

## 벼의 자동화 육묘에서 파종량이 묘생육 및 수량성에 미치는 영향

남문식\* · 권용삼\*\* · 김경민\*\*\* · 손재근\*\*\*†

\*경상북도 농업기술원, \*\*국립종자관리소, \*\*\*경북대학교 농학과

### Effect of Sowing Amount on Seedling Growth and Grain Yield of Automatic Seedling Raising Facility

Moon-Sik Nam\*, Yong-Sham Kwon\*\*, Kyung-Min Kim\*\*\*, and Jae-Keun Sohn\*\*\*†

\*Gyeongbuk Agricultural Technology Administration, Taegu 701-230, Korea

\*\*National Seed Management, Suwon 440-310, Korea

\*\*\*Department of Agronomy, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

**ABSTRACT :** The purpose of this study was to determine the optimum sowing amount for raising rice seedlings in automatic facility. Four levels of seeding amount, 200, 220, 250 and 300 g/tray were applied to compare the seedling characteristics according to seeding density. Sowing dates were fixed at May 10 for single cropping and June 10 for double cropping. The seedling height was taller as the increase of sowing amount from 200 g to 300 g/tray, however the seedling quality was decreased with increasing of seed density. At 40-50 days after transplanting, there was no significant difference in the plant height and tiller number among the rice seedling raised under different seeding densities. Grain yield of 15-day old seedlings transplanted at May 25 was not significantly different among four different levels of seeding amount. However, the yield of 10-day old seedling transplanted at June 20 was significantly higher in seeding density of 250 g/tray than that of 300 g/tray.

**Keywords :** rice, seedling characteristics, sowing density, automatic facility.

**우리나라에서** 벼농사의 기계화는 1960년대 초에 경운기가 보급되면서 시작되었고, 기계 이앙 재배에 관한 연구는 1970년대 동력 이앙기가 보급되면서 활성화되었다(오, 1999). 벼의 중묘 기계이앙 재배 기술이 개발·보급되면서 쌀 생산비는 크게 줄어들게 되었으나 육묘기간이 30~35일로 긴 관계로 뜰묘 및 입고병 방제, 육묘기간 동안에 기비와 추비 시용, 경화를 위한 통풍 관리, 채묘 등에 많은 노력이 소요되었다. 특히, 고온기의 중묘는 묘충실도가 불량하여 이앙 후 활착이 늦어지고 초기 생육도 부진하다는 것이 단점으로 지적되어왔다(윤 등,

1987).

1980년대 후반부터 농촌진흥청 작물시험장이 중심이 되어 육묘 관리에 소요되는 노동력을 절감시키기 위한 여러 가지 연구를 수행하여, 30일 이상의 중묘 육묘기간을 8~10일로 단축시켜 본답에 이앙하는 생력형 어린모 기계이앙법을 개발하여 1990년부터 농가에 보급하였다(작물시험장, 1992). 그리고 농촌진흥청(작물시험장)과 민간기업(한국마그넷)의 공동연구로 어린모를 짧은 기간에 대량으로 생산할 수 있는 어린모 자동화 육묘 기술도 개발되었다(작물시험장, 1994). 1990년대 후반에 개발 보급된 이 어린모 자동화 육묘기술은 중묘에 비해 육묘에 소요되는 노동력과 육묘비용을 대폭 절감시킬 수 있다는 장점이 있었지만 시설구조 및 육묘기술상의 문제점이 야기되면서 보급 초기에는 영농현장에서 그다지 큰 성과를 거두지 못하였다(오 등, 1993; 박, 1999). 그러나 경상북도 농정당국에서는 자동화 육묘시설의 시설 부담을 크게 한 유리철골구조를 비닐하우스로 대체하고 육묘기술상의 문제점도 부분적으로 보완한 벼 육묘공장을 1998년도에 도내 14개소에 설치 운영하면서 자동화 육묘 시설을 이용한 못자리 없는 벼농사 실천 방안을 제시하였다. 즉 2010년까지 경상북도 내에 230개소의 자동화 육묘시설을 설치하여 도내 전체 벼 재배면적의 33%에 해당하는 면적에 자동화 시설에서 육묘된 어린모를 이앙한다는 계획 아래 연차적으로 시설을 늘려가고 있으며, 2001년말 현재 도내 21개 시·군에 62개의 자동화 육묘 시설이 설치 운영되고 있는 실정이다(경상북도, 2000).

어린모를 이용한 기계이앙은 육묘일수가 8~10일로 짧고 10a당 육묘상자 수도 15~18개 밖에 소요되지 않기 때문에 육묘상자의 활용도도 높을 뿐만 아니라 비닐하우스 내에서 다단식 콘테이너를 설치하여 사용함으로써 육묘 공간을 입체적으로 활용할 수 있다는 등의 장점이 있다(작물시험장, 1994). 그러나, 어린모의 초장이 관행중묘에 비해 짧아 육묘시설에서의

†Corresponding author: (phone) +82-53-950-5711 (E-mail) jhsohn@bh.knu.ac.kr

<Received October 4, 2002>

육묘기간이 지역마다 상이하며, 밀집된 환경조건에서 육묘되는 관계로 세심한 주위를 기울이지 않으면 묘층실도가 나빠지고 불량묘 발생률이 높아지는 등의 문제점들이 적지 않게 야기되고 있는 실정이다. 그리고 상자당 파종량은 200 g으로 추천되어 있으나 이양 가능한 묘초장(10 cm)의 조기 확보를 위해 300 g/상자 이상으로 지나치게 밀파함으로써 묘소질 약화의 원인이 되기도 하고, 상자내 상토 깊이가 1.5~2.5 cm로 제한되어 있어서 뿌리의 자유로운 신장 또한 장애를 받게 되어 일정기간 이상 경과되면 뿌리의 노화 촉진으로 인한 황화묘나 뜸묘 발생의 원인이 되기도 한다.

따라서 본 연구에서는 벼 자동화 육묘시설에서 파종기별 알맞은 파종량을 선정하기 위하여, 어린묘의 생육특성을 조사 비교하고 파종량을 달리한 모의 생육특성 및 본답 이양 후의 생육 특성과 수량성 분석 등에 관한 실험을 수행하여 얻어진 결과를 보고하는 바이다.

**재료 및 방법**

본 실험은 '대산벼'를 공시품종으로 하여 2000년과 2001년 4월 하순부터 10월 상순까지 경상북도 안동 및 경산시 소재 벼 육묘시설과 경북대학교 농과대학 부속농장의 벼 시험포장에서 수행하였다. 공시품종의 종자는 스키치온 1,000배액에 24시간 소독한 후 자동최야기에서 30~35°C의 온도로 36시간동안 2~3 mm로 최야시켜 파종하였다. 상토는 시판 상토인 '부농상토 1호'를 사용하였으며, 복토 역시 '부농상토 1호'로 하였다. 실내온도가 30°C이고 습도가 70~80%인 출아실을 이용하여 3일간 출아시킨 모를 다단식 육묘 콘테이너에 치상하여 10~20일간 육묘하였다. 적정 파종량을 선정하기 위하여 상자당 파종량을 200, 220, 250 및 300 g/상자(60×30×1.5 cm)으로 하여 5월 10일과 6월 10일에 파종하고 10~20일간 육묘한 다음, 묘대일수별 묘초장, 엽수, 지상부 건물중 및 묘층실도를 조사하

였다. 본답 이양은 5월 25일과 6월 20일에 78 주/3.3 m<sup>2</sup>의 재식밀도로 기계이양하였다. 본답 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O = 12-9-11(kg/10a)로 하여 인산은 전량 기비로, 가리는 기비와 수비를 8:2의 비율로, 질소는 기비:분얼비:수비 = 5:3:2의 비율로 각각 분시하였으며 그 외의 포장관리는 일반관행재배법에 준하였다. 각각의 시험구에서 모의 생육특성은 품종 및 처리별로 20 개체씩 3반복으로 표본을 채취하여 조사하였고, 지상부 건물중은 뿌리와 종자부분을 제거한 다음 건조기에 넣어 40°C에서 1일, 80°C에서 3일간 건조시킨 후 개체당 무게를 측정하여 평균치를 구하였다. 또한 파종량에 따른 본답 이양 후의 초장과 분얼수의 변화를 알아보기 위하여 5월 10일 파종구는 6월 20일부터 1주일 간격으로, 6월 10일 파종구는 7월 11일부터 1주일간격으로 20주씩 2반복으로 초장과 경수를 조사하였다.

출수 45일 후에 처리별로 50주씩 3반복으로 수확하여 농사 시험연구 조사기준에 준하여 수량구성요소와 정조수량을 조사하였다. 통계처리는 SAS 8.0 프로그램을 이용하여 Duncan의 다중비교(Duncan's multiple range test ; DMRT)에 의해 처리평균들 상호간의 유의성을 검정하였다.

**결과 및 고찰**

파종기에 따른 적정 파종량을 선정하기 위하여 상자당 파종량을 200, 220, 250, 300 g으로 하여 5월 10일과 6월 10일 파종하여 파종기 및 파종량에 따른 묘초장, 엽수 및 건물중을 각각 조사한 바(Table 1), 5월 10일과 6월 10일 파종 모두 10일묘와 15일묘의 초장은 파종량이 증가할 수록 컸으며 그 증가폭은 5월 10일 파종구에서 큰 편이었다. 이 결과는 파종량이 적을 수록 초장이 컸다는 정 등(1996), 박(1982), 양 등(1998), 윤과 이(1978)의 보고와는 반대되는 경향이었는데, 이는 자연광 상태가 아닌 실내의 차광조건하에서 종자가 밀파되어 광부족으로 인한 모의 도장에서 비롯된 결과라고 생각된

**Table 1.** Changes of seedling height, number of leaves and top dry weight under the different sowing amount in automatic facility for raising seedling of rice.

Sowing date	Sowing amount	Seedling height (cm)		No. of leaves		Top dry weight (mg/seedling)		Top dry weight/seedling height (mg/cm)	
		10*	15	10	15	10	15	10	15
May 10	200	8.8 <sup>b**</sup>	5.1 <sup>b</sup>	2.2 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	8.1 <sup>a</sup>	8.2 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>
	220	9.5 <sup>ab</sup>	16.0 <sup>ab</sup>	2.2 <sup>a</sup>	2.9 <sup>a</sup>	7.7 <sup>b</sup>	7.0 <sup>b</sup>	0.81 <sup>ab</sup>	0.44 <sup>b</sup>
	250	9.8 <sup>ab</sup>	16.9 <sup>ab</sup>	2.2 <sup>a</sup>	2.8 <sup>a</sup>	7.2 <sup>c</sup>	6.9 <sup>b</sup>	0.73 <sup>bc</sup>	0.41 <sup>b</sup>
	300	12.0 <sup>a</sup>	19.1 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	2.7 <sup>a</sup>	7.0 <sup>c</sup>	7.2 <sup>b</sup>	0.69 <sup>c</sup>	0.39 <sup>b</sup>
Jun. 10	200	13.0 <sup>a</sup>	18.6 <sup>b</sup>	2.9 <sup>a</sup>	3.2 <sup>a</sup>	8.3 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.54 <sup>a</sup>
	220	14.4 <sup>a</sup>	18.9 <sup>b</sup>	2.9 <sup>a</sup>	3.2 <sup>a</sup>	7.6 <sup>ab</sup>	9.6 <sup>ab</sup>	0.53 <sup>ab</sup>	0.51 <sup>a</sup>
	250	14.5 <sup>a</sup>	19.5 <sup>ab</sup>	2.7 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	7.7 <sup>ab</sup>	8.6 <sup>b</sup>	0.53 <sup>ab</sup>	0.44 <sup>b</sup>
	300	14.7 <sup>a</sup>	20.8 <sup>a</sup>	2.5 <sup>a</sup>	2.7 <sup>a</sup>	6.5 <sup>b</sup>	8.5 <sup>b</sup>	0.44 <sup>b</sup>	0.41 <sup>b</sup>

\*Days after sowing, \*\*In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

다. 엽수는 5월 10일과 6월 10일 모두 200, 220 g 파종구는 각각  $2.2 \pm 0.2$ ,  $2.9 \pm 0.3$ 개로 같았으나 파종량이 증가할수록 다소 감소하였다. 이와 같은 경향은 박파할 수록 증가하였다는 김 등(1992)의 보고와 일치하였다. 건물중 역시 대체로 파종량이 증가할 수록 감소하였다. 묘층실도도 5월 10일 및 6월 10일 파종구 모두 파종량이 증가할수록 감소되었는데 10일묘의 경우는 5월 10일 파종구의 충실도가 6월 10일 파종에서 보다 양호한 것으로 나타났다. 6월 10일 파종된 10일묘의 경우 파종량이 200 g일 때의 묘층실도가 0.64인데 비해 300 g 파종구의 묘층실도는 0.44로 크게 낮아졌다. 이러한 결과는 파종량의 증가와 지상부 건물중과는 반비례적이라고 한 정 등(1996)과 양 등(1998)의 보고와 비슷한 경향으로 밀파시 초장의 신장은 빨라지나 건물중이 줄어들어 박파에 비해 묘층실도가 떨어지는 것으로 사료된다.

파종량에 따른 초장과 뿌리의 매트 형성정도를 살펴본 결과 5월 10일에 파종된 15일묘의 초장은 15~19 cm로 큰 차이가 없었고 매트 형성 또한 모든 파종량에서 양호하였다. 6월 10일 파종구 10일묘에서도 묘초장과 매트 형성정도는 파종량간에 큰 차이가 없이 양호하였다(Fig. 1). 한편, 모의 잎이 황변하는 황화현상은 파종량이 증가하고 육묘일수가 길어질수록 심하게 나타났다. 1모작인 5월 10일 파종에서도, 20일묘의 경우는 200 g 파종구에서도 잎이 황변되었고 특히 300 g 파종구에서는 황화현상이 심하게 나타났다(Fig. 2).

양 등(1998)은 벼 기계이앙육묘에서 파종량에 따른 근수를 조사한 결과 육묘일수가 진전됨에 따라 근수는 많아졌으나 200 g 파종구와 300 g 파종구 간에는 큰 차이가 없었으며 지상부 및 뿌리 건물중은 300 g 파종구에서 육묘기간 전체에 걸쳐 적은 경향이었다고 보고하였고, 또한 오 등(1993)은 상자당 파종량이 200~350 g의 범위에서 파종량이 많을 수록 뿌리

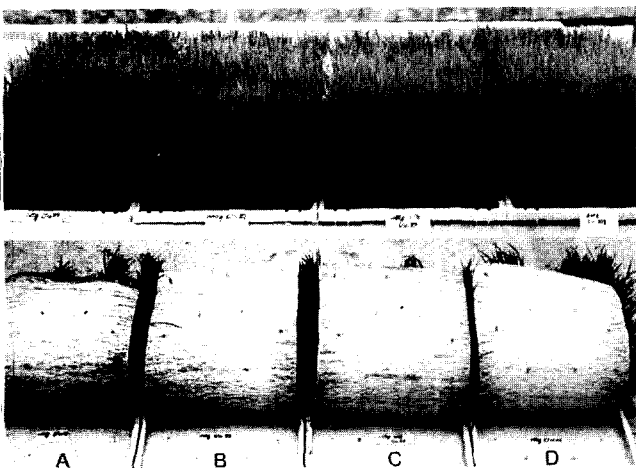


Fig. 1. Comparisons of seedling height and root intensity of 10-day old seedlings seeded at June 10 under the different sowing amounts in automatic facility. A : 200, B : 220, C : 250, D : 300 g/tray.

영킴 정도는 약간 빨라진다고 보고하여 파종량간 매트형성 정도면에서 본 연구의 결과와 일치하였다.

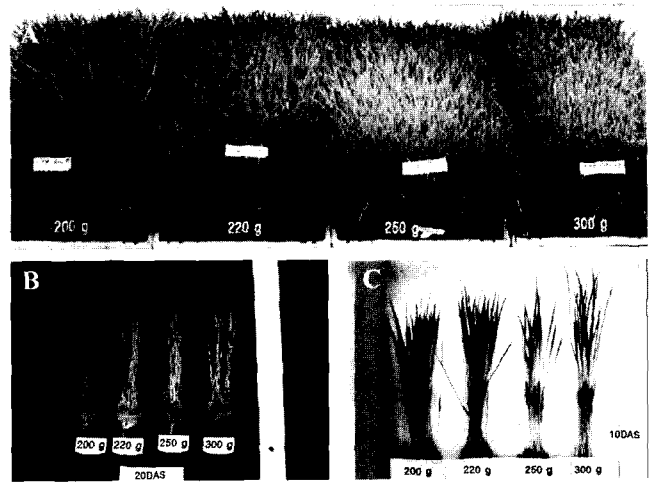


Fig. 2. Effect of sowing amount and seedling rearing period on discoloration of rice seedlings in automatic facility. A ; May 10(15DAS), B ; May 10(20DAS), C ; June 10 (10DAS).

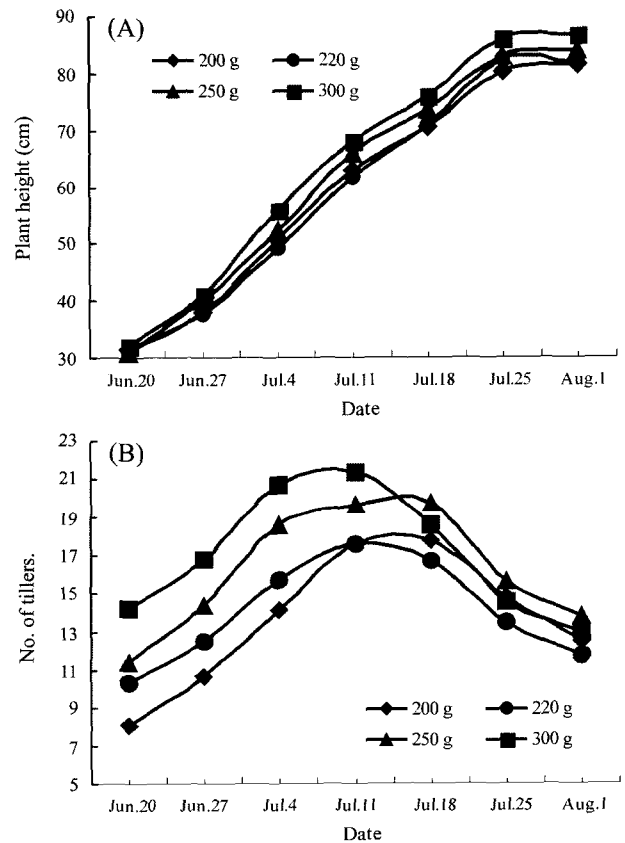


Fig. 3. Changes of plant height (A) and tiller number (B) after transplanting of 15-day old seedlings seeded with different seed amount at May 10.

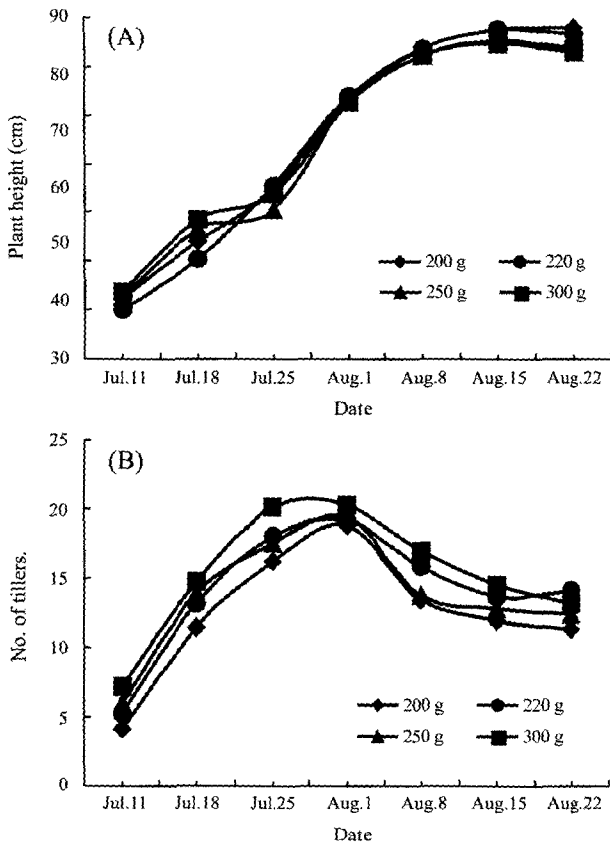


Fig. 4. Changes of plant height (A) and tiller number (B) after transplanting of 10-day old seedlings seeded with different seed amount at June 10.

파종량을 달리하여 육묘된 모를 본답에 이앙하고 생육특성을 비교하기 위하여 5월 10일 파종된 15일묘(5월 25일 이앙)와 6월 10일 파종구의 10일묘(6월 20일 이앙)를 각각 본답에 이앙하고 이앙기 및 파종량별 초장과 분얼수 변화를 시기별로 조사한 바, 초장의 경우는 파종량에 관계없이 이앙 후 일자가 경과될수록 증가하였는데, 5월 25일 이앙에서는 7월 25일까지

(Fig. 3의 A), 6월 20일 이앙구는 8월 초까지는 초장의 신장이 빨랐으나 그 이후는 점차 둔화되었다(Fig. 4의 A). 그러나 파종량간 초장의 신장에는 큰 차이가 없었다.

양 등(1998)은 이앙 후 파종량과 육묘일수에 따른 초장의 신장정도를 조사한 결과 6일묘에서는 상자당 220 g보다 300 g 파종구에서 모의 초장 증가량이 컸으나, 8일묘와 10일묘에서는 상자당 파종량을 달리하여도 파종량간 초장 차이는 없었다고 하였는데, 이는 파종량을 200 g에서 300 g으로 증가시켜도 본답에서의 초장 신장은 비슷한 양상을 나타낸 본 연구의 결과와 일치하였다.

분얼수에서는 5월 25일 이앙구의 경우는 7월 상순까지는 파종량간에 분얼수의 차이가 큰 편이었으나 그 이후는 파종량간 분얼수의 차가 줄어들어 성숙기에는 경수가 비슷한 경향이였다(Fig. 3의 B). 그리고 6월 20일 이앙구의 경우는 5월 25일 이앙구와는 달리 분얼수의 변화 양상이 파종량간에 유사한 양상을 보였다(Fig. 4의 B). 일반적으로 벼의 분얼수는 온도, 일조량, 재식밀도, 개식방법, 영양조건 등에 따라서 달라지며, 특히 단위면적당 이앙주수가 동일한 조건에서는 주당묘수를 일정수준 이상 증가시켜도 분얼수는 이에 비례해서 증가하지 않는 것으로 알려져 있다(이, 2001).

그리고 이앙기별 파종량에 따른 출수기는 5월 25일 이앙구에서는 8월 19일, 6월 20일 이앙구에서는 8월 30일로 파종량과 관계없이 일정하였으며, 간장은 5월 25일 이앙구에서는 파종량간에 큰 차이 없이 78~80 cm로 나타났고, 6월 20일 이앙구에서는 220 g 파종구에서 다소 큰 편이었으나 유의성은 인정되지 않았다(Table 2). 수장과 주당수수는 5월 20일과 6월 20일 이앙구에서 파종량간 유의성이 인정되지 않았다. 천립중은 두 이앙구 모두 파종량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈으며, 주당립수는 5월 25일 이앙구에서는 파종량간에 일정한 경향이 없이 200 g 파종구에서 가장 많았으며, 6월 20일 이앙구에서는 300 g 파종에서 수당립수가 가장 적었다. 등숙 비율은 파종량에 관계없이 비슷한 경향을 나타냈다. 이러한 결

Table 2. Yield and yield components of rice with different sowing amount in the automatic facility for raising seedlings.

Trans-planting date	Sowing amount (g/tray)	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of panicles /hill	1000-grain weight (g)	No. of grains /panicle	Ratio of ripened grains (%)	Yield of unhulled rice* (kg/10a)
May 25	200	Aug. 19	78 <sup>a</sup>	19.0 <sup>a</sup>	12.0 <sup>a</sup>	25.3 <sup>a</sup>	111 <sup>a</sup>	88.0 <sup>a</sup>	699 <sup>a</sup>
	220	Aug. 19	77 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>	13.0 <sup>a</sup>	25.0 <sup>a</sup>	98 <sup>b</sup>	90.0 <sup>a</sup>	672 <sup>ab</sup>
	250	Aug. 19	79 <sup>a</sup>	21.0 <sup>a</sup>	13.0 <sup>a</sup>	24.8 <sup>ab</sup>	101 <sup>ab</sup>	90.0 <sup>a</sup>	677 <sup>a</sup>
	300	Aug. 19	80 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>	12.0 <sup>a</sup>	24.2 <sup>b</sup>	105 <sup>ab</sup>	92.0 <sup>a</sup>	647 <sup>b</sup>
Jun. 20	200	Aug. 30	73 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>	13.0 <sup>a</sup>	25.2 <sup>a</sup>	92 <sup>ab</sup>	90.0 <sup>a</sup>	627 <sup>a</sup>
	220	Aug. 30	75 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>	12.0 <sup>a</sup>	24.2 <sup>ab</sup>	101 <sup>a</sup>	89.0 <sup>a</sup>	631 <sup>a</sup>
	250	Aug. 30	71 <sup>a</sup>	20.0 <sup>a</sup>	13.0 <sup>a</sup>	23.9 <sup>ab</sup>	101 <sup>a</sup>	90.0 <sup>a</sup>	664 <sup>a</sup>
	300	Aug. 30	70 <sup>a</sup>	19.0 <sup>a</sup>	14.0 <sup>a</sup>	23.3 <sup>b</sup>	83 <sup>b</sup>	89.0 <sup>a</sup>	560 <sup>b</sup>

\*Cultivar : 'Daesanbyeo'. <sup>a</sup>In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

과는 안 등(1990)이 파종량을 달리하여도 출수기, 간장, 수장, 등숙비율, 천립중에는 큰 차이가 없다고 보고한 결과와 생육 특성면에서 일치하였다.

또한 10 a당 정조수량은 5월 25일 이앙구의 경우 200 g 파종구가 699 kg으로 가장 많았고 300 g 파종구에서 647 kg으로 가장 적었고 200~250 g 파종구간에는 유의성이 없었다. 6월 20일 이앙구의 경우는 250 g 파종구가 664 kg으로 수량이 가장 많았고, 300 g 파종구에서 560 kg으로 가장 적었으며 250 g 파종구와 300 g 파종구간에는 유의성 있는 수량 차이를 나타내었다. 안 등(1990)은 기계이앙 상자파종에서 파종량에 따른 수량은 130 g 파종구의 416 kg/10a에 비해 200 g 파종구에서 9%, 그리고 260 g 파종구에서는 6% 증수되었다고 보고하였는데 본 연구에서도 5월 25일 이앙구의 경우 200 g 파종구의 수량이 가장 높아 안 등(1990)의 연구결과와 수량면에서 유사한 경향이였다.

이상에서와 같이 어린모 육묘에서 파종량에 따른 묘생육을 비교한 바 상자당 파종량이 200 g에서 300 g으로 증가함에 따라 묘출실도는 오히려 나빠지는 경향이였고, 본답 생육특성에서도 파종량간 뚜렷한 차이가 없었다. 그리고 수량성은 1모작인 5월 25일 이앙구에서는 200 g 파종구에서 가장 높았고, 2모작인 6월 10일 이앙구에는 200 g과 250 g 파종구간에는 유의성이 없었으나 300 g 파종구와 200~250 g 간에는 유의성이 나타나 자동화 시설을 이용한 어린모 육묘에서 조기 초장 확보를 위한 지나친 밀파는 묘생육을 저하시키고 수량을 감소시키는 원인이 되므로 파종기별 적정 파종량을 준수하여야 될 것으로 사료된다.

## 적 요

벼 자동화 육묘시설에서 파종기별 적정 파종량을 선정하기 위하여 실험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 파종기에 따른 묘특성은 상자당 파종량이 증가할수록 초장은 커지는 경향을 보였으나, 묘출실도는 감소하였다.
2. 이앙기별 파종량에 따른 본답 생육 특성은 파종기에 관계없이 파종량이 증가할수록 이앙 초기에는 초장은 커지고 분얼수는 증가하였으나 이앙 40~50일 이후부터는 파종량간에 큰

차이를 나타내지 않았다.

3. 파종량에 따른 수량성은 5월 25일 이앙구에서는 파종량간에 유의성이 없이 200 g 파종구에서 수량이 가장 높았으며, 2모작인 6월 20일 이앙의 경우는 200~250 g 파종까지는 유의성이 없었으나, 200~250 g 파종구와 300 g 파종구에서는 유의성 있는 차이를 보였다.

## 인용문헌

- 안명훈, 김기식, 한세기, 허범량, 김광호. 1990. 이앙기를 이용한 벼 직파방법과 파종기 및 파종량이 수량에 미치는 영향. 한작지 35(4) : 320-327.
- 정진일, 최민규, 김보경, 이선용. 1996. 보리 입종모 벼 파종시기 및 파종량이 생육과 수량에 미치는 영향. 한작지 42(2) : 223-229.
- 경상북도. 2000. 벼 육묘공장 대표자반 교재.
- 김용재, 신해용, 송동석, 장강련. 1988. 수도 기계이앙묘에서 파종량이 배유물질의 소모 및 묘소질에 미치는 영향. 한작지 33(2) : 146-156.
- 이종훈. 2001. 최신도작과학, 선진문화사, pp. 137-144.
- 작물시험장. 1992. 벼 어린모 기계이앙 재배기술.
- 작물시험장. 1994. 벼 어린모 자동육묘 시스템 개발 연구.
- 오윤진. 1999. 벼 재배연구 30년사. 화남 오윤진박사 정년퇴임 기념 발간추진위원회, pp. 60-64.
- 오윤하, 윤용대, 염원하, 박태식, 주경노, 김진영, 장홍우, 박성호, 박영찬, 김화성, 박해만, 윤성식. 1993. 벼 어린모 자동육묘 시스템 개발 연구. 작물시험장 : 128-129.
- 박창용. 1982. 파종밀도와 육묘기간이 수도상자묘의 생장과 소질에 미치는 영향, 충남대학교 석사학위논문.
- 박재중. 1999. 벼 육묘공장의 운영실태와 비용절감 효과분석, 경북 대학석사학위논문.
- 양운호, 김재현, 김제규, 이문희. 1998. 벼 기계이앙 육묘에서 파종 밀도 및 육묘기간에 따른 묘소질과 이앙 후 초기생육. 식작논문집(1) 40(2) : 70-75.
- 양원하, 윤용대, 송문태, 이문희, 임무상, 박래경. 1989. 벼 어린모(유묘) 기계이앙 재배연구. II. 육묘온도, 생육일수 및 배유양분 잔존량이 이앙후 초기생육에 미치는 영향. 한작지 34(4) : 434-439.
- 윤용대, 이종훈. 1978. 수도기계이앙 육묘에 관한 연구. 한작지 23(2) : 68-75.
- 윤용대, 오용비, 박석홍, 박래경, 광용호. 1987. 수도기계이앙 육묘에 관한 연구. 12. 기계이앙 묘령증가 방법에 관한 연구. 농시 논문집(작물) 29(1) : 57-67.