

서남부 간척지에서의 고품질 쌀 생산을 위한 적정 이앙시기

백남현[†] · 최원영 · 고종철 · 남정권 · 박홍규 · 정진일 · 김상수 · 박광근

작물과학원 호남농업연구소

Proper Transplanting Time for Improving the Rice Quality at Reclaimed Saline Land in the Southwestern Area

Nam-Hyun Back[†], Weon-Young Choi, Jong-Cheol Ko, Jeong-Kwon Nam, Hong-Kyu Park, Jin-Il Choung, Sang-Su Kim, and Kwang-Geun Park

Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

ABSTRACT : This experiment was carried out to identify the proper transplanting time at reclaimed saline land in the southwestern area of Korea from 2002 to 2004. The rice cultivars tested were Samcheonbyeol(Early maturing one), Nampyeongbyeol (Medium maturing one) and Hwaseongbyeol(Mid-late maturing one). The results are summarized as follows: No. of spikelet per the unit area was higher at transplanting on May 20 than those of the other transplanting time. when Samcheonbyeol was transplanted early, the ripened grain rate was high. But, Hwaseongbyeol and Nampyeongbyeol wasn't differ among transplanting time. The yield of milled and head rice(YMHR) was high transplanted May 20 in Samcheonbyeol, May 30 in Hwaseongbyeol, from May 20 to June 9 in Nampyeongbyeol. Among the varieties YMHR was higher in the order of Hwaseongbyeol, Samcheonbyeol and Nampyeongbyeol. There wasn't different of amylose and protein content among the transplanting time and varieties. But, palatability value was low transplanted early(May 20). Considering the rice growth, the rice good quality, the yield of milled and head rice, the proper transplanting time was May 20 to May 30 in Samcheonbyeol and Hwaseongbyeol, whereas Nampyeongbyeol was from May 20 to-June 9.

Keywords : rice, transplanting time, rice quality, reclaimed saline land

최근 지속적인 증산과 소비감소, MMA 수입물량 증가 등으로 재고가 과잉되면서부터 우리 쌀의 국제경쟁력이 취약한 상태이다. 따라서 쌀 시장개방에 대응하여 국제경쟁력을 향상시키기 위하여 생산비 절감과 고품질 쌀 생산을 위한 재배기술 체계 확립이 시급한 실정이다.

고품질 쌀 생산을 위해서는 생태형에 따라 적기에 이앙하는

것이 매우 중요하다. 이앙시기를 너무 일찍하면 무효분얼이 많아지고 병해충의 발생도 받기 쉬우며, 이삭패는 시기에 고온에서 등숙되기 때문에 유백미 등 불완전립이 증가한다. 또한 이앙시기가 너무 늦으면 등숙기 저온에 의한 등숙장애로 심복백미가 많이 생김으로 외관상 품질이 떨어질 뿐 아니라 단백질 함량이 높아지고 밥맛이 나빠지는 원인이 된다.

벼의 이앙적기는 품종, 재식밀도, 시비조건, 기상환경 등에 의해 결정되는데 동일한 품종을 같은 재배기술로 재배하여도 기상환경에 의하여 크게 좌우된다(최, 1966; 松島, 1958; 三石, 1982; 농촌진흥청, 1981). 고품질 쌀을 생산하려면 적기에 이앙하는 것이 매우 중요한 요인이다. 전북 평야지에서 기계이앙재배시 이앙적기는 통일형과 자포니카형 5월 26일에서 6월 6일이었고, 안전출수 이앙한계기는 중만생종이 6월 25일, 조·중생종이 7월 5일이라고 하였다(김 등, 1986).

벼의 안전성숙 한계온도는 출수 후 40일간의 평균기온이 20~22°C인데(津森, 1957), 일반계 품종의 안전출수 한계기는 840°C, 출수 만한기는 800°C로 볼 때, 전북 평야지에서의 안전출수 한계기는 8월 31일이며, 출수 만한기는 9월 3일이다(김 등, 1986). 전북지역의 기상으로 볼 때 8월 21일에서 8월 25일에 출수하는 것이 기상생산력이 가장 높다고 하였다(이 등, 1988).

이앙시기에 따른 미질특성을 보면, 아밀로스 함량은 등숙기의 온도에 영향을 받는데, 아밀로스 함량은 출수 후 등숙조건이 고온이면 낮아지고 저온이면 높아지며(Asaoka 등, 1989; 최 등, 1979; 최와 최, 1980; Cruz 등, 1989), 등숙기간 중 전반기의 고온조건에 더 큰 영향을 받는다고 하였다(稻津와 大淵, 1991). 이앙시기가 늦어지면 심복백이 많아지고(오 등, 1991), 호화온도가 낮아져(최와 최, 1980; 허 등, 1976) 식미가 저하된다(松江 등, 1991). 또한 쌀의 외관상 미질은 등숙기간의 평균기온과 관련이 있어 23~26°C에서는 완전미가 많아지나, 22°C 이하에서는 복백미, 착색미, 미숙미, 사미 등이 증

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-582-1281 (E-mail) backnh@rda.go.kr

가하며, 27~28°C에서는 북백미, 정백미, 동할미가 증가 하였다 (황, 1992).

지금까지의 기계이앙작기는 수량성 위주로 설정되어 호남평야지의 기계이앙 적기는 5월 중·하순(김 등, 1986)으로 되어 있으므로 쌀 품질 향상을 위한 이앙작기의 재설정이 필요하다.

재료 및 방법

본 연구는 서남부 간척지에서 생태형별 적정 이앙시기를 구명하고자 2002년부터 2004년까지 호남농업연구소 계화도출장소 시험포장 문포통(세사양토, 토양 염농도 0.1%)에서 수행하였다. 공시품종은 조생종인 삼천벼, 중생종인 화성벼, 중만생종인 남평벼를 공시하여 30일간 육묘한 모를 5월 10일부터 6월 19일까지 10일 간격으로 5회에 걸쳐 재식거리 30×12cm, 주당 4본 내외로 기계이앙 하였다. 시험구는 품종별로 난괴법 3반복으로 배치하였다.

10a당 시비량은 질소 20 kg, 인산 5.1 kg, 칼리 5.7 kg을 시

용하였으며, 분시방법으로 질소는 기비-분얼비-최고분얼기-수비-실비=30:20:20:20:10%, 인산은 전량기비, 칼리는 기비 70%, 수비 30%로 분시 하였다. 기타 물관리, 병해충 및 잡초 방제 등은 표준재배법에 준하였다.

출수 후 적산온도 1,100°C 내외가 되는 날에 수확하여 정조 수분이 15~16% 정도가 되도록 통풍 건조 후 도정하여 쌀 품질, 수량 등을 조사하였다. 아밀로스 및 단백질 분석은 RN-500(Kett, Japan)으로 현미 및 쌀의 품위는 근적외선분석기인 AN-700(Kett, Japan)으로 하였으며, 식미는 취반한 쌀을 근적외선(NIR)으로 측정하는 식미계(TOYO 미도메타, MA-30A, Japan)를 이용하여 측정하였다. 기타 생육 및 수량조사 등은 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준(농촌진흥청, 2003)에 의하여 조사하였다.

결과 및 고찰

품종별 이앙시기에 따른 출수기와 간장을 조사한 결과는

Table 1. Changes of heading date and culm length according to transplanting date and maturing type in rice

Transplanting date	Heading date			Culm length(cm)		
	Sam-cheon	Hwa-seong	Nam-pyeong	Sam-cheon	Hwa-seong	Nam-pyeong
May 20	July 26	Aug. 5	Aug. 14	71b	79a	76a
May 30	Aug. 2	Aug. 11	Aug. 19	72b	79a	75a
June 9	Aug. 9	Aug. 18	Aug. 24	75a	78a	75a
June 19	Aug. 19	Aug. 24	Aug. 30	73b	72b	72b
Mean	Aug. 7	Aug. 15	Aug. 22	73	77	75

Means with the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 2. Changes of accumulative temperatures and harvesting time according to transplanting date and maturing type in rice

Cultivar	Transplanting date	Ripening temperature(°C)		Harvesting time ²⁾
		Accumulative	Mean ¹⁾	
Samcheon	May 20	998a	25.0a	46b
	May 30	971b	24.3b	47b
	June 9	941bc	23.5c	48b
	June 19	888c	22.2c	51a
	Mean	950	23.8	48
Hwaseong	May 20	956b	23.9a	49b
	May 30	928a	23.2b	50b
	June 9	890ab	22.3c	53ab
	June 19	858b	21.5c	55a
	Mean	908	22.7	52
Nampyeong	May 20	910a	22.8a	51c
	May 30	887ab	22.2a	53c
	June 9	854b	21.4b	55b
	June 19	808c	20.2c	60a
	Mean	865	21.7	55

Means with the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

¹⁾during 40 days after heading.

²⁾days required to reach 1,100°C of accumulative temperature after heading (days after heading).

Table 1과 같다. 품종별 평균 출수기를 보면 삼천벼 8월 7일, 화성벼 8월 15일, 남평벼 8월 22일로 삼천벼에 비하여 화성벼 8일, 남평벼는 15일 늦었으며 이앙시기가 늦을수록 출수기도 늦어졌으나, 품종간 출수기 차이는 적어졌고 중만생종인 남평벼의 6월 19일 이앙에서도 안전출수기 이내에 출수되었다. 김 등 (1995)은 호남평야지인 익산에서 8월 23일경에 출수되어야 등숙비율이 높고 현미천립중이 무겁다고 하였는데 화성벼는 6월 19일, 남평벼는 6월 9일 이앙에서 8월 23일경에 출수되었고, 삼천벼는 6월 19일 이앙에서도 이보다 빠른 시기에 출수되었다.

간장은 삼천벼의 경우 6월 9일 이앙까지는 컷으나 6월 19일 이앙은 다소 짧았으며, 화성벼와 남평벼는 이앙시기가 늦을수록 짧아지는 경향이었으며 품종간에는 화성벼, 남평벼, 삼천벼의 순서로 길었다.

품종별 이앙시기에 따른 수확기(출수 후 적산온도 1,100°C 되는 일수)와 등숙기 적산온도의 변화는 Table 2와 같다. 출수 후 수확시기는 공시품종 모두 이앙시기가 늦어질수록 길었으며, 조생종인 삼천벼는 48일로 가장 짧았고, 중생종인 화성벼는 52일, 중만생종인 남평벼는 55일 이었다. 등숙기간(출수 후

40일) 적산온도는 공시품종 모두 이앙시기가 늦어질수록 낮았으며 삼천벼, 화성벼, 남평벼의 순으로 높았다.

등숙기 기온은 등숙에 크게 영향하며 출수 후 40일간의 평균기온이 22.3°C일때 등숙비율이 높고 현미천립중이 무거워 수량 및 품질향상에 유리하다고 하는데(이와 안, 1984) 품종별 등숙기 평균기온이 22.3°C가 되는 이앙시기는 삼천벼 6월 19일경, 화성벼 6월 9일경, 남평벼는 5월 30일경이었다.

이앙시기에 따른 벼 품종별 수량구성요소는 Table 3과 같다. 이앙시기가 늦을수록 m²당 수수와 입수는 감소되는 경향이었으며 중만생종인 남평벼는 6월 19일 이앙에서 현저히 감소되었다.

등숙비율은 삼천벼는 5월 20일과 5월 30일 이앙에서 77%로 가장 높았고, 6월 19일 이앙에서는 73%로 가장 낮았다. 또한 화성벼는 6월 19일 이앙에서 가장 높았고 5월 30일 이앙에서는 가장 낮았다. 남평벼는 80~83%로 이앙시기간에는 별 차이가 없었다. 현미 1,000립중은 이앙시기별 뚜렷한 차이가 없었고 품종간에는 화성벼가 삼천벼와 남평벼보다 무거웠는데 이는 품종 특성에 기인된 것으로 생각된다.

Table 3. Changes of yield components according to transplanting date and maturing type in rice

Cultivar	Transplanting date	No. of panicle per m ²	No. of spikelet/m ²	Ripened grain rate	1,000-grain weight(g) (×1,000)
Samcheon	May 20	470a	36.3a	77a	20.8
	May 30	445b	34.3ab	77a	20.7
	June 9	422c	33.2b	75ab	20.7
	June 19	416c	32.8b	73b	20.5
	Mean	438	34.2	76	20.7
Hwaseong	May 20	441a	32.0a	84ab	21.9
	May 30	441a	31.3a	81b	21.6
	June 9	425b	29.4ab	84ab	21.5
	June 19	401c	27.5b	86a	21.7
	Mean	427	30.1	84	21.7
Nampyeong	May 20	450a	35.5a	82a	20.6
	May 30	415b	33.0b	81a	20.7
	June 9	396c	31.4bc	83a	20.9
	June 19	360d	28.7c	80a	20.7
	Mean	405	32.2	82	20.7

Means with the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 4. Ratio of milling properties according to transplanting date and maturing type in rice

Transplanting date	Brown/rough rice rate			Milling recovery(%)		
	Sam-cheon	Hwa-seong	Nam-pyeong	Sam-cheon	Hwa-seong	Nam-pyeong
May 20	82.4	82.6	80.9	74.6a	74.0a	73.9a
May 30	80.6	82.3	82.0	73.4ab	73.6ab	74.0a
June 9	80.5	82.7	82.3	73.7ab	73.8a	74.2a
June 19	79.3	82.7	81.3	72.0b	72.9b	73.0b
Mean	80.7	82.6	81.6	73.4	73.6	73.8

Means with the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

벼 품종별 이앙시기에 따른 도정특성은 Table 4에서와 같이 정현비율은 이앙시기간에 뚜렷한 경향이 없었으며, 품종 간에는 화성벼, 남평벼, 삼천벼의 순으로 높았다. 도정수율은 이앙시기가 빠를수록 높은 경향이였으며, 품종간에는 별 차이를 보이지 않았다.

한편 품종별 이앙시기에 따른 쌀 수량 및 완전미 수량의 변화는 Table 5에서와 같다. 쌀 수량은 이앙시기가 늦을수록 감소되는 경향이었는데, 삼천벼는 5월 20일과 5월 30일 이앙에

서는 수량이 비슷하였으나 6월 9일 이앙 이후에서는 수량감소가 컸고, 화성벼와 남평벼는 5월 20일부터 6월 9일 이앙까지는 수량차이가 거의 없었으나 6월 19일 이앙에서는 수량감소가 인정되었다. 이앙시기간 완전미 수량도 쌀 수량과 비슷한 경향을 보였다.

이앙시기에 따른 벼 생태형별 백미의 외관상 품위 및 미질 특성은 Table 6, Table 7에서와 같다. 품종별 쌀의 완전미 비율은 남평벼, 화성벼, 삼천벼의 순으로 높았고, 이앙시기간에

Table 5. Milling recovery and head rice according to transplanting date and maturing type in rice

Transplanting date	Yield of milled rice(kg/10a)			Yield of head rice(kg/10a)		
	Sam-cheon	Hwa-seong	Nam-pyeong	Sam-cheon	Hwa-seong	Nam-pyeong
May 20	525a	515a	533a	432a	447a	478ab
May 30	513b	494ab	532a	417b	422b	484a
June 9	498c	489b	511b	401bc	422b	462b
June 19	490c	474c	481c	387c	408c	421c
Mean	507	493	514	409	425	461

Means with the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 6. Ratio of head and defected rice according to transplanting date and maturing type in rice

Cultivar	Transplanting date	Head rice (%)	Defected rice(%)			
			White core & belly	Broken	Damaged	Total
Samcheon	May 20	81.4a	7.0a	8.5bc	3.1b	0.3
	May 30	81.3a	6.6ab	7.5c	4.5a	0.2
	June 9	80.1a	5.8b	9.5b	4.5a	0.4
	June 19	78.7b	6.5ab	11.9a	2.9b	0.2
	Mean	80.4	6.5	9.4	3.8	0.3
Hwaseong	May 20	86.3a	2.1b	8.3a	3.1b	0.2
	May 30	85.4a	2.8a	7.6b	3.7ab	0.8
	June 9	86.1a	1.6b	8.3a	3.4b	0.7
	June 19	86.2a	1.2b	8.1a	4.0a	0.6
	Mean	85.9	1.9	8.1	3.6	0.6
Nampyeong	May 20	89.3a	2.8b	6.8a	4.1a	0.1
	May 30	90.8a	3.2a	3.5c	2.4b	0.0
	June 9	90.3a	2.3b	4.5c	2.7b	0.1
	June 19	87.7b	3.1a	5.9b	3.2ab	0.1
	Mean	89.5	2.9	5.2	3.1	0.1

Means with the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 7. Variations of amylose and protein contents according to transplanting date and maturing type in rice

Transplanting date	Amylose content(%)			Protein content(%)			Palatability value		
	Sam-cheon	Hwa-seong	Nam-pyeong	Sam-cheon	Hwa-seong	Nam-pyeong	Sam-cheon	Hwa-seong	Nam-pyeong
May 20	18.7	18.9	19.1	8.8a	8.9b	8.9a	53c	62b	67b
May 30	18.8	18.9	19.0	8.9a	9.0b	9.0a	57b	66a	72a
June 9	18.7	19.0	19.2	8.9a	9.3a	8.9a	61a	67a	72a
June 19	18.9	19.2	19.6	8.9a	9.1b	9.1a	61a	66a	68b
Mean	18.8	19.0	19.2	8.9	9.1	9.0	58	65	70

Means with the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's multiple range test.

는 삼천벼는 5월 20일부터 6월 9일까지는 차이가 없었으나 6월 19일 이앙에서 가장 낮았고, 화성벼와 남평벼는 이앙시기 간에 차이를 보이지 않았지만, 남평벼의 6월 19일 이앙시 출수가 늦어져 쓰라기와 피해립이 많아 완전미 비율이 다소 낮은 경향이였다.

쌀의 화학적 특성인 아밀로스 함량은 품종 및 이앙시기간에 별 차이를 보이지 않았으며, 단백질함량도 품종 및 이앙시기 간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. Toyo 식미치는 품종간에는 남평벼, 화성벼, 삼천벼의 순으로 높았으며, 품종별 이앙시기간에는 삼천벼는 이앙시기가 늦을수록 높았고, 화성벼는 5월 20일 이앙에서 가장 낮았고 그 후 이앙에서는 이앙시기에 별 차이가 없었으며 남평벼는 5월 30일~6월 9일 이앙에서 높았다.

이상에서와 같이 쌀수량과 완전미수량, 품질 등을 고려할 때 서남부 간척지에서 조생종 삼천벼는 5월 20~30일, 중생종 화성벼와 중만생종 남평벼는 5월 30일~6월 9일에 이앙하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

적 요

서남부 간척지에서의 고품질 쌀 생산을 위한 생태형별 적정 이앙시기를 구명하고자 2002년부터 2004년까지 호남농업연구소 계화도출장소 시험포장 문포동(세사양토, 토양 염농도 0.1%)에서 삼천벼, 화성벼, 남평벼를 공시하여 이앙시기별 벼 생육, 수량구성요소, 수량 및 품질 관련형질을 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 단위면적당 영화수는 생태형에 관계없이 이앙시기가 빠를수록 많은 경향이였다.
2. 삼천벼의 등숙비율은 조기이앙에서, 화성벼는 6월 9일 이후 이앙에서 높았다.
3. 완전미 수량은 삼천벼와 화성벼는 이앙시기가 빠를수록 많았고 남평벼는 5월 30일 이앙에서 많았다.
4. 따라서 완전미 수량, 등숙비율, 미질 등을 고려한 이앙적기는 조생종은 5월 20일~5월 30일, 중생종과 중만생종은 5월 30일~6월 9일로 판단된다.

인용문헌

- 안수봉, 이종철. 1984. 수도의 영화수 성립과 수량에 미치는 기상 환경의 영향에 관한 연구, III. 재배시기 이동에 따른 영화수 변화. *한작지* 29(4): 394-400.
- Asaoka, M. K. Okano, K. Hara, M. Oba and H. Fuwa. 1989. Effects of environmental temperature at the early developmental stage of seeds on the characteristics of endosperm starches of rice. *Denpun Kagaku* 36(1): 1-8.
- 최현옥. 1966. 재배시기 이동에 의한 수도의 생태변이에 관한 연구. *농시연보* 9(1): 1-38.
- 최상진, 최현옥. 1980. 쌀 Alkali 붕괴성의 유전 및 변이성에 관한 연구. *한육지* 25(2): 15-22.
- 최상진, 박래경, 최현옥. 1979. 쌀 Amylose 함량의 유전 및 변이성에 관한 연구. *한육지* 11(3): 213-221.
- Cruz, N., I. Kumar, R. Kaushik and G, S. Khush. 1989. Effect of temperature during grain development on stability of cooking quality components in rice. *Jpn. J. Breed.* 39: 299-306.
- 허문희, 서학수, 김광호, 박순직, 문현팔. 1976. 미립내 단백질과 아밀로스 함량 및 알카리 붕괴성의 환경에 따른 변이. *서울대농업연구* 1(1): 21-37.
- 황흥구. 1992. 미질의 환경변이와 쌀의 이화학적 특성에 따른 벼 품종군 분류. *경북대학교박사학위논문* 81pp.
- 稻津 脩. 1988. 北海道産米の食味向上による品質改善に関する研究. *北海道農業試験場報告* No. 66: 150-157.
- 김상수, 백남현, 석순중, 이선용, 조동삼. 1995. 남부평야지 벼 무논골뿌림재배시 파종시기가 생육 및 수량에 미치는 영향. *한작지* 40(2): 212-220.
- 김상수, 이선용, 김중호, 배성호. 1986. 남부2모작 기계이앙 안전작기 구명에 관한 연구. *농시논문집(벼 기계이앙)* 28(1): 256-269.
- 이종철, 안수봉. 1984. 수도의 영화수 성립과 수량에 미치는 기상 환경의 영향에 관한 연구, II. 영화수 성립에 미치는 기상소모 효과. *한작지* 29(4): 336-375.
- 이선용, 김상수, 최장수, 임무상. 1988. 남부평야지와 산간고랭지에 있어서 재배법 및 기상조건이 수도의 수량에 미치는 영향. *농시논문집(수도편)* 30(2): 25-30.
- 松江勇次, 水田一枝, 古野久美, 吉田智彦. 1991. 北部九州産米の食味に関する研究. 第1報 移植時期, 倒伏の時期が米の食味および理化學的特性に及ぼす影響. *日作紀* 60(4): 490-496.
- 松島省三. 1958. 稻作の理論と技術. 養賢堂: 34-36.
- 三石昭三. 1982. 水稻の湛水土壌中直播法が成立するまで. *農業技術* 37(7): 294-303.
- 오용비, 김정일, 박정화, 이숙재, 오윤진, 박래경. 1991. 미질에 관한 연구. 1. 심복백미의 식미특성과 재배환경요인에 따른 변이. *농시논문집(수도편)* 33(3): 91-98.
- 농촌진흥청. 1981. 수도 냉해 실태분석과 종합기술 대책, 수도 작황으로 본 생육과 수량의 특성: 21-32.
- 농촌진흥청. 2000. 토양 및 식물체분석법 110-112.
- 농촌진흥청. 2003. 농사시험조사기준 838pp.
- 津森重郎. 1957. 水稻早期栽培の問題點と實際. *農業および園藝* 32(7): 27-30.