

カラマツ苗木の生育と

磷酸加里の効果について

坂 倉 正 之

緒 言

肥料三要素の施用量の如何は土壤の肥瘠、土質、氣候等に依り異り、又樹種に依り三要素の要求量は異なるもので、育苗技術を左右するものと云はれている。カラマツ育苗には特に磷酸が必要であり^{②③④}又磷酸は苗木の對病性を與へ、カラマツ育苗上問題とされている立枯病の防止に効果がある^④もので、生育良化には窒素肥料に對して磷酸肥料を可成多く施した方がよく、各要素の量より配合割合の如何が生育に相當影響する^③様である。

本試験は之等三要素の配合割合を知る目的で行つているが本報告は磷酸、加里と生育との關係について調査したもので不備の点が多々あるが以下その成績を報告して御鞭撻をお願い致したい。

尙本試験の実行に當り終始御援助を賜つた香山 疆氏並に成績の取纏に當つて幾多の御助言を賜つた八代雄藏氏に厚く謝意を表する次第である。

実 験 方 法

場所は山梨縣北巨摩郡日野春村、縣營苗畑で本苗畑はアカマツ伐採跡地を昭和23年開墾したもので、洪積層の台地、土壤は黄褐色を呈し、腐植に乏しく、粘重なる埴土で瘠惡である。土壤分析結果は次表の通りである。

	化 学 的 組 成	
	日 野 春 苗 畑	全 国 苗 畑 平 均
N	0.220%	0.359%
P	0.028 "	0.041 "
K	—	0.034 "

物 理 的 組 成	
粗 砂	3.78%
細 砂	14.38 "
微 砂	29.58 "
粘 土	52.32 "

試験区は巾1 mの幅種床を用ひ、各区2 m²宛取り、一列に9区、4列取り計36区を設けた。播種床は充分耕轉した後篩で石礫、根等を除去し、各区に所定の肥料を基肥として全量を施し、レーキで充分土壤と混和した。

肥料は窒素源として硫酸アンモニヤ(21%)を各区m²當9.5g宛施肥、磷酸、加里については磷酸源として過磷酸石灰(17%)、加里源として塩化加里(50%)を使用し、磷酸、加里各々m²當、無肥料(=0)、7.5g(=1)15g(=2)の3区を組合せて次表の様にした。

組合記号	成分量 (g)			施肥量 (g)		
	N	P	K	硫酸アンモニヤ	過磷酸石灰	塩化加里
0 p 0 k	20	0	0	9.5	0	0
0 p 1 k	"	0	7.5	"	0	15
0 p 2 k	"	0	15	"	0	30
1 p 0 k	"	7.5	0	"	4.4	0
1 p 1 k	"	"	7.5	"	4.4	15
1 p 2 k	"	"	15	"	4.4	30
2 p 0 k	"	15	0	"	8.8	0
2 p 1 k	"	"	7.5	"	8.8	15
2 p 2 k	"	"	15	"	8.8	30

上諸の試験区の配列は乱塊法により、各区カードを用ひて定め下図の様な配置となつた。

	I	II	III	IV
1	2 p 0 k	0 p 0 k	2 p 2 k	1 p 2 k

2	0 p 2 k	0 p 1 k	2 p 0 k	2 p 1 k
3	1 p 2 k	2 p 0 k	0 p 2 k	2 p 2 k
4	2 p 2 k	1 p 0 k	1 p 0 k	1 p 1 k
5	0 p 0 k	1 p 1 k	2 p 1 k	2 p 0 k
6	1 p 1 k	0 p 2 k	1 p 1 k	0 p 2 k
7	2 p 1 k	2 p 2 k	0 p 1 k	1 p 0 k
8	0 p 1 k	1 p 2 k	0 p 0 k	0 p 0 k
9	1 p 0 k	2 p 1 k	1 p 2 k	0 p 1 k

之等の各区に北巨摩郡下の茅ヶ岳産・発芽率48%の種子を浸水処理後漏れ筵で覆ひ、2週間発芽促進した後に種子重量の1%の量のセレサンを粉衣し m^2 當30gを4月15日に播種した。その後は普通の播種床と同様の管理を行ひ、12月13日堀取り調査した。

調査苗木の抽出は周縁作用の少い、各区の中央部より500本を取り、之を一本並べにして乱数表により抽出比0、1の割合で約50本を抽出し、之等について苗高、根元直径、苗木重量を測定し、棄却検定を行つて平均値の範囲を出るものを棄却して平均値を出した。

成 績

以上のようにして得た資料について磷酸、加里の効果を調べるのであるが、処理区中II-0p 0k及びIII-2p 2kの2区は都合により測定出来ず缺測区となつたので別に缺測区の補填数値を算出して補促した。第2, 5, 8表中の()内の数値は補填数値である。

1. 苗高生長について

苗高は第2表の通りで之を整理して第3表及第2図を作つた。

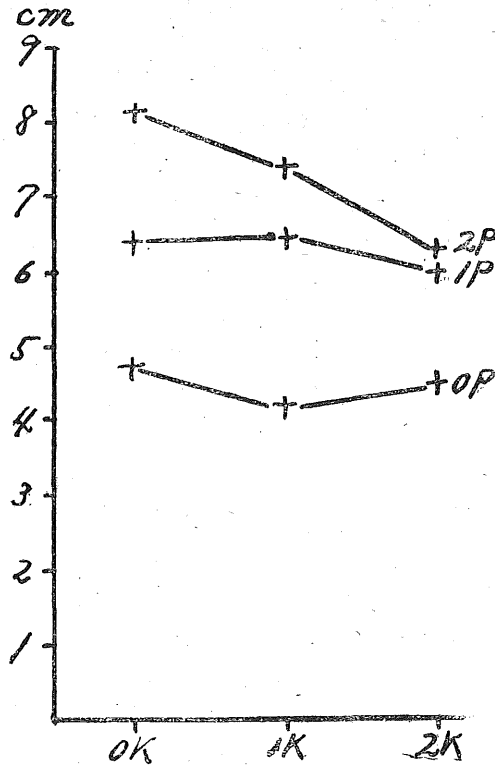
第2表 苗高生長 (cm)

反 覆	区	0 k			1 k			2 k			計
		0p	1p	2p	0p	1p	2p	0p	1p	2p	
	I	4.5	6.2	11.1	4.2	7.6	8.3	5.3	6.0	6.3	59.5
	II	(5.8)	5.6	5.7	5.2	6.4	7.7	4.9	6.0	6.4	53.7
	III	4.1	7.4	7.1	3.7	5.7	6.6	4.0	6.3	(6.2)	51.1
	IV	4.5	6.1	8.4	3.7	6.2	6.0	3.8	5.6	6.3	50.6
	計	18.9	25.3	32.3	16.8	25.9	28.6	18.0	23.9	25.2	214.9

第3表

		0 k	1 k	2 k	計
0	p	1 8.9	1 6.8	1 8.0	5 3.7
1	p	2 5.3	2 5.9	2 3.9	7 5.1
2	p	3 2.3	2 8.6	2 5.2	8 6.1
	計	7 6.5	7 1.3	6 7.1	2 1 4.9

※2図 莖高生長



磷酸及び加里の効果は第2図に示される通り磷酸は施用量が増す程生成量増加するに反して加里は施用量が増しても生長量變らず反つて減少している、又磷酸、加里の配合された場合磷酸の單用区より生長劣り磷酸の効果が抑制されている、各区の生長は 2p 0k区最大で 2p 1k, 1p 1k, 1p 0k, 2p 2k, 1p 2k, 0p 0k 0p 2k、の順となり、磷酸、加里の配合上から見ると磷酸の施用量の多い程生長がよく、磷酸同量施用区3つについては大体加里が多い

程生長が悪い。之等処理区間の生育について有意差を知る爲分散分析を行つた結果、処理間には極めて顯著な差がある(第4表)ので各平均値につき有意性を検定すれば

$$D^2 \geq F_{22}^1 (5\%) \times 2 \times 4 \times 1.01 \quad F_{22}^1 (5\%) = 4.30$$

$$|D| \geq 7.2$$

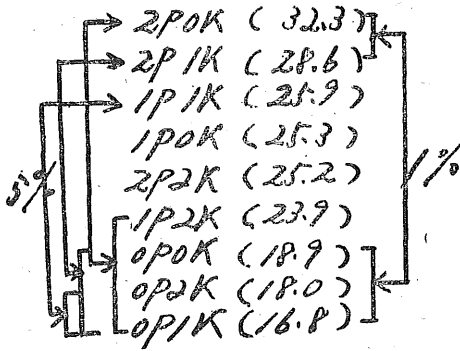
$$D^2 \geq F_{22}^1 (1\%) \times 2 \times 4 \times 1.01 \quad F_{22}^1 (1\%) = 7.94$$

$$|D| \geq 9.8$$

となり第3圖に於て実線で示す各区の間に有意な差が認められる。即ち2p0k、2p1kの2区は0p3区との間に1%の危険率で差があり、5%の危険率では2p0kは1p2k及び0p3区との間、2p1kは0p3区との間に差があり、2p單用及びkに對しpを倍量

用いた区が最もよい生育をしている。

第3図



処理間には以上の様な差があるが

p, kについて分散分析した結果は第

4表の通りである

第4表 苗高分散分析表

要因	平方和	自由度	不変分散	分散比
処理	5 2.6 3	8	6.5 8	6.5 1 **
磷酸	4 5.2 5	2	2 2.6 3	2 2.4 4 **
加里	3.7 0	2	1.8 5	1.8 4
交互作用	3.6 8	4	0.9 2	
反覆変動	5.5 6	3	1.8 5	1.8 4
誤差	2 2.1 9	2 2	1.0 1	

即ち

- i 磷酸施用の効果は極めて顯著である。
- ii 加里施用の効果は認め難い。
- iii 磷酸、加里の効力上の交互作用は認め難い。

以上の結果を得たので磷酸処理平均値間の有意性を検定すると

$$D^2 \geq F_{22}^1 (5\%) \times 2 \times k_1 k_2 \times 1.01 \quad F_{22}^1 (5\%) = 4.30$$

$$|D| \geq 10.2 \quad (k_1 = 4 \quad k_2 = 3)$$

$$0P=1P=2P$$

$$D^2 \geq F_{22}^1 (1\%) \times 2k_1 k_2 \times 1.01 \quad F_{22}^1 (1\%) = 7.94$$

$$|D| \geq 13.7 \quad (k_1=4, k_2=3)$$

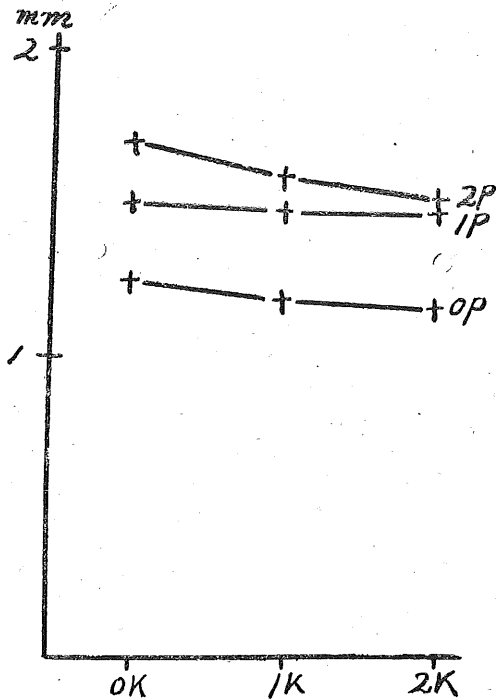
$$\therefore 0P=1P, 0P=2P$$

となり苗高生長は磷酸施用の有無により極めて顯著な差があり1pと2pの間には5%の危険率で差が認められ、多用区程生育が期待された。

2. 根本直径について

各区の平均値は第5表の通りで、前と同様第5表より表及び第4図を作った。

オ4図 根本直径



第 5 表 根元直徑 (mm)

反 覆	0 k			1 k			2 k			計
	0p	1p	2p	0p	1p	2p	0p	1p	2p	
I	1.2	1.5	2.0	1.2	1.6	1.7	1.2	1.4	1.5	13.3
II	(1.4)	1.4	1.4	1.3	1.5	1.6	1.3	1.5	1.4	12.8
III	1.2	1.6	1.8	1.1	1.4	1.5	1.2	1.5	(1.7)	13.0
IV	1.2	1.5	1.5	1.2	1.4	1.5	1.0	1.6	1.6	12.5
計	5.0	6.0	6.7	4.8	5.9	6.3	4.7	6.0	6.2	51.6

第 6 表

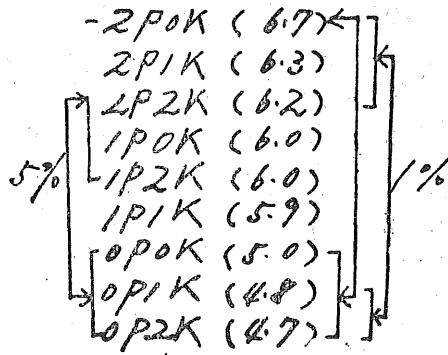
	0 k	1 k	2 k	計
0 p	5.0	4.8	4.7	14.5
1 p	6.0	5.9	6.0	17.9
2 p	6.7	6.3	6.2	19.2
計	17.7	17.0	16.9	51.6

各区の生長は2p0k最大で2p1k、2p2k、1p0k、1p2k、1p1k、0p0k、0p1k、0p2kの順に悪く大きな差はないが苗高生長とほぼ同様の傾向で、磷酸の施用量の多い程生長よく、加里は施用量に反して生育悪くなり磷酸、加里配合られた場合磷酸の効果を抑制する様である。

各区の平均値について分散分析を行うと、処理別平均値の間に極めて顕著な差が認められ平均値間の有意差の検定の結果第図に示す各区の間に差が認められた。即ち 2p0k 区は0p3区との間、2p3区は加里単用2区即ち0p1k、0p2kとの間に1%の危険率で差が認められる。

磷酸、加里の効果について分散分析した結果は第7表の通りで

第5図



第7表 根元直徑分散分析表

要因	平方和	自由度	不変分散	分散比
処理	1.03	8	0.13	6.50 **
磷酸	0.98	2	0.49	24.50 **
加里	0.03	2	0.015	
交互作用	0.02	4	0.015	
反覆変動	0.03	3	0.01	
誤差	0.44	22	0.02	

- i 磷酸使用の効率は極めて顯著である。
- ii 加里施用の効果は認め難い。
- iii 磷酸、加里の効力化の交互作用は認め難い。

磷酸について有意差を検定すれば次の通りで

$$D^2 \geq F_{22}^{1(5\%)} \times 2K_1 K_2 \times 0.02 \quad F_{22}^{1(5\%)} = 4.3$$

$$|D| \geq 1.4 \quad (K_1 = 4 \quad K_2 = 3)$$

$$\therefore 0P = 1P \quad 0P = 2P$$

$$D_2 \geq F_{22}^1 (1\%) \times 2K_1 K_2 \times 0.02 \quad F_{22}^1 (1\%) = 7.94$$

$$|D| \geq 1.95 \quad (K_1 = 4 \quad K_2 = 3)$$

$$\therefore 0P = 1P \quad 0P = 2P$$

となり、磷酸施用の有無による差は確かに認められるが1Pと2Pの間には差が認められず、根元直径では磷酸多用の効果はなかつた。

3. 苗木重量について

苗木重量は50本の重量を測定してその儘現はした。その結果は第8表の通りで之を整理して第9表及第6図を作つた。

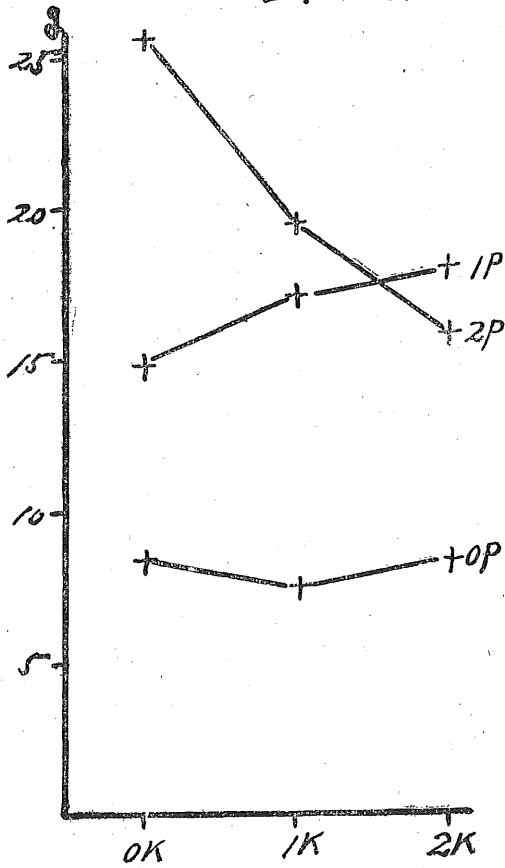
第8表

反 覆	区	0 k			1 k			2 k			計
		0p	1p	2p	0p	1p	2p	0p	1p	2p	
I		7.7	15.4	35.0	8.2	18.4	21.9	9.9	16.1	15.2	147.8
II		(11.4)	10.8	16.0	12.0	16.9	21.0	10.6	15.4	13.9	128.0
III		6.6	18.7	27.5	5.7	15.1	19.0	8.1	18.8	(16.8)	136.3
IV		7.6	18.4	23.8	6.1	18.3	16.4	4.8	22.5	18.1	132.4
計		33.3	59.7	102.3	32.0	68.7	78.3	33.4	72.8	64.0	544.5

第9表

	0 k	1 k	2 k	計
0 p	3 3.3	3 2.0	3 3.4	9 8.7
1 p	5 9.7	6 8.7	7 2.8	2 0 1.2
2 p	1 0 2.3	7 8.3	6 4.0	2 4 4.6
計	1 9 5.3	1 7 9.0	1 7 0.2	5 4 4.5

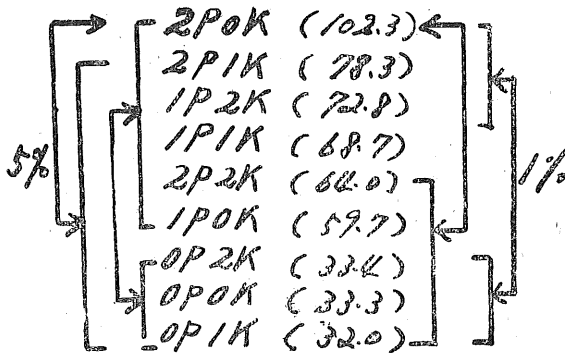
第6図 苗木重量



重量生長は第6図に示した様に
 磷酸単用した場合施用量の増加に
 依り苗木重量が非常に増し、加里
 単用の場合は大差ない事、前2項
 と同様の傾向であるが、磷酸、加
 里配合された場合 1P 施用区で
 は加里の増加により苗重増加し
 2P 施用区では加里の増加に反し
 て甚しく苗木重量減少している。
 即ち1p1k、1p2k 区の根の生長が
 他区に比しよい様で磷酸、加里の
 配合と生育の關係が複雑であると
 各区の生長は2p0kが最大で2p1k、

1p2k、1p1k、2p2k、1p0k、0p2k、0p0k、0p1k の順となり各区の重量について分岐
 分析した結果、処理別苗木重量の間に極めて顯著な差があり、処理間の平均値につ
 き有意差の検定により第7図に実線で示す各区の間に有意な差が認められた。

第7図



即ち2p区は他の8区との間
及び磷酸施用区、無施用区と
の間に5%の危険率で差が認
められ、2p0kは2p2k以下の
各区との間に1%の危険率で
差があり、磷酸単用区では0p
0kと1p0kは5%の危険率で、

1p0kと2p0kは1%の危険率で差があり磷酸の効果が顯著であるに反し、磷酸、加里
配合された場合即ち2p1k、1p2k、1p1k、2p2kの各区間には差が認められず加里は
磷酸の効果を抑制している。

磷酸、加里の効果を見る為分散分析すれば第10表の通りである。

第10表 苗重分散分析表

要因	平方和	自由度	不変分散	分散比
処 理	1145.50	8	143.20	9.86 **
磷 酸	935.46	2	467.73	32.21 **
加 里	26.99	2	13.49	
交 互 作 用	183.05	4	45.76	3.15 **
反 覆 変 動	24.03	3	8.01	
誤 差	319.46	22	14.52	

その結果は

- i 磷酸施用の効果は極めて顯著である。
- ii 加里施用の効果は認められない。
- iii 磷酸、加里の効力上の交互作用は顯著である。

となり処理平均値間の有意差を検定すれば

$$D^2 \geq F_{22}^{1} (5\%) \times 2K_1 K_2 \times 14.52 \quad F_{22}^{1} (5\%) = 4.3$$

$$|D| \geq 38.7 \quad (K_1 = 4 \quad K_2 = 3)$$

$$\therefore 0P=1P=2P$$

$$D^2 \geq F_{22}^{1} (1\%) \times 2K_1 K_3 \times 14.52 \quad F_{22}^{1} (1\%) = 7.94$$

$$|D| \geq 52.6$$

$$\therefore 0P=1P, 0P=2P$$

となり苗高と籾磷施用区、無施用区の間に1%の危険率、1P区と2P区の間に5%の危険率で差があり、Pは多用した方が生育を期待し得る。磷酸、加里の効力上の交互作用が顯著であつて、磷酸、加里配合された2p1k、2p2k、1p1k、1p2kの各区の間に差がなく之等4区と2p0kとの間に差が認められる事から、加里は磷酸の効果を抑制する事も明らかである。

考 察

以上調査した項目については大体同じ傾向で磷酸、加里の効果については今迄述べて来た通り磷酸施用の効果は極めて顯著で、本試験の範囲では多用する程生育を期待し得る。尙本試験で最も生育のよい2p0k区の窒素、磷酸の量は20:15で窒素より磷酸の方が少なかつたが窒素より磷酸の割合を増せば更に生育が期待されよう。

加里は窒素の同化による蚕白の形成に必要とされるものであるが三要素中天然供給量最も多く、三要素試験の結果では無施用の場合でも苗木の生育には大して影響しない様であつて唯育苗技術上、對寒性の強い強健な苗木をを作る上から施用する事が必要^①とされている。苗木生長量から見た本試験の結果も加里の効果は直接には認められなかつたが施用量を多くする程生育が劣り、磷酸の効果を抑制する傾向にあつた。之は本試験では加里源として塩化加里を用ひた爲で、塩化加里と磷酸塩

との関係については「土壤中で塩化加里が解離して塩素イオンと加里イオンになり此の塩素イオンが磷酸イオンより水加度大なる爲根に入り易く磷酸の吸収が抑制される。」と云ふ Boas の効果^⑤に依つて説明し得る即ちカラマツはその生長に特に磷酸を必要とする爲此の効果が比較的はつきり現れたものと考へられる。

尙硫酸加里は之を使用した場合解離した硫酸イオンが磷酸イオンより水加度小で磷酸イオンの方が根に入り易く磷酸イオンの吸収を助ける爲磷酸用料の効果を促進する^⑥事となる。従つてガラマツの育苗に當つて加里肥料を使用する場合は塩化加里を使用するより硫酸加里の方が安全である。

本試験では以上述べた通り塩化加里が磷酸の効果を抑制した爲、磷酸、加里の配合による生育との関係を明らかにする事が出来なかつたが塩化加里以外の加里源について尙研討する必要がある。

参 考 文 献

- 1 塘 隆 男 苗畑土壤と施肥 林業技術シリーズNo.24
- 2 守 屋 重 政 苗木に對する肥料三要素試験 林業試験場報告No.22
- 3 宮 崎 榊 育苗について 育苗研究会記録
- 4 四手井 網 英 カラマツ苗木の生育と肥料の関係 林試秋田支場報No.1
堀 田 勇 特に磷酸窒素との關係
- 5 太 田 道 雄 雄化加里の特性と施用法 農業及園藝No.26—9
- 6 岩 佐 亮 二 農事試験の設計と括め方
- 7 九 大 農 学 部 生物試験の結果の研討方法について
植物病理学教室