

중소형 살포기의 살포량 측정에 따른 성능 분석

민병로¹ · 홍준택¹ · 이대원¹ · 김재열^{2*}¹성균관대학교 바이오메카트로닉스학과, ²경북대학교 정밀기계공학과The Performance Analysis for Amounts of Sprayed Quantity
by Using the Small and Medium-Sized SprayerByeong Ro Min¹, Jun Taek Hong¹, Dae Weon Lee¹, Jea Youl Kim^{2*}¹Dept. of Bio-Mechatronic Engineering, Sungkyunkwan Univ., 300 Chunchun, Jangan, Suwon, Kyunggi 440-746, Korea, ²Dept. of Precision Mechanical Engineering, Kyungpook National Univ., 2559 Kyungsang, Sangju, Kyungpook 742-711, Korea

ABSTRACT

This study is to promote domestic environmentally appropriately conditions for the range 60~70 m, the development of the small and medium-sized sprayer ability measurement that can be used as a general-purpose paddy fields, orchards, and not consolidated areas. The sprayer designed and manufactured that can spraying effectively distance to within 60~70 m. Distribution of sprayed pesticides were obtained and analyzed by measuring the weight. Performance analysed using the buckets were placed horizontally 12.5 m, 70 m vertical intervals by 5 m × 2.5 m, so total 68 buckets were placed. Total amounts of sprayed quantity was 2,000 ℓ and maximum spray distance was about 70 m. Reasonably sprayed region was 5 m~10 m vertically symmetrical. Showed a lot of spraying water in 5 m~40 m distance, and in 45~60 m tended to spraying water decreased slightly. Maximum spraying distance was 70 m.

(**Key words** : Measure of weight, Spray distance, Small medium-sized sprayer)

서 론

우리나라의 농가인구는 감소하고 있으나 축산농가의 사육규모는 매년 증가하고 있다 (Statistics Korea, 2010). 사육규모의 증가로 인해 효율적으로 병원균 전염을 방지할 수 있는 작업이 필요 하지만 적기에 살포하기 위한 인력부족으로 인한 어려움이 있어 국내 환경조건에 알맞은 분사거리가 60~70 m인 살포기 개발이 필요하다 (Kang et al., 2011;

Min et al., 2003; Min and Lee, 2004).

국내에서 사용하고 있는 살포기는 100~140 m인 광역살포기와 지상살포가 불가능한 산림이나 넓은 지역에 살포하는 항공기용 살포기인 원거리 살포기가 있다 (Pergher et al., 2013). 논, 과수원, 밭에 사용되는 살포폭이 1~30 m인 붐 살포기와 과수원과 경사지 및 연약지에 사용 가능한 분사거리가 40 m 정도인 SS (Speed Sprayer) 살포기, 원심력을 이용하여 30 m 분사거리를 가지는 동력살 분무기

Corresponding author : Jea-Youl Kim, Dept. of Precision Mechanical Engineering, Kyungpook National Univ., Sangju, 742-711, Korea. Tel: +82-54-530-1273. E-mail: jyk@knu.ac.kr

2013년 8월 25일 투고, 2013년 9월 13일 심사완료, 2013년 9월 21일 게재확정

인 근거리 살포기가 있다(Lali and Moghadam, 2012; Larbi and Salyani, 2012). 축산농가에서 범용으로 사용가능한 분사거리가 60~70 m인 살포기는 국내에 개발되어 있지 않다.

살포기의 성능실험 연구는 주로 영상(Kim et al., 2001; Lee et al., 1998)과 거리분석에 대한 연구가 주를 이루고 있다(Min et al., 2011). 영상을 이용한 거리 및 성능분석 연구에는 영상처리를 이용하여 살포면적 및 거리 살포율을 분석하여 살포기의 성능을 분석하였고(Kim et al., 2011) 거리 분석연구로는 축산농가와 대규모 목초지에 적합한 살포기를 개발하여 살포거리가 최대 160 m까지 살포되는 것을 분석하였다(Min et al., 2008). 노즐을 이용한 연구로는 살포기의 노즐에 대한 분무유형을 분석하여 살포장치의 설계요인을 분석하였다. 이동거리를 이용한 분석연구로는 광역살포기의 살포시작점을 좌우로 이동시켜 살포거리 및 성능분석을 통해 최대 140 m까지 살포 되는 것을 분석하였다(Kim et al., 2009).

본 연구의 목적은 축산농가에서 범용으로 살포가 가능한 분사거리가 60~70 m인 중소형 살포기를 개발하는 것이다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구는 축산농가에서 방제작업을 하기 위한 유효분사거리가 60~70 m인 중소형살포기를 개발하고 성능분석을 하는 것이다. Fig. 1은 중소형 살포기가 제작된 모습이며 살포기의 하중을 견딜 수 있도록 설계하여 개발하였다. Fig. 2는 살포량을 알기보기 위하여 실험에 사용된 용기를 나타낸 것이다. 실험에 사용된 용기는 가로 85 mm, 세로 120 mm의 플라스틱 재질의 용기를 사용하였다.



Fig. 1. Manufactured feature of a sprayer.



Fig. 2. Water tanks.

2. 실험방법

Fig. 3은 용기를 배치한 것이다. 시중에서 판매되고 있는 일반 플라스틱 물통을 사용하였고, 물통의 배치는 세로방향 5개, 가로방향 13개 총 68개를 설치하였다. 간격은 중소형 살포기를 중심으로 좌·우 2.5 m, 앞·뒤 5 m의 간격으로 배치하였다.

실험은 2011년 10월 21일 자연광에 의한 증발 및 바람의 영향이 적은 06:00부터 10:00 시까지 시행하였다. Fig. 4는 물통을 배치한 현장모습을 나타낸 것이며 분사방향을 기준으로 풍향은 북서쪽으로 풍속은 0.23 m/s, 온도는 13.5℃를 나타냈다.

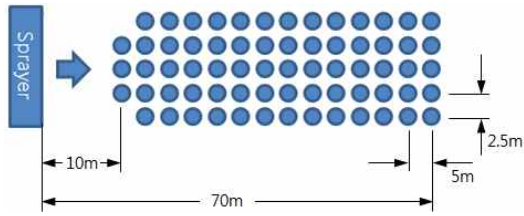


Fig. 3. Experimental method of water tanks.



Fig. 4. A feature which has deployed water tanks.



Fig. 5. A feature of being sprayed.

살포기의 앞부분이 살포되지 않는 곳을 살포하기 위해 벨브로 분무량을 조절할 수 있도록 하였다. 분무량은 전자저울을 이용하여 측정하였고 물통의 무게인 60 g을 제외하고 분무량을 측정하였다.

Fig. 5는 살포기의 살포모습을 나타낸 것이고 최대 rpm인 1,450 rpm 상태로 살포를 하였고, 충분한 분무량을 분석하기 위해 2,000 ℓ를 살포 하였다. Fig. 5에서 화살표 부분은

결과 및 고찰

1. 성능분석

현장실험결과 최대 70 m까지 살포량이 미치는 것으로 나타났으며 Table 1은 실험을

Table 1. Sprayed capacity.

(unit : g)

Spray distance (m)	Spraying width (m)				
	2.5	5	7.5	10	12.5
5	—	3.25	137.02	8.21	—
10	1.79	1.99	89.42	5.92	2.21
15	1.01	1.81	42.45	10.02	3.08
20	1.47	2.23	36.62	29.28	8.09
25	1.39	6.98	40.62	44.02	12.73
30	3.73	16.19	50.18	40.93	13.94
35	6.78	17.77	36.65	26.38	7.53
40	6.38	13.02	18.15	9.14	5.71
45	6.61	8.07	8.40	6.04	4.32
50	3.30	4.67	4.89	4.22	2.77
55	0.86	1.26	1.57	1.86	0.44
60	1.57	1.16	2.71	1.10	0.33
65	1.42	1.31	0.23	0.49	0.12
70	0.91	0.78	0.32	0.18	0.70

통해 살포기의 분무량 측정을 나타낸 것이다. 맨 앞부분의 분무량은 Fig. 5의 화살표로 표시된 노즐의 위치 때문으로 판단되고, 50 m 지점까지 살포기의 분포량이 높은 것으로 나타났으며 55~70 m 지점은 살포량이 조금씩 감소하는 것으로 나타났다.

Fig. 6은 살포기의 분무량을 3차원 그래프로 나타낸 것이다. 전체적인 분무량과 분포도는 부채꼴형태로 일정하게 살포되는 것을 알 수 있었다. 중소형 살포기의 설계 목표인 60~70 m 지점까지 살포되었다. 살포기로부터 20 m, 25 m 떨어진 부분이 적은 살포량을 나타낸 것은 지면의 불균형에 의해 용기가 기울어져 발생한 것으로 판단된다.

2. 캘리브레이션

현장실험의 살포량을 캘리브레이션 하였다. 캘리브레이션을 한 이유는 실험 결과 값의 정확도를 검증하기 위해 수행하였다. Table 1의 결과 값을 가지고 먼저 물통 단위 면적을 계산하였다. 물통의 면적은 78.5 cm²

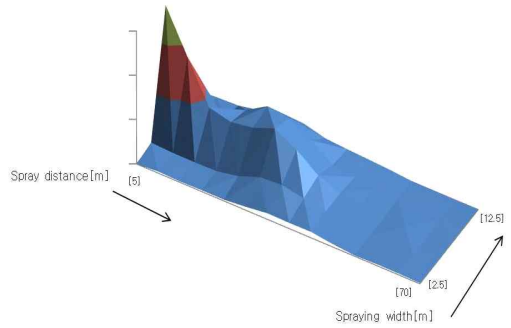


Fig. 6. 3D graph for amounts of sprayed quantity.

로 측정하였고, 1 cm²당 g을 계산하여 Table 2와 같이 나타냈다.

Table 2의 결과 값을 살포거리와 살포폭을 계산해서 kg당 단위면적을 구하고 계산을 통해 총 살포량을 계산하였다. 계산을 통해 얻은 살포무게는 1,332.32 kg으로 계산되었다. 총 살포량이 2,000 l을 기준으로 하여 살포무게는 2000 kg으로 나타났다. Table 3은 살포거리와 살포폭의 kg당 계산된 단위면적에 대한 결과 값이다. 실험에 의해 70 m 살포가 가능한 중소형 살포기로 사용이 가능할 것으

Table 2. Bucket area.

(unit : g/cm²)

Spray distance (m)	Spraying width (m)				
	2.5	5	7.5	10	12.5
5	—	0.0414	1.7455	0.1046	—
10	0.0228	0.0254	1.1391	0.0754	0.0282
15	0.0129	0.0231	0.5408	0.1276	0.0392
20	0.0187	0.0284	0.4665	0.3730	0.1031
25	0.0177	0.0889	0.5175	0.5608	0.1622
30	0.0475	0.2062	0.6392	0.5214	0.1776
35	0.0864	0.2264	0.4669	0.3361	0.0959
40	0.0813	0.1659	0.2312	0.1164	0.0727
45	0.0842	0.1028	0.1070	0.0769	0.0550
50	0.0420	0.0595	0.0623	0.0538	0.0353
55	0.0110	0.0161	0.0200	0.0237	0.0056
60	0.0200	0.0148	0.0345	0.0140	0.0042
65	0.0181	0.0167	0.0029	0.0062	0.0015
70	0.0116	0.0099	0.0041	0.0023	0.0089

Table 3. Unit area.

(unit : kg)

Spray distance (m)	Spraying width (m)				
	2.5	5	7.5	10	12.5
5	—	5.18	218.18	13.07	—
10	2.85	3.17	142.39	9.43	3.52
15	1.61	2.88	67.60	15.96	4.90
20	2.34	3.55	58.31	46.62	12.88
25	2.21	11.11	64.68	70.10	20.27
30	5.94	25.78	79.90	65.18	22.20
35	10.80	28.30	58.36	42.01	11.99
40	10.16	20.73	28.90	14.55	9.09
45	10.53	12.85	13.38	9.62	6.88
50	5.25	7.44	7.79	6.72	4.41
55	1.37	2.01	2.50	2.96	0.70
60	2.50	1.85	4.32	1.75	0.53
65	2.26	2.09	0.37	0.78	0.19
70	1.45	1.24	0.51	0.29	1.11

로 판단된다.

Fig. 7은 살포기의 거리로부터 단위면적에 대한 분무량을 나타낸 것이다. 그림에서 용기의 가운데 부분이 가장 많은 살포량을 나타낸 것은 살포기가 정지한 상태에서 살포하여 발생한 것이다. 살포기에서 가운데 용기의 5 m, 10 m 부분에 살포량이 높게 나타난 이유는 Fig. 5의 노즐에 의한 것이다. 살포기의 가운데 용기중 15 m에서 67.60 kg, 20 m는 58.31 kg, 25 m에서는 64.68 kg으로 나타난 것은 지면이 평탄하지 않아서 발생한 것이다. 살포기가 이동하며 살포할 경우 모든 구간에

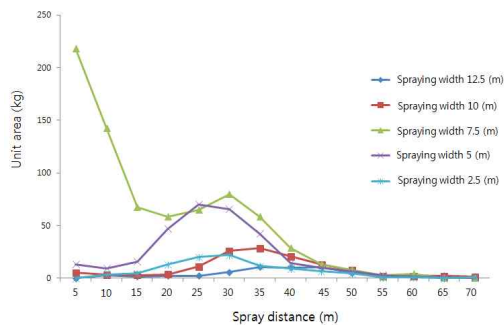


Fig. 7. Amounts of sprayed quantity for spraying width.

서 동일한 살포량을 나타낼 것으로 판단된다.

결 론

본 연구는 축산농가에서 방제작업을 하기 위해 분사거리가 60~70m인 중소형 살포기를 개발하여 현장에 보급하는 것이다. 살포된 농약의 분포도는 정확도를 구하기 위해 무게를 측정하여 분석하였고, 개발된 중소형 살포기는 유효살포거리가 60~70 m 이내의 거리가 되도록 설계 및 제작하였다.

성능분석은 물통을 이용하였고, 배치는 가로 12.5 m 세로 70 m 간격은 중소형 살포기를 중심으로 좌·우 2.5 m 앞·뒤 5 m하여 총 68개를 배치하였다. 살포기의 살포량은 총 2,000 l를 살포하였으며, 살포거리는 최대 70 m까지 살포되는 것을 확인 하였고, 분포도는 좌, 우 5~10 m 범위에서 많은 분포량을 나타냈다. 살포거리는 5~40 m 지점부터는 많은 분무량을 보였고, 45~60 m 지점부터는 분무량이 조금씩 감소하는 경향을 나타냈다. 유효 분사거리인 60~70 m 지점까지는 살포량

이 충분히 미치는 것으로 분석되었고, 최대 70 m까지 살포가 되었다. 중소형 살포기를 이용하여 수직 방향으로 살포했을 때 중앙에 분무량이 집중 되었고, 중앙부분을 제외한 부분은 분무량이 감소하였다. 현장실험을 통하여 축산농가에 적용이 가능할 것으로 판단된다.

사 사

이 논문은 2011년도 경북대학교 전임교원 연구년 교수 연구비에 의하여 연구되었음.

인 용 문 헌

1. Kang, T.G., Lee, C.S., Jun, H.J., Chio, D.K., Park, S.H., Kim, H.J., Kang, T.H., 2011. Design of roll-over protection structure for an orchard sprayer. *J. of Biosystems Eeg.* 36(6), 407-415.
2. Kim, C.S., Min, B.R., Seo, K.W., Lee, D.W., 2009. Pigment distribution analysis of high speed fan for dusting large pasture at livestock farms. *J. of livestock housing and environment* 15(2), 99-106.
3. Kim, J.O., Hong, J.T., Kam, D.H., Mim, B.R., 2011. Performance test and analysis of the small medium-sized sprayer for control of foot-and-mouth disease using image processing. *J. of livestock housing and environment* 17(1), 23-32.
4. Kim, S.C., Choi, D.Y., Hwang, H., 2001. Automation of bio-industrial process via tele-task command (I). *J. of the korean society for agricultural machinery* 26(1), 21-28.
5. Lali, M.F., Moghadam, P.A., 2012. Designing, construction and evaluation of tractor-back sprayer with variable rate technology (VRT) by using aerial maps information. *Life science journal* 9(3), 540-543.
6. Larbi, P.A., Salyani, M., 2012. Model to predict spray deposition in citrus airblast sprayer applications. *Transactions of the ASABE* 55(1), 29-40.
7. Lee, D.W., Min, B.R., Kim, H.T., Lim, K.T., Kim, W., Keon, Y.S., Nam, Y.L., Chon, J.W., Sung, S.H., 1998. Effects of cultivation method on the growth and yield of a cucumber for development of a robotic harvester. *J. of bio-environment Control* 7(3), 235-245.
8. Min, B.R., Lee, D.W., 2004. Development of the robot manipulator for kinematics. *J. of bio-environment control* 13(1), 1-7.
9. Min, B.R., Kim, D.W., Seo, K.W., Hong, J.T., Kim, W., Choi, J.H., Lee, D.W., 2008. Performance test for the long distance sprayer by an image processing. *J. of livestock housing and environment* 14(3), 159-166.
10. Min, B.R., Mun, J.H., Lee, D.W., 2003. Development of an end-effector for cucumber robotic harvester. *J. of bio-environment control* 12(2), 63-67.
11. Min, B.R., Lim, K.T., and Lee, D.W., 2011. The research of shape recognition algorithm for image rrocessing of cucumber harvest robot. *J. of bio-environment control* 20(2), 1-9.
12. Pergher, G., Gubiani, R., Cividino, S.R.S., 2013. Assessment of spray deposition and recycling rate in the vineyard from a new type of air-assisted tunnel sprayer. *Crop protectionv* 45, 6-14.
13. Statistics korea. 2010. Farm household population.