

콤바인 부착 조파형 보리파종기 개발*

Development of Barley Drill Seeder Attached to Combine

이중용* 김유용* 김양길** 박상래** 박문수**
정회원 정회원
J.Y. Rhee Y.Y. Kim Y.K. Kim S.L. Park M.S. Park

1. 서론

보리는 쌀 다음의 주곡으로서 재배가능면적이 넓기 때문에 통일후 우리 나라의 식량문제를 해결하는데 크게 기여할 수 있는 작목으로 인식되고 있다. 우리 나라의 보리재배 면적은 1960년대의 경우 논면적의 90%로 대부분의 논에서 재배되었으나 산업화의 진행과 함께 급격히 줄어들어 1990년대에는 10%미만으로 줄었다.

1990년대에는 보리 소비가 점차 증가하는 경향이 있지만 그 동안 농촌노동력이 급격하게 줄어들어 비하여 보리파종이 벼의 수확시기가 겹치는 문제는 여전하게 남아 있어 재배면적이 늘지 않고 있다. 특히 98년과 99년의 가을철에는 비가 자주 왔고 토양의 함수율이 높아 콤바인의 작업능율이 낮았고 결과적으로 벼의 수확기간이 길어져 보리재배면적이 줄었다.

기존의 보리파종 방식은 벼를 수확한 후에 트랙터가 작업할 수 있을 정도로 논을 말린 후에 벧짚을 거두거나 태운 후, 세조파기나 광산파기로 파종을 하는 것이다. 그러나 이 방법은 수확후 논을 말려야 한다는 조건이 있기 때문에 실제로 보리 재배를 하고 싶어도 기상이 허락하지 않는 문제가 있다. 이 문제는 저습답에서 더욱 심각한데 우리 나라의 평야지 곡창지대에는 저습답이 많기 때문에 보리재배 면적을 확대하는데 있어 걸림돌이 되고 있다.

보리파종을 생력화하면서 동시에 기상여건으로부터 자유로운 파종방법으로 콤바인을 이용하여 벼를 수확하면서 동시에 파종하는 방법이 연구되었다. 이(1998)는 콤바인에 작조날을 부착하고 예취부 직후에서 보리를 조파하는 방법을 개발하였으나 파종량조절과 파종골 형성이 원만하지 못하였다. 임(1999)는 콤바인 후미에 보리를 공기이송하여 산파하는 방식을 개발하였으나 파종기를 작동하는 콤바인의 운전과 일치되지 않아 사용상 불편한 문제점을 안고 있었다. 일본에서도 1986년에 이와 유사한 연구가 진행된바 있으나 제어장치를 수동으로 하였기 때문에 실용화되지는 못하였다.

콤바인을 이용하여 보리를 조파하는 경우에 기본적인 문제점은 먼저 콤바인은 다목적으로

+ 본 연구는 1999년 농촌진흥청 특정연구과제 지원으로 수행되었음

* 서울대학교 농업생명과학대학 생물자원공학부

** 농촌진흥청 호남농업시험장

개발되지 않아서 작업기를 장착할 부위나 공간이 없다는 점이고, 둘째로 콤바인이 대형화, 산물형으로 바뀌면서 콤바인 작업방식이 과거의 왕복방식에서 회행식으로 바뀌기 때문에 작조장치에 무리한 힘이 가해진다는 점이다.

본 연구는 작조된 파종골에 보리를 파종하는 방식을 개선하는 것으로 연구목표는 콤바인의 작업속도에 비례하여 파종하되 파종장치가 수확하는 경우에만 작동할 수 있도록하며 콤바인이 회행하는 경우에도 조파가 가능하도록 하는 것이다.

본 논문에서는 고안된 콤바인 부착 조파형 보리파종기의 구조와 설계개념, 실제 작업결과에 대한 평가내용 및 개선점을 다루었다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 파종기의 구조 및 제원

공시 파종기는 그림 1에 나타난 바와 같이 3조형 자탈형 콤바인에 탑재하는 것으로 주행속도를 감지하는 센서부, 호퍼부, 흙-롤러식 배종장치, 배출된 종자를 균분장치로 공급하는 종자공급관(사각관), 종자공급관으로부터 공급된 종자를 4조(3조식)로 균등 분배하는 균분장치, 균분장치로부터 지면으로 종자를 공급하는 종자관, 파종골 형성을 위한 작구장치, 그리고 주행속도에 비례하여 흙-롤러를 작동시키는 제어부로 구성되었다.

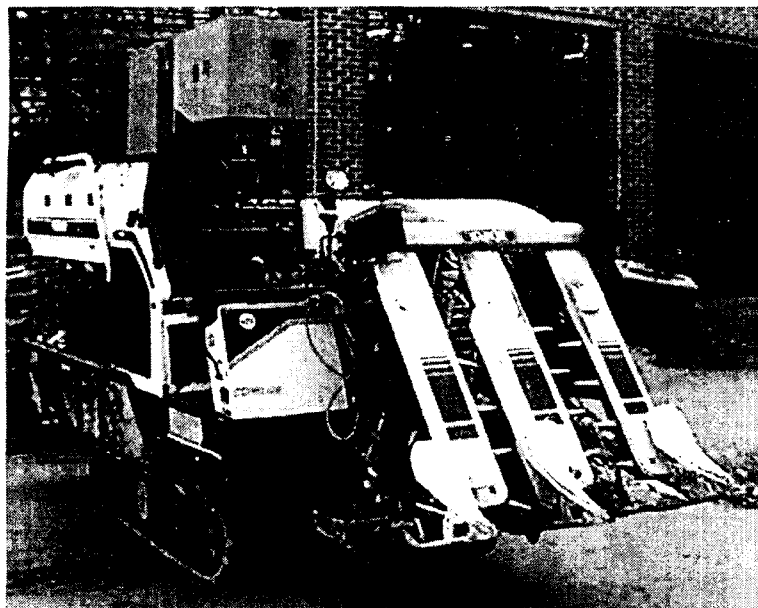


Fig.1 Appearance of the tested combine with the barely seeder.

2.1.1 배종장치

배종장치는 J사의 직파기 부품으로서 ABS 재질의 롤러와 롤러의 체적을 변화시킬 수 있는 핸들 종자를 차단하는 브러시와 좌·우측면 판으로 구성되어 있으나 좌·우측의 판은 본 연구에서 모터부착을 위하여 개조하였다. 배종장치의 롤러는 육각 연결축을 통하여 모터와 직결되고 호퍼와 슬라이드 방식으로 탈·부착하도록 설계되었다.

파종폭을 25cm로 정하고 4조를 파종하며 콤바인의 최대 작업속도 1.4m/s로 설정할 경우 단위면적당 파종량 25kg/10a의 파종량을 만족하도록 하였다.

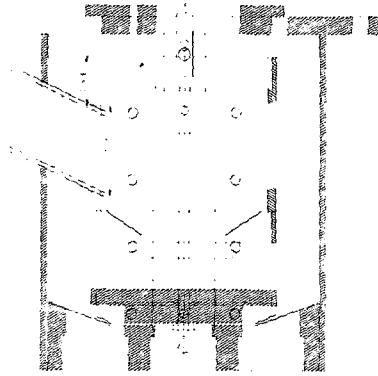


Fig.2 Schematic representation of seed distributor.

통하여 각각의 종자관으로 공급되며 바닥판에 종자가 쌓이는 것을 방지하기 위하여 스피너 바닥면에도 날개가 설치되어 있다. 그림 2와 같이 종자관이 바닥면 윗면으로 돌출하여 스피너와 간섭하지 않도록 종자관 연결구는 2단으로 설계되어 있다.

2.1.3 작구장치

V자형 파종골(폭 40mm×깊이 35mm)을 형성시키기 위하여 폭 40mm, 직경 170mm의 주판 알 모양의 철제 바퀴가 25cm 간격으로 4개 배치하였다. 또한 전·후진시 바퀴의 정렬을 돕기 위하여 바퀴의 yawing을 제한하는 멈치를 설치하였다.

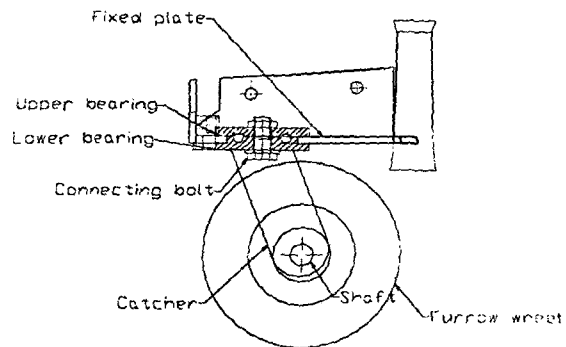


Fig.3 View of furrow opener.

2.1.2 균분장치

사각관을 통하여 내려온 종자는 균분장치의 내부 종자모음통에서 중앙으로 모여 스피너의 중앙으로 떨어진다. 떨어진 종자는 600rpm으로 구동되는 스피너에 의해 원주 방향으로 이동되어 경사면을 따라 흘러내린다. 종자는 바닥판에 있는 4개의 구멍을

2.2 보리의 물리적 특성

공시 보리의 산물밀도를 측정하기 위해 산물밀도 측정장치(농업기계화 연구소)를 이용하였다. 5반복 측정하여 평균값을 구한 결과 산물밀도는 635 kg/m^3 로 분석되었다.

2.3 제어장치의 설계

제어장치는 콤팩트를 이용하여 벼를 수확하는데 작업속도나 작업성능에 영향을 주지 않아야 하므로 후진이나 예취부를 들고 이동할 때에는 과중되지 않고 주행속도에 비례하여 과중량이 조절되도록 PWM 제어방식을 이용하였으며 10a당 15~25kg의 보리를 과중할 수 있도록 설계되었다. 구동모터는 12V 15W용으로 선정하였다. 모터의 정격회전속도는 직파기의 롤러축 속도에 기준 하여 정격 전압에서 135rpm을 선택하였다.

콤팩트에 설치된 후진감지 Limit Switch와 별도로 콤팩트 전처리부의 상승을 감지하는 Limit Switch를 설치하여 제어장치의 전원을 그림 4와 같이 On-Off시켰다.

제어장치에 대한 상세한 내용은 이(2000)에 설명되었다. 개발된 제어장치는 PWM 제어방식을 이용하되 과중시 부하변동을 고려하여 주행속도를 나타내는 근접센서의 주파

수신호 별로 pulse의 폭을 변조하여 주행속도와 배종장치의 회전속도를 비례하도록 하였다.

과중량을 변화시키는 방법에는 제어장치에 부착된 가변저항 값을 바꾸는 방법과 배종볼러의 흡 열립양을 조절하는 방법이 있다.

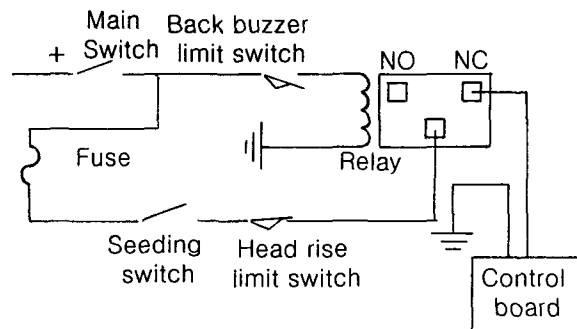


Fig.4 Schematic diagram of device of interception of power.

2.4 포장 성능실증실험

콤팩트부착 보리과중기의 포장 실증실험은 1999년 10월 25일 익산시 춘포면에서 공시기를 이용하여 과중되었으며 비교구는 관행 보리재배법으로 인근농가에서 11월 20일 과중되었다. 비교구의 과중시기가 늦은 이유는 포장이 마르지 않아 기다린 결과이며 과중량은 시험포장에서는 19kg, 인근포장에서는 37kg으로 하였다. 비교구에 과중량이 많은 이유는 과중시기가 늦어 입모가 불량할 것으로 예상하였기 때문이다.

공시포장에 과중할 당시의 토양수분은 건토중량법으로 40%였으며 트랙터가 주행하기는 불가능한 경우였다. 비교구는 토양함수율이 28%이하로 떨어진 상태에서 실시되었다. 생육조사는 2000년 2월 2일 실시되었으며 입모율과 엽수 등을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

제어장치의 가변저항 값을 $0.4k\Omega$ 으로 정하고 파종량이 주행속도에 비례하는지를 조사하였다. 그림 5는 주행속도별 파종량을 나타낸 것이다. 파종량은 주행속도 $0.3m/s$ 이상에서 단위 시간당 파종량은 선형적 ($R^2=0.964$)으로 비례하여 증가하나 $0.3m/s$ 이하에서는 그다지 비례하지 않았다. 단위면적당 파종량(표준편차 = $48g/15m^2$, 평균 = $408g/15m^2$, 변이계수 = 11.8%)을 그림 6에 나타내었다. 그림에서 보듯이 주행속도가 $0.3 m/s$ 이하에서는 파종량이 많게 나타났다. 실용적인 면에서 보면 콤바인의 작업속도가 $0.3m/s$ 이상이므로 이점은 그다지 문제가 되지 않는다.

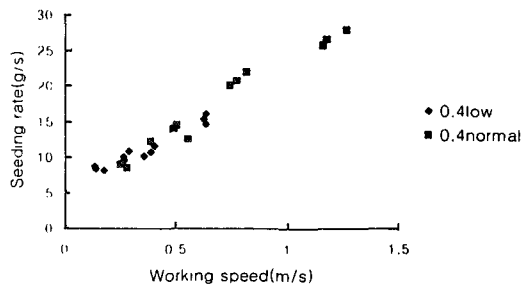


Fig.5 Relation of seeding rate to working speed.

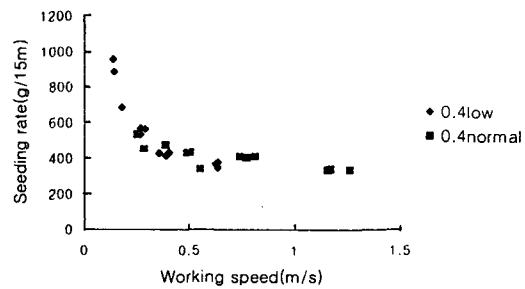


Fig.6 Seeding rate to constant area in each working speed.



Fig. 7 View of barley growth at corner



Fig. 8 View of barley growth after water drenching

실제 포장에서 파종된 형상을 그림 7에 나타내었다. 그림에서 보듯이 회전하면서 파종한 경우에도 조파가 가능하였고 작조도 무리가 없었다. 그림 8은 직선구간의 입모상황을 나타낸 것으로 배수용 골은 배토기로 파종후 실시된 것이다.

콤바인 부착 보리 조파기로 파종한 경우와 광산파기로 작업한 경우의 생육상황을 표 1에 비교하였다. 표에서 보듯이 공시기로 파종한 경우 분얼이 많이 진행되고 잎수나 초장 등 모든 면에서 생육이 우수하였다. 이것은 파종시기와 무관하지 않으므로 어떤 것이 우수하다는

결론은 내릴 수 없다, 그러나 관행 조파기를 사용하는 경우 포장상태가 준비될 때까지 기다리기 위하여 파종일이 보름이상 늦추어졌고 그 결과 생육도 부진하게 되었다고 볼 수 있다.

Table 1. Comparison of barley growth seeded by the prototype seeder to that by tractor mount type drill seeder.

	Variety	Seeding date	Seeding rate	plant height	Death after emergence	Number of leaf	Number of stem	Number of branches
Test Field	Naehanssal barley	Month/date 10.25	kg/10a 19	cm 6.6	% 14	- 4.0	-/m ² 587	-/stem 1.9
Control Field	Saessal barely	11.10	37	5.4	14	2.2	315	0.7

4. 요약 및 결론

보리재배를 생력화하면서 파종시 기상的影响을 받지 않는 방법으로 콤바인에 보리조파기를 부착하는 방법을 시도하였다. 본 연구에서는 작조골에 보리를 파종하는 방법을 사용하였으며 콤바인 작업자가 벼 수확에만 전념할 수 있도록 제어장치를 수확작업과 완전히 연계시켰다. 공시기는 자탈형 3조식 콤바인이었으며 근접센서로 콤바인의 주행속도를 측정하고 이 신호를 이용하여 파종롤러의 회전속도를 PWM 제어방식으로 제어하였다. 주요 연구결과는 다음과 같다.

1. 개발된 콤바인부착 보리 조파기는 콤바인의 작업속도가 0.3 m/s이상일 때는 주행속도에 비례하여 파종량을 조절할 수 있었다.

2. 작조골은 회행이나 직선주행에 상관없이 잘 이루어졌으며 포장실험 결과트랙터로 작업이 불가능한 토양상태에서 공시기는 파종할 수 있었음에 비하여 관행 광산파기는 파종이 불가능하여 파종시기가 보름정도 늦추어졌다.

5. 참고문헌

1. 이중용, 김유용, 박상래, 김양길, 박문수. 2000. 파종기 구동용 직류모터의 회전속도 제어. 한국농업기계학회 동계학술대회
2. 임시규, 고종민, 서득룡, 홍순표. 1999. 벼 수확동시 보리 산파 재배에 관한 연구. 한국농업기계학회 동계학술대회 논문집 4(1):45-52
3. 이중용, 박문수, 박상래. 1998. 미맥수확동시보리파종기 개발을 위한 기초 연구. 한국농업기계학회 동계학술대회 논문집 3(1):56-61