

## 窒素施肥와 遮光이 벼 障害型冷害에 미치는 影響

金熙東\* · 佐竹徹夫\*\* · 金永浩\* · 金並鉉\* · 李東右\*

### Influence of Nitrogen Application and Shading on the Sterile-type Cold Injury in Rice

Hee Dong Kim\*, Satake, Tetsuo\*\*, Young Ho Kim\*,  
Byeong Hyeon Kim\* Dong Woo Ree\*

#### ABSTRACT

This experiment was carried out to clarify the causes of sterility in terms of pollination characteristics for the sterile-type cold damage as influenced by amount of nitrogen application and shading conditions in rice plants. The results obtained are as follows :

The number of young microspore per anther was not changed greatly by amount of nitrogen application. The number of ripened pollen grains per anther decreased according to increase in nitrogen application and shading degree, but the anther length and stigma length were not significantly affected by those factors. The number of pollen grains on stigma decreased by intense shading.

The fertility decreased with increased nitrogen application and intensified shading. The elongation of auricle distance per day was less in less nitrogen application and intense shading. The internode length of the first and the second from the top were shortened with intense shading, but that of the fourth was elongated.

The number of spikelet per panicle decreased with increase in shading intensity.

#### 緒 言

벼의 收量生産性은 品種, 栽培技術 및 環境 等 三 要因에 의하여 결정되는데, 이들중에서도 環境은 人爲的으로 調節하기가 어려운 要因이다. 環境要因中에서도 氣象環境은 우리나라와 같은 溫帶地域에서는 벼 收量에 크게 影響을 주며, 氣象要因中에서도 氣溫, 日照, 日射量은 벼의 物質生産力을 左右하는 主因으로서 特히 生殖生長期부터 登熟期の 氣溫低下와 日照不足은 冷害誘發과 登熟低下 等으로 막대한 減收를 초래한다.

높은 收量을 얻기 위해서 窒素施用이 必須的인 要素로서 적절한 時期에 나누어 施用하는 것 또한 重要하지만 低溫來襲時에는 窒素多用에 의하여 不稔을

조장하는 등 冷害被害를 加重시키는 結果를 초래한다는 것은 이미 알려진 사실이다.

窒素와 冷害와의 關係에 있어서 窒素의 施用量은 不稔發生의 限界溫度에도 影響을 끼쳐 無窒素區에서는 16℃에서도 不稔을 發生시키지 않지만 10 a當 48 kg을 施用할 때는 20℃에서도 不稔을 증가시키고,<sup>18)</sup> 長期間 冷地溫(19-20℃) 處理할 경우 不稔의 發生은 窒素多肥 혹은 磷酸少肥에 의해 현저히 증가되며 칼륨의 影響은 없다고 하였다.<sup>29)</sup> 또한 松崎<sup>13)</sup>가 제창한 V자이론 稻作에 있어서 葉齡指數 70-80의 期間에 窒素를 制限시킴으로써 穗孕期 冷溫抵抗性を 증대시킨다고 하였고, 戶荏 等<sup>30)</sup>은 窒素를 많이 施用할 경우 不稔은 증가하는데 이는 窒素施用量이 많을 수록 柱頭위에서 發芽花粉數가 적어지기 때문이라 하였다. 低溫 前·後의 窒素追肥

\* 京畿道農村振興院(Kyonggi Provincial Rural Development Administration, Hwasong 445-950, Korea)

\*\* 農林水産省北海道農業試驗場(Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Sapporo, Japan)

<4月 29日 接受>

는 生育을 왕성하게 하나 결국은 生育을 지연시키는 데 低溫前의 追肥의 影響이 크다고 하였으며,<sup>28)</sup> Satake 等<sup>24)</sup>은 穎花分化期~小孢子初期의 窒素供給은 穎花分化期以前 또는 小孢子初期以後의 공급에 비해 不稔을 증가시켜 가장 영향이 큰 시기라고 하였다.

푸로린은 數種의 植物에 있어서 花粉管의 伸長을 촉진하는 역할을 한다고 하였는데<sup>7)</sup> 穗孕期 冷溫處理時 葯의 成分과 푸로린함량은 낮아진 반면 아스파라긴산은 현저히 증가한다고 하였다.<sup>9)</sup> 窒素多用은 푸로린함량을 저하시키기 때문에 영양핵이 異常을 일으켜 花粉內의 生理的 不均衡으로 花粉의 기능이 低下되어 不稔이 증가한다고 하였으며,<sup>5)</sup> 天野<sup>1)</sup>는 栽培의인 측면에서 不稔에 關한 稻體의 질소함유율이 生育진단의 지표로서 한계질소함유율은 품종에 따라서 다르지만 대체로 3.0~3.5% 정도라고 하였다.

遮光程度와 冷害와의 關係에 있어서 出穗前 1個月間의 遮光處理에 의해 불임이 尙장될 뿐만 아니라<sup>30)</sup> 穗孕期 6日間 處理에 의해서도 不稔이 尙장된다고 하였다.<sup>27)</sup> 清澤<sup>9,10)</sup>는 穗孕期の 冷溫+遮光處理도 前歷으로 부여한 遮光이 不稔을 增加시킨다고 하였으나, 和田 等<sup>32)</sup>은 品種에 따라서 遮光處理에 의한 不稔은 다르게 나타나기 때문에 品種의 特性이라 說明하였으며, 出穗期에 있어서도 遮光은 不稔을 尙장한다고 하였다.

穗孕期 不稔의 發生은 品種, 식물체의 均락 및 영양상태, 질소시용량 등 여러요인에 따라 다르게 나타나는데 冷害發生時는 溫度의 低下 뿐만 아니라 과 尙현상을 수반하게 되는데 本試驗은 窒素施肥量을 달리한 후 穎花分化期~小孢子初期直前(以下 前歷期間이라 칭함)의 遮光程度가 冷害에 미치는 影響을 究明코자 실시한 結果를 보고하는 바이다.

끝으로 本試驗이 실시될 수 있도록 場所를 제공하고 처음부터 시종일관 지도· 力려해 주신 日本農林水産省 北海道農散試驗場 佐竹徹夫博士님에게 심심한 감사를 表하고자 합니다.

## 材料 및 方法

本實驗은 벼品種 Domoyutaka 를 供試하여 佐竹<sup>19)</sup>의 栽培法으로 1/5000 a pot 에 催芽種子 20粒을 '87年 6月 16日에 播種하였다. 施肥量은 窒素施用量을 pot 當 0.3, 0.9, 1.8 g을 全量 基肥로 한 것과 基肥 0.9 g에 穎花分化期에 0.45 g (유안)

을 追肥한 4個 處理를 두었고 인산과 칼륨은 각각 pot 當 0.9 g씩 施用하였다. 遮光處理는 前歷期間동안 한랭사를 利用하여 遮光率을 0, 50, 75%로 하였으며, 小孢子初期 低溫處理는 12℃의 自然光室에서 3日間 실시하였으며, 低溫處理期間을 제외하고는 통풍조절이 양호한 溫室(晝間平均 27±3℃, 夜間平均 20±3℃ 内外)에서 栽培한 후 主稈만을 調查하였다. 分化된 小孢子數는 低溫處理直前 葉耳間長 ±0 cm時, 葯當充實花粉數는 出穗後 2日에 特定穎花(이삭의 上位 3개의 1次枝梗의 先端부터 3, 4, 5번째 穎花)를 채취하여 50% Alcohol 에 보관 후 N=15로 調查하였으며, 柱頭에 受粉된 花粉數는 開花日 穎이 完全히 丹된 후 特定穎花를 對象으로 N=64로 調查하였고 其他 項目은 대부분 成熟期에 調查하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 小孢子分化數, 葯當充實花粉數, 葯長 및 柱頭長의 差異

窒素施用량과 遮光程度에 따른 小孢子分化數, 葯當充實花粉數, 葯長 및 柱頭長은 表 1과 같다.

小孢子分化數는 窒素施用량에 따라 差異가 없었는데 이는 前歷水溫에 따라서는 差異가 있다는 金<sup>8)</sup>의 報告와 比較할 때 水稻의 小孢子分化는 窒素보다는 水溫이 더 크게 影響을 준다는 것을 암시한다.

葯當充實花粉數는 對照區의 경우 窒素施用량과 遮光程度에 關係없이 750個程度 以上이었고 分化된 小孢子도 대부분 充實하였으며, 窒素施用량이 기준량(0.9 g/pot) 보다 많을 경우와 遮光程度가 클수록 적었다. 小孢子初期 低溫處理區는 對照區에 비해 充實花粉數가 절반정도로 감소하였으며 窒素施用량과 遮光程度에 따른 充實花粉數의 감소정도는 對照區와 같은 尙향이었다. 이러한 結果는 窒素多用에 의한 花粉의 기능저하가 不稔을 增加시킨다고 한 Ito<sup>5)</sup>의 報告 및 障害型冷害에 있어서 不稔은 花粉의 充實不良이 主要原因이라고 한 報告들<sup>14, 20, 26)</sup>과 一致하는 結果였으며, 穎花分化期~小孢子初期 直前의 水溫이 重要하다고 한 報告<sup>8, 24)</sup>와 아울러 同期間의 窒素供給과 遮光程度도 穗孕期冷害에 큰 影響이 있는 것으로 생각된다.

葯長은 冷害抵抗性 評價의 重要한 指標로서 Satake 等<sup>21, 22)</sup>에 의하면 葯長은 感受性期에 약 1 mm, 出穗期에 2 mm程度이고, 乾物重은 30 μg이라

**Table 1.** Chilling tolerance and floral characters in rice plants under the different amount of nitrogen application and shading conditions

|            | Nitrogen level (g/pot) | Shading percentage (%) | (A)                         | (B)                             | B/A (%) | Anther length (mm) | Stigma length (mm) | Pollen grains (/stigma) | Fertility (%) |
|------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------|--------------------|--------------------|-------------------------|---------------|
|            |                        |                        | Microspore number (/anther) | Ripened pollen number (/anther) |         |                    |                    |                         |               |
| Control    | 0.3                    | 0                      | 1072                        | 930                             | 87      | 1.88               | 0.75               | 64                      | 96.0          |
|            |                        | 50                     | -                           | 856                             | 80      | 1.84               | 0.76               | 53                      | 97.1          |
|            |                        | 75                     | -                           | 870                             | 81      | 1.83               | 0.80               | 36                      | 94.4          |
|            | 0.9                    | 0                      | 1091                        | 864                             | 79      | 1.90               | 0.86               | 57                      | 96.5          |
|            |                        | 50                     | -                           | 840                             | 77      | 1.88               | 0.94               | 60                      | 94.6          |
|            |                        | 75                     | -                           | 763                             | 70      | 1.84               | 0.84               | 50                      | 93.1          |
|            | 1.8                    | 0                      | 1100                        | 814                             | 74      | 1.87               | 0.88               | 58                      | 92.9          |
|            |                        | 50                     | -                           | 741                             | 67      | 1.83               | 0.88               | 48                      | 92.6          |
|            |                        | 75                     | -                           | 780                             | 71      | 1.89               | 0.90               | 45                      | 93.8          |
|            | 0.9+0.45               | 0                      | 1090                        | 806                             | 74      | 1.94               | 0.95               | 59                      | 93.4          |
|            |                        | 50                     | -                           | 760                             | 70      | 1.87               | 0.90               | 45                      | 91.2          |
|            |                        | 75                     | -                           | 746                             | 68      | 1.82               | 0.85               | 33                      | 93.1          |
| LSD 0.05   |                        |                        | N.S                         | 45.8                            |         | N.S                |                    |                         |               |
| *Treatment | 0.3                    | 0                      | -                           | 531                             | 49      | 1.80               | 0.72               | 20                      | 51.4          |
|            |                        | 50                     | -                           | 509                             | 47      | 1.79               | 0.73               | 19                      | 47.7          |
|            |                        | 75                     | -                           | 485                             | 44      | 1.73               | 0.74               | 17                      | 46.1          |
|            | 0.9                    | 0                      | -                           | 516                             | 47      | 1.80               | 0.81               | 14                      | 52.0          |
|            |                        | 50                     | -                           | 497                             | 46      | 1.73               | 0.80               | 10                      | 43.2          |
|            |                        | 75                     | -                           | 389                             | 36      | 1.79               | 0.82               | 8                       | 30.6          |
|            | 1.8                    | 0                      | -                           | 443                             | 41      | 1.82               | 0.83               | 11                      | 34.2          |
|            |                        | 50                     | -                           | 400                             | 37      | 1.82               | 0.80               | 8                       | 27.5          |
|            |                        | 75                     | -                           | 393                             | 36      | 1.82               | 0.80               | 7                       | 27.9          |
|            | 0.9+0.45               | 0                      | -                           | 438                             | 40      | 1.82               | 0.85               | 12                      | 29.8          |
|            |                        | 50                     | -                           | 410                             | 38      | 1.81               | 0.86               | 12                      | 29.9          |
|            |                        | 75                     | -                           | 316                             | 29      | 1.78               | 0.75               | 6                       | 20.1          |
| LSD 0.05   |                        |                        |                             | 103.9                           |         | N.S                |                    |                         |               |

\* Treatment : 12°C 3days

하였으며, 金<sup>8)</sup>은 藥長이 前歷水溫에 따라서 다르다고 하였으나, 本實驗의 窒素施用量과 遮光程度에 따라서는 差異가 없었고 小孢子初期 低溫處理時는 약간 작아지는 경향을 나타냈다.

柱頭長은 窒素施用量이 적을 경우 약간 작았으나 기준시용량 이상에서는 大差 없었다.

## 2. 柱頭に 受粉된 花粉數

鳥崎 等<sup>26)</sup>은 穗孕期 冷溫處理에서 不稔發生의 直接的原因은 藥의 不裂開에 의한 不受粉이라 하였

고, 柱頭に 受粉된 花粉數는 品種에 따라 다르다고 하였다<sup>14)</sup>. 受粉된 花粉가운데 受精에 必要한 發芽 花粉數는 Satake 等<sup>23)</sup>은 5~10個, 戶叻 等<sup>30)</sup>은 10個 以上이어야 한다고 하였는 바 이의 확보를 위해서는 受粉된 花粉數가 重要한 것으로 생각된다. 本實驗에서 柱頭に 受粉된 花粉數는 表 1과 같이 對照區에 비하여 低溫處理區는 1/4 정도(9-19개)로서 매우 적었으며, 對照區와 低溫處理區 모두 窒素施用量間에는 大差 없었고 遮光程度가 增加함에 따라 감소하는 경향이였다.

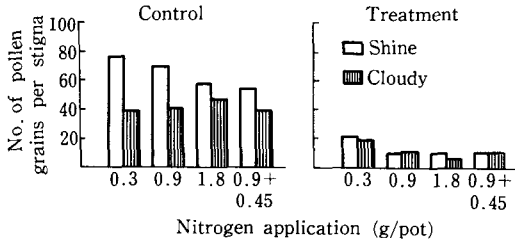


Fig. 1. Difference of the number of pollen grains per stigma under different amount of nitrogen application.

그림 1은 窒素施用量別로 맑은 날과 흐린 날에 조사한 柱頭에 受粉된 花粉數를 나타낸 것으로서 對照區에서는 맑은 날에 비하여 흐린 날에는 크게 감소하였으나, 小孢子初期 低溫處理에서는 맑은 날과 흐린 날 사이에 大差 없었는데 이는 주로 充實花粉數의 감소에 기인되는 것으로 생각되며, 이러한 결과는 柱頭위에 受粉된 花粉數가 맑은 날보다 우천시에 현저히 감소한다는 報告<sup>30)</sup>와 一致하는 경향이 며 앞으로 受粉 Timing 과 遮光에 대한 영향은 더욱 검토가 되어야 할 것으로 생각된다.

### 3. 稔實率 및 稔實指數의 變化

稔實率은 表 1에서와 같이 對照區에서는 모든 처리에서 90% 이상이었으나 小孢子初期 低溫處理에서는 50% 이하로 낮았다. 對照區와 低溫處理區 모두 窒素施用量이 많거나 穎花分化期에 窒素追肥를 할 경우에는 적을 경우 또는 기준량에 비하여 稔實率이 낮았으며, 특히 遮光程度가 많을 수록 不稔이 더욱 심하여 穎花分化期에 窒素追肥後 75% 遮光 低溫處理區는 20% 정도로 떨어져 小孢子初期 不稔은 前歷期間의 환경조건에 의해 다르게 나타났으며 冷害危險時 穎花分化期 窒素追肥는 좋지 않은 방법으로 생각된다. 佐竹<sup>20)</sup>는 穗孕期 不稔이 發生하는 限界溫度는 冷溫期間의 長短, 前歷·後歷, 施肥條件 및 品種에 따라 다르며, 窒素施用量에 따른 不稔發生溫度도 현저히 다르다고 하였는데<sup>18)</sup>, 本實驗 結果도 이와 같은 경향이였다. 앞으로 窒素施用量 및 前歷環境의 差異에 따른 不稔發生 限界溫度는 더욱 검토되어야 할 것으로 생각된다.

耐冷性を 比較하는 한 방법으로서  $(\arcsin \sqrt{\text{冷溫處理區稔實率}} / \arcsin \sqrt{\text{對照區稔實率}}) \times 100$ 으로 계산된 稔實指數는 그림 2와 같이 窒素施用量 0.3 g에서는 遮光程度에 따른 差異가 없었고, 0.9, 1.8 및 추비구에서는 遮光程度가 클 수록 낮은 경향이있

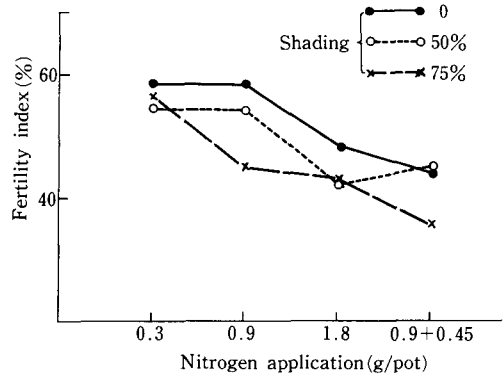


Fig. 2. Changes of fertility index under different amount of nitrogen application and shading conditions.

으며, 특히 穎花分化期 追肥區에서 더욱 낮았다.

### 4. 葯當充實花粉數 및 柱頭위 花粉數와 稔實率과의 關係

그림 3은 葯當充實花粉數 및 柱頭위 花粉數와 稔實率과의 關係를 表示한 것으로 稔實率 90% 이상을 얻기 위한 充實花粉數는 750개 정도였으며, 柱頭위 花粉數는 40개 정도 이상으로서 이는 既報告된 結果<sup>16,22,25)</sup>와 같은 경향이였다.

한편 葯長과 葯當充實花粉數, 充實花粉數와 柱頭위 花粉數와의 關係는 그림 4, 5에서와 같이 葯長이 커짐에 따라서 葯當充實花粉數는 直線的으로 증가하였는데 稔實率 90% 이상을 얻기 위한 葯長은 1.85 mm 이상이었다. 葯當充實花粉數와 柱頭위 花粉數와의 關係에 있어서도 充實花粉數가 增加할 수록 柱頭위 花粉數는 直線的으로 增加하였는데, 앞에서 稔實率 90% 이상을 얻기 위한 柱頭위 花粉數는 약 40개 정도였는데 그림 5에서 柱頭위 花粉數 40개를 얻기 위해서는 充實花粉數가 750개 정도 되어야 함을 알 수 있었다.

### 5. 生育特性

窒素施用量과 穎花分化期 遮光程度에 따른 生育特性은 表 2와 같다.

出穗期는 對照區의 경우 窒素施用量 0.3 g에서는 0.9 g보다 遮光程度에 따라 1~3日 遲延되었으나 기타 증비 및 追肥區에서는 差가 없었으며, 低溫處理區는 對照區에 비해 2~3日 遲延되었고 기타 窒素施用量에 대한 反應은 對照區와 같았다.

葉耳間長 伸長速度에 대한 既存의 報告들<sup>15,17,22)</sup>

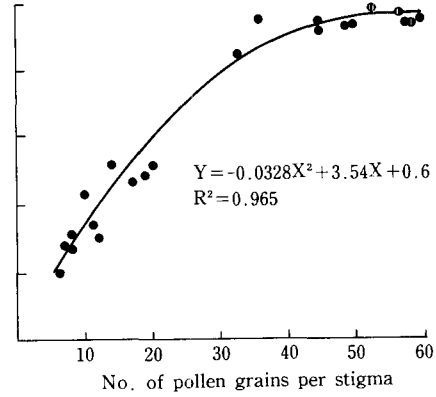
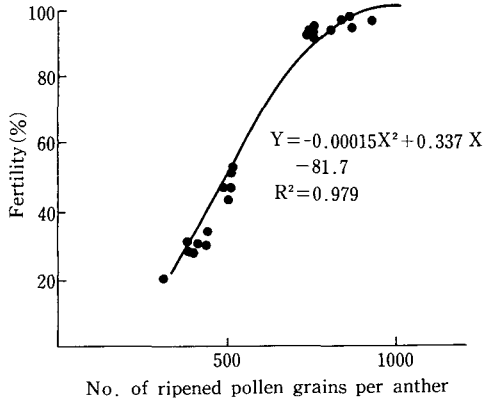


Fig. 3. Relationship between the number of ripened pollen grains per anther, number of pollen grains per stigma and fertility.

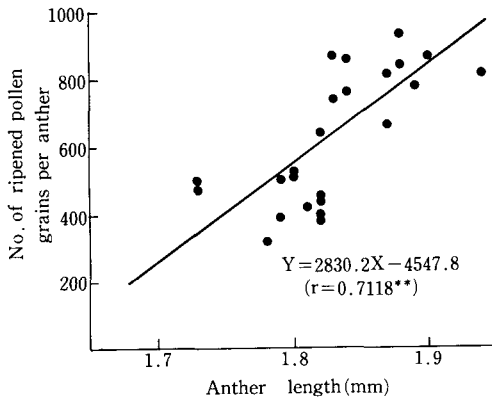


Fig. 4. Relationship between anther length and number of ripened pollen grains per anther.

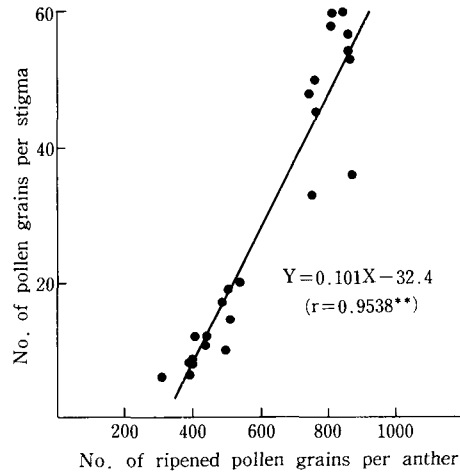


Fig. 5. Relationship between number of ripened pollen grains per anther and number of pollen grains per stigma.

은 주로 氣溫處理에 대한 검토였는데, 金<sup>8)</sup>은 水溫處理에서 同一 前歷水溫 및 小孢子初期水溫에 있어서는 耐冷性이 강한 品種이 弱한 品種과 伸長速度가 같거나 다소 크며 小孢子初期의 水溫이 낮을수록 크게 낮다고 하였다. 本實驗에서 小孢子初期 低溫處理期間의 葉耳間長 伸長速度(-15 ~ -80 mm 材料)는 對照區에 比하여 低溫處理區는 1/4 정도 以下로 낮았으며, 對照區와 低溫處理區 모두 窒素施用量이 적은 때는 기준량에 비해 떨어졌으나 增肥 및 追肥區는 大差 없었고 同一施用量에 있어서는 遮光程度가 클수록 현저히 감소하였다.

節間長은 對照區에 比해 低溫處理時 全處理에서 짧아졌으며, 低溫處理有·無에 관계없이 遮光速度가 많을수록 1~3節間이 크게 단축되었으나 4節間은 오히려 길었다. 橫尾等<sup>33)</sup>은 上位節間長과 下

位節間長間에는 負의 相關關係가 있다고 하였으며, 대체로 節間伸長은 主要伸長期間의 窒素, 氣溫 및 日光條件과 밀접한 關係가 있는데 低溫일 때 節間的伸長程度는 각 節間에 따라서 달라 下位節間에서는 伸長이 억제되지 않지만 上位節間은 크게 억제되며, 下位節間的 伸長時期에 遮光을 하면 伸長이 촉진되어 도복이 쉽게 일어나는데, 本實驗의 遮光區의 4節間이 무차광에 비해 긴 것은 遮光時期가 下位節間伸長期였기 때문인 것으로 생각된다.

水稻에 대한 窒素肥料의 分施 및 穗肥에 관한 研究는 Gericke<sup>3)</sup>의 養分供給時期가 收量에 미치는 영향을 밝히고자 한데서 시작되었다. 一穗穎花數는 一次枝梗보다는 二次枝梗에 의해 크게 지배되며, 二

**Table 2.** Heading date and growth characteristics in rice under different amount of nitrogen application and shading conditions

| Nitrogen level (g/pot) | Shading percent-age (%) | Heading date | Elongation of auricle distance (cm/day) | Panicle exertion (cm) | Panicle length (cm) | Culm length (cm) | Internode culm length (cm) |      |      |      | 1000 grain weight (g) | No. of spikelets per panicle | No. of rachis-branch |        | No. of spikelets per rachis-branch |      |
|------------------------|-------------------------|--------------|---|-----------------------|---------------------|------------------|----------------------------|------|------|------|-----------------------|------------------------------|----------------------|--------|------------------------------------|------|
|                        |                         |              |   |                       |                     |                  | 1st                        | 2nd  | 3rd  | 4th  |                       |                              | Primary              | Second |                                    | 1st  |
| Cont-rol               | 0                       | Aug. 8       | 2.24                                    | 2.2                   | 11.7                | 54.4             | 19.8                       | 16.0 | 11.2 | 7.9  | 26.2                  | 37.8                         | 5.2                  | 4.0    | 27.6                               | 10.2 |
|                        | 50                      | Aug. 7       | 2.27                                    | 1.9                   | 11.8                | 54.3             | 19.6                       | 16.1 | 10.2 | 8.3  | 25.2                  | 34.8                         | 5.0                  | 3.2    | 27.0                               | 7.8  |
|                        | 75                      | Aug. 6       | 2.15                                    | 2.1                   | 12.1                | 54.6             | 19.8                       | 16.2 | 9.5  | 9.5  | 26.3                  | 35.2                         | 5.4                  | 2.8    | 29.0                               | 6.2  |
|                        | 0                       | Aug. 5       | 3.49                                    | 4.3                   | 17.2                | 64.6             | 28.7                       | 19.5 | 10.2 | 6.4  | 26.5                  | 75.3                         | 6.7                  | 12.8   | 36.8                               | 38.5 |
|                        | 50                      | Aug. 4       | 3.22                                    | 4.0                   | 16.4                | 62.7             | 27.2                       | 19.3 | 10.3 | 6.7  | 28.7                  | 56.6                         | 6.6                  | 7.6    | 36.3                               | 20.0 |
|                        | 75                      | Aug. 5       | 2.76                                    | 4.3                   | 14.2                | 59.6             | 24.4                       | 16.8 | 8.9  | 9.6  | 27.8                  | 45.7                         | 5.6                  | 4.5    | 31.6                               | 14.1 |
|                        | 0                       | Aug. 5       | 3.33                                    | 6.3                   | 17.5                | 66.2             | 31.1                       | 19.0 | 11.2 | 5.8  | 26.7                  | 73.9                         | 6.7                  | 11.8   | 37.2                               | 36.7 |
|                        | 50                      | Aug. 4       | 2.98                                    | 4.7                   | 16.3                | 65.4             | 27.7                       | 18.3 | 10.9 | 8.1  | 27.7                  | 52.4                         | 6.4                  | 6.0    | 35.7                               | 16.8 |
|                        | 75                      | Aug. 5       | 2.73                                    | 3.7                   | 14.3                | 60.4             | 24.5                       | 16.9 | 9.4  | 10.3 | 27.3                  | 39.7                         | 5.7                  | 2.9    | 32.6                               | 7.1  |
|                        | 0                       | Aug. 5       | 3.52                                    | 6.9                   | 17.0                | 64.7             | 30.7                       | 18.8 | 9.8  | 5.3  | 26.5                  | 63.6                         | 6.7                  | 9.0    | 37.4                               | 26.2 |
| +                      | 50                      | Aug. 4       | 3.38                                    | 5.3                   | 15.9                | 63.0             | 27.3                       | 17.7 | 10.0 | 8.6  | 27.3                  | 51.3                         | 6.3                  | 6.3    | 34.9                               | 16.4 |
| 0.45                   | 75                      | Aug. 5       | 2.98                                    | 5.2                   | 15.1                | 58.4             | 24.7                       | 16.5 | 8.8  | 9.6  | 27.5                  | 39.9                         | 5.7                  | 3.3    | 31.6                               | 8.3  |
| Treat-ment             | 0                       | Aug.10       | 0.41                                    | 0.4                   | 9.9                 | 48.7             | 17.2                       | 14.4 | 10.3 | 7.1  | 25.3                  | 21.8                         | 4.7                  | 0.7    | 21.1                               | 0.7  |
|                        | 50                      | Aug.10       | 0.37                                    | 0.9                   | 10.4                | 49.7             | 17.8                       | 14.8 | 9.2  | 8.1  | 24.6                  | 24.1                         | 4.7                  | 2.0    | 22.2                               | 1.9  |
|                        | 75                      | Aug.10       | 0.45                                    | 0.9                   | 10.2                | 49.0             | 17.1                       | 14.5 | 8.7  | 8.5  | 24.8                  | 23.7                         | 4.7                  | 1.9    | 22.0                               | 1.7  |
|                        | 0                       | Aug. 8       | 0.98                                    | 4.3                   | 15.1                | 63.0             | 26.6                       | 20.6 | 9.8  | 6.4  | 25.0                  | 68.8                         | 6.9                  | 10.5   | 38.6                               | 30.2 |
|                        | 50                      | Aug. 7       | 0.67                                    | 4.2                   | 14.5                | 61.6             | 25.1                       | 19.1 | 10.5 | 7.5  | 26.3                  | 51.1                         | 6.7                  | 5.5    | 36.7                               | 14.4 |
|                        | 75                      | Aug. 8       | 0.69                                    | 5.4                   | 13.8                | 60.1             | 25.0                       | 17.4 | 9.0  | 8.2  | 24.7                  | 52.2                         | 6.5                  | 5.8    | 35.8                               | 16.4 |
|                        | 0                       | Aug. 7       | 1.04                                    | 6.0                   | 15.2                | 65.0             | 28.4                       | 20.1 | 10.4 | 5.7  | 24.7                  | 65.1                         | 6.8                  | 9.4    | 37.6                               | 27.5 |
|                        | 50                      | Aug. 7       | 0.77                                    | 5.6                   | 14.5                | 65.8             | 26.6                       | 19.9 | 10.5 | 8.6  | 26.1                  | 51.5                         | 6.8                  | 5.4    | 36.9                               | 14.6 |
|                        | 75                      | Aug. 7       | 0.65                                    | 3.7                   | 13.7                | 58.4             | 24.1                       | 16.6 | 9.1  | 9.3  | 25.3                  | 41.1                         | 6.8                  | 3.8    | 31.6                               | 9.5  |
|                        | 0                       | Aug. 7       | 0.95                                    | 6.7                   | 15.8                | 62.9             | 29.0                       | 19.1 | 10.3 | 5.3  | 24.9                  | 64.2                         | 6.8                  | 9.5    | 37.5                               | 26.7 |
| +                      | 50                      | Aug. 7       | 0.69                                    | 5.0                   | 14.6                | 60.9             | 26.8                       | 17.7 | 12.1 | 7.4  | 26.3                  | 50.4                         | 6.5                  | 5.8    | 35.5                               | 14.9 |
| 0.45                   | 75                      | Aug. 7       | 0.68                                    | 4.0                   | 13.5                | 57.7             | 22.9                       | 16.2 | 9.7  | 9.3  | 24.6                  | 43.1                         | 5.9                  | 3.9    | 32.8                               | 10.3 |

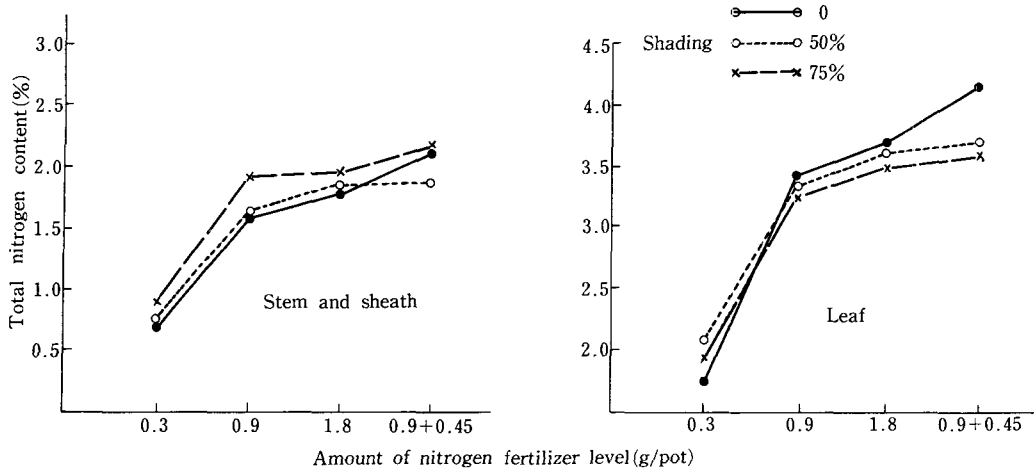


Fig. 6. Changes of total nitrogen content in stem and sheath, and leaf under different amount of nitrogen fertilizer level

次枝梗의 多小는 分化和 退化의 양면에 의하여 決定되는데, 分化는 首穗分化期 追肥에 의해 增大되고 穎花分化期 追肥는 영향치 않으며, 退化는 穎花分化期和 減數分裂期 追肥에 의하여 防止된다고 하였지만<sup>2,11,12)</sup>, 水稻가 過繁茂狀態 또는 不良環境下에 있을 때 減數分裂期の 窒素追肥는 오히려 많게 한다고 하였다.<sup>11,12,31)</sup> 또한 一穗穎花數의 감소는 영양장해에 의한 幼穗의 發育不良과 穎花의 分化形成의 억제 혹은 파괴작용과 관련되는 것인데<sup>4)</sup>, 幼穗形成期에 水稻는 旺盛한 窒素代謝로부터 탄수화물 대사가 일어나는 移行時期로서 低溫, 低溫+遮光 및 低溫處理前 窒素追肥는 各代謝를 교란시켜 窒素代謝를 연장시킨다고 하였다.<sup>28)</sup>

그림 6 은 低溫處理前에 있어서 窒素肥用量別 遮光程度에 따른 植物體의 窒素含量을 表示한 것으로 잎의 窒素含量이 줄기와 잎집의 것보다 많았다. 한편 줄기와 잎집에서는 穎花分化期 追肥區를 제외한 處理에서 75% > 50% > 0% 遮光順으로 窒素含量이 많았으나 잎에서는 반대로 窒素施用量이 적은 0.3g을 제외한 모든 처리에서 0% > 50% > 75% 遮光順으로 높았다.

表 1에서 보는 바와 같이 一穗穎花數는 對照區에 비해 低溫處理時 0.3g 施用區에서만 크게 감소하였을 뿐 기타 處理區에서는 大差 없었으며, 對照區와 低溫處理區 모두 0.3g을 제외한 모든 窒素水準에 있어서 遮光程度가 增加할 수록 직선적으로 감소하였는데 이는 주로 二次枝梗의 減少에 의한 것으로 나타나 既往의 報告들<sup>2,11,12,31)</sup>과 一致하는 경

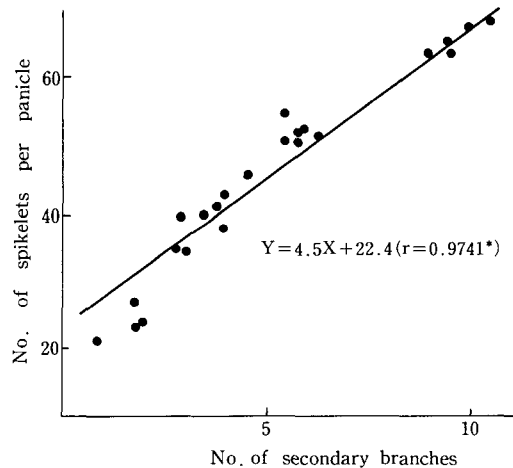


Fig. 7. Relationship between number of secondary branches and number of spikelets per panicle.

향이었는데, 여기서 穎花分化期 窒素追肥에 의해 穎花數가 增大하지 않은 理由는 이배의 追肥에 의한 過繁茂로 生育 不均衡 때문에 幼穗의 發育不良이 일어난 것으로 생각된다.

그림 7은 二次枝梗과 一穗穎花數와의 關係를 나타낸 것으로 枝梗數가 增加함에 따라 穎花數가 직선적으로 增加하였다.

正租千粒重은 對照區에 의하여 低溫處理區가 약간 낮았으나, 각 窒素水準과 遮光程度間에는 差異가 없었다.

## 摘 要

水稻 小孢子初期 耐冷性の 前歴環境에 따른 變動과 機構 및 生育特性을 究明코자 品種 도모유다가를 供試, 窒素施用量을 pot 當 0.3g外 3水準과 穎花分化期~小孢子初期直前の 遮光을 75%外 2단계로 한 후 小孢子初期에 12℃ 自然光室에서 3日間 低溫處理한 후 耐冷性を 검토한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 小孢子分化數는 窒素施用量間에 差異가 없었고, 葯當充實花粉數는 窒素施用量이 많을 수록, 遮光程度가 클수록 적었다.
2. 葯長과 柱頭長은 窒素施用量과 遮光程度에 따라서 大差 없었다.
3. 柱頭위에 受粉된 花粉數는 遮光程度가 클수록 적었다.
4. 稔實率은 對照區에서는 大差 없었으나 低溫處理時 窒素施用量과 遮光程度가 클수록 낮았다.
5. 葉耳間長 伸長速度는 窒素施用量이 적고, 遮光程度가 클수록 떨어졌다.
6. 遮光程度가 클수록 上位 1, 2節間長은 짧아졌으나 4節間長은 길어졌다.
7. 一穗穎花數는 遮光程度가 클수록 直선적으로 감소하였다.

## 引 用 文 獻

1. 天野高人. 1984. 水稻の冷害に関する作物學的研究. 北海道立農業試驗場報告. 46: 20-65.
2. 崔鉉玉·李鍾薰. 1968. 水稻生育過程에 따른 窒素의 追肥가 諸生育形質과 收量에 미치는 影響. 農試研報 11(1): 23-42.
3. W.F. Gericke. 1924. Science 59.
4. 福家豊·近藤賴己. 1939. 水稻の冷害現象に関する實驗的 研究. 第1報. 寡照低溫にする生育障礙, 特に稔實初數の減少機構に就し(2). 農業及園藝 14: 2261-2269.
5. Ito, N. 1972. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plant. VIII. Free amino acids in anthers. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 41(1): 32-37.
6. 伊藤延男. 1980. イネの障害型冷害における葯の生理學的 異常及 びその 出現時期. 北海道農試研報 125: 41-75.
7. 片山 平. 1961. 水稻の不稔と遊離アミノ酸. 育雜 11: 291-294.
8. 金熙東. 1989. 水稻에 있어서 水溫과 灌溉水深이 障害型 冷害發生에 미치는 影響. 慶熙大學校 大學院 碩士學位論文.
9. 清澤茂久. 1960. 水稻の冷害における寡照の意義. 農業技術 16(5): 306-309.
10. 清澤茂久·相見靈三. 1959. 水稻の障害型冷害における低溫と遮光の役割. 日作紀 27(4): 417-421.
11. 松島省三. 1959. 水稻の理論と技術. 養賢堂.
12. \_\_\_\_\_. 1959. 水稻の成立と豫察に関する作物學的研究. 農業技術研所 報告 A5號.
13. 松崎照夫·松島省三. 1971. 水稻收量の成立原理とその應用に関する作物學的研究. 第105報. V字 理論稻作と減數分裂期の低溫抵抗性との關係. 日作記 40(4): 519-524.
14. 森脇勉. 1958. 水稻品種の冷水感應性に関する研究. I. 柱頭上の花粉數の品種間差異について. 日作紀 27(1): 43-44.
15. 西山岩男. 1977. 小肥子初期にすける葉耳間長の日變化. 日作紀 46(2): 317-318.
16. Nishiyama, I. 1983. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plant. XXVI. The number of ripened pollen grains and the difference in susceptibility to coolness among spikelets on the panicle. Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 52(3): 307-313.
17. 酒井寛一. 1949. イネの穂と花の發育(特に冷害危險期の問題を中して). 寒地農學 2: 289-309.
18. 佐々木一男·和田定. 1973. イネの幼穂發育各期の低溫障害の品種間 差異. 一最高不稔稈歩合と不稔稈多發生期間一. 北農 40(8): 7-14.
19. 佐竹徹夫. 1972. イネポット栽培の改良法. 一生育時期の揃つた穂を得るために一. 日作紀 41(3): 361-362.
20. \_\_\_\_\_. 1980. イネ冷害の機構と栽培的對



- 策. 農業氣象 35(4) : 251-261.
21. Satake, T. 1986. Anther length as indicator to estimate chilling tolerance at the booting stage in rice plants. Sabrao : 221-228. Faculty of Agricultural kasetsart Univ. Bangkok, Thailand.
  22. Satake, T. and H. Hayase. 1970. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants V. Estimations of pollen developmental stage and the most sensitive stage to coolness. Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 39(4) : 468-473.
  23. Satake, T. and S. Koike. 1983. Sterility caused by cooling treatment at the flowering stage in rice plants I. The stage and organ susceptible to cool temperature. Proc. Crop Sci. Soc. Jap 52(2) : 207-214.
  24. Satake, T., S.Y. Lee, S.Koike and K. Kariya. 1987. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XXVII. Effect of water temperature and nitrogen application before the critical stage on the sterility induced by cooling at the critical stage. Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 56(3) : 404-410.
  25. Satake, T., S.Y. Lee and S.Koike. 1988. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XXVIII. Prevention of cool injury with the newly devised water management practices-effects of the temperature and depth of water before the critical stage. Proc. Crop Sci. Soc. Jap. 57(1) : 234-241.
  26. 島崎佳郎・佐竹徹夫・伊藤延男・土井康生・渡邊潔. 1964. 穂孕期の低温処理による不稔粒発生要因の解析(水稻冷害の解析的研究 II). 北海道農試彙報 83 : 1-9.
  27. 島崎佳郎・佐竹徹夫・渡邊潔・伊藤延男. 1964. 穂孕期の書夜温ならびに遮光処理が不稔粒発生におよぼす影響(水稻冷害の解析的研究 IV). 北海道農試彙報 83 : 10-16.
  28. 多賀辰義・岩 晴郎. 1973. 寒地水稻の窒素代謝に関する研究. 第3報. 低温, 遮光処理と窒素 追肥の相互影響. 北海道立農業試験場彙報 27 : 54-64.
  29. 高橋治助・柳澤宗男・河野通佳・矢澤文雄・吉田武彦. 1955. 作物の養分吸収に関する研究. 農業技術研究所報告 B 4 : 1-83.
  30. 戸荻義次・柏倉康光. 1958. 水稻に於ける不稔発生の一機構日作紀 27(1) : 3-5.
  31. 和田源七・松島省三・松崎昭夫. 1968. 水稻収量 成立原理とその應用に関する作物學的研究. 第86報. 穎花數の成立内容におよぼす窒素の影響. 日作紀 37(3) : 417-423.
  32. 和田定・國廣泰史・本間 昭. 1972. 水稻の減數分裂期における 水温, 氣温ならびに遮光などの處理 が不稔歩合に及ぼす影響. 日作紀 41(3) : 340-347.
  33. 横尾政雄・奥野貝敏. 1981. イネの節間伸長に及ぼす出穂期 遺傳子の多面發現作用. 農技研報 D 32 : 1-14.