

洛東江 主要 環境 構成分中 有機磷系 農藥殘留分

朴 昌 奎* · 韓 大 成** · 許 長 鉉*

(1984년 5월 23일 접수)

Organophosphorus Pesticide Residues in Major Enviromental Components of Nakdong River

Chang Kyu Park*, Dae Sung Han** and Jang Hyun Hur*

Abstract

Waters, sediments and crucian carps samples collected bimonthly from Nakdong river during the period of August 1982 to June 1983 were analyzed for organophosphorus pesticide residues by GLC equipped with a flame photometric detector. Among the environmental samples, IBP, diazinon, phenthoate, parathion, malathion and fenitrothion residues were found only in waters and crucian carps and sediments samples were devoid of the residues. In addition, seasonal variations of the residues in waters and crucian carps were observed. Waters and crucian carps samples collected in August, when pesticides are generally in great demand, contained all the organophosphorus pesticide residues while no organophosphorus were detected in waters and crucian carps samples collected in February, April or December. The most abundant residues in the two environmental samples were diazinon and IBP and residue levels of parathion, malathion and fenitrothion were found extremely low.

序 論

有機磷系 農藥은 1948年 TEPP를 先頭로 parathion, EPN, malathion, diazinon, edifenphos, phenthoate等의 開發이 本格化되었는데^(1,2), 이러한 農藥들은 強力한 殺虫作用⁽¹⁾을 보이면서 適用範圍가 넓고⁽²⁾, 抵抗性 誘發이 적으며^(1,2), 環境中에서 쉽게 分解되는 性質^(5,6)을 가지고 있다. 더우기 環境汚染의 主犯이 되어 온 有機鹽素系 農藥의 使用이 禁止되면서^(3,4), 이러한 有機磷系 農藥은 더욱 각광을 받아 現在國內에서는 가장 많이 使用되는 農藥으로 알려져 있다^(2,4), 1982年度 統計⁽⁴⁾에 의하면 有機磷系 農藥中 有效成分량을 基準으로

殺虫劑는 3,068 M/T, 殺菌劑는 613 M/T을 消費하였다.

農藥은 본래의 使用目的 以外에 人畜에 대해 直接으로 被害를 주거나 土壤에 蓄積되어 耕作土壤을 廣範圍하게 汚染시키기도 하고⁽³⁾, 作物이 이들 殘留農藥을 吸收하여 다시 食品을 통해 人畜에 移行되어 被害를 주거나^(6,17), 水系를 통하여 河川, 湖沼 및 沿岸海域으로 流入되어 生態系에 影響을 주는 것으로 알려져 있다^(5,6,7,9). 殘留農藥이 水系中으로 移動되는 經路로는 農耕地에 撒布된 農藥이 灌溉水와 함께 河川으로 移動되거나^(5,9), 農耕地土壤의 流失⁽⁸⁾, 大氣中 粉塵의 沈積^(6,12), 農藥의 無節制한 使用^(5,9)이나 農藥容器的 洗滌 및 廢藥 그리고 産業廢水의 放流 等^(5,6)이며, 環境中에서의 殘留樣相은 農藥의 種類, 製劑形態, 使用方法, 撒布量 및

*서울대학교 農科大學 (College of Agriculture, Seoul National University, Suwon)

**江原대학교 農科大學 (College of Agriculture, Kangwon National University, Chooncheon)

撒布時期 그리고 環境條件 等^(2,56)에 따라 달라지는 것으로 알려져 있다.

水質中の 有機磷系 農藥의 殘留水準을 보면, 1968년부터 1971年 까지 美國 西部 地域 河川水中의 農藥殘留量에 對하여 Schulze等⁽¹⁰⁾이 調査結果, 檢出된 有機磷系 農藥을 平均値로 보면 diazinon 0.05 ppb, parathion 0.1 ppb, methyl parathion 0.4 ppb였다. Lenon 等⁽¹¹⁾은 美國 南西部 海域의 Virgin Islands에서 採取한 水質試料中 2點의 試料에서 malathion이 各各 0.01 ppb, 0.14 ppb로 檢出되었다고 報告하였으며, Dudley等⁽⁷⁾은 1977년부터 1978年 사이에 美國 Indiana의 Black Creek Watershed에서 水質, 底泥土 및 魚類를 採取하여 2, 4, 5-T, DDE, malathion等 7種의 農藥과 PCB를 調査하였는데, DDE, PCB等은 빈번히 檢出되었지만, 有機磷系 農藥인 malathion은 全試料에서 전혀 檢出되지 않았다고 報告하였다.

한편 國內의 環境試料에 대한 殘留農藥의 調査는 有機鹽素系 農藥의 경우 斷片的으로나마 계속 報告^(9,12)되어 왔으나, 有機磷系 農藥의 경우는 環境試料의 殘留農藥評價에 대한 努力이 一般的으로 적었고, 特히 灌溉水와 水質⁽⁹⁾, 底泥土 및 淡水魚에 대한 殘留資料는 극히 드물다. 本 實驗에서는 洛東江을 對象으로 1982年 8月부터 1983年 6月사이에 洛東江 中·下水系의 環境構成成分인 水質, 底泥土 및 魚類中 有機磷系 農藥을 分析하여 有機磷系 殘留農藥의 水準과 季節的變異를 把握하여, 農藥管理의 基礎資料로 提供하고자 하였다.

材料 및 方法

1. 試 藥

本 實驗에 使用한 溶媒中 benzene, hexane, acetonitrile 및 chloroform은 Fisher (U.S.A.)의 ACS級을,

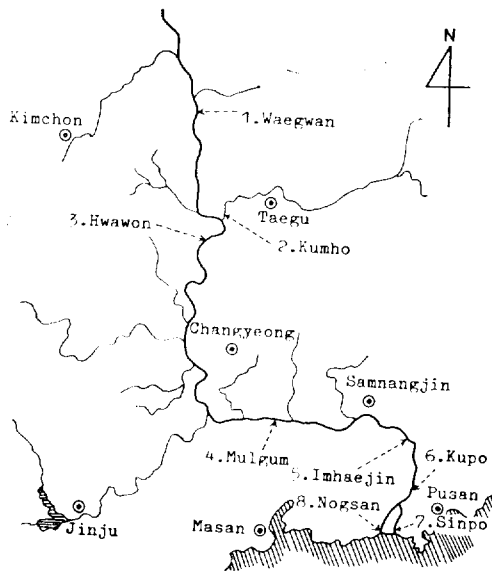


Fig. 1. Location of sampling sites in Nakdong river

Table 1. Details of environmental samples collected from Nakdong river

Samples	Sampling site	No. of samples	Date of sampling
Waters	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	48	Bimonthly from Aug. 1982 to Jun. 1983*
Sediments	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	48	
Fishes	1, 3, 4, 5, 6, 8	29	

*crucian carp samples were unable to collect at several sites during winter

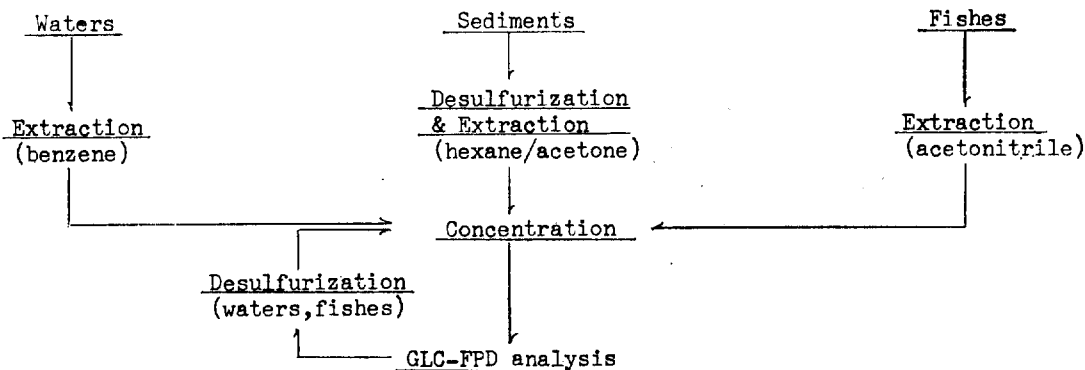


Fig. 2. Extraction and additional desulfurization of environmental samples

Table 2. GLC operating parameters for organophosphorus pesticides

Detector: flame-photometric detector (FPD)	
phosphorus mode,	526 nm filter
sulfur mode,	394 nm filter
Column: 8 ft×0.08 in. (i.d.), U-shape glass tube	
Packing material: 10% DC-200/10% OV-210 on Chromosorb W, HP(80/100)	
10% DC-200/10% OV-210/5% QF-1 on Chromosorb W, HP (80/100)	
5% SE-30/QF-1 on Chromosorb W, HP (80/100)	
Temperature: injection port	210°C
column oven(programming)	200°C(12 min.)
	↓ 10°C/min.
	215°C(16 min.)
detector block	175°C
N ₂ flow rate: 35~40 ml/min.	
Injection volume: 2.5~5 μl	
Electrometer sensitivity: 6.4×10 ⁻⁹ a.f.s.	
Chart speed: 1/4 inches/min.	

toluene은 Merck (Germany)의 GR級을 使用하였고, acetone은 和光(Japan)의 EP級을 再蒸溜하여 使用하였다. sodium sulfate, anhydrous는 和光(Japan)의 EP級, copper powder는 關東(Japan)의 EP級, raney nickel은 林(Japan)의 EP級을 使用하였으며, sulfur는 Jean Vivandon (U.S.A.)의 USP級을 使用하였다. 定量에 使用한 標準農藥은 diazinon, fenitrothion, phenothoate, malathion, parathion, EPN, IBP 및 edifenphos 등의 8種으로, IBP와 edifenphos는 Kumiai(Japan)의 原劑를 그대로, 나머지는 Nanogen(U. S. A)의 100 ppm 標準溶液을 使用하였다.

2. 使用機器

Gas Liquid Chromatograph(GLC) : Tracor 222(U. S.A.)로 Flame Photometric Detector (FPD)가 附着된 것임.

Kuderna-Danish 濃縮器 : 500 ml 容量

3. 試料의 調製

1982年 8月부터 1983年 6月까지 2個月 간격으로 6回에 걸쳐 環境試料를 水質, 底泥土 및 붕어로 구분하여 採取하였다. 試料採取地點은 洛東江 本流에서 7個, 支流인 琴湖江下流에서 1個를 追加하여 모두 8個 地點으로 構成되었다(Fig. 1).

試料의 採取時期 및 試料數는 Table 1과 같다.

1) 水質

各 地點에서 水深 50 cm 미만의 表面水를 江幅의 橫

斷線上 10個 地點에서 採取하여 混合한 後, 土壤微細 粒子, 藻類 등의 浮遊物質을 除去하지 않고 플라스틱 容器에 넣어 冷凍狀態로 實驗室까지 運搬하여 즉시 分析하였다.

2) 底泥土

水質試料 採取時 採泥器⁽¹³⁾를 使用하여 3~10 地點의 江바닥에서 底泥土를 採取, 混合하였다. 排水가 可能的 소쿠리에 광목포를 깔고, 그 위에 採取한 底泥土를 옮겨 冷凍狀態에서 實驗室로 運搬하여 分析하였다.

3) 붕어(Carassius auratus)

各 調查地點 附近에서 잡은 붕어(길이 約 10 cm)를 3~5마리씩 구한다음 종이타올로 表面水를 充分히 除去하고 Vinyl 봉지에 넣어 冷凍狀態로 保管, 運搬하여 分析試料로 하였다.

④ 試料의 抽出

1) 水質

Ripley等⁽¹⁴⁾의 方法에 따라 抽出하였다.

2) 底泥土

Chau等^(12, 15)의 方法에 따라 抽出하였다.

3) 붕어

Abbott等⁽¹⁷⁾의 方法에 따라 抽出하였으며, 最終 chloroform 殘液을 完全히 除去한 後, 5~10 ml의 acetone을 加하여 이 抽出物을 溶解시켰다.

5. 脫黃化 反應^(12, 15, 16)

底泥土는 Chau等^(12, 15)의 方法에 準하였으며, 水質

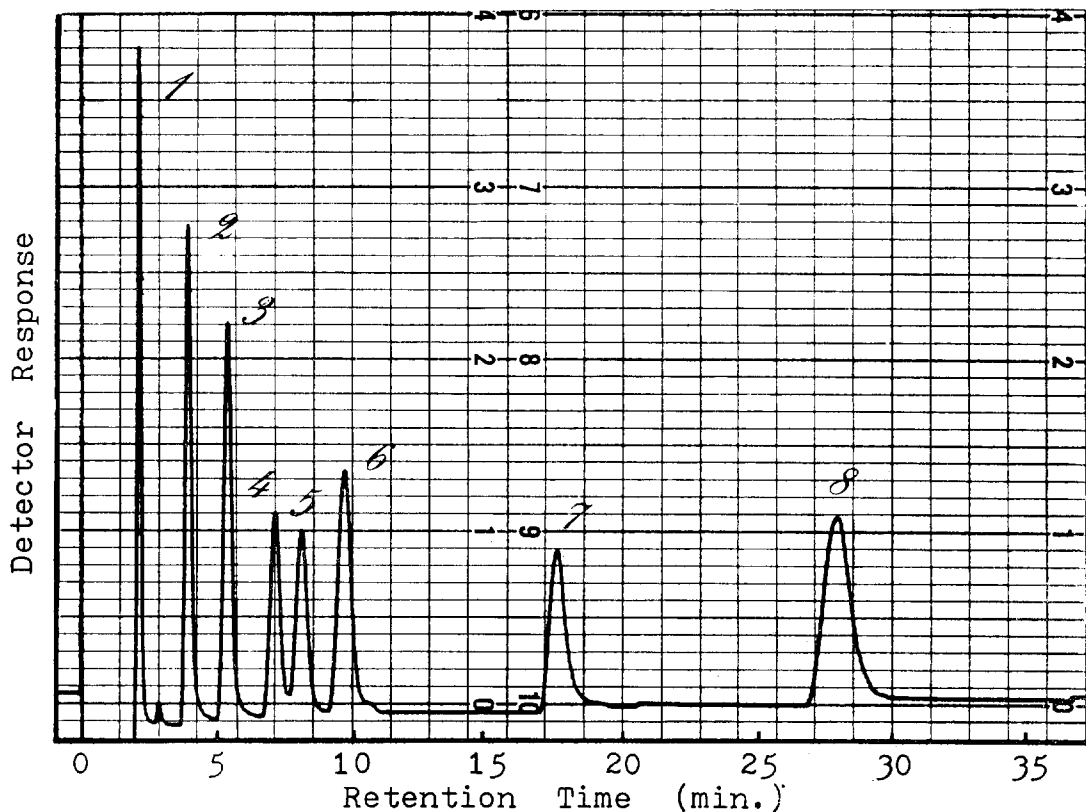


Fig. 3. Chromatogram of authentic organophosphorus pesticides 1. diazinon, 2. IBP, 3. fenitrothion, 4. malathion, 5. parathion, 6. phenthoate, 7. edifenphos, 8. EPN (5~10 ng each)

및 봉어中の 元素黃은 GLC-FPD 分析時 黃에 의한 干渉이 觀察되었을 경우에만 raney nickel을 加하여 3時間 동안 還流시켜 元素黃을 除去하였다⁽¹⁶⁾.

各種 環境試料의 抽出, 脫黃 및 GLC-FPD 分析過程을 要約하면 Fig. 2와 같다.

6. 回收率

水質 1l, 底泥土 20g, 봉어 50g에 標準農藥 混合液을 1~5 ml 加하여 有機磷系 農藥이 0.3~0.6 ppm水準으로 되게끔 調節하여 1日間 放置한 後, 本 實驗方法에 의하여 分析, 回收率을 구하였다.

7. GLC 分析

有機磷系 農藥의 GLC-FPD 分析條件은 Table 2와 같다. DC-200/OV-210 混合 column은 定量用으로, 나머지 두 column은 同定用으로 使用하였다.

結果 및 考察

1. 標準 chromatogram

標準農藥 混合液의 chromatogram은 Fig. 3과 같다.

2. 黃에 의한 干渉과 脫黃

調査試料中 底泥土를 hexane/acetone 混合液(1:1)으로 抽出하여 얻은 濃縮液을 GLC-FPD로 分析한 結果, 이미 報告^(6, 15, 16)된 바와 같이 元素黃의 干渉이 認定되었다. 水質에서는 一部試料에서만 元素黃의 干渉이 觀察되었는데, 特히 都市下水 및 工場廢水 等의 流出이 많은 琴湖江과 花園에서 採取한 試料에서 元素黃의 干渉이 甚하였다. 이는 元素黃의 給源이 主로 地殼의 黃化鐵(purites), 農藥 및 工業的 使用 그리고 化石燃料의 消費 等이라는 報告에 잘 符合되는 것이다^(12, 15, 16).

抽出時 copper powder를 직접 加하거나, 濃縮液에 raney nickel 等을 加하여 化合物的으로 黃을 除去시킬 때, 黃含有 有機磷系 農藥과 chlorobenzilate, heptachlor等의 分解가 일어난다고 報告되어 있다^(12, 15). 그러나 本 實驗에서는 copper powder나 raney nickel을 加하여 脫黃化를 行한 結果, 有機磷系 農藥의 分解는 거의 볼 수 없었으며, 다만 parathion에서 약간씩의 分

Table 3. Recovery of organophosphorus pesticides from environmental samples

Samples	Recovery(%)*							
	Diazinon	IBP	Fenitrothion	Malathion	Phenthoate	Parathion	Edifenphos	EPN
Waters	98	100	95	100	100	96	93	95
Sediments	96	85	90	97	97	95	97	94
Fishes	96	94	91	97	97	100	90	92

*average of duplicate

**spiking level: 0.3~0.6 ppm for organophosphorus pesticides

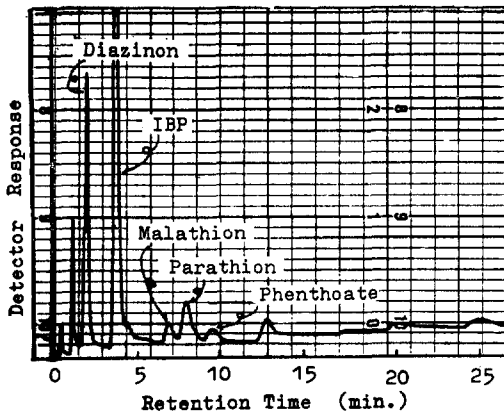


Fig. 4. A chromatogram of organophosphorus pesticide residues in water sample

解가 觀察되었을 뿐이었다.

3. 回收率

各 試料의 有機磷系 農藥에 대한 回收率은 Table 3 과 같다. 檢索한 8種의 有機磷系 農藥의 回收率은 모두 85% 以上으로 나타났으며, 殘留分析時 回收率의 補正은 하지 않았다.

4. 水質試料中 有機磷系 農藥의 殘留水準

水質試料로 부터 抽出한 濾液의 GLC-FPD의 chromatogram의 一例를 보면 Fig. 4와 같으며, 洛東江水質試料의 各 地點 및 時期別 有機磷系 農藥의 殘留水準은 Table 4와 같다.

1982年 8月에는 6가지 有機磷系 農藥이 檢出되었는데, 殘留水準은 IBP가 平均 4.3 ppb로 가장 많았고,

Table 4. Residues of organophosphorus pesticides in waters

(A) August 1982

No. Sampling district	Diazinon	Fenitrothion	Residues (ppb or $\mu\text{L/L}$)			
			IBP	Malathion	Parathion	Phenthoate
1 Waegwan	0.16	ND*	2.2	ND	ND	ND
	0.18	ND	2.0	ND	ND	ND
2 Kumho	0.97	0.16	11.	0.17	0.24	1.3
	0.25	T**	6.3	0.14	0.23	0.41
3 Hwawon	0.20	T	2.6	ND	ND	ND
	0.17	ND	2.1	ND	ND	T
4 Mulgum	2.0	T	3.6	ND	ND	0.18
	0.36	0.06	3.4	ND	ND	0.17
5 Imhaejin	0.36	ND	2.8	0.08	0.17	0.20
	0.40	T	3.7	0.06	0.22	0.18
6 Kupo	0.42	T	4.2	T	0.17	0.21
	0.57	0.07	5.3	T	0.19	0.28
7 Sinpo	0.58	0.15	5.6	0.08	0.22	0.35
	0.42	0.06	4.4	T	0.19	0.19
8 Nogsan	0.16	T	5.8	0.08	0.08	ND
	0.41	T	3.9	0.06	0.05	ND
Range	0.16	ND	2.0	ND	ND	ND
	-2.0	-0.16	-11.	-0.17	-0.24	-1.3
Mean	0.49	0.04	4.3	0.05	0.11	0.22

(B) October 1982

No. Sampling district	Residues (ppb or $\mu\text{L/L}$)					
	Diazinon	Fenitrothion	IBP	Malathion	Parathion	Phenthoate
1 Waegwan	ND*	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2 Kumho	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3 Hwawon	T**	ND	ND	ND	ND	ND
	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4 Mulgum	ND	ND	0.05	ND	ND	ND
	ND	ND	0.06	ND	ND	ND
5 Imhaejin	T	ND	0.06	ND	ND	ND
	ND	ND	0.06	ND	ND	ND
6 Kupo	ND	ND	0.06	ND	ND	ND
	ND	ND	0.07	ND	ND	ND
7 Sinpo	ND	ND	0.06	ND	ND	ND
	ND	ND	0.06	ND	ND	ND
8 Nogsan	0.06	ND	0.63	ND	ND	ND
	0.07	ND	0.53	ND	ND	ND
Range	ND -0.07	ND	ND -0.53	ND	ND	ND
Mean	0.01	ND	0.10	ND	ND	ND

(C) June 1983

No. Sampling district	Residues (ppb or $\mu\text{L/L}$)					
	Diazinon	Fenitrothion	IBP	Malathion	Parathion	Phenthoate
1 Waegwan	0.18	ND*	0.09	ND	ND	1.2
	0.16	ND	0.08	ND	ND	1.2
2 Kumho	0.08	ND	0.12	ND	ND	ND
	0.09	ND	0.14	ND	ND	ND
3 Hwawon	0.09	ND	0.17	ND	ND	ND
	0.09	ND	0.18	ND	ND	ND
4 Mulgum	0.09	ND	0.25	ND	ND	ND
	0.07	ND	0.31	ND	ND	DN
5 Imhaejin	0.03	ND	0.08	ND	ND	ND
	0.04	ND	0.09	ND	ND	ND
6 Kupo	0.60	ND	0.08	ND	ND	ND
	0.67	ND	0.08	ND	ND	ND
7 Sinpo	0.08	ND	0.06	ND	ND	ND
	0.08	ND	0.05	ND	ND	ND
8 Nogsan	0.09	ND	0.32	ND	ND	ND
	0.08	ND	0.30	ND	ND	ND
Range	0.08 -0.67	ND	0.05 -0.32	ND	ND	ND -1.2
Mean	0.16	ND	0.15	ND	ND	0.14

* not detected

** trace < 0.03 ppb

IBP, diazinon, phenthoate, parathion 및 fenitrothion의 順으로 減少하였다. 10월에 採取한 水質試料에는 有機磷系 農藥의 殘留量이 全體的으로 急激히

低下되어 下流의 水質試料에서 IBP와 diazinon만이 少量 檢出되었다. 1982年 12月, 1983年 2月 및 4월에 採取한 水質試料에서는 殘留農藥이 전혀 檢出되지 않았

Table 5. Residues of organophosphorus pesticides in crucian carps (August 1982)

No. Sampling district	Residues (ppm or $\mu\text{g/g}$)					
	Diazinon	Fenitrothion	IBP	Malathion	Parathion	Phenthoate
1 Waegwan	0.019 0.015	ND* T**	0.007 0.010	ND ND	ND T	0.005 ND
3 Hwawon	0.045 0.044	T ND	0.024 0.022	ND ND	0.006 0.007	0.026 0.022
4 Mulgum	0.051 0.053	T 0.006	0.020 0.031	ND ND	0.013 0.013	0.035 0.038
5 Imhaejin	0.046 0.026	T T	0.020 0.013	0.025 ND	0.010 0.008	0.024 0.031
6 Kupo	0.027 0.022	T ND	0.021 0.021	ND ND	ND ND	ND ND
8 Nogsan	0.030 0.030	ND T	0.048 0.019	ND ND	ND ND	0.026 0.008
Range	0.015 --0.053	ND -0.006	0.007 -0.048	ND -0.025	ND -0.013	ND -0.038
Mean	0.034	0.002	0.021	0.002	0.005	0.018

*not detected
 **trace < 0.003 ppm

다. 그러나 1983年 6月에는 IBP와 diazinon이 모든 수질試料에서 檢出되었으며, phenthoate가 1個地點(倭館)에서 檢出되었을 뿐 其他 農藥은 檢出되지 않았다. 이러한 結果는 一般的으로 有機磷系 農藥이 環境中에서 쉽게 分解된다는 報告^(5,6,14)와 一致되는 것으로서 病害蟲의 防除가 始作되어 農藥의 使用이 增加하는 5月 경부터 收穫期까지, 特히 7~8月 경에 많은 量의 農藥이 使用되므로^(2,4) 降雨, 流失, 바람 等の 여러 經路를 거쳐 水系로 移動되어 一時的으로 높은 水準을 보이다가 經時的으로 分解되거나, 흐르는 물을 따라 下流로 移動되어 農藥의 使用이 完了되는 10月 경부터는 灌溉水中 有機磷系 農藥의 殘留量이 거의 消滅되는 것으로 思料된다.

本 試驗結果는 李 等⁽⁹⁾이 1982年 國內 5大江을 對象으로 遂行한 水質의 有機磷系 農藥 殘留調查結果, 供試 水質試料에서 fenthion, fenitrothion, chlorpyriphos, chlorpyriphos methyl, chlorfenvinphos, phenthoate 및 edifenphos는 全 試料에서 檢出되지 않았고, IBP와 diazinon이 4月과 8月에 採取한 水質試料에서 檢出되었으나 檢出頻度, 殘留水準은 4月에 비해 8月에 採取한 試料에서 越等히 높았다는 報告와 대체로 一致하였다.

水質中 有機磷系 農藥의 殘留^(5,6)는 fenthion, parathion, malathion의 경우 2週 後에는 各各 50%, 50% 및 25%이며, 4週後에는 10%, 30% 그리고 10%로서 비교적 分解가 빠른 것으로 報告⁽⁶⁾되어 있어, BHC, DDT, aldrin 等の 有機鹽素系 農藥에 비해 水質中에서 극히 不安定함을 알 수 있다^(5,6,12). 有機鹽素系 農

藥의 環境中 殘留性은 使用이 禁止된 現在에도 계속 檢出되는 것과^(3,5,6,12)는 달리, 有機磷系 農藥의 殘留는 各 農藥의 使用時期, 使用量에 크게 依存함을 알 수 있다.

5. 底泥土中 有機磷系 農藥의 殘留水準

底泥土로부터 抽出된 濃縮液中 有機磷系 農藥의 GLC-FPD chromatogram의 一例를 보면 Fig. 5와 같다.

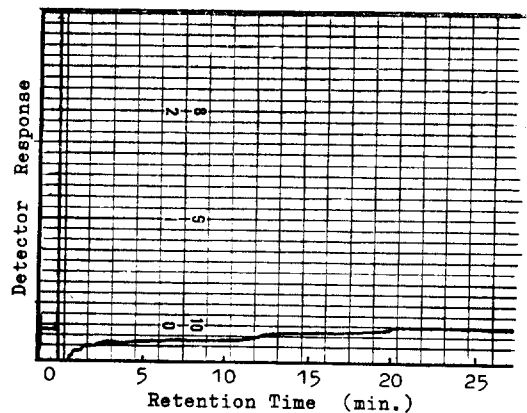


Fig. 5. A chromatogram of organophosphorus pesticide residues in sediments

洛東江 水質試料를 採取한 地點과 同一한 場所에서 얻은 底泥土中 有機磷系 農藥殘留量을 分析한 結果, 全 試料에서 農藥成分이 檢出되지 않았다. 이러한 結果는 有機鹽素系 農藥이 環境中에서 비교적 安定하며

물에 대한 溶解도가 극히 낮아, 底泥土中 有機物, 기 등等的 沈積物에 오랫동안 吸着되어 存在하는데 비하여^(6,8), 有機磷系 農藥은 水質中에서 不安定하고 물에 대한 溶解도가 비교적 높을 뿐만 아니라 水質中에서 加水分解가 빨라서 底泥土中에 吸着되어 殘留할 가능성이 적기 때문이라고 생각된다⁽⁸⁾.

5. 붕어中 有機磷系 農藥의 殘留水準

琴湖江 下流(site 2)는 水質의 汚染으로 魚類의 棲息이 不可能하여 붕어를 捕獲하지 못하였고, 신포(site 7)에서는 海水의 周期的 流入으로 淡水魚인 붕어試料를 求하지 못하였다. 나머지 調査地點 근처에서 捕獲한 붕어中 有機磷系 農藥의 殘留水準은 Table 5와 같다.

8월에 採取한 붕어의 有機磷系 農藥殘留量은 農藥과 diazinon과 IBP가 各各 0.034, 0.021 ppm으로 가장 높았고, 다음으로 phenthoate, 그리고 parathion, malathion, fenitrothion 등은 檢出頻度, 殘留水準 兩面에서 가장 낮았다. 한편 10월, 12월, 2월 및 4월에 採取한 붕어試料에서는 有機磷系 農藥의 殘留分이 전혀 檢出되지 않았으며, 6월에 採取한 붕어試料 가운데 1個 試料에서만 diazinon이 0.03 ppm 檢出되었을 뿐이었다. 8월에 捕獲한 붕어에서만, 水準의 차이가 있으나 6種의 有機磷系 農藥의 殘留成分이 檢出된 것은, 1) 이 時期가 農藥의 盛需期에 해당되며, 2) 體內로 移轉된 有機磷系 農藥이, 有機鹽素系 農藥과는 달리, phosphate esterase, anhydride esterase 等에 의해 쉽게 生化學的 轉換過程을 밟은 것으로 추측된다.

水質과 붕어에서 가장 높은 水準으로 殘留하는 diazinon과 IBP에 對한 季節的 變異를 比較해 보면 Fig. 6과 같다.

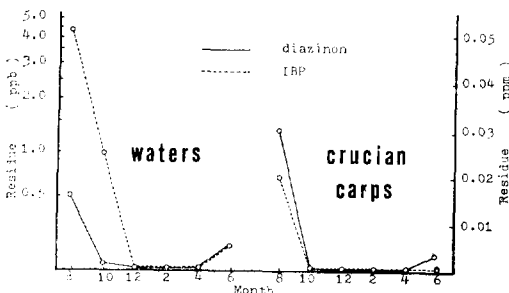


Fig. 6. Bimonthly variation of diazinon and IBP in waters and crucian carps

水質中 두 農藥의 經時的 變異는 붕어 體內 殘留量에 잘 反映되어 있음을 알 수 있다. 다만 水質中에는 diazinon에 비해 IBP의 殘留水準이 훨씬 높은 反面, 붕어에는 IBP보다 diazinon의 殘留量이 높았다.

要 約

洛東江 流域中 8個 地點에서 1982年 8月부터 1983年 6月까지 2個月 간격으로 採取한 水質 48點, 底泥土 48點 및 붕어 29點에 대하여 有機磷系 殘留農藥을 FPD 附着 GLC로 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

- 1) 水質, 底泥土 分析時 元素黃의 干涉은 copper powder 또는 raney nickel로 除去하였다.
- 2) 洛東江 環境試料중 水質과 붕어에서 有機磷系 殘留農藥이 檢出되었으나 底泥土에서는 檢出되지 않았다.
- 3) 農藥 盛需期인 8월에 採取한 水質과 붕어試料에서는 IBP, diazinon, phenthoate, parathion, malathion 및 fenitrothion 등 6種의 有機磷系 農藥이 檢出되었다.
- 4) 水質 및 붕어中 有機磷系 農藥의 殘留量은 季節的 變異가 인정되었으며, 水質 및 붕어中 diazinon과 IBP의 殘留量이 가장 많았고, phenthoate, parathion, malathion 및 fenitrothion은 檢出頻度 및 殘留水準이 낮았다.

參 考 文 獻

1. Eto, M. (1974) : *Organophosphorus Pesticides-Organic and Biological Chemistry*, CRC Press, U.S.A.
2. 李成煥, 洪鍾旭 (1968) : 新製農藥學, 鄉文社, 서울 92~116.
3. 朴昌奎, 馬涓植 (1982) : 農耕地上壤의 有機鹽素系 農藥의 殘留評價, 韓國環境農學會誌, 1(1) : 1.
4. 農藥工業協會 (1983) : 農藥年報.
5. Edward, C. A. (1973) : *Environmental Pollution by Pesticides*, Plenum Press, New York and London, 213~253.
6. Khan, M. A. Q. (1976) : *Pesticides in Aquatic Environments*, Plenum Press, New York and London.
7. Dudley, D. R. and Karr, J. M. (1980) : Pesticides and PCBs residues in the Black Creek Watershed, Allen Country, Indiana-1977~78, *Pestic. Monit. J.*, 13(4), 155.
8. Miles, J. R. W. and Harris, C. R. (1978) : Insecticide residues in water, sediment and fish of the drainage system of Holland Marsh, Ontario, Canada, 1972~75, *J. Econ. Entomol.*, 71(1),

- 125.
9. 李海根, 李泳得, 朴英善, 慎鏞華 (1983) : 主要河川에 對한 農藥殘留 實態調查, 韓國環境農學會誌, 2(2), 83.
 10. Schulze, J. A., Manigold, D. B. and Andrews, F. L. (1970) : Pesticides in selected western streams-1968~71, *Pest. Monit. J.*, 7(10), 73.
 11. Lenon, H., Curry, L., Miller, A. and Patulski, D. (1972) : Insecticide residues in water and sediment from Cisterns on the U.S. and British Virgin Islands-1970, *Pest. Monit. J.*, 6(3), 188.
 12. 朴昌奎, 黃乙喆 (1982) : 西湖의 水質底泥土, 水中 PCBs 및 有機鹽素系 殺虫劑의 殘留評價, 韓國環境農學會誌, 1(2), 105.
 13. Barthel, W. F., Hawthone, J. C., Ford, J. H., Bolton, G. C., McDowell, L. L., Grossonger, E. H. and Parsons, D. A. (1969) : Pesticide residues in sediments of the Lower Mississippi River and its tributaries, *Pest. Monit. J.*, 3(1), 8.
 14. Ripley, B. D., Wilkinson, R. J. and Chau, A. S. Y. (1974) : Multiresidue analysis of fourteen organophosphorus pesticides in natural waters, *J.A.O.A.C.*, 57(5), 1033.
 15. Chau, A. S. Y. and Lee, H. B. (1980) : Analytical reference materials, III. Preparation and homogeneity test of large quantities of wet and dry sediment reference materials for long term polychlorinated biphenyl quality control studies, *J. A.O.A.C.*, 63(5), 947.
 16. US EPA (1974) : *Analysis of Pesticide Residues in Human and Environmental Samples*.
 17. Abbott, D. C., Crisp, S., Tarrant, K. R. and Taton, J. O. G. (1970) : Pesticide residues in the total diet in England and Wales, 1966~67, *Pestic. Sci.*, 1, 10.