

종이필름 멀칭직파기에 관한 연구

A Study on the Paper-film Mulching Rice-direct Seeder

최덕규*	김진영*	박석호*	김충길*	김승희*	곽태용*
정회원	정회원	정회원	정회원	정회원	비회원
D. K. Choi	J. Y. Kim	S. H. Park	C. K. Kim	S. H. Kim	T. Y. Kwak

1. 서론

벼 재배기술은 이앙재배 위주로 발전하여 왔으나 산업화로 인한 농업인구 감소와 이에 따른 노동력 부족, 노령화 및 임금상승으로 재배노력 절감을 위한 생력기계화 재배기술개발의 필요성이 증가하고 있다.

파종할 부분만을 경운하면서 볍씨를 파종·시비하고 배수구작업을 동시에 할 수 있어 노력 및 비용을 크게 절감할 수 있으며 무경운 포장에서 작업하므로 비가 온 다음날이면 파종작업을 할 수 있기 때문에 잦은 강우시 적기 파종시기를 놓칠 수 있는 기존의 건답직파기술을 보완한 건답직파 기계기술을 연구한 바 있다(박석호 등, 2002). 직파기의 중요한 문제점은 파종블량과 토양처리의 실패이며 원인은 단순롤러형 배출장치로는 볍씨의 배종이 원활치 못한 경우가 생기게 되고 건중자인 경우 큰 문제가 없으나 직파의 작업체계상 벼를 침중하거나 최아하여 파종하기 때문에 배종장치의 보완이 필요한 것으로 보고한바 있다(이중용 등, 1996).

기존의 직파 기계기술은 무논에서 파종골에 볍씨를 파종하거나 건답에서 볍씨를 줄뿌림하는 줄뿌림 파종기술이며 일정한 간격에 일정량의 볍씨를 점파할 수 있는 기술개발에 대한 요구가 증대하고 있다.

본 연구는 종이필름을 멀칭함으로써 잡초의 발생을 억제하여 제초제 사용을 생략할 수 있는 친환경 벼재배 기계기술이며 종이필름 멀칭직파기의 설계기준을 설정하기 위해 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 1차 시작기 제작

종이필름 멀칭직파기는 종이필름을 멀칭하면서 동시에 볍씨를 직파하는 기술로 볍씨의 배종 및 파종요인과 종이필름 혈공요인을 구명하고자 한다. 볍씨직파 원리는 볍씨를 배종하고 토양 및 종이필름을 혈공한후 파종구멍에 볍씨를 낙하시키는 것으로 개념 설계하였다.

시작기는 승용산파이앙기 후방에 부착하였으며 볍씨의 배종방식은 구멍롤러식을 적용하였고 종이필름의 혈공은 컨트롤보드로 제어되는 에어실린더의 끝단에 혈공팁을 부착하여 상하로 작동함으로써 필름과 토양이 혈공되도록 하였다. 에어실린더는 상하이동행정 50mm를 사용하였고 혈공팁은 포장에 깔린 종이필름을 뚫고 파종홈을 형성하기 위하여 직경 30mm, 길이

* 농업공학연구소 생산기계공학과

40mm로 제작하였다. 혈공장치는 종이의 혈공과정에서 작업기 이동에 따라 혈공팁이 구멍을 뚫고 상승할때 토양과 종이필름을 미는 현상을 방지하기 위하여 지면과의 각도를 30°로 하여 부착하였다. 배종장치는 기어케이스로 이양기의 PTO를 1/4로 감속하여 배종롤러가 1회전시 한개의 홈에서 4~6개의 볍씨를 배종하며 배종장치에서 배종된 볍씨는 파종관에서 대기하다가 에어실린더의 작동으로 파종판이 열리면서 파종되는 원리이다.

그림 1은 시작기의 구조를 나타낸 그림이며 표 1에 제원을 나타내었다.

표 1. 시작기 제원

형 식	크 기 (길이×폭×높이cm)	볍씨배종	종이필름 혈공	멀칭용 종이필름
승용이양기부착형	102×220×90	구멍롤러	에어실린더의 혈공팁	재생지에 생분해성 폴리에스터 코팅

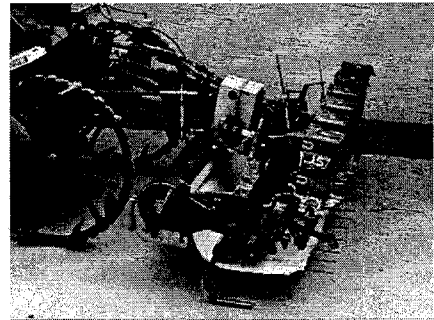
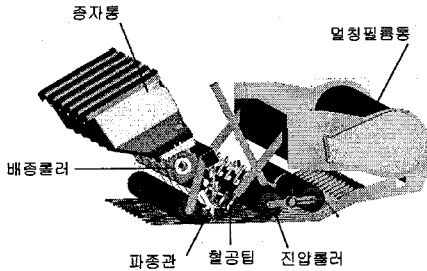


그림 1. 1차 시작기 구조

나. 2차 시작기

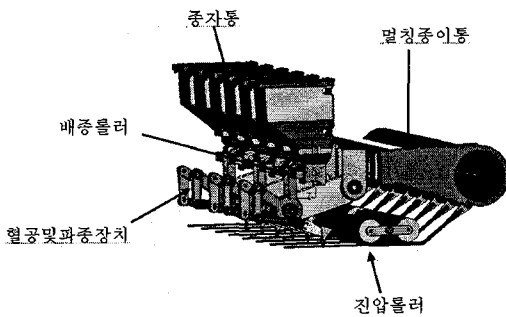


그림 2. 2차 시작기

2차 시작기는 에어실린더식 혈공 및 파종장치의 문제점을 보완하고자 크랭크 운동을 하면서 혈공과 파종을 할 수 있는 기구를 설계 제작하였다. 혈공장치의 기능은 무늬와 종이필름에 볍씨를 파종하기 위한 적당한 크기의 구멍을 뚫는 것이며 이때 작업속도에 대응한 적절한 궤적으로 운동하여야 한다. 직파장치는 볍씨를 담고 있다가 종이필름 및 토양이 혈공되면서 상승할 때 즉시 파종하여야만 혈공된 위치에 정확하게 파종할 수 있다. 이에 파종장치는 배종된 종자를 담고 있다가 빠른 속도로 운동하는 혈공장치가 토양을 혈공하는 순간 파종되도록 혈공장치 상단에 파종장치를 부착하였다.

혈공장치 상단에 파종장치를 부착하였다.

다. 3차 시작기

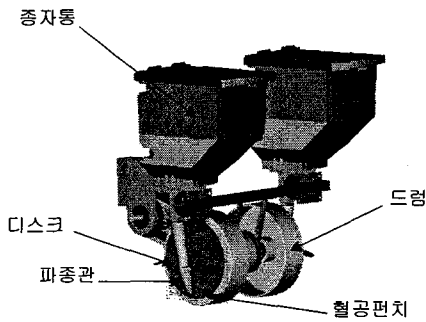


그림 3. 디스크식 혈공 및 파종장치

3차 시작기는 파종 정밀도를 향상하기 위하여 디스크 및 드럼식으로 혈공 및 파종장치를 설계하였다. 디스크식은 종이필름을 진압하면서 파종깊이를 일정하게 유지하는 드럼과 일체로 디스크를 부착하였으며 디스크에 혈공편치를 3개 부착하여 회전하면서 필름과 토양에 파종구멍을 형성하도록 하였다. 배종된 볍씨는 파종관을 통하여 낙하하면서 파종판에서 혈공편치와의 접촉에 의해 개폐되고 파종구멍에 볍씨가 낙하되는 원리이며 주요 구조는 그림 3과 같다.

드럼식 혈공 및 파종장치는 디스크식과는 달리 혈공부와 파종부를 일체로 하여 파종부에서 볍씨가 낙하하는 시간을 최소화하고자 혈공과 동시에 볍씨가 상단에서 낙하되는 구조이며 그림 4와 같다. 또한 드럼식은 혈공편치가 종이필름을 혈공하는 동시에 벌어지는 A형과 고정된 혈공편치와 내측 파종드럼의 구멍과 외측드럼의 구멍이 일치했을 때 볍씨가 종이필름 혈공과 동시에 파종홈에 파종되는 B형 방식으로 2가지를 제작하여 시험하였다.

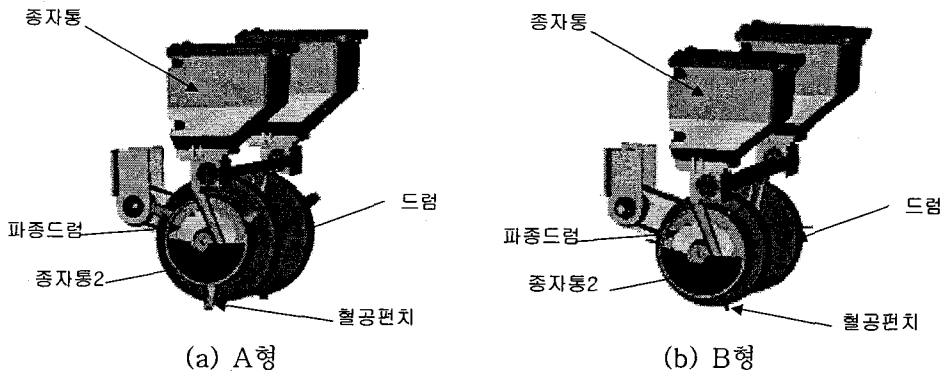


그림 4. 드럼식 혈공 및 파종장치

3. 결과 및 고찰

가. 1차 시작기 포장시험

1차 시작기로 포장시험한 결과 혈공상태는 에어실린더의 압력을 6kgf/cm^2 으로 하였을 때 종이필름에는 $\phi 30\text{mm}$ 의 구멍이 뚫렸고 토양에는 $\phi 30\text{mm}$, 깊이 5~10mm로 뚫리는 것으로 나타났다. 필름의 혈공후에는 토양이 뚫린 형상대로 유지되어야 하지만 즉시 함몰되거나 혈공팁이 상승함과 동시에 흙이 붙어서 올라와 파종구멍 형성이 어려운 문제점으로 나타났다. 또한 혈공팁이 종이필름과 토양을 혈공할 때 포장표면이 솟아오른 지점에서 혈공팁이 완전히 토

양에 묻히게 되고 상승하면서 혈공팁의 모퉁이가 종이필름을 끌어올리는 문제가 발생하여 메커니즘 보완이 필요한 것으로 나타났다.

나. 2차 시작기 포장시험

포장의 표면은 물이 고여 있지 않아야 직과기의 혈공 및 파종메커니즘으로 볼 때 적합하지만 실제로는 논외의 정지상태에 따라 요철이 크기 때문에 부분적으로 물이 고여 있는 상태이다. 포장은 물이 많이 있거나 끈죽인 경우 혈공 즉시 토양이 함몰되기 때문에 볍씨와 흙이 혈공부에 붙어 파종상태가 불량하여 지는 경우가 있기 때문에 포장 조건이 파종상태에 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

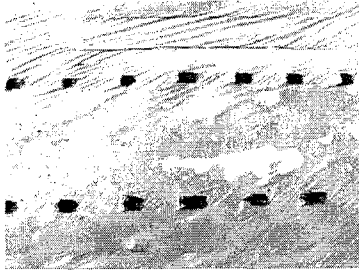


그림 5. 혈공 및 파종상태

종자의 파종상태는 그림 5와 같이 볍씨가 혈공된 구멍 안에 떨어진 개수를 조사하였으며 표 2에 파종된 개수 별로 나타내었다. 포장시험 결과 작업초기에는 파종상태가 양호하다가 점점 결주 또는 볍씨가 적게 파종되었는데 이러한 원인은 혈공장치 끝단에 물과 흙이 묻음으로써 배종된 볍씨가 달라붙거나 볍씨의 낙하를 방해하여 파종상태가 불량해지는 경우가 발생하였다. 파종 시험결과 결주가 10.4%로 많고 1~3개 파종된 비율이 62.4%로 높아 배종된 볍씨를 정확하게 파종할 수 있는 메커니즘의 보완이 필요한 것으로 나타났다.

표 2. 볍씨 파종율

0개	1~3개	4~6개	7개 이상
10.4% (5.3)	62.4% (10.7)	24.5% (4.0)	2.7% (4.0)

※ ()는 S.D.

다. 3차 시작기

디스크식 파종장치의 포장시험 결과, 종이혈공 및 파종상태는 그림 6과 같다. 볍씨의 파종은 평균 5.7개로 나타났으나 혈공된 파종구멍에 파종되지 않고 주변에 파종된 비율이 19.6%로 높게 나타났다. 이러한 원인은 논외의 토양이 무르기 때문에 디스크가 지면을 누르면서 파종구멍을 뚫을 때 지면보다 낮아지면서 파종구멍이 경사져서 볍씨가 탈선되는 비율이 높은 것으로 판단된다. 또한 포장표면에 물은 종이필름과 토양 사이에서 혈공시 완충작용을 하기 때문에 혈공이 불량해 지는 것으로 나타났다. 따라서 파종 정밀도에 가장 크게 영향을 미치는 것은 포장 준비시 정밀하게 균평하고 물을 완전히 배출하는 것으로 나타났다.

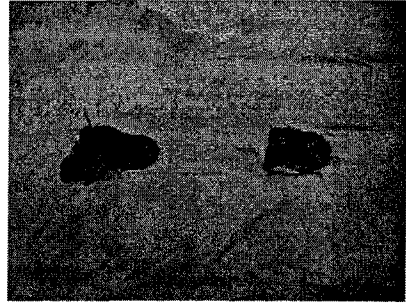


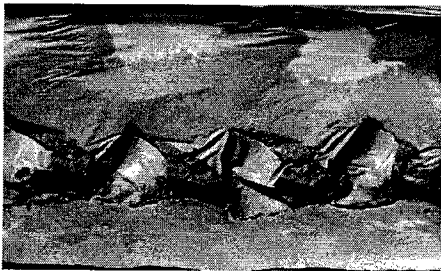
그림 6. 디스크식 파종장치에 의한 종이필름의 혈공 및 범씨 파종상태

범씨의 파종 상태는 표 3에 나타내었으며 범씨가 파종구멍에 낙하되지 않고 이탈된 비율이 19.6%로 높게 나타났으며 결주율은 1.9%로 나타났다. 특히 범씨가 이탈된 비율이 높은 것은 종자관이 혈공편치와 수직상에 위치하지 않고 좌상단에 위치하기 때문에 빠르게 회전하면서 개폐되는 파종판이 범씨를 쳐서 이탈시키는 작용을 하기 때문인 것으로 판단되었다.

표 3. 범씨 파종율

주간거리	평균 파종개수	파종구멍 이탈 파종비율	결 주
14.2 cm	5.7개	19.6%	1.9%

드럼식 혈공 및 파종장치로 포장시험한 결과 혈공편치가 종이필름 혈공과 동시에 벌어지며 파종하는 방식(A형)의 경우 종이필름의 혈공상태는 폭 128~132mm, 길이 75~90mm, 깊이 40~50mm로 크게 나타났다. 종이의 혈공상태는 혈공편치가 좌우로 벌어지기 때문에 작업기의 이동속도에 의해 필름과 토양 표면에는 작업방향 우측으로 길게 구멍이 형성되는 것으로 나타났다. 또한 혈공편치 입구는 흙으로 막혀 범씨의 파종상태가 불량해지는 것으로 나타났다.



(a) A방식



(b) B방식

그림 7. 드럼식 혈공 및 파종장치의 파종상태

종이필름 혈공과 동시에 파종홈에서 범씨를 파종하는 방식(B형)의 경우, 종이필름의 혈공상태는 폭 60~94mm, 길이 44~70mm, 깊이 5~30mm로 나타났다. 또한 범씨의 파종율은 평균

6.6개로 양호하게 나타났으며 법씨가 파종구멍에 정확하게 파종되는 것으로 나타났다.

4. 요약 및 결론

멀칭직파기는 종이를 멀칭하면서 법씨를 직파하도록 승용이앙기 후방에 부착할 수 있는 구조로 설계 제작하여 포장에서 종이의 혈공 및 법씨 파종상태를 시험하였다.

가. 1차 시작기로 포장시험한 결과 종이필름의 멀칭상태는 대체로 양호하였으나 혈공상태는 에어실린더의 압력을 6kgf/cm^2 로 하였을때 종이필름에는 $\phi 30\text{mm}$, 토양에는 $\phi 30\text{mm}$, 깊이 5~10mm로 구멍이 뚫리는 것으로 나타났으나 파종구멍 형성이 불량하여 메커니즘 보완이 필요한 것으로 나타났다.

나. 2차 시작기의 시험결과는 혈공된 구멍에 파종된 법씨의 경우, 작업초기에는 파종상태가 양호하다가 점점 결주 또는 1~3개 파종되는 비율이 증가하였는데 이것은 혈공장치 끝단이 물과 흙이 묻음으로써 배종된 법씨가 달라붙거나 법씨의 낙하를 방해하여 파종상태가 불량해지는 것으로 판단하였음.

다. 3차 시작기는 디스크식 혈공 및 파종장치로 제작하여 포장시험을 실시한 결과 법씨의 파종은 평균 5.7개로 나타났으나 혈공된 파종구멍에 파종되지 않고 주변에 파종된 비율이 19.6%로 높았음.

라. 3차 시작기를 보완하고자 법씨가 탈선되지 않고 혈공구멍에 파종되도록 법씨 파종부를 혈공부의 상부에 위치시킨 드럼식 혈공 및 파종장치를 제작하여 시험한 결과 종이필름 혈공과 동시에 파종홈에서 법씨를 파종하는 A방식의 경우 종이필름 혈공은 폭 60~94mm, 길이 44~70mm, 깊이 5~30mm이며 평균 파종율이 6.6개로 나타났으며 법씨는 구멍에 정확하게 파종되는 것으로 나타났다. 그러나 파종상태는 포장표면에 물이 고여 있거나 무른논의 경우 혈공과 동시에 흙물이 솟아 파종이 불량해지는 것으로 나타나 포장조건이 파종에 중요한 요인인 것으로 나타났다.

5. 참고문헌

- 가. 박석호, 이동현, 김학진, 이채식, 조성찬, 박태용. 2002. 부분경운 건답직파기 개발. 농업기계학회지 27(1):25~32
- 나. 이중용, 최영수. 1996. 벼 직파기계설계이론(I). 농업기계학회학술대회 논문집 p7~11
- 다. 최영수, 구경분, 유수남. 2001. 벼 펠렛 종자용 타격식 파종장치 개발. 한국농업기계학회지 26(2):115~122