

축산농가를 위한 대규모 목초지 방제용 고속 팬의 실험을 통한 색소 분포에 따른 분석

김창수* · 민병로 · 서광욱 · 이대원
성균관대학교

Pigment Distribution Analysis of High Speed Fan for Dusting Large Pasture at Livestock Farms

Kim, C. S.*, Min, B. R., Seo, K. W. and Lee, D. W.

Dept. of Bio-Mechatronic Engineering, SungKyunKwan Univ., Suwon, 440-746 Korea

Summary

We conducted a comparison experiment of our wide-area spraying high speed fan with a fan which was developed by Japan MARUYAMA Inc. have been much recognized for it's history and skills in a field of spraying machine. In result, MARUYAMA Inc. fan sprayed up to 120 m and, on the other hand, wide-area spraying high speed fan of our own making was able to spray up to more than 160 m.

Wide-area spraying machine have been supplied to domestic demands by importing from Japan, but it is determined to be possible that home products will occupy market for it's ability, price and A/S environment in future. The main research results are below.

Some plastic cups which are in the open market are used for our experiment. After distributing 90 cups in a range of 10m vertically with localizing 5 cups horizontally and 18 cups vertically, spraying machine was moved and finally we make distribution charts by estimating the sprayed amounts on each cup.

Vertical distance was set up to 5m and we calculated average values by using sprayed amount and data of 4 observers. In result our fan showed much sprayed amounts than MARUYAMA Inc. all over the field except situations of vehicle departing and stopping.

(Key words : High speed fan, Wide-area spraying machine)

서 론

현재 우리나라의 농가 및 농가인구는 최근 10년간 꾸준히 감소되고 있다. 특히 연평균 농가감소율은 2.3%로 나타났고, 10년 전에 비해 농가 수는 20.4(318천 가구)% 감소되었

다(통계청, 2007). 방제 면적이 넓어지는 것에 맞춰 방제기 또한 넓은 면적을 방제할 수 있는 방제기가 필요하다(민 등, 2008). 방제 작업은 넓은 목초지를 가지고 있는 축산 농가에게는 매우 중요한 작업이다. 적기에 방제작업을 할 경우 그에 따른 목초량의 증대

이 논문은 2009년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 수행되었음.

* 경북대학교 (The University of Kyung pook)

Corresponding author : Lee, Dae Weon, Dept. of Bio-Mechatronic Engineering, SungKyunKwan University, Suwon, 440-746, Korea. E-mail: deaweon@skku.edu

2009년 7월 8일 투고, 2009년 7월 13일 심사완료, 2009년 7월 16일 게재확정

를 기대할 수 있다. 그러나 방제 작업을 하기 위해서는 많은 노동력을 필요로 하지만 인력부족으로 적기에 방제작업이 어려워지고 있다. 또한, 중국의 황사에 의한 영향으로 매년 구제역의 피해에 노출되어 있는 현실이다. 구제역이 발생하면 확산을 막기 위해 빠른 방제가 제일 중요하지만 넓은 지역을 방제할 수 있는 방제기가 없어 전염 되는 경우가 있다. 특히 방제작업 시 발생하는 약품의 인체노출도 큰 문제점으로 지적되고 있다.

우리나라와 달리 외국(미국, 호주 등)의 경우를 보면 항공기를 이용하여 방제 작업을 하고 있다. 이러한 방식은 외국의 경우처럼 대규모 방제를 할 경우 경제적 가치가 있다. 하지만 우리나라는 외국에 비해 목초 면적이 적고, 방제 작업 시 생겨나는 경제적인 측면으로 인해 항공방제 작업이 어려운 실정이다. 이러한 문제점들을 해결하고자 방제거리가 120 m인 일본의 광역방제기의 수입의존도가 증가하고 있다. 방제작업 시 가장 중요한 점은 짧은 시간에 넓은 면적에 약품을 살포하는 것이다. 특히 목초지 이외에 구제역 등 병원균의 확산을 방지 하는 것에도 사용이 가능해야 한다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 최대 방제거리가 140 m 이상이며, 유효방제거리가 100m로 균등하게 살포할 수 있는 성능을 가지고 있는 광역방제기 개발이 시급하다(Malloum et al., 2004; Hotchkiss et al., 2006).

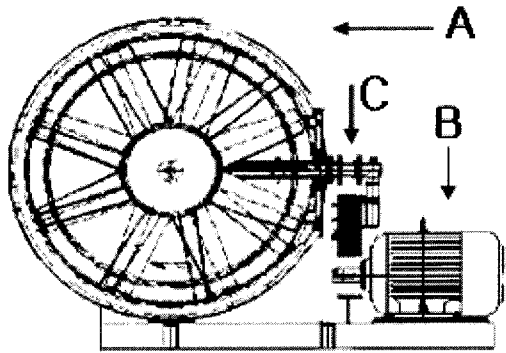
본 연구는 축산 농가의 방제작업에 있어서 우리나라의 대규모 목초지에 적합한 광역방제기 팬 개발에 대한 연구(홍 등, 2006)로서 현장에 적용하는데 목적이 있다.

재료 및 방법

1. 실험장치

본 연구는 홍(2007)이 개발한 방제기 팬을

성능실험 및 분석하는 것이다. 원거리방제기의 설계는 Fig. 1에 나타냈다. 팬의 크기는 1535mm, 날개수가 8개인 축류 팬이다(Yang et al., 2007). 팬의 구동은 400kw모터를 사용하였다.



A : Axial flow fan, B : Engine,
C : Reduction gear

Fig. 1. Drawing of axial flow fan and engine.

Fig. 2는 실내 실험을 통하여 개발된 원거리 방제기 팬의 제작된 모습이다. Fig. 3은 최대 압력으로 분사를 하기위한 순서도를 나타낸 것이다. 스톱 밸브를 이용하여 최대 압력이 될 때까지 작동하였다. Table 1은 방제기 분야에서 세계적으로 기술력을 인정받고 있는 일본마루야마사의 최대 120 m 살포가 가능한 방제팬과 개발한 원거리 고속 팬

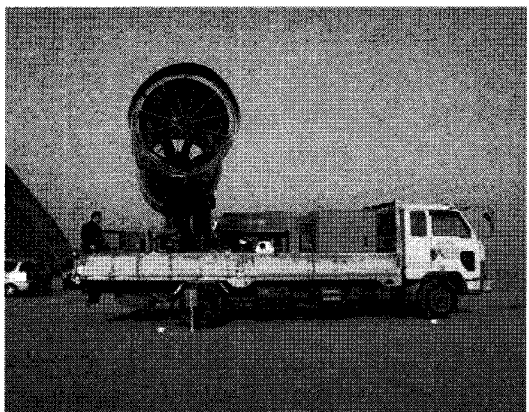


Fig. 2. High speed fan.

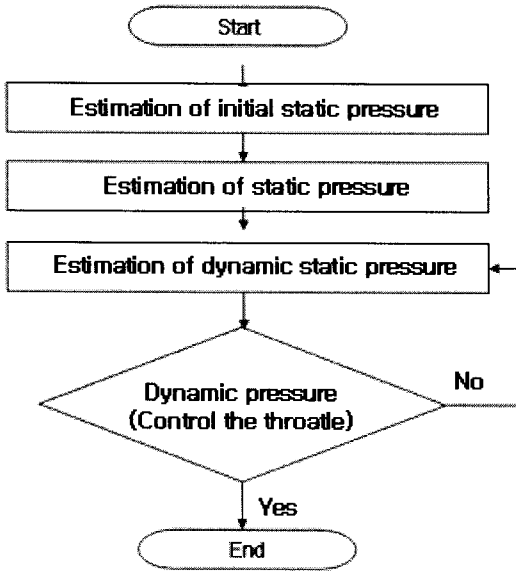


Fig. 3. Frow chart.

을 비교한 것이다(Cayley et al., 1998).

Fig. 4는 색소 분포를 알아보기 위해 실험에 사용된 플라스틱 용기를 나타낸 것이다.

실험에 사용된 용기는 지름 145 mm, 높이 70 mm의 플라스틱 재료를 사용하였다. 현장 실험에 사용된 풍속계는 TSI사의 디지털풍속계로 8346모델을 사용하였다.

2. 실험방법

Fig. 5는 Fig. 4 용기를 배치한 실험 방법을 나타낸 것이다. 시중에서 판매되고 있는 플라스틱 컵을 사용하였다. 컵의 배치는 10m 간격으로 종방향 5개, 횡방향 18개 총 90개를 설치한 후 원거리 고속 방제기가 화살표 방향으로 1m/s의 속도로 이동하면서 분사한 양을 4명의 관찰자가 분포도를 작성하는 것이다. 실험은 경북 김천에서 2008년 3월 20일 06부터 13시까지 수행하였다. 정확한 팬의 성능을 분석하기 위하여 바람의 영향이 적은 오전에 수행하였다.

Table 1. Comparison between MARUYAMA and wide-area Fan

Form		MARUYAMA	Wide-area Fan
Size	Length×Width×Hight (mm)	5385×1910×2600	5250×2000×2880
Loading Engine	Rating power(Hp/rpm)	200/2200	315/1850
Water-supply System	Supply Pump	MP8030E-M (Key operating system)	LLQD80-30 (Key operating system)
	Caliber(mm)	∅ 80	∅ 80
	Supply quantity (l/min)	1000	1000
Sprayer	Form	Horizontal PISTON type	Horizontal PISTON type
	Name	MARUYAMA MS1503×2	MARUYAMA MS1503×2
	Pressure (Mpa)	1.7	1.7
	Rotation speed (rpm)	800	800
	Absorption (l/min)	300(15×2)	300(15×2)
Nozzle	Type	Ceramic Rotation Disk Nozzle	Ceramic Rotation Disk Nozzle
	Amount(EA)	∅ 1.3×136+∅ 2.0×1∅ 1.2×6 Total 143	∅ 1.8×156+∅ 2.0×1∅ 1.2×6 Total 163
	Quantity of spray(l/min)	290	360
Const. Weight	Weight(kg)	3260	5300

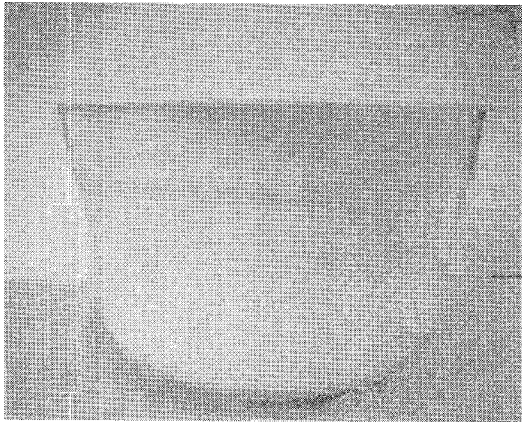


Fig. 4. Experiment vessel.

Table 2는 Fig. 5에 의해 실험 설계를 한 것이다. x축은 방제기가 이동한 거리이며, y축은 방제기로부터 떨어져 있는 위치를 나타낸 것이다. 총 90개의 실험 구를 두어 실험 설계하였다. 각 구간의 간격은 10 m로 하였다. 예를 들어 실험구에서 D-8은 방제기가 살포하면서 15 m 이동했을 때 방제기로부터 80 m 떨어진 곳을 의미한다. Fig. 6은 Table 1의 실험설계에 의해 각 실험구에 방제기가 살포를 한 후 분포도의 정도를 나타낸 것이다. 등급은 10~100까지 분포도에 따라 10개의 등급으로 분류하였다. Fig. 6에서 10은 색소가 적게, 100은 가장 많은 분포를 나타낸 것이다.

Fig. 7은 개발된 원거리 방제기의 고속팬이 작동하는 모습이다. Fig. 8은 개발된 방제기

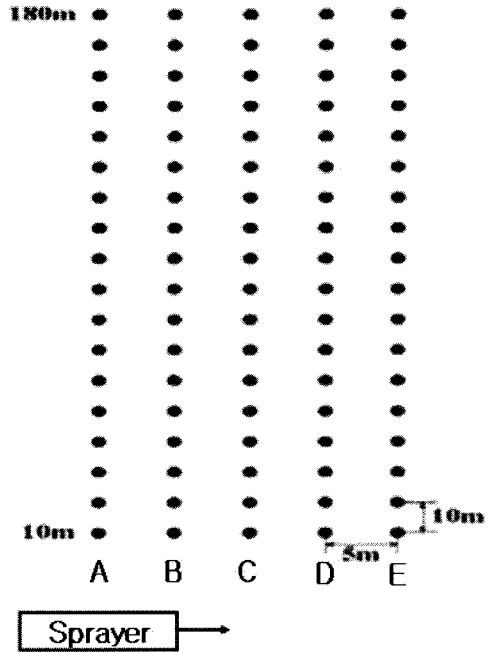


Fig. 5. Experiment method.

가 분사한 양액이 지면에 살포되는 모습이 다. Fig. 9는 실험 설계에 의해 100 m 줄자를 이용하여 10 m 간격으로 용기를 배치한 것이다. 원거리 방제기 고속팬을 이용하여 색소를 첨가한 용액을 살포한 후 도포된 분포도를 분석하는 것이다. Fig. 10은 실험구에 원거리 고속팬이 액체를 살포하여 용기에 나타난 것이다. 용기안의 너트는 팬에 의한 풍속의 영향에 의해 용기가 이동되는 것을 방지하기 위해 삽입하였다.

Table 2. Experiment design

(unit : m)

y	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
x	:1	:2	:3	:4	:5	:6	:7	:8	:9	:10	:11	:12	:13	:14	:15	:16	:17	:18
0:A	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10	A-11	A-12	A-13	A-14	A-15	A-16	A-17	A-18
5:B	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8	B-9	B-10	B-11	B-12	B-13	B-14	B-15	B-16	B-17	B-18
10:C	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18
15:D	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8	D-9	D-10	D-11	D-12	D-13	D-14	D-15	D-16	D-17	D-18
20:E	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-11	E-12	E-13	E-14	E-15	E-16	E-17	E-18

김창수 등 : 축산농가를 위한 대규모 목초지 방제용 고속 팬의 실험을 통한 색소 분포에 따른 분석

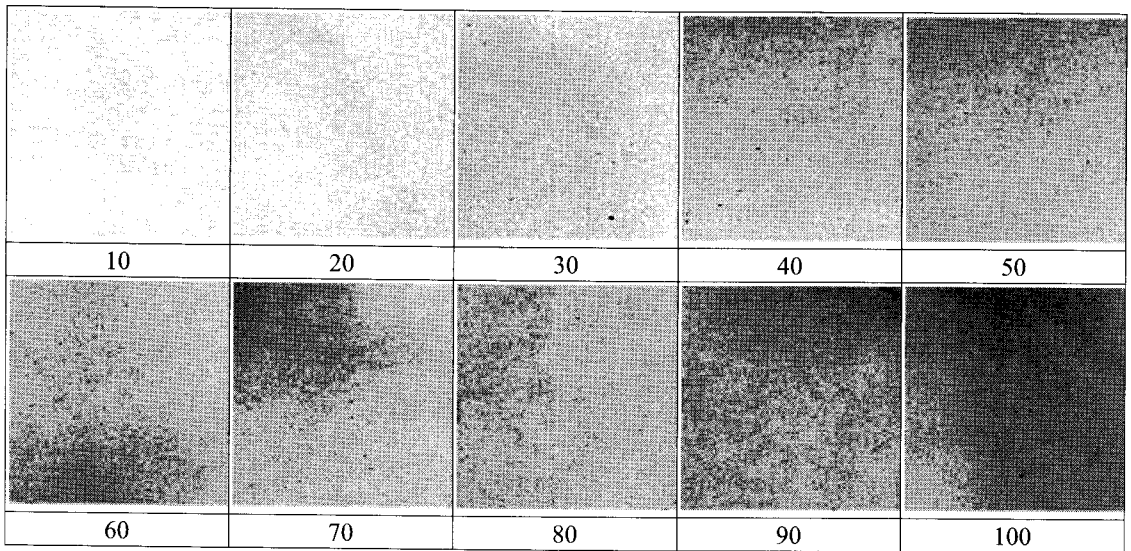


Fig. 6. Value of previous arrangement.

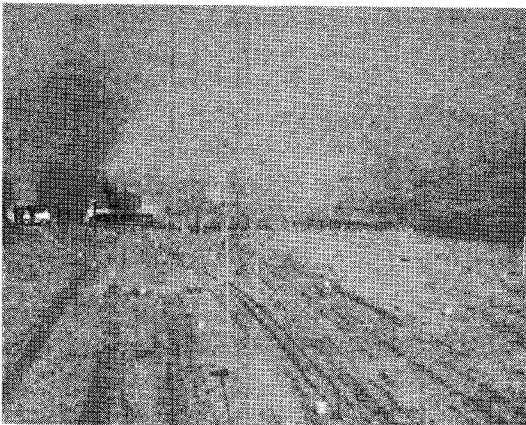


Fig. 7. Experiment scene.



Fig. 8. Wide-area spreading.

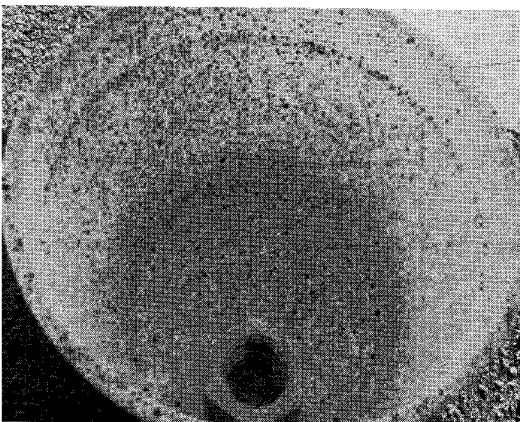


Fig. 9. Design of array for experiment.

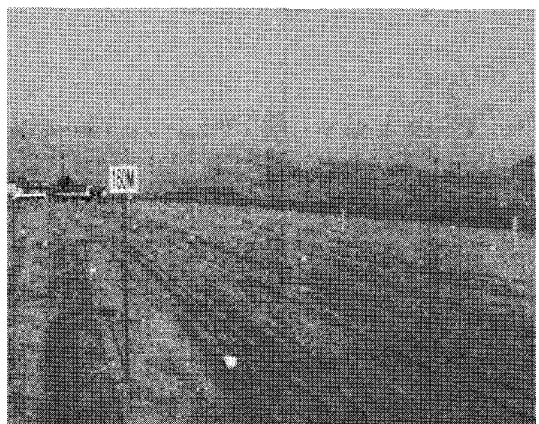


Fig. 10. Amount of spread on vessel.

결과 및 고찰

1. 원거리 방제기 이동에 따른 고속 팬의 살포량

Fig. 11은 분무지점에서 세로거리(분무방향과 수직을 이루는 거리)를 5 m 간격으로 고정하고, 가로길이(분무량과 수평을 이루는 거리) 지점에 따른 분무량 그래프를 나타낸 것이다. 살포량은 Fig. 6의 분포도와 비교하여 등급을 나타냈다. A, B, C, D는 관찰자들의 개별 조사 데이터를 평균하여 나타낸 것이다. Fig. 12는 관찰자 4명의 데이터를 평균하여 개발한 고속팬과 일본 마루야마사의 팬의 분포도를 나타낸 것이다. 실험 중 풍속은 0.4 m/s 였다.

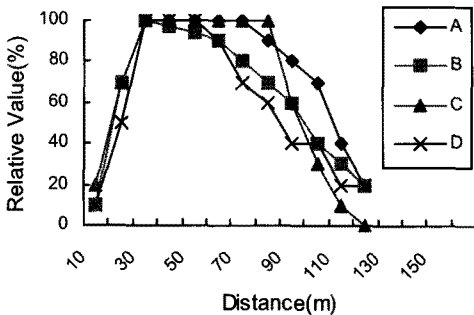


Fig. 11. Horizontal distance 0 m and vertical distance 0 m~160 m.

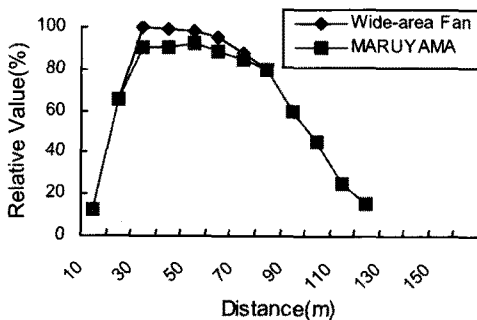


Fig. 12. Average.

Fig. 12는 방제기가 이동을 시작하면서 살포를 한 것이다. 방제기가 출발과 동시에 살

포할 경우 A-3, A-4, A-5 및 A-6 구간에서 가장 좋은 살포 결과를 나타냈다. Fig. 13은 4명의 관찰자에 대한 결과를 분석한 것이다. 방제기가 출발과 동시에 살포한 경우 30~70 m 구간에서 살포량이 가장 좋은 결과가 나타났고, 130 m 이상의 구간은 방제기가 이동을 하여 살포가 되지 않은 것으로 판단된다.

B-2, B-3, B-4, B-5 및 B-6 구간에서 좋은 살포 결과를 보였다. B-12에서 B-16 구간에도 살포가 되었다. 일본 마루야마사에서 개발한 방제기의 최대 살포 거리가 120 m인 것에 비하면 우수한 성능을 발휘한 것으로 판단된다. 방제기가 15 m 이동했을 때 20 m 구간에서 가장 높은 살포를 보였다. 방제기가 20 m 지점에 도달하면서 정지하였을 때 E-1 구간에서 가장 높은 살포를 보였으며, E-2에서 E-13까지 균일한 살포 성능을 나타냈다.

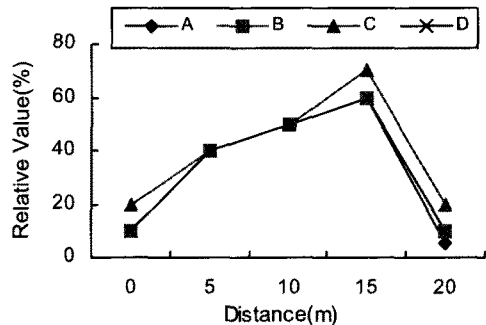


Fig. 13. Horizontal distance 0 m~20 m and vertical distance 10 m.

2. 거리별 살포량

Fig. 13은 분무지점에서 가로거리(분무방향과 수직을 이루는 거리)를 5 m 간격으로 고정하고, 세로길이(분무량과 수평을 이루는 거리) 지점에 따른 분무량 그래프를 나타낸 것이다. A, B, C, D는 관찰자들의 개별 조사 데이터를 나타낸 것이다. Fig. 14는 관찰자 4명의 데이터를 평균하여 마루야마사의 방제기와 비교한 것이다. 살포가 가장 잘된 곳을 100 살포가 되지 않을 곳을 0으로 나타냈다.

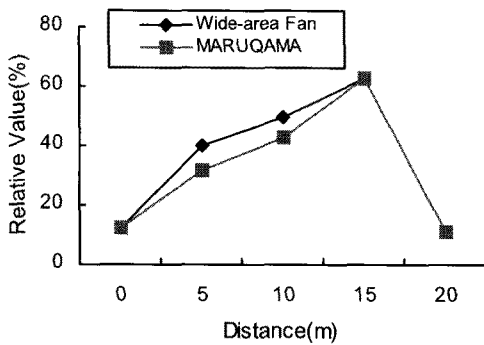


Fig. 14. Average.

Fig. 13에서 D-1구간에서 가장 높은 살포량을 나타냈다. Fig. 14에서 방제기가 출발하면서 살포한 경우 0 m의 경우와 방제기가 정지하면서 살포를 중지한 20 m의 경우 살포가 잘 되지 않은 것으로 나타났다. A는 원거리 고속팬, B는 마루야마사의 방제기 팬을 나타낸 것이다.

살포량은 A-1, B-2, C-2 및 D-2 구간에서 높게 나타났다. 방제기가 정지하면서 살포를 중지한 E-2 구간에서 낮은 살포를 보였다. 출발 후 20 m인 지점은 살포가 되지 않은 것으로 나타났다. 출발하면서 살포를 하였기 때문에 출발지점의 살포량이 다른 실험구에 비하여 낮게 나타난 것으로 판단된다.

방제기로부터 40 m 떨어진 지점의 살포량은 A-4, B-4 및 C-4 구간에서 가장 높은 살포량을 보였다. 방제기로부터 50 m 떨어진 곳의 살포량은 A-5, B-5, C-5 및 D-5에서 높게 나타났으며, 60 m 떨어진 곳의 살포량은 A-6, B-6, 및 C-6에서 높게 나타났다. 방제기가 출발하면서 살포한 경우 10 m까지 높은 살포량을 나타냈다. 방제기로부터 70 m 떨어진 곳의 살포량은 A-7, B-7, 및 C-7에서 높게 나타났고, 80 m의 경우 A-8, 90 m의 경우 A-9, B-9, 100 m의 경우 A-10, B-10, 110 m의 경우 A-11, B-11 및 C-11, 120 m의 경우 B-12 및 C-12에서 높은 살포량을 나타냈다.

방제기로부터 130 m 떨어진 경우는 B-13,

140 m의 경우 B-14, 150 m의 경우 B-15 및 B-16, 160 m의 경우 C-16 C-16 및 D-16에서 높은 살포량을 나타냈다. 방제기가 출발하면서 살포한 경우 10 m에서 높은 살포량을 나타냈다. 실험을 통하여 일본 마루야마사에서 판매하는 방제기와 비교해서 분포도 및 방제 거리에서 우수한 성능을 보였다.

요 약

방제기 분야에서 전통과 기술력이 인정받고 있는 일본 마루야마사에서 개발한 원거리 고속팬과 비교실험을 하였다. 비교 실험 결과 일본 마루야마사에서 개발한 원거리 팬은 120m 살포를 한 반면 자체 개발한 원거리 방제기 고속팬은 160m 까지 살포가 가능하였다.

지금까지 원거리 방제기는 일본에서 개발된 제품을 수입하여 국내에 보급하였으나 앞으로는 성능, 가격 및 A/S 측면에서 유리한 국산 원거리 방제기가 시장을 점유할 것으로 판단된다.

주요 연구 결과를 살펴보면 다음과 같다.

실험은 시중에서 판매되고 있는 플라스틱 컵을 사용하였다. 컵의 배치는 10 m 간격으로 종방향 5개, 횡방향 18개 총 90개를 설치한 후 원거리 고속 방제기가 이동하면서 분사한 양을 보고 분포도를 작성하였다.

분무지점에서 분무방향과 수직을 이루는 거리를 5 m 간격으로 고정하고, 분무량과 수평을 이루는 지점에 따른 분무량 및 관찰자 4명의 데이터를 이용하여 평균을 구했다. 방제기가 출발하면서 살포한 경우 0 m의 경우와 방제기가 정지하면서 살포를 중지한 20 m의 경우 살포가 잘 되지 않은 것으로 나타났다. 방제기가 출발하면서 살포한 경우 10 m에서 높은 살포량을 나타냈다. 방제기가 15 m 이동했을 때 20 m 구간에서 가장 높은 살포를 보였다. 실험결과 방제기가 출발하면서

방제한 경우와 방제기가 도착하면서 방제를 정지한 경우를 제외하고 전 구간에서 일본 마루야마사의 방제기 보다 높은 살포량을 보였다.

인 용 문 헌

1. Maaloum, A., Koudri, S. and Rey, R. 2004. "Aeroacoustic performance evaluation of axial flow fans based on the unsteady pressure field on the blade surface", *Applied Acoustics*, Volume 65, Issue 4, pp. 367-384.
2. Cayley, G. R., Griffiths, D. C., Hulme, P. J., Lewthwaite, R. J. and Pye, B. J. 1987. "Tracer techniques for the comparison of sprayer performance", *Crop Protection*, Volume 6, Issue 2, pp. 123-129.
3. Hotchkiss, P. J., Meyer, C. J. and von Backström, T. W. 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*, Volume 26, Issues 2-3, pp. 200-208
4. Yang LI, Hua OUYANG and Zhao-hui DU, 2007. "Experimental research on aerodynamic performance and exit flow field of low pressure axial flow fan with circumferential skewed blades", *Journal of Hydrodynamics*, Ser. B, Volume 19, Issue 5, pp. 579-586.
5. 민병로, 김동우, 서광욱, 홍준택, 김웅, 최준홍, 이대원. 2008. 영상처리를 이용한 광역 방제기 팬의 성능실험. *축산시설환경학회지* 14(3):159-166.
6. 통계청. 2007. 농업기본통계조사 보고서 (2006년)
7. 홍준택. 2006. 광역방제기용 팬의 성능 실험 및 분석에 관한 연구. 성균관대학교 석사학위논문
8. 홍준택, 민병로, 김동우, 서광욱, 김웅, 이승기, 김성엽, 이대원. 2007. 축산 농가용 광역방제기 팬의 성능실험 및 분석. *축산시설환경학회지* 13(2):105-112.