

## 품종과 이앙시기별 엽 성장속도에 의한 벼의 유수분화시기 변화

구본일\* · 강신규\* · 상완규\* · 최민규\* · 이규종\*\* · 박흥규\* · 김영두\* · 김보경\* · 이점호<sup>†</sup>

\*국립식량과학원 벼맥류부, \*\*서울대학교

### Variation of Panicle Differentiation Stage by Leaf Growth According to Rice Cultivars and Transplanting Time

Bon-Il Ku\*, Shin-Ku Kang\*, Wan-Gyu Sang\*, Min-Kyu Choi\*, Kyu-Jone Lee\*\*,  
Hong-Kyu Park\*, Young-Doo Kim\*, Bo-Kyong Kim\*, and Jeom-Ho Lee<sup>†</sup>

\*Rice and Winter Cereal Crops Department of NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

\*\*Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

**ABSTRACT** The time of panicle initiation change by transplanting date, and this change is affected by heading ecotype and seedling age. So we assessed the variations of panicle initiation, spikelet differentiation and heading date affected by transplanting dates, rice cultivars and seedling ages. And we compared the growth durations and meteorological factors between chief growth stages.

The differences of growth duration from transplanting date to spikelet differentiation by seedling age were 1~3 days in all transplanting of Unkwang, but it increased to 4 days in Hwayeong transplanting on May 1 and June 30, and Nampyeong transplanting on June 30.

The growth durations from panicle initiation to heading of Unkwang and Hwayeong increased until transplanting time by May 31, and decreased thereafter. The growth durations of Nampyeong increased in transplanting on May 16 and May 31.

In each transplanting, mean temperature of 30 days after heading was highest in early transplanting, but sunshine hours in the period were highest in transplanting on June 30 in Unkwang, in transplanting on June 15 in Hwayeong, and higher in transplanting on May 31 and June 15 in Nampyeong.

The growth duration between spikelet differentiation and heading showed variation according to rice cultivars and transplanting date, Those were 22~26 days in Unkwang, 21~27 days in Hwayeong and 21~28 days in Nampyeong.

**Keywords** : rice, panicle initiation stage, spikelet differentiation stage, heading date, temperature

**세계** 곡물수급 동향을 보면 2000년대에 들어서면서 부터 중국·인도 등 인구대국의 경제성장으로 곡물소비가 빠르게 증가하고 있으나, 잦은 기상이변 등으로 생산은 불안정성이 커지고 있다. 신흥개발 국가들의 곡물 수요는 계속 증가하고, 지구 온난화 현상도 식량의 안정적인 생산을 위협하며, 바이오 연료 수요증대와 유가상승 등의 요인으로 곡물가격의 고공행진은 당분간 지속될 것으로 보인다.

국내 식량자급율을 높이기 위해서는 논을 이용한 벼와 다른 작물과의 다양한 작부시스템이 필요하며 다른 작물의 생산성을 높이기 위해서는 다양한 이앙시기에서 벼의 생산성을 높이기 위한 노력이 필요하다.

현재 벼 재배의 대부분을 차지하는 기계이앙은 어린모와 중묘를 이용하는데 양 등(1989)은 어린모 기계이앙재배의 생육을 검토한 결과 이앙당시의 묘소질은 육묘기간이 길수록 성장량이 많으나 이앙후 식상으로 활착이 지연되고 경수의 발생도 적다고 하였다. 반면 이앙기간이 짧은 어린모는 이앙당시의 성장량은 적었으나 바로 활착되어 이앙후 30일 정도 경과되면 치모나 중묘의 성장과 비슷해진다고 하였다.

우리나라에서 벼는 이앙시기에 따라 출수생태형에 따라 생육양상이 달라진다. 벼의 생육기간은 영양생장기간(Vegetative phase), 생식생장기간(Reproductive phase), 성숙기간(Ripening phase)으로 3분할 수 있으며(Vergara, 1970), 벼의 생육기간은 생식생장기간이나 성숙기간이 거의 일정하기 때문에 영양생장기간에 의해 주로 좌우된다고 하였다. 영양생장기간은 기본영양생장기간(Basic vegetative phase, BVP)과 가소영양생장기간(Photo-sensitive phase, PSP)으로

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-63-840-2106 (E-mail) ppjlee4093@korea.kr

<Received 28 May, 2013; Revised 28 October, 2013; Accepted 4 November, 2013>

나눌 수 있다. BVP는 품종이 갖는 고유의 특성이며 일장에 의해 영향을 받지 않는 기간으로 품종에 따라 대체로 10일에서 63일 정도로 차이가 나타나며, 감온성품종은 이 기간에 온도의 영향을 받는다고 하였다(Vergara, 1970). PSP는 일장에 의하여 영향을 받는 기간으로 이 기간이 30일 미만의 품종은 비감광성 품종, 31일 이상은 감광성 품종으로 구분한다고 하였다(Vergara, 1970).

Hosoi(1975)는 Japonica 품종의 출수반응은 감광성은 고온에서는 둔해지나 저온에서는 감광성이 보다 뚜렷하여진다고 하였으며 조생종은 고온에서는 일장의 영향을 받지 않으나 저온에서는 일장반응이 보다 민감해지며 만생종은 고온에서 일장의 영향을 받지만 저온에서 보다 더 일장반응을 나타낸다고 하였다.

온도는 벼의 지상부 생육에 크게 영향을 미치며 22~31°C 범위에서 생장률은 온도증가에 따라 직선적으로 증가한다고 하였으며 고온은 출엽속도와 분얼 생육을 증가시키고 입실률은 온도가 22°C에서 31°C까지 올라갈수록 떨어지는 경향을 보인다고 하였다.

광합성, 호흡, 전류 등 등속과 관련된 모든 과정은 온도와 밀접한 관련이 있다(Kobata & Uemuki, 2004). 벼의 등속적 온은 대체로 21~25°C 범위로 알려져 있으며 품종, 지역 등에 다르다고 하였다(Aimi, 1967). 등속기의 온도는 쌀의 생산량과 품위를 결정하는 중요한 요인인데 우리나라에 재배되는 자포니카의 경우 가장 높은 수량을 올릴 수 있는 등속기 평균기온은 21.5°C라고 하며, 대체로 적정 등속온도는 21~23°C로 보고 있다. 벼의 등속은 등속기의 기온에 의해 크게 영향을 받게 되는데 등속기 평균기온이 1°C 상승함에 따라 등속기간은 약 1.7일 단축된다고 하였다(이 등, 1983).

벼에서 이앙시기가 달라지면 유수의 분화시기가 달라지고 이러한 양상은 벼 출수생태형별로 각기 다른 반응을 보이게 된다. 따라서 이 실험에서는 각 이앙시기에서 품종, 어린모와 중묘의 생육단계가 벼의 주요한 생육단계인 유수분화나 영화분화 및 출수기 변화에 미치는 영향을 파악하고 각 생육단계간에 생육기간 및 기상의 변화를 비교하여 벼의 생육과의 관계를 조사하고자 하였다.

## 재료 및 방법

벼 출수생태형별 이앙시기 변동에 따른 유수의 발육단계를 정확히 진단하기 위하여 2007년과 2008년 전북 익산시에 위치한 국립식량과학원 벼맥류부 포장에서 어린모와 중묘로 이앙시 생육단계를 달리하여 유수발육단계를 조사하였다. 공시품종으로는 조생종 운광벼, 중생종 화염벼, 중만

생종 남평벼를 이용하여 5월 1일부터 15일 간격으로 6월 30일까지 이앙하였다.

이앙시 벼의 생육단계를 비슷하게 유지하기 위해 모 육묘기에 온도가 낮았던 5월 1일과 5월 16일 이앙에서는 35일간 육묘하였고, 온도가 상승함에 따라 5월 31일 이앙은 30일 육묘, 6월 15일과 6월 30일 육묘에서는 25일간 육묘하였고 어린모 이앙을 위해 중묘 육묘기간의 절반으로 단축하여 육묘한 모를 이앙하였다.

어린모와 중묘로 키워진 모를 5월 1일, 5월 16일, 5월 31일 이앙시에는 3.3 m<sup>2</sup>당 80주로 질소시비량 9 kg/10 a로 재배하였고, 6월 15일과 6월 30일 이앙시에는 3.3 m<sup>2</sup>당 90주로 질소시비량 8 kg/10 a로 재배하였다. 5월 31일 이전의 이앙에서는 질소를 기비:분얼비:수비=50:20:30으로 분시하였고 생육기간이 짧았던 6월 15일과 6월 30일 이앙에서는 기비:분얼비=70:30으로 분시하였다.

벼의 정확한 유수 발육단계를 조사하기 위하여 이앙후 각 시험구에서 10주씩 주간의 엽이 새로 발생할 때마다 그 시점을 표시하였고 지엽의 엽 전개 종료시기를 측정한 후 지엽으로부터 하위 4엽과 2엽의 출현시점을 조사하여 각 이앙시기와 품종 및 이앙시 벼 발육단계와 관련하여 비교하였다.

기상자료는 국립식량과학원 벼맥류부에 설치되어 있는 기상측정장치의 자료를 이용하였고 2001년부터 2010년 측정된 자료를 평균하여 평년자료로 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 벼 생육기간 기상분석

벼가 생육한 5월부터 8월까지 평균기온은 2007년 23.0°C, 2008년 22.9°C로 2001년부터 2010년(평년)까지의 평균기온보다 각각 0.2°C, 0.1°C 높았다. 2007년은 5월, 6월, 8월에 각각 평년보다 0.1°C, 0.4°C, 1.0°C 높았고 7월에는 0.5°C가 낮았다. 2008년은 7월에는 평년보다 1.3°C가 높았으나 5월, 6월, 8월에는 각각 0.1°C, 0.5°C, 0.5°C가 낮았다. 같은 기간 최고기온은 2008년에는 0.4°C가 높았으나 2007년에는 같았다. 2007년에는 최고기온이 6월은 같고 8월에는 0.6°C 높았으나 5월과 7월에는 각각 0.1°C, 0.7°C가 낮았고, 2008년에는 5월과 7월에는 0.5°C, 1.5°C가 높았으나 6월과 8월에는 0.3°C, 0.2°C가 낮았다.

5월부터 8월까지 총일조시수는 평년에 비해 2007년은 27.9시간이 적었고, 2008년은 8.2시간이 많았다. 월별 총일조시수는 2007년은 5월과 7월에 4.4시간, 3.2시간이 많았고 6월과 8월에 25.3시간, 10.3시간이 적었으며 2008년에는 5월, 7월, 8월에 각각 8.4시간, 0.1시간, 21.8시간이 많았고 6

월에는 22.1시간이 적었다.

5월부터 8월까지 총일사량은 평년에 비해 2007년은 99.6 MJ/m<sup>2</sup>이, 2008년은 22.5 MJ/m<sup>2</sup>이 적었다. 월별 총일사량은

2007년은 5월부터 8월까지 15.1, 44.2, 6.1, 34.2 MJ/m<sup>2</sup>이 적었고 2008년에는 5월, 6월에는 0.6, 50.3 MJ/m<sup>2</sup>이 적었으나 7월과 8월에는 1.0, 27.3 MJ/m<sup>2</sup>이 많았다.

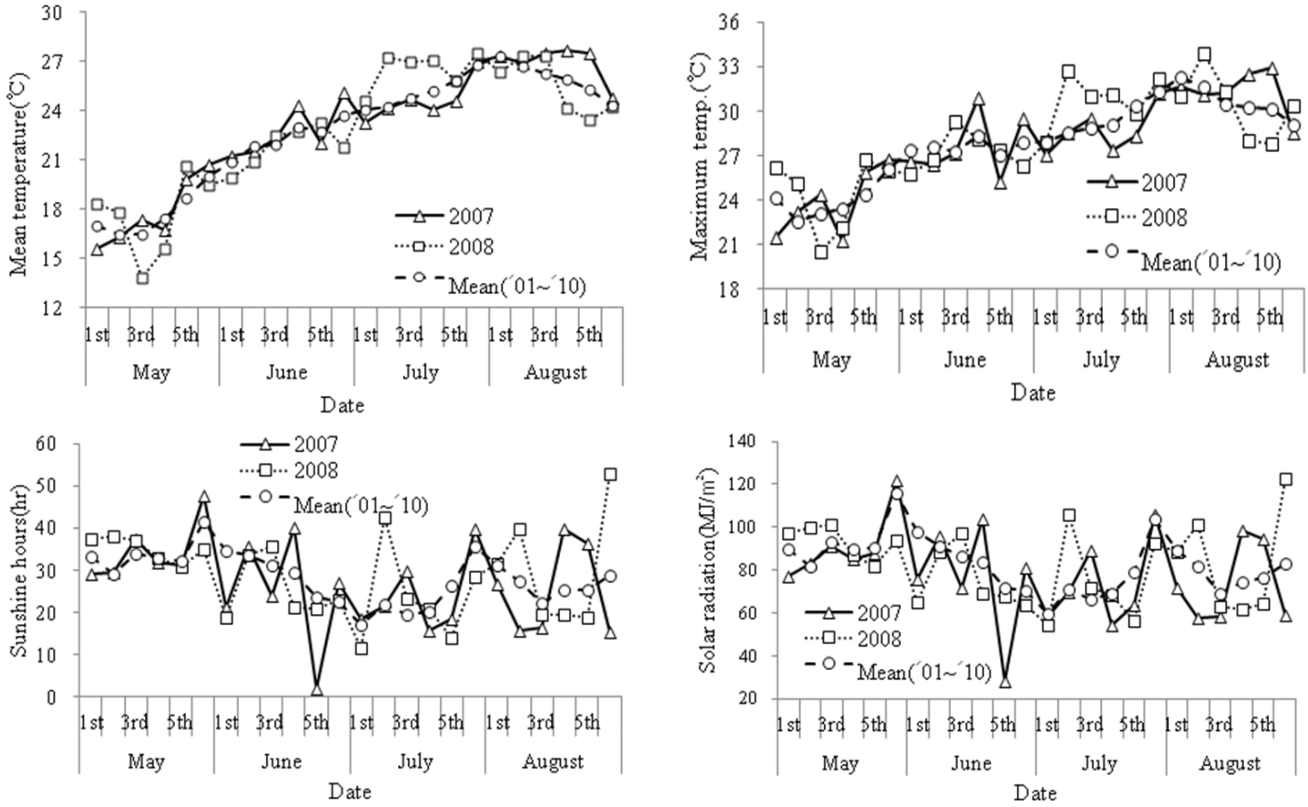


Fig. 1. Change of daily mean temperature, sunshine hours and solar radiation during rice growth season of 2007, 2008 and during 2001~2010.

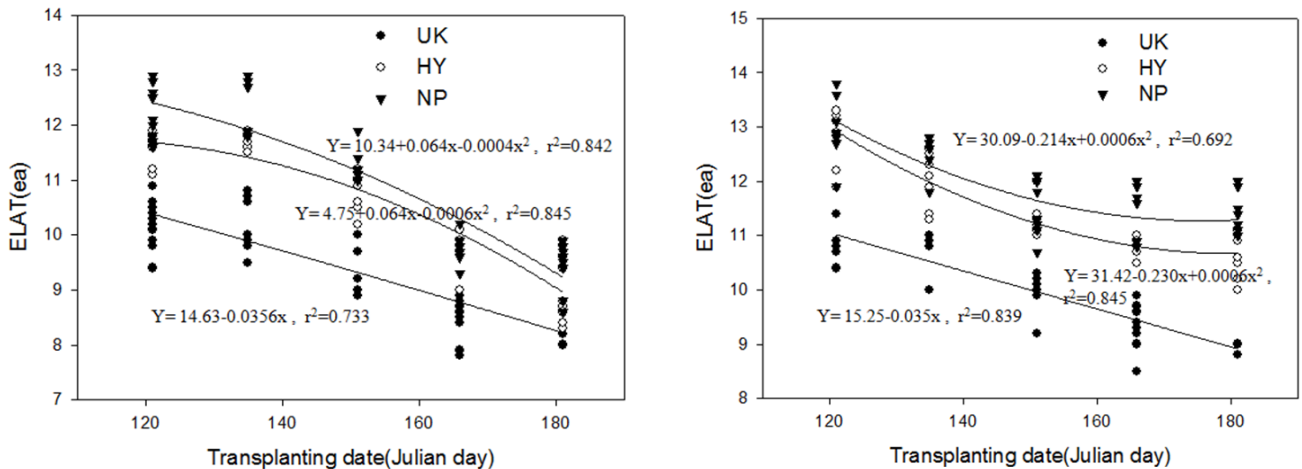


Fig. 2. Variation of emerged leaf numbers after transplanting on main culm of Unkwang, Hwayeong and Nampyeong according to transplanting date and seedling raising period (right: 10 days old seedling, left: 30 days old seedling).

※ELAT : Emerged leaf numbers on main culm after transplanting

**주간 전개엽수**

5월 1일부터 6월 30일까지 어린모와 중묘로 이양한 후 각 이양조건에서 이양후 주간에서 지엽이 전개되기까지 출현된 엽수를 조사하였다(Fig. 2). 이양시기가 늦어질수록 이양후 주간에서 전개되는 엽수는 감소하였으나 품종과 육묘 단계에 따라 다른 반응을 보였다. 조생종인 운광벼는 이양시기가 늦어짐에 따라 주간 출엽수가 직선적으로 감소하였고 중생종인 화영벼와 중만생종인 남평벼는 중묘 이양에서는 이양시기가 늦어지면 주간 출엽수가 급격하게 감소했지만 어린모 이양시에는 감소폭이 적었다.

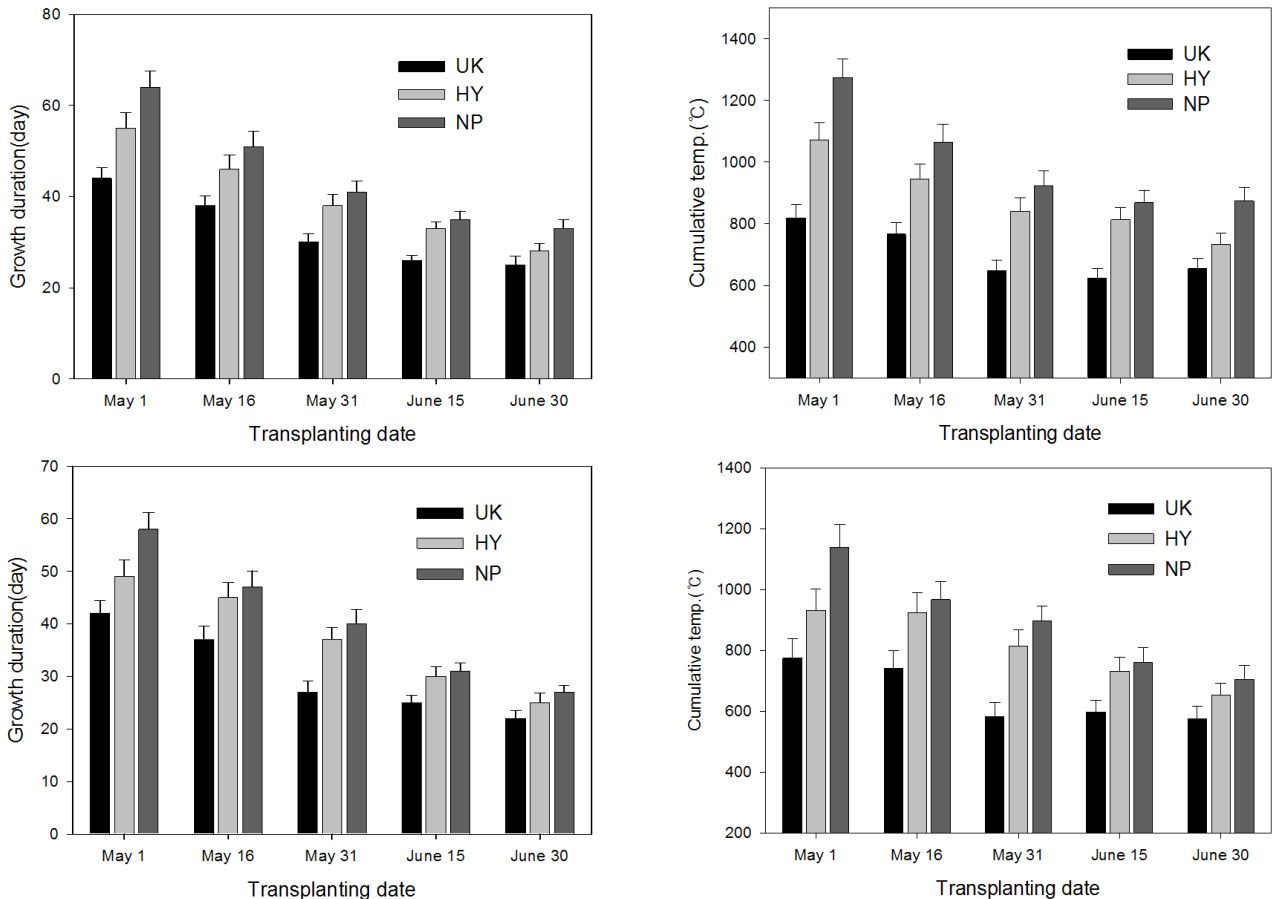
운광벼 이양시 5월 1일부터 6월 30일까지 이양시기에서 주간출엽수는 어린모는 10.9엽에서 9.0엽으로, 중묘는 10.2엽에서 8.4엽으로 각각 1.9엽, 1.8엽이 감소하였다. 화영벼 이양시 같은 이양시기에서 주간출엽수는 어린모는 12.9엽에서 10.7엽으로, 중묘는 11.5엽에서 9.1엽으로 각각 2.2엽, 2.4엽이 감소하였다. 남평벼 이양시 같은 이양시기에서 주

간출엽수는 어린모는 13.0엽에서 11.4엽으로, 중묘는 12.2엽에서 9.5엽으로 각각 1.6엽, 2.7엽이 감소하였다.

**유수분화기 판단**

지엽으로부터 하위 4매째 잎이 추출이 시작되는 시기는 유수분화가 시작되는 시기로 출수 30~32일 전으로 알려져 있다. 그러나 벼 출수생태형과 이양시기에 따라 출수기가 달라지고 이양시 벼의 생육단계도 출수기에 다소 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 그래서 육묘단계를 달리하여 이양시기에 따라 품종별 지엽으로부터 하위 4매째 잎의 출현 시기를 조사하였다(Fig. 3).

이양후 지엽 하위 4엽의 출현하기까지 어린모의 생육기간은 이양시기가 늦어짐에 따라 단축되었는데 운광벼는 5월 1일 이양에서 44일이었고 6월 30일 이양에서는 25일로 단축되었고, 화영벼는 같은 기간 55일에서 28일로 남평벼는 64일에서 33일로 단축되었다. 이양시기가 빨라지면 유



**Fig. 3.** Growth duration and cumulative temperature between transplanting time and panicle initiation stage (n-4 leaf) of Unkwang, Hwayeong and Nampyeong according to transplanting date and seedling raising period (upper: 10 days old seedling, below: 30 days old seedling).

수분화기까지 생육일수는 출수생태형간 차이가 컸으나 이앙시기가 늦어지면 품종간 차이가 크게 감소하는 것을 알 수 있었다.

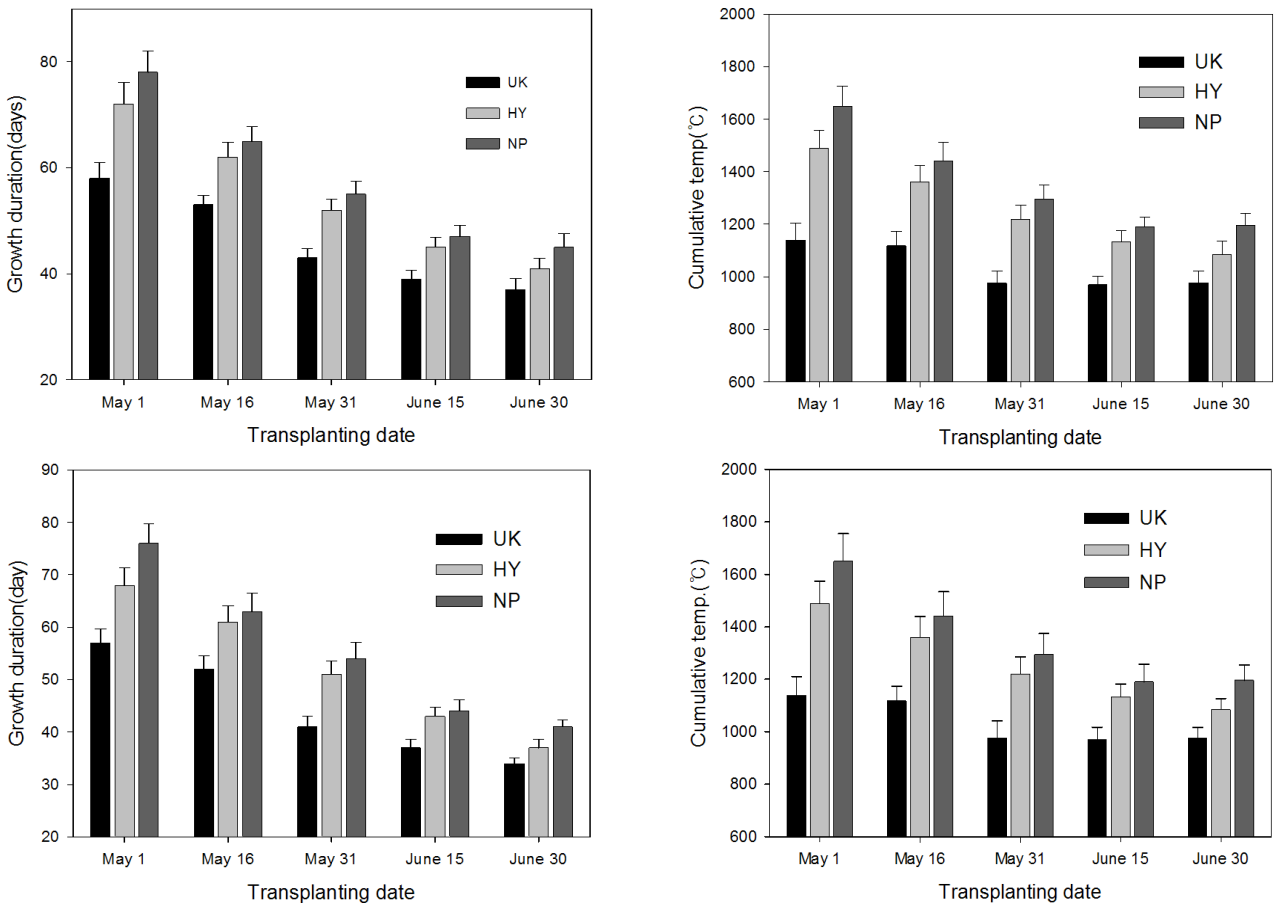
이양후 지엽 하위 4엽의 출현하기까지 어린모의 적산온도는 운광벼는 5월 1일 이양에서 818°C 이었고 6월 30일 이양에서는 654°C로 감소하였고, 화영벼는 같은 기간 1,071°C에서 732°C로 남평벼는 1,274°C에서 874°C로 감소하였다.

이양후 지엽 하위 4엽의 출현하기까지 중묘의 생육기간은 이양시기가 늦어짐에 따라 단축되었는데 운광벼는 5월 1일 이양에서 42일이었고 6월 30일 이양에서는 22일로 단축되었고, 화영벼는 같은 기간 49일에서 25일로 남평벼는 58일에서 27일로 단축되었다. 어린모와 중묘의 유수분화기까지 생육일수 차이는 운광벼는 모든 이양시기에서 1~3일로 차이가 적었지만 화영벼는 5월 1일 이양시기에서 6일 차이가 있었고, 남평벼는 5월 1일 이양과 6월 30일 이양에서 6일의 생육일수 차이가 있었다.

이양후 지엽 하위 4엽의 출현하기까지 중묘의 적산온도는 운광벼는 5월 1일 이양에서 775°C 이었고 6월 30일 이양에서는 576°C로 감소하였고, 화영벼는 같은 기간 931°C에서 654°C로 남평벼는 1,139°C에서 706°C로 감소하였다. 어린모와 중묘의 유수분화기까지 적산온도는 운광벼는 24~78°C, 화영벼는 21°C~140°C, 남평벼는 27°C~135°C 차이가 있었다. 화영벼는 5월 1일 이양에서 가장 차이가 컸고, 남평벼는 출수가 늦어지는 6월 30일 이양에서 어린모와 중묘의 적산온도 차이가 가장 컸다.

**영화분화기 판단**

지엽으로부터 하위 2매째 잎이 출현이 시작되는 시기는 영화분화가 시작되는 시기로 출수 24일 전으로 알려져 있다. 그러나 벼 출수생태형과 이양시기에 따라 출수기가 달라지고 이양시 벼의 생육단계도 출수기에 다소 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 그래서 육묘단계를 달리하여 이양



**Fig. 4.** Growth duration and cumulative temperature between transplanting time and spikelet differentiation stage (n-2 leaf) of Unkwang, Hwayeong and Nampyeong according to transplanting date and seedling raising period (upper: 10 days old seedling, below: 30 days old seedling).

시기에 따라 품종별 지엽으로부터 하위 2매째 잎의 출현시기를 조사하였다(Fig. 4).

이양후 지엽 하위 2엽의 출현하기까지 어린모의 생육기간은 이양시기가 늦어짐에 따라 단축되었는데 운광벼는 5월 1일 이양에서 58일이었고 6월 30일 이양에서는 37일로 단축되었고, 화영벼는 같은 기간 72일에서 41일로 남평벼는 78일에서 45일로 단축되었다. 5월 1일에서 6월 30일로 이양이 늦어지면 영화가 분화하는 시기까지 운광벼는 21일, 화영벼는 31일, 남평벼는 33일이 단축되는 것을 확인하였다.

이양후 지엽 하위 2엽이 출현하기까지 중묘의 생육기간은 이양시기가 늦어짐에 따라 단축되었는데 운광벼는 5월 1일 이양에서 57일이었고 6월 30일 이양에서는 34일로 단축되었고, 화영벼는 같은 기간 68일에서 37일로 남평벼는 76일에서 41일로 단축되었다.

이양후 지엽 하위 2엽이 출현하기까지 어린모의 적산온도는 운광벼는 5월 1일 이양에서 1,139°C 이었고 6월 30일 이양에서는 977°C로 감소하였고, 화영벼는 같은 기간 1,488°C에서 1,085°C로 남평벼는 1,650°C에서 1,196°C로 감소하였다.

이양후 지엽 하위 2엽의 출현하기까지 중묘의 생육기간은 이양시기가 늦어짐에 따라 단축되었는데 운광벼는 5월 1일 이양에서 57일이었고 6월 30일 이양에서는 34일로 단축되었고, 화영벼는 같은 기간 68일에서 37일로 남평벼는 76일에서 41일로 단축되었다. 어린모와 중묘의 영화분화기까지 생육일수 차이는 운광벼는 모든 이양시기에서 1~3일

로 차이가 적었지만 화영벼는 5월 1일과 6월 30일 이양에서 4일 차이가 있었고, 남평벼는 6월 30일 이양에서 4일의 생육일수 차이가 있었다.

이양후 지엽 하위 4엽의 출현하기까지 중묘의 적산온도는 운광벼는 5월 1일 이양에서 1,116°C 이었고 6월 30일 이양에서는 901°C로 감소되었고, 화영벼는 같은 기간 1,381°C에서 977°C로 남평벼는 1,596°C에서 1,085°C로 감소하였다. 어린모와 중묘의 유수분화기까지 적산온도는 운광벼는 23~76°C, 화영벼는 28°C~108°C, 남평벼는 25°C~111°C 차이가 있었다. 화영벼는 5월 1일과 6월 30일 이양에서 차이가 컸고, 남평벼는 6월 30일 이양에서 어린모와 중묘의 적산온도 차이가 가장 컸다.

**생육단계별 기상변화**

5월 1일부터 6월 30일까지의 이양시기 변화에서 운광벼의 각 생육단계별 생육일수와 기상의 변화는 Table 1과 같다. 유수가 발육하기 시작하는 이삭하위 4엽이 출현하기까지 생육기간은 이양시기가 늦어짐에 따라 단축되었는데 어린모는 43일에서 24일로 감소하였고 중묘는 41일에서 21일로 감소하였다. 같은 기간 평균온도는 이양시기가 늦어질수록 높아져 6월 30일 이양에서 가장 높았으나 누적일사량이나 일조시간은 점차 감소하였다.

유수가 분화하기 시작해서 출수하기까지 생육일수는 5월 31일 이양까지는 다소 길어졌지만 큰 차이가 없었고 6월 15일 이양부터는 생육일수가 크게 감소하는 경향을 보였다.

**Table 1.** Growth duration, mean temperature, solar radiation and sunshine hours between transplanting date and panicle initiation date, panicle initiation date and heading date and during 30 days after heading of Unkwang according to transplanting date and seedling growth stage.

TD	SD	TD~PID				PID~HD				30 days AHD		
		GD	MT	SR	SH	GD	MT	SR	SH	MT	SR	SH
May 1	15	43	18.5	753	278	38	24.6	559	184	26.5	443	144
	30	41	18.3	715	263	38	24.3	577	193	26.7	441	141
May 16	15	37	20.0	606	217	39	25.4	553	177	25.7	468	162
	30	36	19.9	594	214	39	25.3	544	172	25.8	469	162
May 31	15	29	21.7	458	157	39	26.1	563	179	24.9	473	170
	30	26	21.7	400	134	40	25.9	577	184	25.0	478	172
June 15	15	25	23.9	360	119	37	26.8	550	178	23.9	476	180
	30	24	23.8	338	110	36	26.9	554	184	23.9	469	172
June 30	15	24	26.1	351	112	34	26.0	513	171	23.8	465	184
	30	21	26.3	316	104	34	26.1	494	159	24.0	494	196

※ TD: Transplanting date, SD: Seedling duration, PID: Panicle initiation date, HD: Heading date, GD: Growth days, MT: Mean temperature, SR: Solar radiation, SH: Sunshine hours

이 기간 평균온도는 6월 15일 이앙까지 지속적으로 높아지다가 6월 30일 이앙에서는 다소 낮아졌다.

각 이앙시기에서 출수후 30일간 평균온도는 5월 1일 이앙에서 가장 높았고 그 이후 점차 낮아지는 경향을 보였으며 일사량은 5월 31일과 6월 15일 이앙에서 높은 경향을 보였고 일조시간은 이앙시기가 늦을수록 증가되었다.

5월 1일부터 6월 30일까지의 이앙시기 변화에서 화영벼

의 각 생육단계별 생육일수와 기상의 변화는 Table 2와 같다. 유수가 발육하기 시작하는 이삭하위 4엽이 출현하기까지 생육기간은 이앙시기가 늦어짐에 따라 단축되었는데 어린모는 55일에서 27일로 중묘는 50일에서 24일로 단축되었다. 같은 기간 평균온도는 어린모는 19.5℃에서 26.1℃로 중묘는 19.1℃에서 26.1℃로 높아졌으나 누적일사량이나 일조시간은 생육기간이 감소하여 이앙시기가 늦어질수록

**Table 2.** Growth duration, mean temperature, solar radiation and sunshine hours between transplanting date and panicle initiation date, panicle initiation date and heading date and during 30 days after heading of Hwayeong according to transplanting date and seedling growth stage.

TD	SD	TD~PID				PID~HD				30 days AHD		
		GD	MT	SR	SH	GD	MT	SR	SH	MT	SR	SH
May 1	15	55	19.5	929	334	37	25.8	533	170	25.4	481	173
	30	50	19.1	869	317	39	25.3	544	172	25.8	469	162
May 16	15	45	20.5	715	254	40	26.3	599	195	24.8	459	162
	30	44	20.5	712	254	38	26.1	541	169	25.0	476	172
May 31	15	37	22.2	537	176	41	26.9	648	220	23.8	475	177
	30	36	22.1	527	175	39	26.9	620	208	24.1	459	166
June 15	15	32	24.6	465	152	37	26.2	529	170	24.0	494	196
	30	29	24.3	412	133	37	26.5	553	182	23.9	491	192
June 30	15	27	26.1	380	118	34	25.8	545	192	23.0	447	176
	30	24	26.1	351	112	34	26.0	513	171	23.8	465	184

※ TD: Transplanting date, SD: Seedling duration, PID: Panicle initiation date, HD: Heading date, GD: Growth days, MT: Mean temperature, SR: Solar radiation, SH: Sunshine hours

**Table 3.** Growth duration, mean temperature, solar radiation and sunshine hours between transplanting date and panicle initiation date, panicle initiation date and heading date and during 30 days after heading of Nampyeong according to transplanting date and seedling growth stage.

TD	SD	TD~PID				PID~HD				30 days AHD		
		GD	MT	SR	SH	GD	MT	SR	SH	MT	SR	SH
May 1	15	63	19.8	1032	368	38	26.7	600	200	24.5	453	160
	30	57	19.6	968	349	41	26.0	603	196	24.9	463	164
May 16	15	50	20.8	768	268	42	26.9	662	222	23.9	469	172
	30	46	20.5	721	255	43	26.6	671	223	24.2	455	164
May 31	15	40	22.6	599	201	42	26.6	628	207	23.9	493	192
	30	39	22.5	576	191	40	26.8	618	205	23.9	476	180
June 15	15	34	24.7	492	161	38	26.0	557	182	23.8	465	184
	30	30	24.4	432	142	36	26.5	532	174	23.9	524	203
June 30	15	32	26.4	466	146	33	25.2	523	186	22.1	438	176
	30	26	26.2	373	118	35	25.8	553	192	23.0	447	176

※ TD: Transplanting date, SD: Seedling duration, PID: Panicle initiation date, HD: Heading date, GD: Growth days, MT: Mean temperature, SR: Solar radiation, SH: Sunshine hours

점차 감소하였다.

유수가 분화하기 시작해서 출수하기까지 생육일수는 5월 31일 이양까지는 다소 길어지는 경향을 보이다가 6월 15일 이양부터는 생육일수가 점차 감소하는 경향을 보였다. 이 기간 평균온도는 5월 31일 이양에서 가장 높았고 이양시기가 빠르거나 늦으면 다소 낮아지는 경향을 보였지만 차이는 크지 않았다.

각 이양시기에서 출수후 30일간 평균온도는 5월 1일 이양에서 가장 높았고 그 이후 점차 낮아지는 경향을 보였으며 일사량과 일조시간은 6월 15일 이양에서 가장 많았다.

5월 1일부터 6월 30일까지의 이양시기 변화에서 남평벼의 각 생육단계별 생육일수와 기상의 변화는 Table 3과 같다. 유수가 발육하기 시작하는 이삭하위 4엽이 출현하기까지 생육기간은 이양시기가 늦어짐에 따라 단축되었는데 어린모는 63일에서 32일로, 중모는 57일에서 26일로 단축되었다. 같은 기간 평균온도는 어린모는 19.8℃에서 26.4℃로

중모는 19.6℃에서 26.2℃로 높아졌으나 누적일사량이나 일조시간은 생육기간이 감소하여 이양시기가 늦어질수록 점차 감소하였다.

유수가 분화하기 시작해서 출수하기까지 생육일수는 5월 16일과 5월 31일 이양에서 길어졌다가 이양시기가 늦어짐에 따라 점차 단축되는 경향을 보였다. 이 기간 평균온도는 6월 15일 이양까지는 큰 차이를 보이지 않았고 6월 30일 이양에서는 낮아지는 경향을 보였다.

각 이양시기에서 출수후 30일간 평균온도는 5월 1일 이양에서 가장 높았고 그 이후 이양시기에서는 차이가 적었으나 6월 30일 이양에서는 크게 떨어지는 경향을 보였다.

출수전 유수가 분화하기 시작하는 시기는 품종과 이양시기에 따라서 차이를 보였는데 운광벼는 34~40일, 화영벼는 34~41일, 남평벼는 33~43일이었다. 운광벼는 5월 31일 이양시기에서 유수의 분화와 출수기간 차이가 커졌다가 이양시기가 늦어짐에 따라 감소해 6월 30일 이양에서 차이가 가

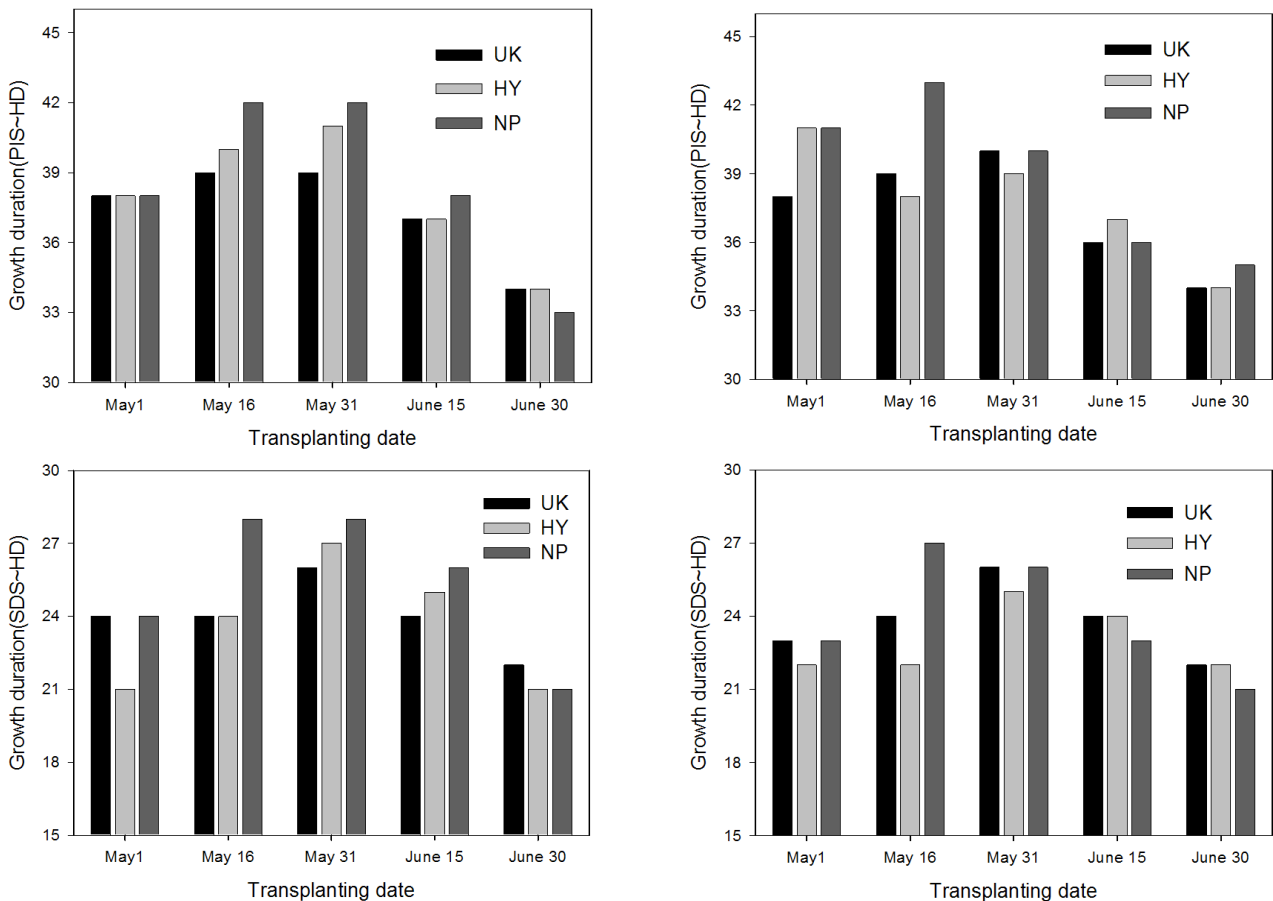


Fig. 5. Variation of growth duration between panicle initiation stage and heading date and between spikelet differentiation stage and heading date of Unkwang, Hwayeong and Nampyeong according to transplanting date and seedling raising period(right: 10 days old seedling, left: 30 days old seedling).



장 적었다.

영화가 분화하는 시기도 품종과 이앙시기에 따라 차이를 보였는데 운광벼는 22~26일, 화영벼는 21~27일, 남평벼는 21~28일로 운광벼에 비해 화영벼와 남평벼가 이앙시기간 생육일수 차이가 컸다. 운광벼와 화영벼는 5월 31일 이앙시기까지 영화분화시기와 출수기 사이의 생육일수가 길어졌다가 이앙시기가 늦어짐에 따라 짧아지는 경향을 보였으며 남평벼는 5월 16일 이앙한 경우 영화분화시기와 출수기 사이의 생육일수가 가장 길고 그 이후 짧아지는 경향을 보였다.

### 적 요

벼 출수생태형별 이앙시기 변화에 따른 유수의 발육단계를 정확히 진단하기 위하여 운광벼, 화영벼, 남평벼 3품종을 5월 1일부터 15일 간격으로 6월 30일까지 이앙하여 시험한 결과는 다음과 같다. 이앙시기가 늦어질수록 이앙후 주간에서 전개되는 엽수는 감소하였으나 품종과 육묘단계에 따라 다른 반응을 보였다. 조생종인 운광벼는 이앙시기가 늦어짐에 따라 주간 출엽수가 직선적으로 감소하였고 중생종인 화영벼와 중만생종인 남평벼는 중묘 이앙에서는 이앙시기가 늦어지면 주간 출엽수가 급격하게 감소했지만 어린묘 이앙시에는 감소폭이 적었다.

이앙후 지엽 하위 4엽의 출현하기까지 어린묘의 생육기간은 이앙시기가 늦어짐에 따라 단축되었는데 이앙시기가 빨라지면 유수분화기까지 생육일수는 출수생태형간 차이가 커졌으나 이앙시기가 늦어지면 크게 감소하였다.

어린묘와 중묘의 영화분화기까지 생육일수 차이는 운광벼는 모든 이앙시기에서 1~3일로 차이가 적었지만 화영벼는 5월 1일과 6월 30일 이앙에서 4일 차이가 있었고, 남평벼는 6월 30일 이앙에서 4일의 생육일수 차이가 있었다.

유수가 분화하기 시작해서 출수하기까지 생육일수는 운광벼와 화영벼는 5월 31일 이앙까지는 다소 길어지다 6월 15일 이앙부터는 생육일수가 점차 감소하는 경향을 보였고 남평벼는 5월 16일과 5월 31일 이앙에서 길어졌다가 이앙시기가 늦어짐에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다.

각 이앙시기에서 출수후 30일간 평균온도는 이앙시기가 빠를수록 높았고 그 이후 점차 낮아지는 경향을 보였으며 일조시간은 운광벼는 이앙시기가 늦을수록 화영벼는 6월 15일 이앙에서 남평벼는 5월 31일과 6월 15일 이앙에서 많았다.

출수전 유수가 분화하기 시작하는 시기는 운광벼는 34~40일, 화영벼는 34~41일, 남평벼는 33~43일로 품종과 이앙시기에 따라서 차이를 보였다. 영화가 분화하는 시기도 품종과 이앙시기에 따라 차이를 보였는데 운광벼는 22~26일, 화영벼는 21~27일, 남평벼는 21~28일로 운광벼에 비해 화영벼와 남평벼가 이앙시기간 생육일수 차이가 컸다.

### 인용문헌

- Aimi, R. 1967. Cell-physiological and biochemical aspects in the physiology of ripening. IRC Newsletter special issue: 106-111.
- Craufurd P. Q., Qi A., Ellis R. H., Summerfield R. J., Roberts E. H., Mahalakshmi V. 1998. Effect of temperature on time to panicle initiation and leaf appearance in sorghum. *Crop Science* 38: 942-947.
- Hosoi, N. 1975. Effects of day length, temperature and nitrogen level on the heading of rice plants under the controlled environments. *Proc. Crop. Sci. Soc. Jpn.* 44(4): 382-388.
- IPCC, 2007. Summary for policy makers. In: Solomon, S., et al. (Eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp. 1-18.
- J. T. Lee, Y. S. Jung and I. S. Ryu. A probability method to determine rice cropping period based on temperature. *Korean J. Crop Sci.* 28(3) 285-290.
- Kobata, T. Uemuki, N. 2004. High temperature during the grain-filling period do not the potential dry matter increase of rice. *Agron. J.* 96: 406-414.
- Lim M. S. 1981. Study of heading characteristics of rice cultivars. SNU Ph. D thesis. pp. 1-28.
- RDA. 2012. Standard Guideline of Research and Analysis of Agricultural Science and Technology.
- Tollenaar M., Daynard T. B., Hunter F. B. 1979. Effects of temperature on rate of leaf appearance and flowering date in maize. *Crop Science* 19 : 363-366.
- Vergara, B. S. 1970. Plant growth and development. *Rice Production Manual*. Compiled by UPCA in cooperation with IRRI. 17.
- W. H. Yang, Y. D. Yun, M. T. Song, M. H. Lee, M. S. Lim and R. K. Park. 1989. Machine transplanting cultivation with infant seedling in rice plant. *Korean J. Crop Sci.* 34(4): 434-439.