

파종기용 파종 감시 장치 개발 Development of a Seeder Monitoring System

김대호* 김경욱*
 정회원
D. H. Kim K. U. Kim

ABSTRACT

A seeder monitoring system was developed to solve the problems of mis-sowing and tube clogging in direct seeding machines, which have been one of the factors that reduce the performance of sowing operations. The system consisted of photo sensors, air nozzles, an air compressor, and a one-chip micro-computer based controller. The system was also equipped with the devices that perform the functions of self-checking and intermittent air injection for cleaning seed tubes.

The performance of the system was tested in the laboratory and field. Using the well-cleaned rice seed, the average time for checking the mis-sowing was 1.37 seconds in the field and 1.2 seconds in the laboratory without any malfunction. Overall evaluation of the system indicated that the system can be utilized for seeding machines not only for paddies but beans and corns.

주요 용어(Key Words) : 파종 감시 장치(Seeder Monitoring System), 미파종(Mis-Sowing), 직파기(Direct Seeder)

1. 서론

국내의 벼 재배 기술은 노동의 질적 저하, 임금 상승, 휴경지의 증가 그리고 국제 경쟁력 약화 등의 문제를 극복하기 위하여 중모 기계 이앙 재배, 어린모 기계 이앙 재배 등과 같은 다양한 기술이 개발되고 있으나, 생산비를 절감하기 위한 생력화 기술 개발에 대한 연구는 전반적으로 미흡하였다. 생력 재배 기술 개발은 주로 직파 재배를 대상으로 추진되어 왔으며, 현재, 직파 재배는 생력 재배 기술로서 가장 안정된 기술 수준에 도달한 것으로 평가되고 있다(농촌진흥청, 1993). 현재, 직파 재배에는 건담 직파를 위한 건담 직파기와 담수 직파를 위한 담수 직파기가 사용되고 있으나 각 직파기에는 기술적인 측면에서 아직 여러 가지 문제점이 노출되고 있다

(호남작사, 1993). 문제점 중의 하나는 미파종으로 인한 작업 능률의 저하이다. 실제 농민을 대상으로 한 조사(농촌진흥청, 1991) 결과에 의하면 법씨의 까락과 소지경을 완전히 제거하지 않음으로써 배종관이 막히는 현상이 자주 발생하고 있으며, 종자 소독 후 적절한 수준으로 건조되지 않은 종자를 파종할 경우에는 법씨가 파종 롤러에 달라붙어 파종이 제대로 되지 않는 것으로 나타났다. 또한, 파종 기간 중 토양 상태가 불량하여 건담 직파기의 구동륜이 원활하게 작동하지 않거나, 흙과 물이 튀어 담수 직파기의 배종관 끝이 막히는 경우에는 미파종이 발생하는 것으로 나타났다. 따라서 작업자는 작업 중에도 항상 파종 상태를 확인할 필요가 있으며 또한 미파종에 대한 불안감 때문에 작업 속도를 높일 수 없다. 작업 속도가 0.1m/s 감소될 경우, 정상

작업에서 보다 시간 당 약 450-550m²의 작업 면적이 감소되기 때문에 작업 능률이 저하된다. 더구나, 건담 직파기의 경우에는 파종 후 바로 복토되어 파종 상태를 확인할 수 없기 때문에 불안감은 더욱 증가된다. 현재 사용되고 있는 직파기의 작업 속도에서 5-10초 정도의 미파종은 최소한 1-2m 정도의 미파종 구간이 되므로 수확량에도 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다. 직파 재배는 다른 재배 방법에 비하여 생력 효과가 크기 때문에 앞으로도 계속 확대될 것으로 예상된다. 따라서, 직파기의 미파종 방지와 이에 대한 불안감 해소는 작업 능률을 제고하기 위하여 해결되어야 할 과제의 하나이다. 본 연구의 목적은 직파기의 미파종 방지와 이에 대한 불안감을 해소하기 위하여 직파기용 파종 감시 장치를 개발하는 데 있다. 또한, 파종 방법이 유사한 맥류 파종기와 시비기에 대한 파종 감시 장치의 적용 가능성을 모색하고 포장 실험을 통하여 이에 대한 신뢰도와 안정성을 평가하기 위한 것이다.

2. 파종 감시 장치 개발

가. 개발 조건

파종 감시 장치는 배종관에 낙하되는 볍씨를 감지하여 일정 시간 볍씨가 낙하되지 않는 경우에는 이를 미파종으로 보고 미파종 사실을 운전자에게 경고할 수 있는 장치로 정의하였다. 이러한 기능을 수행할 수 있는 파종 감시 장치를 개발하기 위하여 현재 국내에서 사용되고 있는 직파기의 작업 조건을 고려하여 다음과 같은 개발 조건을 설정하였다.

(1) 종자 배출 방식과 배종축 속도

현재 보급되고 있는 건담 직파기와 담수 직파기의 종자 배출 방식은 각각 4개 또는 8개의 홈을 가진 종자 배출 롤러를 회전시켜 롤러의 홈 안에 든 종자를 연속적으로 배출하는 방식이다. 롤러를 구동하는 배종축의 회전 속도는 직파기의 작

업 속도에 비례하며 보통 30-40rpm 이다. 파종 감시 장치는 이러한 파종 장치에 적용할 수 있도록 종자 배출 방식을 홈 롤러 회전식으로 하고, 배종축 회전 속도는 최대 50rpm 정도로 하였다.

(2) 판단해야 할 미파종 상황

미파종 감시 장치가 감지해야 할 미파종 상태는 다음과 같은 4개의 경우로 설정하였다.

(가) 배종축이 회전되지 않는 경우

(나) 종자가 모두 소모된 경우

(다) 종자 배출 롤러 홈에 종자가 붙거나 이물질이 끼어 종자가 배출되지 않는 경우

(라) 배종관의 아래 부분이 막히는 경우

(3) 미파종 상황의 처리

미파종 상태가 발생되면 그 원인에 따라 다음과 같은 처리를 수행할 수 있도록 하였다.

(가) 종자 배출 롤러에서 종자가 배출되지 않는 경우에는 부저와 LED를 이용하여 작업자가 인식할 수 있도록 경고한다

(나) 막혀서 파종이 이루어지지 않는 경우에는 고압의 공기를 배종관에 분사하여 막힌 곳을 뚫는다.

(다) 공기 분사 후에도 막힘이 계속될 경우에는 부저와 LED를 이용하여 다시 경고한다.

(4) 미파종 판단 거리

미파종 판단 거리는 미파종 판단의 기준이 되는 거리로서 파종되지 않고 작업기가 주행한 거리를 의미한다. 따라서, 미파종 판단 거리는 최소화되어야 한다. 그러나 너무 짧은 경우에는 파종기에 이상이 없는 경우에도 경보가 울리는 등 오동작이 발생할 수 있으므로 파종 감시 장치의 오동작을 막고 미파종 판단 거리는 최소화할 수 있도록 포장 시험을 통하여 적합한 미파종 판단 거리를 구한다.

나. 시스템 설계

파종 감시 장치는 앞에서 설정한 개발 조건을

만족할 수 있도록 설계하였다. 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 구성하였으며, 전체 시스템의 구성 회로는 그림 1에서와 같이 설계하였다.

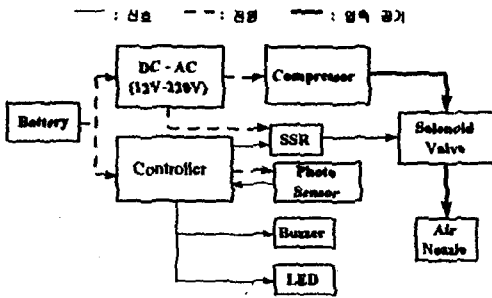


Fig. 1. Component diagram of seed monitoring system.

파종 감시 장치를 구성하는 주요 부분의 기능은 다음과 같다.

(1) 광센서

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

Table . 1. Specifications of the photo sensor used

Detecting target	Opaque materials of min. $\phi 0.6\text{mm}$
Detecting distance	30mm
Response time	1ms
Power supply	DC12V to 30V $\pm 10\%$
Light source	Infrared LED
Control output	NPN open collector output
Sensitivity	Adjustable
Weight	2.51N

용이성, 응답 속도 등을 고려하여 발광부와 수광부가 일체로 된 Autronics社의 BU30S로 선정하였다. 표 1은 광센서의 사용자 설명서에 제시된 주요 명세를 나타낸 것이다.

(가) 센서의 응답 속도 결정

배종축의 회전 속도가 30~40rpm일 때 콩과 같이 비교적 큰 종자는 한 흠에 하나씩 들어가기 때문에 거의 일정한 간격으로 파종되나, 볍씨나 보리 등은 한 흠에 3~4알씩 들어가기 때문에 그림 2에서와 같이 균을 이루며 낙하된다. 먼저 종자가 흠에 하나씩 들어갈 경우, 종자와 종자 사이의 시간 간격, t_s 는 다음과 같이 표현된다.

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

여기서, N_m = 배종축 회전 속도 (30~40rpm)

n = 흠의 갯수 (8개)

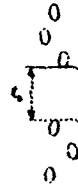


Fig. 2. Time lag between the groups of falling seeds.

볍씨는 한 흠에 3~4알 정도 들어가기 때문에 전체 흠이 24~32개 있는 경우와 같고, 낙하 형태는 실제 볍씨의 낙하 형태와 유사하다. 이 때 시간차는 46.9~62.5ms가 된다. 따라서, 본 연구에서 선정된 응답 속도 1ms의 광센서는 개발 조건에 적합한 것으로 판단되었다.

(나) 센서의 개수

배종축의 회전 속도가 저속이므로 볍씨에 작용하는 원심력은 무시될 수 있다. 따라서 볍씨는 자중에 의하여 배종관의 벽면을 따라 연직으로 낙하된다. 볍씨의 낙하를 감지하기 위한 광센서는 각 배종 장치의 위쪽과 아래쪽에 각각 1개씩

설치하였으며 발광부의 감지 광선과 방향이 범씨의 낙하 경로와 수직이 되도록 하였다.

(다) 센서의 설치 방법

현재 사용되고 있는 직파기의 배종관은 광센서를 설치하기에 부적합하였기 때문에 센서를 설치할 수 있도록 그 구조를 변경하였다. 현재 답수 직파기의 종자 배출구는 롤러 가이드, 플라스틱 받이, 철허 가이드로 구성되어 있으나, 배출된 범씨가 플라스틱 받이 또는 철허 가이드와 충돌하여 매우 불규칙적으로 낙하하게 된다. 따라서, 플라스틱 받이와 철허 가이드를 제거하고 롤러 가이드를 연장하여 그림 3에서와 같이 광센서와 공기 분사용 노즐을 쉽게 착탈할 수 있도록 개선하였다.

센서는 배종관의 위쪽과 아래쪽 두 곳에 설치하였으며, 위쪽 센서는 배종 롤러에서 종자가 정상적으로 배출되는가를 감시하고 아래쪽의 센서는 배종관의 막힘을 감시하기 위한 것이다.

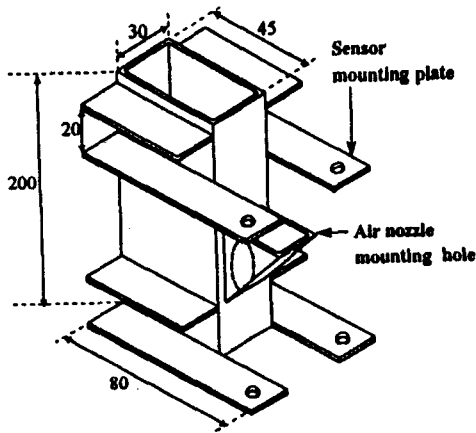


Fig. 3. Modified seed tube for sensor mounting.

(2) 파종 감시 장치의 컨트롤러

컨트롤러는 광센서로부터 전달되는 배종 장치의 이상 유무를 판단하여 미파종 상태를 처리한다. 종자 배출 롤러에서 종자가 배출되지 않거나 배종관이 막혔을 때 이를 감지하고, 처리하기 위하여 파종 감시 장치를 운영할 소프트웨어를 개

발하였다. 그림 4와 그림 5는 각각 파종 감시와 미파종 상태를 확인하기 위한 프로그램의 흐름도이고 그림 6은 이를 수행하기 위한 컨트롤러의 회로도이다.

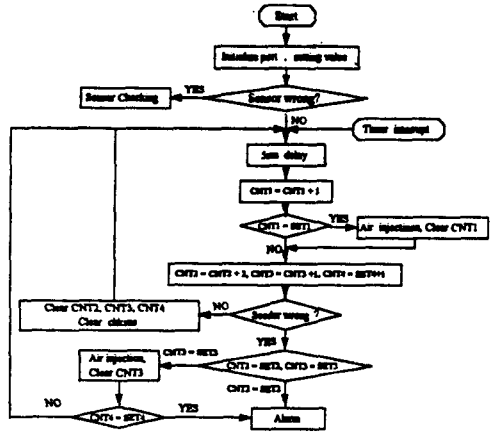


Fig. 4. Flow chart of a seeder monitoring algorithm.

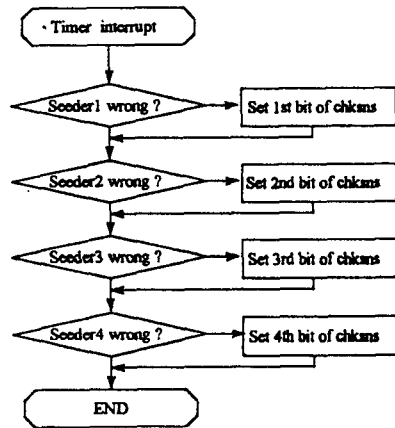


Fig. 5. Subroutine program for checking out mis-sowing.

파종 감시와 미파종 확인 알고리즘은 기본적으로 광센서가 종자 배출 상태를 타임 인터럽트로 수시로 확인하여 이상을 발견하였을 경우에는 특정 변수의 값을 증가시켜 이 변수가 어떤 설정값과 같아지면 경보를 울리거나 또는 압축 공기를 분사하도록 하는 것이다. 이러한 기본적

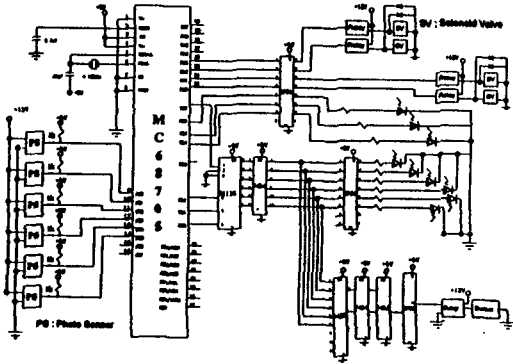


Fig. 6. Circuit diagram of the controller unit.

인 기능 외에도 센서의 작동 여부를 확인하여 이상이 있을 때 경보를 울려주는 기능, 공기를 분사한 후에도 막힘이 해소되지 않고 지속될 경우 일정 시간이 지난 후 경보를 울리는 기능, 막힘의 예방과 센서를 먼지로부터 보호하기 위하여 일정한 간격으로 압축 공기를 분사하는 기능 등을 포함하였다. 알고리즘은 센서를 위쪽과 아래쪽 두 곳에 설치한 시스템을 대상으로 개발하였으나, 아래쪽 센서 하나로써도 동일한 기능을 수행할 수 있도록 하였다. 과중 감시 장치의 컨트롤러는 MOTOROLA社의 MC68705 원 칩 마이크로 컴퓨터를 이용하여 개발하였다. 표 2는 MC68705의 주요 명세를 나타낸 것이다.

Table 2. Specifications of the controller

Manufacturer	MOTOROLA
Model	MC68705R3
RAM	112byte
ROM	3968byte
I/O port	Port A, B, C(bidirectional), Port D(input only)
Analog input	4channels in Port D, 8bit A/D conversion
External clock	4MHz

(3) 막힘 해소 장치

막힘 해소 장치는 노즐, 공기 압축기, 솔레노이드 밸브로써 구성하였으며, 배종관이 막히는

경우 컨트롤러가 솔레노이드 밸브를 작동시켜 고압으로 압축된 공기를 분사하여 막힘을 해소하는 장치이다. 막힘 해소 장치의 주요 부분의 기능은 다음과 같다.

(가) 노즐

배종관의 막힘을 뚫는 방법으로는 노즐을 이용한 고압 공기의 분사 방식이, 적은 유량으로써 상대적으로 큰 충격 효과를 발휘할 수 있기 때문에, 가장 적합한 것으로 판단되었다. 노즐의 분사 형태는 충격 효율이 높고 노즐의 분사 범위가 배종관의 전면으로 확산될 수 있는 원형 분사형으로 하였다. 사용한 노즐의 주요 제원은 표 3에서와 같다.

Table 3. Specifications of air nozzle

Manufacturer	No. of nozzle	Diameter of orifice (mm)	Flow (ℓ/min)			Spray angle	
			98 kPa	196 kPa	294 kPa	98 kPa	294 kPa
SPRAYING SYSTEM CO.	1/8GG3004	1.2	0.56	1.3	1.6	26	30

(나) 공기 압축기

건담 직파기와 담수 직파기에서 발생하는 배종관의 막힘 형태는 범씨의 가락이 배종관의 끝부분에 걸려 범씨가 쌓이거나, 무논에서 작업할 때 흙이 튀어 배종관 끝이 막힘으로써 범씨가 쌓이는 형태이다. 두 경우 모두 사람이 강하게 불어서 뚫을 수 있는 정도의 막힘이었으며 이 때 공기압은 1.96-7.84 kPa 이었다. 따라서 압축 공기의 압력은 7.84 kPa 이상으로 하였다. 또한 표 3의 노즐을 사용할 때 노즐 1개당 최대 공기 소비량은 1.6ℓ/min이고 건담 직파기가 8조이므로 12.8 ℓ/min 이었으며, 공기 압축기의 토출 유량은 12.8 ℓ/min 이상 되어야 한다. 본 연구에서 사용한 공기 압축기는 위의 조건을 만족할 수 있도록 선정하였다. 공기 압축기의 주요 제원은 표 4에서와 같다.

Table 4. Specifications of the air compressor

Manufacturer	OHKONG COMP CO.
Model	TA72
Electric source(V, A)	220, 0.4
Pressure(kPa) (CON/INT)	196/274.24
Flow(ℓ/min)	15
Max. pressure (kPa)	313.5
Air tank capacity(ℓ)	1.5
Dimensions(mm)	340×145×285
Weight(N)	49

(2) 전원 공급 장치

전원 공급 장치는 윈 칩 마이크로컴퓨터와 공기 압축기에 안정적인 전원을 공급하기 위한 것이다. 개발된 파종 감시 장치에서 필요한 전압은 윈 칩 마이크로컴퓨터에서 5V, 광센서에서 12V, 공기 압축기와 솔레노이드 밸브에서 각각 220V 이었다. 3종류의 전원을 공급하기 위하여 축전지와 전압 변환기를 사용하였다.

5V의 전원은 DC-DC(12V-5V)변환기를 컨트롤러에 설치하여 사용하였으며, 공기 압축기의 전원은 DC 12V를 AC 220V로 변환하여 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 시작기 설치

파종 감시 장치의 시작기는 정지 상태에서도 배종축을 구동할 수 있고 실내 시험과 포장 시험을 모두 수행할 수 있는 담수 직파기에 설치하였다. 그림 7은 담수 직파기에 설치된 파종 감시 장치를 나타낸 것이다. 건담 직파기에 대한 적용 시험은 건담 직파기와 담수 직파기의 배종 방식이 동일하므로 담수 직파기를 이용하여 건담 상태에서 실시하였다. 시험에 사용된 담수 직파기의 주요 제원은 표 5에서와 같다.

Table 5. Specifications of the direct seeder used for field test

Body				No. of rows	Furrow depth (cm)	Seed hopper size(ℓ)
Length (cm)	Width (cm)	Height (cm)	Weight (N)			
85	178	112	706	6	4.5 2.5	14ℓ×6

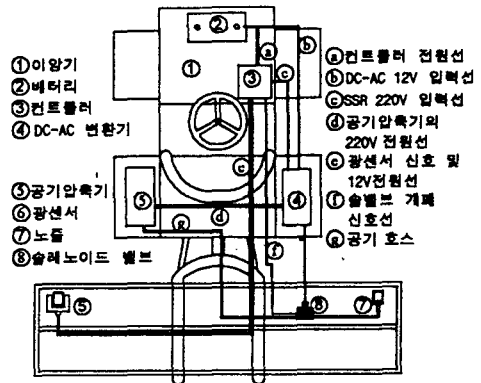


Fig. 7. Seeder monitoring system installed in a rice sowing machine.

나. 성능 시험

성능 시험은 실내 시험과 포장 시험으로 구분하여 실시하였으며, 실내 시험은 두 개의 센서를 모두 사용하는 경우와 한 개의 센서를 사용하는 경우로 나누어 실시하였다. 두 개의 센서를 사용하는 경우는 배종관의 위쪽과 아래쪽에 센서를 설치하여 위쪽은 종자의 배출을, 아래쪽은 배종관의 막힘을 감시하였으며, 한 개의 센서를 사용하는 경우는 배종관 아래쪽에 센서를 설치하여 미파종과 막힘을 동시에 감시하였다.

두 가지 방법에 대하여 먼저 프로그램의 설정값을 변화시키면서 오동작이 발생되지 않는 미파종 감지 소요 시간과 일정한 공기압을 유지하기 위한 공기 분사 간격 시간을 결정하였다. 결정된 감지 소요 시간과 공기 분사 간격 시간을 프로그램의 설정값으로 고정하고 다음과 같은 상태의 종자를 대상으로 시험을 실시하였다. 시

험 방법은 인위적으로 미파종 상황을 발생시켜 미파종 감지 소요 시간과 오동작 횟수를 측정하여 설정된 값의 타당성을 검토하였다.

- ① 소독 후 그늘에서 적당히 건조하여 정선한 볍씨,
- ② 손으로 쥐었을 때 손바닥에 붙을 정도로 정상적인 종자보다 습기가 많은 볍씨,
- ③ 까락을 제거하지 않은 볍씨,
- ④ 콩
- ⑤ 비료

포장 시험은 정선된 볍씨를 파종하면서 실내 시험에서와 같이 미파종 감지 소요 시간과 오동작 횟수를 측정하였다.

(1) 두 개의 센서를 사용한 경우

(가) 미파종 감지 소요 시간

미파종 감지 소요 시간을 0.5초에서 1초 간격으로 증가시켰을 때 오동작이 발생되지 않는 시간은 0.9초이었다. 따라서 프로그램의 설정값을 0.9초로 입력하고 실제 미파종을 감지하는 데 소요되는 시간을 측정하였다. 시험에서 미파종을 감지하는 데 소요된 시간은 평균 1.27초, 표준편차 0.07초이었다. 종자는 정선된 볍씨를 사용하였으며, 측정은 초시계를 사용하여 30분 동안 100회 반복하여 실시하였다. 설정값과 측정값 사이의 상대 오차는 30%이었으나 이는 측정시의 측정 오차인 것으로 판단되었다. 이 시험 결과로부터 파종 감시 장치에 적당한 미파종 감지 소요 시간은 0.9초 이상인 것으로 나타났다.

(나) 공기 분사 간격 시간

공기 압축기의 작동 범위를 공기압 196-294 kPa로 설정한 후 프로그램의 공기 분사 간격 설정값을 변화시키면서 분사된 공기의 세기를 관찰하였다. 분사 공기의 세기는 배종관 끝에 테이프를 붙여 테이프가 휘어지는 정도를 육안으로 관찰하여 상대적으로 결정하였다. 이 시험에서 공기의 세기가 크게 변화되지 않는 분사 간격 시간은 40초 이상인 것으로 나타났다. 따라서 프

로그램의 공기 분사 간격 시간을 40초로 설정하고 1시간 동안 공기의 세기를 시험하였다. 시험 결과 분사 간격 시간은 평균 40.97초, 표준편차 0.06초이었다. 이 때의 상대 오차는 2.4% 이었다.

(다) 정선된 볍씨

미파종 감지 소요 시간을 1초, 공기 분사 간격 시간을 40초로 설정하여 시험하였다. 시험 결과, 파종 감시 장치의 미파종 감지 소요 시간은 평균 1.27초이었으며 공기 분사 간격 시간은 평균 42초이었다. 오동작은 없었으며 까락을 제거하지 않은 벼에 대해서도 같은 결과를 얻었다.

(라) 습기가 많은 볍씨

배종 롤러에 벼가 달라붙어 배종이 잘 이루어지지 않았으며 미배종으로 인한 경보가 계속 발생하였다. 종자 소독 후 볍씨의 건조가 적절치 못한 경우에는 미파종 가능성이 높을 것으로 판단된다.

(마) 콩

미파종 감지 소요 시간을 1초로 설정하였을 때 많은 오동작이 발생되었으나, 1.8초 이상에서는 오동작이 발생되지 않았다. 이는 콩이 한 알씩 낙하되기 때문에 낙하 경로가 일정치 않아 하나의 센서로써는 콩을 일일이 감지하지 못하기 때문인 것으로 판단된다. 따라서, 콩과 같이 비교적 큰 종자는 센서의 수를 증가시켜 감지 능력을 높여야 할 것으로 판단된다.

(바) 비료

비료의 경우에는, 시비 감지 소요 시간을 0.5초로 짧게 설정하였으나 오동작은 발생되지 않았다. 이는 볍씨에 비하여 비료는 살포량이 많고 살포 폭이 넓기 때문에 하나의 센서로써도 비료의 통과 여부를 충분히 감지할 수 있었기 때문인 것으로 판단된다. 실제 측정된 감지 소요 시간은 평균 0.63초이었고 공기 분사 간격도 일정하였다.

이상의 시험 결과에서 범씨의 미파종 감지 소요 시간은 1초 이상 되어야 할 것으로 판단된다. 미파종 감지 소요 시간은 센서의 수를 증가시키면 단축시킬 수 있다.

(2) 한 개의 센서를 사용한 경우

(가) 파종 감지 소요 시간

아래쪽 센서 하나만 설치하였을 때는 미파종 감지 소요 시간을 0.4초에서부터 0.1초 간격으로 설정하면서 시험하였다. 설정값이 0.94초이었을 때 오동작이 발생되지 않았으며, 실제 측정된 시간은 평균 1.32초, 표준 편차는 0.05초이었다.

이 시험 결과로부터 한 개의 센서를 사용하는 경우에는 미파종 감지 소요 시간을 0.94초 이상 설정해야 할 것으로 판단된다. 공기 분사 시간 간격의 설정값은 두 개의 센서를 이용한 경우와 같이 40초 이상이 적절한 것으로 판단되었다.

(나) 정선된 범씨, 비료, 콩

미파종 감지 소요 시간을 0.94초로 설정하였을 때 실제 감지 소요 시간은 평균 1.32초이었고 오동작은 없었다. 까락을 제거하지 않은 비에 대한 시험 결과는 정선된 비에 대한 시험 결과와 같았다. 또한, 비료도 두 개의 센서를 사용한 경우에서와 같은 설정값이 필요하였다. 그러나 콩의 경우에는 미파종 감지 소요 시간을 정선된 범씨의 경우보다 1초 이상 크게 설정하여야 오동작 없이 작동하였다.

두 개의 센서를 사용한 경우와 한 개의 센서를 사용한 경우의 시험 결과를 고찰하면 미파종 감지 소요 시간을 단축시키기 위해서는 센서의 수를 증가시켜야 한다. 그러나 배종관 아래쪽에만 센서를 설치하여도 파종 감시 장치의 기능은 충분히 수행될 수 있을 것으로 판단되었다.

(3) 포장 시험

두 개의 센서를 사용하는 경우를 대상으로 하여 이상의 시험에서 결정된 미파종 감지 소요

시간 및 공기 분사 시간 간격을 각각 1초, 40초로 설정하고 건담 포장에서 0.6m/s의 작업 속도로 씨 시험을 수행하였다. 총 시험 시간은 1시간 20분 소요되었다. 시험 중 오동작은 없었으며 실제 측정된 미파종 감지 소요 평균 시간은 1.37초이었다. 측정된 공기 분사 간격 시간도 평균 41초로 일정하였다.

4. 결론

본 연구에서는 파종 작업시 낮은 작업 능력의 원인이 되고 있는 미파종에 대한 불안감과 배종관의 막힘 현상을 제거하기 위하여 파종 감시 장치를 개발하였다. 실내 및 포장 시험을 통하여 개발된 파종 감시 장치의 성능을 평가하고 실용화 가능성을 검토하였으며, 또한 두류 파종과 비료 살포에 대한 적용 가능성을 검토하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 원 칩 마이크로 컴퓨터를 이용하여 파종기의 미파종, 배종관의 막힘, 센서의 이상 유무 등을 감지하고 이를 예방하기 위한 미파종 감시 장치 및 간헐적 공기 분사 장치의 컨트롤러와 프로그램을 개발하였다.
- 2) 두 개의 센서를 사용하였을 경우 정선된 범씨에 대한 미파종 감지 소요 시간은 실험실에서 평균 1.27초이었으며, 포장 시험에서는 평균 1.37초이었다.
- 3) 콩 파종과 비료 시비에 대한 파종 감시 장치의 적용 가능성은 양호한 것으로 판단되었다. 비료는 범씨를 파종할 때보다 감지 소요 시간이 단축되었으며, 콩은 범씨를 파종할 때보다 1초 정도 더 필요한 것으로 나타났다.
- 4) 파종 감시 장치의 실용화 가능성은 높은 것으로 판단된다. 단지 실용화될 때 가격 상승이 문제가 될 수 있으나, 생산 규모가 크면 충분히 제품의 단가를 낮출 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. 농촌진흥청. 1991. 벼 생력 재배 기술. 118-181, 260-278.
2. 농촌진흥청. 1993. 쌀 생산비 절감을 위한 벼 직파 재배 기술. 92-145.
3. 농촌진흥청 호남작물시험장. 1993. 벼 직파 재배의 현황과 문제점 및 발전방향. 2-27, 37-63.
4. 성안당. 1993. 프로그래밍 응용, 실무. 14-24.