

P<sup>32</sup> 를 利用한 綠肥의 水稻에 對한 肥効에 關하여

金吉煥\* · 車鍾煥\*\* · 殷錕錫\*\*  
(\*科學技術處, \*\*東國大學校 農林大學)

Effects of Green Manures on Rice using P<sup>32</sup>

KIM, Kil Hwan,\* Jong Whan CHA\*\* and Kwang Suk EUN\*\*  
(\*Ministry of Science and Technology, \*\*College of Agriculture, Dong Kuk University)

ABSTRACT

Organic matter in rice-paddy soils exercises two antagonistic effects on the rice plant under water-logged conditions in growing season in the course of its decomposition: It liberates mineral nutrients and promotes soil fertility. On the other hand, however, it demands oxygen for its decay and therefore competes with rice roots for this element, when applied in large quantity of fresh status. For the practical end of rice culture, it is most desirable that these two effects should not contend with each other. To determine the proper content of organic materials to be applied, the influences of varied amounts of a homogeneous mixture of dried green manure, ranging from 0 to 20 g/pot (1/20,000 tanbo), upon the growth of rice was investigated in a sand culture. Labeled phosphorus fertilizer was also used in the form of  $\text{KH}_2^{32}\text{PO}_4$  to evaluate the availability of this nutrient in the soil.

Under the present experimental conditions, green manure seems to have influenced little on the growth of rice, except on number of grains produced and grains/straw ratio. Moreover, no symptom of growth inhibition is observable even by the largest amount of its application. The available phosphorus, as estimated by A-value, appears to have increased, as the amount of organic materials applied increases. In view of the fact that pure sand instead of a paddy soil is used in this culture, the present results would not be directly applicable to practical rice farming. Besides, the estimated A-value is in need of further study, since it varies according to method of application, as suggested by Nishigaki et. al. (1958).

緒 論

現下 우리나라 農村에서 金肥의 連用이 土性의 極端的 酸性化를 招來하여 地力이 날로 減退되어 가고 이에 따라 水稻의 收穫量이 점점 減少되어 가는 傾向이 있다. 水稻의 成長과 收量을 左右하는 要因들은 많지만 이 中에도 肥料의 種類, 施用量, 施肥期, 施用方法等이 極히 重要的 것들이 되는 것으로 肥料의 合理的인 施用이 무엇보다도 重要的 것이다.

杉山(1959)은 水稻의 低位 生産 原因을 土地 環境 不良과 氣象 環境 不良으로 보았고 仁荊(1951)들은 濕漚에서의 排水 不良 및 有機物 過多를 뿌리의 障害와 關聯시켰다.

이러한 土壤의 土性を 改良하여 生産을 높이는데 有機質 肥料의 效果가 지대함은 많이 알려진 事實이다.

即 適量의 有機質 補給이 米穀 增産을 이룩할 有效한 方途라고 믿어지는데 한편 有機質 肥料의 過用은 湛水狀態에서의 微生物에 依한 分解過程에 있어서 水稻의 뿌리와 酸素의 甚한 競爭을 惹起하여 作物의 滿足할 만한 生育을 阻害한다. 特히 湛水下의 畚土壤은 夏期 高温下에서 水中에 溶存하는 酸

소의 量이 微生物의 要求量에 미치지 못할때 還元狀態가 유도될은 이미 알려진 事實이고(Jeffery 1960), 甚히 還元된 條件下에서는 硫酸鹽이 還元되어 生成되는 有毒한 硫化水素로 因하여 水稻根은 根腐를 일으키고 胡麻葉枯病이 發生하여 低位 生産을 나타내는 結果가 초래된다(鹽入 1952). 또한 湛水狀態에서 너무 많은 부식되지 않은 綠肥施用 土壤에서 탄산가스의 높은 濃度로 水稻에 依한 養分의 吸收가 阻害되는 경우가 많다.

그러므로 有機質 肥料의 施用은 그 適量을 넘어서는 안되며 有機質 無機質肥料사이에 適切한 均衡이 이루어 져야 한다.

本 實驗에서는 有機質 肥料의 이와 같은 施用 適量을 究明하기 爲하여 水稻의 生育 및 磷酸 吸收關係를 P-32를 追跡子로 利用해서 밝히고져 한 것이다.

### 實驗材料 및 方法

本 實驗은 1965년 6월 22일에 水稻 品種 再建을 東國大學校 農場에서 50日 苗를 얻어 Wagner pot(1/20000反)에 苗長 約 30 cm, 葉數 5個 程度인 것을 花盆當 3個體씩 株間거리 9~10 cm 가량 띄어서 自然條件과 비슷하게 野外(原子力 研究所內)에서 有機質 肥料의 施用適量을 알기 爲하여 砂 耕栽培를 한 것이다.

實驗 設計는 無處理區(綠肥를 전혀 包含하지 않은 區), 野草를 乾燥하여 細切하고 均一하게 混合한 것을 花盆當 各各 5 g, 10 g, 15 g 및 20 g 을 모래와 均一하게 混合하여 五處理 六反覆을 Latin Square 法으로 배치하였다.

本 實驗에서 使用된 乾燥綠肥의 無機成分은 다음 表 1 과 같다.

Table 1. Levels of green-manure application.

Treatments	Green manure applied (dw./pot)	Net Contents of macroelements (g/pot)				
		N	P	K	Ca	Mg
Control	0	0	0	0	0	0
1	5	0.16	0.03	0.091	0.0185	0.0065
2	10	0.32	0.06	0.182	0.0370	0.0130
3	15	0.48	0.09	0.273	0.0555	0.0195
4	20	0.64	0.12	0.364	0.0740	0.0260

水分은 花盆을 넘치지 않게 하여 充分히 供給하였다.

6월 26일에 A-Z Solution 과  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  를 一定量씩 各 花盆에 施與하고 7월 1일에 表 2와 같은 量을 蒸溜水에 溶解하여 各 花盆에 施與하였다.

Table 2. Amounts of inorganic fertilizers applied.

Salts	Amount of application (g/pot)
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1.4396
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	0.1760
KCl	0.3470
$\text{MgSO}_4$	0.1697

7월 13일에 이화명종의 需가 있어 Folidol 1000 倍液을 撒布하였으며 7월 19일에 二次 施肥를 하였다. 7월 22일에  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  를 0.356 g 을 施用하고 7월 23일에  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0.0980 g 에  $\text{P}^{32}$  3.2 mc 를 280 cc 로 희석하여 各 花盆當 10 cc 씩 施與하였다.  $\text{P-32}$  를 處理한 後 花盆은 Vinyl house

속으로 옮겼다.

以上の 無機鹽 施與量은 表 3 과 같다. 磷酸 吸收를 알기 爲한 資料 採取는 8月 2日부터 9月 21日

Table 3. Amounts of inorganic fertilizes applied.

Salts	Amounts of application(g/pot)			Net Contents (g/pot)				
	1 st	2 nd	3 rd	N	P	K	Ca	Mg
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.3000	0.0700	0.3700	0.0784				
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	2.1444	0.3670	2.5114	0.2929			0.4191	
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.2640	0.0533	0.3173		0.0729	0.0911		
KCl	0.3470	0.0810	0.4180			0.2244		
MgSO <sub>4</sub>	0.1697	0.0396	0.2093					0.0423
Total				0.3713	0.0729	0.3155	0.4191	0.0423

까지 6次에 걸쳐 10日 간격으로 이루어진 것이다.

生長 調査는 7月 29日부터 週期的으로 測定하여 10月 20日에 收穫했다. 採取된 葉資料속의 全磷酸含量은 Koltzoff & Elving(1961)에 依하고 P-32는 G. M. Counter(Tracerlab Model III)에 依해서 測定되었다.

結果 및 考察

水稻의 生育過程에 對해서는 많은 사람들에 依하여 研究된바 있으나 品種의 特性和 栽培條件의 多樣性에 對한 調査는 더욱 研究할 必要性이 있는것이다.

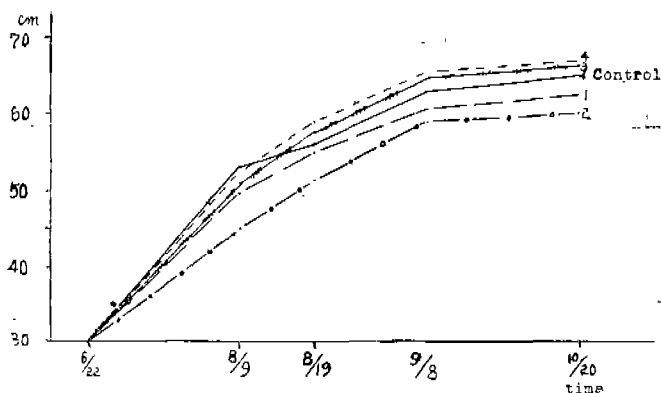


Fig. 1. Influence of treatments on the linear growth of rice.

別로 差異가 없었다.

Table 4. Effect of various amounts of green-manure application on the production of straw (g dry weight/pot).

Replication	Treatments	Control	1	2	3	4
1		6.05	5.77	6.01	5.14	6.37
2		5.80	6.15	5.68	5.34	5.19
3		6.00	5.93	5.88	5.14	5.20
4		5.59	6.36	5.48	5.52	5.40
5		5.50	6.26	5.44	6.30	5.58
Average		5.79	6.09	5.70	5.49	5.55

線生長의 結果를 Fig. 1에서 보면 本 實驗 條件下에서는 一般 畚土壤에서 的 栽培에 比하여 旺盛하지는 못한 편이다, 生長은 有機質의 多少에 따른 差異가 若干 나타났으나 統計的인 有意性은 찾아 볼수 없었다. 即 本年度의 結果로서는 有機物이 分解時에 微生物에 依한 酸素 소비와 水稻根에서의 呼吸에 依한 酸素의 競合으로 生長에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 본다.

또한 處理間 및 時期別 分열수도

위 表 4 에서 보는 바와같이 藥乾物重은 處理間에 有意差가 나타나지 않고 있어 더 以上 論議對象은 안되리라고 생각된다.

Table 5. Effect of various amounts of green-manure applications on the reproductive growth of rice.

Items observed	Treatments					L. S. D.	
	Control	1	2	3	4	5 %	1 %
Average length of ear (cm)	10.9	11.7	11.0	11.5	11.4	—	—
Maturity rate	95.3	94.3	95.0	95.0	95.7	—	—
Number of grain/plant	44.8	45.3	47.7	48.4	49.0	1.48	2.15
Weight of air dried grains (g/plant)	0.89	0.87	0.87	0.87	1.03	—	—

綠肥 施用量이 水稻의 生殖生長에 미치는 영향은 위 表 5 에서 볼 수 있으며 이에 依하면 平均穗長은 無處理區보다 有機質 處理區가 높은 값을 나타내고 있으나 對照區와의 差異는 顯著하지 않다.

稔實率과 稔實風乾重도 處理間의 差異가 나타나지 않고 있어 有機物의 影響이 아직 이 단계로서는 미치지 못하고 있을 것으로 믿어진다.

稔實數는 二倍區以上에서는 對照區보다 훨씬 많은 값을 보이고 高度의 有意性을 나타내고 있다. 이것은 有機質 分解에 依한 結果가 나타난 것으로 다음에 論及하게 되는 磷酸의 生産과 결부시켜 볼 때 興味있는 현상으로 生覺된다.

收穫後의 藥重에 對한 稔實重의 比率(Fig. 2)은 對照區에 比하여 處理區가 높은 값을 보이며 Fig. 2 에 나타난 바와 같은 高度의 有意性을 나타내고 있다.

即 이것은 비록 藥重은 낮을 지라도 稔實重은 有機物 施用의 效果가 나타나서 높은 값을 보인 것이다. 다시 말하면 有機質 施肥에 있어서는 對照區에 比하여 藥養生에서 生殖生長으로 移行하는 過程에서 生殖生長의 相對的 促進이 反映된 것으로 生覺되나 이와 같은 現象이 일어난 原因에 對해서는 本實驗의 制限된 資料로서는 究明하

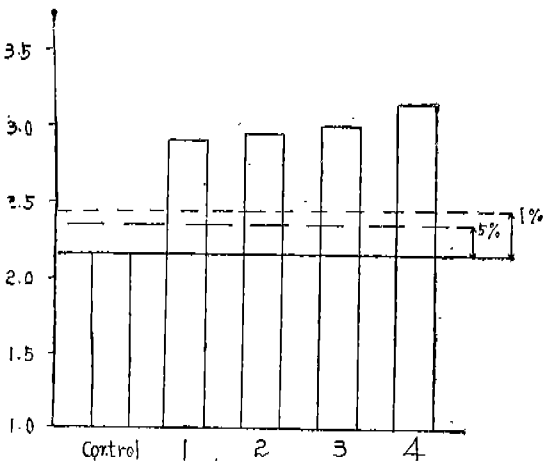


Fig. 2. Seeds/straw ratio of harvested rice as influenced by various treatments.

Table 6. Effect of green-manure amount applied on the phosphorus absorption by the plant as measured in leaves (%).

Date	Treatments	Control	1	2	3	4
8/2		0.081	0.085	0.112	0.121	0.126
8/12		0.110	0.092	0.109	0.099	0.107
8/24		0.074	0.094	0.113	0.120	0.120
9/1		0.102	0.097	0.114	0.112	0.119
9/11		0.122	0.089	0.119	0.127	0.142
9/21		0.122	0.123	0.124	0.144	0.134

기 困難하다. 한편 磷酸의 肥效에 미치는 有機質 肥料의 影響을 追究하기 爲하여 葉內全 P 水準, 標識된 肥料로 부터의 磷酸의 吸收 및 A-Value 等を 調査해 보았는데 葉內 全 P 水準(表 6)은 生長 後期에 높은 傾向을 보이며 處理區에 따른 差異는 大體的으로 有機質 肥料를 많이 施與한 區에서 높은 값을 보였다.

이와 같이 有機質의 施用量이 많은 곳에 燃酸의 含量이 많다는 事實은 有機質 肥料의 分解에 依한 效果라고 生覺되며 本實驗與件下에서는 多量의 有機質施用으로 因한 水稻의 P 吸收가 阻害되지 않았음을 示唆한다.

또한 移秧期에서 出穗期 및 完熟期로 進行될에 따라 全 P 含量이 增加되는 結果는 Ishizuka(1964)의 水稻에 對한 各 生育期別 養分 吸收 調査에서도 같은 結果를 觀察한바 있다.

Table 7. P-32 levels in leaves as influenced by the application of various amounts of green-manure ( $\mu\text{c P}^{32}/\text{g D.W.}$ ).

Date	Treatments	Control	1	2	3	4
8/2		0.37	0.34	0.38	0.28	0.22
8/12		0.35	0.36	0.35	0.35	0.29
8/24		0.41	0.40	0.37	0.29	0.21
9/1		0.36	0.36	0.28	0.26	0.25
9/11		0.38	0.39	0.38	0.23	0.20
9/21		0.35	0.32	0.37	0.24	0.23

葉內 P-32 量은 表 7에서 보는바와 같이 有機質 施用量이 많은 區 일수록 낮은 値를 보였는데 이것은 表 6과 關聯시켜 볼 때 有機質 多施用區에 있어서는 土壤으로 부터의 P 吸收가 相對的으로 많았음을 示唆하는 것이며 이와같은 關係는 後記하는 表 8에서 더욱 明白해 진다.

위의 結果(表 6,7)를 바탕으로 하여 葉內 比較射能을 計算하여 노년 綠肥의 量이 많을수록 점점 減少되는 結果를 보이고 있으며 이러한 結果는 Kasai & Asada(1964)의 實驗 結果에서도 비슷한 現象을 觀察할 수 있다.

Table 8. Portion of phosphorus derived from labeled fertilizer as influenced by the various amounts of green-manure application (%).

Date	Treatments	Control	1	2	3	4
8/2		8.1	7.0	6.0	4.0	3.2
8/12		5.6	6.8	5.6	6.1	4.7
8/24		9.6	7.5	5.8	4.2	3.2
9/1		6.1	6.7	4.4	4.0	3.9
9/11		5.4	7.7	5.6	3.2	2.4
9/21		5.0	4.6	5.1	3.0	3.0

한편 Comar(1955)에 依하여 標識된 肥料로 부터의 吸收率을 算出해 보면 表 8과 같은데 이 吸收率은 有機質 施肥의 量이 많을수록 낮은 값을 보였고 또한 時期가 경과될수록 낮은 傾向을 보였다. 이것은 前述한바와 같이 有機質 施用區나 生育後期에 있어서 土壤으로 부터의 P 吸收가 相對的으로 많았다는 것을 證明하는 것이며 有機質 分解 過程에서 일어날것으로 믿어지는 酸素의 缺乏으로 因한 뿌리의 吸收 阻害, 따라서 뿌리의 吸收活動의 低下가 本實驗與件下에서는 惹起되지 않았음을 짐작할 수 있다.

이와같은 關係는 Fried와 Dean(1952)에 依한 土壤內 有效 P 量의 査定量인 A-value 에도 反映된다.

Table 9. Amount of available phosphorus in soil under the various amounts of green-manure application as estimated by A-value (mg P/pot).

Date	Treatments	Control	1	2	3	4
	8/2	227	266	313	480	605
	8/12	331	274	331	308	406
	8/24	188	247	325	456	605
	9/1	308	279	435	480	492
	9/11	350	240	331	605	813
	9/21	380	415	372	647	647

即 有機質 施用量이 많은 區일수록 높은 傾向을 보인다.

처음 實驗 計劃때의 生覺으로는 綠肥多施用區에서 水稻根의 呼吸에 必要한 酸素와 有機質 分解過程에 必要한 酸素사이의 강한 競爭으로 水稻의 生長이 阻害될 것으로 豫測했으나 本 實驗條件下에서는 오히려 有機質의 量이 많을 수록 좋은 結果를 나타내었다.

有機質을 不良한 畚土壤에 施用할 경우 特히 Butyric 酸이 종종 다른 有機酸과 더불어 蓄積하는 傾向이 있는데 本 實驗은 砂耕栽培이기 때문에 보통 畚土壤 條件과는 다를것이다.

첫째 모래 自體에 全히 有機物이 포함되어 있지 않은 까닭에 많은 有機物이 必要했으리라고 生覺되며

둘째로 空氣 流通이 畚土壤보다 훨씬 좋기 때문이라고 推測된다.

그러나 더 많은 有機質을 施用한다면 酸素 競爭 및 탄산가스의 高濃度로 말미암아 水稻의 生育에 阻害 現象이 나타날 것을 疑心할 餘地가 없을 것으로 生覺된다.

아울러 本年度에 施用한 綠肥가 完全히 分解되었다고는 볼 수 없으며 계속적인 研究가 必要할 줄 믿는다.

### 要 約

有機質 肥料의 施用 適量을 究明하기 爲하여 水稻를 Wagner pot(1/20,000 反)에 砂耕栽培하여 그 生育을 調査하는 한편 磷酸 吸收 關係를 P-32를 追跡子로 利用 實驗하여 다음의 結果를 얻었다.

1. 有機質 肥料 施用이 本 實驗條件下에서 作物의 線生長, 莖乾物重, 平均穗長, 稔實率, 種實風乾重等に 뚜렷한 影響을 나타내지 않았다.
2. 種實數는 對照區에 比하여 pot 當 乾燥 綠肥 10g~20g 施用區에서 顯著히 많은 傾向을 보였다.
3. 種實重/稔重도 有機質 施用區에서 對照區에 比하여 有意差를 보였다.
4. 葉內 全 P 水準은 有機質 施用量이 많을수록 時日이 經過될수록 높다.
5. 標識된 磷肥料로부터의 吸收率은 有機質 施用量이 많을수록 施用後 時日이 經過될수록 낮은 傾向을 보였다.
6. 土壤으로부터의 吸收率은 前項 5와는 反對 傾向을 보이며 이러한 關係는 pot 當의 A-value 에도 反映된다.
7. 綠肥 多量 施用에 따르는 水稻根의 吸收 阻害와 그밖의 生育 障害의 徵兆는 볼 수 없었다.

### 文 獻

1. 馬場 赴, 1955. 稻作增收의 基礎知識
2. Comar, C. L. 1955. Radioisotopes in Biology and Agriculture. McGraw-Hill Book Co. INC., New York.

3. Fried, M. and Dean, L. A. 1952. A Concept Concerning the Measurement of Available Soil Nutrient.
4. Ishizuka, Y. 1964. Nutrition uptake at different stages of growth. Symposium on the mineral nutrition of the rice plant. The International rice research Institute.
5. Jeffery, J. W. O. 1960. J. Soil Sci. 11 : 140.
6. Kasai, Z & Asada, K., 1964 : Translocation of mineral nutrients and other substances within the rice plant. Symposium on the mineral nutrition of the rice plant. The International rice research institute.
7. Kolthoff, I. M. & Elving, P. J. 1961. Treatise on Analytical Chemistry. Part II Vol. 5, p. 371.
8. 西垣晋, 澁谷政夫, 小山雄生, 花岡郁子, 1957. 火山灰性半濕田에 있어서의 放射性 追跡圃場試驗 日本學術會議 第1回 原子力 Symposium 記錄, 農業利用 148.
9. 西垣晋, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, 1958. 施肥法改善에 關한 土壤肥料學的研究, 土壤의 酸化 還元系가 水稻根의 活力에 미치는 影響 第2回 日本同位元素會議 報文集 615.
10. 西垣 晋, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, 1960. 施肥法改善에 關한 土壤肥料學的研究, 長野水田에 있어서 磷酸 行動의 研究 第3回 日本同位元素會議 報文集 918.
11. 鹽入松三郎 博士 論文集, 1952. 土壤學研究 朝倉書店 p. 77.
12. 杉山芳郎, 1959. 農業과 園藝 34.
13. 戶川義次等, 1951. 農業改良