

농약 정전대전 살포장치

Electrostatic Sprayer of Agricultural chemicals

강 태 경* 김 학 진* 이 동 현* 김 충 길* 정 성 진**
정회원 정회원 정회원 정회원
K.G. Kang H.J. Kim D.H. Lee C.K. Kim S.J. Chung

1. 서론

농약 살포는 해충이나 병으로부터 농작물을 보호하기 위한 농작업으로서 과수에는 동력분무기 또는 공기운반분무기(SS기)가 농약 살포 수단으로 이용되고 있으나, 작물에 농약이 부착되는 피복면적비가 20%이하(잎 뒷면은 5%이하)로 매우 낮고, 65%는 지면으로, 15% 이상은 다른 곳으로 날아가 현재까지의 살포방법으로는 80%이상의 농약이 손실되어 환경 오염원으로 작용되고 있는 실정이다(10). 사과와 같은 과수의 경우 1년에 15~20회, 1회당 1,000배액 기준으로 300~500 l /10a를 살포하는 대량살포방식이며, 현행 농약 살포방법은 방제기에서 분무될 때의 관성력, 송풍 또는 분무압력에 의한 수송력, 그리고 분무 농약입자의 중력 등에 의존되고 있어 농약이 농작물의 잎 뒷면에 부착되는 비율이 낮기 때문에 정전력을 이용하는 정전농약 살포법에 관심이 높아져 많은 연구가 수행되어 있다. 정전력을 이용하면 농약이 농작물에 부착되는 비율이 4배이상 높아질 뿐만 아니라 잎 뒷면 부착률을 6배 이상 높일 수 있어서 농약 살포량을 대폭 감소시키고도 충분한 방제효과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 토양이나 수질오염을 근원적으로 대폭 줄일 수 있다고 하였다(9, 10).

따라서 본 연구에서는 실내시험을 통하여 정전대전효과 및 설계요인을 구명하여 공기운반분무기 부착형 정전대전 장치를 제작하여 정전대전 효과에 의한 작물에 분무입자의 부착향상을 구명하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 시작기 설계제작

우리나라의 과수원 방제전용기로 많이 보급중인 공기운반분무기를 대상으로 기존의 본체에 구조변경 없이 부착이 가능하도록 제작하였다.

(1) 정전발생장치

정전 발생장치는 입력전압 DC12V 출력전압은 30kV까지 조절할 수 있는 조절형으로 제작하여, 공기운반분무기 본체의 운전석 우측에 부착하여 운전자가 작동이 편리하도록 하였으며, 전원은 본체의 배터리 전원을 이용하고 펌프구동스위치에 연결하여 펌프가 작동중에만 정전기가 발생토록하여 안전성을 향상하였으며 정전기발생장치의 주요제원 및 구조를 표1과 그림1에 나타내었다.

* 농업기계화연구소

** 경북대학교 대학원 전자전기공학부

표1. 정전발생장치 제원

크기 (길이×폭×높이)	입력전압 (V)	출력전압 (kV)	출력전류 (mA)
350×190×250mm	DC 12	0~30	10

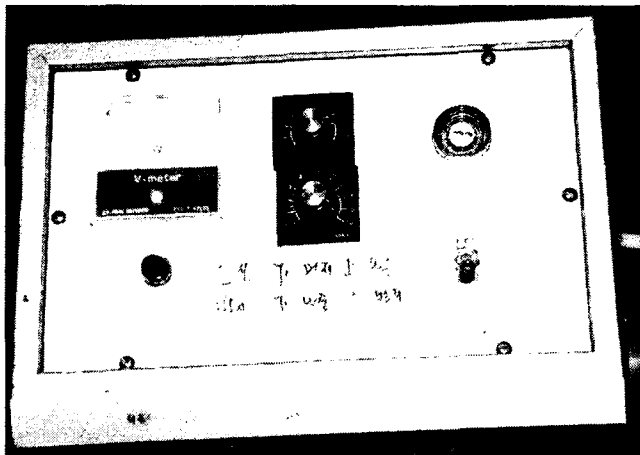


그림 1 정전기 발생장치 구조

(2) 정전대전 장치

정전대전장치는 요인시험을 통하여 최적의 설계조건을 구명한 결과를 기준으로 대전효과를 높이고 누전을 줄이기 위한 구조로 제작하였으며, 정전대전장치의 주요 제원 및 구조를 표2와 그림2에 나타내었다.

표2. 정전대전장치 제원

	크기(mm)	개수(개)	부착간격(mm)
링형	Φ50×70×50	19	120~130

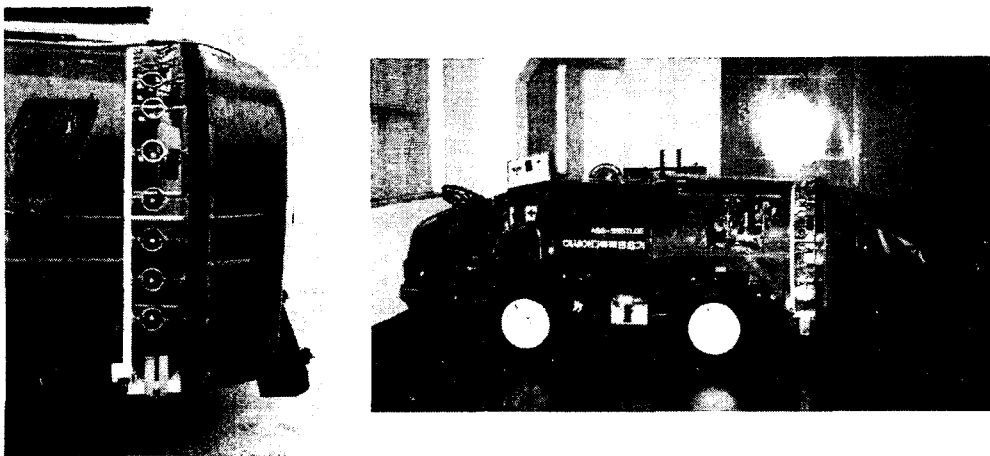


그림 2. 정전발생장치의 구조 및 부착상태

나. 시험방법

(1) 실내시험

시작기 제작을 위한 요인시험은 링직경별, 감수지 부착각도별로 인가전압을 2.5kV씩 증가시키며 피복면적비와 대전량을 측정하여 설계요인을 구명하였다. 피복면적비를 측정하기 위하여 그림 3과 같이 측정대차를 제작하여 측정대차를 이동시키며 시험을 실시하였고, 피복면적비의 분석은 칼라영상현미경(microworld mw-200)을 이용하여 입경과 입자수를 측정하여 분석하였으며, 대전량은 Faraday Gauge를 제작하여 정전대전 전압을 측정하여 분석하였다.

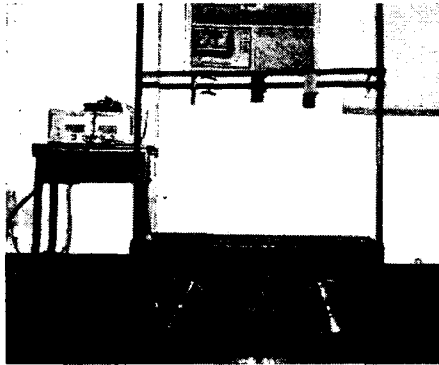
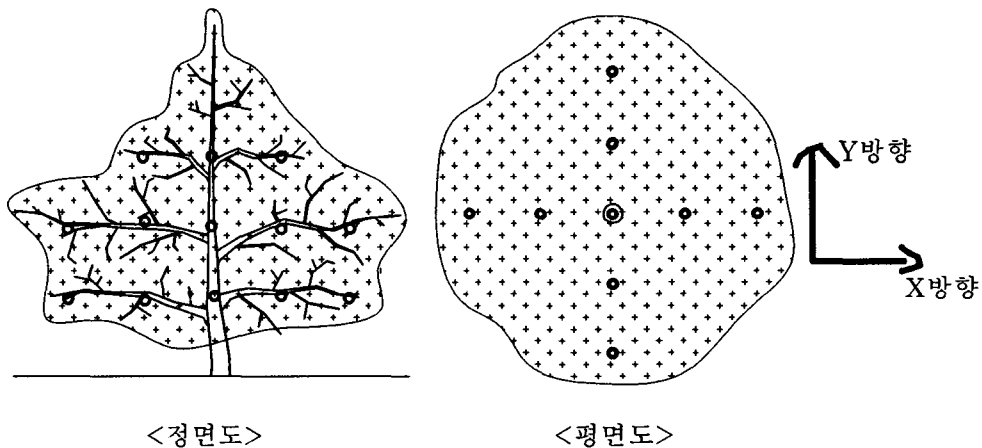


그림 3. 측정대차의 구조

(2) 포장시험

송풍량 및 인가전압별 잎 뒷면 부착성능 등을 측정하기 위하여 사과나무의 잎 뒷면에 감수지를 부착하고 살포후 수거조사 분석하였으며, 감수지 부착위치는 상단 5, 중단 9, 하단 9, 감수지 부착간격은 Y방향간격 80cm, X방향간격 70cm로 23곳에 부착하여 인가전압 및 송풍기 회전수별로 피복면적비를 측정하였다



<정면도>

<평면도>

그림 3. 감수지 부착위치

3. 결과 및 고찰

가. 실내시험

(1) 피복면적비

인가전압별 피복면적비 시험결과 감수지 부착각도 45° 뒷면에서의 피복면적비 향상은 링직경 50mm, 노즐과 링의 간격 30mm에서 인가전압이 7.5kV일 때 가장 높게 나타났으며, 링직경 60mm보다는 50mm에서 약간 높은 경향으로 나타났다.

표3. 앞 뒷면 분무입자 피복면적비

대전장치 규격		인가전압(kV)				
		무처리	2.5	5	7.5	10
링직경 (ϕ mm)	50(30)	2.5	7.2	12.2	12.9	9.1
	60(40)	2.5	7.6	10.5	11.8	6.7

* () : 노즐과 링의 간격

* 감수지 부착각도 45° 뒷면 피복면적비

(2) 대전성능

대전장치의 규격 및 인가전압별 대전량 측정결과 직경 40mm에서 대전량이 낮았고, 50mm일 때가 60mm보다 높은 경향을 보였으며, 인가전압이 7.5kV일 때 가장 높은 경향이 었으며, 링직경 50mm 인가전압 7.5kV에서 대전량이 15mC/kg으로 가장 높아서 피복면적비 시험결과와 일치하였다.

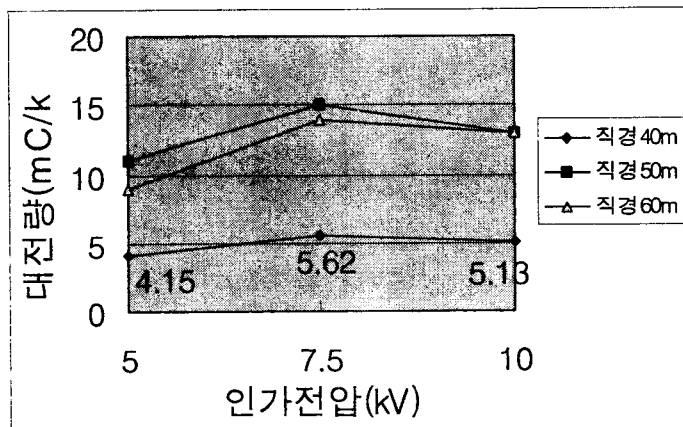


그림 4. 인가전압별 대전량

(3) 살포거리별 정전효과

살포거리에 따른 정전효과시험 결과 4m에서 가장효과가 높았으며, 5m에서도 무처리 에 비하여 피복면적비가 높은 경향으로 송풍기의 회전수를 1,500rpm으로 줄여도 송풍기회 전수 2,500rpm인 관행의 살포보다 피복면적비가 향상되어 정전대전효과로 송풍기의 회전수 를 줄일 수 있는 것으로 나타났다.

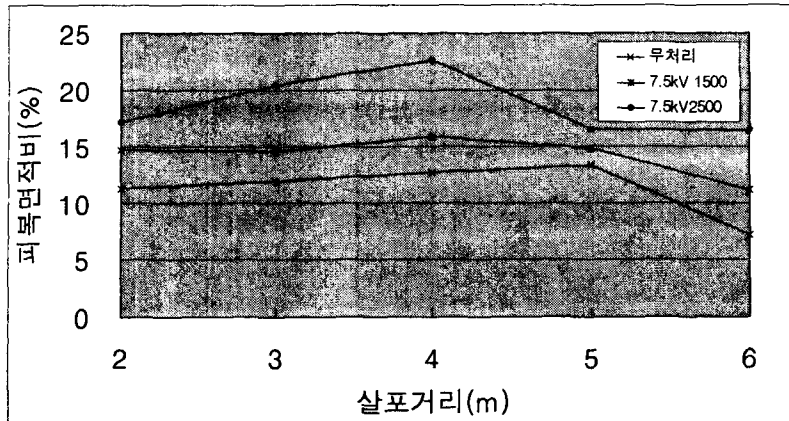


그림 5. 살포거리별 피복면적비

나. 포장시험

(1) 분무입자 부착상태시험

포장시험결과 감수지 부착위치별 피복면적비는 상단부는 인가전압 7.5kV, 송풍기 회전수 1,500rpm, 중단부는 7.5kV, 1,500 및 2,500rpm, 하단부는 10kV, 2,500rpm 일 때 가장 높았으며, 7.5kV, 1,500rpm에서 높은 경향으로 나타나 실내시험과 일치하는 것으로 나타났다.

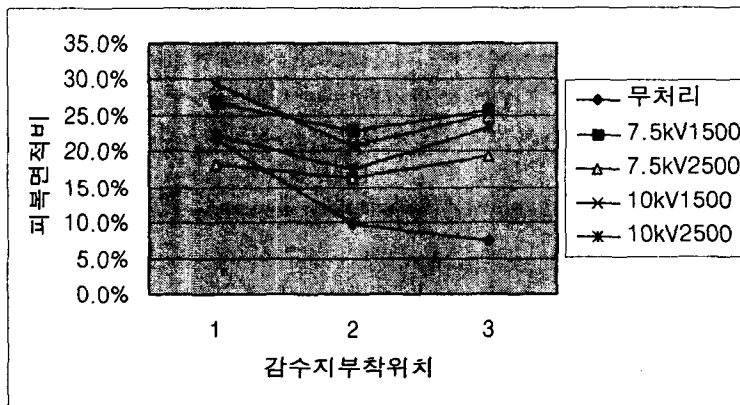


그림 6. 나무상단부 피복면적비

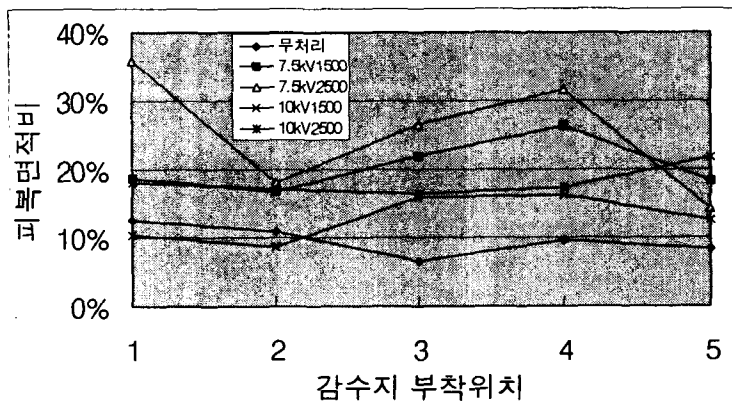


그림 7. 나무중단부 피복면적비

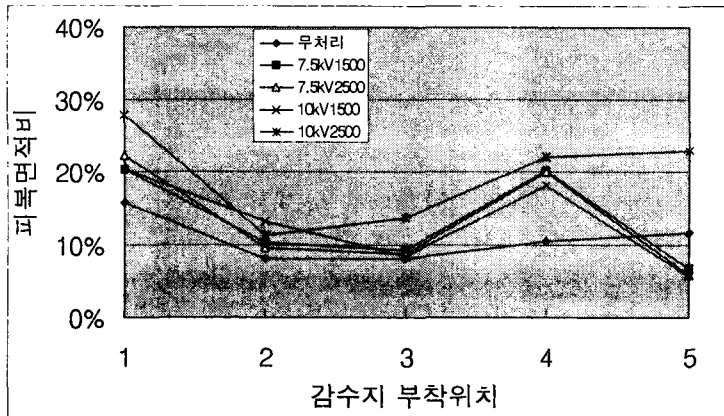


그림 8. 나무하단부 피복면적비

표 4. 부착위치별 피복면적비

인가전압 및 송풍기회전수	상 단	중 단	하단	평 균
0kV 2,500	11.2	8.0	12.7	9.6
7.5kV 1,500	24.2	23.8	17.9	22.0
7.5kV 2,500	18.0	23.3	15.9	19.1
10kV 1,500	22.6	14.2	16.7	17.8
10kV 2,500	19.9	15.1	16.7	17.2

(2) 방제효과 시험

방제효과 시험은 농약처리전 처리 사과나뭇 잎 20엽당 사과응애(성충)의 밀도조사 후 농약(페로팔 수화제)을 살포하고 3일 후 밀도를 조사한 결과 관행살포 방식과 유사한 경향을 보였으나, 반복적인 시험을 수행하지 못하여 추후에 반복시험을 실시하여 방제효과를 분석할 필요가 있는 것으로 나타났다.

표 5 방제효과 조사

살포방법	처리전밀도(마리/20엽)			3일후밀도(마리/20엽)			생충율 (%)	방제가 (%)
	처리1구	처리2구	처리3구	처리1구	처리2구	처리3구		
관행	29	23	16	10	7	9	38.3	81.2
7.5kV, 1500rpm	20	23	25	7	7	3	33.9	83.4
" 2500rpm	20	20	20	10	9	3	36.5	82.1
10kV, 1500rpm	25	20	37	10	9	14	40.2	80.1
" 2500rpm	25	20	20	9	11	10	46.1	77.4
무처리	20	23	25	44	45	50	204.0	-

* 시험 사과나무: M.26 후지품종 7년생

4. 결과 및 고찰

- 가. 대전장치를 링형(링직경 50mm)으로 제작하여 인가전압 2.5, 5, 7.5, 10kV로 처리한 결과 인가전압이 7.5kV일 때 피복면적비 12.9%, 대전량 15mC/kg으로 가장 높게 나타났다.
 - 나. 대전장치를 공기운반분무기에 부착하여 실내에서 살포거리 2, 3, 4, 5, 6m로 시험한 결과 인가전압 7.5kV, 송풍기회전수 1,500rpm과 2,500rpm일 때 분무입자의 앞 뒷면 피복면적비가 각각 15.9%, 22.6%로 관행(2,500rpm)의 11.3%에 비하여 높게 나타났다.
 - 다. 포장시험은 사과과수원에서 나무상단 5지점, 중단과 하단 각각 9지점에 감수지를 부착하여 인가전압 및 송풍기회전수별로 살포성능을 조사한 결과 피복면적비는 인가전압 7.5kV 1,500rpm에서 22.0%로 관행살포 10.6%에 비해 정전대전효과가 높게 나타났다.
 - 라. 방제가는 관행살포방법에 비해 인가전압 7.5kV에서는 약간 높게 나타났으나 10kV에서는 낮게 나타났다.
- 마, 앞으로 피복면적비를 22%에서 30%로 높이고 인가전압 10kV일 때 피복면적비가 관행살포방법에 비해 높은 반면 방제가가 낮게 나타난 점을 구명할 필요가 있다.

참 고 문 헌

1. 淺野和俊 : 靜電農藥散布の現況”, 靜電氣學會誌, 8, 3 (1984) 182-191
2. 梅津 勇 : 農藥散布と靜電氣, 靜電氣學會誌, 22, 1 (1998) 6-11
3. Jen-Shih Chang, Arnold J. Kelly and Joseph M. Crowley ; Handbook of Electrostatic Processes”, Marcel Dekker, Inc. (1995) 413-440
4. 津賀幸之介, 市來秀之, 梶山道雄 : 施設園藝における靜電散布法の研究(第一報), 農業機械學會誌, Vol. 50, No. 1 (1988) 61-68
5. 조성인, 이동훈 : 정전효과를 이용한 분무노즐의 분무성능평가, 한국농업기계학회지, Vol. 21, No. 4 (1996) 406-413
6. 松尾昌樹, 飯本光雄, 内野敏剛 : エレクトロロダインの靜電散布特性について(第一報), 農業機械學會誌, Vol. 48, No. 3,4 (1986) 295-301
7. S. E. Law and S. C. Cooper, Electrostatic-Induction Spray-Charging Nozzle System, US Patent #5,765,761 (June 16, 1998)
8. J. R. Lake ; The Deposition of Electrostatic Charged Sprays on Parts of Targets Shaded from the Sprayer, Journal of Agricultural Engg. Research, 39 (1988) 9-18
9. D. K. Giles and S. E. Law ; Dielectric Boundary Effects on Electrostatic Crop Spraying, Transactions of the ASAE, Vol. 33, No. 1 (1990) 2-7
10. S. Edward Law and Steven C. Cooper, "Depositional Characteristics of Charge and Uncharged Droplets Applied by an Orchard Air Carrier Sprayer", Transactions of the ASAE, Vol. 31, No. 4 (1988) 984-989
11. Jae-Duk Moon, Suk-Hwan Chung and Kun-Taek Lee ; Control of Corona Characteristics with a Third Electrode and a Bias Voltage, IEEE Trans on Electrical Insulation, 1, 4 (1994) 569-577
12. Jae-Duk Moon and Sang-Taek Geum ; Discharge and Ozone Generation Characteristics of a Ferroelectric-Ball/Mica-Sheet Barrier, IEEE Trans on IA, Vol.34, No.6 (1998. Nov/Dec.) 1206-1211