

放射性同位體 導入과 그 追跡技術에 依한 水稻根系 活性相의 解明과 改善에 關한 研究

—磷酸質 肥料의 肥種別 施用效果에 對하여— (第2報)

安鶴洙 · 鄭熙敦 · 安鍾成 · 盧浚晶 · 金圭原 · 沈相七

原 子 力 廳
放射線 農學 研究所

Studies on the Use of Radioisotope Tracer Technique to Investigate and Improve the Root Activities in Rice Plant (II)

—Effect of Application of Several Kinds of Phosphorous Fertilizer—

Hak-soo Ahn, Hee-don Chung, Jon-sung Ahn,
Jun-chong Ro, Kyu-won Kim, Sang-chil Shim

Radiation Research Institute in Agriculture

Office of Atomic Energy

(Received Mar. 10. 1972)

Summary

The field experiment was performed to investigate the effects of various kinds of phosphorus fertilizers such as double superphosphate, fused magnesium phosphate and Simagcarin (both the Kyun-gi Chemical Co, products) on the physiological roles in development of root system, growth and yield compositions of rice plant.

Radioactive phosphoric acid ($H_3 \text{ } ^{32}PO_4$) was applied to measure the root activity.

1. The number of total tillers was significantly increased in double superphosphate plots, but the rate of fruitful tillers was more numerous in the fused magnesium phosphate and the Simagcarin plots than that of the other plots.
2. The grain yield was much more obtained in the fused magnesium phosphate and Simagcarin plots (no significant difference were found between both of plots) than the double superphosphate and control plots. It seemed due to the increasing of seedbearing rate and number of fruitful tillers.
3. In double superphosphate plots, root system was mostly developed near topsoil areas, but fused magnesium phosphate and the Simagcarin plots, root system was uniformly distributed from topsoil to subsoil areas.
4. As the results of those experiments, fused magnesium phosphate and Simagcarin was demonstrated to be soil amendimental materials rather than the phosphorus fertilizers, especially in low productive paddy soils which lack the special mineral nutritions.

緒 言

水稻體라는 作物을 여러 環境條件 가운데 두고 研究할 때 첫째, 이들 環境要因은 水稻作에 對한 調整의 存在라 할 수가 있겠고 水稻體는 이에 對한 應答의 存在라고 解釋할 수가 있을 것이다. 따라서 環境이라는 條件은 規制의 이든 促進의 이든 간에 調整의 存在인 以上은 作物에 對하여 그 環境이 許容할 수 있고 또 作物에 對하여 人間이 希求하고 있는 條件에 對한 遺傳學 素質의 最大許容線까지 끌어 올릴려고 하는 것이 바로 栽培技術이 指向하는 目標이라고 할 수가 있을 것이다.

그 가운데서도 根圈環境은 根系相을 크게 左右하고 있는 要因이므로 먼저 根系全體의 여러 狀態를 把握한다는 것은 바로 根圈環境을 改善할 수 있고 이 根系相의 改善, 良化 技術의 導入은 바로 根圈環境의 改善과 더 나아가서는 增收를 可能케 할 技術로 直結된다고 解釋할 수가 있을 것이다.

本 project에서는 現在 우리나라에서 施用되고 있는 各種 磷酸質 肥料에 對한 肥効를 單純한 化學的 分析結果에서만 다루지 않고 水稻根系의 生理的 活性相에 주는 影響을 別途로 다루어 考察하는 것이 도리어 이들 磷酸質肥料의 肥効判定에 對한 새로운 意義가 存在될 것으로 思料되어 實際圃場에 放射性 同位體를 導入, 이를 追跡하여 肥種別로 水稻根系에 對한 生理的 活性相과 收量間의 關係를 考察, 整理한 바를 報告하는 바이다.

I. 供試材料 및 試驗方法

1. 供試水稻品種, 中生系 導入品種. 峰光 (穗數型)

2. 供試磷酸質肥種

1) 重過磷酸石灰(Double superphosphate)

2) 熔成苦土磷肥 (Fused magnesium phosphate: 京畿化學(株)製品)

3) 高度 珪酸, 苦土, 石灰磷肥(Simagcarin ; 京畿化學工業(株)製品)

3. 試驗區配置

亂塊法, 3反復, 4處理로서 12plots, 12m²/plot. (3×4m)

1) 重過石 43.5kg/10a(Double superphosphate)

2) 熔磷 100kg/10a (Fused magnesium phosphate)

3) 熔磷 300kg/10a (Fused magnesium phosphate)

*4) 高珪 300kg/10a(Simagcarin)

*Simagcarin은 分析結果 그 含有成分이(枸溶性) P₂O₅ : 3%以上, CaO : 30%以上 그리고 SiO₂ : 35%以上이고 MgO : 15% 以上으로 나타났으며 多量 要素(3要素除外)를 均衡性있게 含有하는 一種의 無機 綜合肥材로서 特別 珪酸과 苦土分의 供給源으로 有望한 土壤改良資材의 效果까지 얻을 수 있는 肥料라고 알려져 있다.

4. 圃場管理

1) 移秧 : 71年 6月 4日 42日苗 (保護式 溫床발 苗)를 移秧. 72.5 株/3.3m (35×13cm) 2本植.

2) 農藥 : 狀況에 따라서 殺蟲, 菌劑 撒布.

3) 除草 : 移秧 : 1週日後 Machete粒劑, 3kg/10a 施用 (韓國農藥(株) · Monsanto 製品)

4) 물 管理 : 活着後 穗首分化期 直前까지는 淺水狀態 維持, 그리고 幼穗 形成期前까지는 無灌溉 排水 그 다음에 다시 出穗前 25日頃부터 出穗開花, 傾穗期까지는 滿水狀態 維持. 傾穗期 以後는 適宜한 間斷灌溉.

5) 施肥設計 : N : K₂O = 11 : 14kg/10a (磷酸은 除外) N : (NH₄Cl), K₂O : (KCl)

(成分量; kg/10a)

	基 肥	分 藥 期	穗首分化期	幼穗形成期	傾 穗 期
窒 素	4kg	2kg	—	3kg	2kg
加 里	6	—	3	3	2

6) 追跡用 同位體의 地中灌注와 放射能의 計測. 傾穗期에 寒天에 放射性磷標識磷酸을 混入後 灌注用 適粘液으로 調劑 (pH : 5.5)後 株間 中間地點(6.5cm)에 各各 깊이 7.5cm, 15cm, 30cm 의 세 가지로 分類된 位置에 (43μCurie/10ml씩) 注入 (3rep/plot)後 10日만에 刈取, 下部 第5位節(穗首

節位는 除外)로부터 下部 1cm 部位에서 切斷, 一定量을 擇하여 灰化(乾式)後, 放射能計測試料로 하였다²¹⁾ 여기서 同一節位를 擇한 것은 放射能計測時의 試驗誤差를 可能한 限 줄이기 爲한 것이었다.

7) 調査事項

(1) 生育調査(收量構成要素包含)

(2) 放射能計測에 의한 根系相의 追跡.

2. 結果 및 考察

1) 生育狀況과 收量構成要素

먼저 生育相에 있어서는 Table-1을 보면 品種의 特性으로서 草長에서는 大差가 없어 68cm~70cm를 벗어나지 않고 있으며 統計의으로도 相互間에 有意差가 전혀 없었다.

그러나, 最高分蘗期에서의 分蘗數를 보면 重過石區에서는 22本/株으로서 가장 많았고 그 다음이 熔燐 100kg區, Simagcarin 300kg區, 그리고 熔燐의 順으로 되어 있어 統計의으로는 重過石區가 熔燐 300kg區에 比하여 有意性있게 分蘗數가 많았으며 餘他區들은 相互間에 有意差가 없었다.

이것은 地上部의 營養生長量이 重過石區가 顯著하게 높았다는 것을 表示하는 것으로서 이 다음에 오는 生殖生長期에서의 量的增加에 對한 可能度를 提示하는 것으로 解釋되는 것이기도 하였다.^{9), 10)} 그러나 有效莖數를 보면 興味로운 結果로 나타나 있다. 即 여기서는 다 같이 有意差가 전혀 없는 平均 16.5~17本/株이라는 數值로서 前記 重過石區에서 볼 수 있었던 最高分蘗期에서의 越等한 莖數(分蘗數)가 전혀 反影되어 있지 못하고 있다는 點을 들 수가 있다. 한편 有效莖率을 보면 果然 重過石區에 比하여 熔燐 300kg區와 Simagcarin 300kg區가 오히려 逆轉되어 有意性있게 높은 有效莖率을 示顯하고 있어 그 百分率이 平均 95%線이라는 것은 처음 分蘗數가 거의 凋落, 減少치 않고 그대로 維持, 確保되고 있다는 解釋이 내려지는 것이며 統計의으로 有意性있게 높은 分蘗數를 表示했던 重過石區에서는 77%라는 低調한 有效莖率밖에 確保치 못한 셈이며 이 事實이 바로 秋落과 連結되는 下葉 枯死現象 및 凋落的 結果를 가져올 可能度를 暗示하는 것으로 짐작되는 것이다.^{2), 3)} 이런 點은 亦是 磷酸 單一效果만으로는 풀 수 없는 要因들이 潛在되는 것으로 餘他區에서 含有하는 苦土, 珪酸과 같은 共存效果를 짐작할 수가 있는 것이다.^{7), 13), 19)} 따라서 重過石區에서 端的으로 解釋하면 分蘗數 確保에서는 效率의이었으나 穗數確保에 까지 이끌고 가기에 그 中間過程에 다른 必要條件을 導入하거나 具有하지 않는 限 어려움이 存在되고 있다는 것을 알려주는 것이라고 말할 수가 있는 것이다. 따라서 有效莖率이 低調하다는 事實 自體가 後期生育에 必要하게 될 여러 附隨條件들

이 이때부터 蹉跌을 가져오게 되는 것으로 解釋되며 이 事實은 全般的으로 우리나라 水稻作에서도 큰 盲點으로 浮刻되고 있는 터이다.

앞으로의 水稻作은 有效莖率을 높인다는 技術的인 面을 再檢討하여야 될 것으로 생각되며 最高 分蘗數와 有效穗數 確保를 等數的으로 이끌어 간다는 것은 그만큼 根圈環境의 良化技術이 要求되는 바 이는 後期 生殖生長期에 들어서면서 圓滿한 生理的 代謝過程을 增收의 方向으로 指向할 條件이라고 할 수가 있다.^{8), 20)}

다음에는 營養生長相과 生殖生長相을 相互比較기 爲한 指標의 하나로서 糶藥比를 計算한바 亦是 重過石區가 109.1로서 他區에 比하여 有意性있게 높았으며 “벼알”이 많다는 것을 알려주고 있다. 勿論 나머지 3個 試驗區에서도 比較的 높은 83~84로 나타나 있었다.

그러나 벼알數는 다시 分類하여 보면 授精穎花와 未授精穎花에서 緣由되고 있는 未授精穎花自體에서도 完全 發育分과 中途 發育停止分으로 再分類가 되며¹¹⁾ 糶藥比 自體가 未授精穎花와 中途 發育停止分이 많아서 높은 數值를 나타낼 境遇도 考慮될 수가 있고 또 營養生長 部分인 糶(藥)部分이 적어서 높은 數字를 示顯하는 수도 考慮되는 바 本 實驗結果에서는 後者인 糶 部分이 他試驗區에 比하여 有意性있게 적고 또 反面에 糶重 自體도 統計的으로 有意性은 없으나 다른 區보다 數值的으로 높아서 結果的으로 높은 糶藥比를 나타내고 있는 것이다.

그리고 糶 무게가 他試驗區에 比하여 顯著하게 적다는 事實은 有效莖率과도 깊은 關係가 있어 同化作用에 對한 勘當能力과 相互間에 比例的인 傾向에 있다고 봐지며 後期 登熟率에 相當한 影響을 주는 것으로 判斷된다.¹²⁾

여기서도 生育前期동안의 下枯의 凋落現象을 짐작할 수 있고 Table-2에서와 같이 統計的 有意差는 없으나 稔實率에서 亦是 相當한 低落相을 보이고 있다는 事實을 알 수가 있다. 그리하여 이러한 모든 外形的인 結果들은 終局에 가서 收量面에서도 다른 試驗區에 比하여 有意差가 認定되는 400kg/10a로 落着되고 있다

따라서 本 試驗結果에서는 重過石區가 처음 分蘗數 確保라던가 糶重 確保面에서는 많은 寄與를 했다고 볼 수 있으나¹⁰⁾ 後期 生殖生長期를 걸친 收量確保에 까지는 繼續的으로 이끌어 가지 못한 것이 가장 큰 弱點으로 나타나고 있는 것으로 解釋되었다.

(Table 1) Table of tillering number, effective tillers and ratio of straw grain weight.

Treatment	Plot no	Plant height (cm)	Till-No/hill (at 27, July)	Eff-till-No. per hill (at 30, Oct)	Eff-tiller rate (%)	Straw-W per 2-hills	Grain-W per 2-hills	Gr-W/St-W (%)
Double super phosphate (43.5kg/10a)	45	70.0	23.8	17.2	72.3	234	237	101.3
	55	65.2	22.0	16.4	74.5	242	293	121.1
	59	69.0	20.0	17.1	85.5	244	256	104.9
	$\bar{S}\bar{x}$	68.1±1.5a*	21.9±1.1b	16.9±0.24a	77.4±4.08a	240±3.1c	262±16.5a	109.1±6.1a
Error(%)	2.20	5.02	1.42	5.27	1.30	6.30	5.6	
Fused magnesium phosphate (100kg/10a)	44	70.8	19.3	17.9	92.7	265	215	81.1
	49	69.2	18.0	15.4	85.6	268	238	88.8
	61	66.2	21.2	16.3	76.9	280	218	77.9
	$\bar{S}\bar{x}$	68.7±1.4a	19.5±0.96a,b	16.5±0.73a	85.1±4.57a,c	271±4.6b	223±7.2b	82.6±2.1b
Error(%)	2.04	4.92	4.42	5.37	1.7	3.23	2.54	
Fused magnesium phosphate (300kg/10a)	42	69.3	16.3	17.7	108.6	284	258	90.8
	56	71.4	19.7	17.4	88.3	299	240	80.3
	62	67.6	16.5	15.1	91.5	269	222	82.5
	$\bar{S}\bar{x}$	69.4±2.1a	17.5±1.1a	16.7±0.82a	96.1±6.3b	284±0.87a,b	240±10.4a	84.5±3.2b
Error(%)	3.03	6.29	4.91	6.56	0.31	4.33	3.80	
Simagcarin (300kg/10a)	46	69.5	18.0	16.9	93.9	305	256	83.9
	54	72.0	18.0	17.0	94.4	283	241	85.2
	$\bar{S}\bar{x}$	70.8±1.25a	18±0a,b	17±0.07a	94.2±0.26b,c	294±11a	248.5±7.05a,b	84.6±6.52b
	Error(%)	3.03	0	0.41	0.28	3.74	2.83	7.70

* Letter in common within a column indicate no significance at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

(Table 2) Table of yield components.

Treatment	Plot no	No of panicles per 3.3m ²	No of grain per panicle	Maturing rate (%)	Weight of brown rice per 1,000 grains	Yield/10a (kg)	Index
Double super phosphate (43.5kg/10a)	45	1247	56	77	23.86	384.9	
	55	1189	59	90	21.92	415.2	
	59	1225	—	—	—	—	
	S \bar{x}	1225.3 \pm 18.3 ^{a*}	57.5 \pm 1.5 ^b	83.5 \pm 5.3 ^a	22.6 \pm 0.62 ^a	400.1 \pm 15.5 ^a	100
	Error (%)	1.5	2.6	6.3	2.74	3.79	
Fused magnesium phosphate (100kg/10a)	44	1298	69	91	21.50	525.7	
	49	1117	72	86	21.50	446.1	
	61	1182	55	91	25.03	444.2	
	S \bar{x}	1198.7 \pm 53 ^a	64.5 \pm 1.5 ^{a,b}	89.3 \pm 1.4 ^a	22.7 \pm 1.17 ^a	472.0 \pm 26.86 ^{a,b}	118
	Error (%)	4.4	2.3	1.56	5.15	5.69	
Fused magnesium phosphate (300kg/10a)	42	1283	69	92	24.53	599.4	
	56	1262	71	96	21.92	565.7	
	62	1095	68	85	22.18	421.1	
	S \bar{x}	1213.2 \pm 60 ^a	69.3 \pm 0.88 ^a	91 \pm 3.3 ^a	22.9 \pm 0.84 ^a	528.7 \pm 54.69 ^b	132
	Error (%)	4.9	1.27	3.6	3.67	10.34	
Simagcarin (300kg/10a)	46	1225	70	93	22.18	530.6	
	54	1233	72	83	22.18	490.3	
	S \bar{x}	1228.9 \pm 3.6 ^a	71 \pm 0.7 ^a	88.1 \pm 4.9 ^a	22.2 \pm 0.08 ^a	510.55 \pm 20.16 ^b	128
	Error (%)	0.3	0.98	5.5	0.36	3.95	

* Letter in common within a column indicate no significance at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

한편 熔燐과 Simagcarin施用區에서는 이미 言及한 바 있거니와 높은 有效莖率의 維持와 健全하고 有意性있는 同化部位(稈)의 確保, 그리고 또한 穗數型으로서의 品種特性을 籾藪比에서 調和있게 나타내어 (83~85)正常的인 發育을 하였고⁴⁾ Table-2에서와 같이 收量構成要素面에서도 穗當籾數, 稈實率 등에서 有意性이 있거나 또는 없다 하더라도 數值的으로 높게 示顯되어 結果적으로는 亦是 有意性있는 高收量으로 連結되고 있었다.

Table-2에서 보던 收量面에서 增收率이 熔燐 100kg區에서 約 20%線인 470kg臺, 그리고 熔燐 300kg區와 Simagcarin 300kg區에서는 다같이 30%

線인 520kg臺를 올리고 있어 이는 그들이 같이 含有하고 있는 苦土, 珪酸, 石灰와 같은 不足 鹽基類의 補給과 土壤酸度의 矯正效果^{1,15)} 그리고 이에 따르는 共存 稀釋效果, 水稻體內 水分의 調整作用 등이 相互連結되어 增收에 對한 補償의 作因이 된 것으로 짐작되었다.^{1,13,15,19)}

2) 根系의 活性相

Table-3에서는 P³² 標識燐酸을 利用한 供試水稻의 根系相을 推定키 爲한 試驗結果로서 方法에 對하여서는 이미 詳記한 바 있거니와 여기서 供試된 sample은 同一한 깊이에서 2株씩 3反復(計6反復)을 한 값으로서 比較的 deviation이 적고 正確한

(Table-3) Distributed profile of rice plants root in paddy soil.
(cpm/g of dried samples)

P ³² -injection depth	7.5cm	Rate	15cm	Rate	30cm	Rate	Total counts	\bar{x}
Treatment								
Double super phosphate (43.5kg/10a)	3094	(61)	1913	(38)	58	(1)	5065	1688
Fused magnesium phosphate (100kg/10a)	807	(26)	1474	(48)	787	(26)	3068	1023
Fused magnesium phosphate (300kg/10a)	1202	(24)	1350	(27)	2487	(49)	5039	1679
Simagcarin (300kg/10a)	1277	(30)	1669	(40)	1237	(30)	4183	1394

數值로 立毛狀態인 채로 計測한 結果보다 훨씬 적은 誤差(平均 2~3%線)로 줄일 수가 있었다.

여기서 重過石區가 total counts數는 높은 편이 있으나 全體 4個 試驗區間에 큰 差는 없었으며 그보다 重要한 事實로서는 深度別 counts數의 比率로서 前記 重過石區에서는 7.5cm와 15cm깊이에 total counts數가 거의 集中的으로 偏在되고 있다는 事實을 重視치 않을 수가 없다.

이는 元來 根系相의 推定이 直接 根活力과 直結되는 問題로서 여기서 計測된 根系의 存在, 分布相은 燐酸을 吸收할 수 있는 뿌리는 亦是 다른 要素들도 吸收할 수가 있는 能力을 갖는다는 基本的 思考方式에 그 理由를 둔 것이며¹⁶⁾ 前記 重過石區에서는 15cm以下 部分에서는 全히 吸收되고 있지 못하여 比例的으로도 6:4(7.5:15cm)로 나타나 있어 所謂 上部根만이 發達, root-mat를 形成하

고 있는 셈이 되며 이런 事實은 既述한 바와 같이 下枯現象 또는 有效莖率의 低下 그리고 生殖生長相의 不全等과 깊은 相互關係가 있는 것으로 짐작 되었으며.^{8,13,22)} 重過石이 水溶性이라는 點, 還元을 促進할 수 있다는 事實¹⁴⁾ 등을 考慮할 때 土壤 上層部位에서 만의 可溶性 有效 土壤溶液의 維持¹⁰⁾ 그리고 窒素質肥料의 追肥時 表層供給 등이 더욱 이러한 結果로 誘導한 것으로도 推測이 된다.

한편 熔燐區와 Simagcarin區에서는 다 같이 30cm 以下の 深層部位까지도 均衡性있게 根系가 뻗고 있다는 事實을 推定할 수 가있었으며 이와 같은 深層部位까지의 根系伸長은 耐倒伏性은 勿論 土壤 深層部位에 溶脫, 沈降된 多量要素를 爲始한 여러 微量要素吸收에 對한 可能度의 增加 등이 豫測되며 먼저 指摘한 바 있거니와 地上部 營養體의 虛實 없는 生育에 直結되어 有效莖率과 稈實率의 向上

良化에 間接으로 作用된 것으로 짐작된다.

이들 熔燐과 Simagcarin施用에 있어서도 100kg/10a單位에서는 2.5 : 5 : 2.5라는 比率이었고 300kg/10a單位에서는 2 : 3 : 5, 그리고 Simagcarin 300kg/10a投與區에서는 3 : 4 : 3이라는 至極히 理想的인 根系分布相을 示顯하고 있어 確實히 共有 他要素 特別히 苦土, 珪酸成分의 支持效果가 적지 아니 하였던 것으로 釋解되었다.^{1,15,19)}

더우기 熔燐, Simagcarin의 兩肥種을 100kg以上 300kg/10a程度를 投與한다는 것은 實際 經濟面에서 妥當性이 있겠는가라는 問題가 提起되는 바 增收率을 10%線以上으로 確保한다는 保障下에 現在 우리 農村 全般의 形便이 勞動力不足에 허덕이고 있어 첫째 過重하고 効率性이 없는 客土作業, 둘째 實現性이 稀薄한 深耕, 셋째 無理한 堆肥增産과 같은 增收에 必要한 條件導入이 只今까지 많은 難, 虛點을 露出시키고 있어 이보다는 차라리 根圈環境 改善을 爲한 增收의 土壤造成 條件을 充足시킬 수 있는 土壤改良資材로서의 熔燐, Simagcarin 등의 導入投與²⁾가 現在 우리나라와 같은 狀況下에서는 훨씬 効率面에서 合理性을 內包할 可能性이 많다는 事實이 本實驗結果에서 提示되고 있으며 兩者다 같이 鹽基飽和도가 높고 拘溶性이며 溶脫과 같은 現象은 最少限으로 防止될 수 있고 增收에 關與하는 寄與도가 가장 큰 窒素質肥料의 健實한 受容態勢를 갖출 수 있는 多量 必須要素를 均衡性있게 含有하고^{1,10,15)} 있어 營養生長期로부터 生殖生長期로의 生理的 轉換期에서의 體內水分과 特別히 窒素에 對한 生理的 再調整이 일어나는 時期에 無理없이 調和있게 self-control을 하게 되는 것으로 받아들여지며 有機質의 supply source를 생질(生糞)등에서 얻기로 하고¹⁷⁾ (400kg/10a)이 兩肥種의 田, 畝으로의 投與는 作物의 種類를 가리지 않고 期待되는 바가 크며 積極的인 利用을 하더라도 無妨하다는 事實에 對하여 以上 熔燐과 Simagcarin의 水稻作에 對한 効率性을 放射性 同位體를 導入 追跡하여 特別히 根系相의 活性, 分布度를 中心으로 生育 狀況과 收量構成要素面에 結符考察하여 보았다.

3. 摘 要

現在 우리나라에서 施用하고 있는 磷酸質肥料(重過石, 熔燐, Simagcarin)의 水稻根系에 對한 生理的 活性相, 生育相 그리고 收量構成要素面에 미치는 影響들을 살피기 爲하여 放射性同位體(³²-labelled phosphoric acid)를 利用 追跡한 結果 다음과

같은 事實을 알 수가 있었다.

1. 分蘗數確保에 있어서는 重過石施用區가 有意性있게 높았으나 後期 穗數確保結果에서 나타난 有效莖率에서는 有意差있게 反轉低落(77%)되었으며 熔燐, Simagcarin施用區에서는 最高分蘗數와 거의 同一하고 有意性있는 有效莖(平均92%)을 示顯했다.

2. 收量面에서도 熔燐과 Simagcarin施用區(이 兩者間에서는 統計的 有意差가 認定되지 못하였다)가 重過石區에 比하여 有意性있게 增收(20~30%)되었고 이는 높은 有效莖率과 稔實率의 向上등이 奏效한 것으로 풀이되었다. 따라서 이 兩燐肥는 無効分蘗의 抑制와 稔實率向上에 큰 作因으로서 作用한 것으로 잠작되었다.

3. 根系 活性相에서도 重過石區에서는 上層根形成(root-mat)이 많았으며 深層部에서는 全히 根系分布가 없었다. 그러나 熔燐, Simagcarin施用區에서는 根系分布와 그 活性相이 深層部位까지 強靱하고 均衡性있게 表現捕捉되었다.

4. 熔燐, Simagcarin은 磷酸質肥料라기 보다는 이들의 改良資材의 分量의 投與와 用水의 適正調整 그리고 有機質의 合理的인 投與등으로 훨씬 安定된 高收量維持가 이루어질 것이며 增收의 方向으로의 土壤造成도 兼할 수도 있다는 可能性을 提示하였다.

參 考 文 獻

1. 安鶴洙 : 土壤生産力의 根本的인 改良을 中心으로한 水稻多收技術과 施肥條件의 再檢討 및 生産性의 向上에 對하여. 營農技術市場情報 1, No.4-5, 1-7, (1971)
2. 荒木浩一 : 暖地稻の下葉と Yield と의 關聯性に關する研究. (第1報) 日土肥誌. 32, 508~512. (1961)
3. 荒木浩一 : 暖地稻の下葉と Yield と의 關聯性に關する研究 (第3報) ibid. 33, 13-16 (1962)
4. 林政衛 : 稻の早期栽培と早植栽培. 107~108 (1966) 養賢堂 東京
5. 林 武, 小川陽司, 吉宇田弘 : 磷酸の水稻生産能率について 日土肥誌, 22, 29~32 (1951)
6. 石塚喜明 : 水稻に對する要素の施用時期について 日農化誌, 8, 849, 917, 1016, (1933)
7. 石塚喜明, 早川康夫 : 水稻の 稻熱病に對する 抵抗性と 珪酸及び苦土との關係, 日土肥誌, 21, 253~260 (1951)

8. 石塚喜明, 田中 明: 水稻の生育経過に関する研究 (第2報). *ibid.* **23**, 113~116 (1953)
9. 木戸三夫, 武舎武夫: 通氣と水稻の生育時に根の形態及び呼吸との關係 *日作紀*, **23**, 16~20 (1955)
10. 前田乾一, 木下 彰: 火山灰土壤に於ける磷酸の無効化と地温の關係 *九州農試彙報*, **12**, (1,2), 119~138 (1966)
11. 松島省三: 稻作の理論と技術. p.88 (1969) 養賢堂 東京
12. 松島省三: *ibid.* p.188~212 (1969)
13. 三井進午, 天正 清: 磷酸ナトリウム, 過磷酸石灰, 熔成磷肥の 磷酸の土壤吸着に對する鹽類共存効果と鹽類稀釋効果について *日土肥誌*, **29**, 221~226 (1958)
14. 三井進午, 熊澤喜久雄: 水稻根の活性に及ぼする大要素の供給及び土壤還元の影響, (第41報) *ibid.*, **35**, 115~118 (1964)
15. 吳旺根: 水稻作에서 各種 磷酸質肥料의 肥効에 關한 研究 *韓土肥誌* **1**, (No-1) 27-41 (1968)
16. 澁谷政夫, 小山雄生: アイントープ利用に依る作物の 根活力 分布檢診法. *日土肥誌*, **37**, (No-1) 147-152 (1966)
17. Sleele, G.J.: In abstracts of doctor's dissertation. No.15, p.203(1935) Columbus,, O. Ohio State Univ. Press.
18. 瀧嶋康夫, 鹽島光州, 令野喜一, 泥炭質 濕田土壤中に 於ける生育阻害性 物質に關する研究. (第1報) *日土肥誌*, **33**, 331-334 (1962)
19. Truog, E.: *Soil Science*, **63**, 1(1947) cited from "phosphate in agriculture", by fincent sauchell. 110-111(1965) Reihold publishing corporation New York, U.S.A.
20. 上田 實, 三井進午: 植物營養の化學的 制御に關する研究 (第3報) *日土肥誌*, **38**, 85~92 (1967)
21. Vernon L.P. Aronoff: *archiv Biochem. Bioph.*, **36**, 383 (1952)
22. 吉田武彦, 中村正治: 水稻の各部位に於ける Rb^{86} 及び P^{32} 吸收能の差異について *日土肥誌*, **39**, 253~257 (1968)