

窒素施用量에 따른 水稻의 穗孕期 耐冷성과 葯의 呼吸活性 變化

崔章浚* · 李善龍**

Cool Tolerance at Booting Stage and Respiration of Anther as Affected by Nitrogen in Rice Plant

Jang Soo Choi* and Seon Yong Lee**

ABSTRACT : To elucidate the influence of nitrogen application rate on cool tolerance at the booting stage and respiratory activity of anther at the heading stage in the rice plants, the relationships among nitrogen content in the leaf blade and leaf sheath+culm at young microspore stage, cool tolerance at the booting stage and respiratory activity of anther at the heading stage were investigated for 3 rice cultivars -Yeomyungbyeo, Unbongbyeo and Milyang 23.

Nitrogen content in the leaf blade at the young microspore stage was negatively correlated with respiratory rate of anther at the heading stage and fertility index, respectively. Respiratory activity of anther at the heading stage with 10 ppm nitrogen application was higher than that of anther with 100 ppm nitrogen application. On the Arrhenius plot of respiratory activity of anther at the heading stage, Yeomyungbyeo and Unbongbyeo showed a break at 18°C and 18.5°C, respectively, with 100 ppm nitrogen application, but did not show a break in respiratory activity of anther with 10 ppm nitrogen application, while Milyang 23 showed a break at 20.5°C and 21°C with 10 ppm and 100 ppm nitrogen application, respectively. The highest correlation coefficient between fertility and respiratory rate of anther at the heading stage was shown at 20°C in the temperature range of 15°C-30°C.

水稻의 生育期間中 穗孕期の 低溫은 稔實障害 및 出穗期の 遲延 等を 誘起하며, 花粉發育過程中 特히 小孢子 初期의 低溫은 稔實比率을 크게 低下시키는 데, 이러한 原因은 花粉發育異常과 葯의 呼吸活性과 密接한 關係가 있다.

水稻 葯의 呼吸은 葯壁과 花粉內 mitochondria活性和 關聯이 깊은데, Leaver⁶⁾는 花粉內 mitochondria量과 雄性不稔과의 關係를 比較檢討한 바 있었으며, Lyons 등⁹⁾은 低溫感受性植物에서 分離된 mitochondria의 呼吸은 Arrhenius plot 分析에서 溫度變化에 따른 異常이 있다고 하였고 徐¹²⁾는 出穗前 5日 低溫處理時 葯長은 길었으나, ATP含量은 低下되었다고 하였다. 또한 小孢子 初期 低溫處理는 葯內 蛋白質含量 및 呼吸量을 急激히 減少시켰으며,⁹⁾ Toriyama 등¹⁴⁾은 水稻 葯呼吸活性의 Arrhenius plot 分析에서 成熟葯의 呼吸은 7~

35°C 溫度範圍에서 溫度變化에 따른 異常이 없었으나, 減數分裂期 未熟葯의 呼吸은 18~24°C 溫度範圍에서 限界溫度를 나타내는 異常이 있었으며, 限界溫도와 稔實比率과는 負의 相關이 있다고 하였다.

한편, 水稻의 穗孕期 耐冷性的 變化는 稻體內 營養狀態, 氣溫, 水溫 等に 影響을 받는데, Satake 등¹⁰⁾에 依하면 穎花分化期로부터 小孢子 初期까지의 前歷窒素 및 水溫의 差異에 따라 穗孕期の 耐冷性이 크게 變化되며, 體內 窒素含量, 澱粉, 全糖含量, C/N比率과 密接한 關係가 있다고 하였다.

이와같이 水稻 葯의 呼吸은 葯의 呼吸基質과 關係가 있고, Arrhenius plot 에서도 溫度變化에 따른 異常이 있음을 알 수 있으며, 特히 溫度變化에 따른 呼吸異常은 mitochondria 脂質膜의 相轉移에 依해 나타난다고 하였는데,^{6,7,10)} 水稻 葯에 있어서 溫度變化에 따른 呼吸異常이 一部 報告된 바¹⁴⁾ 있으나,

* 慶北農村振興院 (Gyeongbug Provincial Rural Development Administration, Daegu 702-320, Korea)

** 湖南作物試驗場 (Honam Crop Experiment Station, Iri 570-080, Korea) <'89. 8. 22. 接受>

前歷窒素水準이 다른 條件下에서 生育한 벼의 葯呼吸活性和 穗孕期 耐冷性과의 關係를 檢討한 報告는 없다.

本 試驗은 前歷窒素水準이 다른 條件下에서 生育된 벼에서 品種別로 溫度變化에 따른 葯呼吸活性的 差異와 穗孕期 耐冷性 變化와의 關係를 究明하여 障害型 冷害의 檢定指標을 求하는데 基礎資料를 얻고자 實施하였다.

材料 및 方法

水稻 品種 黎明벼, 雲峰벼, 密陽 23 號를 供試하여 20~30℃ 溫度範圍의 溫室에서 vermiculite를 채운 둥근 플라스틱 容器에 催芽種子 20 粒을 直播하였으며, 水耕液이 들어있는 1/5000 a Wagner pot에 置床하여 5 反復으로 栽培하였다. 水耕液의 組成은 P; 10 ppm($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), K; 10 ppm(K_2SO_4), Ca; 10 ppm($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Mg; 10 ppm($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Fe; 2 ppm(Fe-EDTA), Mn; 0.5 ppm($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)으로 하였으며, N(NH_4NO_3)는 水稻 生育初期에는 모두 10 ppm으로, 穎花分化期부터는 10 ppm, 100 ppm으로 水準을 달리하여 處理하였으며, 水耕液의 pH는 5.0으로 調節하였다. 葉耳間長이 -3~-6 cm인 小孢子初期에 12℃의 恒溫室에서 3日間 處理하여 冷害를 誘導하였으며, 穎花가 2~3 個 抽出한 時期를 出穗期로 하여 이 時期에 穗의 先端으로부터 3 個의 一次枝梗의 3~5 番 穎花만을 取하여 나이론 網紗에 넣어 蒸溜水에 沈漬하여 減壓으로 葯内の 氣體를 除去한 後 pH 7.2 50mM HEPES와 0.5mM CaSO_4 buffer 溶液 3 ml에 60 個의 葯을 넣어 15, 17.5, 20, 22.5, 25, 30℃의 溫度에서 酸素電極法⁴⁾에 의해 2 反復으로 酸素吸收量을 測定하였으며, 이 吸收量을 葯의 呼吸量으로 하였다. 稻體內 窒素含量은 低溫處理 直前に 試料를 採取하여 葉身과 葉鞘+莖으로 分離시켜 micro-kjeldahl 法에 의해 分析하였으며, 溫度差異에 따른 葯의 呼吸量 變化는 Arrhenius plot 作圖法으로 나타내었고, Arrhenius plot에서 溫度變化에 따른 葯呼吸 異常의 有意性 檢定은 Stepwise Regression Technique¹⁾를 活用하였으며, 耐冷性的 指標로 活用되고 있는 稔實指數는 $\arcsin \sqrt{\text{低溫處理區의 稔實比率} / \arcsin \sqrt{\text{無處理區의 稔實比率} \times 100}}$ 으로 나타내었다.

結果 및 考察

1. 多窒素處理에 의한 穗孕期 耐冷性的 變化

穎花分化期부터 窒素水準을 10ppm, 100 ppm으로 달리한 栽培條件에서 水稻 耐冷性的 變化를 보면 表 1과 같다.

黎明벼, 雲峰벼, 密陽 23 號 모두 窒素 100 ppm 處理는 10 ppm 處理에 비해 稔實比率이 낮았으며, 耐冷性的 한 指標인 稔實指數는 黎明벼 > 雲峰벼 > 密陽 23 號順으로 낮았다.

또한, 그림 1에서 小孢子 初期의 稻體內 窒素含量과 稔實比率과의 關係를 보면 葉身, 葉鞘+莖의 窒素含量과 稔實比率과는 負의 相關이 認定되었으며, 品種間에는 密陽 23 號는 葉身, 葉鞘+莖의 窒素含量이 黎明벼, 雲峰벼에 비해 높았으나, 稔實比率은 낮았다.

小孢子初期의 葉身窒素含量과 出穗期の 葯의 呼吸量과의 關係를 보면 그림 2와 같이 葉身窒素含量과 葯의 呼吸量과는 負의 相關을 나타내어, 小孢子 初

Table 1. Changes of cool tolerance caused by the different nitrogen application after the spikelet differntiation stage.

Variety	Nitrogen level	Fertility (%)		Fertility index (%)
		C	T	
Yeomyungbyeo	10 ppm	96.6	68.6	70.5
	100 "	93.2	54.2	63.3
Unbongbyeo	10 "	97.0	58.9	62.6
	100 "	93.8	42.2	53.6
Milyang 23	10 "	90.1	42.2	56.5
	100 "	89.3	14.4	31.4

C: Control (30/20℃)

T: Cooled (20℃, 3days)

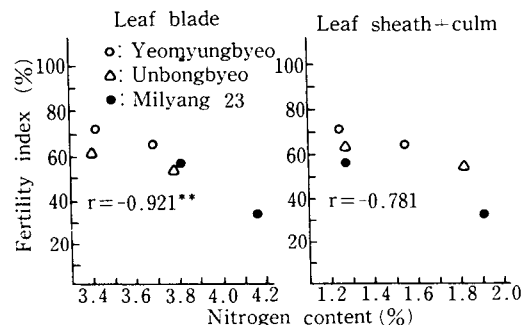


Fig. 1. Correlation of fertility index with nitrogen content in the leaf blade and leaf sheath + culm at the young microspore stage.

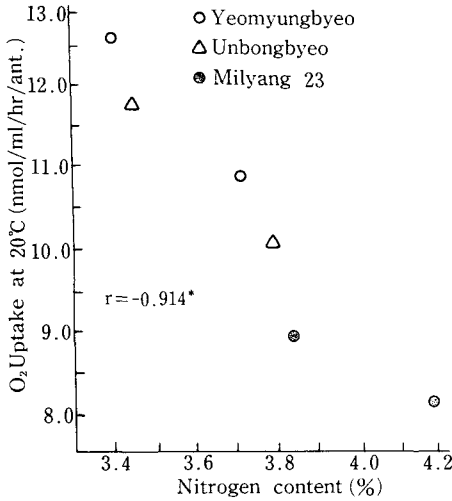


Fig. 2. Correlation of respiratory rate of anther with nitrogen content in the leaf blade at the young microspore stage.

期的葉身窒素含量과稔實指數 및 葯의呼吸活性과는相互密接한關係가認定되었다.

이러한多窒素處理에依한稔實比率의低下는幼穗形成期追肥施用量的增加로低溫來襲時不稔을增加시켰으며,¹³⁾葉齡指數70~90사이窒素制限施用으로障害型耐冷性を增加시켰고,⁸⁾Satake等¹¹⁾에依하면穎花分化期부터小孢子初期까지低濃度窒素處理는障害型冷害를減少시켰으나,高濃度窒素處理는障害型冷害를助長하였으며,또한小孢子初期의稻體內窒素含量과稔實比率과는負의相關이,澱

粉 및 全糖含量, C/N比率과는各各正의相關이 있다고 하였던바多窒素處理에依한稔實比率低下는稻體內可溶性窒素의增加로不稔을助長하였다고³⁾생각되며,水稻生態型間障害型冷害의差異는限界葉身窒素含量과關係가 있을 것으로 생각되는바,日本型品種에서는小孢子初期의限界葉身窒素含量이約3.5%,統一型品種에서는約2.5%로推定하였는데²⁾密陽23號가黎明벼,雲峰벼에比해稔實指數,葯의呼吸活性이 낮은 것은 이러한小孢子初期의限界葉身窒素濃도와 깊은關係가 있다고推察된다.

2. 窒素處理別 葯의呼吸活性의變化

溫度差異에 따른出穗期에 있어서葯의呼吸量變化를Arrhenius plot에依해檢討하여보면그림3과같다.

3品種 모두窒素10ppm보다100ppm處理에서葯의呼吸量이적었으며,黎明벼,雲峰벼는窒素10ppm處理에서는溫度變化에 따른呼吸活性의異常을 나타내지 않았으나,窒素100ppm處理에서는18°C, 18.5°C에서各各限界溫度를 나타내는變換點이認定되었다. 그러나密陽23號는窒素10ppm, 100ppm處理 모두黎明벼와雲峰벼에比하여 높은溫度인20.5°C, 21°C에서各各變換點이認定되었다.

黎明벼,雲峰벼는低濃度窒素處理에서는Toriyama等¹⁴⁾이報告한水稻日本型品種에서開花期

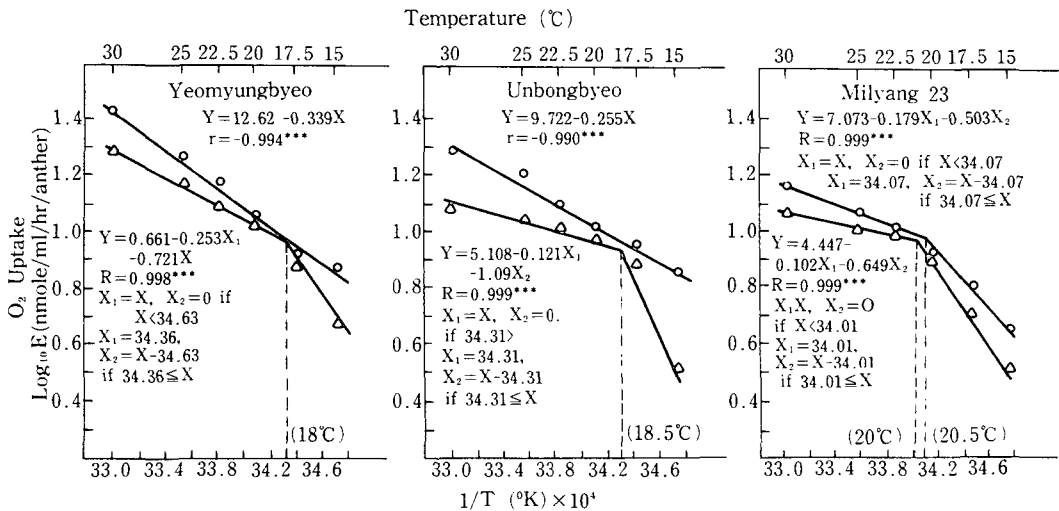


Fig. 3. Arrhenius plot of respiratory rate of anther at the heading stage.

○ : 10 ppm N, △ : 100 ppm N

Table 2. Correlation coefficient between fertility and respiratory rate of anther at each temperature.

Variables	Respiratory rate of anther at each temperature					
	15	17.5	20	22.5	25	30(°C)
Fertility (%)	0.616*	0.747**	0.921***	0.673*	0.567	0.553

成熟藥의 呼吸量에 對한 Arrhenius plot에서 溫度變化에 따른 呼吸異常이 없다는 結果와 비슷하나, 窒素 100 ppm 處理에서 出穗期의 藥의 呼吸이 溫度變化에 따른 差異를 나타내는 것은 窒素過剩追肥는 藥의 炭水化物代謝에 影響을 주어 花粉 3核期에 澱粉이 急激히 低下되며, 窒素代謝에서 可溶性窒素含量이 增加되고, 磷酸代謝에 影響을 주어 無機磷酸이 低下된다는 報告¹⁵⁾로 보아 多窒素處理는 藥內 物質代謝에 影響을 주어 呼吸基質의 不足으로 藥의 呼吸活性이 低下된 것으로 推定되나, 이에 對하여서는 今後 새로운 檢討가 必要하다고 생각된다.

그리고, 出穗期에 있어서 藥의 呼吸量과 稔實比率과의 相關關係를 各 溫度別로 比較하여 보면 表 2와 같이 20°C에서 가장 相關比率이 높음을 알 수 있는데 出穗期의 藥의 呼吸量 測定으로 品種間的 冷害程度를 檢定할 경우 20°C가 適當한 溫度로 보이거나 이에 對하여서는 더욱 많은 檢討가 要求되며 穗孕期 耐冷性和 關聯이 깊은 小孢子初期의 藥의 呼吸活性을 보다 詳細히 檢討할 必要性이 있다고 본다.

摘 要

窒素施用量の 差異가 水稻의 穗孕期 耐冷性和 出穗期에 있어서 藥의 呼吸活性에 미치는 影響을 究明하고자, 黎明벼, 雲峰벼, 密陽 23號를 供試하여 小孢子初期의 葉身 및 葉鞘+莖의 窒素含量, 出穗期의 藥의 呼吸活性 및 耐冷性 指標인 稔實指數를 調査하여 이들의 相互關係를 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 小孢子初期 葉身窒素含量과 稔實指數, 藥의 呼吸量과는 負의 相關關係가 認定되었다.

2. 藥의 呼吸活性은 100 ppm 窒素處理보다 10 ppm 窒素處理에서 높았다.

3. 出穗期 藥의 呼吸活性에 對한 Arrhenius plot 分析에서 黎明벼, 雲峰벼는 100 ppm 窒素處理에서는 各各 18°C, 18.5°C에서 變換點을 나타내었으나, 10 ppm 窒素處理에서는 溫度差異에 따른 變

化가 없었으며, 密陽 23號는 10 ppm, 100 ppm 窒素處理에서 各各 20.5°C, 21°C에서 變換點을 나타내었다.

4. 15~30°C 溫度範圍中 20°C에서의 藥의 呼吸量과 稔實比率과의 相關係數가 가장 컸었다.

引 用 文 獻

- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. Statistical procedures for agricultural research (2nd Edition). pp.411-416.
- 湖南作物試驗場, 農村振興廳. 1988. 湖南作物試驗場六十年. pp.128-129.
- Honya, K. 1961. Studies on the improvement of rice plant cultivation in volcanic ash paddy in Tohoku distric. Bull. Tohoku Natio. Agri. Exp. Sta. Japan. 21 : 69-110.
- Ishii, R., T.Yamaguchi and Y.Murata. 1977. On a Method for measuring photosynthesis and respiration of leaf slice with an oxygen electrode. Japan Jour. Crop Sci. 46(1) : 53-57.
- Leaver, C.J. 1980. Mitochondrial genes and male sterility in plants. Trends Biochem. Sci. 5 : 248-252.
- Lyons, J.M. and J.K. Raisan. 1970. Oxidative activity of mitochondria isolated from plant tissues sensitive and resistant to chilling injury. plant Physiol. 45 : 386-389.
- _____. 1973. Chilling injury in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. 24 : 445-466.
- Matsuzaki, A. and S. Matsushima. 1971. Analysis of yield determining process and its application to yield prediction and culture improvement of lowland rice. CV. On the low temperature resistance at the reduction division stage of rice plants grown under the V-Shaped rice cultivation. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 40 : 519-524.
- Nishiyama, I. 1970. Male sterility caused by cooling temperature at the meiotic stage in rice plants. IV. Respiratory activity of anthers following cooling treatments at the meiotic stage. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 39(1) : 65-70.

10. Raison, J.K. and E.A. Chapman. 1979. Membrane lipid transitions; Their correlation with the climatic distribution of plants in low temperature stress in crop plants. Academic Press. New York. pp.177-186.
11. Satake, T., S.Y. Lee and S. Koike. 1987. Male Sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. X XVII. Effect of Water temperature and nitrogen application before critical stage on the sterility induced by cooling at the critical stage. Japan. Jour. Crop Sci. 56(3) : 404-410.
12. Seo, G.S. 1983. Determination of physiological activity of anthers by ATP test. Kor. Res. Rent O R D.(S.P.M.U.) 25 : 61-64.
13. Siga, U., N. Miyazaki and K. Endo. 1977. Effect of the nitrogen supplying method for getting high yield of rice plant in cool region. II on the effect of topdressing on the young ear forming stage and booting stage. Res. Bull. Hokkaido. Natl. Agric. Exp. stn. 117 : 31-34.
14. Toriyama, K. and K. Hinata. 1984. Anther Activity and chilling resistance in rice. Plant cell physiol. 25 : 1215-1221.
15. Yamada, N. 1972. Studies on the developed physiology in rice pollen. I. The metabolic patterns connected with the structural changes in developing pollen. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 41(3) : 320-332.