

砂質漏水畝에 있어서 熔成燐肥의 施用이 水稻收量에 미치는 影響

蔡 庠 錫·張 榮 宣·李 化 壽
全羅北道 農村振興院

Studies on the Effect of the Application of Fused Phosphate on Yield of Rice in Sandy Paddy Field (Very Rapid Permerbitily)

Sang Suk Chae · Yung Seun Chang and Hwa Soo Lee
Jeonbug Provincial Office of Rural Development, IRI, Korea

Summary

To observe the effect of fused phosphate fertilization, as a soil improvement material, in low productive paddy field which has rapid permeable sandy-skeletal texture, this experiment was carried out under five different levels of fused phosphate.

The results obtained are briefly as follows:

1. Rice, grown in areas receiving annual fused phosphate application of from 200 to 250kg per 10a showed yield increases of about 10 to 27 percent based on 1,000 grain weight of brown rice. Other favorable effects from high fused phosphate applications include increased number of panicles, faster ripening rate of the rice, and lower infection rate of blast.
2. In the soil analysis after the experiment, the useful soil chemical properties, such as available phosphate, silica, soil pH, exchangeable calcium, magnesium, and base saturation were increased significantly. The exchangeable potassium, however, was not changed noticeably.
3. The relation between the major soil chemical properties, especially available phosphate and silica, and yield component which directly effect yields, showed a significant correlation statistically.

緒 論

우리나라 低位生産畝는 畝 總面積의 18.5%에 該當하는 35,969³³⁾ha이고 米穀主生産地인 全北의 境遇 總畝面積의 35.4%에 該當하는 56,559³³⁾ha 로써 全國水準을 上廻하고 있으며 其中 50% 以上이 砂質畝과 特殊成分 缺乏畝으로 되어있어 改良對策이 要請된다. 이들은 一般的으로 河川流域 또는 넓은 海岸平坦地에 分布되어 있으며 土性은 자갈이 많은 砂質 또는 微砂含量이 많은 壤質土로써 透水性이 매우 빨라 肥料分의 吸收保持力이 弱하고 各種 無機養分의 流

失이 많기 때문에 秋落現象을 일으켜 收量의 減少를 免치 못하고 있다.

이와같은 低位收穫畝의 改良을 爲하여 우리나라에서는 1957년부터 여러種類의 改良試驗에서 珪酸을 施用하여 7~76%의 增收效果를 보였다. 1, 8, 11, 19, 20, 21, 29, 30, 32) 우리나라의 畝土壤은 可溶性 珪酸含量이 不足¹⁸⁾하기 때문에 水稻의 健全生育과 增收를 爲하여는 어느 土壤에서나 珪酸의 施用이 必要不可缺하게 되었다.

熔成燐肥는 非結晶性 알카리 熔融物로써 2% Citric acid에 溶解되는 燐酸 20% 若土, 15%, 石灰 30%,

珪酸 25%와 若干의 鐵, 망간等 微量元素를 含有하고 있는 磷酸肥料이며¹⁾ 石灰나 若土 含量이 많기 때문에 石灰質 肥料에 뒤지지 않을 程度의 土壤酸度 矯正力을 保有하고 副隨的으로 珪酸을 供給하는^{14,15, 1,15,21)} 珪酸資材로서 價値가 크다.

熔成磷肥를 土壤改良劑로서 多量 施用한 試驗結果에^{15,3)} 依하면 珪石灰보다는 效果가 떨어지나 Silag 보다 良好하고 三要素施用區보다 13%의 增收效果가 있으며 成分含量으로 보아 綜合 土壤改良劑로서 期待된다.

熔成磷肥는 磷酸以外에도 多量의 珪酸, 石灰 및 若土를 含有하고 있으므로 熔成磷肥를 多量 施用한 肥料分의 吸收保持力이 弱하고 各種 無機養分이 不足한 低位收穫畝 改良에 있어 매우 效果의인 方法의 하나이다.

本 研究는 全北 低位生産畝中 25%에 該當하는 砂礫質土의 改良을 爲하여 國內產(豐農製) 熔成磷肥의 施用效果에 對하여 1971~1972에 걸쳐 圃場試驗을 實施 하였던바 그 結果를 報告코져 한다.

本 研究를 遂行함에 있어 指導와 助言을 아끼지

않으신 全北 農村振興院 金達壽 院長任과 植物環境 研究所 土壤肥沃度 研究擔當官 朴天緒 博士任께 謝意를 表하는 바이다.

材料 및 方法

1. 供試 土壤

砂礫質土에 屬하는것中 分布面積이 比較的 많은 全北 鎭安 馬梁의 南溪統을 對象으로 하였으며 土壤의 形態의 特徵²⁰⁾은 다음과 같으며 化學的 特性은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of soils (NAMGYE Series)

The soils is a member of the Sandy Skeletal, mixed mesic family of Aquic Udipsamments(Alluvial Soils). These soils have thin dark Grayish-brown sandy loam with mottles A horizons and C horizons are brown to dark brown with Olive Gray mottles, very Gravelly and Cobbly loamy coarse sand or sand. They are formed in river side and alluvial plain.

Table 1. Chemical characteristics of soils.

Item	pH (1:5)	Ava.P ₂ O	(Sol. SiO ₂)	C.E.C	Extractable cation (me/100g)		
		(p.p.m)	(p.p.m)		(me/100gr)	Ca	Mg
Value	5.9	64.0	49.0	9.32	3.3	1.3	0.32

2. 試驗 處理 및 方法

(1) 試驗處理

試驗處理는 Table 2에서 보는바와 같이 6處理로

하고 亂塊法 3反覆으로 하였으며 區當 面積은 20m²로 하였다.

Table 2. Experimental treatments.

No.	Item	Remark
1	Check	N 12kg/10a P 6kg/10a K 8kg/10a
2	Fused phosphate 50kg/10a	2% citric acid solu. P ₂ O ₅ 20%
3	Fused phosphate 100kg/10a	Soluble SiO ₂ 25%
4	Fused phosphate 150kg/10a	Soluble CaO 30%
5	Fused phosphate 200kg/10a	Soluble MgO 15%
6	Fused phosphate 250kg/10a	other 10%
※ Manufacture Pungnong Korea		

(2) 耕種 및 調査方法

水稻品種 八紘을 供試하여 6月 15日에 栽植距離 30cm×15cm(坪當 72株)에 株當 3~4本式으로 移秧을 하였으며 施肥方法은 三要素(窒素:尿素, 磷酸:熔

磷 加里:鹽化加里)中 窒素은 50%基肥, 30% 分藥肥, 20% 穗肥의 比로 磷酸은 全量基肥로 加里는 基肥로 70% 幼穗形成期에 30%의 比로 施肥하였다. 그리고 改良劑로서의 熔磷은 處理와 같이 全量을 基

肥로 하여 作土와 잘 混合하였다.

其他는 全北 農村振興院 水稻 一般標準 耕種法에 準하였다.⁸⁾

調査 項目은 穗數, 粒數, 登熟比率, 1,000粒重 및 10a當 收量等을 調査하였으며 調査方法은 當院標準調査法에 準하였다.

土壤分析은 試驗 前後에 걸쳐 pH, 有效磷酸, 有效 珪酸, 鹽基置換容量, 置換性鹽基等을 常法에²⁷⁾ 依하

여 分析하였다.

結果 및 考察

1. 生育量

處理別 水稻收量과 關係가 깊은 各 項目에 對하여 調査한 成績을 보면 Table 3 과 같으며 이들 收量構 成要素와 收量과의 關係를 調査한 結果는 다음 Fig.1 과 같다.

Table 3. Effect of treatment on various agronomic characters.

Treatment	Item	No. of panicles per hill	No. of grains per panicle	1,000 grain weight(g)	Weight of 1l (g)	Maturing ratio (%)	Yield (kg/10a)		Grain yield index	Index leaf Blast (%)
							rough rice weight	br-brown rice weight		
1. Check		15.9	76.6	22.0	784	62.5	440	343	100	1.9
2. fused phosphate		15.6	80.7	19.2	784	64.8	510	376	109	1.8
3. "	50kg/10a	17.0	83.7	22.1	786	75.4	518	389	113	1.4
4. "	100kg/10a	17.0	83.6	22.6	785	75.6	525	393	114	1.6
5. "	150kg/10a	17.5	78.3	22.8	786	76.0	533	436	127	1.5
6. "	200kg/10a	16.8	80.9	22.7	782	75.4	545	420	122	1.6

L.S.D. 5%=75.13

C.V.=10.5%

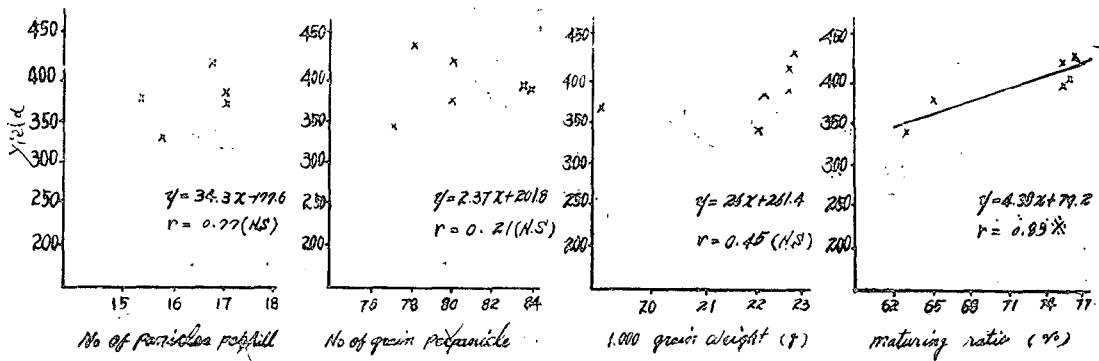


Fig. 1. Relationship between the yield and yield components

收量構成要素中 穗數에 있어 標準區 15.9本에 比하여 熔燐의 施用量이 增加함에 따라 1~2本 程度 增加傾向이며 收量과의 相關 關係는 $r=0.77$ 로 높으나 統計的 有意性은 없었다. 粒數는 標準區 76.6個에 比하여 各 處理 共히 若干씩 增加하고 收量과는 $r=0.21$ 로 微微한 正의 相關을 나타내고 있다. 1,000粒重 역시 各 處理 共히 微微한 增加傾向이며 收量과는 $r=0.45$ 로 낮은 正의 相關을 나타내고 있다. 그러나 登熟比率에 있어서는 標準區 62.5%에 比하여 65~76% 程度로 熔燐施用量의 增加로 因하여 3~

13%의 增加傾向으로 收量과는 $r=0.83$ *로 有意한 正의 相關을 나타내고 있다.

熔燐은 榮養生長期 및 生殖生長期等 全 生育期를 通하여 增收에 이바지한 것 같다. 이에 對하여는 吳¹⁵⁾ 等の 見解와 一致하고 있다. 또한 葉稻熱病 罹病率도 標準區 1.9%에 比하여 各 處理 共히 낮은 傾向이다 이와같은 現象은 熔燐을 多量 施用함으로써 熔燐中의 磷酸分뿐만 아니라 多量의 珪酸, 石灰 및 若土等의 無機養分의 供給으로 말미암아 健全한 生育期 한테 原因이 있으며 이러한 傾向은 國內外의 여러 試

驗結果등에서도 엇볼 수 있다.^{3,4,5)}

10a當 收量을 보면 標準區에 있어 玄米 343kg에 比하여 熔磷의 施用量이 增加함에 따라 33~93kg 程度의 收量增加로 10~27%의 增收性을 나타내고 있다. 이는 前記한바와 같이 收量 構成要素中 穗數, 및 登熟比率이 增加한데 있으며 各 處理中 熔磷

200kg/10a 施用區가 特히 穗數, 1,000 粒重 및 登熟 比率이 높아 가장 많은 增收性을 나타내고 있어 砂 質漏水土沓 改良面에 있어 期待가 크다.

2. 試驗後 土壤分析 結果

各 處理別 試驗後 土壤(表土)의 分析成績은 다음 Table 4. 와 같다.

Table 4. Results of soil analysis (top soil) after the experiments

Treatment	Item	pH (1 : 5)	Ava. P ₂ O ₅ (ppm)	Solu SiO ₂ (ppm)	C.E.C. (me/100g)	Extractable cation (me/100g)		
						Ca	Mg	K
1. Check		5.8	58.0	45.0	11.85	3.6	0.9	0.31
2. Fused phosphate 50kg/10a		6.1	104.0	45.0	10.75	3.9	1.2	0.31
3. Fused phosphate 100kg/10a		5.9	117.0	65.0	12.73	3.1	2.5	0.31
4. Fused phosphate 150kg/10a		6.3	181.0	87.0	14.29	4.8	2.8	0.31
5. Fused phosphate 200kg/10a		6.2	192.0	89.0	12.38	4.6	2.6	0.34
6. Fused phosphate 250kg/10a		6.1	189.0	89.0	12.49	3.9	2.9	0.31

表4에서와 같이 試驗後 土壤의 各 要素別 含量은 標準區를 除外하고는 試驗前에 比하여 各 要素 共히 增加되고 施用量이 增加할수록 增加傾向을 나타내고 있다. 各 要素別 含有量을 보면 pH值에 있어 標準區에 있어서는 試驗前에 比하여 0.1 減小傾向으로 이는 本 試驗地가 河川 流域의 砂質土이기 때문에 漏水에 依하 鹽基類가 溶脫 되었기 때문일 것이며 熔成 磷肥의 施用量이 增加함에 따라 pH值도 增加傾向으로 0.3~0.4程度 增加함은 熔磷中의 Alkali 가 作用 하였기 때문이며 이와같은 傾向은 여러 試驗結果에서도 엇볼 수 있다.^{1,15,29,31)} 磷酸含量에 있어서는 試驗前 64ppm에 比하여 역시 標準區에서 58ppm 로서 減小의 傾向이다. 그러나 熔磷의 施用量이 增加함에 따라 顯著하게 增加되어 2~3培 以上の 含有值를 나타내고 있다. 이는 熔磷을 多量 施用함으로 因하여 土壤酸度가 增加되어 土壤中의 活性 Al 또는 活性鐵量을 減小시켜 石灰의 固定量이 增加되었으며 또한 熔磷中의 磷酸分은 拘溶性이기 때문에 土壤에 對한 固定力이 弱한데 原因된다. 磷酸 多量 施用時 跡地의 磷酸殘有量과 各 固定磷酸에 對하여 Satoru. S.ete^{24,25,26)} 은 磷酸 施用量이 增加할수록 이에 比例하여 磷酸의 殘有量도 增加하였으며 火山灰土에서는 活性 Al에 依한 固定量이 가장 크며 다음 石灰 및 鐵에 依하여 固定되고 冲積上에서는 火山灰土 보다는 磷酸의 固定이 적었다고 報告한바 있다. 또한 朴¹³⁾ 들이 우리나라 表層土의 磷酸 吸收力을 調査한바에 依하면 大部分 多量의 石灰에 依한 固定磷酸이 많다고 報告하고 있으며 또한 水溶性 磷酸보다 拘溶性 磷酸이

石灰에 依한 固定量이 더 많고²⁴⁾ 殘有된 磷酸에 對한 水稻의 肥効試驗²⁶⁾에서 施肥量에 依하여 磷酸이 多量 殘有될수록 더욱 顯著하다는 報告와 같이 殘効가 期待된다.

可溶性 珪酸含量에 있어 50kg/10a 熔磷施用區에서는 標準區와 같이 45ppm로 試驗前 49ppm에 比하여 若干 減小傾向을 나타내고 있으나 熔磷 100kg/10a 以上 施用量을 增加함에 따라 殘有 珪酸量도 增加하고 있다. 이는 熔磷中의 珪酸이 土壤中의 石灰와 作用하여 珪酸石灰等의 化合物을 形成하여 存在하고 있기때문일 것이다. 그리고 置換性 鹽基類에 있어 石灰는 試驗前 3.3me/100g에 比하여 試驗後에 있어서는 標準區를 爲始하여 各處理 共히 增加傾向으로 이는 標準區에서도 三要素中 磷酸量은 熔磷을 施用한 關係로 各處理 共히 熔磷中의 石灰分에 依하여 增加되었으며 이에 對하여는 여러 報告^{15,29,31)}와 같은 傾向이다. 다음 苦土分 역시 標準區를 除外하고는 各處理 共히 增加傾向이며 施用量 增加와 더불어 顯著하게 增加하고 있다. 이도 熔磷中에 含有된 苦土分이 多量 施與된 關係이며 이에 對하여 吳¹⁵⁾ 등도 報告한바 있다. 또한 加里에 있어서는 試驗前後 各處理 共히 變化가 없으며 熔磷 200kg/10a 施用區에서 0.02程度로 微微한 增加傾向이다.

鹽基置換容量에 있어 試驗前에 比하여 試驗後 各處理 共히 增加하고 있다. 이와같이 熔磷의 多量施用으로 因한 土壤緩衝力의 增加 등은 前記收量增加와 相關이 있으며 特히 置換活鹽基中 苦土의 增加 傾向은 多量 施用된 磷酸分의 植物體內의 移轉에 重要한

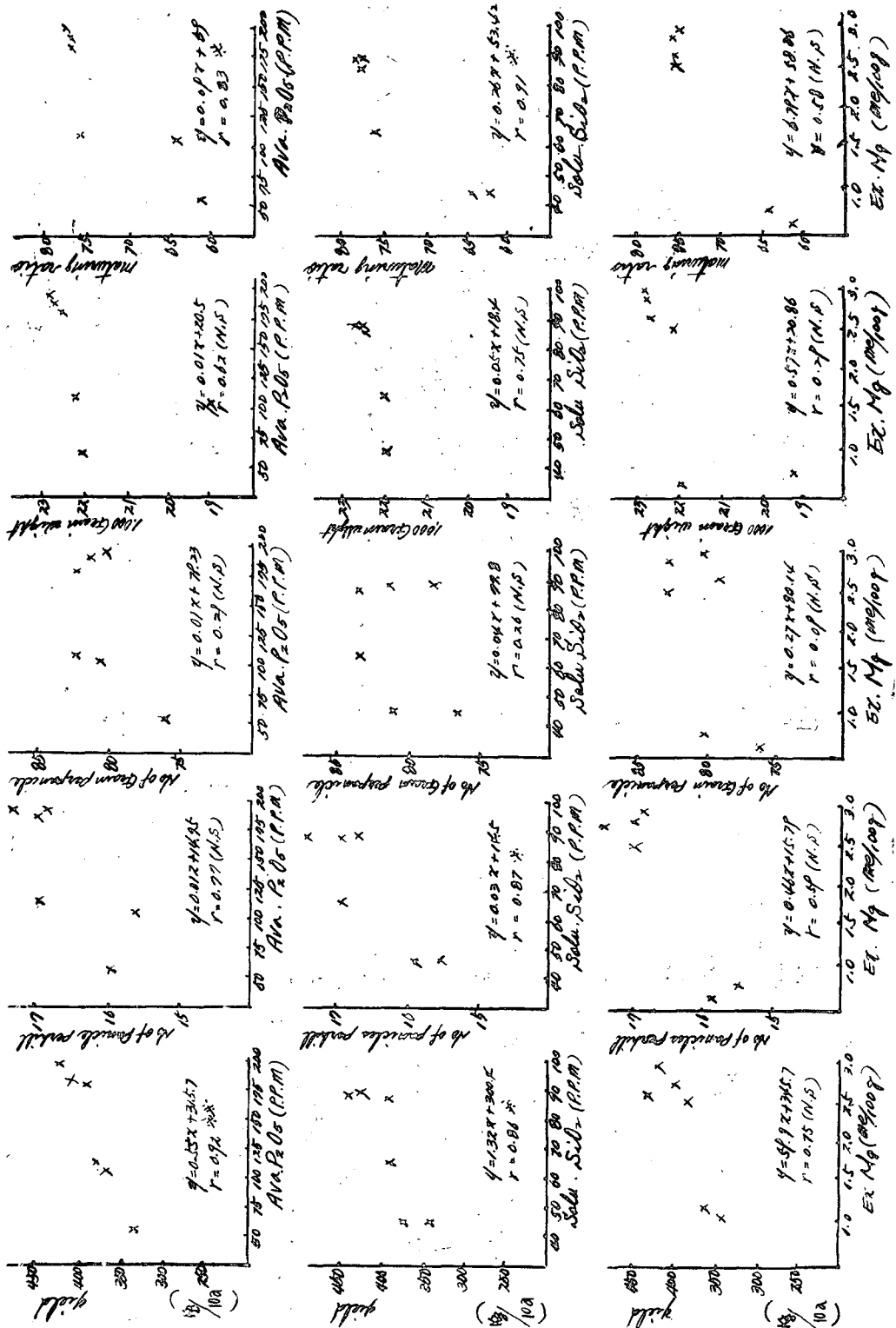


Fig. 2. Relationship between the yield and some of soil characteristic.

役割을 하지 않으나考慮되며 이에 對하여는 Russel³⁰⁾等도 報告하고 있다. 이렇게 보면 熔磷은 磷酸 및 石灰뿐만 아니라 Mg을 供給하여 土壤成分의 均衡을 維持시키는 役割을 하는 것 같으며 또한 珪酸의 供給源으로도 매우 優秀한 綜合改良資材라고 볼수 있다.

한편 土壤中에 있어서의 成分含量이 收量과 關係가 있을것으로 생각되어 이들과의 關係를 調査한 結果는 Fig. 2 와 같다.

Fig. 2에서와 같이 土壤中에 있어서 熔磷施用으로 顯著히 增加된 各 要素別 含量과 收量 및 收量構成 要素間의 相關關係에 있어서 첫째 有効性 磷酸含量과의 關係를 보면 收量間 $r=0.92^{**}$ 로 統計的으로 高度의 有意한 正의 相關이 있으며 收量構成要素와는 穗數에 있어 $r=0.77$, 粒數에 있어 $r=0.29$, 1,000 粒重에 있어 $r=0.62$ 로 統計的으로는 有意성을 認定할수 없으며 登熟比率間에는 $r=0.83^*$ 으로 統計的으로 有意한 正의 相關을 나타내고 있다. 이에 對하여 安²⁾金⁹⁾도 磷酸質肥料의 肥種別 施用效果에서 또 沈²⁰⁾等은 低位生産畝 土壤에 對한 磷酸의 效果에서 報告하고 있다. 둘째 可溶性 珪酸含量과의 關係를 보면 收量間 $r=0.86^*$, 穗數에 있어 $r=0.87^*$ 로 統計的으로 正의 相關이 認定되며 粒數 및 1,000 粒重에 있어서는 $r=0.26$, $r=0.75$ 로 統計的으로는 有意성이 認定되지 않으나 登熟比率에 있어서는 $r=0.9^*$ 로 統計的으로 有意한 正의 相關을 나타내고 있다. 이에 對하여는 過去 國內外를 通하여 많은 報告^{5,6,7,8,9)}가 있으며 本 試驗에서 얻어진 結果와 一致하고 있다. 셋째 置換性 苦土含量과의 關係를 보면 收量間 $r=0.75$, 粒數間 $r=0.59$, 粒數間 $r=0.09$, 1,000 粒重間 $r=0.29$, 그리고 登熟比率間 $r=0.58$ 로 統計的으로는 有意성이 認定되지 않았다. 石塚^{6,7)}等은 Mg의 缺乏時에는 珪酸의 吸收가 沮害되고 珪化細肥의 形成이 不充分하고 植物體內 可溶性 窒素化合物의 異常蓄積에 依해 稻熱病에 對한 抵抗性이 減小한다고 했으며 加里 및 Mg의 缺乏은 稔實率 및 千粒重이 低下된다고 하였다. 林¹⁰⁾은 우리나라 多收穫畝 土壤과 低收穫畝 土壤의 置換性 鹽基含量을 比較한바 있으며 多收穫畝 土壤의 Mg 含量이 低收穫畝 土壤의 그것보다 大體로 많음을 認知하였다. 한편 熔磷은 Mg 含量이 많은바 이 Mg은 磷酸移轉에 重要한 役割을 하는 것 같다.³⁰⁾

이와같은 論據로 漏水性 砂質土에 對한 熔磷의 施用效果는 窒素, 加里를 除外한 다른量 및 微量成分을 比較的 均衡性이 있고 또한 均一하게 含有하고 있

어 이들은 弱酸 (2% Citric acid)에 잘 溶解되기는 하나 물에만은 不溶性이기 때문에 流失이나 溶脫度가 적으며 全體的으로 鹽基性이기 때문에 酸度 矯正能力이 있고 磷酸, 珪酸 및 苦土가 充分하게 供給됨으로 因하여 磷酸에 依한 蛋白質代謝의 促進으로 光合成이 旺盛하여 稔實이 充實하였고 이때 珪酸의 效果가 並行되었으며 苦土에 依한 磷酸의 植物體內 移轉³⁰⁾ 및 吸收調節과 土壤中 置換性 鹽基의 均衡等으로 養分의 吸收가 원활하여 收量增大를 期한데 있다.

摘 要

低位生産地인 漏水性 砂質土에 對한 綜合 改良資材로서의 熔成磷肥에 對한 施用效果試驗을 實施한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 水稻 收量은 熔磷 施用量 增加와 더불어 33~93kg 程度의 收量增加로 指數 10~27%까지 增收性を 나타내고 있으며 이는 收量構成要素中 穗數, 및 登熟比率이 增加하였고 稻熱病 罹病率이 적은데 있으며 施用適量은 200~250kg/10a 程度이다.

2. 試驗後 土壤中의 各 要素別 含量變化에 있어 施用量이 增加함에 따라 pH值, 有効磷酸, 可溶性珪酸, 置換性石灰 置換性苦土 및 鹽基置換容量 등이 增加되었으며 置換性 加里는 變化가 없었다.

3. 土壤中 各 要素別 收量 및 收量構成要素間의 相關을 보면 磷酸 및 珪酸은 玄米收量, 登熟比率 및 穗數(珪酸에 限함)에 있어서 統計的 有意한 正의 相關이 있었으며 그밖에는 有意的 相關關係를 認定할 수 없었다.

IV 文 獻

1. 安鶴洙. 1971. 土壤生産力의 根本的인 改良을 中心으로한 水稻多收技術과 施의 條件의 再檢討 및 生産性的 向上에 對하여. 營農技術市場情報 1 No. 4-5:1-7)
2. —, 鄭熙敦, 安鐘成, 慮浚晶, 金圭源, 沈相七. 1972. 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 (2報). 韓國農化 학회지 15 : (1) 85-92.
3. 藤原彰夫, 大平幸次. 1959. 高等植物における 磷生理的植物に 關する 研究(第1報). 日土肥誌 30 (4) : 162-170.
4. 林武, 小川陽司, 吉宇田弘. 1951. 磷酸의 水稻生

- 産能率にフソテ. 日土肥誌 22: 29-32.
5. 橋元秀教, 甲田知則, 三井進手. 1948. 老朽化水田土壤に對する 鹽基及び 珪酸添加て影響. 日土肥誌 19(3):61-62.
 6. 石塚喜明, 里早川康夫. 1951. 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.
 7. ——. 1960. 水稻の 要素 代謝と關する 研究 (第5報). 日土肥誌 31:491-494.
 8. 全羅北道農村振興院. 1971. 改良劑로서 의 溶成磷肥施用量試驗. 全北試研報 305-311.
 9. 川島祿即. 1927. 水稻稻熱病に對する 珪酸の 影響. 日土肥誌 1:86-91.
 10. 金正基. 1969. 磷酸質肥料 및 磷酸質強化推肥가 水稻收量 및 收量構成要素에 미치는 影響. 韓作誌 7:65-70.
 11. 李殷雄, 尹用大. 1963. 水稻에 對한 珪酸, 망강 및 鐵을 主成分으로하는 肥料의 施用試驗. 韓作誌 1:46-48.
 12. 小野寺伊勢之助, 影島準一. 1936. 珪酸の 植物生育に 及ぼす 影響の研究(第1報). 日土誌 10:318-333.
 13. 大川金作. 1937. 珪酸の 植物に對する 生理的機能に 關する 研究(第7報). 日土肥誌 11:382.
 14. 太田道雄. 1964. 鑛滓の 肥料學的利用に 關する 研究. 風聞書房 147-149.
 15. 吳旺根. 1968. 水稻作에서 各種磷酸質肥料의 肥効에 關한 研究. 韓國土肥誌 1(1):27-42.
 16. 朴天緒. 1962. 忠南大學校 碩士學位論文.
 17. ——. 韓基確, 林秀吉, 李載暉. 1969. 우리나라 表層土의 磷酸吸收力에 關한研究. 韓國土肥誌 2(1):1-13.
 18. ——. 1970. 한국 논토양 갈이흙의 有效珪酸含量과 珪酸질비료의 효과와의 관계 및 有效珪酸含量 분포 및 施用량에 關한 연구. 농신연보 13(식물환경): 1-22.
 19. 朴永大. 1967. 秋落畚土壤에 生育한 水稻의 養分吸收. 農試研報. 10(3):23-25.
 20. —, 金泳燮, 權恒光, 朴章烈. 1968. 綜合無機 養分(SiO₂ Ca Mg, Mn)과 水稻品種의 秋落畚의 收量에 미치는 影響. 農試研報 11(3):29-33.
 21. —, —. 1968. 秋落畚土壤에서 生育한 水稻에 對한 珪灰石의 效果. 韓國土肥誌 1:61-71.
 22. —, —. 1971. 秋落畚土壤에 對한 珪酸의 增收效果. 韓國土肥誌 4(1):1-11.
 23. 鈴木新一, 前田正勇. 1968. 水稻의 秋落改良に 對する 考察. 日土肥誌 19(3):91-92.
 24. Satoru, S and F. Higuchi. 1970. Fractionation of Phosphorus Accumulated in Volcanic Soil on ash soil with Ample Supply of Phosphatic Fertilizer. J. Sci. Soil Manure, Japan 41:319-322.
 25. —, — 1970. Influence of difference the form of phosphorus accumulation in paddy soils J. Sci Soil manure-Japan 41:353-35).
 26. —, — and T. Suzuki. 1971. Influence of phosphorus accumulated in soil on the growth and yield of rice plant and change of form of soil phosphorus by the cultivation on rice plant 42:108-123.
 27. 植物環境研究所. 1970. 土壤化學分析法 136.
 28. —, —. 1971. 土壤統說明書(英文) 第1卷 土壤 調查資料 3.
 29. 沈相七, 宋基俊, 金貞子. 1971. 低位生産畚土壤에 對한 改良劑와 磷酸의 效果. 韓國土肥誌 4(1): 21-26.
 30. Russel E. Walfer. 1961. Soil condition and plant growth. Longmans: 36.
 31. 윤석권, 고재영, 이명구. 1971. 규산질물질의 자원별 분시 효과시험 식환시연보 1편 (3)531-(3) 668.
 32. 李允煥, 韓基確, 林善旭. 1971. 水稻에 對한 合成 珪酸物質의 效果. 한국농화학회지 14(3):183-189,