

파종기용 파종 감시 장치 개발

Development of A Seeder Monitoring System

김대호*

김경옥*

정희원

D. H. Kim

K. U. Kim

Abstract

A seeder monitoring system was developed to remove the uneasiness of mis-sowing that drop operations efficiency at sowing-work, and to make reliable and stable work. The objectives of this study are to investigate that the system developed is applicable to sowing soybean seeds and scattering fertilizer, and to evaluate performance of the system developed through the indoor test and the field test, before it is propelled to put the system developed to practical use.

Key words : seeder monitoring system, mis-sowing, sowing-work, performance test

1. 서론

국내의 벼 재배 기술은 중모 기계 이앙 재배, 어린모 기계 이앙 재배 등과 같이 높은 수준으로 발전하였으나, 생산비를 절감하기 위한 생력 재배에 대한 연구는 전반적으로 미흡하였다. 생력 재배 기술 개발은 주로 직파 재배에 집중되었으며, 직파 재배는, 현재, 생력 재배 기술로서 가장 안정된 기술 수준에 도달하고 있다.

이 등(1992)의 연구에 의하면 직파 재배의 소요 노동력은 손이앙의 30%, 기계 이앙의 50% 수준으로서 직파 재배는 노동력과 비용 절감의 효과가 크고 수확량은 이앙 재배와 큰 차이가 없는 것으로 밝혀졌다. 직파 재배 면적도 '92년에는 2,100여 ha(건답 63%, 답수 37%), '93년에는 7,500여 ha(건답 47%, 답수 53%), '94년에는 73,000여 ha로서 해마다 증가되는 추세이다.

현재, 보급되고 있는 직파기에는 건답 직파를 위한 건답 직파기와 답수 직파를 위한 답수 직파기가 있으며 각 직파기에는 기술적인 측면에서 아직 여러 가지 문제점이 노출되고 있다. 문제점 중의 하나는 미파종으로 인한 작업 능률의 저하이다. 실제 농민을 대상으로 한 조사에 의하면 까라과 소지경으로 인하여 종자 배종관이 막히는 현상이 자주 발생하고 있으며, 종자 소독 후 제대로 건조되지 않은 종자를 파종할 경우 볍씨가 흠 툴러에 달라붙어 파종이 제대로 되지 않는 경우가 많은 것으로 나타났다. 또한, 파종 기간 중 토양 상태가 불량하여 건답 직파기의 구동륜이 원활하게 작동하지 않거나, 답수 직파기의 종자 배종관이 흙과 물기 등으로 막히는 경우가 발생하여 미파종되는 것으로 나타났다. 따라서 작업자는 작업 중에도 항상 파종 상태를 확인할 필요가 있으며 또한 미파종에 대한 불안감 때문에 작업 속도를 높일 수 없다. 작업 속도가 0.1% 감소될 경우, 정상 작업에서 보다 시간 당 약 600m²의 미작업 면적이 발생하게 되므로 작업 능률이 저하된다. 더구나, 건답직파기의 경우 파종 후 바로 복토됨으로써 파종 상태를 확인할 수 없기 때문에 불안감은 더욱 증가된다. 현재 사용되고 있는 직파기의 작업 속도를 고려할 때 5-10초 정도의 미파종은 최소한 1-2m 정도의 결주가 발생하는 원인이 되어 수확량에도 영향을 미칠 것으로 예상된다.

직파 재배는 다른 재배 방법에 비하여 생력적이라는 큰 장점이 있기 때문에 지속적인 확산이 예상되고 있다. 따라서, 미파종 방지와 이에 대한 불안감 해소는 직파기의 작업 능률을 제고하기 위하여 해결되어야 할 과제의 하나이다.

본 연구의 목적은 작업 능률의 저해 요인인 미파종에 대한 불안감을 해소하고, 안정성과 신뢰성이 높은 직파기용 파종 감시 장치를 개발하는 데 있다. 또한, 파종 방법이 유사한 맥류 파종기와 시비기에 대한 파종 감시 장치의 적용 가능성을 모색하고 포장 실험을 통하여 신뢰성과 안정성을 평가하여 실용화를 추진하는 것이다.

Kim and Rohrbarch(1972)는 종자를 검출하고 배출 상태를 확인하기 위하여 파이프에 부착된 유체 장치(fluidic device)를 이용하였다. 그러나 이 장치에 사용된 유체 논리 회로(fluidic logic)는 더 간단한 방법으로 대체될 수 있었기 때문에 실제 파종 장치에 대한 적용성은 낮았다. Reid and Buckley(1974)는 종자의 수를 계측하는 데 레이저 광원을 이용하였으며, 각종 종자에 대한 검출 정도는 약 5% 이내로 일정한 간격으로 파

* 서울대 농업생명과학대학 농공(기계)학과

중할 수 있는 정밀 파종기 개발의 가능성을 제시하였다. Carlow(1968)는 종자가 감시 장치를 통과할 때 종자를 검출하고 계수하기 위하여 포토트랜지스터와 계수기를 이용하였으나 작동 조건이 진공 상태를 필요로 하였기 때문에 파종 장치에 대한 실용화는 부적합하였다. 並河 清 and イノティ(1990)는 적외선 다이오드와 포토트랜지스터를 이용하여 종자 배출 장치의 정확도 평가와 종자 배출 상황 검사의 가능성을 시험 후 이것을 기초로 하여 공기압을 이용한 정밀 파종기를 개발하였다. 여기에 사용된 광센서의 응답 속도는 4 μ s이었으며, 콩 300개에 대한 시험을 수행한 결과, 오차가 1% 내외로 제시되었다. 또한 적외선 센서를 이용하였기 때문에 빛에 의한 외란은 없었으며, 사용된 적외선 센서의 안정성과 검출 성능은 우수한 것으로 보고되었다.

2. 파종 감시 장치의 개발

가. 개발 조건

(1) 종자 배출 방법 및 배종속 속도

현재 보급되어 있는 건담·담수 직파기의 종자 배출 방법은 4개 또는 8개의 흡으로 조절할 수 있는 종자 배출 롤러를 회전시켜 롤러의 흡 안에 있는 종자가 연속적으로 배출되도록 한 방식이다. 롤러를 구동하는 배종축의 회전 속도는 직파기의 작업 속도에 비례하며 약 30 ~ 40 rpm 이다.

(2) 판단해야 할 미파종 상황

미파종 상황은 배종축이 회전되지 않거나, 종자가 모두 소모되었거나, 종자 배출 롤러 흡에 종자가 붙거나 이물질이 끼어 종자 배출 롤러에서 종자가 배출되지 않는 경우와 종자 배종관의 아래 부분이 막히는 경우로 설정하였다.

(3) 미파종 상황의 처리

미파종이 발생하면 그 원인에 따라 종자 배출 롤러에서 종자가 배출되지 않는 경우에는 부저와 LED를 이용하여 작업자가 인지할 때까지 계속 경고하고, 막혀서 파종이 이루어지지 않는 경우에는 고압의 공기를 배종관에 분사하여 막힘을 뚫도록 하였다. 또한, 공기 분사 후에도 막힘이 계속될 때에는 작업자에게 부저와 LED를 이용하여 배종관이 막힌 사실을 알리고 경보는 작업자가 인지할 때까지 계속 울린다.

(4) 미파종 판단 거리

미파종 판단 거리는 미파종 판단의 기준이 되는 거리로서 파종되지 않고 작업기가 주행한 미파종 거리를 의미한다. 따라서, 미파종 판단 거리를 최소화하여야 한다. 그러나 너무 짧은 경우에는 파종기의 이상이 아닌 경우에도 경보가 울리는 오동작이 발생할 수 있으므로 파종 감시 장치의 오동작을 막고 미파종 판단 거리를 최소화할 수 있는 미파종 판단 소요 시간을 시험을 통하여 구하였다.

나. 시스템 설계

파종 감시 장치는 앞에서 설정한 개발 조건을 만족할 수 있도록 구성하였다. 본 연구에서 개발된 파종 감시 장치는 파종 상태를 감시하기 위한 광센서, 광센서의 입력 신호를 처리하여 미파종 상태를 표시하고 처리하는 컨트롤러, 막힘을 해소하기 위한 노즐과 공기 압축기, 컨트롤러와 공기 압축기에 안정적인 전원을 공급하는 전원 공급 장치로 구성되어 있으며, 파종 감시 장치를 구성하는 주요 부분의 기능은 다음과 같다. 아래 그림 1은 시스템의 블록 선도를 나타낸 것이다.

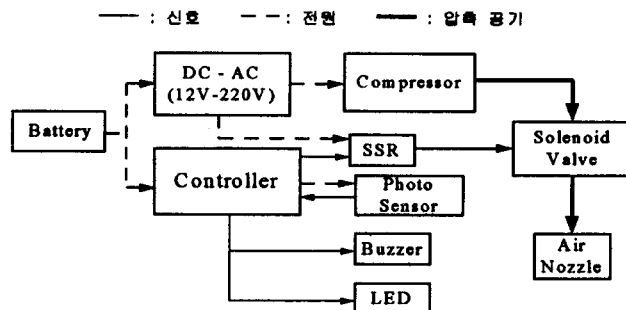


Fig. 1. Component diagram of seed monitoring system.

(1) 광센서

광센서는 파종 감시 장치의 핵심 부분으로서 배종 롤러의 배종 상태와 종자 배종관의 막힘 여부를 확인하여 이를 컨트롤러에 알려주는 역할을 한다. 광센서는 작업 조건, 설치 조건, 유지 보수의 용이성, 용

답 속도 등을 고려하여 발광부와 수광부가 일체형인 Autronics社의 BU30S로 선정하였다.

(가) 센서의 응답 속도 결정

배종축의 회전 속도가 30~40 rpm일 때 콩과 같이 비교적 큰 종자는 한 흠에 하나씩 들어가기 때문에 거의 일정한 간격으로 파종되나, 볍씨나 보리 등은 한 흠에 3~4알씩 들어가기 때문에 균을 이루며 낙하된다(그림2). 먼저 종자가 흠에 하나씩 들어갈 경우, 종자와 종자 사이의 시간 간격, t_s 를 구하면 다음과 같다.

$$t_s = \frac{60}{N_m \times n} = 250 \sim 187.5 \text{ ms}$$

여기서, N_m = 배종축 회전 속도 (30 ~ 40rpm)
 n = 흠의 갯수(8개)



Fig. 2. Time lag between the groups of falling seeds.

볍씨는 한 흠에 3~4알 정도 들어가기 때문에 전체 흠이 24~32개 있는 것으로 생각하면 실제 볍씨의 낙하 형태와 유사하다. 이 때 시간차는 62.5~46.88 ms가 된다. 따라서, 본 연구에서 선택한 응답 속도 1ms의 광센서는 본 연구의 목적에 적합한 것으로 판단되었다.

(나) 센서의 개수

배종축의 회전 속도가 저속이므로 원심력은 거의 무시될 수 있다. 따라서 종자의 낙하 경로는 볍씨의 자중에 의하여 종자 배출관의 벽면을 따라 연직선으로 나타난다. 볍씨의 낙하 경로가 거의 연직선의 상태를 유지하고 있기 때문에 볍씨의 낙하를 감지하기 위한 광센서는 발광부의 감지 광선이 볍씨의 낙하 경로와 수직이 되도록 설치하였다. 광센서는 배종 장치마다 위쪽과 아래에 각각 1개씩 설치하였다.

(다) 센서의 설치 방법

현재 사용되고 있는 직파기의 배종관은 광센서를 설치하는 데 부적합하였기 때문에 종자 배출관의 구조를 변경하여 센서를 설치하였다. 답수 직파기의 종자 배출구는 롤러 가이드와 폴라스틱 받이, 철재 가이드로 구성되어 있으며, 배출된 볍씨가 폴라스틱 받이와 철재 가이드에 충돌하여 매우 불규칙하게 낙하된다. 따라서, 폴라스틱 받이와 철재 가이드를 제거하고 롤러 가이드를 연장하여 센서와 막힘을 해소하기 위한 노즐을 쉽게 착탈할 수 있도록 개선하였다.

센서는 위쪽과 아래쪽 두 곳에 설치하였으며, 위쪽의 센서는 배종 롤러에서 종자가 정상적으로 배출되는가를 감지하고 아래쪽의 센서는 종자 배출관의 막힘을 감지한다.

(2) 파종 감시 장치의 콘트롤러

콘트롤러는 광센서로부터 전달되는 배종 장치의 이상 유무를 판단하여 미파종 상태를 처리한다.

(가) 미파종 감시 및 경보 알고리즘 개발

종자 배출 롤러에서 종자가 배출되지 않거나 종자 배출관이 막혔을 때 이를 감지하고, 그 결과를 알려주는 소프트웨어를 개발하였다.

알고리즘의 기본 원리는 광센서가 종자 배출 상태를 수시로 확인하여 이상이 발생하였을 경우에는 특정 변수의 값을 증가시켜 이 변수가 설정값과 같아지면 경보를 울리거나, 압축 공기가 분사되도록 하는 것이다. 기본적으로 센서를 위쪽과 아래쪽 두 곳에 설치한 시스템을 대상으로 하여 알고리즘을 개발하였으나, 아래쪽 센서만으로도 동일한 기능을 수행할 수 있는 알고리즘도 개발하였다.

이러한 기본적인 기능 외에 센서의 작동 여부를 확인하여 이상이 있을 때 경보를 울려주는 기능, 공기를 분사한 후에도 막힘이 해소되지 않고 지속될 경우 일정 시간이 지난 후 경보해주는 기능, 막힘의 예방과 센서를 먼지로부터 보호하기 위하여 일정한 간격으로 압축 공기를 분사하는 기능 등을 포함하였다.

또한, 본 연구에서는 원 칩 마이크로 컴퓨터를 이용하여 파종 감시 장치의 콘트롤러를 개발하였다. 콘트롤러에 사용된 원 칩 마이크로 컴퓨터는 미국 MOTOROLA社의 MC68705를 사용하였다.

(3) 막힘 해소 장치

막힘 해소 장치는 노즐, 공기 압축기, 솔레노이드 밸브로써 구성되어 있으며 종자 배종관이 막혔을 때 컨트롤러가 솔레노이드 밸브를 작동시켜 공기 압축기의 압축 공기를 노즐을 통해 분사하여 막힘을 해소한다.

(가) 노즐

노즐은 적은 유량으로써 상대적으로 큰 충격 효과를 발휘할 수 있기 때문에 종자 배종관의 막힘을 해소하는 데 적합하다고 판단하여 노즐을 사용하였다. 노즐의 분사 형태는 충격 효율이 높고 노즐의 분사 범위가 종자 배종관의 단면 전체를 덮을 수 있는 원형 분사형으로 하였다.

(나) 공기 압축기

공기 압축기는 고압의 공기를 생산하여 막힘을 해소할 수 있도록 압축 공기를 제공해 준다. 건담 직파기와 답수 직파기에서 발생할 수 있는 막힘의 형태는 건담 직파기의 경우는 까락이 종자 배종관의 끝 부분에 걸려 벼가 점차 쌓이게 되며, 답수 직파기의 경우에는 무논에서 작업하기 때문에 흙이 튀어 종자 배종관의 일부분을 막아 종자가 점차 달라 붙어 막히게 된다. 두 경우 모두 예비 실험 결과 입으로 세계 붙어 해소되는 정도의 막힘이며 사람의 입으로 붙어낼 수 있는 압력은 1.96 ~ 7.84 kPa이다. 그러므로 공기 압축기의 사용 압력은 7.84 kPa이상의 압력이어야 한다. 또한 위의 노즐을 사용할 때 최대 공기 소비량은 건담 직파기가 8조이므로 $1.6 \times 8 = 12.8 \text{ l/min}$ 이며 공기 압축기의 토출 유량은 12.8 l/min 이상 이어야한다. 따라서 본 연구에서 사용한 공기 압축은 위의 조건을 만족할 수 있는 것으로 선정하였다. 공기 압축기의 사용 압력은 196 ~ 294 kPa이고 토출 유량은 15 l/min 이다.

(다) 솔레노이드 밸브

DC 12V를 사용하는 솔레노이드 밸브의 경우 역전류에 의한 컨트롤 보드가 손상될 우려가 있다. 이를 방지하기 위하여 컨트롤러에 설치되어 있는 SSR(Solid state relay)를 통해 솔레노이드 밸브를 구동시키도록 하였다.

(4) 전원 공급 장치

전원 공급 장치는 원 칩 마이크로컴퓨터와 공기 압축기에 안정적인 전원을 공급한다. 개발된 파종 감시 장치의 사용 전압은 원 칩 마이크로컴퓨터가 5V, 팜센서가 12V, 공기 압축기와 솔레노이드 밸브가 각각 220V이다. 새가지 종류의 전원을 공급하기 위하여 축전지와 전압 변환기를 사용하였다.

5V의 전원은 DC-DC(12V-5V)변환기를 컨트롤러에 설치하여 사용하였으며, 공기 압축기와 솔레노이드 밸브의 전원은 DC 12V를 AC 220V로 변환하여 사용하였다. DC 12V는 직파기의 축전지를 이용하였다.

다. 전체 시험 장치 구성

전체 시험 장치는 정지 상태에서도 배종측을 구동할 수 있어, 실내 시험과 포장 시험이 모두 가능한 답수 직파기에 설치하였다. (그림3)

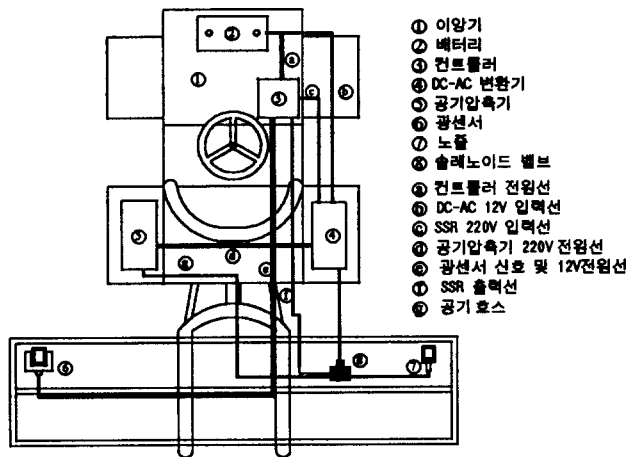


Fig. 3. Seeder monitoring system installed in a rice sowing machine.

건담 직파기에 대한 적용 시험은 건담 직파기와 답수 직파기의 배종 방식이 동일하므로 답수 직파기를 이용하여 건담 상태에서 실시하였다.

3. 파종 감시 장치의 성능 평가

성능 평가는 실내 시험과 포장 시험으로 구분하여 실시하였다.

실내 성능 평가는 두 개의 센서를 사용하는 경우와 한 개의 센서를 사용하는 경우로 나누어 실시하였다. 두 개의 센서를 사용하는 경우는 배종관 위쪽과 아래쪽에 센서를 모두 설치하여 위쪽은 종자의 미배출을, 아래 배종관의 막힘을 대상으로 하여 감시 기능을 원활히 수행하는가 시험하는 것이고, 한 개의 센서를 사용하는 경우는 배종관의 아래쪽에 하나의 센서만을 설치하여 미파종과 막힘 감지 기능을 모두 수행할 수 있는가를 시험하는 것이다.

이 두 가지 방법에 대하여 먼저 프로그램의 설정값을 변화시키면서 오동작이 발생하지 않는 미파종 감지 소요 설정값과 일정한 간격으로 분사될 때 분사되는 공기의 세기가 유지될 수 있는 시간 간격을 결정한 후, 소독 후 그늘에 적당히 건조하여 정선한 볍씨, 손으로 쥐었을 때 손바닥에 붙을 정도로 정상적인 종자보다 물기가 많은 볍씨, 까락을 제거하지 않은 볍씨, 콩 그리고 비료를 사용하여 인위적으로 미파종 상황을 발생시켜 미파종 감지 소요 시간과 오동작 횟수를 측정하였다.

포장 성능 시험은 정선된 볍씨를 파종하면서 실내 성능 시험과 마찬가지로 미파종 감지 소요 시간과 오동작 횟수를 측정하였다.

시간 측정은 초시계를 이용하여 측정하였기 때문에 설정값과는 약간의 차이가 발생하였다. 따라서 모든 시험에서는 측정값과 설정값의 차이보다는 측정값의 편차가 어느 정도인가에 중점을 두었다.

가. 두 개의 센서를 사용한 경우

(1) 미파종 감지 소요 시간

미파종 감지 소요 시간 설정값을 0.5초에서 0.1초 간격으로 증가시키면서 오동작이 발생하지 않는 설정값을 구하였다. 설정값 0.9초에서 미파종을 감지하는 데 소요된 시간의 평균과 표준편차는 각각 1.17초, 0.07초이었다. 각각의 측정 시간은 30분으로 하였고 측정은 100회 반복하였다. 종자는 정선된 볍씨를 사용하였다.

이 시험의 결과로써 본 파종 감지 장치에 적당한 미파종 감지소요 설정값은 0.9초 이상이 적당한 것으로 나타났다.

(2) 공기 분사 간격

공기 압축기의 자동 정지 압력과 자동 작동 압력을 각각 294 kPa, 196 kPa로 설정한 후 프로그램의 공기 분사 간격 설정값을 변화시키면서 분사된 공기의 세기를 관찰하였다. 이 시험에서 공기의 세기가 크게 변화되지 않는 설정값은 40초 이상인 것으로 나타났다. 분사 공기의 세기는 종자 배종관의 끝에 테이프를 붙여 테이프가 휘어지는 정도를 육안으로 관찰하여 상대적으로 결정하였다.

(3) 공기 분사의 성능

위 결과를 기초로 하여 공기 분사 설정값을 40초로 하고 1시간 동안 측정하여 안정성을 조사한 결과, 평균 40.97초, 표준편차 0.06초로 나타났다.

(4) 정선된 볍씨

미파종 감지 소요 시간 설정값을 1초, 공기 분사 간격 설정값을 40초로 하여 시험하였다. 시험 결과 파종 감지 장치의 미파종 감지 소요 시간은 평균 1.35초이었으며 공기 분사 간격은 평균 42초이었다. 오동작은 없었으며 까락을 제거하지 않은 벼에 대해서도 같은 결과를 얻었다.

(5) 물기가 많은 벼

배종 물러에 벼가 달라붙어 배종이 제대로 이루어지지 않았으며 미배종으로 인한 경보가 계속 발생하였다. 종자 소독 후 건조 시간이 부족할 경우 심각한 미파종을 초래할 수 있음을 알 수 있다.

(6) 콩

미파종 감지 소요 시간 설정값을 1초로 하였을 경우 오동작이 많이 발생하였으며, 오동작이 발생하지 않은 설정값은 1.8초 이상이었다. 이러한 현상이 발생한 이유는 벼와 같이 작은 종자는 균을 이루며 비교적 넓은 폭으로 낙하하는 반면 콩과 같이 큰 종자는 한 알씩 떨어지므로 낙하 경로가 일정치 않아 하나의 센서로써는 낙하하는 콩을 일일이 감지하지 못하기 때문인 것으로 판단된다. 따라서, 콩과 같이 비교적 큰 종자는 센서의 수를 증가시켜 감지 능력을 높여야 할 것으로 판단된다.

(7) 비료

비료의 경우, 미파종 감지 소요시간 설정값을 0.5초로 하여 시험하였을 경우에도 오동작이 발생하지 않았다. 이것은 벼에 비해 살포량이 많고 살포 폭이 벼보다 넓어 센서 하나로써도 충분히 감지할 수 있기 때문인 것으로 판단된다. 미파종 소요 시간 측정값은 평균 0.63초이었고 공기 분사 간격도 일정하였다.

이상의 시험 결과에서 볍씨의 안전한 미파종 감지 소요 설정값은 1초 이상인 것으로 나타났으며, 이 설정

값을 단축시키는 방안은 센서의 수를 증가시켜 배열하는 것이라고 할 수 있다.

나. 한 개의 센서를 사용한 경우

(1) 파종 감지 소요 시간

아래쪽 센서 하나만 설치하였을 때에는 전반적으로 미파종 감지 소요 시간이 설정값보다 약 1초 정도 지연되는 것으로 나타났다. 그 이유는 센서 하나가 막힘 감지 및 미배종 상황 감지의 두 가지 일을 동시에 수행하기 때문이다. 시험 방법은 두 개의 센서를 사용하였을 경우와 같이 미파종 감지 소요 시간 설정값을 0.4초에서부터 1초 간격으로 증가시키면서 시험한 결과, 오동작이 발생하지 않는 설정값은 0.75초, 측정된 평균은 1.45초, 표준 편차는 0.05초이었다.

이 시험 결과로부터 한 개의 센서를 사용하는 경우에는 미파종 감지 소요 시간 설정값을 0.6초 이상하여야 할 것으로 판단된다. 공기 분사 시간 간격의 설정값은 두 개의 센서를 이용한 경우와 같은 결과를 나타내었다.

(2) 정선된 볍씨, 비료, 콩

미파종 감지 소요 설정값을 0.75초로 하였을 때 미파종 감지 소요 시간은 평균 1.42초이었고 오동작은 없었다. 카탈을 제거하지 않은 벼에 대한 시험 결과는 정선된 볍씨와 같았다. 또한, 비료도 오동작 없이 두 개의 센서를 사용한 경우와 같은 경향으로 나타났다. 그러나 콩의 경우에는 미파종 감지 소요 시간 설정값을 정선된 볍씨의 설정값보다 1초 이상 크게 하여야 오동작 없이 작동하였다.

두 개의 센서를 사용한 경우와 한 개의 센서를 사용한 경우의 시험 결과에 의하면 미파종 감지 소요 시간을 단축시키기 위해서는 센서의 수를 증가시켜 배열하여야 하나, 배종관 아래쪽에만 센서를 설치하여도 파종 감지 장치의 기능은 충분히 수행될 수 있는 것으로 판단된다.

다. 포장 시험

두 개의 센서를 사용하여 건담 포장에서 작업 속도들 0.6%의 작업 속도로서 건담 포장서 시험을 수행하였으며 총 시험 시간은 1시간 20분 소요되었다. 오동작은 없었으며 미파종 감지 소요 시간의 평균과 표준편차는 각각 1.37초, 0.06초이었다. 공기 분사 간격의 측정 평균은 42.87초, 표준 편차는 0.06초이었다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 파종 작업시 작업 능률 저해 요소인 미파종에 대한 불안감을 해소할 수 있고, 안정성과 신뢰성이 높은 파종 감시 장치를 개발하였다. 또한 두류의 파종과 비료 살포에 대한 적용 가능성을 검토하고 실내 및 포장 시험을 통하여 성능 평가한 후 실용화 가능성을 추진할 목적으로 수행되었으며 파종기의 미파종과 배종관의 막힘을 감지할 수 있으며 막힘이 계속 해소되지 않는 상황 감지, 센서의 고장 진단, 막힘 예방과 먼지로부터 센서를 보호하기 위한 간헐적 공기 분사 기능을 수행할 수 있는 윈 칩 마이크로컴퓨터를 이용한 콘트롤러와 프로그램을 개발하였다. 실내 성능 시험은 한 조당 한 개의 센서를 이용한 경우와 두 개의 센서를 이용한 경우로 다시 나누어 실시하였다. 정선된 볍씨를 사용하여 시험한 결과, 전자는 파종 감지 소요 시간의 평균은 1.17초였으며, 후자는 1.46초였다. 나머지 기능에 대한 성능 시험 결과는 두 경우 모두 양호한 것으로 나타났다. 또한, 포장 시험 결과는 미파종 감지 소요 시간의 평균이 1.37초였다. 또한, 콩과 비료에 대한 성능 시험 결과에 따르면 비료는 볍씨를 파종할 때보다 감지 소요 시간이 단축되어 비료 살포기에의 적용 가능성은 양호한 것으로 판단되었다. 콩은 볍씨를 파종할 때보다 감지 소요 시간이 1초 정도 더 소요되었다. 이것은 센서의 수를 증가시켜 배열하면 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 위 시험 결과를 살펴볼 때 실용 가능성은 충분한 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

1. 이동현, 정성근, 최희석, 김학주, 이영렬, 박남중, 장동일, 윤용대, 박태식과 정홍우. 1992. 벼 생력기계화작업 체계 확립 연구. 농촌진흥청 농시연보: 11-19.
2. イノティ, I. 카ーリア and 並河 清 1990. 空氣式精密播種機の研究. 日本農業機械學會誌 52(6): 35-43.
3. Kim, K. H. and R. P. Roherbarch 1972. Fluidic detection of large particles embedded in a confined turbulent flow field. Journal of Agricultural Engineering Research 17: 246-251.
4. Reid, W. S. and D. J. Buckley 1974. A laser source seed counter. Journal of Agricultural Engineering Research 19: 265-269.
5. Carlow, C. A. 1968. An Electronic Seed Counter. Journal of Agricultural Engineering Research 13: 187-189.
6. Wilson J. M. 1980. The effect of release errors and release point on the design of precision seed drills. Journal of Agricultural Engineering Research 17: 407-419.