

방출조절형 농약제제

농촌진흥청
吳慶錫 박사

1. 개발의 과정

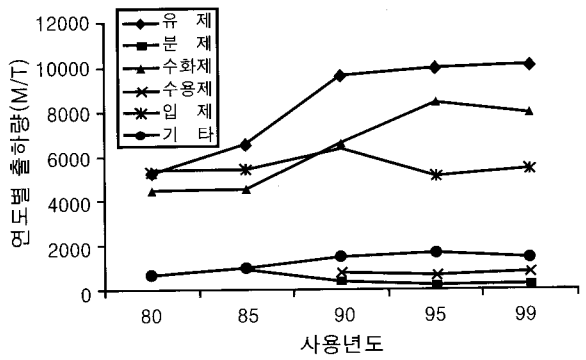
1) 개발동기 및 배경

- 농가에서 살포되는 농약제형종류는 주로 유제, 수화제, 입제 등(그림 1 참조)이며, 희석제 농약(수화제, 유제 등)의 살포횟수는 작물별 및 병해충 발생 상황에 다르지만 평균적으로 연간 7~15회 정도 살포하고 있다.
- 일반적으로 시설재배지(비닐하우스) 내에서는 밀폐된 공간에서 작업이 이루어지므로 시설 내 고온 및 과습으로 인한 병해충의 발생이 용이할 뿐만 아니라 농약중독사고의 위험이 내포하고 있다.
- 노지재배에서는 노동인구의 감소(표 1 참조) 및 노령화 현상(그림 2 참조)이 뚜렷하며, 농사철의 기온이 고온으로 올라감에 따라 농약의 살포를 기피하고 있는 실정이며, 따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 농민이 손쉽게 농약을 처리할 수 있는 새로운 농약제형인 개발이 요구되었다.
- 따라서 농약의 살포기피 및 노동시간이 장시간 소요되는 것을 개선하고자 사용자에게 안전하고 쉽게 농약을 살포할 수 있는 신제형의 농약 개발을 착안하게 되었으며, 농작업의 생력화 및 농약살포시 중독사고를 예방하기 위하여 안전생력형 농약 신제

형을 개발하였다.

2) 발명자의 공헌도

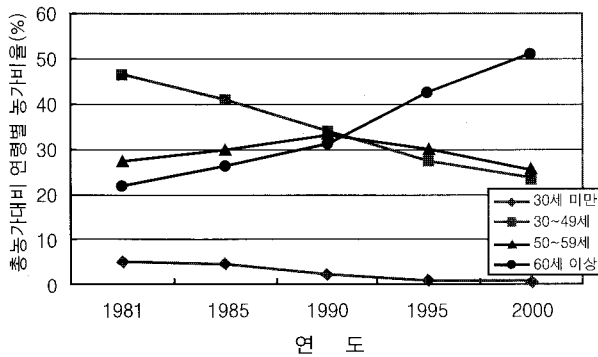
○ 본 발명자는 대학 및 대학원에서 주 전공으로 농약화학 및 농약잔류대사분야에 관심을 갖고 많은 연구를 수행하였으며, 특히 방사성 동위원소를 이용하여 농약의 행적구명 연구에 많은 공헌을 하였다. 또한 1993년부터 농촌진흥청 농약연구소에서 농약제형분야에 관심을 갖고 - 특히, 특수 농약제형분야 - 여러 가지 농약제형연구를 하던 중 생분해성 합성수지를 이용한 방출조절형 농약제형 개발에 흥미를 갖고 연구를 수행하였다. 이러한 일련의 연구를 수행하던 중 방출조절형 농약제형을 개발하였으며, 이 때 본 발명자는 새로운 농약제형에 대한 발명가능성 착안,



(그림 1) 농약제형 및 년도별 농약사용 추세

〈표 1〉 우리 나라 농가 및 농업인구 변화

연도	총가구(천호)		구성비(%)	총인구(천명)		구성비(%)	농가인구(천명)	호당
	계	농가		계	농가			
1980	7,969	2,155	27.0	38,124	10,827	28.4	5.02	
1985	9,571	1,926	20.1	40,806	8,521	20.9	4.42	
1990	11,355	1,767	15.6	42,869	6,661	15.5	3.77	
1995	12,961	1,501	11.6	45,093	4,851	10.9	3.23	
2000	14,391	1,383	9.6	47,008	4,031	8.6	2.91	



(그림 2) 우리 나라 경영주 연령별 농가비율 변화 (2001 농림부 통계자료)

본 발명품의 제조처방 및 제조방법 확립, 농약제품의 물리화학적 성질 분석, 농약의 생물효과 검정 등의 분야에 책임연구자로 참여하여 연구를 수행하였다.

3) 기술동향파악

- 일본특허공개 평6-116103호: 생분해성 수지를 판상으로 사출한 다음 농약을 용제에 녹인 후 수지판에 도입하는 것이 제시되었다.
- 일본특허공개 평5-85902호: 농약원제와 폴리에스터를 산으로 공중합 한 다음 클로로포름에 용해한 후 입상 제오라이트에 흡착시키고 가열한 후 클로로포름을 증발시키는 방법이 제시되었다
- 일본특허 특개평8-208415호: 생분해

성 수지와 동물기피제가 혼합된 동물기피제 조성물이 제시되었다.

- 독일 농업생태연구소: 『벌칭용 살충성 필름제 제조 및 특성 연구』를 하였다.
- 한국 농업과학기술원: 『벌칭용 필름 제조제 제조 및 특성 연구』를 하였다.

4) 연구개발계획 수립

[제 1 단계]

- 시제품 제조용 약제 및 수지선정: 농약 제조시 열에 안정한 농약원제 및 수지선발
- 원제, 부자재 공급 및 시제품 제조: 농약원제 및 부재 공급방법 확립, 시제품 제조시 문제점 파악 및 대책 수립

[제 2 단계]

- 시제품의 이화학적 특성조사
 - 농약사입을 대비 제조비용 조사: 농약제조 과정 중 농약 유효성분 손실량 측정
 - 농약주성분 경시적 안정성 조사: 농약유효기간 설정을 위한 분석
 - 농약 주성분 수중용출성: 농약처리 후 농약의 방출조절능 분석
 - 농약 주성분 토양잔류성: 농약관리법 준수 여부 판단자료 생산
- 수지 분해성 조사: 환경에 유해하지 않도록 수지분해정도 조사
 - 실험실 또는 온실 조건: 수지분해능 조사 분석 (퇴비시험법)
 - 포장조건: 수지분해능 조사분석 (중량감소율로 측정)

[제 3 단계]

○ 시제품의 약효, 약해 조사: 농약으로서 방제 효과 판단. 즉, 농약등록시 『농약시험기준과 방법』에 준하여 시험을 실시한 다음 농약으로서 방제효과가 90% 이상이 되어야 하며, 대상작물에 약해가 없어야 농약등록이 가능하다.

[제 4 단계]

○ 실용화 단계 : 제품규격(적정한 제품크기, 두께 등을 결정) 및 포장단위(소포장, 중포장, 대포장 단위) 등 설정, 대량생산 공정 (Pilot scale → Mass scale로의 변환성 조사) 개발

5) 연구개발 과정

- 1991년에 비분해성 합성수지내에 농약을 물리적으로 혼합시켜 구형의 줄형태의 농약을 개발하기 시작하였다.
- 구형의 줄제 농약은 제품으로부터 농약의 용출이 너무 지연되어 약효가 떨어짐에 따라 용출이 빠른 판상형태의 방출조절형 농약제제(판상줄제)를 제조하여 시험하였다.
- 그러나 부재(증량제)로 쓰여진 비분해성 합성수지가 사용 후 농약(판상줄제)의 수거에 번거로움과 환경오염이 야기될 우려가 있어, 1995년에 그 동안 판상줄제 농약에 사용된 부재인 비분해성 합성수지를 SK 케미칼 주식회사에서 개발한 생분해성 합성수지 (Skygreen Series, 지방족 폴리에스터 수지)로 대체하여 연구를 시작하였다.
- 1996년에 생분해성 합성수지를 이용한 Imidacloprid SF 1.4% 농약개발을 완료하였으나, 생분해성 합성수지의 가격이 고가이므로 제품을 제조하여 시판하였을 경

우 제품의 가격이 비싸 농민들이 사용하기가 어렵다는 단점이 내포되고 있었다.

- 따라서 제품의 경제성을 고려하여 생분해성 합성수지의 첨가비율을 대폭 낮추어 수지 대신에 전분 및 무기물을 첨가하는 방법을 연구하기 시작하여 고가의 가격문제점을 개선하게 되었다.
- 이렇게 만들어진 판상줄제 농약은 제품의 가격이 현재 널리 시판중인 코니도 입제와 대등하게 되었으며, 농약주성분을 약 33~50% 정도 적게 투입하더라도 코니도 입제와 동등한 효과를 발현시킬 수 있는 농약제형을 개발하게 되었다.
- 방출조절형 판상줄제 농약은 1996년 12월 6일에 비분해성 합성수지를 이용하여 제조한 제조처방으로 농약품목으로 고시되었으며, SK 케미칼 주식회사에서 2000년에 농약품목으로 등록을 마쳤으며, 2001년부터 시중에 판매하기 시작하였다.

II. 권리화 과정

1) 국내외 특허 출원 및 등록현황

- 국내 : 1996. 11. 26 특허출원, 2000. 10. 26 등록
- 국외 : 1997년 11월 24일 EU 3개국 (네델란드, 독일, 영국)에 특허출원 중

2) 분쟁의 유무 : 없음

- 일본특허 특개평8-208415호와 생분해성 합성수지를 담체(carrier)로 사용하는 측면은 동일하지만 본 발명은 생분해성 합성수지와 농약을 성형하는 과정에서 농약 유효성분을 최소화하면서 동시에 유독한 농약성

분을 직접 접촉하는 작업환경으로 인한 인체의 피해를 최소화할 수 있는 최적조건을 선택하여 그 조건을 특허의 권리로 청구하고 있다. 즉, 본 발명은 용점 50~200℃에서 농약 유효성분의 분해가 없어야 되며, 동시에 증기압이 1 mPa (20℃) 이하인 반면 일본특허의 경우 증기압이 220 mPa (20℃)로 본 특허와 완전히 다르다. 또한 본 특허는 농약을 1회 처리(통상 3 ~ 5회 살포)하여 토양중에서 6개월간에 걸쳐 서서히 농약이 방출되고 분해하여 그 농약 유효성분이 뿌리를 통하여 잎으로 흡수이행되어 작용하고, 효과를 발휘하는 반면에 일본특허의 경우는 물속에서 계면활성제에 의해 용출되면서 단기간(약 7일)에 해충에 직접 작용하여 효과를 발휘하는 원리와는 완전히 다르다.

○ 따라서 본 특허는 일본특허내용과 유사한 점은 있으나, 분쟁의 소지는 없다고 생각된다. (이 문제는 특허청에서 검토가 완료된 사항임)

3) 사내 직무발명 보상 규정상 등급 및 보상금액 : 500천원

- 공무원직무발명의 처분·관리 및 보상 등에 관한 규정(전문개정 99. 6. 30 대통령령제 16451호) 중 등록보상금 및 처분보상금에 대한 규정은 다음과 같다.
 - 제16조 (등록보상금) ① 특허청장은 국유 특허권에 대하여 매 권리당 50만원을 등록보상금으로 발명자에게 지급하여야 한다. ② 제1항의 규정에 의한 등록보상금은 동일한 직무발명에 대하여 1회에 한하여 지급하여야 한다.
 - 제17조 (처분보상금) ① 특허청장은 국유 특허권 또는 특허출원중인 직무발명에 대

하여 특허를 받을 수 있는 권리를 유상으로 처분한 경우에는 그 처분수입금을 기준으로 하여 다음 각호에 해당하는 처분보상금을 발명자에게 지급하여야 한다.

1. 처분수입금이 1천만원 이하인 경우 : 처분수입금의 30/100
2. 처분수입금이 1천만원 초과 5천만원 이하인 경우 :
(처분수입금 - 1,000만원) × 20/100 + 300만원
3. 처분수입금이 5천만원을 초과하는 경우 :
(처분수입금 - 5,000만원) × 10/100 + 1,100만원

② 특허청장은 국유특허권 또는 특허출원중인 직무발명에 대하여 특허를 받을 수 있는 권리를 무상으로 처분한 경우에는 이를 유상으로 처분할 경우의 처분수입금에 상당하는 금액을 기준으로 하여 제1항의 규정에 의하여 산출된 금액을 처분보상금으로 발명자에게 지급하여야 한다.

- 제18조 (기관포상금) 특허청장은 국유특허권 또는 특허출원중인 직무발명에 대하여 특허를 받을 수 있는 권리를 유상으로 처분한 경우에는 그 처분수입금을 기준으로 하여 다음 각호에 해당하는 기관포상금을 발명기관의 장에게 지급하여야 한다.
 1. 처분수입금이 1천만원 초과 5천만원 이하인 경우 : 100만원
 2. 처분수입금이 5천만원 초과 1억원 이하인 경우 : 500만원
 3. 처분수입금이 1억원을 초과하는 경우 : 1천만원

4) 권리화 진척도 : 100% 수행 완료

- 권리와 진척도에 있어서 본 특허는 대한민국 특허청에 발명승계요청이 완료되었으며, 현재 국가에서 특허로 등록되어 관리되고 있다.

III. 기술성

1) 독창성과 개량성

- 본 발명은 농약제형의 형태로는 세계최초로 제조된 것으로 농업용뿐만 아니라 가정원에 용으로도 적용이 가능한 농약이라 할 수 있다.
- 또한 본 발명을 기본으로 하여 농약제형 개발의 한 장을 열 수가 있으며, 이를 모태로 하여 고분자를 이용한 농약제제분야에 지대한 영향을 끼쳤으며, 더욱 우수한 농약제형을 개발할 수 있는 길을 열었다.

2) 독점력

- 본 특허는 그 특허범위에 있어서 기술의 독점적이 사용이 가능하다.

3) 지속력

- 본 특허는 향후 특허기간 만료시까지 특허로서 충분한 지속력을 갖추고 있다.

IV. 실용성

1) 생산실시 여부

- 1999년부터 농약등록을 위한 일련의 시험(잔류성, 독성 및 약효·약해시험)을 수행하여 2000년에 농약등록을 완료하였다. 2001년에 SK 케미칼 주식회사에서는 이 농약제형을 가정원예용 농약으로 등록하였으

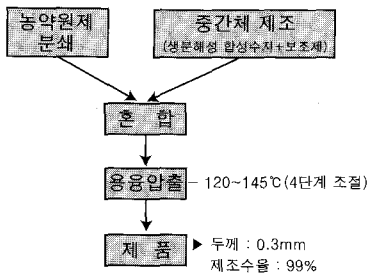
며, 2001년 하반기부터 제품생산을 시작하여 『꽃심이』이라는 상표명으로 화훼류 재배단지를 중심으로 시판 중에 있으며, 2002년부터는 판매영역을 가정에도 확대하여 시판할 계획이다.

2) 주변기술의 필요성 : 농약첨가방법

- 본 발명사용시 필요한 기술은 농약원제의 분쇄과정과 중간체 제조과정이다. 농약원제는 농약의 특성에 따라 분쇄해야 되는데 주로 air mill이나 hammer mill 등을 사용하여 분쇄한다. 또한 중간체 제조과정은 master batch chip(중간체 chip)을 제조하는데, 이 때 첨가되는 물질은 생분해성 합성수지와 보조제로서 전분을 첨가하게 된다. 보통은 70~80%의 생분해성 합성수지가 함유된 chip을 제조하게 된다. 이렇게 분쇄 및 제조된 농약원제와 중간체 chip은 hopper 1과 2에 나누어 넣은 후 최종 농약의 함량에 맞추어 조절한 다음 제품을 생산한다.
- (그림 3)은 방출조절형 농약제제의 제조과정을 간략하게 도식화한 것이다.

3) 국내기술 실시가능 여부 및 파급효과

- 이 기술은 현재 SK 케미칼 주식회사에서 실시 중에 있으며, 그 외 생분해성 합성수지 제조업체 및 기타 농약제조업체에서도 수지제조설비만 갖추고 있으면 이 기술을 사용하여 농약을 제조할 수 있다. 이 기술에 의해 제조된 농약은 농민이 사용하기가 간편하고, 농약에 의한 중독 우려도 해소할 수가 있으며, 또한 가정에서도 손쉽게 사용할 수 있어 농약제형분야에 혁신적인 영향을 줄 수가 있다.



(그림 2) 방출조절형 농약제제의 제조과정

〈표 2〉 연도별 방출조절형 농약제제의 매출계획 및 예상량(국내)

연도	2002	2003	2004	2005	...→	2010
판매량(M/T)	20	50	100	200	...→	1,000
매출액(천원)	400,000	1,000,000	2,000,000	4,000,000	...→	20,000,000

수출 가능성 협의가 타진되었으며, 농약원제에 대한 공급문제만 해결이 될 경우 수출가능성이 있으며, 이 농약제제가 수출될 경우 매출액은 물론 그 파급효과가 상당히 커 질수 있을 것이다.

○ 방출조절형 농약제제의 수출시 예상되는 매출 규모는 20억원(2005년 수출 예상) 이상으로 매년 10% 이상 수출이 증가될 것으로 예상되며, 수출대상국도 아시아에서 유럽으로 확대·보급될 것으로 전망된다.

한편 참고로 볼 때, 일본의 농약시장은 한화로 4조원이며, 이 중 약 5%인 2,000억원이 가정원예용 농약시장이다. 따라서 본 발명이 일본에 진출하게 되면 수입효과가 매우 클 것으로 기대한다.

○ 또한 국내 농약시장은 1조원 규모로서 그 중 0.2%인 20억원이 가정원예용 농약시장이다. 2002년에는 본 발명품이 거의 시장을 잠식할 것으로 예상되며, 기존에 희석제 농약의 문제점으로 지적된 가정에서 농약살포 기피현상을 없앨 수 있으므로 그 시장규모는 2배 이상 신장될 것으로 전망된다.

4) 수입대체 효과

○ 본 특허를 이용하여 개발할 수 있는 농약을 외국(호주, 일본 등) 농약업체로부터 수출가 능성 타진 접수되었으며, 앞으로 유럽국가에서도 수출에 대한 문의가 있을 것으로 생각된다.

○ 따라서 국내에서 발명하여 제조된 농약이 독창적인 농약제형 모델로 국외에 수출할 수 있는 길이 열리게 될 것이다.

발특2002/8

V. 경제성

1) 생산성

○ 대량 생산공정은 1999년부터 검토하기 시작하였으며, 현재 SK 케미칼 주식회사에 설비된 합성수지 제조라인을 농약생산에 적합하도록 부분적으로 개·보수하였다. 이 설비는 2001년에 농약제조설비로 농촌진흥청에 등록을 마쳤으며, 2001년 하반기부터 이 농약을 대량생산하기 시작하였으며, 이 설비를 이용하여 농약을 제조할 수 있는 1일 생산량은 5 M/T이다.

2) 생산비 절감

○ 이 농약은 국내 최초로 제조되는 제품으로 생산비 절감효과는 해당사항이 없으며, 앞으로 생산비 절감을 위하여 더 많은 연구를 수행되어야 할 것이다.

3) 시장규모 : 4억원(2002년) → 200억원 이상(2010년)

○ 농촌진흥청 농업과학기술원과 SK 케미칼 주식회사에서 공동으로 개발한 『방출조절형 농약제제』에 대한 국내 매출계획은 다음과 같다.

○ 본 농약제제는 현재 일본, 호주 등 지역에서