

벼 수확동시 보리 산파 재배에 관한 연구

Studies on Broadcasted Cultivation of Barley with Rice Harvest

임시규*, 고종민*, 서득룡*, 홍순표**

정회원

S. G. Lim, J. M. Ko, D. Y. Suh, S. P. Hong

I. 서론

우리 나라의 주곡 작물 생산과 소비 체계는 전통적으로 쌀과 맥류를 주식으로 하고 콩을 이용한 각종의 고유한 찬거리를 개발해서 부식으로 이용하여 왔다. 따라서 이들 주곡작물의 생산 체계는 벼와 콩은 여름 작물로, 보리를 비롯한 맥류는 겨울 작물로 재배하여 논에서는 미맥 2모작, 밭에서는 맥두 2모작의 한국적인 2모작 작부 체계를 유지 발전시켜 왔다.

그러나 1980년대부터 쌀에 비해 식미 특성과 상대적 소득이 떨어지는 맥류와 콩의 재배면적이 급격히 감소하여 이 같은 합리적 작부 체계가 흐트러지고 있다.

이 같은 작부체계상의 모순된 경향은 벼를 주작물로 하는 일부 주곡 작물 재배지대에서는 벼 단작의 1모작 작부체계로 퇴행하여 경지 이용률을 저하시켜 협소한 경지면적으로 취약한 우리 나라의 식량 생산 기반을 더욱 어렵게 하고 있다.

본 연구는 벼 수확과 보리 파종시 중첩되는 작업노력을 분산시켜 맥류의 파종 작업을 생력화함으로써 작부 체계상의 모순점을 개선하고자 콤바인으로 벼를 수확하면서 보리 파종과 기비 시용을 동시에 실시할 수 있는 콤바인 부착형 송풍식 미맥 수확동시 파종기를 개발하고 이에 적합한 재배기술을 확립하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

(시험1) 벼 수확동시 맥류 산파기 제작

가. 공시재료

본 보리 산파장치의 제작에 있어서 콤바인은 3조식의 중·소형 포대형 콤바인(동양HL2000)을 이용하였으며 동력원과 종자적재함으로는 중앙MD 40S-A 배부식 동력살분무기를 사용하였다.

나. 벼 수확동시 맥류 산파기의 원리와 구성

벼 수확동시 맥류 산파기는 파종작용이 엔진의 회전속도가 6,500~8,000rpm, 풍량이 3.5~8.5m³/sec, 풍속이 70~80m/sec인 동력 살분무기의 고속기류에서 발생하는 풍력을 이용하여 종자와 비료의 혼합물을 송풍관을 통하여 별도로 제작한 파종 장치까지 이송되어져 파종구를 통하여 종자가 토양 표면에 토출되는 과정으로 이루어지는 송풍식 파종법이다.

*농촌진흥청 영남농업시험장 전작과

**특허청 심사3국

벼 수확동시 맥류 산파기의 구성은 예취반송부, 탈곡선별부, 갱처리부, 주행부로 구성되는 수확 탈곡 체계는 콤바인을 활용하였으며, 파종부는 동력 살분무기를 송풍원과 종자적재함으로 활용하여 별도로 제작한 송풍호스에 파종유도장치가 결합된 파종장치를 부착하여 구성하였다.

(시험2) 벼 수확동시 맥류 산파재배 기술확립 시험

시험1에서 제작한 송풍식 벼 수확동시 보리 산파기를 이용하여 1996년부터 1998년까지 영남농업 시험장 답리작 포장(평택통)에서 벼를 수확하면서 적정파종량의 구멍은 겉보리는 알보리, 밀은 올밀을 공시하여 파종량을 ha당 각각 75, 125, 175, 225, 275kg의 5수준으로 처리하였으며, 적응 품종의 선발은 겉보리 4품종, 2조 대맥(맥주보리) 2품종, 밀 2품종을 공시하여 ha당 180kg을 파종하였다.

시비량은 ha당 질소130, 인산 110, 칼리70kg을 질소시비량의 50%는 기비로 사용하고 50%는 생육재생기에 추비로 사용하였으며 인산과 칼리는 전량을 기비로 사용하였다. 유기물은 생산된 볏짚을 전량 환원시키고 별도의 퇴·구비는 사용하지 않았으며, 각 시험의 시험구 배치는 단구제로 하였다.

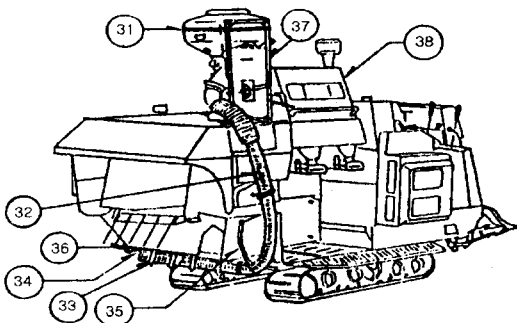
한편 파종한 다음 벅짚 피복에 따른 적정 복토깊이를 구명하고자 복토깊이를 무복토, 1, 3, 5cm의 4수준으로 처리하여 파종 후 관수 처리를 별도로 둔 분할구 3반복으로 실시하였다.

II. 결과 및 고찰

(시험1) 벼 수확동시 맥류 산파기 제작

가. 동력 살분무기의 부착

그림1은 송풍식 벼 수확동시 보리산파 장치를 콤바인에 부착한 구조도로써 벼 수확동시 종자와 비료의 살포에 필요한 풍력을 발생시키는 동력원과 종자적재함으로써 역할을 담당하는 동력 살분무기의 부착은 작업보조자가 조속기 레버와 송출량 조절레버를 쉽게 조작할 수 있도록 드롭퍼 상부 커버 위에 동력 살분무기의 방향을 정하여 정치시킨 다음 드롭퍼커버 고정볼트를 적절히 이용하여 부착하였다.

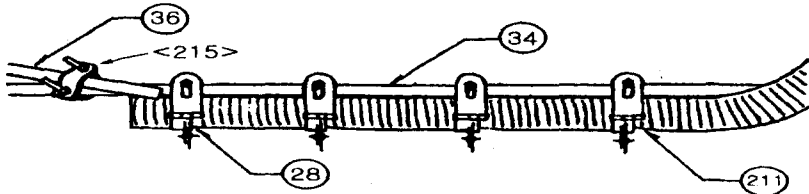


- (31) 배부식 동력 살분무기
- (32) 송풍호스
- (33) 종자유도장치
- (34) 파종장치 고정대
- (35) 카터 받침
- (36) 보조젓힘간
- (37) 동력 살분무기 고정 및 결합장치
- (38) 콤바인 곡물 적재함

그림 1. 벼 수확동시 맥류 산파장치 부착 구조도.

나. 파종장치의 결합

그림2는 종자유도장치와 송풍호스의 결합체인 동시파종장치를 콤바인에 부착한 구조도로 콤바인 좌측의 보조 짓힘간과 우측의 커터 받침대에 설치대를 별도로 설치하여 결합하였으며, 콤바인의 운용에 대한 장애를 최대한 줄이고 벧짚이 떨어지기 전에 종자가 지면에 낙종될 수 있도록 지면으로부터 25cm, 바퀴의 후단으로부터 20cm 떨어지게 하여 송풍호스가 콤바인의 후미에 있는 배기구에 가까이 접촉되지 않은 위치에 결합하였다.



(34) 파종장치 설치대 (36) 보조 짓힘간 (28)제4번 파종구 (211)제1번 파종구 (215)고정용 죄임쇠
그림 2. 파종장치 결합 구조도.

다. 동력 살분무기의 종자 송출 능력

본 파종장치의 송풍원으로 쓰인 동력살분무기(중양 MD 40 S-A)의 종자 및 비료 송출 능력은, 표 1에서 보는 바와 같이 보리 종자와 보리 전용 복합비료(10-22-14)의 혼합 비율을 15:50으로 하여 종자15kg과 비료 50kg을 혼합했을 때, 조속기 레버를 1단에 두고 송출량 레버를 4단, 5단, 6단으로 조정할 경우 전량(65kg)이 송출되는 시간은 각각 69분, 46분, 38분이 소요되어 종자 1kg이 송출되는 시간은 각각 4분36초, 3분4초, 2분32초가 소요되었다.

한편 종자와 비료의 혼합비율을 1:1로 하여 각각 15kg을 혼합한 것을 약제탱크에 넣고 조속기레버를 1단으로 했을 때 송출량 조절 레버를 2단, 3단, 4단으로 조정함에 따라 전량(30kg)이 송출되는데 각각 43분, 32분, 19분이 소요되어 종자1kg이 파종되는 시간은 각각 2분52초, 2분8초, 1분6초가 소요되었다.

그러나 종자와 비료를 혼합하지 않고 종자만 송출할때는 송출레버의 개방정도에 따라 송출량과 시간에 변이가 크게 나타나므로 파종량의 원활한 조절을 위해서는 일정량의 비료를 증량제로 사용하는 것이 유리할 것으로 판단되었다.

표 1. 동력 살분무기의 보리종자 및 보리 전용 복합비료 송출능력

혼합비율 (종자:비료)	종자량 (kg)	동력살분무기 송출구 개방정도(0-10단)에 따른 소요시간				
		2	3	4	5	6
15:50	15	실용성없음	실용성없음	69'	46'	38'
	1	실용성없음	실용성없음	4' 36"	3' 4"	2' 32"
15:15	15	43'	32'	19'	12'	8'
	1	2' 52"	2' 8"	1' 6"	0' 48"	0' 32"
15:0	15	21' 14"	13' 48"	7' 32"	실용성없음	실용성없음
	1	1' 25"	0' 55"	0' 30"	실용성없음	실용성없음

* 활용기종 : 동력살분무기-중양MD40S-A, 콤바인 동양HL2000형
** 송출량 조절 손잡이 로드 : 중간위치, 엔진속도(0-9단) : 1단,

라. 벼 수확동시 보리 산파작업에 따른 노력절감 효과

본 송풍식 미맥 수확동시 산파기에 의한 보리 파종시 생력 효과를 보면(표 2) 벼 수확부터 보리 파종이 완료될 때까지 소요 노력시간이 관행의 트랙터부착 휴립세조파기를 이용한 벼 수확과 보리파종 분리작업은 10a당 242분인 것에 비하여 벼 수확동시 산파는 72분으로 70%의 노력 절감이 가능한 것으로 나타났는데, 이는 장(1995)의 보고와 일치하는 결과였다.

표 2. 벼 수확동시 보리 파종작업의 노력절감 효과

구 분	작업소요시간(분/10a)							절감 효과 (%)
	벼수확	기비시용	파종	복토	벼짚 제거	퇴비시용	계	
트랙터 휴립세조파	41	38	← 29	→	25	109	242	-
벼수확동시 보리 산파	←	50	→	22	0	0	72	70

(시험2) 벼 수확동시 맥류 산파재배 기술확립 시험

가. 적응 품종

표3은 1996년부터 1998년까지의 벼 수확동시 보리 산파 재배시 맥종별 품종별 보리의 생육 정도와 수량성으로 걸보리에서는 알보리와 탑골보리가 생육이 비교적 양호하고 수량성이 높은 것으로 나타났으며, 오월보리와 올보리는 년차간의 생육과 수량의 변이가 컸으며 수량성도 다소 낮게 나타났다.

맥주보리는 전반적으로 생육이 저조하였는데, 삼도보리와 같이 분얼력이 강한 품종이 재배에 다소 유리한 것으로 나타났다.

그러나 내한성에 강한 특징을 지니고 있는 밀은 공시한 올밀과 남해밀 2품종 모두 생육이 양호하여 조만성에 관계 없이 적응성이 높은 것으로 나타났다.

이상의 결과로서 벼 수확동시 산파재배시 맥종별 적응성은 밀>걸보리(일반보리)>맥주보리 순서인 것을 알 수 있었으며 품종에 따라서는 대체로 내한성이 강한 품종이 적응력이 높은 것으로 추정할 수 있었다.

표 3. 보리 품종별 생육 및 수량성 비교

맥종별 품종명	출현입모수 (본/m ²)	간장 (cm)	수수 (본/m ²)	수당립수 (개)	수량 (kg/10a)	지수	
걸보리	알보리	328	87	585	39	410	101
	오월보리	350	76	655	32	351	87
	올보리	310	85	588	36	404	100
	탑골보리	421	84	780	33	415	103
맥주보리	삼도보리	301	67	769	17	324	100
	사천 6호	316	79	627	21	272	100
밀	올밀	264	79	694	39	482	100
	남해밀	302	74	705	39	481	100

나. 적정 파종량

파종량에 따른 알보리와 올밀의 생육특성의 변화는 표4에서와 같이 파종량이 증가함에 따라 출수가 1~2일 빨라지고 도복도 심하게 나타났으며, 수수는 증가하고, 수당립수는 감소하는 경향을 보였다.

표4. 보리 파종량에 따른 생육특성 변화

맥 종	생육특성	파종량(kg/ha)				
		75	125	175	225	275
걸보리 (알보리)	출수기(월.일)	4.27	4.27	4.25	4.25	4.23
	도복(0-9)	1	3	5	7	9
	수수(m ²)	533	560	595	634	723
	수당립수(개)	43	44	40	39	34
	천립중(g)	34.2	32.6	33.3	32.1	30.9
밀 (올밀)	출수기(월.일)	4.29	4.28	4.28	4.28	4.27
	도복(0-9)	0	1	3	5	5
	수수(m ²)	591	711	897	909	861
	수당립수(개)	33	30	29	30	24
	천립중(g)	34.4	34.4	34.4	32.9	32.4

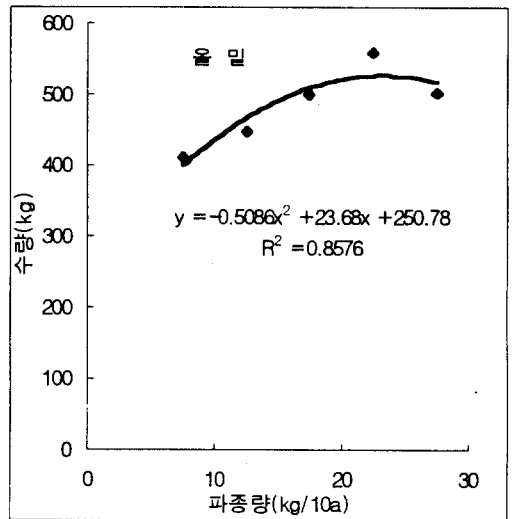
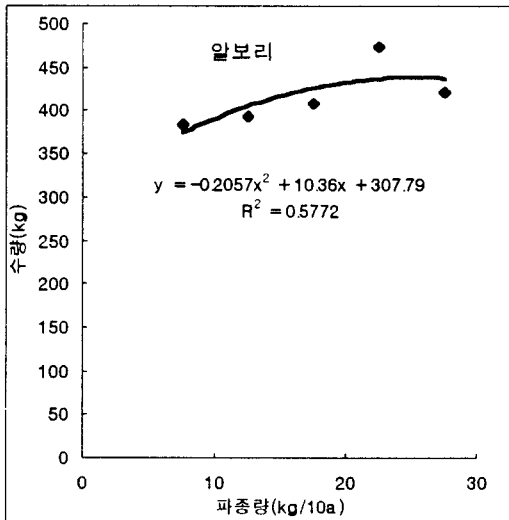


그림3. 파종량에 따른 수량 회귀검정 결과

수량회귀식 검정에 의한 파종량 추정결과는 그림3에서 보는 바와 같이 알보리, 올밀 모두 23kg에서 최고수량을 나타냈다.

이로 미루어 볼 때 내도복성이 강한 품종이나 척박지에 재배 할 경우에는 파종량을 10a당 23kg으로 하는 것이 다수확 재배에 유리할 것으로 보여지며, 내도복성이 약한 품종이나 비옥지에서 재배할 경우에는 이보다 감량하여 파종하는 것이 안전 재배에 유리할 것으로 판단되었다.

다. 파종 후 벧짚사용에 따른 적정 복토 깊이 및 복토 방법

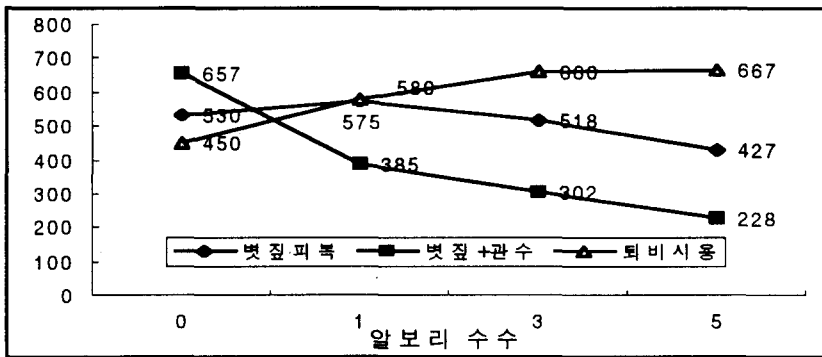
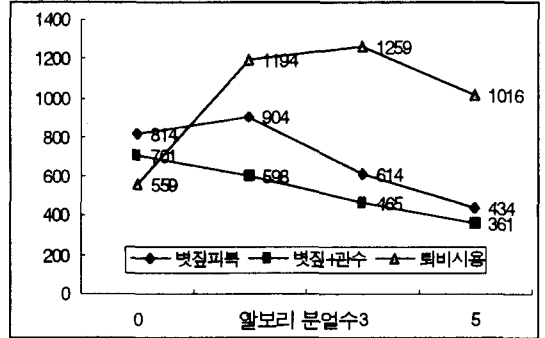
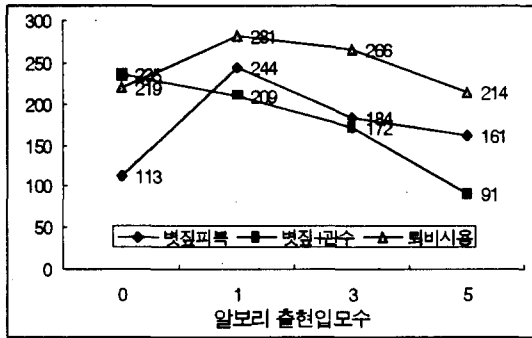


그림4. 유기물원과 복토깊이에 따른 경수의 변화

Lim et.al(1998)은 보리 종자 위에 벧짚이 피복된 상태에서 복토를 실시하게 되면 복토의 유무와 복토의 깊이 및 복토시의 토양 수분 상태에 따라서 보리의 출현과 분얼 및 수수의 결정에 많은 영향을 미친다고 지적하였는데, 본 시험에서는 그림4에서 보는 바와 같이 출현 입모수는 벧짚이 피복 되어질 경우 무복토 처리에서는 지극히 불량하였으나 1cm 복토에서 m²당 244본으로 가장 많았으며, 이후 복토의 깊이가 깊어지면서 감소하는 경향을 보였다.

그러나 복토시 토양 수분을 과습상태로 처리하면 오히려 무복토 처리에서 많았으며, 복토 깊이가 깊어지면 크게 감소하여 5cm복토처리는 무복토 처리에 비하여 61%가 감소하였다.

한편 유기물원으로 퇴비를 사용한 처리에서도 복토가 깊어질수록 감소하는 경향이었으나 벧짚을 사용한 처리만큼 크지는 않았다.

이러한 출현입모수의 변화정도는 분얼수에서도 유사한 경향을 보였으며, 수수는 벧짚피복의 경우 1cm 복토에서 m²당 575본으로 가장 많았으며 5cm복토에서는 427본으로 크게 떨어졌다. 그러나 퇴비를 사용한 처리에서는 복토깊이가 깊어질수록 수수는 증가하는 경향을 보였다. 한편 복토시 과습상태를 유지한 처리에서는 무복토처리에서 수수가 가장 많았으며 복토처리로 크게 감소하였으며 3cm 이상의 복토에서는 m²당 300개 이하로 정상적인 수량을 기대하기 어려운 정도로 적었다.

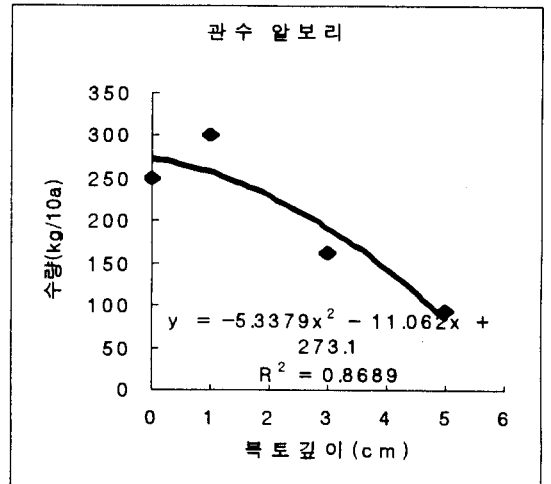
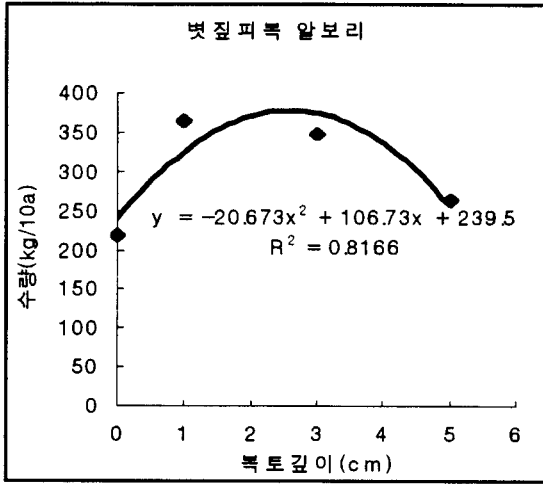


그림5. 회귀 검정에 의한 적정 복토깊이

보리 종자 위에 볍질이 피복되어질 경우 복토깊이에 따른 수량 변화는 그림4와 같으며 복토 깊이가 깊어질수록 크게 감소하여 복토 깊이가 알보리는 2.6, 본 요약서에서는 지면상 나타내지 못했지만 맥주보리인 2조 대맥의 삼도보리는 1.9, 울밀은 3.0cm에서 각각 최고의 수량성을 나타냈다.

한편 볍질 피복 후 관수처리에서는 이러한 경향이 더욱 뚜렷하게 나타나 알보리의 경우 직선회귀 경향을 보였고, 삼도보리는 0.8, 울밀은 2.3cm에서 최고의 수량성을 나타내었으며, 무복토 처리와 최적 복토처리간의 수량차이는 크지않았다.

II. 요약 및 결론

벼 수확동시 맥류 산파재배기술은 답리작 2모작 작부체계에 있어서 재배시기의 경합에 따른 노동력의 집중을 완화하여 적기수확과 적기파종을 가능하게 하기 위한 것으로 본 송풍식 미맥 수확동시 산파기는 콤바인에 동력 살분무기를 부착하고 송풍호스와 종자유도장치를 조립하여 동력 살분무기의 송풍작용에 의해 종자와 비료의 혼합체를 송풍호스를 통과시켜 수확과 동시에 종자를 지면에 살포하는 것을 특징으로 하는 송풍방식에 의한 수확동시 파종 장치이다.

종래에 개발된 수확동시 파종기계들은 제작에 상당한 기술과 비용이 소요되므로 농가에서 쉽게 실용화하기에는 어려움이 있었으나, 본 연구에 활용한 파종기는 종자 또는 종자와 비료 혼합물의 이송동력이 되는 송풍원으로 농가에 많이 보급되어 있는 동력 살분무기를 이용하였는데 콤바인 후상면에 있는 각종 보울트를 이용하여 동력살분무기를 부착함으로써 콤바인 본체의 손상을 최소화시켰다.

또한 송풍호스는 유연성과 내구성을 갖춘 양수용 PVC저압호스를 이용하여 제작함으로써 동력 살분무기에서 발생한 고속기류를 보호 유지하면서 외부의 기계적 손상에 대한 안정성을 최대화할 수 있으며, 종자유도장치의 구조를 단순화시켜 용이하게 제작할 수 있도록 설계하였다.

한편 벼 수확동시 보리 산파재배기술을 확립하고자 실시한 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 걸보리에서는 탑골보리와 알보리의 생육과 수량성의 년차간 변이가 적어 비교적 안정적이었으며 올보리와 오월보리는 년차간 변이가 커거나 수량성이 낮아 적응력이 낮은 것으로 추정되었으며, 맥주보리에서는 공시한 2품종 모두 생육이 불량하고 수량성이 크게 떨어졌으며 밀은 공시한 2품종 모두 생육과 수량성이 양호하였음
2. 걸보리와 밀 모두 파종량이 많아질 경우 출수가 1~2일 빨라지고 수수는 증가하였으나 수당립수가 감소하였으며, 수량회귀식에 의한 파종량 추정결과 알보리, 올밀 모두 23kg에서 최고수량을 나타냈다.
3. 벧짚피복 처리에서는 복토깊이가 깊어질수록 생육이 불량하고 수량성이 크게 감소하여 복토깊이가 알보리는 2.6, 삼도보리는 1.9, 올밀은 3.0cm에서 각각 최고의 수량을 나타냈다.
4. 벧짚 피복 후 관수처리에서는 이러한 경향이 더욱 뚜렷하게 나타나 알보리의 경우 직선회귀 경향을 보였으며, 삼도보리는 0.8, 올밀은 2.3cm에서 최고의 수량성을 나타내었으나 무복토 처리와 최적 복토처리간의 수량차이가 높지 않았다.

II. 참고문헌

1. 농림수산부. 1997. 농림수산 통계 연보. 농림수산부
2. 장영선. 1995. 벼·보리 수확동시 무경운 파종기 개발. 연구와 지도. 164:101-102
3. 장영희. 1988. 맥류 생력화 파종법 연구. 연구와 지도속보. 138:26-29
4. 장영희 외 5인. 1991. 콤바인 부착 파종기를 이용한 벼 수확 동시 호밀 파종방법에 관한 연구. 농시논문집(전.특작편) 33(1):16-21
5. 하용웅. 1985. 생력기계화를 위한 맥류의 새로운 파종방법. 연구와 지도속보. 21 :11-13
6. Joo K.N., Y.R. Lee, S.G. Jeong and J.Y. Kim. 1990. Development of drill seeder as a attachment of tractor. Res.Rep.RDA(A.G., S., F.P.U. & F.M.). 32(3):1-10
7. Lee C.W., Y.H. Chang, K.B. Youn and Y.H. Ryu. 1992. Studies on direct seeding of soybean at combine harvest of barley. Res. Rept. RDA(U&I). 34(1):34-39
8. Lim. S.G., J.M. Ko, D.U. Suh, Y.H. Kwack and W.S. Kim. 1998. Effect of different molding times on yield and growth of barley broadcasted over standing rice field. RDA. J. Crop Sci. 40(2)