

벼 직파재배조건에 따른 입모율의 품종간 차이

박광호[†]

한국농업전문학교

Varietal Difference of Seedling Establishment in Direct-Seeded Rice

Kwang Ho Park[†]

Korea National Agricultural College, Hwaseong, Keonggi 445-893, Korea

ABSTRACT : The research was conducted to evaluate a different seedling establishment of rice germplasms which were obtained from the IRRI (International Rice Research Institute) under the direct seeded condition. There was highly significant difference in terms of statistical analysis among cultivars. The seedling establishment of cultivars tested was the highest with ASD1 > IR50 > IR72 > Taothabi > Uplri5 > CO25 > Dula > Moroberakan. The difference of seedling establishment among cultivars particular in dry condition was high between ASD1 and Moroberakan and other cultivars.

Keywords: rice germplasm, seedling establishment, direct seeding, varietal difference, dry seeding, wet seeded rice

미래 학자와 인류학자들은 향후 인간이 소비하는 농산물은 1%의 인구가 생산하여 99%의 인구가 먹는 시대가 도래 할 것으로 전망하고 있다. 특히 주곡작물로 이어온 우리나라의 벼 농사는 전통적으로 육묘와 이앙방법에 주로 의존하여 왔기 때문에 많은 노동력이 소요되고 있다. 하지만 향후 벼재배기술은 이앙에 따른 많은 작업과정을 생략할 수 있는 직파재배로 전환할 것으로 내다보고 있다.

직파재배는 육묘과정을 거쳐 안전하게 키운 모를 옮겨 심는 이앙재배와 달리 입모상태를 균일하고 정밀하게 키울 수 있는 여건이 매우 불리하므로 재배안전성은 생육초기 종자의 발아성과 직파조건에서 입모가 잘되는 특성을 지닌 품종이 요구된다

작물의 입모상태는 입모수와 모의 개체 당 무게로서 나타낸 단위면적 당 총 생산량이나 파종된 종자 수에 대한 살아남은 모의 생존율로서 나타내기도 한다(Yamauchi *et al*, 1993b). 직파조건은 기상환경, 토양환경 및 재배관리 조건 등으로서 벼 입모에 다양한 형태의 환경스트레스로서 작용되기 때문에 발아가 잘 된 종자라도 직파조건에 따라서 내성을 가지고 살아

남는 모의 생육형질이 상이하고 품종간 차이도 현저하다(Yamauchi *et al*, 1993b).

발아된 종자가 직파에서와 같은 혐기상태로 되면 불량환경에 대한 내성으로 에틸렌을 생성하여 초엽과 중배축의 신장을 촉진시키므로서 모 생육이 좋아진다(Yamauchi *et al*, 1993b). 직파재배의 입모반응에 미치는 요인들로서 재배환경과 관리, 종자의 환경스트레스 내성 그리고 종자의 활력 등으로 유전자원의 직파적성이 평가되었다.(Yamauchi *et al*, 1993a, 1993b, 1993c, 1993d). 그러나 직파조건에 따라서 품종간 입모반응이 상이하여 품종의 직파적성을 평가하기란 단순하지 않다.

본 연구는 벼 유전자원이 다양한 국제미작연구소(IRRI)의 IRGC와 INGER에서 분양 받은 2,000여 계통에 대한 다양한 직파조건으로 직파 적응성을 평가한 바 각 시험마다 공통으로 이용된 대비품종군의 입모 반응을 분석하여 벼 품종자체가 지니고 있는 유전적 표현형특성을 평가하였다.

재료 및 방법

대비품종군의 조성은 Yamauchi 등(1993a, b, c, d, 1994)의 실험결과에서 검정되었던 직파적응성이 높은 저항성품종으로 ASD1, Taothabi, CO25와 비교적 적응성이 낮은 IR50, IR72를 포함한 Moroberakan, Dula, Uplri-5 등 8품종으로 하였다.

시험은 IRRI(국제미작연구소)에서 1994년 3월 7일부터 9월 2일까지 20개 시험으로 각각 수행하였다. 파종시기는 3월 7일, 3월 21일, 4월 13일, 5월 4일, 5월 25일, 6월 8일에는 25 mm 복토로 담수직파 하였고 담수직파시기 사이(3월 17일, 4월 5일, 4월 21일, 5월 7일, 5월 27일, 6월 10일, 6월 25일) 마다 25 mm 깊이로 건담직파 하였으며, 7월 8일, 7월 15일, 8월 5일, 8월 12일, 8월 19일, 8월 26일, 9월 2일에는 50 mm 깊이로 건담직파 하였다

공시종자를 2일간 침종하여 건담직파는 1/500a Pot에서, 담수직파는 Tray(300×240×110 mm)에서 반복 당 17립 씩 파종하였다. 건담직파는 토양수분을 19-22 3%로 유지하였고 담수직파는 파종 후 수심 2cm로 관수하였다. 시험구배치는 완전

[†]Corresponding author. (Phone) +82-31-229-5008 (E-mail) khpark@kn.ac.kr <Received October 15, 2004>

Table 1. The meteorological data during the experimental period at IIRRI in Philippines (1994, Los Banos).

Date (Mon./date)	Ir(KJ)	Temperature(°C)			Precipitation (mm)	VP	WS
		Min.	Max.	Mean			
3/17-28	20,263	23.2	30.0	26.6	0.5	2.7	1.8
4/5-16	24,103	23.5	32.3	27.9	4.5	2.9	1.6
4/21-5/02	21,517	24.8	33.1	28.9	3.3	3.1	1.3
5/07-18	22,162	24.6	33.6	29.1	1.3	3.1	1.1
5/27-6/07	20,635	24.4	33.1	28.8	2.5	3.1	1.3
6/10-21	18,932	24.2	32.6	28.4	8.5	3.1	1.2
6/25-7/06	11,820	24.4	31.2	27.8	1.5	3.1	1.1
7/08-18	15,431	24.1	30.0	27.0	11.5	2.9	1.6
7/15-26	14,282	25.1	30.6	27.8	11.5	2.9	1.8
8/05-16	21,034	23.3	32.1	27.7	1.1	2.9	1.3
8/12-23	23,158	23.7	32.5	28.1	0.3	3.0	1.3
8/19-30	21,847	24.2	32.2	28.2	2.9	3.0	1.2
8/26-9/06	18,232	23.9	31.4	27.7	8.3	3.0	1.0
9/02-13	15,247	24.3	31.0	27.7	6.5	3.0	1.0

임의배치 4반복으로 하였고 파종 후 10-12일에 입모수를 조사하였다. 파종기를 달리한 시험기간의 기상경과는 Table 1과 같다.

결과 및 고찰

대비품종군의 입모율에 대한 처리간 분산분석

각 시험에 공통으로 공시된 대비품종군의 다양한 직파조건에 따른 입모율의 처리 간 차이를 분산 분석한 결과 표 2에서와 같이 처리 간에는 품종, 파종시기, 이들의 상호작용 그리고 모든 처리 간에 유의한 차이를 보였는데 특히 파종시기 및 품종 간에서는 고도의 유의성으로 명확한 차이가 있었으나 이들의 상호관계는 다소 낮은 유의성으로 나타났다

또한 반복 간에도 고도의 유의성으로 나타나서 처리의 효과가 상대적으로 낮게 나타났다

직파조건에 따른 품종 간 입모반응

유전자원 Source, 직파양식, 파종시기, 복토깊이 등 다양한 직파조건하의 시험에서 대비품종군의 입모율을 평균적으로 비

Table 2. Statistical analysis of seedling establishment of eight check varieties under the different methods in direct seeding.

SV	DF	SS	MS	F
Rep.	3	20855.9	6951.96	21.84**
Treat.	111	351644.1	3167.96	9.95**
Variety	7	58561.6	8365.95	26.28**
Seeding date	13	251506.4	19346.65	60.78**
V X S	91	41576	456.88	1.44*
Error	333	105993.8	318.3	
Total	447	478493.8		

*, ** Significant at the 5 and 1% levels, respectively.

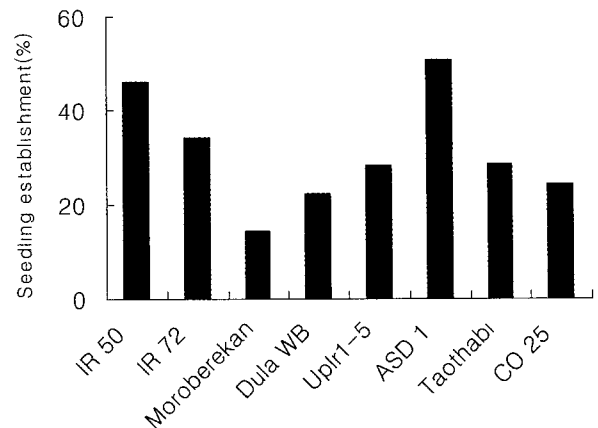


Fig. 1. Varietal difference in seedling establishment due to the seeding date, wet and dry seeding, and seeding depth in direct seeding.

교해 보면 Fig. 1에서와 같이 ASD1 > IR50 > IR72 > Taothabi > Uplri-5 > CO25 > Dula W.S > Moraberakan 순으로 나타났 다 이러한 결과는 Yamauchi 등(1993a, b, c, d, 1994)이 검정한 결과에서 저항성이 낮았던 IR50과 IR72 품종이 저항성이 높았던 Taothabi 품종보다도 높은 것으로 나타나서 다소 상이한 반응으로 나타났다. 따라서 이에 대한 차이는 추후 종자발아과정에서 생리, 생화학적 대사기작연구가 요구된다.

직파양식(Fig. 2)과 복토깊이(Fig 3)에 따른 대비품종들의 입모율을 보면 건담직파조건이 담수직파조건에서 보다 대체적으로 높았으며 복토깊이 25mm가 50mm에서 보다 높았는데 품종 간 차이는 다소 있었으나 직파조건에 대한 모든 품종들의 반응이 거의 같은 경향으로 나타나고 있어 품종의 표현형 차이가 잘 나타난 것으로 보여 진다

품종별로는 ASD1, IR50, IR72 품종들이 건담직파와 복토깊이에 관계없이 높았고 Moroberakan은 모든 직파조건에서 가장 낮은 것으로 나타났다.

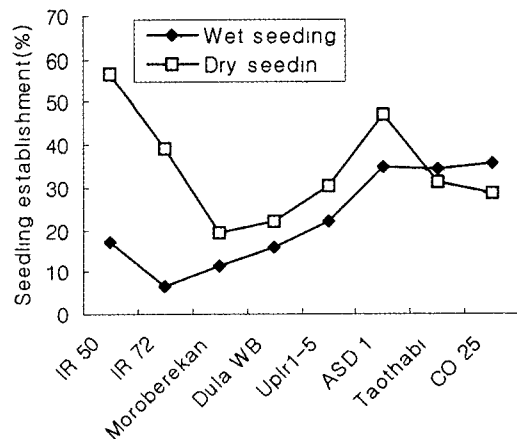


Fig. 2. Varietal differences of seedling establishment under different seeding methods.

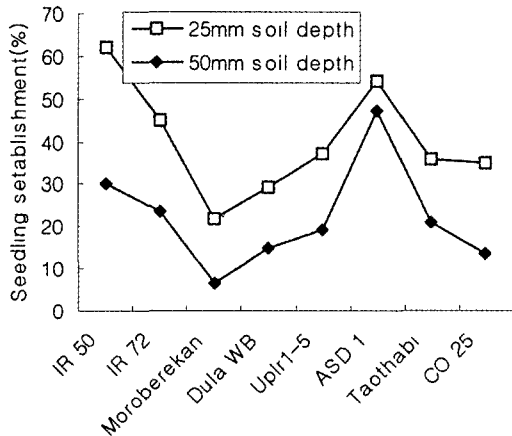


Fig. 3. Varietal differences of seedling establishment under seeding depth seeded condition in dry and wet seeded condition.

다만 답수직파에서는 Taothabi와 CO25 품종이 IR50과 IR72품종보다 높게 나타나 Yamauchi 등(1993a, 1993b)이 답수직파에서 얻은 결과와 일치하였다

파종시기에 따른 대비품종군의 입모반응

파종시기를 3월 17일-9월 2일까지 14시기와 복토깊이 25 mm와 50 mm 2수준으로 달리한 건답직파조건에서 품종 간 입모율에 대한 유의한 차이로 품종의 표현형특성을 평가하였다

. 표 3에서와 같이 복토깊이를 25 mm로 3월 17일부터 6월 25일까지 7 파종시기에서 각 시기별 대비품종들의 평균적인 입모율은 9.2-75.2%로 나타나 품종 간 변이가 매우 큰 편이었다 이 가운데서도 4월12일 파종에서 가장 낮았고 6월 10일 파종에서 가장 높았다. 그리고 50 mm 복토깊이로 7월 8일부터 9월 2일까지 7 파종시기별로는 6.4-75.2%의 변이로 7월15일 파종에서 가장 낮았고 9월 2일 파종에서 가장 높았다

Yamauchi 등(1994b)이 수행한 직파적성 평가 검증방법에서 비교적 동일한 Source의 종자가 직파조건에 대한 적응성 차이가 항상 있을지라도 시험에 따라서 입모의 변이가 크게 나타났다. 그들의 결과에서 직파적용성이 낮은 IR50은 2-25%, 적응성 품종인 Taothabi는 22-83%로 큰 변이를 보인 것은 파종시기에 따른 계절적 변화와 관련하여 토양의 생물학적, 미생물학적인 환경의 변화에 기인될 것으로 추정되었다 이러한 파종시기별 입모율의 큰 변이는 여러 가지 요인의 복합적인 영향이 있겠으나 파종시기별 시험기간 중의 일사량, 기온 및 강우량 등의 기상요인과의 단순상관을 검토해 본 결과 유의성은 인정되지 않았다(Table 4)

파종시기별 대비품종들의 입모율에 대한 품종 간 유의차를 평균적으로 보면 입모율이 높았던 ASD1 품종과 낮았던 Moroberekan 품종과는 모든 파종시기에서 유의한 차이를 보여 직파적성에 대한 품종의 유전적 차이가 명확하게 구분되었다 그러나 나머지품종들은 파종시기에 따라 입모율의 유의차

Table 3. Statistical significance of the seedling establishment of eight check varieties under the different seeding dates in dry seeding.

Variety	Seedling date under 25mm seedling depth							Mean
	Mar. 17	Apr. 5	Apr. 12	May 4	May 27	June 10	June 25	
IR 50	23.53ab	47.01a	35.30a	77.95a	60.30a	95.59a	95.59a	62.18
IR 72	14.71ab	26.47abc	0b	77.94a	30.88bc	83.83ab	80.89ab	44.96
Moroberekan	1.47b	13.24bc	2.94b	27.94c	5.88c	64.71bc	36.76c	21.85
Dula	10.29ab	1.47c	1.47b	64.71ab	10.29bc	44.12c	73.53ab	29.41
Uplir1-5	13.29ab	5.88bc	0b	64.71ab	29.41bc	69.12abc	79.41ab	37.40
ASD 1	26.47ab	30.88ab	29.41a	69.12ab	36.76ab	91.18ab	95.59a	54.20
Taothabi	32.35a	13.24bc	1.47b	60.30ab	14.71bc	66.18bc	61.77b	35.72
CO 25	4.41ab	11.77bc	2.94b	47.01bc	17.65bc	86.77ab	73.53ab	34.87
Mean	15.82	18.75	9.19	61.21	25.74	75.19	74.63	40.07

Variety	Seedling date under 50mm seedling depth							Mean
	July 8	July 15	Aug. 5	Aug. 12	Aug. 19	Aug. 26	Sept. 2	
IR 50	16.18b	10.30a	60.29ab	22.06a	25.00ab	33.82ab	42.65b	46.11
IR 72	1.47b	11.78a	26.47cd	22.06a	10.30ab	39.71ab	52.94ab	34.24
Moroberekan	1.47b	0b	10.29d	2.94b	5.88ab	16.18b	10.29c	14.29
Dula	0b	4.43a	26.47cd	0b	1.47b	16.18b	55.88ab	22.16
Uplir1-5	1.47b	5.90a	30.88cd	13.23a	1.47b	19.12ab	61.77a	28.26
ASD 1	55.88a	10.30a	83.82a	26.47a	30.88a	45.59a	77.94a	50.74
Taothabi	4.41b	7.30a	38.24bc	7.35a	8.82ab	33.83ab	47.06b	28.36
CO 25	7.35b	1.48b	10.29d	2.94b	1.47b	13.24b	58.82ab	24.26
Mean	11.03	6.44	9.19	12.13	10.66	27.21	50.92	31.05

Table 4. Coefficients of simple linear correlation between the seedling establishment of eight check varieties and climatic condition under different seeding dates with 25 and 50mm seeding depths in dry seeding

Items	Ir(KJ)	Temp.(C)			Prec.(mm)
		Min.	Max.	Mean	
Seedling emergence under 25mm seeding depth	-0.62687ns	0.08904ns	0.32288ns	0.17990	0.27901ns
Seedling emergence under 50mm seeding depth	-0.01234ns	0.06557ns	-0.34245ns	-0.09528	-0.20582ns

가 상이하여 직파조건에 따른 품종들의 입모 반응이 다양함을 알 수 있었다. 특히 Yamauchi 등(1993a, b, c, d)은 답수직파나 건답직파, 복토깊이, 수심, 벧짚시용량, N₂와 산소공급 등의 다양한 입모불량환경조건에서 ASD1, Taothabi, CO25 품종들이 저항성이었으나 답수산파, 포장조건외 포화토양상태(Yamauchi *et al.*, 1993c)에서는 품종간의 차이를 구분할 수 없었다. 또한 aging 처리(Yamauchi *et al.*, 1994a, b)에서는 ASD1과 IR50 품종은 저항성으로, Taothabi는 아주 약한 특성을 보였다. 한편 에틸렌처리(Yamauchi *et al.*, 1993b)에서 IR50과 IR72 품종은 저항성으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 본 시험에서 품종들의 직파조건에 따른 품종간 입모반응에서 IR50과 IR72가 Taothabi와 CO25 품종보다 대체로 여러 파종시기에서 저항성을 보여 이러한 결과와 일치되었다.

aging 처리에 대한 품종간 반응 차이는 종자의 활력과 관련되어 입모에 영향을 주게 되므로(Seetanun & De Datta, 1973; Sidique *et al.*, 1988) 직파적성 품종육성을 위한 교배모본 선정에 중요한 형질로 보여진다

따라서 여러 직파조건에서 공시된 품종들의 입모반응이 대체로 같은 경향으로 나타난 것으로 보아 직파적성을 평가할 수 있는 품종 간 차이는 구분할 수 있었다.

금후 직파조건에서 토양과 종자 및 식물체중 에틸렌생성이나 aging 처리효과 및 그 이외의 입모반응에 미치는 품종별 요인이 구명되어야 할 것으로 본다.

적 요

국제미작연구소(IRRI)의 IRGC와 INGER 유전자원에 대한 직파적성을 평가하기 위하여 다양한 직파조건으로 처리된 20개 시험에서 공통으로 공시된 대비품종군(8개 품종)의 직파조건에 대한 입모반응을 검토하여 품종들의 유전적 특성으로 평가하고자 시험한 결과를 요약하면;

1. 직파조건에 따른 입모율의 품종, 파종시기, 이들의 상호작용 및 모든 처리 간에 통계적인 유의성이 인정되었다
2. 직파양식, 복토깊이, 파종기 등의 직파조건별 대비품종군의 품종간 입모반응은 거의 같은 경향으로 나타나서 품종의 특성으로 분류할 수 있었다.

3. 직파조건에 따른 평균 입모율의 품종간 차이는 ASD1 > IR50 > IR72 > Taothabi > Uplm5 > CO25 > Dula > Moroberakan 순으로 높게 나타났다.

4. 건답직파(파종깊이 25 mm, 50 mm)에서 파종시기에 따른 입모율의 품종 간 차이는 ASD1과 Moroberakan 품종 간에는 모든 직파조건에서 유의한 차이를 보였으나 다른 품종들은 직파조건에 따라서 유의성 정도가 다소 상이하여 평균 입모율의 순서와 같은 경향이었다.

인용문헌

- Seetanun, W. and S. K. De Datta 1973. Grain yield, milling quality, and seed viability of rice as influenced by time of nitrogen application and time of harvest. *Agron. J.* 65 : 390-394
- Sidique, S. B., D. V. Seshu, and W. D. Pardee 1988. Rice cultivar variability in tolerance for accelerated aging of seed. *IRRI Res Pap. Ser.* 131
- Yamauchi, M., A. M. Aguilar, D. A. Vaughan, and D. V. Seshu 1993a. Rice (*Oryza sativa* L.) germplasm suitable for direct sowing under flooded soil surface. *Euphytica* 67 : 177-184
- Yamauchi, M., P. S. Herradura, and A. M. Aguilar. 1993b. Genotype differences in rice seedling postgermination growth under hypoxia. Collaborative project between the government of Japan and IRRI on the development of stabilization technology for rice double cropping in the tropics p. 1-25
- Yamauchi, M., P. V. Chuong, and A. M. Aguilar. 1993c. Genotype differences in rice seedling establishment in flooded soils. Collaborative project between the government of Japan and IRRI on the development of stabilization technology for rice double cropping in the tropics p. 1-30.
- Yamauchi, M. and T. Winn. 1993d. Rice cultivar in seed and seedling establishment under Hypoxia. Collaborative project between the government of Japan and IRRI on the development of stabilization technology for rice double cropping in the tropics p. 1-36.
- Yamauchi, M., D. V. Aragones, P. R. Casayuran, T. Winn, P. C. Borlagdan, G. R. Quick, A. M. Aguilar, R. T. Cruz, P. C. Sta Cruz, and C. A. Asis 1994b. Rice anaerobic direct seeding in the tropics. Paper to be presented at a workshop on "Constraints, opportunities, and innovations for wet-seeded rice", 31 May-3 June, 1994, Bangkok, Thailand. p. 1-20
- Yamauchi, M. 1994a. Rice direct seeding-development of anaerobic seeding technology in the tropics. Paper to be presented at a rice research seminar, IRRI, Nov. 1994 p. 1-17