

# 정전방제 시스템의 구성과 약액부착 효과에 관한 연구

## A Construction of the Electrostatic Pesticide Spray System and Its Effectiveness in Droplets Deposition

김명규 · 민영봉 · 문성동

진주산업대학교 기계공학과 · 경상대학교 농업기계공학과

M. G. Kim, Y. B. Min, S. D. Moon

Chinju National University · Gyeongsang National University

### 1. 서론

상온연무기와 같은 소량살포기에 의해 살포된 농약액의 입자경은 10~20 $\mu$ m 이하의 것이 대부분이다. 미소 액적은 단시간에 공기의 습구 온도와 평형하게 되어 혼합, 확산되는 특성을 가지고 있으며 증발과 Drift현상이 발생된다. 시설원예의 경우 폐쇄환경에 있으므로 연무직후 온실내 작업의 제한, 부착분포의 불균일, 증발과 Drift량의 과다 등이 큰 문제가 된다.<sup>1)</sup>

전전방제시스템에서 미립자를 대전시키는 방법은 코로나 대전법, 복합방식, 유도 대전법 등이 있으며 액체용 2류체 노즐에는 유도대전방식 중 외부전극식이 적합한 것으로 알려져 있다.<sup>4, 5)</sup> 따라서 본 연구에서는 유도대전법 중 외부전극식의 정전방제시스템을 적용하여 우리 실정에 맞는 정전방제시스템을 개발하기 위한 기초 연구를 수행하였다.

### 2. 실험장치 및 방법

본 실험에서 사용한 실험장치는 그림 1과 같이 약액공급장치, 공기공급장치, 고전압 발생기, 외부환상전극, 액적 수집기 등으로 구성하였다.

그림 2는 노즐과 외부환상전극에 직류고전압을 인가하여 분무약액입자에 전하를 대전시키는 방법과 설치상태를 나타낸 것이다.

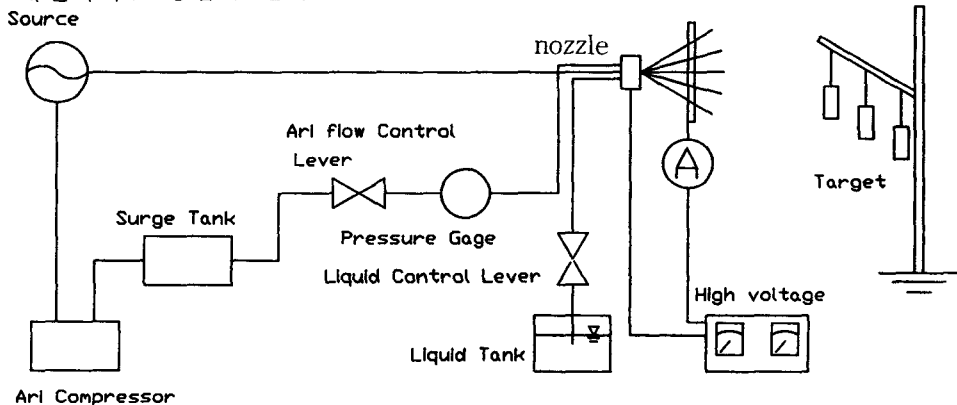


Fig. 1. Schematic of experimentation apparatus.

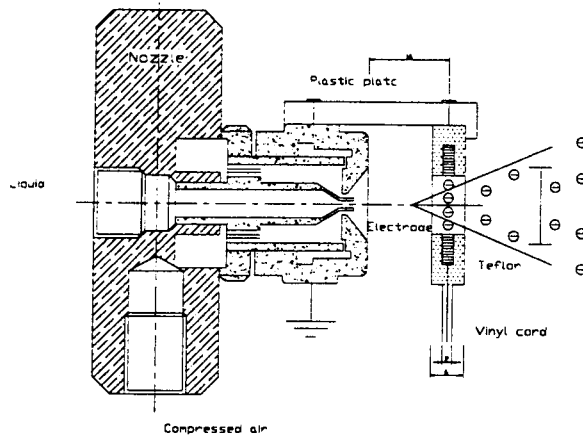


Fig. 2. Tow-fluid nozzle and outer annual induction with fogger induction electrification

#### (1) 약액 공급장치

약액의 공급은 스텐레스제의 약액저장탱크와 2류체 노즐을 염화비닐파이프( $\varnothing 8$  mm, t2mm)로 연결하여 고속의 공기기류 속에 약액 공급구를 노출시켜 약액 분출구의 압력을 가하지 않고도 약액 분출구의 부압 또는 초음속으로 흐르는 기류와의 점성마찰에 의해 약액을 상승시키는 구조이다.

시험용 분무 약액은 물 1ℓ에 과망산칼리(KMnO<sub>4</sub>) 5g의 비율로 고르게 희석하여 사용하였다.

#### (2) 공기 공급장치

실험에서 필요한 충분한 공기압과 공기량을 얻을 수 있는 전동기(2.2kW)와 공기압축기(사용 압력 10kPa, 공기량 436ℓ/min, 공기탱크용량 30ℓ)를 설치하여 압축기 출구와 노즐사이를 염화비닐파이프로 연결하였다. 본 실험에서는 콧을 모두 열어놓은 상태에서 압력조절기에 의해 무화용 공기압을 3.7kg/cm<sup>2</sup>로 조절했고, 그때의 액유량은 195ml/min였다.

#### (3) 액적 수집 타겟트

분사된 약액을 측정하기 위해 모의식물을 제작하였다. 모의식물은 줄기를  $\varnothing 20$  mm의 아연도금 파이프, 가지는  $\varnothing 1$  mm의 동선, 잎은 알루미늄판(20mm×50mm)을 사용하였다. 모의식물 줄기의 지상고 1,000mm 위치에 있는 수평가지 100, 200, 300 mm에 각각 2장씩의 잎을 부착하였다. 모의식물 1주에 6장의 알루미늄판을 매달았고, 노즐 끝과는 1.5m 전방에 수직으로 설치하였다. 부착된 약액 양의 조사는 모의식물 잎의 한쪽에 부착된 스카치테이프를 제거한 후 일정량의 증류수로 씻어서 분광흡광 광도계(W-Vis Spech. Photometer. U.S.A Giforo. Co, Reapson)에 의하여 흡광도를 측정하고 표준검량 곡선에 의해 그 양을 계측하였다.

#### (4) 고전압 발생기

본 실험에서 사용한 고전압 발생기는 전압가변형으로서 매 실험시 1kV, 3kV, 5kV, 7kV, 9kV로 수동으로 맞추어서 전극전압을 부가하였다. 부하전류는 미소전류계(2mA)로서 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### (1) 가변직류전압 발생기 제작

기초실험을 통하여 획득한 결과를 이용하여 직류 고전압 발생장치(8kv, 500 $\mu$ A)를 설계제작 하였다. 그림 3은 가변직류전압 발생기의 회로를 나타낸 것이다. 슬라이더를 사용하여 출력전압 DC의 크기를 조정하였다. 출력전압은 슬라이더 전압에 선형비례하며 슬라이더 전압 220v때 출력전압이 최대 8kv가 되도록 설계하였다. 사용출력전압은 커패시턴스 각단의 출력점을 인출하여 500v~8kv까지 이용할 수 있게 하였다. 전압 발생기의 용량을 키우기 위해 커패시턴스의 값을 높였으며 다이오드의 파괴를 방지하기 위해 Break down 전압이 1kv인 다이오드 2개를 직렬 연결하여 사용하였다. 전압이 높은 관계로 공기 중에서 절연파괴에 의한 Spark 현상이 빈번히 발생하였다. 이를 방지하기 위해 기판의 노출부분을 에폭시로 절연하였다. 제작된 장치의 출력전압을 오실로스코프를 이용하여 측정 한 결과 슬라이더 전압과 출력전압은 정확한 선형비례관계에 있음이 확인되었다.

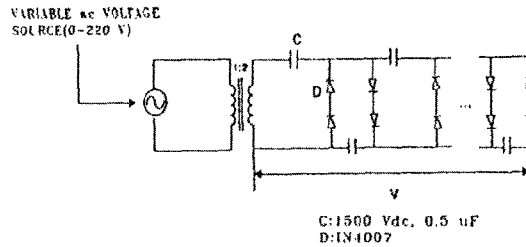


Fig. 3. Circuit of 8kv variable D. C generator.

#### (2) 정전방제의 약액 부착 효과

그림 4는 환상전극에 인가된 전압( $\pm$ kV)변화에 따른 분무 액적의 부착량과 부하전류의 변화 관계를 나타 낸 것이다.

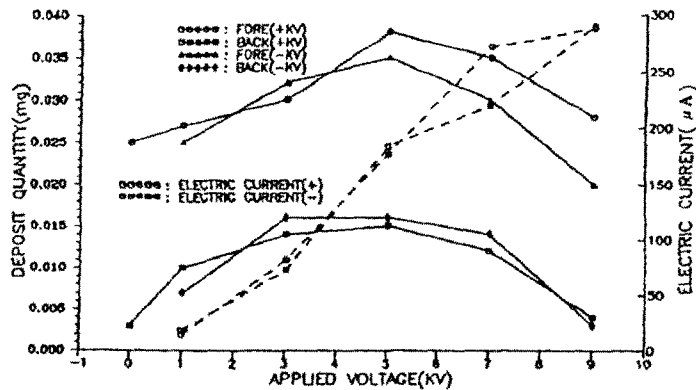


Fig. 4. Relation between deposition quantity and electric current for applied voltage variation.

전극 극성의 영향은 잎의 앞면에는 +극이, 잎의 뒷면에는 -극이 약액 부착량이 약간 높게 나타났으나 큰 차이는 없었다. 전극의 극성을 -로 했을 경우, 실험도중 본체에 인체를 접촉할 경우 강한 감전전류의 현상을 확인하였고, 전극의 극성이 +일 때는 감전현상은 없었다. 이로 미루어 전극의 극성은 +로 함이 타당하지만 부착효과의 실증실험을 통해 극성을 선택하는 것이 보다 확실할 것으로 사료된다. 전압무인가시 약제의 부착량은 잎의 앞면에 0.025mg, 뒷면에 0.003mg으로 나타났다. +5kV전압 인가시 잎의 앞면은 0.038mg, 잎의 뒷면은 0.015mg이었고 -5kV전압 인가시 각각 0.035mg, 0.016mg의 부착량을 나타냈다. 최상의 조건에서 무정전방제에 대한 정전방제의 약액부착 효과는 잎의 앞면에서 1.46배 잎의 뒷면에서 5.2배로 나타났다. 부하전류는 인가전압의 증가와 함께 증가하며  $\pm 5kV$  인가시  $20\mu A$  정도였다.

#### 4. 요약 및 결론

시설원예작물의 방제효과를 증가시키기 위해 2류체 노즐형 상온연무기에 정전방전시스템을 부가시킬 목적으로 기초실험을 실시하였다. 한국형 정전방제 시스템에 적합한 고전압발생장치를 개발하고 약액부착효과를 실험한 결과는 다음과 같다.

1. 다이오드-콘덴서 증배압 회로를 직류 전압발생장치 제작에 이용하였다. AC 22v, 60Hz용 전원을 7개의 다이오드-커패시터 조합에 의해 직류 2kv를 얻을 수 있었다.
2. 제작된 직류 전압발생장치에 부하전류를 증가 시킴에 따라 부하 전압은 감소하고 Ripple은 증가하였다. 최종단에 L, C Filter회로를 사용함으로써 이와 같은 현상을 방지할 수 있었다. 사용하는 커패시터는 내전압이 큰 100v 정도가 적당한 것으로 생각되었다.
3. 직류고전압 발생장치(2-8kv,  $500\mu A$ )와 환상전극을 부착한 노즐을 상온연무기에 부착하여 모의식물에 약액부착량 시험을 실시한 결과 부착량은 인가전압 5KV까지 증가하다가 그 이상에서는 감소하였다. 이때 부착량은 정전계 무인가시보다 잎의 전면에서 1.5배 뒷면에서 5배정도의 부착량 증가효과가 있었다.

#### 참고문헌

1. 村田 利男, 守田 伸六. 1983. 園藝施設用農藥少量散布機による散布藥の粒徑分布施設内環境. 日農機誌 45(2) : 199~205
2. 津賀辛之介, 市來秀之, 梶山道雄. 1988. 施設園藝における靜電散布法の研究(第1報). 日農機誌 50(1) : 61~68
3. 内野敏剛, 松尾昌樹, 飯本光雄. 1987. コロナノ帶電式2流體ノズル及び直接帶電式回轉圓盤による靜電散布特性(第3報). 日農機誌 49(4) : 338~344
4. 松尾 昌樹, 内野 敏剛, 飯本 光雄. 1987. コロナノ帶電流式2流體ノズル及び直接帶電式回轉圓盤にする靜電散布特性(第2報). 日農機誌 49(3) : 169~176
5. 松尾 昌樹, 飯本 光雄, 内野 敏剛. 1986. エレクトロダインの靜電散布特性について(第3報). 日農機誌 48(3, 4) : 295~301