

● 변화하는 농약

# 높은 선택성 · 살포량 슬림화 분해쉽고 축적없는 농약으로 변화

기술혁신 스피드 뚜렷, 기술혁신의 산물로 농약도 예외 안돼  
표적생물이외 영향 적고 환경균형 유지, 변화 · 세대교체 지속

- 홍보부 -

**제**2차 세계대전 후 기술혁신의 스피드는 뚜렷하여 진공관에서 IC로, 아날로그에서 디지털 등으로 '세대교체'에 눈이 휘둥그레해질 정도이다. 기술혁신의 산물로 최근의 농약도 예외는 아니다. 병해충 방제라고 하는 기능은 같음에도 새로운 농약은 과거의 DDT나 BHC와는 독성, 잔류성, 환경에 미치는 영향 등이 크게 진보하고 있다.

## 세대교체하는 농약

유기합성 농약이 일본에서 사용되게 된 것은 제2차 세계대전 이후이며 최초로 도입된 것은 DDT와 BHC 등의 유기염소계 살충제이다. 당초 DDT는 전염병 예방 등을 위하여 벼룩이나 이의 구제제로서 사용되었으나 이후 병해충의 이화명나방류와 과수 채소의 병해충에도 효과

가 있다는 것이 밝혀지게 되어 농업분야에도 광범위하게 사용하게 되었다. 그 다음에 도입된 BHC는 벼멸구류에 탁월한 효과가 있어서 전국적으로 보급되었다. 유기인제 살충제의 파라치온도 이화명나방에 뚜렷한 효과가 있었고 과수채소 해충 등에도 광범위한 효과가 있었기 때문에 1954년 국산화 되었다. 유기합성농약은 병해충의 피해를 방제하는데 유용하게 쓰였고 이제까지 병해충 때문에 채택되지 않았던 새로운 농업기술이 가능하게 되었으며 쌀의 비약적 인 증산이 이루어졌다.

예를 들면 유기수은제로 인해서는 도열병에 약한 다수확품종이 도입되었고 다비재배가 가능하게 되었다. 파라치온의 사용에 따라서 매미충류의 발생을 피하기 위하여 늦게 심었던 서남 난지에도 조식재배가 가능하게 되어 태

풍, 한해 등의 피해가 크게 줄었다. 일본뿐만 아니라 세계 각국에서 식량 증산에 지대한 공헌을 한 유기합성농약이었지만 피에르 칼슨 여사의 싸일런스 스프링 (침묵의 봄)에 나타남과 같이 대량 사용으로 인한 우려도 높았다.

일본에서는 1971년에 농약취체법이 대폭적으로 개정 강화되어 1966년부터 잔류성 때문에 유기수은제가 비수은제로 순

차적으로 교체되었고 1971년에는 파라치온이 강한 급성독성 때문에 사용이 금지되었다. 그리고 난분해성과 인체의 축적성 때문에 DDT, BHC의 판매가 금지되기도 했다. 이러한 배경 하에서 농약의 개발은 그때까지 효과를 중시하였던 것을 인축과 환경에 영향이 적고 병해충이나 잡초에 높은 효력을 가지는 약제의 개발에 더한층 힘을 쏟게 되었다. 그 결과 현재 신농약은 저독화 되고 분해가 쉬우며 잔류가 낮고 선택성이 높으며 저약량화 등의 특징을 지니는 것으로 변화해 오고 있다.

### 분해되기 쉽고 축적되지 않은 농약

밭이나 논에 살포된 농약의 대부분은 토양 표면에 떨어져 토양입자나 유기물에 흡착되어 태양광이나 토양미생물 등에 의해서 분해된다. 농약이 토양중에서 어느 정도의 시간에서 분해하는가의 기준으로서 「반감기」가 사용된다. (표 1)은 현재 일본에서 시판되고 있는 농약의

표 1. 농약의 밭 및 논토양중 반감기(일)

농 약 명	밭 토 양		논 토 양	
	광 질	화산회	광 질	화산회
Diazinon	7 ~ 14	7 ~ 14	3 ~ 7	3 ~ 7
Dimethoate	30 ~ 60	30 ~ 60	14 ~ 30	7 ~ 30
Ethylthiometon	30 ~ 45	45 ~ 60	30 ~ 45	60 ~ 90
Vamidothion	1 ~ 2	2 ~ 3	2 ~ 3	2 ~ 3
Malathion	0 ~ 1	0 ~ 1	0 ~ 2	0 ~ 2
MEP	13 ~ 29	13 ~ 16	7 ~ 14	7 ~ 14
MPP	6 ~ 13	13 ~ 20	13 ~ 20	30 ~ 45
CYAP	3 ~ 7	3 ~ 7	3 ~ 7	3 ~ 7
PAP	0 ~ 1	0 ~ 1	3 ~ 7	0 ~ 1
NAC	14 ~ 21	14 ~ 21	14 ~ 21	14 ~ 21
BPMC	7 ~ 14	7 ~ 14	56 ~ 80	56 ~ 114
Cartap	0 ~ 3	0 ~ 3	0 ~ 3	0 ~ 3
TPN	3 ~ 7	3 ~ 7	0 ~ 1	0 ~ 1
Trifluralin	30 ~ 50	30 ~ 50	10 ~ 15	10 ~ 15

반감기의 예이다. 일본에서는 토양반감기가 1년(한국은 6개월)을 초과하는 농약은 원칙적으로 등록이 인정되지 않는다. 반감기를 지나서도 농약의 분해는 계속된다. (표 2)는 토양중에서 농약이 75-100% 분해·소실하기까지 시간(잔류기간)을 나타낸 것이다. DDT나 BHC 같은 유기염소계 살충제는 2-5년의 장기간을 필요로 하고 있다. 물론 이 약제들은 현재 어느 품목도 일본에서는 사용되지 않는다(한국에서도 사용되지 않음). DDT나 BHC는 토양뿐만 아니라 생체에서의 축적도 문제가 되었다.

표 2. 유기염소계 살충제의 토양중 잔류기간

농 약 명	잔류기간(75~100% 소실)
Chlordane	5년
DDT	4년
BHC	3년
Dieldrine	3년
Heptachlor	2년
Aldrine	2년

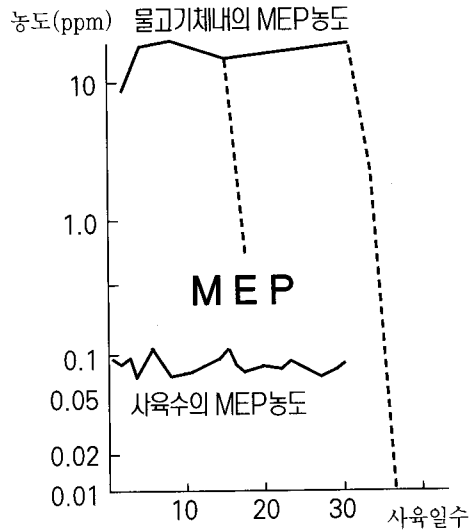
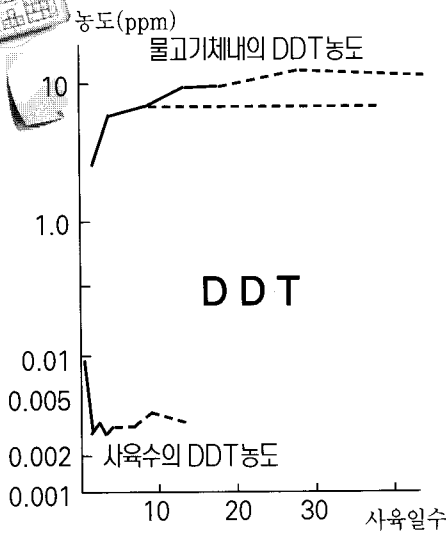


그림 1. 무지개송어에서의 농약 농축성

(그림 1)은 DDT와 현재 사용되고 있는 유기 인계 살충제 MEP(페니트로치온)가 동물의 체내에서 얼마만큼 축적되어 농축되는가를 비교한 것이다. 실험에서는 무지개 송어를 농약을 함유한 물로 일정기간 사육하고 그 후 농약을 함유하지 않은 물에 옮겨서 체내의 농약 농도 변화를 조사하였다.

그에 따르면 DDT는 시간이 경과함에 따라 체내에 축적되고 농축되어 있었다. DDT의 사육수중의 농도와 물고기 체내의 농도를 비교, 요컨대 농축도는 DDT를 함유하지 않은 물에 옮기기 전의 13일보다 2700배에 달하였다. 그 후 DDT를 함유한 물에 옮겨서도 물고기 체내의 농도는 거의 저하되지 않았다. 그에 비하여 MEP의 경우는 급속히 체내에 들어가서 체내의 농도는 1-3일에 최고치에 달하였지만 그 후 30일간 MEP를 함유한 물에 사육하여도 농도는 상승하지 않았다. 그간의 농축도는 최고치가 250배로 되었다. 물고기를 MEP가 함유되지 않은 물에 옮겼을 때 체내의 농도는 5일만에 1/1000이 되는 등 급속히 저하하였다. 이것은

MEP와 그 대사물이 배설되기 쉽기 때문이다.

### 선택성도 향상

표적 유해생물에 손상을 입히고 그 이외의 생물에는 영향이 적은 것은 농약으로서 최고로 중요한 성질이다. 이와 같이 다른 생물에 대한 약제의 작용(특성)에 차이가 있는 것을 선택성(선택독성)이라고 말한다.

(표 3)은 현재 사용되고 있는 살충제와 옛날에 사용된 살충제와의 선택독성을 비교한 것이다. LD<sub>50</sub>치는 「반수치사량」을 말하며 급성독성의 강도를 나타낸다. 이 수치가 적은 것은 급성독성이 강하다는 것을 의미한다. 선택계수는 다른 생물간에 약제 독성의 차이를 나타낸다. 선택계수의 수치는 큰 것이 바람직하며 파라치온이나 슈타단 등에 비하여 현재 살충제의 선택독성은 향상되고 있다.

### 살포량도 슬림화

농약은 눈이나 발에 사용되기 때문에 환경의 균형을 교란할 가능성이 있다. 따라서 환경에

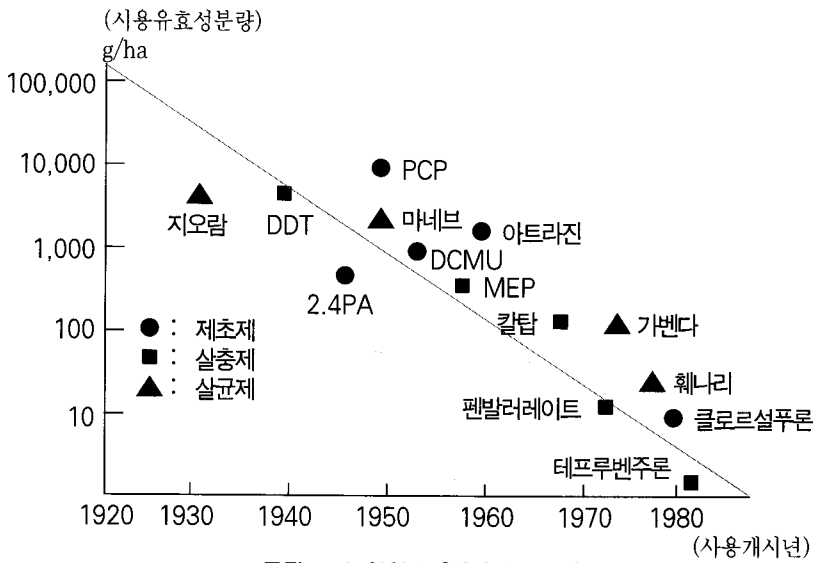


그림 2. 농약의 시용유효성분량 추이

표 3. 각종 약제의 선택독성

약 제	독성(LD <sub>50</sub> mg/kg)		선택계수 (A/B)
	릿트 (경구투여) (A)	집파리 (국소시용) (B)	
DDT	118	2	59
BHC	91	0.85	107
Parathion	3.6	0.9	4.0
Marathion	1,000	26.5 (0.57) (끝)	38 (1,754)
Fenitrothion	570	2.3 (4.5) (끝)	248 (127)
Cartap	500	>900 (0.71) (끝)	<0.56 (704)
Fenvalerate	451	1 (1.3) (배)	451 (347)
Permethrin	1,500	0.7 (0.73) (배)	2,143 (2,055)
Buprofezin	2,198	(0.31 ppm) (떨)	-
Chlorfluazuron	>8,500	(0.021ppm) (배)	-

Hollingworth(1976)

( )내의 표시는 (끝)끝동매미충, (배)배추좀나방, (떨)벼멸구

Buprofezin, Chlorfluazuron의 ( )내의 표시는 인편침적법의 값을 표시

대한 배려는 투입되는 농약의 양, 특히 유효성분량을 적게 하는 것에서 시작된다고 볼 수 있다. (그림 2)는 반세기에 걸쳐 농약의 시용 유효성분량의 변화를 표시한 것이다. 새로 개발된 약제는 그만큼 사용량이 적어지게 된다. 1ha 당 유효성분량은 1930-40년대의 1/100에서 1/1000까지 감소하고 있는 것도 있다.

에 되지 않으며 광범위하게 보급되고 있다.

최근의 농약은 인간을 비롯하여 표적생물 이외의 생물에는 영향이 적고 또한 환경의 균형을 붕괴시키지 않는다. 이런 성질을 갖춘 약제가 실용화되고 있다.

즉, 과거의 DDT나 BHC 등은 도태되고 세대교체를 계속하고 있다. **농약정보**

또한 기술의 진보에 따라 단위면적에 맞도록 사용량을 줄이는 것이 가능하게 되었다. 기계이상시 육묘상에 약제를 사용하여 이앙을 하면 묘의 주위에 약제가 집중하기 때문에 약제의 확산이 적고 효과가 오랫동안 지속된다. 이 상자 사용법에는 눈에 직접 살포하는 경우보다 살포량이 수분의 일 밖