

## 농약개발의 변천과정과 금후전망

### 제1부

# 살충제와 살균제

한 성 수

원광대학교 농과대학 교수

급진적인 인구증가에 따라 세계 인구는 현재 50억을 넘어서고 있다. 년1.8%의 증가를 예측할 때 서기 2000년경에는 약 63억으로 예상되어 식량증산을 위한 새로운 기술의 연구개발은 끊임없이 이루어져야 한다.

굶주림을 해결하기 위하여 식량 확보 내지 식량증산은 아무리 강조해도 지나치지 않는다. 이를 위해서는 여러 가지 방법이 있겠으나 농약을 사용하여 병, 해충, 잡초를 방제하는 것이 가장 효과적이고 경제적인 방법이라는 것은 누구나 잘 알고 있는 사실이다.

실제로 그동안 농약이 식량생산에 기여한 공헌이 얼마나 컸는지 일일이 열거하지 않아도 알 수 있다. 농약은 현대농업에 있어 없어서는 안될 필수 영농자재임이 분명하지만 일부 환경학자, 소비자 단체, 유기농업 주창자들에 의해 식량증산에 기여한 공헌을 무시당한 채 공해요인만을 지적당하고 있는 현실이다. 이러한 현실에도 불구하고 한정된 농경지에서의 식량증산과 경제적인 영농을 위해 농약은 끊임없이 개발되어 실용화할 것이 확실하다.

이 글에서는 유기합성농약 개발



이전에 사용되었던 농약들은 역사적 배경에 따라 검토하였고, 유기합성농약시대의 농약들은 우리나라에서 실용화되었던 주요 농약들을 중심으로 원제개발년도를 기초하여 농약개발의 역사적 변천과정을 검토하였으며 끝으로 농약개발의 금후전망을 살펴보았다. 1부와 2부로 나누어 2회연재한다. 제1부에서는 살충제와 살균제 개발의 변천과정을, 다음호에 소개할 제2부에서는 제초제와 살응애제 및 살선충제 개발의 변천과정과 농약개발의 금후전망을 간략히 다루어 본다.

## 1. 살충제 개발의 변천과정

기원전 부터 1850년경 까지는 해충방제에 황(기원전 천년경), 비석(900년경), 고래기름(1670년경), 연초분(1680년경), 제충

국분(1800년경) 등의 천연산 물질들을 개발 이용하였다고 할 수 있다. 1815년 석유유제가 개발되어 1880년 미국의 감귤농장 깍지벌레 방제용으로 사용되었다. 1820년 경에는 비소제가 개발되어 감자의 잎벌레 방제에 성공하여 그후 아비산, 아비산납 등이 개발, 활용되었다.

### 니코틴 로테논등 천연물농약

천연물 농약은 담배를 살충제로 사용한 1690년경부터이나 1828년 담배의 살충성분인 니코틴을 순수 분리 하는데 성공, 니코틴제 농약 개발이 이루어지게 되었다. 또한 테리스 뿌리를 나방류의 애벌레 방제에 사용한 후 1892년 테리스 뿌리의 살충성분을 분리하여 로테논제 농약개발의 발판을 마련하였다. 1800년대 말에는 디니트로페놀계 화합물과 이황화탄소가 살충제와 저곡해충약으로서의 효과가 각각 인정되었다. 이 시기에 이어서 1904년 니코틴의 합성에 성공하여 1910년에는 황산니코틴이 살충제로 개발 이용되었다.

### 디디티로 시작된 유기합성제

유기합성 살충제가 본격적으로

개발되어 사용된 것은 유기염소계 살충제인 디디티가 1874년 Zeidler에 의해 합성되어 1939년 P. Muller에 의해 살충력이 인정돼 위생용으로 사용되다가 1945년 이후 농업용 살충제로 사용한 것이 효시이다. 이어서 1825년 Faraday가 합성한 비에이치시 이성체 중 가장 살충력이 강한  $\gamma$ -이성체가 살충제로 개발되었다. 이들 약제는 우리나라에 1960년경에 소개되어 활용되다가 환경중 잔류성 및 인축에 대한 만성독성의 우려로 디디티는 1972년, 비에이치시는 1979년에 각각 제조 및 사용금지되었다. 1945년 이래 유기염소계 사이클로디엔 화합물인 엔도설판, 헵타크롤, 알드린, 디엘디린, 클로르단 등이 개발 사용되었으나 현재 엔도설판만이 우리나라에서 사용되고 있는 유일한 유기염소계 살충제이고 다른 약제는 모두 제조 및 사용금지되었다.

### 가장 많이 개발된 유기인계

무기화합물인 인화알루미늄은 1930년에 개발되어 1970년에 우리나라에 소개되어 저곡 해충방제용으로 사용되었다. 유기인계 살충제는 1942년 독일의 Schrader가

살충성 유기인 화합물인 헤트프(HETP)를 합성하면서 부터 비롯되었다. 이것이 유기인계 농약 개발의 시초가 되었고 생리활성이 높은 이 계통의 합성연구가 활발하게 이루어졌다. 현재 살충제중 가장 많은 제품이 개발된 화학구조계통이며 우리나라에 소개된 살충제들만도 40여종이다.

### 최근에 다양한 용도로 개발

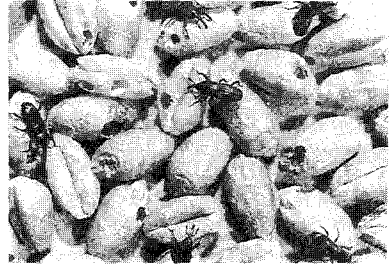
파라치온은 1944년 Schrader에 의해 최초로 합성되어 1945년 실용화되었고 우리나라에는 1967년 소개되어 사용되었으나 맹독성농약으로 사용범위가 제한된 농약이다. 이후 1949년 이피엔이 개발되어 1958년 우리나라에 소개되었다. 1950년 이후 마라치온, 디크롤보스, 다이아지논, 치오메톤, 디설포톤, 펜치온, 바미도치온, 메카밤 등 14여종, 1960년 이후 페니트로치온, 펜토에이트, 클롤펜빈포스 등 17여종, 1970년 이후 5여종의 화합물이 1960~1984년 사이에 우리나라에 소개된 유기인계 살충제이었다.

이와 같이 유기인 화합물은 주로 살충제로 개발되어 실용화되었으나 최근에는 살균제, 제초제,

살서제, 살선충제, 살웅애제, 식물생장조절제, 살충공력제 등으로도 다양하게 개발되고 있고, 실용화되지는 않았으나 화학불임제로도 개발되었다.

### 카바라콩과 바다갯지렁이

카바메이트계 살충제의 기원은 1925년경에 구조가 밝혀진 콩과식물의 일종인 카바라콩의 독성분인 파이소스티그민(메칠카바메이트 화합물)이 곤충의 아세틸콜린 에스테라제(AchE)를 저해한다는 것이 밝혀지고, 1947년경 시바-가 이 기사에서 방향족 카바메이트 화합물이 살충성이 있음을 발견한 이래 1950년 피로람, 이소란, 디메탄을 개발한 것이 시발점으로 되어 있다. 우리나라에 소개되어 사용된 카바메이트계 살충제는 10여종 이상이다. 1956년 유니온 카바이드사가 세빈이라는 이름으로 개발한 카바릴이 1969년 우리나라에 소개되었고, 이후 프로폭사(1959)가 개발되었다. 1962년에 밧사라는 이름으로 개발된 비피엠시는 유기인계 살충제와의 혼합제로 10여종이 개발되어 우리나라에 소개되었다. 기타 카바메이트 살충제들은 1965~1970년 사이에



개발, 1970~1983년 사이에 우리나라에서 실용화되었다. 1965년 다케다 케미칼사에 의해 파단이라는 이름으로 개발된 칼탑은 바다갯지렁이 체내의 독성분인 네레이스톡신의 구조를 변화시켜 개발한 약제로 1969년 우리나라에 흑명나방 방제용으로 실용화되었다.

천연식물성 관련 합성피레스로이드계 살충제는 1949년 제충국제의 한 성분인 씨네린의 합성에 성공함과 동시에 1950년 천연피레스린 유사화합물로 알레트린이 합성되었고, 그 후 연구개발에 의해 10여종 이상의 합성피레스로이드계 살충제가 개발되었다. 우리나라에는 1972년에 개발되어 1980년에 소개된 펜발러레이트를 시초로 데카메스린(1974년)과 사이퍼메스린(1975)이 개발되어 1980년에 사용되었고, 이후 1976년과 1983년 사이에 7종정도의 합성 피레스

로이드 살충제가 연이어 등록되어 1984년~1987년 사이에 사용되었다.

## 화학불임제와 발육저해제

1915년에 개발되어 1974년 흰 불나방 방제용으로 우리나라에 소개된 세균제제 살충제인 BT제를 제외하고 우리나라에서 실용화되지는 않았으나 외국에서 실용화된 농약들에 대한 그 개발과정을 간단히 살펴보면 최근 강력한 살충력을 보인 항생물질인 Nihkomycin은 거의 성공적인 개발단계에 있으며, *Bacillus popillae*는 굼벵이 방제용으로 실용화되었다. 1954년 방사선 처리로 소의 기생파리 방제에 성공한 후 현재까지 화학 불임제에 의한 해충방제법이 연구되었고, 지금까지 제품도 apha-mide, apholate, tepa, metopa 등이 있으나 인축에 대한 독성이 강하여 실용성이 문제되고 있다.

1960년 후반부터 개발되어 실용화되기 시작한 곤충발육저해제중 유약호르몬의 유연화합물로 합성 개발된 methoprene과 kinoprene이 있고, 1970년대부터 개발하기 시작한 탈피저해제로 diflubenzu-raon, trifluron 등이 있다. 성페

로몬의 개발이용으로서는 현재 나방류, 딱정벌레류, 노린재류 등의 주요 해충방제에 수십개의 성페로몬을 개발하여 실용화하고 있다.

## 2. 살균제 개발의 변천과정

18세기경 원시농약시대에는 승홍과 황산동이 살균제로 사용되었다. 중금속류의 살균효과는 옛부터 잘 알려진 것이다. 식물병해 방제제로서 중금속원소의 이용은 구리화합물이 그 효시이다. 1885년 프랑스의 Millardet가 포도 노균병 방제에 황산구리와 석회의 혼합물인 무기 구리제 보르도액이 유효함을 발견한 이래 현재까지 광범위하게 사용되고 있는 보호살균제이다. 유기구리제로는 1946년 개발된 옥신쿠퍼(옥시동)가 1981년 우리나라에 등록되어 사용되고 있다. 수은제는 종자소독제로 승홍이 1900년 이전부터 사용되어 오다가 1914년부터 Riehm에 의해 클로로페놀수은이 개발되어 1915년 시판된 것이 유기수은제의 시초이고 우리나라에서는 1927년부터 사용되었으나 잔류독성 때문에 1978년 이후 생산 및 사용금지되었다.

이밖에 유기수은제는 세레산석회, 피엠에이, 피티에이, 피티에이비, 메루크론 등 여러 종류의 것이 종자소독약 또는 도열병 방제용으로 사용되었으나 환경 및 식물체내 잔류와 인축에 대한 독성문제로 1969~1977년 사이에 생산 및 사용금지 되었다.

### 유기황계 살균제들

황이 농약으로 사용된 것은 기원전 부터라고 하나 살균제로서는 1881년 프랑스의 Griosn이 석회황합제를 만들어 포도 흰가루병 방제에 사용한 것이 시작이다. 우리나라에서는 1910년대에 과수 흰가루병과 붉은빛무늬병 방제에 실용화되었다. 이 약제는 1950년대까지 주로 과수휴면기 살포제로 자가조제를 하여 사용하였지만 그 후 제폭화되어 현재까지 사용하고 있다. 유기황계로는 치오카바메이트계 살균제가 대부분으로 1931

년 듀폰사가 개발한 치람을 우리나라에서는 단제로 사용치 않고 베노밀, 톱신-엠과의 합제로 벼종자소독용으로 사용하고 있다. 이후 퍼밤(1942), 지네브(1943) 등의 유기황계 농약개발이 속출되었고 우리나라에는 치람, 상케루, 지네브, 마네브 등 7종 이상이 소개되었다.

### 유기염소계와 퀴논계등

유기염소계 살충제로는 1930년 바이엘사가 개발한 키토젠(피시엔비)이 1969년 우리나라에 소개되어 잘록병, 토양살균제로 사용되었다. 이후 크로로타로닐(1963), 피시피(1964), 프라사이드 등이 개발되어 우리나라에서 탄저병, 도열병 등 방제에 사용되었으나 유기염소계 농약의 인축 및 환경의 독성문제로 생산 및 사용금지된 것이 대부분이다.

퀴논계 살균제는 디크론이 1943년에, 디치아논이 1962년에 개발되어 1975년에 우리나라에 소개되었다. 디니트로페놀계 디노캡은 1946년 롬앤드하스사에 의해 개발되어 1979년 과수 흰가루병 방제용으로 우리나라에서 사용되었고, 1949년에는 헤테로환식 질소



화합물인 흘멧이 개발되어 1977년 사용되었으며, 그 후 개발된 농약 중 켈탄(1952), 겐타폴(1961)을 포함 6종이 우리나라에서 탄저병, 잣빛곰팡이병 방제용으로 사용되었다.

### 유기인계와 침투성살균제

유기인계 살균제는 1965년 아이비피가 개발되어 에디펜포스(1968)와 함께 우리나라에는 1969년에 벼도열병 방제용으로 소개되었다. 1971년 개발된 피라조포스는 1977년 우리나라에 흰가루병 방제용으로 등록되었다.

침투성 살균제는 1965년 이후에 다양한 화학구조로 개발되었다. 기본구조로 볼 때 아실아라닌류, 벤즈이미다졸류, 카복스아마이드류, 피리미딘류, 모포린류, 피리딘류, 이미다졸류, 트리아졸류 등에 속한 많은 살균제가 개발되어 우리나라에는 20여종 이상이 소개되었고 일부 방제하기 어려운 병의 방제에 획기적인 계기가 되었다고 할 수 있다. 요소계 펜시쿠론과 벤즈아니라이드계 푸루토라닐은 최근에 개발된 살균제로 우리나라에는 1984년과 1985년에 각각소개되어 벼 잎집무늬마름병

방제약으로 쓰이고 있는 최신의 침투성 살균제이다.

### 농용항생물과 혼중소독제

농용항생물질로서는 1944년 의약용으로 개발된 스트렙토마이신이 1953년 농업용 살균제로 개발·실용화되어 우리나라에는 1974년에 감귤의 궤양병 방제용으로 사용되었다. 이후 브라스티사이딘-에스(1958), 포리옥신(1965), 가스가마이신(1966), 바리다마이신(1972) 등의 농용항생물질이 살균제로 개발되어 우리나라에는 벼도열병, 벼 잎집무늬마름병 방제용으로 쓰이고 있다.

기타 살균제로 크로로피크린은 1908년 살충제로 사용되었으나 1948년 살균제로 개발되어 단독 사용 보다는 타 약제와 혼합제로 창고등의 혼중소독제, 살선충 및 토양전염성 병해방제에 널리 사용되었다. 메칠브로마이드는 1932년 Coupil이 살균효과가 있음을 보고한 이래 창고의 혼중제로 개발, 실용화하였고 1940년부터는 토양혼중제로 사용하였으며 우리나라에는 1979년에 소개되어 곡물 저장창고 소독용으로 쓰였다.

<다음호에 계속>