九州におけるおもなスギさしき品種の形態，生理，造林上の特性

石　崎　厚　美(1)

目　　次

緒　　言…… 2
第1編　スギさしき品種の識別に関する研究…… 3
第1章　スギさしき品種の形態的類別…… 3
第1節　形態的類別に関する既往の研究…… 3
第2節　針葉と枝葉の類別器官としての価値…… 4
第3節　枝の形態，ことに分岐習性と，その品種類別器官としての価値……65
第4節　樹冠の形態……97
第5節　その他の器官……99
第2章　九州におけるスギさしき品種の分類…… 105
第1節　植生上からみた九州の天然生スギ…… 105
第2節　自然選択要素…… 107
第3節　人為選択要素…… 114
第4節　スギ品種の分類表…… 114
摘　　要…… 123
第2編　スギさしき品種の生理的性質に関する研究…… 127
第1章　一般的生理的性質…… 127
第1節　1年間の成長過程…… 127
第2節　体内の水分…… 130
第3節　体内の成分…… 147
第2章　スギの品種別耐乾性…… 150
第1節　蒸　散　量…… 150
第2節　土壌水分を異にするときの成長の相違…… 158
第3節　スギの品種別凋萎試験…… 162
第3章　スギの品種別耐寒性…… 165
第1節　切枝の低温処理実験…… 165
第2節　実生苗による実験…… 174
第3節　造林木による調査…… 177
摘　　要…… 177
第3編　スギのさしき品種の成長と環境要素との関係…… 181
第1章　品種別成長量…… 181
第1節　調査資料…… 181
第2節　単木の成長…… 183
節3節　林分の成長…… 190

(1) 造林部育種科育種第2研究室長・農学博士

第2章　成長と気象要素との関係…… 196
第1節　平均気温…… 196
第2節　温量指数…… 200
第3節　寒冷指数…… 203
第4節　降水量…… 205
第5節　海抜高…… 209
第6節　傾斜…… 212
第7節　方位…… 218
第3章　スギの品種別成長量と土壌要素との関係…… 220
第1節　A層の厚さと土性など…… 220
第2節　土壌の容水量…… 225
第3節　土壌の酸度…… 228
第4節　土壌中の養分…… 230
第4章　適地選定表の作成…… 235
摘要…… 242
総括…… 246
付表…… 254
文献…… 293
Résumé …… 299

緒　　言

九州は支那大陸の洋上に南北に細長く孤状に張り出している日本列島の南にあって，その大部分が暖温帯に属しており，林木，ことにスギの生育に最も恵まれているために，古くからスギの造林が行なわれ，多くのさしき品種が成立していて，それらの品種に応じた造林技術が発達してきているが，各品種の成立過程と品種間の特性についてはまとまった研究を行なったものが少なく，ことに，各品種の適地選定表を作製したものは全くない。ところで，スギは日本の林業のなかで農業の水稲の位置に匹敵していて，その品種別の適地を究めて，誤りのない適地の選択を行なうことは森林生産力の増強に直結するので，きわめて重要であり，かつ緊急を要する事がらである。また，各品種間の形態，生理上の特性を究明することは既存の品種を母材として新品種を作出するときの基礎資料をうるものとすることができる。このような意味からこの研究を行なったものである。この実験を行なうに当たっては元林野庁指導部研究普及課長農林技官伊藤清三氏，元林試九州支場長内藤信行氏の理解あるご後援とご援助を賜わり，また本研究をまとめるにあたっては農林省林業試験場長農学博士坂口勝美，同場造林部長農林技官加藤善忠，九州大学農学部教授農学博士佐藤敬二，同井上由扶の各氏の懇篤なるご指導をえたので厚く感謝の意を捧げる次第である。また，種々の実験，資料の収集，および取りまとめの計算などにご援助をいただいた林業試験場九州支場造林研究室員と林業試験場造林部育種科育種第2研究室員の各位に厚くお礼を申し上げる。

第1編　スギさしき品種の識別に関する研究

第1章　スギさしき品種の形態的類別

品種の類別には種々の器官，組織細胞などを分類学的方法で比較する方法と，選択条件に関連の深い各要素を限定条件のもとで比較する方法とがあるが，成立過程を明らかにしてその相互間の性質を知り，しかも各品種の適地選定の基準となる性質をも理解するには，上記の両場合を通じて考察すべきであると考えて，本研究には主として栄養器官を解剖組織学的方法で観察するとともに，各器官の生理的性質について観察することとした。

第1節　形態的類別に関する既往の研究

わが国のスギの品種の形態については古く田中[150]の九州のスギさしき品種，ことに中，北九州のスギの名称と形態とについて詳述している日本の森林植物帯調査書がある。つぎに山根正助と河口[170]は「杉のさまざま」，見戸幸太郎[90]は「日向杉の種類について」の表題でオビスギの形態の報告を行ない，宮崎県内務部林務課[19]も同様の報告を行なっている。豊平[163]はまた葉色，葉形，樹形，樹皮などと赤，黒心材との関係を観察して，心材の色と材質とは樹幹と枝条の形態によって異なることを示し，藤岡[15]も杉の黒色変材の研究の中で，その黒色変材は材のきずと素質によるときとがあって，素質によるときには葉色，葉形，樹皮などによって見分けることができることを豊平金助の文献を用いて間接的に認めている。

九州におけるスギのさしき品種の類別の研究については，まず林[31]のものがある。林は飫肥，日田，菊池営林署部内の国，民有林に植栽されているサシスギを対象にして樹形，枝張り，枝つき，針葉の長さと太さ，樹皮の形態などを測定して，その識別には第1に枝張り，すなわち，枝の長さ，太さ，曲がり，疎密度，角度などを用い，第2に樹形，ことに孤立木の樹冠外縁状の形，第3に冬期における針葉の変色，第4に枝の分岐と伏条性，第5に針葉の長さと角度と密度，第6に樹皮，第7に心材の色，第8に結実性，第9に球果の諸点を取り上げているが，このような多くの形態を用いての結果はスギの形態を忠実に表わすことができるので，確かに品種識別の方法としては歓迎すべきであろう。しかしながら，各器官がもつ遺伝性と生理的性質，ことに品種の選択に果たす役割を理解しなければ類別の意味がわからなくなる。

山内[178]は日田地方のスギのさしき品種の形態を薬序の上から調査しているが，具体的な記載はあまり行なわれていない。

佐藤[122]は球果の形状比によってスギの品種間の相違を見たほか，同氏[121]はスギの針葉の変異の一実例でスギの針葉の内部組織を明らかにしているが，これらは内部組織による差異を知るに役だたせることができる。

大島[109]はスギの樽材の形態に関する研究でアキタスギ材の組織的研究を行ない，つぎに大島と清水[110]も日本各地の国有林の樽丸材を用いて解剖学的性質を研究し，川上[55]もまた同似の材料を用いて同様の研究を行なっている。

スギの針葉の形態については相馬[143]が，林　泰治とほぼ同様の要素を用いて観察する必要があることを説いたが，実際には熊本営林局内の数営林署の造林木の資料を用いて針葉は長さ，角度，葉数，密度，曲がり，球果は長短径と形状比などを比較しているにすぎない。相馬はまた心材の色を最も重視して10種

類に大別してその基準品種と所属品種とを示しているが，材色と各器官との関係についてはあまり具体的な表示は行なっていない。

つぎに小泉[62)63)]は妙見杉，正木[80)]は耐寒性スギ，中山[97)98)]は安芸と宍栗のクマスギ，山内[179)]はホウライジスギ，松島[83)]，村井[95)]はアキタスギ，斎藤[114)]は裏日本の伏条性スギの針葉の形態について研究を行なっている。

熊本営林局造林課[72)]は相馬丑五郎と同様に材の利用上の面も加えて分類しているが，心材の色は林齢，土壌，気象などの立地と環境とによって差異を生じ，伐採直後の材の乾燥条件，病虫害，霜凍害などによっても変化を受けるので，それらのみを用いて識別することはむずかしく，さらにまた，材色を樹皮，または栄養器官の一部を通して確実に識別することは困難であるので，いっそう不確実な方法といえよう。

佐多[118)]は兵庫県地方のミスギの分類にあたって，林，相馬の類別法は数が多く細かすぎて好ましくないとして樹形，枝張り，第1次枝の不定芽の有無，針葉の形態，心材色，結実性などを重点的に見て兵庫県内のスギの樹形をⅠ～Ⅲの3型に分け，針葉の形態を数種に分けてその両者を組み合わせて数種に分類している。つぎにまた，田中[149)]は佐多とほぼ同様の考えで天然生スギの分類を行ない，近藤[69)]もまた同様の方法で大阪営林局管内のスギの分類を行ない，山内[179)]もまた同様の方法でホウライジスギの研究を行なっている。さらにまた四手井[135)]も同様の方法で中国各地の天然性スギの各系統の形態を調査している。

スギの品種の各構成器官はいずれも連続的な変化を行なっているために，その類別は独立器官と認められる針葉，枝葉，枝などに分け，しかも時限をそろえてみることが必要であって，しかも遺伝的な解明を行ないながら比較することが重要である。つぎに樹種は違うが植木[167)]の朝鮮産アカマツの樹相の研究での変種，品種，擬種の見方はスギにも役だつものとみられる。さらにまた JOHANSEN[47)] が *Triticum* × *Agropyron* の F_1 の形態を多年生，生育期間，開花期，抽穂開花までの期間，幼植物の性状，稈の充実度，麦角病に対する反応，幼根数，成熟根の広がり，成熟根の組織，子葉鞘の色，穂軸の折れ方，頴の抱合度，穂の密度，小穂数，小花数，花，頴の肩部，頴の中歯の長さ，頴の竜骨，葉の長さ，葉の幅，葉の表面の毛，葉の裏面の毛，葉縁の毛，葉脈数，葉の表面の葉脈上の剛毛，葉の裏面の葉脈上の剛毛，葉縁の剛毛，葉の堅さ，葉耳の色，葉舌の長さ，節数，節毛，稈径，穂首の径などの諸点から優勢，中間，移行，雑種強勢，劣勢などに分けて観察しているのは，それらの各要素が成長と収穫とに関係のある器官であることに特に注意すべきである。

以上の文献から九州のスギのさしき品種の分類にあたっては，まず遺伝的に差異の明りょうな器官をとりあげて，それらが独立器官としての価値と，品種類別器官としての価値を知り，しかもまた品種の選択に果たしている役割を知ることである。そこで，本研究ではまずこのような方法によって，各器官を個々，総合別に吟味してそのなかの安定要素を求め，それらによって類別することとした。つぎに各器官の判別とその価値とについて見ることとする。

第2節　針葉と枝葉の類別器官としての価値

スギの針葉は短期間で安定した形態に発達して栄養生産の重要な働きを行なう。このことからスギのさしき品種の識別にはそれが最も重要な器官として取り扱われてきているが，それらは小形の披針形であって，1枝内でも1年から数年までのものをもち，しかもその形は位置，樹齢，枝の分岐序列などによっても違い，また，光，温度，湿度，降水量，土壌中の水，空気，養分などによっても変化をするので条件

をそろえて比較することが重要である。そのためには各針葉と枝葉とに名称を与えて相互間の区別を行なうことが第1要件であるので，つぎに針葉と枝葉の類別名称について考察を試みることとした。

A．針葉，枝葉の類別名称

スギの葉は披針状であることから，その葉を針葉と呼んでいるが，1枝内には種々の時期を異にした針葉があることから，春伸びの部分を春葉，秋のびの部分を秋葉とよんでいる。しかし，相馬[143]は前者を長葉，後者を短葉と呼び，佐藤[121]は前者を大針葉，後者を小針葉とよんでいる。

幹は伸長するにしたがって主枝を分岐し，その主枝が発達するにしたがって側枝を分岐していくが，同齢内の各枝に着生する針葉は枝の分岐次数が高まるにしたがって小となるので大，小針葉に分けて見られるのは1枝内に春から秋までの針葉を着生しているときであって，成長期の中期以降から分岐した枝の針葉にはその分け方はあてはまらない。

小泉[63]は主幹から直接分岐した枝の針葉の集まりを第1次枝葉とし，第2年目のものを第2次枝葉，第3年目のものを第3次枝葉とした。これは，主軸から分岐した年次と回数とを示しているので，1年1分岐の節間成長を行なうものにはよいが，スギの幼齢木のように1年に多くの枝が数回，数次にわたって発達するようなものにはおおむねあてはまらない。

相馬[143]はスギのさし穂での類別を対象として，小枝の中心軸のものを母苗と名づけて，それから分岐した枝を子苗，さらにその子苗から分岐した枝を孫苗として分けているのでそれら別の針葉の類別法もあるが，これは枝の年齢，左右以外の方向，年界からの距離，さらに詳しくは各枝間の区別をすることができないので，この品種識別にあたっての類別には用いられない。しかしながら，その名称は枝条の内容をかなりよく表わしているので，造林木からのさし穂採取のようなときには好ましい分け方とされよう。

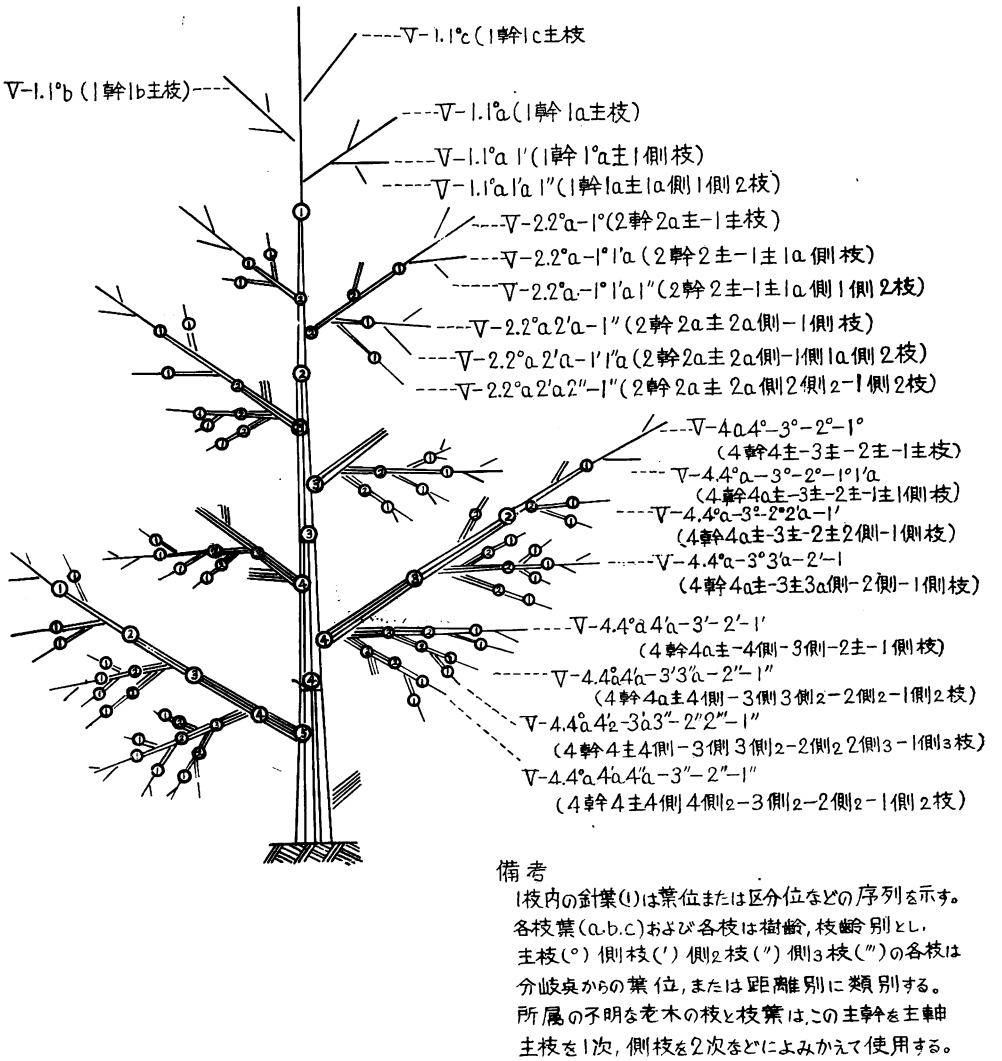
スギの葉序については，藤田[6]，山内[178]の研究があって，それはほぼ3/5の交走斜列であるとしているが，石崎ら[44]の研究によれば多くの場合2/5であるが，軸の大きさと品種とによって異なることがあることを認めている。以上の結果から針葉の位置を表示するには葉位によるより他に良法がないが，枝の条件がそろっていれば葉位に基づく階数によってほぼ比較ができることがわかる。

WISLICENUS & BINDER[71]はマツの物質生産の研究で枝の類別を幹，枝と年齢別に区分し，つぎに枝を主，間枝別に，さらに各枝からの分岐枝を次数別に区分しているが，この方法は節間成長を行なうものに対してはすぐれた方法といえよう。

つぎに，片山[50]はイネの品種間の分蘖の研究を行なうに当たって，その研究の遅れた原因を分蘖枝葉の名称の分類がなかったためであるとして，まずその分類を行なっているが，その要領は枝を主軸の各節ごとに区分し，つぎにその分岐枝もまた各節ごとに区分していて，WISLICENUS & BINDER の方法と似ている。これらの方法は節間成長を行なわないスギにそのままあてはめることはできないが，年次階の明らかな幼齢木時代の針葉と枝葉の分類には応用されうるものとされよう。

以上のことからスギの針葉の名称は，まず，主幹，主枝，側枝，側々枝などの軸の各器官に分け，つぎにその各軸は年齢によって区別して，同軸内の針葉は葉位によって区分することとした。ところで葉は数年後に枯死して脱落するので，それ以後はこの方法によるのは不可能である。そのようなときには年界からの距離別に，またその年界が不明となったときには，軸の全長を等分した区分位別に表示することとした。いま，以上の分け方を実例を用いて示せば第1図のとおりである。

母木から切り離された切枝は母木に着生していた位置と年齢とを明らかにしたのちに第1図に示した分



第1図　針葉，枝葉，枝の類別名称

Fig. 1　Classified names of needles, branches covered with needles, and branches.

類にしたがって名称を与える。しかし，その所属が不明のときには主幹を主軸，主枝を1次枝，側枝を2次枝などによみかえてよぶことである。

枝葉とは1枝内に着生している全針葉の変化を表わしたものであるので，その名称は枝と一致している。このことから，前図の枝を枝葉によみかえることによってその名称がえられる。

B．実験材料と調査方法

品種の類別器官のなかには単独の独立器官として使用されうるものと，独立器官としては価値が薄いが，数種を合わせてみることによって意味を生ずるものとがある。たとえば，針葉と枝葉とがそれで，前者は独立の器官としての価値が高いが，後者はむしろ動的変化の方が価値が高いものとされる。スギの品種の類別の研究では，このような各器官の役割を知ることが重要であるので，本研究では九州のおもなサ

シスギの品種を用いての類別器官の価値を吟味する一方，相互間の類別をも明らかにしてそれらの品種の成立過程と特性の究明に資するようにした。

本研究の供試料の採取に当たっては，九州のおもなサシスギ品種の中から，成立過程が違いしかもかなり限定された地域に植栽されているものを数種選定するのが好ましくて，これには種々の場合が考えられるが既設の参考林，または見本林などは一応代表的なものを選定して集めているともみられるので，熊本営林局管内でその種の林分を調査してみたところ，北九州全域のスギを集めているものに福岡県朝倉郡小石原国有林内の御大典記念スギ品種見本林，南九州のオビスギを集めているものに宮崎県南那珂郡大戸野国有林内のスギ品種参考林，九州全域のスギの品種を集めているものに人吉市矢岳町矢岳国有林内のスギ品種参考林などがあり，しかもそれらの設定に当たっては林　泰治，山内倭文夫，相馬丑五郎などのスギ品種の権威者によって各地の標準のものが集められているので，それらの林分からさらに標準と見なされる個体を使用すれば，標準のものの結果が得られるものと考えたので，それらを用いることとした。すなわち，昭和24年春にさし穂を採取して林業試験場九州支場付属苗畑内にさしつけて翌年掘り取り，その中のそろった苗のみを同苗畑内に定植して品種別形態試験地を設けた。しかし，その実際の調査にあたっては，さらにその中から標準の形態と中庸の成長状態を示すものを各30本ずつ選定して用いたが，高齢木の材料が必要なときにはそのつど母木からのものを採取して実験に供した。

いま，場内の形態比較試験地と母木採取地との気象条件を示せば第１表のとおりである。

第1表　資料採取地付近の気象

Table 1.　Climate near the place from where the samples were collected.

要素＼月＼地名		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均（総）
気温（°C）	矢岳	2.4	4.0	6.2	12.6	16.0	18.5	22.3	23.4	20.0	14.5	8.2	3.9	12.7
	小石原	1.0	2.2	5.3	11.0	15.1	19.1	22.9	23.4	19.9	14.3	8.8	3.4	12.2
	宮崎	7.0	7.9	11.2	15.3	19.4	22.8	27.1	27.8	24.3	18.9	14.3	9.8	17.1
	熊本	4.1	5.1	9.0	13.9	18.5	22.5	26.6	27.0	23.1	17.1	11.8	7.0	15.5
	霧島	1.8	2.3	6.1	12.0	15.0	18.8	22.3	23.0	20.7	15.9	11.1	3.3	12.7
降水量（mm）	矢岳	80.4	128.6	195.8	368.9	261.5	588.7	626.9	264.9	228.0	156.2	122.2	60.5	3022.6
	小石原	113.3	133.6	196.3	224.7	239.6	620.2	374.4	202.5	269.7	173.3	94.3	108.5	2750.4
	田野	60.3	129.5	166.2	266.5	230.3	358.1	364.2	522.4	325.8	254.2	104.7	69.2	2851.4
	熊本	44.9	76.1	107.2	152.9	148.1	299.1	288.9	170.0	178.9	100.1	70.2	68.2	1704.7
	霧島	66.8	113.6	120.2	163.1	183.8	618.2	661.1	286.2	559.0	296.2	125.8	83.8	3277.8

針葉と枝葉の調査は樹齢５年生のものの植栽後伸長した１～３年生のものについて，熊本支場造林研究室で同室員の援助によって実施し，材料の収集と熊本苗畑における苗の養成には山本常喜技官の援助を得た。葉はスライドガラスにのせて，座標測定器（×30～50），顕微鏡（×28～60），解剖顕微鏡（×20）などを用いて測定した。葉長（葉身長）は軸の分岐基部からその梢端までの距離とし，葉基部長は葉身の内側基部からその葉の軸に付着生する部分の末端までの距離，葉の角度は葉の内側の分岐基部のものを基角，梢端を梢角，葉の曲がりの最大部分とを結んだ線が軸となすものを中位角とし，葉の曲がりは葉の分岐基部の内側と葉の先端とを結ぶ線からその中央付近の曲がりの最も強いところの距離を葉長で除した比数にて表示した。

C．結果とその検討

つぎに，前述の方法によって得た結果を幹，主枝，側枝などの各類別針葉ごとに検討することとした。

1．主　幹　針　葉

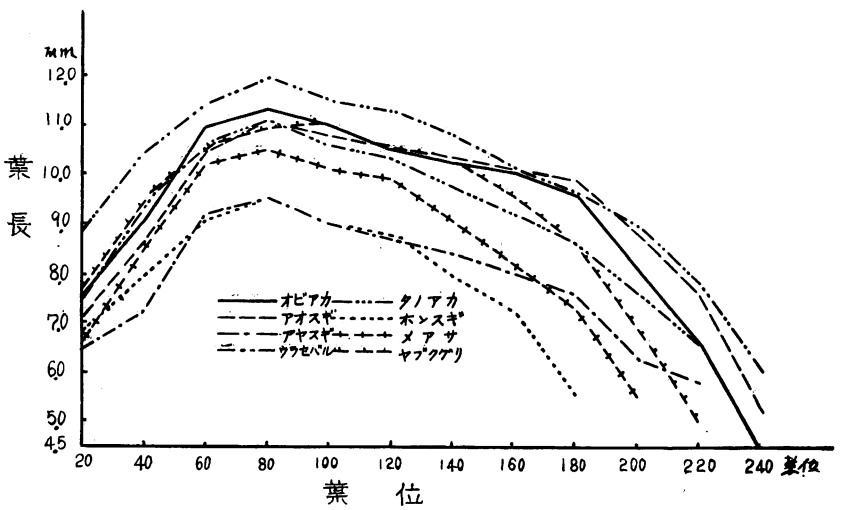
スギの針葉は主幹に数年間着生しているので，その針葉を各葉齢別に比較した。

a．1　幹　針　葉

5年生木の1幹針葉長を葉位20の括約で平均値を求めて比較すれば第2図のとおりで，葉位の低いところでは短いが，それが高まるにしたがって増大してやがて最大となり，その後は葉位が高まるにしたがってしだいに減少するのを認めた。いまこの現象を数式で示せば，熱化学反応の式，

$$Y=Ae^{\frac{\alpha}{t}}+\beta t+\gamma t^2$$

で表わされる。この式は SCHMACHER[130]，寺崎[154]，木梨[57]などが林木の成長曲線式に用いているが，このことからも枝葉内の物質生産の状態を知ることができよう。すなわち，低葉位のものは前年度に蓄積された養分に左右されるが，それはまた春先の温度に影響されていて低温ほど徐々であって高温となるにしたがって強くなる。しかも新成器官によって生産された物質が新成器官の形成に使用されるようになって最大となる。その後は前年に蓄積された養分が全く消費しつくされ，さらにその後は，本年度に新成された器官によって生産される養料の生産機能も環境の不良のために減少してきて針葉は漸次小形となるのを認める。このような種々の発達過程を遂げている針葉の中から品種の識別に最適の資料を選出するには，その全過程を最もよく表わすものであることであって，それを1枝内の1針葉に求めるには最もよく発達していて変異の幅が最も小さく，しかも本質的な特徴を示す部分であるとされよう。これらの関係を明らかにするために，まずオビアカの5年生の1幹針葉の葉位別葉長の変異係数を求め比較すれば第2表のとおりで，第60～100葉位が最小を示している。この理由についてみれば記述のとおりであって，そのことからその付近のものが生育条件に恵まれていて，比較条件も最もすぐれたところとされよう。そこで，つぎにこの針葉の樹齢別変化を見れば植栽の翌年のものが最大で，それより年を経るにしたがって小となる傾向を認めた。このことからこの針葉は樹齢の若い時代のものが最もすぐれていることがわかるので，既



第2図　1幹針葉の葉長の葉位別変化

Fig. 2 ·Length of needles on 1 s. with the order of needles.

第2表　オビアカの1幹針葉の葉長の葉位別変異係数

Table 2.　Coeficient of needle length on one-year-old stem of "Obiaka".

葉位（枚）／項目	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
平均針葉長(mm)	7.4	9.0	11.0	11.3	11.0	10.5	10.2	10.0	9.1	8.0	6.5	4.5
標準偏差	1.05	1.37	1.00	0.98	0.87	1.20	1.53	1.53	1.50	1.31	1.12	0.88
変異係数	14.2	15.2	9.1	8.7	7.9	11.5	15.0	15.3	16.5	16.4	17.3	19.6

備考　九州支場5年生。

述の供試木の1幹針葉の最大葉長を用いて品種間の比較を行なえば第2図に示すとおりで，ウラセバルが11.9mmで最も大きくて，オビアカ，タノアカ，アオスギ，ヤブクグリが11.0mm内外でつづき，メアサが10.5mm，アヤスギ9.9mm，ホンスギ9.5mmで最も小さい結果を認めた。つぎに最大葉長のあらわれる葉位を品種別に見れば，各品種を通じてはほぼ80葉位である。そしてあまり明らかではないが，成長のよい早生のものがやや低い傾向を認めた。つぎに，その後の減少状態をみればヤブクグリ，ホンスギ，メアサが急で，アヤスギ，アオスギがつづき，ウラセバル，タノアカ，オビアカが最も徐々な傾向を認めた。いま，この理由について考察すれば，春期は最大葉長の出現までの時期が短くて気象条件に応ずる各品種の感応相の相違が小さいためとされ，その後期に大きいのはその期間が長くて作用の差も大きいためと考察する。

葉の成長状態の葉位別比較は，主軸の長さが同似のときに可能であって，それらが異なるときには困難である。ことに葉序と着生密度とが異なるときには，枝，葉位などの比較条件をそろえてみなければ意味

第3表　1幹針葉の葉長の主幹区分位別変化

Table 3.　Length of needles on one-year-old stem at each seasonal part of main stem.　（葉長単位 mm）

区分／品種	1	2	3	4	5	備考（実験式）
オビアカ	9.0	11.0	11.0	10.1	6.9	$y=6.83e^{\frac{0.13677}{x}}-0.011994x-0.003005x^2$
アオスギ	8.6	11.0	11.1	10.1	7.1	$y=5.73e^{\frac{0.18318}{x}}-0.02931x-0.001236x^2$
アヤスギ	7.2	9.9	8.9	7.9	7.1	$y=3.57e^{\frac{0.29388}{x}}-0.05839x-0.00780x^2$
ウラセバル	10.4	11.9	11.3	10.4	8.4	$y=7.83e^{\frac{0.16631}{x}}-0.04371x-0.002326x^2$
タノアカ	9.3	11.0	10.1	9.7	7.4	$y=6.88e^{\frac{0.16371}{x}}-0.03912x-2.0015074x^2$
ホンスギ	7.9	9.5	9.0	8.0	6.4	$y=5.53e^{\frac{0.21751}{x}}-0.06424x-0.0094120x^2$
メアサ	8.7	10.5	10.0	8.4	5.9	$y=5.29e^{\frac{0.06525}{x}}-0.06432x+0.002630x^2$
ヤブクグリ	9.3	10.9	11.0	8.9	6.8	$y=6.21e^{\frac{0.07668}{x}}-0.05572x+0.002357x^2$
平均	9.0	10.7	10.3	9.2	7.0	y＝葉長，e＝自然対数の底，x＝区分

第4表　1幹針葉の葉長の主幹区分位別変異係数
Table 4. Coefficient of length of needles on 1-year-old stem of each sectional part of main stem.

品種＼区分	1	2	3	4	5	備考
オビアカ	22.87	10.00	12.18	15.86	20.89	葉位区分別の調査資料と同じ。
アオスギ	19.10	8.35	7.96	12.10	26.39	
アヤスギ	20.23	6.88	9.41	18.33	20.40	
ウラセバル	14.56	6.29	7.50	11.37	13.51	
タノアカ	22.74	6.40	7.74	13.38	15.12	
ホンスギ	19.58	9.36	10.82	19.99	25.37	
メアサ	18.44	12.23	9.52	23.83	20.14	
ヤブクグリ	20.89	9.06	9.08	14.82	22.20	
品種相互間	29.54	23.59	32.14	33.05	24.84	

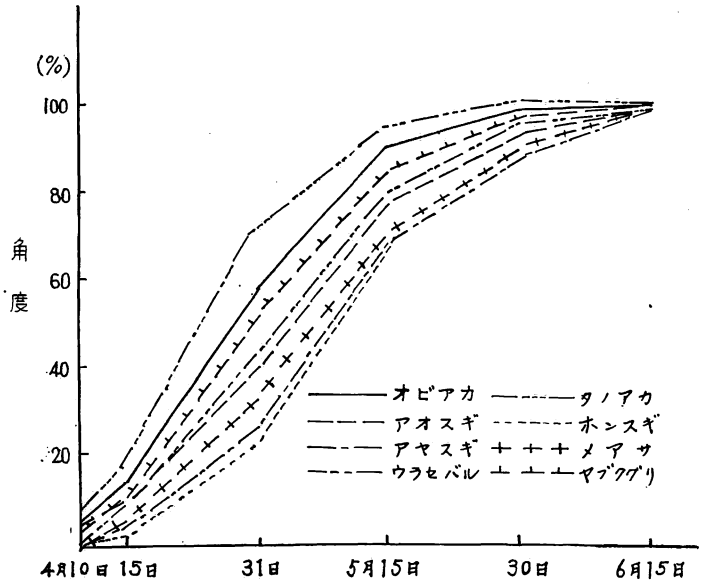
がない。しかしながら，この葉位区分別の比較はきわめて面倒であるので，簡便なほかの方法を考えるべきである。そこで，考えられるのが軸の長さを区別して比較する方法である。主軸の長さを5等分して，その各区分位別に平均葉長を求めて，各区分位間の変化を見たところ第3表のとおりで，このときも葉位別変化のときと同様に最大値が第2区分位で現われて，その後は区分位が高まるにしたがって漸減する熱化学反応の式，

$$y=Ae^{-\frac{\alpha}{t}+\beta t+\gamma t^2}$$

によって示されるのを認めた（第3表備考欄参照）。それもまた葉位別のときと全く同理由によるものとされよう。

品種間の比較には個体内では，変異係数の最も小さいものが最もすぐれているので，各区分位別に変異係数を求めて比較すれば第4表のとおりで，各品種を通じて第2区分位が最小を示して，第3，4，5，1区分の順位に大きい結果を示した。この理由もまた葉位別変化のときと同じ理由によるものとされよう。つぎに，品種間の相違は前要素を用いて個体間のそれよりもすぐれていることが必要であるので，それらを用いて見たところ品種間のものは品種内のものよりもはるかに大きい結果を示して，しかもその差は第2区分位のところで最大を示した。これらの結果から葉長による品種の識別には第2区分位のものが最もすぐれているとされて，前述の差異は品種間の差異を示すものとされよう。

針葉の形態は葉長のほかに角度，曲がり，横縦の形状比などが重視される。発生当時の針葉の角度はいずれもほとんど幹に接していて角度がないが，内部組織の発達にしたがって大となる。そこで葉の角度の比較には，その安定した時期以降のものを用いることが必要であるが，春さきの葉の厚膜の発達に相違があっても，乾，霜，寒害などの害に対して大きな相違を示すような性質を示すときには品種の成立とも関係があるので，品種類別の拠点として利用することを考えるべきである。そこで，本研究では葉の発達の初期から成長終止期までの発達状態を動的に見ることとしたが，いま主幹針葉の平均角度を4月初めから半月ごとに測定してその変化の状態を図示すれば，第5図のとおりでタノアカ，ヤブクグリが最も大きくて，メアサ，アオスギがつづき，オビアカ，ウラセバル，ホンスギ，アヤスギなどが遅くて小さい結果を示した。その時期の角度の開きは表皮組織，ことに各角隅の発達に左右されているので，角度の早く広く発達するものほど組織がよく発達していて気象条件に対する抵抗性の強いことも理解されよう（写真13参

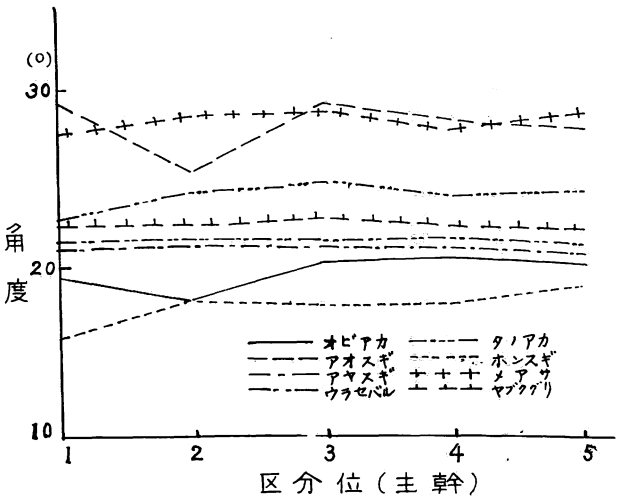


第3図　1幹針葉の葉角の半月別変化（安定角度を100とする）

Fig. 3　Change of angle of needles on 1 s. branch in every half month (max. angle=100).

照)。

つぎに，葉の成長が安定した時期の葉の角度を幹長を5等分した各区分位ごとに平均値を求めて比較すれば第4図のとおりで，区分位間にはほとんど差異を認めないが，品種間には明らかな差異を認めた。しかしながら，それらは梢頭にいくにしたがって着葉距離がせばまり，樹高も高くなるので測定が困難となり，誤差が大きくなって信用ある結果を得がたい。そこで，この1主枝内ではその特徴をもよく表わす中央の部分を，樹齢は幼くて最大葉長を示す時代のものを比較することである。スギの針葉の葉身部と葉基部とでは生理的に果たす役割が違い，後者は主軸を保護する役目をもつもので，その両者に分けて比較することが好ましいが，葉基部の形は軸の発達にしたがって変化するので，その測定と表示はきわめてむずかしい。しかしながら葉身部と同様に全長，縦，横，その両者の比，上半周対下半周比を区分位別に表示すれば可能であるので，それらによっての結果を示せば第5表（写真1参照）のとおりで，全長はウラセバルが長くてタノアカ，オビアカ，ホンスギ，ヤブクグリ，メアサ，アヤスギ，アオスギの順に小さい。つぎに縦，横の両径を区分位と品種別にみれば，品種間に最も大きな相違を示したのは第3区分位であったので，その部分の横，縦の形状積を



第4図　1幹針葉の葉角の主幹軸の区分位別変化

Fig. 4　Angle of needles on 1 stem at each sectional part of stem axis.

第5表　1幹針葉の葉基部の形態

Table 5.　Shapes of the base of needles on 1-yr.-old main stem.

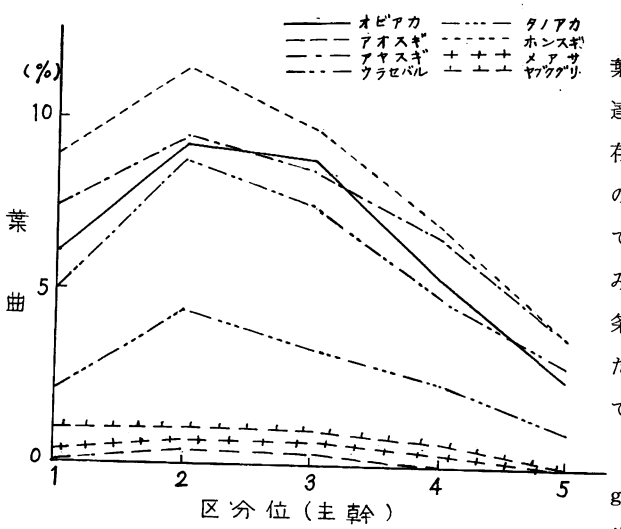
品種＼部分＼要素	D_0		$D_{1/2}$		$D_{2/3}$		$D_0 \sim D_{2/3}$			葉茎部	
	幅	厚さ	幅	厚さ	幅	厚さ	平均幅 (a)	平均厚膜幅 (b)	$\frac{b}{a}\times 100$	全長 (c)	面積 (a×c)
オビアカ	13.4	5.0	13.8	3.6	4.8	1.8	10.7	6.4	60.4	16.4	17.55
アオスギ	12.2	4.2	12.8	3.4	4.4	1.7	9.6	6.3	65.6	12.0	11.52
アヤスギ	13.8	4.0	14.0	3.5	4.5	1.8	10.8	6.0	55.6	13.8	14.90
ウラセバル	15.0	5.6	15.8	3.6	5.6	1.9	12.1	6.8	56.2	17.3	20.93
タノアカ	13.9	5.1	13.2	3.5	5.0	1.8	10.7	6.5	60.6	16.7	17.87
ホンスギ	13.3	4.4	13.5	3.4	4.6	1.7	10.6	6.2	58.5	14.8	15.69
メアサ	13.0	4.3	13.3	3.5	4.5	1.7	10.3	6.4	62.1	13.9	14.32
ヤブクグリ	12.8	4.5	13.0	3.2	4.2	1.6	10.0	6.3	63.0	14.4	14.40

備考：単位は，幅・厚さ mm/10，長さ mm。

D_0が葉のつけね，$D_{1/2}$は中央，$D_{2/3}$はつけ根の急にほそくなる手前のところ。

求めて比較すれば，これも前表中に示すとおりでウラセバル，オビアカ，タノアカが大きくてホンスギ，アヤスギ，ヤブクグリがつづきメアサ，アオスギが小さい結果を示した。

幼齢軸の葉基部の占有率は角隅の厚膜組織の占有率を示しているので，その厚膜組織の幅を横径に対する百分率で示せば，ヤブクグリ，タノアカ，メアサ，アオスギが大きく，オビアカ，ホンスギ，ウラセバル，アヤスギの順に小さい結果を示した。その大小は葉身部の厚膜組織の発達の場合と似ていて，その大きいものほど耐乾抵抗性が高いとされよう。



第5図　1幹針葉の葉曲の主幹軸区分位別変化

Fig. 5　Curve of needles on 1-yr.-old stem at each sectional part of stem axis.

皮下柔細胞の内側の靱皮組織の発達は葉基部下よりも軸皮の露出下部の方が発達が早いので，一定時期をすぎればその存在はかえって不利となる。そこで，この葉基部の組織による保護作用はきわめて短期間であって，かなり軽度のものとみられるが，それは品種間の発根性，伏条性などの性質の判定に重大な役目を果たすので，木化過程と着葉年限のところで詳しく観察吟味することとした。

葉の曲がりを座標測定器(×20)，eye-gaugeなどで測定した結果を葉長の区分位別に平均値を求めて，その変化の状態をしめせば第5図のとおりで，各区分位ともに品種間にかなりの相違をみとめる



オビアカ



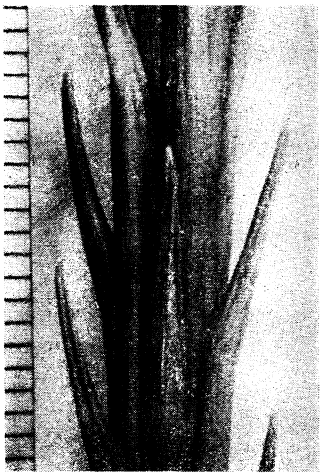
アヤスギ



ガリン



タノアカ



クモトオシ



ホンスギ



メアサ



ヤブクグリ

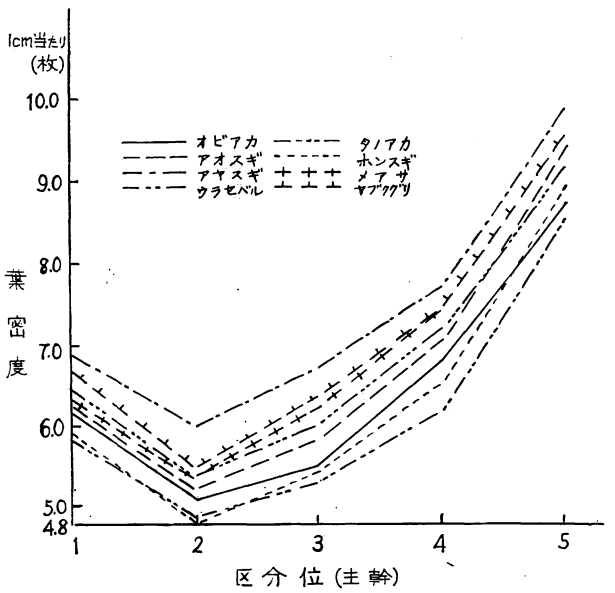
写真１．　１幹針葉の形態

Phot. 1 Shape of needles on 1-yr.-old stem.

が，個体内においては第2区分位のところが最大値を示して最小の変異を示し，品種間には最大の差異を認めたので同位置が品種間の比較に最もすぐれた位置とすることができる。

以上の結果から，その部分を用いて品種間の比較を行なえば，ホンスギが最も大きくて10%をはるかに越えており，アヤスギ，オビアカ，ウラセバルが10%でつづき，タノアカが5%でそれにつぎ，ヤブクグリ，アオスギ，メアサが1～2%で最も小さい結果を示した。

着葉密度はその軸の成長に強く支配されることが認められるので，その比較には軸の成長状態をそろえて行なうことが重要である。この葉密度も葉長と同様に，各区分位別に平均値を求めて比較すれば第6図のとおりで第2区分位が最小を示して，3，1，4，5区分の順に大きい結果を示した。つぎに，各品種間の相違を各区分位別に平均値と変異係数とを求めてみればその両者ともに葉長のときとほぼ逆の結果を認めた。これらのことから，着葉密度は針葉長の最長の第2区分位のところが最もすぐれた位置とすることができる。着葉密度は軸の梢端にいくにしたがって大きいが，測定が困難であって誤差を生じやすいので好ましくない。これらのことから第2区分位の位置を用いて着葉密度を比較すれば，各品種別にはアヤスギが大きく，ヤブクグリ，メアサがつぎ，タノアカ，アオスギ，オビアカがさらにそれにつづき，ウラセバル，ホンスギが最も小さい結果を示した。着葉密度は葉の大きさに支配されるが，それに支配されることの多いときと少ないときとがある。上記の中でメアサ，アオスギが少ないのは葉が小さくて葉密度が小さいためであり，ウラセバル，オビアカ，タノアカなどが小さいのは葉が大きくて密度が小さいためであり，アヤスギは本質的な葉序に基づくためであるとされる。



第6図　1幹針葉の葉密度の主幹軸区分位別変化

Fig. 6　Density of needles on 1-year-old stem at each sectional part of stem axis.

b．2　幹　針　葉

2幹針葉は1幹針葉が1年を経過したものであって，その葉長の測定結果を示せば第6表のとおりで，これも前と同様に熱化学反応速度の式で示されることを知ることができる（第6表備考欄参照）。このときの葉長とその変異係数を各区分位別に求めて比較すれば，いずれも1幹針葉よりもやや大きい結果を示した。この理由について考察すれば，針葉は1年以内で形態を完成して2年目にはその葉基部が軸の肥大成長のために軸中に陥入するので短くなるべきであるが，それにもかかわらず2幹針葉が長いのは植栽後2～3年目の成長が移植による不合理な条件を完全に取りもどしたためである。

いま，この針葉を用いて品種間の差異をみれば前とほぼ同似の傾向を認めた。しかしこの針葉長の年次別変化は同軸内の葉長の変化と同様に，栄養条件に支配されていてその最高のときに最大を示し，しかも

第6表　2幹針葉の区分位別形態

Table 6. Shapes of needles at each sectional part of 2-year-old stem.

品種＼項目＼区分	葉長（mm）					葉密度（枚/cm）					葉角/曲がり				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
オビアカ	6.8	12.6	11.1	8.2	4.6	6.3	5.5	5.8	7.2	9.2	26/8	28/12	28/4	28/2	26/0
アオスギ	6.6	11.6	10.9	8.0	5.2	6.2	5.8	6.0	7.1	9.7	30/0	28/0	28/1	28/0	28/0
アヤスギ	5.0	10.6	9.5	7.8	4.9	6.4	6.1	6.9	7.5	9.8	29/10	28/16	28/10	28/6	20/3
ウラセバル	7.3	13.6	12.4	9.8	5.8	5.6	5.0	5.6	6.5	8.4	26/10	28/13	26/6	26/3	28/1
タノアカ	5.0	11.4	10.5	7.4	3.6	6.2	5.5	6.1	7.0	9.0	25/2	26/5	26/3	26/2	26/0
ホンスギ	7.8	11.5	9.9	6.9	4.3	6.0	5.3	6.0	7.2	8.6	25/12	28/15	28/10	28/7	28/2
メアサ	6.2	11.2	9.8	8.4	3.8	6.0	5.9	6.5	7.8	9.9	30/1	30/1	30/0	30/0	30/0
ヤブクグリ	6.8	11.8	9.3	6.9	3.6	6.8	6.0	6.6	7.5	9.6	30/0	32/2	32/2	32/0	30/0
平均	6.4	11.8	10.4	7.7	4.5										

備考：葉長 $y=1.57e^{\frac{0.83938}{x}}-0.24058x-0.01835x^2$

x：葉長，e：自然対数の底，x：区分

幼齢のときに最もすぐれていて，老齢にいたるにしたがってしだいに不良となる傾向を示すので，それらの結果から2幹針葉の品種間の相違はその最大を示す第2区分位の葉を用いて比較しても，1幹針葉のものよりも劣る内容を示すので，一層好ましくないものとされる。同様のことが針葉の角度，同曲がり，着葉密度などにてもいえよう。

c．3　幹針葉

3幹針葉も，2幹針葉と同様の方法で比較すれば第7表のとおりで，このときも両者の葉長を比較すれば一般に前者が後者に比較して短い傾向を示したが，これは，3幹針葉が植栽当年のものであって，その葉基部が2幹針葉よりも1年多く軸の皮層の中に陥入しているためとされる。さらにまた，植栽後3年目は2年目よりも樹高が高まっていて養，水分の条件が不利となっているために小となったものとも考察される。

つぎにまた針葉の角度，同曲がり，葉密度をみたところ葉長とほぼ同似の傾向を認めた。このようなこ

第7表　3幹針葉長の区分位別変化

Table 7. Length of needles on 3-year-old stem at each sectional part.

品種＼主幹区分＼主幹長	主幹長	1	2	3	4	5	備考
オビアカ	40.4	4.8	9.9	8.5	6.0	2.8	着葉密度，針葉の角度，同曲がりは1，5区分の測定が困難なために省略した。
アオスギ	22.6	5.6	9.6	9.1	6.8	4.2	
アヤスギ	26.8	4.2	8.3	7.4	5.8	3.4	
ウラセバル	36.0	6.2	10.6	10.2	7.0	4.2	$y=0.129888e^{\frac{0.059048}{x}}-0.1350175x+0.0140714x^2$
タノアカ	32.6	4.2	9.2	8.6	6.2	3.0	
ホンスギ	18.4	5.6	8.6	8.5	6.3	3.0	
メアサ	20.3	4.8	9.2	8.2	5.6	2.4	y：葉長　e：自然対数の底　x：区分
ヤブクグリ	35.4	5.0	8.4	7.2	4.5	2.6	
平均	29.1	5.1	9.2	8.5	6.0	3.2	単位：主幹長cm，葉長mm。

とから3年生の主幹針葉は2年生のそれに比較してはるかに劣ることがわかる。

本試験地の他に種々の造林木の資料を用いて植栽後3年間の各1幹針葉の葉長の変化をみれば，第2年目に山がある漸増，漸減の曲線で示されることを認めた。しかし，そのときの品種間の漸減状態はウラセバル，オビアカ，ホンスギが強くて，タノアカ，ヤブクグリがつづき，アオスギ，アヤスギ，メアサが弱い傾向を認めた。この傾向は軸の栄養条件の持続性に関係しているものと認められる。つぎにさらに矢岳とその周辺の種々の林地の種々の樹齢の林木を用いて比較したところ，樹齢が高まるにしたがって葉長が小となる結果を認めた。このことから，この場合にも ZALENSKI の法則が存在することが認められる。しかしながら，その種々の針葉は年齢を経るにしたがって小となり，品種間の差異も小さくなるので品種の識別には利用されえない。

2.　1幹1主枝針葉と枝葉，同1側枝針葉と枝葉

1年生幹は1主枝と，それから分岐した種々の側枝または側$_2$枝をもち，その各枝にそれぞれの針葉を着生しているので，その器官を用いての品種識別も考えるべきである。そこで，それらの針葉を用いてその位置と比較方法とをみたが，つぎにその結果についてみることとする。

1枝内の葉の変化，すなわち枝葉の形態は，原則的には1年生軸に着生する主幹針葉と同じ傾向をたど

第8表　オビアカの1幹1

Table 8. Needle length on 1s.-1m.

項目 / 主枝系区分	1			2			
	平均値	標準偏差	変異係数	平均値	標準偏差	変異係数	平均値
1	12.0	1.07	8.9	13.0	1.25	9.6	8.2
2	13.1	1.00	7.6	13.5	0.88	6.5	8.7
3	12.6	1.34	10.6	12.0	1.39	11.6	9.0
4	8.5	1.43	16.8	8.0	1.25	15.6	6.6
5	4.0	1.24	31.1	4.2	1.21	31.1	4.0

第9表　1幹1主枝針葉の1枝葉お

Table 9.　Needle length and needle density on 1s.-1m.

主軸区分 / 主枝区分 / 品種	1枝葉内（葉長 mm）						主幹	
	5	4	3	2	1	幅（%）	1	2
オビアカ	4.0	6.3	9.8	12.8	8.6	68.8	−	12.8
アオスギ	3.8	5.9	9.6	12.8	8.9	74.2	12.5	12.0
アヤスギ	3.1	5.4	8.6	12.0	8.0	70.3	13.2	12.8
ウラセバル	4.5	7.2	11.6	13.5	9.7	66.7	−	13.5
タノアカ	3.5	6.7	10.4	12.8	8.8	72.7	−	12.8
メアサ	3.0	5.6	8.8	12.5	7.8	76.0	12.8	12.5
ホンスギ	4.0	6.4	10.0	12.4	8.3	67.7	12.9	12.4
ヤブクグリ	3.4	6.5	10.2	11.6	7.6	70.7	−	11.6

るものとみられるので，オビアカを用いて，主枝の長さを５等分した各区分位ごとに針葉長の平均値をみれば第８表のとおりで，第２区分位のところで葉長の最大値を示す熱化学反応速度の式によって示されて，その変異係数はその位置が最小の値を認めた。この理由もまえと同様とされるが，このものの変化が小さいのは葉はその軸の栄養条件に左右されていて，その軸では基部から梢頭にすすむにしたがって減少するためとされる。つぎにこの針葉を用いて主幹の各区分位ごとの変化をみれば第１区分位のところが最も大きくて，それより上位ほど小さい結果を示した。

つぎにまた，この各１主枝の最大葉から最小葉にいたる葉長の変化を主軸の区分位置別に比較すれば，最下区分位のものが最も大きくて，変異は最も小さく，それより高位のものが順に葉長は小さくて変異の幅は大きい結果を示した。これは区分位が高まるにしたがって成長時期が後期に片寄って時間的差異が小となるためとされよう。

以上の結果から，１幹１主枝針葉中での最もすぐれた比較針葉の採取位置は，主幹区分位の１区分位のところで，その主枝内では第２区分位とされる。そこで，この部分の針葉を用いて品種別の比較を行なえば第９表のとおりで，主幹区分位ではウラセバル(13.5mm)，タノアカ，オビアカ，アヤスギ(12.6mm)で，メアサ（12.5mm），ホンスギ（12.4mm），アオスギ（12.0mm），ヤブクグリ（11.6mm）の順位

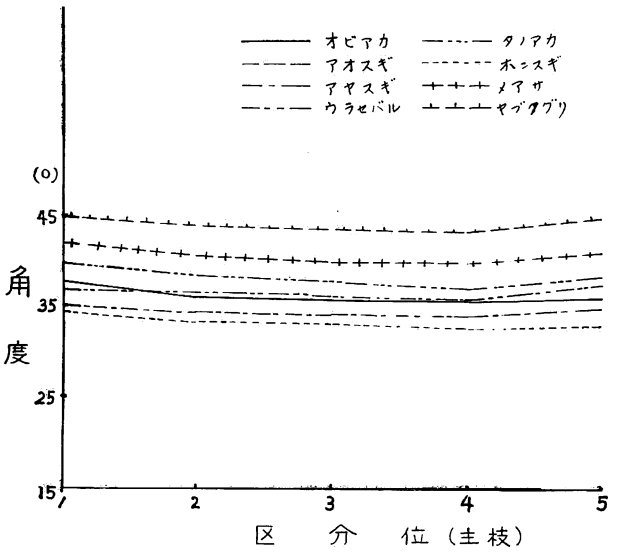
主枝針葉長の区分位別変化
branch at each sectional part of "Obiaka".　（平均値単位　mm）

3		4			5		
標準偏差	変異係数	平均値	標準偏差	変異係数	平均値	標準偏差	変異係数
1.15	10.0	6.0	0.86	14.4	3.8	0.95	24.8
1.09	12.5	6.6	0.88	13.0	4.0	1.64	20.7
1.40	15.5	5.6	1.80	17.8	3.4	0.99	29.4
1.13	17.0	4.4	1.18	26.8	3.0	0.87	28.9
0.87	21.7	2.6	0.51	19.3	2.6	0.48	18.1

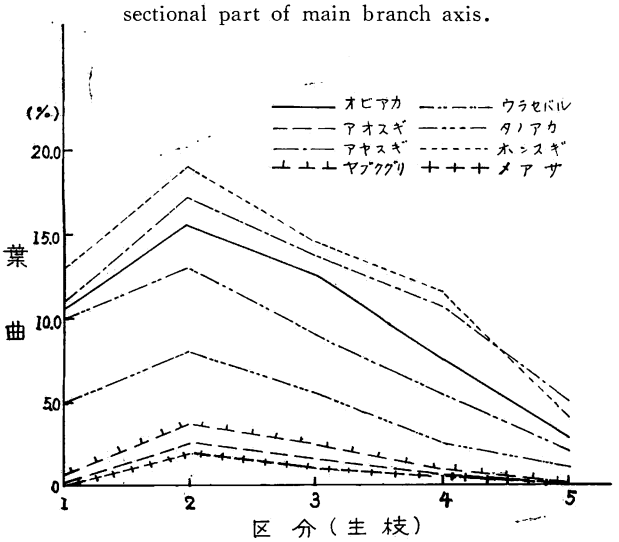
よび主幹軸別葉長，葉密度の変化
-branch at each sectional part of stem and branch.

区分位別（葉長　mm）				主枝内区分位別葉密度（２cmあたり枚）				
3	4	5	幅（%）	1	2	3	4	5
10.1	6.2	3.5	72.6	7.5	7.0	8.2	10.6	12.7
9.7	5.8	2.6	78.3	8.0	7.0	8.6	10.7	13.5
10.4	6.3	3.3	74.2	8.9	8.3	4.8	11.6	13.7
12.3	7.0	4.0	70.3	6.8	6.7	7.2	9.0	12.0
11.5	6.4	3.4	73.4	7.4	7.0	8.1	10.4	12.7
9.6	5.5	2.8	77.6	7.0	6.8	7.8	9.5	12.2
10.5	6.7	3.6	71.0	8.0	7.6	8.3	10.8	13.2
10.7	5.7	2.8	75.8	8.1	7.2	8.7	10.5	12.5

を示した。つぎにこの葉長を用いて各1枝間の葉長の変化を示せば，メアサ，アオスギ，ヤブクグリが小さくて，アヤスギ，ホンスギがつづき，ウラセバル，タノアカ，オビアカが大きい傾向を認めた。ZALENSKI[184] はカモガヤ（*Dactylis glomerata*）で葉の位置にしたがって葉長，葉幅，維管束の長さ，上表面の表皮細胞の平均直径，気孔数，気孔の幅と長さとがちがうことを表わしているが，上記の傾向は，ZALENSKI の法則が存在していることを示すものと考えられて，上部にいくにしたがって成長条件の悪化の強いものほど強く減退しているものとされよう。



第7図　1幹1主枝針葉の葉角の主枝軸区分位別変化
Fig. 7　Angle of needle on 1 m. 1 s. branch in sectional part of main branch axis.



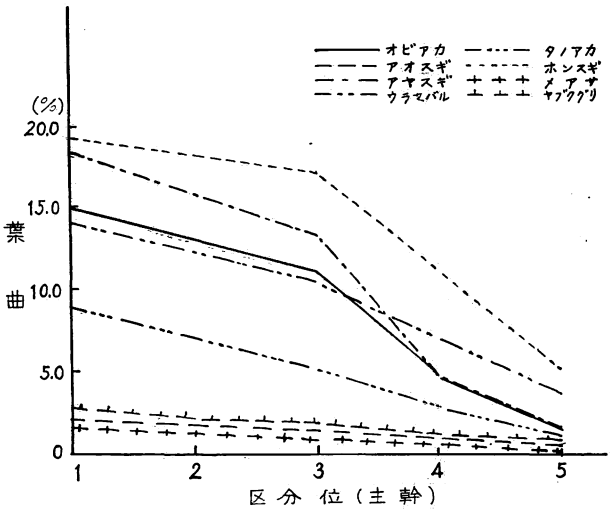
第8図　1幹1主枝の比較針葉の葉曲の主枝軸区分位別変化
Fig. 8　Curve of needles on 1 s. 1 m. comparative branch at each sectional part of main branch axis.

つぎに，1幹1主枝針葉の葉の角度を主軸の区分位別に平均値を求めて比較すれば第7図のとおりで，あまり明りょうではないが，第1区分位のところがややすぐれていて，これを主幹針葉のときと比較すればそれよりやや大きい結果を認めた。この理由は，1幹1主枝の射出角度が安定角度に近い角度を示していて，おのおのが似た条件にあるためとされよう。つぎにまた，この針葉の角度が主幹針葉のそれより大きい傾向を示しているのは斜向軸上の2次面で発達しているためとされよう。

同針葉の曲がりの変化を主枝系列の区分位別に比較すれば第8図のとおりで，これも第2区分位のものが最大を示しているので，この部分を用いて品種間の相違をみたところホンスギが大きくて，アヤスギ，オビアカ，ウラセバル，タノアカがつづき，アオスギ，ヤブクグリ，メアサの順に小さいが，後の3種間にはほとんど相違を認めない。つぎに，この結果と主幹針葉のときとを比較すればこの方が大きいが，それもすでに述べたとおりの理由，すなわち主枝針葉が斜向軸の上に発達しているためによるものとされよう。

つぎにまた，同針葉の曲がりを主幹系列の区分位別に平均値を求めて比較すれば，第9図のとおりで，第1区分位のところが最大で，それより区分位が高まる

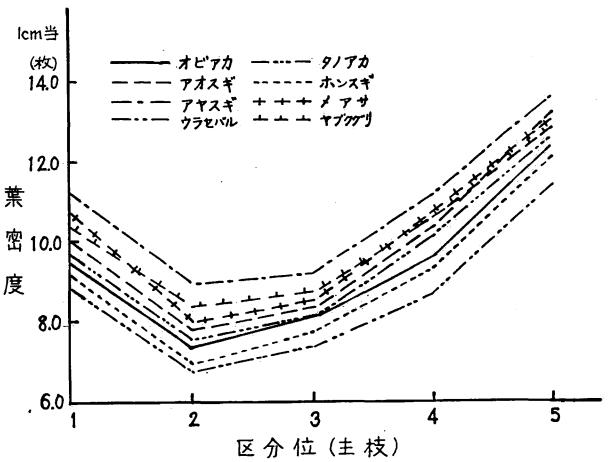
にしたがって小となる傾向を示した。これもまた品種別に見ればホンスギ，アヤスギ，オビアカ，ウラセバル，タノアカ，ヤブクグリ，アオスギ，メアサの順に小さくて，あとの3品種間にはさまり明らかな差異を認めない。葉の曲がりは，表皮と下表皮の各角隅の厚膜組織，およびその内部の柔組織と中心部の内，外側の細胞が異なる発達をとげているときに最もよく現われるので，それらの相違は，外囲の条件が等しいときには素質によるものとされて，このような素質の発達は葉長の発達のすぐれているときによく発達するものとされる。このようなことから葉の曲がりの比較位置は葉長のすぐれたところで主幹系列の第1，または第2区分位のところとされよう。針葉の曲がりの比較の場合にも，その変異係数は品種間では最も大きくて品種内では最も小さいことが重要であるので，それを求めて見れば，葉長の場合と同様に主幹系列では第1区分位が大きく，主枝系列では第2区分位が大きい結果をえたので，このことからも同位置が好ましいところとされよう。



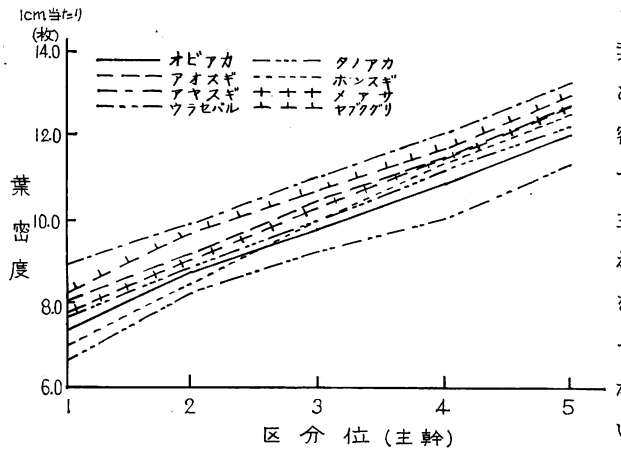
第9図　1幹1主枝針葉の葉曲の主幹軸区分位別変化
Fig. 9　Angle of comparative needles on 1 s. 1 m. branch at each sectional part of stem axis.

葉の曲がりは測定が困難なために測定誤差を生じやすい。しかもまたそれは，環境によっても支配をうけるので，あまり細かに測定して比較しても意味がない。そこで，括約して他の表現方法で用いることも考えられるが，林野庁[112]林木育種指針での重複，接触，接線，鋭角の類別はその1例であつて，その場合の重複は葉の角度が35～40°で曲がりが20%内外，接触は角度40～45°で曲がり10～15%，接線は角度45°内外で曲がり5～10%，鋭角は角度45°内外で曲がり0～5%とみられよう。この方法を用いて九州のさし木を調べた結果は第42，45表中に示すとおりである。

1幹1主枝針葉の葉密度をその枝の区分位別に平均値を求めて比較すれば第10図のとおりで，主幹針葉のときとほぼ同様に第2区分位のところが平均値，変異係数ともに最小を示したので，その位置のものを用いて主幹の区分位別変化を見れば第11図のとおりで，第1区分位が葉密度の平均値，変異係数ともに最も小さくて，それより区分位が高まるにしたが



第10図　1幹1主枝比較枝葉の葉密度の主枝軸区分位別変化
Fig. 10　Density of needles on 1 s. 1 m. comparative branch at each sectional part of main branch axis.



第11図　1幹1主枝の比較枝葉の葉密度の主幹軸区分位別変化
Fig. 11　Density of comparative needles on 1 s. 1 m. branch at each sectional part of stem axis.

って大となる結果を認めた。この理由は葉密度が葉の大きさに高い相関をもつためとされよう。このことからも，この葉密度の比較には葉長のそろったところ，すなわち軸の区分位の最下位のところで主枝では第2区分位のところが最もすぐれていることがわかる。そこでその部分を用いて品種間の比較を行なえば，ウラセバル，ホンスギが小さくて，アヤスギが大きく，その他のものは中間を示していて相互間に差異を認めにくい。この順位と葉の大小との関係をみれば，ウラセバル，ホンスギが小さくて他のものが大きいが，これは針葉の大きさに基づく品種本来の性質によるものであって，葉の大きさが似ているものの間でアヤスギが特に多いのは葉の大きさにかかわらず大きい性質を示すものとされる。メアサ，アオスギがやや小さく，ヤブクグリ，タノアカ，オビアカに差の少ないのはそれらが似た葉長と葉密度を示すためとされるが，前者らが多くて後者らが少ないのを多くみるのは，前者が乾燥性の地に多く植栽されていて葉が小さいためとされよう。

以上のことから，この葉密度はさらに環境と生育条件をそろえて比較しなければならないことがわかり，このことから葉密度は分岐枝をもたない最低次の最長軸のものを採用することが好ましいとされる。

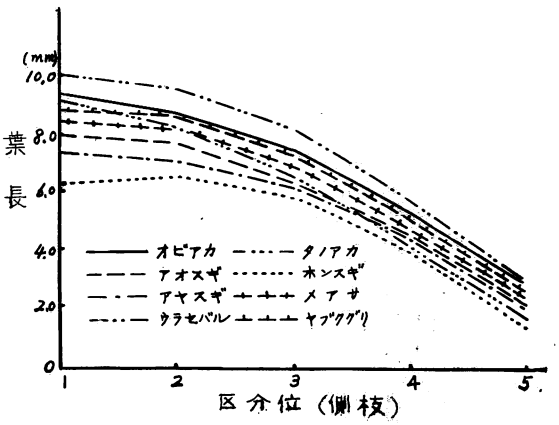
1幹1主1側枝針葉は1幹1主枝上に発達しているので，その品種識別上の価値は主枝針葉より劣るものとされるが，それをたしかめるためにオビアカの同側枝内の葉長の変化を括約葉位，または区分位別に平均値を求めて比較すれば第10表のとおりで，括約葉位では40～60，区分位では第2区分位が最大を示してそれより梢頭にいくにしたがって漸次小となる傾向を認めた。これと1幹1主枝内の針葉の変化を比較すればきわめて似ているが，後者がやや強い減少傾向を認める。このときの理由も，その母軸にあたる1側枝の栄養条件によるものとされよう。

第10表　オビアカの1幹1主1側枝の
Table 10.　Variance of needle length on

項目 / 主枝区分	1			2			
	平均値mm	標準偏差	変異係数	平均値mm	標準偏差	変異係数	平均値mm
1	8.3	0.94	11.3	7.6	1.00	13.7	6.5
2	8.1	0.87	10.8	7.2	0.95	13.3	6.5
3	7.8	0.95	12.2	6.5	1.37	21.5	5.3
4	6.5	1.39	21.2	4.2	1.28	30.5	3.2
5	3.4	1.88	29.3	3.0	0.87	28.9	3.1

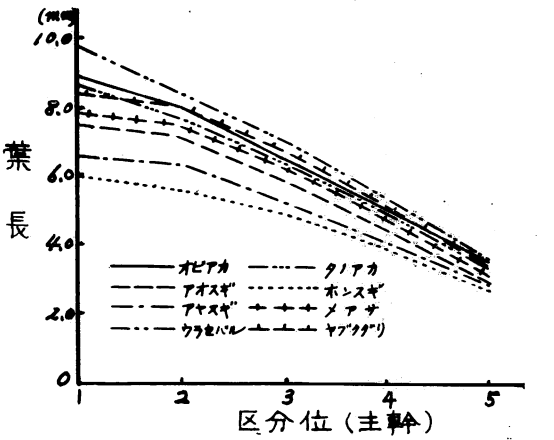
このことから１幹１主１側枝々葉内から比較針葉長を採取するときは，その１側枝内のそろった最大葉長付近の変異の最も小さいところとされる。それを第10表でみれば，主幹主枝と同様に第２区分位のところで，主枝は主幹の最下区分位のところとされるので，その部分の針葉を用いて品種間の比較を行なえば第12図のとおりで，ウラセバルが最も大きくて，ヤブクグリ，オビアカ，タノアカ，メアサ，アオスギ，アヤスギ，ホンスギの順に小さい結果を示した。つぎに，このときもまたこの位置から区分位が高まるにしたがって漸減する傾向を見ればタノアカ，オビアカ，アヤスギなどが大きくて，メアサ，アオスギ，ヤブクグリ，ウラセバルがつづきホンスギが劣るを認めた。

つぎに，主幹系列別に葉長の変化を示せば第13図のとおりで，これもまた最低区分位が最も大きくて，それより梢頭にいくにしたがって減少する。これを品種別に示せばウラセバル，タノアカ，オビアカが強くてヤブクグリ，アカスギ，アオスギがつづき，メアサ，ホンスギが弱くて主枝系列のときよりも大きい傾向を認めた。この理由もまた，末梢にいくにしたがって栄養条件の不良となるためとされる。このことから，この要素の動的変化



第12図　１幹１主１側枝の比較針葉の葉長の主枝軸区分位別変化

Fig. 12　Length of comparative needles on 1 s. 1 m. 1 sub. branch at each sectional part of main axis.



第13図　１幹１主１側枝の比較針葉の葉長の主幹軸区分位別変化

Fig. 13　Length of comparative needles on 1 s. 1 m. 1 sub. branch at each sectional part of main stem axis.

針葉と枝葉の葉長の変異の状態
1 s.-1 m.-1 sub-branch of "Obiaka."

3		4			5		
標準偏差	変位係数	平均値 mm	標準偏差	変異係数	平均値 mm	標準偏差	変異係数
1.15	19.6	4.6	1.20	15.2	3.5	1.00	28.7
0.89	13.8	5.0	1.23	14.0	3.7	0.98	26.7
1.29	24.4	4.2	1.23	27.6	3.4	0.99	27.5
0.05	29.8	3.2	0.96	29.8	2.8	0.71	25.5
0.91	29.5	2.7	0.60	22.2	2.5	0.57	10.1

第11表　2幹2主1主枝針葉の

Table 11. Length of needles on 2s.-2m.-1m.

主幹系列	品種 / 枝内区分 / 項目	オビアカ 1	2	3	4	5	アオスギ 1	2	3	4
1	平均値cm	6.7	7.2	7.7	6.7	5.8	6.2	9.2	8.0	7.0
	標準偏差	0.67	0.61	0.71	0.77	0.93	1.00	0.76	0.87	0.84
	変異係数	9.8	8.5	9.3	11.6	16.2	16.2	8.3	10.9	11.9
2	平均値cm	7.4	10.2	10.1	8.9	5.8	8.0	10.1	9.2	8.5
	標準偏差	1.16	0.84	0.99	1.17	1.17	1.30	1.00	0.87	1.20
	変異係数	15.7	8.2	9.8	13.1	20.3	16.3	9.9	9.4	14.2
3	平均値cm	9.0	12.0	11.7	10.1	6.5	9.0	12.0	11.9	11.3
	標準偏差	1.43	0.92	1.00	1.25	1.39	1.46	0.78	0.92	1.03
	変異係数	15.8	7.6	8.5	12.5	21.2	16.2	6.5	7.8	9.1
4	平均値cm	9.5	12.0	11.3	9.1	6.2	10.1	12.6	11.0	10.1
	標準偏差	1.15	0.99	1.20	1.18	1.21	1.26	0.71	1.24	1.14
	変異係数	12.1	8.2	10.6	13.0	19.7	12.5	5.7	11.2	11.3
5	平均値cm	10.0	13.1	12.9	11.1	7.2	10.1	13.8	12.9	11.2
	標準偏差	1.47	0.57	0.85	1.27	1.14	1.37	1.17	0.97	1.22
	変異係数	14.6	4.4	6.6	11.5	15.8	13.6	8.5	7.5	10.8
備考	実験式	$y=6.3e^{\frac{0.25104}{x}}-0.04779x$					$y=5.2e^{\frac{0.38342}{x}}-0.10260x+0.0$			
	2の2の長さ	11.8	10.8	10.6	9.3	6.5	11.6	11.0	10.8	9.0

主幹系列	品種 / 枝内区分 / 項目	タノアカ 1	2	3	4	5	ホンスギ 1	2	3	4
1	平均値cm	6.3	7.3	7.3	6.8	5.3	6.9	8.6	8.0	7.1
	標準偏差	0.66	0.62	0.72	0.77	0.94	1.03	8.90	0.93	0.87
	変異係数	10.5	8.4	9.9	11.3	17.9	13.0	9.5	10.3	10.9
2	平均値cm	7.2	9.8	9.9	7.9	6.2	8.4	10.1	10.0	8.0
	標準偏差	1.14	0.87	0.99	1.17	1.14	1.24	0.83	1.03	0.99
	変異係数	15.9	8.9	10.0	14.8	18.3	15.4	8.3	10.2	12.4
3	平均値cm	8.0	11.0	10.3	8.6	6.5	8.3	11.0	10.5	9.0
	標準偏差	1.42	0.96	1.06	1.25	1.39	0.99	0.71	0.64	0.95
	変異係数	17.8	8.7	10.3	14.4	21.5	11.9	6.4	6.1	10.5
4	平均値cm	8.4	12.0	10.7	8.9	6.8	8.8	12.1	11.1	10.1
	標準偏差	1.15	0.99	12.0	1.19	1.21	1.29	0.73	1.07	1.15
	変異係数	13.7	8.3	11.2	13.3	17.7	14.6	6.0	9.6	11.4
5	平均値cm	10.0	13.0	12.9	10.9	6.8	11.0	13.3	13.0	11.2
	標準偏差	1.45	0.67	0.85	1.27	1.14	1.01	0.73	0.92	1.33
	変異係数	14.5	5.2	6.6	11.6	16.8	9.1	3.1	7.05	11.9
備考	実験式	$y=7.7e^{\frac{0.24409}{x}}+0.04242x-0.00099x^2$					$y=7.4e^{\frac{0.21044}{x}}-0.04225x$			
	2の2の長さ	12.0	10.9	9.9	7.8	6.3	12.0	10.9	9.9	9.0

主 枝 軸 の 区 分 位 別 変 化

branch at each sectional part (by main branch axis).

	アヤスギ					ウラセバル				
5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
6.0	6.1	8.0	7.2	6.4	5.3	6.6	8.4	8.0	7.0	5.7
1.11	0.92	8.80	0.77	0.88	0.90	0.90	0.82	0.93	1.01	1.12
18.4	15.0	7.6	10.6	13.8	17.0	13.7	9.8	11.5	14.3	19.8
6.3	7.2	10.1	10.1	9.0	6.1	9.1	11.1	10.3	9.1	7.2
1.12	1.41	0.88	0.99	1.10	1.00	1.33	0.85	0.98	1.22	1.14
18.4	19.6	8.7	9.9	12.2	16.4	14.7	7.7	9.6	13.3	15.9
6.7	9.0	12.0	11.6	9.0	5.9	10.7	13.0	12.5	11.4	8.3
1.38	1.47	0.89	1.03	1.12	1.43	1.39	0.92	1.07	1.17	1.18
20.6	16.3	7.5	8.9	12.4	29.0	13.0	7.1	8.5	10.2	14.2
6.4	10.0	12.6	11.9	9.8	6.1	11.6	14.0	13.0	11.1	7.4
1.69	1.35	1.01	1.07	1.22	1.16	1.09	0.81	0.98	1.08	1.28
26.3	13.5	8.1	9.0	12.4	19.1	9.4	5.8	7.5	9.7	17.2
8.6	9.8	12.3	12.0	9.0	6.3	12.1	14.1	14.2	12.4	8.9
1.22	0.99	0.58	0.69	1.66	1.27	1.24	0.97	1.17	1.16	1.28
14.2	10.1	4.7	5.0	18.4	20.2	10.3	6.7	8.2	9.3	14.3
$0667x^2$	$y=6.0e^{\frac{0.37064}{x}-0.10397x+0.00662x^2}$					$y=8.7e^{\frac{0.17788}{x}-0.03514x}$				
8.1	11.2	11.0	10.8	9.1	7.2	13.0	12.4	11.7	10.0	7.5

	メアサ					ヤブクグリ				
5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5.3	6.1	8.0	7.8	6.5	4.7	6.0	7.9	7.9	6.9	5.6
1.06	1.02	0.79	1.14	0.94	0.99	1.03	0.73	0.83	0.93	1.02
16.7	16.6	9.8	14.7	14.6	21.3	17.1	9.2	10.6	13.5	18.0
5.7	7.1	10.1	9.0	7.2	4.8	7.1	9.7	9.1	7.5	4.9
1.09	1.28	0.88	0.87	1.23	1.19	1.30	0.78	0.95	0.95	1.02
19.2	18.1	8.7	9.6	17.0	24.7	18.2	8.1	10.4	12.8	21.0
5.9	8.3	11.0	11.1	8.7	5.5	8.4	11.5	11.2	9.6	5.8
0.95	1.11	1.41	1.05	1.20	1.93	1.09	0.97	1.20	1.19	1.38
16.2	13.4	12.8	9.4	14.5	24.0	13.0	8.4	10.7	12.4	23.6
6.1	9.0	12.2	11.1	8.3	5.6	9.6	12.0	11.5	9.4	6.1
1.29	1.15	0.75	1.12	1.21	1.22	1.13	1.05	0.75	1.11	1.29
21.0	12.7	6.1	10.1	14.6	21.8	11.8	8.7	6.5	11.8	21.2
7.3	9.3	12.8	4.9	9.2	5.3	10.1	12.3	12.0	9.3	4.8
1.27	1.36	0.93	1.13	1.19	1.30	1.31	0.74	1.03	1.20	0.85
17.4	14.7	7.3	9.5	12.9	24.7	13.0	6.0	8.5	12.9	17.6
	$y=5.4e^{\frac{0.29855}{x}-0.05028x}$					$y=7.7e^{\frac{0.12786}{x}-0.00624x-0.00669x^2}$				
8.0	11.6	10.7	10.0	9.0	7.3	11.1	10.6	10.2	8.5	7.2

の比較を行なえば，品種間の比較の価値が生じて品種の識別にも，また，特性の判定にも役だつものとされよう。

3.　2幹2主—1主枝針葉と枝葉，同—1側枝針葉と枝葉

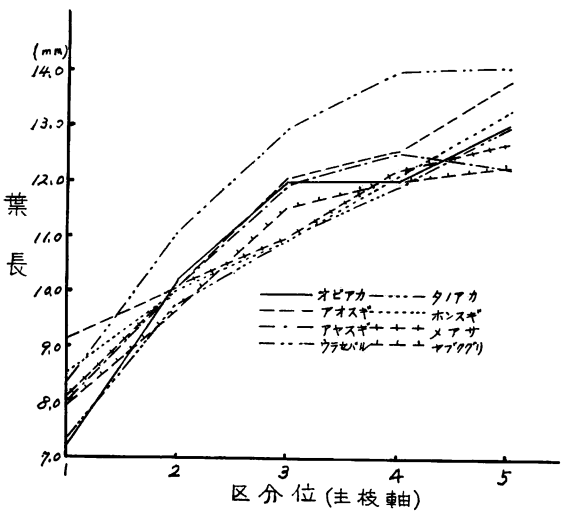
2幹2主—1主枝には成長の初期から斜向軸上に発達している1成長期間の針葉をそろえて着生しているので，1針葉を条件をそろえて採取するにも，また，1成長期間の種々の針葉を比較するにもすぐれたところとされる。このことから，この研究では既述の形態比較試験地の材料を用いて各品種間の比較を行なって，その品種識別上の価値を吟味した。

2幹2主—1主枝の1枝内の葉長の変化，主枝軸の括約葉位，または区分位別に平均値を求めて比較すれば第11表のとおりで，第2区分位のところが最も大きくて，それより梢頭に進むにしたがって漸次小となる熱化学反応の式

$$y=Ae^{-\frac{\alpha}{t}+\beta t+\gamma t^2}$$

で示されて，その変異係数は逆に第2区分位のところが最も小さくて，それより梢頭にすすむにしたがつて順に大となるを示した（第11表，写真11 参照）。いま，この部分の針葉を用いて品種間の比較を行なえばウラセバル（14.4mm）が最も大きくて，アオスギ（13.8mm），ホンスギ(13.3mm)，オビアカ(13.1mm)，タノアカ（13.1mm）がつづき，ヤブクグリ（12.3mm），アヤスギ（12.3mm），メアサ（12.0mm）が小さい。

つぎに，その最大葉からの漸減状態を品種別に比較すれば，ヤブクグリが大きくて，タノアカ，アオスギ，メアサがつづき，オビアカ，ホンスギ，ウラセバル，アヤスギが小さい傾向を示した。この変化はその軸の成長過程と似ていて，成長時期が長くて終止時期の短いものほど急を認めたが，それは，成長終止期が各品種の温度に対する感応性に支配されるためであって，広地域のものを1地点に集めてえた結果は素質より環境に基づく形態に強く左右されることもある，このことから，この形態の比較にはさらに条件をそろえて比較することであって，オビスギではその地方での各品種間の比較を，ヒタスギではその地方でヤブクグリ，ホンスギ，アヤスギ，アオスギなどの品種の比較を行なうことであって，つねにその相互間の気象関係の相違を理解して比較しなければならない，このような方法で九州全域の各品種についての枝葉の形態の観察を行なったところ，その結果は第42，45表に示すとおりである。



第14図　2幹2主—1主枝針葉の葉長の主枝軸区分位別変化

Fig. 14　Length of comparative needles on 2 s. 2 m.-1 m. branch at each sectional part of 2 s. 2 m.-1 m. branch by main branch axis.

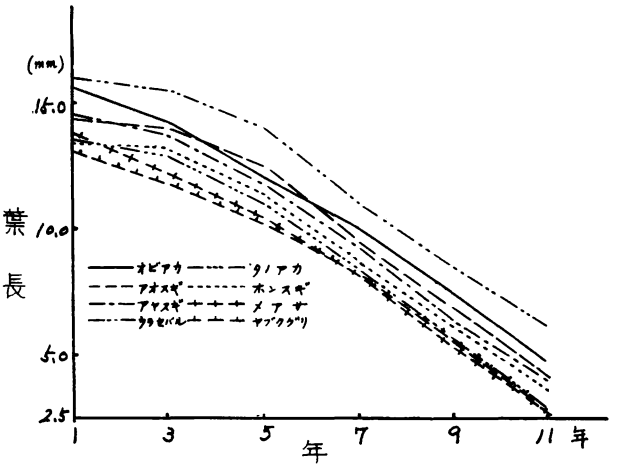
つぎに，各2主—1主枝の平均最大葉長を2主幹の分岐位置別にみれば，第14図のとおりで，最下位が最も大きい

$$y=Ae^{-\frac{\alpha}{t}+\beta t}$$

で表わされることを認めた。そこで，その最下位置の値を用いて品種間の比較を行なえばタノアカ，ウラセバルが大きく

オビアカ，ヤブクグリがつづき，ホンスギ，アヤスギがさらにつづいて，メアサ，アオスギが小さい。この減少過程はまえに示した1幹1主枝，または2幹2主枝針葉のときと逆に梢頭へいくにしたがってすぐれる結果を認めた。この性質は頂部優勢性に基づくものと見られて，その軸の栄養条件のすぐれているものほど大きい。また同じ条件のときには品種の性質に基づく差によるものであって，幼齢時代に成長のすぐれている品種ほどこの頂部優勢性がまさるのを認めた。これらの事実は各品種の早晩性ともかなり一致しているので，それらは早晩性を示すことを知ることができよう。

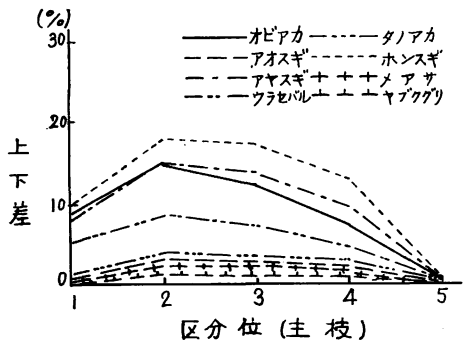
2幹2主—1主枝針葉もその個体の樹齢，位置，環境によって変化するので，メアサ，オビアカ，タノアカは飫肥，その他は日田，小国などの種々の樹齢の造林木を用いてみたところ第15図に示すとおりで，このときも高齢となるにしたがって小となるを認めた。2幹2主—1主枝の栄養条件は定植後1～2年目のものが最もすぐれていて，ことに基部に近いものほどすぐれているので，それらが前述の結果をもたらしたものと考察する（第34表，写真16参照）。



第15図　2幹2主—1主枝の比較針葉の葉長の樹齢別の変化（定植後）

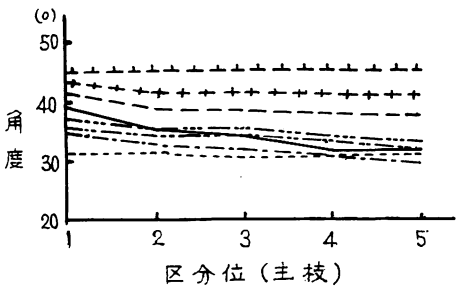
Fig. 15　Length of comparative needles on 2 s. 2 m.-1 m. branch at every age (after plant).

枝軸の背地性の強さはその軸の方位別葉長差でも比較することができるので，いま2幹2主—1主枝の中の最長枝の軸に着生する葉長を上，下，左右別に測定して，上側の葉長を基として主軸の区分位別に示せば第16図のとおりで，最大は最大葉長を示す第2区分位の下方で認めた，そこで，その部分を用いて品種相互間の比較を行なえば，ホンスギ，アヤスギ，オビアカが大きくて，ウラセバル，タノアカがつぎ，メアサ，アオスギ，ヤブクグリが似ていてともに小さい。この原因について考察すれば，この位置の栄養条件がすぐれているためと考察する。



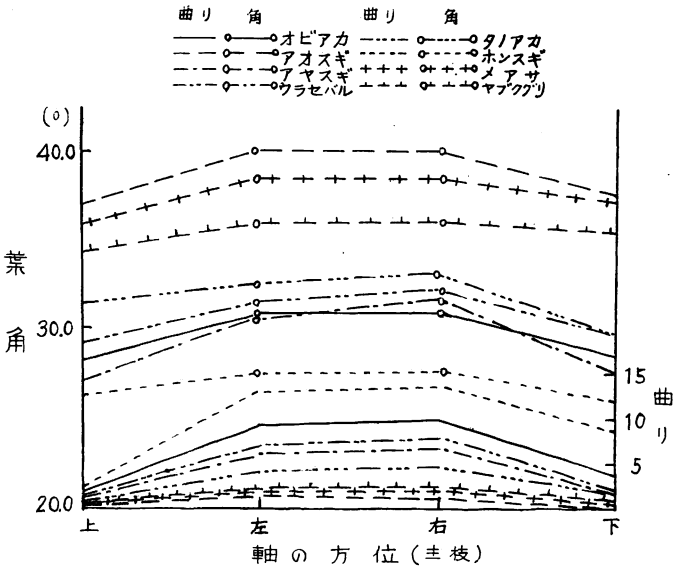
第16図　2幹2主—1主枝の比較針葉長の軸の位置別変化（上側を100とす）

Fig. 16　Length of comparative needles on 2 s. 2 m.-1 m. branch in each direction of axis (up side 100).



第17図　2幹2主—1主枝針葉の葉角の主枝軸の区分位別変化

Fig. 17　Angle of comparative needles on 2 s. 2 m.-1 m. branch at each sectional part of main branch axis.

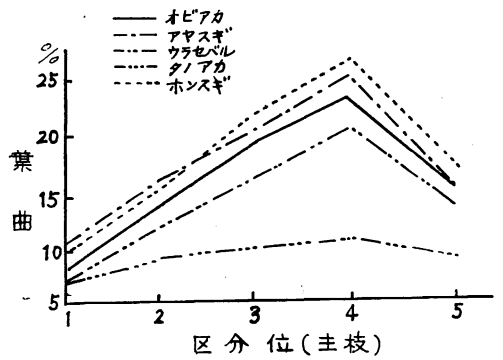


第18図　2幹2主—1主枝の比較針葉の葉角と葉曲の軸の方位別相違

Fig. 18　Angle and curve of comparative needles on 2 s. 2 m.-1 m. branch in each direction of axis.

葉の角度を葉長のときと同じ方法で，区分位別に平均値を求めて比較すれば第17図のとおりで，その区分位別変化はあまり大きな差異を認めないが，1幹1主枝針葉のときよりもやや大きい。この理由は，2幹2主—1主枝が2幹2主枝の斜向軸の延長軸上に発達していて，頂部に近いためとされよう。

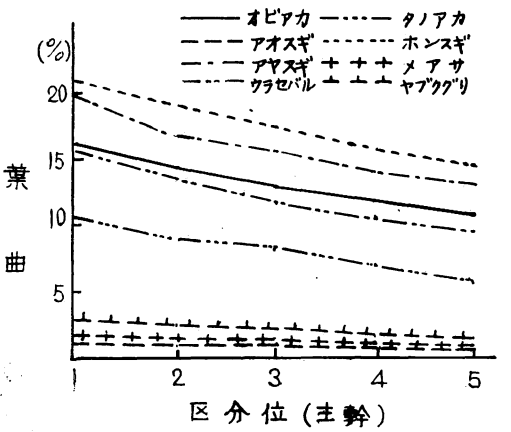
つぎに，葉角もまた最もよく発達している第2区分位のものを用いて，軸の方位別に平均値を求めて比較すれば第18図のとおりで，左右がもっともすぐれていて下，上の順に小さい。この左右両側の最大葉角を品種間で比較すればメアサ，アオスギ，ヤブクグリが大きくて，タノアカがつぎ，ウラセバル，オビアカ，アヤスギ，ホンスギがその順に小さい。それらをこの時代の主幹針葉と比較すればこのものの方がやや大きい。これは主軸と枝との成長運動の軸の差によるものとされよう。



第19図　2幹2主—1主枝の比較針葉の葉曲の主枝軸区分位別変化

Fig. 19　Change of needle curve on 2 s. 2 m.-1 m. comparative branch at each sectional part of main branch axis.

針葉の曲がりを葉長のときと同様にその主枝軸の区分位別に平均値を求めて比較すれば第19図のとおりで，さらにまた2主幹の区分位別に平均値



第20図　2幹2主—1主枝比較針葉の葉曲の主幹軸区分位別変化

Fig. 20　Curve of comparative needles on s. 2 m.-1 m. branch at each sectional part of stem axis.

を求めてみれば第20図のとおりであって，前者では第２区分位，後者では最上位の第５区分位が最もすぐれているのを認めた。このことから，その部分を用いて品種間の比較を行なえばホンスギが最も大きく，ウラセバル，アヤスギ，オビアカ，タノアカがつづき，アオスギ，ヤブクグリ，メアサが順に小さくて，ことにあとの３種間にはほとんど差異を認めない。葉の曲がりも葉の角度のときと同様に軸の区分位と軸の上下，左右の位置別に平均値を求めて比較すれば第18図中に示すとおりで，それもまた，最もよく発達した第２区分位の軸の両側のものが最も大きな差異を示したので，その位置の値を用いて品種間の比較を行なえばホンスギ，オビアカ，タノアカ，アヤスギが大きくて，ウラセバルがつづき，ヤブクグリ，アオスギ，メアサが小さい。この順位は葉長のときと似ていて，その理由もそのときと等しいとみたので説明を省略した。

葉密度を葉の長さ，葉の曲がりなどと同じく，主枝，あるいは主幹軸の区分位別に，単位長あたりの葉数を求めて比較すれば第12表のとおりで，主枝軸では第２区分位が最も疎で，それより区分位が高まるにしたがって密となるを示した。そこでいま，その第２区分位を用いて品種間の比較を行なえばウラセバル，ホンスギが最も疎で，タノアカ，オビアカがつぎ，メアサ，アオスギ，ヤブクグリがやや密，アヤスギが最も密な状態を示した。つぎに，同位置の葉密度をもとめて主幹軸の区分位別の変化を見れば第５区分位のところが最も疎で，それより区分位が低まるにしたがって密となるのを認めた。ところで，この第５区分位は２主幹軸の上端で，条件もそろえやすいので，その部分を用いて品種間の比較を行なえばウラセバル，タノアカが最も疎で，オビアカ，アヤスギ，ヤブクグリ，ホンスギがつづき，アオスギ，メアサが最も密な結果を認めた。これらの差は主幹，または１主枝針葉のときときわめてよく似ているので品種によるものとすることができよう。

葉密度が軸にあたえる影響は葉身部の表皮と内部組織とであって，その詳細は第２節８，標準針葉の形態で明らかにしているが，アオスギ，メアサ，ヤブクグリがよく発達していて，ウラセバル，タノアカがつづき，ホンスギ，オビアカ，アヤスギが劣るを示している。葉基部は葉身部に接続しているので葉身部と葉基部の組織と性質とは似ていて，それらが乾，霜害に対する抵抗性も似た結果を生じているものとみられる。

２幹２主—１主枝に分岐能力があれば，その各部に側枝が発達して側枝針葉をもつこととなるが，その側枝針葉の発達状態は１幹１主１側枝針葉と似ていて，その枝軸内では第２区分位付近が最も大きくて，それより高位に至るにしたがって小となるを示すが，その漸減の幅は母軸の区分位の低いところのものが

第12表　２幹２主—１主枝針葉の区分位別葉密度

Table 12.　Density of needles on 2 s.-2 m.-1 m. branch at each sectional part of its axis.

区分／品種	1	2	3	4	5	区分／品種	1	2	3	4	5
オビアカ	7.8	7.7	8.7	9.8	11.2	タノアカ	8.0	7.8	8.9	10.4	11.8
アオスギ	8.6	7.9	8.9	10.2	12.0	ホンスギ	7.6	7.3	8.0	9.7	11.5
アヤスギ	8.6	8.4	9.8	11.4	12.4	メアサ	8.2	8.0	8.6	10.8	12.1
ウラセバル	7.2	7.0	8.0	9.4	10.4	ヤブクグリ	7.8	7.6	8.8	10.1	11.8

備考：単位，１cmあたり枚。

第13表　2幹2主—1主1側枝の比較

Table 13. Shape of comparative branch with covered needles on 2s.-2m.-1m.-

項目 / 区分 / 品種	針葉長 (mm) 5	4	3	2	1	最大	葉 5	4
オビアカ	3.0	5.4	6.8	8.7	−	8.7	11.6	10.5
アオスギ	3.7	6.3	7.6	9.1	10.0	10.0	11.8	9.8
アヤスギ	3.3	6.0	7.1	8.5	8.2	8.5	12.9	11.5
ウラセバル	3.4	6.5	8.4	10.3	11.6	11.6	10.5	9.3
タノアカ	3.2	4.8	6.0	6.9	−	6.9	12.1	10.0
ホンスギ	2.6	3.9	5.6	7.2	−	7.2	10.6	9.6
メアサ	3.5	5.8	6.8	8.4	9.7	9.7	11.7	10.1
ヤブクグリ	3.4	4.2	5.2	6.7	7.8	7.8	11.0	10.3

備考：最大葉角は曲がりの最大のときの角度で示した。

最も大きくて，それより上位のものが漸次小となるを示した。以上の結果から，この枝葉の中から比較針葉を採取するには主幹系列では第3区分位，主枝系列では第1～2区分位，1側枝軸内では第2区分位のものとされる。いま，この部分のその葉長を示せば第13表のとおりで，ウラセバル（11.6mm）が最も大きくてアオスギ（10.0mm），メアサ（9.7mm）がつづき，アヤスギ（8.5mm），オビアカ（8.2mm），ヤブクグリ（7.8mm），ホンスギ（7.2mm），タノアカ（6.9mm）の順に小さい結果を示した。2幹2主—1主1側枝針葉の葉長は2幹2主—1主枝針葉長よりもはるかに短くて順位も必ずしも一致しない。この葉長の短い理由は軸からの距離が遠くて成長時期の短いためであって，その順位の一致しないのは軸からの距離と，分岐角，斜向軸の位置などが種々なために栄養条件に差異をなしているためとされよう。以上のことから，この針葉を用いての品種間の比較ははるかに劣るものとされる，しかしながら，その主枝軸内の区分位別変化と主幹軸内の梢頭から基部にすすむにしたがって減少する傾向とは頂部優勢性を動的にみるに役だつものとみることができる。

4.　2幹2主2側—1側枝針葉と枝葉

2幹2主2側—1側枝針葉と枝葉とは2幹2主2側枝の梢端の1年生の側枝に着生している針葉とその集まりであって，完全に1成長期を経たものであるので，成長時期をそろえて比較することができることから比較価値が高いものとみられるが，その価値を発揮させるには前年の条件，すなわち，2幹，2主，2側枝の条件をそろえることが必要であって，それにはおのおのを数等分して区分位別にみることである。しかしながら，枝は分岐次数が高まるにしたがって分岐が少なくなり，枝を欠くこともあるので，同じ区分位の枝の針葉を採取することが困難となる。そのような場合にはさらに区分位を粗にして，各区分位に出現するものを採取して比較することである。本研究の実験材料では枝がよく発達していて，5区分によってそろった枝を採取することができたので，それによって比較した，つぎにその結果を主枝，または主幹系列別に示せば第14表のとおりである。

この側枝針葉でも，その枝内の葉長の変化は第2区分位のところで最大を示す熱化学反応速度の式によって表わされて，その後の漸減状態も品種によって異なることを知る。そこでまず，その部分の最大針葉

枝葉の形態（主幹系列区分位のもの）
1 sub branch at each sectional part of its axis (with 5 part. stem axis).

密度（1cmあたり枚）				葉角（°）／曲がり（%）					
3	2	1	最小	5	4	3	2	1	最大
9.1	8.6	−	8.6	40/4	40/8	40/11	40/13	−	−
8.6	7.8	6.3	6.3	45/0	45/1	45/2	45/2	45/2	45/2
10.8	10.0	11.0	100	40/4	36/12	32/16	33/22	33/25	33/25
8.0	7.4	7.2	7.2	32/6	33/14	30/20	30/26	30/24	30/34
9.7	8.8	−	8.8	45/2	45/6	44/9	42/12	−	−
8.2	7.8	−	7.8	39/6	38/14	40/21	38/26	−	−
8.9	8.6	7.9	7.9	45/1	45/2	45/3	45/4	45/5	45/5
8.8	8.0	8.2	8.0	35/0	35/1	35/2	35/3	35/3	35/3

第14表　2幹2主2側—1側枝の比較葉の主枝または主幹軸列針葉長と同側枝の比較枝葉の形態
Table 14. Length of needles on 2 s. 2 m. 2 sub.-1 sub. branch at each sectional part with it main branch and stem axis and shape of comparative branch with covered needles.

（単位：mm）

品種 ＼ 主幹m ／ 主枝m	4		3			2		3の5の同側枝葉の形態				
	5	4	5	4	3	5	4	5	4	3	2	1
オビアカ	12.9	9.5	14.0	12.8	12.4	14.0	12.1	11.3	14.0	12.6	10.0	7.2
アオスギ	13.7	10.0	14.1	12.9	11.1	13.8	11.6	10.5	14.1	12.2	10.2	7.0
アヤスギ	13.4	10.3	13.3	12.5	10.9	12.5	11.6	10.0	13.3	11.8	9.8	6.5
ウラセバル	14.9	10.6	15.9	14.3	12.4	14.8	12.4	11.5	14.3	13.7	11.6	7.6
タノアカ	11.6	8.6	13.7	12.4	9.3	12.8	9.9	8.9	13.7	12.4	9.2	5.8
ホンスギ	(13.5)	9.0	13.3	13.1	11.5	13.0	11.0	10.3	13.3	12.6	9.8	6.3
メアサ	(13.2)	9.8	13.6	13.5	12.0	12.9	11.4	10.5	13.6	11.8	10.3	5.9
ヤブクグリ	13.9	10.6	14.7	13.9	11.3	13.6	11.9	10.0	14.7	12.0	9.6	6.3

を用いて主枝軸の区分位別変化をみれば，おおむね第5区分位のものが最も大きくて，それより位置が低くなるにしたがって小となるを認めた。そして，その品種間の差異はタノアカ，ウラセバル，ヤブクグリが大きくて，オビアカ，アオスギ，ホンスギがつづき，アヤスギ，メアサが小さい傾向を示した。つぎにまた，同針葉を用いて主幹軸の区分位別に変化をみれば区分位の中位のものが最も大きくて，それより上，下位のものが小さい結果を示した。以上の結果から，この最大を示す部分を用いて品種相互間の比較を行なえば，ウラセバル（15.9mm）が最も大きくて，アオスギ（14.1mm），オビアカ（14.0mm），ヤブクグリ，タノアカ（13.7mm），メアサ（13.6mm）などがつぎ，ホンスギ（13.3mm），アヤスギ（13.3mm）などが小さい。この結果はすでに示した他の針葉のときと似た傾向を示しているので，その部分を用いても品種間の相違を知ることができるとされよう。

第15表　3幹3主—2主枝針葉の比較

Table 15. Comparative needle shape of 3 s. 3 m.-3 m. branch in

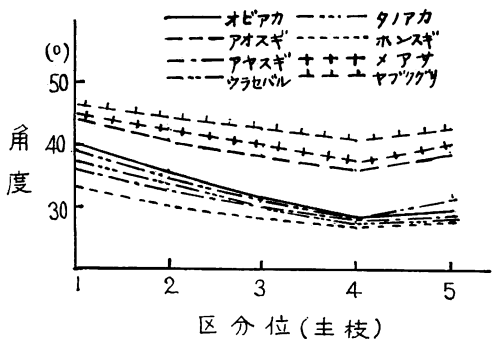
品種	比較主枝葉形										
	針葉の長さ（mm）							葉の密度（1cmあたり枚）			
	幹長	1	2	3	4	5	変化	1～2	3	4～5	平均
							%				
オビアカ	182	10.2	12.6	11.7	8.6	6.2	50.8	6.6	7.0	11.3	7.5
アオスギ	200	10.1	12.0	11.0	8.9	5.0	58.3	6.7	7.3	12.7	8.9
アヤスギ	198	10.6	11.6	10.5	8.6	5.8	50.0	7.5	7.7	11.8	8.6
ウラセバル	181	11.4	14.4	11.8	9.8	7.4	48.6	6.0	6.3	10.2	6.3
タノアカ	189	9.6	12.0	10.5	7.0	5.4	55.0	7.0	7.4	11.0	8.0
ホンスギ	206	10.9	12.3	11.6	8.8	5.7	53.6	6.3	6.7	8.9	7.3
メアサ	210	9.8	10.4	9.8	6.9	4.3	58.6	7.2	7.6	12.0	8.6
ヤブクグリ	154	10.8	11.0	10.7	7.5	4.8	56.4	6.5	7.1	11.4	6.9

つぎに，その各枝の最大針葉を用いて主枝軸の区分位別の変化を比較すればタノアカ，ウラセバルが大きくて，オビアカがつぎ，ヤブクグリ，ホンスギ，アヤスギ，アオスギ，メアサの順に小さい結果を認めた。これもまた，その主軸の枝の成長と関係が深いので，品種間の頂部優勢性の差異を示すものとされよう。

5.　3幹3主—2主枝針葉と枝葉

3幹3主—2主枝針葉と枝葉とは2幹2主—1主枝のそれらが1年経過したものであるので，2幹2主—1主枝針葉のときと同様の方法で葉長の比較を行なったがそれは第15表に示すとおりである。同表でまず最大葉長の位置をみれば主枝系列では第2区分位，主幹系列では第4～5区分位のところであることを認めたが，その最大針葉を用いて品種間の比較を行なえばウラセバルが最も大きくて，オビアカ，ヤブクグリ，ホンスギがつぎ，メアサ，アヤスギ，アオスギの順に小さい。

いまこの葉長と2幹2主—1主枝のそれとを比較すれば前者が短いが，これは前者が植栽の当年，後者が2年目の差によることと，前者が1年古いために1年間の軸の肥大量が葉基部を軸中に陥入させているためとされよう。



第21図　3幹3主—2主枝比較針葉の葉角の主枝軸区分位別変化

Fig. 21 Angle of comparative needles on 3 s. 3 m.-2 m. branch at each sectional part of main branch axis.

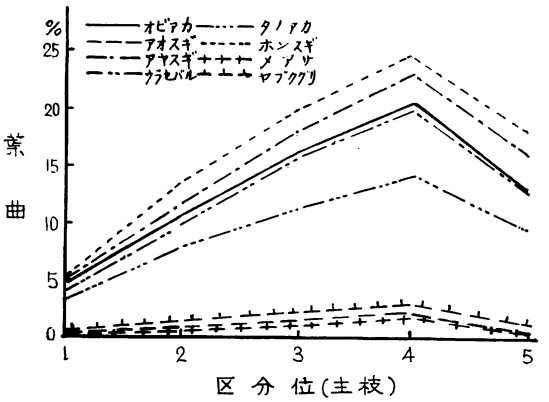
つぎに同枝内の変化の幅をみればメアサ，アオスギ，ヤブクグリ，タノアカ，オビアカ，ホンスギ，アヤスギ，ウラセバルの順に小さく，各主枝の比較針葉の主軸系列別変化の幅はタノアカ，オビアカ，ホンスギ，ウラセバル，アオスギ，アヤスギ，ヤブクグリ，メアサの順に小さい結果を示した。

葉の角度は2主—1主枝針葉のときと同様に第2区分位のところが最も大きくて，変異の幅は小さいのでその部分を用いて品種間の比較を行なったところ第21図のとおりでヤブクグリ，アオス

針葉の主幹系列別変化と比較枝葉の形態
each main stem series and shape of needle comparative branch.

態					主	軸	系	列					
葉角度/曲がり（°/mm）					葉	長（cm）				百分率（%）			
5	4	3	2	1	5	4	3	2	変化 %	5	4	3	2
38/5	38/15	38/12	38/8	38/3	12.3	12.6	10.8	8.2	32.3	98	100	86	73
42/0	43/3	43/3	43/2	45/0	12.0	10.6	9.3	8.4	30.0	100	88	78	70
34/9	36/16	36/15	36/14	35/9	11.6	10.9	9.0	8.2	29.3	100	94	78	71
28/12	30/23	31/18	33/10	32/8	14.4	13.9	11.6	10.0	30.5	100	85	74	69
35/4	38/11	38/8	38/6	38/5	10.8	12.0	7.9	7.1	40.8	100	85	65	62
28/21	30/22	30/20	30/16	32/9	12.3	11.2	9.7	8.5	30.9	100	91	79	69
38/1	40/3	40/2	42/1	40/0	10.4	10.4	9.6	7.9	24.4	100	88	81	75
36/0	38/2	40/2	40/1	36/1	10.8	11.0	9.9	7.8	27.1	100	91	76	65

ギ，メアサ，タノアカ，オビアカ，アヤスギ，ホンスギ，ウラセバルの順に小さく，葉の曲がりは第22図のとおりでアオスギ，メアサ，ヤブクグリ，オビアカ，タノアカ，アヤスギ，ウラセバル，ホンスギの順に小さい結果を示して，両者の間に似た傾向を認めた。これは2幹2主—1主枝のときとほぼ似た値を示して，位置による変化が少ないので品種間の相違を示すものと認められる。すなわち，この要素は品種識別の上でかなり安定したものと認めることができる。



第22図　3幹3主—2主枝の比較針葉の葉曲の主枝軸の区分位別変化
Fig.22 Curve of needles on 3 s. 3 m.-2 m. branch at each sectional part of main branch axis.

つぎに葉密度もこの両要素と同様の方法で比較したところ同似の傾向を認めたが，前の2要素よりかなり強い変化を示していたので，条件をそろえなければ比較のできないものと認めて表示を省略した。

6.　3幹3主—2主—1枝針葉と枝葉，同1側枝針葉と枝葉

3幹3主—2主—1主枝針葉と枝葉とは，2幹2主—1主枝軸の梢頭上に1年生主枝が発達して，その軸に着生している針葉とその集まりであって，完全に1成長期のものをそなえており，しかも樹体構成の高い部分をしめているので重視すべき器官とされる。これらも他の場合と同様に，1枝内を5等分して区分位に分けてその変化をみるほかに，その中の最大を示す比較針葉で主軸の区分位別変化をみれば第16表のとおりである。まず同枝内の区分位別変化をみれば，これも他の枝葉と同様に第2区分位のところが最大を示す

$$y=Ae^{-\frac{\alpha}{t}+\beta t+\gamma t^2}$$

の式で示されることを知る。つぎに，その最大葉を用いて品種間の差異をみれば，ウラセバルが最も大き

第16表　3幹3主—2主—1主枝の

Table 16. Comparative needles shape of 3s. 3m.-2m.-1m.

項目 / 軸種 / 区分位 / 品種	葉長 (mm) 主 2	主 3	幹 4	幹 5	変化 %	主 1	主 2	主 3
オビアカ	9.5	11.5	13.1	12.8	27.5	10.8	13.1	12.6
アオスギ	9.2	11.6	12.8	13.3	30.1	10.1	13.3	12.7
アヤスギ	9.0	10.6	12.4	12.9	30.3	10.0	12.9	12.2
ウラセバル	10.8	12.9	14.6	13.5	26.0	11.2	14.6	13.8
タノアカ	9.4	11.8	13.2	12.9	25.7	9.0	13.2	12.3
ホンスギ	9.0	10.8	12.6	13.0	30.7	10.2	13.0	12.0
メアサ	9.3	10.4	13.0	13.5	31.1	9.7	13.5	12.1
ヤブクグリ	9.2	11.0	13.0	12.3	29.2	9.6	13.0	12.0

く，タノアカ，オビアカ，ホンスギ，アヤスギがつづき，ヤブクグリ，アオスギ，メアサの順に小さい結果をみとめ，その同枝内の葉長の変化の幅はメアサ，アオスギ，ヤブクグリ，タノアカ，オビアカ，ホンスギ，ウラセバルの順に小さい結果を認めた。つぎにまた，各枝葉中の最大葉の現われる位置を主軸の区分位別にみればタノアカ，オビアカは第4区分位，ウラセバル，ヤブクグリが第4～5区分位の第5区分位に近いところにあり，その他が第5区分位にあるを認める。そしてまた，このときの葉長の区分位別変化の幅を比較すればタノアカ，オビアカ，ウラセバルが大きくて，ホンスギ，アヤスギ，ヤブクグリがつづき，メアサ，アオスギが小さい結果をえた。

針葉の発達状態はその軸の栄養条件に関係が深くて，栄養のすぐれているときに葉長も大きい。これらの関係を知るために各枝軸の枝長の変化をみれば，分岐初年目の3幹—3主枝では，1幹—1主枝と同様に基部から梢頭にいくにしたがって短くて，3幹3主—2主枝は2幹2主—1主枝と同様に梢頭から基部に進むにしたがって短い（第34～36表）。これらの関係がこの葉長の変化を左右しているものと認める。葉長はその軸内部の栄養条件の移動の遅速と関係があるものとみられる。このことから最大葉の位置が下方に移動するのは早晩性などを知ることもできるとされよう。

第17表　3幹3主—2主2側—1側枝の比較針葉長

Table 17. Length of comparative needles on 3s. 3m.-2m. 2sub-1sub branch in each

主幹 / 主枝 / 品種	5	5	5	5	4	4	4	5
	5	4	3	2	5	4	3	5
オビアカ	15.5	13.8	12.4	10.0	13.6	11.5	8.9	11.8
アオスギ	14.6	14.0	12.8	10.6	13.9	12.2	9.9	12.6
アヤスギ	14.0	13.3	11.9	9.5	13.2	11.0	9.0	10.9
ウラセバル	16.5	15.0	13.6	11.2	15.2	13.0	10.4	13.7
タノアカ	15.3	13.5	11.5	9.2	13.7	10.5	8.0	10.5
ホンスギ	14.8	14.6	12.9	10.0	13.5	11.9	9.6	12.8
メアサ	15.0	14.4	12.6	10.8	14.1	11.8	9.7	12.4
ヤブクグリ	14.6	13.0	11.4	10.3	14.0	11.1	8.6	11.5

比較針葉の主幹，主枝系列別変化
branch in each sectional part of stem and main branch.

枝			葉の角度（°）		葉の曲がり（%）		葉密度（枚）	備　考
			主幹(s)（区分）	主枝(m)（区分）	主幹(s)（区分）	主枝(m)（区分）		
4	5	変　化	3～5	1～5	3～5	1～5		
		%						
9.6	6.1	53.5	30	33	20	18	7.6	葉角度は平均，葉の曲がりは平均，葉密度は1cmあたり枚（2区分位）
10.0	5.3	60.2	33	36	5	6	8.0	
9.8	5.5	57.3	27	30	18	18	8.5	
10.6	7.5	48.6	31	34	22	22	6.8	
8.6	6.0	54.5	34	35	15	18	7.7	
9.4	6.4	50.8	28	26	26	22	7.2	
8.6	5.2	61.4	36	37	3	3	8.0	
8.9	5.7	56.0	36	39	3	3	7.8	

つぎに葉の曲がりを同様の方法によって得た結果を示せば第16表中に示すとおりで，これもまた他の針葉と似た結果を認めた。つぎにまた角度も同様の結果を認めた。

3幹3主—2主枝針葉と3幹3主—2主—1主枝針葉との間には軸の位置と軸の成長にともなう変化の関係が存在している。そして，この両因子は針葉の生存年限に直接関係しているので，葉の生存年限として別項で考察することとしたが，それ以外の諸要素すなわちこの枝葉と針葉の形態によっても品種間の差異を知ることができるとされよう。

7.　3幹3主—2主2側枝針葉と枝葉，同—1側枝針葉と枝葉

3幹3主—2主2側枝針葉と枝葉も，2幹2主—1主1側枝枝葉と針葉が1年経過したものであるので，これらもその軸の成長時期をそろえて比較することはむずかしく，しかもまた，各区分位に対照となる針葉を選出することはむずかしいので省略した。しかしながらこの針葉も母軸の区分位別をそろえてみれば比較が可能となるので，これもまた動的変化を見るときには価値を生ずるものとされよう。

つぎに3幹3主—2主2側—1側枝針葉と枝葉とは，2幹2主—2主1側枝の梢頭上に完全に1成長期を経た側枝軸に着生している針葉であるので，その比較には側枝，主枝，主幹区分別の3種がある。枝葉

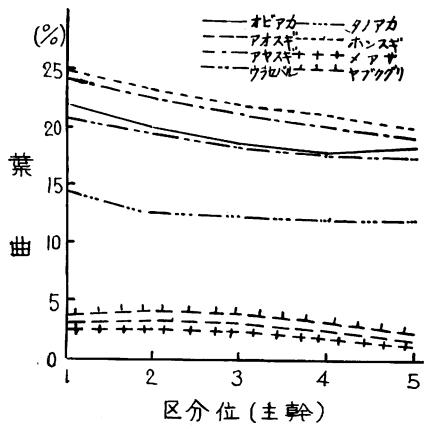
の主幹，主枝軸の区分位別変化と比較枝葉の形態　（葉長：単位　mm）
part of stem and main branch and shape of comparative branch with covered needles.

3		2		標　準　枝　葉・形　態				
4	3	5	4	1	2	3	4	5
9.9	8.2	10.0	7.9	10.5	15.5	13.4	11.2	7.5
10.0	9.8	10.5	9.5	9.6	14.6	12.0	10.6	6.6
8.8	7.0	9.5	7.9	8.7	14.0	11.6	10.3	6.0
11.7	9.8	11.2	9.8	10.2	16.5	13.2	11.4	7.8
8.0	6.5	8.0	6.8	10.4	15.3	13.7	10.4	6.5
9.5	6.8	9.3	7.5	10.7	14.8	13.2	10.9	7.5
9.9	8.4	10.4	8.9	9.2	15.0	12.0	9.8	5.2
9.6	8.9	9.8	8.5	8.8	14.6	13.1	11.2	6.3

の形態とその最大葉の比較価値を吟味するためにこの葉長をその1側枝軸，ならびに1主枝軸の位置別に変化をみれば第17表のとおりで，これもまた他の枝葉と同様に第2区分位のところで最大を示す熱化学反応の式

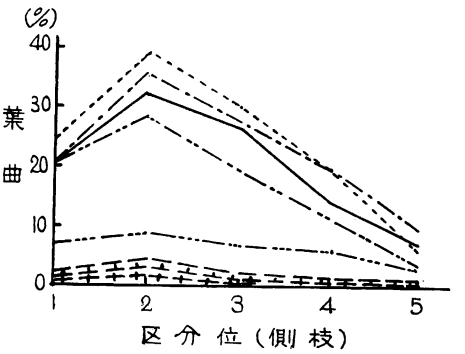
$$y=Ae^{\frac{-\alpha}{t}}+\beta t+\gamma t^2$$

で示されて，その最大葉長はウラセバル，オビアカ，タノアカ，メアサ，ホンスギ，ヤブクグリ，アオスギ，アヤスギの順位を示した。つぎに各品種の主枝軸間の漸減状態を示せば，メアサ，アオスギが大きく，タノアカ，ヤブクグリがつづき，アヤスギ，ウラセバル，オビアカ，ホンスギが小さい結果を示した。これは本研究地の気象，および土壌条件がやや乾燥状態にあるために耐乾性の弱い早生のものが成長衰退の状態を示しているためとされよう。



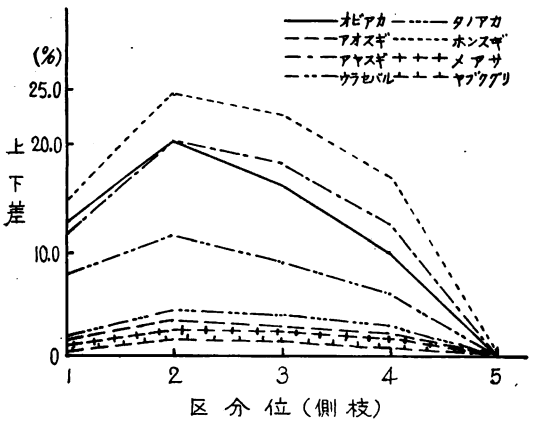
第23図　3幹3主—2主2側—1側枝の比較針葉の葉曲の主幹軸区分位別変化

Fig. 23 Curve of comparative needles on 3 s. 3 m.-2 m. 2 sub. branch at each sectional part of stem axis.



第24図　3幹3主—2主2側—1側枝の比較針葉の葉曲の側枝軸区分位別変化（凡例は前に同じ）

Fig. 24 Curve of needles on 3 s. 3 m.-2 m. 2 sub.-1 sub. comparative branch at each sectional part of 1 sub. branch.



第25図　3幹3主—2主2側—1側枝の比較針葉の葉長の軸の上，下別変化

Fig. 25 Length of needles at each direction of 3 s. 3 m.-2 m. 2 sub.-1 sub. comparative branch axis.

つぎに，3幹3主—2主2側—1側枝針葉の曲がりを見れば，主枝軸の区分位別変化は第23図，主幹軸の区分位別変化は第24図のとおりで，ともにほぼ葉長のときと似た傾向を示した。つぎに，この針葉と2幹2主—1主枝針葉との比較を行なえば，前者がやや大きい。これは植栽後3年目では枝の栄養条件の最もすぐれた位置が主枝から側枝に移動しているためとされる。この曲がりは軸の下部と上部で相違があるので，これを軸の位置別にみれば第25図のとおりで，その差異も第2区分位のところが最も大きくて，

第18表 各種針葉長の比較

Table 18. Length of needles on the various branches.

項目 / 品種	1主幹		2幹2主—1主枝		2幹2主2側—1側枝		3幹3主—2主—1主枝		3幹3主-2主2側—1側枝		備考		
	平均値	変異係数	平均値	変異係数	平均値	変異係数	平均値	変異係数	平均値	変異係数	熊本平均	飫肥平均	東京平均
	mm		mm		mm		mm		mm		mm	mm	mm
オビアカ	11.0	10.00	13.1	4.37	14.0	8.14	13.1	4.54	15.5	7.14	13.34(3)	15.9	13.8
アオスギ	11.0	8.35	13.8	8.46	14.1	6.87	13.3	7.30	14.6	6.28	13.36(2)	—	14.2
アヤスギ	9.9	6.88	12.3	4.76	13.3	6.48	12.9	8.75	14.0	5.96	12.48(8)	14.3	13.4
ウラセバル	11.9	6.29	14.4	6.68	15.9	5.59	14.6	5.96	16.5	1.83	14.66(1)	16.9	15.1
タノアカ	11.1	6.40	13.0	5.17	13.7	8.63	13.2	7.13	15.3	4.56	13.26(4)	15.7	13.5
ホンスギ	9.5	9.36	13.3	3.12	13.3	6.15	13.0	6.35	14.8	4.68	12.77(7)	—	13.2
メアサ	10.5	2.23	12.8	7.25	13.6	7.18	13.5	6.53	15.0	8.55	13.08(5)	15.3	13.4
ヤブクグリ	10.9	9.06	12.3	8.51	13.7	10.33	13.0	6.70	14.6	6.38	12.90(6)	15.2	13.5
平均値	10.7		13.1		14.0		13.3		15.0		（）は		
変異係数	23.19		18.06		19.86		14.44		16.33		順位		

針葉の大きいものが大きい差異を示していた。この理由は，曲がりを生じやすい組織の発達が，成長の旺盛な時期に生じやすいためであるとされよう。

種々の針葉のなかから品種の特徴を最もよく表わす針葉を選出するために，1成長期の針葉をそなえている各枝葉の最大葉を比較すれば第18表に示すとおりで，ウラセバルが長くて，アオスギ，オビアカ，タノアカがつづき，メアサ，ホンスギ，ヤブクグリ，アヤスギが短いが，群内の品種間には採取位置によって異なる順位を示すのを認めた。これは，この要素を用いての品種の識別には限度があることを示していて，似た条件のところで体内の栄養条件の最もすぐれたところを用いなければならないことがわかる。前表において3幹3主—2主2側—1側枝針葉長が最も大きくて2幹2主2側—1側枝針葉がつづき，3幹3主—2主—1主枝，2幹2主—1主枝が劣るを示しているが，これは枝の栄養条件の良否と一致している。1年生の最もすぐれた栄養条件の枝は幼齢木においては2年生軸から分岐する枝の，その母軸に近い梢頭上のものであるので，この年齢のものからの標準針葉の採取位置は前に示したところとなるわけである。しかも，この3幹3主—2主2側—1側枝は軸の梢頭部付近に最もすぐれた枝をもつので同条件の枝を採取しやすい。さらにまた，その針葉の品種間の差異は個体内の変化の幅よりも大きい。これらのことから，本研究においてはこの枝の最大枝に着生する比較針葉を，標準針葉として使用することとした。

この針葉は最大枝の移動にともなって移動する。樹齢が古くなればその個体の各主枝の中で1年生枝の最大枝の着生しているものを選出して，その主枝を主軸に読みかえてその中から標準針葉を採取した。

葉の角度は主幹針葉より主枝以下の高次枝の針葉が大きい。しかも品種間にはメアサ，アオスギが大きく，アヤスギ，ホンスギ，ウラセバル，オビアカが小さくて，その他が中間を示し，1枝内では位置別変化が少ないので品種識別の拠点とすることができるが，その測定箇所は他の要素ともあわせてみるために比較針葉，または標準針葉が好ましいとされる。

針葉の曲がりは主幹針葉より主枝以下の高次数の最もよく発達した枝の針葉が最もよく発達していて，1枝内では比較針葉，個体内では標準針葉がすぐれており，品種間にはホンスギ，アヤスギ，ウラセバル，オビアカが大きくて，タノアカがつづき，メアサ，アオスギ，ヤブクグリが小さい安定した結果を認

めているので，品種識別の重要な拠点とすることができる。そして，その比較には比較針葉，または標準針葉を用いて長さ，角度などの他の形態要素とあわせてみることが一層有効である。

枝葉の形態は葉位別変化の著しい葉長，葉密度，葉角，葉曲り，葉先の形などの位置別表示によって特徴を表わすことができる。そのなかの最大葉長の出現位置と最大葉長から最小葉長にいたる変化の幅の同次枝内の変化と，その母軸系列別の変化をみればタノアカ，オビアカ，ヴラセバルが低くて大きくホンスギ，アヤスギ，ヤブクグリがつづき，メアサ，アオスギが高くて小さい傾向を認めて品種別早晩性を知ることができる。つぎにまた，葉密度はアヤスギが大きくてホンスギ，ウラセバルが小さくその他が中間を示して，これも品種識別の一助とすることができることを知る。

以上の結果を確かめるために，本場構内と浅川苗畑内に植栽されている九州産のサシスギの各品種の5年生木を用いて昭和35年に調査を行なってみたところ，第19表中に示すとおりで，熊本の幼木のときとほぼ同似の結果を示している。このことから，まえに示した傾向はおよそ一般的傾向とみることができよう。またこのとき，後者が前者（表省略）に比較してやや小さくて葉長の幅も少ない変化の傾向を認めたが，それは気象，土壌ともに東京が乾燥していて，風速も早いためとされよう。つぎにまた，飫肥地方の造林木の中から各地産のスギの品種を採取してえた結果を示せば第19表中に示すとおりで，飫肥地方でのものの方がはるかに大きくて品種間の差異は熊本の幼木のものと似た傾向を認めた。これは飫肥地方が温暖多雨で，土壌も肥沃であるために晩秋まで成長を行なっているためとされよう。

つぎに枝葉の形態についてみれば，葉の形態の変化の最も大きいのは標準針葉を含む最大枝葉であるが，その枝葉は分岐枝を多くもつために測定が不便である。ところで，分岐枝をもたない最大の枝を用うれば，分岐しない体内条件をそろえることができて調査も容易である。この理由から葉長の変化を目的とするときには分岐枝をもたない最大枝葉をし，分岐習性を目標とするときには分岐の最もよく発達した枝葉が最もすぐれたところとされよう。そこで本研究においてはこの部分を用いて観察したが，それらの結果は次項以下においてみることとした。

8．標準針葉の形態

スギの葉の形態は耐寒性個体について正木[80]，実生苗の類別について佐多[118]，松島[83]，成木の類別について山内[179]，天然生木について四手井[135]などの報告がある。つぎに，サシスギについては田中[150]，林[31]，相馬[143]などがあり，それらはいずれも葉長，葉幅，葉角度，葉の曲がりなどを重視しているが，内部構造にはあまりたちいってみられていない。しかしながら，スギの葉の形態，ことに内部組織は直ちに生理的に関係をもつので，品種の類別にはもちろん，その性質を理解して品種の成立と発達過程を類推するにも重要であると考えられる。そこで本研究においては，それらの各器官の品種相互間の相違を明らかにしてその価値についての吟味を行なうことが重要と考え，内部組織を詳しくみてそのなかで最もよく発達していて安定している部分をとり出して，それらによる品種の類別を試みることとした。その調査方法と結果の吟味について次項以下に述べることとする。

a．実験材料と調査方法

本研究の実験材料は，品種別形態比較試験地の5年生木の3幹3主－2主2側－1側枝軸の第2区分位，すなわち葉位30～40のものを11～3月の成長休止期中に軸の左右と上部とに分けて採取してそのつど使用したが，一部のものは50%のアルコール溶液中に貯蔵しておいて必要に応じて取り出して調査に供した。

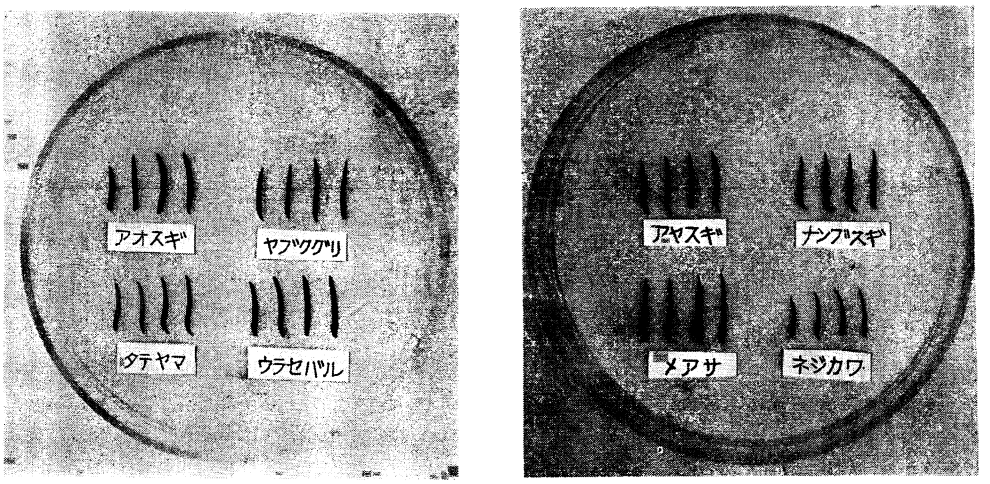


写真2．標準針葉の外形
Photo. 2　Shape of standad needles.

壮齢木の材料も，その外部形態の観察のときと同じく福岡県朝倉郡小石原町の日田経営区内の御大典記念スギ品種参考林，熊本県人吉市矢岳町人吉経営区内のスギ品種見本林の中から標準木を選び，その力枝付近の8年生主枝の4年生軸を採取して，その枝を主軸としたときの3軸3副—3副2副$_2$—1副$_2$枝の第2区分位の針葉，すなわち標準針葉と認められるものを採取して用いた，それらの針葉の外形はおよそ写真2のとおりである。

針葉の横軸断面の形は，先端では丸味を帯びており，基部ほどひし形となるので，その中央が中間のやや安定した形を示している。しかも，その部分は内部構造も安定しているとみられるので，その部分を用いて比較することとした。観察と測定には顕微鏡と座標測定器を用い，倍率は各要素に応じたものを採用することとした。葉の内部構造には種々の名称があるが，この研究においてはおもに佐藤[121]の報告のものを使用した。

スギの針葉の横断面の形はひし形であって，その表わしかたにはひしの上，下（縦径），左，右(横径)，上，下各隅から左，右両隅までの距離，まわり，凹み，表裏→比（表/裏×100）などがある。

縦断面の形は先端から基部までの増大状態と各角隅の厚膜組織の層の幅の変化，葉の曲がりなどによって表示される。しかも，それらは生理的に深い意味をもつので，全体と先端の部分とに分けて見ることとした。

b．結果とその検討

Ⅰ．横断面の形態

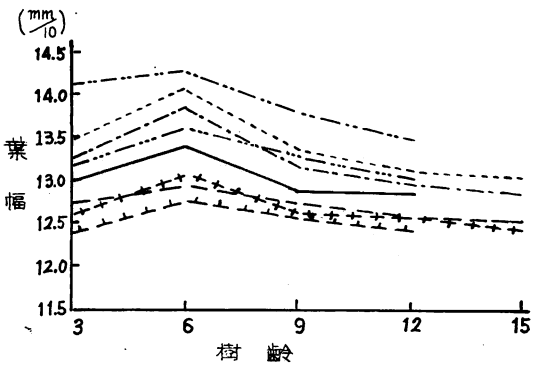
幼齢木の針葉の中央横断面の形態を品種別にみれば第19表のとおりである。まず，そのなかの横径を見ればウラセバル，ホンスギ，オビアカが大きくて，メアサ，アヤスギ，タノアカがつづき，ヤブクグリ，アオスギが小さい。葉の横幅は葉位，葉齢，枝の条件などによる変化を知らなければその価値を明らかにできないので，この資料の個体内の変化をみたところ葉の縦幅よりも安定して葉長と似た変化を認めたので，上述の結果は品種間の差異を示すものとされる。つぎに，この針葉が樹齢によって変わる状態を矢岳国有林の18年生木（昭和32年現在）を用いて，各年齢別に主幹主枝を採取し，その枝の最大葉長のも

第19表　標　準　針　葉　の
Table 19. Cross section of

場所 / 項目 / 品種	幼齢木（支場） 横 (A′)	縦 (B′)	B′/A′	樹脂孔までの距離 (H′)	表面周 (D′)	裏面周 (E′)	凹み	D′/E′	全周
			%				%		
オビアカ a	14.8	12.2	120.8	6.6	23.6	4.3	1.06	137.1	40.7
b	28.0	30.0		(54.1)					
アオスギ a	12.8	11.1	115.3	5.9	19.9	0.9	1.03	131.2	35.0
b	24.0	24.2		(52.7)					
アヤスギ a	13.4	10.9	122.8	6.3	20.9	4.0	1.06	134.5	36.5
b	22.7	29.2		(57.4)					
ウラセバル a	16.2	13.8	118.0	7.6	26.4	4.2	1.05	145.6	44.6
b	26.0	28.8		(55.6)					
タノアカ a	14.6	12.2	119.9	6.5	23.3	2.6	1.05	138.4	40.1
b	23.5	24.5		(53.4)					
ホンスギ a	14.3	11.7	121.2	6.9	22.6	4.7	1.06	138.2	39.0
b	29.7	30.9		(58.8)					
メアサ a	12.9	11.2	114.9	6.0	20.2	0.8	1.04	136.0	35.0
b	21.1	31.9		(53.2)					
ヤブクグリ a	13.8	11.3	122.2	6.1	21.5	1.6	1.04	155.4	35.3
b	22.5	28.6		(54.1)					

a：平均値　b：変異係数　単位：横，縦，樹脂孔までの距離　表，裏，全周はmm/10，凹み比率は%

のの葉幅の変化を3年括約で平均値を求めてみれば第26図のとおりで，6年生の部分が最も大きくてそれより古い枝の方が漸次小となるのを認めた。これは側枝が1成長期の針葉をそなえている初年目のものであって，それらが最も支配的な条件をそなえているためと考察する。以上の結果は樹齢別葉幅の変化をも暗示していて，その最大値は最大側枝針葉が初年目にその軸に移動した年であるので，このことからこの年齢そのものが最もすぐれているものとされよう。



第26図　標準針葉の葉幅の各樹齢別変化
Fig. 26　Width of standard needles at every age tree.

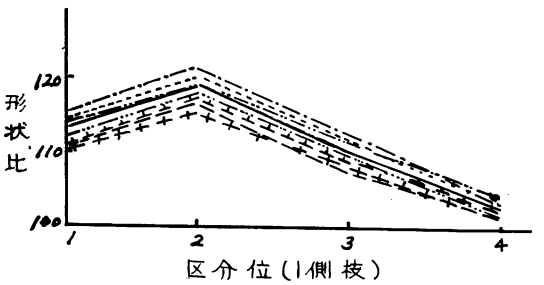
Ⅱ．縦断面の形態

幼齢木の針葉の縦径を九州支場内の品種別形態試験地の資料を用いて見れば第19表中に示すとおりで，ウラセバルが最も大きく，オビアカ，タノアカがつづき，ホンスギ，ヤブクグリ，メアサ，アオスギ，アヤスギが順に小さい結果を認めた。つぎにまた矢岳の品種見本林内の造林成木の結果をみれば前表中に示すとおりで，これもほぼまえのときと同似の傾向を認めた。いま，この両者を比較すれば前者が後者に比してやや大きいが，これは横幅のときに述べたものと同じ理由によるものと考えられよう。

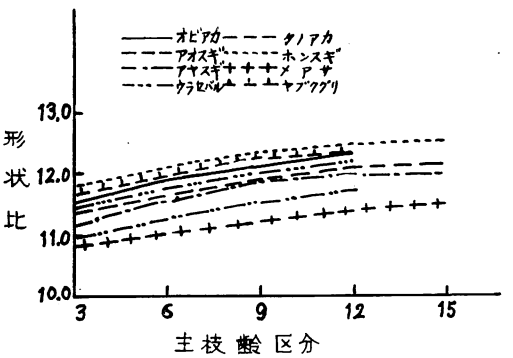
スギの針葉の横断面は詳しくみれば四角隅に引っぱりようの菱形であるが，その上，下面の長さ，全長などの違いによって通発，その他の生理的条件にも影響を与えるので，表周／裏周，または横径（幅）／縦径（厚さ）などを求めてみれば前表のなかに示すとおりで，ウラセバル，オビアカ，ホンスギが大き

断　面　の　形　態
standard needles.

造林木（矢岳）								
横（A）	縦（B）	B/A	樹脂孔までの距離（H）	表面周（D）	裏面周（E）	凹み	D/E	全周
13.2 29.5	11.4 28.7	116.8	6.5 (53.5)	21.3	15.7	4.7	136.0	37.1
12.4 21.9	10.8 27.8	114.9	5.9 (53.0)	18.4	13.9	1.0	132.4	34.0
12.8 27.8	11.2 32.5	114.5	5.6 (51.9)	20.5	15.6	4.4	131.6	30.0
14.2 24.7	12.9 25.7	110.2	7.4 (57.6)	24.1	16.9	4.8	142.4	41.0
13.4 25.3	11.6 28.8	116.1	6.5 (56.4)	20.9	15.1	3.5	139.0	36.0
13.9 24.3	11.7 32.5	118.9	6.7 (57.6)	22.9	16.6	5.2	137.9	39.6
12.3 28.8	11.4 29.0	107.9	6.3 (55.0)	20.0	14.6	1.1	137.3	34.6
12.7 26.6	10.8 25.9	116.9	6.5 (56.2)	20.0	14.6	1.9	136.4	34.6



第27図　3幹3主－2主2側－1側枝の比較枝内の針葉の形状比の変化（凡例は前に同じ）
Fig. 27　Form ratio of needles on 3 s. 3 m.-2 m. 2 s.-1 s. comparative branch at its branch axis.



第28図　標準針葉の形状比の主枝齢別変化（凡例は前に同じ）
Fig. 28　Form ratio of the standard needles at every age branch axis.

く，ヤブクグリ，タノアカがつづき，アヤスギ，メアサ，アオスギが小さい。

つぎに，針葉の横径／縦径(形状比)は横，縦径の実数のほかに，その2つの要素が関連して変化をするところに意味があるので，それらの関係をまえの材料を用いて得た結果を示せば第27図のとおりで，同枝内では第2区分位のものが最も大きく，それより梢頭にいくにしたがって小さい傾向を認めたが，その減少勾配は葉長のときよりもはるかに小さい。つぎに，その形状比を品種別に比較すれば，アヤスギ，ヤブクグリが大きくて，ホンスギ，オビアカがつづき，タノアカ，ウラセバルがさらにつづき，アオスギ，メアサの順に小さい結果を示して，その減少状態もまえとほぼ同じ傾向を認めた。

つぎに矢岳の18年生造林木の主枝の比較針葉の形状比を葉幅のときと同じ要領で，その母幹の位置別に比較すれば第28図のとおり

で，梢頭の3年生の主幹枝のものが最も小さくて，それより下位の母軸の年齢が古くなるにしたがって大きい結果を認めた。この主枝の15年生のところではタノアカ，オビアカ，ウラセバル，ヤブクグリが枝を欠いでいたので，各品種ともにそろっている主枝齢12年（母軸の年齢）のところで比較すれば，ホンスギが大きくて，ヤブクグリ，オビアカ，タノアカ，アオスギ，アヤスギ，ウラセバル，メアサの順に小さい。個体内の葉の発達の好適条件は母軸の年齢が高まるにしたがって梢頭部に移動していくが，その速度は枝の性質と針葉の形態に左右されていて，膜薄のものは膜厚のものより，また葉径は葉幅よりもおそい。これは後者が前者に比較して成長運動量が少ないためとされよう。

スギの針葉は，中心部組織の外周に葉肉組織を，その各角隅に下表皮，さらにその最外部に表皮組織が発達している針状体であるので，その中央の横断面形は無数の連続した断面形の1場面とされる。これと同様のことが縦断面でも考えられるが，この断面の形には上下と左右の両角隅を結ぶ形があって，ことに上下の角隅を結ぶ縦径は葉の曲がり，凹み，細り度，葉の角度，葉肉柔細胞の形，葉の皮膚組織，葉の先端の形などを示しており，しかも針葉の形態の重要な構成要素とすることができるので，それらを葉の内部組織の観察のときと同じ材料を用いて観察した。いま，その方法を示せば，まず，葉を基部から切りはなしてデッキガラスの上に載せ，のりで動かぬようにして座標測定器の（×30）で葉長を測定し，つぎにその葉長を10等分して，その各位置での中心主軸から葉の両外側，内，外部の厚膜の端までの距離を測定して，葉幅と各葉幅に対する厚膜幅とを求め，つぎにまた，葉を横向けにして同様の方法で葉の横幅に対する厚膜幅を測定した。その両者ともにその中央径を基礎として比数を求めて比較したが，その両者ともに似た傾向を示したので，その中の従断面の結果を示せば第20表のとおりである。

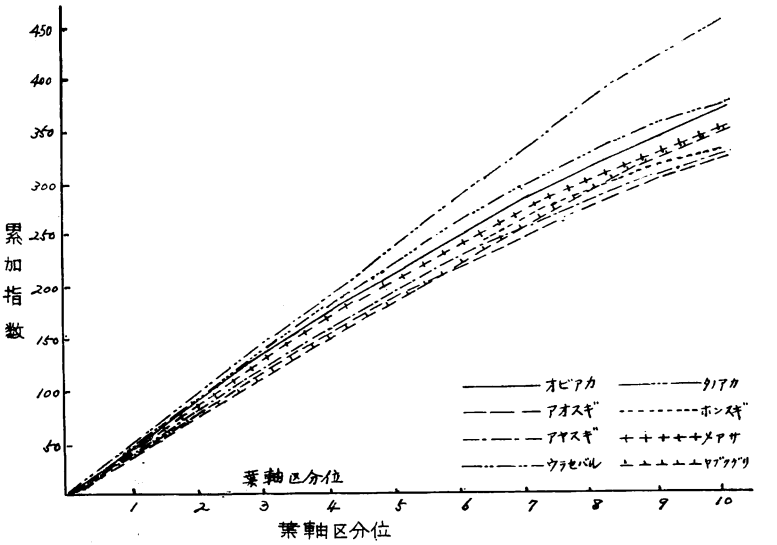
まず，葉幅の細り度をみれば，ヤブクグリ，アオスギ，メアサが最も大きく，オビアカ，タノアカ，アヤスギがつづき，ウラセバル，ホンスギが最も小さい結果を示したが，その相互間の差はきわめて小さい。

葉長を10等分して各区分位別に葉幅の累加値を求めて，これを葉径累加曲線とよんでその品種間の比較を行なえば第29図のとおりで，漸増状態はウラセバル，タノアカ，オビアカ，アヤスギが強くて，ヤブクグリがつづき，ホンスギ，アオスギ，メアサは弱い傾向を示した。この累加曲線と枝葉の形態とを比較すれば，ともに熱化学反応の式

第20表　スギの品種別葉

Table 20. Lateral diameter of needles

品種	中齢木（矢岳）										
	中央断面径	厚膜幅	区分（指数 %）								
	mm/10	%	D_0	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9
オビアカ	13.4	32.4	138.8	134.2	126.6	118.3	109.0	100	85.7	68.7	52.6	35.7
アオスギ	12.4	36.2	140.3	135.5	128.4	121.6	108.3	100	84.5	67.8	48.2	32.1
アヤスギ	12.8	33.5	136.5	132.3	125.2	117.2	108.4	100	84.8	70.2	54.5	40.5
ウラセバル	14.2	32.8	139.6	136.7	124.5	116.5	109.3	100	86.1	78.6	68.2	49.5
タノアカ	12.4	33.9	139.2	134.4	126.6	118.0	108.0	100	86.0	68.3	52.3	35.0
ホンスギ	13.9	34.7	134.2	130.3	124.7	110.4	109.8	100	88.8	75.4	50.9	45.7
メアサ	12.3	35.6	138.5	134.1	126.1	121.5	110.6	100	84.8	70.8	52.9	34.6
ヤブクグリ	12.7	35.2	139.3	134.6	127.7	120.1	112.4	100	85.2	67.7	48.6	28.8



第29図　葉の縦径の葉軸別累加曲線

Fig. 29　Accumulative curve of vertical length of standard needles at each sectional part of needle axis.

$$y=Ae^{-\frac{\alpha}{t}+\beta t+\gamma t^2}$$

で示され，似ているので，その内部で行なわれる物質の生産過程も似たものとされよう。このことから，それらの形態は葉内の養・水分含量，耐乾・寒性などとあわせて見るときに意味があることを示しているので，その葉径，葉幅の変化は品種の識別にきわめて重視すべき要素とすることができよう。

葉の細りはつけねと先端とでかなり違った意味をもつ。ことにその梢端部の差異は発達の相違を知ることができるので，その部分をさらに5等分して比較すれば，アオスギ，ヤブクグリが小さくて，メアサ，アヤスギ，オビアカがつづき，ホンスギ，ウラセバルが大きい結果を認めた。この先端部の形は特に四角隅の表皮，皮下厚膜細胞，中心部の各組織の発達状態の差異を示しているので，その相違は耐乾・寒・霜

の縦幅（厚さ）の形
on some varieties of Sugi.

幼齢木（苗畑）											
中央断面径	厚膜幅	区分（指数 %）									
mm/10	%	D_0	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7	D_8	D_9
12.2	35.2	161.5	143.6	130.9	118.4	108.9	100	92.9	83.8	70.0	56.0
11.1	38.7	154.7	136.1	126.2	114.1	109.5	100	91.0	81.6	66.8	53.3
10.9	36.9	164.6	142.0	128.7	117.0	108.1	100	91.2	82.3	69.2	54.0
13.8	34.7	163.6	148.4	130.2	118.8	109.0	100	93.2	85.2	74.6	59.1
12.2	36.3	162.0	143.9	131.2	118.7	108.6	100	92.9	83.6	70.2	55.0
11.7	35.6	163.7	149.6	130.9	118.8	109.3	100	92.9	83.6	73.5	56.7
11.2	38.0	172.7	141.6	130.3	117.5	106.8	100	90.7	81.7	67.3	52.9
11.3	38.4	162.8	142.4	129.4	117.9	108.6	100	92.3	81.9	67.4	51.7

害などによる直接の傷害に強く関係しているものとすることができる。このことから葉先の形態はきわめて重視すべきであるとされよう。しかしながら，それを野外で測定して表示するのはむずかしいので，葉の曲がりのときと同様にとがりを鈍と鋭，肉の厚さを肉厚と肉薄，まがりを直，かぎ，くさりの3種にわけてそれらを組み合わせて表示することとした（第34図参照）。九州のおもな品種についての結果は第42，45表に示すとおりである。

葉の角度と曲がりを1成長期を終えた冬期の標準針葉を用いて品種間の差異をみれば，角度はメアサ，アオスギ，ヤブクグリが最も大きく，タノアカがつづき，ウラセバル，オビアカがさらにそれにつぎ，アヤスギ，ホンスギが小さい傾向を示した。つぎに葉の曲がりは，ヤブクグリ，アオスギ，メアサが小さくほとんど直線状で，タノアカはやや曲がりがあり，ウラセバル，アヤスギ，オビアカ，ホンスギは最も強く曲がる。葉の曲がりが内部組織，ことに葉肉柔細胞の発達状態に左右されていることはすでに示したとおりである。また，この内部組織は環境に支配されるので，環境をそろえての試験結果でなければ各品種の素質に帰せられない。本研究ではそれをそろえてえた結果であるので，素質による結果とすることができよう。つぎに，この葉の曲がりは細胞内容物質，ことに糖濃度の内外側面の差異によるものとされるが，それらはまた曲がりと角度にも関連があるものとされているので第2編の生理的性質のときにあわせて見ることとした。

スギの葉の断面の形は各角隅からの引張りようによってきめられて，その角隅の表皮と皮下厚膜細胞組織の発達状態がその中間の凹みの深さとを決定するので，凹みは厚膜細胞組織の発達状態を示す目安ともなるものと見られる。葉の凹みを正確に表わすことはむずかしいが，横断面の内外角隅から左右角隅への距離を測定して（A），その線から菱形の中央部の凹みの深いところの距離（B）を測定して，その百分率（$B/A\times100$）にて表示した。

いま，その結果を品種別に示せば第20表中に示すとおりで（写真3参照），幼齢木ではホンスギ，アヤスギ，オビアカが大きく，ウラセバルがつづき，メアサ，ヤブクグリ，アオスギが小さい。つぎに壮齢木ではホンスギ，ウラセバルが大きく，アヤスギ，オビアカがつづき，アオスギ，メアサが小さい。そして，その両者の間の差異を比較すればきわめて似ているが，壮齢木が幼齢木よりもやや小さい結果を認めた。これは，樹齢が高まるにしたがって養・水分条件が梢頭にいくほど悪化している一般的現象によるものとされよう。葉の褶曲の状態はこの凹みによっても知ることができるが，横軸の左右両端から縦軸の上下両角隅までの斜距離と実長との差によっても表わすことができるので，写真と検鏡資料の実測からそれらを求めてみたところ，これもまた前に示した結果と似た傾向を認めた。しかしながら，これらの方法は測定がむずかしくて誤差も大きいのであまり好ましい方法とはいいえない。

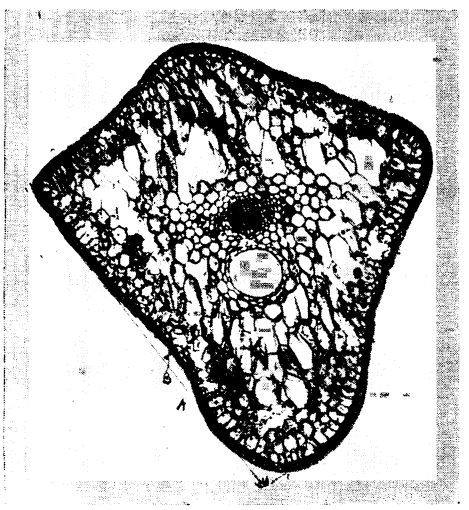


写真3．葉の凹みとその測定法
（凹み度は $B/A\times100$ で表わす）
Phot. 3　Concave part of needle and method of measurment ($B/A\times100$).

葉の組織ことに凹みの生理的意義についてはイネ

第21表　スギの針葉の凹みの度合と成長と品種の乾湿性

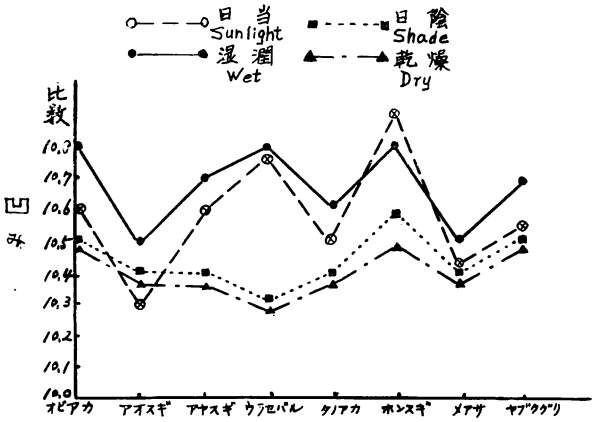
Tabel 21. Corelation between degree of concavity on needles of Sugi, its growth and adaptability to soil moisture.

項目 / 品種	凹み		成長量		降水量		備考
	実数	順位	樹高	材積	実数	順位	
	%		cm	m^3	mm		
オビアカ	2.2	2	72.9	20.0	3,100	1	乾湿順位は凋萎係数測定結果により示す。
アオスギ	2.7	6	55.9	13.1	2,700	6	
アヤスギ	2.7	3	65.3	14.8	2,300	4	
ウラセバル	2.2	2	−	−	2,600	2	
タノアカ	2.3	4	−	−	2,600	5	
ホンスギ	2.1	1	57.5	15.0	2,700	3	
メアサ	2.6	6	61.7	10.4	2,400	6	
ヤブクグリ	2.0	5	67.1	18.5	2,500	5	

を用いた小野寺[198]の研究があり，氏は凹みの大きいものほど湿潤，多収穫性であるとしている。いま，スギの針葉の凹みの品種間の差異と湿潤性，耐乾性，または林分収穫量との関係をみれば第21表のとおりで，凹みの小さいものが乾燥型で成長量も少ない傾向を認めている。

つぎにまた，葉の凹みと品種別要水量（第103図），同凋萎試験（第59表）で葉の含水量（第52表)をみれば，やや高い相関があることを認める。それらの結果からも葉の凹みの大きいものは水分要求度が高くて，その小さいものはその要求度が少ないものとされよう。いま，この前者を湿潤型または湿潤性とすれば，後者は乾燥型または乾燥性とすることができる。

スギのこれらの性質をさらに明らかにするために，凋萎係数測定試験地と，受光量を異にする場合の資料を用いて比較すれば第30図のとおりで，このときもまた素質による差異を認めるが，湿潤条件で被陰度の高いものが大きくて，乾燥条件で日当りのよいものが小さい結果を認めて，しかもこの乾燥条件の場合の差異は環境条件によって強く増減する傾向をみとめた。以上の結果から，この比較にはまず各品種の基準の形態を十分に把握して，そのときの環境による変異の状態を理解した上で比較することが重要であることがわかる。また，乾燥条件のところからこの要素を比較する資料を採取するときには，下枝などの水分条件のすぐれたところを選択することである。



第30図　スギの品種の条件別の葉の凹み

Fig. 30 Concave of needles in sunlight and shade, wet and dry on some varieties of Sugi.

Ⅲ．皮　膚　組　織

葉の皮膚組織を上皮（亜表皮を含む），表皮，下表皮に分けてみれば第22表（第31図，写真4）のとおりで，まずその中の上皮について見れば各角隅ともにアオスギ，メアサ，アヤスギ，タノアカが厚くて，

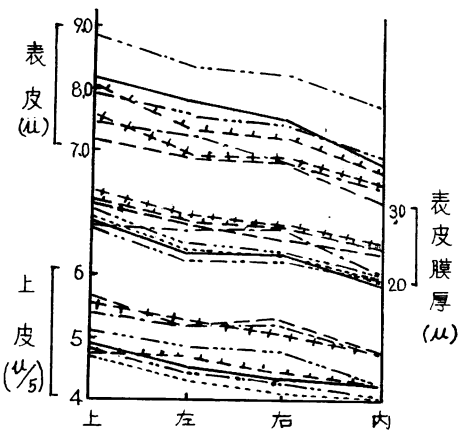
第22表　表皮の発達と
Table 22. Development of epidermis

品種	上皮厚さ (μ)	表皮厚さ (μ)	表，下表皮 表皮（平均） 数	長 (μ)	幅 (μ)	下表，外 数	長 (μ)	幅
オビアカ	2.2	7.5	31	18.0	12.7	35	20.4	18.0
アオスギ	2.7	8.0	31	21.4	17.0	33	22.6	17.6
アヤスギ	2.7	7.7	36	20.9	13.8	41	20.5	13.9
ウラセバル	2.2	6.8	32	19.2	11.7	38	22.0	14.1
タノアカ	2.3	7.1	30	20.6	12.0	36	22.7	14.3
ホンスギ	2.1	6.6	31	19.0	15.6	34	20.6	15.0
メアサ	2.6	6.9	31	20.6	16.6	32	23.2	16.9
ヤブクグリ	2.0	7.2	26	19.0	15.9	33	22.3	16.5

注：柔細胞の葉緑粒，+…少，++…中，+++…稍多，++++…多，+++++…最多

ホンスギ，ヤブクグリがつづき，ウラセバル，オビアカが薄い。つぎに上，下両角隅間の差はウラセバル，オビアカ，ホンスギ，アヤスギが大きくて，タノアカがつづき，ヤブクグリ，メアサ，アオスギが小さい。

つぎにまた，表皮についてみれば上角隅では，メアサ，アオスギが大きく，ヤブクグリ，ホンスギがつづき，その他のものは小さい。左右両側面ではその両側面間には差異を認めないが，内側面よりも外側面の方がやや大きく，よく発達するを認め，品種別にはメアサ，アオスギ，ヤブクグリ，オビアカが大きくて，ホンスギがつづき，ウラセバル，アヤスギ，タノアカが小さい傾向を示した。



第31図　標準針葉の上皮と表皮の葉の着生方位別発達のちがい

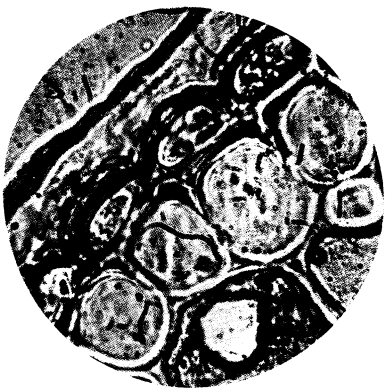
Fig. 31 Development of cuticle and epidermis of standard needle in each direction of its axis.

軸の外側面の表皮は，左右両側面，内側面のものよりも大きくて厚く，品種間にはオビアカ，アオスギ，メアサ，ヤブクグリが大きく，アヤスギ，ウラセバルがつづき，ホンスギ，タノアカが小さい傾向を示した。つぎに左右両側，内側面をみればいずれも各品種間にほぼ同似の傾向を認め，つぎにまた上下，両表面間の差異を見れば，ウラセバル，オビアカ，ホンスギ，アヤスギが大きくて，タノアカがつぎ，ヤブクグリ，メアサ，アオスギが小さい傾向を認めた。そしてこの上，表両皮膚の発達と凹みとをあわせてみれば，凹みのつよいものほど発達が少ない傾向を認めた。

葉の表皮細胞組織では角内層側の厚さと繊維化，各細胞の大きさとその膜の厚さ，およびその内容の充実度が重要であるので，それらを各角隅別に比較したところ，第22表中に示すとおりで，外側ではアオスギ，メアサ，ヤブクグリ，タノアカが厚く，アヤスギ，オビアカがつづき，ホンスギ，ウラセバルが薄い結果を認めて，それとほぼ同似の傾向を内側でも認めた。このときもまた，それらと凹みとの関係を見れば，膜厚の薄いものほど凹みが強い傾向を認めた。

柔細胞内の葉緑粒
and chloroplast in celles of needles.

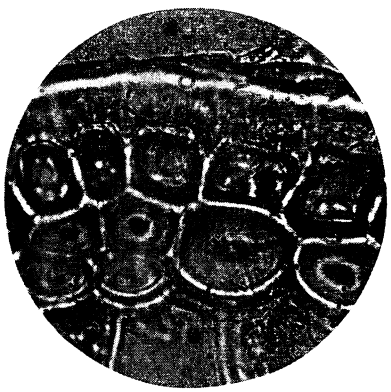
厚膜細胞						柔細胞の層別葉緑粒		
下表，内			下表，左右平均					
数	長 (μ)	幅 (μ)	数	長 (μ)	幅 (μ)	1層	2層	3層
28	19.2	16.1	27	19.4	18.3	++++	+++	+++
29	20.7	18.5	29	21.9	18.0	+++	++	+
29	19.0	15.2	28	19.9	15.6	++++	+++	++
31	19.7	14.1	30	25.8	15.6	+++++	+++	++
31	22.0	14.3	31	21.4	16.5	++++	+++	++
25	20.0	16.9	25	19.6	18.9	++++	+++	+
29	21.9	18.3	29	20.5	18.3	+++++	++++	+++
27	20.6	16.9	27	20.3	17.6	+++	++	+



トウドウスギ
耐寒性の強い個体（×1,000）



トウノシロスギ
耐寒性の強い個体（×1,000）



ホ ン ス ギ（×1,000）

写真4．葉の皮膚組織の発達状態
Photo. 4 Development of cuticula, epidermis and hypodemis.

つぎに，下表皮下の発達状態を細胞の形，大きさ，膜の厚さ，細胞数，細胞内容物などに分けて見れば第22表に示すとおりで，外側のものが左右両側のものよりも形が小さく矩形で，膜が厚く，内容も充実しているのを認めたが，左右両側のものは内，外側のものよりもやや大きく，膜の厚さはやや薄い。それらの関係は品種によっても差異を認めたので，それを示せば厚膜細胞数は外側ではアヤスギ，ウラセバル，タノアカが多くて，その他のものは小さく，品種間にほとんど差異を認めない。細胞の大きさはアオスギ，オビアカ，メアサ，ヤブクグリが大きくて，その他のものは小さく，これも各品種間にあまり大きな差異を認めない。つぎにまた，左右両側面の細胞数，膜の厚さ，大きさなどを求めて比較すれば細胞数はウラセバル，タノアカが大きくて，ホンスギ，ヤブクグリが小さく，その他のものはその中間を示したが，大きさはアオスギ，メアサがすぐれて，オビアカ，ホンスギ，ヤブクグリがつづき，その他のものは劣る結果を認めた。

角隅の形態は上，表皮と，その下層の厚膜細胞の発達状態とに関係があり，それらが凹みと密接な関係を示しているので，各角隅の下表皮の厚膜細胞の部分が葉の横断面上で占める割合を求めて示せば第22表中に示すとおりで，内側が少なく，外側が多く，左右両側が中位を示すのを認めた。これらを品種別にみればホンスギ，オビアカ，アヤスギ，ウラセバルが狭くて，ヤブクグリ，タノアカがつづき，メアサ，アオスギが広い結果を認めた。この細胞の発達状態は葉の基部と先端とではかなりの大きな相違があり，ことに先端の各角隅の落ち合うところで最も大きく違うので，それらが葉先の形を左右することがわかる。それらの関係を明らかにするには各角膜の厚膜幅を葉幅に対する比率で表わして，それを葉身の位置別に見ることであるが，野外においてそれを知るには拡大鏡による観察によるほかに手で葉先を圧したときの感触によって区分することである。

下表皮の厚膜細胞が葉の生理的条件に与える意義について考察すれば，その数の多少と膜厚とは光の透過を変え，ことにその内容の差異は光反応と物質移動の条件とを変える。そのことは上皮から葉肉組織内に透入する光量が Lambert-Beer の法則にしたがっており，その結果が同化能力に影響することから理解される。それらはさらに，細胞内容物質，葉緑粒の分布状態などによっても知ることができよう。

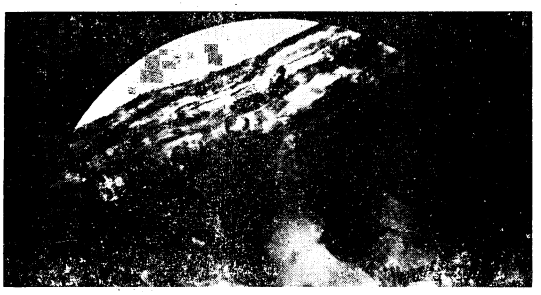


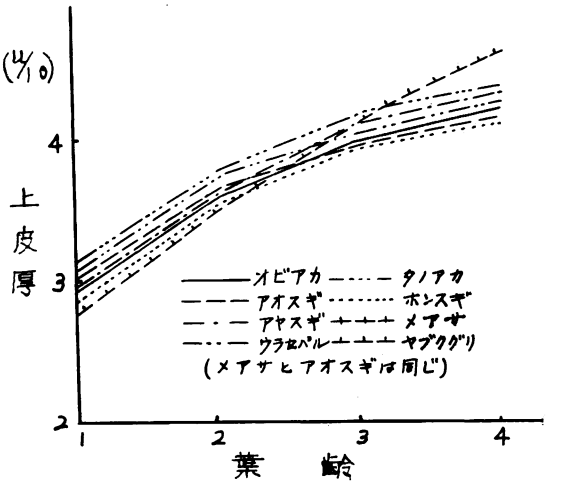
写真5．葉の上，表皮の発達状態
Photo. 5　Development of cuticula and epidermis.

スギの針葉は葉位にしたがって光，水分，養分などの条件が変わっているので，それらの条件に応じた発達を遂げているものと見られる。皮膚組織も環境に支配されるので，素質と環境条件とを変えたときの結果を見ることによって品種の特性を知り，見分けかたを知ることができるので，5年生葉の上皮と表皮の形態を見れば写真5のとおりで，2年葉では上皮が角皮化されて肥厚し，表皮も細胞膜が厚く，内容が充実していて細胞間隙も満たされているのを認める。このような状態が数年間累積されれば実測値で相違を見ることができるので，矢岳参考林内の1～4年葉を用いて肥厚の過程を見たところ第32図のとおりで，タノアカ，ヤブクグリが厚く，オビアカ，アオスギ，メアサがつづき，アヤスギ，ホンスギが薄い結果を認めた。

日射地と日陰の針葉の比較を8年生の林縁木の内，外側の5年生側枝の1，4年生針葉を用いて，その

皮膚組織の発達状態の差異を見れば第23表に示すとおりで，上，表，下表皮ともに日射地のものが日陰のものよりもよく発達していて，葉齢による発達状態も前者がまさるのを認めた。つぎにそれらの品種における差異を示せばウラセバル，タノアカ，ヤブクグリが高くて，オビアカ，アヤスギ，ホンスギがつぎ，メアサ，アオスギが低い。

以上の結果から，この種の観察を行なう資料の採取にあたってはなるべくその品種を表わす個体を選出することで，つぎにはその個体から標準針葉，または同枝葉を用いて検討することである。野外でこの種の関係を明らかにするには感触による方法があるとした



第32図　標準針葉表皮の年次別変化
Fig. 32　Annual value of cuticle on standard needles.

第23表　環境を異にした葉の内部組織の発達のちがい
Table 23.　Development of inner tissue of needles with different environmental conditions.

品種	上皮		表皮		厚膜細胞		柔細胞内の葉緑粒					
							1層		2層		3層	
	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4
日当り												
オビアカ	+	++	°	+	°	+	++++	+++	++	+	+	+
アオスギ	°	+	+	+	°	+	+++	+++	++	+	+	+
アヤスギ	+	+	+	++	°	+	++++	+++	+++	+	++	+
ウラセバル	+++	+++++	+	+++++	++	++++	+++++	+++	+++	++	++	+
タノアカ	+	0	+	+	+	0	+++	++	+++	++	++	+
ホンスギ	++	++	+	++	+	++	++++	+++	+++	++	+	+
メアサ	+	++	°	+	°	+	++++	+++	+++	++	++	+
ヤブクグリ	°	++	°	+	°	+	+++	++	++	+	°	+
日陰												
オビアカ	−1	0	−1	0	−1	0	++++	+++	+++	++	+	+
アオスギ	−1	0	−1	0	−1	+	++++	+++	+++	++	°	+
アヤスギ	−1	0	−2	+	−1	+	++++	++++	+++	+++	+	+
ウラセバル	−2	0	−2	0	−1	0	++++	+++	++	+++	+	+
タノアカ	0		−2	0	−1	0	+++	+++	++	++	+	+
ホンスギ	−2	0	−2	+	−1	0	+++++	++++	++	+++	+	+
メアサ	−1	0	−1	0	−1	+	++++	++++	++	+++	+	+
ヤブクグリ	−1	0	−1	0	−1	+	+++	++++	++	++	°	+

備考　下表皮の厚さは，○は現状，＋はやや，＋＋はかなりつよく，－1はやや劣り，－2はかなりつよく劣るを示す。葉緑粒の発達状態は粒数と分布状態によって6階級にわけた。○…僅少，＋…少，＋＋…中，＋＋＋…やや多，＋＋＋＋…多，＋＋＋＋＋…最多，○はほとんど認められない場合。品種横欄の1は1年生，4は4年生等。

が，本研究で九州のおもな品種を，感触を軟，中，硬の3階級にわけて品種別に見た結果は第42，45表中に示すとおりである。

上皮がクチクラ化した後はその上面にロウ物質が発達するが，葉面にあたる光が弱いときには光の反射が弱くてロウ質化がよわく，したがってその光の反射に浅味を感ずる。それらを確実に把握するにはルーペ，または eye-gauge などを用いてみるほかに，携帯顕微鏡，室内での検鏡によって詳しく観察することが重要である。

IV. 内 部 組 織

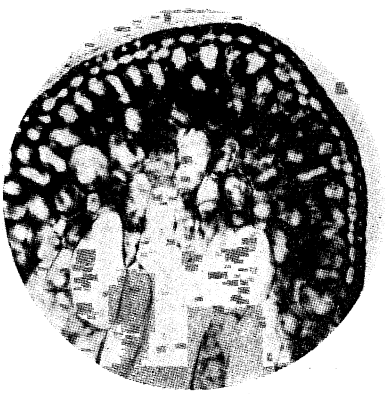
スギの針葉の葉肉組織は，各角隅のところでは敷石様組織の規則正しい部分とかなり不規則な部分とにわけられて，層別に細胞の大きさ，形，内容充実の状態，細胞間げきなどが違うので，それらの各品種間の相違を見たところ第24表（写真6参照）のとおりである。

まず，内，外角隅の細胞の長径を見れば，第1層の各側の平均値はアヤスギ，ホンスギが大きくて，オビアカ，ヤブクグリ，タノアカ，アオスギ，メアサが小さい。つぎに短径を見れば，これは逆にメアサ，

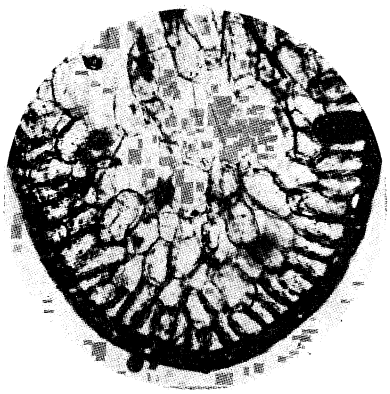
第24表　スギの針葉の
Table 24. Parenchyma of needles

品種	葉肉柔 1層 内	外	左	右	平均	2層 内	外	左
オビアカ	3.8 1.9	4.3 2.0	4.1 1.9	4.0 1.9	4.1 1.9	3.8 2.5	4.2 2.4	4.0 2.2
アオスギ	3.1 2.2	3.6 2.2	3.4 2.2	3.0 2.1	3.3 2.2	3.6 2.5	4.0 2.6	3.3 2.5
アヤスギ	3.8 2.1	4.2 2.1	4.2 2.1	4.4 2.0	4.1 2.1	3.9 2.3	4.8 2.5	3.8 2.4
ウラセバル	2.7 1.8	3.5 1.8	3.5 1.8	3.0 1.8	3.2 1.8	3.8 2.1	3.5 2.2	3.2 2.2
タノアカ	3.3 1.7	3.2 1.9	3.2 1.8	3.3 1.7	3.3 1.8	3.6 2.1	3.9 2.2	3.8 2.1
ホンスギ	3.9 1.7	4.7 1.5	4.4 2.0	4.5 1.7	4.2 1.7	4.0 2.0	5.2 1.8	4.1 2.4
メアサ	3.4 2.4	3.8 2.4	3.7 2.0	3.8 2.2	3.7 2.3	3.8 2.7	5.2 2.9	3.0 2.4
ヤブクグリ	3.4 2.1	3.8 2.0	3.5 2.0	3.4 2.0	3.5 2.0	3.5 1.8	4.0 2.2	3.7 2.0

備考：前列が長径，後列が短径。



トウドウシロスギ(1)×100



トウドウシロスギ(2)×100

写真6．角隅の
Photo. 6 Mesophyll

アオスギが大きく，アヤスギ，ヤブクグリがつづき，オビアカ，タノアカ，ウラセバル，ホンスギが小さい。つぎに，それらから長径／短径比を求めて比較すれば，湿潤型が大きくて乾燥型が小さい傾向を示した。

第2層は第1層より総じて大きいが，これを品種別にみれば長径はホンスギ，アヤスギが大きくて，オビアカ，ヤブクグリ，メアサ，アオスギ，タノアカ，ウラセバルの順に小さい。短径はメアサ，アオスギが大きくて，オビアカ，アヤスギ，ウラセバル，ホンスギ，ヤブクグリ，タノアカが小さい。そして，このときも長径／短径比を求めて比較すれば湿潤性のものほど長型で，乾性形のものほど短型の傾向を示した。

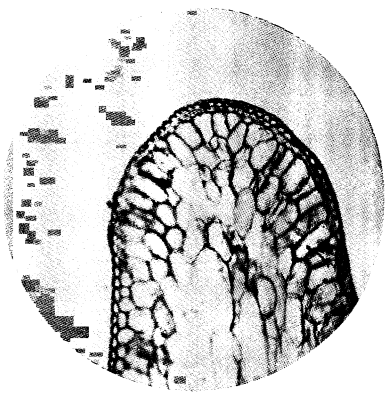
葉の曲がりは上下両側の第1，第2層から内側の柔細胞の排列状態に関係しているものとみられるので，それらをみれば外側が短小で，その内側の柔細胞はやや大きくて柔らかであり細胞内容物質も違うので，その浸透圧は低くて，そのために内曲するものと認めた。しかもその傾向が乾湿性に関係があるので，曲がりの大きいものが湿潤型で，小さいものが乾燥型とされよう。第3層も同様の傾向を認めたが，

葉肉柔細胞の形態
on some varieties of "Sugi".

細胞（長さ 10μ）						葉肉中心部の柔細胞（長さ 10μ）			
層		3層							
右	平均	内	外	左	右	内	外	左	右
4.0 2.5	4.0 2.4	6.5 2.2	7.0 2.5	—	5.2 2.5	6.7 2.6	6.0 2.8	5.6 2.9	5.5 3.0
3.8 2.3	3.7 2.5	5.6 2.6	6.3 2.6	—	4.8 2.6	5.8 2.8	4.7 2.8	4.0 2.4	4.2 3.0
3.6 2.2	4.1 2.4	6.6 2.4	7.2 2.2	—	—	6.1 2.6	5.0 2.9	4.6 2.1	4.7 2.4
3.3 2.2	3.4 2.2	6.6 2.3	7.0 2.6	—	—	6.3 2.9	6.0 3.5	6.2 2.8	5.0 3.0
3.9 2.1	3.8 2.1	6.5 2.0	6.6 2.3	—	6.2 2.3	5.9 2.5	5.6 2.8	5.0 2.6	4.8 2.7
3.5 2.2	4.2 2.6	6.8 2.0	7.3 2.2	5.5 2.8	—	6.1 2.4	5.1 2.5	4.8 2.5	4.0 3.0
4.0 2.2	3.8 2.1	6.0 2.8	6.0 2.7	—	5.3 2.8	5.5 3.0	5.6 2.9	4.0 2.5	4.0 3.0
4.1 2.3	3.8 2.1	6.0 1.9	6.4 2.2	—	6.8 2.2	5.4 2.6	5.1 3.1	5.8 2.8	4.8 2.6



ホンスギ（×100）

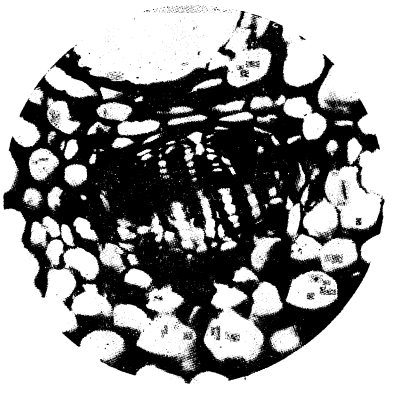


オビアカ（×100）

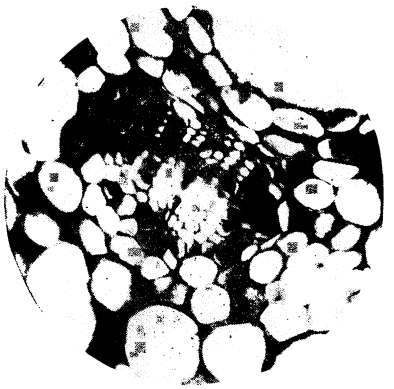
葉肉組織
of needles edge.

第1，2層ほど大きな差異を認めない。

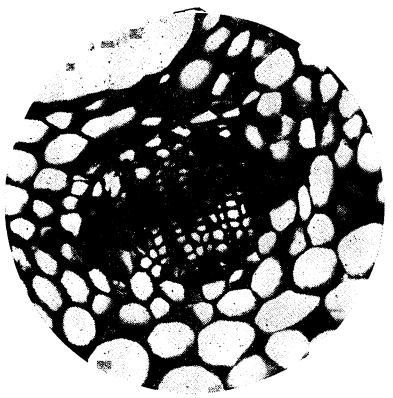
葉肉中心部の内側の細胞はやや球状に近くて大きいが，なかでもオビアカが大きくて，ウラセバル，ホンスギ，アヤスギがつづき，タノアカ，アオスギ，メアサ，ヤブクグリが小さい。外側はオビアカ，ウラ



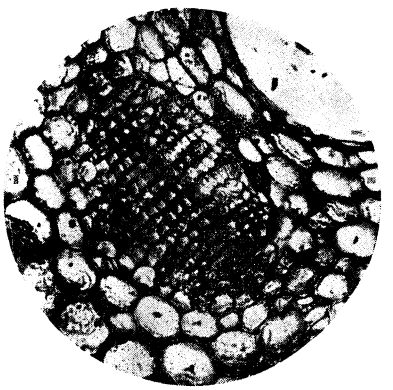
アヤスギ（×400）



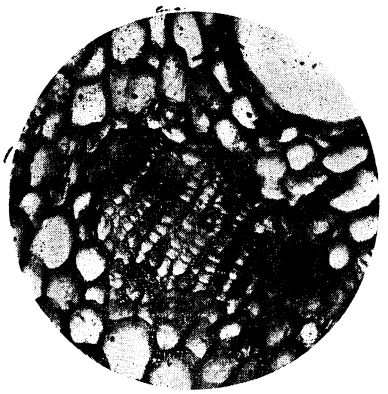
ヤブクグリ（×400）



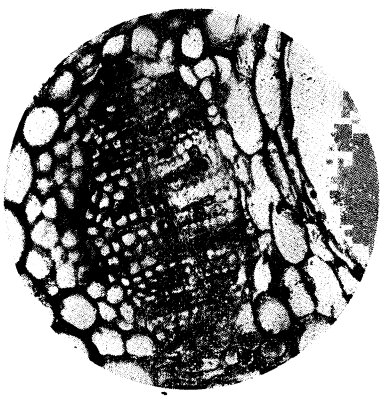
ホンスギ（×400）



トウノシロスギ（耐寒性の強い個体×400）



マスザワマツハダ（耐寒性やや弱し×400）



トウノアミハダ（耐寒性の強い個体×400）

写真7．葉の中心部組織のちがい(1)

Photo. 7　Difference of the development of steles.

セバル，アオスギが大きくて，タノアカ，アヤスギ，メアサ，ヤブクグリ，ホンスギが小さい，左右はウラセバル，オビアカが大きくて，アオスギ，メアサ，ホンスギが小さく，その他のものは中間を認めた。

以上の細胞の形を葉の凹みと関係させてみれば，大形の長柵状のものほど凹みが大きい傾向を認める。葉の凹みは個体の水分要求の性質に関係があることを明らかにしているが，この結果からも凹みと湿潤形

第25表　スギ針葉の中心部組織の状態

Table 25. Feature of steles of needle on some variety of Sugi.

品種	し部											
	繊維細胞			細胞の大きさ（μ）								
				左端		左		中		右		右端	
	列数	数	発達の状態	たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ
オビアカ	18	37	中心部がややおそく発達する。	2.6	3.2	2.4	3.1	2.7	2.6	2.5	3.1	3.2	3.0
アオスギ	20	45	かなりよく発達しており列状にそろう，長矩形。	2.3	3.6	2.2	3.4	2.2	3.3	2.1	3.1	2.2	3.1
アヤスギ	18	47	球状でやや大きい，かなりよく発達する。	2.2	3.0	2.1	3.0	2.4	3.4	2.2	3.2	2.0	3.9
ウラセバル	22	49	中心部が広くかなりそろっている。	2.5	4.0	2.3	2.6	2.1	2.9	2.2	3.0	2.2	4.2
タノアカ	19	46	中心部がややよく発達し，不ぞろい。	2.6	3.4	2.6	3.2	2.8	2.6	2.5	3.0	3.0	2.8
ホンスギ	18	36	中心部がよく発達して，かなり厚く大きい。	2.1	2.9	1.9	3.4	1.9	3.6	2.1	3.1	2.0	3.4
メアサ	20	46	アオスギに似る，中心部が列状に発達する。	2.4	3.7	2.2	3.5	2.2	3.3	2.1	3.0	2.3	3.1
ヤブクグリ	18	46	ややうすく不ぞろいで膜もうすい。	2.5	3.3	2.1	3.4	2.4	4.0	2.2	3.5	2.4	3.3

品種	木質部											
	木質細胞			細胞の大きさ（μ）								
				左端		左		中		右		右端	
	列数	数	発達の状態	たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ	たて	よこ
オビアカ	18	25	全体としておくれる。長矩形，膜未熟。	2.6	3.3	2.3	3.8	2.6	3.5	2.5	3.6	2.5	3.6
アオスギ	20	36	膜厚く，やや長く，よく発達する。	2.2	3.4	2.2	3.9	2.4	3.4	2.3	4.1	2.3	4.4
アヤスギ	19	29	中心部がやや列状膜厚く長め。	2.1	3.4	2.0	4.2	1.8	4.5	1.6	4.1	1.8	3.3
ウラセバル	22	29	全般によく発達し，膜厚く，長矩形。	2.3	4.6	2.1	3.9	2.1	4.0	2.0	3.9	2.5	4.7
タノアカ	20	26	全体としてよく発達するも不ぞろい，膜がよく発達する。	2.6	3.6	2.2	3.6	2.3	4.1	2.6	3.7	2.6	3.8
ホンスギ	18	16	膜が1列おきに発達する。全体としておくれ矩形状。	2.0	3.6	1.6	3.9	1.5	4.0	1.8	4.3	1.7	4.4
メアサ	21	38	膜厚く中心部によく発達する，球状に近し。	2.2	3.4	2.3	4.0	2.5	3.2	2.5	4.1	2.3	4.6
ヤブクグリ	18	28	不ぞろいで所々に発達したものをみる，やや矩球状，膜うすし。	1.9	4.1	1.6	3.4	1.9	4.1	1.7	3.6	2.1	4.1

態，または曲がりと湿潤形態との関係を実証しうるものとされよう。

中心部組織は木質部，し管部とその下部にある脂管を囲む厚膜，柔細胞の組織によって構成されている。この中の移入組織は円状で数層から成りたっているので，その組織の発達状態を表示することは困難であるが，便宜上，上下，左右に分けて，内側から外側への排列状態，厚膜細胞の数，同大きさ，同内容の充実状態，膜の肥厚状態などを測定して表示すれば品種間の相違を知ることができるので，それらを見たところ写真7に示すとおりであって，ホンスギ，アヤスギが細胞間げきが少なくて排列が密であり，細胞の大きさも中庸でその不ぞろい度も少ないが，メアサ，アオスギ，ヤブクグリは細胞の排列がやや疎で，細胞の大きさはやや大きく，オビアカ，タノアカ，ウラセバルは細胞の排列状態がさらに粗であって細胞の大きさもさらに大きく，変化の幅も広い結果を認めた。

中心部の木質，し管部の繊維細胞は葉齢が古くなるにしたがって繊維化し，膜も肥厚して細胞間げきも塡充される。それらの発達は養，水分の移動に直接作用して抵抗性に関係するので，葉齢別に木質部の繊維細胞の列数と1列内の細胞数，し管部中の繊維細胞列数とその各列の細胞数，同細胞の繊維化状態，細胞の形態などを比較すれば第25表に示すとおりである。まず当年生葉のし部繊維をみればメアサ，アオスギが最もよく発達していて，ヤブクグリ，ウラセバル，タノアカがつづき，オビアカ，ホンスギ，アヤスギが劣るを認める。つぎに木質部の繊維細胞をみれば，メアサ，アオスギがすぐれて，タノアカ，オビアカ，ウラセバル，ヤブクグリがつづき，アヤスギ，ホンスギが劣るを認めた。さらにまた4年生葉管束内の木質部をみればウラセバル，ヤブクグリ，タノアカが強く発達して，アヤスギ，オビアカ，ホンスギがつづき，メアサ，アオスギが劣り，し管部ではウラセバル，ヤブクグリがよく発達して，タノアカ，オビアカ，ホンスギ，アヤスギがつづき，メアサ，アオスギが劣るを認めた。さらに高年次の針葉の組織の変化をみれば，ヤブクグリ，タノアカ，ウラセバルが全過程を通じて最も早く，アヤスギ，ホンスギ，オビアカは徐々，メアサ，アオスギは初めに早くてのちに徐々の傾向を認めた。

以上の結果は耐乾性と早晩性とに関係があることを示している。その理由は，葉の各細胞は1年以内で完成されるが，その葉基部は1年生の幹と連結していて，その木質部とし部の組織は靱皮組織の木質部とし管部の組織とも似ていて同じ発達過程をとっているためとされる。

樹脂孔と，その周辺細胞は第26表に示すとおりで，孔の大きさはウラセバル，オビアカ，ホンスギが

第26表　スギの葉の樹脂孔とその周辺細胞

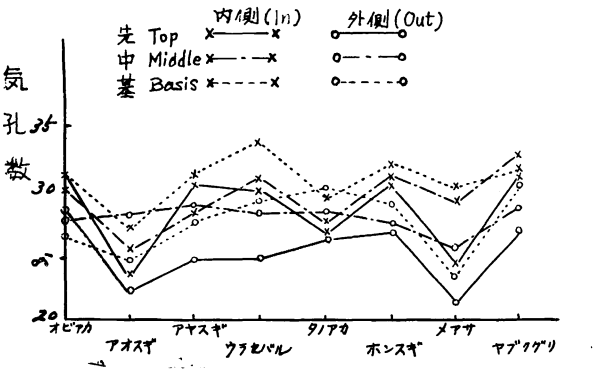
Table 26. Resin canals and their marginal cells in needle of Sugi.

品種	樹脂孔 (μ)		周辺細胞	
	たて	よこ	数	層の状態
			個	
オビアカ	9.5	10.0	21	2～3層　大小区々，やや密
アオスギ	7.7	7.0	17	〃　やや大，疎
アヤスギ	8.4	8.4	20	3層　小さく不規則
ウラセバル	11.0	11.3	24	2～3層　やや大，密
タノアカ	8.9	8.6	10	〃　やや不規則，うすい
ホンスギ	8.9	8.5	20	〃　大きく密，不ぞろい
メアサ	6.9	7.2	19	〃　〃
ヤブクグリ	8.4	9.3	19	〃　やや不規則，うすい

大きくて，ヤブクグリ，アヤスギがつづき，メアサ，アオスギの順に小さい結果を示したが，周辺細胞の大きさと層数は各品種間にあまり明らかな相違を認めることができなかった（写真８参照）。

V．気　　孔

気孔は呼吸，通発などの生理的作用に重大な関係をもつので，既述の個体について樹冠の上，中，下に分けて観察したが，調査に当たってはまず生の針葉の表皮を安全カミソリの刃でうすくはぎとってアニリンで染色したのちに，150倍で一視野内に現われる総数を数え，つぎに，その内部組織は周辺細胞を150～800倍，前後庭は800倍で観察した。気孔の発達も葉の発達にともなっているので，その比較には同時期のものを用いることが重要である。そこで，本研究では標準針葉の内，外側，葉基部，中部，先端に分けて一視野内に現われる総数を測定して比較した。その結果を示せば第33図（写真８参照）のとおりで，内，外側ともに基部から中央部が多い。しかもその部分は測定が容易であるので，その部分を用いて品種間の差異を比較すれば，内側においてはウラセバルが多くて，ヤブクグリ，ホンスギ，アヤスギ，オビアカがつづき，メアサ，タノアカ，アオスギが少ない傾向を認めたが，外側では一般に内側よりやや少なくて，品種間には内側のときとほぼ似た傾向を認めた。内外側の差はアオスギ，メアサが小さくて，ホンスギ，ウラセバル，オビアカなどが大きく，その他のものは中位を示した。



第33図　葉の位置別気孔の数

Fig. 33　Number of stomata on different site of needles.



ホンスギ（約×400）



ヤブクグリ（約×400）

写真８．樹脂孔とその周辺細胞

Photo. 8　Resin canals and marginal cells around them.

気孔の発達過程が水分の蒸散と同化機能の発達に関係が深いことは明示されているが，気象条件の等しいときには品種間の差異と見られるので，それらをみればオビアカ，タノアカが早くて，ヤブクグリ，ウラセバル，メアサ，アオスギがつづき，アヤスギ，ホンスギが遅い。この遅速は環境条件にも支配されるが，品種の本質に基づく葉の発達過程を示していて早晩性とかなり高い相関があることを示しているものとみられよう。

気孔の発達は，その周辺細胞の発達状態に左右されて葉の発育状態にも高い相関を認めるので，葉に凹みが浅くて，角隅からの引っぱりようの強い，表皮のよく発達しているものは気孔の発達が困難であり，葉形は蒸発制限の球形となりやすいが，凹みが深くて引っぱりようの弱い表皮のよく発達していないものは蒸発量の盛んな体内水分量の高い湿潤条件を示すものとみられる。これらの関係は，第2編中の耐乾性に関する研究で，含水量，搾液量の多いウラセバル，オビアカ，ホンスギ，アヤスギ，ヤブクグリなどが気孔数が多く，含水量，搾液量の少ないアオスギ，メアサ，タノアカなどが少ない結果を得ているのはそれらの関係を示しているものと見ることができよう。

気孔数は倍数性を知るにも役だつが，そのようなときには染色体をあわせて見ることであって，本研究でのこの差異はその関係を示すものとは認め難い。

気孔の構造で最も重要なことは，水分生理の条件を左右する気孔の陥入状態と，開閉の調節作用を果たしている両側の孔辺細胞である。そこでいま，それらを品種別にみれば，気孔の陥入状態はメアサ，アオスギがやや深くて，ヤブクグリ，オビアカ，アヤスギ，ホンスギなどがつぎ，ウラセバル，タノアカは最も浅くて平面的である（写真9参照）。つぎに，孔辺細胞が肉厚で葉緑粒の多いものほど蒸散，または呼吸作用の調節機能が大きくて，隆起状のものは一層大きいので，それらの関係を品種別にみればアヤスギ，メアサ，アオスギが大きくて，オビアカ，ホンスギがつづき，タノアカ，ウラセバル，ヤブクグリが劣るのを示しているが，耐寒性の強いトウドウスギなどは明らかな相違を認める（写真9参照）。このような条件は抵抗性と結びつけて考えられるので，それらを表示する葉の白味，葉の光沢度などをもあわせて観察すれば，品種間の識別に一層役だたせることができるものとされる。いま，九州のおもなサシスギの品種についてそれらをあわせてみた結果を順位として表示すれば第42，45表に示すとおりである。



アオスギ（約×400）



トウドウシロスギ（約×400）

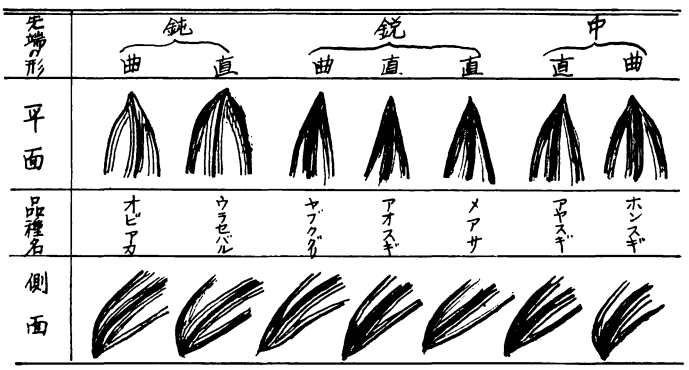
写真9．葉　の　気　孔　の　形

Photo. 9　Shape of stomata.

VI. 葉 先 の 形 態

葉の各角隅の厚膜細胞組織が葉幅に対して占める割合を葉身軸の位置別にみれば，1年の終期に当たる葉先で最も大きな相違を認め，それらは葉の健全度にも，また諸害に対する抵抗性にも深い相関を示すので，古くから品種の識別に重視されているが，それらの関係を明らかにするために，葉長を10等分したその梢頭の2区分位の部分をさらに5等分して，各角隅ごとに厚膜細胞の幅が葉幅に対して占める割合を比較すれば，いずれも先端にいくにしたがって小となるを示すが，徐々に狭くなるもの，先端で急に狭くなるもの，外側が厚くて内部が薄いもの，各面ともに狭いものとがあって，そのような相違が先端の形を強く左右している。しかしながらこのようなことを実測値で表示するのはむずかしいので模式的に示せば第34図のとおりで，ウラセバルが上，下両面ともに葉の先端まで幅広く発達していて，ホンスギ，オビアカ，アヤスギが上面が広くて下面が狭く，メアサ，アオスギ，タノアカ，ヤブクグリが上，下両側とも狭い結果を示した。

厚膜細胞はメアサ，アオスギが先端までよく発達していて，アヤスギ，オビアカ，ホンスギは先端付近でやや劣り，ヤブクグリ，タノアカはさらに劣って，ウラセバルは最も劣るを認めた。写真10は東北の遠野地方の耐寒性の強いスギの個体と弱い個体の葉先の形で，これによってもその内容の相違を知ることが



第34図　主なさしき品種の葉先の形

Fig. 34　Shape of top of standard needles.



トウノトヨハダ　　トウノシロスギ

写真10. 葉　先　の　形

Photo. 10　Shape of needle top.

できよう。

つぎにまた，この葉先を解剖学的に観察した結果を示せば，メアサ，アオスギが最も先端まで厚膜細胞が発達しているのを認め，細胞間げきも少なく，タノアカ，ウラセバル，オビアカははるかに手前で終わっていて膜もうすく，細胞間げきも不ぞろいであり，ヤブクグリ，アヤスギ，ホンスギは両者のほぼ中間を示した。このような差異は細胞内外の水分に関係があって，タノアカ，ウラセバル，オビアカが水分を失いやすく，粘性を失って組織の破壊を招きやすいのはここに原因があるものとされよう。このようなことから，下枝の旧葉の枯損と変色とは品種識別に利用できることを知ることができて，各品種の性質をも理解することができるものとされよう。

9. 標準枝葉

1枝内に着生する針葉の葉位，または区分位別変化はその枝葉の形態を示すが，その形態はその母軸の位置によって異なる。そして，その形態を用いて品種間の識別を行なうには，各品種間では最も大きくて，個体間と個体内間では変異の小さいものが好ましいので，枝葉の形態を相互間に比較すれば，1成長期間の分岐枝のないところが最も安定していて比較しやすく，その個体の特徴もよく表わしているものと

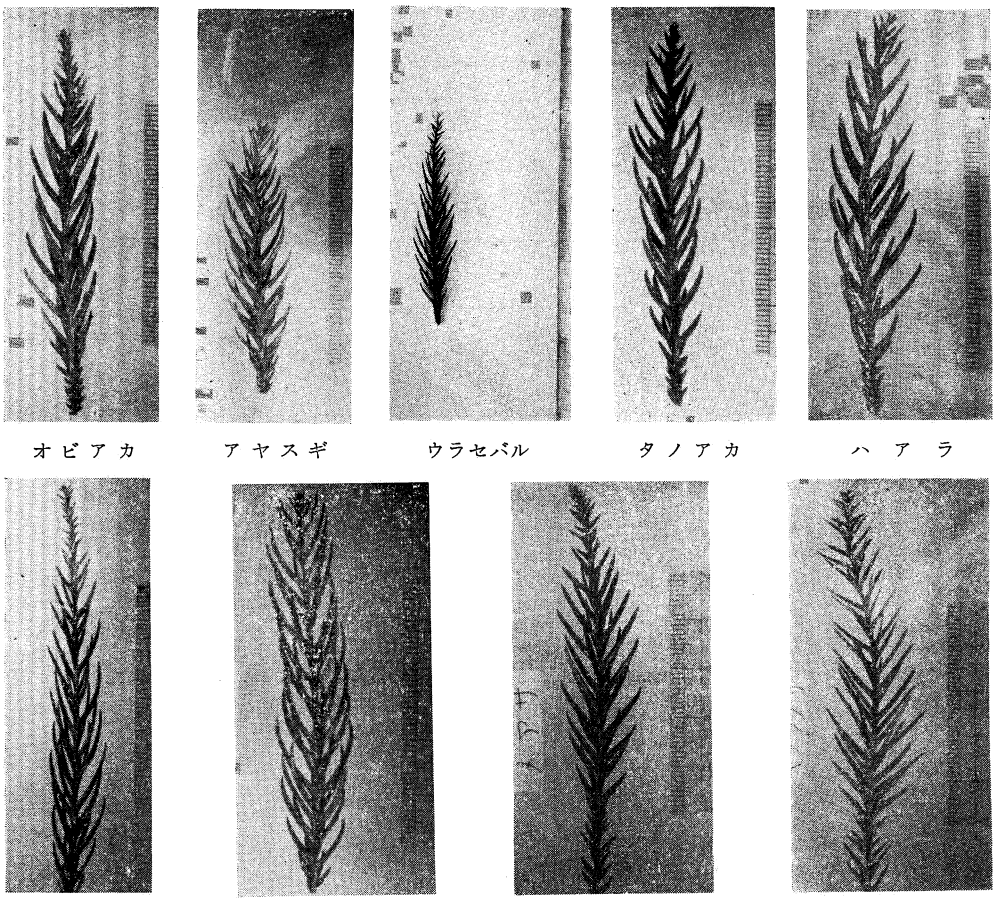


写真11. 枝葉の形

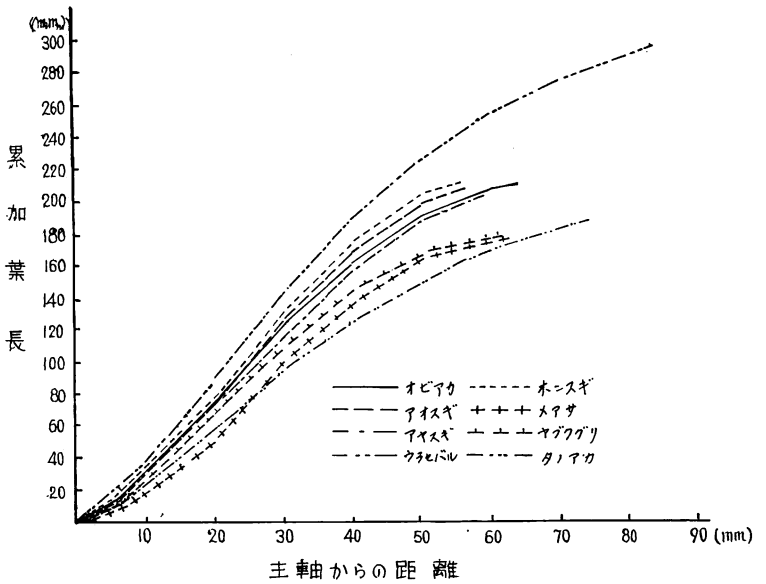
Photo. 11　Shape of branch covered with needles.

みられたので，それを標準枝葉の形態として比較することとした（写真11参照）。その比較には種々あって，本研究では枝軸の葉位別葉長の累加曲線を求めて比較することとした。

枝葉の累加曲線は，枝長を10等分して各区分ごとに平均針葉長を求めて，葉基部，または梢頭からその上位，または下位のものを漸次加算して求めるが，いま，茎部からの累加法でえた結果を示せば第35図のとおりで，ウラセバルが最も大きくて，ホンスギ，アオスギ，オビアカ，メアサ，タノアカ，ヤブクグリの順に小さい。これもまた熱化学反応速度の式

$$y=Ae^{-\frac{\alpha}{t}+\beta t+\gamma t^2}$$

で表示されて，単木の総成長曲線とかなり似ているので両者の間に似た関係があることを知ることができる。

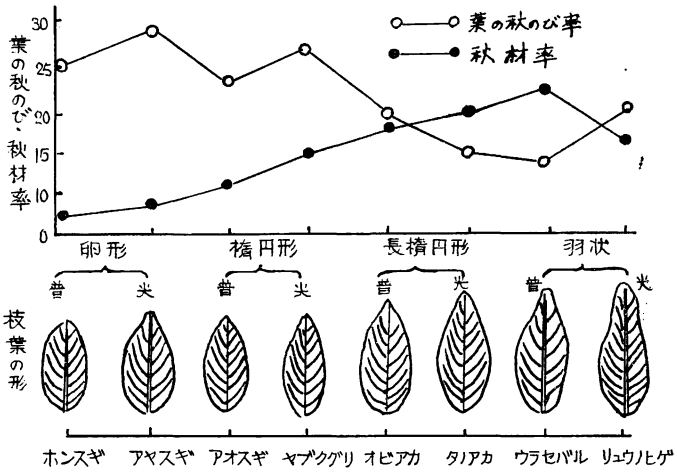


第35図　各枝葉の累加曲線

Fig. 35　Accumulative curve of needle length on 1-year old branch axis.

枝葉長の変化はその枝軸の成長過程と似た状態を示すものとみられて，その秋伸びの盛んなものほど梢頭部の小針葉のつぎにさらに大針葉を持ち，秋伸びが少なければ小針葉の部分が長くて大針葉を欠き，全然秋伸びのないものは小針葉をわずかにもつにすぎない。いま，それらの関係をさきに用いた材料によって求め，それを模式的に示せば第36図のとおりで，九州のおもな品種についてえた結果は第42，45表の中に示すとおりである。枝軸木部の発達状態はその部分に着生する葉長の発達と相関が高く，秋期急速に成長を停止するものほど晩材部分の幅がせまくて，その停止の徐々なものほど晩材部の幅が広い結果を認めた。いま，両者の関係を知るために，葉では秋期の枝葉長の全枝葉長に対する割合を求めてその逆数を求め，材では1年間の木部成長幅の早／晩材比を求めてその両者の関係をみれば第36図に示すとおりで，両者の間にかなりの高い相関が存在することを認めた（写真11参照）。

肥大成長，ことに木部の肥厚は針葉と縦軸の伸長成長のあとに生ずるので，両者の相関が常に一致するものとは考えられない。ことに，この木部の肥大成長は枝葉の母軸の位置によって異なり，上位のものが



第36図　枝葉の形と葉の秋のび，および晩（秋）材率

Fig. 36　Shape of needle prolepsis of branches covered with needles and autumn wood percents.

大きくて下位が小さいので，成長週期をみるにはその軸の下位のものが好ましい。その枝葉と個体の成長との関係を表わすには両者の結びつけやすい位置を比較すべきで，肥大成長の習性は多数の成長量調査林分の樹幹解析木と，日田，矢岳の各見本林，九州支場内の品種調査木などの材と枝葉とを集めて早（春）／晩(秋)材率とその枝葉の形態とを見たところ，まえに示した結果とほぼ同様の傾向を認めたので，これらもまた品種識別の拠点とすることができよう。

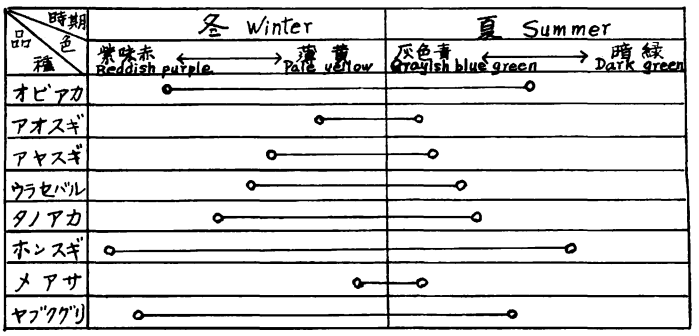
10. 葉　の　色

スギの葉の色の変化は初冬の11月の上，中旬に起こり，翌春の4月中，下旬までにもとに復する。平松[34]はスギの葉の変色機構を顕微鏡下で観察して，その緑色を失なう過程を，葉緑粒の外側の輪郭が不明りょうとなり，つぎにその後しだいに多数の小粒状となって分散するとし，そして，それらがふたたび緑色となるのは，3月の終わりの恵まれた気象条件下でまえと逆の過程が進行するからであって，その変色は気温と相関が高いことを報告している。

植物体内で光合成の行なわれるところは葉緑体の顆粒のある部分であって，この葉緑体の中には葉緑素をはじめ種々の糖類，酵素などが含まれていて，それらは光，水，炭酸ガス，温度などと関係していて光合成を強く左右している。そして，その状態は同一環境条件の下では色そのものの遺伝子と，その色を実現させる体内器官の素質に基づくものと，全くの環境条件によるものとに分けられるので，葉色はそれらと別に観察することが重要である。

スギの葉の変色を遺伝的に見れば，冬期に赤褐色に変ずるものと変色しないものとの2系統がある。千葉[11]はミドリとアカの両種の交配実験を行なって，ミドリは劣性で，アカは優性であるとした。風媒花のスギでは野外で交配が自由に行なわれているので，これも連続的な変化を示しているものと見られるが，さし木品種はさしきに移されるときの選択条件によって異なり，その条件の弱いものほど自然実生品種と似た幅のものが存在しているものとみるべきである。ことに降灰などの自然選択条件の強い地域のさし木品種はその後も強い選択をうけつづけているのでしだいに幅のせまい，しかも系統間には明らかな差異のあるものが成立しているものと見られよう。

平松[84]は KUBU と BRACKMANN の方法を用いてスギの葉の色素を浸出分離して観察しているが，藤岡[15]，近藤[68]らは心材の色と関係があると考えて，心材の色の化学物質の究明を行なっている。この研究では野外で容易に色別して品種の類別に利用することを目標としているので，同条件で養成したさしきの各品種について和田の色名総鑑，日本色彩研究所[99]の色の標準によって分けると同時に，光沢，混濁度と葉の断面内の葉緑粒の量の多少，小粒状の分散状態などとを観察した。この実験材料は針葉の形態のものと同じであって，その四季を通じてみた中の夏と冬との結果を示せば第37図のとおりである。



第37図　スギのおもな品種の夏と冬の葉の色

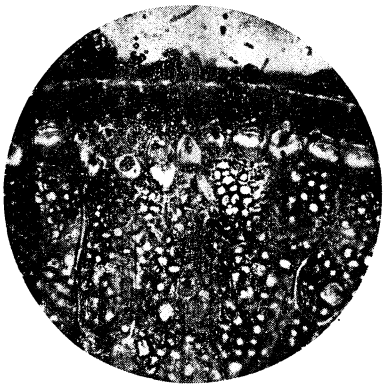
Fig. 37　Needle-color in summer and winter of some important varieties of Sugi.

まず，冬期の葉色をみれば，メアサが浅黄色で，アオスギがやや褐色が強く，アヤスギ，ウラセバル，タノアカ，オビアカ，ヤブクグリ，ホンスギの順に赤褐色が濃くなるのを認めた。

平松計之助は，赤変色とその消失を温度と光とによるものとして，その高くて強いものほど変化が急で低くて弱いものほど消失が徐々であるとした。この研究の観察でもそれらとほぼ同様のことが見うけられたが，それらを生理解剖学的立場から考察すれば水分の移動機構に関係があり，その移動の遅いものほど徐々の傾向を認めた。冬期に葉の変色の少ないものは乾性の形態を示して水分通導組織に明らかな差異があることを認めるので，それらからその変色は素質によるものと認められて品種識別の１拠点となしうるものとされよう。

石崎厚美（未発表）が九州のスギのさしき品種の交配実験によってえた葉色の遺伝に関する結果をみれば変色しないものにアオスギ，メアサ，中間のものにアヤスギ，タノアカ，ウラセバル，ヤブクグリ，変色の強いものにオビアカ，ホンスギがあることを認めているが，この結果は前述の結果を証明する資料とすることができて，遺伝的にみた葉色はこの２要素が重なりあって表現しているものとみられる。そのことから葉色による類別は水分の移動機構をも暗示して品種の類別にも役だつことをしることができよう。

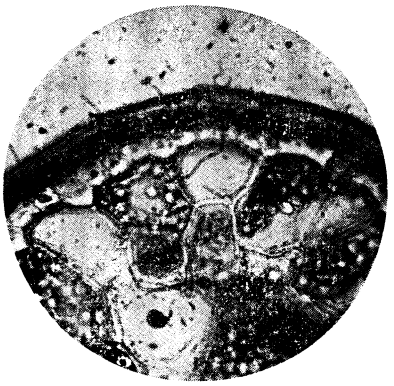
つぎに，スギの夏期の葉色の差異をみれば前表中のとおりで，メアサ，アオスギが黄緑色で，アヤスギ，ウラセバル，タノアカ，ヤブクグリ，オビアカ，ホンスギの順に緑色が濃く，冬期の葉色の順位とほぼ逆の状態を示した。このことについて考察すれば，夏期の葉色は直接には葉緑粒の量に，間接にはその量を左右する生理的条件に関係するためとされよう。発色には発色団物質と発色機構とが重要であって，スギの針葉では葉緑粒の発達を左右する皮膚組織と，葉肉柔細胞組織とを重視すべきである。また，各品種間の皮膚，葉肉柔組織はすでに述べたとおりであって，この色と逆の関係を示している。しかも，この葉緑粒は同化に，同化はまた体内の水分に，水分はまた搾液量，屈折率，浸透圧などに正の高い関係があ



トウノシロハダの耐寒個体



上皮細胞内に葉緑粒が多く存在するトウノシロハダ



オビアカ

オビスギの中では，オビアカは葉緑粒が多い方であるが，遠野の耐寒個体と比較すれば少ない。表皮，下表皮柔細胞の形にも明らかな差異を認め，オビアカの方が弱い形を具えている。

写真12．葉肉柔細胞内の葉緑粒の状態（×1000）

Photo 12.　Development of chlorophyl in parenchyma cells.

ることを認めているので，これらの結果からも夏期の葉色が冬期の葉色と逆の関係を示すことを理解することができよう。以上のことから夏期と冬期の間の変化の幅を求めて見れば，その幅は変色に作用する能動の幅を示すものとみられて，その幅が水分の移動状態を示すことからその幅の狭いものが乾性型で，広いものを湿潤型とすることができよう。このような性質を示す葉色は品種識別の拠点となるものと考察して九州のおもなスギについて行なったが，その結果は第42，45表に示すとおりである。

しかしながら，これを用いるには同条件の下で表わす基本的な色と，それが種々の条件の下で表わす変色の状態とを理解して用いることが肝要である。

11．芽

芽は枝葉の未発達時期の形態で春期のものを春芽，秋期のものを秋芽といい，成長の停止したものは潜芽とよぶ。この芽の形態を詳しく観察して比較するには針葉，枝葉と同様の方法で類別することである。そこで本研究では，枝葉を芽に読み換えたものを用いた。芽も葉と同様にその大きさは枝の栄養条件に支配されていて，分岐枝が新系列に移動した初年目の頂部のものが最大を示すので，その枝の芽を標準芽として比較した。つぎに，各主枝と側枝の位置別芽の大きさの変化は，各区分位別に平均値を求めて比較した。実験材料は昭和26年，九州支場苗畑内に設定した品種別形態試験地の5年生のもので，いまそれらの結果を示せば第27表のとおりである。

第27表　主枝側枝の区分位別芽の太さ（単位　mm/10）

Table 27. Shape of bad on 1 m. and 1 sub. branch at each sectional part.

品種 ＼ 主枝区分 ／ 側枝区分	1				2						3				
	0	1	2	平均	0	1	2	3	4	平均	0	1	2	3	4
オビアカ	32/24	—	—	32.0/24.0	30/24	28/20	26/20	—	—	27.0/20.0	28/22	27/20	24/18	22/16	—
アオスギ	29.5/22	23/20	20/18	21.5/19.0	28.5/20	23/18	20/16	16.5/14	—	19.8/16.0	24/18	22.5/17	20.5/16	18/13	15/11
アヤスギ	32/28	30/26	—	30.0/26.0	29.5/26	28/23	24/20	—	—	26.0/21.5	27/24	22.5/18	19/16	17/14	—
ウラセバル	34/27	—	—	—	32.0/24	28/22	—	—	—	28.0/22.0	27.5/22	26/20	24/18	22.5/15	—
タノアカ	35/22	31/19	30/18	30.5/18.5	31.0/20	23/18	22/16	21/14	15/12	20.3/15.0	27.0/18	18.5/16	16.5/13	15.0/11	13.0/18
ホンスギ	40.5/30	(39/29)	—	(39.0/29.0)	37.5/28	35/27	35/22	—	—	35.0/24.5	33/26	32/23	26/17	21.5/15	—
メアサ	27/18	—	—	—	24.5/17	—	—	—	—	—	22/16	19.5/14	17.5/12	14.5/10	—
ヤブクグリ	28/24	—	—	—	26/22	24/17	22/15	19/13	—	21.7/15.0	22.5/18	21/16	18/14	16/12	—

品種 ＼ 主枝区分 ／ 側枝区分	3		4						5						備考
	5	平均	0	1	2	3	4	平均	0	1	2	4	5	平均	頂芽
オビアカ	—	24.3/18.0	25.5/20	25/18	23/17	21/16	18/15	21.8/16.5	—	—	—	—	—	—	37/28
アオスギ	—	19.0/14.3	21/16	20/15	17.5/13	15/10	12/ 8	16.1/11.5	—	—	—	—	—	—	32/24
アヤスギ	—	19.5/16.0	25/22	22/16	20/14	16/10	—	19.3/13.3	—	—	—	—	—	—	38/33
ウラセバル	—	24.2/17.7	24.5/20	23.5/18	22.5/16	21/13	—	22.3/15.7	21/18	20.5/16	17.0/13	12.5/ 8	—	16.7/12.3	42/31
タノアカ	11.0/ 6	14.8/10.8	24/14	15/11	13/ 9	11/ 8	9/ 6	12.0/ 8.5	—	—	—	—	—	—	40/24
ホンスギ	—	26.5/18.3	30/22	26.5/20	22/16	17.5/13	—	22.0/16.3	—	—	—	—	—	—	45/34
メアサ	—	17.2/12.0	19.5/14	17.5/12	14.5/10	13/ 8	—	15.0/10.0	—	—	—	—	—	—	30/20
ヤブクグリ	—	18.3/14.0	20.5/16	19/14	17.5/12	14.5/10	12.5/ 8	15.9/11.0	18/14	16.5/12	14/10	11/ 8	9/ 6	12.6/ 9.0	31/28

（注）　分子は長さで分母は幅を表わす。

まず，標準芽の大きさを品種別にみれば，ホンスギ，ウラセバルが最も大きくて，アヤスギ，オビアカ，タノアカがつぎ，ヤブクグリ，アオスギ，メアサが小さい。つぎに芽の大きさの変化を主軸の区分位別に比較すれば，葉長と同じく区分位の高いものほど大きい傾向を認めて，葉長のときと同様に，各品種間の頂部優勢性の性質を知ることができる。以上の結果から，開葉時期の芽の発達状態は品種識別の拠点とすることができることがわかる。芽の大きさは当年の葉軸の大きさと，成長終止時期の遅速，頂部優勢性の性質などを知るにも役だたせることができるので重視すべきであるが，それらは環境によっても差異を生ずるので，その各品種間の本質的な差異を知るには条件をそろえたときの値が必要である。冬期の平均気温が5°C以上を越えることの多いところでは，わずかではあるが常時成長をつづけていて芽が動いているので，その大きさの比較は気象条件をそろえた上でのものが前提となる。東京と宮崎とで観察したオビアカの開葉の状態をみれば，宮崎のものは早くて，最大葉長に達するまでの区間は長いために変化が徐々であり，芽は小さいが，東京のものは開葉時期がおそくて，最大葉長に達するまでの区間が短いために変化が急激であって冬芽はやや大きい。また，3月中旬における両者間の葉数を比較すれば，前者が16～20個，後者が13～16個で，前者がまさる結果を示している。このことからも，場所別に時期をそろえて観察することが重要なことがわかる。

いま，本研究で本場苗畑に植栽してある各品種の芽を時期をそろえて比較したところ写真13のとおりで，タノアカ，オビアカが早くて，メアサ，ヤブクグリ，アオスギがつづき，アヤスギ，ウラセバル，ホンスギが遅い結果を認めた。芽の伸長時期の早さは，体内の成熟過程と相関が高くて，その早いものほど高い傾向を示すが，温，暖地間にも遅速があるのを認めた。それは，品種によって温度に対する感応の差異があることを示すものと考察されよう。

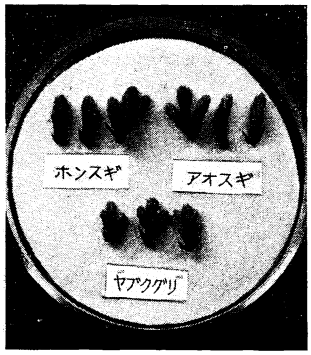
芽の形成初期，すなわち秋期越冬前の状態は耐寒性とも関係があり重要であるので，それらを見れば，ホンスギ，アヤスギが早くて，ウラセバル，ヤブクグリ，アオスギがつぎ，メアサ，オビアカ，タノアカが遅い結果を示した。芽の大きさは秋遅くまで成長して成長終止期間の短いものほど小さい傾向を認めたが，これは直前に急激に梢頭部の栄養条件が劣るためとされよう。さらにまた，その芽は軸の大きさと高い相関を示して軸の耐寒性を表わすものとすることができるので，品種識別の拠点とされよう。

芽の大きさ，ことに，その区分位別変化は潜芽の過程を知るにも役だつので，それをその主軸の年次と区分位別に比較すれば，葉長のときと同様に4年生幹に着生する3年生主枝の第3区分位以下で新芽を欠くところを生ずるが，品種間にはタノアカ，ヤブクグリ，オビアカが早くて，ウラセバル，ホンスギがつぎ，アヤスギ，アオスギ，メアサが遅く形成されるを認めた。潜芽は落枝過程の1段階を示すものとみられるので，枝葉の発達状態と対照してみたところ，潜芽の発生順位と似た傾向を認めたので，この芽の移動によって各品種の早晩性と頂部優勢性とを知ることができて，品種識別の拠点ともすることができるとされよう。また，九州のスギのおもなさしき品種について調べた結果は，第42，45表に示しているとおりである。

12．生針葉の着生年限

スギの生針葉の着生年限を品種別形態試験地の6年生木，矢岳の18年木および各現地の老齢木から資料を採取して，6年生木は最も古い主，側枝，18年生木は樹冠の上，中部の主，側，側$_2$枝，老齢木は力枝と最下部の枝に着生する各生針葉の着葉年齢を調べた結果を示せば第28表のとおりである。この調査で1年未満の古さを表わすには，生葉と死葉との境がその軸の枝長を5等分した区分位のいずれの部分に







4　月　中　旬







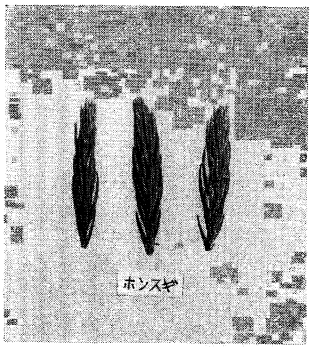
5　月　中　旬







5　月　中　旬





5　月　中　旬

写真13．葉　の　形

Photo. 13　Shape of bud in flushing time.

第28表　スギの各針葉の着生年限

Tabel 28. Livings period of various needles.

（単位　年）

品種＼針葉の種類	幼齢木（6年生）			中齢木（18年生）									老齢木	
	主軸	下部（4年生枝）		上部（5年生枝）			中部（8年生枝）			力枝（12年生枝）			最下部枝	
		主	側	主	側	側$_2$	主	側	側$_2$	主	側	側$_2$	側$_2$平均	最大
オビアカ	2.0	3.0	3.2	3.0	3.4	3.8	3.4	3.6	4.2	3.8	4.0	4.3	4.8	5.6
アオスギ	2.1	3.4	3.6	3.5	4.2	4.8	4.3	4.8	5.3	4.6	5.3	5.8	5.9	7.9
アヤスギ	2.2	3.3	3.8	3.6	4.8	5.0	3.9	4.6	5.1	4.2	5.4	6.0	6.6	8.7
ウラセバル	2.0	3.0	3.4	3.0	3.7	4.1	3.6	3.9	4.4	3.6	4.2	4.8	4.6	6.2
タノアカ	2.0	3.0	3.0	3.0	3.3	3.7	3.2	3.7	4.2	3.3	3.6	4.5	4.3	5.5
メアサ	2.0	3.2	3.8	3.5	4.0	4.5	4.0	4.8	5.3	4.2	5.1	5.7	6.2	8.3
ホンスギ	2.2	3.3	3.7	3.8	4.5	5.0	4.2	5.0	5.5	4.4	5.6	6.4	6.9	9.6
ヤブクグリ	2.0	3.2	3.5	3.4	4.1	4.5	3.7	4.4	4.6	4.0	4.4	5.0	5.3	6.7

あるかによって決定したが，このときの生，死葉の判定は軸をしめる生葉の量が10%以上のところを生，それ以下のところを死とした。

まず，各種針葉別の差異をみれば，主幹針葉では2.1年で最も短く，つぎに主枝針葉は3.3年，側枝針葉は3.6年で，分岐枝の次数の低いものほど小さく，枝径の大きいものほど小さい傾向を認めた。つぎに品種間の差異を最も差の大きい側枝で比較すれば，オビアカ，ウラセバル，タノアカなどが小さくて，ヤブクグリ，アヤスギ，アオスギ，ホンスギ，メアサなどが大きい傾向を認めた。またその他の針葉でもこれとほぼ同様の傾向を認めた。

つぎに矢岳試験地の中齢木の樹冠の上，中部の主枝と力枝に着生する主，側，側$_2$枝針葉の生葉着生年限を求めて比較すれば前表中のとおりで，次数の高いものほど長い傾向を認め，しかも，品種間には早生のタノアカ，ウラセバル，オビアカが短く，ヤブクグリがつづき，メアサ，アオスギ，アヤスギ，ホンスギが長い結果を認めて，成長条件の悪い水分条件の不良な枝で，その着生年限の減退速度が早い傾向を認めた。

つぎに各地方の各品種の老齢木（50～80年生）の最下主枝の側$_2$枝の平均生葉着生年限と同木の最大生葉年限とを比較すれば前表中に示すとおりで，壮齢木のときよりやや長くて，品種間には幼，壮齢木のときとほぼ同似の結果を示した。そして，その最大生葉着生年限を示せばホンスギが最も長くて（9.6年），アヤスギ（8.7年），メアサ（8.3年），アオスギ（6.9年），ヤブクグリ（6.7年），ウラセバル（6.7年）の順で品種間にかなり明らかな差異を認める。

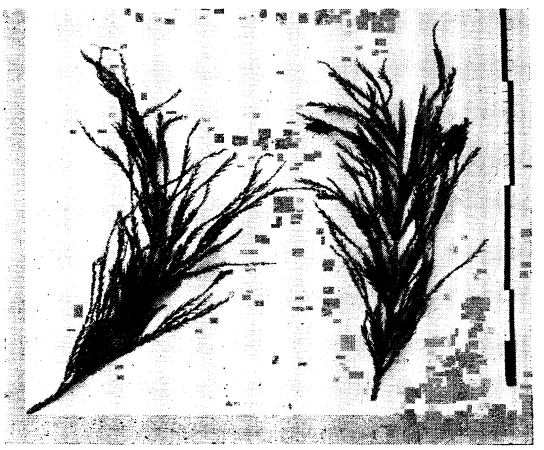
葉の生存年限を裏返しにみれば落葉過程とみられ，それは，葉と軸との発達によって生ずる両組織の差に帰せられる。葉の伸長初期の幼軸の皮層と葉基部の表皮組織とはつながっていて同じか，または似ているが，軸に形成層輪ができて後生木部ができかかったころからやや差異を生じて，後生木部が発達して初生靱皮繊維を外側におしやり，後生靱皮繊維が発生するころにはさらに強くなり，その後はその後生靱皮繊維層の発達にしたがって外囲の原表皮層が圧縮される一方，その外側の表皮が角皮化してその皮下厚膜細胞が繊維化されるので差を生じ，さらにまた，内皮の内側の内鞘の部分に栓皮形成層を発達させて幹と葉の組織の差が決定的となって葉基部細胞を一層強く外側におしやり，そのために葉内への養，水分の移

動を弱めて葉を枯死せしめるものである。この過程は葉基部の細胞への縦圧と，軸中に陥入した葉身部への横圧とにわけてみられるが，前者の縦圧は軸の肥大成長量によって，後者の横圧は軸の肥大成長にともなって移動した葉基部の移動量とによって知ることができる。縦軸成長ことに靱皮繊維の層が最も多く発達するのは主幹であって，主枝がつづき，側枝が主枝につづく。このことは軸の解剖学的結果によって知ることができる。この結果から主幹針葉が最も短くて主枝針葉がつづき，側枝針葉から側$_2$枝と次数が高まるにしたがって長いことを理解し，品種間においては幹の肥大の早いオビアカ，タノアカがその着生年限が短くて，やや遅いウラセバル，アヤスギ，ホンスギ，ヤブクグリがつづき，最も遅いメアサ，アオスギが長いことを理解することができる。つぎに，軸の肥大にともなって葉身部が軸中に陥入して枯死する過程をみれば，初年目の葉身長の約30% が陥入したるときに枯死するのを認めて，そのときの葉基部が母軸の中に陥入する速度は葉の角度と葉基部の形態とによって異なるので，この葉の衰弱と枯死の早遅はその葉身部の内部組織の状態によって生ずるものとされる。それらについての各品種間の差異はすでに明らかにしているとおりであって，オビアカ，タノアカ，ウラセバルが早いのは葉の内外部組織が劣って角度もせまいためであり，ヤブクグリ，メアサ，アオスギが遅いのは葉組織がすぐれていて角度も広いためであることを理解することができる。

前表で老齢木が幼齢木より長く，また，個体内では下位の下垂枝が上位の立上枝より長い結果を示しているのも前述の理由によるものと理解され，同一枝内で梢頭部のものが下部のものより早いのも同じ理由によるためと理解されよう。

以上によって針葉の枯死過程を知ることができたが，その枯死した葉が脱落するには風，雪雨，落枝，動物などの物理的作用によることが多い。

生葉の着生年限は葉量に関係して耐乾，耐寒，雪性にも影響する。東北地方の耐寒性スギの着生年限の長いものの1実例を示せば写真14のように13年生のものもある。このような意味をもち品種間にも差異のある着生年限は品種の選択条件にも深い関係を示しているので品種識別の拠点として重視すべきであることがわかる。このことから九州のおもな品種について調査を行なった結果を示せば第42，45表中に示すとおりである。



遠野シロスギ（13年）同アカスギ（8年）

写真14．着葉年限の長いスギ
Photo. 14　Living period of needles on some varieties of Sugi.

第3節　枝の形態，ことに分岐習性と，その品種類別器官としての価値

分枝は，植物体が発達して，その体制を維持していくうえに必要であって，その基本の形態としては両軸分岐と単軸分岐との2種類がある。スギの場合は単軸分岐である。

林業植物の枝の形態については河田[51]，上原[166]，吉田[182]，関[129]などの研究がある。上原は分岐角を枝序角と呼んで，その分岐直前の直径（R）と分岐枝 a，b との関係を $R^2=m(a^2+b^2)$〔ただし，a，b は分岐枝の径，しかし一方を幹とすれば片方は枝とみられる，m は係数〕で表わして，そのときの分岐係

数 m の変化を樹冠の形態などとあわせ種々の考察を行なっている。

関[129]は想思樹の樹形の研究で枝角と枝の大きさとの間には逆の相関があることを認めており，工藤[71]はスギの枝張りの研究において，樹冠直径は胸高直径の函数で表わされることを認め，これとほぼ似た関係が戸田[156]の研究によって報告されている。

スギの品種の識別に枝の形態を重視した人には林[31][32]があり，ことに戸田[157]は枝の太さ，枝角の変異を2～3の品種間でみているが，その後具体的に数字をあげて品種間の相違を明らかにして類別条件としているものはない。これは要するに枝の類別が複雑であって，条件をそろえて比較することが困難なためであるとされる。片山[50]はイネ，ムギの品種間の分蘖習性の研究を行ない，その研究の遅れたのは分蘖枝葉の名称を表示する方法が明らかでなかったためであるとして，分岐序列ごとの分類を行なっているが，スギの品種の分類の研究が遅れているのもそれと同じ理由があると考えられたので，本研究ではまず枝の類別名称についてみることとした。

A．枝の類別名称

枝の類別名称は幼齢木から高齢の大径木を通じて応用できるものがのぞましいので，まず一般的な場合を考え，つぎに特殊な場合について見ることとする。

1．主幹主枝（主幹枝，または主枝）

幹から分岐していて，その分岐基部の主軸と同年齢の樹冠を構成する素質のある枝。

2．主枝間枝

発生時期が主幹主枝よりも1年以上遅れていて，発達もおくれて樹冠を構成する支配的な枝に発展しえない枝。

3．主幹腋枝（主幹副枝）

主幹主枝の分岐基部から数年おくれて分岐した枝で時には叢生することがある。

4．主枝腋枝（主枝副枝）

主枝から分岐する側枝の基部に数年おくれて発生している枝でこれらも時に叢生することがある。

5．伏条枝

主幹主枝が下垂してやがて地につき，その枝から根がでて新しい個体になりやすいような性質の枝。

6．立条枝

幹の根元付近から幹と狭い角度で数多く分岐している角度のせまい幹になりやすい枝。

以上は大まかな分けかたであって，それによっては個体の形態を表示することもできない。ことに品種の類別を目標とする枝の分類には，詳しい分岐習性を表示できる分類が必要である。そこで，つぎにその方法について考察することとした。

まず，スギの小枝の分類については，相馬[148]，小泉[68]の報告があるが，品種の類別を対象としては小泉の方がすぐれている。しかしながら，その方法も母枝，または母幹との関係を明示することができないのと，1年以内の細かい条件をそろえて比較することができない欠点がある。そこで，本研究ではそれらの点を補うためにつぎのとおりの類別によることとした。

1．主枝（主幹主枝，主幹枝）

主枝は，葉の着生期間中は葉位を基として発生順序によって区分し，主軸の葉位が不明りょうとな

れば年次界からの距離別に，さらにその年次界が明らかでなくなれば地上または枝の茎部からの距離別に類別する。

2．側枝（主枝側枝）

主枝から分岐する側枝は主枝のときと同様の方法で区分する。

3．側$_2$枝（側枝側２枝）

側枝から分岐する側$_2$枝も前と同様の方法で区分する。

いま，それらを図示すれば第１図に示したとおりである。

この方法は幼齢木ではよく表示することができるが，樹齢が古くなり，樹形が大きくなれば困難となる。そのようなときには主枝を主幹によみかえて見れば使用が可能となる。そしてまた，主枝から分岐した側枝が十分に発達しているときには，側枝を主軸によみかえて観察することである。

枝はその発育過程によって異なる生理的役目をもつので，その過程ごとに基準の形態を明示することが重要である。ことに品種の識別を目標とする本研究のようなときには幼，壮，老の各期に分けて考察することが重要であるので，それら別に検討することとした。

B．幼齢木の枝の形態

枝の分岐習性を把握するには，まず，枝の成長生理，ことに，枝の成長運動を明らかにして，目的に応じた資料を比較することが重要である。そこで，本研究ではまず幼齢木の枝の形態をこの面から観察して比較することとした。

1．資料と調査の方法

本実験の資料は針葉，枝葉の形態の調査のものと同じく九州支場苗畑内に設置したスギ品種別形態類別試験地の５年生のもので，その形態は枝の種類別に長さ，直径，分岐角度，曲がり，細り，つけねの形，射出の方向，同密度などに分けて観察比較した。

この樹齢のものの枝の分岐，序列の表示に当たっては葉序を基とした括約葉位と，軸長を等分して基部からの距離別に表わす区分位別とがあるが，幹が古くなれば葉位が明らかでないので，主として後者によって観察した。枝の分岐習性の観察は，環境に支配を受けやすいので信頼できる結果を得にくいが，それをうるには条件を整えて多数の資料を用いて行なうことであって，それには労力がかさんで容易でない。そこで，本研究においては環境条件の等しいところに設定したもののなかから各品種ともに中庸の成長状態を示していて標準の形態を示しているものを30本以上ずつ選定して調査に供することとした，樹高と枝の長さの測定には20cmの竹尺，直径には1/10mm目盛の遊標尺，角度には小型の分度器を用いた。

2．結果とその検討

前述の方法で得た結果を種々の要素別に検討することとする。

a．１幹１主枝，同１側枝

樹齢５年生木の梢頭の１年生の部分は，１幹１主枝と，その主枝から分岐した１幹１主１側枝，さらにその側枝から分岐した１幹１主１側１側$_2$枝などから成りたっており，その初年目の形はその後の同年次枝の形とほぼ似ているので，まず，１幹１主枝についてみることとした。

１幹１主枝の枝長を，主幹針葉の20葉括約に平均値を求めて，その実数と主軸に対する比数とで比較すれば，第29表のとおりで，軸の下位が最大を示してそれより梢頭にいくにしたがって短小となる，しかも，その最大枝長，減少率ともに品種間に差異があるのを認めたので，その最大枝長を各品種別に比較

第29表　1幹1主枝長の主軸の区分葉位別変化

Table 29. Length of 1s. 1m.-branch on leaf-order of main stem.

品種（実%） ＼ 葉位		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	主幹長（cm）
オビアカ	実数（cm）		16.0	17.9	14.5	12.9	11.6	9.8	7.4	6.3	4.3	1.6		50.4
	対比（%）		31.7	35.5	28.8	25.6	23.0	19.4	14.7	12.5	8.5	3.2		
アオスギ	実数（cm）		15.9	17.6	18.0	15.2	13.4	12.0	9.2	8.5	8.0	5.9	2.3	36.2
	対比（%）		43.9	48.6	49.7	42.0	37.0	33.1	25.4	23.5	22.1	16.3	6.4	
アヤスギ	実数（cm）		16.1	17.4	16.0	15.6	14.0	13.3	11.5	8.5	6.9	6.2	4.2	45.0
	対比（%）		35.8	38.7	35.6	34.7	31.1	29.6	25.6	18.9	15.3	13.8	9.3	
ウラセバル	実数（cm）	20.5	21.3	22.7	19.5	18.3	16.0	13.5	11.2	8.3	4.6	1.8		58.9
	対比（%）	34.8	36.2	38.5	33.1	31.1	27.2	22.9	19.0	14.1	7.8	3.1		
タノアカ	実数（cm）		18.4	21.0	19.5	17.2	16.0	14.0	10.4	8.6	3.2	2.7		48.5
	対比（%）		37.9	43.3	40.2	35.5	33.0	28.9	21.4	17.7	6.6	5.6		
ホンスギ	実数（cm）		18.6	18.4	15.1	12.0	8.5	5.1	3.7	1.0				27.6
	対比（%）		67.4	66.7	54.7	43.5	30.8	18.5	13.4	3.6				
メアサ	実数（cm）	21.6	18.2	18.8	17.4	14.6	12.9	10.6	7.5	5.6	3.7			34.1
	対比（%）	63.3	53.4	55.1	51.0	42.8	37.8	31.1	22.0	16.4	10.9			
ヤブクグリ	実数（cm）		14.2	16.5	17.2	15.4	13.8	12.5	11.1	7.2	4.6	2.3		42.7
	対比（%）		33.3	38.6	40.3	36.1	32.3	29.3	26.0	16.9	10.8	5.4		

すれば，ウラセバルが長くて，タノアカがつづき，メアサ，アオスギ，ヤブクグリ，アヤスギ，オビアカ，ホンスギなどが劣るを示す。つぎにその最大枝長の現われる位置をみればウラセバル，タノアカ，ヤブクグリなどが高くて，その他のものが低い結果を示す。つぎにまた，第1分岐枝の現われる位置を品種別にみればウラセバルが低くて，メアサ，タノアカ，ヤブクグリ，アオスギ，オビアカ，アヤスギ，ホンスギの順におそい。永年作物では物質の生産機能に応じた移動機構が重要であるが，枝の種類別物質移動の状態は WISLICIENUS, H. & BINDER, H.[171]のマツの枝の種類によってほぼ知ることができる。

物質の生産と移動の量を比較するには乾物質量が最もすぐれているが，それらはその幹の長さと直径に高い相関があるので，長さによってもその傾向を知ることができる。WISLICIENUS & BINDE がマツの年次と枝階別の変化の比較に主として長さを用いているのはこの理由によるためと考察する。本研究においてもはじめは乾重量によって比較を行なってみたが，枝と葉を混じたものの乾重量の測定は誤差が大きく，しかも年次と区分位別に観察することがむずかしいことがわかったので，のちにはやむをえず伸長量によって比較することとした。

1幹長を5等分して区分位別に1主枝長の平均値を求め，さらに，その主幹長に対する比数を求めて示せば第30表のとおりで，それらの結果は葉位括約のときと似ているが，まず，最大枝長についてみれば，タノアカ，ウラセバル，メアサが大きくて，ホンスギがつづき，その他が小さい。

つぎに対幹長比でみればホンスギ，メアサが大きくて，ヤブクグリ，タノアカ，アオスギがつづき，アヤスギ，オビアカ，ウラセバルが小さい。さらにまた，平均枝長を実数で比較すればメアサ，タノアカが大きくてウラセバルがつづき，ホンスギ，ヤブクグリ，アオスギ，アヤスギ，オビアカが相互に似ていて最も小さい。対1幹長比もほぼ同似の結果を認めるが，これを品種別にみればメアサ，ホンスギが大きくて，アオスギがつづき，タノアカ，ヤブクグリ，アヤスギ，ウラセバル，オビアカがその順に小さい結果を認める。

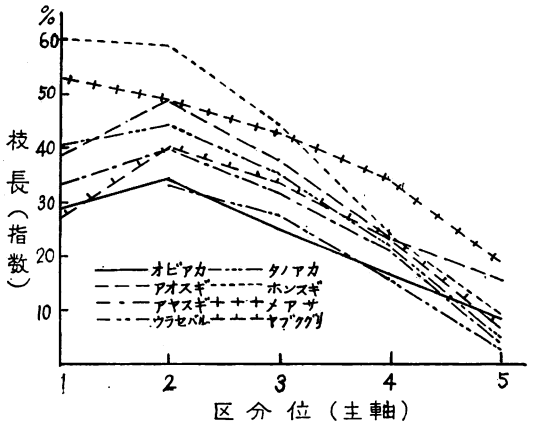
第30表　1幹1主枝，同1側枝長の区分位別変化

Table 30. Length of 1s. 1m. and 1s. 1m. 1sub.-branch in each sectional part of its axis.

品種	実長と比数	1幹1主枝 5	4	3	2	1	平均	同1側枝（標準枝） 5	4	3	2	備考 幹長
オビアカ	実長(cm)	4.2	8.3	12.5	17.4	14.6	11.4	1.9	4.8	6.5	7.1	50.4
	比数（%）	8.3	16.5	24.8	34.5	29.0	22.6	10.7	27.6	37.6	40.8	
	$y=11.15e^{\frac{-0.19029}{x}}-0.05520x$											
アオスギ	実長(cm)	5.8	9.0	13.8	17.6	14.2	12.1	3.7	7.6	9.9	10.2	36.2
	比数（%）	16.0	24.9	38.1	48.6	39.2	33.4	20.5	36.7	46.0	64.6	
	$y=11.2e^{\frac{-0.17087}{x}}-0.04630x$											
アヤスギ	実長(cm)	1.8	9.6	14.4	17.7	15.4	11.8	2.7	6.3	9.0	8.6	45.0
	比数（%）	4.1	21.3	32.0	39.3	34.2	26.2	15.4	36.3	51.2	47.6	
	$y=5.94e^{\frac{-0.49907}{x}}-0.11868x$											
ウラセバル	実長(cm)	1.9	9.1	16.2	19.9	20.2	13.5	2.3	4.9	7.0	6.7	58.9
	比数（%）	3.2	15.4	27.5	33.8	34.3	22.8	11.5	24.3	34.5	33.0	
	$y=9.42e^{\frac{-0.40719}{x}}-0.10775x$											
タノアカ	実長(cm)	2.2	11.0	17.4	21.0	19.6	14.2	2.3	6.5	8.6	9.6	48.5
	比数（%）	4.5	22.7	35.9	43.3	40.4	29.4	11.1	30.8	41.0	45.6	
	$y=8.22e^{\frac{-0.65412}{x}}-0.11244x$											
ホンスギ	実長(cm)	2.6	7.5	14.0	18.4	18.6	12.2	3.0	6.1	8.4	8.1	31.6
	比数（%）	8.2	23.7	44.3	58.2	60.1	38.9	16.0	32.9	45.4	43.0	
	$y=12.38e^{\frac{-0.24575}{x}}-0.07594x$											
メアサ	実長(cm)	7.0	13.0	16.4	19.0	20.3	15.1	4.6	8.4	9.8	10.1	38.2
	比数（%）	18.3	34.0	42.9	49.7	53.1	39.6	22.5	41.2	48.3	49.8	
	$y=16.58e^{\frac{-0.12261}{x}}-0.03693x$											
ヤブクグリ	実長(cm)	2.7	9.5	14.3	16.8	17.8	12.2	3.8	6.1	7.9	8.1	42.7
	比数（%）	6.3	22.2	33.5	39.3	27.6	25.9	21.2	34.5	44.3	45.6	
	$y=9.22e^{\frac{-0.72269}{x}}-0.08463x$											
平均	実長(cm)	3.53	9.63	14.88	18.46	17.58	12.81	3.04	6.34	8.39	8.56	43.94
	比数（%）	8.61	22.59	34.88	43.34	39.74	29.83	1.65	3.42	4.53	4.64	
	$y=10.86e^{\frac{-0.26966}{x}}-0.07298x$											

最大主枝の着生位置も品種別に差があるので，それをみれば，ヤブクグリ，アオスギが高くて，オビアカ，アヤスギ，ウラセバル，タノアカがつづき，ホンスギ，メアサが最も低い。つぎに各枝長の下位から梢頭にいたるまでの減少状態を見ればウラセバル，ヤブクグリ，タノアカ，アヤスギが大きくて，オビアカ，ホンスギがつづき，アオスギ，メアサが小さい。この傾向は頂部優勢性，または上長成長の持続性を示すので重要であって，その逓減率の小さいものほど晩生型を示すものとされよう。

BÜSGEN[8] は1年間の成長過程を1世代の成長過程の縮図とみなすことができるとしたが，このことは1年生の各部分にもあてはまることで，1年生幹の形態はその個体の樹形の縮図を示しているものといえ

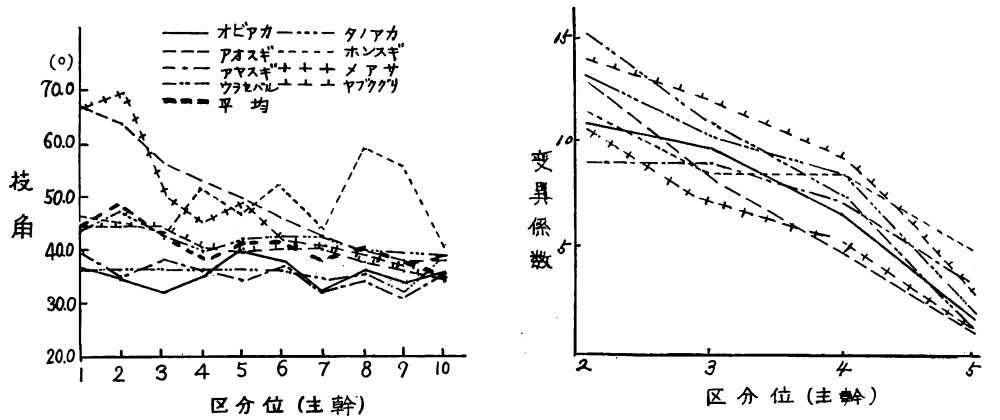


第38図　1年生幹部の樹形
Fig. 38　Shapes of 1 year old stem.

る。このようなことから1年生主枝の形態は品種間の特性を表わすものとみられて，それを標準主枝についてみれば第30表（写真15）に示すとおりで1年生幹の形態と似た傾向を認めた。

2年生木は1幹1主枝と，それが1年経過した2幹2主枝上に1幹1主枝と同一1側枝を発達しているので，各年生木の樹形はこのような関係の連続的な連結によって形造られているものとされる。このことから1幹1主枝はその個体の樹形の基本の形態を示すものとされて，品種の識別に重要な役割を果たすものとみられる。そこでつぎに，その構成要因の1つである角度についてつぎにみることとした。

1幹長を10等分してその各区分位別に1幹1主枝の平均枝角を求めて比較すれば第39図のとおりで，区分位が低くなるにしたがって大となるを示すが，その値が最も大きく素質によるとみなされる第9～10区分位についてみればアオスギ，メアサ，ホンスギが大きくて，アヤスギ，オビアカがつづき，ヤブクグリ，ウラセバル，タノアカが小さい結果を示した。つぎに各区分位別に平均枝角を求めて比較すれば第1区分位，すなわち下部が最も大きくて，それより上位にいくにしたがって小さく，品種間ではメアサ，アオスギ，ホンスギが下位にいたるにしたがって大きく，オビアカ，アヤスギ，ウラセバルがつづき，その他のものが小さい。この理由について考察すれば，分枝の初期にその差の小さいものは分岐に都合のよい角度を示しているためであり，その後それらが増大して相互間に大きな相違を認めるのは時間の経過にしたがってその枝のトーヌス効果が増大するためとされる。すなわち，メアサ，アオスギが最下部のところで最大を示すのは，枝の伸長量が枝径に比較して長くて重力刺激を強くうけるためとされ，ウラセバルが



第39図　1幹1主枝の枝角とその変異係数の主幹軸区分位別変化
Fig. 39　Angle and its coefficient of variability of 1 s. 1 m. -branch at each sectional part of main stem axis.

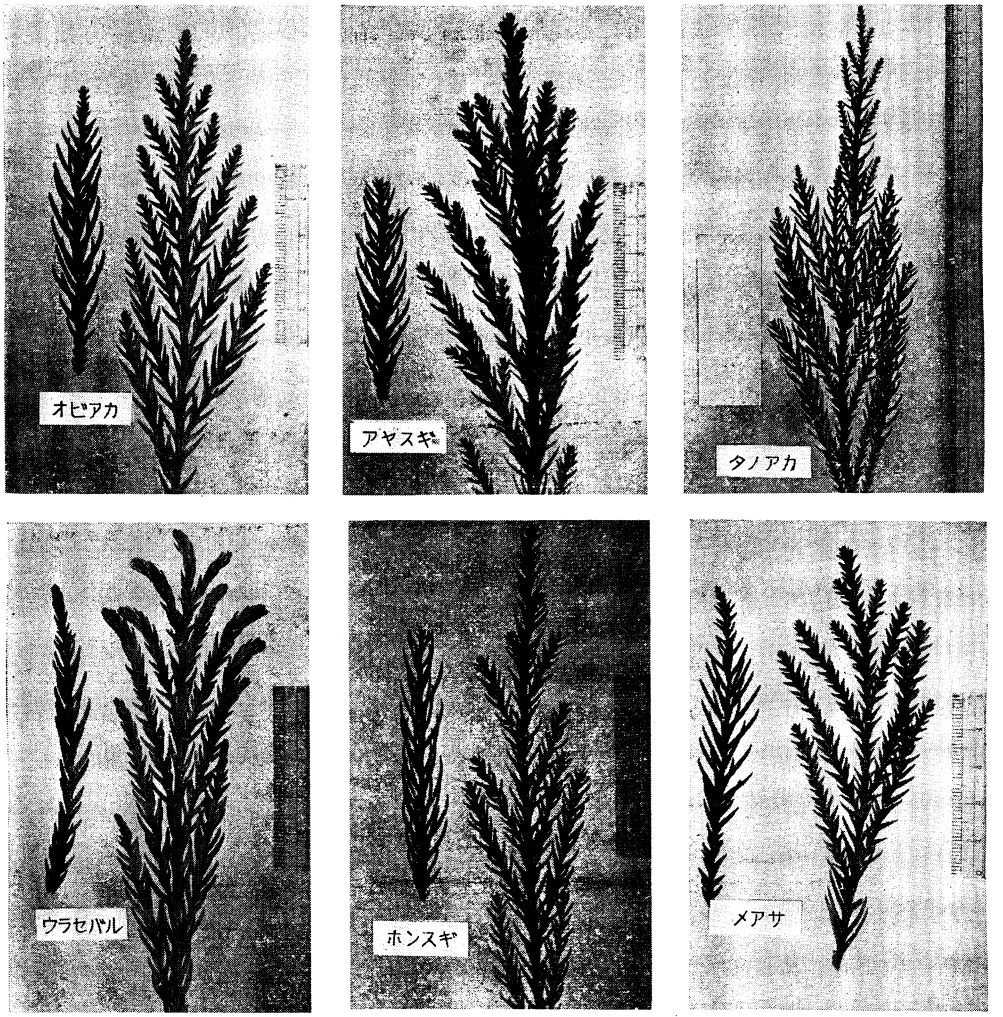


写真15．スギの各品種の１年生枝葉の形態
Photo. 15　Type of 1 year old shoot in some varieties of Sugi.

枝角が広く強い弯曲を示すのはその葉先が重い性質のためであり，ホンスギ，アヤスギが広くて曲がりの強いのはその枝葉の伏条性の強さによるものと考えられよう。

枝角と枝の伸長量との間には逆の相関があって，枝角の小さいものは枝の伸長量を増大させて，枝角の不ぞろい度も増大させる。このように，枝角の不ぞろいはその後の枝長と枝角の発達に強く影響するので，各区分位を通じての変化の状態をみればこれも前図右側に示すとおりで，ウラセバル，ヤブクグリ，タノアカが大きく，オビアカ，ホンスギ，アヤスギがつづき，アオスギが順に小さい結果を認める。

第31表　1幹1主枝の枝径の区分位別変化

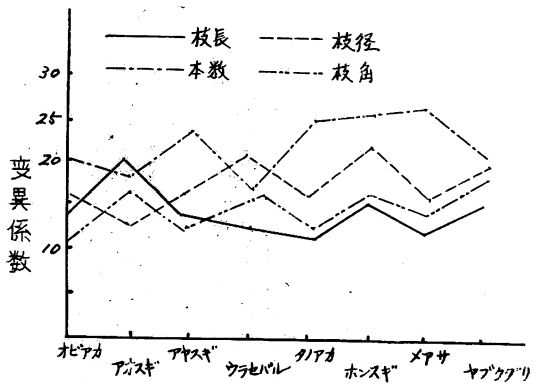
Table 31. Diameter of 1s. 1m.-branch in each sectional part of its stem axis.

品種＼区分＼実比	実数（mm）							比数（%）					
	0	5	4	3	2	1	平均	5	4	3	2	1	平均
オビアカ	9.3	3.4	4.3	4.5	4.4	4.3	(4.18)	36.0	46.0	48.5	46.5	46.0	(44.6)
アオスギ	9.6	2.8	3.6	4.0	4.6	4.8	(3.97)	25.0	33.3	36.5	37.5	43.8	(35.2)
アヤスギ	8.0	2.6	3.3	3.6	3.2	4.0	(3.34)	32.0	44.0	44.0	49.5	50.0	(43.9)
ウラセバル	10.7	2.6	3.1	3.6	3.4	4.8	(3.50)	24.0	28.5	33.5	32.5	25.5	(28.8)
タノアカ	9.6	2.8	3.6	4.0	4.6	4.8	(3.96)	29.2	37.5	41.6	47.9	50.0	(41.2)
ホンスギ	7.9	2.7	3.7	4.1	4.1	4.4	(3.80)	33.5	46.0	52.5	52.0	68.0	(50.4)
メアサ	9.3	2.8	3.8	4.1	5.0	5.1	(4.16)	39.5	40.0	45.0	55.5	55.5	(47.1)
ヤブクグリ	6.7	2.2	3.0	3.2	3.1	4.0	(3.10)	32.0	44.0	47.0	45.5	60.0	(45.7)
平均	8.9	2.7	3.6	3.9	4.1	4.5	3.72	31.40	39.91	43.58	45.86	49.85	42.11

$$y=3.60e^{\frac{0.02710}{x}-0.01261x}$$

枝の不ぞろいは枝長，枝角，枝径を増大させるのみでなく，枝元付近の繊維の走向を乱し枝瘤を発達させ材質を低下させる。このことから枝の分岐基部の形態を重視すべきである。そこで，まず枝径を実数と，その母軸の直径の比数とを求めて比較すれば第31表のとおりで，実数ではオビアカ，ウラセバルが大きくて，アオスギ，タノアカ，ホンスギ，メアサ，アヤスギがつづき，ヤブクグリが小さいが，比数ではホンスギ，ヤブクグリ，オビアカ，アヤスギが大きくてタノアカ，ウラセバルがつづき，メアサ，アオスギが小さい結果を認めた。この両場合ともにホンスギ，オビアカが大きくてメアサ，アオスギが小さい傾向を示しているのは，それらの明らかな特性と認められよう。

つぎに，枝径の区分位別変化を比較すればおよそ区分位の低いところで最も大きく，品種間にはオビアカ，ウラセバルが大きくてアヤスギ，アオスギ，メアサがつづき，タノアカ，ヤブクグリ，ホンスギが小さい傾向を認めた。この傾向は枝の発達に密接な関係のある軸の栄養条件に支配されていて，それらは枝長，枝角，枝数などと関係が高いので，それらの相互の関係をあわせて考察しなければならない。そこでいま，主幹系列の第3区分位の枝を用いて枝長，枝径，枝角，枝数などの変異状態を求めて比較すれば第40図のとおりで，枝長ではアオスギ，ヤブクグリ，ホンスギ，オビアカ，枝径ではホンスギ，ヤブクグリ，ウラセバル，オビアカ，枝数ではメアサ，アヤスギ，ホンスギ，タノアカ，ヤブクグリ，枝角ではヤブクグリ，ウラセバル，ホンスギ，アオスギなどが高い結果を示した。つぎに枝長，枝径，枝数の各相互間の比較を行なえば，枝長が最も低くて枝数がつづき，枝径が最も高い結果を認めて，枝長と枝径との間にはやや



第40図　1幹1主枝の枝長，枝径，枝数，枝角の変異係数の比較

Fig. 40 Coefficient of variability of length, diameter and number of 1 s. 1 m. -branch.

平行的関係を，枝数と直径，または枝数と枝長との間にはやや逆の関係を認めたが，その程度はあまり高くない。これは，これらの結果が初年目のものであることと，環境その他の条件によっても支配をうけているためとされよう。これらの枝の発達の関係は，落枝性につながりがありきわめて重要であるので，次章の中，壮齢木などの枝の形態においてさらに詳しく観察することとした。

枝の密度を知るために主枝数を主軸の単位長あたりに換算して比較すれば第32表のとおりで，各区分位を通じた平均枝数ではアヤスギが最も多くて，ヤブクグリ，タノアカ，オビアカ，ウラセバル，アオスギ，メアサ，ホンスギの順に小さい結果を示した。

第32表　1幹1主枝数の主軸区分位別変化

Table 32. Numbers of 1s. 1m. -branch in each sectional part of its stem axis.

品種＼実比＼区分	実数（本）						比数（%）						10cmあたり本数	全長（cm）
	5	4	3	2	1	計	5	4	3	2	1	計		
オビアカ	5.4	4.3	3.4	3.1	1.8	18.0	30.0	23.9	18.9	17.2	10.0	100.0	3.57	50.4
アオスギ	3.0	2.9	1.9	1.7	1.0	10.5	28.6	27.6	18.1	16.2	9.5	100.0	2.96	36.2
アヤスギ	4.5	4.2	4.0	3.2	1.0	18.5	30.2	23.1	22.0	17.6	7.1	100.0	3.93	45.0
ウラセバル	5.1	5.0	4.5	3.4	1.3	20.0	25.5	25.0	22.5	17.0	10.0	100.0	3.40	58.9
タノアカ	4.9	4.4	3.6	2.9	2.0	17.6	27.8	25.0	20.5	16.5	10.2	100.0	2.79	48.5
ホンスギ	2.3	1.9	1.7	1.4	1.8	8.3	27.7	22.9	20.5	16.8	12.0	100.0	2.63	31.6
メアサ	3.2	2.9	2.5	1.9	1.0	11.5	27.8	25.2	21.7	16.5	8.7	100.0	3.01	38.2
ヤブクグリ	4.5	3.8	3.5	2.4	1.4	15.6	28.9	24.4	22.4	15.4	9.0	100.0	3.67	42.7
平均	4.11	3.68	3.14	2.50	1.41	15.0	28.31	24.64	20.83	16.65	9.56	100.0		43.94

$$y=1.70e^{\frac{-0.36975}{x}}+0.03286x$$

つぎに，この枝数の区分位変化をみれば，一般に梢頭にいくにしたがって高いが，品種間にやや差があってウラセバル，ヤブクグリが高く，オビアカ，アヤスギ，タノアカがつづき，メアサ，アオスギ，ホンスギが小さい傾向を認めた。枝の分岐は体制部位の生理的要求に基づいて生じ，ことに主軸からの分岐は品種の習性に基づくものと見なされるので，以上の結果は品種識別の重要な拠点として利用しうるものとされよう。また，その位置別変化はその後の枝の発達にも深い関係があるのできわめて重視すべきであろう。

枝数は区分位の低いところから高くにいくにしたがって漸増するが，中央の部分はかなり安定した状態を示して，変異係数も小さいので，その部分を用いて品種間の比較を行なえば，ウラセバル，アヤスギ，タノアカが多くて，ヤブクグリ，オビアカがつづき，メアサ，アオスギ，ホンスギが小さい結果をえてこれも前と同様の傾向を認めた。ただ，この時代の枝数が壮齢時代のそれに一致していないのを認めるが，これは壮齢時代のものがその後の落枝によって変化をうけているためとされよう。

枝の分岐能力が栄養条件に支配されることは同部付近の枝を用いてのさしき発根力の実験によっても明らかで，梢頭部に近いところでオビアカ，ウラセバル，タノアカ，ヤブクグリが最も多くて，アヤスギがややその枝元，ホンスギ，メアサ，アオスギがさらにその枝元で分岐するのを示すのは各品種の特性に基づく養分の分布条件の差異によるものであって，このことは第2編中の養分の部位別変化によって立証することができよう（第58表参照）。以上の結果から，同条件下の各品種間の区分位別枝数の変化は頂部優

勢性の強弱を示すものとされて，その変化の大きいものほど頂部優勢性の強い品種とされよう。

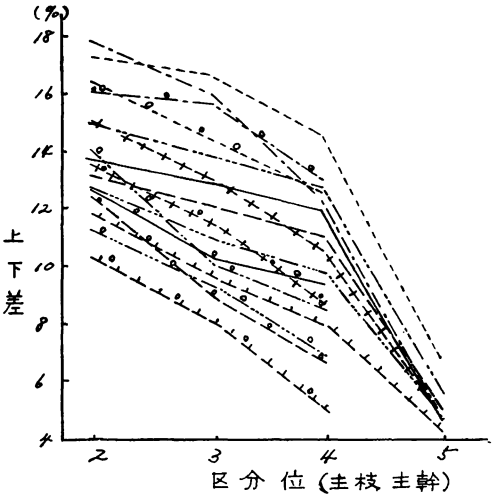
つぎに，植栽後数年間の主枝数の変化を単位長当たり本数で比較すれば，一般に樹齢を加えるにしたがって増大するが，それはやがて最大に達して，その後は逆に漸減するを認める。そして，それらは個体の年次別成長量にも比例して幹の伸長量の大きいものほど大きい傾向を認めるので，各年次別に平均値を求めて品種別に比較すれば，ホンスギ，メアサ，アオスギが小さくて，ウラセバル，オビアカ，アヤスギがつづき，ヤブクグリ，タノアカが多い結果を示して，各年次ともにほぼ同似の傾向を認めた。このことから，年齢などの条件をそろえたときの枝数および枝数の区分位別変化は品種間の特性を示していて，品種識別の拠点とすることができることを知ることができる。

つぎに，1幹1主枝には同一1側枝が発達していて，それらをあわせてみることによって1年生の樹形を一層よく表示できるので，この側枝を母軸の主枝，またはその主枝の母軸の主幹区分位別に比較したが，いずれもその母幹の1主幹上の主枝の変化と似ていて，その下位付近で最長を示し，上位にいたるにしたがって短くなる漸減状態を示したが，その勾配は樹勢と枝勢とに支配されていて，しかもまたその枝から分岐する側$_2$枝もよくこの側枝に支配されているのを知ることができたので，その下位の最大枝を標準主枝として，その枝を形造る各側枝の伸長量，直径，枝角，枝曲，枝数などを測定して表示すれば第33表中に示すとおりである。

まず，同表で各区分位別変化を平均枝長の実長と比数にてみれば，ともにメアサ，アオスギが長くてタノアカ，ウラセバルがつづき，ホンスギ，ヤブクグリ，オビアカ，ウラセバルが小さい結果を示した。この枝と主幹主枝との間の相違をみればオビアカ，ウラセバル，ホンスギがやや小さく，しかもそれは枝の次数が高まるにしたがって著しくなるを認めた。これは次数が高まるにしたがって枝の発達が鈍くなることを示しているもので，それは枝の発達と落枝性とに関係があることを示すものとされよう。このような関係を知るためにはさらに高次の枝の発達状態を見ることが重要であるが，この枝の区分位別変化によっても傾向を知ることができるので，その区分位別変化をみればメアサ，アオスギが最も弱くてウラセバル，タノアカ，ヤブクグリがつづき，アヤスギ，ホンスギ，オビアカが最も強い傾向を示した。これらは枝性，早晩，抵抗性と関係があるので他の枝の形態ともあわせてみることが重要であるが，この部分のみにてもこのような差異を示すことから，品種の性質を示すものと認めて品種の識別にも役だたせうることがわかる。

つぎに，この標準主枝から分岐した側枝数をその母軸の区分位別に求めて比較すれば，主幹主枝と似ていて，ヤブクグリ，タノアカが多くてウラセバル，アヤスギ，ホンスギがつづき，メアサ，アオスギが少ない傾向を認めた。つぎにまた，この分岐枝数と主幹主枝の分岐枝数とを比較すれば前者がやや多いが，これは斜生軸上にあって軸も若く，栄養条件も恵まれているためと考察する。斜生軸成長はその軸からの面のいかんによって枝性の発達に差異を生ずるが，それらの関係を明らかにするために主軸第2区分位の主枝を用いて，その枝に着生する各側枝の各区分位別変化を着生方位別にみれば軸の両側のものが多くて，梢頭にいくにしたがって内，外側のものが多く現われる。しかもその内，外側のものは長さに著しい差異をみるので，それらの関係を枝性として示せば第41図のとおりで，ホンスギ，アヤスギが大きくてウラセバル，オビアカがつづき，メアサ，アオスギ，タノアカ，ヤブクグリが小さい結果を認めた。つぎに各主枝の第3区分位の側枝を用いて主軸の区分位別にみれば，これも第41図中に示すとおりで前とほぼ同様の傾向を認めたが，後者がやや小さい。

石崎厚美（未発表，1950実施）がスギの各品種の苗木を種々の角度に植栽して枝性の獲得と消失の過程を研究してえた結果は，幼齢木においてはほぼ1年で枝性を獲得，または消失して，軸よりは主枝，主枝より側枝が獲得し難くて消失も遅い傾向を認めて，その理由を内部組織および枝長，葉長などの発達状態の観察結果からその軸の成長生理，ことに重力刺激による結果によるものであると認めているが，このことから前の結果を考察すれば，自然形の枝も各品種の特性に応じた枝性を獲得しているものと認められるので，この点からその差異は品種の特性とすることができて品種識別の拠点とすることができることが理解されよう。



（1）主軸第2区分位主枝の主枝軸区分内（——）
（2）各主枝の第3区分位側枝の主幹区分別（—°—）

第41図　1幹1主1側枝の比較枝の軸の方位別変化
Fig. 41　Length of the branch in each direction on 1s. 1m. 1 sub.-branches.

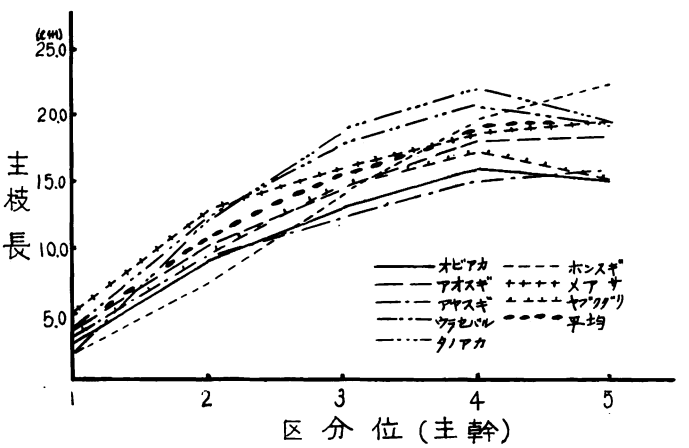
b．2幹2主枝

2幹2主枝の形態は原則的には前年の1幹1主枝と等しいはずで，その両者の間に差異があるのは環境（年次も含む）による差異とみられよう。このことからその差はそれらの性質を知るためには，価値があるものとされるので，この部分の分岐習性と成長持続性などの動的観察を行なう意味から結果をかかげて考察することとした。

まず，枝長を主幹系列の区分位別に平均値を求めて比較すれば，第33表，第42図のとおりで，ホンスギ，メアサ，アオスギが長くて，アヤスギ，オビアカがつづき，ヤブクグリ，ウラセバル，タノアカが小さい結果を示した。つぎに同様にして枝角を求めて比較すれば第43図のとおりで，アオスギ，メアサが大きくて，ホンスギ，オビアカ，タノアカ，ヤブクグリが小さく，ウラセバル，アヤスギが中間を示した。

つぎにまた，枝角の変異係数を求めて比較すれば，タノアカが大きくて，ホンスギ，ウラセバル，ヤブクグリ，アヤスギがつづき，メアサ，アオスギが小さい。

2幹2主枝と1幹1主枝との枝角を比較すればやや違うが，それは前者が完全に1成長期を経た木部と靱皮部の上に新成の木部と靱皮部とが発達して，その靱皮部内の新生細胞は成長運動に強く影響しやすく，しかも

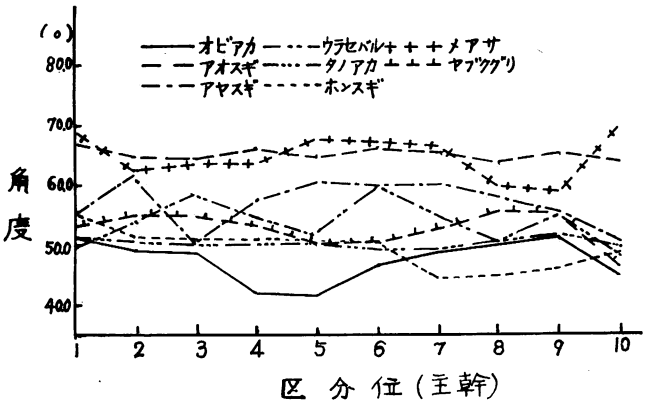


第42図　2幹2主枝長の主幹区分位別変化
Fig. 42　Length of 2s. 2m. -branch at each sectional part of main stem.

第33表　2 幹 2 主 枝，3 幹 3 主

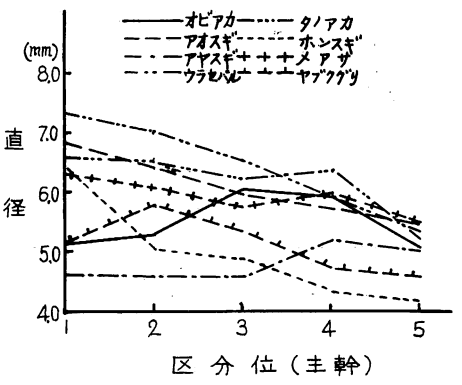
Table 33. Length of 2s. 2m.-branch and 3s. 3m.-branch

品種	2 幹 2 主 枝 実長 (cm)					2 幹 2 主 枝 比数 (%)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
オビアカ	15.0	16.5	12.6	8.6	3.0	32.8	36.1	27.6	18.8	6.6
アオスギ	18.3	16.0	14.8	10.2	3.9	57.7	50.5	46.7	32.2	12.3
アヤスギ	16.3	14.9	13.2	8.6	3.4	39.3	35.9	31.8	20.7	8.2
ウラセバル	19.1	20.7	15.4	12.8	4.0	39.5	42.8	31.8	26.4	8.3
タノアカ	18.6	22.4	18.0	12.2	2.8	45.7	55.0	44.2	30.0	6.9
ホンスギ	16.9	16.6	13.7	7.8	2.2	65.1	63.9	52.7	30.0	8.5
メアサ	19.0	17.8	15.9	13.0	5.3	58.8	55.1	49.2	40.0	16.4
ヤブクグリ	15.0	17.1	15.0	9.8	4.1	32.5	37.0	32.5	21.2	8.9



第43図　2幹2主枝枝角の主幹区分位別変化

Fig. 43 Angle of 2 s. 2 m.-branch at each sectional part of main stem.



第44図　2幹2主枝の枝径の主幹軸区分位別変化

Fig. 44 Diameter of 2s. 2m. -branch at each sectional part of main stem.

その梢頭部の成長量はこの部分の成長運動に加わっているので，それらの相違が原因となっているものとみられよう。

2幹2主枝の直径も同様の方法で平均値を求めて，その区分位別変化をみれば第44図のとおりで，下位に進むにしたがって緩慢な漸増状態を示して，これを品種別にみればウラセバル，タノアカ，アオスギが大きく，オビアカ，メアサ，ヤブクグリがつづき，アヤスギ，ホンスギが小さい結果を示した。この理由について考察すれば，肥大成長は縦軸分裂と接線方向への肥大とによって行なわれていて，その分裂と肥大能力の強いものが強い肥大成長を行なっているためとされよう。

2年生枝の分岐基部の発達状態は，同枝の全枝葉の同化能力と，その枝で生産された物質の運搬機構とにかかっているが，その骨格は1年目に作られて，2年目には改善の過程をとるものとされる。1，2年目ともにその平均直径が大きいものは枝の発達しやすいもので，1，2年目ともに小

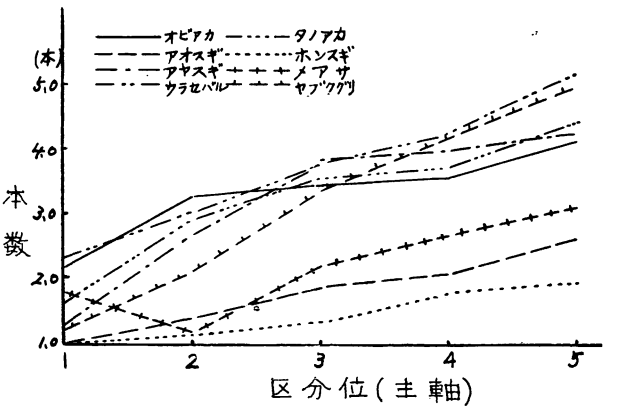
枝長の区分位別変化
at each sectional part of main stem axis.

幹長 (cm)	3幹 実長 (cm) 1	2	3	4	5	3主枝 比数 (%) 1	2	3	4	5	幹長 (cm)
45.7	14.6	15.9	13.2	8.4	3.4	36.2	39.3	32.6	20.7	8.4	40.4
31.7	13.0	11.7	10.8	7.4	2.8	57.4	51.9	48.0	32.8	12.5	22.6
41.5	12.1	11.2	8.7	6.1	2.1	45.0	41.8	32.6	22.9	8.0	26.8
48.4	15.3	16.4	13.5	9.5	3.3	42.5	45.6	37.6	26.4	9.2	36.0
40.7	15.2	16.5	14.4	10.0	2.9	46.6	50.7	44.2	30.7	8.8	32.6
26.0	11.0	11.4	9.8	6.3	1.7	60.0	62.2	53.4	34.3	9.0	18.4
32.3	11.1	11.3	10.1	8.2	3.1	54.6	56.3	49.6	40.2	15.5	20.3
46.2	14.2	15.0	11.3	6.9	2.8	40.0	42.5	32.0	19.6	8.0	35.4

さいものは発達が劣り，1年目に小さくて2年目に大きいものは条件に恵まれているときに枝が発達して不良のときに劣るを示す傾向のあるものとされる。

以上の結果は，これらの関係を示しているために各品種の発達の差異を認めるものとされる。

2幹2主枝の本数を主幹系列の区分位別に平均値を求めて比較すれば，第45図のとおりで，1幹1主枝のときと似ていてタノアカ，ヤブクグリ，ウラセバル，アヤスギ，オビアカが大きく，ホンスギ，アオスギ，メアサが小さい。このときも枝の伸長は栄養条件に支配されていて，本数との間には逆の関係があることを認めることができる。



第45図　2幹2主枝の枝数の主軸区分位別変化
Fig. 45　Number of 2 s. 2 m.-branch at each sectional part of main stem axis.

c．2幹2主—1主枝

2幹2主—1主枝は2幹2主枝の梢頭上に発達している1年生の主枝であって，1成長期間の成長量をもつ初年目の主枝であるので，品種間の形態の比較には最もすぐれたところといえる。そこで，この主枝を比較するには，その母軸の2主枝を2主幹の括約葉位，または区分位別に平均値を求めて比較することである。いま，後者によってえた結果は第34表のとおりで，各品種を通じて区分位の高いところのものに最大を示して，それより位置が低くなるにしたがって小となるいわゆる漸減傾向を示して，その状態は熱化学反応速度の式

$$y=Ae^{\frac{\alpha}{t}+\beta t}$$

で表示されることを知る。この頂部がすぐれていてそれより下部にいたるにしたがって劣る性質を頂部優勢性と名付けることができるが，この漸減状態を品種別に比較すれば，タノアカ，ウラセバル，ヤブク

第34表　2幹2主－1主枝，同1主1側枝長の区分位別変化

Table 34. Length of 2s. 2m.-1m. and 2s. 2m.-1m. 1sub. -branch at each sectional part of its main and sub branch axis.

品種	軸種／区分／実比	主枝の主幹系列別 5	4	3	2	1	側枝の主枝系列別 5	4	3	2	1	備考 幹長
オビアカ	実長(cm)	24.6	25.8	19.7	12.8	5.7	3.5	8.0	12.1	11.3		45.7
	比数（%）	53.8	56.5	43.1	28.0	12.5	13.4	31.0	46.9	43.8		
	$y=18.4e^{\frac{-0.19150}{x}}+0.05816x$											
アオスギ	実長(cm)	25.2	21.8	17.5	12.4	10.7	4.7	9.4	14.0	13.2		31.7
	比数（%）	79.4	68.8	55.2	39.1	33.8	18.7	37.3	55.6	52.4		
	$y=30.9e^{\frac{-0.29673}{x}}+0.00403x$											
アヤスギ	実長(cm)	23.0	18.7	15.1	10.7	9.8	3.1	8.1	12.7	10.6		41.5
	比数（%）	55.4	45.1	36.4	25.8	23.6	13.5	35.2	55.2	46.1		
	$y=30.5e^{\frac{-0.11831}{x}}+0.00333x$											
ウラセバル	実長(cm)	28.6	30.1	22.3	12.6	6.6	4.4	6.7	9.8	8.3		48.4
	比数（%）	59.1	78.7	54.3	26.0	13.6	15.4	23.4	34.3	29.0		
	$y=23.7e^{\frac{-0.14500}{x}}+0.05170x$											
タノアカ	実長(cm)	24.5	16.9	10.2	6.6	4.0	4.9	9.6	13.1	12.3		40.7
	比数（%）	60.2	41.5	25.1	16.2	9.8	20.0	39.2	53.5	50.2		
	$y=36.6e^{\frac{-0.19475}{x}}+0.005857x$											
ホンスギ	実長(cm)	21.7	20.2	19.1	15.3	7.6	4.1	8.5	10.5	10.0		26.0
	比数（%）	83.5	77.7	73.5	58.8	29.2	18.9	39.2	48.4	46.1		
	$y=15.8e^{\frac{-0.16139}{x}}+0.04411x$											
メアサ	実長(cm)	22.4	19.8	16.3	15.2	12.8	3.2	6.6	10.8	12.5		32.3
	比数（%）	69.3	61.3	50.5	47.1	39.6	14.3	29.5	48.2	55.8		
	$y=32.8e^{\frac{-0.12906}{x}}+0.00099x$											
ヤブクグリ	実長(cm)	24.8	18.7	13.5	10.4	7.6	2.9	7.1	10.7	11.0		46.2
	比数（%）	53.7	40.5	29.3	22.6	16.6	11.7	28.6	43.1	44.4		
	$y=33.4e^{\frac{-0.12873}{x}}+0.00085x$											

グリが大きくて，アヤスギ，オビアカがつづき，アオスギ，メアサ，ホンスギが最も小さい結果を示している（写真16参照）。これらの傾向は針葉の漸減曲線の勾配と似ているので，それらとあわせてみれば品種間の早晩，抵抗性などをも知ることができて品種の識別を一層容易にするものとされる。

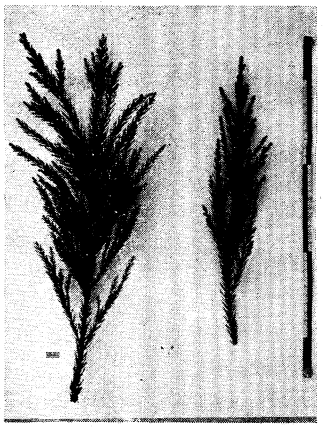
枝の当年の成長量は，前年の伸長量，根元径，重量などに支配されていて，ことに幹重量が最も相関が高いが，この要素を用いて完全に年次別に区分して表示することはできない。かりに，それを行なうとすれば2年生以上の枝では解析して容量成長量を求めて比較することとなるが，それには多くの仮定が必要であって，しかも手数がかかり，野外で知ることができず，測定誤差も大きい欠点があるので，本研究においては伸長総量と平均枝長，さらにその枝から分岐する枝を年次と区分位別にみることとしたが，それらによって容易に各品種間の頂部優勢性の強弱を知ることができる。いま，その主枝の中で最もよく発達



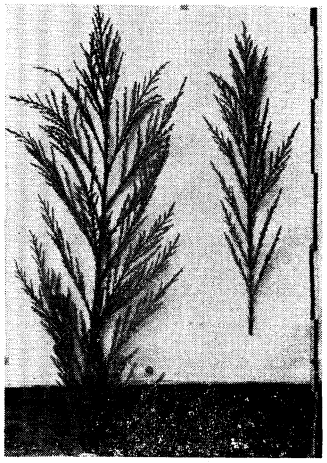
頂部優勢性中位のもの（オビアカ）



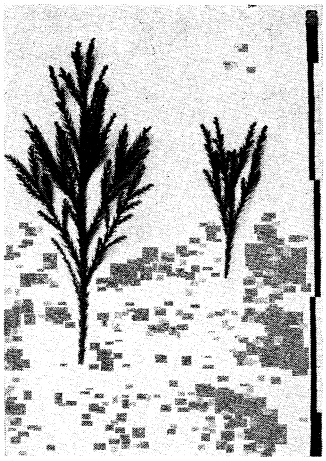
ややよいもの（タノアカ）



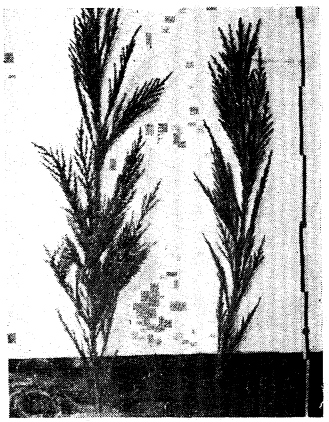
やや弱わいもの（ヒキ，メアサ）
アオスギはヒキに似る。



きわめて強いもの（クロ）



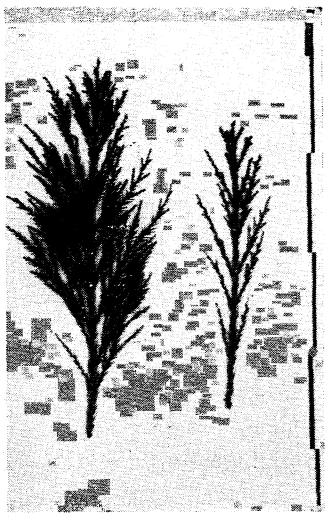
最も弱わいもの（ホンスギ）
アヤスギはホンスギに似る。



強いもの（トサアカ）



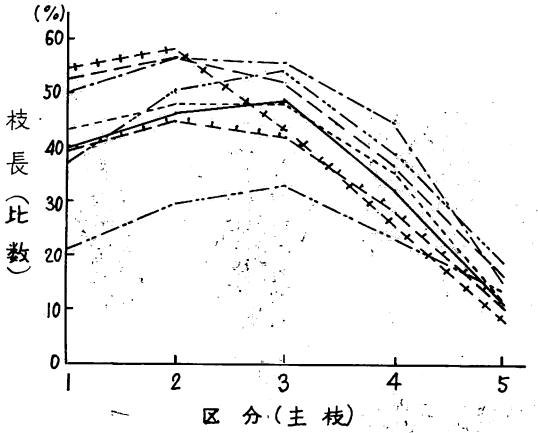
強いもの（ウラセバル）



かなり強いもの（ヤブクグリ）

写真16．2幹2主—1主枝の形態

Photo. 16 Shape of 2 s. 2 m.-1 m.-branch in some varieties of "Sugi".

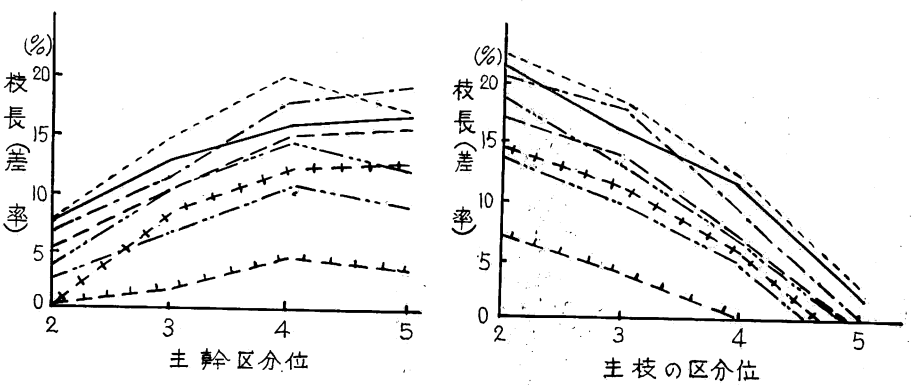


第46図　2幹2主—1主枝の標準主枝の形態
凡例は前に同じ。各枝長はその母枝長に対する比数で示す。

Fig. 46　Shapes of standard branch of 2 s. 2 m. -1 m. branch.

している枝を標準主枝の形態として，その枝の区分位別枝長を示せば第46図のとおりで，これもまた1主幹，同1主枝，同1側枝のときと似た形態を示しているのを認める。そして，さらにそれを詳しくみれば枝次数，または枝齢が高まるにしたがって比数が高まり，しかも梢頭部に進むにしたがってその傾向が強いことを認めた。このことは枝性が分岐能力にも，また，伸長量にも左右されていて，その移動の速度の速いものほど持続性が劣るためとされよう。これらの結果から，この部分を用いてこのような観察を行なえば品種間の性質を知ることができて，品種間の識別にも利用することができることがわかる。

枝性の強弱は枝の着生方向別枝長の差によって知ることができるので，この方法で2幹2主—1主枝の標準主枝を用いて区分位別にみれば第47図の右辺のとおりで，第2区分位のところで最大を示してそれより梢頭にいくにしたがって小さく，しかも品種間にはホンスギ，アヤスギ，オビアカが大きくてアオスギ，タノアカがつづき，メアサ，ウラセバル，ヤブクグリが小さい結果を認めた。その漸減勾配もいま示した順位とほぼ同じ傾向を認めた。つぎに，この第2区分位の値を用いて主幹系列別の変化をみれば同図左辺のとおりで，枝長のよく発達する第4区分位のところで最大を示してその下部ほど小さく，このときのその漸減傾向も前述の順位とほぼ同似の傾向を認めた。これらの結果は枝の曲がり，枝角，葉の曲がりなどにも相関が高く，伏条と早晩性とも高い相関を示しているので，この枝性の強弱は品種間の性質の差をも知り，品種の識別に役だたせることができるものとされよう。



（1）各主枝の第3区分位側枝の主幹別　　（2）主幹第5区分位主枝の同枝内

（凡例は第45図と同じ）

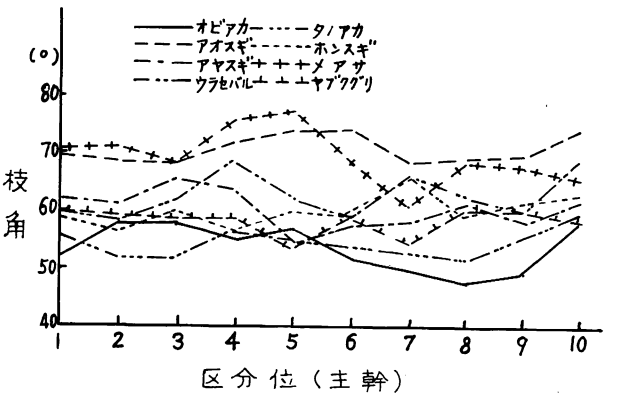
第47図　2幹2主—1主—1側枝比較枝の枝長の主軸および主枝軸の区分位別変化

Fig. 47　Length of 2 s. 2 m.-1 m.-1 sub. comparative branches at each sectional part of stem and branch axis.

2幹2主—1主枝の枝角は2幹2主枝の枝角とほぼ等しいとみられ，その枝径は2幹2主枝の梢頭部のものと似ているので，それらの比較は省略した。

d．3幹3主，同—2主，同—2主—1主枝，同—2主—1主1側枝

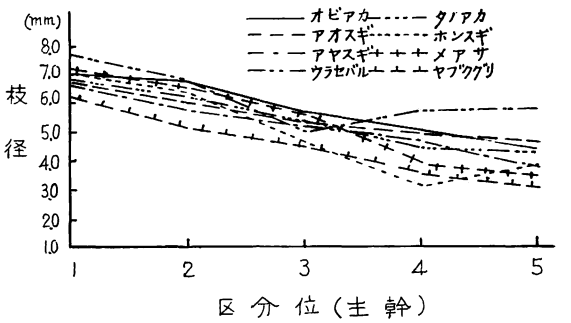
3年生主幹枝の骨格は3幹3主枝，同—2主枝，同—2主—1主枝から成りたっているので，その部分の形態を理解するにはその構成部分の各枝の形態を見ることが重要である。そこで，まずその原基とみられる3幹3主枝についてみれば，枝長の品種間の差異は第33表中に示すとおりで，1幹1主，2幹2主枝と似ているが，その実長，比数ともにやや小さい。これは植栽による影響をうけているためとされよう。つぎに3幹3主枝の枝角の各品種間の変化を主軸の区分位別に比較すれば第48図のとおりで，これも1幹1主，2幹2主枝と似ているが，それらよりやや大きい。これは2幹2主枝のときに述べたと同様に，その梢頭に着生する枝の成長運動のためとされよう。この見方をもって各品種間の差異をみればオビアカ，タノアカ，ヤブクグリがやや小さく，ホンスギ，アヤスギ，ウラセバルがつづき，メアサ，アオスギが大きい。区分位別変化はオビアカ，タノアカが高位でやや小さく，その他はあまり大きな変化を認めない。



第48図　3幹3主枝の枝角の主幹軸区分位別変化

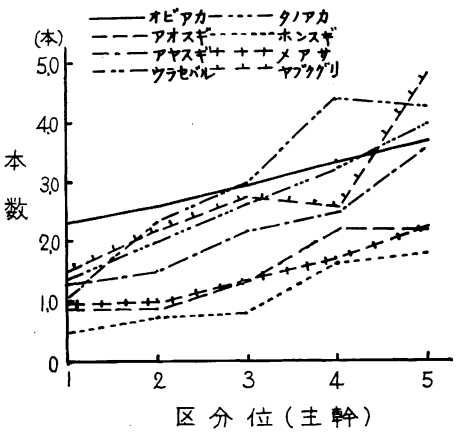
Fig. 48　Angle of 3 s. 3 m.-branches at each sectional part of main stem axis.

枝角は枝径と関係が深いので，同枝の枝径を実長と母軸の比数とにて主，幹軸



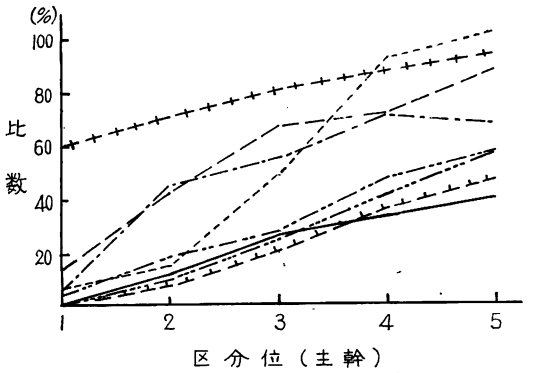
第49図　3幹3主枝の枝径の主幹軸区分位別変化

Fig. 49　Diameter of 3 s. 3 m.-branches at each sectional part of main branch axis.



第50図　3幹3主枝の枝数の主幹区分位別変化

Fig. 50　Number of 3 s. 3 m.-branch at each sectional part of main branch axis.



第51図　3幹3主—2主—1主枝の比較枝の枝長の主幹区分位別変化

Fig. 51　Length of 3s. 3m.-2m.-1m. comparative branch at each sectional part of main branch axis.

の区分位別変化をみたが，その実長の変化は第49図に示すとおりである。その中の平均の大きさをみればウラセバル，オビアカが大きくてヤブクグリが小さく，その他のものはその中間にあるを示して1幹1主枝の順位と異なるのを示した。つぎに，同区間の変化をみればウラセバル，メアサ，ホンスギが変化に富み，オビアカ，アヤスギがきわめて緩慢で，その他は中間を認めた。このなかにも各品種の枝の特徴を認めることができる。

つぎに枝数を主幹軸の区分位別に平均値を求めて比較すれば第50図のとおりで，これもまたホンスギ，メアサ，アオスギが少なくてその他のものが多く，しかも区分位が上位に進むにしたがって増大する傾向はヤブクグリ，タノアカ，オビアカ，ウラセバルが著しくて1幹1主，2幹2主枝のときと同似の傾向を認めた。このことから，この形質のなかにも品種間の差があることが明示される。

つぎに3幹3主枝の梢上に発達する3幹3主—2主枝の枝長を2幹2主—1主枝のときと同様に3幹系列の区分位別に平均値を求めて比較すれば第35表（第51図）のとおりで，上位のものがまさり，下位のものほど劣るを認めた。このときもその漸減傾向を品種別にみればメアサ，アオスギが小さくて，アヤスギ，ホンスギ，オビアカ，ウラセバルがつづき，ヤブクグリ，タノアカが大きい。これらによっても各品種間の頂部優勢性を知ることができよう。つぎに同枝の分岐角，枝径，枝数も調査を行なってみたが，それらは2幹2主—1主枝の結果と一層よく似ていたので比較を省略した。

以上で3幹3主—2主—1主枝の前年の状態を知ることができたので，いよいよこの主枝の区分位別変化を示せば第36表のとおりで，平均枝長は2幹2主枝よりやや短くて，品種間にはメアサ，アオスギが長く，アヤスギ，ホンスギがつづき，その他が小さい結果を認めた。つぎに区分位別の漸減傾向をみればほぼ上昇の傾向を認めたが，これは，この結果が植栽後3年生の幼齢木時代のものであるためとされる。

第35表　3幹3主—2主枝長の主軸の区分位別変化

Table 35.　Length of 3s. 3m.-branch at each sectional part of stem axis.

品種	実数（cm）						百分率（%）						幹長
	5	4	3	2	1	平均	5	4	3	2	1	平均	
オビアカ	18.2	16.8	13.1	7.2	3.0	11.9	45.0	41.6	32.4	17.8	7.4	28.8	40.4
アオスギ	20.0	18.3	15.4	14.0	12.2	16.0	88.4	81.0	68.1	61.9	54.0	70.7	22.6
アヤスギ	19.8	20.4	15.7	8.6	4.2	13.7	73.9	76.1	58.6	27.1	15.7	50.3	26.8
ウラセバル	18.1	20.2	14.4	9.2	3.8	13.1	50.3	56.1	40.0	25.6	10.5	36.5	36.0
タノアカ	18.9	15.9	8.6	5.2	2.7	10.3	58.2	48.8	26.4	16.0	8.3	31.5	32.6
ホンスギ	20.6	20.7	17.3	11.4	6.4	15.3	112.0	112.5	93.5	62.0	34.8	83.0	18.4
メアサ	21.0	17.6	14.5	10.3	6.7	14.0	103.4	86.7	71.4	50.7	33.0	69.0	20.3
ヤブクグリ	16.4	12.1	9.2	6.0	3.8	9.5	46.3	34.2	26.0	16.9	10.7	26.8	35.4

第36表　3幹3主—2主—1主枝および同1側枝長の主枝または主幹区分位別変化

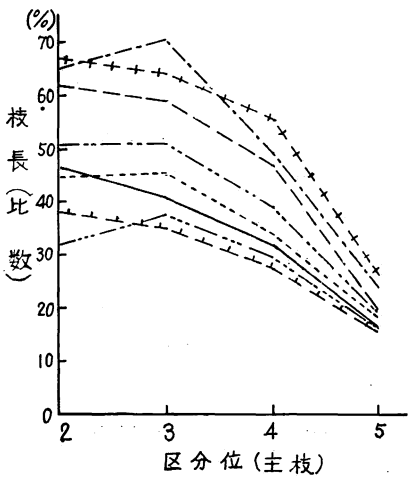
Tabel 36. Length of 3s. 3m.-2m.-1 m. and 1sub.-branch in each sectional part of its branch and stem axis.

品種＼実比区分＼軸種	3幹3主—2主—1主枝 実長（cm） 5	4	3	2	1	比数（%） 5	4	3	2	1
オビアカ	16.2	13.7	10.4	5.6	0	40.1	33.8	25.7	13.9	0
アオスギ	19.5	16.7	15.3	9.2	6.6	86.3	73.9	67.7	40.7	14.6
アヤスギ	17.5	18.4	9.3	6.4	1.9	65.3	68.7	34.7	23.9	7.1
ウラセバル	20.9	16.8	10.3	6.0	1.5	58.1	46.7	28.6	16.7	7.2
タノアカ	18.0	13.9	8.2	3.4	0	57.1	42.6	25.1	10.4	0
ホンスギ	18.5	16.6	8.8	3.3	1.4	100.5	90.2	47.8	17.9	7.6
メアサ	18.6	17.7	16.4	14.2	12.5	91.6	87.2	80.8	70.0	61.6
ヤブクグリ	16.5	11.3	6.9	2.6	0	46.6	31.9	19.5	5.6	0

品種＼実比区分＼軸種	3幹3主—1主1側枝 実長（cm） 4	3	2	1	比数（%） 4	3	2	1	備考 幹長（cm）
オビアカ	7.7	6.9	5.2	3.1	46.8	41.6	31.5	18.7	40.4
アオスギ	12.0	11.4	9.1	4.7	61.4	58.2	47.8	23.6	22.6
アヤスギ	11.4	12.0	8.9	4.5	65.0	63.3	50.9	25.7	26.8
ウラセバル	10.5	10.7	8.8	3.6	50.0	51.3	38.6	17.2	36.0
タノアカ	5.8	6.4	3.9	2.6	32.3	35.6	29.7	16.4	32.6
ホンスギ	13.9	11.2	8.0	5.2	59.0	60.4	43.3	28.0	18.4
メアサ	12.3	12.0	10.8	5.0	66.0	64.7	55.0	27.0	20.3
ヤブクグリ	6.2	5.6	4.2	2.5	37.4	33.9	25.6	15.3	35.4

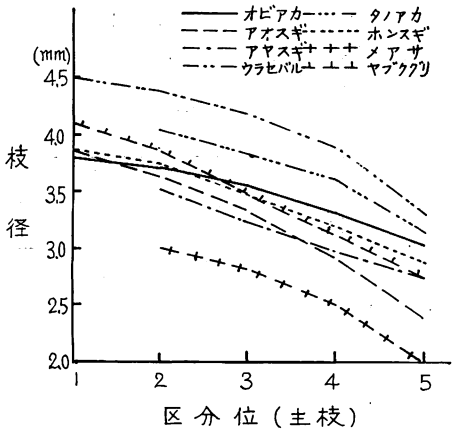
つぎに，そのときの関係を品種別にみればタノアカ，オビアカ，ヤブクグリが大きくて，ウラセバル，ホンスギ，アヤスギがつづき，アオスギ，メアサが小さい結果を示した。これらも品種間の特性，ことに早晩，伏条性を示すものとみられよう。これらの関係を明らかにするには同品種（同クローン）の高齢木の結果とをあわせてみる必要がある。そこで，上記の結果と次項壮齢木の形態とをあわせてみればそれらの関係を知ることができる。

主枝の発達状態はその枝の分岐側枝をあわせてみることによって一層明らかにすることができるので，各主枝についてそれらをみたところ，各側枝ともに似た傾向を認めた。いま，そのなかで最もすぐれた支配的な枝を標準主枝としてその枝の形態の調査結果を示せ



第52図　3幹3主—2主—1主枝の形態（標準枝）

Fig. 52　Shape of 3s.3m.-2m.-1m.-branch.

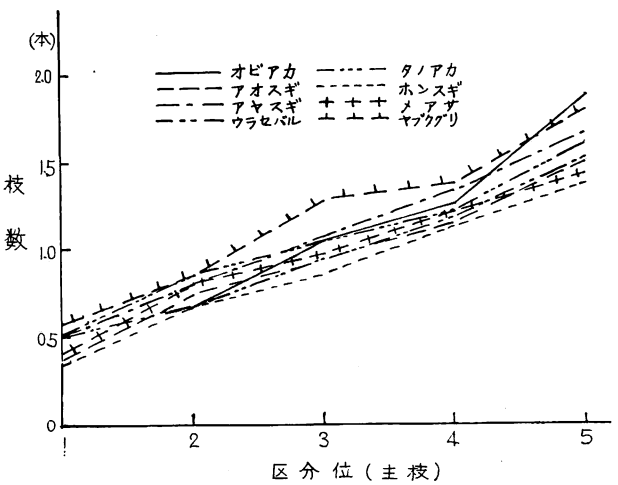


第53図　3幹3主—2主—1主1側枝の比較枝の枝径の主枝軸区分位別変化

Fig. 53　Diameter of 3s. 3m.-2 m.-1 m. 1 sub.-comparative branch at each sectional part of main branch axis.

ば第52図のとおりで，平均枝長，区分位間の漸減勾配ともに同年次の主幹系列の主枝のものと似ているが，この枝では最大枝長がやや短くて，その枝が区分位の上位に移動しているのを認めた。そして，この傾向は品種間ではホンスギ，ウラセバル，オビアカが最も強い結果を示している。これはその後の枝の発達状態を示していて，その傾向の強いものほど枝細で落枝性に富む性質を示すものとみることができる。

つぎに同枝の枝径をみれば第53図のとおりで，ウラセバル，タノアカが大きくてメアサ，アオスギ，アヤスギが小さく，その他のものが中間を示した。同様にして同側枝の枝数を比較すれば第54図に示すとおりで，ホンスギ，アオスギ，メアサが少なくて，ヤブクグリ，アヤスギが多く，その他は中間を認めた。



第54図　3幹3主—2主—1主1側枝の比較枝の枝数の主枝軸区分位別変化

Fig. 54　Number of 3 s. 3 m.-2 m.-1 m. 1 sub. comparative branch at each sectional part of main branch axis.

e．3幹3主—2主2側—1側枝

3幹3主—2主2側—1側枝長を2主枝系列の区分位別に平均値を求めて比較すれば第37表左側のとおりで，オビアカ，ホンスギが頂部，その他のものがその直下部で最大を示して，その最大値から最小値への漸減状態はタノアカが大きく，オビアカ，アヤスギ，ウラセバル，ヤブクグリがつづき，メアサ，ホンスギ，アオスギが最も小さい傾向を認めた。この傾向は2側枝の2主枝系列の変化と逆の関係を示し，2主枝の2主幹系列別の変化とは似た傾向を示しているので，この部分を用いても頂部優勢性の強弱を判定することができることを知ることができて，各品種間の特徴を知ることができよう。つぎにまた，この部分の側枝を用いて主幹系列の区分位別に変化を見れば第37表右側に示すとおりで，タノアカ，オビア

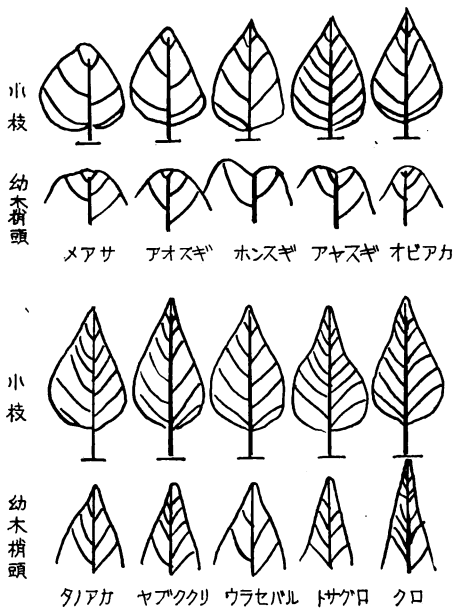
第37表　3幹3主—2主2側—1側枝，同側$_2$枝長の区分位別変化

Table 37. Length of 3s. 3m.-2m. 2sub.-1sub.-branch in each sectional part of stem and sub branch axis.

品種	軸種 区分 実比	3幹3主—2主2側—1側枝 5	4	3	2	1	同，側$_2$枝 3	4	5
オビアカ	実長(cm)	12.4	10.4	7.2	2.6	0	3.7	2.3	0.9
	比数（%）	50.4	40.3	36.5	20.3		29.5	20.0	7.3
	$y=14.8226e^{\frac{-0.11971}{x}}+0.08273x$								
アオスギ	実長(cm)	6.5	7.5	6.8	4.6	1.3	3.2	2.2	0.9
	比数（%）	25.7	34.4	38.8	37.1	12.1	42.6	29.3	11.2
	$y=29.532e^{\frac{-0.64328}{x}}+0.0964x$								
アヤスギ	実長(cm)	6.7	8.2	6.5	3.6	0.6	3.0	1.9	0.7
	比数（%）	29.1	43.9	43.0	33.6	6.1	36.4	23.1	8.5
	$y=21.5076e^{\frac{-0.40034}{x}}+0.13481x$								
ウラセバル	実長(cm)	6.0	7.0	5.2	2.3	0.2	2.2	1.1	0.5
	比数（%）	21.0	23.3	23.3	18.3	3.0	28.2	15.1	7.2
	$y=10.1286e^{\frac{-1.2702}{x}}-0.18834x$								
タノアカ	実長(cm)	8.0	12.0	6.0	1.7	0	4.2	2.2	0.8
	比数（%）	32.7	71.0	58.8	25.6		35.0	18.0	6.5
	$y=36.5893e^{\frac{-0.675244}{x}}-0.04352x+0.03742x^2$								
ホンスギ	実長(cm)	8.2	6.9	3.3	0.6	0	2.7	1.8	0.5
	比数（%）	37.8	34.2	17.3	3.9		32.9	20.0	6.0
	$y=51.5850e^{\frac{-0.29266}{x}}+0.16635x$								
メアサ	実長(cm)	7.3	8.0	7.2	5.0	1.3	3.6	2.0	1.0
	比数（%）	32.6	40.4	44.2	32.9	8.8	44.9	32.5	12.4
	$y=36.4670e^{\frac{-0.6844}{x}}+0.10366x$								
ヤブクグリ	実長(cm)	6.0	6.6	4.2	2.0	0.7	2.5	1.6	0.5
	比数（%）	24.2	35.3	31.1	19.2	9.2	38.1	24.4	7.0
	$y=29.4273e^{\frac{-0.07067}{x}}-0.43950x$								

カが大きくて，ヤブクグリ，ウラセバル，アヤスギがつづき，ホンスギ，メアサ，アオスギが小さい結果を示した。この1側枝はいずれも成長開始の初期からのものであり，しかも同側枝系列の初年目のものであるので，主枝を用いて頂部優勢性を比較するにはすぐれた部分とすることができよう。

以上で幼齢木の樹形を構成する各器官の形態を明らかにしたが，この幼齢木の樹形の表示方法には年界別に区分するのと，さらにその中を数区分して表示する方法，樹高または樹冠長を樹齢区分するか，または任意数に等区分して表示する方法などがあるが，この研究では植栽後2年目から，各樹齢界内を5等分して各区分位ごとの発達状態を調査したので，前者によるものとされて，その各器官の結果を連結してみれば前述の方法によってえた樹形の結果となる。そこで，その結果による樹形を求めて，それらを模式化して示せば第74図のとおりである。この形態と最も類似の形態が1年生主枝では1幹1主枝，2幹2主



第55図　スギの小枝条，幼齢木の梢頭の形
Fig. 55　Shapes of the top of small branches and young trees of Sugi.

—1主枝，3幹3主—2主—1主枝でみられたので，それらがその枝の中の最もまさる枝とされる。側枝では上記の各主枝に着生する最もすぐれたものが最もまさるとされる。小枝の形態はそれらをあわせたものである，またこれを示せば第55図（写真 17参照）のとおりである。またその梢頭の1幹1主枝の形態も同図中に示すとおりであるので，この部分によっても品種間の識別を可能とすることができる。

つぎにスギのように着葉年限の長い植物では生葉着生期間，少なくとも前後3年間の年次別盛衰の状態を各年次枝の次数と区分位別にみることが重要である。そして，そのためには3年生以上の連続した主枝が必要である。この種の枝を求めるには3幹中央から4幹上部までの間に着生している主枝のうち最もよく発達している主枝を用いてその主枝と，それまでの主軸の形態をみたのであるが，それらの結果は既述のとおりであって，それらによって枝形と樹形との関係を明確

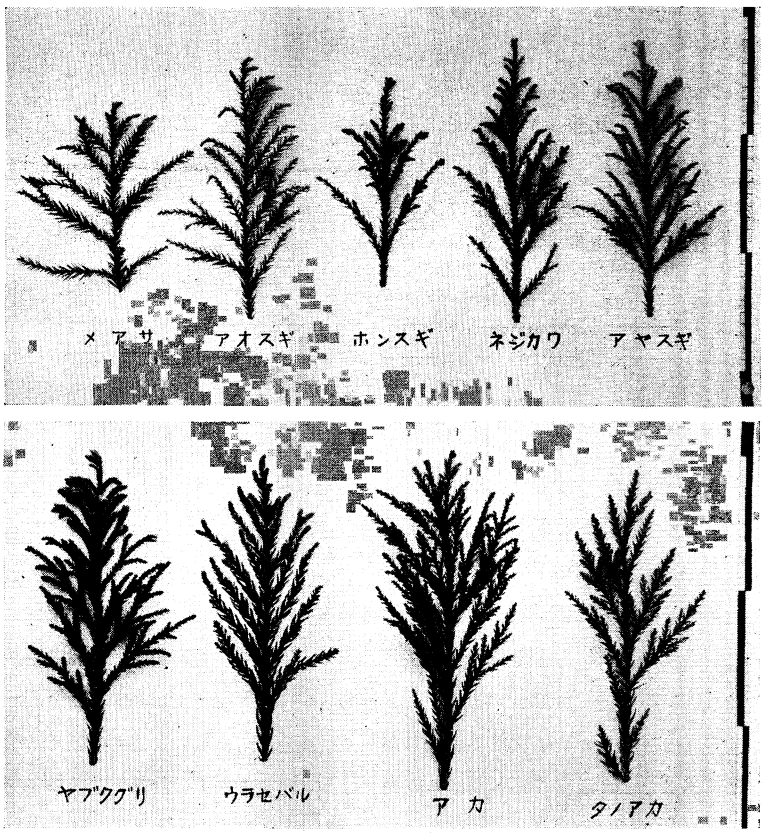


写真17．小枝条の形態
Photo. 17　Shape of young branch on some varieties of "Sugi".

にすることができる。つぎに主枝の中からその樹形と主枝の形態を最もよく表わしている側枝についてみたときも，ほぼ同様の関係が存在することを認めた。枝が幹の性質を失って葉の性質を強く表わすのは分岐枝の少ない側枝以上の枝が支配的となったときであって，それらは挿付後4年以上のものでなければ現われないので，それらの樹齢が必要なことがわかる。すなわち，各品種が個体の形態を表わすにいたる最低の年齢は植栽後3年目ということとなる。そして，その個体の分岐習性，枝性，頂部優勢性，早晩性などは，上記のところをもって比較することであるが，この樹形は樹齢を加えるにしたがって徐々に変化するので，この枝を用いての品種間の類別はこの時代のものと，その後のものとをあわせてみることであって，このことからつぎに壮齢木の枝の形態でみることとした。

C．壮齢木の枝の形態

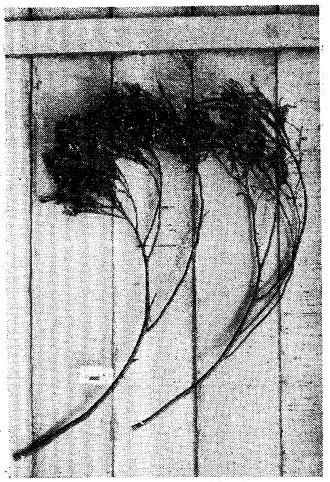
壮齢木の枝の形態は幼時の形質のほかに，その後の後成遺伝形質と，環境条件とによって表現されているのできわめて複雑であり，その表示方法はむずかしいので，それらを具体的に表示して品種識別に用いることは一層むずかしいことであるが，枝の表示方法と採取位置とを十分に吟味して，その条件をそろえたときの各品種の基準の形態を知り，そして，その形態の発現過程を理解すればその比較が可能となるので，まず幼齢木の親木の矢岳，小石原国有林の成林木の標準主枝を用いて，その枝の形態の観察を行なって，両者の間の関係を明らかにすることとした。つぎに各品種間の樹形の相違を知るには，その構成骨格である主幹主枝の発達状態を知ることであって，それには種々の個体の主幹主枝を年次と枝次数別に解析的に見ることであろう。そしてその値の価値を高めるには，多数の調査資料を用いて林齢別に発達過程を知ることが重要であるので，本研究では成長量調査の各標準木について，樹冠を構成する各主枝の枝数，枝長，枝角，枝曲り，緑枝長などを調査し，さらにその分岐習性をみるときにはその枝のなかの最もすぐれた枝を用いて，幼齢木のときと同様の方法で詳しい枝の形態調査を行なうこととした。

枝角は，主幹と主枝の分岐基部の枝軸とがなす角を分岐基角，主幹と分岐枝の基部と枝梢とがなす角を枝梢角，主枝の分岐基部と枝の中央部とがなす角を中位角，枝元とその枝の最大弯曲部とがなす角を弯曲角などに分けられる。枝梢角は梢頭の位置の移動によって成長運動の状態を知る特徴があるが，その枝が強く複雑に曲がっているときには枝角を表示することができない欠点もあるので，そのときには分岐基角，弯曲角，中位角などをあわせて観ることが好ましい。このことから，本研究ではそのような種類を目的に応じて使いわけをすることとした。

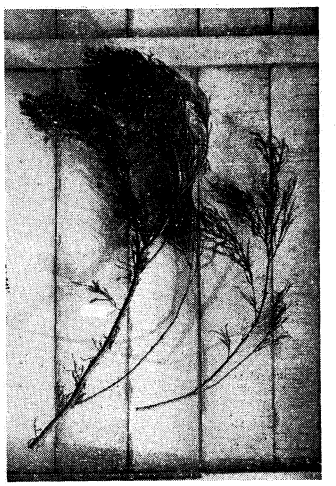
さらにまた，枝の形態は垂直，水平の両面から見ることが重要であり，ことに後者は屈地，屈光性などに基づく弯曲状態を示しているのでその両面からみた。

1．標準主枝の成長過程

人吉営林署矢岳国有林のスギの品種見本林から中庸の生育状態を示しているものを各品種数本ずつ選び，その各木から力枝付近の支配的な枝数本を採取して，その枝の伸長量を年界区分によっ求め，2年括約にて表わせばほぼ樹高成長の過程と似ていて，このときもまた，樹高成長曲線のときと同様の式で表わすことができるものと考えられるので，その式をもちいてみたところ第38表中に示すとおりである(写真18参照)。このことから，枝体内の物質生成の過程は幹のときとほぼ似ていて，それは品種によっても相違があることを知ることができよう。つぎにいま，この成長過程を品種別にみれば，オビアカがはじめに早くて，のち急に劣り，ヤブクグリ，ウラセバル，メアサ，タノアカが初めにかなりよく伸びて，のちにやや劣り，アオスギはオビアカに似るが全般的にやや劣り，アヤスギ，ホンスギが全区間にわたって徐々



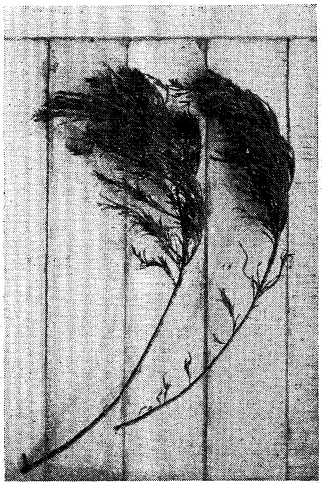
オビアカ



アオスギ



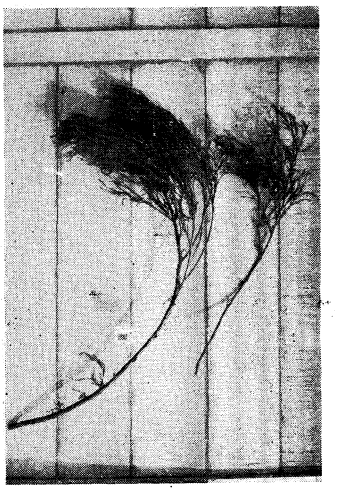
アヤスギ



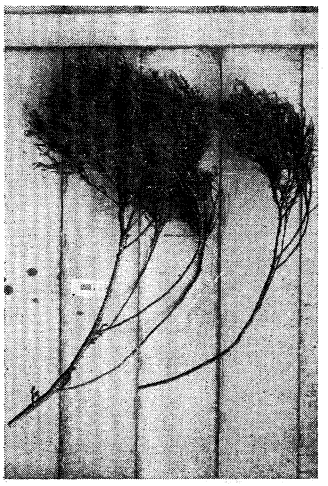
ウラセバル



ハングロ



メアサ



ヤブクグリ

写真18. 中齢木の力枝の形態

Photo. 18　Shape of main branch on mature tree.

第38表　スギの主枝長の年次別成長過程（長さ cm）
Table 38. Length growth of main branch by age of Sugi.

品種＼年齢	2	4	6	8	10	12	14	16
オビアカ	13.3	49.7	77.2	96.3	109.9	120.0	127.8	134.0
アオスギ	6.9	36.7	64.0	84.4	99.7	111.3	122.9	127.5
アヤスギ	12.7	42.1	64.4	80.8	94.3	105.6	115.7	124.9
ウラセバル	5.9	37.6	69.8	95.1	114.5	129.6	141.5	151.2
タノアカ	13.6	51.8	82.6	106.2	125.4	141.2	150.5	168.6
メアサ	8.6	38.8	65.5	86.5	103.5	118.0	129.0	142.3
ヤブクグリ	11.7	43.1	70.1	89.9	106.0	119.0	131.6	142.7

備考：オビアカ $y=14.1e^{\frac{-2.270762}{x}}$　　タノアカ $y=13.5e^{\frac{-2.249076}{x}-0.014863x}$

アオスギ $y=28.3e^{\frac{-2.29163}{x}+0.0005746x}$　　メアサ $y=19.8e^{\frac{-2.201984}{x}-0.013930x}$

アヤスギ $y=10.3e^{\frac{-2.099893}{x}-0.015417x}$　　ヤブクグリ $y=13.3e^{\frac{-2.175210}{x}-0.014940x}$

ウラセバル $y=41.1e^{\frac{-2.381332}{x}}$

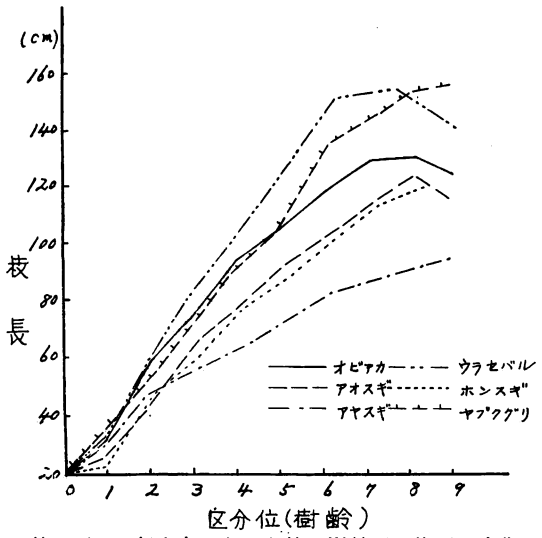
で持続性の高い結果を示している。これらと第3編において求めている樹高成長量とを比較対照すればやや異なるが，それは各品種の枝性の差によるためとされよう。この関係を明らかにするには，その原動力となる葉の生理的性質，ことに耐陰，耐乾性，または成長生理の面から考察することが重要であって，ことに主枝以下においては，すでに明らかにした構成器官の各要素別結果をあわせてみることが重要である。そこで，この研究においても壮齢木時代の各器官の構成要素を見ることが必要と考えたので，つぎに樹齢別枝の形態としてみることとした。

2．要素別枝の形態

主幹主枝の発達過程を知るには，樹幹解析木のそれを着生位置および年次別に平均値を求めて比較するか，あるいはまた，固定調査木を毎年測定してその成長過程を知ることであるが，この研究においては前者，すなわち林分成長量調査標準地の標準木の枝長，緑枝長（葉つきの長さ），枝角，枝径，枝数を測定して5年ごとに平均値を求めてその比較を行なった。このときの枝長は基部から梢頭までの実長，緑枝長（葉つきの長さ）は枝の主幹枝の梢頭から最下端の緑枝の第1側枝の分岐基部までの距離，枝角は主枝の分岐基角，枝径は主枝の分岐基部の実数，枝数は年平均樹高成長量あたりの枝数，またはその単位長あたり枝数で表示した。同齢木の枝数の比較には樹高を種々の等区分した区分あたりの表示方法があるが，本研究のように異齢のもののときには樹齢等区分して比較するのが好ましいと考えて，その方法によって比較した。

a．枝の長さ

林齢10年のものの主幹枝の枝長の変化を樹齢等区分位別にみれば第56図のとおりで，ウラセバル，ヤブクグリ，オビアカが大きくて，ホンスギ，アヤスギが小さく，アオスギ，メアサが中位を示した（メアサは数が少なくてアオスギと似ていたので，以降アオスギとあわせてみることとした）。つぎに最大枝長の出現位置をみれば，ウラセバルが梢頭から6年区分位のところで最も高くて，オビアカ，ヤブクグリ（7.9年）がつづき，メアサ，アオスギが（8.0年）やや低く，ホンスギ，アヤスギ（9.0年）が最も低

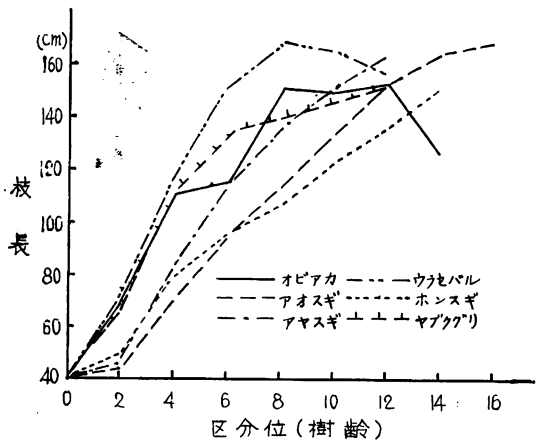


第56図　10年生木の主幹主枝の樹齢区分位別の変化
Fig. 56　Length of main branch at each sectional height of stem axis on 10 years old trees.

い。この幼齢時のうっ閉前の主枝の伸長は幹の成長と高い相関があるので，その枝の区分位別伸長量はその主枝の年次別成長量を示していて，その位置別変化が大きいものはその適応の幅がせまくて，小さいものがその適応の幅が広いものとされる。オビアカ，ウラセバルが幼時枝長が長くて，しかもその伸長量が後に急に減退するのは早生のためとされ，ヤブクグリ，ホンスギ，アヤスギがつづき，メアサ，アオスギは初めから徐々で，後の減退状態も少ないのは適応性が強くて晩生形のものとされよう。

枝長の樹齢別変化を，側面から見れば樹冠の横断面の形態を示すものとされるので，この考えをもって幼，壮齢時代の外縁形を比較すれば，幼齢時代にはアオスギ，メアサが広円形で，ホンスギ，アヤスギ，オビアカ，ヤブクグリが順に梢殺形が強いことを知る。このことから，この形態は品種の特性を示して識別の1拠点とすることができる。この主枝中から主幹の形態を最もよく表わす枝をうるには最もよく発達している枝を用いることであって，その枝について幼齢木の枝の形態と同じ要領で調査を行なえば同似の結果をえられることを知ることができる。

つぎに林齢20年生木の主枝の長さを品種別に比較すれば第57図のとおりで，ウラセバル，アオスギが大きくて，アヤスギ，オビアカがつづき，ヤブクグリ，ホンスギが小さい結果を示した。この最大枝長の現われる位置を樹齢区分別に比較すればアオスギが低くて，ホンスギがつづき，アヤスギ，ヤブクグリがさらにそれらにつづき，ウラセバル，オビアカが最も高い。このウラセバル，オビアカの最長枝の位置の移動が早いのは両種が早生種で枝の成長が早いために枝の交錯が早くて，その交錯枝以下の枝の成長を阻止するのと，未交錯部分の枝の成長を促しているためとされる。つぎにホンスギ，アオスギ，メアサ，アヤスギが最下位で最長を示して10年生木と似た形を示しているのは，それらの各種の成長が遅いのと耐陰性の大きいためとされる。これらの性質は緑枝長の比較で一層明らかにすることができるので，その結果をあわせてみることとした。

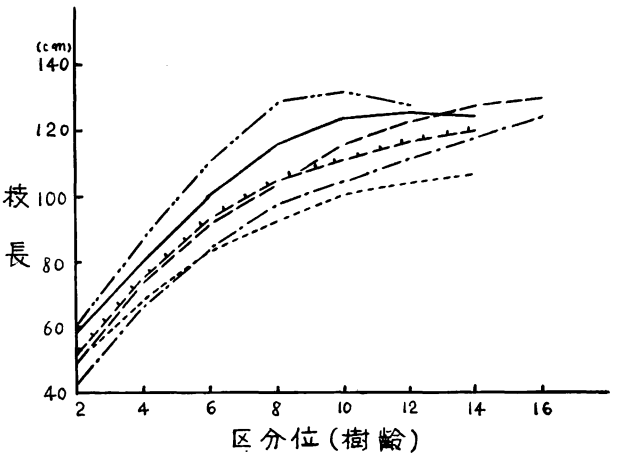


第57図　20年生木の主幹主枝長の樹齢区分位別変化
Fig. 57　Length of main branch at each sectional height of stem axis on 20 years old trees.

つぎに林齢35年生を中心としたものの主

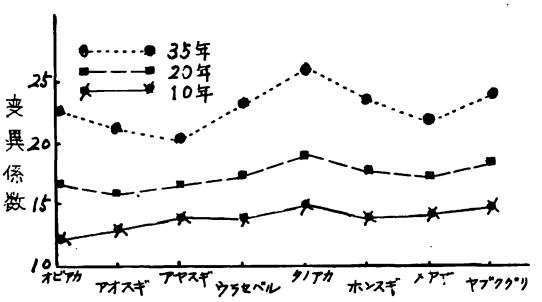
枝長の平均値を求めて比較すれば第58図のとおりで，20年生木のときとほぼ同似の結果を示した。その理由は成長条件が似ているためとされよう。

成長が不ぞろいの小枝は大枝の被圧をうけて成長を停止してのちには枯死脱落するが，大枝は一層勢力をえて大径の長枝となり落枝が困難となる。これらの傾向を明らかにするには枝径とその変異をみることが重要であるので，樹幹解析木に2～3の造林木を用いての最大枝長付近の平均枝長の変異係数を10と15年に括約してその比較をみれば第59図のとおりで，樹齢が高まるにしたがって増大する傾向を認めて，その品種間の差は10年生時代ではあまり明らかではないが，タノアカ，ヤブクグリが大きくて，アヤスギがつづき，メアサ，アオスギ，オビアカが小さい傾向を認めた。



第58図　35年生木の主幹主枝長の樹齢区分位別変化
（凡例は前に同じ）

Fig. 58　Length of main branches at each sectional height of stem axis on 35 years old trees.



第59図　樹齢別枝長の変異係数の比較

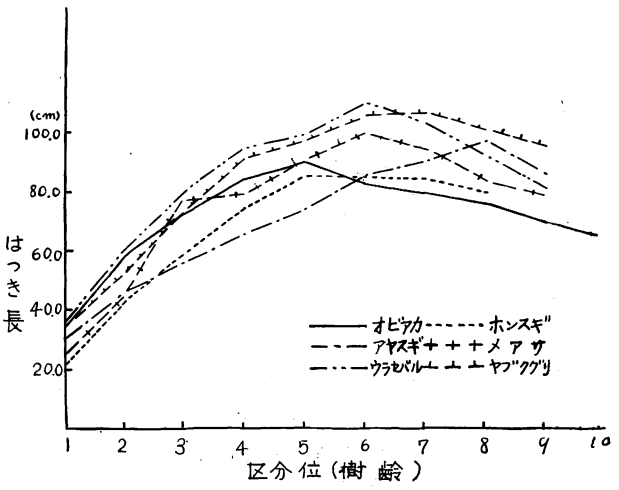
Fig. 59　Variability of branch length at each age class.

つぎに，樹齢階20年時代の結果をみれば樹齢10年のときよりもやや大きくて，各品種間には10年のものとほぼ同似の傾向を認めた。さらに樹齢35年生の結果をみれば樹齢20年生時代よりも大きくて，品種別にはタノアカ，ウラセバル，ヤブクグリが大きく，ホンスギ，オビアカがつづき，アヤスギ，アオスギ，メアサは小さい傾向を認めた。オビアカ，タノアカ，ことにオビアカが落枝の容易な理由は，その品種が枝性の発達が強いことにもよるが，一面耐陰性の弱さにもよるものとされよう。また，アヤスギ，メアサ，アオスギがそろってよく発達しているのは，それらの枝はやや細いが，木化が進んでいて伸長にも持続性があり，枝の分岐基部がよく発達していて，落葉落枝の機構が発達しにくいためとされよう。

b．緑枝長（葉つきの長さ）

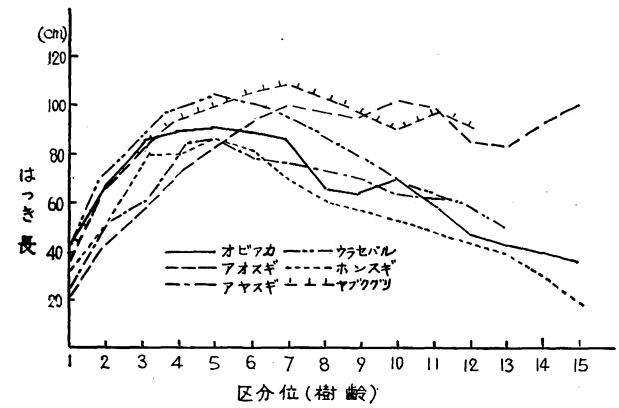
枝の伸長の不ぞろいの原因は枝の分岐基部の形態をはじめ枝の種々の性質に基づくものとされ，なかでも緑枝長に関係があるとされるので，つぎにその発達状態をみた。

まず，樹齢階10年生の主枝の緑枝長をその幹の樹齢区分位別に比較すれば第60図のとおりで，ウラセバル，ヤブクグリ，アオスギ，メアサが大きく，オビアカがつづき，ホンスギ，アヤスギが小さくて枝の成長量とほぼ正の関係を認めた。つぎにその最大緑枝長の現われる年齢を品種別にみればオビアカが早くて，ウラセバル，アオスギ，メアサがつづき，ホンスギ，アヤスギが遅い。いま，この順位と既述の生葉



第60図　10年生木の主幹主枝のはつきの長さの樹幹区分位（樹齢）別変化

Fig. 60　Length of branches covered with needles of main branch of 10 years old tree at each sectional height of stem.



第61図　20年生木の主幹主枝のはつきの長さの樹幹区分位（樹齢）別変化

Fig. 61　Length of branches covered with needles of main branch of 20 years old tree at each sectional height of stem axis.

着生年限とを比較すれば両者の間にかなりの高い相関があることを認める。この理由は生葉着生年限のところで明らかにしたとおりであって，このことからもオビアカ，ウラセバルが早生で，ヤブクグリ，アオスギ，メアサがつづき，アヤスギ，ホンスギが晩生であることを理解することができよう。

つぎに，樹齢階20年生の主枝の緑枝長をその幹の樹齢区分位別に求めて比較すれば第61図のとおりで，オビアカ，ウラセバル，ホンスギはほぼ4～5年で最大に達し，その後は強く衰え，アオスギ，ヤブクグリは7年で最大に達して以後はわずかに徐々に衰えるのを認めた。この傾向は樹齢階10年生のものとやや違うが，それは後者がうっ閉したために枝梢が交錯して，光，養水分の条件が不良となって着葉期間が短くなっているためと考察する。

枝の発達は針葉の同化能力に支配されて，その能力のすぐれているものほど軸の各細胞がよく発達していて，その能力の劣るものほど劣り，ついには細胞の木質化が強く衰えて年輪を欠くようになる。その初期の過程は潜芽として認められて，のちに梢端の針葉が漸次枯死してしだいに枝勢を弱める。そしてその度合が強くなると，枝の分岐基部に離層組織を発達させて漸次枯死して落枝するようになる。このようなことから緑枝長は主幹枝の盛衰の状態を表わしていると見ることができる。

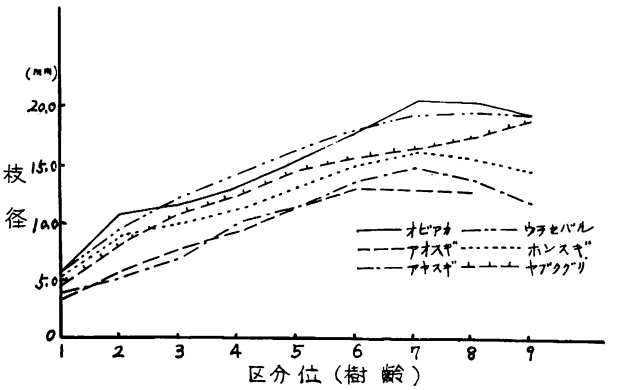
つぎにまた，齢階35年のときをみれば20年時代のときとほぼ似た結果を認めたので図示を省略したが，ただこのときの方がその現われる位置がやや上位に移動しているのを認めた。これは樹齢が高まるにしたがって樹高成長量が減少し，それにしたがって最大枝長が上位に移動するという性質の結果にもよるものと考察する。

以上で各時代の最大緑枝長の変化が明らかとなったが，それらが樹齢が古くなるにしたがって漸次小となる状態を品種別に比較すれば，オビアカ，ホンスギが最も強くて，アヤスギ，ヤブクグリがつづき，ア

オスギが最も弱い結果を示した。この理由についてみれば，影山[49]は林冠内に射入する光量を放物線で表わし，筆者は樹冠からの投入量も，葉からその内部への透過量も Lambert Beer の式で表示されるとみているが，いずれにしてもその量は各品種の着葉密度，年限，着生方向，分岐習性，葉の形態と構造などに左右され，オビアカ，ホンスギが強いのはそれらがよく発達していて樹冠層も厚いためとされ，アヤスギ，ヤブクグリがつづき，アオスギが弱いのはそれらの発達がおくれていて樹冠の層もうすいためとされよう。

c．枝の直径

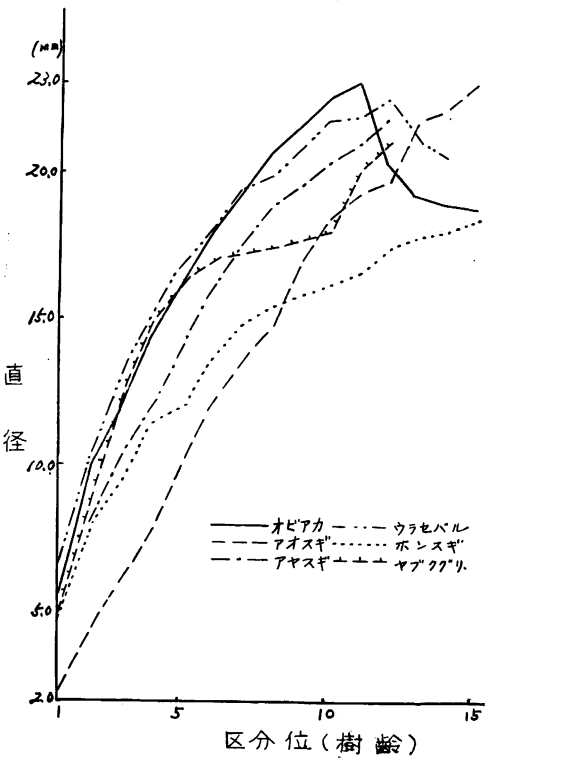
枝の大きさは翌年の枝の発達に直結していて落枝性に関係があり，樹形，成長量，材質などにも影響するので，これらも主幹長を樹齢に等区分した区分位別に平均値を求めて，10，20，35の各齢階別に比較したが，まず樹齢10年生時代の結果を示せば第62図のとおりで，オビアカ，ウラセバル，ヤブクグリが大きくホンスギ，アヤスギ，メアサ，アオスギが小さい結果を示した。



第62図　10年生木の主幹主枝の直径の樹幹区分位別変化

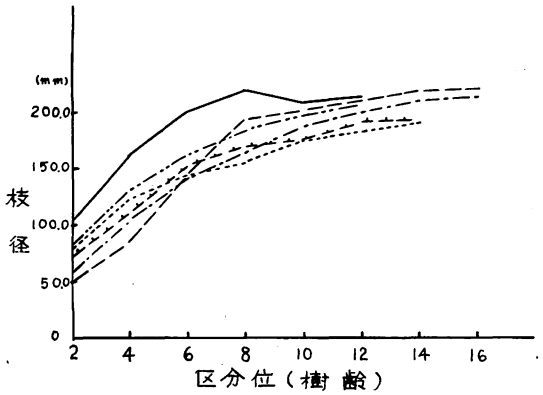
Fig. 62　Diameter of main branches at each sectional height of stem in 10 years old trees.

つぎに樹齢階20年生の枝の大きさをみれば，第63図に示すとおりで，アオスギ，ホンスギのほかは12～3年のところが最大を示して，その後は漸次小となるを示した。そしてこの漸小状態はうっ閉によるためであって，アオスギ，ホンスギがその他のものに対してあまり強い減少状態を認めないのは，この両種が成長がおそくて抵抗力も強いためとされよう。つぎに齢階35年生の結果をみれば第64図のとおりで，齢階20年生のときのものよりも短くて，より樹冠の完満な形態を認めた。このときもまた最大樹冠径の位置を品種別に求めてみれば，オビアカ（8年）が短くて，ヤブクグリ，ウラセバル（12年）がつづき，アヤスギ，ホンスギ，メアサ（アオスギ）（14年）



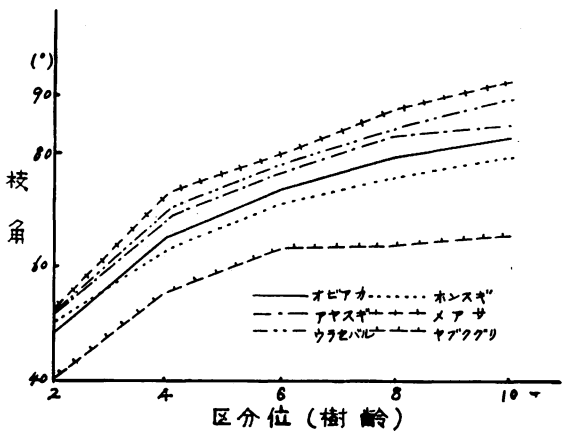
第63図　20年生木の主幹主枝の枝径の主幹樹齢区分位別変化

Fig 63.　Diameter of main branches at each sectional height of stem axis in 20 years old trees.



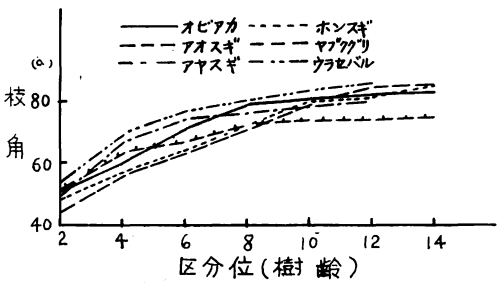
第64図　壮齢木（35年）の主幹主枝の枝径の主幹樹齢区分位別の変化（凡例は前に同じ）

Fig. 64　Diameter of main branches at each sectional height of stem axis in mature trees(35 years old).



第65図　10年生木の主幹主枝の枝角の主幹樹齢区分位別変化

Fig. 65　Angle of main branches at each sectional height of stem axis in 10 years old tree.



第66図　20年生木の主幹主枝の枝角の主幹樹齢区分位別変化

Fig. 66　Angle of main branches at each sectional height of stem axis in 20 years old tree.

が最も大きい結果を示しているが，これもまた早生のものが早くて晩生のものが遅い傾向を認めているので，うっ閉と各品種間の枝性の相違によるものとすることができよう。

d．枝の角度

主枝の分岐基角を樹齢で等区分し，その区分位ごとに平均値を求めて10，20，35年の樹齢階ごとに比較したが，まず，齢階10年時代の結果を示せば第65図のとおりで，最下位のものが最大を認めた。つぎに，それを品種別に比較すればホンスギが最も大きくて（96°），ウラセバル，アヤスギ，オビアカ，ホンスギがつづき，ヤブクグリが小さい。また，最大枝角に達する樹齢を比較すればオビアカが最も早く，ウラセバル，アオスギがつづき，ヤブクグリ，アヤスギ，ホンスギが最も遅い。枝角が枝齢を経るにしたがって増大する傾向は，枝葉の荷重，屈地，向日性などに基づく刺激量によるものであって，幹枝の組成，ことに通導組織の差異によっても変化を行なうものとされる。このことからこれらがまえに示した結果をもたらしたものと考察されよう。

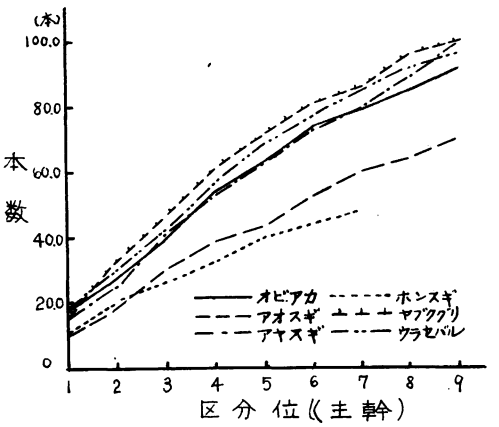
主枝の分岐基角の品種間の相違は，幼齢木時代に最もよくあらわずとされるが，中齢木の形態は，その後の遺伝性質に基づく形態をも表わしているので，それらの性質を知るには中齢時代のものを分岐基角，中位，または弯曲角によって比較することである。このことから各種の枝角を用いて比較したが，伏条性と枝の弯曲性をあらわす弯曲角とが最も大きな差異を認めたので，その結果を示せば第66図のとおりでウラセバルが最も大きく，

アオスギ，ホンスギ，オビアカ，アヤスギなどがつづき，ヤブクグリが最も小さい結果を認めた。これらの結果からも条件をそろえてみた枝角は，類別拠点として価値があることがわかる。

e．枝数と落枝性

枝数は幹長を樹齢で等区分した区分位別，樹冠長を等区分した区分位別，単位長あたり本数などの種々の比較方法があるが，本研究では初めの方法の，しかも梢頭を基礎とした累加本数によって比較した。まず樹齢階10年生のときの結果をみれば第67図のとおりで，各品種ともに漸増するが品種間に差異を認めてヤブクグリが最も強く，ウラセバル，アヤスギ，オビアカがつづき，アオスギ（メアサ），ホンスギが順に弱い上昇の状態を示した。

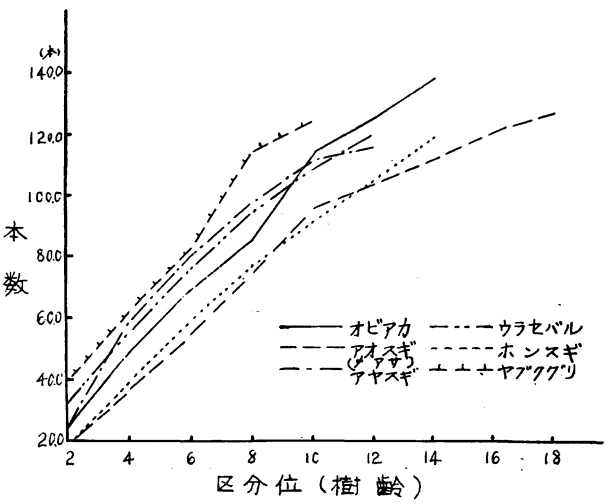
つぎに同様の方法を用いて樹齢20年生代の結果をみれば第68図のとおりで，ヤブクグリ，ウラセバルが最も大きくてアヤスギ，オビアカがつづき，アオスギ，ホンスギがやや小さい結果を示して樹齢10年生代のときとほぼ同似の傾向を認めた。つぎにまた，樹齢35年生代の結果を比較すれば第69図のとおりで，これも主枝の交錯のおこらない梢頭のところでは前と同似の傾向を認めた。以上の結果からヤブクグリが多くて，ウラセバル，アヤスギ，オビアカがつづき，アオスギ，ホンスギが少ないのは各品種の性質の相違と認めることができよう。



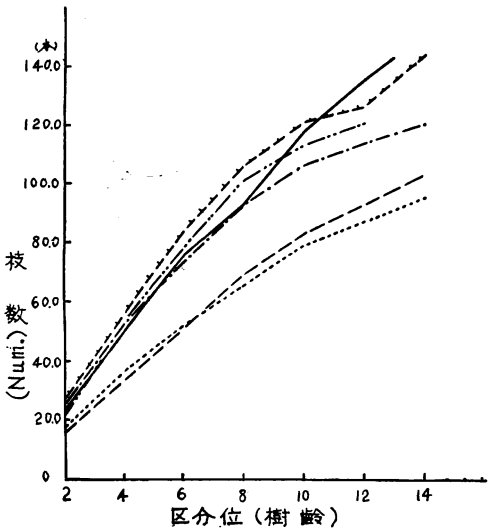
第67図　10年生木の主枝数の主幹樹齢区分位加別累本数
Fig. 67　Accumulative number of main branches at each sectional height of stem on 10 years old tree.

区分位の低い樹冠下部の本数は落枝の難易を示すものと認められるので，それを比較すればオビアカが最も多くて，ヤブクグリ，ウラセバル，アヤスギがつづき，その他のものが小さいが，このオビアカが多いのは立木密度が疎なためであって，その他のものは品種の特性によるためとされよう。

主幹主枝の区分位別枝数が10，20，35年と樹齢代の進むにしたがって現わす変化をみれば，齢階が高まるにしたがって本数が減少するのを認め，その傾向はオビアカ，タノアカ，ウラセバルが強く，ヤブクグリがつづき，ホンスギ，アヤスギ，メアサ，アオスギが弱い結果を認め



第68図　20年生木の主幹主枝数の主幹樹齢区分位別累加本数
Fig. 68　Summation number of main branch in each sectional height of age axis on 20 years old trees.



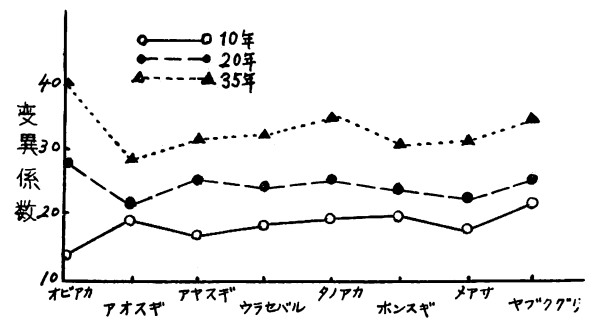
第69図　35年生木の主幹主枝数の主軸樹幹区分位別累加本数

Fig. 69　Summation numbers of main branch at each sectional height of age axis on 35 years old trees.

た。この理由も，各品種間の落枝性によるものであって，ヤブクグリ，ウラセバル，オビアカは幼齢時代には頂部優勢性が強いが，壮齢時代には劣り，ホンスギ，アヤスギ，アオスギ，メアサは幼，壮齢時代ともに弱いが持続性があるために壮齢時代では後の品種がまさるとされよう。

落枝性と頂部優勢性とはかなり強い表裏の関係を示すが，それはつねに落枝性と一致した関係を示すものとは限らない。それは，落枝性が枯死から落枝までの過程を含んでいるからとされる。この落枝性は分岐習性と同様に体制維持の上からもみるべきであって，その起こりは幹と枝との縦軸成長量の相違に基づいているものとみられる。主軸の靱皮部の内側に木部組織層がつくられると，それにしたがって枝の基部がその木部の中に埋もれていき，木部の新層は枝を越えて生きていくので形成層はその幹軸が増大するにしたがって枝の基部から外側に移動していく。その移動は枝の基部の肥大成長と幹の形成層の発達状態とによってきまるので，このことから品種間に差異があることが考えられる。

このような考えをもって品種間の差異を見れば，ホンスギ，アヤスギは枝の基部の肥大成長が幹の肥大成長より大きくて（a），ヤブクグリ，タノアカ，メアサ，アオスギなどは両者が平行しており（b），オビアカ，ウラセバルは後者が前者に勝る（c）を示す。そしてこの（a）のときは枝の分岐基部が強く隆起して高く，つぎの（b）のときには平滑で，（c）はさらに平滑であってやや埋没しており落枝が容易なことを認める。



第70図　品種別枝数の変異係数

Fig. 70　Coefficients of variability on numbers of branch at some varieties of Sugi.

スギの樹冠は多くの主枝によって構成されていて，その各主枝の発達状態はそれを構成する各側枝に左右されているが，それは各主枝相互間の関係に帰せられるので，主枝数と各主枝の配置などをみることが重要である。そこで，樹幹解析木の資料を用いて幹長を樹齢によって等区分して，その各区分位ごとに枝数の変異係数を求め，つぎに10，20，35の各年階ごとの値を求めてその変化を比較すれば第70図のとおりで，枝長のときとほぼ似ていて，幼齢時代にはその差が小さく，老齢にいたるにしたがって大となるを認めた。これもまた枝長のときと同じ理由によるものと考察されよう。

つぎに各品種間の相違をみれば各齢階ともに似た傾向を認めたが，35年生のときが最も明らかであるので，そのときの相違をみれば，タノアカ，ヤブクグリが最も大きくて，オビアカ，アヤスギ，ウラセバル，メアサ，ホンスギがつづき，アオスギが最も小さい結果を示した。このときもオビアカが大きい結果を示しているが，それは疎植のために樹冠下部の枝数が少なくて枝径が著しく大きくなっているものがあるためとされる。その部分を除けばその枝長と枝径はかなり小さいので，本質的には小さいものと見られよう。タノアカ，ヤブクグリにも同様の傾向が見うけられるが，それらはオビアカよりも各区分位を通じて不ぞろいの度が高いので，オビアカよりもやや大きい枝がつきやすくて不ぞろいの強い性質をもつものとされよう。

以上の結果から分岐性と落枝性とはかなり高い表裏の関係があることを知ることができたが，各品種間のそれらの性質を比較するには，似た条件のところを目的に応じた方法で比較することで，分岐性は幹の上部，落枝性は最長枝より下部を区分位別に比較するのが最も好ましいことを知ることができる。そして，このようにして行なった枝数，枝長，枝径などの総合結果は各時代の樹形を表示しているので，その採取位置の吟味のしだいによって，樹形と枝との関係はもちろん，品種間の樹形の差異を知ることができるものとされよう。これらの関係を知るために，次節で年齢別の樹冠の形態についてみることとした。

第4節　樹冠の形態

樹冠の垂直形態，すなわち，外縁形態が品種の識別に重要であることはすでに林[31]，相馬[148]などの研究によって明らかにされているが，このことは外縁形態が主幹枝の枝長，枝径，枝数，枝角，落枝性，枝の弯曲状態，屈地性，側枝の発達状態などの構成要素から構成されていることからみても考えられることである。このように樹冠の形態はこれらの各要素の総合的な構成結果を示すので，それらについてつぎの方法によって測定して比較した。

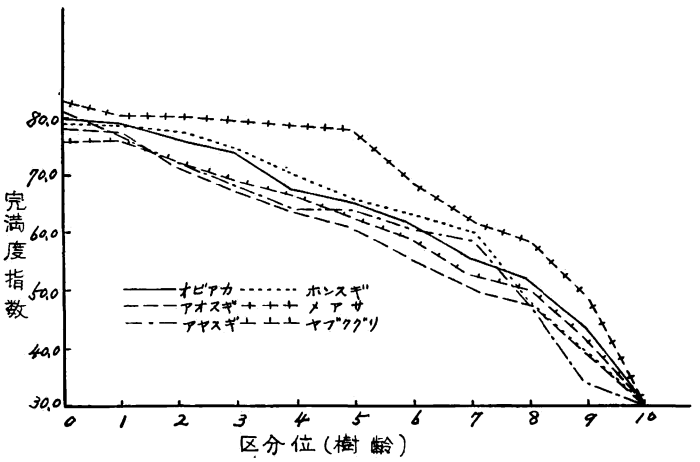
A．樹冠の測定，比較の方法

樹冠の形態の表示方法には種々あるが，樹冠長を10等分してその区分位ごとに平均の樹冠直径を求めて，その最大，または最下部を基にした完満率を求めるのも一方法であって，この方法は吉田[182]の樹冠完満度の絶対冠径率に似た方法である。この研究ではこの方法を用いて比較することとした。そして資料は林分成長調査林分の樹幹解析木について行なったものを用いた。

B．結果とその検討

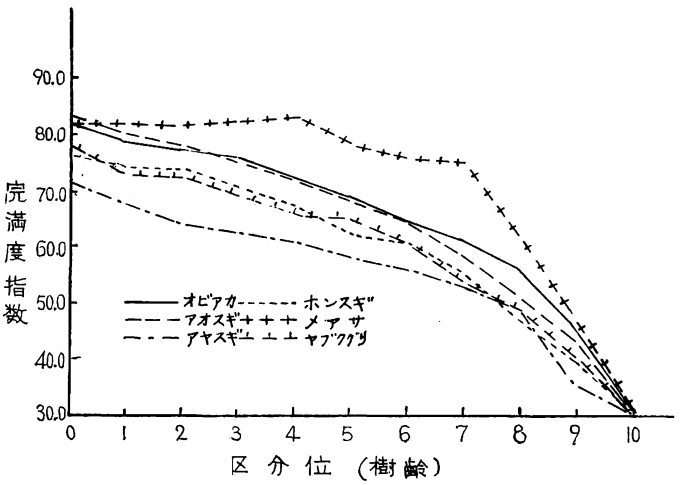
上述の方法で樹冠完満度を求めて，それを10年階に括約してその各階ごとの比較を行なったが，齢階10年と50年以上のものは，資料が少なくて比較することがむずかしかったので省略して，齢階20，40年のものについて見たが，まず20年代のものをみれば第71図のとおりで，ヤブクグリ，メアサがともに大きくて，ヤブクグリは上部にいくにしたがって小さく，メアサは上部でもかなり広い。つづいて大きいのはオビアカ，アヤスギで，前者は上部がやや広くて後者は狭い。アオスギは最も小さくて上部の減少状態ははるかに少ない。つぎに齢階30年生のものについてみれば第72図のとおりで，20年のものと似ているが，やや完満度の高い傾向を認めて，各品種間の相違は20年代のものとほぼ似た結果を示した。これは，この樹齢の標準木が強くうっ閉した林分の中から採取されていて，十分な枝の発達を行なっていなかったためと考察する。樹齢階40年生のときも同様にして結果を比較すれば第73図のとおりで，これも齢階30年生のときと似ているが，一層冠満度の高い傾向を認めた。

以上の各年代の結果を連結してみれば，樹齢による樹冠の発達状態を知ることができる。それらを模式



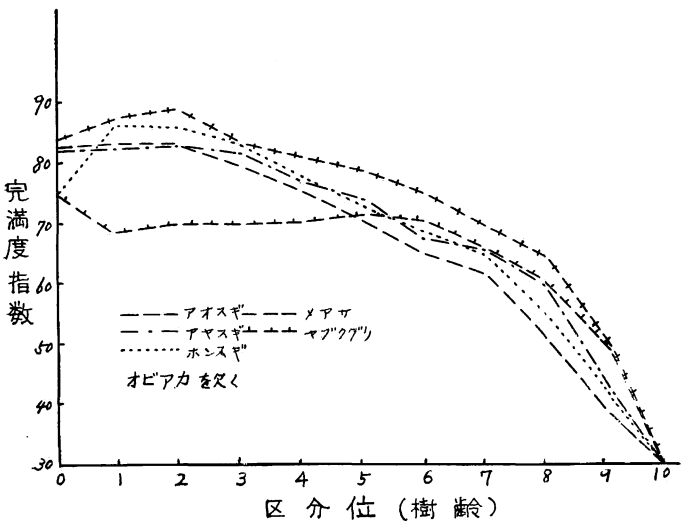
第71図　20年生木の樹冠完満度の主幹樹齢区分位別変化（絶対完満率）

Fig. 71 Crown slenderness at each sectional height of age axis 20 years old trees (Absolute crown slenderness grade).



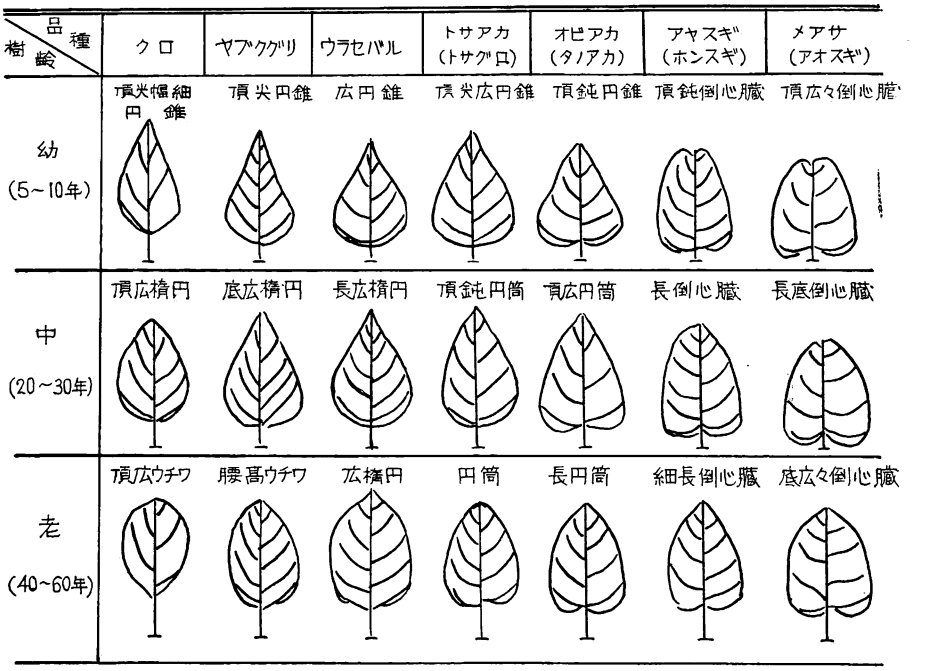
第72図　30年生木の完満度の主幹樹齢区分位別変化

Fig. 72 Crown slenderness at each sectional height of age axis on 30 years old trees (Absolute crown slendernese grade).



第73図　40年生木の樹冠の完満度の主幹樹齢区分位別変化（絶対完満率）

Fig. 73 Crown slenderness of 40 years old trees (Absolute crown slenderness grade).



第74図　スギの品種の樹齢別樹形

Fig. 74　Shape of crowns in each age class of some variety of Sugi.

的に示せば，幼齢時代ではその樹冠を頂尖幅細円錐，頂尖円錐広円錐，頂尖広円錐，頂鈍円錐，頂鈍倒心臓，頂広々倒心臓などに分けられて，それらは壮齢時代には頂広楕円，底広楕円，長広楕円，頂鈍円筒，頂広円筒，長倒心臓，長底倒心臓となり，さらにそれらが老齢時代では頂広ウチワ，腰高ウチワ，広楕円，円筒，長円筒，細長倒心臓，底広々倒心臓となるのをみうける（第74図参照）。

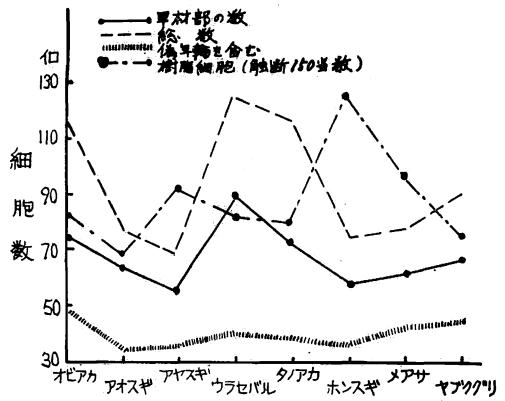
つぎに，九州のおもなスギの品種についての調査結果は第42，45表のとおりである。各品種間のさらに詳しい差異を表示するには，その中の標準主枝，または各種枝葉の形態を用いて見ることであって，それらをつなぎ合わせてみることによって個体間の差異を一層明らかにすることができよう。

第5節　その他の器官

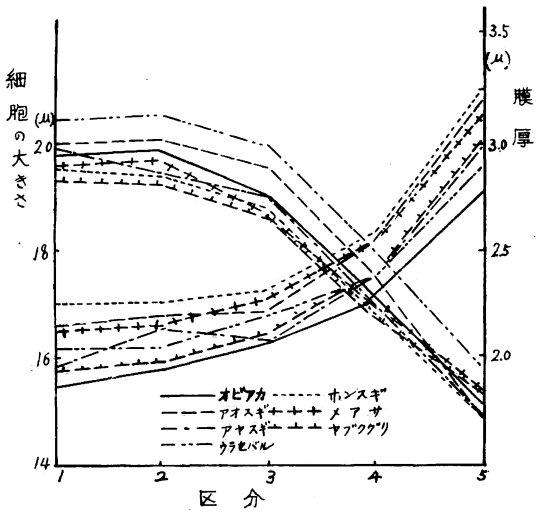
スギの品種は材を構成する内部器官の形態にも相違が認められて，それらが識別要素として重視されるものもあると考えられるので，それらについてつぎに観察することとした。

A．材　　質

九州支場苗畑内に設置した品種別形態試験地の6年生木の3年生軸の2年生の中央の木部細胞の発達状態を解剖的に観察して比較したところ，第75図のとおりで，ウラセバルが最も大きくて，タノアカ，オビアカ，ヤブクグリがつづき，アオスギ，ホンスギ，メアサ，アヤスギが小さい結果を示した。つぎにこの部分の早晩材比をみれば，オビアカが6倍以上で最も大きくて，タノアカが5～6倍でつづき，ウラセバル，ヤブクグリが4～5倍，ホンスギ，メアサ，アヤスギ，アオスギが3～4倍で最も小さい。偽年輪はこの部分では見いだしにくいので人吉の壮齢木の地際の外側の年輪を用いてみたところオビアカ，タノアカが最も多くて3～5個，ウラセバル，ヤブクグリは3個，その他のものは1～2個を認めた。つぎに



第75図　3年生軸内の2年生木部の1年輪内の細胞の数
Fig. 75　Wood-cell numbers in an annual ring at 2 year-old-xylem of 3 year-old-branch.



第76図　3年生軸内の2年生木部の1年輪内の細胞の大きさと膜厚の区分位別変化
Fig. 76　Wood cell size and it cell membrance thickness in 1 yr.-ring at 2 yr.-old-xylem of 3 yr.-old-branch.

1視野（×150）中にあらわれる樹脂細胞数をみれば，ウラセバルが少なくて，タノアカ，オビアカ，ヤブクグリ，メアサ，ホンスギ，アヤスギの順に多い傾向を示した。

横断面における1成長期間内の細胞の大きさと膜の厚さを，年輪幅を5等分した区分位別に平均値を求めて示せば第76図のとおりで，細胞の大きさは内部，すなわち春から秋にいたるにしたがってやや小となり，針葉の区分位別変化と似た傾向を認めた。しかしながら，木部細胞は分裂状態，細胞の種類によって異なるので，その変化は葉長の葉位別変化と一致するまでの傾向は認められない。ことにオビアカ，ヤブクグリ，ウラセバルなどが数回の周期的縦軸成長を行なうにかかわらず，伸長成長，または葉長がそのような成長過程を示さないのは，偽年輪の形成の基となる横軸成長と伸長成長，または葉の延伸成長時期とが異なり，その内容が一致していないためと考察する（写真19参照）。

細胞膜の厚さと内容の充実は晩春から秋にかけて，すなわち伸長成長ののちに発達するが，その発達状態を1年輪幅を5等分した区分位別に平均値を求めて比較すればおよそ前図の中に示すとおりで，ほぼ細胞の大きさのときと逆の傾向を認めた（写真20，21参照）。

この細胞膜の厚さは水分の移動に関係があり，抵抗性にも結びつけて見ることができるので，品種別にみれば早材部ではホンスギ，アオスギ，メアサ，アヤスギが厚くて，ウラセバルがつづき，オビアカ，タノアカがうすい傾向を認め，また晩材部ではホンスギ，ウラセバルが厚くて，メアサ，アオスギ，アヤスギ，ヤブクグリがつづき，タノアカ，オビアカが最もうすい結果を認めた。

幼軸の木部および靱皮部の木質繊維の膜の厚さと膜質，または螺旋紋の状態などはその部分の物理的性質に影響して，厚膜で高分子化されているものほど強いが，水分の移動は徐々である。アヤスギ，メアサ，アオスギなどが強靱性に富み，耐乾性があるのはこの種の性質をそなえているためと考察する。

早晩材比，年輪密度などは材の物理的性質に強く影響するので，成長量調査標準地のなかの樹齢25年生

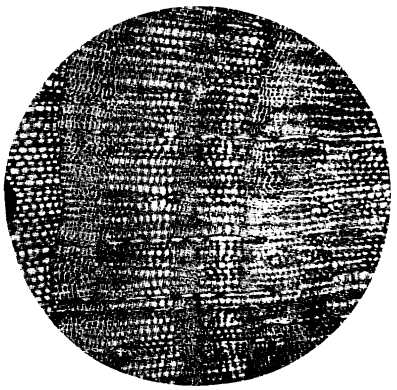
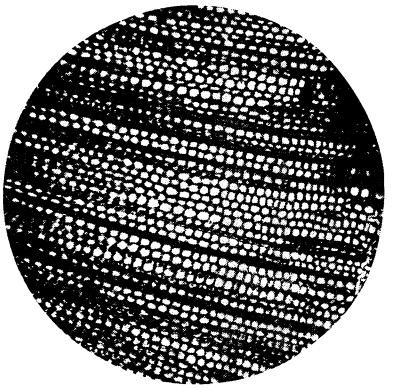
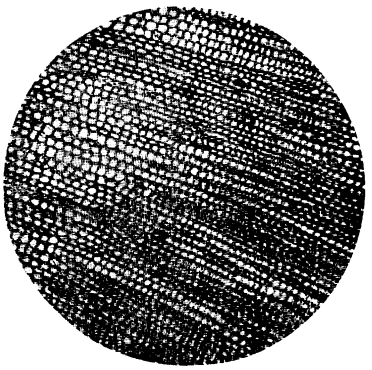


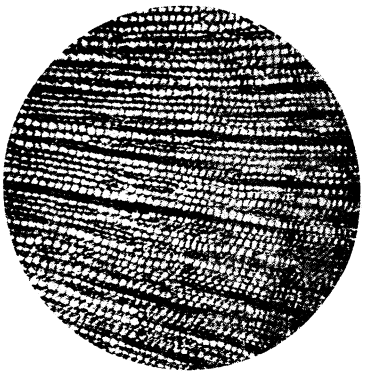
写真19．木部の２次成長の状態
Photo. 19　Secondary growth of wood tissue. (Obisugi ×100)



オビアカ，２年生軸の一部　×100
写真20．１年輪内の木繊維細胞の大きさ
Photo. 20　Cell size of wood fibre in single ring.



オビアカ　Obiaka

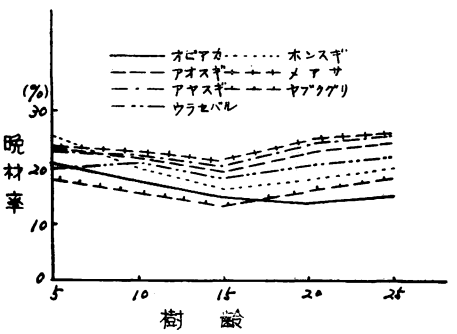


メ ア サ　Measa

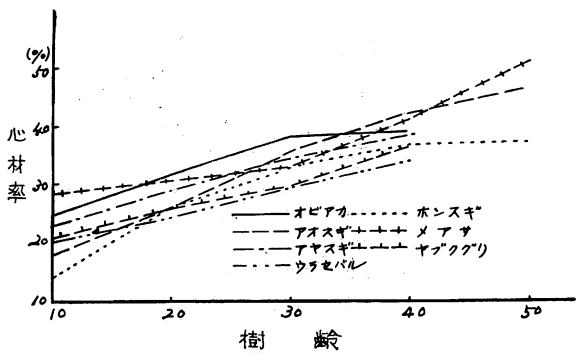


ホンスギ　Honsugi

写真21．木部細胞の形態　×100
Photo. 21　Cells in xylem in single ring.



第77図　主要スギ品種の樹齢別晩材率
Fig. 77　Autumn wood percent of some varieties of Sugi.



78図　スギ品種の樹齢別心材率（材積）
Fig. 78　Heart wood percent by age (volume) of some variety of Sugi.

の樹幹解析木を用いて胸高位置の晩／早材比を5年括約で平均値を求めて比較すれば第77図のとおりで，アオスギ，メアサ，アヤスギが1/4で最も高くて，ホンスギ，タノアカ，ウラセバルがつづき，オビアカ，ヤブクグリが最も低い結果を示した。この結果は前述の幼齢木のときとほぼ同じ傾向を認めているので，この晩／早材比は品種識別の要素とすることができるとされよう。

心材率は材の利用価値と関係があり重要であるので，つぎに10～50年の樹幹解析木の資料を用いて10年括約で各齢階別に心材率の平均値を求めて示せば第78図のとおりで，樹齢が高まるにしたがって心材率が高まる傾向を認める。品種間にはメアサが幼，壮の各齢階を通じて高くて，オビアカ，アヤスギがつづき，ウラセバル，ヤブクグリが順に低く，ホンスギは幼齢時代には低いが壮齢時代には高い傾向を認めた。

B．材　の　色

心材の色もスギの品種識別の重要な拠点とされている。相馬丑五郎はこの材色を最も重視して九州のスギのさしき品種を10種に類別している。このスギの材色については種々の研究があるが，体内の生成過程をみるには藤岡[15]のスギ心材の黒変についての研究が最もすぐれているものとされる。氏はその黒変物質を，アルカリ類によって強い反応を示す心材中の特殊成分としていて，それはスギの普通心材にアルカリ類を作用させることによっても黒変をえており，病虫害，心裂，転石，人為加害などの外傷，または湿気を含んだ空気が材に触れるとか，または立地の乾湿，体内のききんなどによっても同様の現象を生ずることから，それらは環境，人為，素質によって変化をするものと認めている。このことから材色を品種間の類別に用うるには，まず同条件または小地域内の同似環境のもとで比較することが重要であるので，この研究では成長量調査林分の標準木と，それに接続する林分の各品種の生材料を用いて調査を行なったところ，飫肥地方ではクロ（黒）からハングロ，トサグロ，トサアカ，オビアカ，タノアカ，ヒキの順に桃紅色に変わるのを見うけ，日田地方ではクロズイ（黒）からアオスギ（淡桃紅色）の間にクマント，エドアヤスギ，ウラセバル，ヤブクグリ，リュウノヒゲ，ホンスギ，アヤスギの順に，薩摩地方ではクロンボ（黒）またはヤマンカミクロからヤマダスギ，ハライガワ，ヤマトスギ，キジン，メアサの順に桃紅色となるのを認めた。また，かつてのオビスギの特性研究のとき，その材色と体内含水量との関係の調査を行なったところ含水量の少ないときが赤色側，多いときが黒色側の結果をえており，同様の傾向をその他の地方のものでも認めているので，藤岡光長の黒変色物質の生成過程の見方は心材の色の黒変現象をよく理解しうるみかたと認められよう。また，この体内の水分は針葉，枝葉，主枝，側枝，樹冠，樹幹などの形態によって変わるので，それらが物質の縮合または酸化過程をかえてそれに応じた材色を表わしているものともみることができよう。

つぎに樹幹解析木の材料について心材率と材色との関係をみたところ心材率の低いものが黒色側で，高

いものが桃紅色側を認めて，このときもその基礎は含水量の多寡に帰せられるものと認めた。高齢，高乾燥，高酸性，乾燥気象条件などが材色を赤色側に追いやるのも前に示した体内の生理条件に基づく結果とされよう。これらの結果から材色は素質とそれに基づく環境とによる結果とされて，それらを理解することによって各品種の識別を可能とすることができることがわかる。

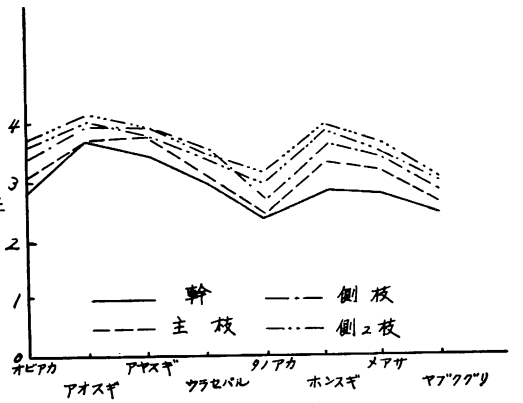
C．樹　　皮

樹皮が品種によって異なり[120]，その厚さが胸高直径と相関が高く，遺伝力も大きいことが明らかにされているが[157]，樹皮は形成層より外側の靱皮部と栓皮，同形成層，原表皮，外表皮などの組織の総称であって，その比較は樹齢によってその組織の内容が異なるので樹齢をそろえて比較することが重要である。本研究においては緑栓皮から褐色栓皮に移る時期とその栓皮組織がよくあらわれた粗皮時代とが条件をそろえやすいので，それらの時期を用いて観察した。

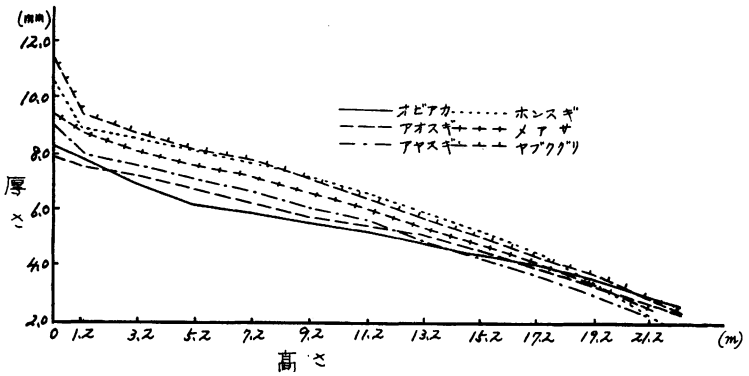
まず，1年生軸から褐色栓皮が現われる期間の過程をみれば，その幼軸にては葉基部によって囲まれているので，その表皮は葉のそれと同じく表皮細胞から成りたっていて，その外側は角皮化され，その内側は初めは柔組織から成り立っているが，時の経過にしたがって種々の繊維組織と栓皮，栓皮形成層，内皮などが発達する。形成層の始原細胞は1層であって内，外側に交互にたえず分裂して木質，靱皮の両組織を発達させるが，それらの発達状態は樹勢に支配されているので，その樹勢のすぐれているときには普通の細胞分裂では応じきれなくなり，その両側，おもに外側の若い組織が分裂し，それらが発達して肥大成長を行なうこととなる。表皮下の柔細胞組織は表皮から光を透過していて葉緑粒を含み緑色を呈しているが，褐色栓皮の発達は光条件に左右されていて，特にその光の強いものほど早く，幹と枝とでは幹の方がやや栓皮化が早い結果を認める。このことから，それらの組織の発達状態の差異をみるにはそれらの条件をそろえて比較しなければならないことがわかる。そこで，このときも九州支場構内のスギの形態比較試験地の資料を用いて枝の種類別に緑，褐色部の境界の上昇状態をみれば第79図のとおりで，各品種を通じて枝の次数が高まるにしたがって高まる傾向を認めたが，これを品種別にみれば主幹においてはタノアカ，ヤブクグリが早くて，オビアカ，ウラセバル，アオスギがつづき，メアサ，ホンスギ，アヤスギがおそい結果を示し，主枝または側枝でもほぼ同様の傾向を認めたが，ただ後者では次数の高いものほどやや不ぞろいの結果を示した。その理由は枝と幹との成長過程が必ずしも一致しないことにあるものと考察されよう。

以上の結果から樹皮の緑，褐色部の年境は早生のものが低くて晩性のものが高いとされる。

つぎに，この褐色栓皮は空気を通すが水と光とを通さないので漸次枯死するにいたる。さらにその層が空気を満たすようになれば熱の不良導体となって内部からの熱の発散を防ぐが，外側は肥大にともなって離脱していきしだいに粗皮を発達させる。このような褐色栓皮時代の発達過程は靱皮繊維，柔細胞などの発達状態によって知ることができて耐乾，寒，発根条件をも知ることができる



第79図　スギの品種の褐栓皮の境のあらわれる年数
Fig. 79　Age when border line of brown cork appears of some variety of Sugi.



第80図　スギの品種の樹幹区分部位別粗皮

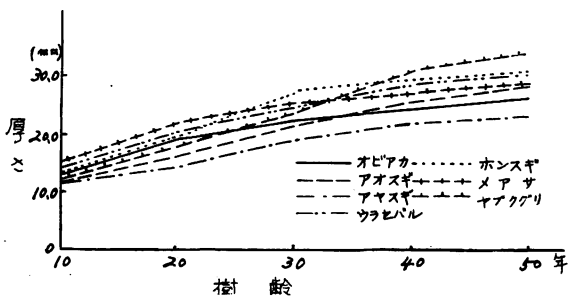
Fig. 80　Thickness of bark at each sectional height of stem of some variety of Sugi.

ので，前述の差異は重要な品種識別の拠点とすべきである。この考えからさらに九州内の各品種についてみた結果を示せば第42，45表のとおりである。

粗皮の発達状態は靱皮形成層より外側の栓皮および同形成層の状態，その内部の木部細胞の発達状態に関係しているので，30年生の樹幹解析木の資料を用いて粗皮の厚さを樹齢等区分位別に平均値を求めて比較すれば第80図のとおりで，梢頭から地際にいたるにしたがって厚くなるを示すが，その増厚の傾向は品種によって違い，ヤブクグリ，ホンスギは全体を通じて厚く，ことに根元付近で著しく厚い。ウラセバル，タノアカ，オビアカなどはついで厚く，メアサ，アオスギ，アヤスギは根元はやや厚いが，梢頭部はかなりうすい傾向を認めた。

つぎに10～50年の樹幹解析木の資料を用いて10年括約で胸高位置の粗皮の発達状態をみれば第81図のとおりで，10～20年の幼齢時代ではヤブクグリ，ホンスギ，メアサ，オビアカが厚く，30年以降の壮齢時代ではホンスギ，ヤブクグリ，アオスギが厚い結果を示した。

粗皮もまた耐寒，耐乾性に関係があるものとみられる。ことに西南面の強い日射をうける樹皮上の温度は九州の夏期では40°以上，まれには45°以上を越えることがあるが，それらの高温に耐えうるにはコルク化，または木質化された粗皮の厚いことが重要である。そのためには空隙量の多い層の厚い粗皮が重要であるが，そのためには外部からみて緊密なアミハダ状のものが好ましく，荒皮状のものは好ましくないことが明らかとなろう。



第81図　スギの樹齢別粗皮の厚さ（胸高1.20m）

Fig. 81　Bark thickness of stem at breast height of some variety of Sugi.

佐木[12]はアキタスギの樹皮を亀裂の状態によってアミ，モチ，マツ，トヨ，ハナレ，アカなどにわけているが，その組織の内容が異なることも千葉[10]の秋田スギの一部を用いての結果からも知ることができるので，樹齢をそろえたときの樹皮は成長量と樹皮の組織との関係をも示していて品種の識別に利用することができることを知ることができる。そこで

九州のスギでも各時代別に基準を定めて比較すれば，そのような分けかたによってみることができると考えて調査を行なったところ第42，45表のとおりで，このことからも品種間の差異を認めることができる。

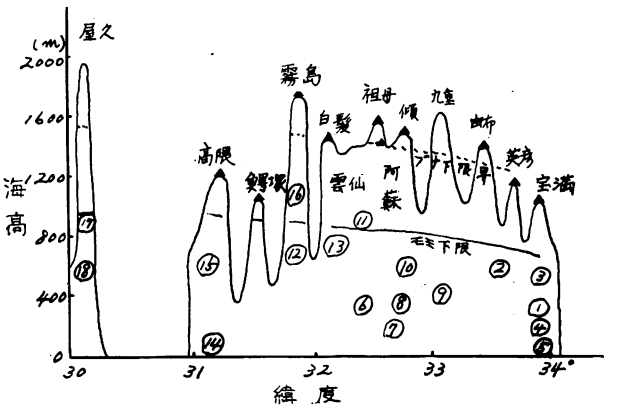
第2章　九州におけるスギさしき品種の分類

戸田[155]はスギの品種を天然，人為自然，育成の3種に分けられるとしたが，九州のスギをこの見方でみればその3種があるとされよう。ヤクスギは天然品種に，九州本土の種々のジスギと種々の実生からさしきに移したさしき品種とは人為自然品種に，さらに，それらの実生またはさしき種の中から目的に応じて改良されたものは育成品種とみられうる，そして，この育成品種のなかには改良途中にあって幅の広いものと，制約された目標をもった幅のせまいものとがある。その前者の代表としてはハライガワ，サカタニアカなどを，後者には武藤品雄のクモトオシをあげられる。このように，九州のスギの品種には種々あるので，各品種の性質を明らかにするには，まず選択器官と選択要素とあわせてみることが重要である。この観点から，第1章で選択に重要な器官の形態について観察したが，本章ではスギの成立に関係のある選択要因について考察することとした。

第1節　植生上からみた九州の天然生スギ

スギの品種の選択条件は天然生林木の分布と構成状態によっても知ることができるので，わが国のスギの天然生林分のそれらについてみれば寺崎[162]をはじめ多くの人々の報告があるが，いま，それらの文献に基づいてスギ林の植生を大別すれば第39表のとおりとなる。これとほぼ同様の研究を坂口監修[116]の日本のスギの中で林　弥栄が報告しているが，それらの結果からもまた各地のスギの系統と選択条件とをうかがいしることができよう。

九州のスギの天然生林木の位置を示せば第82図に示すとおりである，それらの中からスギに関係のある植生を見れば第40表に示すとおりで，屋久島では下限400m内外で，その中心地域は海抜1,300mのモミ，ツガを交えた地域であり，霧島山，高隈山では下限400m，中心地域900～1,100mでここもまたモミ，ツガ，アカマツを混交した林分である。つぎに金峰山では下限400m，中心地域600m，直方営林署黒崎国有林では下限300m，中心地域500mで，これらのいずれもモミを混生しているのを見る。スギ林がモミ，ツガ，アカマツなどを混交していることの多いのは第39表の全国のスギの植生でも，また，九州で発見されている埋木類からも明らかであり，霧島山でモミ林内に非常な勢いでスギが進入しつつあることからも明らかであるので，モミをスギ林の植生の随伴植物の一つとも見ることができよう。そこで，それらの結果を用いて九州のスギの天然分布の地域をみれば，その下部限界は九州南部を除けばほぼ海汀近くとされ，上部限界は九州南部



第82図　九州のおもな山岳とスギの天然生育地
Fig. 82　The main mountains in Kyushu region and natural forests of Sugi.

第39表　スギの天然分布区域にみられる混交樹種

Table 39. Mixed trees in natural forests of Sugi.

植生	頻度	平均海抜高	海抜高範囲
ヒノキ	7	682	200～1,200
ヒノキ，アカマツ	17	499	200～ 900
ヒノキ，アカマツ，モミ，ヒバ	4	825	600～1,100
ヒノキ，アカマツ，モミ，クリ，カシ類	6	340	150～ 600
ヒノキ，アカマツ，モミ，ツガ	17	666	400～ 900
ヒノキ，アカマツ，モミ，ツガ，カヤ	12	750	300～1,200
ヒノキ，アカマツ，モミ，ツガ，コウヤマキ	8	713	400～1,400
ヒノキ，アカマツ，モミ，ツガ，カシ類	9	464	200～ 800
ヒノキ，アカマツ，ツガ，カシ類	3	383	300～ 500
ヒノキ，アカマツ，カシ類	5	583	30～1,200
ヒノキ，モミ，ツガ	42	659	200～1,300
ヒノキ，モミ，ツガ，コウヤマキ，トガサワラ	8	769	500～1,100
ヒノキ，モミ，ツガ，コウヤマキ，カヤ，カシ類	5	790	500～1,000
ヒノキ，モミ，ツガ，コウヤマキ，カシ類	5	665	300～ 900
ヒノキ，モミ，ツガ，クロマツ，カシ，イス，タブ，ヤマグルマ	2	1,075	300～1,850
ヒノキ，モミ，ツガ，クリ，カシ類	8	591	300～1,000
ヒノキ，モミ，ツガ，ブナ	11	850	600～1,100
ヒノキ，クロマツ	2	70	10～ 150
ヒノキ，ネズコ，ゴヨウマツ，ヒメコマツ，ミズナラ	2	975	700～1,300
ヒノキ，ブナ，ミズナラ	25	816	500～1,400
アカマツ	13	388	80～1,000
アカマツ，モミ	19	418	100～ 800
アカマツ，モミ，カヤ	3	278	150～ 400
アカマツ，モミ，クリ，ミズナラ，イタヤカエデ	8	306	150～ 500
アカマツ，モミ，ツガ，（カシ類）	13	485	200～ 900
アカマツ，ツガ	1	600	600
アカマツ，ツガ，カシ類	1	100	100
アカマツ，クロマツ	2	325	300～ 400
アカマツ，ゴヨウマツ，ネズコ，コウヤマキ	2	625	500～ 700
アカマツ，カシ類，〔主としてクリ，ナラ〕	8	269	50～ 500
アカマツ，ミズナラ，（ブナ，カシ類）	18	368	300～ 800
アカマツ，シキミ，クマノミズキ	1	650	600～ 700
モミ	4	444	300～ 600
モミ，カヤ	2	400	300～ 500
モミ，カヤ，ヒメシャラ	4	638	400～ 850
モミ，ツガ	12	658	400～1,500
モミ，ツガ，クロマツ	2	15	10～ 20
モミ，ツガ，トガサワラ	2	775	500～1,100
モミ，ツガ，サワラ，ヒバ，コウヤマキ	2	700	600～ 800
モミ，ツガ，カシ類	5	540	300～ 800
モミ，ツガ，ブナ，ミズナラ，クリ	23	761	500～1,400
ヒノキ，アスナロ，アカマツ，ミズナラ	1	250	150～ 350
ヒノキ，アスナロ，ゴヨウマツ，ブナ，ミズナラ	2	700	400～1,000
ヒノキ，アスナロ，ネズコ，ブナ，ミズナラ	11	411	100～ 800

植生	頻度	平均海抜高	海抜高範囲
ヒノキ，アスナロ，ブナ，ミズナラ，イタヤカエデ，（トチノキ，クリ，サワグルミ）	29	495	150～ 900
ゴヨウマツ，ネズコ，ブナ，ミズナラ	8	553	200～ 850
ゴヨウマツ，ブナ，ミズナラ	9	543	150～1,000
コメツガ，アオモリトドマツ	1	1,600	1,400～1,800
コメツガ，ネズコ	1	1,350	1,300～1,400
コメツガ，ゴヨウマツ，ネズコ，アオモリトドマツ，トウヒ，ハイマツ，ブナ	1	1,352	1,000～1,650
コメツガ，ブナ，ミズナラ	3	1,333	1,000～1,500
ネズコ	1	1,190	740～1,640
ネズコ，ブナ，ミズナラ	10	690	200～1,300
アオモリトドマツ	1	1,130	1,130
アオモリトドマツ，ゴンゼツ	2	690	550～ 830
クロマツ，サワラ，クス	1	350	300～ 400
クロマツ，ヤマモモ，カシ類	1	0.5	0～ 1
ヒメコマツ，ネズコ，カツラ，ミズナラ	1	500	500
カシ類	4	453	250～ 700
ブナ，ミズナラ，イタヤカエデ	123	648	150～1,600
ブナ，ミズナラ，クリ，トチノチ	31	627	150～1,000
ブナ，ミズナラ，サワグルミ，トチノキ	13	376	150～ 650
ブナ，ミズナラ，コウヤマキ	1	700	600～ 800
ブナ，ミズナラ，タゲカンバ，ナナカマド	2	1,350	1,300～1,400
ブナ，ヒメコマツ，オオイタヤ，メイゲツ	1	1,475	1,400～1,550
ブナ，カツラ，トチノキ	1	275	150～ 400
ブナ，イヌブナ，カヤ	1	475	450～ 500
ミズナラ，ホオノキ，クリ，トチノキ	5	530	300～ 800
ミズナラ，ホオノキ，クリ，イタヤカエデ，オオヤマザクラ	2	270	150～ 390
ミズナラ，ホオノキ，クリ，イタヤカエデ，トチノキ，サワグルミ，カツラ	2	400	150～ 700
その他樹種の天然生林	3	633	300～1,000

ではモミの上部に適当な樹種がないので明らかでないが，ミズナラの下限北部にてはブナの下限とみられる。

第2節　自然選択要素

スギ科の植物には8属あるが，その大部分のものが消滅樹種とされていて，スギもまたその過程をたどりつつあるものとされている。九州本土にスギの原生林が少ないのは，いまのべたスギの性質によるものともされるが，他の要因の一つには本土が屋久島に比較してスギの存続に好ましくない自然条件のもとにあるためであって，それらには噴火と噴煙に基づく火災のための焼失，降灰，埋没などの地表の変化による消失，あるいはまた降雨量の偏倚による乾燥，または最冬期の凍結の繰り返しによる消失などが考えられる。それらのなかのいずれの要因がどのような影響を及ぼしているかを明らかにすることがさしき品種の成立要因の証明ともなり，品種の発達過程と生理または造林上の性質をも知ることともなるので，つぎにそれらについて考察することとした。

A．気　象　条　件

第40表　九州おけるスギの天然生林

Table 40.　Distribution and its condition of natural forests of Sugi

番号	所在地	所有者	混合樹種
1	福岡県薩摩郡勢内村	福岡経営区若杉山	アカマツ，クロマツ，ケヤキ
2	〃　田川郡添田村	直方経営区英彦山	ヒノキ，モミ，ツガ，ブナ
3	〃　朝倉郡小石原村	甘木経営区宮木8を	アカマツ，クロマツ，シキミ，ミズキ
4	長崎県南高来郡島原町	島原経営区板谷温泉岳85	クロマツ，サワラ，クスノキ
5	八幡市黒崎	直方経営区黒崎	モミ，ツガ，アカマツ，スギ
6	門司市大里	門司市 民有	〃
7	熊本県菊池郡旭野村	熊本経営区 民有	〃
8	〃　飽託郡芳野村	熊本経営区金峰山	ヒノキ，サワラ，アカマツ
9	大分県玖珠郡八幡村	森経営区長尾	ヒノキ，モミ，ツガ，アカマツ
10	〃　南海部郡小野市村	延岡経営区傾山	モミ，ツガ
11	〃　日田郡上津江村	日田経営区権現岳	モミ，ツガ，ケヤキ，ブナ
12	宮崎県小林市	高原経営区巣浦	モミ，ツガ
13	〃　西諸県郡須木村	須木経営区柚園	モミ，ツガ，ブナ
14	鹿児島県鹿尾市宮の尾	高隈経営区 民有宮地熊吉	タブ，イヌガシ，イヌビワ，マダケ
15	〃　肝属郡高隈村	高隈経営区高隈	モミ，ツガ，マツ，カエデ
16	〃　姶良郡栗野村	霧島経営区新床	モミ，ネジキ，カエデ
17	〃　熊毛郡上屋久村	屋久島北経営区屋久島	ヒノキ，モミ，ツガ，クロマツ，カシ
18	〃　熊毛郡下屋久村	屋久島南経営区屋久島	〃

スギの自然選択条件には気象，地形，地質，土壌などがあるがスギ属は一般に水を好む性質があり，なかでもスギはその性質が強いとされる。このことを証明するには多くの文献があるが，河田[52]はスギ，ヒノキの天然分布の究明に当たって，スギの天然生林の中心となっている秋田の降水量をもとにして，その四季の配布状態と最も近い条件のところが最もすぐれた条件とし，しかもその年降水量が1,500mm以上で1，2月のいずれかが100mmをこえているところでなければならないとしている。また山内[179]はホウライジスギの天然分布の研究を行なう際，マチアスの実験式を用いて各海抜高に応ずる降水量と気温とを求めて，4か月降水量，同雨量係数，温量指数などを算出して，そのスギの天然分布は年降水係数150以上のところで可能であって，250のところでは大面積の立木度の高い林分を見るとした。つぎにまた，本研究の第3編でスギの適地は寒冷指数では−10とその前後で，年降水量はやや適地が2,000mmで，最適地が3,000mm，温量指数は前者が82.4，後者が139.9であることを明らかにしているが，前表に示すとおりにスギの天然生木が九州の各所にまたがっており，年降水量が最も少ない中，西部地方においては1,500mmを越え，東南部が3,000mmを越えていることからみれば水分条件からは九州の全域がスギの生育を許される地域とされよう。

九州の気候の特徴は春先と初夏とに連続降雨があることであるが，この型が破れるときにしばしばかんばつが生ずる。このようなことは南西日本で多く，時期も生育の盛んな6月ころに生ずるので水の要求度の高い，しかも繊弱な組織をもつものはその被害が著しくて強い選択をうけることとなる。しかもまた，このような乾害はしばしば病虫害の被害を誘起して大害を生じて強い選択力を加えることがある。昭和22年に発生した宮崎県南那珂那都井地方のヒバノキクイムシの被害と，同24年の宮崎県西諸県郡地方のスギザイノタマバエの被害とはともに，乾害にともなって虫害が発生した典型的な実例であって，ジスギと

in Kyushu region.

気　温	海　抜　高	降水量	成立状態
°C	m	mm	
14.0	300～ 400	700	少
12.0	700～ 800	2,400	やや多
11.9	600～ 700	2,340	少
11.6	300～ 400	2,424	少
15.0	300	1,700	少
15.6	100	1,000	少
14.0	200	2,100	少
14.0	300	1,800	少
13.6	400～ 450	2,093	少
11.7	800	2,100	少
11.3	700	2,300	少
12.7	700～1,000	3,277	少
13.0	700	3,000	少
15.6	30	2,300	やや多～
11.0	600～ 900	2,800	少
12.7	900	3,200	少
11.8～15.4	600～1,300	3,514	多
〃	〃	3,514	多

目されるメアサが移入のヨシノスギよりも被害に強い理由は，メアサがこの種の選択にあって生き残ったものであるためとされる。

乾燥は高温と結びついたときに最も強い選択条件となるが，それはまた，各系統の器官の反応の相違にもよるので，それを明らかにするには系統間の器官の相違と，その器官が種々の乾燥条件下での適応能力とをみることであって，これらについては本研究の第 2，3 編にて詳しく吟味したが，それらの結果と南九州の平坦地と中部山岳地帯を除けばほぼ全域にスギの天然木が分布して植栽地が存在することからも九州のスギの自然品種は海抜高の低いところまで分布していたとみることができる。

九州島嶼を位置上から見れば北緯 28°（大島）～34°（福岡），東径 128～132° の暖流に囲まれた熊形の島であって，その中央の脊梁には 2,000m に近い数個の秀峰があり，中南部に有明，不知火，南部に桜島などの内湾をいだいているので，かなり複雑であるが，おおよそは南海，北九州，瀬戸内に大別されて，その中の南部は霜をまれにみるほどの暖かさであるが，北九州の高海抜のところでは冬期間寒さがきびしくて，土壌凍結を生じて乾寒風などと結んで強い選択条件となり，さらにそれらは地形，地質，土壌などと結んでより強い選択条件となってスギの分布に制約を与えている。そして，それらの限界は第 3 編に明らかにしているとおりで，平均気温は 8°C，温量指数は 74.5，寒冷指数は 13.6 以上であって，それらを九州の地図上におとしてみれば，中央から北九州の山岳地帯ではその下限界の上にかなりの幅があることがわかる（第82図参照）。古い地質時代の地表温と現在の気温との間にはかなりの相違があるので，現在の値でスギの限界線を直ちに明示することはできないが，以上の各要素がその地方のスギの選択の要素としてきわめて重要な役割を果たしていることは断言されよう。

B．地質と土壌

スギの品種の選択には土壌と，その母材料の地質も重要な役割を果たしているものとみられる。スギの祖先は第 3 紀の末葉に発生したとされているが，九州で現われる植物の遺体は，第 4 紀洪積層の亜炭以降のものが多いので，九州でのそれはかなり新しいともみなされよう。三木[89] は Sugi の遺体のあらわれる亜炭の層を Sugi-bed として Metasequoia-bed と区別しており，この床はメタセコイヤ床の上部にあらわれるとしているが，この特徴は大分県大野郡三重町でも認められ，しかも Sugi-bed が風化をうけてできた土壌は一種独特の赤色を呈しているので，その層の存在と層内の植物遺体の種類，前後の層の堆積状態とによって往時の植生状態とスギの存在の有無を類推することができるとされよう。

スギの更新に必要な条件は人工と天然とで違うことは大政ら[106]，その他の研究結果によって知ることができるが，スギの実生更新には発芽と幼時の生育に最適林床と地床の条件が重要であって，それらは粗

第41表　スギ床の地質とスギの在来品種
Table 41. Geology of Sugi forest bed and local variety.

個　　所	地　質　と　土　壌	品　　種　　名
佐賀県伊万里市倉谷	上部古第3系，赤色土	クラタニスギ
〃　三養基郡基山町	先新生代，石英閃緑岩	クマスギ
〃　佐賀郡	新生代上部古第3系，赤色土	ジスギ（アヤスギ，ホンスギ）
〃　武雄市神崎町	先新生代花崗岩，赤色土	ジスギ（ホンスギ，ネジカワ）
〃　多久市	古生代三郡変成岩，灰白土	ジスギ（タクスギ，ホンスギ）
〃　鹿島市	古生代三郡変成岩，赤色土	アヤスギ（ノゴミスギ）
福岡県朝倉郡宝珠山	古生代下部古第3系	ホウシヤマスギ
〃　久留米市高良山と八女郡黒木町	〃　〃 〃　〃	ヤベスギ
北九州市八幡区四倉山	先新生代，石英閃緑岩	ジスギ
〃　小倉区平尾台	古生領家式変成岩	ジスギ
〃　田川郡添田町	古生代三郡変成岩	ジスギ（ヒコサンスギ）
〃　朝倉郡小石原町	〃　〃	ジスギ（ホンスギ）
〃　嘉穂郡筑穂町	〃　〃	ジスギ（ヒコサンスギ）
〃　糟屋郡篠栗町	〃　〃	ジスギ（アヤスギ）
〃　早良郡早良町	〃　〃	ジスギ（ホンスギ）
〃　筑紫郡那珂川町	古生代領家式変成岩	ジスギ（ホンスギ）
大分県日田市五和	古生代三波川式変成岩	ウラセバルスギ
〃　日田市小野	〃　〃	トヤマスギ（ホンスギ）
〃　玖珠郡北山田	洪積山陰型溶岩	ハナスギ
〃　大野郡三重町	古生代三郡変成岩	ジスギ（アオスギ）
熊本県鹿本郡鹿本町	〃　〃	ジスギ（ホンスギ）
〃　芦北郡湯浦町大野	上部古生界	ジスギ
〃　玉名郡南関	古生代三郡変成岩	ジスギ（ホンスギ）
〃　菊池郡菊池町旭野	阿蘇溶岩	ジスギ（アオスギ，アヤスギ）
鹿児島県姶良郡福山町	洪積姶良溶岩	ジスギ（メアサ）
〃　出水郡出水町	〃　〃	〃　〃
宮崎県児湯郡都農町	下部新第3系	〃　〃
〃　串間市	日向層郡	ジスギ（ヒキ）

腐植が少なくて雑草の繁茂の少ないやや乾燥型の BD(d) 型と，やや赤味を帯びた BD(p) 型の土壌などとされる。ことに，後者は土性，色調，緊密度，結合状態などから見て Sugi bed の風化生成土壌とよく似ているので，重視すべきである。そこで，この種の天然更新に適した土壌があり，しかも Sugi bed と思われる土層がその付近に存在していてジスギとよばれる名称のものがあるときには，一応自然のスギの存在を考えることができるので，その見方にしたがって九州各地のものをみたところ第41表のとおりの結果をえたが，それらをジスギと決定するには組織，形態などの吟味を行ない相互間に相似を認めてはじめて決定することで，これらの調査の後にはじめて天然生木としての祖先を知り，さしき品種が固定される以外の人為自然，または天然品種の分布の状態を知ることができるものとされよう。

スギの天然更新には実生，立条，倒伏，伏条などの種々の方法があるが，裏日本では立，伏条が主で，まれに実生があり，表日本では実生が主である。高緯度地方にいくにしたがって伏条性が多いのは光条件，温度，湿度，冬季の積雪などの選択要因に因るものとされよう。

スギが伏条性を強めるには重力刺激が重要で，雪の重みもトーヌス効果を高めるのに効果がある。庇蔭と地中および空中の高湿度もまた伏条性を高める。九州のスギに伏条性の多いのは南部では噴煙による火山灰の重力荷重と，長期間の降雨，台風の被害による枝性の発達の結果とみられよう。また，北九州ではさらに雪の荷重が加わっている。以上の結果から九州のスギの品種の選択は噴煙に最も強く作用されていると認められるので，つぎに，このことについてみることとした。

九州の地構帯は打ちつづく噴煙によってその両陸が接続したものと認めるが，ことに阿蘇熔岩は東は大分県国東半島，西は熊本県宇土郡三角海岸，南は四国から九州中南部を縦走している中，古生層の上，北は湧蓋，万年山などの筑紫熔岩の噴出岩上に広まっていて，その降灰は英彦，鷹取，耳納山地，国見，宝珠，宝満などの古生層の島々の海を埋めていることからもその作用の大きいことがわかる。阿蘇山はその後も引きつづき活動をつづけていて，その周辺に火山灰を降らして地層と地表の植相を変えている。大分県大野郡三重町百枝，熊本県阿蘇郡波野村滝水などで発見される埋木は往時の地表の位置と当時のスギを含む植相を表わしているので，それらによつて当時の森林の状態とその後の変化，ことに各樹種間の選択の様相を知ることができる。被害の時代は違うが熊本県菊池郡旭野村のムレスギ，またはその付近の河岸にある同種のスギは被害をまぬがれて残されたスギの姿を示すものとみることができる。

日田，玖珠地方の火山灰は，湧蓋，万年山などの噴煙に基づくものが多くて阿蘇のものよりも古く，しかも，最近はほとんど噴煙をみないので地表も安定し，風化もすすんでスギに適した条件が発達しているものと見られるが，八女地方は阿蘇，筑紫火山系の両噴煙の影響をうけることが少なかったので別の古い，幅の広い自然品種が存続していたものとみることができよう。つぎに，宝珠山，八女，矢部などから日田，玖珠を通じて阿蘇周辺に近づくにしたがって，しだいに幅の狭い伏条性のスギに変わるのは，その後の噴煙の繰り返しによって，強い選択が繰り返されているためとされよう。ことに阿蘇周辺の伏条性の強いアヤスギ，アオスギなどの品種の成立はこのような理由によるものと考察する。

つぎに九州南部の噴煙の状態をみれば，九州中部の阿蘇ときわめて似ているが，南九州のものは阿蘇よりやや新しい。小林，都城，大口，人吉などの盆地は噴火湾，桜島，霧島山などの火山噴出物によって埋められ，その後のたび重なる噴煙によって地形と地表の植生を変えているが，メアサが随所に自生していることと，霧島，高隈などにある自然木が猛烈な勢いで自然に繁殖しつつあること，荒川[9]が大正3年の桜島の噴火による降灰地の植生の調査の結果，メアサがシラス，ボラ，コラのところでもよい成績を示していること，さらにまた，最近の新燃の噴煙によって生じた霧島山周辺の幼齢造林木の被害地で，メアサが強くて他のスギが弱い結果を示していることもメアサの成立過程を立証する一つの資料とすることができる。スギの各品種の葉組織についてはすでに明らかにしているとおりであって，メアサが残るのは葉の組織がきわめて強くて，根，枝，幹などの木化もすぐれており，しかも枝が丈夫であって枝角も大きいために個体全体が蒸発制限の形態を示しているためとされよう。鹿児島県鹿屋市高須のセンボンスギ，同県囎唹郡野方町，宮崎県西諸県郡庄内町のムレスギはともにメアサのなかのものであって，これらからも前に述べた事がらを証明するものとされる。

以上の結果から九州ではスギはほぼ全域にわたって存在していたと見られて，しかも現存のスギのさしき品種のおもなものは各地のジスギに源を発しており，南九州では夏期の乾燥，高温と，噴煙に基づく降灰，気象，地形，土壌などが加わって選択を強めており，北九州では寒さに南九州のときとほぼ同様の選択要素が加わって成立したものとされる。

第42表　飫肥スギの品種

Tabel 42. Identification of

	アラカワ	エダナガ	オビアカ	カラツキ	ガリン	クロ	タノアカ
葉の切口のたてこさ	11	8	3	14	13	10	17
〃　よこ	11	5	4	13	9	14	2
表皮の厚さ	12	5	10	14	4	15	2
肉の厚さ	11	6	7	12	3	15	1
葉の長さ	14	10	4	12	15	6	3
〃　曲がり	8	4	15	6	2	1	9
葉先のとがり	13	12	14	6	3	1	10
葉の太さの変化	8	3	7	15	2	14	1
気孔	2	13	1	15	4	11	3
感触	13	5	15	7	1	3	8
1年生の枝の長さ	8	6	2	4	1	13	3
〃　短／長葉	9	10	15	11	14	4	12
〃　変化の状態	9	11	14	7	12	4	13
〃　枝の太さ	5	11	2	4	13	3	7
〃　葉の密度	4	5	9	1	2	6	14
芽の太さ	2	9	15	3	11	1	14
〃　春の色	7	3	13	6	2	9	5
葉の色（夏）	7	6	13	11	2	14	3
〃　（冬）	7	6	15	12	2	13	3
〃　その幅	7	6	15	12	2	13	3
1年生の枝の数	9	6	2	15	12	7	3
〃　ところ	3	10	1	4	8	7	5
側枝の長さ	12	4	1	5	3	9	2
〃　角度	12	14	7	10	9	1	8
主幹枝ののび方	8	5	12	7	6	10	4
〃　長さ	6	13	2	3	12	5	10
〃　曲がり	5	13	2	8	15	9	4
緑枝葉の長さ	6	9	14	8	10	1	11
着葉年限	11	16	14	2	12	3	13
主幹枝の角度の変化	8	2	14	7	1	4	11
主幹枝からの副枝ののびかた	5	11	13	10	9	1	8
〃枝のつけ根の形	7	5	1	13	14	4	9
主幹枝の根元の形	トリ足 5	円 1	トリ足 1	トリ足 6	円 2	円 3	トリ足 7
幹のねじれ	やや右	—	やや右	やや右	—	—	やや強右
〃　完満度	5	6	11	9	7	1	13
枝下高率	4	7	14	6	5	8	10
力枝の高さ	9	2	14	5	6	11	7
樹冠の外側の形	やや広楕やや不	やや長楕やや不	長円錐滑	広楕不	広楕強く不	長円錐不	長円錐やや不
〃　色	9	5	15	8	2	12	6
樹皮のわれめ	アラアミ状	アミサザナミ状	ややアラアミ状	やや小さいアミ状	短冊状幅ひろし	短冊状横きれつ多し	アミ状（粗）
〃　色	9	12	13	4	15	6	7
〃　厚さ	8	13	15	7	5	14	1
心材率	11	2	3	9	4	8	5
偽年輪	1	14	2	12	4	11	7
年輪の密度	10	2	3	6	7	4	5
根の分岐	10	6	3	5	4	13	2
根の形	細長やや浅	やや細長少	中中中	細中浅	中中浅	細長浅	中多中

の　見　分　け　方　一　覧　表

varieties of "Obisugi".

トサアカ	トサクロ	ハ ア ラ	ハンクロ	ヒダリマキ	ヒ　キ	ミゾロギ	チリメントサ	
2	6	1	9	4	12	5	15	大～小
3	7	1	15	10	9	8	12	〃
3	13	7	6	10	1	9	8	厚～薄
13	4	2	4	8	5	9	10	〃
2	7	1	5	8	11	9	13	長～短
10	5	4	7	12	3	11	13	直～曲
8	2	7	4	9	5	11	15	著～小
4	13	5	12	10	6	11	9	小～大
5	7	10	12	6	14	8	9	大～小
12	2	9	4	10	6	14	11	硬～軟
12	5	9	7	10	14	11	15	短～長
2	3	6	5	7	13	8	1	大～小
2	3	10	5	8	15	9	1	大～小
10	14	12	6	7	1	8	15	小～大
13	7	15	8	11	12	10	3	大～小
9	13	12	4	5	6	7	8	小～大
11	4	14	8	12	1	10	15	黄～桃
4	10	5	9	8	1	12	15	黄～緑
4	10	5	8	9	1	11	14	黄～桃
4	10	5	8	9	1	11	14	大～小
14	11	13	8	4	1	5	10	小～大
6	15	9	11	12	2	14	13	上～下
10	6	7	8	11	13	14	15	短～長
4	3	13	2	5	15	6	11	小～大
11	15	12	14	3	1	9	13	直～曲
8	7	11	9	1	14	4	15	短～長
7	14	12	10	3	1	6	11	小～大
13	12	3	2	4	15	5	7	短～長
9	4	8	5	1	15	6	7	〃
10	3	5	9	12	15	13	6	小～大
7	12	14	6	3	15	4	2	多～小
10	12	11	6	2	8	3	5	平～凸
トリ足 4 溝やや深し	トリ足 8 溝やや深し	円 5 溝深く幅ひろし	円 4 —	トリ足 3 左に旋	楕円 右によれることあり溝深し	トリ足 2 溝深し	トリ足 9 溝深し	小～大
8	2	15	3	10	4	14	12	大～小
11	13	3	12	15	1	9	2	低～高
10	12	3	13	15	1	8	4	低～高
やや広楕やや不	やや広楕やや不	広楕不	やや広楕不	長円錐滑	広楕滑	広楕不	広楕不	滑～不
10	3	7	4	14	1	13	11	黄～桃
小短冊アミ状	長短冊状	広短冊状	小短冊状	アミサザナミ状	アミハダ状	アミサザナミ状	小短冊状	
11	3	6	5	10	14	8	2	黒～赤褐
6	11	4	12	10	2	9	3	薄～厚
7	12	15	13	6	1	10	14	多～小
3	6	9	13	8	15	10	5	〃
9	11	14	13	8	1	12	15	〃
7 細長中	11 細長中	14 太長中	12 細長浅	8 細長中	1 中短深	9 中長やや浅	15 中中	〃

また，北九州で幅の広い多数の品種が成立しているのは南九州に比較して地形，地質，土壌が複雑なためと考察した。これらの関係を実証するには，各品種の穉々の生理的性質をあわせてみることが重要であるので，第2編以降で行なった結果と対照してみれば，一層その証明を深めることができよう。

第3節　人為選択要素

以上で九州のスギさしき品種のもとの自然選択過程をほぼ明らかにすることができたが，育成品種としての九州のさしき品種の成立過程を知るには，人為自然品種から育成品種に発展する時代の人為選択条件についてみることが重要である。そこでこの関係をみれば，まずスギの人為選択の要素としては，材の用途からくる造林目標，材の用途に関係ある社会制度，経済的な要求を実行にうつさせる山林行政などがあるが，いずれの場合においても社会制度が基礎として存在している。ことに，スギのさしき造林の発達は中央集権経済時代に部分林制度が生まれてから発達しており，それが現在の複合品種を育成する糸口をつくったものとみられる。往時の木材の用途は藩の生命と政策につながる築城，土建，兵器などが目標であって，それらに適するものを各地域の環境に応じた仕立てかたによって育成してきたが，飫肥，蒲生，日田，小国などの林業もその中の代表的なものとされる。このことからも，九州のスギのさしき品種はかなり小地域に独特のものが成立しているものとみられるので，その類別にはその発達の地域別に区分して見ることが好ましいことがわかる。そして，この小地域のものほど条件を規制しやすいので品種の分類には地域別に比較することとした。それらの結果は第4節の各表に示すとおりである。

スギのさしき品種の移動も交通機関の発達にともなって盛んとなり，他の地方のものが移入されてきて複雑となっているが，それらと他地方のものとの相違は選択条件に基づく器官の形態，苗の来歴，造林地の環境などをあわせてみることによって可能であるので，そのような方法によって移入種を見分けて本研究から除外することとした。

第4節　スギ品種の分類表

前節までにえられた結果の中からおもな安定要素を用いて品種の類別表を作製したところオビスギは第42表，中・北九州のスギは第45表のとおりである。同表の各要素の比較には順位を用いたが，その理由は順位の方が比較位置，年齢，個体の条件によって変わることが少ないからである。しかしながら，この順位も採取個体の生育条件がその中心地域の条件よりもはるかに一方に遍したときには使用できないことがあることを考えるべきである。

オビスギの分類に当たっては，現在のさしき品種の前のいわゆる人為自然品種，または天然品種時代のものを考えることが重要であるが，九州の南部に存在していた自然品種は高温と乾燥とによって幅のせまい自然品種が成立しており，さらにそれらが噴煙に基づく降灰によって一層幅のせまい品種を成立させているので，その幅は霧島山に近くなるにしたがって狭く，しかも，四国から九州を貫く四万十層上に霧島火山系の火山灰の堆積の少ない飫肥地方で急に広くなっているが，この点からみてもこの地方に自然品種が存在していて人為自然品種が発達したことが考えられる。オビスギは初めは直挿で後には地元養成した苗を造林する習慣があったので，各地方によって異なる幅の品種ができあがっている。さらに藩の境が入り乱れていたために各地で各様の名称が生まれていて，南那珂郡北郷村大戸野地方では15種，同郡同町三岩地方では10種，同郡東郷町，串間市串間町では11種に分けられているが，その相互間には似ているものから全く異なるものもある。このような名称の不統一は品種間の性質を比較するのに最も困るので，まず各品種に統一した名称を与えることとしたが，それには造林面種が広くて品種の数も多い大戸野のも

のを基準として用いた方が好ましいと認められるので，それらを用いて類別した。その結果を示せば第42表のとおりである。オビアカは産地によって南郷地方のナンゴウアカ，青島のエダブトアカ，吾田のイボアカ，酒谷地方のサカタニアカ，板谷地方のイタヤアカなどと呼ばれているが，それらはいずれもオビア

第43表　オビスギの各系統の名称とその範囲

Table 43. Names of included in "Obisugi-variety".

品種	地方別名と系統名	産地	呼称地域
アラカワ	ウチウミアラカワ	宮崎市青島	宮崎市宮崎郡
	タノアラカワ	宮崎郡田野町	宮崎郡
オビアカ	マアカ	南那珂郡	南那珂郡全域
	ナンゴウアカ	〃　南郷町	〃　南郷町
	ナンゴウスギ	〃　〃	〃　〃
	イタヤアカ	日南市板谷	日南市板谷
	イボアカ	日南市	南那珂郡鵜戸町
	エダブトアカ	南那珂郡北郷町	
	サカタニアカ	日南市酒谷	日南市酒谷
ガリン	ガリン	南那珂郡北郷町	南那珂郡北郷町
	ヒナガハエ*	〃　榎原町	〃　榎原町
	ハブト*	〃	〃
	サカカワ*	〃	〃
クロ	アオドサ*	〃　北郷町	〃　山仮屋
	マクロ，マックロ*	〃　本城町	〃　本城町
	シングロ*	〃　〃	〃　〃
	クロジン*	〃　鵜戸町	〃　鵜戸町
	クロンボ*	〃　〃	〃　〃
タノアカ	タノメアサ	宮崎郡田野町	宮崎市，宮崎郡
	マアカ*	〃　〃	宮崎郡
	タノマアカ*	〃　〃	宮崎市，南那珂郡北郷町
トサアカ	サツマドサ*	日南市酒谷	日南市酒谷
	トサスギ*	串間市福島町	串間市福島
	ボサアカ*	日南市	日南市酒谷鵜戸町
トサグロ	アオドサ*	〃　酒谷	〃
	ボサグロ*	〃　〃	〃
	サツマドサ*	〃　〃	〃
	トサスギ*	串間市福島	串間市福島
	ゲンペイボ*	日南市吾田	日南市
	クロスギ*	〃	〃
	ナンゴウグロ	日南市，南郷町	〃　南都町
ヒキ	メアサ*	北諸県郡	北諸県郡
	カキスギ*	串間市	串間市
	ナンゴウアオバ	〃	〃
	ナンゴウメアサ	〃	〃

注：* は地方別名。

カのなかのものであるが相互にやや差異のある性質を認めている。これはその産地の選択条件の相違によって生じたものと認められるので，それらの品種がやや異なる造林的性質をもつことをも認めることができる。しかしながら，それらの性質が明らかにされてその価値を十分に発揮することのできない間はある幅の中にいれて取り扱うことも許さるべきであると考える。このようにして小地域内のオビスギの各品種をみれば第43表のとおりとされる。それらは造林面種が広がり，その類別の必要が生じたときにさらに細かい系統名によって取り扱わるべきであろう。

オビスギは材色によって黄桃色のヒキからタノアカ，ガリン，エダナガ，オビアカ，ヒダリマキ，アラカワ，トサアカ，ハアラの順に黒褐色となる赤心の1群と，黒色のクロと，その中間のハングロ，トサグロ，ミゾロギ，チリメントサ，カラツキの3群に分けられるが，単に材質のみを用いてクロ以外を全部アカとよぶ人もあり，黒味のない赤のみをアカとして他はみな黒とよぶ人もある。このようなことは材の利用上からは肯かれるが，その個体の増殖価値は材色のみによって決定されるべきでなく成長過程，ことにその育成条件，すなわち最大収穫をあげる全体的価値から判断すべきであるので，このことから栄養器官をもあわせてみる類別が必要とされよう。そして，それらが明らかに造林または生理上の性質に相違のみられるときには違った名称を与えて取扱いも別にしなければならない。このようなことから考えれば飫肥地方に品種別林分が存在していてよいこととなるが，そのような林分がみられないのはその地方の自然環境が複雑であり，地域もせまくて部分林という制約条件の下にあるためとされる。このことからこれらの品種は保育の方法，すなわち品種間伐によって利用する方法が発達しているものとみられよう。以上のことから現段階では本研究に示す範囲のものが適当とされるが，高収益を追求するようになって，経営の合理化がすすめばさらに細かな品種の使いわけが必要となってきてそれらに応じた類別が必要となり，そのときにはさらに細かに区分したなかの，よい品種を用いてそれらを中心とした林分を育成することである。要するに，その新品種を用いた新しい作業法が確立されなければならない。

つぎに，霧島火山群の噴煙に基づく風化土壌を主とした地域のスギについてみれば第44表のとおりで，それらの祖先も天然生林とみなされるものがあり，しかもこの地域の最も選択条件の強いところに伏条性の強いものが生存していて，弱いところに立条性のものが存在していることから，その地域の自然品種をもとにしたものと思考する。紫尾山，高隈山，白髪岳山麓，宮崎県西岳付近の中世から第3期層上に堆積している火山灰土の上に，幅の広い実生に近いものが存在しているのもこの関係を示しているものと見られよう。また，高隈山麓のハライガワ（スケエモン）が飫肥のアラカワ，コウヤマウワトコがトサアカまたはハングロ，ヤマトがオビアカに似ていて，西岳のヤマダスギがハングロとトサグロの中間を示しているのもそれらの地方の選抜条件が飫肥地方と似ているためとみられる。

つぎにこのメアサも詳しくみれば第44表に示すように種々のものがあるが，それらはオビスギの種々の産地の名称がつけられているのと同じ理由によるものと考察する。

つぎにまた中，北九州地域のスギについてみれば，熊本県北部の南関，福岡県の八女，佐賀県背振地方は九州のスギの品種の宝庫といわれるほどの品種が発達しているが，その原因は噴煙の影響をうけることの少なかったことと，文化が遅れていて自然品種が遅くまで温存されたこと，経済環境が急変してスギの品種の育成が人為自然品種から育成品種へと急速に発達したためとされよう。いま，それらの地域の各品種間の差異を示せば第45表のとおりである。

日田，小国，八女の各地域は相接続しているので，その選択条件は似ていて，似たスギの品種が成立し

第44表　メアサの地方別系統と主な形態のちがい
Table 44. Strain in each region of "Measa-variety".

系統名	産地	おもな形態
メアサ	宮崎県北諸県郡加久藤町 鹿児島県肝属郡輝北町	標準形
キリシマメアサ	〃　姶良郡牧園町	アカバメアサ（タノアカに近い）。
ショウナイメアサ	〃　財部郡庄内町	肉厚のホンスギににた葉をもつ。
ミソベメアサ	〃　姶良郡溝辺町可愛	オビアカに近い葉をもつ。
イチキメアサ	〃　伊集院東市来	トサグロに近い，枝がおちにくい。
フクヤマメアサ	〃　薩摩郡東郷町 〃　姶良郡福山町	フクヤマアカともいう。
ヒトヨシメアサ	人吉市球磨郡湯前町	ハングロまたはヤブクグリに近い葉をもちアオスギともよぶ。
クギノメアサ	熊本県芦北郡久木野町	ハングロの葉ににる，一名フサスギ。
カモメアサ	鹿児島県姶良郡蒲生町	トサアカににた葉。
ナンゴウメアサ	宮崎県串間市	葉ひろし，一名ヒロバメアサ，ナンゴウアオバともよぶ。

ているものとみられるが，その各地域は環境，行政区画などが違うために違った選択が行なわれて，違ったスギが発達したものとみられる。このことから，このときも小地域に分けてみれば，アオスギは第46表，アヤスギは第47表，ホンスギは第48表，ヤブクグリは第49表の結果をえた。なお，日田地方には局部的にシラサヤ，カマセスギ，アカエド，クロエドなどいろいろあるが，それらはヨシノ，またはその地方の実生からさしきに移されており，全く違ったものと認められたので，この目的にそわないものと考えて省略した。

この地方のスギも品種の類別名称を整理する必要があるので，それを行なったところ第50表のとおりである。

鹿児島，日田，小国地方において各品種別林分が成立しているのは品種間の性質の差が大きいことにもよるが，地域が広くて環境区分が容易であり，地方の経済環境を強く反映させうる条件もあるためとも考えられよう。そこでこの地域での品種区分は飫肥地方のように品種間伐に応用されると同時に，品種の植栽区分にもただちに応用されるので，前に示した小地域内の区分がきわめて必要な段階にあるといえる。このことから，現段階ではこの範囲の類別がぜひ必要といえよう。

第45表　中・北九州のスギの品種の見分け方一覧表

Table 45, Identification of varieties of Sugi in middle and northern districts of Kyushu.

要素	ウラセバル	コバノウラセバル	アヤスギ	ホンスギ	アオスギ	オオバアヤスギ	ヤベホンスギ	ネジカワ	リュウノヒゲ	ヤブクグリ	備考
葉の切口たて径	1	9	8	6	10	5	4	7	2	3	大～小
〃　よこ径	1	7	9	2	4	8	6	3	5	10	〃
表皮の厚さ	4	5	3	9	1	7	6	10	8	2	厚～薄
肉の厚さ	2	10	6	1	5	8	9	4	3	7	〃
葉長	1	10	9	4	7	2	3	5	6	8	長～短
葉曲がり	7	2	5	9	3	6	4	8	10	1	直～曲
葉先のとがり	10	9	5	7	4	3	2	6	8	1	著　小
葉の太さの変化	8	10	4	1	3	6	7	2	9	5	小～大
気孔数	3	10	5	1	6	9	8	2	4	7	大～小
感触	6	3	7	10	2	4	5	9	8	1	硬～軟
1年生の枝の長さ	4	1	7	9	10	2	3	8	6	5	短～長
〃　短，長葉	6	1	8	10	7	4	3	9	5	2	大～小
〃　変化の状態	8	1	3	10	4	5	7	9	6	2	大～小
〃　枝の太さ	8	1	7	10	6	4	3	9	5	2	小～大
〃　葉の密度	8	7	2	10	2	5	4	9	6	1	大～小
芽の太さ	10	1	6	9	5	3	4	9	7	2	小～大
芽の春色	3	5	2	10	1	6	4	9	7	8	黄～桃
葉の色（夏）	3	4	2	10	1	5	6	9	7	8	黄～緑
〃　（冬）	3	4	2	8	1	7	6	9	10	5	小～大
1年生の枝の数	6	2	7	8	10	4	3	9	5	1	大～小
〃　第1分岐点のついたところ	6	1	10	8	7	4	2	9	3	5	上～下

〃 側枝の長さ	8	10	3	1	4	5	6	2	9	7	短～長
〃 角度	4	3	7	9	10	5	6	8	2	1	小～大
主幹枝ののび方	7	10	4	2	1	9	5	3	6	8	直～曲
〃 長さ	7	9	4	3	1	10	5	2	8	6	短～長
〃 曲がり	6	4	8	10	7	1	2	9	5	3	小～大
緑枝葉の長さ	4	3	10	7	9	1	2	8	6	5	短～長
着葉年限	5	3	8	9	7	1	2	10	6	4	〃
主幹枝の角度の変化	6	4	8	10	7	2	3	9	5	1	小～大
主幹枝からの副枝のでかた	4	3	6	10	8	1	2	9	7	5	多～小
主幹枝の枝のつけ根の形	5	10	4	1	3	9	8	2	6	7	平～凸
主幹枝の根元の形	円	やや不正	円	正円	長楕円	円	やや不正	円	円	楕円	
幹のねじれ	—	—	3	4	ややつよく右旋	—	やや右旋	強く右旋	—	やや右旋	
幹の完満度	5	10	7	1	8	9	4	2	3	6	大～小
枝下の高さ	7	8	4	3	5	10	9	2	6	1	低～高
力枝の高さ	5	7	4	3	8	10	9	2	6	1	〃
樹冠外側の形	楕円	やや不正楕円	楕円	広楕円	広低楕円	やや長楕円	不正楕円	長楕円	長円錐	長円錐	滑～不
樹冠冬の色	2	7	3	6	1	10	9	4	8	5	黄～赤褐
樹皮のきれつ	波状	波状	網状	網状	網縞状	網状	波状	縞網状	波状	縞状	
〃 色	3	6	1	2	4	8	7	9	10	5	黒～褐
〃 厚さ	2	3	9	10	7	1	6	8	4	5	薄～厚
〃 心材率	10	9	3	1	5	7	8	2	6	4	多～小
〃 偽年輪	7	8	3	1	4	9	10	2	6	5	〃
〃 年輪の密度	7	8	3	1	4	9	10	2	6	5	〃
根の分岐	10	4	1	3	2	8	9	5	7	6	〃
〃 形態	長大	長中	中中	短大	やや長中	長中	長中	短大	長やや細	長細	

第46表　アオスギの地方別系統のいろいろ
Table 46. Strain of "Aosugi-variety".

系統名	産地	主な形態
ヒタアオスギ（ハナスギ）	日田市付近一円	結実早生で葉が最も剛直。
ナミノアオスギ	熊本県阿蘇郡波野村	葉が肉厚で太く短くやや内に曲がる。
ナオミアオスギ	大分県南海部郡	葉がやや長くふとく内に曲がる。
ウラセバルアオスギ	日田市大字五和	葉が太くやや曲がりホンスギににる。
オノアオスギ	日田市大字小野	
オグニアオスギ	熊本県阿蘇郡小国町	標準のもの。
アソアオスギ（アソアヤスギ）	〃　高森町	葉が細かく内に曲がりアオスギににる。
ツエアオスギ（インスギ）	大分県日田郡前津江村	葉が細かくややとがる。ヤブクグリに近かい。

第47表　アヤスギの地方別系統のいろいろ
Table 47. Strain of "Ayasugi-variety".

系統名	産地	おもな形態
アソアヤスギ（アソヤブクグリ）	熊本県阿蘇郡内牧町	葉がやや緑こく内に曲がり柔軟である。
ツエアヤスギ ツエヤブクグリ	大分県日田郡前津江村	葉が細くとがり色は浅黄色で曲がりが少ない
オグニアヤスギ ヤクノシマ	熊本県阿蘇郡小国町	葉がやや長く色はやや緑がうすく曲がりがやや少ない。
ヤベアヤスギ ヤベアカバ	熊本県八女郡矢部村	葉がやや太く緑こく内に曲がりがつよい。
アオバアヤスギ ヒゼンアヤスギ オオバアヤスギ	佐賀県鳥栖市	葉がややとがり色はややうすく結実がやや早い。
コバアヤスギ	熊本県八千代郡泉町	葉が太く緑こく結実しやすい。
キクチアヤスギ	熊本県菊地郡菊地町水源	標準のもの。
ヒタアヤスギ	大分県日田市	標準形よりやや浅黄色。

第48表　ホンスギの地方別系統のいろいろ
Table 48. Strain of "Honsugi-variety".

系統名	別名	産地	主な形態
ホンスギ	トヤマスギ	大分県日田市小野	標準形
	オノホンスギ	〃	〃
ヒコサンスギ	ヒコサンアカ	福岡県田川郡添田町	葉が長く枝葉が長い葉肉がうすい。
ヤベホンスギ		福岡県八女郡矢部町	葉が幅ひろくやや早生形。
キウラスギ		〃	葉が黄味をおび枝わかれが多い。
セブリホンスギ	ネシガワ	佐賀県三養基郡基山町	葉の内曲がりが強い。
	カゴスギ	〃	
タクホンスギ	タクスギ	佐賀県多久市西多久	葉の肉があつい。
ミノブホンスギ	コウラホンスギ	福岡県久留米市	葉がやや短くやや結実が早い。
	コウラサンスギ	福岡県八女郡星野村	〃

第49表　ヤブクグリの地方別系統のいろいろ
Table 49. Strain of "Yabukuguri-variety".

系統名	産地	主な形態
クスヤブクグリ	大分県玖珠郡玖珠町	標準のもの。
オノヤブクグリ	〃　日田市小野	葉の幅がひろく結実しやすい。
ヒタヤブクグリ	〃　日田郡大山町	アラカワににた葉をもつ，早生根の曲がりが少ない。
ツエタテヤブクグリ	熊本県阿蘇郡小国町	トサアカににた葉を持つ，成長がよい。
アカバヤブクグリ	〃	アオスギににた葉をもつ，晩生。
マエツエヤブクグリ	大分県日田郡前津江町	アヤスギにて伏条，晩生型。
ヤベヤブクグリ	福岡県八女郡矢部町	葉色が緑こく内曲がりがつよく成長が早い。

第50表　中九州の各品種の名称とその呼称地域
Table 50. Synonymus of varieties in middle Kyushu and region where they are named so.

品種名	別名	呼称地域	植栽地域
アオスギ	アオ	玖珠郡	熊本，福岡，長崎，大分，宮崎，山口，広島，愛媛，香川等
	アオバ (1),(2),(3)	(1)日田市，日田郡，(2)佐賀県，神崎郡，(3)日田郡，直入郡	
	アオバスギ	福岡県嘉穂郡，田川郡	
	アヤスギ	熊本県阿蘇郡高森町，宮崎県西臼杵郡，大分県	
	インスギ	日田郡上津江町	
	クサスギ	芦北郡大野村	

品種名	別名	呼称地域	植栽地域
アオスギ	ジスギ	熊本県阿蘇郡，大分・福岡県一円	
	ヒゴメアサ	〃　球磨郡，八代郡，上・下益城郡	
	マスギ	〃　八代郡	
	ロッポンスギ	〃　八代郡泉村	
アヤスギ	アカ	〃　下益城菊地郡，大分県日田，下毛郡	九州全域，中国地方，四国の一部
	アカジュ	〃　飽託郡，佐賀県藤津郡	
	アカスギ	福岡県八女郡矢部村，三井郡御井村	
	アカタ	大分県日田郡，日田市	
	アカバ	福岡県八女郡矢部村，三井郡御井村	
	アカミ	熊本県芦北郡湯浦町	
	クマモトスギ	〃　芦北郡大野村	
	サクラスギ	〃　八代，芦北郡，鹿児島県出水郡	
	ヒゼンスギ	大分県日田郡下部村	
	ヒダスギ	大分県下毛郡，南海部郡，宮崎県東，西臼杵郡，児湯郡	
	ヤクノシマ	熊本県阿蘇郡小国町，南小国村	
	ヤブクグリ	阿蘇郡内輪地方	
	ヤベスギ	佐賀県神崎郡，東松浦郡	
ウラセバル	ウラセバル	日田市	福岡，佐賀，大分県の一部
	(クマントスギ)	(熊本県阿蘇郡，大分県日田市)	
	(クロズイ)	(〃　〃)	
	(ササンノスギ)	(〃　〃)	
	(リュウノヒゲ)	(〃　〃)	
	ヒコサンスギ	福岡県八女郡	
	ヒノデスギ	日田市	
ネジカワ	アヤスギ	佐賀県神崎郡	熊本，福岡，長崎，大分，広島，岡山，兵庫県
	ジスギ	〃　神崎郡背振村	
	ネジカワ	〃　神崎郡，佐賀郡	
	ヒネクレ	〃　神崎郡，大分県日田郡	
ホンスギ	コウラサンスギ	熊本県鹿本郡，大分県日田郡	
	シャカインアカ	〃　八代郡，〃　下毛郡	
	シャカインスギ	〃　上，下益城郡，八代郡	
	タクスギ	佐賀郡	
	チクゴスギ	大分県下毛郡	
	トヤマスギ	〃　日田郡，日田市	
	ヒコサンスギ	福岡県築上，田川，嘉穂郡，佐賀県東松浦郡	
	ヒゼンスギ	熊本県菊地郡，芦北郡	
	ヤベスギ	佐賀県神崎郡，東松浦郡	
ヤブクグリ	イインスギ	日田郡小野村，前津江村，朝倉郡宮野村	大分，福岡，佐賀，長崎，熊本のほぼ全域。宮崎，山口，広島，岡山，愛媛，兵庫の一部
	イインタロ	八女郡矢部村	
	カンノウラ	〃	
	ネジモト	玖珠郡	
	ヤブクグリスギ	日田郡全域	
	ヤブトオシ	直入郡，阿蘇郡小国町，玖珠町	
リュウノヒゲ	ササンノスギ	大分県日田郡前津江町	熊本県菊地，阿蘇，大分県日田

摘　　要

スギ品種の類別には材を生産する栄養器官，ことに，その生産器官によることが重要であるので，さしき品種では個体の形質を把握して自然および人為の各選択要素との関係を十分に検討して最も重要な遺伝形質をとらえ，それらを用いて比較することである。この目的のために，過去において標準形態のものが集められている日田，人吉，飫肥などの見本林と 参考林から 1949 年に穂を採取して 九州支場内の苗畑にさしつけ，その翌年に形態類別試験地を設けて，その林齢３～４年のものを用いて，資料の採取位置と比較方法とを吟味しながら，品種間の差異を明らかにして，幼齢時代の品種類別を明らかにした。さらになお，その母木を用いて九州におけるおもなさしきの類別と品種の成立過程についても考察した。それらの結果のおもな項目を摘録すればつぎのとおりである。

1．スギの針葉の個体内，または品種相互間の比較には，条件をそろえて採取できる名称を各針葉に与えることが必要であるので，まず葉齢別に区分し，同齢内のものは母軸の枝に名称を与えてその同枝内のものは葉位別に区分して名称を与えた。

2．枝葉と枝はその母軸の年次別に区分して，同齢内のものは分岐次数別に区分した。また，同枝内のものは葉位別に類別し，葉位の明らかでないときは年界からの距離別に区分した。

3．１幹，または１主枝，１側枝内の針葉長は，

$$y=ae^{\frac{-\alpha}{t}}+\beta t$$

で表わされて第２区分位のところで最大を認めるが，その最大葉の母軸の区分位別変化は，１主枝間では低位のものが最大を示して，品種間にはアオスギ，メアサが徐々で，アヤスギ，ホンスギがつづき，ウラセバル，オビアカ，ヤブクグリ，タノアカが急に減少する傾向を認めた。また，葉曲，葉角などもほぼ同似の傾向を認めた。

4．５年生木の２年生主軸の部分から発達した２幹２主—１主枝の針葉長は区分位の高いところが大きくて，下位が小さく品種間には前項と同じ傾向を認めた。

5．着葉密度は葉長とやや逆の傾向を認めたが，アヤスギの密とメアサの疎とはそれらに関係のない本質的な相違であることを認めた。

6．１枝内の最大葉長は主枝，側枝などの各枝の１成長期を経た初年目のものが最大を示してその後年のものほど減少するを認めたが，その傾向は枝の次数が高まるにしたがって小さく，品種間にはメアサ，ホンスギ，アオスギ，アヤスギ，ヤブクグリ，オビアカがつづぎ，タノアカ，ウラセバルが大きい結果を認めた。

7．樹齢５年生の２幹２主—１主枝，３幹３主—２主枝，３幹３主—２主—１主枝，３幹３主—２主２側—１側枝針葉の各最大針葉中の最大葉は３幹３主—２主２側—１側枝針葉のものであって，その品種別差異はウラセバルが大きくて，ヤブクグリ，オビアカ，メアサ，タノアカ，ホンスギ，アオスギ，アヤスギが順に小さい結果を得たが，その差はわずかであるので品種間の識別にはウラセバルを除いてはあまり信用するものとならない。しかしながら，立地条件をそろえてみれば，多くの場合上記の傾向を認めるので，条件をそろえて実長と相対値をあわせてみれば品種の識別が可能なことを知る。

8．３幹３主—２主２側—１側枝針葉の最大葉を用いて横断面の形態を見た結果は，四角隅に厚膜が発達している引っぱりようの菱形で，横径はウラセバル，ホンスギ，タノアカ，オビアカ，アヤスギ，ヤブ

クグリ，メアサ，アオスギの順，縦径はウラセバル，ホンスギ，タノアカ，オビアカ，メアサ，アヤスギ，アオスギの順に小さく，横／縦の形状比はホンスギ，オビアカ，アヤスギ，ヤブクグリが大きくて，ウラセバルがつづき，メアサ，アオスギが順に小さい結果をえた。また，葉の角隅間の凹みはホンスギ，ウラセバルが大きくて，オビアカ，アヤスギがつづき，タノアカ，ヤブクグリ，アオスギ，メアサの順に小さい結果を得た。

9. 下表皮の厚膜細胞の数と大きさ，および幅は葉の表裏と左右の各側で違うが，外側でことによく発達していて，メアサ，アオスギ，ヤブクグリ，タノアカ，ウラセバル，アヤスギ，オビアカ，ホンスギの順を認めた。

10. 葉の皮膚組織の厚さは葉齢にともなって増大して，1年生針葉の上皮ではメアサ，アオスギ，アヤスギ，タノアカ，オビアカ，ウラセバル，ホンスギ，ヤブクグリの順，同表皮ではアオスギ，アヤスギ，オビアカ，ヤブクグリ，タノアカ，メアサ，ウラセバル，ホンスギの順に厚い結果を認め，4年ではヤブクグリ，ウラセバルが厚くて，アヤスギ，タノアカがつづき，アオスギ，メアサ，ホンスギ，オビアカがうすい結果をみた。また，上，表皮の厚さは日射の強いときに厚い結果を見た。

11. 葉肉組織の層厚はオビアカ，ウラセバル，ホンスギ，アヤスギ，タノアカ，アオスギ，メアサ，ヤブクグリの順に薄く，細胞の形は1層より2～3層のものほど，また左右より内外側が長大で，しかもその長大のものほど葉の曲がりが強くて，針葉の含水量が高い傾向を認めた。

12. 葉の中心部組織内の木質部の木質繊維はウラセバル，メアサ，アオスギ，タノアカ，アヤスギ，ヤブクグリ，ホンスギの順，靱皮部の靱皮繊維もほぼ同順におそく発達する傾向を認めた。

13. 葉の移入組織と樹脂孔にも品種間に相違を認め，樹脂孔の大きさは，ウラセバル，オビアカ，ホンスギ，タノアカ，アヤスギ，ヤブクグリ，アオスギ，メアサの順に小さい結果を認めた。その周辺の保護鞘細胞の大きさ，膜厚，細胞の排列状態などは品種間にあまり明らかな相違を認めなかった。

14. スギの気孔の排列状態は不規則であるが，外側より内側が多くて，葉の基部よりのところでやや安定していて最大を示したので，その部分を用いての品種間の差異はウラセバル，ホンスギ，オビアカが多くて，アヤスギ，ヤブクグリがつづき，タノアカ，メアサ，アオスギが少ない結果をえて，気孔列の幅はウラセバル，ホンスギ，オビアカが多くて，アヤスギ，タノアカ，ヤブクグリがつづき，メアサ，アオスギが少ない傾向を認めた。気孔の発達は凹みと曲がりとに相関が高くて，品種間の生理的性質にも高い相関があることを認めて凹みの少ないものを乾燥型，多いものを湿潤型に分けえられた。

15. 葉先の形を鈍一鋭，曲がりを直一曲，角隅の厚膜幅を狭一広に分けてみれば，オビアカ，ウラセバル，ホンスギは鈍，曲，広，タノアカ，アヤスギはおのおの中，ヤブクグリ，メアサ，アオスギは鋭，直，狭であって，あと2種の厚膜はややひろい結果をえた。

16. 芽の大きさを枝葉と同様の方法で類別して最大を示す最頂部の2幹2主一1主枝の芽を用いて比較したところ，ウラセバル，ホンスギ，アヤスギ，オビアカ，タノアカ，ヤブクグリ，アオスギ，メアサの順に小さい結果をえて，開葉の早さはタノアカ，オビアカ，メアサ，ヤブクグリ，アオスギ，アヤスギ，ウラセバル，ホンスギの順に遅く，成長終止の早さはホンスギ，アヤスギ，ウラセバル，ヤブクグリ，アオスギ，メアサ，オビアカ，タノアカの順におそい結果をえた。また，潜芽の発生位置はタノアカ，ヤブクグリ，オビアカ，ウラセバル，ホンスギ，アヤスギ，アオスギ，メアサの順におそい結果を得た。

17. スギの種々の枝は縦軸，斜生軸，または，その斜生次軸上に発達している成長運動の生産物質の形

態とみてその樹形の比較を行なったが，それには成長運動に最も相関の高い条件をそろえることが重要であるので，葉と同様に年齢，主幹，主枝，側枝などの軸の種類，葉序による分岐序列とによって類別して，その各器官に名称を与えた。

1年生の部分の主枝の長さは軸の栄養条件，軸の年齢，分岐次数などに左右されていて，メアサ，アオスギが長くて，その区分位が高まるにしたがっての減少状態は小さいが，アヤスギ，ホンスギ，オビアカ，ウラセバルはやや長くて，減少状態はやや大きく，タノアカ，ヤブクグリは枝長が長くて減少量も大きい傾向を認めた。

19. 2幹2主—1主枝長は当年度の主幹伸長量と相関が高くて，梢頭部のものではホンスギ，アヤスギ，メアサ，アオスギが長くてオビアカがつづき，ヤブクグリ，ウラセバル，タノアカなどが短い傾向を示した。

20. 枝長の不ぞろいの度合は角度に影響を及ぼして，その後の成長状態と落枝性に強く作用することを知ることができたが，この研究で取り扱った品種が小さい結果を示したのはその点にも注意して選択されているすぐれた品種のためであると認めた。

21. ヤブクグリ，タノアカなどの早生種の幼齢時代の樹冠はやや円錐形であるが，中，老齢となるにしたがって円筒形から腰高ウチワ～長円筒形となり，メアサ，アオスギ，ホンスギなどの既成種の幼齢時代の樹形は長広々倒心臓形で，中，老齢となるにしたがって長倒心臓形から細長～底広々倒心臓形となるを認めた。さらに前者は枝下高が高くて樹冠長が短いが，後者は枝下高が低くて樹冠長が長い傾向を認めた。

22. 各枝の平均枝数はアヤスギが多くてメアサ，アオスギ，ホンスギが少なく，その他のものはその中間を認めた。梢頭にいたるにしたがっての漸増傾向はヤブクグリ，オビアカ，タノアカ，アヤスギが多くてメアサ，アオスギが少なく，その他が中間を，その方向別本数はヤブクグリ，タノアカが区分位の下部まで四方に発達していて，オビアカ，ウラセバル，アヤスギ，ホンスギ，メアサ，アオスギの順に両側に発達するを認めて，早生のものほど立条形で枝太の傾向を，晩生形のものほど立条性が強くて枝細の傾向を認めた。

23. 幼齢木時代の主枝の枝角はホンスギ，アヤスギ，メアサが大きくて，ウラセバル，アヤスギ，オビアカがつづき，タノアカ，ヤブクグリが小さく早晩性と逆の傾向があるのを認めた。

24. 2幹2主—1主枝の茎部の枝径の2主幹系列の区分位別変化は低部より梢部のものが大きくて，品種間にはヤブクグリ，タノアカ，ウラセバルの早生種が大きく，オビアカの中生種がつづき，ホンスギ，アヤスギ，メアサ，アオスギの晩生種が小さい結果を認めた。

25. 5年生造林木の3年軸の2年生の部分の木部柔細胞の数はウラセバル，タノアカ，オビアカが多く，ヤブクグリがつづき，アオスギ，ホンスギ，メアサ，アヤスギが少なく，細胞の大きさの1成長期間の区分位別変化はウラセバル，アオスギ，オビアカ，タノアカが大きく，その他のものが小さくて葉長の変化とやや似た傾向を認めた。

つぎに細胞膜の厚さはホンスギ，アオスギ，メアサが厚くて，アヤスギがつづき，オビアカ，ヤブクグリ，ウラセバル，タノアカがうすくて早，晩生と逆の傾向を認め，晩材率はオビアカが低くて，ウラセバル，ホンスギ，ヤブクグリ，タノアカがつづき，メアサ，アオスギ，アヤスギが高くて伏条，早晩生とかなりの相関がある結果を認め，細胞内のらせん紋の発達は，アヤスギ，メアサ，アオスギがつよくて，ホ

ンスギ，ヤブクグリ，オビアカがつづき，ウラセバル，タノアカが少なくて伏条，耐乾または耐寒性とも関係があることを認めた。

26．樹齢が高まるにしたがって心材率が高まる状態は葉，枝葉，樹形，葉色，樹皮などと関係があってメアサ，アオスギ，アヤスギなどは初めから高くて，ウラセバル，ヤブクグリが低く，オビアカ，ホンスギははじめに低くて，後に高い結果をえた。

27．心材の色と葉色，葉の形，曲がり，枝葉の形，樹冠，樹皮，枝の形との間には関連を認めて，桃黄色のものは冬夏を通じて葉色が浅黄で変色が少なく，枝角広く枝の曲がりが強くて，樹冠は広底心臓形を示し，心材の赤紫，鮮紅色のものは夏には葉色が濃緑で冬期には暗紫色となって変色の幅がひろく，これも枝角と枝の曲がりが大きいが，心材の黒—黒褐色のものは一層濃緑色で枝角はせまく枝の曲がりも少ない傾向を認めた。

28．樹皮の色は葉色と似ていて夏期に葉色の濃緑色側のものほど黒味が強く，浅黄緑色の側のものほど褐黄色を示した。樹皮の厚さは20～30年の幹の根元付近ではヤブクグリ，ホンスギが厚く，梢頭ではメアサ，ヤブクグリ，オビアカ，アヤスギが厚い傾向を認めた。

29．粗皮の形は秋田スギと同様の皮の種類で分けられて，ホンスギはシロハダとアミハダとの中間，アヤスギがアミハダ，ヤブクグリがトヨハダとアミハダ，メアサ，アオスギが明らかなトヨハダ，オビアカがマツハダ—アミハダ，タノアカはアミハダ—ハナレハダ，ウラセバルはトヨハダとマツハダとの中間の形態を認めた。

30．幼齢軸の褐色栓皮の色はメアサ，アヤスギが黄褐色であるが，後者がやや濃くて，アオスギ，ヤブクグリ，タノアカがともに暗褐色を示し，ことに最後者が濃くて，ウラセバル，オビアカ，ホンスギなどはともに暗紫赤色を認めた。褐色栓皮と緑皮との境界の移動の速さはタノアカ，ヤブクグリが早くて，オビアカ，ウラセバルがつぎ，アオスギ，メアサ，ホンスギ，アヤスギがおそくて早晩生とやや高い関係があることを認めた。

31．スギの天然生林の随伴植物，植生環境などから九州本土のスギの天然分布の上限界は1,200m，下限200mを得たが，林分成長量調査標準地の成績と自然要素の資料もあわせてみれば，その育成限界は海抜高は0.0～1,200m，気温は9～18°Cで温量，寒冷の指数からもほぼ同似の高さが認められるので，それらを九州における天然生育の上，下限界地域と認めた。

32．九州にもSugi-bedがあり，それはMetasequoia-bedの上にあって独特の赤色土を示すことを認めたが，このSugi-bedと関係のある地層とジスギの形態とからさしきに移行前の自然品種林分の所在とその内容とを考察したところ，九州のほぼ全域にわたって自然品種が存在していたことを認めた。

33．九州のスギの自然品種の選択要素のなかで，最も重要な自然要素は噴煙で，それらに地形，地質，土壌，気象の諸要素が加わって九州独特の地域または小地域性品種を発達させていて，それらが社会制度，山林行政，産業機構などに基づく造林目標の変化によって育成品種に発達させているとみられるので，それらの品種の類別にはまず選択条件を異にする地域別に区分し，つぎに同地域内のものについてさらにその中の支配的な選択条件と形質との関係を明らかにして類別するのが，自然的であると考えて，そのようにして行なったが，その確証には各品種の生理，および造林上の性質を知る必要があるので，第2，3編でその研究を行ない，さらに一部は交配実験の結果をもあわせて見て明らかにした。またそれらの各品種の生理的性質については第2，3編に詳述することとした。

第2編　スギさしき品種の生理的性質に関する研究

第1章　一般的生理的性質

纐纈[65]は植物の形態と生理的性質との間に深い関係があることを強調して，生理学の分野に解剖生理学という学問の新分野を提唱したが，実験生態学が実証的にすすめられるにしたがってその研究方法が取り入れられてきている。このスギの特性の研究においても，解剖生理学的観察を行なって各品種の生理学的性質をほぼ明らかにすることができたが，それらの特性を一層確実に把握するには，さらに生理学的証明を行なって実証する必要がある。そこで，本編においてはまえに用いた九州のおもなスギのさしき品種を用いて，この面からの種々の研究を行なったが，それらの結果についてつぎに検討することとした。

第1節　1年間の成長過程

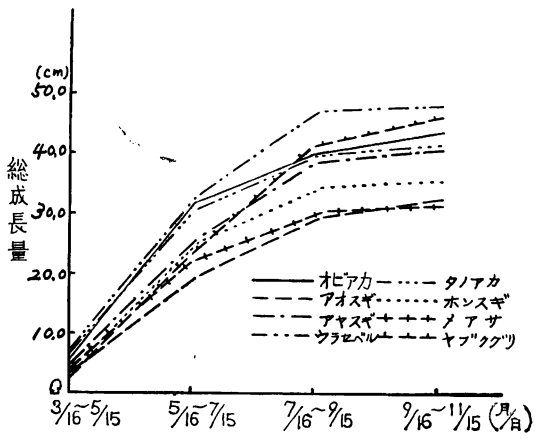
SACHS は植物の器官の成長と形成を幼稚，伸長，成熟の3期に分けているが，この幼稚期は初生の時期であって，器官の原始体が成長点の上に現われる出現期と，その数と配置が決定される分化期とに分けられる。伸長期は，分裂組織につづく伸長帯の組織あるいは器官が成長素の作用によって伸長する時期，成熟期は最後に各器官が独特の固定した形態に発達する時期である。スギのさしき苗はさし穂の親木の部分を含んでいるので，1年間の成長量を正確に知ることはむずかしいが，新生部分の縦横軸，幹の1定位置の横軸，全重量成長の測定によってその生育過程を類推することはできる。新梢は細胞の分裂と伸長とが最も盛んに行なわれている場所で，測定もしやすく，1年間の差異を知るにも容易であるので，スギの品種間の比較を行なうにはすぐれた場所といえる。そこで，本研究ではその部分を用いて比較することとした。

スギの1年間の成長過程については佐多[142]のアキタとヨシノスギを用いての結果，外山[162]の邦産193系統のスギについての研究，石崎[42]の九州のスギのさしき品種についての報告があるが，まとめて検討したものがなかったので，つぎにそれらの実測結果を示して枝葉の形態，形質と品種識別の拠点としての利用可能の点などについて検討した。それらの実験要領と結果とはつぎにのべることとした。

A．実験要領

スギの品種間の成長過程を明らかにするには，まず，確かな品種のそろった苗を用いて行なうことが重要であるので，本研究では人吉経営区矢岳国有林の品種見本林と，飫肥経営区119ぬのオビスギ見本林と，日田経営区小石原国有林の御大典記念スギ品種別植栽林から昭和23年春にさし穂を採取して九州支場付属苗畑内の床地にさしつけ，その養成苗のうちから翌春樹高，直径，根の発育などのともに似たものを1 m² あたり16本ずつ植栽して，その2年目の昭和25年に，3月15日から6月末までは5～6日，それ以降11月5日までの期間は10～11日おきに新梢長，新梢基部径，樹高，地際直径などを測定した。天候，その他の関係で当日に測定ができないときには繰り延べて行なった。樹高は30 cm の竹尺，直径は1/20mm のノリウス付きの直径尺を用いて測定した。植栽後2年目のものを測定したのは，植栽当年の植栽方法と苗のふぞろいのための成長の不ぞろいを取り除いて，品種本来の性質をあらわしているものを比較したかったからである。

B．結果とその検討



第83図　1成長期間の隔月別伸長総成長量
Fig. 83　Total height growth in every other month of one year season.

試験結果は成長過程と最大成長の時期とに分けて考察し，つぎにそれらと体内の生理条件との関係をあわせて考察した。

まず，月別総成長量を求めてスギの品種間の差をみれば第51表（第83図）のとおりで，その昇騰状態は多くの人々によって認められているように，初めは徐々で，つぎにしだいに急に上昇して最大に達し，その後はしだいに徐々となって，ついには止まるいわゆる放物線状を描いている。このような1成長期間の成長過程を曲線式で表示した人には，佐多[119]のカラマツ，重松と岩切[136]のクスでの研究があるが，ことに後者らは年間の成長

第51表　1成長期間の成長過程（cm）
Tabel 51.　The processes of growth in one year season.

品種	総成長（cm）				隔月成長（cm）			
	*3/16～5/15	5/16～7/15	7/16～9/15	9/16～11/15	3/16～5/15	5/16～7/15	8/16～9/15	9/16～11/15
オビアカ	6.6	31.0	39.9	43.2	6.6	24.4	8.9	3.3
アオスギ	3.3	19.3	29.3	32.5	3.3	16.0	10.0	3.2
アヤスギ	4.9	25.2	38.5	40.8	4.9	20.3	13.3	2.3
ウラセバル	7.4	32.3	46.7	48.0	7.4	24.9	14.4	1.3
タノアカ	6.9	30.4	40.0	41.7	6.9	23.5	9.6	1.7
ホンスギ	3.8	24.2	34.3	35.9	3.8	20.4	10.1	1.6
メアサ	4.4	22.1	30.5	31.8	4.4	17.7	8.4	1.3
ヤブクグリ	4.8	23.7	41.5	46.0	2.8	20.9	17.8	4.5

備考（成長実験式）　　* 月/日

オビアカ　$H=3.93391e^{\frac{-1.76730}{x}-1.51595x+0.16883x^2}$

アオスギ　$H=3.11847e^{\frac{-1.65595}{x}-1.04385x+0.09983x^2}$

アヤスギ　$H=2.22649e^{\frac{-0.95047}{x}-0.62288x+0.03707x^2}$

ウラセバル　$H=1.59712e^{\frac{-0.38052}{x}-0.34038x+0.00700x^2}$

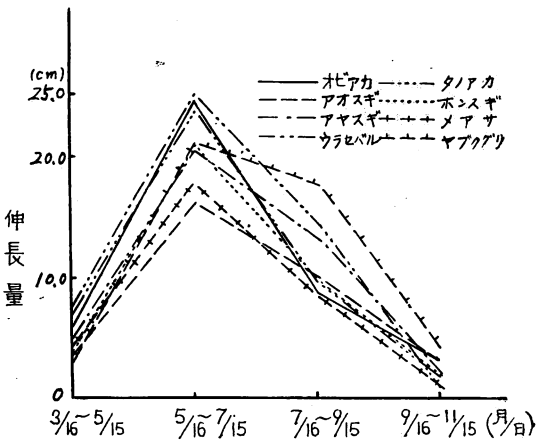
タノアカ　$H=2.93695e^{\frac{-1.17260}{x}-1.01855x+0.09300x^2}$

ホンスギ　$H=3.27290e^{\frac{-1.72530}{x}-1.05775x+0.09003x^2}$

メアサ　$H=2.80651e^{\frac{-1.33087}{x}-0.90893x+0.07360x^2}$

ヤブクグリ　$H=3.04764e^{\frac{-1.78327}{x}-0.88628x+0.06917x^2}$

過程は1世代の縮図を示すとしている。以上の結果からこのスギの成長曲線式も樹高成長曲線式が応用できるものと考えられるので指数曲線式，ROBERTSON，MITZERLICH[92] などの式を用いてみたところいずれも適合しないことを知ることができた。ところで，スギの葉長と1年間の伸長量との間には高い相関があって，葉長の葉位別変化は熱化学反応速度の式で表わされるとしたが，このことから軸の成長は葉長の累加曲線と似ていて，前半は前年の栄養の蓄積状態に支配され，その後半はその年の同化物質の生産量と消費量との兼ね合いによるものとみられるので，これもまた SCHMACHER[130] の反応速度の式（$Y=Ae^{-\frac{\alpha}{t}+\beta t+\gamma t^2}$）によって表わされるものと考え，その式を用いてみたところ第51表の中に示すとおりで，その可能なことを知ることができた。このことから体内の各部分の成長はほぼ同様の過程をもって行なわれていることを知ることができよう。つぎに，この過程を詳しくみれば第84図のとおりで，各品種間に差異があってタノアカ，オビアカ，ウラセバルが最も大きくて上昇状態も，またその後の最大値からの減少状態も急で，その3者の中ではタノアカがすぐれていてオビアカがつづき，ウラセバルはオビアカよりも劣るを認めた。つぎに最大値の大きいアヤスギ，ホンスギ，ヤブクグリをみれば，3種ともに似ていて，その最大までの漸増は前3種と似ているが，その後の漸減状態はかなり違っていてヤブクグリ，アヤスギともに減少状態がきわめて緩である。つぎにまた，最大量の値の最も小さいメアサとアオスギとを前者らと比較すれば，両者ともに漸増，漸減の状態が緩慢であるが，なかでもアオスギが一層徐々な傾向を示した。



第84図　1年成長期間の隔月伸長量

Fig. 84　Height growth in every other month of one year season.

主枝，側枝の成長過程も同様の方法で測定して比較したが，分岐次数の高い，成長量の少ない枝ほど最大成長後の漸減傾向が強くて，2次成長の過程を全く見い出さない。側枝は主枝より一層漸減傾向が強くて，より2次成長の過程を見出し難い。以上の結果からも比較には主軸の成長が最もすぐれていることがわかる。

外山[162] は種々のスギの系統の1年間の成長過程を調べて，その最大成長量のあらわれる時期（月）と月別成長量の大小の順位によって，6月をA—D，7月をA—K，9月をA—N，10月をA—Oの種類に分けたがそれらの各型が各系統の種子の配給地域別に現われる状態を示せば，各地域ともに種々の型があらわれているけれども，寒地帯のものには6月と10月型とが特に多いことを指摘した。本研究の結果を外山の方法で比較すれば，ほとんどが6月型であって，わずかにホンスギが7月型に近い傾向を示しているにすぎない。この理由について考察すれば，この材料が狭い地域に発達しているさしき品種であって，それらをその中心にあたる熊本で実験しているために，各品種の温度に対する反応が似ているためとされよう。

1年間の成長過程と1世代の成長過程とはともに同じ成長曲線をもってあらわされるので，同似の現象

とみられがちであるが，内容を吟味していけば物質生産に直接に影響する気温，降水量などの気象条件の相違が明白となる。ただ，両者が同似の現象として表示されるのは，両者ともに前年の蓄積と後年の生産と消費との兼ね合いで表わされることであって，成長量の大小と，その最大量の出現時期とは，各品種が環境によって支配をうける量によって決定されるので，条件が違えばその過程も違ってくるのは当然のことであろう。

スギの新梢の新成器官の形成過程を知るには，体内の個体，または系統発生の過程を左右する生理条件を知ることが重要である。ホンスギがややおくれて最大成長量を示して，その後急に減少するを示すのは，この品種の成長励起の温度条件の幅が狭いためであって，同様の傾向がアヤスギ，ウラセバルにも見うけられる。以上の考察から1成長期の成長過程によって早晩性を決定することは困難であるが，その過程が1世代の成長と高い相関をもつことが認められているときには1つの見方とすることができよう。しかしながら，個体の発達過程を新梢のような個体のわずかな部分で観察することに問題があり，また，九州のある地域に偏在しているものを熊本市に集めて得た結果を各品種の本質的な成長過程を示すものとすることに問題があるので，本結果はあくまで同地方の気象に支配されている成長過程とみなければならない。したがって，各品種の新条の形態はその地方の成長条件を十分に把握したのちに比較すれば，品種識別，または特性判定の資料とすることができよう。しかしながら，苗畑の品種別の施肥，掘り取り，山出し，または植栽，下刈りなどの時期の選択にあたっての資料はさらに各現場での測定結果とあわせて用いることである。

新梢の基部径も伸長成長と同様の方法で測定したが，それらはきわめて小さくて，測定誤差も大きく，品種間にも大きな相違を見なかったので，成長過程，品種間の比較考察などは省略した。

第2節　体内の水分

植物体内の水分の研究にあたっては，植物体が土壌から水を吸収する吸水機能と，葉体内の水分を葉から空気中に散逸させる蒸散能力と，その両機能によって水分の移動を行なう水分通導機能との3機構に区分されるが，スギの品種間の水分要求に対する特性の研究も，このように区分して観察することが重要である。ことに，各品種の耐乾，耐寒性などにもとづく選択は，この種々の要素が組み合わされたときの結果ともみられるので，この種の特性の研究にあたっては，まず個々の要素に分けて考察することとした。

A．含水量

植物体内の水分条件は最適値があり，それより少ないときに成長量に不利な結果をもたらすことはFACHSをはじめ，多くの人々によって発表されているが，手じかなものとしては佐藤[125]のスギ，ヒノキ，マツの耐乾性に関する研究がある。佐藤の報告はスギの品種間の特性を知るうえに参考とするところが多いが，スギのさし苗は形態が大きくて，古い木化のすすんだ部分をも含んでいるので個体全体を用いることができず，そのままの応用はむずかしい。そこで本研究では，なるべく小形の穂からえた小苗と各樹齢階からの小枝葉を用いて動的観察を行なって全体の類推ができるようにつとめた。そのため，主として少量で個体の全体を表示できる部分すなわち，第1編で得た標準針葉，枝葉の観察結果を用いて行なうこととした。しかしながら，この場合といえども個体全体を用いることがまさるのでその可能な場合にはなるべく個体を使用することとした。

1．資料の採取と実験方法

スギの生葉の着生年限は品種によって違うが，個体の栄養の生産に重要な役割を果たすものは特殊な場

合を除けば 2，3年とされる。岡崎[104][105]のスギ林の成績と針葉の含水量との関係の究明に 1，2年生の針葉を用いているのは，その部分を重視しているためとみられる。岡崎[105]は，また，樹冠の方位と地上高別の葉の含水量を知るために孤立木のスギで3，10月の2回にわたって測定したが，梢頭に接近するにしたがって方位別の差は認められず，主枝と側枝との間にも有意差を認めえなかったと報告している。これらは，資料を採取するに重視すべき点とされよう。

耐乾性を重点としたスギの体内水分の表示方法には種々の方法があるが，纐纈[64]と同氏ら[67]は灰分，乾物量などによるほかに多汁度がまさるとしている。多汁度には種々の解釈があるが，ことに鶴田と纐纈[164]は水分の吸収，保留，または貯蔵に役だつ物質の含有量（充実度）を意味するものであるとしている。多汁度の表示方法には MACDOUGAL[78] と同氏ら[79] STOCKERら[144] などの植物体の単位面積に対する含水量の割合で表示する場合と，HUBER[85]の表面発達度（表面/容積）と STOCKER の表面発達度の逆数表示法と SCHMACHER[130] の肥大率（$10^3\frac{\text{高さ}}{\text{表面}\sqrt{\text{表面}}}$）表示法とがあり，いずれも面積で表示することを重視しているが，その理由は，植物体内からの水分の蒸散は DALTON の

$$V=K\ (F-t)\ -\frac{760}{10}S\ (F-t)$$

の考えが強く左右しているものと思われる。

植物体内の水分の比較には，いま述べた種々の方法があって，そのおのおのが特徴をもつが，スギのように葉が小形で容積，表面積などが測定しにくいものに対しては重量によるよりほかに方法がない。そこで，本研究では標準主枝を用いて耐乾重量率によって比較を行ない，参考のために容積率による法を付加することとした。

体内の水分含量は降雨量，風，空中湿度，朝露，霧，土壌水分などの条件によって左右されるので，本研究では原則として降雨2～3日後の風のない日中に採取することとした。水分は日変化をするので午前10時を前後として数人，数組で繰返しを行なってその差を打ち消すことに努めた。またこの水分は，実験材料の樹齢，または立地の条件によって違うので，九州支場苗畑内の5年生のもののほかに，人吉署矢岳国有林内のスギ品種見本林内のおもな品種をも用いて比較した。

2. 結果とその検討

九州支場構内の熊本苗畑内の材料を用いて，98°Cで2昼夜乾燥して絶乾重量を基にした含水率を求めて示せば第52表のとおりである。まずその中の1年生葉（若い枝を含む以下同じ）の季節的変化を見れば，4月がきわめて高くて，それより成長時期が進むにしたがって小となる傾向を示した。

品種間で成長速度が違い，体内の組織が違えばその体内水分含量も違うものとみられるので，この品種間の水分の季節的変化をその器官の発達過程とあわせてみたところ，まず開葉時期の4月では，ホンスギ，アヤスギ，ウラセバルが大きくてオビアカ，ヤブクグリがつづき，アオスギ，メアサ，タノアカが小さい結果を示して，開葉の遅速と高い相関があることを認めるが，必ずしも一致した結果は認めなかった。これは梢端の新芽の活動にともなって生ずる細胞の内容物質の変化によるためであって，組織と直接結びつけてみることもできないためとされよう。

つぎに成長の最も旺盛な乾燥条件に支配されやすい6月の結果をみれば，ホンスギ，アオスギ，ウラセバル，オビアカ，アヤスギ，タノアカ，メアサ，ヤブクグリの順に小さくて8月より4月に近い傾向を認めた。つぎに8月ではウラセバル，ヤブクグリが大きくてアヤスギ，ホンスギ，オビアカ，タノアカがつづき，メアサ，アオスギが小さい。つぎにまた，2次成長の終止期付近の10月ではホンスギ，ウラセバ

第52表　スギの葉の含水量の季節的変化（幼，熊本）

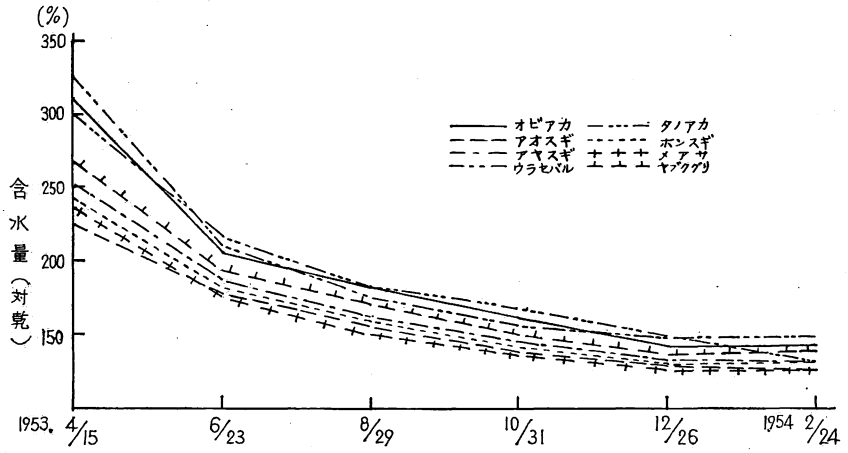
Table 52. Seasonal value of water content in needles of Sugi (Young tree, Kumamoto).

品種	葉齢	1953 4/15		1953 6/23		1953 8/29		1953 10/31		1953 12/26		1954 2/24	
		対生	対乾	対生	対乾	対生	対乾	対生	対乾	対生	対乾	対生	対乾
オビアカ	1	83.3	497.2	75.7	311.7	69.2	224.1	65.5	189.7	60.2	151.5	59.0	143.6
	2	66.4	197.2	67.1	204.9	65.3	187.9	63.1	170.6	56.9	132.0	55.4	124.0
	3	61.0	156.7										
アオスギ	1	82.4	468.1	76.2	317.5	67.4	206.4	64.7	183.4	62.2	164.7	61.5	162.5
	2	62.6	167.2	63.7	175.2	62.8	168.7	61.0	156.5	59.0	148.6	58.5	141.2
	3	56.8	131.6										
アヤスギ	1	84.8	557.6	74.7	295.9	70.2	235.5	65.4	188.8	62.4	165.7	61.0	156.2
	2	65.5	189.0	67.6	208.3	64.4	181.2	61.8	161.6	61.4	159.3	57.0	132.7
	3	59.8	148.4										
ウラセバル	1	84.8	556.5	76.1	318.6	72.4	262.3	66.6	218.6	64.0	177.7	61.7	161.1
	2	67.1	204.1	68.0	212.4	65.5	189.6	61.9	162.8	58.1	143.1	58.3	139.8
	3	60.3	151.6										
タノアカ	1	80.6	415.0	74.7	295.7	69.0	223.0	65.1	186.6	62.0	162.8	61.2	157.5
	2	64.0	178.2	65.7	191.7	64.9	185.2	61.8	161.6	58.9	143.1	56.5	129.9
	3	57.4	134.6										
ホンスギ	1	85.5	587.6	76.3	321.7	72.0	257.2	67.8	250.5	63.8	175.8	59.5	147.0
	2	63.5	172.6	65.0	185.3	64.1	178.7	62.4	165.8	60.3	151.9	58.9	143.3
	3	59.6	147.2										
メアサ	1	81.4	436.7	73.8	281.3	68.4	216.1	64.2	179.4	62.8	168.5	61.4	159.7
	2	62.3	165.9	63.9	177.2	64.2	179.2	60.9	155.6	59.8	148.8	58.9	140.9
	3	56.6	130.2										
ヤブクグリ	1	83.2	495.0	73.0	299.9	70.4	238.0	65.3	188.5	62.3	165.4	59.4	146.2
	2	62.5	176.2	66.2	196.0	64.6	182.4	61.3	158.4	58.8	142.8	56.5	129.7
	3	58.8	142.6										

ルが大きくて，オビアカ，アヤスギ，ヤブクグリ，タノアカがつづき，アオスギ，メアサが小さい。さらにまた冬の初期の12月ではウラセバル，ホンスギ，メアサが大きくて，アヤスギ，ヤブクグリがつづき，タノアカ，オビアカが小さく，2月の最寒期ではウラセバル，アオスギ，メアサが大きくて，アヤスギ，オビアカ，タノアカがつづき，ホンスギ，ヤブクグリが小さい。

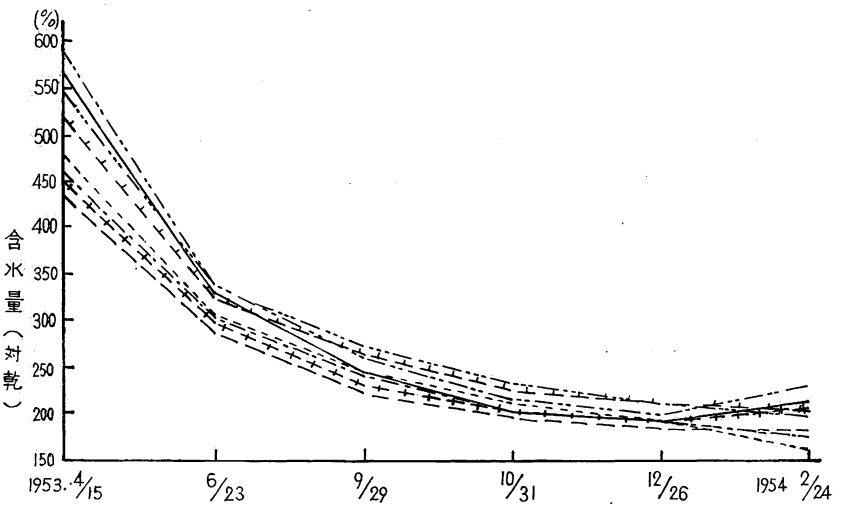
つぎに2年生葉（その枝軸を含む，以下同じ）についてみれば，これも前表中に示すとおりで，4月より6月がやや高くて，6月以降は時期が進むにしたがって小となるを認めた。そして，それらを品種別にみれば4月ではウラセバル，オビアカ，アヤスギ，タノアカ，ホンスギ，アオスギ，ヤブクグリ，メアサの順，6月ではウラセバル，アヤスギ，オビアカ，ヤブクグリ，タノアカ，ホンスギ，メアサ，アオスギの順，8月ではウラセバル，オビアカ，タノアカ，ヤブクグリ，アヤスギ，メアサ，ホンスギ，アオスギの順，10月ではオビアカ，ホンスギ，ウラセバル，タノアカ，アヤスギ，ヤブクグリ，アオスギ，メアサの順，12月ではアヤスギ，ホンスギ，メアサ，アオスギ，タノアカ，ヤブクグリ，ウラセバル，オビアカの順，2月ではメアサ，ホンスギ，アオスギ，ウラセバル，アヤスギ，タノアカ，ヤブクグリ，オビアカ順に小さい結果を示した。

つぎにまた，1～2年生枝軸の含水量をみれば第85図に示すとおりで，これも4月が最も高くてそれ



第85図　スギの1，2年生枝の枝軸の含水量の時期別変化（幼，熊本，対乾）

Fig. 85　Seasonal value of water content in 1～2 year main branch of Sugi (Young tree, Kumamoto, Dry weight).



第86図　スギの5年生苗の側根の含水量の時期別変化（幼，熊本，対乾）

Fig. 86　Seasonal value of water content in lateral root of Sugi at 5 year old tree (Young tree, Kumamoto, Dry weight).

より時期がすすむにしたがって低くなる。そして，その品種間の差は2年枝葉のときと似ていて，タノアカ，オビアカ，ウラセバルが高くて，ヤブクグリがつづき，アヤスギ，ホンスギ，メアサ，アオスギが低い傾向を示した。4月から12月までの減少状態は枝葉に比較して徐々でその品種間の差異はほぼ似ているが，ウラセバル，オビアカが12月にわずかに上昇するのを認めた。

さらにまた同資料の苗を掘りとって，その側根を切り離し，その中から平均の資料を採取して，まえと同様の方法で含水量を求めた結果は第86図のとおりで，これも4月が高くて時期が進むにしたがって低くなるのを認めた。そして，その品種間の差異は1年生枝葉のときと似た傾向を示して，成長旺盛な4～6月の時期にはウラセバル，オビアカ，タノアカ，ヤブクグリが高くてホンスギ，アヤスギ，メアサ，ア

オスギが低く，成長終止時期の12月の期間ではウラセバル，オビアカが強く減少して2月ではそれらが上昇するのを認めた。そして成長休止期にすすむにしたがって品種間の差異は少ない。

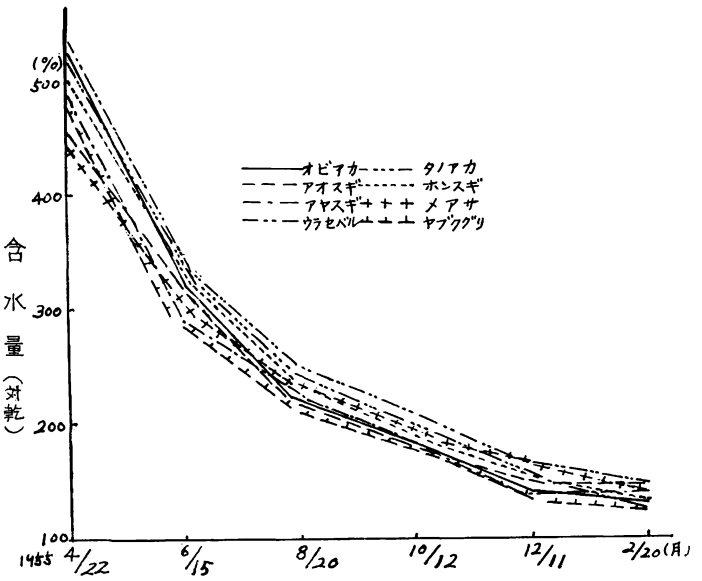
GIBBS[22] は *Betula* ほか数種の樹皮，樹幹，樹冠の上，中，下位の枝の各部分の含水量の季節的変化を調べて，*Betula* は4月，*Salix*，*Populus*，*Juglans*，*Robinia*，*Ulmus*，*Phellodendron*，*Acer*，*Tsuja*，*Canada* などは6月，*Pinus* は7月，*Larix* は10に最高を認めている。それらはこの結果と一見違うように見えるが，各植物が最大成長量を示す時期に最大量を示すことからみればほぼ一致しているとみることができよう。

佐藤[25] はスギの健全状態の含水量を150～180としたが，本実験結果では1年生の開葉当時の枝葉は平均300，2年生枝葉は平均150，その全平均は200前後であって，その後も時期と葉の種類とによって違うが平均値からみれば佐藤の結果に近い値を示している。

体内の水分がその部分によって異なることは以上の結果によって知ることができるが，さらに詳しく知るには枝の種類別に見ることであって，その結果を示せば第101図のとおりで，これらの結果からもオビアカ，ウラセバル，ヤブクグリ，タノアカが個体内においてもまた期別においても変化に富み，アヤスギ，アオスギ，メアサ，ホンスギが変化の少ないことを示していることを認める。これは各品種の枝葉の構成状態と組織内容とに原因しているものとみることができよう。

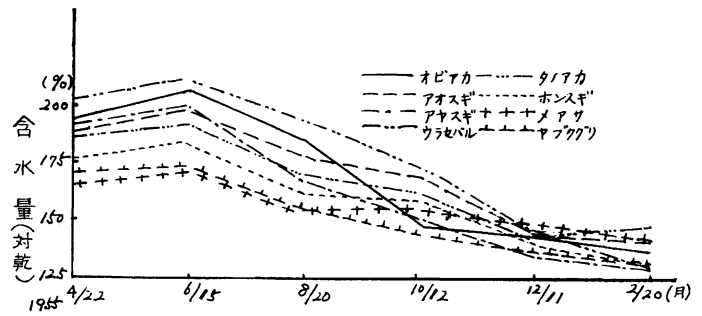
植物体内の水分を生理的立場からみれば自由水と結合水とに分けられて，この種の水分が細胞内に存在している状態は FREY-WYSSLING[14] によれば，蛋白質を構成する Polypeptid kette が多く集まって分子構格をつくっており，そのときのポリペプチッド鎖は隣りのポリペプチッド鎖と側鎖で凝着結合しているので，その結合点も構格の付着点となって，ポリペプチッド鎖から成る分子構格が成りたっているとしているが，この各ポリペプチッドは多くの α アミノ酸の連鎖重合の結果生じていて，このRにはメチル基，フェニール基，アルコールの水酸基，カルボキシル基，アミノ基，サルフハイドリル基に終わる含硫黄側鎖などがつくが，その側鎖の種類によって親水，親油の性質が生ずるものであるとしている。さらにまた，この細胞質のポリペプチッドは側鎖により側面的に結合，または化合して構格を形づくっており，側鎖は他に遊離したメチル基，カルボキシル基，アミノ基などによって各特性に応じたポスポチッド，リポイド，水，種々のイオンなどを結びつける役目をもつので，このことからも原形質に含まれる水はポスポチッド構格の間げきを満たすのみでなく，その鎖に引きつけられてその周囲に集まるので，移動しうる水と，ポリペプチッド鎖によって束縛されている結合水とに区別されるとされよう。この両者を区別して比較することは容易なことではないが，68°C で1昼夜間ににげた水分量は自由水の大部分と見られるので，それをみれば含水量とほぼ平行的関係があることを認めたので（第101図参照），それらの関係を示しているものと考えられよう。

つぎに，1955年に人吉経営区矢岳国有林内のスギ18年生の品種別見本林の標準木の力枝付近の枝の標準側枝の針葉を採取して各品種の含水量を測定した結果を示せば，1年葉は第87図，2年葉は第88図のとおりで，その季節別変化は幼齢木の場合と似た結果を示したが，品種間の差異はやや異なる結果を認めた。いま，その理由について考察すれば，採取期日の差もあるが立地条件と幼齢木の標準主枝と壮齢木の主枝から採取された標準側枝の形態の差，すなわち枝葉の構成内容（針葉と枝軸，針葉の葉位別変化など）の相違によるものとされよう。スギは，葉と枝とに分けて見ることがむずかしいので，含水量によってその性質を明示することもむずかしいが，各品種間の耐寒，耐乾性には体内の水分の分布と移動とがき



第87図　スギの１年葉の含水量の季節的変化（壮，矢岳，対乾）

Fig. 87　Seasonal value of water content in one-year-old needles of Sugi (Mature tree, Yatake. Dry weight).



第88図　スギの２年葉の含水量の季節的変化（壮，矢岳，対乾）

Fig. 88　Seasonal value of water content in two-year-old needles of Sugi (Mature tree, Yatake, Dry weight).

わめて重要であるので，季節的変化を液量，その他の方法でさらに詳しく考察することとした。

B．搾　液　量

樹液量は体内各部の組織のほかに，細胞の構造，紋孔などと細胞内に溶存する物質によって違うので，各器官の部位別に考察する必要がある。しかもまた，それは含水量とも関係が深くて浸透圧，屈折率などにも関係があり，それらの測定もまた必要であるのでつぎの方法によってそれを求めて比較考察を行なうこととした。

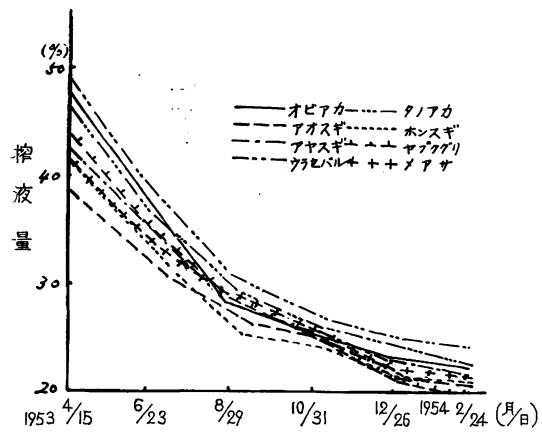
1．実験方法

搾液は浸透圧，屈折率，細胞液内物質の比較などに必要であるので，幼，壮木ともに含水量を測定した枝の１，２年生枝葉から採取した。いまその採取要領を示せば，まず資料をせん定ばさみでやや細めに刻

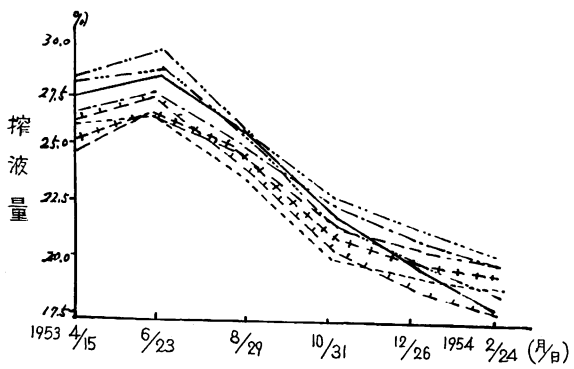
んで十分にまぜ合わせて一定量を計り，それらを広口ガラスビンの中に入れて密せんした。つぎにそのビンを蓋つきのブリキカンの中に入れて，あらかじめ沸騰させてある湯の中に30分間入れて煮沸する。冷却後中の枝葉をとりだして，前もって測定してある一定の広さの布（約10cm×10cm）で包んで圧搾器中に入れて200kg/cm²の圧力で絞る。浸出液はあらかじめ秤量してある容器に集めて計り，残滓と使用前後の布の重さとを測定して搾液量を求める。この方法は WALTER[170] のすすめた Abdenhalten の方法で，縞縺門下の山下[175] はこの方法を用いている。搾液をうるにはこの方法のほかに冷凍致死法があるが，著者は前者の方法に馴れていたのと野外で容易に実行しやすく，短時間に完全に殺すことができる利点があるのでこの方法を用いた。この搾液量の表示にも対生，対乾の2種があるが，対乾量がすぐれていたので後者によって比較した。

2. 結果とその検討

幼齢木の1年生葉の結果を示せば第89図のとおりでその時期変化は新葉の4月が最高で冬に至るにしたがってしだいに小となり，2月に最小を示した。いま，その最高を示す4月の結果を品種別にみれば1年生枝葉ではウラセバル，オビアカが大きくて，タノアカ，ヤブクグリ，アヤスギがつづき，メアサ，ホンスギ，アオスギが小さい。この時期の量はこの当時の成長量に左右されていて，その大きいものが大きい傾向を認める。つぎに6月の結果をみれば4月より液量が少なくて品種間には4月とほぼ似た傾向を示した。8月もさらに減少してウラセバル，タノアカ，メアサ，ヤブクグリ，オビアカ，アヤスギ，アオスギ，ホンスギの順，10月ではウラセバル，タノアカ，オビアカ，アヤスギ，ヤブクグリ，アオスギ，ホンスギ，12～2月ではウラセバル，タノアカ，オビアカ，アヤスギ，メアサ，ホンスギ，アオスギ，ヤブクグリの順に小さい傾向を認めた。

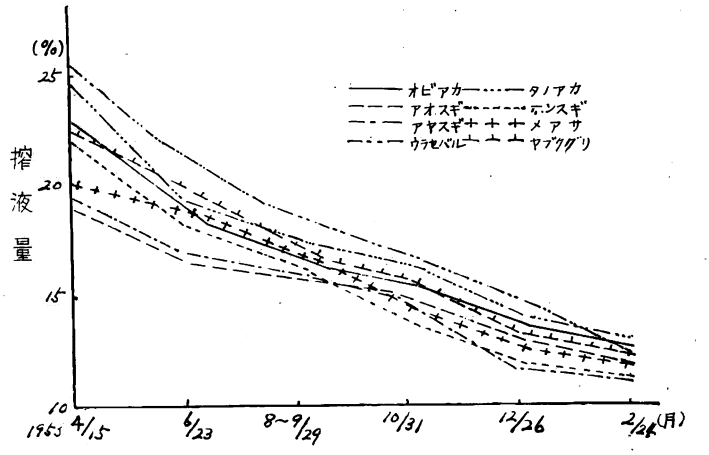


第89図　スギの1年葉の搾液量の季節的変化（幼，熊本）
Fig. 89 Seasonal value of sap measure by compression in one-year-old needles of Sugi (Young tree, Kumamoto).



第90図　スギの2年葉の搾液量の季節的変化（幼，熊本）
Fig. 90 Seasonal value of sap measure by compression in two-years-old needles of Sugi (Young tree, Kumamoto).

つぎに2年生枝葉の結果をみれば第90図のとおりで，その時期別変化は6月が4月よりやや高くて，それ以降は成長時期が進むにしたがって低くなるを示す。そこでそれらを品種別に比較すれば成長期の全期を通じてはウラセバル，タノアカ，オビアカが高くて，ホンスギ，メアサ，アオスギ



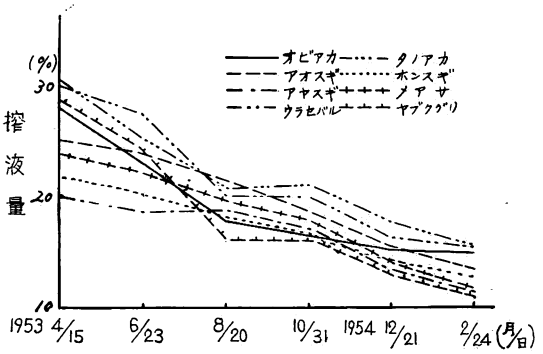
第91図　スギの１～２幹，およびその枝軸の搾液量の季節的変化（幼，熊本）
Fig. 91　Seasonal value of sap measure by compression in 1—2s. and main branch (Young tree, Kumamoto).

などが低くて，６～10月ではウラセバル，タノアカ，オビアカが高く，ホンスギ，メアサ，アオスギが低く，12～２月の冬期ではウラセバル，アヤスギ，アオスギが大きくてヤブクグリ，オビアカが小さい結果を示した。

つぎに，側枝葉をとり除いた主軸１，２年生と主枝軸１，２年生の搾液量をみれば第91図に示すとおりで，これらも１～２年生枝葉のときと同様に４月が高くて，それより成長時期が進むにしたがって低くなる傾向を認めた。いま，採取期別に品種間の差異をみれば４月ではウラセバル，タノアカが高くて，オビアカ，ヤブクグリ，ホンスギがつづき，メアサ，アヤスギ，アオスギが低い。つぎに６月では４月と同順位，８月ではオビアカ，ホンスギが急に減少して前者が５位，後者が最下位，10月では８月より品種間の幅がせまくて順位は８月とほぼ同位を示した。つぎにまた12月ではヤブクグリ，タノアカ，オビアカ，ウラセバルが急に減少して，アヤスギ，ホンスギ，アオスギ，メアサがやや弱く，その各品種の差異はウラセバル，タノアカ，オビアカ，ヤブクグリ，アオスギ，メアサ，ホンスギ，アヤスギの順，２月ではタノアカ，オビアカ，ウラセバル，ヤブクグリ，アオスギ，メアサ，ホンスギ，アヤスギの順に小さい結果を認めた。

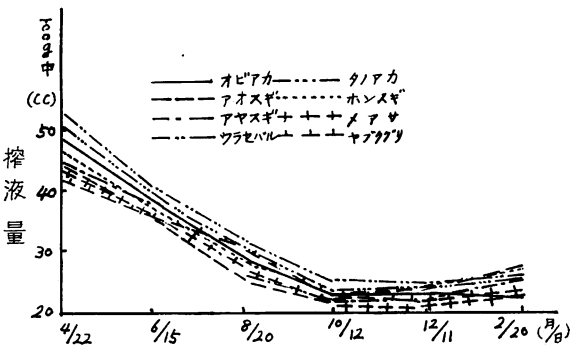
以上の結果は枝葉の含水量の期別変化と似ており，主幹の含水量と似た関係を認めているが（石崎の未発表資料による），それは前にのべたのと同じく，内部組織の変化によるものとされよう。

各時期に各品種の５年生木３本ずつを掘りとってその根の搾液量を前と同様の方法によって求めて示せば第92図のとおりで，これも１年生枝葉のときと同様に４月が最も高く

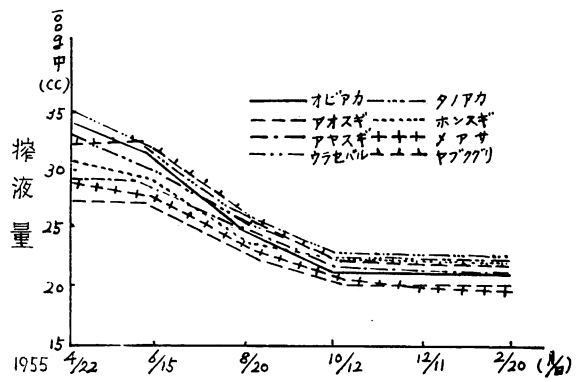


第92図　スギの側根の搾液量の季節的変化（幼，熊本）
Fig. 92　Seasonal value of sap measure by compression in lateral root of Sugi (Young tree, Kumamoto).

て，季節が進むにしたがって減少するを示した。九州におけるスギの根の活動は2月中旬に始まって3月にはきわめて旺盛である。このことからこの結果がえられたものと考察する。いまこの4月の結果を品種別に比較すればウラセバル，タノアカ，ヤブクグリ，オビアカが高くてアオスギ，メアサがつづき，ホンスギ，アヤスギが低い。これは，この時期の根の活動開始をも含めた活動状態を示すもので品種間の根の成長遅速の差異をも示すものとみられる。つぎに6月の結果をみればあまり大きな順位の転換はみられないが，オビアカ，タノアカ，ヤブクグリが急低下するに比較してアオスギ，メアサ，アヤスギなどがわずかに低下するを示す。これもその時期の活動能力の差によるものと認められて，それは早晩性によるものとされるが，同期の耐乾性に通ずる性質を含むものともされよう。つぎにまた8月初めの結果をみれば，ウラセバル，オビアカ，タノアカ，ヤブクグリがかなり強く減少していてアオスギ，メアサ，ホンスギが少なく，ことにアヤスギが少ない。これは各品種の根の性質，ことに根の成長と活動状態の差異を示すものとされよう。さらにまた10月の結果をみればタノアカ，ウラセバル，アオスギ，メアサ，アヤスギ，ホンスギ，オビアカ，ヤブクグリの順に小さく，12月ではタノアカ，ウラセバル，アオスギ，オビアカ，ホンスギ，メアサ，アヤスギ，ヤブクグリ，2月ではタノアカ，ウラセバル，オビアカ，アオスギ，ホンスギ，メアサ，アヤスギ，ヤブクグリの順に小さい。この1～2月の結果は根の冬期の状態を示すものであって耐寒性にも関係があるものと考えられるが，根は土壌，その他の環境条件によっても変化をするので他の条件ともあわせて見なければならない。しかしながら，2月でオビアカが急上昇しているのはその品種の根の活動が早いことを示しているものともみられよう。



第93図　スギの1年葉の搾液量の季節的変化（壮，矢岳）
Fig. 93　Seasonal value of sap measure by compression in 1 year needles of Sugi (Mature tree, Yatake).



第94図　スギの2年葉の搾液量の季節的変化（壮，矢岳）
Fig. 94　Seasonal value of sap measure by compression in 2 years needles of Sugi (Mature tree, Yatake).

幼齢木は個体全体を供試できるが，壮齢木は部分的な切枝を用いるほかに方法がないので，含水量測定のときと同様に人吉署矢岳試験地の18年生木のスギの品種別植栽地の標準木の力枝付近の標準主枝を採取してその中の2年生の標準側枝を選んでその枝を1，2年の部分に分けて搾液を求めた。いま，その1年生の結果を比較すれば第93図のとおりで，その季節別変化は，さきの幼齢木のものと似ていて4月が最も高くて，それより成長時期がすすむにしたがって逓減して12月にほぼ最低を示した。これらを品種別にみればこれもまた幼齢木のときと似ていて6月と10月以降とは順位が変わり，

6月に高いものは10月にはむしろ低い傾向を認めた，この場合も全体を通じてはホンスギ，オビアカが高くて，アヤスギが低く，その他のものはほぼ中間にあるを認めた。

つぎにまた，2年葉についてみれば第94図のとおりで，1年生葉より小さい。時期別変化は4～6月が高くて，10～12月がかなり低く2月が最も低い。2年生葉が1年生葉より低いのは，2年生軸はその横軸成長にともなってその葉の基部が外側に押しやられて，水分通導組織がその働きを鈍らせているためと考察する。つぎに，2年生枝葉の変化の幅を1年生のそれと比較すれば小さいが，これはその枝葉の方が基部に近いところにあって，水分が少なくてしかもその枝葉の構成内容も異なるためと認める。

搾液量は含水量より誤差が大きいので，それによる生理的な解釈には限度があって，それによってその品種の重要な生理的性質までも評価することはできない。そこで，つぎにその液の内容についてみることとした。

C．細胞液の濃度

植物の細胞液の濃度が樹種によって異なることについては KORSTIAN[70] を初め多くの研究結果がある。乾，塩性の多汁植物についての山下[175]の研究もその1つとされる，小野寺[108] はイネの品種の耐乾性の研究にあたって浸透圧と組織の解剖学的観察の結果とをあわせて考察しているが，スギ品種の類別と特性の研究においては，ことに形態と生理，または解剖上の特性を明らかにすることが重要なこととされよう。

スギの細胞液の浸透濃度については岡崎[105]，同氏ら[126][127] の研究があるが，品種間の差と形態とをあわせてみたものはない。そこでそれらの関係を知るために，昭和24年に九州のおもなスギの品種を九州支場内に集めて設定した品種別特性試験地と，その母木の矢岳試験地の資料を用いて細胞液の濃度を調べたのでつぎにそれらの結果と，品種の解剖生理上の差異との関係をみることとした。

1．実験方法

浸透圧の測定方法には生細胞を用いて原形質分離による方法と，煮殺，または凍死後に細胞液をとりだして氷点降下法で測定する方法とがある。スギの葉のように小針状で，その表皮が厚くて葉肉組織細胞の排列状態も種々で，その組織内に葉緑粒を多量に含んでいるものは原形質分離の方法を用いることがむずかしいので，本研究では，おもに氷点降下法によって行ない，根の先端などの特殊な器官についてのみ原形質分離の方法によることとした。浸透圧を測定するにあたって最も重要なことは，資料の採取の吟味で，この研究のように品種間の性質の差異をみるときには同条件で，よく特徴を現わしている標準枝葉を供することである。浸透圧は資料採取地の環境，樹齢，採取枝条の着生位置などに強く左右されるので，まず，条件を規制して設定した九州支場苗畑内のスギ品種別特性調査試験地の同年生のものについて実験を行ない，つぎに人吉署矢岳国有林内の18年生のスギ品種別植栽地の南向斜面の樹冠中央の最も支配的な主枝内の標準側枝を1，2年生にわけて採取して行なった。それらの資料はさきに形態比較，または含水，搾液量測定の資料と同一，あるいは同似のものである。

浸透圧は日中変化するので，その比較には毎回1日中の同時刻に採取したものがのぞましいが，多数の品種を調査するにはそれができないので，なるべく多くの組合せをつくってその差をうち消すことにつとめた。浸透圧は採取前の天候，ことに降雨に支配されるので，降雨後2日以上を経過していることを原則とし，1週間以上の晴天つづきのときには灌水してその翌日のものを採取することとした，搾液は屈折率，その他の成分分析などの種々の生理実験に供する材料をもあわせて採取して秤量びん中に詰め，それに少量のチモールを加えて 5°C 以下の冷室内に貯蔵して随時実験に供することとした。

浸透圧はミクロバックマン寒暖計を用いた分子量測定装置で測定して，それを WALTER の表で換算して表示した。

畠山[29]は植物体の乾量に対する含水量の比を〔H_2O〕とすれば，20°C での非電解質 1 Mol 溶液の浸透圧は 24.05 であるから，$\frac{\pi H_2O}{24.05}$で示されるものは，この植物体の乾量 1,000 g に対する細胞液の溶質モル数であり，その絶対濃度（溶質量）を求めて比較することがのぞましいとしたが，この研究においても種々の性質とあわせて吟味することが必要であるので，この溶質量によっても比較を行なうこととした。

2. 結果とその検討

幼齢木の1年生葉の結果をみれば第53表のとおりで，その期別変化は4月の新葉の時期が最低で，その後は成長時期がすすむにしたがって高くなり，2月で最高に達する。そしてそれらを品種別にみれば，葉の伸長時期の4月の新葉ではタノアカ，アヤスギ，メアサ，オビアカが低くて，ヤブクグリ，ホンスギ，アオスギがつづき，ウラセバル，ホンスギが高い。これを成長の遅速と関係させてみれば成長の早いもの

第53表　スギの葉の浸透圧の季節的変化（幼，熊本）

Table 53. Seasonal value of osmotic pressure of cell sap in needles of Sugi (With nursery tree, Kumamoto).

品種	葉齢	浸透圧（気圧）						同（溶質比）					
		1953 4/15	6/23	8/29	10/31	12/26	1954 2/24	1953 4/15	6/23	8/29	10/31	12/26	1954 2/24
オビアカ	1	10.1	14.8	15.8	20.9	24.6	25.6	35.0	46.7	45.4	56.9	61.6	62.8
	2	16.3	15.2	17.4	20.2	23.2	26.3	40.7	42.4	47.1	53.2	54.9	60.5
		(14.8)						(37.5)					
アオスギ	1	10.7	15.4	16.4	19.7	23.4	24.5	37.4	48.5	45.9	53.1	60.3	62.6
	2	17.1	16.3	17.3	19.2	22.7	23.5	38.4	43.3	45.1	48.2	55.7	60.3
		(16.2)						(38.2)					
アヤスギ	1	10.6	14.9	16.2	20.9	25.6	27.3	37.4	46.4	47.3	56.9	66.5	69.2
	2	17.0	15.8	17.8	19.9	25.7	25.7	46.7	44.3	47.7	51.1	65.8	60.9
		(15.4)						(38.3)					
ウラセバル	1	10.7	14.4	15.8	19.2	24.2	25.7	37.6	45.6	47.4	53.2	64.4	65.9
	2	16.7	15.7	17.0	19.5	25.0	25.0	46.7	45.6	46.1	48.8	60.0	63.1
		(15.2)						(37.9)					
タノアカ	1	8.6	14.5	15.2	17.1	22.5	24.1	28.9	45.0	43.6	46.3	58.0	61.3
	2	16.1	15.1	16.0	18.9	22.1	23.6	42.8	41.4	43.2	47.6	54.0	55.4
		(14.2)						(32.6)					
ホンスギ	1	11.6	14.6	15.9	22.0	26.6	28.1	41.2	46.2	47.5	62.1	70.6	69.6
	2	17.5	17.1	18.0	20.9	26.1	27.1	48.1	46.1	48.0	54.2	65.6	66.2
		(16.1)						(39.7)					
メアサ	1	9.6	14.6	15.2	18.8	22.5	25.6	32.3	44.8	43.2	50.1	58.6	65.4
	2	16.4	15.9	16.4	19.0	23.9	25.1	42.5	42.3	43.7	48.1	59.4	61.1
		(15.3)						(35.9)					
ヤブクグリ	1	10.6	15.5	16.0	19.8	24.4	26.3	36.5	40.6	36.7	53.8	63.2	64.9
	2	16.4	16.1	17.3	19.6	25.3	25.5	42.6	44.4	46.4	50.7	55.3	59.8
		(15.6)						(38.0)					

（備考）（ ）内は3年生のものの値。葉は葉軸を含む。

ほどやや低い傾向を認めた。つぎに成長の最も旺盛な6月の結果をみれば，ウラセバル，タノアカ，ホンスギ，メアサが低くて，オビアカ，アヤスギがつづき，アオスギ，ヤブクグリが高いが品種間の差はきわめて少ない。つぎに8月ではタノアカ，メアサ，ウラセバル，オビアカ，ホンスギ，ヤブクグリ，アヤスギ，アオスギの順に高くて6月より品種間の差異がやや大きい。つぎにまた，10月ではタノアカ，メアサが低くてウラセバル，アオスギ，ヤブクグリ，オビアカがつづき，アヤスギ，ホンスギが高く，成長休止期初期の12月ではメアサ，タノアカ，アオスギが低くてウラセバル，ヤブクグリ，オビアカがつづき，アヤスギ，ホンスギが高く，2月ではタノアカ，アオスギ，メアサ，オビアカ，ウラセバルが低くてヤブクグリがつづき，アヤスギ，ホンスギが高い。この冬期間の順位は体内の条件が冬期の状態に移動することの早いものほど高い結果を示しているものと認める。

つぎに2年生葉の結果をみれば，それも前表中に示すとおりで，春から夏の成長最盛期間中は1年生葉よりも高くて，秋から成長終止期にいたれば逆にやや低い傾向を示すものが多い。これは，初めの間は1年生葉は不十分な発達状態にあるが，後にはよく発達して同化能力の高いものとなるためで，ついには1年生葉が2年生葉よりも能力の高いものにいたるためとされよう。それらの関係はわずかではあるが品種間にも差異を認める。このことから，つぎにこの葉の期別変化を比較すれば，4月ではタノアカ，オビアカが低くて，ヤブクグリ，メアサ，ウラセバルがつづき，アヤスギ，アオスギ，ホンスギが高いが，6月ではタノアカ，オビアカが低くて，ウラセバル，アヤスギ，メアサ，ヤブクグリ，アオスギ，ホンスギの順に高く，8月ではタノアカ，メアサ，ウラセバル，ヤブクグリ，アオスギ，オビアカ，アヤスギ，ホンスギの順，10月ではタノアカ，メアサ，アオスギ，ウラセバル，ヤブクグリ，アヤスギ，オビアカ，ホンスギ，12月ではタノアカ，アオスギ，オビアカ，メアサ，ウラセバル，ヤブクグリ，アヤスギ，ホンスギ，2月ではアオスギ，タノアカ，ウラセバル，メアサ，ヤブクグリ，アヤスギ，オビアカ，ホンスギの順に高い結果を認めた。これらを成長時期と冬の成長終止期とにわけてみれば，タノアカ，メアサ，オビアカ，ウラセバル，ヤブクグリ，アオスギ，アヤスギ，ホンスギの順に高くて，冬期の12～2月ではタノアカ，アオスギ，メアサ，オビアカ，ヤブクグリ，ウラセバル，アヤスギ，ホンスギの順に高い結果を認めた。このように6月がかなり低い値を示すのは，その時期が成長の最盛期であって，しかも雨期にあたっていて水分に恵まれているためであって，葉で生産された物質が速やかに転流するためとされよう。また，それより成長時期がすすむにしたがって高まるのは水分の移動が鈍って，生産された養分が蓄積されるためとされて，品種間の差異もそれらと同様の理由によるものと考察する。

耐寒性に関係の深い浸透価は成長終止の初期から成長開始の初期までの1～2年生枝葉の各部分，とくにその合計が重要であるので，いま1～2年生の平均値を求めて比較すれば，タノアカ，アオスギ，メアサが低くて，ウラセバル，オビアカ，ヤブクグリがつづき，アヤスギ，ホンスギが高く，耐寒性とかなり高い関係があることを認めた。

高熱乾燥による被害は初め夏期の当年生葉に生じて，のちにその旧葉に及ぶので，その害の生じやすい6～8月の平均値をみれば，1年生葉ではタノアカ，メアサ，ウラセバル，ホンスギ，オビアカ，アヤスギ，ヤブクグリ，アオスギの順，2年生葉ではホンスギ，アオスギ，オビアカ，ウラセバル，メアサ，ヤブクグリ，アヤスギ，ホンスギの順，1，2年の葉をあわせてはアヤスギ，ホンスギ，ヤブクグリ，オビアカ，アオスギ，メアサ，ウラセバル，タノアカの順に高い結果を認める。この順位と生理実験の結果による耐乾順位とを対照してみれば高い相関を認めるが，必ずしも一致はしていない。これは両者の材料が

同じでないことにも起因するが，浸透圧のみによっては耐乾性の順位を十分に示すことができないことによるともされよう。このようなことから畠山[29]は浸透圧を溶質によって比較しているが，その要領によって各品種間の比較を行なえば第53表中に示すとおりで，その結果は浸透圧のときと似ており，しかも期別比較には値が接近していて，容易に差異を認めにくい状態にあって，それらによっても耐乾性との関係を十分に明示することはできない。

つぎに，矢岳の18年生の造林木の葉の結果を示せば，第54表に示すとおりで，これも幼木の結果とほぼ似ているが，部分的にはやや相違があるのを認めた。これはおもに調査年次，樹齢，枝齢ならびに苗畑と林地との環境の相違によるものとされよう。

以上の結果から，浸透圧の比較には立地環境などの生育条件をそろえての結果でなければ，品種間の比較は意味がないことが明らかとなる。

スギの葉の浸透圧の日変化については岡崎[104]の報告があり，それは，他の植物と同じく午前から正午

第54表　スギの葉の浸透圧の季節的変化（壮，矢岳）

Table 54. Seasonal value of osmotic cell sap in needles of Sugi (Mature tree, Yatake).

品種	葉齢	浸透圧（気圧）					同溶質比				
		1955 4/22	6/15	8/20	10/12	12/11	4/22	6/15	8/20	10/12	12/11
オビアカ	1	8.8	13.8	15.2	18.5	24.6	29.6	44.3	42.5	50.2	60.4
	2	15.9	14.2	15.6	18.0	23.0	46.0	39.7	42.7	49.8	58.2
		(15.6)					(40.9)				
アオスギ	1	9.3	15.3	15.9	20.5	23.4	30.4	48.0	44.6	44.4	58.8
	2	17.5	16.4	16.9	19.6	22.1	43.9	45.3	46.1	48.9	53.8
		(17.3)					(39.3)				
アヤスギ	1	9.9	15.8	15.9	20.6	25.3	31.7	42.0	44.9	57.4	63.1
	2	16.6	16.2	16.9	19.2	23.5	47.7	45.0	45.7	51.8	57.3
		(16.4)					(40.8)				
ウラセバル	1	9.1	13.4	15.3	19.2	24.2	34.3	42.8	44.3	54.1	62.6
	2	16.2	15.6	17.0	21.7	22.8	45.9	44.1	46.6	54.6	52.8
		(15.2)					(39.5)				
タノアカ	1	7.6	14.5	15.8	18.5	23.1	31.7	46.0	45.4	51.7	57.3
	2	17.2	16.1	16.5	18.9	21.4	45.0	44.1	44.9	52.1	51.3
		(15.2)					(28.9)				
ホンスギ	1	10.3	14.6	15.9	20.5	25.1	20.2	46.1	45.4	54.7	61.8
	2	17.2	15.1	16.6	20.9	26.0	45.6	41.0	43.0	54.1	63.4
		(17.3)					(37.1)				
メアサ	1	8.0	14.6	15.2	18.8	22.6	37.1	45.8	43.3	52.2	57.3
	2	16.7	15.4	16.9	20.0	22.3	45.6	41.2	44.2	53.3	53.8
		(16.3)					(42.8)				
ヤブクグリ	1	8.6	15.0	15.6	19.1	24.2	27.3	46.6	43.4	50.4	59.3
	2	17.5	16.1	17.0	18.9	25.1	43.6	43.6	45.2	49.7	61.8
		(17.4)					(37.8)				

（備考）　1. ベックマンを用い分子量測定器による。　2. ( )は3年生。　3. 葉はその枝軸を含む。　4. 2月は液量不足のため省略。

までの間は漸増してひるすぎごろに最高に達して，その後は漸次低下するを示した。その理由については気温，または，同化作用の日変化に強く支配されるためとされよう。

細胞液の浸透圧が高まれば，細胞の水分吸引力が増大する一方，蒸気圧を低下させて蒸散作用を減退させるので，耐乾性を強めるものとされる。この理由から耐乾性と浸透圧との間には高い相関があるとされているが，乾燥によって葉の浸透圧を高めた実験例としては，種々の植物を用いて，人為的に乾燥状態を作って実験を行なった大賀[101]のものがあげられる。そして，そのときも浸透圧を高める原因は液内の物質内容を重視すべきであるとしているので，本研究のスギの枝葉の搾液内の浸透圧についても内容物質にたちいたってみる必要があると考えて，それらを追求したが，その動因は針葉と枝葉の形態に基づいた生理機能に帰せられるものと考察される。すなわち，アオスギ，アヤスギ，ヤブクグリなどが夏期に高いのはこの時期の同化能力はやや低いが同化器官の環境対応能力が高いために同化能力が高めに維持されることと，木化が早くて同化物質の転化と転流の早さが徐々なために高濃度を保持するようになっているためとみられよう。針葉の外，表皮，その直下の皮下厚膜細胞の発達，または中心部組織の内の木質部の細胞の繊維化が種々の異なる状態を示しているのは各品種の特徴であって，上述の関係はそれらにも基因しているものとされよう。徳重[161]がキリの萎縮病の研究で被害木の糖の蓄積が通導組織に関係があることを明らかにしているが，このことはスギの品種別形態と生理的内容との関係の証明にも役だつものとみることができる。

D．屈　折　率

搾液の屈折率はGORTNER[20]，志村ら[138]，原田[25]などの研究のほかに石崎・高木[45]のオビスギ各品種の季節的変化についての報告がある。また，方法は違うが纐纈[66]がかつて生態型を異にするサボテンほか7種の植物の組織粉末浸出液を用いて屈折率を測定した結果もある。スギの細胞液は糖分を多く含んでいて，それが重要な役割を果たしていると考えられるので，これらを示す屈折率の表示は重要な意味があるものと考えられる。そこで前の実験のときと同じ資料を用いて温度20°Cで測定した結果を比較することとした。まず幼齢木の1年生葉の結果を示せば第55表のとおりで，その季節別変化は4月が最も低くてそれより成長時期が進むにしたがってしだいに高まり，翌年の2月にいたって最高に達してそれは浸透圧のときと同似の傾向を認めた。つぎに成長初期の4月の新葉の搾液の屈折率を品種別に比較すれば，アヤスギ，ホンスギが大きくてウラセバル，ヤブクグリがつづき，アオスギ，オビアカ，タノアカ，メアサが小さい。この傾向は葉の成長開始期とその前年の栄養条件とにかなり強く支配されているのをみうけた。つぎに，成長の旺盛な6月の値を比較すればヤブクグリ，メアサ，アオスギ，アヤスギが大きくてホンスギ，タノアカ，オビアカ，ウラセバルが小さく，つぎにまた，高温で乾燥の被害もうけやすい8月をみればアヤスギ，オビアカ，ヤブクグリが大きくて，メアサ，ウラセバルがつづき，ホンスギ，アオスギ，タノアカが小さい，さらにまた，10月の第2次成長の末期の結果をみればホンスギ，ヤブクグリ，アヤスギ，オビアカ，メアサ，ウラセバル，タノアカ，アオスギの順，成長終止期の12月ではホンスギ，アヤスギ，オビアカ，ウラセバル，アオスギ，ヤブクグリ，タノアカ，メアサの順，2月ではホンスギ，アヤスギ，ヤブクグリ，ウラセバル，オビアカ，メアサ，アオスギ，タノアカの順に小さい結果を示した。

2年生葉の結果をみれば前表中に示すとおりで，その期別変化は6月が最も低くてその後は時期が進むにしたがって高くなるを示す。しかも8月までは1年生枝葉よりやや高くて，その後は2年生葉がやや低

第55表　スギの葉の搾液の屈折率の季節的変化（幼，熊本）

Table 55. Seasonal value of reflective index of cell sap in needles of Sugi (Young tree, Kumamoto).

品種	葉齢	採取年月日						備考
		1953 4/13	6/23	8/29	10/31	12/26	1954 2/24	
オビアカ	1	146	189	216	268	337	351	（ ）は3年生。葉中には葉軸を含む。数字は屈折計の読度×10,000～13,300の平均値による。
	2	198	207	233	270	342	341	
		(205)						
アオスギ	1	149	204	209	260	324	335	
	2	174	219	239	261	310	330	
		(180)						
アヤスギ	1	171	204	224	270	355	374	
	2	207	204	229	255	333	359	
		(211)						
ウラセバル	1	158	187	214	263	332	352	
	2	202	213	228	259	338	365	
		(203)						
タノアカ	1	139	199	208	262	309	330	
	2	194	222	237	269	314	343	
		(191)						
ホンスギ	1	166	200	210	272	365	385	
	2	209	210	225	257	353	371	
		(215)						
メアサ	1	136	206	215	267	308	350	
	2	170	216	232	253	396	313	
		(185)						
ヤブクグリ	1	154	210	216	271	321	360	
	2	197	218	229	261	339	340	
		(206)						

いものが多い。これもまた両針葉の時期別発達と同化能力との差異によるものとされて，前半は1年生の方が劣って低く，後半はまさって高いためとされよう。

つぎに，この葉について各時期別に品種間の相違をみれば，4月ではホンスギ，アヤスギが大きくて，ウラセバル，オビアカ，ヤブクグリがつづき，タノアカ，アオスギ，メアサが小さく，6月ではタノアカ，アオスギ，ヤブクグリ，メアサ，ウラセバル，ホンスギ，オビアカ，アヤスギの順，8月ではアオスギ，タノアカ，オビアカ，メアサ，アヤスギ，ヤブクグリ，ウラセバル，ホンスギの順，10月ではオビアカ，タノアカ，ヤブクグリ，アオスギ，ウラセバル，ホンスギ，アヤスギ，メアサの順，12～2月では1年生葉と同じくホンスギ，ウラセバルが高くて，アヤスギ，ヤブクグリ，オビアカがつづき，タノアカ，メアサ，アオスギが順に小さい結果を示した。つぎにまた1，2年生葉を通じての結果をみれば春から夏の期間ではアヤスギ，ヤブクグリ，ホンスギが大きくて，オビアカ，タノアカがつづき，アオスギ，メアサが小さく，冬期ではホンスギ，アヤスギ，アオスギ，ウラセバル，オビアカ，ヤブクグリがつづき，タノアカ，メアサが小さい。

屈折率が糖の含量の指標となることは纐纈が屈折率の結果を Schönrock の表を用いて糖量で表示して

いることからも明らかであって，上述の結果は各品種の各時期における器官の発達状態を示しているものとみるべきである。すなわち各品種の各器官の発達状態の差異は第1編の部位，および区分位別変化によって明らかにしているところであり，その発達過程も第1編と本編の初項において記述しているとおりであるので，それらとこの各品種の屈折率との関係をみればほぼ各器官の形態の内容を知ることができるが，さらにまた既述の各品種間の水分，液量，浸透圧の期別変化とをあわせてみればその変化の内容を一層明らかに理解することができよう。

各品種の壮齢木時代の葉の内容を知るために矢岳試験地の18年生造林木の力枝付近の6年生主枝の中から，その枝の標準側枝に当たる部分の葉の搾液の屈折率を求めて表示すれば第56表のとおりで，これもまた幼齢木のときとほぼ似た傾向を認めて，その春先の新葉の結果はきわめて似ていて，時期がすすむにしたがってやや開き，12月から2月の冬期間ではやや差異あるを認めた。これは採取時期にもよるが，立地と幼，壮齢による体内の栄養条件の相違によるものと認められよう。このことから，この要素の比較は条件をそろえての比較が重要であって，ことに品種間の差異はそれが一層重要なことを知ることができる。

第56表　スギの葉の搾液の屈折率の季節的変化（壮，矢岳）

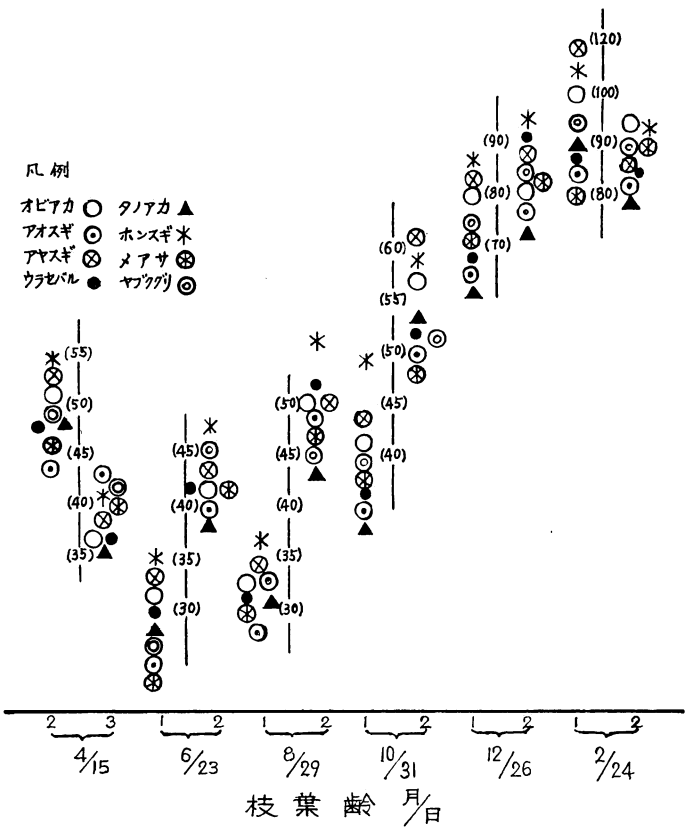
Table 56. Seasonal value of reflective index of cell saps in needles of Sugi (Mature tree, Yatake).

品種	葉齢	採取月日						備考
		1955 4/22	6/15	8/20	10/12	12/11	1954 2/20	
オビアカ	1	140	190	205	253	295	337	数字は屈折計の読度×10,000～13,300の平均値。（ ）は3年生。葉中には葉軸を含む。
	2	191	195	213	255	303	315	
		(198)						
アオスギ	1	147	209	218	284	292	320	
	2	210	225	231	265	292	304	
		(216)						
アヤスギ	1	151	206	216	273	320	344	
	2	200	223	228	268	301	321	
		(206)						
ウラセバル	1	144	184	221	263	303	331	
	2	195	214	232	274	312	341	
		(192)						
タノアカ	1	134	190	208	316	287	316	
	2	210	207	217	308	287	293	
		(203)						
ホンスギ	1	156	205	218	268	322	347	
	2	206	221	226	271	308	348	
		(196)						
メアサ	1	142	210	220	265	280	310	
	2	193	218	231	274	295	298	
		(221)						
ヤブクグリ	1	150	206	213	262	298	331	
	2	209	721	232	271	305	345	
		(217)						

LIVINGSTON[74] によれば，水分の吸収は細胞の浸透圧よりも膜の吸水力の方がより重要であるとしているが，細胞液の浸透価は外部の条件によってその溶質内に変化を生じて，その結果が細胞吸水力に変化をおこさせるので，それらの溶質を量と質の上から知ることが重要である。そこで，つぎにそれらの細胞内物質についてみることとした。

E．細胞液内の物質

岡崎[103]はスギの不成績造林地の解明のために，細胞液の浸透圧とそれに作用する物質とを研究して，糖類のほかに有機酸，同塩類なども重視すべきであるとした。このように浸透圧がスギの各品種間に差異のあるのは細胞内容物に関係があるからで，その原因の究明にはそれらの内容物質を究明することが必要である。そこで，本研究では搾液の種々の物質についてみたが，資料は含水量などの実験のときのものと同じもので，還元糖の測定にはベルトラン法を用いた。そして，その品種間の比較にはオビアカを100とした指数にて行なった。いま熊本の幼齢木の1年生枝葉の結果を示せば第95図のとおりである。



第95図　還元糖の季節的変化（オビアカを100とする比較）

Fig. 95　Seasonal value of reduced sugar (By base Obiaka).

まず，上図で各品種を通じての期節別変化をみれば6～8月に最も小さくて，それより成長時期が進むにしたがって大となり，12～2月にほぼ最高に達するを認める。

スギの葉の糖含量が冬期に高いことは岡崎[105]，石崎[45][41]の報告で明らかで，このことから，上述の実験結果はスギの一般的性質と認められよう。

つぎに，各品種の時期別変化をみれば1年葉の成長初期の4月では資料が不足のために比較結果がえられなかったが，6月をみればホンスギ，アヤスギが高くて，オビアカ，ヤブクグリ，タノアカがつづき，ウラセバル，メアサ，アオスギが順に低く，8月の結果ではホンスギ，アヤスギ，オビアカが高くて，ヤブクグリ，ウラセバル，タノアカがつづき，メアサ，アオスギが低い。成長終止期の10月ではホンスギ，アヤスギ，オビアカが高くて，ヤブクグリ，メアサ，ウラセバルがつづき，タノアカ，アオスギなどが低く，12月の初冬と2月の厳寒期中の値は成長終止間近かの10月末の結果とほぼ似た傾向を認めて同期間のその値は前期のものよりも大きく，品種間にも一層明らかな差異を認めた。いまこの両期を通じての差異を示せばアヤスギ，ホンスギ，アオスギが高くて，ヤブクグリ，ウラセバル，タノアカ，アオスギ，メアサが低い。

葉の伸長当時に葉に含まれる糖類の含量は前年度の養分の蓄積状態に関係していて，その量の多寡は春先の寒害抵抗性にも関係を及ぼすので重視すべきである。成長最盛期のその糖類含量は当年の同化生産量を示すものとみられるので，その量の低いものほど同化能力の低いことを示すものとみられる。このことから，この時期のその量の大小は同化器官の発達状態を示しているものとみられるのでその関係をあわせて注視すべきである。成長が旺盛で機能が順調な時期にはその生産された物質はすかさず転流されるが，低温と弱い乾燥とは蓄積の形態をとり，その結果が浸透圧を高めて耐寒，耐乾性質を増す結果となる。また，乾燥状態が強くて消費が強いときには逆の結果を示すものとされる。このようなことから，各品種間の感応の差が品種間による性質の差を生じているものとすることができよう。

同化生産物の貯蔵能力はその器官の構造，ことに枝軸と針葉の内部組織に関係しているので，形態とあわせてみることが重要である。このことからつぎに2年生葉，1，2年生葉の平均値について見たが，前述の結果とほぼ同様の傾向を認めたので省略することとした。

第3節　体内の成分

体内の生理的な動きは搾液の内容物質の相違によっても類推することもできるが，より確実に把握するには，各器官別に体内成分を求めて比較することである。そこで，本研究では搾液量のときと同一資料を用いて，枝葉と幹を年次別に区分して有機，無機の両成分をみたが，生理的条件の考察には糖類が最も重要であり，しかも最も明りょうな差異をつかみうることができたので，本節ではおもに糖類について考察することとした。本研究の糖類分析には，還元糖は Bertrand 法，全糖類は塩酸処理（15°C，1時間）後 Bertrand 法を使用して求め，このときもオビアカを基準とした比数で表示した。まず，その中の幼齢木の結果を示せば第57表のとおりである。

葉の糖類の季節的変化は冲永によるカラマツについての結果がある。このスギの葉の還元糖の季節別変化を1年生葉についてみれば，冲永のカラマツのときと似ていて上長成長の最も旺盛な時期に低くて，それより成長時期がすすむにしたがって漸次高まるを示した。つぎにそれらを品種間別に比較すれば成長の旺盛な6～8月にはオビアカ，タノアカ，ヤブクグリが高くて，ホンスギ，ウラセバルがつづき，メアサ，アヤスギ，アオスギが低い。12～2月の冬期間ではホンスギ，アヤスギ，ヤブクグリ，オビアカが高くて，ウラセバルがつづき，アオスギ，メアサ，タノアカが低い。1年間を通じてはアヤスギ，ホンスギ，ウラセバル，オビアカが高くて，アオスギ，メアサは低く，タノアカは春さきに高くて冬に低く，ヤブクグリは春さきにやや低くて冬期間にやや高い傾向を認めた。

つぎに2年生葉についてみれば第57表中に示すとおりで，その季節的変化は1年生葉のときとほぼ変

第57表　スギの葉の糖類の季節的変化（幼木，熊本）

Tabel 57. Seasonal value of sugar contents needles of Sugi (Young teee, Kumamoto).

品種	葉齢	還元糖 1953 4/15	6/23	8/30	10/31	12/26	1954 2/24	全糖類 1953 4/15	6/23	8/29	10/31	12/26	1954 2/24
オビアカ	1	—	38.1	41.8	56.8	94.0	100.0	—	42.0	55.4	72.2	89.8	100.0
	2	42.7 (38.0)	40.9	43.9	55.0	94.2	102.5	51.3 45.8	43.1	60.9	67.8	84.8	93.9
アオスギ	1	—	37.2	39.4	53.9	90.6	95.0	—	49.4	53.5	67.9	89.5	91.8
	2	42.0 (41.7)	40.4	43.8	52.2	89.9	93.9	53.1 50.1	52.1	57.6	64.5	91.0	100.6
アヤスギ	1	—	37.9	39.3	56.7	97.8	106.5	—	42.2	53.3	71.9	93.7	106.5
	2	44.1 (39.8)	41.2	43.9	57.0	97.4	101.1	41.1 47.8	47.5	62.3	66.4	94.1	100.1
ウラセバル	1	—	35.7	42.6	52.0	91.5	100.1	—	40.4	55.2	66.0	88.4	100.2
	2	43.1 (39.0)	40.0	44.2	53.0	92.0	100.0	51.8 46.8	47.4	59.4	65.0	95.0	97.7
タノアカ	1	—	37.8	41.9	51.7	85.1	92.0	—	43.9	54.9	65.7	82.3	90.1
	2	41.5 (35.2)	39.5	41.3	52.6	84.5	85.3	49.9 42.3	45.9	56.1	64.9	80.6	87.8
ホンスギ	1	—	36.9	41.8	56.3	100.6	109.7	—	42.4	55.5	75.8	97.2	109.7
	2	45.1 (41.3)	42.5	46.4	56.5	98.6	101.2	45.2 49.7	51.9	63.1	69.7	95.5	101.3
メアサ	1	—	37.9	39.5	50.8	88.7	96.9	—	44.2	55.0	64.5	85.7	99.9
	2	41.8 (39.4)	40.8	43.0	51.5	94.4	97.9	53.2 47.3	48.1	59.1	64.0	91.2	98.0
ヤブクグリ	1	—	40.3	38.6	53.6	92.3	102.3	—	46.9	52.5	68.1	89.1	102.6
	2	42.3 (39.0)	42.0	42.5	53.1	91.2	99.2	51.8 48.3	48.9	56.6	65.5	92.3	99.0

注　オビアカの1年生の2月の量を100とした数字。

第58表　スギの6年生枝

Table 58. Chemical components of annual needles with

枝の年齢＼品種・葉齢	オビアカ 3	2	1	計	アオスギ 3	2	1	計	アヤスギ 3	2	1	計	ウラセバル 3	2	1	計
											単糖					
1			100.0	100.0			95.7	95.7			104.3	104.3			97.9	97.9
2		95.0	101.0	98.0		92.9	95.7	94.3		102.2	106.3	104.3		95.9	92.0	94.0
3	89.0	91.0	98.0	92.7	91.0	96.7	96.7	94.8	104.3	106.3	104.3	105.0	90.0	94.9	84.2	89.7
4	86.0	88.0	93.0	89.0	83.3	93.8	95.0	90.7	102.2	100.1	100.1	100.8	83.2	90.0	78.3	83.8
平均	87.5	91.3	98.0	93.4	87.2	94.4	95.8	93.5	103.3	102.9	103.8	103.3	86.6	93.6	88.1	89.6
											全糖					
1			100.0	100.0							107.3	107.3			108.5	108.5
2		93.0	99.0	96.0						101.9	109.5	105.7		102.0	97.7	99.9
3	85.0	88.0	94.0	89.0					103.0	103.0	103.0	103.0	95.5	100.9	87.9	94.8
4	82.0	84.0	89.0	85.0					100.9	98.7	97.7	99.1	87.9	96.6	82.5	89.0
平均	83.5	88.3	95.5	90.4					102.0	100.9	104.4	106.5	91.7	99.8	94.2	100.2

採取年月：1954，12～1955，1.　場所：熊本県人吉市矢岳町，矢岳国有林，林齢：12～13年生（昭29年

わりなく，全体を通じてはそれよりやや低い値を示して，その期別変化の幅は小さい。その理由について考察すれば，スギの針葉は1年で完成されて，2年目には上皮，または表皮の細胞が角皮化，または繊維化されて光を透しにくくなることと，葉肉，中心部，移入などの各組織の膜が肥厚して水分の移動がにぶくなった結果に基づくものと考察する。つぎに，この還元糖の変化を品種相互間に比較すれば1年生葉のときと同様に，4月から8月までの成長旺盛期を通じてはホンスギ，アヤスギ，オビアカ，ウラセバル，ヤブクグリ，アオスギ，メアサ，タノアカの順に低く，12～2月の成長休止時期ではホンスギ，アヤスギ，オビアカ，メアサ，ウラセバル，ヤブクグリ，アオスギ，タノアカの順に低い。さらにまた年間を通じてはホンスギ，アヤスギが高くて，オビアカ，ウラセバル，ヤブクグリなどがつづき，メアサ，アオスギ，タノアカが低い。これらの結果から，それらの順位が同化能力の順位とみることもできよう。

同様の方法で全糖類の各品種間の差異を見れば第57表に示すとおりで，4月から秋に移るにしたがって漸増し，ことに10～12月の間に強く上昇するのを認めた。これは，体内の物質が高分子物質に移る過程に関係があるためとみられよう。まず1年生枝葉のその量を品種別にみれば春～秋の期間ではホンスギ，アオスギが高くて，オビアカ，ヤブクグリ，アヤスギがつづき，タノアカ，メアサ，ウラセバルが小さく，12～2月ではホンスギ，アヤスギ，ヤブクグリ，オビアカ，ウラセバル，メアサ，アオスギ，タノアカの順に低い。同様にして2年生枝葉の結果をみれば成長の旺盛な6～8月ではホンスギ，アオスギ，アヤスギ，メアサ，ウラセバル，ヤブクグリ，オビアカ，タノアカの順，終止時期の12～2月ではホンスギ，アヤスギ，ウラセバル，アオスギ，ヤブクグリ，オビアカ，メアサ，タノアカの順を示した。これらの結果から年間を通じての変化をみればホンスギ，アヤスギ，アオスギが年間を通じて高く，ウラセバル，ヤブクグリ，オビアカがつづき，メアサ，タノアカが低くて，この後の品種は春，秋ともに低い傾向を認めた。このことから各品種の年間の物質生産能力の差異と各期間の変化の過程を理解することができる。

スギの針葉の生葉着生年限は，九州の老齢木では8年，東北地方のものは13年を越えるものもある。しかも，その各葉齢の針葉は異なる組織をもっていて異なる働きをもつものと考えられる。その点を明らかにするために矢岳のスギ品種見本林に接続する12～3年生造林木中から標準木を選定して，その力枝

の各葉の有機成分

six years branches of 12-3 years old tree in Sugi.

タノアカ				ホンスギ				メアサ				ヤブクグリ			
3	2	1	計	3	2	1	計	3	2	1	計	3	2	1	計
						類									
		90.4	90.4			106.4	106.4			94.7	94.7			97.9	97.9
	86.8	88.0	87.5		108.5	102.1	105.3		96.6	95.6	96.1		97.9	99.8	98.9
76.9	85.9	85.9	82.9	102.1	104.3	107.4	104.6	94.7	94.7	92.8	94.7	94.0	106.8	97.9	97.7
70.5	79.5	76.9	75.6	98.9	101.1	97.9	99.3	90.9	92.8	92.8	93.3	90.0	95.9	91.1	92.3
73.7	84.1	85.3	82.4	100.5	104.6	103.5	103.2	92.8	94.7	94.0	94.0	92.0	98.2	96.7	96.1
						類									
						109.8	109.8			104.9	104.9			106.1	106.1
					106.5	102.1	104.3		103.8	101.7	102.8		100.8	105.0	102.9
				101.0	102.1	106.5	103.2	100.7	100.7	98.6	100.0	97.6	104.0	101.6	101.1
				79.7	98.8	79.7	86.1	96.5	98.6	97.5	97.5	92.3	99.7	93.4	95.1
				90.5	102.5	99.8	100.9	98.6	101.0	100.7	101.3	95.0	101.5	101.5	100.1

現在)

付近の6年生枝の針葉を採取して前と同様の方法で葉齢別に還元糖と全糖とを見たところ，第58表のとおりの結果をえて，ほとんどの場合1年生針葉が多く含むをみとめた。この相違は葉内の組織に関係していて各品種間に差異があることを示しているものとされよう。

第2章　スギの品種別耐乾性

耐乾性については MAXIMOV[164] を初め種々の研究報告があるが，纐纈は，耐乾性を狭い植物の耐乾可能度だけをみることでなくて乾燥環境に対抗，若しくは適応して生活しうる能力をも含めてみることで，その乾燥環境とは水の不足状態のみでなく，植物体から水を奪取するような場合がみな乾燥環境であって，それには大気と土壌とにわけてみるべきであるとした。また，大後[13]は耐乾性とは干ばつに対する抵抗性であって，農作物の場合には干ばつ被害を表示するような広い場面を対象とすべきであるとしている。佐藤[125]もスギ，ヒノキ，アカマツのまきつけ苗の耐乾性，とくに樹種間の相違の研究でまず耐乾性の意義を明らかにして自分の研究方向を明らかにしているが，その方向は ARVIDSON[5] のものに近くて各樹種間の耐乾性に関係ある器官の組織，ことに根の形態と水分条件を有利に保つための体内水分の移動を蒸散量，有効水分量などを中心にみて，幼苗時代の耐乾機構を明らかにして苗畑の灌水などの資料に役だたせている。

このように耐乾性の研究には種々の見方があるが，要は，植物体の表面から逸散する水分を防ぐ器官の耐乾形態，それを詳しく示せば，葉の角度，曲がり，葉の着生密度，葉の皮膚組織，葉肉組織，気孔，中心部組織などの発達状態と，枝の角度，曲がり，根の形態などとの各相互間のつながりによって生ずる水分，搾液量，浸透圧，屈折率，蒸散量などの生理的性質と，それらを基とする物質の生産と移動の能力とにわけてみるべきであると考えるので，それらの各要素にわたって考察することとした。

第1節　蒸　散　量

スギが正常な生育を行なう条件を知るには，個々の品種の水分平衡率を見いだすことであるが，それには長期間，同条件下で観測することが必要であって，それはきわめて困難なことである。そこでやむをえず部分的な器官を用いて類推する方法が考えられる。この方法にも種々あって LIVINGSTON & BROWN[75] のように蒸散量を葉から蒸散する水分と根または軸から吸収する水分とに分けて重量によって測定する方法と，伊藤[46]のように全個体の蒸散量を測定する方法，または，葉の水分を吸湿剤に吸収させて測定する五酸化燐，塩化石灰，塩化コバルト法による方法，気孔の開閉状態によって間接に蒸散量をしる Porometer，または湿潤法，BACKMANN[7] の平衡厚計器を用いて葉の厚さの変化を測定してその平衡率から水分を推定する方法などがある。しかしながら，スギの葉のように小針状で測定の困難なものにはそれらの方法を応用することができないので，この研究では古い方法ではあるが切枝を用いて容量，または重量測定法で実施することとした。

竹内はかって，纐纈の考案した小型蒸発計のやや変形したものを用いて，吸水量と蒸散量とを同時に測定して報告しているので，この実験でも初めの間はそれと同似のものを用いてみたが，蒸散量と吸水量とはほぼ似た数値を示していたので，後には吸水量のみを測定して表示することとした。

切枝の蒸散量を測定するには枝を切ることによってたち切られた毛細管の乱流が正常の状態に復したものを実験に供することが重要であるので，切断後，1昼夜暗箱中に清水培養の形で静止しておいて使用した。この乱流の回復時間の長さも胞細の太さ，長さ，連結状態，細胞の物理化学的性質などによって違い

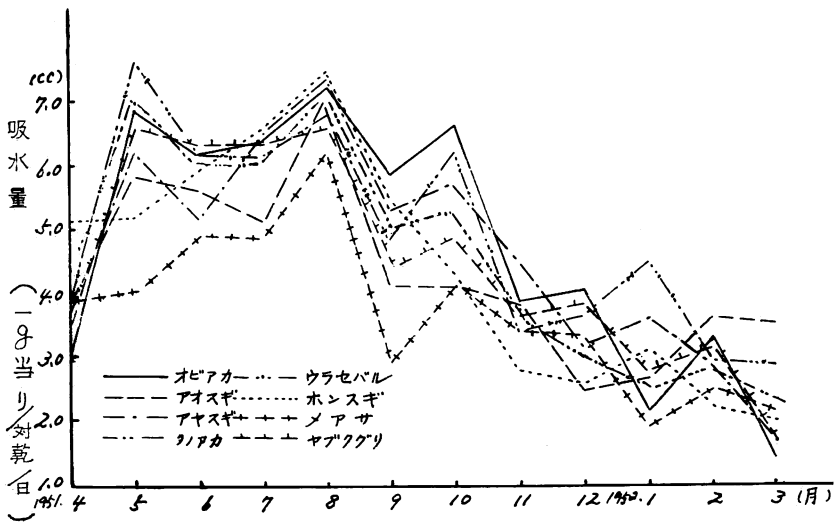
しかもその相違は品種間の相違をも表わすものと考えられるので，切断後の短時間の水分の出し入れの関係をみたが，それは長期間の結果と似ていて，しかも長期間の結果の方が差が大きくて比較も容易なために，長期の水分の出し入れの関係をみることとした。

A． 資料と実験の方法

切枝の生理的内容は，生育期間の他に気温，湿度，風などの個体の生育環境によって違うが，条件をそろえて定期的に行なえば，その相互間の比較を可能とすることができると考えて，熊本営林局構内に設置していたスギ品種別形態比較試験地の材料を用いて，昭和26～7年の1成長期間中毎月中旬に1回前述の方法によって仮設ガラス室内で実施した。そのときの枝は45年生木の3幹3主—2主枝の中位の主枝で，1品種7～15本を午前8時から短時間のうちに採取して測定した。はじめ1週間は水挿しで，その後容器の水を捨てて1週間毎日重量を測定した。そのときの容積は5％のアルコール溶液をいれたメスシリンダーの中に入れて測定した。そして吸水量と蒸散量とは1週間の総量を対乾重量，対容積，さらに対紙面蒸発量などの比率によって表示することとした。

つぎに造林成木と苗畑の幼齢木では蒸散能力がちがい，蒸散量も違うものと考えられるので，人吉署矢岳国有林内のスギ品種別試験地の18年生林分中から隔月に各品種数本ずつ選定して，その木の樹冠を構成している中央の支配的な7～8年生の主枝の梢頭の3年生の部分を2～7本採取して比較したが，当日が雨天のときにはその2日後の晴天の日に延期して採取した。切枝は採取と同時に切口を水苔で包むかまたは粘土を塗り付けてビニールの袋に包んで即日熊本に持ち帰り，翌日水中で切口を切り直して，用意した小型の蒸発量測定容器にさして清水培養の状態で測定した。幼木は熊本営林局併置時代の1951年から2年の間九州支場造林実験室内で実施，成木については熊本市下立田の林業試験場九州支場内の組み立てガラス室内で実施した。実施期間中の室内，外の気象条件は測定してあるが，それは省略する。

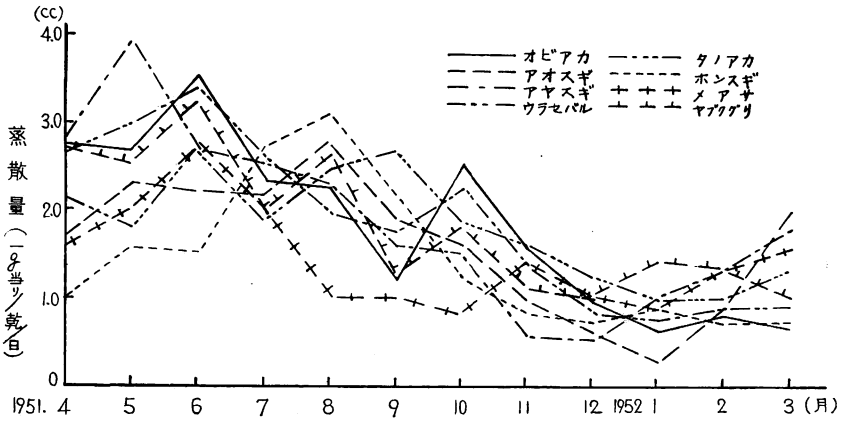
B． 結果とその検討



第96図　スギの2年生切枝の月別吸水量（幼，熊本，乾重）

Fig. 96　Absorption rates of detached 2 years old branches of Sugi in each month (Young tree, Kumamoto, Dry weight).

まず，熊本営林局構内の幼齢木の結果のうち吸水量の対乾重（%）によって期別変化をみれば第96図のとおりで，各品種の年平均量は乾量1gあたり4cc内外で，5～7月が最も高くて10月がつづき，冬期に最も低くて成長状態とかなり一致した傾向を示した。つぎに品種間ではウラセバル，ヤブクグリ，タノアカ，オビアカなどが大きくて，アヤスギがつづきアオスギ，ホンスギ，メアサが小さい結果を示して，これもまた，各品種の新梢または幼枝の成長過程とほぼ一致するのを認めた。



第97図　切枝の月別蒸散量（幼，熊本，乾重）

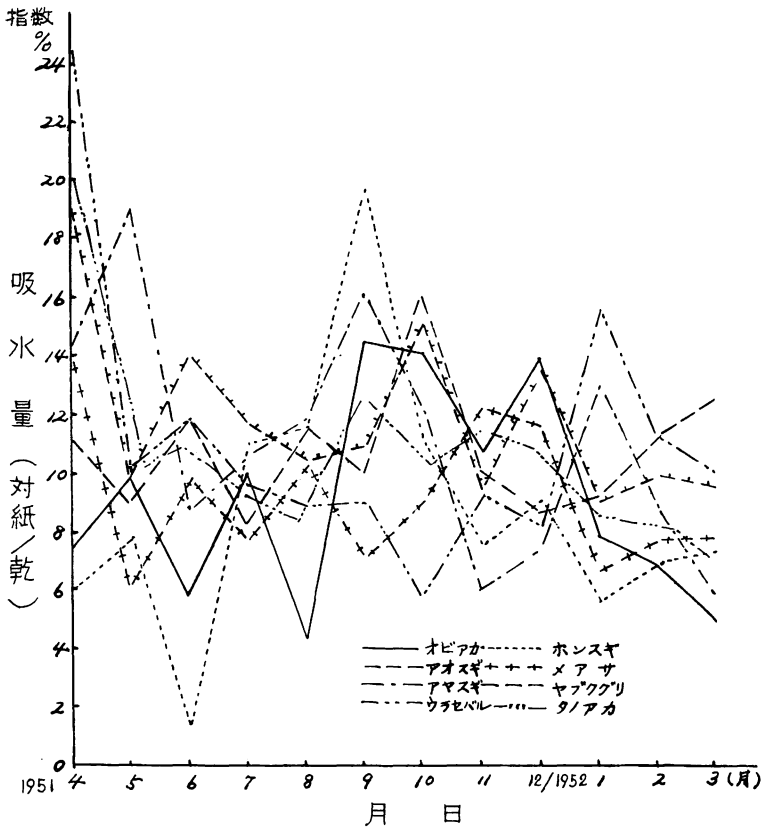
Fig. 97　Transpiration rates of detached branches in each month (Young tree, Kumamoto, Dry weight).

つぎにまた，水を捨てた後の蒸散量を日平均対乾重量によって比較すれば第97図のとおりで各品種を通じては平均1.7ccである。そしてその期節的変化はさきの吸水量のときとほぼ似ていて，春さきの5～8月の成長時期に大きくて，秋から冬の成長終止期が深まるにしたがって小となるを認めた。この結果から，水分の要求度は5～8月，ことにその最大を示す5月の量が重要であることがわかる。そこで，この時期の結果を品種別に比較すれば，アヤスギ，タノアカ，オビアカ，ヤブクグリが大きくて，メアサ，アオスギ，ウラセバルがつづき，ホンスギが低い結果を示した。これらの結果と耐乾性とを結びつけてみれば必ずしも一致した結果を示さないが，これは上記の順位が耐乾形質の他に成長習性による差と，当時の気象条件とが影響していて乾害の発生条件とずれた関係にあるためとされよう。冬期の蒸散量は耐寒性と相関が高くて，その小さいものが耐乾性もまさるものと認められるが，品種間の差異を比較すればその傾向がやや明らかに見うけられた。

吸水量，および蒸散量の比較は紙面蒸発量の対比値で比較するのも意味があるので，それを求めて比較したところ第98図のとおりで全般に変化が大きくて，一定の傾向を認めることができなかったので，品種間の比較の説明は省略することとした。

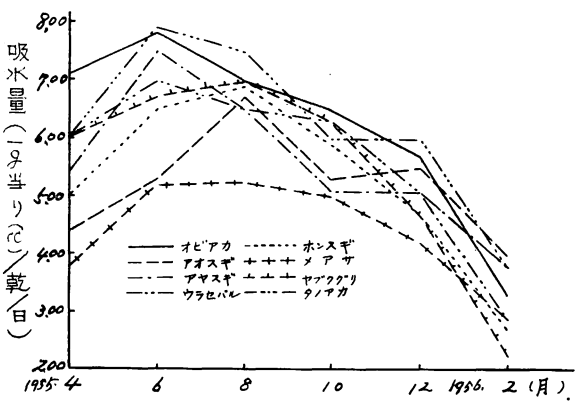
吸水量と蒸散量とは対容積量比によっても比較することができるので，それらを行なってみたところ一般に値が小さくて，品種間に差異を認めにくかったので，その方法による比較も省略した。

つぎに同様の方法で矢岳国有林の18年生造林木の主枝を用いてえた結果を吸水量の対乾重量で表示すれば第99図のとおりで，これも，幼齢木のときと同様に春から夏までの期間が高くて，秋から冬にかけての期間が徐々に低くなり，厳冬期に最も低い結果を示した。



第98図　スギの２年生切枝の吸水量の月別変化（幼，対紙，熊本，乾重）

Fig. 98 Change of water absorption 2 years old detached branches of Sugi in each month (Young tree, evaporation by paper evaporation gauge, Kumamoto, Dry weight).

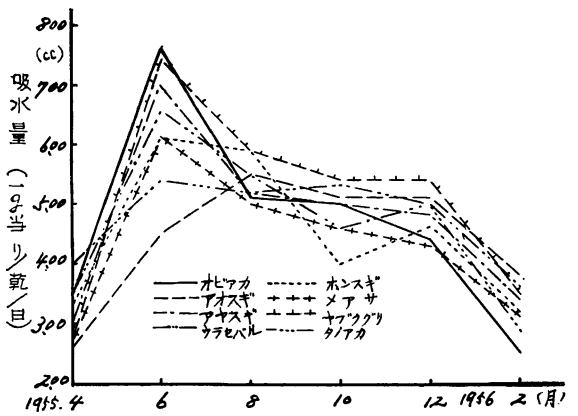


第99図　スギの３年生切枝の吸水量の季節別変化（壮，矢岳，乾重）

Fig. 99 Seasonal change of water absorption to detached branches of 3 years old main branch of Sugi (Mature tree, Yatake, Dry weight).

つぎに各品種間の差異を期別に比較すれば，4月では，オビアカ，ウラセバル，タノアカが最も大きくて，ヤブクグリ，アヤスギがつづき，ホンスギ，メアサ，アオスギが小さい。6月ではタノアカ，オビアカが最も大きくて，アヤスギ，ウラセバル，ヤブクグリ，ホンスギがつづき，アオスギ，メアサがその順に小さい。いま，この両期間の相違と成長状態との関係をみれば両者の関係がよく一致しているので，その順位の移動はこの原因によるものと考察されよう。つぎに8月の結果をみれば，多くのものは低下するが，アオスギ，ヤブクグリ，ホンスギなどは逆に上昇して最高を示すを認めた。この理由も，これらの品種が成長時期が遅れて，この時期に最大の成長を行なったためと考察する。つぎに，同様の方法で10月から12月，2月の各期の結果を比較すれば時期が進むにしたがって減少して，その順位も変化するのを認めた。すなわち，12月から2月の間はタノアカ，アオスギが高くて，オビアカ，アヤスギがつづき，ウラセバル，ホンスギ，ヤブクグリが低くて，しかもメアサ，アヤスギ，アオスギは時期が進むにしたがって減少する状態が最も弱い傾向を認めた。

つぎにまたこの切枝についても蒸散量を測定して対乾重量によって比較すれば，1年間を通じてはアオスギが最も高くて，タノアカ，ウラセバル，ホンスギ，ヤブクグリ，アヤスギ，メアサ，オビアカの順に小さい結果を認めたが，その時期別の変化は複雑で，品種間に一定の傾向を見るにいたらなかったので，その表示は省略することとした。



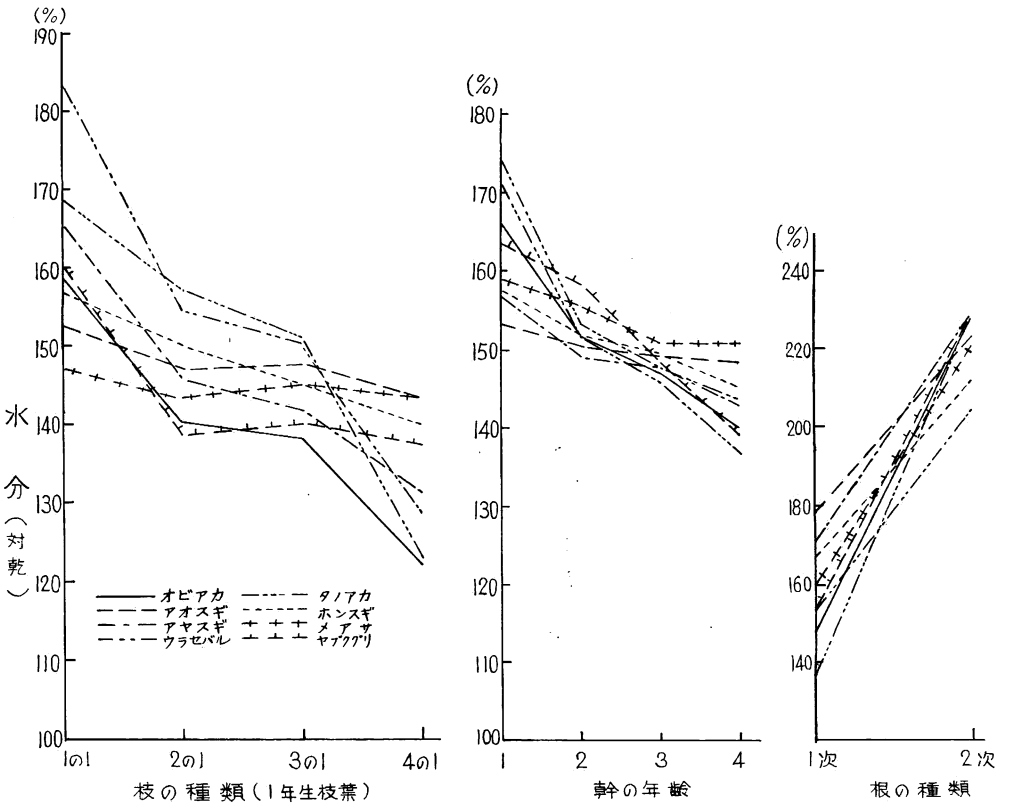
第100図　スギの3年生側枝の切枝の吸水量の季節別変化
（壮，矢岳，乾重）

Fig. 100　Seasonal change of water absorption of detached 3 years old sub-branch of Sugi (Mature tree, Yatake, Dry weight).

側枝の吸水量を主枝のときと同様の方法で求めて比較すれば第100図のとおりで，その1年間の過程はほぼ前と同様であるが，一般にやや低い。その理由は成長量が低いためとされよう。つぎにまたそれらを各品種別に比較すれば6月ではオビアカが大きくて，ヤブクグリ，タノアカ，ウラセバル，アヤスギ，ホンスギ，アオスギの順に小さい結果を示し，8月ではヤブクグリ，ホンスギが高くて，アヤスギ，ウラセバル，タノアカ，オビアカ，メアサの順に低い結果を示した。2月ではアオスギが高くてオビアカが最も低く，その他のものがその中間にあるを示した。以上の結果を整理して示せば（a）成長旺盛時期に高位で休止期に低位となるもの（オビアカ，タノアカ），（b）成長旺盛の時期に低位で休止期にやや上位となるもの（ホンスギ，メアサ，アオスギ），（c）各期を通じほぼ中位であまり変化のないもの（アヤスギ，ヤブクグリ）にわけられて，（a）は早生，（b）は晩生，（c）は中性を示すものと認められる。

つぎに側枝の蒸散量を対乾重量（%）によって比較すれば，各期を通じてウラセバルが高くて，アヤスギ，アオスギ，ホンスギ，オビアカ，タノアカ，メアサ，ヤブクグリの順に低い結果を示したが，その差は小さいので表示を省略した。主枝と側枝間の吸水量の差異は第99図と第100図とを比較対照すること

によって明らかである。いま，それらを整理して示せば主枝がまさるときと側枝がまさるときとがあって，オビアカ，タノアカ，ウラセバル，ヤブクグリなどのように軸の成長の早いものは前者に，アヤスギ，メアサ，アオスギ，ホンスギのように成長の遅いものは後者に属する場合が多い。この理由は，早生のものほど頂部優勢性が強くて生活能力，ことに水分吸収能力が新梢の梢頭付近で高いためとみられよう。後者の中でアヤスギ，ホンスギが側枝軸の方がすぐれるのはその分岐基部の構成内容，ことに通導組織が発達しているためであって，これらのことが品種の成立過程にきわめて重要な関係をもつので，つぎにさらに詳しく考察することとした。



第101図　スギの器官別含水量（68°C）

Fig. 101　Water content in each part of Sugi (68°C).

針葉内の水分の移動は葉の中心部の1部と軸の通導組織の発達に関係があり，それらが最適条件にあるときに最も順調な通導を行なってその他のときには劣る。これらの関係を明らかにするために，九州支場の苗畑内に設置したスギさし木品種の養分吸収試験地の材料を用いて，水分を枝葉，幹，根にわけ，枝葉はさらに1—1，2—1，3—1，4—1の各部に分けて部位別含水量の変化をみれば第101図のとおりである。まず，その図について各1年生の枝葉をみれば主枝の位置の低いものほど小さくて，ウラセバルがその位置の低下にしたがって含水量の低下が著しく，つぎにヤブクグリ，タノアカ，オビアカ，メアサ，アヤスギが最も弱い結果を認めた。この傾向はさきに示した品種間の主，側枝間の蒸散量の傾向と似ており，枝の伸長量の差異，すなわち頂部優勢性の結果とも似た傾向を認める。これらのことから後者らが角

度が広く下垂形となって枝の水分保有能力を高めて含水量を高めるものとなり，前者らが角度が狭くてそれらの能力の弱わい形となるものと認めて後者らを伏条，前者らを立条性の強いものの初期の形を示すものとみられよう。

つぎに幹についてみればタノアカ，ヤブクグリ，ウラセバル，オビアカが高くて，アヤスギ，メアサ，アオスギがつづき，ホンスギが低いが，メアサ，アオスギは各年次を通じて変化が少なくて，アヤスギ，ホンスギ，オビアカは初期に徐々で4年目に強く，ヤブクグリ，ウラセバル，タノアカは年次が古くなるにしたがって年々強く減少するを認めた。幹中の含水量も木化の状態を示し，幹に着生する主枝の水分量もそれらと強い相関をもつので，これによっても枝の性質を知ることができるものとされる。

根の含水量を1，2次根にわけてみればこれも第101図に示すとおりで1次根は2次根に比較してきわめて少なくて，品種間にはアオスギ，アヤスギ，ホンスギ，メアサが大きくて，ヤブクグリ，ウラセバル，オビアカ，タノアカの順に小さい。2次根はアヤスギ，オビアカ，タノアカなどが大きくてアオスギ，メアサ，ホンスギ，ウラセバルなどが小さい。これはこの時期の，根の分岐と成長の遅速に似た傾向をみとめた。つぎにまた，根端の白根の付近の形をみれば写真第24，26図に示すとおりでウラセバル，ホンスギ，アヤスギが大きくて，アオスギ，メアサがつづきオビアカ，ヤブクグリ，タノアカが小さい結果を認めた。

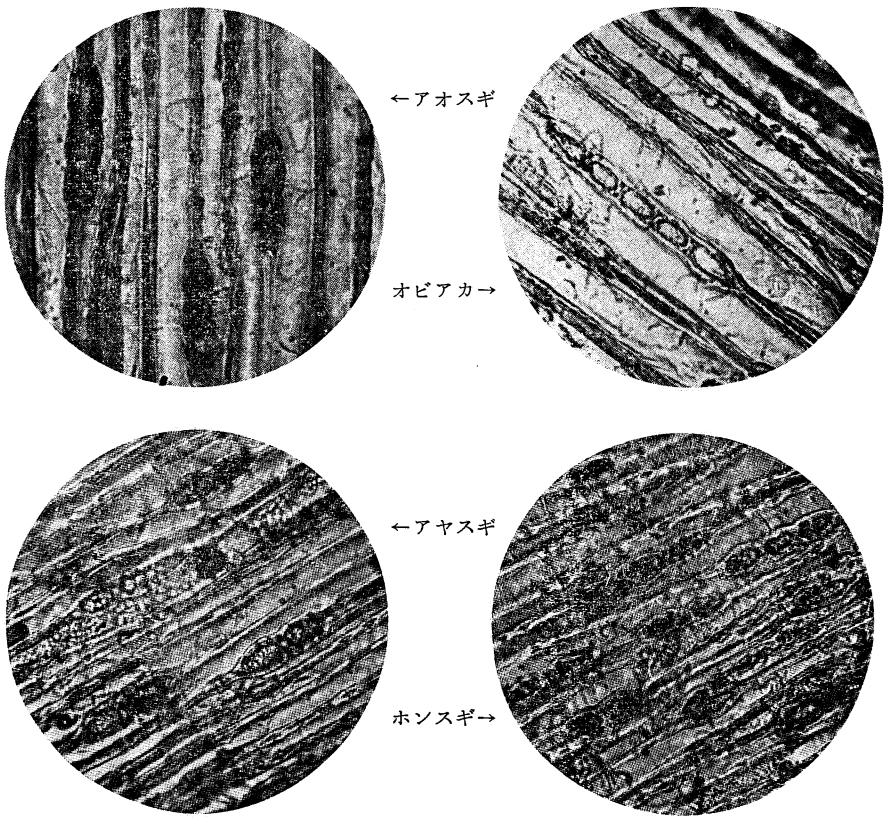


写真 22　螺旋紋の状態（×400）

Photo. 22　Difference of the spiral grains on some variety of Sugi.

GLTEN [23] は木部構造とその機能との関係の研究を行なって主軸，根などの通導器官による通導速度はそれらを構成する木部構造，ことに繊維の長さに関係することを実験的に証明したが，スギの品種間の水分移動速度の差異もそれらと同様の見方が考えられるので枝の次数と部位別に，その木繊細胞の大きさと密度，膜の厚さ，細胞の配列状態，傾斜，螺旋紋の発達などについてみたがその１部は第61表に示すとおりで，その細胞の膜の厚さはアヤスギが厚くてホンスギ，メアサ，アオスギ，ヤブクグリがつづき，ウラセバル，オビアカ，タノアカがうすく，その内側の螺旋紋の発達状態はアヤスギが最もつよくて，ホンスギ，メアサ，アオスギがつづき，ヤブクグリ，オビアカ，ウラセバル，タノアカはきわめて弱い結果をみた（写真22参照）。つぎにまた樹脂細胞の数を春秋材の平均値でみればアヤスギ，ホンスギが多くて，メアサ，アオスギ，ヤブクグリがつづきタノアカ，オビアカ，ウラセバルは少ない。これらは直ちに水分の通導速度に関係して，その発達の強いものほど水分の移動速度は鈍くて，水分の保留能力が高いので，耐乾耐寒性を強めるものとみられよう。

螺旋紋の発達は幹または枝の弯曲，枝角伏条性などに関係する。この枝形の品種間の発達状態の差異については第１編第１章において詳述したところで，それらと，いまえた結果とをあわせてみれば枝角の大きいものほど通導速度が徐々な結果を示して，この結果からも既述の部位別含水量の関係を証明することができて品種成立の過程を証明することもできる。枝の成長はその軸の成長運動に左右されて，軸の位置別成長に差異を生じて着葉，着枝の年限などに差異を生ずることを明らかにしているが，主枝は主軸の斜生軸上の成長運動の結果を示していて，側枝はその主枝の斜生軸上の成長運動の結果を示しているので，この次限の差異が前記の結果を示しているものとみられよう。そして，各品種の主，側枝の含水量，および蒸散量などが必ずしも一定の傾向を示していないのは，葉序に基づく枝の分岐が必ずしも一定の傾向を示さないためによるもので，それらは各品種の枝の形態の相違に基づくものであって，主枝より側枝が大きい成長量を示す性質，すなわち頂部優勢性の強弱，これをいいかえると伏条性の強さを表示するものとすることができよう。写真23はいまのべた性質の特徴の強いものを示したものであって，ヒキは枝が



オビアカ　　ヒ　キ

写真 23. スギの品種別樹形

Photo. 23 Tree form of some variety of *Cryptomeria* in Kyushu.

細長くのびて枝角も大きくて下にたれやすく，オビアカは細く短くて枝角も小さい。しかも前者は九州の火山地帯で伏条性が強くて乾燥に耐え，後者はその伏条性が減退して乾燥にも弱いのはこの理由によるものとされ，このことからも各品種の成立過程を知ることができよう。しかしながら，これらの関係をさらに明らかにするには根づきの場合の実験結果が必要であるので，つぎにそれらの場合について考察することとした。

第2節　土壌水分を異にするときの成長の相違

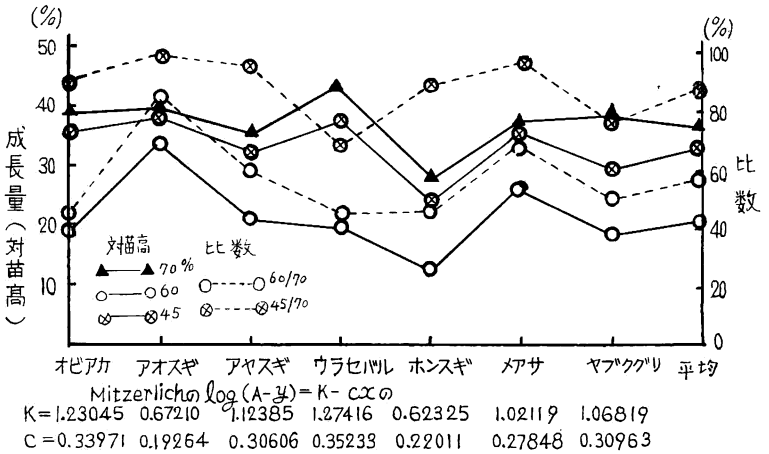
耐乾性を切り枝を用いて知るにはおのずから限度があるので，結局は根つきの土壌に接しているときの状態でみることとなる。このときも渡辺[169]のスギ，ヒノキ，アカマツ苗木を用いての枯損試験のほか種々の方法が考えられるが，多くの場合，要水量が求められているので，この研究にてもそれを求めてみることとした。

A．実験方法

土壌水分を違えて植物の成長状態をみる方法にはKOKETSU[76]の自動水分調節器，芝本[133]のAslenderの装置などがあるが，自動水分調節器を用いての方法は石崎[37]の水位を異にするクスの発育状態の差異の研究のときにも鉢内の水分を同一に保持させることがきわめて困難なことを経験している。このことから佐藤[125]のスギ，ヒノキの耐乾性の研究にてはそれを避ける方法をとっており，芝本[132][133]もそれを避けるためにAslenderの装置を用いたとしている。しかし，それによって前述の欠点を完全に補充しうるとはいいがたい。また，本研究のように大苗を用いて実験するときには，ほかに良法が見つからないので，やむを得ず重量を測定してその減量の水を補給する，旧来の方法を用いて実行した。ただ鉢はWagnerの鉢に土をつめると重量が重くて感度の高い台秤を使用することができないので，同型の亜鉛引きのメッキ板で作成したものを用い，上部は組み立てのふたを作って，水を補給するガラス管が外側に出るような穴をあけておいた。鉢の外側は日射で温度が高まらぬように白ペンキを塗り，さらにそれらをおくガラス室はヨシズを被せて直射日光とをさけた。本研究に用いた土壌は熊本営林局構内の旧九州支場苗畑内のもので，まず石礫をよりわけて捨て，それを軽く砕いて2分目の篩に通したものをよく混ぜ合わせたものであった。苗は1948年春に飫肥，日田の両署内の品種見本林内のさし穂を採取して九州支場内の苗畑にて養成したものの中から，形態，形質ともにそろったものを選択して，2月中旬に植えて，それらが十分に活着した後から成長量と水分の測定をはじめた。苗が活着するまでは十分に灌水などを行なって活着に力を注ぎ活着が確実と見られる芽ののびかたが1～3 cmのころに注水をやめ，その後は隔日おきに含水量を測定してほぼ45%になったときに，そのままのものと水を与えて60，70%のものにした。その後は鉢の重量を測定してその減量に値する水を補給して各鉢の水分量を保持させることとした。

一定の水分条件を保持させるには毎日測定した減量を失なった位置に返すのが好ましいが，それは手数がかかり容易でないので，各水分区の中に標準のものを2個ずつ作って，その鉢の測定を毎日行なってその減量を各区の補給量と定めてそのほぼ半分を上から残り半分を深さ約12 cmで終わっているガラス管を通して注水した。各鉢の重量と土壌の含水量とは4～9月の期間には4日，それ以降は7日ごとに1回あて測定してその補給水分量を加減して前述の水分量を保持させるに努めた。ポットの含水量を知るためのポット内の土壌の採取位置は地下5 cmのところであり，含水量をかえるために補給する水分は地表と地表下12cmの一側方に与えられるので，その位置からくる差があるが，それをほかの方法で補なうよい方法が考え出されなかったので，本研究にてはそのまま用いた。

つぎに，表面の乾燥が著しくなったときには一部分を噴霧器を用いて表面から与えた。灌水は10月末日までつづけて行ない，苗は実験途中には苗の伸長と，新梢の基部の直径を10日ごとに測定した。11月初めに掘りとって樹高，当年度伸長量，新梢基部直径，地際直径，器官別重量などを測定した。



第102図　土壌水分を異にしたときのスギの各品種の新梢の1年生の伸長量（対苗高%）

Fig. 102　Height growth in a year with different water content in soil by some variety Sugi (Relative height based nursery height).

B．結果とその検討

1年生主軸新梢の伸長成長量を苗高比で比較すれば第102図のとおりで含水量70%のときが品種を通じて最もすぐれていてその平均値38.4%であるが，品種別にはウラセバルが大きくて，オビアカ，アオスギ，ヤブクグリがつづきメアサ，アヤスギ，ホンスギが小さい結果を示した。

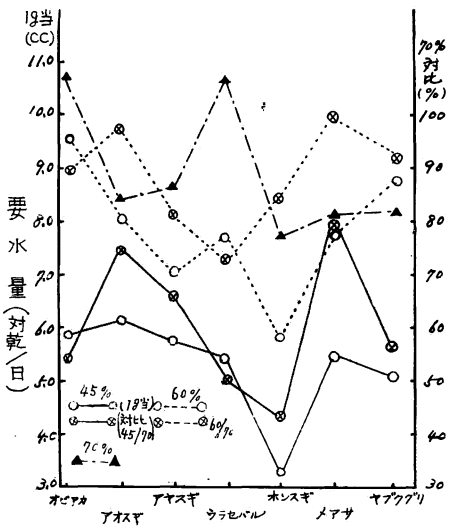
つぎに含水量60%のときをみれば，各品種を通じて平均値34.3%であって，含水量70%のときよりもやや劣る。それを品種別にみればアオスギ，ウラセバル，オビアカ，メアサが大きくて，アヤスギ，ヤブクグリがつづきホンスギが小さい。それを含水量70%のときの比数で示せば，平均値86.1%で，品種別にはアオスギ，メアサが大きくて，アヤスギ，オビアカ，ヤブクグリ，ウラセバル，ホンスギが小さい結果を示した。

つぎに含水量45%の伸長量を苗高比で示せば，平均値22%で，品種別にはアオスギが大きくて，メアサ，アヤスギ，ウラセバル，オビアカ，ヤブクグリがつづき，ホンスギが小さい。これを含水量70%のときの比数にて示せば，平均値は56.8%で，品種別にはアオスギが高くて，メアサ，アヤスギがつづき，その他が小さい。

以上のような含水量が逓減するに伴って樹高成長量が減少する状態は Mitzerlich の $\log(A-y)=K-cx$ の式にて表示できるものと考えられたので，いまその式をあてはめてみたところ，その可能なことを知ることができて，その得た結果を示せば第102図中に示すとおりである。いま，その効果律 c を比較すればアオスギ，ホンスギ，メアサが小さくて，アヤスギ，ヤブクグリがつづき，オビアカ，ウラセバル

が大きい。このことからも前者らが耐乾，晩生型で，後者らが湿潤，早生型を示すものとされよう。

つぎに含水量を異にするときの成長量を重量増加率にて比較すれば，重量成長は伸長成長と高い相関があるために樹高成長量のときと似ていて水量45％のときは水量70％のときの71％，60％のときは70％のときの83％を示して，その品種間の相違も伸長量のときと似ていた。このときも樹高成長量のときと同じことが考えられよう。



第103図　含水量を異にする場合のスギの品種別要水量
Fig. 103　Water requirement with different water content in soil by some variety of Sugi.

乾量1ｇを生産するに要する平均水量を要水量としてこの栽培期間中の日平均量で示せば第103図のとおりで，含水量70％のときには平均8.9ccで最も大きくて，品種別にはオビアカ，ウラセバルが大きく，アヤスギ，アオスギがつづき，メアサ，ヤブクグリ，ホンスギが小さい結果を示した。含水量60％のときには平均7.8ccでオビアカ，ヤブクグリ，アオスギ，メアサ，ウラセバル，アヤスギ，ホンスギの順に小さくて，これを含水量70％のときの対比値で示せば平均88％で品種別にはメアサ，アオスギが大きくてヤブクグリ，オビアカ，ホンスギがつづき，アヤスギ，ウラセバルが小さい。つぎに含水量45％のときをみれば平均5.2ccでアオスギ，オビアカ，アヤスギ，ウラセバル，メアサ，ヤブクグリ，ホンスギの順に小さくて，これも含水量70％のときの対比値で示せば平均67％で品種別にはメアサ，アオスギ，アヤスギが大きくてヤブクグリ，オビアカ，ウラセバルがつづき，ホンスギが小さい。これらはまちまちで何らの傾向も認められないようであるが，詳しくみれば70％のときは各品種の特性に基づく幼時の成長量に左右されていて60％のときには水分の不足による影響がやや現われ，45％にてはじめて水分不足による結果が強く現われているのを認めた。この含水量が少なくなるにしたがって要水量が小となる傾向を品種別にみればオビアカ，ウラセバル，ヤブクグリ，ホンスギなどが大きくてメアサ，アオスギ，アヤスギなどが小さい結果を認めた。このことからも後者が前者よりも耐乾性があることを示すものとされよう。

BRIGGS & SHANTZ[8)]は要水量が大気中の湿度によって変化を生ずるほかに，種々の条件による変化を調べて，一般に乾燥状態のところにては高くて，寒地性のものを温室に入れたときと，暖地性のものを冷室に入れたときにはともに高い結果をえたとしている。つぎにまた，MONTGOMERY & KIESSERBACK[93)]は水分と要水量との関係を研究して，水分が高まるにしたがって要水量が高まることと，施肥区が無施肥区よりも高まることを報告している。このように要水量は植物の発育状態に左右されて，その旺盛なものほど大きいとされているが，この研究の結果をみれば乾量増加量の多いものほど要水量が高い傾向を認めたので，このことからも品種間の性質の差異を知ることができよう。

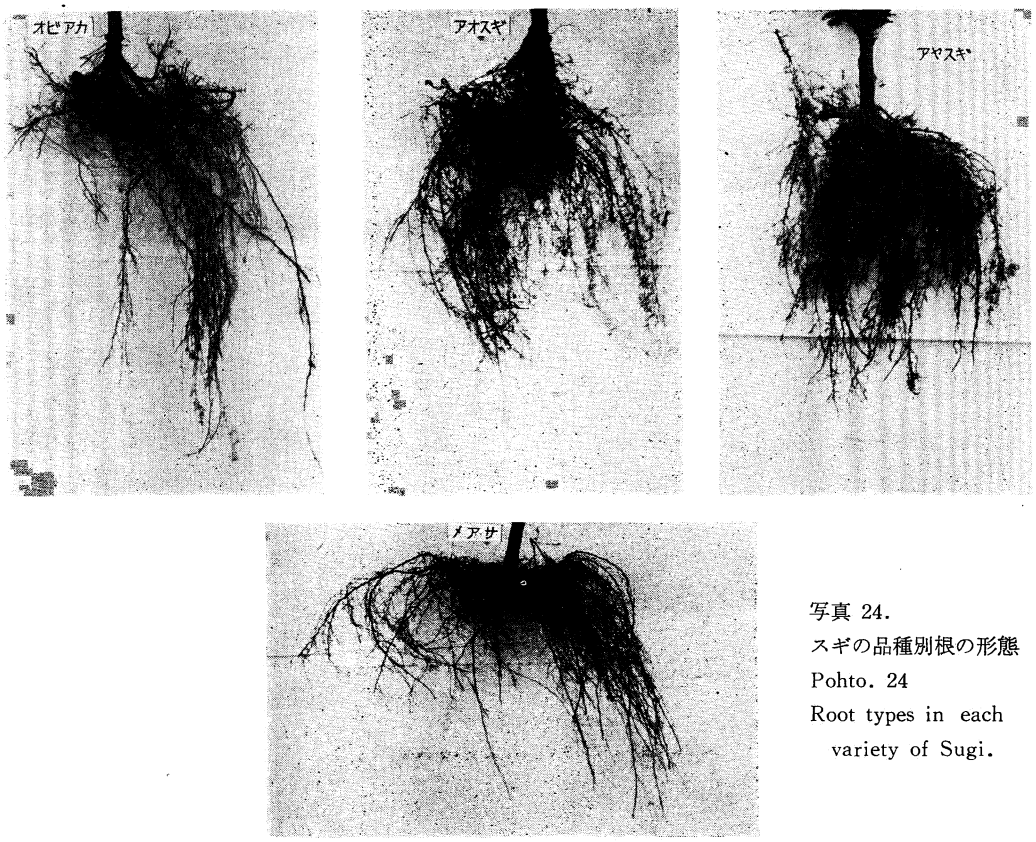


写真 24.
スギの品種別根の形態
Pohto. 24
Root types in each variety of Sugi.

土壌が乾燥状態にあるときの根の吸水力は体内の条件によって影響をうけてその根端細胞の浸透圧に左右される。そのためにその高いものほど吸水がつづけられやすくて，それが低くて土壌より低いときにはその役目を果たさなくなる。このことは根の先端の組織が成長と関係が深いことを示す。各品種の根の形態は写真 24 と 26 にあり，搾液量は第 92 図，含水量は第 102 図に示すとおりで，これらの結果からも品

種間の耐乾性の質を理解することができよう。しかしながら，根の吸水機能は土壌の含水量が低下したときに品種間に明らかな差異を示すので要水量と耐寒性とを直ちに結びつけて考えることでなく，種々の条件下での要水量変化組織，および内容の変化をも見てきめるべきである。このような見方からすれば要水量は冬期の耐寒性ともかなりに深い関係があることを示すものと認めることができよう。

第3節　スギの品種別凋萎試験

土壌の凋萎係数は BRIGGS & SHANTZ[9] 以来 TUMANOV[158] その他の人々によって行なわれているが，戸川[159]は陸稲品種の耐乾性に関する研究を行なって，品種または系統によって草型に差異があり，それらは人為的乾燥によっても知ることができるとしている。そこで本研究においては各品種の標準土壌を用いて品種をかえたときの結果をみることが重要であると考えて，土壌と品種とを組み合わせて凋萎試験を行ない，その結果から耐乾性を検討することとした。

A．実験方法

本研究に供試の土壌はスギの品種別成長量調査標準地の中から標準と認められる土壌を選定して，表層から50 cm までのものを1955年の初めに九州支場内に集めたもので，その調製にあたってはまずその中に介在する枝，葉，根，石礫などを取り除いて木片で軽くたたいて砕き，それを2分目の篩に通したものをよく混ぜ合わせた。つぎにそれを20,000分の1の Wagner pot に詰めて，その中に九州支場内で養成した品種別のさし木苗を植えつけた。初めの間は屋根と外わくを取りはずしたビニールハウスの中において野外とほぼ同様の条件で育てて，11月21日からビニールのわくを取りつけ，注水を中止して凋萎の状態を調査した。

土壌の含水量は地表下3 cm と8 cm のところから1週間おきに採取して測定した。蒸散量は気温，湿度，日射量などに支配されて鉢の位置によって違うので，10日ごとに南側のものを北側に1列，東側のものを西側に3列ずつ移してなるべく各鉢が均しい気象条件になるようにした。永久凋萎の状態を正確にしることは容易なことでないが，土壌を採取する度ごとに葉色を詳しくみると同時に枝先を水にぬらしてその硬さの変化をみるほかテルル酸ソーダによる染色観測などによって判定した。

B．結果とその検討

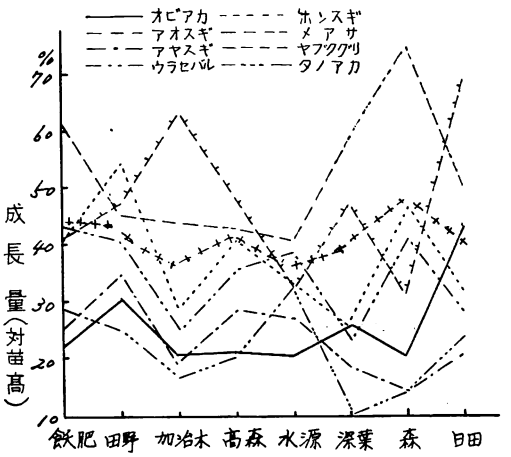
第59表　スギの品種別凋萎
Table 59.　Number of days to wilting

品種＼場所＼項目	飯肥			田野			加治木			高森		
	日数	月日	水分	日数	月日	水分	日数	月日	水分	日数	月日	水分
	(日)		%	(日)		%	(日)		%	(日)		%
オビアカ	197	(6.16)	18.3	204	(6.23)	16.0	185	(6. 4)	16.9	96	(3. 6)	15.9
アオスギ	204	(6.23)	18.3	214	(7. 3)	16.3	197	(6.16)	13.9	124	(4. 4)	15.3
アヤスギ	178	(5.24)	18.8	214	(7. 3)	18.3	174	(5.24)	16.1	117	(3.27)	16.4
ウラセバル	197	(6.16)	19.6	231	(7.21)	17.1	147	(4.25)	16.7	107	(3.17)	16.4
タノアカ	185	(6. 4)	17.4	214	(7. 3)	17.5	174	(5.24)	15.6	124	(4. 4)	17.4
ホンスギ	174	(5.24)	18.9	214	(7. 3)	22.1	136	(4.16)	14.4	117	(3.27)	16.7
メアサ	197	(6.16)	18.3	214	(7. 3)	20.3	185	(6. 4)	16.9	124	(4. 4)	16.1
ヤブクグリ	197	(6.16)	18.2	214	(7. 3)	16.0	174	(5.24)	16.3	154	(5. 4)	13.8
計（平均）	191		18.5	215		17.9	172		15.9	115		16.0

備考　水分は地表下2～4 cmと7～10cmのところを測定して後者のところのものを用いた。

各品種間の凋萎日数とそのときの含水量とを表示すれば第59表のとおりで，まず，土壌別にみれば高森が115日（16.0%）で最も短くて，深葉171日（15.4%），加治木172日（15.9%），水源187日（23.7%），飫肥191日（18.5%），森196日（24.7%），日田197日（16.1%），田野215日（17.9%）の順に長くてほぼ含水量の高いものほど長い傾向を認めたが必ずしも一致はしていない。つぎに萎凋に達するまでの日数を品種別にみればオビアカが171日（17.7%）で最も短くてホンスギ177日（18.9%），アヤスギ178日（18.9%），タノアカ179日（18.5%），ウラセバル180日（18.5%），メアサ184日（18.4%），ヤブクグリ189日（18.8%），アオスギ190日（17.4%）の順に長い。いま，この結果とまえの土壌別の結果を比較すれば前者が後者よりはるかに長い。このことから土壌の乾燥に対する抵抗性は土壌を異にするときよりも品種間の差の方が小さいことを知る。この品種間の差異は前項においてえた各品種間の耐乾性の実験結果，ならびに耐乾諸形質の調査結果とかなり似た結果を示しているので，品種間の関係を表わしているものとみることができよう。

つぎに十分に水を与えた前年3月から12月までの1成長期間の伸長量を，植栽当時の苗高比率で示せば第104図のとおりで，アオスギが最も大きくて，ヤブクグリ，メアサ，ホンスギ，ウラセバル，オビアカ，アヤスギ，タノアカの順に小さい結果を示した。しかしながら，この植栽当年の伸長量は苗の大きさと植栽当時の異状条件とによって各個体に種々の異なる影響を与えて



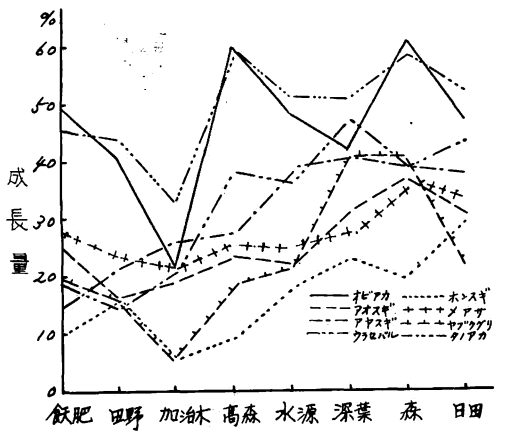
第104図　含水量を異にするときのスギの品種別伸長量（1年目）

Fig. 104　Relation length growth with different water content in soil by some variety of Sugi（1 year after）.

日数と凋萎時の含水量 and water content at wilting.

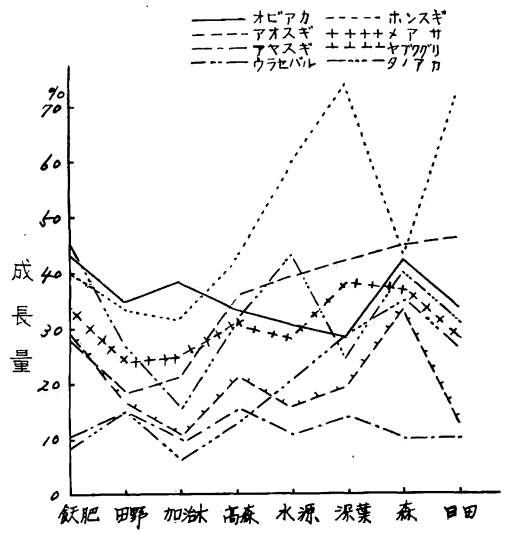
水源			深葉			森			日田			計（平均）	
日数	月日	水分	日数	月日	水分	日数	月日	水分	日数	月日	水分	日数	水分
（日）		%	（日）		%	（日）		%	（日）		%	（日）	%
174	(5.24)	23.0	118	(3.27)	15.3	197	(6.16)	21.7	197	(6.16)	14.9	171	17.7
197	(6.16)	22.3	174	(5.24)	12.7	197	(6.16)	24.6	214	(7. 3)	15.9	190	17.4
174	(5.24)	23.4	174	(5.24)	18.9	185	(6. 4)	21.5	214	(7. 3)	17.6	178	18.9
185	(6. 4)	23.1	174	(5.24)	14.5	185	(6. 4)	24.2	214	(7. 3)	16.0	180	18.5
185	(6. 4)	23.1	164	(5.14)	14.3	197	(6.16)	26.5	185	(6. 4)	16.3	179	20.5
185	(6. 4)	24.3	197	(6.16)	18.3	204	(6.23)	30.7	185	(6. 4)	18.0	177	18.9
185	(6. 4)	23.6	185	(6. 4)	14.8	197	(6.16)	25.0	185	(6. 4)	16.2	184	18.4
197	(6.16)	24.2	185	(6. 4)	13.9	204	(6.23)	23.6	185	(6. 4)	16.1	189	18.8
187		23.7	171		15.4	196		24.7	197		16.1	181	

いるので品種間の差をみるにはあまり秀でたところとすることはできない。ことに本研究のように人為的に調製した土壌に苗を植栽したときには，おさえつけの固さはもちろん根を乾燥させることもあり，しかも，植栽したあとも小さい鉢のために鉢の中の温度が高まって成長量に悪影響を及ぼすので，一層好ましくない条件をつくりだしている。このようなことから，この初年目の結果は比較価値がきわめて低いものとされる。つぎに2年目の伸長量を比較すれば第105図のとおりでタノアカが最も大きくて，オビアカ，ウラセバル，アヤスギ，アオスギ，ヤブクグリ，メアサ，ホンスギの順位を示して，前項の成長の遅速の順位と一致した傾向を示さないが，それは12月に給水を中止して観測したことによるものとされよう。すなわち，スギは12月を越えれば活動が鈍くて蒸散量も少ないので凋萎のあらわれかたがきわめて徐々で翌春まで成長を維持するものが多いが，この2年目の発達状態は前年中に蓄積されている養分と当年度の養分量とできまるので5月ごろにはその年の伸長量の基礎はほぼ定まっているためとされる。上表中でオビアカが大きい結果を示すのは，その品種が早くから成長が準備されていて，最も早くから成長を開始する暖地系のものであるためと考察する。これに対してヤブクグリ，ホンスギが劣るのは，それらの両種が成長開始期がおそくて量も少ないためとされる。



第105図　土壌水分を異にするときのスギの品種別伸長量（2年目）

Fig. 105　Retation length growth with different water content in soil by some variety of Sugi (2 years after).



第106図　土壌を異にするときの品種別苗の成長（1年目，重量部分の率）

Fig. 106　Relative weight growth with different water content in soil by some variety of Sugi (in one year).

植栽後の第1年次別成長量を対苗重量比で比較すれば第106図のとおりで，土壌を主とすれば森，日田，飫肥，深葉，水源がすぐれていて，田野，加治木，高森が劣るが，品種を主とすればオビアカが飫肥，森，メアサが加治木，アオスギが日田，森，深葉，アヤスが高森，深葉，日田，ウラセバルが水源，森，タノアカが飫肥，水源，森，ホンスギが日田，深葉，ヤブクグリが森でほぼ現地に近いものが最もすぐれているのを示した。さらに2年目の成長量を重量比で比較すればその結果は第105図と似ていて各品種間の凋萎による成長量逓減の状態はオビアカ，ウラセバル，ホンスギ，メアサ，アヤスギ，タノア

カ，ヤブクグリ，アオスギの順に小さくて，その後3種間にやや明らかな差異を認めたが，それらの傾向は長さの結果と似ていたので表示を省略した。

以上の第2年目の結果は給水中止後の乾燥状態にもとづく結果であって，前項の要水量の結果とは条件が異なっているのでそれらを直ちに対照して比較することはできないが，幼齢時代の耐乾性と成長遅速などの性質はうかがいうるものとされよう。しかしながら，乾燥，高低温などが成長量に及ぼす関係はそれらの要因の累積結果が重要であるので，後章において林地における結果をもあわせてみて考察することとした。

第3章　スギの品種別耐寒性

スギの耐寒性は耐乾性のときと同様に物理的加害から栄養的障害に基づく成長量の減退までの幅の広い現象が含まれていて，それを器官の発達過程からみれば，結実，発芽，成長の各期に，器官形態の上からみればタネ，花などの生殖器官から葉，根，幹などの栄養器官に分けられて，広義のときは低温によって悪影響をうける総ての場合を含んでおり，狭義のときには低温のために器官の1部が物理的障害をうけて枯死または損傷する場合をさしていて，この後者の直接破壊が耐乾性のときと異なる。この寒害はスギの品種の成立過程の究明にも，また品種の特性の究明にもきわめて重要であるので，本研究では広義の種々の要件を異にするときを対象に考察した。この後者の低温に基づくスギの品種別成長量の問題は植栽木を用いての実験が必要であり，しかもそれは適地判定の問題にも直結しているので，第3編のスギの品種別成長量と環境因子との関係の温量指数，寒冷指数の項にて検討して，本章においては特に狭義の低温による傷害の場合のみをみることとした。

寒害の被害の実態については，林業試験場防災部気象研究室の研究を初め種々の報告があるが，それらは本研究の目的と違うので省略してスギの耐寒性と樹形，または器官の形態についてのみにしぼってみればまず正木[80]のスギの幼苗についてと，小原[102]のスギの根の形態についての報告がある。

成長習性，すなわち，成長開始期，または同終止期の遅速については断片的ではあるが石崎[41]のものがあり，根の形態または根の生理的性質と耐寒性とについては田添[151]の研究がある。

つぎに耐寒性の機構を知るために生理実験を行なったものは多くて，まず細胞液の濃度を測定したものに茶樹については志村[138]，同氏ら[139]，原田[25]，スギについては岡崎[105]，石崎[41]の研究などがある。耐寒性と生体染色は茶樹を用いての原田ら[25]，屈折率については同じく茶樹を用いての原田ら[25]，スギを用いての石崎[41]の研究などがある。また，耐寒性と体内水分，ことに結合水の量との関係については MEYER の Ponderosa マツを用いての研究，体内成分，ことにスギの糖類の含量については岡崎[103]，石崎[41]，茶樹のそれは原田[25]，桑樹では酒井[115]の報告，つぎにまた蛋白質，ことに水溶性蛋白を重視したものに SIMINOVITCH & CHASTER[137] の報告がある。

さらにまた，塩素酸カリの抗毒性を利用して耐寒性を見たものに山崎[180]を初め，スギ マツを用いての外山[162]，石崎[41]のものがあり，いずれも耐寒性と関係が深いことを認めているが，その機構の解明にまでは至っていない。しかして，この耐寒性はその獲得と消失の両過程を体内の変化とあわせてみることが重要であって，ことにこの要素が品種間の選択条件として作用する差異を知るにはその観点に基づいての研究が重要である，このことからこの研究ではそれらの関係を低温実験とあわせて考察することとした。

第1節　切枝の低温処理実験

耐寒性の実験にはその最も弱くて，利用上からも最重視される部分を供することが好ましくて，桑と茶とでは栽培の対象となる葉を，スギでは苗木時代の葉と根と幹を対照としてみることである。この研究においては造林木は植栽後数年目の1年生標準主枝を用いた。

A．予備実験

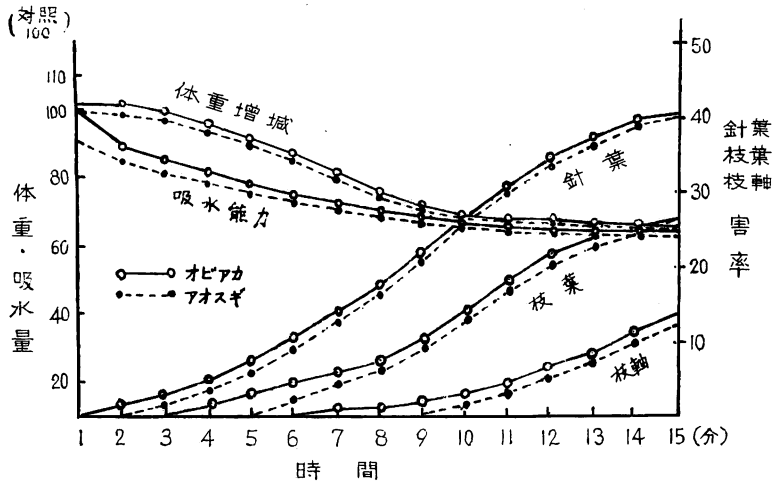
低温処理実験にあたっては，まず低温と時間と被害判定の要領などを知ることが先決であるので，それらを知るための予備実験をつぎの方法によって1959年12月に実施した。

1．実験方法

オビアカ，アオスギの5年生木の2幹2主—1主枝の標準主枝を根元から剪定鋏で切りとって直ちに水に漬して水中で1，2年生の境のところから切り直す。つぎに，その切口を水を含ませた脱脂綿で包んで250 ccの三角フラスコに挿して，−19°Cに調節してある冷凍室に静置した。そして1組を3個ずつとし1時間おきに取り出し，その切枝の切口の脱脂綿を取り除いて，その三角フラスコに水を注いで清水培養の形にかえて口には綿栓をして＋10°C以下の予備室に数時間おく。そののちに日当りのよい温度20°C内外のところに移して，その後の水分の吸収と蒸散量，葉色，枯損の進行状態などを3週間観察した。

2．結果とその検討

針葉の被害はまず，1針葉の被害状態を10区分して現わし，その各針葉の平均値を求めて1針葉の被害率とした。つぎに枝葉の被害率は針葉の被害率に被害葉の割合を乗じて求めた。1主枝は多くの枝葉によって成りたっているので，その害率は各枝葉の平均値によって表示した。枝軸の被害は各軸の被害部の長さをその軸長の割合をもって現わした。いま，それらの結果を図示すれば第107図のとおりである。まず，その中の針葉の害率についてみれば，それは軸の位置によって異なり，梢頭の小葉ほど短時間で凍結して被害を生ずるが，その下部の針葉ほど低温処理時間が長くて被害を生じにくい。処理後高湿の冷所におけば，12～15時間処理でも被害が少ないが，20°Cの低湿度のところにおけばよく被害が現われる

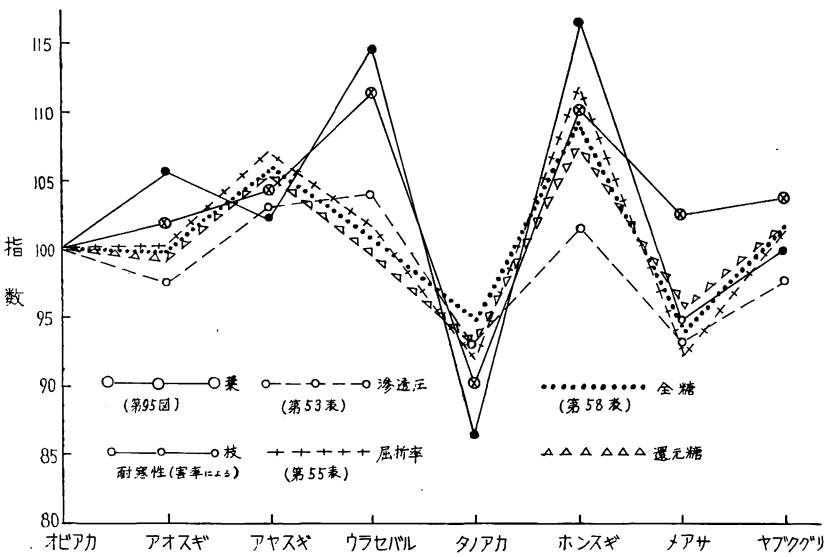


第107図　切枝の低温処理による針葉，枝葉の被害率と体重増加量および吸水能力の差異（−19°C）

Fig. 107　Damage percent of needles and branches coverd with needles, increasement of weight and absorption rate by low temp. (−19°C).

のを認めた。この結果の中には凍結致死と水分条件の変化に伴う致死の２つが含まれているが，この凍結致死についてみれば，多くの人々によっての結果がある。ILZIN[36] はキャベツの表皮を用いて実験を行なった結果，外部の凍結によって脱水されて縮少した細胞が，つぎの融解時に急激な吸水を行なって原形質が分離を起こして死ぬるためであるとした。SCARCH[128] もまた，ミズキの枝の表皮細胞を用いて原形質内に生ずる氷を観察して，凍死の原因がその原形質に基づくものであるとした。朝比奈[6] はまたタマネギの毛を用いて細胞凍結の過程を研究して，その致死はつぎの過程によって生ずるものとした。すなわち，外接する氷から細胞膜を貫いて植氷が行なわれると細胞膜と原形質との間に氷が生じて直ちにのびるが，それらは，おもに液胞からの脱水によって発達して原形質体の全体を氷殻にておおうようになり，そのころ氷の基点となる多数の小さい第２の氷頭が細胞の内側に向かって発達する。そのときに，原形質が凍結凝固して致死を生ずるものであるとした。スギのときの凍結致死の過程はそれを材料とした実験結果がないために明確にはいえないが，朝比奈の実験結果と同似の過程をとるものとみられよう。しかしながら，スギの針葉は種々の異なる細胞から成りたっていて，その細胞の脱水速度は各細胞の状態によって異なるので種々の状態を生じて不連続死，または一部分が連続枯死する部分枯死を生ずることもある。この連続致死，すなわち部分枯死は不連続枯死よりもより低温で，処理と培養の時間が長いときに生ずるので，そのときの方が比較が明確である。そこで，この研究の針葉の凍結致死実験では４～６時間が好ましくて，幹をも含めるときには12時間以上が必要とみられる。低温による被害を外側から判定して比較することはかなり粗雑な方法であって，その判定をより正確にするには健全度と関係の深い枝の水分吸収能力，および体重増加量などをみることが好ましいと考えて，それらの要素を無処理のものに対する比数にて表示すれば第108図中に示すとおりである。

まず，その中の前者についてみれば低温処理時間が長いほど小さい傾向を認めるが，それには限度があって，およそ12時間後では変化が少なくなる傾向を認めた。つぎに体重増加量についてみれば初めの２時



第108図　耐寒性と２～３の指標因子との相互関係（オビアカを100とす）

Fig. 108　Relations between cold resistance and its several indicators (as percentages of those of Obiaka).

間以内は増加して，その後が漸次減少するのを認めた。この初期に増大するのは冬期に含水量が少なくなっているためであって，それを水分の恵まれたところにおけば健全なものほど正常な状態にもどるためとされよう。つぎに低温処理時間が長くなるにしたがってしだいに体重減量が増大するのは被害の増大に伴って吸水能力が減ずる一方，気孔が開閉機能を失って蒸散量が増大したためと考察する。すなわち，この減少過程は凋萎への過程を示しているものとすることができよう。このことから，体重減少量が急降下を示して吸水能力の減少状態が無変化の状態を示しているのは，その枝が致死条件に近い状態を示しているものとされよう。しかしながらこれはこの枝での判定である。

以上の結果から，1年生の針葉などを主とした軽微な寒害を対照とするときには4～6時間，枝軸を対象として中位の被害を対照とするときには12時間を適当と認める。つぎに被害の量的表示は被害部の長さをその当年の伸長量に対する比率によって表示する方法と吸水量，生体重量によって見る方法とがあるが，その何れをもあわせてみることが好ましいことが明らかとなったので本実験においてはそれらを用いて品種間の相違をみることとした。

B．低温処理本実験

予備実験にてえた結果にもとづいて，既述のおもな品種を用いて種々の本実験を施行したが，つぎにその結果と前項までの間にえた諸形態と生理実験結果とをあわせてみて，その各品種間の耐寒性を吟味することとした。

切枝は予備実験のときと同様に5年生木の2幹1主枝の標準主枝を用い，処理温度は－19°C，時間は2，4，8，12時間，処理後の培養は20°Cにて3週間として，1960年12月下旬，本場低温室において実行した。この実験結果を予備実験のときと同様に針葉と枝葉の被害率，体重増減率，吸水能力の減少量などを測定して表示すれば第60表に示すとおりである。

まず，その中の針葉の被害についてみれば，短，長の各処理時間を通じてホンスギが少なくて，ウラセバル，アヤスギ，ヤブクグリ，アオスギ，メアサ，オビアカ，タノアカの順に多い結果を認めた。この結果の中でタノアカが短時間のとき小さくて長時間のときにあまり大きくならないのは梢頭付近の葉が弱くてその下部は強いものを着生しているためとされよう。つぎに，枝葉の被害をみれば各処理時間ごとに葉と似た順位，すなわち，アヤスギが強くて，ウラセバル，アオスギ，メアサ，ヤブクグリ，オビアカ，タノアカの順に弱い。つぎにまた，体重増減率をみればアオスギ，アヤスギ，ウラセバルが大きくてホンスギ，タノアカ，メアサがつづき，ヤブクグリ，オビアカが小さい。さらにまた枝の吸水能力をみれば，2時間処理ではヤブクグリ，ホンスギ，ウラセバル，アヤスギ，オビアカ，アオスギ，メアサ，タノアカの順，4時間処理ではヤブクグリ，アオスギ，ホンスギ，メアサ，アヤスギ，ウラセバル，タノアカ，オビアカの順，8時間処理ではヤブクグリ，ホンスギ，メアサ，ウラセバル，アオスギ，アヤスギ，タノアカ，オビアカの順，12時間処理ではヤブクグリ，ウラセバル，メアサ，ホンスギ，アオスギ，アヤスギ，オビアカ，タノアカの順に小さい結果を示して，各処理時間を通じてはヤブクグリ，ホンスギ，メアサ，アオスギ，ウラセバル，アヤスギ，オビアカ，タノアカの順に小さい傾向を示した。

以上の結果から寒害の被害は体内の水分条件に最も関係が深いことが知られるが，植物体内の水分は構造水，表面結合水，毛管凝縮水，自由水とに分けられて，それらは器官によって異なり，葉は幼軸よりも自由水が多くて老軸の木部ほど膠質分散系の水が多くなる。耐寒性はこのような水分の関係，ことに最後者の割合の高さを重視すべきである（MEYER[88]）。しかしながら，それを知ることは容易なことではな

第60表　スギの切枝の低温処理による被害の状態

Table 60. Cold damage by low temp. (−19°C) in each variety of Sugi.

品種	時間	体重増減率		被害率						枝の吸水力④		⑤	
		比数①	順位	針葉②	順位		枝葉③	順位		比数	順位	総合値	順位
オビアカ	2	1.80	2	34.8	7		13.5	5		91.6	2	16	4
	4	1.66	2	40.3	3		23.2	7		81.7	7	19	5
	8	−0.90	8	50.0	6		37.9	7		71.6	7	28	8
	12	−1.30	7	50.0	5		41.0	8		66.9	7	27	7
アオスギ	2	0.96	5	34.1	6		12.8	3		89.0	6	20	6
	4	0.80	5	42.0	6		16.3	4		89.0	1	16	3
	8	0.52	1	46.0	4		32.7	5		76.6	4	14	4
	12	0.45	1	50.0	5		36.1	4		73.5	4	14	4
アヤスギ	2	0.99	4	33.1	3		13.1	4		91.1	3	14	3
	4	0.82	4	41.3	5		14.0	2		85.3	5	16	3
	8	−0.04	3	44.6	3		28.4	2		74.2	5	13	3
	12	−0.12	2	45.8	3		31.5	1		71.8	6	12	3
ウラセバル	2	0.94	6	30.6	2		13.1	4		93.1	1	13	2
	4	0.85	3	35.3	2		15.3	3		88.8	2	10	2
	8	0	2	40.2	2		30.8	4		77.2	3	11	1
	12	−0.20	3	43.2	2		35.1	3		79.0	1	9	1
タノアカ	2	0.48	7	36.7	8		15.4	6		83.5	8	29	8
	4	0.28	7	45.8	7		30.2	8		73.9	8	30	7
	8	−0.40	5	50.0	6		39.7	8		69.0	8	27	7
	12	−1.50	8	50.0	5		40.0	7		64.6	8	28	8
ホンスギ	2	2.33	1	30.6	1		11.8	1		90.2	4	7	1
	4	1.96	1	32.7	1		13.0	1		83.3	6	9	1
	8	−0.20	4	35.1	1		22.5	1		73.6	6	12	2
	12	−0.43	4	40.2	1		32.4	2		74.3	3	10	2
メアサ	2	1.00	3	34.0	5		12.4	2		88.8	7	17	5
	4	0.65	6	40.9	4		17.5	5		86.2	3	18	4
	8	−0.64	6	50.0	6		30.1	3		78.8	1	16	5
	12	−0.85	5	50.0	5		36.3	5		75.5	2	17	5
ヤブクグリ	2	0.12	8	33.4	4		13.5	5		90.1	5	22	7
	4	0	8	40.3	3		19.0	6		86.1	4	21	6
	8	−0.71	7	46.7	5		34.7	6		77.9	2	20	6
	12	−0.93	6	47.8	4		37.8	6		72.1	5	21	6

① 比数　　；増加量（対照枝に対する割合）

② 針葉の被害率；被害葉の1針葉あたりの害率（面積%）$\times \frac{\text{被害葉数}}{\text{全針葉数}}$

③ 枝葉の被害率：針葉被害率50%以上が占める部分全枝長。

④ 枝の吸水力　：枝の切口付近からの吸水量（対照枝の量に対する量率）。

⑤ 総合値　　：各要素の順位の総計によってきめる。

⑥ 供試枝は重さ約15.0g，長さ10～15cm。

い，ただ寒害を生じやすい時期の体内水分をみれば第52表，第85～6図に示すとおりで厳寒期の2月は最低を示しているが，その時期の各品種間の差異をみれば耐寒性の強いものが含水量の高いものが多い傾向を示している。このことは冬期間の水分条件の悪いときのその保持能力の高いことを意味しているものとみることができよう。しかしながら，この現象には限度があるので，その内容についてさらに詳しくみる必要がある。

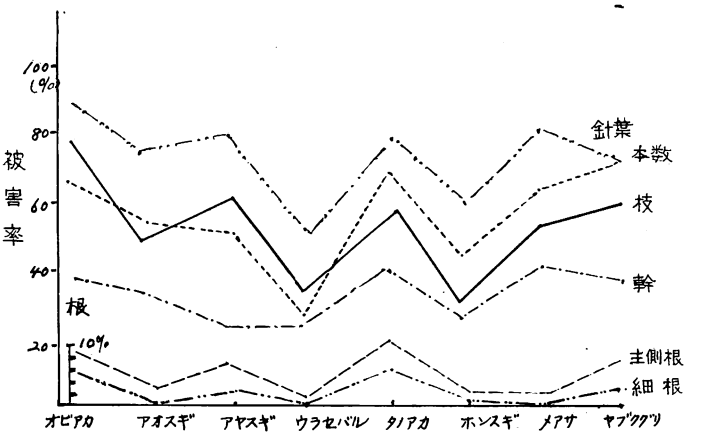
畠山[80]は茶の芽の凍結曲線の研究において組織内の溶質を S (Mol)，生体組織内の自由水を F (l)，凍死のために自由となった水を B (l) とすれば，B は凍結の繰返しの回数にしたがって増大するが，最終凍結の死組織では一定となるとし，さらに ($F+B$) は全含水量に関係がありその生組織の氷点は S/F に，第2回凍結以後の氷結は $S/(F+B)$ に比例するのでその両氷点間の差〔$(S/F)-(S/F+B)$〕は $BS/(F^2+FB)$ に比例して，同一組織を短時間に融解させて再凍結すれば S と F との変化はないものと認められるので，凍結回数による氷点の差は B にほぼ比例して，その差の大きいものが結合水が多いことを示していて，耐寒性も強いものとされるとした。つぎに朝比奈[6]は凍結致死の過程をつぎのように考察している。すなわち，温度が氷点下に下ればフラッシュングで細胞外に凍結がおこり，その初めの間は細胞間隙の少量の水が補給されて発達するが，その氷晶が成長するには細胞内容から脱水した水がその間隙に移動することが重要で，この差異が細胞液の濃度に関係していて細胞内における凍結の難易を生ずるものとした。

スギは結合水を測定することが難かしいので，それと関係の深い細胞の内容物質を見て類推するよりほかはない。いまこの実験に用いたと同じ材料によってえた細胞液の2，3の性質（第53表，第55表，第58表，第95図参照）と耐寒性との関係を示せば第108図のとおりで耐寒性とかなりよく一致することを認めたので，一応，糖量によっても耐寒性を知ることができるとされよう。しかしながら，それらの結果と葉または幹の部分の被害とをみれば必ずしも一致しない。これは生体内の細胞には糖類以外の種々の物質を含んでいて，ことにその構成物質としては蛋白質の物理化学的性質が重要な役割を果たしているためとされよう。このことから，この研究においては氷点降下法によって浸透価を求めて耐寒性との関係を吟味したところ，かなりの高い相関を認めたが，これも完全に一致する結果は認めていない。

耐寒性と浸透圧との関係については福田[17]の研究があり，冬期に浸透圧が高まるのは糖の含量によるとしている。石崎[45]もオビスギの各品種の1年間の変化を比較して冬期間に昇騰する傾向を認めて，その原因を糖によるものと考察しているが，前者は糖を多く集積する植物であり，後者は切枝の1年生の部分を使用しているためとされよう。

佐藤[125]は種々の要因に基づいて生ずる浸透圧を耐乾性と直接結んで決定すべきでないといっていましめているが，たしかに浸透圧は時期，要因によって変化し測定技術上にも問題があるので注意すべきである。たとえば，搾液採取のときに種々の木化の異なる部分を混ぜてしぼるために完全に均一な力を加えることができないために細胞液が完全に出きらないこともあり，また，液の1部が布に吸収されて変化を生ずることもありうる。そのようなことからこの得た結果は相互比較の資料の域を脱しえないものとみられようが，内容物質を見るほか他の種々の耐寒性の比較方法ともあわせてみることによって誤りを少ないものにすることができるものとも考えられる。このような考えから，つぎに屈折率と寒害との関係について考察することとした。

屈折率と耐寒性との関係については志村[138]，原田[25]などの茶についての研究があり，両者の間に相関



第109図　実生1年生の低温による被害（−15°C）
Fig. 109　Damage percent of low temperature (−15°C) by 1 year seedling.

が高いことを認めている。スギの各品種の屈折率と耐寒性とを対照してみれば第108図に示すとりで，両者の間にかなりの高い平行関係があるのを認めた。

木化度の表示には残乾量法，全窒素法，対粉末比重があるが，藤田光は繊維素法が最もすぐれているとして，それを用いて比較している。スギのように永年植物で草本類と異なる木化遅程を辿り，組織の不均一なものにおいてはその方法によることが困難であるので好ましい方法とすることはできない。ことに品種間の比較には耐寒性の最も弱い部分から徐々に強くなる部分の木化の状態を見ることが重要であって，そのためには部分的な細胞の発達状態と全体の観察とが重要である。そこで本研究では耐寒性実験の供試材料と同似の軸の組織，ことに皮膚，形成層，靱皮部，木質部などの組織を年次と部位別に比較したが，縦軸成長の差は2年軸の基部付近が条件をそろえやすいことがわかったのでその部分を用いて形態，内容，配列状態などを観察したところ第61表（写真25）のとおりの結果をえた。

まず，その表にて靱皮組織内の靱皮繊維の発達状態をみれば，層厚はオビアカ，タノアカ，ウラセバルが厚くてホンスギ，アヤスギ，ヤブクグリがつづき，アオスギ，メアサが薄いが，排列状態はホンスギ，アヤスギ，メアサ，アオスギが規則正しくてウラセバル，ヤブクグリがつづき，オビアカ，タノアカが劣るを示している。これらを対寒性とあわせてみれば両者の間に高い相関があることを認める。つぎに，柔細胞数とその膜の発達状態をみれば，オビアカ，タノアカが最もすぐれて，ヤブクグリ，メアサがつづき，アヤスギ，ホンスギが最も劣るを示して木化速度と逆，耐寒性とも逆の関係を認めた。さらに木質繊維の木化の状態を明らかにするためにペクチン反応を行なってみたところ，第61表中に示すとおりでホンスギ，アヤスギ，アオスギが最もよく発達していて，ウラセバル，ヤブクグリ，メアサがつづき，タノアカ，オビアカが劣るを示した。ALLSOPP & MISRA[9] は *P. Sylvestris* で形成層に隣接する若い部分と成熟木部とを比較して成熟木部の方がペクチン物質が少なく，リグニン含量が多いことを認めているが，このことからも前述の結果は各品種の木化過程の差異を示すものとすることもできよう。

靱皮繊維の年次別発達形態が皮層の差異を示すものとみられるが，コルク形成層の発達後は栓皮の状態によって区別することができる。このときの発達状態は褐色栓皮の進み具合によって表示することができ

第61表　スギの品種別靱皮および木部組織の内容の相違

Table 61. Difference of parencyma and wood tissue in some variety of Sugi.

品種	靱皮繊維細胞						木部木繊細胞							木柔細胞
	層数	内側排列	外側状態	形	内容	膜厚	層数	形	螺せんもん	木化度	内容	膜	樹脂細胞	
オビアカ	++++	×	×	A	○	−	++++	D	−	−	○	−	++	+++
アオスギ	+	=	=	E	◑	−	+	E	++	+++	◑	++	++	+
アヤスギ	++	−	=	D	◐	++	+++	E	+++	++	◐	+++	+++	−
ウラセバル	++	⊥	−	B−C	○-◐	+	+++	D	−	−	◐	+	+	+
タノアカ	++++	×	⊥	A−B	○	+	+++	D	−	−	◐	−	+	++
ホンスギ	+++	=	=	E	◐-●	+++	++	E	++	++	●	+++	+++	−
メアサ	+	−	=	D−E	◐	++	+	E	++	++	◐	++	++	+
ヤブククグリ	+++	×	⊥	C−D	○-◐	++	+++	D	+	+	◐	++	++	++

記号の説明

排列
- ×：みだれ
- ⊥：不揃則
- −：やや整う
- ＝：よく整う

細胞の形
- A　L/D が小さくて角隅が丸味、
- B　L/D が小さくて角隅が角ばる。
- C　L/D がやや小さくて角隅が丸味。
- D　L/D が大きくて両隅がやや丸味。
- E　L/D が大きくて角隅が角ばる。

内容充実度
- ○　わずか
- ◐　中
- ◑　ほとんど
- ●　十分

膜厚
- −　うすい
- ＋　ふつう
- ++　ややあつい
- +++　あつい

数
- −　少ない
- ＋　ふつう
- ++　やや多い
- +++　多
- ++++　最多

るので，その位置と形態，ことにコルク形成層の発達状態と耐寒性に関係させてみれば両者の間に高い相関が認められたので，それらもまたその差異を表わすものとすることができる（第79図，第60表参照）。

スギの横軸成長は1齢軸内では梢頭よりも下部が大きくて，2齢軸の外側の1年生の部分では下部より上部が大きい。3齢軸ではその1，2年生の部分の生育状態によってきまるが，この供試樹齢のものでは上部がやや小さい状態にある。このような成長の差異を示すのは形成層の分裂母細胞の活動状態に基づいていて，その分裂が母軸の細胞数に応じて徐々に規則正しく行なわれてのち，正常に発達すれば正常な排列状態を示して幹形は同心正円状を示すが，分裂層が急増して異常成長を行なうときには不規則となり，不揃の状態を示す。オビアカ，タノアカが不正円形を示してアヤスギ，アオスギがつづき，ホンスギが最

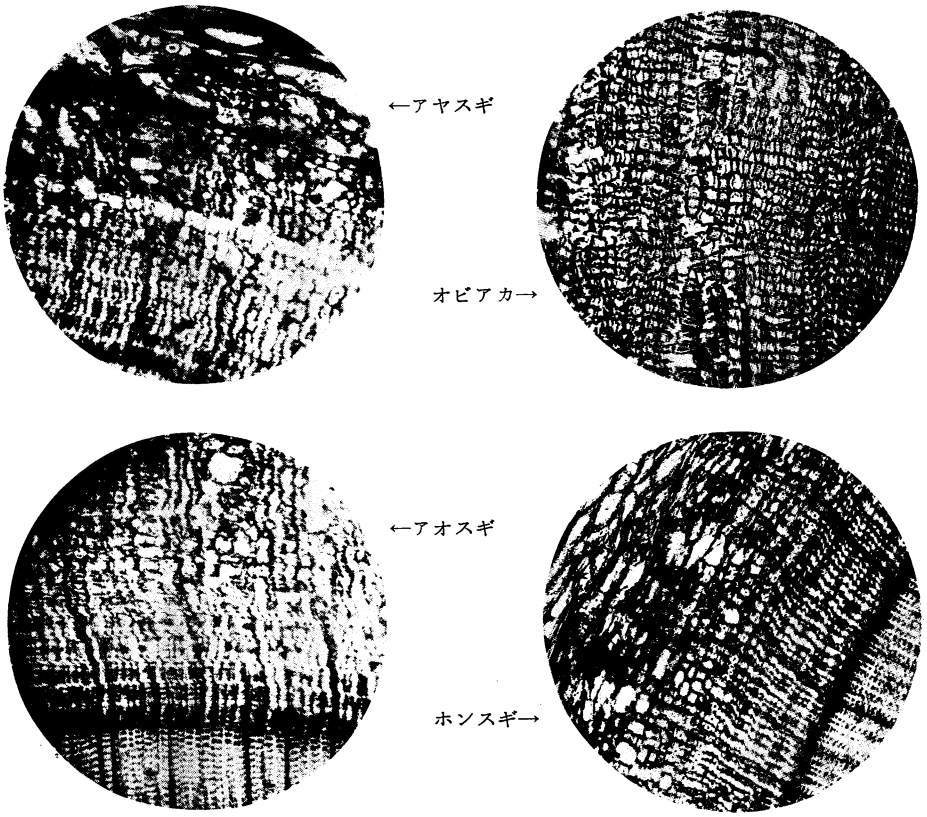


写真 25　スギの各品種別靭皮組織の発達状態
Photo. 25　Development of bast tissue in some variety of Sugi. ×100

もすぐれた正円形を示しているのはこのような内容によるものとされよう（写真20，21，25参照）。また，分裂活動が不十分なときには層数が少なくて，細胞膜も薄く，内容充実度も低くて木質細胞数も多く，木化も劣るので耐寒性が弱まるものとされる。幹が枝より，または同齢枝内の枝元が枝先よりも強いのはこれらの関係によるものとされて，品種間の差異も，各品種間の同様の理由にもよるものと考察される。

耐寒性は糖の含量に最も関係が深いとしたが，SIMONOVITCH & CHASTER[137] によって水溶性蛋白がより高い相関があることが示されている。このことは結合水と自由水との関係の内容からも肯かれることである。そこで，本研究にても品種間の窒素量を年間にわたってみているが，冬期間の結果を示せば第62表に示すとおりで，全窒素は１年生葉が２年生葉より大きくて，メアサ，ホンスギ，ヤブクグリが小さくアヤスギ，アオスギ，タノアカ，オビアカ，ウラセバルの順に大きい。しかも各品種間の差は１年生葉が大きい結果を示している。つぎに可溶態のアミド態窒素とそれの全窒素に対する比率をみれば前表中に示すとおりで，全窒素のときとほぼ同様の傾向を認めた。このことから，この要素によるスギの耐寒性はSIMONOVITCH & CHASTER の報告のように密接な関係があるものと認めることはできず，むしろまえに示した葉の厚膜，幹と根の皮層の靱皮繊維，木栓組織，木部の木繊細胞の発達とそれらの生理条件を示す含水量，浸透圧，屈折率，糖類に重みをおくべきであろう。

第62表　スギの葉内の全窒素量など（mg/1g中）

Table 62. Total N, amid N and amid N/total N in needles of Sugi.

項目 ＼ 品種 ／ 年次 平均		オビアカ	アオスギ	アヤスギ	ウラセバル	タノアカ	ホンスギ	メアサ	ヤブクグリ
全窒素	1	1.50	1.35	1.38	1.49	1.42	1.12	0.98	1.26
	2	1.30	1.12	1.17	1.35	1.21	1.02	0.94	1.15
	平均(A)	1.40	1.23	1.27	1.42	1.32	1.07	0.96	1.41
アミド態窒素	1－2	0.21	0.15	0.16	0.17	0.17	0.12	0.10	0.15
B/(A)		14:6	12.2	12.8	12.2	12.8	11.2	10.6	11.2

備考；成長終止期（12月）調査。

第2節　実生苗による実験

切枝の実験にては根の寒害，または根をもつときの地上部の寒害を知ることができないので，1962年2月中旬の期間に本場低温室を用いて各種のさしき林分内から得た各品種の自然交雑の当年生実生苗を用いて切枝のときと同様の低温処理実験を行なって被害の状態を観察したが，その実験方法はつぎのとおりである。

低温処理の適温と最適時間を知るために当年生の実生苗を用いて種々の温度と時間と処理後の培養時間とを種々に組み合わせてみたところ，−15°C に8時間おいてのち，3週間清水培養の形にて日当たりのよい20°C 内外の部屋においてみるのが最もよいことがわかったので，この実験でも，まずそろった苗を各品種30本ずつ選び，それを湿った鋸屑を詰めた容積200 cc くらいのポリエチレンの袋の中に1本ずつ植え，それを250 cc のビーカーにいれて −15°C低温に8時間置いたのち20°C の普通の湿度をもった部屋に清水培養の形で3週間おいて各苗の被害状態を調査した。その調査要領は，まず枯損本数を調べてその残りの生木に対しては幹，枝，葉，根の各部に分けて，幹の被害率は被害部の長さの全長に対する割合により，枝のそれは各枝ごとの被害部の長さの全長に対する割合を求めその各枝の平均値によって表示した。針葉の被害率は各被害針葉の平均害率を求めてそれに被害針葉の全針葉に対する割合を乗じたものとした。つぎに根の被害は主根と最大側根の数本について1本ごとに色沢と染色とによって枯死を明らかにしてその被害部の全長に対する割合を求めてその平均値によって示した。細根は剪断，折損，凍結枯死のものを集めて重量を測定して全量に対する比率にて示した。

以上の方法によってえた結果を図示すれば第109図のとおりである。

まず，完全枯死の個体数をみれば平均50％を越えていて，その残余のものの中にも全く健全なものはわずかに数個体をみるにすぎない。この被害個体数を品種別に比較すればオビアカ，ヤブクグリ，タノアカが多くてメアサ，アヤスギがつづき，アオスギ，ホンスギ，ウラセバルが最も少ない。つぎに，被害木の状態を幹枝についてみればいずれも軸の上位の被害が多いが，ことに枝は上位の先端のところが非常に弱い。これはその縦軸成長の差異に基づくものと考えてその発達過程を各部分別にみれば軸頂部の直下の分裂層の時代(a)からその下部に Proto 木部が現われるころ（b），Meta 木部が現われて形成層が発達するころ（c），前形成層の残りが形成層となって星状を示してしかも次生木部が発達するころ（d），Proto 木部の位置が外側におしやられて靱皮繊維が発達するころ（e），星状形成層輪が完成して内形が

丸味をおび，次生木部，後生節部，靱皮繊維などが厚くなるころ（ｆ），内鞘内に栓皮形成層が形成されるころ（ｇ）の数段階にわけられて，このａからｄまでの区間はきわめて短くて低温に弱いので，軽い低温によって差異を示すが，この実験のような低温（−15°Ｃ）によってはほとんどが枯死していて差異を認めにくい。つぎにその後方のｅ～ｆの区間は外側からは似ているが色調によって見分けることができる。このことからそれらの位置の全長に対する割合を発育過程の尺度として品種間の差異を示せばオビアカ，タノアカ，ヤブクグリがおそくて，アヤスギ，メアサがつづき，アオスギ，ホンスギ，ウラセバルが早い傾向を認めた。この位置と被害率との関係をみれば相関が深くて耐寒性とほぼ一致するを認めた。

つぎにまた幹と枝との寒害被害率をみればほぼ似た傾向を認めたが，それは幹と枝との発遠遅程が似ているためとされよう。このとき幹より枝がはるかに劣る結果を認めることがあるが，それは枝の発達遅程がおくれているためであって，ウラセバル，ヤブクグリ，アヤスギ，タノアカなどが必ずしも平行した関係を示さないのは軸と枝との縦軸成長が必ずしも一致しないためとされよう。

１年生軸の被害は軸を包む葉基部の組織の発達状態に左右されているのを観察した。これは表皮からの蒸散を防ぐための表皮組織の役を果たしているものとも見られる。その組織の中には気孔の構造とその開閉の調節に関係ある皮膚組織と葉緑粒，脂肪類，浸透圧に関係の深い糖含量などがあるが，それらについては既述の品種間の差異によって知ることができよう。

根の被害を主，側根別に根長比で示せば，これも第109図中のとおりで，タノアカ，オビアカ，ヤブクグリが大きくて，アオスギ，メアサ，アヤスギ，ホンスギが小さい。

スギの主根長と側根の垂直および水平的発達，その充実度の品種間の差異を本場苗畑で養成した当年生苗についてみた結果はアオスギ，メアサが深くて多く，アヤスギがつづき，ホンスギ，ヤブクグリ，ウラセバル，タノアカ，オビアカなどが浅くて少ない結果を認めている（第101図，写真24参照）。つぎにまた，それらの分岐能力と伸長量とをみればアヤスギ，アオスギ，メアサが秋深くまでよく成長してよく分岐し，タノアカ，オビアカは初春にきわめてよく成長して分岐もよくするが，秋が深くなるにしたがって伸長も，分岐も劣り，ヤブクグリ，ウラセバルは春遅くまで伸長して分岐するが秋期にいたってやや劣り，ホンスギは春から秋深くまで徐々に成長して分岐も衰えないのを認めた。これらとほぼ同様の結果が５年生の各品種のスギの苗木でも認められている（写真24，同26参照）。このような根の発達は土性，土質，地温，土壌，水分などによって変化を生ずるので，野外における品種間の耐寒性の差異はこれらの条件を異にしたときの根の変化をも見極めて考えなければならないことがわかる。

根の被害を組織の上からみれば各品種ともに Meta 木部が現われるところ付近から先端が最も多く被害をうけているが，この部分の傷害量を全側根量のうえからみればわずかであって直ちに生死を支配するものとは認められない。しかしながら，前述のように品種間に根の成長量，ことに木化速度が違うときにはその後の吸水能力が違い，地上部の損傷の影響も加わってかなり大きな影響をもたらすものとされよう。

つぎに，その後方の損傷状態をみれば，後生し部が現われて形成層が異状で靱皮組織が連続して数層になっているところ付近では外皮の部分がはげやすくて脱離する。その後方では栓皮形成層が現われて色が黄褐色からしだいに赤味を加えて深紅色となる。そしてこの赤褐色の部分となれば数層の栓皮層が現われて内部の木質部もよく木質細胞が発達していて頑強となって被害に対する強さも増大してくる。この低温処理温度と処理時間（６～８時間）とには，この付近が致死境界点とみられる。この部分までの生死は外

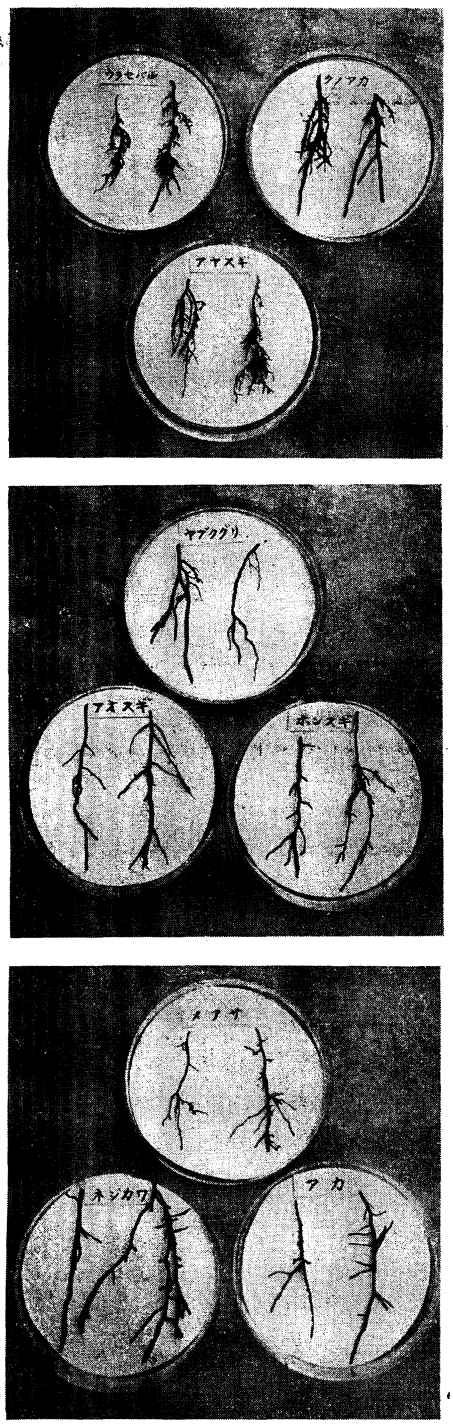


写真 26.　スギの品種別根の分岐状態
Photo. 26　Type of root in each variety of Sugi.

側からでも容易に区別することができるので，その部分から切りはなして主根長に対する比率を求めてみたところ第109図中に示すとおりで，タノアカ，オビアカが大きくて，ヤブクグリがつづきアヤスギ，ホンスギ，メアサ，アオスギなどが小さい結果を認めた。このような根を切断した母木の新根の再生と伸長の状態をフラスコの中でみたところ，木化のすすんでいるところから切断されているときほどおそい傾向を知ることができた。これらの結果から根の被害は地上部の被害とあわせてみるべきであることを示すものと考えられて，まえに示した結果はほぼこのような条件のときの品種の性質を示すものとされよう。

要するにスギの品種相互間の耐寒性はその低温処理によってその個体の各器官が損傷をうけた状態によって違うが，それは単に組織と構造上の差異のみにとどまらず，そのときに包有する生理的条件にも左右されているので，多年生の針葉を着生しているスギでは単にその冬期間の低温のみでなく，その生育地の年間の気象と土壌の諸条件をあわせてみなければならないことを注意すべきである。

九州の土壌と気象の特徴は第1編で明らかにしたように火山灰のところが多くて雨量のきわめて少ない年がある。秋浜[1]は小麦催芽種子を用いて低温抵抗性と耐乾性との関係を研究して，その両者の間に $r=0.947 \pm 0.013$ の相関があることを認めているが，スギでもこの条件に結びついたときに一層強い選択の効果を生ずることがあることを理解することができよう。このようなことからも品種間の耐寒性の差異は野外の種々の条件の下で見ることが重要であるのでつぎに造林地の調査結果についてみることとした。

第3節　造林木による調査

昭和24年秋に発生した宮崎県小林営林署狭野苗畑内の寒害被害の結果についてみれば，第63表のとおりで梢頭の1年生の新条の上部が主で品種間ではアラカワ，オビアカが最も弱くて，タノアカ，ヤマダスギ，メアサの順に強い結果を示した。その被害の強弱の理由についてはすでに報告しているとおりであ

る。（石崎厚美：昭30日林学会九州支部大会口演）つぎに，九州中央山岳地帯緑化対策協議会の調査結果と宮崎県西臼杵郡三ケ瀬町の品種別適応試験の結果によればこれも第63表に示すとおりでオビアカ，アラカワ，タノアカなどが弱くて，ヤブクグリがつづき，アヤスギ，アオスギ，ホンスギが強い傾向を認めた。いま，この被害木の形態を比較すれば，直径，H/G などがやや異なるを認めたが，これは内部組織の発達に相違があるためとされる。スギの１年生軸の横軸成長はすでに明示したとおりに梢頭より下部が大きいが，２年生軸では上位より下位が小さいので，この１，２年生軸の各部位の成長状態の漸増，漸減の傾向は頂部優勢性を表わしていて，品種間に差異があることを認めるが，靱皮繊維の発達状態はその縦軸成長量と必ずしも一致していない。

縦軸成長量は形成層の分裂母細胞の活動状態に左右されていて，それが旺盛で終止時期も早くて正常な排列状態を示しているものほど繊維の排列状態が揃っていて，分裂が遅くてその働きも不十分なものほど膜がうすくて不規則である。オビアカがタノアカより，さらにその両種が他のメアサ，アオスギなどより層が厚いにかかわらず弱いのは，その内部の繊維の発達がおくれていたためと考察し，つぎにまた，乾燥型のアオスギ，メアサなどが湿潤型のオビアカ，アラカワ，タノアカなどより乾燥型の土壌で耐寒性を強くあらわすのは地上とともにその根の内部組織の発達の相違にもとづく結果と考察されよう。

それらの結果がすべてさし木品種の選択に影響しており，品種の特性に結びついて自から植栽地域が定まっているものとみられよう。

以上の結果からスギの品種間の耐寒性の差は靱皮，木質，気孔，葉の内部組織の発達の差異と各期間の糖類，澱粉脂肪類の蓄積関係，水分などに支配されてその差異は軸，葉，枝葉などにも差異を見い出すことができるものとすることができる。

第63表　苗畑および造林木の寒害被害の調査結果

Table 63.　Cold damage in nursery and plantation.

場所	年齢	調査地	品種								
			アオスギ	アヤスギ	アラカワ	オビアカ	タノアカ	ホンスギ	メアサ	ヤブクグリ	ヤマダスギ
宮崎県高原町狭野	１年生苗	1	—	—	73.9	54.5	72.7	—	6.0	—	28.0
		2	—	—	26.5	21.4	44.4	—	4.0	—	22.0
		3	—	—	20.7	30.8	60.0	—	2.0	—	5.6
		平均	—	—	40.3	35.6	56.1	—	4.0	—	18.5
	２年生苗	1	—	—	20.0	10.3	23.1	—	0	—	4.0
		2	—	—	27.8	—	—	—	0	—	4.0
		平均	—	—	23.9	10.3	23.1	—	0	—	4.0
宮崎県五ケ瀬町３か所	２年生造林木	1	3.33	13.3	—	(20.0)	—	6.7	—	26.7	—
		2	0	10.0	—	(14.3)	—	5.0	—	33.0	—
		平均	1.7	10.7	—	(17.2)	—	6.4	—	28.4	—
熊本県高森町色見	２年生造林木	1	10.0	14.3	—	(41.7)	—	6.4	—	33.3	—
		2	6.2	16.7	—	(40.6)	—	11.1	—	32.3	—
		平均	8.1	15.5	—	(41.2)	—	8.8	—	32.8	—

摘　　要

スギさし品種の生理的性質については，その類別器官の解剖学的性質からも類推できるが，それらを確実に把握するには種々の条件を捉整した生理実験の結果をもあわせてみることが必要であるので，品種識別に用いた材料を用いて，一般的生理実験と耐乾，耐寒性などの特殊な生理的性質とを観察したが，それらの結果を摘録すればつぎのとおりである。

1．1949年に林業試験場九州支場の旧付属苗畑内において養成したスギのさし苗を苗畑内に植栽して2年目の1950年4月から1成長期間の成長過程を1月間隔で総成長曲線式を求めてみれば

$$Y=Ae^{-\frac{\alpha}{t}+\beta t}$$

の式で示されて，針葉の成長と似た傾向を認めた。それはまた一世代の過程と似た傾向を認めたが，後者の一世代の成長とは内容上からは全く違うものであることを明らかにした。

品種別成長量はタノアカが最も早く最大に達して，オビアカ，ウラセバル，ヤブクグリ，メアサ，アオスギ，アヤスギが順におくれて小さい結果を示した。

同様の傾向が枝葉にても認められ，枝の伸長成長も1年間，または一世代の伸長と似た傾向を認めた。

2．九州のおもなスギのさし品種のさし穂を1949年に採取して，九州支場内の苗畑に養成したものを6年生のときにその上部3幹3主—2主枝の標準主枝を採取してその枝に着生する針葉（幼軸を含む）の含水量の期節的変化を1，2年生の部分に分けて観察したところ1年生では4月が最大で，それより時期が進むにしたがって小となって2月に最小を示し，2年生の部分では6月が最大でその後は1年生の部分と同様に時期が進むにしたがって減少するを認めた。つぎに，人吉営林署矢岳国有林内の18年生（1937年植栽）の造林木から1955～6年の2年間にわたって採取した中央の3主3側2側枝の標準側枝に着生する1，2年生針葉の含水量と搾液量とを見たところこれも前項の幼齢木とほぼ同似の結果を示した。

枝軸，側根の含水，搾液量もまた同様の結果をえた。幼齢木の含水量は葉，枝，幹，根によって異なり，夏期と冬期において品種ごとに変化を認めるので順位の移動がみられて，ホンスギ，ウラセバル，オビアカが夏に大きくて上位で，冬には小さくて下位に移動しヤブクグリ，アヤスギ，メアサなどは夏期に小さくて下位を示した。2年葉にても1年生のときと似た傾向を認めたがそれは変化の幅が少なくて順位の転換もきわめて少ない。枝軸の含水量はウラセバル，オビアカ，ヤブクグリが大きくてアオスギ，メアサが小さくその他が中間を示した。根もまたウラセバル，オビアカ，タノアカ，ヤブクグリが大きくて他が小さく，その他がその中間を示した。矢岳の造林木も幼齢木とほぼ同似の結果を認めた。

3．搾液量の季節的変化は含水量と似ていて，品種間にはウラセバルが最も多くて，オビアカ，ヤブクグリ，タノアカがつづき，メアサ，アオスギが少ない結果を示した。品種間の搾液量は葉より枝軸が少なくて，葉より枝軸が体内の水分と高い関係を認めた。

4．浸透圧の季節的変化は1年生のところにては4月が最も低くて成長時期が進むにしたがって高くなり2月に最高を示して，2年生の部分にては6月が低くてそれより時期が進むにしたがって高まり2月に最高を示して含水搾液量とほぼ逆の結果を得た。矢岳の壮齢木の結果も苗畑の幼齢木の結果ほぼ似た期別変化を得た。最高を示す2月の品種間の浸透圧はホンスギが最も高くて，オビアカ，アヤスギ，ヤブクグリ，メアサ，ウラセバル，タノアカ，アオスギの順に低く，成長の最も旺盛な高熱乾燥を伴いやすい6～8月の期にはアヤスギ，ホンスギ，ヤブクグリが高くてオビアカ，アオスギ，メアサがつづき，ウラセバ

ル，タノアカが低い結果をえた。浸透圧も品種間に期別変化を認めてその夏と冬との相違は，夏の乾燥時期の葉の発達の相違と，冬の養分の蓄積に関係のある枝葉の組織と機構とに基づくものと認めた。

5．前記の資料を Abbe の屈折計を用いて 18°C にて測定した結果を幼，中齢木別に，個体内の採取位置，採取時期を違えてみたところ，成長の前半期は1年生葉よりも2年生葉が大きいが，後半にては後者が劣るものも認めた。1年生の各時期にては4月が最小で，それより時期がすすむにしたがって小となり2月に最大を示し2年生では6月が最小で時期がすすむにしたがって大となり2月に最大を示した。この品種間の相違も浸透圧の結果とほぼ似ていて，その乾害の生じやすい6月の1年生葉ではヤブクグリ，アオスギが大きくて，タノアカ，ホンスギ，アヤスギがつづき，ウラセバル，オビアカが小さく，寒害の生じやすい2月ではホンスギ，アヤスギが大きくて，ヤブクグリ，ウラセバル，オビアカがつづき，メアサ，アオスギ，タノアカが小さい結果を示した。

6．細胞液内物質の中，還元糖と全糖とを調査した結果，糖類は夏の成長最盛期に少なくて，冬の成長休止期に多く，その期別変化は浸透圧，屈折率のときと似た結果を認めた。品種間の相違もまたそれらと似た結果を示した。

7．林業試験場九州支場で養成して同苗畑内に設定してあるスギ品種別特性試験地内の5年生幼齢木の枝条を用いて，同場内の仮設ガラス室内において 1953 ～ 4 年の2年間にわたって切枝の吸水量を対乾，対容積，対紙面蒸発量，蒸散量もまた同種の方法にて月別に測定した結果は5～8月が最も高く，10月がつづき，成長休止時期に低くて品種間には総じてウラセバル，オビアカ，ヤブクグリが高くて，アヤスギ，アオスギ，ホンスギ，メアサの順に低い結果をえた。

1955 年に人吉署矢岳国有林の 18 年生造林木の樹冠中央部の主枝の3年生の部分と，その側枝とを用いてえた結果は6月が最も高くて8月がつづき，2月が最も低く，6月の主枝は吸水量，ならびに蒸散量はタノアカ，オビアカが大きくてアヤスギ，ウラセバル，ホンスギ，アオスギ，メアサが順に小さく，側枝のそれはタノアカを除いては主枝とほぼ同様の傾向を認めた。2月では6月に最低位のアオスギ，メアサが低くて，同期に最大を示したオビアカが中間に下り，タノアカ，アヤスギはオビアカより大きくてウラセバル，メアサ，ホンスギ，ヤブクグリが順に小さい。年間を通じてはタノアカ，ウラセバル，オビアカが大きくて，ヤブクグリ，ホンスギ，アヤスギがつづき，アオスギとメアサが小さい結果を示した。吸水量の期別変動の差はウラセバルが大きく，ヤブクグリ，オビアカ，アヤスギ，ホンスギ，アオスギ，メアサの順に小さくて，それは成長量とかなり一致した結果を認めた。

8．林業試験場九州支場内の苗畑の土壌を用いて含水量の 45，60，70 % の土壌をつくって，それに同苗畑内にて養成した九州の主なさし木品種の苗を植栽して1年間の成長状態を調査したところ，水量 45 %のときの樹高成長量は水量 70 %のときの 56.8 %，水量 60 % のときのそれは水量 70 % のときの 86.1 %で，水量 45 %のときの全量成長量は水量 70 %のときの 61 %，水量 60 %のときのそれは水量70%のときの 83 %を認めた。つぎに品種間の差異をみたところ樹高成長量にては アオスギ，メアサ，アヤスギ，ウラセバル，オビアカ，ヤブクグリ，ホンスギの順に小さい結果を認め，重量成長量では各水量区を通じてアオスギ，メアサ，アヤスギなどがすぐれて，ウラセバル，オビアカ，ヤブクグリがつづきホンスギが劣るを示したが，その3水量間に差異があって 45 %区ではウラセバル，オビアカ，ヤブクグリ，水量の 60%のところではヤブクグリ，オビアカ，ウラセバルの順位を示した。

9．含水量 70 % のときの1成長期間の 1 g あたりの日平均要水量は 8.9 cc，60 % のときは 7.8 cc，

45％のときは5.2 cc で，60％のときは70％のときの88%，45%のときは70%のときの67%にあたる。含水量45%のときの品種間ではアオスギが大きく，オビアカ，アヤスギ，ウラセバル，メアサ，ヤブクグリの順に小さく，含水量60％のときにはオビアカが大きく，ヤブクグリ，アオスギ，メアサ，ウラセバル，アヤスギ，ホンスギの順に小さい結果を認めた。含水量70％のときにはオビアカが最も大きくて，ウセラバル，アヤスギ，アオスギ，メアサ，ヤブクグリ，ホンスギの順に小さい結果を認めた。

10. 九州のおもなスギのさしき品種の造林地の林分成長量調査林分中から標準の生育状態を示して，標準の土壌条件を示す林分を選定して，その林分の表層から50cmまでの土壌を採取して九州支場内に集め，それを作業しやすい程度に乾かして石礫，草木の根をとり去り，2分目の篩に通して2万分の1のWagner pot に詰めて，本研究のために同支場内において養成していたスギの各品種の苗を植えつけてビニールハウスの中で育て，2年目に凋萎係数を測定したところ，土壌の種類別には高森115日（16.0%），深葉171日（15.4%），加治木172日（15.9%），水源187日（23.7%），飫肥191日（18.5%），森196日（24.7%）日田197日（16.1%），田野215日（17.9%）を，品種別にはオビアカ171日（17.7%），ホンスギ177日（18.9%），アヤスギ178日（18.9%），タノアカ179日（20.5%）ウラセバル180日（18.5%），メアサ184日（18.4%），ヤブクグリ189日（18.8%），アオスギ190日（17.4%）の結果を示した。

凋萎試験のときの樹高成長量と耐乾性との間にはあまり明らかな関係を見いだすことができなかった。

11. 1959年12月にオビアカ，アヤスギの5年生のものから1年生の切枝を採取して−19° Cの低温に1～1.5時間さらして20° Cの室温で3週間清水培養を行ない，葉，枝，幹の傷害状態を調査したところ，凍死の観察には新条では12時間で差異をみることができたので，1960年12月の下旬寒害にかかりやすい時期を選んで本実験では低温−19° Cで2, 4, 8, 12時間の4種類で実験を行ない，それを20° C内外の暖かい部屋に3週間おいて各器官別の寒害状態と体重増加，水分吸収力などの枝葉の健康度とを調べて各要素を総合的に判断したところ，ホンスギ，ウラセバル，アヤスギなどが強くてタノアカ，ヤブクグリ，オビアカが弱くてその他が中間の結果をえた。

つぎにまた1958年2月自然交雑の実生1年生苗を −15° C に8時間おいたのち20° C 内外の部屋に3週間おいて被害の状態を調べたところまえと同様の結果をえ，さらにまた造林地の被害調査においてもほぼ同様の傾向を認めた。

耐寒順位と品種間の生理的諸形質との関係を検討したところ，浸透圧，屈折率，含糖量との間にやや高い相関を認めたが十分ではなく，針葉の表皮または内部組織などの発達状態，軸の木化と深い関係があることを認めてことに葉，軸の皮膚組織，木化度，根の発達に支配的な原因があることを認めた。

以上の結果は各種の類別に必要な類別器官の形態に結びついており，南九州では耐乾性，北九州にては耐寒性などのスギの成立に直接関係ある選択条件とさらに火山の活動に基づく降灰が各地の気象条件と組み合わされて作用しているので，それらが各地に伏条性のジスギを成立させ，その中の伏条性の強い形質のすぐれたものがさしきに移されて現在のさしき品種の源をつくったものとされよう。それらの品種にさらに地方の環境と時代の木材利用の目標に応じた選択とがつづけられて現在のさしき品種を成立させているものと考察する。以上の結果はまた，各品種の造林上の特性を究明する基礎を明らかにしえたものともみられる。

第3編　スギさしき品種の成長と環境要素との関係

第1章　品種別成長量

わが国には種々のスギの有名林業地があって色々の施業形態が成立しているが，それらは品種の特性に基づいて発達している場合が多い。吉野，日田，小国，玖珠，飫肥，西川，木頭，久万，天竜，山武などの林業地はその林業を各品種に適合した仕立て方に確立させるには，それら別の収穫表を作成しなければならない時期にきている。

九州のスギのさしき品種は造林の歴史が古いことから，複合品種ではあるがかなり幅の狭いものでできあがっていて，いたるところにそのような造林地があるものと考えられがちであるが，実際にはクモトオシを創出した武藤品雄氏のような人がいるかと思うと，全く無関心で間に合わせの材料を用いている人もありまちまちであって，現状ではむしろ，このような種々の林分が雑然としているのが実状であつて，品種別に収穫表を調製するまでにはいたっていない。むしろ，各品種の幅をどのように区分するかが問題で，そのようなことを行なうことによって比較可能の林分が選択される段階といえよう。そこで，筆者は昭和22年末から熊本営林局管内の各地に植栽されている国，民有林のさしスギについて，品種の類別器官を調べて，各地に存在する品種別内容を明らかにするとともに，それらの形態と生理的特性とを観察してきたが，それら各品種の適地選定の基礎を知るには各品種の環境条件別の成長状態を知ることが重要であるので，本研究ではまず，各品種の成長過程を明らかにして，それと種々の成長条件との関係を明らかにし，それらを基にしてその適地選定の基準表を作成することを究めた。

この研究は，初めの間は九州支場造林研究室の仕事として行なってきたが，昭和32年に林野庁造林保護課が，九州大学農学部造林学教室，福岡，佐賀，鹿児島各県林業試験場，大分県林業課，宮崎県造林課などに依頼して行なってからはその資料を，さらにまた昭和35年以降は熊本営林局が調査を行なって，日下部兼道技官が整理中であった国有林内の品種調査の結果をも利用することとなったのであわせ用いて考察した。

第1節　調査資料

A．標準地選定の要領

スギのさしき品種を普及するには，その品種の造林されている中心地域の成長過程と環境とを明らかにして，その周辺の同似条件のところに徐々に広めていくことで，中心地域を遠く離れたところに植栽するには，現地適応試験の結果をみたうえで行なわなければならない，このような場合に成功の確率を高める方法は，種々の地域の多くの資料によって判断することである。ある固定品種の性質を確実に知ることは困難なことであるが，その把握は他の品種の性質を知る尺度ともなるので，この研究では，九州のスギのさしき品種の中で最も重要とされているオビアカ，アオスギ，アヤスギ，ウラセバル，ヤブクグリ，メアサ，ホンスギなどの品種をとりあげて観察することとした。

この研究に用いる標準地は，林分を構成する各個体がよく品種の特徴を表わしていて，林分としても正常な状態を示しているものが重要であるので，標準地は原則としてまじりのない，特徴の明らかな，しかも，ほぼ似た変異の幅を示すようなところを選定するように努め，同一林分中に異系統のものが混入して

いるときには，それらを類別して別々に林分材積成長量を求めて比較した。林分成長量の比較に重要なことは測定誤差の最も小さい標準地を選定することであって，それには，昭和13年農林省山林局の第5852号の収穫表調製に関する件のなかに細かに指示されていることを守ることである。そこで，この研究ではそれらの諸項を守って求めることとした。しかしながら，地形，その他で守り得ないときには，その目的にかなうようにうまく変更して使用した。

標準地の形はなるべく単純であって，境界線が内側と外側との樹の中央を通るようにすることが重要である。そこで，原則としては方形，または矩形がすぐれているので，なるべくそれらの形のものを設けることとした。つぎに，一斉同齢の単純林で，病虫害，寒害などの被害を受けていない，適度の保育の行なわれている正常な生育状態を示している林分が重要であるので，そのような林分を選定して使用した。

スギは，その造成の目的にしたがって伐期，林分成長量，林分収穫量などに差異を生ずるために，各品種に応じた保育が必要であり，その様式に基づいた林分が形成されて各品種に応じた収穫表が作成されることとなるが，各品種の単木，または林分の各成長要素が十分に明らかにされていない現状では，比較可能な材料を用いて収穫量の予想を行なうより他にない。しかも，それらはまた，各品種の適地選定表の基準の作成にも役だつので，各品種に応じた仕立てかたを行なっている林分を集めて，種々の林齢と環境要素別に整理して考察することとした。

九州のスギの造林地は地理級の高い1～2等地のものが多いので，この調査標準地の平均の地位は，1～2等地の中央の値を示すものとされよう。以上の要領で採取した標準地を示せば第64表のとおりである。

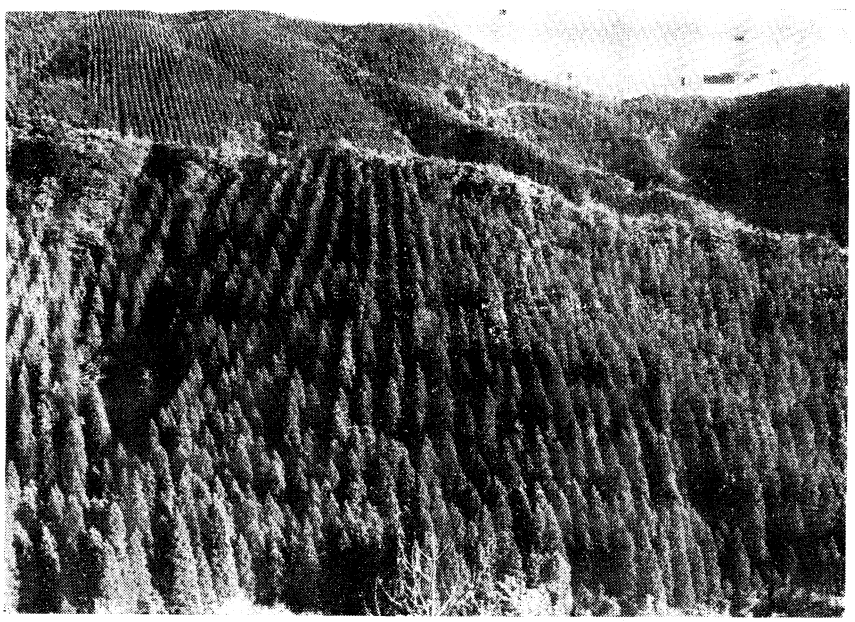


写真27.　オビアカ林分の1景観（宮崎県北諸県郡中郷町上熊・服部山林，樹齢35～40年生）
Photo.27　A view of Obiaka-sugi stand in Kyushu.(Stand age, 35～40 yrs.)

B．標準地調査の方法

この研究は収穫表を調製するのが目的ではないが，林分成長量を正確に知るには，収穫表調製のときの標準地調査方法によって行なうのが最も好ましいと考えられたので，この研究ではその方法によって実施した。

C．資料の整理

林分材積の算出方法には種々あるが，熊本県阿蘇郡小国地方のように似た環境のところに，幅のせまい品種が造林されているときには，生育状態が似ており，似た形数を示すので，標準地法によって毎木調査を行ない熊本営林局調製の幹材積表を用いて材積を算定した。しかし，調査地域が広まるにしたがって対照林分の林齢も，また，環境条件の幅も広まり，形数も変化するようになったので，単級法によって算出した。この方法を採用するにいたった一つの理由には，標準地の中央木の成長過程を樹幹解析によって詳しく知ることが重要であることを考察したからである。

標準地内に空所があるときには，その周囲の樹冠の配置，またはその周囲との接触状態などによって補塡木を想定して塡充したが，間伐後間もない林分はなるべくさけた。やむをえず採用したときにはつとめて伐根を調査して補充木をきめて使用した。

林冠の構成に関与しない劣勢木を除去することは問題ないが，副林冠を構成するようなものを除去するかどうかは問題がある。ところで，九州のスギのさし木品種は一般に変異の幅が狭くて，著しく違った性質のものを含めてとり扱っているものは少ないので，幼齢時に上層を占めているものが壮高齢時に下層に移り，また幼齢時に下層にあるものが壮高齢時に上層の主林冠に移るようなことはあまり見られないので，そのまま用いることとした。

平均樹高，または平均胸高直径の変異は品種間の特性として重要であるから，30本以上の本数をもつ林分について変異係数を算出して比較した。

枝条の形態は壮齢木の枝の発達過程によって明らかにすることができたが，それは平面的にみれば樹冠の形態であって，立木本数につながるので，その樹冠直径を幹径（胸高直径），林齢などの函数として表示することを検討した。

林分を構成する樹冠の形態は，また枝条量，葉量などに直接の関係をもち，次年度以降の成長に密接な相関をもつので，それらの関係を種々の方法によって計算して表示した。

樹幹完満度は，伐倒木の樹高を20，または樹齢等分してその各区分の直径を直径巻尺でcm以下1位まで測定して絶対，連鎖，胸高などの樹幹完満率を求めて比較した。

樹冠完満度は，樹冠の外縁線の最下端を主軸に移した位置から梢頭先端までの長さを測定して樹冠長とし，それを10等分して各区の外縁線までの長さを実測して，樹幹完満度の場合と同様の要領によって各種の樹冠完満度を求めて比較した。ただ伐倒の際に枝が折れて樹冠の形がこわされたものはその方向を除いて平均を求めた。

第2節　単木の成長

林木の成長状態を明らかにするには，その構成単位である単木ごとに平均木の成長状態を明らかにすることが重要である。そこで，この研究では林分成長量調査林分の標準木を採取して樹幹解析を行ない，その結果に基づいて観察したが，その林分の状態は第63表中に表示しているとおりである。いま，それらを樹齢品種別の条件別に表示すれば第64表のとおりで，ホンスギを除いては各品種ともにほぼ30本内外

第64表　樹幹解析資料採取林分の林齢別内訳
Table 64. Distribution of age of stands from which samples for stem analysis were collected.

林齢(年) / 品種	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	計
オビアカ		4	7	5	3	1	5	3						28
アオスギ			1	4	3	4	2	6	2	1	3			26
アヤスギ	1	1	2	4	5	4	8	3	2	2	1			33
ホンスギ			2	2	2	2	3	1	1	1	1			15
メアサ		1	1			3	6	8	6	1		1	1	28
ヤブクグリ	1	1	1	4	7	5	2	1	1	1		1		25
計	2	7	14	19	20	19	26	22	12	6	5	2	1	155

で，樹齢も植栽後数年の幼齢から伐期までの広範囲にわたっていることがわかる。

A．樹高成長

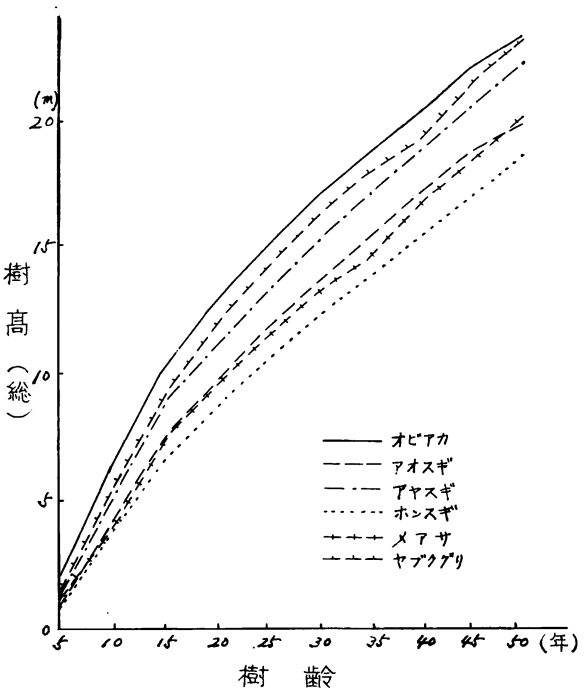
樹高成長は総成長量，連年定期成長量，平均成長量，平均成長率などを5年括約で平均値を求めて比較した。

樹木の樹高成長曲線式についてはすでにいろいろの人々によって発表されており，スギについても長岡[96]，吉田[181]，寺崎[153]などのものがあるが，その式の生理的解釈について論究されたものでは少ない。かつて，稲垣乙内はROBERTSONの成長曲線式が植物の自触反応現象と認められることを暗示したが，その後放物，または指数曲線式の採用にあたってそれが似た現象であることを認めている。ことに，単木の成長曲線は生理化学的立場から観察すれば熱化学反応のなかの連鎖反応，すなわち，蓄積量と消費量との相関によって決定される反応速度の式（$y=Ae^{\frac{\alpha}{t}+\beta t+\gamma t^2}$）で示されることが考えられよう。この式を林木の成長に用いたものには SCHMACHER[130] で，日本では寺崎[154]，木梨[57]などがある。筆者は昭和22年から単木の成長はもちろん，枝または葉の成長にもこの反応速度の式があてはまるものと考えて観察してきていたが，前に示した諸氏の発表に力を得て，その式を採用してみたところ第65表に示すとおり

第65表　品種別単木の樹高成長量（総成長量）
Table 65. Total height growth of single trees (Totals).

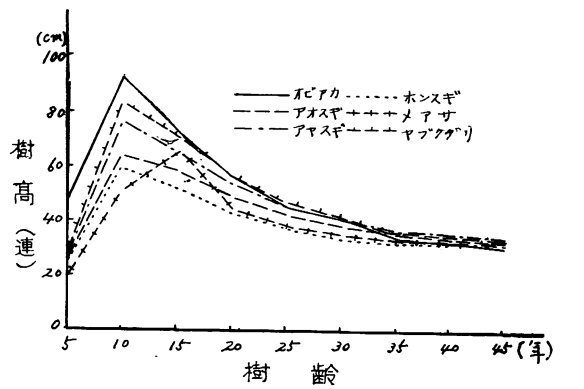
品種	実験式	備考
オビアカ	$y=1.30390\ e^{\frac{-1.62727}{x}+0.017495\ x}$	y：樹高 x；林齢 e；自然対数 各式の適合度は98%以上。
アオスギ	$y=1.27310\ e^{\frac{-1.19772}{x}+0.02422\ x}$	
アヤスギ	$y=1.23968\ e^{\frac{-1.16983}{x}+0.022595\ x}$	
ホンスギ	$y=1.205625e^{\frac{-1.127525}{x}+0.026255\ x}$	
メアサ	$y=1.10652\ e^{\frac{-1.01049}{x}+0.02984\ x}$	
ヤブクグリ	$y=1.281667e^{\frac{-0.975711}{x}+0.0203449x}$	

の結果をえてそれが可能なことを知ることができた。いまこれらの式によって結果を図示すれば第110図のとおりで，オビアカが常に高くてヤブクグリがつづき，アヤスギ，アオスギ，メアサ，ホンスギの順に低いことを知る。成長過程は連年成長量をみることによっていっそう明らかとなるので，それをみれば，第111図のとおりで，ほぼ10年で最大を示し，その山の高さはオビアカ，ヤブクグリ，アヤスギ，アオスギ，ホンスギの順に低くて，その最高値からの漸減状態は山の高いものほど強い傾向を認めた。メアサは5年遅れた15年で最大になり，その後の減少状態もきわめて徐々であることを示した。



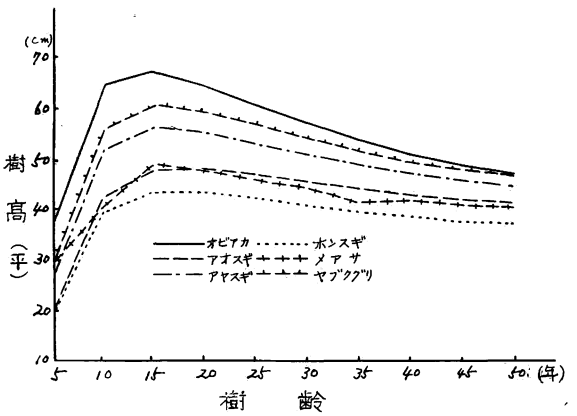
第110図　スギ品種別単木の樹高成長（総成長量）
Fig. 110　Height growth (Total increment) of single trees.

吉田[181]は樹高成長曲線を地位別に求めて地位の良好なものほど極大点の前後が険しい勾配を描くことを示しているが，本研究でもそれらの差異を品種別にみれば，成長の旺盛なものほど極大点の位置が軸の左側にあって山も高く，山からの減少勾配も急を示しており，成長のおそいものほど極大点の位置が強く右辺に移動して山も低く減少勾配も小さい傾向を認めた。このようなことからその両端のものを早，晩生に分けて呼ぶことができよう。すなわち，極大点の山が高くて，左偏が強く山の前後の落ち込みの勾配の急なものほど早生形として，それより右よりで山の高さが低くて，落ち込みの勾配の徐々なものほど晩生形とされる。この見方によって各品種間の差異をみれば，オビアカ，ヤブクグリが早生で，アヤスギが中位，ホンスギ，アオスギ，メアサなどはともに晩生とされうる。



第111図　スギの品種別単木の樹高成長（連年成長量）
Fig. 111　Height growth (Current annual increment) of single trees.

成長過程を平均成長量によってみれば第112図のとおりで，各品種ともに15年のところが最高で，その後は漸減状態を示しているが，それも品種別にみれば連年成長量と似ていて，オビアカが最も左偏で極大値も高くて，その前後の減少状態も強い。ヤブクグリ，アヤスギはともにこれにつづき，メアサ，ア



第112図　スギの品種別単木の樹高成長（平均成長量）
Fig. 112　Height growth (Average increment) of single trees.

オスギは両者ともに似ていて，さらにおくれてつづき，ホンスギが最も小さくて最も弱い減少状態を示していた。吉田[181]は平均成長量の最大の時期も連年成長量のときと同様に唯一の極大点をもち，その現われる山の高さと時期とは地位のすぐれたものほど高くて早く，地位のおとるものほど低くておそいとした。このように，その状態は成長条件によって違うので，前述の相違は地位などの環境の相違によって生ずる場合もあるので，それらの関係を知るために本研究の資料採取のときの条件を詳しくみたところ，地位は1～2等のかなりの狭い範囲のものから選ばれていて，しかも各品種ともに平均の値がえられるように配慮しているので，その影響はうすいものとされよう。このことから前に述べたオビアカ，ヤブクグリ，アヤスギ，メアサ，アオスギ，ホンスギの順は主として品種間の早晩性を示すものとすることができる。

オビスギのなかには色々の系統のものが含まれている。そのおのおのが違った成長過程を示すことは木梨[57]，石崎ら[48]の研究結果に示されているとおりで，いずれもオビアカが平均成長量が高く，最大成長量付近の成長量の持続状態も高いことを明らかにしているが，この研究においても同様の結果が認められているので，そのような傾向は品種と性質で認められよう。

B．直径成長

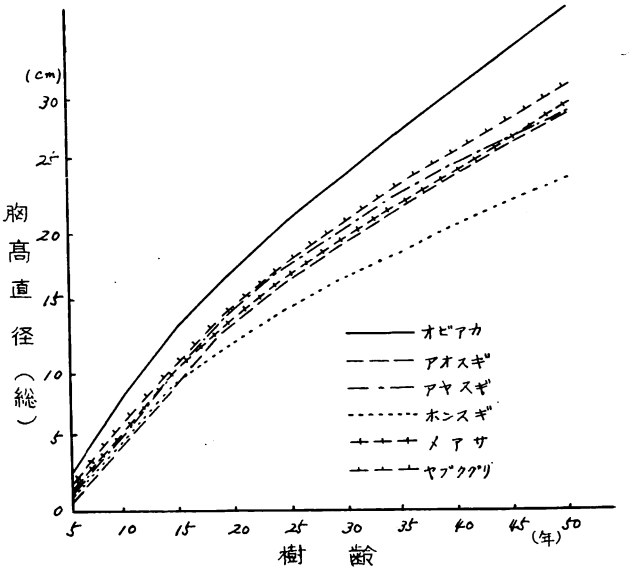
胸高直径の総成長量を樹高総成長量のときと同様に樹齢を5年，直径を2.5cm括約で平均値を求めて比較すれば，この場合も樹高成長量と同様の成長曲線式で表わされることを知ることができたので，い

第66表　単木の胸高直径成長量（総成長）
Table 66.　Total diameter growth of single trees (Totals).

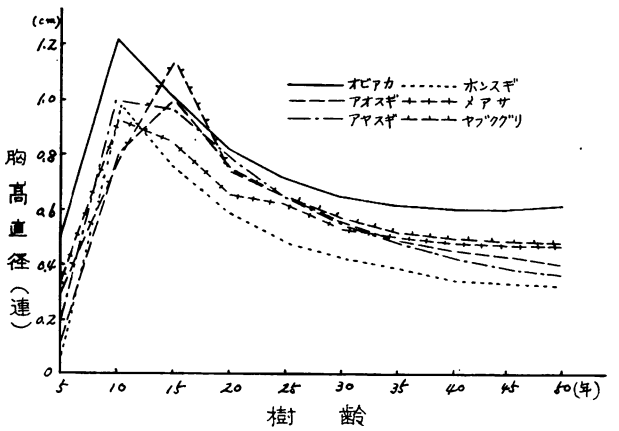
品種	実験式	備考
オビアカ	$y=1.40258\,e^{\frac{-1.07947}{x}+0.02660\ x}$	y：胸高直径 x：林齢 e：自然対数
アオスギ	$y=1.40472\,e^{\frac{-1.299299}{x}+0.021325\ x}$	
アヤスギ	$y=1.33673\,e^{\frac{-1.178262}{x}+0.024687\ x}$	
ホンスギ	$y=1.49666\,e^{\frac{-1.579585}{x}+0.01176\ x}$	
メアサ	$y=1.32565\,e^{\frac{-1.246990}{x}+0.0177794x}$	
ヤブクグリ	$y=1.36389\,e^{\frac{-1.16389}{x}+0.0160002x}$	

ま，それをあてはめてえた結果を示せば第66表中に示すとおりである。そしてこのときも品種別にみれば，その式によってえた結果を図示すれば第113図に示すとおりで，それによって各品種間の成長状態の差をみればオビアカ，ヤブクグリ，アヤスギ，メアサ，アオスギ，ホンスギの順に小さい結果を示すが，メアサとアヤスギとの間には幼齢時代では前者がやや早くて，中齢時代には後者がやや早い傾向を認めた。

これらの成長過程をさらに明らかにするために，胸高直径の遡年成長量によってみれば第114図のとおりで，この場合も10～15年で最高を示してその後は急に減少する傾向を認めたが，いま，その大小を各品種別にみればオビアカが10年で最高を示して，ヤブクグリが15年でそれにつづき，アヤスギ，アオスギは15年でヤブクグリにつづき，ホンスギは10年で最高に達するが，その値は最も小さい結果を示した。これらの結果は樹高成長量のときとほぼ似ていて，ただホンスギとアヤスギとが10年で最高に達するのが異なることを認めた。



第113図　スギの品種別単木の胸高直径成長（総成長量）
Fig. 113　Diameter growth (Total increment) of single trees.



第114図　スギの品種別単木の胸高直径成長（遡年成長量）
Fig. 114　Diameter growth (Current annual increment) of single trees.

胸高直径成長の持続性を，樹高のときと同様に極大値と曲線の勾配とによって観察すればオビアカが最も高くて強く減退し，ヤブクグリ，アヤスギはその順に高くてその減少勾配も両種ともに似ていて前者につづき，ホンスギは最も低くて最も弱い傾向を認めた。これらの結果からも各品種の早晩性の順位を知ることができよう。それらをさらに明らかにするために平均成長量を品種別にみれば第115図のとおりで，オビアカ，ヤブクグリ，メアサ，ホンスギが15年で最高に達して，オビアカが最も高く，ヤブクグリ，メアサ，ホンスギがその順につづいて高い結果を示した。アヤスギ，アオスギは20年で最高に達して，アヤスギはヤブクグリと，アオスギはメアサとほぼ似た値を示して，その極大値からの減少傾向は各品種

ともに似ているが，アヤスギ，ホンスギがやや大きい傾向を認めた。これらの傾向は，連年成長量によっていっそう明らかにすることができるので，それらによってみたが，まえと同似の傾向を認めたので説明を省略することとした。

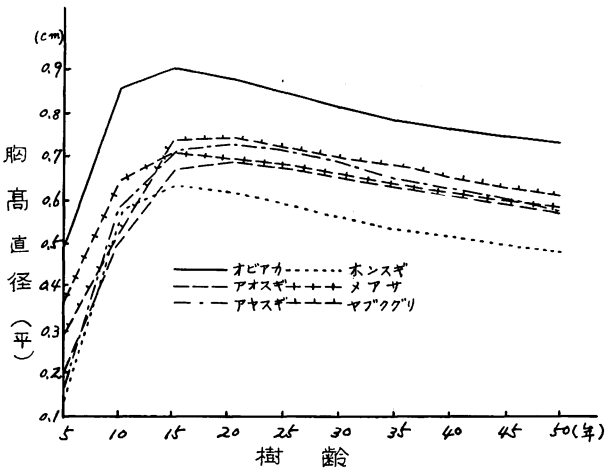
C．単木材積成長

単木の材積成長の総成長量を5年括約で平均値を求めて，その漸増状態をみれば樹高，胸高直径の総成長量のときと同様に

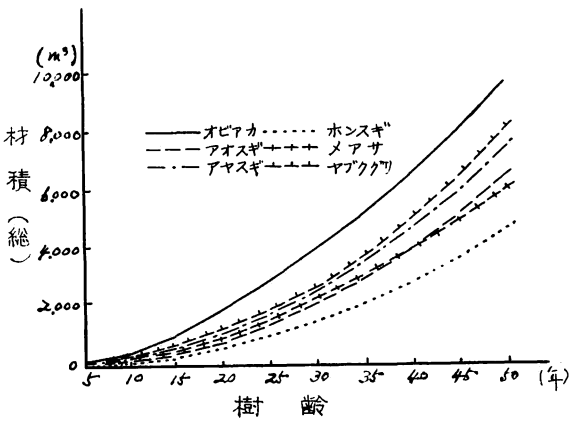
$$y=Ae^{-\frac{\alpha}{t}+\beta t+\gamma t^2}$$

で表わされるものと考えられるので，その式をあてはめてみたところその可能なことを知ることができて，その得た結果は第67表に示すとおりである。このときも各品種間の成長状態を比較すればオビアカがすぐれ，ヤブクグリ，アヤスギがつづきアオスギ，メアサ，ホンスギの順に劣るを認めた。

この単木の成長過程も，連年成長量によってもいっそう明らかにすることができるので，それらを求めて図示して比較すれば第117図のとおりで，オビアカが最も大きくて，アヤスギ，アオスギ，メアサ，ホンスギの順位に小さい傾向を示すが，各品種間にあまり大きな差異を認めない。つぎに平均成長量を求めて比較すれば第118図のとおりで，オビアカが最も大きくて，ヤブクグリ，アヤスギがつづき，メアサ，アオスギ，ホンスギの順に小さい。平均成長量は幼齢時にはかなり強く昇騰するを示すが，その差は品種によって異なるのでそれらの関係をみれば，オビアカ，ヤブクグリが大きくて，アヤスギ，アオスギ，メアサがつづき，ホンスギは最も低い。ことに，オビアカは25年以降においてはきわめて強く減少する傾向を認めた。



第115図　スギの品種別単木の胸高直径成長（平均成長量）
Fig. 115　Diameter growth (Average increment) of single trees.

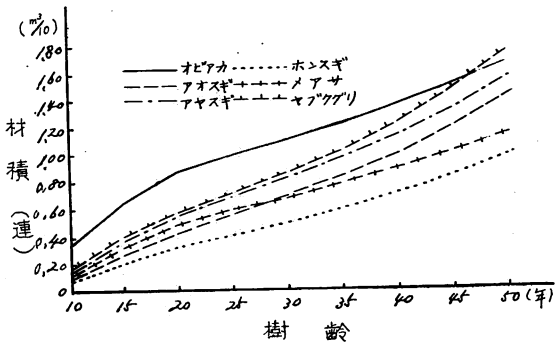


第116図　スギの品種別単木の材積成長（総成長量）
Fig. 116　Volume growth (Total increment) of single trees.

第67表　単木の材積成長量（総成長量）

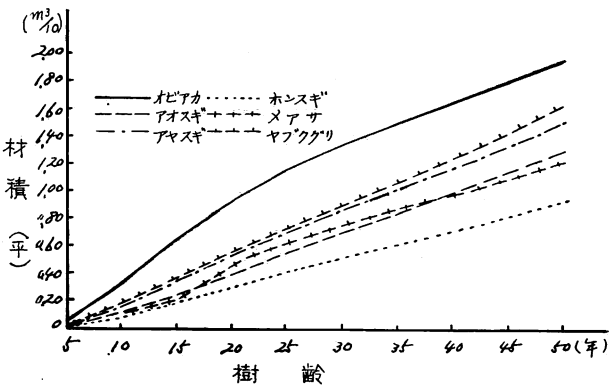
Table 67. Volume growth of single trees (Totals).

品種	実験式	備考
オビアカ	$y=3.74135\ e^{\frac{-2.74256}{x}}+0.05182\ x$	y：材積
アオスギ	$y=3.41496\ e^{\frac{-3.22115}{x}}+0.07182\ x$	x：林齢
アヤスギ	$y=3.50767\ e^{\frac{-3.03044}{x}}+0.06691\ x$	e：自然対数
ホンスギ	$y=3.28321\ e^{\frac{-3.12976}{x}}+0.06937\ x$	
メアサ	$y=3.53779\ e^{\frac{-3.13710}{x}}+0.05575\ x$	
ヤブクグリ	$y=3.623893e^{\frac{-2.866153}{x}}+0.075774x$	



第117図　スギの品種別単木の材積成長（連年成長量）

Fig. 117 Volume growth (Current annual increment) of single trees.



第118図　スギの品種別単木の材積成長（平均成長量）

Fig. 118 Volume growth (Average increment) of single trees.

第3節　林分の成長

林分成長量は単木の有機的構成によって違うので，個体または系統の造林上の性質を明らかにする必要があるが，既述のように九州のスギさしき品種の造林木は種々の幅のものから成りたっていて，ようやく系統別の特徴が知られて，各品種別の植栽地域，生産目標，保育の仕組みなどが明らかにされつつある現状であるので，各品種に適合した林分を仕立てていくような作業様式を組み立てるようなことは，はるかに将来のことに属しているとされよう。そこで，本研究では，その前段階である当面の林分成長量を把握することが重要と考えて，この意味からこれを求めることとした。ここでいう品種別の林分成長量とは，ある品種が，同似条件のところで，同似の取り扱いをもって施業されているときの一斉同齢林の単位面積あたりの成長量を意味するので，それを得るには，収穫表のなかに盛られている事がらをなるべくとり入れて測定することで，そのようにして得られた結果は暫定的には収穫表とほぼ似た目的を果たしうるものとされよう。

A．林分材積成長量

平均林分材積量を林齢5年括約ごとに求めて，林齢による材積成長状態をみれば，単木成長のときと同様に $y=Ae^{-\frac{\alpha}{t}+\beta t+\gamma t^2}$ の式にて表わされることをしることができるので，その式を用いて得た結果を示せば第68表のとおりである。いま，それによってえた結果を示せば第119図のとおりで，幼（林齢15年まで），中（林齢40年年まで），壮（林齢50年前後）に分けてみれば単木成長のときとかなり違った結果を認める。すなわち，単木成長量では幼，中，壮の各期を通じてオビアカがまさるが，林分成長量では幼齢の初期にはオビアカ，ヤブクグリがまさりその両者の間にほとんど差異を認めないが，同齢の後期にはヤブクグリが徐々にオビアカを凌ぐを認めた。つぎにまた，アヤスギも幼齢の初期には中位を示すが，中齢の初期ごろ（25年）から漸次旺盛となってオビアカをぬき壮齢の50年前後では第1位のヤブクグリに迫り，55年ではそれを追い抜いて第1位となるのを認めた。メアサも幼齢の初期には徐々であるが，中齢時代（30年）でホンスギをぬき，その後もすぐれていて他の成長の上位の品種にかなり接近していくのをみる。このように単木成長と林分成長とが一致しないのは，その理由として種々考えられるが，樹冠の発達に基づく立木本数の相違もその1つと考察されよう。それらを明らかにするために樹冠直径と樹高，

第68表　林齢別林分材積成長量（総成長）

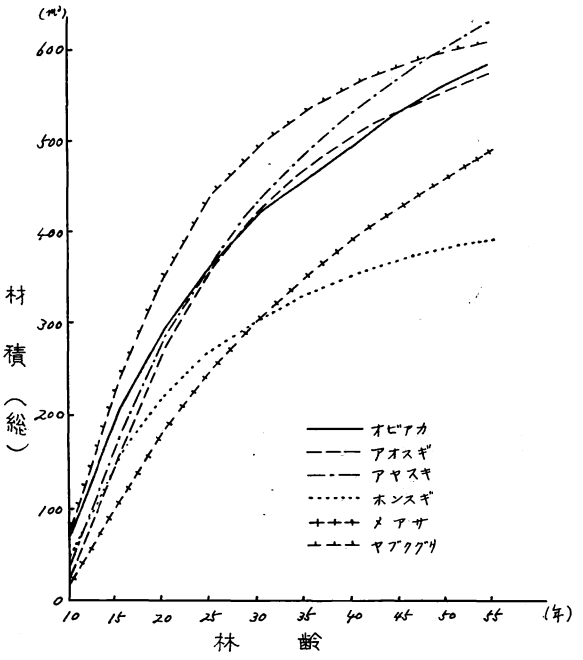
Table 68.　Volume growth of stand (Totals).

品種	実験式	備考
オビアカ	$y=2.80943\ e^{\frac{-0.95844}{x}+0.01147x}$	y：林分材積 x：林齢 e：自然対数
アオスギ	$y=2.94332\ e^{\frac{-1.54571}{x}+0.00352x}$	
アヤスギ	$y=2.85582\ e^{\frac{-1.16973}{x}+0.00725x}$	
ホンスギ	$y=2.66096\ e^{\frac{-0.97197}{x}+0.00131x}$	
メアサ	$y=2.72283\ e^{\frac{-1.55359}{x}+0.011492x}$	
ヤブクグリ	$y=2.94483\ e^{\frac{-0.95494}{x}+0.00465x}$	

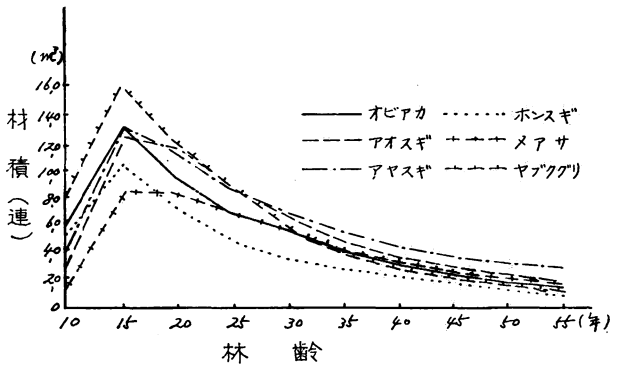
胸高直径，林齢などとの関係を明らかにしているが，それは本節Bの3でみることとする。

つぎに，林分材積成長量を連年成長量で示せば第120図のとおりで，15年ごろにはヤブクグリが大きくて，アヤスギ，オビアカ，アオスギ，ホンスギ，メアサの順に小さい。20年前後ではヤブクグリが大きくて，アヤスギ，アオスギがつづき，オビアカ，メアサがさらにそれにつづき，ホンスギが最も小さい。そしてまたこれらの最大値からの減少状態はオビアカ，ホンスギが大きくて，アヤスギ，アオスギ，メアサが小さい。この理由は明らかでないが，品種に応じた間伐が行なわれていることと，林分の構造に応じた林分構成が成立しているためとも考察されよう。その点からも品種別の林分構成要素の比較が重要なことがわかる。

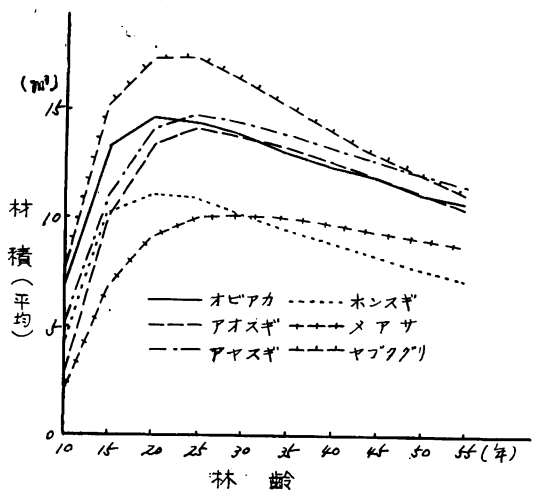
つぎに，林分材積成長量を平均成長によってみれば第121図のとおりで，オビアカ，ヤブクグリ，ホンスギが20年で最高に達してその高さはヤブクグリが最も高くて，オビアカがつづき，ホンスギははるかに劣るを示した。アヤスギ，アオスギは25年で最高に達してその高さはアヤスギよりもアオスギが小さい。最大値からの減少状態はヤブクグリ，ホンスギが最も強くて，アオスギとアヤスギが小さい。メアサは最もおそくて30～35年で最高に達して，その後の減少状態は最も緩慢である。これらのことからもヤブクグリが最も早生で，オビアカ，アヤスギ，アオスギがつづき，ホンスギとメアサが晩生とみられよう。また，以上の結果から伐期はヤブクグリが最も早く，オビアカがつづき，メアサ，アオスギがさらにそれにつづき，ホンスギが最もおそいとされよう。この結果においてホンスギの林分成長量が最も徐々で，連年成長量最大の時期が早くきて，その後の減少状態が小さいのはやや矛盾しているようであるのでそのことについて吟味してみた



第119図　スギの品種別林分材積成長（総成長量）
Fig. 119　Volume growth (Total increment) of stands.



第120図　スギの品種別林分材積成長（連年成長量）
Fig. 120　Volume growth (Current annual increment) of stands.



第121図　スギの品種別林分材積成長（平均成長量）
Fig. 121　Volume growth (Average increment) of stands.

ところ，それは中齢期の資料のなかにエドアヤスギに近いやや早生のものが含まれていたためによるものとされた。

以上の結果に基づいて得られた林分成長量を，品種別に表示すれば第69表のとおりである。この表は収穫表調製のときのような種々の吟味がなされて作成しているものでないので，収穫量の予想の資料には物足りなさを感ずるが，現状ではやむをえないものと考えて，環境との関係，ことに本研究の適地選定表の作成にはこの結果を用いることとした。

B．林分構成要素の2，3の性質

1．樹冠の発達

KOHLER はかつて樹冠長と樹高成長

第69表　スギの品種別林分成長量
Table 69.　Volume growth of stands at some variety of *Cryptomeria japonica*

品種	樹齢	平均樹高	直径	林分材積	平均成長量	品種	樹齢	平均樹高	直径	林分材積	平均成長量
	年	m	cm	m^3	m_3		年	m	cm	m^3	m^3
オビアカ	10	6.5	8.6	65.2	6.52	ホンスギ	10	4.0	7.6	49.6	4.96
	15	11.6	15.8	198.1	13.21		15	9.0	13.4	152.4	10.16
	20	14.4	20.0	292.0	14.60		20	11.8	16.4	222.8	11.14
	25	16.2	23.0	359.1	14.36		25	13.6	18.2	270.3	10.81
	30	17.6	25.5	415.3	13.84		30	14.9	19.9	304.5	10.15
	35	18.9	27.8	453.6	12.96		35	15.8	21.1	330.5	9.44
	40	20.0	30.0	490.4	12.26		40	16.6	22.2	351.1	8.78
	45	21.0	32.1	532.4	11.83		45	17.2	23.2	368.2	8.18
	50	22.0	34.3	553.9	11.08		50	17.7	24.1	380.7	7.61
	55	22.9	36.4	582.5	10.59		55	18.2	25.0	390.1	7.09
アオスギ	10	3.4	6.0	26.4	2.64	メアサ	10	4.6	6.1	17.5	1.75
	15	8.1	12.4	150.4	10.03		15	6.2	7.5	100.2	6.68
	20	11.0	16.2	267.2	13.36		20	10.4	14.9	182.2	9.11
	25	13.1	19.5	354.6	14.19		25	12.5	19.0	249.0	9.96
	30	14.6	21.2	419.0	13.97		30	14.0	21.7	303.5	10.12
	35	15.9	23.2	467.0	13.34		35	15.0	23.7	349.4	9.98
	40	17.0	25.0	503.4	12.59		40	15.9	25.3	389.4	9.74
	45	18.0	26.7	531.5	11.81		45	16.8	26.7	425.2	9.45
	50	19.0	28.5	553.5	11.07		50	17.5	27.9	430.6	8.61
	55	19.9	30.0	570.7	10.38		55	18.2	29.1	488.3	8.88
アヤスギ	10	4.9	11.6	37.5	3.75	ヤブクグリ	10	6.2	9.4	68.5	6.85
	15	9.4	15.4	168.1	11.21		15	11.4	15.2	228.0	15.20
	20	12.0	17.6	280.4	14.02		20	14.1	18.3	346.4	17.32
	25	13.8	19.3	325.5	13.02		25	15.9	20.5	434.8	17.36
	30	15.3	20.8	430.7	14.36		30	17.3	22.3	490.4	16.35
	35	16.6	22.3	483.6	13.82		35	18.4	24.0	530.2	15.15
	40	17.8	23.8	527.6	13.19		40	19.3	25.9	558.8	13.97
	45	19.0	25.7	565.8	12.57		45	20.2	27.0	579.8	12.88
	50	20.2	26.9	599.5	11.99		50	21.1	28.5	595.1	11.90
	55	21.3	28.5	630.1	11.46		55	21.8	30.0	606.4	11.03

量，年齢，地位などとの関係を用いて樹高直径は $K=mh$ で示されて，その単位面積上の本数は

$$K=\frac{10,000}{K^2}=\frac{10,000}{m^2h^2}$$

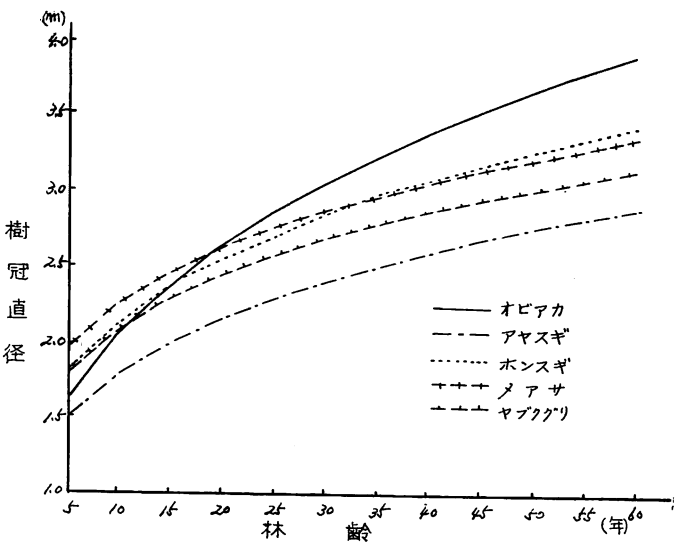
で算出することができるとしており，工藤[71]はまた，スギの一斉同齢林の樹冠直径と樹高との関係を調べて，それは樹高の函数（$K=aH^b(b<1)$）で表わすことができるとしている。しかしながら，樹高は測定が困難であり，しかも誤差が大きいので，その欠点の少ない平均胸高直径を用いて表わす方法が考えられているが，戸田[150]の結果もその1つとされよう。

樹冠直径が樹高，または胸高直径と相関が高く，樹高，または胸高直径が林齢と高い相関があれば，樹冠直径は林齢と高い相関があることが考えられるので，樹冠直径は林齢の函数で表わされるものとされよう。これらの関係は河田[51]の植栽木の疎密と成林状態との関係においても明らかにされている。本研究でそれらの関係をみたところ第70表（第122図参照）に示すとおりで，それらを品種別に示せば，初期の間はアオスギが最も大きくて，後にはややオビアカがまさり，ホンスギ，メアサはともに似ていて前2者にやや劣る。ホンスギは幼時にはメアサより広くて，老齢時にはそれより狭く，ヤブクグリ，アヤスギは幼，高齢の各期を通じてかなり狭いが，前者は幼齢に狭くて高齢にやや広く，後者は幼，高齢を通じて狭

第70表　樹冠直径の発達状態

Table 70.　Development of crown diameter.

品種	実験式	備考
オビアカ	$\log D=0.3570\log A-0.0422$	D：樹冠直径
アオスギ，メアサ	$\log D=0.2210\log A+0.1318$	A：林齢
アヤスギ	$\log D=0.2658\log A-0.0114$	
ヤブクグリ	$\log D=0.2291\log A+0.0889$	
ホンスギ	$\log D=0.2674\log A+0.0594$	



第122図　スギの品種別樹冠直径の発達状態

Fig. 122　Development of crown diameter.

い傾向を認めた。

この結果と，まえに得た主枝の発達状態から得られた樹冠の形態とはほぼ似ているが，完全に一致しているとはいいがたい。その理由は，樹冠直径は枝長そのものでなくて，それが角度と曲がりとをもつためであろう。

樹冠の形態は水平的広がりのみでなく，垂直的にも重要な意味をもつ。それらの詳細は枝葉の形態，または樹冠完満度として観察したとおりであるので，ここにはそれを省略することとした。

2. 樹高，胸高直径の変異

林分は林木の有機的な集合状態を表わしているので，林分収穫量を高めるには各品種の生育条件に最適

第71表　林齢別樹高，胸高直径とその変異係数

Table 71. Diameter height and its coefficient of variability by age.

品種＼項目＼林齢		胸高直径			樹高		
		平均値(cm)	標準偏差	変異係数	平均値(m)	標準偏差	変異係数
オビアカ	10	14.91±2.424	4.100±1.007	27.50	8.201±0.808	2.31±0.575	28.17
	20	15.77±3.608	5.35±2.551	33.91	10.71±1.464	2.17±1.035	20.27
	30	26.80±4.823	7.15±3.410	26.67	17.49±2.597	3.85±1.837	22.02
	40	26.82±4.301	6.38±3.041	23.77	19.29±1.079	1.60±0.763	8.29
	50	—	—	—	—	—	—
アヤスギ	10	11.71±2.699	4.00±1.908	34.16	6.50±1.492	2.21±1.055	34.03
	20	16.89±2.674	3.96±1.890	23.46	10.43±1.365	2.02±0.965	19.39
	30	18.26±3.179	4.71±1.771	25.81	12.69±2.225	3.30±1.573	25.98
	40	22.19±3.804	5.64±2.690	25.41	17.42±2.416	3.58±1.708	20.56
	50	25.55±3.764	5.58±2.662	21.84	19.02±2.261	3.35±1.599	17.62
アオスギ	10	8.44±2.301	3.41±1.627	40.40	4.98±1.582	0.86±0.412	17.32
	20	17.52±2.929	4.34±2.071	24.77	10.62±1.326	1.97±0.938	18.51
	30	21.35±4.067	6.02±2.871	28.19	14.63±1.844	2.73±1.304	18.68
	40	29.11±3.402	5.04±2.405	17.32	18.36±1.595	2.37±1.128	12.87
	50	28.68±5.365	7.95±3.793	27.73	19.24±2.239	2.32±1.583	17.25
ホンスギ	10	8.79±2.452	3.64±1.734	41.38	4.67±0.900	1.34±0.637	28.59
	20	16.22±2.094	3.11±1.481	19.14	11.65±1.552	2.30±1.097	19.75
	30	20.29±2.862	4.24±2.023	20.91	15.93±2.305	3.42±1.630	21.46
	40	21.65±3.519	5.22±2.488	24.16	18.53±2.309	3.42±1.632	18.47
	50	—	—	—	—	—	—
メアサ	10	7.80±1.470	2.18±1.040	27.94	4.45±0.678	1.005±0.479	22.60
	20	14.63±2.710	4.02±1.916	27.46	8.94±1.563	2.32±1.105	25.91
	30	22.94±3.388	5.02±2.395	21.89	13.50±1.990	3.14±0.769	23.81
	40	24.75±4.656	6.90±3.292	27.86	18.41±3.045	4.51±2.153	24.52
	50	28.44±4.169	6.18±2.948	21.73	16.99±2.656	3.94±1.878	23.16
ヤブクグリ	10	9.66±1.864	2.76±1.818	28.61	6.08±0.488	0.72±0.345	11.88
	20	19.49±2.811	4.17±1.988	21.38	13.86±1.889	2.80±1.335	20.19
	30	23.23±3.744	5.55±1.786	23.89	16.55±2.283	3.39±1.614	20.45
	40	20.91±3.002	4.45±2.122	21.28	17.95±1.630	2.42±1.153	13.46
	50	—	—	—	—	—	—

の樹高，または胸高直径の本数分配が重要であって，それらを明らかにするには品種，樹齢または環境条件にもとづく変異と，種々の保育操作によって生ずる変異とをあわせてみることが重要である。戸田[155]，佐藤[128]は産地，または系統を異にしたスギ，ヒノキ，アカマツの樹高，胸高直径の変異を調べて clone に近いものほど変異の幅がせまいと報じている。植杉[168]は林分成長量の最大のときの本数分配状態を標準偏差によって求め，それらによって各林齢別の本数分配の状態を表示することを可能としている。スギの品種別の林分構成状態はこのような両面からの結果に基づいて表示されているものとみられるので，その基となる各品種別の樹高，胸高直径の平均値，変異係数などを林齢 10 年括約ごとに求めて示せば第 71 表のとおりである。この表でまず，林齢が高まるにともなって変異係数の移動する状態をみれば，老齢に至るにしたがって小となるを認めた。これは，品種がそろっているためと，間伐の繰り返しがうまく行なわれて小径木が伐採されているためとされよう。つぎに，各品種間の変異を資料の最も多い林齢 30 年時代についてみれば，胸高直径ではアオスギが最も大きくて，アヤスギ，オビアカ，ヤブクグリ，メアサ，ホンスギの順に小さく，樹高ではアヤスギが最も大きくて，メアサ，オビアカ，ホンスギ，ヤブクグリ，アオスギの順に小さい結果を示した。

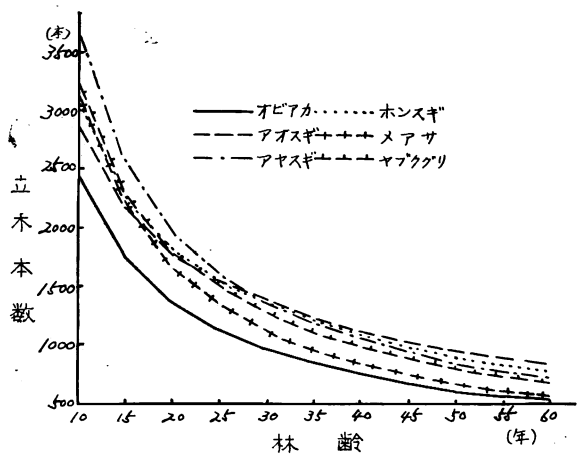
寺崎[153]は，かつて林分成長量，または収穫表作成のときの本数分配曲線を標準偏差を 基にして求めており，植杉[167]は胸高直径，または樹高の標準偏差を林齢の函数として 表わしてそれらからシャーレーの式を用いて本数分配曲線を導きだしているが，それは林齢，保育，間伐などの人為操作によって変化をうけやすいので，わずかな標準地の資料を用いて林齢階別に normal な本数曲線を求めることは 危険がともなうものと考えなければならない。そこで現時点においてはこれ以上の追求を行なわないこととしたが，品種がそろっていて林齢立地環境の似た条件のところでは，環境に対する抵抗性の幅を示すものともみることができよう。

3. 立木本数

同齢林内の立木本数が林齢を経るにしたがって減少する状態は，漸減曲線で示されるが，初，中，最終期の各期ごとに異なる。それは各品種の特性に基づく成長状態と，その性質に基づいた保育の相違によるものとされよう。この本数減少の状態を表わすには，林齢，胸高直径，樹冠直径などを基とする方法があるが，古くからよく用いられているものに RINIKER[113] の林齢の函数の指数曲線式

$$(y=K+ax^b)$$

がある。そこで，その式を用いてみたところ第 72 表のとおりで，その可能なことを知る。いまその結果を図示すれば第 123 図のとおりで，オビアカが最も少なくて，メアサ，ヤブクグリがつづき，アオスギは初めはメアサよりも多いが後にははるかに少なくなる。ヤブクグリは初めの間はアオスギより多いが後にはそれ



第 123 図　スギの品種を異にした林齢別立木本数
Fig. 123　Tree numbers in stands by age.

第72表　林齢別の立木本数

Table 72.　Tree numbers of stands by age (Per hectare).

品種	実験式	備考
オビアカ	$\log N=4.2380-0.8461 \log A$	N：本数
アオスギ	$\log N=4.1394-0.6815 \log A$	A：林齢
アヤスギ	$\log N=4.4715-0.9024 \log A$	
ホンスギ	$\log N=4.2501-0.7574 \log A$	
メアサ	$\log N=4.4847-0.9024 \log A$	
ヤブクグリ	$\log N=4.3586-0.8451 \log A$	

より少なく，ホンスギは初めの間はヤブクグリよりも多いが，後にはやや少ない傾向を認めた。

以上の結果は樹冠直径を基にした立木本数と似た傾向を認めるので妥当なものとすることができよう。

第2章　成長と気象要素との関係

林木の成長を支配する因子には，土壌のほかに気温，地温，降水量，風，蒸発量，日照時数などの気象と，方位，傾斜，海抜高などの地相要素とがあるが，それらの数要素が総合的に作用している場合を産地問題として取り扱われているので，この産地とスギの成長との問題についてみれば，白沢[141]，佐多[142]，河田[52]などの研究報告がある。林木の成長には陽光が重要であって，それはまた方位，傾斜，緯度，などによって相違があり，気温，地温，湿度，土性，土質，土壌，水分，腐植含量などによっても差異を生ずることが影山[49]，原田[26]などによって明らかにされているが，これらのことからも，各環境因子相互間の関係が重要であることが知られよう。

ことにこの研究のように，スギの適地適品種の標準を決めるためには，土壌，方位，傾斜，海抜高，降水量の要素を吟味したのちに各要素の組合せによる作用の重みをみることが重要である。そこでこの研究では，気象要素のなかで重要な気温，温量指数，寒冷指数，降水量などを，地相因子としては方位，傾斜，海抜高，土壌因子としては野外で得やすい層厚，土壌の硬軟，湿度，腐植含量，土性などを用いて各要素と成長量との関係を明らかにし，各要素相互間の軽重を明らかにして各環境要素による成長量の関係を考察することとした。

各品種の単木，および林分成長の過程については前章で明らかにしたとおりであるが，成長量を用いて環境要素との関係をみるには最も安定した時代の量を用いることが重要である。ところで，単木の樹高成長量は20年生のところで最大を示して，その前後は小さい傾向を認めるので，この品種間の比較にはその最大量を示す部分が最もすぐれていると考えられる。この理由から，この研究での樹高成長量の比較には，林分成長量調査標準地の樹幹解析木の20年生の平均樹高成長量を求めて比較することとした。

つぎに林分材積成長量についてみれば，その平均成長量は20年付近で最高を示して，その前後は漸減するが，その漸増，減の傾向がかなり小さい。しかも調査資料も少ないのでそれを補充する意味も含めて，45年までのものを用いることとした。それらの結果については次節以降で検討することとする。

第1節　平均気温

林木の成長には平均気温が最も重要で，分布限界となる高温地域では最高気温が，高冷地域では最低気温が重視される。

平均気温と林木の成長ならびに分布限界の研究については MAYR[85) 86)] をはじめ，種々の報告があるが，スギを用いたものには白沢[141)]，佐多[118)]の産地試験の結果をあげられる。佐多[117)]は秋田，目黒（本場）（関東ジスギ），吉野の各産地のスギを目黒苗畑で養成して，最高，最低，平均の各気温と樹高成長量との関係を考察して，平均気温が最も高い相関を示していることを認め，キリ，カラマツの肥大成長においても同様の結果を認めている。以上の結果から，本研究においても平均気温を重視して比較することとした。

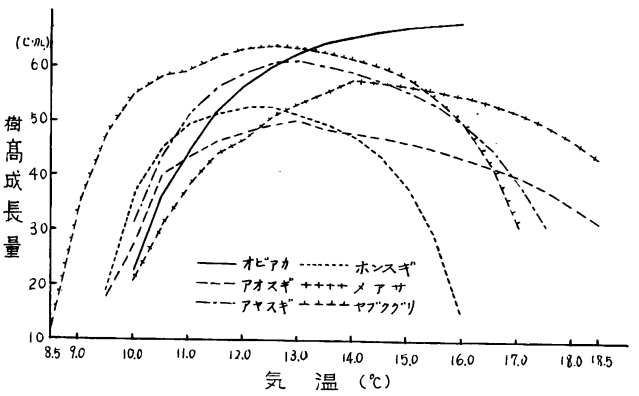
平均気温は地形に強く支配されるので，各標準地の気温は，まず，似た地形上にあって，海抜高の違う2，3の固定観測地の気温を基にして換算した。気温の観測値はその期間が長くて，観測地点に近いものほどすぐれているので，本研究では福岡管区気象台編纂[19)]の九州気候図帖を主として用いた。いま，これらの資料に基づいてえた各標準地の値は標準地一覧表のなかに示しているとおりである。

A．樹高成長量

平均気温と樹高成長量との関係を考察するときの平均気温の括約は，白沢と佐多[142)]の結果からみれば1°C以内が適当と考えられるので，0.5°Cにて括約した。いま，平均樹高成長量を5cm括約で相関図表を作り，気温に対する樹高成長量の変化の状態をみれば，ある中間の最適平均気温のところで最大を示して，それより前後は漸減する，いわゆる漸減曲線で示されることを知る。そこでまず，平均気温と平均樹高成長との関係の数式を佐多[117)]のカラマツについての式を用いてみたところ適合した結果をえられず，つぎにまた COIL & SCHMACHER[12)]，木梨[57)]，寺崎[154)]らによって用いられている

$$y=Ae^{-\frac{\alpha}{t}+\beta t+\gamma t^2}$$

の式を用いてみたところ，これもまたよい結果をうることができなかったので，前曲線を最小から最適と最高から最適の2個の漸増曲線が継ぎあわされているものとみれば MITZERLICH[92)] の $\log(A-y)=K-Cx$ の式を用いて示すことができとる考えられるので，その前半の最低から最適の漸増状態の部分に対して MITZERLICH の式の補外点となる位置を現在の資料から求めてこの式をあてはめてみたところ，よく適合することを知ることができた。そして，その式の中のCは効果指数と称されていて，曲線の勾配を示しているので品種相互間の軽重の比較を可能とすることができることから，その式を用いて得た結果を示せば第124図のとおりである。また，それによって得た効果律Cと最適気温のときの品種別の平均樹高成



第124図　平均気温と平均樹高との関係

Fig. 124　Relation between average temperature and average height growth.

第73表　平均気温と平均樹高成長量の関係

Table 73. Relation between average temperature and average height growth.

項目 / 品種	最低 気温	最低 樹高	適 気温	適 樹高	K	C	最高 気温	最高 樹高	K	C
	°C	cm	°C	cm			°C	cm		
オビアカ	(10.4) 11.5	(34.6) 55.0	13.5	69.2	0.9638	0.1417	(17.0) 17.0	50.0	1.3242	0.1672
アオスギ	(10.2) 10.5	(27.0) 40.0	13.5	52.5	1.0969	0.1491	(18.6) 17.0	(27.0) 40.0	1.0969	0.0745
アヤスギ	(10.2) 10.5	(31.8) 43.8	13.0	63.5	1.2945	0.2116	(17.5) 16.0	(31.8) 50.0	1.1303	0.1255
ホンスギ	(9.2) 10.5	(26.9) 45.0	12.5	53.7	0.9395	0.3019	(15.6) 16.0	(26.9) 29.0	1.3927	0.2029
メアサ	(10.4) 10.5	(29.5) 31.0	13.5	59.0	1.4472	0.1362	(18.9) 18.5	(29.5) 43.0	1.2041	0.1064
ヤブクグリ	(8.9) 10.0	(32.5) 55.0	12.5	65.0	1.0000	0.2449	(16.9) 16.5	(32.5) 53.0	1.0792	0.1244

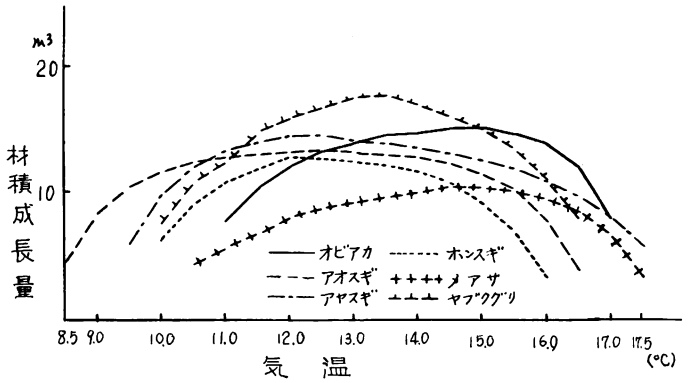
（備考）　（ ）は限界値。

長量などを示せば第73表のとおりで，最大成長量のときの気温はオビアカ，アオスギ，メアサ(13.5°C）が高くて，アヤスギ（13.0°C）がつづき，ヤブクグリ，ホンスギ（12.5°C）が低く，効果律Cはヤブクグリ，アヤスギ，ホンスギが大きくて，オビアカ，アオスギ，メアサが小さい結果を示す。

つぎにこの樹高成長の状態からみた経済的生育限界点の位置の値を判断するには，前式で求めた平均樹高成長量の最大量からの減量によって決定されるが，その量が1/2のところを野外の資料ともあわせてみたところ，その位置を適当と認めることができたので，そのときの気温を求めて比較すれば第73表に示すとおりで，オビアカ，メアサは10.4° C，アオスギ，アヤスギは10.2° C，ホンスギ9.2° C，ヤブクグリは8.9° Cを得た。つぎに後半の最適地点から最高限界地への成長量の減退状態をみれば，これは最高限界から最適点への漸増曲線とみられるので，前と同様にしてMITZERLICHの式をあてはめてみたところこのときもよく適合することを知ることができた。その結果による漸増状態を示せば，第124図中に示すとおりで，最低気温は第73表中に示すとおりである。これもまた，その限界気温を品種別にみれば，メアサ，アオスギ（18.9°～6 °C）が高くて，アヤスギ（17.5°C），オビアカ，ヤブクグリ（17.0～19.9°C）がつづき，ホンスギ（15.6° C）が低い。また効果律Cはホンスギ，アヤスギが大きく，オビアカ，アオスギがつづき，ヤブクグリ，メアサが小さい。以上の結果からスギの品種間の平均気温の適温範囲の幅は，この平均樹高成長量の最大の1/2量を示す最高，最低間の気温の幅によっても知ることができるので，それを求めてみれば，メアサ，アオスギが最も広くて8.4° C，ヤブクグリ8.0° C，アヤスギ7.0°C，オビアカ，ホンスギが6.5° Cで狭い。この結果は，さきに述べた針葉，枝などの区分位別変化，含水量，蒸散量などの季節的変化と深い関係があって，各品種の特性をよく知ることができる。

B．林分材積成長量

平均林分材積成長量を2 m³，平均気温を0.5° C括約で相関図表を作り，気温にともなう林分材積成長量の変化の状態をみたところ樹高のときと似ていて，12.0～13.5° Cのところで最大成長量を認め，その前後は漸増と漸減の傾向を認めたので，これも漸増，漸減の2部に分けてみればいずれも，MITZERLICH



第125図　平均気温と林分平均材積成長量との関係

Fig. 125　Relation between average temperature and average volume growth of stands.

第74表　平均気温と平均材積成長量との関係

Table 74.　Relation between average temperature and average volume growth.

項目 / 品種	最低 気温	最低 材積	適 気温	適 材積	K	C	最高 気温	最高 材積	K	C
	°C	m³	°C	m³			°C	m³		
オビアカ	(11.0) 12.0	12.0	14.5	15.4	0.5315	0.1801	(17.0) 16.5	12.0	0.5315	0.3531
アオスギ	(8.8) 10.0	12.0	13.0	13.4	0.4771	$\bar{1}$.2293	(16.1) 16.0	10.9	0.5051	$\bar{1}$.2352 0.1616
アヤスギ	(9.7) 10.0	9.8	12.5	15.0	0.7160	0.2440	(17.1) 16.5	9.6	0.7324	0.1123
ホンスギ	(8) 10.5	9.0	12.0	12.9	0.5911	0.2521	(16.0) 15.5	7.0	0.7709	0.2086
メアサ	(10.9) 12.0	8.0	14.5	10.7	0.4472	0.1290	(17.2) 16.5	12.0	0.6128	0.2577
ヤブクグリ	(10.3) 10.5	10.7	13.0	18.7	0.9031	0.1469	(16.3) 16.5	8.0	1.0294	0.1516

（備考）　（ ）は限界値。

の式で示されることをしることができる。いま，それによって得た結果を示せば第125図（第74表参照）のとおりで，最適気温はオビアカ，メアサが14.5° C，アオスギ，ヤブクグリは13.0° C，アヤスギは12.5° C，ホンスギは12.0° Cでほぼ樹高と似た傾向を認めた。この結果と樹高成長量とのときを比較すれば，平均樹高成長量よりも0.5° C高い結果をえているが，これは材積成長量が直径成長，立木密度などに関係していて，しかも樹高成長量の後に生ずるためにもよるものとされよう，

平均気温が昇騰するにしたがって，平均林分成長量が増大する状態を効果律Cで比較すれば第74表のなかに示すとおりで，ホンスギ，アヤスギが大きくて，オビアカ，アオスギ，ヤブクグリ，メアサが順に小さい結果を認めた。このときも平均成長量が最大量の1/2量を示すところを経済的生育限界点とみなして，それらを求めて比較すれば，ホンスギ（8.0°C），アオスギ（8.8°C）などが低くて，アヤスギ（9.7° C），ヤブクグリ（10.3°C）がつづき，メアサ（10.9°），オビアカ（11.0°C）が高い結果を得た。

つぎにまた，平均気温が最高から最適に近づくにしたがって平均林分成長量の増大する状態を効果律Cで比較すれば第74表のなかに示すとおりで，オビアカ，ホンスギ，メアサ，アオスギ，ヤブクグリ，アヤスギの順に小さい。このときも最大成長量の1/2量を示す気温を経済的限界点とみなしてそれらを比較すれば，メアサ，オビアカ，アオスギは17.0°C内外，ヤブクグリ，アオスギ，ホンスギは16.0°C内外でやや差異があるを認めた。平均気温の最高と最適との幅は高温に対する感応性を知る資料ともなるので，品種別に比較すれば，アヤスギ，ホンスギ，メアサ，アオスギ，ヤブクグリ，オビアカの順に小さい。平均気温に対する適応の幅は最高から最低までの両限界の幅によっていっそう明らかとなるので，それらを求めてみれば，ホンスギ8.0°Cが最も広くて，アヤスギ（7.4°C），アオスギ（7.3°C）がつづき，メアサ（6.3°C），ヤブクグリ（6.0°C），オビアカ（6.0°C）が狭い。この傾向も樹高とやや違うが，それも樹高と材積成長とのあいだにやや異なる関係があるからであろうと考察する。

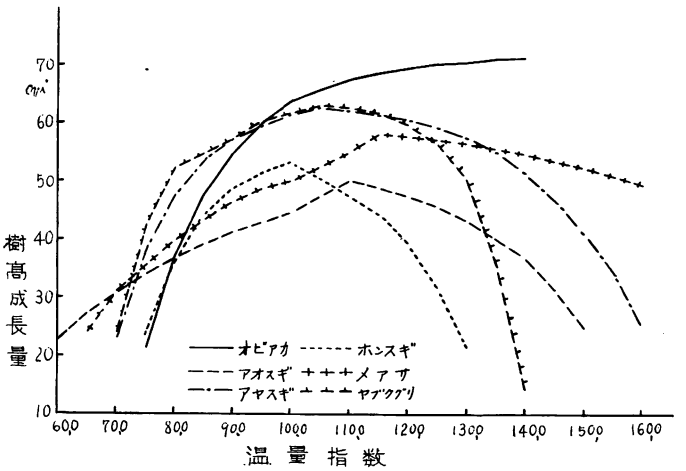
以上はただの年平均気温と平均成長量との関係をみたのであるが，林木の成長量には年間の季節別変化をみることが重要であるので，この目的のためには時期別平均，最低，最高などの種々の気温の比較もあるが，積算温度，温量指数などの種々の方法がある。次節にはそれらについて詳しくみることとした。

第2節　温　量　指　数

植物の成長状態を温度を用いて表わす方法には稲垣の積算温度があるが，MERRIAM（1898）も早春の日々の平均気温が43°F（6.1°C）に達したときから秋の同温に下がるまでの期間の積算温度を基にして，地域区分を行なっている。HILLEY & CUNLIFLE[33]は各種の苗木の成長と気象因子との関係を吟味して，カラマツでは61°Fを境としてこれ以下のときには正，以上のときには負の相関が認められるとしている。佐多[117]はまた，昭和6年に林業試験場本場の苗畑で，信州産日本カラマツ苗の5日ごとの樹高成長量を測定してそれと平均気温とのあいだには Hl（mm）$=47.964\,e^{\frac{-38029.3}{T-15}}$ の式が成立することを明らかにしている。MAYR[86]，OELKERS[100]はプラスの気温の積算量を用いて森林分布，または造林限界の関係を考察しており，吉良[59]は月平均気温が5°C以上のときの温度総量を温量指数として，それと樹種の分布との関係をみているが，この吉良の温量指数はその後ユーカリの天然分布，人工植栽限界，鳳来寺スギの天然分布の考察にも用いられて，従来の積算温度よりもはるかにまさることが明らかにされている。これらのことから，このスギの品種の植栽適地の判定のときにもこの指数による方法がまさると考えられるので，つぎにそれを用いて比較することとした。

A．樹高成長量

各標準地の温量指数は標準地一覧表のなかに示してあるとおりであって，いま，その温量指数を50，平均樹高成長量を5cm括約で相関図表を作り，その温量指数の昇騰にともなう樹高成長量の推移の状態をみれば，これもまたある中間のところにおいて最適値を見いだす2個の漸増曲線とみなすことができて，このときもMITZERLICHの式によって示すことができるものと考えられたのでその式をあてはめてみたところ，それが可能なことをしることができた。いま，そのえた結果を示せば第126図（第75表参照）のとおりで，その温量指数の最適値は，オビアカが130で最も高く，メアサが110，アヤスギ，アオスギ105でつづき，ヤブクグリ，ホンスギ100で最も低い。つぎに，温度指数が最低から最高値にいたる間の漸増状態をMITZERLICHの効果律Cで比較すれば，ヤブクグリが最も大きくて，アヤスギ，オビアカ，ホンスギがつづき，アオスギ，メアサが小さい傾向を認めた。このときも樹高成長量の最大量の1/2量を示す温量指数を経済的限界点とみて，品種別に比較すればオビアカ79.6が大きくて，ホンスギ



第126図　温量指数と平均樹高成長量との関係

Fig. 126　Relation between warmth index and average height growth.

第75表　温量指数と平均樹高成長量との関係

Table 75.　Relation between warmth index and average height growth.

項目 / 品種	最低 温指	最低 樹高	適 温指	適 樹高	K	C	最高 温指	最高 樹高	K	C
		m		m				m		
オビアカ	(77.6) 90.0	(30.8) 60.0	130.0	71.8	1.5308	0.1614	(不明) 130.0	(不明) 71.8	—	—
アオスギ	(66.4) 75.0	(27.1) 34.0	105.0	54.2	1.3054	0.0637	(145.5) 135.0	(27.1) 40.0	1.1523	0.1054
アヤスギ	(67.9) 75.0	(31.9) 38.0	105.0	63.8	1.4116	0.1979	(156.5) 135.0	(31.9) 55.0	0.9445	0.1423
ホンスギ	(76.8) 85.0	(28.1) 32.0	100.0	58.9	1.0792	0.2158	(127.0) 125.0	(28.0) 32.0	1.3082	0.1584
メアサ	(66.5) 80.0	(30.6) 40.0	110.0	61.2	1.3263	0.0777	(190.0) 170.0	(30.6) 45.0	1.2095	0.0650
ヤブクグリ	(72.5) 80.0	(31.7) 52.0	100.0	63.4	1.0569	0.2695	(133.1) 120.0	(31.7) 55.0	0.9731	0.2473

（備考）　（　）は限界値、

(76.8)，ヤブクグリ (72.5)，アヤスギ (67.9)，メアサ (66.5)，アオスギ (66.4) の順に小さい結果を示した。

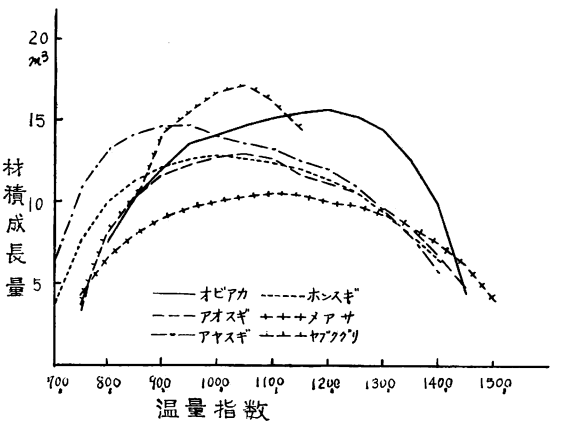
つぎにまた，温量指数が最高から最適値にいたるあいだの樹高成長量の増大状態を効果律Cで比較すれば，ヤブクグリが最も大きくて，ホンスギ，アヤスギ，アオスギ，メアサの順に小さい結果を認め，このときもまた，平均樹高成長量の最大量の 1/2 量を示すところを経済的限界点として品種別に比較すれば，メアサ 190.0 が大きくて，アヤスギ 156.5，アオスギ 145.5，ヤブクグリ 133.1，ホンスギ 127.0 の順に小さい結果を示した。

温量指数の最高と最低の幅は，品種の気温に対する適応の幅を表わすものともみられるので，それを求

めてみれば，メアサは113.5で最も大きく，アオスギ，アヤスギがつづき，さらにおくれてヤブクグリがつづき，ホンスギが最も小さい傾向を認めた。オビアカは最高限界点を知るよい資料がなかったために明らかでないが，その幅はやや狭いものと考察される。

B．林分材積成長量

温量指数はまえと同括約，林分平均材積成長量は2 m³ 括約で相関図表を作って温量指数の増大にともなう平均成長量の漸増減の状態をみれば MITZERLICH の式で表わされることが可能なことを知る。いま，その結果を用いて図示すれば第127図（第76表参照）のとおりで，これもまた樹高成長量のときとよく似ていて，最適温量指数はオビアカが120で最も大きく，メアサ115，アオスギ110，ヤブクグリとホンスギ100，アヤスギ95の順に小さい結果を示した。



第127図　温量指数と林分材積成長量との関係

Fig. 127　Relation between warmth index and average volume growth of stands.

温量指数の増大にともなって林分平均材積成長量が漸増する状態を効果律Cでみれば第76表中に示すとおりで，アヤスギが最も大きくて，ヤブクグリ，アオスギ，ホンスギ，オビアカ，メアサの順に小さい結果を認める。このときも林分平均材積成長量が最大値の1/2量を示す場合の温度指数を経済的限界点の量とみて品種別に比較すれば，オビアカ，ヤブクグリが高くて，メアサ，アオスギがつづき，アヤスギ，ホンスギが低い結果を認めた。

つぎに，温量指数が最高値から最適値

第76表　温量指数と林分平均材積成長量との関係

Table 76.　Relation between warmth index and volume growth.

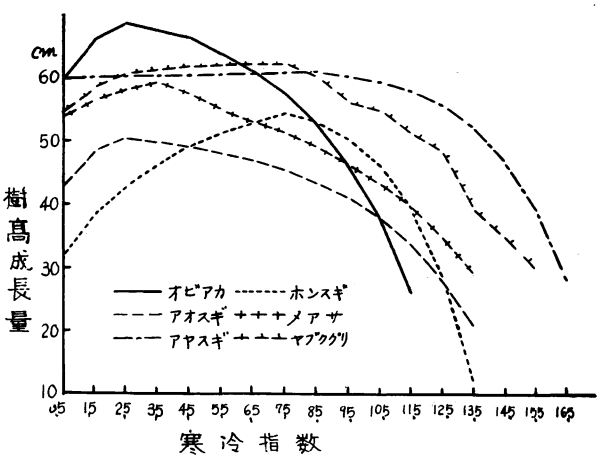
品種＼項目	最低 温指	最低 材積	適 温指	適 材積	K	C	最高 温指	最高 材積	K	C
		m³		m³				m³		
オビアカ	(81.0) 90.0	(8.1) 12.0	120.0	16.2	0.6232	0.1543	(141.8) 140.0	(8.1) 10.0	0.7924	0.2737
アオスギ	(78.4) 80.0	(6.6) 8.0	110.0	13.1	0.7076	0.2719	(140.4) 135.0	(6.6) 8.8	0.6628	0.1305
アヤスギ	(71.5) 75.0	(7.6) 11.0	95.0	15.1	0.6128	0.3275	(135.4) 135.0	(7.6) 8.0	0.8513	0.1184
ホンスギ	(73.6) 80.0	(6.6) 10.0	100.0	13.2	0.5051	0.2330	(134.7) 130.0	(6.6) 9.5	0.5682	0.1598
メアサ	(77.4) 85.0	(5.4) 8.0	115.0	10.8	0.4472	0.1403	(146.9) 140.0	(5.4) 7.1	0.5185	0.1529
ヤブクグリ	(81.0) 85.0	(9.1) 10.0	100.0	18.1	0.9085	0.2756	(122.5) 120.0	(9.1) 12.0	0.7853	0.2853

（備考）　（　）は限界値。

に近づくにしたがって，林分平均材積成長量が漸増する状態を効果律Cで比較すれば，ヤブクグリ，オビアカが大きくて，メアサ，ホンスギがつづき，アオスギ，アヤスギが小さい結果を示した。これもまた，林分平均材積成長量の最大値の1/2量を示すものを経済的限界点の値とみなして各品種別の比較を行なえばメアサ（146.9）が大きくて，オビアカ(141.8)，アオスギ(140.4)，アヤスギ(135.4)，ホンスギ(134.9)，ヤブクグリ（122.5）の順に小さい結果を示した。温度に対する抵抗性の大小は最適温度指数の最高から最低までの幅によっても知ることができるので，それらを求めて比較したところ，メアサ（69.5）が最も大きくて，アヤスギ（63.9），アオスギ（62.0），ホンスギ（61.1），オビアカ（60.8），ヤブクグリ(41.5)の順に小さい樹高成長量のときとほぼ同似の結果を認めた。

第3節　寒冷指数

吉良[59]は冬期の5°C以下の平均気温を5°Cから差し引いたものの総計を寒冷指数として，ユーカリの適地，日本の森林分布の限界などを論じているが，山内[179]はホウライジスギの分布に，山路[174]は日本国内のユーカリの適地の判定に可能なことを報告している。寒冷指数は算出しやすくて比較しやい利点があり，理論的にもうなずきうるので，この研究においてもそれを用いて比較することとしたが，各標準地ごとの寒冷指数は標準地一覧表のなかに示すとおりである。



第128図　寒冷指数と平均樹高成長量との関係
Fig. 128　Relation between coldness index and average height growth.

第77表　寒冷指数と平均樹高成長量との関係
Table 77.　Relation between coldness index and average height growth.

品種＼項目	最低 指数	最低 樹高	適 指数	適 樹高	K	C	最高 指数	最高 樹高	K	C
		cm		cm				cm		
オビアカ	0.5	60.0	2.5	72.0	1.0792	0.3158	7.5 (10.6)	(36.0) 58.0	1.1461	0.1274
アオスギ	0.5	43.0	3.5	51.7	0.9395	0.3926	11.5 (12.7)	(51.2) 51.7	1.2480	0.1185
アヤスギ	0.5	60.0	8.5	62.5	0.3979	0.0387	15.5 (15.9)	(31.3) 40.0	1.3522	0.1831
ホンスギ	0.5	32.0	7.5	57.8	1.4116	0.1198	12.5 (12.8)	(28.9) 40.0	1.2504	0.2032
メアサ	0.5	54.0	4.5	62.8	0.9445	0.1406	11.5 (12.6)	(31.4) 40.0	1.3579	0.0794
ヤブクグリ	0.5	58.0	8.5	63.2	0.7160	0.1553	8.5 (14.9)	(31.6) 40.0	1.3054	0.1536

（備考）　（　）は限界値。寒冷指数の表示には（—）を省略した。以下同。

A．樹高成長量

寒冷指数を10，樹高成長量を5 cm 括約で相関図表をつくって，その寒冷指数の増大にともなう成長量の漸増状態を求めて比較すれば，寒冷指数がある中位（2.0～7.5）のところで最高を示して，それより前後がともに漸減するのを認めたので，これも後半の場合を逆にみれば2つの漸増曲線から成りたっているものとみられて MITZERLICH の式があてはめられるものと考えられたのでそれをあてはめてみたところ，それがよく適合することを知る。そこで，いま，それらによって得た結果を示せば第128図（第77表参照）のとおりで，最適寒冷指数はオビアカが2.5で最も小さく，アオスギ（3.5），メアサ（4.5），ホンスギ（7.5），アヤスギ（8.5），ヤブクグリは（8.5）の順に大きい結果を示した。

同様にして，寒冷指数が最低値から最適値に近づくにしたがって平均樹高成長量が漸増する状態を効果律Cで示せば，アオスギ，オビアカ，メアサが大きくて，ホンスギがつづき，アヤスギ，ヤブクグリが小さい結果を認めた。このときも平均樹高成長量が最大量の1/2量を経済的最低限界点の値として比較すればメアサ，オビアカは0で低くて，ヤブクグリ，アヤスギ，ホンスギ，アオスギは5.0で高い結果を示した。

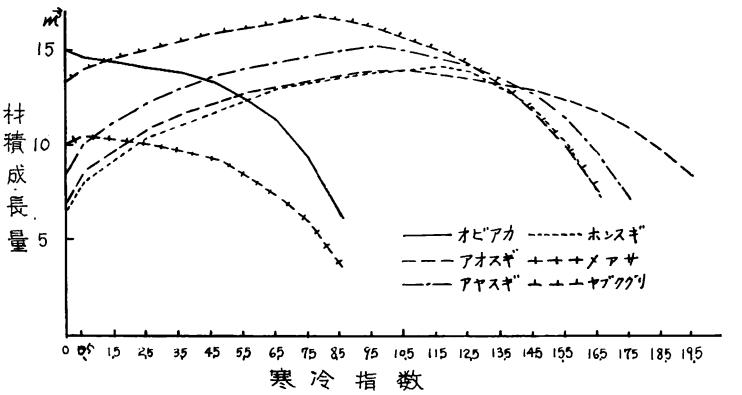
つぎに，寒冷指数が最高から最適値に進むにしたがって樹高成長量が漸増する状態を効果律Cでみれば第77表中に示すとおりで，ホンスギが最も大きく，アヤスギ，ヤブクグリ，オビアカ，アオスギ，メアサの順に小さい結果を示した。これもまた，その最大量の1/2量を示す点を経済的限界点の値とみて比較すれば，アヤスギが15.9で最も大きくて，ヤブクグリ（14.9），ホンスギ（12.8），アオスギ（12.7），メアサ（12.6），オビアカ（10.6）の順に小さい結果を示した。このときも最高，最低の幅の大きいものが低湿に対する強さの幅を示すものとして比較すれば，アヤスギ，ヤブクグリが最も強くて，ホンスギ，アオスギ，メアサがつづき，オビアカが弱い結果を認めることとなる。

B．林分材積成長量

寒冷指数を1.0，材積を2 m^3 の括約で相関図表をつくり，その指数の増大にともなって成長量の増大する状態をみれば，これもある中位のところで最大成長量を示して，その前後はともに漸減傾向を示すので，この場合も最低または最高指数から最適指数にいたるにしたがって漸増する2個の曲線から成りたっているものとみることができるので，これも MITZERLICH の式をあてはめてみたところ，いずれもよく適合することを知る。そこでつぎに，それらによってえた結果を示せば，第129図（第78表参照）のとおりである。つぎにまず表中の各品種間の最適寒冷指数を比較すればオビアカ，メアサが0.5で最も小さくて，ヤブクグリ7.5，アヤスギ，アオスギ9.5，ホンスギ11.5で最も大きい結果を示した。オビアカ，メアサが最小を示すのは同種類が冬期に温暖を好むためであり，ホンスギが最大を示すのは寒冷を示すためであって，同じ指数で成長量に大きな相違をしめすのは各品種間の同化器官による差異と認められよう。

このときも寒冷指数が最低から最適値にいたるにしたがって成長量が増大する状態を効果律Cで比較すれば，第78表中に示すとおりで，アオスギが大きくてアヤスギ，ホンスギ，クブクグリ，オビアカ，メアサが順に小さい結果を示した。

つぎにまた，寒冷指数が最高から最適値にいたるにしたがって林分成長量が増大する状態を MITZERLICH の効果律Cで示せば，第78表（第129図参照）に示すとおりでホンスギが最も大きく，オビアカ，アヤスギ，アオスギ，ヤブクグリ，メアサの順に小さい傾向を認めた。このときも林分平均材積成長量の



第129図　寒冷指数と林分材積成長量との関係

Fig. 129　Relation between coldness index and average volume gowth of stands.

第78表　寒冷指数と林分平均材積成長量との関係

Table 78.　Relation between coldness index and average volume growth.

項目 / 品種	最低		適		K	C	最高		K	C
	寒指	材積	寒指	材積			寒指	材積		
		m³		m³				m³		
オビアカ	0	(15.0) 14.9	5.0	14.9	0	0	(8.2) 5.5	(7.3) 6.4	0.3802	0.1654
アオスギ	0.5	(7.0) 8.5	9.5	14.6	0.7853	0.1013	(20.1) 17.5	(7.3) 11.0	0.5563	0.1150
アヤスギ	0.5	(8.5) 10.0	9.5	17.5	0.7709	0.1010	(17.3) 15.5	(7.9) 17.5	0.6435	0.1458
ホンスギ	0.5	(6.5) 8.0	11.5	15.0	0.8451	0.0854	(14.9) 12.0	(7.5) 13.0	0.4771	0.2051
メアサ	0	(10.8) 10.5	5.0	10.5	0	0	(7.7) 5.5	(5.4) 8.5	0.3617	0.1628
ヤブクグリ	0.5	(10.3) 14.0	7.5	17.9	0.5911	0.0704	15.5 (16.5)	(9.0) 10.0	0.8976	0.1133

（備考）　（ ）は限界値。

最大量の1/2値のところを経済的限界点と考えてそれらを比較すれば，メアサ（7.7），オビアカ（8.2)が小さくホンスギ（14.9），ヤブクグリ（116.5），アヤスギ（17.3），アオスギ（20.1）の順に大きい結果を認めた。低温に対する抵抗の強さは，最適と最高値との幅によっても表わされるものと考えられるので，それを求めて比較すれば，アオスギが大きくてアヤスギ，ヤブクグリ，ホンスギ，オビアカ，メアサの順に小さい結果をみとめて，この傾向は樹高成長量の比較のときにも，また平均気温，耐寒性実験の結果ともかなり似た傾向を認めたので，それらは耐寒性の強弱をも示すものとされよう。

第4節　降　水　量

気象要素の中で水分条件につながる要素は，雨量，雲量，空気中の湿度などであるが，雨量はそれらの要素の中で最も重要であって成長量にもきわめて重要な影響を及ぼしている。すなわち，この雨量は単に水分の補給のみでなく養分の補給にも役だち，さらにまた光照射を和らげて同化能力をも高める能力があ

るので，その林分の成長量との関係については黒沢[73]を初め多くの研究結果があるが，あるものは高次の正の相関を，また，あるものは負の相関を示していて結果はきわめて種々である。これは，その作用が種々の条件に結びついて複雑なためとされよう。河田[52]はスギ，ヒノキの天然分布と四季を通じた降水量の配布状態との関係を研究してそれらの天然分布はその天然生育地の降水量の季節的配布と最も高い相関があるとしているが，この方法は，生態学的にみても最も無難な表示方法と考えられよう。小池[61]は九州のスギの生育と降水量の季節的配布との関係を河田と同様の方法で行なっているが，それらが品種別の人工林を用いての結果でないので，この研究にはほとんど参考とするところがない。むしろ鈴木[145]の九州旱ばつの研究でのスギの乾害被害の研究は降水量の偏倚によるスギの品種間の選択の差異を示すものとして重視される。

降水量は温度，風，海洋からの距離，傾斜，方位，海抜高，地形などによって複雑な変化をするので，それを確実に把握することはきわめてむずかしいことであるが，山地の海抜高による降水量の変化は，HANN[24]の中央ドイツ山岳地帯における結果があり，山腹から高さを増すにしたがって増加することを示すが，それはある地点でとまって，その後は高さを増大するにしたがってかえって漸減することを示すとした，MATHIAS[83]はフランスの1,453か所の資料から

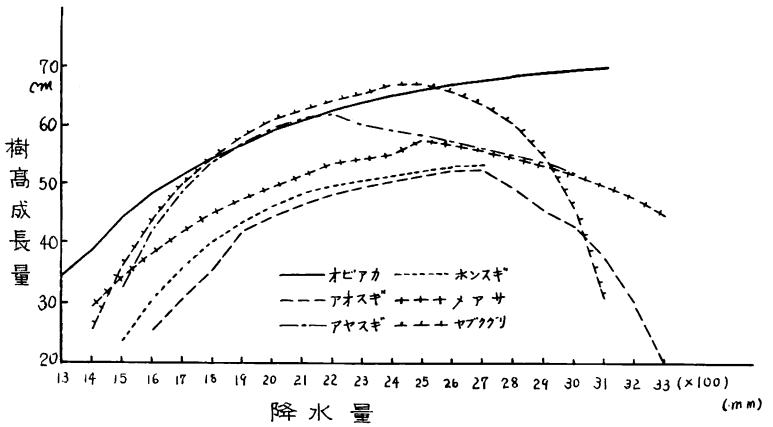
$$Nh = 0.9h - \frac{1}{2}\left(\frac{h}{100}\right)^2$$

の式をえており（Nh：降水量，h：海抜高），日本においては八鍬[172]が兵庫県にて $Nh=12.1T+26.1h$（Nh，h とも前同），山田[173]が宝川試験地で谷基準のときには，$Y=36.14+0.07883X$（Y：降水量 X：海抜高），峯基準のときには，$Y=18.54+0.07191X$で表示されるとしている。このように種々の異なる結果がえられているのは，降水量が観測地帯の地形と，他の種々の条件に左右されているためであって，そのことからも降水量は各場所に応じた式を用いるべきであることを知ることができるが，日本においては多くの場合1次式で示されるのを認めたので1次式で換算して表示することとした。

九州の地形は中央を九州山脈が縦走していて，南部太平洋側の前面には日向山地，東支那海側には出水山地，日本海側には筑紫山地などの支脈が走っており，また本土と天草島とのあいだには不知火海，島原雲仙岳とのあいだには有明海が介在していてきわめて複雑であるが，このような地形を基にしての九州の降水量の分布状態は複雑であるが，福井[18]の日本の気候によってその概況を知ることはできる。しかしながら，本研究のように品種間の適地選定の基準となる資料にはさらに小地域内での変化の結果を知ることが重要であるので，中央気象台九州支台の気候図帖とその原本の中央気象台の昭和元年～30年間の雨量報告を用いて標準地に近い観測地点の実測結果を求め，それから比例式で各標準地の降水量を求めた。その結果は試験地一覧表の中に示すとおりである。

A．樹高成長量

降水量を100mm，平均樹高成長量を5cm括約で相関図表を作り，その降水量の増大にともなって成長量の増大する状態を求めてみれば，降水量が中間のあるところで最大樹高成長量を示して，それより前後はともに漸減するを認めたので，これも最低または最高降水量から最適降水量にいたるにしたがって成長量が増大する2個の漸増曲線と見なすことができて，そのおのおのにMITZERLICHの式をあてはめることができると認めれたのでそれをあてはめてみたところ，いずれもよく適合することを知ることができた。そこで，それによってえられた結果を示せば第130図（第79表参照）のとおりで，最適降水量



第130図　降水量と樹高成長量との関係

Fig. 130　Relation between precipitation and height growth.

第79表　降水量と樹高との関係

Table 79.　Relation between precipitation and average height growth.

品種＼項目	最低 降水量	最低 樹高	適 降水量	適 樹高	K	C	最高 降水量	最高 樹高	K	C
	mm	cm	mm	cm			mm	cm		
オビアカ	(1366) 1900	57.0	3100	72.9	1.2014	0.0623	—	—	—	—
アオスギ	(1562) 1900	(23.0) 42.0	2700	55.9	1.1430	0.0849	3100	42.0	1.2504	0.1515
アヤスギ	(1503) 1600	(32.8) 42.0	2300	65.3	1.3729	0.1470	3000	52.0	1.1335	0.0556
ホンスギ	(1576) 1600	(28.8) 38.0	2600	55.0	1.2788	0.1110	—	—	—	—
メアサ	(1536) 1800	(30.9) 45.0	2400	61.7	1.2227	0.0719	3300	45.0	1.2227	0.0774
ヤブクグリ	(1491) 1700	(34.6) 55.0	2500	69.2	1.2833	0.1192	2900	45.0	1.1523	0.2126

（備考）　（ ）は限界値。

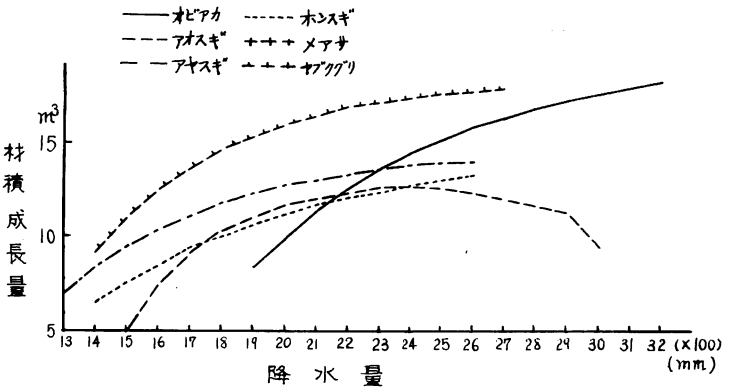
のときの最大樹高成長量はオビアカが3,100 mmで最も多くて，アオスギ2,700 mm，ホンスギ2,700 mm，アヤスギ2,300 mmの順に少ない結果を示した。降水量が最低から最適に進むにしたがって樹高成長量が漸増する状態を MITZERLICH の効果律 C で比較すれば，第79表に示すとおりでアヤスギが大きくて，アオスギ，ヤブクグリ，ホンスギがつづき，オビアカ，メアサが最も小さい結果を示した。このときも平均樹高成長量の最大量の1/2量を示すところを経済的限界点の値とみてそのときの降水量を品種別に比較すれば，ホンスギが1,576 mmで大きくて，アオスギ（1,562mm），メアサ（1,536mm），アヤスギ（1,503mm），ヤブクグリ（1,491mm），オビアカ（1,366mm）の順に小さく，各品種間にはやや小さい差異を認めた。

降水量が増大するにともなって平均樹高成長量が増大する量には限度がある。南九州のスギのさしき品種が容易にその傾向を認め難いのは，降水量が過多で成長時期に気温の上昇を弱めていることと，雨水に

よって窒素養料などが補給されるためとされる。つぎにまた，九州中部のアオスギ，アヤスギ，ヤブクグリなどが降水量の増大にともなって漸減する傾向を示すのは，それらのスギが高海抜のかなりの低温のところにあって，降水量と降雨日数とが多いために日射量を減じて低温をともなうためと考察した。

B．林分材積成長量

降水量と林分成長量との関係については黒沢[73]の他に2～3の報告があるが，樹種と，気温などの気象条件によって異なることを認める。本研究でもその関係を知るために降水量を100mm，平均材積成長量を2m³ 括約で相関図表をつくって降水量の増大にともなう林分平均材積成長量の漸増状態をみれば，あるやや高い降水量のところで最大成長量を示して，それより前後のところでは成長量が漸減することを認めたので，このときも逆に一応2個の漸増曲線と見なして MITZERLICH の式をあてはめてみたところ，前半はその式がよく適合するのを知ることができた。そこで，いまそれによってえた結果を示せば第131



第131図　降水量と林分材積成長量との関係

Fig. 131　Relation between precipitation and average volume growth of stands.

第80表　降水量と林分平均材積成長量との関係

Table 80.　Relation between precipitation and average volume growth.

品種＼項目	最低 降水量	最低 材積	適 降水量	適 材積	K	C	最高 降水量	最高 材積	K	C
	mm	m³	mm	m³			mm	m³		
オビアカ	(2000) 2000	(10.0) 10.0	3000	20.0	1.0000	0.0641	—	—	—	—
アオスギ	(1560) 1600	(6.6) 7.5	2300	13.1	0.7482	0.1523	2900	11.3	0.2553	0.1376
アヤスギ	(1329) 1500	(7.4) 9.5	2200	14.8	0.7243	0.0844	—	—	—	—
ホンスギ	(1499) 1600	(7.6) 9.0	2600	15.0	0.7782	0.0468	—	—	—	—
メアサ	— 2000	— 9.8	2400	10.4	0.8129	0.0572	—	—	—	—
ヤブクグリ	(1410) 1600	9.3 12.4	2700	18.5	0.7853	0.0949	—	—	—	—

（備考）　（ ）は限界値。

図（第80表参照）のとおりで，最適降水量はオビアカが3,000mmで最も多くて，ヤブクグリ（2,700mm），ホンスギ（2,600mm），アオスギ（2.300mm），アヤスギ（2,200mm），メアサ（2,200～2,400mm），の順に小さい結果を示して，解剖学的にみた品種間の乾湿性の差異と似た傾向を認めた。つぎに降水量の増大にともなう材積平均成長量の上昇状態をみればアオスギの他はあまり明らかでないがヤブクグリ，アヤスギ，オビアカ，ホンスギの順に小さい結果を示した。このときも平均林分成長量の最大量の1/2の成長量を示すところを経済的限界点の値とみなして，その位置の降水量を求めて比較すれば，オビアカが2,000mmで最も大きくて，アオスギ（1,560mm），ホンスギ（1,499mm），ヤブクグリ（1,410mm），アヤスギ（1,329 mm）の順に小さい結果を認めた。最適降水量と最低降水量とが成長量におよぼす幅は乾燥に対する抵抗性を示すものと考えられるので，それを求めて比較すればヤブクグリが最も大きくて1,290mmで，ホンスギ（1,100mm），オビアカ（1,000mm），アヤスギ（870mm），アオスギ(740mm)の順に小さくこの結果は第1，2編にて得た解剖，または生理的性質とほぼ似た傾向を示しているので，それらの性質を示すものとすることができよう。

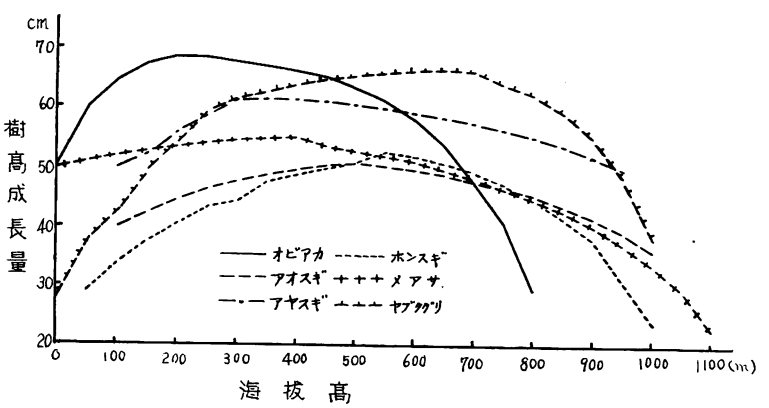
第5節　海　抜　高

海抜高が高まるにしたがって輻射量が増大することは，多くの研究によって明らかにされており，垂直高度の上昇によって気温，CO_2 の濃度，気圧などの変化なども知られている。またこれらの要素を含む海抜高は植物の地理分布にも，また樹種または品種の植栽適地の基準の研究にも重要な因子とみられるので，この研究においても，それらに基づく成長量の差異をみることとした。

各標準地の海抜高は地形図による等高線と，最寄りの標高基準点にあわせて測定した携帯気圧計の読みとによって決定した。それらの結果は標準地調査一覧表の中に示しているとおりである。

A．樹高成長量

海抜高を50 m，平均樹高成長量を5 cm 括約として相関図表をつくり，海抜高の昇高にしたがって平均樹高成長量が増大する状態をみれば，ある中位の海抜高のところで最大を示し，それより前後は海抜高が上下に移動するにしたがって樹高成長量が減少するを認めたので，これもまた，最小から最適と最大から最適への2個の漸増曲線から成り立っているものとみることができて，このいずれの場合も MITZERLICH の式を用いて表わすことができるものと考えてそれをあてはめてみたところ，いずれもよくあては



第132図　海抜高と樹高成長量との関係

Fig. 132　Relation between altitude and height growth.

第81表　海抜高と平均樹高成長量との関係

Table 81.　Relation between altitude and average height growth.

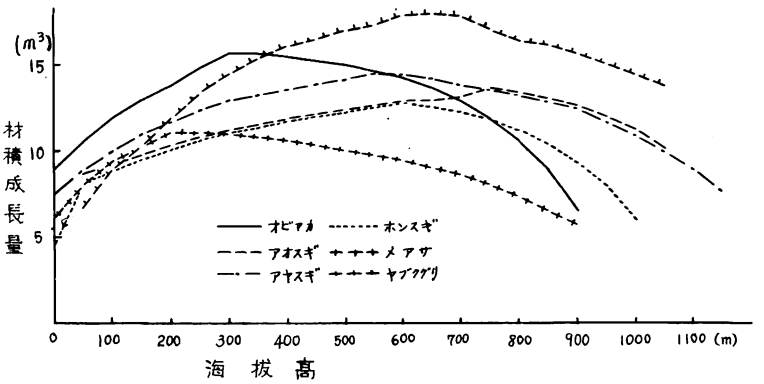
品種＼項目	最低		適		K	C	最高		K	C
	海抜高	樹高	海抜高	樹高			海抜高	樹高		
	m	cm	m	cm			m	cm		
オビアカ	(− 4) 0	(50.0) 56.0	200	69.7	1.2945	0.2925	(823) 600	(349) 58.0	1.0682	0.1349
アオスギ	(−59) 100	(32.7) 40.0	450	53.3	1.1239	0.0948	(1110) 1000	(26.7) 36.0	1.2380	0.0845
アヤスギ	(−14) 100	(26.8) 45.0	500	63.9	1.1430	0.1666	(1114) 950	(32.0) 50.0	1.1430	0.0695
ホンスギ	(21) 50	(22.4) 29.0	550	55.8	1.4281	0.0822	(971) 1000	(27.9) 24.0	1.5024	0.1143
メアサ	不明 0	50.0	400	57.5	0.8751	0.0630	(1059) 900	(28.8) 40.0	1.2340	0.0692
ヤブクグリ	(29) 200	(32.8) 54.4	650	67.5	1.1303	0.1166	(1014) 1000	(33.8) 38.0	1.4698	0.1826

（備考）　（ ）は限界値。

まることを知ることができたので，いまその前半の海抜高が最低から最適にいたる間の結果を示せば，第132図（第81表参照）のとおりで，平均樹高成長量の最大のときの海抜高はオビアカが200mで最も低くて，メアサ400m，アオスギ450m，アヤスギ500m，ホンスギ550m，ヤブクグリ650mの順に高い結果を示した。つぎに最高海抜高から最適海抜高にいたるにしたがって成長量が漸増する状態を，MITZERLICH の効果律Cで示せば前表中に示すとおりで，オビアカが最も大きくて，アヤスギ，ヤブクグリがつづき，アオスギ，ホンスギがさらにそれにつづき，メアサが最も小さい結果を認めた。このときもまた平均樹高成長量の最大量の1/2量を示すところを経済的限界点の値とみて比較すれば，海面に近い場合を多くみうけた。スギが海浜近くまで存在していたことは確実であり，またスギの造林地が海岸近くまでおりていることも現実に多くみられるので，この結果はかなり実状に一致した結果を示しているものと認められよう。つぎに，後半の海抜高が最高から最適に近づくにしたがって樹高成長量が漸増する状態を，MITZERLICH の効果律Cで比較すれば第132図（第81表参照）中に示すとおりで，ヤブクグリが大きくて，オビアカ，ホンスギ，アヤスギ，アオスギ，メアサの順に小さい結果を示した。このときも最大樹高成長量の1/2量を示すものを経済的限界点の値とみて品種別に比較すれば，オビアカが823mで最も小さくて，ホンスギ971m，ヤブクグリ1,014m，メアサ1,059m，アオスギ1,110m，アヤスギ1,114mの順に高い結果を認めた。海抜高の最高から最低限界点までの幅はその適応の幅を示すものと考えられるので，それを求めて比較すれば，アオスギ，アヤスギ，メアサなどが広くて，ヤブクグリ，ホンスギ，オビアカが狭い結果をえた。これもまた第1編の形態に基づく抵抗性と第2編の生理的性質に基づく適応能力との結果によく一致していて，その傾向を示していることを知ることができる。

B．林分材積成長量

海抜高を50m，林分平均材積成長量を2 m^3 括約として相関図表をつくり，海抜高の変化にともなう成長量の推移の状態をみれば，これもまた前と同様にある中間の海抜高のところで最大成長量を示してその前半は漸増，後半は漸減を示すので，これもまた最低と最高の海抜高から最適海抜高にいたるにしたがって漸増する2個の漸増曲線と見なすことができるので，MITZERLICH の $\log(A-y)=K-cx$ の式を



第133図　海抜高と林分材積成長量との関係

Fig. 133　Relation between altitude and volume growth of stands.

第82表　海抜高と林分平均材積成長量との関係

Table 82.　Relation between altitude and average volume growth.

項目 / 品種	最低		適		K	C	最高		K	C
	海抜高	材積	海抜高	材積			海抜高	材積		
	m	m³	m	m³			m	m³		
オビアカ	(0) −28	(4.0) 8.0	250	16.0	0.8452	0.1238	(870) 750	(6.5) 12.0	0.6021	0.1258
アオスギ	(50) 46	(7.9) 8.6	250	14.3	0.7559	0.0519	(1138) 1050	(7.2) 10.2	0.6128	0.1327
アヤスギ	(0) 7	(7.5) 7.7	550	15.3	0.8921	0.0851	(1141) 950	(7.8) 11.7	0.5563	0.0607
ホンスギ	(50) 92	(4.1) 8.0	550	13.6	0.7482	0.0693	(981) 950	(6.8) 8.0	0.7482	0.1283
メアサ	(0) 0	(6.0) 6.0	250	11.9	0.5911	0.1787	(877) 600	(6.0) 8.0	0.5911	0.0686
ヤブクグリ	(50) 64	(4.1) 7.2	700	19.4	1.0170	0.0800	(1171) 1050	(9.7) 12.6	0.8325	0.0704

（備考）　（ ）は限界値。

用いてえた結果を示せば第133図（第82表参照）のとおりで，最大成長量を示すときの最適海抜高はオビアカ，メアサ，アオスギが250 mで最も低くて，アヤスギ，ホンスギが550 mでつづき，ヤブクグリが700m で最も高い結果を示した。これもまた最低から最適海抜にいたるにしたがって樹高成長量が漸増する状態を効果律Cによって比較すれば第82表中のとおりで，オビアカが最も大きくて，アヤスギ，ヤブクグリ，ホンスギ，アオスギ，メアサの順に小さい結果を示した。つぎにまた，平均材積成長量の最大量の1/2量を示す海抜高を経済的限界点のそれとして品種別に比較すればホンスギ（92），ヤブクグリ（64），アオスギ（46），アヤスギ（7），オビアカ，メアサ（0）の順で，最適海抜高からこの限界点までの幅を品種別にみればヤブクグリ636 m，アヤスギ433 m，ホンスギ458 m，アオスギ296 m，メアサ250 mの順位を示した。

つぎに最高海抜高から最適海抜高に移動するにしたがって平均材積成長量が増大する状態を MITZER-

LICH の効果律Cで比較すれば第82表のなかに示すとおりで，オビアカ，ホンスギが大きくて，メアサ，ヤブクグリ，アヤスギがつづき，アオスギが最も小さい結果を示した。このときもまた，平均材積成長量の最大量の1/2量を示す海抜高を経済的限界点の値とみなして品種別に比較すれば，ヤブクグリ（1,170m），アヤスギ（1,141m），アオスギ（1,138m）などが大きくて，ホンスギ（981m）がつづき，メアサ（877m），オビアカ（874m）が順に小さい結果を認めた。つぎに最適海抜高から最高海抜高までの幅を求めて比較すれば，アオスギ（888m）が大きくて，メアサ（627m），オビアカ（620m），アヤスギ（591m）がつづき，ホンスギ（431m），ヤブクグリ（371m）が順に小さい。またこのときの最高から最低までの経済的育成限界点の幅はその抵抗性の幅を示すものと考えられるので，それらを品種別にみれば，アオスギ（1,184m）が大きくて，ヤブクグリ（1,107m），アヤスギ（1,034m），オビアカ（898m），ホンスギ（889m）の順に小さい結果を示して，これもまた，形態と生理上からえた抵抗性の順位にかなりよく一致しているのでそれらの関係を明示するものとすることができよう。海抜高は，盆地形のところを除けば海岸からの距離を意味していて，風と潮風に対する抵抗性をも示す。ことに，九州のように太平洋，日本海，玄海，瀬戸内海などの海に囲まれているところでは内陸地帯まで潮風が吹きこんできて，それに乾燥条件が結びついて強く作用していることもある。つぎにまた，海岸からの距離はじんあい，水蒸気の量に影響して日射量をも変える。さらにまた海抜高は緯，経度とによって太陽光線の射角度をかえてそれが熱，光などの種々の要素を左右して気温の変化をもたらす。

影山[49]は太陽光度の変遷の式を用いて札幌ほか11地点の各月，各時座の太陽高度を求め，それから毎月の太陽の照度の総光量を求めて，宮崎は89.61，下関は87.12で，前者を100とすれば後者は97.22でその差はわずかであるとしており，つぎにまた，氏は植物の生育期中の昼間時数を求めて比較すれば，宮崎3,470，下関3,212で，これも前者を100とすれば後者は92.5で，その差はわずかであるとしているので，この両点からみて九州内の各地間の緯度の相違による差異はあまり強く考える必要がないものとしてよいとされよう。

海抜高が異なるときの平均気温の差を，南北九州のおもな地点の観測実測値と前述の比数などからあわせてみれば，方位，位置，気流などによって異なるが，温度は約1°C内外，海抜高はほぼ200mの相違があるものとされよう。しかしながら，実際にあたっては，あくまで現地の気温を明らかにして，それと各品種の生育関係とをあわせてみて吟味することが肝要である。

第6節　傾　　斜

傾斜の度合は，土壌を主とするときには斜面上で風化砕屑物が移動しやすいかどうかによって区分することが合理的であると考えられるが，この風化砕屑物はその大きさ，凝集力，降水状態などによって安定状態が違うので，それを決定することは容易なことでない。国有林の経営規程では森林の立地，伐木造材，造林事業の難易，侵蝕，土壌保全などを背景として行なわれており，開拓適地の判定には耕転の難易と肥料の亡失などにより，山林の土地評価では林地生産力，国土調査では緩傾斜のときは開拓基準，急傾斜のときは国有林の経営規程にそった区分が行なわれているが，竹原[147]は林野土壌調査の研究にあたって傾斜を10°ごとに区分して表わしている。本研究ではスギの林力の最適傾斜度を決定するのが目的であるので，それには等括約にするのが好ましいと考えたので5°括約に区分して比較することとした。

斜面の形は凸，凹形によってかなり違った意味をもつので，それらを区分して表示することは好ましい。小出[60]は斜面を上昇，平衡，下降の基本形に分け，さらに，それらの種々に組み合わされたものを複

第83表　熊本県における方位別日射量

Table 83. Insolation amount in each direction at Kumamoto.

方位＼傾斜＼月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	
E	0	2.3	2.60	4.30	5.30	5.97	5.97	5.83	5.30	4.31	3.08	2.41	2.02	49.39	100.00
	5	2.28	3.58	4.23	5.25	5.92	5.93	5.79	5.25	4.26	3.05	2.40	1.99	49.93	109.33
	15	2.21	3.52	4.09	5.14	5.76	5.75	5.62	5.14	4.13	2.96	2.27	1.93	48.52	98.24
	25	2.14	3.43	3.87	4.84	5.49	5.44	5.35	4.84	3.92	2.86	2.33	1.88	46.39	93.93
	35	2.01	3.30	3.65	4.54	5.15	5.06	5.02	4.54	3.71	2.72	2.21	1.79	43.70	88.48
	45	1.86	3.05	3.27	4.14	4.76	4.66	4.65	4.14	3.41	2.53	2.09	1.68	40.24	81.47
	55	1.68	2.77	2.90	3.78	4.25	4.13	4.16	3.78	3.09	2.30	1.99	1.59	36.42	73.74
	65	1.55	2.46	2.50	3.35	3.74	3.64	3.67	3.35	2.68	2.05	1.92	1.52	32.43	65.66
	75	1.34	2.17	2.15	2.91	3.20	3.07	3.15	2.91	2.32	1.84	1.76	1.30	28.12	59.93
	85	1.09	1.80	1.83	2.48	2.64	2.58	2.61	2.48	1.97	1.55	1.53	1.07	23.63	47.84
EES	5	2.42	3.72	4.34	5.33	5.97	5.96	5.83	5.33	4.37	3.18	2.56	2.14	51.15	103.56
	15	2.66	3.95	4.44	5.33	5.85	5.77	5.71	5.33	4.48	3.38	2.83	2.39	52.12	105.53
	25	2.82	4.10	4.43	5.14	5.61	5.50	5.48	5.14	4.49	3.50	3.02	2.34	51.57	104.41
	35	2.92	4.15	4.33	4.89	5.29	5.15	5.16	4.89	4.39	3.55	3.17	2.68	50.57	102.39
	45	2.96	4.65	4.05	4.59	4.87	4.69	4.76	4.59	4.13	3.47	3.22	2.75	48.73	98.66
	55	2.90	3.93	3.75	4.17	4.37	4.17	4.28	4.17	3.88	3.37	3.17	2.73	44.89	90.89
	65	2.70	3.63	3.35	3.65	3.80	3.56	3.73	3.65	3.51	3.12	3.00	2.59	40.29	81.58
	75	2.49	3.27	2.89	3.13	3.14	2.89	3.10	3.13	3.04	2.82	2.78	2.42	35.10	71.07
	85	2.15	2.81	2.37	2.58	2.54	2.34	2.50	2.58	2.48	2.44	2.42	2.10	29.31	59.34
SSE	5	2.54	3.83	4.46	5.37	5.99	5.98	5.85	5.37	4.48	3.29	2.67	2.27	52.10	105.49
	15	3.00	4.29	4.71	5.47	5.93	5.81	5.79	5.47	4.73	3.71	3.27	2.72	54.90	111.16
	25	3.36	4.64	4.82	5.37	5.65	5.51	5.52	5.37	4.85	4.03	3.57	3.09	55.78	112.94
	35	3.61	4.80	4.87	5.11	5.62	5.08	5.15	5.11	4.90	4.18	3.84	3.97	55.88	113.14
	45	3.75	4.86	4.68	4.71	4.70	4.49	4.60	4.71	4.75	4.24	4.01	2.99	52.49	106.28
	55	3.81	4.74	4.11	4.26	4.08	3.83	3.99	4.26	4.47	4.16	4.09	3.63	49.43	100.08
	65	3.73	4.49	4.00	3.73	3.41	3.14	3.88	3.73	4.09	3.96	4.04	3.04	44.74	90.59
	75	3.52	4.09	3.44	3.03	2.67	2.39	2.63	3.03	3.52	3.64	3.81	3.43	39.20	79.37
	85	3.21	3.58	2.82	2.29	1.94	1.62	1.92	2.29	2.88	2.19	3.46	3.16	31.36	63.49
S	5	2.58	3.86	4.51	5.42	6.00	5.95	5.86	5.42	4.52	3.38	2.71	2.30	52.51	106.31
	15	3.12	4.39	4.84	5.49	5.94	5.80	5.81	5.49	4.86	3.83	3.27	2.84	55.68	112.74
	25	3.58	4.81	5.03	5.40	5.67	5.46	5.54	5.40	5.04	4.23	3.76	3.32	57.24	115.89
	35	3.90	5.01	5.07	5.20	5.29	5.11	5.18	5.20	5.09	4.47	4.09	3.64	57.25	115.91
	45	4.08	5.09	4.94	4.80	4.74	4.52	4.64	4.80	4.96	4.57	4.81	3.86	55.81	113.00
	55	4.20	5.02	4.68	4.22	4.06	3.81	3.92	4.22	4.71	4.55	4.42	4.02	51.83	104.94
	65	4.12	4.85	4.29	3.57	3.15	2.99	3.10	3.57	4.31	4.47	4.37	2.98	46.77	94.70
	75	3.96	4.41	3.71	2.79	2.20	2.06	2.17	2.79	3.74	4.05	4.17	3.88	39.93	80.85
	85	3.66	3.96	3.07	1.91	1.20	1.10	1.19	1.91	3.11	3.68	3.83	3.58	32.20	65.20

第83表　（つづき）

方位＼月＼傾斜	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	
	5	2.54	3.81	4.47	5.36	5.99	5.96	5.84	5.36	4.48	3.29	2.66	2.27	52.03	105.35
	15	3.00	4.23	4.77	5.44	5.94	5.85	5.80	5.44	4.78	3.71	3.12	2.72	54.80	110.95
	25	3.36	4.55	4.93	5.32	5.66	5.55	5.53	5.32	4.93	4.03	3.47	2.53	55.18	111.72
	35	3.61	4.69	4.99	5.08	5.28	5.14	5.17	5.08	5.00	4.18	3.73	3.37	55.27	111.92
SSW	45	3.75	4.71	4.85	4.72	4.72	4.54	4.62	4.72	4.79	4.24	3.86	3.54	53.06	107.43
	55	3.81	4.56	4.60	4.29	4.03	3.84	4.03	4.29	4.56	4.16	3.92	3.63	49.72	100.67
	65	3.73	4.30	4.22	3.79	3.34	3.13	3.34	3.79	4.20	3.96	3.83	3.63	45.26	91.64
	75	3.52	3.90	3.48	3.12	2.62	2.40	2.62	3.12	3.68	3.64	3.62	3.43	39.15	79.27
	85	3.21	3.38	3.05	2.41	1.93	1.70	1.93	2.41	3.06	3.19	3.28	3.16	32.71	66.23
	5	2.42	3.70	4.40	5.31	5.97	5.95	5.84	5.31	3.41	3.18	2.52	2.14	50.15	101.54
	15	2.66	3.87	4.55	5.28	5.86	5.81	5.73	5.28	4.55	3.38	2.74	2.39	52.10	105.49
	25	2.82	3.96	4.61	5.14	5.63	5.58	5.51	5.14	4.54	3.50	2.89	2.09	51.41	104.09
	35	2.92	3.95	4.55	4.91	5.25	5.19	5.21	4.91	4.48	3.55	2.97	2.21	50.10	101.44
WWS	45	2.76	3.81	4.34	4.65	4.74	4.65	4.74	4.65	4.27	3.47	3.00	2.75	47.83	96.84
	55	2.90	3.65	4.02	4.26	4.24	4.14	4.24	4.26	3.99	3.37	2.97	2.73	44.77	90.65
	65	2.70	3.41	3.68	3.78	3.71	3.60	3.71	3.68	3.65	3.12	2.82	2.58	40.44	81.88
	75	2.49	3.09	3.27	3.19	3.10	2.98	3.10	3.19	3.28	2.82	2.64	2.42	35.57	72.02
	85	2.15	2.70	2.80	2.67	2.51	2.39	2.51	2.67	2.83	2.44	2.31	2.10	30.08	60.90
	5	2.28	3.53	4.27	5.24	5.94	5.91	5.82	5.24	4.28	3.05	2.37	1.99	49.92	101.07
	15	2.21	3.41	4.21	5.10	5.77	5.79	5.64	5.10	4.20	2.96	2.27	1.93	48.59	98.38
	25	2.14	3.25	4.08	4.84	5.50	5.51	5.39	4.84	3.98	2.86	2.16	1.88	46.43	94.01
	35	2.01	3.05	3.85	4.57	5.07	5.07	5.07	4.57	3.77	2.72	2.05	1.79	43.59	88.26
W	45	1.86	2.82	3.53	4.26	4.58	4.60	4.58	4.26	3.47	2.53	1.95	1.68	40.12	81.23
	55	1.68	2.61	3.23	3.85	4.13	4.15	4.13	3.85	3.19	2.30	1.83	1.59	36.54	73.98
	65	1.55	2.27	2.88	3.34	3.64	3.66	3.64	3.34	2.86	2.05	1.72	1.52	32.47	65.74
	75	1.34	1.98	2.49	2.91	2.16	3.19	3.16	2.91	2.49	1.84	1.57	1.30	27.34	55.36
	85	1.09	1.60	2.09	2.45	2.64	2.66	2.64	2.45	2.10	1.55	1.75	1.07	24.09	48.78
	5	2.14	3.37	4.17	5.19	5.90	5.92	5.77	5.19	4.17	2.88	2.22	1.87	48.79	98.79
	15	1.78	2.93	3.84	4.89	5.69	5.77	5.56	4.89	3.84	2.52	1.81	1.52	45.04	91.19
	25	1.44	2.49	3.45	4.52	5.36	5.43	5.24	4.52	3.37	2.16	1.42	1.19	40.59	82.18
	35	1.13	2.10	3.02	4.08	4.86	4.96	4.82	4.08	2.92	1.85	1.18	0.98	35.98	72.85
WWN	45	0.87	1.68	2.56	3.60	4.29	4.40	4.29	3.60	2.48	1.48	0.97	0.77	30.99	62.75
	55	0.63	1.36	2.17	3.06	3.70	3.83	3.70	3.06	2.12	1.25	0.77	0.60	26.25	53.15
	65	0.54	1.06	1.83	2.56	3.13	3.26	3.13	2.56	1.79	1.03	0.65	0.49	22.03	44.60
	75	0.43	0.85	1.44	2.10	2.61	2.75	2.61	2.10	1.43	0.82	0.50	0.40	18.04	36.53
	85	0.31	0.65	1.11	1.68	2.14	2.31	2.14	1.68	1.12	0.62	0.33	0.30	14.39	29.14

第83表　（つづき）

方位＼月＼傾斜		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	
NNW	5	2.01	3.27	4.07	5.14	5.90	5.94	5.75	5.14	4.08	2.80	2.10	1.72	47.92	97.02
	15	1.44	2.61	3.57	4.77	5.64	5.77	5.50	4.77	3.56	2.20	1.48	1.17	42.48	86.01
	25	0.87	1.93	2.94	4.23	5.17	5.37	5.04	4.23	2.92	1.60	0.86	0.63	35.79	72.46
	35	0.39	1.27	2.33	3.63	4.63	4.86	4.52	3.63	2.26	1.04	0.40	0.28	29.24	59.20
	45	0.16	0.66	1.60	2.90	3.94	4.16	3.84	2.90	1.52	0.56	0.16	0.08	22.48	45.52
	55	0.06	0.33	1.02	2.19	3.12	3.38	3.12	2.19	0.94	0.29	0.06	0.06	16.76	33.93
	65	0.05	0.20	0.67	1.55	2.33	2.62	2.33	1.55	0.61	0.16	0.05	0.05	12.17	24.64
	75	0.03	0.14	0.46	1.05	1.64	1.89	1.64	1.05	0.43	0.10	0.03	0.03	8.49	17.19
	85	0.01	0.07	0.32	0.77	1.22	1.43	1.22	0.73	0.31	0.03	0.01	0.01	6.13	12.41
N	5	1.96	3.23	4.05	5.14	5.90	5.94	5.76	5.14	4.07	2.71	2.05	1.91	47.86	96.90
	15	1.30	2.50	3.45	4.72	5.62	5.73	5.49	4.72	3.46	2.06	1.36	1.04	41.45	83.92
	25	0.60	1.71	2.95	4.13	5.13	5.44	5.00	4.13	2.75	1.35	1.63	0.36	35.18	71.23
	35	0.08	0.90	2.00	3.52	4.57	4.86	4.46	3.52	2.00	0.64	0.13	0	26.68	54.02
	45	0	0.16	1.11	2.71	3.78	4.12	3.68	2.71	1.11	0.08	0	0	19.46	39.40
	55	0	0	0.40	1.78	2.92	3.33	2.84	1.78	0.39	0	0	0	13.44	27.21
	65	0	0	0.10	0.92	2.01	2.47	1.97	0.92	0.16	0	0	0	8.55	17.31
	75	0	0	0.06	0.39	0.94	1.40	0.91	0.39	0.10	0	0	0	4.19	8.48
	85	0	0	0.02	0.11	0.38	0.74	0.31	0.11	0.03	0	0	0	1.70	3.44
NNE	5	2.01	3.29	4.06	5.14	5.90	5.93	5.76	5.14	4.07	2.80	2.12	1.72	47.94	97.06
	15	1.44	2.65	3.50	4.79	5.63	5.75	5.49	4.79	3.52	2.20	1.53	1.17	42.46	85.97
	25	0.87	2.00	2.84	4.27	5.16	5.33	5.03	4.27	2.86	1.60	0.94	0.63	35.80	72.48
	35	0.39	1.39	2.24	3.64	4.61	4.79	4.50	3.64	2.26	1.04	0.56	0.28	29.34	49.28
	45	0.16	0.83	1.52	2.89	3.92	4.09	3.82	2.89	1.63	0.56	0.34	0.08	22.73	46.02
	55	0.06	0.55	1.01	2.22	3.17	3.37	3.08	2.22	1.15	0.29	0.20	0.06	17.38	35.19
	65	0.05	0.36	0.72	1.67	2.40	2.62	2.37	1.67	0.87	0.16	0.16	0.05	13.10	26.52
	75	0.03	0.24	0.49	1.30	1.69	1.89	1.65	1.30	0.60	0.10	0.10	0.03	9.42	19.07
	85	0.01	0.10	0.33	0.97	1.23	1.38	1.21	0.97	0.40	0.03	0.03	0.01	6.67	13.50
EEN	5	2.14	3.39	4.13	5.21	5.90	5.91	5.76	5.21	4.15	2.88	2.25	1.87	48.80	98.81
	15	1.78	3.03	3.73	4.94	5.68	5.71	5.54	4.94	3.76	2.52	1.90	1.52	45.05	91.21
	25	1.44	2.65	3.28	4.54	5.34	5.35	5.21	4.53	3.32	2.16	1.57	1.19	40.58	82.16
	35	1.13	2.29	2.86	4.03	4.90	4.93	4.77	4.03	2.92	1.85	1.33	0.77	35.81	72.50
	45	0.87	1.87	2.34	3.54	4.42	4.45	4.31	3.54	2.52	1.48	1.16	0.77	31.27	63.31
	55	0.63	1.64	1.96	3.08	3.83	3.86	3.74	3.08	2.14	1.25	1.00	0.55	26.76	54.18
	65	0.54	1.31	1.64	2.67	3.22	3.23	3.15	2.67	1.80	1.03	0.92	0.49	22.67	45.90
	75	0.43	1.12	1.35	2.25	2.65	2.68	2.61	2.25	1.50	0.82	0.76	0.40	18.82	38.10
	85	0.31	0.93	1.09	1.91	2.17	2.23	2.13	1.91	1.20	0.62	0.60	0.30	15.40	31.18

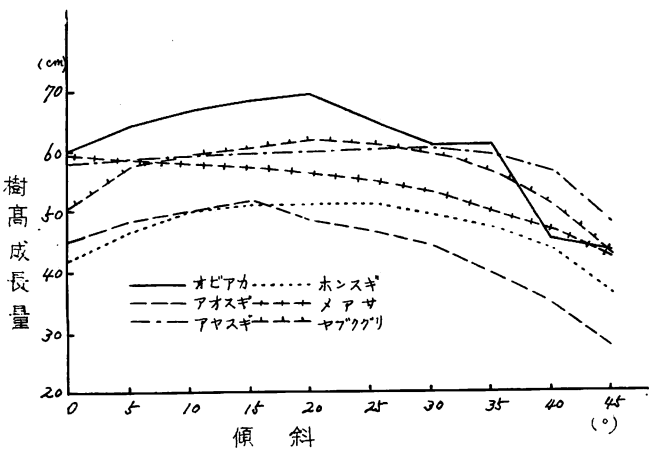
合斜面としているが，このように複雑な斜面を野外で類別することはむずかしく，しかもその各形のものを集めて成長量との関係をみるには非常に多くの標準地を必要として調査が不可能ともなるので，本研究では凹凸のいずれにも属しない平行斜面のところを主として採取した。しかしながら実際の調査にあたっては種々のものがあったので縦断面の形を実測して平均の角度と傾斜距離とを求めて忠実に表わすこととした。

平地においても方位によって受光量が異なり，それらが気温，地温，蒸発量，土壌腐植の含量などにも相違を生ずることが原田　泰の報告によって明らかにされているが，この傾斜は方位と切り離して考察することができないので，この両者を組み合わせてみる必要がある。

影山[49]，山田[173]などはそれらの者を組みあわせた結果の報告を行なっているが，九州での結果はないので，この研究では熊本の1958年の中日の資料を基にして，月別，8方向別と傾斜は5°括約で平均値を求めた結果は第83表のとおりである。これらの要素と成長量との関係を知るには種々の標準地の成長を用いて方位と傾斜とを組み合わせてみることが必要であるので，それらを見たところが資料が少なくて検討することができなかったので，傾斜と方位とを別に分けて観察することとした。この方法を用いた他の1つの理由は，適地選定表を作成するには個々の条件別の影響を明らかにするのが好ましいとみたからである。

A．樹高成長量

傾斜を5°，平均樹高成長量を5cm括約として相関図表をつくり，傾斜にともなう樹高成長量の変化の状態をみれば，中央に近いある傾斜のところで最大を示して，その前半は傾斜が高まるにしたがって漸増し，後半は最大から最適にいたるにしたがって漸増するを認めたので，このときも2個の漸増曲線からなりたっているものとみれば MITZERLICH の式で表わされることが考えられるので，その式を用いてみたところよく適合することを知ることができる。いまそれによって得た結果を示せば第134図（第84表参照）のとおりである。この平均樹高成長量の最大のときの最適傾斜を品種別に求めて比較すればメアサ5°，アオスギ15°，ヤブクグリ15°，オビアカ20°，ホンスギ20°，アヤスギ25°の順に急な傾向を認めた。つぎにこの最小から最適への増大状態を MITZERLICH の効果律 C で比較すれば第84表中に示すとおりでホンスギが最も大きくて，アオスギがつづき，オビアカ，アヤスギ，ヤブクグリ，メアサの順に小



第134図　傾斜と樹高成長量との関係

Fig. 134　Relation between gradient of slope and height growth.

第84表　傾斜と平均樹高成長量との関係

Table 84. Relation between gradient and average height growth.

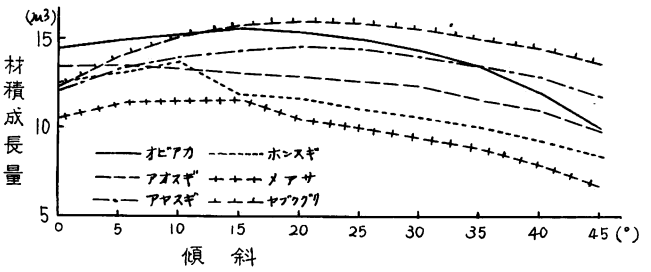
項目 / 品種	最低		適		K	C	最高		K	C
	傾斜	樹高	傾斜	樹高			傾斜	樹高		
	(°)	(cm)	(°)	(cm)			(°)	(cm)		
オビアカ	0	63.8	20.0	72.2	1.0864	0.1753	45.0	27.7	1.4346	0.1941
アオスギ	0	45.0	15.0	53.1	0.9085	0.2225	45.0	27.2	1.2577	0.1557
アヤスギ	0	58.0	25.0	60.8	0.4472	0.1553	45.0	48.0	1.1072	0.5148
ホンスギ	0	42.0	20.0	51.5	0.9777	0.4220	45.0	36.0	1.1903	0.2904
メアサ	0	60.0	5.0	60.0	0	0	45.0	42.0	1.2553	0.1492
ヤブクグリ	0	50.0	15.0	63.3	1.1239	0.1190	45.0	42.0	1.3284	0.2438

さい結果を示した。つぎにまた，傾斜が最低（0°）のときの樹高成長量をみれば，オビアカ 63.8 cm で最も大きくて，メアサ（60.0cm），アヤスギ（58.0cm），ヤブクグリ（50.0cm），アオスギ（45.0cm），ホンスギ(42.0cm) の順に小さく，最適傾斜から傾斜 0 °までの樹高成長量の差はヤブクグリ（13.3cm)が大きくて，ホンスギ（8.5cm），オビアカ（8.4cm），アオスギ（7.9cm），アヤスギ（2.8cm），メアサ（0 cm）が順に小さい結果を示した。この傾斜の幅は傾斜に基づく気象および土壌の性質の変化の幅を示すものと考えられるので，その大小は抵抗性の幅を示すものとみられよう。

つぎに，平均樹高成長量が最小を示す最高傾斜からその最大成長量を示す最適傾斜に近づくにしたがって成長量の増大する状態を MITZERLICH の効果律Cで比較すれば第 84 表のとおりでアヤスギが大きく，オビアカ，アオスギ，ヤブクグリ，メアサ，ホンスギの順に小さい結果を示した。造林上からみた経済的傾斜の最高限度は 45° 付近とみられるので，いま，そのときの樹高成長量を求めて比較すれば，第84表中に示すとおりで，アヤスギが最も大きくて（48.0cm），ヤブクグリ（42.0cm），メアサ（42.0cm)，ホンスギ（36.0cm），オビアカ（27.7cm），アオスギ（27.2cm）の順位を示した。つぎにこの最大傾斜と最適傾斜との成長量の差異を品種別にみればオビアカ 44.5 cmで最も大きく，アオスギ（25.9cm），ヤブクグリ（21.3cm），メアサ（18.0cm），ホンスギ（15.5cm），アヤスギ（12.8cm）の順に小さい結果を示した。この傾斜は生育条件に関係のある種々の要因を含んでいるので，その幅もまたそれらの要因に基づく抵抗性の幅を示すものとみることができよう。

B．林分材積成長量

平均林分材積成長量を 2 m³，傾斜を 5 °括約で相関図表をつくり，その傾斜の増大にともなって材積成長量の移動状態をみれば，ある中位のところで最大成長量を示して，それより前後はともに漸減する傾向を認めたので，このときも，最高から最適と，最低から最適にいたる 2 個の漸増曲線と見なすことができて，これもまた MITZERLICH の式を用いて表示することができると考えられたので，その式を用いてみたところその式がよく適合することを知ることができた。そこで，その式を用いて得た結果を示せば第135図（第 85 表参照）のとおりである。まずその最適傾斜のときの平均林分材積成長量をみればアオスギが 5 °，ホンスギ 10°，メアサ 15°，オビアカ 20°，ヤブクグリ 20°，アヤスギ 25° で，つぎに最小から最適傾斜にいたるにしたがって成長量が漸増する状態を MITZERLICH の効果律Cで比較すれば第 85 表のとおりでアヤスギが大きく，ヤブクグリ，オビアカ，メアサ，ホンスギ，アオスギが順に小さい結果を認めた。つぎにまた，最適から最小にいたる間の成長量の差を品種別にみれば，アヤスギ 2.8 m³，ヤブ



第135図　傾斜と林分材積成長量との関係

Fig. 135　Relation between gradient of slope and volume growth of stands.

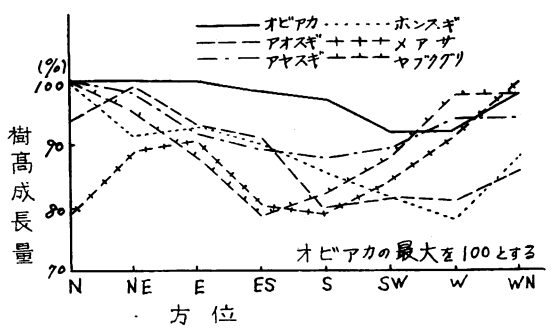
第85表　傾斜と平均林分材積成長量との関係

Table 85.　Relation between gradient and average volume growth.

項目 / 品種	最低 傾斜	最低 材積	適 傾斜	適 材積	K	C	最高 傾斜	最高 材積	K	C
	(°)	(m³)	(°)	(m³)			(°)	(m³)		
オビアカ	0	14.4	20.0	16.3	0.2788	0.1275	45.0	10.0	0.4472	0.1745
アオスギ	5.0	13.6	5.0	13.5	0	0	45.0	9.8	0.3979	0.1718
アヤスギ	0	12.0	25.0	14.8	0.4472	0.2744	45.0	12.0	0.4771	0.1918
ホンスギ	5.0	12.5	10.0	13.6	0	0	45.0	8.5	0.7076	0.0795
メアサ	0	10.5	15.0	11.5	0	0	45.0	6.8	0.5563	0.1229
ヤブクグリ	5.0	14.0	20.0	16.0	0.4150	0.2279	45.0	13.6	0.4771	0.1561

クグリ 2.0 m³，オビアカ 1.9 m³，メアサ 1.0m³，ホンスギ 0.6m³，アオスギ 0 m³ の順に小さい。

最大傾斜から最適傾斜に移るにしたがって林分成長量が漸増する状態を MITZERLICH の式の効果律Cを求めて比較すれば第85表中に示すとおりで，アヤスギ，オビアカ，アオスギ，ヤブクグリが大きくて，メアサがつづき，ホンスギが最も小さい傾向を認めた。つぎにこの最適傾斜から最大傾斜間の成長量の差異をみればオビアカ（6.3 m³）が最も大きくて，ホンスギ（5.1m³），アヤスギ（3.7m³），ヤブクグリ（3.0m³），アオスギ（2.8m³），メアサ（2.5m³）の順に小さい結果を示した。これらの結果の原因について考察すれば，傾斜が土壌水分に作用して，それが成長に強く働いたためとされて，この理由からも前述の順位は品種別の抵抗性を表わすものとされよう。



第136図　方位と樹高成長量との関係

Fig. 136　Height growth by directions.

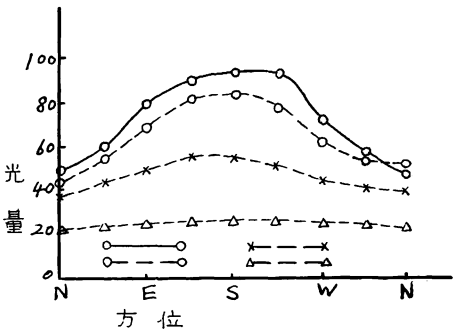
第7節　方　　位

方位を8方向，平均樹高成長量を5 cm 括約で平均値を求めて，方位による成長量の差異を比較すれば第136図のとおりで，NEが最もまさり，S－Wが劣るを認めたが，この原因について考察すれば，南九州地方は日射が強くて，樹幹の南側では夏期には 40°C

をはるかに越える高温となってそのために成長を強く阻害するためともされよう。また，この高温は土壌水分にも影響して根の成長を傷めていっそう成長を不良とする結果となる。

つぎに，最適方位を品種別にみれば，オビアカN—E，アオスギNE，アヤスギN，ホンスギはN，メアサNW，ヤブクグリNを示して，平均樹高成長の最小のときの方位をみればオビアカSW，アオスギS，アヤスギS，ホンスギW，メアサS，ヤブクグリESを認めた。

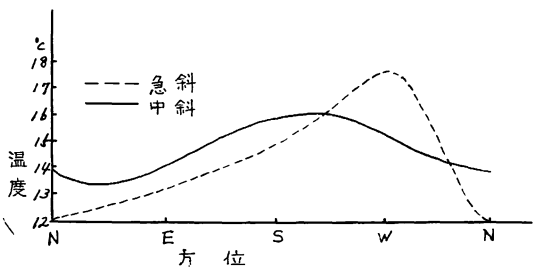
方位を異にするときの重要な環境要素は種々あるが，温度と湿度とが最も重要であって，GEIGER[21] がJurakegel の急，緩傾斜面と東，西，南，北の方位別にまとめた光量の結果は第137図のとおりで，緩斜地ではS，急斜地ではWが最も高く，緩斜地ではN，急斜地ではEが低い結果を示している。そのときの気温は第138図のとおりで，それはS，またはWが最も大きい結果を示している。



第137図　方位別の光量

Fig. 137　Light intensity by directions.

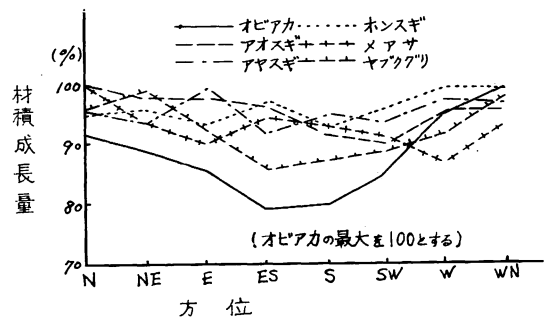
葉温は $T=a+bt$ で示され，モミの日射を強くうける樹幹の南西側では55° C，南では45° Cで気温よりも18.8° C高く，日射を受けない北東側では19.0° Cで気温よりも低いとされているが（原田　泰：森林気象学），このことからも南側が成長に不利な理由を知ることができよう。



第138図　地上25 cmの気温の変化

Fig. 138　Change of temperature at 25 cm height above ground.

方位を8方向に分け，林分材積成長量を2 m³ 括約で方位別成長量を求めた結果は第139図のとおりで，最大成長量を示す最適方位はオビアカNW，アオスギN，アヤスギW，ホンスギWN，メアサN，ヤブクグリWで，九州においてはNまたはNWがまさる結果を示した。つぎに最小の成長量を示す方位を品種別にみればオビアカES，アオスギS，アヤスギES，ホンスギE，メアサW，ヤブクグリESを認めた。これもまた南西が日射の強いためとされよう。上記の結果のなかでホンスギが他の品種とやや違って，Eで最小の値を示しているのは，この品種の植栽地域が限定されている結果にもよるが，一面には陽光量に弱い性質



第139図　方位と林分材積成長量との関係

Fig. 139　Average volume growth of stands by directions.

によるものとされよう。

最適方位の最大成長量と最悪方位の最小成長量との差を比較すれば，オビアカ，ヤブクグリが大きくて，アオスギ，メアサがつぎ，ホンスギ，アヤスギが小さい。この差は方位に基づく環境要素が成長要素に支配されているためとみることができるので，それらによってもまた，品種間の抵抗性を表わすものとされよう。

第3章　スギの品種別成長量と土壌要素との関係

スギの品種と土壌の性質の差異については2，3の研究があるが，適地を判定して林分収穫量の予測を行なうにはスギの各品種の栄養生理的研究と，その立地の土壌の性質の研究をあわせて行なうほかに，さらに野外の種々の環境条件と成長量との関係を調査してそれらの各条件に基づいて表示が可能な方法を研究することが重要である。そこで，本研究では林分成長量の調査を行なった多数の標準地について土壌調査を行なうと同時に，各林分のなかでその品種の特徴を最もよく表わしていると思われる林分の土壌を採取してその土壌の性質を実験室内で調べると同時に，その土壌を用いて植木鉢試験を行なって，野外調査の結果とあわせて吟味し，さらにまえにえた実験資料をも用いて適地選定表を作成することとした。この1部にはまた既報[46]の結果も用いて行なうこととした。

林分成長量調査の各標準地の土壌調査は林野土壌調査方法書にしたがって行なったが，その結果の一部は林分成長量調査一覧表のなかに示すとおりである。つぎに室内実験とポット試験に使用した土壌はなるべく林分成長量調査標準地の標準のものを用いるようにつとめたが，搬出その他の理由でそれが不可能なときにはその標準地に最も近い同似の条件のものを採取した。

いま，土壌分析とポット試験に供した調査地を一覧表で示せば第86表のとおりである。

第86表　スギの品種別林分の土壌調査一覧表

Table 83.　List of site where soil inspection were carried pot on several variety.

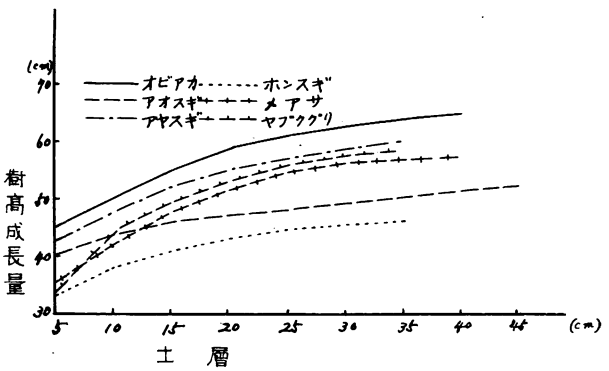
品種	場所	標高	方位	傾斜	地質系統	成長状態		
						林齢	平均直径	平均樹高
		m		(°)			(cm)	(cm)
オビアカ	宮崎県南那珂郡北郷町91林，国	230	S	25	日南層群砂岩頁岩	73	60	25.5
アオスギ	熊本県阿蘇郡高森町色見3林，公	820	S	20	阿蘇熔岩（輝安）	31	25	14
アヤスギ	熊本県菊地郡菊地町水源，国	560	S	28	阿蘇熔岩（輝安）	45	38	21
ウラセバル	大分県日田市三春原，民	500	NE	20	三郡変成岩(雲片)	36	26	18
タノアカ	宮崎県宮崎郡田野61の3，国	340	N	5	日南層群砂岩頁岩	25	25	15
ホンスギ	熊本県鹿本郡鹿北村51の3，国	200	S	28	三郡変成岩	52	47	24
メアサ	鹿児島県姶良郡姶良町重富，民	100	NE	28	姶良熔岩（輝安）	30	28	15
ヤブクグリ	大分県玖珠郡東飯田村5林，国	850	SE	20	阿蘇熔岩（輝安）	30	30	25

第1節　A層の厚さと土性など

土壌の層別堆積状態の表示方法にはA，A＋B，$\frac{A}{A+B}$などがあるが，本研究ではA層の厚さをその実

数で表示した。各土壌の層厚を5cm，平均樹高成長量を5cm括約で相関図表をつくって，層の厚さが厚くなるにともなって成長量が増大する傾向をみれば，その層厚が進むにしたがって成長量が増大するが，それにも限度があるのを認めた。土壌のこのような性質はかつて COIL & SCHMACHES[12] によって認められていて，その層厚は雨量の函数の漸増曲線式で表わされるとした。つぎにまた JENNEY & LEONARD[48] も土性と雨量との間に高い相関があることを認めている。さらにまた，本研究では雨量と成長量との間に高い相関があり，しかも，それらの関係は MITZERLICH の式で表示することができることを明らかにしているので，この層厚と樹高成長量とのあいだにもその式を用いて表わすことができるものと考えて，その式を用いて見たところよく適合することをしることができたので，いま，その得た結果を示せば第140図（第87表参照）のとおりで，最適層厚はオビアカが最も深くて，アオスギ，メアサ，ヤブクグリがつづきアヤスギ，ホンスギが順に小さい結果を示した。

つぎに，層厚が厚くなって最適層厚にすすむにしたがって平均林分成長量が漸増する傾向を，樹高成長量のときと同様に MITZERLICH にあてはめてみれば，これもその式がよくあてはまることを知ることができたので，それによって得た結果を示せば第141図のとおりで，まず最適層厚を品種別に比較すればオビアカ，アオスギ，ヤブクグリ45cmで深くて，メアサ，ホンスギ40cmがつづき，アヤスギ35cmが浅い結果

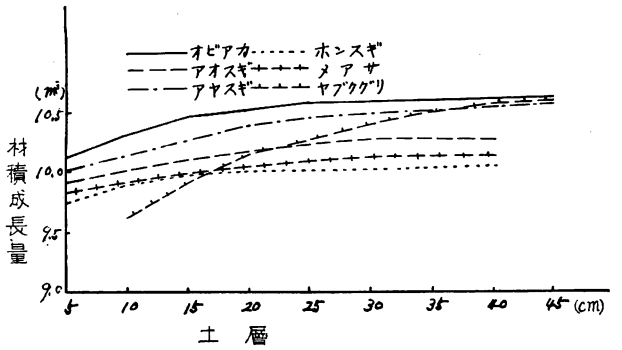


第140図　土層（A層）の厚さと樹高成長量との関係
Fig. 140　Relation between soil depth (A-Horizon) and height growth of stands.

第87表　平均樹高成長量と土層（A層）の深さの関係
Table 87.　Relatin between average height growth and soil depth (A-Horizon).

項目＼品種	オビアカ	アオスギ	アヤスギ	ホンスギ	メアサ	ヤブクグリ
K	1.4502	1.2430	1.3579	1.1072	1.3263	1.3820
C	0.0812	0.0850	0.1018	0.2462	0.2276	0.1642
最適深 cm	60.0	45.0	35.0	35.0	40.0	40.0
樹高 cm	66.0	53.1	60.2	45.3	56.7	56.4
A層5cmのときの樹高 cm	46.0	40.0	43.0	33.0	36.0	35.0

を示した。そしてこのときの漸増状態を効果律Cで比較すれば第88表のとおりで，オビアカが大きく，アオスギ，ヤブクグリ，ホンスギ，アヤスギ，メアサが順に小さい結果を認めた。これらの結果と樹高成長量のときの結果とを比較すれば似ているが，アオスギがやや異なる。この理由について考察すれば前者は林分20～45年，後者は20年のものの結果で比較年齢が異なることと，平均林分材積成長量と平均樹高



第141図　土層（A層）の厚さと林分材積成長量との関係
Fig. 141　Relation between soil depth (A-Horizon) and volume growth of stands.

成長量とは必ずしも平行した結果を示すものでないためとされよう。

土性は林分成長量調査の各標準地の土壌に対しては肉眼観察により，室内実験とポット試験に用いた土壌に対しては洗浄分析結果によって比較したが，まず，後者の場合の分析結果を示せば第89表のとおりである。上表で礫の含量をみれば，ホンスギ，ウラセバル，メアサ，オビアカなどがやや多く，タノアカ，アオスギ，ヤブクグリ，アヤスギなどがやや少ない結果を認めた。真下[81]はスギ，ヒノキの成長と理学性の関係の研究で礫の含量は透水性に関係がないと報じており，竹下[148]らはまた微地形と土壌，およびスギの品種別成長との関係の研究で礫は尾根，谷の微地形，傾斜，基岩の種類，層位などによって異なり，含有率そのものよりも堆積状態などに注意を払うべきであるとしている。本研究でも，礫と成長量との間に関係が少ない結果をみているのは地形，傾斜などによって礫の堆積状態が種々であるためと，礫以外のいわゆる土壌の機械的組成などをあわせてみることが重要であることを示しているものとされよう。そこで，つぎに土壌の機械的組成を国際法の区分にしたがって分類して，細土に対する配分率で示せば第89表のとおりである。

第88表　平均林分材積成長量と土層（A層）の深さとの関係
Table 88.　Relation between volume growth and soil depth (A-Horizon).

項目＼品種	オビアカ	アオスギ	アヤスギ	ホンスギ	メアサ	ヤブクグリ
K	0.7404	0.6532	0.8451	0.4624	0.5563	1.0719
C	0.1767	0.1586	0.1134	0.1198	0.1171	0.1293
最適深（cm）	45.0	45.0	35.0	40.0	40.0	45.0
材積（m^3）	16.3	12.6	15.3	10.2	11.5	16.3
A層が5 cmのときの材積（m^3）	11.0	9.5	9.8	7.5	8.5	6.0

この機械的組成を植物の成長と関係させて考察するには粘土含量，細砂＋粘土の量で行なわれているが，このことはBRIGGS[9]が水分当量の計算に粘土含量，または細砂と粘土との含量などを用いたことからも理解される。そこで，本研究では細砂と微砂との合計をもとめてみたが，その結果はアオスギ（71.3%），アヤスギ（65.8%）が大きく，メアサ，ヤブクグリ，オビアカ（59.8～59.0%）がつづき，ウラセバル（54.5%），ホンスギ，タノアカ（51.8～51.0%）が順に小さい結果を示した。つぎに $\frac{\text{細砂＋微砂}}{\text{粘土}}$ を求めて比較すれば，アオスギ（3.66）が最も大きくて，アヤスギ（2.86），メアサ（2.67），オビアカ（2.08），タノアカ，ウラセバル（1.98），ホンスギ（1.73），ヤブクグリ（1.68）が順に小さく，さら

第89表　スギの品種別林分の土壌の機械的組成

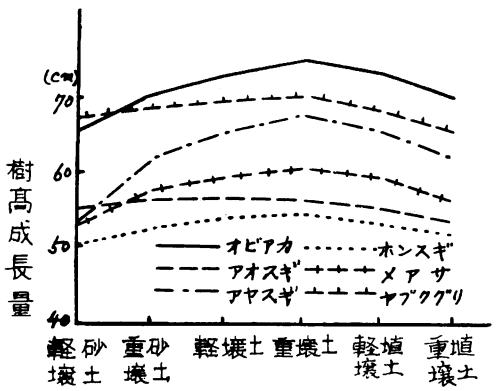
Table 89. Soil texture in stands in some variety of Sugi.

品種	場所	層位	深度 cm	機械的組成% 礫	粗砂	細砂	微砂	粘土	ポット試験の成長量%
オビアカ	宮崎県南郷阿郡北郷町飫肥経営区	A_1（5）	0～5	0.8	11	32	23	34	36.96
		A_2-B_1（21）	20～25	5.6	15	29	27	29	
		B_2（40）	40～45	8.3	12	31	31	26	
		B_2（11）	60～65	7.4	13	34	29	24	
アオスギ	熊本県阿蘇郡色見村熊本経営区3林	A_1（14）	0～5	0.2	6	45	30	19	31.77
		A_2（16）	20～25	0.1	8	42	27	23	
		A_3（28）	40～45	0.1	12	37	31	20	
		B_1（20上）	60～65	0.0	11	42	31	16	
アヤスギ	大分県玖珠郡東飯田村菊池経営区11	A_1（8）	0～5	6.6	9	30	34	27	31.46
		A_2（16）	20～25	4.5	11	31	34	24	
		A_3（25）	40～45	4.7	12	34	31	23	
		B_1（30）	60～65	3.5	13	40	29	18	
ウラセバル	大分県日田市大字五和字出羽民有林	A_1（8）	0～5	13.2	20	33	23	24	36.39
		B_1（10）	20～25	11.8	25	25	23	27	
		B_2（55）	40～45	12.3	20	23	27	30	
		B_2（11）	60～65	20.2	21	23	27	29	
タノアカ	宮崎県田野町宮崎経営区61	A_1（5）	0～5	0.7	24	21	26	29	38.45
		B_1（15）	20～25	1.6	29	28	19	24	
		B_2（30）	40～45	1.0	21	29	23	27	
		B_3（20）	60～65	7.2	19	22	36	23	
ホンスギ	熊本県鹿本郡鹿北村菊池経営区51	A_1（13）	0～5	11.9	23	27	20	30	30.66
		B_1（20）	20～25	11.2	18	24	24	34	
		B_2（25）	40～45	8.4	15	30	23	32	
		C_1（20上）	60～65	12.3	16	32	28	24	
メアサ	鹿児島県姶良郡重富村平松民有林	A_1（6）	0～5	5.2	23	31	21	25	31.56
		B_1（30）	20～25	9.4	25	29	20	26	
		B_2（30）	40～45	5.7	31	25	22	22	
		B_2（30）	60～65	6.2	29	30	21	20	
ヤブクグリ	大分県玖珠郡東飯田村森経営区5	A_1（14）	0～5	0.4	5	22	39	34	33.66
		A_2-B_1（15）	20～25	0.5	5	29	35	31	
		B_2（50）	40～45	0.1	5	22	33	40	
		B_2（50）	60～65	0.1	5	28	30	37	

にまた古くから重視されている粘土含量を用いて比較すればヤブクグリが大きくて，ホンスギ，オビアカ，タノアカ，ウラセバル，メアサ，アヤスギ，アオスギの順に小さい結果を示して，成長量との間にはあまり密接な関係を認めないが，降水量，傾斜，植木鉢試験の要水量，凋萎係数の実験などから得た各品種の対乾性の順位などにはかなりよく一致した傾向を認めた。

PURI[111] は土壌の pF を土壌の粒径の逆数の対数によって示されるとし，ZUNKER[184] はまた，土壌の

比表面積の自乗の逆数に比例するとしていて，ともに土壌の粒子径を基にして表示しており，しかもその小さいものほど大きい結果を示している。このように，粒子径は土壌水分の移動にも，また空気養料の含量にも至大の関係をもつので，それらが成長量に強く影響することは容易に理解されることであるが，それにもかかわらず，成長量との間に高い相関を認めえなかったのは資料が少なかったためと考えられる。このことから粗であるがつぎに数多くの各標準地の土壌を粘土含量によって軽砂壌土（粘土125～18.75%），重砂壌土（18.75～25.0%），軽壌土（25.0～31.25%），重壌土（31.25～37.5%），軽埴壌土（37.5～43.75%），重埴壌土（43.75～50.0%），軽埴土（50.0～56.25%），重埴土（50.0%以上）に分け，成長量はその標準地で採取した樹幹解析木の20年生のときの平均樹高成長量を求めてその両者の関係をみたところ，このときもまた重壌土のところが最大で，その前後が漸次小となるを示しているので，これもそれを逆にみれば最低，または最高から最適への2個の漸増曲線とみることができて，このときも，ともにMITZERLICHの式によって表示することができるものと考えられたので，それをあてはめてえた結果を示せば第142図（第90表参照）のとおりで，成長量の最大値を示す壌土（重）ではオビアカが最も大きく，ヤブクグリがつづき，アヤスギ，メアサ，アオスギ，ホンスギの順に小さい。そして，そのときの漸増状態をMITZERLICHの効果律Cで比較すれば，アヤスギ，ヤブクグリ，オビアカ，アオスギ，ホンスギ，メアサの順に小さい結果を示した。つぎに粘土含



第142図　土性と樹高成長量との関係
Fig. 142　Relation between soil texture and height growth of stands.

第90表　品種別平均樹高成長量と土性
Table 90.　Relation between average height growth and soil texture.

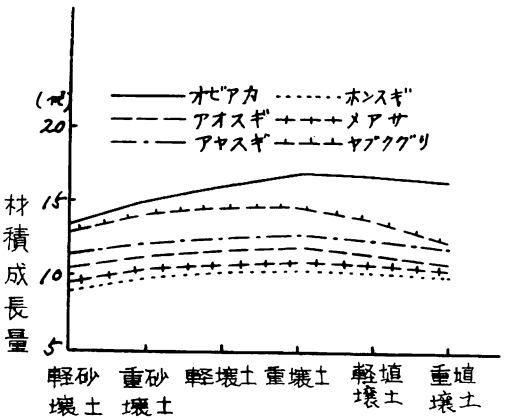
項目＼品種	オビアカ	アオスギ	アヤスギ	ホンスギ	メアサ	ヤブクグリ
K	0.0929	0.0929	0.3768	0.2330	0.2919	0.1542
C	0.3011	0.3011	0.4065	0.1152	0.1611	0.3495
最適土性	重壌土	重壌土	重壌土	重壌土	重壌土	重壌土
同上の樹高（cm）	75.0	47.3	58.5	45.0	51.2	60.0
限度の土性	軽砂壌土	砂壌土	軽砂壌土	軽砂壌土	軽砂壌土	軽砂壌土
同上の樹高（cm）	66.7	45.4	45.0	40.0	44.2	57.1

量が最大値から最適値にいたるにしたがって林分材積成長量が増大する状態をみれば，最小から最適にいたる増大傾向とほぼ似ているが品種間の差ははるかに小さい結果を認めた。そしてこのときもまた，樹高成長量のときと同様の方法を用いて，粘土含量が増大するにしたがって平均林分材積成長量が増大する関係をみたところ第143図（第91表参照）のとおりで，その最適成長量と漸増傾向も樹高成長量のときと同似の結果を認めた。

以上の結果から，土性に対する要求度の差異がスギの品種に存在することを知ることができる。このことは第1編の品種別根の形態と成長との関係をみることによって，いっそう明確に理解することができる。

第2節　土壌の容水量

土壌の容水量は，土壌の組成，孔げきの種類，形態，量配列，腐植その他の膨張性物質の含量に深い関係をもち，しかもその量は外囲の条件によって変化を強く受けることなくて土壌本来の性質によって定まっており，pF価，毛細管電位，浸透圧などの吟味にも基礎となっているのでそれを重視して，各標



第143図　土性と材積成長量

Fig. 143　Relation between soil texture and volume growth of stands.

第91表　品種別平均材積成長量と土性

Table 91.　Relation between volume growth and soil texture.

品種 / 項目	オビアカ	アオスギ	アヤスギ	ホンスギ	メアサ	ヤブクグリ
K	0.1814	0.1267	0.1267	0.0379	0.0768	0.0379
C	0.1500	0.0731	0.1277	0.1508	0.0987	0.1712
最適土性	重壌土	重壌土	重壌土	重壌土	重壌土	重壌土
同上の材積（cm）	17.0	14.0	12.8	10.3	10.7	14.9
極限土性	軽砂壌土	軽砂壌土	軽砂壌土	軽砂壌土	軽砂壌土	軽砂壌土
同上の材積（cm）	13.5	11.6	10.4	9.0	9.0	13.6

準土壌採取地の容水量の結果を示せば第92表のとおりで，一般に表層（45～60%）が最も大きくて，それより層が深くなるにしたがって小となるを示したが，0～60 cm 間の平均値を求めて品種間を比較すればヤブクグリ（62.0%）が大きくて，アヤスギ（55.8%），オビアカ（53.5%），タノアカ（53.0），アオスギ（51.8%）がつづき，メアサ（48.5%），ホンスギ（47.3%），ウラセバル（45.5%）が順に小さい結果を認めたが，表層ではオビアカが大きくて，ヤブクグリ，アオスギ，メアサ，ホンスギ，アヤスギがつづき，タノアカ，ウラセバルが小さい結果を示した。芝本[133]は，全国のスギの表層土の全容水量を測定して地位Ⅰでは62.6%，同Ⅱでは65.4%をえており，さらにこれを気候区分別にみればE区の地位ⅠのA層は62.2%，同B層は69.8%，同区の地位ⅡのA層は65.4%，同B層は63.0%，En区の地位ⅡのA層は69.0%，同B層は71.4%，Em区の地位ⅠのA層は51.1%，同B層は55.8%，同区地位ⅡのA層は62.8%，同B層は72.5%であったとした。森川[94]，柴田[134]，竹原[146]はスギの不成績林分の調査を行なって容水量の小さいものが成績の悪い結果をもたらしたと報告している。これらの結果から前述の数値をみればホンスギ，ウラセバルを除けばほぼ適潤の値を示すものとすることができる。

土壌の水分は，もとは重力水，毛管水，吸湿水，水蒸気の4階級に分けられていたが，その後，遊離と非遊離に，さらにその後は吸着水，毛管水，粘着水，地下浸透水，水蒸気などに分けられている。しかし

第92表　スギの品種別土壌理学的性質

Table 92. Physical properties of soil in stands.　　(単位；%)

品種	場所	層位	深度 cm	容積重	孔隙量	最大容水量	最小容気量	採取時含水量 容積	採取時含水量 重量	密なる容積重	ポット試験の成長量
オビアカ	宮崎県南郷阿郡北郷町飫肥経営区	A_1 (5)	0～5	47	79	62	17	34	75	59	
		B_1 (21)	20～25	68	69	53	16	20	31	69	36.96
		B_2 (40)	40～45	78	64	52	12	33	45	69	
		B_2 (40)	60～65	78	62	47	15	22	27	75	
アオスギ	熊本県阿蘇郡色見村熊本経営区3	A_1 (14)	0～5	68	73	53	20	23	31	72	
		A_2 (16)	20～25	77	69	52	17	34	44	76	31.77
		A_3 (28)	40～45	75	71	52	19	36	48	72	
		B_1(20上)	60～65	90	67	50	17	41	45	81	
アヤスギ	熊本県菊池郡水源村菊池経営区11	A_1 (8)	0～5	40	79	50	29	27	74	57	
		A_2 (16)	20～25	53	76	51	25	30	59	6	31.46
		A_3 (25)	40～45	51	78	61	17	36	74	68	
		B_1 (30)	60～65	52	78	61	17	38	75	73	
ウラセバル	大分県日田市大字五和字出羽民有林	A_1 (8)	0～5	99	53	46	7	34	46	85	
		B_1 (18)	20～25	92	57	44	13	32	39	89	36.39
		B_2 (55)	40～45	93	57	47	10	35	43	99	
		B_2 (55)	60～65	105	42	45	4	31	37	102	
タノアカ	宮崎県田野町宮崎経営区61	A_1 (5)	0～5	57	75	47	28	23	41	58	
		B_1 (15)	20～25	75	69	57	12	32	40	65	38,45
		B_2 (30)	40～45	77	71	54	17	28	37	71	
		B_3(20上)	60～65	96	61	54	7	35	32	106	
ホンスギ	熊本県鹿本郡鹿北村菊池経営区51	A (13)	0～5	58	68	51	17	22	34	80	
		B_1 (20)	20～25	72	62	47	15	27	38	84	30.66
		B_2 (25)	40～45	80	65	49	16	23	33	87	
		C_1(20上)	60～65	89	59	42	17	26	34	89	
メアサ	鹿児島県姶良郡重富村平松民有林	A_1 (6)	0～5	73	67	52	15	36	51	85	
		B_1 (30)	20～25	84	64	54	10	38	49	94	31.56
		B_2 (30)	40～45	101	57	43	14	31	33	90	
		B_2 (30)	60～65	92	63	44	19	32	37	95	
ヤブクグリ	大分県玖珠郡東飯田村森経営区5	A_1 (14)	0～5	36	84	59	25	42	78	66	
		A_2-B_1 (15)	20～25	51	79	71	17	46	75	69	33.66
		B_2 (50)	40～45	62	76	65	22	51	83	74	
		B_2 (50)	60～65	56	78	59	19	45	79	67	

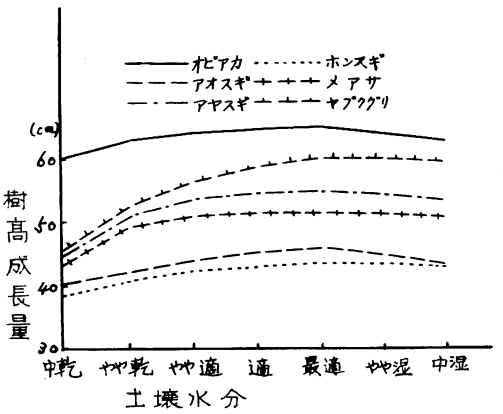
ながらこの類別は各種類間に関連性がなくて，対植物との関係を知るにも不便であるので，SCHOFIELD[131] 土壌のpF価を用いて考察を行なって以来，それによる表示が行なわれているが，この土壌のpF曲線ではpF価7.0～4.2の7に近い上半分のところが吸着水で，4.2に近い下半分がSurvival には利用できるが，植物の成長には利用できない水であり，この4.2が凋萎係数，4.2から2.7までの範囲が毛管水，2.7付近が水分当量，2.7以下でそれに近いものが野外容水量，それより値の小さいものが重力水で飽和

土壌とされる。真下[81]は，このpF価が2.7以下のものを2.7～1.7とそれ以下に2分して観察している。

土壌のpF価を求めるには種々の方法があるが，この調査当時にはそれらを測定する器機をもたなかったためにやむをえず水分当量を求めて比較するにとどめた。

つぎに，土壌水分を電気的に現地で直ちに読定する方法を考案して用いてみたが，採用するに至らなかったのでそれらも省略した。

以上のことから林分成長量調査標準地の土壌水分の測定には手による感触より他によい方法が見あたらなかったので，それによって最適から最小限界点までを5区分し，最適から最高限界点までを3区分して，その各区分ごとに平均樹高成長量の平均値を求めてその移動の状態をみたところ，いずれも適潤値のところが最大を示して，それより前後が水分の増加，または減少するにしたがって成長量が漸減するのを認めたので，このときも水分の過少から最適までと，過剰から最適までの2個の漸増過程からなりたっているものとみることができて，これもまたMITZERLICHの式を用いて表わすことができるものと考えられたので，いま，その式をあてはめて得た結果を示せば第144図（第93表参照）のとおりで，最適地のときの成長量はオビアカが最も大きくて，ヤブクグリ，アヤスギ，メアサ，アオスギ，ホンスギがその順に小さい結果を示し，つぎにまた，その最低含水量から最適含水量までの間の増大状態を効果律Cで示せばヤブクグリ，アヤスギ，アオスギ，メアサ，オビアカ，ホンスギの順位を示して，この変化の幅は耐乾性よりも成長量の大小と似た順位を示した。これは萎凋係数の測定のときに樹高成長量，含水量と一致しなかったときのそれと同じ理由によるものとされよう。つぎにまた，最大含水量から最適含水量までの間の成長量の増大傾向を効果律Cで比較すればアオスギが大きくて，その他のものはほとんど差異を認めない。この結果は降水量が多いときと似ていて，これもスギが好湿性のものであることを示すものとされよう。同様にして平均林分材積成長量の漸増状態を



第144図　土壌水分と樹高成長量

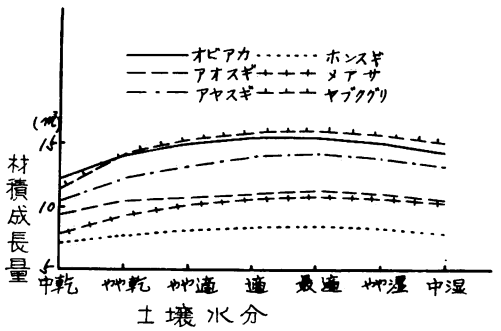
Fig. 144　Relation between soil moisture and height growth.

第93表　スギの品種別平均樹高成長量と土壌水分

Table 93.　Relation between average height growth and soil moisture.

項目＼品種	オビアカ	アオスギ	アヤスギ	ホンスギ	メアサ	ヤブクグリ	備考
C_1	0.1505	0.2031	0.2124	0.1478	0.1927	0.3111	C_1，C_2は効果律，C_1は向乾C_2は向湿。
C_2	0.1205	0.2710	0.1074	0.1138	0.1384	0.1384	
最適湿度	最適潤	最適潤	最適潤	最適潤	最適潤	最適潤	
同場合の樹高(cm)	64.0	46.5	53.9	42.9	50.9	60.1	
平均乾限時樹高(cm)	60.0	40.0	45.0	38.8	45.0	42.5	
平均湿限時樹高(cm)	63.0	41.0	53.1	41.3	49.7	58.9	

みれば樹高成長量のときと似ていて，最低から最適と，最高から最適との2種の漸増曲線にわけてみられて，そのいずれもMITZERLICHの式で表示できることが考えられるので，いまそれをあてはめてみたところ，よく適合するを知ることができる。そこで，その得た結果を図示すれば第145図（第94表参照）のとおりで，その最適水分量のところの成長量はヤブクグリが大きく，オビアカ，アヤスギ，アオスギ，メアサ，ホンスギの順に小さい結果を示して，この漸増状態を効果律Cで比較すればヤブクグリ，オビアカが大きくて，メアサ，アオスギ，アヤスギがつづき，ホンスギが小さい傾向を認めた，つぎに最大から最適にいたる間の成長量の漸増状態は樹高成長量のときと似ていて，きわめて小さくて差異を見いだしにくいがアオスギがやや大きくて，メアサ，ヤブクグリ，アヤスギがつづき，オビアカ，ホンスギが小さい結果を認めた。



第145図　土壌水分と林分材積成長量との関係
Fig. 145　Relation between soil moisture and volume growth in stand.

ポット試験で容水量を異にしたときのスギの各品種の成長状態の観察結果をみれば，最大容水量の45％のものではスギの生育には

第94表　スギの品種別平均林分材積成長量と土壌水分
Table 94.　Relation between average volume growth and soil moisture.

項目＼品種	オビアカ	アオスギ	アヤスギ	ホンスギ	メアサ	ヤブクグリ	備考
C_1	0.1391	0.1079	0.0993	0.051	0.1193	0.1478	C_1，C_2は効果律，C_1は向乾C_2は向湿、
C_2	0	0.2043	0.0851	0	0.1003	0.0929	
最適湿度	最適潤	最適潤	最適潤	最適潤	最適潤	最適潤	
同場合の材積(m^3)	15.6	12.1	13.8	8.6	11.0	15.9	
林分乾限時材積(m^3)	12.0	9.4	11.3	7.0	8.0	12.0	
湿限時の林分材積(m^3)	14.0	9.6	13.2	7.6	10.2	15.2	

限度に近い条件のところとみられるので，そのときの成長量を限界点のものとみて比較すれば，オビアカ，ヤブクグリ，アヤスギ，アオスギ，メアサ，ホンスギの順位を示しており，つぎに，最適量から最小量にいたる間の成長量の差異をみればヤブクグリ，オビアカが大きくて，メアサ，アオスギ，アヤスギがつづき，ホンスギが小さい結果を示しているので，これらの結果と要水量，または凋萎係数のときの結果とを比較すればやや順位の異なることもあるが早晩性，耐乾性などは似た傾向を認めた。この理由は，乾燥が成長量におよぼす影響は，春先ではその年，秋期では翌年春というようにその時期によって異なる影響を与えるためであって，平均樹高成長量のなかには乾燥による結果が累積されているためとされよう。

第3節　土壌の酸度

養分の吸収状態に影響を与える土壌の酸度の測定方法には種々あるが，塩化カリ法によって得た結果を示せば第95表のとおりで，表層においてはタノアカが最も低くて，オビアカ（5.6），メアサ（5.3），ア

第95表　スギの品種別土壌の化学性

Table 95. Chemical properties of soils in some varieties stands of Sugi.

品種	場所	層位	深さ (cm)	pH (kcl)	置換酸度	置換石灰 (mg /100g)	窒素 (%)	炭素	C/N	ポット試験の樹高成長量%
オビアカ	宮崎県北郷村 飫肥経営区91	A_1 (5)	0～5	5.6	0.2	12.77	0.75	16.97	23	36.96
		B_1 (21)	20～25	4.2	0.7	1.00	0.51	6.80	13	
		B_2 (40)	40～45	4.5	2.5	0.43	0.29	3.33	12	
		B_2 (40)	60～65	4.8	1.2	0.29	0.27	2.27	8.8	
アオスギ	熊本県阿蘇郡色見村	A_1 (14)	0～5	5.4	0.2	4.32	0.18	3.33	19	31.77
		A_2 (16)	20～25	4.9	1.3	2.46	0.12	5.40	44	
		A_3 (28)	40～45	4.8	1.9	1.75	0.16	5.53	35	
		B_1 (20上)	60～65	4.9	0.3	1.18	0.16	2.04	12	
アヤスギ	熊本県水源村 菊池経営区11い	A_1 (8)	0～5	5.1	0.2	8.42	0.75	13.36	18	31.46
		A_2 (16)	20～25	4.9	0.5	4.14	0.68	8.67	13	
		A_3 (25)	40～45	4.8	0.6	2.00	0.61	6.55	11	
		B_1 (30)	60～65	5.0	0.3	1.64	0.40	5.41	14	
ウラセバル	大分県立和村 出羽民有地	A_1 (8)	0～5	3.9	31.9	6.38	0.24	13.40	14	36.39
		B_1 (18)	20～25	3.9	53.1	3.00	0.21	2.63	13	
		B_2 (55)	40～45	3.9	56.9	2.14	0.09	0.26	3	
		B_2 (55)	60～65	4.0	54.1	2.89	0.06	0.43	7	
タノアカ	宮崎県田野町 宮崎経営区613	A_1 (5)	0～5	6.0	0.2	8.56	0.49	10.13	22	38.45
		B_1 (15)	20～25	5.0	1.9	7.13	0.06	2.40	39	
		B_2 (30)	40～45	4.1	6.6	0.53	0.01	1.46	15	
		B_3 (20)	50～65	3.9	28.4	0.89	0.09	0.41	6	
ホンスギ	熊本県鹿北村 菊池経営区513ろ	A (13)	0～5	4.0	19.2	0.96	0.59	16.72	28	30.66
		B_1 (20)	20～25	3.9	19.0	0.85	0.21	4.67	22	
		B_2 (25)	40～45	3.9	18.9	0.43	0.13	1.71	13	
		C_1 (20上)	60～65	3.9	18.5	0.29	0.09	0.76	9	
メアサ	鹿児島県姶良郡 重富村平松	A_1 (6)	0～5	5.3	0.1	7.77	0.36	4.29	13	31.56
		B_1 (30)	20～25	5.0	0.3	4.24	0.11	1.77	17	
		B_2 (30)	40～45	5.1	0.1	4.24	0.08	0.80	9	
		B_2 (30)	60～65	5.2	0.2	3.46	0.07	1.02	16	
ヤブクグリ	大分県飯田村 森経営区50い	A_1 (14)	0～5	4.8	0.3	7.06	0.85	12.79	15	33.66
		A_2-B_1 (15)	20～25	5.0	0.2	1.14	0.53	7.00	13	
		B_2 (50)	40～45	5.1	0.3	0.50	0.52	5.47	11	
		B_2 (50)	60～65	5.2	0.4	0.53	0.39	3.99	10	

ヤスギ (5.1)，ホンスギ (4.9)，ヤブクグリ (4.8)，ウラセバル (3.9) の順に高い。この酸度もまた表層と，表層から深層に至るまでの層別の変化が重要であるので，各層の平均値を算出して比較すればメアサ (5.2) が最も低く，アヤスギ (5.0)，ヤブクグリ (5.0)，タノアカ (4.8)，オビアカ (4.8)，ホンスギ (4.2)，ウラセバル (3.9) の順に高い結果を認めた。つぎにこの酸度が表層から深層にいたるにしたがって高くなる状態を比較すればオビアカ，タノアカが強くて，アオスギがつづき，その他のものがそれ

らにつづいて小さいが，その相互間にはあまり大きな相違を認めなかった。

森川[94]は熊本県湯前町湯前国有林19林班のスギ壮齢林分の成績調査の結果，pH 5.48のところが生育が良好で，pH 5.10以下のところが不良であるとした。また，柴田[134]は鞍馬山の50年生のスギの不成績林分の原因を究明して，成績良好のところが5.5，不成績のところが4.8で，不成績林地の方がかなり酸度が高かったと報告している。芝本[133]はまた NO_3—Nの培養液を用いてスギ苗の酸度の研究を行ない，pH 4.0～5.5には最適点があって，pH 6.0以上となれば急激に不良となるを認めている。前述の結果はこれらの人々の結果にも似ているので，スギの各品種を通じての最適酸度はこの範囲内にあって，その相互間の相違は各品種間の性質の相違を表示するものとすることができよう。

ARHENIUS[4]によればpHと植物の成長とのあいだには2頭曲線を見いだすとしたが，スギの品種間の土壌酸度においても同様のことが存在するものとみられるのでその最適範囲はかなりの幅があって，その両端のところにいたって強い減少状態を示すものとされよう。しかしながら，この酸度は季節的にも変化をするので，野外のわずかな部分の短期間の資料で長期間の集積結果の樹高，または林分材積成長量などとの関係を考察することは無理が多いことであって，この要素は土壌内の養料摂取の1場面を吟味するときの基礎資料とするにすぎないものとされよう。

第4節　土壌中の養分

土壌中の養分としては水，空気，無機および有機栄養などが重要であるが，それらの各物質を吸収する器官の発達状態に差異を認めている各品種間には明らかな養分吸収に対する選択の差が認められるので，その結果は成長量，耐乾，寒，病，虫性にも関係するものと認められよう。このことから，各条件のうち生理的条件に最も大きい作用をおよぼす根の呼吸作用，土壌中の空気量を知るための理学性石灰，腐植の含量などについてつぎに2～3の実験と調査を行なうこととした。

A．根の呼吸量

体内で生産された物質が転流，または転化して蓄積するには，水，空気，およびその他の成長に役だつ物質が正常に補給されて吸収されることが重要で，それには物資を補給しうる機構と機能とをもつことが重要である。土壌中の空げき量は O_2 の吸収と CO_2の排出とに関係があり，さらにそれらは土壌表面と土壌空気中のガスの組成にも影響しているので，根の通気組織と植物の通導器官にも関係を生じて品種の選択条件となるものと考えられる。

植物体内に O_2 の流れがあることは *Aecalypha tricolor* ほか6種の植物の葉，茎，幹，根などの1部または全体を用いて CO_2 含量の測定を行なった HÄRTEL[27] によって明らかにされていて，その後，同似の結果が多くの人々によって発表されているが，スギでもこの流れがあることが考えられて，その遅速が品種間の通気，通導組織の発達の相違となり，蒸散流の相違となってあらわれるものと考えられる。その証明は品種成立の解明の基礎にも資することができると考えたので，これを行なったものである。

根の呼吸作用の測定には根のみと，地上全体を含めたときとがあるが，本研究ではおもに後者の全体を用いて行なった。この実験は周囲の条件を規整して行なうことが重要であるので林業試験場九州支場内の仮設ガラス室内で昭和28年6～8月に実施した。

根の呼吸作用の結果排泄される CO_2 の測定の原理は簡単であるが，実際にあたってそれを満足するような実験装置をうることはきわめてむずかしい。ことにこの実験の当時は既成の器械も適当なものが見あたらなかったので本研究では HÄRTEL の方法にやや改良を加えたもので実施することにした。酸素の量

を加減するには種々の流量調節器があり，窒素，ヘリウムなどを混ずる方法があるが，ガスは種類によって比重が異なり，拡散係数も違うので，異種のものを混じて長時間同濃度に保つことはむずかしい。そこで，本研究においては水流ポンプを用いて水流量によって空気の流入速度を加減する方法を用いた。水道の水流は朝夕はもちろん短時間中にもかなりの差があるので，流量を少なくして変化を少なくすることが必要である。そのためにマノメーターと蛇口の調節で洗浄気筒内の気泡が1分間にほぼ120前後とその倍量の240とになるようにした。

空気は，まず，KOHの洗液と80 cmの長さのソーダ石灰管を通り，つぎに2個の3方活せんを通ってスギの根のあるガラス容器（円筒型直径4 cm，高さ20 cm）内に達する。根の呼吸によって生じたCO_2は，長さ50 cmの吸収管に導かれて1/50 Nの Ba(OH) 溶液に吸収させる，つぎにそれを10％の硫酸をつめた気筒塔を通じて外に排出させる。このようにして実験がおわれば，吸収管から滴定管に移し直ちに1/50-NのHClで滴定する。この実験は自然光線のもとで午前10時から午後4時まで6時間継続して実施したが根の呼吸作用は温度によって変化が激しいので，実験中は根の入れてあるガラス容器を水道水を流し込んで，定温にしている水槽のなかにいれて根の部分をほぼ20° Cに保たせ，温度が高くなれば水流を早めるか，または氷を融した水を加えて所定の温度にさげた，この実験では蒸散作用を促進させる風について注意しなければならないが，この研究は仮設ガラス室内で行なわれたのでいずれも同条件のもとでのものとみなした。

以上の要領で行なった結果を示せば第96表のとおりである。

第96表　スギの品種別根の呼吸量

Table 96. Respiration of root in some variety of Sugi.

品種	供給空気量	消費量 NaOH (N/50) (mg)	生産量（g）			乾重量（g）			苗高 (cm)	備考
			根	地上	計	根	地上	計		
オビアカ	I	28.6	6.5	21.4	27.9	3.9	13.5	17.4	26.2	NaOHは1/50N。
	II	23.6	6.8	22.7	29.5	4.2	14.6	18.8	25.4	
アオスギ	I	25.4	5.8	20.0	25.8	3.8	11.9	16.3	24.5	
	II	21.2	6.4	21.0	27.4	4.0	12.2	16.2	23.8	
メアサ	I	21.8	6.2	18.7	24.9	3.4	11.6	15.0	22.4	
	II	18.2	5.7	17.5	23.2	3.3	10.8	14.1	23.6	

根の呼吸量を発生したCO_2の量で比較すればオビアカが大きくて，アヤスギがつづき，メアサが小さい。この結果は同時期の地上，または地下部分の成長状態と似た傾向を認める。この関係は根の呼吸作用が蒸散作用に高い相関を示すことからも理解できよう。一般に呼吸量は，正常な発育状態を示すものに対する割合を知ることが重要であるが，本研究の結果は各品種の標準の成長量を示すものの結果であるので，正常な発育を行なっているものの品種間の差異とみることができよう。

種々のガスを用いてO_2量を変えて，根の成長との関係を研究したものには苅住[54]の他種々のものがあるが，C，He などを用いて種々のO_2濃度をつくって *Citmis*, *Selip*, *Zea* などのO_2の要求量をみた

結果をみれば，O_2が全く欠乏すれば伸長が直ちに止まるが，0.5％の量では徐々に行なうことから，O_2は制限量以下でなければそれほど強く成長量と結びつけてみる必要がないことがわかる。大政・塘[106]はO_2の必要をマツの水耕培養実験によって証明し，石崎[40]もマツ類の成長に根の呼吸に必要なO_2が重要であることを認めているが，それらはともにO_2の補給の困難な条件のときであるからであって，野外の土壌中においては，この限定量と補給量とにわけてみる必要があり，ことにその補給量に重きをおくべきであろう。そこで，次項にその役目を果たす土壌の容気量について観察することとした。

B．土壌中の空気量

土壌中の空気量は容気量として表わされて，それと林木の成長との関係については研究されたものが多く，スギの成長についても竹原[146]を初め種々の研究結果があるが，スギの品種別成長量と土壌の容気量との関係については石崎のもののほか，1～2の研究があるにすぎない。そこで，本研究で林分成長量調査標準地の代表土壌について，最小容気量の調査を行なった結果を示せば第92表のとおりで，表層ではアヤスギ（29%），タノアカ（28%）が大きくて，ヤブクグリ（25%），アオスギ（20%），オビアカ（17%），ホンスギ（17%），メアサ（15%），ウラセバル（7%）が順に小さい結果を示し，つぎに表一深層（0～65cm）の平均値を求めて比較すればアヤスギ（22.0%）が大きくて，ヤブクグリ（18.3%），アオスギ（18.3），ホンスギ（16.3），タノアカ（16.0），オビアカ（15.0），メアサ（14.5），ウラセバル（8.5）の順に小さい結果を示した。この順位と成長量との関係をみればはっきりした一定の傾向が認められない。

容気量が下層にいたるにしたがって小となるのは一般的傾向であるが，この層位別変化は拡散量に影響して種々の生理的作用をもたらすので，表層から深層までの変化をみれば，タノアカ，アヤスギ，ヤブクグリ，ホンスギ，オビアカが大きく，ウラセバルがつづき，アオスギ，メアサが小さい。これらの結果とまえに得た品種別根の呼吸量とを比較して検討すれば，両者の間に関係があるのを認めるが，あまり明らかではない。これは成長量が容気量のみで限界因子と認めることができないためとされよう。

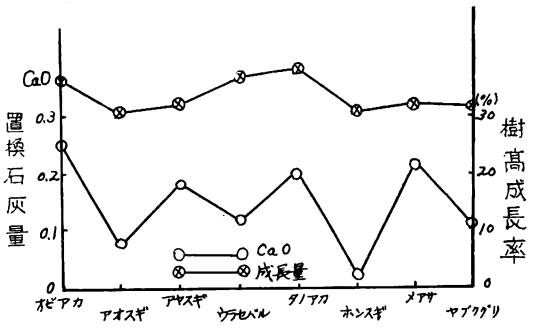
つぎに，同一土壌を用いてスギの各品種間の成長量の差異をみれば第92，第95表備考欄に示すとおりで，前よりやや明らかではあるがあまり十分とはいえない。これは根の酸素要求量はわずかであって，その量が制限条件となることはまれであるが，呼吸作用に作用される補給の難易が問題であるためとされる。土壌中の空気はかなり深層まで存在するが，根が利用しやすいか否かは土壌の層別構造とその上層に接続する地表空気の拡散に関係しているので，この各部分の循環機構を明らかにしてはじめて根のO_2要求度の実態が理解できる。これらのことから，この要素もまた耐乾性などのときと同様に土壌の組成，形態，組織と構造などの野外調査の結果とをあわせてみることによって初めて効果のある判断が可能となるものとされよう。

C．土壌中の石灰

各標準地の土壌の石灰含量と成長量との関係をみれば第95表のとおりで，各品種を通じては平均0.1%であるが，メアサ（0.138）が多くて，タノアカ（0.120），アヤスギ（0.114），オビアカ（0.101）がつづき，アオスギ（0.068），ヤブクグリ（0.064），ウラセバル（0.0601），ホンスギ（0.059）が小さい結果を示している。つぎに，各標準地の土壌を用いて各品種を植栽したポット試験の結果をみれば第146図のとおりで，ウラセバル，ヤブクグリが成長量と逆，その他がほぼ正の関係を示した。

スギの葉に多量のCaOが含まれていて，その生育に石灰が重要であることは川島[56][57]らの福岡県朝倉

郡小石原町の行者杉，その他のスギ林地の土壌の置換性石灰の含量と林木の成長との関係，芝本[133]のスギ，ヒノキの栄養と土壌の肥沃度の研究によって明らかであるが，多雨，多湿の土壌においては塩基が洗われて，それにかわってHイオンがはいってくるので腐植は H-Humus となり，不飽和土壌となって CaO が多くなるが，土壌中の CaO 含量が多雨または多湿と一致しているのはこの理由によるものとされよう。石灰は植物体の成熟度を高めて耐病，乾，寒などの抵抗性を強める。しかもその含量の多いものは多く吸収して成熟度を高める。しかしながらこの各品種間に石灰要求量の差異があるので，品種間の差異もその点からみることができる。このことから土壌の性質と体内成分の多寡とのあいだには相関があることが考えられるので両者の関係をみたが，その結果は必ずしも一致していない。これは自然選抜条件によって自然に成立していない人工林の成績であるためであるとされよう。



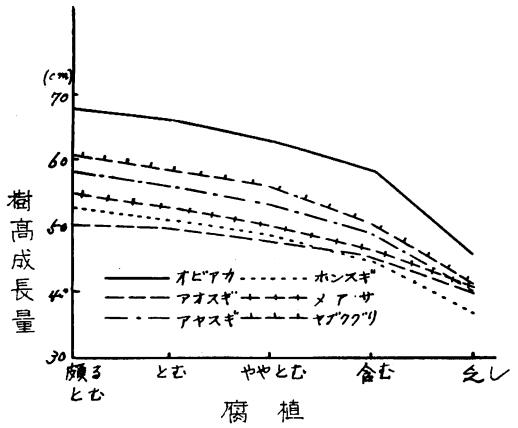
第146図　土壌中の CaO と樹高成長率(%)
Fig. 146　Relation between CaO in soil and height growth of trees.

D．土壌中の腐植

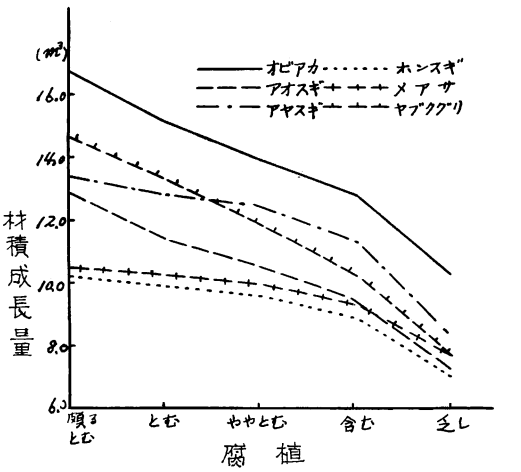
農作物の栽培は耕耘によって土壌の理学性を改善して，施肥，栽培方法，除草，中耕，灌水などの管理方法によって目的の植物を最も有利に栽培して最大収穫をあげることが目標とされるが，林業では自然力を利用して目標植物以外のものを利用して目標植物の最大収穫をあげると同時に防風，防寒，防乾，土砂の流失などを防ぐにも役立たせることであって，林業のときは自然の総力を利用した栽培法といえる。このことから土壌も自然状態のものを重視して土壌中の有機物質の量も，その土壌の過去における蓄積と消費の関係を知ることである。そのためには有機物質の供給源となる林分の植生状態とその有機物質の量と質をもあわせてみることである。そこで土壌中の有機成分量を全炭素（C），全窒素（N），C/N などで示せば第95表のとおりで，まず，表層－45 cm の平均全炭素量ではアオスギ，タノアカ，オビアカ，ホンスギ，アヤスギ，メアサの順に小さく，地表—65 cm ではアヤスギ，ヤブクグリ，オビアカ，ホンスギ，アオスギ，タノアカ，メアサ，ウラセバルの順に小さい結果を示した。この結果と各品種の代表土壌のポット試験のそれとを比較すれば，第95表に示すとおりで両者の間にかなり平行的な関係を認めた。このことから前述の結果は各品種の土壌腐植の含量に基づく成長量の差異を示すものとされよう。

河田[53]，内田[165]などは腐植はその形態と内容とによって違った性質を表わし，有効度もちがうことを報告していて，真下[81]は地表から 50 cm までの全Cと全Nとの比率を地位指数とみなしてその数値が10～21のときにスギの成長量が最もすぐれていて，それより低いほど地位が劣ることを示すとしている。このC/N率の最適値を内容的にみれば種々の場合があるが，全炭素，全窒素ともに最適値を示して，しかもその比率が最適値を示すところは限られた場合となる。このことからその最適値は全炭素，全窒素を個々に吟味したのちに得たものが最も好ましいものであることがわかる。

上述の要素を野外調査方法によって明らかにすることはできないが，林野土壌調査方法による腐植含量の表示はそれらに近い状態を示しているものとみられるので，その含量を5階級に分けて，それらと樹高，



第147図　腐植とスギの品種別成長量との関係（樹高）
Fig. 147　Relation between humus and height growth.



第148図　スギの品種別成長量と腐植（材積）
Fig. 148　Relation between humus and volume growth of stands.

または林分平均材積成長量との関係をみればある適量のところに最大値を示してその前後がともに漸減するので，これも2個の漸増曲線からなりたっているものと認めて MITZERLICH の漸増曲線式をあてはめてみたところよく適合することを知ることができたので，その式を用いて得た結果を示せば樹高成長量は第147図，林分成長量は第148図のとおりで，そのときの効果律Cを求めて示せば第97表のとおりである。いまその漸増状態を効果律Cで比較すれば，樹高においてはオビアカ，ヤブクグリ，アヤスギ，ホンスギが大きくて，メアサ，アオスギの順に小さく，材積ではオビアカ，ヤブクグリが大きくて，アオスギ，アヤスギがつづき，メアサ，ホンスギが小さい傾向を認めた。これらの結果と各標準地の土壌を用いて得たポット試験の結果，さらにまた，九州支場で実施した品種別養分吸収試験の結果とを比較すれば相互間に似た傾向を示すことを知ることができたが，それらは全く一致した結果を示していない。いま，その理由について考察すれば，スギのさし木苗の根は側根がよく発達していて，その分岐の状態も地表層の栄養条件のすぐれたところによく発達しているので養分の不足による成長差は認められないが，高年にいたれば根が垂直，または水平の両方向に発達して，太さ，分岐数，深さ，広がり，密度など

第97表　スギの品種別平均成長量と土壌の腐植
Table 97.　Relation between average growth and humus.

樹高・材積 / 品種 / 項目	樹高						材積					
	オビアカ	アオスギ	アヤスギ	ホンスギ	メアサ	ヤブクグリ	オビアカ	アオスギ	アヤスギ	ホンスギ	メアサ	ヤブクグリ
K	1.3541	0.9591	1.2529	1.1981	1.1271	1.3263	0.8261	0.7243	0.7160	0.5682	0.4624	0.8513
C	0.3385	0.2398	0.3131	0.2995	0.2818	0.3316	0.2065	0.1811	0.179.	0.1121	0.1156	0.2128
頗るとむの樹高と林積	68.6	50.6	57.5	52.4	53.6	60.8	16.7	12.8	13.2	10.2	10.5	14.6
乏しの樹高と林積	46.0	41.5	38.6	30.6	40.2	39.6	10.0	7.5	8.0	6.5	7.6	7.5

（備考）　Cは効果律，樹高はcm，材積はm^3

も高まり，樹体総量も高まってくるので品種間に著しい差異を生じて（石崎[38]）養分の欠乏がしだいに明りょうに現われてくることとなる。このような相違が不一致の原因とされよう。

第4章　適地選定表の作成

前章までの各品種の種々の条件別の究明材料によって適地選定表作成の基礎資料をえたが，それらを用いて表を作成するにはどのようにして組み合わせてみるかという仕事が残っている。しかもそれは最も重要であるのでつぎにこのことについて吟味をすることとした。

成長因子の総合結果は地位としてあらわして，それを樹高によって判定している場合が多いが，このことは樹高が収穫量と最も高い相関をもち，各条件の集合結果とも高い関係をももっているためとされよう。しかしながら，造林事業が育成林業の領域に進むにしたがって種々の成長因子に基づく収穫量のより確かな予測が要求されてきて，新しい地域に他の地方の優良品種を導入するときとか，施肥，耕耘，新しい植栽または保育の方法を採用するにともなっていっそうその必要に迫られてくる。そこで，林業においても，かって農業が辿ったと同様に，林地生産力による判定方法が必要な段階に至ってきているといえよう。このようなことから土壌を主としたものが考えられてきて SCHMACHER[130]，木梨[57]，真下[81]などの研究が生まれてきているが，作業形式のかたまらない現状の造林地を対象としてのスギの品種別適地選定表の作成にあたっては，LUNDEGARDH[77]，MITZERLICH[92] などのように各要素の報酬漸減の法則を考えることが必要であろう。斎藤はかつて白沢らによってえられた資料を用いて日本のおもな樹種の分布と成長との関係を任意に取りあげて樹種別適地選定表を作成しているが，その方法の最大の欠点は各要素間の軽重の決定にあたって基礎のないことである。これらの研究ではその点を理論的に明示することが最も重要であるので，本研究においてはまず品種の形態と生理的性質，ことに成長過程におよぼす環境要素の関係を究明し，つぎに多数の野外の林分成長量調査資料を用いて各要素と成長量との関係を明らかにし，つぎにまた，数要素が集合されたときの結果が収穫量におよぼす関係を知って，なるべく強く作用する要素を数多く用いて表示することにつとめた，しかしながら表を利用する側からみれば，なるべく少ない要素に限定する方が望ましい。そこで，その両者の兼ねあいによって決定しなければならないこととなるが，それは誤差の範囲をどのように考えるかによって決定される問題である。本研究では表による数字が取り扱いやすいことも考えて，効果指数の大きいものから順に10要素を選んで，それらを用いて表示することとした。その要素は既述の如く気温，降水量，海抜高，方位，傾斜，土層の厚さ，土性，土壌水分，肥沃度などとして，そのなかの気温は温量指数と寒冷指数とにわけてみる方がより好ましいことが明らかにされているので，両者にわけてみることとした。各要素はいずれも最低から最適にいたる漸増と，最高から最適にいたる漸増の2過程の曲線の連結によって示されているので，その作用度は平均値を用いることも考えられるが，その相互間の差異は大きいときの方が明らかであり，しかもよく性質を示すものとも考えられるので大きいときの指数を採用することとした。各要素別の効果指数を示せば第98表のとおりで，その指数から100分比で各要素間の軽重を求めた結果も同表の指数欄に示すとおりである。

ある1要素の各括約値ごとの成長量の漸増，漸減の状態は各要素と成長量との関係のときに求めている数値を用い，しかもその最適値を基準（100）として換算した。つぎに各品種を通じての比較を可能にするために樹高のときにはその最高を示すオビアカを100として表示した。いま，その方法によって得た結果を示せば第99表のとおりである。

第98表　各要素別効果指数の比較

Table 98. Index of effect on each factor.

項目 / 樹高材積		気温	温量	寒冷	降水	海抜高	傾斜	方位	土性	土層	土壌湿度	腐植	計
樹高	1	0.1976	0.1643*	0.1771	0.0994	0.1360*	0.1824	0.0286*	0.2408*	0.1510*	0.2030*	0.3007*	
	2	0.1267	0.1197	0.1442*	0.0829	0.1091	0.2580*		0.2791		0.1483		1.7260
指数			9.5	8.4	5.8	7.9	14.9	1.7	14.0	8.7	11.8	17.4	100
材積	1	0.1904	0.2388*	0.0716	0.0755*	0.0981*	0.2262*	0.1401*	0.0979	0.1359*	0.1108*	0.1729*	
	2	0.2167	0.1868	0.1513*	0.0229	0.0978	0.1495*		0.0340		0.0804		1.3658
指数			17.1	11.1	5.5	7.2	10.9	10.3	7.2	10.0	8.1	12.7	100

（備考）　*を採用。

第99表　適地選定表（樹高成長に基づく）

Table 99. The table for selecting appropriate site (based on height growth).

(1) 温量指数

品種 \ 温量指数	60.0	65.0	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	100.0	105.0	110.0
オビアカ				28.9	49.5	64.1	74.1	80.8	85.9	88.8	91.1
アオスギ	35.9	42.6	48.2	53.2	57.6	61.2	64.6	67.1	69.8	71.7	70.4
アヤスギ			30.9	50.8	63.6	71.7	76.6	79.8	82.0	83.1	82.4
ホンスギ				34.8	53.5	64.4	71.2	74.9	77.9	74.3	69.8
メアサ		34.8	45.2	52.2	58.1	63.0	67.4	70.9	73.8	76.3	80.9
ヤブクグリ			32.3	56.7	69.8	77.0	80.8	82.8	83.9	83.2	82.0

品種 \ 温量指数	115.0	120.0	125.0	130.0	135.0	140.0	145.0	150.0	155.0	160.0
オビアカ	92.7	93.8	94.4	95.0	95.0					
アオスギ	68.9	66.7	64.1	60.9	56.4	52.0	43.8	34.9		
アヤスギ	81.6	80.3	78.7	76.4	73.1	68.5	62.3	55.1	45.8	33.6
ホンスギ	65.5	58.0	47.2	31.4						
メアサ	80.3	79.7	78.0	77.9	76.9	75.5	74.0	72.3	70.5	68.1
ヤブクグリ	79.7	75.3	66.8	47.9	19.6					

(2) 寒冷指数（一を省略）

品種 \ 寒冷指数	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5
オビアカ	72.9	80.4	84.0	82.7	81.6	78.3	75.2	70.8	64.9	57.3	46.6	32.2	13.8				
アオスギ	50.7	56.7	59.2	60.3	60.2	59.1	57.9	56.1	53.8	50.7	46.8	41.6	34.8	25.6			
アヤスギ	71.3	71.6	71.8	72.1	72.2	72.4	72.4	72.7	72.9	72.2	71.2	69.4	66.7	62.8	56.8	48.5	33.5
ホンスギ	40.0	47.6	53.6	58.0	61.3	63.9	66.1	67.5	65.4	62.3	56.9	49.0	36.1	15.3			
メアサ	65.5	68.5	70.6	72.1	73.2	71.6	69.6	67.1	64.4	60.9	56.8	51.9	45.9	38.6			
ヤブクグリ	64.4	68.7	71.2	72.0	72.7	73.0	73.4	73.6	73.8	70.1	68.7	64.4	60.9	49.9	44.3	32.0	

(3) 降　水　量（mm）

品種＼降水量	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300
オビアカ	27.7	32.2	36.9	40.2	42.9	45.2	47.2	49.0	50.5	51.9	53.0
アオスギ				21.4	25.9	29.7	35.2	37.4	39.0	44.4	41.6
アヤスギ			22.7	34.9	40.5	44.7	47.4	49.5	51.2	52.0	51.3
ホンスギ			19.1	25.0	29.4	32.9	35.7	37.8	39.4	40.6	41.6
メアサ		24.7	28.8	32.3	35.4	39.8	42.0	43.8	45.5	47.5	48.1
ヤブクグリ		21.0	29.8	36.3	41.5	45.3	48.2	50.6	52.1	53.2	54.3

品種＼降水量	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200	3300
オビアカ	53.9	54.9	55.6	56.2	56.8	57.2	57.7	58.0		
アオスギ	42.5	43.3	43.9	44.5	43.2	41.5	39.0	35.7	26.5	17.3
アヤスギ	50.8	50.0	49.2	48.1	47.2	46.2	44.5			
ホンスギ	42.3	42.9	43.7	43.7						
メアサ	49.1	48.6	47.9	47.1	46.1	45.0	43.7	42.0	40.1	37.8
ヤブクグリ	55.0	54.3	52.8	51.6	49.0	44.5	37.2	25.4		

(4) 海　抜　高（m）

品種＼海抜高	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
オビアカ	57.7	68.8	74.6	77.5	79.0	78.5	78.0	77.2	76.2	74.7	72.8	70.2
アオスギ			47.9	51.1	53.5	55.8	57.1	58.5	59.6	60.4	60.0	59.2
アヤスギ			59.9	62.3	66.8	70.0	72.4	72.1	71.7	71.3	70.6	70.0
ホンスギ			41.3	45.7	49.6	52.9	54.4	58.0	59.5	61.0	62.2	63.3
メアサ	59.2	60.2	61.4	62.3	63.0	63.8	64.4	64.8	65.2	64.1	63.2	62.2
ヤブクグリ	32.2	41.7	51.9	57.3	62.0	68.1	70.2	71.9	73.4	74.4	75.1	75.6

品種＼海抜高	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
オビアカ	66.6	61.7	53.9	45.9	33.5						
アオスギ	58.5	57.6	56.4	55.1	53.7	51.3	49.3	45.9	42.4		
アヤスギ	69.1	68.2	67.1	65.8	64.5	62.8	60.6	58.3			
ホンスギ	62.1	60.9	58.9	56.6	53.5	49.8	44.3	36.9	28.8		
メアサ	61.1	59.6	57.9	56.0	53.7	51.2	48.1	44.6	40.2	35.2	26.9
ヤブクグリ	76.1	76.5	75.5	74.1	71.9	68.5	63.5	55.5	44.0		

(5) 傾　　斜（°）

品種＼傾斜	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
オビアカ	128.1	136.6	142.6	146.5	149.0	143.5	134.7	134.7	99.2	94.6
アオスギ	98.3	101.9	105.7	109.5	105.8	102.5	96.6	87.2	76.4	59.5
アヤスギ	120.2	122.1	123.1	123.9	122.1	125.5	124.9	123.1	117.5	99.1
ホンスギ	87.0	95.9	103.8	105.6	106.2	106.0	101.9	97.8	90.0	74.3
メアサ	122.1	121.3	120.2	119.0	117.2	114.3	110.6	103.1	97.5	86.7
ヤブクグリ	108.0	123.2	128.7	130.7	129.6	127.5	124.4	117.6	106.6	87.7

(6) 方　　位

品種＼方位	N	NE	E	ES	S	SW	W	WN
オビアカ	17.0	17.0	17.0	16.7	16.5	15.7	15.7	16.7
アオスギ	12.2	13.0	12.0	11.7	10.4	10.6	10.5	11.2
アヤスギ	14.2		13.1	12.6	12.4	12.8	13.3	13.8
ホンスギ	13.0	11.9	12.3	11.8	11.0	10.6	10.2	11.5
メアサ	11.0	12.2	12.6	11.2	10.9	11.6	13.0	13.8
ヤブクグリ	15.8	15.0	13.8	12.5	13.2	13.8	15.4	15.6

(7) 土　　層（cm）

品種＼深さ	5	10	15	20	25	30	35	40	45
オビアカ	60.6	67.0	72.2	76.6	80.1	83.2	87.0		
アオスギ	52.7	56.8	60.3	60.3	62.0	65.3	66.7	68.7	70.0
アヤスギ	56.8	63.0	68.0	72.0	75.1	77.5	79.3		
ホンスギ	43.4	50.8	54.9	57.3	58.6	59.4	59.7		
メアサ	47.5	58.7	65.5	69.5	72.0	73.4	74.2	74.7	
ヤブクグリ	46.2	56.4	63.2	67.8	71.1	73.4	74.1	74.4	

(8) 土　　性

品種＼土性	軽砂壌土	重砂壌土	軽壌土	壌土	軽埴壌土	重埴壌土
オビアカ	124.5	132.3	136.2	140.0	135.8	130.6
アオスギ	70.3	82.5	87.6	88.3	87.5	81.3
アヤスギ	104.5	107.1	108.2	109.2	104.3	100.9
ホンスギ	74.7	77.6	80.8	84.0	81.5	80.8
メアサ	82.5	88.5	92.1	95.6	92.8	86.8
ヤブクグリ	106.6	110.1	111.4	112.0	108.0	102.7

(9) 水　　湿

品種＼乾湿	中乾	稍乾	稍適	中適	適潤	稍潤	中湿
オビアカ	110.7	115.1	116.9	117.4	118.0	116.9	116.1
アオスギ	73.8	78.2	81.1	82.8	85.8	80.2	77.3
アヤスギ	82.9	94.0	97.5	98.8	99.4	98.4	97.8
ホンスギ	71.5	76.2	77.6	78.7	79.1	76.8	76.1
メアサ	82.9	90.0	92.3	93.3	93.8	92.5	91.6
ヤブクグリ	78.3	95.2	103.0	106.4	110.8	109.5	108.5

(10) 腐　　植

品種＼腐植	頗るとむ	とむ	ややとむ	含むし	乏し
オビアカ	174.0	168.4	161.8	147.6	116.8
アオスギ	128.4	127.2	123.2	115.4	105.3
アヤスギ	145.8	140.7	135.0	123.8	97.9
ホンスギ	132.9	128.1	123.2	115.4	92.8
メアサ	135.9	131.1	126.5	118.1	101.9
ヤブクグリ	154.2	148.8	142.5	129.0	100.4

つぎに，林分材積成長量のときも同様の方法によって求めたが，ただこのときにはヤブクグリが最高を示したのでそれを100として換算した。その結果は第100表のとおりである。この2表ともに10因子から成りたっているので，各因子の最高を100とすれば，全因子の集計値の最高は1000となり，そのときの樹高，または林分成長量は最高の値を示しているので，その結果から各林齢における樹高または林分材積成長量などを想定することが可能となる。しかしながらこれらの表は，この資料採取地域の範囲内の条件のところで，しかもその括約幅もこの幅に等しく整理されてみたときにはじめて使用されて，その値の大きいものほど適合した品種とされうる。ただ，現実にあたってはこの要素のなかに含まれていない限定因子もあるので，この表の作成された基礎を十分に理解し，品種の性質を検討して使用することである。

第100表　適地選定表（材積成長に基づく）

Table 100.　The table for selecting proper appropriate site (based on volume growth).

(1) 温　量　指　数

品種＼温量	70.0	75.0	80.0	85.0	90.0	95.0	100.0	105.0	110.0
オビアカ			74.1	99.5	116.9	132.5	137.5	143.4	148.1
アオスギ		35.3	97.1	99.0	110.4	117.1	121.0	122.8	123.8
アヤスギ	61.2	105.3	126.4	135.9	140.8	142.6	139.6	136.6	132.6
ホンスギ	37.0	75.0	97.4	110.1	117.8	122.7	124.7	121.8	118.8
メアサ		41.4	64.1	77.1	86.8	92.5	96.3	99.2	101.2
ヤブクグリ		42.8	91.8	104.3	147.1	161.6	171.0	166.2	157.3

品種＼温量	115.0	120.0	125.0	130.0	135.0	140.0	145.0	150.0
オビアカ	151.1	153.0	149.2	140.3	125.8	97.5	44.8	
アオスギ	119.7	114.6	108.5	99.3	86.9	69.6	48.0	
アヤスギ	125.7	118.5	109.7	96.7	79.7	57.9		
ホンスギ	115.9	110.2	102.5	91.5	82.2	62.8		
メアサ	102.1	100.1	98.1	92.1	85.0	75.0	62.1	41.0
ヤブクグリ	140.9	116.6						

(2) 寒 冷 指 数（一を省略）

品種＼寒指	0	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5
オビアカ	92.5	92.4	91.0	89.2	87.3	84.1	80.9	72.1	59.5	39.8	
アオスギ	45.5	55.4	63.2	70.3	75.6	79.6	82.7	85.4	87.3	89.3	90.6
アヤスギ		71.4	80.0	87.1	92.8	97.1	100.7	102.8	104.9	107.2	108.6
ホンスギ	42.6	52.4	60.3	67.5	72.7	77.3	80.5	84.5	86.5	88.5	90.4
メアサ	62.7	65.2	63.9	62.7	60.2	57.3	52.8	46.0	36.6	23.0	
ヤブクグリ	88.4	93.0	97.0	100.3	103.0	105.7	107.7	109.0	111.0	109.0	106.4

品種＼寒指	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19.5	20.5
オビアカ											
アオスギ	88.7	87.4	86.2	84.2	82.3	79.2	75.4	69.7	63.2	54.3	42.1
アヤスギ	107.1	104.4	101.5	96.5	90.9	81.7	68.8	51.7			
ホンスギ	91.7	93.0	90.4	87.8	84.6	66.3	47.4				
メアサ											
ヤブクグリ	103.1	99.1	93.9	86.7	77.5	65.7	50.0				

(3) 降　水　量（mm）

品種＼降水量	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200
オビアカ							28.2	33.6	38.3	41.9
アオスギ			15.8	23.2	28.1	31.8	34.3	36.1	37.4	38.3
アヤスギ	23.0	27.6	31.1	34.2	36.7	38.7	40.7	41.9	43.0	44.0
ホンスギ		21.8	25.4	28.8	30.5	32.3	33.9	35.6	36.9	37.7
メアサ								29.4	30.0	30.3
ヤブクグリ		27.9	33.5	38.1	41.7	44.8	47.0	49.1	50.4	51.9

品種＼降水量	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000	3100	3200
オビアカ	45.6	48.6	51.0	53.4	55.1	56.8	58.0	59.5	59.5	59.5
アオスギ	38.9	38.7	38.3	37.7	36.8	35.9	34.3	28.9		
アヤスギ	44.0	44.0	44.0	44.0						
ホンスギ	38.8	39.8	40.7	44.6						
メアサ	30.6	30.9	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2			
ヤブクグリ	52.8	53.5	54.6	54.2	55.0					

(4) 海　抜　高（m）

品種＼海抜高	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
オビアカ	37.4	44.5	49.8	54.0	57.3	59.4	59.1	58.7	58.2	57.5	56.8	55.3
アオスギ		34.8	37.2	39.7	41.7	43.7	48.5	48.4	47.8	49.0	50.2	51.4
アヤスギ	29.4	34.8	39.1	43.1	45.8	48.6	50.5	51.7	53.3	54.1	55.6	56.8
ホンスギ	16.5	32.3	35.5	38.3	40.8	42.8	44.8	46.1	47.7	48.4	49.6	50.5
メアサ	20.4	29.4	33.9	37.1	39.7	40.5	40.1	39.4	39.1	38.4	37.7	36.6
ヤブクグリ		27.0	34.8	42.2	47.3	52.4	56.3	59.8	62.6	62.6	65.5	67.9

(4) 海 抜 高 （つづき）

品種＼海抜高	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150
オビアカ	53.8	51.9	48.9	45.0	40.2	33.4	24.4					
アオスギ	51.8	52.6	53.1	52.7	51.5	50.3	48.8	46.5	43.4	39.2		
アヤスギ	56.4	56.0	55.2	54.8	54.0	52.9	51.7	50.5	49.3	47.8	45.8	44.3
ホンスギ	49.6	48.5	47.3	45.8	43.5	40.4	36.2	30.8				
メアサ	35.6	38.3	33.4	30.7	28.3	25.6	21.7	12.8				
ヤブクグリ	69.6	70.4	72.0	70.7	67.8	67.0	64.6	62.5	59.6	55.9	51.8	

(5) 傾 斜（°）

品種＼傾斜	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
オビアカ	101.9	105.4	107.5	110.4	111.1	108.2	103.8	97.4	87.3	72.0
アオスギ	91.1	91.9	90.5	89.1	87.8	86.4	84.4	78.9	74.8	66.7
アヤスギ	81.7	90.6	95.3	98.0	99.4	100.8	98.0	94.4	89.6	82.0
ホンスギ	85.2	88.6	92.7	90.4	88.1	84.4	80.5	76.8	70.6	64.6
メアサ	75.5	76.8	77.5	78.3	76.8	75.4	73.2	70.4	67.6	62.7
ヤブクグリ	83.2	94.7	102.1	106.3	109.0	108.2	106.3	102.8	98.8	92.7

(6) 方 位

品種＼方位	N	NE	E	ES	S	SW	W	WN
オビアカ	93.2	89.7	86.3	79.3	81.0	86.8	96.6	100.7
アオスギ	76.4	74.1	74.1	73.6	70.3	69.1	73.1	73.6
アヤスギ	79.8	78.6	84.5	78.1	80.4	79.2	82.2	81.6
ホンスギ	67.1	67.7	65.9	68.8	65.9	67.7	70.6	70.6
メアサ	69.4	65.0	62.5	65.6	64.4	63.2	59.4	65.0
ヤブクグリ	98.4	103.0	96.1	88.0	89.1	90.9	94.9	102.4

(7) 土 層

品種＼深さ	5	10	15	20	25	30	35	40	45
オビアカ	67.5	78.5	86.5	91.4	94.5	96.9	98.1	99.4	100.0
アオスギ	58.3	60.8	66.2	70.6	73.6	74.8	75.4	76.7	77.3
アヤスギ	60.2	70.0	77.4	83.5	87.8	91.5	93.9		
ホンスギ	46.0	52.1	55.2	57.7	59.5	61.3	62.0	62.6	
メアサ	52.2	57.1	61.4	64.5	66.9	68.8	70.0	70.6	
ヤブクグリ	35.3	52.9	66.5	65.9	83.5	88.8	93.0	100.0	

(8) 土　　性

品種＼土性	軽砂壌土	重砂壌土	軽壌土	壌土	軽埴壌土	重埴壌土
オビアカ	65.3	72.5	80.7	82.2	81.1	79.8
アオスギ	46.1	48.5	50.5	67.6	50.9	50.1
アヤスギ	50.3	53.1	55.1	61.8	55.6	53.1
ホンスギ	43.5	46.8	48.4	49.8	43.0	38.6
メアサ	43.5	48.2	50.3	51.7	51.3	44.6
ヤブクグリ	65.7	69.1	70.6	72.0	64.7	61.3

(9) 水　　湿

品種＼乾湿	中乾	稍乾	稍適	中適	適潤	稍潤	中湿
オビアカ	61.1	71.8	76.4	78.4	79.5	77.4	74.4
アオスギ	47.9	55.6	59.1	60.6	61.6	53.5	48.9
アヤスギ	57.5	64.7	65.7	69.4	70.3	68.7	67.3
ホンスギ	35.7	39.8	41.8	42.8	43.8	41.3	38.7
メアサ	40.8	50.0	53.6	55.0	56.1	54.0	52.0
ヤブクグリ	61.1	73.4	77.9	79.5	81.0	79.0	77.4

(10) 腐　　植

品種＼腐植	頗るとむ	とむ	ややとむ	含む	乏し
オビアカ	145.3	131.3	122.6	87.9	86.8
アオスギ	111.4	98.3	91.3	80.9	65.2
アヤスギ	114.8	112.2	108.8	98.3	69.6
ホンスギ	88.8	86.1	83.5	75.7	56.5
メアサ	91.3	88.7	86.9	80.8	66.1
ヤブクグリ	127.0	163.0	103.5	88.5	65.3

摘　　要

九州のおもなスギさしき品種の造林地の中から林分成長量を測定するに適した林分を多数選定して，単級法によりその林分の材積をもとめて単位面積あたりの林分成長過程を明らかにする一方，各標準地の標準木の樹幹解析結果から単木の成長過程を明らかにして，樹冠直径の発達過程と各品種に最適の林分状態を知るとともに，その状態をあらわすに必要な環境要素をも究明して最後に適地選定表を作製した。

その結果を要約すればつぎのとおりである。

1. スギの各品種別の単木樹高成長曲線は熱化学反応速度の式の1種である

$$y=Ae^{\frac{-\alpha}{t}}+\beta t+\gamma t^2$$

の式で示されて，樹齢35年生のときの総成長量はオビアカ19.03 mで最も高く，ヤブクグリ18.22 m，アヤスギ17.00 m，メアサ15.76 m，アオスギ15.74 m，ホンスギ14.42 mの順に低く，最高のオビアカと最低のホンスギとの間には4.61 mの相違を認めた。

2. 樹高の連年成長量最大の時期はオビアカ，ヤブクグリ，アヤスギ，ホンスギなどでは15年，アオスギ，メアサは20年で最高に達し，その山の高さとその後の減少過程はオビアカが最も高くて急で，ヤブクグリ，アヤスギ，アオスギ，ホンスギ，メアサが順に低くて緩を認め，それとほぼ同様の傾向が平均成長量でも認められた。

3. 単木の胸高直径の総成長量も $y=Ae^{\frac{-\alpha}{t}+\beta t+\gamma t^2}$ の式で示されて，樹齢35年の胸高直径総成長量はオビアカが最も大きくて（25.80 cm），アヤスギ（22.78 cm），ヤブクグリ（22.64 cm），メアサ（22.23cm），アヤスギ，アオスギ（21.96cm）がつづき，ホンスギ（19.54cm）が小さい結果を示した。樹齢50年ではいっそう大きい差異を示した。

胸高直径連年成長量の最大の時期が10年に現われるものはオビアカ，アヤスギ，ホンスギ，メアサで，その山の高さはその順に低くて，その後の漸減状態もその順に緩慢な傾向を認めた。15年で最高を示すのはヤブクグリとアオスギで，その山の高さは前者が高くて，後者が低く，最高からの漸減状態は前者が急で後者が緩慢な過程を認めた。

胸高直径の平均成長量はオビアカが20年で最も高くピラミット型を示し，ヤブクグリはこれにつづいて低くてやや幅が広くアヤスギ，メアサ，アオスギ，ホンスギはさらに山の高さが低くて，幅は広く持続性はかなり大きい傾向を認めた。

4. 単木の材積総成長曲線も $y=Ae^{\frac{-\alpha}{t}+\beta t+\gamma t^2}$ の式で示されて，樹齢35年においてはオビアカ（0.4990m³），ヤブクグリ（0.3643m³），アヤスギ（0.3595m³），メアサ（0.3227m³），アオスギ（0.3114 m³），ホンスギ（0.2328 m³）の順に小さい結果を示し，樹齢50年ではオビアカ，ヤブクグリ，アヤスギ，アオスギ，メアサ，ホンスギの順で，各品種間の差もほぼ同様の結果を認めた。

5. 単木の材積連年成長量はオビアカが最もすぐれて，ヤブクグリ，アヤスギ，アオスギ，メアサ，ホンスギの順位に小さい結果をみて，その材積平均成長量も連年成長量のときと全く同様の結果を認めた。

6. 林分の材積総成長曲線も単木の材積総成長曲線と同様の式で示されて，林齢20年の林分材積平均成長量は，ヤブクグリ，オビアカ，アヤスギ，ホンスギ，アオスギ，メアサの順に小さく，林齢50年のそれはアヤスギ，ヤブクグリ，オビアカ，アオスギ，メアサ，ホンスギの順に小さい結果をえた。林分の連年および平均の両成長量は，ともにヤブクグリが最も早く最大に達して最も高く，オビアカ，アヤスギ，ホンスギ，アオスギ，メアサの順に遅くて低い。しかもその最大からの減少状態もそれらの順に緩慢な傾向を認めた。

7. 立木本数の決定に重要な樹冠直径の発達状態を10～60年生の各林分の標準地の測定資料を用いて樹齢別の発遠過程をみたところ，その関係は $y=ax^{-b}$ で示されて，オビアカが最も大きく，アオスギとホンスギが似ていてやや劣り，メアサは初めに大きくてのちに急に劣り，アヤスギはつねに最も小さい結果を示した。

8. 樹冠の完満度を樹幹完満度の方法を用いて求めた結果は，アオスギ，メアサ，アヤスギが大きくてヤブクグリ，オビアカ，ホンスギが小さく，それらを基にして求めたhaあたりの立木本数は林齢に基づく本数のときと似た品種間の差異を認めた。

9. 1林分の構成状態を，種々の林齢の標準地の樹高または直径の，標準偏差と変異係数とを求めて，10年括約の林齢別変化をみたが，明らかな品種間の差を認めることができなかった。

10. スギの各器官の自然選択条件は，林木の成長条件を吟味することによって知ることができて，しか

もそれらによって天然生木の生育分布と，実生またはさし木品種のみなもとを知り，さらにまた各品種の植栽適地を知ることができると考えられたので，それらの要因を気温，降水量，海抜高，傾斜，方位，土壌の厚さ，同組織，同水温，同腐植などにわけて，平均樹高成長量と林分平均材積成長量との関係を究明したが，樹高成長量は樹齢20年生のものを，林分材積成長量は林齢20～45年のものを用いた。平均樹高成長量が最大のときの年平均気温はオビアカ，アオスギ，メアサが13.5°C，アヤスギ13.0°C，ホンスギ，ヤブクグリ12.5°Cであって，その経済的下限界の気温はオビアカ，メアサ10.4°C，アオスギ，アヤスギ10.2°C，ホンスギ9.2°C，ヤブクグリ8.9°C，同上限界の気温はメアサ18.9°C，アオスギ18.6°C，アヤスギ17.5°C，オビアカ17.0°C，ヤブクグリ16.9°C，ホンスギ15.6°Cでやや品種間に差異があるのを認めた。平均材積成長量が最大のときの年平均気温はオビアカ，メアサが14.5°C，アオスギ，ヤブクグリが13.6°C，アヤスギ12.5°C，ホンスギ12.0°Cで，その経済的下限界の気温はオビアカ11.0°C，メアサ10.9°C，ヤブクグリ10.3°C，アヤスギ9.7°C，アオスギ8.8°C，ホンスギ8.0°Cを示し，上限はメアサ17.2°C，アヤスギ17.1°C，オビアカ17.0°C，ヤブクグリ16.3°C，アオスギ16.1°C，ホンスギ16.0°Cの結果を得た。

11. 平均樹高成長量が最大のときの最適温量指数はオビアカ130.0，メアサ110.0，アヤスギ，アオスギ105.0，ホンスギ，ヤブクグリ100.0で，その経済的下限の値はオビアカ79.6，ホンスギ76.8，ヤブクグリ72.5，アヤスギ67.9，メアサ66.5，アオスギ66.4であり，その上限の値はメアサ190.0，アヤスギ156.5，アオスギ145.5，ヤブクグリ133.1，ホンスギ127.0の結果をえた。

つぎに平均材積成長量が最大のときの最適温量指数はオビアカ120.0，メアサ115.0，アオスギ110.0，ヤブクグリ，ホンスギ100.0，アヤスギ95.0で，その経済的下限の値はオビアカ，ヤブクグリ81.0，アオスギ78.4，メアサ77.5，ホンスギ73.6，アヤスギ71.5，同上限値はメアサ146.9，オビアカ141.8，アオスギ140.4，アヤスギ135.4，ホンスギ134.7，ヤブクグリ122.5をえた。

12. 平均樹高成長量が最大のときの寒冷指数はヤブクグリ8.5，アヤスギ8.5，ホンスギ7.5，メアサ4.5，アオスギ3.5，オビアカ2.5で，その経済的下限の値はアヤスギ15.9，ヤブクグリ14.9，ホンスギ12.8，アオスギ12.7，メアサ12.6，オビアカ10.6をえた。

林分平均材積成長量が最大のときの寒冷指数はホンスギ11.5，アヤスギ，アオスギ9.5，ヤブクグリ7.5，オビアカ，メアサ5.0を示し，その経済的下限の値はアオスギ20.1，アヤスギ17.3，ヤブクグリ16.5，ホンスギ14.9，オビアカ8.2，メアサ7.7をえた。

13. 標準地周辺の最寄りの2～3の気象観測所の資料を基にして各標準地の降水量を求めてそれらと平均樹高成長量との関係をみたところ，樹高成長量が最大のときの最適降水量はオビアカが3,100 mm，アオスギ2,700 mm，ホンスギ2,600 mm，ヤブクグリ2,500 mm，メアサ2,400 mm，アヤスギ2,350 mmの順位に小さい結果を示し，その経済的下限の値はホンスギ1,576 mm，アオスギ1,562 mm，メアサ1,536 mm，アヤスギ1,503 mm，ヤブクグリ1,491 mm，オビアカ1,386 mmをえたが，上限の値は明らかに認めるをえなかった。

つぎに，平均材積成長量が最大のときの年総降水量はオビアカ3,000 mm，ヤブクグリ2,700 mm，ホンスギ2,600 mm，アオスギ2,300 mm，アヤスギ，メアサ2,200 mmの順位を示して，その下限の値はオビアカ2,000 mm，アオスギ1,560 mm，ホンスギ1,499 mm，ヤブクグリ1,410 mm，アヤスギ1,329 mmであったが，その上限の値は明らかでなく品種間にも明りょうな差異を認めなかった。

14. 平均樹高成長量が最大のときの最適海抜高の値は，ヤブクグリ 650 m，ホンスギ 550 m，アヤスギ 500 m，アオスギ 450 m，メアサ 400 m，オビアカ 200 mで，その経済的下限の値は明らかでないがアオスギを除いては海汀付近とされ，上限の値はアヤスギ 1,114 m，アオスギ 1,100 m，メアサ 1,059 m，ヤブクグリ 1,014 m，ホンスギ 971 m，オビアカ 823 mの順の値をえた。平均林分成長量が最大のときの最適海抜高値はヤブクグリ 700 m，アヤスギとホンスギ 550 m，メアサとアオスギ，オビアカ 250 であり，その経済的下限の値は明らかでないが，ほぼ海汀とされてその上限の値は，ヤブクグリ 1,171 m，アヤスギ 1,140 m，アオスギ 1,138 m，ホンスギ 981 m，メアサ 879 m，オビアカ 870 mをえた。

15. 熊本市の中日の要素を基にして方位と傾斜を異にしたときの日射量を求めたところ，S (56)，SSE (55)，SSW (55) が高く，ESS (51)，WWS (51) がつづぎ，E (46)，W (46) は劣り，WWN (40)，EEN (40) がさらに劣り，WNW (35)，N (35)，NNE (35) が最も劣る結果をえた。

平均樹高成長量が最大のときの最適傾斜はアヤスギ 25°，オビアカとホンスギが 20°，アオスギとヤブクグリが 15.0°，メアサ 5.0° で，そのときの成長量はオビアカ 63.8 cm，メアサ 60.0 cm，アヤスギ 58.0 cm，ヤブクグリ 50.0 cm，アオスギ 45.0 cm，ホンスギ 42.0 cmを得た。経済的下限の海抜高は各品種を通じてほぼ 0° 付近であるが，その上限の値はアヤスギ 48°，メアサ 42°，ヤブクグリ 42°，ホンスギ 36°，オビアカ 27.7°，アオスギ 27.2° をえた。

平均林分材積成長量が最高のときの最適傾斜はアヤスギ 25°，オビアカとヤブクグリ 20°，メアサ 15°，ホンスギ 10°，アオスギ 5 °で，その経済的上限値はヤブクグリ 13.1°，アヤスギ 12.0°，オビアカ 10.0°，アオスギ 9.8°，ホンスギ 8.5°，メアサ 6.8° をえた。

16. 平均樹高成長量が最大を示す最適方位はE—N，最少方位はS—Wで，最適方位の品種別の成長量はヤブクグリ，ホンスギ，アオスギ，メアサ，アヤスギ，オビアカの順に小さい結果をみとめた。

つぎに平均林分材積成長量の最適方位も前と同様で，それらもオビアカ (3.7)，メアサ (1.6)，ヤブクグリ (1.4)，アオスギ (1.0)，アヤスギ (1.0)，ホンスギ (0.8) の順に小さい結果をみとめた。

17. スギ品種の造林適地を判定するには各品種の生理，または造林的性質を実験的に究める一方，多くの林分の成長状態をあわせてみることで，まず，土壌のA層の厚さと平均樹高成長量との関係をみたところ，その最適層厚はアヤスギ，ホンスギ 35 cm，メアサ，ヤブクグリ，オビアカ 40 cm，アオスギ 45 cm で，それらより層が浅くなるにしたがって漸減する傾向はオビアカ，アヤスギ，ホンスギ，ヤブクグリ，メアサ，アオスギの順に小さく，林分材積成長量のときも同様の傾向を認めた。

18.　土壌の機械的組成の結果を用いて細砂＋微砂と粘土量率とで表わしたところ，メアサ，アオスギ，アヤスギの適地は含量が少なく，ヤブクグリ，ホンスギ，タノアカ，オビアカは多い傾向を認めた。

林分成長量調査標準地の土性と平均樹高成長量との関係を求めてみた結果は，各品種を通じて壌土のところが高くて，それより粘土含量が漸減，または漸増するにしたがって減少するを認めたが，その漸減のときにはアヤスギ，オビアカ，アオスギ，メアサ，ホンスギ，ヤブクグリの順，漸増のときにはオビアカ，メアサ，アオスギ，ヤブクグリ，ホンスギ，アヤスギの順に小さく，平均材積成長量のときもほぼ同様の傾向を認めた。

19. 土壌の含水量が最適のときの平均樹高成長量はオビアカ，ヤブクグリ，メアサ，アオスギ，ホンスギの順に小さく，含水量が最低から最適値にいたる間の漸増状態はヤブクグリ，アヤスギ，アオスギ，メアサ，オビアカ，ホンスギの順，最大から最適にいたる状態はアオスギが大きく他はほとんど差異を認め

ない。林分平均材積成長量でもほぼ同似の傾向を認めた。

20. 空気の量をかえて根の呼吸量を測定した結果は，オビアカ，アヤスギ，メアサの順に小さいが，その量は施与量に比例して増加するものと認められなかった。つぎに土壌の容気量と成長量との関係はわずかに認めるにすぎないものであった。

21. スギの品種間の石灰含量と土壌中の石灰含量との間にはやや関係を認めたが，それらは土壌では雨量の多い湿潤地のものが多く，品種間では耐乾性にとむ木化の強いものが多い傾向を認めた。

22. 各標準地の中から代表とみられる土壌についてC，N，C/Nと成長量との関係をみたが各要素間に明らかな結果を認めることができなかったので，各成長量調査標準地にわたって野外調査による腐植含量と平均樹高成長量との関係をみたところ，オビアカ，ヤブクグリ，アヤスギ，アオスギ，メアサ，ホンスギの順に小さく，平均林分材積成長量もほぼ同似の傾向を認めた。

23. スギの平均樹高成長量，または平均林分材積成長と温量指数，寒冷指数，降水量，海抜高，方位，傾斜土壌のA層の厚さ，土性，土壌の含水量，腐植含量などの各要素間に MITZERLICH の漸増曲線式 $\log(Y-A)=K-Ct$ で表わされることを認めたので，その効果律C を用いて軽重を定め，それに基づいて各要素別指数を決定して品種間の適地選定表を作製した。

総　　括

九州のスギさし木品種の選択条件を，追求してゆけばゆくほど相互間に関連が深まってきて，終局においてはそのなかの一つの水分因子によってもかなりの域まで表示できることがわかる。ことにスギの品種と適地の判定には，この水分因子，ことに体内の水分移動機構を中心にみることが重要と考えられるので，栄養器官のなかで独立器官と見なされうる針葉，枝葉，枝などを用いて観察することとしたが，それには各器官の類別名称が必要であるので，まず，そのことについて研究を行なった。

スギの針葉の類別は同枝内では葉位を基礎とし，同齢内の冬枝の針葉はその母軸からの葉位別分岐序列と枝の次数によって類別し，さらに母軸の年齢を異にするときには母軸の年齢別に区分した。スギの針葉は軸が成長するにしたがってその葉基部が軸のなかに陥入していってしだいに衰弱して枯死するので，その葉位による区分は生葉の着生する期間内であって，その後は年界基部からの距離別に行ない，この年界が明らかでなくなったときには各枝または主幹の分岐基部からの距離別に表示した。

枝葉の形は同齢と同次枝内の針葉の葉位別変化で示されるので，それをその軸長を5等分した区分位別葉長の変化によって示せば第2区分位のところが最大で，その前後が漸減する熱化学反応速度の式

$$Y=Ae^{-\frac{\alpha}{t}+\beta t+\gamma t^2}$$

によって示されて，この第2区分位が変異の幅も最も小さい結果を認めたので，その位置のものを最もすぐれた比較条件をそなえた針葉として，位置別変化の比較に用いた。

比較針葉を用いて1年生母軸から分岐する分岐枝の相互間の比較を行なったところ，同枝内では区分位の低位のものほど大きい傾向をみとめて，この傾向は主枝から分岐する側枝，側枝から分岐する側$_2$枝，分岐次枝の高いものほど小さい傾向を認めた。これらの高次枝はその最下位の針葉といえども完全に1成長期を経ているものではなくて，しかもなお，時期をそろえて比較することも困難なために，あまりひいでた葉長の比較場所とすることができないことを認めた。しかしながら，成長終止期，2次成長期の開終期

の遅速，頂部優勢性の優劣などのいわゆる動的観察をするには，この両系列の区分位別変化が重視されるべきであることがわかった。

つぎに，２年生母軸上から発達する各２幹２主ー１主枝の最大葉長の出現位置とその実長とをみれば，幼齢時代では梢頭付近が最も大きく，それより下位のものほど小さい漸減傾向を示して，その勾配は早生のものが大きくて，晩生のものが小さい傾向を認めたが，樹齢が古くなり環境が不良となるにしたがって幼齢時代のそれとはほぼ逆となり，梢頭よりやや下部のところが最大を示してその後の勾配もかなり急であることを認めた。この勾配の強弱は頂部優勢性を表わすので，このことから針葉採取の母木の樹齢と位置とをそろえて比較すればその早晩性を知ることができよう。

スギの葉長は軸の栄養条件に支配されていて，両者の間に高い相関を認めるので，軸とあわせてみることによっていっそう明らかな動的観察をすることができる。

スギの針葉で条件がそろって比較可能なものは，２年目では主枝針葉，３年目は側枝針葉と１年１次ずつ進んでいくが，スギの針葉のように葉柄のない無節のものでも３次頭以上に展開されているものが大部分を占めているものが正常の形とみられるので，造林木からこの種の針葉を採取するには側枝が新系列に移った植栽後３年目以降とされる。この標準針葉はその後も１年１次ずつ高まる。そしてその標準針葉と平均針葉との差異は年を経るにしたがって縮まるのでその採取位置は楽となるが，品種間の差も小さくなるのでつねに支配的な枝を選び，その枝を母軸とみなしてその枝から前の要領にしたがって標準針葉を選ぶことである。

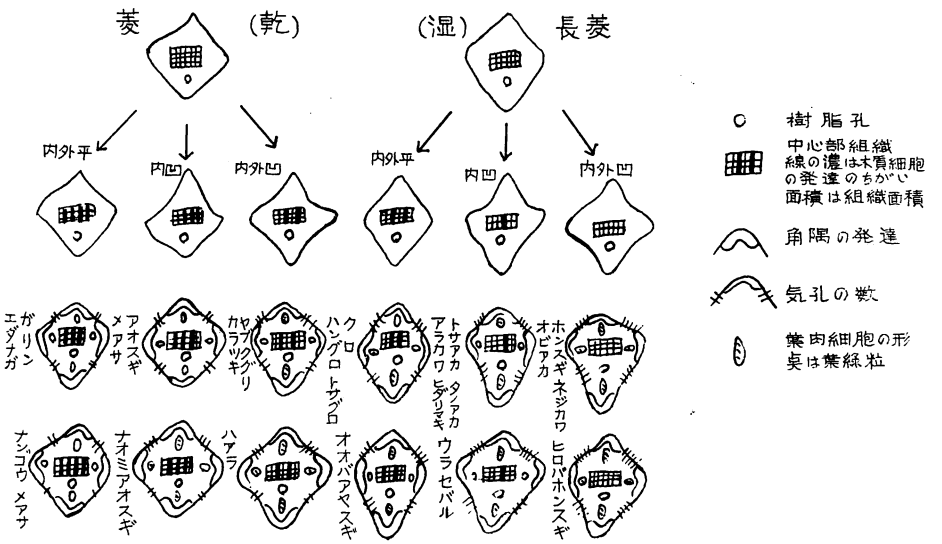
葉長，葉角，葉の曲がり，葉密度などは自然条件によって変わるので，実数と比数をあわせてみたが順位による表示の方が応用範囲が広いとみなして主としてそれによって類別した。

標準針葉を用いてスギの針葉の横断面の形態をみた結果は菱形を示すが，縦，横，縦/横 などに差があり，ことに各角隅からの引張りように差異を認めて，それらを大きくわければ全体の形は角菱と長菱に，凹みの具合は表裏ともに小さいのと，裏が大きくて表が小さいのと，表も裏も大きいのとにわけられた。

つぎに，葉の補強構造とみられる各角隅の上皮，表皮，下表皮の各細胞膜の発達状態を各形態ごとに分けてみれば，一般に後者がよく発達していて，それと全く逆に前者が劣るのを認めた。さらに，内部の敷石状組織，柔組織の細胞も前者が矩形，後者が短冊状で，前者が外側の細胞のみに葉緑粒の分布が多くて，管束内の木質部，靱皮部の発達とその外側の組織内の厚膜などがよく発達していて，後者はそれと全く反対の傾向を認めた。水分移動の条件からみれば前者はむずかしく，後者は容易なものとみられるので，前者を耐乾形態，後者を湿潤形態と見なすことができて，スギのさしき品種はこの両端からの種々のものがあることを認める。以上の関係を種々の要素を用いて模式的に示せば第149図に示すとおりである。

スギの針葉の葉先は鈍で直と内曲りとがあり，鋭で直と内曲り，外曲りなどがあって，さらにその中間にそれらの種々の組合せのものがある。葉基部も長くて幅の広いものと狭いもの，短くて幅の広いものと狭いもの，さらにその中間の種々のものを認めた。

針葉の縦断面の形は葉の中で生産される物質の縮合過程を示すものとみられるので，葉の太り具合を樹幹の絶対完満率に似た方法で葉茎部から葉先に向かって漸増する状態をみれば，基部から葉先までかなり緩慢な状態で漸増するものとかなりの急速度で漸増するものとがあり，また葉の中央より先のところで徐々で葉基部付近で急なものとこれとほぼ逆のものとがあって，耐寒性の大きいものは葉先で漸増率の高い



第149図　葉の形態による見わけ方模式図

Fig. 149　Type figure for distinction from form of needle.

葉幅，葉径ともに大きいものが多い傾向を認めた。

葉の断面の縦横比は中央が最も安定していて，その1枝葉内での変異は中央よりやや手前の最大葉が最もすぐれているので，その部分を用いて各針葉間の差異をみれば1年生枝の同次内ではその元軸に近いものが小さくて変異の幅もせまく，しかもその上部が漸次大となるを示したので品種間の比較にはその最大値を示す部分とされた。つぎに各次枝針葉間では次数の低いものが小さい傾向を認め，つぎに異齢同次枝間では高齢のものほど大きく，着枝，着葉齢が長まるにしたがって小となり，ことに樹冠の下部ではやや著しく小となり，品種間に差異があるを認めた。さらに針葉の各角隅間の凹みと樹齢，枝齢，枝の次数との間には逆の関係をみ，この凹みと含水量との間には正の関係を認めたので，スギにおいても ZALENSKI の法則が存在することを認めて，凹みが少なくて葉の含水量の少ないものを乾燥型，その逆のものを湿潤型とすることができる。冬期の耐寒性の強いものの含水量は夏期には少ないものと多いものとの両場合があって，その少ないものは凹みが浅く，多いものは凹みが深くて乾，湿，両型があることが認められた。耐寒性は含水量の他に種々の素質，成分，低温などによってちがうので，前記の結果がつねに完全に同一傾向を示すものとみることはできない。

スギの針葉の枯死脱落の過程は，短期間に完成された葉の基部が軸の成長にしたがって軸中に埋没してそれにしたがって葉への水分の移動が困難となり，その結果枯死して脱落するので，その着葉年限は各個体，または品種の幹と葉との関係によって決定されて品種間に差異を生ずることとなり，葉の成長条件の劣る早生のものは晩生よりも短い傾向を認めたので，それらも品種識別の拠点とすることができる。さらにまた，スギの針葉は数年間かなり高い同化能力をもち続けて，着葉年限の長短は葉量に影響して物質生産量にも影響するので，その相違と分岐習性とをあわせてみればいっそう明らかな品種識別の拠点として利用することができることがわかる。品種の識別拠点として利用することができよう。

スギの葉色は，直接それを左右する遺伝因子と，器官の形態の差異によって2次的に変色を生じている

ものと，完全に環境条件によるときとがあるが，同条件下での各品種の本来の色調，しかも年変化をつかんで，それらが環境条件によってどのような変化をするかを十分に把握しておけば，素質に基づく異種間の差異を識明することができることとなり，このことによってこの葉色もまた品種の識別に重要な拠点とすることができよう。しかし，この葉色は材の色沢にも体内，葉内含水量，乾湿性にも関係があることを知ることができるので，スギの品種の識別には特に重視すべき要素と認めた。

主枝の成長過程は幹の成長過程と同じ反応速度の式によって示されて，その両者のあいだに相似の関係を認めて，品種相互間には差異があるのを認めたが，その次数が高まるにしたがって軸と枝との関係が薄くなり，主枝の成長過程は１枝葉内の葉長とも高い相関を認めたので，その両者をあわせた形態によれば各品種間の成長過程の差異をいっそう容易に示すことができて，枝の成長，ことに，分岐習性と各枝の成長運動とを容易に理解することができる。

よく発達している１年生主枝の分岐形態はその幹の形態に似ていて，その主枝長の主軸の位置別変化はほぼ下位のものほど長くて，それより上位のものほど小さい漸減状態を示しており，その勾配は品種によって相違があることを認めたので，前者を１年生枝葉の形態，後者は頂部優勢性の性質として表わすことができてこれらを用いても品種の識別を可能とすることができる。しかしながら，この１年生軸から分岐している各枝は，生育期間の途中からのものであって，母軸の分岐位置によって生育時期が違うので，その枝による相互間の比較はあまりすぐれたものとすることはできない。

２年生軸の各主枝上に発達している各１主枝は完全に１成長期を経ているので，その相互間の比較はその前年の条件をそろえて比較すれば当年生の１主枝よりも好ましいとみられる。この２年生母軸の成長時期をそろえるために軸長を５等分してその区分位別に平均枝長を求めて比較したところ，上位のものほど大きくて下位のものほど小さく，ほぼ１年生軸のときと逆の結果を認め，このときも頂部優勢性の強さを知る，この傾向も母軸の樹齢，栄養条件などに支配されていて，幼齢時代，肥沃地，早生種などでは漸減状態がきわめて強く，それと逆の条件のときには弱い傾向を認めた。野外での各品種間の形態はそれらが組み合わされたものであるから，各品種の各時代の形態とその種々の環境による変異の状態とを把握してみれば，各品種の頂部優勢の程度を知ることができて品種の本質的な形態の理解が可能となるばかりでなく，品種の類別とその性質の理解にも役だたせることができるものとされる。

成長にあたって荷重の最も少ない枝角は軸に 45° のときで，幼時の初期にはその角度をとるが，この角度は葉角度，同曲り，同密度，同葉基部の形態，葉の内部構造などにも影響されるので，これもまた素質によることが多いことを認めた。

枝角と同曲りとが枝齢にともなって行なう変化を幹の各区分位別にみたところ，下位の枝ほど大きい結果をえたが，最下位のところは枝の大きさ，本数，出現状態などが不規則なためとされる。樹形は力枝よりやや下位の枝つきのそろったところまでを区分位別にみることが好ましくて，その全体は主枝の年次別変化によってみ，主枝の形態は側枝，側枝は側$_2$枝を同様の方法でみたところ，いずれも各品種間に差異があることを知ることができたので，それらをよく理解すれば品種間の見分けに役だたせることができるとされよう。

緑枝長と分岐枝数とは着葉量に影響するので枝角と同様の方法で比較したところ，その長さは樹齢，分岐次数，受光量が高まるにしたがって増大して，分岐枝数は樹齢，分岐次数が高まり，受光量と水分とが低まるにしたがって減少するが，その傾向は早生のものほど強くて晩生のものほど小さい結果を示してい

るので，それらを各条件別に把握すれば各品種の特徴を知ることができて品種の識別を可能とすることができるとされる。またこれらは体内条件の衰弱過程を表示するので幼齢時代に急なものが早生で抵抗性の低いものであって，高齢時代にいたってもなお徐々なものが晩生で抵抗性の高いものとみられる。つぎに，それらは着葉量と成長状態に結びついているので，それらともあわせてみるべきである。なお，このような性質を1過程のうえで把握するには個体内の各部分の動的状態をみることが重要であって，このことから各区分位を動的にみて判断するこのみかたが必要であることが理解できよう。

スギの幼軸の皮膚組織の上皮，表皮，皮下厚膜，内皮，栓皮，内鞘，靱皮組織，同葉組織などの発達状態を動的にみるには，葉基部の平均を示す中央の部分のところと葉基部以外の幼軸のところとを位置別に比較することであって，木栓層が発達するまでは各組織の厚膜細胞の数と木繊細胞とを重視し，木栓層の発達後はその発達状態とその内層のし部の各細胞，ことに靱皮繊維の層数と木質化とが重要であるのでそれらを比較したところ木栓化が強まって褐色栓皮となれば容易に外側から見分けられるので，その年界の移動によって木化の遅速を判定することができた。靱皮組織の木栓化は木部の木化とは相関が高いので，この遅速を主軸，主枝，側枝などの器官別に，さらにまた品種，環境別にみたところ分枝次数の低いものと，暖地の成長のすぐれているものと瘠悪乾燥地の早生のものほど早い傾向を認めたので，その移動状態も条件をそろえてくわしくみれば品種間の差異を知ることができて，品種の識別にも，また特性の判定にも役立たせうることができるとされよう。また，靱皮部の木栓化の度合はさしつけ苗の活着率，片側根，腰高苗などのもとになるさし穂の採取位置にも関係があるので，そのときにも利用することができて品種に応じた採穂台木の仕立の基礎資料ともすることができよう。

スギの樹皮は褐色栓皮が現われる初期ころまでは葉序，葉密度，縦軸成長に基づく亀裂が見られるだけであって，品種間にはあまり大きな差異を認めないが，周皮から粗皮の時代に移るにしたがってオニ皮幅，同皮長，溝の深さなどが発達して独得の形態を示すので品種間の識別の拠点とすることができるようになる。九州のスギの樹皮も秋田スギと似た形態でわけてみることができた。樹皮は最内部の靱皮部が年々新成されて厚くなるが，それにしたがって最外側の古い部分が外側におしやられて粗皮の形態を形造るので，樹皮の形態の判定には樹齢と条件とをそろえて比較することが重要であって，同齢のときには幹または樹皮の成長の速さを示して早晩性を示すものとされる。

樹皮のねじれは葉序，靱皮繊維の走向などに支配されて，その強いものほど螺旋紋の発達がすぐれていて養水分の移動が徐々であるので，これも選択要素として重視すべきであり，品種識別の重要な拠点とすることができる。九州のスギがねじれが少ないのは一般に低海抜のものが多いためであってホンスギ，アヤスギ，アオスギがやや大きいのは，いくぶん海抜高の高いところのものであるためと認めた。

含水量は1視野内の木部の木繊細胞の数と，樹脂細胞数とのあいだには正，木柔細胞数のあいだには負の関係を認めて，およそ含水量の少ないものほど諸害に対する抵抗性が強い傾向を認めたが，これには限度があって，極度に小さいときにはむしろ弱い結果を認めた。しかもまた，含水量は成長過程，葉序，木繊維の走向，幹または枝の変曲状態によって強く変化をするので，各品種のその状態はこれらの関係を十分に理解したのちに比較することであって，それによって初めて品種識別の拠点とすることができるものとされよう。

主幹新梢の1年間の成長過程はその個体の1代の成長過程と似ているので，それによって早晩性を知ることができるが，その主軸の過程は主枝の成長過程，または主枝葉の変化にも強い平行的関係をましてい

るので，逆に枝，または枝葉の形態によって２次成長，早晩材率などを知り品種間の材質の相違をも知ることができるので，品種識別の拠点ともすることができよう。

スギの選択条件のなかの最も重要な水分条件に支配的な関係をもつ器官を針葉のほかに求むれば，葉に隣接する幼軸であって，その器官からの蒸散は葉基部の気孔，表皮，皮下厚膜，内鞘の厚膜，篩部中の靱皮繊維の発達状態に支配されていて，それらの発達状態の早いものほど水分の消失速度が遅い傾向を示しているので品種間の耐乾抵抗性の差異を知るには各器官の発育状態を季別に詳しく知ることであると考えて，苗または切枝を用いて個体の各組織の発達状態と体内水分の季節的変化とをみたところ，水分は各品種が四季を通じて一定の傾向を示すものでなくて，開舒期，第１次成長最盛期，第１次成長終止期，第２次成長開始期，同終止期などによって異なるを認めて，各品種の成長過程，または木化の過程と関係が深いことを知ることができた。

各品種の耐寒性を個体生理の面からみれば，体内の含水量が有効含水量以下に減じにくいものが強くて蒸散量が大きくて高温乾燥に弱いものが起こりやすく，その被害の進展と回復とはその後の個体または品種の体内条件に支配されるので，条件をそろえて長期間の水分移動の状態を把握するとともに，個体内の水分の移動に関係ある諸物質の年間の変化をみることが重要であることを知る。そこで凋萎係数，要水量などの実験とあわせて品種間の浸透圧，屈折率，体内物質などを比較したところ，各要素の相互間にも，また形態とのあいだにも平行的関係を認めたので，その形態と生理的性質との関係を明らかにすることによって各品種の識別拠点の生理的価値を知ることができたとされよう。

九州の種々のスギのさし木品種の祖先の状態を知るには Sugi bed の存在と，その埋木地帯から発掘される樹種，花粉分析などで，それらによって当時のスギ林の林相を知ることができる。さらに現存スギ天然生林の環境と植生，スギ林の環境調査の結果などによっても昔時の自然品種の状態を類推することができるので，それらをみれば海抜高 20～1,200 m，年平均気温 9.5～17.0° C，温量指数 75～150 ,寒冷指数 5.5～13.6，降水量 1,500 mm以上で，風衝地帯，中部山岳の高燥寒冷地帯を除いては，土壌条件さえ許せばそのほとんどの地域が分布限界内にあったことを認めた。

スギは水分要求度が高く，根の呼吸作用が活発なために，凹地形の水湿，または粘質乾燥急斜地，ＳＷ斜面などで最も強い選択をうけて，それらの地域はスギの消滅地域となっていて，それより他のところにその選択に応じた種々の幅のジスギが発達しているが，この地域での最も厳しい選択条件は噴煙によるものとされる。この噴煙は物理，生理，気象などの諸条件と，材の利用などのための選択などであって，噴煙には熱気をおびた種々の噴出物，亜硫酸ガス，蒸気などの物理的加害と，噴出物の堆積によって生ずる自然要素の変化の影響とがあり，そのいずれも機械的強度が要求されて，その強いものほど水分保持力が高くて，耐乾，伏条，発根性もあり，それらが多く残存しているものと認めた。

南九州の霧島火山系のメアサ，中部の阿蘇火山系のアオスギ，中北部の筑紫火山系のアオスギが相互に似た形態を示すのはいずれも火山噴出物のうえに成立しているためであって，その両者が似ていて，かなり違うのは地溝帯のためにその祖先が異なるのと，選択条件の灰の基質，堆積状態，堆積時代などの相違によるものと考察した。選抜をうけることの少ない養，水分に恵まれた飫肥，鹿児島県鹿屋の地域に，幅の広いやや好湿性のさし木品種が発達していて，似たものが存在しているのは，選択条件が弱いために選択が遅れているためとされよう。

スギの品種の選択に重要な生理的性質の基礎をなす葉内水分，含液量，搾液中の種々の物質の季節的変

化を区分位置別にみれば組織内含水量と液量とは1年生の部分では成長開始期が最も高くて厳寒期が最も低く，2年生の部分にては四季を通じて1年生の部分より低い，しかも，品種間には早春では早生のものが晩生のものより大きくて，冬期では耐寒性の強いものが多くて弱いものが少ない傾向を認めた。つぎに，搾液の屈折率と浸透圧とは含水量，含液量とかなり高い逆の相関を示していて，成長開始期に低くて終止期に高く，2年生枝葉よりも1年生枝葉が低い傾向を認めて，品種間には含水量のときとほぼ同似の傾向を認めた。つぎにまた，搾液中の全糖，還元糖の季別変化は浸透圧，屈折率とかなり高い関係を認めて，季別には厳寒期が最大で成長最盛期が最小，同齢内の新旧針葉では若いものが高くて葉齢が高まるのにしたがって漸次低くなるを認めた。このときも含水量と同似の傾向を認めて，品種間の形態に差異を認めているので，各器官の形態の動的観察の結果は内容条件を詳しく表示していて，品種の類別にも役だち，また各品種の選択条件をもうかがい知ることができるとされよう。

以上の種々の結果によって九州のスギのさしき品種の成長過程と品種の類別の特徴とを知り各品種の類別を明らかにすることができたが，それらの品種の植栽適地を明らかにして選定表を作製するには，選択条件を異にする広地域の資料を数多く集めて各条件別の生育状態を明らかにしてそれらの各条件間の関係を折り込んだ指数を用いて表示することである。そこで，本研究においては九州全域にわたる標準地調査の結果を用いて種々の選択条件のなかから大きい順に10要素，すなわち腐植，土性，土壌水分，傾斜，寒冷指数温量指数，土層，海抜高，降水量，方位などをとりあげてそれら各要素と20年生木の平均樹高成長量，および20～45年の平均林分材積成長量との関係をみたところ，いずれも最低から最適と，最高から最適にいたる2個の漸増曲線で示されて，それは MITZERLICH の $\log(y-A)=K-Cx$ の式で表示することができることを知りえたので，それを用いてえた効果律Cを基礎として各条件の間の軽重を求め，さらにその指数によって各条件別指数を換算して適地選定表を作製した。この表の用いかたは，品種別にある植栽予定地について前表にかかげた各要因の総合数値を品種別に求めて，その多い方を選択することである。そして，この数値から成長量を予測するには，その最大指数のときが最大成長量を示すものとみられるので，えられた指数に最大成長量を乗ずることによって類推することができるものとさよう。

しかしながら，これはこの表の作製に用いた標準地の採取地域内にのみ適用できて，しかもそのときの条件の比較もこの表を作製したときと同じ括約の幅で，ほぼ同様の変化の傾向が認められるときとされよう。このことから，このようなときのこの表の利用は単位面積あたりの成長量を高めるのでなく，その植栽限界付近では品種の選択によって植栽地域を広めて林木の増殖に役だたせることとなる。しかしながら，スギ林の成長は地形，地質，気象，土壌などの栄養条件の中の種々の微細な差異が相互に結びついてきわめて大きな作用を及ぼすので，適地選定の実際にあたっては単に機械的に上表を用いることなく，形態類別，品種間の特性などにおいて捕えた内容を十分に理解して使用することが必要で，しかも，資料の少ない地域では，現地適応試験などの実験を繰り返して適地選定表の補正を行ないながら徐々に造林地を拡大していくことである。

この研究で明らかにした品種類別の基礎の形態と各個体の形態，生理的性質の見方は，精英樹の各クローンにも，また，各地域の実生品種の類別にも役立たせることができて，早晩生，耐乾，耐寒などの抵抗性，植栽本数，保育，間伐などの基礎資料に役立つ資料を得るにも有効とされよう。つぎにまた，各個体の器官形態の見方と抵抗性との関係からスギの選抜過程と造林的性質を知ることができて各品種の選択条件に対する差異をよく理解することができる。また，頂部優勢性は品種間の立，伏条性，枝性，発根条件

などをも知ることができて，それにともなって生ずる種々の特性をも理解することができる。

これらの性質はさし穂を採取するときのとり枝の採取位置を決定するにも，また，採穂台木のときの台切，剪定，整枝の基礎技術にも役立たせることができる。またこの見方全体は精英樹相互間の識別，またはその個体生理，または造林学的性質の判断にも役にたつものといえる。

付表—Aa　林分成長量標準地調査一覧表（オビアカ1）

番号	箇所	所有者	気温	温量指数	寒冷指数
			℃		
1	鹿児島県姶良郡牧園町持松字田原追	前田　五一	14.7	118.2	11.3
4	宮崎県東臼杵郡東郷村山陰字幸崎	清水　兼光	15.2	125.4	0.5
3	〃　西臼杵郡高千穂町押方字星原	戸高茂四郎	14.6	117.3	1.7
2	熊本県球摩郡水上新湯山	民有林	12.6	99.0	6.6
6	宮崎県西臼杵郡三ヶ所村字野尾	山崎　峻	12.3	94.3	8.1
9	〃　東臼杵郡北方村大字川水流伊ノ木谷	花畑　和助	14.8	118.9	0.9
10	鹿児島県日置郡金峯町大字後藤平	民有林	15.9	130.8	0
11	大分県南海郡宇目村南田原字椎木	菅原　三郎	14.8	117.9	0.3
14	鹿児島県囎唹郡輝北町市城諏設原	有田　均	15.2	122.8	0
12	〃　肝付郡大根古町神川石瀬戸平	永吉　一二	15.6	122.6	0
13	〃　薩摩郡出水町字湯川内公造5い	公造地	14.6	115.0	0
15	宮崎県東諸県郡高岡町小山田天正司	竹本　猛	15.6	129.0	0
17	鹿児島県姶良郡霧島村田口字木在山	民有林	15.0	119.6	0
18	熊本県人吉市矢岳町人吉経営区26り	国有林	12.6	101.6	4.3
19	佐賀県神崎郡三瀬村大字杜字宮の口	野波神社	12.8	100.4	6.3
20	宮崎県児湯郡西米良村字猪津久呂	谷口善三郎	14.0	94.1	1.5
22	鹿児島県肝付郡大根占町神川野川平	坂本　清香	15.6	126.6	0
27	宮崎県北諸県郡山田町山田字宮の昼	花房　清二	15.1	114.7	0.7
28	〃　東臼杵郡諸塚村家代字上村	家代神社有林	13.9	110.4	3.1
29	〃　児湯郡三財町上三財字財谷	後藤　英後	15.6	127.4	0.6
30	〃　西諸県郡須木村小林経営区66のす	国有林	13.9	109.7	3.3
31	〃　東諸県郡高岡町富岡経営区9のい	〃	14.7	116.9	0.4
33	〃　串間市奈留串間経営区49のい	〃	16.2	134.3	0
34	〃　宮崎郡本田野宮崎経営区68は	〃	14.3	116.6	0.8
32	〃　児湯郡都農町美々津経営区73内	〃	15.1	120.8	0.1
35	〃　串間市大重野町串間経営区28わ	〃	15.2	122.3	0
36	〃　北諸県郡高城都城経営区63のは	〃	13.2	100.9	2.5
37	〃　南那珂郡北郷町飫肥経営区118ね	〃	14.9	118.3	0
39	〃　東諸県郡高岡町高岡経営区64内	〃	15.0	120.7	0.1

地況							
降水量	海抜高	方位	傾斜	地形	地質	土壌	地位
2,746	360	N	3°	台地の中の凹地	シラス（灰砂土）	BD	中
2,822	240	N	5	凹平斜谷筋	四万十層（砂、頁岩）	BD，粘板岩	〃
1,907	560	E	15	平斜面	〃	BC，砂岩粘板岩	〃
2,129	562	WS	10		更新統	BC	上
2,062	620	EN	22		阿蘇溶岩	BD	中
2,379	360	N	10	上部	四万十層（砂，頁岩）	BD	〃
2,070	70	WN	3	凹底段灰跡	〃	BD	〃
2,160	280	SW	10～12	〃	上部古生層（頁岩）	BD	〃
2,038	300	S	6～7	台地の凹地	灰砂土	BD，崩積土	〃
2,230	166	NE	8	中腹の最凹地	〃	BD，崩積土	〃
2,487	360	W	25		姶良溶岩，安山岩	BD	上
3,050	220	NW	20	平斜面	下部第3系	BC，粘板岩	中
2,998	280	N	24	中下腹	姶良溶岩，輝石安山岩		上
2,793	573	S	20		筑紫溶岩	BC	中
2,370	420	S	17	平坦地	花崗岩	BC	上
2,895	500	N	20	中腹の平滑斜面	四万十層（頁岩）	BD	〃
2,272	160	E	0	台地凹地	灰砂土	BD，崩積土	〃
2,550	220	S	5	一部平坦平緩斜	火山灰	火山灰	中上
2,593	500	NN	15～20～17	平斜面	四万十層	BD，粘板岩	上
2,870	220	NN	20	〃	〃	BD，崩積土	〃
2,628	500	NE	18	〃	〃	BD	〃
2,613	330	NE	18		下部新第3系，	BD	中
2,279	160	S	28	中腹	日南層群	BD	〃
2,866	320	SW	30	〃	〃	BD	〃
2,403	223	ES	26	〃	石英	BC	〃
2,150	340	WS	30		日南層群	BC	〃
2,060	450	W	25	中腹	四万十層	BD	上
3,072	480	S	25	〃	〃	BD	〃
2,450	239	EN	18		〃	BC	中

付表—A a　つづき

番号	林況				標準地			ha当たり		
	林齢	混合	立木度	林歴	面積	本数	材積	本数	材積	成長量
	年	%			ha	本	m^3	本	m^3	m^3
1	16	100	中	畑跡	0.002	33	3.43	1,650	171.60	10.72
4	17	100	〃	雑木跡，間伐2回	0.111	120	15.51	1,081	141.86	7.88
3	17	100	〃	雑木，草地跡	0.086	193	24.52	2,244	272.86	15.16
2	17	100	〃	〃	0.100	165	25.72	1,650	257.24	15.32
6	20	100	やや密	〃	0.100	147	40.91	1,470	409.10	20.46
9	20	100	密	〃	0.100	220	18.37	2,200	183.71	9.19
10	20	100	疎	段々畑跡	0.040	47	8.23	1,193	206.71	10.36
11	21	60	やや密	雑木跡，楯	0.035	67	13.94	1,915	351.92	16.76
14	22	100	〃	スギ跡	0.056	74	10.89	1,317	193.80	8.87
12	22	100	中	〃	0.029	25	9.00	850	277.39	12.61
13	22	95	密	雑木跡	0.100	144	54.20	1,440	542.02	24.64
15	23	100	疎	スギ造林跡，間伐3回	0.047	54	32.12	1,144	680.52	29.59
17	24	67	〃	雑木跡	0.090	94	34.83	1,045	472.49	19.69
18	24	100	密		0.040	52	12.52	1,300	313.25	13.02
19	26	100	中	スギ跡，間伐多々	0.135	178	68.01	1,231	505.71	19.45
20	27	100	疎	雑木跡，間伐なし	0.143	149	84.59	1,049	593.23	21.97
22	29	100	中	スギ跡	0.030	36	16.57	1,200	515.58	17.78
27	30	100	〃	〃　焼畑使用	0.063	73	36.84	1,158	568.82	18.96
28	32	100	疎	雑木跡，間伐4回	0.121	86	66.70	710	551.88	17.25
29	33	100	中	原野跡，間伐なし	0.060	56	60.85	933	953.53	28.90
30	39	100	やや密	雑木	0.104	810	45.55	780	438.67	11.25
31	39	100	密	〃	0.150	153	70.77	1,023	471.71	12.10
33	40	100	〃	〃	0.100	100	43.40	1,000	434.00	10.85
34	40	43	中	〃	0.098	82	78.68	800	711.00	17.78
32	40	100	密	〃	0.100	140	37.41	1,400	374.12	9.35
35	44	80	〃	〃	0.100	86	46.84	860	468.36	10.64
36	45	70	疎	〃	0.100	63	52.60	630	526.03	11.69
37	47	80	〃	〃	0.300	72	88.02	610	783.24	16.67
39	60	8		〃						(解析木のみ)

解析木								備考	
樹高	直径	材積	形数	H／D	心材率	樹皮率	枝下高	20年の平均樹高成長量	平均樹高成長量
m	cm	m^3	×100		%		m	cm	cm
9.68	15.09	0.086	49.99	64.14	−	−	2.00	−	61
10.10	16.50	0.105	48.49	61.21	4.44	−	3.30	−	59
11.80	16.40	0.125	50.20	61.95	4.03	−	6.20	−	69
12.20	19.40	0.160	44.27	62.88	−	−	−	−	72
14.55	23.46	0.279	44.28	62.02	5.58	34.00	3.36	73	73
10.90	14.26	0.090	51.12	76.44	10.33	11.05	4.95	55	55
11.30	15.65	0.105	48.01	72.20	−	−	6.58	57	56
16.20	17.45	0.178	45.72	92.88	−	−	7.40	76	77
11.85	17.78	0.150	51.00	66.64	−	−	3.54	54	54
15.10	24.66	0.348	47.12	61.23	−	−	8.10	72	69
16.50	25.95	0.316	43.12	63.58	3.66	5.40	5.40	72	75
19.00	28.80	0.558	45.10	65.97	3.94	−	9.60	83	83
16.50	24.53	0.336	42.63	61.26	−	−	9.00	73	69
13.69	21.47	0.241	48.93	63.81	−	−	−	59	57
16.30	19.90	0.245	48.31	81.90	7.49	14.50	10.30	66	63
23.70	38.10	1.125	41.62	62.20	3.08	−	11.00	97	88
18.40	23.84	0.391	47.06	77.18	−	−	14.40	70	63
19.20	26.40	0.779	46.46	72.72	3.10	−	12.50	79	64
21.60	20.10	0.660	41.31	95.86	3.19	−	12.90	77	68
25.50	33.30	1.022	46.01	76.57	3.09	−	18.50	87	80
22.55	26.96	0.562	43.52	83.64	2.13	39.04	12.20	73	58
19.34	21.87	0.354	48.61	88.43	4.13	29.38	11.95	57	50
15.72	26.70	0.461	52.33	58.87	4.53	40.21	9.75	41	39
20.40	35.84	0.902	43.79	56.92	4.19	47.13	6.60	52	50
19.00	22.76	0.358	48.58	83.47	4.10	−	12.00	43	48
20.35	27.25	0.545	45.90	74.68	3.55	34.93	12.50	49	46
21.20	33.33	1.827	44.76	63.60	2.25	38.18	11.00	58	47
23.70	41.89	1.284	39.32	56.57	−	43.00	9.70	63	50
29.25	70.60	4.393	38.36	41.43				61	49

付表—Ａｂ　（オビアカ２）

番号	箇所	所有者	気温	温量指数	寒冷指数
			℃		
5	鹿児島県薩摩郡鶴田村柏原池の通	久留須伝次郎	15.0	120.5	0
8	宮崎県西諸県郡加久藤東永江浦	馬場　栄	15.6	127.8	0.8
7	鹿児島県姶良郡横川町下野絶原	押須司三芝助	15.8	128.2	0
16	宮崎県西諸県郡山田村山田中の通532	福永　才二	15.6	127.8	0
25	鹿児島県姶良郡隼人日当山町住例川	下村　重吉	15.7	128.0	0
23	〃　薩摩郡本郷町藤川西方日アレッタ	日産農林	12.7	96.0	3.1
24	〃　〃　本郷町藤川西戸屋	〃	13.2	91.0	2.1
26	宮崎県西諸県郡加久藤票下	岩下家畜医院	15.6	127.8	0.8
25	鹿児島県姶良郡蒲生町住吉	北良　豊二	15.2	122.0	0
27	〃　〃　重富平松字平田5734	島津興業	16.4	138.8	0
11	宮崎県児湯郡三財村	民有林	14.8	122.5	0.3
12	〃　宮崎郡田野町倉谷	国有林	14.5	119.2	0.3
13	〃　北諸県郡西嶽町	民有林	13.4	129.1	0
14	〃　〃　山田町山田	〃	15.1	121.3	0

番号	林況				標準	
	林齢	混合	立木度	林歴	面積	本数
	年	%			ha	本
5	18	100	中	原野	0.100	150
8	20	100	〃	雑木	0.088	94
7	20	100	密	原野	0.765	103
16	23	100	疎	〃	0.078	63
25	27	100	中	〃	0.100	103
23	29	100	やや密	雑木	0.100	124
24	29	100	中	〃	0.100	128
26	30	100	密	〃	0.092	164
25	30	100	中	原野	0.100	115
27	51	100	〃	雑木	0.100	65
11	30	100	〃	〃	0.100	120
12	27	90	〃	〃	0.100	103
13	29	80	〃	〃	0.100	98
14	30	100	〃	〃	0.100	101

地況							
降水量	海抜高	方位	傾斜	地形	地質	土壌	地位
mm	m		°				
2,230	120	S	7	凸部	阿蘇溶岩	BD	中
2,628	230	NW	5		更新統，シラス	BC	〃
2,168	150	NE	23		姶良溶岩，シラス	BD	〃
2,624	230	NE	7		シラス	BC	〃
2,006	160	SW	18		姶良溶岩	BD	〃
2,487	600	EN	28		四万十層群	BD	〃
2,437	500	S	10		〃	BC	〃
2,366	230	WN	10		更新統，シラス	BD	〃
2,158	280	N	23		姶良溶岩	BD	〃
2,487	400	N	22		〃	BD	上
2,650	420	E	10		〃	BD	中
2,840	320	NE	7		〃	BD	〃
2,550	410	N	6		〃	BD	〃
2,550	180	S	5		火山灰	BD	中上

地	ha当たり				
材積	本数	材積	成長量	20年間の平均樹高	平均樹高
m^3	本	m^3	m^3		
17.06	1,500	170.60	9.47	58	58
19.95	1,070	236.79	11.84	57	57
10.82	1,340	140.67	7.01	64	64
47.77	717	372.53	17.74	−	71
24.03	1,030	240.30	9.01	−	82
32.95	1,240	309.47	11.36	−	48
37.56	1,280	375.56	12.95	−	54
47.61	1,782	597.94	19.93	−	52
28.10	1,150	280.99	9.37	−	61
97.90	650	979.00	19.20	−	50
65.48	1,120	654.80	21.12	−	67
55.67	1,030	556.74	20.62	−	61
55.22	980	552.16	19.04	−	55
51.48	1,010	514.80	17.16	−	60

付表—Ba　林分成長量標準地調査一覧表（アオスギ1）

番号	箇所	所有者	気温	温量指数	寒冷指数
			°C		
6	大分県南海部郡宇目村大字南田春字轟	竜田　由信	15.1	119.4	0
9	佐賀県佐賀郡富士村字土無津呂	小池九世男	12.2	94.9	7.5
11	〃　松浦郡相知町楠	民有林	15.0	119.5	0.8
13	長崎県島原市島原経営区1と	国有林	14.0	112.1	3.3
16	宮崎県東臼杵郡諸塚村家代字倉の平	甲斐　久松	14.0	110.7	3.3
17	熊本県人吉市矢岳町矢岳	民有林	12.6	101.6	4.3
29	〃　球摩郡水上村湯山	〃	14.0	112.7	3.3
30	宮崎県西臼杵郡日ノ影町七折字車山	〃	12.8	100.8	5.8
36	〃　高千穂町押方字西内	佐藤　勝見	13.7	107.9	3.5
35	〃　東臼杵郡北浦村三川内字貝殻又	矢野　正	15.7	127.9	0
37	〃　〃　東郷村山陰字荒手	黒木　与作	15.2	127.8	0
40	熊本県球摩郡湯前町多良木経営区4に	国有林	13.9	110.7	3.7
42	大分県南海部郡佐伯経営区7はa（b）	〃	12.4	93.9	5.1
44	〃　〃　〃　7はa（a）	〃	12.4	93.9	5.1
51	佐賀県神崎郡東背18と	〃	11.6	89.5	9.8
50	福岡県八女郡矢部村大字矢部字巣田	民有林	14.4	114.9	2.7
53	〃　〃　直方経営区19い	国有林	15.1	123.4	1.5
52	熊本県益城郡浜町内大臣経営区30ほ	〃	10.7	80.8	12.5
56	宮崎県西臼杵郡高千穂町同経営区65へ	〃	11.7	89.7	0
55	熊本県人吉市人吉経営区20か	〃	14.5	117.9	3.9
58	〃　上益城郡内大臣経営区7に	〃	12.1	92.6	7.6
59	〃　球摩郡多良木経営区23に	〃	11.5	89.1	9.8
61	大分県南海部郡佐伯経営区61わ	〃	14.8	119.9	0.3
63	熊本県阿蘇郡小国町森経営区小国試験地	〃	12.9	102.3	7.2
65	長崎県島原市同経営区7，5	〃	14.1	113.1	3.1
66	宮崎県東臼杵郡延岡経営区47り	〃	13.6	107.0	3.3
67	熊本県八代郡八代経営区2ほ	〃	10.9	81.9	10.2
28	〃　〃　八代経営区35内	〃	12.2	92.6	9.6

地況							
降水量	海抜高	方位	傾斜	地形	地質	土壌	地位
mm	m		°				
2,004	240	NN	10～15	底	洪積層	BC	中
2,462	520	SE	26	中腹	花崗岩	BC	中下
1,737	160	NE	30～35		〃	BD，崩積土	中上
2,235	500	SE	30		山陰型，角閃安山岩溶岩	BD	中
2,593	480	SE	26	凹斜面谷沿	四万十層	崩積土 BD	上
2,793	573	E	6		新第3系，筑紫型溶岩	BC	中
2,074	462	NE	18		阿蘇溶岩	BD	〃
2,264	440	NE	15	平斜面	四万十層	BD，石灰岩	上
2,024	530	NE	15	中斜面	阿蘇溶岩，安山岩	BD	〃
2,371	150	N	18	〃下腹	四万十層	BD	中
2,423	100	N	15	平斜面	〃	BD	上
2,400	400	E	36	中腹	〃	BD	中
2,150	500	W	12～30		〃	BD	〃
2,150	500	WN	17		〃	BD	〃
2,300	800	ES	3	中腹背部	花崗岩	BD	〃
2,603	450	NW	18		筑紫溶岩	BC	〃
1,699	250	W	38		〃	BD	〃
2,084	936	NW	18	凸部	阿蘇溶岩，安山岩	BD	〃
2,010	680	EN	32	中腹	花崗岩	BD	〃
2,380	270	S	10	斜面	筑紫溶岩	BD	〃
2,093	620	S	18	凸部	阿蘇溶岩，安山岩	BD	上
3,031	728	SW	34	中腹	四万十層	BD	中
1,958	180	WN	35		〃	BD	中下
2,179	433	S	5		阿蘇溶岩	BD	中
2,330	480	N	6		山陰型溶岩 角閃安山岩	BD	〃
2,824	500	N	中 12		古生層群	BD	上
2,840	960	SE	35		下部古第3系	BC	中
2,487	700	S	35	中腹	三畳石炭系 下部第3系	BD	上

付表—Ba（つづき）

番号	林況				標準地			ha当たり		
	林齢	混合	立木度	林歴	面積	本数	材積	本数	材積	成長量
	年	%				本	m^3	本	m^3	m^3
6	18	100	やや疎	雑木跡，楢場使用	0.107	155	17.23	1,456	161.84	8.99
9	21	100	中	雑木跡，間伐無	0.011	20	18.50	1,736	163.98	7.81
11	23	100	〃	〃	0.050	95	8.80	1,875	177.61	7.72
13	25	60	密	直挿木	0.100	131	28.29	1,310	260.12	10.41
16	27	80	中	雑木跡，間伐無	0.102	121	40.22	1,245	398.18	14.76
17	27	100	〃	雑木	−	−	−	−	−	−
29	32	100	〃	〃	0.100	138	53.50	1,380	535.04	16.72
30	32	100	やや密	雑木，竹生跡，焼畑利用	0.068	145	44.13	1,550	513.13	15.55
36	34	100	中	雑木跡	0.103	153	42.69	1,481	440.97	12.96
35	34	100	〃	雑木，散在跡	0.060	62	26.05	1,033	344.65	12.43
37	35	100	〃	雑木跡，間伐不明	0.096	114	61.29	1,197	609.17	16.92
40	36	100	〃	〃	0.100	101	46.05	1,010	460.52	12.79
42	38	100	〃	〃	0.108	110	38.70	1,018	418.74	11.89
44	39	100	〃	〃	0.073	62	34.02	845	463.62	8.72
51	43	100	やや密	〃	0.100	117	51.33	1,170	513.25	11.93
50	43	100	中	雑木	0.100	95	57.89	950	578.93	13.46
53	43	100	〃	〃	0.082	63	29.64	770	367.40	8.54
52	43	100	〃	〃	0.100	82	39.38	820	393.80	9.16
56	46	100	〃	〃	0.060	86	44.02	1,600	44.02	9.56
55	46	100	〃	〃	0.100	134	46.14	1,340	461.36	10.03
58	49	100	〃	〃	0.100	68	64.65	620	646.49	13.09
59	52	100	〃	〃	0.100	107	45.11	1,070	451.10	8.67
61	56	100	〃	〃	0.092	64	45.55	697	494.80	8.83
63	58	混	密	原野	−	−	−	−	−	−
65	60	100	中	雑木	0.104	69	45.83	660	441.33	7.36
66	61	100	〃	〃	0.066	32	48.31	495	736.11	12.07
67	88	100	〃	〃	0.100	56	65.52	560	655.20	7.46
28	31	90	密	〃	0.187	294	60.90	1,568	325.37	16.95

解析木								備考	
樹高	直径	材積	形数	H／D	心材率	樹皮率	枝下高	20年の平均樹高成長量	平均樹高成長量
m	cm	m^3			%	%	m	cm	cm
10.50	14.45	0.111	−	72.66	−	−	7.70	59	58
9.40	14.45	0.088	−	65.05	13.73	7.04	3.07	46	45
10.20	14.88	0.169	−	−	−	−	4.50	44	44
13.60	22.82	0.264	47.48	−	10.26	−	−	57	54
18.60	28.00	0.518	45.25	66.42	−	4.53	10.60	67	65
12.50	15.47	0.119	50.72	80.80	−	−	−	49	46
14.30	29.00	0.402	42.55	49.31	−	−	−	34	45
17.60	20.40	0.276	40.45	86.27	−	3.40	13.40	47	55
21.00	26.80	0.531	44.83	78.35	−	2.94	14.00	67	62
16.75	21.95	0.274	43.19	76.30	−	3.24	9.25	47	43
19.30	27.70	0.524	45.05	69.67	−	3.42	13.10	50	55
19.20	24.62	0.439	48.12	77.99	29.71	4.38	7.00	53	53
18.40	24.34	0.398	48.99	73.60	−	5.47	11.20	50	48
21.20	30.68	0.683	43.61	69.10	−	4.83	10.20	59	54
16.20	22.67	0.343	52.85	71.46	30.76	5.19	7.56	34	38
22.60	25.88	0.609	51.26	87.33	44.71	3.41	10.50	57	53
16.75	23.55	0.363	57.22	71.12	24.70	4.45	9.60	33	39
20.30	28.12	0.595	46.25	72.19	40.73	5.24	13.50	51	47
19.23	28.38	0.498	41.00	67.76	34.02	5.04	6.40	28	42
18.10	21.80	0.344	51.00	83.03	27.00	4.84	11.45	60	39
20.60	35.77	0.953	46.48	79.93	45.94	6.32	5.50	34	42
17.68	24.09	0.354	45.88	70.15	34.40	6.48	8.50	38	34
4.80	28.26	0.664	48.28	81.03	−	4.04	8.03	29	38
24.30	49.30	1.819	39.21	49.29	−	−	−	39	42
21.30	31.49	0.819	43.72	67.64	40.25	5.03	−	27	36
25.45	44.21	1.487	38.06	57.57	51.19	5.94	11.35	60	42
23.25	36.51	1.187	48.35	64.17	48.64	10.75	17.60	25	27
14.30	22.80	0.275	47.05	62.71	−	−	6.60	54	46

付表—Bb　（アオスギ2）

番号	箇所	所有者	気温	温量指数	寒冷指数
			°C		
1	熊本県阿蘇郡花見村上大村	勝木　一友	11.9	91.8	9.6
3	〃　〃　宮町坂梨日野尾萩の尾	岩下　畔光	10.7	80.2	12.2
4	〃　〃　久木野操字丸葉山	村上　克	12.2	94.5	8.6
5	〃　〃　高森町色見上井野倉	住吉　初喜	12.2	94.5	8.6
7	〃　〃　高森町熊本経営区3	国有林	11.2	94.6	11.6
8	宮崎県西諸県郡小田村山田漾各7558	福永　才二	15.6	127.2	0
10	熊本県阿蘇郡一ノ宮町坂梨日野尾萩の尾	管　実生	10.4	81.7	17.1
14	〃　〃　相村柳1林班内	県行造林地	12.5	96.9	7.5
15	〃　〃　一ノ宮町坂梨日野尾	高木　光男	11.2	88.1	13.9
18	鹿児島県薩摩郡本郷町藤川西方白	民有林	12.7	96.0	3.1
12	熊本県阿蘇郡高森町色見中山河原	宇藤　信光	12.8	99.9	6.8
19	鹿児島県薩摩郡本郷町川内経営区11	日産農林	13.2	101.0	2.1
20	〃　〃　本郷町津田十文字	〃	13.4	103.0	1.7
21	熊本県阿蘇郡一ノ宮町坂梨日野尻	宮川　峯雄	11.2	88.1	13.9
22	〃　〃　〃　〃	村上　義政	11.2	88.1	13.9
23	〃　〃　高森町色見中山河原	宇藤　良雄	12.8	99.9	6.8
24	〃　〃　高森町熊本経営区2に	国有林	12.6	98.1	7.4
25	〃　〃　久木野熊本経営区25に	〃	12.4	96.3	8.0
26	〃　〃　高森町色見	佐伯　是清	12.0	92.7	9.2
27	〃　〃　高森町薫野	村島　守	12.3	95.9	8.3
60	〃　〃　高森町村山ツバキ山	〃	12.3	95.9	8.3
31	〃　〃　一ノ宮町坂梨日野尻	宮川　峯雄	11.2	88.1	13.9
32	〃　〃　〃　〃	〃	11.8	93.0	11.5
33	〃　〃　久木野熊本経営区25り	国有林	11.8	90.9	9.8
34	〃　〃　〃　〃　〃	〃	11.2	94.6	11.7
38	〃　〃　久木野熊本経営区24と	〃	12.4	96.3	8.0
39	〃　〃　一ノ宮町坂梨日野尻	内山田政勝	11.2	88.1	13.9
41	〃　〃　〃　〃　〃	管　寅成	11.8	93.0	14.0
43	〃　〃　高森町色見冠	佐伯　是清	12.3	95.4	9.3
45	〃　〃　高森町色見上薫野	宇藤　信光	12.6	98.1	7.4
46	〃　〃　高森町酒尾	民有林	12.6	98.1	7.4
47	〃　〃　〃　〃	〃	12.6	98.1	7.4
48	〃　〃　高森町色見前原水源地横	〃	12.5	97.2	7.7
49	〃　〃　高森町酒尾	〃	12.3	95.4	8.3
54	〃　〃　久木野熊本経営区24り	〃	12.2	94.5	8.6
57	〃　〃　久木野熊本経営区24ち	〃	12.4	96.3	8.0
64	〃　〃　高森町色見村	神社所有林	12.5	97.2	7.7
62	〃　〃　久木野熊本経営区19ほ	国有林	12.0	92.7	9.2

地況							
降水量	海抜高	方位	傾斜	地形	地質	土壌	地位
mm	m		°				
2,277	740	SE	2	中斜	火山灰	Bc	中
2,738	900	NW	16		阿蘇溶岩	BD	上
2,206	680	NE	20	やゝ凸	〃	BD	中
2,243	700	ES	3		〃	BD	〃
2,480	860	SE	18		〃	BD	〃
2,624	230	EN	10	凹地	シラス	Bc	〃
2,774	950	NW	18		阿蘇火山灰	BD	上
2,157	640	SW	5	凹中下	火山灰	BD	中
2,660	900	EN	10		阿蘇溶岩	BD	上
2,849	550	SSW	10		四万十層	BD	中
2,142	630	ES	5	凹	阿蘇溶岩	Bc	〃
2,772	500	S	10		四万十層	BD	〃
2,480	420	S	10		四万十層	BD	〃
2,666	900	NW	16	凸地	阿蘇溶岩	BD	上
2,666	800	NE	10		〃	BD	中
2,142	630	EN	7	凹	〃	Bc	〃
2,157	630	EN	6		〃	Bc	〃
2,167	1,050	NW	20		〃	Bc	〃
2,280	730	ES	3	やゝ凹	〃	BD	〃
2,166	680	SE	8		火山灰	Bc	〃
2,186	680	SE	6		阿蘇溶岩	Bc	〃
2,660	300	NE	14	凸部	〃	BD	上
2,522	680	NW	10	凸形	〃	BD	中上
2,303	760	NW	18		〃	BD	中
2,231	700	NW	15		〃	BD	〃
2,167	650	NW	20		〃	BD	上
2,666	900	EN	8		〃	BD	中
2,522	680	NW	10		〃	BD	上
2,186	680	ES	10		〃	BD	〃
2,169	650	EN	10		〃	Bc	中
2,157	630	NW	20		〃	BD	〃
2,157	630	NW	18		〃	Bc	〃
2,140	650	ES	3		〃	BD，火山灰多し	上
2,186	680	WN	18		〃	Bc	中
2,231	700	W	28		阿蘇火山灰	Bc	〃
2,167	650	NW	20		阿蘇溶岩	BD	〃
2,116	650	WN	8		〃	BD	〃
2,267	730	NW	18		〃	BD	〃

付表—Bb　（つづき）

番号	林況				標準地			ha当たり			備考	
	林齢	混合	立木度	林歴	面積	本数	材積	本数	材積	成長量	20年間の平均樹高成長量	平均樹高成長量
	年	%			ha	本	m^3	本	m^3	m^3	cm	cm
1	10	80	やや疎	原野	0.043	82	16.81	1,918	39.10	3.91	−	65
3	12	100	密	〃	0.100	214	2.79	2,441	27.93	2.33	−	31
4	15	100	疎	雑木	0.064	107	11.78	1,680	184.18	12.22	−	66
5	17	100	中	原野	0.086	116	24.11	1,510	279.02	16.41	−	75
7	20	100	〃	〃	0.100	153	19.44	1,530	194.37	9.72	48	48
8	21	100	〃	〃	0.047	112	11.41	1,510	242.75	11.56	73	73
10	22	100	やや密	〃	0.045	158	14.74	2,546	274.28	12.47	45	45
14	26	90	〃	〃	0.100	232	33.39	2,325	333.86	12.84	−	39
15	26	100	中	〃	0.070	120	20.77	1,714	296.76	11.41	−	40
18	28	100	〃	雑木	0.100	132	31.31	1,320	313.10	11.18	−	46
12	23	100	〃	原野	0.053	82	18.27	1,538	342.72	14.90	56	56
19	28	100	〃	雑木	0.100	118	20.22	1,180	202.24	7.22	−	44
20	28	100	〃	〃	0.100	114	28.80	1,140	288.00	10.29	−	49
21	28	100	やや密	〃	0.100	154	40.07	1,540	400.70	14.31	−	50
22	28	100	〃	〃	0.047	135	24.75	2,860	513.77	18.35	−	47
23	30	100	中	原野	0.047	52	19.59	1,165	414.98	14.70	−	60
24	30	100	〃	〃	0.100	126	45.97	1,260	459.67	15.32	−	48
25	30	100	密	雑木	0.075	230	50.39	1,733	503.89	16.80	−	47
26	30	混	中	原野	0.048	77	33.21	1,604	596.27	19.70	−	59
27	31	100	〃	〃	0.035	55	15.28	1,404	440.26	14.20	−	42
60	32	100	疎	〃	0.062	57	41.77	916	671.59	12.67	−	37
31	32	100	密	〃	0.114	295	31.06	2,599	273.62	9.71	−	32
32	32	100	中	〃	0.060	97	26.89	1,630	451.53	14.11	−	44
33	33	100	密	雑木	0.062	146	27.55	2,370	447.16	13.55	−	41
34	33	100	〃	〃	0.073	160	32.10	2,180	437.36	13.25	−	45
38	35	100	中	〃	0.071	75	51.32	1,059	724.82	20.71	−	61
39	35	100	やや	〃	0.057	80	21.58	1,396	376.58	10.76	−	31
41	37	100	中	原野	0.074	101	34.24	1,356	463.94	13.68	−	45
43	38	100	密	〃	0.051	77	25.58	1,503	501.60	13.20	−	46
45	40	100	中	〃	0.072	95	32.16	1,324	443.54	11.21	−	47
46	43	100	〃	原野跡	0.145	95	55.47	655	382.55	8.90	−	39
47	43	100	中庸	原野	0.099	62	40.14	626	405.41	9.43	−	37
48	43	100	中	雑木	0.056	69	30.15	1,234	539.34	14.05	−	43
49	43	100	やや疎	〃	0.095	72	46.72	758	491.80	11.44	−	39
54	46	100	中	原野跡	0.118	96	82.13	1,070	698.39	15.18	−	45
57	48	100	〃	〃	0.123	130	66.71	1,060	544.09	11.34	−	37
64	58	100	疎	社寺有林	0.078	41	43.84	525	564.20	9.73	−	37
62	60	100	中	原野	0.075	63	68.93	840	925.99	15.43	−	37

付表—Ｃａ　林分成長量標準地調査一覧表（アヤスギ１）

番号	箇所	所有者	地況		
			気温	温量指数	寒冷指数
			℃		
1	宮崎県児湯郡西米良村板谷字糟谷	宮崎県有林	14.0	110.7	3.1
4	〃　西臼杵郡日の影町七折字丸星道下	高橋　正男	14.0	111.4	2.9
9	〃　〃　北方村大字川水流字桑木流	花畑　和助	15.9	131.3	0
12	佐賀県神崎郡三瀬村大字木上字宮の口	栗原　平吉	12.8	100.4	1.3
17	福岡県粕谷郡篠栗町篠栗田宅谷	民有林	12.4	94.7	6.4
27	熊本県阿蘇郡小国町大字西星字中尾	森営林署	12.4	97.8	8.7
28	佐賀県東松浦郡厳木町厳木	中島　甚吾	13.2	103.1	5.3
31	長崎県北松浦郡世知原町	国有林	14.3	112.3	2.0
32	〃　南高森郡千々石町	〃	14.3	115.7	3.4
35	佐賀県多久市多久町字庵の辻	荒木　己市	13.9	110.0	3.8
38	鹿児島県伊佐営林署大口経営区59内	国有林	12.5	94.0	3.6
39	熊本県宇上郡宇上町綱引	甲斐　熊亀	15.8	129.2	0
45	大分県東国東郡見町大字千秋町	大分県知事	13.7	106.9	2.5
49	佐賀県伊万里市大川野西字古城	民有林	15.2	103.6	0.7
48	宮崎県西臼杵郡高千穂町大字五ヶ所字祖母山1194	山村音次郎	11.9	91.5	9.3
50	福岡県八女郡星野村大藪	今村　久蔵	13.6	107.4	4.3
54	鹿児島県大口市平ノ泉出水字堂免1568	民有林	13.6	105.0	1.3
55	〃　〃　〃　〃	〃	13.6	105.0	1.3
58	熊本県人吉市人吉経営区第66内	国有林	14.0	113.7	5.3
59	福岡県八女郡矢部村字藪	村有林	12.7	109.7	7.9
65	熊本県上益城郡内大臣経営区３いほ	国有林	11.6	88.1	10.4
66	大分県日田郡中津江村大字合瀬中川内	田島山林	10.9	85.0	14.9
64	〃　〃　〃　〃　〃	〃	12.0	94.2	9.9
68	〃　〃　〃　〃　〃	〃	12.0	94.2	9.9
67	〃　玖珠郡東飯田村森経営区５い	国有林	10.6	80.9	14.3
70	佐賀県東松浦郡柏知町平山下字岩坂	〃	15.8	129.3	0.6
69	福岡県北九州市八幡区黒崎町直方経営区24へ	〃	15.0	121.5	1.0
72	佐賀県背振福岡経営区18と	〃	11.9	92.5	9.2
71	熊本県下益城郡砥用町	野田　誠一	14.1	108.4	3.0
76	〃　八代郡八代経営区21い	国有林	11.5	90.8	12.8
81	〃　水俣市水俣経営区35よ	〃	14.5	115.3	1.2
83	〃　熊本営林署熊本経営区40い	〃	12.1	93.6	8.9
86	〃　〃　〃　40ち	〃	12.1	93.6	8.9
87	福岡県田川郡直方経営区71い	〃	12.0	92.6	9.5
88	〃　八女郡矢部村字八部字巣田	民有林	14.4	113.8	2.7

付表—Ｃａ　（つづき）

番号	地況							
	降水量	海抜高	方位	傾斜	地形	地質	土壌	地位
	mm	m		°				
1	3,002	500	NW	20	山腹小凹地	四万十層	BE，粘板	中上
4	2,074	260	N	10	準斜面	上部古生層	BD	中
9	2,439	160	N	24	扇状	四万十層	BD	〃
12	2,370	430	NW	20～28	中下腹	花崗岩	BC	中上
17	1,873	480	NW	20～25	中腹	3郡変成，蛇紋岩	BD，崩積土	中
27	2,279	540	NE	50	∿	阿蘇溶岩	BD	〃
28	2,249	400	N	35	中腹	花崗岩	BC	〃
31	2,328	500	SW	3	上平	玄武岩	BD	〃
32	1,912	460	N	20	中腹	山陰形溶岩	BC	〃
35	2,150	280	NW	27	中下腹	角礫凝灰岩	BC	〃
38	2,339	440	E	27	〃	輝石安山岩	BD	〃
39	1,867	250	NE	3	底	筑紫溶岩	BC	〃
45	2,039	280	NE	30	中腹	山陰形溶岩，安山岩	BD	〃
49	1,944	140	W	15～18	〃	上部古第3系	BC，崩積土	中下
48	2,060	610	NN	20	斜面凹地	阿蘇溶岩，火山灰	B*l*C	中
50	2,243	360	SN	30	下腹	古生層	BD，崩積土	
54	2,419	250	NN	240	中下腹丘陵斜	筑紫溶岩，輝石安山岩	BD	中
55	2,414	240	N	15～20	〃	〃　〃	BD	〃
58	2,372	370	NE	15～10	∿	筑紫溶岩	BD	中上
59	2,493	540	NE	15	中腹	凝灰質角礫岩	BD，残積土	中
65	2,333	700	WS	16	凸部	筑紫溶岩，安山岩	BD，傾乾土	上
66	2,454	730	N	38	∿	〃　〃	BD	中
64	2,400	700	NE	25	—	筑紫溶岩	BD	上
68	2,400	680	NE	30	∿	〃	BD	〃
67	1,990	680	SE	30	∿	阿蘇溶岩	BD	〃
70	1,687	60	NE	5	平	上部古第3系	BC，崩積土	中下
69	1,997	280	WN	18	∿	新第3紀	BD	中
72	1,934	760	ES	16	中腹	花崗岩	BD	〃
71	1,986	400	NE	25	〃	上部古世代	BC	〃
76	2,741	820	NW	35	∿	下部古第3系	BD	中上
81	2,091	300	WN	38	∿	筑紫溶岩	BD	中
83	2,093	620	SW	16		阿蘇溶岩	BD	〃
86	2,093	620	N	14	下部	〃	BD	〃
87	2,460	640	WN	240	∿	筑紫溶岩	BD	上
88	2,603	420	NW	16	∿	〃	BD	〃

林況				標準地			ha当たり		
林齢	混合	立木度	林歴	面積	本数	材積	本数	材積	成長量
年	%			ha	本	m^3	本	m^3	m^3
9	87	中	雑木跡，木場作2年	0.112	133	6.30	1,147	56.04	6.22
13	100	密	スギ林跡	0.070	187	11.40	2,679	175.44	12.53
19	100	〃	〃	0.106	248	13.96	2,460	141.06	7.42
20	100	やや密	スギ跡，間伐1回	0.012	29	41.58	2,397	343.19	17.16
22	51	中	〃	0.042	*1 91	9.05	2,166	216.52	9.83
24	100	疎	〃	0.100	128	42.76	1,280	427.62	16.98
25	90	やや密	雑木跡，弱間伐	0.012	22	41.19	1,816	340.43	13.62
25	100	密	〃	0.092	183	26.19	1,993	284.70	11.39
26	90	中	〃	0.080	131	14.74	1,658	507.73	16.19
27	100	〃	草地跡，無間伐	0.011	13	54.29	1,157	495.45	18.35
28	72	密	スギ跡	0.100	197	29.39	1,970	293.90	10.50
29	90	疎	〃	0.088	68	47.20	773	471.91	16.27
31	97	中	原野跡，1回間伐	0.104	145	62.30	1,394	502.17	16.20
32	100	密	スギ跡	0.020	52	7.23	2,600	295.04	9.22
32	100	〃	雑木林跡	0.100	296	70.15	2,960	701.33	21.92
33	100	中	〃	0.042	58	19.08	1,371	401.27	12.16
35	アヤ36 メアサ64	〃	スギ跡	0.120	*2 119	53.98	991	397.95	11.36
35	アヤ45 メアサ55	〃	〃	0.080	*3 73	23.16	1,270	520.71	14.78
37	100	〃	雑木	0.100	157	47.06	1,570	470.63	12.72
39	85.5	〃	スギ跡	0.036	62	10.03	878	428.11	10.98
41	100	〃	雑木	0.100	117	85.87	1,170	858.73	20.95
41	100	〃	〃	0.100	103	65.33	1,030	653.27	15.93
41	100	〃	〃	0.100	86	88.49	860	884.86	21.56
42	100	〃	〃	0.100	105	38.64	1,050	386.40	9.20
42	100	〃	〃	0.100	119	39.71	1,190	397.10	9.45
42	100	やや密疎	〃	0.040	44	11.64	1,100	241.76	7.40
42	100	やや密	〃	0.100	101	43.41	1,010	434.05	10.33
43	100	〃	〃	0.100	123	35.72	1,230	357.23	8.31
43	90	疎	原野	0.089	53	49.00	529	509.08	11.31
45	100	中	雑木	0.100	61	69.37	610	697.52	15.50
50	100	〃	〃	0.100	59	44.74	590	447.36	8.95
51	100	やや密	〃	0.100	50	38.13	500	381.36	7.47
54	100	中	〃	0.100	96	37.99	960	379.92	7.04
54	100	〃	〃	0.100	78	79.79	780	797.92	7.04
60	100	〃	〃	0.100	56	93.82	560	938.20	15.63

*1　ホンスギ 16 実生10
*2　メアサ (67)
*3　メアサ (38)

付表—Ｃａ　（つづき）

番号	解析木								備考	
	樹高	直径	材積	形数	H／D	心材率	樹皮率	枝下高	20年間の平均樹高成長量	平均樹高成長量
	m	cm	m^3	×100		%	%	m	cm	cm
1	6.60	12.45	0.047	43.42	53.01	−	6.61	−	−	73
4	9.00	14.30	0.071	48.65	−	−	3.43	3.50	−	69
9	9.46	12.96	0.060	47.88	61.42	9.64	6.35	2.80	50	50
12	14.95	15.46	0.150	53.32	76.70	25.91	5.46	10.55	75	75
17	10.20	16.45	0.109	49.99	62.00	−	12.68	3.50	49	46
27	14.90	26.27	0.385	47.24	56.70	31.57	5.53	8.12	67	62
28	14.80	16.96	0.176	52.71	87.26	23.69	5.11	7.80	62	59
31	7.60	14.75	0.070	53.63	51.52	−	−	2.60	−	20
32	14.50	20.90	0.274	55.03	69.38	−	−	8.35	62	56
35	19.40	22.47	0.370	48.19	86.45	40.08	6.40	11.80	79	72
38	14.86	16.33	0.174	56.15	91.00	19.82	4.85	9.70	57	53
39	20.00	30.00	0.260	46.65	66.67	−	−	8.10	57	69
45	17.80	23.50	0.337	43.61	75.74	−	11.47	8.80	60	57
46	12.20	15.55	0.113	48.75	78.45	−	3.06	6.00	−	38
48	18.40	20.70	0.284	47.75	59.45	−	4.97	14.65	63	58
50	19.00	27.24	0.309	14.83	91.78	−	−	12.00	63	58
54	19.72	27.24	0.512	44.09	72.39	−	−	10.27	60	56
55	19.07	22.65	0.410	52.44	84.19	−	−	9.47	67	55
58	17.10	20.30	0.300	54.08	84.248	32.25	4.36	13.20	59	46
59	17.85	25.85	0.455	48.50	69.05	−	5.44	9.85	50	46
65	22.20	29.90	0.751	47.43	74.24	61.63	2.73	11.85	60	54
66	17.34	24.43	0.370	45.44	70.98	26.85	6.36	10.31	39	42
64	23.90	35.90	1.029	45.84	66.57	−	−	−	62	58
68	16.42	24.60	0.353	36.90	66.74	−	−	−	−	39
67	17.10	21.96	0.305	46.98	77.87	25.26	4.96	9.50	39	41
70	16.80	18.58	0.214	47.00	90.41	−	4.50	10.80	−	41
69	19.15	24.03	0.453	54.25	79.69	−	3.58	10.10	57	46
72	15.70	23.03	0.317	50.64	68.17	31.79	5.30	8.48	−	37
71	22.20	33.50	0.860	43.98	66.26	66.26	−	11.90	62	52
76	21.43	34.40	0.911	45.74	62.33	62.33	−	9.15	57	48
81	19.88	34.44	0.830	44.81	57.72	57.72	6.21	9.24	−	40
83	22.67	27.52	0.765	56.68	82.37	82.37	4.94	13.92	53	45
86	17.24	22.79	0.392	55.71	75.64	75.64	6.90	9.88	−	32
87	23.85	31.08	0.850	46.96	76.73	76.73	5.28	10.25	57	44
88	30.80	37.65	1.658	−	91.81	81.81	3.85	17.20	57	51

付表—Ｃｂ　（アヤスギ２）

番号	箇所	所有者	地況		
			気温	温量指数	寒冷指数
			℃		
1	熊本県阿蘇郡色見村上大村	勝木　一友	12.5	97.2	7.7
2	〃　〃　小国町黒淵字中小藪	河津　親夫	12.3	96.9	9.0
3	〃　〃　阿陰橘須字丸葉山	市原　政夫	12.4	97.8	8.6
5	〃　〃　小国町黒淵字小藪	河津　親夫	12.3	97.8	9.0
6	〃　〃　大津町陣内字カジ村	樋口山林	14.9	120.5	2.0
7	佐賀県鹿島市本庄	笠紐文次郎	13.4	105.8	4.7
8	熊本県天草郡桶本村湯般原	原田　房雄	14.3	113.0	1.6
10	熊本県阿蘇郡小国町黒淵	河津　親夫	12.3	96.9	9.0
11	〃　〃　〃　〃	山野　逸次	12.3	96.9	9.0
13	〃　〃　〃　〃	大塚　修一	12.3	96.9	9.0
14	〃　〃　高森町色見３内	公造林	10.8	82.4	13.3
15	〃　菊池郡菊池経営区18ほ	国有林	12.2	95.0	8.5
16	佐賀県鹿島市能古見苗畑横68	〃	13.1	103.1	5.6
17	福岡県粕屋郡篠栗町蛇谷	〃	12.4	94.6	6.0
18	佐賀県鹿島市本庄鹿島経営区	〃	13.1	103.1	5.6
19	熊本県阿蘇郡高森町色見上中野割	宇藤　信光	12.2	94.5	8.6
20	〃　〃　小国町黒淵	大塚　修一	12.4	97.8	8.7
21	〃　〃　小国町黒淵	児玉　八郎	12.5	98.7	8.4
22	〃　〃　柏村柳字埋立	民有林	11.8	90.6	9.6
23	〃　〃　高森町色見上中野	割住　光禎	12.2	94.5	8.6
24	〃　〃　久木野河陰橘須字毛	江藤　誠	12.4	96.3	8.0
25	佐賀県鹿島市本庄	山口通代次	13.4	105.8	4.7
26	熊本県阿蘇郡小国町黒淵	山野　逸次	12.4	98.7	8.7
29	〃　〃　〃　〃	渡辺　利一	12.4	98.7	8.7
30	〃　〃　久木野河陰橘須柵の内	永野　達也	12.4	96.3	8.0
33	〃　〃　柏村１林班公造地	国有林	12.5	96.9	7.5
34	佐賀県郡山官行造林地１い	〃	12.6	98.2	6.3
36	熊本県菊池郡菊池経営区18は	〃	12.0	93.2	9.1
37	佐賀県佐賀郡同経営区14か	〃	12.3	95.3	7.9
40	熊本県阿蘇郡久木野町河陰橘進	永野　達也	12.4	96.3	8.0
41	〃　〃　小国町黒淵	高松千之助	12.5	98.7	8.4
42	福岡県北九州市八幡区直方経営区15内	国有林	15.1	122.5	0.8

付表—Ｃｂ（つづき）

番号	地況							
	降水量	海抜高	方位	傾斜	地形	地質	土壌	地位
	mm	m		°				
1	2,116	650	EN	5		阿蘇溶岩	Bc	中
2	2,260	540	E	18	やや中腹底	〃	Bc	中下
3	2,167	650	EN	18		〃	BD	上
5	2,260	540	N	22	谷筋	〃　輝石	Bc	中
6	1,684	145	WN	5	畑上平地	〃	Bl/D	〃
7	1,982	450	ES	25	凹地	多良岳溶岩	BD	〃
8	1,980	300	NE	20		下部古層系	Bc	〃
10	2,260	540	NE	6	凹底	阿蘇溶岩	BD，崩積土	上
11	2,260	540	N	15	やや凹	〃	Bc	中
13	2,260	540	W	16	段	〃	BD	上
14	2,490	870	SE	20		〃	BD	〃
15	2,231	640	S	8～10	凹中下	〃	BD	〃
16	2,009	500	EN	5		多良岳溶岩	BD	〃
17	1,873	480	NW	20～25	中腹	3郡変成，蛇紋岩	BD	中
18	2,009	500	SE	16		多良岳溶岩	BD	上
19	2,243	700	ES	50		阿蘇溶岩	BD	中
20	2,249	500	EN	50	凸中	〃	BD	上
21	2,249	500	ES	16	凹地	〃	BD	〃
22	2,101	760	NE	5	凸中	火山灰	Bc	中
23	2,243	700	ES	5		阿蘇溶岩	BD	〃
24	2,167	650	NW	22	中腹	〃	BD	〃
25	1,982	450	EN	39	中腹	多良岳溶岩	BD	〃
26	2,209	480	N	20		阿蘇溶岩	BD	上
29	2,209	480	SE	24		〃	BD	中
30	2,167	650	NW	20		〃	Bc	〃
33	2,157	640	SW	7		火山灰	Bc	〃
34	1,984	350	S	25		花崗岩	BD	〃
36	2,143	580	S	7～8	凹底	安山岩	BD	〃
37	2,150	500	WS	15		花崗岩	BD	〃
40	2,167	650	NW	12	凹	阿蘇溶岩	BD	上
41	2,240	500	SW	24		〃	BD	中
42	1,729	300	WN	18	中腹	硯石層郡	Bc	〃

林況				標準地			ha当たり			備考	
林齢	混合	立木度	林歴	面積	本数	材積	本数	材積	成長量	20年間の平均樹高成長量	平均樹高成長量
	%			ha	本	m^3	本	m^3	m^3	cm	cm
10	100	中	原野	0.072	138	1.48	1,905	20.43	2.04	—	65
11	100	やや疎	〃	0.076	116	3.63	1,536	48.09	4.37	—	63
13	100	中	〃	0.040	104	9.92	2,653	254.62	19.59	—	83
14	100	〃	雑木	0.083	124	8.975	1,391	110.96	7.09	—	50
15	100	密	スギ跡	0.069	175	16.82	2,526	243.62	17.40	—	70
16	100	中	〃	0.100	230	14.59	2,300	145.86	9.12	—	50
16	100		雑木	0.090	253	21.38	2,827	238.93	14.93	—	61
19	100	中	スギ跡	0.059	91	25.10	1,559	425.25	22.38	85	85
19	100	〃	〃	0.052	77	15.54	1,480	298.99	15.74	74	74
20	100	やや密	〃	0.114	230	41.03	2,022	360.57	18.03	69	69
20	100	中	原野	0.161	427	45.23	2,710	281.17	14.06	58	53
20	80	〃	雑木	0.100	212	29.42	2,120	294.18	14.71	50	50
22	100	密	〃	0.036	69	10.35	1,896	284.21	12.92	51	51
22	50.8	中	〃	0.030	65	9.05	2,166	235.23	10.69	53	53
22	100	〃	〃	0.034	67	10.02	1,982	296.30	13.47	54	54
22	100	〃	原野	0.034	56	10.69	1,607	317.47	10.43	58	58
22	100	やや密	スギ跡	0.100	151	36.09	1,510	360.93	16.41	70	70
23	100	密	〃	0.093	164	41.17	1,770	447.27	19.45	—	60
23	80	やや密	〃	0.087	230	25.37	2,000	291.61	12.68	—	45
23	100	中	原野	0.040	74	15.89	1,831	393.29	17.10	—	58
23	100	〃	雑木	0.043	62	12.21	1,455	286.50	12.46	—	53
23	100	〃	〃	0.100	147	30.58	1,470	305.75	13.29	—	58
24	100	〃	スギ跡	0.118	119	57.62	1,074	487.03	20.29	—	78
25	100	やや密	〃	0.147	201	61.28	1,370	417.85	16.71	—	62
25	100	密	原野	0.064	164	24.14	2,575	378.83	15.16	—	50
26	80	〃	〃	0.055	102	18.55	1,855	337.24	12.97	—	48
26	100	やや密	雑木	0.084	190	16.23	2,264	193.42	7.44	—	29
27	80	中	〃	0.100	335	43.88	3,350	438.80	16.25	—	41
28	100	密	原野	0.122	287	29.95	2,350	245.28	8.76	—	31
29	100	〃	雑木	0.097	201	43.29	2,064	444.44	15.33	—	52
29	100	中	〃	0.086	125	50.68	1,450	587.25	20.25	—	81
29	100	密	原野	0.100	181	33.92	1,810	339.16	11.74	—	40

付表—Ｃｂ（つづき）

番号	箇所	所有者	気温	温量指数	寒冷指数
			°C		
43	熊本県阿蘇郡波野村大字中江字城山	市原　亘	10.9	82.3	11.4
46	〃　〃　小国町黒淵	山野　逸次	12.4	97.9	8.7
47	〃　〃　色見村大村	奈良木野ヤス	12.5	97.2	8.7
51	〃　〃　小国町黒淵小藪	大塚　修一	12.3	96.9	9.0
52	〃　〃　小国町黒淵字中小藪	河津　親夫	12.5	98.7	8.4
53	〃　〃　一の宮町字坂梨	管　実成	11.9	90.7	7.8
56	〃　〃　高森町組母神北裏	村島　氏	13.0	101.7	6.2
57	〃　〃　一の宮町坂梨字野林	管　実成	12.4	95.2	6.3
60	〃　菊池郡菊池経営区19ヘ	国有林	12.4	96.8	7.9
61	〃　阿蘇郡根子嶺色見上前原	川口　広	12.5	97.2	7.7
62	〃　〃　一の宮町坂梨字野尾	管　実成	11.9	90.7	7.8
63	〃　〃　上色見村大字上前原	荒巻　七郎	12.5	97.2	7.7
73	〃　〃　小国町黒淵	河津　親夫	12.3	96.9	9.0
74	〃　〃　一の宮坂梨字福岡	管　実成	12.4	95.2	6.0
75	〃　〃　高森町	相原　清保	12.4	96.3	8.0
77	〃　〃　柏村柳字埋立	民有林	11.8	90.6	9.6
78	〃　〃　一の宮町坂梨字端塚	管　実成	11.9	90.7	7.8
79	〃　〃　小国町黒淵小藪	河津　親夫	12.3	96.9	9.3
80	〃　〃　色見村大字上前原	荒巻　七郎	12.6	98.1	7.4
82	〃　〃　柏村柳字猿丸	川口　広	11.6	88.8	10.2
84	〃　〃　小国町黒淵字小藪	河津　親夫	12.3	96.9	9.3

地況							
降水量	海抜高	方位	傾斜	地形	地質	土壌	地位
mm	m		°				
2,469	860	WN	10		阿蘇溶岩	BD	中
2,109	480	N	33	凹形	〃	BD	〃
2,116	650	S	10		〃	BD	〃
2,249	530	ES	20		〃	BD	上
2,240	500	E	20	中腹	〃	BD	中
2.037	650	NW	10		〃	BD	〃
2,100	580	W	10		〃	B*l*C	〃
2,038	560	W	5		〃	BC	〃
2,257	680	N	15～20	凹底	第3紀安山岩	BD	〃
2,133	650	E	8		阿蘇溶岩	BD	〃
2,037	650	NE	10		〃	BD	〃
2,169	650	EN	3		〃	BC	〃
2,249	530	SE	3		筑紫安山岩	BD	〃
2,004	560	W	3		阿蘇溶岩，	BC	〃
2,167	650	WN	12	畑横	〃	BD	上
1,938	760	NE	8	凸中	火山灰	BC	中
2,037	650	WN	10		阿蘇溶岩	BD	〃
2,249	530	SE	24	中腹	〃	BD	〃
2,169	650	EN	3		〃	BC	〃
1,978	800	SE	10	凹中	火山灰	BC	〃
2,249	530	ES	30		阿蘇溶岩	BD	上

付表—Ｃｂ（つづき）

番号	林況				標準地			ha当たり			備考	
	林齢	混合	立木度	林歴	面積	本数	材積	本数	材積	成長量	20年間の平均樹高成長量	平均樹高成長量
		%			ha	本	m^3	本		m	cm	cm
43	30	100	中	原野	0.138	188	38.64	1,362	280.00	9.33	−	38
46	31	100	疎	雑木	0.104	111	26.51	1,105	265.13	8.84	−	59
47	32	100	中	原野	0.100	165	25.48	1,650	254.78	7.96	−	35
51	33	100	密	〃	0.132	129	114.15	980	867.42	26.29	−	72
52	33	100	中	〃	0.121	125	22.43	1,031	679.54	20.59	−	58
53	35	100	〃	〃	0.093	133	37.22	1,421	398.94	13.97	−	44
56	36	100	〃	〃	0.064	61	33.07	950	516.70	14.35	−	45
57	36	100	〃	〃	0.072	112	30.68	1,556	426.06	11.84	−	43
60	40	90	〃	雑木	0.100	158	61.38	1,580	613.84	15.35	−	46
61	41	100	中疎	原野	0.178	168	99.15	983	557.02	13.59	−	45
62	41	100	やや密	〃	0.173	307	60.21	1,779	348.68	9.92	−	36
63	41	100	中	〃	0.063	115	48.07	1,825	763.05	18.61	−	42
73	43	100	〃	雑木	0.100	131	91.89	1,190	918.87	21.39	−	49
74	45	100	〃	原野	0.069	82	43.62	1,182	628.56	13.97	−	39
95	45	100	〃	〃	0.079	84	52.93	1,063	670.02	14.89	−	46
77	45	80	疎	〃	0.103	74	30.02	768	335.54	7.46	−	34
78	46	100	中	雑木	0.086	102	39.12	1,182	453.34	11.83	−	34
79	48	100	〃	原野	0.127	160	124.41	1,260	980.28	20.42	−	43
80	49	100	上	〃	0.108	182	68.36	1,787	649.80	13.26	−	39
82	50	80	やや密	〃	0.093	166	68.36	1,787	733.21	14.66	−	43
84	51	100	密	雑木	0.106	124	82.05	1,172	773.77	15.17	−	44

付表—Ｄａ　林分成長量標準地調査一覧表（ホンスギ１）

番号	箇所	所有者	地況						
			気温	温量指数	寒冷指数	降水量	海抜高	方位	傾斜
			°C			mm	m		°
6	佐賀県佐賀郡富士村大字古湯字本村	山中　長司	13.9	114.6	3.4	2,277	360	NNE	36
10	福岡県糟屋郡篠栗町	民有林	13.0	106.4	4.9	1,804	380	NNW	15～20
12	〃　粕屋郡久山町猪野字白木	〃	14.8	118.4	1.3	1,676	180	SE	35～38
14	〃　田川郡添田町落合字麻抜山	〃	13.9	110.6	4.2	2,100	340	NE	20～25
16	〃　京都郡犀川町伊良原古屋河内	〃	14.6	117.2	2.5	1,810	280	SE	15～20
20	佐賀県鳥栖市田代字大谷	〃	13.7	113.9	4.2	2,134	380	E	20～25
21	福岡県嘉穂郡嘉穂町桑野字赤松	〃	11.8	91.9	9.2	2,136	500	NE	35
22	〃　八女郡星野村池の久保	高木　秋郎	13.6	107.4	3.7	2,412	360	NE	38
23	〃　早良郡早良町脇山字新立	民有林	15.3	123.9	1.4	2,199	140	NW	5～10
26	〃　京都郡犀川町中津経営区11ヘ	国有林	13.8	109.3	3.6	2,336	420	EN	28
25	〃　八女郡矢部村矢部字藪	村有林	14.3	113.9	2.9	2,119	250	NE	33
29	〃　豊前市行橋経営区30と	国有林	12.7	96.9	4.5	2,704	658	EN	30
30	〃　浮羽郡浮羽町新川字円山	野上信三郎	13.6	108.0	4.4	2,174	360	S	35
32	〃　田川郡英彦山直方経営区66内	国有林	12.0	99.5	11.0	2,401	640	WN	20
33	大分県日田郡小野村下小竹	民有林	13.3	108.3	8.3	1,975	500	SE	5
31	熊本県阿蘇郡小国町字黒淵	河津　親夫	12.8	101.4	7.5	2,179	533	S	8

付表—Da（つづき）

番号	地況				林況				標準地		
	地形	地質	土壌	地位	林齢	混合	立木度	林歴	面積	本数	材積
					年	%			ha	本	m^3
6	中腹	花崗岩	BC	中上	18	90	中	雑木跡	0.013	29	15.38
10	〃	3郡変成岩	BD	中	22	38	〃	〃	0.030	55	6.00
12	中下腹	古生代3郡変成岩	BD	〃	26	89	〃	〃	0.020	45	7.16
14	〃	新第3紀筑紫溶岩	BD	中上	27	88	〃	〃	0.102	123	39.25
16	下腹	〃　〃	BC	中	28	72	やや密	〃	0.040	119	16.98
20	谷間	花崗岩	BD 扇状堆土	〃	32	79	中	〃	0.040	43	12.28
21	中腹	〃　石英閃緑岩	BC	中下	37	100	〃	〃	0.040	60	8.81
22	凸下腹	変朽安山岩	BD	上	37	100	疎	〃	0.053	44	19.49
23	谷間	花崗岩	BC 扇状堆土	中	38	90	中	〃	0.025	39	88.97
26		安山岩	BD	〃	39	80	疎	〃	0.140	596	55.29
25	凸下腹	〃	BD 崩積土	〃	39	100	密	〃	0.039	34	16.34
29		〃	BD 壌土	〃	46	85	〃	〃	0.100	144	42.10
30	凹上腹	凝灰質角礫岩	BD 残積土	〃	51	95	中	木場作跡	0.045	37	22.14
32		古生代3郡変成岩	BD	〃	61	90	〃	雑木	0.100	63	60.89
33		変朽安山岩	BD	〃	86	混	疎	〃	−	−	−
31		阿蘇溶岩	BD	〃	53	混	密	〃	0.100	80	50.12

付表—D a（つづき）

番号	ha 当たり			解析木								備考	
	本数	材積	成長量	樹高	直径	材積	形数	H／D	心材率	樹皮率	枝下高	20年間の平均樹高成長量	平均樹高成長量
	本	m^3	m^3	m	cm	m^3	×100		%	%	m	cm	cm
6	1,818	116.57	6.47	7.40	14.42	0.599	46.47	51.31	58.87	7.12	2.50	41	41
10	1,833	199.82	9.08	11.00	16.95	0.127	50.93	64.89	−	4.47	3.50	51	50
12	2,250	269.25	10.36	12.60	16.00	0.130	51.45	78.75	−	4.96	6.35	42	48
14	1,201	339.31	12.57	17.09	21.75	0.313	49.48	78.25	−	6.02	9.73	66	63
16	2,975	318.00	11.36	13.04	15.40	0.110	45.39	84.67	−	5.95	6.50	46	47
20	1,075	319.73	9.99	14.20	21.53	0.235	45.43	65.95	−	4.42	4.70	46	44
21	1,500	225.04	6.08	12.77	16.80	0.149	52.70	76.01	−	6.34	5.77	(36)	(35)
22	827	366.67	9.91	18.00	24.45	0.399	42.71	73.61	−	4.12	10.00	44	47
23	1,560	295.92	7.79	17.00	17.28	0.197	49.36	98.37	−	3.79	10.10	29	45
26	425	331.07	8.49	21.05	32.03	0.779	45.89	65.71	34.81	5.11	10.40	70	54
25	1,337	165.68	4.25	12.10	17.85	0.148	51.90	67.74	−	3.08	9.90	37	31
29	1,440	421.03	9.15	15.50	22.45	0.303	49.28	69.04	30.08	3.66	8.20	48	34
30	882	247.10	4.86	16.00	20.95	0.281	50.87	76.37	−	4.01	8.40	−	32
32	630	608.90	9.85	22.80	33.47	0.912	48.06	68.12	35.10	3.44	5.30	−	37
33	−	−	−	16.20	17.22	0.179	47.50	94.07	37.48	4.48	9.28	−	19
31	800	501.20	9.65	21.80	29.97	0.639	41.57	72.73	−	−	7.18	43	41

付表—Ｄｂ　（ホンスギ２）

番号	箇所	所有者	地況							
			気温	温量指数	寒冷指数	降水量	海抜高	方位	傾斜	地形
			℃			mm	m		°	
1	福岡県朝倉郡小石原村	柳瀬　半三	12.4	96.6	5.4	2,190	540	ＳＥ	10	凸底
2	熊本県鹿本郡鹿北村多久	黒田　一誠	11.7	92.6	12.5	2,630	600	Ｓ	20	
3	佐賀県佐賀郡富士村大字古湯字本村	中村　実	13.4	104.9	4.7	1,982	450	ＥＮ	18	
4	熊本県鹿本郡鹿北村小川内	北原　徳藤	12.9	104.4	8.9	2,369	400	Ｎ	5	
5	福岡県朝倉郡小石原村	和田　半吉	12.3	95.3	5.1	2,214	560	ＳＥ	13	凸底
7	熊本県鹿本郡鹿北村多久	黒田　一誠	13.3	107.0	7.7	2,304	350	Ｎ	8	
8	〃　〃　鹿北村小川内	古田　枝記	12.9	104.4	8.9	2,369	400	Ｎ	8	
9	〃　〃　鹿北村長生	太田黒忠雄	13.3	117.0	7.7	2,369	400	Ｎ	30	凹中腹
11	〃　〃　鹿北村田中	黒田　順孝	12.4	98.9	10.4	2,243	480	ＮＥ	3	
13	〃　〃　鹿北村多久	黒田　一誠	11.8	93.9	12.2	2,564	550	Ｅ	13	
15	福岡県朝倉郡小石原村	柳瀬　半三	12.6	91.2	3.6	2,142	500	ＳＷ	20	凸中腹
17	熊本県鹿本郡鹿北村長生	野中　岩吉	13.7	110.6	6.5	2,343	380	Ｗ	5	凹中腹
18	福岡県朝倉郡小石原村	太田　義雄	12.7	102.6	6.3	2,118	480	ＳＷ	20	凸底
19	熊本県鹿本郡鹿北村多久	黒田　一誠	11.8	123.6	12.2	2,604	580	ＮＷ	24	
24	〃　〃　鹿北村田中	黒田　順孝	12.4	98.9	10.4	2,473	480	ＷＮ	3	
27	〃　〃　鹿北村長生	太田黒忠雄	13.8	111.5	6.2	2,369	400	ＮＥ	23～25	凸中下
28	福岡県朝倉郡小石原村日田経営区22を	日石国有林	11.9	97.8	4.6	2,339	660	Ｓ	20	平斜
34	〃　浮羽郡大字田笹	吉村　清英	12.0	97.0	6.2	2,700	530	ＮＷ	10	
35	〃　朝倉郡小石原村	小石原国有林	12.0	96.6	5.4	2,240	500	ＮＷ	5	

付表－Ｄｂ（つづき）

番号	地況			林況				標準地			ha当たり			備考	
	地質	土壌	地位	林齢	混合	立木度	林歴	面積	本数	材積	本数	材積	成長量	20年間の平均樹高成長量	平均樹高成長量
				年	%			ha	本	m^3	本	m^3	m^3	cm	cm
1	古生層	Bc	中	10	80	中	スギ	0.100	185	1.12	1,850	11.19	1.12	−	34
2	3郡変成岩	BD	〃	10	100	〃	雑木	0.070	182	3.60	2,591	25.29	2.53	−	56
3	〃	BD	〃	12	99	〃	〃	0.100	220	4.18	2,200	41.76	3.48	−	45
4	〃	BD	〃	18	100	〃	スギ	0.105	247	18.45	2,352	215.65	11.98	−	66
5	古生層	Bc	〃	18	80	やや疎	〃	0.100	116	17.95	1,160	208.08	11.56	−	56
7	3郡変成岩	BD	上	18	100	中	雑木	0.063	107	20.98	1,694	285.75	15.88	70	70
8	〃	BD	〃	20	100	やや密	〃	0.105	206	29.33	1,961	279.42	14.00	61	61
9		BD	中	20	80	〃	〃	0.050	124	12.44	2,400	248.84	12.44	51	51
11	〃	BD		23	100	密	〃	0.104	232	40.36	2,242	351.05	15.44	55	55
13	〃	BD	〃	26	100	中	スギ	0.104	95	43.77	914	421.27	16.20	−	66
15	古生層	Bc	〃	27	90	〃	〃	0.100	163	30.76	1,630	307.57	11.39	−	44
17	〃，3郡変成岩	BD	中下	30	80	〃	〃	0.100	145	33.74	1,450	337.35	11.25	−	55
18	〃	Bc	中	31	90	〃	〃	0.100	135	37.69	1,350	376.91	12.16	−	49
19	3郡変成岩	BD	上	32	100	〃	〃	0.088	75	51.07	852	464.10	14.50	−	13
24	〃	BD	〃	38	100	〃	〃	0.050	49	7.67	980	625.35	16.48	−	53
27	古生層，3郡変成岩	BD	中上	41	70	〃	〃	0.100	92	42.19	920	367.09	8.95	−	50
28	〃	BD	中	42	90	やや疎	〃	0.100	73	54.53	730	462.00	11.00	−	45
34	〃	BD	〃	20	90	中	〃	0.100	125	20.66	1,250	206.56	10.33	60	60
35	〃	BD	〃	20	90	〃	〃	0.100	130	23.37	1,300	233.70	11.69	50	50

付表－Ｅａ　林分成長量標準地調査一覧表（メアサ１）

番号	箇所	所有者	気温	温量指数	寒冷指数
			℃		
2	熊本県天草郡本渡市木宇土	井上　清八	15.5	125.4	0
4	鹿児島県肝属郡内之浦町北方	江口　主税	16.7	139.9	0
8	熊本県八代郡下松求麻村八代経営区35	国有林	12.2	95.7	10.7
14	鹿児島鹿大口市青木字白毛段	生駒　税夫	12.6	95.0	3.3
17	〃　囎唹郡志布志町志布志経営区27ろ	国有林	15.2	122.3	0
5	〃　大島郡大和村福元	民有林	18.2	168.4	0
20	宮崎県児湯郡高鍋町石河内72い	国有林	14.3	113.7	2.5
19	熊本県水俣市水俣経営区10は	〃	14.8	118.9	0.7
21	鹿児島県大口市大口経営区60ほ	〃	12.1	90.3	4.6
23	〃　姶良郡加治木町加治木経営区24と	〃	14.5	117.9	4.0
24	〃　肝属郡大根占町大根占経営区78い	〃	13.6	103.3	0.7
28	〃　種子島中種子町増田	民有林	18.1	168.4	0
30	宮崎県児湯郡都農町尾鈴経営区43内	国有林	13.8	107.0	1.9
32	鹿児島県肝属郡内之浦経営区32と	〃	15.3	123.1	0
31	宮崎県西都市吹山西都経営区13い	〃	13.8	108.7	3.5
29	鹿児島県姶良郡霧島町西霧島経営区17に	〃	14.4	115.2	4.2
34	宮崎県西諸県郡高原経営区39い	〃	12.7	96.4	4.0
35	熊本県上益城郡矢部町矢部経営区	〃	11.6	88.1	10.4
36	鹿児島県日置郡伊作町興倉	民有林	15.5	126.3	0
37	宮崎県西諸県郡加久藤白鳥経営区８か	国有林	13.2	104.0	5.8
38	鹿児島県日置郡金峯町大野五反田上	民有林	16.0	132.3	0
41	宮崎県小林市巣之浦霧島経営区42い	国有林	12.9	98.2	3.2
40	鹿児島県薩摩郡出水町出水経営区59に	〃	14.2	110.2	0
43	〃　〃　〃　〃　59は	〃	14.2	110.2	0
44	熊本県飽託郡熊本経営区36と	〃	12.1	93.9	9.0
45	宮崎県北諸県郡三股町都城経営区46ち	〃	15.1	121.8	0
47	大分県北海部郡丹生村佐伯経営区43	〃	13.6	105.9	2.7
48	鹿児島県山崎町川内経営区11る	〃	13.9	106.9	0.2
49	熊本県八代郡泉町八代経営区８ぬ	〃	11.3	85.2	9.8
27	鹿児島県大根占経営区内	〃	15.4	122.2	0
32	〃　肝属郡内浦町内の浦経営区32と	〃	15.3	123.1	0

地況							
降水量	海抜高	方位	傾斜	地形	地質	土壌	地位
mm	m		°				
2,205	200	N	8	中腹	下部古第3系	Bc	中下
3,062	106	NE	25	斜面中腹	黒雲母花崗岩	BD，崩積土	中
2,487	700	S	35	中腹	下部第3系，二畳石灰岩	BD	上
2,256	460	S	24	平斜面中下	輝石安山岩	BD，匍行土	中
2,179	300	SE	25	中腹	日南層群	BD	〃
3,721	450	NE	18	中凹	3紀砂頁岩	Bc	〃
2,630	480	SW	36	中下部やや凸	粘板岩，砂岩，頁岩	BD	〃
2,051	250	SW	27		筑紫溶岩	Bc	〃
2,419	550	SW	24～26	沢沿斜面	輝石安山岩	BD	〃
2,759	400	SE	12		姶良溶岩	Bc	〃
2,357	450	WN	18		火山灰，阿蘇溶岩	Bc	上
3,690	120	NE	10	凸部	3紀砂頁岩	BD	〃
2,525	480	N	30	中腹	石英斑岩	BD	中
2,936	380	N	15	凸部下腹	花崗岩	Bc	上
2,861	540	W	30		3紀安山岩	BD	中
2,846	510	SE	18		姶良溶岩	Bc	〃
2,816	540	NW	16		〃　安山岩	Bl_D	中上
2,213	700	WN	12	凸部	四万十層	BD	上
2,020	170	SW	18		姶良溶岩，安山岩	BD	中
2,960	460	WN	20		姶良溶岩	BD	上
2,068	90	N	25	凹中腹	四万十層	BD，匍行土	中
2,746	520	NW	18	中腹	姶良溶岩，輝石安山岩	Bl_C	〃
2,210	420	E	32		四万十層 中世白亜安山岩	BD	〃
2,210	430	E	38		〃	BD	上
2,093	620	W	17	凹部	阿蘇溶岩	BD	中
2,394	260	N	10		姶良溶岩	BD	上
1,950	260	NW	30		変朽安山岩	BD	〃
2,331	313	SW	20	中腹	姶良溶岩，安山岩	BD	中
2,870	900	SE	30		下部古第3系	BD	〃
2,324	100	EN	7		上部新（火山）	BD	〃
2,936	380	N	15	凹下腹	第3系，花崗岩	BD	〃

付表—Ea（つづき）

番号	林況				標準地			ha当たり		
	林齢	混合	立木度	林歴	面積	本数	材積	本数	材積	成長量
	年	%			ha	本	m^3	本	m^3	m^3
2	15	100	中	雑木	0.072	126	9.98	1,762	115.21	7.68
4	18	100	密	段々畑跡	0.006	14	1.25	2,333	179.45	9.97
8	31	90	〃	雑木	0.104	163	60.90	1,568	525.37	16.95
14	33	ヨシノスギ78	中	雑木跡	0.110	109	38.39	990	313.20	9.49
17	36	100	〃	雑木	0.100	82	35.19	820	351.86	9.77
5	35	100	〃	〃	0.100	58	16.54	580	165.54	4.72
20	38	56	〃	〃	0.100	165	37.25	1,650	372.46	9.80
19	38	100	〃	〃	0.092	125	42.39	1,360	460.47	12.13
21	39	77	〃	〃	0.060	56	47.15	752	355.68	9.12
23	41	100	〃	〃	0.081	74	18.16	1,919	302.73	7.38
24	42	100	〃	〃	0.070	75	37.47	1,076	536.25	12.77
28	43	100	〃	スギ跡	0.100	100	23.85	1,000	238.54	5.55
30	44	100	〃	雑木	0.100	106	39.87	1,060	398.73	9.80
32	44	100	〃	〃	0.100	69	58.12	690	581.21	13.21
31	44	100	疎	〃	0.100	60	38.17	600	381.69	8.68
29	44	100	密	〃	0.100	114	52.84	1,140	528.40	12.00
34	45	100	中	〃	0.100	94	42.41	940	424.13	9.43
35	45	100	〃	〃	0.100	94	42.65	940	426.51	9.48
36	47	100	やや密	スギ跡	0.090	134	32.26	1,488	358.51	7.63
37	48	100	中	雑木	0.100	93	74.99	930	749.95	15.62
38	49	100	密	スギ跡	0.036	48	12.39	1,348	300.02	6.33
41	50	100	やや密	雑木	0.100	93	35.75	930	357.55	6.55
40	50	89	中	〃	0.100	56	44.72	560	576.74	9.15
43	51	90	〃	〃	0.100	58	53.73	580	537.31	10.54
44	52	100	〃	〃	0.100	61	35.93	610	359.35	6.91
45	53	100	密	〃	0.100	183	47.78	1,830	477.78	9.02
47	67	100	疎	〃	0.050	25	28.64	500	572.86	8.55
48	72	100	密	〃	0.090	76	80.77	700	848.08	11.78
49	101	100	疎	〃	0.100	23	58.27	230	582.67	5.76
27	42	100	〃	〃	0.100	60	39.48	600	394.82	9.40
32	44	100	〃	〃	0.100	68	58.13	680	581.27	13.25

解析木								備考	
樹高	直径	材積	形数	H／D	心材率	樹皮率	枝下高	20年間の平均樹高成長量	平均樹高成長量
m	cm	m^3	×100		%	%	m	cm	cm
9.60	16.85	1.079	50.40	56.97	−	−	2.70	−	64
9.90	13.85	0.079	52.94	71.48	−	−	4.90	55	55
14.30	22.80	0.275	47.05	62.71	−	−	6.60	−	46
16.95	25.15	0.401	47.97	67.40	−	−	8.48	57	51
17.35	26.61	0.429	46.40	65.20	−	4.63	10.40	61	48
13.76	22.20	0.285	53.55	61.98	18.37	7.91	6.50	(45)	(39)
12.84	15.23	0.120	50.90	84.50	17.45	6.35	7.78	45	34
16.54	22.60	0.342	51.51	73.19	30.48	7.92	9.83	49	44
20.20	28.26	0.607	47.89	72.90	27.69	4.82	10.80	57	52
19.82	23.66	0.409	47.66	83.77	27.72	4.65	7.84	61	48
20.85	30.13	1.030	69.00	69.20	31.84	4.54	11.40	77	50
15.70	21.80	1.287	49.07	13.88	−	4.53	10.70	(45)	(37)
19.00	23.43	0.386	47.14	81.00	−	4.70	11.93	64	43
20.92	33.41	0.858	46.77	62.61	43.07	4.08	9.80	59	48
22.10	28.81	0.614	42.41	76.70	41.73	3.72	6.60	73	50
17.42	26.28	0.463	50.04	66.32	72.94	6.98	9.10	42	40
17.15	28.07	0.487	45.89	61.09	−	5.16	8.70	39	38
17.10	27.37	0.496	48.41	62.48	36.52	5.71	6.40	(44)	(38)
15.07	19.89	0.741	−	75.76	−	6.90	10.02	−	32
21.80	27.95	0.670	−	77.99	35.20	5.17	12.60	61	45
14.66	18.31	0.258	−	80.07	−	−	9.71	−	30
17.51	23.72	0.380	−	73.81	−	3.57	6.70	50	35
23.10	36.55	1.030	−	63.20	41.08	4.17	6.80	54	46
18.90	37.41	0.926	−	50.52	42.94	5.16	9.40	40	37
19.98	26.51	0.576	−	75.37	49.73	6.70	12.97	42	38
16.83	20.77	0.261	−	81.03	30.16	3.96	10.60	−	32
26.10	46.50	1.958	−	57.52	44.30	3.99	13.45	57	39
25.18	42.98	1.516	−	58.59	−	4.10	−	51	35
27.20	56.00	2.848	−	49.64	59.29	5.87	14.80	39	28
21.90	29.50	0.637	43.99	75.52	−	−	−	62	52
21.92	33.41	0.858	46.77	62.61	42.70	4.08	9.80	−	48

付表—Ｅｂ（メアサ2）

番号	個所	所有者	地況							
			気温	温量指数	寒冷指数	降水量	海抜高	方位	傾斜	地形
			℃			mm	m		°	
1	鹿児島県福山町佳例川，県有林４の３	県有林	14.0	111.1	0.3	2,827	420	N	12	
3	熊本県宇土郡不知火町大字永尾	民有林	15.2	122.3	0.3	1,771	180	NE	5	
5	鹿児島県姶良郡横川町下野総原	押須司三之助	16.4	136.4	0	2,169	120	SE	30	
6	熊本県飽託郡熊本経営区109ろ	国有林	16.3	135.2	0	1,749	100	E	3	平坦
7	鹿児島県川辺郡川辺町鏡石	宮園　信義	15.1	121.5	0	2,382	300	SW	30	中腹上部
8	〃　福山町佳例川県有林４の３	県有林	14.0	111.1	0.3	2,827	420	NE	20	
9	〃　姶良郡隼人当山町	東条　径治	16.1	133.7	0	2,392	150	S	24	
10	〃　日置郡東市来町	南郷　武夫	15.0	119.6	0	2,236	180	N	17	
11	〃　本田村宮の浦通山	島津興業	14.4	113.1	0	2,560	440	N	25	
12	〃　川辺郡川辺町清水字シナシ	宮園　信義	15.1	129.9	0	2,381	300	SW	32	
13	〃　川内市青山町青山	南郷　武夫	15.0	119.9	0	2,336	160	N	16	やゝ凹地
16	熊本県天草郡栖本村湯船原猪原	民有林	14.3	111.0	1.7	1,980	300	W	5	畝々畑
18	鹿児島県姶良郡蒲生町白男	湯原　友一	15.2	122.0	0	2,281	280	SE	12	火山灰
22	〃　川辺郡川辺町野崎大字似良	民有林	15.5	126.3	0	2,332	240	ES	18	凸
26	〃　姶良郡蒲生町米丸	有村　次彦	15.1	120.8	0	2,208	300	SE	18	
33	〃　川辺郡川辺町野崎字黒の岩	宮園　信義	15.4	125.1	0	2,318	250	EN	20	
39	宮崎県西諸県郡加久藤白鳥経営区８か	国有林	12.4	93.7	4.9	2,948	500	NW	16	やゝ中腹
42	鹿児島県姶良郡重富村平松平田	島津興業	14.6	114.8	0	2,460	400	N	24	
46	〃　川辺郡川辺村字若崎	宮園　信義	16.0	132.3	0	2,151	100	EN	15	やゝ凹地
25	〃　姶良郡蒲生町米丸	有村　次彦	15.1	120.8	0	2,332	240	SE	18	

付表—Ｅｂ（つづき）

番号	地況			林況				標準地			ha当たり			備考	
	地質	土壌	地位	林齢	混合	立木度	林歴	面積	本数	材積	本数	材積	成長量	20年間の平均樹高成長量	平均樹高成長量
				年	%			ha	本	m^3	本	m^3	m^3	cm	cm
1	姶良溶岩	BD	上	35	100	疎	雑木	0.100	101	26.98	1,010	269.84	8.99	−	67
3	筑紫形溶岩，安山岩	BD	中	16	100	中	〃	0.067	130	7.21	1,939	107.04	6.69	−	71
5	シラス	BD	〃	20	100	密	〃	0.056	121	4.30	2,168	75.88	3.79	31	31
6	筑紫形溶岩	BD		23	100	〃	〃	0.051	137	17.20	2,698	288.86	12.55	−	45
7	姶良溶岩，安山岩	BC	〃	23	98	〃	原野	0.100	209	22.61	2,090	226.10	9.83	−	39
8	姶良溶岩	BC	〃	29	100	中	雑木	0.100	103	31.52	1,030	315.20	10.87	−	49
9	シラス	BD	〃	30	99	疎	原野	0.100	81	33.02	810	330.19	11.01	−	55
10	姶良溶岩，シラス	BC	上	31	100	〃	雑木	0.100	69	41.52	690	415.23	13.40	−	57
11	〃	BD	中	31	100	中	〃	0.100	93	36.57	930	365.65	11.80	−	54
12	〃　安山岩	BC	〃	32	100	〃	原野	0.100	135	20.14	1,350	201.36	6.29	−	27
13	〃　シラス	BC	上	33	100	疎	雑木	0.100	64	36.97	640	369.69	11.19	−	49
16	下部古	BC	中	35	100	中	畑跡	0.065	79	25.14	1,222	386.83	11.05	−	45
18	シラス	BD	〃	37	100	疎	雑木	0.100	51	48.19	510	481.88	13.02	−	39
22	姶良溶岩，安山岩	BC	〃	40	100	中	原野	0.100	102	42.44	1,020	424.43	11.14	−	38
26	シラス	B*l*C	〃	42	100	〃	雑木	0.100	65	55.04	650	550.36	13.10	−	52
33	姶良溶岩，安山岩	BD	〃	45	100	密	〃	0.100	124	33.29	1,240	338.89	7.53	−	41
39	〃	BC	〃	50	100	中	〃	0.100	94	63.42	940	634.19	12.70	−	35
42	〃　安山岩	BC	上	51	100	〃	〃	0.100	70	65.92	700	659.18	12.93	−	43
46	〃	BD	〃	61	100	やや疎	原野	0.100	91	123.66	910	1236.56	20.27	−	49
25	〃	B*l*C	中	42	100	中	雑木	0.100	85	64.89	850	648.94	15.45	−	55

付表—Ｆａ　林分成長量標準地調査一覧表（ヤブクグリ１）

番号	箇所	所有者	気温	温量指数	寒冷指数
			℃		
3	宮崎県西臼杵郡日の影町七折字丸星道下	甲斐　六郎	14.0	111.4	2.9
5	大分県南海部郡宇部村南田原字椎木津留	菅原　三郎	14.6	115.9	0.7
8	福岡県京都郡犀川町帆柱字戸の谷	民有林	12.6	98.5	6.3
9	〃　田川郡添田町落合字麻抜山	〃	13.7	108.6	4.1
10	佐賀県伊万里市波多津字中山	〃	14.3	114.5	2.4
11	福岡県八女郡矢部村北矢部字ハツキ	若杉　一	12.4	97.3	9.1
12	〃　〃　星野村浦	山口　義秀	13.4	105.6	5.4
15	〃　豊前市求菩提の字上谷	民有林	11.7	102.2	15.4
14	〃　〃　〃	〃	12.3	102.2	16.9
13	〃　早良郡脇山村福岡経営区内	国有林	11.5	87.0	9.0
16	大分県下毛郡山田村大字槻木字古畑	刈尾田次郎	13.3	104.2	5.2
17	〃　日田郡中津江村大字合瀬字中田川	民有林	12.4	97.8	8.7
18	〃　〃　中津江村	〃	12.4	97.8	8.7
21	福岡県浮羽郡浮羽町田篭字左入道	佐藤　敬二	13.7	109.0	3.2
22	佐賀県佐賀郡小国村佐賀経営区65よ	国有林	12.2	94.9	8.0
23	大分県豊後高田市大字佐野字萃ヶ嶽	後藤　広吉	13.9	109.5	2.5
24	〃　日田郡前津江村日田経営区内	国有林	14.3	117.3	5.3
25	〃　宇佐郡院内村大字小野川内字若藪883	川野　治人	14.3	112.9	5.3
27	〃　玖珠郡飯田村森経営区56は	国有林	11.8	90.7	9.7
28	〃　〃　森町森経営区12ろ	〃	10.7	89.7	13.9
29	佐賀県佐賀郡同経営区23と	〃	10.9	84.5	13.2
30	大分県大野郡白山経営区47ほ	〃	12.3	95.6	8.4
31	福岡県日田郡甘木経営区54ほ	〃	12.2	94.8	4.8
32	熊本県阿蘇郡小国町小国試験地内	〃	12.9	102.3	7.2
1	宮崎県児湯郡西米良村大字竹原字長藪	林　広人	13.4	104.8	4.4

地況							
降水量	海抜高	方位	傾斜	地形	地質	土壌	地位
mm	m		°				
2,074	260	SW	35	平斜面中腹	上部古生層	BD	中
2,060	220	SW	15～17	凹底	〃	BD	中上
2,575	520	SW	8～10	下腹	新第3紀筑紫溶岩	BD	上
2,192	380	NE	15～17	中腹	〃　〃	BD	中上
1,890	280	E	20～24	下腹	玄武岩，上部古第3系	BE，崩積土	上
2,679	580	N	8	凸底	衰朽安山岩	BD，運積土台地	〃
2,486	400	NE	30	凹下腹	上部古第3系	BE，崩積土	〃
2,640	680	NE	35	中腹	新第3紀筑紫溶岩	BC	中
2,625	580	NE	30～32	〃	〃　〃	BE	上
2,470	270	NW	25		3郡変成岩	BD	中
2,457	410	WW	20	凹上部	新第3紀安山岩	BD	上中
2,430	700	N	30		阿蘇溶岩	BD	上
2,301	400	NW	30		筑紫溶岩，3郡変成岩	BD	〃
2,497	380	NW	25	凹下腹底	上部古第3系	BC，崩積土	中
2,149	420	SE	18	中腹上部	花崗岩	BD	〃
1,932	260	NE	25～27	中腹	新第3紀安山岩	BD	〃
1,844	250	NE	30		阿蘇溶岩	BD	〃
1,866	380	N	30	上	安山岩，筑紫溶岩	BD	中下
2,094	820	NW	22		筑紫溶岩	BD	上
1,939	620	SE	25		〃	BD	〃
2,329	560	ES	9	凸中腹	花崗岩	BD	中
1,850	500	N	22		粘板岩，阿蘇溶岩	BD	〃
2,048	650	S	33		衰朽安山岩	BD	上
2,179	433	S	5		火山灰，安山岩	BD	〃
3,082	600	S	5	山腹の緩斜地	砂岩，粘板岩	BD	中下

付表—Fa（つづき）

番号	林況				標準地			ha当たり		
	林齢	混合	立木度	林歴	面積	本数	材積	本数	材積	成長量
	年	%			ha	本	m^3	本	m^3	m^3
3	16	100	やや密	スギ林跡，間伐なし	0.043	83	12.56	1,926	292.16	18.26
5	19	57	中	雑木跡	0.053	115	14.14	2,170	265.66	13.98
8	23	100	密	〃	0.034	62	11.57	1,808	396.57	17.24
9	25	100	中	〃	0.040	64	14.52	1,600	285.29	11.41
10	26	100	〃	スギ跡	0.100	22	44.71	2,200	447.05	17.19
11	27	100	〃	木場作跡	0.066	98	43.96	1,489	518.57	19.03
12	28	75.5	〃	スギ跡	0.041	56	21.75	1,252	533.31	19.05
15	29	83.1	やや密	〃	0.037	67	7.80	1,889	277.34	9.56
14	29	100	中	〃	0.035	42	18.12	1,214	523.74	18.06
13	29	100	疎	雑木	0.100	95	35.70	950	356.99	12.31
16	30	91	やや疎	スギ跡	0.112	139	65.72	1,211	586.67	19.56
17	31	100	密	〃	0.144	235	109.89	1,620	761.72	24.57
18	31	100	やや密	〃	0.100	126	56.72	1,200	567.24	18.30
21	34	94.1	〃	〃	0.070	80	32.80	1,133	467.54	13.75
22	35	100	中	雑木	0.100	185	39.33	1,850	393.25	11.24
23	35	95	〃	雑木跡，除間伐無	0.127	197	77.21	1,551	542.55	15.50
24	37	100	〃	スギ	0.100	72	42.25	720	422.51	11.41
25	37	95	密倒木有	雑木跡，除間伐無	0.113	209	66.95	1,846	591.22	15.98
27	40	100	中	〃	0.100	97	57.26	970	572.83	14.32
28	41	100	〃	雑木	0.100	92	59.30	920	593.03	14.46
29	47	100	やや密	〃	0.100	110	52.10	1,100	520.97	11.08
30	51	100	〃	〃	0.090	50	46.80	550	520.00	10.19
31	55	100	密	〃	0.100	111	68.40	840	683.39	12.43
32	67	90	〃	原野	0.100	93	192.14	930	1,921.38	28.68
1	11	68	中	雑木跡，間伐無	0.080	140	12.75	1,750	159.41	14.49

解析木								備考	
樹高	直径	材積	形数	H／D	心材率	樹皮率	枝下高	20年間の平均樹高成長量	平均樹高成長量
m	cm	m^3	×100		%	%	m	cm	cm
12.80	19.50	0.168	44.00	65.64	−	5.32	4.30	−	80
12.70	16.10	0.127	48.83	78.88	−	−	4.20	67	67
13.00	17.55	0.147	46.76	74.07	−	7.37	6.97	59	57
14.02	17.25	0.195	43.90	81.27	−	6.97	6.62	56	56
15.30	18.68	0.199	47.45	81.90	−	21.11	7.90	56	59
17.05	22.25	0.316	47.57	76.62	−	4.29	11.25	69	63
19.50	22.10	0.384	51.30	88.23	−	4.03	10.10	73	70
11.96	15.60	0.096	42.46	76.66	−	7.25	6.21	36	41
18.08	21.80	0.299	44.31	82.93	−	7.11	10.56	61	62
15.69	22.20	0.324	53.41	70.68	24.81	6.16	7.47	54	54
19.50	26.08	0.419	40.52	74.38	−	−	10.90	60	65
21.10	25.11	0.470	45.02	84.03	28.85	5.40	13.70	72	68
20.55	25.50	0.473	49.25	80.58	−	−	−	67	66
21.97	22.70	0.418	46.72	96.78	−	4.53	14.00	70	65
17.70	17.63	0.222	51.40	10.03	22.52	5.42	14.70	67	51
18.80	21.95	0.334	46.97	85.64	−	−	10.90	52	54
21.30	27.25	0.616	49.49	78.17	45.07	5.82	12.80	61	58
20.20	19.45	0.293	48.48	70.38	−	−	15.00	59	55
17.87	26.89	0.533	52.50	66.45	37.9	3.16	8.30	57	45
19.70	29.66	0.684	49.95	66.42	26.78	4.95	7.93	55	48
18.25	24.79	0.474	53.02	73.61	27.88	5.18	9.90	39	39
24.60	36.02	1.052	41.97	68.30	39.27	5.80	14.80	72	48
22.32	27.33	0.616	47.02	81.67	44.01	5.71	11.59	34	41
29.50	47.31	2.068	39.87	62.35	−	−	−	43	44
6.43	11.75	0.034	49.39	54.72	−	6.91	6.80	−	58

付表—Ｆｂ　（ヤブクグリ２）

番号	箇所	所有者	地況		
			気温	温量指数	寒冷指数
			℃		
2	大分県玖珠郡九重町野倉	民有林	13.6	107.2	4.6
4	熊本県阿蘇郡小国町黒淵字小藪	河津　親夫	12.8	101.4	7.5
6	〃　〃　〃	高橋千之助	12.8	101.4	7.5
20	大分県玖珠郡九重町野倉	民有林	13.6	107.2	4.6
19	熊本県阿蘇郡草野村赤羽小学校前	〃	12.5	97.2	7.7
7	大分県玖珠郡九重町森経営区	国有林	12.6	97.9	7.6
26	熊本県阿蘇郡小国町黒淵字小藪	河津　親夫	12.8	101.4	7.5
32	大分県日田郡中津江村	後藤　亮	12.4	102.4	7.2

番号	地況							
	降水量	海抜高	方位	傾斜	地形	地質	土壌	地位
	mm	m		°				
2	1,796	480	S	5	凸 底	第３紀安山岩	BD	上
4	2,300	600	EN	20	凹形底上	阿蘇溶岩	BD	〃
6	2,300	600	EN	20	凹 形	〃	BD	〃
20	1,780	460	EN	35	凸 底	第３紀安山岩	BD	中
19	2,281	600	SN	14	凹 上	火山灰	BC	〃
7	1,941	600	S	8	凸中腹	第３紀安山岩	BD	上
26	2,300	600	EN	20	凹 中下	阿蘇溶岩	BD	〃
32	2,300	430	ES	20	〃	〃	BD	〃

番号	林況				標準地			ha当たり			備考	
	林齢	混合	立木度	林歴	面積	本数	材積	本数	材積	成長量	20年間の平均樹高成長量	平均樹高成長量
	年	%			ha	本	m³	本	m³	m³	cm	cm
2	12	90	やや密	雑木	0.100	267	62.20	2,670	62.20	5.18	−	49
4	16	100	中	〃	0.1136	237	40.30	2,086	354.75	22.17	−	66
6	20	100	〃	〃	0.0911	143	49.94	1,570	548.20	27.41	77	77
20	21	90	〃	雑木	0.100	135	25.85	1,350	258.50	12.31	52	52
19	31	80	やや密	原野	0.100	188	48.17	1,880	481.66	15.54	−	45
7	32	90	中	雑木	0.113	134	60.08	1,190	533.12	16.66	55	55
26	37	100	〃	原野	0.120	125	125.84	1,042	138.84	25.37	−	86
32	26	89	やや密	雑木	0.100	176	70.33	1,760	703.00	27.05	−	44

文　献

1) 秋浜浩三：小麦催芽種子の耐旱性と其の利用に就て，農園，12，pp. 1688～1694，(1937)

2) ALLSOPP, A. and P. MISRA：(山田　登・丸屋文治共訳：J. ホボナー，植物生化学，昭30，pp. 137～8 による。)

3) 荒川　潔：火山降灰石地に於ける造林上の一考察，熊本営林局，(1931)

4) ARHENIUS, O.：Kalk frage Bodenreaction u. Pflanzenwachstum. (1923)

5) ARVIDSON, I.：Austrocknungen über Durreresistanz Verhaltnissen einiger repräsentaten olandischer Pflanzenverein, nebst Bemerkungen über Wasserabsorption durch oberirdischen Organe. Oikos. Suppl. 1, pp. 1～161, (1951)

6) 朝日奈英三：生物の凍結過程の分析V，低温科学，4輯，pp. 85～96，(1948)

7) BACKMANN, F.：Studies über Dickenanderungen von Laubblattern, Jahrb. f. Wiss. Bot., 61, pp. 372～429, (1922)

8) BRIGGS, L.J. and H.L. SCHANTZ：The wilting coefficient and its indirect determination Bot. Gaz., 53, pp. 29～37, (1912)
The relative wilting coefficients for different plants. Bot. Gaz., 53, pp. 229～235, (1912)

9) BÜSGEN, E.：Blutenentwicklung u. Zeigwachstum der Rotbuche. Z. f. F. u Jw., 289, (1919)

10) 千葉　茂：秋田杉樹皮の解剖学的差異について，日林誌，32，pp. 205～208，(1950)

11) ————：スギ針葉の冬期における変色の遺伝（第1報），針葉の変色の観察及びアカスギ，ミドリスギの交雑，日林誌，35，pp. 286～289，(1953)

12) COIL, F.S. and F.X. SCHMMACHER：Site index of young stands of Loblolly pine and Shortleaf pines in the Piedmont plateau Region. J. of F., 51, pp. 432～435, (1932)

13) 大後美保：旱害の研究，(1943)

14) FREY-WYSSLING：Submikroskopische Morphologie des Protoplasmus usw.：(坂村 徹,植物生理学上巻，昭25,pp. 49～51，による)

15) 藪岡光長：スギ心材色黒変に関する研究，林試報，16，pp. 1～78 (1918)

16) 藪田哲夫：植物器官の形成，(1946)

17) 福田八十楠・三村英男：満洲樹種の成長期に於ける貯蔵澱粉及び脂肪の季節的変化（IV～V），植及動，5，pp. 1651～1793 (1937)

18) 福井英一郎：日本の気候，(1939)

19) 福岡管区気象台：九州気候図帖，(1949)

20) GORTNER, R.H. and W.F. HOFFMAN：Determination of moisture content of expressed fluids. Bot. Gaz., 74, 308, (1932)

21) GEIGER, R.：Messung des Expositionsklimas. FW. Centralbl., 665, 853, 914, (1927)；78, 437, 633, (1928)；38, 305, 637, (1929)

22) GIBBS, R.D.：Pattern in the seasonal water content of trees in "The Physiology of Forest Trees." (1958)

23) GLTEN, P.V.：Beitrage zur vergleichen den Anatomie der Wurzeln, nebst Bemerkungen über Wurzelhyllen, Heterorhizie Lentizehlen. Bot. Gaz., 69, 175, (1909)

24) HANN, J.：Handbuch der Klimatologie. 1 Bd., 293, (1908)

25) 原田重雄・渡辺　明・酒井慎介・島尾忠之：茶品種の凍霜害抵抗性（晩霜性），育種雑，6，(1956)

26) 原田　泰：陽光其他是に関連する環境因子の2，3と林木稚苗の生育に就て，林雑，20～22，pp. 619～627，681～698，1～69，(1939)

27) HÄRTEL, O.：Die Bedeutung der Bodenkohlensäure fur die grune Pflanze. J. W. Bot.,

s. 173, (1938)
28) HARWEY, R.B. : Hardening process in plants and developments from frost injury. Jour. Agric. Res., 15, pp. 83～112. (1928)
29) 畠山伊佐男：植物水分経済の研究第1報，特に耐乾性について，生理生態，1，pp. 15～30,(1947)
30) ————：植物組織の氷点と耐寒性，生理生態，7，pp. 89～97，(1957)
31) 林　泰治：九州地方に於ける挿杉品種に就て，林雑，10，pp. 13～34，(1928)
32) ————：幹型よりみたる挿杉の多型性に就て，林雑，11，320～324，(1928)
33) HILLY, W.E. and N. CUNILIEFE : An investigation into the relation between height growth of tree and meteorological conditions. Oxford Forestry Mem., 1, (1922)
34) 平松計之助：冬期に於ける杉の葉の変色と外囲要素との関係，生態学研究，3，pp. 136～146，(1937)
35) HUBER, B. : Die Beurteilung des Wassergehaltes der Pflanze. Jahrb. Wiss. Bot., 64, pp. 1～120, (1927)
36) ILJIN, W.S. : Ueber den Kälten der Pflanzen und seine Ursache. Protoplasme, 20, pp. 105, (1933)
37) 石崎厚美：水位を異にした場合のカシ，クスの発育状態の差異について，熊本営林局研修復命書，(1942)
38) ————：植栽木成長に及ぼす土壌性質の影響について—第3報，エゾマツ，北試時，45，pp. 1～16，(1943)
39) ————：スギ品種の見わけかた，熊本営林局，未定稿，(1953)
40) ————：九州におけるマツの品種とその生態学的性質の2，3について，アカマツに関する研究論文集，pp. 154～162，(1954)
41) ————塩素酸加里とスギ品種の抵抗性との関係，北方林業，**10**，9，pp. 2～7，(1958)
42) ————：サシスギ品種の特性について，林木の育種，8，pp. 1～4，(1958)
43) 石崎厚美・尾方信夫：九州地方に於けるスギの優良品種の生長状態の差異について，飫肥地方スギについて，日林九支講，8，pp. 59～61，(1953)
44) ————・————：スギの葉序に関する研究，植物学会九州支部大会講発表，(1956)
45) ————・高木哲夫：九州産主要樹種の実験生態学的研究，第4報，飫肥地方のスギ各品種の樹液の屈折率の差異に就て，林雑，33，pp. 307～308，(1951)
46) ————・下ノ園　正：九州における主なスギさし木品種と造林地の土壌の性質について，林試報，117，43～63，(1959)
47) JOHANSEN, L. P.V. : Hybridization of Triticum and Agropyron. IV, Ibid., 16,（松村清三，コムギの細胞遺伝と育種による）
48) JENNEY, H. and chester D. LEONARD : Functional relationship between soil properties and rainfall. Soil Sci., 38, pp. 363～381, (1934)
49) 影山純介：林木の生長と陽光の強度とに関する数理的研究，北大演，2の3，pp. 1～124，(1923)
50) 片山　佃：稲麦の分蘖研究—稲麦の分蘖秩序に関する研究，(1951)
51) 河田　杰：アカマツ及びカラマツ植栽の疎開が成林状態に及ぼす影響，林試報，25，pp. 1～31，(1924)
52) ————：四季を通ずる降水量の配布状態がスギ，ヒノキの分布に及ぼす影響，興林会，(1940)
53) 河田　弘：森林土壌の化学的性質及び腐植の形態に関する研究，林野土調報，10，pp. 1～108，(1959)
54) 苅住　昇：苗木の成長に及ぼす土壌空気中の酸素濃度の影響，68回日林講，pp. 97～100,(1958)
55) 川上親文：秋田杉の研究，特に酒樽に関する事項に就て，林雑，13，pp. 12～15，(1931)
56) 川島緑郎・陶山源一郎：森林樹種の生育と土壌反応並に石灰との関係について，第1，4，6報，土肥，16，17，(1942)

57) 川島緑郎・陶山源一郎：森林樹種の生育と土壌反応並に石炭との関係について，第3報，日本農芸化学，**18**，12，(1942)
58) 木梨謙吉：土壌の特性と樹高の関係，暖帯林，14，pp. 24～29，(1960)
59) 吉良龍夫：温量指数による垂直的な気候帯のわけかたについて，寒地農学，2の2，pp.143～173(1949)
60) 小出　博：森林立地の地質学的岩石学的研究，第1，2報，東大演，22，24，(1936，1937)
61) 小池益夫・桐原 学：九州地方に於けるスギ造林地と降水量の配布状態について，日林研論集，pp. 54～65 (1942)
62) 小泉千浩：妙見杉に関する2～3の研究，林雑，**19**，pp. 643，(1937)
63) ————：妙見杉に就て，林雑，**20**，pp. 450，(1938)
64) 纐纈理一郎：水分関係の変化に伴う葉面積の変化並にそれに由来する体面積標示法の不確実さに就て，植雑，46，p. 124，(1932)
65) ————：生理植物学，424pp.，(1938)
66) ————：植物体組織粉末の加水浸出液に於ける屈折率の測定と其の効用（予報）生態学研究，8，pp. 69～76，(1942)
67) 纐纈理一郎・安田貞雄：生態及び比較生理学研究の場合における植物体内水分含有量の測定，九大学雑，2，pp. 200～208，(1927)
68) 近藤民雄・古沢亘江：スギ葉の化学成分について，フラボノイド葡萄糖の変遷，日林誌，36，pp. 190～193，(1954)
69) 近藤　助：スギ苗養成を全面的に挿木により実行するに当って，みやま，34，(1954)
70) KORSTIAN，C.F.：Relation of pracipitation to height growth of forest tree sapling. Transaction Utah Acad. Sci., **2**，(1921)
71) 工藤一郎：一斉同令の針葉樹林に於ける林冠の水平的投影面積及び枝下高の変異，林試報，9，pp. 25～70，(1922)
72) 熊本営林局造林課：主要造林樹種提要，(1942)
73) 黒沢　滋：降水量と林分成長量との相関々係，付本州，北海道各主林木の降水量との相関々係傾向比較，林雑，**14**，6，pp.417～429，(1931)
74) LIVINGSTON，B.E.：The relation of the osmotic pressure of the cellsap in plants to arid habits. Plantworld., 14，pp. 153～164，(1911)
75) LIVINGSTON，B.E. and W.H. BROWM：Relation of the daily march of transpiration to variations in the water content of foliage leaves. Bot. Gaz. 53，pp. 309～330，(1912)
76) LIVINGSTON，B.E. and R. KOKETSU：The water supplying power of the soil as related to the wilting of plants. Soil Sci., 9，pp. 446～485，(1920)
77) LUNDEGARDH，H.：Environment and plant development. (1931)
78) MACDOUGAL，D.T.：The water balance of deseart plant. Ann. Bot., 26，pp. 71～93，(1912)
79) ———— and Forest SHREVE：Growth in trees and Massive organs of plants. (1924)
80) 正木信次郎：杉耐寒性品種に関する研究，林雑，**15**，pp. 642～651，(1933)
81) 真下育久：森林土壌の理学的性質とスギ，ヒノキの成長に関する研究，林野土報，11，(1960)
82) MATHIAS，E.：La Pluie an France. Ann Phys., 11，(1919)
83) 松島梯之助：台木仕立による杉の挿木苗養成法，長野営林局，(1953)
84) MOXIMOV：大賀一郎訳注，マキシモフ，植物と水，(1926)
85) MAYR，H.：Die Variation der Holzgewächse，ihre Entstehung und ihre Bedeutung für die Praxis，Forstw. Zentralbe.. (1908)
86) ————：Waldbou anf naturgesätzlicher Grundlage. 2 Aufl,. (1925)
87) MEYER，B.S.：Seasonal variation in the physical and chemical properties of the leaves of the pitch pine，with special reference to cold resistance. Amer. Jour. Bot., 15，pp. 449～

472.（1928）
88) MEYER, B.S.：Further studies on the cold resistance in evergreens, with special reference to the possible role of bound water. Bot. Gaz., 94, pp. 297～321,（1932）
89) 三木　茂：Taxodiaceae of Japan, with Special Reference to Its Remains. Journal of the Institute of polytechnics Osaka City University. 1, pp. 63～77,（1950）
90) 見戸幸太郎：日向杉の種類について，山林，435, p. 60,（1920）
91) 宮崎県内務部林務課：宮崎県内杉樹種類調査，宮崎県山林会報，12, p. 9,（1924）
92) MITZERLICH：（小野寺伊勢之助，肥料学，昭13, pp. 117～130，による。）
93) MONTGOMERY, E.G. and P.A. KIESSERBACH：Studies in the water requirement of corn. Nebraska Agric. Exper. Sta. Bull., 128,（1912）
94) 森川均一：杉林の生態と土壌条件との関係に就て，九大学雑，4, pp. 389～493（1931）
95) 村井三郎：東北地方の主要造林樹種と其変種問題，造林技術講演集，p. 131,（1947）
96) 長岡文之進：法正林の概念，林雑，**26**, pp.29～33,（1934）
97) 中山発郎：安芸の熊杉，みやま，**7**, **8**.（1935, 6）
98) ————：宍栗の熊杉，林友，166～181,（1928～9）
99) 日本色彩研究所：色の標準,（1954）
100) OELKER, J.：Standort und Holzart.（1924）
101) OHGA, I.：On hanges of osmotic concentration in certain plants. Bot. Magz., 40, 479,（1926）
102) 小原静雄：耐寒性スギの根系について，日林誌，**16**, 8, pp. 24～31,（1934）
103) 岡崎文彬：スギの細胞液滲透濃度に関する研究，第1報，日林誌，**23**, pp.295～328（1941）
104) ————：飫肥スギの水分生理に関する研究，日林春講演集，p.116,（1950）
105) ————：林木の生理，地球出版,（1960）
106) 大政正隆・塘　隆男：林木種苗の水耕法に関する2，3の実験，日林誌，**32**, pp. 305～310,（1950）
107) 沖永哲一・佐々木茂・高木勇吉：カラマツ苗の栄養生理に関する研究1，林試報，88, pp. 1～10,（1956），〃2，林試報，88, pp. 11～20,（1956）
108) 小野寺二郎：稲の葉肉組織に於ける澱粉の分布と土壌水分及び通導組織との関係，並にステレオム発育と稲の耐旱性の相関々係の意義に就て，日作紀，12, pp. 141～150,（1940）
109) 大島慤郎：秋田杉の形態に関する一考察，林雑，**13**, p. 405,（1931）
110) 大島慤郎・清水　元：秋田杉樽試験に就て，林曹，163, p. 1,（1931）
111) PURI, A.N.：Soils their physics and chemistry. New York,（1949）
112) 林野庁：林木育種指針,（1958）
113) RINIKER：Ueber Baumform and Bestandesmasse Aarau. p, 32.（1873）
114) 斎藤雄一・橋詰早人：造林地で選抜されたスギの3倍体に関する研究，鳥取大演報，1, pp. 22～55,（1958）
115) 酒井　昭：桑の耐凍性及び皮層柔細胞の生理的状態の季節的変化，低温科学，13, pp. 33～41,（1955）
116) 坂口勝美：日本のスギ，**1**,（1959）
117) 佐多一至：苗木の上長成長と気象との関係に就いて，林報，29, pp.95～141,（1929）
118) ————：杉の品種問題について一考察の一端，林雑，**23**, pp.491～8,（1931）
119) ————：樹木の成長と気象因子との相関係数並に其の造林技術への応用に就ての考察（予報），鹿25周記念論文集,（1934）
120) 佐木義夫：杉に関する研究資料，秋田林曹，170, pp.1～38.（1931）
121) 佐藤敬二：スギの変異の一実例，**11**, pp.573～581,（1929）
122) ————：2，3の針葉樹に於ける毬果形状比の分類的価値，林雑，**13**, pp.690～732,（1931）

123) 佐藤敬二：実践林木育種，(1951)
124) ————：福岡県八女地方に於けるスギの品種に関する研究，九大農林学教室，(1958)
125) 佐藤大七郎：スギ，ヒノキ，アカマツのマキツケナエの耐乾性とくに樹種のあいだのチガイについて，東大演，51，pp. 1～103，(1956)
126) 佐藤弥太郎・岡崎文彬・柴田信男：スギの細胞液滲透濃度に関する研究（第2報），生長状態と滲透的に作用する物質との関係，日林誌，24，11，pp. 1～24，(1942)
127) ————：スギの細胞液滲透濃度に関する研究（第3報），含水量の変化並に増張又は減張現象による滲透価の日変化，日林誌，**25**，8，pp. 1～12，(1943)
128) SCARCH, G.W. and J. LEVITT : The forest hardning mechanism of plant cells. Pl. Physiol., 12, pp. 51～78, (1937)
129) 関　文彦：相思樹の主幹及側枝の分岐角とその太さとの関係に就て，台中研，16，(1934)
130) SCHMACHER, F.X. : A newgrowth curve and its application to timber field studies. J. of F. 1939, pp. 819～820, (1939)
131) SCHOFIELD, R.K. : The PF of the water in soil. Trans. 3rd Jntern., Congr. Soil Sci., (1935)
132) 芝本武夫：スギ及ヒノキ苗木の成長と土壌水分に関する研究，育苗研究記録，pp. 1～22，(1951)
133) ————：スギ，ヒノキ，アカマツの栄養並に森林土壌の肥沃土に関する研究，林野庁，(1952)
134) 柴田信男：スギ林と環境，佐藤弥太郎編・スギの研究，pp. 284～340，(1939)
135) 四手井綱英：天然生スギの系統究明と優良品種選抜に関する調査報告，大阪局，(1959)
136) 重松義則・岩切　守：樟樹の年生成習性について，日林誌，**12**，pp.509～520，(1930)
137) SIMINOVITCH, D. and A.P.J. CHASTER. : Biochemical process in the living bark of the locust tree in relation to frost hardiness and the seasonal cycle. The physiology forest trees (edited by K.V THIMANN), (1958)
138) 志村　喬：茶樹の耐寒性に関する研究，茶業試験場報告，2，(1949)
139) 志村　喬・渡辺　明・加納照崇：茶の耐寒性の生理研究，日作紀，23，(1954)
140) 白沢保美：林木種子の産地及び遺伝性に関する研究（第1回），2，pp.21～31，(1905)
141) ————：　〃　（第2回），10，pp.1～12，(1913)
142) 白沢保美・佐多一至：　〃　29，pp.39～94，(1929)
143) 相馬丑五郎：九州における挿杉の種類と其類別，林雑，18，pp. 103～127，(1936)
144) STOCKER, O : Beitrage zum Halophytenproblem. 1. Oekologische untersuchungen an Strand- und Dunenpflanzen des Dorss Vorpommern. Zeitschr. f. Bot., 16, pp. 289～330, (1924)
145) 鈴木清太郎：九州旱魃の研究，特に昭和9年を中心として，九大学雑7，pp. 93～149，(1936)
146) 竹原秀雄：吉野に於けるスギの適地に関する2,3の土壌的考察，林雑，**20**，9，pp.493～507，(1938)
147) ————：土壌調査のための地形分類とその応用，土調報，9，pp. 1～24，(1958)
148) 竹下敬司・中島康博・長浜三千治・桶口真一：微地形及び土壌とスギ（品種）の生長に関する森林立地学的研究（第一報），福岡県林試時報，12，(1960)
149) 田中波慈女：主要林木の品種問題，林業解説シリーズ，pp. 7～12，(1950)
150) 田中　壌：校正大日本植物帯調査報告，(1887)
151) 田添　元：冬季に於ける2，3寒帯生針葉樹の根部の変化と耐寒性に就て，台北林，**2**，pp. 301～324，(1937)
152) 寺崎　渡：天然生スギ林の分布と天然生スギの品種，日本学術協報，4，(1928)
153) ————：スギ林の生長及び収穫，林試，11，pp.95～201，(1929)
154) 寺崎　渡・林　敬太：単木及び林の生長曲線の特異性について，日林59講演集，pp. 232～234，(1959)
155) 戸田良吉：林木育種，朝倉，(1953)

156) 戸田良吉：枝張り程度のあらわしかた，スギクモトオシとヒウガアカマツの結果，日林誌，36，pp. 123～127，(1954)
157) ————：スギの林分内変動と，連係力，林試報，100，pp. 1～22，(1954)
158) TUMANOV, I.I.：Das Abharten winter-annueller Pflanzen gegen niedrige Temperaturen. Phytopath. Zeit.. 3，pp. 303～334，(1931)
159) 戸川真五：陸稲品種の耐旱性に関する研究，特に耐旱性と幼苗の低温抵抗性との関係に就て，明峰正夫教授在職30年記念農学論叢，pp. 243～258，(1938)
160) 徳重陽山：天狗巣病桐樹の呼吸作用について，1，九大演，19，pp. 71～82，(1950)
161) 外山三郎：林木育種に関する知見（林木の育種およびその基礎研究，第24報），林試報，66，pp. 1～269，(1950)
162) 外山三郎・桐原　学：杉苗木最大生長期の変異性及び母樹の産地との関係，熊本営林局，(1950)
163) 豊平金助：鹿児島地方に於ける紅黒松の識別法，鹿高農林友会報，1，(1913)
164) 鶴田謙司・纐纈理一郎：植物器官の多汁度の表示と組織粉末法，学雑，8，pp. 61～76，(1938)
165) 内田丈夫：北海道における針葉樹林の堆積腐植に関する研究，林試報，114，pp. 53～205，(1959)
166) 上原敬二：造園樹木，(1925)
167) 植本秀幹：朝鮮産アカマツ樹相及び是か改良に関する造林上の処理に就いて，水原学報，3，(1928)
168) 植杉哲夫：岩手地方アカマツの成長収穫並びに施業法に関する研究，林野庁，(1952)
169) 渡辺為吉：乾燥せる苗木スギ，ヒノキ，アカマツの枯損試験，山林会報，303，pp. 7～15，(1908)
170) WALTER, H.：Tabellen der Berachnung des osmotischen Wertes bei Pflanzen-press-saften, Zuruckerlösungen und einigers Salzlösungen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 54，(1936)
171) WISLICENUS, H. and H. BINDA：Ueber regelmassige und unregelmassige Zahlenbezihungen zwischen Nadeltrockenmasse und Holg trockenmasse der Koniferen. mittl. säcshis-f Versuchsanst Tharandt. II，pp. 183～250，(1929)
172) 八鍬利助・町田　実・大喜多重三：兵庫県内の雨量調査，海と空，6，(1926)
173) 山田昌一：北阿武隈相馬地方の地質及地形並に花崗岩地に於ける杉の造林に就て，東京営林局，(1941)
174) 山路木曽男：ユーカリ導入の基礎調査，林技，217，pp. 1～6，(1960)
175) 山下知治：植物体の多汁度を比較する方便としての組織粉末比重と細胞液濃度，九大農学部学芸，9 pp.35～46，(1940)
176) 山根正助・河石直治：杉のさまざま，山林，553，41，(1920)
177) 山内孝平：スギの成長と土壌条件—オビスギとメアサスギについて，立地Ⅲの2，pp.24～27，(1962)
178) 山内倭文夫：日田地方に於ける挿杉品種の2，3の識別拠点に就て，研修，13，pp.419～436，(1931)
179) ————：林業における品種改良の現状とホウライジスギの系統，名古屋営林局，(1955)
180) 山崎守正：種子及び幼苗による作物品種の塩素酸加里に対する抗毒性の検定，農事試月報，1，(1931)
181) 吉田正男：同齢単純林に於ける単木及林木の生長曲線に関する研究，東大演報，5，(1928)
182) ————：植栽林の構成に関する統計的研究，東大演報，6，pp.1～95 (1929)
183) ZALEASKI，大賀一郎訳註：マキシモフ植物と水，pp. 309～325，(1935)
184) ZUNKER, F.：Das Verhalten des Bodens zum Wasser. Handbuch der Bodenlehre, VI, 1，(1930)

Morphological, Physiological and Silvicultural Characteristics of Some Important Varieties of *Cryptomeria japonica* D. DON in Kyushu.

Atsumi ISHIZAKI

Introduction :

Cryptomeria japonica is generally propagated by cuttings in Kyushu region where the climate is comparatively mild and trees are luxuriant. Many varieties (clones or clone-complexes) have been developed in these several decades, and are now extensively cultivated in Kyushu. Nevertheless, some of their silvicultural characteristics are not always fully clarified. The author studied, therefore, the morphological, physiological and ecological characteristics of some practically important varieties in Kyushu in an endeavour to identify and evaluate them, and then drew up a "site table", or a table of selecting proper sites for each variety, for practical purposes.

Summary of the results :

A. Study on identification system

For identification of varieties of *Cryptomeria japonica*, it is necessary to compare, under given conditions, the system, or a group of characteristics, which completes its development in the shortest time period and does not change those characteristics thereafter. In this study, the author examined the value of each system for identification, and clarified the method of comparison of systems for identification of varieties. Major relevant items are as follows :

1. Classification and indication of needles and shoots

Because needles, among several factors, complete their growth in the shortest time period, they are considered to be the most important factor in the variety identification; however, they show different forms by their location, making it necessary to distinguish each needle. Therefore, each needle is distinguished by needle order.

Young branchlets covered with needles are indicated by the needle order of mother branchlet from which they branched.

Branches, which can not be indicated by needle order, are distinguished by the order of branch or distance from the base of main branch.

2. Selection of "comparative needle" and "standard needle"

A young branchlet that has developed in one growing season is evenly divided into 5 sections, and the mean needle length of each section is measured. In this study, the second division generally showed the maximum value, and the needles of the second division, being recognized as the most suitable in comparison, are named "comparative needles". The "comparative needles" developed in the previous year show maximum development, least variation and maximum difference among varieties, and the author calls them "standard needles", using them for the investigation of needle form of various varieties.

3. Form of standard needle

On the central section of the standard needle, length and breadth of section, width and bending of edge, central punctum between edges, and development of epidermal system at each edge, central cylinder, transfusion tissue, resin cell, methophyl and stomata systems were studied. Further, on the same needle blade, slenderness and bending of needle, development

of sclerenchyma cells of each edge and stomata were studied. As a result, the author recognized the differences among varieties in each factor which were closely related to the physiological properties and the adaptation to environment, and concluded that they might serve as a key for an identification of *Cryptomeria* varieties.

4. Needle color

Needle color of *Cryptomeria japonica* in summer time ranges tree by tree from light green to dark green. The light green needle tends to have a straight shape and an acute end, well developed internal tissue, and the punctum between edges not particularly evident, though the reverse is the case in the dark green needle. Color of needle in winter time ranges from yellowish green to reddish purple, and the former corresponds to light green in summer time and the latter to dark green in the same season. The light green needle has a narrow range of discoloring in the course of a year, which the author calls "dry type", and the dark has a wide range of discoloring which he calls "wet type".

5. Forms of "needle-set"

It was recognized that variation in the form of "needle-set", or a set of needles developed in one season, was, on current shoots, maximum in the lowest shoot, and the higher the position, the lower the variation.

In the cace of two-year-old shoots, on the contrary, the variation was maximum in the highest shoot, and the lower the position the lower the variation.

The author found that the mean bending of needles of a set is remarkable in wet-type varieties, such as "Obiaka", "Urasebaru", "Honsugi" and "Ayasugi", and not remarkable in varieties of dry-type, such as "Yabukuguri", "Measa" and "Aosugi". The reverse is the case in the angle of needle set. The needle density is low in "Urasebaru". Mean length of needles is long in "Urasebaru", and rather short in "Measa", "Yabukuguri" and "Honsugi".

6. Form of branch

In the younger stage, the longest branch or branchlet is generally situated at the lower position of stem or main branch. In varieties of early maturity type, however, it situates at a relatively higher position and, when aged, moves to side branch more rapidly than do those of late maturity type.

The form of branch may be divided into 4 types, cone, oval, inverted heart, and broad-base inverted heart in shape, by which varieties may be identified.

7. Term of bearing needles and branches

Needle fall of *Cryptomeria japonica* is caused by the fact that the needle is suppressed and buried by development of bark at needle base, consequently nutrition and water supply to needle is shut off. The term of bearing needles varies with kind of branch, with property of needle and also with varieties. The author observed that the term of bearing needles changed the quantity of needles and volume of materials which needle produces, and also brought about various degrees of resistances to drought, low temperature and diseases.

8. Tree form

Tree form is a synthesized characteristic based on various features of branches, such as length, thickness, branching angle, bending and density. The branching position of longest branch, which decidedly affects the tree form, is, in varieties of early maturity, higher in stem and moves to higher position more rapidly than in varieties of late maturity.

Tree form varies with ages, although the form and its variation with aging are characteristics of *Cryptomeria* varieties. The crown form is in early maturity types more acute in the

younger stage than in late maturity types, and the reverse is the case in the older stage. The same restult was obtained on stem form.

9. Bark and structure of woody tissue

Parts of *Cryptomeria* plant which are susceptible to low temperature are the soft-structured apex of stem, and also the part of stem near the ground in the younger stage. Particularly because the latter is exposed to low temperature and full sunshine, it is susceptible to drought and especialy to cold damage. The result of the observation reveals that the resistances to drought and cold damage are based on bark thickness and wood structure. A thick bark and a well developed woody structure make for effective resistance.

The observation shows that the development of bark and woody structure of branch or stem seems to be parallel to that of needle epidermis and bast or woody structure of vascular system of needle; therefore, the resistance to drought and frost damage can be judged by the structure of needle or stem.

B. Physiological properties

Of morphological characteristics which are bases for identification of varieties, some may be related to the physiological properties of the individuals and some may not be entirely related thereto. In order to clarifv the relation between morphological and physiological characteristics, some physiological experiments were carried out. Results obtained are as follows:

1. Growth habit during one growing season

Some varieties of *Cryptomeria japonica* in Kyushu were cultivated in the nursery of Kyushu Branch Station of the Gov. Forest Expt. Station, and the growing process of new apex and side branch during one growing season was investigated. Similar tendencies in growth habit were found in both parts of plant, which also represented the process of whole growth of a tree examined by stem analysis. The author concludes that we can detect the late maturity type by the form of branch, needle, or the growth of a part of stem or branch.

2. General physiological properties

In order to determine resistance of *Cryptomeria* varieties to drought damage, seasonal changes of water absorption, water content, transpiration and sap extract of detached branch, chemical contents such as sugar, all nitrogen and cellulose which control the movement of water were investigated; and further, cell osmotic pressure and refractive index of sap which are also closely related to water movement were measured. It was found that they were generally low from late spring to early summer and highest in winter, although they differed considerably with varieties.

In the relationship with the external features of varieties, it was recognized that the larger the branch, the slower the movement of water and the lower the growth, which indicated late maturity type. Those which contain little water and sap, much suger and protein and in which lignification is advanced, are full in cold resistance.

3. Water content

A measurement was made on water requirement of *Cryptomeria* varieties which were cultivated in the same set of soils packed in pots in the nursery of Kyushu Branch Station. Representative soils were collected from the sample plots of each variety. Results showed that water content of plant was highly correlated with the result of general individual physiological experiment, and also with forms of needle and needle set which were considered important for variety identification.

4. Cold resistance

The relationship of the result in which the low temperature of −19°C was given in a low temperature chamber as in November the coldest month of the year, to the result of physiological test of individual or to the external features of varieties was investigated. It was found that the cold resistance was related in parallel to sugar content, osmotic pressure and forms of varieties. This confirms that various forms above discussed are important factors for variety identification and by which physiological properties of variety can be recognized.

5. Development of varieties in Kyushu

One of the reasons explaining why the natural stands of *Cryptomeria japonica* are found only in Yakushima Island and not in Kyushu Main Island is due to the geology of Kyushu, particularly to the effect of volcanic smoke from eruption of Mt. Aso or Mt. Kirishima. Volcanic smoke causes physical damage, burying by volcanic ash and drought damage to planted trees. Local *Cryptomeria* has suffered natural selection, and those which are resistant to drought and infertility of soil and propagate frequently by natural layering survive, and they might have been propagated artificially by cuttings. Volcanic smoke even now continues to have an influence on *Cryptomeria* cuttings ; consequently, many varieties adapted to various environments of each district were developed.

C. Relationships of growth of varieties to environmental factors

Selection of proper site for each variety of *Cryptomeria japonica* may be done by combining results from investigations on various sample plots under different environment and those from individual physiological experiments in a laboratory.

1. Growth of *Cryptomeria* varieties

The first step to prepare a "site table", or a table of selecting proper site for each variety, is to ascertain the single tree growth and the stand growth of varieties. For this purpose, many sample plots ranging from young to mature stands were selected throughout the whole of Kyushu region. The stand growth was determined by simple class method and the single tree growth by stem analysis. Result showed the single tree growth was in descending order of "Obiaka", "Yabukuguri", "Ayasugi", "Aosugi", "Measa" and "Honsugi". The stand growth varies with age, although those of "Obiaka" and "Yabukuguri" in younger age, and of "Obiaka" at the beginning of younger age are most excellent.

2. Environmental condition and growth of varieties

The relationship of mean tree height and mean growth of a 20-year-old tree to environmental factors such as temperature, warm index, cold index, precipitation, elevation, direction and steepness of slope, soil depth, soil texture and development of humus was examined. It was found that the relationship formed two parabolas indicating the maximum between the lowest and the highest limits, which can be shown in Mitzerlich's formula, $\log (A-y)=K-Cx$. Then, the effect value C of each factor was determined and a "site table" based on height growth was prepared.

In the case of volume growth of stand, the mean growth of the stands aged from 20 to 45 years was determined, by which the effect value of Mitzerlich was determined, and then, weighted by each factor, a "site table" based on stand volume growth was prepared.

D. Application of results

This study clarifies the new concept on identification of varieties of *Cryptomeria japonica* and it may be helpful to identify the varieties from areas other than Kyushu, as well as local varieties of seedlings and clones from plus trees of *Cryptomeria japonica* which are selected and

propagated in the Forest Tree Breeding Station. Further, it may be applicable to species other than *Cryptomeria*, such as *Chamaecyparis obtusa*, *Pinus* spp. and *Larix leptolepis*.

The "site table" thus prepared can directly serve in the selection of proper site when varieties of *Cryptomeria* in Kyushu are planted in Kyushu region, and also give the foundation when these varieties are introduced to areas other than Kyushu.

With the combination of various physiological and morphological properties, we can determine early or late maturity and drought or cold resistances of varieties.