

水稻에 對한 加里分施에 關한 研究

—加里의 分施時期에 關하여—

吳旺根 · 李相範 · 朴贊浩 · 金聲培*

서울 産業大學 · 加里研究會*

Studies on the Effect of Potassium Split Application on Paddy

—On the Time of Potassium Split Application—

Wang Keun Oh, Sang Beom Lee, Chan Ho Park, and Sung Bae Kim*

The City College of Seoul · Association for Potash Research*

Abstract

Field and pot experiments were conducted for the split application of potash in paddy (*Oryza sativa* L. cultivar *Jinheung*.) Production and the experimental results were analysed with regard to the yield of paddy and its yield components. The absence of potash at the reproductive stages such as primodial and heading period but supplied most of the potash at the early growth stages, resulted in an increase of panicles but in a decrease of grain numbers per panicle and yield of paddy. On the other hand, however, the reduced amount of potash application at the early stage of growth showed a decreased number of panicles and yield of paddy, particularly where lime and fresh rice straw were applied.

緒 言

多肥栽培를 하므로서 水稻에 對한 加里肥料의 施用量은 最近 相當히 높아졌다⁽¹⁾. 同時에 加里의 分施 效果도 있어서⁽²⁾ 同分施는 正租收量을 크게 높이기도 하는데 特히 特殊黃酸鹽土壤(特異酸性土壤)과 같은 問題土壤⁽²⁾에서 더 그렇다. 한편 加里는 뿌리가 呼吸障得를 입는 條件下에서 甚한 吸收障得를 받는 成分이다.^(3,4) 그리고 多肥는 營養分의 不均衡狀態를

만들고 呼吸障得物을 生成集積시키기 쉽다.

여기서는 몇가지 土壤條件下에 生育하는 水稻에 對하여 加里肥料의 施肥를 缺해서는 안 되는 時期가 언제인가를 알고자 圃場(濕畝)試驗을 實施하는 外에 同圃場의 作土를 1/2000a 톤에 담아서 實施한 試驗結果를 報告하고자 한다.

材料 및 方法

1. 圃場試驗

서울 産業大學 實驗圃場(濕畝, 壤土)에서 實施하였

는데 本試驗地作土의 pH는 5.4, Tyurin法으로 調査된 有機物含量은 3.8%, 1N-CH₃COONH₄로 置換浸出된 K⁺는 0.18me/100g Ca⁺⁺는 6.3me/100g, Mg⁺⁺는 2.0me/100g, 0.2 鹽酸에 녹는 (60°C에서 1時間) SiO₂는 78ppm이었다.

5. 25m×3.9m의 試驗區를 設置했는데 處理區 사이에는 Vinyl을 줄에 걸쳐 땅 속에 묻어서 불이나 肥料分의 移動을 막았다.

10a當 200kg에 相當하는 消石灰 (Ca(OH)₂:84.3%, Mg(OH)₂:6.85%, Ca(OH)₂當量:93%)를 移秧 2週前에 畚面全體에 撒布한 後 삼으로 파고 또 쇠스랑으로 뒤섞어서 作土와 잘 混合하였다.

加里(K₂O)는 10a當 10kg을 鹽化加里로 施肥하였는데 2回分施때는 2等分하여 ① 基肥와 有效分藥期 肥로 하고, 3回分施 때는 3等分하여 ② 有效分藥期, 幼穗形成期 및 出穗기에, ③ 基肥, 幼穗形成期 및 出穗기에, ④ 基肥, 有效分藥期 및 出穗기에, ⑤ 基肥 有效分藥期 및 幼穗形成기에 施肥하고, 4回分施 때는 ⑥ 基肥, 有效分藥期, 幼穗形成期 및 出穗기에 施肥하였다. 基肥에서는 鹽化加里를 尿素 및 重過石과 混合하여 移秧 1日前에 施肥하였고, 追肥에서는 鹽化加里를 尿素와 混合하여 撒布하였다.

窒素는 10a當 10kg을 尿素로서 基肥에 50%, 有效分藥期(移秧後 15日)에 25%, 幼穗形成期(7月 20日)에 25%의 比率로 分施하였고, 磷酸은 10a當 8kg을 重過石으로 全量 基肥하였다.

1972年 6月 7日에 品種 '振興'을 30cm×15cm로 1株 3本씩 移秧하고 慣行法으로 管理하였으며, 同年 11月 1日에 外側 2列을 除外한 나머지에서 144株(2坪分)을 收穫하였다.

2. 뜻드試驗

포리에 칠렌製 뜻드에다 뜻드當 개울모래 3kg씩을 담고 그 위에다 圃場試驗地에서 取한 作土 (乾燥된 것) 10kg씩을 더 했다.

石灰區에는 뜻드當 20g의 消石灰(圃場試驗에 使用한 것과 같은 것)를, 生藥區에는 뜻드當 생뽕짚 40g을 移秧 2週前에 混合했는데 生藥는 約 5cm 길이로 잘라서 施用하였다. 石灰와 生藥處理가 된 다음에는 발程度의 水分狀態로 두었다가 移秧 1日前에 加里(K₂O)는 뜻드當 1.2g(10a의 作土를 100,000kg로 보았을 때에 12kg/10a의 K₂O에 相當)을 鹽化加里로, 窒素는 뜻드當 1.2g(10a當 12kg)을 尿素로, 磷酸은 뜻드當 1.0g(10a當 10kg)을 重過石으로 施用했는데 施用方法이나 時期는 圃場試驗에서와 같다.

基肥施用後 水道水를 灌水하여 잘 쉬고 다음날에 뜻드當 '振興'을 1株 3本씩 移秧하였으며 其他管理는 圃場試驗에서와 같이 하였다.

結果 및 考察

1. 圃場試驗

表 1에서 보는바와 같이 加里를 基肥로만 施用하는 것보다는 追肥도 兼하는 것이 더 增收하는 傾向이나 追肥回數를 늘여서 一時에 投入하는 施肥量이 적어졌을때(3回以上 分施하였을 때)는 그렇지 않았을때(2回 分施했을 때) 보다 收量이 낮은 傾向이라 할 수 있다.

加里를 缺施하는 時期別로 본 正租收量은 表 1의 아래에서 보는 바와 같이 뚜렷하지 않으나 生育의 後期로 갈수록 좀 더 減少하는 傾向이라 할 수 있을

Table 1. Yield and yield components of paddy in relation to the time of potassium application.

Treatment No.	Time of K ₂ O application*	yields	
		paddy	straw
		kg/10a	
1	No K	456	585
2	K, basic only	573	789
3	K, 2 doses	614	797
4	K, 4 doses	609	773
5	Minus K at basic dressing	609	780
6	Minus K at eff. tillering stage	602	737
7	Minus K at panic. form stage	600	739
8	Minus K at heading. S	592	782
	L.S.D. at 0.05	61.7	
	0.01	83.9	

* Fertilizer applications were made on transplanting, effective tillering, panicle formation and heading stages in the treatments 4 through 8. In the treatment 3, the applications were made on basic and effective tillering stages.

것 같다.

한편 生藥量을 보면 全生育期間을 通하여 加里를 缺施했을 때 뿐만 아니라 有效分藥期와 幼穗形成기에 缺施했을 때에 낮고 또 4回分施하여 이 두 時期(有效分藥期와 幼穗形成期)에 投與된 加里量이 적었을 때도 같은 傾向이다.

營養分을 充分히 供給하는 것은 分藥을 增加할 뿐만 아니라 一端 생겨난 分藥이 枯死하지 않고 살아 남게 하는 方法이기도 하다. 有效分藥期와 幼穗形成

期에 加里를 缺施했을 때 稈 收量이 낮아진 것은 생겼던 分蘖이 枯死했기 때문으로 여겨진다.

2. 꽃드試驗

Table 2. Paddy yield in relation to the time of potash application in the conditions of limed, unlimed and rice straw applied

Time of potash application*	g/pot		
	No-limed	Limed	Rice straw applied
No-Potash throughout growth period(Ko)	26.0	26.6	43.5
All basal dressing(Kb)	55.4	68.4	71.5
-K at pan. f. and head stages(K ₂)	52.1	64.5	67.4
-K at basal dressing(K-b)	56.6	60.5	64.2
-K at effective till. stage (K-e)	63.4	64.0	63.2
-K at pan. f. staeo K-p)	49.9	59.8	64.5
-K at heading stage(K-h)	50.8	58.3	63.5
Applied at above 4 stages (K4)	63.7	54.5	65.2
L.S.D. 5% 12.3	12.3	9.07	13.1
1%	16.7	NS	NS

* 1.2g of potash per pot was equally divided according to the number of top dressings when the split application of potash was made.

正租의 收量은 表2에서 보는 바와 같이 加里의 施用으로 크게 增加하였다. 特히 無石灰와 石灰施用에서 그랬으며 生糞施用에서도 같은 傾向이나 無加里區에서의 正租收量이 前二者에서 보다는 좀 많았다. 이것은 生糞가 加里의 供給源이 된 것 같다.

加里를 基肥 單用으로 했을 때와 分施했을 때의 正租收量을 보면 後者が 좀 높으나 生糞가 併用되었을 境遇에는 그렇지도 않다. 土壤中에 加里가 넉넉히 있으면 分施하지 않아도 收量이 떨어지지 않는 것 같다.

다시 表 2의 無石灰에서 分施했을 때의 正租收量을 보면 4回分施와 3回分施中 有効分蘖期外의 三生育期에 分施했을 때 (K-h)에 收量이 많고, 幼穗形成期(K-p)와 出穗期(K-h)中 한 生育期에 缺施했을 때는 收量이 顯著히 낮다. 그리고 幼穗形成期 또는 出穗期에 加里를 缺施했을 때의 低收穫은 基肥에 加里가 적었을수록 더하다. 즉 基肥에 加里 全量이 들어갔을 때 보다, $\frac{1}{2}$ 이 들어 갔을 때에, 또 $\frac{1}{3}$ 이 들어 갔을 때에 더 낮은 傾向이다. 基肥에 加里를 缺施하고 남아서 三生育期에 加里를 施用했을 때도 收量이 낮은 傾向이다.

石灰을 施用했을 때의 加里 分施效果를 보면 無石灰일 때와 같이 顯著하지는 않다. 그러나 基肥單用, 2回分施, 3回分施, 4回分施의 차례로 正租收量이 낮아지는 傾向이라 할 수 있다. 그리고 基肥에서의 施用量이 2回分施했을 때 보다도 적은 3回分施 때에 無石灰이었을 때와 같이 基肥, 幼穗形成期, 出穗期の 順序로 加里의 影響을 더 받아서 收量이 더 낮아지는 傾向이나 有効分蘖期에 缺施하는 일은 이런 影響이 없다.

有機物이 施用되었을 때를 보면 全量을 基肥로 했을 때 오히려 收量이 많은 傾向이고, 2回分施가 다음이며 3 또는 4回分施 했을 때는 差異가 거의 없었다. 즉 基肥로 들어간 加里肥料量의 影響은 있는 傾向이라 할 수 있겠으나, 이 肥料를 缺施한 時期의 影響은 없다고 할 수 있다.

이(꽃드) 試驗에서는 稈實率에 준 어떤 特別한 傾向은 찾아 볼 수 없었다. 때문에 正租의 收量構成을 穗數와 平均 稈實粒數, 1000粒重만으로 檢討해 보면 그림 1과 같다.

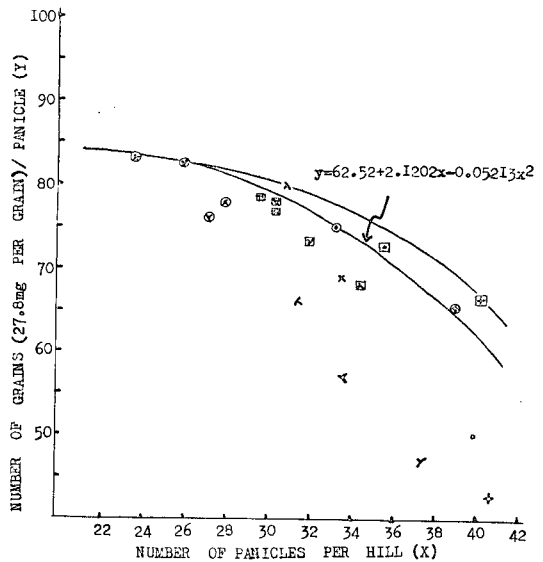


Fig.1. Relationship between number of panicles and ripened grains

The heaviest 1000 grain weight in this pot experiment was 27.8g which was used for the calculation of the number of equally weighing grains in other treatment plot:

$$\text{No. of ripened grains (27.8g/1000grain)} = \frac{\text{No. of ripened grains} \times 1000 \text{ grain weight}}{27.8 \text{g}}$$

Following symbols were used for each treatment plot:

- all basal dressing

- + 2 split doses, one as basal, the other as top dressing at effective tillering stage
 - × 3 doses, with minus K at transplanting time
 - × 3 doses, with minus K at effective tillering stage
 - × 3 doses, with minus K at panicle form, stage
 - × 3 doses, with minus K at heading stage
 - × 4 doses at all four stages mentioned above
- Symbols in ○ and □ denote the treatments received limestone and rice straw respectively

이 그림에서는 處理間의 收量を 쉽게 比較할 수 있게 하기 爲하여 稔實粒數를 아래에 依하여 本פות 試驗에서 1000粒重이 가장 무거웠던 處理區의 正租1000粒重, 27.8g이 되는 것으로 換算하여 y 軸에, 그리고 穗數를 x軸에 表示하였다.

1000粒重 27.8g로 換算된 穗當平均 稔實粒數 = $\frac{\text{穗當平均 總粒數} \times \text{稔實率}}{27.8(\text{g})} \times 1000\text{粒重}(\text{g})$ 그림에서

收量=1000粒重이 27.8g로 換算된 穗當平均粒數 × 平均穗數 × 27.8/1000g이기 때문에 各處理가 表示하는 座標, 즉 xy가 占有하는 面積은 各處理區가 生産한 收量에 比例한다.

그림 1에서 上部로 特別히 突出한 한 座標 ×를 除外하면 모든 座標는 아래로 굽은 曲線 $Y=62.52+2.1202x-0.05213x^2$ 의 아래에 있다. 萬若 이 그림에서 曲線 Y가 벼의 穗數와 稔實粒數와의 正常的인 關係를 表示한 것이라 하면 이 曲線 아래에 있는 各點으로 表示되는 處理는 위에서와 같이 1000粒重을 考慮한 穗當平均 稔實粒數가 不足하고 同不足이 正租收量を 減少한 原因이 될 것이다. 한편 Y는 아래로 굽은 曲線이기 때문에 $Y \times x$ 즉 Y의 導函數 Y'가 零이 되는 x값(37.7)에서 Y값은 最大로 되고 이 點에서 보다 x 값이 크거나 적어지면 Y값은 적어져서 結局 正租의 收량이 낮아진다.

위와 같은 생각에서 그림 1을 보면 無石灰인 境遇(○나 □로 덮이지 않은 點), 幼穗形成期和 出穗期에 加里를 缺施했던 2回分施(+)와 基肥單用(·) 및 위의 兩生育期中 한 生育期에 加里를 缺施했던 3回分施區(>, <)에서 低收가 된 原因은 위에서 말한 穗數, 稔實粒數의 正常關係를 벗어난 稔實粒數 不足임을 알 수 있다.

石灰를 施用했을 때(○으로 덮혔을 때)를 보면 有效分藥期外의 3生育期에 加里를 分施했을 때(>) 以外에서는 各 座標가 曲線($Y=62.52+2.1202x-0.05213x^2$)에 密接해 있다. 즉 無石灰인 때와는 달리 벼의 收량은 正常的인 穗數 稔實粒數間의 關係(그림의 Y 曲線의 關係)에 依하여 決定되어서 3回(<, >, >, <) 또는 4回(×)로 分施했을 때는 全量を 基肥로 했을 때 보다 穗數가 적고 2回分施했을 때(+)에는 穗數가 늘고 粒數가 줄어서 收量を 減少했다. 2回分施 때는 比較的 많은 加里가 基肥로 쓰인 外에 같은 分量의 加里가 有效分藥期에 施用되었는데 그 施用은 無效分藥을 늘렸거나 벼를 過繁茂시킨 結果가 되었다.

生藥를 施用했을 때(□로 덮인 點)를 보면 收량이 좀 많은 傾向이라 할 수 있었던 全量基肥區(田)와 2回分施區(田)에서 穗數가 좀 많고 3回(<, >, >, <) 또는 4回(×)分施區는 이것이 적어서 結局 收量を 低下하였다.

石灰의 施用은 土壤의 鹽基含量과 pH 값을 높이어 加里의 吸收를 障碍하는 物質의 生成을 抑制하는 同時 Viet 效果⁽¹⁾를 通하여 칼륨의 吸收를 增加하는 것으로도 알려져 있다.

反面에 生藥는 土壤을 還元하여 有害物質의 生成을 늘린다.^(4,5) 그러나 本試驗의 正租收量에서 보는 바와 같이 生藥는 加里의 給源이 되기도 한다. 이에 더하여 本試驗은 空氣의 供給條件이 논에서와는 다른 곳드에서 實施되었다. 이 두 點이 生藥를 施用했을 때, 加里追肥의 效果를 올리지 못하게 한 主要原因이 되었을지도 모른다.

石灰나 生藥를 施用했을 때는 穗數와 稔實粒數는 曲線關係를 維持하는데 無石灰無生藥때의 이 두 成分(穗數와 稔實粒數)은 直線關係를 維持하면서 穗數增加에 따라 稔實粒數가 急激히 減少한다. 그리고 이 때(直線關係를 보일 때) 收量の 減少率이 큰 말할 必要도 없다. 農事는 어느 때 어느 곳드에서나 쉽게 多收穫을 거둘 수 있는 方法으로 지어야 한다. 이런 면에서 볼 때 石灰의 施用은 農事를 安全하게 하는 하나의 方法이며, 다른 條件이 同一하다면 基肥에 加里를 充分하게 줌으로서 穗數確保가 容易하고 幼穗形成期和 出穗期에 加里를 追肥하므로써 稔實이 좋아져서^(3,7,9) 結局 벼의 收量を 높이게 될 것이다.

水稻 '振興'에 對한 加里의 分施試驗을 濕畚 및 同畚의 作土를 담은 곳드에서 實施하여 얻은 收量과 收量構成要素를 分析檢討한 結果는 다음과 같다.

要 約

1. 加里의 分施回數와 分施하는 時期에 따라 벼의 穗數와 稔實粒數(1000粒重이 27.8g인 것으로 換算한 數)는 달라지는데 石灰나 生藥을 施用하지 않은 原土

에서는 加里를 幼穗形成期와 出穗期에 缺施했을 때의 稔實粒數가 크게 적어져서 正租收量이 낮아지고, 原土에 石灰를 施用했을 때는 分施回數가 늘어서 基肥에 들어가는 加里量이 적을수록 穗數가 적어져서 收量이 낮아졌다. 原土에 生糞을 施用했을 때는 石灰를 施用했을 때와 비슷한 傾向이었다(꽃드試驗).

2. 有效分蘗期에 加里를 追肥하는 것은 穗數를 增加하는 代身, 稔實粒數를 減少시켜 오히려 收量을 減少하는 것 같았다(꽃드試驗).

3. 正租와 生糞의 生産量으로 본 自然濕畚(圃場試驗)에서의 加里 分施效果는 그 크기가 顯著하지 않으나, 石灰生糞을 施用하지 않고 原土 그대로를 가지고 試驗했을 때와 類似한 傾向이었다(1과 2項參照).

4. 穗數와 稔實粒數間에는 서로 逆相關이 있는데 原土에서는 銳角의 直線關係를 石灰나 生糞을 施用했을 때는 緩慢한 曲線關係를 表示하여 後者가 벼의 多收穫에 危險性이 적었음을 暗示하였다.

5. 生糞의 施用이 石灰의 施用과 類似한 結果를 보인 것은 꽃드試驗이란 條件外에 生糞가 加里를 供給했기 때문으로 여겨졌다.

參 考 文 獻

1. 平田熙·三井進牛, 1971. 高等植物의 칼리움吸收을 거는 2,3의問題. 칼리-인-포지움(加里研究會): 43-50.

2. 김유섭·박천서, 1971. 特異酸性土壤에 있어서의 벼에 對한 加里分施效果. 農事試驗研究報告, 14(식환); 59-64.

3. 이운환, 1968. 수도에 대한 중합무기성분 비료에 관한 시험. 農事試驗研究報告(식환), 1: 50-94.

4. 吳旺根, 1966. 有機物の 施用이 畚土壤의 理化學的性質에 미치는 影響에 關한 研究. 農事試驗研究報告, 9(1): 175-208.

5. 朴俊圭·金泳燮·吳旺根·朴薰·矢澤文雄, 1969. 根部環境에 따른 水稻의 營養生理的 反應에 關한 研究. 韓國土肥誌, 2(1):53-68.

6. 朴俊奎·李承宅·崔相昊, 1969. 高低位畚水稻의 生育相 및 營養生理에 關한 研究. 農事試驗研究報告, 12(3):75-79.

7. Park, Jun Kyu, Yung Sup Kim, and Jung Hyo Hwang, 1971. Effect of K_2O/N ratio in rice plant on yield component. K.S.S.S & F, 4(1):27-32

8. 朴錫洪·李榮萬·尹勤煥, 1969. 水稻多收穫農家栽培技術調查研究. 農事試驗研究報告, 12(1):136-146.

9. Park, Young Dae. Yung Sup Kim and Do Won Hwang, 1971. The effect of increased application of silica, nitrogen and potassium on rice grown on akiochi soils. K.S.S.S & F, 4(2)

Summary

Split application of potash on paddy rice have been experimented in one of ill-drained paddy field and in pots filled with the top soil of the ill-drained paddy field. Results obtained are summarized as follows;

1. According to the number of potash top dressing and the time of it's application, the number of panicles and matured grains converted into 27.8g/1000 grains which is the heaviest grain weight in these pot experiments were varied remarkably. In the soil received no lime and no rice straw, the lack of potash top dressing at panicle initiation and heading stages reduced the yield of paddy through the decrease of the number of ripened grains per panicle. However, with the application of lime, the decrease of paddy yield was brought by the decreased number of panicles per hill when less potash is applied at transplanting time. Similar results were obtained when rice straw was applied as organic matter.(pot experiment).
2. It appeared that the application of potash in effective tillering stage increased the number of panicles per hill, but decreased the number of matured grains which resulted in allow yield of paddy (pot experiment).
3. Though the magnitude was not remarkable when the effect of potash were observed with the yeild of paddy and straw, a similarity on the effect of split application of potash in ill-drained paddy field was observed to that of pot experiment done without lime and rice straw.(see item No. 1 and 2).
4. A negative correlation was observed between the number of panicles per hill and ripened grains per panicles. It was further observed that the relationship was linear when no lime and no straw had been

applied and curve linear when these materials been applied, which might be is an indication that, with a little risk, a high yield of paddy could be harvested safely in latter case.

5. The similar effect of rice straw on the paddy yield to that of lime might be attributable to the supply of potash from the straw in addition to the fact that the experiment was done in pot conditions.