

전자지도기반 변량시비장치 개발

Development of Map-based Variable-rate Applicator

정인규* 정선옥* 성재훈* 이충근*
I. G. Jung S. O. Chung J. H. Sung C. K. Lee

1. 서론

비료나 종자, 농약 등을 변량살포함에 있어서 기계의 위치에 따른 필요 살포량에 관한 정보로부터 살포량을 제어할 수 있는 도구, 즉 의사결정지원 시스템을 바탕으로 이양기 부착형의 전자지도기반 이양동시 변량시비장치의 개발을 위하여 기초시험과 요인시험을 통하여 장치를 제작하고 변량제어 시스템을 개발하여 실제포장에서 시험을 실시하였다.

즉, 현재 시중에서 판매되고 있는 상용의 측조시비기를 개량하여 살포량을 제어신호에 따라 제어할 수 있도록 시험 장치를 개량 제작하여 구성하였으며, 또한 P.W.M 제어방식에서의 응답특성을 알아보기 위하여 P.W.M 제어장치를 구성하여 P.W.M에 따른 살포정밀도를 측정하였다. 그리고, 이양작업중 이양기의 선회시 비료의 살포정지를 위하여 적용코자 하는 마그네틱 센서의 응답특성을 조사하였다.

또한, 변량살포나 균일살포에서 반드시 요구되는 주행장치의 속도를 계측하여 살포량을 제어하기 위하여, 상용의 고가의 속도센서를 대체하여 바퀴 부착형의 주행속도 계측장치를 제작하고 시험하여 결과를 도출하였다.

마지막으로, 변량제어를 위한 제어장치와 컴퓨터기반 전자지도와의 인터페이스 및 시비장치를 결합하여 포장성능시험을 실시하여 결과를 도출하였다.

2. 재료 및 방법

가. 이양기 부착 변량시비 장치 제작

기존의 6조 측조시비기를 개량하여, 모터의 회전속도에 따라 롤러의 개폐를 조절하여 살포량을 제어할 수 있도록 제작하였다. 본 시스템의 변량제어 방식인 P.W.M에 따른 살포량의 변화를 계측하기 위하여, DC 12V를 입력받아 이 입력 전압값을 P.W.M으로 256단계로 세분화하여 출력할 수 있는 회로를 구성하여 컴퓨터로 제어신호를 전송하며 기초시험을 실시하였다.

또한, RUN/ HOLD 센서 응답시험 및 엔코더 입력을 통한 주행속도 계측장치의 성능시험을 위하여 센서 입력포트(Port)를 구성하였으며, 출력 전압값으로부터 실제 모터를 구동할 수 있는 모터드라이브를 제작하여 P.W.M 제어장치와 더불어 회로를 구성하였다.

* 농업공학연구소(NIAE)

변량살포뿐만 아니라 균일살포시에도 주행장치의 속도를 계측하는 것은 핵심적으로 요구가 된다. 현재 신뢰성 있는 상용의 속도센서들은 매우 고가이므로 농업용으로 적용하기에 적합하지가 않다. 그리하여, 본 연구에서는 이러한 상용의 속도센서를 대체하여 바퀴 부착형의 주행속도 계측장치를 제작하여 시험하여 속도계측장치로서의 적용가능성 등을 검토하였다.

나. 콘트롤러 및 센서 통합 포장시험

기초시험을 통하여 설계 및 제작한 변량시비장치의 성능시험을 논포장에서 실시하여 측위 및 제어정밀도, 제어안정성을 평가하였으며, 파쇄정도, 막힘 등 실제작업시 배출특성을 조사하였다. 위치별 목표살포량에 대한 실제살포량의 정밀한 측정을 위하여 롤러에서 배출되는 비료를 구역 하나하나별로 망사천을 이용하여 모두 수집하여 측정하였다.

측위는 비콘형 DGPS를 사용하였으며, 이 장치의 정밀도는 rms 30cm 의 오차를 갖는다.

3. 결과 및 고찰

가. 시작기 제작

기존의 6조 측조시비기를 개량하여, 제어신호에 의해 살포량이 제어될 수 있도록 제작하였다. 즉, 기존의 유니버설 조인트에 의한 동력전달장치를 제거하고, 모터로 동력을 전달하여 모터의 회전속도에 따라 롤러의 개폐를 조절하여 살포량을 제어할 수 있도록 개량 제작하였다.

이 시스템에 사용된 모터는 DC(12V, 40W, 3,000rpm)모터로서 25:1로 감속하여 사용하였으며, 변량시비의 특성상 이양작업폭 방향으로는 동일한 살포량이 요구되므로 1개의 모터만을 사용하여 시비장치 구조를 단순화 하였다.



그림 1 이양기 부착 변량시비장치

시비량 제어방식은 PWM 제어방식이며, 배출롤러의 구동토크 및 비료 배출저항 등을 고려할 때 시비량 제어범위는 10a당 0~54kg 범위로서 이것은 성분기준으로는 22%의 질소성분비를 갖는 완효성 비료의 경우, 질소를 10a당 0~12kg을 살포할 수 있는 양이다.

이 시스템에 적용한 완효성 비료의 물성은, 가비중 \approx 1로 나타났으며, 입경은 완효성분이

3.96~4.41mm, 속효성분이 4.02~4.24mm로 비교적 고른 분포를 나타냈다.

실제 살포작업시 살포량은 대상비료의 비중에 따라서 보정하여 양을 결정하게 되며, 완효성 비료인 경우, 살포적정 입경이 2~5mm이므로 적용코자 하는 비료의 경우 적합한 입경범위를 가짐을 알 수가 있다.

RUN/ HOLD 센서로서 마그네틱 센서를 사용하였는 데, 센서의 응답속도는 0.1초 이내로서 빠른 응답속도를 나타내었으며, 이양기 주행속도계측장치는 작업속도에 대한 엔코더 출력값 관계가 r^2 로 0.96 으로 매우 직선적으로 나타나, 속도센서로서 충분한 정밀도를 가지는 것으로 나타났다.

나. 변량제어 포장시험 결과

이러한 변량제어에 관한 기초시험 결과를 바탕으로, 시비장치 및 콘트롤러, 센서들을 통합하여 변량시비장치를 개발하여 통합적인 제어에 대한 포장성능시험을 실시하였다.

전자지도기반으로 비콘 DGPS(정밀도 : rms 30cm)로 위치를 파악하며, 위치별 시비량을 측정 한 결과, 목표시비량에 대한 실제 시비량이 95%~102% 범위에 분포하여 $\pm 5\%$ 이내의 정밀한 변량시비제어가 가능하였으며, 각 조간(6조)의 살포량 차이도 1% 이내로서 조별로 거의 차이 없이 균일하게 시비가 됨을 알 수 있었다.

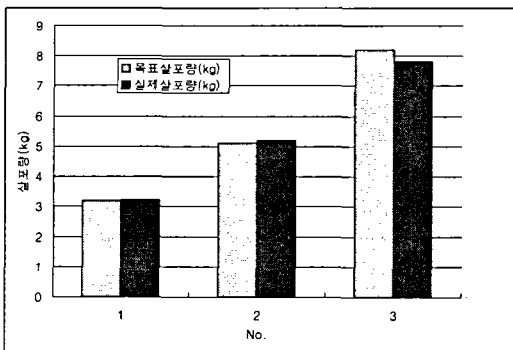


그림 2 목표살포량에 대한 실제살포량



그림 3 살포량 측정을 위한 수집망

이때, 시비량 제어신호 발생후 실제 시비가 이루어지는 데까지는 약 1초가 소요되므로 GPS의 설치위치를 비료가 배출되는 지점보다 1m 정도 전방에 설치함으로써 위치에 대한 시비정밀도를 높일 수 있는 것으로 나타났다.

그림 2는 목표살포량에 대한 실제살포량 그래프이며, 그림 3은 위치별 실제살포량의 정밀한 측정을 위하여 롤러에서 배출되는 비료를 망사천을 이용하여 수집하는 장면이다.

4. 요약 및 결론

의사결정지원 시스템을 바탕으로 이양기 부착형의 전자지도기반 이양동시 변량시비장치의 개발을 위하여 기초시험 및 요인시험을 통하여 제어장치 및 회로를 개발하고 시스템을 구성

하여 실제 포장에서 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 기존의 6조 측조시비기를 개량하여, 모터의 회전수에 따라 살포량이 제어될 수 있도록 제작하였으며, 본 시스템의 변량제어 방식인 P.W.M에 따른 살포량의 변화를 계측하기 위하여, 입력 전압값을 P.W.M으로 256단계로 세분화하여 출력할 수 있는 회로를 제작하였다.

나. 시험용 비료는 가비중이 약 1이고, 입경이 4~4.4mm 범위를 가지는 완효성 비료를 사용하여 시험하였는데, P.W.M에 대한 살포량 변화 및 동일한 P.W.M 수준에서 살포시간에 따른 살포량 관계가 r^2 (결정계수)로 0.99 이상으로 높게 나타나 P.W.M 제어에 의한 변량시비장치 개발 가능성이 높은 것으로 판단되었다.

다. RUN/ HOLD 센서로서 마그네틱 센서를 사용하였는데, 응답속도가 0.1초 이내로서 빠른 응답속도를 나타내어 이앙기 선회시 모탑재대의 상승 여부를 감지하는 센서로서 적합한 센서로 판단되었다.

라. 이앙기의 작업속도를 측정하기 위하여, 바퀴휠의 회전수로부터 펄스를 카운트하여 작업속도를 측정하는 방식의 주행속도계측장치를 제작하여 시험하였는데, 작업속도에 대한 엔코더 출력값 관계가 r^2 로 0.96 으로 매우 직선적으로 나타나, 속도센서로서 충분한 정밀도를 가지는 것으로 판단되었다.

마. 변량제어에 관한 기초시험 결과를 바탕으로 제어 요소장치(Map, 센서 및 콘트롤러)들을 조합하여 변량시비장치에 대한 맵(Map)기반 포장시험결과, GPS 수신상태가 양호한 경우, 가변속도로 작업을 하더라도 목표로 하는 살포량에 대한 실제 살포율이 95%~102% 범위에 분포하여 실제작업시의 살포제어 정밀도가 높은 것으로 나타났다. 각 조간의 살포량 차이도 1% 이내로서 조별로 거의 차이 없었으며, 이때, 시비량 제어신호 발생후 실제 시비가 이루어지는 데까지는 약 1초가 소요되므로 GPS의 설치위치를 비료가 배출되는 지점보다 1m 정도 전방에 설치함으로써 위치에 대한 시비정밀도를 높일 수 있는 것으로 나타났다.

5. 참고문헌

- 가. Radite Praeko A.S., 2001, Development of Variable Rate Granular Applicator for Paddy Field, Research report of Kyoto University
- 나. 농업공학연구소, 2003, 변량처방을 위한 의사결정지원 알고리즘개발, 시험연구보고서
- 다. Lee, C. K, T. Kaho, J. Yanai, M. Iida, M. Umead, and T. Kosaki. 2000. Field information maps using geostatistics in the paddy field. ASAE Annual International Meeting. Milwaukee. USA. Paper No. 001108