

총체 벼의 직파시기에 따른 수량 및 사료가치 비교

김종근 · 정의수 · 이종경 · 임영철 · 윤세형 · 김맹중

Comparison of Yield and Quality of Direct-Seeded Whole Crop Rice

Jong Geun Kim, Eui Soo Chung, Joung Kyeong Lee, Young Chul Lim, Sei Hyung Yoon
and Meing Joong Kim

ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate the effect of direct seeding time on the yield and quality of whole crop rice at experimental field of Grassland and Forages Research Center, National Institute of Animal Science, RDA from 2005 to 2006. Whole crop rice variety, "Namil", was direct seeded at five different calendar date (25 April, 10 May, 25 May, 4 June and transplanted at 25 May). The heading date was delayed at late seeding date. Crude protein (CP) was increased with delayed direct seeding date. The content of ADF (acid detergent fiber) and NDF (neutral detergent fiber) increased with delayed seeding date. The average TDN (total digestible nutrient) content was 61.5% and it also decreased with delayed direct seeding date. The highest DM (dry matter) yield was seeded at 25 April and transplanted at 25 May, 15,185 and 15,815 kg/ha, respectively. Although delayed direct seeding date decrease the DM yield, mid-May will be recommendable as proper direct seeding date

(Key words : Whole crop rice, Quality, Yield, Direct-seeding)

I. 서 론

그동안 꾸준히 제기되어 온 벼 대체 작목에 대한 요구가 2008년도 국제 쌀 가격이 상승으로 주춤하고 있으나 또다시 쌀 생산 조절에 대한 필요성이 대두될 것으로 예상된다. 또한 식생활의 서구화로 인해 쌀의 소비량이 점차 줄어들고 있으며 수입쌀의 시장 유통량도 증가되는 점을 고려할 때 향후 벼 재배면적의 감소는 필연적으로 이행될 것으로 전망된다.

쌀 생산량 조절을 위해 논에서 벼를 대체할 작목의 개발이 요구되고 있으나 논이 갖는 특성 및 새로운 작물의 시장규모 등을 고려할 때

사료작물이 가장 적합할 것으로 판단이 되며 이중 총체 벼가 가장 이상적으로 평가되고 있다(김 등, 2004). 논에서의 총체 벼 재배는 양질의 조사료를 직접 생산하는 효과뿐만 아니라 이로 인해 연간 약 100만 톤의 수입 조사료를 어느 정도 대체할 수 있다. 또한 논이 갖는 다양한 공익적 기능(홍수조절, 수자원함량, 토양 유실방지, 이산화탄소 고정, 정서함양 등)을 유지할 수 있고 향후 통일을 대비하여 쌀 생산 기반을 유지할 수 있는 다양한 이점이 있다(농촌진흥청, 2002).

특히 최근의 국제 곡물가 상승에 따라 논을 지속적으로 유지해야할 필요성이 더욱 강조되

농촌진흥청 국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea)

Corresponding author : Jong Geun Kim, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 330-801, Korea

Tel: +82-41-580-6773, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: jonggk@rda.go.kr

고 있는 시점에서 벼 대체 작물로 총체 벼를 활용하여 언제든지 식량생산 기지로의 전환이 가능토록 하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

그동안 총체 벼의 재배 및 이용에 관한 연구는 농촌진흥청을 중심으로 일부 대학에서 수행이 되었다. 우리나라에서도 전용품종 “녹양”이 개발되어 일부 시범사업을 수행하는 농가를 대상으로 보급이 이루어지고 있다. 총체 벼의 재배는 생산비 절감을 위해 직파를 통한 재배와 함께 연간 조사료 생산을 위해 답리작과 연계되어야 한다. 벼 직파재배는 초기의 입모불안, 잡초발생, 적응품종의 개발 미흡 등으로 많은 문제점을 갖고 있지만(최 등, 1992; 김 등, 1990) 기계이앙에서 필요한 육묘과정과 이앙작업이 필요 없어 기존의 재배법에 비하여 작업시간을 약 40%, 경영비를 38%나 줄일 수 있는 획기적인 기술로 평가되고 있다(농촌진흥청, 1990; 1994).

논에서의 총체 벼 재배는 답리작과 연계되어야 하나 답리작으로 재배된 사료작물은 5월경에 수확이 되므로 4월 25일로 알려진 총체 벼의 직파적기를 맞추기가 어렵다. 따라서 본 연구는 총체 벼 재배시 답리작과 연계를 하기 위한 적정 직파시기를 찾기 위하여 수행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 포장시험

본 시험은 2005 및 2006년 2년간 충남 천안시 소재 국립축산과학원 조사료 포장에서 수행되었다. 시험 당시 우리나라에는 총체 벼 전용품종 개발이 되지 않아 작물과학원에서 사료용 총체 벼로 추천한 “남일벼”를 이용하였다. 직파 방법으로는 건답직파를 하였으며 각각의 직파시기는 4월 25일, 5월 10일, 5월 25일 및 6월 4일 등 5회로 하였으며 5월 25일의 이앙구를 대조구로 하여 비교하였다. 직파구의 파종량은 40 kg/ha를 30 cm 간격으로 조파하였으며 이앙

구는 4월 25일 육묘상자에 파종하고 5월 25일 30 × 15 cm 간격으로 손 이앙을 하였으며 시험구 면적은 3 × 4 m (12m²)로 난피법 3반복으로 수행하였다. 총체 벼 재배를 위한 시비량은 질소-인산-칼리를 각각 150-50-70 kg/ha로 하여 질소질 비료는 기비-새끼칠비료-이삭비료-알비료를 각각 50-20-20-10% 비율로 분시를 하였으며 인산은 전량을 기비로 사용하였으며 칼리는 기비-이삭비료를 70~30%로 분시하였다. 수량측정을 위해 총체 벼는 9월 15일에 일정면적을 수확하여 조사하였다. 녹색도, 내병성 등은 관행에 의거 달관 조사로 분석하였다.

2. 사료가치 분석

분석을 위한 시료는 수확당일 300~500g의 시료를 취하여 65℃ 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조시킨 후 건물함량을 구하였고 얻어진 시료는 전기믹서로 1차 분쇄 후 20 mesh mill로 다시 분쇄한 후 이중마개가 있는 플라스틱 시료통에 넣고 직사광선이 들지 않는 곳에 보관하여 분석에 이용하였다. 조단백질 함량은 AOAC (1995)법에 의거하여 분석하였고 NDF 및 ADF는 Goering 및 Van Soest법 (1970)에 따랐으며 통계처리는 SAS (1999) package program (ver. 6. 12)를 이용하여 분산분석을 실시하였으며 처리평균간 비교는 최소유의차 (LSD)를 이용하였다. TDN (total digestible nutrient)은 ADF 함량으로 추정하여 계산하였다 (TDN % = 88.9 - (0.79 × ADF)).

3. 잎, 줄기 및 정조비율 분석

수확당일 각 처리구당 5주의 식물체를 취하여 잎, 줄기 및 정조부분으로 나누어 65℃ 순환식 송풍 건조기 내에서 72시간 이상 건조시킨 후 각각의 건조무게를 측정하여 각각의 비율을 산출하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 직파시기에 따른 출현일, 출수기 및 녹색도

총체 벼의 직파가 출현일에 미치는 영향은 Table 1에서 보는 바와 같다. 출현에 소요되는 일수는 9~15일로 4월 25일 파종구에서 15일이 소요되었지만 5월 10일 이후는 10일 내외로 단축되었다. 직파시기에 따른 출수기는 파종이 늦어질수록 출수일이 지연되었으며 5월 25일 이앙구는 4월 25일 파종구와 비슷한 8월 초순이었으며 6월 4일 직파구는 8월 29일에 출수하는 것으로 나타났다.

한편 녹색도는 파종이 지연됨에 따라 높아지는 것으로 나타났으며 병충해는 직파시기에 따른 차이는 나타나지 않았다. Kwak (1993)은 강원도 지역에서 만파할수록 출수가 늦고 등숙불량이 우려된다고 하여 본 시험과 일치하는 결과를 보여주었으며 Kim 등 (1992)도 건답직파 파종기 시험에서 파종기가 늦어질수록 출수기가 지연된다고 하였다.

2. 직파시기에 따른 생육특성 및 수량

직파시기가 늦어짐에 따라 초장은 증가되는 경향을 보여 4월 25일 처리구에서는 101 cm 이었으나 6월 4일 파종구에서는 116 cm로 15 cm 가 증가되는 경향을 보여주었다. 일반적으로

파종이 늦을수록 초장이 짧아진다고 하였으나 본 시험에서는 초장이 큰 것으로 나타났다. 분얼수는 파종이 지연됨에 따라 줄어들었는데 이 역시 파종이 늦을 경우 기온이 높아 분얼생성이 줄어들 것으로 판단되었다. 한편 김 등 (1997)은 남부 산간고냉지에서 조생품종 “금요벼”를 4월 25일부터 5월 15일까지 5일간격으로 직파를 하였을 때 파종 후 30일까지는 파종기가 빠를수록 짧은 경향을 보였으나 이후 전생육기간에 걸쳐 긴상태로 유지되었으며 분얼수도 파종 후 30일에는 파종기가 빠를수록 적었지만 생육이 진전됨에 따라 증가속도가 더디어 최고 분얼수는 4월 25일 파종구가 가장 많았다고 하여 본 시험의 초장과는 상반되는 결과를 나타내었으며 분얼수는 비슷하였다.

총체 벼의 건물함량은 33.8~47.8%로 14% 정도의 차이가 생겼으며 4월 25일 직파구는 이앙구와 차이가 없었으나 5월 10일 이후 직파구는 이앙구에 비해 건물함량이 유의적으로 낮았다 ($p < 0.05$). 직파시기에 따른 총체 벼의 생초수량은 31~36톤/ha 내외로 처리간에는 유의성이 나타나지 않았으나 직파시기가 4월 25일 및 5월 10일구 보다 5월 25일 및 6월 4일구에서 높았다. 김 등 (1997)은 파종시기가 지연될수록 벼의 수량이 유의적으로 감소되었는데 이는 초기생육이 가능한 기간내에서 파종이 빠를수록 충분한 영양생장기간이 확보됨으로 수량구성 요인들이 향상되고 따라서 수량도 증가된다고

Table 1. Effect of seeding date on emergence date, heading date, greenish and disease resistance of whole crop rice

Treatment**	Emergence date	Heading date	Greenish*	Disease resistance*
DS 25 April	10 May	7 August	5	1
DS 10 May	20 May	14 August	4	1
DS 25 May	3 June	18 August	3	1
DS 4 June	14 June	29 August	2	1
TP 25 May	—	6 August	5	1

* 1 (good, dark)~9 (poor, light).

** DS : Direct seeding, TP : Transplanting.

하였다.

직파시기에 따른 건물수량은 생초수량과는 달리 유의적인 차이를 보였는데 4월 25일 직파구는 이앙구에 비해 차이를 보이지 않았으나 5월 10일 이후에 파종된 총체 벼는 이앙구에 비해 유의적으로 수량이 감소되었다. 따라서 전작물로 인해 총체 벼의 직파시기를 5월 10일~5월 25일로 볼때 이앙구에 비해 수량감소는 불가피하였으며, 이는 품종개발과 재배방법의 보완을 통해 개선해야 할 것으로 판단되었다.

3. 직파시기에 따른 사료가치 변화

조단백질 함량은 직파시기가 늦어짐에 따라

생육이 지연되어 증가되는 경향을 보였으며 ADF 및 NDF 함량은 파종시기가 늦을수록 증가되는 경향을 보였다. 김 등(1992)은 봄철 귀리의 파종기 시험에서 파종이 늦어짐에 따라 조단백질 함량이 증가하였고 ADF 및 NDF의 함량은 감소되었다고 보고하여 본 시험의 ADF 및 NDF 함량과는 다른 결과를 보여주었다. 그러나 김 등(1992)의 시험은 귀리를 출수기까지 재배를 하였고 본 시험은 총체 벼의 곡실로 전분질의 전이가 있는 후 수확한 성적으로 수확 시기간에는 차이가 있었다. 일반적으로 조사료는 생육기간이 길어지면 ADF 및 NDF 함량이 증가되는 경향을 보이나 알곡이 생긴 이후에는 알곡으로의 영양분 전이로 인해 ADF 및 NDF

Table 2. Effect of seeding date on the growth characteristics and yield of whole crop rice

Treatment	Plant height (cm)	Tiller (No./Plant)	DM (%)	Fresh matter yield (kg/ha)	DM yield (kg/ha)
DS 25 April	101	10.4	47.8	32,056	15,185
DS 10 May	105	8.5	42.8	31,306	13,245
DS 25 May	114	8.0	35.3	36,500	12,477
DS 4 June	116	6.7	33.8	36,111	11,846
TP 25 May	105	20.1	45.7	35,250	15,815
Mean	108	10.7	41.1	34,245	13,714
LSD(0.05)	—	—	2.1	NS	1,600

* NS : not significant.

Table 3. Effect of seeding date on content of crude protein (CP), acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and total digestible nutrient (TDN) of whole crop rice

Treatment	CP	ADF	NDF	TDN
..... %				
DS 25 April	7.0	33.3	53.2	62.6
DS 10 May	8.1	33.6	54.3	62.3
DS 25 May	8.3	34.6	58.2	61.6
DS 4 June	8.9	36.2	60.7	60.3
TP 25 May	7.4	35.5	55.4	60.9
Mean	7.9	34.6	56.4	61.5

함량이 감소된다. 따라서 본 시험에서도 파종이 지연될수록 생육기간은 짧아졌지만 4월 25일 직파구는 알곡생성이 증가하여 ADF 및 NDF 함량이 6월 4일 파종구에 비해 감소하였다. TDN 함량은 처리간에 큰 차이가 나타나지 않았다.

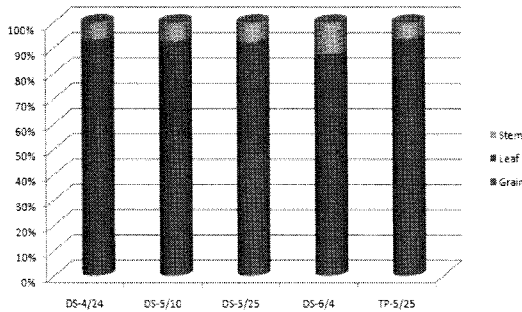


Fig. 1. The leaf-stem-grain ratio of whole crop rice according to seeding date.

직파시기에 따른 식물체 구성 부위별 비율은 그림 1에서 보는 바와 같다. 4월 25일 파종구는 5월 25일 이앙구와 큰 차이를 보이지 않았으나 파종시기가 늦어짐에 따라 정조의 비율은 줄어들고 잎과 줄기의 비율이 증가되는 경향을 보여 파종이 지연될수록 생육기간이 단축되어 알곡형성이 감소되는 것으로 나타났다.

한편 배 등(1999)은 5월 1일에서 6월 10일까지의 파종기 시험에서 5월 21일까지는 약 83% 이상의 높은 등숙율을 보였으나 5월 31일 파종구는 약 77%, 6월 10일 파종구는 약 68%로 파종기가 늦어질수록 크게 떨어지는 경향을 보였다고 하여 본시험의 6월 4일구의 정조비율 감소와 비슷한 경향을 보인 것으로 보인다.

IV. 요약

본 시험은 직파시기가 총체 벼의 수량 및 사료에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2005년부터 2006년까지 축산과학원 초지사료연구센터 시험포장에서 수행되었다. 총체 벼 품종은 남일벼로 하였고 4월 25일부터 6월 4일까지 15일

간격으로 직파하였고 5월 25일 이앙구를 대조구로 하였다. 출수기는 파종기가 늦어짐에 따라 지연되었으며 조단백질 함량은 증가되었다. ADF 및 NDF 함량은 파종이 늦어짐에 따라 증가되었으며 평균 TDN 함량은 61.5%이었고 파종이 늦어짐에 따라 감소되었다. 건물수량은 4월 25일 직파 및 5월 25일 이앙구에서 각각 15,185 및 15,815 kg/ha로 가장 높았다. 이상의 결과를 종합하여 볼때 직파시기가 늦어짐에 따라 수량적인 감소가 있지만 답리작 수확과 연계할 때 5월 중순경 직파를 하는 것이 연중 조사료 생산 측면에서 가장 우수하다고 판단된다.

V. 인용 문헌

1. 김상수, 전병태, 박석홍. 1990. 다단식 시령을 이용한 벼 어린묘 육묘기술. 한국작물학회지 34(6): 492-496.
2. 김은석, 최진룡, 송근우. 1997. 남부 산간 고냉지에서 담수표면직파 시기가 벼 생육 및 수량에 미치는 효과. 한국작물학회지. 42(6):699-705.
3. 김종근, 김원호, 서 성. 2006. 벼 대체 사료작물의 재배 및 이용기술. 한국초지조사료학회 2006년도 학술심포지엄 프로시딩. pp. 59-85.
4. 김종립, 김동암. 1992. 춘계 파종시기가 조·만생 연맥의 생장, 사초수량 및 품질에 미치는 영향. 한초지. 12(2):111-122.
5. 농촌진흥청. 1990. 작목별 작업수단별 노동력 투하시간. 농업경영연구보고. 37:6.
6. 농촌진흥청. 1994. 쌀 생산비 절감을 위한 벼 직파 재배기술. p. 153.
7. 농촌진흥청. 2002. 쌀 소비촉진을 위한 연구개발 현황과 금후전략.
8. 배순도, 김동길. 1994. 벼 건담직파시기에 따른 애멸구 및 바이러스병 발생. 한국근충학회지. 33(3):173-177.
9. 최충돈, 김순철, 이수관. 1992. 벼 휴립 건담직파 재배시 파종방법과 파종량이 생육과 도복에 미치는 영향. 농시논문집. 34(2):62-68.
10. AOAC. 1991. Official method of analysis. Washington, DC.
11. Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage

- fiber analysis. Agric. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
12. 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.
13. 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.
14. SAS Institute, INC. 1999. Sas user's guide : Statistics SAS Inst., Inc.
(접수일: 2009년 2월 27일, 수정일 1차: 2009년 3월 6일, 수정일 2차: 2009년 3월 13일, 게재확정일: 2009년 3월 23일)