

벼 펠릿종자용 파종장치 개발(II)

Development of a seed-metering device for rice-seed pellets

구경본*	최영수*	유수남*
	정회원	정회원
G.B.Koo	Y.S.Choi	S.N.Yoo

1. 서론

본 연구의 목적은 벼 직파기를 동력원으로 한, 벼 펠릿종자를 직파할 수 있는 파종장치를 개발하는데 있다. 벼 펠릿종자용 파종장치의 핵심장치인 종자배출장치로는 타격식 종자배출장치를 개발하였으며, 실내실험 및 포장실험을 통하여 개발된 종자배출장치의 성능을 평가하였다.

2. 벼 펠릿 종자용 파종장치 설계

점파용 파종기의 핵심장치는 종자배출장치이며, 종자배출장치는 일정량의 종자를 추출하여 속도변화에 무관하게 일정한 간격으로 배출할 수 있어야 한다.

본 연구에서는 캠 기구의 직선왕복운동 원리를 종자배출방식에 응용한 타격식 종자배출장치를 개발하였다.

가. 벼 펠릿종자

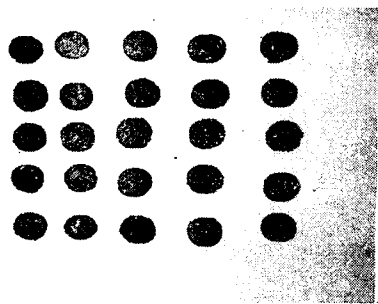


Fig. 1 View of rice seed pellets

벼 펠릿종자용 정밀파종장치에 사용된 벼 펠릿종자는 벼종자로서, 전남지역 직파 재배 장려품종인 동안벼를 사용하여, 펠릿당 3~4 립의 벼 종자가 직경 12 mm 내외의 구형 펠릿 속에 포함되도록 제조하였다. 펠릿의 재료로는 산적토와 접합제로서 아라비아 고무와 젤라틴을 혼합한 용액을 이용하였으며, 이밖에 미량의 복합비료도 첨가하였다.

그림 1은 본 연구에 사용하기 위하여 펠릿종자 제조장치로 제조한 벼 펠릿종자를 나타낸 것이다.

* 전남대학교 농과대학 생물산업공학과

나. 타격식 종자배출장치

본 연구에서 개발하고자 한 종자배출장치는 종자배출장치에서 정확히 단립의 펠렛종자가 배출되어 12 cm의 일정한 파종간격을 유지할 수 있도록 설계하였다. 타격식 종자배출장치는 종자공급관에 미리 대기하고 있는 펠렛종자를 타격봉이 단립의 펠렛종자만을 타격하여 배출하는 방식이다. 이 타격식 종자배출장치의 작동은 캠에 의하여 타격봉이 직선왕복운동하도록 되어있다. 타격식 종자배출장치의 구성은 원판캠, 종자타격봉, 임의배출방지용 브러쉬, 종자공급관 등으로 이루어져 있다.

다. 임의배출 방지용 브러쉬

펠렛종자가 종자통으로부터 종자타격부의 입구까지 도달하는 동안에 낙하에 의한 미소한 충격과 여러 원인에 의해 파종작업기에 진동이 발생하게 된다. 이러한 진동에 의해 펠렛종자가 임의로 배출되거나, 펠렛종자가 종자공급관의 중심보다 앞쪽에 미리 이동하여 펠렛종자 타격시, 펠렛종자 두 개가 동시에 배출되거나, 혹은 종자가 과손되는 문제가 발생한다. 이러한 펠렛종자의 임의 배출을 방지하기 위하여 브러쉬를 설치하였다. 브러쉬는 그림 2에서와 같이 타격장치가 행정거리를 확보할 수 있고, 타격장치가 펠렛종자를 타격할 때 펠렛종자의 충격을 최소화하기 위하여 종자공급관과 일치하는 위치에 설치하였다.

라. 종자공급관

종자공급관의 내경은 펠렛종자의 직경을 고려하여 15 mm로 설계하였다. 이것은 펠렛종자의 직경이 약 12 mm이므로 배종롤러와 종자타격부로 종자가 공급될 때, 지그재그 형태가 되어 단립의 펠렛종자가 공급될 수 있도록 하였다. 그리고, 종자공급관의 길이는 구형인 펠렛종자의 공급의 여유를 주기 위해서 100 mm로 결정하였다.

마. 종자유도장치

종자통 내의 펠렛종자는 종자공급관을 통해서 종자배출장치에 공급된다. 그런데, 펠렛종자의 주재료로 상토가 사용되었기 때문에 종자간의 마찰이 커서 종자공급관 입구에서 펠렛종자끼리 서로 맞물리는 현상과 함께 종자공급관 입구를 막는 현상이 발생하게 된다. 종자공급관 입구에서 펠렛종자의 막힘을 해소하기 위하여 종자통의 하부에 종자유도장치를 설치하였다.

3. 벼 펠렛종자용 파종장치의 성능평가

타격식 종자배출장치의 펠렛종자 크기에 따른 적응성과 작업속도에 따른 파종성능을 평가하기 위하여 포장실험을 실시하였다. 펠렛종자의 크기는 10.5 ~ 11.5 mm(평균 11 mm)와

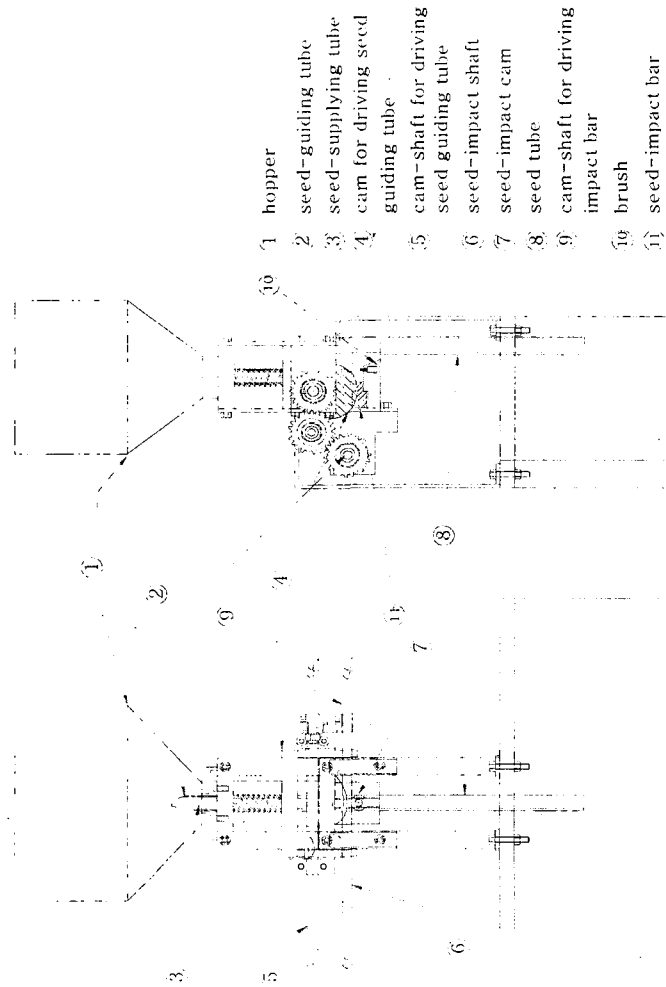


Fig. 2 Overview of the impact-type metering device

11.5 ~12.5 mm(평균 12 mm)의 두 가지 수준을 두었고, 작업속도는 0.4 ~ 1.0 m/s 범위의 세 수준에서 실험을 실시하였다. 펠렛종자의 종자 크기는 12 mm를 목표로 하고 있다. 그런데, 펠렛종자의 평균직경 11 mm의 펠렛종자에 대한 실험을 실시한 이유는 종자배출장치의 설계가 11 mm보다 약간 큰 종자도 배출이 가능하도록 이루어졌기 때문에 이에 대한 적응성을 알아보기 위한 것이다. 왜냐하면, 벼 펠렛종자 크기가 큰 경우에는 종자의 막힘 현상이나 파손이 발생할 수 있기 때문이다. 따라서 벼 펠렛종자가 작은 경우에 오히려 정확한 배출이 이루어지지 못하는 경우가 발생할 수 있어 목표 벼 펠렛종자의 크기보다 작은 11mm의 펠렛종자에 대해 적응성 실험을 실시하였다. 포장 실험의 경우는 포장의 조건이 무는 상태로 기존의 벼 직파작업과 이앙작업이 가능한 상태로 준비하였다.

종자배출장치의 파종성능은 파종작업속도 수준별로 최대파종간격, 최소파종간격, 평균파

종간격, 파손율, 미파종률, 파종간격의 최빈수 등으로 분석하였다.

가 펠렛종자의 크기가 10.5 ~ 11.5 mm

세 가지 작업속도 수준에서 모두 평가 항목간의 차이는 거의 나타나지 않았다. 평균파종간격은 약 12.0 cm로 나타났으며, 발생빈도가 가장 높은 파종간격은(Mode seeding spacing) 작업속도 0.4, 0.7, 1.0 m/s에서 12.0, 12.5, 11.5 cm로 각각 나타나 목표로 하는 파종간격을 정확히 얻을 수 있었다. 또한, 종자의 파손율은 전체적으로 1.2%이하로 나타났으며, 미파종률과 결주율은 2 % 미만으로 평균 배종률이 98 % 이상인 것으로 나타났다. 따라서 펠렛종자 제조 및 재배실험에서 펠렛의 목표 크기인 12 mm 보다 작은 10.5 ~ 11.5 mm(평균 11 mm)의 펠렛종자에 대해서도 타격식 종자배출장치의 적용이 가능한 것으로 판단되었다.

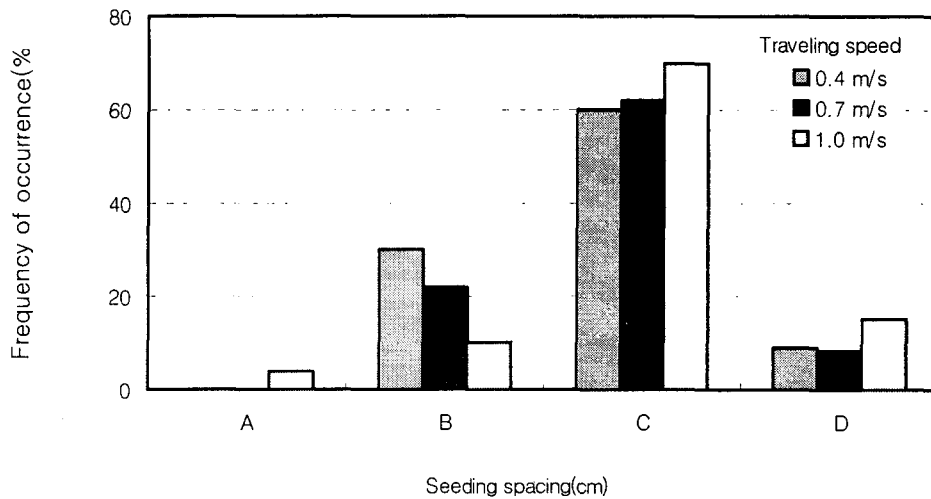


Fig. 3 Distribution of seeding spacing by the impact-type metering device (pellet size : 10.5~11.5 mm)

where, A : Seeding spacing 7.0 ~ 8.9 (cm)

B : Seeding spacing 9.0 ~ 10.9 (cm)

C : Seeding spacing 11.0 ~ 12.9 (cm)

D : Seeding spacing 13.0 ~ 14.9 (cm)

나. 펠렛종자의 크기가 11.5 ~ 12.5 mm

평균직경 12 mm인 벼펠렛종자의 경우에도 세 가지 속도수준에서 모두 평가 항목간의 차이는 거의 나타나지 않았다. 펠렛종자의 직경 10.5 ~ 11.5 mm(평균직경 11 mm)의 펠렛종자와 마찬가지로 작업속도 변화와 무관하게 파종간격 12.0 cm의 범위에서 70 %정도의 분포를 이루고 있어 충격에 의한 종자 운동의 불균일성을 고려한다면 타격식 종자배출장치의

경우 평균직경 12 mm인 벼펠렛종자에 대해 정확하고 균일한 파종간격을 얻을 수 있는 것으로 판단되었다.

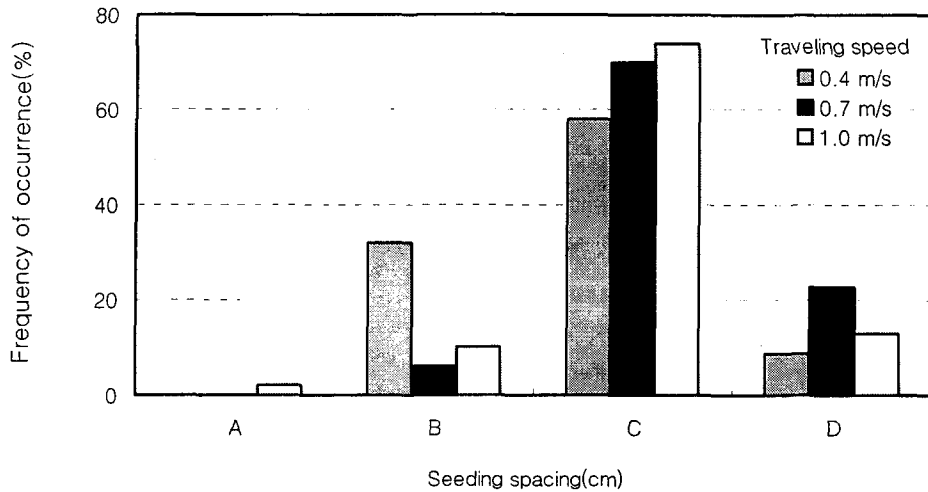


Fig. 21 Distribution of seeding spacing by the impact-type metering device (pellet size : 11.5~12.5 mm)

where, A : Seeding spacing 7.0 ~ 8.9 (cm)

B : Seeding spacing 9.0 ~ 10.9 (cm)

C : Seeding spacing 11.0 ~ 12.9 (cm)

D : Seeding spacing 13.0 ~ 14.9 (cm)

4. 요약 및 결론

벼 펠렛종자를 파종할 수 있는 파종장치 개발을 위하여 타격식 종자배출장치와 종자통, 펠렛종자 유도장치, 종자공급관 등을 설계·제작하였다. 개발된 파종장치는 포장실험을 통하여 그 성능을 평가하였다. 파종 작업속도 0.4 ~ 1.0 m/s 범위의 3 수준에서 파종간격, 최대 및 최소 파종간격, 파종간격의 범위분포, 미파종율, 펠렛종자 파손율 등을 측정하였으며 그 결과는 다음과 같다.

가. 종자배출장치로서 타격식 종자배출장치를 개발하였다. 타격식 종자배출장치의 원리는 캠의 직선왕복운동을 이용하여 단립의 펠렛종자를 배출하는 방식이다.

나. 캠의 직선왕복운동을 이용한 타격식 종자배출장치는 파종간격이 본 연구에서 목표로 하는 12.0 cm의 범위에 70 % 정도가 분포하였고, 최소파종간격과 최대파종간격은 각각 9.0 cm와 14 cm로 나타나 목표 파종간격을 정확히 얻을 수 있었으며, 미파종률과 펠렛 파손율도 전체 파종량의 약 2.0 % 미만으로 고속의 작업속도 수준에서도 극히 우수한 성능을 나타내었다.

5. 참고 문헌

1. 류일훈, 김경욱. 1997. 정밀파종용 롤러식 배종장치의 설계. 한국농업기계학회지. 22(4):401-410.
2. 이용국, 오영진, 이대원. 1996. 관리기용 다목적 파종기 개발. 한국농업기계학회지. 21(1):3-9.
3. 이중용, 최영수. 1996. 벼 직파기계 설계이론(I) - 직파기의 문제점과 개선점 - 한국농업기계학회 학술발표대회논문집. 7-11.
4. Afzal. M. Tabassum and Abdul Shakoor Ahan. 1992. Development of A Test Rig for Performance Evaluation of Seed Metering Devices. Agricultural Mechanization in Asia Africa and Latin America. 23(4):53-56.
5. Garcia. P. P, Nobutaka It and Koji Kito and Xiu Lun Wang, 1997, Computer-based optimal control of seeding rate based on travel speed and seed signals(I), 일본농업기계학회지, 59(6):93-107.
6. Kachman. S. D and J. A. Smith, 1995, Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. Transactions of the ASAE. 38(2):379-387.
7. Lan. Y , M. F. Kocher and J. A. Smith, 1999, Opto-electronic sensor system for laboratory measurement of planter seed spacing with small seeds. Journal of Agr. Engr. Research.72:119-127.