

## 벼 乾畚畦立直播栽培에서 播種期에 따른 生育 및 收量

李錫淳\* · 白俊鎬\* · 金純哲\*\*

### Performance of direct-Seeded Rice at Different Seeding Dates

Suk Soon Lee\*, Jun Ho Back\* and Soon Chul Kim\*\*

**ABSTRACT** : A field experiment was conducted to know the feasibility of direct-seeded rice. Dry seeds of a Japonica type rice variety, Donghaebyeo, was sown from May 10 to June 20 at the 10-day intervals. The number of days from seeding to emergence decreased as planting date delayed ; 13, 12, 10, 9, and 7 days at May 10, May 20, May 30, and June 10 seedings, respectively. The number of maximum tillers per m<sup>2</sup> was about 700-800 at all the seeding dates and effective tiller ratio ranged 40-45%. The number of days from seeding to heading decreased as seeding date delayed ; from 97 days at May 10 planting to 71 days at June 20 planting. The cumulative effective temperature(mean air temperature-15°C) from seeding to heading was fairly constant having 870°C with 2.3% C.V. The number of panicles per unit area at June 10 planting was higher than that of other planting dates. Panicle length and the number of spikelets per panicle tended to decrease as seeding date delayed. The number of spikelets per unit area, 1000-grain weight, and grain yield were similar among the seeding dates except June 20 seeding. At the June 20 seeding the number of spikelets and grain yield were much lower, but 1000-grain weight was higher compared with other seeding dates. Grain fertility and percent ripened grains was similar among all seeding dates.

벼 直播재배의 소요노동시간은 기계화정도, 경작 규모, 기반조성 여건 등에 따라 다르다. 경작규모가 크고 대형기계를 쓰는 미국에서는 ha당 소요노동시간은 20-30시간인데<sup>1)</sup> 비해 일본의 경우 소형기계체계는 400-450시간, 중형기계체계는 150-250시간이 소요되며,<sup>2)</sup> 이것은 현재 우리나라 기계이앙재배에서 소요되는 650시간이나 일본 기계이앙재배의 480시간<sup>3)</sup> 보다는 노력이 많이 절감된다. 특히 우리나라의 벼 生産費 구성요소 중에서 노력비와 토지용역비가 차지하는 비율은 55%나 되며,<sup>4)</sup> 이들 요인은 미국에 비해 각각 12배나 높기 때문에 우선적으로 이들을 절감할 수 있는 直播재배기술을 개발하는 것이 국제 경쟁력을 향상시킬 수 있는 가장 빠른 길이라 생각된다.

직파재배에는 灌水직파와 乾畚직파가 있는데 담수직파는 뿌리가 깊게 뻗지 않아 도복하기 쉬우며, 도복할 경우 기계수확이 어렵고, 품질이 저하할 염려가 있다. 한편 연구중인 건담휴림직파재배는 종자를 땅속에 파종하므로 담수직파보다 도복의 위험이 적으며, 立苗率이 낮은 결점은 필요시에 골에 관개하여 立苗率을 높힐 수 있고, 제초제에 의한 제초가 가능하고, 파종작업을 기계화할 수 있어 유망한 재배방법이라고 생각되나 이에 관한 체계적인 연구가 없다. 그리고 직파재배에서 벼의 생육기간과 생육 및 수량성은 지금까지 많은 시험을 하여온 移秧재배와는 다를 것이므로 이에 알맞은 파종기를 구명하고자 본 시험을 실시하였다.

\* 嶺南大學校 農畜産大學 (College of Agri. and Animal Sci., Yeungnam Univ., Kyongsan 712-749, Korea)

\*\* 嶺南作物試驗場 (Yeongnam Crop Experiment Station, RDA, Milyang, Gyeongnam 627-130, Korea)

이 論文은 1990년도 文敎部 支援 學術振興財團의 自由公募課題 學術研究助成費에 依하여 研究되었음

< '91. 3. 15 接受 >

본 시험은 1989년 경북 경산의 영남대학교 농장에서 東海벼를 공시하여 5월 10일 부터 6월 20일까지 10일간격으로 5회 파종하였다. 파종방법은 정선된 건조 종자를 10a당 6kg수준으로 손으로 고르게 뿌린후 경운기 부착 보리휴립복토기를 이용하여 파폭 80cm 휴폭 30cm 간격으로 畦立擴散播 하였다.

비료는 질소, 인산, 칼리를 각각 16, 9, 11 kg/10a 수준으로 사용하였다. 질소는 基肥, 5엽기 追肥, 7엽기 追肥, 穗肥, 實肥를 각각 20%, 30%, 20%, 20%, 10%로 분시하였고, 인산과 칼리는 전량기비로 사용하였으며, 기비는 로타리 정지작업 직전에 사용하였다.

물 관리는 파종복토작업이 끝난 직후 播種床面の 80-90%높이로 1회 관수하고 이후 30-40일간은 인위적인 관수를 하지않고 발상태로 유지하였으며, 파종 30-40일후 벼가 6-7엽기에 도달하였을 때 이양답과 常時 灌水狀態로 관리하였다.

잡초방제는 복토직후 도랑 관수전에 butachlor/chlomethoxynil입제를 2kg/10a 수준으로 전면에 고루 살포하여 피, 바랭이와 같은 초기 발생 잡초를 방제하였고, 다시 파종 30-40일후 즉상시담수직전에 quinchlorac/bentazone 수화제를 300 kg/10a 수준으로 처리하여 화본과 잡초와 방동산이과 잡초를 방제하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였고, 생육, 수량, 수량구성 요소는 농촌진흥청 조사기준에 따라 조사하였다.

1. 播種期別 出芽生理

파종기에 따른 파종에서 출아까지의 소요일수, m<sup>2</sup> 당 입묘수, 파종후 10일간 일평균기온, 파종후 10일간 누적 강우량을 보면 표 1과 같다.

6월 10일 파종까지 파종이 지연될수록 출아소요일수가 점차로 감소하였으나, 입묘수는 차이가 없었다. 그러나 6월 20일 파종에서는 출아소요일수가 다시 10일로 길어졌고, 입묘수도 다른 파종기에서보다 낮았다. 이것은 5월 중에는 온도가 발아 적온보다 낮으므로 파종이 지연될수록 온도가 높아져 발아가 촉진되었지만 6월 20일 파종에서는 온도가 높아 발아의 제한요인이 되지 않은 반면 파종후 10일간 강우량이 223mm로써 고온과 과습에 의한 종자 부패 때문에 다른 파종기에 비하여 입묘율이 낮고 출아가 지연되었던 것으로 생각된다. 벼의 발아온도범위는 10-40℃ 이므로 <sup>11,17,19)</sup> 우리 나라 남부지방에서는 5월 중순에 파종하면 온도는 발아에 지장이 없는 듯하며, 파종에서 출아까지 소요일수는 반순별 평균기온이 10℃이면 30일, 13℃이면 20일, 15℃이면 15일 이라고 한 다른 보고와 비슷한 결과를 보였 다.<sup>3)</sup>

입묘수는 6월 20일 파종을 제외하면 파종기간에 차이가 없이 m<sup>2</sup> 당 119-129를 보인것은 5월 중의 온도가 발아적온도보다 낮아 발아속도는 지연되지만 발아율에는 영향을 미치지 않았고, 온도보다는 토양수분이 발아율에 영향을 미치는 듯하다. 본 시험에서는 파종후 상면의 80-90%까지 관수하였고, 강우도 충분하여 토양수분의 부족으로 인한 입묘율의 저하는 없었으며, 오히려 6월

Table 1. Number of days from seeding to seedling emergence, number of seedlings per m<sup>2</sup> of Donghaebyeo, daily mean air temperature, and cumulative rainfall for 10 days after seeding at 5 seeding dates.

Seeding date	No. of days seeding to emergence	No. of seedlings per m <sup>2</sup>	Daily mean air temp. (°C)	Cumulative rainfall (mm/10days)
May 10	13	128 a <sup>1</sup>	15.7	33
May 20	12	119 a	18.2	9
May 30	10	124 a	18.2	52
June 10	7	129 a	21.3	150
June 20	10	101 b	22.8	223

<sup>1</sup> ; Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

20일 파종에서는 과도한 토양수분 때문에 발아율이 낮아진 것으로 보인다. 乾畚直播할 때 비가 자주와서 과습하면 종자가 썩어 발아율이 낮으나 건담휴립직파에서는 도랑에 의한 排水가 되므로 적어도 파종후 10일간 150mm의 강우에는 입묘율에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다.

## 2. 草長 및 分蘖數의 變化

파종기에 따른 초장의 변화를 그림 1에서 보면, 草長은 전형적인 성장곡선 "S"자형의 성장을 하였다. 그리고 파종기가 늦어질수록 초장은 단축되었는데 이것은 충분한 영양생장기간을 갖지 못하는데 원인이 있는 것으로 생각된다.

한편 분얼수의 변화를 보면 그림 2와 같다. 분얼수의 증가속도는 파종기가 늦어질수록 빨랐으며, m<sup>2</sup> 당 최고분얼수는 6월 20일 파종기에서 약 800개로 가장 많았고, 그 외 파종구는 약 700

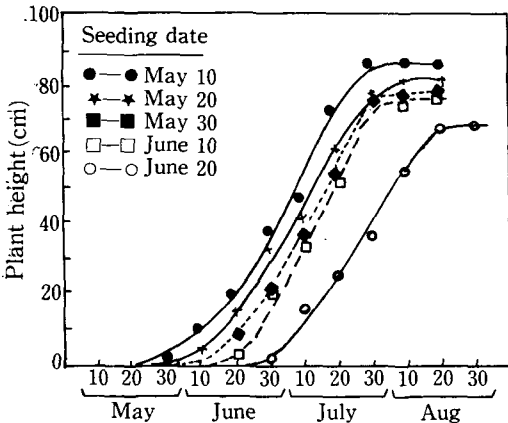


Fig. 1. Changes in plant height of Donghaebyeo at different seeding dates.

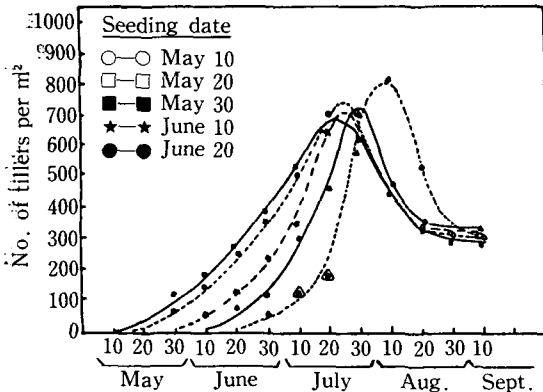


Fig. 2. Changes in the number of tillers per m<sup>2</sup> of Donghaebyeo at different seeding dates.

개 이었으며, 5월 10일 파종기에서 최고분얼수가 가장 적었다. 그리고 유효경 비율은 40-45%로서 이앙재배의 일반적인 유효경비율인 60-80%보다 더 낮았다. 이것은 다른 연구자들이 보고한 바와 같이 직파재배는 出芽후에 생육에 정체기가 없이 급격한 성장을 하고, 또 이앙재배는 제 1차 분얼의 발생절위가 제 5-9절인데 비하여 직파재배는 파종심도가 얇아 제 1차 분얼의 발생절위가 1-9절이어서 분얼력이 왕성하고, 제 2차, 제 3차 분얼의 발생도 많아 무효분얼이 많아지기 때문으로 보인다.<sup>1,3,6,7,12</sup> 따라서 앞으로 직파재배에서 有效莖 비율을 향상시키는 재배법을 확립하는 것이 안전다수확을 할 수 있는 요건으로 생각된다.

## 3. 出穗期 反應

파종에서 출수기까지의 소요일수를 그림 3에서 보면, 파종기가 늦어짐에 따라 적선적으로 단축되어 5월 10일 파종에서는 97일, 6월 20일 파종에서는 71일이 소요되었다. 그러나 출수까지 소요일수를 파종에서 출수기까지 일최고기온, 일평균기온, 일최저기온, 일평균 -10°C, 일평균기온 -15°C의 積算溫度로 나타내 보면 그림 4와 같

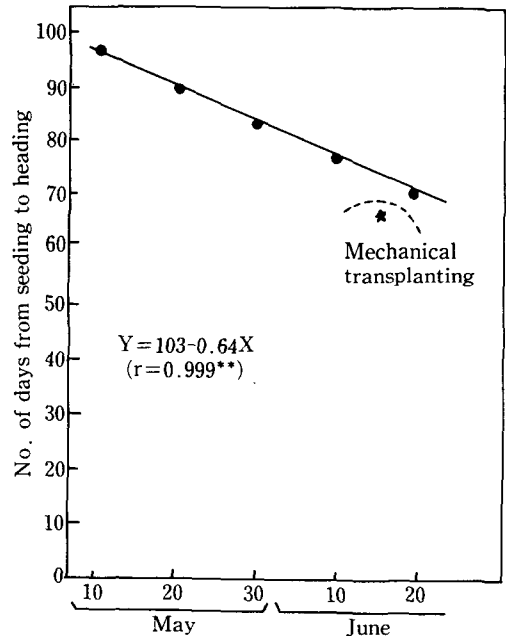


Fig. 3. Relationship between seeding date and number of days from seeding to heading of Donghaebyeo.

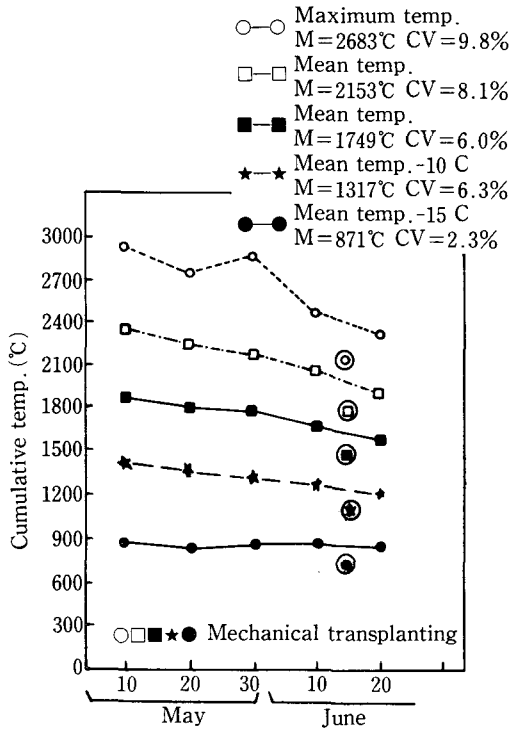


Fig. 4. Cumulative temperature from seeding to heading of Donghaebyeo at different seeding dates.

다. 적산온도 중에서 최저온도의 적산치가 평균기온이나 최고온도보다 파종기간에 변이계수가 낮아 (C.V.=6.0%) 출수기는 최저적산온도와 관계가 깊다는 것을 보여주었다. 그러나 일평균기온에서 일반적으로 알려진 벼 생육한계온도인 15°C<sup>10,11)</sup>를 뺀값을 적산할 경우 변이계수는 2.3%로서 파종기간에 거의 일정한 값을 보여 출수기 추정의 지표로 삼을 수 있을 것이다. 따라서 본 연구결과로 보아 직파재배에서 벼 출수는 평균기온에서 15°C를 뺀 유효적산온도가 약 870°C

전후에서 되는 것으로 볼 수 있으며, <sup>12)</sup>는 일본형 16개, 통일형 14개 품종을 6개 이상기에서 재배한 결과 출수기까지 유효적산온도는 기준온도를 12, 10, 8, 6°C로 하는 것보다 15°C로 하는 것이 파종기간에 변이를 줄일 수 있다고 하였다.

이상의 결과에 따르면 東海벼는 어느 지역에서든지 출수만한기에서 역산하여 평균기온에서 15°C를 뺀 유효적산온도의 값이 약 870°C가 되는 시기가 건담적파재배의 파종한계가 되므로 기상성적만 있으면 파종한계기를 추정할 수 있을 것으로 생각된다. 한편 품종에 따라 출수반응이 다르므로 생태형이 다른 품종들에 대한 출수반응도 검토되어야 할 것이다.

#### 4. 收量 및 數量構成要素

건담휴립직파재배에서 파종기에 따른 수량 및 수량구성요소를 보면 표 2와 같다.

단위면적당 수수는 6월 10일 파종기에서 가장 많았고 다른 파종기간에는 차이가 없었다. 입모율은 6월 20일 파종에서 낮았으나 파종기가 늦을수록 분얼증가속도가 빨랐고 특히 6월 20일파종에서는 최고분얼수도 가장 많았던 것으로 보아 (그림 2) 입모율이 낮아도 분얼수는 보상력이 아주 커서 穗數확보에는 큰 문제가 없고 따라서 적정파종량의 범위도 넓을 것으로 생각된다.

穗當穎花數와 穗長은 5월 10일에서 5월 30일 사이에서는 파종기간에 차이가 없었으나 그 이후에는 파종이 지연될수록 급격히 감소하였는데, 이것은 파종이 지연될수록 穗數가 증가되었기 때문으로 생각된다. 그러나 단위면적당 영화수는 6월 20일 파종에서 다른 파종기에서 보다 낮았는데 이것은 최고분얼수와 穗數는 많았으나 무효분얼이

Table 2. Yield and yield components of dry seeded Donghaebyeo at 5 seeding dates.

No. of Seeding date	No. of panicles per m <sup>2</sup>	No. of spikelets		Panicle length (cm)	Grain fertility (%)	Filled grains (%)	1000-grain wt (g)	Grain yield (kg/10a)
		m <sup>2</sup>	panicle					
May 10	246 b <sup>1</sup>	27,800 a	113 a	21.2 a	89 ns	78 ns	20.5 b	452 a
May 20	235 b	27,000 a	115 a	20.4 a	88	80	19.8 b	467 a
May 30	271 b	29,500 a	109 a	20.7 a	86	78	20.3 b	457 a
June 10	354 a	29,000 a	82 b	18.1 b	87	77	20.5 b	449 a
June 20	274 b	24,100 b	88 b	19.0 b	85	81	21.4 a	403 b

<sup>1</sup>: Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

많고 穗當穎花數가 적었기 때문으로 생각된다.

임실울과 등숙울은 파종기간에 차이가 없었는데 이것은 1990년도의 벼 출수 후 등숙기의 기상이 비교적 등숙에 유리하였고, 또한 공시된 품종인 東海벼의 생리적인 특성에 기인된 것으로 보인다. 현미 천립중의 경우 영화수가 적었던 6월 20일 파종기가 다른 파종기에서보다 천립중이 무거웠다.

백미수량은 5월 10일부터 6월 10일 파종까지는 10a당 450-470kg 범위로 파종기간에 차이가 없었으나 6월 20일 파종기는 다른 파종기에서보다 약 50kg정도 감수되었다.

건답직파방법 중에서도 특히 散播방법은 이양 재배에 비해 과도한 분얼수 증가로 단위면적당 수수는 많으나 수장이 짧아지고, 출기가 약하고 하엽고사가 많아 도복하기 쉽다. 그래서 도복이 발생하거나 후기등숙이 좋지 않을 경우에는 수량이 감소되며, 환경의 영향을 많이 받기 때문에 수량의 불안정화가 일반적인 단점으로 지적되고 있다.<sup>2,4,15,17,19,20</sup> 그래서 본 시험에서와 같이 등숙기의 기상이 좋아 도복이 발생하지 않거나, 도복 저항성 품종의 육성과 재배방법이 개발되어 후기 등숙만 잘 시켜준다면 단위면적당 穗數 및 穎花數 증가는 오히려 증수의 한 한 요인으로 이용할 수도 있을 것으로 생각된다.

## 摘 要

남부지방에서 벼 건답직파재배의 가능성과 파종시기에 따른 출아, 출수생태 및 수량성을 분석하기 위하여 동해벼를 1989년 5월 10일부터 6월 20일까지 10일 간격으로 파종하여 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 파종에서 출아까지 소요일수는 5월 10일 파종의 13일부터 6월 10일 파종의 7일 까지 파종기가 늦어질수록 감소하였으나 임묘율은 차이가 없었다. 그러나 6월 20일 파종에서는 파종후 10일 간의 223mm의 강우로 발아가 지연되고 임묘수도 다른 파종기에서보다 낮았다.
2. 초장은 파종기가 늦어질수록 단축되는 경향이었는데 6월 20일 파종에서는 초장이 더욱 작았다. 착곡분얼수는 m<sup>2</sup>당 700-800개로 유효경비율은 40-45% 이었다.
3. 출수는 파종기가 늦어질수록 지연되었다. 파

종에서 출수까지의 소요일수는 5월 10일 파종의 97일부터 6월 20일 파종의 71일까지 직선적으로 감소되었으나 유효적산온도(일평균기온 -15°C)로 보면 약 870°C로써(변이계수 2.3%) 파종기에 관계없이 일정한 값을 보였다.

4. 수장과 수당영화수는 파종기가 늦어질수록 감소되었다. 단위면적당 영화수와 백미수량은 6월 20일 파종기에서 다른 파종기에서보다 낮았다. 임실울과 등숙울은 모든 파종기간에 차이가 없었고, 현미 천립중은 6월 20일 파종기가 다른 파종기에서 보다 무거웠다.

## 引 用 文 獻

1. 當久保南. 1988. 岡山縣における水稲乾田直播と雜草防除. 植調 22(7) : 26-33.
2. 當久保南. 1989. 水稲不耕起直播栽培における麥わら被覆の雜草防除. 植調 23(1) : 13-18.
3. 鷲尾養. 1975. 直播栽培. 農事試驗場. 技 337-402.
4. 入江道南·田昌綱·後藤美明·吉村青生·和田學·長峰司·廣川文彦·江口久夫·金尾忠志. 1987. 溫暖地における直播水稲-麥の作付方式と技術の體系化. 中國農研報 1 : 15-49.
5. International Rice Research Institute. 1988. World rice statistics 1987. IRRI, Los Banos, Philippines.
6. 甲田齊. 1985. 水稲直播栽培に特性と大規模稻作經營の課題. 岡山農試研報 5 : 37-46.
7. 角田公正. 1983. 稻作コスト低減の指針. 全國農業協同中央會 309p.
8. 金剛權·任正男·郭龍鎬·金石東. 1990. 農畜產物 輸入開放에 따른 對應技術開發. '90 農業科學 심포지움 25-50. 韓國農業科學協會 11卷.
9. 李錫淳. 1983. Growing degree days를 利用한 水稲品種의 生育期間 測定方法과 利用. 韓作誌 28(2) : 173-183.
10. Munakata, K. 1976. Effects of temperature and light on the reproductive growth and ripening of rice. In Climate and Rice : 187-210. IRRI, Los Banos, Philippines.
11. Nishiyama, I. 1976. Effects of temperature on the vegetative growth of rice plants. In Climate and Rice : 159-186. IRRI, Los Banos, Philippines.

12. 農林水産部. 1990. 農林水産統計年報 487p.
13. 農村振興廳. 1990. 韓國의 農業主要指標. 農業經營資料 62號.
14. 農村振興廳. 1989. 主要作物作況試験報告書. 275p.
15. Singh, K.N. and H.C. Bhattacharyya. 1989. Direct-seeded rice. Mohan Pramlani for Oxford & IBH Pub. Co., New Delhi. 166p.
16. 西山岩男. 1985. イネの冷害生理學. 北海道大學 圖書刊行會. 313p.
17. 野山芳夫・吉澤孝之. 1976. 水稻の不耕起直播栽培に關する土壤肥料學的研究(第4報). 中國農試研 E 11 : 7-52.
18. Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. IRRI. Los Banos, Philippines. 269p.
19. 中村喜章. 1983. 湛水土壤中直播栽培. 家の光協會. 194p.
20. 増淵降一・下坪訓次・加藤明治, 中山正義. 1989. 農業研究 センタ 研究資料 第17報, 農林水産省農業研究 センタ. 98p.