

## RI를 이용한 珪素施用이 水稻의 營養要素 吸收에 미치는 影響

盧 浚 晶

放射農學研究所

### Studies on the effect of Silicate on nutrients up take using radioisotopes in rice plant. (II)

Choon Johong Ro,

Radiation Research Institute in Agriculture.

#### Abstract

This experiment was carried out to investigate the role of Silicon accumulated in rice plant under different conditions of light and humidity, using radioisotopes Ca-45, Mn-54, and P-32.

This results obtained in are as follows;

1. Light effect is more severe in phosphate uptake by rice plant than is calcium. Amounts of phosphate uptake in light condition is six times more than in dark conditions, while that of calcium is double.
2. Change of relative humidity affects calcium absorption and transport from root to shoot. It seems not to be influenced in phosphate and manganese uptake by relative humidity.
3. More uptake of each element Ca-45, P-32, or Mn-54 was found in the rice plant applied with silicic acid. It is considered that there must be some relationship between silicon content and ion uptake in rice plant.
4. The transport ratio of nutrient from root to shoot shows a specific pattern that calcium is approximately 1.0 manganese 0.5, and phosphate 0.2 respectively.

#### 緒 論

既報한 바와 같이 지금까지의 實驗을 綜合하여 보면 珪素 그 自體는 溶液內에서 植物의 養分吸收에 直接 關與하여 다른 無機 Ion의 吸收과(7,8,9,10,11,12) 緊密한 關係를 갖고 있음은 勿論 體內에 吸收된 後에도 珪化細胞를 形成하여 特殊한 生理的 役割을(1,4,5,6,10) 맡고 있다. 形成된 珪化細胞 라든가 잎표면에 存在하는 珪素 二重層은 水分 代謝와 關係있음이 밝혀져 있으니 즉

珪素 二重層은 蒸散量을 抑制(5,6)하는 役割을 할 수 있다는 것이다.

#### 材料 및 方法

供試品種은 本 研究所와 IAEA와 共同研究에서 使用 하던 峰光을 擇했다. 常法에 따라 種子消毒 塩水選別하고 plastic cap이나 plastic tube를 利用해서 nylon net를 固定 시키고 그위에 파종해서 45日間 水耕으로 栽培했다. 生育條件은 光度 5000Lux 낮 온도 27~28°C

말 온도 20~22°C 相對濕度 70~85% 培養液은 當室 標準水稻水耕液을 蒸發蒸散 吸收에 의한 減量에 따라 뿌리가 恒常 잠기도록 채워졌고 3群으로 나누어 珪素의 水準을 無添加區와 70, 140 ppm의 셋으로 했다.

使用機器

Scaler: Aloka Universal Counter

Detector: (a) Scintillation detector, Aloka

(b) 2 π gas flow system with Q gas

Growth chamber: Yanagimoto Co. Model TGC-II.

### 1) 蒸散量 및 Ion 吸收量測定

既報된 바 있는 蒸散量測定에 用量法을 使用했었는데 용기벽에 붙어 있는 물방울에 의한 誤差 때문에 重量法을 利用해서 處理前과 處理後의 무게를 0.1g 자리까지 量했다. 放射能測定은 Mn<sup>54</sup>의 7線源은 Scintillation detector로 Gross counting 했고 Cl<sup>36</sup> S<sup>35</sup>는 濕式分解로 液狀의 試料를 만들려 했으나 Dipping type의 GM tube의 glass window thickness 때문에 直接 灰化 시켜서 2π gas flow system으로 測定하고 灰化시키기 전에 잘게 썰어 말린 狀態에서의 試料와 比較했다. Ca<sup>45</sup> P<sup>32</sup> Mn<sup>54</sup>의 시료는 IAEA technical report (28)에서 추천된 方法으로 500~550°C에 灰化시키고 展着劑로 固着시켜 赤外線燈으로 乾燥後 測定試料로 했다.

水稻栽培는 實驗材料에서 說明한 바와 同一하고 한 가지 주의할점은 無珪素의 容器로서 일반 초자를 使用 하면 초자에서 溶出되는 珪素때문에 無珪素의 뜻이 없 어지므로 반드시 plastic 제품을 使用해야 된다는 것이 要求된다. 同位元素로 培養液을 標識한 뒤 吸收를 위한 處理 條件으로는 광조건 하에서 蒸散에 의한 Ion 吸收를 저해 시키기 위한 方法의 한가지로써 相對濕度를 90%로 올려 주었을 때와 60%일때를 比較했고 암조건 하에서도 濕度를 두가지 水準으로 해서 全部 4處理 條件을 주었다.

사용된 同位元素와 比放射能은 다음 (1)表와 같다.

Table 1. The used radioisotopes and specific activity of labelled culture solutions

Ca-45	p-32	Mn-54
20μCi/l	20μCi/l	6μCi/l

이때 Growth chamber의 光조건은 螢光燈으로써 500Lux의 光도를 一定하게 維持시키고 90%의 相對 濕度를 얻기 위해서 電球를 29°C 濕度를 27.5°C가되도록 調節 했으며 60%의 相對濕度로는 電球 29°C 濕度를 24.5°C로 만들었다. 處理時間은 모두 6시간적으로 했고 處理後 뿌리의 세척시간은 水道물에서 30秒 乾燥

溫度는 70°C에서 2시간 秤量은 0.1mg까지 量했다.

## 結果 및 考察

蒸散量測定 結果<sup>(1,4,5,6,11,12,14)</sup>를 보면 相對濕度에 의한 差異라든가 珪素水準에 의한 差異는 顯著하지 않았고 水稻의 個體差에 따른 結果로 蒸散量의 多少가 더 左右 되었다. 그렇지만 同一溫度 同一濕度에서는 光조건의 경우와 암조건인 경우 奇異한 差異를 보이는데 平均値를 보면 相對濕度에는 關係없이 光조건 하에서 약 2.5배 程度의 蒸散量 增加를 보이고 있다. 그렇다면 水分의 吸收 내지는 蒸散量이라는 現象이 光조건에 의 해서도 견제를 받고 있음을 알 수 있고 따라서 Energy 代謝<sup>(7,8,10)</sup>와 密接한 相關을 갖고 있음도 쉽게 생각할 수 있게 된다.

Cl<sup>36</sup> 과 S<sup>35</sup><sup>(2,3)</sup>의 試料調製에 따른 계측치는 우선 에 있어서 잘게 썰어서 乾燥한 試料와 이를 灰化시켜 調製한 것을 比較하면 계측치의 絕對量은 큰차이 없었 으나 測定誤差로써 試料의 狀態가 약간 影響하고 있는 것으로 생각되며 灰化에 의한 損失은 크게 問題되지 않은 듯 하다 이런 結果로 미루어 보면 S<sup>35</sup> 測定에 있어서 灰化前 試料는 可能한 한 Geometry가 좋아야 하며 精密實驗에서는 化學的인 方法으로 分離시켜서 測定해야 될 것이다. Cl<sup>36</sup>은 S와는 달리 灰化시킬때 Cl이 gas 狀態로 放出되기 때문에 dry digestion이 不可能하다고 믿어진다. 이를 태우지 않은 試料의 Activity와 灰化後의 結果를 比較해 보면 Gas화된 試料에서 얼마나 많은 Cl이 Gas로 變化된지 알 수 있다. 本 實驗에서는 灰化시킨 뒤 Cl의 殘留放射能이 灰化前에 비해서 약 1/3~1/5로 줄어 들었을 뿐 아니라 蒸損失量도 一定치 않아 Cl試料 調製時 灰化法은 不適當 하므로 5~10% NaOH로 Cl을 溶出시키는 方法을 試圖코자 한다. 本 實驗에서 2π Gas flow Counter와 Scintillation detector로 測定하여 얻은 結果를 綜合하면 (Table II)와 같다. 이를 處理別로 檢討해 보면 다음과 같았다.

光조건에서 相對濕度가 90% 일때의 各 同位元素 吸收 狀況을 보면 Ca은 뿌리에서 珪素水準에 따른 差異를 찾아 볼 수 없으나 shoot 부분으로 移行된 Ca量은 珪素 無處理區의 水稻體에서 第一 많았고 Root로부터 Shoot에의 移行率은 Ca이 第一 크고(>) 다음이 Mn(>0.75) 第一 적은 것이 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>이었다. (>0.2) Mn은 Root 및 Shoot 모두가 珪素添加區에서 吸收量이 減少 되었다. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>에서도 같은 傾向을 나타 내고 있었다.

한편 相對濕度를 60%로 해서 6시간 處理 했을 때를 보면 Ca는 뿌리에서의 吸收가 珪素水準에 別影響을 받

Table II. Effect of Si content in rice plants on ion uptake under different light and humidity conditions.

Si	Light				Dark			
	relative 90%		Humidity 60%		Relative 90%		Humidity 60%	
	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot	Root	Shoot
Ca-O	3.18 10 <sup>4</sup>	5.46 10 <sup>4</sup>	3.67 10 <sup>4</sup>	7.08 10 <sup>4</sup>	1.27 10 <sup>4</sup>	1.78 10 <sup>4</sup>	1.29 10 <sup>4</sup>	3.24 10 <sup>4</sup>
1	2.96 10 <sup>4</sup>	3.32 10 <sup>4</sup>	4.24 10 <sup>4</sup>	5.37 10 <sup>4</sup>	1.52 10 <sup>4</sup>	1.80 10 <sup>4</sup>	1.37 10 <sup>4</sup>	2.64 10 <sup>4</sup>
2	3.37 10 <sup>4</sup>	2.76 10 <sup>4</sup>	4.45 10 <sup>4</sup>	4.86 10 <sup>4</sup>	1.40 10 <sup>4</sup>	1.65 10 <sup>4</sup>	1.58 10 <sup>4</sup>	2.97 10 <sup>4</sup>
Mn-O	2.72 10 <sup>5</sup>	1.62 10 <sup>5</sup>	2.86 10 <sup>5</sup>	1.31 10 <sup>5</sup>	5.17 10 <sup>4</sup>	3.33 10 <sup>4</sup>	1.14 10 <sup>5</sup>	6.57 10 <sup>4</sup>
1	1.65 10 <sup>5</sup>	1.2 10 <sup>5</sup>	1.39 10 <sup>5</sup>	8.68 10 <sup>4</sup>	4.82 10 <sup>4</sup>	2.43 10 <sup>4</sup>	1.02 10 <sup>5</sup>	4.25 10 <sup>5</sup>
2	1.41 10 <sup>5</sup>	1.2 10 <sup>5</sup>	1.05 10 <sup>5</sup>	6.66 10 <sup>4</sup>	4.09 10 <sup>4</sup>	2.01 10 <sup>4</sup>	1.05 10 <sup>5</sup>	5.02 10 <sup>4</sup>
P-O	1.97 10 <sup>6</sup>	3.7 10 <sup>5</sup>	1.308 10 <sup>6</sup>	3.36 10 <sup>5</sup>	3.23 10 <sup>5</sup>	6.53 10 <sup>4</sup>	9.26 10 <sup>5</sup>	1.35 10 <sup>5</sup>
1	1.495 10 <sup>6</sup>	2.87 10 <sup>5</sup>	1.062 10 <sup>6</sup>	2.62 10 <sup>5</sup>	3.10 10 <sup>5</sup>	5.05 10 <sup>4</sup>	8.59 10 <sup>5</sup>	1.06 10 <sup>5</sup>
2	1.404 10 <sup>6</sup>	2.27 10 <sup>5</sup>	9.46 10 <sup>5</sup>	2.28 10 <sup>5</sup>	2.9 10 <sup>5</sup>	4.55 10 <sup>4</sup>	6.13 10 <sup>5</sup>	1.14 10 <sup>5</sup>

(opm/gr. of dry matter)

지 않았지만 Shoot로의移行은 無珪素의 水稻가 第一 많았음이 發見되었다. 이같은 現象은 Mn이나 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>에서도 同一하게 觀察되며 뿌리에 吸收된 量에 대한 移行量의 비도 相對濕度 90%에서 똑같이 Ca>Mn>P의

차례로 나타났다. 이와같은 順位는 暗條件 處理에서도 同一하게 나타나는 것을 볼 수 있는데 Ca이나 Mn 또는 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>라는 營養要素들의 水稻體內에서의 吸收 및 移行의 獨特한 Pattern이라고 생각 된다.

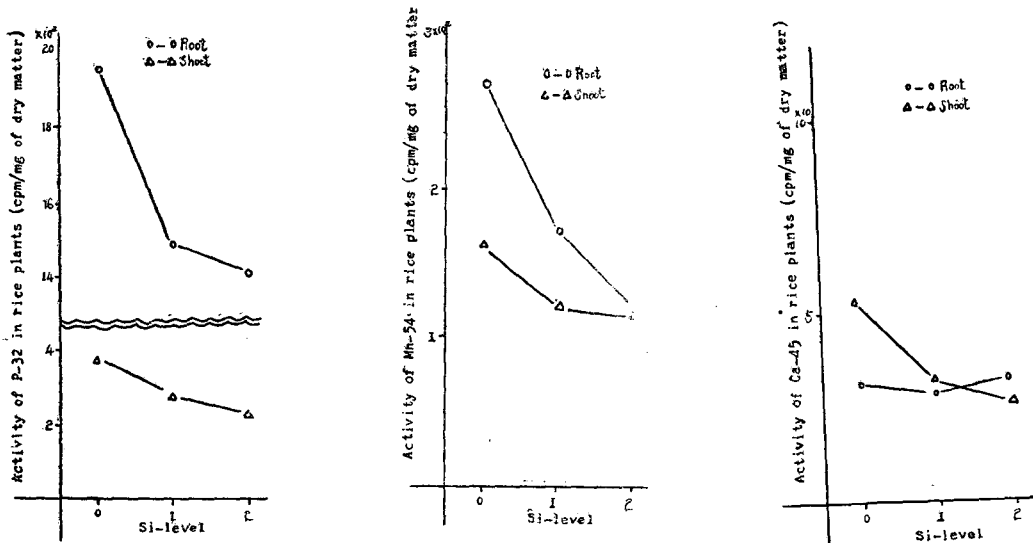


Fig. 1. Change of ion absorption and transport under conditions of light and 90% relative humidity.

暗處理時의 吸收狀態를 보면 珪素水準에 따른 養分 吸收가 光조건일 경우에 비해서 매우 減少되어 있음을 알 수 있다. 이와 같은 事實은 體內에 存在하는 珪素가 積極인 養分吸收에 寄與한다는 것을 뜻한다. 즉 單純한 蒸散量의 調節이라고 하는 極히 物理的인 “mechanism” 이외에 生化學的인 機能을 發揮한다고 생각 된다. 特히 Ca의 뿌리에 의한 吸收는 珪素水準에 거의 無關하다는 것이 光조건이나 암조건의 實驗을 통해서 밝혀졌고 오직 Shoot로의 移行에만 關與 하여서 珪素無處理區에 있어서 많이 移行되었는데 암조건에서는 이 差異<sup>(1,3,5,6,7,8)</sup> 亦是 많이 줄어들었다.

水稻와 같은 禾本科作物은 콩과 같은 豆科作物에 비하여 Ca의 効果가 적다는 點을 생각하면 Ca의 吸收比(培養液에 存在하는 어느 養分의 濃도가 單位時間當 吸收된 量의 比)가 다른 營養要素에 비해 적다는 事實과 一連의 關係를 맺을 수 있다. 따라서 前述한 바 있는 當時 研究結果<sup>(11,14)</sup>에서도 指摘된 바와 一致 하는 것으로서 珪素添加가 無添加로 生育시킨 水稻에 대한 蒸散量 測定實驗에서 無添加區에서 자란 水稻가 單位時間當 蒸散量이 훨씬 더 많았음을 알 수 있다. 勿論 溫度를 25°C 이상 維持하고 濕度를 約 75%로 하였다. 大部分의 경우 蒸散量이 크면 一般元素의 吸收<sup>(1,4)</sup>도 增加되는 傾向을 觀察할 수 있는데 蒸散量의 比로 항상 吸收된다면 水稻는 營養生理面에서 平衡<sup>(1,4,10)</sup>을 상실하게 될것이 分明하기 때문에 암조건과 濕度를 달리 處理해 주었을 때 Ion 吸收樣相을 살펴 봄으로써 體內의 珪素存在與否에 따른 變化를 觀察하고 珪素가 水稻 體內에서 單純한 水分代謝를 調節함에 의하여서만 養分 吸收에 影響을 미치고 있는 것인지 아니면 蒸散量과<sup>(1,4,6)</sup> 關係없이 養分吸收에 關與하고 있나를 알아 보았다.

## 摘 要

1. 光조건에 의한 吸收量 차이는  $P_2O_5$ , Ca의 順序로 줄었다. 즉 암조건에서의  $P_2O_5$ 吸收는 光조건에 비해 約 1/6程度이었으나 Ca에서는 1/2程度였다.
2. 相對濕度는 Ca의 吸收를 약간 變化 시켰으나  $P_2O_5$ 나 Mn은 濕度에 別 影響을 받지 않고 吸收되었다.
3. 珪素含量이 다른 水稻體間의 各各의 同位元素吸收는 一律의으로 珪素無處理區에서 第一 많았고 다음이 70·140ppm으로 生育시킨 水稻가 第一적계 吸收했다. 이는 곧 水稻體內的 珪素含量과 養分吸收와 緊密

한 關係가 있음을 뜻한다.

4. 뿌리에서 부터 줄기로의 移行率을 보면 Ca이 1보다 높고 Mn이 平均 0.5(1/2)  $P_2O_5$ 이 0.2(1/5) 程度였다. 이것은 이들 影響要素들의 水稻體 吸收의 特異한 pattern이라고 생각 된다.

## 參 考 文 獻

1. 馬場 勉 1957. 水稻의 窒素及び珪酸의 營養生理に 關する研究(V) 日作記 vol 25, 139-140
2. C. M. cho, et al. 1967. The effect of Placement on the utilization of nitrogen by maize as determined with  $^{15}N$ -Labelled ammonium Sulfate. p.47 Isotope in plant nutrition and physiology IAEA VIENNA.
3. J. C. Corey, et al. 1968 imicible displacement of  $^{15}N$ -Tagged nitrate and Tritiated water in water saturated and water-unsaturated soil. p.157 Isotope and radiation in soil-plant nutrition studies IAEA VIENNA
4. 木戶三夫 梁取照三:1963:乾濕田における水稻の生理生態學研究(VIII) 日作記 vol 31, 237-240
5. 岡本嘉:1967 水稻における珪酸の生理學的研究(III): 日作記 vol 25, 219-221
6. ———— 1967 水稻における珪酸の生理學的研究(VIII) 日作記 vol 32, 61-65
7. 奥田東·高橋英一:1962 作物に對する珪酸の營養生理學的役割について(第5報) 日土肥誌 vol 33, 1-8.
8. ———— 作物に對する珪酸の營養生理學的役割について(第6報) 日土肥誌 vol 33, 59-64
9. 奥田東·高橋英一:1962 作物に對する珪酸の營養生理學的役割について(第7報) 日土肥誌 vol 33, 65-69
10. ———— 作物に對する珪酸の營養生理學的役割について(第8報)
11. 盧浚晶·柳長杰:1969 珪素施用이 水稻의 營養要素吸收에 미치는 影響 放射線農學研究年報 vol 5, 139-152
12. 沈相七:1964 水稻의 鐵分吸收에 關한 動的研究 韓農化誌 vol 5, 61
13. 高橋英一:1966 水稻의 放射線 低抗性に 對する 珪酸의 効果(第13報) 日土肥誌 vol 37, 183-188
14. 柳長杰·沈相七:1968 水稻의 無機 Ion 吸收에 미치는 電壓의 影響 原研論 8-1-2, 27-35

Fig. 2. Change of ion uptake by reduced relative humidity 60%

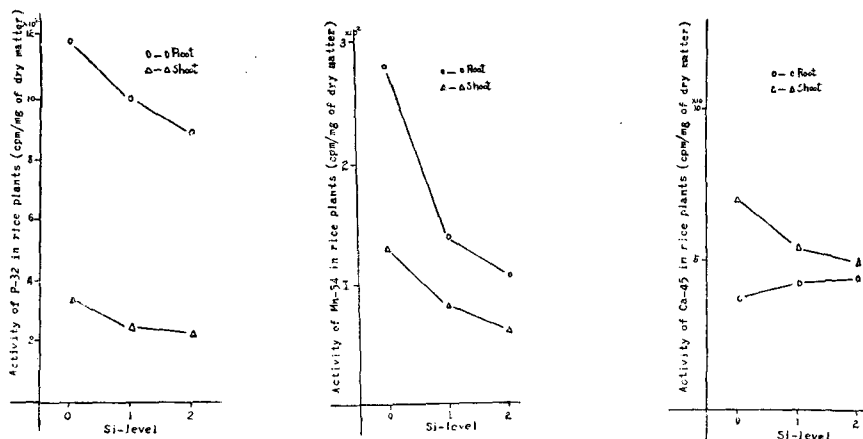


Fig. 3. Relationship of ion uptake and Si-level rice plant under condition of dark and relative humidity 90%.

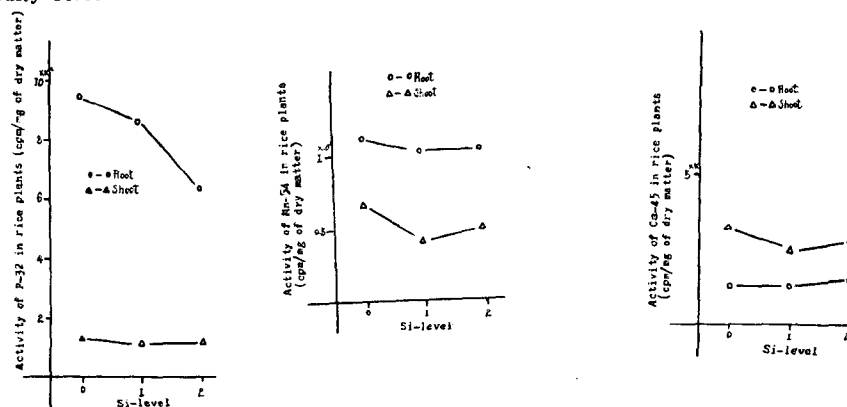


Fig. 4. Relationship of ion uptake and Si-level of rice plant under condition of dark and relative humidity 60%.

