

우리나라 농약의 변천사

(리) (포) (트)

살균제를 中心으로

서울시립대학교수 · 이 두 형

살균제가 어느 시대부터 사용되어 왔는지는 확실한 기록이 없어 알 수 없으나 농사가 시작된 오래 전부터 재배된 작물을 병으로부터 보호하기 위하여 사용되었으리라는 것은 쉽게 상상할 수 있다. 19세기 이전에 사용된 살균제로서는 황(黃)에 의한 훈증, 승홍(昇汞) 및 황산구리(黃酸銅)에 의한 종자소독 등이라고 추정할 수 있으나 우리나라에서의 확실한 기록이 없어 무엇이라 말 할 수가 없다. 우리나라에서의 과학적인 영농방법이 시작된 것은 1905년 이후 권업모범장의 연구 결과가 발표되기 시작하면서부터라고 말할 수 있다. 따라서 살균제의 변천과정을 1945년을 전후로 나누어 작물과 주성분에 따른 적용범위와 사용상의 문제점 등을 중점적으로 다루기로 한다.

1. 1945년 이전의 살균제

종자소독제 및 훈증제 : 주로 승홍($HgCl_2$)과 포르말린(Formalin) 등을 종자소독제로 사용하였으나 약해 등의 문제점이 있던 중 Riehm(독일 · 1914)에 의해서 Chlorophenol mercury가 맥류 감부기병에 효과가 있음이 밝혀지고, 독일의 Bayer사가 1915년 우스프룬(Uspulun)이란 상품명으로 유기수은제를 시판하면서 우리나라에서는 면화, 벼, 맥류, 콩 등의 종자를 소독하기 위해서 1920년대부터 사용하기 시작하였다.

우스프룬은 나중에 침지용 유기수은 제 제 1호라는 상품명으로 우리나라에서 판매되기도 하였다. 그후 메르크롱(Mercron)이 일본(1938)에서 개발되었는데 1645년 이후에는 침지용 유기수은제 제 2호, 리오겐(Riogen)이란 이름으로 판매되었다. 메르크롱과 주성분이 같은 세레산은 도말용 유기수은제로 보급되었다.

토양소독과 묘목의 소독을 위해서는 1차대전 중 독가스로 사용되었던 클로로피크린(Chloropicrin)도 있으나 우리나라에서는 주로 포르말린이 1910년 이후부터 사용되었던 것으로 보인다.

살포제 : 약제살포의 대상 작물로서는 벼, 과수류, 채소류, 사탕무우 및 면화 등이 주였으며, 살포 약제로서는 구리제(銅劑) 및 황제(硫黃劑) 등이었다.

살균제의 왕, 석회보르도액

구리제인 석회보르도액은 프랑스의 보르도 대학 교수인 밀라르데(Millardet, 1885)가 수년간의 연구 끝에 개발한 무기살균제(無機殺菌劑)로서 우리나라에서는 1910년대부터 과수에서 사용되어 왔다. 그후 이것이 각종 농작물의 병의 예방에 유효하다는 것이 증명되어 소위 만능 약제로서 살균제의 왕좌를 차지

하게 되었다. 이 약제의 개발 당시는 높은 농도(1두식 석회 배량)로 사용되었기 때문에 특히 약해가 많이 나타났던 것으로 생각되는데 우리나라에서는 1935년 이후 사과 탄저병에 대한 이 약제의 농도, 살포 회수 및 시기 등에 중점을 두어 연구하여 현재로서는 사과나무에 대해서 8두식 과석회 보르도액으로 흔히 사용한다.

1926년 경북, 전북 및 황해도 미작지대(米作地帶)에서 도열병이 심하게 발생한 다음 약제살포에 대한 연구가 많이 이루어졌다. 공식 약제는 석회보르도액과 구포이드(Gupoid) 등이었으며, 그후부터 실용화되어 사용하였다. 또 면화의 각종 병을 방제하기 위해서는 1910년대부터, 사탕무우 갈색무늬병(褐斑病)의 방제를 위해서는 1920년대부터, 채소류의 각종 병을 방제하기 위해서는 1930년대부터 석회보르도액이 사용되었다.

보르도액의 발견에 의해서 구리화합물의 살균력이 밝혀지자 보르도액의 대응 약제로서 염기성염화동($\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$)인 왕동(王銅), 규산동($\text{CuSiO}_3 \cdot \text{CuCO}_3 \cdot \text{CuSiO}_3$)인 구포이드(Gupoid) 등이 1910년경부터 시판되었다.

황(硫黃)이 농약으로 사용된 것은 오래전부터라고 생각되는데, 살균

제로서는 프랑스의 그랭송(Grison, 1851)이 처음으로 황과 소석회의 혼합물을 끓여서 소위 석회황합제(石灰硫黃劑)를 만들어 포도 흰가루병 방제에 사용한 것에서 비롯된다. 그후 1885년 미국에서 현재의 석회황합제의 전신인 황과 석회의 합제(合劑)를 만들어 과수의 병해충 방제용으로 사용하였다. 우리나라에서는 사과나무의 흰가루병이나 배나무의 붉은별무늬병 방제를 위해서 1910년대 후반부터 연구가 시작되었고 실용화된 것은 그후이다. 특히 각종 과수와 정원수의 휴면기 살포제로서 농민들로부터 애용되었고 현재도 많이 사용되는 약제이다. 이 약제는 월동해충의 방제에도 효과가 있다.

2. 농약관리법 시행 이전

이 기간에도 우리나라에서 주로 사용된 살균제는 황(硫黃)을 주성분으로 하는 무기약제(無機藥劑), 석회보르도액 등이 과수 및 채소 등 원예용으로 주로 사용되었는데 황산구리(黃山銅)나 황(硫黃)이 모두 수입(輸入)에 의존하였다.

중자소독제로는 침지용 유기수은제 제 1호 및 제 2호 외에 스파곤(Spergon) 아라산(Arasan) 등이 1948년경부터 벼, 맥류, 콩, 수수 및 땅콩 등 곡류(穀類)의 종자에 대해서 사용 가능성이 검토되었으나 그

후에도 유기수은제 이외에는 시판되는 것이 없었다.

이 시기에 특기할만한 것은 페닐삭산수은(PMA)을 주성분으로 한 도말용 유기수은제, 침지용 유기수은제 및 살분용유기수은제가 주로 도열병 방제용으로 몇 농약제조회사에 의해서 생산 판매되었다는 것이다. 1954년에는 약 400톤이던 것이 1957년에는 약 3,000톤으로 증가되었고 유기수은제의 소비에 있어서도 2,500톤이나 되었다. 이와 같이 도열병방제약제인 유기수은제의 소비량이 해마다 늘어나게 된 것은 다비밀식(多肥密植) 등 벼 재배법의 개선에 의한 도열병 발생의 증가와 살균제의 약효가 농민에게 인식 되었기 때문이라고 생각한다. 유기수은제의 사용량이 급증되면서 사용상의 문제점을 보완하기 위하여 그 동안 제제(製劑)의 형태에 관한 연구 끝에 1963년부터 살포용 유기수은제(유제)를 생산하게 되었다. 유기수은제의 국내 생산은 1964년 약 20,000톤을 정점으로 줄어 들기 시작하였는데 이것은 1965년 일본에서의 소위 미나마타병(水俣病)이 유기수은에 연유된 것이 밝혀진 것과 도열병용 항생제가 수입 보급되면서였다. 한가지 특기할 것은 1962년에는 심한 가뭄 후에 도열병이 크게 발생하여 흉작(凶作)이었고, 1963년에는 봄 장마로 인해서 맥류에 붉은곰팡

이병(赤黴病)이 유래없이 대 발생하여 흉작이었던 것 등이 유기수은제 생산량을 증가시킨 원인이었다. 유기수은제의 생산량이 1950년대와 1960년대 우리나라 전체 살균제의 주종을 이루었던 것은 값이 싸고 효과가 확실하였기 때문이며 벼의 재배면적이 또한 넓기 때문이었다.

합성살균제, '30년에 시작

합성살균제(各成殺菌劑)에 관한 연구는 1930년에 들어서면서 이루어졌는데, 미국의 티스달(Tisdal)과 윌리엄스(Williams)가 1934년에 유기황제(有機黃劑)인 디치오카바메이트의 살균력을 발견함으로써 비롯된다. 그후 골드워디(Goldworthy, 1942)는 디알킬아민계 유기황제인 파밤(Ferbam)을, 다이아몬드(Diamond, 1943)는 알킬디아민계 유기황제인 나밤(Nabam)을 개발하였다. 흰가루병의 특효약제인 디피씨제(DPC, Karathane)가 미국 롬엔드하스(Rhom and Hass)에서 1945년에 개발하였고 캡탄(Captan)이 1949년 미국에서 개발되어 Kittleson(1952)에 의해 많은 연구가 이루어졌다. 또 유기합성 중자소독제인 클로라닐(Chloranil)이 1937년 미국의 유에스알(U.S.R)사에서 개발되어 스파곤(Spergon)이란 상품명으로 시판

되었고, 1943년에는 역시 미국의 유에스알사에서 다이클론(Dichlone)을 개발하여 파이곤(Phygon)으로 시판하였다. 우리나라에서는 파밤(피메이트)과 캡탄(오소싸이드)이 1955년 유기합성살균제로서는 처음으로 미국 원조에 의해서 수입되어 시판되기 시작하였고 1958년에는 지베브(다이센 Z-78)가 수입되어 시판되기 시작하였는데, 이들은 주로 원예용살균제로서 널리 사용되었다.

3. 1958년 이후의 살균제

영농 수단이 과학화 됨에 따라 수입 또는 제조하기 시작한 농약의 품질 보장을 목적으로 1957년 8월 농약관리법이 법률 제 445호로 공포되고 농약관리법 시행규칙이 1958년 1월 공포되었다. 1959년 11월에 새로운 농약의 수입 및 제조허가를 위해서 시험위탁취급 요령이 농업시험장에서 제정되어 위탁시험제도가 농촌진흥청 관계기관에서 실시되었다. 1967년 7월부터는 농약검사를 국립농업자재검사소에서 관장하여 오다 1978년 4월부터는 국립농업자재검사소장이 농촌진흥청 등 국가시험연구기관에 위탁할 수 있도록 하였으며 1981년 4월부터는 현 농약연구소로 설립하여 농약품목고시를 위한 시험과 새로운 농약의 개발을 위한 연구를 하도록 농약관리법을 개정하였

다. 초기에는 개발 농약의 품질관리가 주 임무였으나 현재에는 안전사용과 환경관리에 관해서도 철저히 기하도록 하였다.

이 시기에 있어서의 살균제의 개발은 벼의 병을 방제하기 위한 것과 원예작물의 병을 방제하기 위한 것으로 크게 나눌 수 있다. 벼의 병은 도열병, 잎집무늬마름병 및 흰빛잎마름병 등이다. 벼도열병 방제약제로서 약효가 탁월한 유기수은제는 환경오염 때문에 중자소독용을 제외한 경엽살포제(莖葉撒布劑)로서는 1970년부터 그 사용을 금지하기에 이르렀다.

유기수은제와 대체시기

이와 같은 조치에 앞서 1964년 이후 도열병 방제약제로 브라스티사이드-에스(Blasticidin-S), 가스가마이신(Kasugamycin) 등의 항생제, 키타진(Kitazin), 히노산(H inosan) 등의 유기인제(有機燐), 유기염소제(有機鹽素劑)인 브라스틴(Blastin) 및 라브사이드(Rabcide) 등이 수입되면서 유기수은제와 대체되기 시작하였다.

브라스티사이드-에스(Blasticidin-S, Bla-S)제는 일본(1958)에서 개발한 약제로서 토양 중의 *Streptomyces griseochlomogenes*라는 방선균(放線

菌)의 배양액에서 분리한 물질을 연구 개발한 것이며, 가스가마이신(Kasugamycin)도 일본의 우메자와(梅澤, 1965) 등이 토양에서 분리한 *S. Kasugaensis*의 배양액 중에서 발견한 항생물질이다. 히노산(Hinosan)제는 바이엘(Bayer)사에서 1967년에 개발하였으며, 키타진(Kitazin, 1965), 브라스틴(Blastin) 및 라브사이드(Rabcide, 1971) 등은 일본에서 개발하여 실용화된 것들이다. 벼 잎집무늬마름병(紋枯病)의 방제약제로서는 1960년 튜제트(TUZ)를 비롯하여 네오아소진(Neoasozin) 바리다마이신 에이(Validamycin A) 폴리옥신(Polyoxin) 등이 수입되어 쓰이고 있다.

유기비소제 紋枯病에 주목

유기비소제인 튜제트(Tuzet)는 독일 바이엘(Bayer)사에서 1956년 과수의 살균제로 개발시킨 것인데 튜제트 중에 함유되어 있는 우르바지프(Urbazid)가 잎집무늬마름병에 특효를 나타냄이 밝혀지게 되자 유기비소제는 잎집무늬마름병 방제제로 주목을 끌게 되었다. 네오아소진제는 1967년부터 수입하여 사용하기 시작하였고, 폴리옥신(Polyoxin, 1965)과 바리다마이신(Validamycin, 1966)과 같은 항생제도 일본에서 일

집무늬마름병의 특효약으로 개발한 것들이다.

벼 흰빛잎마름병(白葉枯病)의 방제약제로서는 1971년 페나진(Phenazin)제가 수입되어 쓰이기 시작하였고, 상케루(Sankel, Medi), 테람(Teram, Shirahaen) 등이 현재 쓰이고 있다. 대체로 벼의 병 방제약제는 대부분이 일본에서 1960년대 이후에 개발된 것으로서 원제(原劑)를 수입하여 우리나라에서 제조한 것이 많다.

병해충 중에는 그 발생시기가 대체로 일치되는 것이 많으며, 병 중에도 같은 시기에 동시에 발생하므로 몇가지 성분을 혼합해서 방제작용을 할 경우 노력(勞力), 시간 등을 절약할 수 있는 이점(利點)이 있어 혼합제의 개발이 요구되어 왔다. 도열병·잎집무늬마름병약인 가스아소진(Kasuasozin), 도열병·이화명나방 약인 가스치온(Kasuthion), 히노바이깃드(Hinobaycid), 파단라브사이드(Padanrabicide), 도열병·멸구약인 키타밧사(Kitabassa) 등이 1978년 이후 개발되어 사용되고 있다.

항공방제 '70년에 처음 실시

1970년에는 벼의 병해충 방제를 위해서 항공방제(航空防除)가 처음

으로 시도되었는데 이때에 사용된 농약 35.8톤과 살포비용을 전부 국고(國庫)에서 지원했다고 한다. 이때 사용된 목도열병 방제용 살균제는 가스가민, 부라에스 및 키타진 등이었다. 항공방제는 살균제의 농후살포(濃厚撒布)에 관한 연구에 촉진제 역할을하게 되었고, 살포방법 개선의 계기가 되기도 하였다. 또 1974년 부터는 입제(粒劑)가 도열병 방제에 쓰임으로써 방제방법 개선에 도움을 주었다는 것도 특기할 만하다.

원예작물의 병 방제약제로서는 파밤, 켈탄 및 지네브제 이어 1960년부터 튜제트, 카라칼(Karathane)등이 수입되기 시작하였다. 1950년 이후 과수의 병 발생 현황을 보면 사과 탄저병, 사과 부탄병, 사과 반점낙엽병, 사과 부패병 등으로 그 중요도가 바뀌었고, 배나무 검은별무늬병(黑星病)과 붉은별무늬병(赤星病) 복숭아세균성 구멍병(穿孔性 細菌病), 포도 만부병 등이 과수의 중요한 병이다. 따라서 이들 과수병을 방제할 수 있는 약제개발에 시험연구기관이나 농약회사에서도 주력하게 되었다. 그 결과 1963년에는 팔탄(Phaltan)의 수입, 1964년에는 마네브(maneb)제인 다이센 엠-22(Dithane M-22), 지마네브(Zimaneb)제인 다이센 엠-45(Dithane M

-45) 등이 수입되어 실용화 되었다. 또 1965년에는 디포라탄(Difolatan)과 델란(Delan) 등이 수입되기 시작하였고 원제(原劑)를 수입해서 국내에서 증량제를 넣어 가공하는 종류 수도 점차적으로 늘기 시작하였다. 또 파수의 휴면기 살포제인 석회황합제가 1963년부터 생산하기 시작하였고 휴면기의 병균에 대한 효과가 탁월한 피씨피(PCP)도 1966년부터 수입되어 석회황합제와 혼합 사용할 수 있게 되었다. 그 동안 수입에 의존하던 황산구리(1965)와 수화황제(水和硫黃劑, 1966)가 국산화되어 보급되기도 하였다.

살균제의 약효를 보면 대상병의 적용범위가 넓은 것이 있는가 하면 극히 선택성이어서 적용범위가 아주 좁은 것도 있다. 그 대표적인 것이 흰가루병 방제약제라고 할 수 있다. 예컨대, 트리포르린(Triforin), 아푸칸(Afugan), 스팟트(Spat) 및 카라센(Karathane) 등이며, 또 흰가루병과 응애를 동시에 방제할 수 있는 아크리짓(Acricid), 벤마이트(Benmite), 다이카(Dikar) 등이 1970년 이후 개발되어 사용되고 있다. 흰가루병의 발생이 채소류에서 중요시 되기 시작한 것은 하우스 재배가 1960년대 이후 전국적으로 확대되고 재배작물의 종류도 다양화되어 주년생산(周年生産)되면서 그 피해

가 늘어나게 되는데 그 원인이 있다. 흰가루병 이외에도 회색곰팡이병의 발생도 특기할만하다. 따라서 많은 살균제가 회색곰팡이병(灰色黴病)의 방제를 위해서 개발되었는데 대부분이 침투성 살균제이다.

1970년 이후 살균제의 발달과정 중 특기할만한 것은 침투성 살균제의 개발이라고 할 수 있다. 물론 이들 약제는 이미 1960년대에 외국에서 개발되어 실용화 된 것을 우리나라에 수입하여 그 보급의 타당성을 검토한 것들이 많다. 그 동안 냉수는 탕침법으로만 방제가 가능했던 맥류의 걸잡부기병 방제를 위한 중자소독제로 비타박스(Vitavax)가 1973년부터 쓰이기 시작하였다. 각종 병에 대한 적용범위가 비교적 넓은 베노밀(Benomyl)이 1971년부터, 톱신엠(Topsin-M)이 1973년부터 시판되었고 도열병 방제약제인 후치왕(Fuchiwang), 빔(Beam) 등도 침투성 살균제이다. 또 배나무 붉은별무늬병에 특효인 바리톤(Bayleton), 이미 기술한 흰가루병의 전용 방제약제 등 많은 약제가 개발되고 있다. 침투성 살균제는 식물체내의 침투이행이 가능하고, 약효가 오래 지속되는 장점이 있는 외에 적용범위가 좁아 선택적이며 병균에서 내성이 생기는 단점이 외국에서 많이 발견되기 때문에 다른 약제와의 혼용 등 대책이 필요하다.

“달라지는 유기수은제들,”

중자소독제인 유기수은제(메르크 룡)가 1978년부터 제조 및 사용이 금지됨에 따라 부산 30(Busan 30), 호마이(Homai) 및 벤레이트 티(Benlate T)가 새로운 중자소독제로서 개발되어 사용되고 있다. 이 약제들은 주로 벼 중자소독용으로 개발된 것이나 가격의 차이 때문에 부산 30이 주로 쓰이나 키다리병에 대한 약효가 떨어져 문제점으로 지적되고 있다. 어느 살균제나 다 마찬가지이지만 특히 중자소독제는 대상병의 「스펙트럼(Spectrum)」이 넓어야 하므로 혼합제 등의 개발을 서둘러야 할 것이다.

4. 재배법 개선에 크게 기여

이상과 같이 우리나라의 살균제의 발달을 보면 도입 초기에는 사용량

이 미미 하였으나 그 효과가 농민들에게 인식되면서 점차 소비가 증가되어 왔다. 따라서 현재 국내에서 보급되고 있는 살균제의 품목은 70여종에 이르며 살균제 총생산량도 50,000톤(1980)이나 된다. 이와 같이 살균제의 개발은 각종 작물의 증수(增收)를 위한 재배법 개선에 크게 기여하여 온 것이 사실이다. 한편 1960년대 말까지는 살균제의 생산기술도 수입원제(輸入原劑)의 제제화(製劑化)에 머물렀으나 근래에는 원제(原劑)의 국내 합성이 시도되어 네오아소진, 키타진, 암밤, 상케루지네브, 카르보람, 퀘나진 및 빔 등 다수의 살균제가 합성되어 국내 농약회사에 공급되고 있으며, 1972년부터는 외국으로 수출까지 하게 되었다. 앞으로 우리도 국내 기술진에 의해서 좋은 살균제가 합성되어 우리나라는 물론 국외에 까지 수출될 수 있기를 바란다.

