

논 과습포장에서 부분경운 건답직파기를 이용한 보리 파종

구본철*[†] · 김재철* · 양원하* · 강문석* · 조영손* · 박석호** · 박광근* · 이춘기* · 신진철*

*작물과학원, **농업공학연구소

Barley Sowing by Partial Tillage Direct Grain Seeder in Wet Paddy Field

Bon-Cheol Koo*[†], Jae Cheol Kim*, Yon Ha Yang*, Moon Seok Kang*, Young Son Cho*
Seok Ho Park**, Kwang Geun Park*, Choon Ki Lee*, and Jin Chul Shin*

*National Institute of Crop Science, Suwon 441-857, Korea

**National Institute of Agricultural Engineering, Suwon 441-100, Korea

ABSTRACT Sowing time of barley after cultivation of rice has frequently been delayed because of rainfall or some other reasons by rice cultivation. Partial tillage direct grain seeder with eight row, which had been developed for rice sowing and showed many advantages in wet field, were tested for barley sowing. After flooding during 2~3days, plots were designed to make wet condition. Three sowing methods were tested; high ridged broadcasting, plat drill seeding and partial tillage direct grain seeding. It were impossible to sow properly even in 27% of soil water content by high ridged broadcasting, plat drill seeding but could be possible to sow normally by partial tillage direct grain seeder in 42% of soil water content as good as in 27% of soil water content. Initial growth condition after sowing in plots of partial tillage direct grain seeder were normal even in plots sown in more than 50% of soil water content. No. of spike, which was 508/m², in plot of partial tillage direct grain seeder sowed at 30% soil water content was better than plat drill seeding, 404/m². Yield and yield components of plot of partial tillage direct grain seeder, were higher than plot sowed by plat drill seeder in same soil water content. Partial tillage direct grain seeding can be a good sowing way for barley especially in wet condition. However, parts of seeder have to be improved for barley sowing; 1) ridged width of partial tillage direct grain seeder should be 10~20 cm wider than 10 cm, which is necessary for drainage during barley growing season in wet paddy field. 2) sowing width of partial tillage direct grain seeder was not same with one of drill seeder which was the best width for light interception and should be shorter than 30 cm.

Keywords : barley, sowing method, partial tillage direct grain seeder

동작물인 맥류는 주로 논에서 벼의 수확 후 파종하게 되는데 파종기에 비가 자주 오거나 주변 논에 늦게까지 벼에 물대기를 하는 등의 이유로 이모작할 논토양의 수분이 많아져 맥류의 파종이 적게는 일주일, 심하게는 한 달 이상 늦어지는 경우가 빈번하다. 이는 현재의 일반적 파종법인 광산파, 세조파 등으로는 비온 후 최소 4~5일 후에나 파종이 가능하기 때문이기도 한데 이것이 맥류재배면적 감소 원인의 하나가 되고 있다(농림부 2003, 작시 1998, 한희석 2002, 2001a, 2001b).

'99년에 벼 파종용으로 개발된 부분경운 건답 직파기는 파종시 세조 파종기와 달리 전면 경운 대신 부분 경운을 하는 방식을 채택하여 포장이 물이 많은 상태라도 기계적으로 무리 없이 파종이 가능하며 파종을 비롯한 시비, 배수구 설치 작업을 동시에 하게 되어 파종작업과 배수구 설치작업을 별도로 하는 관행 직파방법에 비하여 노력이 29%, 비용이 24% 절감됨을 보고(농진청 2001, 작시 2003)하였다. 파종 후에도 대부분의 토양의 경반층이 유지되어 빗물이 논의 심층으로 쉽게 수직 배수되며 배수로로 수평 배수되어 논에서 통기 조건을 개선할 수 있어 발아 및 출아를 촉진함으로써 입모율을 높일 수 있는 것으로 알려져 있다.

따라서 본 연구는 벼용으로 보급되고 있는 부분경운 건답 직파기를 맥류에 적용하여 그 활용가능성을 검토하고 보리나 밀의 부분경운 파종시 파종가능 토양수분을 규정하고 파종 후 재배관리지침을 얻고자 수행하였다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6697
(E-mail) koobc@rda.go.kr <Received April 17, 2007>

재료 및 방법

본 실험은 2001년부터 3년간 작물시험장 논 포장에서 울보리, 새찰쌀보리를 이용하여 수행하였다. 시험 파종기로는 맥류의 일반적인 파종법인 세조파와 광산파에 대비한 부분경운건담직파를 비교, 공시하였는데 작업기계는 작물과학원의 배토기(휴립광산파용)와 세조파종기(평면세조파용), 농업공학연구소에서 제공한 부분경운 파종기(부분경운건담직파용)를 이용하여 이루어졌다. 시비량은 맥류표준시비량(농진청 2001)으로 투입하였으며 부분경운 파종법은 파종기에 비료살포기가 덧붙여져 시비도 동시에 할 수 있는 기종이었고 세조파나 광산파는 파종 전에 비료살포기로 살포되었다. 배수로를 만드는 작업은 부분경운파종기는 파종과 동시에 가능한 동시 작업형이었고 세조파나 광산파는 분리형 복포기를 사용하였다.

토양은 미사질 양토인 논과 양토인 논을 이용하였다. 토양 수분을 과습 상태로 만들기 위해 파종 전에 물을 논에 충분히 대어 1일간 담수상태로 만들고 이후 배수시켰다. 파종당시의 토양의 수분함량은 대건토 중량법(농진청 2003)으로 측정하였다.

논이 과습한 상태일때 파종방법간 작업능력을 비교하기 위하여 부분경운 파종기의 파종작업 및 배수로 작업의 정밀도, 타 파종과의 차이점을 2001년~2003년에 걸쳐 중점적으로 분석하였고 파종후 초기생육 및 월동 상태 그리고 월동후 파종상태의 변화 특히 맥류에서의 일반적인 배수로와는 다른 좁은 배수로를 가진 부분경운 파종기의 유지여부 등을 조사하였다. 파종작업 때 발생하는 기본 입모수와 초기생육 차이에 따른 최종적인 보리의 생육 및 수량을 최종확인하기

위해 2003년에 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(2003)을 따라 조사하였다.

결과 및 고찰

벼 파종용으로 보급되고 있는 부분경운 파종법이 갖는 장점을 확인하기위해 우선 기존의 파종법과 대비한 부분경운 파종법의 세부적인 단계별 작업능력을 3년에 걸쳐 분석하였다. 맥류의 기존 파종법(세조파종, 휴립광산파종)과 새로 개발된 부분경운 파종법의 토양 수분별 파종관련 작업 각 단계의 작업능력에 대한 결과는 표 1과 같다.

우선 종자가 제 위치에 파종되는 지를 보면 부분경운 파종법은 토양 수분함량 40%이하가 되면 보리종자가 제 위치에 놓여지는 반면 세조파종법은 토양수분 40%에서 뿐만 아니라 토양수분이 27%로 낮아져도 작업기주변에 흙이 범벅이 되어 종자가 흙과 함께 쓸려가 제 위치에 종자가 놓이지 못하였다. 이로 인해 입모의 차이가 두 파종법사이에 확연하였다.

파종 후 복토가 되는 정도를 살펴보아도 토양수분 50%정도 되면 부분경운파종기와 기존 파종기 모두 거의 복토가 되지 않았으며 토양수분 42%정도로 낮아지면 부분경운파종기는 파종할 때 복토가 거칠게라도 대부분 이루어졌다. 그러나 반면 세조파종기는 종자가 제대로 놓이지 못함은 물론이고 복토도 정상적으로 이루어지지 않아 종자가 노출되거나 흙에 쓸려갔다. 입모가 불량한 것은 육안으로도 확인이 가능하였다. 토괴의 크기에도 차이도 보여 부분경운 파종기는 토괴가 2~4 cm 이하로 작았으나 세조파종기는 덩어리가 10 cm 이상 되는 것으로 관찰되었다. 휴립광산파는 손으로 파종한 후 배토기로 복토가 이루어지는 작업형태를 취하는

Table 1. Differences of working abilities of high ridged broadcasting, plat drill seeding and partial tillage direct seeding for each sowing steps according to the soil moisture content in various sowing methods (2001-2003).

Working step	Soil water content more than 50%		Soil water content 42%		Soil water content 27%		1-3 days after watering	10days after watering
	partial tillage direct seeding	plat drill seeding	partial tillage direct seeding	plat drill seeding	partial tillage direct seeding	plat drill seeding	High ridged broadcasting	
Seeding	partial possible	impossible	possible	impossible	possible	partial possible	possible	possible
Fertilizing with seeding	possible	-	possible	-	possible	-	possible	possible
Covering with soil	mostly impossible	impossible	almost possible	impossible	possible	partial possible	impossible	possible
Drainage canal	possible	impossible	possible	impossible	possible	impossible	impossible	possible

데 토양수분함량이 배수후 1~3일에 해당되는 50%, 42%, 27%의 토양수분함량에서 모두 복토가 정상적으로 이루어 지지 않았다. 따라서 휴립광산파의 경우는 토양수분함량이 과다한 토양에서 파종하려면 종자를 미리 뿌려놓고 토양수분함량이 적습상태로 되었을 때까지 기다린 후 배토기로 복토하는 방법을 사용할 수 밖에 없었는데 파종 후 복토까지의 기간이 무려 10일이나 되었고, 10일 동안 토양표면에 지속적으로 노출되어 건조상태로 종자가 말라 오히려 발아에 불량한 조건이 되었던바 입모가 좋지 않았다.

배수로 작업을 보면 기존 파종법과 부분경운 파종법 사이에 역시 차이를 보였는데 맥류 파종의 경우 파종작업 가능여부와 더불어 논에서 습해를 피하기위해서는 배수로를 확보하는 것이 중요한데 부분경운파종기는 파종작업과 동시에 배수로를 만드는 작업이 과습 조건에도 파종과 동시에 가능했다. 그러나 세조파종기와 휴립 광산파의 경우는 파종 직후에 시도했을 경우는 시험구 구성을 전혀 할 수 없었으며 차선책으로 앞서 언급했듯이 파종 후 4~5일 이상 경과후 따로 배수로를 낼 수밖에 없었다.

이와 같이 부분경운 파종기의 작업상 진논에서 파종이 가능한 장점과 배수로를 따로 낼 필요가 없는 편리성이 충분히 인정되었다. 그렇지만 이와 더불어 개선되어야할 부분도 발견되었는데 표 2에서 보는 것처럼 부분 경운 파종기에 의해 만들어진 배수로의 폭이 기존의 배토기의 폭인 30 cm와, 깊이인 15 cm보다 얇아 개선이 필요하였다. 실측한 배수로의 폭이 11~17 cm, 깊이가 2.4~6.4 cm로 나타났는데 이 정도의 배수로로는 파종 후 잦은 비등으로 토양 조건이 불량하면 습해가 발생할 우려가 있다. 이를 보완하기위해서는 월동전이나 월동 후 인력을 동원하여 배수로를 다시 만들어야 하는 부수적인 작업이 필요하였다. 다른 한 가지 문제는 부분경운 파종시 구 등의 보고(1993)와 같이 잡초발생이 본 포장에서도 많았다. 일부는 발생이 심하여 보리 생육에 영향을 주었는데 이를 방지하기 위해 제초제 살포 등의 제초처리가 파종 후 반드시 필요한 것으로 판단되었다.

파종작업 가능여부와는 달리 부분경운 파종기를 이용하여

파종할 때 정밀한 파종이 이루어지는 토양수분 범위를 알기 위하여 토양토성에 따른 토양수분에 따른 쇄토율의 변화를 살펴보았다(그림 1). 미사질양토에서는 약 40%까지, 양토에서는 27%정도까지는 쇄토율이 70%이상으로 유지되어 정밀한 파종이 가능하였다. 따라서 부분경운 파종기를 이용하여 논에서 파종하려면 토양수분함량이 미사질양토의 경우 약 40%이하, 양토의 경우 27% 이하가 되어야 정밀파종이 가능하다(2001~2003).

파종후 파종방법별 배수후 일수에 따른 입모수를 표 3에서 보면 부분경운 파종의 경우 토양이 과습한 상태에서도 입모수를 250~340개/m² 확보하였으나 세조파종기는 배수후 1일에는 대부분의 파종된 시험구에서 입모 확보에 실패하였고 배수 후 3일에도 부분경운 파종기구의 입모수 절반에도 미치지 못하였다.

2년간의 초기생육관찰과 간이 수량검정결과 수수가 부분경운파종기가 세조파에 비해 2배 가까이 많았고 수량도 20% 이상 많은 것으로 나타났는데 이를 최종 확인하기위해 2003년에 과습조건하에서 파종방법별 수량구성요소 및 수량을 미사질 양토인 논에서 조사하였는데(표 4) 대건토중량법으로 토양수분함량이 30%정도인 미사질 식양토에서 부분경운 파종기와 세조파종기를 이용, 파종하였을 때 생육단계와 관련된 출수기와 성숙기는 두 파종법 사이에 차이가 없었다. 간장

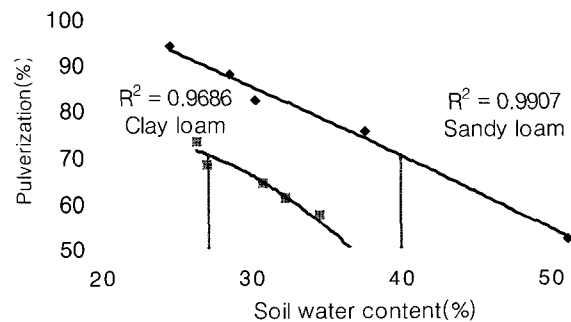


Fig. 1. Changes of pulverization rate according to the soil water content in different soil texture.

Table 2. Differences between seeding methods in degree of maintenance in drainage after winter (2001~2003).

Seeding method	Soil drainage [†]	Drainage canal	
		Width (cm)	Depth (cm)
Partial tillage direct seeding	Poor	14.0±2.0	4.2±1.5
	Good	13.7±3.0	4.4±2.0
Plat drill seeding	Good	30	15 cm

[†]Soil drainage : Poor-more than soil water content 50%, good-soil water content 27~30%

Table 3. Differences of plant numbers per m² among seeding methods on 20~30days after sowing in wet condition.

Seeding method	Soil drainage [†]	Number of plants per m ²
partial tillage direct seeding	Poor	250
	Good	280~330
Plat drill seeding	Poor	80
	Good	195
High ridged broadcasting	Poor	60
	Good	310

[†]Soil drainage : Poor-more than soil water content 50%, good-soil water content 27~30%

Table 4. Comparison on growth and yield of barley sowed in 30% of soil water content (2003).

Seeding method	Heading date	Maturing date	Culm length (cm)	Spike length (cm)	No. of spike (No./m ²)	No. of grain/spike	1000 grain weight (g)	Yield (kg/ha)
partial tillage direct seeding	Apr. 29	Jun. 2	81 a	5.1 a	508 a	54 a	31.2 a	3,620 a
Plat drill seeding	Apr. 29	Jun. 2	88 a	5.1 a	404 b	53 a	30.4 a	3,150 b

은 부분경운 파종법에 의해 파종된 보리가 조금 짧은 경향이 나 수장은 같았다. 수량구성요소를 보면 수수는 부분경운 파종법에서는 508개/m²로 404개/m²인 세조파종법보다 100개 이상 많았지만 천립중과 일수립수는 두 파종법이 유의적인 차이가 없었다. 즉 파종기에 입모수의 차이가 수수의 차이로 이어진 것으로 판단되었다. 부분경운 파종구의 수량이 정곡으로 보리 362 kg/10a로 나타나 세조파구보다 상대적으로 약 15%가량 수량이 많아 부분경운 파종기를 이용한 파종법이 포장 과습시 맥류의 안정적인 입모와 생육을 유도할 수 있다는 것을 확인하였다.

이상의 결과로 보면 논외의 과습이 맥류 파종에 큰 장애를 줄 수 있는 기후변화를 나타내는 요즘에 부분경운 건답직파기를 이용한 파종법이 맥류 파종방법으로 충분히 고려해 볼 수 있는 새로운 방법이 될 것이다.

적 요

최근 맥류 파종기의 잦은 강우로 파종이 늦어지는 경우가 많은데 기존의 파종방법으로는 습한 포장에서의 파종이 쉽지 않아 만파의 유인중 하나가 되고 있다. 이에 따라 과습 상태의 토양에서도 논에서 맥류의 파종이 가능한 새로운 파종법의 개발이 필요하다. '99년에 벼 파종용으로 개발된 부분경운 건답 직파기를 이용하여 논에서 맥류를 파종할 때의 생육 및 수량에 대해 2001~2003년에 걸쳐 시험하였다.

가. 배수 후 1~3일, 즉 토양수분이 각각 50% 이상, 40%, 27~30%를 보이는 토양에서 휴립 광산파와 세조파의 경우는 정상적인 파종이 불가능하였으나 부분경운 파종기를 사용하여 파종한 경우 토양수분 40%(배수 후 2일)만 되어도 정상적인 작업이 이루어져 파종이 가능하였고 초기 생육도 양호하였다. 반면 세조파종법과 휴립광산파는 토양수분 40%에서 뿐만 아니라 토양수분이 27%로 낮아져도 작업기 주변에 흙이 범벅이 되어 종자가 흙과 함께 쓸려가 제 위치에 종자가 놓이지 못하였다. 이로 인해 파종법사이의 보리 입모 차이가 확인하였다.

나. 토양수분 함량 30-40%(배수후 2일)에 파종된 부분경운파종구의 생육을 세조파종구와 비교해 볼 때 부분경운 파종기 구의 입모수가 충분히 확보되었고 이로 인해 수수도 충분히 확보되어 같은 수분함량에서 파종된 휴립광산파와 세조파에 비해 높은 수량을 보였다. 벼를 위해 개발된 부분경운파종법은 토양 과습시 보리의 파종작업에 유리한 점이 많아 농가에 보급되어 벼, 보리 모두에 이용 가능할 것으로 판단되었다.

다. 부분경운파종기에 부착된 배토기의 배수로 폭이 14 cm로 좁고 깊이도 일반배토기에 비해 얇아 배수로 역할을 제대로 하지 못하였으므로 파종 후 과습이 계속될 경우에는 추가적인 배수로 보완 또는 작성 작업이 필요하며 잡초도 일반 포장에 비해 많이 발생할 우려가 있음이 보고되고 있어 적기에 잡초방제를 해야 할 것이다.

인용문헌

- 구연충, 김광호, 오윤진. 1993. 벼 건답직파재배에 따른 잡초 군락의 변화. 한잡초지. 13(2) : 159-164.
- 농림부. 2003. 농림업 주요통계 pp. 251-253.
- 농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구조사분석기준. pp. 269-436.
- 농촌진흥청. 2001. 농업과학기술개발 결과활용자료집. pp. 425.
- 농촌진흥청. 2001. 보리재배. pp. 117.
- 농촌진흥청. 2000. 식량작물 제 2절 식용보리 생산 및 확대. pp. 408-409.
- 작물시험장. 2003. 벼 부분경운 건답직파 재배기술. 작물시험연구논총 제 4권 : 274-283.
- 작물시험장. 1998. 맥류농사업무 참고자료. pp. 28-29.
- 한희석, 양원하, 김제규, 전원태, 양창인, 구연충, 이충현, 백남현. 2004. 벼 부분경운 건답직파 재배의 적정파종깊이. 별책 pp. 216-217.
- 한희석, 양원하, 김제규, 곽강수, 양운호, 김재현, 김덕수, 이성재, 곽태순. 2003a. 벼 부분경운 건답직파재배의 적정 파종량. 한작지 별책. pp. 120-121.
- 한희석, 양원하, 김제규, 곽강수, 양운호, 김재현, 백남현, 곽태순. 2003b. 벼 부분경운 건답직파재배의 입모 안정화를 위한 물관리 방법. 한작지 별책. pp. 122-123.
- CIMMYT. 2001. Application of physiology in wheat breeding pp. 2-10.