

# 벼 펠렛 종자용 파종기 개발(I)

- 배종 장치 설계 -

## Development of rice-pellet seeder(I)

- Design of seed metering device -

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

### 1. 서론

벼 재배의 생력화를 위하여 현재 국내에는 벼 직파 재배 기술이 확대 보급되고 있다. 기존 벼 직파 재배 기술은 직파유형에 따라 차이가 있지만 발아율 및 입모율, 도복, 잡초방제, 종자손실 및 유동, 포장준비 및 재배관리에 많은 문제점들이 있어 이를 획기적으로 개선할 수 있는 방안이 절실한 실정이다. 벼 펠렛 종자를 이용한 파종은 현행 직파 재배의 여러 문제점들을 해결할 수 있을 뿐만 아니라 입모율 향상, 초기생육촉진 및 초기 병충해 방제, 시비기술의 혁신을 기할 수 있어 안정적 직파 재배 기술을 확립할 수 있을 것으로 보인다.

벼 펠렛 종자를 이용한 직파를 위해서는 적응 벼 품종의 선택, 벼 종자의 전처리 방법 설정, 펠렛재료의 선택, 벼 펠렛 종자의 물리적 특성 구명, 벼 펠렛 종자의 포장적응성 등에 대한 체계적인 연구와 함께 이를 대량으로 생산할 수 있는 벼 펠렛 제조기계 개발, 벼 펠렛 파종기 개발 등의 유기적인 연구가 필요하다.

본 연구에서는 벼 직파기를 이용하여 벼 펠렛 종자를 직파할 수 있는 정밀 파종기의 개발에 있어 정밀 파종기의 핵심 요소라 할 수 있는 물리식 종자배출장치를 설계하고자 하였다. 또한, 설계된 종자배출장치의 종자배출성능을 평가하기 위하여 시험장치를 제작하고 그 성능 평가 시험을 실시하였다.

### 2. 재료 및 방법

가. 시작기 설계·제작

#### 1) 벼 펠렛 종자

본 벼 펠렛 종자 정밀파종기 배출장치 개발과 관련하여 현재까지 구상된 벼 펠렛 종자를 살펴보면 전남지역 직파 재배 장려품종인 동안벼를 사용하여 펠렛당 3-4립의 벼 종자를 직경 10 mm 내외의 구형 펠렛으로 제조하였다. 펠렛의 주 재료는 산적토가 가장

---

\* 전남대학교 농과대학 농공학과

양호한 결과를 보여 이를 사용하였으며, 접합제로서는 아라비아 고무 또는 아라비아 고무와 젤라틴을 혼합한 용액을 이용하였고, 이밖에 미량 첨가물로서 복합비료의 첨가 이의 이용가능성을 구명하고 있다.

그림 1은 벼 종자 3-4립을 산적토를 주재료로 하여 접합제를 이용 현재 개발 중인 벼 펠렛 종자 제조장치로 제조한 벼 펠렛 종자를 나타낸 것이다.

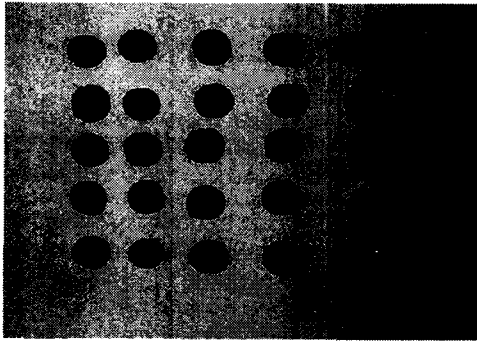


Fig.1 Pellet samples.

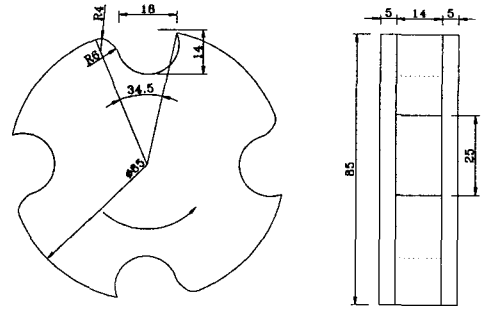


Fig. 2 Profile of the designed roller.

2) 배종 롤러

현재 보급되어 있는 벼 직파기의 배종 롤러의 경우는 직경이 60 mm인 롤러를 사용하고 있으나, 본 연구에서는 현재 개발중인 벼 펠렛 종자의 직경이 13 mm로 설계되어 있어 롤러의 직경을 85 mm로 결정하였다. 배종 롤러의 형상은 그림 2와 같이 기존의 반원형 홈에 종자의 투입을 원활하게 하기 위하여 롤러의 회전 방향의 홈의 형상을 변형하였다. 홈의 깊이와 폭은 종자의 크기를 고려하여 각각 14 mm로 결정하였다. 홈의 개수를 결정하기 위한 조건으로는 첫째, 롤러에서 홈의 개구각이 차지하는 크기가 요구되는 종자의 흠어짐 정도와 같아야 하고, 둘째, 종자의 분산비는 점파의 경우에 30%를 유지하여야 한다(김 등, 1997). 따라서 다음 관계식으로부터 롤러 홈의 개수를 결정하였다.

$$n_o = \frac{3.6D_{sc}}{\theta_g} \dots \dots \dots (1)$$

여기서,  $n_o$  : 홈의 수  
 $D_{sc}$  : 요구되는 종자의 흠어짐 정도(분산비), %

요구되는 종자의 흠어짐 정도를 30%로 가정하고, 종자의 배출과 막힘 현상을 관찰하여 홈의 형상을 결정하였으며, 홈의 개구각은 종자의 용적을 고려하여 홈에 한 개 이

상 투입되지 않도록 34.5° 로 설계하여 롤러 홈의 개수를 4개로 결정하였다.

## 2) 종자관과 종자유도용 back plate

종자관은 종자통에서 펠렛이 배출되어 종자관을 통해서 배종 롤러로 공급할 수 있는 역할을 한다. 종자관에 미리 펠렛이 대기하고 있는 상태에서 배종 롤러가 회전함에 따라 배종 롤러의 홈으로 유입이 원활히 이루어질 수 있어야 한다. 종자관의 내경은 펠렛의 크기(13 mm)를 고려하여 16 mm로 결정하였다. 또한, 종자관의 길이는 배종 롤러가 1회

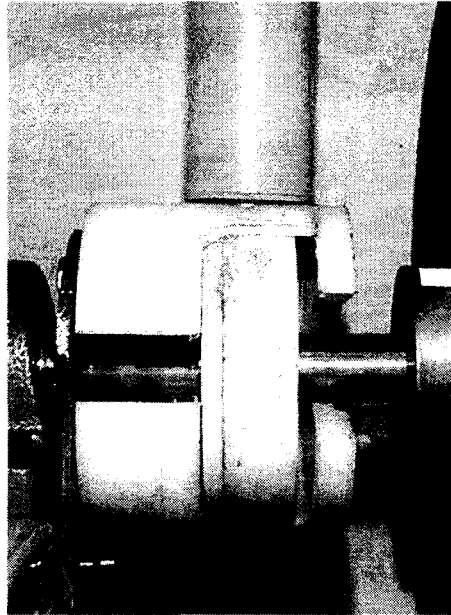


Fig. 3 View of the seed metering device.

전할 때 배출할 수 있는 펠렛의 개수를 고려하여 55 mm로 결정하였다. 종자유도용 back plate는 배종 롤러에 유입된 펠렛이 롤러의 회전과 함께 back plate를 따라 180° 회전한 후 연직 하향으로 배출될 수 있도록 펠렛을 유도하는 역할을 한다. back plate의 내경은 배종 롤러의 직경을 고려하여 롤러의 회전에 영향을 주지 않고 원활히 회전할 수 있도록 87 mm로 결정하고, 외경은 97 mm로 결정하였다.

## 나. 배종 장치의 성능 평가

본 연구에서는 궁극적으로 파종기의 작업속도의 변화에 무관하게 일정 파종간격을 유지할 수 있는 배종 장치 개발을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 롤러의 회전속도는 파종기 주행 속도에 따라 비례하여 증가해야 한다. 펠렛 종자의 조건거리가 0.15 m, 롤러 홈의 개수를 4 개로 설계하였으므로, 롤러 1 회전 당 파종기의 진행거리는 0.6 m, 소요시간은  $0.6/V$  [sec]가 걸리게 되므로 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$\frac{0.6}{V} = \frac{60}{n}$$

$$\therefore n = 100V \dots \dots \dots (2)$$

여기서,  $V$  : 파종기의 작업속도(m/s)

$n$  : 배종 롤러의 회전수(rpm)

배종 장치의 펠렛 배출성능을 평가하기 위하여 그림 4와 같은 실험장치를 제작하였다. 기본 프레임의 치수는  $L \times W = 1200 \times 600$  mm이고, 6개의 지지대가 설치되어 있다. 실험 장치의 동력원으로는 0.1 kW, 정격 회전속도가 1750 rpm의 DC 모터를 사용하였다. 전기모터로 구동하는 평벨트(800 × 80 mm)는 배종 롤러에서 낙하하는 펠렛의 파종 간격을 측정하기 위하여 설치되었으며, 평벨트의 선속도는 파종기 주행속도 즉, 파종 작업속도와 같도록 구동시켰다. 전기모터와 평벨트, 그리고 배종 롤러의 구동을 위해서 V-벨트 체계를 이용하여 감속하도록 하였다. 특히, 배종 롤러의 회전속도는 롤러의 회전속도는 파종기 주행 속도에 따라 비례하여 구동될 수 있기 위하여 식(2)의 관계가 만족되도록 구성하였다.

### 3. 결과 및 고찰

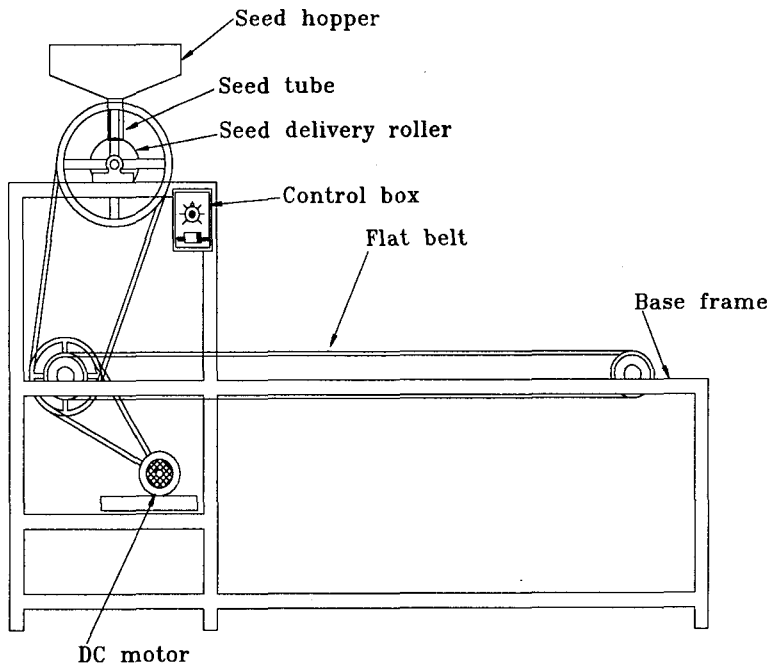


Fig. 4 Experimental apparatus for the test of seed metering performance.

설계된 배종 장치의 파종 성능은 펠렛 배출의 용이성과 배출된 펠렛 간의 조간 간격을 측정하여 그 성능을 평가하였다. 펠렛 배출의 용이성은 파종 작업 속도의 변화에도 롤러의 홈에 1개씩의 펠렛 종자가 손상 없이 정확히 배출되는지의 여부로써 평가하였다. 또한 배출된 펠렛 간의 조간 간격은 역시 파종 작업 속도의 변화에 따른 조간 간격을 측정하여 균일한 파종 작업 성능을 평가하고자 하였다. 작업속도는 직파기의 일반적인 작업 속도인 0.6 m/s

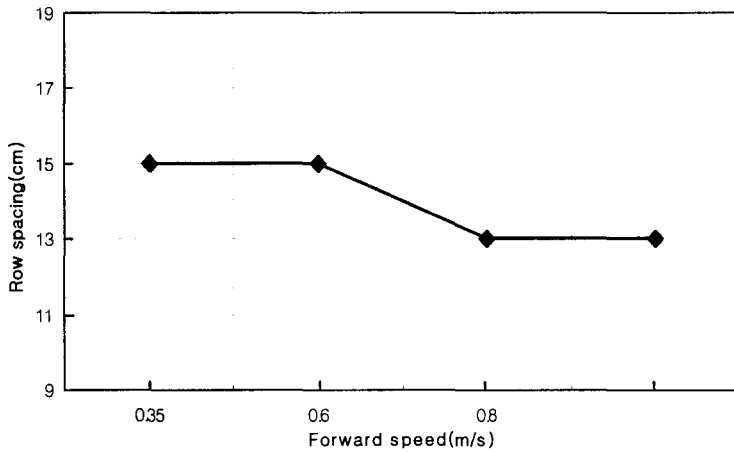


Fig. 5 Row spacing according to forward speed of pellet seeder.

를 기준으로 하여 0.35 ~ 1 m/s의 범위에서 4 단계로 변화시켰으며, 또한 배종 롤러의 회전속도는 작업속도에 비례하여 36 ~ 104 rpm으로 변화시켜 종자배출장치의 성능평가 실험을 수행하였다. 파종작업속도에 따른 펠렛의 조간 간격 변화를 그림 5에 나타내었다. 이때 각 작업 속도 수준별로 조간 거리는 펠렛 8개가 낙하한 거리의 평균으로 계산하였다. 이는 배종 롤러의 2회전, 파종기의 진행 거리로는 120 cm에 해당한다. 설계된 배종 롤러에 의한 종자 배출의 실험을 통하여 성능을 분석한 결과, 배종 롤러에서 종자의 막힘 현상이나 미파종된 종자의 발생, 종자의 손상 등은 발생하지 않았다. 또한 배종 장치에서 배출된 펠렛의 조간 거리를 측정된 결과, 13.0 ~ 15.5 cm로 나타나 저속에서는 다소 목표치인 15 cm 보다는 조간 거리가 짧게 나타났으나 전체적으로는 우수한 배종 성능을 얻을 수 있었다. 추후 적절한 배종관이 적용된다면 안정적이고 우수한 배종 성능을 얻게될 것으로 기대된다.

#### 4. 요약 및 결론

벼 펠렛 종자를 이용한 파종은 현행 직파 재배의 여러 문제점들을 해결할 수 있을 뿐만 아니라 입모을 향상, 벼의 초기 생육 촉진 및 초기 병충해 방제, 시비기술의 혁신을 기할 수 있어 안정적 직파 재배 기술을 확립할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 이러한 벼 펠렛 종자의 직과 시스템 개발의 일환으로 추진 중인 벼 펠렛 종자 파종기 개발에 관한 것으로서, 배종 장치의 설계와 펠렛 종자 배출 성능을 평가하기 위하여 수행되었다. 목표하는 배종 장치의 성능은 파종시 벼 펠렛 종자의 손상 없이 롤러 홈 1개 당 단일의 펠렛이 배출되어 균일한 조건 간격을 이루고, 파종기의 작업 속도와 무관하게 항상 일정한 조건 간격을 유지하는데 있다.

배종 장치의 중요한 부분으로서 배종 롤러, 종자관과 종자 유도용 back plate 등을 설계하였다. back plate는 롤러가 회전 후 연직 하향으로 배출될 수 있도록 설계되었다. 그리고, 배종 롤러의 형상은 기존의 반원형 롤러 홈의 형상에서 종자의 투입을 원활히 하기 위해서 롤러의 회전 방향의 형상을 변형하여 개구각을 크게 설정하였다.

설계된 배종 장치의 파종 성능을 평가하기 위하여 실험 장치를 제작하였다. 배종 장치의 파종 성능은 펠렛 배출의 용이성과 배출된 펠렛 간의 조건 간격을 측정하여 그 성능을 평가하였다. 또한 개발하고자 하는 펠렛 파종기는 작업속도의 변화에 무관하게 일정 파종간격을 유지할 수 있는 배종 장치를 목적으로 하고 있다. 따라서 실험 장치 중 파종기의 작업 속도에 상응하는 평벨트의 선속도는 일반적인 작업속도 0.6 m/s를 기준으로 0.35, 0.6, 0.8, 1.0 m/s의 4가지 수준으로 변화시켰고, 배종 롤러의 회전속도는 평벨트의 선속도에 비례하여 36, 60, 82, 104 rpm으로 변화할 수 있도록 벨트 체계를 구성하여, 종자배출과 배종 롤러와 back plate에 의한 종자의 막힘 현상과 벼 펠렛 종자가 입는 손상을 검사하였다. 그리고, 배종 롤러에서 배출된 종자간 거리를 측정하여 파종 성능을 평가하였다. 그 결과 배종 롤러내에서의 종자의 막힘 현상이나 종자의 손상은 나타나지 않았다. 배출된 종자간의 거리(조건 거리)를 측정한 결과, 13.0 ~ 15.5 cm로 나타나 우수한 배종 성능을 나타내었다. 앞으로 본 연구에서 설계된 벼 펠렛 종자 배출 장치에 적절한 배종관이 적용된다면 안정적이고 우수한 배종 성능을 얻게될 것으로 기대된다.

## 5. 참고문헌

1. 류일훈, 김경욱. 1997. 정밀파종용 롤러식 배종 장치의 설계. 한국농업기계학회지. 22(4):401-410.
2. Wilson, J. M. 1980. The effect of release errors and the release point on the design of precision seed drills. Journal of Agr. Engr. Research. 25:407-419.
3. Javad V. Jafari, K. James Fornstrom. 1972. A precision Punch-Planter for Sugar Beets. Transactions of the ASAE. 569-571.
4. M. Afzal Tabassum, Abdul Shakoob 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.