

비닐하우스의 燻煙



▲ 「싸-치」식에 의한 훈연광경

우리나라에서도 비닐하우스재배는 해를 거듭하면서 그 재배면적이 날로 증가되고 작물도 오이, 토마토를 비롯하여 딸기, 고추, 수박, 메론, 상치등의 채소류와 국화, 장미, 카네이션등 화훼류에까지 널리 보급되어 있다.

비닐하우스재배는 작물재배에 필요한 보온을 유지하기 위하여 외부와 비닐이나 폴리에틸렌 필름등으로 차단할 하여야하는데 이 차단현상은 하우스내부의 온도를 유지, 상승시

그 理論과 効果

경북 농약 공업 주식회사
金 玫 復

켜주는 반면 日照부족과 습도를 과도하게 증가시켜 고온다습한 환경이 조성된다.

이러한 현상은 작물의 생육을 사장시키는 물론 병충해의 발생을 조장하는 원인이 된다.

특히 이 비닐하우스재배와 같이 집약적인 농법에서는 작물의 수확과 병충해의 발생시기가 중복되기 때문에 방제의 적기를 놓칠우려가 많고 일부 발병하면 환경조건이 대발생에 적당하기 때문에 방제가 불가능한 상태로 발전할 가능성이 높다. 지역에 따라서는 연작으로 인한 상습적인 특정병해가 만연되어 특정작물은 재배가 불가능한 경우도 있다.

이러한 하우스내의 병충해방제에 외국에서는 이미 간편하고 효과적인 방법이 개발, 보급되고 있는데 이에 관한 이론과 그 효과에 대하여 소개

하고자한다.

1. 燻煙의 원리

이 새로운 방제방법은 특정한 약제를 열에 의하여 방제하는 방법으로 가까운 日本에서는 훈연(燻煙), 英語로는 Smoking이라고하고 훈연을 할수있는 약제를 훈연제(Smoke Generator)라고한다.

훈연은 이러한 훈연제를 가열하여 발연(연기가 나는것)으로부터 그 효과가 발생하게된다. 즉 발연이 시작되면 공간에는 연기에 의하여 채워지게 되는데 연기라고 하는 것은 직경 $0.1\sim 1\mu$ (미크론, $1/1,000$ 밀리미터)의 微粒子가 대기중에 浮遊分散되어 있는 물질계를 말한다.

연기, 즉 煙霧粒子는 다음과 같은 특성을 갖고있다.

1) 微粒子는 대기의 유동에 의하여 움직이고 조밀한 間隙까지 용이하게 도달할 수 있다.

2) 微粒子는 「부라운」운동이 활발하여 粒子와 물체, 粒子와 粒子가 상호충돌, 결합하여 沈降하게 된다.

3) 煙霧粒子는 電氣的으로 중성이므로 帶電현상은 거의없다.

4) 粒子의 형상, 크기, 분포, 집합상태, 상호작용, 운동등은 불안정하므로 再現性이 없다.

즉, 이러한 특성은 연기는 공간의

어느곳에서나 도달할 수 있으며 연기의 微粒子는 상호결합하여 공간에 떠있다가 서서히 아래로 향해 떨어져 부착하게 된다.

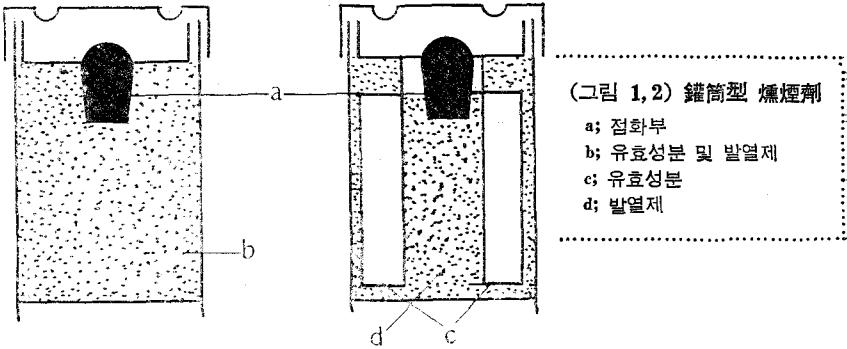
그러나 연기는 電氣的으로 중성이기 때문에 放電현상이 없고 또 운동 그 자체가 불안정하기 때문에 일단 연기가 물체에 부착되었다가 다시 연기로 재현되는 현상은 발생되지 않는다. 이러한 특성을 이용한것이 燻煙의 기본원리이다.

2. 燻煙法の 종류

1) 燻煙紙: 약제와 연소제를 두꺼운 종이에 발라 이것을 하우스내에 매어 달아서 태워 연기를 발생시키는 방법이다.

2) 圓筒固型 燻煙劑: 약제와 발열제를 동시에 혼합한것과 약제가 액체인 경우 혼합하면 불안정할때 발열제와 약제를 함께넣어 원통형으로 굳힌것도 있고 막대기모양(棒狀), 管棒狀의 固型劑가 있다. 圓筒의 한쪽끝에 직접 點火하는 것과 點火部를 따로만들어 성냥으로 點火하는 방식이있다. 각각 연소제가 熱分解할때 연기중에 유효성분도 함유되어 공기중에 확산한다.

3) 鑊筒型 燻煙劑: 金屬劑 鑊통속에 약제와 발열제를 넣은 것으로 원통형과달리 鑊통속에는 粉末 또는 粒



(그림 1, 2) 罐筒型 燻煙劑

- a; 접화부
- b; 유효성분 및 발열제
- c; 유효성분
- d; 발열제

狀을 넣는다. 중앙상부에 빨간색의 點火部가 나와있어 여기에 성냥으로 點火한다. 비닐하우스의 공간에 매어달아두고 發煙시킨다. (그림 1, 2참고).

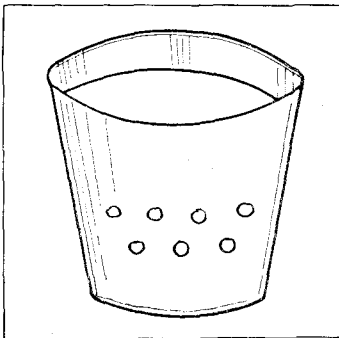
4) 粉末狀 燻煙劑: 플라스틱 봉투에 들어있는 약제를 金屬의 받침대위에 두고 접화물질에 성냥으로 불을붙여 이것을 다시 봉투속에넣어 發煙시키는 방법이다.

5) 器具使用에 依한 燻煙劑: 金屬製

의 容器로서 약제를 담는접시, 연료대 및 연소통으로 구성되어 있는 용기를 사용하여 발연시키는 약제로서 현재 日本에서 가장널리 보급되어 있는 방식이다.

용기의 명칭을 「싸-치」라고하여 「싸-치」式 혼연법이라고도 한다(그림 3).

소정의 약량을 접시에 담고 고체 알콜이나 공업용알콜을 이용하여 약제를 발연시키는 방식으로 효과는 좋고 간편하게 사용할수 있다.



(그림 3) 「싸-치」혼연기

3. 燻煙劑의 종류

혼연제에는 殺菌燻煙劑(Fungicidal Smoke Generator)와 殺虫燻煙劑(Insecticidal Smoke Generator)로 크게 나눌수 있는데 이 약제에 관해서 특별한 정의는 없고 요약하면 화학약품류의 분해열로서 살균 또는 살충조성물을 煙霧化시켜 효과를 얻

는 약제를 훈연제라 한다. 그러나 최근 외국의 농약업계에서는 농약물질을 훈연하기 위하여 電熱을 이용하거나 화학약품을 연료로서 또는 과열수증기에 의한 농약을 煙霧化하는 방식을 포함시켜 훈연제로 총칭하고 있는데 넓은 뜻의 해석으로서 훈연제는 가열에 의해서 유효성분이 煙霧狀의 미세한 粒子로되어 공기중에 확산, 물체의 面에 부착하여 유해생물에 접촉, 흡입, 또는 훈연작용에 의해서 효력이 있는 약제를 훈연제라고 한다.

이러한 훈연제가 갖출 필요조건으로서는

1) 훈연시 작물에 대한 유독가스를 발생시키지 않을것,

2) 발열 또는 가열시에 약제의 구성분이 열에 의하여 분해되거나 이상변화를 일으키지 않을 것 등이다.

현재 외국에서 비닐하우스용 훈연제로 사용되고 있는 농약은 10여종류가 있으며 그밖에 위생해충, 산림해충 구제용 훈연제도 數種이 있으며 우리나라에서도 1~2種의 농약이 비닐하우스용으로 이용되고 있다.

4. 煙劑 사용상의 주의점

1) 煙劑 粒子의 作物의 附着性

훈연입자의 크기는 제제, 온도등

의 조건에 따라서 다르다. 일반적으로 粒子의 낙하속도는 1μ 짜리가 $9 \times 10^{-3} \text{cm/秒}$, 5μ 짜리가 $2.3 \times 10^{-1} \text{cm/秒}$ 이다. 비닐하우스의 평균높이를 2m정도라고 하였을때 훈연후 6시간이던 대부분의 입자가 낙하하게 된다. 그러나 안전성을 고려하여 훈연은 저녁때에 하고 이튿날 아침에 하우스를 개방하는 것이 좋다.

훈연약제의 작물의 부착은 잎의 표면에 부착하는 약량이 많고 잎 뒷쪽에 부착하는 양은 적으므로 잎표면의 방제효과는 높으나 잎뒷쪽의 효과는 일반살포방법에 비하여 떨어질 가능성이 높다.

그러므로 훈연과 살포를 병용하는 것이 효과적이다. 훈연과 살포를 결합 때에는 훈연에 의한 잎 표면의 약제는 물에 의해서 유실되기 쉬우므로 훈연후의 약제산포는 잎 뒷면을 중심으로 실시하고 잎표면을 약액으로서 유실되지 않도록 주의하여야 한다.

2) 使用時期, 藥量, 處理回數

훈연제에 의한 하우스의 방제체제는 사용하는 약제에 따라 다르나 작물의 생육초기에는 살포에 의한 방법이 약량도 적게 들고 효과도 높으므로 하우스 내부의 전염원을 감소시켜나가고 일반살포작업이 곤란한 생육후기에 훈연제를 이용하는 것이

효과적이다.

이경우 잎뒷면에서의 효과가 떨어질 경우가 있으므로 정기적으로 예방하는 것이 필요하다(일주일 간격).

또 살충제로서는 번식력이 왕성하고 세대기간이 짧은 진딧물이나 응애를 대상으로 이용하고 있으나 잔효기간이 짧은 살충제가 많으므로 발생시기에는 혼연간격을 짧게하여(3일정도) 계속 사용하여야 한다.

약제의 사용량은 하우스의 크기나 작물의 繁茂度에 따라 다르나 이들의 조건에 맞추어 藥量設定의 기준을 달리하여야한다. 「싸-치」식 혼연은 하우스의 평균높이를 2m로하고 약량을 정하는데 작물의 생육초기나 하우스의 높이가 2m보다 낮은 하우스의 경우 약제를 20~30%정도 줄이도록하고 생육후기에는 20%정도 증가시키는 것이 합리적이다.

3) 煙氣의 擴散性

혼연입자가 하우스내의 작물에 균일하게 부착되기 위해서는 연기의 확산이 양호하지 않으면 안된다. 「싸-치」로서는 단지 가열에 의한 공기의 對流로 인한 확산이 이루어지므로 하우스내의 전체적인 확산은 좋지않다. 그러므로 300평크기의 하우스가 있다면 10~15개소의 혼연 처리점을 설치하는 것이 좋다. (1개

소 20~30평 기준). 기타의 혼연제로서는 발연은 양호하여 확산성은 좋으나 1개소당 많은 약량을 처리할 수 없기 때문에 역시 處理個所數는 「싸-치」式과 동일하다. 하우스의 구조와 확산과는 밀접한 관계가 있다. 즉 대형하우스는 확산성이 좋고 소형의 낮은 하우스나 터널형에서는 확산성이 나쁘다.

따라서 혼연개소수와 위치등에 충분히 주의하고 혼연장소는 통로를 이용하거나 하우스내의 中間部나 작물의 상부에 매어 달아서 사용하는 것이 좋다.

5. 燻煙의 효과

1) 發煙온도와 殺菌효과

몇가지 약제를 사용하여 발연도와 살균효과를 조사한 결과 적합한 온도는 200°C~400°C정도이다. 일부 약제에서는 400°C이상에서는 약제가 연소되는 경우도 있었다. 대체로 발연은 점화후 5~10분 이내에 혼연제의 종류에 따라 백색, 청색, 담갈색등의 연기를 내기시작하였고 발연 종료시간은 10~20분정도 이었는데 혼연온도별 살균효과는 표1과 같다.

2) 處理시간과 殺菌효과

혼연제의 처리시간과 살균효과를 보면 우선 煙霧粒子的 낙하속도와

表 1. 燻煙溫度와 胞子發芽抑制 効果(1965. 內野)

| 供 試 菌 | 溫 度 別 胞 子 發 芽 率 (%) | | | | |
|------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 120°C | 200°C | 300°C | 400°C | 500°C |
| 토마토 잎곰팡이 병 | 14% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 오이 흰 가루 병 | 19% | 0 | 0 | 0 | 0 |

※ 處理藥劑 : 데후단, 使用量 : 25mg/m³

表 2. 處理時間과 胞子發芽 抑制 効果(1965. 內野)

| 處理時間 | 토마토 잎곰팡이 병 | | | | | | 오이 흰 가루 병 | | | | | |
|------|---------------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|
| | 10mg/m ³ | | | 25mg/m ³ | | | 10mg/m ³ | | | 25mg/m ³ | | |
| | 120°C | 200°C | 300°C | 120°C | 200°C | 300°C | 120°C | 200°C | 300°C | 120°C | 200°C | 300°C |
| 5分 | % | 12 | 18 | 86 | 0 | 0 | % | 8 | 20 | 100 | 0 | 0 |
| 10分 | % | 7 | 3 | 85 | 0 | 0 | % | 5 | 13 | 70 | 0 | 0 |
| 20分 | % | 2 | 2 | 14 | 0 | 0 | % | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 |
| 30分 | % | 1 | 1 | 13 | 0 | 0 | % | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 |

※ 숫자는 胞子發芽率, 處理藥劑 : 데후단

일정시간내의 낙하량이 문제가 된다. <표 2>에서 보는바와 같이 처리시간의 經過에 따라 胞子發芽抑制効果는 높다. 병균의 종류에 따라서는 20분처리로서도 효과가 충분하나 30분정도의 처리로서도 충분하지 않을 경우가 있다. 이것은 약제의 종류, 처리온도 및 시간과 밀접한 관계가 있다.

3) 附着部位와 살균효과

煙霧粒子的 부착면에 따른 약효의 차이는 일표면이 뒷면이나 수직면보다 높았으나 일뒷면에서도 방제 효과

는 인정이 되었다.

表 3. 附着部位와 胞子發芽抑制 効果 (1965. 內野)

| 區 分 | 10mg/m ³ | 25mg/m ³ |
|-------|---------------------|---------------------|
| 표 면 | 5% | 0% |
| 뒷 면 | 61 | 7 |
| 수 직 면 | 23 | 5 |

※ 數值 : 發芽率.
供試菌 : 토마토 잎곰팡이 병.
發煙溫度 : 300°C.
處理時間 : 30分. 藥劑 : 데후단.

4) 하우스內的 場所에 따른 効果의 차이

비닐하우스내의 장소에 의한 胞子

發芽抑制効果는 <표 4>와같이 높이에 따라서 차이가 나타났다. 燻煙熱源이 중앙부에 있고 5분간 처리에서는 1m의 높이에서도 불충분하고 20분간 처리에서는 높은 위치에서 발아억제 효과가 높았으나 25cm의 아래쪽에서는 효과가 떨어졌다.

이것은 煙霧粒子는 하우스내부의 높은 곳에는 부착이 쉽고 따라서 약효가 우수하지만 아래쪽에는 부착상태가 나쁘므로 효과의 차이가 있다. 그러나 하우스의 중앙부나 외측에 따른 차이는 없었다.

表 4. 하우스內的 場所에 따른 効果의 차이(1965. 內野)

| 調 査 部 位 | 하우스內的 位置 | 5分 處 理 | 20分 處 理 |
|---------|----------|--------|---------|
| 1m 上 部 | 中 央 | 6% | 0% |
| | 外 側 | 1 | 0 |
| 50cm " | 中 央 | 15 | 0 |
| | 外 側 | 11 | 2 |
| 25cm " | 中 央 | 46 | 11 |
| | 外 側 | 35 | 12 |

※ 調査部位: 燻煙器 設置地點으로 부터의 높이에 있는 作物의 葉.
供試病: 오이 흰가루병胞子. 處理藥劑: 테우단 10mg/m³ 數值: 發芽率.

이상과 같이 비닐하우스의 훈연에 의한 병해충의 방제방법은 그 효과도 충분히 입증되는 새로운 방제방법임에 틀림없다.

그러나 부분적으로 식물체의 잎의 표면에 비해 뒷면이나 수직면에서는 효과가 떨어진다면, 작물의 부위별로 보아 상부에는 효과가 좋으나 하부에는 차이가 나는 문제점도

있으나 훈연방법은 일반관행의 살포방법에 비하여 간편하고 용이한 방법임으로 상호보완적인 방법으로 병용하면 어려운 비닐하우스내의 합리적인 방제방법이 될수있을 것으로 판단이되며 이러한 점을 고려하여 국내에서도 훈연제의 개발과 이의 방제체계가 수립되어야 하겠다.

