

農藥製造業污染防治工作綜合報告

(經濟部工業污染防治技術服務團報告)

一、前　　言

臺灣地處熱帶與亞熱帶，氣候高溫多濕，病蟲與雜草易滋生蔓延，造成對農業生產的威脅。使用農藥防治病蟲害及雜草是保護農作物最簡便有效的方法，有其不容否認的經濟價值。惟具毒性之農藥的製造與使用對環境所造成的衝擊亦不容忽視，服務團有鑒於此，特主動與農藥製造業者連繫，在工業污染防治技術輔導小組督導協助下，展開農藥製造廠之污染問題調查、研究與防治技術服務。輔導工作逕行約二個月，訪視工廠19家（參考附件三各廠工作報告），多數工廠對污染問題之認識及處理能力普遍薄弱，生產線之操作管理亦未上軌道，不但廠內操作人員安全堪虞，工廠周圍環境亦受污染，亟待有關單位協力輔導改善。

二、本省農藥廠一般情形

本省自民國三十九年引進新農藥以後，由於使用量日增，廠家亦相繼設立，至目前計有七十餘家，原都為加工配製工廠，近年來由於發展迅速，部分廠商逐漸自行設廠製造原體，產品大部分供應國內使用，由於僅靠內銷，市場不大，工廠規模普遍偏小。

農藥化學品種類繁多，一般而言，凡用以防治農作物或農林產物及其他動物、雜草、病蟲害以及促進或抑制植物生產的藥劑，皆稱為農藥，依化學構造分，目前使用之農藥達375種以上，若依劑型分，則達一千多種以上（同一有效成分的農藥，因其製劑不同，而有乳劑、液劑、粉劑、可濕性粉劑、粒劑等不同的物理狀態），其中大部分是取自於國外的原料，經加工調配為成品，少部分是從國外直接進口成品再分裝，目前國內已能合成之原體約30種。

1. 農藥種類

農藥之種類依其用途可概分為殺蟲劑、殺菌劑、殺蟎劑、除草劑、殺鼠劑、植物生長調節劑及穀物燻蒸劑等，若依化學組成，則可概分為：

(1)有機氯化物

以有機氯化烴殺蟲劑為主，是一種廣效，安定性的農藥，由於殘留時間長，易於累積轉移，危害人畜，目前大部分已被禁止製造和使用，主要產品有DDT、 γ -BHC、阿特靈、地特靈、安特靈、飛佈達等。

(2)有機磷

急性毒性高、對鹼、光、熱均不安定，易被微生物分解。PH在8以上迅即分解而失去殺蟲力，惟其分解物之毒性，因化合物種類不同而異，有些可能毒性更強，其繼續分解成無毒或無機物之速率與能力也各有不同。此類農藥易產生人畜急性中毒的問題，但因易被微生物分解及水解

，對生態環境的污染程度較低。主要產品有：巴拉松、達馬松、亞素靈、美文松等。

(3)有機氯

主要為氨基甲酸鹽類化合物，具廣效性，其毒性原理類似有機磷殺蟲劑，但稍安定，PH在11以上之鹼性下，幾乎所有種類均分解而失去殺蟲力。主要製品有加保扶、安丹、滅必淨、好年多等。

(4)有機硫

製品有蓋普丹、四氯丹、甲基多保淨等。

(5)有機金屬類

有機砷、錫、鋅、錳、汞等，其中有機汞因毒性特強，不易分解，使用後累積農田、污染作物及水源，目前已禁止製造及使用。

(6)雜項

巴拉刈、貝芬替等。

2.分佈概況及工廠型態

本省農藥廠多分佈於西部平原，而以桃園、臺中兩縣較集中，分佈情形如圖一，各廠型態與規模差異頗大，可概分為四種類型：僅合成某單種農藥原體、合成數種農藥原體，僅成品調配或分裝、成品分裝與原體合成，多數產品供國內使用，由於國內市場小，農業使用已成長至相當飽和的程度，故現有之農藥工廠，除可能增加合成原體項目外很難擴充規模或增加新廠。

目前國內已能合成供應之農藥原體有30多種，分別為：

殺蟲劑——美文松、二氯松、三氯松、亞素靈、安丹、滅必蟲、雙滅必蟲、丁基滅必蟲、馬拉松、達馬松、加保扶、納乃得、百滅靈、福賜米松。

殺菌劑——貝芬替、鋅乃浦、甲基砷酸鈣、滅紋、鐵甲砷酸胺、免賴得、甲基砷酸氯鈉、甲基多保淨、三賽唑、蓋普丹、依瑞莫、銨乃浦、四氯丹、福爾培、五氯硝苯、可力松。

殺蟎劑——能死蟎、敵蟎。

除草劑——護谷、拉草、丁基拉草、巴拉刈、2.4—地、五氯酚鈉、甲基砷酸氯鈉。

植物生長調節劑——抑芽素、果收生長素、益收生長素。

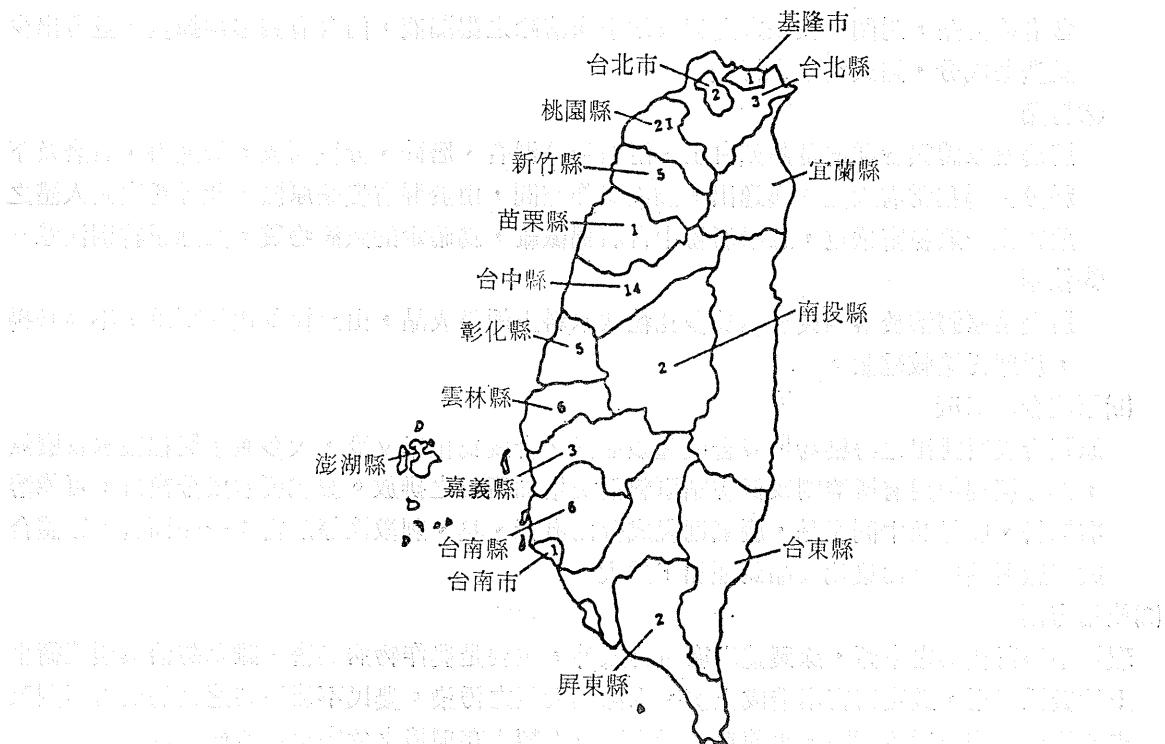
成品農藥由於經過乳化劑、增量劑等適當的調配稀釋，並不適合外銷，僅限於國內市場，工廠多無法達於經濟規模。近年來本省合成農藥原體及金額均逐年增加，但由於產銷未做合理的限制及過密的計畫，導致國外大廠削價傾銷及國內同業惡性競爭，業者利潤微薄，經營困難，更無意願投資於研究開發及污染控制。

三、本省農藥製造及使用對環境所造成的衝擊

1.對環境之影響

農藥的普遍使用，其結果是農作物獲得了保護，單位面積產量提高，解決了近代人口增加之食糧問題，但同時也對環境造成了負面的影響，如生態的破壞，水源及水產的污染，食品的殘餘毒性等，由於農藥的製造與使用而產生的危害有兩種：

地 區		基 隆 市		臺 北 市		臺 北 縣		桃 園 縣		新 竹 縣		苗 栗 縣		臺 中 縣		南 投 縣		彰 化 縣		雲 林 縣		嘉 義 縣		臺 南 市		南 投 縣		屏 東 縣		合 計			
No. of members		1	2	3	21	5	1	14	2	5	6	3	6	1	2	5	6	3	6	1	2	72	Total										



圖一 本省農藥工廠分佈圖

(1)直接的危害

對作物的藥害，對撒佈者、第三者及家畜之直接受到藥劑接觸及飛散於空氣中之農藥被吸入而引起中毒，以及對有益昆蟲、魚目類、野生動植物所受到的危害。

(2)間接的危害

撒佈的農藥在作物體中或土壤中殘留，殘留農藥被作物吸收而被當作食物，則產生食品污染，被當作飼料則產生畜產品污染。或因雨水及土壤水之移動而流入湖泊、河川、海洋，經由自然界生態系統之食物鏈而使藥劑濃縮，再直接或間接進入人體，難以代謝而產生毒害。

2. 污染主要來源

農藥污染的主要來源，可分為製造及使用兩方面：

(1) 製造方面

農藥在製造或分裝的過程中，易產生較高濃度的「點源性污染」，本省農藥廠多數規模小，設備簡陋，污染普遍嚴重；一般而言，污染情形與工廠型態及製劑種類有關：

(a) 成品調配與分裝工廠

調配及分裝不發生化學反應，因此無製程廢物產生，但於流程中常由於人為的誤失及設備的不良而引起污染，常見的污染源依劑型而異：

① 乳劑

乳劑為農藥原體加定比例的乳化劑與有機溶劑（常用者為二甲苯及 DMF）調配而成。於進料、裝瓶及封蓋等階段，目前多採人工作業，因此常有不慎濺漏而造成污染，由於含有機溶劑，封閉性較差之過程及地上未清除之濺漏液，內含有機溶劑揮發，並帶出少量農藥成分，造成空氣之污染。

② 粉劑

將農藥原體與各種增量劑如白土、滑石粉等混合、磨碎、分裝而成，於進料、研磨及下料分裝過程常有大量粉塵逸出，彌漫工作空間，由於混有農藥原體，此種粉塵對人體之危害比一般粉塵嚴重，且滑石粉中含石棉纖維，為確定的致癌物質，更應予特別注意。

③ 粒劑

將農藥原體溶於溶劑後噴洒於多孔粒狀原料上即為成品，由於粒劑比粉劑重，不易飛揚，粉塵污染較輕微。

(b) 原體合成工廠

原體合成所排出之污染物，視合成種類而異，合成為化學反應，大多產生製程廢水及廢氣，部分製程使用有機溶劑及低沸點原料而更增加廢氣之排放。製成廢水成分複雜，可能溶有原料、成品及中間產品，廢氣則視成分而有毒、臭、刺激性等危害；一般而言，原體合成工廠所造成之污染比成品調配加工為大。

(2) 使用方面

環境中殘留農藥之來源，除製造工廠所排放外，主要是農作物病蟲害、雜草防治與環境衛生上的廣泛使用，致殘留毒素造成土壤、水源與大氣之污染。農民不能適時適量的使用藥劑及未嚴格遵守安全採收期限，也使農藥對人體及人類生存環境之危害更快速而直接。

3. 農藥工廠所排污染物處理現況

(1) 廢水處理部分

(a) 多數工廠均將廢水收集後，加鹼調高 pH 值，使之分解，沉澱後排放，設備多簡陋，操作條件模糊，甚有少數廠未操作。由於各廠廢水成分性質各異，鹼分解顯然無法處理完全。

(b) 少數較具規模工廠，則採生物處理，但多缺乏監控系統，處理效果多無數據記錄。

(2) 廢氣處理部分

(a) 粉塵氣多經袋濾器回收後，抽至洗滌塔水或鹼洗後排放，洗滌水則排入廢水處理場合併處理。

(b) 乳劑揮發廢氣多併入洗滌塔處理。洗滌塔多簡陋，且未經專門人員設計，塔內流速、氣液接觸效率、平衡狀況及壓力損失等一無所知，部分則無洗滌塔，直接將廢氣導入小型煙函，於煙函頂部噴洒洗滌水。研判此類設施，對粉塵及部分農藥成分，或有部分洗滌效果，但對二甲苯等溶劑，則因其溶解度低，似無法洗滌除去。

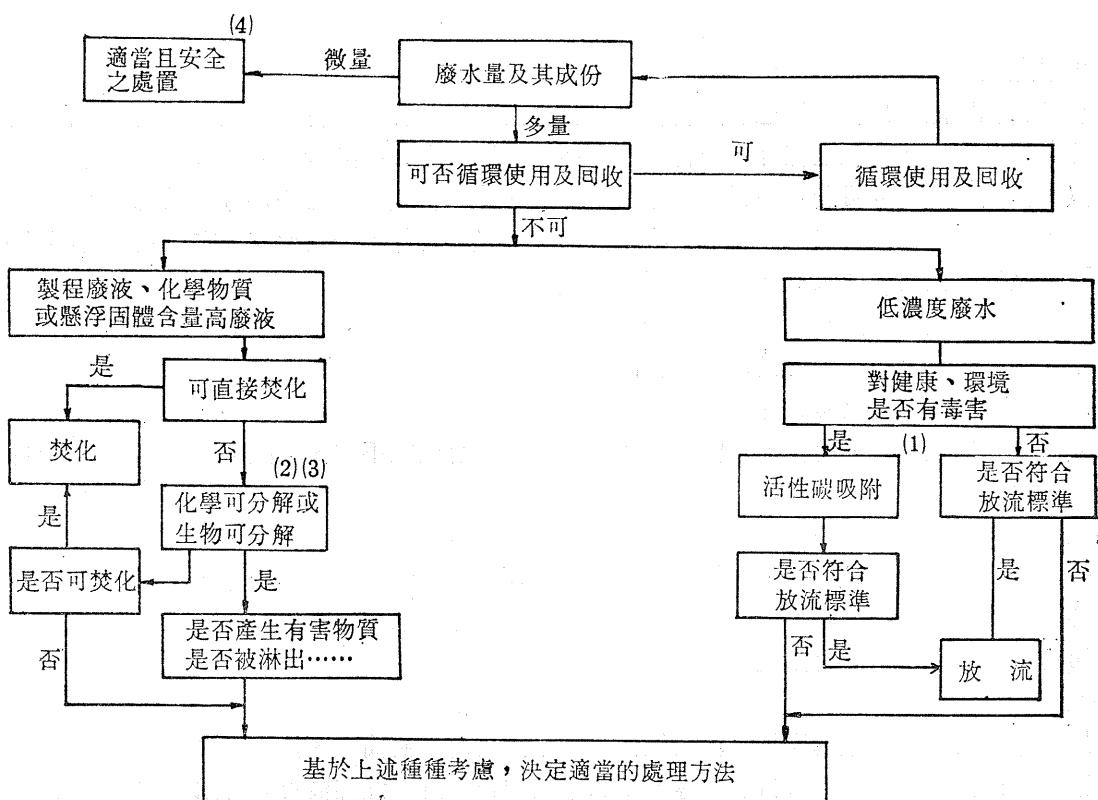
(2)廢棄物處置

廢棄物主要來源為廢水處理之沉澱污泥及農藥原體或成品的廢棄包裝容器，目前均任意棄置廠內空地，或投棄窪地、河川。

四、農藥污染之防治對策與建議

1. 製造工廠

農藥工廠產生之廢水及廢污，其性質差異極大，難以固定的處理程序適當有效的處理，但目前普遍製造和使用之農藥，均能利用氧化、水解及生物分解方法加以破壞，惟最適當的處理方法，需考慮各廠污染物特性，探討其化學處理或生物分解的可能性及處理之難易與成本，選擇步驟可參考圖二。



圖二 適當處理方法之選擇步驟

廠方宜加強對本身廢水及廢污變化較大，處理不易，且可能頗不經濟，因此在採行處理方法前，宜先考慮從內部改善做起。

(1) 廠內改善

- (a) 本省農藥多數僅作成品調配分裝，理論上應無廢水產生，現有廢水多係場地清洗、員工洗手及廢氣洗滌塔所排放，若能配合良好的生產管理及逐步更新生產設備，引進密閉之自動作業程序，及良好的負壓環境，應能避免或大量減少污染物排出。
- (b) 原體合成過程所產生之廢水，常隨合成農藥之原體種類而異，廠方宜就本身製品種類及製程配合實驗室作業，探討其可行的處理方法與製程修改，或研究無廢水產生之合成步驟，減少有機溶劑之使用量或不使用，提高合成反應產品之轉化率等。
- (c) 農藥原體多且複雜，宜加強農藥原體合成有關資料的取得與研究，如毒理資料（包括急性毒性、慢性毒性、魚毒、生物代謝、殘留量、容許量）、理化性資料、殘留量分析方法等。
- (d) 發展或引進易分解、殘效短，不易污染環境之農藥。
- (e) 研究採用易處理之包裝容器，以取代現有易碎的玻璃瓶包裝，並於廢棄後可藉簡易處理（如焚毀）根絕污染。
- (f) 增進合成反應中有效成分及副產品之了解與控制，並作質量平衡，使排出之廢水易於掌握。

(2) 化學處理

農藥為化學品，以化學反應將之轉化為無毒性之狀態是合理可行的方法，惟需了解污染物成分與化學性質，轉化之條件，轉化後之毒性及經濟考慮（藥品費等），較常用的方法為：

- (a) 大部分農藥成分可利用各種氧化劑氧化分解，惟氧化後之氧化物部分仍具毒性，需予注意，常用的氧化劑有氯氣、臭氧、次氯酸鈉、高錳酸鉀等，一般而言，有機鹵化物不易被氧化破壞，而有機磷及氨基甲酸鹽則易被氧化。
- (b) 有機磷及氨基甲酸鹽類農藥，在酸性及鹼性條件下不安定，尤其是鹼性及日光照射下，迅速水解破壞，加鹼水解後之生成物部分仍具毒性，圖三示農藥一般分解情形，表一列舉常用農藥加鹼水解之可行性。
- (c) 有機金屬類農藥分解後，殘留金屬離子可藉其溶解度之不同，加鹼或石灰至一定PH使沉澱除去。

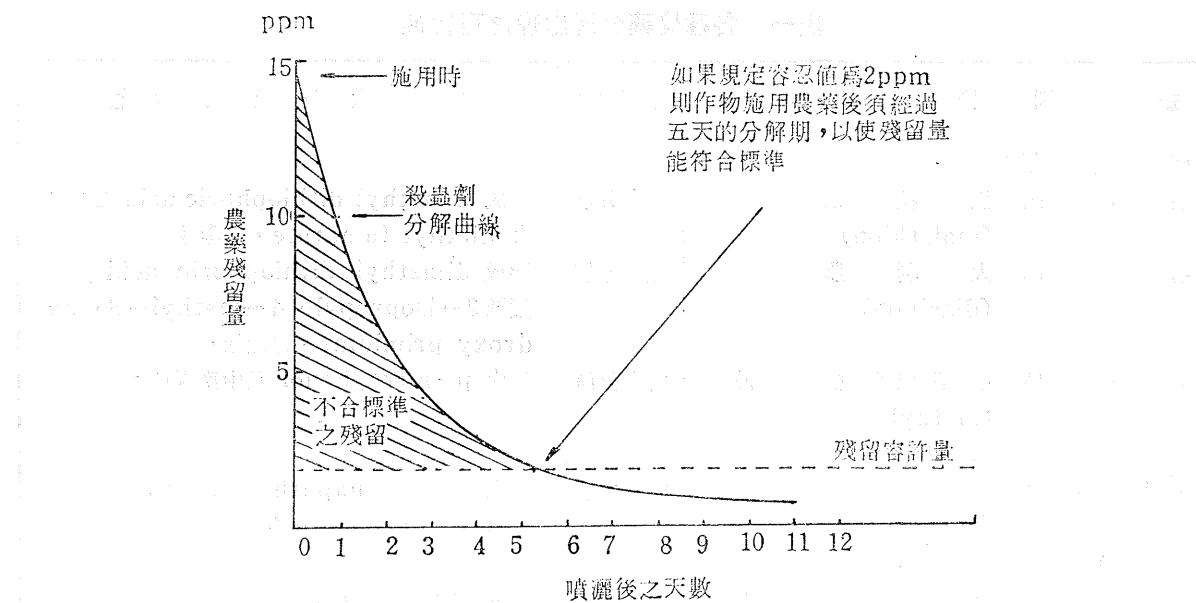
(3) 生物處理

一般農藥廢水 BOD/COD 比值多介於 0.1~0.6 間，生物處理原則可行，且目前准於製售之農藥均能被微生物分解，惟微生物之馴養需針對各廠廢水為之，為配合微生物生長條件，亦可考慮與他種廢水混合處理。

(4) 廢氣洗滌

廢氣洗滌需考慮污染物與洗滌液於操作條件下之溶解平衡曲線，操作條件（溫度、壓力、氣液接觸時間、洗滌液循環排放比等）則依平衡曲線設計，洗滌液可考慮水、酸、鹼液或其他化學品。

(5) 活性炭吸附



圖三 殺蟲劑分解曲線與農作物施藥後滯留期之關係圖

活性炭是去除微量污染物最有效的方法，但由於處理費用較高，宜先以他法作預處理，否則其吸附力於極短時間即達飽和；特殊農藥成分及溶劑無法以其他方法處理除去者，可考慮選用。一般而言，活性炭吸附多使用於低濃度廢水或廢氣進一步之淨化。

(6) 焚燒處理

濃度較高的廢水及廢棄物，亦可考慮焚燒處理，通常焚燒前先予濃縮，以減少其量，所需溫度則因所含成分而異，是比較耗費能源的處理法。

2. 使用方面

農藥一經撒佈於作物，所造成的污染即因非點源性而難以收集處理，唯一杜絕污染的方法就是不使它的使用造成污染，可資參考的措施有：

(1) 教導農民正確使用農藥

有關單位宜多加宣導，透過大眾傳播界、農會等單位，或分區辦理講習會，教育農民經濟、安全、適時適量的使用農藥，不加重藥劑用量，不受銷售商之推銷，而使用甲藥後又追加乙藥，不隨意將不同的農藥混合使用，並了解農作物殘留農藥的問題，及撒佈區逕流對水源之影響等。

(2) 加強食品農藥殘留測定

增設食品作物殘留農藥測定站，加強販售單位管理，務使供給人類直接進食之蔬果其「農藥殘留容許量」於允許範圍內（參考圖）。

(3) 配合食品作物殘留農藥之測定，嚴格管制安全採收期限之規定。

表一 各種農藥分解處理之可行性

類 別	農 藥	可否推薦	分解程度	分 解 產 物 及 其 影 響
殺蟲劑 有機磷	馬 拉 松 (malathion)	可	完全分解	形成 dimethyl dithiophoric acid 之鹽類及 diethyl fumarate，非毒性。
有機磷	大 利 農 (diazinon)	可	完全分解	形成 dimethyl dithiophoric acid 之鹽類及 2-isopropyl-4-methyl-6-hydroxy primidine，毒性低。
有機磷	甲基巴拉松 (methyl parathion)	否	完全分解	形成 p-nitrophenol 具中度毒性。
氨基甲酸鹽	加 保 利 (carbaryl)	可	完全分解	形成低毒之 1-naphthol 及 methyl amine，鹼性的 carbonate 無毒。
殺草劑類	五 氯 酚 (pentachlorophenol)	否	中 和	形成安定性毒性鹽類。
苯 氧 酸	二，四-地 (2, 4-D)	否	中 和	形成安定性鹽類。
醯 胺	拉 草 (alachlor)	否	完全分解	形成二級胺，土壤中與 nitrites 反應形成有害之 nitrosoamine。
殺菌劑 二硫氨基甲酸鹽	錳 乃 浦 (maneb)	否	分 解	形成有害之 ethylene thiourea
雜 環 類	蓋 普 丹 (captan)	可	完全分解	形成無害之 alkaline sulphide, chloride carbonate 及 phthalic acid。

五、結論與建議

1. 農藥在人類現代化過程中的確扮演極重要角色，因為農藥的普遍使用，使得作物單位面積產量得以增加，以應付人口膨脹的壓力，但也因為農藥的普遍使用，使得土壤、水源、自然生態環境遭受到破壞，引起農藥中毒及食品中農藥殘留問題，臺灣近年來農藥使用量急劇增加，部分地區之蔬果及養殖水產陸續的證實已遭受污染，亟應重視關切，速謀解決。

2. 農藥製造工廠所排放的廢水及廢污，由於濃度較高，為農藥污染的主要來源，其排放量及處理情形影響至鉅。

3. 農藥製造廢水及廢氣由於種類繁多，成分化性複雜，處理不易，可能也不經濟，防治宜先由廠內改善做起，避免或減少廢污水之排放。管末處理常用的方法有化學處理、生物處理、廢氣洗滌、活性炭吸附及焚燒等，宜視污染物成分及經濟考慮妥慎選擇。

4. 積極引進並推廣易分解，殘效短，不易污染環境之農藥，或加速研究非農藥病蟲害防治法，以減少藥害及農藥使用量，而不影響作物之收成，才是根本防治之道。

5. 農藥成分由於各具特殊毒性及安定性，廢水及處理後之排放水不宜單純以 COD 為污染指標，宜加強各成分之測定分析，及容許量之制定。

6. 國內目前能生產原體合成之工廠，多配備有產品開發及分析檢驗之實驗室及人員，對本身產品特性及製程應有一定了解，宜勸導其對所排廢污水之特性及處理方法予以研究，再配合公害處理專業公司之單元設計能力，共謀解決。