

신간척지에서 벼 기계이앙재배에 적합한 모 종류 구명

최원영[†] · 김선 · 이장희 · 김시주 · 최민규 · 고종철 · 이규성 · 이경보

농촌진흥청 국립식량과학원

Study of Seedling Type for Transplanting Culture in Rice Paddy Field at the Newly Reclaimed Land

Weon-Young Choi[†], Sun Kim, Jang-Hee Lee, Si-Ju Kim, Min-Kyu Choi, Jong-Cheol Ko, Kyu-Seong Lee, and Kyeong-Bo Lee

National Institute of Crop Science, RDA, Iksan 570-080, Korea

ABSTRACT This research was carried out to choose the suitable seedling type to transplanting in order to stabilize rice yield. The brief of this research to transplant the seedling divided into 10-day seedling, 20-day seedling, 30-day seedling, 33-day pot seedling in the field of Saemangeum Gye-hwa, newly reclaimed land were following; Average salt content in 2 years was reduced from 0.16% to 0.04% after transplanting. Heading date of seedling type was Aug. 14 at 33-day pot seedling compared to 2 days at 30-day seedling, 3 days at 20-day seedling, 5 days late at 10-day seedling. Lodging index was highest at 30-day seedling, and also, field lodging was 50%. Ripening ratio and 1,000 grain weight were similar and panicle number was higher 20-day seedling > 10-day seedling > 33-day pot seedling > 30-day seedling. Rice yield was higher 10-day seedling = 20-day seedling > 33-day pot seedling > 30-day seedling. Head rice ratio was higher in 20-day seedling > 30-day seedling = 10-day seedling > 33-day pot seedling. Amylose content and protein content was not significantly different between seedling types. With this results, the suitable seedling types in newly reclaimed land are 10-day and 20-day seedling.

Keywords : rice, seedling, yield, newly reclaimed land

우리나라 간척지 면적은 약 135,100 ha로 우리나라 논 면적의 약 14% 정도에 해당한다. 이와 같이 많은 간척지 면적을 보유하고 있으나 간척지에 대한 농업적 연구는 미약한 실정이다. 최근 한미 FTA가 체결되고 쌀의 재고량이 늘어나면서 신간척지의 농업적 입지는 더욱더 적어지고 있는 실정이

다. 그러나 인구의 지속적 증가와 수입쌀의 불확실한 유입을 생각할 때 새로 조성된 간척지에서 생산성 증대는 점점 더 요구되고 있는 실정이다. 새만금 등 간척지 면적은 늘어나고 있으며, 특히 대규모 간척지도 55,707 ha로 경제적·산업적으로 간척지는 매우 중요하다고 생각된다. 또한 도시화, 산업화의 급증으로 농경지 확보 측면에서 간척지는 매우 중요하며, 간척지에서 작물재배는 국토의 효율적 이용과 식량의 안정적인 확보 차원에서 매우 중요하다. 정부는 '10년 1월에 새만금 종합개발계획을 수립하고 관계부처와 협의를 거쳐 '11년 3월 16일에 새만금위원회를 개최하여 새만금 종합개발계획을 최종 확정하였다.

간척지에서 벼 재배는 안정적인 식량생산 뿐만 아니라 조기 제염을 위한 수단으로도 활용이 된다. 새로 조성된 간척지는 염분 함량이 매우 높기 때문에 염이 어느 정도 있는 상태에서 이앙이 가능한 모를 선택하는 것은 매우 중요하다. 벼 기계이앙재배시 모 종류는 육묘일수, 이앙기의 종류에 따라 분류한다. 육묘일수에 따라서는 어린모, 치모, 중모, 성모로 나누고, 이앙기 종류별로는 산파모, 조파모, 풋트모로 구분한다(Park, 1992). 또한 간척지는 물이 가장 중요한데 물 공급이 중단 될 경우 염 피해를 바로 받아 수량 감소와 미질 저하가 우려된다(Balasubramanian & Rac, 1977, Koo *et al.*, 1998, Choi *et al.*, 2011).

따라서 본 연구는 새만금 등을 비롯한 신간척지에서 벼 기계이앙재배시 염 피해가 적으면서 안정적인 쌀수량 확보에 알맞은 모 종류를 구명하기 위하여 시험을 수행하였다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-840-2171 (E-mail) choiwy@rda.go.kr

<Received 21 February, 2012; Revised 1 May, 2012; Accepted 14 May, 2012>

재료 및 방법

본 연구는 새만금 내에 간척지를 새로 조성하여 임시 경작하고 있는 세사양토(문포통)인 새만금 계화 시험포장(벼맥류부)에서 수행하였다. 벼 품종은 간척지 적응성이 있는 청호벼로 하였고, 신간척지 벼 재배에 가장 알맞은 모 종류를 구명하기 위하여 어린모는 12일, 치모는 18일, 중모는 28일, 풋트모는 33일 육묘하여 6월 1일에 기계이앙하였다. 모 종류별 상자당 파종량은 어린모는 200 g, 치모는 170 g, 중모는 130 g, 풋트모는 448공 풋트에 구멍당 2~3립씩 파종하였다. 재식밀도는 어린모, 치모, 중모는 m²당 23.8주로, 풋트모는 m²당 21.8주로 이앙하였다. 시비량은 질소는 20 kg/10 a, 인산은 5.1 kg/10 a, 가리는 5.7 kg/10 a을 사용하였으며, 질소분시방법은 기비:분얼비:최고분얼기:수비:실비를 30:20:20:20:10% 비율로 사용하였고, 인산은 전량기비로 사용하였으며, 가리는 기비:수비를 70:30% 비율로 사용하였다.

토양염농도는 토양시료를 채취하여 실험실에서 조제후 EC메터기(Toledo, 스위스)로 측정하였다. 엽면적 조사를 위하여 반복당 3주씩 시료를 채취하여 자동 엽면적 측정기(AAM-7)로 조사하였고, 그 시료를 90℃에 30분간 처리한 후 70℃에 48시간 건조한 직후 건물중을 조사하였다. 도복관련형질은 출수후 20일에 조사하였는데 좌절중은 인장 압축시험기인 FGP-5(SHIMPO, Japan)를 이용하여 제4절간을 측정하였

으며, 도복정도는 출수후 30일에 무도복을 0으로 하고 완전도복을 9로 하여 조사하였다. 단백질 분석은 근적외선 분석기인 AN-700(Kett, Japan)으로, 쌀의 품위는 RN-500(Kett, Japan)으로 조사 하였다.

병해충 및 잡초방제는 기본방제를 기준으로 하였으며, 기타 재배 및 생육조사 등은 벼맥류부 표준재배법(NICS, 2010)과 농촌진흥청 시험연구 조사기준(RDA, 2003)에 의하여 조사하였다.

결과 및 고찰

표 1과 2는 이앙 전후 토양염농도를 알아보기 위하여 조사한 결과이다. 표 1에서 이앙전에 토양깊이 10 cm 이내에서 2010년과 2011년의 2년간 평균 염농도 함량은 0.16% 이었는데, 제염 및 이앙을 하기 위하여 2~3회 환수를 하고 이앙을 한 후 토양염농도를 조사한 결과, 표 2에서와 같이 0.04%로 크게 낮아져 벼가 활착하고 생육하는데에 큰 지장이 없었다. 이는 시험장소인 새만금 계화포장 위치가 세사양토로써 환수만 하더라도 토양에 흡착되어있는 염이 쉽게 이탈하여 제염이 빨리 됨을 알 수 있었다.

육묘종류별 묘소질을 조사한 결과는 표 3과 같다. 묘초장은 중모>풋트모>치모>어린모 순으로 컸고, 엽수는 묘령이 오래될수록 많았다. 묘건물중은 풋트모>중모>치모>어린모

Table 1. Chemical properties of soil before rice transplanting.

Soil depth (cm)	Solt content (%)	pH	OM (g/kg)	T-N (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Cation (cmol/kg)			
						Ca	K	Mg	Na
0~10	0.16	8.0	1.44	0.118	15.7	1.08	0.85	1.7	2.51

Table 2. Solt content at experiment site after rice transplanting.

Soil depth (cm)	Solt content (%)
0~10	0.04

* Rice transplanting time : June 1

Table 3. Seedling characteristics of different seedling types.

Seedling type	Plant height	Leaves	Top dry weight	Seedling index
	cm	no.	mg/seedling	mg/cm
10-day seedling	9.9c	2.7c	8.2c	0.83b
20-day seedling	12.5b	3.1bc	12.0bc	0.96b
30-day seedling	17.9a	3.5b	16.6b	0.93b
33-day pot seedling	16.1a	4.5a	28.6a	1.78a

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

순으로 무거워 묘충실도 영향을 미쳤는데, 묘충실도는 풋트묘>치묘>중묘>어린모 순으로 나타났다. 이와 같이 풋트묘에서 묘충실도가 월등히 높은 원인은 상자당 파종량이 크게 적기 때문이며, 어린모에서 묘충실도가 가장 낮은 이유는 짧은 기간에 이앙하기에 적당한 크기로 키우기 위해 밀파하고, 이앙 직전까지 부직포를 씌워 두었기 때문으로 생각된다.

모 종류별 생장 차이를 알아보기 위하여 출수기에 조사한 벼 생육은 표 4와 같다. 모 종류별 출수기는 풋트묘 이앙이 8월 14일인데 비해 중묘이앙은 2일, 치묘이앙은 3일, 어린모 이앙은 5일 늦게 출수되었다. 이는 일반적으로 어린모나 치묘는 중묘에 비해 출수가 늦어진다는 Yang *et al.*(1992)의 보고와 비슷하였다. 다만 육묘일수 차이만큼 출수기 차이는 크지 않음을 알 수 있었다. 또한 Lee *et al.*(1993)과 Lee *et al.*(2002)은 염이 높을수록 출수가 지연된다는 보고가 있는데, 본 연구에서도 비간척지보다 출수가 약간 늦은 것을 확인할 수 있었다. 출수기에 초장은 별 차이가 없었으며, 경수는 치묘>풋트묘>어린모>중묘 순으로 많았고, 엽질소농도는 중묘와 풋트묘에서 높았고 어린모와 치묘에서 낮았다. 단위면적당 엽면적지수는 어린모에서 가장 많았고 중묘에서 가장 적었으며, 지상부건물중은 경수와 엽면적지수가 관여하여 풋트묘에서 가장 무거웠고 중묘에서 가장 가벼웠다.

도복관련형질 및 도복을 보면 표 5와 같다. 간장은 풋트묘 이앙에서 가장 짧았고 중묘와 어린모 이앙에서 길었으며, 수

장은 풋트묘에서 가장 길었고 다른 모 종류는 비슷하였다. 도복지수는 중묘>어린모>치묘>풋트묘 순으로 높아 포장도복을 0~9로 나누어볼 때 중묘이앙에서 반도복인 5 정도 되었고, 어린모, 치묘, 풋트묘 이앙에서는 3 정도 되었다. 1엽신은 어린모 육묘이앙에서 가장 길었고, 2엽신은 어린모와 중묘육묘 이앙에서 길었으며, 엽초는 모 종류간에 별 차이가 없었다.

모 종류별 수량구성요소 및 수량을 보면 표 6과 같다. 주당수수는 치묘로 육묘하여 이앙하였을 때 가장 많았으며, 다음은 어린모, 풋트묘, 중묘 순으로 중묘이앙에서 가장 적었다. 수당립수, 등숙비율, 현미천립중은 모 종류간에 별 차이가 없었다. 쌀수량은 어린모와 치묘 이앙에서 가장 많았으며, 다음은 풋트묘 이앙이었고 중묘이앙에서 가장 적었다. 중묘이앙이 수량이 가장 적은 주된 원인은 주당수수가 가장 적었는데, 중묘이앙에서 주당수수가 적었던 원인은 중묘는 이앙당시 모 뿌리가 절단되어 이앙되기 때문에 절단된 뿌리가 땅속에 있는 염에 직접 닿아서 염 피해를 받아 활착이 지연되었기 때문으로 생각된다. 이는 비간척지보다 염이 높은 토양에서는 이앙당시 염 농도에 가장 민감하고, 높은 염이 뿌리의 신장 저해로 지상부 생육이 억제된다는 Roundy(1985)와 Wyn Jones & Gorham(1986) 보고와 비슷하였다.

모 종류별 쌀 품질은 표 7과 같다. 완전립비율은 치묘 이앙에서 가장 높았고, 다음은 중묘>어린모>풋트묘 순으로 높았

Table 4. Heading date and rice growth of different seedling types.

Seedling type	Heading date	Plant height	Panicle number	Leaf color	Leaf nitrogen	Leaf area index	Top dry weight
		cm	no./hill	SPAD	%	LAI	g/m ²
10-day seedling	Aug. 19	106	15.8	34.7	3.2	5.9	905
20-day seedling	Aug. 17	104	16.9	33.3	3.1	5.5	926
30-day seedling	Aug. 16	102	15.0	35.5	3.6	4.9	889
33-day pot seedling	Aug. 14	103	16.4	36.5	3.6	5.5	980

Table 5. Lodging and its characters at different seedling types of rice at 20 days after heading.

Seedling type	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Lodging index [†]	Lodging (0~9)	Leaf blade (cm)		Leaf sheath (cm)	
					1	2	1	2
10-day seedling	86	19.0	248	3	36	44	29	26
20-day seedling	82	18.6	238	3	28	38	28	24
30-day seedling	87	19.2	274	5	30	44	28	23
33-day pot seedling	76	20.0	208	3	26	34	28	23

$$^{\dagger}\text{Lodging index} = \frac{(\text{Culm length} + \text{Panicle length}) \times \text{F.W.}}{\text{Breaking weight of 4th internode}} \times 100$$

Table 6. Yield and yield components at different seedling types.

Seedling type	Panicle number	Spikelet per panicle	Percent ripened grain	1000 grain weight	Milled rice yield	Yield index
	no./hill	no./panicle	%	g	kg/10 a	
10-day seedling	15.4ab	89	82	21.8	550a	100
20-day seedling	15.9a	89	81	21.9	546a	99
30-day seedling	14.6c	88	80	22.0	517b	94
33-day pot seedling	15.0b	91	81	22.0	525ab	95

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

Table 7. Physico-chemical characteristics of milled rice at different seedling types.

Seedling type	Head rice ratio(%)	Imperfect rice kernel(%)		Amylose content(%)	Protein content(%)
		Broken	Other		
10-day seedling	82.1b	4.4	13.6	16.7	6.5
20-day seedling	84.4a	4.8	10.8	17.3	6.6
30-day seedling	83.0ab	3.6	14.4	16.9	6.7
33-day pot seedling	79.4c	3.1	17.7	16.1	6.5

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

는데, 풋트묘가 상대적으로 완전립비율이 낮은 원인은 다른 모 종류에 비하여 주당본수가 적게 이앙되어 2차, 3차분얼을 많이하여 상대적으로 주경이 적었기 때문으로 생각된다. 불완전립에는 분상질립이 대부분을 차지하였고(Chae *et al.* 2002) 피해립도 발생하였는데, 이와 같은 원인은 등숙과정에서 토양중 염에 의한 피해도 관여 하였을 것으로 생각되나 좀 더 구명을 해 볼 필요성이 있다고 생각된다. 아밀로스함량과 단백질함량은 모 종류간에 별 차이가 없었다.

이상의 결과로 볼 때, 새로 조성된 간척지에서 벼를 기계이앙재배할 때 안정적인 쌀 수량 확보를 위한 적정 이앙모 종류는 어린모와 치묘라고 판단된다. 또한 풋트묘 육묘 이앙재배가 쌀수량은 약간 적고, 경영비가 다소 많이 들지만 간척지에서 친환경농법인 우렁이농법 등을 도입하고자 할 경우에는 풋트묘 육묘 이앙재배도 가능한 재배법으로 생각된다.

적 요

본 연구는 신간척지에서 벼 기계이앙재배시 염 피해가 적으면서 안정적인 쌀수량 확보를 위하여 모 종류를 어린모, 치묘, 중묘, 풋트묘로 새로 조성된 간척지인 새만금 계화포장에 이앙하여 수행한 내용을 요약하면 다음과 같다.

1. 2년 평균 토양염농도는 이앙전 0.16%에서 환수후 이앙 직후에는 0.04%로 낮아졌다.

2. 모 종류별 출수기는 풋트묘 이앙이 8월 14일인데 비해 중묘이앙은 2일, 치묘이앙은 3일, 어린모이앙은 5일 늦게 출수되었다.
3. 도복관련형질에서 중묘이앙이 도복지수가 가장 높아 포장도복 역시 중묘이앙이 반도복 정도 되었다.
4. 수량구성요소를 보면 이앙모 종류별 등숙비율과 현미천립중은 비슷하였고, 주당수수는 치묘>어린모>풋트묘>중묘이앙 순으로 많았으며, 쌀수량은 어린모=치묘>풋트묘>중묘이앙 순으로 많았다.
5. 이앙모 종류별 쌀 품질에서 완전립비율은 치묘>중묘=어린모>풋트묘 순으로 높았고, 아밀로스함량과 단백질함량은 이앙모 종류간 차이가 없었다.

결론적으로 새로 조성된 간척지에서 벼를 기계이앙재배할 때 안정적인 쌀 수량 확보를 위한 적정 이앙모는 어린모와 치묘가 적합하다고 판단된다.

인용문헌

Balasubramanian, V. & Rac. 1977. Physiology basis of salt tolerance in rice. *Plant. Physiol. section, Tadu Nagada Agr. Univ. India.* 26(4) : 291-294.
 Chae, J. C., M. S. Jung, D. K. Jun, and Y. M. Son. 2002. Relationship between yield quality of rice varieties grown in

- reclaimed saline paddy field. Korean J. Crop Sci. 47(3) : 259-262.
- Choi, W. Y., C. H. Yang, J. H. Lee, T. K. Kim, J. H. Jeong, M. K. Choi, and S. J. Kim. 2011. Establishment of Perfect-Drainage Period for Reduction of Salt Injury and Improvement of Grain Filling Ratio in the Newly Reclaimed Land. Korean J. Crop Sci. 56(2) : 177-181.
- Department of rice and winter cereal crop, NICS. 2010. Plan report of project on experiment research. Department of rice and winter cereal crop. 253pp.
- Koo, J. W., J. K. Choi, and J. G. Son. 1998. Soil properties of reclaimed tidal lands tidelands of western sea coast in Korea. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 31(2) : 120-127.
- Lee, C. K., Y. H. Yang, J. C. Shin, B. W. Lee, and C. K. Kim. 2002. Growth and yield of rice as affected by saline water treatment at different growth stages. Korean J. Crop Sci. 47(6) : 402-408.
- Lee, J. S., K. S. Oh, S. M. Sohn. 1993. Effects of NaCl salinity at tillerling stage on mineral contents, growth and yield of rice. Korean J. Intl. Agri. 5(2) : 167-174.
- Park, R. K. 1992. Technic of Seedling machine transplanting culture of 10-day seedling in Rice Paddy Field. RDA.
- RDA. 2003. Examination standard of farming test research. RDA 838pp.
- Roundy, B. A. 1985. Root penetration and root elongation of tall wheat grass and basin wildrye in relation to salinity. Can. J. Plant Sci. 65 : 335-343.
- Wyn Jones, R. G. and J. Gorham. 1986. The potential for enhancing the salt tolerance of wheat and other important crop plants. Outlook Agric. 15 : 33-39.
- Yang, W. H., Y. D. Yun, Y. J. Oh, R. K. Park, Y. W. Kwon, and E. W. Lee. 1992. Response of machine-transplanted rice in days to heading and grain yield to seeding date, period and temperature of nursery. Korean J. Crop Sci.(S1) 37(1) : 78-79.