

放射性 同位體 導入과 그 追跡技術에 依한 水稻系 活性上의 解明과 改善에 關한 研究(第3報)

—低磷酸性 無機 熔成物質의 施用과 用水調節 效果에 對하여—

安鶴洙 · 盧浚晶 · 鄭熙敦 · 金圭原

原子力廳 放射線 農學研究所

李 春 寧

서울大學校 農科大學

Studies on the Use of Radioisotope Tracer Technique to Investigate and Improve The Root Activities in Rice Plant [III]

—Effects of Application of Fused Magnesium Low Level
Phosphate and Control of Irrigation Water—

Hak-Soo Ahn · Jun-Chong Ro · Hee-Don Chung · Kyu-Won Kim

Radiation Research Institute in Agriculture, Office of Atomic Energy

Chun-Yong Lee

College of Agriculture, Seoul National University

(Received Mar. 21, 1973)

SUMMARY

1. Through out the entire stage of growth, the amount of nutrients, number of tillers and of spikes increased in the Simagcalin treated plot as compared with the control. The treated plot showed healthful growth at the later growing stage. On the other hand, management of irrigation water resulted in raised the grain straw ratio and retarded the culm height about 10%.
2. Application of Simagcalin greatly increased the content of phosphorus and magnesium at the harvesting time. The culm and sheath analyses are recommendable for the determination of magnesium deficiency.
3. The controled irrigation would effect root activity as the main factor, and Simagcalin might act as a secondary factor.
4. While the application of phosphorus may not affect the yield components, The basic elements in Simagcalin may enhance the uptake of nutrients under heavy application of nitrogn.

緒 言

筆者들은 이미 몇가지 條件下에서 水稻根系 活性相에 對한 實驗結果를 前報에서 다루어 온 바 있거니와^{1,2)} 本報에서는 低濃度 磷酸이면서도 登熟要素로 알려진 珪酸, 苦土, 石灰분이 높은 所謂 高濃度 珪酸苦土石灰에²⁾ 對하여 含有 磷酸分을 基準으로 한 適正 施用量을 水稻本畝에 施用하고 常時 湛水條件과 排, 灌水調節條件을 곁들여 放射性 同位體를 導入 그 追跡技術으로써 이들 兩條件下에서의 水稻根系 活性相의 解明을 試圖함과 同時에 各種 無機要素의 舉動, 그리고 收量을 構成하는 各 要素들에 對한 一連의 試驗結果를 간추리기에 充足된 A-value soil(磷酸分의)에서 磷酸質肥料의 非經濟的인 人爲의 投與에서 생기는 虛費를 줄일 수 있는 適地適施指針에 對한 參考資料가 되기를 바라면서 이를 報告하는 바이다.

研究材料的 選擇과 研究方法

1. 供試 水稻品種;

峰光(中生系, 導入品種, 穗數型)

2. 試驗區 配置;

亂塊法 配置에 依한 要因實驗. 各 三回 反復

*珪苦石 施用 } 常時湛水區와 用水調節區
N, K₂O만의 施用}

*珪苦石이라 함은 高濃度 珪磷苦土石灰로서 通稱을 Simagcalin 이라고도 부르며 成分量으로는 Si O₂; 30% 以上, MgO; 16% 以上, CaO; 30% 以上이 含有되어 있어 같이 3%의 P₂O₅가 添加된 一種의 低濃度化 磷酸을 含有한 熔成肥料로서 土壤改良 資材의 目的까지 達成될 수 있는 것으로 알려져 있다.

3. 供試土壤;

各種 病發 常習 秋落 畚地帶로 알려진 京畿道 金浦郡 高村面에 位置한 河海 混成沖積土(萬頃微砂質 壤土)로서 採掘入土後(6.6m²×1.2m 깊이의 lysimeter 型의 cement pot) 滿 2年이 經過된 것.

4. 施肥設計;

成分量 基肥 kg 分藥肥 分分期 幼形期 傾穗期 合計
窒素(尿素) 7 2 — 2 1 12
加里(鹽加) 12 — 4 2 — 18
珪苦石 200(SiO₂; 60, MgO; 30, CaO; 60kg) 200
*磷酸 6 — — — — 6

*珪苦石(Simagcalin)에 緣由된 成分으로서 3%로 본 것, 그리고 SiO₂, MgO, CaO 다같이 2%-citric acid 에 98% 以上の solubility 를 갖는다.

5. 管理;

1) 移秧. '71. 6. 21, 51日 苗. 2本植/株. 栽植距離는 35cm×13cm, 72.5 株/3.3m².

2) 用, 排水調節. 常湛 pot는 移秧~收穫 10日 前까지 湛水를 繼續, 調節區에서는 穗數確保時까지만 湛水狀態를 維持(淺水 또는 深水로), 兩區 다같이 移秧後 4日만에 除草劑(Machete粒劑, 3kg/10a. 韓國 農藥(株)·Monsanto 製品)를 施用하였으며 이로써 中間除草는 一切 할 必要가 없었다.

6. 調査, 計測, 分析

1) 生育調査, 7/23, 8/12 및 收穫時의 세 차례에 걸쳐서 實施하였다.

2) 根系 活性相의 檢診^{1,2,60,60,61)}

追跡用 同位體로서 P³²-labelled phosphoric acid (H₂P³²O₄)을 agar 에 抱合, 注入에 便利하게 適粘液을 만들어 pH5.5 로 調整後 42μCi/5ml 單位로 하여 長針 土壤內 注入器로써 株間(6.5cm 間隔, 깊이는 各各 7.5, 15, 30cm)에 灌注하였으며 時期는 傾穗期를 擇하였고 10日後에 該當株는 刈取, 地上部 第3節(穗首節位는 除外)에서 1cm 길이로 切斷⁶¹⁾ 風乾後 灰化하여 放射能 計測機로 radio activity 를 計測하였다. (6反復/plot)

3) 化學分析

窒素는 Semimicro-Kjeldahl method, 磷酸은 vanadomolybdate method, 加里와 石灰, 苦土分은 Atomic absorption spectrophotometric method 에 依하였고, 珪酸은 molybdate blue 에 依한 spectrophotometric method 에 依據 定量하였다.

4) 收量 構成要素의 調査

常法에 依하였다.

試驗結果 및 考察

1. 初期 生育相

Tabl 1에서는 移秧後 28日만인 7/18에 于先 Simagcalin 施用 plot 와 無施用 plot에서 肉眼的으로 보아 下部葉의 黃變垂下現象이 各 plot 別로 그 隔差가 甚하였기에 이들을 sampling 하여 生育相과 珪酸, 苦土, 石灰分들에 對한 含有率을 比較하여 본 것으로서 株當 分藥數, 正常葉數, 正常葉重들에서는 Simagcalin 施用區에서 다같이 含有率이 높았고 反對로 株當 黃變垂下葉數(枯死葉도 包含) 그리고 그들의 葉重과 葉鞘를 包含한 稈重에서는 다같이 無施用區가 큰 값으로 나타났다.

또한 Table 2를 보며는 3要素를 除外한 多量要素中에서도 施用要素인 珪酸, 苦土, 石灰分에 對한 正常葉과 黃變垂下葉, 그리고 亦是 葉鞘를 包

Table 1; Morphological pattern on the vegetable growing stages. (18. July)

Part	SM-200	SM-0	SM-200/SM-0
No. of tillers/hill	18	14	1.29
No. of browning leaves/hill	10	13	0.77
No. of normal leaves/hill	91.20	68.7	1.33
Fresh Wt. of brown leaves/hill (gr)	1.51	4.73	0.32
Dry Wt. of browning leaves/hill (gr)	0.35	1.04	0.34
Fresh Wt. of normal leaves/hill (gr)	31.62	29.65	1.07
Dry Wt. of normal leaves/hill (gr)	7.93	7.28	1.09
Fresh Wt. of sheath & culms/hill (gr)	73.68	81.58	0.90
Dry Wt. of sheath & culms/hill (gr)	9.99	11.58	0.86

Table 2; CaO, MgO and SiO₂ contents in each parts on rice plant

Part	Treat	CaO(%)	MgO(%)	SiO ₂ (%)
Browning	SM-200	1.23	0.44	11.24
Leaves	SM-0	1.28	0.29	7.21
Normal	SM-200	0.71	0.43	5.95
Laves	SM-0	0.76	0.40	4.16
Culm &	SM-200	0.41	0.17	4.84
Sheath	SM-0	0.43	0.04	3.18

含한 稈部 含有率인 Simagcalin 施用區와 無施用
 區 사이에 分析 比較하여 본 結果로서 같은 黃變
 葉에서도 Simagcalin 施用區에서는 無施用區보다도
 苦土分과 珪酸分이 越等하게 높은 값으로 나타나
 있으며 正常生育을 한 結果라는 것을 짐작할 수가
 있었고 稈, 葉鞘部에서는 Simagcalin 施用區가 5%
 臺인데 比較하여 無施用區에서는 3%臺로 적었고 특
 히 苦土分에서는 0.17%에 比較하여 無施用區에서는
 1/4에 不遇한 0.04%밖에 含有되고 있지 못하고
 있다는 點과 正常葉에서나 또한 黃變葉 다같이 훨
 씬 낮은 값을 示顯하고 있다는 것은 注目할 만한
 事實로서⁴⁸⁾ 苦土缺乏現象을 診斷키 爲해서는 移秧
 直後부터 約 1個月程 程度가 適期로 알려져 있다
 고는 하나⁵⁰⁾ 다른 部位보다도 특히 葉鞘를 包含한
 稈部의 分析이 가장 適當하다는 것을 알 수가 있
 었다. 더욱이 珪酸의 併施가 있으므로써 苦土分의
 效果가 顯著하다고 알려져 있어^{7,10,12,15,43)} 收穫期
 體內含有率보다는 그 發育段階別 消長이 더 重視
 되어야 한다는 事實을 알려주고 있으며 後期 生殖
 生長期(특히 穗首分化期 以後)의 根系 活性化, 下
 葉枯死의 程度 등 初期 生育相과 無機營養相이 同

化能力을 爲始한 物質轉流, 呼吸相等에 까지 크게
 作用되어 稈實率과 같은 登熟條件을 左右케 하는
 바^{5,6)} 生育初期의 黃變垂下 乃至 枯死現象은 苦土
 珪酸의 併合施用으로써 事前에 充分히 防止될 수
 있는 施肥要件이라 解釋할 수가 있겠다.^{7,10,15)}

이 以外에도 窒素의 受入態勢 確立에 依한 耐肥
 度의 增大, 耐病蟲度의 強化¹⁵⁾ 또는 體內水分의
 調節³⁹⁾ 등에 依한 水稻體의 物理性 良化는 直, 間
 接的으로 增收과 連結될 必須要件이라 아니할 수
 가 없는 터이다.

2. 後期 生育相과 收量構成要素

7/23日(移秧後 33日)과 8/12日(出穗 10日前)
 의 兩期別 發育相과 收穫後의 收量構成要素에 對
 한 調査統計 數值를 다음 Table 3과 Table 4에
 서 보던 첫째, 最高分蘗期末의 分蘗數와 穗孕期分
 蘗數(穗數와 同一)를 比較컨데 거의 完全히 無効
 莖(이 없는 有效莖)率로 나타나 있긴 하나 그 가
 운데서도 灌, 排水調節을 한 plots가 Simagcalin
 施用區에서 約 10%, 常時 灌水 plots에서도 施用
 區가 亦時 10% 以上の 높은 값으로 나타나 Sima-
 gcalin의 施用은 有效莖을 높이는데 棼 有利한 條

Table 3; Tillering number, effective tillers and ratio of straw grain weight.¹

Treatments	Rep.	Height of culm (cm)	No. of Tillers /hill (at 23, July)	No. of Eff. Tillers/hill (at 12, Oct.)	Rate of Eff. Till. (%)	Grain Wt. Straw Wt. (%)
SM-200-C	1	70.3	17.5	20.0	114.3	116.6
	2	69.1	17.6	16.8	95.5	127.6
	3	72.8	15.6	19.3	123.7	118.8
	$\bar{S}\bar{x}$	70.7±1.1 ^a	16.9±0.7 ^{a,b}	18.7±0.9 ^a	111.2±8.3 ^a	121.0±3.4 ^a
	Error (%)	1.5	3.8	5.2	7.5	2.8
SM-200-F	1	71.9	12.6	12.7	100.8	104.2
	2	79.7	13.5	15.7	116.3	92.4
	3	76.6	15.1	14.0	92.7	92.5
	$\bar{S}\bar{x}$	76.1±2.3 ^a	13.7±0.7 ^b	14.1±0.9 ^a	103.3±6.9 ^a	96.4±3.9 ^b
	Error (%)	3.0	5.3	6.2	6.7	4.1
SM-0-C	1	70.0	15.3	17.7	115.7	129.9
	2	70.9	18.3	18.3	97.3	116.5
	3	74.5	20.3	18.3	90.1	105.8
	$\bar{S}\bar{x}$	71.8±1.4 ^a	18.1±1.5 ^a	18.1±0.2 ^a	101.0±7.6 ^a	117.4±6.9 ^a
	Error (%)	1.9	8.2	1.1	7.5	5.9
SM-0-F	1	78.2	15.1	14.5	96.0	106.2
	2	74.0	17.6	12.5	71.0	95.7
	3	75.2	13.9	15.0	107.9	111.4
	$\bar{S}\bar{x}$	75.8±1.2 ^a	15.5±1.1 ^{a,b}	14.0±0.8 ^b	91.6±10.9 ^a	104.4±4.6 ^b
	Error (%)	1.6	7.0	5.5	11.9	4.4

Any two means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level in Duncan's multiple range test.

Table 4; Yield components.¹

Treatments	Rep.	No of Panicles Per 3.3m ²	No of Grains Per Panicle	Maturing rate (%)	Weight of Brown rice per 1000 grains	Yield/6.6m ² Index (Kg)	Index (%)
SM-200-C	1	1450.0	89.1	93.1	22.32	5.36	
	2	1218.0	89.8	91.0	23.52	4.69	
	3	1399.3	96.9	93.2	22.80	5.76	
	$\bar{S}\bar{x}$	1355.8±70.4 ^a	91.9±2.5 ^a	92.5±0.6 ^a	22.88±0.3 ^a	5.27±0.31 ^a	123
	Error(%)	5.2	2.7	0.7	1.5	5.9	
SM-200-F	1	920.8	85.1	91.3	23.04	3.30	
	2	1138.3	116.6	88.3	21.60	5.06	
	3	1015.0	112.3	90.2	20.88	4.29	
	$\bar{S}\bar{x}$	1024.7±63.0 ^b	104.7±9.9 ^b	89.9±0.9 ^b	21.84±0.6 ^a	4.22±0.51 ^a	99
	Error(%)	6.1	9.4	1.0	2.9	12.1	
SM-0-C	1	1283.3	93.4	91.4	23.04	5.05	
	2	1326.7	87.9	89.5	22.68	4.74	
	3	1326.7	88.1	91.2	21.60	4.61	
	$\bar{S}\bar{x}$	1312.2±14.5 ^a	89.8±1.8 ^a	90.7±0.6 ^{a,b}	22.44±0.4 ^a	4.80±0.13 ^a	112
	Error(%)	1.1	2.0	0.7	1.9	2.1	
SM-0-F	1	1051.3	104.0	89.3	23.16	4.52	
	2	906.2	93.5	90.1	24.40	4.24	
	3	1087.5	105.3	89.6	23.04	4.73	
	$\bar{S}\bar{x}$	1015.0±55.4 ^b	100.9±3.7 ^a	89.7±0.2 ^b	23.20±0.1 ^a	4.27±0.36 ^a	100
	Error(%)	5.5	3.7	0.3	0.5	8.3	

¹ Any two means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level in Duncan's multiple range test.

件形成을 하고 있다고 보아졌으며 또한 常湛狀態 보다는 調節條件下에 보다 많은 分蘖數를 確保할 수가 있었고 有效莖도 더 높히고 있었다.

둘째 粗糲比에서는 Simagcalin 施用의 與否보다는 用水調節條件이 훨씬 크게 影響을 미치고 있었으며 Table 4 에서와 같이 登熟率의 良化에까지 連結되고 있어⁸¹⁾ 나아가서는 yield 에 까지도 미치고 있었다. 따라서 用水調節이 됨으로써만이 Simagcalin 施用의 効果가 期待되었으리니 常湛狀態下에서는 제 아무리 登熟要素를 施用하더라도 뚜렷한 增收의 效果를 볼 수가 없다는 것을 말해주고 있으며 現在까지 常湛爲主의 水稻作付體系를 앞으로는 登熟要素의 施用과 더불어 積極的인 用水調節으로써 登熟良化¹¹⁾ 또는 短稈化(生理營養的 限界內에서의) 쪽으로의 方向轉換을 함으로써⁸²⁾ 더욱 높은 登熟要素에 對한 效率性이 發顯될 것으로 期待되는 것이다.⁴³⁾ 收量面에서도 本研究結果를 보면 Simagcalin 施用下에서도 用水調節이 隨伴되지 못할 境界에는 統計的 有意差는 없으나 오히려 無施用으로 用水調節을 한 區에 뒤지고 있는 結果로 나타나 있다는 事實은 常湛의 水稻作付體系에서의 非效率性을 明白히 表現한 좋은 例라고 볼 수가 있겠다.

이미 指摘한 바 있거니와 Table 3 의 첫머리에 있는 稈長을 보더라도 Simagcalin 施用區보다는 用水調節 plots 에서 다같이 短稈化가 이루어져 있으며²⁸⁾ 平均稈長의 近 10%(8.5%)에 가까운 短稈化는 初期生育時의 下端部 節間生長의 抑制가 그 主要原因이 되는 바 水稻作에서 每年 적지 아니한 被害를 입고 있는 倒伏³⁰⁾과 直接 關聯되는 問題로서 收量의 安全化에 보다 큰 期待가 걸어지는 條件인 것이다.

Table 5 에서는 3要素와 登熟要素인 珪酸, 苦土, 石灰들의 收穫物中の 含有率을 分析, 調査한 것으로 各要素間에 큰 畧의 差는 볼 수 없으나 大體의 所以 Simagcalin 施用區가 用水의 調節과 湛水狀態에 關係없이 各成分 다같이 無施用區보다

높은 含有率로 나타나 있으며 特別 磷酸은 湛水下에서 그 可給化가 促進됨으로써^{16,17,47,49,53)} 亦是 常湛區가 若干 높았으나 이 程度는 實際 所要磷酸의 含有率로 보자면 無施用區와 큰 差는 없다고 할 수 있다.

한편, 窒素는 Simagcalin 施用에 依한 土壤內 鹽基飽和度의 增加⁸⁷⁾ 등으로 若干 抑制된 傾向인 것을 알 수가 있으나^{8,9,41)} 半面으로는 發育過程上 適應的 自體內調節結果로 解釋되며 後期 過繁에서 오는 群落으로의 負數的體制과 나아가서는 罹災度도 높아지고 倒伏,⁸⁰⁾ 登熟率의 低下등을 막을 수 있는 側面도 考慮될 수가 있는 것이다.

元來 苦土의 存在는 磷酸의 吸收와 珪酸의 可給化를 促進하는 것으로^{18,59)} 우리 나라와 같은 比較的 높은 磷酸含量을 갖는 곳²⁹⁾에서는 苦土分의 多施만으로도 充分한 磷酸의 可給化가 期待되며⁸⁴⁾ 各研究者들도 이런 點에 적지 않은 關心과 이들에 關聯된 試驗들을 進行시키고 있는 터이다.^{27,28,87)} 따라서, 苦土의 多施에서 오는 加里와의 抵抗問題⁵⁸⁾가 더 憂慮될 程度로서 磷酸의 不足에서 오는 被害는 거의 無視될 程度라 하여 過言이 아닐 것이며 더우기 湛水條件下에서 耕作되는 水稻作에서는 苦土의 供給을 더욱 close-up 시키는 便이 磷酸 多施보다는 切實한 現實課題라 할 수가 있는 것이다.^{14,35)}

3. 根系 活性相

水稻下部葉의 黃變垂下 乃至 枯死現象은 根部活性 機能과 密接한 關係^{13,21,46)}가 있어 後期 生殖生長時 同化物質의 轉流에 큰 影響을 주는 것으로 有效莖과 더불어 登熟率에까지 直, 間接的으로 作用되는바¹²⁾ 土壤還元에 依한 各種 有機酸과 其他 有害物質의 形成 增大,^{35,40,56)} 常時湛水에 依한 酸素收奪과 根形態의 關係等^{14,32,62)} 水稻地上部 諸形質에 미치는 根部機能의 如何는 水稻生育相을 크게 左右하는 極히 重要한 根圈環境界에 對한 地上部 應答媒介部라고 解釋할 수 있는 것이다.^{24,25,26,45,46,56,57)}

Table 5; The content of mineral nutrients in rice plant at harvesting time

Treatments	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	SiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)
SM-2-C	0.64	0.30	1.88	9.16	0.42	0.39
SM-2-F	0.69	0.35	1.89	8.93	0.44	0.34
SM-0-C	0.75	0.28	1.90	7.45	0.38	0.27
SM-0-F	0.78	0.30	1.83	7.62	0.40	0.21

Table 6은 Simagcalin 施用의 與否에 따르는 各 Plot 別로 P³²-Labelled phosphoric acid(H₃P³²O₄)을 土壤마다 各 深度別(7.5, 15, 30cm)로 處理後 地上部의 放射能을 計測 綜合한 數值로서 單位 試料當 放射能을 보면 用水調節區에서는 多같이 常濕區에 比하여 深層部에까지 높은 放射能의 分布를 計測해 낼 수가 있어 이는 根系活性度를 爲主로 보았을 때는 各種 榮養要素의 施用보다 더 直接的인 影響을 주고 있는 것은 根部通氣에 依한 酸素供給,^{19, 22, 51)} 特히 後期 同化 登熟을 左右하는 熟期 根圈健全化의 可能度를 높여 줄 수 있고⁴⁾ 過去 常濕條件下에서 일어나는 根圈의 過度한 還元에 依한 根活力 低下가 가져오는 既存 各種 必須要素의 吸收障害를 除去 또는 抑制할 수 있는 가장 손쉽고도 效率性 높은 合理的인 用水調節技術의 必須性이 強調되고 있다.³³⁾

Table-6; Distributed profile of rice plants root (cpm/g of dried samples)

Treatment	P ³² -injection depth (cm)	cpm/gr.	Counts rate in each depth	Index
SM-200-C	7.5	1.100	43	163
	15.0	700	27	
	30.0	770	30	
	Total	2.570	100	
SM-0-C	7.5	900	37	153
	15.0	720	30	
	30.0	790	33	
	Total	2.410	100	
SM-200-F	7.5	680	40	109
	15.0	490	28	
	30.0	550	32	
	Total	1.720	100	
SM-0-F	7.5	580	37	100
	15.0	450	28	
	30.0	550	35	
	Total	1.580	100	

總放射能에서도 나타나 있거니와 用水調節을 하면서 Simagcalin 과 같은 水稻體內 水分調節과 登熟에 直, 間接으로 關與하는 綜合資材의 施用은 더욱 根系活力 增強에 보다 큰 相乘의 效果를 안겨다 주고 있으며 後期 重點施肥는 面에 對한 可能度를 더욱 높여 同化, 登熟期間의 延長을 가져올 수

가 있는 터이다.

더우기 根系發育에는 土壤의 物理的 條件의 良好化에 適切한 通氣性²²⁾과 充分한 珪酸, 苦土, 石灰와 같은 鹽基類의 添加,^{42, 44)} 그리고 이에 迎合될 均衡性있는 窒素의 併施 等에 依한 土壤化學的 條件을 充足케 함으로써 障害要件의 抑制, 除去^{54, 55)}와 더불어 後期 登熟의 要件을 滿足¹¹⁾시켜 줄 수 있는 肥沃性의 賦與도 併行될 수 있는 것으로 解釋된다.

本 project 遂行中에서 注目되는 事實로서는 全히 磷酸을 施用치 아니한 境遇에서도 各種 數值上 큰 隔差를 認定할 수가 없었다는 點으로서 大體의 으로 本供試土壤의 A-Value 는 80~100kg/10a(as P₂O₆)라는 條件³⁾을 갖고 있어 여러 報文에서도 磷酸成分 缺乏에서 오는 諸障害가 大概의 國內土壤, (火山灰土除外) 特히 畚土壤에서 認定된 바 없었으며^{29, 36)} Simagcalin 에 含有된 3%臺의 磷酸成分만으로도 充分하였고 肥料로서 施用할 때는 適正水準도 4kg內외의 成分量으로 알려져 있어³⁸⁾ 이 보다는 더욱 切實한 要素로 珪酸, 苦土, 石灰分과 같은 鹽基類를 多量으로 施用하는 便이 有機質의 併合添加를 附隨 前提條件으로 하였을 境遇,⁵²⁾ 훨씬 窒素 多肥條件을 水稻體로 하여금 許容 安定線을 높인 가운데 受容케 되며,^{8, 9, 11)} 아울러 用水의 適切한 調節技術을 導入한다면 더욱 多收의 方向으로의 根圈 環境造成을 가져올 수 있어 土壤生産力에 對한 備蓄의 目的까지 같이 達成할 수 있다는 事實을 提示하는 것으로 解釋되었다, 따라서 苗代 또는 分蘖時期와 같은 高磷酸分의 短期吸收가 要求될 때는 따로 速効性 磷酸質肥料를 選擇施用하면 아무 支障없이 水稻體의 要求條件을 充足시켜 줄 수가 있게 되는 것이다.

3. 摘 要

1. 初期 生育過程에서는 Simagcalin 施用에 依하여 構成 各 要素의 含有率이 높았으며 株當 黃變垂下 乃至 枯死葉數도 훨씬 적었고 特히 正常葉株의 苦土 含有率이 黃變葉株에 比하여 越等하게 높았다.

2. 苦土 缺乏症에 對한 化學的分析診斷部位로서는 葉鞘를 包含한 稈部를 擇하는 것이 가장 理想의 이었다.

3. 分蘖數나 有効穗數는 Simagcalin 施用區가 더 많았으며 特히 用水調節條件은 有意性있게 穗數確保나 粗糲比를 높였고 稈長에서도 10% 가가운 短稈化가 이루어졌다.

4. 收穫物에 對한 無機要素들의 含有率 亦是 Simagcalin 施用으로써 無施用區에 比하여 若干 높 은 傾向으로 나타났으며 그 中에서도 珪酸, 苦土 分에서는 相當한 隔差를 나타내고 있었다.

5. 根系 活性相에 直接 關與한 因子로서는 用水 調節條件이었으며 Simagcalin 施用은 그 다음에 오 는 2次的 要因이었다.

6. 本 供試土壤에서는 磷酸의 施用 與否가 收量 構成要素를 비롯한 各種 數值上에 큰 影響을 주지 못하였으며 Simagcalin 中의 鹽基性 元素의 供給이 보다 水稻의 窒素 多施에 따르는 受容態勢를 가추 게 하였다.

引用 文 獻

1. 安鶴洙, 鄭熙教, 金圭原, 沈相七; 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., (第1報). 韓 農化誌. 15, (1) 77~84 (1972)
2. 安鶴洙, 鄭熙成, 安鍾成, 盧浚晶, 金圭原, 沈 相七; 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., (第2報). *ibid.* 15, (1). 85~92(1972)
3. 安鶴洙; 水稻品種別 A-value에 대하여., 未發 表
4. Akira Miyasaka; Studies on the strength of rice root, (II). *Proc, Crop, Sci, Soci, Jap.*, 39, 7~13 (1970)
5. 荒木浩一; 暖地 稻의 下葉と Yieldとの 關聯性 에 關す研究., (第1報). 日土肥誌. 32, 508~ 12(1961)
6. 荒木浩一; 暖地 稻의 下葉と Yieldとの 關聯性 에 關する 研究., (第3報). *ibid.* 33, 13~6(1962)
7. 朴永大, 金泳燮, 權恒光, 朴章烈; 綜合 無機養 分과 水稻品種이 秋落畚의 收量에 미치는 效 果., 農試研報. 11, (3). 29~34 (1968)
8. 朴永大, 金泳燮; 秋落畚 水稻에 對한 珪酸의 增收效果., 韓土肥誌. 4, (1) 1~12 (1971)
9. 朴永大, 金泳燮, 孟道源; 秋落畚의 水稻에 對 한 珪酸, 窒素 및 加里의 增施效果., *ibid.*(4) (2). 161~66 (1971)
10. 後藤恭; 水稻에 對する 苦土と 珪酸의 使ひ方., 農及園. 35, (12). 1933~36 (1960)
11. 本谷耕一; 稻作多收의 基礎條件., pp.145~50 (1966). 農山漁村文化協會. 東京
12. 橋本重久, 內田薰; 麥의 苦土 缺乏症에 就いて 日土肥誌. 22, 163 (1951)

13. 橋本武, 岡本守; 大豆에 對する 苦土缺乏의 影 響について., *ibid.* 22, 351 (1952)
14. 橋本武; 作物의 마그네슘營養에 關する 研究., *ibid.* 24, 51~5 (1953)
15. 石塚喜明, 早川康夫; 水稻의 任치에 對する 抵 抗性と 珪酸及 苦土의 關係., *ibid.* 21, 253 ~60 (1951)
16. 石塚喜明, 尾形昭逸; 泥炭地의 排水位의 問題 (第3報). *ibid.* 34, 191~96 (1963)
17. Islam, M.A., and M.A. Elahi; Reversion of ferric ion to ferrous ion under waterlogged condition and its relation to available phosphorus., *J.Agr, Sci.* 45, 1~2 (1954)
18. 春日井新一郎, 磷酸肥料의 肥効試驗成績., (其 의3). 日土肥誌. 3, 31~50 (1924)
19. 川田信一郎, 石原邦; 水稻根에 於ける 根毛의 形成について., 日作紀. 34, 440~47 (1966)
20. 川田信一郎, 賴光隆; 水稻冠根에 於ける 內皮 의 細胞壁의 肥厚について., *ibid.* 34, 440~47 (1966)
21. 川田信一郎, 賴光隆, 弱風處理에 依る 蒸散作 用가 水稻冠根의 內皮細胞를 どの及ぼす 影響., *ibid.* 38, 624~30 (1968)
22. 川田信一郎, 大稿幸成, 山崎耕宇, 石原邦; 水 稻에 於ける 根群의 形態形成에 對하여, 土 壤環境을 考慮した 場合의 一例., *ibid.* 38, 434~41 (1969)
23. 木戶三夫, 武合武夫; 通氣と 水稻의 生育 特 性에 根의 形態及 呼吸との 關係., *ibid.* 23, 16 ~20 (1955)
24. 李鍾薰, 太田保夫; 水稻의 地上部의 形質에 及 ぼす 根의 役割에 關する 研究. (第3報). *ibid.* 39, 500~4(1970)
25. 李鍾薰, 太田保夫; 水稻의 地上部의 形質에 及 ぼす 根의 役割에 關する 研究., (第4報). *ibid.* 39, 505~10 (1970)
26. 李鍾薰, 太田保夫; 水稻의 地上部의 形質에 及 ぼす 根의 役割에 關する 研究., (第5報) *ibid.* 40, 217~21 (1971)
27. 李允渙, 韓基確, 林善旭; 水稻에 對한 合成珪 酸物質의 效果., 韓農化誌. 14, (3). 183~89 (1971)
28. 李允渙, 韓基確, 朴永大, 金福鎮, 許一鳳; 水 稻에 對한 磷酸 低濃度 熔成磷肥의 效果., 韓 土肥誌. 5, (1) 1~8 (1972)
29. 三須英雄; 朝鮮土壤의 磷酸吸收力에 關して.,

- 日農化誌. 16, 134~39 (1969)
30. 宮坂昭; 水稻根の物理的強度に関する研究., 日作紀. 38, 321~26 (1969)
 31. 宮坂昭; 北陸地方の濕田における排水の効果について., 北陸農試研究報. No.2, 1~80 (1970).
 32. 長井保, 俣野敏子; 水稻に於ける側根發生に関する研究., 日作紀. 34, 256~59 (1966)
 33. 西垣晋, 澁谷政夫, 花岡郁子; 植生に關聯した土壤のEhと その測定法., 續作物試験法. (戸刈義次編), 499~540 (1960). 農業技術協會, 東京
 34. 三井進午, 天正清; 磷酸ナトリウム, 過磷酸石灰, 溶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, 221~26 (1958)
 35. 三井進午, 熊澤喜久雄; 水稻根の活性に及ぼす3大要素の供給及び土壤還元の影響と作物の養分吸収に關する動的研究., (第41報). *ibid.* 35, 115~18 (1964)
 36. 吳旺根; 벼에 對한 P 및 K 의 所要量에 關하여., 農試研報. 1, 77~85 (1958)
 37. 吳旺根; 水稻作에서 各種 磷酸質肥効에 關한 研究., 韓土肥誌. 1, (1) 27~41 (1968)
 38. 吳旺根, 張錫煥; 우리나라 主要作物에 對한 適正施肥量에 關하여., *ibid.* 2, (1) 39~44 (1969)
 39. 岡島 秀夫; イネの營養生理.. 57~65 (1969). 農山漁村文化協會, 東京
 40. 奥田東, 高橋英一; 作物に對する珪酸の營養生理的役割について., (第2報). 日土肥誌. 32, 481~88 (1961)
 41. 奥田東, 高橋英一; 作物に對する珪酸の營養生理的役割について., (第5報). *ibid.* 33, 1~8 (1962)
 42. 奥田東, 高橋英一; 作物に對する珪酸の營養生理的役割について., (第6報). *ibid.* 33, 59~64 (1962).
 43. 奥田東, 高橋英一; リン酸供給量を異にした場合の水稻の生育に及ぼす珪酸の影響., *ibid.* 33, 65~9 (1962)
 44. 奥田東, 高橋英一; 水稻の珪酸吸収に對する代謝阻害剤の影響., *ibid.* 33, 217~221 (1962)
 45. 太田保夫, 李鍾薰; 水稻の地上部の形質に及ぼす根の役割に關する研究., (第1報). 日作紀. 39, 489~95 (1970)
 46. 太田保夫, 李鍾薰; 水稻の地上部の形質に及ぼす根の役割に關する研究., (第2報). *ibid.* 39, 496~99 (1970)
 47. 坂上行雄, 伊藤忠; 水田土壤の有効リン酸と湛水直後土壤攪拌及び透水性の相互關係., (第4報). 日土肥誌. 40, 11~4 (1969)
 48. 酒匂正雄, 高盛内匠; 磷酸試験田に於ける麥の苦土缺乏症., *ibid.* 22, 77 (1951)
 49. Shapino, R.E; Effect of flooding on availability of soil and synthetic phosphate., *Soil Sci.* 85, (5) 267~72 (1958)
 50. 澁谷政夫, 小山雄生; アイソトプ利用に依る作物の根活力分布檢診法., 日土肥誌. 37, (No.1). 147~52 (1966)
 51. 副島増夫, 川田信一郎; 水稻のうわ根に於ける“ししの尾狀根”の形成と土壤環境との關係, とくに水管理に着目した場合について., 日作紀. 38, 442~46 (1969)
 52. Steele, G.J; In abstracts of doctor's dissertation., No.15. Columbus, O., Ohio State Univ. Press, p.203 (1935)
 53. 高井康雄, 江景村; 水田狀態土壤の實驗モデルと物質., (第1報). 日土肥誌. 38, 59~64 (1967)
 54. 高井康雄, 江景村; 水田狀態土壤の實驗モデルと物質., (第2報). *ibid.* 38, 65~9 (1967)
 55. 高井康雄, 小山忠四郎, 加村崇雄; 水稻根及び透水ガ pot 内 湛水土壤の還元過程に及ぼす影響., (第5報). *ibid.* 40, 15~9 (1969)
 56. 瀧嶋康夫, 鹽島光洲, 今野喜一; 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). *ibid.* 33, 331~34 (1962)
 57. 瀧嶋康夫, 鹽島光洲, 今野喜一; 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3報). *ibid.* 33, 365~68 (1962)
 58. 山崎傳, 要素缺乏の診斷., 最新 稻作診斷法. (下). pp.105~34 (1968) 農業技術協會. 東京
 59. Truog, E., etal; cited from "Phosphates in agriculture," by Vincent Sauchelli., 110~11 (1965). Reihold publishing corporation. New York.
 60. 内野弘, 熊澤喜久雄, 三井進午; 土壤改良劑と芝の根系., 農及園. 43, (9) 1451~53 (1968)
 61. Vernon, L.P., and Aronoff; *Archiv. Biochem. Biophys.*, 36, 383 (1952)
 62. 吉田富男, 坂井弘; 土壤の水分環境と有機物の分解について., (第6報). 34, 197~202 (1963).