

기후변화 대응 벼 극만기 재배에서 벼 생산성 향상을 위한 포트육묘 재배 효과

구본일*[†] · 최민규* · 강신구* · 박태선* · 김영두* · 박홍규* · 김보경* · 이변우**

*국립식량과학원 벼맥류부, **서울대학교 농업생명과학대학 식물생산과학부

Effects of Pot Raising Seedling in Extremely Late Seasonal Cultivation for the Increase of Rice Production

Bon-il Ku*[†], Min-Kyu Choi*, Shin-Ku Kang*, Tae-Seon Park*, Young-Doo Kim*, Hong-Kyu Park*, Bo-Kyong Kim*, and Byun-woo Lee**

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

**Crop science & Biotech., CALS, Seoul National Univ., Seoul, 151-742, Korea

ABSTRACT This study was carried out to evaluate the productivity of rice cultivation in extremely late season in Korea and to confirm the effects of pot-raising seedling culture in this case by assessing the growth and yield performance of rice cultivars that are well adapted to late culture. Suitable cultivars for extremely late culture should not have premature heading habit when transplanted around late July and also secure appropriate growth duration before heading. Geumobyeo 1 and Manjongbyeon showed small decrease in the emerged leaves in transplanting in late July or early August and heading occurred at the same time relatively without premature heading.

At transplanting from late July to early August in extremely late rice cultivation, ripening was relatively good until transplanting on August 5. At transplanting on July 30, accumulated temperature from heading to the first frost was 853°C and ripening was good enough. However, heading was delayed by low temperature at transplanting on August 10 and ripening was very poor due to low accumulated temperature of below 800°C, causing drastic decrease of rice yield. The rice yield increased in transplanting with pot seedling, especially the effects of pot seedling was higher in Geumobyeo 1, but panicle number was not enough to secure rice yield owing to short growth duration. In order to cultivate rice in extremely late season, we should select adaptive rice cultivars that have suitable growth duration and excellent ripening in low temperature. Here, pot-seedling did a great role to secure early growth and bigger growth amounts.

Keywords : rice, climate change, rice double cropping, temperature, yield

2008년 세계 곡물가격이 사상최고를 기록하고, 곡물재고율은 사상최저로 떨어지는 등 세계적 식량위기가 본격화되고 있다. 이러한 경향은 식량수요가 점차 확대되면서 공급이 부족하기 때문에 발생한 것으로 곡물가격의 고공행진은 앞으로도 지속될 전망이다.

또한 최근 서구적인 식생활 도입으로 육류소비가 증가하여 1인당 쌀 소비량은 계속 줄어들면서 사료용으로 이용되는 옥수수는 국내 쌀 생산량의 2배에 가까운 물량이 수입되는 등 국내 곡물 자급이 점점 악화되고 있어 외부 여건에 따라 국내 식량 자급이 큰 영향을 받을 수 있는 상황에 놓여 있다.

산업화 이후 지속적으로 방출되어 대기 중의 농도가 높아지고 있는 온난화가스로 인해 지구의 공기가 점점 더워지고 있는데 지난 100년간 지구의 평균기온은 0.74°C 상승하였고 IPCC의 기후변화 시나리오에 의하면 21세기 말 지구의 온도는 20세기 말과 비교해 대기중 이산화탄소 농도에 따라 차이가 있지만 최대 2.4~6.4°C 상승을 예측한 바 있다.

이러한 온도 변화는 계절적인 차이가 뚜렷한데 여름철 기온은 크게 변동되지 않고 겨울철 위주로 온도가 증가하여 과거 저온으로 인하여 작물 생육이 어려웠던 시기까지 작물 재배가 가능해져 지형적으로는 더 고위도 지역 및 해발이 높은 산간지역에서도 벼 재배가 가능해지는 기후적 변화가

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-840-2161 (E-mail) kubonil@korea.kr

<Received 5 October, 2011; Revised 14 November, 2012; Accepted 20 December, 2012>

일어났고 앞으로 그러한 추세는 더 빠르게 진행될 것으로 생각된다.

이러한 기후변화에 대응해 벼 생산성을 유지하기 위해서는 기후변화 환경에 적응하는 품종을 육성하고 그 환경을 적절히 이용할 수 있는 재배법을 개선해 나가야 한다. 따라서 본 실험에서는 현재의 우리나라 기후환경이 어떻게 변화해가고 있고 현재의 기후온난화 추세가 지속되어 벼 생육이 가능한 기간이 점차 증가할 경우를 대비해 적극적으로 벼 2기작의 재배 가능성 및 다양한 작부체계 조합을 위한 극만기 재배 환경에서 벼 풋트육묘 재배를 통한 벼 생육 및 수량변화를 연구하였다. 특히 생육기간이 제한되는 극만기 재배에서 풋트육묘를 이용함으로써 기존의 벼 2기작 재배시의 가장 문제점이었던 생육기간이 제한되는 문제점의 해결 가능성을 모색하고자 하였다.

재료 및 방법

극만기 벼 재배시 풋트육묘에 의한 생육기간 단축과 수량 증대 효과를 확인하기 위하여 2010년 전북 익산시 국립식량과학원 벼맥류부 포장에서 관행 벼육묘방법과 풋트육묘 방법에 의한 효과를 구명하였다. 공시품종으로는 2009년 극만기 벼재배에서 안정적인 생육특성을 보인 금오벼 1호와 국립식량과학원에서 만식적응성으로 새로 육성된 만중벼를 이용하였다.

풋트육묘에 의한 이양시 발육단계 정도가 이양후 생육에 미치는 영향을 확인하고자 벼 풋트육묘 상자로 개발된 448

pot와 원예용으로 개발되어 있는 200 pot와 128 pot를 이용하여 35일 노지에서 육묘한 후 이양하였다. 벼 육묘상자 파종은 60 g을 파종하였고, 풋트육묘에서는 한 포기당 2~3개의 벼 종자를 파종해 육묘하였다. 육묘기간 각 육묘방법에 따른 성장량의 차이를 파종후일수에 따라 비교하였다.

각기 육묘상자와 풋트를 이용해 육묘된 벼는 7월 26일, 7월 31일, 8월 5일에 익산의 국립식량과학원 시험연구 포장에 30 × 12 cm의 간격으로 손이양하였다.

출엽속도는 이양후 각 시험구에서 10주씩 주간엽을 표시하고 주간에서 새로운 엽이 전개될 때마다 새로 표시하여 지엽이 종료되는 시점까지 엽 전개를 조사하였다.

후기작에서 시비량은 N-P₂O₅-K₂O = 8-4.5-5.7 kg/10a로 기비-수비 = 70-30%으로 분시하였다. 그 외의 벼의 주요특성은 농업과학기술 연구조사 분석기준에 따라 초장, 경수, 출수기, 간장, 수장, 수당립수, 등숙비율, 천립중을 조사하였으며 쌀수량은 일정면적의 수량을 3반복으로 수확하여 10a당 수량으로 환산하였다.

결과 및 고찰

육묘방법에 따른 육묘기간 생장

극만기에 이양하기 위해 육묘시 관행 벼 단작재배에 비해 고온에서 육묘하기 때문에 파종후 육묘중에 생육이 급격하게 진행된다. 후기작에서 이양후 벼 생육기간을 단축하기 위해서는 육묘단계에서 생육을 최대한 진전된 상태에서 이양하는 것이 유리하나 고온기에 육묘시 25일 이상이 지나

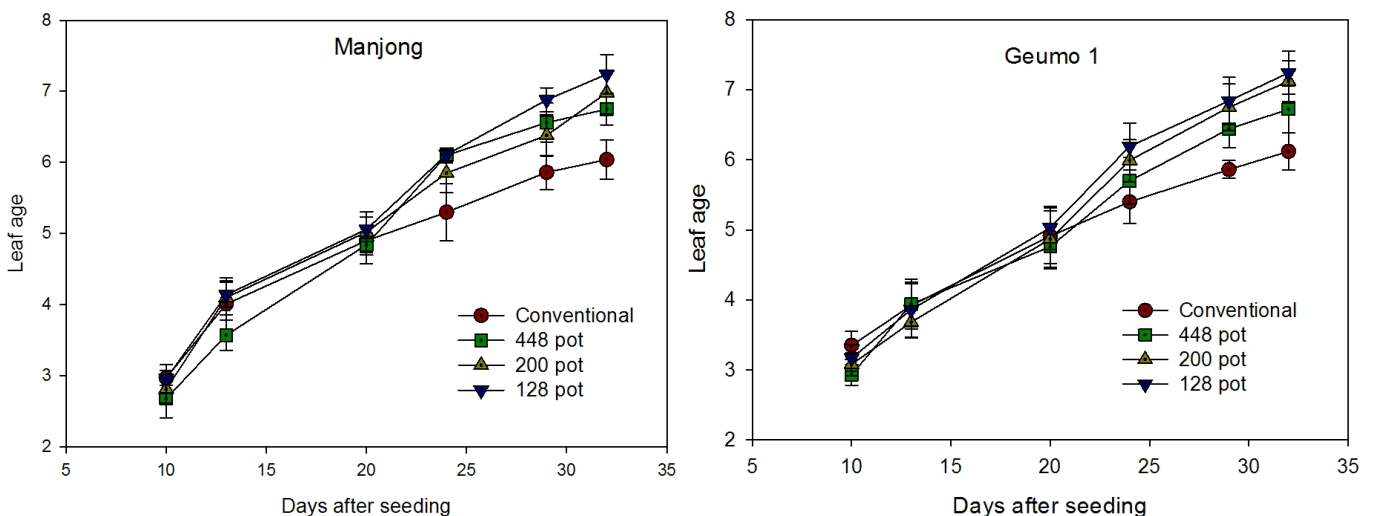


Fig. 1. Leaf emergence of rice cultivars “Manjongbyeo” and “Geumobyeo 1” from seedling to transplanting (August 5) with seedlings raised in different nursery trays in the second rice cropping.
 *Conventional : conventional rice nursery tray, 448, 200, 128 pots : rice nursery trays with 448, 200 and 128 pots per tray.

면 벼의 키가 25 cm 정도에 달하고 그 이상 육묘하면 하위엽이 고사하면서 이앙시 연약한 줄기가 부러지기 쉽기 때문에 후기작의 적정 육묘일수는 25~30일 정도가 유리하다.

그러나 관행 벼 육묘상자에 파종량을 줄여 모 생육을 증진시키는 것에는 한계가 있어 극만기 벼재배에서 벼 풋트육묘 방법을 통해 생육기간을 단축할 필요가 있다. 관행 벼 육묘상자로 육묘한 것과 비교해 후기작의 벼 풋트육묘시 파종 후 20일까지는 출엽수의 차이가 크지 않으나 20일 이상 육묘를 진행하면 풋트육묘에서는 엽 전개가 계속 진행되나 관행 벼 육묘상자에서는 전개속도가 느려져 생육단계 및 생육량에 차이가 발생하였다. 후기작에서 관행 벼 육묘상자에

60 g을 파종할 경우 파종 후 30일 경에 6엽기 전후로 생육이 진전되고 벼 풋트육묘의 경우 7엽기까지 128풋트의 경우 7엽기 이후까지 생육이 진전되었다(Fig. 1).

이앙시기 및 육묘방법에 따른 벼 생육기간 변화

관행 상자 육묘와 비교했을 때 풋트육묘 재배의 경우 출엽이 종료되기까지 생육일수는 1~2일 단축되어 그 차이가 크지 않았다(Table 1). 이것은 육묘 후 본답 생육이 8월에 진행되면서 일장단축에 의한 영향을 받게 되어 생육단계가 다른 시점에서 유수의 분화가 시작되었기 때문으로 추정되었다. 따라서 벼 극만식 재배에서 풋트육묘 재배를 하면 출

Table 1. Number of leaves at transplanting and the number of emerged leaves, growth duration, and accumulated temperature from transplanting to the completion of flag leaf expansion on main culm in response to transplanting dates and seedling raising methods.

TD	Cultivars	Seedling tray	Leaf age		GD (day)	AT (°C)
			TD (ea)	ELAT (ea)		
July 26	Geumol	Conv.	6.2	6.4a	34.7a	954a
		448 pot	6.9	6.1a	33.6a	923a
		200 pot	7.2	6.5a	33.9a	931a
		128 pot	7.4	6.3a	33.0a	909a
	Manjong	Conv.	6.0	6.1a	34.0a	935a
		448 pot	6.8	6.5a	34.7a	954a
		200 pot	7.2	6.1a	33.0a	909a
		128 pot	7.3	6.4a	34.1a	939a
July 31	Geumol	Conv.	6.3	5.7a	32.0a	881ab
		448 pot	6.8	5.9a	30.9ab	852abc
		200 pot	7.1	6.0a	31.1ab	859abc
		128 pot	7.2	6.0a	31.4ab	866abc
	Manjong	Conv.	6.2	6.0a	32.3a	889a
		448 pot	6.7	5.7a	30.9ab	851abc
		200 pot	7.0	5.7a	30.4b	840bc
		128 pot	7.1	5.8a	30.1b	832c
August 5	Geumol	Conv.	6.1	6.3a	32.7a	892a
		448 pot	6.9	5.8ab	31.1ab	851b
		200 pot	7.0	5.7b	31.6ab	862a
		128 pot	7.2	5.6bc	31.3ab	854ab
	Manjong	Conv.	6.0	5.8ab	32.7a	891a
		448 pot	6.9	5.8ab	32.6a	889a
		200 pot	7.2	5.8b	31.6ab	863a
		128 pot	7.4	5.2c	29.3b	801b

TD : transplanting date, ELAT : Emerged leaf after transplanting, GD: growth duration, AT : accumulated temperature
Values with the same letters in a columns in a same transplanting date are not significantly different at 5% level by DMRT

수기까지 생육기간이 감소하고 이 기간동안 더 많은 영양생장을 할 수 있어 수량 증대에 유리하게 작용할 것으로 기대된다.

7월 26일 이양한 금오1호와 만중벼 모두 이양시 전개엽수의 차이에 비해 이양 후 전개엽수는 금오1호와 만중벼 모

두 6.1~6.5 엽으로 이양 후 출엽수에는 차이가 적어졌는데 이양당시의 생육단계 진행보다는 이양 후 본답에서 확보하는 생육량이 발아 후 총 전개엽수에 더 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다(Fig. 2).

7월 31일 이양한 금오벼 1호는 6.3~7.2엽, 만중벼는 6.2~

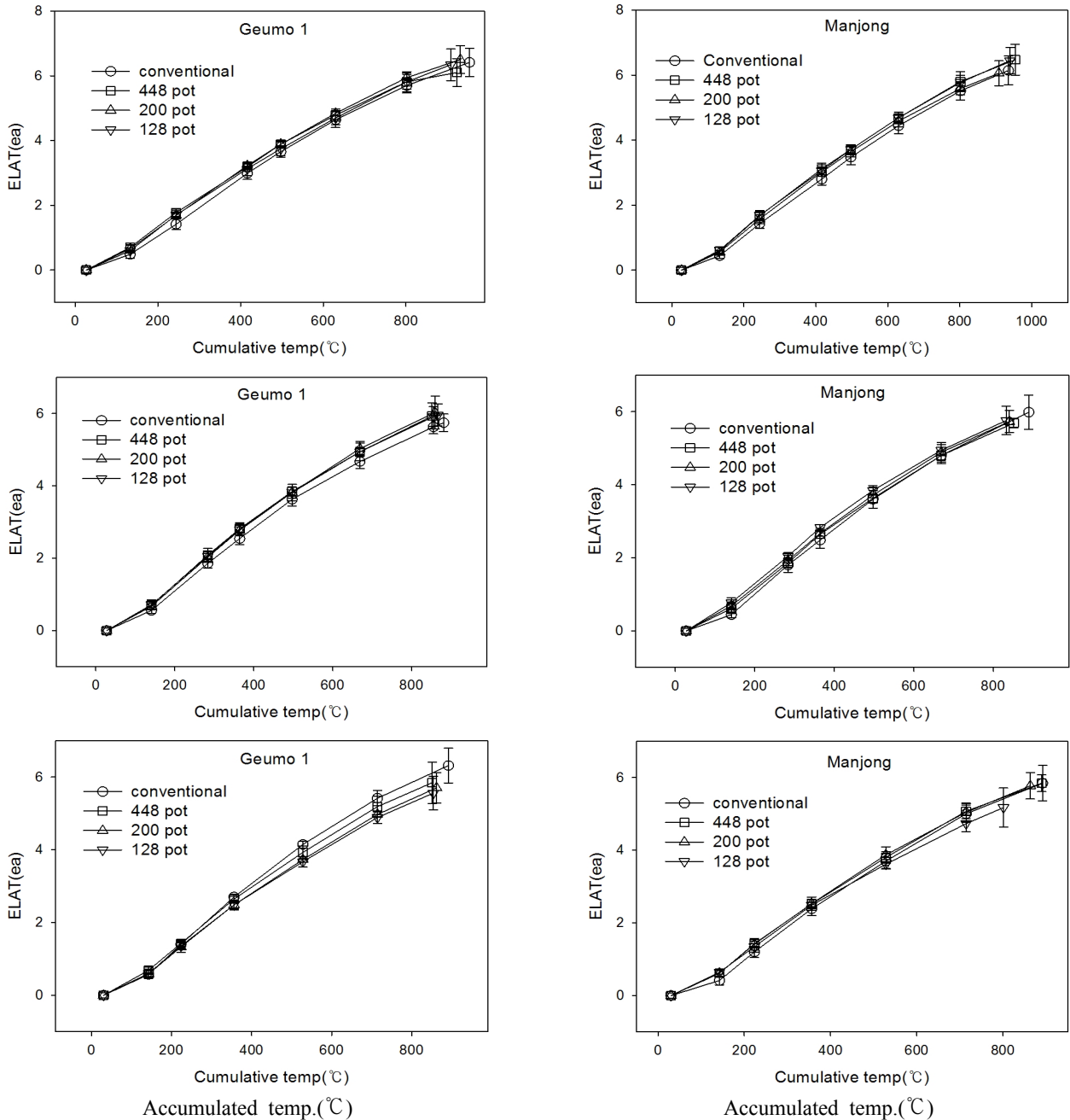


Fig. 2. Leaf emergence on the main culm of rice plant transplanted at different dates with seedlings raised in different seedling nursery trays in rice cultivars “Geumobyeo 1” and “Manjongbyeo” according to accumulated temperature (upper; transplanted at July 26, middle; at July 31, below; at August 5).

* ELAT : Emerged leaf numbers after transplanting.

7.1엽의 생육차이를 보였으나 이양후 엽수전개는 금오벼와 만종벼 모두 5.7~6.0엽으로 이양 후 전개엽수 차이가 적어졌다. 7월 26일 이양에 비해 이양 후 출엽수가 감소하였다.

8월 5일 이양한 금오벼 1호의 이양시 엽령은 육묘방법에 따라 6.1~7.2엽, 만종벼의 엽령은 6.0~7.4엽 범위였으나 이양 후 출엽수는 육묘방법에 따라서 금오벼1호는 5.6~6.3엽, 만종벼는 5.2~5.8엽 범위였다. 금오벼 1호는 8월 5일 이양에서는 관행에 비하여 포트육묘 재배시 이양 후 출엽수가 감소하는 경향을 보였다.

이양시기 및 육묘방법에 따른 출수기 변화

관행 벼육묘상자 육묘에 비해 포트육묘로 벼의 생육단계

를 진행시켜 이양하면 후기작에서 출수기까지 1~3일의 생육기간이 단축되었다(Table 2). 벼 포트육묘상자를 이용했을 때 출수기 단축효과는 크지 않았다. 따라서 벼 육묘상자와 포트육묘의 출수기 단축효과는 초기 생육단계의 차이보다 이양후 뿌리가 잘리지 않아 생기는 빠른 활착효과 때문으로 추정된다.

이양시기 및 육묘방법에 따른 수확기 변화

2010년 7월 26일부터 8월 10일까지 5일 간격으로 이양하여 출수기 이후 수확기까지의 등숙기상은 Table 3과 같다. 2010년 익산과 해남 지역 모두 10월 27일 급격한 기온저하로 인해 0°C 이하 최저온도가 2009년에 비해 7일 빠르게 출

Table 2. Variation of heading date and the growth duration and cumulative temperature from transplanting to heading of rice cultivars “Geumobyeo 1” and “Manjongbyeo” according to transplanting date and seedling raising method in 2010.

TD	Cultivars	Seedling tray	TD~HD				
			HD (date)	GD (day)	AT (°C)	SR (MJ/m ²)	SH (hr)
July 26	Geumo1	Conv.	Sep. 4	41	1,121	665	219
		448 pot	Sep. 2	39	1,067	627	205
		200 pot	Sep. 2	39	1,067	627	205
	Manjong	128 pot	Sep. 1	38	1,040	610	200
		Conv.	Sep. 3	40	1,094	646	212
		448 pot	Sep. 2	39	1,067	627	205
July 31	Geumo1	200 pot	Sep. 1	38	1,040	610	200
		128 pot	Sep. 1	38	1,040	610	200
		Conv.	Sep. 7	39	1,066	612	200
	Manjong	448 pot	Sep. 6	38	1,041	603	199
		200 pot	Sep. 6	38	1,041	603	199
		128 pot	Sep. 6	38	1,041	603	199
August 5	Geumo1	Conv.	Sep. 7	39	1,066	612	200
		448 pot	Sep. 5	37	1,016	592	195
		200 pot	Sep. 5	37	1,016	592	195
	Manjong	128 pot	Sep. 5	37	1,016	592	195
		Conv.	Sep. 12	39	1,048	568	179
		448 pot	Sep. 11	38	1,023	552	174
August 5	Geumo1	200 pot	Sep. 11	38	1,023	552	174
		128 pot	Sep. 11	38	1,023	552	174
		Conv.	Sep. 12	39	1,048	568	179
	Manjong	448 pot	Sep. 11	38	1,023	552	174
		200 pot	Sep. 10	37	999	549	174
		128 pot	Sep. 9	36	973	536	171

* HD : heading date, GD : growth duration, AT : accumulated temperature

Table 3. Variation in harvesting date and the accumulated and mean air temperature from heading to harvest according to transplanting date in rice cultivars “Mananbyeo”, “Geumolbyeo”, and “Manjongbyeo” in 2010.

TD	Cultivar	HD~Harvesting				
		Harvest (date)	MT (°C)	AT (°C)	SR (MJ/m ²)	SH (hr)
July 26	Manan	Nov. 8	19.6	1,036	737	289
	Geumolbyeo	Nov. 8	19.4	1,008	718	283
	Manjongbyeo	Nov. 8	19.6	1,036	737	289
July 31	Manan	Nov. 8	18.4	929	672	267
	Geumolbyeo	Nov. 8	18.4	929	672	267
	Manjongbyeo	Nov. 8	18.4	929	672	267
August 5	Manan	Nov. 8	17.4	781	616	255
	Geumolbyeo	Nov. 8	17.5	806	631	260
	Manjongbyeo	Nov. 8	17.5	806	631	260
August 10	Manan	Nov. 8	16.6	664	522	217
	Geumolbyeo	Nov. 8	16.6	664	522	217
	Manjongbyeo	Nov. 8	16.9	711	564	234

TD : transplanting date, MT : mean daily temperature, AT : accumulated temperature, SR : solar radiation, SH : sunshine hours.

Table 4. Variation of yield and yield components of rice cultivars “Geumolbyeo 1 and Manjongbyeo” according to transplanting date and seedling raising method in 2010.

Trans-planting	Cultivar	Seedling tray	Panicle No. (/hill)	Grain No. (/pani.)	Ripened grain (%)	1000-grain wt. (g)	Yield (kg/10a)
July 26	Geumol	Conv.	12.4	74.7	86.6	19.2	343ab
		448 pot	11.9	86.2	88.5	19.2	365ab
		200 pot	11.0	84.6	88.2	19.6	374a
		128 pot	10.7	91.7	88.5	19.2	373a
	Manjong	Conv.	11.2	64.6	83.1	19.4	339b
		448 pot	10.3	84.5	87.3	20.4	363ab
		200 pot	9.7	80.5	85.5	19.0	371ab
		128 pot	10.8	83.4	81.8	19.1	374ab
		Conv.	12.3	66.5	91.5	19.9	337b
July 31	Geumol	448 pot	11.4	72.1	89.1	19.9	378a
		200 pot	10.8	78.6	84.3	20.2	380a
		128 pot	10.6	75.8	87.5	19.8	391a
		Conv.	11.7	61.4	87.1	20.0	332b
	Manjong	448 pot	10.4	71.1	85.3	19.9	342b
		200 pot	10.6	78.7	85.6	19.9	346b
		128 pot	10.6	79.9	86.7	19.9	354ab
		Conv.	13.0	67.1	90.0	19.5	321c
		August 5	Geumol	448 pot	11.2	79.7	88.9
200 pot	10.8			89.8	88.7	19.5	379a
128 pot	10.0			89.3	85.7	19.6	401a
Conv.	11.5			66.5	86.8	19.5	312c
Manjong	448 pot		9.1	78.3	87.5	19.6	317c
	200 pot		9.2	92.9	89.7	19.5	335b
	128 pot		8.8	95.0	89.2	19.5	339b

* Conventional : conventional rice nursery tray, 448, 200, 128 pots : rice nursery trays with 448, 200 and 128 pots per tray.

** Values with the same letters in a columns in a same transplanting date are not significantly different at 5% level by DMRT

현하였다. 2010년 최저온도가 10월 27일에 0°C 이하로 내려갔지만 11월 8일에 수확했다.

각 이양시기별 품종별 출수기 이후 50일간 평균온도는 2010년 8월, 9월 높게 유지된 온도로 인하여 7월 26일 이양한 것의 평균온도가 2009년 7월 10일 이양한 것과 비슷한 환경에서 등숙하였다. 그리고 2010년 8월 5일 이양구의 등숙환경은 2009년 7월 30일의 등숙환경과 비슷하여 2010년 최저온도가 급격하게 하락하여 벼 등숙은 일찍 종료되었지만 출수가 빠르고 상대적으로 높은 온도환경이 조성되어 등숙이 보다 양호하였다.

2010년 8월 5일의 이양에서는 10월 27일 최저온도 0°C 출현일까지 대부분의 품종에서 800°C 이상이 확보되어 등숙이 양호하게 진행되었으나 8월 10일 이양에서는 700°C 전후의 적산온도가 확보되어 등숙이 불완전하였다.

이양시기 및 육묘방법에 따른 수량 변화

2010년 벼 2기작 재배를 위한 극만기 이양 가능시기로 예상되는 7월 26일부터 5일 간격으로 만안벼, 금오1호, 만종벼 3품종을 이양한 결과, 만안벼는 2009년과 비슷한 경향으로 이양시기가 빠르면 높은 수량을 보였으나, 이양시기가 늦어짐에 따라 수량이 감소하고 8월 10일 이양에서는 다른 품종에 비해 수량 감소폭이 컸다. 7월 31일부터 8월 10일 사이의 이양에서 금오벼 1호와 만종벼는 비슷한 수량을 나타냈으며 8월 5일 이양시기까지는 재배적인 방법을 통해 어느 정도 경제적인 수량에 근접할 수 있을 것으로 예상된다(Data now shown).

극만기 이양시기에서 포트육묘후 이양한 경우 수량이 증대하는 결과를 얻었다(Table 4). 포트육묘후 이양시에는 각 주별 식물체가 1~3개로 육묘상자로 육묘한 경우보다 적어 짧은 생육기간에 적정 수수를 확보하지 못하는 경우가 있었다. 따라서 포트육묘로 극만기 벼 재배시에는 재식밀도를 더 높여야 수량 증대 효과를 크게 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

포트육묘로 재배시 만종벼보다 금오벼1호에서 수량 증대 효과가 컸으며, 포트의 크기가 증대할수록 수량이 증가하는 것으로 보아 극만기 벼재배에서는 초기 생육량이 많을수록 수량 증대에 효과적이었다.

적 요

극만기 벼 재배시 적응 품종을 선택할 때 7월 30일 전후의 이양시기에서 불시출수 현상을 보이지 않으면서 적당한 출엽수를 확보하는 품종 특성을 구비해야 하는데 금오벼1

호나 만종벼는 후기작 이양시기에서도 출엽수 감소가 적고 규칙적인 출엽 양상을 보여 극만기 벼 재배시기에 안정적인 재배가 가능하였다.

관행 벼육묘상자 육묘에 비해 포트육묘로 벼의 생육단계를 진전시켜 이양하면 후기작에서 출수기까지 1~3일의 생육기간이 단축되었다. 벼 포트육묘상자를 이용했을 때와 좀더 공간이 큰 포트육묘 상자를 이용하여 초기 벼 생육을 높여도 출수기 단축효과는 2일 이내로 크지 않았다. 따라서 벼 육묘상자와 포트육묘의 출수기 단축효과는 초기 생육단계의 차이보다 이양후 뿌리가 잘리지 않아 생기는 빠른 활착효과 때문으로 추정된다.

800°C 이상의 등숙온도가 확보되는 출수시기는 익산은 9월 12일이었다. 포트육묘를 할 경우 출수기가 1~3일 빨라지기 때문에 출수 후 50일간 평균온도가 조금 높아지는 결과를 얻었는데, 7월 26일 이양에서는 20°C에 근접한 온도가 유지되었고, 7월 31일에는 19°C 전후, 8월 5일에는 17.5~18.0°C로 5일간 이양시기가 지연됨에 따라서 등숙기 평균온도는 1°C 정도씩 저하되었다.

극만기 벼 재배에서 포트육묘후 이양한 경우 수량이 증대하였다. 포트육묘하여 이양하는 경우는 각 주별 식물체가 1~3개로 육묘상자로 육묘한 경우보다 적어 짧은 생육기간에 적정 수수를 확보하기 어려웠다. 따라서 포트육묘로 후기작 재배시에는 재식밀도를 높여야 수량 증대 효과를 크게 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

인용문헌

- 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.
- Kawatsu, S., K. Homma, T. Horie, and T. Shiraiwa. 2007. Change of weather condition and its effect on rice production during the past 40 years in Japan. *Jpn. J. Crop Sci.* 76, 423-432.
- Kim, D. S. 1970. Study of Rice Double Cropping in Korea. *Agricultural Research Report of Jeollanam-do Agricultural Research and Extension Services.* 84-97.
- Yang, S., S. C. Kim, and S. K. Lee. 1983. Study of Cultivation Techniques of Rice Double Cropping in South-eastern Region of Korea. *Agricultural Research Report of National Yeongnam Agricultural Experiment Station.* 743-757.
- Yang, S., S. C. Kim, and S. K. Lee. 1987. Possibility of the Two Rice Cropping in a Year in Yeongnam Region. *Research Report of RDA(Crops).* 29-1 : 74-80.

- Park, T. S., S. H. Oh, and B. I. Ku. 2010. Development of Stable Double Cropping System in Rice. Research Report of Department of Rice and Winter Cereal Crop : 3-49.
- Won, J. G., D. J. Ahn, S. J. Kim, C. D. Choi, and S. C. Lee. 2008. Yield and Grain Quality as affected by Seedling Age in Late Transplanted Rice. Korean J. Crop Sci. 53(S) : 19-23.
- Lee, K. S. and J. K. Hwang. 1973. Agronomical Studies on the Thermal Conditions for Double Cropping of Rice. Korean J. Crop Sci. 14 : 53-64.
- Chung, U., K. S. Cho, and B. W. Lee. 2006. Evaluation of Site-specific Potential for Rice Production in Korea under the Changing Climate. Korean J. Agricultural and Forest Meteorology. 8(4) : 229-241.
- RDA. 2012. Standard Guideline of Research and Analysis of Agricultural Science and Technology.