

水稻의 直播 및 移植栽培 條件下의 磷酸 消長에 對하여

安 鶴 洙

原子力廳 放射線農學研究所

(1969年 2月 28日 受理)

Studies on the Behavior of Phosphorus under the Conditions of Transplanting and Direct-sowing Culture in Rice Plants.

HAK SOO AHN

Radiation Research Institute in Agriculture Office of Atomic Energy

Summary

This experiment was carried out to investigate on the growth, yield behavior of phosphorus at different stage of growth under the different cultivating conditions in rice plants.

The results obtained were as follows;

1) The phosphorous contents was increased in the direct-sowing plots of the rooting time and the early stage of tillering, while in the middle and the later stage of growth, the transplanting plots was increased.

2) In the moisture contents, the direct-sowing plots was more increased than the transplanting plot in the rooting time and the early stage of tillering, while in the later stage of growth, the transplanting plots was increased.

3) The plant height and the weight of dry matter were also increased in the direct-sowing plots of the early stage of tillering, on the other hand, after that the transplanting plots was increased.

4) In the yield of grain, the transplanting plots was increased about 15% compared with the direct-sowing plots.

緒 論

水稻에서의 磷酸은 一般的으로 生育初期부터 穗 孕期까지 吸收 利用되며¹⁾ 窒素와 磷酸은 다 같이 植物의 蛋白質形成에 影響을 준다는 것도 알려져 있다.⁴⁾ 또한 磷酸은 出穗를 促進하고 成熟期에 있는 水稻는 全 水稻體中の 全磷酸의 約 80% 程度가 穀粒中으로 轉流되는데¹⁰⁾ 이들 磷酸은 細胞核의

構成 成分인 核酸의 構成要素란 點에서 植物體의 生育에는 不可缺한 要素로서 A.T.P.나 그외에도 高 Energy를 要하는 物質代謝에 깊은 關係를 갖는 것으로 알려져 있다. 그러나 磷酸質肥料의 施用은 土壤中에서의 不可給化, 즉 吸着, 固定 및 流失 때문에 充分한 施用效果를 거두지 못하고 있는 것이 磷酸質肥料의 特徵이라 할 수 있다.¹²⁾ 本實驗에서는 磷酸이 水稻 直播栽培와 移秧栽培時 施用 磷酸의 消長相을 移秧 前後를 通하여 定期的으로 比較 調査한 것이며 이로서 水稻의 直播栽培時 일어나는 後期의 肥料 缺乏相(특히 磷酸)을 觀察하여 合理的인 磷酸質肥料의 施用方法을 究明하기 爲한 基本資料를 얻는데 目的을 두어 實驗을 進行하여 보았다.

實驗 方法

供試土壤은 水原 砂壤土를 使用하여 5萬分之 1 磁處盆에 早生種인 水原 82號를 2本씩 栽培하였다.

施肥는 N : P₂O₅ : K₂O를 3 : 2 : 2의 比率⁶⁾로 施肥하였고 窒素源은 硫酸으로 2/3는 基肥, 나머지는 分藥初期에 施用하였다. 加里는 鹽化加里로서 全量 基肥로 施用하였고 磷酸은 重過石으로서 亦是 基肥로 全量 施用하였다.

直播區는 3月 25日 播種하였고 移秧區는 直播區에서 자라난 苗를 골라 5月 19日 移秧하였다.

試料採取는 移秧을 起點으로 하여 每 5日 間隔으로 生育調査와 兼行하였으며 試料를 70~75°C로 固定시킨 Drying oven 안에 넣어 48時間 乾燥하고 아울러 水分 定量도 兼行하였다.

磷酸은 Jackson's method⁸⁾에 의하여 550°C에서 灰化後 2N-HNO₃로 溶解시켜 증류수로 50ml 되게 희석하여 이 희석용액을 一定量 取하여 Barton's

Reagent 로 發色시켜 Yellow color 를 Bausch and Lomb Spectronic # 20 으로 波長 400m μ 에서 吸光度를 찾아 Standard curve 에 比較하여 比色 定量하

였다. 그리고 土壤의 化學的, 物理的 性質은 <表 1, 2>와 같다.

(Table 1) Chemical properties of soils.

| pH | C E C | m.e/100g | | | | | | | | P ₂ O ₅ | N% |
|-----|-------|----------|-------|-------|------|------|----|------|--|-------------------------------|----|
| | | EX Ca | EX Mg | EX Na | EX H | EX K | | | | | |
| 5.7 | 10.55 | 1.1 | 0 | 0.1 | 8.15 | 0.18 | 72 | 0.19 | | | |

(Table 2) Physical properties of soils.

| Coarse sand | Fine sand | Silt | Clay | Texture |
|-------------|-----------|------|------|----------|
| 18.4 | 27.5 | 32.7 | 21.4 | Clayloam |

結果 및 考察

水稻體內的 時期別 磷酸含量은 <表 3>에서 보는 바와같이 直播區는 約 20 日頃까지는 移秧區보다 계속 磷酸含量이 增加하였으나 30 日 以後부터는 移

秧區가 더 많은 含有量을 나타냈다. 이는 三宅¹²⁾ 등이 移秧後 15 日까지는 顯著한 吸收가 없었다고 報告한 바와 비슷한 結果로 나타났다. 또 松實¹¹⁾ 등은 初期 發育段階에서의 生育은 充分히 磷酸을 供給하여야 한다는 報告와 같이 移秧後 約 30 日까지

(Table 3) Phosphorous contents of rice plants at different stage of growth.

| Sampling date after sowing | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Direct-sowing | 0.1 | 0.18 | 0.25 | 0.18 | 0.13 | 0.09 | 0.1 | 0.2 | 0.24 |
| Transplanting | 0.02 | 0.13 | 0.26 | 0.28 | 0.27 | 0.26 | 0.27 | 0.32 | 0.34 |
| LSD P=0.05 | N.S | N.S | N.S | 0.07 | 0.11 | 1.12 | 0.13 | 0.10 | 0.09 |

는 계속 水稻體內的 磷酸含量이 높아가는 傾向을 보이고 있었다.

馬場¹⁾, Maeda¹⁰⁾는 磷酸이 高温에서 吸收가 阻害된다고 하였으며 本實驗에서의 直播栽培에 있어서도 水稻體內的 磷酸含量은 高温期인 7 月 中旬 以後는 亦是 낮은 含量을 나타내고 있었다. 한편 Ishizuka⁷⁾는 磷酸이 生育初期 以前の 吸收는 微微하든가, 또는 거의 없었다고 하였으며 本實驗가운데 直播栽培에 있어서도 生育初期부터 점차적으로 磷酸含量은 많아졌고 登熟期 以後에는 減少되어 가는 結果를 보였다.

그리고 移秧區에 있어서는 活着期부터 계속 磷酸含量이 높아져서 登熟期까지도 계속 增加되는 結果로 나타났다.

이와같이 移秧區에서 磷酸의 增加는 移秧으로 인한 根群의 傷害가 活着으로 因하여 새로운 뿌리의 形成이 旺盛함과 同時에 이에 따른 養分의 吸收 移動도 活潑하여 植物生育을 도우며 生育後期에서 磷酸의 이삭으로의 轉流도 훨씬 많아서 結果적으로

穀粒生産을 增加시켜 增收을 가져오게 한다고 생각 된다.

水稻體內的 水分含量은 <表 4>에서 보는 바와 같이 移秧後 約 15~20 日頃까지, 즉 根活着期까지는 移秧栽培한 水稻體內的 水分含量이 적고 반면 活着을 하여 分蘖初期와 分蘖末期까지는 계속 많은 水分含量을 보이고 있었다.

이는 metabolism 이 旺盛한 時期이고 다른 養分도 이 期間에 第一 많이 吸收 轉流되는 것 같았고 특히 水稻體內 磷酸含量도 第一 많은 時期였다.

幼穗形成期 및 出穗期에는 水分含量이 낮아지고 登熟期와 完熟期에도 계속 低下의 傾向을 보이고 있었다. 한편 直播栽培에 있어서는 移秧區의 移秧日을 起點으로 하여 約 20 日前까지는 많은 水分含量을 보였으나 分蘖初期부터는 反對로 移秧區보다 낮은 水分含量을 보였고 계속하여 收穫期까지 낮은 傾向으로 나타났다. 즉 이런 現象은 移秧區가 地上部의 生育이 旺盛하여 水分代謝가 活潑해지고 따라서 水分의 消費가 많아지므로 이에 應하여 뿌리에

(Table 4)

Moisture percentages in rice plants.

| Sampling date after transplanting | 1 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
|-----------------------------------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Direct-sowing | 76 | 76.5 | 82.5 | 83 | 78 | 78.5 | 79 | 81 | 81.5 |
| Transplanting | 75 | 73 | 74.5 | 76.3 | 82.3 | 86.2 | 87.5 | 88.1 | 87.2 |

| 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 80.5 | 80 | 78.5 | 76.5 | 73.5 | 67 | 60.5 | 55.5 | 53.5 | 54 | 58.5 |
| 84.6 | 85.5 | 81.7 | 81.5 | 78.7 | 75.2 | 70 | 65.5 | 60.5 | 60.6 | 61.5 |

서도 水分供給을 더욱 활발하게 하여 준다고 생각되며 이것은 植物體의 全體 生長을 더욱 크게 하는 결과를 가져온다. 直播區는 지나친 分蘖과 莖葉의 繁茂로 因하여 遮光이 심하여 下葉이 증산작용을 妨害받게 되므로 自然 光合成으로 生産된 炭水化合物의 消費만 增加케 하여 植物體의 質的인 增加를 減少하게 하는 것 같다.

草長은 <表 5>에서 보는 바와 같이 根活着期까지는 直播栽培區가 컸으나, 活着期以後에는 反對로

移秧栽培區가 더 큰 傾向을 보였다. 이는 移秧栽培가 뿌리의 切斷과 新根의 發生으로서 再生 生長相이 更新되어 初期의 發育를 자극 促進시켰기 때문인 것으로 생각된다.

乾物重은 <表 6>에서 보는 바와같이 分蘖初期까지는 直播栽培區가 많았으나 分蘖中期以後에는 反對로 移秧栽培區가 더 많은 乾物重을 보였다.

이 亦是 移秧栽培를 하면 新根의 發達로 吸肥力의 增大 내지 土壤條件의 好轉等이 生育을 促進시

(Table 5)

Plant height of rice plants at different stage of growth.

| Measuring date after transplanting | 1 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
|------------------------------------|----|----|------|------|----|----|----|----|----|----|
| Direct-sowing | 21 | 27 | 32.5 | 35.3 | 44 | 57 | 66 | 70 | 74 | 79 |
| Transplanting | 22 | 20 | 28 | 42 | 57 | 71 | 79 | 84 | 87 | 91 |

(Table 6)

Differences in dry weight between the direct-sowing and transplanting culture.

| Sampling date after transplanting | 1 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 70 | 70 | 80 | 90 |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Direct-sowing | 1.2 | 2.2 | 5.2 | 8.4 | 13.7 | 22.1 | 31.7 | 41.2 | 48.6 | 50.2 |
| Transplanting | 1.2 | 1.8 | 5.1 | 15.6 | 23.5 | 32.2 | 47.2 | 60.7 | 62.5 | 66.7 |

켜 發育를 旺盛하게 하는 것으로 생각된다.

收穫量은 <表 7>에서 보는 바와같이 直播栽培區의 收穫量을 100 으로 볼때 移秧栽培區의 收穫量은 114 로서 14%의 增收을 가져왔다.

直播栽培는 下位節間에서 부터 旺盛한 分蘖이 계속 多數나타나 全體 分蘖數는 增加되었으나 代身 無効分蘖이 相對的으로 많아지므로 有效分蘖의 增加 比率는 總分蘖數의 增加 比率보다 적은 셈이 되었다. 아울러 이삭이 적어지고 藥重 比率는 많아졌다. 한편 移秧栽培에서는 舊根이 切斷되어 新根의 發生을 促進케 하여 生育을 계속 도와 初期의 發育를 最高度로 發達시켜 이삭을 充實케 하여 收穫量

(Table 7) Difference in grain yield per pot.

| yield D. & T. | Average yield per pot (gm) | Yield Index(%) |
|---------------|----------------------------|----------------|
| Direct-sowing | 23.4 | 100 |
| Transplanting | 26.7 | 114 |

을 증가시켰다는 결과를 보였다.

以上으로 볼때 移秧栽培가 初期의 磷酸 吸收에는 直播栽培와 別差異가 없었으나 移秧後 活着이 始作된 後부터 磷酸吸收가 增加되는 同時에 生育이 旺盛하여 결국 地上部 全體의 生長量을 增加시켰고

收量도 增加되었다.

그러나 本實驗은 單純히 栽培法의 差異만 調査했으므로 앞으로 이를 栽培法에 따른 施肥量, 土壤의 種類等에 對해서 詳細한 實驗 研究가 要望된다.

要 約

本實驗은 水稻에 있어서의 直播栽培와 移秧栽培時 水稻體內의 磷酸에 對한 消長相, 生育 및 收量을 時期別로 比較하여 本 結果 다음과 같은 사실을 알 수 있었다,

1. 磷酸 含量은 直播栽培區보다 移秧栽培區가 많았으나 活着期 및 分蘖初期까지는 直播栽培區가 더 많았다. 이는 直播栽培는 磷酸 供給 및 消費가 初期 生育過程에서 일어났고 移秧栽培에서는 後期 내지 中期 以後에 이루어진다는 것을 나타내고 있다고 볼 수 있다.

2. 水稻體內의 水分含量은 活着期 및 分蘖初期에 直播栽培區가 많았으나 그 後는 移秧栽培區가 더 많은 水分含量을 보였고 草長에 있어서는 分蘖初期까지 直播區가 더 컸으나 그후 계속하여 移秧區가 앞섰다.

3. 乾物重은 分蘖初期까지는 直播栽培區가 많았으나 그후는 移秧區가 많았다. 그리고 收穫量을 百分率로 表示할때 移秧栽培區가 直播栽培區에 比하여 約 15% 内外의 增收을 가져왔다.

參 考 文 獻

- 1) 馬場池; 日作肥 21. 233(1953)
- 2) Behrens, W.L.; Landw. For. 6. 129(1955)
- 3) Fujiwara, A.; The mineral nutrition of the rice plant. Johns Hopkins Press. IRRI p. 94 (1965)

- 4) Fujiwara, A. and M. Kadowaki; J. Soil and Manure, Japan. 31. (5); 211—15(1960)
- 5) Fukai, T. and M. Kushizaki; Hokkaido Nat. Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 63. 37—42(1952)
- 6) 石塚, 田中; 日土肥誌 22. (1)(1951)
- 7) Ishizuka; Trans. Inter. Congr. Soil. Sci. 7. (1)24—37(1960)
- 8) Jackson, M.L.; Soil Chemical Analysis. p. 134—182(1962)
- 9) Lockard, R.G.; Fed. Makyō Min. Agr. Bull. 108. 148(1959)
- 10) Maeda, et al.; Bull. Kyushu Agr. Exp. Sta. 12. (1, 2) 119—39(1966)
- 11) 松實成忠, 三宅正紀, 庄司貞雄, 高橋量平; 農林水産技術會議研究成果 10. 24(1962)
- 12) 孟道源; 高麗大學校 60週年 記念論文集 自然科學論 p. 335(1965)
- 13) 三宅正紀, 松實成忠; 北農試Ⅱ報 76. 42(1961)
- 14) 村田文武, 長谷部俊雄, 今野昇; 北農試 25. 79(1958)
- 15) 中村輝雄監修; 詳解肥料分析法 p. 20—25, 77—84(1966)
- 16) Piper, S.S.; Soil and plant analysis. p. 197—211(1951)
- 17) Sircar, S.M. and N.K. Sen; Indian J. Agr. Sci. 11. 127; 1—18(1941)
- 18) 東京大學農藝化學教室; 實驗農藝化學上 p. 50—70(1966)
- 19) Zenzaburo, Kasai and Kozi Asada; The Mineral nutrition of the rice plants. Johns Hopkins Press. IRRI. p. 78(1965)