

농약개발의 변천과정과 금후전망

제2부

제초제와 살응애제 외

한 성 수

원광대학교 농과대학 교수

3. 제초제 개발의 변천

1941년 Pokerny에 의해 합성된 2,4-디를 P. W. Zimmerman이 합성옥신 연구과정에서 고농도 처리 시 살초활성이 있음을 발견한 이래 많은 종류의 폐녹시계 제초제가 개발 실용화되었다. 우리나라에서는 1956년 2,4-디를 논제초제로 시험한 것을 계기로 제초제 이용의 발판이 되었다. 그 후 1945년 엠시피에이가 ICI사에 의해 개발되어 우리나라에 소개되었고 이어서 엠시피비, 메코프로프, 나프로파미드, 나프로아나라이드 등의 폐녹시계 제초제가 개발되었다. 최근

에는 푸르아지포프-부칠이 개발되어 1985년 우리나라에 발잡초방제 용으로 사용되었다.

2,4-D로 시작된 제초제 사용

카바메이트계 제초제로는 PPG사가 1945년 개발한 푸로팜의 유연화합물인 크로로프로팜의 살초 효과가 인정되어 제초제로 개발된 이래(1950년) 여러종류의 제초제가 개발되었다. 1954년 모리네이트가 Stauffer 케미칼사에 의해 개발되어 우리나라에는 1976년 씨메트린과의 합제인 마메트로 소개되었고 최근에는 이 마메트에 엠시피비를 추가 혼합하여 논잡초 방

제용으로 사용하고 있다. 스웨프는 FMC사가 개발하여 1974년 우리나라에 소개되었으나 1977년에 품목이 취소되었다. 1968년에 개발된 아슈람은 1977년 과원잡초 방제용으로 사용되었다.

유기인계 제초제 벤셀라이드

유기인계 화합물은 주로 살충제로 개발 실용화되었으나 제초제로서는 1946년 개발한 벤셀라이드를 시초로 개발이 진행되었다. 이후 시바-가이기가사에 의해 개발된 피페로포스는 우리나라에서 단제로는 사용되지 않고 디메타메트린과의 합제(아비로산)로 개발 실용화되었다. 1971년 몬산토사가 개발한 글라이포세이트는 1977년 우리나라에 과원잡초 방제용으로 사용되었다.

요소계 제초제는 1951년 듀폰사에서 모누론, 페누론의 개발을 시작으로 많은 종류가 개발되어 그 종류가 트리아진계 제초제와 함께 가장 많으나 1960년에 개발된 리누론과 이후 개발된 카부칠레이트가 1967년과 1982년에 우리나라에 소개된 것을 제외하고 우리나라에서 실용화된 약제는 많지 않다. 최근 개발된 설폰닐요소계 제초제

DPX-F5384와 같이 적은 약량으로 살초효과가 뚜렷한 약제들의 개발과 실용화가 두드러지게 진행중이다.

적은 약량으로 효과높은 약제

벤조산계는 1954년 듀폰사가 착안하여 M-Hyden사에서 개발한 2,3,6-티비에이가 제초제로 실용화 된 후 많은 종류의 핵치환체가 개발되었다. 그중 피크로람, 디캄바, 크로람벤 등은 1970년대 전반에 개발되어 1980년 초반에 우리나라에 소개되어 밭잡초 또는 산림잡초 방제용으로 사용되었다.

트리아진계 제초제는 1956년 시바-가이기가사가 개발한 씨마진을 시작으로 많은 종류가 개발되어 우리나라에는 6종 이상이 소개되었다.

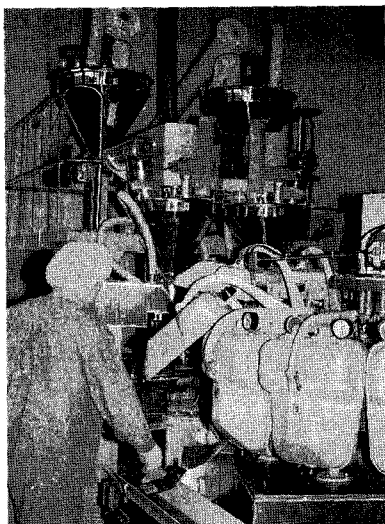
1958년에 개발된 푸로파닐을 시작으로 많은 종류의 아미이드계 제초제가 개발되었는데, 1960년에 일라이 릴리사가 개발한 디펜아미드는 1982년에 우리나라에 소개되었다. 이후 몬산토사에 의해 알라크롤(1966)과 부타크롤(1969)이 개발되어 우리나라에서 알라크롤은 밭잡초 방제용으로, 부타크롤은 단제는 물론 여러 종류의 합제

로 개발되어 각각 1969년과 1970년 이후에 실용화 되었다. 1974년 듀알이라는 이름으로 개발한 메도라크롤은 우리나라에서 혼합제인 코달의 한 성분으로 개발되어 1982년부터 사용되고 있다. 메페나셀은 일본 특수농약사에 의해 최근 개발되어 우리나라에서 론다스와 합제로 개발중이다.

푸로파닐로 시작된 아미이드

디피리디움계 제초제 파라콰트와 다이콰트는 1958년에 개발되어 각광을 받고 있다. 디니트로 아닐린계 제초제는 1960년에 개발된 트리프루라린을 시초로 니트라린(1966), 펜디메타린(1974)이 개발되어 1980년 초반에 발잡초 방제용으로 우리나라에서 사용되고 있다. 피리미딘계 제초제는 1963년 듀폰사에서 개발한 우라실형의 부로마실을 시초로 레나실, 터바실 등이 개발되었으나 그 이후 피리미딘환의 2위에 있는 탄소를 $-SO_2$ 로 변환시킨 벤타존으로 발전하였다.

디페닐에테르계 제초제는 1964년 롬 앤드 하스사에서 니트로펜을 개발한 것을 시초로 여러 종류의 화합물을 개발 실용화하였다. 니



비알라포스는 1987년 우리나라에 실용화된 미생물 제초제 1호인 tripeptide계 화합물이다. (사진은 농약제조의 한 과정)

트로펜은 1970년 발잡초 방제용으로 소개되었으나 1984년 단제로서는 품목 취소되었고, 그의 크로르니트로펜을 비롯한 4종의 디페닐에테르계 제초제가 개발되어 우리나라에서 실용화되었다.

최근에 개발된 피라졸계 제초제 피라졸레이트와 피라족시펜은 부타크롤, 프레틸라크롤, 피페로포스 등과 합제로 개발되어 우리나라에서 사용되고 있다.

미생물 제초제 비알라포스는 1973년 *Streptomyces hygroscopicus* 배양액을 이용하여 문고병농약을 스크린하던 중 강력한 살초성을 발

건, 제조제로 개발하여 우리나라에서는 1987년 실용화된 미생물 제조제 1호인 tripeptide계 화합물이다. 이외에 글루포시네이트를 BASF에서 개발하여 우리나라에서는 비선택성제조제로 1986년 등록되었다. 또한 우리나라에서 실용화되지는 않고 있으나 제조활성을 가진 병원균에 의한 대표적인 발효산물로서 cycloheximide(1970), Anisomycin(1972), Herbicidin과 Herbimycin(1976) 등이 개발되었다.

4. 살충제와 살선충제

응애를 방제하기 위한 약제로는 기계유 유제가 1868년부터 해충방제용으로 개발사용되었으나 1924년 살충제로 상품화한 것을 1969년에 우리나라에 소개하여 응애방제를 위해 과수의 휴면기처리제로 사용한 것이 최초이다. 로테논제는 작물의 생육기처리제로 처음 사용되었다. 이후 1938년 시바-가 이기사가 개발하여 1949년 실용화된 유기황계 크롤벤손은 1972년 우리나라에 소개되었다. 유기염소계 농약의 사용 증대로 응애류의 천적이 감소하게 되어 응애의 대

발생으로 과수재배에 큰 피해를 가져오자 유기합성농약의 개발과 더불어 크롤벤지레이트(1952) 테트라디폰(1954) 등의 디디티 유사 화합물이 응애방제제로 개발 실용화되었다.

응애 대발생 새약제 개발 자극

유기인계 농약인 파라치온, 이피엔 등이 응애의 성충이나 유충에는 효과가 있으나 살란효과가 없고 응애의 천적에 피해를 주어 응애의 빈도를 증가시키는 요인이 되는 경우도 있어 실용성은 없었고, 에치온과 디알리포스(1956), 카보페노치온(1955)등의 유기인계가 개발되어 우리나라에서 실용화되었다. 계속하여 비나파크릴(1960), 디노부튼(1963) 등의 디니트로페닐계 화합물과 퀴녹살린계 화합물 및 유기 주석계 화합물 등이 개발, 실용화 되었다. 선진 외국에서는 최근 항생물질제, 응애병 바이러스 및 포식성 천적을 이용한 생물학적 방제와 방사선 및 화학불임제를 이용한 유전적 방제법 등이 시도되고 있는 실정이다.

토양중에 서식하는 선충을 방제하는데 사용하는 살선충제는 1854년에 이황화탄소를 사용한 것이

시초였으나 방제효과가 낮아 실용화되지 못했다. 그후 1908년에 개발된 크로로피크린이 1919년 토양 혼중제로 실용화되었다. 1940년에 들어서면서 토양선충이 경제적으로 문제해충으로 등장하자 메칠브로이드(1932), 디-디(1943) 등의 할로젠화 탄화수소계 화합물이 살선충 전문약으로 개발되었으며 우리나라에서도 이들 약제들이 사용되었다.

5. 농약개발의 금후전망

Wood Mackenzie사의 조사에 의하면 1985년의 세계농약매상고는 전년의 137.5억달러에 비해 15.6% 증가한 159억달러에 달하였고 5년 후인 1990년에 년평균 4.2%씩 성장할 때 195억 달러에 달한다고 하였다(표1).

지난 5년간 우리나라 농약출하량을 보면 병충해 및 잡초발생에 따라 다르기 때문에 년도에 따라 차이는 있으나 1986년에 비해 1990년도에는 살균제10.3%, 살충제 19.1%, 제초제 23.7%가 증가되었고 농약전체로는 17.6%가 증가되었다(표2).

이와 같이 세계농약시장은 물론 우리나라에서도 금후 농약의 양적 확대는 계속되리라고 전망하며 특히 전작용 농약은 세계농약시장에서 최대시장이므로 각 회사는 적극적인 개발에 노력하고 있다. 수도용 농약도 현재 농약사용량이 적은 중국이나 동남아시아 등 수도 생산국의 장차 수요를 감안하면 당연히 큰 시장이어서 각 기업이 종래 이상으로 수도용 농약개발에 의욕을 보이는 경향이라 할 수 있다.

표1. 세계 농약매상고의 추이

(단위 : 100만달러, %)

농 약	1960년	1982년	1984년	1985년				
				매상고	구성비	전년비		1990년
						증 감	연 성장율	
제 초 제	170	5,250	5,950	7,075	44.5	18.9	16.1	8,250
살 충 제	310	4,350	4,400	5,000	31.4	13.6	11.8	6,280
살 균 제	340	2,925	2,500	2,800	17.6	12.0	8.8	3,570
식 조 제, 기타	30	775	900	1,025	6.5	13.9	15.2	1,400
합 계	850	13,300	13,750	15,900	100.0	15.6	12.4	19,500

표2. 우리나라 작물별 약제별 농약 출하량

단위 : M/T(성분량)

작물별	약제별	1986	1987	1988	1989	1990	1986년 대비%
수 도	살 균 제	2418	3042	2878	2581	3085	127.6
	살 충 제	4594	4957	4164	4676	5344	116.3
원 예	살 균 제	4636	5342	5268	5456	4693	102.6
	살 충 제	3240	3112	3086	3261	3988	111.4
소 계	살 균 제	7054	8384	8146	8037	7778	110.3
	살 충 제	7834	8069	7250	7937	9332	119.1
답 작 전작, 과원	제 초 제	2801	2864	2686	2459	2535	85.6
	제 초 제	1653	1802	1905	2423	2974	154.3
소 계		4454	4666	4591	4882	5509	123.7
기 타	기 타 제	1980	2110	1980	2424	2463	114.8
총 계		21322	23229	21967	23280	25082	117.6

어려워지는 신농약 개발

그러나 유기합성농약은 인축 및 환경에 대한 독성영향, 대상 병해충 및 잡초에 대한 저항성 또는 내성, 농약생산에 따르는 위생, 농약의 안전성 확보와 규제강화, 연구개발비 상승 등의 문제들로 농약개발은 해마다 어려워지고 있는 실정이다. 하지만 농산물 생산에 있어서 농약사용은 필연적이고 또한 농약사용 증가는 계속될 것이기 때문에 상술한 문제해결을 위해 다음과 같은 방향으로 농약개발이 이루어지면 농약개발의 금후전망은 희망적이라 할 수 있다.

살균제, 살충제, 제초제 등의 농약개발에 공통적으로 적용되는

금후의 농약개발 전망을 간단히 살펴보면 첫째 농약의 안전성 확보와 규제강화로 신농약개발이 더욱 어려워지고, 특허출원에서 등록까지의 장기간 소요, 낮은 성공확률, 막대한 연구개발비 등이 신농약개발의 어려움을 가중시키고 있기 때문에 안전성이 확인된 물질의 이용확대 및 혼합제 개발이 더욱 확대될 것이 전망된다. 실제로 혼합제 개발은 최근 신농약개발의 국제적인 추세이며 혼합제가 일본의 경우 87년 현재 등록된 농약의 55%, 우리나라의 경우 16%를 점유하고 있는 실정이다.

둘째 기존농약의 화학구조를 변경하거나 유사화합물을 유도해서 그 약제의 결점을 개선 보강한 새

로운 농약의 개발연구가 활발하게 수행되어 왔다. 특히 개발비를 절감할 수 있고 보다 안전한 농약을 개발할 수 있다는 점으로 볼 때 화학구조 변경에 의한 신제품개발이 전망된다.

안전성높인 제형개발에 박차

셋째 인축에 대한 안전성과 환경오염을 최소화시킬 수 있는 제형개발이 더욱 진전될 것이다. 현재의 농약제형에서 야기되는 단점을 보완하고 보다 안전성을 제고하는 새로운 유형의 제형 즉 환경오염을 줄이기 위한 저비산성의 미립제, 비닐 하우스내 과습에 의한 발병조장과 살포자 증독문제 해결을 위한 미분제개발, 수면살포제, 시설원에 병해방제용 혼합미분제, 미세캡슐제, 방출조절제 등의 제형개발이 전망된다.

넷째 최근 선진국에서의 신농약 개발 동향으로 볼 때 동식물체 구성 성분중 살균, 살충, 살초효과가 있는 활성물질의 이용 및 합성을 중심으로 합성 피레스로이드, 유기인산에스테르, 곤충생육조절제, 곤충호르몬 등 살충제 개발이 전망된다. 살균제로는 기주식물의 저항성 증강제, 농업용 항생물질,

미생물농약 등의 개발이 전망되며, 길항균 이용, 천적미생물 이용, 비병원성균 이용, 멸칭필름 이용 등의 방법도 기대된다. 제초제로서는 소량살포에 의한 1년생 및 다년생 잡초 방제제, 경엽처리제, 초기 일발처리제, 제초제의 약해 경감제, 미생물 제초제 등의 개발이 전망된다.

원제 국산화에 좋은 성과기대

한편, 우리나라의 경우 농약원제의 국산화는 1969년 파라치온 원제가 처음 합성된 것을 시점으로 그간 많은 발전을 가져왔고 24개의 원제생산회사가 있어 1985년도에는 원제의 65%가 국내에서 공급되었고 원제 생산량의 19%가 수출되었다. 그러나 농약원제의 국산화와 관련하여 1987년 이후 현행 제법특허에서 물질 특허제도가 채택되어 신물질개발능력이 일천한 우리나라 기업으로는 원제생산의 어려움이 가중되고 있는 실정이지만 우리도 이 물질특허제도의 채택을 계기로 정부, 학계, 그리고 업체를 포함한 여러 연구기관이 신물질의 창제를 위해 박차를 가하고 있어 좋은 성과가 기대된다.

〈끝〉