

# 잔류농약 경운으로도 감소가능

## 「農藥과 土壤」

(특별발표)

농약연구소 소장 · 農博 慎 鏞 華

한국토양비료학회(회장 · 孟道源)의 82년도 임시총회 및 추계학술발표회가 지난 10월 16일 고려대학교 농과대학에서 학계·업계·회원등 1백 50여 명이 참석, 성황리에 개최됐다. 이날 학술발표에 앞서 농약연구소 慎鏞華 소장의 「農藥과 土壤」 등 3개주제에 대한 특별발표가 있었는데 다음은 이날 특별히 많은 관심을 끌었던 「農藥과 土壤」에 대한 특별발표의 발표요지다.

### 1. 농약 사용현황

우리나라 근대농약사업은 1930년 朝鮮三共이 제충국제를 생산함으로써 시작되었으며 1942년 DDT가 도입되므로서 유기 합성농약시대를 맞게 됐다.

그러나 농약의 독성과 잔류성이

사회문제화 됨으로써 1969년부터 1979년까지 세례산석회, 침지용유기수은제, DDT 및 알드린등 유기수은제와 일부 유기염소계농약의 생산·제조·판매금지조치가 이루어져 현재에 이르고 있다.

또한 학계일부에서는 우리나라의 농약 사용량이 점차 증가되고 있다면서 사용량의 급속한 증가는 자연을 파괴하리라는 지적을 하고있다. 그러나 별표에서 보는 바와 같이 우리나라 농약사용량은 1979년을 기준  
◇ 우리나라 농약사용현황 (% a.i.)

구분	'73	'75	'77	'79	'80	'81
살균제	1.0	1.2	1.3	3.8	5.4	6.2
살충제	4.3	5.2	5.4	7.6	6.4	5.9
제초제	1.2	2.1	2.3	2.7	3.4	3.2
기타	0.2	0.1	0.1	0.3	0.9	0.6
계	6.7	8.6	9.1	14.4	16.1	15.9

으로 정체상태를 유지할뿐 증가 추세는 보이지 않고 있다.

### 2. 농약의 공로

농업생산에 농약을 사용하므로서 얻을 수 있는 이익은 ▲ 안전다수확이 가능하며 ▲ 성력재배와 ▲ 기술 개선에 크게 이바지 했다는 점이다.

즉 농약을 사용함으로써 병충해는 물론 잡초방제가 가능해졌으며 연작장해를 막을 수 있고 多肥, 密植, 早植이 가능해졌으며 과수에서는 무대(無袋) 재배와 化學摘果가 가능해서 농촌일손난 해결에 큰몫을 담당하고 있다고 볼 수 있다.

### 3. 부작용에 대한 우려

농약은 독성을 지닌 화학물질로서 그 부작용이 전혀 없다고 볼수 없으며 부작용으로는 농약중독, 환경오염, 유용생물의 피해, 약제저항성 유발, 생태계혼란등을 들수 있다.

그러나 매년 6, 7, 8월인 농약성수기에 「매스컴」에 보도되는 『일부 내용은 모두 옳다고 볼 수 없는 내용도 있다. 일례로 금년에 홍성지방에서 농약 중독으로 47명이 사망했다는 보도가 있어 본 연구소 직원이 현지를 확인

한 결과 음독자살사건으로 판명된 경우도 있었다.

정부는 농약의 독성과 관련하여 모든 농약을 맹독성(3품목), 고독성(23품목), 보통독성(211 품목)으로 구분하고 있으며 가장 많이 쓰이는

#### ◇ 農藥毒性區分 (mg/kg)

區分	猛毒性	高毒性	普通性	計
半數致死量 (10g/kg)				
經口(液體)	0-20	20-200	200<	
經皮( " )	0-40	40-400	400	
品目數	3	23	211	237

#### ◇ 農藥殘留 許容基準

##### 玄米中 農藥殘留許容量 比較

(單位: ppm)

農藥品名 商標名	韓國	日本	FAO/WHO
BHC	0.1	0.2	0.5
DDT	0.1	0.2	—
Aldrin	0.005	N.D	0.02
Dieldrin	0.005	N.D	0.02
Heptachlor	0.01	—	0.02
Endrin	0.01	N.D	0.02
AS <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.0	—	—
Diazinon(다수진)	0.1	0.1	0.1
EPN	0.1	0.1	—
Fenitrothion(메프)	0.2	0.2	—
Fenthion	0.05	0.05	0.1
Malathion	0.1	—	8.0
Phrathion	0.1	N.D	—
Phenhoate(파프)	0.1	0.05	—
Phosmet(이미단)	0.1	0.05	—

韓國: 環境廳 告示('81. 3. 16)

□ 농약과 토양 □

수도용농약에는 맹독성 또는 고독성 농약이 하나도 없다.

또한 농약이 인체에 미치는 영향을 고려하여 환경청에서는 잔류허용기준량을 고시하고 있는데 이 허용기준은 FAO나 WHO에서 설정한 규제에 비하여 매우 엄격한 수준에서 설정되어 있어 한 일본인은 한국은 잔류기준설정 정도만 보아도 농약개발에 관해서는 상당히 발전되어 있는 것 같다고 지적할 정도이다.

4. 병해충의 종합방제

우리나라 어느 제약회사의 감기약 선전을 보면「감기에 안 걸리려면 우선 양치질을 하고 일찍 잠자리에 들며 그래도 감기에 걸리면 X×약을 복용하라」고 약 복용이전의 조치를

강조하는 것을 볼 수 있었다.

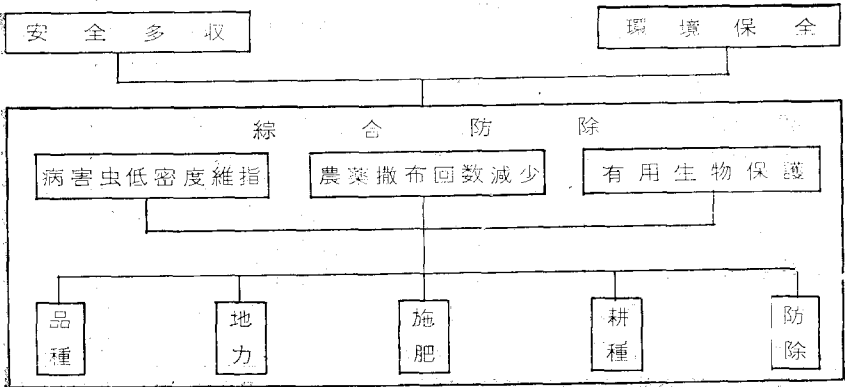
농약에 의한 병충해방제도 농약을 사용하기 이전에 지력을 보강하고 내병성품종을 재배하는등 작물자체가 병에 충분히 견딜수있는 조건을 구비해 준 후 최후수단으로 농약을 사용하는 방법을 선택하는 종합방제 체제를 설정해야 할 것이다.

5. 병해충발생과 토양

병해충발생은 토양조건과 밀접한 상관관계를 갖고 발생의 심도를 달리한다.

다음 표에서 보는바와 같이 목도열병 발생상습지인 雲峰지역에서의 조사결과에 의하면 전발생면적의 88%가 사질답이었으며 또 다른 시험 결과에 의하면 토양개량으로 목도열

◇ 병충해종합방제 모식도 ◇



병의 발생을 현저히 줄일 수 있었음을 볼 수 있다.

◇ 토양유형별 도열병 발생('81 雲峰)

유형	사질담	습담	미속	보통	비고
발생면적비	88%	9	2	1	발생면적 35ha

◇ 토양개량과 도열병('81 利川)

구분	밀양23호		금강벼		아끼바레	
	관행	토양개량	관행	토양개량	관행	토양개량
목도열병이병수율	37.3	15.1	79.0	34.5	4.6	2.5

시비량과 병해충발생량과도 밀접한 관계를 갖고 있는데 질소질비료를 과용하면 도열병발생이 많아지며

◇ 도열병과 질소시용('81 雲峰)

목도열병이병수율	조사필지	시비량 (kg/10a)			목도열병약제방제
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
심(21~50%)	6	18-24	4-8	6-8	유제 2~5회
다(11~20%)	4	18-22	6	8	" 2~3회
중(6~10%)	1	20	6	6	" 3회
소(1~5%)	5	12-18	6-8	6-8	" 2~4(분제 1, 유제 2)

※ 토양유형 : 사질담 품종 : 레이메이, 아끼히까리

◇ 규산시용과 도열병('68. 植環)

규회석 (kg/10a)	0	150	300
이 병 율	12.0	8.2	7.4

6. 토양중 농약잔류성

농약의 잔류성문제는 1961년 미국

흰빛잎마름병, 별구류등도 질소질비료를 많이 주면 발생량이 증가되는 것으로 추정된다.

표에서 보는바와 같이 질소비료를 10a당 12~18kg을 사용한 필지에서는 1~5%의 목도열병 이병수율을 보였으나 18~24kg을 사용한 필지에서는 21~50%의 이병수율을 나타냈다.

또한 규산질비료의 시용과 도열병 발병과의 관계를 보면 무시용구에서는 12.0%의 이병율을 보였으나 300k/10a 시용구에서는 7.4%의 이병율 밖에 보이지 않아 토양개량으로 인한 병충해사건방제 효과가 매우 높았음을 알 수 있다.

의 칼손여사의 「침묵의 봄」이라는 저서가 발간되면서 사회문제로 대두되었고 1963년부터 농약규제에 착수하게 된 동기였다고 할수있다.

사용된 농약의 토양중의 집적상태를 보면 유·액·분제경우는 30~40%가 토양에 집적되며 30%는 식물체의 잎과 줄기에 나머지 30%는 대

□ 농약과 토양 □

기중으로 분산되는 것으로 보여진다. 한편 입계의 경우는 100%가 토양에 집적되는 것으로 생각된다.

농약은 일단 대상작물에 처리되면 각종 환경조건에 따라 흡착·분해등 과정을 거치게 되는데 농약행적의 주요과정은 다음과 같이 구분할 수 있다.

(1) 식물에 의한 흡수(plant up take)

침투성농약에서 주로 쉽게 흡수있는 작용으로 Alabama 주의 Atrazine의 토양잔류 조사를 보면 옥수수밭에서의 검출량이 휴한지에서의 검출량보다 적은것으로 나타났다.

(2) 광분해(photo decomposition)

많은 량은 아니지만 소량이 광선의 자외선에 의해 분해되는데 광반응으로는 Dehalogenation, Sulfur Oxidation, Isomerization 등을 들수 있다.

(3) 휘산(volatilization)

농약성분의 휘산은 토양수분과 깊은 관계를 갖고 있어 적당량의 수분을 보유하고 있는 토양이 건조한 토양에서 보다 쉽게 휘산작용이 일어난다.

Aldrin의 휘산관계를 보면 지표(地表) 살포 6주후에는 약간의 성분이 Dieldrin으로 변화되었고 잔여성분은 소실되었으며 지중(地中)에 살포했을 때 2주 후에는 50%의 성분은 소실되었으며 Aldrin 40%, Die-

ldrin 10%가 검출되었다.

(4) 흡착(Adsorption)

토양흡착정도는 토양유기물함량, 점토함량 및 토양의 특성에 따라 달라지는데 토양수분과의 관계를 보면 수분이 많을수록 토양미생물이 활동이 많아지는 반면 흡착력은 적어지고 반대로 수분이 적으면 미생물활동은 적어지고 흡착정도는 증대하게 된다.

구	분	多	寡
흡	착	小	大
미	생물	大	小
활	동		

(5) 용탈(Leaching)

중력수와 모관수(毛管水)에서 쉽게 용탈되며 토양별로는 사질토가 식질토보다, 그리고 과부식질토가 부식질토 보다 용탈현상이 크게 나타난다.

◇ 유기물 함량과 Monuron의 용탈

(단위 %)

유기물 함량	0.87	1.44
용탈량	65	5

(6) 생물학적분해

농약의 어떤 성분은 토양미생물에 의해 부단히 분해되는 것으로 추정되는데 이경로는 온난한 기후조건과 적정유기물함량 및 유효양분이 토양내에 존재하면 미생물이 번식하게 되고 이 미생물에 의해 농약이 분해되거나 해독되는 것으로 생각된다.

생물학적 분해기구는 Dealkylation, Dehalogenation, hydrolysis, Oxidation, Reduction 등을 들 수 있다.

이제까지의 연구결과를 종합해보면 Tiocarbamate系 농약은 세균, 방사균의 번식을 촉진하며 Zineb, Maneb, 취화 Methyl은 초화작용을 억제하고  $NH_4$ 를 축적시키며 DDT BHC 등은 고농도로 살포되지 않으면 질소고정균, 초화균에 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

(7) 화학적분해

대부분의 농약은 Parathion이 강알칼리 상태에서 수분함량이 많을때 쉽게 분해되듯이 pH가 높을수록 쉽게 분해되나 Atrazine은 강산성일때 (pH가 낮을수록) 쉽게 분해된다.

이상과 같이 농약은 여러경로를 통해 흡수, 분해, 소실되고 [있는데 이를 도표로 나타내면 별표의 그림과 같다.

(8) 농약의 토양중 잔류기간

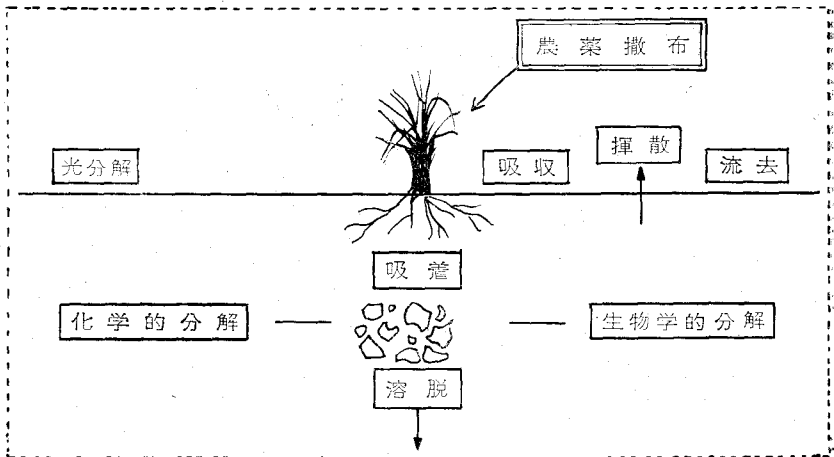
토양중의 농약잔류기간은 약제의 성질에 따라 크게 차이가 나는데 길게는 3~4년에서 짧게는 몇일간으로 측정되기도 한다. 주요약제별 토양중 잔류기간은 별표와 같다.

7. 잔류농약의 경감대책

(1) 잔류성이 적은 농약선택

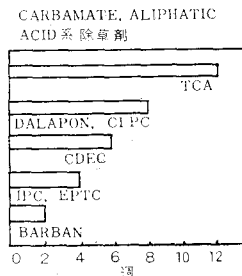
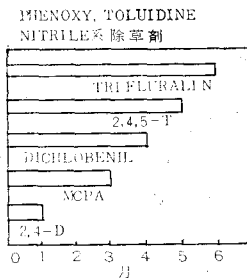
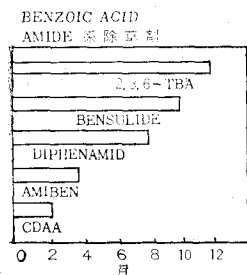
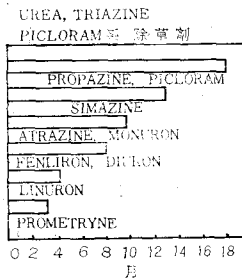
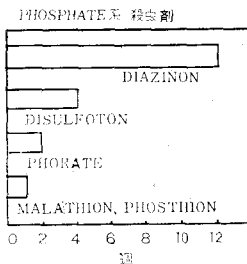
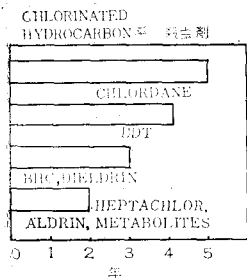
토양내에서의 잔류성이 적을수록 연용에의한 토양집적농도가 낮아질 수 있으므로 가급적 잔류성이 적은

◇ 농약의 행적



□ 농약과 토양 □

◇ 토양중의 농약잔류기간



농약을 사용토록한다. 표에서 보는 바와 같이 농약의 분해정도가 90%인 농약을 3년간 연용했을때 토양잔류량은 0.11kg에 불과했으나 분해정도가 50%인 농약은 0.875kg이 잔류되었다.

(2) 농약흡수 식물재배

Carrot(당근의 일종)을 재배하면

◇ 농약분해정도와 토양중잔류량

농약살포량 (kg/ha/년)	농약 분해도 (%)	토양잔류량(kg/ha)		
		1년차	2년차	3년차
1	90	0.1	0.11	0.11
	50	0.5	0.75	0.875

Lindane 성분을 흡수하는 것으로 알려져 있는데 이와 같이 농약 성분을 흡수 할수 있는 식물을 재배함으로써 토양중의 농약잔류량을 감소시킬수 있다.

(3) 식물보호제사용

소맥종자에 4'Chloro-2hydroxy-amino acetanilide를 분의 처리하여 파종하면 제초제 Barban의 약해를 줄일수 있으며 옥수수에 1.8 naphthalic anhydride를 처리하면 EPTC 피해를 경감시킬수 있다.

(4) 휴한(休閑)

작물을 재배하지 않는 휴한기간중

깊게 경운을 한다면 심경의 효과도 있을 뿐 아니라 잔류농약이 많은 땅의 토양과 혼합되는 토양혼합회석 효과를 얻을 수 있다.

#### (5) 관 개

토양중의 농약잔류는 일반적으로 건조한 지역이나 반건조지역이 습윤한 지역보다 크며 Lindane의 잔류기간은 심수관개 사질담에서의 잔류기간이 1개월인데 비하여 비관개일반 토양에서는 6.5개월이 걸리는 것으로 보고되었다.

#### (6) 유기물 사용

토양에 충분한 유기물을 시용한다는 것은 토양의 흡착력을 증가시키고 아울러 토양미생물의 활동을 촉진시켜 토양내의 잔류농약분해를 촉진시켜준다.

#### (7) 토양반응조절

일반적으로 유기인계농약은 알칼리성토양보다 산성토양에서 장기간 잔류하고 Prometryne의 약해는 pH 4.5에서는 가볍게 나타나나 pH 6.5 정도에서는 심하게 나타난다. 또한 Atrazine은 低 pH에서 독성이 감소된다고 하는데 이와같이 토양의 화

학 반응을 조절하여 잔류량을 감소시킬 수도 있다고 생각된다.

#### (8) 미생물활용

Aerobactor aerogenes를 접종하므로써 DDT를 파괴할 수 있듯이 농약을 분해하는데 관여하는 미생물을 활용하여 토양중의 잔류농약량을 감소시킬 수 있을 것이다.

### 비료 농약 개발되어야

이상에서 농약과 토양의 관계에 대하여 대략적으로 살펴보았으나 앞으로의 병충해 방제는 ① 반드시 종합방제 체계가 수립되어야 하며 ② 적은 농약을 적기에 사용하여 안전다수확과 환경보존을 도모해야 한다. 또한 ③ 쓰여진 농약은 약효를 발생한 후에는 즉시 분해될 수 있도록 연구되어야 할 것이며 ④ 비료농약이 조속히 개발되어야 하고 ⑤ 미생물농약, 항생물질 농약등 무공해농약개발에도 보다 많은 관심을 가져야 할 것이다.

연말 연시는 가족과 함께 보냅시다