

## 圃場栽培水稻의 營養診斷

### [Ⅲ] 收量等級別 營養基準

朴 薰

農業技術研究所

(1973. 9. 1. 수리)

## Diagnosis of the Field-Grown Rice Plant

### [III] Nutritional Criteria for Yield

Hoon Park

Institute of Agricultural Science

Suwon, 170 Korea

(Received, September 1, 1973)

### Summary

For the establishment of a model of nutritional status for various grain yield class the contents of nitrogen, phosphorus, potassium and silica at different growth stages from the results of plant analyses in N. P. K simple trial carried out countrywide for three years. were investigated in relation to grain yield (1967—1969). The increasing tendency of nutrient content in straw or grain with the increase of grain yield was  $N > P > K > Si$ . The tendency was yearly changed differently according to kind of nutrient and growth stage. Nutrient contents appear to have closer relation to the grain yield class than to the total dry matter yield class.

### 緒 言

圃場에서 水稻는 뚜렷한 缺乏症이 없이 收量에 큰 差異를 보이므로 營養診斷에는 缺乏症 發現以前의 不滿診斷이 가장 重要하다고 強調하였다.<sup>(1)</sup> 또한 營養診斷은 根圈營養分에 關聯된 根圈營養診斷과 收量과 關聯된 收量營養診斷으로 나뉘어 진다고 하였다.<sup>(2)</sup> 穀實生産을 意味하는 收량이 最終目標이므로 營養不滿의 概念은 收量과 關聯된 相對的인 것으로 不滿診斷은 收量營養診斷이 될 것이며 診斷基準은 收量等級別 營養基準이 될 것이다. 營養基準이란 環境要因 특히 氣象環境에 따라

상당히 可變的이어서 그 設定이 어렵겠지만 營養管理에 依하여 目標收量이 達成될수 있다면 合理的인 營養基準을 設定하고 이를 指向해야 할 것이다. 營養基準型이 葉中濃度로 提示된바 있고<sup>(3)</sup> 窒素에 關하여 莖中濃度로 提示된바 있으나<sup>(4,5)</sup> 小規模로서 適用環境範圍가 적거나 모호하다. 高低收穫畝間의 營養差異의 調査도<sup>(6)</sup> 營養標準을 찾고자하는 것이겠으나 한두개 圃場의 結果이므로 一般性을 導出하기에는 부족하며 극히 국한된 것이라 하겠다.

營養基準을 세우는 데는 적용環境이 우선 設定되어야 할 것이며 營養基準의 對象器管이 決定되어야

할 것이다.

本報는 3年間(1967~99年)의 三要素 試驗에서 生育時期別로 水稻의 藁와 穗 또는 正租를 分析하여 營養標準型을 찾아 보코자 한 것이다.

### 材料 및 方法

1967年엔 江原, 忠南, 慶南의 三個道에서 68年과 69年은 各道에서 生育時期別로 植物體試料를 採取 出穗期에는 穗를 收穫期에는 正租를 分離分析하였다. 67年은 無肥區(000), 缺肥區(022, 202, 220) 및 3個의 施肥區(122, 222, 322)를, 68年에는 缺肥區와 2個의 施肥區(222, 및 422,)를 69年에는 無 N區(022)와 3個의 施肥區(122, 222, 322)를 對象으로 하였다.

植物體 採取方法과 分析은 前報<sup>(7)</sup>와 같다. 植物體分析成績은 報告된바 있으며<sup>(8)</sup> 分析原臺帳을 참고 하였다.(1969年은 原臺帳에 단 기록)

收量等級別 營養基準은 品種과 地域處理를 무시하고 全國을 年度別로 收量 100kg 單位別로 集計하였다.

年度別로 日照時數와 氣溫을 作況試驗報告書<sup>(9)</sup>의 것을 使用 氣象差異를 檢討하였다.

### 結果 및 考察

無肥區, 缺肥區 및 施肥區등 일곱처리를 포함한 1967年의 收量等級別 各生育時期의 N, P, K, Si의 濃度는 表 1과 같다. 질소를 보면(Fig. 1), 어느 收量에서나 移秧後 20日에 가장 높고 그후 점차

Table 1. Nutrient content at various growth stages in different yield classes.(% dry matter, 1967)

| yield class | N    |      |      |      |      |      |      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|             | *20  | MT   | EF   | FS   | HS   | FE   | HG   | 20                            | MT   | EF   | FS   | HS   | FE   | HG   |
| 101—200 (1) | 2.00 | 1.26 | 1.04 | 0.84 | 0.31 | 0.96 | 0.87 | 0.35                          | 0.49 | 0.35 | 0.31 | 0.03 | 0.35 | 0.50 |
| 201—300 (8) | 2.45 | 2.10 | 1.36 | 0.81 | 0.59 | 1.04 | 1.03 | 0.74                          | 0.71 | 0.62 | 0.58 | 0.26 | 0.47 | 0.68 |
| 301—400(24) | 2.60 | 2.35 | 1.38 | 0.94 | 0.54 | 1.05 | 1.05 | 0.71                          | 0.74 | 0.71 | 0.61 | 0.28 | 0.47 | 0.75 |
| 401—500(30) | 2.28 | 1.94 | 1.37 | 0.96 | 0.61 | 1.09 | 1.06 | 0.76                          | 0.73 | 0.79 | 0.64 | 0.30 | 0.43 | 0.69 |
| 501—600(40) | 2.49 | 1.87 | 1.39 | 1.05 | 0.72 | 1.12 | 1.12 | 0.86                          | 0.83 | 0.81 | 0.69 | 0.33 | 0.45 | 0.74 |
| 601—700 (9) | 2.38 | 1.89 | 1.64 | 1.08 | 0.64 | 1.14 | 1.09 | 0.92                          | 0.83 | 0.82 | 0.70 | 0.30 | 0.47 | 0.65 |

| yield class | K <sub>2</sub> O |      |      |      |      |      |      | SiO <sub>2</sub> |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------------------|------|------|------|------|------|------|
|             | *20              | MT   | EF   | FS   | HS   | FE   | HG   |                  | MT   | EF   | FS   | SH   | FE   | HG   |
| 101—200     | 2.12             | 2.66 | 2.22 | 2.25 | 1.58 | 0.86 | 0.48 | 2.64             | 6.28 | 6.82 | 6.14 | 9.50 | 5.42 | 4.25 |
| 201—300     | 2.57             | 2.92 | 2.38 | 2.21 | 1.97 | 0.95 | 0.41 | 5.81             | 4.89 | 6.61 | 6.03 | 7.59 | 5.72 | 3.66 |
| 301—400     | 3.34             | 3.41 | 2.88 | 2.36 | 2.36 | 1.01 | 0.43 | 5.81             | 5.61 | 5.55 | 5.96 | 8.13 | 4.84 | 3.21 |
| 401—500     | 3.36             | 3.19 | 2.76 | 2.03 | 2.05 | 0.96 | 0.49 | 7.50             | 7.53 | 7.16 | 7.16 | 8.83 | 5.36 | 4.27 |
| 501—600     | 3.21             | 3.18 | 2.67 | 1.91 | 1.88 | 0.77 | 0.48 | 8.13             | 7.94 | 6.84 | 7.04 | 9.29 | 5.70 | 3.98 |
| 601—700     | 3.55             | 3.77 | 2.97 | 2.07 | 1.80 | 0.88 | 0.47 | 7.54             | 6.87 | 6.67 | 6.95 | 8.70 | 5.18 | 3.92 |

\* 20; 20 days after transplanting, MT; maximum tillering, EF; ear formation, FS;straw at heading, HS; harvested straw, FE; ear at heading, HG; harvested grain, Numbers in parenthesis are sample size

감소한다. 收量이 增加함에 따라 藁中濃度가 증가한 時期는 幼穗形成期과 出穗期이다. 出穗期의 穗와 收穫期의 穀實에서도 收量增加에 따라 N濃度가 계속 增加하였다.(Table 1) 이러한 사실은 開花期가 營養診斷에 좋다는 一般論을 수증하는 結果라 하겠으며 無 N區의 最低濃度 出現頻度가 낮았던 사실과는<sup>(2)</sup> 상반되는 것이라 하겠으나 根圈 養分을 나타내는 영양과 收量과 關聯된 영양이 서

로 다르다고 볼때<sup>(2)</sup> 出穗期의 N濃度는 收量에 關聯이 큰 것이라고 볼수 있다. 收穫期 藁中 N濃度도 比較的 收量增加에 따라 增加한 경향을 보여 收穫期도 出穗期과 같이 收量과 關聯이 크다고 볼수 있다. 生育時期別로 볼때 初期營養은 根圈養分 條件을 보다 잘 表現할 것이고 生育後期營養은 收量 條件을 보다 잘 表現할 것이라고 생각되며 따라서 根圈養分診斷은 初期에 收量營養診斷은 生育後

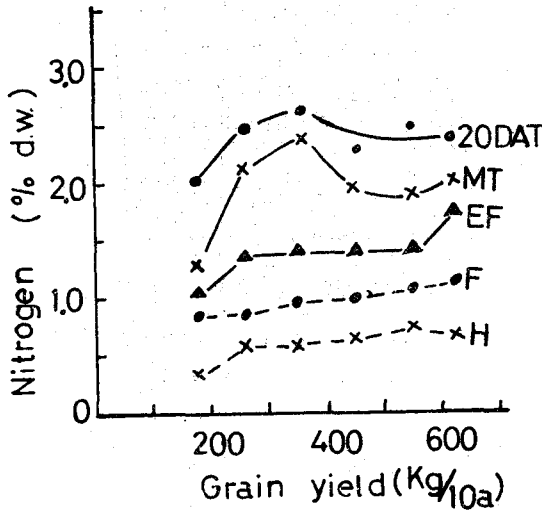


Fig. 1. Nitrogen content in straw at various growth stages in relation to grain yield (1967). 20 DAT, MT, EF, F and H indicate 20 days after transplanting, maximum tillering, ear formation, flowering and harvesting stage.

기에 치증해야 할것이다.

移秧後 20日과 最高分얼期에는 300~400kg의 收量까지 계속 증가하다가 그 이상에는 減少하여 不規則한 경향을 보인다(Fig. 1). 低收量에서 N濃度가 初期에 이와 같이 높다는것은 初期 N過多가 低收의 要因일 可能性을 보여 주는 것으로 氣象과 關係檢討되어야 할것이다.

한편 위에서 본바와같이 初期 N濃度가 收量과 關係가 적은 것을 보여준다고도 볼 수 있다. 그러나 이 시기는 生産構造系列에서 最先決構造인 穗數가 決定되는 段階로서 收量과 關係가 적다고 단언 할 수도 없다. 收量等級別 收量構成을 보면(Table 2) 株當穗數 即 單位面積當 穗數가 收量과 나란히 增加하는 것으로 보아 더욱 그러하다. 穗數의 決定은 分얼數에만 있는 것이 아니고 普通栽培에 있어서는 最高分얼기 以後의 營養조건에 의하여 有效 莖數가 決定되는데에 따르는 것이므로 移秧後 20日과 最高分얼기의 N濃度가 穗數와 平行的 關係를 반드시 보인다고 할수는 없다. 67年度에는 無肥區나 N.P.K의 各畝肥區가 포함되어 N濃度가 P나 K에 의하여 營養받기 때문에 初期 N營養과

Table 2. Yield components in different yield classes(1967)

| yield class (kg/10a) | sample size | grain yield (kg/10a) | straw yield (kg/10a) | total yield (kg/10a) | grain/straw | No. of ear/m <sup>2</sup> | No. of grain/tiller | filled grain ratio | grain weight × 10 <sup>8</sup> | No. of filled grain/m <sup>2</sup> × 10 <sup>3</sup> |
|----------------------|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------|---------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------|--|
| 101-200              | 1           | 183                  | 203                  | 386                  | 0.90        | 130                       | 71.2                | 73.3               | 25.6                           | 6.77   |
| 201-300              | 8           | 260                  | 332                  | 592                  | 0.83        | 222                       | 66.1                | 66.7               | 23.7                           | 9.61   |
| 301-400              | 24          | 360                  | 474                  | 834                  | 0.84        | 282                       | 71.8                | 65.0               | 24.2                           | 13.14  |
| 401-500              | 30          | 450                  | 686                  | 1136                 | 0.69        | 301                       | 71.1                | 74.0               | 23.8                           | 15.86  |
| 501-600              | 40          | 546                  | 806                  | 1352                 | 0.69        | 330                       | 71.8                | 77.2               | —                              | 18.29  |
| 601-700              | 9           | 622                  | 878                  | 1492                 | 0.64        | 343                       | 75.7                | 72.4               | —                              | 18.81  |
| total                | 112         | 463                  | 669                  | 1132                 | 0.72        | 299                       | 70.3                | 70.3               | 23.7                           | 14.78  |

Table 3. Nutrient content at various growth stages in different yield classes.(% dry matter 1969)

| yield class | N    |      |      |      |      |      |      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|             | *15  | MT   | EF   | FS   | HS   | FE   | HG   | 15                            | MT   | EF   | FS   | HS   | FE   | HG   |
| 101-200 (1) | 2.56 | 2.22 | 1.28 | 0.90 | 0.43 | 1.15 | —    | 0.66                          | 0.69 | 0.68 | 0.72 | 0.29 | 0.51 | —    |
| 201-300(18) | 2.89 | 2.31 | 1.56 | 0.98 | 0.52 | 1.14 | 1.05 | 0.83                          | 0.79 | 0.78 | 0.62 | 0.37 | 0.57 | 0.72 |
| 301-400(47) | 2.94 | 2.42 | 1.67 | 1.18 | 0.62 | 1.27 | 1.09 | 0.89                          | 0.84 | 0.81 | 0.62 | 0.37 | 0.53 | 0.74 |
| 401-500(80) | 3.04 | 2.50 | 1.88 | 1.24 | 0.65 | 1.29 | 1.11 | 0.87                          | 0.84 | 0.82 | 0.64 | 0.40 | 0.50 | 0.73 |
| 501-600(58) | 3.15 | 2.55 | 1.86 | 1.22 | 0.68 | 1.31 | 1.17 | 0.88                          | 0.86 | 0.83 | 0.63 | 0.39 | 0.52 | 0.70 |
| 601-700(15) | 3.23 | 2.63 | 1.95 | 1.24 | 0.69 | 1.31 | 1.19 | 0.89                          | 0.88 | 0.83 | 0.72 | 0.38 | 0.49 | 0.69 |
| 701-800 (1) | 3.17 | 2.27 | 1.46 | 0.94 | 0.72 | 1.56 | 1.20 | 1.13                          | 1.23 | 1.04 | 0.67 | —    | 0.30 | 0.59 |

| yield class | K <sub>2</sub> O |      |      |      |      |      |      | SiO <sub>2</sub> |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------------------|------|------|------|------|------|------|
|             | *15              | MT   | EF   | FS   | HS   | FE   | HG   | 15               | MT   | EF   | FS   | HS   | FE   | HG   |
| 101—200     | 2.64             | 3.36 | 2.74 | 2.06 | 1.88 | 1.01 | —    | 3.70             | 4.74 | 8.25 | 8.85 | 8.65 | 4.76 | —    |
| 201—300     | 3.21             | 3.37 | 2.74 | 1.68 | 1.58 | 0.85 | 0.55 | 5.30             | 6.25 | 7.15 | 7.11 | 7.64 | 5.91 | 4.04 |
| 301—400     | 3.46             | 3.32 | 3.03 | 1.95 | 1.75 | 0.90 | 0.54 | 5.88             | 7.23 | 8.27 | 6.11 | 7.76 | 5.58 | 4.12 |
| 401—500     | 3.50             | 3.50 | 3.24 | 2.04 | 1.91 | 0.93 | 0.59 | 6.01             | 6.63 | 7.09 | 5.75 | 7.77 | 5.40 | 3.61 |
| 501—600     | 3.39             | 3.34 | 3.09 | 1.93 | 1.93 | 0.90 | 0.63 | 6.55             | 6.84 | 7.26 | 5.42 | 7.46 | 4.43 | 4.12 |
| 601—700     | 3.52             | 3.39 | 2.99 | 2.11 | 1.91 | 0.94 | 0.64 | 5.91             | 8.04 | 7.43 | 6.61 | 7.06 | 5.75 | 3.84 |
| 701—800     | 3.08             | 3.15 | 2.93 | 2.29 | 2.30 | 0.91 | 0.51 | 6.40             | 1.18 | 8.38 | 4.88 | 11.0 | 4.35 | 2.52 |

\* 15; days after transplanting, MT; maximum tillering, EF; ear formation, FS; straw at heading, HS; harvested straw, FE; ear at heading, HG; harvested grain. Numbers in parenthesis are sample size.

穗數 또는 收量과 平行的關係가 없는 것으로 나타나는지도 모른다. P와 K의 施肥水準이 같고 N만 다른 69年의 結果에서(Table 3 및 Fig. 2) 移秧後 15日과 最高分얼기의 N濃도가 收量과 正比例로 增加하는 事實과 表 4에서 69年에도 穗數가 收量增加에 따라 增加하고 있다는 事實로 볼때 67年의 結果는 P.K에 依하여 N營養이 影響을 받은 것으로 볼 수 있다.

그러나 氣象要因에 依하여 이와 같은 차이를 보일수도 있다. 即 69年度는 67年度 보다 氣溫이 낮아서(Table 생략) 67년에는 N가 많은 多肥條

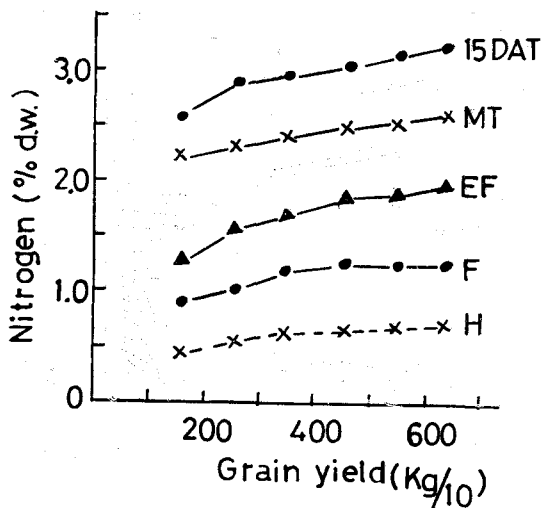


Fig. 2. Nitrogen content in straw at various growth stages in relation to grain yield(1969). 15 DAT, MT, EF, F and H indicate 15 days after transplanting, maximum tillering, ear formation, flowering and harvesting stage.

件 即 高收量에서 繁茂하여 N濃도가 떨어질 가능성이 있고 질소 농도가 높은 경우 過繁茂에 依하여 有效莖比가 감소하므로 穗數가 떨어지고 그것이 低收의 原因일수 있는 反面, 氣溫이 낮았던 69년에는 N吸收에 比하여 乾物生産이 적어서 過繁茂를 막으므로서 榮養凋落을 回避하여 有效莖比를 높인 것이라고 볼수 있다.

初期 N濃도와 收量 또는 穗數와의 關係는 吸收와 乾物生産과의 復雜한 關係로 여러 경우가 있을 수 있겠으나 收量を 높이려면 低氣溫에서는 初期 N濃도를 높여야 하고 高氣溫에서는 初期 N濃도를 낮추어야 한다는 것을 알 수 있다. 67年度가 平년에 比하여 약간 氣溫이 높은 반면 69년에는 氣溫이 平년에 比하여 더 큰 차이로 낮았던 것으로 나타나 榮養基準은 氣象과 관련되어 設定되어야 하는 것으로 생각된다. 67년에는 보다 穗數에 收량이 依存하였고 69년에는 67년보다 粒數나 粒重 또는 登熟率 등에 더 收량이 依存되고 있음도(Tabel 2,4) 氣象의 차이에 影響을 받고 있는 것으로 보여 生産構造의 어느편에 收량이 依存하는가에 따라 收量에 따른 榮養診斷의 基準이 달라질수 있다는 것을 보여준다. 67년과 69년의 이와같은 對照의 差異는 租藥比에서 서로 相反되는 結果를 보이는데서도(Table 2, 및 4) 나타난다.

幼穗形成期の N濃도와 收量과를 보면 67년에는(Table 1 및 Fig. 1) 最低와 最高水準의 收量을 除하면 그 사이 收量에서는 큰 차이를 보이지 않고 있다. 그러나 계속 收量 增加에 따라 增加하고 있어서 一般的으로 알려진 三黃期の 하나이므로 過多에 依한 花芽分化에 지장이 있을 것인가는 再檢討되어야 할것같다. 三黃期の 하나로 葉色이 N

Table 4. Yield components in different yield classes (1969).

| yield class (kg/10a) | sample size | mean grain yield | grain/straw | No. of ear /m <sup>2</sup> | No. of grain/tiller | filled grain ratio | grain weight × 10 <sup>3</sup> | No of fulfilled grain/m <sup>2</sup> × 10 <sup>-3</sup> |
|----------------------|-------------|------------------|-------------|----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------|---|
| 101-200              | 1           | 157              | —           | —                          | —                   | —                  | —                              | —   |
| 201-300              | 18          | 257              | 65.2        | 231                        | 70.9                | 71.3               | 24.9                           | 11.71   |
| 301-400              | 47          | 345              | 65.8        | 262                        | 67.5                | 72.3               | 25.8                           | 12.77   |
| 401-500              | 80          | 455              | 73.6        | 279                        | 72.1                | 71.2               | 31.0                           | 14.35   |
| 501-600              | 58          | 542              | 79.3        | 301                        | 79.0                | 73.8               | 30.7                           | 17.60   |
| 601-700              | 15          | 632              | 93.8        | 301                        | 83.0                | 83.6               | 28.0                           | 20.84   |
| 701-800              | 1           | 708              | 84.1        | 354                        | —                   | 78.4               | 23.7                           | —   |
| total                | 220         | 453              | 74.9        | 288                        | 74.7                | 73.4               | 29.0                           | 15.79   |

調失를 보이는 것은 生理的으로 N가 多量要求되기 때문에 葉綠素에 있는 N가 다른 곳 即花芽分花로 利用되기 때문이며 따라서 N缺乏이 誘發되기 쉬운 時期라고 볼수 있다. 68年度에는 最高收量인 700-800水準을 除하면 幼穗形成期の N濃度만이 收量과 가장 平行的 增加를 보여주어(Table

5) 收量과의 密接性을 나타낸다. 幼穗形成期の N濃度は 粒數決定에 主役을 할 것이며 穗數決定에도 多少 影響을 줄 것으로 보이는데 67年度에는 穗當粒數와 밀접한 關係를 보이지만(Table 2) 68년에는 關係를 보이지 않고 있다(Table 6). 그러나 69년에는 어느 時期나 收量增加에 따라 N濃

Table 5. Nutrient content at various growth stages in different yield classes. (% dry matter 1968)

| yield class | sample size | N    |      |      |      |      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |      |      |      |      |
|-------------|-------------|------|------|------|------|------|-------------------------------|------|------|------|------|
|             |             | E.F  | F.S  | H.S  | F.E  | H.G  | E.F                           | F.S  | H.S  | F.E  | H.G  |
| 201-300     | 7           | 1.79 | 1.05 | 0.75 | 1.33 | 0.91 | 0.59                          | 0.53 | 0.17 | 0.41 | 0.59 |
| 301-400     | 26          | 1.85 | 1.16 | 0.71 | 1.32 | 1.20 | 0.83                          | 0.70 | 0.20 | 0.65 | 0.80 |
| 401-500     | 47          | 1.86 | 1.21 | 0.69 | 1.29 | 1.17 | 0.84                          | 0.64 | 0.25 | 0.54 | 0.79 |
| 501-600     | 37          | 1.90 | 1.26 | 0.73 | 1.34 | 1.22 | 0.86                          | 0.69 | 0.25 | 0.56 | 0.79 |
| 601-700     | 8           | 2.01 | 1.20 | 0.69 | 1.28 | 1.09 | 0.90                          | 0.70 | 0.23 | 0.49 | 0.73 |
| 701-800     | 4           | 1.55 | 1.08 | 0.64 | 1.23 | 1.13 | 0.71                          | 0.65 | 0.23 | 0.43 | 0.75 |

| yield class | sample size | K <sub>2</sub> O |      |      |      |      | SiO <sub>2</sub> |      |       |      |      |
|-------------|-------------|------------------|------|------|------|------|------------------|------|-------|------|------|
|             |             | E.F              | F.S  | H.S  | F.E  | H.G  | E.F              | F.S  | H.S   | F.E  | H.G  |
| 201-300     | 7           | 2.10             | 1.48 | 1.47 | 0.76 | 0.65 | 7.48             | 6.75 | 8.71  | 5.98 | 6.12 |
| 301-400     | 26          | 3.19             | 2.04 | 1.92 | 0.92 | 0.79 | 7.11             | 6.78 | 8.54  | 5.48 | 6.33 |
| 401-500     | 47          | 3.12             | 2.04 | 1.80 | 0.90 | 0.69 | 7.95             | 7.02 | 8.24  | 5.98 | 6.33 |
| 501-600     | 37          | 3.15             | 1.91 | 1.84 | 1.00 | 0.73 | 8.41             | 6.81 | 8.85  | 6.01 | 6.05 |
| 601-700     | 8           | 2.75             | 1.86 | 1.39 | 0.85 | 0.90 | 8.41             | 8.18 | 10.58 | 7.32 | 7.18 |
| 701-800     | 4           | 3.23             | 2.16 | 1.79 | 0.36 | 0.75 | 8.53             | 9.52 | 15.59 | 8.07 | 6.87 |

EF; ear formation, FS; straw at heading, HS; harvested straw, FE; ear at heading, HG; harvested grain. Numbers in parenthesis are sample size.

度가 增加하였으되(Fig. 2) 幼穗形成期가 가장 大差異가 甚하여 幼穗形成期の N濃度가 가장 收量에 支配的이었던 것으로 보인다. 株當粒數나 登熟率과도 比較的 密接한 關係를 보일뿐아니라 69年의 收量이 粒穗나 登熟率과 같은 後期收量構成에

依存한바 큰 點은 幼穗形成期の N濃度가 收量에 큰 影響을 주고 있다는 것을 암시하는 것이라 하겠으며 3年間の 結果로 보아 幼穗形成期の N濃度は 높을수록 收量을 높인다고 보아야 하겠다. 67년에는 16個地域에서의 各處理別 結果인데 反

Table 6. Yield components in different yield classes (1968)

| yield class<br>(kg/10a) | sample size | grain | yield<br>kg/10a<br>straw | grain<br>straw | No. of<br>tiller<br>per m <sup>2</sup> | No. of<br>grain/<br>tiller | filled<br>grain<br>ratio | grain<br>weight<br>×10 <sup>3</sup> | No. of<br>filled<br>grain/<br>m <sup>2</sup> × 10 <sup>-3</sup> |
|-------------------------|-------------|-------|--------------------------|----------------|--|----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---|
| 101-200                 | 2           | 176   | 244                      | 71.9           | 271                                    | 70.2                       | 51.6                     | 24.3                                | 9.80  |
| 201-300                 | 12          | 272   | 438                      | 66.9           | 251                                    | 77.6                       | 65.7                     | 25.4                                | 12.79   |
| 301-400                 | 38          | 349   | 529                      | 69.2           | 284                                    | 79.6                       | 73.9                     | 25.3                                | 16.69   |
| 401-500                 | 57          | 451   | 628                      | 73.2           | 354                                    | 71.3                       | 70.8                     | 26.0                                | 17.88   |
| 501-600                 | 48          | 544   | 744                      | 74.9           | 319                                    | 77.4                       | 71.7                     | 25.8                                | 17.70   |
| 601-700                 | 9           | 643   | 869                      | 76.1           | 354                                    | 71.1                       | 74.4                     | 27.9                                | 18.74   |
| 701-800                 | 4           | 734   | 791                      | 102.3          | 378                                    | 83.1                       | 88.8                     | 31.0                                | 29.72   |

하여 69년에는 55개지역에서의 N施肥량을 달리한 처리의 결과이므로 N 營養標準으로서는 69년의 것이 더 代表的인 것으로 보아야 할 것 같고 따라서 P.K가 充分할 때에는 어느 時期나 N는 높은 것이 高收型이라고 볼 수 있다.

前報<sup>(2)</sup>에서 본과와 같이 P, K, Si의 濃度は 收量과의 關聯이 N에 따르지 못하며 이는 收量決定의 主役이 N이고 其他는 N를 補助하는 때문이라고 생각된다. P와 K의 收量과 關聯된 營養基準은 P나 K의 缺除區 또는 P나 K 施肥別 收量 만을 等級別로 P와 K의 濃度を 調査하여야 할 것이나 본 조사는 缺除區 數가 充分치 못하고 P나 K 施肥量別로 되어 있지 아니하므로 적합하지 못하다. 그러나 P나 K가 收量 決定에 있어 N에 부속적인 것이라고 본다면 P.K를 充分히 주고 N만을 달리한 상태에서의 收量別 P.K의 濃도가 充分히 收量과 關聯된 P.K의 營養 基準이 될 수 있을 것이며 收量の 增加에 따른 P.K의 變化는 N만큼 뚜렷한 關係가 없을 것도 예상된다.

P는 K보다 월등히 收量과의 關係가 밀접하여 67년에는 (Table 1) 幼穗形成期와 出穗期에 收量增加에 따라 增加하였으며 移秧後 20日과 最高分얼기에 있어서도 幼穗形成期나 出穗期에 따르지 못하나 N보다 더 收量과 密接한 關係를 보이고 있다. 68년에도 幼穗形成期와 出穗期에 收量增加에 따라 增加한 傾向을 보여주고 있으며 (Table 5) 69년에는 (Table 3) 最高分얼기와 幼穗形成기에 67년에 보여준 것과 같은 收量과의 平行的 增加를 보이고 있다. 67년이 어느해보다도 收量과 P간에 밀접한 關係를 보이는 것은 67년에 P 利用率이 높았기<sup>(7)</sup> 따라서 收量決定에 P의 役割이 컸던 것으로 생각된다. 收량이 穗數에 더 依存하였던 (Table 2) 67년이 P의 役割이 컸다는

것은 氣溫이 높았던 事實과는 맞지 않는 것으로 보이거나 67년에 실시한 포장은 土壤中 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 平均 45ppm으로 68년의 61ppm에 比較해 적었으며 土壤有機物含量도 적어서<sup>(10)</sup> P의 效果가 큰 것에 基因하는 것으로 생각된다.

P가 N 다음으로 出穗前生育各時期에서 收量과 平行增加의 밀접한 關係를 보였음에도 불구하고 收穫期 벼질이나 出穗期穗와 收穫期穀實에서는 收량이 增加함에 따라 濃도가 減少하는 傾向을 보이고 있어 (Table 1, 3, 5) P 過多에 依한 低收의 原因이 됨과<sup>(11)</sup> 一致하는 結果라 하겠다. 따라서 700kg 以上の 收穫을 올릴수있는 磷酸의 濃도는 出穗以前에 0.7% 내지 1% 以上을 유지하는 반면 收穫期 葉中에서 0.35% 미만, 出穗期 穗에서 0.45% 미만, 收穫正租에서 0.65% 미만이어야 할 것 같다.

K는 P보다도 收量과 一定한 傾向을 보이지 않는 것은 前報에서<sup>(2)</sup> 예측되었던 것과 같이 67년은 물론 (Table 1) K 利用率이 높았던<sup>(7)</sup> 68년에도 關係가 不分明하다. (Table 5) 그러나 69년에는 (Table 3) 收穫期 벼질과 正租에서 비교적 뚜렷이 收量增加에 따라 濃도가 增加하는 傾向을 보이고 있다. 이는 K가 登熟期에 크게 作用하고 있는 것을 나타내는 것이라 하겠다. K의 N에 對한 拮抗作用은 N가 充分한 경우에는 크게 影響을 주지 않는 것으로 생각되나 拮抗作用을 完全히 排除할 수 없으므로 K의 標準線은 표준선 이상의 값이라기 보다는 標準線을 上限으로 하는 그 以下부근이라고 봐야 할 것이다. K가 N나 P만큼 수량과 關係가 적은 것도 N와의 拮抗의 作用에 基因할 것으로 생각되는데 수량 400~500kg 수준에서 높다가 다시 감소하는 것이 (Table 1, 3) 이를 나타내는 것이라고 볼 수 있다. 高收量을 얻으려면 67년의 600~700kg 수준에서와 같이 N도 높지만 K도

높아서拮抗的關係가 적게 나타나는 때라고 볼수 있을 것 같다. K가 N나 P와 다른점은 最高分얼기에 移秧後 20日이나(Table 1) 15日보(Table 3) 다 높은 경우가 많다는 것이다. P도 물론 低收量水準에서 그런 경향을 약간 보이고는 있으나 K는 高收量の 경우에도 그러하다. N, P, K間的 이러한 差異는 P와 K는 缺肥區에서 最低濃度 出現頻度가 最高分藥期에 가장 컸던 것이나 移秧後 20日의 最低濃度和 最高濃度の 收量 差異가 N.P.K의 順으로 적어졌다는 事實과<sup>(2)</sup> 밀접한 관련이 있는 것으로 보인다.

Si는 가장 어떤 경향을 보이지 않고 있으나 收量 400~500kg水準을 中心으로 보면 幼穗形成期以前에는 이 이상에서 낮은 傾向을 보이고 있다.(Table 1, 3) 이러한 경향을 잘 보이는 것은 收穫期藥中에서 그러하며(Table 5) 收穫期正租에서도 이런 경향을 잘 보이고 있어(Table 1, 5) 初

期에 N過多를 阻止하는 役割과 登熟期에는 N過多는 물론 構造改善面에서 기여하고 있음을 보여 주고 있다. 특히 收量과 Si의 관계는 68년에 뚜렷하여(Table 5) Si의 收量에 對한 기여도가 해에 따라 다른것을 나타내는 것으로 보인다. Si의 수량에의 기여방식이 N와 P, K사이를 관련시키는 것으로 보여졌는데<sup>(7)</sup> K의 利用率이 컸던 68년에 K보다도 Si농도가 收量과 더 밀접한 경향을 보이고 있는 것은 N, P, K, Si의 이와같은 상호관계의 존재를 강력히 시사하는 것이라 할수 있다. 68年の日照에는 別差異가 없으며 氣溫에서 8월에 특히 낮았었는데 高冷地帶나 低溫條件에서의 均산효과와 관련되는지도 모르나<sup>(12,13)</sup> 均산의 효과를 보이는 氣溫 限界나 효과기작을 알수없으니 단언 할수없다. Si의 生育時期別 趨移도 起伏을 보이고 있어 開花期에 낮고 收穫期藥中에서 가장 높은것이 特徵인것 같다.(Table 1, 3, 5)

Table. 7. Proposed nutritional criteria for the grain yield above 700kg per 10a. (% dry matter)

|                               | *15 | MT  | EF   | FS   | HS    | FE    | HG    |
|-------------------------------|-----|-----|------|------|-------|-------|-------|
| N                             | 3.2 | 2.6 | 1.90 | 1.25 | 0.70  | 1.30  | 1.20  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 1.0 | 0.9 | 0.85 | 0.70 | <0.35 | <0.45 | <0.65 |
| K <sub>2</sub> O              | 3.5 | 3.4 | 3.00 | 2.20 | 2.00  | 0.90  | 0.50  |
| SiO <sub>2</sub>              | 6.0 | 7.0 | 7.00 | 7.00 | 8.00  | 5.00  | 3.50  |

\* 15; 15 days after transplanting, MT; maximum tilling, EF; ear formation, FS; straw at beading HS; harvested straw, FE; ear at heading grain.

이상의 N, P, K, Si의 收量等級과의 關係를 綜合하여 表 7과 같이 營養基準을 設定할수 있을 것이다. N는 어느 時期나 下限으로 그 이상이 되어야 하겠지만 K는 下限이긴 하지만 그 부근으로 봐야하고 出穗後의 P는 過剩의 害를 고려하여 上限으로 보아 그 以下로 봐야 할것이다. 여기 提示한 營養基準은 69年과 같은 氣象條件으로 日照가 비교적 좋은 조건이라고 보는 것이 좋겠으나 氣溫에서도 그렇게 낮은 조건이라고 볼필요는 없을 것 같다. 營養基準은 氣象의 영향을 크게 받는 것은 사실이나 어떠한 氣象에서도 施肥技術에 의하여 이 基準을 지킬수만 있다면 基準에 해당하는 收量을 얻을 수 있을 것으로 보아 좋을 것이다. 그러므로 營養基準은 施肥方法에 의하여 크게 변화될수 있는데 특히 질소에 있어서 收穫期 藥中에서 0.7%로 보고 있으나 이 경우는 基肥 40% 移秧後 15日에 30%, 幼穗形成期에 30%의 施肥方法이므로 이후로 實肥와 같은 追肥를 주는 경우라면 標

準이 달라질 수 있을 것이다.

緩効性肥料를 준 경우에 振興으로 正租 788kg의 收量을 얻었으며 이때는 穗當粒數나 粒重과 같은 後決生産構造에 依存한 바 크고 따라서 收穫期藥中의 N濃도가 0.86%로, 基準으로 본 0.7%를 (Table 7) 훨씬 上廻하므로<sup>(14)</sup> 이런경우 表 7의 營養基準이 變化될 것은 自明하다. 또한 이 800kg 내지 1ton 以上の 收量을 올리려면 表 7의 初期營養基準에 緩効性 肥料施肥의 경우와 같은 後期營養水準을 結合한 것이 될것이다. 이러한 營養趨移는 緩効性肥料에 初期 速効性 肥料를 施肥한 경우에 얻어질 수 있을 것이며 日射量이 充分하다면 1ton 以上이 收穫될 수 있을 것이다. 收穫期 藥中에서 N가 最高 1.2%를 보인 경우도 있으나 收量은 600kg 未達이었다. 收量이 單位面積當 登熟粒數와 密接한 關係가 있는 것으로 보아(Table 2, 4, 6) 高收量은 어느 時期에도 營養條件을 滿足하게 經過해야하는데 環境障得가 많은 圃場條件에서 그

리 쉬운 일은 아닐것이다. 氣象이나 土壤 또 이들 間의 交互作用에 依하여 營養障害을 받기 쉽다고 하더라도 高收量을 얻은 營養基準을 따라가도록 栽培技術을 發展시키므로써 目標收量을 달성할수 있을 것이다. 低收畝의 收量은 表 1,3,5,7 과 같은 收量 等級別基準을 따라서 營養管理를 함으로서 段

階的으로 收量을 높일 수 있을 것이며 圃場條件에 따라서 알맞는 管理方法을 確立해야 할 것이다. 이러한 營養 model은 IR-667 과 같이 특성이 다른 品種에서는 다를 것이므로 品種에 따라서도 再考되어야 할 것이며 三要素와 Si 以外의 養分 특히 Ca 과 Mg 에 關하여도 검토되어야 할 것이다.

Table 8. Nutrient in various class of total dry matter yield (% dry matter, 1967).

| dry matter yield kg/10a | sa-<br>mple<br>size | mean<br>dry<br>matter<br>yield | N    |      |      |      |      |      |      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------|---------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                         |                     |                                | *20  | MT   | EF   | FS   | HS   | FE   | HG   | 20                            | MT   | EF   | FS   | HS   | FE   | HG   |
| 201-400                 | 1                   | 366                            | 2.00 | 1.26 | 1.04 | 0.84 | 0.31 | 0.96 | 0.87 | 0.35                          | 0.49 | 0.35 | 0.31 | 0.03 | 0.35 | 0.50 |
| 401-600                 | 6                   | 545                            | 2.48 | 2.03 | 1.19 | 0.81 | 0.62 | 1.03 | 1.04 | 0.88                          | 0.82 | 0.69 | 0.66 | 0.30 | 0.48 | 0.68 |
| 601-800                 | 12                  | 701                            | 2.59 | 2.43 | 1.48 | 0.91 | 0.57 | 1.09 | 1.06 | 0.70                          | 0.73 | 0.71 | 0.57 | 0.29 | 0.44 | 0.78 |
| 801-1,000               | 20                  | 904                            | 2.58 | 2.09 | 1.31 | 0.93 | 0.58 | 1.16 | 1.05 | 0.74                          | 0.78 | 0.73 | 0.64 | 0.29 | 0.46 | 0.74 |
| 1,000-1,200             | 21                  | 1,120                          | 2.30 | 1.92 | 1.42 | 1.01 | 0.59 | 1.06 | 1.02 | 0.74                          | 0.75 | 0.77 | 0.65 | 0.31 | 0.47 | 0.66 |
| 1,201-1,400             | 28                  | 1,301                          | 2.34 | 1.85 | 1.40 | 1.07 | 0.75 | 1.14 | 1.13 | 0.90                          | 0.83 | 0.81 | 0.68 | 0.35 | 0.44 | 0.74 |
| 1,401-1,600             | 19                  | 1,469                          | 2.44 | 1.95 | 1.56 | 1.04 | 0.64 | 1.11 | 1.11 | 0.86                          | 0.84 | 0.80 | 0.69 | 0.29 | 0.45 | 0.70 |
| 1,601-1,800             | 4                   | 1,711                          | 2.46 | 2.05 | 1.16 | 0.73 | 0.72 | 0.95 | 1.11 | 0.85                          | 0.94 | 0.91 | 0.64 | 0.31 | 0.40 | 0.77 |
| 1,801-2,000             | 1                   | 1,861                          | 2.69 | 2.34 | 1.30 | 0.92 | 0.66 | 0.70 | 1.19 | 0.80                          | 1.36 | 0.93 | 0.67 | 0.28 | 0.41 | 0.84 |
| mean                    |                     | 1,131                          | 2.43 | 2.00 | 1.40 | 0.98 | 0.64 | 1.10 | 1.07 | 0.8 <sup>1</sup>              | 0.80 | 0.77 | 0.65 | 0.31 | 0.45 | 0.72 |

| dry matter yield kg/10a | sa-<br>mple<br>size | mean<br>dry<br>matter<br>yield | K <sub>2</sub> O |      |      |      |      |      |      | SiO <sub>2</sub> |       |       |      |       |      |      |
|-------------------------|---------------------|--------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------------------|-------|-------|------|-------|------|------|
|                         |                     |                                | *20              | MT   | EF   | FS   | HS   | FE   | HG   | 20               | MT    | EF    | FS   | HS    | FE   | HG   |
| 201-400                 | 1                   | 386                            | 2.12             | 2.66 | 2.22 | 2.25 | 1.58 | 0.86 | 0.48 | 2.64             | 6.28  | 6.82  | 6.14 | 9.50  | 5.42 | 4.25 |
| 401-600                 | 6                   | 545                            | 3.16             | 3.13 | 2.51 | 2.21 | 2.28 | 0.94 | 0.42 | 6.94             | 5.16  | 7.75  | 6.49 | 8.56  | 3.95 | 3.59 |
| 601-800                 | 12                  | 701                            | 3.48             | 3.41 | 2.88 | 2.36 | 2.37 | 1.00 | 0.44 | 5.08             | 5.09  | 4.66  | 5.69 | 7.68  | 4.85 | 3.24 |
| 801-1,000               | 20                  | 904                            | 3.27             | 3.29 | 2.87 | 2.20 | 2.22 | 0.99 | 0.46 | 6.18             | 6.13  | 6.16  | 6.57 | 7.82  | 5.44 | 3.44 |
| 1,001-1,200             | 21                  | 1,120                          | 3.05             | 3.04 | 2.54 | 2.03 | 2.04 | 0.93 | 0.45 | 6.86             | 6.26  | 6.65  | 6.81 | 8.96  | 5.52 | 3.76 |
| 1,201-1,400             | 28                  | 1,301                          | 3.39             | 3.07 | 2.56 | 1.70 | 1.70 | 0.84 | 0.52 | 7.48             | 7.86  | 6.45  | 6.49 | 8.09  | 4.94 | 4.00 |
| 1,401-1,600             | 19                  | 1,469                          | 3.40             | 3.42 | 2.81 | 2.08 | 1.81 | 0.83 | 0.49 | 8.51             | 8.29  | 7.23  | 7.39 | 9.21  | 5.68 | 3.61 |
| 1-601-1-800             | 4                   | 1,711                          | 3.66             | 3.55 | 3.34 | 2.79 | 2.29 | 0.82 | 0.56 | 11.76            | 9.34  | 8.27  | 7.51 | 10.22 | 6.35 | 4.22 |
| 1,801-2,000             | 1                   | 1,861                          | 4.16             | 3.87 | 3.38 | 2.91 | 2.55 | 0.85 | 0.62 | 12.28            | 11.56 | 10.30 | 8.90 | 13.32 | 6.68 | 4.78 |
| mean                    |                     | 1,131                          | 3.31             | 3.23 | 2.72 | 2.07 | 2.01 | 0.90 | 0.48 | 7.17             | 6.95  | 6.55  | 6.69 | 8.51  | 5.36 | 3.70 |

\*20, MT, EF, FS, HS, FE and HG indicate 20 days after transplanting, ear formation, straw at flowering, straw at hawesting, flowering ear, and harvested grain.

N.P.K 및 Si 의 生育時期別 濃度와 全乾物生産 量과의 關係를 보면(Table 8) 收量等級에서와 같이(Table 1) 密接하지 못하여 一定한 경향을 보기 어렵다. 乾物生産量測定上의 誤差나 試料數가 充分하지 못한 까닭도 있었으며 地下部 生産도 있기 때문인지 모르나 總生産보다는 正租生産 即 基初 生産보다는 2次 生産에 各養分濃도가 관련이 크다는 것은 2次 生産段階에서 營養상태가 더 크게 결정되는 것을 나타내는것 같으며 이는 앞으로 究 明되어야 할것 같다.

氣象資料(本文中에서 생략)를 정리해준 李康萬 研 究士와 성적정리에 수고한 朴癸淑양에게 感謝를 드린다.

### 摘 要

收量 等級別 榮養基準設定을 위하여 全國的으 로 실시된 水稻三要素試驗中 3 年間(1967~ 1969)의 藁 또는 穗分析結果에 依하여 收量等級 別로 生育時期別 N,P,K 및 Si 의 含量을 調査하 였다. 收量增加에 따라 養分濃도가 增加하는 경향



은 N>P>K>Si의 順으로 減少하였다. 그 傾向은 養分에 따라서 해에 따라 生育時期別로 그 程度가 달랐다. 總乾物生産量等級別 보다는 正租收量等級에 養分의 濃度變化가 더 密接한關係를 보였다.

### 引用 文 獻

1. 朴 薰 1973, 圃場栽培 水稻의 營養診斷 I, 止葉分析에 依한 診斷, 韓農化誌 16: 18-30
2. 朴 薰·朴天緒 1973, 圃場栽培水稻의 營養診斷 II, 全分析에 依한 診斷, 韓土肥誌, 6(3) 印刷中
3. 小西千賀三·高橋治助 編 1961, 土壤肥料學講座, 3: 39-44 朝倉書店
4. 金泳燮 1965, 水稻栽培의 主要環境要因에 關한 解析的 調查研究, 韓作物誌 3: 49-82
5. 木谷耕一·速水昭彦 1954, 水稻生育의 調整에 關する營養生理的研究, 東北農試研報 第30號
6. 朴俊奎·李承宅·崔相昊 1969, 高低位畝 水稻의 生育相 및 營養生理에 關한 調查研究 農, 振研報 12(3): 75-90
7. 朴 薰 1973, 圃場栽培 水稻의 無機營養 I, 三要素利用率과 養分吸收量, 收量 및 乾物生産量과의 關係 韓農化誌, 16(2) 99-111
8. 水稻에 對한 三要素試驗成績 1967~1969 UN 特別基金, 韓國土壤肥沃度 事業機構(植物環境研究所)
9. 水稻作況診斷 試驗研究報告書 1967~1969, 農村振興廳 試驗局
10. 朴 薰 1973, 圃場栽培水稻의 無機營養 II, 三要素 利用率과 氣象圈 및 土壤斷面의 物理化學的 性質과의 關係, 韓土肥誌 6: 17-26
11. Okuda, A. and Takahashi, E. 1964 The role of silicon, In "The mineral nutrition of the rice plant" IRRI, 123-146 The Jones Hopkins Press
12. 崔昌榮·黃正孝·李康萬·朴英善 1971, 冷害防止에 關한 試驗, 試驗研究報告書 4-1131-1238 植物環境研究所
13. 朴英善·崔昌榮·柳順昊 1973, 出穗後의 生育溫度가 벼의 收量 및 養分吸收에 미치는 影響 韓土肥誌 6: 107-113.
14. 洪鍾雲·李容載 1971, 벼에 對한 硫黃입헌 요소의 比효시험, 試驗研究報告書 3-1077-1083 植物環境研究所