

## 冷水灌溉가 벼 生育, 收量 및 米質에 미치는 影響

安 淙 國

### Effect of Cold Water Irrigation on the Growth, Yield and Grain Quality in rice

Joung Kuk Ahn

**ABSTRACT** : This experiment was carried out at Chuncheon substation, Crop Experiment Station to investigate the effect of cold water irrigation on the growth and grain yield of rice in 1990.

Irrigation of cold water (17°C) delayed 10 to 19 days of heading, and reduced about 17 to 31% of plant height in terms of culm and panicle length. Number of panicle per plant was decreased and/or increased by cold water irrigation. Cold water irrigation reduced spikelet number per panicle and percent of filled grain. Grain yield was increased but, straw weight was decreased according to water temperature gradient from inlet to outlet. There was varietal differences in head rice recovery by cold water treatment. In general the dark brown and/or black colored kernel increased at cold water inlet but decreased percent of green kernel. Alkali digestible value increased and amylose content decreased at cold water inlet.

**Key word** : Cold water, Heading, Plant height, Filled grain, Grain and straw whight, Alkali digestible value, Amylose content

벼는 熱帶 作物로서 기온이 높고 강우량이 많은 지방에서 생육이 양호하지만 품종개량과 재배기술의 발달에 따라 세계각지에 확대 재배되고 있으며 그 분포는 남위 35°로부터 북위 53°까지, 海面보다 낮은 지역으로부터 海拔 2000m 이상의 지역에 까지 재배되고 있다<sup>17)</sup>. 재배지역이 확대됨에 따라 각종 기상재해의 위험성이 크며, 특히 高緯度지역과 표고가 높은 산간지에서는 벼 생육기간중 저온장해에 대한 위험을 갖고 있다<sup>18)</sup>. 우리 나라도 1965년부터 1976년까지는 피해면적이 많은 적둔간에

매년 냉해 피해가 있었으며 그 이후는 1980, 84, 88, 93년도에 피해를 입어 4~5년에 한번씩 냉해가 발생하고 있다<sup>19)</sup>. 따라서 냉해 발생빈도가 높은 지역의 水稻作 안wd성 향상을 위한 품종개량과 재배법 확립이 중요한 과제라고 생각된다.

벼 耐冷性 정도는 품종간에 큰 차이가 있으며, 같은 품종이라도 생육시기에 따라 다르기 때문에 효과적인 내냉성 검정방법은 각 생육단계별로 실시하는 것이 좋다고 한다<sup>12)</sup>. 생육단계별로 일반적인 저온 피해증상은 發芽不良, 잎의 變色, 伸張抑

制(草長, 稈長, 穗長), 이삭의 抽出不良, 穎花退化, 出穗遲延, 不稔誘發, 登熟不良 등이며 결과적으로는 收量減少를 초래한다. 냉수성을 검정하기 위하여 인공기상실, 냉수처리포장, 또는 산간 고냉지에서 실시되고 있는데, 냉수처리방법이 간편하며 제한된 면적에서 많은 품종을 검정할 수 있는 장점이 있다.

본 실험은 벼 생육초기(이양후 25일)부터 성숙기까지 장기 냉수처리를하여 품종의 生育特性, 收量 및 米質 關聯形質을 검토하고자 실시 하였으며 이에 얻어진 결과를 보고하는 바이다.

### 材料 및 方法

본 연구는 1990년 作物試驗場 春川出場所 冷水處理圃場에서 실시되었다. 공시품종은 소백벼 외 9 품종을 4월 15일 保溫折裳 못자리에 파종하여 5월 25일 本畝에 재식거리 25×15cm로 株當 1본으로 이양하였다. 施肥는 10a당 N·P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·K<sub>2</sub>O=12·8·8 kg을 전량 基肥로 사용하였다. 냉수관개는 이양 후 25일부터 성숙기까지 晝夜 계속 하였으며 水口의 水溫을 17℃, 水深을 5cm로 하여 13m의 거리를 흘러가게 하였다. 수온과 수심의 균일성을 유지하기 위하여 分散板을 수구와 배수구에 설치하였다. 시험구배치는 난괴법 2반복으로 수행하였으며 對照區를 따로 설정하여 물관리만 달리하였다. 기타 재배법은 작물시험장 표준재배법에 준하였다.

생육 특성 조사는 區當 20개체씩, 登熟率은 1.03 比重을 이용하였으며 收量은 3m<sup>2</sup>를 수확하였다. 米質조사는 玄米 30g을 채취하여 完全米, 靑米, 變色米등을 구분하였고, 알칼리 붕괴도는 KOH 1% 용액을 사용하였으며 아밀로스 함량은 요오드 比色 定量分析法으로 실시하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 벼 生育

冷水處理區(水口)와 對照區의 벼 생육을 비교하여 보면 공시품종 모두 냉수처리구에서 出穗가 10~19일 遲延되었으며, 백암벼 및 도봉벼가 出穗遲延이 크고 오대벼, 대성벼 및 치악벼는 비교적 적었다. 냉수처리에 의한 稈長 및 穗長의 단축율은 백암벼 및 소백벼, 여명벼에서 크게 나타났으며 도봉벼와 대성벼는 단축정도가 적은 편이었다. 이삭 抽出度는 소백벼, 여명벼, 백암벼, 운봉벼, 진미벼 등이 불량하였으며 오대벼, 대관벼, 대성벼 등은 비교적 양호하였다. 포기당 이삭수는 공시품종간에 일정한 경향이 없었으며 백암벼, 대관벼, 대성벼 등은 냉수처리에 의해 이삭수가 감소 하였으나 소백벼, 운봉벼, 치악벼, 도봉벼, 운봉벼, 진미벼 등은 오히려 냉수처리구에서 이삭수가 증가하는 경향이었다(표 1).

벼 품종의 출수일수는 主稈總葉數 및 1葉 展開 所要日數와 관계가 있는데 尹등은<sup>16)</sup> 수온이 13~

Table 1. Effect of cold water(17℃) irrigation on the growth of rice plant

Variety	Heading date		Culm length		Panicle length		Panicle exertion		Panicle /plant	
	Control	Delay (days)	Cont (cm)	Reduc. (%)	Cont. (cm)	Reduc. (%)	Cont. (cm)	Reduc. (%)	Cont. (no.)	Incr. /decr. (%)
Sobaekbyeo	July 28	15	67.7	27.0	26.6	31.2	7.0	72.9	11.2	17.0
Odaebyeo	Aug. 5	10	74.2	19.8	27.3	21.6	6.0	28.3	11.9	0
Yeomyeongbyeo	July 28	15	73.8	25.3	28.5	30.9	8.0	51.3	11.5	0
Baekambyeo	Aug. 7	19	77.5	27.9	27.9	30.5	8.0	53.8	12.0	-1.0
Daekwanbyeo	Aug. 1	12	73.9	21.9	27.8	27.0	7.6	26.3	10.9	-4.6
Unbongbyeo	July 29	15	70.3	21.6	29.2	29.1	8.1	58.0	12.1	11.6
Daeseongbyeo	Aug. 3	11	71.8	17.4	27.3	24.5	6.8	30.9	11.5	-1.0
Chiakbyeo	Aug. 1	11	77.3	19.1	23.8	26.9	6.6	45.5	12.5	16.8
Dobongbyeo	Aug. 8	16	75.9	17.0	24.8	20.0	5.0	20.0	10.5	27.6
Jinmibyeo	Aug. 12	15	79.5	24.4	28.3	24.0	7.6	55.3	10.6	11.3

Table 2. Effect of cold water(17°C) irrigation on the yield components and grain yield

Variety	Spikelet no. per plant		Filled grain (%)		1000 grain wt. (g)		Grain wt. (kg/10a)		Straw wt. (kg/10a)	
	Inlet	Cont.	Inlet	Cont.	Inlet	Cont.	Inlet	Cont.	Inlet	Cont.
Sobaekbyeo	87.0	107.6	34.8	70.8	19.9	20.1	175	468	555	317
Odaebyeo	82.9	92.9	65.4	71.1	25.1	23.2	397	498	558	376
Yeomyeongbyeo	81.8	101.7	49.7	67.7	21.5	20.9	263	382	491	277
Baekambyeo	76.0	107.2	8.6	59.1	20.9	20.1	67	347	591	424
Daekwanbyeo	77.6	112.8	46.8	64.0	22.2	20.5	270	389	575	309
Unbongbyeo	88.2	107.6	51.6	74.1	21.3	21.6	345	440	481	303
Daeseongbyeo	91.7	100.9	43.0	65.6	21.4	20.8	260	395	588	325
Chiakbyeo	63.6	75.5	50.3	77.4	21.8	21.5	382	424	488	294
Dobongbyeo	83.9	93.7	26.4	70.4	24.0	23.2	237	455	609	431
Jinmibyeo	95.4	127.6	27.8	85.9	20.1	22.3	185	567	625	549

23°C 범위에서는 1°C 상승함에 따라 1葉 展開日數가 1.3일 단축되어 출수가 빨라진다고 보고하였다. 冷溫에 의한 作物 生育抑制는 養水分의 吸收<sup>15)</sup>, 光合成<sup>9)</sup> 및 生長率<sup>6)</sup> 등의 低下 때문이며 催登<sup>3)</sup>은 냉수 관개 기간이 길어질수록 벼의 稈長, 穗長, 抽出度의 伸長이 억제된다고 하였다.

2. 收量構成要素 및 收量

이삭당 穎花數는 공시품종 모두 냉수처리에 의해 감소 하였으며 여명벼, 백암벼, 진미벼 등에서 감소 정도가 심하였다. 登熟率은 품종간에 차이가 컸으며 백암벼의 경우 수구에서 8.6%에 불과하였으나 오대벼는 65.4%로 양호한 편이었다. 正粗粒重은 대조구보다 냉수처리구에서 증가하는 경향이었으나 소백벼, 운봉벼, 진미벼 등은 반대로 수구에서 정조천립중이 가벼웠다. 正粗重은 냉수처리구에서 현저히 감소되었고 이와 반대로 藁重은 냉수처리구에서 훨씬 높았다(표 2). 이삭당 穎花數는 枝梗 및 穎花分化數와 그들의 退化數에 의해 결정되는데 幼穗形成期에 冷水灌溉를 하면 枝梗 및 穎花의 退化가 많아 穎花數를 감소시킨다고 하였다<sup>2)</sup>. 또한 穗孕期에 냉수를 관개하면 化分の 발육장해로 稔性이 저하되며<sup>11)</sup>, 減數分裂期에 저온에 처하면 tapet 細胞壁의 肥大로<sup>14)</sup> 不稔率이 높아진다고 보고하였다. 냉수구에서 登熟率이 낮은 것은 不稔粒과 發育停止粒이 많아졌기 때문이다.

水口로부터 거리에 따른 收量性의 변이는 그림 1에서 보는 바와 같이 백암벼가 공시품종 중에서 收

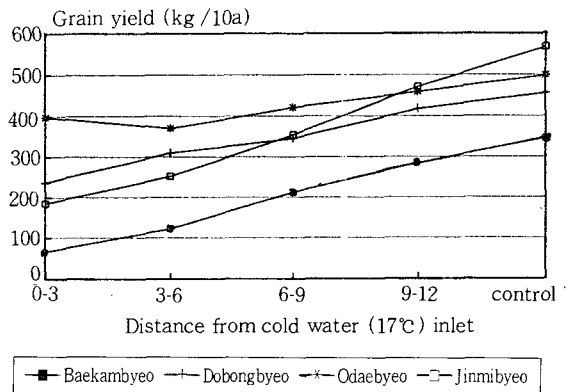


Fig. 1. Changes in grain yield of rice from cold water inlet(17°C) to outlet.

量이 가장 낮았으며 水口로부터 거리가 멀어질수록 收量이 직선적으로 증가하였다. 진미벼도 백암벼와 같은 경향이나 백암벼에 비하여 絶對收量이 높았다. 도봉벼는 水口에서도 약 50%의 收量을 보였으며 水口로부터 거리가 멀어질수록 완만하게 증가하였고 오대벼는 水口에서도 상당히 높은 收量을 나타냈다. 이와같은 결과는 품종간에 耐冷性 정도를 나타내는 좋은 지표로 활용될수 있다고 생각 된다. 鄭은<sup>4)</sup> 수온변화에 따른 稔實率의 변이를 가지고 품종을 4가지 유형으로 구분하였으며, 耐冷性 품종은 수온변화에 관계없이 稔實率이 높은 품종, 또는 수온이 높아질수록 稔實率이 완만히 증가하는 것으로 제1유형에 해당하는 품종들이라고 보고하였다.

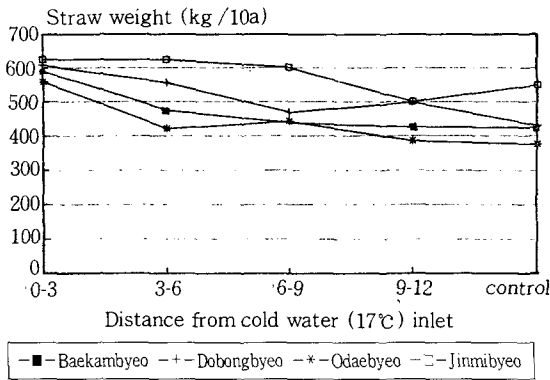


Fig. 2. Changes in straw weight of rice from cold water inlet(17°C) to outlet.

수온변화에 따른 藁重의 변이는 그림 2와 같다. 공시품종 모두 水口에서 藁重이 가장 높았으며 水口에서 멀어질수록 藁重이 낮아지는 경향이였다. 水口에서 收量이 낮은 반면에 질무게가 높은 것은 同化産物의 轉流를 억제하여 體內에 축적되었기 때문이라고 생각된다.

### 3. 米質

玄米完全粒 比率은 水口와 對照區간에 일정한 경향이 없었으며 소백벼, 운봉벼, 치악벼, 진미벼 등은 水口에서 完全米率이 떨어졌으나 그외 품종들은 오히려 完全米率이 증가하였다. 靑米率은 치악벼, 진미벼를 제외하고는 對照區에서 높았으나

變色粒은 공시품종 모두 水口에서 많았다. 白米 투명도와 알칼리붕괴도는 냉수구에서 높은 반면 아밀로스함량은 낮았다(표 3). 米質은 품종간에 차이가 크지만 재배환경에 의해서도 달라지며 崔 등<sup>1)</sup>은 남부평야지에서 재배시기가 늦어질수록 完全米率이 저하되며 靑米 및 死米率이 증가된다고 하였고, 許 등<sup>7,8)</sup>은 高溫과 短日조건에서는 아밀로스함량과 알칼리붕괴도가 낮아지고 出穗가 늦어져 低溫條件에 登熟이 되면 그 값이 높아진다고 보고 하였다. 냉수처리구에서 變色粒이 증가하는 것은 發育停止粒이 많아지기 때문이며 崔 등의 보고와 일치하나 靑米率이 낮은 것은 이삭당 穎花數가 적고 稔實粒數가 적어 전체적인 Sink의 크기가 작기 때문이라고 생각된다. 냉수처리구에서 알칼리붕괴도 값이 높아진 것도 許 등이 보고한 결과와 일치하였으나 아밀로스함량은 반대의 경향을 보였다. 金은<sup>10)</sup>재배시기를 달리하였을때 아밀로스함량의 차이가 인정되지 않았다고 보고 하였고, De La Cruz 등<sup>5)</sup>은 등숙기간중의 기온이 아밀로스함량에 미치는 영향에 따라 품종과 온도의 상호작용이 없는 것, 중간적 것, 큰 것등의 품종군으로 구분하였으며 온도와 상호작용이 큰 품종들은 기온이 높아지면 아밀로스함량이 낮아진다고 하였다. 본 실험에서는 생육초기부터 성숙기까지 냉수 관개만 하였기 때문에 수온과 기온이 아밀로스 함량에 미치는 영향에 대하여는 보다 더 세밀한 연구가 요망된다.

Table 3. Effect of cold water(17°C) irrigation on the grain quality of rice

Variety	Perfect kernel (%)		Green kernel (%)		Colored kernel*		Translucency		ADV (KOH:1%)		Amylose cont. (%)	
	Inlet	Cont.	Inlet	Cont.	Inlet	Cont.	Inlet	Cont.	Inlet	Cont.	Inlet	Cont.
Sobaekbyeo	75.2	83.4	0.8	6.0	19.5	8.1	31.8	21.0	2.8	2.5	15.7	19.3
Odaebyeo	77.4	67.6	4.4	12.0	13.3	4.9	68.5	38.5	3.8	3.6	19.3	20.0
Yeomyeongbyeo	78.6	71.8	3.5	7.7	9.0	4.4	48.0	3.0	2.9	2.4	17.5	19.5
Baekambyeo	72.4	59.4	1.3	12.7	21.7	10.8	48.0	0.5	3.7	2.8	17.9	20.2
Daekwanbyeo	76.2	61.4	2.4	9.6	15.5	13.8	58.5	1.5	3.6	3.3	18.7	20.7
Unbongbyeo	75.1	78.0	1.6	6.8	14.6	5.5	47.0	11.5	3.5	2.5	17.2	18.9
Daeseongbyeo	73.3	75.4	2.5	6.1	18.6	5.6	47.5	11.0	3.1	3.4	17.6	20.2
Chiakbyeo	62.0	81.9	19.7	3.7	12.6	5.5	58.5	1.0	4.3	2.9	17.8	19.9
Dobongbyeo	78.6	63.7	6.4	23.2	11.6	5.7	40.0	4.0	4.4	3.7	18.7	19.4
Jinmibyeo	66.0	67.1	20.4	17.2	11.3	12.8	51.0	42.0	3.8	3.4	19.3	19.1

\* Dark brown and /or black colored kernel.

## 摘 要

冷水灌溉가 벼 生育特性, 收量 및 米質關聯 形質에 미치는 영향을 검토하기 위하여 작물시험장 춘천출장소 냉수처리포장에서 실시한 시험 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 냉수구에서는 자연구에 비하여 出穗가 10~19일 遲延되었고 稈長과 穗長은 17~31% 短縮되었다. 穗數는 일정한 경향이 없으며 품종간에 반응이 相異하였다.
2. 냉수구에서 穎花數는 이삭당 10~35개가 감소되었고 登熟率이 현저히 떨어졌으며, 正租收量은 오대벼 치악벼등이 높은 수량을 나타낸 반면에 백암벼 소백벼 진미벼등은 낮은 수량을 보였다. 薰重은 공시품종 모두 냉수구에서 높았다.
3. 玄米 完全米率은 냉수구와 자연구간에 一定한 차이가 없었고 오히려 품종간의 변이가 크게 나타났다. 靑米率은 자연구에서 많은 경향이며 戀色米는 냉수구에서 월등히 높았다.
4. 백미 透明度 및 알갈리 崩壞度는 水口쪽에서 높은 경향이며, 아밀로스 함량은 자연구에서 높았다.

## 引用 文 獻

1. 崔旻圭, 全柄泰, 朴錫洪. 1990. 南部平野地 米質向上을 위한 栽培技術 改善. 韓作誌 35(6):487-491.
2. 崔洙日. 1986. 生殖生長期 冷水溫이 벼의 Source와 Sink 關聯形質 및 養分吸收에 관한 研究. Ⅲ. 灌溉水溫과 水深이 穗의 關聯諸形質 및 養分吸收에 미치는 影響. 韓作誌 31(2):242-248.
3. 崔洙日, 羅鍾城, 蘇在敦, 李萬相. 1985. 生殖生長期 冷水溫이 벼의 Source와 Sink 關聯形質 및 養分吸收에 관한 研究. I. 冷水灌溉가 枝梗과 穎花의 分化 및 退化, 不稔, 登熟에 미치는 影響. 韓作誌 30(4):359-367.
4. De La Cruz, N., I.Kumar, P.R.Kaushik, and G.S.Khush. 1989. Effect of temperature during grain development on stability of cooking quality components in rice. Japan J. Breed. 39:299-306.
5. Chung, G.S. 1979. The rice cold tolerance program in Korea. in report of a rice cold tolerance workshop. IRRI. pp. 7-19.
6. 許薰. 1978. 수도 Indica×Japonica 원연교잡 품종의 생리생태적 특성에 관한 연구. 특히 온도반응을 중심으로. 農試研報. 20(作物):1-47.
7. 許文會, 文憲入. 1974. 水稻 高蛋白質系統 育成을 위한 基礎的 研究. IV. 短日 및 高溫處理가 쌀의 Amylose 및 粗蛋白質 含量에 미치는 影響. 韓作誌 15:129-133.
8. 許文會, 徐學洙, 金光鎬, 朴淳直, 文憲入. 1976. 米粒內的 단백질과 아밀로스함량 및 알칼리붕괴성의 환경에 따른 변이. 서울大 農學研究 1(1):21-37.
9. 洪榮杓. 1988. 벼의 光合成 生理 研究: 光合成, 光呼吸 및 RuBisCO 活性에 미치는 溫度의 影響과 品種特性. 農試論文集(水稻) 30(2):50-56.
10. 金學信. 1993. 良質米 生産 栽培技術에 관한 研究. 金晉鎬 總長 華甲記念論文集 pp.21-34.
11. 金起植, 金在綠, 尹景民. 1989. 벼 穗孕期の 低溫處理에 의한 品種間 反應. 韓作誌 34(1):106-112.
12. Lee, J.H. 1979. Screening methods for cold tolerance at Crop Experiment Station phytotron and at Chuncheon. in report of a rice cold tolerance workshop. IRRI. pp. 77-90.
13. 李善龍, 朴錫洪. 1991. 벼 穗孕期 耐冷性의 前歷條件 따른 變動과 機構. 韓作誌 36(5):394-406
14. Nishiyama, I. 1976. Male sterility by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XⅢ. Ultrastructure of tapetal hypertrophy without primary wall. Crop Sci. Soc. Japan 45(2):270-278.
15. 申振澈, 安淙國, 李文熙, 朴錫洪, 朴來敬. 1988. 水稻의 養水分 吸收에 미치는 溫度와 光의 影響. 農事논문집(수도편) 30(3):16-23.

16. 尹成浩, 尹鍾善, 柳吉林, 朴昶基, 鄭根植. 1991. 찬물 흘려대기 논의 水溫分布에 따른 벼의 葉 展開日數 및 主稈葉數와 出穗日數의 品 種間 差異. 韓作誌 36(3):214-210
17. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. IRRI. 269 p.
18. Vergara, B.S., R.M. Visperas, W.P. Coffman, R.L. Villreal, and E. Bacalangco. 1976. Screening of the rice germ plasm for low temperature tolerance at different stage of growth. SABRAO J. 8:97-104