

野山開墾地 土壤에서 燐酸肥種에 다른 大豆生育 및 石灰施用效果에 關한 研究

金興培*, 尹禎熙**, 柳寅秀**, 朴天緒**

* 東國大學校 農林大學

** 農村振興廳 農業技術研究所

The Effect of Phosphate Fertilizers on Soybean Growth and Lime Application in the Korean Hilly Land Soil

Heung Bae Kim,* Jung Hui Yoon,** In Soo Ryu** and Chon Suh Park**

* Agriculture and Forestry College, Dong Kuk University, Seoul.

** Institute of Agricultural Science, Office of Rural Development, Suweon

ABSTRACT

A soybean variety KWANG KYO was planted on the hilly land and fertile soil, and concentrated superphosphate and fused phosphate were applied on calcium hydroxide treated soil at level of 2.5%, 5% and 7.5% of phosphate absorption coefficient of soil. Application of phosphate fertilizer and lime caused higher grain yield in hilly land soil than fertile soil. The effect of fused phosphate on soybean yield was superior to concentrated superphosphate, and the effect of lime on fused phosphate availability was not significant. When the two phosphate sources were compared at equal P_2O_5 basis, fused phosphate required higher amount than concentrated superphosphate. Negative correlation was obtained between potassium content and Ca+Mg in soybean leaf and in soil respectively.

緒 言

食糧을 增産시키기 위하여는 于先 耕地面積의 擴大와 單位面積當 生産性的 向上이라는 兩面을 生覺할 수 있다. 이러한 點에서 遊休野山地의 開發과 瘠薄

한 이들 土壤을 早期에 熟田化 시킬수 있는 土壤肥沃度 增進方法의 開發이 時急한 實情이라 하겠다.

우리나라의 開墾可能適地는 約 52萬ha에 達하고 있으나 이들 土壤의 大部分이 매우 瘠薄하여 많은 量의 土壤改良劑를 効率的으로 投入하는 方法에 對한 研究가 進行되고 있다. 우리나라 新開墾山地土壤의 化學的性質을 보면 pH 5.0, 有機物含量 0.92%, 有效態燐酸이 11.3ppm에 不過하며 石灰 其他無機鹽類의 含量이 매우 낮고 直接 間接으로 植物生育에 有害한 Al含量이 높다고 報告되어 있다. 이와같은 土壤에 燐酸 및 石灰를 施用하므로서 作物增收의 效果가 컸다는 報告는 많다.

우리 나라에서는 燐酸質肥料로써 지난 數年間 重過燐酸石灰(以下 重過石이라 稱함)가 使用되어 왔으나 1967년부터 熔成燐肥(以下 熔燐이라 稱함)의 供給이 漸增되어 現在는 重過石을 거의 代置하고 있다. 그러나 開墾地土壤에 燐酸吸收係數를 基準한 燐酸多量施用條件下에서 上記 두肥種間의 肥効를 比較한 試驗은 全無한 狀態인것 같다.

野山開墾地土壤에 石灰 및 2種의 燐酸質肥料를 施用하고 大豆를 栽培하였던바 作物生育 및 土壤에 미치는 燐酸質肥種別 效果가 顯著히 달랐고 이들을 多量施用하였을때 惹起되는 養分均衡上的 問題點을 發見하였기에 이를 報告 하고자 한다.

研究史

野山開墾地土壤의 生産力增強을 爲한 對策의 하나로 磷酸多量施用의 效果는 크게 認定되고 있는바 國內에서는 朴等¹¹⁾이 우리나라 表層土壤의 磷酸吸收力에 對한 研究 以後 林等⁷⁾이 酸性田土壤을 對象으로 磷酸吸收係數에 依하여 重過石을 施用하였던바 磷酸吸收係數의 5%以上에 該當하는 磷酸을 施用하므로써 經濟性있는 增收을 얻었다고 했다.

日本에서 磷酸吸收係數를 根據로한 磷酸多量施用의 技術을 開發시킨 山本等¹⁸⁾은 火山灰 田土壤에서의 生産力增強에 關한 研究에서 開墾當初의 土壤이 갖는 生産力을 높이기 위한 對策으로 石灰, 苦土等을 含有하는 多量의 磷酸肥料를 0~15cm의 全層에 施用하는것을 提唱했고 磷酸施用量은 磷酸吸收係數의 10%에 該當하는 量만큼 使用하는 것이 經濟的인 施肥適量이라고 밝혔다. 이때 使用한 肥料는 熔磷이었다. 土山等¹⁷⁾도 火山灰土壤 또는 開墾地土壤에서 磷酸吸收係數의 5~10% 또는 그 以上에 該當하는 磷酸多量施用의 效果를 指摘하였다.

細田等³⁾은 黑土에 對한 熔磷의 肥効에 關한 研究에서 黑土는 一般的으로 酸도가 높고 磷酸吸收力이 큰 土壤으로 이와같은 土壤에 作物을 栽培할 境遇, 磷酸, 石灰, 苦土, 珪酸等の 肥効가 顯著하여 熔磷의 優秀性을 認定하였으나 鹽谷¹⁵⁾, 中川⁹⁾, 春日井^{5,6)}, 細田³⁾ 등은 石灰를 施用하므로써 熔磷이 過石에 比하

여 作物收量이 낮았는데 이러한 點에서 石灰施用時는 熔磷中の 有効態石灰量도 考慮해야 될것 같다고 했다. 長野農試의 報告에서는 小麥에 對한 熔磷의 試驗에서 石灰併用의 效果가 認定되었다고 했고 岩手農試의 強酸性土壤에서의 熔磷殘効試驗에서는 第一作인 胡麥에서 만은 石灰併用의 效果가 있었고 2作, 3作에서는 石灰併用으로 오히려 熔磷의 效果는 減少했다고 報告하였으며 茨城農試는 過石과 熔磷의 混用效果가 크다고 報告했다¹⁶⁾.

우리나라에서의 磷酸肥料의 肥効比較試驗은 1950 年代末 부터 始作되었다. 朴等¹²⁾은 新開墾丘陵地土壤에서의 大麥試驗에서 熔磷區가 重過石區에 比하여 大麥의 生總重이 높았다고 하였으며 朴等¹³⁾도 熔磷의 肥効가 높음을 認定하였다.

材料 및 方法

供試土壤의 種類 및 理化性은 table 1과 같으며 代表的 野山開墾地土壤(松汀統, 三角統)과 熟田土壤으로 3種의 土壤에서 表土 15cm를 採取하여 4mm篩目을 通過시킨후 1/5000a pot에 9kg씩 充填하고 大豆(光敎)를 栽培하였다.

試驗設計는 石灰處理와 無處理를 主區로, 重過石과 熔磷處理를 細區로, 磷酸施用量水準을 細細區로 한 細細區配置法 5反復으로하여 其中 2反復은 生育中 植物體 分析用 試料로 採取하였다.

Table 1: Physical and Chemical Characteristics of Soils,

Soil	pH (1:5)	O.M (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	Exch. (m.e/100gr)			Ex. Al (m.e/100gr)	Fe (%)	C.E.C. (m.e/100gr)	P.A.C* (mgr/100gr)
				Ca	Mg	K				
Samgag(sandy loam)	5.0	1.2	17	1.0	0.5	0.26	1.67	1.39	6.2	412
Songjeong(clay loam)	5.0	1.6	9	0.4	0.2	0.23	2.50	1.62	8.1	641
Fertile soil(clay loam)	6.2	1.8	85	4.8	0.6	0.37	0.13	1.38	9.2	481

* P.A.C Phosphate Absorption Coefficient

石灰施用量은 各土壤內 置換性 Al中和量에 相當하는 量으로서 土壤別 10a當 石灰施用量은 三角에서 93kg, 松汀 140kg, 熟田 7.2kg이었다. 磷酸施用水準인 磷酸吸收係數의 2.5%, 5%, 7.5%에 該當하는 反當 磷酸施用量은 三角土壤에서 10.3kg, 20.6kg, 30.9kg, 松汀土壤에서 16.1kg, 32.1kg, 48.2kg, 熟田土壤 12.1kg, 24.1kg, 36.2kg이었다. 窒素는 反當 6kg을 尿素로, 加里는 6kg을 鹽化加里로 施用하였다. pot에 對한 各物質의 施用量은 10a의 表土 10cm의 무게를 10萬kg으로한 重量比로 算出하였다.

以上과 같은 量을 消石灰는 播種 一週前, 其他肥料는 播種 3日前에 基肥로써 土壤全體와 混用施用하였다. 大豆 種子에는 根瘤菌을 接種하여 播種하였다.

土壤 및 植物體 分析用試料는 花芽分化期, 開花期, 收穫期에 採取하였다. 土壤의 化學分析에 있어 pH는 硝子電極法으로 測定하였고 置換性鹽基는 N-NH₄OAC로 浸出하여 Ca, Mg는 E.D.T.A.滴定法, K는 炎光分析法으로, 有効態磷酸은 Lancaster法으로 測定하였다. 置換性 Al은 Aluminon法으로 比色定量하였고 C.E.C.는 N-NH₄OAC(pH 7.0)에 依한 置換浸出法으로

로 磷酸吸收係數는 土壤 50gr에 100ml의 2.5%-(NH₄)₂HPO₄ 溶液을 부어넣고 土壤에 吸收된 磷酸量을 定量하여 求했다.

植物體 分析은 加熱盤上에서 過鹽素酸으로 分解하여 Cao, Mgo 및 K₂O는 土壤에서와 같은 方法으로 分析하였고 P₂O₅는 Ammonium Vanadate法으로 定量하였다.

結果 및 考察

1. 大豆收量 및 生育時期別 生育量變化.

石灰와 磷酸施用效果를 大豆收量에서 檢討하면 table 2와 같이 熟田土壤에서는 그 效果가 認定되지 않았으나 2種의 開墾地土壤에서는 效果가 커서 處理間의 收量差異가 顯著하였다.

먼저 開墾地土壤에서의 石灰效果를 보면 重過石施用區는 有意性있는 增收를 얻었고 熔磷區는 樣狀이 달라서 低水準에서는 收量을 增加시켰으나 砂壤質系인 三角土壤에서 磷酸吸收係數의 5%, 埴壤質系

인 松汀土壤에서는 2.5%該當 磷酸水準 以上の 多量施用區에서는 오히려 收量減少를 가져왔다. 이 結果는 細田³⁾, 朽木農試¹⁶⁾, 吳¹⁰⁾의 報告와도 一致한다고 미루어 볼수 있겠다.

磷酸肥種別 處理效果를 보면 石灰를 施用하지 않았을때는 熔磷이 重過石 보다 優秀하며 높은 水準의 施用量을 要求하나 石灰施用으로써 肥種間의 收量差는 認定되지 않았다. 即 table 2에서 最少有意差檢定에 따라 有意性 있는 高位收量을 얻은 磷酸施用 水準을 求해 보면 熟田에서는 各 水準間에 有意差가 認定되지 않았고 開墾地土壤에서는 重過石 單用區에서 三角, 松汀 모두 磷酸吸收係數의 2.5%, 石灰併用時는 二角에서 5%, 松汀土壤에서 2.5%該當 磷酸施用水準이었다.

熔磷施用區에서 보면 單用時는 三角 5%, 松汀 7.5%이었으나 石灰併用の 境遇에는 三角, 松汀土壤 모두 2.5%에서 높은 收量을 얻었다.

以上の 結果로 볼때 開墾地土壤에 拘溶性이며 石灰와 苦土를 含有하고 있는 溶磷을 單用 或은 石灰

Table 2: Grain yield of soybean and L.S.D. on soybean yield.

Item	Soil Phosphate Treatment	Samgag				Songjeong				Fertile soil			
		Non-phosphate	2.5% of absorption coefficient	5% "	7.5%	Non-phosphate	2.5%	5%	7.5%	Non-phosphate	2.5%	5%	7.5%
Between split split plot	Mean of split split plot.	5.4	17.9	20.8	20.1	2.1	17.7	19.6	21.0	19.2	20.4	21.4	21.3
	L. S. D.		1%	2.30			3.53				4.48		
Between split split plot within main plot	Non-limed	3.6	15.1	19.9	16.6	1.0	16.2	20.5	22.1	18.7	20.0	20.8	22.1
	limed	7.2	20.8	21.8	23.6	3.1	19.3	18.8	20.1	19.7	20.8	22.1	20.5
	L. S. D.		1%	3.25			4.99				6.35		
Between main plot Within split split plot	L. S. D.		1%	5.63			5.93				7.61		
			5%	3.72			3.91				5.02		
Between split split plot witin splitplot	Superphoshat	5.4	13.9	17.3	17.0	2.1	17.7	19.6	19.9	17.7	22.4	20.8	18.4
	Fused phosphorus	5.4	12.5	24.4	23.2	2.1	12.7	19.6	22.2	17.7	18.5	22.1	24.2
	L. S. D.		1%	3.25			4.99				6.34		
Between split plot within split split plot	L. S. D.		1%	6.98			6.16				9.33		
			5%	4.61			4.07				6.16		

Between split plot within main and split plot	non- limed	Super-phos- phate	3.6	14.9	13.1	11.2	1.0	14.2	19.2	17.8	18.7	21.1	20.3	16.4
		Fused phosphorous	3.6	15.2	26.6	22.0	1.0	18.1	21.0	26.4	18.7	18.9	21.2	27.7
	limed	(super phosphate)	7.2	21.8	21.4	22.7	3.1	21.2	22.0	22.0	19.7	23.6	21.2	20.3
		(Fused phosphorous)	7.2	19.8	22.1	24.4	3.1	17.3	17.5	17.9	19.7	18.0	23.0	20.7
L. S. D.			1%	4.60				7.05				8.97		
			5%	3.44				5.27				6.70		
Between split plot within main and split split pot	L. S. D.		1%	9.87				8.72				13.19		
			5%	6.52				5.75				8.71		
Between main plot within split and split split plot	L. S. D.		1%	8.97				8.55				12.04		
			5%	5.92				5.65				7.95		

와 併用하므로써 磷酸의 溶解度의 遲緩 및 鹽基比의 不均衡이 豫想되었으므로 이에 對해 作物의 養分吸收 및 土壤的인 면에서 檢討해 보려고 한다.

大豆의 生育期別·生育量인 乾物重과 大豆種實收量 間에는 高度의 有意性 있는 正의 相關을 보였고 그

相關度는 生育後期로 갈수록 높았다. 即 大豆의 收量은 乾物重에 依하여 支配되었다. 여기서 特別히 注目되었던 點은 Fig. 1 에서와 같이 大豆의 初期生育 狀態가 熔磷處理區에서 不良했으나 生育後期로 갈수록 生育量 增加速度는 重過石보다 높아 收穫期에 가

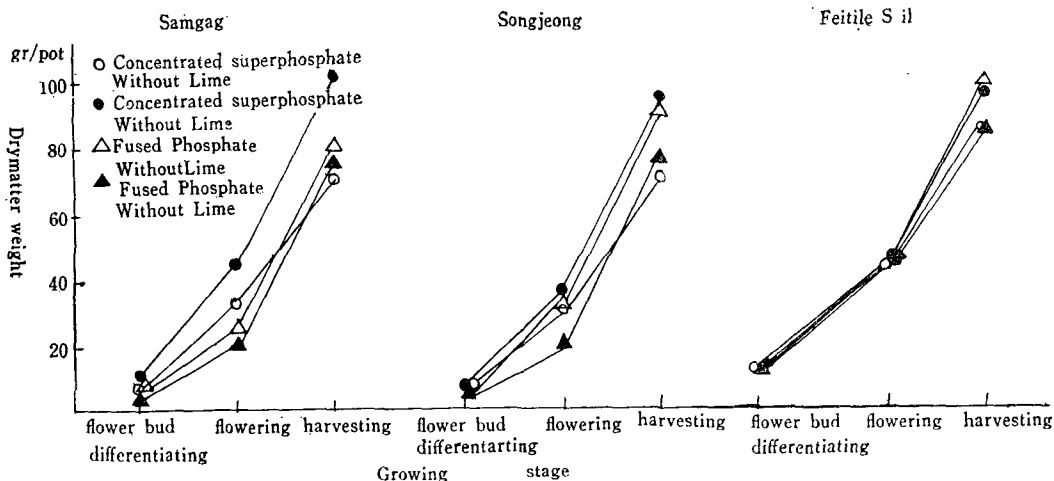


Fig. 1. Drymatter weight at different growing stage.

Table 3: Correlation between yield of soybean grain and drymatter weight with different growth stage.

Factor	Drymatter weight of flower bud differentiating stage	Drymatter weight of flowering stage	Grain yield		
			Samgag	Songjeong	Fertile soil
Drymatter weight of harvesting stage	0.75** (n=48)	0.90** (n=48)	0.84** (n=16)	0.99** (n=16)	**68.0 (n=16)

서는 熔磷單用만은 重過石區의 平均値와 거의 相應 하는 程度에 達했다는 것이다. 이에 關하여는 後記 할 處理別 植物體中 無機成分의 變化와 함께 詳述하

기로 한다.

2. 處理別 植物體中 無機成分의 變化

石灰 및 磷酸肥料施用은 生育時期別로 大豆植物體

의 無機成分含有率에 크게 影響을 하고 있다.

石灰의 施用은 花芽分化期 植物體의 石灰와 마그네슘含有率을 增加시켰으며 開花期植物體의 마그네슘含有率에는 影響을 주지 못했다. 石灰施用으로 植物體의 加里濃度는 顯著히 低下되었는데 이는 Martin 等⁸⁾이 指摘한 土壤 pH 上昇에 따른 土壤의 加里固定 및 Schofield¹⁴⁾가 提案한 K/\sqrt{Ca} 의 活性比에 依한 加里의 有効度減少等에 緣由한것으로 본다.

磷施用量의 增加는 花芽分化期 植物體內 磷酸濃度를 增加시켰으며, 그 傾向은 重過石施用區에서 뚜렷하고 石灰를 施用하지 않았을때 더욱 顯著하였다. 石灰와 熔成磷肥를 併用하였을 境遇는 그 傾向이 緩慢하였으며 特히 當該處理區에서 다른 處理에 比해 收量이 낮았던 松汀土壤의 植物體內 磷酸濃度는 아주 낮았고 磷酸含有率의 增加도 微微했다. 그러나 生育後기로 갈수록 熔磷의 繼續인 磷酸供給 때문에 이와같은 隔差는 漸減하여 開花期以後는 植物體內의 磷酸濃度는 큰 差異가 없었다.

또한 磷酸肥料의 增施로 肥種에 따라 增加率에 差異는 認定되나 石灰와 마그네슘含有率이 顯著히 增

加하였고 加里含有率은 熔成磷肥施用量을 增加할수록 減少하였으며 石灰의 併用은 이 減少率을 더욱 높였다. 이는 Beckett와 Tinker等²⁾이 提案한 土壤溶液中에서 K의 比活性度の 尺度인 $k/\sqrt{Ca+Mg}$ 와 關聯하여 보던 石灰와 마그네슘을 含有한 溶性磷肥와 石灰를 併用하므로써 칼슘과 마그네슘을 增加시키고 加里를 慣行量으로 施用하므로써 오는 鹽基量의 不均衡에 依한 加里 活性度の 低下에서 온 것으로 推定된다. 即 石灰와 熔成磷肥의 併用은 植物體의 磷酸과 加里含有率을 減少시키는 影響을 주었는데 處理別 平均値로 나타낸 table 4에서 보면 이러한 現象을 더욱 確實히 알수 있으며 이는 大豆種實重과도 잘 合致되고 있다. 生育時期別生育量의 變化도 이와 같아서 播種後 40日까지의 生育은 石灰+重過石 > 重過石單用 > 溶磷單用 ≥ 石灰+熔磷의 順으로 石灰와 熔磷을 併用한 區의 大豆生育은 極히 不良하고 黃色 小型이었고 生育後기로 갈수록 生育狀態가 好調되어 갔으나 다른 處理와 같은 程度로 回復되기는 어려웠으나, 熔磷單用區에서는 最高收量을

Table 4: Mineral nutrient content in soybean leaf

Soil	Treatment	Flower bud differentiating stage				Flowering stage			
		P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	K ₂ O/Mg (%)	drymatter weight (gr/pot)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	K ₂ O/CaO/MgO	drymatter weight (gr/pot)
Samgag	noca+C.S.P ¹⁾	0.49	2.85	2.66	6.45	0.28	2.79	3.47	32.18
	+F.P. ²⁾	0.25	1.57	1.20	5.81	0.30	1.92	1.92	25.06
	with Ca+C.S.P	0.29	2.54	0.76	10.47	0.29	1.99	1.27	43.48
	+F.P.	0.13	1.07	0.46	3.37	0.30	1.99	1.15	19.54
Songjeong	noCa+C.S.P	0.31	2.86	1.72	6.14	0.63	3.32	1.28	30.44
	+F.P.	0.18	1.69	1.16	5.14	0.62	3.12	1.05	32.51
	with Ca+C.S.P	0.22	1.82	0.67	7.09	0.62	2.84	0.74	35.63
	+F.P.	0.12	0.89	0.39	4.02	0.47	2.10	0.49	19.10
Fertile soil	noCa+C.S.P	0.62	2.95	1.33	11.35	0.44	5.22	2.36	43.11
	+F.P.	0.38	2.64	1.18	11.28	0.42	5.08	1.97	44.03
	with Ca+C.S.P	0.44	2.80	1.14	11.33	0.46	5.68	2.22	44.57
	+F.P.	0.35	2.76	1.13	11.21	0.43	5.51	2.05	44.24

1) Concentrated superphosphate.

2) Fused phosphate.

일수 있었다. 熔磷處理區에서 初期生育이 不振했던 것과 關聯하여 植物體內 無機成分含有率을 좀더 檢討해 보던 重過石區에 比해 熔磷施用區에서 生育初期의 植物體內 磷酸, 加里 및 $C_{20}/CaO+MgO$ 比가 낮았음을 알수 있다. 生育初期에 磷酸含量이 낮았던

理由로는 熔磷中の 磷酸이 枸溶性이어서 磷酸의 溶解度가 낮고 石灰를 施用할 境遇 土壤의 pH가 높아짐에 따라 熔磷의 磷酸溶解度가 더욱 低下되었으리라 生懸된다. 이와같은 점으로 미루어 보아 作物의 初期生育을 爲해 水溶性磷酸肥料의 少量添加 및 熔

磷施用時 石灰施用量的 새로운 考慮等이 있어야 할 것 같다.

植物體의 加里含量은 많은 研究者들의 報告와 같이 土壤의 $\sqrt{Ca+Mg}$ 의 크기에 依하여 크게 支配됨을 알 수 있고 植物體內的 $\sqrt{Ca+Mg}$ 量과도 亦是 統計的으로 有意性인 負相關을 나타내고 있다.

Table 5: Correlation between K and $\sqrt{Ca+Mg}$ in soil and plant at flowering stage.

soil	factor	K in plant	K/ $\sqrt{Ca+Mg}$ in plant
Samgag	K/ $\sqrt{Ca+Mg}$ in soil	0.39NS	0.39
	$\sqrt{Ca+Mg}$ in soil	-0.73*	
	$\sqrt{Ca+Mg}$ in plant	-0.67*	
Songjeong	K/ $\sqrt{Ca+Mg}$ in soil	0.70*	0.71*
	$\sqrt{Ca+Mg}$ in soil	-0.74*	
	$\sqrt{Ca+Mg}$ in plant	-0.66*	

위와같은 結果로 미루어 보아 植物體의 加里吸收는 土壤中加里의 絕對量보다는 陽이온 含量의 比率이 크게 關係된다고 할 수 있다. 따라서 土壤中에 칼슘, 마그네슘이 增加될때는 加里의 量도 增加되어야 良好한 植物生育을 期待할 수 있음은 當然한 것 같다.

다음으로 花芽分化期 및 開花期의 植物體의 乾物重과 植物體內的 各 無機成分 吸收量의 關係를 보면 熟田土壤을 除外한 開墾地土壤에서는 統計的인 高度의 正相關關係를 보이고 있음을 알 수 있다. 이는 開墾土壤에서는 各種無機成分이 缺乏되어 있기 때문이며 이는 開墾地에 磷酸을 多量施用하고 石灰를 併用하므로써 土壤은 肥沃해졌고 이에 따라 作物體內養分含量도 높아져 熟田以上の 收量을 開墾當年에도 얻을 수 있는 可能性을 보였다. 磷酸肥種別로 보면 重過石보다 熔磷을 施用하므로써 後期의 養分吸收를 良好하게 하여 높은 收量을 얻을 수 있었다. 熔磷은 重過石이 含有하고 있지 않는 新開墾地에 缺乏되기 쉬운 石灰, 苦土를 含有하고 있어 新開墾土壤의 早

Table 6: Correlation between weight of drymatter and amount of mineral nutrients in plant.

Growth stage		Soil	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O
Drymatter weight	flower bud differentiating stage	Samgag	0.85**	0.69**	0.97**	0.60*
		Songjeong	0.85**	0.87**	0.89**	0.76**
		Fertile soil	0.26	0.45NS	0.64**	0.67**
	flowering stage	Samgag	0.97**	0.84**	0.97**	0.91**
		Songjeong	0.98**	0.89**	0.95**	0.94**
		Fertile soil	0.03	0.09	0.10	0.01

期熟田化에 適合한 肥料인 것 같다. 熔磷은 여기서 指摘되고 있는 몇 가지 問題點이 좀더 解決된다면 우리나라 新開墾土壤에는 肥効面에서 重過石보다는 優位에 있음을 認定하지 않을 수 없는 肥料로 본다.

3. 生育時期別 土壤의 化學的性質

石灰와 磷酸質肥料의 施用은 土壤의 化學的性質에 크게 影響하여 開墾地土壤에서 20ppm을 넘지 못하던 有效態磷酸含量을 一時에 100-300ppm으로 增加시켰으며 作物生育期間이 經過함에 따라 減少되었다. 置換性石灰는 100gr土壤에 1m.e以下이던 것이 4~5m.e로 增加되었고 置換性마그네슘含量도 增加되었다. 석회와 마그네슘의 增加는 置換性加里와 알미늄을 減少시켰다. 有效態磷酸의 增加는 土壤中 알미늄을 沈澱시키는데 有效하였던 것 같고 重過石보다 石灰物質을 含有한 熔磷의 施用에 依한 Al減少率은 顯著하여 磷酸吸收係數의 5% 該當 磷酸施用으로 Al飽和도가

50~70%이던 것을 20%以下로 低下시킬 수 있었는데 Kamprath⁴⁾는 大豆에 對한 Al飽和度 許用限界는 20%라고 했다.

磷酸肥種別로 土壤의 化學的性質에 미친 影響力을 比較하면 重過石보다는 各種 無機鹽類를 多量 含有하는 熔磷이 土壤의 無機鹽類 增大에 効果의 임을 알 수 있다. 細田等³⁾의 報告와 같이 枸溶性磷酸質肥料인 熔磷은 施用後 初期에 磷酸溶解도가 낮아 多少間의 問題點을 가지고 있기는 하지만 酸性土壤에서의 磷酸의 吸着, 固定을 防止하고 生育後期까지 繼續的으로 植物에 磷酸을 供給할 수 있는 利點이 있다. 이와같은 利點이 初期의 溶解度問題에서 生기는 缺點을 補償할 수 있는 것으로 生覺된다.

以上을 綜合하면 開墾地土壤 일지라도 磷酸肥料 特別 溶磷의 增施 및 石灰施用으로 一時에 우리의 目標인 熟田化가 거의 이룩되리라 본다. 勿論 여기

Table 7: Mineral content in soil at different growth stage.

Treatment	Samgag													
	Flower bud differentiating stage							Flowering stage						
	pH (1 : 5)	P ₂ O ₅ (ppm)	Exch. me/100gr				Satur- ation % of Al	pH (1 : 5)	P ₂ O ₅ (ppm)	Exch. me/100gr				Satur- ation % of Al
			Ca	Mg	K	Al				Ca	Mg	K	Al	
NO Ca+NO phosphate	4.9	55	1.3	0.3	0.24	2.00	52.1	5.1	14	1.4	0.4	0.31	2.10	49.9
+2.5% C.S.P.	5.1	155	1.8	0.2	0.31	1.81	43.9	5.0	82	1.5	0.4	0.15	1.96	48.9
+ 5% C.S.P.	5.1	236	1.7	0.3	0.29	1.58	39.8	4.9	106	1.8	0.3	0.13	1.69	43.1
+7.5% C.S.P.	5.0	366	1.8	0.2	0.25	1.60	41.6	4.9	178	1.8	0.2	0.11	1.75	45.3
+2.5% F.P.	5.0	72	1.9	0.4	0.30	1.58	37.8	5.2	68	2.0	0.5	0.19	1.50	35.8
+ 5% F.P.	5.0	81	2.0	0.4	0.26	1.114	30.0	5.4	137	2.0	0.8	0.21	1.19	28.3
+7.5% F.P.	5.2	161	2.2	0.5	0.28	0.72	19.5	5.4	150	2.4	1.1	0.17	0.72	16.4
With Ca+No phosphate	6.1	28	3.7	0.6	0.32	0.25	5.1	5.8	14	3.1	0.5	0.28	0.42	9.8
+2.5% C.S.P.	6.1	114	4.1	0.6	0.36	0.06	1.2	5.5	90	3.4	0.5	0.15	0.61	13.1
+ 5% C.S.P.	5.9	261	4.2	0.9	0.29	0.14	2.5	5.4	103	3.6	0.6	0.15	0.56	11.4
+7.5% C.S.P.	5.7	281	4.1	0.5	0.23	0.39	7.5	5.7	229	3.6	0.4	0.14	0.42	9.2
+2.5% F.P.	6.0	62	3.6	1.0	0.26	0.25	4.9	6.1	72	3.7	0.7	0.21	0.19	4.0
+ 5% F.P.	6.2	151	4.0	1.1	0.35	0.14	2.5	6.4	151	4.0	0.7	0.23	0.06	1.2
+7.5% F.P.	6.5	178	4.0	1.5	0.32	0.06	1.0	6.5	167	4.1	1.1	0.19	0.06	1.3

Treatment	Songjeong													
	Flower bud differentiating stage							Flowering stage						
	pH (1 : 5)	P ₂ O ₅ (ppm)	Exch. me/100gr				Satur- ation % of Al	pH (1 : 5)	P ₂ O ₅ (ppm)	Exch. me/100gr				Satur- ation % of Al
			Ca	Mg	K	Al				Ca	Mg	K	Al	
No Ca+No phosphate	5.1	10	0.8	0.1	0.38	3.11	70.8	4.9	6	1.3	0.2	0.20	3.25	65.7
+2.5% C.S.P.	5.1	95	1.4	0.2	0.30	3.14	62.3	4.8	65	1.9	0.3	0.16	3.03	57.3
+ 5% C.S.P.	5.0	167	1.6	0.2	0.29	3.06	59.4	4.9	192	1.7	0.3	0.16	2.42	52.8
+7.5% C.S.P.	5.1	374	2.3	0.2	0.41	1.92	40.6	4.9	319	2.1	0.3	0.15	2.22	46.5
+2.5% F.P.	5.2	48	1.4	0.4	0.41	1.81	45.0	5.2	56	1.8	1.2	0.25	1.11	25.4
+ 5% P.P.	5.3	143	2.3	0.7	0.42	1.29	27.2	5.3	213	2.6	1.5	0.20	0.72	14.3
+7.5% F.P.	5.4	261	2.6	1.1	0.38	0.89	12.9	5.5	250	2.8	1.9	0.21	0.36	6.8
With Ca+No phosphate	6.1	14	5.8	0.8	0.44	0.06	0.8	5.7	9	3.4	0.5	0.39	0.33	7.1
+2.5% C.S.P.	6.3	147	6.2	0.8	0.43	0.06	0.8	6.2	55	4.5	0.6	0.25	0.16	2.9
+ 5% C.S.P.	6.3	235	6.8	0.9	0.43	0.06	0.7	6.0	147	4.7	0.6	0.28	0.19	3.3
+7.5% C.S.P.	6.4	411	7.4	0.9	0.44	0.06	0.7	5.8	225	4.5	1.0	0.21	0.33	5.4
+2.5% F.P.	6.3	65	6.5	1.0	0.44	0.06	0.8	5.8	55	4.1	0.9	0.17	0.25	4.6
+ 5% F.P.	6.3	94	7.0	1.3	0.33	0.06	0.7	6.2	105	4.9	1.1	0.18	0.19	3.0
+7.5% F.P.	6.4	314	7.6	2.1	0.30	0.06	0.6	6.5	187	5.0	1.6	0.20	0.13	1.9

Treatment	Fertile Soil													
	Flower bud differentiating stage							Flowering stage						
	pH (1:5)	P ₂ O ₅ (ppm)	Exch. me/100gr				Satur- ation % of Al	pH (1:5)	P ₂ O ₅ (ppm)	Exch. me/100gr				Satur- ation % of Al
			Ca	Mg	K	Al				Ca	Mg	K	Al	
No Ca+No phosphate	6.5	122	4.2	1.1	0.34	0.13	2.3	6.4	87	4.2	0.8	0.22	0.08	1.5
+2.5% C.S.P.	6.5	243	4.5	1.1	0.31	0.10	1.7	6.3	167	4.2	1.4	0.23	0.06	1.0
+ 5% C.S.P.	6.4	335	4.3	1.3	0.31	0.24	3.9	6.4	249	4.5	1.3	0.20	0.08	1.3
+7.5% C.S.P.	6.3	423	4.7	1.2	0.32	0.25	3.9	6.5	340	4.7	1.0	0.23	0.06	1.0
+2.5% F.P.	6.6	173	4.7	1.2	0.33	0.06	1.0	7.0	193	4.4	1.4	0.22	0.06	1.0
+ 5% F.P.	6.7	222	5.0	1.6	0.32	0.05	0.7	6.8	275	5.0	1.9	0.23	0.08	1.1
+7.5% F.P.	6.9	266	5.2	1.3	0.34	0.04	0.6	7.1	340	5.3	2.1	0.21	0.03	0.4
WithCa+No phosphate	7.0	111	5.7	0.4	0.33	0.08	1.1	7.0	75	5.5	1.4	0.20	0.03	0.4
+2.5% C.S.P.	7.1	251	5.9	0.6	0.3	0.06	0.9	6.9	198	5.4	1.8	0.21	0.08	1.1
+ 5% C.S.P.	6.9	331	5.9	0.8	0.32	0.06	0.8	7.0	278	5.7	1.3	0.21	0.03	0.4
+7.5% C.S.P.	6.9	437	5.7	1.2	0.31	0.06	0.8	6.8	342	5.7	1.5	0.21	0.03	0.4
+2.5% F.P.	7.3	163	5.6	1.5	0.35	0.04	0.5	7.3	194	5.8	1.5	0.22	0.03	0.4
+ 5% F.P.	7.4	218	6.1	1.9	0.32	0.03	0.4	7.4	261	6.4	1.9	0.24	0.03	0.4
+7.5% F.P.	7.5	282	6.2	0.8	0.32	0.03	0.4	7.4	318	6.4	2.3	0.24	0.02	0.2

에는 石灰質物質의 增施에 따른 置換性加里의 均衡 施肥問題, 溶燐中の 磷酸의 溶解度問題等に 關한 研究가 있어야 할것으로 生覺된다.

4. 大豆收量과 收量構成要素와의 關係

table 8에서와 같이 結莢率을 除外한 모든 收量構成要素가 收量增加에 크게 關與하고 있음을 알 수 있다. 總莢數가 增加함에 따라 結莢率은 增加되지

Table 8. Correlation between grain yield and yield component.

Soil	Total dry-matter weight	Total No. of grains	100 grain weight	No. of branches	Ratio of pod setting	Total No. of pods
Samgag	0.87**	0.73**	0.82**	0.49(*)	0.29	0.85**
Songjeong	0.99**	0.98**	0.27	0.85**	-0.01	0.96**
fertile soil	0.90**	0.91**	-0.16	0.13	0.21	0.85**

못했던 것으로 生覺되며 開墾土壤에 磷酸增施와 石灰處理로서 植物體의 磷酸, 石灰, 마그네슘 등의 含量을 增大시켜 各生育期の 乾物重의 增大를 가져왔고 이와 함께 總莢數, 分枝數, 總粒數 등의 增加가 顯著하여 收量은 相當히 增加되었다. 熟田土壤에서는 table 6의 無機成分 吸收量과 生育中の 乾物重의 關係에 있어서 各成分 吸收量增大에 依한 乾物重의 增大를 거의 認定할수 없었던과 같이 收量構成要素와 收量과의 關係에 있어서도 開墾土壤과는 樣狀이 달랐다. 이는 熟田地에 있어서는 磷酸多量 및 石灰施用의 效果가 認定되지 않아 收量構成要素들의 增加에도 별로 影響을 주지 못하였고, 이에 따라 收量

증대의 效果도 거의 認定되지 않았음을 意味하는 것으로 生覺된다.

摘 要

野山開墾地土壤과 熟田土壤을 對象으로 土壤中 置換性 알미늄의 中和量에 該當하는 量의 石灰를 施用한 條件과 石灰를 施用하지 않은 條件下에서 磷酸을 土壤의 磷酸吸收係數의 2.5%, 5%, 7.5%에 相當하도록 多量施用 했을때 熔燐과 重過石에 對한 大豆의 反應을 調査하고, 石灰施用이 2種類의 磷酸質肥料의 肥効에 어떻게 影響하는가를 究明하고자 pot에서 試驗을 遂行했던바 그 結果는 다음과 같다.

1. 燐酸多量施用 및 石灰施用으로 野山開墾地土壤의 肥沃度는 當年에 크게 增大되어 作物의 生育을 良好하게 하였고 熟田 以上の 收量을 얻을수 있었다.

2. 一般的으로 肥効面에서 熔燐이 重過石보다 優秀했으며 燐酸質肥料로서 熔燐을 施用할 境遇 重過石 보다 높은 水準의 量을 要求했다.

3. 植物體內的 加里含有率은 土壤 및 植物體中の $\sqrt{Ca+Mg}$ 의 크기와 統計的으로 높은 負의 相關關係를 보였다.

4. 開墾地土壤에서 熔燐單用區 및 石灰와의 併用區는 播種後 40日頃까지의 生育이 不振하였는데 이는 植物體의 燐酸 및 加里吸收率이 낮은데 基因 했던 것 같다.

5. 熔燐單用 및 石灰와의 併用效果를 높이기 위하여 앞으로 熔燐과 石灰의 施用適期確認 및 石灰, 苦土, 加理의 均衡施肥를 勘案한 加里施用量의 增大, 作物生育初期에 熔燐中の 燐酸溶出速度問題等에 關한 研究가 있어야 할것 같다.

引 用 文 獻

1. Beckett, P.H.T. 1964a. Studies on soil potassium. I. confirmation of the ratio law: Measurement of potassium potential. J. Soil Sci. 15:1-8.
2. Beckett, P.H.T. 1964b. Studies on soil potassium. II. The immediate Q/I relations of labile potassium in the soil. J. Soil Sci. 15:9-23.
3. 細田克己, 高田秀夫. 1951. 黑土に對する熔成燐肥의 肥効に就つて. 鳥取農學會報 9(3):73-78.
4. Kamprath, E.J. 1967. Soil acidity and response to liming. Tech. Bull. No 4:1-18.
5. 春日井新一郎, 細田哲一, 中川正男. 1951. 大麥に對する燐酸, 苦土及び石灰의 肥効. 日土肥誌 22(2):127-131.
6. 春日井新一郎, 中村輝雄, 中川正男. 1945. 最新肥料—熔成苦土燐肥의 製造並びにその肥効に關する 研究(第一報). 日土肥誌 19(6):178-188.
7. 林秀吉·柳寅秀·尹禎熙. 1971. 酸性田土壤에서 의 石灰 燐酸 相關試驗. 農振植環試驗事業研報 312-352.
8. Martin, J.C., R. Overstreet, and D.R. Hoagand. 1946. Potassium fixation in soils in replaceable and nonreplaceable forms in relation to chemical reactions in the soil Soil Sci. Soc. Amer. Proc. (1945) 10:94-101.
9. 中川正男·細田哲一. 1950. 熔成苦土燐肥의 苦土의

肥効. 農業及園藝 25(4):335.

10. 吳旺根. 1968. 水稻作에서 各種燐酸質肥料의 肥効에 關한 研究. 韓土肥誌 1(1):31.
11. 朴天緒·韓基碩·林秀吉·李載暉. 1969. 우리나라 表層土壤의 燐酸吸收力에 關한 研究. 韓土肥誌 2(1):1-14.
12. 朴天緒·金佑鎭·吳旺根. 1960. 大麥·韓豆輪作에 있어서의 燐酸質肥料 肥効 比較試驗. 農振植環試驗事業研究 549-552.
13. 朴魯玉·李起全. 1961. 麥類에 對한 熔成燐肥 肥効試驗. 全北農事院 試驗事業研報 151-156.
14. Schofield, R.K. 1947. A ratio law governing the equilibrium of cations in the soil solution. Proc. 11th Int. Congr. Pure Appl. Chem. 3:257-261.
15. 鹽谷正邦. 1951. 新肥料の使い方 95-104.
16. 新選土壤肥料學全編(日本農林省). 1968. p. 369, 373-375, 710-715.
17. 土山二豐·鎌田嘉孝. 1972. リン酸多施による畑土壤改良 (1). 農業及園藝 47(1):39-44.
18. 山本毅·宮里愿. 1972. 畑土壤の生産力増強に關する 研究. 東亞農業試驗場研報 42:53-92.

SUMMARY

Effect of phosphate carriers and lime on growth and yield of soybean was studied. A soybean variety KWANGKYO was planted on the hilly land soils (Samgag and Songjeong) and compared with the plants planted on fertile soil.

Concentrated superphosphate and fused phosphate were applied on calcium hydroxide treated soil at level of 2.5%, 5% and 7.5% of phosphate absorption coefficient of soil. Calcium hydroxide was applied with equivalent amounts of calcium on exchangeable aluminum content in soil.

1. Application of large amount of phosphate fertilizer and lime caused higher grain yield of soybean in hilly land soil than fertile soil, having the promotion of available phosphate and percent of base saturation.
2. In general, the effect of fused phosphate on soybean yield was superior to concentrated superphosphate.

In other part, the effect of lime on fused phosphate availability on soybean growth was not significant.

3. When the two phosphate sources were compared at equal P_2O_5 basis, fused phosphate required higher amount than concentrated superphosphate.
4. Soybean growth in the plot treated with fused phosphate and/or lime was inactive until 40 days after sowing in hilly land soil due to the depression of P_2O_5 and K_2O uptake.
5. Negative correlation was obtained between potassium content and $\sqrt{Ca+Mg}$ in soybean leaf, and $\sqrt{Ca+Mg}$ in soil respectively.
6. It was considered that further study must be done on the proper ratio of exchangeable Ca: Mg: K by the increased application of potassium, the time effect of application of Lime and Fused Phosphate, and phosphate solubility of Fused phosphate.