

## 洛東벼의 土壤中 有效磷酸 利用과 그 定量方法

金龍周 · 金進鎬 · 朴愚詰

慶北大學校 農科大學 農化學科

### Utilization and Quantitative Analysis Method of Available Phosphorus in Soils for Nak-Dong Rice

Kim, Yong Joo · Kim, Jin Ho · Park, Woo Churl

Dept. of Agricultural Chemistry, Coll. of Agric., Kyungpook Natl. Univ.

#### Summary

The pot experiment was conducted using soils with varying contents of available phosphorus to select the reasonable method for determination of the available phosphorus content in soils for Nak-Dong rice cultivation.

On a basis of the responses to the phosphorus fertilizer applied, the linear correlation coefficients by Bray No. 1, Bray No. 2, Lancaster, North Carolina and Olsen methods were 0.887, 0.868, 0.879, 0.952 and 0.914 for Nak-Dong rice yield, respectively. Of the methods tested, North Carolina method was the most suitable for determining the phosphorus content in soils for Nak-Dong rice.

The phosphorus application promoted the growth of Nak-Dong rice in pots for culm, tiller number, available stem and grain number per ear.

Based on this experiment it could be presumed that the recommended quantity of phosphorus fertilizer should attain to 5kg per 10a to promote the growth of Nak-Dong rice in A-soil and 10kg per 10a in B-, C- and D-soil.

The results from the pot experiment will be somewhat different from those from the field experiment. Therefore, field experiment should be carried out for further information.

#### 緒 論

磷酸은 水稻 生育에 있어서 窒素, 칼리와 같이 3要素로서 重要하다. 벼에 對한 磷酸의 效果는 移秧期 低温下에서 活着을 促進시키고 分蘖을 增加시키며 生理的 低温抵抗性を 높이는 것으로 알려져 있다.

우리나라 벼 栽培에서는 磷酸 反應이 발作物에

比해서 작다.<sup>1)</sup> 이는 논 土壤의 境遇 湛水에 依해서 土壤 自体 磷酸의 加水分解 및 磷酸 化合物의 溶解度 增加에 基因한 有效磷酸의 增加와 施肥한 磷酸이 土壤 中에서 吸着과 固定이 容易하며 移動이나 溶脫이 적은 理由 때문인 것으로 생각된다. 實際로 논 土壤이 還元狀態에 있을때 磷酸의 有效도가 增加한다는 것이 報告되어 있으며<sup>2), 3)</sup>, 磷酸의 有效도가 增加하는 것은  $FePO_4$  가

Fe<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>로 되면서 溶解도가 훨씬 커지며, 一般는 土壤에서는 상당히 많은 量의 磷酸이 磷酸鐵化合物 形態로 存在하기 때문에 이 原理에 依한 磷酸의 有效度 增加는 상당한 意義가 있을 것이라고 여겨져 왔다.<sup>2), 3)</sup>

土壤 中에 存在하는 磷酸은 土壤 溶液中 溶解된 磷酸, labile 磷酸, Non-labile 磷酸으로 나눌 수 있다.<sup>1)</sup> 여기서 磷酸의 量과 labile 磷酸의 含量은 비슷한 概念으로 植物이 利用할 수 있는 磷酸으로 되어 있어 有效磷酸이라고 말하고 있다.

有效磷酸을 定量하는 方法에는 浸出液을 利用하는 法, 同位元素나 合成樹脂를 利用하는 法이 알려져 있다. 合成樹脂를 利用하는 法은 一般的인 土壤 檢定에는 利用되지 않고 土壤 磷酸의 基礎的 研究를 위한 方法으로 使用되어지고 있다.<sup>4)</sup>

浸出液을 利用한 有效磷酸 定量方法을 浸出液의 組成을 中心으로 살펴보면 4가지로 나누어지고 있다.<sup>5)</sup>

첫째, 强酸의 稀釋溶液<sup>2), 3)</sup>, 둘째, 强酸의 稀釋液과 錯이온으로된 溶液<sup>6)</sup>, 셋째, 弱酸의 稀釋溶液<sup>7)</sup>, 넷째, 緩衝化된 알카리 溶液이다.<sup>8), 9)</sup>

各種 浸出液에 依해 浸出되는 有效磷酸은 labile 磷酸의 全部 또는 一部の nonlabile 磷酸이 어느 程度 包含된다고 생각된다. 廣範한 地域이 아닌 性狀이 비슷한 土壤에서는 labile 磷酸과 各種 浸出液에 依한 有效磷酸 사이에는 相關이 있다고 한다.<sup>10), 11)</sup> 浸出液에 依한 有效磷酸 定量方法의 適合成은 定量方法別 浸出磷酸 含量과 收量, 相對收量 및 磷酸吸收量같은 labile 磷酸의 測定値와 相關을 求하여 相關이 높으면 選擇되고 相關이 낮으면 適合하지 못한 것으로 評價한다.<sup>12)</sup>

그러므로 地域과 作物에 따라서 適合한 有效磷酸 定量方法은 相異하기 마련이다.

一般的으로 土壤 條件이 多様한 넓은 地域에서 使用할 때는 Olsen 法과 Bray No.1 法이 適合하였고, Morgan 法은 좋지 못했다.<sup>13)</sup> 또한 土壤 pH가 7.0 以下인 地域에서는 North Carolina 法이 適合했다.<sup>14)</sup> 어떠한 作物을 栽培하기 위하여 土壤 中 有效磷酸을 正確하게 定量하는 方法을 測定하는 理由는 磷酸施肥量을 決定하기 위함이다.

따라서 土壤 中 有效磷酸 含量別로 磷酸 施肥效果를 把握하여 이것을 根據로 하여 土壤을 몇 개의 等級으로 나누고 等級別로 磷酸 施肥效果를 期待할 수 있는 磷酸 施肥量을 求하는 것이 바람직한 方法이라고 한다.<sup>15)</sup>

Fitts 와 Nelson은 土壤 中 有效磷酸 含量을 Low, Medium 및 High로 區分하여 施肥量을 決定하였다.<sup>16)</sup> 이것은 實用的으로 많은 도움이 되나 定量的인 概念이 缺如된 缺點을 갖고 있다.<sup>17)</sup>

Waugh<sup>18)</sup>들은 非線型 Model을 使用하여 土壤 中 有效磷酸 含量과 相對收量과 關聯지어 有效磷酸 定量方法을 Scatter diagram<sup>19)</sup>에 依하여 評價하고 Critical level<sup>20)</sup>을 設定하였다.

여기서는 洛東벼 栽培를 위하여 土壤 中 有效磷酸 含量을 浸出液에 依하여 定量하는 方法을 알아보고 定量方法別로 有效磷酸 含量과 相對收量 사이에 相關係數를 究明하여 洛東벼 栽培에 磷酸施肥量을 決定하는 參考가 되게하고 또 回歸曲線을 利用하여 各 土壤別 磷酸 施肥量을 推定하고자 本 實驗을 行하였다.

## 材料 및 方法

### 供試品種

水稻 品種中 韓國에서 獎勵品種이면서 japonica 系統인 洛東벼를 使用하였다.

### 供試土壤

一般的인 客土源으로 利用되고 있는 赤黃色 土壤과 慶北 迎日郡 興海邑 水稻 耕作地에서 磷酸 含量이 North Carolina 法으로 8.27ppm인 土壤, 大邱市 伏賢洞 배자못 주위에 있는 畚土壤 中 有效磷酸 含量이 85.60ppm인 土壤, 그리고 慶北 人學校 試驗 圃場 中에서 有效磷酸 含量이 90.27ppm에 속하는 土壤을 使用하였다.

위 4地域의 土壤을 風乾한 後 2mm체를 통과한 細土를 試料로 使用하여 實驗하였다.

土壤의 物理化學의 特性은 Table 1과 같았다.

供試土壤의 土性은 重粘土~砂質壤土, pH는 4.9~6.2, 有機物 含量은 0.43~2.98, C. E. C는 6.75~16.20, SiO<sub>2</sub> 含量은 44.9~112.6 ppm의 範圍였다.

Table 1. Some properties of soils for pot experiment.

Soil *	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ** (ppm)	Soil texture	pH (1 : 5)	O.M (%)	C. E. C. (me /100 g)	Ex-cation (me /100g)				SiO <sub>2</sub> (ppm)
						Ca	Mg	K	Na	
Soil A	0.20	HC	4.9	0.43	6.75	4.30	1.35	0.29	0.63	44.9
Soil B	8.27	LiC	5.2	2.98	16.20	9.23	6.17	0.24	0.67	99.2
Soil C	85.60	SCL	6.2	2.62	12.90	7.13	3.04	0.40	0.52	87.4
Soil D	90.27	SCL	5.9	2.40	10.70	7.23	2.61	0.16	0.11	112.6

\* Soil A : Red yellow soil

Soil B : Soil from Young-il

Soil C : Soil from Pok-Hyun Dong

Soil D : Soil from Kyoung pook Univ. field for experiment

\*\* Available Phosphorus by North Carolina method

## 栽培方法

洛東벼를 1986年 4月 30日 물못자리에 播種하여 44日間 育苗 後 生育이 均一한 苗를 6月 13日에 pot당 株當 3本씩 移秧하여 栽培하였다.

移秧 後 充分한 水分을 供給하기 爲해서 灌水 하였고 病虫害 防除을 爲해서 6月 30日, 7月 20日, 8月 15日, 그리고 9月 10日에 殺虫劑 및 殺菌劑를 撒布하였다.

## pot 配置와 施肥方法

試驗 pot는 完全 任意配置法으로 3反復 하였다. 施肥方法으로 窒素와 카리는 유안과 염화카리를 各各 N15kg/10a, K<sub>2</sub>O 10kg/10a을, SiO<sub>2</sub>는 30kg/10a을 嶺南作物試驗場의 벼 標準施肥法<sup>2)</sup>에 따라 施肥했고, 磷酸은 0 kg/10a, 5kg/10a, 10kg/10a, 15kg/10a 4水準의 重過石으로 pot當 施肥하였다. 磷酸肥料는 全量 基肥로 施肥하였고, 窒素肥料는 基肥로 50%, 分擘肥로 20%, 穗肥로 20%, 그리고 實肥로 10% 分施했고 카리는 基肥로 80%, 穗肥로 20% 分施하였다.

## 土壤分析

土性, pH, 硅酸含量, 土壤有機物, 陽이온 置換容量 分析은 土壤學 實驗書<sup>3)</sup>을 따랐고, 置換性陽이온은 Atomic Adsorption Spectrophotometer로 測定하였다. 그리고 有效磷酸 含量은 water soluble<sup>4)</sup>, Lancaster<sup>5)</sup>, Bray NO1<sup>6)</sup>, Bray NO2<sup>7)</sup>, Olsen 및 North Carolina 法으로 比色定量 하였다. 定量方法別 浸出液의 組成과 土壤과 浸出液의 比率 및 浸出時間은 Table 2와 같았다.

## 植物体 分析

水稻 自体에 含有된 窒素는 Kjeldahl法으로 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 Ammonium Meta Vanadate 法으로, 그외 陽이온은 Atomic Adsorption Spectrophotometer를 使用하여 測定하였다.

## 結果 및 考察

## 生育狀況

洛東벼 生育에 미치는 磷酸施用 效果를 알아보

Table 2. Soil test methods used for determination of available phosphorus in soil.

Methods	Extractant	Soil : Soln	Shaking time
Bray No1	0.03N-NH <sub>4</sub> F + 0.025N-HCl	1 : 7	1 Min
Bray No2	0.03N-NH <sub>4</sub> F + 0.1N-HCl	1 : 7	40 Sec
Lancaster	2% HAc + 1.5% Lactic acid + 0.11N-NH <sub>4</sub> F + 0.667% (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 0.85% NaOH	1 : 4	10 Min
North carolina	0.05N-HCl + 0.025N-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1 : 4	5 Min
Olsen	0.05M-NaHCO <sub>3</sub>	1 : 2	30 Min
Water soluble	H <sub>2</sub> O	1 : 10	5 Min

Table 3. Effect of P - application on the growth of Nak-Dong rice in soils at 50 days after transplanting

Soil	0Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10a			5Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10a			10Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10a			15Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10a		
	Culm	Tiller	L. L	Culm	Tiller	L. L	Culm	Tiller	L. L	Culm	Tiller	L. L
Soil A	70.2	8	27.9	72.2	11	31.5	75.2	11	33.0	75.7	13	35.2
Soil B	78.7	20	30.6	79.0	23	36.0	78.3	30	36.3	80.0	29	37.7
Soil C	80.3	21	37.2	83.0	24	37.5	85.8	28	38.4	85.7	28	36.8
Soil D	80.2	18	39.0	82.2	20	42.2	83.7	22	37.8	82.2	22	37.3

Culm (cm), Tiller : Tiller number per hill, L. L : Leaf length (cm)

기 위하여 磷酸施用 水準別 草長 및 分蘗數 葉身의 變化를 幼穗形成期傾(移秧 後 50일경)에 調査한 結果는 Table 3 과 같았다.

實驗에 使用된 土壤에서 磷酸施用 水準이 增加함에 따라서 分蘗數와 草長이 10kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a 施用까지는 增加하는 傾向을 보였다. 土壤 A에서 是 磷酸施用 水準이 增加함에 따라서 다소 적은 量이지만 葉身과 草長, 分蘗數가 增加하는 傾向을 나타냈다. 土壤B에서는 磷酸施用量이 增加함에 따라서 分蘗數가 磷酸無施用區와 5kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a에서 보다 10kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a에서 增加幅이 컸고 15kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a일때는 10kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a와 別다른 差異가 없었다. 土壤C와 土壤D에서도 磷酸施用量이 10kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a까지는 草長과 分蘗數가 增加하지만 15kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a에서는 差異가 없었다.

이것은 草長과 分蘗의 增加가 土壤中 有效磷酸 含量이 100ppm 以下에서는 磷酸施用量이 相異함에 따라서 磷酸施用 效果가 認定되었다는 研究 結果와 一致한다.<sup>13)</sup>

Table 4는 移秧 後 50日(幼穗形成期)의 벼 植物體를 分析한 것으로 土壤中 有效磷酸 含量이 낮았던 土壤A나 土壤B에서는 磷酸處理 後의 벼가 土壤中으로부터 吸收한 磷酸의 量이 적었으므로 水稻 生育에 影響을 준 것으로 推定된다. 그러나 土壤B에서 10kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a 以上 磷酸을 施用했을 때는 벼 自體의 磷酸 含量이 土壤C나 土壤D와 別다른 差異가 없었다.

Table 5는 出穂가 完了된 後의 洛東벼 生育狀況을 나타낸 것으로 土壤中에서 草長은 有效磷酸 含量이 많은 土壤 B 및 C, D에 比해서 작았고, 有效莖數는 5kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a 施用까지, 1穗當粒數는 磷酸施用 水準이 增加함으로써 조금씩 增加했다. 이는 水稻 栽培에서 磷酸이 不足하면 草長이 작아진다는 報告와 一致한다.<sup>13)</sup>

土壤B에서 無磷酸施用區일때 草長은 작았지만 5kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a 以上에서부터는 別다른 差異가 없었다. 그러나 磷酸施用이 增加함에 따라서 收量에 큰 影響을 미치는 有效莖數나 穗當粒數는 增加하였고, 10kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a와 15kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a 사이에는 差異가 없었다.

土壤中 磷酸 含量이 많은 土壤C나 土壤D에서는 草長과 有效數의 差異가 없었고 一穗粒數에서는 磷酸施用量이 增加함에 따라서 조금씩 增加하는 傾向이었다. 土壤A은 磷酸 含量이 낮음에도 불구하고 磷酸施肥로 草長, 莖數, 그리고 一穗粒數 등의 差異가 크지 않은 것은 다른 因子가 制限因子로 作用한 것 같고, 土壤B는 施肥量이 10kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a 施用까지 草長, 莖數, 그리고 一穗粒數가 增加한 것은 다른 要因은 充分하나 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 不足해서 磷酸施肥로 增大된 것 같고, 土壤C와 D는 土壤內에 磷酸 含量이 많았으므로 磷酸施用量이 增入하여도 큰 效果가 없었던 것으로 생각된다.

Table 6은 出穂 後의 植物體 無機成分 含量을 나타낸 것으로 植物體 無機成分 含量이 Table 4의 結果에 比해서 SiO<sub>2</sub> 含量을 除外하고는 줄어든 것을 볼 수 있다. 이는 줄기나 잎에 蓄積되어 있던 無機成分 含量이 이삭의 形成을 위해서 移動한 것으로 推定된다.<sup>13)</sup>

#### 收 量

實驗에 使用된 土壤에서 磷酸施肥 水準別 洛東벼의 收量을 Table 7에 나타내었다.

實驗에 使用된 4地域의 土壤이 磷酸無施用區에 比해서 收量이 增加되는 것으로 나타나 磷酸施用 效果가 認定되었다.

土壤A에서는 5kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a 까지 收量이 增加했

고 그 이상에서는 差異가 크지 않았다. 土壤B에  
서는 10kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a, 土壤C와 土壤D에서도 10  
kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a 까지 收量이 增加했고, 그 이상에서는

差異가 크지 않았다.

土壤A와 土壤B에서 磷酸無施用區와 5kgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  
/10a以上 磷酸施用區間의 收量 差異가 큰 것은

Table 4. Mineral contents of Nak-Dong rice at 50 days after transplanting. (%)

Soil Treatment	Contents						
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T-N	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	
0KgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Soil A	0.27	0.98	1.79	0.19	0.17	2.31
	Soil B	0.28	1.34	3.23	0.32	0.29	4.90
	Soil C	0.75	1.38	2.86	0.29	0.32	3.90
	Soil D	0.73	1.24	2.78	0.24	0.30	4.30
5KgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Soil A	0.31	1.26	1.81	0.18	0.15	2.37
	Soil B	0.34	1.32	3.20	0.37	0.28	4.90
	Soil C	0.78	1.40	2.79	0.27	0.30	4.28
	Soil D	0.76	1.21	2.59	0.22	0.34	3.95
10KgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Soil A	0.42	1.02	2.12	0.17	0.17	2.30
	Soil B	0.64	1.34	3.19	0.34	0.25	4.30
	Soil C	0.79	1.39	2.89	0.37	0.28	4.60
	Soil D	0.74	1.22	2.69	0.32	0.32	5.10
15KgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Soil A	0.52	1.22	2.10	0.14	0.17	2.92
	Soil B	0.73	1.36	3.23	0.32	0.25	4.91
	Soil C	0.77	1.40	2.87	0.37	0.31	4.70
	Soil D	0.76	1.27	2.70	0.34	0.34	5.18

Table 5. Effect of P - application on the growth of Nak-Dong rice in soils at 81 days after transplanting

Soil	0Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10a			5Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10a			10Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10a			15Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10a		
	Culm (cm)	stem (No.)	G.N.E.*	Culm (cm)	stem (No.)	G.N.E	Culm (cm)	stem (No.)	G.N.E	Culm (cm)	stem (No.)	G.N.E
Soil A	78.0	5	42.0	79.0	8	44.2	78.7	8	48.3	82.0	9	50.2
Soil B	87.0	17	58.0	92.7	21	80.3	93.2	25	89.7	92.7	25	88.7
Soil C	93.0	20	73	92.0	20	78.8	92.8	25	84.2	93.9	25	84.0
Soil D	92.0	18	72.0	92.3	19	82.1	93.0	21	83.6	92.4	21	82.1

\* G.N.E : Grain number per ear

Table 6. Mineral contents of Nok - Dong rice at 81 days after transplanting. (%)

Soil Treatment	Contents						
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	T-N	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	
0KgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10a	Soil A	0.24	0.54	1.43	0.17	0.15	3.41
	Soil B	0.27	0.86	2.10	0.29	0.24	5.92
	Soil C	0.70	0.91	1.43	0.26	0.29	5.72
	Soil D	0.65	0.87	1.47	0.21	0.27	5.37
5KgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10a	Soil A	0.25	0.55	1.42	0.17	0.14	3.71
	Soil B	0.29	0.87	2.12	0.26	0.25	5.70
	Soil C	0.73	0.89	1.44	0.23	0.30	5.62
	Soil D	0.66	0.85	1.47	0.24	0.28	5.67
10KgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10a	Soil A	0.26	0.56	1.43	0.17	0.16	3.41
	Soil B	0.62	0.87	2.10	0.25	0.26	5.64
	Soil C	0.74	0.89	1.48	0.27	0.29	5.70
	Soil D	0.67	0.83	1.50	0.23	0.27	6.12
15KgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10a	Soil A	0.27	0.52	1.42	0.16	0.14	3.92
	Soil B	0.63	0.87	2.12	0.24	0.25	5.20
	Soil C	0.75	0.82	1.47	0.26	0.27	6.03
	Soil D	0.66	0.84	1.57	0.25	0.28	5.92

Table 7. Effect of P-application on yield of Nak-Dong rice.

Soil	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg / 10a				Relative yield			L. S. D
	0	5	10	15	0/15kg	5kg/15kg	10kg/15kg	
		(yield g/hill)				(% )		
Soil A	4.9	8.3	8.4	8.7	56.3	95.4	96.6	1.31
Soil B	18.9	30.7	38.1	38.1	49.6	80.5	100.0	4.60
Soil C	23.1	25.6	32.6	31.9	72.4	80.2	100.2	3.12
Soil D	21.6	25.8	27.1	27.2	79.4	94.9	99.6	3.40

Table 8. Available phosphorus content in soil extracted by different methods.

Soil	R. Y* (%)	Methods					
		Bray No 1	Bray No 2	Lancaster (ppm)	N. Carolina	Olsen	Water soluble
Soil A	56.3	0.21	2.54	0.31	0.20	0.36	—
Soil B	49.6	10.45	18.01	11.39	8.27	8.08	0.07
Soil C	72.4	86.12	98.15	87.30	85.60	68.51	0.24
Soil D	79.4	97.20	124.98	99.98	90.27	78.56	1.43

$$R. Y. * = \frac{\text{Yield of } 0\text{Kg P}_2\text{O}_5 / 10\text{a}}{\text{Yield of } 15\text{Kg P}_2\text{O}_5 / 10\text{a}} \times 100 (\%)$$

土壤中 有效磷酸보다도 다른 要素가 制限因子로 作用한 것 같다.

Table 7의 結果는 Table 3과 Table 5의 生育狀況을 調査한 結果와 유사한 경향을 보이고 있다. Table 3과 Table 5의 生育狀況 調査 結果에서 土壤A는 5kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a, 그의 土壤에서는 10kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a 이상에서 草長, 有效莖數, 그리고 穗當粒數가 增加했다.

#### 定量方法別 有效磷酸 과 收量曲線

洛東벼의 磷酸에 對한 反應 豫測度가 높은 定量方法을 選定하고자 供試土壤을 有效磷酸 定量方法別로 分析한 結果는 Table 8과 같았다.

定量方法別 供試土壤의 有效磷酸 含量을 보면 Bray No. 2法이 가장 높았고 다음이 Lancaster, Bray No. 1, North Carolina, 그리고 Olsen 法順이었다. 各 供試土壤別 相對收量과 定量方法別 有效磷酸 含量과 相關을 求하여 相關이 높

Table 9. Linear correlation coefficients between relative yield and available -P in extracted by various method.

Methods	r. value
Bray No. 1	0.887
Bray No. 2	0.868
Lancaster	0.879
N. Carolina	0.952 *
Olsen	0.914

\* Significant at 5%

은 定量方法을 選定하고자 相關係數를 求하여 본 結果는 Table 9와 같았다.

供試된 4地域의 土壤中 定量方法別 有效磷酸 含量과 相對收量과의 相關係數는 North Carolina 法이 가장 높았고, Bray No. 2法이 가장 낮았다.

本 實驗에서는 North Carolina 法이 5% 水準에서 有意성이 認定되었고 相關係數가 가장 높아서 洛東벼 栽培의 磷酸反應 豫測度를 推定하는데 가장 適當한 方法으로 나타났다. 그리고 各 土壤別 磷酸施肥量을 推定하기 위해서 土壤別 磷酸施用 水準과 收量과의 回歸曲線을 나타낸 것은 Fig. 1 ~ 4와 같다.

試驗土壤中 磷酸施用에 依한 收量 增加는 土壤A에서는 5kg/10a까지 增加하였고, 土壤B와 C, D는 모두 10kg/10a까지 加하여 土壤A의 適正施用量은 5kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a이었고, 土壤B와 C, D는 10

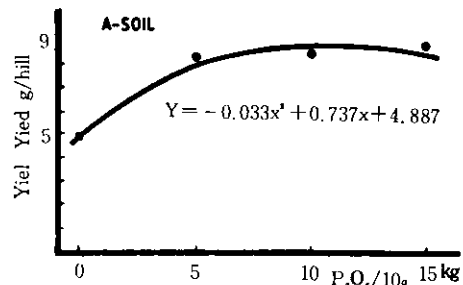


Fig. 1. Changes in yield at the different p-levels in A-soil.

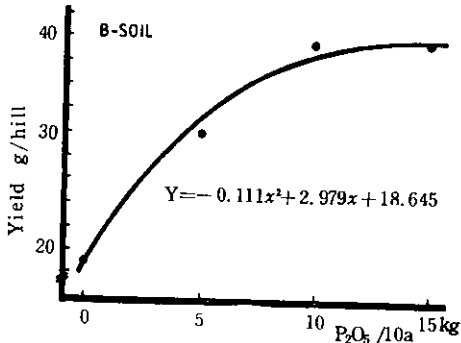


Fig. 2. Changes in yield at the different p-levels in B-soil.

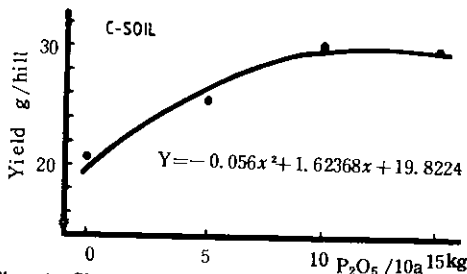


Fig. 3. Changes in yield at the different p-levels in C-soil.

kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a로 나타났다. 土壤A는 無施用時 5g/hill, 磷酸施用에 依해 8g/hill로 施用에 對한 反應 및 收量增加가 大端히 낮았고, 土壤B는 磷酸을 施用하지 않았을 傾度 收量이 18g/hill 정도 였으나 施用量이 增大됨에 따라 收量增加幅이 相當히 커져 10kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a 施用시 38g/hill로 제일 높았고, 土壤B와 C는 無施用時 約 20g/hill 以上 이었던 것에 비해 10kg/10a까지 施用하여도 30g/hill 以下로 施用에 對한 反應이 比較的 작았다.

Table 10. Some properties of soil after experiment.

Soil	pH (1:5)				O.M (%)				T-N (%)				C.E.C (me/100g)			
	0Kg	5Kg	10Kg	15Kg	0Kg	5Kg	10Kg	15Kg	0Kg	5Kg	10Kg	15Kg	0Kg	5Kg	10Kg	15Kg
A	5.0	5.1	5.2	5.1	0.97	0.93	0.96	0.94	0.09	0.10	0.10	0.09	6.72	6.71	6.70	6.73
B	5.4	5.2	5.3	5.4	4.01	3.97	4.13	4.03	1.25	1.27	1.25	1.23	15.94	16.21	16.20	15.90
C	6.0	5.9	6.1	6.0	3.02	3.21	3.34	3.09	1.06	1.09	1.10	1.04	12.80	12.89	12.87	12.90
D	5.7	5.4	5.3	5.4	2.92	2.98	3.02	3.00	1.02	1.07	1.01	1.10	10.69	10.61	10.59	10.64

Exchangeable cation (me/100g)								Available Phosphorus (ppm)							
Ca				Mg				K							
0Kg	5Kg	10Kg	15Kg	0Kg	5Kg	10Kg	15Kg	0Kg	5Kg	10Kg	15Kg	0Kg	5Kg	10Kg	15Kg
2.19	2.21	2.20	2.19	1.30	1.32	1.31	1.31	0.31	0.27	0.29	0.32	0.02	1.36	6.55	12.74
9.01	9.11	9.23	9.11	6.00	6.10	6.12	6.07	0.26	0.25	0.25	0.24	5.10	6.71	7.27	13.27
7.03	7.09	7.10	7.03	2.99	3.00	3.00	2.97	0.41	0.42	0.43	0.41	46.87	60.21	78.87	119.0
7.10	7.11	7.19	7.17	2.59	2.57	2.56	2.60	0.14	0.15	0.17	0.21	64.18	77.29	94.40	109.21

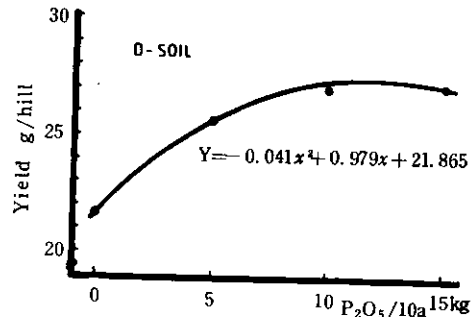


Fig. 4. Changes in yield at the different p-levels in D-soil.

土壤A의 磷酸施用에 依한 收量增加가 적고 5kg 以上에서 나타나지 않고 收量이 極히 낮은 것 과 土壤B의 收量增加에 비해 土壤C와 D의 收量增加가 比較的 적었던 것은 磷酸以外的 他 因子가 收量에 影響을 준 것과 土壤C와 D의 磷酸含量이 土壤B의 8.27ppm보다 85.60과 90.27ppm으로 높음으로서 收量增加가 낮았던 것으로 생각 된다.

Fig. 1~Fig. 4의 結果는 生育狀況을 調査한 Table 3과 Table 5의 結果와 비슷한 傾向을 나타내었다.

#### 4. 試驗後土壤

Table 10은 試驗後 土壤의 性質을 나타낸 것으로 試驗前 土壤에 비해 pH變化는 큰 差異가 없었으나 土壤中の 有機含量은 增加하였는데, 이는 水稻 뿌리의 遺體가 土壤內에 分布되었기 때문이라고 생각된다. 有效磷酸의 含量은 North Carolina 法으로 測定한 것으로 土壤A와 B에서

有效磷酸含量은 土壤C와 D에 비해 작았다. 이는 土壤A와 B의 磷酸吸着係數가 土壤C와 D의 그것보다 더 크기 때문인 것으로 사료된다.

各 土壤의 磷酸吸着係數는 土壤A의 傾遇 760 mg/100g, B의 傾遇 680mg/100g이었고 土壤C와 D는 各各 623mg/100g이었다.

以上の pot 試驗 結果 定量 方法別 有效磷酸의 含量과 相對 取量과의 相關係數는 North Carolina 法이 0.952로 가장 높아서 洛東벼 栽培의 有效磷酸 反應豫測度를 測定하는데 適當한 것으로 나타났으나 實際 圃場狀態에 適用을 하기 爲해서는 圃場試驗을 通하여 再確立을 하여야 할 것으로 생각된다.

### 摘 要

土壤中 有效磷酸 含量을 基準으로 하여 洛東벼 栽培에 磷酸 施肥量을 決定하고 洛東벼 栽培에 利用할 수 있는 有效磷酸 定量方法을 알아 보고자 相關係數를 調査하였다. 또 洛東벼의 有

效磷酸 利用과 磷酸施用 效果를 調査하기 爲하여 土壤中 有效磷酸 含量과 土壤의 物理化學的 性質이 相異한 土壤을 供試하여 pot 試驗한 結果는 다음과 같았다.

洛東벼의 移秧後 生育은 無磷酸區에 비해 磷酸施用區의 初期 生育이 促進되었고, 分蘗이 增加했으며, 위 實驗에 使用된 4地域의 土壤에서 土壤A는 磷酸施用量이 5kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a까지 分蘗數, 草長, 그리고 取量에 큰 影響을 미치는 有效莖數, 粒數가 增加했고 그 以上 施用에서는 別다른 差異가 없었다. 土壤B와 C, D에서는 磷酸 施用量이 10kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/10a까지 有效莖數, 取量이 增加했고 그 以上 施用에서는 差異가 크지 않았다.

有效磷酸 定量方法別 有效磷酸 含量은 Bray No. 2 法이 가장 높았고, Lancaster 法과 Bray No. 1, North Carolina, Olsen 法の 順으로 減少하였다.

Pot 試驗 結果 定量 方法別 有效磷酸 含量과 相對數量과의 相關係數는 North Carolina 法이 0.952로 가장 높았다.

### 引用 文 獻

1. 農業技術研究所 1978. 土壤化學 分析法.
2. Bray, R. H., and L. T. Kurtz. 1945. Determination of total organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci., 59 : 39-45.
3. Cate, R. B., and L. A. Nelson. 1965. A rapid method for correlation of soil test analysis with plant response data. Int. Soil Fert. Eva. Impro. (N.C. State Univ.) Tech. Bull., 1 : 1-77.
4. 崔 延, 1983. 土壤學實驗書. 螢雪出版社.
5. 鄭二根, 洪鍾雲, 1977. 논 土壤의 磷酸有效度에 關한 研究, 韓國土壤肥料學會誌, 10 : 55-60.
6. Colwell, J. D., 1963. The estimation of phosphorus fertilizer requirements of wheat in southern New Wales by soil analysis. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 3 : 190-197.
7. Dyer, B., 1984. On the analytical determination of probable available mineral plant food in soils. Trans. Chem. Soc., 65 : 115-167.
8. Fitts, J. W., and W. L. Nelson. 1956. The determination of lime and fertilizer requirements of soils through chemical tests. Adv. Agron., 8 : 241-282.
9. Kamprath, E. J., and M. E. Watson. 1980. Conventional soil and tissue tests for assessing the phosphorus status of soils. pp. 433-470. In Matthias Stelly (ed.) The role of phosphorus in agriculture. Soil Sci. Soc. Am.
10. 金浩植, 趙伯顯外 5名. 1968. 水稻에 對한 磷酸 및 窒素質肥料의 效用上 關한 研究. 韓國土壤肥料學會誌, 1 : 13-26.



11. Larsen, S., 1967. Soil phosphorus. *Adv. Agron.*, 19 : 151-210.
12. 李殷雄外, 1982. 水稻作, 鄉文社刊, pp. 89-93.
13. Morgan, M. F., 1947. Chemical soil diagnosis by the universal testing system. *Conn. Agric. Exp. Stn. Bull.*, 450: 1-30.
14. Moser, U. S., W. H. Sutherland, and G. A. Black. 1959. Evaluation of laboratory indexes of adsorption of soil phosphorus by plant. I. *Plant Soil*. 10 : 356-374.
15. Okuda and E. Takahasi. 1964. The role of silicon. The mineral nutrition of the rice plant. *John Hopkins, press*, 132-172.
16. Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe, and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extracion with sodium bicarbonate. *USDA Circ.*, 939 : 1-19.
17. Olsen, R. A. 1971. *Fertilizer Technology and Use*. Second edition, Soil Science of America. Inc. Madison Wisconsin, U.S.A. 195-215.
18. Olsen, S., and F. E. Khasawheh. 1980. Use and limitations of physico-chemical criteria for assessing the status of phosphorus in soils. pp. 361-410. In Matthias Stelly (ed.) *The role of phosphorus in agriculture*. Soil Sci. Soc. Amer.
19. 박수준, 1983. 黄色種 담배의 有效磷酸利用과 그 評價方法. 博士學位論文. 慶北大學校 農科大學.
20. Ramula, U. S., and P. F. Pratt. 1967. Phosphorus fixation by soils in relation to extractable iron oxides and mineralogical composition. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 31 : 193-196.
21. 試驗研究報告書. 1983. 嶺南作物試驗場.
22. Sabbe, W. E., and H. L. Breland. 1974. Procedures used by state soil testing laboratories in the southern region of the United States. *South, Coop. Ser. Bull.*, 190 : 1-20.
23. Singluchar, M. A. and R. Samanego. 1973. Effect of flooding and cropping on the inorganic phosphate fractions in some rice soils. *Plant and Soil*. 39 : 351-359.
24. Termann, G. L., 1974. Amounts of nutri-supplied for crops grown in pot experiments. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 5 : 115-121.
25. Thomas, G. W., AND D. E. Peaslee. 1973. Testing soils for phosphorus. pp. 115-132. In L. M. : Walsh and J. D. Beaton (ed.) *Soil Testing and plant analysis*. Revised ed. Soil Sci. Soc. Am.
26. Thompson, E. T., A. L. F. Oliveira, U. S. Moser, and C. A. Black. 1960. Evaluation of laboratory indexes of plant adsorption of soil phosphorus by plant. II. *Plant Soil*, 13 : 28-38.
27. Truog, E., 1930. Determination of the readily available phosphorus of soil. *J. Am. Soc. Agron.*, 22 : 874-882.
28. Waugh, D. L., R. B. Cate, and L. A. Nelson. 1973. Discontinuous models for rapid correlation, interpretation and utilization of soil analysis and fertilizer response data. *Int. Soil Fert. Eva. Impro. (N. C. State Univ.) Tech. Bull.*, 7 : 1-13.
29. Williams, E. G., AND A. H. Knight, 1963. Evaluation of soil phosphate ststus by pot experiments, Conventional extract on methods and of phosphorus. *J. Sci. Food Agric.*, 14 : 555-563.