

## 農藥이 健康에 미치는 影響

부산대학교 의과대학 예방의학교실

김 돈 균

### 서 론

生態學者인 Carson 女史가 발표한 Silent spring('62)이 농약에 의해 환경 오염과 식품 공해가 일어나고 있음을 일깨워 준 후 정치가는 물론, 과학자, 일반 국민들까지도 농약의 유해성에 대한 인식이 높아져 일부에서는 무공해 채소, 무공해 쌀을 재배하고 있다고들 한다. 농약은 식량증산에 불가피한 Economics Poison이기 때문에 해가 거듭할수록 그 종류와 생산량은 물론 그 소비량은 증가일로에 있다고 하겠다. 최근 우리나라의 농약 소비량을 보면 Fig. 1과 같다.

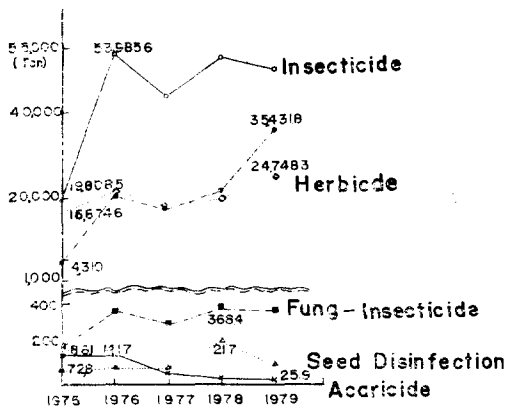


Fig. 1. Annual consumption of agricultural chemicals.

1975년 4천 143만 7천 kg을 사용하였던 것이 1979년에는 1억 1천 26만 kg을 사용하여 4년 동안에 2.5배 이상이나 그 사용량은 증가하고 있다. 1979년 현재 농약은 경작면적 1ha당 4.2kg 농민은 1인당 23.8kg을 살포하고 있는 실정이며(Table 1) 이것은 일본, 이태리, 이스라엘등에 비하여 살포량이 적다고 할 수 있으나 미국이나 서독, 캐나다에 비한다면 훨씬 많은 양을 살포하고 있다 하겠다(Table 2).

Table 1. Annual consumption of agricultural chemicals

Year	Consumption	Yield per ha	Yield per person
1975	41,437,224	2.7	8.1
1976	96,608,901	3.3	18.1
1977	79,131,453	3.0	15.3
1978	94,261,568	3.8	19.2
1979	110,264,081	4.2	23.8

Table 2. 농경지 단위면적당 농약사용량 비교  
 (단위 : 농경지 ha당 연간 유효성분 kg 수)

국 명	기 간	전체농약	독성농약**
일 본	1966~70	13.4	1.15
이 태 리	1966~70	11.7	1.05
이 스 라 엘	1967	11.4	—
미 국	1966~70	2.2	0.31
서 독	1966~70	2.1	0.10
카 나 다	1966~70	0.6	0.05

\* 기준약제 기준으로 유효성분은 이의 약 1/2로 추정됨.

\*\* 독성농약에는 유기염소계, 유기인계, 비소계 살충제 및 수은제를 포함함.

**Table 3.** 각종 자료 중의 OCP 잔류농도(ppm)

대	상	검사년도	예수	$\beta$ -BHC	pp'-DDE	pp'-DDT	Total DDT DDE+DDT	검사자(발표년도)
미국인혈청	건강인		10	0.0065	0.0257	0.0253	0.0732	Dale, W.E.(1967)
"	(Utah) "	1970	217	0.0013	0.0196	0.0036	0.0732	Warnick, S.L.(1972)
"	( " ) 피폭자	1969	505	0.0023	0.0293	0.0092		"
"	"		35	0.0042	0.2240	0.2142	0.5906	Laws, E.R.(1967)
"	(Atlanta) "		114	0.0018	0.0167	0.0075		Hayes, W.J.(1968)
미국인전혈	건강인	1967	60	0.008- 0.022	0.007			Edmundson, W.F.(1969)
"	( " ) 피폭자	1967	94	0.009- 0.064	0.007- 0.040			"
일본인전혈	(동경) 건강인	1971	30	0.0065	0.0038	0.0007	0.0044	道口(1972)
일본인혈장	(북강) "	1971	176	0.0577	0.0204	0.0084	0.0285	賀來(1973)
"	(福岡) 농 부	1971	385	0.0400	0.0196	0.0142	0.0337	本稿
"	(좌하) 피폭자	1971	44	0.0820	0.0125	0.0088	0.0221	"
미국인지방	건강인		13	0.42	5.69	1.15	8.17	Hayes, W.J.(1965)
"	피폭자		35		73.00	111.85	203.74	Laws, E.R.(1967)
"	(California) "		64		16.1	4.8		Rappolt, R.T.(1970)
브라질인지방	건강인	1970	38	0.25	5.19	1.58	7.88	Wassermann, M.(1972)
	(Sao Paulo)							
체코슬로바키아인지방	건강인	1969	15		9.66	10.68	20.34	Rosival, L.
일본인지방	(高知) "	1970	74	11.86	4.57	2.21	6.92	西本(1970)
"	(長野) 농 가	1971	34	2.70	3.13	1.71	4.84	河西(1972)
"	(長野) 비농가	1971	38	3.21	3.91	1.74	5.65	"
"	(長崎) 건강인	1971	9	6.94	2.30	1.15	4.12	賀來・桑原
일본인모유	전국평균	1970	454	0.1196			0.0607	林(1972)
"	농 가	1970	213	0.0926			0.0563	"
"	비농가	1970	241	0.1434			0.0635	"
미국인모유		1971		0.0072	0.0841	0.0234		Dayement, P.G.(1971)

**Table 4-1.** BHC Residues in rice samples produced in various districts (ppm)

Province	No. of sample	$\alpha$ -BHC	$\beta$ -BHC	$\gamma$ -BHC	$\delta$ -BHC	Total BHC
Gyeong-gi	14	0.0028	0.0002	0.0014	N.D	0.0044
Gang-weon	7	0.0016	N.D	0.0004	N.D	0.0021
Chung-bug	10	0.0023	N.D	0.0010	N.D	0.0033
Chung-nam	15	0.0056	0.0004	0.0021	0.0010	0.0091
Jeon-bug	15	0.0057	0.0008	0.0033	0.0033	0.0102
Jeon-nam	18	0.0030	0.0008	0.0015	N.D	0.0053
Gyeong-bug	15	0.0022	N.D	0.0008	N.D	0.0030
Gyeong-Nam	15	0.0046	0.0030	0.0011	0.0011	0.0096
Jeju	3	0.0019	N.D	N.D	N.D	0.0026
Whole	112	0.0036	0.0007	0.0015	0.0003	0.0061

\*N.D: Not Detectable Tr.: Trace ( $\alpha, \gamma, \delta < 0.002$ ,  $\beta < 0.006$ ) (김용화 1976)

이것을 농약종류별로 보면 살충제의 소비량이 제, 종자소독제의 순위이다. 물론 이와같은 농  
 제일 많으며 다음이 살균제, 제초제, 살균살충 약의 종류와 사용량의 증가는 양곡 증산을 가져

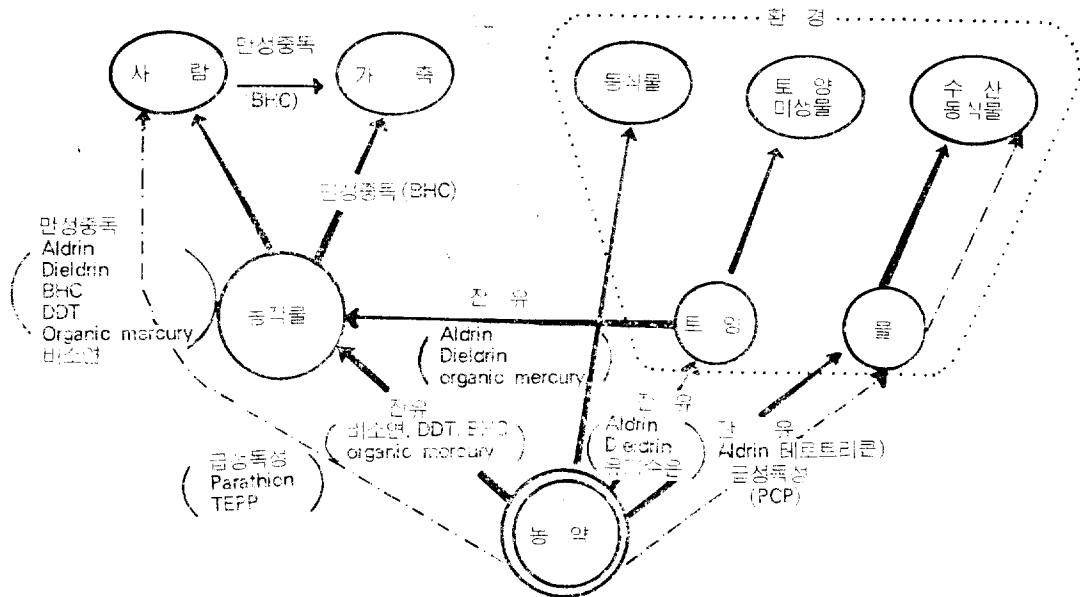


Fig. 2. 농약 사용에 따른 약성향.

Table 4-2. Residues of organochlorine pesticides in refined vegetable oil (ppm)

Oil	No. of sample	Total BHC	Heptachlor	Heptachlor epoxide	Aldrin	Dieldrin	Endrin	DDT
Rape seed	5	0.0030	0.0014	0.0024	0.0006	0.0010	0.0014	0.0194
Rice bran	7	0.0030	Tr.	0.0020	0.0007	0.0014	0.0011	0.0059
Sesame	15	0.0101	0.0291	0.0049	Tr.	0.0080	0.0130	0.0476
Perilla	14	0.0309	0.0061	0.0111	N.D	0.0169	0.0256	0.0538
Corn	2	0.0035	Tr.	0.0010	N.D	0.0010	0.0010	0.0085

\* N.D: Not Detectable, Tr.: Trace (<0.001) (이서배, 1978)

Table 5. Contains of Pesticide residues in food(ppm)

Food	Test of item	Organic mercury	Organic phosphorous	Organic chlorine
Strawberry		—	—	0.001
Melon		0.013	0.032	0.050
Cucumber		0.014	0.034	0.038
Water melon		0.018	0.015	0.069
Peach		0.014	0.143	0.103

\* 1969, 노창배

다 주었지만 농경하수의 하천 유입으로 인한 어류의 피해나 양식, 양어장의 피해와 같은 원하지 않는 “농약공해” 또는 “농약중독”같은 것을 경험하고 있는 실정에 있다. 이와같은 농약의

피해 경로를 살펴보면 Fig. 2에서처럼 우리 인체에는 직접 농약에 접촉되므로서 오는 급성 중독과 환경 오염으로 인한 food web를 통하여 미량을 장기간 섭취하므로서 초래되는 만성 중

독을 생각할 수 있다.

이미 선진국들에 있어서는 인체의 혈액과 지방 또는 모유에서 농약이 검출되고 있으나(Table 3), 우리나라에서는 인체의 농약 오염 정도가 많이 조사연구 되어 있지는 않지만 食品에 대한 오염도는 많이 보고되고 있다(Table 4, 5).

농약의 간접 피해인 만성 중독은 가볍게 보아 넘겨버리기 쉽기도 하지만 때로는 위험성을 과대하게 하여 불안을 초래하는 일도 있으며 농촌진흥청에 의하면 농약 사용중의 인명 피해는 Table 6과 같다.

Table 6. 농약사용중 인명피해

년 도	사망자수
1970	25
1971	27
1972	33
1973	23
1974	35
1975	5
1976	10

자료 : 농촌진흥청

Table 7. Insecticides in Korea(1979, 농약연보)

Trade Mark	Consumption (kg)
Bassa	18,486,150
BMPC	10,107,299
Padan	8,783,076
Efotan	4,878,642
Furadan	3,171,128

저자는 농약이 인체에 미치는 영향에 대하여 현재 우리가 사용하고 있는 농약을 중심으로 농약 중독에 관한 여러 연구자들의 보고들을 요약하여 보고자 한다.

### Carbamate 제제

표 7에서 보는 것처럼 현재 우리나라에서 소비되고 있는 살충제의 종류를 보면 1979년 1년 간에 Bassa D를 약 1,800만 kg, BMPC 1,010만 kg, Padan 878만 kg 등 대부분이 carbamate

가 그 주종을 이루고 있다. 원래 carbamate계 화합물은 重症筋無力症의 약물 요법으로 응용되어왔고 특히 綠內障의 眼內壓 低下에 利用되어졌다. 그후 의약으로 사용되고 있던 carbamate劑가 昆虫의 酵素 및 植物의 成長에 沮害함이 밝혀져 살충제, 살균제, 제초제로서 응용하게 되었다. 특히 최근 유기염소계 농약의 生體內 축적이 문제가 된 후 生體에서의 분해, 배설이 빠른 carbamate계 화합물이 농약으로 주목을 끌게 되었다.

Carbamate계 농약에 의한 중독 기구는 유기인체의 경우와 같이 acetylcholine esterase 활성의 저해에 의한 것은 분명하지만 유기인제 제만큼 Ach. E.와의 결합력이 강하지 못하고 carbamate 화합물의 화학구조가 acetylcholine 과 유사하기 때문에 acetylcholine 과의 길항작용에 의하여 Ach. E.의 활성에 저해가 일어나는 것이다. 그러나 이것은 유기인제가 生體內에서 가수분해되어 이 磷酸部位에 의하여 choline esterase는 磷酸化되어 Ch. E. 활성저해가 일어나는 것과 비교한다면 근본적으로 차이가 있다. carbamate劑는 分子全體가 Ch. E.의 anionic site 및 esteric site 兩部位에 結合하여 저해를 일으키게 된다(Fig. 3).

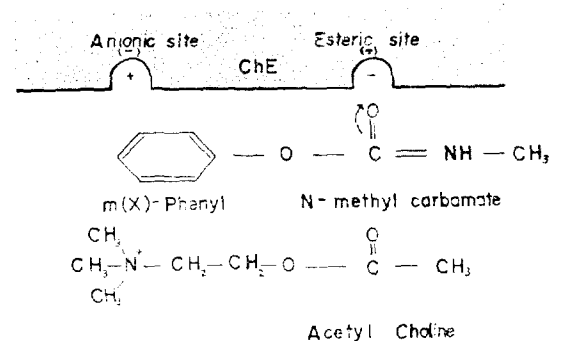


Fig. 3. Action mechanism of Carbamate.

Kolbenz에 의하면 carbamate의 Ch. E. 저해력은 살충력과 평행하고 있으며 acetylcholine 과 구조가 유사할수록 Ch. E.의 저해력은 강하다고 한다(Table 8).

**Table 8.** Choline Estrase의 활성치(Carpenter)

시간경과	NAC(560 mg/kg)	Parathion(93 mg/kg)
30 min.	94.9%	91.0%
4 hrs.	86.5%	69.0%
24 hrs.	92.9%	57.0%

Dorough는 吸收된 carbamate제는 24시간후에 흡수된 양의 70~80%가 직접 뇨에 배설되었다고 한다. 그러므로 carbamate제는 해독과 배설이 빠르고 혈중 Ch. E.와의 결합이 약하며 Ch. E. 활성 저해로부터 회복이 빠르다.

급성 중독 증상은 유기인제 중독 증상과 유사하므로 후술하겠다. 치료는 PAM과 atropine 또는 atropine의 단독 투여가 좋다고 한다.

만성 중독: 앞에서 이야기한 바와같이 carbamate는 生體內에 吸收되면 비교적 빨리 분해되므로 일반적으로 급성 중독은 약하고 중독으로 인한 사망은 없으며 축적에 의한 만성 중독의 가능성도 적다고 하지만 이 화합물은 발암성, 돌연변이 유발성, 퇴기성 작용이 있음이 알려졌고 胎兒에게도 胎毒作用이 있다는 보고가 있다.

### 유기 염소제

유기 염소제는 D.D.T.의 유해성 때문에 세계적으로 널리 알려져 있으며 앞에서 설명한 것처럼 모든 나라 사람들의 체내에 축적되어 있는 형편이다. 그러므로 모든 나라에서 유기 염소제의 사용을 극도로 제한하고 있다. 그러나 우리나라는 경제성과 유효한 살균 효과 때문에 아직도 이들 제제인 BHC와 Kelthane 등이 사용되고 있다. 79년 1년 동안만 하더라도 약 2,000 ton 이상을 소비하고 있는 것이다(Table 9).

**Table 9.** The consumption of org. chlorine in Korea

Year	Consumption(ton)	
	BHC	Kelthane
1975	1,200	45
1976	759	50
1977	666	37
1978	582	13
1979	2,000	11

유기 염소제는 일단 토양에 오염되면 그것이 소실되는데는 상당한 시일이 요한다는 Edward(1964)의 조사가 있다(Table 10).

**Table 10.** 유기염소제의 소실정도(Edward, 1964)

종 류	소실정도(Years)
DDT	4~30 (10.0)
Dieldrin	5~25 (8.0)
Lindan	3~10 (6.5)
Heptachlon	3~5 (3.5)

토질이 오염되어 있다면 食品을 通하여 우리 인체에 미량씩 흡수되어 축적되게 마련이다. 눈에 산포된 BHC는 벧짚에 토양의 농도보다 4~6배로 축적되고  $\beta$ -BHC는 약 30%에 달하며 이 벧짚을 먹은 소의 고기나 우유에는 50~80%, 사람의 지방 조직이나 모유에는 90~97%,  $\beta$ -BHC라고 한다(Kuwahara '74; J. of K.M.A.).

현재 市販되고 있는 BHC는  $\alpha, \beta, \gamma, \delta$  등 네개의 異性體가 있고,  $\alpha$ : 60%  $\beta$ : 10%  $\gamma$ : 10~20%  $\delta$ : 5%로 구성되어 있으며 이들 異性體의 Rat에 대한 급성 중독(LD<sub>50</sub>).  $\alpha$ : 500 mg/kg  $\beta$ : 6,000 mg/kg  $\gamma$ : 125 mg/kg  $\delta$ : 1,000mg/kg으로 살충효과는  $\gamma$ 가 제일 강하고  $\beta$ 는 잔류성이 제일 강한 異性體이다(Kaku '71; J. K.M.A.).

과거 歐美諸國은  $\gamma$ -BHC를 판매하고 있었고 우리나라에서는 BHC를 판매하고 있기 때문에  $\beta$ -BHC의 잔류에 의한 장애가 추정되고 있다. 미국 사람들의 혈중 BHC의 양은 0.015 ppm이고, 일본 사람들은 0.058 ppm이라 하므로 동양인들은 西歐人들에 비하여 BHC의 양이 매우 높다(Table 11). BHC의 生體內 吸收는 경구, 경피, 호흡기등 어디에서나 일어날 수 있고 고등 동물에 있어서의 BHC의 중독 증상으로는

**Table 11.** 혈청중  $\beta$ -BHC의 잔류 농도

(Kaku, 1971)

조사 대상	배수	잔류농도 (ppb)
전 강 자	176	57.74 ± 32.60
농 부	216	38.11 ± 22.67
대학근무자	47	62.40 ± 54.89
자 위 관	75	60.60 ± 29.72

① 중추신경 장애(Negherhon 1959, Geledi-Janko, 1970)

② Porphyria (Cam, 1963)

③ Aplastic anemia (Loge, 1965 Steiglitz '61, West '67)

④ Chloracne (Cam, '63) 등을 들 수 있다.

급성 중독증상으로는 심한 두통, 오심, 현훈, 진전, 경련등이 있고 흡입시에는 눈, 코, 인후, 기관지등에 국소 자극증상이 나타나게 된다. 혈액의 BHC 농도가 20ppb에 달하면 신경 증상이 일어나고 EEG에 변화를 볼 수 있다고 한다.  $\gamma$ -BHC는 여러가지 혈액 질환의 原因이 된다고 생각하고 있지만 재생 불량성 빈혈 환자의 體脂肪中の  $\gamma$ -BHC 농도는 대조군의 4배정도로 보고되고 있다(West I. Lindan and Hematologic reaction Arch. Env. Health 15:97, 1967) 그러나 보고되고 있는 aplastic anemia는 BHC에 의한 것인지 또는 同時에 섭취되었다고 생각되는 다른 화학물질에 의한 것인지에 관하여서는 결정하기 곤란한 것으로 알려져 있다. 한편 터키에서 BHC가 함유된 小麥을 섭취하고 食中毒을 일으킨 348例에 있어서는 Porphyria 症의 發生이 보고되고 있고, 尿中 porphyrine의 증가와 일광 과민증, Chloracne가 報告되고 있으며 이때 동시에 肝肥大가 지적되고 있으므로 BHC가 肝에 있어서 porphyrine 生成系 효소의 유도를 일으킬 가능성을 생각할 수 있다(Table 12).

도하는 것으로 알려지고 있다 (Wada, '68, Koranskey '69). Rat는 hexobarbital에 의하여 수면시간이나 antipyrine의 소실 시간의 단축등이 보고되어 지고 있다(Kolmodin-Hedman, 1971). 따라서 BHC 中毒時에는 hormone의 대사이상으로 인한 생체기능의 장애도 예상할 수 있다. 動物實驗에서 BHC( $\gamma$ )는 간증양을 일으키고 어떤 case에서는 lung metastasis를 일으켰다는 보고가 있다(International Agency for Research on Cancer, 1974). 動物實驗에서 만성 경구중독으로 인한 간장애의 발생은  $\beta$ -異性體가  $\gamma$ -異性體의 6~7배로 많다는 보고도 있다(上田, 1971). 長峙弘(日本 衛生學 雜誌 27, 113, 1972)도 動物實驗에서 간증양을 유발( $\alpha$ -BHC)시켰다고 보고하였다(600mg의 BHC를 6個月間 투여하여 mice에 간증양을 일으켰으며 이것은  $\alpha$ -異性體에 의한 것이라고 하였다). OPC는 hormone대사능이 항진하기 때문에 번식기에 활발히 분비되는 Estradiol은 hormone의 분해효소에 의하여 새의 번식능력을 잃게한다고 한다. 즉 Estradiol의 不足은 새의 뼈의 calcium저장을 막아 난각형성에 필요한 혈중 calcium 농도를 저하시킨다고 한다(Peakall, 1970). Tanab (1978)에 의하면 모유의  $\beta$ -BHC의 농도는 우유, 쇠고기를 즐겨 먹는 어머니가 그러하지 않은 어머니나 농촌 부인들 보다 높다고 한다. 이것은 食物連鎖現象에 의한 것으로 믿는다.

Table 12. Symptoms of BHC intoxication

System	Intoxication
Central Nerve System	중추신경계작용
Endocrine System	?
Hematogenic System	재생불량성빈혈
Respiratory System	?
Liver	중독성 간장해, 효소유도
Metabolism	Porphyria
Skin & Mucous membrane	염소화창, 광선과민증, 점막자극증상

BHC는 mice 또는 rat의 ALA synthetase 및 小胞體酵素 즉 P<sub>450</sub>, 약물대사 효소(aminopyrline demethylase, aldehyde oxidase 등)를 유

## 유기인 살충제

유기인 살충제는 농약으로서 세계에서 가장 많이 사용되어 왔다고 할 수 있겠다. 최근에는 벼의 해충으로서 중요한 이화명충병의 防除 및 치료제로서 살포하고 있으며 또한 일부에서는 방역살충제로서 일반 가정에서도 사용되고 있다. 유기인제가 살충제로서 유효한 것은 유기인제가 곤충등의 신경전달 체계에 주요한 역할을 갖는 효소인 choline esterase의 작용을 저해하는데 있다. 이것은 포유동물이나 사람에서도 마찬가지이다. 유기인제에 중독 가운데서도 parathion 중독은 농약중독 중에서도 유명하며 이는 많이들 사용하여 왔기 때문일 것이다. 그러나

현재 모든 나라가 비교적 급성중독이 적은 유기인제제로 전환하고 있는 실정에 있다. 일반적으로 유기인제의 중독작용은 신경의 화학적 전도에 관여하는 acetylcholine esterase가 억제되기 때문이다.

Choline esterase는 基質特異性으로부터 두종류로 大別할 수 있어 眞性(true), 僞性(pseudo)으로 나눌 수 있다. 화학전도에 관여하는 acetylcholine을 特異하게 分解하는 것은 true cholinesterase로서 사람과 척추동물에서는 중추신경 회백질, 교감신경절 및 적혈구에 존재한다. 昆虫에 있어서는 頭部에 分布하고 있다. pseudo cholinesterase는 비특이적 Ch. E.라 하며 사람, 동물의 중추신경회백질, 심근, 간장, 혈청중에 존재하고 있다. 신경계에 존재하고 있는 Ach.

Muscarine 樣증상, Nicotine 樣증상, 교감신경 증상, 중추신경증상등이다.

Parathion과 같은 급성중독은 널리 알려져 있으므로 그 예방법이나 치료법이 개발되어 있다. 그러나 1930년 봄 미국에서 우발적으로 발생한 TOCP 중독사건때 급성중독으로부터 회복된 환자의 대부분이 1~2주간 아무런 증상이 없이 경과하다가 돌연히 양측 하지로부터 시작되는 上行性 신경장애를 일으켰던 사건은 널리 보고되어져 있고 1951년 영국에서 개발되었던 Mipafox도 TOCP와 같은 遲發性 신경독이 있음이 밝혀져 판매금지가 되었던 사실이 있다. TOCP의 소동이 있는지 40년이 지난 1971년 Egypt에서 감각이 많은 물소의 다리가 마비된 사건이 발생하였는데 그 원인이 Phosvel이라는 유기인제제

Table 13. 유기인중독증상 (Grob)

분류	혈장 Ch. E. 활성잔존율(%)	Muscarinic Effect	Nicotinic Effect	교 감 신 경 상	중추신경증상
경 중	50~20	식욕부진·오심·구토·복통·하리·발한·유연홍·내압박감			권태감·불안감·두통·현회
중등중	20~10	강제배뇨변·눈이흐림·축동·창백	근섬유성 연축(안검·안면·전신)	혈압상승맥빈	언어장애 홍분 착란
중 중	10~0	기관지분비증가·습성Rale·호흡곤란·Cyanosis 폐수종	경련(전신) 호흡곤마비		외식혼탁·혼수 체온상승(37~38°C)

E.는 Wilson 등에 의하여 두 종류의 표면활성부위(Ach.의 N<sup>+</sup>에 부착할 anionic site와 초산 ester 부분을 加水分解할 esteric site로 구별), 갖고 본래의 作用인 Ach.을 분해하는 유기인제의 유기인산 ester도 加水分解된다. 그러나 유기인산 부분은 Ach. E.의 ester 분해부위를 강하게 결합하여 떨어지기 힘들게 된다. 따라서 신경전도에서 생긴 Ach.은 분해되지 않아 점차로 신경감수기(Receptor)의 주위에 많아져 Ach.에 의한 과자극증상을 일으킨다. 따라서 유기인 중독증상은 과잉의 acetylcholine을 투여한 것과 같은 중독증상을 일으키기 때문에 중독증상을 계통적으로 이해할 수가 있다.

Grob의 보고에 의하면 유기인산제 중독은 Table 13와 같이 정리할 수 있다.

Table 14. The consumption of Phosvel(ton)

	1975	1976	1977	1978
Phosvel(유제)	376	199	269	190
Phosvel(분제)	86	384	220	374
Total	462	583	489	564

(농약연보, 1979)

의 농약에 있었음이 1974년에 밝혀졌으면 이것은 유기인제제의 일부에 특이한 遲發性 神經毒性에 의한 것이었다. 1978년 3월 25일경의 전남 담양의 高氏家族 6명의 集團麻痺 사건도 아마 이와같은 유기인제, 농약에 의한 것이 아니었던가 생각도 하여 본다. 현재 우리나라에서는 Phosvel이 1978년 한해동안 56,400 kg이 소비되었고 1979년부터는 생산되지 않고 있는 것으로

알고 있다(Table 14). Phosvel은 유기염소 화합물처럼 지방조직에 잔류하고(紺野 1977 1978, Konno, 1978). 축적되는 것이 알려졌고(Konno 1979, 紺野 1979) 致死的 遲發性神經毒性이 있음도 보고되고 있다(木根, 1976). Trichlorfon (Dipterex)도 사람에게 지발성 신경장애를 일으키고 있다고 보고되고 있다.

최근 cyanofenphos(P-cyanophenyl ethyl phenyl phosphonothioate)도 동물실험에서 遲發性神經毒이 있음이 Abou-Donia 1979, Elsebae 1979등에 의하여 보고되고 있다.

수도 있다. 작용기전 별로 본 급성중독량을 동물실험에서 보면 Table 15와 같다.

현재 우리나라에서는 Diphenyl ether 계(Hitcock MO) 제조제를 제일 많이 사용하고 있으나 Phenoxy 계 특히 2-4 D를 사용하고 있다. 美 보건교육복지성의 보고(1969)에 의하면 제조제의 만성 특성으로는 ATA(3 amino-1-2,4 triazol)는 발암성이 있는 화학물질이라 하였고, 2,4-D, 2,4,5-T, IPC 등은 tetragen으로 작용한다고 하였다. 특히 이들이 공통으로 갖고 있는 Dioxin이 그와같은 역할을 한다는 보고가 있다. 2,4-D

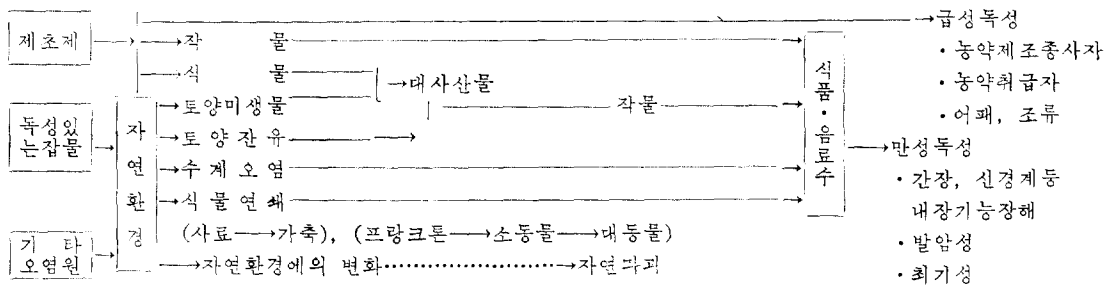


Fig. 4. 제조제의 행방과 인체나 환경에의 영향

### 除草劑

除草劑는 農村의 勞動力을 감소시키는데 공헌하였을 뿐만 아니라 농작물 생산에도 기여한 바 크다고 하겠다. 이것 역시 우리인체에 급만성중독을 초래하고 있으며 그 흡수경로를 보면 Fig. 4와 같다. 제조제에 포함되어 있는 특성있는 협잡물, 기타 오염물질들이 직접 피해를 줄 수 있고 또한 환경오염으로 food web를 통하여 人體內에 미량으로 계속 침입되어 만성중독을 일으킬

표 15. 작용기전별 중독량(경구투여)

작용기전	제조제명	LD50 mg/kg
에너지대사	PCP, DNOC	78(R) 10(M)
저해	DNPB, TPCC	40(R) 109(M)
기능호르몬	2,4-D	375(R)
작용교란	MCP	700(R)
광합성저해	DCM u	3,600(R)
	Simazine	5,000(R)
	Proetrine	3,750(M)
	Bromacil	5,200(R)

(2,4 D: Chloroophenoxy acetic acid)는 현재 우리나라에서 79년만 하더라도 약 80,000 kg 정도 소비되고 있으며 급성중독으로는 중추신경계통의 hypo-and hyperexcitation의 양증상을 초래한다. 2,4,5-T(Trichloro phenoxy acetic acid)는 동물(개)에서 ataxia를 동반하는 다리의 stiffness를 초래하고(Drill. A., 1953) ① acnegenic agent, ② teratogen, ③ hepatotoxin으로 작용하고 이 작용은 협잡물질인 2,3,7,8-tetrachloro dibenzene(TCDB)에 의한 것이라 한다. 2,4,5-T 제조공장 근로자 73명을 조사한 바 13명에서 chloracne, 22명에서 gastrointestinal com : ainpl(nausea, vomiting, diarrhea, abdominalpain, blood in stool)이 있었다고 한다.

Boffey는 월남에서 출산장애가 있었음을 보고하였고 동물실험에서 이를 증명하였다고 한다.



## 참 고 문 헌

- 1) 上田喜一：労働衛生の諸問題，農藥中毒，全原出版，東京，1959.
- 2) 藤原元典外：総合衛生 公衆衛生學，南江堂，東京，1978.
- 3) West. I.: Lindane and Hematologic reaction. Arch. Env. Health, 15 : 97, 1967.
- 4) Wada, O., Yano, Y., Urata et al. : Behavior of hepatic microsomal cytochromes after treatment of mice with drugs known to disturb porphyrin metabolism in liver. Biochemical Pharma. 17 : 595, 1968.
- 5) Kolmodin-Hedman, B., Alexanderson, B. and Sjöquist, F.: Effect of exposure to lindane on drug metabolism. Decreased hexobarbital sleeping times and increased antipyrine disappearance rate in rats. Toxicol., 20 : 299, 1971.
- 6) 長崎弘外：BHCの發癌性 關する研究. 日本衛生學雜誌 27 : 113, 1972.
- 7) Peakall, D.B. and Lincer, J.L.: Polychlorinated biphenyls. Another longlife Wide spread Chemical in the environment. Bioscience, 20 : 958, 1970.
- 8) Tanabe, H.: Contamination of Milk with Chlorinated hydrocarbon pesticides. Environmental toxicology, 237 : 256, 1973.
- 9) 平木潔，兵頭浩二郎：農藥中毒，p. 23~25 醫學書院，東京，1966.
- 10) Negherhon, W.O.: Handbook of toxicology, Vol. III, Insecticides p. 437, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1959.
- 11) Czegledi-Janko, G. and Avar. P.: Occupational exposure to lindane. Clinical and laboratory findings. Brit. J. Industr. Med, 27:283, 1970.
- 12) Cam, C. and Nigogosyan, G.: Acquired toxic porphyria cutanea tarda due to hexachlorobenzene. Report of 348 cases caused by this fungicide. J.A.M.A., 183 : 88, 1963.
- 13) Loge, J.P.: Aplastic anemia following exposure to benzene hexochloride. J.A.M.A., 193 : 110, 1965.
- 14) 木根淵英雄 外：有機磷農藥「ネスベⅣ」の 遲發性神經中毒性. 日本公衛誌，23 : 509~514, 1976.
- 15) 紺野信弘外：有機リン農藥「ネスベⅣ」の鶏脂肪組織中残留. 日本公衛誌，24 : 507~512, 1977.
- 16) 紺野信弘，木根淵英雄：「ネスベⅣ」1回投與鶏の血中および 脂肪組織中農度. 日本公衛誌，25 : 1~5, 1978.
- 17) Kono, N. and Kinebuchi, H.: Residues of phosvel in plasma and in adipose tissue of hens after single oral administration. Toxicol. Appl. Pharmacol., 45 : 541~547, 1978.
- 18) 白石悟外：Dipterex 中毒性 Polyneuropathy. 神經內科，6 : 34~38, 1977.,
- 19) Vasilescu, C, and Florescu, A.: Clinical and Electrophysiological study of Neuropathy after Organophosphorus Compounds Poisoning. Archives of Toxicology, 43 : 305~315, 1980.
- 20) Abou-Donia, M.B. and Komwil, A.A.: Delayed Neurotoxicity of 0-Ethly-0-4-Cyanophenyl Phenylphosphonothioate (cyanofenphos) in Hens. Toxicology Letters, 4 : 455~459, 1979.
- 21) Elsebae, A.H. et al.: Delayed Nouropathy in Sheep by the phosphonothioate. Insecticide Cyanofenphos. J. Environ. Scien. Health: 1314~3, 247~26, 1979.
- 22) Boffey: Herbicides in Vietnam, A.A.A.S. study finds. Wide spread Devastation, Science, 171, 1971.
- 23) Drill, V,A, and Hiratzka, T.: Toxicity of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and 2,4,5-trichloroacetic acid. A.M.A. Arch. Indust. Hyg. Occup. Med., 7 : 61, 1953.
- 24) Khera, K.S and Mckinley, W.P.: Pre-and post-natal Studies on 2,4,5-trichloroacetic acid and their derivatives in rats. Toxicol. Appl. Pharmacol., 22 : 14, 1972.
- 25) 농약연보, 농약공업협회, 1980.