

実験計画法による九州産スギ品種の特性に関する研究(I)

—— 米野々演習林における乱塊法第II試験地の5年間の生長分析 ——

渡部 桂*・江崎次夫**

Studies on the Characteristics of Sugi Cultivars (*Cryptomeria japonica* D. Don) in Kyushu by the Experimental Designs. (I)

— Analysis of the five years growth in randomized block experiment (No.2) of the Komenono university forest. —

Katsura WATANABE and Tsugio EZAKI

Summary: The main object of this study is to examine the characteristics of Sugi Cultivated varieties (cultivars) in Kyushu by method of experimental statistics.

This report is the result of one part of the project. The project is collaborated with 3 universities and 1 high school in Kyushu and 1 university in Shikoku.

From 1968 to 1970, six local cultivars; A: Kumotooshi, B: Yaichi, C: Obiaka, D: Yabukuguri, E: Measa, F: Ayasugi were tested with the same design in each site and each year respectively.

Randomized block experiment with 5 blocks and 6 varieties was used at each location.

The results on analysis of variance of varieties have highly significant effects. One example of tree height of tested varieties in the fifth year is show as follows;

A C B D E F

Underlines indicate not significant range and cultivar A is highest average value.

要旨 この研究は、六演習林共同研究として、九州の三大学一高校の、5個所の演習林と、本学米野々演習林の、計6個所の演習林に、実験計画法により同一設計され、実施している試験地の内、昭和44年3月、米野々演習林に設定された第II試験地の、設定後5年間の各品種の初期生長の解析である。

この研究の目的は、挿木によって増殖されてきた、九州の代表的なスギ在来品種の、遺伝的特性と、その立地環境に対する適応性の差を、実験統計学的に研究するものである。

試験地は、ブロック数5、品種数6の乱塊法実験である。分散分析の結果は、樹高、根元直径、樹冠直径いずれも、品種の差は著しく有意である。植栽後5年目の樹高について、その品種の順位は、クモトオシ>オビアカ>ヤイチ>ヤブクグリ>メアサ>アヤスギ、となっていて、幼齡期における生長の遅速は、当初の予想とほぼ一致して

* 附属演習林 講師

** 附属演習林 助手

いる。根元直径と、樹冠直径については、樹高ほど明らかな差を示していない。

しかし、この結果は、1試験地のみのものであり、同一設計による他の試験地とも、合わせて考察していく必要があると共に、今後、長期間の生長経過について、検討を加えていかなければならない。

I ま え が き

この研究は、六演習林共同研究として、実験計画的に同一設計により、昭和43年に着手し、昭和46年まで4年間にわたって、試験地を設定し実施されている実験統計学的林業試験の一つである。場所は、九州に5箇所、四国に1箇所、すなわち、南から高隈演習林（鹿児島大学）、田野演習林（宮崎大学）、宮崎演習林（九州大学）、三花演習林（日田林工高等学校）、粕屋演習林（九州大学）、米野々演習林（愛媛大学）の6つの演習林である。各場所毎に第I試験地から第V試験地まで、5個の試験地が設定されていて、第1試験地から第IV試験地までが乱塊法、第V試験地が二重格子法による試験地である。その供試材料は、九州地方における挿木在来品種である、クモトオシほか11品種、九州産精英樹25クローン、計37品種であり、ほかに九州産精英樹69クローンの集植地を付置している。

スギは、1種1属、日本固有種で最も普通に見られる林木であり、古文書にもしばしばその名を見る。また、林業的には、最も重要な樹種であり、古くから植栽されてきた。その天然分布は、南は九州屋久島から、北は青森県中部に及んでいて、秋田地方をはじめとした裏日本各地、伊豆天城山、四国魚梁瀬地方、九州の屋久島などは、天然スギの産地として知られている。特に九州地方は、一般に温暖な気候と、豊かな降水量に恵まれ、古くから多くの挿木品種が植栽され、それぞれの林業地に適した品種として、広く知られている。その中には、生産上の特性、病虫害に対する抵抗性等、すぐれた性質を持つものが少なくない。一方、四国地方においては、内海沿岸は、いわゆる瀬戸内型気候といわれる少雨乾燥気味の気候で、スギの適地とは思えないが、一步山岳地方にはいれば、気候温暖で降水量にも恵まれ、スギの生育に適し、造林地のうち大半がスギ林である。特に愛媛県久万地方、高知県魚梁瀬、徳島県木頭地方など多くのスギの森林が存在している。しかし、これらスギ林は、ほとんどが実生苗による植栽であり、挿木苗植栽はほとんど見られない。四国山岳地方においては、スギ挿木の生育に不適な環境条件はさほど無いものと思われる。林木育種的には勿論、経営的観点からも、十分考慮することが必要である。

この研究の目的は、特に本演習林に設定した試験地において、これら九州の代表的なスギ挿木在来品種の、産地をはなれた異なった場所での、生育状況、適応性など品種の遺伝的特性と、その立地環境に対する適応性の差異を、実験統計学的に研究するものである。しかし、この実験は着手してまだ日が浅く、多くは今後の調査研究に待たねばならない。ここでは、設定後5年を経過した乱塊法による第II試験地の5年間の初期生長について、分析を試みた。

なお、この一連の研究の実施にあたって、試験地の設定、経常管理、調査測定等に協力いただいた、米野々演習林教官渡部芳夫、技官尾上肇、山本正男、村上汎司、藤久正文の各氏に対し、心から感謝の意を表する。

II 試 験 地 の 概 況

この試験地は、六演習林共同研究として、昭和44年3月に設定された、第II試験地である。場所は、松山市米野町字松皮田に所在する、本学米野々演習林1林班ほ小班であり、その位置は、図-1に示す。この地域は、地質学上、西南中央構造線内帯に属し、高縄半島の南寄りほぼ中央部にして、右手川上流にあたる。試験地の標高は650mで、方位は、北向き斜面、傾斜は、平均30度で急である。基岩は、領家型の角閃石黒雲母花崗岩からなっている。土壌は、この花崗岩の風化した砂壤土で、土壌型は、B_D型、土壌の湿度、深度、結合度は、潤、深、軟である。気象関係については、米野々演習林気象観測所の資料を、表-1に示す。ただし、観測所は、標高420m

に所在し、この資料は、昭和 45 年～ 48 年の 4 年間の平均値である。

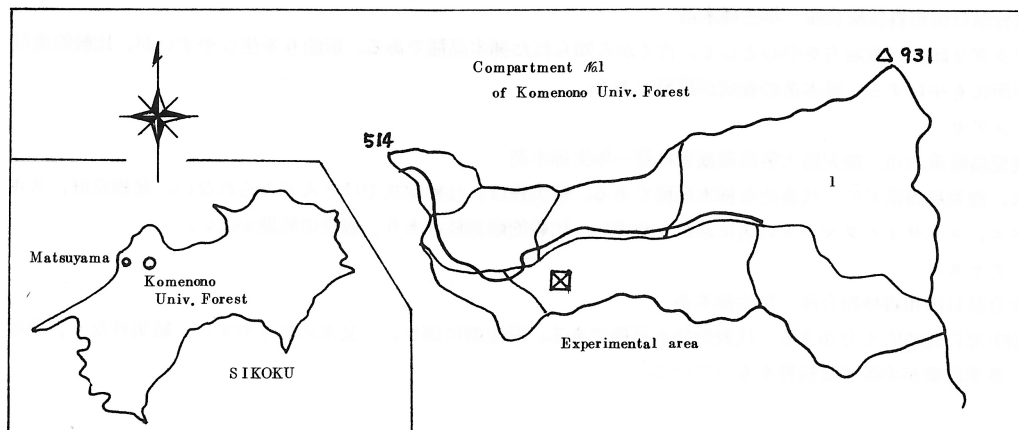


図-1 試験地位置図

Situation of Randomized block experiment (No. 2)

表-1 気象資料

Meteorological observations

Item	Months	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	year	
		Mean	2.7	3.0	6.2	11.6	15.2	19.3	23.8	24.0	20.1	14.1	8.6	3.1	12.7
Temperature (°C)	Mean	Max.	7.5	8.0	10.1	17.8	21.2	23.9	28.6	28.9	25.2	19.6	14.3	9.0	18.1
		Min.	-2.4	-1.5	-1.0	5.1	9.1	14.6	19.1	18.9	15.4	9.2	3.1	-1.5	7.3
Precipitation	(mm)	123.1	89.9	95.7	206.9	187.9	338.5	178.5	262.2	176.2	122.3	105.8	69.2	1963.2	

III 供 試 材 料

現在、九州において植栽されている代表的挿木品種で、地域的に九州を北部、中南部に分け、生長の早、中、晩生の順に北部から、ヤイチ、ヤブクグリ、アヤスギ、中南部から、クモトオン、オビアカ、メアサの 6 品種である。これら品種の挿木苗の産地並びに特徴は、下記のとおりである。なお、実験のため各品種に A～F までの記号をつけている。

A：クモトオン

熊本県菊池市永山、武藤義進所有苗畑産一年生挿木苗

菊池市永山の故武藤品雄により、スギ実生林の中で、生長のすぐれた 1 個体を選抜し、挿木により育成したものであり、早生型、純粋栄養系、結実性があり、発根良好である。

B：ヤイチ

福岡県八女郡星野村森林組合産一年生挿木苗

明治末期、星野村の江良藤太郎が、天然生スギ林のうち、生長旺盛な母樹に着目し、山引苗を養成した。のち、江良弥一が、その林分から挿穂を増殖し、今日のヤイチとなった。結実性僅少、発根良好であるが、耐寒性はやや劣る。

C：オビアカ

宮崎県南那珂郡北郷町森林組合産一年生挿木苗

オビスギの一品種で、約 200 年前から飢肥地方に増殖され、結実性僅少、発根不良であるが、スギタマバエに対

し抵抗性が大きい。

D：ヤブクグリ

大分県日田市森林組合産一年生挿木苗

ヤブクグリは、日田地方を中心として、古くから知られた挿木品種である。根曲りを生じやすいが、比較的地味の悪い所にも生育する。挿木苗の養成が容易である。

E：メアサ

鹿児島県垂水市、鹿児島大学高隈演習林産一年生挿木苗

熊本、鹿児島両県下の、代表的な挿木品種である。結実性は、壮齡期までほとんどみられない。発根良好、スギタマバエ、スギザイノタマバエの害にかかりやすい。比較的耐寒性があり、適地の範囲が広い。

F：アヤスギ

大分県日田市森林組合産一年生挿木苗

九州中部以北に広く分布する、代表的な挿木品種である。晩生型に属し、二又木になりやすい。結実性なく、発根良好、冬季針葉が赤変する特性をもっている。

IV 実験の方法

1 試験地設計

この試験地は、ブロック数5、品種数6の乱塊法実験である。一般に、圃場試験の場面では、地力の地域的変動の性質を調べてみると、相接近しているところで地力が近似している、という事実が多い。この方法は、環境条件の変動性を克服する1つの配置法で、実験の場に細分原理を適用し、階層すなわち、ブロックを設け、同一ブロック内においては、なるべく様な影響のもとにあるようにし、ブロック内分散を、極力小さくすることにある。したがって、実験の環境条件の様な場合には、これを、ブロック間変動の方へもって行って、そこで、ブロック間分散として、摘出するようにするものである⁴⁾。

そこでこの実験は、山腹北向斜面の中腹に、プロットを等高線方向に並べて、尾根に近い方を第1ブロックとし、その下側に第2、第3とブロックを並べ、第5ブロックが谷に一番近いブロックとなっている。1つのブロック内では、プロットごとに6品種は無作為に割当てられている。この無作為性は、この実験を行う上で重要な条件である。このようにして、5ブロック6品種で1試験地は、30プロットで構成されている。1プロットは、1.6m間隔に6行5列の正方形植で、30本の苗木から成り立っている。したがって、1プロットの大きさは、 $8 \times 9.6 = 76.8 \text{ m}^2$ 、1ブロックは、 $76.8 \times 6 = 460.8 \text{ m}^2$ からなり、1試験地は、 $460.8 \times 5 = 2304 \text{ m}^2$ からなっている。苗木は、1品種 $30 \times 5 = 150$ 本で、6品種で900本となっている。プロット内の苗木番号は、プロットの左上コーナーからブロック方向に、1行目1.2.3.4.5と数え、2行目6.7.8.9.10、以下同様にして6行目26.27.28.29.30となっている。これら品種の配列の状態並びに1プロット内の苗木植栽方式は、図-2に示す。

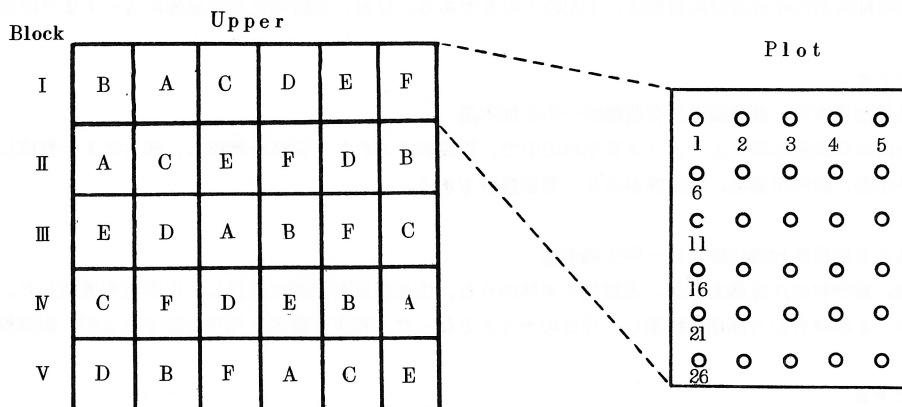


図-2 ブロック及び品種の配置並びにプロット内の苗木の植栽方式
The layout of randomized block experiment and the planting mode in the plot

2 植付，保育の要領

苗木の植付並びに保育の要領は，次の基準によっている。

(1) 植付

- a 植付は，3月中に実施する。
- b 植付方式は， $1.6\text{ m} \times 1.6\text{ m}$ の正方形植えとする。
- c 植穴は，深さ 30 cm ，径 30 cm 以上。
- d 植付工程は，1人1日100本程度で，丁寧に行う。

(2) 保育

下刈は，丁寧な手刈とし，植付当年は2回（6月，8月），その後は年1回とする。

(3) 補植

植付翌年3月末までに枯れた苗木は，補植する。

(4) 保護

スギタマバエの予防のため，薬剤を散布する。

3 調査測定の要領

調査測定については，次の通り定められた測定基準に基づき実施している。

- (1) 品種別植栽配置図を作る。
 - (2) 樹高，直径の測定位置を定めるため，地上 10 cm のところに白ペンキで輪状の印を付ける。
 - (3) 直径の測定位置は，白ペンキの上端部で， mm 単位で測定する。
 - (4) 樹高の測定は，白ペンキの上端から頂芽までを， cm 単位で測定する。
 - (5) 樹冠直径は，傾斜方向とそれに直角方向の2方向について，最大樹冠直径を cm 単位で測定する。
 - (6) 測定の時期は，設定時は新植直後，それ以後は，生長休止期（12月から翌年の2月）に実施する。
- 以上，植付，保育並びに調査測定の要領は，六演習林統一して，同じ要領によって行われている。

4 資料の整理

六演習林共同研究の資料としては，上記植付，保育，調査測定等，要領を定め統一して行われている。これは，試験地の取扱いが，均一な条件下で行われていれば，得られる資料は，取扱いの違いによる誤差を，小さくすることが期待されるためである。誤植，測定ミスなど不都合がある場合には，適当な処置と整理法をとらなければならないが，この第II試験地については不都合は無い。

試験地の測定資料から，1プロット30本分の平均値を求めた。この際，植付2年目に枯損した苗木は除かれている。平均値は，小数2位以下4捨5入により1位まで求めた。以上のようにして求めたプロット当たり平均値が，この分析の基礎数値である。

V 各プロット植栽木の5年経過後の状況

各プロットは， $1.6\text{ m} \times 1.6\text{ m}$ の間隔で，5本 \times 6本植栽，すなわち，おのおの30本植であるが，5年経過後の欠損の状況は，表-2に示す通りである。

この試験地の植栽木の総欠損本数は13本であり，このうち11本が植栽後2年目に，あと2本が3年目に枯損したものである。全植栽本数は900本であり，欠損率は， $\frac{13}{900} = 0.0144$ すなわち，1.4%である。この点から見ても，試験地の管理状態は良好であるといえよう。

表-2 品種, 欠損本数別プロット数および欠損実数

Present condition of the planting trees.

Number of living trees	Number of lost planting trees	A	B	C	D	E	F	total
30	0	3 (0)	5 (0)	3 (0)	3 (0)	2 (0)	2 (0)	18 (0)
29	1	1 (1)	—	2 (2)	2 (2)	3 (3)	3 (3)	11 (11)
28	2	1 (2)	—	—	—	—	—	1 (2)
total		5 (3)	5 (0)	5 (2)	5 (2)	5 (3)	5 (3)	30 (13)

(): Number of lost planting trees

VI 実験結果および考察

分析は, 測定項目である樹高, 根元直径, 樹冠直径のおのおのについて, 各測定時点において, 品種を要因とする分散分析を行った。また, 植栽5年後の結果について, 各品種間の比較をするため, shortest significant range (SSR) を用い, new multiple range test を行った。以下おのおのの分析数値を通じ考察する。

1 品種を要因とする分散分析

品種を要因とし, 樹高, 根元直径, 樹冠直径について, それぞれ植栽直後, 植栽後1年目から5年目までの測定値について, 分散分析を行った。生長量については, 総生長量を用いた¹²⁾。これらの測定値の個数は, 品種数6, ブロック数5で, 計30個となっている。

表-3 分散分析表
Analysis of variance

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	E (m. s.)
Block	S_B	$b-1$	V_B	$\sigma_B^2 + v \sigma_B^2$
Variety	S_V	$v-1$	V_V	$\sigma_B^2 + b \sigma_V^2$
Error	S_E	$(b-1)(v-1)$	V_E	σ_B^2
Total	I	$bv-1$		

(1) 樹高の分散分析

各測定時点(年齢別)における, 樹高の, ブロック別, 品種別測定平均値を, 表-4に, その分散分析を, 表-5に示す。

表-4 ブロック, 品種別測定平均値(樹高)

The observed mean value of tree height by each block and each variety

Age after planting: 0

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	26.8	31.5	30.6	46.8	21.7	34.4	191.8	32.00
II	24.4	27.9	26.3	44.4	22.8	36.1	181.9	30.31
III	25.3	26.1	26.7	39.8	23.7	36.5	178.1	29.68
IV	26.8	28.3	32.2	40.4	25.0	39.2	191.9	31.98
V	18.1	28.7	25.5	39.5	22.3	32.4	176.5	29.42
Total	131.4	142.5	141.3	210.9	115.5	178.6	920.2	
mean	26.28	28.50	28.26	42.18	23.10	35.72		30.673

Age after planting : 1

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	52.9	50.4	56.9	56.2	40.7	42.5	299.6	49.93
II	53.9	43.9	52.9	53.0	42.8	46.8	293.3	48.88
III	55.0	48.4	47.1	54.0	45.3	42.0	291.8	48.63
IV	47.4	43.9	54.1	50.2	39.7	48.7	284.0	47.33
V	55.1	51.2	48.3	54.6	40.3	41.4	290.9	48.48
Total	264.3	237.8	259.3	268.0	208.8	221.4	1,459.6	
mean	52.86	47.56	51.86	53.60	41.76	44.28		48.653

Age after planting : 2

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	114.1	80.1	103.9	84.3	63.9	64.4	510.7	85.12
II	116.0	85.1	95.8	90.7	73.0	62.9	523.5	87.26
III	117.7	89.8	93.2	101.7	69.5	62.0	533.9	88.98
IV	92.3	80.1	94.2	85.0	59.2	69.5	480.3	80.05
V	109.4	90.9	88.3	87.8	64.5	61.1	502.0	83.67
Total	549.5	426.0	475.4	449.5	330.1	319.9	2,550.4	
mean	109.90	85.20	95.08	89.90	66.02	63.98		85.013

Age after planting : 3

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	223.5	134.3	166.0	123.8	92.1	93.9	833.6	138.93
II	218.1	130.3	147.7	136.9	114.9	94.7	842.6	140.43
III	183.8	140.3	144.7	156.2	100.8	89.9	815.7	135.95
IV	149.8	117.3	136.1	117.7	80.9	93.8	695.6	115.93
V	184.7	128.3	124.3	122.1	87.2	81.3	727.9	121.32
Total	959.9	650.5	718.8	656.7	475.9	453.6	3,915.4	
mean	191.98	130.10	143.76	131.34	95.18	90.72		130.513

Age after planting : 4

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	318.7	205.1	255.0	159.4	125.8	127.6	1,191.6	198.60
II	299.1	191.2	231.0	183.5	172.1	130.1	1,207.0	201.17
III	248.9	209.0	218.2	227.1	148.6	125.8	1,177.6	196.27
IV	194.8	164.3	198.1	155.4	109.6	127.7	949.9	158.32
V	237.8	195.9	179.8	177.8	117.0	105.5	1,013.8	168.97
Total	1,299.3	965.5	1,082.1	903.2	673.1	616.7	5,539.9	
mean	259.86	193.10	216.42	180.64	134.62	123.34		184.663

Age after planting : 5

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	444.5	300.8	352.8	238.7	167.2	178.2	1,682.2	280.37
II	411.4	276.8	335.1	258.4	247.9	195.2	1,724.8	287.47
III	346.3	302.5	299.9	328.2	224.7	178.6	1,680.2	280.03
IV	277.5	231.5	288.9	227.9	137.7	199.3	1,362.8	227.13
V	320.8	298.5	251.8	263.7	172.8	150.8	1,458.4	243.07
Total	1,800.5	1410.1	1,528.5	1,316.9	950.3	902.1	7,908.4	
mean	360.10	282.02	305.70	263.38	190.06	180.42		263.613

表-5 分散分析表 (樹高)

Analysis of variance of tree height

Age after planting : 0

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	36.4520	4	9.1130	1.89
Variety	1,225.3827	5	245.0765	50.76
Error	96.5640	20	4.8282	
Total	1,358.3987	29		

Age after planting : 1

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	20.7780	4	5.1945	0.47
Variety	601.4387	5	120.2877	10.99
Error	218.8580	20	10.9429	
Total	841.0747	29		

Age after planting : 2

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	283.3347	4	70.8337	1.93
Variety	7,738.7307	5	1,547.7461	42.15
Error	734.4630	20	36.7232	
Total	8,756.5347	29		

Age after planting : 3

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	2,976.0914	4	744.0229	4.09
Variety	33,932.1667	5	6,786.4333	37.33
Error	3,635.5366	20	181.7768	
Total	40,543.7947	29		

Age after planting : 4

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	9,092.2864	4	2,273.0716	3.90
Variety	65,076.3777	5	13,015.2755	22.34
Error	11,652.3056	20	582.6153	
Total	85,820.9697	29		

Age after planting : 5

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	17,233.3680	4	4,308.3420	3.23
Variety	118,755.2387	5	23,751.0477	17.81
Error	26,668.8680	20	1,333.4434	
Total	162,657.4747	29		

(2) 根元直径の分散分析

根元直径の、ブロック別、品種別測定平均値を、表-6に、その分散分析表を、表-7に示す。

表-6 ブロック、品種別測定平均値(根元直径)

The observed mean value of basal diameter by each block and each variety

Age after planting : 0

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	6.4	5.8	6.3	6.8	5.2	6.6	37.1	6.18
II	6.5	5.7	5.4	6.9	4.9	6.5	35.9	5.98
III	6.3	5.5	5.3	6.1	4.6	6.5	34.3	5.72
IV	5.8	5.4	5.4	6.2	5.0	6.3	34.1	5.68
V	6.1	5.7	5.3	6.3	4.9	6.2	34.5	5.75
Total	31.1	28.1	27.7	32.3	24.6	32.1	175.9	
mean	6.22	5.62	5.54	6.46	4.92	6.42		5.863

Age after planting : 1

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	8.5	7.3	8.7	8.4	6.0	7.1	46.0	7.67
II	8.8	6.4	7.8	7.9	6.8	8.4	46.1	7.68
III	9.0	7.2	6.9	8.3	6.8	7.4	45.6	7.60
IV	7.6	6.2	8.1	8.0	5.7	8.2	43.8	7.30
V	7.5	7.2	7.0	8.7	5.6	6.7	42.7	7.12
Total	41.4	34.3	38.5	41.3	30.9	37.8	224.2	
mean	8.28	6.86	7.70	8.26	6.18	7.56		7.473

Age after planting : 2

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	16.6	11.6	17.4	13.8	10.1	12.1	81.6	13.60
II	17.5	12.6	15.6	15.1	13.1	13.2	87.1	14.52
III	17.0	13.3	14.8	17.2	12.4	12.1	86.8	14.47
IV	14.0	11.9	14.4	14.8	9.6	13.1	77.8	12.97
V	16.2	13.4	13.2	15.2	10.6	11.4	80.0	13.33
Total	81.3	62.8	75.4	76.1	55.8	61.9	413.3	
mean	16.26	12.56	15.08	15.22	11.16	12.38		13.777

Age after planting:3

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	35.5	25.5	33.8	25.0	19.6	21.7	161.1	26.85
II	34.7	25.1	31.3	29.3	27.3	23.2	170.9	28.48
III	30.8	26.7	28.3	34.0	24.2	22.4	166.4	27.73
IV	24.8	20.7	28.6	26.5	17.7	23.5	141.8	23.63
V	30.0	24.4	24.0	19.9	18.0	19.0	135.3	22.55
Total	155.8	122.4	146.0	134.7	106.8	109.8	775.5	
mean	31.16	24.48	29.20	26.94	21.36	21.96		25.850

Age after planting:4

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	53.5	38.8	49.8	36.3	29.7	31.3	239.4	39.90
II	49.7	37.4	46.9	42.2	43.5	33.4	253.1	42.18
III	41.8	42.1	42.0	50.8	37.8	31.7	246.2	41.03
IV	32.8	30.7	40.7	38.7	25.3	32.7	200.9	33.48
V	38.5	38.1	34.0	39.8	27.0	25.6	203.0	33.83
Total	216.3	187.1	213.4	207.8	163.3	154.7	1,142.6	
mean	43.26	37.42	42.68	41.56	32.66	30.94		38.086

Age after planting:5

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	74.0	56.7	65.9	48.7	43.4	40.8	329.5	54.92
II	71.0	51.0	65.2	54.9	60.3	44.0	346.4	57.73
III	58.5	56.5	57.6	65.9	53.3	40.2	332.0	55.33
IV	45.1	43.4	56.2	49.8	34.8	45.0	274.3	45.72
V	52.8	51.1	46.4	52.5	40.1	33.6	276.5	46.08
Total	301.4	258.7	291.3	271.8	231.9	203.6	1,558.7	
mean	60.28	51.74	58.26	54.36	46.38	40.72		51.956

表-7 分散分析表 (根元直径)

Analysis of variance of basal diameter

Age after planting:0

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	1.1014	4	0.2754	6.30
Variety	9.2337	5	1.8467	42.26
Error	0.8746	20	0.0437	
Total	11.2097	29		

Age after planting:1

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	1.5287	4	0.3822	1.00
Variety	16.8867	5	3.3773	8.86
Error	7.6233	20	0.3812	
Total	26.0387	29		

Age after planting: 2

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	11.4454	4	2.8614	2.22
Variety	101.1337	5	20.2267	15.67
Error	25.8146	20	1.2907	
Total	138.3937	29		

Age after planting: 3

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	163.7100	4	40.9275	4.62
Variety	388.8790	5	77.7758	8.79
Error	177.0060	20	8.8500	
Total	729.5950	29		

Age after planting: 4

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	408.2114	4	102.0529	4.15
Variety	701.4707	5	140.8941	5.73
Error	491.9726	20	24.5986	
Total	1,604.6547	29		

Age after planting: 5

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	761.8020	4	190.4505	4.26
Variety	1,360.9737	5	272.1947	6.09
Error	894.4180	20	44.7209	
Total	3,017.1937	29		

(3) 樹冠直径の分散分析

樹冠直径の、ブロック別、品種別測定平均値を、表-8に、その分散分析表を、表-9に示す

表-8 ブロック、品種別測定平均値(樹冠直径)

The observed mean value of crown diameter by each block and each variety

Age after planting: 0

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	28.2	28.1	26.1	28.0	20.4	24.6	155.4	25.90
II	27.6	24.7	23.8	26.7	22.3	25.8	150.9	25.15
III	28.2	24.0	21.3	29.4	22.1	23.8	148.8	24.80
IV	22.2	23.7	25.1	29.1	20.7	28.8	149.6	24.93
V	24.2	26.1	19.9	27.4	20.8	25.1	143.5	23.92
Total	130.4	126.6	116.2	140.6	106.3	128.1	748.2	
mean	26.08	25.32	23.24	28.12	21.26	25.62		24.940

Age after planting : 1

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	30.7	35.9	31.3	32.3	28.4	25.3	183.9	30.65
II	30.7	29.1	31.2	29.9	34.2	31.0	186.1	31.02
III	32.3	33.3	26.7	36.3	34.4	28.7	191.7	31.95
IV	26.6	28.2	30.1	32.5	28.9	32.2	178.5	29.75
V	27.2	32.9	24.1	34.2	26.8	26.9	172.1	28.68
Total	147.5	159.4	143.4	165.2	152.7	144.1	912.3	
mean	29.50	31.88	28.68	33.04	30.54	28.82		30.410

Age after planting : 2

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	52.1	56.0	59.3	55.2	42.0	39.9	304.5	50.75
II	55.9	50.7	56.3	55.5	52.7	45.7	316.8	52.80
III	50.5	60.4	55.2	65.9	55.0	42.5	329.5	54.92
IV	40.4	49.5	54.5	56.0	43.3	50.4	294.1	49.02
V	44.7	58.3	45.4	60.7	44.0	44.1	297.2	49.53
Total	243.6	274.9	270.7	293.3	237.0	222.6	1,542.1	
mean	48.72	54.98	54.14	58.66	47.40	44.52		51.403

Age after planting : 3

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	69.9	68.9	71.4	64.6	58.5	48.7	382.0	63.67
II	69.9	66.5	66.1	68.3	66.4	58.5	395.7	65.95
III	63.4	76.2	64.9	72.0	65.5	55.3	397.3	66.22
IV	54.2	64.0	65.5	66.3	52.0	61.2	363.2	60.53
V	61.1	71.9	51.8	69.9	53.4	52.2	360.3	60.05
Total	318.5	347.5	319.7	341.1	295.8	275.9	1,898.5	
mean	63.70	69.50	63.94	68.22	59.16	55.18		63.283

Age after planting : 4

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	102.2	107.7	107.5	92.0	89.9	74.8	570.1	95.02
II	102.4	104.6	100.2	100.2	102.4	85.0	594.8	99.13
III	91.1	112.3	96.4	110.9	100.8	76.8	588.3	98.05
IV	77.5	96.7	95.5	95.1	77.4	83.9	526.1	87.68
V	87.0	108.0	77.0	98.0	85.7	69.8	525.5	87.58
Total	460.2	529.3	476.6	496.2	452.2	390.3	2,804.8	
mean	92.04	105.86	95.32	99.24	90.44	78.06		93.493

Age after planting : 5

Block	A	B	C	D	E	F	Total	mean
I	142.0	150.0	140.7	128.1	127.0	102.3	790.1	131.68
II	143.3	138.5	141.6	136.9	146.1	117.8	824.2	137.37
III	123.2	148.8	126.7	147.7	143.6	106.5	796.5	132.75
IV	104.3	126.8	129.0	134.7	105.9	119.5	720.2	120.03
V	117.9	139.0	113.3	137.3	120.8	97.4	725.7	120.90
Total	630.7	703.1	651.3	684.7	643.4	543.5	3,856.7	
mean	126.14	140.62	130.26	136.94	128.68	108.70		128.556

表-9 分散分析表 (樹冠直径)

Analysis of variance of crown diameter

Age after planting:0

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	12.1953	4	3.0488	0.76
Variety	142.2560	5	28.4512	7.06
Error	80.6207	20	4.0310	
Total	235.0720	29		

Age after planting:1

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	37.2853	4	9.3213	1.08
Variety	77.2190	5	15.4438	1.79
Error	172.2427	20	8.6121	
Total	286.7470	29		

Age after planting:2

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	143.4847	4	35.8712	1.44
Variety	717.7417	5	143.5483	5.77
Error	497.3233	20	24.8662	
Total	1,358.5497	29		

Age after planting:3

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	203.2767	4	50.8192	1.92
Variety	731.4417	5	146.2883	5.51
Error	530.5233	20	26.5262	
Total	1,465.2417	29		

Age after planting:4

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	741.4654	4	185.3664	3.13
Variety	2,194.5907	5	438.9181	7.41
Error	1,184.8826	20	59.2441	
Total	4,120.9387	29		

Age after planting:5

S. V.	S. S.	D. F.	M. S.	F
Block	1,412.9087	4	353.2272	3.12
Variety	3,094.2417	5	618.8483	5.47
Error	2,261.0433	20	113.0522	
Total	6,768.1937	29		

(4) 各測定時点における、分散分析のF値

前述の、品種を要因とする分散分析の、各測点時点(年齢別)における分散分析結果のF値を、まとめて表-10

に示す。

(5) 考 察

以上の、品種を要因とする、樹高、根元直径、樹冠直径の分散分析数値について、考察を加えてみる。樹高については、いずれの場合も、著しく有意である。根元直径については、これもいずれの場合も、著しく有意である。樹冠直径についても、一部を除き、著しく有意である。しかし、根元直径、樹冠直径については、その数値は樹高に比べれば、はるかに低い数値であり、樹冠直径は、根元直径よりも、一般に低い数値を示している。しかし、これらのことは、品種のちがいによる生長の差異、生長の状態等は、実験誤差をこえて、統計的有意差を現わしていることを示しているものであり、特に樹高については大きい差を示している。根元直径、樹冠直径は、著しい有意差はあるが樹高ほどではないようである。

表-10 分散分析結果の F 値

Result of analysis of variance

Age	Tree height	Basal diameter	Crown diameter
0	50.76 **	42.26 **	7.76 **
1	10.99 **	8.86 **	1.79
2	42.15 **	15.67 **	5.77 **
3	37.33 **	8.79 **	5.51 **
4	22.34 **	5.73 **	7.41 **
5	17.81 **	6.09 **	5.47 **

** : Indicate significance at the 1% level

2 New multiple range test

今まで、樹高、根元直径、樹冠直径の各測定項目について、各測定時点での分析を行ってきたが、ここでは、現在、5年生植栽木の品種間について比較をするため、樹高、根元直径、樹冠直径の、植栽後5年目の測定値について、multiple range testを行った。この方法は、Duncanによって考えられたもので、原理は、least significant difference (LSD) とよく似ていて、2つ以上の平均値の比較に用いられている³⁾。significant studentized range for 5% level の表³⁾から、shortest significant range (SSR) を計算した。

(1) New multiple range test の計算および結果

樹高についての test の計算を、表-11 に示す。根元直径、樹冠直径についてはこれを省略し、結果をまとめて、表-12 に示す。

表-11 New multiple range test of the tree height.

variety	F	E	D	B	C	A
mean	180.42	190.06	263.38	282.02	305.70	360.10 (cm)
standard error of the mean = 16.33						
g	2	3	4	5	6	
	2.95	3.10	3.18	3.25	3.30	
SSR	48.17	50.62	51.93	53.07	53.89	

g	Variety	difference	SSR	conclusion
6	F - A	179.68	53.89	significant
5	F - C	125.28	53.07	"
4	F - B	101.60	51.93	"
3	F - D	82.96	50.62	"
2	F - E	9.64	48.17	not significant
5	E - A	170.04	53.07	significant
4	E - C	115.64	51.93	"
3	E - B	91.96	50.62	"
2	E - D	73.32	48.17	"
4	D - A	96.72	51.93	"
3	D - C	42.32	50.62	not significant
2	D - B	18.64	48.17	"
3	B - A	78.08	50.62	significant
2	B - C	23.68	48.17	not significant
2	C - A	54.40	48.17	significant

g : Indicate the range of means.

表-12 Result of new multiple rang test

Tree height						
variety	F	E	D	B	C	A
mean	180.42	190.06	263.38	282.02	305.70	360.10

Basal diameter						
variety	F	E	B	D	C	A
mean	40.72	46.38	51.74	54.36	58.26	60.28

Crown diameter						
variety	F	A	E	C	D	B
mean	108.70	126.14	128.68	130.26	136.94	140.62

Underlines indicate not significant ranges for 5% level.

(2) 考 察

樹高については、第1グループA(クモトオシ)、第2グループC(オビアカ)、B(ヤイチ)、D(ヤブクグリ)、第3グループE(メアサ)、F(アヤスギ)と3個のグループに区分され、これらのグループの間には、5%水準で有意差が認められる。このことは、クモトオシは、オビアカ、ヤイチ、ヤブクグリより、有意的により大きい生長をしていることを示し、メアサとアヤスギは、オビアカ、ヤイチ、ヤブクグリより有意的により小さい生長であることを示している。また、オビアカ、ヤイチ、ヤブクグリの間には、有意差がなく、これらの位置は、明らかに決定することは出来ない。メアサとアヤスギの間にも有意差がない。

根元直径については、メアサと(クモトオシ、オビアカ)、アヤスギと(クモトオシ、オビアカ、ヤブクグリ、ヤイチ)の間に有意差が認められるが、その他については、有意差がない。そして、これらは互いに末端で重なり合っていて、これら品種は連続していることを示し、明確に分離することは出来ない。このことは、地際付近の直径の大きさは、現時点においては、それほど明確な差を示していないものと思われる。

樹冠直径については、最小のアヤスギと他の5品種の間には、有意差が認められるが、その他については、有意差がない。このことは、現時点では、アヤスギを除き、それほど明確な差を示さないものと思われる。

Ⅶ ま と め

六演習林共同研究により、実験計画法によって、同一設計により設定された、九州産スギ挿木在来品種の特性に関する試験地のうち、昭和44年3月に設定された、第Ⅱ試験地の植栽後5年間の幼齢期における生長について、樹高、根元直径、樹冠直径のおのおのについて分析し、それぞれの分析結果については、その都度考察を加えてきた。各年齢毎の樹高、根元直径、樹冠直径の品種についての分散分析の結果は、ほとんどすべてが、統計的に著しい有意差を示していて、初期生長における、品種のちがいによる生長の差異、生長の状態等には、差のあることが認められる。特に樹高については、その傾向が顕著に現われている。植栽後5年目の樹高について、その品種の順位は、この試験地の場合、クモトオシ > オビアカ > ヤイチ > ヤブクグリ > メアサ > アヤスギ、となっている。multiple range testの結果を示せば、

360.10	350.70	282.02	263.38	190.06	180.42
クモトオシ	オビアカ	ヤイチ	ヤブクグリ	メアサ	アヤスギ
A	C	B	D	E	F

数値はcmで、5年生の平均樹高であり、直線アンダーラインは、5%水準で有意差の無いことを示している。

これは、1つの試験地だけの結果であり、常にこの順序ではあり得ない、特にアンダーラインの品種相互の順位は、変わることが当然考えられるが、ある程度のグルーピング、初期生長の遅速の型を示すものである、と言うことが出来よう。幼齡期の生長の遅速が、九州地方における、当初の予想とおおむね一致しているが、ヤイチ、オビアカの順位が、この時点では、いれかわっている。この点については、1つの試験地だけの結果であり、またオビアカとヤイチの間に、有意差の無いことから、他の試験地の結果も合わせて考察することが必要であり、今後、注意深く観測していきたい。しかし、九州地方における挿木在来品種として、安定性をもっている事が示されているこれら品種についての特性は¹²⁾、この試験地においても、ほぼ認められる。

根元直径、樹冠直径については、この分析結果で見ると、初期生長の時点では、それほど明確な差を示さないものと思われる。

先にも述べた通り、この報文は、幼齡期初期生長の結果であり、しかも、1試験地だけのものであり資料も少ない。今後は、他の同一設計の試験

地を含め、年齢、年度、場所などの要因も追加して、今後、相当期間の生長経過をたどりながら、検討を加えていかなければならない。

なお、おわりに今後の参考のため、品種別樹高のグラフ(図-3)、5年生の品種の樹高対根元直径の順位(図-4)、5年生の品種別ブロック別樹高と根元直径の関係(図-5)の図表をつけておく。

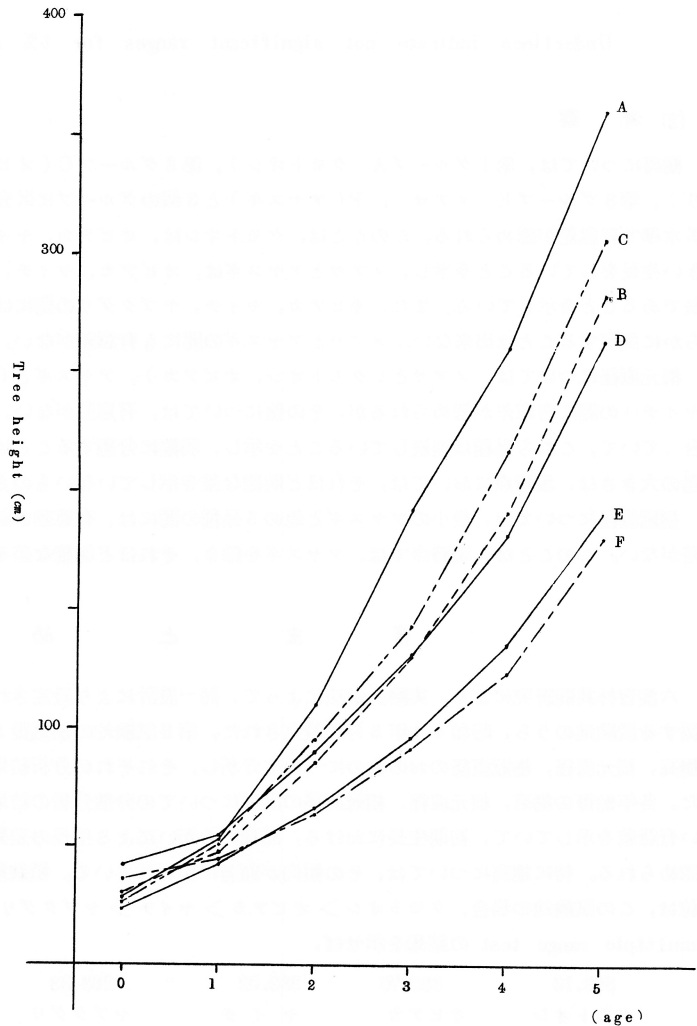


図-3 品種別樹高のグラフ

The graph of the tree height of each variety

参 考 文 献

- 1) H. J. Larson: Statistics, an introduction. 418 pp, Wiley, New York. 1975
- 2) W. G. Cochran & G. M. Cox: Experimental Designs. 611 pp, Wiley, New York. 1957
- 3) 木梨謙吉: 林業試験における実験計画法について. 研究資料 7, 177 pp, 九大演. 1972
- 4) 北川敏男: 実験計画法講義 I. 378 pp, 培風館, 東京. 1971
- 5) 宮島 寛外 1: 大学演習林共同スギ品種地域連絡試験. 九大演研経報 6: 47~48, 1967
- 6) 木梨謙吉外 4: 六演習林共同スギ品種地域特性試験. 九大演研経報 8: 19~20, 1969
- 7) 木梨謙吉外 11: 六演習林共同スギ品種地域特性試験(1). 81 回日林講: 164~165, 1970
- 8) 木梨謙吉外 1: 六演習林共同スギ品種地域特性試験の分散分析に関する研究. 九大演研経報 10: 13~31, 1971
- 9) 木梨謙吉外 1: 六演習林共同スギ品種地域特性試験の分析について(II). 日林九支研 25: 71~73, 1971
- 10) 六演習林共同研究資料 1. 九大演. 1970
- 11) 六演習林共同研究資料 2. 九大演. 1972
- 12) 木梨謙吉外 21: 九州産スギ品種の特性に関する実験統計学的研究. 九大演報 47: 21~76, 1973
- 13) 木梨謙吉外 1: 乱塊法によるスギ品種試験地の 5 年目の結果について. 九大演研経報 12: 1~12, 1973

(1975年8月29日受理)