

## 黃 함유 肥料가 콩의 種實收量과 成分含量에 미치는 影響

蔡在錫\*, 金永斗\*, 朴泰一\*, 張榮宣\*, 朴根龍\*

## Effect of Sulfer Containing Fertilizers on Grain Yield and Chemical Composition of Soybean

Jae Suk Chae\*, Young Doo Kim\*, Tae Ill Park\*,  
Young Sun Chang\*, and Keun Yong Park\*

**ABSTRACT** : This experiment was conducted to investigate the effect of sulfur containing fertilizers on growth, yield and nutritive quality of soybean as affected by lime application at reclaimed soil.

Lime application for neutralization requirements showed the effect of increased grain yield about 32% compared to the non application at newly opened land of red and yellow soil.

In case of lime application, the sulfur containing fertilizers combined with super phosphate, ammonium sulfate, and gypsum increased the grain yield by 31%, 11%, and 3%, respectively. When lime was not applied, magnesium carbonate application increased the yield by 47%, super phosphate by 22%, and gypsum by 15%. The protein content of grain was higher at lime application than those of non lime application and was increased by the application of sulfur containing fertilizer. But lipid content was not affected by lime or sulfur application. From the above results obtained it was concluded that sulfur fertilizer effect under lime application was significant when combined with super phosphate or ammonium sulfate application. Magnesium carbonate or super phosphate application was the best combination with sulfur-containing fertilizer.

硫黃은 多量元素의 하나로 作物 生育上 매우 重要한 位置를 차지하고 있는데<sup>5)</sup> 黃은 주로 土壤中 SO<sub>4</sub>形態나 大氣中 SO<sub>2</sub>形態로 吸收 利用되어 植物體 蛋白質 構成 成分인 含黃 아미노산 Cysteine, Methionine의 合成에 必要하며 또한 Coenzyme A 와 glutathinine의 合成에도 利用된다고 한다<sup>3, 4)</sup>. 이러한 黃이 缺乏되면 葉綠素 生成抑制로 인하여 葉이 黃化되고 乾物生産이 減少되며, 蛋白質合成이 阻害되어 生育抑制 및 無機成分 體內吸收 妨害 등 各種障害를 誘發 시킨다고 하였다<sup>11, 14)</sup>. 더구나 最近 含黃肥料 및 含黃農藥의 使用이 減少됨에 따라 土壤內 黃供給이 줄어 世界的으로 土壤 및 作物에 대한 黃不足現象이 報告되었으며<sup>2, 15)</sup> 黃不足

土壤에서도 黃이 作物收量 및 生育에 대하여 制限 要素로 認定되어 黃의 重要性이 強調되고 있다.

한편 밭土壤은 硫黃 含量이 낮는데 平野地나 工業地帶에 비하여 山間地에서 硫黃缺乏症狀이 發生 될 염려가 크다고 하였으며, 特히 野山開墾地 土壤에서는 各種 營養成分中 燐, 칼슘 및 硫黃 含量이 5극히 낮고 有機物 含量이 적은데다 作付體係의 發達로 年中 作物이 栽培되고 있어 各種 土壤營養分의 缺乏이 점차 深化되어 가고 있는 實定이다.

따라서 本 研究는 硫黃 成分이 不足한 野山開墾地 土壤을 盛土한 湖南作試 田作 圃場에서 硫酸根 肥料와 石灰施用 有無를 달리하여 콩의 生育과 收一量, 種實 成分 및 無機이온의 含量 變化를 調査한

\* 湖南作物試驗場 (Honam Crop Experiment Station, RDA, Iri, Korea) <93. 3. 18 接受>

結果를 報告하는 바이다.

### 材料 및 方法

野山開墾地 土壤(赤黃色 植壤土)을 既耕畚 土壤 위에 80cm 内外로 盛土하고 供試 品種을 短葉콩으로 5月 23日에 栽植 密度 50×15cm 로 1株 2粒씩 播種하였다. 處理內容은 表1과 같이 石灰는 播種 15日前에 全面施用後 耕耘하였고 施肥量은 10a當 窒素, 磷酸, 加里를 成分量으로 6,10,12kg을, 含黃肥料는 窒素 10a當 6kg 施用時 硫酸中에 含有되어 있는 硫黃量과 同量으로 換算하였으며, 過磷酸石灰는 55kg, 硫黃은 粉末로 7kg, 石膏는 30kg을 施用하였으며, 苦土石灰는 溶成磷肥에 含有된 Mg 含量을 換算하여 40kg을 施用하였다. 生育 및 收量 調査는 農村振興廳 調査基準<sup>12)</sup> 에 따랐고 土壤 및 植物體 分析은 農村振興廳의 土壤, 植物體, 微生物 分析法에 準하여, 土壤中 pH는 硝子電極法, 有效磷酸은 Lancaster法, 陽이온은 原子吸光分析法, 黃은 ZnCl<sub>2</sub>와 NaOH에 의해 縣濁화된 溶液을 BaSO<sub>4</sub>比濁法으로 分析하였다. 植物體分析은 乾燥 磨碎하여 40mesh체를 通過한 試料를 가지고 全窒素는 Technicon Auto Analyzer II를 利用하여 分析하였고, 磷酸은 Vanadate法, Ca, Mg, K는 原子吸光分析法, 黃은 Magnesium Nitrate法으로 分析하였고 種實中 粗蛋白質含量은 窒素分析後 5.71

Table 1. Treatments and fertilizer application.

Lime application	Applied amount according to fertilizer types
Requirement for Ammonium sulphate 30+Fused phosphate 50 neutralization	Urea 13+Fused phosphate 50
	Urea 13+Super phosphate 55
	Urea13+Fused phosphate50+Sulfur7
Non application	Urea13+Fused phosphate50+Gypsum30
	Urea 13+Fused phosphate 50+ Magnesium carbonate 40

을 곱하여 換算하였으며 脂肪은 Ethylene을 抽出 溶媒로하여 Soxhlet法으로 定量하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 試驗前後 土壤의 理化學性

試驗前後 土壤의 理化學性 變化를 表2에서 보면 試驗前 土壤의 pH는 4.9로서 強酸性인데 石灰를 中和量으로 施用한 後 콩을 栽培한 結果 石灰施用 區는 pH가 6.2로서 크게 改良되었으며, 石灰 無施用 區에서도 pH가 5.4로서 酸度가 矯正되었는데 이러한 結果는 溶成磷肥 施用으로 인해 副產物로 添加된 칼슘의 結果라 생각 된다. 有效磷酸含量은 石灰施用區에서 25.5ppm으로서 石灰無施用區의 18.0

Table 2. Chemical properties of the soil before and after experiments.

Treatments	pH (1:5)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	SO <sub>4</sub> (ppm)	OM (%)	Ex. cat(me/100g)			
					K	Ca	Mg	
Before experiment	4.9	12.5	32.5	0.6	0.15	1.22	0.72	
Lime application	U*+F.P	6.1	27.0	49.6	1.1	0.26	3.39	1.20
	A.S+F.P	5.9	22.3	71.6	1.3	0.24	4.44	1.22
	U+S.P	6.0	44.2	65.1	1.6	0.23	3.35	1.21
	U+F.P+S	6.0	18.0	52.1	1.2	0.26	3.44	1.24
	U+F.P+G	6.3	18.0	66.0	1.3	0.24	3.56	1.27
	U+F.P+M.C	6.8	23.3	45.3	1.6	0.31	3.54	1.80
After experiment	Mean	6.2	25.5	58.3	1.3	0.26	3.71	1.32
on lime application	U*+F.P	5.4	14.0	52.9	1.2	0.25	3.04	1.20
	A.S+F.P	5.2	13.5	68.2	1.1	0.24	3.19	1.30
	U+S.P	5.5	29.3	63.5	1.5	0.23	3.48	1.18
	U+F.P+S	5.1	17.3	55.2	1.5	0.26	3.66	1.28
	U+F.P+G	5.5	15.8	60.4	1.3	0.22	3.82	1.22
	U+F.P+M.C	5.9	18.4	41.9	1.5	0.24	3.49	2.12
	Mean	5.4	18.0	57.0	1.3	0.24	3.45	1.38

\* Refer to table 1

ppm보다 높았고 土壤有機物 및 陽이온은 試驗前에 비하여 作物栽培 및 施肥로 인하여 試驗後 增加되었으나 處理間 큰 差異를 볼 수 없었다. 黃은 石灰施用有無에 관계없이 硫酸根肥料나 硫黃粉末을 施用한 區에서 試驗前 32.5ppm보다 9.4~39.1ppm 정도 增加하였다. 또한 窒素 肥種別 土壤硫黃含量을 보면 尿素區가 55.2ppm에 비해 硫安區가 69.9ppm이었으며, 磷酸肥種別로는 溶成磷肥가 56.3ppm, 過磷酸石灰가 64.2ppm으로 나타나 開墾當年에 施肥는 窒素肥料를 硫安으로, 磷酸質肥料를 過磷酸石灰로 施用하는 것이 野山 開墾地의 早期 熟田에 有利하다고 생각된다.

## 2. 生育時期別 主要 生育 形質

石灰 및 硫酸根肥料 施用에 따른 生育 形質 變化를 보면 表 3과 같다.

播種後 45日 및 開花期 모두 石灰施用區에서 尿素 + 過磷酸石灰區가 莖長, 草長은 길고, 葉數도 많았으며 莖太도 두꺼웠다. 그 結果 乾物重 또한 무거웠으며 다음으로는 尿素 + 溶成磷肥 + 硫黃 > 硫安 + 溶成磷肥 > 尿素 + 溶成磷肥 > 尿素 + 溶成磷肥 + 石膏 > 尿素 + 溶成磷肥 + 苦土石灰 順이었다. 또한 石灰無施用區에서도 尿素 + 過磷酸石灰區가 가장 많은 生育量을 나타냈는데 이같은 結果

로 보아 開墾地 콩 栽培時는 過磷酸石灰施用效果가 가장 컸음을 알 수 있으며 山本等<sup>16)</sup>의 火山灰 밭 土壤 開墾當年初에 土壤의 生産力을 높이기 위해서는 石灰, 苦土등을 含有하는 多量의 磷酸質 肥料를 全層에 施用하는 것이 效果의이라는 報告와 一致하며 또한 林等<sup>10)</sup>도 石灰施用下에서 黃酸암모늄 施用으로 草長이 크고 生體重이 무겁다는 報告와 같은 傾向이었다.

## 3. 植物體의 無機成分

植物體의 無機成分變化는 表4에서와 같이 石灰施用區의 窒素含量은 比較的 生育이 低調한 尿素 + 溶成磷肥 + 苦土石灰, 尿素 + 溶成磷肥 + 石膏 및 尿素 + 溶成磷肥區가 各各 2.21%, 1.86%, 1.91%로 硫安 + 溶成磷肥區의 1.21%보다 많았으며 鈣含量도 各各 0.61%, 0.62%, 0.65%로 硫安 + 溶成磷肥區의 0.54%보다 含量이 높아 石灰施用에 따라 無機이온의 吸收가 助長된다는 李等의 報告<sup>8)</sup>와 一致하고 있다. 그러나 마그네슘은 尿素 + 溶成磷肥 + 苦土石灰區의 0.34%를 除外하고는 尿素 + 溶成磷肥區의 0.29%와 비슷하거나 若干의 增加를 보여주었다.

또한 石灰無施用區의 硫安 + 溶成磷肥區가 窒素 含量이 2.25%로 다른 處理區보다 가장 많았으며

Table 3. Some growth characteristics according to different growth stage.

Treatments	45 DAS			Flowering stage			Dry matter weight of 10 plant (g)	
	Stem length (cm)	No. of leaf (plant)	Plant height (cm)	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaf (plant)		
Lime application	U* + F. P	20.9	3.9	62.7	38.8	5.8	10.9	70.5
	A. S + F. P	21.2	4.7	65.7	41.5	6.0	11.3	72.9
	U + S. P	27.0	4.7	83.7	53.7	7.1	12.7	110.0
	U + F. P + S	21.2	4.1	68.7	40.5	6.2	11.0	76.0
	U + F. P + G	16.8	3.8	59.3	36.6	5.8	11.0	69.9
	U + F. P + M. C	18.1	3.8	58.9	35.1	5.2	10.2	48.0
	Mean	20.9	4.2	66.5	34.3	6.0	11.2	74.5
Non lime application	U* + F. P	19.1	4.0	56.6	35.8	5.4	10.8	54.5
	A. S + F. P	17.6	3.7	51.3	31.6	4.7	10.2	44.4
	U + S. P	25.1	4.5	67.9	43.7	6.8	11.7	86.2
	U + F. P + S	19.1	4.0	52.7	32.7	5.0	10.7	46.0
	U + F. P + G	16.6	3.7	57.7	35.6	5.8	10.9	57.0
	U + F. P + M. C	17.1	4.3	59.8	42.6	6.3	11.5	78.0
	Mean	19.1	4.0	57.7	37.0	5.7	11.0	61.0
LSD(5%)	Lime	1.1	NS	5.3	2.5	NS	NS	10.2
	Fertilizer	2.4	0.4	6.4	4.2	0.6	0.7	12.5

\* Refer to table 1

Table 4. Inorganic element contents of per plant at flowering and harveting stage.

Treatments	Flowering stage					Harvesting stage					
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ca	Mg	K	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ca	Mg	K	N	
	%										
Lime application	U* + F, P	0.36	0.65	0.29	2.30	0.91	0.21	0.36	0.34	1.53	0.86
	A, S + F, P	0.34	0.54	0.31	2.29	1.21	0.17	0.39	0.33	1.83	0.56
	U + S, P	0.44	0.52	0.28	2.49	1.82	0.19	0.42	0.34	1.70	0.55
	U + F, P + S	0.34	0.57	0.26	2.33	1.64	0.19	0.35	0.35	1.86	0.49
	U + F, P + G	0.33	0.62	0.31	2.16	1.86	0.14	0.40	0.33	1.65	0.56
	U + F, P + M, C	0.33	0.61	0.34	2.44	2.21	0.20	0.36	0.35	1.62	0.67
	Mean	0.36	0.59	0.30	2.34	1.61	0.18	0.38	0.34	1.70	0.53
Non lime application	U* + F, P	0.33	0.20	0.30	2.54	1.65	0.23	0.22	0.34	2.48	0.63
	A, S + F, P	0.49	0.15	0.32	2.52	2.25	0.26	0.22	0.35	1.90	0.55
	U + S, P	0.37	0.33	0.24	2.26	0.98	0.27	0.29	0.35	2.00	0.41
	U + F, P + S	0.39	0.28	0.29	2.41	1.25	0.24	0.24	0.35	2.22	0.59
	U + F, P + G	0.46	0.44	0.30	2.36	1.86	0.20	0.20	0.34	2.08	0.54
	U + F, P + M, C	0.33	0.53	0.34	2.37	1.73	0.15	0.15	0.36	1.66	0.60
	Mean	0.40	0.32	0.30	2.41	1.62	0.23	0.23	0.35	2.06	0.55
LSD(5%)	Lime	NS	0.17	NS	0.06	NS	0.04	0.10	NS	0.26	NS
	Fertilizer	0.04	0.12	0.06	0.18	0.37	0.04	0.07	NS	0.37	0.12

\* Refer to table 1

마그네슘도 0.32%,加里도 2.52%로 比較的 含量이 많았으나 칼슘함량은 0.15%로 가장 적었다. 그러나 尿素 + 溶成磷肥 + 石膏, 尿素 + 溶成磷肥 + 苦土石灰區에서 칼슘함량이 各各 0.44%, 0.53%로 다른 處理區보다 많았는데 이는 副產物로 含有된 칼슘에 基因한 것으로 思料된다. 그리고 尿素 + 過磷酸石灰區의 無機이온함량을 보면 窒素함량은 0.98%로 다른 處理區에 比하여 가장 낮았으나 다른 無機이온함량은 均衡的으로 含有하고 있었다.

收穫期 줄기의 無機成分 含量 變化를 보면 窒素함량은 生育이 比較的 低調한 尿素 + 溶成磷肥區가 0.86%로 많았으나 生育이 良好한 尿素 + 過磷酸石灰, 硫安 + 溶成磷肥 및 尿素 + 溶成磷肥 + 石膏區에서 各各 0.55%, 0.56%, 0.56%에 不過하였다. 이는 收穫期의 無機이온은 開花期와는 달리 莢과 子實로 많은 量이 移動된 結果로 볼수 있다.

이러한 結果들은 大崎<sup>(3)</sup>등이 報告한 植物體 窒素함량이 莖葉中 最大期 1.83%, 收穫期에 0.94%라고한 結果와 비슷하였으나 Ajayi 等<sup>(1)</sup>이 報告한 結果와는 多少 差異가 있었다.

#### 4. 收量構成要素와 種實收量

石灰 및 硫酸根肥料 施用에 따른 收量構成要素와 種實收량의 變化를 보면 表 5와 같다.

總莢數는 尿素 + 溶成磷肥區의 54.5個보다 硫安 + 溶成磷肥, 尿素 + 過磷酸石灰區가 各各 13.9, 17.4 個가 增加되었다. 이는 主莖莢數보다 分枝莢數가 현저히 增加되었기 때문이다. 또한 100粒重은 處理區間 큰 差異가 없이 13~14g 內外이었으나 10a當 收量은 尿素 + 溶成磷肥區의 304kg 보다 尿素 + 溶成磷肥 + 石膏, 硫安 + 溶成磷肥, 尿素 + 過磷酸石灰區가 3~31%增加 하였다. 이는 硫黃施用效果가 컸으며 硫黃粉末로 施用한 黃보다 副產物로 添加된 黃의 吸收가 빨리 共生育에 미치는 影響이 크다고 보여진다. 이와 같은 結果는 벼에 있어서의 硫黃施用區에서 正租收量이 5.7~7.4% 增收했다는 金의 報告<sup>(7)</sup>와 같은 傾向이었다. 또한 石灰無施用區에서 尿素 + 溶成磷肥區의 223kg /10a보다 尿素 + 過磷酸石灰, 尿素 + 溶成磷肥 + 石膏, 尿素 + 溶成磷肥 + 苦土石灰區에서 各各 22%, 15%, 47%의 增收效果를 얻었는데 이들 增收要因중에는 肥種 및 改良劑에 含有된 칼슘의 效果가 硫黃의 效果보다 크게 作用한 것으로 思料된다.

#### 5. 種實 部位別 成分 含量

表 6에서 보는 바와 같이 種實의 蛋白質 含量은 石灰施用區가 石灰無施用區보다 많았으며 黃의 施肥에 따라 增加하는 傾向으로서 이는 金 等<sup>(7,9)</sup>의 報

Table 5. Components of yield and grain yield according to fertilizer application.

Treatments	No. of pods		Pods per plant	100 seed weight (g)	Grain yield (kg /10a)	
	Main stem	Branch				
Lime application	U* + F, P	23.6	30.9	54.5	14.1	304(100)
	A, S + F, P	27.7	40.7	68.4	13.0	336(110)
	U + S, P	28.4	43.5	71.9	14.2	397(131)
	U + F, P + S	20.0	28.7	48.7	14.1	294( 97)
	U + F, P + G	22.7	32.2	55.0	13.4	314(103)
	U + F, P + M, C	21.5	29.6	51.1	14.3	255( 84)
	Mean	24.0	34.3	58.3	13.8	317(104)
Non lime application	U* + F, P	18.6	20.0	38.6	11.7	223(100)
	A, S + F, P	17.3	20.3	37.6	11.2	201( 90)
	U + S, P	20.2	24.0	44.2	11.4	273(122)
	U + F, P + S	17.0	17.3	34.0	11.5	166( 74)
	U + F, P + G	17.7	21.8	39.6	11.7	256(115)
	U + F, P + M, C	23.0	30.7	53.7	12.8	327(147)
	Mean	19.0	22.3	41.3	11.7	241(108)
LSD(5%)	Lime	3.2	9.0	8.5	1.1	38
	Fertilizer	2.6	4.0	4.6	NS	25

\* Refer to table 1

Table 6. Protein and lipid contents of grain according to fertilizer application.

Treatments	Protein		Lipid		
	Main stem	Branch	Main stem	Branch	
Lime application	U* + F, P	36.0	37.3	20.1	20.4
	A, S + F, P	38.2	38.2	20.9	21.9
	U + S, P	39.6	38.2	21.3	23.4
	U + F, P + S	35.9	37.0	22.2	23.9
	U + F, P + G	37.0	37.7	21.9	22.3
	U + F, P + M, C	34.2	34.0	22.6	23.0
	Mean	36.8	37.1	21.5	22.5
Non lime application	U* + F, P	21.1	34.6	21.7	22.0
	A, S + F, P	32.0	33.4	22.4	23.0
	U + S, P	33.4	31.6	22.8	24.1
	U + F, P + S	31.6	30.4	21.5	22.6
	U + F, P + G	32.0	33.5	21.8	23.0
	U + F, P + M, C	37.3	38.1	23.0	23.4
	Mean	33.1	33.6	22.2	23.0
LSD(5)	Lime	2.7	2.5	0.5	NS
	Fertilizer	1.2	2.0	NS	NS

\* Refer to table 1

告와 같이 黃의 施肥로 含 黃 아미노산인 Methionine와 Cysteine이 增加하여 콩 蛋白質 含量을 높일 수 있다는 結果와 비슷하였으나 種實의 脂肪 含量은 石灰無施用區에서 多少 높은 傾向이었고 硫

黃의 效果는 매우 적었으나 主莖보다는 分枝의 種實에서 脂肪含量이 多少 높게 나타났다.

이러한 結果를 綜合해보면 強酸性 新開墾地 土壤에서는 石灰 中和量 施用時 硫酸根 肥料인 過磷

酸石灰, 石灰無施用時에는 苦土石灰를 施用함으로써 最大收量과 種實 成分 含量을 높일 수 있다고 생각된다.

## 摘 要

新開墾地 土壤을 盛土한 湖南作物試驗場 田作圃場에서 石灰施用 有無와 硫酸根肥料 施用을 달리하여 콩의 生育, 收量 및 種實 成分 含量에 미치는 影響을 調査한 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 新開墾地 赤黃色 埴壤土 (pH 4.9)에서 土壤酸度를 中和量으로 矯正하면 種實收量에서 32%의 增收效果를 보였다.
2. 土壤酸度 矯正에 따른 硫酸根 肥料의 收量增收效果는 過磷酸石灰 31%, 硫安 11%, 石膏 3%의 順이었으며 矯正치 않았을 경우에는 苦土石灰 47%, 過磷酸石灰 22%, 石膏 15%의 順이었다.
3. 種實의 蛋白質 含量은 石灰無施用區보다 石灰施用區에서 많았으며 含黃肥料의 施用效果도 認定되었으나, 脂肪含量은 큰 差異를 認定 할 수 없었다.
4. 石灰 施用區에서 硫酸根 肥料의 效果가 큰 것은 過磷酸石灰와 硫安이었으며 改良劑로는 石膏가 좋았고, 石灰無施用區에서는 苦土石灰와 過磷酸石灰가 優秀 하였다.

## 引用文獻

1. Ajayi, D. DN. Maynard and A. V. Barker. 1970. The effect of potassium on ammonium of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mil) Agron. J. 62 : 818-821.
2. Blair, G. J., C. P. Mamaril and F. O. Momuat. 1979. Sulfur nutrition of rice. II. Effect of source and rate of S on growth and yield under flooded conditions. Agron. J. 71 : 477-480.
3. Dijkshoorn, W. and A. L. Van Wijk. 1967. The sulfur requirements of plant as evi-

denced by the sulfur nitrogen ratio in the organic matter.

4. Faller, N., K. Herwing and H. Kuhu. 1970. The uptake of sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) from the air. I. Effect on crop yield. Plant and Soil. 33 : 177-191.
5. Fox, R. L., B. T. Kang and D. Nangiu. 1977. Sulfur requirements of cowpea and implications for production in the tropics. Agron. J. 69 : 201-205.
6. 한기학外. 1989. 土壤植物體 微生物 分析法.
7. 金興培, 金興濟, 申柄湜, 文世基, 金奇珠. 1975. 窒素質 肥料의 特性 및 硫黃 施肥에 따른 水稻 生長에 관한 研究. 韓作誌. 20 : 120-133.
8. 李哲遠, 李般雄. 1983. 黃酸 암모니아 및 尿素의 施用이 水稻의 生育과 養分吸收에 미치는 影響. 韓作誌. 28(4) : 391-418.
9. 林善旭, 嚴柱阮. 1984. 大豆種實의 收量과 營養的 品質에 미치는 黃施用의 效果. 韓土肥誌. 17(4) : 356-362
10. \_\_\_\_\_, 金裕學. 1984. 窒素質 肥種이 水稻의 生育과 養分吸收 및 土壤의 化學的 性質에 미치는 影響. 韓土肥誌 17(3) : 232-241.
11. 前田正男. 1968. 原色作物의 要素缺乏, 過剩診斷と對策. 農山漁村文化協會.
12. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準 : 190-192.
13. 大奇滿, 半田友子, 田中明. 1988. 大豆의 登熟過程における 炭素, 窒素化合物의 舉動. 日土肥誌. 59(2) : 190-194.
14. 朴天緒. 1984. 作物의 收量과 品質에 影響을 주는 鹽化加里와 黃酸加里. 加里研究會 : 17-29.
15. Samosir, S. and G. J. Blair. 1983. Sulfur nutrition of rice. III. A comparison of fertilizer sources for flooded rice. Agron. J. 75 : 203-206.
16. 山本毅, 宮里. 1972. 田土壤의 生産力增強에 關する 研究. 東亞農試研報. 42 : 53-92.