

## 生殖生長期 低温이 米質에 미치는 影響

鄭應基\* · 崔海椿\* · 洪夏鐵\* · 文憲八\* · 辛英範\*\*

### Influence of Low Temperature at Reproductive Stage on Rice Grain Quality

Eung Gi Jeong\*, Hae Chune Choi\* · Ha Cheol Hong\*  
Huhn Pal Moon\* and Young Beom Shin\*\*

**ABSTRACT :** The influence of cool temperature occurred during the booting stage in 1993 on quality of rice grain was compared with that in favorable weather of 1994.

The mean and minimum air temperatures during the reproductive growth stage at the paddy field of Jinbu Substation, National Crop Experiment Station were 2.2~7.4°C and 2.0~8.9°C lower respectively in 1993 compared to those of 1994. Grain fertility and brown rice yield were 11.8% and 0.4t /ha, and 84.3% and 5.5t /ha in 1993 and 1994, respectively. There was no difference in amylose content between two years. However, protein content of brown rice in 1994 were 1.6% lower than that of 1993. There was no difference in alkali digestion value of milled rice between two years. Gel consistency of rice flour was 45mm in 1993 and 59mm in 1994. Amylogram characteristics of rice flour produced in 1993 showed lower peak hot, cool, and breakdown viscosities, and higher consistency and setback viscosities.

The palatability of cooked rice by sensory panel test was considerably better in 1994 rice than in the rice of cool year.

**Key words :** Rice, Cold, Grain quality.

1970년대에 이르러 쌀의 자급자족이 달성되면서, 점차 미질의 고급화를 요구하는 소비 경향으로 변화되기 시작하였다. 쌀의 생산은 그 동안 농업 생산 기반 확충, 품종개량, 농기계 및 재배 기술 등의 개발로 일정 수준 유지하게 되었으나 기상재해와 병충해로 인하여 미곡 생산의 안전성을 잃고 있다.

우리 나라는 벼가 재배되는 지역으로 보아 고위도 지역에 위치하기 때문에 전 생육기간을 통하여 빈번한 기상 변동으로 저온에 의한 냉해를 받기

쉬운 실정이다. 1980년, 1993년에 지역적으로 저온에 의한 냉해를 경험한 바 있으며, 그 피해는 광범위하고 심각했다.

벼의 저온 피해로는 생육이 저조하고, 출수가 지연되며, 불입이 발생하거나 등숙에 장애를 받아 수량이 낮아진다<sup>4,9)</sup>. 아울러 쌀의 품질이 저하되며 미질에 관련된 물리화학적 성질도 영향을 미친다. 등숙기의 기온이 낮으면 아밀로스 함량, 취반용출액의 요드 정색도 등이 상승하고, 전분의 점성, breakdown 점도 등이 떨어지는 경향이 있다고

\* 作物試驗場(National Crop Experiment Station, R.D.A., Suwon 441-100, Korea)

\*\* 江原大學校 農科大學(College of Agri., Kangwon Nat'l Univ., Chunchon 200-701, Korea)

〈'97. 9. 20 接受〉

한다<sup>2)</sup>. 1993년의 냉해시 미질에 미치는 관련 형질을 조사한 바 1994년의 평년과 비교하여 얻은 몇 가지 결과를 간추려 보고하는 바이다.

## 材料 및 方法

### 1. 쌀 시료

본 시험에 사용된 쌀 시료는 1993~1994년도에 작물시험장 진부출장소 포장에서 산간고냉지의 장려품종인 둔내벼를 4월 25일에 파종하여 5월 25일에 이앙하여 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 11-12-13kg/10a 으로 표준재배하여 수확된 것을 사용하였다.

### 2. 시험방법

생산량 및 수량 구성 요소에 대한 조사는 농촌진흥청<sup>12)</sup>농사시험연구 조사 기준에 準하였다. 아밀로스 함량은 Juliano<sup>5)</sup>의 요-드 비색정량법으로 분석하였으며, 알칼리불피도는 1.4% KOH용액에 쌀알을 담그어 30℃에서 23시간 경과한 다음, 쌀알의 崩壞度를 Little et al.<sup>11)</sup>이 제안한 기준에 따라 1~7등급으로 판정하였다. 糊凝集성은 0.025%의 bromothymol blue 가 함유된 95%의 에틸알코올 0.2ml 및 0.2N의 KOH 20ml가 든 시험관에 120mg의 쌀가루를 넣어 잘 攪拌한 후에 100℃의 물에서 8시간 호화시킨 후 이를 냉각시킨 다음, 시험관을 눕혀 1시간에 흘러내린 gel의 길이를 측정하였다. 밥알의 物理的 特性인 텍스트로그램은 Instro 1000을 이용하여 측정하였다. Instro 1000에 의한 측정 방법은 300ml 비커에 250ml의 증류수를 넣고 가열하여 물이 끓을 때 5g의 백미를 넣은 다음 5분 후에 1분 간격으로 밥알을 꺼내서 糊化與否를 確認하였다. 食味官能檢定은 잘 혼련된 20여명 안팎의 檢定員들에 의하여 밥모양, 냄새, 찰기, 맛, 질감 및 총평을 作物試驗場 珍富出張所 試驗圃場產 진부올벼를 기준으로 -3에서 +3까지 대비하여 평가하였다. 기타 炊飯特性은 스텐인레스網에 2g의 白미를 넣고 95℃증류수 45ml가 들어 있는 용기에 20분간 침지하여 攪拌한 후, 溶出된 상등액 1ml를 100배로 희석하

여 I<sub>2</sub>-KI 용액에 의한 정색도를 비색계로 측정하였다. 한편 溶出된 固形物은 蒸發접시에서 乾燥시킨 후에 측정하였다. 炊飯에 의한 容積膨脹率은 炊飯前의 쌀과 炊飯後의 밥의 부피를 mass cylinder에서 比較하여 측정하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 기상 개요

출수기를 전후한 7, 8월의 기상 개요는 그림 1과 같다.

평균기온은 1993년이 19.2~20.1℃로 1994년에 비해 2.2~7.4℃ 낮았으며, 최저 기온은 1993년이 12.6~16.2℃로 1994년에 비해 2.0~8.9℃가 낮았다. 벼에서 유수의 발육과정에 있어서 출수 22~24일 전에는 17℃에서 10일에 생식세포 감수분열기 때 쉽게 냉해를 입게 되는데, 특히 감수분열기는 냉해에 가장 민감한 시기이다.<sup>3,13)</sup>

1993년의 저온은 벼가 장해형 냉해를 받기에 충분한 온도였다. 특히 1993년의 출수기를 8월 9일로 보았을 때, 7월 하순은 0.9℃, 8월 초순은 1.4℃가 냉해 한계 온도인 17℃보다 낮았다.

### 2. 생육 및 수량

생육 및 수량 특성을 보면(표 1), 출수기는 1993년이 8월 9일로 1994년에 비해 8일 늦어졌는데 이는 저온에 의해 지연된 것으로 생각된다. 간장에서는 큰 차이가 없었으나, 수장에서는 1993

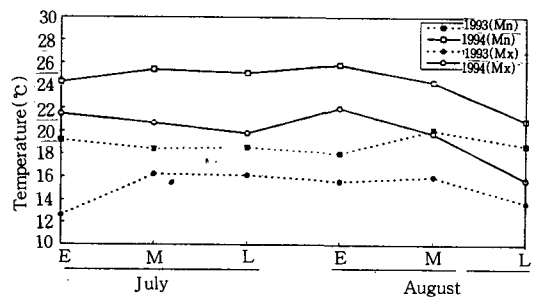


Fig. 1. Mean(Mn) and maximum(Mx) air temperature during the reproductive stage in 1993 and 1994.

Table 1. Comparison of yield and its components of rice plants between 1993 and 1994

Year	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Grain fertility (%)	1,000-kernel weight (g)	Brown rice yield (MT/ha)
1993	Aug. 9	61	16	11.8	22.6	0.4
1994	Aug. 1	59	17	84.3	26.3	5.5

년이 16cm이고 1994년이 17cm로 감수분열기의 저온이 수장을 단축시킨다는 보고와<sup>8)</sup> 같은 경향이였다. 수량과 직결되는 임실율에서는 1993년이 11.8%로 아주 낮았고, 정조 천립중도 1993년이 22.6g으로 1994년의 26.3g보다 현저히 떨어졌으며, 수량은 1993년이 0.4t/ha으로, 1994년의 5.5t/ha에 비해 저온에 의해 수량의 감수가 매우 심하였다.

### 3. 쌀의 물리화학적 특성

쌀의 물리적 특성으로 알칼리붕괴도와 호응집성, 화학적 특성으로 아밀로스 함량과 단백질 함량을 조사하여 표 2에 나타냈다. 아밀로스 함량은 고온에서 등숙이 되면 낮아지고 저온조건에서 등숙되면 높아진다는 보고<sup>1)</sup>가 있으나, 본 실험에서 아밀로스함량은 1993년에 19.2%, 1994년에 19.3%로서 큰 차이가 없었다. 단백질 함량은 저온 피해를 받은 1993년 쌀이 1994년 쌀보다 1.6% 높게 나타났는데 이는 아마도 저온으로 인해 임실율이 크게 떨어짐으로써 한 알당 단백질함량이 많이 축적되어 나타난 결과로 추측된다. 알칼리붕괴도에서는 거의 차이를 보이지 않았으나, 호응집성에서는 1994년이 59mm로 1993년의 45mm에 비해 높게 나타났다. 호응집성은 품종, 재배시기 및 질소 시비량에 따라 변이 양상이 다르며, 밥알의 점성,

Table 2. Comparison of physico-chemical characteristics of the milled rice between 1993 and 1994

Year	Amylose (%)	Protein (%)	A.D.V.* (1-7)	Gel consistency (mm)
1993	19.2	7.6	6.5	45
1994	19.3	6.0	6.5	59

\* Alkali digestion value

부착성 또는 점착성과 正의 상관이 있다고 했다.<sup>7)</sup>

쌀가루의 아밀로그램 특성에서(표 3) 호화 개시 온도는 큰 차이는 없었으나, 점도에서는 최고 점도, 최저점도, 최종점도, 강하점도 등은 1994년 쌀이 저온인 1993년산 쌀보다 높게 나타났고, 응집점도와 炊飯粘度는 낮았다. Kim et al.<sup>7)</sup>은 아밀로 그램 특성간에는 최고점도와 강하점도 간에 正의 상관이, 강하점도 및 최고점도와 炊飯粘度 간에 負의 상관이 있다고 하였으며, Lim<sup>10)</sup>과 Kim et al.<sup>7)</sup>은 최고점도와 강하점도는 밥맛, 찰기 및 식미총평과 正의 상관이 있고, 炊飯粘度는 負의 상관이 있다고 보고하였다. 본 실험에서는 최고점도와 강하점도는 1994년산 쌀이 냉해피해를 받은 1993년산 쌀보다 높았고, 응집점도와 炊飯粘度는 1993년산 쌀이 높은 경향이였다.

### 4. 食米官能檢定

식미관능 검정에서 밥모양, 냄새, 맛, 찰기 및 질감의 평가결과를 보면(그림 2) 밥 모양에서는 1993년산이 -1.32이고, 1994년산이 0.11로서 1.54의 큰 차이를 보이나, 밥 냄새는 1993년산이 -0.32, 1994년산이 0.21로 그 차이가 적었다. 맛에서는 1993년산이 -0.66, 1994년산이 0.19로서 0.84의 차이가 있었고, 찰기는 1993년산이 -0.8, 1994년산이 0.24로서 1.04의 차이를 보였으며, 질감은 1993년산이 0.47, 1994년산은 0.5이었다. 식미총평에서 1993년산이 -1.1, 1994년산이 0.21로서 1.32의 차이를 보여 저온 피해를 받은 쌀의 밥은 모든 식미관능 평가 항목에서 현저히 떨어지는 경향이였다.

밥맛이 떨어지는 저온 해의 쌀이 여러 가지 이 화학적 특성면에서도 기존의 여러 연구보고에 지적인 바와 같은 경향으로 단백질함량이 약간 높고, 아밀로그램 특성에서 최고점도와 강하점도가 떨어지고, 응집점도와 炊飯粘度가 높은 경향을 나

Table 3. Comparison of amylogram characteristics of rice flour between 1993 and 1994

Year	Gelatinization initiation temp. ..... °C.....	Peak viscosity	Hot viscosity	Cool viscosity	Breakdown viscosity	Consistency viscosity	Setback viscosity
.....BU.....							
1993	64.8	204	115	238	89	123	34
1994	64.2	368	135	253	233	118	-115

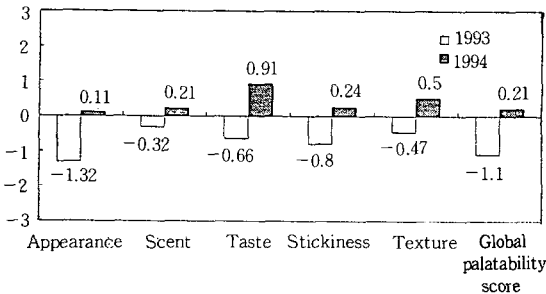


Fig. 2. Mean(Mn) and maximum(Mx) air temperature during the reproductive stage in 1993 and 1994.

타냈다.

### 摘 要

본 시험은 저온인 1993년과 기상이 양호했던 1994년에 作物試驗場 珍富出張所 圃場에서 생산된 山間高冷地 獎勵品種 둔내벼를 공시하여 쌀의 이화학적 특성 및 식미를 평가 비교함으로써 벼의 生殖生長期 低溫이 米質에 미치는 影響을 살펴 보고자 실시하였다.

1. 벼의 減數分裂期~登熟期까지의 7, 8월에 氣溫은 각각 平均氣溫이 2.2~7.4°C, 最低氣溫이 0~8.9°C가 1993년이 1994년 보다 낮았다.
2. 稔實率과 收量은 1993년이 11.8%와 0.4MT/ha이었고, 1994년은 84.3%와 5.5MT/ha이었다.
3. 쌀의 아밀로오스 含量에는 큰 차이가 없었으나, 蛋白質含量은 1993년產이 1994년產보다 1.6% 높았다.
4. 알칼리崩壞度에서는 차이가 없었으나, 糊凝集性은 1993년產이 45mm로 1994년產의 59mm

보다 好化 gel이 더 굳어진 특성을 나타내었다.

5. 쌀가루의 아밀로그램 特性은 低溫인 1993년 產이 最高粘度, 最低粘度, 最終粘度 및 降下粘度는 낮았고, 凝集粘度와 炊飯粘度는 높았다.
6. 食米官能檢定에서는 1993년產이 1994년產에 비해 밥모양이 1.43, 밥냄새가 0.53, 밥맛이 0.85, 찰기가 1.04 및 질감이 0.97, 食味總評이 1.31의 차이로 현저히 떨어지는 경향이였다.

### LITERATURE CITED

1. Briones V.P, Magbanua L.G and Juliano B.O. 1967. Changes in physicochemical properties of starch of developing rice grain. Cereal Chemistry 45(4):351-357.
2. 農村修吾, 金子平一, 齊藤祐幸. 1979. 登熟期の氣溫と米の食味との關係. 日作紀 48:475-482.
3. Choi H.I and Lee J.H. 1976. Studies on low temperature injury at each growth stage in rice plant. J. Korean Soc. Crop Sci. 21(2):203-210.
4. 郷文社. 1982. 水稻作 pp. 235-236.
5. Juliano B.O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Sci. Today 16:334-338, 340, 360.
6. Kim K.H and Joo H.K. 1990. Variation of grain quality of rice varieties grown at different locations. II. Relationship between characteristics related to grain quality. Korean J. Crop Sci. 35(2): 137-145.

7. \_\_\_\_\_, Koo J.Y, Hwang D.Y and Kong W.S. 1993. Varietal and environmental variation of gel consistency of rice Flour. Korean J. Crop Sci. 38(1): 38~45.
8. 久野騰治, 清水正治. 1973. 水稻における低温処理時期と形態形成的小穂の様相. 日作記 42 (4): 527-538.
9. Lee M.H, Park N.K and Park S.H. 1989. Mechanisms of cold injury and cultural practices for reducing damage of rice. Korean J. Crop Sci. (Physiological Injuries No. 1): 34-44.
10. Lim S.J. 1993. Efficient screening method and genetic analysis on the physicochemical properties related with eating quality of rice(*Oryza sativa* L.). Graduate school, K. N. U. Ph. D. Thesis.
11. Little R.R, Hilder G.B and Dawson E.H. 1958. Differential effect of dilute alkali in 25 varieties of milled white rice. Cereal Chem. 35: 111-126.
12. 農村振興廳. 1983. 農事試験研究調査基準 pp. 5-38.
13. Oh Y.J. 1981. Physiological and ecological studies on the low temperature damage of rice(*Oryza sativa* L.). Korean J. Crop Sci. 26(1): 1-31.
14. 稻津 脩. 1985. 北海道産米の食味特性. 日土肥誌 56(5): 446-611.