速が規則性をみだしたり等，ヒノキの生長と生長関与因子との間に不自然な関連のあることが見出され，ヒノキの生産力の推定には普遍性に欠けるところがあると考えられた。

しかしながら年降水量を第1に取りあげた手法—1では，生長関与因子それぞれの線形が基本的に林木の生長法則によく合致しており，推定精度は十分ではないにせよ，普遍性はかなり高いと思われた。

いずれにせよ，今回の解析では相関係数や百分率誤差にみられるように精度の上では満足すべき結果は得られなかったが，これは調査資料の地域性の偏りや数的な不足などが原因としてあげられ，更に林分調査の資料の集積が必要と思われた。

熊本県のヒノキ林地生産力解析(II)

熊本県林業研究指導所　古　閑　清　隆

目次

1．はじめに
2．解析手順
(1)第1図作成
(2)第2図作成
(3)第3図作成
(4)第4図作成
(5)第5図作成
3．結果と考察

1．はじめに

この解析は図相関解析の方法により行った。第1報で用いた要因項目は，露出度(X_1)，堆積及び傾斜区分(X_2)，方位(X_3)，地域区分(X_4)，年降水量(X_5)，有効起伏量(X_6)，海岸比距(X_7)，縦横断形(X_8)，標高(X_9)の9項目であり，採用林分数は調査林分数257林分中，資料不備林分(45林分)と，第1回解析時で推定誤差±2.5以上の林分(34林分)を除き，178林分であった。

なお，第1報での地位に対する推定地位の相関係数は0.807である。

今回の要因項目は，年降水量(X_1)，堆積型(X_2)，傾斜(X_3)，方位(X_4)，風速(X_5)，地質(X_6)，露出度(X_7)の7項目であり，資料林分数は257林分である。

なお，第1報の表示資料と異なるものは風速(X_5)，地質(X_6)の項目で，風速に関しては長崎県総合農林試験場　西村五月氏の九州地方冬季・夏季の風速分布図より新たに資料を求めた。

地質に関しては，表層地質を土壌母材としての区分に変え，土壌型で黒色土群のものは〝火山灰〟と改めた。

2．解析手順

1）第1図作成

今回の解析では，第1図は年降水量(X_1)，堆積型(X_2)，傾斜(X_3)で作成する。

堆積毎に傾斜区分し，年降水量の変化による地位を推定しようとするもので，堆積毎に

$$y_1' = y_0 + \frac{b}{180} \times \mathrm{Tan}^{-}\left(\frac{x_1 - x_0}{a}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots ①$$

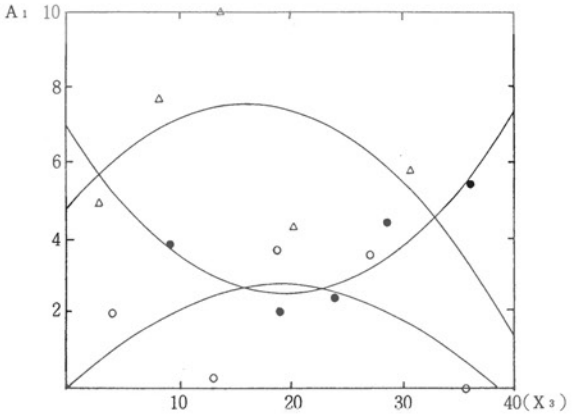
を求める。

この式は，年降水量が増加すれば植物の生育が良くなり，ある量より多くなれば生育に影響しなくなるとの考え方である。

熊本県の資料の場合，年降水量は1,800～3,200㎜で平均2,440㎜であり第1報の福岡で示されている変化の少ないとされる2,400㎜以上が全体の64%の165林分である。

又，地位をY軸に，年降水量をX軸にとり堆積区分毎に求めると年降水量2,800㎜付近を上点とした，ゆるくて，巾の広い放物線状に資料が分布する。これから見ると過剰の降水量はかえって生育を悪くするのではないかとも考えられる。しかし，年降水量は標高と相関がある(年降水量＝31.37×$\sqrt{(\text{標高})}$ 1832：γ=0.527)ので地位と標高の関係を堆積型区分毎に見れば，残積土で標高500m付近，崩積土で400m付近を上点としたゆるい放物線状に資料が区分する。

すなわち，標高が表しているヒノキ生育要因とし



図－1　A_1カーブ

ては，年降水量と気温であると見られるところから，逆に年降水量は気温の要因を含んでいると見られる。そのため，地位に対する年降水量の表れが単純に過剰水のためとだけは考えられない。

①式のY_0，X_0，a，bは数式の上からY_0（地位方向の中心点），X_0（年降水量方向の中心点），a（地位方向へ中心点から年降水量の変化による離れる速度であり，小さければ早くYの極値となる。），b（地位方向へ中心点から離れる極値を定める。）を意味し，bで定めた年降水量の少ない地位の最小極値から，aで定めた降水量の増加による地位の増加速度で地位が良くなり，X_0で定めた年降水量のところでY_0で定めた地位を示し，再び，aで定めた降水量の増加による地位の増加速度で，bで定めた最大極値へ近づくにつれ，年降水量の増加に対する地位の増加速度はにぶり，最大極値の地位を示す。

熊本県資料の場合，年降水量の増加によって地位がかならずしも良くなっていない事から，①式のカーブは明らかではない。

そこで，X_0に平均年降水量の2,400㎜を入れ，aにはこれも平均的な100を代入し，①式

$$y_1 = B_1 + A_1 \times y_1'$$

と変更し，（但し，$B_1 = y_0$，$A_1 = b$，$y_1' = \frac{1}{180} \times \tan^{-}\left(\frac{x_1 - 2400}{100}\right)$）$y : y_1'$により，$A_1$，$B_1$を堆積区分毎に傾斜区分し，回帰式より求めた。

なお，傾斜区分は堆積区分毎に5区分し，各区分が同数に近い区間で区分した。↗

↘（例）残積土を傾斜区分毎に$y : y_1' + B_1$のA_{11}'値を求めた。

X_3（傾斜）	個数	$\overline{X}_3$	回帰式の $y = ax + b$ の a 値（A_{11}'）
0～ 6.5	16	3,063	0.934
6.5～10.5	17	8.412	3.655
10.5～17.5	15	13,867	6.028
17.5～25.5	16	20,375	0.291
25.5～40	15	30,933	1.774

$\overline{X}_3$（傾斜）：A_{11}'の関係により

$A_{11} = -0.0103 \times (x_3 - 16)^2 + 3,557$

を得た。

$y : A_{11} \times y_1'$の関係により，傾斜区分毎に

$B_{11}' = \bar{y} - (A_{11} \times y_1'$の平均）

を求めた。

X_3（傾斜）	個数	$\overline{X}_3$	B_{11}'
0～ 6.5	16	3,063	15,534
6.5～10.5	17	8,412	13,612
10.5～17.5	15	13,867	12,375
17.5～25.5	16	20,375	13,046
25.5～40	15	30,933	12,282

$\overline{X}_3$：B_{11}'の関係により

$B_{11} = 0.0023 \times (x_3 - 40)^2 + 11.771$

を得た。

同様に匍行土，崩積土も計算を行った。

$y_1 = B_1 + A_1 y_1'$の式は次のとおり

x_1区分　　$B_1(Y_0)$　　$A_1(b)$　　y_1'

残積土 $y_1 = \{0.0023 \times (x_3 - 40)^2 + 11.771\} + \{-0.0103 \times (x_3 - 16)^2 + 3.557\} \times \frac{1}{180} \times \mathrm{Tan}^{-}\left(\frac{x_1 - 2400}{100}\right)$

匍行土 $y_1 = \{-0.0019 \times (x_3 - 22)^2 + 16.163\} + \{0.0116 \times (x_3 - 19.5)^2 - 1.560\} \times \frac{1}{180} \times \mathrm{Tan}^{-}\left(\frac{x_1 - 2400}{100}\right)$

崩積土 $y_1 = \{0.0016 \times (x_3 - 16)^2 + 16.920\} + \{-0.0077 \times (x_3 - 19)^2 - 1.189\} \times \frac{1}{180} \times \mathrm{Tan}^{-}\left(\frac{x_1 - 2400}{100}\right)$

堆積区分毎の傾斜とA_1の関係は図－1，傾斜とB_1の関係は図－2に示す。

$y : y_1$の相関係数は0.542であった。

2）第2図作成

第2図は，y_1を方位（X_4）で区分し作成した。

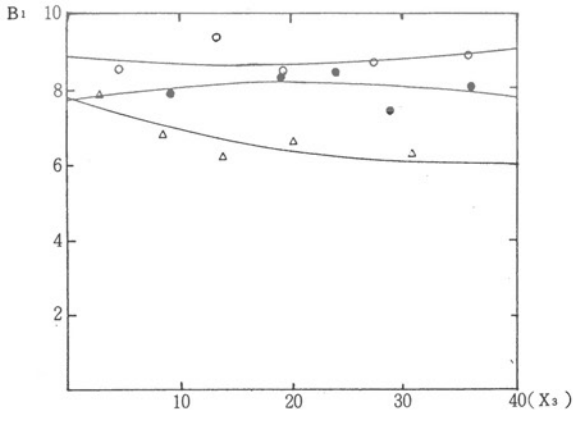
各区分推定線を平行にするため，$y : y_1$の回帰式

$y = 1.0564 \times y_1 - 0.881$の1.056を

$y_2 = A_2 \times y_1 + B_2$の$A_2$に代入した。$B_2$の値は区分毎に$B_2' = \bar{y} - (A_2 \times y_1$の平均値）より求めた。区分は9区分（N・NE・E～NW，と無方向）とした。

なお，方位の数値化は，N＝0，E＝90，～NW＝315としている。

X_4	個数	x_2	B_2'
N	39	0	−0.790
NE	33	45	−0.299
E	20	90	−0.178
SE	28	135	−1.006
S	34	180	−2.108
SW	19	225	−0.606



図－2　B_1カーブ

W	36	270	−1.265
NW	43	315	−0.512
無方向5			−0.626

方位（X_4）とB_2'の関係より，

$B_2=-0.881+0.476\sin(x_4+62)$

を得た。

但し，無方向は$B_2=-0.626$である。y_2推定にあっては，ＮＮＥ，ＳＳＥ等の細区分はそれぞれ22，158等と数値化して代入した。

$y_2=1.056\times y_1-0.881+0.476\sin(x_4+62)$

$y=y_2$の相関係数は0.56であった。

方位とB_2の関係は図－3に示す。

3）第3図作成

第3図は，y_2を風速（X_5）で区分し作成した。

風の区分は，2～2.6，2.6～3.4，3.4～4.5，4.5～5.2，5.2～6の5区分とし，区分毎の$y:y_2$の回帰式算出により，$y_3=A_3\times y_2+B_3$のA_3'を求めた。

X_5	個数	$\overline{X}_5$	回帰式の $y=ax+b$ の a 値 (A_3')
2～2.6	19	2.21	1.163
2.6～3.4	95	3.00	1.143
3.4～4.5	56	3.75	1.022
4.5～5.2	30	5.00	0.687
5.2～6	57	5.25	0.344

$\overline{X}_5$（風速）：A_3'の関係より

$A_3=-0.065(x_5-2)^2+1.203$

を得た。

$y:A_3\times y_2$の関係より，$B_3'=\bar{y}-(A_3\times y_2$の平均値）を求めた。

x_5	$\bar{x}$	B_3'
2～2.6	2.21	−3.215
2.6～3.4	3.00	−2.217
3.4～4.5	3.75	−0.547
4.5～5.2	5.00	5.822
5.2～6	5.25	9.991

$\overline{X}_5$(風速)：B_3'の関係より

$B_3=1.062(x_5-2)^2-3.449$ を得た。

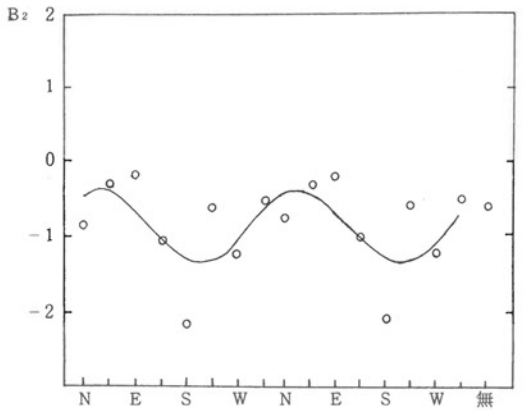
$y_3=\{-0.065(x_5-2)^2+1.203\}\times y_2+1.062(x_5-2)^2-3.449$

風とA_3の関係，風とB_3の関係は，それぞれ図－4，図－5に示す。

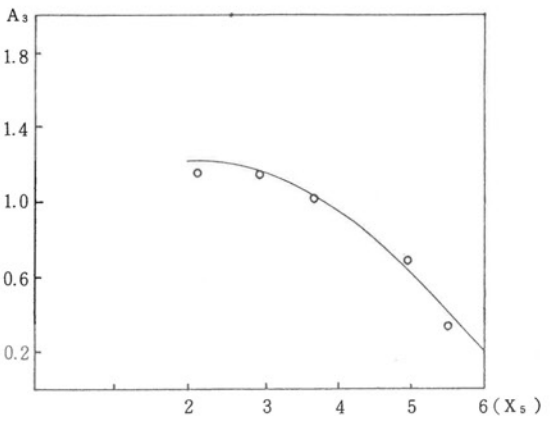
$y:y_3$の相関係数は0.584である。

4）第4図作成

第4図は，y_3を地質（X_6）区分し，作成した。



図－3　B_2カーブ



図－4　A_3カーブ

地質の区分は，全部で23区分あり資料数の少ないものもあるので，次の6区分として処理した。

（火成岩）1．1花崗岩・斑れい岩，2安山岩・流紋岩，（堆積岩）3火山灰・火山砕・凝灰岩・石灰岩，4沖積岩・洪積岩，5砂岩・粘板岩，（変成岩）6変成岩

各区分推定線を平行にするためy：y_3の回帰式$y=1.009\times y_3-0.117$の1.009を$y_4=A_4\times y_3+B_4$のA_4に代入した。B_4の値は区分毎に$B_4'=\bar{y}-$（$A_4\times y_3$の平均値）より求めた。

X_6（地質区分）	B_4	
1．花　崗　岩	−1.831	$y_4=1.009\times y_3-1.831$
2．安　山　岩	−0.240	$y_4=1.009\times y_3-0.240$
3．火山灰その他	−0.501	$y_4=1.009\times y_3-0.501$
4．沖・洪積岩	0.189	$y_4=1.009\times y_3+0.189$
5．砂・粘板岩	0.302	$y_4=1.009\times y_3+0.302$
6．変　成　岩	0.714	$y_4=1.009\times y_3+0.714$

y：y_4の相関係数は0.613である。

5）第5図作成

第5図は，y_4を露出度（X_7）区分し作成した。

熊本県の露出度値は，仰角0°のものであり，又，資料不足林分が45林分ある。これはそのまま未調査分として区分した。残りのものは，0°，0.5～15.5°，15.5～30.5°，30.5～60.5°，60.5～120°の5区分とした。

区分線を平行にするためy：y_4の回帰式$y=1.033\times y_3-0.506$の1.033を$y_5=A_5y_4+B_5$のA_5に代入した。

B_5の値は区分毎に$B_5'=\bar{y}$（$A_5\times y_4$の平均値）より求めた。

X_7	個数	$\bar{x}_7$	B_5'
0	99	0	−0.181
0.5～15.5	31	8.774	0.452
15.5～30.5	18	22.444	−0.469
30.5～60.5	31	43.226	−0.880
60.5～120	33	89.000	−1.633

X_7（露出度）：B_5'の関係より

$B_5=-0.020\times x_8+0.117$

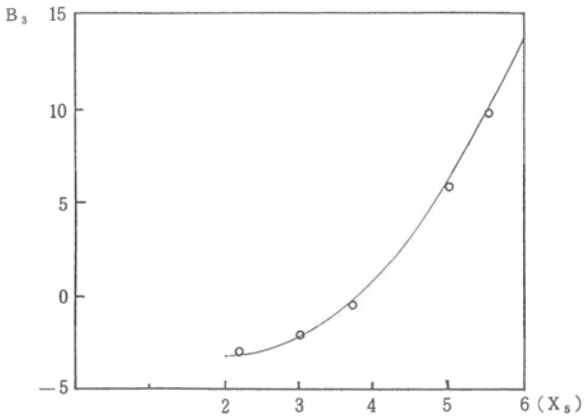
を得た。

但し，未調査分は$B_5=-0.840$である。

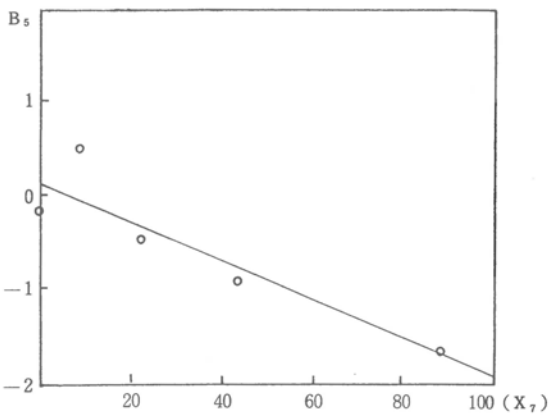
$y_5=1.033\times y_4-0.020\times x_8+0.117$

y：y_5の相関係数は0.634である。

露出度とB_5の関係を図－6に示す。



図－5　B_3カーブ



図－6　B_5カーブ

3．結果と考察

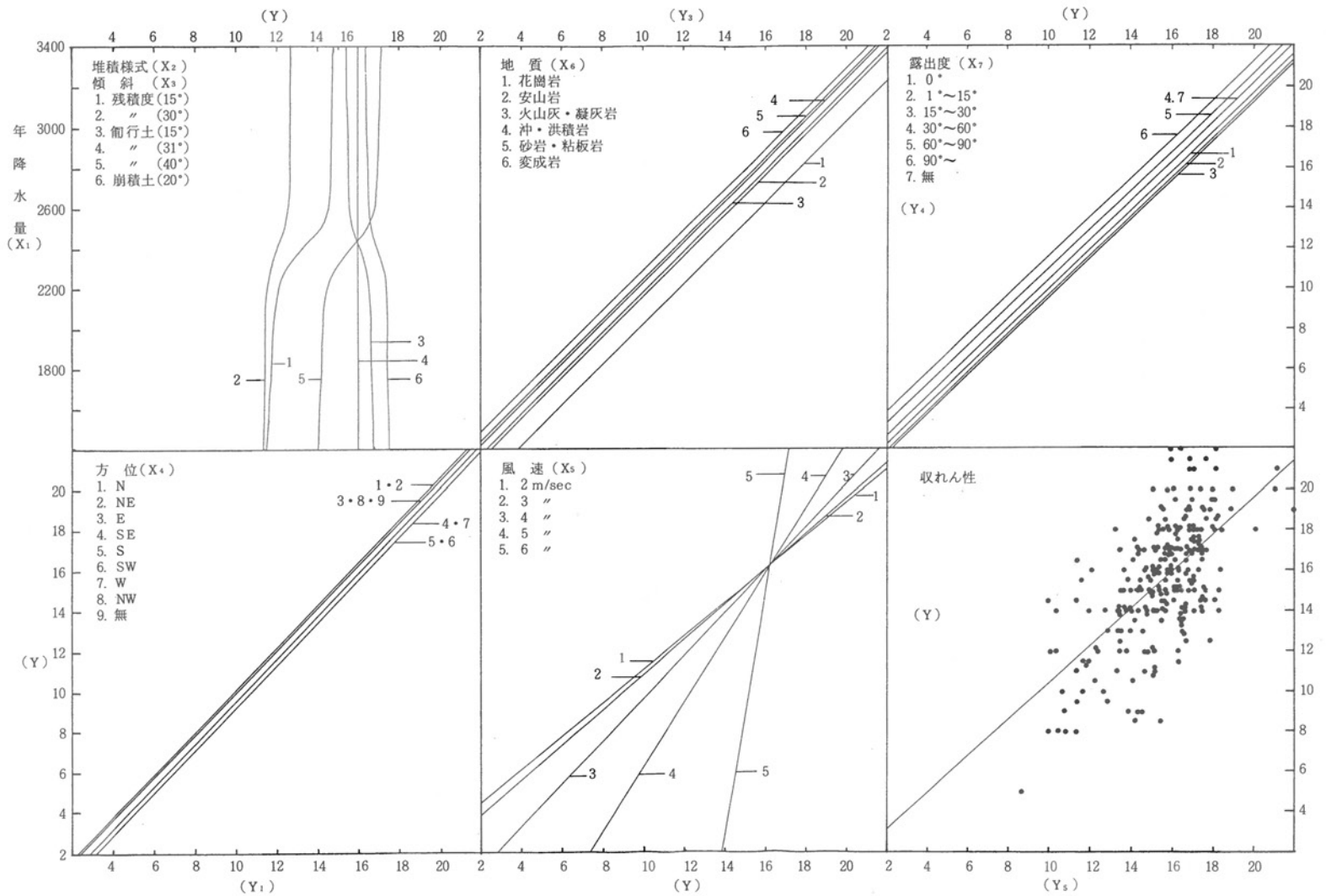
解析の結果の第1図～第5図および，収れん性図を図－7に示す。

地位に対する推定地位（y_5）との関係は，次のとおりである。

(1)	相関係数	0.6343
(2)	絶対値誤差平均	1.818
(3)	誤差偏差（n－1）	2.328
(4)	標準誤差	2.335
(5)	資料林分数	257

誤差が±4以上の個数	22コ
〃　±3以上4未満の個数	34コ
〃　±2以上3　〃	42コ
〃　±1以上2　〃	65コ
〃　±1未満の個数	94コ

誤差が4以上の22林分は，第1報で資料不備として未採用分が4林分，推定誤差2.5以上として棄却し


堆積様式（X₂）
傾　斜　（X₃）
1. 残積度(15°)
2.　〃　(30°)
3. 匍行土(15°)
4.　〃　(31°)
5.　〃　(40°)
6. 崩積土(20°)
地　質（X₆）
1. 花崗岩
2. 安山岩
3. 火山灰・凝灰岩
4. 沖・洪積岩
5. 砂岩・粘板岩
6. 変成岩
露出度（X₇）
1. 0°
2. 1°～15°
3. 15°～30°
4. 30°～60°
5. 60°～90°
6. 90°～
7. 無
方　位（X₄）
1. N
2. NE
3. E
4. SE
5. S
6. SW
7. W
8. NW
9. 無
風　速（X₅）
1. 2 m/sec
2. 3　〃
3. 4　〃
4. 5　〃
5. 6　〃
収れん性
年降水量（X₁）
（Y）
（Y₁）
（Y₃）
（Y₄）
（Y₅）

図－7　解析結果

たものが13林分，第１報採用分は５林分であった。

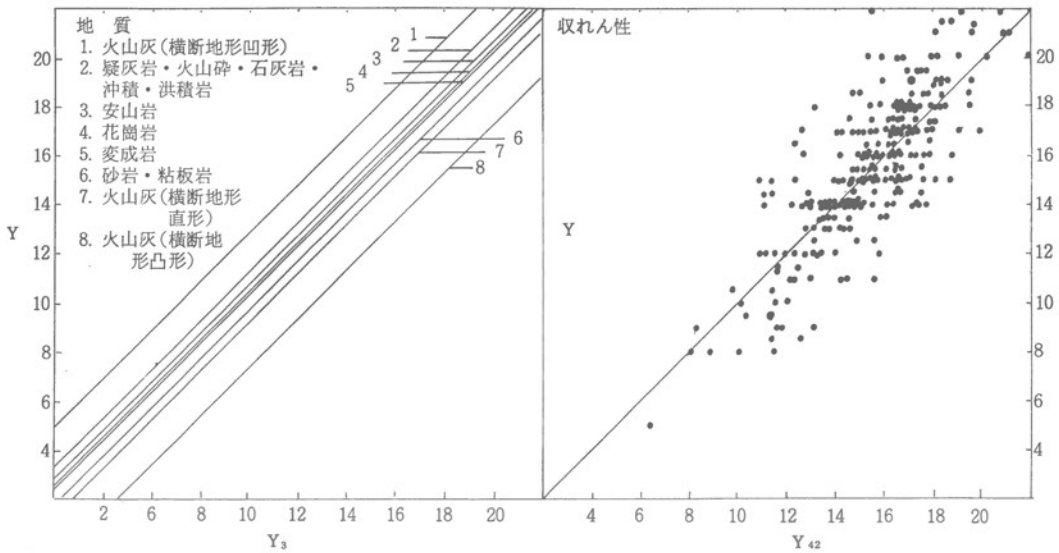
第１報・第２報ともに誤差の大きい13林分の資料から次の事がわかった。

13林分について，地位が20以上と高く，堆積型が残積土，又は，匍行土となっている林分は250，79，136，144，185，246の５林分である。№79のみＡ層厚が10cmと薄いが，他は32cm以上と厚い。土壌分類では褐色森林土壌となっているが，土壌母材は火山灰である地域にある(表層地質は異なる。)。火山灰土壌にあっては残積土又は匍行土であっても地位が高い事は当然起こり得る。今回の分析に関しては，第１図で残積土と区分すれば，推定値を極度に下げてしまい，他の要因での推定値の上げ巾が小さかったと考えられる。

一方，残りの８林分は地位が12.5より小さい林分である。この内，明らかに土壌母材が火山灰である（表層地質とは異なる。）ものは№28，29，149，152，169の５林分で，ともに風衝地である。火山灰土の風衝地では，この地位の低さは当然と見える。推定値が下がらなかった理由はこの事による下がりの大きさが小さすぎたためであろう。

このように見てくると，推定値誤差の大きかった13林分についても，特異な林分とは思えず，むしろ，分析の方法に問題があるようだ。これらの事から，土壌母材が火山灰のものは，残積土であっても地位が高いものがある事，又，風衝地にあっては著しく地位が低い事を盛り込む必要性を感じる。

そこで，再度地質区分を行ってみた。地位は高いが推定値が著しく低く表れたものを火山灰－２，地位は低いが推定値が高く表れたものを火山灰－３，黒色土として火山灰区分していたものを火山灰－１とした。第４図作成と同様の手順で，Ｙ：Y_4の相関係数は0.840となった。当然相関係数は上がるものの，土壌母材として火山灰が３区分になり，再現性の場合，火山灰－２，火山灰－３の区別が出来ない。又，土壌母材としては黒味の強い火山灰と強くない火山灰で区別する事になり，黒味の強くない火山灰にあっては，最良～最悪条件と極端に分ける事にもなる。全林分について，土壌母材が火山灰であるかどうか，確認出来ないため，褐色森林土壌に分類されているが，母材が火山灰と認められるものと，黒色土壌に分類され明らかに火山灰と認められるものを合せ，全火山灰母材林分として，処理すべきと考えた。火山灰を区別する要因は何か資料を検討した結果，横断地形に着目した。火山灰－２としたものは凹形が多く，火山灰－３としたものは凸形が多かった。そこで，全資料の位置図，横断地形，Ｙ，Y_3を検討し，先ず，母材が火山灰の可能性があるかを求めた。不明確なものは表層地質を母材としているとした。さらに，火山灰土のものは，凸形，直線形，凹形の３区分に分けた。当然，黒色土壌に分類されているものは全てその区分で行った。黒色土壌に分類されていない林分から火山灰母材とした林分は，50林分で，№５～７，18，20，22～29，47，59，



図－８　第４′図と収れん性図

62～63, 80, 101～103, 120, 122, 131～132, 134～136～140, 141, 143～144, 147, 149, 150, 152, 161, 169, 172, 175, 177, 184～185, 201, 218, 220, 222, 233, 239, 247である。主な分布地は，阿蘇外輪山山麓，人吉盆地周辺，水俣市久木野周辺である。この再地質区分により，第4′図を作成してみた。

第4′図作成

第4図と同様に，$y_{42}=A_{42}\times y_3+B_{42}$の$A_{42}$に1.00Pを代入し，$B_{42}$の値を区分毎に$B'_{42}=\bar{y}-$(1.009×$y_3$の平均値）より求めた。

X_{72}(地質区分)	B'_{42}	
1．花　崗　岩	0.418	$y_{42}=1.009\times y_3+0.418$
2．安　山　岩	0.676	$y_{42}=1.009\times y_3+0.676$
3．凝灰岩等 沖・洪積岩	1.158	$y_{42}=1.009\times y_3+1.158$
4．砂・粘板岩	−0.346	$y_{42}=1.009\times y_3-0.346$
5．変　成　岩	0.315	$y_{42}=1.009\times y_3+0.315$
6．火山灰(凸形)	−2.776	$y_{42}=1.009\times y_3-2.776$
7．〃（直形）	−0.832	$y_{42}=1.009\times y_3-0.832$
8．〃（凹形）	2.789	$y_{42}=1.009\times y_3+2.789$

なお，火山灰（凸形）は横断地形凸形火山灰を意味する。

地位に対する推定地位（y_{42}）との関係は，次のとおりである。

(1) 相関係数　0.782
(2) 絶対値誤差平均　1.422
(3) 誤差偏差(n−1)　1.857
(4) 標準誤差　1.860
(5) 資料林分数　257

誤差が±4以上の個数　10コ
〃　±3以上4未満の個数　25コ
〃　±2以上3〃の〃　35コ
〃　±1以上2〃の〃　66コ
〃　±1未満の個数　121コ

第4′図と収れん性図を図―8に示す。

第4′図作成により，推定精度は上ったものの，地質区分の3法に問題が残っている。それは，全林分の土壌母材確認が出来なかった事で，凹形火山灰においては幾分高めに，又，凸形火山灰では低めに表れていると思われる。

解析を終るにあたり，年降水量と生育の関り，火山灰土と生育の関り等，要因のとらえ方，整理の仕方に疑問が生じ，資料の再検討が必要である。

長崎県の立地因子とヒノキ林地生産力

長崎県総合農林試験場　西　村　五　月

1．はじめに

長崎県のヒノキ林の立地因子と生産力の関係については，既に個別的に有効起伏量[1]，海岸比距と露出度[2]，土壌の物理性[3]，土壌母材[4,5]などを取上げて検討を進めてきた。また，この地方の生産力が九州の他の地域に比して低い原因を内陸指数で概ね説明できることを述べ[6]，その原因は風であろうと推察[7]し，この分析を試み[8]た。一方，これまでの生産力解析の主流のように，土壌重点の方法では不十分であるとの考え方から，任意地点の降水量[9]，風速[10]，気温[11]などを推定する方法を開発し，土壌と気象を含めた検討も試みた[12]。この結果を主成分分析によって解析したが，気象一土壌の複合的作用は明らかであった[13]。この考え方は，降水量を唯一の一次給源とし，土壌はこの給水を受止める器の大きさであり，蒸発散因子として気温と風速をあて，気温は生育期間の長短を示すものであるとしている[6]。大筋ではこの方向で説明できるが，それぞれの特長的な環境区を単位として，因子と地位指数の関係を追究した結果は，各環境区によって主要な因子を異にした[4]。

今回は，九州各県が因子の種類を統一して比較することを目的とし、更にその因子はできる限り普及に持込み易いものであることを前提として解析を試みた。その結果について述べる。

2．材料と方法

この解析に用いた資料は，九州地区林業試験研究機関協議会発行「九州各県のヒノキ林地生産力」長崎県の部のうち，P.208～232の一覧表中№319までである。取上げた因子は各県共通として，319点を一括して図相関で検討した。この結果の精度は，十分実用に耐えるものであると判断したが，更に地域を細分した立地区を設けて，検討を重ねた。方法は図相関によったが，因子の種類と配列順序は，精度が高まるまで試行錯誤を繰返す方法を採用した。

3．結果と考察

長崎県のヒノキの地位指数に関しては，既に土壌因子主体の検討[3]，土壌母材による立地区を単位とする検討[4,5]，露出度と海岸比距の影響推定[8]，県下を統合した因子の推定[12]，不成績林の主要因子模索[6]などの報告がある。その概要は次のようにまとめることができる。土壌因子のみに偏した因子配列では，生産力の高低は推知できても，具体的に数値化するにはほど遠く，むしろ造林不適地などの指摘に止まるようである。しかし，土壌有効深度は，土壌因子を主宰する作用を持ち，立地因子としては，土壌水分の貯留・保留の機能を示す大きさとして位置づけられると解すべきことが考えられるに至った。また，土壌の物理化学的性質や地形は，表層地質によって特性づけられている。そこで，これを単位として，地形・土壌などの因子の立地解析をおこなうと，それぞれの立地区で主要な因子が異なっている。この異なる因子を整理すると水分の供給・水分の消失条件・土壌中の水分の貯留・保留などに集約することができるようになる。更に具体的に，年降水量・気温・風速などの気象条件をあてはめれば，県下一円の地位指数の推定も可能となる[15]。これらの因子は単独的作用としてよりは複合的であり[14]，主成分分析の結果からも，このことを推知することができた[13]。

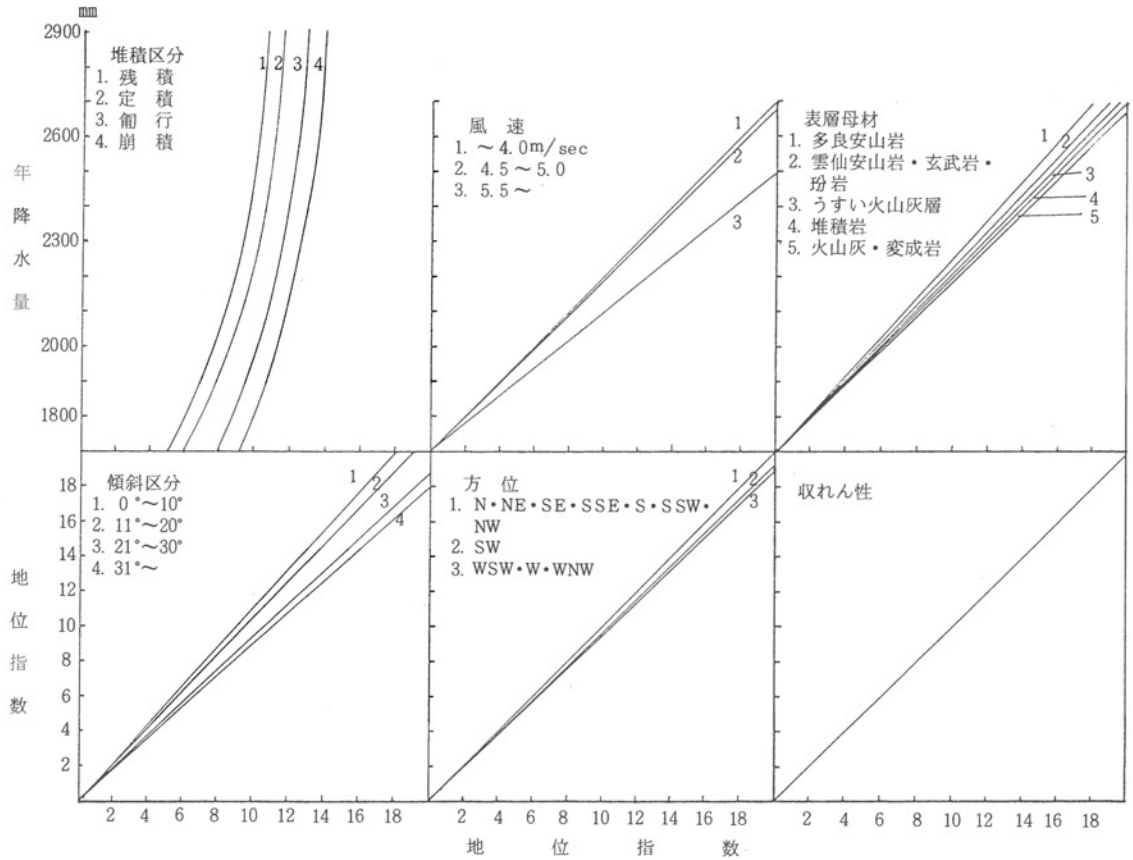
今回の解析の結果は図に示したとおりであった。堆積区分を傾斜角と組合せる予定であったが，地位指数の変化の幅が小さいために線が混雑して不鮮明となったので，これを区分して検討した。最終的には，相関係数は $r=0.3997$，標準誤差2.7m，絶対誤差2.1mで，これまでの方法に比べて精度は著しく劣った。この中で，風速は斜面方位よりも作用度が大きいことが考えられることから，順位を入れかえた。その結果，$r=0.4347$で相関係数はやや向上した。

長崎県では，年降水量2300～2400㎜程度から降水量が増大しても，その効果は小さいことが既に明ら

かになっている。今回の因子の中では，斜面傾斜と堆積区分の間には一部複合因子となる面が見られる点から，因子の選択が不適合であったことも考えられる。方位の影響は西又は西寄りで成長に負の影響があることが示されており，冬季又は春季の風によるものであろうと考えられる。風速の影響は，今回は5.5 m/sec, で明らかな影響が見られ，これまでの報告[6]よりは低く評価されているが，これは他の因子との複合作用を考えると，その組合せによる結果であることも考えられる。

今回の因子選定の計画の中で，成るべく現地で評価の容易な因子の選定を考慮することとした。その結果，土壌型や露出度は普及レベルでなじみ難いことが考えられた。筆者は上述の結果と，これまでの検討経過[4]から，母材または地区を単位とする立地区とその地区の主要な因子を探索して，実用的推定方法を求めてきた。その因子は成るべく現地情報を必要としないこととして，図面情報によった。その結果は表に示したとおりである。

有効起伏量を土壌因子の指標とする試みは既に提案[15]したとおりである。長崎県は小地形で，斜面上の位置効果が著しく鮮明に反応することから，この因子の作用は見落とせない。各立地区で常に第1因子としてランクされていた。第2因子は火山灰地帯と低地に分布する堆積岩地帯を除いて年降水量であった。火山灰はその土壌の保水特性と，分布する地帯で年降水量較差が小さいことから，効果を十分に反映させることができないことによるものであろう。砂岩地帯はいずれも標高200m程度までに広がるため，雨量較差が小さいことは明らかである。標高に恵まれて山岳的地形を示す多良・雲仙山系では2月の平均気温も影響を示し，気温較差が大きいことを表している。風速は変成岩地帯と五島を除いて各地で主要な因子となっている。五島地方で風速が主要因子とならなかったのは，全区域で風速が大きく，低風速地（対照水準）がないためである。海岸比距を用いれば，その影響が明らかとなることは既に述べ[8]ている。変成岩地帯は有効起伏量と年降水量の2因子を用いることで，相関係数はかなり高い結果となっているが，地形の凹凸に成長がはっきりと反



林地生産力の推定因子と精度

立地区	資料数	立地因子	推定精度		
			相関係数	推定誤差	絶対誤差
多良・雲仙山系（安山岩）	104	1．有効起伏量　2．年降水量　3．風速　4．斜面形 5．2月の気温　6．地域	0.6177	2.0	1.7
火山灰	20	1．有効起伏量　2．風速　3．斜面形 4．年降水量　5．2月の気温	0.5990	3.4	2.4
砂岩	32	1．有効起伏量　2．斜面形　3．年降水量 4．風速	0.6007	2.1	1.7
玄武岩	53	1．有効起伏量　2．年降水量　3．風速	0.5798	2.1	1.7
変成岩	42	1．有効起伏量　2．年降水量	0.7089	2.7	2.3
五島	65	1．有効起伏量　2．年降水量　3．斜面形 4．表層地質	0.5537	2.4	1.9

応していることを示している。

この分析結果は，五島を除いて相関係数は0.6～0.7であり，誤差の値から見ても実用上は十分利用できるものと考えられる。火山灰・砂岩地帯は資料が極端に少ないので，資料の追加による検討で精度の向上は期待できよう。五島地区の推定精度が低いことは，風速の評価ができなかったことと，地位指数が10～12の間に集中しているため，分離方向の把握が容易でないこともあげられる。地位指数の較差が小さく，因子の作用度を十分に把握区分するのにやや困難を感じた。また，表層地質は玢岩と砂岩のちがいを指している。また，砂岩は資料が少ないことと，地域的広がりが小さいこともあって，低山域として一括したが，その歴史的背景は区々であり，必ずしも正しい取扱いではなく，便宜的なものである。

共同解析に用いた共通因子は，長崎県には不適であったが，いずれの因子も効果は十分に認められた。長崎県は小地形であることから，堆積区分による表示よりは，有効起伏量で指示するのが適切であると考えられる。傾斜角の効果は斜面の長さの大小によって異なることも考えられるし，堆積区分との複合面もある。方位は風向または乾燥性を指標するものと思われるが，その主たる原因が不鮮明で，長崎県の場合は西又は西寄りであることから，冬季または春季の風向と一致するが，それが原因であるとする決定的根拠は見出せなかった。この時期の最多風向はNW～Wであるが，NWは影響が見られないこと，夏季の風向はS寄りであるが，この結果からはその関係を十分に説明できない面が多く，方位の立地因子としての意義を説明することは難しい。

参考文献

1）西村五月・松尾俊彦・宮崎　徹・北薗弘光（1969）　ヒノキ林の生産解析（I）有効起伏量と地位指数　日林九支論　23：91—92

2）西村五月・松尾俊彦・宮崎　徹・松本正彦（1969）　ヒノキ林の生産解析（II）海岸比距と露出度の影響　日林九支論　23：91—94

3）西村五月・松尾俊彦・宮崎　徹（1971）　ヒノキ林の生産解析（IV）土壌の物理性におよぼす有効深度の作用と林木生長の関係　長崎農林試研報（林）3：1—18

4）西村五月・松尾俊彦・宮崎　徹（1974）　ヒノキ林の生産解析（VI）　土壌母材統群の作用　長崎農林

試研報（林） 5：24—35
5）西村五月・松尾俊彦（1976） 山地表層母材の森林立地学的特性 日林九支論 29：175～176
6）西村五月・石川光弘（1982） ヒノキ林の生産解析（XVI） 経済林の限界環境模索 九州各県のヒノキ林地生産力 183—241
7）西村五月（1973） 長崎地方の森林生産力の生態的基礎 長崎農林試研報（林） 4：23—40
8）西村五月（1977） ヒノキ林の生産解析（X）露出度と海岸比距が地位指数におよぼす影響 長崎農林試研報（林） 8：1—11
9）西村五月・石川光弘・松本正彦（1973） 長崎県における地形と年降水量の分布の関係およびそれらの分布特性 長崎農林試研報（林） 4：10—22
10）西村五月（1979） 風向別露出度による風速の推定 長崎農林研報（林）10：1—17
11）西村五月（1980） 長崎地方における気温への海洋の影響および気温の分布推定 長崎農林試研報（林）11：1—22
12）西村五月（1979） ヒノキ林の生産解析（XIV）立地因子の総合化 長崎農林試研報（林）10：18—30
13）西村五月（1984） ヒノキ林の生産解析（XX）主成分分析による因子の寄与度 長崎農林試研報（林）15）：1—8
14）西村五月（1982） ヒノキ林の生産解析（XVIII）地位指数の予測とその立地因子 長崎農林試研報（林）13：46—63

佐賀県におけるヒノキ林地の生産力解析(II)

佐賀県林業試験場　松　尾　保　則

1．はじめに

先の「九州各県のヒノキ林地生産力」の「佐賀県における林地生産力解析では，要因とカテゴリーを中心とした報告をしたが，今回は九州各県が同一要因・同一解析手法（共軸座標を用いた図重相関解析）で立地判定技術の向上を計るとともに，普及利用の利便性の向上を目的とする。

2．資料の調整

本解析では堆積区分が重要な要因となるが，既資料[1]の堆積区分とそれと深い係わりを持つ斜面形の縦断型と横断型の凹・直・凸，上方・下方の傾斜角，背後高度（有効起伏）との関係に整合性が認められないものが2－3あるので，これら関係要因を総合的に検討し調整することにした。

また，堆積区分は残積土・ほ行土・崩積土の3つの型に分けるのが一般的であるが，横断型が直型で縦断型が凹型の場合は上位斜面から水分供給が多く，他のほ行土と区別する必要があることからこれを堆積性ほ行土として計4つの堆積区分とした。

3．解析に用いた要因

40年時樹高Hを目的変量として，年降水量X_1・堆積区分X_2・傾斜X_3・方位X_4・風速X_5・地質X_6を説明変量とする。なお，これら要因の考え方等については九州各県と重複するので省略する。

4．解析結果及び考察

1）年降水量X_1

水分の第1次給水源量である年降水量と生長との関係式は福島1982[1]の年降水量と露出度の合成式を利用し露出度を平均化した状態から得られたものである。

$$H_1=8.33+1.62/3.14*\mathrm{Atn}\ (X_1-2015)/100)+0.0024X_1 \quad \cdots\cdots(1)式$$

この式は降水量が増加すると生長量も増加することを示しているが，その関係は単純比例ではなく複雑である。年降水量の増加・減少が余り大きくても小さくても生長にはあまり効果がなく頭打ちがあり，生長に最も大きく影響する年降水量の範囲は2015㎜を中心に＋250㎜である。

2）堆積区分X_2・傾斜X_3

水分の貯水能力や上位斜面からの給水，逆に下位斜面への排水条件などの第2次給水源である堆積区分及び傾斜と生長との関係式は

$$H_3=H_1+B_{23} \quad \cdots\cdots(2)式$$

となり，B_{23}の値は表－1に示すように堆積区分と傾斜とによって求められる。

堆積区分と生長との関係は，傾斜によって多少異なるが，生長の良い順に，崩積土・堆積性ほ行土・残積土となる。ここで，堆積性ほ行土は30°以上になると堆積土より生長が良くなり順位が逆転するものの，現実には24°以上の堆積性ほ行土面の分布は少なく，順位は上記順位で良いものと思われる。

傾斜の大小と生長の関係は画一的なものではなく堆積区分によって異なる。

残積土の場合は傾斜が25°を境に緩やかでも，急でも生長が悪くなる。25°より緩やかになると上位斜面の体積が小さくなり，第2次的な上位斜面からの給水量が少なく生長が悪くなる。25°程度では上位斜面からの給水も増加して生長が良くなるが，25°を過ぎると給水条件も良くなるが，それ以上に排水条件の方がまさって生長が悪くなる。

ほ行土の場合は残積土と逆の傾向となり，25°を境に緩やかでも，急でも生長が良くなる。

25°より緩やかになると上位斜面からの給水量も少なくなるが，下位斜面への排水量も少なく，その地点の貯水能力が良いことから生長も良くなる。25°以上では下位斜面への排水量が多くなるが，それ以上に給水量が増加し生長が良くなる。

また，40°以上の急峻なほ行土になると排水条件がかなりのものとなって生長が悪くなると推察されるが，40°以上の調査資料が少なく検討出来ないので，ここでは30°から40°にかけての傾向をそのまま延長して45°の値を求めている。

表—1　堆積区分 X_2・傾斜 X_3による較差係数 B_{23}の値

X_3 ＼ X_2	残積度	ほ行土	堆積性ほ行土	崩積土
5°	−5.1	0.0	−1.1	3.9
10°	−4.6	−0.2	−0.9	2.9
15°	−4.2	−0.4	−0.7	2.1
20°	−3.8	−0.5	−0.1	2.1
25°	−3.5	−0.6	0.4	2.0
30°	−4.0	−0.2	1.8	2.0
35°	−4.5	0.4	3.0	2.0
40°	−4.7	1.0	3.4	2.0
45°	−4.8	1.4	3.4	2.0

堆積性ほ行土の場合は，給水量が多いのであるが，40°以上の急峻な堆積性ほ行土では排水量が多く生長が悪くなる。傾斜が40°になるまでは排水条件の良い大きい傾斜ほど生長が良いようである。特に0°—17°では生長が悪いようである。

崩積土の場合は0°—17°の押出し斜面では傾斜が大きくなると生長に大きく影響するが17°を過ぎるとそれ以上には良くならない。17°以下では排水条件によって生長が規制されているものと推察される。

3）方　位　X_4

光合成に関係する日射量・蒸発散・温度及び土壌微生物等々の複合要因である方位 X_4 と生長との関係式は

$$B_4=0.8*\mathrm{Sin}((X_4+158)*3.142/180)-2.6+1.15*H_3 \quad \cdots\cdots(3)$$

となり，方位が生長に与える影響は少ないが，東・南東方向の生長が悪く，西・西北の生長が良いようであり，他の方位はこれらの中間となるようである。

これらの傾向は一般的な北東・東の生長が良く，南西・西の方向が生長が悪いと言われている[3]こととは逆になった。

4）風　速　X_5

年降水量が第1次給水条件を示すのに対して，風速は蒸散条件を示すマイナスの給水量となる。ところで，風速は微地形によって大きく変化し，その分布は複雑である。ここでは，これらの分布を平均化したマクロな風速 X_5[2]を用いることにした。風速 X_5 と生長との関係式は

$$H_5=(1.45-0.1462*X_5)*H_4+1.36*X_5-3.48 \quad \cdots\cdots(4)$$

となり，風速(m/sec)が強くなると蒸発散量が大きくなり生長は悪くなる。

5）地　質　X_6

地質は地域の平均的な土壌の構造等々を示す地域指標である。地質と生長との関係式は

$$H_6=A_6*H_5 \quad \cdots\cdots(5)$$

となり，A_6 の値は表—2に示すとおりである。地質と生長との関係は，表—2の値が大きい程生長が良いことを示している。生長の良い順に花閃・安山・砂頁・古三紀・讃岐・長讃・両花の順になる。

6）露　出　度

次に，微気象の風速条件を示す露出度について解析を進めたのであるが，相対的には露出度は生長に大きく影響しているものの崩積土のように比較的に閉鎖された場所での露出度の値が他県よりも大きい値となっており，露出度階別の曲線が一部逆転したものとなる。

従って，ここでは露出度を省略することにした。

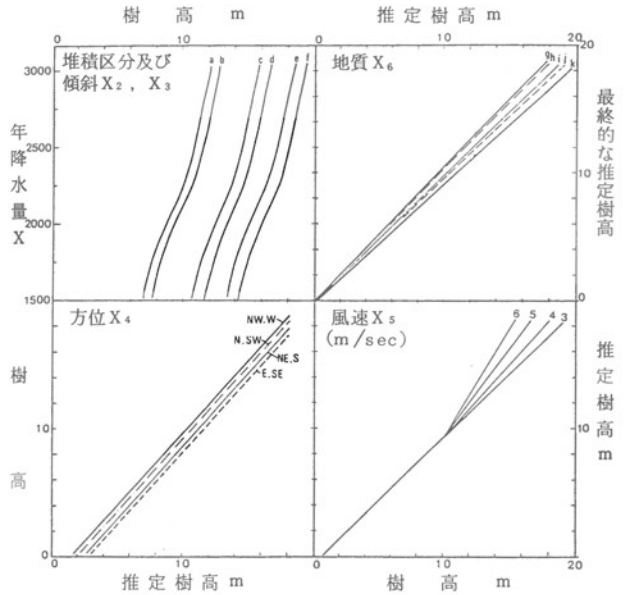
7）精　　度

以上の各要因を総合した精度上の相関・分散・偏差・誤差は次のとおりである。

資料数 ……105
樹高の分散 ……8.5611
推定樹高の分散 ……7.0013
樹高の偏差 ……2.9259
推定樹高の偏差 ……2.6460
絶対誤差平均 ……1.2474
標準誤差 ……0.8588

表—2　地質 X_6 による較差係数 A_6 の値

地質名	A_6の値	地質名	A_6の値
安山	1.04	古三紀	1.03
長讃	0.97	砂頁	1.04
両花	0.93	讃岐	1.00
花閃	1.06		



凡　例 (1)

記号	堆積区分	傾　斜
a	残　積　土	35°
b	〃	25°
c	匍　行　土	25°
d	〃 堆積性匍行土	35° 25°
e	崩　積　土	25°～35°
f	堆積性匍行土	35°

凡　例 (2)

記号	地　　質
g	砂岩・頁岩互層,花崗内緑岩
h	安山岩・古生層・第三紀
i	讃　岐
j	長　讃
k	両花崗岩

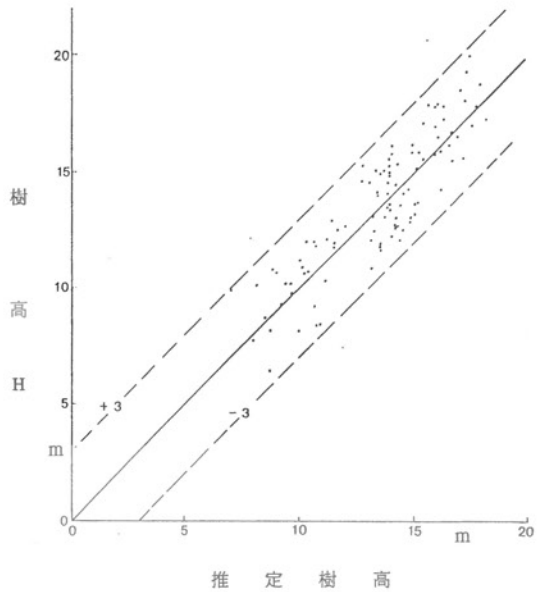
図－1　共軸座標を用いた樹高推定

相関係数 ……0.8783

となって，資料数が少ないことを考慮すると高い精度であると言える。ここで，2つの分散値が異なることから補正係数で修正すべきであるが，図－1の最終的なHとHとの収れん性を見るとこれまでの要因では高い精度で推定することの出来ないのはたまたまのプロットの点の位置関係によるもので，これらを無視すると(1)－(5)式に対して回帰係数で補正する必要はないと思われる。

8）成果の利用

成果の利用については，(1)－(5)式を利用することによって求める方法があるが，山中での計算機携帯という不便がある。図－2はこれらの不便さを補うためのもので解析手順に沿って作図したもので，この図の読み方の詳細については，本紙福岡県の報告を参考にされたい。



図－2　樹高と推定樹高の収れん性

参　考　文　献

1）「九州各県のヒノキ林地生産力」1982，九州地区林業試験研究機関協議会
2）西村五月1983，「九州の風速分布図」，長崎県総合農林試験場研究報告（林業部門），第14号付録
3）福島敏彦・高木潤司・田形正義1974，「ヒノキの林地生産力（樹高）の立地解析について」，福岡県林業試験場時報，№23

福岡県におけるヒノキ林分について(Ⅲ)

福岡県林業試験場　福　島　敏　彦

1．はじめに

先の報告[1]では40年時樹高地位Hを目的変量として，説明変量を，露出度(仰角3°)X_1・年降水量X_2・堆積区分X_3・傾斜X_4・土壌硬度X_5・方位X_6・地質X_7・立木本数X_8として，全資料363個所について解析した結果，相関係数＝0.9388，標準誤差＝0.75mと極めて精度の高いものであった。そして，県内における再現性も高いものである。

ところが，県内のヒノキ造林地は降水量が多く，地形の急峻な所は少なく，逆に，降水量の少ない所ではマツ立枯跡地として，ヒノキ造林が急激に増加している。これら多雨・少雨地域の資料は少なく，これらの地域における再現性について他県の資料を借りて，既解析結果の反応から，再現性を検討することにした。

次に，普及の向上，立地判定技術の向上を目的として，九州各県が同一要因，同一手法で，再度の解析をした。

2．既解析結果の反応

既解析結果を用いるためには，調査資料が福岡県と同じ測定方法であることが，条件になるが，ここでは，主要因子である露出度の測定基準と測定方法が同じであるものを対象に，中から，鹿児島県・佐賀県を選択した。

1）既解析結果の推定式

ここでは，前記の立木本数X_8は自然立地要因ではないので省略して，新たに，地方差X_8とする。

また，地質X_7については，地質が地域性を示す場合もあり，必ならずしも，既解析結果と一致しないことから，新たに係数値を示す。

$$A_2=-0.033+(0.018/180)\ \mathrm{ArcTan}((X_2-2015)/100) \quad \cdots\cdots(1)$$

ただし，ArcTanは度表示

$$B_2=0.0024X_2+11.3 \quad \cdots\cdots(2)$$

$$H_{12}=A_2\times X_1+B_2 \quad \cdots\cdots(3)$$

$$A_{34}=1.07 \quad \cdots\cdots(4)$$

堆積区分と傾斜による較差係数B_{34}

傾斜X_4	堆積区分X_3			
	堆積性ほ行土	崩積土押出し	ほ行土	残積土
1°	−0.80	−0.80	−1.31	−2.45
17°	0.99	0.20	−0.93	−2.54
23°	1.12	0.40	−1.00	−2.59
30°	0.67	0.23	−1.95	−2.70
38°	−0.33	−0.33	−2.38	−3.15
45°	−1.65	−1.65	−3.10	−3.88

注）傾斜間は補間法によって求める。

$$H_{14}=A_{34}\times H_{12}+B_{34} \quad \cdots\cdots(5)$$

土壌硬度による較差係数A_5

土壌硬度	A_5の値
14以下	1.000
15	0.998
16	0.995
17	0.990
18	0.978
19	0.950
20	0.910
21	0.860
22	0.795
23	0.720

注）硬度は表層20cmまでの平均であり，大半の林地は硬度が14以下である。

$$H_{15}=A_5\times H_{14} \quad \cdots\cdots(6)$$

$$B_6=0.035+0.225\times \mathrm{Sin}(X_6+60^\circ) \quad \cdots\cdots(7)$$

$$H_{16}=H_{15}+B_6 \quad \cdots\cdots(8)$$

表層地質による較差係数A_7，B_7

県区分	表層地質	A_7の値	B_7の値
福岡県	凝灰質角れき岩	1.036	0.00
	安山岩	1.013	0.00
	結晶片岩	0.991	0.00
	変こう岩類	0.988	0.00
	緑泥片岩	0.926	0.00
	第三紀	0.850	1.80
	粘板岩	0.833	2.32
	中古生層	0.828	3.00
	古生層砂岩	0.750	3.00
佐賀県	安山岩	1.246	−1.01
	長讃岩	0.919	1.15
	両花こう岩	0.879	1.74
	花閃緑岩	0.936	2.30
	古生層・第三紀	0.936	4.71
	砂岩・頁岩互層	0.586	9.12
	讃岐	0.755	7.94
鹿児島県	熔結	0.869	0.00
	砂岩	1.000	−0.90
	頁岩	0.927	0.86
	シラス	0.800	2.00
	火山灰	0.720	4.00
	安山岩	1.00	−1.00
	花こう岩	0.780	0.00
	玄武岩質岩石	0.863	0.58
	黒色火山灰土	0.863	0.58
	輝石安山岩	1.180	0.00

$$H_{17}=A_7\times H_{16}+B_7 \quad \cdots\cdots(9)$$

地方差による較差係数A_8，B_8

県区分	地方差X_8	A_8	B_8
福岡県	地方差なし	1.000	0.00
佐賀県	南部	0.969	0.43
	北部	1.026	−0.34
	西部	1.000	0.00
鹿児島県	南薩	1.159	−1.93
	姶良	0.896	1.46
	北薩	0.910	0.00
	大隅	1.044	−0.64

$$H_{18}=A_8\times H_{17}+B_8 \quad \cdots\cdots(10)$$

2）佐賀県反応

図1は解析の第1段階であるH_{12}を推定するための露出度と樹高地位Hとの関係を示したものである。図2はX_1～X_8までの解析が終った，最終の収れん性を示したものである。

精度上の相関，分散，偏差，誤差は次のとおりである。

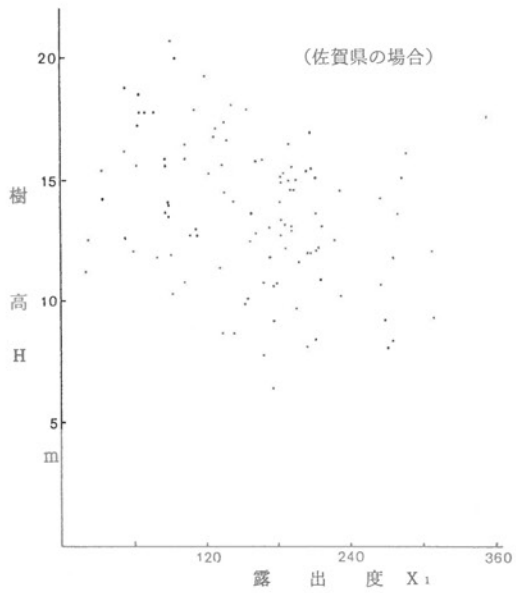


図1　樹高の露出度との関係

樹高地位の分散……8.5611
推定樹高の分散……8.5608
樹高地位の偏差……2.9259
推定樹高の偏差……2.9259
絶対誤差平均　……3.2001
標準誤差　……2.1871
相関係数　……0.5770

これらの結果から，誤差の範囲については，立地判定技術上精ちとは言えないが，実用的な範囲内にあるものと，思われる。相関係数については，低い値になったが，これは，資料に片寄りがある場合には相関係数が低くくなることから，相関係数が精度全体を決するとは考えにくい。

しかし，ここでの再現性については，福岡県よりも劣ったものである。

図2をよく見ると，45°の線分を中心に各点が遠ざかると漸次まばらになるのが，一般的傾向であるのに対して±3mを境に急に遠ざかる。

このような場合には，プラスとマイナスに働らく，2つの重要な因子があることを示している。図2では，それらの各点に調査番号を付けているのでプラス側なら，それらの各点に共通する新たな因子を見いだすことが重要であり，その因子はここで用いたどの因子よりも，働きが大きくなければ3m以上の誤差は縮少しない。

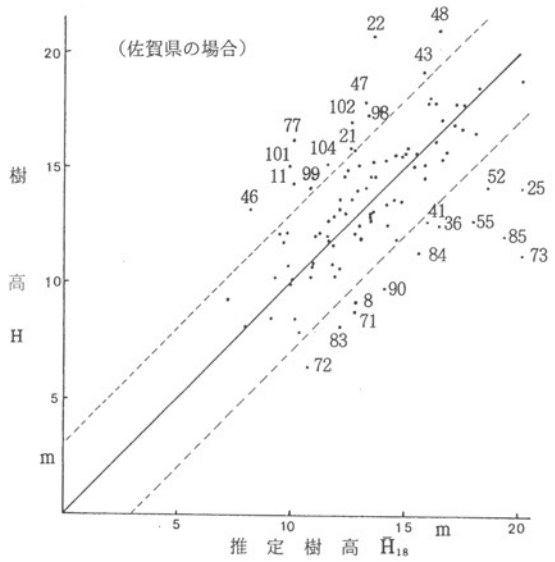


図２　樹高と推定樹高の収れん性

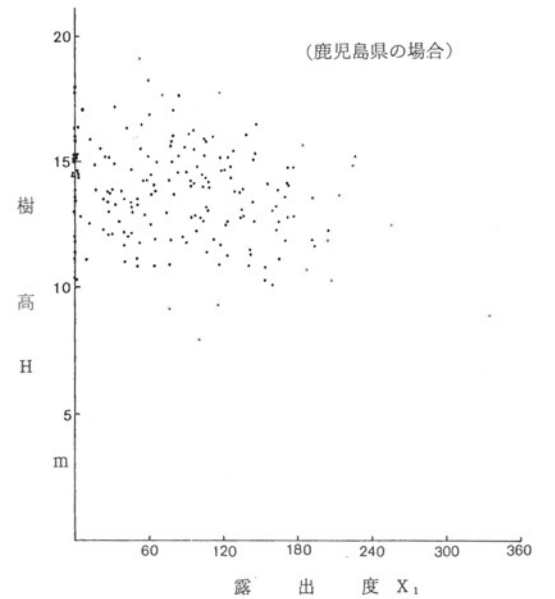


図３　樹高と露出度との関係

また，このような分散をするときは，この中の幾つかは，調査集計上の誤まりが筆者の経験から伺える。

ここでは３mを越える因子を見い出せないので±３m以上の資料を除いて見ると，

絶対誤差平均……1.7087
標準誤差　……0.7961
相関係数　……0.8779

となって，精度上極めて良好なものとなる。恐らく，資料数が現在の105点から250点近くなった時，資料点検が行われれば上記式でかなり高い相関が期待されそうである。

３）鹿児島県反応

図３は解析の第１段階で，図４は最終の収れん性を示したものである。精度上の相関，分散，偏差，誤差は次のとおりである。

樹高地位の分散……3.7656
推定樹高の分散……3.7339
樹高地位の偏差……1.9405
推定樹高の偏差……1.9323
絶対誤差平均　……1.4427
標準誤差　……1.0328
相関係数　……0.5802

これらの結果から，誤差の範囲については，１mで極めて精度が高いと言える。相関係数は佐賀県よりもややよいが，低い値である。この原因は，図４で明らかなように，資料の各点が団子状となっていることから，相関係数が低くなっている。

従って，ここでの再現性については，高いと判断される。

また，±３mを越える点は少ないが，佐賀県と同様にこれを除いて見ると，

絶対誤差平均……1.2634
標準誤差　……0.7903

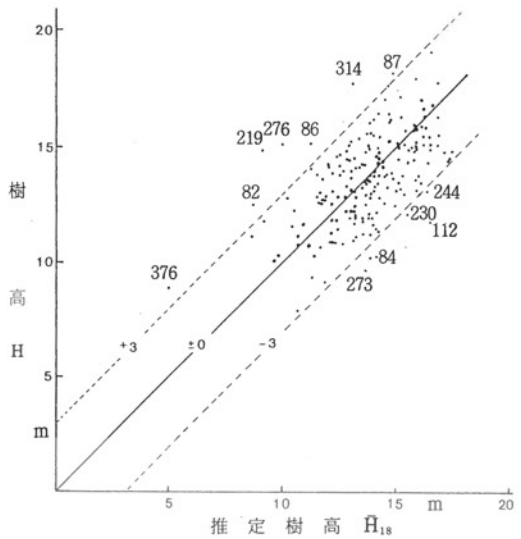


図４　樹高と推定樹高の収れん性

相関係数　……0.6612

となって，誤差は0.8mで極めて高い精度となる。しかし，相関係数は少し高くなった程度であり，この理由は先に述たとおりである。

ここで，断わっておきたいことは，土壌硬度の記載のない資料については土壌型が $B_D(d)$, Bcについては，表層20cmの硬度を，生長にわずかに影響する17とした。そして，上記よりも，湿性の土壌型については，硬度が生長に影響しない最大硬度14を当てて樹高推定した。また，対象資料は露出度の記載があるもののみとし，計194プロットであった。

4）反応結果

福岡県の既解析結果の再現性は，実用的に見ると高いと言える。しかし，佐賀県の誤差が一部の地域（西部）に集中してプラス，マイナスに大きくはずれたことは今後の研究課題となる。

3．再解析（九州同一解析）

ここでは，説明変量を X_1＝年間降水量，X_2＝堆積区分，X_3＝傾斜，X_4＝方位，X_5＝風速，X_6＝地質，X_7＝露出度として，40年時樹高地位を目的変量とする。

対象資料は福岡県，佐賀県，態本県の3県とする。佐賀，態本については堆積区分に堆積性ほ行土がないので，斜面形の横断型が直型で縦断型が凹部の時は堆積性ほ行度として資料の調整をした。

1）解析結果

$$H_1=8.33+1.62/180\mathrm{ArcTan}((X_1-2015)/100)+0.0024X_1 \cdots\cdots(1)$$

堆積区分と傾斜による較差係数 B_{23}

傾斜 X_3	堆積区分 X_2			
	堆積性ほ行土	崩積土押出し	ほ行土	残積土
0°	1.17	1.17	−1.01	−1.63
12°	1.52	1.52	−1.01	−1.95
22°	1.83	1.83	−0.66	−2.90
29°	2.12	2.20	0.12	−3.00
36°	1.40	2.10	−0.70	−3.00
45°	1.00	1.89	−0.80	−3.00

$$H_{13}=H_1+B_{13} \cdots\cdots(2)$$

$$B_4=-1.87+0.75\times\mathrm{Sin}(X_1+20) \cdots\cdots(3)$$

$$H_{14}=1.1755\times H_{13}+B_4 \cdots\cdots(4)$$

風速 X_5については，風速階別の回帰係数を求めると，風速が増加すると生長が悪くなると言う，一般的な考え方とは異って，逆の傾向が見られる風速階もあり，全体の傾向は係数が一定になることから，ここでは，風速による生長への影響はないものとして処理することにした。

ところで，3県を分けて考えると，福岡，佐賀県については，一般的と一致し，風速が増加すると，生長が悪くなる傾向がみられたが，態本県は逆の傾向となるばかりでなく，かなりバラツキも大きかった。

これらの2つの傾向が3県の同時解析では，プラス，マイナスに作用し合って，風速と生長との関係が求められなかったものと思われ，熊本県の逆転現象の究明は重要である。

従って，風速 X_5に対する推定式は

地質による較差係数 A_6

県区分	表層地質	A_6
福岡県	凝灰質角れき岩	1.035
	安山岩	1.005
	変朽安山岩	0.972
	花こう岩	0.912
	結晶片岩	0.972
	中・古生層	0.890
	古生層砂岩	0.900
	粘板岩	0.975
	第三紀	1.125
佐賀県	安山岩	0.961
	長讃	0.830
	両花こう岩	0.900
	花こう閃緑岩	0.952
	古生層・第三紀	1.033
	砂岩・頁岩互層	1.014
	讃岐	1.100
熊本県	火山砕	1.029
	熔結凝灰岩	0.880
	輝緑凝灰岩	1.100
	輝安山岩	0.982
	角閃安山岩	0.908
	安山岩	1.006
	班れい岩	1.163
	花こう岩	0.966
	花こう閃緑岩	0.950
	筑変成岩	1.280
	変成岩	1.067
	洪積統	0.930
	緑色片岩	1.100
	泥岩（粘）	0.925
	泥岩（砂岩）	1.081
	砂岩	1.015
	白亜系	1.017
	火山灰	0.970

$H_{15}=H_{14}$ ……(5)

$H_{16}=A_6\times H_{15}$ ……(6)

露出度X_7については，露出度測定が熊本県の場合，仰角を0°としているので，3県を画一的に解析することは出来ない。そこで，別々に解析することにした。

福岡，佐賀県では，露出度が大きくなると，生長が劣り，露出度の働きも大きく影響する。一方，熊本県の場合は，意外にも逆の傾向なる。これらの原因としては，露出度を後段の因子としたことから，前の因子である堆積区分が，流水量を規制する働き以外に，地形の開閉を示す露出度の代替因子として影響したことと，露出度の測定が仰角0°では地点の蒸散条件を示す値になりにくいと言える。そこで，仰角の違いによる測定値の相関を比較すると，仰角3°と6°の露出度の相関はこれに背後高度（有効起伏量）を加味すると高い相関になるが，3°と0°の相関は，他のいかなる説明変量を用いても相関は極めて低いものである。

以上のことから，測定方法の異なる露出度を蒸散条件を示す要因として，ここで示すわけにはいかない。従って，ここでは数式上露出度は生長に関係のないものとして，一応取扱うことにした。

$H_{17}=H_{16}$ ……(7)

以上の各因子を総合した精度上の相関，誤差は次のとおり，

資料数……＝657

絶対誤差平均……＝1.74m

標準誤差……＝1.24m

相関係数……＝0.6637

となり，精度の面では相関係数はやや低いものの，誤差は1.2mで，風速，露出度を除いた，普及し易すい因子だけの精度としては高い精度になったと思われる。これを既解析結果と比較すると，やや劣った精度となる。

図5は解析第1段階の年降水量と樹高地位との関係を示したもので，図6は最終段階の収れん性を示したものである。

図7はこれらの結果を共軸座標を用いて示したものである。

また，福岡，佐賀県の場合は露出度を考慮すると，精度は高くなるようで，今後の普及成果を高めるには，やや複雑な因子測定も研修の対象とすることが必要となる。

ここで断っておきたいことは，資料は既報告[1]の中から林齢25～65年を対象とした。地質の各係数値は$B_6=0$としたために，既解析との比較はしにくい。他の因子については，既解析と大差のないほとんど似た傾向になった。

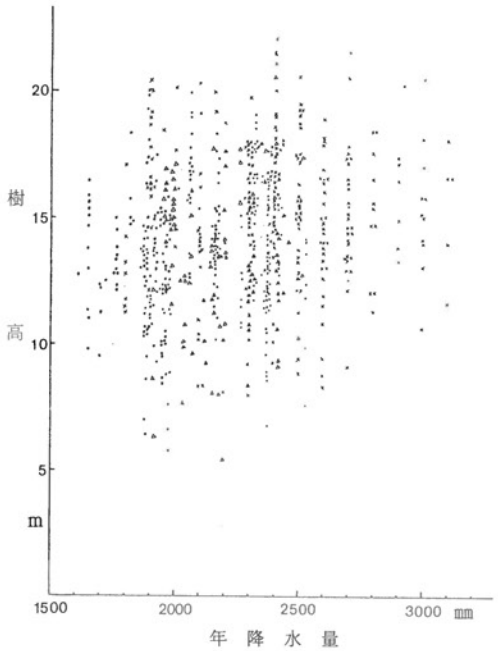


図5　樹高と年降水量との関係

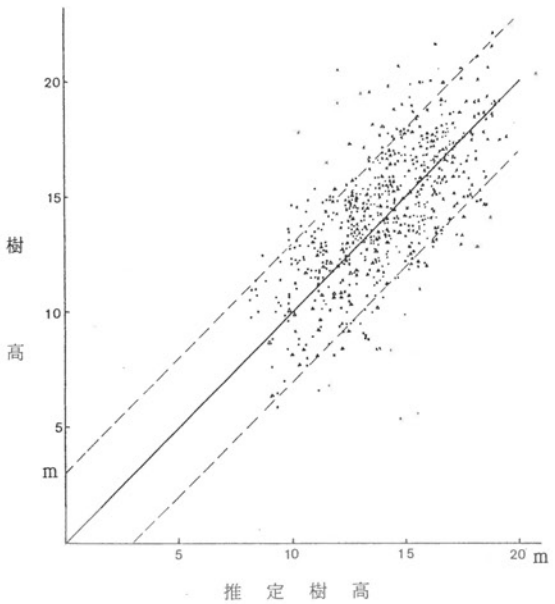


図6　樹高と推定樹高の収れん性

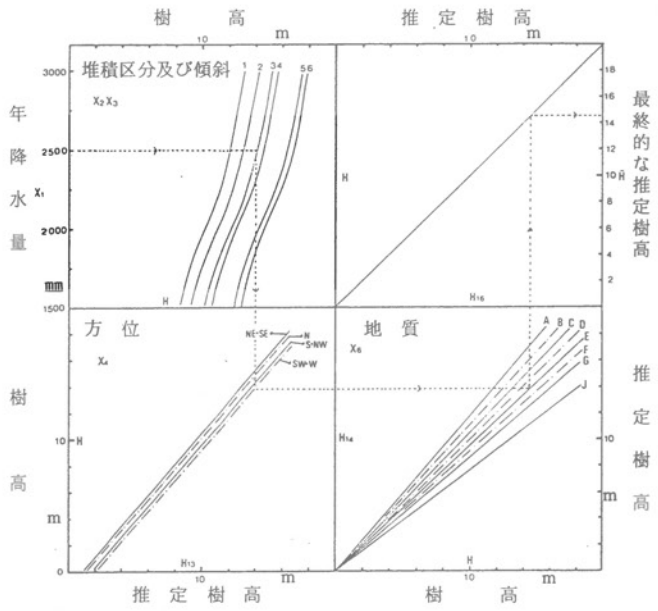


図7　共軸を用いた樹高推定

図の読み方～年降水量2500㎜，匍行土で傾斜13°，方位がSW，佐賀の古3砂の場合を仮定した時は点線に鉛って推定値を求める。

凡例(1)

記　号	堆積及び傾斜区分
1	残積土 23°以上
2	〃　13°以下
3	匍行土 13°以下
4	〃　33°
3・4間	〃　39°以上
5	崩積土 13°以下
6	〃　23°以上

凡例(2)

記号	佐賀県	福　岡	熊　本
A	長　讃		
B	両　花	花　崗 中～古 古　砂	溶結凝灰 角　安　山
C	安　山 花　崗	変　安 結　片 粘　板	洪　積　統 泥　　(粘) 花崗閃緑岩 火　山　灰
D	砂頁互	安　山	輝　安　山 安　　山 砂　　泥 白　亜　系
E	古三紀	凝　角	火　山　砕 変　成　岩
F			輝緑・凝灰 砂泥・チャート 緑色片岩
G		第三紀	班　　粉 花　崗　岩
J			筑変成岩

参考文献

1)「九州各県のヒノキ林地生産力」1982，九州地区林業試験研究機関協議会

6．九州全域の分析結果の総括

長崎県総合農林試験場　西　村　五　月

1．はじめに

これまでに報告されている地位指数推定に関する検討は，いずれも地域がかなり限定されており，隣接区域との比較をおこなったものは見当らないようである。その対象区域も県下一円におよぶ広域なものではなかった。今回は九州一円を各県毎に区分して，同一因子による同一手法の解析と比較であることに特異性を見出すことができる。筆者は九州地区全域のヒノキの地位指数を検討して気象因子の作用が大きいことを報告[1]したが，その内容を主成分分析した結果，必ずしもその因子で解決できるものではなく，因子の種類とその作用度には地域性があることを明らかにした[2]。

この報告では，因子の作用度の差違の地域性の問題について検討を進め，個々の因子の作用についての評価には論及しなかった。

2．材料と方法

検討に用いた資料は，すべて前報[3]によるものであるが，個々の資料を取上げて検討した訳ではなく，上述の各県の検討結果を比較考察したものである。

3．結果と考察

林地生産力の推定因子は，土壌を主とする考え方と，これに気象因子を同列に配しようとする場合の2法に大別されるであろう。この考え方の基本的な違いは，前者が主として対象地域をかなり限定しているために，気象較差が著しく大きくないのに対し，後者は狭い限定地区を並列すると，その境界線付近に不整合面が生ずることから，これを避けるために広い地域を対象として，そこに共通する因子を見出そうとすることにある。

林木の成長は広義に因子を考えるとすれば，気象因子の影響は決して無視できるものではない。また，林木は土壌に直接根をおろして生活し，そこから吸収した養水分によって成長するのであるから，土壌が極めて重要な位置づけにあることは今更論ずるまでもない。問題は，この両者のかかわり合いの証明の手法を如何にするかが解決されていなかったことにあると思われる。特に山地では任意地点の気象値の推定ができない点で，この問題の解決がおくれていたといえよう。

今回の上述の検討結果を見ると，各県によって，共通因子による推定精度には大きな差違が生じている。また，各因子の作用度も県によって異なっている。九州でもっとも林地生産力が低い長崎県では，共通因子による適合性が極めて低く，その他の県の相関係数は0.6～0.7付近でほぼ近似的な結果となっている。つまり，各因子の作用度は若干異なるが，ほぼこの共通因子によって実用上差支えない程度の推定値を得ることができる結果となった。

ここで得られた相関係数は，かなり低いと評価する考えもあろう。しかし，県下一円を単位とした広域での検討であることや，因子の種類を比較的単純化し，因子数を少なくした結果であること，土壌型・土壌有効深度など林木成長に主役を果たす因子を取入れていない点なども考慮して評価すれば，土壌と気象の因子によって，ヒノキが成長に大きな影響を受けていることを示す点からは一応の成果として評価できよう。

林木の成長に作用する因子は単独的に評価できないことを筆者は述べた[3]。また，ヒノキの植栽地が人為的に立地条件を考察して判定・選択された分布となっていることから，広域を対象として資料を選んでも，立地条件に偏りがあり，因子の作用度を解明する上で障害となることが多い。その意味では相関係数が高くなることだけで精度が向上したとか，決定的因子の選定ができたと評価し得ない面もある。

また，各因子は複合性を有している。例えば，降水量は標高と密接な関係にあるが，標高は気温と別離して考えることはできない。したがって，熊本県の指摘にあるように，今回は気温因子が加えられてない点で十分論及できない点もあった。宮崎・鹿児島では，降水量の影響が高く評価されていないが，これはヒノキに必要な2300㎜程度以上の降水量に

達していることによるものである。南九州では温暖・多雨であるが，気温因子を配した場合，高標高の植栽地が存在しないと気温の効果は確認することができない。長崎県で，五島地方は風速が大きいにもかかわらず，五島のみを取上げると，風速が主要因子とならないことと同じである。

このように各因子の作用度評価は，視点を整理しないと混乱してくる。筆者は，九州一円の生産力と主要因子について述べたが，この場合は気象—斜面上の位置による生産力分布の地帯区分と，広義における主要因子の探索をおこなったことに他ならない。したがって，統計的には精度が高く見えるが，再現性の点では具体的を欠く。むしろ，気温・降水量・風速などがヒノキの成長におよぼす影響を解明したものであり，その影響力は各地一様でなく，地域性があることが認められた[2)]。この生産力地帯区分は，気象—斜面上の位置における潜在的生産力の分布を示したものと解することができる。

地位指数の推定を目的とした結果の再現性を要求する場合は，この潜在的生産力を基準とする現地条件による微調整が必要となる。この場合の立地因子は，土壌因子や露出度などであると考えられる。

つまり，一次的因子として気象因子や斜面上の位置による評定を取上げる。一次的因子は広域で比較が可能となるような較差を持つ林木成長に関与する基本的因子である。その上で，現地における二次的因子によって補正をはかる。二次的因子は，広域における較差は小さいが，限られた区域内では較差が大きい性質を持つ。したがって，その地域でもっとも顕在的に作用する因子が主要因子となる。

一次的因子による潜在的生産力の推定ができていない場合は，ある限定された地域で，生産力に関与する因子の中で，較差の大きいものを主要因子として組込み，環境較差が小さいものを取入れないようにする。例えば，標高差の小さい高原や低山帯では，降水量差・気温差は小さいから因子から除外される。極端な場合は土壌差のみが主要因子となることも生じるであろう。

このように因子の選択と配列には，調査・研究の対象に応じた基準化を整理することが重要と思われる。ここで取扱った九州一円の各県の結果は，地位指数推定を目的として再現性を要求する場合は，更にこのほかに現地の特殊性を取入れた因子を加えた微調整をはかることで，より精度が向上すると考えられる。

おわりに

九州各県で共通因子による地位指数推定の可能性を目論んだが，その結果は大筋で土壌と気象因子の作用を肯定し，これによる推定の可能性を示した。しかし，各県によって，主要因子の作用度は異なった。これらを総合的に判断して，因子の作用の潜在化と顕在化，或は一次的因子と二次的因子などの因子配列を考えてみた。便法的には，対象地域の中で，林木成長に関与する因子の中で，較差の大きいものを選び出すことで，理論的よりは現象論的側面から解決することになろう。対象区域が拡大すると，狭小区域では較差が見られなくても，徐々に累積して較差を大きくする因子が主要化する。目的を地位指数の推定の再現性にあるとする場合は，この便法で十分のように考えられるし，林木成長の仕組みに関与する因子を求める場合とは異なることに論及する結果となった。

この結果は，当初目的を曲げたものとして考えるよりは，この目的に整理の必要性を解明させたものであると考えている。

参考文献

1）西村五月（1983）　ヒノキ林の生産解析（XIX）九州地方の地位指数と樹形の立地解析　長崎農林試研報（林）14：1－12

2）西村五月（1984）　ヒノキ林の生産解析（XX）主成分分析による因子の寄与度　長崎農林試研報（林）15：1－8

3）九州地区研究機関協議会（1982）　九州各県のヒノキ林地生産力

あ と が き

ヒノキ林地生産力に関する本格的調査研究は，県により事情は若干異なるとしても，昭和40年代前半から開始され，10年以上の長い年月を費してきた。経費に関しても，県単事業や林野庁研究普及課の一般課題，その両者によるなど種々である。そして，研究のより発展のために，この調査を九州全域の共通課題とし，統一的な手法を採用する必要性を提唱されるとともに，基本的な調査項目を提案されたのは，その当時福岡県林業試験場に在籍しておられた現九州大学農学部教授の竹下敬司農学博士である。この企画によって，今回のとりまとめにこぎつけることができた。長い研究期間中に担当者の異動もあった。熊本県の中島精之氏，佐賀県の実松敬行氏は今回のとりまとめを前にして転任された。さらに現地調査や各種資料の収集には多くの方々の協力を得た。ここに感謝申し上げる。

付　　図

1．気候区分
2．年平均気温
3．年降水量
4．冬季の風速分布
5．森林土壌
　5－1　適潤性褐色森林土
　5－2　乾性褐色森林土
　5－3　赤黄色未熟土
　5－4　黒　色　土
　5－5　赤　色　土
6．スギ，ヒノキの齢級別面積，スギ，ヒノキ，マツの造林面積（各県別）
　6－1　福　岡　県
　6－2　佐　賀　県
　6－3　長　崎　県
　6－4　熊　本　県
　6－5　大　分　県
　6－6　宮　崎　県
　6－7　鹿児島県
7．スギ，ヒノキ，マツの造林面積比率の推移

図－2：九州気候図帳より筆写
図－3，5：日本森林立地図より筆写
図－4：西村五月作成
図－6，7：各県，熊本営林局の資料および林業統計要覧より堀田庸作成



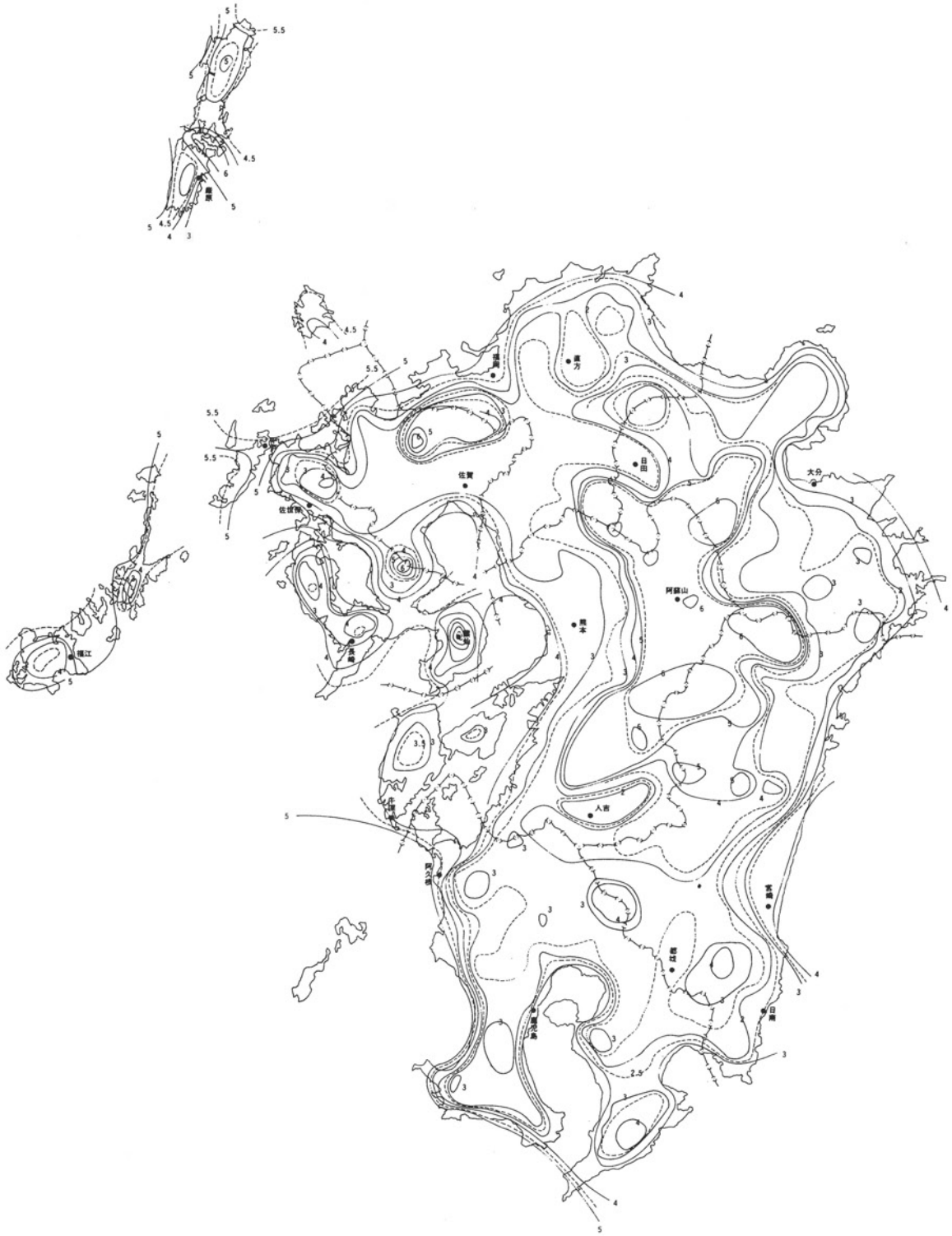
1．九州の気候区分


15
15
16
16
16
15
17
14
15
16
14
13
12
12
18
13
12
13
16
16
17
13
14
15
16
14
17
18
18
18

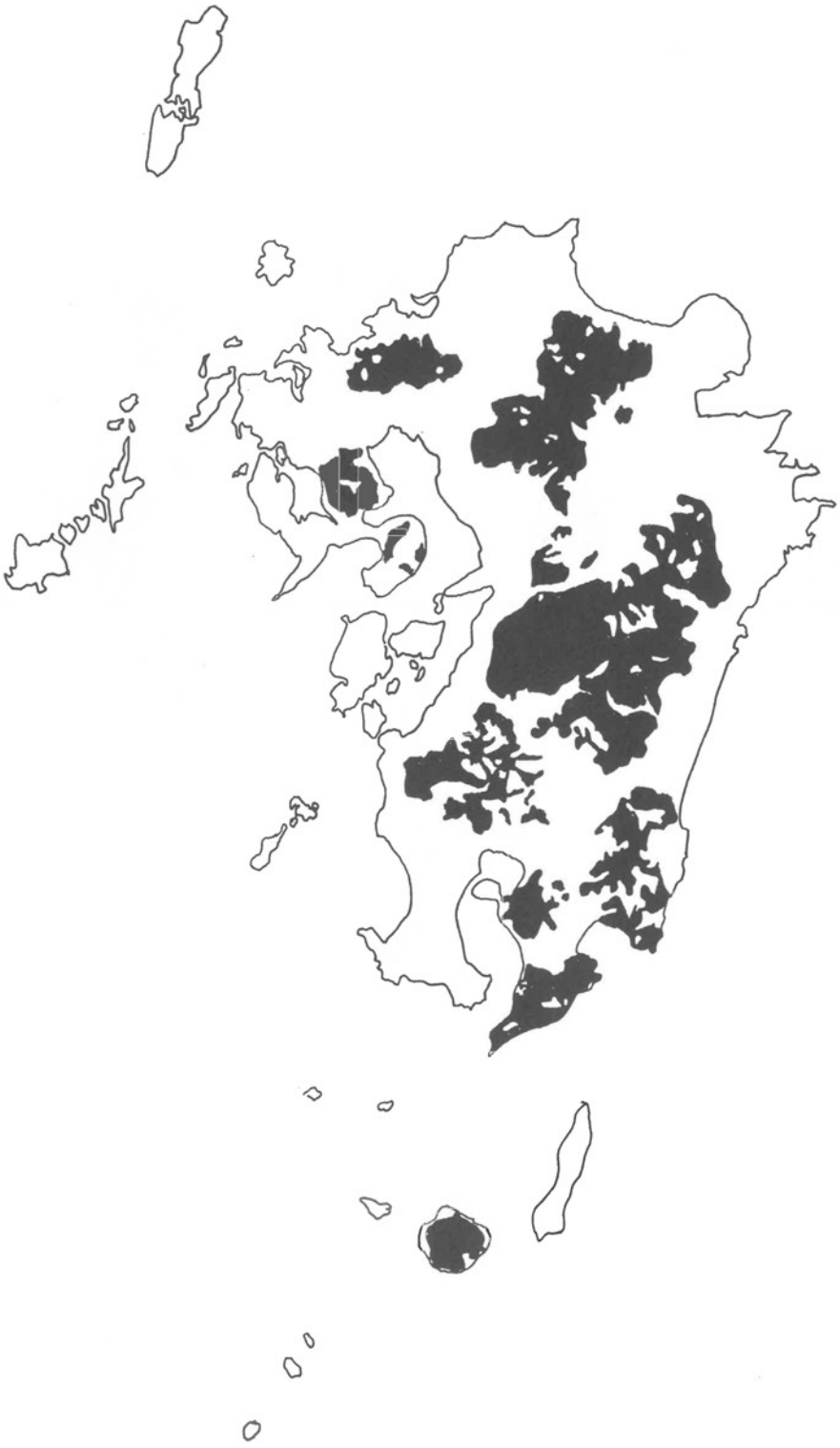
2．年平均気温


20
16
16
16
20
16
16
20
28
24
20
24
24
28
20
24
16
20
14
16
20
16
20
24
28
28
28
28
24
24
20
28
16
20
24
28
32
28
32

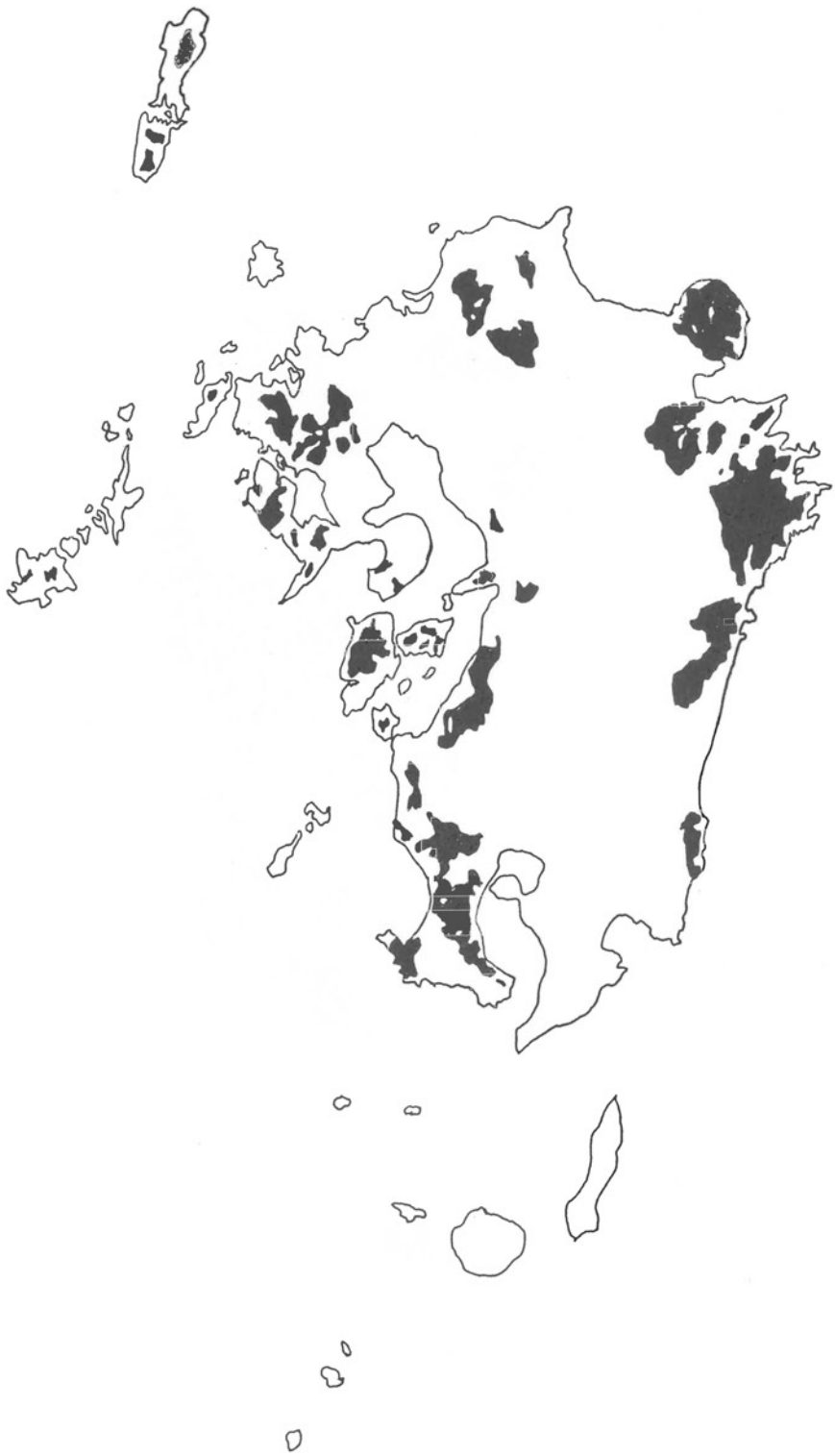
3．年降水量（×100㎜）



4．冬季の風速分布図



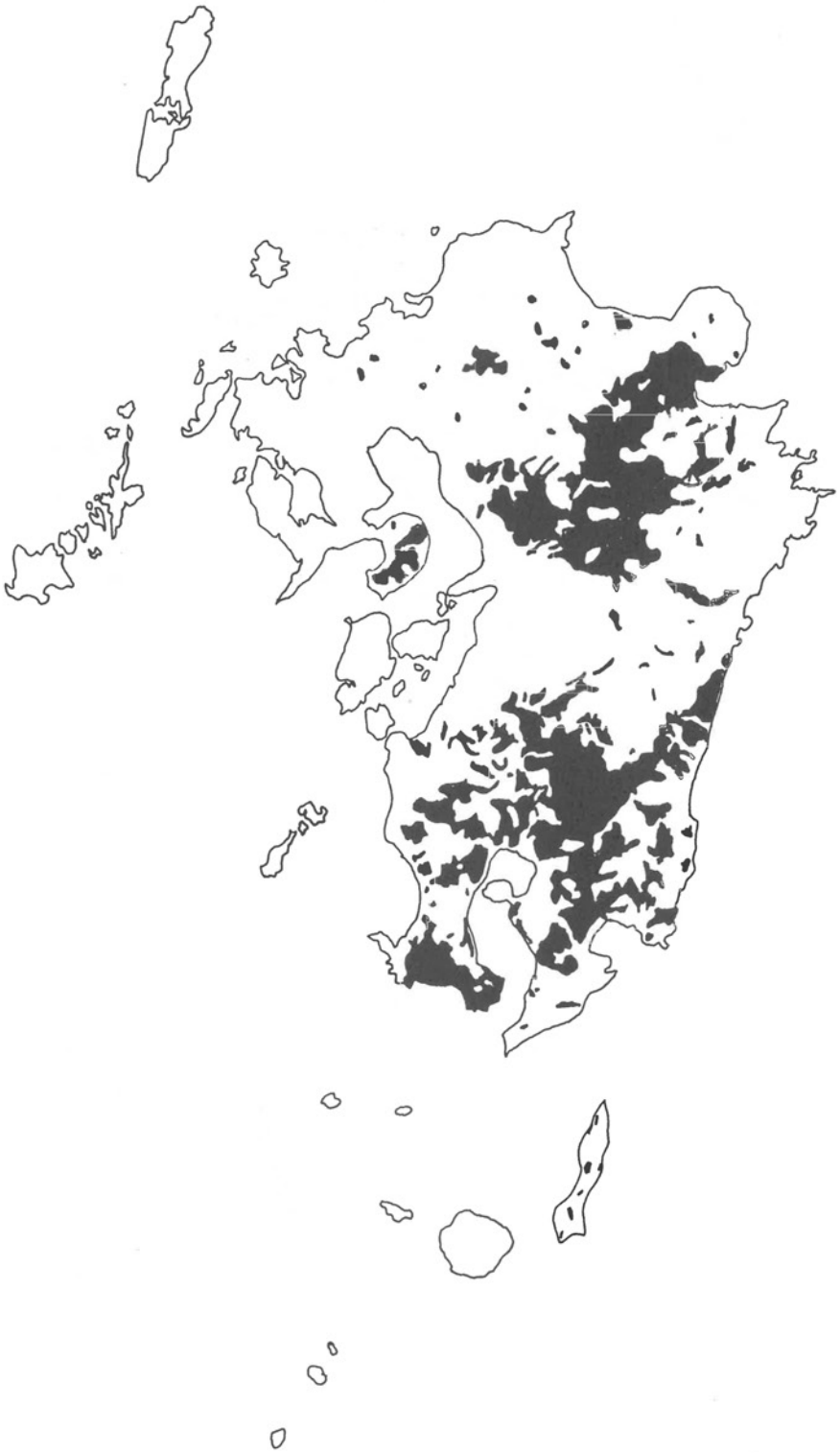
5－1　適潤性褐色森林土



5－2　乾性褐色森林土



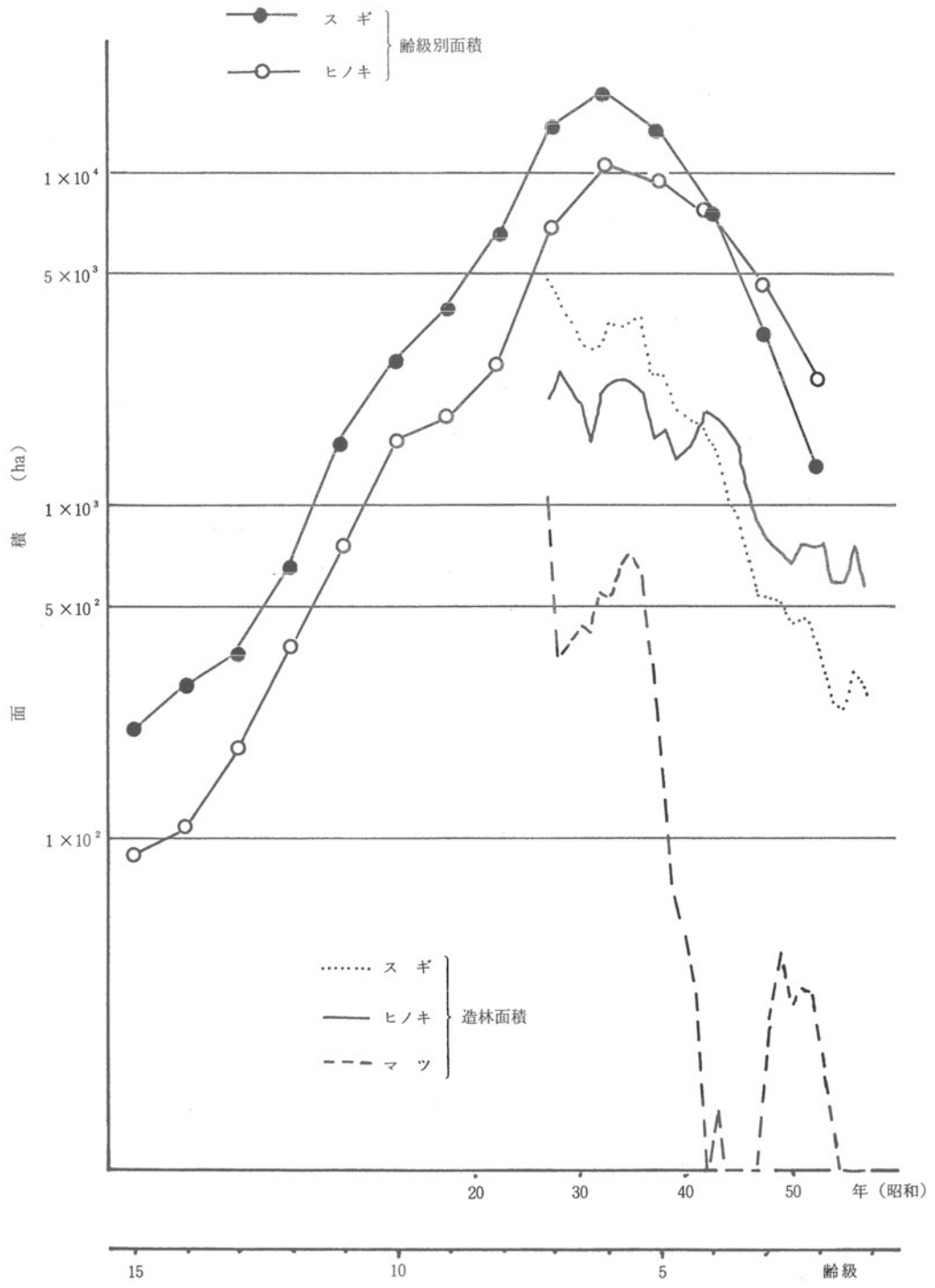
5－3　赤黄色未熟土



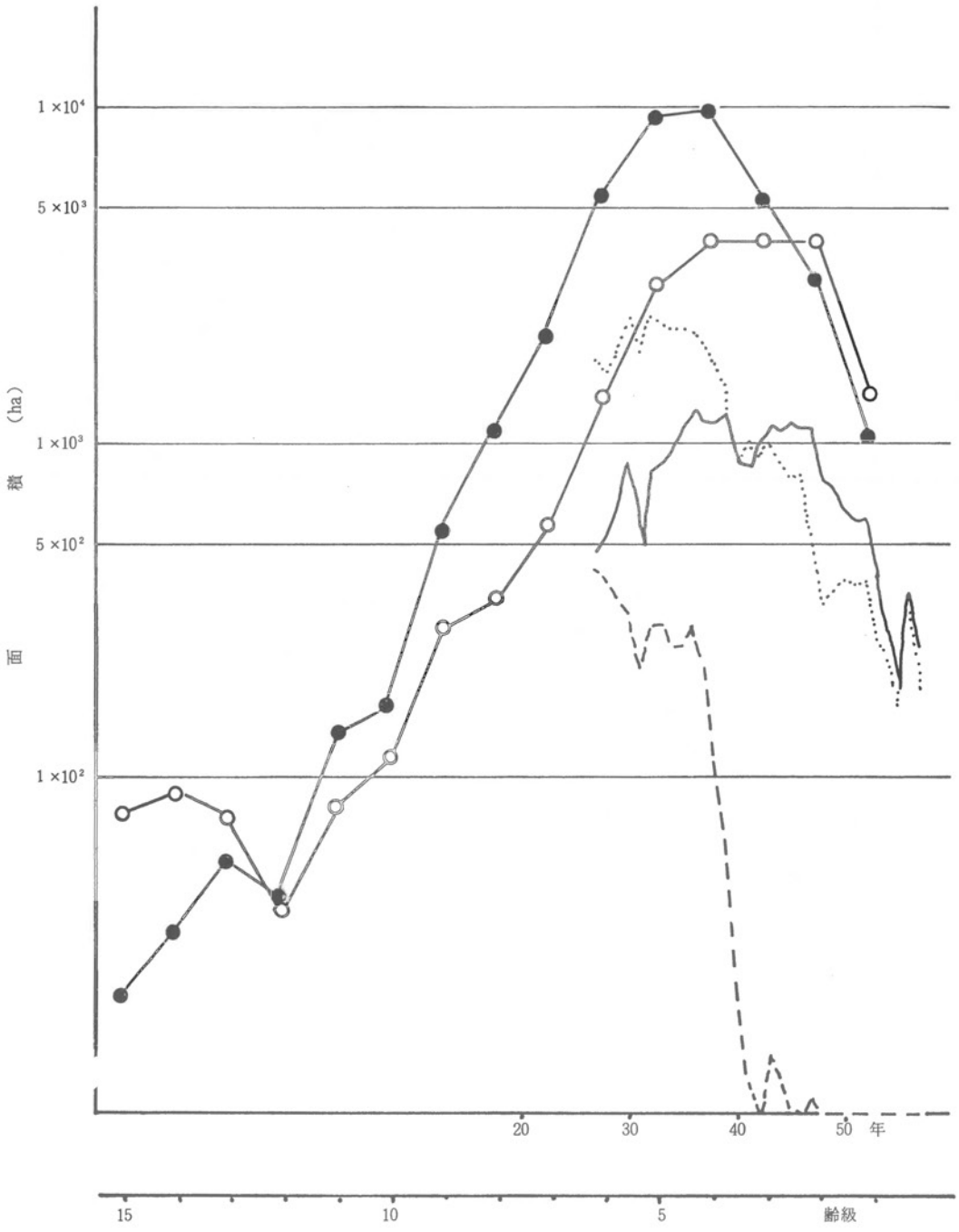
5－4　黒　色　土



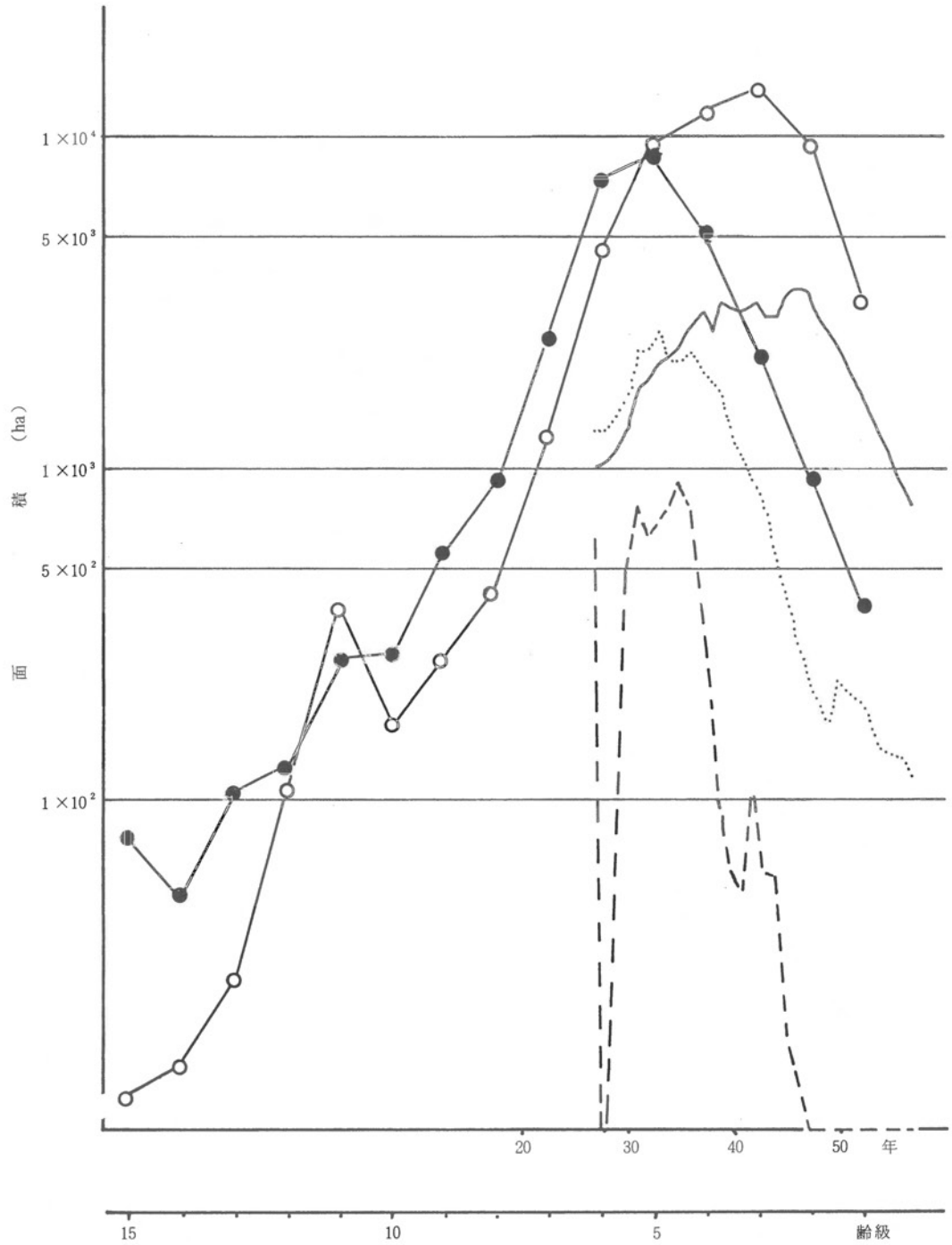
5—5 赤 色 土



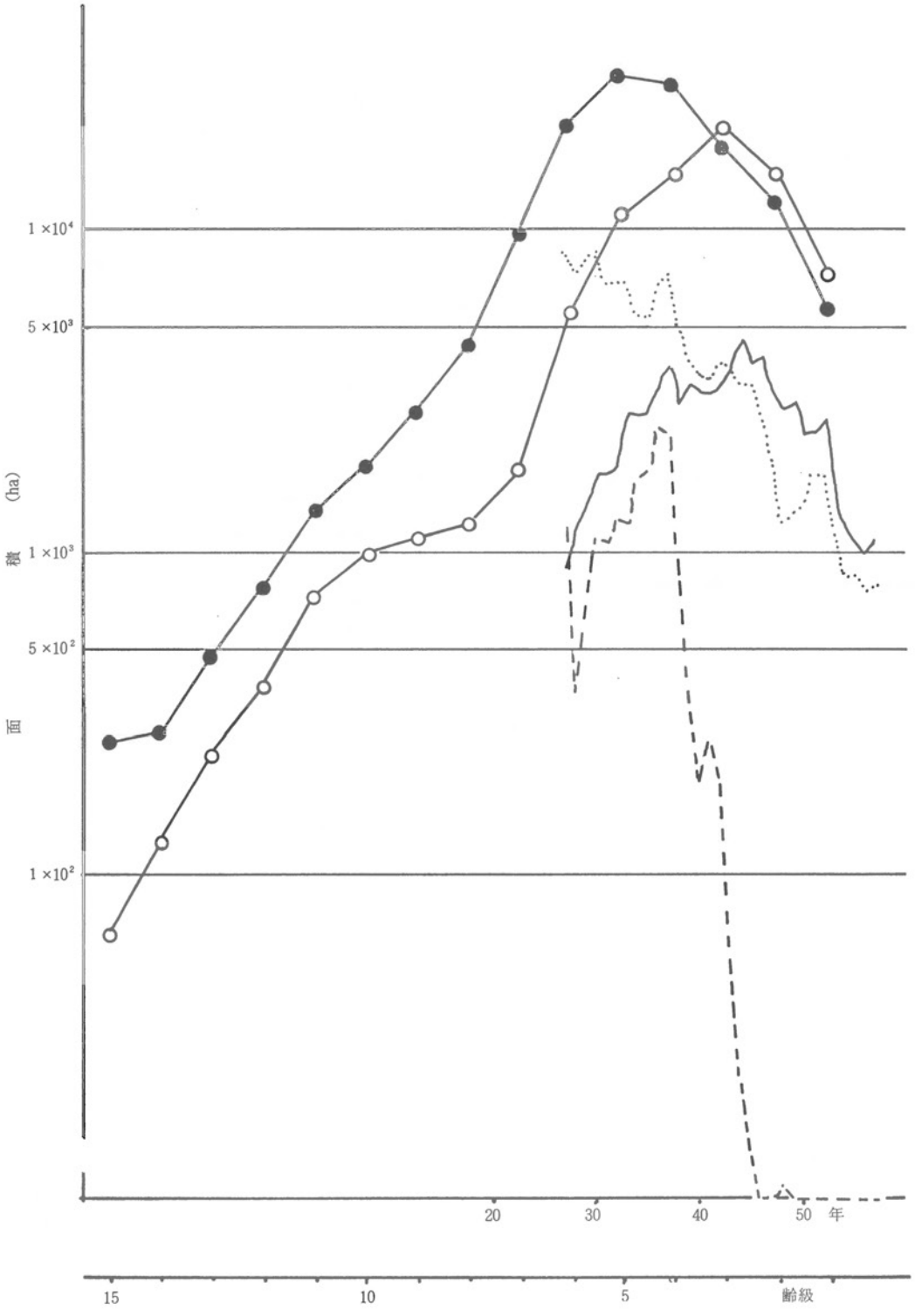
6－1　福岡県：スギ，ヒノキの齢級別面積，スギ，ヒノキ，マツの造林面積



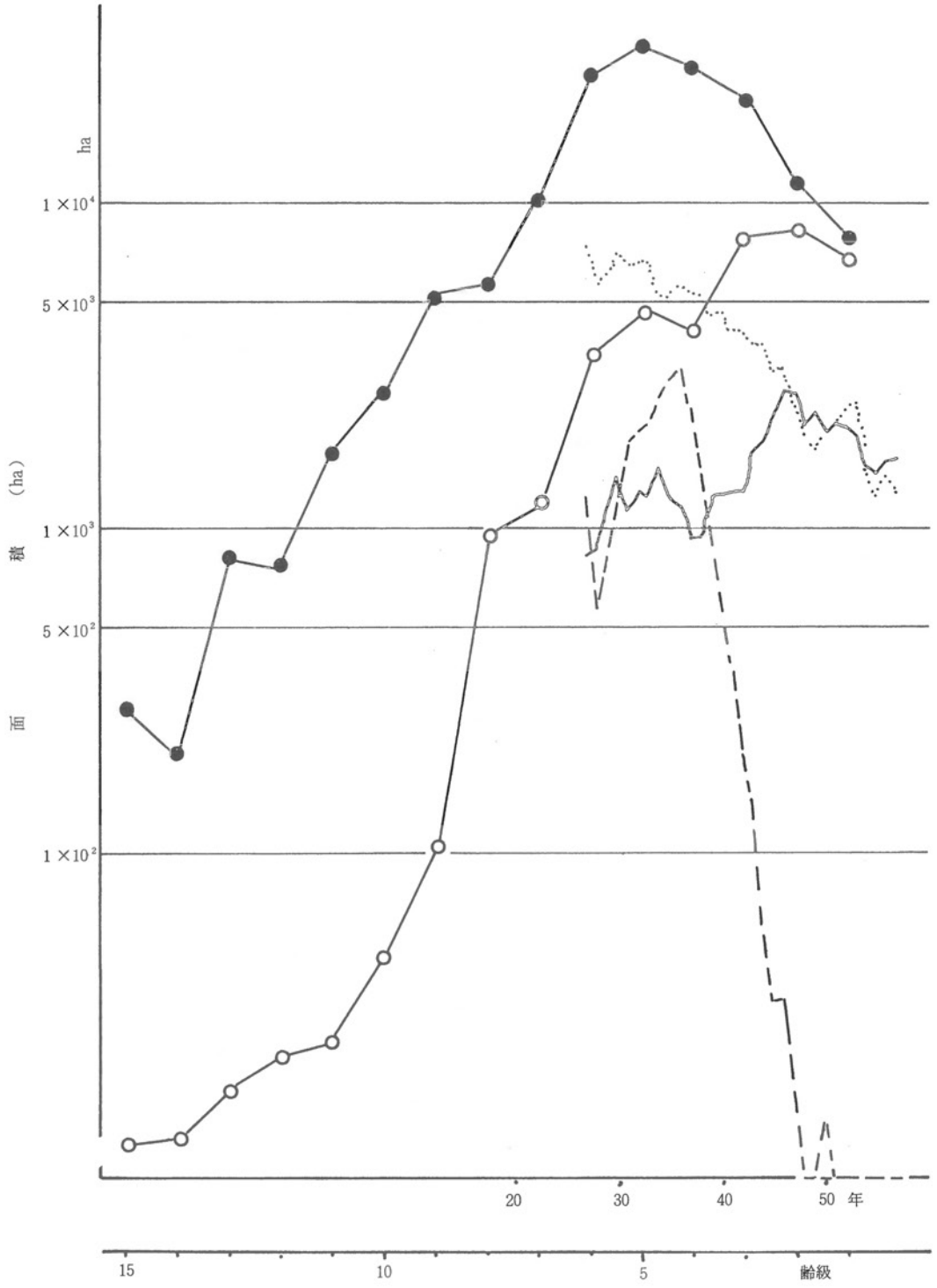
6－2　佐賀県（凡例は 6－1 参照）



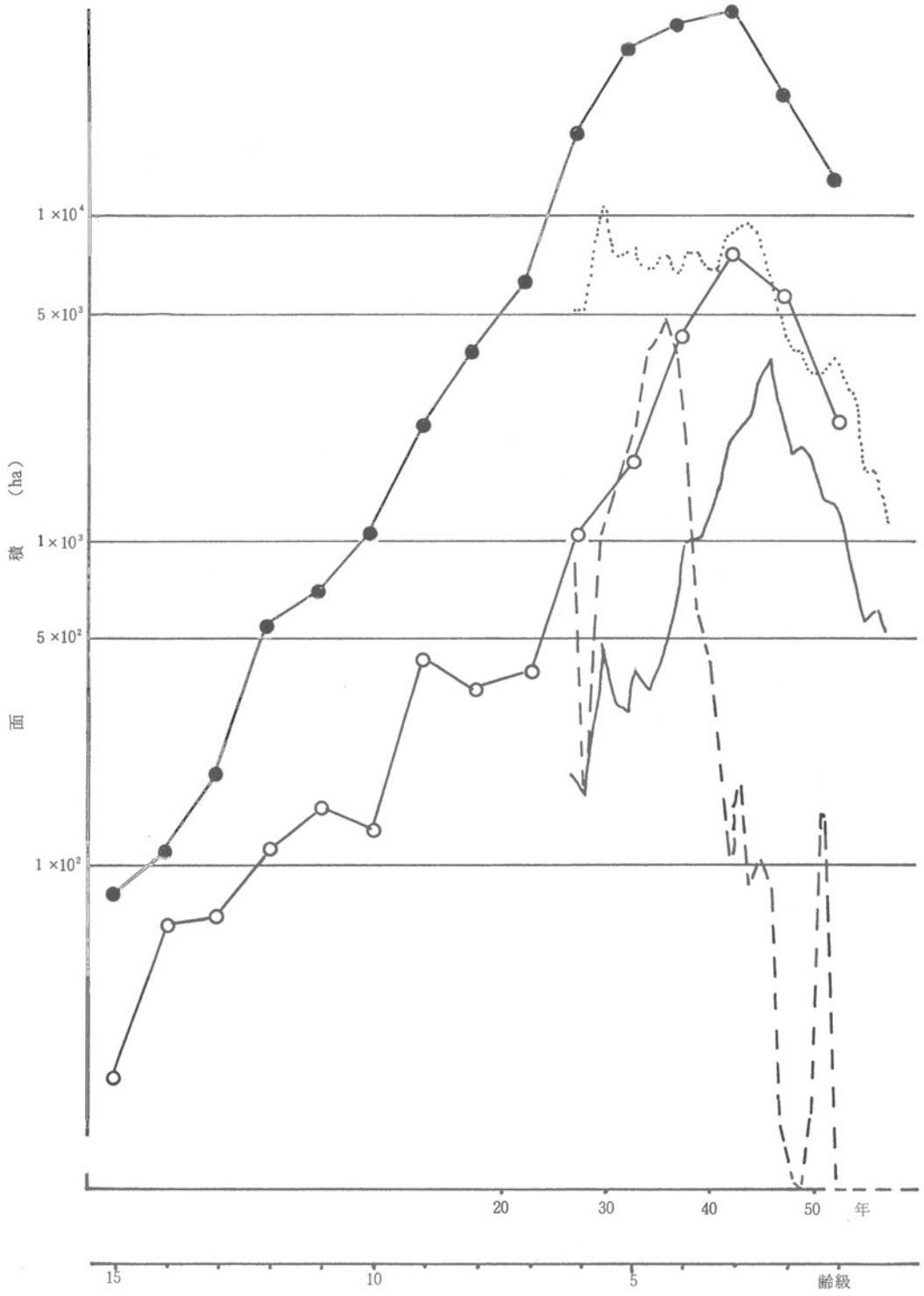
6 — 3　長崎県（凡例は 6 — 1 参照）



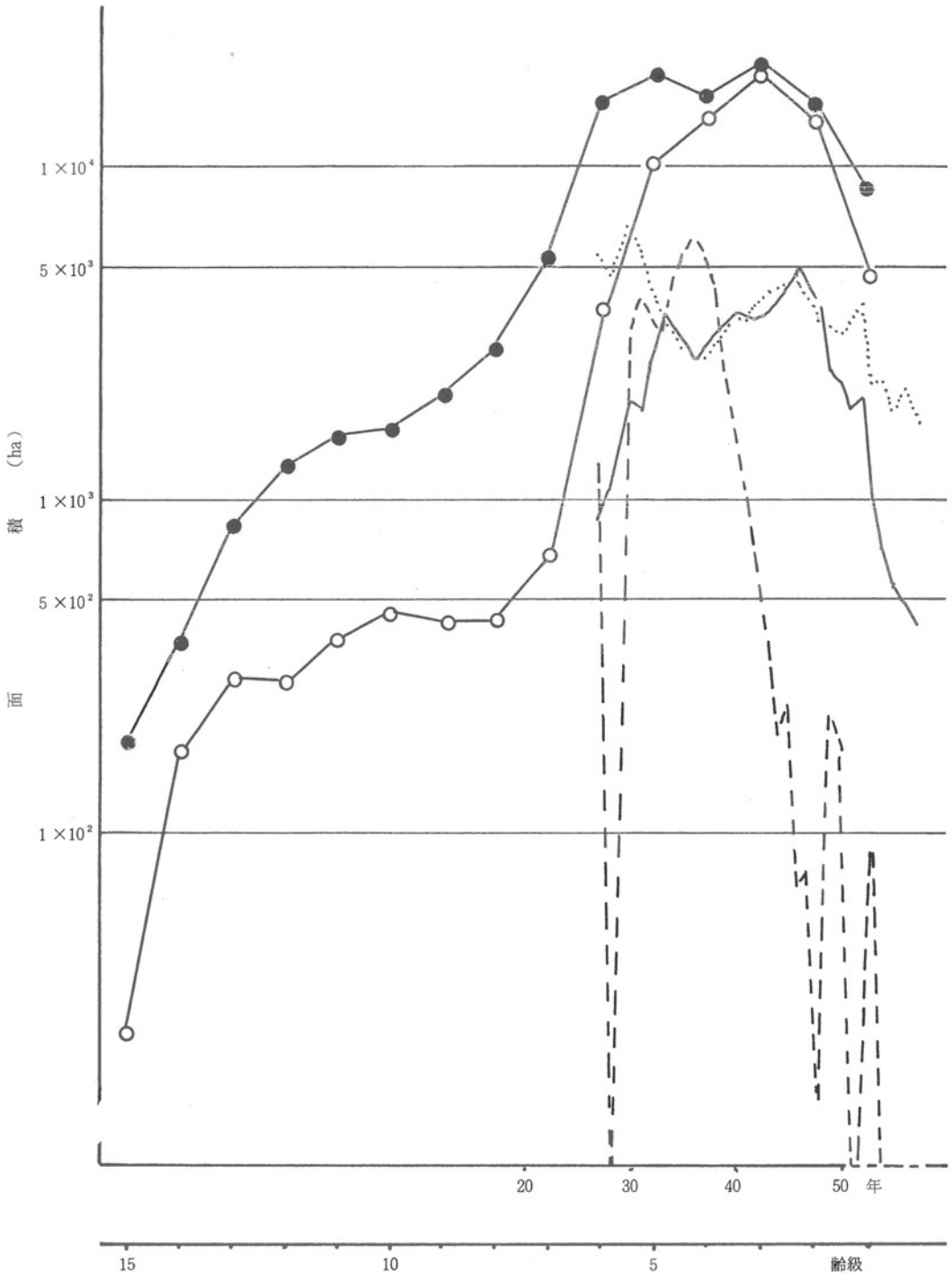
6－4　熊本県（凡例は6－1参照）



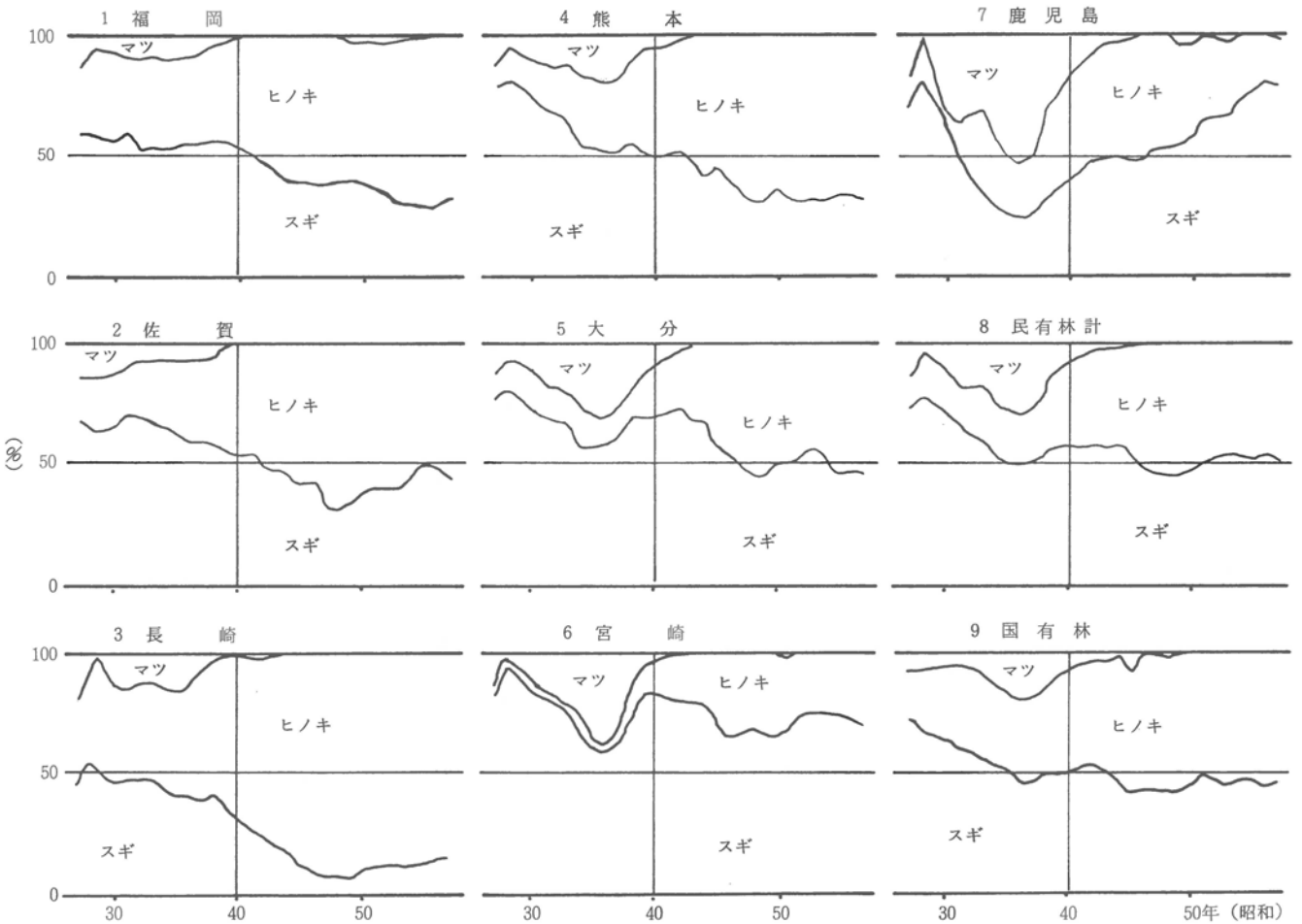
6－5　大分県（凡例は6－1参照）



6－6　宮崎県（凡例は6－1参照）



6－7　鹿児島県（凡例は6－1参照）



7．スギ，ヒノキ，マツの造林面積比率の推移

九州各県のヒノキ林地生産力(II)

——共通因子による生産力の判定——

印　刷　　昭和60年３月

発　行　　昭和60年３月

発行所　九州地区林業試験研究機関協議会
〒860 熊本市黒髪４－11－16
林業試験場九州支場内
ＴＥＬ0963(43)3168

印刷所　昭　和　堂　印　刷
〒854　諫早市長野町1007　ＴＥＬ 09572(2)6000