九州産すぎ優良品種現地適応試験地調査報告書

－４０年生時の成長と材質特性－

02005-00011713-2

平12.4.24

平成１２年３月

九州地区林業試験研究機関連絡協議会
（育　種　部　会）

受入ID: 27200503O4B00002

森林総合研究所九州支所

分類番号	林試協
著者記号	九小川
登録番号	
受入年月日	12. 2. 24

資料

はじめに

スギさし木造林を古くから進めてきた九州では、各地に有名なさし木品種が成立し、近年は、これらがほぼ九州全域に広がり、いわゆる在来品種として造林に用いられている。また、篤林家による新品種の育成も続けられており、これらの品種も新たに造林に用いられつつある。これらのスギさし木品種の特性については、これまで造林に用いた経験から明らかにされた点も少なくないが、栽培された地方や施業が異なるため品種間相互の比較に基づく特性とみなすには不十分な点も多かった。

このような背景のもと、昭和２９年に九州地区林業研究連絡協議会（現在の九州地区林業試験研究機関連絡協議会）は、「九州に於けるすぎ優良品種の性質を明らかにし、その現地適応の地域を知って、未開拓地域にそれらを積極的に育成して、九州における森林資源の増大と増収をはかる。」ことを目的として、各県林業試験場がそれぞれ共通のスギ品種・試験設計により「九州産すぎ優良品種現地適応試験地」を設定することとした。

本試験は昭和２９年度から開始され、昭和３３年度までに、福岡、佐賀、長崎、大分、熊本、宮崎、鹿児島の各県下に合計２１カ所の試験地が設定された。その後、調査は、設定直後、５年後、１０年後、そして２０年後に実施された。また、除伐、間伐等は、各試験地の実態に応じて適宜実施している。

今回の報告書に取りまとめた調査は、これらの試験地が４０年生に達した平成７年度に実施したものである。この調査は、平成６年度の九州地区林業試験研究機関連絡協議会の育種部会において共同試験として提案され、共通に用いる調査要領を定めた後、福岡、佐賀、鹿児島県の各試験地において実施した。なお、林分数を補完するために類似した品種が試験されている長崎県の３３年生の品種別展示林と、国有林内に設定された２５～２７年生の品種別展示林１２カ所もあわせて調査した。

今回の調査では、これまでの成長特性に加えて、材質に関連する諸特性も計測することとした。また、品種分類と特性把握を正確に行うために、各試験地に供試された品種はＤＮＡ分析により確認した後に解析を行った。このことによって、当初想定された伐期に達した時点での各品種の特性と各地域における適応状況を明らかにして、利用者の品種選択の便に資することとした。

平成１２年３月

九州地区林業試験研究機関連絡協議会　育種部会

目　　次

九州産すぎ優良品種現地適応試験地調査報告書の作成担当者 …… 1

1 林分概要

1.1 福岡県の現地適応試験地 …… 2

1.2 佐賀県の現地適応試験地 …… 5

1.3 長崎県の品種別展示林 …… 6

1.4 鹿児島県の現地適応試験地 …… 7

1.5 熊本営林局の品種別展示林 …… 9

2 材料と方法

2.1 調査対象林分 …… 11

2.2 調査方法

2.2.1 現地調査 …… 11

2.2.2 調査林分の環境調査 …… 12

2.2.3 伐倒木の調査 …… 13

2.3 供試品種の DNA 分析

2.3.1 材料と方法 …… 16

2.3.2 分析結果 …… 17

2.4 データの解析 …… 20

3 結果と考察

3.1 成長特性

3.1.1 樹高 …… 21

3.1.2 胸高直径 …… 23

3.1.3 細り …… 26

3.2 外部形態

3.2.1 真円率 …… 27

3.2.2 樹皮厚 …… 27

3.2.3 根元曲がり …… 28

3.3 内部形態

3.3.1 心材率 …… 29

3.3.2 晩材率 …… 32

3.3.3 心材色 …… 34

3.4 材質特性

3.4.1 容積密度 …… 38

3.4.2 ヤング率 …… 42

3.4.3 含水率 …… 45

3.5 その他
3.5.1 幹曲がり …… 48
3.5.2 気根 …… 48
3.5.3 病虫害・気象害 …… 49
4 まとめ …… 50

付表 5齢級での品種特性（熊本営林局の品種別展示林）
1 成長特性
1.1 樹高 …… 57
1.2 胸高直径 …… 59
1.3 細り …… 63
2 外部形態
2.1 真円率 …… 64
2.2 樹皮厚 …… 64
2.3 根元曲がり …… 64
3 内部形態
3.1 心材率 …… 66
3.2 晩材率 …… 69
3.3 心材色 …… 71
4 材質特性
4.1 容積密度 …… 75
4.2 ヤング率 …… 76
4.3 含水率 …… 77
5 その他
5.1 幹曲がり …… 79
5.2 気根 …… 80
5.3 病虫害・気象害 …… 81
6 まとめ …… 82

九州産すぎ優良品種現地適応試験地調査報告書の作成担当者

この九州産すぎ優良品種現地適応試験地調査報告書の作成に関わった各機関の主な関係者は次のとおりである。なお原稿執筆者には○印を付けた。

氏　名	所属・職名		
○宮原　文彦	福岡県森林林業技術センター	研究部育林課	専門研究員
後藤　晋	福岡県森林林業技術センター	研究部育林課	主任技師
○石松　誠	佐賀県林業試験場	育林経営研究室	技師
庄野　章直	佐賀県農林部	林政課	普及指導監
灰塚　敏朗	佐賀県林業試験場	育林経営研究室	専門研究員
宮崎　潤二	佐賀県農林部	林政課	技師
○吉岡　信一	長崎県総合農林試験場	林業部育林科	研究員
宮崎　徹	長崎県農林部	林務課	参事
○川内　博文	鹿児島県林業試験場	育林部	主任研究員
中野　伸二	鹿児島県林務水産部	林業振興課	専門技術員
○栗延　晋	林木育種センター九州育種場	育種課	育種課長
○千吉良　治	〃	育種課	研究員
戸田　忠雄	〃	育種課	育種研究室長
竹内　寛興	〃	育種課	主任研究官
羽野　幹雄	〃	育種課	連絡調整係長

1　林分概要

1.1　福岡県の現地適応試験地

調査した林分は、田川郡添田町の芝峠付近の林分で、隣接する小石原村の「行者杉」から北北東約２kmに位置している。構成品種は、広く九州地方全体に分布しているものの中から５品種、すなわち、アヤスギ、インスギ（＝ヤブクグリ）、ウラセバル、オビアカ、メアサである。試験区全体の面積は１ ha（100m ×100m）で、これを斜面の上部と下部に２分し、それぞれを 0.1ha（等高線方向20m×斜面方向50m）ずつの５区に分けて無作為に各品種を配置したものである。試験区ならびにその周辺の地形、各品種の配置を図 1.1-1に示した。昭和30年（1955年）３月に斜面下部の５区は2,000本／ ha、上部の５区は3,000本／ ha の密度で植栽したが、その後所有者が慣行に従って除・間伐などの保育を実施している。

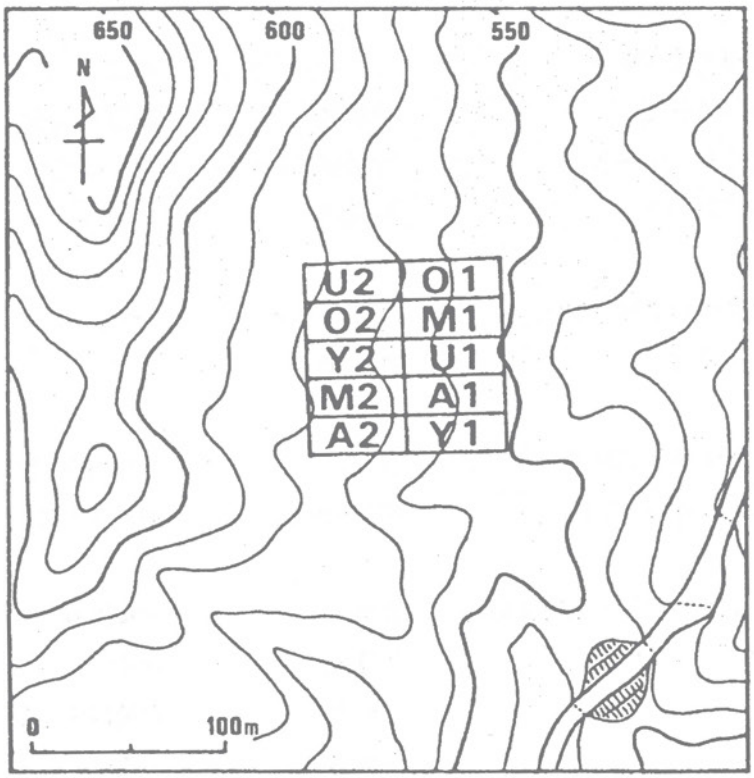


図1.1-1　試験区および周辺の地形

各区の林況を表 1.1-1に示した。表中、品種名の後の数字は「１」が斜面下部の区を、「２」が上部の区を表わしている（以下、同じ）。斜面方位はいずれも東向きで、地形はアヤスギ１・オビアカ１・メアサ２の３区はやや尾根地形、ヤブクグリ２・ウラセバル１の２区は谷地形であった。ヤブクグリ１・メアサ１・アヤスギ２の３区は山腹平衡斜面、オビアカ２・ウラセバル２の２区は山腹複合斜面上のほぼ平坦地であった。

表1.1-1　福岡県添田現地適応試験林の林況概要

品種名（プロット名）	海抜高 m	傾斜 °	斜面方位（8方位）	局所地形	堆積型	立木密度 植栽時 本/ha	立木密度 現在 本/ha
アヤスギ1	550～570	15	E	山腹凸型斜面	残積土	2,000	480
アヤスギ2	565～580	15	E	山腹凸型斜面	残積土	3,000	1,150
インスギ1	550～570	20	SE	山腹凸型斜面	匍行土	2,000	300
インスギ2	565～580	15	E	山腹凹型斜面	崩積土	3,000	930
ウラセバル1	550～565	10	E	山腹凹型斜面	崩積土	2,000	410
ウラセバル2	570～585	5	E	山腹凸型斜面	残積土	3,000	340
オビアカ1	550～570	15	E	山腹凸型斜面	匍行土	2,000	580
オビアカ2	565～580	5	E	山腹凸型斜面	残積土	3,000	1,010
メアサ1	550～570	15	E	山腹凸型斜面	匍行土	2,000	870
メアサ2	565～580	10	E	山腹凸型斜面	残積土	3,000	940

各区の土壌概要を表 1.1-2に示した。土壌型はB_D～B_D(d)で、土壌水分や深度はほぼ同じような条件であった。

表1.1-2　福岡県添田現地適応試験林の土壌概要

品種名（プロット名）	基岩	土壌型	土性	土壌水分 湿	土壌水分 適	土壌水分 乾	土壌深度 深	土壌深度 中	土壌深度 浅
アヤスギ1	変成岩類	B_D(d)	砂壌土		○		○		
アヤスギ2	変成岩類	B_D(d)	壌土		○		○		
ヤブクグリ1	変成岩類	B_D	砂壌土		○		○		
ヤブクグリ2	変成岩類	B_D	壌土		○		○		
ウラセバル1	変成岩類	B_D	壌土		○		○		
ウラセバル2	変成岩類	B_D	砂壌土		○		○		
オビアカ1	変成岩類	B_D	砂壌土		○		○		
オビアカ2	変成岩類	B_D	砂壌土		○		○		
メアサ1	変成岩類	B_D	砂壌土		○		○		
メアサ2	変成岩類	B_D(d)	砂壌土		○		○		

調査年:昭和51年(設定後21年時)

また、試験地に最寄りのアメダス観測所による気象データを表 1.1-3に示した。

表1.1-3　福岡県添田現地適応試験林近傍の気象データ

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
平均気温	4.1	4.6	7.9	13.1	17.6	21.7	25.3	25.8	21.9	16.3	11.1	6.2	14.6
最高気温	8.0	8.7	12.6	18.7	23.3	26.5	29.7	30.8	26.6	21.5	15.9	10.5	19.4
最低気温	0.5	0.9	3.4	7.9	12.4	17.5	21.7	21.8	18.3	12.0	7.1	2.5	10.5
降水量	63.4	95.5	159.4	136.5	181.4	347.7	374.7	232.6	209.0	105.0	74.7	53.0	2032.8

観測地:添田アメダス（福岡県田川郡添田町大字野田字大ノ原1969）　11年間の平均値(1980年～1990年)

本試験地は平成３年(1991年) ９月に襲来した台風17・19号によって一部に被害が生じた。台風被害前後の林況を表 1.1-4に示した。アヤスギ１、ヤブクグリ１、ウラセバル１・同２の４区に倒伏や折損被害が多数生じていた。

平成７年(1995年) ３月の調査時での林齢は40年生であった。

表　1.1-4　台風被害前後の立木本数および残存木の形状

品種	繰返番号	被害前立木本数 本／ha	被害後立木本数 本／ha	主な被害形態	被害様相	胸高直径 D cm	樹高 H m	形状比 (H*100/D)
アヤスギ	1	1,170	480	傾斜倒伏	集団状	23	15	65
〃	2	1,500	1,150	傾斜	点状	19	14	73
ヤブクグリ	1	1,140	300	傾斜倒伏	集団状	22	16	73
〃	2	1,130	930	倒伏	列状	21	17	80
ウラセバル	1	890	410	折損	集団状	28	21	76
〃	2	890	340	折損	集団状	29	19	67
オビアカ	1	880	580	倒伏	点状	31	19	62
〃	2	1,320	1,010	傾斜倒伏	点状	23	19	82
メアサ	1	890	870	―	―	24	16	68
〃	2	1,010	940	傾斜	点状	23	14	63

1.2 佐賀県の現地適応試験地

調査林分は海抜400mの県有林内で、佐賀県西部に位置している。

植栽品種は九州地方で植栽されている代表的な在来の11品種である。昭和30年に6,966本を2.5haに植栽した（表1.2-1）。調査時の樹齢は40年生で、本数密度1,800本/haである。

植栽当初、ネジカワ以外の10品種は植栽する穴の大きさを２つに分け、１つを普通区（径40cm、深さ30cm）、もう一つを大穴区（径60cm、深さ40cm）とした。現在は成育に差が見られないため植栽穴の大きさによる区別は行っていない。

斜面は北東向きで、ネジカワを除く10品種は山腹浸食斜面の崩積土であり、ネジカワのみ山腹平衡斜面の匍行土である（表1.2-2）。

調査地に近い佐賀県茶業試験場の気象データによると、年平均気温は14.9℃であり、年平均降水量は2,228.1mmであった（表1.2-3）。

表1.2-1 植栽品種と本数

品種名	産地	植栽本数（本）				植栽時密度	調査時密度
		普通区	大穴区	大穴施肥区	計	本/ha	本/ha
アラカワ	宮崎県	367	284	100	751	3000	1800
ウラセバル	大分県	321	306		627	3000	1800
クモトオシ	熊本県	343	253	100	696	3000	1800
インスギ	大分県	286	257	100	643	3000	1800
ヤブクグリ	熊本県	359	233	100	692	3000	1800
ヤクノシマ	熊本県	315	223	100	638	3000	1800
アヤスギ	熊本県	302	252	100	654	3000	1800
メアサ	鹿児島県	350	239	100	689	3000	1800
タノメアサ	宮崎県	346	196	100	642	3000	1800
アカ	宮崎県	340	200	100	640	3000	1800
ネジカワ	佐賀県	294			294	3000	1800
計		3623	2443	900	6966		

表1.2-2 現地適応試験地の林分概要

プロット名（品種名）	海抜高（m）	傾斜（°）	斜面方位（８方位）	局所地形	堆積型	基岩	土壌型	土性	土壌水分	土壌深度
アラカワ	400	10	ＮＥ	山脚浸食面	崩積	安山岩類	BD	植壌土	適	深い
ウラセバル	400	10	ＮＥ	山脚浸食面	崩積	安山岩類	BD	植壌土	適	深い
クモトオシ	400	10	ＮＥ	山脚浸食面	崩積	安山岩類	BD	植壌土	適	深い
インスギ	400	10	ＮＥ	山脚浸食面	崩積	安山岩類	BD	植壌土	適	深い
ヤブクグリ	400	10	ＮＥ	山脚浸食面	崩積	安山岩類	BD	植壌土	適	深い
ヤクノシマ	400	14	ＮＥ	山脚浸食面	崩積	安山岩類	BD	植壌土	適	深い
アヤスギ	400	14	ＮＥ	山脚浸食面	崩積	安山岩類	BD	植壌土	適	深い
メアサ	400	15	ＮＥ	山脚浸食面	崩積	安山岩類	BD	植壌土	適	深い
タノメアサ	400	15	ＮＥ	山脚浸食面	崩積	安山岩類	BD	植壌土	適	深い
オビアカ	400	20	ＮＥ	山脚浸食面	崩積	安山岩類	BD	植壌土	適	深い
ネジカワ	400	29	ＮＥ	山腹平衡斜面	匍行	安山岩類	BD	植壌土	適	深い

表1.2-3 現地適応試験地の気象データ

項　目	１月	２月	３月	４月	５月	６月	７月	８月	９月	10月	11月	12月	年
平均気温	4.8	5.5	8.4	13.2	17.6	21.5	25.8	26.1	22.0	16.4	11.3	6.2	14.9
最高気温	9.6	10.6	13.8	19.3	23.6	26.2	30.1	31.0	26.9	22.3	16.8	11.6	20.2
最低気温	0.6	0.8	3.6	7.4	12.3	17.6	22.3	22.2	17.9	11.7	6.6	1.6	10.4
降水量	73.2	111.9	172.5	174.7	218.8	407.0	400.2	249.8	238.3	55.3	71.1	55.3	2228.1

観測地：佐賀県茶業試験場（佐賀県藤津郡嬉野町大字下野字三坂原）　10年間の平均値(1987～1997)

1.3 長崎県の品種別展示林

本試験地は、長崎県諫早市の北部に位置し、スギ品種別現地適応試験諫早試験地として、昭和38年3月に設定された。試験地の設定目的は他県の現地適応試験地と同様であるが、設定年度は約10年遅く、供試品種にも若干の違いがある。そこで本報告では長崎県設定のスギ品種別現地適応試験諫早試験地を品種別展示林と記述した。標高は 520m前後、基岩は多良山系の安山岩で、BD土壌の南～西向きの緩傾斜地である（表1.3.1）。

試験地の面積は、1.00ha で広葉樹伐採跡地に植栽され、斜面下部から上部にかけて、各品種横5列、縦55～56列の植栽となっている。構成品種は、九州産の代表的な9品種に加え、地元産の実生スギが使われている。植栽時の配置図により西方向から列記すると、ヤブクグリ、モトエ、キジン、イワオ、アヤスギ、クモトオシ、実生、アラカワ、タノアカ、マアカとなっている。試験地の気象については、表1.3.2に示す。

なお、植栽後の管理は、所有者である大山共有林により間伐等が実施されている。

表1.3-1 地況及び土壌調査

品種名	海抜 m	傾斜 °	斜面方位（8方位）	堆積型	林況 植栽 本／ha	林況 現在 本／ha	基岩	土壌型	土性	土壌水分	土壌深度
ヤブクグリ	520～540	8	S	褐行土	2,800	1,400	安山岩	BD	埴質壌土	適	中
モトエ	520～540	8	S	褐行土	2,800	1,200	安山岩	BD	埴質壌土	適	中
キジン	520～540	11	SW	褐行土	2,800	1,200	安山岩	BD	埴質壌土	適	中
イワオ	520～540	10	SW	褐行土	2,800	1,300	安山岩	BD	埴質壌土	適	中
アヤスギ	520～540	11	SW	褐行土	2,800	1,400	安山岩	BD	埴質壌土	適	中
クモトオシ	520～540	9	SW	堆積土	2,800	1,100	安山岩	BD	埴質壌土	適	中
実生	520～540	14	W	褐行土	2,800	1,400	安山岩	BD	埴質壌土	適	中
アラカワ	520～540	13	W	褐行土	2,800	1,200	安山岩	BD	埴質壌土	適	中
タノアカ	520～540	8	W	褐行土	2,800	1,200	安山岩	BD	埴質壌土	適	中
マアカ	520～540	9	W	褐行土	2,800	1,200	安山岩	BD	埴質壌土	適	中

表1.3-2 気象調査

項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
平均気温	4.7	5.5	9.0	14.6	18.8	22.6	26.8	27.6	23.8	17.7	12.1	6.9	14.8
最高気温	9.3	10.2	14.4	20.0	24.2	27.0	30.6	32.0	28.4	23.2	17.5	12.0	19.3
最低気温	0.0	0.8	3.7	9.2	13.4	18.3	23.0	23.2	19.2	12.4	6.8	1.9	10.3
降水量	78.5	105.3	138.6	206.5	223.4	401.2	374.5	210.6	204.8	112.0	86.9	69.1	2,211.4

（注）観測所：西諫早（平年値）

1.4 鹿児島県の現地適応試験地

本試験地は、鹿児島県姶良郡の東部に位置し、鹿児島県福山町佳例川野谷県有林第１試験地として昭和30年３月に設定された。

標高は400m 前後、立地条件は、中生代の砂岩、頁岩互層上に火山噴出物（軽石と火山灰）が堆積しているBD型土壌地帯で、南西向きの中傾斜地である。

試験地全体の面積は0.92ha で、斜面の下部から上部にかけて、各品種横10列～18列、縦20～25列の植栽となっている。

構成品種には九州産の代表的スギ品種の中から９品種が使われており、標高の低い方から植栽当時の配置図により列記すると、ウラセバル、アヤスギ、インスギ、メアサ、ヤブクグリ、タノメアサ、ホンスギ（ヤクノシマ）、アラカワ、オビアカとなっている。

植栽本数は、ha あたり3,000本で、これまでに20年生、27年生、33年生時点で3回の間伐を実施している。鹿児島県県有林育林基準によると、それぞれの間伐率は、本数率20%、25%、24%となっているが、品種別にみるとそれぞれの品種の成長程度により、いくぶん差があったと考えられる。

ちなみに、20年生時の間伐実施報告を見ると、「RY 指数0.7前後を目標とし、成長の早いオビスギ系統のオビアカ、アラカワ、タノメアサは間伐率29～45%で実施したが、成長の遅いメアサ、ヤブクグリ、インスギは、RY 指数0.7に達せず画一的な間伐はできなかった。」とある。

なお、平成７年度現在（４０年生時点）の本数密度は、900～1,900本／ ha であった。

試験地の林況概要、土壌概要を表1.4-1、表1.4-2に、また当試験地に最も近い福山気象測候所における過去１０年間の気象データを表1.4-3に示す。

表1.4-1 調査林分の林況概要

品種名	海抜高 m	傾斜 °	斜面方位（8方位）	局所地形	堆積型	立木密度 植栽時 本/ha	立木密度 現在 本/ha	備考
アヤスギ	400～420	34°	W	山腹平衡斜面	匍行土	3000	1100	
インスギ	400～420	34°	SW	山腹平衡斜面	匍行土	3000	1600	
ウラセバル	400～420	31°	W	山腹平衡斜面	匍行土	3000	900	
オビアカ	400～420	34°	SW	山腹平衡斜面	匍行土	3000	1600	
アラカワ	400～420	38°	SW	山腹平衡斜面	匍行土	3000	1300	
タノメアサ	400～420	40°	SW	山腹平衡斜面	匍行土	3000	1200	
メアサ	400～420	24°	SW	山腹平衡斜面	匍行土	3000	1400	
ホンスギ	400～420	38°	SW	山腹平衡斜面	匍行土	3000	1900	
ヤブクグリ	400～420	28°	SW	山腹平衡斜面	匍行土	3000	1200	

表1.4-2 調査林分の土壌概況

品種名	基岩	土壌型	土性	土壌水分 湿	適	乾	土壌深度 深い	中	浅い
アヤスギ	砂岩頁岩互層に火山噴出物堆積	BD	砂壌土		○			○	
インスギ	〃	〃	砂壌土		○				○
ウラセバル	〃	〃	砂壌土		○				○
オビアカ	〃	〃	壌土		○				○
アラカワ	〃	〃	砂壌土		○				○
タノメアサ	〃	〃	植壌土		○				○
メアサ	〃	〃	壌土		○			○	
ホンスギ	〃	〃	植壌土		○				○
ヤブクグリ	〃	〃	壌土		○			○	

表1.4-3 調査林分の気象データ

項　目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
平均気温	5.5	6.3	9.3	13.8	17.4	20.7	24.5	24.6	22.3	17.1	12.4	7.7	15.1
最高気温	9.4	10.2	13.3	18.1	21.4	24.2	28.0	28.4	26.2	21.4	16.5	11.8	19.1
最低気温	1.8	2.6	5.5	10.0	14.0	17.9	22.0	22.0	19.3	13.6	8.7	3.9	11.8
降水量	74.5	130.7	221.1	205.0	249.2	469.4	438.4	407.5	261.4	106.4	60.2	62.2	2686.0

観測地名：福山気象観測所　姶良郡福山町福山5340

数値の種類：10年間の平均値(1985年～1994年)

1.5 熊本営林局の品種別展示林

熊本営林局（現在の九州森林管理局）によって設定された11営林署の品種別展示林11林分を５齢級での品種特性の把握のために調査した。調査林分である展示林名は便宜的に該当旧営林署名とした。各調査林分の林分概要を表1.5-1に示す。調査データの入手が不可能な部分は空欄とした。

各林分の気象データは、調査林分に近い気象庁の観測データを用いた。調査林分の気象データを表1.5-2に示す。

表1.5-1 調査林分の概要

展示林名	所在地	植栽年月（西暦）	調査時林齢（年生）	植栽本数（本）	植栽時密度（本/ha）	調査時密度（本/ha）
福岡営林署	福岡県糸島郡前原市大蔵山	1968, 3	27	8,000	4,000	3,935
武雄営林署	伊万里市東山代烏帽子	1969, 3	26	5,160	2,580	2,467
長崎営林署	東彼杵郡東彼杵町遠目	1969, 2	26	7,850	3,925	3,285
菊池営林署	熊本県菊池市深葉	1969, 3	26	17,600	3,499	2,548
八代営林署	熊本県八代郡東陽村馬石	1970, 2	25	5,000	2,500	1,975
水俣営林署	芦北郡芦北町国見	1970, 3	26	6,000	3,000	2,788
日田営林署	福岡県朝倉郡小石原村内浦	1969, 3	26	8,750	3,070	2,918
延岡営林署	南海部郡宇目三本	1970, 3	26	5,740	2,609	2,575
高千穂営林署	大分県西臼杵郡高千穂町親父山	1970, 4	25	7,289	3,169	1,934
綾営林署	宮崎県西諸県郡須木村重永	1970, 3	26	11,200	3,446	2,370
飫肥営林署	宮崎県南那珂郡北郷町秋切谷	1970, 2	26	7,000	3,500	2,912

展示林名	標高(m)	方位	傾斜	土壌型	堆積型	基岩	局所地形	土性	土壌水分	土壌深度
福岡営林署	650	ENE	30°	B_D	匍行土	花崗岩類	山腹平衡斜面			
武雄営林署	600	N	11°	B_D	匍行土	安山岩類	山腹凹型斜面	壌土		
長崎営林署	570	N	15°	B_D～B_D(d)						
菊池営林署	660	S	23°	B_D		安山岩類	山腹平衡斜面		適	中
八代営林署	1,050	NW	5°	B_D	匍行土		山頂緩斜面			
水俣営林署	725	NW	23°	B_D	匍行土		山腹平衡斜面			
日田営林署	590	NE	30°	B_D～B_D(d)						
延岡営林署	210	NW	30°	B_C～B_D(d)						
高千穂営林署	1,110	SW	10°	B_D		花崗岩	山腹平衡斜面	壌土	適	中
綾営林署	600	S	25°	B_D～Bl(w)		頁岩	山腹平衡斜面	砂壌土	適	浅い
飫肥営林署	400	SE	15°	B_D	葡行土	頁岩	山腹平衡斜面			

表1. 5-2 調査林分の気象データ

展示林名	観測地点	データ種別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均(降水量は積算値)
福岡営林署	福岡	月平均気温	5.8	6.4	9.5	14.6	18.8	22.3	26.9	27.6	23.7	18.2	13.0	8.2	16.2
		月最高気温	9.3	10.1	13.8	19.0	23.2	26.2	30.6	31.8	27.8	22.8	17.4	12.1	20.3
		月最低気温	2.5	2.9	5.3	10.3	14.6	18.9	23.7	24.2	20.1	14.0	8.8	4.6	12.5
		最大値	9.1	10.2	11.4	16.3	20.3	24.2	28.7	29.6	25.6	19.9	15.2	9.8	17.7
		最小値	3.7	4.4	7.0	13.3	17.9	20.8	24.7	24.5	21.3	17.0	11.0	6.2	15.5
		降水量(mm)	73.7	70.0	98.4	126.5	144.1	256.2	257.6	165.9	175.2	96.0	80.0	60.7	1604.3
武雄営林署	佐世保	月平均気温	5.9	6.8	9.7	14.7	18.7	22.2	26.4	27.3	23.8	18.7	13.3	8.3	16.3
		月最高気温	9.6	10.6	13.9	19.3	23.3	26.1	29.9	31.3	27.8	23.1	17.6	12.2	20.4
		月最低気温	2.4	3.1	5.7	10.4	14.5	18.9	23.6	24.2	20.5	14.7	9.3	4.5	12.6
		最大値	9.0	10.3	11.5	16.0	19.7	23.5	27.9	29.0	25.5	20.2	15.2	9.9	17.4
		最小値	3.4	4.4	7.1	13.9	17.7	20.7	24.5	25.2	21.8	16.9	11.4	6.3	15.7
		降水量(mm)	72.7	93.7	125.8	173.5	189.8	344.7	319.4	192.8	202.4	102.5	75.4	55.0	1947.7
長崎営林署	佐世保	月平均気温	5.9	6.8	9.7	14.7	18.7	22.2	26.4	27.3	23.8	18.7	13.3	8.3	16.3
		月最高気温	9.6	10.6	13.9	19.3	23.3	26.1	29.9	31.3	27.8	23.1	17.6	12.2	20.4
		月最低気温	2.4	3.1	5.7	10.4	14.5	18.9	23.6	24.2	20.5	14.7	9.3	4.5	12.6
		最大値	9.0	10.3	11.5	16.0	19.7	23.5	27.9	29.0	25.5	20.2	15.2	9.9	17.4
		最小値	3.4	4.4	7.1	13.9	17.7	20.7	24.5	25.2	21.8	16.9	11.4	6.3	15.7
		降水量(mm)	72.7	93.7	125.8	173.5	189.8	344.7	319.4	192.8	202.4	102.5	75.4	55.0	1947.7
菊池営林署	熊本	月平均気温	5.0	6.4	9.7	15.3	19.5	23.0	27.0	27.6	23.9	18.3	12.3	7.0	16.3
		月最高気温	10.0	11.3	15.0	21.0	25.0	27.6	31.3	32.5	28.8	23.9	17.9	12.4	21.4
		月最低気温	0.3	1.6	4.4	9.8	14.2	19.1	23.5	23.7	19.9	13.1	7.1	2.0	11.6
		最大値	8.5	10.5	11.4	16.8	20.7	24.4	28.4	29.0	25.9	19.8	14.5	8.7	17.5
		最小値	2.3	3.8	6.9	14.4	18.2	21.5	25.3	25.8	21.9	16.5	10.4	4.2	15.6
		降水量(mm)	58.5	87.7	129.5	158.5	205.7	408.3	373.8	178.8	177.9	95.4	64.8	48.4	1987.2
八代営林署	熊本	月平均気温	5.0	6.4	9.7	15.3	19.5	23.0	27.0	27.6	23.9	18.3	12.3	7.0	16.3
		月最高気温	10.0	11.3	15.0	21.0	25.0	27.6	31.3	32.5	28.8	23.9	17.9	12.4	21.4
		月最低気温	0.3	1.6	4.4	9.8	14.2	19.1	23.5	23.7	19.9	13.1	7.1	2.0	11.6
		最大値	8.5	10.5	11.4	16.8	20.7	24.4	28.4	29.0	25.9	19.8	14.5	8.7	17.5
		最小値	2.3	3.8	6.9	14.4	18.2	21.5	25.3	25.8	21.9	16.5	10.4	4.2	15.6
		降水量(mm)	58.5	87.7	129.5	158.5	205.7	408.3	373.8	178.8	177.9	95.4	64.8	48.4	1987.2
水俣営林署	阿久根	月平均気温	7.1	8.0	10.7	15.4	18.8	22.2	26.0	26.7	23.8	19.2	14.2	9.4	16.8
		月最高気温	10.6	11.5	14.5	19.4	22.7	25.5	29.2	30.5	27.5	23.3	18.1	13.1	20.5
		月最低気温	3.8	4.5	6.9	11.4	15.2	19.2	23.4	23.6	20.7	15.6	10.6	5.9	13.4
		最大値	10.2	11.3	12.5	16.8	19.9	23.5	27.2	28.1	25.2	20.5	16.1	11.1	17.8
		最小値	4.6	5.2	7.7	14.5	17.5	20.9	24.1	25.7	21.9	17.5	12.5	7.0	16.2
		降水量(mm)	85.3	102.7	138.3	170.0	203.6	382.9	350.8	194.7	218.7	109.1	77.5	71.7	2105.4
日田営林署	日田	月平均気温	3.4	4.7	8.0	13.9	18.3	22.3	26.2	26.5	22.6	16.5	10.5	5.2	14.8
		月最高気温	9.2	10.6	14.5	21.0	25.2	28.0	31.8	32.6	28.4	23.2	17.3	11.6	21.1
		月最低気温	-1.2	-0.1	2.3	7.5	12.1	17.6	22.1	22.1	18.3	11.2	5.3	0.3	9.8
		最大値	6.9	8.9	9.7	15.7	19.6	24.1	28.0	28.0	24.5	18.2	12.8	6.7	16.2
		最小値	1.0	2.2	5.3	12.7	17.1	20.8	24.1	24.7	20.3	14.6	8.6	2.7	14.3
		降水量(mm)	62.4	91.5	118.9	142.8	170.8	355.2	322.0	192.1	168.9	99.1	56.7	46.7	1827.2
延岡営林署	延岡	月平均気温	6.2	7.3	10.2	15.1	18.6	22.0	25.7	26.3	23.3	18.2	13.0	8.0	16.2
		月最高気温	12.3	13.0	15.8	20.4	23.4	26.0	29.9	30.7	28.0	23.8	18.9	14.4	21.4
		月最低気温	1.0	2.2	4.9	10.0	14.1	18.5	22.4	22.8	19.6	13.6	8.0	2.7	11.6
		最大値	8.8	10.3	11.4	16.6	19.4	23.2	27.2	27.3	24.8	19.4	14.8	9.7	17.0
		最小値	3.8	4.8	7.5	14.1	18.1	20.5	23.6	25.5	21.5	16.3	11.4	5.8	15.7
		降水量(mm)	61.0	88.9	152.8	223.4	270.4	377.4	270.1	247.3	310.4	194.6	81.1	37.2	2314.5
高千穂営林署	阿蘇山	月平均気温	-1.9	-0.7	2.7	8.7	12.8	16.4	19.7	20.1	17.0	11.7	6.2	0.7	9.5
		月最高気温	1.1	2.6	6.5	12.7	16.5	19.3	22.4	23.1	20.1	15.2	9.6	3.9	12.8
		月最低気温	-4.9	-3.9	-0.8	5.0	9.4	13.7	17.6	17.9	14.5	8.6	3.1	-2.3	6.5
		最大値	2.0	3.4	4.3	10.8	14.0	17.6	21.0	21.4	18.7	13.4	8.6	2.7	10.5
		最小値	-5.0	-3.8	-0.5	7.3	11.5	15.1	18.1	19.1	15.3	9.6	3.8	-2.6	8.9
		降水量(mm)	93.4	141.4	209.3	260.8	299.0	615.7	637.5	347.6	263.2	161.5	91.6	75.6	3196.6
綾営林署	都城	月平均気温	5.2	6.8	9.9	15.1	18.8	22.3	26.0	26.1	23.2	17.9	12.3	7.0	15.9
		月最高気温	11.4	12.6	15.8	20.9	24.3	26.9	30.7	31.2	28.2	23.9	18.6	13.7	21.5
		月最低気温	-0.2	1.6	4.5	9.7	13.9	18.6	22.5	22.4	19.4	13.0	6.9	1.3	11.2
		最大値	8.7	10.5	11.6	16.6	19.7	23.4	27.5	27.1	25.1	19.6	14.6	8.6	16.9
		最小値	2.8	4.4	7.2	14.0	17.6	21.0	23.9	25.4	21.4	16.0	10.4	3.9	15.4
		降水量(mm)	58.6	102.8	166.5	221.5	248.2	417.2	340.4	322.4	271.8	123.5	68.6	48.1	2389.6
飫肥営林署	宮崎	月平均気温	7.0	8.3	11.1	16.0	19.5	23.0	26.9	27.1	24.1	19.0	13.8	8.8	17.1
		月最高気温	12.6	13.4	16.0	20.7	23.9	26.8	30.9	31.2	28.3	24.0	19.2	14.6	21.8
		月最低気温	2.0	3.5	6.3	11.3	15.2	19.6	23.6	23.8	20.6	14.6	8.8	3.6	12.7
		最大値	10.0	11.1	12.7	18.0	20.5	24.3	28.5	28.3	26.0	20.5	16.1	10.1	18.0
		最小値	4.8	6.0	8.6	15.2	18.7	21.7	24.8	26.2	22.3	17.3	11.9	6.2	16.5
		降水量(mm)	64.7	92.9	173.6	220.0	277.0	384.9	290.1	262.4	316.5	193.9	89.2	46.1	2411.5

2 材料と方法

2.1 調査対象林分

調査対象林分は、昭和２９年に計画・立案された「九州産すぎ優良品種の現地適応試験」、長崎県設定の「スギ品種別展示林」および熊本営林局（現在九州森林管理局）設定の「スギ品種別展示林」である。詳細は「1 林分概要」に示したとおりである。「九州産すぎ優良品種の現地適応試験」の３林分、長崎県設定の「スギ品種別展示林」及び熊本営林局設定の「スギ品種別展示林」のうち福岡営林署、武雄営林署、長崎営林署、菊池営林署、八代営林署、水俣営林署、日田営林署、高千穂営林署の12林分は1995年の１月から３月の間に現地調査を行った。「スギ品種別展示林」のうち延岡営林署、綾営林署、飫肥営林署の３林分は1996年の１月から３月の間にそれぞれ現地調査を行った。

2.2 調査方法

2.2.1 現地調査

調査は品種／反復（プロット）当たり20個体選定し行った。調査木の選定にあたってはプロットの中央部の個体を選定するよう留意した。調査は樹高、胸高直径、幹の細り、根元曲がり、幹曲がり、気根、病虫害、気象害の８項目とした。各項目の調査は下記の方法で行った。

2.2.1.1 樹高：測竿またはブルーメライスなどの測高器を用いて10cm 単位で測定した。

2.2.1.2 胸高直径：山側地際から1.2m 位置を直径巻尺によって 1mm 単位で測定した。

2.2.1.3 幹の細り：ムカデ梯子等を用いて山側地際から3.2m 位置を直径巻き尺によって１ mm 単位で測定した。幹の細りは（3.2m 高の直径／1.2m 高の直径）× 100で表す。

2.2.1.4 根元曲がり：柱材を採材する見方で、山側地際から幹長1.5m までの範囲を下表の区分で評価した。

根元曲がりの状態	評価指数
全く曲がりがない、または少し曲がりがあるが採材に影響がない。	5
採材に幾分影響する曲がりがある、または元玉を1m 位切り捨てる必要がある。	3
採材に大きく影響する曲がりがある。	1

2.2.1.5 幹曲がり：根元曲がり調査部分から上方4m まで（樹高1.5m ～5.5m の範囲）を観察し、下表の区分で評価を行った。

幹曲がりの状態	評価指数
全く曲がりがない、または少し曲がりがあるが採材に影響がない。	5
採材に幾分影響する曲がりがある。	3
大きい曲がり、または重曲がある、若しくは矢高が直径の大きさ以上ある。	1

2.2.1.6 気根：地上1.2m 高までの気根の状態を観察し、下表の区分で評価を行った。

気根の状態	評価指数
なし	5
幾分あり	3
多数あり	1

2.2.1.7 病虫害、気象害：スギザイノタマバエ、スギカミキリ、ヒノキカワモグリガ、溝腐れ病、寒風害、凍裂害などの被害が見受けられたときには、それぞれの被害程度を観察し、下表の区分で評価を行った。また、その他の諸被害はその都度記載した。

被害の程度	評価指数
健全・軽度	5
中害	3
激害	1

2.2.2 調査林分の環境調査

調査林分の環境は、大きく分けて地況、気象、土壌について調査した。

2.2.2.1 地況調査：海抜高（m）、傾斜（°）、斜面方位（８方位）、局所地形、堆積型、立木密度（植栽時、調査時）を調査した。ただし局所地形は（山頂緩斜面、山頂急斜面、山腹凸型斜面、山腹

凹型斜面、山腹平衡斜面、山脚浸食面、山脚堆積面）の７区分、堆積型は（残積土、匍行土、崩積土）の３区分とした。

2.2.2.2 気象調査：最寄りの観測地の複数年のデータから月別平均気温の平均値と月別平均気温の最高値、最低値及び月別雨量の平均値に整理した。また、観測の種別として気象官署による観測、アメダス観測、その他（試験研究機関・ダム事務所・土木事務所等）を明記した。

2.2.2.3 土壌調査：基岩、土壌型、土性、土壌水分、土壌深度について調査した。ただし土壌水分は（乾、適、湿）の３区分、土壌深度はＢ層までの深さで（浅い：50cm 以下、中：50～ 100cm 未満、深い： 100cm 以上）の３区分とした。

2.2.2.4 林況調査：間伐の実行状況等の保育状況を可能な範囲で調査した。

2.2.3 伐倒木の調査

伐倒木は現地調査した20本の中から、直径などの表現型形質の平均的な３個体を選定した。伐倒時期は冬期（11～ 3月）とし、伐採点は地上0.2m、その上1.0m 高（地上1.2m 位置）から、1.5m の丸太を採取した。玉切りした丸太は直ちに持ち帰り、動的ヤング率を測定した後、図2.2.3-1の要領で心材色、真円率、晩材率、容積密度、生材含水率測定用の試験片を採材し、下記の方法で調査を行った。

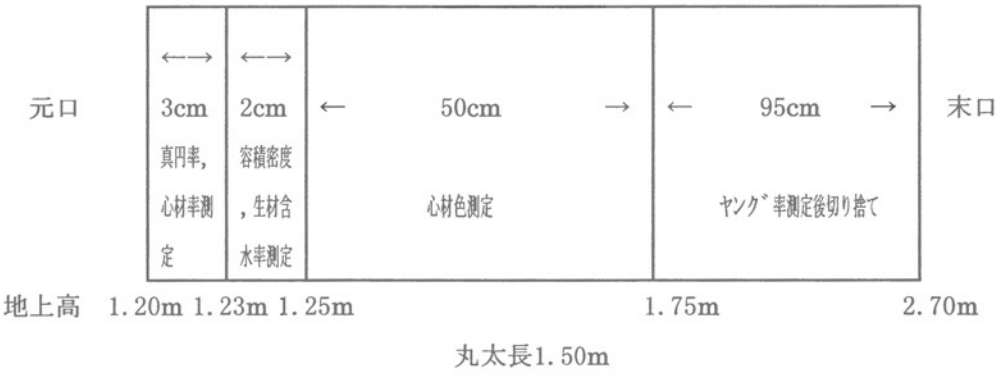


図2.2.3-1 伐倒木調査用の採材要領

2.2.3.1 ヤング率：打音法により、未乾燥の丸太の動的ヤング係数を測定した。

2.2.3.2 生材の心材色：図2.2.3-1 の要領によって採材した50cm の丸太を、髄を含む厚さ約 3.0cm の板に加工し、板面にカンナをかけ、１個体当たり３箇所について色彩色差計を用いてＬ*、 a *、 b *値を測定した。ただし、節や明らかに他の要因によって変色していると思われる部分は除き、３点の平均値を個体の測定値とした。また、目視によって赤、中間、黒色の３段階評価を行った。調査機関別の色彩色差計の型式は以下の通りである。

福岡県：色彩色差計(CR-300)ミノルタ製

佐賀県：変角光沢計(UGV-4K)・ﾃﾞｼﾞﾀﾙ測色色差計計算機(AUD-SCH-3A-GV4)ｽｶﾞ試験機製

長崎県：色彩色差計(CR-200)ミノルタ製

鹿児島県：ハンディカラーテスター(H-CT)スガ試験機製

育種場：色彩色差計(CR-200)ミノルタ製

2.2.3.3 気乾材の心材色：生材の心材色を調査した板は、直射日光の当たらない風通しの良いところに６カ月以上保管した後、生材心材色測定面を再度カンナかけし、生材の心材色調査と同じ要領によって調査した。

2.2.3.4 心材率：２枚採取した中の外側の円盤（採取高1.20m ～1.23m）の元口側の面を図2.2.3.4-1に示すように、最大直径の長い方の半径を基線Ｒ１として時計廻りに90度ごとの４方向について髄を中心に、各方向の心材部の長さ（r1、r2、r3、r4）と同方向円盤の半径（R1、R2、R3、R4）を 1.0mm 単位で測定した。心材率は（Σｒ／Σ R）× 100で表した。

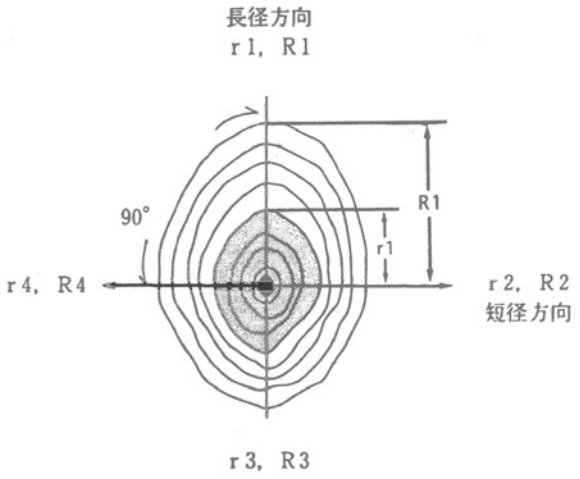


図2.2.3.4-1 心材率の測定方法

2.2.3.5 真円率：心材率を求めた際の数値を用いて次式で真円率を求めた。

真円率＝（R1+R3）／（R2+R4）× 100

2.2.3.6 晩材率：ノギスなどを用いて、心材率を求めた際の R1、R2の２方向について年輪幅（W）と、晩材幅（I）を 0.1mm 単位で測定した。測定は外側から10本目の年輪を起点とし、それから内側の10年輪について行った。個体の晩材率は（Σ I／Σ W）× 100で求めた。

2.2.3.7 容積密度数：２個採取した中の内側の円盤（採取高1.23～1.25m）から、浮力法によって測定した。試験片は髄から10年輪を含むように調整したが、樹皮に最も近い試験片は含まれる年輪数が10年輪未満でも測定したため、林分や品種によって年輪数が異なった。なお、測定は1／1,000g 単位でおこなった。

2.2.3.8 生材含水率：容積密度数測定試料を採取した片半分の円盤から R4方向の半径について図2.2.3.8-1の様な髄を含む半径１方向分のストリップを作製し、心材、白線帯、辺材の含水率をそれぞれ測定した。ただし心材と辺材はほぼ等分となるようにそれぞれ２分割し、髄から樹皮の方向に向かって、心材１、心材２、辺材１、辺材２とし、1／1,000g 単位で測定した。生材含水率は｛（生材重量-絶乾重量）×100｝／絶乾重量で求めた。

2.2.3.9樹皮厚：地上高1.2m、3.2m、5.2mから採取し、それぞれの東西南北４方向について全樹皮厚、内樹皮厚を１／100mm 単位で測定した。

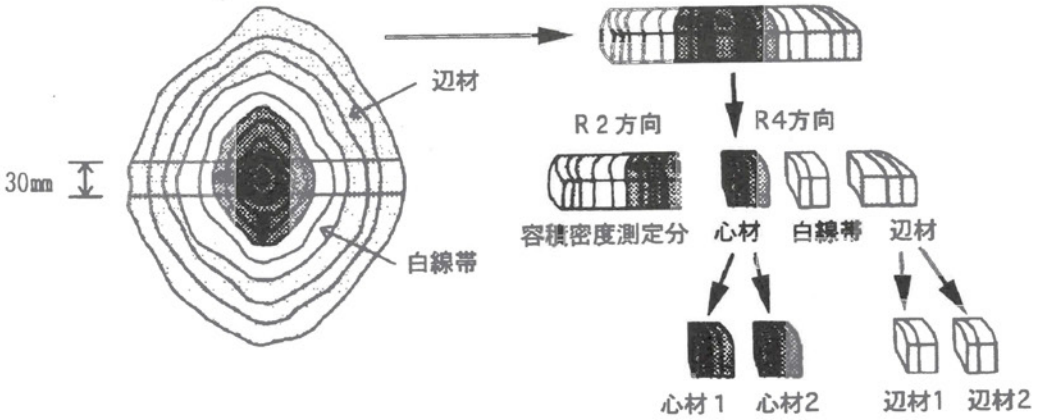


図2.2.3.8.1　生材含水率測定用の試験片の作成方法

2.3 供試品種のＤＮＡ分析

昭和29(1954)年度の本試験設定当時、品種内誤差を極力減らすため、各品種の苗木は主にそれぞれの産地県から一括して各担当県に送付されたようであるが、中には一括手配ができず、担当県が別々に手配した品種もあったようである。

今回、40年時調査のデータを取りまとめるにあたって、各試験地にある同名の品種が同一のクローンであるかどうかを確認するため、近年急速に進歩してきたＲＡＰＤ法によるＤＮＡ分析を行った。本来ならば、各伐倒調査個体から生葉を採取すべきであったが、伐倒調査当時、ＤＮＡ分析はまだ県レベルでは定着していなかったため、サンプリングを実施していなかった。従って、今回は前述したように設定当時の各試験地の品種が同一クローンかどうかをプロット単位で確認する目的で分析を実施した。

2.3.1 材料と方法

分析に供したサンプルは、平成10(1998)年９月に、福岡県・佐賀県・長崎県・鹿児島県の試験地から、各品種１個体ずつ生葉を採取した。

クローン鑑定には環境や季節に左右されないゲノムＤＮＡの変異を直接検出できる方法として、任意の塩基配列を持つプライマーを用いてＰＣＲ（polymerase chain reaction）増幅を行うＲＡＰＤ（random amplified polymorphic DNA）マーカーを用いた。

全ＤＮＡの抽出・精製、ＰＣＲ反応、ＤＮＡ多型の確認等は、以下の後藤ら（1999）の方法に従った。

2.3.1.1 DNA 抽出と PCR 反応

全 DNA 抽出は、成葉約180mg から CTAB 法を改良した白石・渡辺（1995）の方法で行った。抽出した全 DNA は、Elu-Quik™DNA 精製キット（Schleicher & Schuell 社）を用いて精製し、PCR の鋳型 DNA として用いた。

PCR 反応液（20μl）の組成は、10ng 鋳型 DNA、10× PCR Buffer(10mM Tris-HCl, pH 8.3, 10mM KCl)、0.20mM 各 dNTP、0.25μM RAPD プライマー、3.0mM $MgCl_2$、1 ユニット Taq DNA ポリメラーゼ（*AmpliTaq* Stoffel Fragment, Perkin-Elmer 社）である。ＰＣＲ装置は TaKaRa PCR Thermal Cycler MP（TP3000)を使用し、まず94℃で１分間変性処理を行った後、変性（94℃，10秒）・アニーリング（36℃，30秒）・伸長（72℃，１分）を45サイクル繰り返し、最後に72℃で７分間の伸長反応を行った。得られた増幅産物は、2.0%アガロースゲルを用いて電気泳動した後、エチジウムブロマイド染色を行い、UV トランスイルミネーター上で DNA 多型を検出した。

2.3.1.2 プライマーの選択と品種判定

後藤ら（1999）は、５回の PCR 反応の全てにおいて明瞭に識別できた再現性の高い識別マーカーとして、14プライマーによる14マーカーを選抜している。今回はそれらの中から、多型検出効率の高い12プライマーによる12マーカー（表2.3.1.2-1）を用いた。

各サンプルについて、これら12マーカーの出現パターン（バンドの有無）を調査し、その組合せを各サンプルのＤＮＡ型とした。

品種の判定には、後藤ら（1999）の報告に記載された由来の確かな10品種の基準木に、熊本県林業研究指導所、大分県林業試験場ならびに宮崎県林業総合センターの協力で、メアサ・クモトオシ・シャカイン・カワシマ・リュウノヒゲ、ウラセバル・ヒノデ、オビアカ・タノアカ・キタゴウアラカワの10品種の基準木を加えて比較の対象とした。各サンプルのＤＮＡ型と基準となる20品種のＤＮＡ型を比較して分類を行った。

同じＤＮＡ型に分類されたものは、再度ＲＡＰＤ分析を行い、他のマーカーの出現パターンも調査した。

表2.3.1.2-1 ＲＡＰＤマーカーに使用したプライマーの塩基配列

プライマー	塩基配列（5'－3'）
OP A-04	AATCGGGCTG
OP A-14	TCTGTGCTGG
OP B-01	GTTTCGCTCC
OP D-02	GGACCCAACC
OP E-12	TTATCGCCCC
OP F-19	CCTCTAGACC
OP R-09	TGAGCACGAG
OP S-07	TCCGATGCTG
OP S-19	GAGTCAGCAG
OP X-02	TTCCGCCACC
OP X-04	CCGCTACCGA
FB-04	GCCCTACGCG

2.3.2 分析結果

４機関から供試された18品種・39サンプルのＤＮＡ型を表2.3.2-1に示した。

複数の機関で調査プロットの品種名とＤＮＡ型が一致したのは７グループ（アヤスギ、ウラセバル、オビアカ、オビスギA、クモトオシ、メアサ、ヤブクグリ）計24プロットであった。異なる品種名ながら同一のＤＮＡ型を示したサンプルのうち、ヤクノシマはアヤスギと、インスギはヤブクグリと、そしてマアカはオビアカと異名同種の関係にあることが、宮島(1989)ほかによって明らかにされているので、それぞれ同一のグループとした。なお、ここで言う「オビスギA」は、オビスギ系在来品種の中のオビアカとは異なる１クローンのことである。

ＤＮＡ型が一致した各グループについては、基準木を含めて更に詳細な分析を行ったが、どのグループにおいてもそれぞれ全て同一のパターンを示しており、同一のクローンと考えられた。

全体を通じて１プロットにしか植栽されていない４品種（イワオ、キジン、ネジカワ、モトエ）はそれぞれ固有のＤＮＡ型を示していた。これらについては、まだ答えとなる確実なＤＮＡ型のデータベースが揃っていないので正誤については何とも言えないが、とりあえず品種名が正しいものとして分析の末尾に品種特性を記載することとした。

一方、同一品種名ながら複数の機関で異なるＤＮＡ型を示した品種（アラカワ）や、ある機関のものだけ異なるＤＮＡ型を示したもの（ウラセバルの一部、ヤブクグリの一部）、そして設定時の品種名と供試木の判定結果が全く異なる品種名を示していたものについては、今回の分析から外した。

以上の結果により、表2.3.2-2に示したグループ分けで以下の特性分析を行った。

引用文献

1)後藤晋・家入龍二・宮原文彦(1999)：福岡県におけるスギさし木品種と精英樹のＲＡＰＤ分析，日本林学会誌，81，187－193

2)宮島寛(1989)：九州のスギとヒノキ，九州大学出版会，福岡，pp.275

3)白石進・渡辺敦史(1995)：rbcL 遺伝子多型を利用したアカマツとクロマツの葉緑体ゲノム識別，日本林学会誌，77，429－436

表2.3.2-1 九州産スギ優良品種現地適応試験サンプル木の品種識別

No	サンプル名	A-04 800	A-14 500	B-01 760	D-02 510	E-12 550	F-19 800	R-09 720	S-07 550	S-19 510	X-02 360	X-04 320	FB-4 450		判定
143	福岡現適アヤスギⅠ	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1101111001110	アヤスギ
144	福岡現適アヤスギⅡ	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1101111001110	アヤスギ
153	長崎展示林アヤスギ	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1101111001110	アヤスギ
165	鹿児島現適アヤスギ	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1101111001110	アヤスギ
171	鹿児島現適ホンスギ	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1101111001110	アヤスギ
175	佐賀現適アヤスギ	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1101111001110	アヤスギ
183	佐賀現適ヤクノシマ	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1101111001110	アヤスギ
168	鹿児島現適ウラセバル	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	111111010101	ウラセバル
146	福岡現適ウラセバルⅡ	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	111111010101	ウラセバル
145	福岡現適ウラセバルⅠ	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	101011000001	オビアカ
147	福岡現適オビアカⅠ	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	101011000001	オビアカ
148	福岡現適オビアカⅡ	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	101011000001	オビアカ
160	長崎展示林マアカ	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	101011000001	オビアカ
157	長崎展示林クモトオシ	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1000011011	クモトオシ
179	佐賀現適クモトオシ	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1000011011	クモトオシ
151	福岡現適メアサⅠ	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	101011011001	メアサ
152	福岡現適メアサⅡ	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	101011011001	メアサ
172	鹿児島現適メアサ	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	101011011001	メアサ
173	鹿児島現適ヤブクグリ	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	101011011001	メアサ
181	佐賀現適タノメアサ	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	101011011001	メアサ
182	佐賀現適メアサ	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	101011011001	メアサ
149	福岡現適インスギⅠ	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	11111010000	ヤブクグリ
150	福岡現適インスギⅡ	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	11111010000	ヤブクグリ
162	長崎展示林ヤブクグリ	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	11111010000	ヤブクグリ
167	鹿児島現適インスギ	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	11111010000	ヤブクグリ
177	佐賀現適インスギ	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	11111010000	ヤブクグリ
170	鹿児島現適タノメアサ	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	100011011000	タノアカ
169	鹿児島現適オビアカ	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	11101000	A
174	佐賀現適アカ	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	11101000	A
176	佐賀現適アラカワ	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	11101000	A
154	長崎展示林アラカワ	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	10110000	B
155	長崎展示林イワオ	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	100100011000	C
156	長崎展示林キジン	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1010011101	D
159	長崎展示林タノアカ	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	101011011111	F
161	長崎展示林モトエスギ	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	11110000	G
166	鹿児島現適アラカワ	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	111110011	H
178	佐賀現適ウラセバル	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	111010000	I
180	佐賀現適ネジカワ	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	100000100000	J
184	佐賀現適ヤブクグリ	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1011011001	K

表2. 3. 2-2 ＤＮＡ分析による供試プロットの品種判定結果

試験地設定時の品種名	試験地名	DNA分析による品種名またはDNA型	解析時の品種名
アヤスギ	福岡県1・2	アヤスギ	アヤスギ
アヤスギ	佐賀県	アヤスギ	アヤスギ
アヤスギ	長崎県	アヤスギ	アヤスギ
アヤスギ	鹿児島県	アヤスギ	アヤスギ
ヤクノシマ	佐賀県	アヤスギ	アヤスギ
ウラセバル	福岡県2	ウラセバル	ウラセバル
ウラセバル	鹿児島県	ウラセバル	ウラセバル
オビアカ	福岡県1・2	オビアカ	オビアカ
マアカ	長崎県	オビアカ	オビアカ
アカ	佐賀県	A	オビスギA
オビアカ	鹿児島県	A	オビスギA
クモトオシ	佐賀県	クモトオシ	クモトオシ
クモトオシ	長崎県	クモトオシ	クモトオシ
メアサ	福岡県1・2	メアサ	メアサ
メアサ	佐賀県	メアサ	メアサ
メアサ	鹿児島県	メアサ	メアサ
インスギ	福岡県1・2	ヤブクグリ	ヤブクグリ
インスギ	佐賀県	ヤブクグリ	ヤブクグリ
インスギ	鹿児島県	ヤブクグリ	ヤブクグリ
ヤブクグリ	長崎県	ヤブクグリ	ヤブクグリ
イワオ	長崎県	C	イワオ
キジン	長崎県	D	キジン
モトエ	長崎県	G	モトエ
ネジカワ	佐賀県	J	ネジカワ
アラカワ	佐賀県	A	×
アラカワ	長崎県	B	×
アラカワ	鹿児島県	H	×
ウラセバル	福岡県1	オビアカ	×
ウラセバル	佐賀県	I	×
タノアカ	長崎県	F	×
タノメアサ	佐賀県	メアサ	×
タノメアサ	鹿児島県	タノアカ	×
ホンスギ	鹿児島県	アヤスギ	×
ヤブクグリ	佐賀県	K	×
ヤブクグリ	鹿児島県	メアサ	×

×は、解析に供さなかったプロット

「オビスギA」は、オビスギ系在来品種の中の、オビアカとは異なる1クローン

2.4　データの解析

福岡県・佐賀県・鹿児島県の現地適応試験地と長崎県の品種別展示林、計７林分で計測した11品種の28形質について、各林分の品種別平均値（Y_{ij}）をデータとして、以下の線型モデルで最小二乗法を用いた分散共分散分析を行った。

$$Y_{ij}=\mu+\alpha_i+\beta_j+\varepsilon_{ij}$$

ここに、μは集団の平均を表し、α_i、β_j、ε_{ij}、はそれぞれ、試験地の効果、品種の効果および誤差を表す。ただし一部の林分では、異なる品種として調査した個体がＤＮＡ分析により同一品種と判明したため、これらのデータは林分内の繰り返しとして扱った。

各形質について品種の影響を表す尺度として品種平均値の反復率を以下の式で算出した。

$$\text{品種平均値の反復率}=\sigma_{\circ}^2/(\sigma_{\circ}^2+\sigma_{\bullet}^2)$$

ここに、$\sigma_{\circ}^2$ は品種の分散成分、$\sigma_{\bullet}^2$ は誤差分散を表し、いずれも先の線型モデルを用いて分散分析した結果から推定した。

なお、付表に掲げた熊本営林局（現九州森林管理局）の品種別展示林の解析にも同様の方法を適用した。

3. 結果と考察（現地適応試験地）

3. 1 成長特性

3. 1. 1 樹高

樹高の測定結果を表3.1.1-1に示した。各品種の林分毎の変動係数は 3.3～13.7%であり、試験地別でみると鹿児島県の現地適応試験地での変動係数が大きい傾向を示していた。40年生で複数箇所に試験地のある５品種について、それぞれの品種平均をみると変動係数はいずれも10%前後であった。分散共分散分析の結果、試験地間ならびに品種間で１%の水準で有意差が認められ、品種平均値の反復率（≒遺伝率）は0.784と高かった（表4-2 参照）。

各品種の林分毎の樹高平均値を林齢で区分して図3.1.1-1に、最小二乗法を用いた分散共分散分析による各品種の樹高推定値を図3.1.1-2に示した。

表3.1.1-1. 樹高測定値の一覧

品種名	林齢	県名	最大値 m	最小値 m	平均 m	標準偏差 m	本数	変動係数 %
アヤスギ	40	福岡県	16.6	13.9	15.4	0.69	42	4.5
	40	佐賀県	19.7	14.9	16.9	1.29	40	7.6
	40	鹿児島県	23.5	12.9	17.2	2.18	20	12.7
40年生平均			23.5	12.9	16.3	1.53	102	9.4
	33	長崎県	12.1	10.2	11.1	0.62	20	5.6
ウラセバル	40	福岡県	23.6	20.5	21.6	0.71	22	3.3
	40	鹿児島県	22.7	14.6	18.1	1.91	20	10.5
40年生平均			23.6	14.6	20.0	2.26	42	11.3
オビアカ	40	福岡県	21.8	17.1	18.8	0.99	43	5.2
	33	長崎県	15.5	9.9	13.9	1.35	20	9.7
オビスギA	40	佐賀県	20.2	17.5	19.2	0.80	20	4.1
	40	鹿児島県	29.2	17.0	20.7	2.85	20	13.7
40年生平均			29.2	17.0	20.0	2.20	40	11.0
クモトオシ	40	佐賀県	20.6	17.5	19.7	1.01	20	5.1
	33	長崎県	16.7	13.8	15.2	0.90	20	6.0
メアサ	40	福岡県	18.6	14.3	16.3	0.90	42	5.5
	40	佐賀県	18.0	12.0	15.4	1.41	20	9.2
	40	鹿児島県	23.0	15.7	18.6	2.23	20	12.0
40年生平均			23.0	12.0	16.6	1.85	82	11.2
ヤブクグリ	40	福岡県	19.5	14.2	16.2	1.62	42	10.0
	40	佐賀県	19.7	16.2	17.9	0.98	20	5.5
	40	鹿児島県	19.8	13.3	16.7	1.76	20	10.5
40年生平均			19.8	13.3	16.7	1.66	82	9.9
	33	長崎県	12.2	9.2	10.7	0.90	20	8.4
イワオ	33	長崎県	16.2	13.7	14.7	0.60	20	4.1
キジン	33	長崎県	17.2	13.0	15.8	1.24	20	7.9
モトエ	33	長崎県	15.5	13.3	14.3	0.55	20	3.9
ネジカワ	40	佐賀県	13.7	11.6	13.1	0.63	20	4.8

最小二乗法による樹高推定値では、調査箇所が２林分以上の品種の中ではウラセバル・クモトオシ・オビスギＡ・オビアカが、そして１林分のみの参考データながらイワオ・キジン・モトエが高い値を示していた。

ネジカワは、宮島(1989)では晩生型とされているが、同じく晩生型とされているアヤスギやメアサと比べてもなお低い値を示していた。

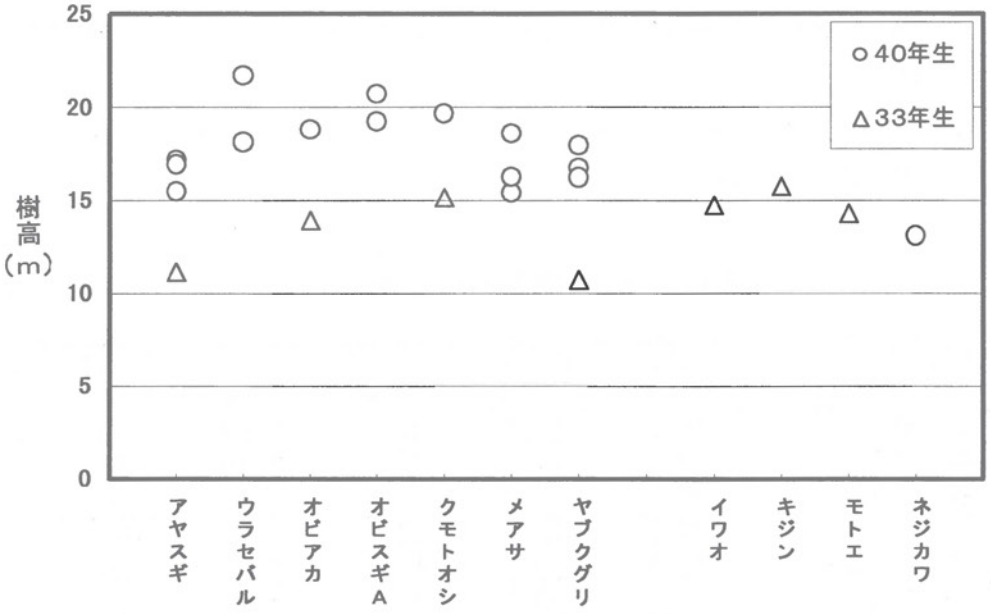


図3.1.1-1　樹高の林分平均値

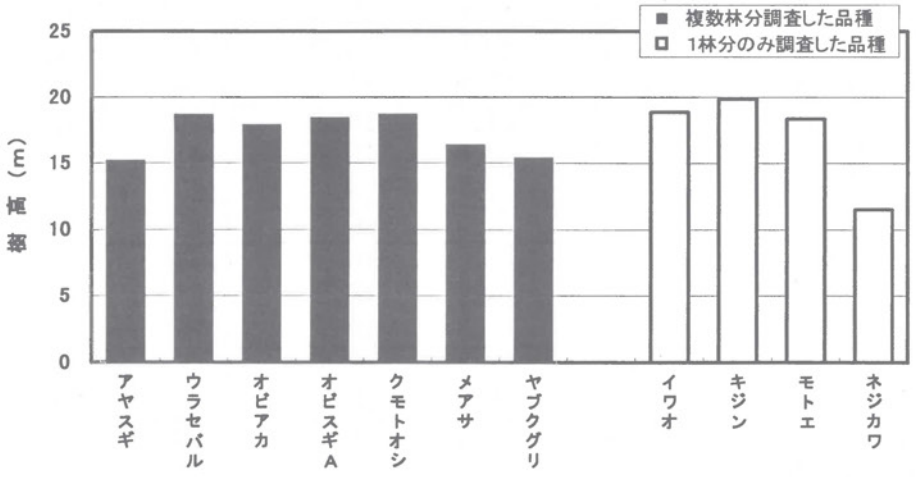


図3.1.1-2　最小二乗法による樹高推定値

3．1．2　胸高直径

胸高直径の測定結果を表3.1.2-1に示した。各品種の林分毎の変動係数は 6.6～20.4で、樹高の場合よりも概ね大きな値を示していたが、これは樹高がほとんど立地条件のみで変動するのに対して、胸高直径は立地条件の他に除・間伐といった密度管理の影響も受けるためと考えられた。分散共分散分析の結果、試験地間ならびに品種間で１％の水準で有意差が認められ、品種平均値の反復率は0.901と極めて高かった（表4-2 参照）。

各品種の林分毎の胸高直径平均値を林齢で区分して図3.1.2-1に、最小二乗法による各品種の胸高直径推定値を図3.1.2-2に示した。

表3.1.2-1　胸高直径測定値の一覧

品種名	林齢	県名	最大値 cm	最小値 cm	平均 cm	標準偏差 cm	本数	変動係数 %
アヤスギ	40	福岡県	27.9	18.1	23.0	2.43	42	10.6
	40	佐賀県	27.5	18.9	23.0	2.04	40	8.9
	40	鹿児島県	26.0	16.5	21.4	2.64	20	12.4
40年生平均			27.9	16.5	22.7	2.40	102	10.6
	33	長崎県	19.8	14.2	16.9	1.66	20	9.9
ウラセバル	40	福岡県	42.0	25.2	32.5	4.85	22	14.9
	40	鹿児島県	37.8	19.0	28.3	4.86	20	17.2
40年生平均			42.0	19.0	30.5	5.26	42	17.2
オビアカ	40	福岡県	38.0	18.7	28.5	4.38	43	15.4
	33	長崎県	27.6	20.2	24.1	1.93	20	8.0
オビスギA	40	佐賀県	29.7	18.7	24.3	3.14	20	12.9
	40	鹿児島県	34.7	18.2	26.3	4.66	20	17.7
40年生平均			34.7	18.2	25.3	4.05	40	16.0
クモトオシ	40	佐賀県	31.2	17.5	22.8	3.21	20	14.1
	33	長崎県	22.4	16.2	20.1	1.56	20	7.7
メアサ	40	福岡県	36.2	21.2	27.7	2.93	42	10.6
	40	佐賀県	30.0	17.1	21.6	2.68	20	12.4
	40	鹿児島県	33.3	16.1	22.1	4.52	20	20.4
40年生平均			36.2	16.1	24.8	4.41	82	17.8
ヤブクグリ	40	福岡県	30.2	19.2	23.3	2.11	42	9.0
	40	佐賀県	25.9	17.7	21.1	2.41	20	11.5
	40	鹿児島県	31.3	16.3	23.1	4.29	20	18.6
40年生平均			31.3	16.3	22.7	2.98	82	13.1
	33	長崎県	21.5	13.7	17.0	2.56	20	15.1
イワオ	33	長崎県	21.6	15.7	19.9	1.32	20	6.6
キジン	33	長崎県	31.5	15.5	23.0	3.71	20	16.1
モトエ	33	長崎県	31.0	20.0	26.3	2.68	20	10.2
ネジカワ	40	佐賀県	18.0	12.1	15.3	1.84	20	12.0

最小二乗法による胸高直径推定値では、ウラセバル・オビアカそしてモトエ・キジンが大きな値を示していた。一方、樹高成長の大きかったクモトオシ・イワオは、メアサ・アヤスギ・ヤブクグリと同程度であった。ネジカワは胸高直径でも小さな値を示していた。　分散共分散分析で共に有意な品種間差が認められた樹高と胸高直径の相関係数は0.831と１%水準で有意な相関が認められた（表4-4参照）。

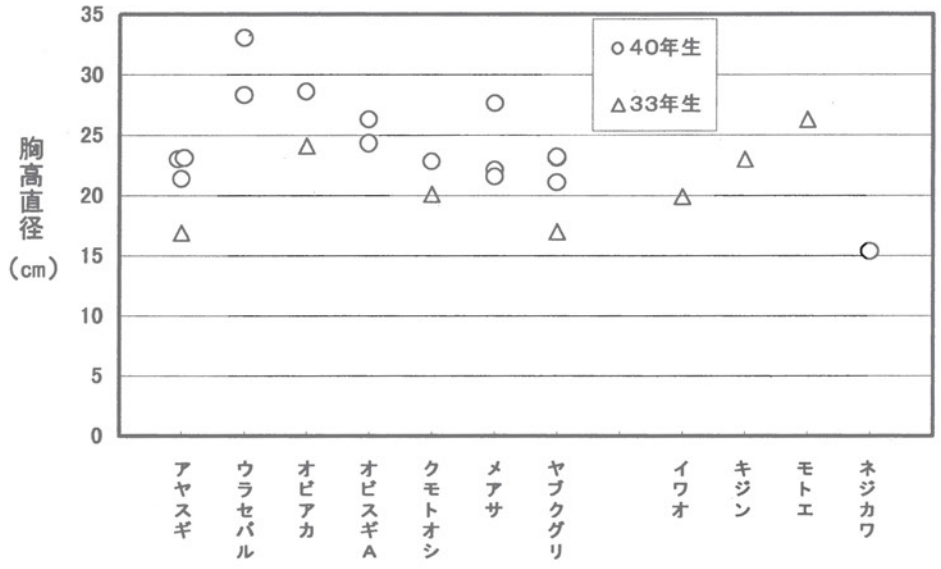


図3.1.2-1　胸高直径の林分平均値

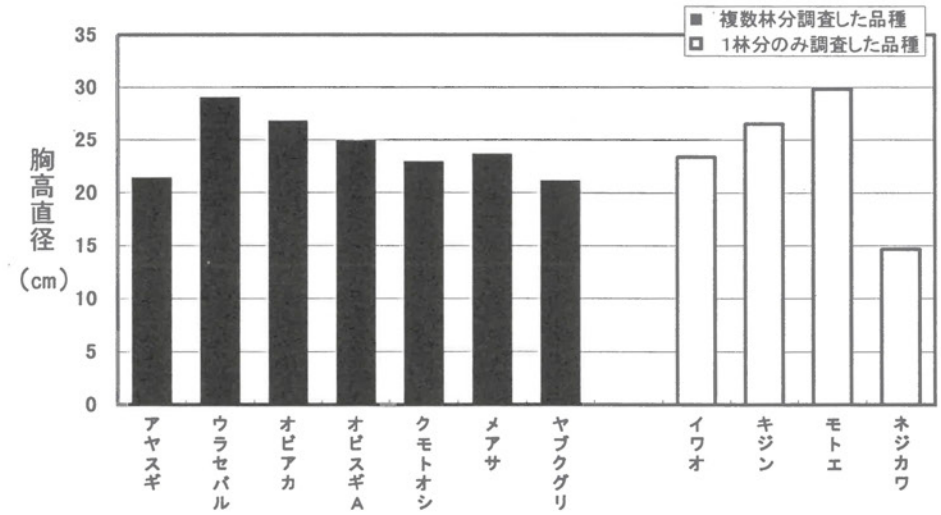


図3.1.2-2　最小二乗法による胸高直径推定値

最小二乗法による推定値によって求めた各品種の形状比（H／D_{BH}）を図3.1.2-3に示した。形状比100を越えるような品種は無かった。上述のように樹高成長の割に胸高直径の小さかったクモトオシ・イワオの他に、樹高・胸高直径共に小さかったネジカワの形状比が高く、細身の品種と言えた。一方、ウラセバル・モトエは直径成長も旺盛なので形状比が低い太めの品種と言えた。

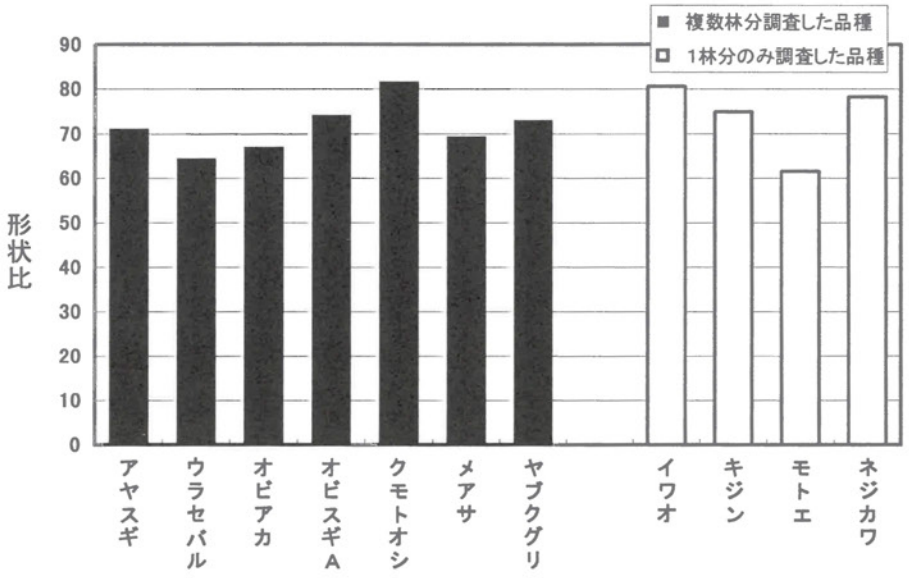


図3.1.2-3　最小二乗法による形状比（H／D）推定値

3.1.3 細り

細りは、分散分析の結果、有意な林分間差が認められたが、品種間差は有意でなかった。細り形質は樹高、胸高直径との相関係数が5%水準で有意であった。したがって、樹高、胸高直径との関係を加味した分析が必要と考えられる。

あえて細り形質の特徴的な部分を上げると、品種別の細りの林分平均値と最小二乗推定値はそれぞれ図3.1.3-1、図3.1.3-2のとおりである。ヤブクグリのように常に林分内の順位が一定の傾向を示す品種も見受けられた。

調査箇所が２林分以上の品種の最小二乗推定値は、数値の高い順にオビアカ、ウラセバル、クモトオシ、オビスギA、アヤスギ、メアサ、ヤブクグリであった。宮島（1989）によればアヤスギの樹幹は完満な特性を示し、ウラセバルはやや梢殺とされているが、最小二乗推定値ではウラセバルの完満性がアヤスギより高い傾向を示した。

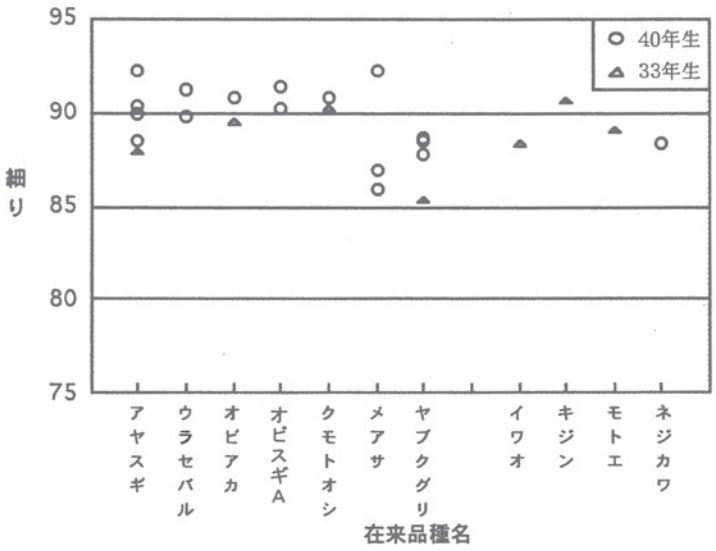


図3.1.3-1 細りの林分平均値

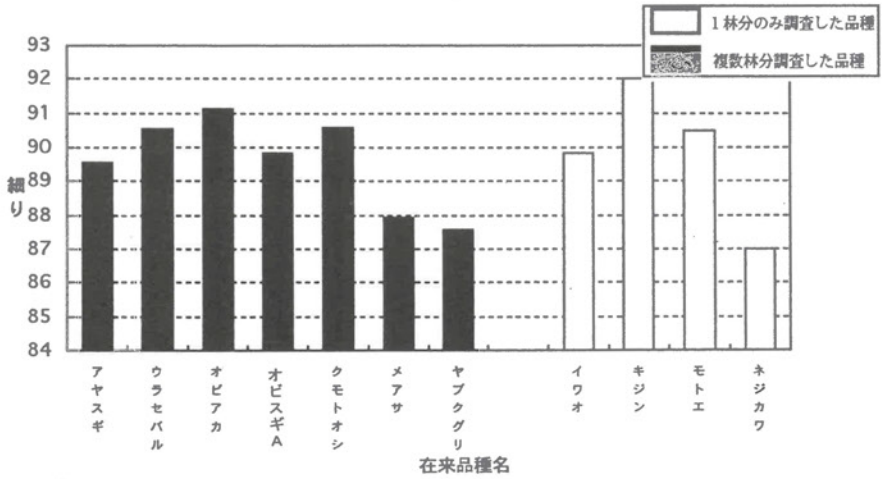


図3.1.3-2 品種別の細りの評点の最小二乗推定値

3.2 外部形態

3.2.1 真円率

真円率はクローン特性が出にくい形質といわれ、今回の調査でも分散分析の結果試験地間に差が認められたが、品種間に差は認められなかった。品種の平均値の反復率は-0.040と低い値を示した。品種別の最小二乗法による品種推定値を図3.2.1-1に示す。どの品種も真円率は110%以下と真円に近く、オビアカ（105.6%）とメアサ（106.5%）に若干のゆがみが見られた。

真円率と幹曲がり・根元曲がりとの品種相関係数はそれぞれ-0.465、0.108と、関係は見られなかった。また、個体別に曲がり形質との関係を見るため、福岡県の調査データから真円率と曲がり形質と傾斜角度の相関係数を算出した（表3.2.1-1）。個体別でも真円率と曲がり形質の関係は明らかにならなかった。

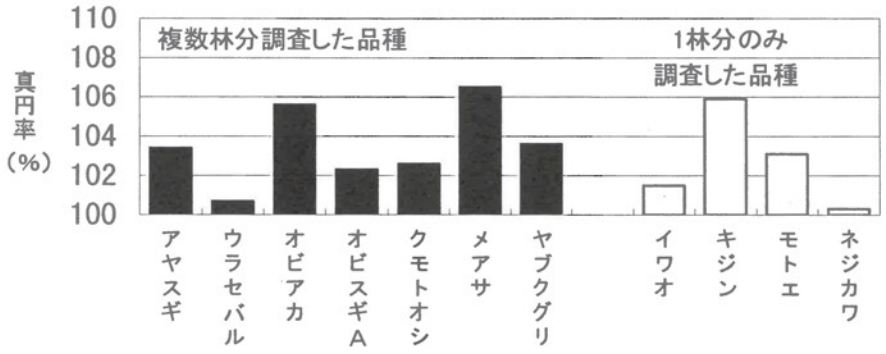


図3.2.1-1 真円率の最小二乗推定値

表3.2.1-1 個体別にみた真円率との相関係数

	根元曲がり	幹曲がり	傾斜角度
真円率	0.173	0.135	0.423

3.2.2 樹皮厚

樹皮厚・総樹皮厚の分散分析の結果、試験地間で差が認められたが、品種間では差は認められなかった。内樹皮厚・総樹皮厚の品種平均値の反復率はそれぞれ0.316、0.124であった。最小二乗法による品種推定値を図3.2.2-1に示す。ウラセバルの総樹皮厚が0.9mm と他の品種と比べて1mm 以上薄めであった。

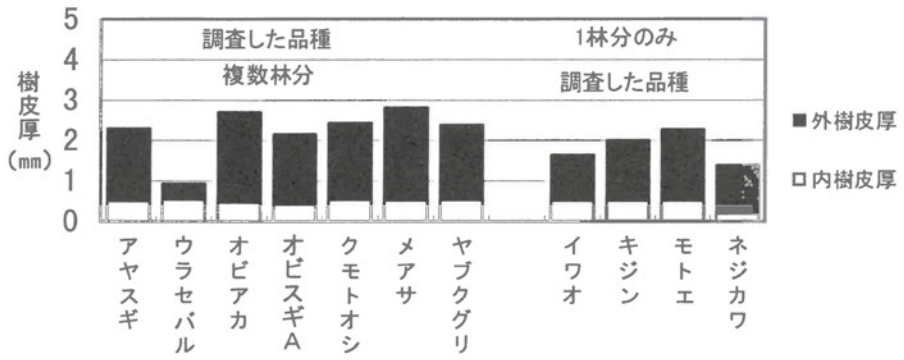


図3.2.2-1 樹皮厚の最小二乗推定値樹皮厚

3.2.3 根元曲がり

根元曲がりの最小二乗推定値を図3.2.3-1に示す。分散分析の結果、試験地間、品種間で差が認められ、品種の平均値の反復率は0.704であった。しかし、今回の調査結果では一番低い値を示したヤブクグリでさえ最小二乗推定値は3.9と高く、全ての品種で高い通直性を示した。幹曲がりと根元曲がりの品種相関係数は0.536であり、有意な関係は認められなかった。

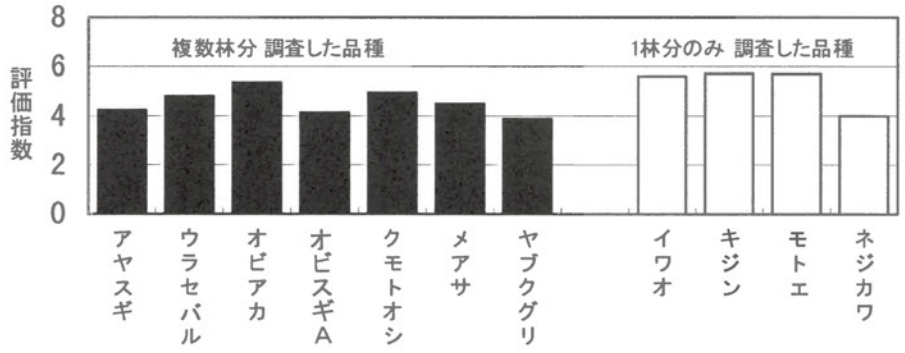


図3.2.3-1 根元曲がりの最小二乗推定値

3.3 内部形態

3.3.1 心材率

心材率の測定結果を表3.3.1-1に、また品種、林齢毎の林分平均値を図3.3.1-1に示した。同一品種、同一林分の変動係数は、長崎県のオビアカを除き10%以下と変動は小さく、さらに品種別の変動係数もウラセバル、オビアカ、オビスギAを除き10%以下であった。また、33年生、40年生両方の林齢を調査した品種では、33年生が低い値を示した。

心材率は、分散分析の結果、有意な品種間差があり、品種平均値の反復率は 0.689であった。最小二乗推定値を図3.3.1-2に示した。

次に、胸高直径と心材率の関係を図3.3.1-3に示した。胸高直径が大きくなると心材率も高くなっており、明らかな正の相関がみられた。林齢別にも同様の相関を示した（表3.3.1-2）。したがって、同林齢、同胸高直径階別に心材率を比較すると（図3.3.1-4）、ほぼ推定値と同様に、オビアカが高く、次いでヤブクグリ、アヤスギが高かった。

表3.3.1-1 心材率測定値の一覧

品種名	林齢	県名	最大値	最小値	平均	標準偏差	個数	変動係数
アヤスギ	33	長崎県	66.3	57.6	60.6	4.0	3	6.66
	40	佐賀県	63.2	60.2	62.4	1.0	6	1.64
	40	鹿児島県	70.2	68.4	69.4	0.8	3	1.11
	40	福岡県	77.9	69.3	72.9	3.4	6	4.66
平均			77.9	57.6	66.8	5.8	18	8.68
ウラセバル	40	鹿児島県	64.5	55.0	60.0	3.9	3	6.48
	40	福岡県	76.0	73.2	74.4	1.2	3	1.56
平均			76.0	55.0	67.2	7.8	6	11.54
オビアカ	33	長崎県	72.5	55.0	65.4	7.5	3	11.51
	40	福岡県	79.8	75.4	78.3	1.7	6	2.14
平均			79.8	55.0	74.0	7.6	9	10.25
オビスギA	40	佐賀県	61.7	57.8	59.9	1.6	3	2.68
		鹿児島県	76.2	61.2	70.3	6.6	3	9.35
平均			76.2	57.8	65.1	7.1	6	10.91
クモトオシ	33	長崎県	65.0	56.7	60.2	3.5	3	5.88
	40	佐賀県	68.5	60.9	63.8	3.3	3	5.25
平均			68.5	56.7	62.0	3.9	6	6.29
メアサ	40	佐賀県	66.3	60.5	63.2	1.9	6	3.06
	40	鹿児島県	67.5	65.9	66.5	0.8	3	1.14
	40	福岡県	77.7	73.6	75.1	1.5	6	1.97
平均			77.7	60.5	68.6	5.6	15	8.20
ヤブクグリ	33	長崎県	65.7	59.9	63.0	2.4	3	3.83
	40	佐賀県	68.1	65.6	66.8	1.0	3	1.50
	40	鹿児島県	71.1	59.4	66.8	5.2	3	7.86
	40	福岡県	77.1	70.1	72.7	2.3	6	3.17
平均			77.1	59.4	68.4	4.8	15	7.03
イワオ	33	長崎県	68.8	67.6	68.2	0.5	3	0.73
キジン	33	長崎県	71.2	61.9	67.6	4.1	3	6.04
モトエ	33	長崎県	75.4	71.5	73.2	1.6	3	2.19
ネジカワ	40	佐賀県	56.0	51.7	53.8	1.7	3	3.24
総平均			79.8	51.7	67.6	6.8	87	10.13

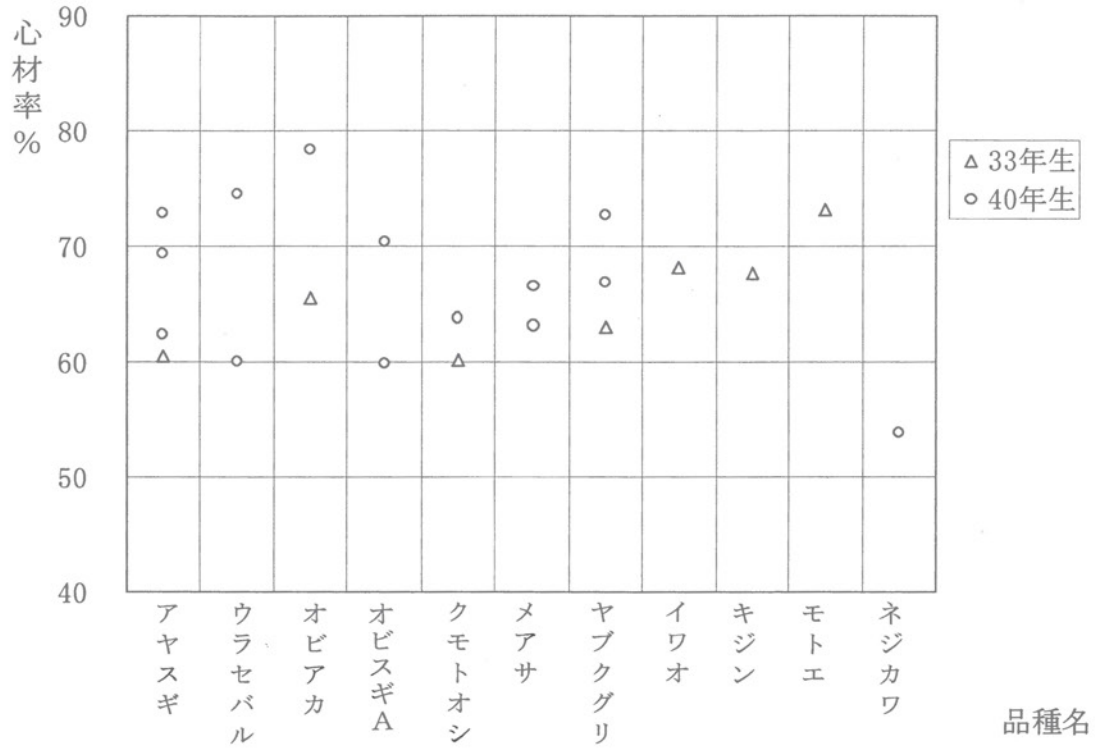


図3. 3. 1-1 心材率の林分平均値

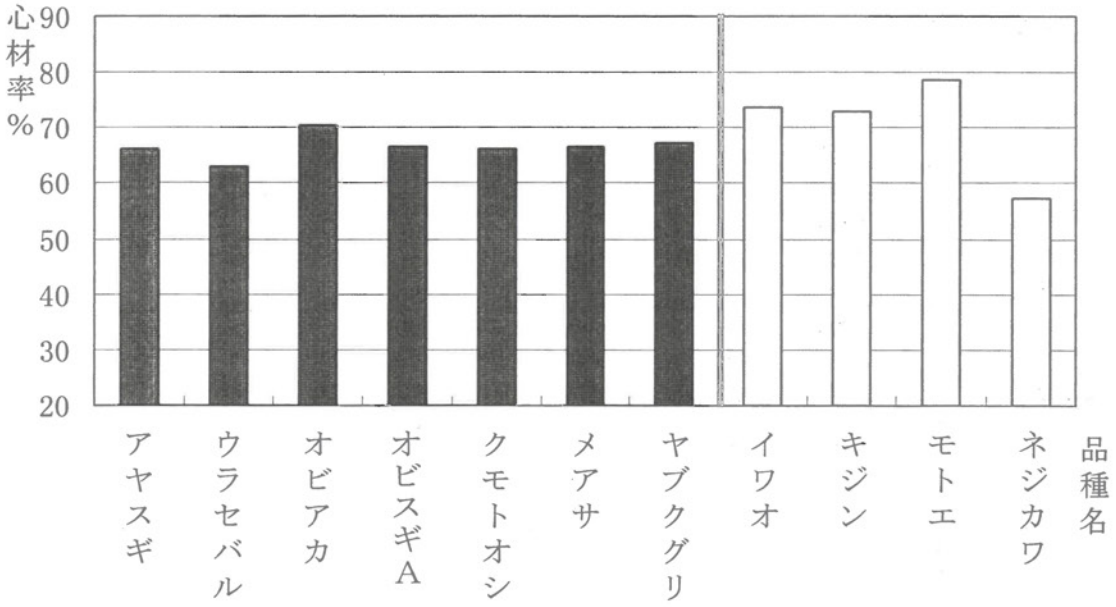


図3. 3. 1-2 心材率の最小二乗推定値

表3. 3. 1-2 胸高直径と心材率の相関

林齢	相関係数 r	データ数	無相関の検定（t 検定）
33年生	0. 618	21	[**]
40年生	0. 681	66	[**]
全林齢	0. 675	87	[**]

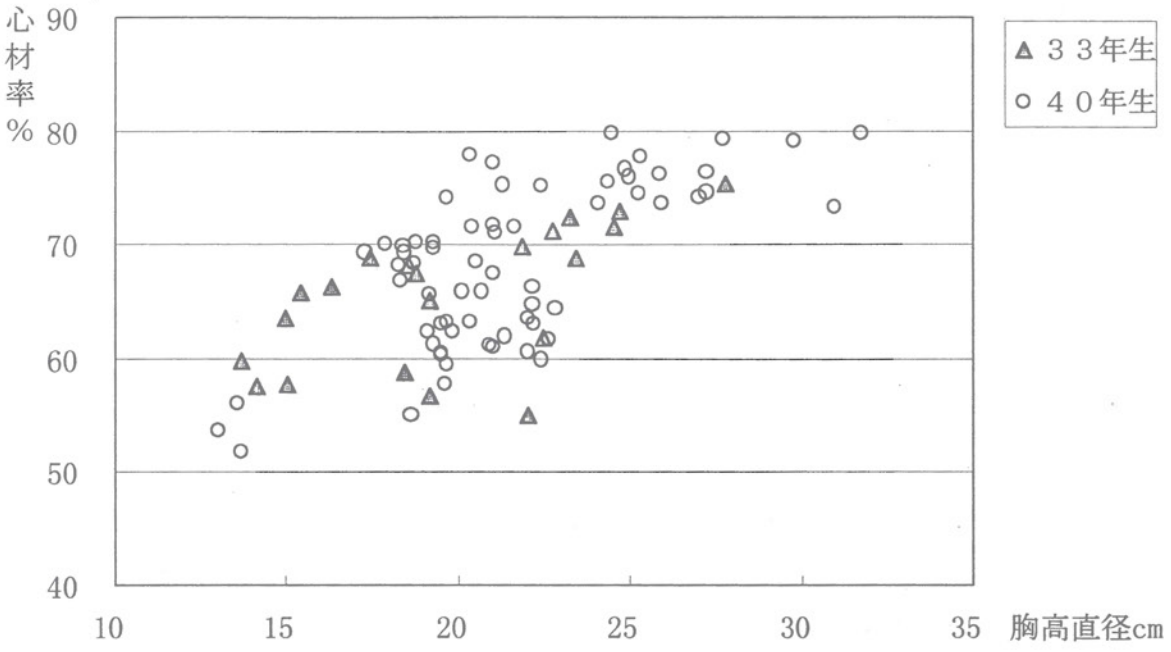


図3. 3. 1-3 胸高直径と心材率の関係

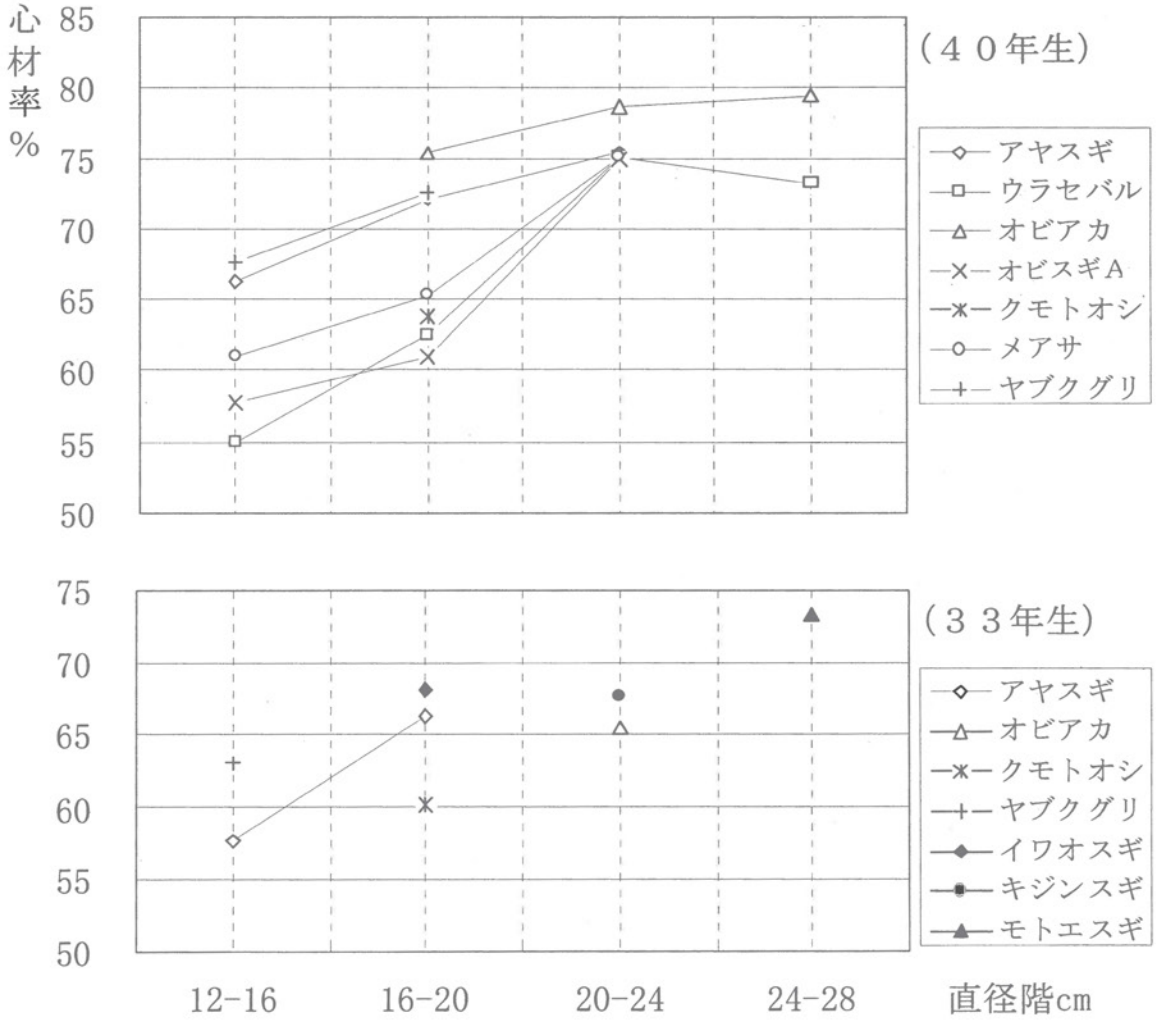


図3. 3. 1-4 胸高直径階別の心材率

3.3.2 晩材率

晩材率の測定は、前述のとおり、外側から10本目の年輪を起点として、内側の10年輪について行った。ただし、33年生については、40年生と測定年輪を合わせるため、外側から３本目の年輪を起点としたので、33,40年生共に21～30年生時の年輪を測定した。

測定結果を表3.3.2-1に、また品種毎の林分平均値を図3.3.2-1に示した。変動係数は、ほとんどの林分で10%を超え、最大42%と変動が大きかった。また、佐賀県の林分では、測定した全ての品種で他の林分に比べて飛び抜けて高い値を示した。

分散分析の結果、晩材率は有意な品種間差があり、品種平均値の反復率は0.785であった。最小二乗推定値を図3.3.2-2に示した。

また、年輪幅と晩材幅、早材幅の関係を図3.3.2-3に示した。年輪幅と早材幅には高い相関がみられたが、晩材幅とは相関はなかった（表3.3.2-2）。つまり、今回測定した年輪箇所では、年輪幅が広いと早材幅も広くなるが、晩材幅はほぼ一定であった。したがって、測定した21～30年生時の肥大成長が大きかった品種ほど晩材率が低く、逆に悪かった品種ほど高くなったと言える。

表3.3.2-1 晩材率測定値一覧

			平均年輪幅（mm）		晩材率（%）					
品種名	林齢	県名	全年輪	晩材幅	最大値	最小値	平均	標準偏差	個数	変動係数
アヤスギ	33	長崎県	1.30	0.41	37.6	26.0	32.5	4.84	3	14.9
	40	佐賀県	2.04	1.04	57.4	38.7	51.6	6.36	6	12.3
		鹿児島県	1.85	0.48	30.0	22.9	25.7	3.10	3	12.1
		福岡県	1.80	0.40	30.2	18.2	22.1	4.45	6	20.1
平均			1.80	0.63	57.4	18.2	34.3	13.72	18	40.0
ウラセバル	40	鹿児島県	2.93	0.32	14.6	6.6	10.6	3.26	3	30.7
		福岡県	3.16	0.58	23.0	12.7	18.4	4.27	3	23.2
平均			3.04	0.45	23.0	6.6	14.5	5.44	6	37.5
オビアカ	33	長崎県	3.79	0.88	27.6	18.6	23.7	3.79	3	16.0
	40	福岡県	2.79	0.51	24.6	13.6	19.2	4.59	6	23.9
平均			3.12	0.63	27.6	13.6	20.7	4.83	9	23.3
オビスギA	40	佐賀県	2.52	0.98	40.4	37.2	39.0	1.35	3	3.5
		鹿児島県	3.08	0.46	15.6	13.6	14.7	0.85	3	5.8
平均			2.80	0.72	40.4	13.6	26.9	12.20	6	45.4
クモトオシ	33	長崎県	2.82	0.63	24.1	20.1	22.5	1.77	3	7.8
	40	佐賀県	1.75	0.72	45.4	36.0	42.0	4.26	3	10.1
平均			2.28	0.67	45.	20.1	32.2	10.25	6	31.8
メアサ	40	佐賀県	2.33	0.98	52.1	37.6	42.2	4.68	6	11.1
		鹿児島県	2.49	0.25	15.8	5.9	10.0	4.22	3	42.2
		福岡県	2.96	0.52	24.1	13.5	17.7	3.49	6	19.7
平均			2.61	0.65	52.1	5.9	26.0	14.19	15	54.7
ヤブクグリ	33	長崎県	1.94	0.51	28.2	24.4	26.2	1.56	3	6.0
	40	佐賀県	2.52	1.05	45.6	37.7	42.3	3.30	3	7.8
		鹿児島県	3.14	0.74	29.4	20.3	23.4	4.21	3	18.0
		福岡県	2.72	0.59	31.1	16.3	22.8	6.07	6	26.7
平均			2.61	0.69	45.6	16.3	27.5	8.78	15	32.0
イワオ	33	長崎県	2.14	0.73	39.2	27.5	34.8	5.18	3	14.9
キジン	33	長崎県	3.46	0.83	30.9	19.4	24.0	4.98	3	20.8
モトエ	33	長崎県	3.35	0.61	20.2	14.6	18.2	2.59	3	14.2
ネジカワ	40	佐賀県	1.56	0.83	56.1	50.8	53.4	2.14	3	4.0
総平均			2.52	0.66	57.4	5.9	28.0	12.93	87	46.1

表3.3.2-2 年輪幅と晩材幅、早材幅、晩材率の相関

	相関係数	無相関検定（t検定）
晩材幅	0.101	[ ]
早材幅	0.940	[**]
晩材率	-0.530	[**]

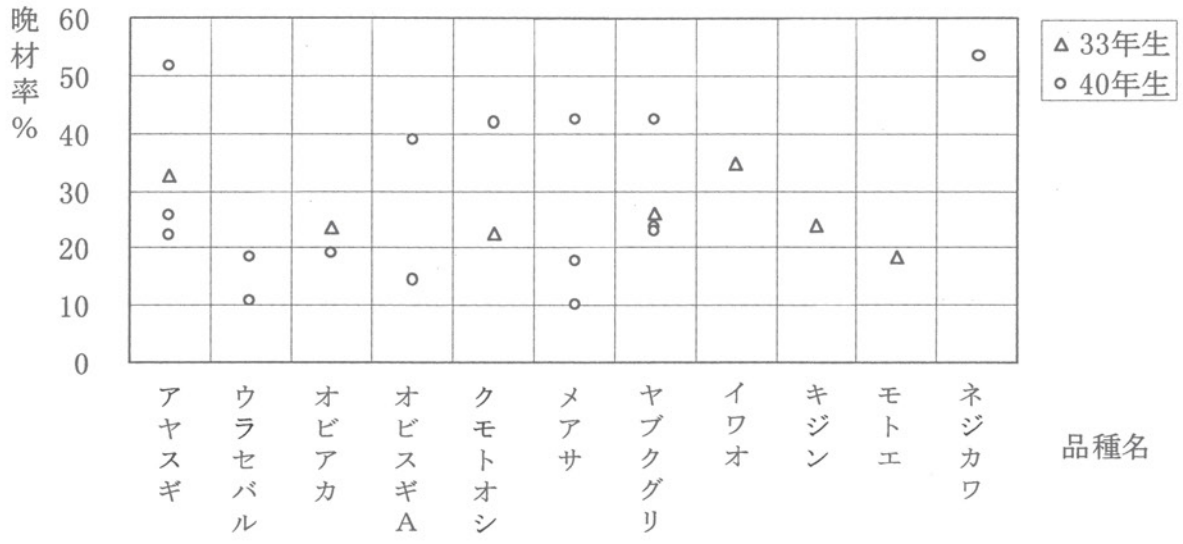


図3.3.2-1 晩材率の林分平均値

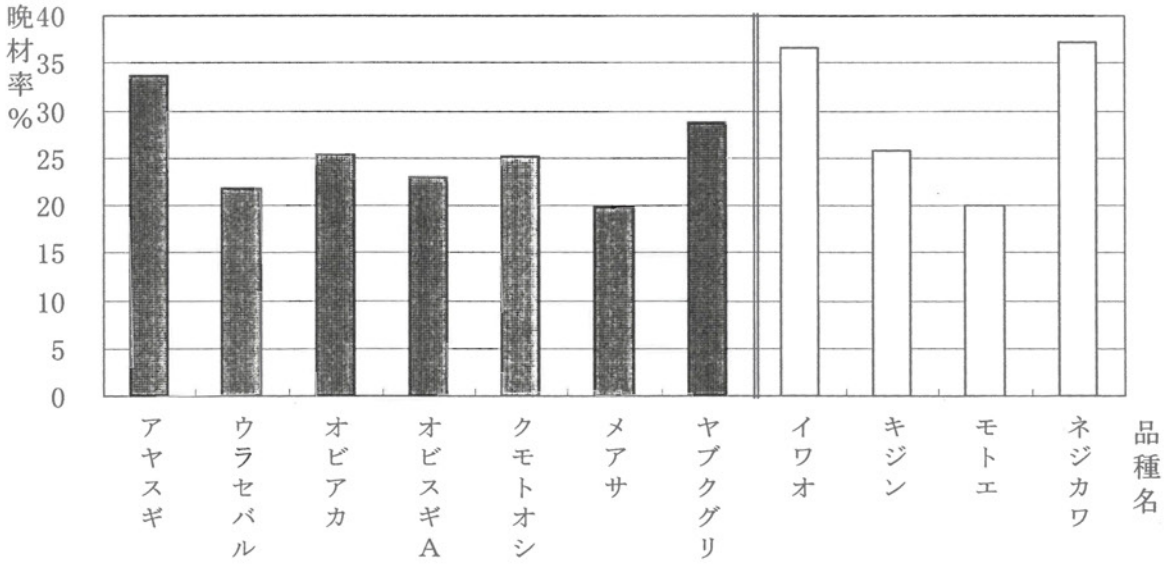


図3.3.2-2 晩材率の最小二乗推定値

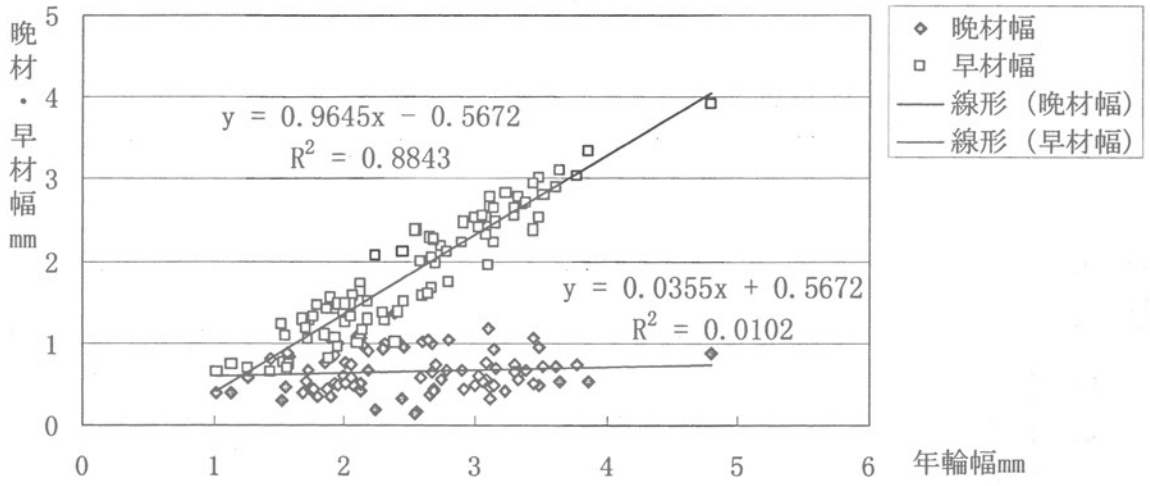


表3.3.2-2 年輪幅と晩材幅、早材幅、晩材率の相関

3.3.3 心材色

3.3.3.1 心材色測定値

心材色の測定方法は前述したとおりであるが、長崎県のデータは違う表色系で測定されているため、今回の集計から除外した。また、佐賀県のデータは、他機関のデータと大きく異なった。これは、測定機器が異なったためと考えられたので、同じく分析から除外した。両県とも目視評点のデータについては、参考値として示した(表3.3.3.1-2)。

L*a*b*表色系では、L*値は明るさを表し、黒の０から純白の 100までの数値で示される。a*値は、＋側は赤色、－側は緑色、b*値は、＋側は黄色、－側は青色の度合いがそれぞれ強いことを示す。a*値、b*値とも数値が大きいほど色が鮮やかになり、０に近いほどくすんだ色になるため灰色に近くなる。目視の評点値は、黒：１、中間：３、赤：５の３段階で評価した値である。表3.3.3.1-1に測定した各品種の林分平均値と変動係数を、表3.3.3.1-2に目視評点値を示した。また、図3.3.3.1-1と図3.3.3.1-2に、品種別に心材色測定値の林分平均値と最小二乗推定値を示した。

1) L*

表3.3.3.1-1のとおり、L*値は生材、気乾材ともに、生材の福岡県のウラセバルを除き変動係数が10%以下と同一品種の林分内のばらつきは小さかった。分散分析の結果、生材、気乾材ともに有意な林分間差が認められたが、品種間では有意な差は認められたなかった。

また、生材と比べ気乾材の値は全ての林分で増加し、特に福岡県の林分では鹿児島県の林分に比べ、増加が著しかった。これは、福岡県の生材時の測定値が全ての品種で低かったためで、含水率の差がL*値に影響したと考えられる。

2) a*

a*値の変動係数は、10林分のうち生材で４林分、気乾材で２林分が10%を超え、同一品種の林分内のばらつきはL*値より大きかった。分散分析の結果、生材、気乾材ともに有意な林分間差が認められたが、品種間差は認められなかった。

また、気乾材は生材に比べ全ての林分で値が減少した。

3) b*

b*値は、生材、気乾材ともに、生材の福岡県のオビアカを除き、変動係数が10以下と同一品種の林分内のばらつきは小さかった。分散分析の結果、生材、気乾材ともに有意な林分間差が認められたが、品種間差は認められなかった。

また、気乾材は生材に比べ、全ての林分で値が減少し、分布の範囲も小さくなった。

4) 目視評点

目視評点は、分散分析の結果、生材、気乾材ともに有意な林分間差が認められたが、品種間差は有意ではなかった。しかしながら、表3.3.3.1-2に示すとおり、目視によってアヤスギ、ウラセバル、メアサについては、生材、気乾材とも赤と判定されており、推定値もこの３品種が高かった。

3.3.3.2 品種の評価

今回の調査では、前述のとおりいずれの測定値も有意な品種間差が認められなかったが、目視評点の推定値と、それと相関が認められたL*値の推定値により、アヤスギ、オビスギA、メアサは赤心系の品種と考えられる。

表3.3.3-1 心材色測定値一覧（板目面）

		L*			a*			b*		
品種	県名	生材	乾材	増減	生材	乾材	増減	生材	乾材	増減
アヤスギ	鹿児島県	64.8 (3.8)	69.7 (0.6)	4.9	12.7 (12.0)	11.2 (6.2)	△ 1.5	29.5 (0.3)	23.4 (0.8)	△ 6.0
	福岡県	51.8 (3.5)	70.2 (2.2)	18.4	17.6 (5.4)	13.5 (6.4)	△ 4.0	26.9 (3.9)	23.6 (1.3)	△ 3.4
平均		56.2 (11.5)	70.1 (1.9)	13.9	15.9 (16.2)	12.7 (10.8)	△ 3.2	27.8 (5.3)	23.5 (1.2)	△ 4.2
ウラセバル	鹿児島県	61.1 (1.0)	65.5 (2.7)	4.4	13.9 (11.4)	9.8 (2.3)	△ 4.2	29.0 (5.6)	23.2 (3.8)	△ 5.9
	福岡県	40.4 (11.7)	67.2 (4.4)	26.8	14.6 (4.3)	12.0 (18.6)	△ 2.7	26.2 (8.2)	21.4 (6.0)	△ 4.8
平均		50.7 (21.5)	66.3 (3.9)	15.6	14.3 (8.8)	10.9 (17.7)	△ 3.4	27.6 (8.6)	22.3 (6.3)	△ 5.3
オビアカ	福岡県	43.8 (14.9)	71.1 (3.4)	27.3	13.1 (12.2)	10.4 (7.4)	△ 2.7	24.8 (11.4)	21.4 (2.3)	△ 3.4
オビスギA	鹿児島県	59.3 (3.9)	66.8 (4.6)	7.5	14.4 (2.6)	8.8 (9.4)	△ 5.6	27.6 (6.5)	21.7 (3.8)	△ 5.9
メアサ	鹿児島県	65.9 (0.9)	69.3 (2.4)	3.3	12.9 (5.5)	10.3 (8.0)	△ 2.6	29.3 (3.0)	23.0 (3.9)	△ 6.3
	福岡県	53.1 (2.1)	73.2 (2.2)	20.1	14.2 (11.1)	10.9 (7.0)	△ 3.4	26.1 (6.9)	21.0 (3.8)	△ 5.1
平均		57.4 (10.7)	71.9 (3.4)	14.5	13.8 (10.9)	10.7 (7.7)	△ 3.1	27.1 (8.1)	21.7 (5.8)	△ 5.5
ヤブクグリ	鹿児島県	57.3 (2.3)	61.6 (2.6)	4.3	14.2 (5.9)	10.2 (14.8)	△ 4.1	29.3 (3.6)	22.4 (1.8)	△ 6.9
	福岡県	45.7 (3.6)	66.9 (1.7)	21.2	14.1 (3.7)	13.8 (5.4)	△ 0.3	23.8 (2.2)	22.3 (2.6)	△ 1.5
平均		49.6 (11.4)	65.1 (4.3)	15.5	14.1 (4.6)	12.6 (16.0)	△ 1.6	25.6 (10.6)	22.3 (2.4)	△ 3.3
総平均		52.7 (16.1)	68.8 (5.3)	16.1	14.3 (12.9)	11.4 (16.5)	△ 3.0	26.7 (9.5)	22.3 (5.2)	△ 4.5

注：（　）内は変動係数

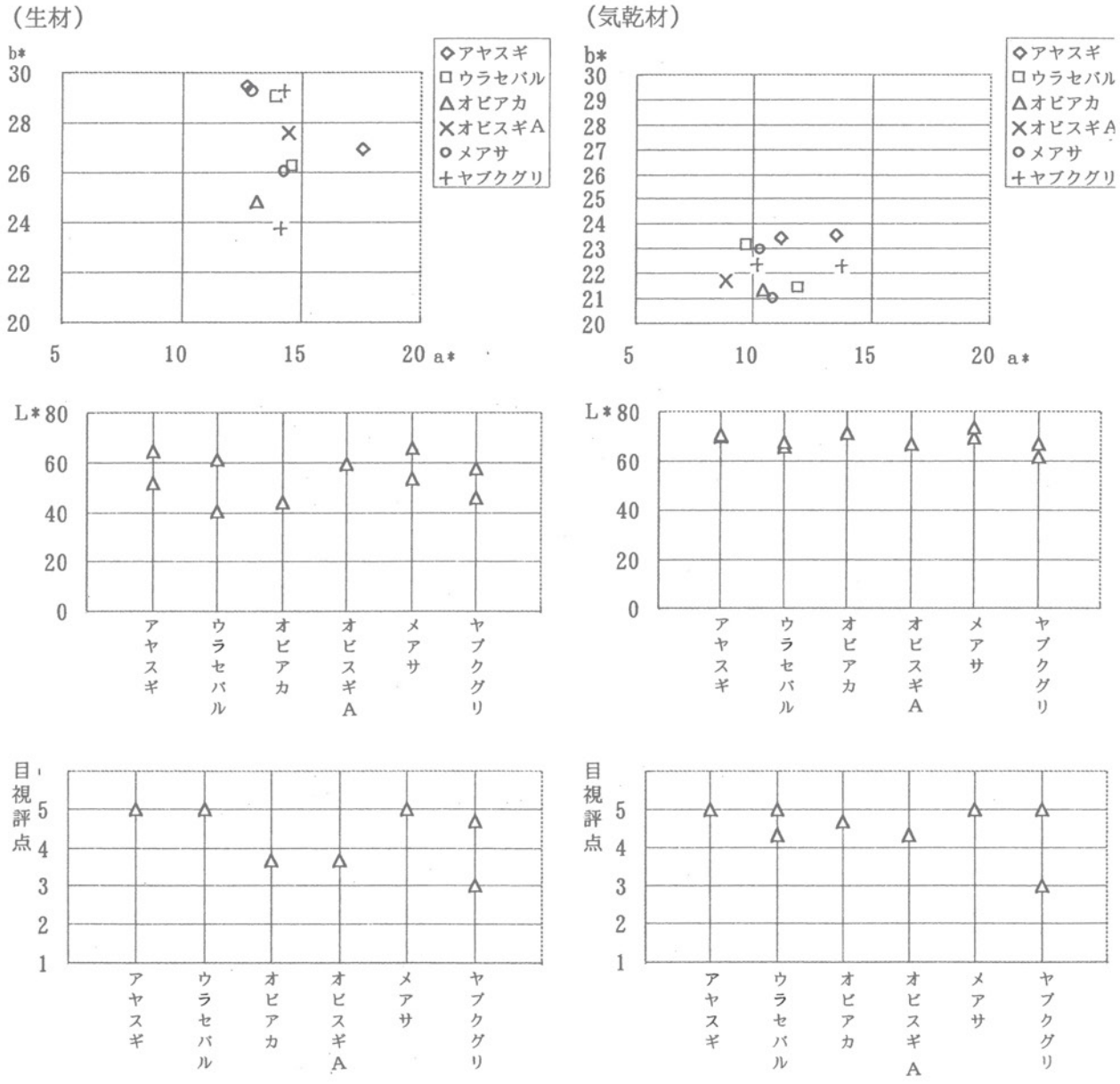


図3. 3. 3. 1-1　心材色の林分平均値

表3.3.3.1-2　目視評点値の一覧

（色彩色差計の測定値があるもの）

品種	林齢	県名	個数	目視評点 生材	乾材	増減
アヤスギ	40	鹿児島県	3	5.0	5.0	0.0
		福岡県	6	5.0	5.0	0.0
平均			9	5.0	5.0	0.0
ウラセバル	40	鹿児島県	3	5.0	5.0	0.0
		福岡県	3	5.0	4.3	△ 0.7
平均			6	5.0	4.7	△ 0.3
オビアカ	40	福岡県	6	3.7	4.7	1.0
オビスギ㊗	40	鹿児島県	3	3.7	4.3	0.7
メアサ	40	鹿児島県	3	5.0	5.0	0.0
		福岡県	6	5.0	5.0	0.0
平均			9	5.0	5.0	0.0
ヤブクグリ	40	鹿児島県	3	3.0	3.0	0.0
		福岡県	6	4.7	5.0	0.3
平均			9	4.1	4.3	0.2
総平均			42	4.5	4.7	0.2

（注）評点値：赤＝5，中間＝3，黒＝1

（色彩色差計の測定値を除外したもの）

品種	林齢	県名	個数	目視評点 生材	乾材	増減
アヤスギ	33	長崎県	3	4.3	3.0	△ 1.3
	40	佐賀県	6	5.0	5.0	0.0
平均			9	4.8	4.3	△ 0.4
オビアカ	33	長崎県	3	3.7	3.0	△ 0.7
オビスギ㊗	40	佐賀県	3	4.3	4.3	0.0
クモトオシ	33	長崎県	3	1.7	2.3	0.7
	40	佐賀県	3	4.3	4.3	0.0
平均			6	3.0	3.3	0.3
メアサ	40	佐賀県	6	4.0	4.0	0.0
ヤブクグリ	33	長崎県	3	2.3	2.3	0.0
	40	佐賀県	3	5.0	5.0	0.0
平均			6	3.7	3.7	0.0
イワオ	33	長崎県	3	2.3	1.0	△ 1.3
キジン	33	長崎県	3	2.3	1.7	△ 0.7
モトエ	33	長崎県	3	1.0	1.0	0.0
ネジカワ	40	佐賀県	3	5.0	5.0	0.0
総平均			45	3.6	3.4	△ 0.2

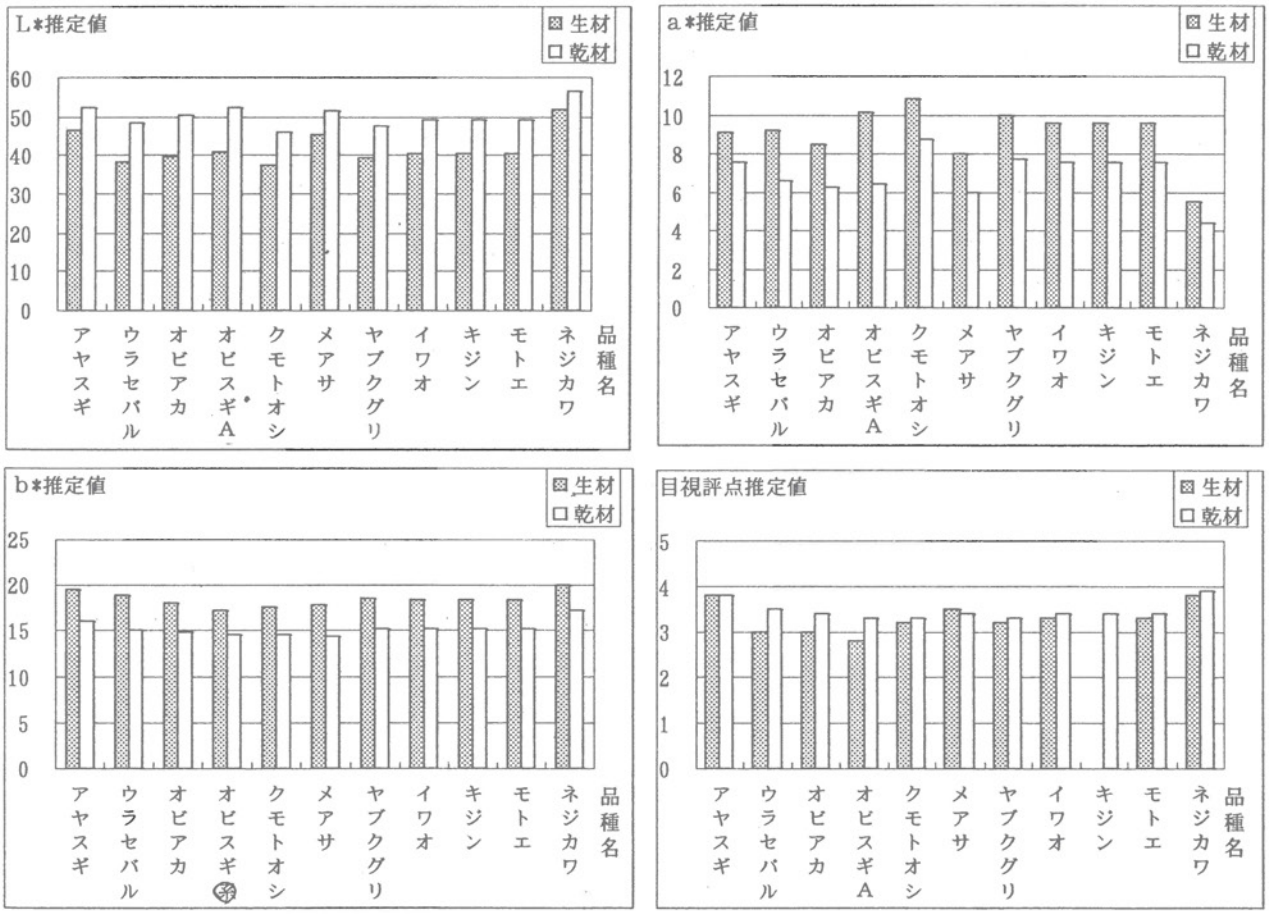


図3.3.3.1-2　心材色測定値の最小二乗推定値

3.4 材質特性

3.4.1 容積密度

各調査地及び品種別容積密度の測定結果を、表3.4.1-1に示した。いずれも髄側から10年輪おきに浮力法で測定し、一調査地あたり３本ずつの平均をとったものである。

一般にスギ材の容積密度は、0.200g/cm^3～0.450g/cm^{3}の値を示し、品種や幹の部位によって著しい変異を示すといわれている[1]。 今回の調査結果についても、ほとんどの品種が0.300～0.400g/cm^{3}の間に分布しており、これらと一致する結果が得られた。

表3.4.1-1 容積密度の年輪方向の変化

試験地名	林齢	品種名	0～10年輪 A	11～20年輪	21～30年輪 B	31年輪以上	平均
佐賀県	40	アヤスギ	0.359	0.363	0.323	0.339	0.346
佐賀県	40	アヤスギ	0.376	0.361	0.356	0.361	0.364
鹿児島県	40	アヤスギ	0.396	0.377	0.369	0.368	0.378
長崎県	33	アヤスギ	0.373	0.363	0.382		0.373
福岡県	40	アヤスギ	0.381	0.355	0.375	0.442	0.388
長崎県	33	イワオスギ	0.319	0.329	0.340		0.329
鹿児島県	40	ウラセバル	0.290	0.274	0.275	0.362	0.300
福岡県	40	ウラセバル	0.319	0.299	0.306	0.355	0.320
長崎県	33	オビアカ	0.340	0.303	0.302		0.315
福岡県	40	オビアカ	0.337	0.317	0.326	0.479	0.365
佐賀県	40	オビスギA	0.319	0.304	0.288	0.311	0.305
鹿児島県	40	オビスギA	0.337	0.328	0.317	0.355	0.334
長崎県	33	キジンスギ	0.332	0.309	0.303		0.315
佐賀県	40	クモトオシ	0.331	0.330	0.287	0.293	0.310
長崎県	33	クモトオシ	0.322	0.305	0.321		0.316
佐賀県	40	ネジカワ	0.367	0.341	0.366	0.365	0.360
佐賀県	40	メアサ	0.334	0.302	0.309	0.313	0.314
佐賀県	40	メアサ	0.316	0.302	0.290	0.302	0.302
鹿児島県	40	メアサ	0.351	0.284	0.278	0.324	0.309
福岡県	40	メアサ	0.324	0.289	0.285	0.310	0.302
長崎県	33	モトエスギ	0.335	0.279	0.297		0.304
佐賀県	40	ヤブクグリ	0.368	0.317	0.333	0.359	0.344
鹿児島県	40	ヤブクグリ	0.424	0.341	0.332	0.355	0.363
長崎県	33	ヤブクグリ	0.377	0.326	0.348		0.350
福岡県	40	ヤブクグリ	0.408	0.355	0.338	0.394	0.374
全平均			0.349	0.322	0.322	0.355	0.337

容積密度は、分散分析の結果、有意な林分間差と品種間差があり、品種平均値の反復率は0.960であった。（表4-2）

今回調査したデータの試験地間誤差や反復数の差を補正した、容積密度の品種別最小二乗推定値を図3.4.1-1に示した。

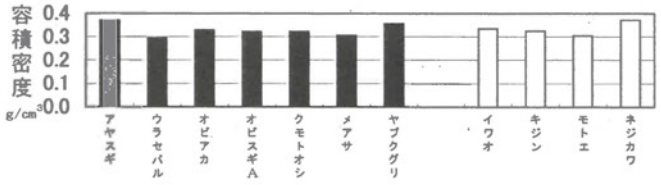


図3.4.1-1 最小二乗法による容積密度の推定値

比較的容積密度の高い品種は、ネジカワ、アヤスギで、いずれも晩生型の品種である。また、中位で平均値を上回っている品種にヤブクグリ、イワオがあり、ついで0.320g/cm^{3}前後にオビアカ、キジン、クモトオシ、オビスギAなど、早生～中生型の４品種が集まっている。メアサ、モトエ、ウラセバルの３品種は、0.300g/cm^{3}前後であった。

各形質との相関関係を見ると（表3.4.1-2）、樹高、胸高直径、含水率、晩材率との相関係数が比較的高く、それぞれ-0.751、-0.785、-0.903、0.889となっている。このことから、容積密度は、成長が遅く含水率が低い品種ほど、また、晩材率が高い品種ほど、高くなる傾向が見られた。

小田ら[2]は、スギ品種別の容積密度は、ホンスギ、アヤスギ、ヤブクグリで高く、クモトオシ、メアサ、ヒゴメアサで低い値を示し、晩材率との間に高い正の相関関係が認められたとしており、今回の結果は、これとほぼ同様であった。

表3.4.1-2 各形質相互の相関係数

調査形質	容積密度	含水率平均	含水率心材	含水率白線帯	含水率辺材	晩材率	心材色気乾L	心材色気乾a	心材色気乾b	心材色気乾目視	心材色生材L	心材色生材a	心材色生材b	心材色生材目視	ヤング率
樹高	−0.751	0.879	0.818	0.208	0.813	−0.626	−0.468	0.217	−0.745	−0.524	−0.695	0.523	−0.683	−0.694	0.677
胸高直径	−0.785	0.820	0.687	0.337	0.897	−0.725	−0.289	−0.007	−0.578	−0.343	−0.530	0.262	−0.437	−0.595	0.474
細り	−0.336	0.555	0.482	0.200	0.591	−0.210	−0.082	0.187	−0.199	0.071	−0.327	0.270	−0.154	−0.305	0.725
心材率	−0.215	0.305	0.399	−0.246	0.262	−0.288	−0.220	0.271	−0.394	−0.355	−0.271	0.328	−0.352	−0.205	0.095
真円率	−0.106	−0.006	0.067	−0.372	0.065	−0.352	0.075	−0.099	−0.375	−0.185	0.158	−0.155	−0.294	0.145	−0.221
内樹皮厚	−0.236	0.349	0.299	−0.044	0.394	−0.319	−0.669	0.718	−0.503	−0.357	−0.506	0.663	−0.264	−0.142	0.086
総樹皮厚	0.129	−0.138	0.024	−0.719	−0.128	−0.194	−0.005	0.153	−0.358	−0.257	0.088	0.086	−0.372	0.145	−0.153
容積密度		−0.903	−0.787	−0.446	−0.917	0.889	0.323	0.233	0.754	0.493	0.462	−0.071	0.660	0.585	−0.509

次に、容積密度の年輪方向の変化について、品種別平均値を図3.4.1-2、図3.4.1-3に、また品種ごとの各データを表3.4.1-3に示した。

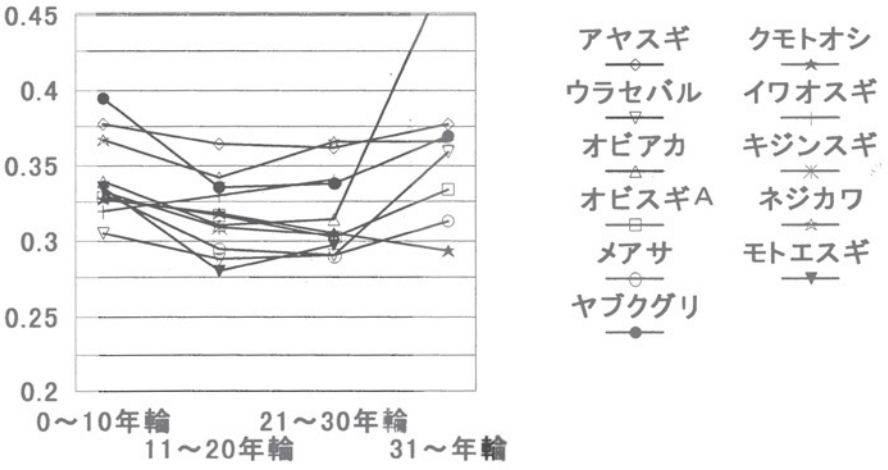


図3.4.1-2 容積密度の年輪方向の変化

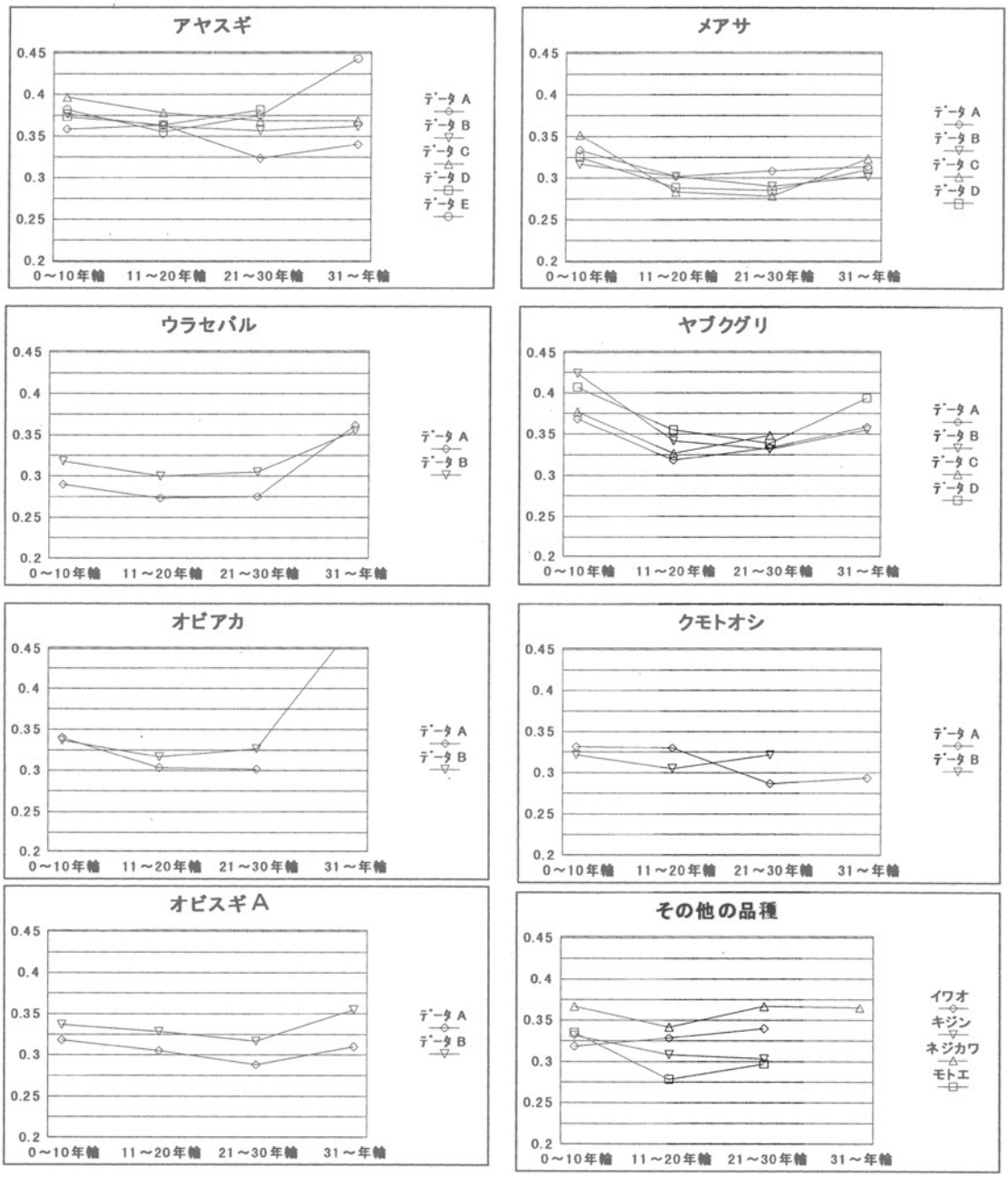


図3. 4. 1-3　品種別容積密度の年輪方向の変化

表3. 4. 1-3 容積密度の年輪方向の変化

	0～10年輪 g/cm^3	11～20年輪 g/cm^3	21～30年輪 g/cm^3	31年輪以上 g/cm^3	平均 g/cm^3	標準偏差
アヤスギ	0.377	0.364	0.361	0.378	0.370	0.00751
ウラセバル	0.304	0.287	0.290	0.358	0.310	0.02877
オビアカ	0.338	0.310	0.314	0.479	0.360	0.06948
オビスギA	0.328	0.316	0.302	0.333	0.320	0.01178
メアサ	0.331	0.294	0.290	0.312	0.307	0.01626
ヤブクグリ	0.394	0.335	0.338	0.369	0.359	0.02431
クモトオシ	0.326	0.318	0.304	0.293	0.310	0.01281
イワオスギ	0.319	0.329	0.340		0.329	0.00858
キジンスギ	0.332	0.309	0.303		0.315	0.01250
ネジカワ	0.367	0.341	0.366	0.365	0.360	0.01053
モトエスギ	0.335	0.279	0.297		0.304	0.02334
平均	0.341	0.317	0.319	0.361	0.331	0.01813

スギ材は樹心部で未成熟材とよばれる不安定な材部を形成し、髄から年輪数で10～15年以上になると安定した成熟材の特性を示す[3]といわれている。

今回の結果では、多くの品種で、髄付近の容積密度が高く、11～20年輪あるいは21～30年輪まで低下し、外側に向かって高くなる傾向がみられた。

また、各品種ごとに部位別のばらつきを見ると、ウラセバル、ヤブクグリ、モトエで大きく、アヤスギ、ネジカワは比較的小さいが、（オビアカについては、31年輪以上のデータが異常に高く測定ミスのおそれがあるため除外する）。全体としては、一定の傾向を見いだせなかった。

引用文献

1)木工ﾊﾝﾄﾞﾌﾞｯｸ 木材の性質 p79～p141

2)小田一幸ほか：日林九州支論42，281～282，1989

3)藤澤義武ほか：日林関東支論41，91～94，1989

3.4.2 ヤング率

ヤング率は、ヤング係数あるいは弾性係数ともいわれ、木材の変形の難易を示すとされている。ヤング率の大きい材料は変形させるのに大きな力が必要となる。また、木材の破壊強度と相関があるとする報告が多く[1]、木材を破壊することなく材質強度を推定する手段として用いられる。

打撃法で得られた固有振動数から動的ヤング率を算出し、各調査地１品種あたり３本の平均値を表3.4.2-1に、また、その出現頻度を図3.4.2-1に示した。

表3.4.2-1 調査値・品種別ヤング率平均

在来品種名	調査地	林齢	ヤング率
ヤブクグリ	長崎県	33	36.8
ヤブクグリ	鹿児島県	40	40.5
ヤブクグリ	福岡県	40	42.2
メアサ	福岡県	40	47.7
キジン	長崎県	33	50.8
アヤスギ	福岡県	40	50.8
アヤスギ	鹿児島県	40	50.9
アヤスギ	長崎県	33	51.0
メアサ	鹿児島県	40	51.4
ヤブクグリ	佐賀県	40	53.6
オビアカ	福岡県	40	53.7
ネジカワ	佐賀県	40	54.0
ウラセバル	佐賀県	40	55.0
オビアカ	長崎県	33	56.3
モトエ	長崎県	33	60.1
メアサ	佐賀県	40	60.7
オビスギＡ	鹿児島県	40	61.6
アヤスギ	佐賀県	40	61.6
イワオ	長崎県	33	62.0
メアサ	佐賀県	40	62.2
ウラセバル	鹿児島県	40	65.5
オビスギＡ	佐賀県	40	69.4
クモトオシ	佐賀県	40	73.3
クモトオシ	長崎県	33	82.8
	平均値		56.4

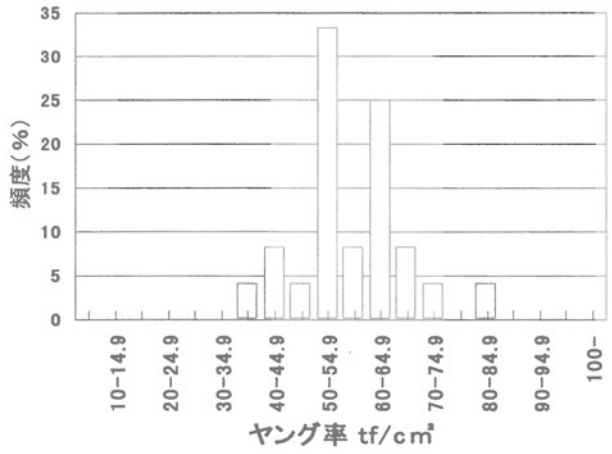


図3.4.2-1 ヤング率の出現頻度

ヤング率の総平均は56.4tf/cm²で、ヤブクグリの36.8tf/cm²からクモトオシの82.8tf/cm²と、広範囲に分布しているが、出現頻度としては50tf/cm²から65tf/cm²の間に７割程度が含まれている。

分散分析の結果、ヤング率には林分間及び品種間のいずれにも有意差が認められなかった。ただし、品種間の分散比は有意水準をやや下回る程度の値であり、品種平均値の反復率も 0.538と比較的高い。また、熊本営林局（現九州森林管理局）の品種別展示林の解析結果では品種間に有意差が認められていることを考慮すると、ヤング率はかなり遺伝的に左右される形質であると考えられる。

今回調査したデータの試験地間誤差や反復数の差を補正した、ヤング率の品種別最小二乗推定値を図3.4.2-2に示した。

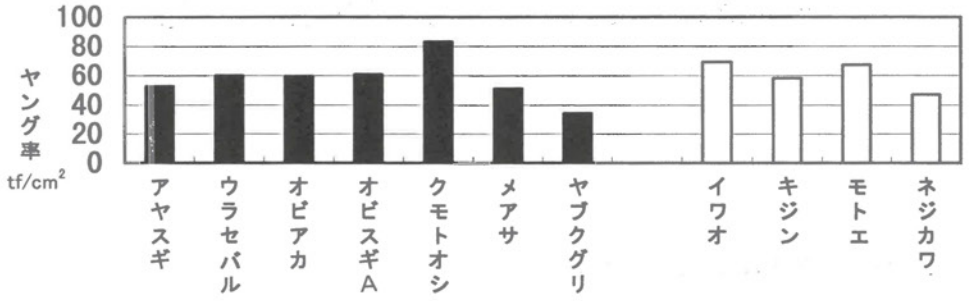


図3.4.2-2 最小二乗法によるヤング率推定値

これによると、ヤング率の最も高い品種はクモトオシで、80tf/cm²を上回る値を示している。また、イワオ、モトエ、オビスギＡの各品種がいずれも60tf/cm²を上回っており、ウラセバル、オビアカ、キジン、アヤスギ、メアサ、ネジカワは、50～60tf/cm²前後の値を示した。ヤブクグリは最も低く、34.1tf/cm²であった。

ヤング率が比較的高い値であった５品種は、先の樹高成長、胸高直径、細りも上位にランクされる品種が多く、各形質間の相関係数も、それぞれ0.677、0.474、0.725となっている。（表3.4.2-3）

一般にヤング率は容積密度と同様に成熟材、未成熟材により大きな変異が見られる[2]といわれている。初期成長の旺盛な品種ほど材全体に占める未成熟材の割合が高く、ヤング率は低くなるとする報告がある[3]が、今回の調査結果では逆の傾向が見られた。

表3. 4. 2-3　各形質相互の相関係数

調査形質	ヤング率	調査形質	ヤング率
樹高	0.677	心材色気乾a	0.144
胸高直径	0.474	心材色気乾b	−0.361
細り	0.725	心材色気乾目視	0.016
心材率	0.095	心材色生材L	−0.244
真円率	−0.221	心材色生材a	0.209
内樹皮厚	0.086	心材色生材b	−0.370
総樹皮厚	−0.153	心材色生材目視	−0.205
容積密度	−0.509	ヤング率	
含水率平均	0.648	ｽｷﾞｻﾞｲﾉﾀﾏﾊﾞｴ	−0.038
含水率心材	0.594	ﾋﾉｷｶﾜﾓｸﾞﾘｶﾞ	−0.400
含水率白線帯	0.216	幹曲がり	0.183
含水率辺材	0.660	気根	0.099
晩材率	−0.294	溝腐病	0.047
心材色気乾L	−0.113	根元曲がり	0.241

引用文献

1) 藤沢義武：林木の育種177，　34，1995

2) 日本木材学会「ｽｷﾞ分科会」報告（平成３年），「組織的･物理的特性」，p22

3) 林業試験研究報告書（平成５～６年度）ｽｷﾞ品種の材質特性の評価，p106

3.4.3 含水率

各部位別含水率の分散分析の結果（表4-2）、平均値、心材部、辺材部で有意な品種間差が、また、平均値、白線帯、辺材部で有意な試験地間差が見られた。それぞれの品種反復率は、平均値0.848、心材部0.884、白線帯0.380、辺材部0.714であった。

これらのことから、心材含水率は、比較的調査地による差が少なく、品種特性の表れやすい形質であると推察される。一方、白線帯部の含水率は品種による違いはほとんどないといえる。

これらの試験地間誤差や反復数の差を補正した、含水率平均の品種別最小二乗推定値を図3.4.3-1に示した。

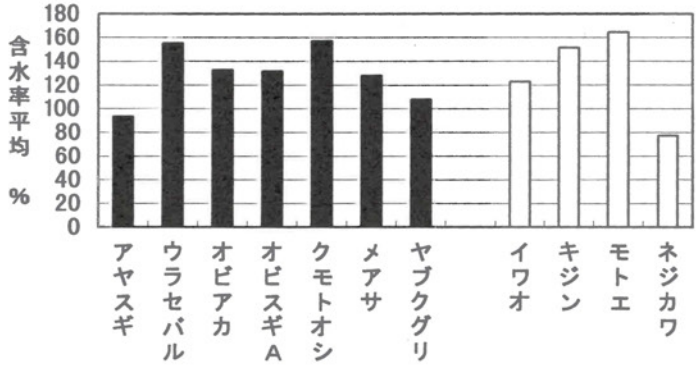


図3.4.3-1 最小二乗法による含水率平均推定値

含水率平均は、100%未満の低い品種がネジカワ、アヤスギで、逆に150%前後の比較的高い品種が、モトエ、クモトオシ、ウラセバル、キジンとなっており、全体としては100～150%の品種が多かった。

次に、心材部と辺材部の最小二乗推定値を、図3.4.3-2、図3.4.3-3に示した。

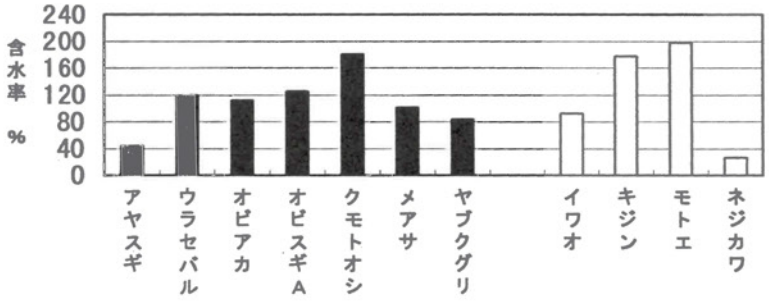


図3.4.3-2 最小二乗法による含水率心材推定値

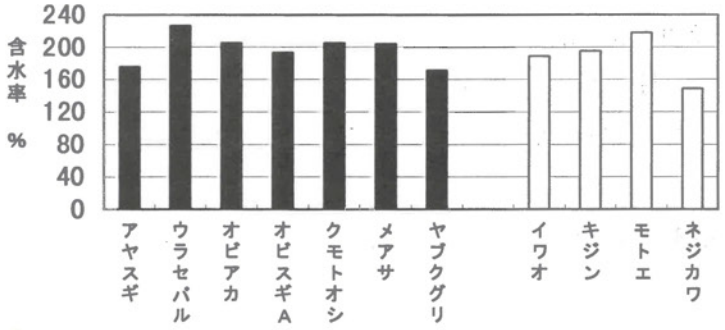
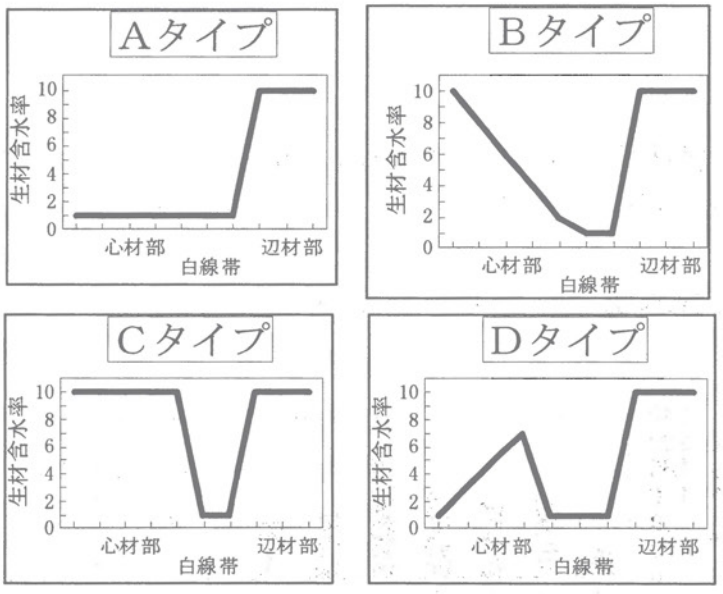


図3. 4. 3-3 最小二乗法による含水率辺材推定値

スギ材の心材部から辺材部に至る含水率は、品種によって変異が見られ、おおむね図3. 4. 3-4の４つのパターンに分けられるとされる[1]。

いずれのパターンも、辺材部側で高い含水率を示し白線帯で急激に減少することが共通している。一般に木材の乾燥においては、辺材部よりも心材部の乾燥効率が乾燥工程に大きく影響するといわれていることから、次に心材部と辺材部の含水率の関係を品種別に見た。



日本木材学会「スギ」分科会　平成３年２月

図3. 4. 3-4 生材含水率のタイプ

先の４パターンを考慮しながら、各品種を「心材部の含水率が辺材部に比べ相対的に低い品種」と「心材部辺材部いずれも同程度の含水率を示している品種」の２パターンに区分すると、前者にアヤスギ、ネジカワが、後者にキジン、モトエ、クモトオシが該当する。

また、オビアカ、メアサは幾分前者に近いものの明確でなく、この２品種を含む他の６品種は、先

の２パターンの中間型といえる。

次に、各形質との相関関係を見ると、含水率平均は、樹高、胸高直径、容積密度、晩材率との相関が比較的高く（表3.4.3-1）、相関係数はそれぞれ0.879、0.820、-0.903、-0.826となっている。

このことから、含水率は、樹高、胸高直径のいわゆる成長がよい品種ほど高い値を示し、容積密度や晩材率が高い品種ほど低い値を示す傾向があるといえる。

また、目視による心材色との間には、気乾材・生材ともに負の相関が見られ、「低含水率の品種にアカジンが多い」とする一般的な傾向を裏付ける結果となった。

表3.4.3-1 各形質相互の相関係数

調査形質	含水率平均	含水率心材	含水率白線帯	含水率辺材
樹高	0.879	0.818	0.208	0.813
胸高直径	0.820	0.687	0.337	0.897
細り	0.555	0.482	0.200	0.591
心材率	0.305	0.399	−0.246	0.262
真円率	−0.006	0.067	−0.372	0.065
内樹皮厚	0.349	0.299	−0.044	0.394
総樹皮厚	−0.138	0.024	−0.719	−0.128
容積密度	−0.903	−0.787	−0.446	−0.917
含水率平均		0.948	0.358	0.909
含水率心材	0.948		0.135	0.754
含水率白線帯	0.358	0.135		0.442
含水率辺材	0.909	0.754	0.442	
晩材率	−0.826	−0.791	−0.105	−0.807
心材色気乾L	−0.548	−0.575	−0.150	−0.340
心材色気乾a	0.100	0.197	−0.291	−0.040
心材色気乾b	−0.746	−0.746	0.106	−0.677
心材色気乾目視	−0.551	−0.629	0.162	−0.329
心材色生材L	−0.682	−0.681	−0.114	−0.489
心材色生材a	0.366	0.454	−0.341	0.175
心材色生材b	−0.682	−0.750	0.240	−0.529
心材色生材目視	−0.670	−0.646	−0.109	−0.513
ヤング率	0.648	0.594	0.216	0.660
ｽｷﾞｻﾞｲﾉﾀﾏﾊﾞｴ	0.486	0.402	0.476	0.383
ﾋﾉｷｶﾜﾓｸﾞﾘｶﾞ	0.065	0.064	−0.123	0.026
幹曲がり	−0.210	−0.331	0.192	−0.132
気根	−0.076	−0.046	0.102	−0.246
溝腐病	−0.574	−0.489	−0.444	−0.509
根元曲がり	0.059	−0.044	0.245	0.092

引用文献

1)日本木材学会「ｽｷﾞ分科会」報告（平成３年），「組織的･物理的特性」，p10～28

2)福島勉ほか：島根県林試業報50，32～35，1978

3.5 その他

3.5.1 幹曲がり

幹曲がりは分散分析の結果、有意な品種間差があり、品種の平均値の反復率は0.796と高い値となった。幹曲がりの林分平均値と最小二乗推定値をそれぞれ図3.5.1-1、図3.5.1-2に示す。

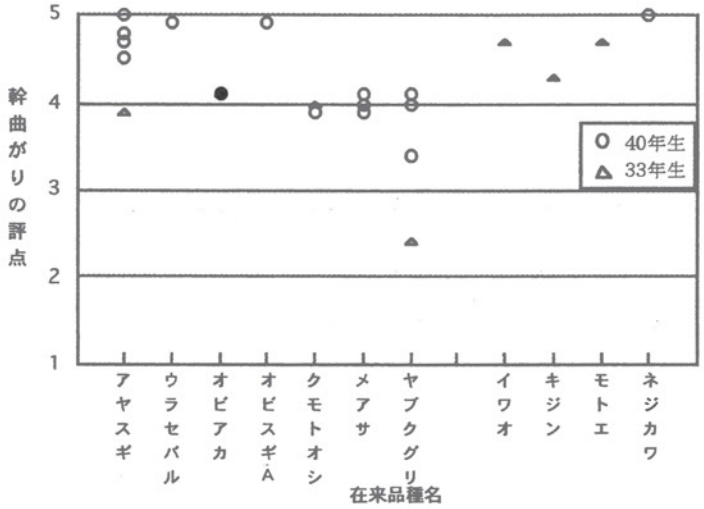


図3.5.1-1 幹曲がりの評点の林分平均値

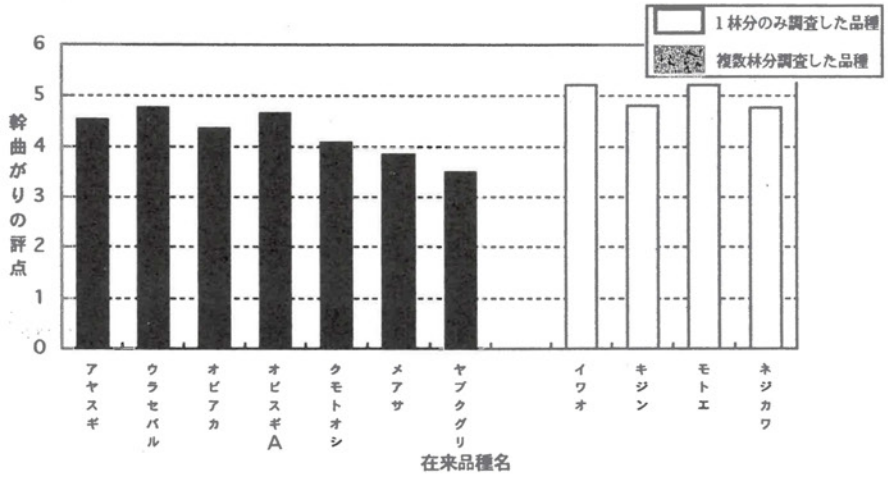


図3.5.1-2 品種別の幹曲がりの評点の最小二乗推定値

供試回数が２回以上の在来品種で高い通直性を示したのはウラセバル、オビスギＡであった。一般的に通直性が低いとされているヤブクグリ、メアサは今回の調査でも通直性が低い値となった。

3.5.2 気根

気根は分散分析の結果、有意な林分間差と品種間差があり、品種の平均値の反復率は　0.490だっ

た。気根の林分平均値と最小二乗推定値をそれぞれ図3.5.2-1、図3.5.2-2に示す。

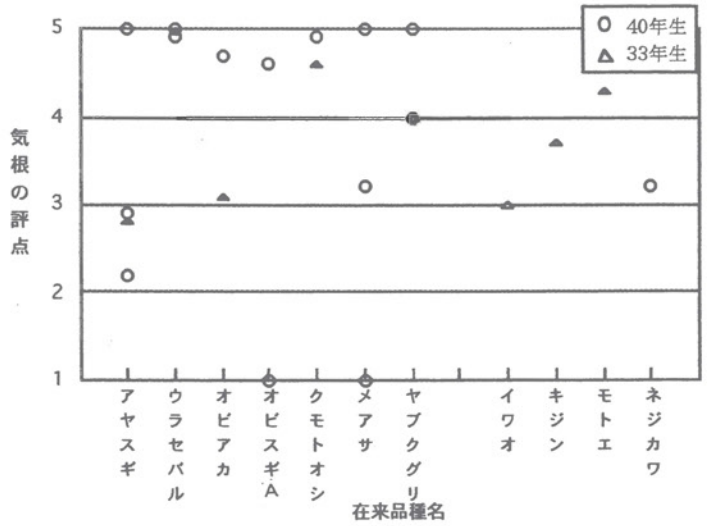


図3.5.2-1 気根の評点の林分平均値

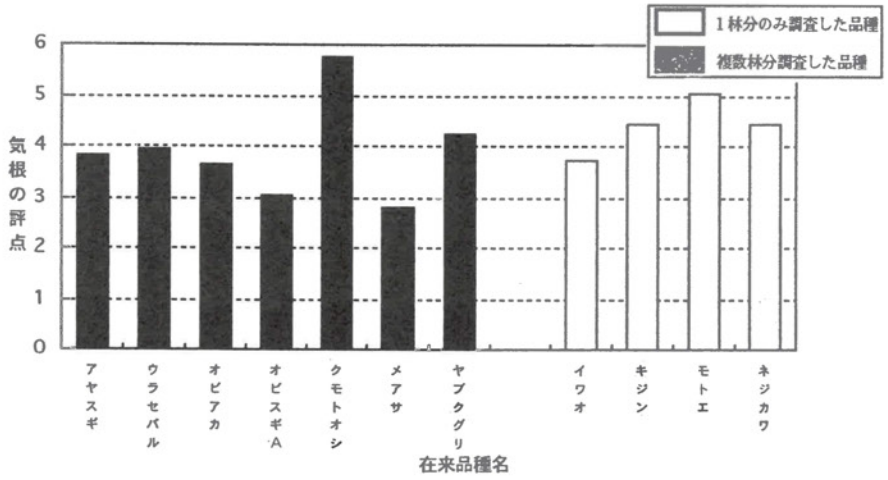


図3.5.2-2 品種別の気根の評点の最小二乗推定値

林分別の評点は佐賀県の林分の2.4から福岡県の4.9と大きく異なった。佐賀県のオビスギAとメアサはそれぞれ評点が1で、この2品種は植栽場所によっては、気根がでやすい品種と考えられた。クモトオシは佐賀県において林分平均2.4に対して4.9、長崎県においては林分平均3.5に対して4.6と、きわめて気根のでにくい品種といえた。

3.5.3 病虫害・気象害

溝腐病被害の調査林分は佐賀県と福岡県の一部であり、被害は福岡県のアヤスギでわずか1個体に認められている。

スギザイノタマバエとヒノキカワモグリガによる被害の調査は、福岡県と佐賀県の林分のみで、被害は、佐賀県のクモトオシ、メアサそれぞれ1個体のみに認められた。

ネジカワはヒメスギカミキリに、クモトオシはスギハダニにそれぞれ感受性があるとされているが、今回の調査ではこれらの被害は確認しなかった。

寒風害の被害は今回の調査では認められなかった。

4 まとめ

分散共分散分析を行った28形質のうち品種間差が認められた形質は樹高、胸高直径、心材率、容積密度、個体の含水率、心材含水率、辺材含水率、晩材率、ヒノキカワモグリガ被害、幹曲がり及び根元曲がりの11形質であった。そのうち品種間にのみ有意差が認められた形質は心材含水率、幹曲がりであった。

試験地と供試品種の二元表及び分散共分散分析の結果を表4-1、4-2にそれぞれ示す。また、最小二乗法で推定した評価値を表4-3に示す。

表4-1 現地適応試験地の調査品種

試験地名	品種名											
	アヤスギ	ウラセバル	オビアカ	オビスギA	クモトオシ	メアサ	ヤブクグリ	イワオ	キジン	モトエ	ネジカワ	総計
佐賀県	●			●	●	●	●				●	6
鹿児島県	●	●		●		●	●					5
長崎県	●		●		●		●	●	●	●		7
福岡県	●	●	●			●	●					5
総計	4	2	2	2	2	3	4	1	1	1	1	11

表4-2 現地適応試験地の品種毎の各形質の分散分析の結果

（ＤＮＡ分類後）

調査形質	試験地のF値	品種のF値	品種反復率
樹高	15.56 **	4.63 **	0.784
胸高直径	11.35 **	10.10 **	0.901
細り	2.23	1.44	0.304
心材率	17.92 **	3.22 **	0.689
真円率	18.76 **	0.96	-0.040
内樹皮厚	223.32 **	1.46	0.317
総樹皮厚	15.43 **	1.14	0.124
容積密度	5.83 *	26.83 **	0.960
含水率平均	9.10 **	6.56 **	0.848
含水率心材	2.98	8.62 **	0.884
含水率白線帯	13.68 **	1.61	0.380
含水率辺材	15.40 **	3.50 **	0.714
晩材率	40.30 **	4.65 **	0.785
心材色気乾L	441.10 **	1.58	0.368
心材色気乾a	95.76 **	1.62	0.383
心材色気乾b	704.53 **	2.27	0.559
心材色気乾目視	45.08 **	0.25	-3.014
心材色生材L	197.67 **	2.30	0.564
心材色生材a	60.93 **	1.03	0.032
心材色生材b	319.32 **	0.92	-0.090
心材色生材目視	26.54 **	0.37	-1.735
ヤング率	0.86	2.16	0.538
ｽｷﾞｻﾞｲﾉﾀﾏﾊﾞｴ	18182.49 **	0.45	-1.227
ﾋﾉｷｶﾜﾓｸﾞﾘｶﾞ	29.56 **	3.65 **	0.726
幹曲がり	3.48	4.90 **	0.796
気根	9.57 **	1.96	0.490
溝腐病	18.53 **	0.35	-1.868
根元曲がり	4.90 *	3.38 **	0.704

表4-3 調査形質の最小二乗推定値

品種名	供試回数	樹高	胸高直径	細り	心材率	真円率	内樹皮厚	総樹皮厚	容積密度	含水率平均	含水率心材	含水率白線帯	含水率辺材	晩材率	心材色気乾L
アヤスギ	5	15.2	21.4	89.5	66.2	103.4	0.5	2.3	0.370	93.3	44.4	55.2	175.4	33.7	52.4
ウラセバル	2	18.7	29.0	90.5	62.9	100.7	0.5	0.9	0.293	155.2	119.2	80.9	226.4	21.7	48.4
オビアカ	2	17.9	26.7	91.1	70.6	105.6	0.5	2.7	0.328	132.8	111.9	62.5	205.1	25.3	50.2
オビスギA	2	18.4	24.9	89.8	66.4	102.3	0.4	2.2	0.322	131.7	125.2	47.4	193.5	23.0	52.2
クモトオシ	2	18.7	22.9	90.6	66.3	102.6	0.5	2.4	0.322	157.1	180.7	59.0	205.3	25.1	46.1
メアサ	3	16.4	23.6	87.9	66.7	106.5	0.5	2.8	0.305	127.9	101.9	60.3	203.8	19.9	51.4
ヤブクグリ	4	15.4	21.1	87.6	67.3	103.6	0.5	2.4	0.355	107.8	83.6	56.3	171.3	28.7	47.5
イワオ	1	18.8	23.4	89.8	73.5	101.5	0.5	1.6	0.334	122.7	92.4	71.6	188.6	36.6	49.0
キジン	1	19.8	26.5	92.0	72.9	105.9	0.5	2.0	0.324	151.4	177.5	65.4	194.8	25.8	49.0
モトエ	1	18.3	29.8	90.5	78.5	103.1	0.5	2.3	0.304	164.5	197.6	62.5	217.9	20.0	49.0
ネジカワ	1	11.5	14.7	87.0	57.2	100.3	0.2	1.4	0.371	77.5	26.2	68.5	149.0	37.3	56.3

品種名	供試回数	心材色気乾a	心材色気乾b	心材色気乾目視	心材色生材L	心材色生材a	心材色生材b	心材色生材目視	ヤング率	ｽｷﾞﾀﾞｲﾉﾀﾏﾊﾞｴ	ﾋﾉｷｶﾜﾓｸﾞﾘｶﾞ	幹曲がり	気根	溝腐病	根元曲がり
アヤスギ	5	7.5	16.1	3.8	46.3	9.1	19.6	3.8	52.8	4.9	3.6	4.5	3.8	2.3	4.2
ウラセバル	2	6.6	15.1	3.5	38.3	9.2	18.9	3.0	60.0	5.1	4.9	4.8	3.9	0.9	4.8
オビアカ	2	6.3	14.9	3.4	39.6	8.5	18.1	3.0	59.6	5.1	4.8	4.4	3.7	0.9	5.4
オビスギA	2	6.4	14.5	3.3	40.8	10.1	17.2	2.8	60.9	4.9	4.9	4.6	3.0	1.6	4.1
クモトオシ	2	8.7	14.5	3.3	37.5	10.8	17.5	3.2	83.2	4.9	4.8	4.1	5.8	1.6	4.9
メアサ	3	6.0	14.4	3.4	45.2	8.0	17.9	3.5	51.3	5.0	4.7	3.8	2.8	1.2	4.5
ヤブクグリ	4	7.7	15.2	3.3	39.4	10.0	18.5	3.2	34.1	5.0	4.7	3.5	4.3	1.3	3.9
イワオ	1	7.5	15.2	3.4	40.7	9.6	18.4	3.3	69.4			5.2	3.7	1.5	5.6
キジン	1	7.5	15.2	3.4	40.7	9.6	18.4	3.3	58.2			4.8	4.4	1.5	5.7
モトエ	1	7.5	15.2	3.4	40.7	9.6	18.4	3.3	67.5			5.2	5.0	1.5	5.7
ネジカワ	1	4.4	17.3	3.9	51.9	5.5	20.1	3.8	47.0	4.9	2.8	4.8	4.5	1.7	4.0

ここでイワオ、キジン、モトエ、ネジカワの４品種は供試回数が１回のみであった。供試回数が少ない場合、推定される評価値の精度が低くなるため、供試回数が１回の品種の評価値は参考として記載した。

つぎに分散共分散分析で有意な品種間差が認められた11形質間の相関係数を表4-4に示す。

表4-4 形質間の品種相関

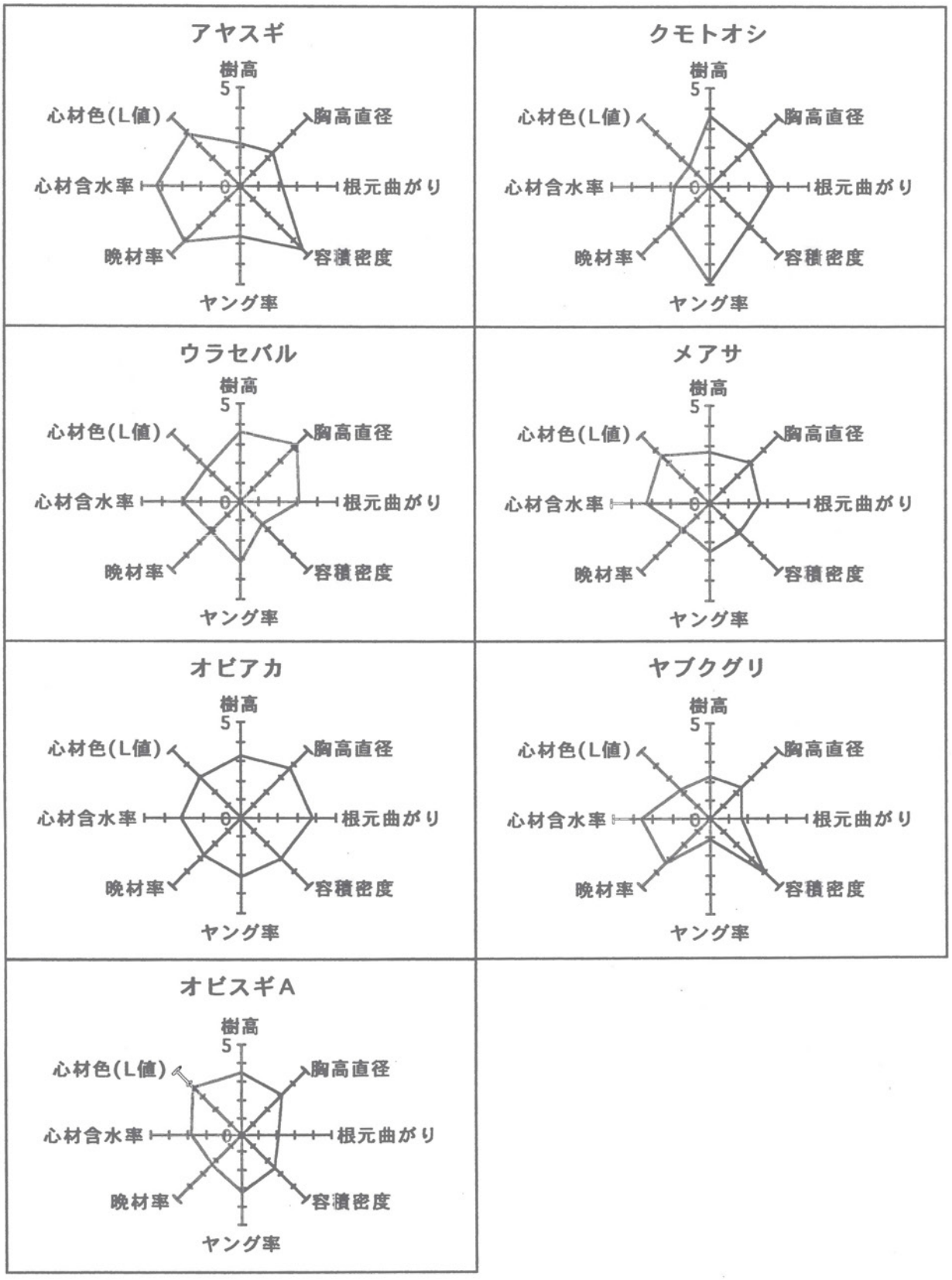
	胸高直径	心材率	容積密度	含水率平均	含水率心材	含水率辺材	晩材率	ﾋﾉｷｶﾜﾓｸﾞﾘｶﾞ	幹曲がり	根元曲がり
樹高	0.831 **	0.426	-0.751 **	0.879 **	0.818 **	0.813 **	-0.626 *	0.224	0.289	0.695 *
胸高直径		0.476	-0.785 **	0.820 **	0.687 *	0.897 **	-0.725 *	0.503	0.370	0.693 *
心材率			-0.215	0.305	0.399	0.262	-0.288	0.389	0.073	0.484
容積密度				-0.903 **	-0.787 **	-0.917 **	0.889 **	-0.281	-0.144	-0.618 *
含水率平均					0.948 **	0.909 **	-0.826 **	0.309	0.156	0.680 *
含水率心材						0.754 **	-0.791 **	0.356	0.048	0.598
含水率辺材							-0.807 **	0.256	0.267	0.715 *
晩材率								-0.567	0.151	-0.384
ﾋﾉｷｶﾜﾓｸﾞﾘｶﾞ									-0.208	0.089
幹曲がり										0.536

樹高、胸高直径、容積密度、含水率、晩材率のそれぞれの形質の間に有意な相関が認められた。また根元曲がりと幹曲がり、気根の間に有意な相関関係が認められた。

最後に品種選定の際参考になると考えられる８形質について推定値を標準偏差により5段階評価し、図4-1に示す。品種選定上特に重視されると考えられる樹高、胸高直径、心材含水率、心材色の４形質について品種別の特徴をあげれば以下のようになる。

アヤスギは樹高、胸高直径ともにやや小さく、心材含水率が低く心材色は明るい傾向を示した。ウラセバルは胸高直径が大きく、樹高、心材含水率、心材色はほぼ平均的な値であった。オビアカ、オビスギA及びメアサは樹高、胸高直径、心材含水率、心材色でほぼ平均的な値を示した。クモトオシ

は樹高、胸高直径でほぼ平均的な値を示したが、心材含水率は高く心材色は暗い傾向にあった。ヤブクグリは樹高及び胸高直径は平均よりやや小さく、心材含水率はほぼ平均的で、心材色は平均よりやや暗い傾向にあった。供試回数が１回の品種ではネジカワが極端に樹高、胸高直径及び心材含水率が低く、心材色は明るい傾向にあった。



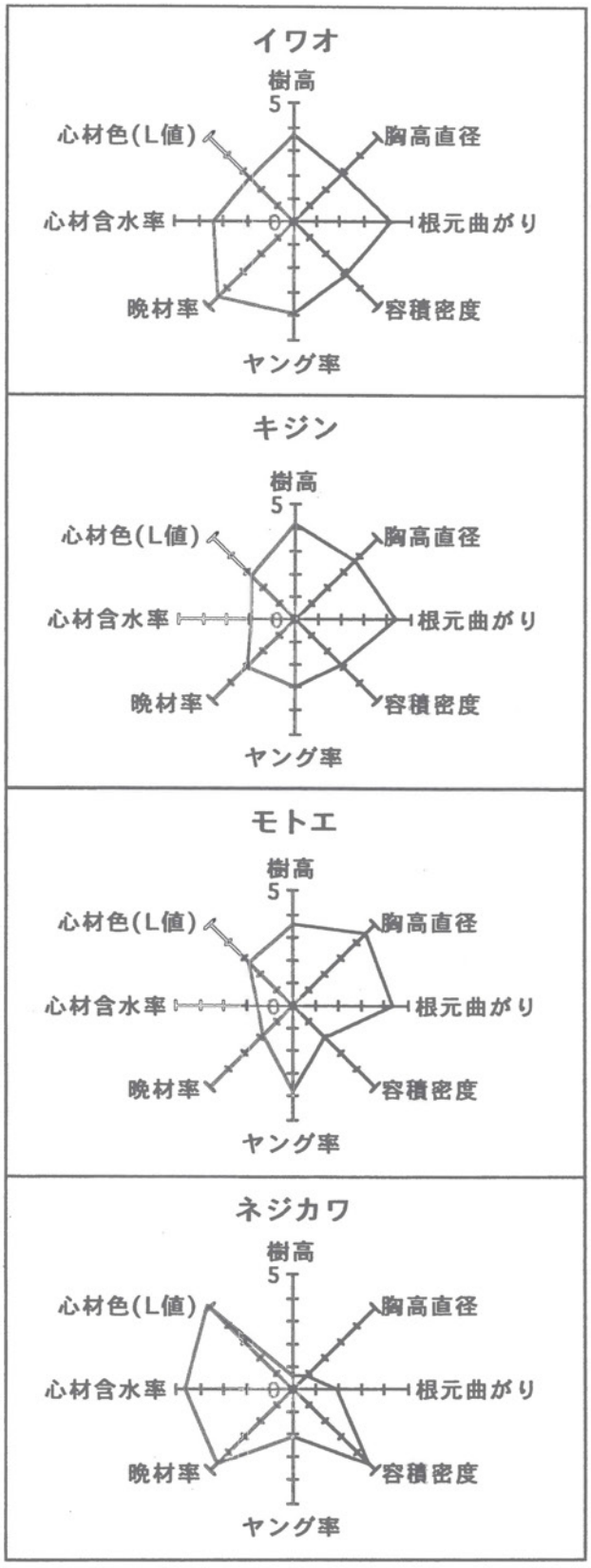


図4-1 現地適応試験地の品種毎の各形質の相対評価値（ＤＮＡ分類後）

付表：５齢級での品種特性（熊本営林局の品種別展示林）

今回、国有林内に設定した品種別展示林も調査したが、林齢が25～27年生とまだ若いため、現地適応試験地等のデータとは分けて解析し、付表として以下にその結果を示した。

1　成長特性

1．1　樹高

樹高の測定結果を表1.1-1に示した。各品種の林分毎の変動係数は 3.6～21.2%、林分を込みにした各品種の変動係数も14.8～25.4%であり、前出の40年生の現地適応試験地の結果と比較して、どの品種においても大きかった。

分散共分散分析の結果、この５齢級の品種展示林においては試験地間・品種間ともに有意差は認められず、品種平均値の反復率（≒遺伝率）も0.387で、40・33年生試験地の結果と比べてそれほど高くなかった（表6-2 参照）。

表1.1-1 樹高測定値の一覧

品種名	展示林名	最大値	最小値	平 均	標準偏差	本 数	変動係数
		m	m	m	m		%
アヤスギ	菊池署	16.0	14.0	14.6	0.62	20	4.3
	八代署	13.3	9.8	11.7	0.93	20	8.0
	日田署	9.8	5.6	7.5	0.98	20	13.1
	高千穂署	10.6	7.2	9.0	0.98	20	10.9
	綾署	17.5	10.5	14.3	1.53	40	10.7
平均		17.5	5.6	11.9	3.03	120	25.4
アラカワ	延岡署	20.0	12.0	15.2	2.40	20	15.8
	綾署	19.0	11.3	14.5	2.35	40	16.2
	飫肥署	14.7	12.3	13.8	0.71	20	5.1
平均		20.0	11.3	14.5	2.14	80	14.8
ウラセバル	長崎署	11.3	9.2	10.2	0.53	20	5.2
	綾署	17.5	8.8	12.0	2.54	40	21.2
平均		17.5	8.8	11.4	2.26	60	19.8
クモトオシ	菊池署	22.0	18.0	20.2	0.93	20	4.6
	八代署	14.0	12.1	13.1	0.58	20	4.5
	高千穂署	18.0	14.2	15.4	0.99	20	6.4
	綾署	18.0	11.3	14.5	1.86	40	12.9
平均		22.0	11.3	15.5	2.80	100	18.0
ホンスギ	福岡署	12.0	6.0	10.1	1.56	20	15.5
	武雄署	11.4	8.0	9.8	0.99	20	10.0
	水俣署	14.5	12.2	13.9	0.56	20	4.0
平均		14.5	6.0	11.3	2.18	60	19.4
メアサ	水俣署	15.3	9.6	13.2	1.62	20	12.3
	高千穂署	11.6	6.9	9.9	0.99	20	10.0
	飫肥署	15.5	13.0	14.4	0.52	20	3.6
平均		15.5	6.9	12.5	2.21	60	17.7
ヤブクグリ	福岡署	16.0	10.0	12.7	1.52	20	12.0
	菊池署	13.5	9.5	11.3	1.04	20	9.2
	日田署	11.5	8.7	9.8	0.61	20	6.2
	延岡署	20.0	12.3	16.8	1.73	20	10.3
	綾署	12.5	7.2	9.7	1.55	40	16.0
平均		20.0	7.2	11.7	2.88	120	24.7

各品種の林分毎の樹高平均値を図1.1-1に示した。各品種についてみると、ウラセバルは２林分ともに平均樹高が11m前後で、ホンスギ並の成長であり、２カ所３プロットのみのデータではあるが、立地を選ぶといわれているウラセバルの特徴があらわれているのかもしれない。

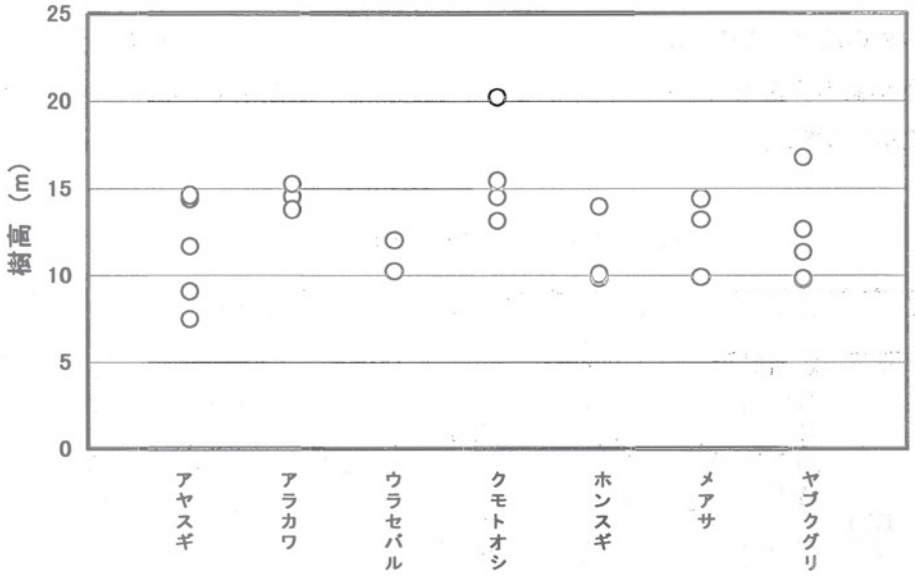


図1.1-1　樹高の林分平均値

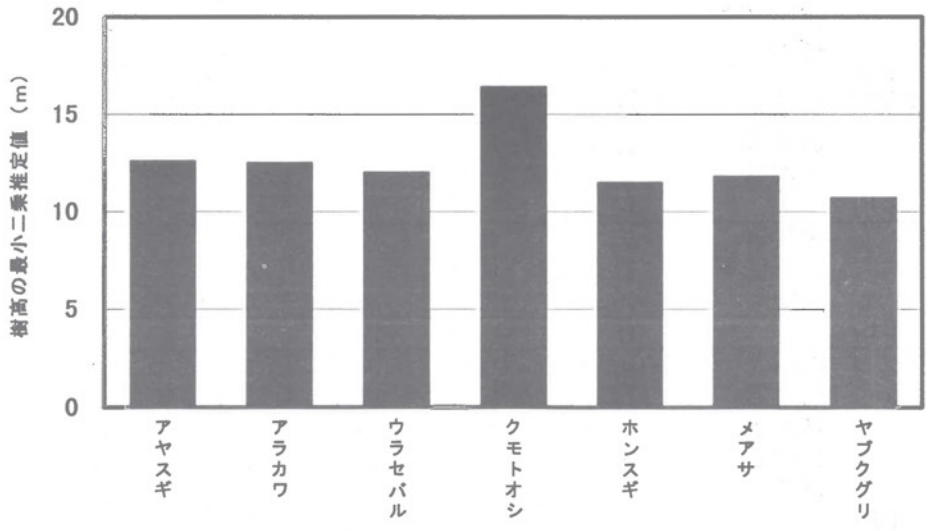


図1.1-2　品種別の樹高の最小二乗法測定値

最小二乗法を用いた分散共分散分析による各品種の樹高推定値を図1.1-2に示した。クモトオシが特に高い値を示したが、他の６品種はヤブクグリがやや低い程度でほとんど差がなかった。この中で早生型と言われているアラカワ・ウラセバルが、晩生型と言われているアヤスギ・ホンスギ・メアサと同程度と推定された。

1．2　胸高直径

胸高直径の測定結果を表1.2-1に示した。各品種の林分毎の変動係数は 5.3～32.7%、林分を込みにした各品種の変動係数も17.5～28.3%であり、樹高の場合よりも概ね大きな値を示していた。また前出の40年生の現地適応試験地の結果と比較して、どの品種においても大きな変動を示していた。

図1.2-1 胸高直径測定値の一覧

品種名	展示林名	最大値 cm	最小値 cm	平均 cm	標準偏差 cm	本数	変動係数 %
アヤスギ	菊池署	23.7	15.6	19.6	2.16	20	11.1
	八代署	24.7	15.4	20.1	2.33	20	11.6
	日田署	16.8	10.7	13.7	1.52	20	11.1
	高千穂署	22.2	9.6	15.7	3.55	20	22.6
	綾署	28.6	11.5	17.9	3.98	40	22.2
平均		28.6	9.6	17.5	3.79	120	21.7
アラカワ	延岡署	21.8	10.5	15.1	3.63	20	24.0
	綾署	35.8	10.3	18.6	6.08	40	32.7
	飫肥署	22.6	15.5	18.8	2.19	20	11.6
平均		35.8	10.3	17.8	5.03	80	28.3
ウラセバル	長崎署	16.7	13.0	14.3	0.76	20	5.3
	綾署	21.0	8.5	15.0	3.09	40	20.5
平均		21.0	8.5	14.8	2.58	60	17.5
クモトオシ	菊池署	27.1	18.7	21.8	2.35	20	10.8
	八代署	27.5	19.3	22.9	2.24	20	9.8
	高千穂署	22.8	16.5	19.2	1.99	20	10.3
	綾署	25.5	9.5	15.1	3.96	40	26.2
平均		27.5	9.5	18.8	4.43	100	23.6
ホンスギ	福岡署	15.1	9.6	12.4	1.43	20	11.6
	武雄署	18.8	13.1	15.2	1.33	20	8.7
	水俣署	22.3	14.2	18.7	2.06	20	11.0
平均		22.3	9.6	15.4	3.06	60	19.8
メアサ	水俣署	25.1	14.7	19.4	2.68	20	13.8
	高千穂署	17.5	9.7	14.5	1.88	20	13.0
	飫肥署	26.2	13.2	21.4	3.03	20	14.2
平均		26.2	9.7	18.4	3.89	60	21.1
ヤブクグリ	福岡署	23.1	9.7	15.0	3.22	20	21.5
	菊池署	21.8	10.2	16.6	3.00	20	18.0
	日田署	15.5	12.5	14.1	0.90	20	6.3
	延岡署	22.6	14.7	18.4	2.58	20	14.0
	綾署	16.5	6.3	12.2	2.16	40	17.8
平均		23.1	6.3	14.8	3.33	120	22.6

分散共分散分析の結果、胸高直径についてもこの５齢級の品種展示林においては試験地間・品種間ともに有意差は認められなかった。また、品種平均値の反復率は負の値となった（表6-2 参照）。

各品種の林分毎の胸高直径平均値を図1.2-1に示した。樹高の場合と同様にウラセバルは２林分ともに平均胸高直径が15cm 前後で、ホンスギよりも低い値であった。

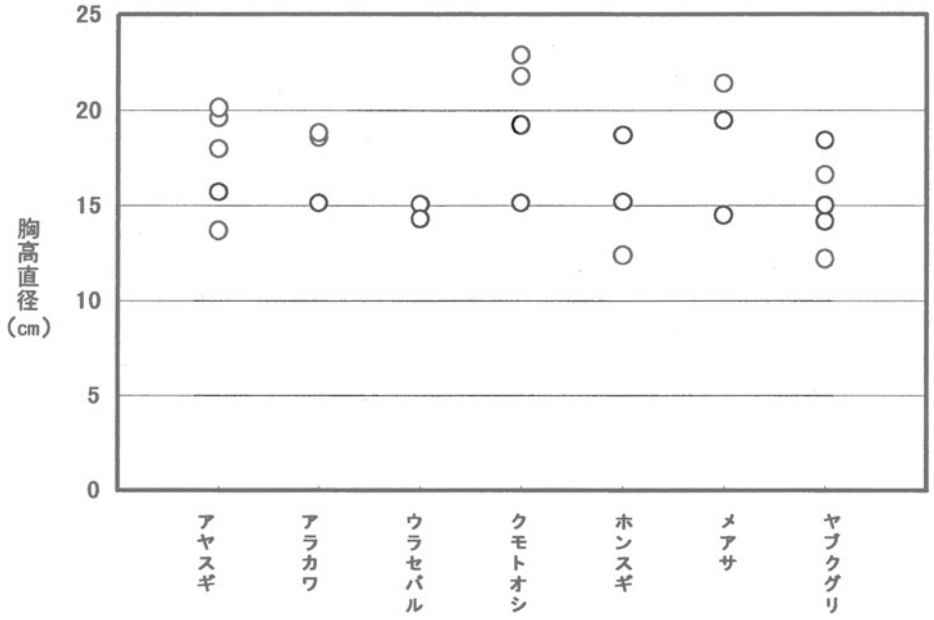


図1.2-1 胸高直径の林分平均値

前述の40年生現地適応試験地の場合のように、調査時の立木密度と胸高直径の関係を図1.2-2に示した。全体的にみて立木密度が低下すると胸高直径が増加する傾向は見られたが、品種別に見るとアラカワ・クモトオシのように相関が低い品種や、メアサのように立木密度の低い林分で逆に胸高直径が小さかった場合も見られた。

立木密度別ないしは林分（地域）別にいくつかの品種の関係を見てみると、立木密度が約2,000本／ha の八代署・高千穂署の林分や約2,500本／ha の菊池署の林分ではアヤスギよりもクモトオシの方が胸高直径が大きかったのに比べて、約2,400本／ ha の綾署の林分ではアヤスギは早生型のアラカワと同程度の直径成長をしていたのに対して同じ早生型のクモトオシ・ウラセバルは逆に小さかった。また、晩生型のメアサについて見ると立木密度約2,000本／ ha の高千穂署の林分ではアヤスギよりも小さかったのに対して約3,000本／ ha の飫肥署の林分においては早生型のアラカワよりも大きな値を示しており、除・間伐といった施業条件のほかに基岩・局所地形・堆積様式などの立地的要因いわゆる適地・不適地の存在が伺えた。

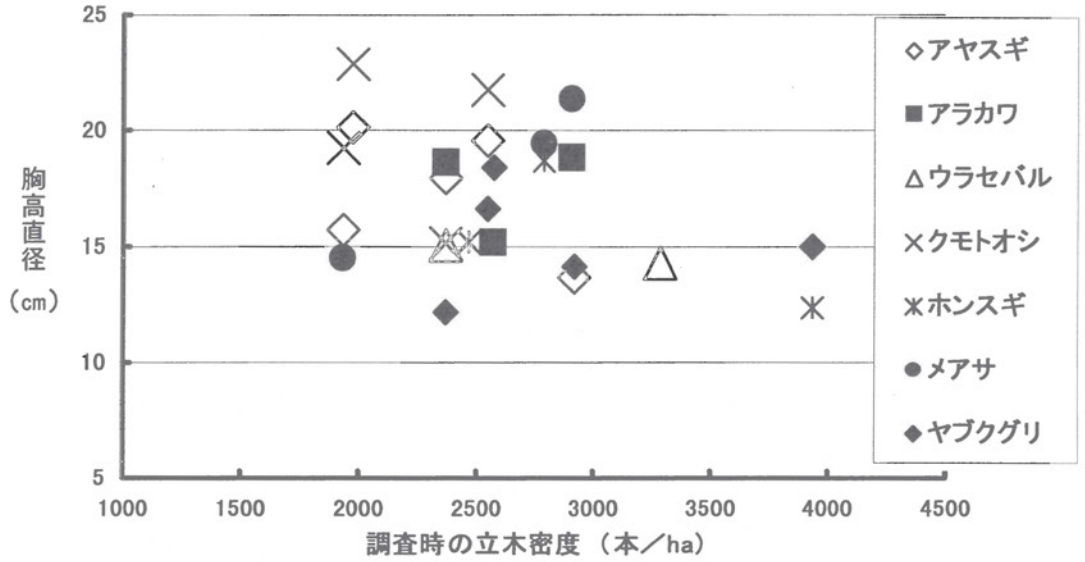


図1. 2-2 品種別の立木密度と胸高直径

最小二乗法を用いた分散共分散分析による立地や密度を込みにした各品種の胸高直径推定値を図1. 2-3に示した。樹高と同様にクモトオシが大きく、アヤスギ、アラカワ、メアサ、ウラセバル、ホンスギが続いた、ヤブクグリは小さな値を示していた。

品種平均値を用いた共分散分析では、樹高と胸高直径の相関は0. 92と１％水準で有意に高かった。

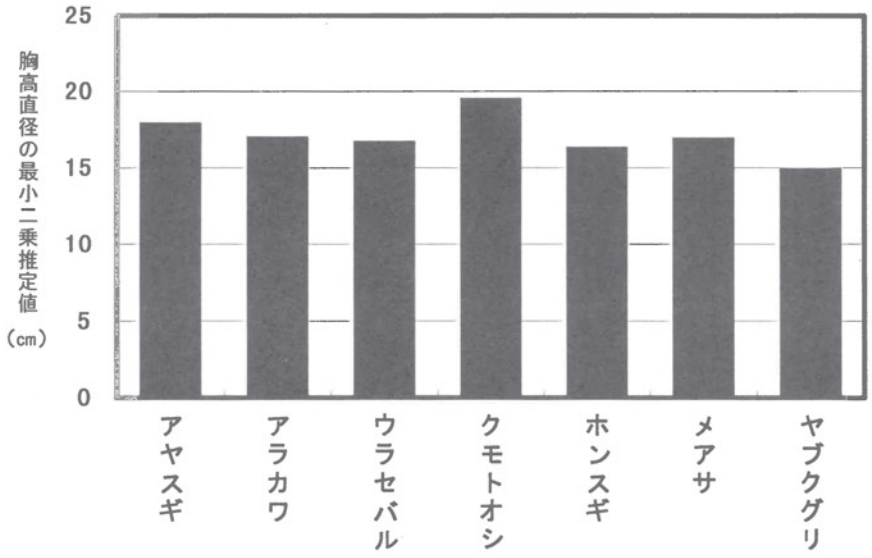


図1. 2-3 品種別の胸高直径の最小二乗法推定値

最小二乗法による推定値によって求めた各品種の形状比（H／D_{BH}）を図1.2-4に示した。形状比100を越えるような品種は無かった。40・33年生林分と同様、樹高成長の高かったクモトオシが85と値が高く、細身であった。残りの６品種はアラカワが75とやや高い値を示しただけでどれも大差なかった。

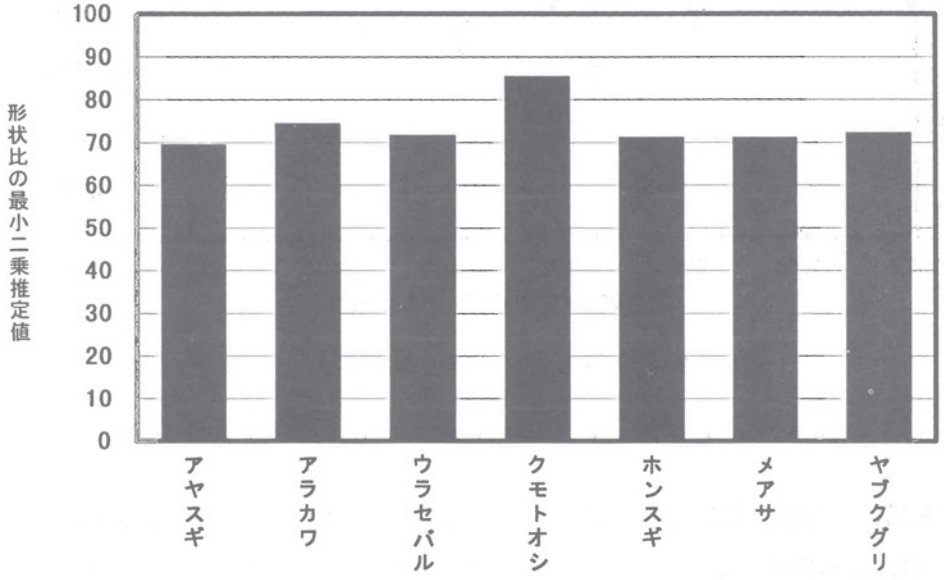


図1.2-4 品種別の形状比（H／D）の最小二乗推定値

1.3 細り

細りは分散分析の結果、有意な品種間差は認められなかった。樹高、胸高直径との相関係数はそれぞれ0.720、0.526で現地適応試験地のような有意な相関は認められなかった。これは自由度が５と少ないことが原因の一つにあげられた。現地適応試験地と同様に樹高、胸高直径との関係を加味した分析も必要である。

品種別の細りの林分平均値と最小二乗推定値をそれぞれ図1.3-1、図1.3-2に示す。宮島（1989）はホンスギ、アヤスギは樹幹の完満性が高い品種としている。最小二乗推定値はホンスギ、アヤスギがそれぞれ１番目と３番目に高い完満性を示した。

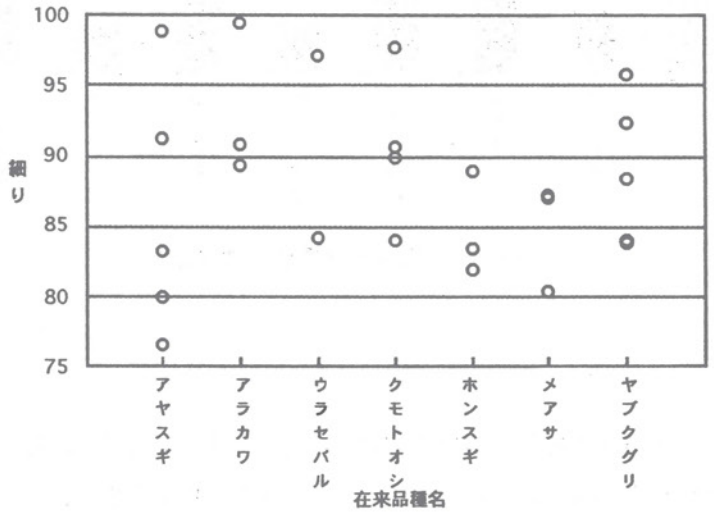


図1.3-1 細りの林分平均値

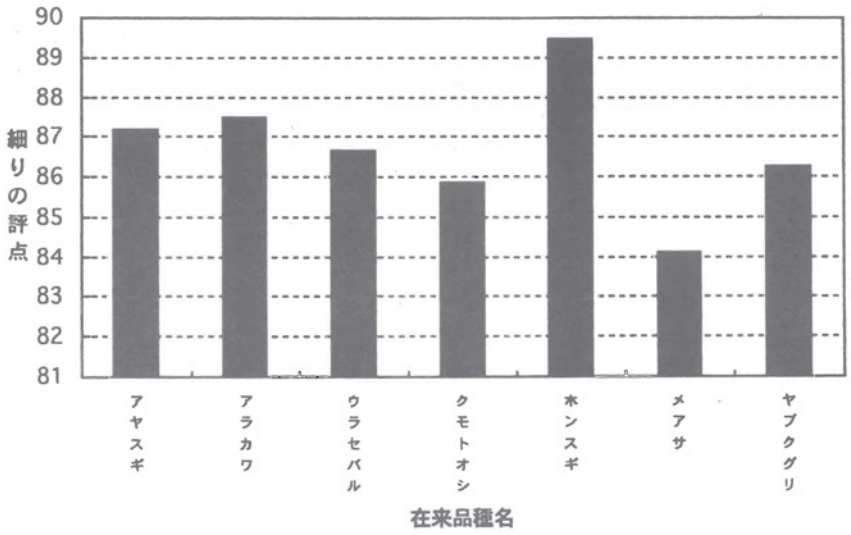


図1.3-2 品種別の細りの評点の最小二乗推定値

2 外部形態

2.1 真円率

分散分析の結果、品種間に差は認められず、品種の平均値の反復率は0.007と低かった。最小二乗法による推定値は全ての品種が110%以下であった（図2.1-1）。幹曲がり、根元曲がりとの相関係数ははそれぞれ0.208、0.045となり、関係は認められなかった。

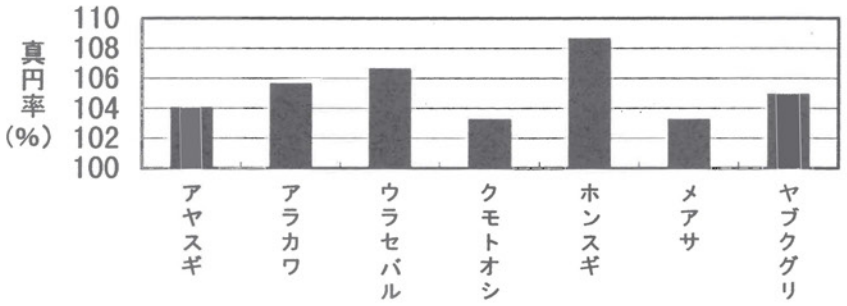


図2.1-1 真円率の最小二乗推定値

2.2 樹皮厚

内樹皮、総樹皮共に分散分析の結果、試験地間に差は認められたが、品種間には差は認められなかった。品種の平均値の反復率は-0.143、-0.203であった。最小二乗推定値を図2.2-1に示す。内樹皮厚は1.1～1.4mm、総樹皮厚は2.8～3.8mm と品種間に大きな差は見られなかった。

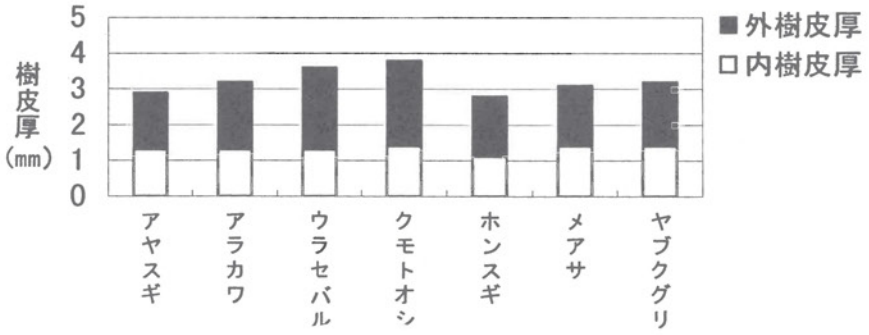


図2.2-1 樹皮厚の最小二乗推定値

2.3 根元曲がり

分散分析の結果、試験地間に差は認められなかったが品種間で差が認められ、平均値の品種反復率は0.840と高い値を示した。全体的に高い通直性を示したが、ヤブクグリに採材に影響が出る根元曲がりが見られた(図2.3-1)。幹曲がりと根元曲がりの相関係数は0.967と高い値が得られた。

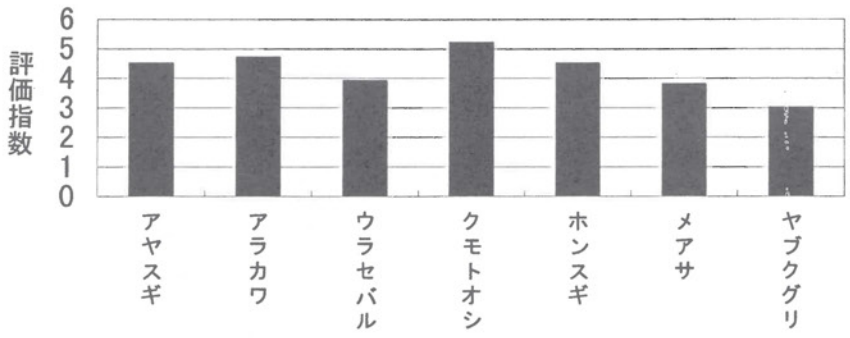


図2. 3-1 根元曲がりの最小二乗推定値

3 内部形態

3.1 心材率

心材率の測定結果を表3.1-1に、また品種毎の林分平均値を図3.1-1に示した。変動係数は、同じ品種内でも林分より大、小の差が大きく、値のばらつきに差がみられた。心材率は、分散分析の結果、有意な品種間差は認められなかった。最小二乗推定値を図3.1-2に示した。

次に、胸高直径と心材率の関係を図3.1-3に示した。現地適応試験地同様に、明らかな正の相関がみられた（表3.1-2）。そこで、同胸高直径階別に心材率を比較すると（図3.1-4）、胸高直径階毎の順位差が大きく、16cm 未満ではメアサ、アヤスギが高く、クモトオシは低くなったが、16cm 以上ではホンスギ、クモトオシが高くなった。

表3.1-1. 心材色測定値の一覧

品種名	展示林名	最大値	最小値	平均	標準偏差	個数	変動係数
アヤスギ	菊池署	68.5	56.5	63.6	5.1	3	8.05
	八代署	67.4	64.2	65.7	1.3	3	1.96
	日田署	41.7	38.9	40.3	1.2	3	2.86
	高千穂署	58.2	56.0	57.2	0.9	3	1.59
	綾署	62.7	35.7	50.5	8.6	6	17.06
平均		68.5	35.7	54.6	10.2	18	18.73
アラカワ	延岡署	53.0	39.5	45.0	5.8	3	12.85
	綾署	60.0	40.3	54.3	7.6	5	14.04
	飫肥署	57.1	51.7	55.3	2.5	3	4.58
平均		60.0	39.5	52.0	7.5	11	14.38
ウラセバル	長崎署	54.5	53.2	53.8	0.5	3	0.99
	綾署	47.7	38.8	43.3	2.9	6	6.77
平均		54.5	38.8	46.8	5.5	9	11.78
クモトオシ	菊池署	64.8	62.5	63.8	1.0	3	1.56
	八代署	61.4	57.8	59.4	1.5	3	2.50
	高千穂署	69.7	62.5	65.9	2.9	3	4.47
	綾署	48.4	32.7	40.1	5.4	6	13.56
平均		69.7	32.7	53.9	12.1	15	22.38
ホンスギ	福岡署	54.9	41.6	48.7	5.5	3	11.21
	武雄署	47.5	35.5	43.4	5.6	3	12.88
	水俣署	65.6	59.8	62.5	2.4	3	3.78
平均		65.6	35.5	51.6	9.3	9	18.11
メアサ	水俣署	66.4	59.5	62.3	3.0	3	4.79
	高千穂署	50.8	50.0	50.3	0.4	3	0.71
	飫肥署	55.8	52.9	54.1	1.2	3	2.24
平均		66.4	50.0	55.6	5.3	9	9.56
ヤブクグリ	福岡署	59.6	51.3	55.4	3.4	3	6.15
	菊池署	61.9	50.5	55.4	4.8	3	8.64
	日田署	48.9	47.5	48.2	0.6	3	1.24
	延岡署	59.1	53.7	56.6	2.2	3	3.97
	綾署	43.2	37.6	39.7	2.2	6	5.59
平均		61.9	37.6	49.2	7.8	18	15.84
総平均		69.7	32.7	52.1	9.3	89	17.94

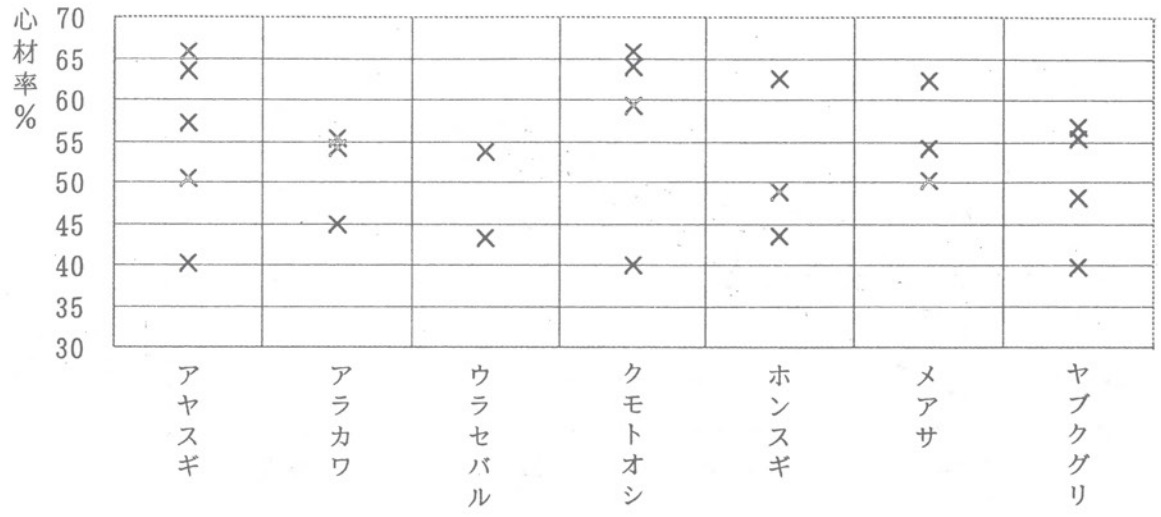


図3.1-1 心材率の林分平均値

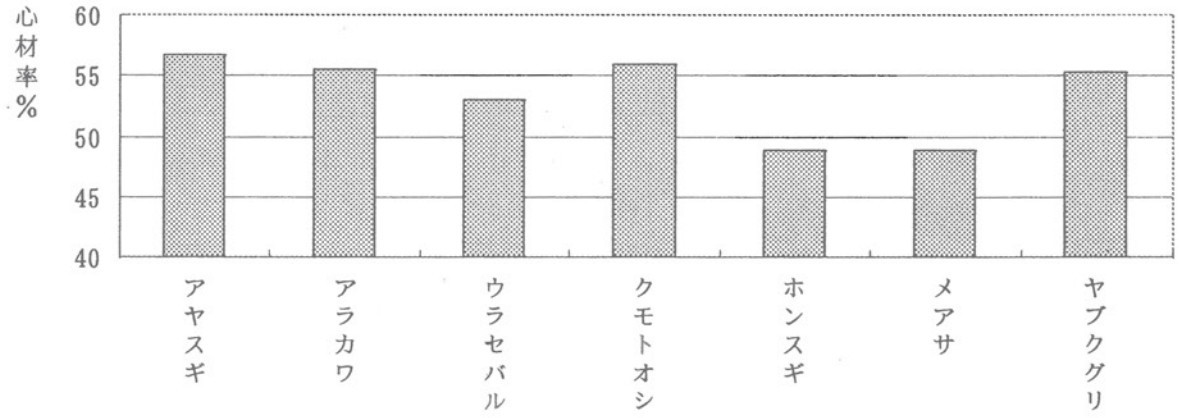


図3.1-2 心材率の最小二乗推定値

表3.1-2. 胸高直径と心材率の相関

相関係数r	データ数	無相関の検定（t検定）
0.672	89	**

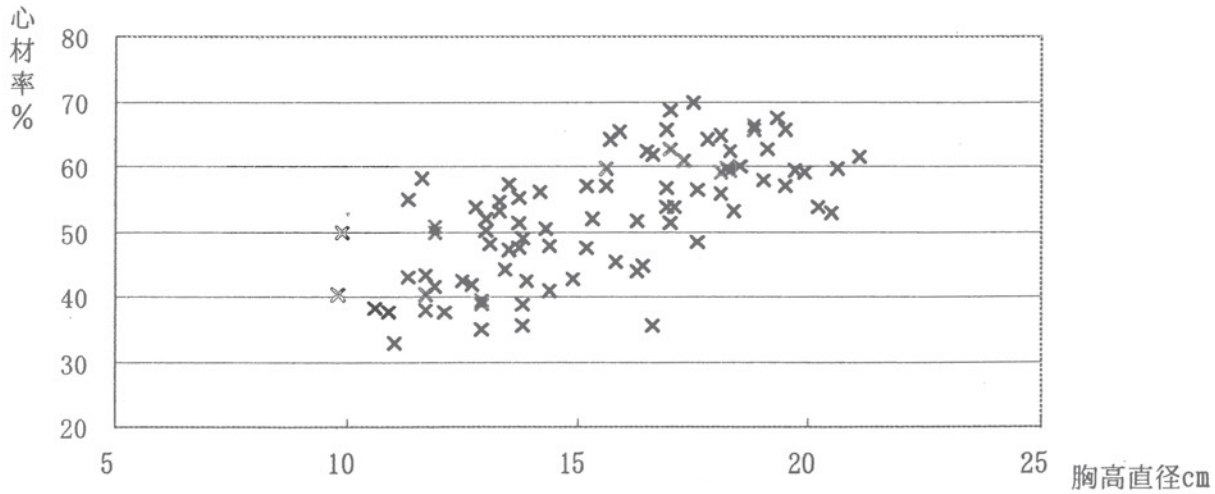


図3.1-3 胸高直径と心材率の関係

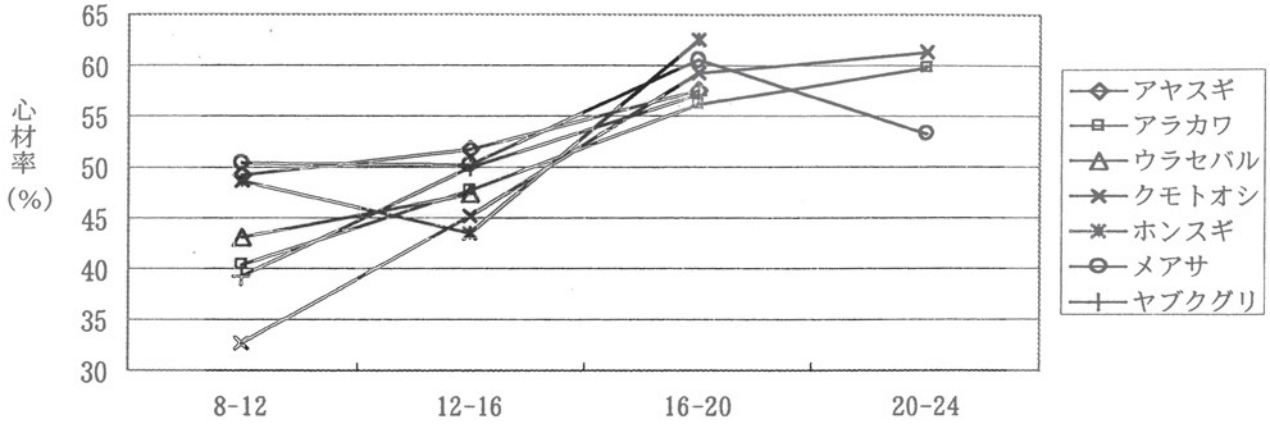


図3.1-4 胸高直径階別の心材率

3.2 晩材率

晩材率の測定は、前述のとおり、外側から10本目の年輪を起点として、内側の10年輪について行ったので、26年生については７～16年生時の年輪を測定した。

測定結果を表3.2-1に、また品種毎の林分平均値を図3.2-1に示した。変動係数は、同一品種でも林分により差が大きく、値のばらつきに差がみられた。分散分析の結果、晩材率に有意な品種間差は認められなかった。最小二乗推定値を図3.2-2に示した。

また、年輪幅と晩材幅、早材幅には相関がみられた（表3.2-2，図3.2-3）。現地適応試験地の測定年輪（21～30年生）では、年輪幅が広いと早材幅も広くなるが、晩材幅はほぼ一定であったのに対し、７～16年生時の年輪では、早材幅、晩材幅ともに広くなった。

表3.2-1 晩材率測定値一覧

		平均年輪幅（mm）		晩材率（%）					
品種名	展示林名	全年輪	晩材幅	最大値	最小値	平均	標準偏差	個数	変動係数
アヤスギ	菊池署	4.88	2.28	47.6	45.6	46.76	0.86	3	1.84
	八代署	2.84	0.99	36.5	33.7	34.96	1.13	3	3.24
	日田署	2.98	1.41	52.5	42.8	47.96	3.96	3	8.25
	高千穂署	4.16	1.88	47.8	42.0	44.98	2.38	3	5.28
	綾署	3.75	1.08	41.6	18.3	29.48	7.15	6	24.27
平均		3.73	1.45	52.5	18.3	38.94	9.12	18	23.43
アラカワ	延岡署	2.86	0.99	38.5	30.8	34.95	3.16	3	9.04
	綾署	4.03	0.78	42.5	12.3	22.83	11.38	5	49.86
	飫肥署	3.96	1.43	50.7	29.2	38.01	9.18	3	24.15
平均		3.69	1.02	50.7	12.3	30.28	11.49	11	37.96
ウラセバル	長崎署	1.81	0.68	42.1	35.1	37.56	3.24	3	8.62
	綾署	2.10	1.02	69.1	41.4	49.94	9.67	6	19.36
平均		2.00	0.91	69.1	35.1	45.82	9.99	9	21.81
クモトオシ	菊池署	5.67	1.73	31.4	29.6	30.56	0.74	3	2.42
	八代署	2.71	0.94	39.9	32.5	34.93	3.48	3	9.95
	高千穂署	5.30	1.82	36.4	31.7	34.40	1.97	3	5.73
	綾署	2.97	0.88	58.0	17.2	32.74	13.80	6	42.17
平均		3.93	1.25	58.0	17.2	33.07	9.05	15	27.36
ホンスギ	福岡署	1.66	0.66	44.7	32.9	39.24	4.88	3	12.43
	武雄署	3.77	1.64	48.1	39.2	43.29	3.67	3	8.48
	水俣署	2.19	0.75	37.9	29.7	34.42	3.48	3	10.11
平均		2.54	1.02	48.1	29.7	38.98	5.44	9	13.95
メアサ	水俣署	3.62	0.98	29.3	23.6	26.71	2.35	3	8.79
	高千穂署	4.73	2.03	46.6	39.8	42.92	2.77	3	6.45
	飫肥署	4.31	1.34	43.8	17.6	32.49	11.03	3	33.94
平均		4.22	1.45	46.6	17.6	34.04	9.48	9	27.85
ヤブクグリ	福岡署	1.99	0.82	47.6	35.4	40.78	5.08	3	12.45
	菊池署	4.36	1.66	40.1	34.8	38.06	2.32	3	6.11
	日田署	2.55	1.06	48.1	37.0	40.98	5.06	3	12.35
	延岡署	3.08	1.76	67.1	51.1	56.90	7.20	3	12.65
	綾署	1.68	0.81	66.0	34.7	47.66	11.78	5	24.71
平均		2.61	1.17	67.1	34.7	45.20	10.07	17	22.29
総平均		3.29	1.21	69.1	12.3	38.27	10.92	88	28.53

表3.2-2. 年輪幅と晩材幅、早材幅、晩材率の相関

	相関係数	無相関検定（t検定）
晩材幅	0.663	[**]
早材幅	0.933	[**]
晩材率	-0.369	[**]

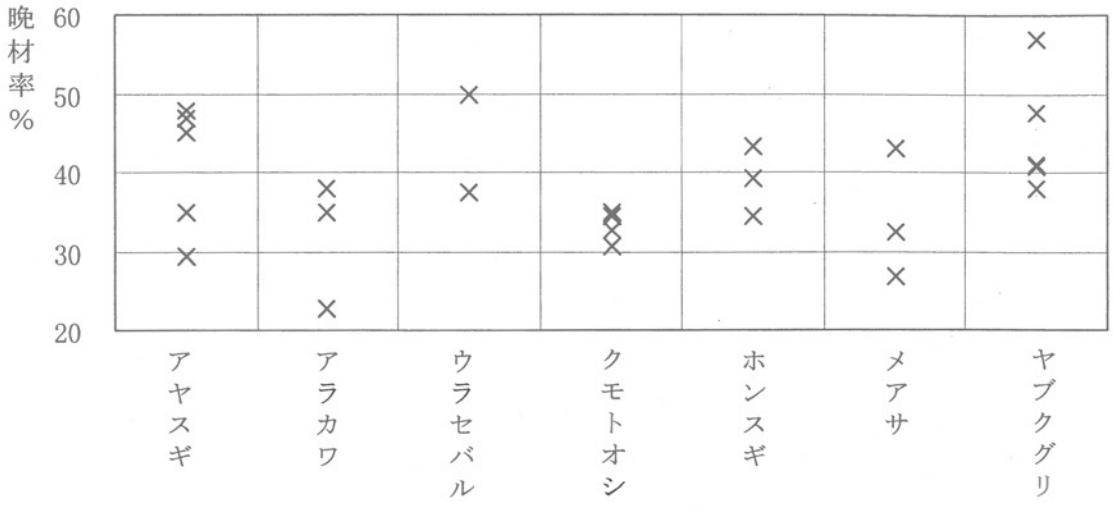


図3.2-1 晩材率の林分平均値

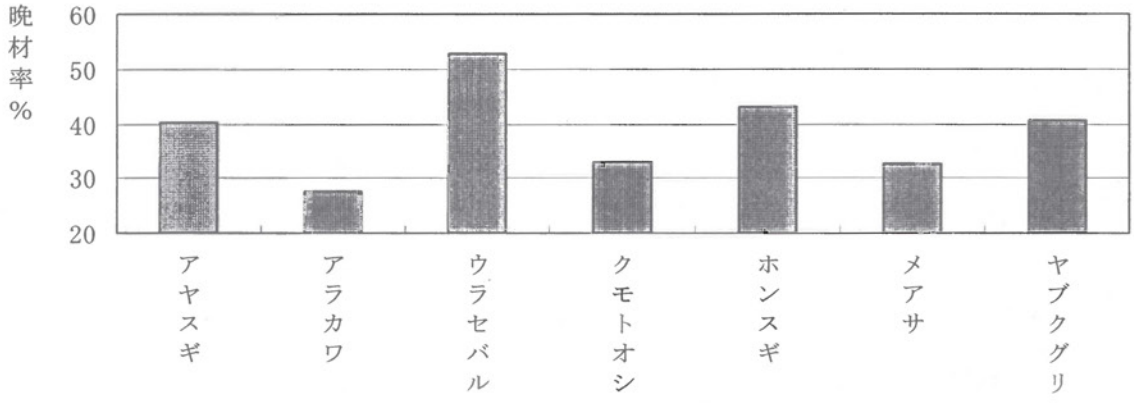


図3.2-2 晩材率の最小二乗推定値

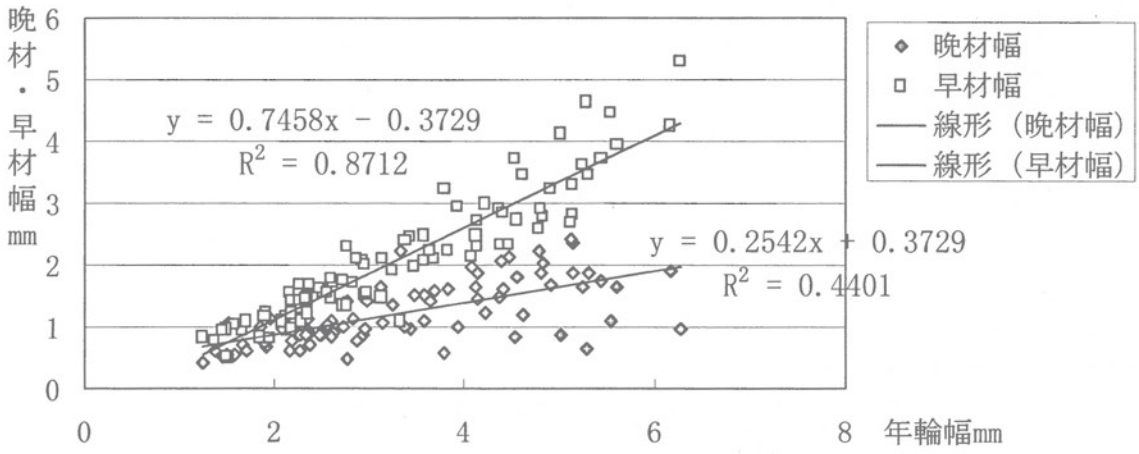


図3.2-3 年輪幅と早材幅、晩材幅の関係

3.3 心材色

3.3.1 心材色測定値

表3.3.1-1に測定した各品種の林分平均値と変動係数を、表3.3.1-2に目視評点値を示した。また、図3.3.1-1と図3.3.1-2に、品種別に心材色測定値の林分平均値と最小二乗推定値を示した。

1) L*

表3.3.1-1のとおり、L*値は生材、気乾材ともに、生材の長崎署のウラセバルを除き変動係数が10%以下と同一品種の林分内のばらつきは小さかった。分散分析の結果、気乾材には有意な品種間差が認められ、アヤスギ、ウラセバル、ホンスギが高い値を示した。生材では、有意な品種間差は認められたなかった。

また、生材から気乾材への値の変化は、現地適応試験地では全ての林分で増加したのに対し、値が減少する林分の方が多く、異なった反応を示した。

2) a*

a*値の変動係数は、生材ではヤブクグリ、気乾材ではウラセバル、クモトオシ、ヤブクグリを除き、10%を越える林分が存在し、ばらつきはやや大きかった。分散分析の結果、生材では有意な品種間差があり、クモトオシが高い値を示した。気乾材では、有意な品種間差は認められなかった。

また、現地適応試験地では、気乾材は生材に比べ全ての林分で値が減少したのに対し、一部増加した林分があり、特にホンスギでは、調査した３林分全てで増加し、特異な反応を示した。

3) b*

b*値は、生材、気乾材ともに、全てに林分で、変動係数が10以下と同一品種の林分内のばらつきは小さかった。分散分析の結果、生材、気乾材ともに有意な品種間差は認められなかった。

また、気乾材は生材に比べ、現地適応試験地では全ての林分で値が減少したのに対し、一部増加する林分があった。分布の範囲は、現地適応試験地と同様に狭くなった。

4) 目視評点

目視評点は、分散分析の結果、生材、気乾材ともに、品種間差は有意ではなかった。現地適応試験地では、生材から気乾材へと乾燥することで、評価があがったのに対し、全ての品種で、反対に評価が下がった。

3.3.2 品種の評価

今回の調査では、前述のとおり気乾材のL*値と生材のa*値で有意な品種間差が認められた。気乾材L*値の推定値により、アヤスギ、ウラセバル、ホンスギは赤心系の品種と考えられる。

表3. 3. 1-1. 心材色測定値の一覧（板目面）

品種	展示林名	L* 生材		気乾材		増減	a* 生材		気乾材		増減	b* 生材		気乾材		増減
アヤスギ	菊池署			72.7	(1.9)	−			10.7	(13.3)	−			21.8	(1.0)	−
	八代署	69.4	(5.6)	70.0	(1.4)	0.6	12.3	(13.9)	10.6	(3.9)	△ 1.7	23.2	1.5	22.2	(1.0)	△ 1.0
	日田署	75.4	(3.1)	69.9	(2.1)	△ 5.5	11.4	(10.7)	14.1	(4.3)	2.8	20.8	0.3	22.8	(2.7)	2.0
	高千穂署	74.6	(2.0)	71.8	(4.4)	△ 2.8	11.1	(6.9)	11.6	(14.4)	0.5	22.5	4.1	23.0	(3.4)	0.5
	綾署	78.3	(2.0)	76.6	(0.6)	△ 1.6	9.1	(13.1)	8.8	(8.6)	△ 0.2	20.8	56.7	21.2	(4.4)	0.4
平均		75.2	(5.4)	72.9	(4.4)	△ 2.3	10.6	(17.0)	10.8	(19.3)	0.2	21.6	0.0	22.0	(4.5)	0.4
アラカワ	延岡署			65.2	(6.7)	−			11.6	(10.1)	−			20.9	(4.9)	−
	綾署	73.4	(9.3)	72.6	(7.6)	△ 0.8	11.7	(35.1)	10.9	(18.8)	△ 0.8	22.1	(6.8)	21.0	(4.3)	△ 1.1
	飫肥署			73.3	(0.6)	−			9.9	(9.5)	−			21.5	(1.6)	−
平均		73.4	(9.3)	70.9	(7.8)	△ 2.5	11.7	(35.1)	10.8	(16.1)	△ 0.9	22.1	(6.8)	21.1	(4.1)	△ 0.9
ウラセバル	長崎署	56.5	(14.6)	62.8	(5.6)	6.3	19.8	(9.5)	11.8	(4.8)	△ 8.1	27.3	(3.3)	21.1	(7.9)	△ 6.2
	綾署	78.3	(1.9)	76.7	(1.7)	△ 1.6	8.6	(20.4)	9.3	(7.2)	0.6	22.2	(5.8)	22.3	(3.1)	0.1
平均		71.0	(16.1)	72.0	(9.7)	1.0	12.4	(45.3)	10.1	(13.3)	△ 2.3	23.9	(11.2)	21.9	(5.8)	△ 2.0
クモトオシ	菊池署			62.3	(4.0)	−			13.3	(4.3)	−			21.6	(2.2)	−
	八代署	63.9	(1.3)	65.4	(1.4)	1.5	14.0	(2.6)	12.3	(2.6)	△ 1.7	23.0	(1.2)	22.4	(3.2)	△ 0.6
	高千穂署	68.6	(0.2)	67.3	(1.9)	△ 1.2	14.2	(3.6)	12.2	(3.1)	△ 2.0	23.2	(3.7)	21.9	(2.1)	△ 1.3
	綾署	60.1	(8.5)	71.9	(1.6)	11.7	18.0	(12.0)	12.8	(2.7)	△ 5.1	26.8	(8.9)	21.6	(0.7)	△ 5.2
平均		63.2	(7.9)	67.8	(5.9)	4.6	16.1	(15.4)	12.7	(4.5)	△ 3.4	24.9	(10.2)	21.8	(2.5)	△ 3.1
ホンスギ	福岡署	79.0	(2.0)	70.8	(1.6)	△ 8.3	8.7	(14.1)	13.7	(16.3)	5.0	21.5	(4.9)	24.0	(2.7)	2.6
	武雄署	76.3	(2.0)	68.7	(0.6)	△ 7.6	11.3	(9.3)	15.8	(3.2)	4.5	20.4	(1.7)	23.1	(1.7)	2.7
	水俣署	71.3	(1.2)	70.1	(2.2)	△ 1.2	13.0	(4.4)	13.3	(8.9)	0.3	23.8	(2.3)	23.6	(0.5)	△ 0.2
平均		75.5	(4.6)	69.8	(2.1)	△ 5.7	11.0	(18.3)	14.3	(13.0)	3.3	21.9	(7.3)	23.6	(2.5)	1.7
メアサ	水俣署	67.1	(3.5)	66.7	(2.8)	△ 0.5	16.0	(10.0)	11.6	(6.9)	△ 4.4	26.0	(5.3)	23.3	(1.3)	△ 2.6
	高千穂署	71.7	(0.9)	71.0	(1.2)	△ 0.7	12.6	(3.3)	10.7	(4.2)	△ 1.9	22.4	(2.2)	22.3	(0.8)	△ 0.1
	飫肥署			72.8	(2.9)	−			11.3	(10.4)	−			20.6	(2.7)	−
平均		69.4	(4.1)	70.2	(4.4)	0.8	14.3	(14.4)	11.2	(8.3)	△ 3.1	24.2	(8.5)	22.1	(5.3)	△ 2.1
ヤブクグリ	福岡署	73.2	(1.8)	65.0	(2.1)	△ 8.2	12.3	(2.9)	13.8	(7.1)	1.5	21.2	(1.6)	22.3	(1.4)	1.2
	菊池署			66.5	(2.2)	−			11.9	(5.5)	−			22.0	(0.7)	−
	日田署	70.5	(4.2)	65.2	(8.9)	△ 5.3	14.3	(8.9)	12.3	(7.9)	△ 2.0	21.2	(1.7)	21.1	(7.4)	△ 0.1
	延岡署			71.7	(1.1)	−			11.8	(0.4)	−			22.4	(2.4)	−
	綾署	72.1	(3.2)	70.1	(3.2)	△ 2.1	12.4	(4.6)	11.0	(7.0)	△ 1.5	21.3	(6.1)	21.8	(2.0)	0.6
平均		72.0	(3.5)	68.1	(5.7)	△ 3.9	12.9	(8.8)	12.0	(10.3)	△ 0.9	21.2	(4.4)	21.9	(3.9)	0.7
総平均		71.4	(9.9)	70.2	(6.6)	△ 1.2	12.6	(27.5)	11.7	(16.3)	△ 1.0	22.7	(10.4)	22.0	(4.9)	△ 0.7

注:( )内は、変動係数

表3. 3. 1-2 目視評点値一覧

品種	展示林名	個数	目視評点 生材	乾材	増減
アヤスギ	菊池署	3		4.3	−
	八代署	3	5.0	3.0	-2.0
	日田署	3	5.0	5.0	0.0
	高千穂署	3	5.0	3.0	-2.0
	綾署	6	5.0	3.3	-1.7
平均		18	5.0	3.7	-1.3
アラカワ	延岡署	3		3.0	−
	綾署	6	5.0	4.0	-1.0
	飫肥署	3		3.0	−
平均		12	5.0	3.5	-1.5
ウラセバル	長崎署	3	1.7	3.0	1.3
	綾署	6	5.0	4.0	-1.0
平均		9	3.9	3.7	-0.2
クモトオシ	菊池署	3		3.0	−
	八代署	3	3.0	3.0	0.0
	高千穂署	3	5.0	3.0	-2.0
	綾署	6	4.0	4.3	0.3
平均		15	4.0	3.5	-0.5
ホンスギ	福岡署	3	5.0	4.3	-0.7
	武雄署	3	5.0	5.0	0.0
	水俣署	3	5.0	3.0	-2.0
平均		9	5.0	4.1	-0.9
メアサ	水俣署	3	5.0	3.0	-2.0
	高千穂署	3	5.0	3.0	-2.0
	飫肥署	3		4.3	−
平均		9	5.0	3.4	-1.6
ヤブクグリ	福岡署	3	3.0	5.0	2.0
	菊池署	3		3.0	−
	日田署	3	3.0	3.0	0.0
	延岡署	3		4.3	−
	綾署	6	5.0	3.3	-1.7
平均		18	4.0	3.7	-0.3
総平均		90	4.5	3.6	-0.9

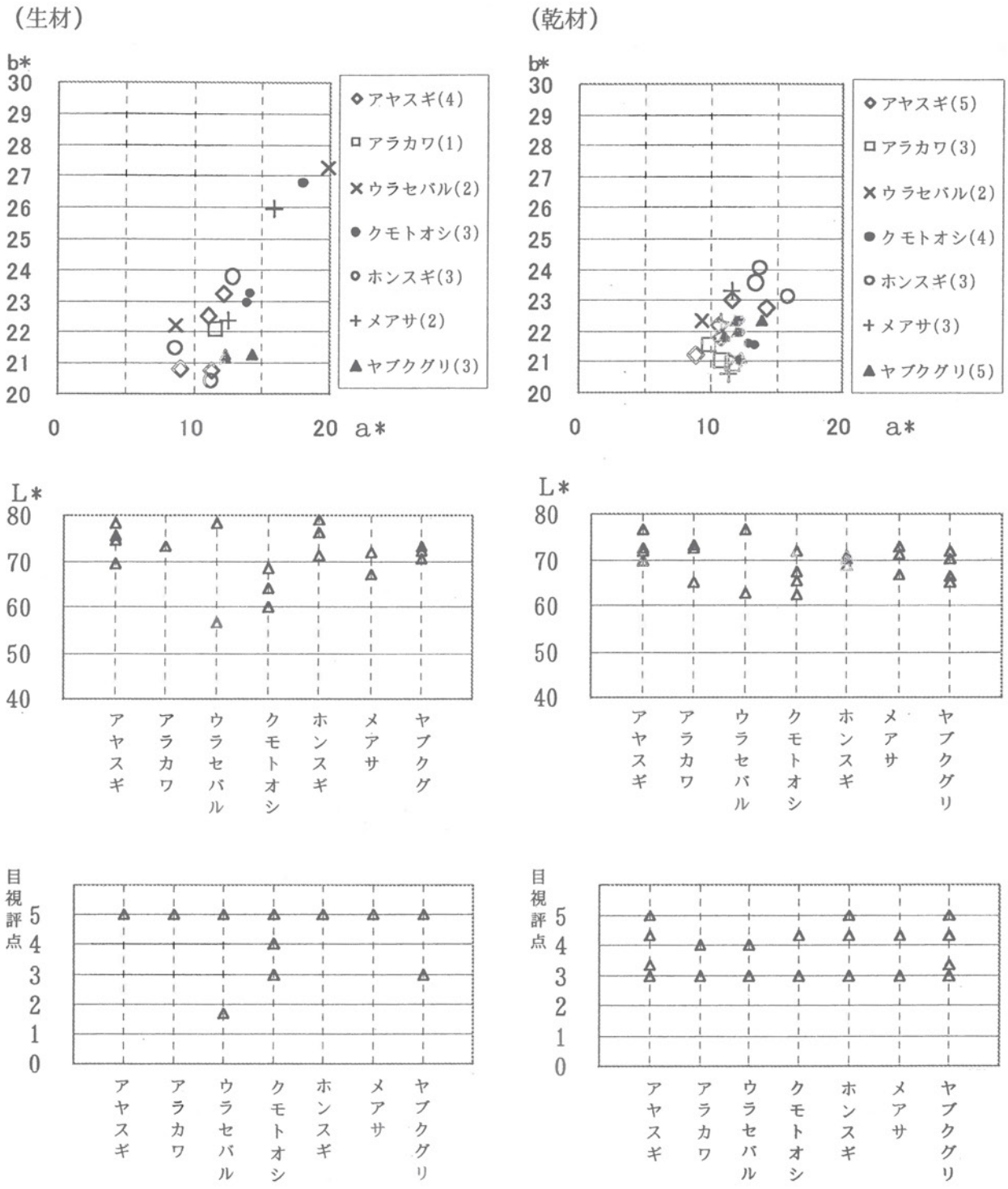


図3.3.1-1 心材色の林分平均値

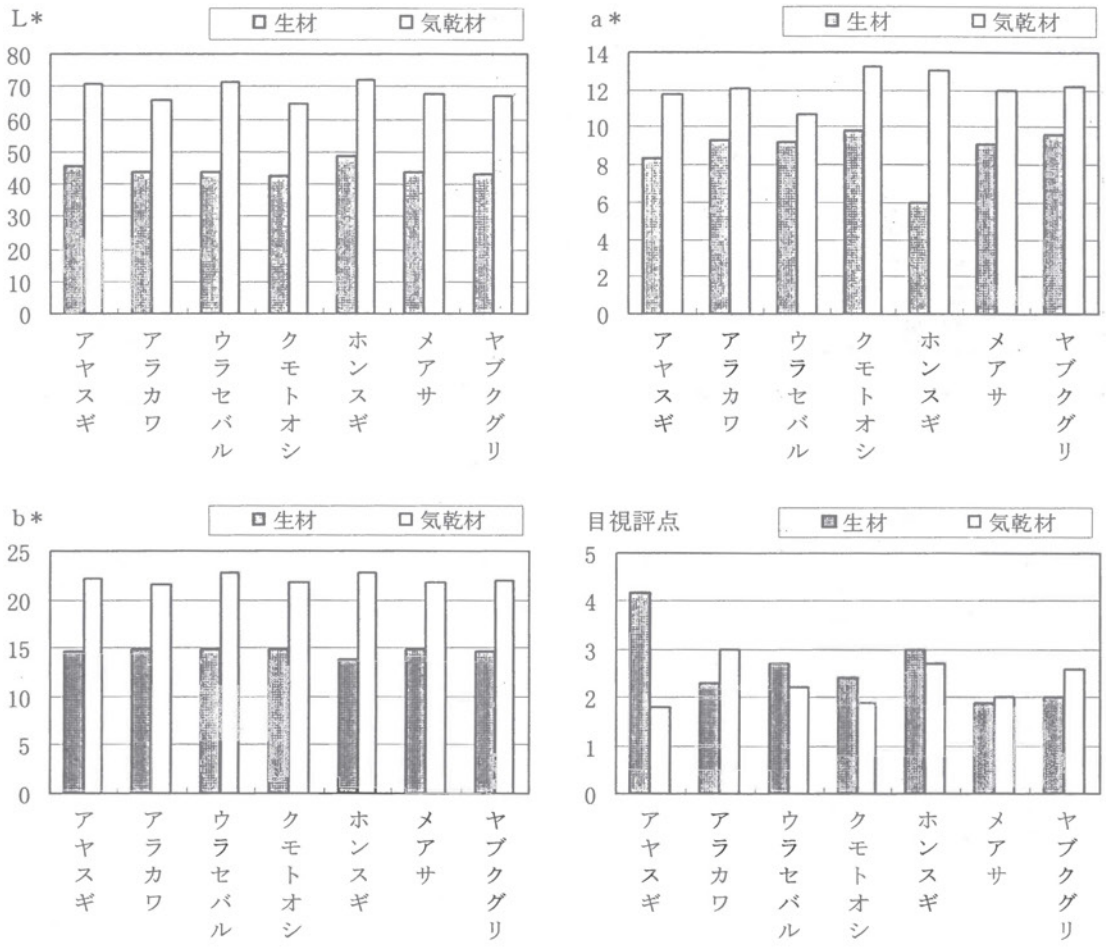


図3. 3. 1-2 心材色測定値の最小二乗推定値

4 材質特性

4.1 容積密度

容積密度は、分散分析の結果、品種間差について有意差が見られ、品種平均値の反復率は、0.711であった。（表6-2）

最小二乗推定値を図4.1-1に示した。

品種別にみると、ウラセバル、ホンスギが比較的高い値を示し、他の５品種は、0.303～0.338g/cm^{3}であった。

各形質との相関関係をみると、先の現地適応試験地結果（3.4.1）でも見られたように、樹高、胸高直径、含水率、晩材率との相関係数が比較的高く、それぞれ-0.746、-0.770、-0.926、0.808であった。（表4.1-1）

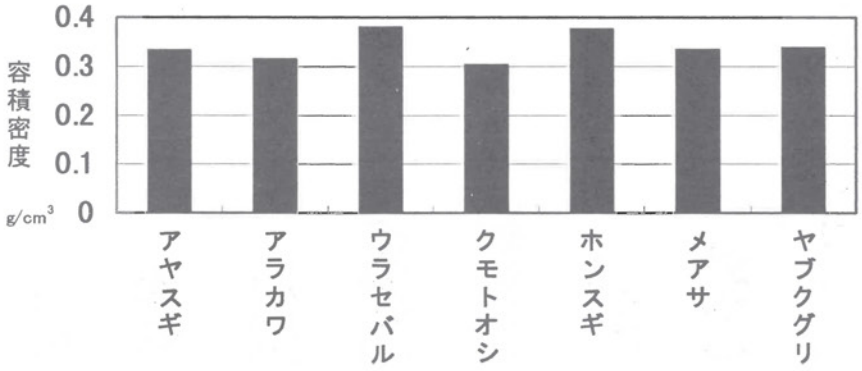


図4.1-1 最小二乗法による容積密度推定値

表4.1-1 各形質相互の相関係数

調査形質	容積密度	調査形質	容積密度
樹高	−0.746	心材色気乾a	−0.628
胸高直径	−0.770	心材色気乾b	0.828
細り	−0.549	心材色気乾目視	0.078
心材率	−0.461	心材色生材L	0.603
真円率	0.650	心材色生材a	−0.577
内樹皮厚	−0.462	心材色生材b	−0.591
総樹皮厚	−0.507	心材色生材目視	0.28
容積密度		ヤング率	−0.416
含水率平均	−0.926	ｽｷﾞｻﾞｲﾉﾀﾏﾊﾞｴ	−0.424
含水率心材	−0.897	ﾋﾉｷｶﾜﾓｸﾞﾘｶﾞ	−0.105
含水率白線帯	−0.196	幹曲がり	−0.31
含水率辺材	−0.556	気根	−0.612
晩材率	0.808	溝腐病	−0.036
心材色気乾L	0.779	根元曲がり	−0.418

4.2 ヤング率

ヤング率は，分散分析の結果，林分間差，品種間差ともに有意差が見られ，品種平均値の反復率は0.886と，各形質の中で最も高い値を示している。（表6-2）

最小二乗推定値を図4.2-1に示した。

品種別にみると，クモトオシが63.5tf/cm^{2}と最も高く，ヤブクグリが25.6tf/cm^{2}と最も低い値を示しており，先の現地適応試験地結果と共通する品種間では，まったく同じ順位となっている。

高いヤング率を示した品種から順に列記すると，クモトオシ，ウラセバル，アヤスギ，メアサ，ヤブクグリである。

また先の結果に比べると，品種間のばらつきが大きく，全体的に低い値となっており，林齢の違いによる影響が伺えた。

各形質との相関係数は，樹高，胸高直径，細りで比較的高い値を示しており，先の結果とおおむね一致した。（表4.2-1）

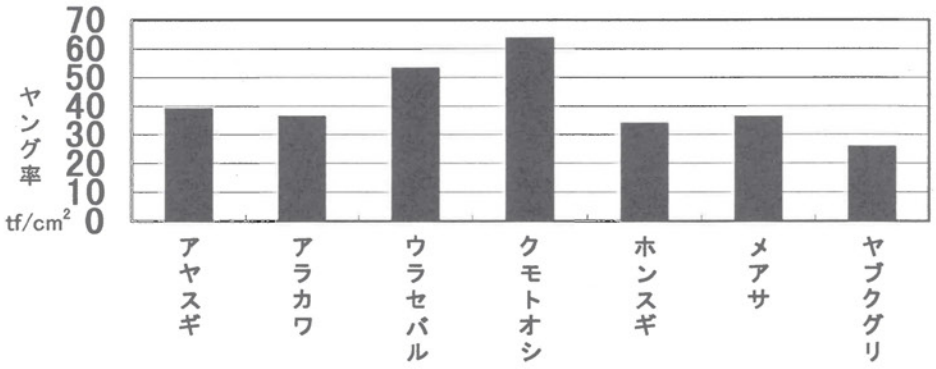


図4.2-1 最小二乗法によるヤング率推定値

表4.2-1 各形質相互の相関係数

調査形質	ヤング率	調査形質	ヤング率
樹高	0.893	心材色気乾a	0.641
胸高直径	0.808	心材色気乾b	0.016
細り	0.621	心材色気乾目視	−0.431
心材率	0.069	心材色生材L	−0.257
真円率	−0.200	心材色生材a	0.147
内樹皮厚	0.007	心材色生材b	0.226
総樹皮厚	0.754	心材色生材目視	−0.030
容積密度	−0.416	ヤング率	
含水率平均	0.423	ｽｷﾞｻﾞｲﾉﾀﾏﾊﾞｴ	0.112
含水率心材	0.550	ﾋﾉｷｶﾜﾓｸﾞﾘｶﾞ	−0.34
含水率白線帯	−0.208	幹曲がり	0.738
含水率辺材	0.027	気根	0.18
晩材率	−0.345	溝腐病	−0.409
心材色気乾L	−0.330	根元曲がり	0.767

4.3 含水率

各部位別含水率の分散分析の結果，いずれも有意な差は見られず，品種反復率は平均値，心材部，白線帯，辺材部でそれぞれ0.489，0.102，-0.403，-0.292であった。（表6-2）

含水率平均および各部位別の最小二乗推定値を図4.3-1～4に示した。

全体的に含水率が高く，７品種のうち６品種の平均含水率が200%をこえる結果となった。

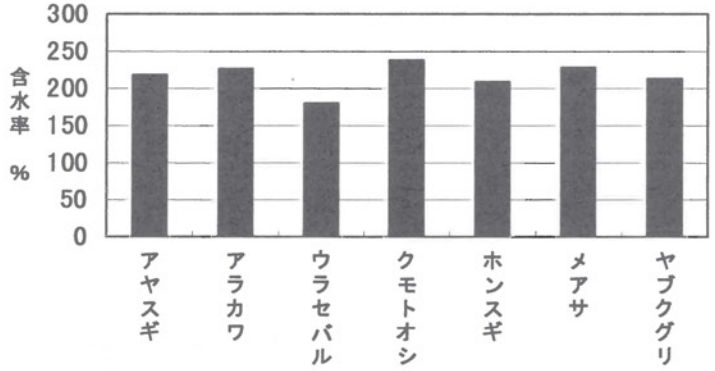


図4.3-1 最小二乗法による含水率平均推定値

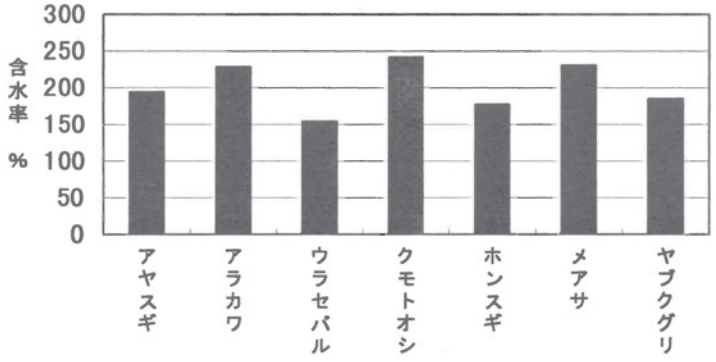


図4.3-2 最小二乗法による含水率心材推定値

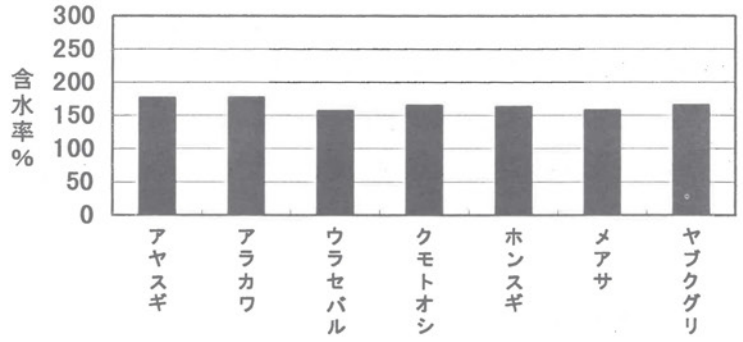


図4. 3-3 最小二乗法による含水率白線帯推定値

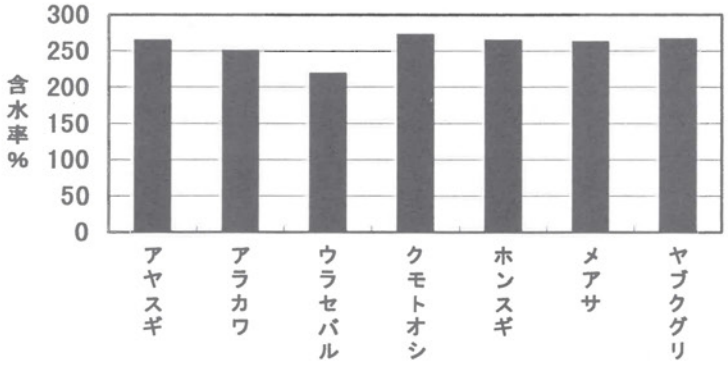


図4. 3-4 最小二乗法による含水率辺材推定値

5　その他

5.1 幹曲がり

幹曲がりは分散分析の結果、有意な品種間差が認められなかった。品種の平均値の反復率は0.663だった。幹曲がりの林分平均値と最小二乗推定値をそれぞれ図5.1-1、図5.1-2に示す。

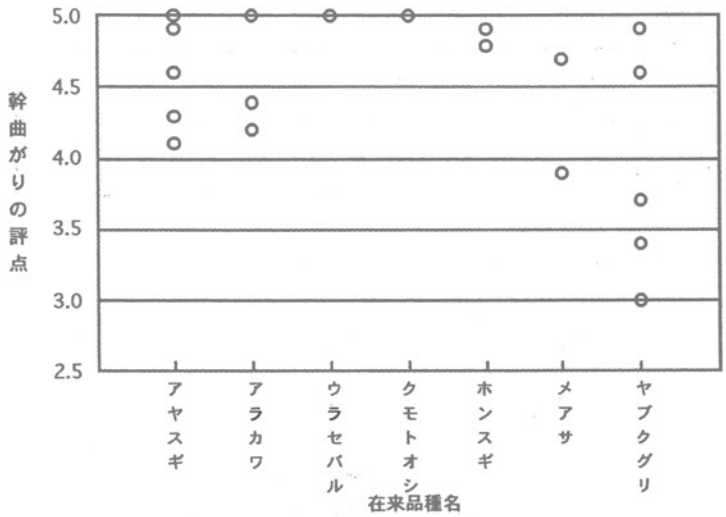


図5.1-1 幹曲がりの林分平均値

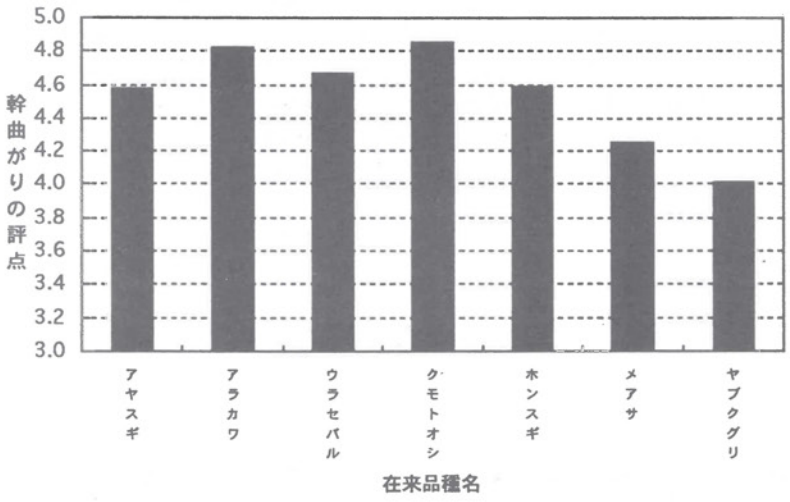


図5.1-2 品種別の幹曲がりの評点の最小二乗推定値

品種間差は有意でなかったが、現地適応試験地と同様にヤブクグリとメアサは曲がりやすい品種として推定された。

5.2 気根

気根は分散分析の結果、有意な品種間差は認められなかった。品種の平均値の反復率は0.328だった。気根の林分平均値と最小二乗推定値をそれぞれ図5.2-1、図5.2-2に示す。

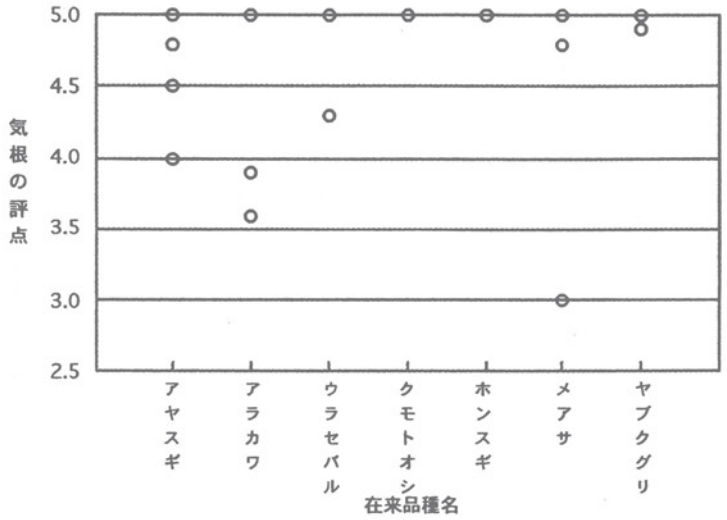


図5.2-1 気根の林分平均値

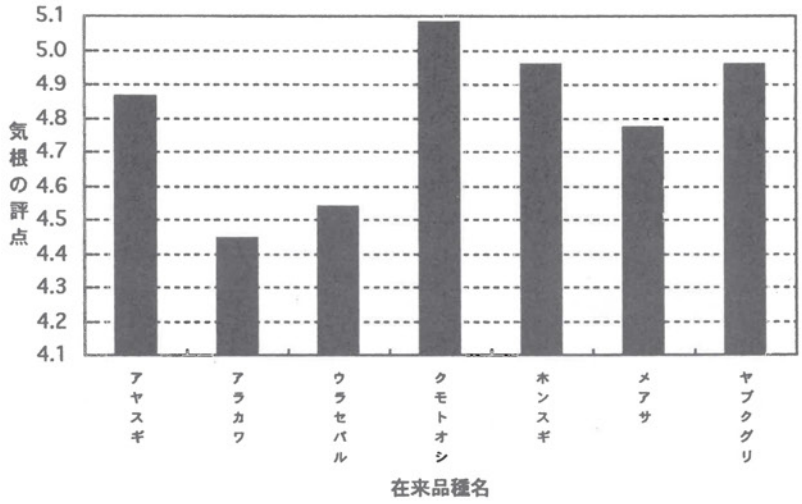


図5.2-2 品種別の気根の評点の最小二乗推定値

メアサは飫肥署で評点が３で、現地適応試験地と同様に植栽場所によっては気根がでやすいと考えられた。

5.3 病虫害・気象害

溝腐病とヒノキカワモグリガによる被害は一部の林分で調査を行ったが被害個体は認められなかった。

スギザイノタマバエによる被害は、飫肥営林署を除いて全ての林分で調査したが、分散分析の結果、有意な品種間差は認められなかった。スギザイノタマバエによる被害の林分平均値と最小二乗推定値をそれぞれ図5.3-1、図5.3-2に示す。

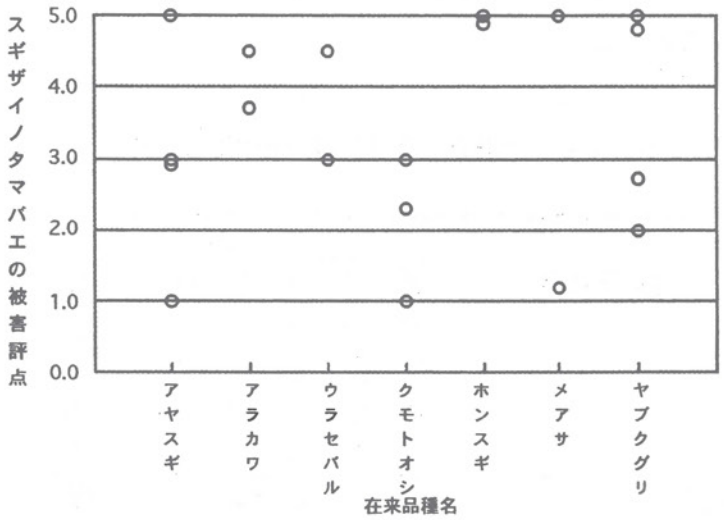


図5.3-1 スギザイノタマバエの被害評点の林分平均値

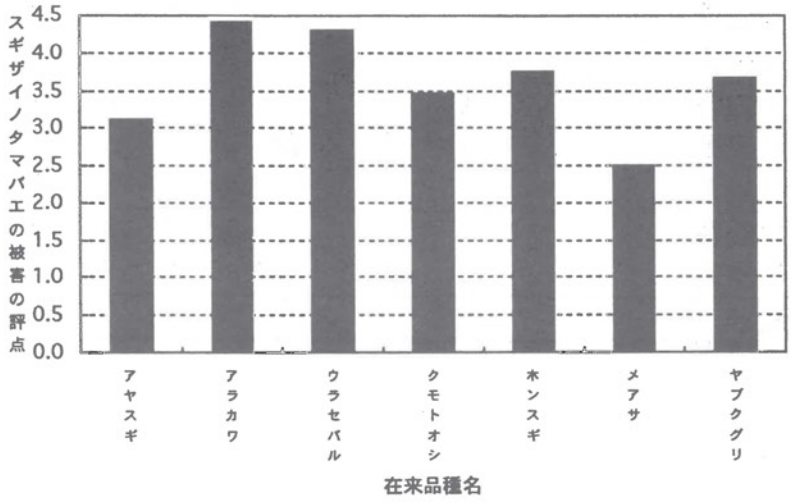


図5.3-2 スギザイノタマバエの被害の評点の最小二乗推定値

高千穂営林署と八代営林署の林分で低い林分平均値を示した品種が認められ、アヤスギは両林分で１、クモトオシはそれぞれ３及び１、メアサは高千穂営林署で1.2となった。

また、クモトオシはスギハダニに感受性があるとされているが、今回の調査では被害は確認しなかった。

6 まとめ

熊本営林局の品種別展示林は、11林分の７品種について、各林分の品種平均値を用いて28形質のデータ解析を行った。データの解析は現地適応試験地と同様に行った。

分散共分散分析を行った28形質のうち品種間差が認められた形質は容積密度、気乾材の心材色のL*値、生材の心材色のa*値、ヤング率及び根元曲がりの５形質であった。そのうち品種間差のみが認められた形質は根元曲がりであった。

試験地と供試品種の二元表及び分散共分散分析の結果を表6-1、6-2にそれぞれ示す。また、最小二乗法で推定した評価値を表6-3に示す。

表6-1 熊本営林局の品種別展示林の調査品種

展示林名	品種名							
	アヤスギ	アラカワ	ウラセバル	クモトオシ	ホンスギ	メアサ	ヤブクグリ	総計
綾署	●	●	●	●			●	5
延岡署		●					●	2
菊池署	●			●			●	3
高千穂署	●			●		●		3
水俣署					●	●		2
長崎署			●					1
日田署	●						●	2
八代署	●			●				2
武雄署					●			1
福岡署					●		●	2
飫肥署		●				●		2
総計	5	3	2	4	3	3	5	25

表6-2 熊本営林局の品種別展示林の品種毎の各形質の分散分析の結果

調査形質	試験地のF値	品種のF値	品種反復率
樹高	1.64	1.61	0.378
胸高直径	1.58	0.58	-0.714
細り	3.46	0.43	-1.317
心材率	2.16	0.31	-2.254
真円率	0.37	1.01	0.007
内樹皮厚	23.13 **	0.87	-0.143
総樹皮厚	15.18 **	0.83	-0.203
容積密度	2.26	3.49 *	0.711
含水率平均	3.59	1.96	0.489
含水率心材	1.32	1.11	0.102
含水率白線帯	2.82	0.71	-0.403
含水率辺材	2.78	0.77	-0.292
晩材率	1.02	2.35	0.574
心材色気乾L	4.58 *	4.48 *	0.777
心材色気乾a	1.67	1.79	0.440
心材色気乾b	0.98	0.71	-0.415
心材色気乾目視	1.58	0.71	-0.402
心材色生材L	829.78 **	3.13	0.680
心材色生材a	132.47 **	3.98 *	0.749
心材色生材b	1003.39 **	0.68	-0.463
心材色生材目視	3.62	1.45	0.313
ヤング率	10.47 **	8.74 **	0.886
ｽｷﾞｻﾞｲﾉﾀﾏﾊﾞｴ	3.80	0.98	-0.025
ﾋﾉｷｶﾜﾓｸﾞﾘｶﾞ	3.00	0.97	-0.030
幹曲がり	2.88	2.97	0.663
気根	1.73	1.49	0.328
溝腐病	3.25	1.17	0.148
根元曲がり	1.05	6.27 **	0.840

表6-3 熊本営林局の品種別展示林の最小二乗推定値

品種名	供試回数	樹高	胸高直径	細り	心材率	真円率	内樹皮厚	総樹皮厚	容積密度	含水率平均	含水率心材	含水率白線帯	含水率辺材	晩材率	心材色気乾L
アヤスギ	5	12.6	17.9	85.9	56.8	104.0	1.3	2.9	0.3	218.6	193.9	176.8	264.1	40.2	71.0
アラカワ	3	12.5	17.0	87.5	55.5	105.6	1.3	3.2	0.3	226.8	228.4	176.9	250.2	27.5	65.8
ウラセバル	2	12.0	16.7	86.7	53.0	106.6	1.3	3.6	0.4	180.6	154.3	156.9	218.8	52.7	71.2
クモトオシ	4	16.4	19.5	89.5	56.0	103.2	1.4	3.8	0.3	238.4	241.5	164.8	272.1	32.8	64.6
ヤブクグリ	5	11.5	16.3	87.2	55.3	104.9	1.4	3.2	0.3	213.6	185.0	165.5	266.1	43.1	66.8
メアサ	3	11.8	16.9	84.1	48.9	103.2	1.4	3.1	0.3	228.6	230.4	157.5	262.4	32.5	67.9
ホンスギ	3	10.7	14.9	86.3	48.9	108.6	1.1	2.8	0.4	209.2	177.3	162.8	264.4	40.6	71.8

品種名	供試回数	心材色気乾a	心材色気乾b	心材色気乾目視	心材色生材L	心材色生材a	心材色生材b	心材色生材目視	ヤング率	ｽｷﾞｻﾞｲﾉﾀﾏﾊﾞｴ	ﾋﾉｷｶﾜﾓｸﾞﾘｶﾞ	幹曲がり	気根	溝腐病	根元曲がり
アヤスギ	5	11.8	22.2	1.8	45.4	8.3	14.7	4.2	38.8	3.1	5.0	4.6	4.9	4.9	4.5
アラカワ	3	12.1	21.6	3.0	43.4	9.3	14.8	2.3	36.2	4.4	4.5	4.8	4.4	4.5	4.7
ウラセバル	2	10.7	22.8	2.2	43.5	9.2	14.8	2.7	53.1	4.3	4.4	4.7	4.5	4.3	3.9
クモトオシ	4	13.9	21.8	1.9	42.2	9.8	14.9	2.4	63.5	3.5	3.8	4.9	5.1	3.6	5.2
ヤブクグリ	5	12.2	21.9	2.6	42.9	9.6	14.6	2.0	25.6	3.7	4.1	4.0	5.0	4.1	3.0
メアサ	3	12.0	21.7	2.0	43.9	9.1	14.9	1.9	36.1	2.5	5.3	4.2	4.8	5.3	3.8
ホンスギ	3	13.0	22.8	2.7	48.4	6.0	13.9	3.0	33.8	3.8	2.2	4.6	5.0	2.3	4.5

分散共分散分析で有意な品種間差が認められた５形質間の相関係数を表6-4に示す。有意な相関が認められた形質は、現地適応試験地の結果とは異なった。これは自由度が５と少ないことが原因の一つにあげられた。

表6-4 熊本営林局の品種別展示林の品種相関

	心材色気乾L	心材色生材a	ヤング率	根元曲がり
容積密度	0.779*	-0.577	-0.416	-0.418
心材色気乾L		-0.797*	-0.330	-0.060
心材色生材a			0.147	-0.295
ヤング率				0.767*

最後に品種選定の際参考になると考えられる８形質について推定値を標準偏差により5段階評価し、図6-1に示す。

熊本営林局の品種別展示林には、現地適応試験地と共通なアヤスギ、ウラセバル、クモトオシ、ヤブクグリ、メアサの５品種が含まれていた。品種選定上特に重視されると考えられる樹高、胸高直径、心材含水率、心材色の４形質の評価が、現地適応試験地の評価と大きく異なった形質はウラセバルの心材含水率、心材色、クモトオシの樹高、胸高直径であった。この原因は同名異クローンの存在や、立地反応の違い等が考えられるが明らかではない。

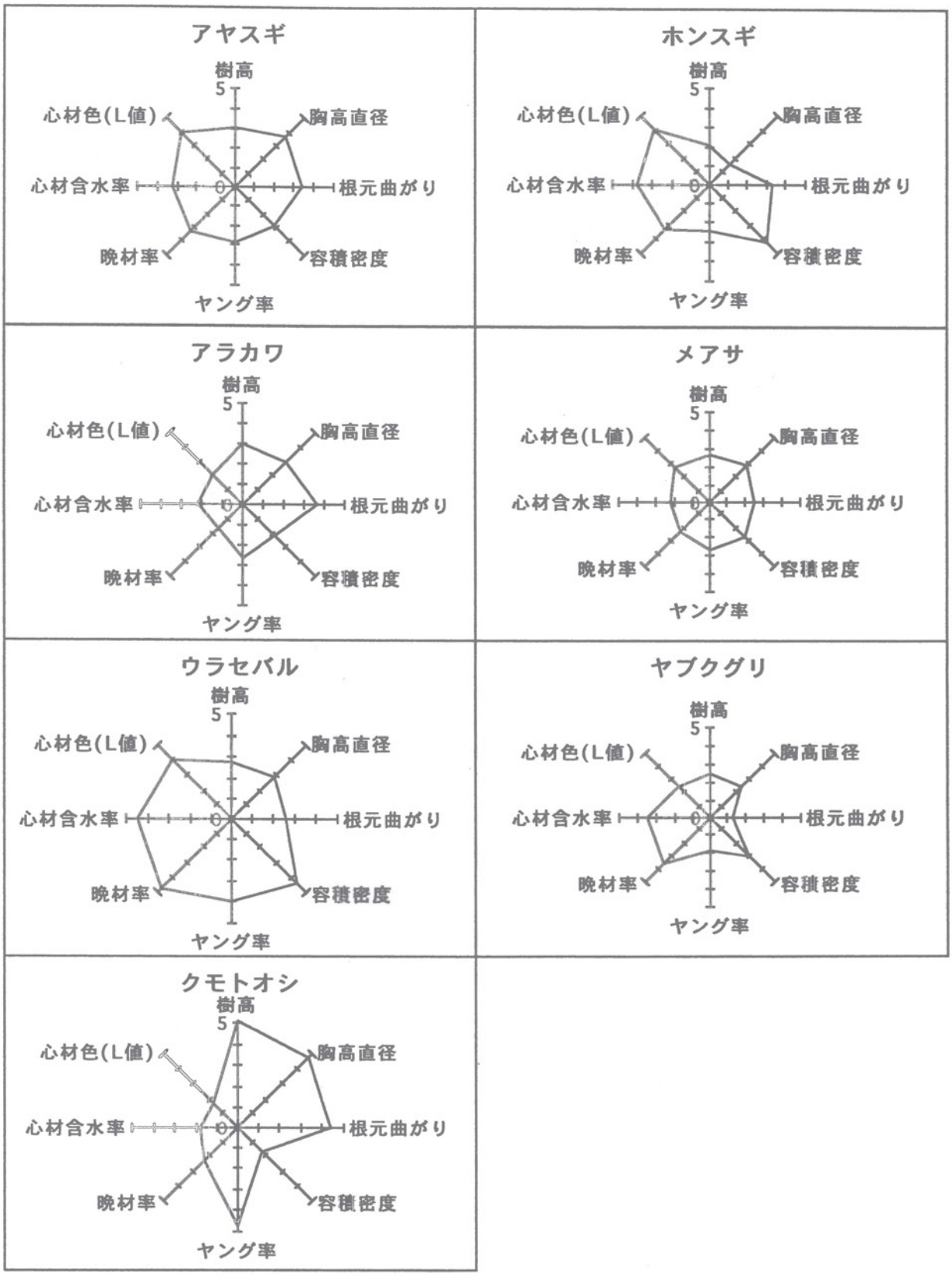


図6-1 熊本営林局の品種別展示林の品種毎の各形質の相対評価値