

**리포르**

殺虫劑의 작용기구 ①

**虫體 침입후 활성화거처 毒性增大**

## 殺虫作用의 일반적과정

서울대학교 농과대학 교수

최

승

윤

유기합성살충제가 개발돼 농작물 해충방제에 널리 사용되면서부터 살충작용기구(殺虫作用機構)에 관한 연구가 활기를 띠기 시작하였다. 살충작용은 살충제의 화학적, 물리적 성질 및 해충의 형태, 생태학적 연구와 그 밖의 여러 환경요인이 광범위하게 종합적으로 관여되고 있어 그 내용을 간단히 설명하기는 쉽지 않다.

그러나 살충제의 살충작용기구의 해명은 새로운 살충제의 개발은 물론 기존살충제의 개량 및 사용방법의 개선등 각 방면에서 유용하게 이용될수 있어 이에 관한 이해가 필요하다.

本誌에서는 살충제의 안전사용과 관련하여 (1) 살충작용의 일반적인 과정 (2) 살충제의 생리·생화학적 기작 (3) 살충제의 선택독성 (4) 살충제에 대한 해충의 저항성에관해 4회에 걸쳐 연재할 계획이다. 독자여러분의 많은 애독이 있으시길 바란다.

<편집자註>

살충제가 해충에 대하여 어떻게 작용하여 살충작용을 일으키는가를 밝히는 것을 일반적으로 살충기구

(殺虫機構)라 부른다.

살충제는 곤충체내의 침입경로(侵入經路)에 따라 경구적(經口的)인

소화중독제(消化中毒劑), 경피적(經皮的) 접촉제(接觸劑), 경기문적(經氣門的)인 훈증제(燻蒸劑) 등으로 분류하기도 하고 이들을 작용기구에 따라 물리적독제(物理的毒劑), 원형질독제(原形質毒劑), 호흡독제(呼吸毒劑), 신경독제(神經毒劑), 대사교란제(代謝攪亂劑) 등으로 분류하기도 한다.

### 살충제의 작용특성

유기합성 살충제가 개발되기 이전에도 소화중독제, 접촉제, 훈증제가 있었지만 그들은 한가지 살충제가 한가지 작용 특성을 지니고 있어 그 분류가 명확하였지만 유기합성 살충제가 나오면서 이와같은 작용특성에 따른 살충제의 분류는 명확성을 잃게 되었다.

#### 한 약제가 여러 작용특성 지녀

왜냐하면 오늘날의 유기합성 살충제는 한가지 살충제가 여러가지 작용특성을 지니고 있기 때문이다. 오늘날 가장 많이 사용되고 있는 유기인제(有機磷劑)들은 소화중독작용, 접촉독작용 및 훈증독작용을 지니고 있으며 게다가 어떠한 유기인제는 농작물에 침투이행(浸透移行)되어 독작용을 나타내고 있기 때문이다.

과거에 많이 사용하던 비산연(砒酸鉛)이나 비산석회(砒酸石灰)는 단지 소화중독작용만을 나타내었고 제충국제(除虫菊劑)와 같은 살충제는 단지 접촉독작용만을 나타내었다.

이상의 예와 같이 과거의 살충제와 현재의 유기합성 살충제와는 작용특성면에서 상당히 큰 차이를 나타내고 있다. 그래서 과거의 살충제는 적용범위(作用範圍)가 좁은 데 비하여 현재 사용되고 있는 대부분의 살충제는 적용범위가 넓은 것도 또 하나의 특색이라 하겠다. 이에 따라 과거의 살충제로서는 엄두도 내지 못하던 해충의 방제가 가능케 되었다. 즉 과거 유기합성 살충제가 나오기 이전의 살충제를 가지고서는 식물체 표면에 노출된 일부의 해충이 아니면 살충제를 뿌려 해충 방제 효과를 걸우기 어려웠지만 유기합성 살충제가 등장하면서 식물체 표면에 노출된 모든 해충의 방제는 물론, 잎이나 줄기 또는 뿌리와 같은 조직 속에 들어 있는 해충의 방제도 가능케 되었다.

#### 제제형태도 훨씬 다양해져

신살충제들의 작용특성이 다양해짐에 제제(製劑)의 형태도 과거보다 훨씬 다양해졌다. 현재 해충방제에 쓰이는 제제의 형태만 보더라도 유제(乳劑), 수화제(水和劑),

## □ 살충제의 작용기구 □

수용제(水溶劑), 분제(粉劑), 입제(粒劑), 미립제(微粒劑), 정제(錠劑), 연무제(煙霧劑), 훈연제(燻煙劑), 고농도미량살포제(高濃度微量撒布劑), 도포제(塗布劑), 훈증제(燻蒸劑), 분의제(粉衣劑) 등 그 종류 또한 다양 해졌다.

살충제의 작용특성면에서나 제제의 형태면에서나 상당한 발전을 보아 해충의 방제가 용이하게 된 것은 사실이지만 살충제의 사용자측에서 보면 유효적절한 살충제의 선택은 과거보다 훨씬 까다로워진 셈이다.

따라서 과거 어느때 보다 살충제의 사용에 관한 지식이 보다 필요하게 되었다고도 볼 수 있다.

즉 아무리 작용특성이 다양한 살충제라도 그 살충제 고유의 작용특성이 있기 때문에 그 살충제에 해당하는 해충에 적당한 농도, 적당한 양, 적당한 시기, 그밖에 각종 환경적 문제를 고려하여 사용하지 않으면 소기의 목적을 달성할 수 없을 뿐더러 해충방제의 현대적 개념에 어긋나는 살충제의 사용방법이 되고 만다.

### 효과 높을수록 사용에 세심한 주의

무기(武器)의 성능이 우수할 수록 큰 위험이 따르는 것과 마찬가지로 신살충제가 해충방제에 성능이 우수

한 무기라면 역시 보다 큰 위험이 따를.것은 뻔한 이치라 하겠다. 즉 해로운 곤충만을 무찌르고 이로온 곤충이나 그밖에 다른 생태계에 대해서는 아무런 해를 미치지 않게 사용해야 하는 것이 금후의 살충제 사용방법이라 하겠다.

이와 같은 방향에 부합된 살충제의 사용을 기하려면 더욱 더 살충제에 관한 지식이 요구됨은 당연하다.

## 약제의 虫体도달과정

살충력이 나타나려면 뿌려진 살충제가 우선 해충체에 살충에 필요한 약량이 어떠한 과정을 밟던지간에 도달해야 하고 다음에 곤충체내에서 독작용(毒作用)을 일으킬만한 약량이 작용점(作用點)까지 이르러야 함은 두말할 나위도 없다.

여기서는 우선 뿌려진 살충제가 충체에 이르는 과정만을 알아 보고자 한다. 앞에서 이미 지적한 바와 같이 신살충제는 그 작용특성이 다양할 뿐만 아니라 제제형태(製劑形態)도 다양하기 때문에 뿌려진 살충제가 충체에 이르는 과정 또한 다양하다.

### 토양·농작물 매체로 간접도달도

실제 농작물이 자라는 야외 포장 상태에서 뿌려진 살충제가 곤충체에

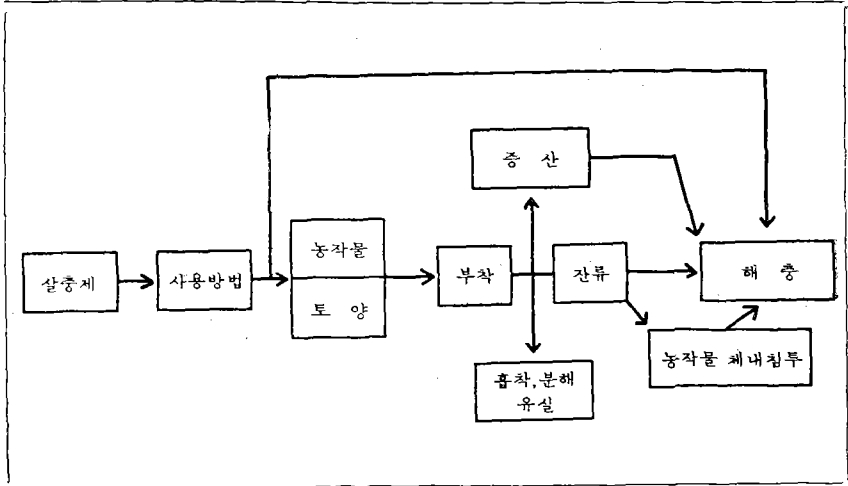


그림 1. 살충제가 충체에 이르는 과정

도달하는 과정은 실내실험에서와 같이 간단하지 않다. 물론 뿌리는 살충제가 충체에 직접적으로 도달하는 경우도 있지만 대개는 농작물(農作物)이나 토양(土壤)을 매개체로 하여 간접적으로 도달하는 경우도 있다. 살충제가 충체에 이르는 과정을 표시하면 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는 바와 같이 살충제의 사용에서 그들이 해충체(害虫體)에 이르는 과정은 몇가지 경로(經路)를 생각할 수 있다. 즉 농작물에 뿌린 살충제는 해충체에 직접 도달하는 경우도 있지만 농작물이나 토양에 부착, 잔류(殘留)되어 있다가 해충의 보행 또는 섭식활동(攝食活動)과 더불어 해충체에 옮겨 묻거나 막히게 된다. 또한 수도 해충의 방

제를 목적으로 뿌려진 입제(粒劑)의 경우는 살충제가 벽에 직접 부착될 뿐만 아니라 침투성 살충제의 경우는 뿌리나 엽초에서 흡수, 이행(移行)하기도 하고 살충제의 종류에 따라서는 가스화 되어 충체에 이르는 등 각종 경로가 있음을 엿볼 수 있다. 살충제의 종류에 따라서는 한가지 살충제가 이들의 복합된 경로를 거쳐 충체에 이르기도 한다.

여하간 이러한 과정을 거쳐 해충체(害虫體)에 이르게 되므로 뿌려진 살충제 모두가 해충체에 이른다고는 볼 수 없다.

#### 사용된 약제 일부만 虫體 도달해

왜냐하면 뿌려진 살충제는 여러가지 환경요인에 의하여 증산(蒸散),

□ 살충제의 작용기구 □

유실(流失), 흡착(吸着) 및 분해(分解)되어 가기때문에 살충제의 잔효력은 그의 이 화학적 성질과 환경요인(環境要因) 또는 사용방법에 따라 그 차이가 심하게 나타난다.

이와 같은 경로를 거쳐 해충체에 도달하면 곤충 체내에 있는 작용점까지 도달해야 하는데 그 침입경로를 보면 접촉제는 주로 곤충의 표피(表皮), 다리, 절간막 등을 통해 들어 가게 되고 소화충독제는 먹이와 함께 소화관(消化管)에 들어가게 되며 훈증제는 곤충의 기문(氣門)을

통해 들어 가는데 신살충제는 복잡한 경로를 거쳐 들어 가는 것이 많고 이들이 작용점(作用點)에 다달아 비로서 살충작용을 이르게 되는 것이다.

**작용점에 이르는 과정**

앞에서서도 지적한 바와 같이 뿌려진 살충제가 곤충체내의 작용점에 도달 할때까지의 경로는 살충제의 사용에서 곤충체표까지의 과정과 곤충체표에서 작용점까지의 과정으로

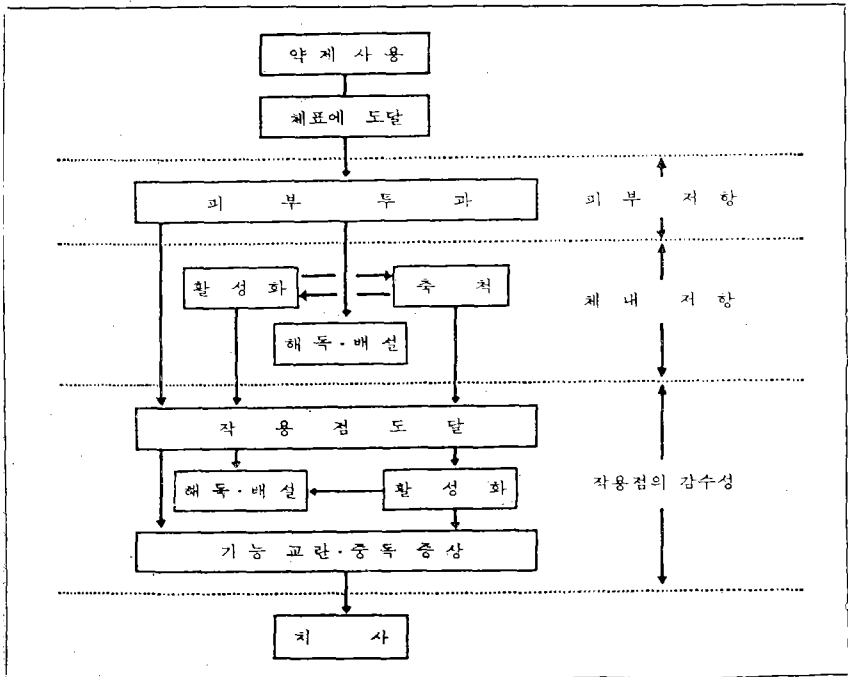


그림 2. 접촉제의 독작용과정

나누어 볼 수 있다.

살충제가 곤충의 체표에 도달 해서 체내에 침입하는 경로는 경피(經皮), 경구(經口) 및 경기문(經氣門)을 생각할 수 있다. 곤충 체내에 들어간 다음부터는 살충제의 종류에 따라서 어떤 살충제는 작용점에 이르기전에 분해해독(分解解毒)되거나 활성화(活性化)되거나 또는 어떤 특수한 기관(器管)이나 조직에 축적되기도 하고 배설(排泄)되기도 한다 이와 같은 과정의 한가지 예를 들면 그림 2와 같다.

그림 2에서 보는 바와 같이 뿌려진 살충제가 독작용을 발휘하기까지는 여러가지 저항을 끼치게 되므로 살충제에 의한 해충의 살충작용은 살충제가 지닌 독성에서 체내저항(體內抵抗) 또는 체내해독력(體內解毒力)을 제한 나머지에 의해서 일어나는 것이다.

예를 들면 작용점이 신경일때 신경섬유(神經纖維)에 살충제가 이르면 신경의 기능을 교란시켜서 중독증상을 이르고 나아가 곤충이 죽게되는 것이다.

신경기능의 장애는 어느 특정한 효소작용(酵素作用)을 저해하는 일도 있고 또는 신경막(神經膜)의 이온투과성(Ion 透過性)을 변화시키기 때문에 일어나는 경우도 있다.

그런데 살충작용은 살충제의 1차

적작용 외에 부차적으로 발생하는 2차적, 3차적 반응의 종합된 결과로 나타나기도 하므로 살충제에 의한 기능변화를 조사할 때는 무엇보다도 1차적 작용을 해명해 두는 일이 극히 중요하다.

접촉제의 경우는 그림 2와 같은 경로를 거쳐게 되는데 먼저 피부투파라는 장벽이 있어 피부저항을 받게되므로 곤충체표에 달한 약량이 모두 체내에 침입한고는 볼 수 없다

#### 체내 침입후에는 활성화 돼

체내 침입 후 체내저항(體內抵抗)으로서 활성화라는 단계가 있는데 이는 대부분의 유기인제에서 나타나고 있다.

예를들면 Parathion은 곤충체내에서 산화효소(酸化酵素)의 작용에 의하여 산화되면 Paraoxon으로 Sumithion은 Sumioxon으로 되어 강력한 콜린에스테라제(Cholinesterase)의 저해제로 변화, 독성이 증대하는 결과가 된다. 이와는 대조적으로 해독(解毒)의 경우는 DDT가 곤충체내 Dehydrochlorinase에 의하여 탈염산(脫鹽酸)되면 무독한 DDE (Dichlorophenyl, dicheoroethylene)로 분해된다.

또는 DDT가 곤충체내의 지방조직에 녹아 축적되는 예도 있다. 이와 같이 여러가지 과정을 거쳐 작용점

□ 살충제의 작용기구 □

에 도달하게 되는데 신경이 중요한 작용점이 되는 경우가 많다. 그래서 신경조직을 에워싸고 있는 신경피막은 어떤 종류의 이온이나 비전해질(非電解質)의 투과를 막는 일을 하기도 한다.

피막(被膜)을 투과한 후에도 살충제의 활성화, 해독작용은 계속 일어나며 최후에 작용점의 세포에 도달, 독력(毒力)을 발휘하게 되는데 이들은 살충제의 종류에 따라 특이한 중

독증상이 나타난다.

이들에 관한 생리, 생화학적인 이론에 관한 내용은 다음 호에서 다루기로 하고 여기서는 개략적인 내용을 다루었다.

**살충력과 환경요인**

이상 살충제를 뿌렸을 때 그 살충제가 충체(虫體)에 이르는 과정과 충체에서 작용점까지 이르는 과정을

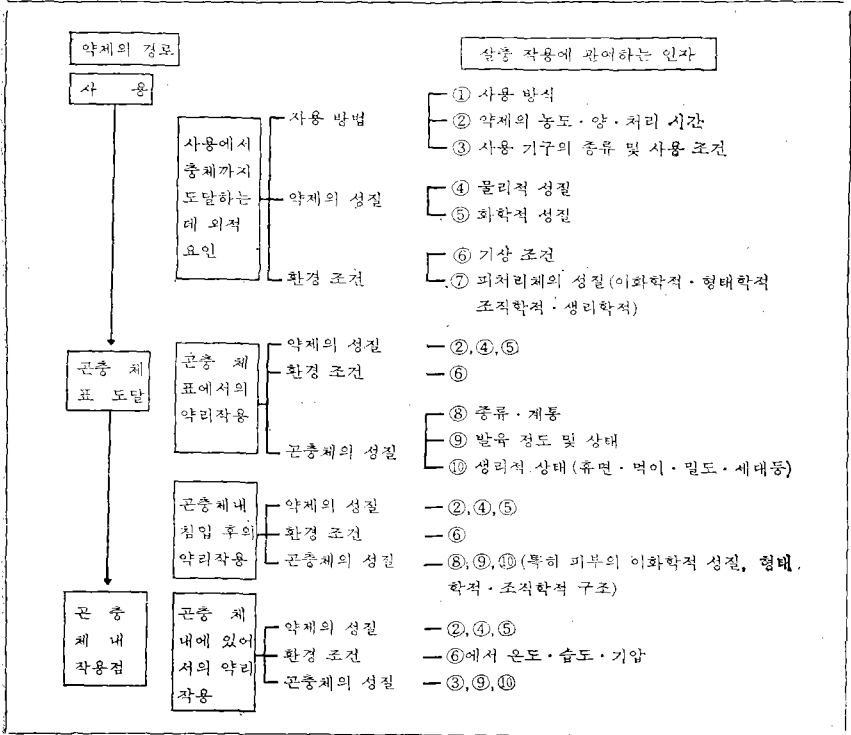


그림 3. 살충제가 작용점에 이르는데 관여하는 요인

개략적으로 알아 보았는데 이들의 과정을 지배하는 요인이 많으므로 같은 살충제라 하더라도 대상 충체에 대한 반응이 언제나 동일하게 나타나리라고 단정하기는 어렵다.

그림 3에서 보는바와 같이 살충제를 뿌려 곤충체내 작용점까지 이르는 데는 살충제의 사용방법, 살충제의 이화학적 성질 및 살충제를 뿌릴 때의 여러가지 환경조건의 지배를 받는다.

### 諸要因 충족시켜야 力價증진

아무리 독성이 강한 살충제라 하더라도 이들 여러가지 조건을 충족시켜주지 않으면 충체에 도달하는

살충제의 양이 충분치 못하게 되므로 살충력은 자연히 낮아진다. 충체에 도달한 살충제가 체표를 통하여 작용점에 도달하는데 있어서도 여러가지 요인이 관계하고 있기 때문에 그 과정, 또한 복잡하다. 해충 체표에 다달은 살충제의 이화학적 성질, 환경조건, 곤충체표의 성질 등에 따라 약리작용(藥理作用)을 달리한다. 일단 충체내에 들어간 살충제가 작용점에 도달하여 치사작용(致死作用)을 일으키는데도 마찬가지로 살충제의 이화학적 성질, 환경조건, 곤충체내의 생리적 특성에 따라 그 독작용의 발현에 차이가 생긴다.

<계속>

## 慶北農藥, 창립 24주년 맞아

### 「체육대회」 등 다채로운 행사로 친목도모

경북농약공업주식회사 창립 제 24주년 기념식이 지난 7월 12일 대구공장에서 현지 및 본사 전임직원이 참석한 가운데 성대히 거행되었다.

이날 하영석사장은 기념사를 통해 『온갖 어려운 여건하에서도 오늘의 경북농약으로 성장, 발전하게 된 것은 전 임직원의 땀의 결과』라고 그간의 노고를 치하하고 앞으로도 회사발전을 위해 맡은바 책임을 다해 줄 것을 당부했다.

이날 기념식이 끝난후에는 「사원친선체육대회」를 개최, 직원 상호간의 인화단결과 부처간의 우의를 굳게 다졌다.



◇ 기념사를 하고있는 하영석사장