

## 남부 산간고냉지에서 담수표면직파 시기가 벼 생육 및 수량에 미치는 효과

김은석\* · 최진룡\*\* · 송근우\*

### Effects of Seeding Dates on Growth and Grain Yield of Direct Seeding Rice on Flooded Paddy Surface in Southern Alpine Area

Eun Seok Kim\*, Zhin Ryong Choe\*\* and Geun Woo Song\*

**ABSTRACT :** This experiment was conducted to find out an optimum direct seeding date for rice in the southern alpine area of Korea as direct seeding method being considered as the most labor-saving method. A cultivar which was sprouted, Keumobyeo, was sown on the surface of flooded paddy from April 25 to May 15 with 5-day interval. The growth characters such plant height, tiller numbers, yield and its components as well as air temperatures were observed. Earlier sowing showed longer plant height and greater tillers than later sowing. Accumulated temperatures in the different growth stages varied from 1,010 to 1,052°C during the period from seeding date to maximum tillering stage, and from 1,785 to 1,846°C during the period from seeding to heading dates. The growth of rice sown up to May 5 showed comparatively good when compared to that of machine-transplanted rice, even though the grain yield was not competitive to that of machine-transplanted rice. Highly negative correlation coefficients were found between accumulated temperature during the period of first 30 days after seeding dates and the number of panicles, the number of spikelets per square meter, and grain yield. Regression equation between direct seeding date(X) and yield(Y; MT/ha) was  $\hat{Y} = 3.80990 + 0.06207X - 0.00174 X^2$  ( $R^2=0.704^{**}$ ), from which optimum seeding date for direct seeding method in alpine area was estimated to be on April 25 to May 1.

**Key words :** Direct seeding method, Seeding date, Accumulate temperature, Alpine area, Yield.

우리나라 벼 농사는 '60년대 이후 경제개발에 의한 공업화, 도시화됨으로 인한 농촌노동력의 양 · 질적 저하와 임금의 상승으로 생산비를 증가시켜 대내외적으로 경쟁력이 크게 약화되었다. 이러한 상황하에서 벼농사의 가장 시급한 과제는 쌀 생산비를 절감시키는 것으로, 이것은 토지생산성과 노동생산성의 향상으로 이루어질 수 있을 것이

다. 토지생산성은 단위수량제고와 자재절감을 통하여 가능하나 노동생산성은 작업의 생력화인데, 벼 재배에서 가장 생력적인 방법은 직파재배로 알려져 있다. 이 방법은 기존의 이앙재배에서 행하는 육묘과정을 생략하고 볍씨를 본눈에 직접 파종하는 재배법으로, 이에 대한 연구가 '80년대 중반부터 본격적으로 진행되어 '95년에는 117천ha 재

\*慶尙南道 農村振興院(Gyeongnam Provincial RDA, Chinju 660-370, Korea)

\*\*慶尙大學校 農學科(Dep. of Agronomy, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea) <'97. 8. 1 接受>

배되었으며 점차 확대될 전망이다. 그러나 이 방법은 본는 생육기간이 이양재배 보다 길어 재배지역이나 파종시기가 제한적이기 때문에 현재 표고 200m이하의 평야지 및 중간지 1모작 지대를 중심으로 장려되고 있는데, 앞으로 표고가 높은 지역으로도 확대되어야 할 것이다.

일반적으로 표고가 높아질 수록 기온이 낮아지므로 벼의 생장가능기간이 짧다. 그래서 벼를 직파재배 할 경우 파종기를 빨리하면 입모나 초기생육이 나쁘고, 늦으지면 등숙이 더욱 문제가 된다. 따라서 직파재배를 하기 위해서는 파종기 결정이 중요하다. 파종기의 결정은 온도가 영향을 미치는데 *Japonica*벼는 최저 8°C에서도 발아율이 높은 품종이 많으나<sup>12,15)</sup>, 발아 최저온도는 10°C로 보고되고 있다<sup>9,21)</sup>. 한편 失嶋<sup>20)</sup>는 한냉지는 담수직파가 건답직파보다 유리하다고 하였으며, Washio<sup>19)</sup>는 담수직파재배는 파종시 수온이 15°C 이하로 되면 입묘가 나쁘지만 수온은 기온보다 3~4°C 높기 때문에 일평균기온이 11~12°C 되는 시기를 파종기 조한으로 하며, 13~15°C 이상이면 안전하다고 하였다<sup>11)</sup>. 산간고냉지에서 재배되는 품종은 저온에 강하고, 감온성인 조생종으로 후기 안전등숙을 위해서는 출수후 40일간의 실용적 등숙한계기온은 20°C이며<sup>12)</sup>, 이와 관련하여 Lee et al.<sup>6)</sup>은 남부산간고냉지 표고 450m인 운봉에서 어린모 기계이양 재배를 할 때 안전 출수 한계기를 8월 8일, 만한기는 8월 16일로 추정하였다. 또한 직파 파종기를 결정함에 있어서 Kwak<sup>5)</sup>은 만파할 수록 출수가 늦고 등숙불량이 우려되므로 강원도 원주에서 파종적기를 5월1일부터 5월10일까지로 보고하였다. 이와 같은 보고들로 미루어 볼 때 상당한 면적을 차지하면서 벼 생육가능기간이 짧은 남부산간고냉지에도 직파재배가 가능하리라 여겨지나 이에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 이 연구는 남부 산간고냉지에서 벼 직파재배 가능성을 검토하기 위하여 담수표면직파시기에 따른 생육특성과 이와 관련한 기온 및 수량 반응을 분석함으로써 파종 적기 결정의 기초자료를 얻고자 수행한 결과를 보고하는 바이다.

## 材料 및 方法

본 시험은 남부 산간고냉지 경남 함양군 서상면 해발 430m(동경 127°42', 북위 35°41')의 5월~9월 평균 기온이 18.3°C인 곳에서 1994년에 수행하였다. 일반계 조생종인 금오벼를 공시하여 파종시기를 4월 25일(일평균기온 8.5°C), 5월 1일(10°C), 5월 5일((11°C), 5월 10일(12°C), 5월 15일(13°C)로 달리 하였다. 파종량은 건종자로 10a당 5kg을 1~2mm정도 죄아시켜 휴폭 30cm, 파폭 15cm로 담수표면직파 하였다. 시비량은 성분량으로 질소-인산-칼리를 10a당 11-12-13kg시용하였으며, 분시방법은 질소는 기비-5엽기-유수형성기에 40-30-30%로, 인산은 전량기비, 칼리는 기비-유수형성기에 70~30%로 하였다. 물관리는 파종후부터 담수를 하였고, 파종후 7일째부터 2일 간 눈그누기를 한 다음 담수하였으며, 파종후 30일부터는 간단관수 하였다. 잡초방제를 위하여 제초제는 10a당 파종후 9일에 Dimepiperate+Benzsulfuron-Methyl입제 3kg을 살포한 다음 파종후 41일째에 Bentazone액제 300ml를 처리하였다.

시험구 배치는 각 처리별 난피법 3반복으로 하였고, 본 직파재배와 비교하기 위하여 4월 10일에 상자당 130g을 파종하여 35일간 육묘한 후 5월 15일 기계이양재배(경남 표준 재배법)구를 설치하였다. 주요 조사내용은 입묘수(분열수), 초장, 수량구성요소 및 수량, 온도등 이었는데, 입묘수 및 분열수는 반복당 45×50cm를 3개소 설정, 파종후 30일부터 이 후 5일 간격으로 초장과 병행하여 출수기까지, 수량구성요소 및 수량은 관행 기계이양재배와 비교하기 위해서 농촌진흥청 농사시험연구조사기준<sup>14)</sup>에 따라 조사하였다. 또한 주요 단계별 적산온도와의 관계를 검토코자 시험지에서 간이기상관측를 하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 파종기에 따른 생육상황

산간고냉지에서 담수표면직파벼의 파종기에 따

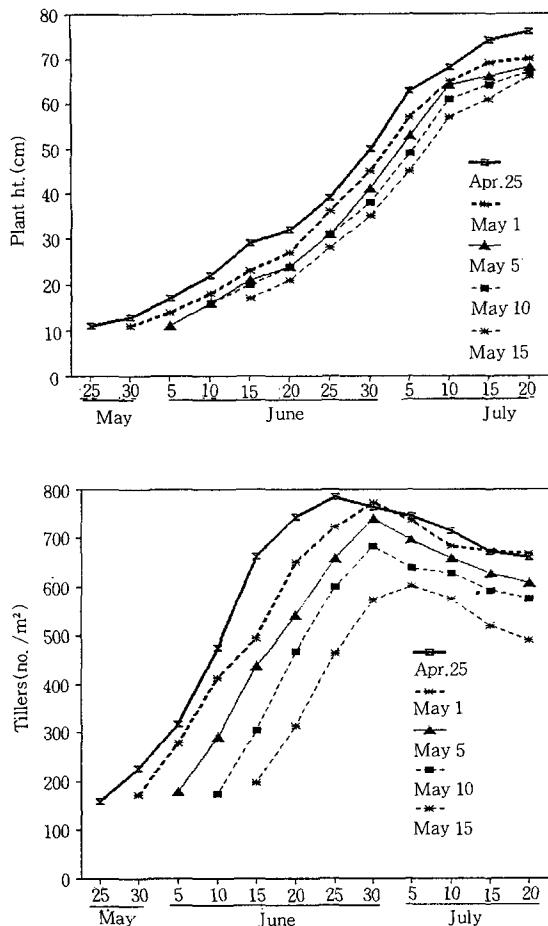


Fig. 1. Changes in plant height (above) and tillers (below) of rice as affected by different seeding date in the southern alpine area of Korea.

라 파종후 30일부터 초장 및 분蘖수의 경시적 변화는 그림 1과 같다. 초장을 보면 파종후 30일에는 파종기가 빠를수록 짧은 경향이었으나, 이 후 전생육기간에 걸쳐 긴상태로 유지되었다. 분蘖수 또한 파종후 30일에는 파종기가 빠를수록 적었고, 생육이 진전됨에 따라 증가속도는 더디었으나, 최고분蘖수는 4월 25일 파종이  $785/m^2$ 개로 가장 많았던 반면, 파종기가 가장 늦은 5월 15일 파종은  $602/m^2$ 개로 가장 적었다. 최고분蘖기 도달시기는 4월 25일 파종이 6월 25일경으로 가장 빨랐으며, 그 기간은 60일 정도 소요된데 비해, 5

월 15일 파종은 7월 5일로 가장 늦었으며 소요기간도 50일로서 파종기가 늦어질수록 최고분蘖기 도달일수가 짧아지는 경향이었다.

이상의 결과에서 파종기가 빠를수록 생육초기의 초장이 짧고 분蘖수가 적어지는 것은 온도가  $25^{\circ}\text{C}$ 까지 상승할수록 벼 생장이 촉진된다는 보고<sup>12)</sup>로 볼 때 늦게 파종한 것보다 저온하에서 생육되었기 때문이다. 그러나 생육이 진전됨에 따라 파종기가 빠를수록 초장이 길고 최고분蘖수가 많았던 것은 Lee et al.<sup>8)</sup>이 직파벼의 파종기가 늦어질수록 초장이 짧아진다고 한 것과 Kwak<sup>5)</sup>이 파종기가 늦어질수록 분蘖수가 증가, 감소하는 품종이 구분된다고 하였는데 본시험에서는 공시품종이 파종기가 빠를수록 분蘖을 할 수 있는 생장기간이 길었기 때문으로 생각된다<sup>17)</sup>. 그러므로 산간고냉지에서 감온성 품종의 벼를 재배할 때에 파종기가 늦어지면 영양생장기간이 단축되어 최적물질생산에 미달되는 것이 문제가 되므로 발아가 가능한 시기 내에서 파종을 빨리 하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

## 2. 생육단계별 적산온도와 출수반응

직파재배는 본논에 직접 파종을 하므로 이양재배에 비해 파종기가 늦어지는 것이 일반적이다. 산간고냉지는 파종기가 빠를수록 저온장해를 받기 쉬운 반면 파종기가 늦으면 영양생장기간이 단축되거나<sup>2)</sup> 출수기가 늦어져 안전등숙이 어려우므로 적정생육기간의 확보를 위해서 파종기 결정이 중요하다. 벼 재배에서 파종시기에 따라 생육기간중의 기온이 주요생육단계와 직접관련이 있는데, 이러한 결과를 도출하기 위하여 일 최고온도와 최저온도를 더하여 2로 나눈 다음 생육한계온도  $10^{\circ}\text{C}$ 를 뺀 값 즉, 유효생육적산온도(Growing degree days)를 이용할 수도 있으나<sup>3,7)</sup>, 보다 더 즉각적이고 간편한  $0^{\circ}\text{C}$ 이상의 온도를 합산한 적산온도를 산출하여<sup>1,16,21)</sup> 생육단계를 추정 또는 파종기 결정에 이용할 수 있다. 따라서 산간고냉지에서 직파벼의 파종기 이동에 따른 주요생육단계별 적산온도와 출수기를 보면 표 1과 같다. 파종후 30일간의 적산온도는  $457\sim 553^{\circ}\text{C}$ 였는데, 파종기가 늦어질수록 높아지는 경향이었다. 생육단

Table 1. Sum of temperatures during different growth stages of direct-seeding rice on flooded paddy surface

Seeding date	$\Sigma 30DAS^*$	$\Sigma S\text{-M-T}$	$\Sigma Mx\text{-H}$	HD	$\Sigma S\text{-H}$	$\Sigma S\text{-H-D}$	$\Sigma 40DAH$
	..... °C .....			date	°C	days	°C
Apr. 25	457	1,052	795	Jul. 27	1,846	93	853
May 1	459	1,030	795	29	1,825	89	845
5	528	1,042	772	Aug. 1	1,814	88	832
10	534	1,042	743	2	1,785	84	828
15	553	1,010	808	6	1,818	83	803

\*  $\Sigma 30DAS$ , Sum of temperature for 30 days after seeding date ;  $\Sigma S\text{-M-T}$ , Sum of temperature from seeding to maximum tillering stage ;  $\Sigma Mx\text{-H}$ , Sum of temperature from maximum tillering stage to heading date ; HD, Heading date :  $\Sigma S\text{-H}$ , Sum of temperature from seeding to heading date ;  $\Sigma S\text{-H-D}$ , Days from seeding to heading date ;  $\Sigma 40DAH$ , Sum of temperature for 40 days after heading date.

계별로는 파종에서 최고 분열기까지 1,010~1,052°C, 최고분열기에서 출수기까지 743~808°C, 파종에서 출수기까지는 1,785~1,846°C로 파종시 기간 비슷한 경향이었다. 파종기가 늦어질수록 파종후 30일간의 적산온도가 높아지는 것은 자연 기온의 상승 결과이고, 파종에서 최고분열기 및 출수기까지는 적산온도의 차이가 크지 않은 것은 Lee<sup>7)</sup>가 조생종일수록 유효적산온도의 변이폭이 폭이 적다고 한 것과, Son et al.<sup>16)</sup>이 품종별 년차간 적산온도가 거의 같다는 보고와 비슷한 경향이었다. 한편 출수기는 4월 25일 파종이 7월 27일로 가장 빨랐고 파종기가 늦어질수록 출수기가 늦어져 5월 15일 파종은 8월 6일이었으며, 이에 따른 출수소요일수는 파종기가 늦어짐에 따라 단축되는 경향이었다. 이러한 결과는 Kim et al.<sup>3)</sup>이 건답직파의 파종기 시험에서 파종기가 늦어질수록

출수기가 지연되었으며, 이와 관련한 출수소요일 수도 단축되었다는 보고<sup>1,5,8)</sup>와 비슷하였는데 본시험에서 공시품종이 파종기가 늦어져도 생장에 필요한 소요적산온도가 충족되었기 때문으로 생각된다.

### 3. 수량구성요소 및 수량

직파재배에서 파종시기는 생장뿐만 아니라 수량에도 영향을 미치는데 직파시기에 따른 수량구성요소 및 수량은 표 2와 같다. 간장은 대조구인 이양재배에 비해 5월 10일까지 파종에서는 비슷하였으나 5월 15일 파종은 짧아졌으며, 수장은 처리간 차이가 없는 것으로 측정되었다. 단위면적당 수수는 5월 5일 이전 파종에서는 대조구인 이양재배와 비슷하였으며 5월 10일 이후 파종은 유의적으로 적어졌다. 파종기가 늦어질수록 간장이 짧고

Table 2. Effect of seeding date on yield and its components of rice direct-seeded on flooded paddy surface

Seeding date	Culm length	Panicle length	No. of panicles	No. of spikelets $\times 1,000$	Ripened grain ratio	1,000-grain wt.	Yield
	..... cm	.....	.....	..... $m^{-2}$ .....	%	g	MT /ha
Apr. 25	74 <sup>a+</sup>	18 <sup>a</sup>	454 <sup>a</sup>	29.2 <sup>b</sup>	71.6 <sup>bc</sup>	20.5 <sup>a</sup>	4.31 <sup>bc</sup>
May 1	73 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	464 <sup>a</sup>	29.0 <sup>b</sup>	76.3 <sup>b</sup>	20.4 <sup>a</sup>	4.48 <sup>b</sup>
5	72 <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>	432 <sup>a</sup>	26.4 <sup>c</sup>	70.6 <sup>c</sup>	20.3 <sup>a</sup>	4.19 <sup>c</sup>
10	69 <sup>b</sup>	18 <sup>a</sup>	392 <sup>b</sup>	26.0 <sup>c</sup>	68.3 <sup>c</sup>	20.0 <sup>a</sup>	4.12 <sup>c</sup>
15	65 <sup>c</sup>	19 <sup>a</sup>	387 <sup>b</sup>	25.9 <sup>c</sup>	68.9 <sup>c</sup>	20.2 <sup>a</sup>	3.88 <sup>d</sup>
Control*	71 <sup>ab</sup>	19 <sup>a</sup>	453 <sup>a</sup>	31.3 <sup>a</sup>	86.8 <sup>a</sup>	20.1 <sup>a</sup>	4.82 <sup>a</sup>

\* Machine-transplanted with 35-days seedlings on May 15, + DMRT, 5%

Table 3. Correlation coefficients between yield, its components and sum of temperatures during different growth periods

Sum of temperatures	No. of panicles /m <sup>2</sup>	No. of spikelets /m <sup>2</sup>	Ripened grain ratio	1,000-grain wt.	Yield
30 day period after sowing	-0.812**	-0.791**	-0.443**	-0.053	-0.667**
From seeding to maximum tillering stage	0.369	0.101	-0.005	0.129	0.328
From seeding to heading date	0.651**	0.449	0.315	-0.406	0.297
40 day period after heading date	0.812**	0.669	0.465	0.206	0.803**

\*\* Significant at the 0.01 probability.

이삭수가 적어지는 것은 늦게 파종할수록 감온성인 공시품종이 파종기 이동에 따른 영양생장기간의 차이에서 비롯된 것으로 보이고<sup>5,11)</sup> 한편으로 Park et al.<sup>13)</sup>이 전답직파 파종기 시험에서 만파할수록 충분한 영양생장을 하지 못한다는 보고와 유사하였다.

단위면적당 입수는 이앙재배에 비해 직파구 모두 적었으며, 직파처리간에는 5월 1일이전 파종이 그후 파종보다 많았는데 이러한 차이는 지상부 생육량과 이삭수가 관련성이 높은 것으로 추측된다<sup>18)</sup>. 등숙율은 이앙재배의 86.8%보다 직파재배에서 모두 낮았는데, 그중에서 5월 1일 파종이 76.3%로 가장 높았다. Nagamine & Wada<sup>10)</sup>는 직파품종의 수량 안정성은 등숙율이 강하게 지배된다고 하였는데, 본시험에서 등숙율이 이앙재배에 보다 낮은 것은 담수표면직파벼의 분蘖절위가 낮고 고차분蘖이 많으며 상대적으로 뿌리가 발생할 수 있는 간기부가 짧아 상충근 비율이 많은 것이<sup>4,18,19)</sup>. 산간고랭지의 냉수 유입에 의한 뿌리기능의 저하가 등숙율을 낮게 한 것으로 생각되며 금후 직파벼의 등숙율 향상 연구가 이루어져야 할 것이다. 파종시기에 따른 수량은 이앙재배보다 직파재배에서 적었으며 5월 1일 파종에서 이앙재배의 93%수준인 4.48MT/ha으로 다른 파종기에 비해 많았던 반면 5월 15일 파종은 3.88MT/ha으로 가장 적어서 늦게 파종할수록 감소되는 경향이었다. 따라서 출아(立毛)와 초기 생육이 가능한 기간내에서 파종이 빠를수록 충분한 영양생장기간이 확보됨으로 수량구성요인들이 향상되고 따

라서 수량도 증대될 것으로 생각되었다.

직파시기의 차이에 따라 나타난 벼 생육단계별로 계산된 적산온도와 수량구성요소 및 수량과의 관계는 표 3과 같다. 파종후 30일간의 적산온도와 단위면적당 이삭수, 입수 및 수량과는 부의 상관으로 나타났으나, 출수후 40일간의 적산온도와 수량은 정의 상관이 이루어졌는데, 이러한 결과는 산간고랭지에서 파종기가 늦어짐에 따라 수량구성요인들이 나빠져 수량이 감소되며, 수량은 수량구성요인의 이삭수가 관련성이 더 커진 것으로<sup>1)</sup> 해석되므로 적정 수수 확보가 중요하다. 이삭수는 여러 가지 요인이 영향을 미치나 파종기도 관련성이 높으며 따라서 수량도 변하는데, 본 시험에서 담수표면직파 재배의 파종기에 따른 수량과의 변화를 분석하면 그림 2와 같다.

수량(Y)과 4월 10일 이앙재배 파종일을 기준으로하여 직파한 일수(X)간에는 회귀식  $\hat{Y}(\text{MT}/\text{ha}) = 3.80990 + 0.06207X - 0.00174X^2 (R^2 = 0.704**)$ 으로 분석되었다. 이러한 회귀식으로 추정되는 파종적기는 4월 25일에서 5월 1일까지 이었다.

이상의 결과를 요약하면 남부 산간고랭지에서 직파재배를 할 경우, 감온성인 조생종은 생육에 필요한 적산온도는 큰 변화가 없으므로 입모와 초기 생육이 가능한 기간 내에서 파종기를 빨리 할 수록 수량구성요인이 향상되어 수량이 많았으며, 이앙재배 수량에는 미치지 못했으나 생력화를 고려하면 실행 가능성은 있을 것으로 생각되며, 앞으로 수량구성요인 향상 및 적응 품종에 대한 연

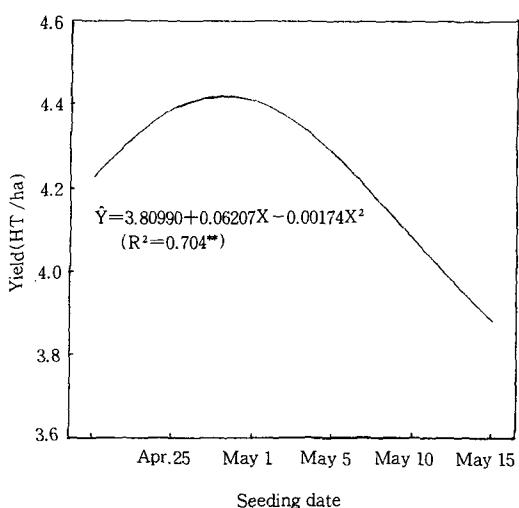


Fig. 2. A relationship between yield and seeding date of direct-seeding rice on flooded paddy surface.

구가 계속 이루어져야 할 것이다.

### 概 要

벼의 유효생육기간이 짧은 남부 산간고냉지에서 직파재배를 위한 기초자료를 얻고자, 경남 함양(해발 430m)에서 조생종인 금오벼를 공시하여 1994년 4월 25일부터 5월 15일까지 담수표면 직파 시기를 달리하여 생육특성과 수량반응을 검토한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 직파시기가 빠를수록 벼의 초기생육은 더디었으나, 생육이 진전됨에 따라 초장이 크고, 최고분蘖수가 많았다.
- 파종후 30일간의 적산온도는 파종기가 늦어질수록 높아졌고, 파종에서 최고분蘖기까지의 적산온도는 1,010~1,052°C, 출수기까지는 1,785~1,846°C로 파종시기간에 비슷하였으며, 출수 소요일수는 파종기가 늦으질수록 짧았다.
- 파종시기에 따른 간장 및 단위면적당 수수는 4월 25일부터 5월 5일까지 직파는 이앙재배와 비슷하였으며, 등숙율은 이앙재배의 86.8%보

다 직파재배구에서 낮았는데, 그 중에서 5월 1일 파종구가 76.3%로 가장 높았다.

- 파종후 30일간 적산온도와 수수, 이삭수, 수량간에는 부의 상관이 이루어졌다.
- 파종기(X)와 쌀수량(Y)간에는  $\hat{Y} (\text{MT}/\text{ha}) = 3.80990 + 0.06207X - 0.00174X^2 (R^2 = 0.704^{**})$  의 관계가 성립하였는데, 적정 파종기는 4월 25일부터 5월 1일까지로 추정되었다.

### LITERATURE CITED

- An M.H, Kim K.S, Han S.K, Huh B.L and Kim, K. H 1990. Effects of seeding methods, dates and rates on grain yield in direct seeding of rice with transplanter. Korean J. Crop Sci. 35(4) : 320-327.
- Choi S. K, Lee K. S, Choi D. U and Son S. G, 1987. Heading response of very early varieties on early and late planting in the southern plains. Res. Rept. RDA (crop) 29(1) : 106-118.
- Kim S. K, Lee S. P, Lee W. H, Lee K. S and Choi B. S, 1992. Growth and yield of direct seeded rice in different seeding dates. Korean J. Crop Sci. 37(5) : 442-448.
- Kustani A, Amano T, Sasaki U and Kobayashi S. 1986. Studies on ripening of rice varieties grown under low temperature. II. Contribution of root system to ripening. Japanese J. Crop Sci. 55(3) : 321-326.
- Kwak T. S. 1993. Environmental mechanism on seeding stage and ripening period in labour saving-direct sowing rice culture. Korean J. Crop Sci. 37(6) : 541-549.
- Lee D. J, Shim I. S, Seo J. H, Cho K. J and Chae J. C. 1994. Growth and grain yield of infant seedling in rice as affected by different transplanting date in sou-

- thern alpine area. RDA. J. Agri. Sci. 36(1) : 1-7.
7. Lee S. S. 1983. Utilization of growing degree days as an index of growth duration of rice varieties. Korean J. Crop Sci. 28(2) : 173-183.
8. \_\_\_\_\_, Back J. H and Kim S. C. 1991. Performance of direct-seeded rice at different seeding dates. Korean J. Crop Sci. 36(2) : 154-159.
9. Lyons J. M. 1979. Low temperature stress in crop plants. Academic Press. Hawaii. 565p.
10. Nagamine T and Wada M. 1982. Adaptability of rice varieties for late culture of direct seeding on well-drained paddy field. Japanese J. Crop Sci. 51(2) : 190-195.
11. 中村喜彰. 1961. 低コスト增收の米作り湛水土壤中直播栽培. 社團法人家の光協會. 東京. 193p.
12. Nisiyama I. 1985. Physiology of cool-weather damage in rice plant. 北海道大學圖書刊行會. 札幌. 313p.
13. Park S. T, Kim S. C, Son Y, Lee S. K and Chung G. S. 1990. Studies on major cultivation methods for dry direct seeding of rice in Yeongnam area. Res. Rept. RDA(R) 32(2) : 18-38.
14. R.D.A. 1983. 農事試験研究調査基準 改訂 第1版. 453p.
15. 笹原健夫. 1989. 水稻種子の發芽特性と湛水直播稻作の課題 - 寒冷地における生育初期段階の問題点-農業および園藝 第64卷 第6 : 711-715.
16. Son Y, Kim S. C and Lee S. K. 1987. Possibility of the two rice cropping in a year in Yeongnam region. Res. Rept. RDA(crops), 29(1) : 74-80.
17. Song Y. J, Oh N. K and Hwang C. J. 1996. Growth and response of yield characters of dry seeded rice at different seeding dates in plains area. RDA. J. Agri. Sci. 38(2) : 20-31.
18. Terada M. 1985. Growth pattern of the rice plants cultured by the direct seeding in submerged paddy field system. 石川農試年報 13 : 17-38.
19. 鶴尾 養, 1981. 稲作全書 イネⅡ 栽培技術の基本. 農產漁村文化協會. 東京. 911p.
20. 矢嶋良太. 1972. 水稻直播栽培への考察. 農業および園藝 . 第47卷 第12號 : 1619-1623.
21. Yoshida S. 1981. Fundamentals of rice crop science. IRRI. Los Banos. Philippines. 269p.