

과수 및 가로수 병해충 방제를 위한 중소형 살포기의 성능실험 및 영상처리를 이용한 분석

민병로¹ · 최진호² · 이규승¹ · 김웅³ · 이대원^{1*}

¹성균관대학교 바이오메카트로닉스학과, ²국립원예특작과학원 배시험장, ³공주대학교 생물산업공학부

Performance Test and Image Processing Analysis of a Small and Medium Sized Sprayer for Pests Control for Fruit Trees and Roadside Trees

Byeong-Ro Min¹, Jin-Ho Choi², Kyou-Seung Lee¹, Woong Kim³, and Dae-Weon Lee^{1*}

¹Dept. of Bio-Mechatronic Engineering, Sungkyunkwan National University, Suwon 440-746, Korea

²Pear Research Station, NIHHS, RDA, Naju 520-821, Korea

³Majer of Bio-Industrial Engineering, KongJu National University, Yesan 340-702 Korea

Abstract. The small and medium sprayer has developed to spray well fruit trees and roadside trees with pesticides for pests control within 60 meters. This study was carried out to analyze and evaluate its performance using image processing. While it sprayed with pesticides on the area of 20m in width and 60m in length, it was experimented 5 places by 5m from 0 to 25m width and 6 places by 10m from 10 to 60m length. The experimental image data of each sheet on places were averaged after binarization process. According to the image data, it was sprayed on all working area. However, when sprayer moved 0.3m/s velocity, the place at 15m of width and 30m of length was sprayed more than any other sprayed area, but the place at 15m of width and 60m of length was sprayed less.

Key words : binarization, image processing, pests, prescription, spray distance, spryaer

서 론

방제기에 관한 연구는 대학, 연구소를 중심으로 축산(Kim 등, 2009), 논(Ryu 등, 2006) 및 과수(Min 등, 2004) 농가를 대상으로 많이 이루어 지고 있다. 적기 방제는 생산성 향상 및 고품질 농산물을 확보하는데 중요하며, 축산에서는 병원균의 전염을 방지할 수 있다(Min 등, 2009). 방제기는 여러 가지 형태로 설계 제작하여 분석하였고(Min 등, 2008), 결과를 바탕으로 개발하여 작물 재배 이전의 정보에 기반을 두고 시비처방을 하거나 농민이 사용하기 편하고 최적의 살포성능을 얻는 방법을 제시하기 위해 살포량을 조절하고 있다(Kim 등, 2007) 또한 방제기는 작업 대상의

살포거리에 따라서 성능 및 분석을 하고 있다(Hotchkiss 등, 2006). 현재 우리나라는 생활의 질이 향상되고 있기 때문에 가로수 관리 및 과일의 수요가 증가되고 있다. 또한 병충해 방제를 하기 위한 노동력 투하는 증가하고 있는 추세이다. 더욱이 농약 살포에 따른 인체의 노출은 과수 농가에게 피해 및 농업에 대한 부담을 주고 있다(Maaloum 등, 2004).

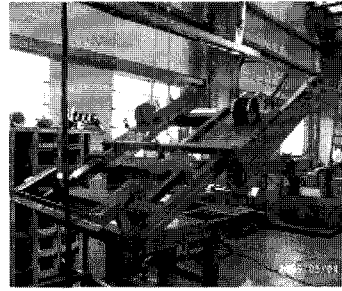
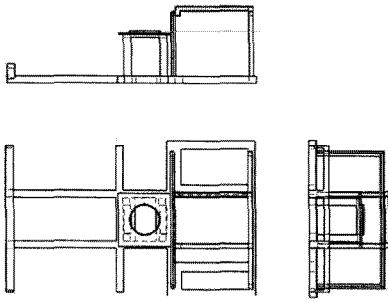
본 연구의 목적은 방제 작업을 하는데 있어서 과수 농가 및 가로수의 병해충을 방제하기 위해 살포거리가 60m까지 살포할 수 있는 살포기를 개발하고 영상처리를 이용 하여 성능실험 및 분석을 하는 것이다.

재료 및 방법

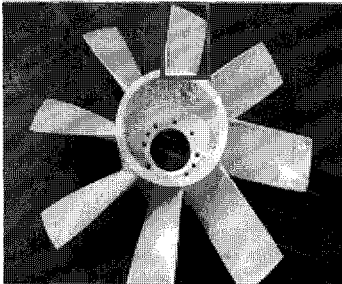
1. 실험재료

중소형 방제기는 한국 표준협회의 송풍기의 시험 및

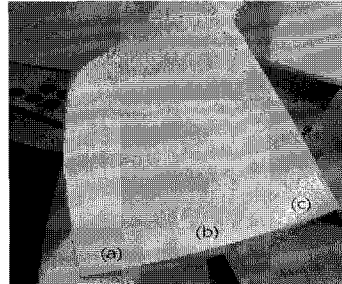
*Corresponding author: daeweon@skku.edu
Received January 26, 2010; Revised May 17, 2011;
Accepted June 2, 2011



A: Main frame, B: Air blast fan, rotation & height adjustable device,



C: Sprayer fan,



D: Wing figure, (a): 6mm (b): 16mm (c): 2mm

Fig. 1. A developed small and medium size pest control sprayer.

검사방법(KS B 6311)에 근거하여 Fig. 1A와 같이 3면도로 메인 프레임을 설계하였다. 살포기의 송풍구동 시스템을 지탱해주는 살포기의 메인프레임은 양수기와 분무펌프 엔진 등을 부착하고 메인프레임에서 양수기 엔진을 고정하는 프레임을 설계하였다. Fig. 1B는 회전구동시스템을 나타낸 것이다. 중소형 살포기가 주행을 하면서 살포를 하기 위하여 하부는 고정되어 있고 상부가 360° 회전하도록 하였다. Fig. 1B는 송풍팬 상하높이 조절장치의 측면을 나타낸 것이다. 상하높이 조절장치는 30°의 범위까지 작동이 되도록 하였다. 30°까지 작동하게 한 이유는 가로수 및 과수원에서 사용하기 위해서 이다.

Fig. 1C는 8개의 날개를 가지고 있는 살포기 팬을 나타낸 것이다. Fig. 1D는 날개의 익형을 나타낸 것이다. 날개의 길이는 315mm, 넓이는 16mm로 하였다. 날개의 익형의 두께는 역학적 설계에 의해 CAD를 이용하여 설계하였다.

Fig. 2A는 메인프레임을 나타낸 것이다. 메인프레임의 크기는 가로 × 세로 × 높이를 1600 × 2570 × 790mm로 하였다. 프레임은 하중을 견딜 수 있어야 하기 때문에 탄소강을 이용하였다. 메인프레임의 크기는 1.5t

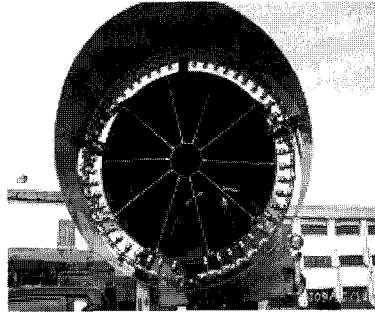
트럭의 적재함에 맞추어 설계하였다. Fig. 2B는 살포기 팬을 나타낸 것이다. 살포기 팬의 노즐은 48개, 송풍팬 아래 3개, 총 51개의 노즐을 설치하였다. 살포기의 후방에 팬과 팬을 구동하는 엔진을 제작하고, 살포 중 송풍을 일정하게 해주는 정류격자 그리고 약제를 살포하는 노즐을 전방에 제작하였다.

Fig. 2C는 Fig. 2D의 살포기 팬 아래쪽에 설치한 3개의 노즐을 나타낸 것이다. 그림에서 (a)는 3개의 노즐을 (b)는 밸브를 나타낸 것이다. 중소형 살포기로 살포 할 때, 송풍기의 바로 아래쪽은 살포가 되지 않기 때문에 3개의 노즐을 설치하였다. 또한 송풍기 바로 아래쪽의 3개의 노즐은 양액의 살포량이 살포지역에서 비하여 높은 살포량을 보이는 것을 방지하기 위하여 (b)부분에 밸브를 설치하여 조절이 가능하도록 하였다. Fig. 2D는 완성된 중소형 살포기를 1.5t 트럭에 장착되어 있는 모습이다.

살포기의 분출구는 회전축을 중심으로 최대 7m까지 상승이 가능하도록 제작하였다. 7m 상승은 회전축에서 30°의 각도로 양액의 분출 높이를 조절 할 수 있는 것을 의미한다. 실험 결과 오차는 $\pm 0.5^\circ$ 났다. 트럭의 진동 및 송풍기 엔진의 진동을 고려하면 성능에 지장



A: Main frame,



B: Sprayer fan,



C: Three nozzle, (a): Nozzle (b): Valve



D: Left & Right rotation.

Fig. 2. Small and medium sized sprayer.

이 없다고 판단된다.

2. 송풍기 제어

Fig. 3A는 원격제어 알고리즘의 순서도를 나타낸 것이다. 무선 리모컨을 사용하여 컨트롤 박스로 신호처리를 할 수 있도록 하였다. 제어신호를 통해 팬 구동엔진을 확인하면서 각도 및 살포기 회전을 조절하여 원하는 위치로 살포할 수 있도록 하였다. 작동은 살포위치를 확인한 후 리모컨이 작동하면 무선신호를 제어박스가 감지하여 엔진을 구동하고 RPM 및 각도조절을 하면서 원하는 위치로 살포할 수 있도록 하였다.

Fig. 3B는 무선 컨트롤러를 통해 제어신호를 처리하는 컨트롤박스(a) 및 리모컨(b)을 나타낸 것이다. (a)에서 가운데의 붉은색 버튼은 중소형 살포기를 이용하여 살포 중 위험이 발생할 때 바로 정지시킬 수 있도록 하여 안전을 확보하였다. 그림에서 (b)는 리모컨을 나타내었다. 리모컨을 이용하여 중소형 방제기의 상하높이 및 좌우회전을 제어할 수 있도록 하였다. 무선 조정기에서 엔진의 RPM, 상하높이 조절 및 좌우회전을 할 수 있도록 하였다. Fig. 3C는 무선 조정기의 회로

도를 나타낸 것이다.

3. 실험방법

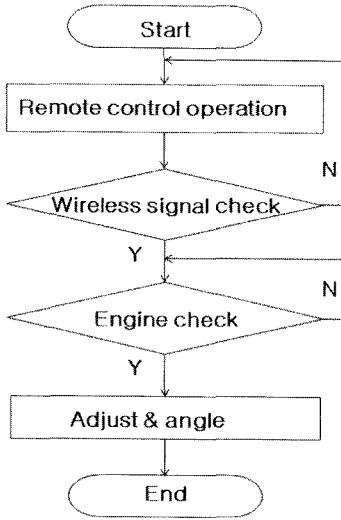
실험은 2010년 6월 21일 도로공사 중인 김천에서 시행하였다. 실험구는 5m 간격으로 100m까지 설치하였다.

Table 1은 실험설계를 나타낸 것이다. x축은 살포기가 이동한 거리이며, y축은 살포기로부터 용지의 위치를 나타낸 것이다. 총 30개의 실험구를 두어 실험 설계하였다. 중소형 살포기의 이동속도는 0.3m/s, 이동거리는 5m 간격으로 0~20m까지 5개의 실험구를 두었고 살포거리는 10~60m까지 10m 간격으로 구성하였다.

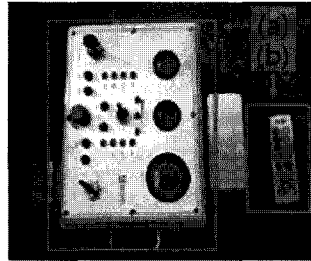
결과 및 고찰

1. 영상처리에 의한 이치화

현장실험에 사용된 풍속계는 일본 TSI사의 8346모델을 사용하였다. 풍속계의 사양은 풍속범위 0.15~50m/s까지 측정할 수 있고, 온도범위는 -10~60 °C 습도는 0~95%까지 측정할 수 있다. 실험에 사용된 용

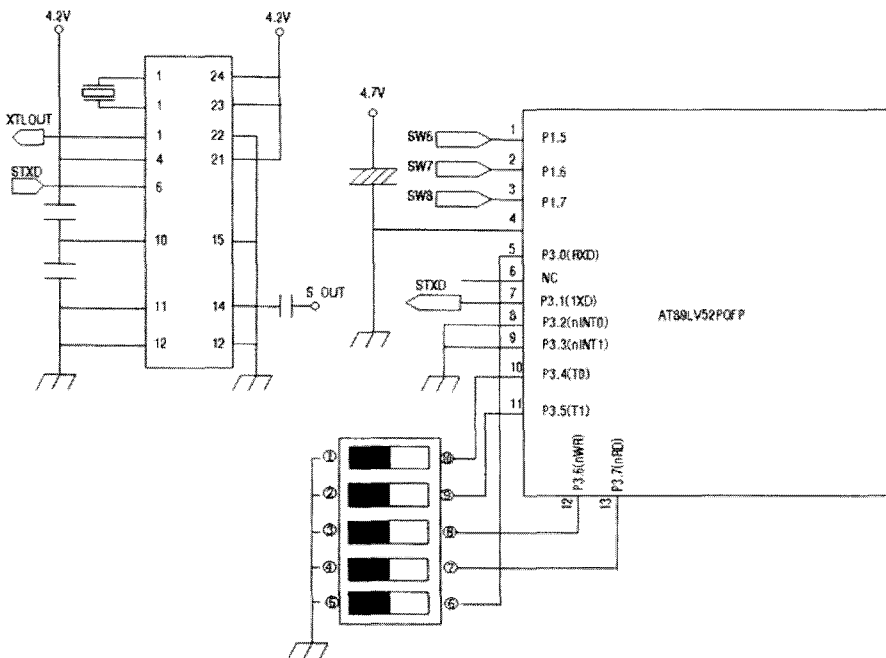


A: Flow chart



B: Control equipment

(a) Controller box (b) remote controller



C: A circuit diagram of radio-regulator

Fig. 3. Control equipment.

지는 일반 흡수지를 사용하였다.

Fig. 4는 실험 데이터를 나타낸 것이다. 실험을 통하여 60m까지 살포가 된 것을 알 수 있었다.

Fig. 5는 영상처리를 나타낸 것이다. 영상 처리는

Visual C++ 프로그램을 이용하여 실험용지에 색소가 묻은 부분을 이치화 시키는 것이다. 영상의 사이즈는 256 × 256이고, Gray scale 스타일로 변형하여 처리하였다. Fig. 5는 Fig. 4의 실험 데이터를 영상처리 프

Table 1. Experiment design. (Unit: m)

Spraying distance (m)	Movement distance (m)				
	0(1)	5(2)	10(3)	15(4)	20(5)
10(A)	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
20(B)	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
30(C)	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
40(D)	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5
50(E)	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
60(F)	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5

Table 2. Average value by binarization.

Spraying distance (m)	Movement distance (m)				
	0	5	10	15	20
10	131	133	137	131	153
20	127	127	134	125	123
30	136	143	125	121	129
40	180	156	160	165	158
50	183	195	190	178	171
60	194	190	192	198	195

로그그램을 이용하여 이치화 시킨 것이다.

2. 이치화 평균

Table 2는 흡수지에 살포된 색소의 이치화 평균값을 나타낸 것이다. 실험에서 검정색은 0, 백색은 255이다.

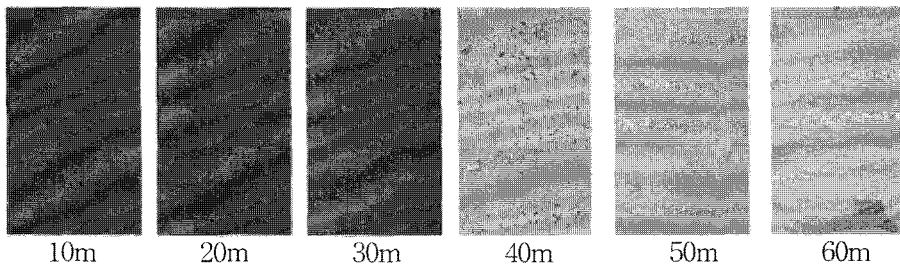


Fig. 4. Spray performance test data.

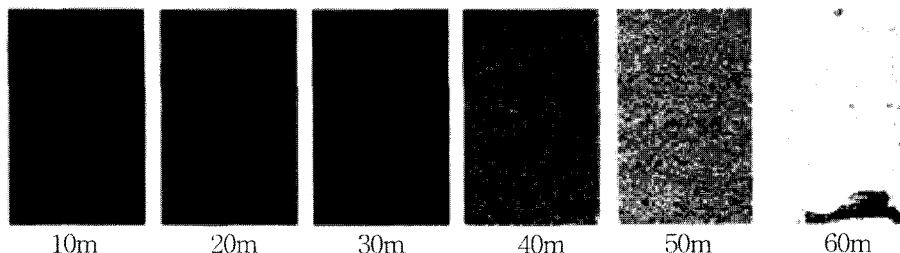


Fig. 5. Binarization.

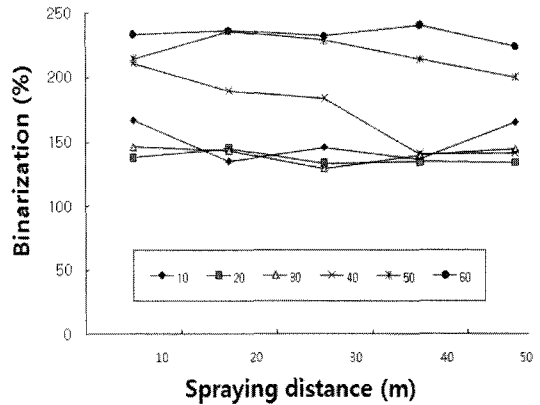


Fig. 6. Binarization average of the paper by spraying distance.

즉 숫자가 적을수록 색소가 많이 뿌려진 것이다.

Fig. 6은 중소형 살포기가 이동하면서 흡수지에 살포한 데이터를 이치화 시킨 후 평균한 것이다. 그림에서 전 구간에서 살포가 잘 된 것을 볼 수 있었고 살포기가 정지하면서 살포량이 낮게 나타났다. 중소형 살포기가 이동하면서 살포 한 경우 15m 이동한 경우 살포기에서 30m 떨어진 용지에 121로 가장 높게 나타났다.

Fig. 7은 살포거리별 흡수지에 나타난 데이터를 이

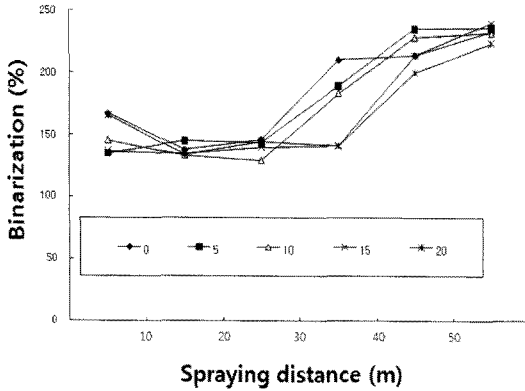


Fig. 7. Binarization average of the paper by movement distance.

치화 평균한 것이다. 이동거리별 살포량은 전 구간별로 일정하게 나타났다.

3. 이치화 비율

Table 3은 흡수지의 이치화 비율을 나타낸 것이다. Fig. 8은 이동거리별 흡수지의 이치화 비율을 나타낸 것이다. 중소형 살포기가 출발하면서 살포한 경우가 살

Table 3. Binarization rates of the paper. (unit:%)

Spraying distance (m)	Movement distance (m)				
	0	5	10	15	20
10	49.01	48.13	46.56	48.88	40.24
20	50.23	50.21	47.79	51.00	51.84
30	46.71	43.97	51.17	52.64	49.66
40	29.77	39.02	37.37	35.39	38.20
50	28.34	23.73	25.74	30.50	33.39
60	24.23	25.81	25.02	22.64	23.83

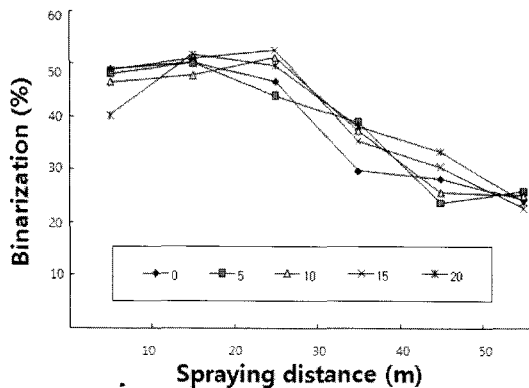


Fig. 8. Binarization rates of the paper by spraying distance.

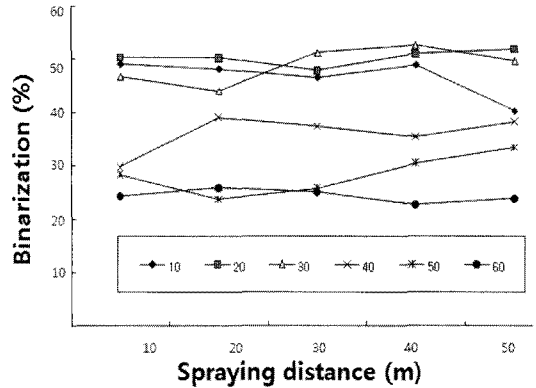


Fig. 9. Binarization rates of the paper by movement distance.

포율이 높게 나타났다. 이치화 결과에 의해 전구간에서 일정한 분포율을 나타냈다. 높게 나온 구간은 방제기가 출발한 점에서는 20m에서 50.23%, 방제기가 5m이동한 20m구간에서 50.21%, 10m 이동한 경우는 30m 구간에서 51.17, 15m 이동한 경우는 30m 구간에서 52.64%, 방제기가 정지하면서 살포한 경우는 20m의 구간에서 51.84%로 높게 나타났다. 가장 낮게 나타난 지역은 방제기가 15m 이동하면서 살포한 60m 구간에서 22.64%로 나타났다.

Fig. 9는 살포거리별 흡수지의 이치화 비율을 나타낸 것이다. 모든 구간에서 일정하게 나타났다. 방제기가 10m 이동하면서 살포한 경우 50m 구간이 다른 구간에 비해서 낮게 나타났다.

4. 살포성능

Table 4는 흡수지의 이치화에 대한 검정색 분포를 나타낸 것이다. 중소형 방제기가 살포를 한 경우 가장 살포가 높게 나타난 부분을 100%로 나타냈다.

Table 4. Distribution of black dots on the binarized paper. (unit:%)

Spraying distance (m)	Movement distance (m)				
	0	5	10	15	20
10	100.00	100.00	99.37	99.98	97.10
20	100.00	98.89	96.67	100.00	100.00
30	99.93	98.68	100.00	99.99	100.00
40	46.30	90.39	87.65	74.78	89.02
50	38.04	12.56	20.65	50.78	68.16
60	14.09	21.40	17.74	6.79	12.26

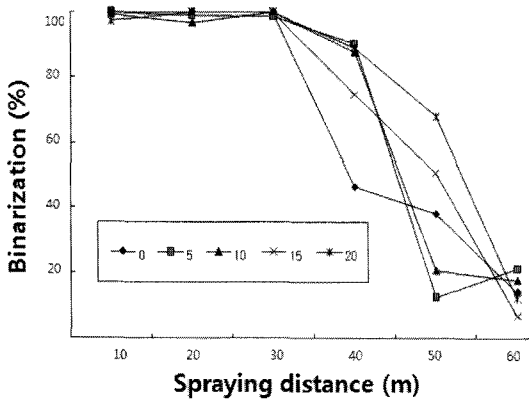


Fig. 10. Binarization rates of the paper by spraying distance.

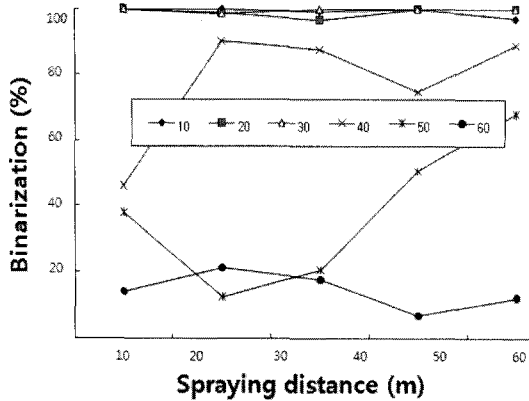


Fig. 11. Binarization rates of the paper by movement distance.

Fig. 10은 이동거리별 흡수지의 이치화에 대한 검정색 비율을 나타낸 것이다. 흡수지의 경우는 방제기로부터 40m까지의 거리까지 살포가 원활하게 이루어지는 것으로 나타났다. 방제기가 15m 이동한 경우 60m의 구간에서 6.79%로 가장 낮게 나타났다. Fig. 11은 이동거리별 흡수지의 이치화에 대한 검정색 비율을 나타낸 것이다. 방제기로부터 40m 떨어진 위치의 경우 5m, 10m 구간이 높게 나타났으나 50m 떨어진 위치는 5m, 10m 구간이 높게 나타났다.

적 요

본 연구의 목적은 방제 작업을 하는데 있어서 과수 농가 및 가로수의 병해충을 방제하기 위해 살포거리가

60m까지 살포할 수 있는 살포기를 개발하고 영상처리를 이용하여 성능실험 및 분석을 하는 것이다. 중소형 살포기의 성능을 알아보기 위해 살포기의 이동거리는 5m 간격으로 0~20m까지 5개의 실험구를 두었고 살포거리는 10~60m까지 6개의 실험구 총 30개의 실험구에 대한 영상 처리한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

중소형 살포기가 이동하면서 흡수지에 살포한 데이터를 이치화 시킨 후 평균한 경우 전 구간에서 살포가 잘 된 것을 볼 수 있었고 살포기가 정지하면서 살포량이 낮게 나타났다. 중소형 살포기가 0.3m/s로 이동하면서 살포 한 경우 15m 이동한 경우 살포기에서 30m 떨어진 용지에 이치화 값이 121로 가장 살포가 높게 나타났다. 이동거리별 이치화 비율은 중소형 살포기가 출발하면서 살포한 경우가 살포율이 높게 나타났다. 이치화 결과에 의해 전구간에서 일정한 분포율을 나타냈다. 높게 나온 구간은 방제기가 출발한 점에서는 20m에서 50.23%, 방제기가 5m이동한 20m구간에서 50.21%, 10m 이동한 경우는 30m 구간에서 51.17%, 15m 이동한 경우는 30m 구간에서 52.64%, 방제기가 정지하면서 살포한 경우는 20m의 구간에서 51.84%로 높게 나타났다. 이동거리별 검정색 비율은 방제기로부터 40m까지의 거리까지 살포가 원활하게 이루어지는 것으로 나타났다. 방제기가 15m 이동한 경우 60m의 구간에서 6.79%로 가장 낮게 나타났다.

주제어 : 방제, 병해충, 살포거리, 살포기, 영상처리, 이치화

인 용 문 헌

1. A. Maaloum, S. Kouidri, and R. Rey. 2004. Aeroacoustic performance evaluation of axial flow fans based on the unsteady pressure field on the blade surface. *Applied Acoustics* 65(4):367-384.
2. Kim, C.S., B.R. Min, K.W. Seo, and D.W. Lee. 2009. Pigment Distribution Analysis of High Speed Fan for Dusting Large Pasture at Livestock Farms. *Journal of Livestock Housing and Environment* 15(2):99-106.
3. Kim, Y.J. and J.Y. Rhee. 2007. Development of a variable rate granule applicator for environment-friendly precision agriculture (IV). *Journal of Biosystems Engineering* 32(6):383-388.
4. Min, B.R., D.W. Kim, K.W. Seo, J.T. Hong, W. Kim,

- J.H. Choi, and D.W. Lee. 2008. Performance test for the long distance sprayer by an image processing. *Journal of livestock housing and environment* 14(3): 159-166.
5. Min, B.R., K.W. Seo, H.S. Choi, and D.W. Lee. 2009. Surveying for barn facilities of dairy cattle farms by holding scale. *Journal of Livestock Housing and Environment* 15(3):251-262.
6. Min, B.R., W. Kim, D.W. Kim, and D.W. Lee. 2004. Determination of transferring period of several plants using image processing. *Journal of Bio-environment Control* 13(3):178-184.
7. Hotchkiss, P.J., C.J. Meyer, and T.W. von Backström. 2006. Numerical investigation into the effect of cross-flow on the performance of axial flow fans in forced draught air-cooled heat exchangers. *Applied Thermal Engineering* 26(3):200-208.
8. Ryu, K.H., Y.J. Kim, S.I. Cho, and J.Y. Rhee. 2006. Development of Rate Granule Applicator for Environment (I). *Journal of Biosystems Engineering* 31(4): 305-314.