

벼 수확동시 보리파종기 이용에 따른 보리생육특성 및 생력효과

김양길* · 이중호**† · 서재환* · 박종철*

*작물과학원 호남농업연구소, **원광대학교 생명자원과학대학

Barley Growth and Labor-Saving Efficiency as Using Barley Seeder Synchronized with Rice Harvesting

Yang-Kil Kim*, Joong-Ho Lee**†, Jae-Hwan Seo*, and Jong-Chul Park*

*Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

**Institute of Life Science and Natural Resources, Division of Plant Resources Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

ABSTRACT : This study was conducted to investigate the effects of using barley seeder attached to rice harvest combine that could be used in rice harvesting and barley seeding simultaneously on the growth characteristics of barley and labor-saving efficiency. In developed seeding system, barley seeding was earlier about 5 days than in the conventional system, because of conducting rice harvesting and barley seeding simultaneously. The germination of barley seed after seeding was protected from drought damage by the rice straw covering. Among the growth characteristics of barley using developed seeding system, the number of spikes per m² was lower than that of conventional system, but others showed longer culm length, more kernel numbers per spike and heavier 1,000 kernel weight than those of conventional system. Developed seeding system resulted in about 57% labor-saving efficiency compared with conventional system. The cost of whole works from seeding to harvest of barley was saved about 8% compared with conventional system. A total of income increased about 16% than that of conventional system.

Keywords: barley seeder synchronized with rice harvesting, growth characteristics of barley, labor saving, income

우리나라에서 보리는 1970년대 초까지만 하여도 벼 다음으로 중요한 곡물로서 90만 ha 이상 재배되었던 식량작물이었으나, 1970년대 말부터 쌀, 수박, 고추 등 소득이 높은 작물이 재배되기 시작하고, 육류 및 밀가루 소비량이 증가하는 등 사회적인 여건 변화와 식생활의 변화로 보리재배 면적이 급격히 감소하였다. 보리재배 양식은 1979년 이전까지는 밭 재배면적이 많았으나 그 이후부터는 논 재배면적 비율이 많아져 현재는 80%이상이 논 재배로 이루어지고 있다. 특히 정부의 보

리 수매제도에 힘입어 논에 2모작으로 보리를 재배하는 농가가 증가하였고, 남부지역 답리작 맥류재배 면적도 1995년에 81,458ha까지 달하였으나, 최근 들어 약간 감소하는 추세이다. 우리 나라의 배수불량답은 63%에 달하고, 호남지역이 그 중 73%를 차지하고 있어(신과 한, 2000), 이 시기의 기상상태에 따라 재배면적이 달라지는 상황이다. 논보리 재배농가에서는 벼 수확기와 보리파종시기에 비가 오면 보리 이모작을 포기하거나, 파종작업이 7~10일정도 지연되어 적기파종을 하지 못하는 경우가 많기 때문에 보리생육에도 큰 영향을 주게 된다. 더욱이 이 시기에는 벼 수확작업과의 노동력 경합으로 보리파종이 지연되는 경우가 많으며, 대부분의 농가에서 벧짚을 소각하기 때문에 노동력의 수요가 가중되고 있을 뿐 아니라, 매연공해 유발 및 유기물 자원낭비에 따라 지력저하도 우려되고 있는 실정이다.

벼 수확동시 맥류파종연구는 논 이모작 체계가 비슷한 일본에서는 1970년대 후반부터 이루어졌는데, 토지 이용률 향상을 위한 벼와 맥류의 이모작 체계에서 비용절감, 생력화, 적기파종 등을 목표로 수확기술 및 출아율 향상과 입모율을 높이기 위한 파종기술 등이 검토된 바 있다(入江, 1978; 柴田과 天野, 1988). 우리 나라에서도 이러한 점을 해결하기 위하여 벼 수확동시 보리파종작업이 가능한 벼 콤바인 부착용 파종기를 개발하여 재배기술을 보고한 바 있다(임 등, 1999; 이 등, 2000). 특히 박 등(1990)은 맥류의 기계화 집단재배시 인근농가보다 노동력은 10a당 18.1%(전국평균 43.3%), 경영비는 트랙터 부착 세조파기를 공동이용시 6.6%, 콤바인까지 공동이용시 33.6%가 절감되었다고 하였고, 장 등(1991)은 벼 수확동시 호밀파종시 관행(휴림광산파)에 비하여 노력절감 52%, 수량은 17% 증수되었다고 하여 작부체계간 작물별 농기계의 공동이용이 농작업의 생력화 및 작물 생육환경에도 크게 영향을 미친다고 하였다.

이와 같이 벼 수확동시 보리파종 재배기술은 토양수분이 많

Corresponding author: (Phone) +82-63-850-6668 (E-mail) agrojhl@wonkwang.ac.kr

<Received March 24, 2004>

아 보리파종작업이 어려운 상황에서도 파종이 가능하며, 수확과 파종작업을 분리하지 않고 동시에 이루어지기 때문에 생력화 및 농기계 이용효율을 크게 높일 수 있을 것으로 보이며, 보리 파종기가 앞당겨지므로 초기생육과 월동, 후기생육특성 및 수량성 등에도 영향을 미칠 것으로 보이나 이에 대한 상세한 연구는 아직 보고되지 않고 있다.

따라서 본 연구는 호남지역 보리 이모작 재배농가의 생력화를 위하여, 호남농업연구소에서 개발된 벼 수확동시 보리파종기를 이용한 대단위 보리재배 지역에서 보리의 생육특성, 수량 및 수량구성요소, 생력효과 등을 관행재배법과 비교, 실험한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 2000년 10월~2002년 6월까지 2개년間に 걸쳐 전북 군산 보리재배단지에서 실시하였다. 시험에 사용된 기계는 3조형 자탈형 콤팩트에 탑재한 것이며, 공기품종은 흰찰쌀보리와 새쌀보리로 하였고, 기타 재배방법은 Table 1에서와 같다. 시험구토양은 미사질사양토인 만경통으로서 재배규모는 2~3 ha(관행포함)로 하였으며, 휴림광산파(관행)재배는 벼 수확후 벼짚을 그대로 논에 방치한 것을 농가 관행대로 건조후 소각처리하였고, 벼 수확동시 보리 파종방법에서는 파종된 보리위에 벼짚을 피복하였다. 시비량(N-P₂O₅-K₂O)은 ha당 농가 관행재배는 휴림광산파로 150-96-60 kg, 벼 수확동시 보리파종에서는 벼짚시용에 따른 질소기아 현상을 막기 위하여 질소비료를 50% 증비한 225-96-60 kg으로 하였다. 제초제처리하는 butachlor EC(2000년), thiobencarb GR(2001년)로 관행과 동일하게 처리하였다. 토양수분의 측정은 건토중량법으로 실시하였으며, C/N률은 총 탄소함량(Turin법)과 총 질소함량(Kjeldahl법)의 비로 수확기때 측정하였다. 파종후 생육특성 및 수량구성요소 등을 조사하여 농촌진흥청 시험연구조사기준(농

Table 1. Seeding condition in the barley cultivation using barley seeder synchronized with rice harvesting.

Year	Seeding method	Cultivar	Seeding date	Seeding rate (kg ha ⁻¹)	Rice straw application (MT ha ⁻¹)
'00/'01	CS [†]	Hinchalssalbori	Oct. 25	170	-
	DSS [‡]	Hinchalssalbori	Oct. 20	170	4.98
'01/'02	CS	Saessalbori	Oct. 26	240 [§]	-
	DSS	Saessalbori	Oct. 26	190	4.88

[†] CS : Conventional system(Broadcasting on high ridge).

[‡] DSS : Developed seeding system(Barley seeding synchronized with rice harvesting).

[§] Application for farm seeding amount.

진청, 1995)에 따라 분석하였으며, 소득분석은 시험연구결과 경제성 분석기준(농진청, 2000)에 따랐다. 본 시험기간 동안의 군산지역의 평균기온, 일조시수, 강우량등 기상조건은 Table 2와 같으며, 연도별 특이 기상으로는 2001년에는 3~5월의 한발이 있었으며, 2002년에는 보리 출수기 전후에 잦은 강우로 인한 높은 습도와 고온으로 적미병 발생이 많은 해였다.

결과 및 고찰

출현 및 출수관련 생육 양상

관행(휴림광산파)과 같은 시기('01/'02)에 벼 수확동시 보리 파종이 이루어진 포장에서의 출현 및 출수일은 Table 3에서와 같이, 벼 수확동시 보리파종구에서 관행구보다 1~2일정도 늦어졌다. 이는 벼짚시용에 따라 출수가 지연된다는 보고(박 등, 1983; 김 등, 1996; 임 등, 1997)와 일치하는 경향이나, '00/'01년에는 관행파종보다 파종시기가 5일 빨랐던 벼 수확동시 보리파종구에서는 출현이 12일, 출수가 2일정도 빨랐다. 이러한 차이를 보인 것은 관행구 파종후 계속된 가뭄으로 인하여

Table 2. Weather conditions during the growth periods of barley in Gunsan region, Korea.

Month	Average air temperature (°C)			Sunshine hour (hrs.)			Precipitation (mm)		
	'00/'01	'01/'02	Average year	'00/'01	'01/'02	Average year	'00/'01	'01/'02	Average year
October	15.3	16.9	15.1	187	177	199	48	78	52
November	8.1	8.5	8.4	167	188	151	52	17	58
December	2.8	2.2	2.3	196	154	144	17	33	35
January	-0.8	2.8	-0.4	146	154	151	94	50	31
February	1.5	2.6	0.9	165	174	163	71	7	32
March	5.2	7.4	5.1	196	200	197	14	31	51
April	11.8	13.4	11.1	239	207	211	26	166	80
May	17.9	16.3	16.5	222	163	222	8	138	87
June	21.7	21.5	21.1	144	232	181	122	69	159
Mean or Total	9.3	11.7	8.9	1,662	1,649	1,619	452	589	585

Average year : 19712000.

Table 3. Variation of emergence and heading date in the barley cultivation using barley seeder synchronized with rice harvesting.

Year (Cultivar [†])	Seeding method [‡]	Seeding date	Emergence date	Heading date
'00/01 (HCS)	CS (A)	Oct. 25	Nov. 8	Apr. 30
	DSS (B)	Oct. 20	Oct. 27	Apr. 28
'01/02 (SS)	CS (A)	Oct. 26	Nov. 1	Apr. 23
	DSS (B)	Oct. 26	Nov. 2	Apr. 25

[†] HCS : Hinchalssalbori, SS : Saessalbori.

[‡] CS : Conventional system (Broadcasting on high ridge), DSS : Developed seeding system (Barley seeding synchronized with rice harvesting). DSS was covered with rice straw just after seeding.

Table 4. Variation of soil moisture and SPAD value of leaf before heading in the barley cultivation using barley seeder synchronized with rice harvesting.

Seeding method [†]	Soil moisture content (%)	SPAD value	Drought resistance(0-9)
CS (A)	19.7a [‡]	31.5a	5
DSS (B)	21.9b	43.2b	1

[†] Seeding methods were the same as Table 3.

[‡] Means followed by the same letter in a column are not significantly different at 5% level.

관행구의 출현이 늦어진 때문으로 생각된다. 이는 보리종자 발아는 수분흡수에 따라 발아세나 출아율에 영향을 미친다는 보고(박 등, 1984)와 일치하는 경향이다.

또한 2001년에는 계속된 한발로 출수 전·후에 관행구에서는 식물체가 황화되어 심한 경우 50%이상 잎이 고사한 개체도 있어 전체적인 한해정도는 5(중)정도를 나타내었으나, Table 4에서 보는 바와 같이 벼 수확동시 보리파종에서는 토양 수분함량이 관행파종보다 2.2% 높은 현상이 지속되어 피복하지 않은 관행구보다 수분증발이 적기 때문에 한해정도가 1경도로 피해가 적은 것으로 생각되고, SPAD 값(엽록소 함량)도 관행보다 11.7이 높은 것으로 생각된다. 장 등(1991)에 의하면 4월 중순(출수직전)의 토양수분함량이 관행보다 콤바인 부착 보리파종 포장에서 많아 가뭄이 있는 해에는 토양수분

유지면에서 유리하다고 보고하였고, Virgin(1965)은 토양 수분 부족시 탄수화물의 생성저하에 의하여 엽록소 조성물질의 생성을 감소시키며, 최와 김(1983)은 엽록소 함량변화는 한발 처리간에 유의성이 있다고 보고하였는데, 본 시험에서도 벼 수확동시 보리 파종방법에서 벧짚 피복에 의한 보습효과가 있어서 한발 피해가 관행재배에 비해 적었다.

생육특성 및 수량

벼 수확동시 보리파종방법의 생육특성 및 수량은 Table 5에서와 같이 관행보다 파종이 빠르고, 한발현상이 있었던 해인 '00/01년에는 관행에 비해 흰찰쌀보리에서는 간장이 8 cm 크고, 1수립수가 2개 많고, 천립중이 0.8 g 무거웠다. 또한 파종 시기가 같았던 해인 '01/02년에도 같은 경향으로 벼 수확동시 보리파종방법이 관행 파종방법보다 간장이 5 cm, 수장이 1 cm 길었고, 1수립수가 17개 많았으며, 천립중이 2.6 g 무거웠다. ha당 수량은 통계적 유의수준은 아니지만 1년차와 2년차가 4.97 MT/ha와 4.99 MT/ha으로 관행대비 각각 8%와 5% 증수하는 경향이였다. 이와 같은 결과는 임 등(1997)이 벧짚을 유기물로 이용할 경우 내도복성과 천립중이 증대되어 보리는 8%, 맥주보리는 20%가 증수하였다는 보고와 유사한 경향이였다.

특히, 두 처리에서 다른 보리 생육특성을 보였는데, 벼 수확동시 보리파종방법은 관행보다 월동전 보리신장이 빨랐으며, 월동후 보리재생기 이후에는 관행재배보다 보리신장이 늦은 경향을 보였으나 보리신장이 끝난 성숙된 보리의 간장은 오히려 큰 경향이였다. 이러한 현상은 월동전 벧짚피복에 의한 보온효과와 월동후 보리재생기 이후에는 벧짚분해에 따른 일시적인 질소기아 현상과 더불어 벧짚에 의한 토양온도의 상승지연에 따른 결과로 생각되며, 성숙이 늦고, 간장이 큰 원인은 벧짚부속에 따른 양분 용출이 늦게까지 지속되어진 결과로 보여 진다.

피복벧짚의 부숙

일반적으로 관행(휴림광산파) 파종시에는 벧짚을 소각하기 때문에 벧짚을 유기물화 할 수 없으나 벼 수확동시 보리 파종 방법은 벧짚이 환원되므로 보리 생육기간 중 자연부숙으로 인하여 Table 6에서와 같이 보리 수확기의 벧짚 C/N률이

Table 5. Growth characteristics and yield in the barley cultivation using barley seeder synchronized with rice harvesting.

Year (Cultivar [†])	Seeding method [‡]	Culm length (cm)	No. of spikes/m ²	Spike length (cm)	No. of grains/spike	1,000 grain weight (g)	Yield (MT ha ⁻¹)
'00/01 (HCS)	CS	58a [‡]	591a	4.1a	50a	24.9a	4.62a
	DSS	66b	543b	4.1a	52b	25.7b	4.97a
'01/02 (SS)	CS	83a	623a	4.3a	42a	26.4a	4.77a
	DSS	88a	527b	5.3b	59b	29.0b	4.99a

[†] HCS : Hinchalssalbori, SS : Saessalbori.

[‡] Seeding methods were the same as Table 3.

[‡] Means followed by the same letter in a column are not significantly different at 5% level.

Table 6. C/N ratio of rice straw applied in the barley cultivation using barley seeder synchronized with rice harvesting.

Section	After rice harvesting (Before barley seeding) (%)	Barley harvesting date (%)
C/N ratio(Rice straw)	66.0	31.6

31.6%를 나타내었다. 박 등(1995)은 콤바인으로 절단사용된 볏짚의 부숙도는 평면제조과하여 재배할 경우 월동후 분얼초기에는 25.9~26.9%, 성숙기에는 34.2~36.1%의 부숙도를 나타냈다고 하였고, 박 등(1983)도 볏짚사용 후 수확기(6월 10일)에 건물 잔존률이 43.1%이었다는 보고와 거의 같은 경향이였다.

생력효과

관행(휴립광산파) 파종방법과 벼 수확동시 보리파종방법별 파종 노력시간은 Table 7과 같다. 관행 파종방법은 수확에서 복토까지 5단계 분리작업으로 ha 당 950분이 소요되었으나 벼 수확동시 보리파종작업은 2~3단계 축소로 400분이 소요되어 관행보다 58%의 노력절감효과가 있었다. 이는 보리에취+작구+파종구에 종자낙하+보리탈곡+보리짚피복 순으로 일관작업이 이루어지므로서 노동력 및 생산비를 대폭 절감할 수 있게 되었다는 보고(최 등, 1995)와 휴립광산파(관행)와 비교할 때 콤바인부착 제조과 파종이 52%의 파종노력 절감효과가 있었다는 보고(장 등, 1991)와 유사한 경향이였다.

또한 小池(1993)는 맥류 수확 동시 벼 파종시 건담직파에 비하여 노동시간이 35%절감되었다고 하였고, 김 등(1996)도 입모중 파종시 휴립광산파에 비해 경운, 복토 및 퇴비살포 등의 노동력이 생략되어 63%의 생력효과가 있었다는 보고와 비슷한 경향이였다.

경제성 분석

벼 수확동시 보리파종재배의 경영비 및 소득은 Table 8에서와 같이 일관파종작업이 가능했던 콤바인부착 벼 수확동시 보리파종방법이 관행 파종작업보다 작업단계 축소로 경영비가 8% 절감되었으며, 소득은 ha 당 관행 301만원에 비하여 348만원으로 16% 증가하였다. 이러한 결과는 일관작업으로 경영비 절감 및 소득이 증가한다는 보고(박 등, 1990; 장 등, 1991; 농진청, 1999)와 동시파종으로 건담직파(관행)에 비하여 40% 절감되었다는 보고(小池, 1993)와도 비슷한 경향이였다. 이상의 결과로 벼 수확동시 보리 파종기를 이용하므로써 벼·보리 2모작 재배지에서 농기계의 효율을 증대시켜 부가가치를 높이고, 볏짚을 환원하여 보리의 재해를 줄이는 효과는 물론 볏짚 등을 제거, 소각(매연공해의 유발) 하는데 드는 노동력 절감효과도 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

적 요

호남지역 보리 2모작 재배농가의 생력화를 위하여 벼 수확

Table 7. Effect of labor saving in the barley cultivation using barley seeder synchronized with rice harvesting. (min./ha)

Work steps	CS [†]			DSS [‡]		
	'00/'01	'01/'02	Mean	'00/'01	'01/'02	Mean
Harvest (Rice)	300	200	250	320	240	280
Rice straw burning	540 [¶]	480	510	-	-	-
Seeding (Barley)	40	40	40	-	-	-
Fertilization	60	40	50	-	40	20
Soil covering (Drainage canal)	120	80 [§]	100	120	80	100
Total	1,060	840	950	440	360	400
Index	100	100	100	41	43	42

[†] CS : Conventional system (Broadcasting on high ridge).

[‡] DSS : Developed seeding system (Barley seeding synchronized with rice harvesting).

[¶] Three person's working time.

[§] Soil covering attached to tractor (2 rows).

Table 8. Management cost and income in the barley cultivation using barley seeder synchronized with rice harvesting.

(10,000 won/ha)

Section	CS			DSS			Index (B/A)
	'00/'01	'01/'02	Mean (A)	'00/'01	'01/'02	Mean (B)	
Gross income	412	425	419	456	456	456	109
Management cost	104	132	118	94	122	108	92
Income	308	293	301	362	334	348	116

동시 보리파종에 따른 보리의 생육특성 및 생력효과를 조사·분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 벼 수확동시 보리파종은 벼 수확과 동시에 이루어지므로 관행 파종방법보다 5일 이상 빠르게 파종되었다.
2. 벼 수확동시 보리파종재배는 한발시 벧짚피복에 따른 재해 경감효과가 있었으며, 보리수확기 벧짚 C/N율은 31.6%로 낮아졌다.
3. 벼 수확동시 보리파종시 생육특성은 관행재배보다 수수는 감소하였으나 간장, 1수립수 및 천립중 등이 증가하였으며, 수량은 관행 재배보다 평균 6.5% 증수하는 경향이였다.
4. 벼 수확동시 보리파종 작업시간은 파종작업 단계축소로 관행파종방법보다 작업시간이 58%절감되었으며, 경영비는 8% 절감되었고, 소득은 16% 증가하였다.

사 사

본 연구는 2004년도 원광대학교 교내연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

인용문헌

장영희, 류용환, 연규복, 하용웅, 윤의병, 신만균. 1991. 콤바인부착 파종기를 이용한 벼 수확동시 호밀 파종방법에 관한 연구. 농시논문집(전·특작편) 33(1): 16-21.
 최민규, 김상수, 최원영, 박건호, 이선용, 장영선. 1995. 답리작 맥류 수확동시 벼 직파재배방법 시험. 호시연보 pp.44-57.
 최원철, 김용환. 1983. 대맥한발저항성 기작에 관한 생리적 및 생

화학적 연구. 한작지 28(4): 451-457.
 김대호, 손범영, 김수경, 손길만, 강동주, 신원교. 1996. 벼 입모중 맥류파종의 생력효과 및 맥종별 생육반응. 농업논문집 38(2): 106-116.
 小池俊吉. 1993. 流体播種方式による麥刈取水稲同時播種機の經濟的效果. 農業技術48(10): 21-25.
 농촌진흥청. 1995. 농사시험연구 조사기준.
 농촌진흥청. 1999. 벼 수확동시 보리파종 일관작업체계 확립.
 농촌진흥청. 2000. 시험연구결과 경제성 분석기준. 농업경영관실.
 入江道男. 1978. 特集 水田二毛作の機械的對應. 稻・麥の收穫同時播種の技術的 檢討. 機械化農業. pp.10-12.
 임시규, 고종민, 서득룡, 홍순표, 광용호. 1999. 벼 수확동시 보리 산과 재배에 관한 연구. 한국농업기계학회 동계학술대회 논문집 4(1): 45-52.
 임시규, 김정태, 김병주, 홍순표, 서득룡, 김완석. 1997. 답리작 보리재배시 벧짚사용효과. 한작지. 42(1): 49-55.
 박무언, 김석동, 하용웅, 유순호. 1984. 토양수분 및 시비량에 따른 종자와 비료의 수직거리가 보리 출아 및 초기생육에 미치는 영향. 한토비지 17(3): 274-282.
 박평식, 정홍우, 홍철선. 1990. 맥류기계화 집단재배단지에 대한 경영경제적 연구. 농시논문집 32(3): 73-82.
 박상구, 손창기, 최부술. 1995. 보리 평면세조파시 벧짚절단 사용과 질소 증추비효과. 농업논문집 37(1): 279-282.
 박상래, 박문수, 선상진. 1983. 미맥 2모작답에서 생고 및 맥간의 연용효과시험. 호시 연보. pp.753-776.
 柴田洋一, 天野憲典. 1988. 麥を收穫しながら水稻を流體播種する技術. 綜合農業の新技術. pp.174-181.
 신용화, 한상수. 2000. 식물환경분야 연구성과와 21세기 발전방향. 호남농업시험장 21세기 발전방향 세미나. pp.87-118.
 Virgin, H. I. 1965. Chlorophyll formation and water deficit. *Physiol. Plant* 18: 194-200.
 이종용, 김유용, 김양길, 박상래, 박문수. 2000. 콤바인 부착 조파형 보리파종기 개발. 한농업기계학회지 5(1): 637-642.