

玄武岩土壤에서 水稻에 對한 石灰 및 磷酸施用效果

鄭炫植* · 金鼎濟** · 韓世基*

Hyun-Sik Choeng, Jung-Jae Kim and Sae-Gee Han:

Studies on the effect of Phosphorus application and availability of silicate
in Basalt soil applied Lime.

SUMMARY

In order to know the effect of lime application on the phosphorus and silicate, lime and phosphorus were applied in the soil where phosphorus concentration was low and pH 5.4

The results are as follows

1. The filled grain ratio increased by applying the lime in moderate quantity, conversely the large amount of lime reduced the number of panicles per hill and number of spikelets per panicle.
2. The phosphorus application increased the panicle number, grain number and filled grain ratio. Similarly the yield was also significantly increased.
3. Among the inorganic matter of plant absorbed at the heading time the nitrogen contents was highly correlated with the number of heads, grain number per head and yield, while contents of P₂O₅ and SiO₂ were significantly correlated with the grain number, mature rate and yield respectively.
4. Under the lime application the silica of soil was partly correlated with yield and yield components. But there was a significant difference between contents of P₂O₅ in soil and yield components. And in the plot of double application of neutralizing lime, significance of 1% level was shown between the P₂O₅ in soil and the panicles number and grain number respectively, where as significance of 5% with yield.
5. The phosphorus concentration in soil was gradually increased by the increment of lime application. Also the rate of available silicate in soil was considerably increased by the increment of lime application. That is, the silicated concentration in soil was 86ppm with lime and 59ppm without lime.

緒 言

우리나라 土壤의 母岩은 主로 花崗岩과 花崗片麻岩으로 構成되어 있고 氣溫이 溫暖하며 비교적 많은 降雨量으로 인하여 酸性土壤의 分布가 많다. 1910年 大工原¹⁾에 依하면 pH 6.5以下の 酸性土壤이 94%라고 했으며 Hong^{2,3,14)} 등의 報告에서도 亦是 같은 結果임이 報告되어 있는 것으로 볼때 酸性土壤의 교정은 容易하

지 않음을 示唆하고 있다. 이와같은 酸性土壤은 土壤 微生物, 肥料의 有効化 및 作物의 生理的인 면이나 土壤의 物理的인 改良面에서 볼때 매우 重要한 의미를 갖고 있다. 畚土壤에 石灰의 施用은 于先 pH를 矯正하여 各種 成分의 有効도를 增進시키는 勿論 營養分의 吸收를 調節하여 均衡을 維持시키고 土壤의 物理的인

* 江原道農村振興院 (Gang weon Provincial office of Rural Development)

** 江原大學 (Gang-Weon College). 1977. 2. 23 수리.

性質의 改良과 微生物의 生育을 助長하여 준다. 過去 畚土壤에 對한 石灰施用試驗은 많이 이루어 졌으며 그 効果는 10~20% 内外인 것으로 報告되고 있으나 一部 特異土壤에서는 40% 程度까지 增收效果를 나타낸 結果도 있었다^{9,11,12}.

水稻에 있어서 磷酸은 窒素에 比하여 그 利用率이나 效果가 낮은 便으로서 이러한 原因은 酸性土壤인 경우 더욱 甚하여 土壤中 磷酸이나 施用한 磷酸은 Al^{+++} 이

나 Fe^{++} 等과 難溶性의 化合物을 形成하기 때문에 磷酸과 珪酸의 有効度는 減少한다^{5,6,7}

本研究은 江原道 鐵原地方에 分布된 重粘質로서 物理性이 不良하고 酸性土壤이며 磷酸의 吸着力이 큰 玄武岩土壤을 對象으로 石灰施用에 依한 土壤의 物理的인 改良과 磷酸 및 珪酸의 有効度 增進效果를 究明하고자 石灰와 磷酸의 施用量을 달리하여 圃場試驗을 實施한 結果를 報告하고자 한다.

材料 및 方法

1. 供試土壤

供試土壤은 江原道鐵原에 所在한 重粘質의 赤黃色 殘積土壤으로 酸性이며 磷酸의 含量이 比較的 낮은 玄武岩土壤으로서 代表的 性質은 表 1과 같다.

2. 處 理

處理內容은 石灰施用을 主區로 하고 磷酸施用을 細區로 하여 分割區配置 3 反覆으로 하였으며 苗床은 保溫折衷苗板으로 4月 15日 播種하였다.

石灰는 移秧 15日前에 10a當 158kg(pH 6.5 中和量)와 倍量區는 316kg을 圃場全面에 고루 撒布한 後 耕耘하였다. 對照區는 10a當 $N15kg$, P_2O_5 5kg, K_2O 6kg을 施用하였고 其他 磷酸施用區는 磷酸吸收係數 1%, 2.5% 및 5%에 該當하는 3.0kg, 21.9kg, 53.4kg을 溶成 施肥로 全量基肥로 施用하였으며 N 와 K_2O 는 3회에 걸쳐서 分施하였다. 供試品種은 農日을 使用하여 5月 31日 栽植距離 $30 \times 15cm$ 로 移秧하였으며 其他는 江原道農村振興院 標準耕種法에 準하였고 土壤과 植物體分析은 農業技術研究所 常法¹³에 準하였다.

Table 1. Chemical characteristics of the soil at the experimental site

soil	PH	P205 (ppm)	Exch (me/100g)			CEC (me/100g)	O.M. (%)	SiO2 (ppm)	P.A.C (mg/100g)
			K	Ca	M				
Top	5.4	54	0.18	2.7	1.7	9.2	2.9	54	1,053
Sub	5.9	48	0.13	4.0	3.7	7.3	2.0	84	962

* Profile soil texture: Heavy clay

結果 및 考察

1. 生育 및 收量構成要素

表 2에서 보는 바와 같이 石灰의 施用效果는 收量에 있어서 標準區에 比하여 石灰中和量施用區에서 統計的인 有意性은 없었으나 登熟比率이 向上되어 收量도 增收하는 傾向이었으나 倍量施用區에서는 穗數와 穗當粒數가 減少되어 收量도 多少 減少되는 傾向이었다.

磷酸施用에 따른 收量變化는 各處理區에서 磷酸 2.5%와 5.0%를 調節施用하므로써 各各 有意性있는 增加를 보였다. 이 結果는 磷酸을 施用하므로써 穗數, 穗當粒數 및 登熟率이 向上되었기 때문이다⁴. 이와같은 結果를 表3에서 보면 標準區에서는 收量과 穗數에 있어서

$r=0.666^{**}$ 으로서 有意相關을 보였으며 石灰中和量區에서는 穗當粒數는 $r=0.667^{**}$, 登熟比率은 $r=0.764^{**}$ 로서 高度의 有意相關을 보였고 石灰倍量施用區에서는 穗當粒數만이 $r=0.701^{**}$ 로서 有意한 相關을 보였다.

2. 土壤 및 植物體 無機成分의 變化

土壤中 磷酸의 變化는 Fig 1에서와 같이 石灰施用으로 有效磷酸이 增加되었고^{8,9} 特히 磷酸多量施用區에서는 磷酸의 有効化 程度는 더욱 커서 磷酸吸收係數 5.0% 調節施用한 경우 磷酸標準量 施用區 62ppm에 比하여 石灰中和量 施用區는 82ppm으로서 많은 增加를 보였으며 石灰倍量 施用區에서는 142ppm으로 현저한

Table 2. Yield and Yield components of rice in accordance with rates of phosphorus applied at different lime levels

Treatment	Brown rice yield (kg/10a)	Yield index (%)	No. of panicles per hill	No. of grains per panicles	Ripening ratio (%)	
Ca ₀	1. Check	413.1	100.0	13.7	97.0	74.4
	2. P.A.C, 1.0%	384.2	93.0	13.8	99.7	72.2
	3. P.A.C, 2.5%	487.2**	117.9	14.3	108.9	74.1
	4. P.A.C, 5.0%	533.3**	129.1	14.5	104.2	73.6
Ca ₁	1. Check	438.6	106.2	13.0	97.1	76.9
	2. P.A.C, 1.0%	408.7	98.9	13.5	101.2	80.2
	3. P.A.C, 2.5%	483.5**	117.0	14.0	99.3	82.6
	4. P.A.C, 5.0%	558.2**	135.1	14.5	109.2	87.3
Ca ₂	1. Check	441.3	106.8	12.8	95.4	84.7
	2. P.A.C, 1.0%	406.6	98.4	13.4	93.8	83.4
	3. P.A.C 2.5%	508.6**	123.1	14.7	98.3	85.8
	4. P.A.C, 5.0%	506.5**	122.6	13.7	104.0	87.0

L.S.D. 5%.....17.4
 1%.....23.9
 C.V.(%) main 5.8
 Sub 3.2

Note, P.A.C.: Phosphorus Absorption Coefficient
 Ca: Check
 Ca: Adjusted at PH 6.5, 158kg/10a with CaCO₃
 Ca: 316kg/10a with CaCO₃

Table 3. Correlation coefficients between paddy yield and yield components at Harvesting stage

Treatment	Panicles per hill	Grains per panicles	Ripening ratio
Ca ₀	0.666**	0.324	0.341
Ca ₁	0.442	0.667**	0.764**
Ca ₂	0.399	0.701**	0.417

** Significant at the 1% level of probability

增加를 보였다. 이와같은 결과는 土壤中 燐酸이나 施用한 燐酸이 酸性土壤인 경우 遊離狀態의 鐵이나 알루미늄에 依하여 難溶性의 化合物을 形成하므로, 有効도가 減少되어^{5,6,7)} 有効燐酸의 含量이 적다고 生覺되나 石灰施用으로 土壤反應을 調整하므로써 燐酸의 有効도를 增加시킨 結果인 것으로 解析되었다.

朴⁹⁾은 作土中 有効珪酸의 含量은 pH값이 높을수록 많고 石灰의 施用으로 作土의 pH값이 上昇되면 土壤中에 存在하는 不可給態의 珪酸이 有効態의 珪酸으로 變

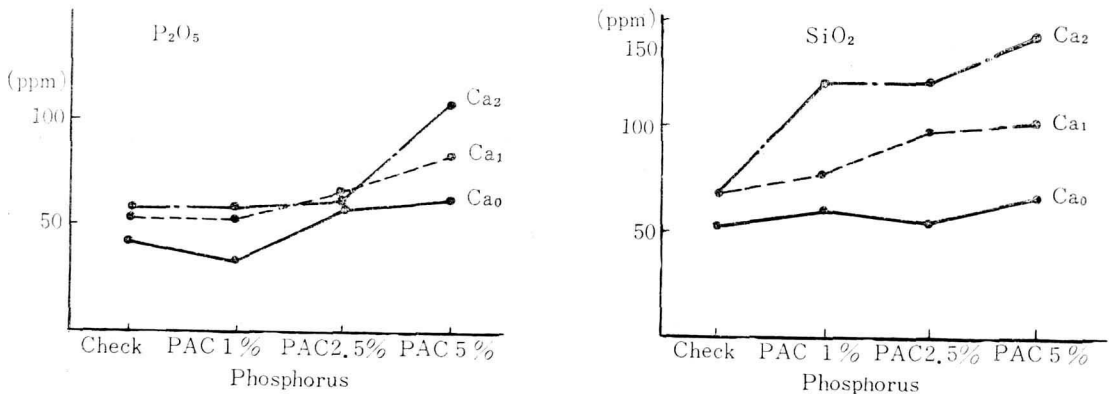


Fig 1. Changes of available P₂O₅ and SiO₂ contents in soil treated with lime and phosphorus at harvesting stage

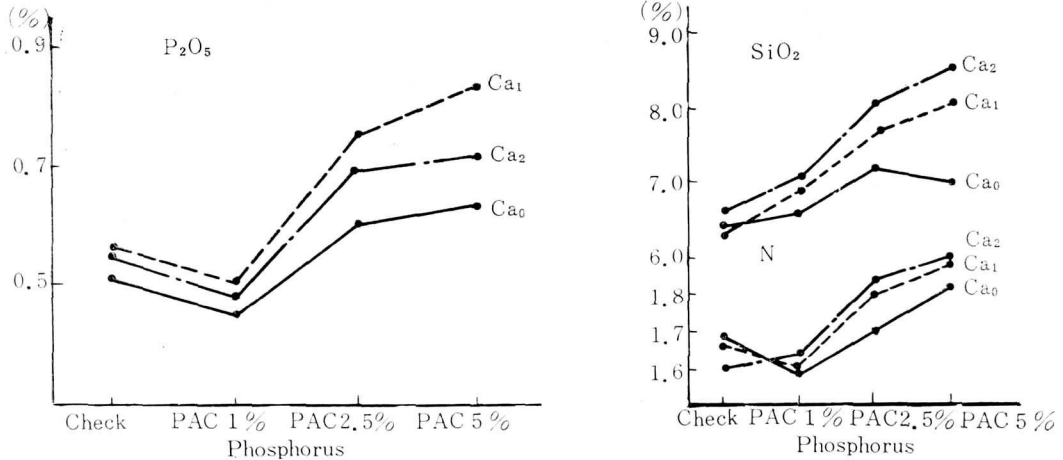


Fig 2. Contents of P₂O₅, SiO₂ and N of rice straw in different level of lime and phosphorus at earformation stage

Table 4. Relationship between inorganic matters in soil yield and its components at Harvesting stage

Inorganic matters	Yield	No. of panicles per hill	No. of grains per panicles	Ripening ratio
Ca ₀ P ₂ O ₅	0.866**	0.504	0.295	0.463
SiO ₂	0.336	0.289	0.573**	0.487
Ca ₁ P ₂ O ₅	0.911**	0.526*	0.598	0.829**
SiO ₂	0.901**	0.517*	0.456	0.291
Ca ₂ P ₂ O ₅	0.606**	0.860**	0.782**	0.291
SiO ₂	0.534*	0.405	0.655**	0.261

*, ** Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

Table 5. Correlation Coefficients between inorganic matters in plant and yield components

Inorganic matters	Yield	Panicles per hill	Grains per panicles	Maturing ratio
N	0.955**	0.675**	0.781**	0.404
P ₂ O ₅	0.759**	0.322	0.816**	0.795**
CaO	0.609*	0.313	0.273	0.794**
MgO	0.319	0.123	0.113	0.918**
SiO ₂	0.519*	0.463	0.862**	0.631*

*, ** Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

化한다고 하였다. 본 결과에서도石灰를施用하므로서有效珪酸이增加되어標準區(石灰無施用)의有效珪酸59ppm에比하여石灰中和量施用區에서는86ppm으로增加하였고石灰倍量施用區에서는138ppm으로石灰施

用에依하여土壤中珪酸의有效도는많은增加를보였다.

土壤中無機成分과收量構成要素및收量과의關係는表4에서와같이石灰를施用하지않은區에서는珪酸은穗當粒數와5%水準에서相關을보였을뿐石灰中和量施用區에서는磷酸의경우穗數와穗當粒數는5%水準에서,登熟率이나收量은1%水準에서各各高度의有意相關을보였다.

石灰中和量의倍量을施用한區에서도磷酸은穗數와穗當粒數間에있어서高度의有意相關을보였고收量과도有意한相關을보였다⁴⁾.

石灰倍量施用區에서는穗當粒數와收量間에有意한相關을보였다.

幼穗形成期の植物體가吸收한無機成分中N, P₂O₅, SiO₂等無機成分은石灰施用量의增加에따라서점차增加하는傾向이었으나磷酸의경우는石灰倍量施用區는中和量施用區에比하여그吸收量이多少적었는데 이와같은結果는石灰의過量施用으로磷酸의有效度減少에따른結果인것으로思料되었다⁵⁾.

또한磷酸의施肥에따른植物體의N, P₂O₅, SiO₂等の吸收變化도磷酸施用量增加에따라漸次增加하는傾向이었다.

收穫期에稻體가吸收한無機成分은表5에서와같이N는收量,穗數및穗當粒數와1%水準에서有意한相關을보였으며磷酸은收量,穗當粒數및登熟率亦是1%水準에서有意한相關을보였다. CaO와MgO는登熟率과有意相關을보였고SiO₂는穗當粒數와登熟率및收量間에有意한相關을보였다.

適 要

pH 5.4로서 酸性이고 重粘質이며 磷酸含量이 낮은 玄武岩土壤에 對하여 石灰의 施用이 磷酸과 珪酸의 效果에 미치는 影響을 檢討하고자 石灰와 磷酸을 調節施用하여 試驗한 結果는 다음과 같다.

1. 石灰의 適量施用은 登熟比率을 增加시켰고 多量施用은 穗數와 穗當粒數를 減少시켰다.
2. 磷酸施用은 穗數, 穗當粒數 및 登熟比率을 增加시켰으며 收量 역시 有意性있는 增收를 보였다.
3. 植物體가 收穫期에 吸收한 無機成分中 N는 數와 穗當粒數 및 收量과 有意한 相關을 보였으며 P_2O_5 와 SiO_2 는 穗當粒數와 登熟比率 및 收量과 有意한 相關을 보였다.

4. 土壤中 無機成分과 收量 및 收量構成要素와의 關係에 있어서 SiO_2 는 石灰施用에 따라서 部分的으로 有意相關이었으나 P_2O_5 는 石灰中和量施用의 경우 各收量構成要素와 收量에 있어서 有意相關을 보였고 石灰中和量의 倍量施用區에 있어서도 穗數와 穗當粒數와는 1% 水準에서, 收量은 5% 水準에서 有意相關을 보였다.

5. 石灰施用에 따른 土壤中 有效磷酸의 變化는 石灰施用量 增加에 따라 漸次 增加하는 傾向이었고 有效珪酸 亦是 磷酸과 同一한 傾向으로 標準區의 59ppm에 比하여 石灰中和量施用區에서 86ppm, 中和量의 倍量施用區에서는 138ppm으로서 石灰施用에 依한 珪酸의 有効度는 현저하게 增加하는 傾向이 있다.

引 用 文 獻

1. 大工原銀太郎 1910, 土壤酸性原因及性質並に酸性土壤の分布に關する研究, 日農商省農事試驗場報告第37號 1~48
2. 許萬浩, 卞洙燮 1964, 忠北地方의 土壤酸度에 關한 研究, 農試研報 7(1) 65~72
3. Hong, C.W. 1972, The Fertility status of Korean soils, ASPAC, Technical Bull. No 10, part 2:56~84
4. 鄭炫植, 許雨植, 許萬浩, 1975, 玄武岩土壤에 있어서 水稻에 對한 磷酸의 效果, 農試研報 17, 61~66
5. Coleman, N.T., Thorup, James T. and Jackson W.A., 1960 Phosphate-sorption reactions that involve exchangeable Al, Soil sci, 90:57
6. Ghani, M.O. and M.A. Islam, 1946, phosphate fixation in acid soils and it mechanism, Soil sci, 62 (4) 293~306
7. Taylor, A.W. and E.L. Gurney: 1965, precipitation of phosphate by iron oxide and Aluminum Hydroxide from solutions containing calcium and potassium, soil sci, soc, Amer, proc. 29; 18~22
8. 柳寅秀, 1975, 田土壤磷酸의 吸收係數와 Langmuir 最大吸着力과의 比較研究, 韓土肥誌 8(1) 1~17
9. 朴天緒, 1975, 作物別石灰質肥料의 效果, 韓土肥誌別卷 29~35
11. 郭炳華, 1969, 추락담에 있어서의 소석회가 수도 및 동답작대맥의 증수에 미치는 영향, 農試研報 12 ~3: 63~74
12. 鄭炫植, 許雨植, 1975, 加里肥料資源으로서의 Cement Dust效果, 農試研報 17:123~127
13. 金台淳, 宋基俊, 柳長杰, 韓康完, 1975, 土壤改良劑로서의 Cement Kiln dust利用에 關하여, 韓土肥誌 8~2:89~96
14. 韓基碩, 吳才燮, 1964, 우리나라 耕作地의 土壤反應(pH)에 關하여, 農耕研報 7-1:39:48
15. 土壤 및 植物體分析法, 農技研