七堵草濫基隆河中農藥遺毒之檢驗

梁 同 庭　林 萬 賜

一、概　說

本檢驗工作係受臺灣省政府建設廳公共工程局之委託，研究基隆市，七堵，草濫，五豐化工廠廢水性質及其對該地區基隆河水之污染情形。工作期間係自民國51年3月至12月。該工作之內容包括兩個部分卽(1)檢驗方法之研究。(2)抽樣檢驗。前者爲抽樣檢驗之技術基礎，蓋因廢水中農藥遺毒之檢驗工作在本省尙爲初辦，無確知合於本省環境之檢驗方法可供參考，故依照工作程序，首須完成檢驗方法之研究後方能進行抽樣檢驗。玆以是項檢驗方法之研究頗多枝節，故自3月工作開始後至8月底共完成五豐化工廠主要產品 parathion、endrin、malathion 及 diazinon 等4種農藥在廢水中遺毒檢驗方法之研究工作，此外尙有 chlorobenzilate (ethyl 4, 4′-dichlorobenzilate) 及 ceresan-lime (phenyl mercuric acetate-lime 合劑) 等兩種農藥，其中前者在檢驗期間製造不多（在記錄中僅調製一次），而後者因非殺蟲藥劑，目前所用方法不能檢驗，故該兩種藥劑在本報告中未予包括。

爲使河水抽樣檢驗工作能以儘早實施，故無法靜待各項檢驗技術一一完成之後再行展開，乃於51年4月26日作第一次抽樣，此後乃一面抽樣檢驗一面繼續檢驗方法之研究，並逐步擴大檢驗對象。該抽樣檢驗項目以 parathion 及 endrin 兩種農藥爲主。malathion 對高等動物之毒性較低(許可量爲 8 ppm)，故除嚴密監視河水中之含量外，對貯水池中 malathion 之含量則未予檢驗；此外，在檢驗期間該廠對 diazinon 及 chlorobenzilate 等二種藥劑之調製不多，故其遺毒問題不大。

二、廢水及河水抽樣檢驗

此項檢驗自51年4月24日開始實施現場抽樣檢驗，其目的在研究(1)五豐化工廠內化水池各部分之含藥量暨其性能。(2)河水被污染之情形及其與降雨量之關係。

本抽樣檢驗，因尙在試驗研究階段，故每次所抽樣本，均完成詳細之檢驗手續，以測定該等所用檢驗技術之正確性，但完成此項檢驗手續約需2日時間，故本報告之抽檢次數，在初始時爲每週一次，繼而每週二次。玆將其檢驗經過及所得結果列後。

I　**抽樣地點**：五豐化工廠，位於七堵草濫，恰於基隆河新工業區之上游，且該廠地勢居高，在自然狀況下，廢水可能被沖刷而流諸於河內。本項檢驗在河水中之抽樣地點在初始時（自51年4月24日至7月6日）設有兩處，卽(1)該廠上游，在基隆河與另一溝渠之交滙處。(2)在該廠之下游(卽五豐工廠及自來水貯水廠中間)。繼而，（自7月10日至8月29日）依據初步檢驗，河水被農藥之染污情形，又增設取樣地點一處，卽(3)在六堵基隆河經過新工業區後，再與北基公路滙合處。最後(自9月11日至12月5日）再增設取樣點兩處，卽(4)六堵工業區給水廠入水口一處及在(5)五豐工廠東側廢水池下疊石壁天然滲水孔取樣一組，按該山坡臺地之東側，排水溝上方約 1—2 公尺處有天然滲水孔多個，每至陰雨，則有水自孔中流出，雨量較多期間則自孔中滲出之水量因之而增多。雨後仍可繼續滴水達 5—6 天之久；玆以廢水池中經常貯有大量廢水，但僅雨天方有水自孔中流出，可知該滲水孔與廢水池並不直接溝通，唯以該等滲水孔位於廢水池之下方，故所滲出之水，有無農藥成分，則有研究價值。

至於該廠對於廢水之處理情形：該廠原設廢水池兩個，其一較高（下稱A池），另一位置較低

(下稱B池)。據該廠報告，自製藥廠排出之廢水，先滙流於A池內，該池內置有生石灰，待廢水中之農藥與石灰鹼化分解後再流入於B池內。廢水在B池內經過一段時間後再放入河中。自本項研究工作開始後，該廠再開一長形土坑，待A池之廢水貯量達一定程度後，卽以抽水機將廢水抽至土坑內，使廢水在土坑內漸漸蒸發及被土壤吸收。關於化水池部分之廢水取樣，因該等化水池之位置而分爲三個部分，卽(1)土坑、(2)A池、(3)B池。A、B兩池較深，其取樣高度則分爲表面及底層；土坑淺而長，故其取樣部位分爲前端（入口處）及後端（見圖1）。殆自9月11日起，因河水取樣件數增加，而進行生物試驗時，一次之最大操作量爲12件（二重複共24組），故將廠內貯水池之取樣件數減少3組，卽土坑改爲中間（入口處與後端之中間）取樣一組；A、B二池僅於池水表面至池底之中間各取樣一組。

Ⅱ **取樣方法**：本檢驗所用之廢水取樣器，係一長 3.5 公尺之竹桿，在竹桿上刻有長度標誌，桿尾有一鐵筒，可置 250 ml 之小口玻璃瓶，取樣時將玻璃瓶固定於桿端之鐵筒內，瓶口蓋以軟木塞，木塞繫以長繩，然後將竹桿伸入河水中之所需部位，拉長繩，開啓木塞水卽灌入瓶內。

Ⅲ **檢驗方法**：將各次所抽樣本，首先進行以蚊幼蟲爲試驗材料之預備試驗，然後依其初步判定結果進行生物試驗及化學分析。

生物試驗係以蚊 (*Culex fatigans*) 第一齡幼蟲、Guppy (*Lebistus reticulatus*) 幼魚及家蠅 (*Musca domestica*) 羽化後三日生成蟲爲試驗材料。其中蚊幼蟲及 Guppy 幼魚係採用直接接觸試驗法，而家蠅成蟲則採用有效成分抽出試驗法。茲將其檢驗方法提要錄後。

1. 直接接觸試驗法：係將供試樣本，加水調成估計濃度 5、1、0.5、0.3、0.1、0.08、0.05 及 0.01 ppm（依照預備試驗估計，一般在貯水池中所取樣本需加水 20—40 倍，而河水樣本則不需要。）之水釋液，測定該等稀釋液對蚊幼蟲及 Guppy 幼魚之毒力。每組各二重複，每重複共用蚊幼蟲及幼魚各30頭，處理時間爲120分鐘，檢查各處理組之死亡率，與標準濃度之對照組相比

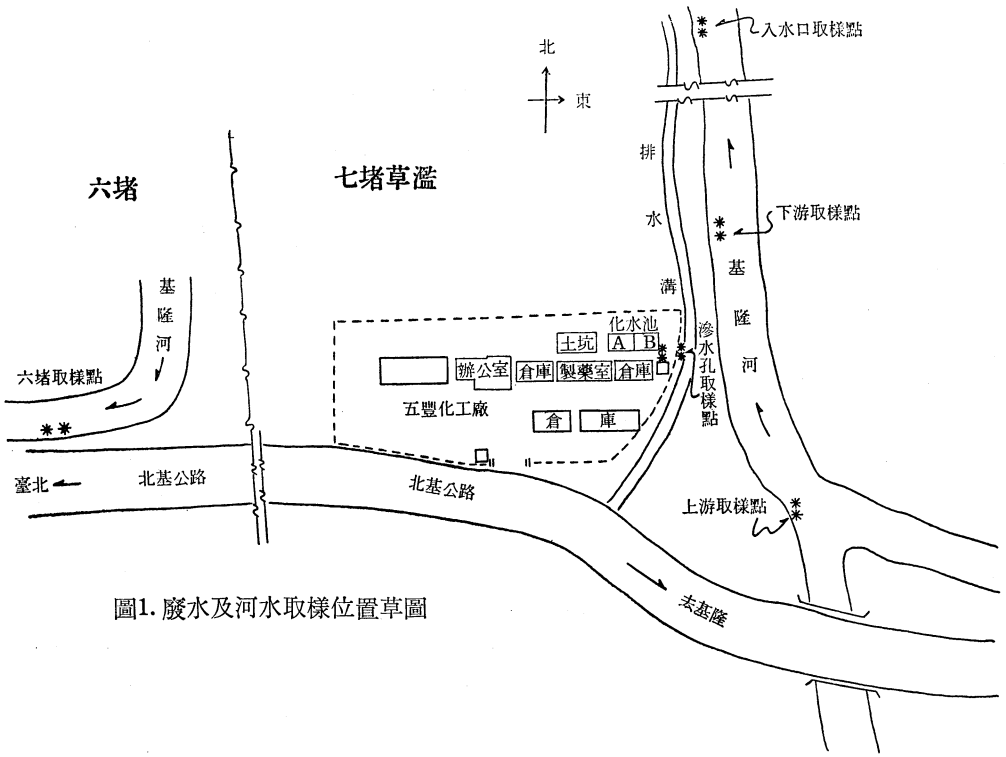


圖1. 廢水及河水取樣位置草圖

較，估計原樣本中之含藥量。

可能影響此項生物試驗結果之環境因素有三，即水溫、酸鹼度及含氧量 (dissolved oxygen)，爲求試驗結果之正確可靠，乃對該等因素施以適當之控制。此項檢驗均在恒溫室中進行，必要時並以水溫箱調整水溫爲 78±0.2°F，該所用之水溫箱爲 Modern Laboratory Equipment Co. 製品第1238號式樣。至供試「水樣」中含氧量問題，自河水中所取樣本，其含氧量均達供試生物之所需標準；而化水池，土坑以及工廠東側石壁天然滲水孔所滲出之水，其樣本含氧量均相當低，但以該等樣本中之農藥成分均甚高，故在進行生物試驗時必須加水稀釋方能達到適宜之供試濃度，其加水倍數爲20、30及40倍，但該等樣本於加入清水稀釋後其含氧量即增加，而達到生物試驗之所需量。又供試樣本之 pH 據測定結果，各樣本間 pH 之差異不大，即各供試樣本之 pH 值對生物試驗結果之影響不大（表1之後段有詳細記錄）。

2. 有效成分抽出試驗法：以水樣 80 ml，在 250 ml 之分液漏斗內，以全量 40 ml 之 benzene 分5次抽出（各次用量爲 10、10、10、5 及 5 ml），抽取其 35 ml 加 benzene 至 50 ml，此抽出液在家蠅飼育瓶中以速測法在30分鐘內預測其大約含毒量，作成假想濃度每 ml 中含9、7、及 3 μg，以進行家蠅試驗。所用家蠅爲羽化後第三日成蟲，接種後 130 分鐘檢查供試成蟲之死亡數目，與一種或一種以上藥劑之標準濃度相比較。

生物試驗法所用對照組有三，即(1)自調預知濃度之農藥水釋液抽出組，其目的爲測驗，在抽出過程中對農藥含量之損失，該所設濃度係依照供檢樣本預備試驗所得結果之估計值調配。其抽出及生物試驗手續與供檢樣本相同。(2)標準濃度之農藥溶液，以蚊幼蟲及幼魚爲材料之直接接觸法所用之標準劑以丙酮爲溶劑。以家蠅成蟲爲試驗材料之抽出試驗法以 hexane 爲抽出劑。此標準劑試驗結果爲繪製標準毒力圖線之依據。(3)無處理對照組，以之觀察供試昆蟲在飼育及接種過程中有無受到不良因子之干擾。凡無處理對照組供試昆蟲之死亡率在5%以上者，該試驗結果即不予採用。

此項檢驗以各該樣本對三種供試生物之毒力反應，判定供試樣本所含農藥之種類及含量。若遇有結果模糊而難以分辨時，則使用 paper chromatography 進行定性試驗，若遺毒含量非常混亂時則先以 Averell & Norris 比色試驗法進行 parathion 分析，以 Togo-Powsky 進行 diazinon 分析，以 Phenyl azide 比色試驗法作 endrin 之分析。

本試驗所用標準劑，除 diazinon 用工業級原料以外，其餘各劑均爲化學用再純品，使用前，並經過純度檢定者。

parathion (*O, O*-diethyl *O*-*p*-nitrophenyl phosphorothioate) ……純度 100%
malathion (*S*-[1, 2-dicarbethoxyethyl] *O, O*-dimethyl phosphorodithioate) …… 100%
endrin (1, 2, 3, 4, 10, 10-hexachloro-6, 7-epoxy-1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8 a-octahydro-1, 4-endo,endo-5, 8-dimethanonaphthalene) ……99%
diazinon (*O, O*-diethyl *O*-[2-isopropyl-4-methyl-6-pyrimindyl] phosphorothioate) ……82%

因該等藥劑均非水溶性，故欲製成水釋液，最好方法先將其製成乳劑，以與五豐公司農藥製品相符合，俾使其所得結果能接近實際情形。其調配方法：

parathion 乳劑：parathion 原劑 50%、xylene 10%、toxanon 40%
malathion 乳劑：malathion 原劑 50%、xylene 10%、emcol 40%
endrin 乳劑：endrin 純晶體 20%、kerosene 49%、monochlorobenzene 25%、toximul 6%
diazinon 乳劑：technical diazinon 63.16%、triton 33%、xylene 3.84%

表 1　五豐化工廠廢水中農藥遺毒含量及其對河水之染污情形

取樣位置		取樣深度表面下 (cm)	24/IV 降雨量 —			16/V —			21/V —			29/V —		
			含藥量 (ppm)											
			P	E	其他	P	E	其他	P	E	其他	P	E	其他
河水	六堵、工廠下游基隆河與北基公路滙合處	表 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		底60-180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	草濫、工廠上游基隆河叉口點	表 0	—	—	—	0.02	—	—	0.03	0	—	0.15	0	—
		底30-120	—	—	—	0.02	—	—	0.02	0	—	0.04	0	—
	草濫、工廠下游	表 0	0.25	0	—	0.80	0	—	0.30	0	—	0.20	0	—
		底60-120	0	0	—	0.80	0	—	0.03	0	—	0.18	0	—
化水池	土坑	表 0- 10	16.50	0	—	1.60	0	—	10.10	0	—	7.50	0	—
		底50- 80	16.50	0	—	6.00	0	—	24.00	0	—	6.00	0	—
	大化水池	表 0- 10	20.00	0	—	6.00	0	—	36.00	0	—	4.00	0	—
		底50-120	20.00	0	—	11.30	0	—	36.00	0	—	4.00	0	—
	小化水池	表 0- 10	10.00	0	—	4.00	0	—	7.00	0	—	4.00	0	—
		底80-160	10.00	0	—	1.40	0	—	3.70	0	—	4.00	0	—
調查期間所製農藥			—			—			—			—		

取樣位置		取樣深度表面下 (cm)	4/VI 降雨量 —			12/VI —			18/VI —			26/VI 624 mm.		
			含藥量 (ppm)											
			P	E	其他	P	E	其他	P	E	Dia.	P	E	Dia.
河水	六堵、工廠下游基隆河與北基公路滙合處	表 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		底60-180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	草濫、工廠上游基隆河叉口點	表 0	0.01	0	—	0	0	—	0.15	0	0	0	0	0
		底30-120	0	0	—	0	0	—	0.15	0	0	0	0	0
	草濫、工廠下游	表 0	0.01	0	—	0	0	—	0	0	0	0.04	0	0
		底60-120	0.01	0	—	0.01	0	—	0	0	0	0	0	0
化水池	土坑	表 0- 10	0.80	0	—	0.60	0	—	0.20	0	0	26.30	0	0
		底50- 80	1.20	0	—	1.20	0	—	0.23	0	0	16.50	0	0.05
	大化水池	表 0- 10	3.80	0	—	3.30	0	—	0.68	0	0.85	26.00	0.01	1.00
		底50-120	1.10	0	—	3.30	0	—	2.80	0	0.20	15.00	0	0.50
	小化水池	表 0- 10	1.90	0	—	1.30	0	—	0.10	0	0	26.30	0	0
		底80-160	1.40	0	—	1.10	0	—	0.10	0	0	0.40	0	0
調查期間所製農藥			—			—			—			—		

表1　五豐化工廠廢水中農藥遺毒含量及其對河水之染污情形（續1）

取樣位置		取樣深度表面下(cm)	2/VII 降雨量 732 含藥量 (ppm)			6/VII 0			10/VII 0			13/VII 0		
			P	E	Dia.	P	E	其他	P	E	Dia.	P	E	其他
河水	六堵、工廠下游基隆河與北基公路滙合處	表 0	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0
		底60-180	—	—	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0
	草濫、工廠上游基隆河叉口點	表 0	0.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		底30-120	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0
	草濫、工廠下游	表 0	0.05	0.05	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0
		底60-120	0.10	0.005	0	0	0.03	0	0.10	0	0	0	0	0
化水池	土坑	表 0- 10	4.80	0	0	3.00	0	0	—	0	300.0	2.00	0	?
		底50- 80	2.90	0	?	2.50	0	0	180.0	0	700.0	35.00	0	?
	大化水池	表 0- 10	10.50	0.01	?	10.00	0.01	0	103.0	0.01	750.0	24.00	0.01	?
		底50-120	9.30	0.01	0.5	2.00	0.01	0	178.0	0.01	750.0	60.00	0.01	?
	小化水池	表 0- 10	3.50	0.01	0	10.00	0.01	0	0.60	0.01	300.0	6.00	0.01	?
		底80-160	3.10	0	0	8.00	0.01	0	0.60	0.01	3000.0	6.80	0.01	?
調查期間所製農藥			—			—			—			—		

取樣位置		取樣深度表面下(cm)	18/VII 降雨量 0 含藥量 (ppm)			20/VII 0			25/VII 210			27/VII 0		
			P	E	其他	P	E	其他	P	E	其他	P	E	其他
河水	六堵、工廠下游基隆河與北基公路滙合處	表 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		底60-180	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0
	草濫、工廠上游基隆河叉口點	表 0	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0.36	0	0
		底30-120	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	2.10	0	0
	草濫、工廠下游	表 0	0	0	0	0	0	0	0.10	0	0	0.45	0	0
		底60-120	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0	2.00	0	0
化水池	土坑	表 0- 10	0.80	0	0	3.00	0	0	4.00	0	0	15.80	0	0
		底50- 80	56.00	0	0	4.00	0	0	2.10	0	0	9.30	0	0
	大化水池	表 0- 10	57.00	0	0	7.50	0	0	2.30	0	0	6.00	0	0
		底50-120	18.90	0	0	4.60	0	0	6.70	0	0	19.50	0	0
	小化水池	表 0- 10	0.40	0	0	0.35	0	0	0.75	0	0	3.00	0	0
		底80-160	0.20	0	0	0.35	0	0	0.75	0	0	1.80	0	0
調查期間所製農藥			—			—			—			—		

表 1　五豐化工廠廢水中農藥遺毒含量及其對河水之染污情形（續 2）

取樣位置		取樣深度表面下 (cm)	2/VIII 降雨量 912 含藥量 (ppm) P	E	其他	3/VIII 0 P	E	其他	8/VIII 0 P	E	其他	15/VIII 14 P	E	其他
河	六堵、工廠下游基隆河與北基公路滙合處	表 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		底60-180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	草濫、工廠上游基隆河叉口點	表 0	0	0	0	0.35	0	0	0	0	0	0	0	—
		底30-120	0.03	0	0	7.00	0	0	0	0	0	0	0	—
水	草濫、工廠下游	表 0	0.04	0	0	10.00	0	0	0.30	0	0	0	0	—
		底60-120	0	0	0	7.50	0	0	0.25	0	0	0	0	—
化	土坑	表 0- 10	15.00	0	0	1.00	0	0	1.00	0	0	3.00	—	—
		底50- 80	56.20	0	0	21.50	0	0	0.80	0	0	3.50	—	—
水	大化水池	表 0- 10	53.80	0	0	21.00	0	0	1.00	0	0	8.00	—	—
		底50-120	89.00	0	0	28.80	0	0	1.00	0	0	7.50	—	—
池	小化水池	表 0- 10	9.50	0	0	9.00	0	0	1.00	0	0	4.50	—	—
		底80-160	9.50	0	0	1.00	0	0	1.00	0	0	4.00	—	—
調查期間所製農藥			—			—			Folidol EC			Folidol EC		

取樣位置		取樣深度表面下 (cm)	17/VIII 降雨量 0 含藥量 (ppm) P	E	其他	21/VIII 0 P	E	其他	24/VIII 0 P	E	其他	27/VIII 1400 P	E	其他
河	六堵、工廠下游基隆河與北基公路滙合處	表 0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0.01	0	0
		底60-180	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0.01	0	0
	草濫、工廠上游基隆河叉口點	表 0	0.03	0	0	0	0	—	0.09	0	0	0	0	0
		底30-120	0	0	0	0	0	—	0.05	0	0	0	0	0
水	草濫、工廠下游	表 0	0.03	0	0	0.45	0	—	0.09	0	0	0.1	0	0
		底60-120	0	0	0	?	0	—	0.04	0	0	0.01	0	0
化	土坑	表 0- 10	2.00	—	—	1.90	—	—	2.50	0	0	9.00	0	0
		底50- 80	2.85	—	—	2.70	—	—	5.00	0	0	6.00	0	0
水	大化水池	表 0- 10	8.00	—	—	13.5	—	—	16.0	0	0	8.00	0	0
		底50-120	5.50	—	—	5.10	—	—	13.0	0	0	8.40	0	0
池	小化水池	表 0- 10	5.50	—	—	5.50	—	—	5.50	0	0	4.00	0	0
		底80-160	4.50	—	—	4.50	—	—	5.50	0	0	8.00	0	0
調查期間所製農藥			Parathion EC			Parathion EC			Parathion EC Endrin EC			Parathion EC Endrin EC		

表1　五豐化工廠廢水中農藥遺毒含量及其對河水之染汚情形（續3）

取樣位置		取樣深度（表面下cm）	含氧量（%） 原樣本	含氧量（%） 加水20倍	pH	11/IX 降雨量 0mm 含藥量(ppm) P	11/IX E	20/IX 0 P	20/IX E	25/IX 0 P	25/IX E	28/IX 160 P	28/IX E
河水	六堵	0	93–97	—	8.0±0.1	0	—	0	0	0	0	—	—
		60–180			9.8±0.3	0	—	0	0	0	0	—	—
	水廠入水口	0	95–97	—	6.5±0.2	0	—	0	0	0.01	0	0.01	0
		60–120			7.1±0.5	0	—	0	0	0.01	0	0.02	0
	工廠下游	0	90–96	—	7.7±0.9	0	—	0	0	0.01	0	0.01	0
		50–120			7.4±0.9	0	—	0	0	0.01	0	0.01	0
	工廠上游	0	82–86	96	7.6±0.1	0	—	0	0	0	0	0.01	0
		30–120			7.5±0.1	0	—	0	0	0	0	0.02	0
天然滲水孔		—	9–13	94	7.4±0.6	—	—	—	—	—	—	—	—
化水池	土坑	30	50–56	96	8.1±0.6	8.50	—	7.40	—	14.00	—	14.00	0
	大化水池	30	26–30	90	7.6±0.4	11.00	—	12.00	—	19.00	—	15.00	?
	小化水池	50	22–26	89	7.9±0.9	13.00	—	12.00	—	18.00	—	20.00	0
調查期間該廠所製農藥						Parathion EC		Paration EC		Parathion EC Folidol EC Endrin EC		Endrin EC	

取樣位置		取樣深度（表面下cm）	含氧量（%） 原樣本	含氧量（%） 加水20倍	pH	4/X 降雨量629mm 含藥量(ppm) P	4/X E	5/X 2715 P	5/X E	11/X 150 P	11/X E	12/X 0 P	12/X E
河水	六堵	0	93–97	—	8.0±0.1	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0
		60–180			9.8±0.3	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0
	水廠入水口	0	95–97	—	6.5±0.2	0.01	0	0.10	0	0.01	0	0.25	0
		60–120			7.1±0.5	0.01	0	0.10	0	0.01	?	0.20	0
	工廠下游	0	90–96	—	7.7±0.9	0.01	0	0.30	0.01	0.01	0.01	0.20	0
		50–120			7.4±0.9	0.01	0	0.10	0.01	0.01	0.01	0.25	0
	工廠上游	0	82–86	96	7.6±0.1	0.01	0	0.10	0.01	0.01	0.01	0	0
		30–120			7.5±0.1	0.01	0	0.25	0.01	0.01	0.01	0	0
天然滲水孔		—	9–13	94	7.4±0.6	0.05	0.01	—	—	0.01	0.05	—	—
化水池	土坑	30	50–56	96	8.1±0.6	7.50	?	6.70	0	2.00	?	1.00	10.00
	大化水池	30	26–30	90	7.6±0.4	10.00	5.00	9.80	15.00	4.50	18.00	2.50	10.00
	小化水池	50	22–26	89	7.9±0.9	14.00	5.00	15.00	15.00	9.50	25.00	—	5.00
調查期間該廠所製農藥						Endrin EC		Endrin EC		Folidol EC		Folidol EC	

表1　五豐化工廠廢水中農藥遺毒含量及其對河水之染汚情形（續4）

取樣位置		取樣深度（表面下cm）	含氧量（%） 原樣本	含氧量（%） 加水20倍	pH	15/X 降雨量787mm 含藥量 P	15/X E	19/X 235 P	19/X E	23/X 227 P	23/X E	26/X 45 P	26/X E
河水	六堵	0	93–97	—	8.0±0.1	0.01	0	—	—	0	0	—	—
		60–180			9.8±0.3	0.01	0	—	—	0	0	—	—
	水廠入水口	0	95–97	—	6.5±0.2	0.01	0	0.01	0	0.01	0.01	0.02	0
		60–120			7.1±0.5	0.01	0	0.80	0	0.01	0.01	0.03	0
	工廠下游	0	90–93	—	7.7±0.9	0.01	0	0.02	0	0.01	0.01	0.20	0
		50–120			7.4±0.9	0.01	0	0.80	0	0.01	0	0.02	0
	工廠上游	0	82–86	96	7.6±0.1	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.03	0
		30–120			7.5±0.1	0.01	0	0.01	0	0.01	0.50	0.08	0
天然滲水孔		—	9–13	94	7.4±0.6	0.01	0.05	—	—	0.01	0.30	—	—
化水池	土坑	30	50–56	96	8.1±0.6	1.00	8.00	0.50	3.00	0.50	3.00	1.00	2.00
	大化水池	30	26–30	90	7.6±0.4	2.50	10.00	1.5	8.00	2.00	8.00	1.00	8.00
	小化水池	50	22–26	89	7.9±0.9	17.00	6.00	2.00	?	15.00	6.00	12.00	5.00
調查期間該廠所製農藥						Folidol EC		Folidol EC		Folidol EC		Folidol EC	

取樣位置		取樣深度（表面下cm）	含氧量（%） 原樣本	含氧量（%） 加水20倍	pH	30/X 降雨量40mm 含藥量 P	30/X E	2/XI 5 P	2/XI E	7/XI 347 P	7/XI E	14/XI 590 P	14/XI E
河水	六堵	0	93–97	—	8.0±0.1	0.01	0	—	—	0.01	—	0	0
		60–180			9.8±0.3	0.01	0	—	—	0.01	—	0.01	0
	水廠入水口	0	95–97	—	6.5±0.2	0.01	0	0.40	0	0.05	—	0.01	0
		60–120			7.1±0.5	0.01	0	0.40	0	0.03	—	0.01	0
	工廠下游	0	90–96	—	7.7±0.9	0.01	0	0.45	0	0.50	—	0.01	0.01
		50–120			7.4±0.9	0.01	0	0.40	0	0.50	—	0.01	0.01
	工廠上游	0	82–86	96	7.6±0.1	0	0	0	0	0	—	0.01	0
		30–120			7.5±0.1	0	0	0	0	0	—	0	0
天然滲水孔		—	9–13	94	7.4±0.6	0.10	0.01	—	—	—	—	0.01	0.01
化水池	土坑	30	50–56	96	8.1±0.6	5.00	3.00	5.00	3.00	10.00	—	14.00	3.00
	大化水池	30	26–30	96	7.6±0.4	10.00	5.00	14.00	5.00	12.00	—	40.00	5.00
	小化水池	50	22–26	89	7.9±0.9	14.00	5.00	14.00	5.00	13.00	—	12.00	2.00
調查期間該廠所製農藥						Folidol EC		Folidol EC		Folidol EC		息	工

表1　五豐化工廠廢水中農藥遺毒含量及其對河水之染污情形（續完）

取樣位置		取樣深度（表面下cm）	含氧量（%） 原樣本	含氧量（%） 加水20倍	pH	16/XI 降雨量667mm 含藥量(ppm) P	16/XI E	20/XI 85 P	20/XI E	25/XI 1933 P	25/XI E	29/XI 1305 P	29/XI E	5/XII 978 P	5/XII E
河水	六堵	0	93-97	—	8.0±0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		60-180			8.8±0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	水廠入水口	0	95-97	—	6.5±0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		60-120			7.1±0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	工廠下游	0	90-96	—	7.7±0.9	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0
		50-120			7.4±0.9	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0	0.01	0
	工廠上游	0	82-86	96	7.6±0.1	0.01	0	0	0	0.01	0	0.01	0	0	0
		30-120			7.5±0.1	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0
天然滲水孔		—	9-13	94	7.4±0.6	—	—	—	—	—	—	0.01	0.08	0	0
化水池	土坑	30	50-56	96	8.1±0.6	12.00	2.00	10.00	2.00	1.00	?	0.50	0	0.50	0
	大化水池	30	26-30	90	7.6±0.4	20.00	5.00	20.00	5.00	20.00	4	5.00	4.00	2.50	2.00
	小化水池	50	22-26	89	7.9±0.9	15.00	2.00	13.00	2.00	10.00	2	6.00	2.00	2.50	2.00
調查期間該廠所製農藥						息工		息工		息工		息工		息工	

註：1.（—）表示缺項。　2. P=parathion, E=endrin, Dia=daizinon。
3. 表中降雨量係降雨日數之雨量平均值，計算法：前次及本次取樣間之降雨量/降雨日數。

表2　七堵草濫基隆河水被農藥染污情形（總表）

取樣地點	取樣位置	含藥量(PPM) 1以上 A	1以上 B	0.1-0.09 A	0.1-0.09 B	0.09以下 A	0.09以下 B*	被染污件數 各組件數	被染污件數 小計	樣本總數	染污樣本(%)
六堵、工廠下游基隆河與北基公路滙合點	表	0	0	0	0	1	5	6	14	62	22.6
	底	0	0	0	0	2	6	8			
水廠入水口	表	0	0	—	3	—	11	14	28	42	66.7
	底	0	0	—	4	—	10	14			
工廠下游	表	1	0	9	5	6	11	32	62	90	68.9
	底	2	0	3	5	8	12	30			
工廠上游	表	0	0	5	1	6	11	23	44	88	50.0
	底	2	0	1	1	8	9	21			
被染污之件數		5	0	18	19	31	75	—	148	—	—
樣本總件數（件）		122	160	122	160	122	160	—	—	(A+B)=282	—
染污樣本（%）		4.1	0	14.8	11.9	25.4	46.9	—	—	—	52.5

註：*(A)=8月27日以前取樣；(B)=9月11日以後取樣。

Ⅳ　檢驗結果及討論：此項檢驗自民國51年4月24日至12月5日，共計進行抽樣45次。玆以各次樣本之含藥量與降雨量及該取樣期間所製造之農藥種類有關，故有必要將原始資料一一列入（如第1表所示）；又爲便於資料之分析及討論，特再將第1表加以整理，歸納成第2表，自該兩表可看出以下各點：

1. 該大化水池（A）及小化水池（B）中之廢水含氧量極低，但其 pH 值並不高，故可斷定該二池中之廢水已存貯相當時日，但在池中並無足以分解農藥之鹼性物質存在。

土坑中廢水之含氧量稍高，卽示該池所含廢水較少，而外來之清水較多，且該池中之清水大部分來自雨水，如是則該坑非但無化毒意義反而造成廢水流失之機會，實不妥當，故該土坑之構造應予改進或停止使用。

自廢水池下方滲水孔中流出之水，經檢驗其含氧量亦相當低，且亦經證實其含有農藥成分，可知自該孔所流出之水曾受農藥所汚染，又因其含氧量較土坑中之廢水爲低，卽證實自滲水孔流出之水並非來自土坑但與水泥製之「A、B」二化水池有關。

2. 據抽樣檢驗結果，在五豐化工廠附近之河水確有被農藥所染汚之情形；染汚河水之農藥種類以 parathion 居多，此當與檢驗期間（4—12月）五豐化工廠以調製 parathion 乳劑（包括 Folidol 乳劑）爲多之故。至 malathion 及 diazinon 因該廠在抽檢期間所調製者不多，藥量流失較少，亦未見其對河水有染汚之情形。

此外在45次抽檢中，肯定判別有6次，在河水中含有 endrin 成分，其中之一次流於水中之 endrin 竟延及水廠之入水口。該流於河中 endrin 之量雖然不高（多數爲 0.01 ppm），但能在120分鐘內使河中之魚類致死，此種情形頗易爲人所察覺。不過就抽樣檢驗之結果看來，parathion 對河水之染汚情形，在次數及濃度兩方面均較 endrin 爲嚴重，唯 parathion 對魚類之毒害較差，故常不爲人所注意。

3. 自第2表看出，從4個不同地點取得之河水，其被農藥之染汚情形，以工廠下游爲最嚴重，其携有 parathion 之河水佔該組檢驗樣本之 68.9%；其次爲水廠入水口，携有 parathion 者佔 66.7%；再次爲工廠上游，佔50%；六堵基隆河與北基公路滙合點最少，但亦佔 22.6%。又工廠上游河水亦有被農藥所汚染情形，至該農藥由何而來？則無法予以證實。

4. 河水表面及底部被 parathion 之染汚程度並無甚大區別，卽示河水有携帶農藥之濃度，並不因河水之深度而不同。

5. 自4月24日至8月29日所檢驗之122個河水樣本中有54件（佔44.3%）含有 parathion 成分。自9月11日至12月5日所調查之160個河水樣本中有94件（佔58.8%）含有 parathion 成分。由此項結果看來9月11日以後河水被農藥之汚染次數較8月29日以前者爲多。此當係由於9月11日以後降雨日數及降雨量均較之故（見表1）唯在此段時期中，河水被農藥之汚染次數固較多，但染汚之程度確大爲減低，卽所含之農藥分量甚少。又在此段時期中，貯水池內農藥之含量亦顯著減低，按此種情形除與降雨量有關之外，與廠內防止汚水流失設備之改進亦不無關係。該五豐化工廠因見及農藥廢水對河水之汚染情形，乃於8月中旬對防止廠內農藥外流之設施作兩點改進卽：

A　屋簷排水溝加蓋：沿製藥室及倉庫通往化水池之排水溝，過去爲露明式，每至雨天，雨水自屋頂及地面冲流至溝內滙集於A、B兩池，池滿之後卽溢流於河內。自廠方將該排水溝以水泥磚密封之後，屋外雨水不再冲至池內，控制化水池中之水量，使不至大量流失。

B　機器之修理：廠內裝瓶機件原稍有損壞，藥液緩緩漏下，其損失量頗大，其後該廠對機器之漏藥部分加以修理，並在其下接一漏斗，以控制藥劑之流失，則化水池內之農藥濃度自然可以減低，而對河水之汚染程度亦因之而減少。

三、五豐化工廠附近土壤中農藥遺毒之檢驗

積於化水池及土坑中含有農藥成分之廢水，在晴天時緩緩滲入土中隨卽被土壤所吸收，而其農藥成分卽留於土內，但至雨天、水量激增、土壤中含水量過多而自工廠東側下方石壁之天然滲水孔中流出，該流出之水除直接由廢水池中滲出者外，亦可能將積留土中之部分農藥冲出，故在防止河水被農藥所染汚之立場，該積存於土中之農藥亦有予以研究之必要。

I　**取樣位置**：本試驗所分析之土壤樣本，係自五豐化工廠與該廠東側基隆河間，以立體方向

分三段取樣：(1)最上段係在工廠範圍內，共取樣四組，即土坑西端，土坑與化水池間，化水池東側及化水池下方，天然滲水孔下面之表土各取樣一組。(2)中段係沿廠外排水溝取樣三組即工廠上游約50公尺處，工廠下游約50公尺處以及工廠下游100公尺處，各取樣一組。(3)下段沿基隆河西岸取樣三組，即：工廠上游約50公尺處，工廠下游約100公尺處，及水廠入水口處各一組。

II **試驗方法**：先將取來之土壤樣本風乾打碎，經過粗篩，混勻，稱400 gm 加 benzene 800 ml，在振盪器上抽出一小時，然後過濾，濃縮，在 Whatman 第1號濾紙上以 2, 2, 4-trimethyl pentane 爲 moble solution; *N*, *N*-dimethyl formamid 之 ethyl ether 溶液爲 immoble solution 進行農藥定性試驗。此法能測知乾土中 0.025 ppm 之含藥量。

若經判定在該供檢土壤中含有 endrin 或 parathion 類之成分，則以 benzene 爲抽出劑以 MgO 及 celite 爲淨化劑，以前敍化學分析法進行檢驗。唯此項分析以純乾土之含藥量爲基準。其做法係準確稱出土壤 100 gm，置於開口玻璃盤內，在 50°C 恒溫箱中乾燥12小時，然後自溫箱中取出後在乾燥器內冷却一小時，即可稱其重量，以其含水量推算供檢樣本之純乾土重量。

本試驗所用對照組土壤係自五豐化工廠對面北基公路南之土丘上所採來，經生物及化學分析認爲絕無農藥成分者。茲將其試驗結果歸納成第3表。

表3　五豐化工廠及其附近土壤中含藥量之分析

取樣位置		含藥量 (ppm) parathion	endrin	其他
廠內	土坑後方表土	0	0	0
	土坑與廢水池中間表土	0.0527	—	—
	化水池（B池）東側表土	0.5690	0.14	在 paper chromatography 上顯有另外5個點
	化水池下方天然滲水孔部位表土	0.6425	0.23	同上
廠外排水溝	工廠上游表土	0	0	—
	工廠下游，工廠北約50公尺水溝旁表土	0	0	0
	工廠下游，工廠北約100公尺水溝旁表土	0	0	—
基隆河邊	工廠上游表土	0	0	在 paper chromatography 上顯有另外5個點
	工廠下游表土	0	0	同上
	水廠入水口表土	0	0	同上

III **試驗結果**：

1. 在化水池東，西兩邊之表土中皆含有 parathion 成分，其東側之含量較高爲 0.569 ppm，西側較低爲 0.0527 ppm；此外東側並含有 0.14 ppm 之 endrin，由此項試驗結果看出化水池中之廢水有逐漸滲入土中並積留於土壤內之趨勢。且其滲透及流失方向，爲自西向東（即向基隆河方向）進行。

2. 化水池下方石壁之天然滲水孔部位之土壤中農藥成分相當高，計含有 parathion 0.6425 ppm，endrin 0.23 ppm，可見該滲出之水，與化水池有關係。

3. 廠外排水溝及基隆河等處之土壤中並無農藥之積留。

4. 在 paper chromatography 上，有幾組土壤中另顯有5個斑點，經試驗證實該5點並非 parathion、malathion、diazinon 或 endrin 等農藥；又該等含有物對家蠅成蟲無急性或慢性毒力作用，故可判定其並非農藥之積留物。

四、全文提要及結論

I 五豐化工廠內所設A、B兩化水池中並無高鹼度物質存在，又該二池中之水有緩慢滲入且其農藥成分並有積聚於土中之情形。土坑接受雨水過多，造成廢水流失之機會。此等問題均應予以注意並改進。

II 五豐化工廠附近基隆河之河水中，確有被農藥所污染之情形，該染污河水之農藥以parathion居多，（在282個河水樣本中，有148個被parathion所污染），endrin較少，僅有6次。

在各取樣地點之河水被parathion所污染之程度依次排列爲：在工廠下游所中抽取樣本其携有parathion成分之河水佔抽出樣本之68.9%；水廠入水口處佔66.7%；工廠上游佔50%；六堵基隆河與北基公路滙合處較少但亦達22.6%。

民國51年8月間，五豐化工廠爲防止廠內農藥外流，曾作多種措施及改進：(1)排水溝加蓋，以防止雨水冲入化水池內。(2)機器漏藥部分修理。故在8月下旬以後，河水被農藥所污染之次數雖因降雨量之激增而未見減少，但河水被農藥所污染之程度則大爲減低。雖然如此但仍不能保證該地區河水之絕對安全。該廠乃於53年12月間，興建一立體式完全與外界隔離之化水池。此化水池包括自然蒸發，化毒及貯水三個部分，此池建妥後對該廠廢水之處理，當有進一步之改進。惟目前本省農藥之使用量甚多，因而河水被農藥所污染之機會亦很多，故若事實上不困難，在水廠內設一永久性之遺毒檢驗室，對各該地區河水中之農藥遺量予以不斷之監視爲所必須。

參 考 文 獻

(1) 梁同庭、劉顯修：以生物試驗法作殺蟲藥劑遺毒定性之研究（即將發表）

(2) Nicholson, H. P., Insecticide pollution of water resources, Water and Sewage Works, Refer. Nu., 1960.

(3) Stokinger, H. E. & R. L. Woodward, Toxicologic methods for establishing drinking water standards, J. Amer. Water Works Asso. 50(4): 515-29, 1958.

(4) Tarzwell, C. M., The toxicity of some organic insecticides to fishes, Proceedings, 12th Ann. Conf. Southeastern Asso. of Game and Fish Comm., 116: 233-39, 1958.

(5) Weiss, C. M. & J. H. Gakstatter, Detection of pesticides in water by biochemical assay, J. Water Poll. Control Feder., 36(2): 240-53, 1964.

INSECTICIDES POLLUTION OF WATER RESOURCES AT CHITU, TAIPEI, TAIWAN

by

T. T. LIANG[1] & W. T. LIN[2]

SUMMARY

During the past fifteen years, organic pesticides have been produced, formulated and widely used here in Taiwan, so that water pollution by pesticides in water resources has become a problem and drawn the attention of the public.

A new industrial area at Liutu (六堵) near Taipei city was established and a water works had been set up at Chitu (七堵) for municipal purposes and to serve this area. The water in keelung river is the raw water source for the water works. Within this new industrial area a pesticides factory, Wofoun Chemical Corporation, is located approximately one mile upstream from the water works, raising the question of water contamination and suitable control measures.

Several investigations were made between April and December of 1962. Samples were taken and tested at various points, various depths within a three to seven days period. For the purposes of the study on insecticide wastes originating from the Wofoun factory and the amount of insecticide concentrations at the intake of the water works, sites and the depths of the sampes taken were changed from September 11, 1962 on as shown in the table.

Parathion, diazinon and endrin were the insecticides to be detected in this investigation, because these were the products formulated during that period of time by the Wofoun factory.

Paper chromatography and bioassay were employed for the qualitative and quantitative detections respectively. Method and test animals used in bioassay were varied in accordance with the sensitivity of the various organisms to these compounds. For example, aqueous suspension exposure method with Guppy (*Lebistes reticulatus*) was used for endrin; first instar mosquito larvae (*Culex fatigans*) for parathion; and the extraction dryfilm method with three day old house flies (*Musca domestica*) for diazinon. In the paper chromatography method, in cases when two or more spots appeared, further tests were conducted. Methods for further detection were the Averell-Norris colorimetric method for parathion; the Togo-Powsky method for diazinon and the Phenyl Azide method for endrin.

The dissolved oxygen content and pH values of samples were checked. In addition, the insecticide residues in soil were also examined and follow the same steps as mentioned above.

1 & 2, Senior Specialist and Technician respectively, Pesticide Laboratory, Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute.

The results are showed below:

The dissolved oxygen content and pH in the sewage pool were all pretty low, Which indicated that the wastes usually stored in the pool for quite a period of time, and without mixing, but that there are no active alkaline detoxifying substances remaining in the pool. On the other hand, since there is neither cover over the pool nor on the connecting channel the excess of products eliminated in manufacturing were easily spilt or overflowed from the pool during the rainy season and this is partly the cause of water pollution by insecticides at the Chitu water works.

The water oozing from leaks in the side wall of Wofoun factory on rainy days also contained a certain amount of insecticides. From the results of insecticide residue analyses, parathion and endrin were found in the soil either around the sewage pool or under the leaks outside the Wofoun factory (see table 3). Those residues may be due to accumulations from the water sewage.

The water in Keelung River was also polluted by insecticides from the Wofoun factory sometimes, depending upon the kind of products manufactured and the rainfall at the time. Among the samples of pollution, 148 out of 282 samples from Keelong River showed the presence of parathion. Only 6 out of 282 samples yielded endrin and 12 out of 122 samples contained diazinon.

In the Keelung River below the factory, the concentration of pollution varied directly with the distance from the factory. At the intake of the water works 66.7% of the samples and even at Liutu (many miles away from the factory) 22.6% of the samples contained insecticide. Due to peculiar currents and backflow about 50% of the samples taken just upstream of the factory were also contaminated by insecticides.

Suggestions were made to the Wofoun Chemical Corporation and the necessary steps have been taken to avoid contamination in the future.