

[経営測定研究室]E. その他 : マツ類の造林試験 : 要因配置による分割試験結果報告

垣内, 重三郎
九州大学農学部附属演習林 : 助手

山添, 源二

木梨, 謙吉
九州大学農学部附属演習林 : 教授

<https://doi.org/10.15017/1456261>

出版情報 : 演習林研究経過報告. 昭和41年度, pp. 77-87, 1967-07-10. 九州大学農学部附属演習林
バージョン :
権利関係 :



E. そ の 他

マツ類の造林試験

——— 要因配置による分割試験結果報告 ———

垣 内 重 三 郎
山 添 源 二
木 梨 謙 吉

昭和39年春設置した、早良演習林内マツ類造林試験につき、昭和42年5月測定、split-split plot designとして分散分析を行なったものである。

樹種 クロマツ、スラツシュ松、テダ松

夫々 P、S、T で表示する。樹種 = Sp

肥料 マルリン・スーパー1号45g 施肥および無施肥

夫々 M、O で表示する。肥料 = F

客土 赤土客土および無客土

夫々 A、B で表示する。客土 = Sl

4 block をもうけ、1 block 内では樹種毎に行を作り (main plot)、行内を2分して肥料区と無肥料区に分ち (sub-plot)、さらに区を2分して客土、無客土 (sub-sub-plot) とした。

但し樹種についてはクロマツのみは2行あり、又欠測樹をも含むが、これらは無視して、4 block、3 main plot、2 sub plot、2 sub sub plot 計 $4 \times 3 \times 2 \times 2 = 48$ plot とみたと、各 plot は3~6本 (欠測のある場合は3本以下) の平均値によつて示されている。地際直径 (mm)、樹高 (cm) について平均値一覧表、計算内容および分散分析表を示す。

第1表 マツ樹種毎、施肥毎、客土毎地際直径測定 (平均値) 表

第2表 マツ樹種毎、施肥毎、客土毎樹高測定 (平均値) 表

第3表 マツ直径、樹高 split-split-plot design 分散分析表

第1表、第2表からの計算過程は夫々計算〔1〕、計算〔2〕として示す。

第 1 表

S p	F	S	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Total
S	M	A	24.09	33.00	15.51	35.97	108.57
		B	21.12	24.00	41.25	28.71	115.08
			45.21	57.00	56.76	64.68	223.65
	O	A	31.68	32.34	35.31	22.11	121.44
		B	22.44	38.28	26.00	23.43	110.15
			54.12	70.62	61.31	45.54	231.59
P			99.33	127.62	118.07	110.22	455.24
	M	A	15.77	5.64	11.13	16.77	49.31
		B	13.61	7.64	5.80	10.00	37.05
			29.38	13.28	16.93	26.77	86.36
	O	A	12.62	7.00	11.00	9.80	40.42
		B	14.61	5.31	10.29	9.13	39.34
T			27.23	12.31	21.29	18.93	79.76
			56.61	25.59	38.22	45.70	166.12
	M	A	35.64	25.08	31.00	33.00	124.72
		B	28.38	23.43	33.99	28.38	114.18
			64.02	48.51	64.99	61.38	238.90
	O	A	22.00	32.00	33.99	24.09	112.08
		B	28.38	26.07	40.00	25.41	119.86
			50.38	58.07	73.99	49.50	231.94
			114.40	106.58	138.98	110.88	470.84
			270.34	259.79	295.27	266.80	1,092.20

計算(1)

$$CT = \frac{(109220)^2}{48} = 24851008$$

$$\text{Main plot SS} = \frac{45212 + \dots + 49502}{4} - CT = 4,074,7883$$

$$\text{Block SS} = \frac{270342 + \dots + 295272}{12} - CT = 596636$$

$$\text{Species SS} = \frac{455242 + \dots + 470842}{16} - CT = 3,681,0003$$

$$\begin{aligned} \text{Main plot} & \\ \text{Error} & = 40747883 - 596636 - 36810003 = 3341244 \end{aligned}$$

FxSp two way tabs

F Sp	S	P	T	Total
M	223.65	86.36	238.90	548.91
O	231.59	79.76	231.94	543.29
Total	455.24	166.12	470.84	1,092.20

Sub plot SpxF int:

$$\frac{223.65^2 + \dots + 231.94^2}{8} - CT = 3690.6906$$

$$F = \frac{548.91^2 + \dots + 543.29^2}{24} - CT = 0.6580$$

$$Sp \times F = 3690.6906 - 3681.0003 = 0.6580 = 9.0323$$

$$\text{Sub plot total SS} = \frac{45.21^2 + \dots + 49.50^2}{2} - CT = 4384.1755$$

$$\text{Sub plot error} = 4384.1755 - (4074.7883 + 0.6580 + 9.0323) = 299.6969$$

FxSl two way tabs

F Sl	A	B	Total
M	282.60	266.31	548.91
O	273.94	269.35	543.29
Total	556.54	535.66	1,092.20

FxSl int:

$$\frac{282.60^2 + \dots + 269.35^2}{12} - CT = 12.5927$$

$$Sl = \frac{556.54^2 + \dots + 535.66^2}{24} - CT = 9.0828$$

$$Sl \times F = 12.5927 - 9.0828 = 0.6580 = 2.8519$$

Sp x Sl

Sp \ Sl		A	B	Total
S	M	108.57	115.08	223.65
	O	121.44	110.15	231.59
		230.01	225.23	455.24
P	M	49.31	37.05	86.36
	O	40.42	39.34	79.76
		89.73	76.39	166.12
T	M	124.72	114.18	238.90
	O	112.08	119.86	231.94
		236.80	234.04	470.84
Total		556.54	535.66	1,092.20

Sp x Sl int :

$$\frac{230.01^2 + \dots + 234.04^2}{8} - CT = 3694.0266$$

$$Sp \times Sl = 3694.0266 - 3681.0003 - 90828 = 39435$$

Sp x Sl x F =

$$\frac{108.57^2 + \dots + 119.86^2}{4} - CT = 37523079$$

$$37523079 - (3681.0003 + 0.6580 + 90828$$

$$+ 90323 + 28519 + 39435) = 457391$$

$$\text{Total SS} = (24092 + \dots + 25412) - CT = 50363154$$

Sub sub plot error =

$$50363154 - (43841755 - 90828 + 28519 + 39435 + 457391) = 5905226$$

第 2 表

			B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Total
S	M	A	1 1 0.55	1 3 9.26	1 1 0.22	1 3 6.29	4 9 6.32
		B	1 3 0.02	1 3 6.29	1 3 7.94	1 5 5.76	5 6 0.01
			2 4 0.57	2 7 5.55	2 4 8.16	2 9 2.05	1,05 6.33
	O	A	1 4 5.86	1 5 2.13	1 4 9.16	1 3 3.00	5 8 0.15
P		B	1 4 6.19	1 5 0.15	1 1 6.49	1 3 3.00	5 4 5.83
			2 9 2.05	3 0 2.28	2 6 5.65	2 6 6.00	1,12 5.98
			5 3 2.62	5 7 7.83	5 1 3.81	5 5 8.05	2,18 2.31
	M	A	6 3.74	2 4.74	3 5.20	6 0.00	1 8 3.68
T		B	6 5.74	2 7.00	2 2.60	4 7.20	1 6 2.54
			1 2 9.48	5 1.74	5 7.80	1 0 7.20	3 4 6.22
	O	A	4 1.83	3 0.38	4 2.67	4 1.83	1 5 6.71
		B	5 3.29	2 3.57	4 7.14	4 7.98	1 7 1.98
Total			9 5.12	5 3.95	8 9.81	8 9.81	3 2 8.69
			2 2 4.60	1 0 5.69	1 4 7.61	1 9 7.01	6 7 4.91
	M	A	1 3 7.94	1 4 2.56	1 2 6.39	1 5 8.73	5 6 5.62
		B	1 4 8.83	1 3 2.66	1 4 9.16	1 4 5.86	5 7 6.51
O			2 8 6.77	2 7 5.22	2 7 5.55	3 0 4.59	1,14 2.13
		A	1 3 2.33	1 4 8.83	1 2 4.08	1 2 4.41	5 2 9.65
		B	1 3 2.33	1 3 6.29	1 5 1.14	1 4 1.57	5 6 1.33
			2 6 4.66	2 8 5.12	2 7 5.22	2 6 5.98	1,09 0.98
Total			5 5 1.43	5 6 0.34	5 5 0.77	5 7 0.57	2,23 3.11
			1,30 8.65	1,24 3.86	1,21 2.19	1,32 5.63	5,09 0.33

計算〔2〕

$$CT = \frac{5,090.332}{48} = \frac{2,591.459,5089}{48} = 53,822.0730$$

$$\text{Main plot } SS = \frac{532.622 + \dots + 570.572}{4} - CT = 100,718.7324$$

$$\text{Block } SS = \frac{1308.652 + \dots + 1325.632}{12} - CT = 715.5595$$

$$\text{Species } SS = \frac{2182.312 + \dots + 2233.112}{16} - CT = 97,975.4720$$

$$\text{Main plot Error} = 100,718.7324 - 715.5595 - 97,975.4720 = 2,027.7009$$

FxSp two way table

F \ Sp	S	P	T	Total
M	1,056.33	346.22	1,142.13	2,544.68
O	1,125.98	328.69	1,090.98	2,545.65
	2,182.31	674.91	2,233.11	5,090.33

Sub plot int SpxF

$$\frac{1,056.332 + \dots + 1,090.982}{8} - CT = 98,461.3930$$

1
∞
1

$$F = \frac{2,544.682 + \dots + 2,545.652}{24} - CT = 0.0190$$

$$Sp \times F = 98,461.3930 - 97,975.4720 - 0.190 = 485.9020$$

$$\text{Sub plot total SS} = \frac{240.572 + \dots + 304.512}{2} - CT = 102,953.5250$$

$$\begin{aligned} \text{Sub plot error} &= 102,953.5250 - (100,718.7324 + 0.0190 \\ &\quad + 485.9020) = 1,748.8716 \end{aligned}$$

FxSo two way table

F \ Sb	A	B	Total
M	1,245.62	1,299.06	2,544.68
O	1,266.51	1,279.14	2,545.65
	2,512.13	2,578.20	5,090.33

FxSb int :

$$\frac{1,245.622 + \dots + 1,279.142}{12} - CT = 125.6593$$

$$S1 = \frac{2,512.132 + 2,578.202}{24} - CT = 90.9420$$

$$S1 \times F = 125.6593 - 0.0190 - 90.9420 = 34.6983$$

Sp x Sl two way tables

Sp \ Sl		A	B	Total
S	M	496.32	560.01	1,056.33
	O	580.15	545.83	1,125.98
		1,076.47	1,105.84	2,182.31
P	M	183.68	162.54	346.22
	O	156.71	171.98	328.69
		340.39	334.52	674.91
T	M	565.62	576.51	1,142.13
	O	529.65	561.33	1,090.98
		1,095.27	1,137.84	2,233.11
		2,512.13	2,578.20	5,090.33

Sp x Sl int

$$\frac{1,076.47^2 + \dots + 1,137.84^2}{8} - OT = 98,144.8000$$

$$Sp \times Sl = 98,144.8000 - 97,975.4720 - 90.9420 = 78.3860$$

$$Sp \times Sl \times P = \frac{496.32^2 + \dots + 561.33^2}{4} - OT = 99,340.9640$$

$$99,340.9640 - (97,975.4720 + 0.0190 + 90.9420 + 485.9020 + 346.983 + 78.3860) = 67.5547$$

$$\text{Total SS} = 110.552 + \dots + 141.572 - OT = 11,558.28407$$

$$\text{Sub sub plot error} = 11,558.28407$$

$$-(102,953.4750 + 90.9420 + 346.983 + 78.3860 + 67.55447) = 1,174.97947$$

第 3 表 ANALYSIS OF VARIANCE

Sources	df	D		H	
		SS	MS	SS	MS
<u>Main plot</u>					
Species	2	3,681,0003	1,840.5002**	97,975,4720	48,987.7360**
Blocks	3	596636	198879	7155595	2385198
Main plot error	6	3341244	556874	20277009	3379502
	(11)	(40747883)		(1007187324)	
<u>Sub plot</u>					
F	1	0.6588		0.0190	
FxSp	2	90323		4859020	244.5100
Sub plot error	9	2996969	332997	1,748,8716	194.3191
	(23)	(43841755)		(102,953,4750)	
<u>Sub sub plot</u>					
Sl	1	90828		909420	
SlxF	1	28519		346983	
SpxSl	2	39435		783860	
FxSpxSl	2	457391		6755447	
Sub sub plot error	18	5905226	328068	1,174,97947	652.7664
Total	(47)	(50363154)		(1155828407)	

結果としては、直径、樹高につき樹種間に著しい有意差を示した。その他の効果は有意差をみとめなかつた。

直径および樹高の樹種毎の平均値を示すと

	地際直径平均 mm	樹高平均 cm
ク ロ マ ツ	1 0.3 8	4 2.1 9
ス ラ ツ シ ュ 松	2 8.4 5	1 3 6.3 9
テ ー ダ 松	2 9.4 3	1 3 9.5 7

Main plotにおける mean square of error は直径については 55.6874、樹高については 337.9502 であるから実験誤差としての標準偏差は夫々、 $\sqrt{55.6874} = 7.4624$ mm、 $\sqrt{337.9502} = 18.3824$ cm、平均値の標準誤差は夫々 $7.4624 \div (\sqrt{16}) = 1.8672$ mm、 $18.3834 \div (\sqrt{16}) = 4.5959$ cm、 $\alpha = 0.05$ 、d.f. = 6、 $t = 2.4469$ から difference for significance は直径では $2.45 \times 1.414 \times 1.867 = 5.84$ mm、樹高では $2.45 \times 1.414 \times 4.596 = 15.92$ cm となるから、クロマツの生長は他の外国樹種に比して、此の場合非常に劣り、2つの外国樹種については有意差がない。(測定に際しては、長正道、石津一実氏の協力を得たことを感謝する。)