

신농약
개발비

60年代 對比 10배증가

개발 성공 활성물질수는
70년이래 감소

◇농약은 연구집약적 기업이다.

농약공업은 의약공업과 함께 연구집약적 성격이 가장 강한 기업이며 농약기업의 국내적 국제적 경쟁의 우위성 유지 및 확대

등은 기업의 경영상태와 함께 새로운 화학활성물질과 신제품개발을 통한 기술혁신의 가능성에 따라 결정된다.

농약공업은 '50~'60년대에는 제품당 비교적 저렴한 연구개발

〈편집자註〉 이 글은 1985년 3월 「베르린」공과대학 제6 전문위원회에 제출된 학술논문으로 日本의 「農藥Business」誌 Vol. 16, 700~704호에 게재된 내용으로 농약개발연구비의 증가 추이, 연구개발과정의 특징 및 농약의 중요성등이 분석되어 있어 농약관계자에게 참고자료로 소개한다.

본 글에 게재된 내용중 화폐환율은 DM : \$ = 1 : 0.3521을 적용했고 원화의 對美환율은 1986년 1월 4일자 전신매도율 893원을 참조, 계산상 편의를 위해 1 : 900원을 적용했다.

비를 투자해 새로운 활성물질(活性物質)을 가끔 창출할 수 있는 유리한 입장이었으나 '70년대 이후부터는 근본적으로 많은 변화가 생겼다.

환경·독성영향 평가 중요

즉 연구개발의 중요한 선택기준이 '50년대에는 생물학적 특성을 위주로한 화학적 활성물질의 평가가 가능했으나 현재는 환경에 미치는 영향과 독물학적 관점이 가장 중요한 비중을 차지하고 있으며 시장개척에도 큰 영향을

끼치게 됐다.

◇화학농약의 중요성

1. 화학농약의 이로운 점(利點)

식물방역상 농작물의 병해충방제 및 잡초와의 경합을 방지하는데는 많은 방법이 있음에도 불구하고 화학적 방제법이 과거 식물방역상 가장 많이 사용돼 왔으며 화학약제를 사용함으로써, 다음과 같은 이점(利點)이 있다.

- ① 신속하게 사용할 수 있다.
- ② 효과를 직접 발휘할 수 있고 안전성이 높다.

<표 1> 미국의 농약연구개발비의 구분(NACA 1978, 1983) 단위 : %, 100만\$

	신 제 품		제품의적용확대		제 품 의 보 호		합계(제품별%)	
	금 액	%	금 액	%	금 액	%	금 액	%
<1978>								
제 초 제	64.3	56.7	35.6	31.4	13.5	11.9	113.4	100(39)
살 총 제	65.0	66.8	21.6	22.3	10.6	10.9	97.2	100(34)
살 균 제	31.2	71.0	9.2	21.0	3.5	8.0	43.9	100(15)
생장조절제	15.8	88.4	1.3	7.0	0.8	4.6	17.9	100(6)
기 타	10.8	63.3	4.6	27.2	1.6	9.5	17.0	100(6)
합계	187.1	64.6	72.3	25.0	30.0	10.4	289.4	100
<1983>								
제 초 제	163.3	63.7	65.6	25.7	27.2	10.6	256.1	100(44)
살 총 제	104.0	65.9	45.2	28.6	8.8	5.5	158.0	100(27)
살 균 제	57.8	67.7	19.7	23.1	7.8	9.2	85.3	100(15)
생장조절제	37.7	85.3	5.4	12.2	1.1	2.5	44.2	100(8)
기 타	26.5	72.8	6.4	17.6	3.5	9.6	36.4	100(6)
합계	389.3	67.1	142.3	24.6	48.4	8.3	580.0	100

③ 문제된 피해종류에 대하여 많은 지식이 필요없고 특히 생산비와 대비한 방제비가 저렴하다.

2. 화학농약의 필수조건

일반적으로 말하는 식물종합방제법이란 식물재배방법, 생물학적·생물공학·적방법, 식물의 품종개량 및 경제적피해수준등이 고려되며 이 방법에서도 화학약제는 필수요소로서 종합방제의 중심적 구성요소가 된다.

그러나 화학약제는 활성물질이라는 특성으로 인해 다음과 같은 엄격한 사항들이 필수조건으로 요구된다.

- ① 작용의 선택성이 높을 것(유용생물을 보호함)
- ② 소비량이 적으면서 특성있는 약제의 사용
- ③ 최소사용량 및 최소사용회수로 면적당 활성물질을 적게 사용하면서 예방이 가능할 것
- ④ 확실한 식별이 가능한 환경친화성물질(環境親和性物質)을 사용할 것
- ⑤ 환경에서의 동태(動態)에 관한 사항으로는 축적(蓄積)과 증기압이 적으며 토양흡착성이 높고 분해성이 좋을 것.
- ⑥ 독물학적 작용에 관한 사항으로는 온혈(溫血)동물 및 어패

류, 조류에 대한 독성이 적으며 꿀벌에 대한 위험성이 낮아야 한다.

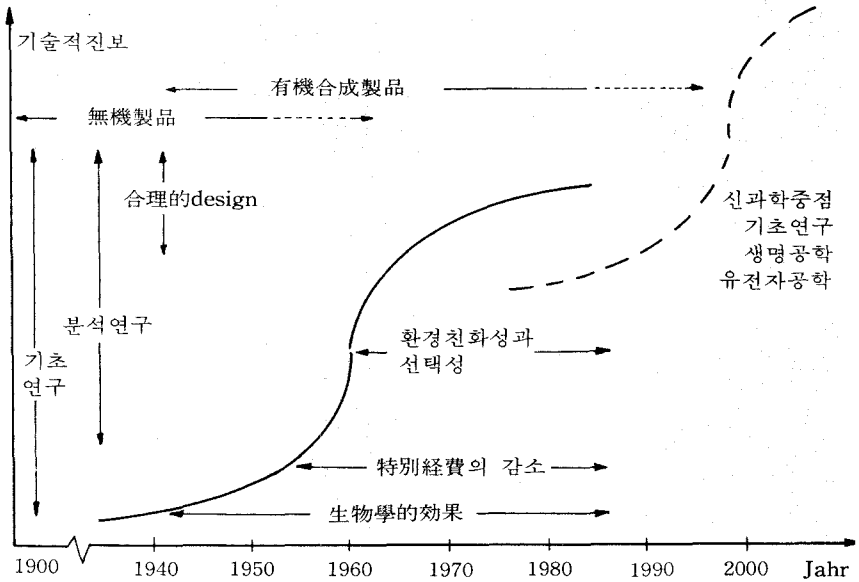
이상의 조건은 새로운 식물방역약제개발에 대한 일반적 목표기준이 되고 있으며 이미 이 조건에 맞는 새로운 활성물질을 탐구하는 연구단계에 있다.

응용보다는 기초연구 지향

화학제품이 생물학적으로 유효할 뿐아니라 환경에 친화성이 있으며 선택성이 있느냐에 관하여는 많은 기술적 진보가 이루어져있고 종래의 응용연구보다는 기초연구를 중시하는 방향을 지향하고 있어 가까운 장래에 농약연구에 일대 혁신이 일어나게 될 것이다. (그림 1 참조)

3. 상승하는 연구개발비

농약부문을 연구하고 있는 중요회사는 전세계적으로 볼 때 40~50개사로 이들 기업의 특징은 개발연구, 원체(原體)의 생산, 제품생산등을 일관해서 실시하는데 있다. 농약부문의 기본적 기술혁신은 이들 세계적인 기업으로부터 이루어지고 있으며 또한 이들 기업은 제품개발 및 시장개척에 관한 연구와 작물에 대한 적용확대연구를 활발히 실시하고



〈그림 1〉 신농약 생산을 위한 기술적 진보

있다.

매출액의 10%를 개발비로 투입

이들 기업의 총매출액 대비 연구개발비가 차지하는 비율은 농약공업은 9~10%로 의약공업의 10~12%보다는 약간 떨어지나 4.5%정도 차지하는 기타 화학공업에 비하면 상당히 높은 수준이다.

◇美 國

연구개발비의 용도는 美國의 경우 총연구비개발비의 약65%가 신활성물질의 발견 및 제품생산

과 시장출하 때까지 소요되며 약 25%는 제품의 적용확대연구비용으로, 나머지 10%는 출하제품의 품질관리 및 선전등 제품보호비용으로 사용된다.

연구분야, 제초제가 가장 활발

제품「그룹」별 연구개발활동은 다수의 화학적활성물질로 판매시장개척이 용이한 제품제분야가 가장 활발하며 살충제 연구부문은 조금씩 줄어들고 있는데 그 이유는 시장규모가 상대적으로 감소추세를 보이는 반면에 이 분

〈표 2〉 미국 농약부문에 있어 연구개발비의 추이, 연구성과 및 연구개발 생산성지수

연도	연구개발비의 내 용			연구개발 성과		연구개발 생산성지수			
	연구개발비 100만 \$ (1)	연구개발비 /매상고 (%)	연구개발 부문증사원 (1)	검정화 합물수(千) (1)	신활성물질수		연구개발비 (100만 \$) EPA(4)	신활성물질당 연구개발비 NACA(4)	신활성물질당 검정화합물 NACA(4)
					NACA(2)	EPA(3)			
1967	52.4	8.2	2,127	60	8	9			
1968	56.2	8.1	2,234	59	12	9			
1969	65.2	9.4	2,383	61	10	9	8.7	193.4	5,455
1970	69.9	9.7	2,394	63	11	3	n. b.	n. b.	n. b.
1971	87.7	8.4	2,504	n. b.	n. b.	1	1,662	303	7,625
1972	98.5	8.5	2,661	n. b.	n. b.	7	3,077	382	9,000
1973	110.7	7.8	2,866	n. b.	n. b.	7	3,784	295	28,400
1974	134.8	6.9	4,191	71	8	8	9.3	660	11,857
1975	160.5	6.7	4,421	85	10	10	2,850	736	12,760
1976	219.7	7.9	5,247	93	4	7	1,925	861	14,280
1977	250.1	8.1	5,120	91	3	2	730		
1978	289.6	8.1	5,088	84	2	3	450		
1979	319.6	8.5	5,292	82	4(7)	n. b.	n. b.		
1980	395.0	8.4	5,830	89.3	0(7)	n. b.	n. b.		
1981	451.0	8.3	5,650	109.3	7(2)	n. b.	n. b.		
1982	526.9	9.7	5,974	119.7	7(8)	n. b.	n. b.		
1983	580.2	11.9	6,080	143.1	3(6)	n. b.	n. b.		

〔註〕 1. NACA : 미국농약협회 2. NACA 각년차, () 내는 조건등록 3. EPA 자료로 구성

4. 1967~1976년까지 평균시간차를 3~5년으로 계산, 기타는 2년 n. b.=未詳

야의 연구에는 큰 위험이 뒤따른다고 생각하기 때문이다.

西유럽...살균제개발에 주력

살균제연구부문은 미국에서는 전 연구개발비의 약15%(표1 참조)를 차지하고 西「유럽」은 살균제시장이 크므로 이 지역 농약회사들은 살균제연구에 많은 열을 올리고 있다.

'67~'83년까지의 17년간 美國의 농약부문에 대한 연구개발비 추이, 성과, 생산성 측정지수등을 보면 표2와 같다.

이 표에서 보면 재정적 연구개발비는 이 기간동안 약 10배가 증가됐고, 매출액중 연구개발비가 차지하는 상대적 연구개발경비는 1983년에 처음으로 10%를 돌파했으며 시장에 투입된 새로운 활성물질의 수는 '70년대중반 이후 감소되고 있다.

1979년이후에는 신규보급활성물질을 본등록(本登録)과 조건등록(條件登録)으로 나누어 실시했으며 이때부터 새로운 활성물질의 보급이 점차 증가하였다. 3~5개년의 시간차(時間差)를 포함해서 신규보급활성물질당 연구개발비를 산출해보면 1978년에는 4,500만\$(4,050천만원)이나 되는데 이는 생산된 활성물질의 수

가 증가된 때문이며, 1979년에는 다시 2,500만\$(2,250천만원)로 떨어졌고 '80년대 초기에는 다시 5,000만\$(4,500천만원)으로 증가되었다.

60년대비 종업원 3배 증가

美國의 연구개발부문의 종업원 총수는 '60년대 중반과 비교해 1983년에는 거의 3배에 가까운 6천명이상으로 증가되었다. 한편 연구원 1인이 1년간 활성물질연구개발에 사용한 금액을 산출해보면 연구원 1인당 연평균 8만\$(7천2백만원)이상이 소요됐다. (표2 연구개발생산성지수중 신활성물질당 연구개발비 참조)

검정화합물수 크게 증가

검정화합물수와 보급된 활성물질수를 대비하여 보면 '70년대 중반에는 1개의 시장투입활성물질당 약 12,000개의 화합물이 시험되었고 이에 반하여 '60년대 후반에는 약 5,500개의 화합물이 시험되었을 뿐이다.

◇서 독

西獨의 경우 전체숫자가 보고된 것이 없으나 각사의 보고자료에 의하여 연구개발비 및 신보급 활성물질수를 작성할 수 있었다.

표3의 활성물질당 연구개발비 (실패한 경우 전액을 경비로 계산) 산출방법은 美國과 같은 방법으로 연구개발착수와 활성물질의 보급(판매)과의 시간차(時間差)를 3~5년으로 했으며 활성물질당 연구개발비의 산출은 2개년을 단위로 했다.

西獨의 경우도 일반적으로 활

성물질당 경비의 상승폭이 강하게 나타나 '70년대 중엽에는 약 3,000만마르크(1,056만\$, 950천만원)였으나 80/81년에는 8,700만마르크(3,063만\$, 2,757천만원)에 이르렀고 82/83년에는 13,000만마르크(4,577만\$: 4,119천만원)로 급증하였다.

<표 3> 서독기업의 연구개발경비 및 신활성물질도입추이

(단위 : 연구개발비=100만DM, 활성물질수=건)

	바 이 엘		BASF		헥 스투		쉐 링		세라메르쿠		합 계		활성물질수량	활성물질당 연구비
	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량		
1969	37			1				1						
1960	42	1	30	—	15	2	9	—	9	—	105			
1971	47	2.5	34	1	18	2	11	1	10	—	120	6.5		
1972	52	—	39	—	22	1	14	—	11	—	138	n. b.	2	
1973	56	—	42	—	25	—	17	—	13	1	153	n. b.	—	
1974	63	—	46	1	33	—	19	1	14	—	175	n. b.	4	
1975	74	3	50	1	41	—	22	—	16	—	203	218	4	30
1976	83	5	60	1	50	2	27	—	17	—	237	250	8	
1977	92	2	68	—	53	—	31	1	18	—	262	273	3	39
1978	98	1	78	—	56	—	36	2	20	—	288	n. b.	5	68
1979	112	1	89	—	60	—	41	—	22	2	324	354	1	
1980	131	1	99	—	66	—	46	—	26	—	368	n. b.	2	87
1981	142	3	110	1	72	—	52	—	26	—	402	n. b.	4	
1982	171	1	119	1	78	—	58	—	28	—	454	506	2	
1983	188	n. b.	130	2	85	1	68	—	28	—	499	n. b.	3	
Σ 70~83	1,351	20.5	994	9	674	8	451	5	258	3	3,728	n. b.	45.5	130

<註> 합계란중 IPS연구개발비는 서독농약공업협회연보

활성물질당 연구개발비는 평균시차를 3~5년으로 계산

n. b.=미상(未詳)

중소기업서 기술혁신 가능

회사규모(판매고기준)별로 살펴보면 美國에서는 비교적 적은 규모의 회사가 연구개발비를 더 투자한 계산(약20%이상)이지만 美國과 같은 방법으로 西獨을 회사규모별로 개발된 활성물질수를 구분하여 보면 이들 활성물질의 경제적 중요성이 사정에 따라서는 감소된다는 추정을 할 수 있지만 비교적 중소기업에서 기술혁신의 가능성이 높다고 할 수 있다.

법률적 측면에서 농약부문의 장래를 살펴보면 농약에 관련된 시험에 까다로운 요구조건이 많아짐으로서 비교적 소기업의 경쟁력이 제약받음으로서 이제까지 높았던 신활성물질의 개발성공빈도가 금후에는 점차 위축될 것 같다.

◇연구개발과정의 특징과 경비

연구개발단계에 있는 화학적 활성물질은 생물학적 효과는 물론 보건·환경보호 및 경제적 요구를 충족시켜야 하는등 선발기준의 조건이 다양해짐에 따라 새로운 활성물질의 발견확률도 감소되고 있다.

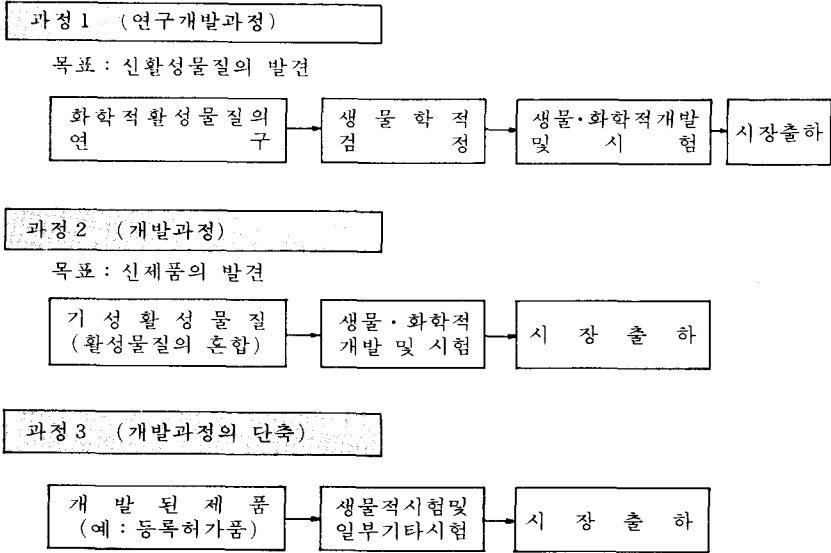
새로운 농약의 보급을 목적으

로 하는 연구개발과정에는 다수의 연구분야가 공동으로 참여해야하므로 그 참여방법이 엄밀히 조정되어야 하는 복잡한 개발과정이 필요하고 신농약등록에 요구되는 모든 시험을 실시하는데 필요한 시간을 단축하기 위하여는 많은 시험을 병행 실시해야 하는데 기본적으로 중요한 연구개발과정은 다음 그림2와 같이 3과정으로 요약할 수 있다.

농약개발을 연구하는 기업에 있어서 가장 중요한 과정은 제1과정이며 전과정 중 최초단계를 제1 Process期라 한다. 이 과정에서는 화학적 합성물의 합성과 아울러 뒤이어지는 실험실 및 온실시험 범위내에서 다단식(多段式) 생물학적 시험이 포함되며 다시 소구획에서 실시된 시험중 유망한 화합물의 시험도 포함되며 이때 Project의 범위내에서 각 화합물에 대한 연구를 계속할 것인가의 여부결정과 함께 제1단계는 끝나게 된다.

개발시험(Project단계)도 몇개 부문으로 나누어 야외에서 계속 다년간에 걸친 대규모 생물시험이 실시되는데 이 시험은 대부분 기후가 다른 지역에서 실시된다. 이에 병행하여 독성·잔류성분석, 환경내서의 행적 및 활성물질의

<그림 2> 농약의 개발과정



합성과 제조방법의 개선등 많은 시험이 실시되고 이 시험결과가 나오면 각국에 농약사용허가권이 제출된다.

세계적으로 공급되고 있는 활성물질의 평균연구개발경비는 약 2,500만~3,000만마르크(880만~1,056만\$: 792천만~950천만원)이며 이중 독성시험경비가 약 450만마르크(158만\$: 142천만원)를 차지하고 작물별 잔류 및 대사시험경비 또는 생물학적 개발비는 작물과 국가에 따라 많은 차이가 있다.

화학적개발경비는 다양한 제제(製劑)의 제조, 최적합성(最適合性)방법개발과 아울러 실험공장의 건설 및 합성방법의 복잡성에 따라 현저한 차이가 생기지만 700~900만마르크(264~317만\$: 238~285천만원) 정도의 드는 경우가 가장 많은 것 같다. 세계규모로 활성물질을 등록하는데 필요한 경비는 150만마르크(53만\$: 48천만원)정도 되며 각종 부수비용까지 포함하는 전경비는 약 2,800만마르크(968만\$: 887천만원)에 달하는데 이 금액은

보급된 제품에 따라 기업이 제출한 보고서와 거의 일치된다.(표 4 참조)

신활성물질의 연구개발이 장기간에 걸쳐 경제성을 안정시키기 위해서는 총 개발경비에 실패로 끝난 시험과정에 투입된 비용과 시험이 성공하여 출하된 제품에 투입된 비용이 합산되어야 하며 활성물질당 연구개발비 산출에는 각 연구단계의 성공률과 각종 평균 시험경비가 포함됐야 한다.

독성시험으로 개발비 증가

또한 기업보고에 의하면 활성

물질당 연구개발비의 변동폭이 비교적 넓은데, 연구개발원가의 점유율을 살충제를 100으로하여 환산하면 살균제=70, 제초제=65의 비율을 차지하고 있는데 이와같은 연구개발원가의 차이는 특히 생물검정시험과 독성시험부분에서 생기게 된다.

사회·환경요구 따라 경비 늘어

연구개발원가가 과거에 비해 현저하게 증가하고 있는데 그 이유는 사회적·환경적 요구에따라 관계법률이 엄격히 강화돼 시험

〈표 4〉 세계판매활성물질당 시험부문별 연구개발비

시 험 부 문	경 비 (千DM)	비율(%)
독물학적시험		
—건강보호	4,000~ 4,400	17
—생태독물학	200	1
잔류성 시험(1)	1,000	4
대사 시험(2)	2,000	9
생물학 시험(3)	8,000~10,000	34
화학적개발시험(4)	7,000~ 9,000	29
등 록(세계적)	1,500	6
합 계	23,100~28,100	100

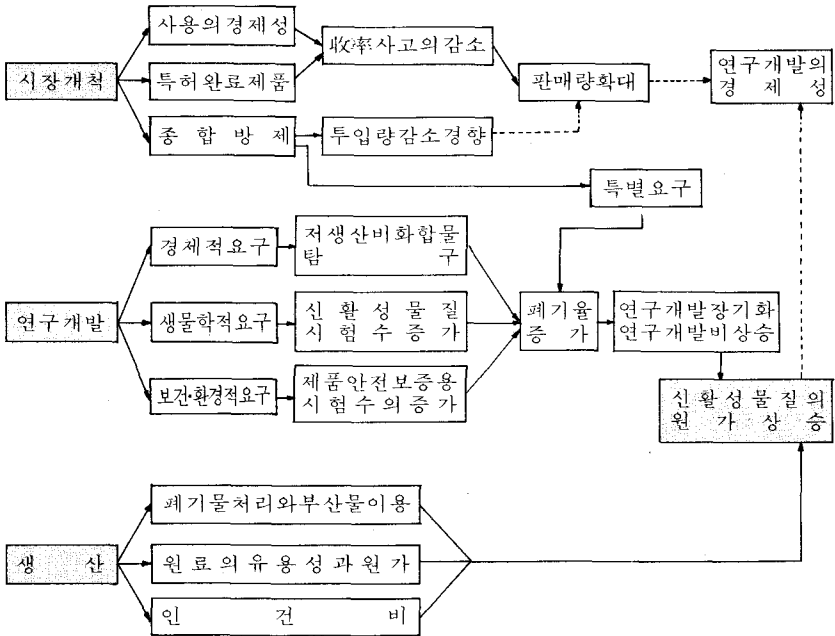
〈註〉 (1) : 5작물(다수의 나라에서 실시)

(2) : 작물, 동물, 토양

(3) : 다수의 작물과 다수의 나라

(4) : 합성방법의 종류와 제품의 수에 의함.

〈그림3〉 신농약생산의 경우 외부영향인자와 상호관계



범위가 점차 확대되었을뿐만 아니라 개발에 성공한 활성물질당 시험에 제공되는 화합물수도 점

차 증가됨으로써 개발성공확률은 저하되고 제품의 판매시장은 포화양상을 보이기 때문이다.

