

# 水稻에 대한 珪酸·石灰의 效果研究(I)

—重窒素를 利用한 珪酸·石灰의 施用效果—

盧 浚 晶

農村振興廳

## Studies on Effect of Silicate and Calcium Application in Rice Plant.

(I). Studies on Effects of Applied Calcium and Silicate by Using Tagged Nitrogen(<sup>15</sup>N).

Choon Johong Ro

Office of Rural Development, Suweon,

### ABSTRACT

An experiment was carried out to investigate the effect of Si and Ca-application, and Si+Ca application, respectively. The increasing rate of yield in Si-applied pot was 15%, Ca-applied pot and Si+Ca-applied pot were 13%, 22% than control respectively.

確實히 알수가 없으므로 本實驗에서는 순수한 珪酸과 石灰를 分離處理해서 이들이 水稻無機成分 吸收에 어떻게 關與하며 이들의 單獨 및 併用效果를 究明하고 또한 水稻體에 第一 重要的 窒素에 對한 追跡試驗을 하기 위해 <sup>15</sup>N 重窒素를 使用하여 珪素施用이 窒素의 體內吸收 및 移動分布에 어떻게 作用하는가를 究明코자 本實驗을 하였다.

### 緒 言

水稻生育에 珪酸이 必要하다는 것은 Sommer<sup>1)</sup>가 처음 主張한 以來 珪素가 水稻의 附隨元素로 認定되었으나<sup>13)</sup> 다른 多量要素인 窒素 磷酸 加里 처럼 아주 일찍부터 알려진 것은 아니다.

1950年代 後半에 들어와서 珪酸質肥料가 水稻生育에 크게 關與하고 있음이 여러 研究者<sup>2,14)</sup>들에 의해서 活潑히 研究 되었고 特히 秋落畚의 境遇 珪酸質肥料의 效果는 顯著하다고 하였다.<sup>8)</sup> 더구나 1960年 初半부터 日本 및 우리나라 에서는 珪酸質 肥料의 效果를 높이 評價함과 同時에 珪素가 水稻生育에 어떻게 作用하나에 對한 研究가 많이 遂行되어 여러가지 興味 있는 事實들이 發見 되었다.<sup>12)</sup> 珪素는 水稻體內에 珪化細胞를 形成해서 病蟲害에 對한 抵抗力을 높이고 葉을 直立시켜 受光狀態를 좋게 하고 土壤中의 有害物質에 對한 水稻의 抵抗力을 높혀 水稻의 生育을 좋게 한다고 한다.<sup>8)</sup> 그러나 지금까지의 珪素에 關한 試驗에서 珪素源으로서 普通 珪酸質肥料나 珪酸石灰와 같은 多量의 石灰成分이 包含된 肥料를 使用함으로써 그 效果가 珪素의 效果인지 石灰의 效果인지를

### 材料 및 方法

供試土壤은 放農 實驗農場인 金谷試驗圃場에서 採取 陰地에서 風乾 쇄토하여 10kg씩 秤量하여 1/2000a Plastic pot에 담았다. 그리고 土壤條件은 Table 1와 같았다.

Table 1. Chemical analysis of Kum-gok soil.

pH*		Organic matter (%)	Available Zn (ppm)	0.5N-HCl Ca (ppm)	Soluble Na (ppm)
1:1	1:5				
4.9	5.2	3.1	1.9	226	165

\* Soil to water ratio

施用肥料는 N. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. K<sub>2</sub>O=10:8:8 kg/10a의 基準으로 慣行法에 準하였다. 다만 이때 使用한 窒素肥料는 (<sup>15</sup>NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>로서 <sup>15</sup>N가 7.1% 以上으로 濃縮한 것인데 日本 理化學研究所製品를 使用했다. 磷酸은 重過石 加里는 鹽化加里를 各各 使用하였다. 珪素는 Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>를 HCl로 脫鹽시켜 받은 H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>를 使用하였고 石灰는 試藥用인 Ca(OH)<sub>2</sub>를 使用하였다. 石灰의 試用量은 CaO로서 90kg/10a의 水準으로 使用했으며 이들 모두 全量基肥로 使用하였다. 試驗區 配

置는 亂塊法 3反復으로 하여 Vinyl house에서 生育시켰다. 供試品種은 振興으로서 45日苗를 7月 3日에 Pot當 2本씩 移植하였다.

生育調査는 最高分蘗期인 8月 13日에 實施하였고 收穫은 10月 14日에 實施하였다. 收穫한 水稻體는 風乾하여 收量構成要素를 調査하였으며 試料調製는 試料를 70~75°C의 Drying Oven에서 48時間 乾燥시켜 Cutting mill로 잘 분쇄하여 이를 一定量씩(0.5g) chemical balance로 秤量하여 窒素定量用 試料液은 Conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>와 分解促進劑(CuSO<sub>4</sub>와 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 混合)를 넣어 Kjeldahl flask에서 分解하여 Toyo No. 2 Filter paper로 여과한 濾液을 蒸溜하여 窒素를 定量하고 다시 그 액을 濃縮하여 N<sup>15</sup> 定量用 試料液으로 하였다. N<sup>15</sup>의 存在比는 當研究所에 保有하고 있는 Mass spectrometer를 利用코자한다. 珪素 및 一般無機成分 分析用은 上記試料를 100ml Beaker에 넣고 Conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub>를 10:1:4의 比率로 混合한 混合分解液을 10ml 程度넣어 처음에는 2時間 程度放置시켜 약간 分解시킨후 Hot Plate 상에서 서서히 熱을

올려가면서 無色이 될때까지 完全分解시켰다. 이것을 冷却시킨후 100ml mess flask에 희석해 가면서 Toyo No. 5C 濾紙로 여과하여 그 濾液을 一般無機成分 分析用으로 쓰고 濾紙는 미리 含量을 구해놓은 Crucible에 넣어 550°C의 muffle furnace에서 完全화시켜 Desicatar내에서 冷却시킨후 그殘溜物을 秤量하여 그 무게의 차로서 粗珪酸의 含量을 구하였다. 磷酸은 Barton's reagent로 발색시켜 比色法으로 定量하고 칼리는 Flame photometer로서 定量하였다. Ca는 E. D.T.A Chelate 滴定法으로 定量했다.

Table 2. Growth status.

Treatments	Max. tillering stage		Harvesting time
	Plant height	No. of tillers	Culm height.
Contol	74.3cm	21.3	70.1cm.
Si	77.3	22.9	70.8
Ca	73.3	22.6	69.9
Si+Ca	76.0	23.0	72.1

Table 3. Yield components.

Treatments	No. of panicles per pot	No. of grains per panicle	Wt. of 1,000 kerne s(helled)	Per centage of ripened grains	Grain weight (g/pot)	Index
Control	20.0	110.5	22.02	76.8	40.9	100
Si	19.3	133.1	22.83	79.7	47.2	115
Ca	20.3	121.6	22.12	79.6	46.3	113
Si+Ca	19.6	135.2	22.96	80.0	50.0	122

## 結果 및 考察

### 生育狀況 및 收量構成要素

水稻生育狀況은 Table 2에서와 같이 珪素處理區에서 오히려 草長 및 分蘗이 다같이 若干增加를 보였는데 이와같은 現象은 珪酸物質의 土壤中에 豊富한 量이 存在 하므로서 養分吸收阻害物質의 被害抑制作用이 있었기 때문이 아닌가 生覺된다.<sup>8)</sup> 收量構成要素에 있어서는 Table 3에서와 같이 穗當粒數에 있어서는 珪素處理區에서 若干 낮은 값을 보였지만 별 差異는 없었고 穗當粒數에 있어서는 珪素單獨處理區와 珪素石灰混用區가 133~135粒으로 Control區 1105粒에 비해 越等히 높았다. 千粒重이나 登熟率에 있어서도 珪素處理區에서 다같이 增加 傾向을 보였으나 穗當粒數에서 처럼 뚜렷한 差異는 없었다. 이러한 要因들에 依해서 Pot當 精粗收量을 보면 珪素單獨處理區가 Control區에 비해 15% Ca單獨區가 13% 그리고 珪素石灰混用處理區에서 22%의 增收를 보였다.

吳<sup>9)</sup>들은 精粗收量과 株當穗數 穗當粒數間에는 다같이 高度의 相關關係가 있고 登熟率과는 負의의 相關이 있다고 하였고 朴<sup>10)</sup>들은 珪酸特質의 使用으로 株當穗數는 若干減少되는 傾向이나 穗當粒數 登熟率 및 千粒重은 增加 하는 傾向이 있다고 報告 하였는데 본 實驗에서도 이와 一致된 結果를 얻었다.

### 無機營養要素含量

Table 4는 收穫한 水稻體의 部位別 窒素含量을 나타낸 것인데 莖葉이나 穗에서 다같이 全窒素에 對한 含量이 石灰나 珪素를 處理 함으로서 오히려 窒素含量은 높았는데 이와같은 現象은 앞에서 言及했던 바와같이 石灰나 珪素에 의한 阻害抑制作用에 起因한 것이 아닌가 生覺되며<sup>11)</sup> 이것이 곧 收量을 向上시키는 데 한가지 要因이 되지 않았나 生覺된다 木內<sup>5)</sup>들에 依하면 主稈의 穗當 粒數를 70粒 以上으로 確保하기 위해서는 窒素含量이 1.2% 以上이 되어야 한다고 하였고 또한 千粒重의 增加를 위해서는 出穗期의 葉身에서 1.2~1.8% 그리고 穗에서는 0.85~0.9%가 좋

Table 4. Content of N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub>, CaO. in rice plant at harvesting time 1971.

Treatments	N	Ear	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ear	K <sub>2</sub> O	Ear	SiO <sub>2</sub>	Ear	CaO	Ear
	Leaves & culms		Leaves & culms		Leaves & culms		Leaves & culms			
Control	0.44%	0.71%	0.23%	0.68%	3.30%	0.99%	8.93%	2.18%	0.67%	0.15%
Si	0.43	0.74	0.28	0.70	3.02	0.88	9.92	2.74	0.70	0.18
Ca	0.48	0.87	0.33	0.73	3.12	0.92	9.03	2.60	0.80	0.24
Si+Ca	0.50	0.80	0.33	0.71	3.16	0.86	10.22	2.86	0.82	0.22

\*See (%)

다고 했는데 本實驗에서는 收穫한 穗에서의 窒素含量을 보면 最低 0.71%에서 最高 0.87%로서 그렇게 낮은 含量은 아닌것 같다. 磷酸含量도 珪素나 石灰處理區에서 Control區에 비해 높은 磷酸含量을 나타냈는데 이것은 奥田<sup>7)</sup>들이 말한것 처럼 珪酸이 磷酸의 過剩吸收를 抑制하는 反面에 磷酸이 穀實形成에서 그 利用率을 增大 시키고 珪酸供給에 依하여 水稻體內의 磷酸이 穗部に 있어서의 分布比率를 增加 시킨데 起因된것이 아닌가 生覺되며 Ca亦是 出口 太田<sup>1)</sup>들이 말한것 처럼 Ca使用이 水稻生長에 必要한 各種肥料 吸收에 促進作用을 했기 때문인 것 같다. 水稻體의 加里含量은 莖葉部分이 3.0~3.3%로서 穗의 0.8~0.99%에 비해 높았고 珪素와 石灰를 處理해준 區가 處理하지 않은 區에 비해 낮은 加里의 含量을 보였는데 이는 珪素와 加里 加里와 石灰間의 3者間의 強力한 拮抗作用 때문인 것 같다. 珪素含量을 보면 莖, 葉, 穗 다 같이 珪素와 石灰를 處理하므로서 높은 珪素含量을 보였으며 특히 珪素와 石灰處理區가 越等히 높은 含量을 보였다.<sup>10)</sup> 이것은 石灰를 施用함으로써 土壤의 pH가 높아져 可溶性珪酸含量이 增大되어 水稻體의 吸收량이 많아진 것 같다.<sup>4)</sup> 朴<sup>8)</sup>들은 止葉의 珪酸含量이 11%未滿인 境遇에는 珪素의 施用效果가 크다고 하였는데 本實驗에서는 莖葉全部를 가지고 珪素定量을 한바 10%未滿 이므로 珪素의 施用 效果를 期待할 수 있겠다. Ca含量도亦是 石灰를 施用하므로서 높았고 또한 珪素를 處理한 區가 處理하지 않은 區에 비해 높은 含量을 보였다. 朴<sup>8)</sup>들은 Ca의 缺除는 減收原因이 되며 石塚<sup>9)</sup>도 石灰가 不足하면 同化產物이 穗에로의 移動을 저해하기 때문에 稔實率의 低下를 가져와 減收 된다고 하였는데 本實驗에서는 石灰의 施用으로 10%의 增收를 보였다.

### 摘 要

珪素와 石灰의 單獨 및 併用效果 그리고 이들 相互作用을 보기 위하여 遂行한바 結果는 다음과 같다.

1. 最高分蘗期の 草長 및 分蘗이 珪素處理區에서 Control區에 비해 若干 增加를 보였다.
2. 株當穗數에서 珪素處理區는 若干 減少를 보였지만 穗當粒數 千粒重 登熟率에 있어서는 珪素 單獨區와 珪素+石灰區에서 增加를 보였다.
3. 收量은 珪素單獨處理區가 Control區에 비해 15% 石灰單獨處理區가 13% 그리고 珪素石灰混用區에서 22%의 增收를 보였다.
4. 收穫한 水稻體內 窒素含量은 珪素와 石灰區에서 Control區에 비해 높은 含量을 보였으며 磷酸含量亦是 珪素와 石灰區에서 높은 傾向을 보였고 加里含量은 莖葉이나 穗에서 珪素와 石灰處理區가 Control區에 비해 越等히 낮은 含量을 보였다 그리고 珪素와 石灰含量 다같이 珪素石灰를 使用 하므로서 各各 높은 含量을 보였고 특히 石灰+珪素併用區에서 높은 含量을 나타냈다.

### 引 用 文 獻

1. 出口正夫, 太田安定. 1960. 水稻に對する石灰施用效果の再檢討 第7報. 日土肥誌 31:71-73.
2. 今泉吉郎·吉田昌一. 1958. 珪酸石灰施用の要否判定基準, 農技研報 B. 第8號. p. 296.
3. 石塚喜明·早川康夫. 1951. 水稻の要素代謝に關する研究(第5報) 日土肥誌 31:491-494.
4. Keller, W.D. 1957 The Principle of Chemical Weathing. Lucas Brothers publishers coloumbia missour p. 26
5. 木內知美·石阪英男. 1960. 水稻の收量形成過程に及ぼす榮養條件の影響. 日土肥誌 31:285-291.
6. 吳旺根·李鍾基. 1968 數種類型畚에 있어서 水稻의 低收原因究明에 關한研究 農試研報 11-3, 1-8.
7. 奥田東·高橋英一. 1962. 作物に對する珪酸の榮養生理學的役割に對して(第7報) 日土肥誌 33:65-69.
8. 朴永大·金泳燮. 1976. 秋落畚水稻에 對한 珪酸의 增收效果 韓土肥誌 4-1, 1-12.

9. 朴天緒·宋在夏 外 3人. 1971. 濕畝에 對한 改良劑의 效果와 有効改良劑의 水稻增收原因에 關한 研究 韓土肥誌 4:13-19.
10. 朴來正·朴英善. 外 1人. 1971. 特異酸性土에서 石灰施用이 벼의 生育과 土壤의 Ph Eh Fe<sup>2+</sup> Al 변화에 미치는 影響 韓土肥誌 4:167-176
11. Sommer, A.L. 1926. Studies concerning the essential nature of aluminium and Silicon for the plant growth. Univ. California public. Agr. Sci. 5. p. 57.
12. Tanaka, A, and Y.D. Park. 1966. Significance of the absorption and distribution of silica in the growth of the rice plant. soil sci. and plant nutrition 12:191-196.
13. wagner, F. 1940. Die Bedeutung der kieselerde fur das wachstum einigener kultur pflanzen, ihr Nahrstoff haust alt und ihr Anfalligkeit gegen echt Mehltau pilze. Phytotath Z. 12. p. 427.
14. 吉田昌一. 1959 珪素に關する諸問題(3) 珪酸石灰施用の要否判定 農業技術 142-2 p.59

## SUMMARY

An experiment was carried out to investigate the

effect of Si and Ca-application, and Si+Ca application respectively.

The results obtained are as follows.

1. Plant height and number of tillers at the maximum tillering stage were slightly increased more in Si-applied pot than control.

2. Number of panicles per pot showed slightly decreased in Si-applied pot but number of grains per panicle, weight of 1,000 kernels and percentage of ripened grains were increased in Si-applied pot and Si+Ca-applied pot.

3. The increasing rate of yield in Si-applied pot was 15%, Ca-applied pot and Si+Ca-applied pot were 13%, 22% than control, respectively.

4. Nitrogen content in shoots and ears was higher in Si and Ca-applied pot than control. Phosphorus content was also higher in Si and Ca-applied pot than control, while potassium content was much lower in Si and Ca-applied pot than control. Silicate and calcium content showed high uptake by Si and Ca-application in particular showed remarkably high content in Si+ca applied pot.