

온도 수준에 따른 다수성 벼 품종 “다산벼”의 분얼 특성

김덕수¹ · 양원하¹ · 신진철¹ · 류점호²

¹농촌진흥청 작물시험장

²전북대학교 생물자원공학부

(2001년 1월 13일 접수)

Characteristics of Tillering as Affected by Temperature Variation in Dasanbyeo, a Indica/Japonica High Yielding Rice Cultivar

Deog-Su Kim¹, Won-Ha Yang¹, Jin-Chul Shin¹ and Jeom-Ho Ryu²

¹National Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea

²College of Agriculture, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

(Manuscript received 13 January 2001)

ABSTRACT

In Korean high yielding varieties developed by crosses between indica and japonica rice, the most limiting factor for yield may be attributed to the less number of the tillers in the unit area. The goals of this study is to find out the effect of the temperature factors as well as cultural practices on the development and increase of tillers of Dasanbyeo, the high yielding indica crossed japonica cultivar. The effect of temperature was examined under controlled phytotron condition with 6 levels of temperature, 15, 17, 19, 22, 24, and 26°C, respectively. For the experiment, the leading japonica variety in Korea, Hwaseongbyeo, was used for the check cultivar for the comparison with Dasanbyeo. The high temperature also accelerated the initiation and termination of tiller development. The cultivar difference in the speed of tiller development was observed, for example, more rapid development of tiller in Dasanbyeo than in Hwaseongbyeo was observed at the high temperature range of 24-26°C, while the vice versa phenomena was observed at lower temperature range of 17-22°C. The first secondary tiller of Dasanbyeo was observed on the 16, 17, 23, 27 and 38 days after transplanting (DAT) at 26°C, 24°C, 22°C, 19°C, and 17°C, respectively. Those of Hwaseongbyeo was 19-22, and 26 DAT at 19-26°C and 17°C, respectively. The last effective tiller of Dasanbyeo was observed on 27-33 DAT for the primary tiller, 20-41 DAT for the secondary tiller. Those of Hwaseongbyeo were 23-40 DAT for primary tiller, and 24-40 DAT for the secondary tiller.

Keyword : rice, tiller, temperature, effective tiller, Dasanbyeo.

I. 서 언

우리나라는 1970년대에 쌀 수량이 5.13 ton/ha인 통일 품종의 육성과 재배기술개선으로 쌀 자급을 달성하였다. 그러나 1980년대 후반에는 생활 수준이 향상됨에 따라 고품질 쌀의 요구도가 높아지면서 품종육성의 방향도 품질향상에 중점을 두게 되었다. 그 결과 1990년에는 밥맛이 좋으면서 수량성이 높은 품종들의

개발로 농가 평균 수량이 4.5~4.6 ton/ha 수준까지 향상되었다. 한편 우리나라의 벼 재배 면적은 도시화, 밭 전환 등으로 1980년의 123.3만ha에서 1999년에는 105.9만ha로 감소되었고(농림부, 2000), 각종 재해 발생 빈도가 높아지는 등의 이유로 쌀의 지속적인 생산이 불확실할 뿐만 아니라, 벼의 수량성 향상이 인구의 증가를 따르지 못하고 있어 앞으로 식량 문제 해결은 큰 과제로 부각될 전망이다. 따라서 우리나라에서는

1995년 인디카 계통의 다수성인자를 도입한 다산벼, 남천벼와 안다벼를 육성하였다. 이들 다수성 품종은 ha당 수량이 6.86~7.11 ton, 수준이며, 다수확실증시험 결과 다산벼는 8.26 ton/ha의 수량성을 보였다(농진청, 1997). Yoshida(1981)와 김(2000)은 벼의 수량은 단위면적당 이삭수, 이삭당 영화수, 등숙율 및 천립중 등에 의해 좌우되는데 이들 중에서 이삭수가 가장 크게 영향을 미친다고 하였는데 현재 육성된 다수성 품종인 다산벼와 안다벼는 포기당 이삭수가 12개(지적 1996~1998)로 자포니카보다 적어서 수량의 제한요인이 되고 있다. 이와 같이 수량에 기여도가 가장 큰 이삭수는 分蘖力에 따라 차이가 많은데, 이상적인 조건일 때 分蘖 次位는 4차 분얼까지 발생되며 한 개체당 분얼수가 40~70개(Goto & Hoshikawa, 1988)정도가 되지만, 생육 온도(許와 李, 1971; Owen, 1971)와 양분의 함량(Lauer & simmons, 1985), 특히 체내 질소 함량(명과 이, 1993; 신 등, 1988)과 광 조건(Lauer & simmons, 1989) 등에 의해 제약을 받는다.

분얼의 온도반응에 대한 최초의 실험은 Kikawa (1929)의 수온에 대한 연구인데, 그는 이앙에서 등숙 기까지 15, 20, 26, 32, 37°C로 처리한 결과 최종 경수는 32°C까지 수온이 높을수록 많았으며, 37°C에서는 감소한다고 하였다. Yoshida (1973)는 파종 후 3주부터 5주까지 14일간 온도처리를 한 결과 고온 처리에서 분얼수가 증가하여 고온 조건이 분얼에 유리하다(Goto & Hoshikawa, 1989)고 하였다. 그러나 眞鍋 & 毛利(1926)는 포장에서 평균 수온을 19.3°C~26.5°C 범위로 하여 이앙에서부터 81일간 처리 한 결과 저온일수록 분얼 속도가 느렸으나, 분얼 발생기간이 길어져서 경수와 유효경은 많았지만, 이삭이 짧고 등숙율이 매우 낮았다고 하였고, 佐藤(1974)은 엽령 8.2~13.2매까지 온도처리 결과 분얼수는 고온일수록 적고, 오히려 저온이 분얼에 유리하게 작용한다고 하였다. 이와 같이 分蘖의 溫度에 대한 반응은 고온, 적온, 저온이 각각 유리하다고 하여 현재까지도 확실한 결론에 도달하지 못하였다. 하지만 저온은 분얼 속도를 느리게 한다는 것은 확실히 구명되었다.

다수성 벼 품종 육성에는 다수성인자를 지니고있는 인디카 계통을 육종재료로 주로 이용하고 있는데 인디카 계통은 자포니카 품종보다 높은 생육 온도를 요구한다. 한편 우리 나라의 기상조건은 이앙, 활착기인 5월에 온도가 낮은 편이어서 다수성 벼의 생육에 불리

한 조건이나 이에 대한 연구가 미진하다. 따라서 본 연구는 다양한 온도 조건하에서 다산벼의 분얼형성을 화성벼와 비교 분석하여 수량 향상을 위한 품종육성과 재배기술 개발의 기초자료를 얻고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 1999년 작물시험장 인공기상연구동 정밀 유리실에서 다산벼와 화성벼를 공시하여 pot재배로 수행하였다. 정밀유리실 생육 온도는 이앙 후 유수형성 기까지 평균 온도로 15(최고 19°C, 최저 11°C), 17(최고 21°C, 최저 13°C), 19(최고 23°C, 최저 15°C), 22(최고 26°C, 최저 18°C), 24°C(최고 28°C, 최저 20°C) 및 26°C(최고 30°C, 최저 22°C) 등 6처리하였고, 습도는 주간 75%, 야간 80% 조건을 유지하였다. 이 온도는 우리나라의 5월~7월의 기온과 비슷한 조건이다.

재배방법은 1/5000a pot의 중앙에 1주 1묘로 이앙하여 주내 경쟁 요인을 배제하였다. 시비량은 N-P₂O₅-K₂O를 0.44-0.28-0.32 g/pot 사용하였다. 분시방법은 질소는 기비-분얼비-수비를 40-30-30%의 비율로 분시하였고, 인산질 비료는 전량 기비로 사용하였으며, 칼리질 비료는 기비 70%, 수비 30%로 분시하였다. 시비시기는 기비는 이앙 전에 질소와 칼리를 액비 상태로, 인산을 고형 상태로 사용 한 후 상토와 혼합 쇄토하여 전층시비 효과를 주었으며, 분얼비는 이앙 후 10일에, 수비는 출수 전 25일경에 액상으로 pot에 관주하였다.

육묘는 정밀유리실에서 성묘 이앙용 파종상자에 hole당 1립씩 파종 후 10일까지는 24°C에서 육묘하였으며, 모의 도장을 방지하기 위해 파종 후 11일부터 10일간은 22°C에서 관리하여 20일 모를 손이앙하였고, 이 때 엽수는 다산벼가 3.5엽, 화성벼가 3.6엽이었다.

이앙 방법은 분얼 위치의 변이를 최소화하기 위하여 제 1 분엽의 엽신 기부가 지면 위로 올라오도록 정밀하게 栽植하였고 물관리는 지면에서 1 cm내외로 천수 관리 하였다.

엽신의 신장 기간은 제 8엽위부터 지엽까지 엽초에서 엽 선단이 보일 때를 발생 시점으로 하고, 엽이 엽초에서 완전히 추출되었을 때를 완료 시점으로 하였다.

분얼경 발생 조사는 Goto & Hoshikawa(1989)의

방법을 변형하여 매일 오전 9시를 기준으로 하여 엽초에 분얼엽 선단이 보일 때 標識하였으며, 분얼경의 엽수는 불안전엽을 포함하였다. 조사 시료는 처리 당 3 pot을 標識하여 그 중에 생육이 가장 좋은 시료를 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1. 出葉과 分蘖 發生

주간의 각 分蘖發生節位에서 분얼이 발생하는 時期와 主幹 出葉 數와의 관계를 Fig. 1에 나타내었다. 다산벼에서는 2절위에서 분얼경이 발생 할 때 엽수가 5.2~6.3엽, 3절위는 6.1~6.4엽, 4절위는 6.3~7.5엽, 5절위는 7.1~8.4엽, 6절위는 8.2~9.1엽, 7절위는 9.1~10.5엽, 8절위는 10.1~10.4엽, 9절위는 11.2~13.3엽이었으며, 화성벼에서는 2절위는 5.2~7.4엽, 3절위는 5.3~7.8엽, 4절위는 6.3~7.8엽, 5절위는 7.2~8.3엽, 6절위는 8.2~8.4엽, 7절위는 9.2~10.2엽, 8절위는 10.3~12.1엽, 9절위는 12.1~12.4엽으로 각 절위의 분얼경이 발생할 때 엽수 차이는 다산벼가 0.3~

1.4엽으로 화성벼 0.2~2.5엽보다 변이가 적었다. 이와 같은 결과에서 다산벼, 화성벼 모두 환경이 불량하면 분얼경이 休眠 하지만, 다산벼는 환경이나 영양상태가 좋아져도 휴면경이 다시 분얼하는 경이 적고, 화성벼는 많았다. 이는 다산벼가 화성벼보다 수수가 적은 요인의 하나로 판단된다. 분얼과 엽 발생 관계는 다산벼가 $y=0.8638x+3.4901(R^2=0.9529^{**})$, 화성벼는 $y=0.8844x+3.2832(R^2=0.9084^{**})$ 으로 비슷하여, 분얼경 1개가 발생 할 때 엽 발생은 다산벼가 0.86엽, 화성벼가 0.88엽이 발생하였다.

3.2. 莖數 增加 傾向

Fig. 2는 다산벼와 화성벼를 17, 19, 22, 24, 26°C에서 포트당 경수의 변화를 나타낸 것이다. 온도는 경수 변화에 크게 영향을 주었는데, 다산벼는 26°C와 24°C 사이에서는 분얼 발생 속도에 차이가 작았으나, 17, 19, 22°C 처리에서는 온도가 낮아질수록 급격하게 분얼 속도가 낮아졌다. 반면에 화성벼는 17, 19°C 처리에서는 온도가 낮을수록 분얼 출현 속도가 낮아지나, 22°C 이상 26°C 처리에서는 분얼이 출현하는 속도가 비슷하였다.

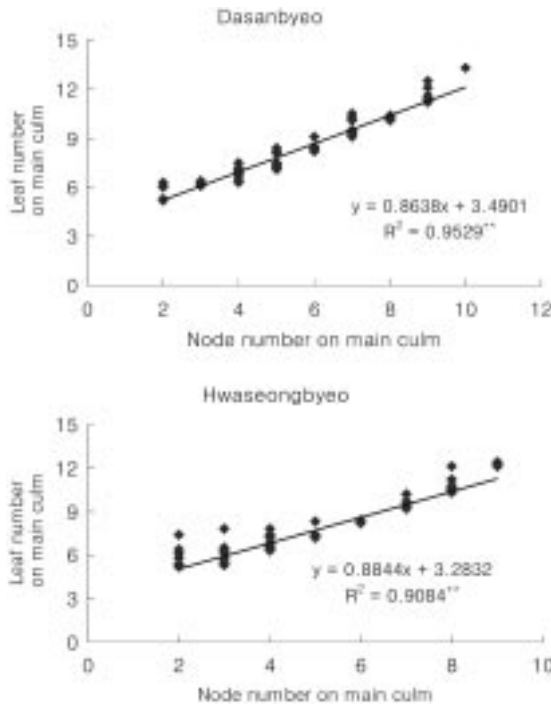


Fig. 1. Relationship between leaf number on main culm and node number on main culm in the primary tiller appear of rice plant.

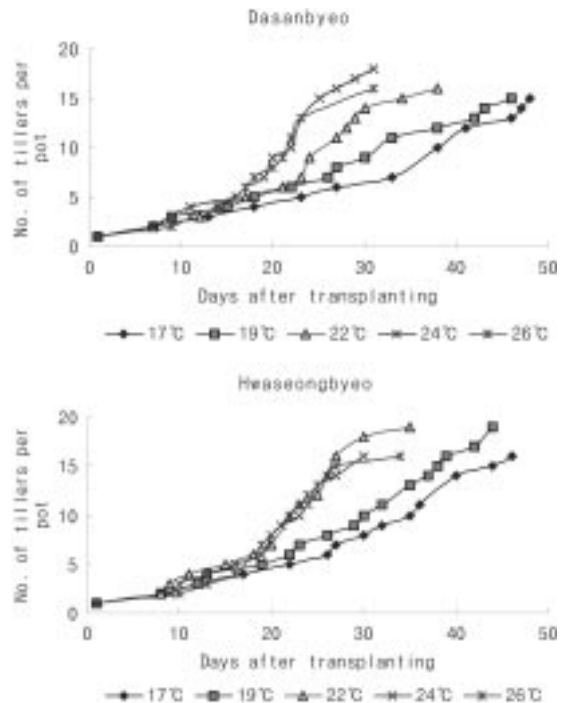


Fig. 2. Time course changes of tillers affected by different temperature conditions in rice plant.

분얼의 속도에 영향을 주는 限界溫度는 다산벼의 경우는 22~24°C 사이의 온도가, 화성벼는 22°C 이상에서는 차이가 없고 19°C 근처에서 변화가 있는 것으로 보아 분얼 출현의 적은은 화성벼보다 다산벼가 약 2°C 높았다.

이와 같은 결과를 우리 나라의 기온과 비교해 보면, 분얼기(5월 20~30일 이양 기준)의 평균온도는 20.1°C~22.3°C이므로, 본 시험에서의 19°C, 22°C 처리와 비슷한데, 이들 처리에서의 경수는 다산벼가 화성벼보다 19°C는 4개, 22°C는 3개가 적어 다산벼는 수수를 확보하는데 온도가 제한요인으로 작용한다는 것을 알 수 있었다.

분얼은 26°C~22°C에서는 완만하게 증가하는 시기와 급격히 증가하는 시기(분얼성기)로 구분 할 수 있었고, 19, 17°C에서는 분얼성기가 없었다. 이와 같은 결과를 회귀 분석하면 Table 1과 같은데 온도별 분얼 성기에 1일 동안 분얼경 출현 수를 보면 다산벼는 26°C에서 1.0807개, 24°C는 1.0000개, 22°C는 0.9270 개이었으며, 화성벼는 26°C에서 1.0000개, 24°C는 0.8240개, 22°C는 1.0482개로, 다산벼는 26°C와 24°C는 비슷하고 22°C는 약간 느렸으며, 화성벼는 22, 26, 24°C순으로 빨라서 분얼 발생 정도는 분얼성기의 경수 증가 정도에 따라 결정되는 것을 알 수 있었다.

分蘖盛期가 시작되는 시기는 다산벼가 26°C, 24°C

에서는 이양 후 17일, 16일로 비슷하였으며 22°C에서는 이양 후 23일이었으며, 화성벼는 26°C~22°C에서는 이양 후 19~22일로 두 품종이 비슷하였으나, 분얼경 증가 속도는 26°C, 24°C에서는 다산벼가 빠르고, 22°C~17°C까지는 화성벼가 빨라서 다산벼는 고온 조건에서 분얼 발생이 잘 되는 품종임을 알 수 있었다.

3.3. 分蘖莖 發生

분얼경 발생은 Table 2와 같이 다산벼, 화성벼가 각각 14~17개, 15~18개, 처리간 평균 15.0, 16.2개로 다산벼가 화성벼보다 1.2개가 적었다. 이는 安等(1976)이 indica×japonica 교잡 품종인 통일과 자포니카 품종의 경수 변화를 주/야 온도 25/20°C(22.5°C)와 20/15°C(17.5°C)에서 이양 후 28일에 비교한 결과 25/20°C에서 진홍은 10개, 통일은 8개, 20/15°C에서는 진홍이 7개, 통일이 6개로 indica×japonica 교잡품종이 자포니카 품종보다 경수가 적다고 한 것과 같은 경향으로 저온이 분얼을 억제하는 것을 알 수 있었다.

발생된 분얼경수가 가장 많았던 온도와 경수는 다산벼가 24°C에서 17개, 화성벼가 19°C, 22°C에서 각각 18개였다. 분얼 적정 온도를 분얼경수가 가장 많았던 온도로 볼 때 그 온도는 다산벼가 24°C, 화성벼는 19°C~22°C로, 다산벼가 화성벼보다 분얼 발생 적은이 다소 높은 것을 알 수 있었다. Kakizaki(1976)와

Table 1. Increase of rice plant tillers represented by regression coefficient affected by temperature levels for duration from transplanting date to 30 days after transplanting

| Cultivar | Temperature (°C) | DAT | Regression coefficient | R ² |
|--------------|------------------|-----------------------|------------------------|----------------|
| Dasanbyeo | 26 | 9-16 | y = 0.4138x - 1.6724 | 0.9931** |
| | | 17-30 | y = 1.0807x - 12.795 | 0.9218** |
| | 24 | 7-11 | y = 0.5000x - 1.5000 | 1 |
| | | 16-30 | y = x - 11.1110 | 0.97** |
| | 22 | 7-21 | y = 0.2978x - 0.2292 | 0.9829** |
| | 23-30 | y = 0.9270x - 13.8760 | 0.9816** | |
| Hwaseongbyeo | 26 | 7-30 | y = 0.2716x + 0.3399 | 0.9764** |
| | | 7-30 | y = 0.1990x + 0.4968 | 0.9952** |
| | 24 | 10-16 | y = 0.3333x - 1.3333 | 1 |
| | | 19-27 | y = x - 12.0000 | 1 |
| | 24 | 9-19 | y = 0.3757x - 1.0347 | 0.9769** |
| | 20-30 | y = 0.8240x - 8.4400 | 0.9755** | |
| Hwaseongbyeo | 22 | 8-20 | y = 0.3745x - 0.5556 | 0.9737** |
| | | 22-30 | y = 1.0482x - 13.2290 | 0.9599** |
| | 19 | 8-30 | y = 0.3641x - 1.4432 | 0.9769** |
| 17 | 8-30 | y = 0.2590x - 0.2537 | 0.9712** | |

DAT : Days after transplanting, x=Days after transplanting, y=No. of tiller per hill

Table 2. Time course changes of rice plant tiller emergence after transplanting under various temperature conditions

| Cultivar | DAT | Primary tiller | | | | | Secondary tiller | | | | | Total | | | | |
|----------|--------------|----------------|----------|----------|----------|----------|------------------|-------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 26°C | 24°C | 22°C | 19°C | 17°C | 26°C | 24°C | 22°C | 19°C | 17°C | 26°C | 24°C | 22°C | 19°C | 17°C |
| D.S. | 1-5 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| | 6-10 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | 11-15 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 16-20 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | . | . | . | 4 | 5 | 1 | 1 | 1 |
| | 21-25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 | 3 | . | . | 5 | 6 | 4 | 1 | 1 |
| | 26-30 | . | . | 1 | 1 | 1 | . | 1(1) | 4 | 2 | . | . | 1 | 5 | 3 | 1 |
| | 31-35 | 1 | 1 | . | 1 | 1 | 2 | . | 1 | 1 | . | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| | 36-40 | . | . | 1 | . | . | . | . | . | 2 | 3 | . | . | 1 | 2 | 3 |
| | 41-45 | . | . | . | . | 1 | . | . | . | 2 | 1 | . | . | . | 2 | 2 |
| | 46-50 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 3 | . | . | . | . | 1 |
| | Total | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 9 | 9(1) | 8 | 7 | 7 | 15 | 17 | 15 | 14 | 14 |
| H.S. | 1-5 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| | 6-10 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| | 11-15 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | . | . | . | . | . | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| | 16-20 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | . | . | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| | 21-25 | 1 | . | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 4 | 1 | . | 6 | 5 | 5 | 2 | 1 |
| | 26-30 | . | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 6 | 3 | 3 |
| | 31-35 | 1 | . | . | . | . | . | . | 1 | 3 | 2 | 1 | . | 1 | 3 | 2 |
| | 36-40 | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | 2 | 3 | . | . | . | 3 | 4 |
| | 41-45 | . | . | . | . | . | . | . | . | 3 | 1 | . | . | . | 3 | 1 |
| | 46-50 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 |
| | Total | 6 | 6 | 7 | 7 | 6 | 9 | 9 | 11 | 11 | 9 | 15 | 15 | 18 | 18 | 15 |

() : Tertiary tiller, DAT : Days after transplanting

D.S.: Dasanbyeon, H.S.: Hwaseongbyeon

柿崎(1987)는 온도에 따른 벼의 분얼 발생은 32°C까지 온도가 높을수록 증가한다고 하였고,朴과李(1973)는 온도 처리에 의한 분얼수는 주야 온도 30/25°C(평균 27.5°C)에서 가장 많다고 하였으나,角田(1964)와安等(1976)은 적정온도에서 분얼 발생이 많다고 하였는데 본 시험에서도 분얼경 증가 속도는 온도가 높을수록 빨랐으나, 총 분얼수는 19°C~24°C에서 많아 비슷한 경향이었다.

1차 분얼경 수는 다산벼, 화성벼 모두 온도에 관계없이 6~7개로 비슷하고, 2차 분얼경 수는 다산벼가 26°C, 24°C, 22°C에서 8~9개로 비슷하였으며, 19°C, 17°C는 7개가 발생하였고, 화성벼는 26°C, 24°C, 17°C에서는 9개로 같았으며 22°C, 19°C에서는 11개로 많았다. 이와 같이 1·2차 분얼경 모두 발생은 온도에 따라 1~2개 차이가 있었으며, 발생시기는 온도가 낮아짐에 따라 늦어지는 경향이었다. 22°C, 19°C, 17°C

에서는 生殖生長期로 전환이 늦어지면서 營養生長을 계속하여 분얼경이 늦게 까지 증가되었다.眞鍋와毛利(1926)는 水溫이 낮을 경우 분얼발생은 지연되나 분얼발생 시기는 길어진다고 하였는데 본 시험에서도 같은 경향으로 저온에서는 분얼 발생시기가 길었다.

1·2차 분얼경의 발생비율을 보면 다산벼는 1차 분얼경이 26°C~22°C에서는 40.0%~46.7%로 2차 분얼경보다 적었으며 19°C, 17°C 처리에서는 1·2차 분얼경의 발생 수가 같았고, 3차 분얼경의 발생은 24°C에서만 1개가 발생하였다. 화성벼는 26°C~17°C까지 모든 처리에서 1차 분얼경이 38.9~40.0%로 2차 분얼경보다 적었는데 다산벼가 화성벼보다 1차 분얼 의존도가 높은 것이 경수 확보에 불리하게 작용하는 것으로 생각된다.

이양 후 분얼경의 최초 발생 시기는 Table 3에서와 같이 1차 분얼경은 다산벼가 7~9일, 화성벼가 8~10

Table 3. Days required for the first emergence of tiller after transplanting rice under various temperature conditions

| Tiller | Cultivar | 26°C | 24°C | 22°C | 19°C | 17°C |
|------------------|--------------|--------------------------|------|------|------|------|
| | | Days after transplanting | | | | |
| Primary tiller | Dasanbyeo | 9 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| | Hwaseongbyeo | 10 | 9 | 8 | 8 | 8 |
| Secondary tiller | Dasanbyeo | 16 | 17 | 23 | 27 | 38 |
| | Hwaseongbyeo | 19 | 19 | 20 | 22 | 26 |

일로 다산벼가 화성벼보다 일렀고, 2차 분얼경은 다산벼가 16~38일, 화성벼가 19~26일로 나타났는데, 1차 분얼경보다 2차 분얼경이 온도에 따른 차이가 컸다.

이와 같이 변이가 큰 2차 분얼경 출현은 다산벼가 26°C, 24°C에서 이양 후 16, 17일, 22°C는 23일, 19°C는 27일, 17°C는 38일에 발생되었으며, 화성벼는 26~19°C에서 19~22일에 분얼경이 발생되어 차이가 적었으나, 17°C에서는 26일에 발생되었다. 김과 배가라(1991)는 japonica×japonica교잡 품종과 indica×japonica 交雜種인 벼는 고온 조건(IRRI)에서의 1차 분얼경의 최초 발생시기는 인디카 품종은 9~11일로 자포니카 품종의 12~14일보다 3일이 이르다고 하였는데, 본 시험에서는 1·2차 분얼 모두 26°C, 24°C에

서는 다산벼가 화성벼보다 분얼경 출현이 일렀으나, 22°C~17°C에서는 다산벼가 화성벼보다 3~12일이 늦어 분얼경이 독립하여 생육 할 수 있는 기간이 짧아 지므로 有效莖化 되지 못하고 無效分蘖莖이 되는 주요인으로 穗數確保를 하는데 제한 요인이 되는 것으로 생각된다.

無效莖은 분얼 하였으나 출수하지 못하거나 생육 중에 고사하는 경인데 다산벼, 화성벼 각각 17°C에서 6개, 4개, 19°C에서 5개, 6개, 22°C에서 5개, 6개, 24°C에서 7개, 6개, 26°C에서 6개, 5개가 발생하여 비슷하였으나, 무효경 중에 미출수 경 비율을 보면 다산벼는 66.5%, 화성벼는 55.6%로 다산벼는 고사경보다 미출수 경이 많았다(Table 2, Table 4). 未出穗莖은

Table 4. Time course changes in number of productive tillers of rice plant under various temperature conditions

| Cultivar | DAT | Primary tiller | | | | | Secondary tiller | | | | | Total | | | | |
|----------|--------------|----------------|----------|----------|----------|----------|------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 26°C | 24°C | 22°C | 19°C | 17°C | 26°C | 24°C | 22°C | 19°C | 17°C | 26°C | 24°C | 22°C | 19°C | 17°C |
| D.S. | 1-5 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| | 6-10 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| | 11-15 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| | 16-20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | . | . | . | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 |
| | 21-25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | . | 1 | 2 | . | . | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| | 26-30 | . | . | 1 | 1 | 1 | . | . | 2 | 1 | . | . | . | 3 | 2 | 1 |
| | 31-35 | 1 | 1 | . | 1 | 1 | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | 1 | 1 |
| | 36-40 | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | 1 | 1 |
| | 41-45 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | 1 | . | . | . | . | 1 |
| | Total | 6 | 6 | 6 | 7 | 6 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 9 | 10 | 10 | 9 | 8 |
| H.S. | 1-5 | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | |
| | 6-10 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | . | . | . | . | . | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| | 11-15 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | . | . | . | . | . | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| | 16-20 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | . | . | 3 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| | 21-25 | 1 | . | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | . | 5 | 2 | 5 | 2 | 1 |
| | 26-30 | . | 1 | 1 | 1 | 1 | . | . | . | 2 | 2 | . | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | 31-35 | . | . | . | . | . | . | . | . | 2 | 1 | . | . | . | 2 | 1 |
| | 36-40 | . | . | . | 1 | 1 | . | . | . | . | 2 | . | . | . | 1 | 3 |
| | Total | 5 | 6 | 7 | 7 | 6 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 10 | 10 | 12 | 12 | 11 |

DAT : Days after transplanting, D.S.: Dasanbyeo, H.S.: Hwaseongbyeo

Table 5. The emergence date of the last productive tillers of rice plant under various temperature conditions

| Tiller | Cultivar | 26°C | 24°C | 22°C | 19°C | 17°C |
|------------------|--------------|--------------------------|------|------|------|------|
| | | Days after transplanting | | | | |
| Primary tiller | Dasanbyeo | 31 | 31 | 27 | 33 | 33 |
| | Hwaseongbyeo | 23 | 27 | 27 | 38 | 40 |
| Secondary tiller | Dasanbyeo | 20 | 23 | 28 | 38 | 41 |
| | Hwaseongbyeo | 25 | 24 | 25 | 35 | 40 |

늦게 분얼한 莠이 대부분으로 이들은 광과 동화산물의 경합으로 쇠퇴하여 無效分蘖莠이 되는데(Kirby & Jones, 1977; Laure & Simmons, 1988), 본 시험에서 다산벼가 미출수경이 많은 것은 無效分蘖期에 발생하는 경이 많았음을 의미한다.

분얼경에 대한 유효경수(Table 4)는 다산벼가 26°C에서 9개, 24°C, 22°C는 각각 10개, 19°C에서 9개, 17°C에서 8개이었으며, 화성벼는 26°C, 24°C에서 각각 10개, 22°C, 19°C에서 12개, 17°C에서 11개로, 다산벼는 24°C, 22°C에서, 화성벼는 22°C, 19°C에서 가장 많았다. Kikawa(1929)는 32°C까지 온도가 높을수록 수수가 많아진다고 하였는데 본 시험에서는 이와 상이한 결과를 보였다.

다산벼, 화성벼 모두 1차 분얼경이 5~7개, 2차 분얼이 2~5개로 온도차이에 따른 유효경 변이는 2차 분얼경이 1차 분얼경보다 컸다. 유효경수의 변이가 큰 2차 분얼경의 차이는 22°C~17°C까지 다산벼가 화성벼보다 2~3개가 적었다.

유효경비율은 다산벼는 22°C에서 66.7%, 19°C에서 64.3%, 26°C에서 60.0%, 24°C에서 58.8%, 17°C에서 57.1%를 보였으며, 화성벼는 17°C에서 73.3%, 19°C~26°C에서는 66.7%가 유효경이 되어, 다산벼는 22°C, 19°C에서 다른 처리보다 높았으며, 화성벼는 17°C에서 가장 높았다. 이와 같은 결과는 비슷한 시기에 분얼경 발생이 과다한 경우에 광과 同化産物의 경합(Yoshida, 1973; Kikrby & Jones, 1977)으로 유효경이 되지 못하고 고사되거나 미출수하여 有效莠比率이 떨어지는 것으로 생각된다. 수수 중에 1차 분얼경의 구성비는 다산벼는 26°C에서는 67%, 24°C, 22°C에서는 각각 60%, 19°C, 17°C에서는 78%, 75%이었으며, 화성벼는 26°C는 50%, 24°C는 60%, 22°C, 19°C는 각각 58%, 17°C는 55%로 다산벼가 화성벼보다 1차 분얼 의존도가 높으며 특히 온도가 낮은 19°C와 17°C에서 그 차이가 뚜렷하였다.

有效分蘖終止期(Table 5)를 보면 다산벼는 1차 분얼

경이 이양 후 27~33일, 2차 분얼경이 20~41일 이었으며, 화성벼는 1차 분얼경이 23~40일, 2차 분얼경이 24~40일로 품종간 차이는 1차 분얼경은 다산벼가 화성벼보다 26°C에서는 8일, 24°C에서는 4일 늦었고, 2차 분얼경은 오히려 다산벼가 5일, 1일씩 빨랐다. 19°C, 17°C에서 1차 분얼경은 다산벼가 화성벼보다 5~7일 일렀으며, 2차 분얼경은 1~3일 늦었다. 유효분얼종지기가 일찍 오는 것은 수수확보에 불리하게 작용하는데, 다산벼는 19°C, 17°C에서 1차 분얼경이 화성벼보다 유효분얼종지기가 이른 것은 우리 나라 환경에서는 유효경 확보에 불리하게 작용 할 것으로 생각된다.

유효분얼종지기는 동일 경종법으로 재배 할 때는 조·만성에 관계없이 동일한 시기에 도달하는데 조기·조식의 경우 이양 후 25~30일, 보통기 재배의 경우 20~25일경인데(李와 吳, 1996), 본 시험에서 다산벼는 이양 후 27~41일, 화성벼는 23~40일로 상이한 결과를 보였다.

IV. 적 요

벼 다수성 품종인 다산벼는 포장조건에서 單位面積當 穗數가 자포니카 품종보다 적어서 收量에 제한요인이 되고 있어 다수성 벼의 分蘖特性을 구명 하고자 1999년 作物試驗場 人工기상연구동에서 indica×japonica 교잡종인 다산벼와 자포니카 품종인 화성벼를 공시하여 다수성 벼의 수량 향상을 위한 品種 育成 및 栽培 技術의 기초 자료를 제공 하고자 시험한 결과는 다음과 같다.

1. 분얼과 출엽 관계는 다산벼가 $y=0.8638x+3.4901$ ($R^2=0.9529^{**}$), 화성벼는 $y=0.8844x+3.2832$ ($R^2=0.9084^{**}$)으로 비슷하여, 분얼경 1개가 발생 할 때 엽 발생은 다산벼가 0.86엽, 화성벼가 0.88엽이 발생하여 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다.

2. 溫度別 分蘖發生 및 종료시기는 두 품종 모두 26°C까지 온도가 높을수록 일렀고, 분얼경 증가 속도

는 26, 24°C에서는 다산벼가 빠르고 22°C~17°C에서는 화성벼가 빨랐다.

3. 온도에 따른 1차 분얼경 최초 발생 시기는 다산벼는 7~9일, 화성벼는 8~10일이었으며, 2차 분얼경은 다산벼가 26°C, 24°C에서는 이앙 후 16, 17일, 22°C에서 23일, 19°C에서 27일, 17°C에서 38일이었으며, 화성벼는 26~19°C 처리에서 이앙 후 19~22일, 17°C에서는 26일이었다.

4. 有效分蘖莖 최종 출현일은 다산벼가 17~26°C에서 1차 분얼경은 이앙 후 27~33일, 2차 분얼경은 20~41일이었으며, 화성벼는 1차 분얼경은 23~40일, 2차 분얼경은 24~40일이었다.

인용문헌

- 金德洙. 2000: 다수성 품종 다산벼의 분얼에 관한 생태생리적 특성연구. 전북대학교사학위논문. pp. 19.
- 金在德, 비. 에스. 베가라. 1991: 分蘖莖의 解剖 形態學의 特性과 登熟性 比較. 韓作誌 36(6), 521-531.
- 農林部. 2000. 農林業 主要統計, pp 240.
- 農村振興廳. 1997: 作物試驗場 研究報告書(水稻編), pp 528.
- 農村振興廳. 1998: 食糧作物 技術指導 要領, pp 80-81.
- 명을재, 이변우. 1993: 深水灌溉에 의한 分蘖調節이 벼의 收量 및 收量構成要素에 미치는 影響. 韓作誌 38(別 1), 120-121.
- 申辰澈, 安淙國, 李文熙, 朴錫洪, 朴來敬. 1988: 水稻의 養·水分 吸收에 미치는 溫도와 光의 影響. 農業論文集(水稻篇) 30(3), 16-23.
- 安壽奉, 許輝, 吳潤鎭, 尹鍾赫. 1976: 溫度 및 日長이 水稻 養分吸收에 미치는 影響. 作物試驗場. 人工氣象室報告(I), 181-193.
- 李鍾薰, 吳潤鎭. 1996: 食用作物學. I (稻作). 韓國放送通信大學校 出版部, pp 585.
- 許輝, 李勝植. 1971: 溫度較差가 分蘖에 미치는 影響. 作物試驗場研究報告書(水稻), 139-147.
- 角田公正. 1964: 水稻と稻の生育收量との關係に關する實驗的研究. 農技研報 A 第11號, 75-174.
- 柿崎洋生. 1987: 水稻の分げつ發生と溫度と環境(1). 農及園 62(11), 1323-1330.
- 眞鍋利一, 毛利虎雄. 1926: 朝鮮勸業模範場彙報 1, 78-86.
- 佐藤庚. 1974: 環境に對する水稻の生育反應. 第3報 日長と溫度が生育と 內成分に及ぼす影響. 日作紀 43(3), 402-409.
- Goto Y. and Hoshikawa K. 1988: Tillering behavior on *oryza sativa* L. 1. Growth correlation between the main stem and tiller. *Japan, Jour. Crop Sci.* 57(3), 496-504.
- Goto Y. and Hoshikawa K. 1989: Effects of temperature on the tillering behavior. *Japan, Jour. Crop Sci.* 58(1), 68-73.
- Kakizaki, Y. 1976: The relationship between tiller emergence and temperature under a controlled environment. *Bull. Tohoku Section. of Crop Sci. Japan.* 19, 43-46.
- Kikawa, S. 1929: The influence of temperature irrigation water on the growth and yield of rice. *Proc. Imp. Acad. (Tokyo)* 5, 303-305.
- Kirby, E. J. and H. G. Jones. 1977: The relations between the main shot and tillers in barley plants. *J. Agri. Sci. Camb.* 88, 381-389.
- Lauer, J. G. and S. R. Simmons. 1985: Photoassimilate partitioning of main shoot leaves in field-grown spring barley. *Crop Sci.* 25, 851-855.
- Lauer, J. G. and S. R. Simmons. 1988: Photoassimilate partitioning by tillers and individual tiller leaves in field-grown spring barley. *Crop Sci.* 28, 279-282.
- Lauer, J. G. and S. R. Simmons. 1989: Canopy light and tiller mortality in spring barley. *Crop Sci.* 29, 420-424.
- Owen, P. C. 1971: The effect of Temperature on the growth and development of rice. *Field Crop Abst.* 24(1), 1-8.
- Power, J. F. and Alesi. 1978: Tiller development and yield of standard and Semidwarf spring wheat varieties as affected by nitrogen fertilizer. *J. Agric. Sci. Camb.* 90, 97-108.
- Yoshida, S. 1973: Effects of temperature on growth of the plant (*Oryza sativa* L.) in a controlled environment. *Soil Sci. Plant Natr.* 19, 299-310.
- Yoshida, S. 1981: Fundamental of crop science. IRRI, Los Banos, Lagura, philippines, pp 1-267.