

보리後作 벼 多年乾畚直播時 收量 및 土壤 化學性 變化

朴成泰* · 黃東容* · 文炳喆* · 金純哲* · 吳潤鎮*

Changes of Rice Yields and Soil Chemical Properties in 5-Year Direct Seeding on Dry Paddy after Barley

Sung Tae Park*, Dong Yong Hwang*, Byeong Chul Moon*,
Soon Chul Kim* and Yun Jin Oh*

ABSTRACT : Changes in rice yield and soil chemistry of dry seeded rice in double cropping of rice and barley were investigated at National Yeongnam Agricultural Experiment Station during 5 years(1990-1994).

Barley straw added or removed dry seeding had safe rice seedling stand for good rice production. However, the coefficient of variation of seedling stand by year was higher than dry seeding in rice single crop. Rice seedling height was slightly reduced by barley straw incorporation. However, it recovered soon as rice growing progressed. Heading time delayed 4 days in flat seeding method but not in high-ridged seeding method which imply that this is more safe seeding technology than flat seeding method.

Comparing to rice single crop, barley straw added dry seeding increased rice yield by 2~19% (Average of 5 years : 8%) from second year due to higher panicle and spikelet number. Contents of organic matter was 2.71% in 1990. In 1994, it decreased 2.61% for rice single crop, while increased 3.02% and 3.41% for barley straw removed or added field, respectively.

Rice grain quality was not significantly different among cropping patterns.

Key words : Rice, Dry seeding, Double cropping of rice and barley, Effect of barley straw added.

영남 지역은 畚高度利用 및 農家所得 向上 次元에서 예로부터 米麥2毛作 作付體系가 지속되어 왔다. 近年에 와서 보다 수익성이 높은 벼의 前後作物로 딸기, 수박 등 20여종의 所得 作物이 主産地를 형성하는 등 사회 여건 변화로 점차 麥類栽培 面積이 급속도로 줄어들고 있지만, 아직은 영남지역 畚裏作의 主要 作付體系는 米麥體系로 1995년 畚裏作 麥類 栽培 面積은 약 3만8천ha에 달한다.

WTO체제 출범에 따른 無限競爭 時代에 대응한 쌀 산업의 國際競爭力 提高와 農村勞動力 減少 및 質的低下등에 따른 省力栽培 기술 수요의 증대로 앞으로 벼 直播栽培 面積은 급속도로 확대될 전망이다. 嶺南農業試驗場에서는 1987년부터 벼 直播栽培 기술개발 연구에 착수, 1993년에 벼 畦立乾畚直播栽培 技術 體系를 확립하여 농가에 보급한바 있다. 畦立乾畚直播 方法은 기존의 直播栽培 方法에서 공통적으로 문제시되었던 立毛의 不

* 嶺南農業試驗場 (National Yeongnam Agricultural Experiment Station, RDA, Milyang 627-130, Korea)

安定^{3,12,16,17}), 倒伏^{3,17,18}) 및 除草 效果의 不安定性 問題¹⁰) 등을 상당히 改善할 수 있었고, 機械移秧 과 收量性은 대등하면서 노력 시간을 30%정도 節減할 수 있는 안정된 기술로 평가되었다^{10,15}). 특히 고랑을 통해 灌排水를 마음대로 조절할 수 있는 畦立播種方法은 南部 2毛作 地帶에서 보리, 호맥, 이탈리아인 라이그래스 등 앞작물의 殘有物을 모두 논에 還元시켜 直播를 하더라도 벼 生育에 큰 장애를 일으키지 않고¹³), 長期的으로는 논 토양의 有機物含量 增大 등에 기여함은 물론 2毛作 地帶까지 直播面積을 확대시킬 수 있는 이점이 있을 것으로 판단되어, 1990년부터 1994년까지 5개년 동안 남부 지역 논 主要 作付體系인 米麥體系를 대상으로 보리後作 벼 長期 乾畚直播時 벼의 收量性과 土壤 化學性 變化에 대한 分析 結果를 종합 정리하였다.

材料 및 方法

보리後作으로 벼 長期 乾畚直播를 할 때 벼의 收量性과 土壤 化學성에 미치는 영향을 알기 위해 1990년부터 1994년까지 5개년간 嶺南農業試驗場 畚作圃場에서 동해벼를 供試하여 벼 單作 晚期直播, 보리栽培後 보릿짚 除去 및 施用後(4.5MT/ha)直播등 3가지 直播方式으로 埴壤土(德坪統)에서 '90년에는 종자를 ha當 60kg 수준으로 全面積에 고르게 뿌린 다음, 耕耘機 附着 畦立覆土機를 이용하여 120cm 간격으로 覆土하였고(휴폭 120cm, 파폭 90cm, 고랑 30cm), '91년도 이후는 트랙터附着 麥類細條播機를 이용, ha當 播種量 50kg 수준으로 하여 條間 20cm 간격으로 '91년에는 平面 播種, '92년 이후는 畦立播種하였다(파상폭 120cm에 6줄 파종, 고랑 40~50cm).

播種 時期는 6월4일~6월16일 사이였다. 施肥量은 成分量으로 ha當 질소는 '90년도에는 180kg, '91년과 '92년에는 160kg, '93년과 '94년에는 90kg을 施用하였고, 인산과 칼리는 全試驗年度 다같이 각각 70kg, 80kg씩 施用하였다. 施肥方法은 질소는 요소로 '90~'92년에는 基肥 30%, 3葉期 20%, 5葉期 30%, 穗肥 20%로, '93~'94년에는 基肥 50%, 5葉期 30%, 穗肥 20%로 分施하

였다. 全年度 다같이 인산은 용성인비를 全量基肥로, 칼리는 葉化칼리로 基肥 80%, 穗肥 20%로 施肥하였다. 播種부터 出芽까지 불관리는 畦立直播方法은 1~2회 고랑관수를 하였고, 平面直播方法은 全面灌水後 排水를 하였다. 일반적인 작업 과정과 잡초 및 병충해 방제는 嶺南農業試驗場 벼 標準 栽培法¹⁹)과 農村振興廳 乾畚直播栽培 技術¹⁵)을 참고하였다. 立毛數는 파종후 20일에 0.25m²씩 반복당 3區(총9區)를 조사하여 평균하였고, 初期 生育은 파종후 25~35일 사이에 草長, 葉數를 조사하였으며, 生育 중기 이후 生育 特性 및 수량은 農村振興廳 農事試驗研究 調查基準¹⁴)에 따랐다.

쌀의 品位는 玄米로 조사하여¹⁴), 品位別 百分率로 나타내었고, 쌀의 構成成分中 아밀로스 含量은 Juliano의 比色定量法⁷)에 준하여, 단백질과 마그네슘(Mg), 칼리(K)의 分析¹⁾은 쌀가루 500mg을 H₂O₂ - H₂SO₄로 혼합 분해시켜, 단백질 含量은 Micro-Kjeldahl法으로, Mg와 K含量은 原子吸光分光光度計(Perkin-Elmer, Model 2380)를 이용하여 각각 3반복으로 分析하였다.

土壤 有機物은 Tyurin법, P₂O₅는 Lancaster법으로 分析하였으며, Ca, Mg, K는 1N-CH₃COO NH₄(pH 7)로 침출하여 原子吸光分光光度計로 측정하였다^{1,2)}.

結果 및 考察

1. 出芽, 立毛 및 初期生育

畦立乾畚直播에서 作付 方式別, 出芽, 立毛 및 初期生育을 表 1에서 보면, 보리後作 乾畚直播는 벼 單作 直播와 出芽所要日數는 비슷하였고, m²當 立毛數는 124~134개로 8~18개가 많았으나, 年次間 立毛變異는 보릿짚 除去 및 施用後 直播에서 각각 13.6%, 29.8%로서 특히 보릿짚 施用後 直播는 立毛의 不安定性이 다소 높고, 播種後 25~35일 初期生育도 다소 抑制되는 것으로 나타났다. 이는 播種에서 出芽까지 立毛後 初期生育期間에 보릿짚 腐熟時 發生하는 有害 가스나 페닐化合物의 量이 기상 및 토양수분조건 등에 따라 차

Table 1. Days of seedling emergence, seedling stand and early growth of rice in accordance with direct seeded rice in different cropping patterns

Cropping pattern	Seedling emergence (days)	Seedling stand (No /m ²)	25~35day after seeding		
			Seedling height(cm)	Relative seedling height reducing(%)	Leaf stage
Rice single	8(20.4)	116(10.6)	22.3	0	4.4
Rice-barley double crop					
· Barley straw removed	8(14.4)	124(13.6)	22.0	1.3	4.4
· Barley straw added	9(14.7)	134(29.8)	20.2	9.4	4.2

* () : Coefficient of variance

이가 심하였던데 기인된 것으로 생각할 수 있다.

米麥2毛作地帶에서 콤바인 보리收穫時 보릿짚을 절단하여 토양속에 混入하여 벼 移秧을 하면 보릿짚이 썩으면서 有害 氣와 보릿짚에 含有된 페놀 化合物의 溶出로 벼 活着 및 初期生育에 障害을 받는 경우가 많다^{4,8,9)}.

벼 直播栽培에서도 보릿짚은 벼 立毛 및 初期生育에 영향을 미치나 김¹⁰⁾ 등은 그 영향이 고랑에만 灌水하는 畦立乾畝直播方法이 澆水直播보다 적은 것으로 보고하였다.

2. 出穗期

作付方式別 벼 乾畝直播時 5개년간 出穗期를 表 2에서 보면, 畦立 乾畝直播栽培를 한 경우는 보리 後作直播도 벼 單作 直播와 出穗期 차이가 없었으나, 平面 乾畝直播를 하였던 '91년의 경우 벼 單作 直播보다 出穗期가 4일이 늦었다. 이것은 平面 乾畝直播方法은 播種後 出芽 및 生育初期 播床이 酸化狀態로 유지되는데 불리하게 작용되었던 결과로 해석된다.

3. 벼 生育特性 및 收量

보리後作 벼 乾畝直播, 특히 보릿짚을 全量 土壤還元後 直播栽培時는 벼 單作 直播에 비하여 出芽後 生育初期에는 苗의 草長이 약간 짧고, 葉數도 약간 떨어지는 生育抑制 現狀이 나타났으나 (表 1) 점차 生育이 회복되어 최종 生育은 벼 單作 直播에 비하여 稈長, 穗長이 길고, 收量構成要素에서 登熟比率 및 千粒重은 비슷하였으나, m² 當 穗數가 증가 穎花數는 많았다(表 3).

쌀 收量은 表 4에서와 같이 乾畝直播 첫해에는 보리後作 벼 直播가 벼 單作 直播에 비하여 약 4% 쌀 收量이 떨어졌으나, 2년째 直播부터는 增收되는 것으로 나타나, 5내년 평균 쌀 收量은 보릿짚除去後 벼 直播栽培는 벼 單作 直播栽培와 비슷하였으나, 보릿짚 全量 土壤 還元後 벼 直播를 한 區는 벼 單作 直播栽培 對比 쌀 收量이 8% 增收된 4.37MT /ha의 쌀이 생산되었다.

일반적으로 벼 乾畝直播 계속 畝에서 큰 문제점으로는 잡초 및 잡벼(앵미 및 이형주) 발생이 증

Table 2. Heading date of direct seeded rice in different cropping patterns

Cropping pattern	Heading date by year					Average
	'90	'91	'92	'93	'94	
Rice single crop	Aug. 24	Sep. 2	Sep. 3	Sep. 9	Aug. 27	Sep. 1
Rice-barley double crop						
· Barley straw removed	Aug. 24	Sep. 6	Sep. 3	Sep. 9	Aug. 27	Sep. 1
· Barley straw added	Aug. 24	Sep. 6	Sep. 3	Sep. 8	Aug. 27	Sep. 1
Seeding methods	HRS	FS	HRS	HRS	HRS	

* HRS : High-ridged seeding, FS : Flat seeding

Table 3. Agronomic characteristics and yield components of dry seeded rice in different cropping patterns

Cropping pattern	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Panicle number (No /m ²)	Spikelet number		Ripened grain (%)	1,000 grain weight (g)
				(No /panicel)	(No /m ²)		
Rice single crop	65± 8	18.6±0.7	305±28	82±6	251±29	82±7	21.8±1.0
Rice-barley double crop							
· Barley straw removed	67± 7	18.8±0.5	327±51	82±6	267±45	80±5	21.3±1.2
· Barley straw added	67±12	18.6±0.6	346±40	84±4	292±37	80±3	21.8±1.0

Table 4. Milled rice yield of dry seeded rice in different cropping patterns

Cropping pattern	Milled rice yield(MT /ha)						Coefficient of variance(%)
	'90	'91	'92	'93	'94	Average	
Rice single crop	4.94	2.85	4.63	3.02	4.72	4.03(100)	22.4
Rice-barley double crop							
· Barley straw removed	4.72	3.11	4.58	3.24	4.79	4.09(101)	18.3
· Barley straw added	4.75	3.40	4.71	3.60	5.38	4.37(108)	17.2

* () : Yield index

가되고^{5,10)}, 灌水時 過多漏水에 따른 肥料成分의 流失과 乾畚期間 土壤이 酸化 狀態로 유지됨에 따라 脫窒 및 有機物의 分해가 심해 地力低下 現狀²⁰⁾이 나타난다.

보리後作 벼 直播는 벼 單作 直播에 비하여 잡벼의 발생이 50~53% 감소되고, 直播栽培畚에서 主要 問題 雜草인 피 25%, 여뀌바늘 85%, 올방개 79%, 너도방동산이 25% 감소되었다(表 5). 이것은 輪作 및 보릿짚에 含有된 胍堃化合物에 의한 複合效果로 생각된다^{4,8,9)}.

그리고 5년간 乾畚直播栽培後 土壤化學성을 直播 시작연도와 비교 분석해 본 결과(表 6), 有機物 含量은 直播 시작연도에는 2.71%이었는데 5년간 直播栽培後, 벼 單作 直播區는 2.61%로 약간 떨어졌으나 보리後作 벼 直播栽培에서는 보릿

짚 除去區가 3.02%, 보릿짚 施用區는 3.41%로 증대되었다.

또한 5년간 乾畚直播栽培 결과 모든 처리 다같이 토양중 칼리含量은 비슷한 것으로 나타났으나, 인산과 칼슘含量은 많아졌고, 마그네슘含量은 약간 감소되었다.

이와 같은 결과로 볼 때 특히 보릿짚을 施用한 畦立乾畚直播方法은 잡벼 및 잡초 발생 輕減效果와 함께 토양 有機物含量이 낮은 우리 나라 논 토양의 실정을 감안할 때 有機物源을 버리지 않고 土壤에 안전하게 되돌려 주므로 地力向上을 기할 수 있고, 또한 보릿짚을 태우지 않음에 따른 大氣汚染 防止 次元에서도 매우 유익할 것으로 생각된다.

Table 5. Aspect of weedy rice and weed occurrence in no weeding plot

Cropping pattern	Relative reducing rate (%)				
	Weedy rice	<i>E. crus-galli</i>	<i>L. prostrata</i>	<i>E. kuroguwai</i>	<i>C. serotinus</i>
Rice single crop	0	0	0	0	0
Rice-barley double crop					
· Barley straw removed	53	23	78	77	21
· Barley straw added	50	25	85	79	25

Table 6. Changes of soil chemical properties in different cropping patterns

Cropping pattern	Year	O.M (%)	AV. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex. cations(me /100g)		
				Ca	Mg	K
Rice single crop	'90	2.71	97	3.73	1.74	0.33
Rice single crop	'94	2.61	161	5.26	1.62	0.29
Rice-barley double crop						
· Barley straw removed	'94	3.02	171	5.24	1.58	0.37
· Barley straw added	'94	3.41	181	5.67	1.62	0.34

Table 7. Rice grain quality of dry seeded rice in different cropping patterns

Cropping pattern	Perfect kernel (%)	Imperfect kernel (%)				
		Rusty kernel	Green kernel	Dead kernel	Broken kernel	Notched-belly kernel
Rice single crop	61.4a	5.4b	21.0b	2.0a	3.6a	2.0a
Rice-barley double crop						
· Barley straw removed	60.8a	5.7b	24.3a	1.1b	2.2b	0.4b
· Barley straw added	59.5a	7.1a	23.0ab	1.8a	2.6b	0.4b

* Within columns, means followed by same letter are not significantly different at 5% level by DMRT

Table 8. Amylose, protein and mineral contents of brown rice kernel in association with dry seeded rice in different cropping patterns

Cropping pattern	Amylose content (%)	Protein content (%)	Mineral contents(mg /100g)		Mg /K
			K	Mg	
Rice single crop	22.2a	6.8a	352a	97a	0.89a
Rice-barley double crop					
· Barley straw removed	21.9a	7.0a	353a	96a	0.88a
· Barley straw added	21.9a	6.8a	337b	87b	0.82b

* Within columns, means followed by same letter are not significantly different at 5% level by DMRT

4. 米質

玄米 品位는 表 7에서와 같이 作付 方式間에 뚜렷한 차이가 없었으나 晩期 및 보리後作 벼 直播는 完全米 比率이 60% 前後로 낮고, 靑米 比率이 21~24%로 높아 다같이 玄米 品位가 떨어졌다.

食味와 밀접한 관계가 있는 쌀의 無機成分 中에서 아밀로스 및 단백질 含量은 作付 方式間에 차이가 없었으나, K와 Mg含量 및 Mg/K比는 보릿짚 施用後 벼 直播區에서 낮았다(表 8). 대체로 良質 品種은 Mg含量이 130mg/100g以上, K含量이 250mg/100g以下라고 하는데¹¹⁾ 이보다 Mg含量이 높고 K含量이 낮아 米質이 떨어지는 것으

로 나타난 것은 栽培時期가 늦어 登熟期 低溫에 영향을 받은 것으로 생각할 수 있다⁶⁾.

이상의 試驗 結果에서과 같이 보리後作 벼 直播는 보릿짚 還元障害로 立毛 不安定과 初期 苗生育이 억제되는 등 부분적인 문제점은 있으나, 잡벼 및 앵미발생억제, 土壤有機物 含量 增大등의 이점이 있고, 米麥2毛作 面積이 많은 남부지역에 벼 直播面積 擴大를 위해서는 앞으로 보다 체계적인 2毛作 直播栽培 技術體系 確立 및 問題點 補完 研究가 필요하겠지만, 5년간 시험 결과 米麥2毛作 벼 直播도 그 전망이 밝다는 것을 확인할 수 있었다.

摘要

本試驗은 벼 晩期 및 보리後作 乾畚直播의 收量性과 土壤 化學性 變化에 대한 기초 자료를 얻고자 嶺南農業試驗場 畚作圃場에서 1990년부터 1994년까지 5년간 시험을 수행하였다. 供試品種은 日本型인 동해벼를 사용하였고, 作付方式은 벼 單作 晩期直播와 보리後作 벼 直播로 하였고, 보리 後作 벼 直播는 보릿짚 除去後 直播와 보릿짚 施用後 直播로 하여 실시하였던 시험 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 보리後作 乾畚直播도 m^2 當 適正 立毛數 確保는 문제가 없었으나 年次間 立毛 變異는 컸었고, 벼 單作 直播에 비하여 初期 苗生育은 약간 떨어졌으나 점차 生育이 회복되어 最終 벼 生育은 벼 單作 直播보다 좋았다.
2. 보리後作 벼 直播時 畦立乾畚直播 方法은 벼 單作 直播와 出穗期 차이가 없었으나 平面 乾畚 直播에서는 出穗期가 4일이 늦었다.
3. 收量構成要素中 千粒重 및 登熟比率는 作付樣式間 비슷하였으나, m^2 當 穗數 및 穎花數는 보리 後作 벼 直播에서 많았다.
4. 쌀 收量은 보릿짚除去後 벼 直播는 벼 單作 直播와 비슷하였으나 보릿짚 施用後 벼 直播에서는 2년차부터 쌀 收量이 增收되어 5년 平均 쌀 收量은 벼 單作 對比 8% 增收되었다.
5. 5년간 長期 乾畚直播時 土壤 有機物 含量은 벼 單作區는 떨어졌으나 보리後作 直播區는 增大되었고, 作付方式別 다같이 칼리含量은 비슷했으나, 인산과 칼슘含量은 增大되었고 마그네슘 含量은 약간 떨어지는 경향이였다.
6. 作付方式別 玄米 品位, 아밀로스 및 단백질含量은 별 차이가 없었고, 칼리, 마그네슘含量 및 Mg/K 는 보릿짚 施用後 벼 直播에서 낮았다.

引用文獻

1. 농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법 :

pp. 222-230, 450.

2. 崔 炆, 金鼎濟, 申榮五. 1983. 토양실험. 형설출판사 : pp.1-57.
3. Cooperative Extension Service (CES), 1990. Rice Production Handbook. Uni. of Arka., United States Pepar. of Agric., and County Government Cooperation. USA. pp.61.
4. 富久保男. 1989. 水稻不耕起直播栽培における麥わら被覆の除草效果. 日本植調 23(1) : 13-18.
5. 黃正동, 黃동용, 박성태, 김순철. 1994. 영남 지역 벼 직파재배법 기술개발연구. 영남농업시험장보고서 : pp.220-225.
6. 稻律脩, 佐佐忠雄, 新井利直. 1982. お米の味, その科學と技術. 北農會 : pp.88-93.
7. Juliano, B.O. 1985. Criteria and tests for rice grain qualities. Rice chemistry and technology. AACC : pp.443-524.
8. 郭尙洙, 金吉雄. 1984. 보리 殘有物속에서 含有된 主要 Phenolic acids가 논 雜草發芽에 미치는 影響. 韓雜草誌 4(1) : 39-51.
9. 權淳兌, 金吉雄. 1985. 麥類作物(밀, 호밀)의 殘有物로부터 同情된 Phenolic Compounds가 雜草의 發芽 및 生育에 미치는 影響. 韓雜草誌 5(2) : 121-130.
10. 金純哲, 朴成泰, 田炳泰, 李壽寬. 1992. 嶺南地域 벼 畦立乾畚直播 栽培의 長短點 分析. 農試論文集(水稻篇) 34(1) : 49-55.
11. 中川宣與, 古賀義昭. 1989. 食味育種. 農業技術 44(2) : 88-93.
12. 朴成泰, 金純哲, 李壽寬, 鄭根植. 1989. 南部地域에서 벼 直播樣式에 따른 生育 및 收量. 農試論文集(水稻篇) 31(4) : 36-42.
13. 박성태, 황동용, 박은호, 김순철. 1990. 맥후작 및 사료작물후작 벼 직파방법시험. 영남작물시험장보고서 : pp.234-247.
14. 농촌진흥청. 1983. 농사시험연구조사기준 : pp.38-66, 453.
15. 농촌진흥청. 1993. 쌀 생산비 절감을 위한 벼 직파재배기술. 농촌진흥청 행정간행물 : pp.

- 1-153.
16. 鷺尾養. 1989. 水稻湛水土壤中直播栽培における最近の動向(1) - 栽培技術の成立経過と現況 - 農業技術 44(4) : 150-153.
 17. _____. 1975. 直播栽培. 農事試験場 : pp. 337-402.
 18. 角田公正. 1983. 稲作コスト 低減の 指針. 全
國農協同中央會 : pp.309.
 19. 영남농업시험장. 1993. 농사시험연구보고서 : pp.17-18.
 20. 野久山芳夫. 1981. 水稻の不耕起直播栽培に関する 土壤肥料學的研究. 中國農業試驗場報告 E 18 : 1-62.