

農耕地土壤의 有機鹽素系 農藥의 殘留評價

朴 昌 奎*·馬 涓 植*

(1982년 2월 10일 접수)

Organochlorine Pesticide Residues in Agricultural Soils-1981

Chang Kyu Park* and Yeon Sik Ma*

Abstract

Composite soil samples from 236 sites representing paddy field, up-land, orchard and plastic film house were examined for organochlorine residues by GLC-ECD. Detection frequencies and residual levels of most persistent organochlorine residues in the soil samples were found to depend on the cropping practices. Highest organochlorine residues were found in orchard soils and followed, in decreasing order, plastic film house, up-land and paddy field soils. α -Endosulfan, dieldrin, p,p'-DDD and p,p'-DDT were responsible for the observed high organochlorine residues in the orchard soils. α -BHC and γ -BHC were detected in all 236 soil samples. The mean residue levels of both BHC isomers were, however, remained fairly low. Residues of PCNB and α -endosulfan in native soils are reported, for the first time, in present work. PCNB was present in up-land plastic film house soils while α -endosulfan was found in all agricultural soils studied. High levels of p,p'-DDT and dieldrin were discussed in relation to crops cultivated, amount and duration of the pesticides usage. Need for continued observations on the persistent residue of pesticides in soils, already banned for general use, is emphasized.

I. 序 論

1970년부터 1979년까지 국내에서 규제조치**로 사용이 금지된 농약은 phenylmercuric acetate (PMA), phenylmercuric triethanol ammonium borate (Pitamel, PTM-V), dieldrin, endrin, DDT, pentachlorophenol (PCP), heptachlor, BHC 및 O-methyl, 0-(4-bromo-2,5-dichlorophenyl), phenyl phosphonothion-

ate (Phosvel)로 잔류성 유기염소계농약이 주로 규제 대상이 되고 있다. 이들 농약이 금지될 때까지 有效成分 基準으로 BHC는 1,860 M/T, DDT는 1,034 M/T, heptachlor는 597 M/T, aldrin, dieldrin 및 endrin등 cyclodiens系 농약은 176 M/T, 그리고 현재 사용중인 toxaphene, endosulfan (thiodan), 및 pentachloro-nitrobenzene(PCNB)까지 포함시키면, 모두 5,500 M/T에 달하는 잔류성 농약을 국내의 농경지에 처리하였

*서울大學校 農科大學 (College of Agriculture, Seoul National University, Swwon 170, Korea)

**製造 및 輸入禁止

다^(1,2).

토양의 유기염소계농약은 농약의 토양처리, 空中撒布, 動·植物의 殘骸, 降雨, 落塵, 灌漑水, 土壤流失水 등의 경로로 직접, 간접으로 集積하게 되며, 이러한 잔류농약은 다시 水質, 등·식물체로 이행되므로, 토양은 가장 주요한 環境의 농약저장고 역할을 하고 있다⁽³⁾. 따라서 농경지토양의 잔류농약평가는 농산물에 못지 않게, 농약사용이 가져올 수 있는 危害평가에 중요한 자료가 된다. 그럼에도 불구하고, 국내 농경지에 대한 잔류성농약의 체계적인 조사, 연구는 아직 없으며, 다만 限定된 지역의 특수농경지의 잔류농약조사결과가 보고되었을 뿐이다^(4,5). 先進國의 잔류분석은 농약을 다량 처리하는 지역의 농경지를 對象으로 遂行하고 있으며^(6~11), 재배작물에 따라 농경지토양의 유기염소계농약의 잔류량에 顯著한 차이가 있음이 밝혀졌다^(6,8,9).

본 연구에서 국내 농경지를 논, 밭, 果樹園 및 plastic film house 토양으로 區分, 토양중 유기염소계농약성분을 分析하여, 농경지별로 유기염소계 잔류농약성분의 검출빈도, 검출범위, 평균잔류량 및 잔류특성을 究明코자 하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試 藥

n-Hexane: Fisher Chemicals(USA), pesticide grade
Acetone: Kanto Chemicals (Japan), EP급, 재증류사용

Ethylether: Mallinkrodt (USA), AR급, 재증류사용

Petroleum ether: Fisher Chemicals (USA), ACS급

n-Hexane/acetone혼합액 : 상술한 n-hexane과 acetone의 1 : 1(v/v)혼합액

Ethyl ether/petroleum ether혼합액 : ethyl ether와 petroleum ether의 15 : 85(v/v) 혼합액

無水 Na₂SO₄: Wako Pure Chem. Ind.(Japan), EP급

Florisisil: Floridin Co. (60/80 mesh), 130°C에서 24시간 활성화

표준농약: α-BHC (Analabs Inc., USA), γ-BHC (Merck, W. Germany), heptachlor (Velsicol Co., USA), aldrin (Shell Co., UK), heptachlor epoxide (Velsicol Co.), pentachloronitrobenzene (PCNB) (Olin Mathieson Chem. Co., USA), dieldrin (Shell Co.), p,p'-DDT and p,p'-DDD (Analabs Inc.), endosulfan (Polyscience Co., USA).

표준농약혼합액 : α-BHC, γ-BHC, heptachlor, aldrin

및 PCNB는 각각 1 ppm, heptachlor epoxide와 dieldrin은 각각 2 ppm, p,p'-DDD는 3 ppm, p,p'-DDT는 4 ppm, α-endosulfan은 5 ppm이 되도록 n-hexane에 용해시켜 母液을 조제하고, 이를 10, 20, 100, 200 및 400 배로 희석하여 표준혼합용액으로 하였다.

2. 使用機器

Gas liquid chromatograph: Tracor 222로 電子捕獲檢出器 附着

精製用 column : 22 cm(직경)×300 cm 초자관에 Teflon cock 부착

Kuderna-Danish 濃縮器 : 500 ml 容量

3. 土壤試料

토양시료는 1981년 4월부터 5월 중순 사이에 채취하였다. 토양시료는 논 95점, 밭 59점, 과수원 43점, plastic film house 39점 計 236점으로, 상술한 네가지 농경지면적에 準하여 道別로 토양시료수를 配定하였다 (부록 I 참조). 道內 시료채취는 농경지별로 平均面적을 參照하여, 郡單位로 정수의 토양시료를 配定하였다. 따라서 특정농경지가 아주 적은 郡에서는 시료를 채취하지 않았다. 농경지별 토양시료채취지점은 Fig. 1 과 같다.

토양시료는 들의 對角線을 따라 2인치 auger로 10 cm 길이로 열개의 core를 채취하여 잘 섞은 다음, 비닐 봉지에 넣어 封하여 실험실로 운반하였다. 陰乾시킨 토양시료는 2 mm 체로 쳐서 供試土壤으로 하였다.

4. 抽出 및 精製

AOAC法⁽¹²⁾에 따라 抽出 및 精製하였다.

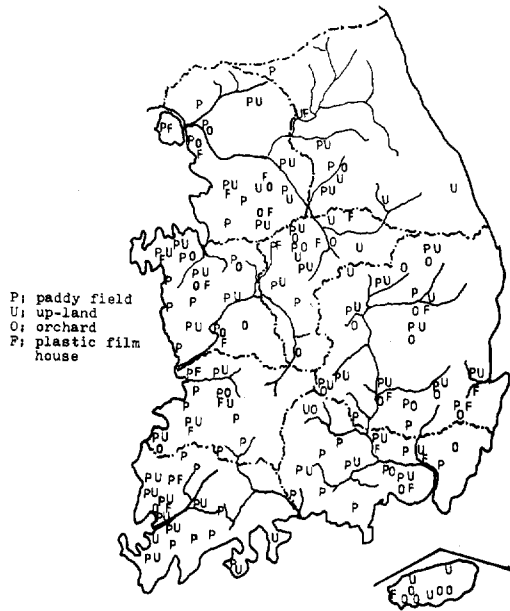


Fig. 1. Location of sampling sites

5. 토양중 농약의 回收率

토양 10 g에 0.1~0.5 ppm의 표준농약 혼합액을 1 ml
 추가하고 24시간 放置後 抽出, 定量하였으며, 空試驗結
 果를 勘案, 回收率을 計算하였다.

6. GLC分析

分析條件은 다음과 같다.

Detector: Ni-63 ECD

Column: borosilicate glass column, 0.6 cm(직경)×
 180cm

Column packing: 3% OV-1, 5% QF-1, 5% SE-30
 or 5% SE 30/QF-1 on Chromo-
 sorb W, HP(80/100 mesh)

Temperature: Injection port; 230°C

Column oven; 200°C

Detector oven; 270°C

N₂ flow rate: Carrier gas; 70 ml/min.

Scavenger; 20 ml/min.

Sensitivity: 3.2×10⁻⁹ afs

Chart speed: 0.5 inch/min.

Injection volume: 2 or 5 μl

정량은 크로마토그램의 peak 높이를 기준으로 하였

으며 OV-1 column은 일상 정량에, QF-1, SE 30 및
 SE 30/QF-1 column은 잔류성분의 確認에 이용하였다

III. 結 果

1. GLC分析 및 回收率

本 實驗에서 調査對象인 10개의 殘留農藥成分은 PC-
 NB와 γ-BHC를 除外하고는 모두 OV-1 column에서
 baseline 分離가 이루어졌다. PCNB와 γ-BHC가 混存
 하는 시료의 분석은 GLC분석조건 가운데 carrier flow
 rate를 60 ml/min. 그리고 column oven 온도를 170°C
 로 바꾸어 peak를 分離, 定量하였다.

토양중 잔류농약성분의 抽出回收率은 Table 1과 같
 다. PCNB의 回收率이 가장 不良하였으나 나머지는 모
 두 72%이상이었다. 잔류성분의 정량에 회수율의 補正
 은 加하지 않았다.

2. 토양중 잔류농약

토양추출액의 GLC분석결과에 의하면, 유기염소계 잔
 류농약성분의 평균잔류량, 잔류범위 및 총잔류량이 농
 경지별로 차이가 있었다.

논토양 : 논토양의 유기염소계 잔류분 분석결과를 要

Table 1. Recovery of pesticides from soils*

Cultivation	Extraction recovery(%)**									
	α-BHC	γ-BHC	PCNB	Hepta- chlor	Aldrin	H. Epo- xide	α-Endo- sulfan	Diel- drin	p, p'- DDD	p, p'- DDT
Paddy field	77	72	57	107	98	86	98	92	107	105
Up-land	95	75	65	80	90	66	88	88	106	93
Orchard	88	95	59	95	91	72	64	85	78	105
Plastic film house	92	88	51	63	91	82	73	85	79	84

*spiking level: 0.01~0.05 ppm

**average of duplicates

Table 2. Pesticide residues in paddy field soils

Pesticides	α-BHC	γ-BHC	PCNB	Hepta- chlor	Aldrin	H. Epo- xide	α-Endo- sulfan	Diel- drin	p, p'- DDD	p, p'- DDT
No. of samples analyzed	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
No. of positive samples	95	95	0	37	61	6	11	72	44	70
Percent of positive :samples	100	100	0	39	64	6	12	76	46	74
Range of detected residues (ppm)*	0.002 { 0.085	0.002 { 0.036	—	ND** ~ 0.028	ND { 0.088	ND { 0.025	ND { 0.069	ND { 0.045	ND { 0.048	ND { 0.270
Mean (ppm)	0.012	0.008	—	0.002	0.005	0.001	0.002	0.010	0.007	0.016

*on dry weight basis

**not detected

Table 3. Pesticide residues in up-land soils

Pesticides	α -BHC	γ -BHC	PCNB	Hepta-chlor	Aldrin	H. Epo-xide	α -Endo-sulfan	Diel-drin	p, p'-DDD	p, p'-DDT
No. of samples analyzed	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
No. of positive samples	59	59	6	27	40	20	15	43	26	43
Percent of positive samples	100	100	10	46	68	34	25	73	44	73
Range of detected residues (ppm)*	0.003 } 0.049	0.001 } 0.034	ND** } 0.032	ND } 0.017	ND } 0.017	ND } 0.310	ND } 0.033	ND } 0.110	ND } 0.062	ND } 0.200
Mean (ppm)	0.009	0.009	0.001	0.003	0.003	0.012	0.003	0.010	0.005	0.020

*on dry weight basis

**not detected

Table 4. Pesticide residues in orchard soils

Pesticides	α -BHC	γ -BHC	PCNB	Hepta-chlor	Aldrin	H. Epo-xide	α -Endo-sulfan	Diel-drin	p, p'-DDD	p, p'-DDT
No. of samples analyzed	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
No. of positive samples	43	43	0	29	38	15	29	38	35	40
Percent of positive samples	100	100	0	67	88	35	67	88	81	93
Range of detected residues (ppm)*	T** } 0.025	T } 0.040	—	ND*** } 0.062	ND } 0.340	ND } 0.110	ND } 1.700	ND } 3.300	ND } 1.400	ND } 3.200
Mean (ppm)	0.008	0.010	—	0.012	0.094	0.008	0.140	0.246	0.180	0.540

*on dry weight basis

**trace (<0.001 ppm)

***not detected

約하면 Table 2와 같다.

총평균잔류량은 0.063 ppm으로 본실험에서 조사한 비까지 농경지 가운데 가장 잔류수준이 낮았다. α -BHC와 γ -BHC는 95개의 논토양시료 모두에서 검출되었으나, 평균잔류량은 각각 0.012와 0.008 ppm으로 낮은水準이었다. BHC 다음으로 檢出頻度가 높은 잔류성분은 76%의 dieldrin, 74%의 p, p'-DDT, 64%의 aldrin 그리고 46%의 p, p'-DDD였으며, α -endosulfan은 25%의 토양시료에서만 검출되어, 평균잔류량은 0.003 ppm에 不遇하였다. Heptachlor와 heptachlor epoxide의 檢出頻度は 각각 39%와 6%로 낮았고, PCNB의 陽性試料은 하나도 없었다.

밭토양: 밭토양의 잔류분석결과는 Table 3에 要約하였다. 총평균잔류량은 0.075 ppm으로 α -BHC와 γ -BHC는 모든 시료에서 검출되었고, p, p'-DDT와 dieldrin이 각각 73%, aldrin은 68%의 시료에서 검출되었다. α -Endosulfan은 25%의 시료에서 검출되었으나

평균잔류량은 논토양과 對等한 수준이었다. PCNB는 59개의 시료 가운데 9개의 시료에서만 검출되었고 평균잔류량은 0.001 ppm이었다. 총평균잔류량은 0.075 ppm으로 논토양과 對等하나 PCNB가 追加로 검출되었다.

果樹園토양: 과수원토양의 분석결과는 Table 4와 같다. 과수원토양의 총평균잔류량은 1.24 ppm으로, 본 실험의 供試農耕地土壤 가운데 가장 잔류량이 높았다. 모두 43개의 토양시료 가운데 PCNB에 陽性인 시료는 한 개도 없었고, α -BHC와 γ -BHC는 모든 시료에서 검출되었다. 논, 밭토양에 비하여, aldrin, α -endosulfan, dieldrin 및 p, p'-DDD, p, p'-DDT 등의 높은 검출빈도 및 평균잔류량이 과수원토양의 총평균잔류량에 크게 畧與하였다.

Plastic film house토양: "비닐하우스"로도 알려진 plastic film house토양의 잔류농약분석결과를 Table 5에 요약하였다. 총평균잔류량은 0.27 ppm으로 과수원

Table 5. Pesticide residues in plastic film house soils

Pesticides	α -BHC	γ -BHC	PCNB	Hepta-chlor	Aldrin	H. Epo-xide	α -Endo-sulfan	Diel-drin	p, p'-DDD	p, p'-DDT
No. of samples analyzed	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
No. of positive samples	39	39	4	25	36	28	19	33	28	30
Percent of positive samples	100	100	10	64	92	72	49	85	72	77
Range of detected residues (ppm)*	0.002 } 0.047	0.001 } 0.057	ND** } 0.040	ND } 0.075	ND } 0.079	ND } 0.120	ND } 0.075	ND } 0.240	ND } 0.310	ND } 1.100
Mean (ppm)	0.014	0.013	0.002	0.011	0.014	0.026	0.003	0.036	0.030	0.120

*on dry weight basis

**not detected

Table 6. Comparison of soil residues according to cultivation

Cultivation	Residue (ppm)*										
	α -BHC	γ -BHC	PCNB	Hepta-chlor	Aldrin	H. Epo-xide	α -Endo-sulfan	Diel-drin	p, p'-DDD	p, p'-DDT	Total
Paddy field	0.012	0.008	ND**	0.002	0.005	0.001	0.002	0.010	0.007	0.016	0.063
Up-land	0.009	0.009	0.001	0.003	0.003	0.012	0.003	0.010	0.005	0.020	0.075
Orchard	0.008	0.010	ND	0.012	0.094	0.008	0.140	0.250	0.180	0.540	1.240
Plastic film house	0.014	0.013	0.002	0.011	0.014	0.026	0.003	0.036	0.030	0.120	0.270

*on dry weight basis

**not detected

토양에 비하면 훨씬 낮으나, 논, 밭토양보다는 높은 수준을 보여 주었다. 모든 시료에서 α -BHC와 γ -BHC가 검출되었으며, PCNB는 10%의 시료에서 陽性結果를 얻었다.

IV. 考 察

토양중 유기염소계 농약의 성분별 평균잔류량과 총 평균잔류량을 농경지별로 비교하면 Table 6과 같다. 총잔류량에 있어서는 논과 밭이 對等수준으로 가장 낮았고, plastic film house 토양이 이보다 높았고, 과수원 토양이 가장 높아 1 ppm을 超過하여, 논, 밭토양의 20餘倍에 達하였다. 그러나 동일농경지의 地理的 分布(道別)에 따르는 잔류량의 차이는 認定되지 않았다.

과수원토양에서 보는 높은 잔류량은 몇가지 농약성분의 높은 검출빈도와 잔류량수준에 있다고 앞서 지적하였다. 공시토양 236개 가운데 잔류량이 1 ppm을 超過한 것은 α -endosulfan이 1點, dieldrin이 4點, p, p'-DDD가 3點, p, p'-DDT가 9點, 計 17點으로 plastic film house토양에서 觀察된 p, p'-DDT 1點을 除外한 나머지 16點은 모두 果樹園土壤에서 記錄되었다. (附錄

II 參照). 果樹園土壤 다음으로 총잔류량이 높은 plastic film house토양은 논, 밭에 비하여, heptachlor epoxide, dieldrin, p, p'-DDD 그리고 p, p'-DDT의 잔류량이 높았다.

국내 과수원토양에서 관찰된 p, p'-DDT(및 p, p'-DDD) 및 dieldrin의 높은 잔류량을 만족스럽게 설명하기는 어렵다. 그러나 歐美的 토양조사결과에 의하면 검출빈도와 잔류량이 가장 많은 농약은 p, p'-DDT이며 다음으로 dieldrin이다^(6,9,13). 이러한 결과는 총사용량에 있어서 p, p'-DDT가 dieldrin보다 적은 지역에서도 마찬가지로 관찰되고 있으며, BHC는 전연 검출되지 않거나⁽⁶⁻⁹⁾, 검출빈도와 평균잔류량이 극히 낮다^(3,11,13). 이같이 토양의 높은 p, p'-DDT 잔류량은 DDT의 殘留性, 使用量 및 긴 사용기간에 돌리고 있다⁽³⁾. 국내에서도 1972년 사용이 규제될 때까지 dieldrin의 10년에 비해 DDT는 20년이상 사용해 왔으며, 농경지별 소비통계는 없으나^(1,2) 원에 특히 과수원에 대부분 처리한 것으로 믿어진다.

토양중 잔류농약이 재배작물에 의존한다는 보고는 많으며 특히 다른 농경지에 비해 과수원토양에 유기염소계 잔류농약이 가장 많은 것은^(3,6,9,13) 본 실험결과와

Appendix 1. Details of soil sampling

Province	Cultivation	Area(ha)	No. of samples	Sampling district
1. Kyonggi	Paddy field	191,427.9	13	화성(2)*, 평택(2), 안성, 김포, 여주, 파주, 강화, 용인, 양평, 포천, 고양
	Up-land	106,592.5	6	화성, 안성, 여주, 포천, 양평, 이천
	Orchard	10,480.4	4	안성, 김포, 이천, 양주
	Plastic film house	2,291.3	6	화성, 이천, 시흥, 안성, 이천, 강화
2. Gangwon	Paddy field	61,383.4	4	철원, 홍천, 횡성, 원성
	Up-land	91,157.7	6	원주, 삼척, 횡성, 홍천, 영월, 홍성
	Orchard	2,360.4	1	횡성
	Plastic film house	457.5	1	춘성
3. Choongbook	Paddy field	84,475.8	6	청원, 보은, 진천, 괴산, 음성, 증원
	Up-land	88,063.0	6	제원, 청원, 증원, 괴산, 음성, 단양
	Orchard	10,602.9	4	음성, 증원, 충주, 영동
	Plastic film house	801.9	2	충주, 제천
4. Choongnam	Paddy field	186,321.1	13	서산(2)*, 부여, 논산, 공주, 서천, 보령, 예산, 당진, 아산, 천원, 홍성, 청양
	Up-land	103,909.4	7	예산(2), 공주, 부여, 서산(2), 당진
	Orchard	12,519.9	5	논산, 예산, 아산, 천원, 대덕
	Plastic film house	2,020.0	6	예산(3), 서산(2), 논산
5. Jeonbook	Paddy field	175,233.4	14	완주, 김제(2), 남원, 익산(2), 정읍(3), 옥구, 고창, 순창, 임실, 부안
	Up-land	75,028.8	5	익산, 고창, 완주, 정읍(2)
	Orchard	4,734.1	3	완주(2), 고창
	Plastic film house	1,185.9	4	이리(2), 정읍, 완주
6. Jeonnam	Paddy field	220,455.4	15	화순, 강진, 해남, 광산, 신안, 영광, 고흥, 영암, 장성, 나주, 보성, 담양, 승주, 함평, 장흥
	Up-land	139,752.2	10	고흥, 영암, 화순, 신안, 무안, 나주, 함평, 영광, 해남, 여천
	Orchard	3,771.8	2	나주(2)
	Plastic film house	1,387.4	4	광산(3), 나주
7. Kyongbook	Paddy field	214,596.7	15	안동, 의성, 상주(2)*, 경산, 금릉, 청도, 고령, 영천, 봉화, 예천, 달성, 포항, 경주, 칠곡
	Up-land	154,614.0	10	상주, 영천, 문경, 봉화, 안동, 금릉, 예천, 의성, 포항, 칠곡
	Orchard	30,806.0	13	의성, 안동, 칠곡(2), 영천, 금릉, 상주, 봉화, 경산(2), 영주(2), 경주
	Plastic film house	2,251.6	8	안동(3), 포항, 칠곡(2), 경주(2)
8. Kyongnam	Paddy field	168,408.0	15	의창, 합천, 창녕, 진주, 하동, 양산, 진양, 밀양, 함안, 고성(2), 김해(2), 진영(2)
	Up-land	84,036.1	6	창녕, 진양, 함안, 김해, 거창, 밀양
	Orchard	9,297.1	6	울주, 김해(2), 거창, 밀양, 진영
	Plastic film house	2,457.0	7	김해(3), 밀양(3), 창녕
9. Jeju	Paddy field	1,003.3	0	—
	Up-land	49,107.0	3	북제주(2), 남제주
	Orchard	10,865.4	5	화순, 중문, 남원, 서귀포(2)
	Plastic film house	44.7	1	남제주
Total			236	

*number of sampling site

一致하고 있다.

중요성이 덜한 잔류성분으로 PCNB는 밭과 plastic film house에서만 검출되었고, 그 평균잔류량은 最小

檢出水準에 가까웠다. α -Endosulfan은 비가지 농경지에서 모두 검출되었으나, 검출빈도는 12~67%였고 파수원 토양을 제외한 나머지 농경지의 평균잔류량은 무

시할 수 있을 정도로 낮았다.

PCNB와 α -endosulfan은 현재 국내에서 사용이 허용되고 있는 약제로 본 연구결과로 국내에서 처음으로 보고되는 토양 잔류성분으로, 분석기술면의隘路는 있으나 사용금지된 농약의 代替農藥이란 점에서 앞으로 농업환경에서의 去就를 注視할 必要가 있다고 본다.

본 실험결과를 최근 국내의 주요 工團周邊의 논, 밭 토양의 분석결과⁽⁶⁾와 비교하면 α -BHC와 γ -BHC의 검출빈도와 평균잔류수준에 있어서는 對等하나 p,p'-DDT의 검출빈도와 잔류량은 본 실험결과에 비해 높았다.

최근 日本 九州地方의 농경지토양 分析結果⁽¹⁰⁾에 依하면 본 연구에서 가장 잔류량이 높은 파수원의 잔류자료에 비해 對等水準인 aldrin을 除外한 α -BHC, γ -BHC, dieldrin, p,p'-DDD 및 p,p'-DDT의 잔류량은 모두 높았고, α -BHC와 γ -BHC는 국내수준의 평균 10~20배가 높았다. 한편 미국의 National Soil Monitoring Program의 1972년 조사결과⁽⁶⁾에 依하면 BHC 이성질체, α -endosulfan, heptachlor, heptachlor epoxide의 잔류량은 모두 0.01 ppm에 未達한 反面 p,p'-DDT와 dieldrin은 각각 0.13 및 0.04 ppm였다.

끝으로 위에 引用한 두나라의 잔류농약자료는 지역, 국가 고유의 농약소비 특성에 依하여 농약의 사용이 가장 많은 지역을 대상으로 조사한 결과라는 점에 유의해야

할 것이다.

V. 要 約

전국의 논, 밭, 파수원 및 plastic film house 토양시료 236점을 1981年 4月부터 5月사이에 採取, 유기염소계 잔류농약을 GLC로 분석하였다. 實驗結果는 다음과 같이 要約하였다.

1) α -BHC, γ -BHC, PCNB, heptachlor, aldrin, heptachlor epoxide, α -endosulfan, dieldrin, p,p'-DDD 및 p,p'-DDT 등의 잔류농약 성분이 국내 농경지에서 검출되었다.

2) 파수원토양에 잔류성 유기염소계농약이 가장 많았고 논 및 밭토양의 잔류수준은 이에 비해 훨씬 낮았다.

3) 논 및 밭토양에 비해 파수원토양에는 aldrin, α -endosulfan, dieldrin, p,p'-DDD 및 p,p'-DDT의 檢出頻度와 잔류수준이 높았다.

4) α -BHC와 γ -BHC는 모든 供試土壤에서 검출되었으나 농경지별 차이가 없었고, 평균잔류량은 0.008~0.014 ppm였다.

5) 파수원토양의 높은 p,p'-DDT의 잔류량에 關해 討論하였고 現用 또는 使用이 禁止된 농약에 대한 잔류연구의 必要性을 강조하였다.

Appendix I. Residues in agricultural soils

No.	Sampling district	Residues (ppm)									
		α -BHC	γ -BHC	PCNB	Heptachlor	Aldrin	H. Epo-xide	α -Endo-sulfan	Dieldrin	p,p'-DDD	p,p'-DDT
Paddy field soils											
1	화 성 I	0.004	0.003	—*	0.004	0.004	—	—	—	—	0.027
2	화 성 II	0.006	0.001	—	0.005	—	0.013	0.003	0.008	0.006	0.018
3	평택 I	0.010	0.005	—	0.005	0.007	—	—	—	—	0.008
4	평택 II	0.010	0.005	—	0.005	0.008	—	—	0.002	—	—
5	안 성	0.009	0.004	—	0.004	0.006	—	—	0.004	0.006	0.035
6	김 포	0.038	0.015	—	0.014	0.026	—	—	0.004	0.013	0.038
7	여 주	0.007	0.002	—	—	0.014	—	—	—	—	—
8	파 주	0.006	0.002	—	0.005	0.010	—	—	0.005	T**	T
9	강 화	0.028	0.023	—	0.009	0.022	—	—	0.025	0.015	T
10	용 인	0.014	0.006	—	0.006	0.009	—	T	0.005	T	T
11	양 평	0.014	0.003	—	0.005	0.010	—	—	0.003	T	T
12	포 천	0.016	0.009	—	—	—	—	—	—	—	0.036
13	고 양	0.005	0.005	—	—	—	—	—	0.009	—	0.018
14	철 원	0.006	0.009	—	0.003	0.003	—	—	0.006	—	0.013
15	홍 천	0.006	0.028	—	—	0.005	—	—	—	—	T
16	횡 성	0.011	0.005	—	—	—	—	—	0.005	—	—

No.	Sampling district	Residues (ppm)									
		α -BHC	γ -BHC	PCNB	Hepta-chlor	Aldrin	H. Epo-xide	α -Endo-sulfan	Dieldrin	p, p'-DDD	p, p'-DDT
17	원 성	0.035	0.005	—*	—	—	—	0.009	0.005	—	0.018
18	청 원	0.007	0.003	—	—	0.005	—	—	0.003	0.003	0.005
19	보 은	0.011	0.010	—	—	0.003	—	0.069	T**	—	—
20	진 천	0.018	0.008	—	0.006	0.088	—	0.008	—	—	—
21	피 산	0.007	0.002	—	0.001	0.004	—	—	—	—	—
22	음 성	0.013	0.012	—	—	—	—	0.004	0.014	0.022	0.018
23	중 원	0.009	0.006	—	0.013	—	—	—	0.014	0.018	0.019
24	서 산 I	0.016	0.018	—	—	—	—	—	0.005	T	0.008
25	서 산 II	0.085	0.020	—	—	—	—	—	0.025	0.030	0.070
26	부 여	0.010	0.011	—	—	—	—	—	0.007	T	T
27	논 산	0.007	0.005	—	T	0.002	—	—	—	—	—
28	공 주	0.010	0.005	—	—	0.007	—	—	0.005	T	T
29	서 천	0.011	0.008	—	—	—	—	—	0.007	0.008	0.018
30	보 령	0.017	0.009	—	0.003	0.002	—	—	0.007	0.025	0.010
31	예 산	0.028	0.015	—	—	—	—	—	—	—	—
32	당 진	0.025	0.016	—	—	—	—	—	—	—	—
33	아 산	0.010	0.008	—	—	—	—	—	0.018	0.019	0.068
34	천 원	0.020	0.009	—	—	—	—	—	0.005	—	—
35	홍 성	0.009	0.006	—	—	0.007	—	T	0.033	—	0.016
36	청 양	0.012	0.010	—	—	—	—	—	0.009	—	—
37	완 주	0.017	0.010	—	—	—	—	—	—	—	0.005
38	남 원	0.032	0.024	—	0.025	—	—	—	0.013	—	0.035
39	김 제 I	0.008	0.003	—	0.002	0.003	—	0.003	0.013	0.180	0.270
40	김 제 II	0.013	0.005	—	—	—	—	—	0.017	0.052	T
41	익 산 I	0.007	0.004	—	—	—	—	—	0.003	0.006	T
42	익 산 II	0.024	0.024	—	—	0.002	0.014	—	0.005	—	0.008
43	정 읍 I	0.008	0.005	—	—	—	—	—	0.004	—	0.003
44	정 읍 II	0.007	0.005	—	—	—	—	—	—	—	—
45	정 읍 III	0.028	0.036	—	0.018	0.005	—	—	0.005	—	0.016
46	옥 구	0.023	0.010	—	—	—	—	—	0.005	0.010	0.090
47	고 창	0.011	0.009	—	0.008	0.005	—	0.066	0.450	0.048	0.150
48	순 창	0.057	0.015	—	—	—	—	—	0.018	T	0.010
49	임 실	0.007	0.006	—	—	—	—	—	0.010	—	T
50	부 안	0.014	0.010	—	—	—	—	—	T	—	T
51	화 순	0.006	0.003	—	0.002	—	—	—	0.002	—	T
52	강 진	0.005	0.003	—	0.001	0.001	—	—	0.002	—	T
53	해 남	0.004	0.003	—	—	—	—	—	0.006	0.022	0.004
54	광 산	0.003	0.002	—	0.003	0.008	—	—	0.002	T	T
55	신 안	0.004	0.002	—	—	0.003	—	—	—	—	—
56	영 광	0.007	0.003	—	0.003	0.004	—	—	0.002	T	T
57	고 흥	0.005	0.002	—	0.001	0.003	—	—	0.004	0.006	0.004
58	영 암	0.005	0.002	—	—	0.003	—	—	—	0.007	—

No.	Sampling district	Residues (ppm)									
		α -BHC	γ -BHC	PCNB	Hepta-chlor	Aldrin	H. Epo-xide	α -Endo-sulfan	Dieldrin	p,p'-DDD	p,p'-DDT
59	장 성	0.003	0.002	—*	—	0.003	—	—	T**	—	—
60	나 주	0.004	0.002	—	0.002	0.002	—	—	T	—	—
61	보 성	0.004	0.003	—	0.002	0.002	—	—	T	—	—
62	담 양	0.008	0.003	—	—	—	—	—	0.002	—	T
63	승 주	0.005	0.002	—	—	0.007	—	—	0.004	—	—
64	합 평	0.018	0.009	—	—	—	—	—	—	—	—
65	장 흥	0.007	0.005	—	—	0.007	—	—	0.017	0.020	0.006
66	안 동	0.006	0.002	—	—	0.010	—	—	0.006	0.006	0.030
67	의 성 I	0.030	0.015	—	—	0.011	—	0.004	0.014	0.012	0.053
68	상 주 II	0.009	0.005	—	—	0.008	—	—	—	—	0.008
69	상 주	0.006	0.004	—	0.001	0.006	—	—	0.003	0.003	0.007
70	경 산	0.008	0.007	—	—	0.013	—	—	—	0.010	0.004
71	금 룡	0.008	0.006	—	—	—	—	—	—	—	—
72	청 도	0.017	0.015	—	—	—	—	—	0.012	—	0.029
73	고 령	0.005	0.003	—	—	0.010	—	—	—	—	—
74	영 천	0.007	0.005	—	—	0.014	—	—	0.007	0.015	0.053
75	봉 화	0.017	0.014	—	0.028	0.019	0.025	—	—	—	0.026
76	예 천	0.016	0.012	—	—	0.010	—	0.009	0.010	0.015	0.010
77	달 성	0.011	0.008	—	0.008	0.012	0.013	—	—	—	—
78	포 향	0.009	0.005	—	0.010	0.017	—	—	0.018	0.015	0.025
79	경 주	0.014	0.004	—	—	0.004	—	—	0.005	—	—
80	칠 곡	0.002	0.010	—	—	0.005	—	—	—	—	T
81	의 창	0.005	0.003	—	—	0.012	—	—	0.005	0.006	0.035
82	합 천	0.006	0.004	—	0.003	0.004	—	—	—	—	0.004
83	창 념	0.006	0.002	—	—	0.003	—	—	0.003	T	0.001
84	진 주	0.005	0.002	—	0.001	0.003	—	—	0.003	—	—
85	하 동	0.010	0.003	—	0.006	—	—	—	0.005	—	0.010
86	양 산	0.006	0.004	—	—	T	—	—	0.005	T	T
87	진 양	0.006	0.002	—	—	—	0.006	—	T	—	—
88	밀 양	0.025	0.020	—	—	0.005	—	—	0.043	T	T
89	합 안	0.011	0.005	—	—	0.002	—	—	T	—	—
90	고 성 I	0.008	0.008	—	—	0.003	0.006	—	T	—	—
91	고 성 II	0.007	0.013	—	—	0.005	—	—	0.005	—	0.010
92	김 해 I	0.008	0.004	—	0.008	0.006	—	—	0.005	0.003	0.003
93	김 해 II	0.007	0.002	—	0.004	0.005	—	—	T	—	T
94	진 영 I	0.006	0.002	—	0.003	0.015	—	—	0.007	T	0.035
95	진 영 II	0.006	0.004	—	—	0.005	—	—	0.014	0.013	0.070

No.	Sampling district	Residues (ppm)									
		α -BHC	γ -BHC	PCNB	Hepta-chlor	Aldrin	H. Epo-xide	α -Endo-sulfan	Dieldrin	p, p'-DDD	p, p'-DDT
Up-land soils											
1	화 성	0.007	0.002	—*	0.003	0.007	—	0.003	0.002	T**	0.004
2	안 성	0.005	0.004	—	0.002	0.003	—	—	0.003	—	T
3	여 주	0.080	0.004	0.032	—	0.009	—	—	—	0.006	0.078
4	포 천	0.004	0.006	0.003	—	—	0.022	—	—	—	—
5	양 평	0.013	0.007	—	0.004	—	0.013	0.012	—	—	0.007
6	이 천	0.007	0.005	—	0.002	0.009	0.020	0.003	—	0.003	0.027
7	원 주	0.005	0.007	0.004	—	0.001	0.004	0.004	0.066	0.015	0.078
8	삼 척	0.020	0.034	—	0.002	0.001	0.007	—	0.007	—	—
9	횡 성	0.006	0.002	—	0.008	—	—	—	—	—	0.029
10	홍 천	0.018	0.008	0.003	—	0.004	0.001	0.040	0.022	0.015	0.029
11	영 월	0.006	0.002	—	0.015	0.003	0.052	0.003	0.002	T	T
12	홍 성	0.049	0.019	—	—	—	0.002	—	0.046	—	—
13	제 원	0.004	0.003	—	0.004	0.004	—	—	0.002	—	0.003
14	청 원	0.004	0.002	—	0.001	0.003	—	—	0.002	—	—
15	중 원	0.003	0.002	0.005	0.001	0.003	0.002	0.003	0.005	T	0.007
16	피 산	0.006	0.004	—	—	0.008	—	—	0.008	0.013	0.032
17	음 성	0.006	0.002	—	0.001	0.004	—	—	0.009	0.004	0.005
18	단 양	0.004	0.003	—	0.001	—	0.013	0.004	0.006	0.004	0.009
19	예 산 I	0.008	0.004	—	—	0.003	0.001	—	0.008	—	0.046
20	예 산 II	0.008	0.005	—	—	—	—	—	0.006	—	T
21	공 주	0.007	0.005	—	—	0.004	—	—	0.008	0.010	0.019
22	부 여	0.004	0.009	—	0.010	0.002	0.030	—	0.012	0.013	0.020
23	서 산 I	0.011	0.005	—	—	0.002	—	—	—	—	—
24	서 산 II	0.011	0.007	—	—	0.001	—	—	0.008	—	0.018
25	당 진	0.005	0.003	—	0.013	—	0.034	0.017	0.003	—	0.018
26	익 산	0.003	0.004	—	—	0.003	0.016	—	0.014	T	0.029
27	고 창	0.024	0.022	—	0.007	—	0.018	—	0.009	—	0.018
28	완 주	0.005	0.006	—	—	0.002	—	0.002	0.019	—	0.082
29	정 읍 I	0.025	0.024	—	—	—	—	—	—	T	0.036
30	정 읍 II	0.008	0.005	—	—	—	—	—	0.004	—	0.003
31	고 흥	0.004	0.002	—	—	0.004	—	—	—	—	—
32	영 암	0.004	0.003	—	—	0.001	0.006	—	0.006	0.007	—
33	화 순	0.007	0.002	—	T	0.003	—	—	0.002	0.006	—
34	신 안	0.006	0.003	—	—	0.003	0.004	—	0.110	0.045	0.120
35	무 안	0.003	0.002	—	0.001	0.001	—	—	0.002	—	0.007
36	나 주	0.023	0.009	—	—	—	—	—	0.007	T	0.018
37	함 평	0.003	0.003	—	—	0.001	—	—	—	—	—
38	영 광	0.003	0.001	—	—	—	—	—	0.003	—	0.008
39	해 남	0.010	0.004	—	0.017	—	0.310	—	—	0.006	T
40	여 천	0.008	0.006	—	—	0.001	—	—	T	—	—
41	상 주	0.007	0.005	—	—	0.005	—	—	0.007	—	0.007

No.	Sampling district	Residues (ppm)									
		α -BHC	γ -BHC	PCNB	Hepta-chlor	Aldrin	H. Epo-xide	α -Endo-sulfan	Dieldrin	p, p'-DDD	p, p'-DDT
42	영 천	0.005	0.004	—*	—	0.005	—	—	0.018	0.030	0.046
43	문 경	0.005	0.003	—	0.002	—	—	0.006	—	—	—
44	봉 화	0.008	0.008	—	0.005	0.006	—	0.003	—	—	T**
45	안 동	0.004	0.002	—	—	0.011	—	—	0.019	0.007	0.029
46	금 릉	0.007	0.008	—	—	0.006	—	—	0.006	0.003	0.014
47	예 천	0.007	0.008	—	—	—	—	0.004	0.009	—	0.006
48	의 성	0.005	0.005	—	—	0.005	—	0.033	0.072	0.062	0.195
49	포 함	0.010	0.004	0.004	—	—	—	—	0.003	0.006	0.025
50	칠 목	0.003	0.006	—	—	0.002	—	—	T	—	—
51	창 녕	0.005	0.006	—	0.006	0.002	0.073	—	0.004	—	—
52	진 양	0.005	0.009	—	—	—	—	—	—	—	—
53	할 안	0.007	0.008	—	0.004	0.017	—	—	—	—	—
54	김 해	0.009	0.007	—	0.002	—	—	—	0.007	—	T**
55	거 창	0.005	0.004	—	—	—	—	—	0.004	—	0.007
56	밀 양	0.003	0.002	—	0.004	0.002	—	—	0.003	—	—
57	북제주 I	0.008	0.008	—	0.070	0.006	0.064	0.028	0.013	0.015	0.018
58	남제주	0.004	0.004	—	0.005	—	—	—	—	T	0.056
59	북제주 II	0.005	0.004	—	0.003	0.005	—	—	—	—	0.003
Orchard soils											
1	안 성	0.006	0.003	—	0.003	0.065	0.006	—	0.046	0.030	0.065
2	김 포	0.012	0.013	—	—	0.024	—	—	0.005	T	0.018
3	이 천	0.005	0.005	—	—	0.100	—	0.010	—	—	—
4	양 주	0.004	0.005	—	0.014	0.190	—	—	0.130	0.019	0.090
5	횡 성	T	T	—	—	0.005	—	—	0.013	0.008	0.028
6	음 성	0.005	0.003	—	—	—	—	—	—	—	—
7	중 원	0.013	0.018	—	0.011	0.190	0.034	0.470	0.210	0.068	0.480
8	충 주	0.006	0.006	—	0.011	0.130	0.025	0.330	0.360	1.000	3.200
9	영 동	0.016	0.040	—	0.060	0.340	—	0.330	1.050	0.450	2.680
10	논 산	0.070	0.01	—	0.005	0.128	—	0.240	0.095	0.090	0.310
11	예 산	0.017	0.011	—	0.011	0.100	0.013	0.210	0.038	0.048	0.140
12	아 산	0.006	0.006	—	—	0.045	—	0.009	0.005	0.020	0.025
13	천 원	T	T	—	—	0.028	—	0.045	—	—	—
14	대 덕	0.010	0.008	—	0.030	—	—	0.150	1.250	1.400	1.510
15	완 주 I	0.006	0.005	—	0.011	—	—	0.020	0.013	—	0.025
16	완 주 II	0.006	0.011	—	0.006	—	0.016	—	0.018	0.008	0.025
17	고 창	0.006	0.014	—	0.014	0.008	0.006	—	0.030	0.015	0.048
18	나 주 I	0.006	0.006	—	0.042	0.160	—	0.210	0.200	0.075	0.870
19	나 주 II	0.004	0.003	—	0.011	0.080	0.019	0.070	0.044	0.075	0.120
20	의 성	0.010	0.019	—	—	—	—	—	0.013	—	0.030
21	안 동	0.005	0.013	—	0.015	0.150	0.013	0.160	0.120	0.038	0.280
22	칠 목 I	0.008	0.007	—	0.006	0.110	0.025	0.090	0.120	0.110	0.270
23	칠 목 II	0.007	0.006	—	0.011	0.065	0.043	0.110	0.040	0.015	0.088

No.	Sampling district	Residues (ppm)									
		α -BHC	γ -BHC	PCNB	Hepta-chlor	Aldrin	H. Epo-oxide	α -Endo-sulfan	Dieldrin	p, p'-DDD	p, p'-DDT
24	영 천	0.009	0.009	—*	0.062	0.300	—	0.350	1.150	1.050	2.650
35	금 룡	0.027	0.013	—	0.012	0.007	—	—	0.010	0.008	0.030
26	상 주	0.007	0.011	—	—	0.083	—	0.078	0.025	0.010	0.030
27	봉 화	0.025	0.027	—	—	0.096	—	0.098	—	—	0.040
28	경 산 I	0.011	0.018	—	0.023	0.200	0.006	0.090	0.180	0.170	0.950
29	경 산 II	0.015	0.025	—	0.018	0.130	T**	0.250	0.380	0.800	1.550
30	영 주 I	0.020	0.025	—	0.033	0.310	0.020	1.680	0.360	0.440	1.590
31	영 주 II	0.004	0.006	—	—	0.064	—	0.052	0.010	—	0.030
32	경 주	0.013	0.014	—	0.036	0.30	—	0.320	0.180	0.130	0.800
33	울 주	0.007	0.015	—	—	0.077	—	—	0.180	0.060	0.210
34	김 해 I	0.005	0.004	—	0.013	0.007	0.006	—	0.170	0.140	0.480
35	김 해 II	0.007	0.003	—	0.012	0.033	0.110	0.008	0.130	0.048	0.230
36	거 창	0.007	0.012	—	0.005	0.012	—	0.009	0.080	T	0.018
37	밀 양	0.004	0.009	—	0.011	0.073	—	—	0.200	0.300	1.150
38	진 양	0.006	0.007	—	—	0.024	—	—	3.300	0.800	2.600
39	제주 화순	0.005	0.002	—	—	0.007	—	0.008	0.100	0.033	0.160
40	제주 중문	0.009	0.009	—	—	0.040	—	0.310	—	—	0.018
41	제주 서귀 I	0.004	0.002	—	0.004	0.096	—	0.330	0.092	0.045	0.025
42	제주 서귀 II	0.020	0.012	—	0.005	0.140	—	0.020	0.120	0.160	0.280
43	제주 남원	0.008	0.005	—	0.022	0.150	—	—	0.130	0.038	0.050
Plastic film house soils											
1	화 성	0.019	0.016	0.016	0.024	0.079	T	—	0.015	0.015	0.050
2	인 천	0.007	0.009	0.012	—	—	—	0.013	T	0.030	0.016
3	서 흥	0.007	0.001	—	0.003	0.007	—	0.008	—	—	—
4	안 성	0.008	0.003	—	—	0.010	—	—	0.005	—	—
5	이 천	0.007	0.015	—	0.012	0.008	0.020	—	0.013	0.015	0.028
6	강 화	0.037	0.057	0.017	0.008	0.008	0.054	0.009	0.018	0.008	0.025
7	춘 성	0.007	0.012	—	0.005	0.005	0.016	—	0.090	0.018	0.085
8	충 주	0.013	0.009	—	0.022	0.003	0.065	0.013	0.013	T	0.030
9	제 천	0.019	0.013	—	0.009	0.026	0.027	0.075	0.110	0.015	0.020
10	예 산 I	0.021	0.007	—	0.020	0.014	0.043	0.008	0.005	0.008	0.025
11	예 산 II	0.015	0.016	—	—	0.007	—	—	—	—	—
12	예 산 III	0.036	0.036	—	—	—	—	—	0.023	0.020	0.090
13	서 산 I	0.047	0.046	—	0.075	—	0.071	—	0.018	0.048	0.068
14	서 산 II	0.010	0.012	—	0.005	0.010	—	0.009	0.005	T	0.015
15	논 산	0.014	0.009	—	—	0.010	—	—	0.007	0.010	0.100
16	이 리 I	0.010	0.008	—	0.006	0.010	0.043	0.004	0.063	0.085	0.180
17	이 리 II	0.019	0.021	—	0.033	0.005	0.110	0.033	0.033	0.160	0.140
18	정 읍	0.011	0.009	—	0.023	0.012	0.110	0.027	0.027	0.048	0.100
19	완 주	0.013	0.005	—	—	0.015	0.006	0.008	0.013	T**	0.020
20	광 산 I	0.015	0.014	—	0.017	0.005	0.051	0.004	—	—	—
21	광 산 II	0.017	0.014	—	0.005	0.010	0.004	—	—	—	—

No.	Sampling district	Residues (ppm)									
		α -BHC	γ -BHC	PCNB	Heptachlor	Aldrin	H. Epoxide	α -Endosulfan	Dieldrin	p, p'-DDD	p, p'-DDT
22	광 산 III	0.010	0.011	—*	0.012	0.014	0.043	—	—	T**	T
23	나 주	0.014	0.009	—	0.065	0.053	0.120	0.027	0.073	0.030	0.110
24	안 동 I	0.008	0.010	—	—	0.038	0.013	—	0.240	0.305	1.060
25	안 동 II	0.013	0.010	—	—	0.028	0.004	—	0.220	0.210	0.980
26	안 동 III	0.012	0.012	—	—	0.004	0.006	—	0.038	0.03	0.240
27	포 함	0.010	0.007	T	0.012	0.031	0.054	0.008	0.130	0.011	0.700
28	칠 곡 I	0.010	0.013	—	—	0.010	0.006	—	0.015	—	0.068
29	칠 곡 II	0.012	0.003	—	0.005	0.008	0.031	0.010	0.013	0.008	0.028
30	경 주 I	0.007	0.007	—	0.009	0.014	—	—	0.010	—	—
31	경 주 II	0.018	0.008	0.040	—	0.017	—	—	0.007	0.008	0.015
32	창 념	0.007	0.008	—	0.039	0.012	0.071	0.027	0.005	—	T
33	김 해 I	0.016	0.016	—	0.018	0.005	0.059	0.004	0.050	0.025	0.230
34	김 해 II	0.012	0.012	—	0.008	0.014	0.061	0.045	0.077	0.048	0.180
35	김 해 III	0.007	0.006	—	—	0.008	0.019	—	0.039	0.030	0.110
36	밀 양 I	0.014	0.009	—	—	0.007	—	—	0.007	—	—
37	밀 양 II	0.013	0.007	—	—	0.014	—	—	0.005	—	—
38	밀 양 III	0.009	0.010	—	0.005	0.008	—	T	—	—	—
39	남제주	0.013	0.007	—	0.005	0.008	0.015	—	0.013	T	0.030

*not detected

**trace (<0.001 ppm)

參 考 文 獻

1. 農林部: 農林統計年報 (1949-1977)
2. 社團法人 農藥工業協會: 農藥年報 (1977-1980)
3. Edwards, C. A. (1973): *Environmental Pollution by Pesticides*, Plenum Press, New York, N. Y.
4. 박창규(1975): 유기염소계 살충제의 잔류분에 관한 연구, 3. 담배연작토양의 Heptachlor 잔류분에 관하여, 한국농화학회지, 18(2), 61.
5. 朴昌奎, 朴魯東 (1980): 有機鹽素系 殺虫劑의 殘留 分析, 第二報. 工團周邊의 河川 및 田畚土壤分析, 韓國農化學會誌, 23 (1), 58.
6. Carey, A. E., Gowen, J. A., Tai, Han., Mitchell, W. G. and Wiersma, B. (1979): Pesticide residue levels in soils and crops from 37 states, 1972-National Monitoring Program(N), *Pest. Monit. J.*, 12(4), 209.
7. Saha, J. G., Craig, C. H. and Janzen, W. K. (1968): Organochlorine insecticides in agricultural soils and legume crops in Northeastern Saskatchewan, *J. Agric. Food Chem.*, 16(4), 617

8. Duffy, J. R. and Wong, N. (1967): Residues of organochlorine insecticides and their metabolites in soils in the Atlantic provinces of Canada, *J. Agric. Food Chem.*, 15(3), 457.
9. Harris, C. R., Sans, W. W. and Miles, J. R.(1966): Exploratory studies on occurrence of organochlorine insecticide residues in agricultural soils in Southwestern Ontario (1966), *J. Agric. Food Chem.*, 14(4), 398.
10. Suzuki, M. and Yamato, Y. (1973): Multiple organochlorine pesticide residues in Japan, *Bull. Environ. Contamin. Toxicol.*, 10(3), 145.
11. Wheatley, G. A. and Hardman, J. A. (1962): Residues of chlorinated hydrocarbon insecticides in some farm soils in England, *Plant Pathol.*, 11, 81.
12. Anonymous (1970): *Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, A. O. A. C., Washington, D. C., USA, p.518.
13. Edwards, C. A. (1966): Insecticide residues in soils, *Residue Reviews*, 13, 83.