

# 요즈음 일본에서 어떤 농약들이 각광받나?

본 자료는 日本化學工業日報('88. 6. 10日)에 게재된 "농약공업특집" 중 신농약의 개발 보급과 관련된 기사를 발췌 번역한 것으로 농약공업분야에 종사하는 많은 분들에게 참고가 될 것으로 생각되어 소개한다. (편집자 註)

**살균제** 몬카드·몬세렌·몬가드 3파전  
곤충생장조정제 개발연구 활발

Ether 결합 피레스로이드계 각광 **살충제**

## 국내현황

31종중 14종 고시, 9종은 시험중

일본에서 농약이 처음 사용된 것은 1670년이다. 그때 벼에 피해를 주는 멸구류를 방제하는 데 고래기름을 처음 사용한 것으로 알려지고 있다. 멸구류의 방제는 그후 “메이지(明治)”년대에 들어와서 고래기름 대신 유채기름(油菜油)과 석유를 사용하게 되었고 “다이쇼(大正)”에서 “쇼오와(昭和)”중기에 이르는 동안에는 제충국(除虫菊)을 침출한 석유로 바꾸는 등 일본 고유의 해충방제방법의 발달사(發達史)를 마련하였다.

“메이지”년대에 사용되었던 농약은 대부분이 천연물과 무기화합물이며 그의 대표적인 것은 제충국가루(除虫菊粉), 보르드액(Bordeaux mixture), 석회유황(石灰硫黃) 그리고 비산연(砒酸鉛) 등이었고 “다이쇼”년대에 들어서는 클로로피크린제(chloropicrine 濟), 기계유유제(機械油乳劑) 등을 공업적으로 생산할 수 있었다.

유기합성농약이 본격적으로 등장하여 사용할 수 있게 된 것은 1945년 세계 2차대전이 끝난후이다. 당시 매우 어려웠던 식량난을 농산물증산을 통하여 타개하고자 미국 및 서구 지역에서 여러 농약을 들여와서 사용하였다. 이때를 계기로 농약은 병해충·잡초를 방제하여 농산물의 수량과 품질을 안정적으로 확보함과 동시에 어려운 농작업노동을 줄여주는 데

없어서는 안되는 농업생산자재임이 크게 인식되었다.

1945년 이후 일본농약공업이 순조롭게 발전한 것만은 아니었다. 과학기술의 발달과 더불어 종래 사용하고 있던 농약이 독성, 잔류성검토를 통하여 사람 및 환경에 미치는 영향이 해명되는 가운데 많은 것이 사용 중지되었으며 농약업체는 그의 대체농약의 개발과 실용화를 위해 많은 비용을 투입하여 보다 안전성이 높은 농약 그리고 새로운 기술이 들어 있는 새농약의 개발에 박차를 가하게 되었다.

### 현재 유효성분기준 400종 등록

현재 일본에 등록되어 있는 농약은 유효성분을 기준으로 할때 400여종이나 되며 매년 10 내지 15종의 새로운 유효성분의 화합물이 새농약으로 등록되고 있다. 최근 새농약개발의 특징은 보다 높은 안전성·작업성·경제성을 목표로 「저농도화(低農度化)」가 되고 있다.

### 저농도화로 안전성 높여

저농도화란 단위면적에 사용하는 유효성분량이 적다는 것이다. 다시말하면 매우 적은 양으로 높은 방제효과를 발휘할 수 있는 농약의 개발을 뜻한다. 제초제를 하나의 예로 들어 보면 10a(300평)당 유효성분의 사용

량이 종래에는 200 g 이었지만 최근에는 그의 약 1/40에 불과한 5 g 까지 줄어들었으며 줄어든 만큼 농약의 활성이 높아진 것이다.

농약의 사용량을 감소시키면 감소된 량만큼 동물 및 환경에 미치는 영향이 적어지고 안전성이 높아질 가능성이 있으며 또 제조비용이 낮아져서 농약값이 싸지므로 국내는 물론 해외시장에 진출하는데 보다 유리한 고지를 차지하게 될 것이다.

최근 일본에서 보급되는 새농약, 즉 살균제, 살충제, 제초제, 생장조정제 및 생물농약 그리고 농약제형들과 그들의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

## 1. 살균제(殺菌劑)

몬카트·몬가드·몬세렌  
시장확보경쟁 매우 치열해

살균제에는 문고병방제용 수화제인 “몬카트(flutolanil)” (日本農藥)와 “몬세렌(pencycuron)” (日本特殊農藥)의 시장성장이 현저히 빠르며 지난 가을부터는 “몬가드(diclomezine)” (日本三共)가 이들을 추격할 기세에 있다. “몬가드”는 페닐피리다지논(phenyl pyridazinone) 유도체이며 약제살포적기의 폭이 넓고 잔효성이 길은 것이 특징이다. 이들 세

가지 문고병약은 앞으로 시장확보의 윗자리를 차지하기 위해 뜨거운 경쟁이 예상된다.

기존 살균제와는 작용기작 달라

기존의 살균제는 식물병원균의 단백질 합성저해와 호흡저해를 하는 것이 대부분이었지만 최근에 개발되는 것은 엘고스테롤(ergosterol) 저해, 키틴(chitin)합성저해등 병원균의 특유한 대사경로를 저해하는 것들이다. 엘고스테롤을 저해하는 대표적 약제는 “루비겐(fenarimol)” (日本 Eli-Lilly)이며 사과, 배의 흑성병 및 적성병을 비롯하여 여러작물의 흰가루병 방제에 효과가 있다.

## 2. 살충제(殺虫劑)

ether 결합 피레스계 호평

살충제에서는 치아진계(thiazin계)의 “아플로드(Aploud)” (日本農藥)가 이미 100억엔(円)의 상품으로 성장하였으며 밀구류와 벼 물바구미에 매우 좋은 효과를 나타내는 “트레본(Trebon)” (三井東壓)과 “온콜(Oncol)” (大塚化學)이 작년에 뚜렷하게 성장하였다. “트레본”은 일종의 피레스로이드계(pyrethroid系)이며 특히 기존의 피레스로이드계 살충제와 다른 점은 성분의 화학구조에서 기

존의 것은 에스테르(ester) 결합을 갖는데 반하여 “트래본”은 에테르(ether) 결합을 하고 있다는 점 그리고 광범한 살충효과와 속효성 그리고 잔효성이 있는 것이 특징이다.

### 할로스린등장으로 경쟁 돌입

일본 농약시장에 피레스로이드계 살충제가 처음 등장한 것은 1983년이며 작년에는 “트래본”과 함께 “마브리크(fluvalinate)” (三菱化成) “스카우트(Scout)” (日本 New Club) 등도 시장에 선을 보였다. 이들 농약은 앞으로 얼마간 살충제 판매고의 10%에 해당하는 130억엔(円) 정도의 신장이 예상되지만 금년도에 새롭게 “싸이할로스린(Cyhalothrin)” (ICI) 이 농약시장에 등장함으로써 이들간에 큰 경쟁양상을 보여 줄 것이다.

### 응애약은 「닛소란」이 각광받아

약제저항성이 쉽게 생기는 응애약에 있어서는 1986년에 시판되기 시작한 “닛소란(Nissarun)” (日本曹達) 이 응애류 방제에 탁월한 효과가 있어 크게 성장하는 약제가 되고 있다.

### 곤충생장조절제 개발에 활기

현재 사용하고 있는 살충제는 대부분이 “피레스로이드”계, 유기인제, 그리고 “카바메이트계” 농약이며 모두 곤충의 신경계를 저해하는 작용

기작을 가진 것들인데 최근에는 곤충의 특유한 변태를 제어(制御)시키는 곤충성장조절제(Insect growth regulator)의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 유약홀몬작용물질(幻若 Hormone 作用物質), 표피형성저해물질(表皮形成阻害物質) 등이 그의 대표적인 것이며 1987년 처음으로 선을 보인 “디플린(diflubenzuron) 和蘭(Duphar)”는 “벤조일 우레아”계(benzoyl urea系)의 “키틴”합성저해제로서 살충효과는 곤충표피의 탈피를 억제하는 데 있다.

### 3. 제초제(除草劑)

#### 초기일발제초제 급격한 신장

최근 벼농사에서는 초기일발제초제(初期一發除草劑)의 보급이 급격히 증가하고 있다. 일발제초제는 초기처리제와 중기처리제의 살포, 즉 두번에 걸친 살포를 한번에 끝내도록 마련된 약제이며 잡초제거 노력의 생력화라는 시대적 요청에 맞게 고안되어 있다.

일발제초제가 보급된 지는 7년이다 못되었지만 그의 판매액을 보면 논제초제의 40%를 차지하고 있고 공급되는 면적은 벼재배면적의 44%인 94만ha에 달한 것으로 추정하고 있다.

일발제초제의 선구적인 자리에 있는 것은 “구사가린(butachlor + pyrazolate)”(三共)이다. 이 약제가 처음 시판된 것은 1982년이며 그후 5~6년을 지나는 동안 폭발적으로 판매량이 증가하여 작년에 공급된 면적은 54만ha로 추정하고 있다. 일발제초제는 현재 “구사가린” 이외에도 “완올(pretilachlor + pyrazoxyfen)”(三共)을 비롯하여 18개 약제가 보급되고 있으며 작년에는 “듀폰사(Du Pont社)”에서 개발한 “디피엑스-84(DPX-84, bensulfuron-methyl)”가 강력한 경쟁약제로 등장하였다. 이 약제는 피 이외의 모든 논잡초에 탁월한 효과를 나타내며 사용약량이 0.17% 혹은 0.25%로 매우 적고 살포적기가 길다는 특징을 가지고 있다. “디피엑스-84”를 혼합모제로 하는 일발제초제는 “뫓슈(MY-93 + bensulfuron methyl)”(三菱), “울프(benthiocarb + bensulfuron methyl)”(구미아이化學) “자꾸(mefenacet + bensulfuron methyl)”(特殊農藥) 그리고 “고루보(pretilachlor + bensulfuron methyl)”(CIBA-Geigy) 등 4 약제가 있으며 금년에 새롭게 나온 “후지그라스(SC-2957 + bensulfuron methyl)”(日本農藥)가 추가되어 모두 5약제로 늘게 된다. 이들 약제의 금년도 출하량이 실수요에 잘 연결된다면 “구사가린”보다 공급이 웃돌

능성이 있다.

### 아미노산합성 저해제 개발

제초제의 살초작용기작을 보면 기존의 제초제는 대부분이 광합성을 저해하는 것들이지만 최근에 개발한 약제중에는 식물의 특이한 아미노산합성을 저해하는 것이 있다. 그의 대표적인 것이 “디피엑스-84”와 “이미다졸계(imidazole系)”의 비농경지용 제초제인 “아세나루(imazpyr)”(Cyanamide社)이다. 즉 “바린(valine)” “루이신(leucine)” “이소루이신(isoleucine)” 등은 식물과 미생물에만 있는 아미노산인데 “디피엑스-84”와 “아세나루”는 작용기작이 약간 다르기는 하지만 이들 아미노산의 생합성과 관련되는 “아세트락테이트(acetolactate)” 합성효소를 저해하는 것에 속한다.

과원잡초방제를 위해서 비선택성 경엽처리(非選擇性 莖葉處理) 제초제인 “그라목손(Gramoxone)”(ICI社)과 “라운드업(Roundup)”(Monsanto)이 오래전부터 많이 공급되고 있으며 이밖에 “허비에스(bialaphos)”(明治製藥)와 “바스타(glufosinate)”(Hoechst社)가 있다. 이 중에서 “허비에스”는 방선균(放線菌)인 “스트렙토마이세스 하이그로스코피가스(streptomyces hygroscopicus)”에 의

해 생산되는 발효생산물이며 식물체 내의 “그루타민산합성효소소(gultamic acid 合成酵素)”를 저해하여 식물생체내에 “암모니아”를 축적(蓄積) 시킴으로써 결과적으로 고사시킨다. 비선택성 제초제 개발분야에서는 금 후 첨단기술을 통하여 약제 저항성을 가진 작물을 만들어서 이 작물과 제초제를 함께하여 판매할 수 있는 연구도 함께 진행될 것이다.

#### 4. 식물생장조정제 (植物生長調整劑)

살균제, 살충제 그리고 제초제 다음으로 독자적 영역을 형성하고 있는 것이 식물생장조정제 부분이다.

벼의 도복을 경감시키는데 특효가 있는 식물생장조정제 “세레다도(inabenfide)”(中外製藥)가 작년부터 시판되고 있다. 이 약제는 벼의 생장호르몬을 저해하여 도복과 가장 관계가 깊은 벼의 하위 절간신장(下位節間伸長)을 억제하는 것이며 내도복성(耐倒伏性)을 향상시킨다. 벼의 도복 경감을 목적으로 하는 식물생장조정제는 “세레다도”가 최초이며 새로운 시장개척이라 할 수 있다. 한편 영국의 “아이씨아이사(ICI社)”는 “세레다도”와 같은 특성을 가진 도복경감 및 왜화성 생장조정제를 시장에 내놓을 예정이고 이들을 뒤따라 “구미아이

화학” 및 “스미도도화학(住友化學)” 등이 추격해 나갈 태세를 보이고 있다.

벼도복경감제 이외의 식물생장조정제로는 작년에 판매를 시작한 상켓치(Choline chloride)(三菱互斯化學)를 들 수 있다. 이것은 비타민 비(Vitamine B)의 일종이며 작물의 줄기와 잎에 뿌리면 생육능력이 향상되고 또 수량증수도 가져온다.

#### 5. 생물농약(生物農藥)

종합방제 차원서 중요성 클 듯

유기합성농약의 범주를 벗어나서 최근에는 생물농약이 큰 관심과 함께 많은 이목이 집중되고 있다. 생물농약의 대표적인 것으로 비티제(BT劑)가 알려져 있다. 비티제는 바실러스 슈린겐시스(Bacillus thuringiensis 桿菌의 一種)가 만들어내는 균체내 독소인 알파엔도톡신(Alphaendotoxin)을 유효성분으로 하며 인시목(鱗翅目) 해충을 선택적으로 방제하는 미생물살충제(微生物殺虫劑)이다. 이 비티제와 같은 종류에 속하는 것으로 완전살아포형(完全殺芽包型)의 “도아로·시티·수화제”(東亞合成)을 비롯하여 “바시렉스 수화제”(塩野義製藥) “다이펠수화제”(住友化學) “슈리 사이드 수화제”(SDS Biotech社)

등이 있으며 이들 모두가 시판되고 있다.

미생물살충제 이외에 생물농약에 속하는 것으로 “페로몬제(Pheromone劑)”와 같은 특출한 것이 있다. 이것은 성페로몬을 자연계의 것보다 높은 농도로 만들어 곤충의 암수간의 교신을 교란시켜 결국 교미를 못하게 하도록 만들며 “하마기곤” “신구이곤”(信越化學) “고시프로아”(Philips 石油) 등의 제품이 시판되고 있다.

현재 생물농약이 농약 전체 중에서 차지하는 비율이 매우 작지만 앞으로 유기합성농약과의 교호살포(交互撒布) 등 종합방제 개념으로 볼 때에는 그의 중요성이 증가할 것이다.

## 6. 농약제형(農藥劑型)

신농약의 개발연구에 있어 농약원제인 화합물질의 합성, 창출이 중요한 것은 물론이며 이에 병행하여 농약의 효율적인 살포 그리고 약효를 충분히 발현시킬 수 있도록 하는 제제기술(製劑技術)의 개발도 매우 중요하다.

현재 농가에서 사용되고 있는 농약 제형은 입제(粒劑), 분·입제(粉粒劑), 분제(粉劑), 유제(乳劑), 액제(液劑) 그리고 수화제(水和劑) 등이다.

## 미분제 보급이 가장 많아

벼농사가 일본 농업의 주체이기 때문에 농약도 벼농사에 많이 쓰이는 제형 즉, 분입제가 많이 보급되고 있는 것만은 사실이다. 분입제에서도 디엘분제(DL粉劑)의 보급이 가장 많다. 디엘분제는 분제의 표류비산(drift)을 억제하는 목적으로 만들어진 것이며 표류비산의 원인이 되는 10마이크론 이하의 미세입자를 가능한 제거한 것이다. 디엘분제는 1978년 처음으로 등장하였으며 그후 급속히 사용량이 증가하여 일반분제가 거의 디엘분제로 바뀌고 있다.

디엘분제 이외에 미량살포제(ULV, ultra low volume劑), 미분제(微粉劑) 그리고 유효성분의 방출제어를 목적으로 하는 마이크로캡슐제(Micro capsule劑), 라미네이트제(Laminate劑) 등이 있으며 최근에는 녹말(澱粉)의 일종인 “사이크로덱스트린(Cyclodextrin)”을 사용한 포접체(包接體) 등도 상품화되고 있다.

농약이 환경중에서 소실(消失)되는 속도를 알아서 약제가 그에 맞게 서서히 방출될 수 있다면 적은 약량으로도 소기의 방제효과를 거둘수 있을 것이므로 제제기술은 환경오염 문제를 해결하는데 중요한 의미를 가진다.

표 1. 일본에서 보급되는 새농약의 국내품목고시 및 검토

구분	약제명 일반명 (상표)	작용작물 및 대상병해충, 잡초	국내품목고시 및 검토		
			품목 고시	시험 검토중	미검토
살균제	<i>flutolanil (Moncut)</i>	벼, 문고병	○		
	<i>penicuron (Moncern)</i>	"	○		
	<i>diclomezine (Monguard)</i>	"		○	
	<i>fenarimol (Rubigan)</i>	과수, 흰가루병	○		
살충제	<i>buprofezin (Applaud)</i>	벼, 벼멸구	○		
	<i>ethofenprox (Trebon)</i>	"	○		
	<i>benfuracarb (Oncol)</i>	감귤, 진딧물	○		
	<i>cycloprothrin (Cyclosol)</i>	벼, 물바구미			○
	<i>fluvalinate (Mavrik)</i>	감귤, 골나방, 진딧물	○		
	<i>tralomethrin (Scout)</i>	과수, 진딧물			○
	<i>cyhalothrin (Jureong)</i>	과수, 골나방, 진딧물	○		
	<i>hexythiazox (Nissorin)</i>	과수, 응애	○		
제초제	<i>diflufenzuron (Dimilin)</i>	과수, 일말이나방	○		
	<i>butachlor/ pyrazolate (Kusakarín)</i>	벼, 일년생, 다년생잡초	○		
	<i>pretilachlor/ pyrazoxyfen (One all)</i>	"	○		
	<i>MY-93/ bensulfuron methyl (Putsiu)</i>	"			○
	<i>mefenacet/ bensulfuron methyl (Zaku)</i>	"	○		
	<i>thiobencarb/ bensulfuron methyl (Wolf)</i>	"			○
	<i>pretilachlor/ bensulfuron methyl (Korubo)</i>	"		○	
	<i>SC-2957/ bensulfuron methyl (Fuzigrass)</i>	"			○
	<i>bialaphos (Herbiace)</i>	과원, 잡초			○
	<i>glufosinate (Basta)</i>	"		○	
	<i>imazpyr (Arsenal)</i>	비농경지, 산림		○	
	생장조정제	<i>inabenfide (Seritard)</i>	벼, 도복방지		○
<i>paclobutrazol (Cutter)</i>		"		○	
<i>uniconazol (Prunit)</i>		"		○	
<i>KIM-112</i>		"		○	
<i>Choline chloride (Sun catch)</i>		고구마, 비대증수			○
생물농약 <비티제> <웨어몬제>	<i>Bacillus thuringiensis</i> ( <i>Toaro CT, Bacillex, Thuricide, Dipel</i> )	배추, 배추흰나비 산림, 흰불나방	○		
	<i>Tetradesenyi acetate</i> 제 ( <i>Hamakikon, Singuikon</i> ) <i>Hexadecadienyi acetate</i> 제 ( <i>Gossyplure</i> )	사과, 일말이나방, 복숭아심식나방 목화, 두래나방			○
계	31 (100)		14 (45)	8 (26)	9 (29)



이 자료를 통하여 최근 일본에서 보급되고 있는 새로운 살균제, 살충제, 제초제, 식물생장조정제 그리고 생물농약들을 알아볼 수 있었다. 그러면 이들 농약이 우리나라에서는 어떻게 되어 있는지 알아본 결과는 표

1과 같다.

표 1을 보면 일본에서 보급되고 있는 새농약 31약제중 45%가 기히 우리나라에서도 품목고시, 등록되어 제품이 시판되고 있고 29%는 현재 시험검토 중에 있다. 이것으로 미루어

## 「신농약 개발연구 현황과 금후과제」 심포지엄 개최



농촌진흥청 농약연구소(소장·朴英善)주관 「신농약 개발현황과 전망에 관한 심포지엄」이 11월 11일 농약연구소 회의실에서 개최됐다.

이날 심포지엄에는 농약개발분야에 참여하고 있는 대학교수, 국공립 및 기업연구소 전문가등 150여명이 참석하여 성황을 이루었는데 朴英善

소장은 인사말을 통해 「우리나라의 농약산업이 본격적으로 발전되기 시작한 것은 1960년대 후반기부터였다」고 말하고 「이 분야의 발전 속도가 뒤지고 아직도 많은 원재를 외국으로부터 수입하여 사용해야 하는 것이 우리의 현실임」을 강조한후 「오늘이 자리는 알차고 깊이있는 의견교환이

볼때 새로운 농약의 국내보급을 조금이라도 빨리 앞당겨 이루어질 수 있도록 하려는 노력이 국내 농약업체 및 시험연구기관에 크게 담겨져 있음을 알수 있다. 약효 좋고 안전한 새로운 농약의 조기보급으로 보다 더

농산물의 안전다수확, 좋은 품질의 농산물생산 그리고 농작업의 성력화를 기할 수 있음과 동시에 농약이 위해하다는 국민의 우려와 민감한 반응이 크게 줄어들지기를 바라마지 않는다. <자료번역 : 농약연구소>

## 農藥研 교수·전문가등 150여명 참석 농약 개발의욕 촉진에 기여

이루어져 저독성 농약 개발에도움이 되기를 기대한다」고 말했다.

이번 심포지엄은 '87년 7월부터 시행되고 있는 물질특허 제도에 대비하고 국내 기술에 의한 농약개발을 촉진하기 위하여 국내외의 농약개발 연구현황을 검토하고 국내실정에 알맞는 농약개발방향을 모색하는 한편 개발기술정보를 교환하기 위함이다.

이날 발표에서는 국내외의 신농약 개발 연구 동향과 전망, 저독안전성 농약 개발을 위한 유기합성 기술 및 식물과 미생물 자원을 이용한 무공해 농약 개발 방법, 약효를 증진시키고 사용이 간편한 새로운 농약 제형 개발 등에 관한 것과 신개발 물질의 생물검정 기술 및 안전성 평가방법에 대해 중점적으로 다루어졌다.

이번 심포지엄을 통해 국내개발능

력에 알맞고 인축 및 환경에 해가없는 저독성 농약개발기술 및 평가방법에 관해 상호 진지하게 토의하고 의견을 교환함으로써 국내 연구진에 의한 농약 개발을 촉진하는데 기여될 것이 기대되고 있는데 이 날 발표된 과제 및 발표자는 다음과 같다.

△국내의 신농약 개발현황과 전망 (金裕仁·한농) △저독성 유기합성 농약의 개발기법(慶錫憲·건국대)△신제초제의 개발-KL0055 및 KL0122(李載賢·한국화학연구소) △식물성 농약의 개발이용(鄭永浩·농약연구소) △미생물농약의 개발현황과 전망(崔庸哲·농약연구소) △농약신제형 개발이용(吳秉烈·농약연구소) △신개발 농약의 생물검정기술(劉載起·농약연구소) △농약의 안전성 평가(金洵榮·국립보건안전연구원)