

드론을 이용한 비료 살포 패턴 분석에 관한 기초연구

백이¹ 김동억¹ 홍순중¹ 강동현^{1*}

e-mail: paekyee02@naver.com

¹한국농수산대학교 교양공통과

A Basic Study on the Analysis of Fertilizer Spraying Patterns Using Drones

Yee paek¹ Dong Eok Kim¹ Soon Joong Hong¹ Dong hyeon Kang^{1*}

Department of Liberal Arts, Korea National University of Agriculture and Fisheries,
Jeonju, Republic of Korea

*교신저자 : 강동현 (kang6906@korea.kr)

요약

이상기후의 영향으로 농촌의 현황을 보면 경지면적 감소, 식량위기, 고령화, 노동력 부족, 농산물 가격의 급등락 및 대량소비의 문제점이 나타나고 있다. 농업여건을 보면 농업인구는 2314천명으로 전체 인구의 4.3%를 차지하고 있으며, 농경지 면적은 약 9%에 해당하고 있다. 본 연구에서는 드론을 이용한 변량시비 시 균일한 살포패턴에 영향을 주는 요인 중 비행속도, 개폐열림각, 호퍼 비료적재량, 시비량, 고도 위치 등에 따른 원심식 비료살포기의 살포패턴 변화를 조사하였다. 실험방법은 ASABE Standard S341.3에 따라 드론을 이용한 동적 시험으로 실시하였다. 시험의 결과, 드론의 비행속도를 3수준(2.0, 2.5, 3.0m/s)으로 하고 드론의 고도는 5m로 하였으며 호퍼의 열림 각도는 3수준(50도, 100도, 140도)으로 하여 비료를 공중살포한 결과 단위 면적당 시비되는 비료의 양이 비행속도에 따라 12 kg/100a에서 16 kg/100a로 변화하는 문제점이 발견되었고, 원판의 회전에 따라 시비량이 원판의 열림 조절장치의 출구가 회전 방향으로 비료의 살포량이 증가하는 문제점이 발견되었다. 본 연구에서 나타난 결과로 보았을 때 변량시비 시 비료적재량과 시비량의 변화에 따른 살포패턴 변화에 대한 문제점을 출구방향 및 시비량을 제어함으로써 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

키워드

농업, 드론, 시비량, 살포패턴, 원판식 입제 살포기, 비료

사사

본 연구는 농촌진흥청 노지디지털농업기술단기고도화 사업 (세부과제번호: PJ0170482022)의 지원으로 수행되었음.

1. 서론

이상기후의 영향으로 농촌의 현황을 보면 경지면적 감소, 식량위기, 고령화, 노동력 부족, 농산물 가격의 급등락 및 대량소비의 문제점이 나타나고 있다. 농업여건을 보면 농업인구는 2314천명으로 전체 인구의 4.3%를 차지하고 있으며, 농경지 면적은 약 9%에 해당하고 있다. 최근 노동력 절감과 생산성 향상을 위하여, 시비 시 적재적소에 적정량을 살포하는 방법이 이루어지고 있다. 하지만 전통적인 시비방법과 비료 시비 시 균일한 살포가 되지 않는 점이 보고되고 있다. 바람직하고 적정시비에 있어 중요한 것은 물리적으로는 시비량, 단위 면적당 살포 균일도, 생물학적으로는 농부와 작물이 원하

는 만큼의 비료를 성장단계, 토양, 환경상태 등에 맞추어 시비를 하는 것이다. 기비와 추비 시비 시 균일한 정도는 변이계수로 평가 할 수 있는데 이 값은 살포패턴을 드론의 비행 방법과 주행간격에 의해 겹치도록 하여 살포된 비료량 평균을 표준편차로 나눈 것이며 변이계수값이 낮을수록 살포 균일도가 높은 것을 의미한다. 하지만 실제적인 변량시비에서 변이계수는 0에서 상당히 벗어나며 그 이유로는 부적합한 시비기의 디자인과 구조, 날씨와 조작오차 등이 있다(Kweon et al., 2009). 대부분 트랙터 부착용 원판식 비료살포기는 균일살포가 되지 않을 경우, 비료가 과도하게 투입되어 자원낭비, 작물 피해, 잠재적인 환경피해 등으로 이어진다(Helms et al.,

1987). Parish(2002)는 비료가 호퍼에서 원판으로 낙하하는 속도 또한 살포패턴의 균일도에 영향을 준다고 하였고 또한, 시비량 변화는 살포폭과 살포패턴의 모양에 중요한 영향을 준다. 살포패턴의 모양이 바람직하게 나타날 경우 살포균일도 변이계수가 낮아지고, 바람직하지 않을 경우 살포균일도 변이계수가 높아지는 원인이 된다(Olieslagers, 1997). Kweon et al.(2006)은 광센서와 단일 원판형 (single disc type)의 호퍼에서 원판으로 비료가 공급되는 출구를 개조하고 열린 정도를 실시간으로 제어하여 살포패턴의 가변성을 없애고 균일한 패턴으로 살포 가능한 알고리즘과 장치를 개발하였고 Kweon et al.(2009)은 개발한 알고리즘을 바탕으로 실시간으로 입제비료 살포기의 출구를 조정하여 양수 원판형 (dual disc type)의 시비기에도 적용이 가능하다고 하였다. 여러 연구자들이 보고한 바와 같이 원판식 시비기는 균일한 살포패턴을 위해서 패턴에 영향을 미치는 요인을 제어할 수 있어야 하는 것을 알 수 있다. 또한, Fiala et al.(1999)는 자동 제어가 가능한 원판형 시비기를 개발했는데, 이는 양수 원판형 시비기로 진행 속도 센서, 전기 모터, 근접 센서, 내장 컴퓨터 등을 사용해서 제작하였다. 하지만 국내에서는 미국에 비하여 상대적으로 좁은 경작지에서 재배를 하고 있기 때문에 양수 원판형 시비기를 사용할 만한 곳이 없기 때문에 자동 제어가 가능한 원판식 시비기의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 드론을 이용하여 작물이 자라고 있을때 원판식 비료살포기를 사용하여 패턴에 영향을 미치는 인자의 변화에 따른 시비 패턴을 분석하여 시비량과 균일살포를 위한 기초자료로 사용하고 자 한다.

2. 재료 및 방법

Fig. 1은 드론을 이용한 비료 살포를 위하여 드론과 제작한 비료살포기를 설치한 사진(d)을 나타내고 있다. 드론은 GPS기반 드론위치를 실시간 인식하고 Fig. 2 서보모터 원격지상관제시스템으로 구성하였다. 시비기는 서보모터제어에 의하여 원판이 회전할 수 있도록 하였으며 살포량은 열림 각도를 변경할 수 있도록 하였다. 시험조건에 맞도록 구조를 다음과 같이 변경하였다. 회전속도를 제어하기 위하여 DC 모터와 기어박스를 부착하여 24 V를 사용하여 구동하고, 제어 컨트롤러를 이용하여 전압을 변경하여 개폐각을 제어하도록 제작하였다.



[그림 1] 드론 비료살포기



[그림 2] 드론 원격제어 관제시스템

드론의 총이륙중량은 40kg, 비료적재중량 20kg, 드론 비행 시간은 20min, 전원은 2200mA X 2EA로 구성하였다.



[그림 3] 비료살포기

표 1. 비료살포기 사양

구분	사양
무게	2kg
최대 용량	12L
유효 용량	10L(10kg)
작동 전압	20~60V
최대 회전속도	1280rpm
벨브열림각도	0~140°
서보신호 전압	5V

Fig. 3은 비료살포기를 나타내고 있으며 Table 1은 비료살포기의 사양을 나타내고 있다. 실험방법은 드론의 비행속도를 3수준(2.0, 2.5, 3.0m/s)으로 하고 고도는 5m로 하였으며 원판의 살포 개도를 3수준(50도, 100도, 140도)으로 하여 포장에 비료살포량을 각 시험조건에 맞추어 비료를 살포 후 비료 수집용 트레이 내부의 비료를 수거하여 무게를 측정하고 통계처리 후 살포패턴을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

비료 시비량은 드론의 비행속도가 증가할수록 시비량이 감소하고 열림각도가 커질수록 비료살포량이 증가하는 것으로 나타났다. 또한 살포방향을 기준으로 우측에 살포되는 비료의 양이 증가하는 것으로 나타났다. 시비량이 증가함에 따라 살포방향을 기준으로 좌측에 살포되는 비료량은 일정하게 증가하지만 우측에 살포되는 비료량은 좌측 증가량에 비하여 많이 증가하는 것으로 나타났다. 차후 실험 시, 균일한 살포패턴을 유지하기 위하여 시비량이 증가할 때 개도 조절 등을 통하여 비료량 증가에 따른 살포패턴의 변화에 대한 원인의 분석이 필요하였다.

단위 면적당 시비되는 비료의 양이 비행속도에 따라 12 kg/100a에서 16 kg/100a로 변화하는 문제점이 발견되었고, 원판의 회전에 따라 시비량이 원판의 열림 조절장치의 출구가 회전 방향으로 비료의 살포량이 증가하는 문제점이 발견되었다. 살포패턴 분석결과에서 시비량 감소에 따라 패턴이 한쪽으로 이동되는 것이 중첩되어 변이계수를 높이는 것이며 이를 해결하기 위하여 시비량의 변화에 따라 살포방향을 조정하여 해결이 가능할 것으로 판단되었다

4. 결론

본 논문에서 나타난 결과로 보았을 때 드론을 이용한 비료살포기는 비료적재량과 시비량 등의 변화를 조절하면 보다 균일한 살포패턴을 만들 수 있을 것으로 판단되었다.

차후 연구에서는 살포패턴에 영향을 주는 요인인 원판회전속도에 관련한 살포패턴 변화 분석과 비료살포시 발생하는 살포패턴의 변이를 분석하기 위하여 드론시비에 대한 비료 입자 거동 등에 관련한 실험을 하고자 하며, 차후 실시간으로 센서, 카메라 등을 활용하여 살포패턴에 영향을 주는 요인을 측정하고

피드백 제어시스템을 활용하여 균일한 살포패턴 제어에 관련한 연구를 하고자 한다.

참고문헌

- [1] Fiala, M., and R. Orbeti. 1999. Test of an automatic rate control system for a centrifugal-type dry fertilizer spreader. *Applied Engineering in Agriculture* 15(4): 273-278.
- [2] Helms, R. S., T. J. Siebenmorgen and R. J. Norman. 1987. The influence of Uneven Preflood Nitrogen Distribution on Grain Yields of Rice. *Arkansas Farm Research*. University of Arkansas, March-April.
- [3] Kweon, G. and T. E. Grift. 2006. Feed gate adaptation of a spinner spreader for uniformity control. *Biosystems Engineering* 95(1): 19-34.
- [4] Kweon, G., T. E. Grift, D. Miclet, T. Virin, E. Piron. 2009. Analysis and control of uniformity by the feed gate adaptation of a granular spreader. *Journal of Biosystems Engineering* 34(2) :95-105.
- [5] Parish, R. L. 1999. The effect of spreader fill level on delivery rate. *Applied Engineering in Agriculture* 15(6): 647-648.
- [6] Parish, R. L. R. L. 2002. Ratesetting effects on fertilizer spreader distribution patterns. *Applied Engineering in Agriculture* 18(3):301-304.
- [7] Olieslagers, R. 1997. Fertilizer distribution modelling for centrifugal spreader design. PhD Thesis, Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, K.U. Leuven, Belgium.