

計畫成果摘要（詳細版）

計畫名稱：102 年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫
計畫編號：EPA-102-J104-02-213
計畫執行單位：財團法人成大研究發展基金會
計畫主持人：李俊璋
計畫共同主持人：田倩蓉
計畫協同主持人：孫逸民
計畫期程：102 年 2 月 27 日起 102 年 12 月 31 日止
計畫經費：新台幣伍佰玖拾萬元整

摘 要

本計畫包含四項主要工作目標：(一)完成國內 10 條河川之安殺番、壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸酯類物質、有機錫類物質、六溴環十二烷及多氯聯苯等毒性化學物質河川環境流布背景實地測量調查資料；(二)建立毒性化學物質環境流布檢測資料；(三)分析歷年毒性化學物質環境流布調查資料成果，並提具毒性化學物質因應管制措施建議及分析；(四)更新毒性化學物質環境流布調查成果手冊。本年度調查河川有基隆河、客雅溪、頭前溪、大甲溪、濁水溪、北港溪、朴子溪、將軍溪、二仁溪、秀姑巒溪等 10 條河川。依調查項目要求，共計完成 9 個水體、60 個底泥樣本及 30 個魚體樣本採樣。完成樣本檢測數據資料共計 1,899 筆，包括 9 筆水體樣本數據、1,263 筆底泥樣本數據及 627 筆魚體樣本數據。各項檢測項目分析物之平均濃度及範圍為：北、中、南各 1 條河川枯水期水體樣本 PCBs 皆未檢出，底泥樣本 PCBs 總量為 1.19 (ND-9.33) $\mu\text{g/kg dw}$ ；北、中、南各 1 條河川枯、豐水期底泥樣本 α -HBCD 為 <0.200 (ND-0.893) $\mu\text{g/kg dw}$ ， β -HBCD 為 ND- <0.200 $\mu\text{g/kg dw}$ ， γ -HBCD 為 <0.200 (ND-1.36) $\mu\text{g/kg dw}$ ，魚體樣本 α -HBCD 為 0.138 (ND-0.453) $\mu\text{g/kg ww}$ ， β -HBCD 皆未檢出， γ -HBCD 為 <0.050 (ND-0.229) $\mu\text{g/kg ww}$ ；10 條河川枯、豐水期底泥樣本，壬基酚 261 (0.555-11,064) $\mu\text{g/kg dw}$ ，雙酚 A 5.81 (ND-74.9) $\mu\text{g/kg dw}$ ， α -安殺番 <0.050 (ND-0.628) $\mu\text{g/kg dw}$ ， β -安殺番 <0.050 (ND-0.723) $\mu\text{g/kg dw}$ ，安殺番硫酸鹽 0.096 (ND-1.20) $\mu\text{g/kg dw}$ ，9 種鄰苯二甲酸酯類物質，DMP、DEP 皆 <0.05 mg/kg dw 或 ND，DIBP 為 <0.05 (ND-0.07) mg/kg dw ，DBP 為 <0.05 (<0.05 -0.07) mg/kg dw ，BBP 為 <0.05 (<0.05 -0.09) mg/kg dw ，DEHP 為 0.52 (<0.05 -3.5) mg/kg dw ，DNOP 為 <0.05 (ND-0.06) mg/kg dw ，DINP

為<2.5 (ND-5.8) mg/kg dw，DIDP 為<2.5 (ND-5.1) mg/kg dw；6 種有機錫類物質，TBT、MPhT、TPhT 皆未檢出，DBT 為<0.04 (ND-0.15) mg/kg dw，MBT 為<0.05 (ND-0.18) mg/kg dw，DPhT 為<0.04 (ND-0.06) mg/kg dw。10 條河川魚體樣本，壬基酚 22.9 (ND-364) $\mu\text{g/kg ww}$ ，雙酚 A 0.891 (ND-2.71) $\mu\text{g/kg ww}$ ， α -安殺番<0.03 (ND-0.128) $\mu\text{g/kg ww}$ ， β -安殺番<0.03 (ND-0.184) $\mu\text{g/kg ww}$ ，安殺番硫酸鹽 0.057 (ND-0.270) $\mu\text{g/kg ww}$ ，9 種鄰苯二甲酸酯類物質，DMP、DEP、DIBP、BBP、DNOP 皆<0.03 mg/kg ww 或未檢出，DBP 為<0.03 (<0.03-0.03) mg/kg ww，DEHP 為 0.13 (<0.03-0.38) mg/kg ww，DINP 為<1.25 (ND-1.6) mg/kg ww，DIDP 為<1.25 (ND-1.8) mg/kg ww；6 種有機錫類物質，TBT、DBT、MBT 皆未檢出，MPhT 為<0.01 (ND-0.12) mg/kg ww，DPhT 為<0.01 (ND-0.14) mg/kg ww，TPhT 為<0.01 (ND-0.02) mg/kg ww。完成歷年毒性化學物質環境流布調查成果分析，並提具毒性化學物質因應管制措施建議，以及完成成果手冊 102 年版編印。

This project was to (1) determine concentrations of endosulfan, nonylphenol, bisphenol A, phthalates, organotins, hexabromocyclododecane (HBCD) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in water, sediments and fishes of 10 rivers in Taiwan; (2) establish database for environmental distribution of toxic substances; (3) analyze the investigative results over the years, and then propose control measures of toxic substances for policy-making; and (4) update the results of environmental distribution of toxic substances in the handbook. There were 9 water and 60 sediment and 30 fish samples collected in this year. The total 1899 analyzed data were obtained. The mean concentration and concentration range of total PCBs in water and sediment samples from the three rivers each in the northern, central and southern Taiwan was ND and 1.19 (ND-9.33) $\mu\text{g/kg dw}$ in the dry season. The mean concentration and concentration range of three HBCD diastereoisomers in sediment samples from the three rivers each in the northern, central and southern Taiwan in the dry and wet seasons was <0.200 (ND-0.893) $\mu\text{g/kg dw}$ for α -HBCD, ND-<0.200 $\mu\text{g/kg dw}$ for β -HBCD, <0.200 (ND-1.36) $\mu\text{g/kg dw}$ for γ -HBCD. The mean concentration and concentration range in fish samples was 0.138 (ND-0.453) $\mu\text{g/kg ww}$ for α -HBCD, ND for β -HBCD, <0.050 (ND-0.229) $\mu\text{g/kg ww}$ for γ -HBCD. In sediment samples during the dry and wet seasons from 10 rivers in Taiwan, the mean concentration and concentration range of analyzed toxic substances was 261 (0.555-11,064) $\mu\text{g/kg dw}$ for nonylphenol, 5.81 (ND-74.9) $\mu\text{g/kg dw}$ for bisphenol A, <0.050 (ND-0.628) $\mu\text{g/kg dw}$ for α -endosulfan, <0.050 (ND-0.723) $\mu\text{g/kg dw}$ for β -endosulfan, 0.096 (ND-1.20) $\mu\text{g/kg dw}$ for endosulfan sulfate, <0.05 mg/kg dw or ND for DMP and DEP, <0.05 (ND-0.07) mg/kg dw for DIBP, <0.05 (<0.05-0.07) mg/kg dw for DBP, <0.05

(<0.05-0.09) mg/kg dw for BBP, 0.52 (<0.05-3.5) mg/kg dw for DEHP, <0.05 (ND-0.06) mg/kg dw for DNOP, <2.5 (ND-5.8) mg/kg dw for DINP, <2.5 (ND-5.1) mg/kg dw for DIDP, ND for TBT, MPhT and TPhT, <0.04 (ND-0.15) mg/kg dw for DBT, <0.05 (ND-0.18) mg/kg dw for MBT, <0.04 (ND-0.06) mg/kg dw for DPhT. The mean concentration and concentration range in fish samples was 22.9 (ND-364) µg/kg ww for nonylphenol, 0.891 (ND-2.71) µg/kg ww for bisphenol A, <0.03 (ND-0.128) µg/kg ww for α-endosulfan, <0.03 (ND-0.184) µg/kg ww for β-endosulfan, 0.057 (ND-0.270) µg/kg ww for endosulfan sulfate, <0.03 mg/kg ww or ND for DMP, DEP, DIBP, BBP and DNOP, <0.03 (<0.03-0.03) mg/kg ww for DBP, 0.13 (<0.03-0.38) mg/kg ww for DEHP, <1.25 (ND-1.6) mg/kg ww for DINP, <1.25 (ND-1.8) mg/kg ww for DIDP, ND for TBT, DBT and MBT, <0.01 (ND-0.12) mg/kg ww for MPhT, <0.01 (ND-0.14) mg/kg ww for DPhT, <0.01 (ND-0.02) mg/kg ww for TPhT. The database searching system for concentrations of regulated toxic substances has been updated with the investigation results in this year.

前 言

隨著科技的發展，工業化程度急劇上升，為達成整體的社會及經濟目標，化學物質被大量而普遍地使用。然而，不適當地大量使用化學物質將會對人體健康、環境生態產生極大之影響。因此，如何認知、評估不適當地大量使用化學物質可能導致之風險，進而藉著適當之管理以降低風險，是近年來學術界與行政部門努力的目標。

在毒性化學物質管制上的首要步驟在於建立國內現有毒性化學物質之篩選原則，藉著科學性之篩選原則，以篩選出可能對人體健康或環境生態產生影響之毒性化學物質。而在篩選過程中極需要瞭解化學物質之(1)物質辨識資料(2)製造方法、流程、使用之目的用途及其釋放量資料(3)物理化學特性資料(4)安全性及處理、處置方法資料(5)毒性/生理學效應資料(6)藥理學資料(7)環境流布資料(8)暴露標準及規定(9)偵測與分析方法等相關資料，並依各項資料針對不同物質需求，擬訂妥適之管理策略與措施。其中尤以環境流布資料最為重要，亦最難取得。因此，如何建立毒性化學物質環境流布資料庫成為極為重要之課題。

毒性化學物質管理係屬風險管理之一種。因此，欲擬訂完善可行之管理策略及措施則必須先行對毒性化學物質之運作進行風險評估。然而，由過去研究顯示，由於在(1)污染源之基本資料(2)毒物在環境中之流布、傳輸及轉換之基本資料(3)實際量測資料(4)暴露族群相關資料(5)暴露評估標準程序及各項基礎參數(6)風險度評估模式等相關資料均呈現缺乏或不

足之情形，導致風險評估之可行性不高。因此，加速建立毒性化學物質之環境流布資料庫亦為刻不容緩之課題。

同時，在毒性化學物質管制上另一項重要的課題係在於如何藉毒性化學物質管制以減少其在環境中之濃度或含量。因此，欲瞭解毒性化學物質管制之成效，除需積極建立毒性化學物質之釋放量資料庫外，亦亟需針對毒性化學物質之環境流布進行調查並建立環境流布及暴露資料庫，依環境流布資料進行暴露評估及風險度推估，進而建立毒性化學物質減量技術，提供給予廠內進行廠內改善，以使毒性化學物質之釋放量降至最低，亦是世界各國積極研究的方向。

截至目前為止，環保署已逐步進行上述各項工作，於民國 99 年 1 月修正公告「行政院環境保護署篩選認定毒性化學物質作業原則」，將毒性化學物質之篩選工作制度化，並陸續進行公告列管前置作業外，亦積極針對已列管之毒性化學物質進行釋放量之調查及建檔工作，希冀藉毒性化學物質之管理以減少其在環境中之濃度或含量，進而維護國民健康。然而，對於各項管理措施雖經事前詳細之評估，並預估其管理成效，但若無相關之環境流布資料加以佐證，則無從瞭解及評估管理措施之管理成效。此外，由於定期之毒性化學物質環境流布調查，有助於進一步管理措施之擬訂及評估，若缺乏此項資料，亦將無法評估應加嚴或放鬆各項管理措施，因而錯失管理機會與時效，甚或造成嚴重之環境污染及危害人體健康。基於毒性化學物質環境流布暴露調查分析與資料庫建立之重要性，環保署乃加速此項工作之進行。

研究方法

一、環境流布實地量測調查工作方法

(一) 本年度調查河川及檢測物質

1. 基隆河、客雅溪、頭前溪、大甲溪、濁水溪、北港溪、朴子溪、將軍溪、二仁溪、秀姑巒溪等10條調查河川，底泥及魚體樣本中 α -安殺番、 β -安殺番、安殺番硫酸鹽、壬基酚、雙酚A、9種鄰苯二甲酸酯類物質（Phthalate esters，以下簡稱PAEs）及6種有機錫類物質（Organotin compounds，以下簡稱OTCs）等7項毒性化學物質環境流布調查。每條河川於枯、豐水期各進行3個底泥樣本分析，每個檢測物質各3個魚體樣本分析。
2. 北、中、南各1條河川（頭前溪、大甲溪、二仁溪），水體及底泥樣本中多氯聯苯（Polychlorinated biphenyls，以下簡稱PCBs）環境流布調查。每條河川於枯水期各進行3個水體及3個底泥樣本分析。
3. 北、中、南各1條河川（客雅溪、北港溪、二仁溪），底泥及魚體

樣本中六溴環十二烷(Hexabromocyclododecane, 以下簡稱HBCD)環境流布調查。每條河川於枯、豐水期各進行3個底泥樣本分析, 每個檢測物質各3個魚體樣本分析。

(二) 調查河川採樣地點擬定

1. 以環保署監資處所設置之水質監測站或橋樑為採樣地點依據。
2. 水體及底泥樣本：每條河川按河段區分選擇3個採樣地點, 1個採樣地點位於上、中游河段, 2個採樣地點位於下游河段。
3. 魚體樣本：不限制採樣地點, 但以水體或底泥樣本有進行採樣之下游河段地點為優先, 其次為中、上游河段地點, 再其次為該流域其他地點。

(三) 環境樣本採樣及檢測分析方法

採樣及分析方法主要以環保署環檢所之標準參考分析方法為優先考量, 其次再依序參考美國環保署或其他文獻方法。使用文獻方法時, 需通過能力測試並符合數據品質目標要求, 始可進行樣品分析。

(四) 品保品管計畫

根據B級品保品管規劃要求, 擬定本計畫之品保品管項目, 並按規劃目標進行。

二、建立毒性化學物質環境流布檢測資料：將本年度完成之毒性化學物質環境流布檢測資料, 依其採樣地點、檢測物質種類及採樣時間等逐筆建檔。

三、分析歷年毒性化學物質環境流布調查資料成果, 予以系統化呈現歷年調查成果, 並提具毒性化學物質因應管制措施建議及分析：綜合歷年毒性化學物質環境流布調查結果, 製作各項調查物質歷年環境流布資料濃度分布圖, 提具未來毒性化學物質環境流布調查結果之具體管理應用層面及輔助毒性化學物質管制措施。

四、更新毒性化學物質環境流布調查成果手冊：更新毒性化學物質環境流布調查成果手冊資料至101年度, 並完成美編及印製電子書光碟片500份。

結 果

1. 本計畫於4月份及8-9月份期間, 各進行第一次(枯水期)及第二次(豐水期)基隆河、客雅溪、頭前溪、大甲溪、濁水溪、北港溪、朴子溪、將軍溪、二仁溪、秀姑巒溪等10條河川之60個底泥及30個魚體樣本採樣, 進行7項毒性化學物質, 包括 α -安殺番、 β -安殺番、安殺番硫酸鹽、壬基酚、雙酚A、9種PAEs、6種OTCs之底泥及魚體

樣本檢測分析。本年度 10 條調查河川檢測結果如下：

- (1) 安殺番檢測結果：10 條河川所有底泥樣本平均濃度及檢出範圍分別為， α -安殺番 <0.05 (ND-0.628) $\mu\text{g/kg dw}$ ， β -安殺番 <0.05 (ND-0.723) $\mu\text{g/kg dw}$ ，安殺番硫酸鹽 0.096 (ND-1.20) $\mu\text{g/kg dw}$ ，皆未超過底泥品質指標下限值 10 $\mu\text{g/kg}$ 。10 條河川中以二仁溪測值為最高，平均濃度為 α -安殺番 0.210 $\mu\text{g/kg dw}$ ， β -安殺番 0.136 $\mu\text{g/kg dw}$ ，安殺番硫酸鹽 0.231 $\mu\text{g/kg dw}$ 。10 條河川所有魚體樣本檢出範圍分別為， α -安殺番 <0.03 (ND-0.128) $\mu\text{g/kg ww}$ ， β -安殺番 <0.03 (ND-0.184) $\mu\text{g/kg ww}$ ，安殺番硫酸鹽 0.057 (ND-0.270) $\mu\text{g/kg ww}$ 。
- (2) 壬基酚檢測結果：10 條河川所有底泥中壬基酚平均濃度及範圍為 261 (0.555-11,064) $\mu\text{g/kg dw}$ ，魚體測值為 22.9 (ND-364) $\mu\text{g/kg ww}$ ，其中以客雅溪為最高，底泥平均濃度 1,899 $\mu\text{g/kg dw}$ ，魚體平均濃度 154 $\mu\text{g/kg ww}$ 。
- (3) 雙酚 A 檢測結果：10 條河川所有底泥中雙酚 A 平均濃度及範圍為 5.81 (ND-74.9) $\mu\text{g/kg dw}$ ，其中以二仁溪為最高，平均濃度 34.0 $\mu\text{g/kg dw}$ 。魚體測值分布接近，多低於 10 $\mu\text{g/kg ww}$ ，平均濃度及範圍為 0.891 (ND-2.71) $\mu\text{g/kg ww}$ 。
- (4) 底泥中 9 種 PAEs 檢測結果：
底泥樣本以鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (Di(2-ethylhexyl) phthalate，以下簡稱 DEHP) 檢出率為最高，10 條河川所有底泥樣本 DEHP 平均濃度及測值範圍為 0.52 (<0.05 -3.5) mg/kg dw ，檢出濃度則以鄰苯二甲酸二異壬酯 (Di-isononyl phthalate，以下簡稱 DINP) 及鄰苯二甲酸二異癸酯 (Di-isodecyl phthalate，以下簡稱 DIDP) 較高，測值範圍分別為 ND-5.8 mg/kg dw 及 ND-5.1 mg/kg dw 。10 條調查河川中，以二仁溪測值為最高，部分二仁溪枯水期底泥 DEHP 含量已高於底泥品質指標下限值 1.97 mg/kg ，今年二仁溪底泥 DEHP 平均濃度為 1.5 mg/kg dw ，DINP 為 4.2 mg/kg dw ，DIDP 為 3.9 mg/kg dw 。
- (5) 魚體中 9 種 PAEs 檢測結果：
魚體樣本以 DEHP 檢出率為最高，10 條河川所有魚體 DEHP 平均濃度及測值範圍為 0.13 (<0.03 -0.38) mg/kg ww ，其中以二仁溪 DEHP 測值為最高，平均濃度為 0.37 mg/kg ww 。魚體樣本檢出濃度以 DINP 及 DIDP 較高，且只有二仁溪魚體有檢出，平均濃度分別為 DINP 1.4 mg/kg ww ，DIDP 1.6 mg/kg ww 。
- (6) 底泥中 6 種 OTCs 檢測結果：底泥樣本中丁基錫類以二丁基錫

(Dibutyltin, 以下簡稱 DBT) 之檢出率為最高, 有檢出的樣本皆為枯水期, 濃度範圍為 0.06-0.15 mg/kg dw。單丁基錫 (Butyltin, 以下簡稱 MBT) 只在基隆河枯水期有檢出, 濃度範圍為 0.05-0.18 mg/kg dw, 三丁基錫 (Tributyltin, 以下簡稱 TBT) 均未檢出。苯基錫類只在枯水期基隆河有 1 個樣本有檢出二苯基錫 (Diphenyltin, 以下簡稱 DPhT), 檢出濃度為 0.06 mg/kg dw, 其他樣本以及單苯基錫 (Phenyltin, 以下簡稱 MPhT)、三苯基錫 (Triphenyltin, 以下簡稱 TPhT) 均未檢出, 顯示目前國內河川底泥中 OTCs 含量較過去調查結果有降低之情形。

- (7) 魚體中 6 種 OTCs 檢測結果: 魚體樣本中丁基錫類皆未檢出, 苯基錫類以 TPhT 檢出率為最高, 但檢出濃度較低, 有檢出的樣本濃度範圍為 0.01-0.02 mg/kg ww。檢出率次高為 DPhT, 有檢出的樣本濃度範圍為 0.04-0.14 mg/kg ww。MPhT 只有 2 個樣本有檢出, 濃度介於 0.05-0.12 mg/kg ww。
2. 本計畫於 4 月份進行枯水期頭前溪、大甲溪、二仁溪等北、中、南各 1 條河川之 9 個水體及 9 個底泥樣本採樣, 進行 PCBs 含量分析。檢測結果顯示, 水體樣本皆未檢出 PCBs, 底泥樣本雖有檢出部分 PCBs 同源物, 但檢出濃度較過去降低許多, 今年 3 條河川底泥中 PCBs 總量檢出範圍分別為, 頭前溪 ND-0.160 $\mu\text{g/kg dw}$, 大甲溪 ND-0.664 $\mu\text{g/kg dw}$, 二仁溪 0.155-9.33 $\mu\text{g/kg dw}$ 。
3. 本計畫於 4 月份及 8-9 月份期間, 各進行第一次 (枯水期) 及第二次 (豐水期) 客雅溪、北港溪、二仁溪等北、中、南各 1 條河川之 18 個底泥及 9 個魚體樣本採樣, 進行 HBCD 含量分析。3 條河川底泥樣本檢出範圍, α -HBCD 為 ND-0.893 $\mu\text{g/kg dw}$, β -HBCD 為 ND-<0.200 $\mu\text{g/kg dw}$, γ -HBCD 為 ND-1.36 $\mu\text{g/kg dw}$; 魚體樣本檢出範圍, α -HBCD 為 ND-0.453 $\mu\text{g/kg ww}$, β -HBCD 皆未檢出, γ -HBCD 為 ND-0.229 $\mu\text{g/kg ww}$ 。
4. 歷年毒性化學物質環境流布調查成果分析方面:
- (1) 針對環保署至 101 年度毒化物環境流布調查資料, 依其物質種類、年份、介質種類、採樣時間等結果分析比較。
- (2) 更新「毒性化學物質環境流布資料檢索系統」: 針對環保署毒管處自民國 88 年起至本年度之毒性化學物質環境流布調查檢測數據資料, 依其毒性化學物質種類、年份、介質種類、採樣時間等予以系統蒐集, 並逐筆建檔成一檢測資料庫, 本年度新增檢測數據資料水體 9 筆、底泥 1,263 筆、魚體 627 筆, 共計樣本檢測數據 1,899 筆。

5. 規劃評估並建置 26 種 PAEs 檢測方法

- (1) 以 GC/MS 建立 26 種 PAEs 儀器分析條件結果顯示，需選用長度 60 米的 DB-5MS 層析管柱，才能使 26 種 PAEs 波峰分離出足夠的間距，不至於影響質譜掃描的時間設定。以樣本基質添加 26 種 PAEs 標準品進行超音波萃取之底泥樣本平均回收率介於 70.0%~117%，重覆分析精密度介於 0.5%~10.8%，魚體樣本平均回收率介於 72.6%~119%，重覆分析精密度介於 0.8%~11.6%。
- (2) 以 HPLC/MS-MS 建立 26 種 PAEs 儀器分析條件結果顯示，DIHP 與 HEHP 及 DIOP 與 DEHP 互為結構相似的同分異構物，無法獲得良好的波峰分離及定量，其他 22 種 PAEs 以樣本基質添加標準品進行超音波萃取之底泥樣本平均回收率介於 75.7%~155%，重覆分析精密度介於 2.6%~7.4%，魚體樣本平均回收率介於 75.6%~146%，重覆分析精密度介於 1.4%~6.3%。

6. 環境流布調查成果轉化施政策略之運用：

- (1) 安殺番在管制限用後國內使用情形並不高，但未來仍應防農藥走私的可能性。此外，由於安殺番僅於本年度進行 10 條河川之採樣分析，數據代表性尚有不足，建議進行其餘 20 條河川之採樣分析後，亦區分農業區域及都會區域河段之結果差異後，再進行整體管理政策之研擬及建議。
- (2) 綜合各項指標迴歸分析結果可知，環境中壬基酚的釋放來源可能來自民生及工業污染源之貢獻，其中又以工業指標相關性高於民生指標相關性，顯示目前環境中壬基酚應以工業污染源的貢獻較大。以本年度調查結果為例，客雅溪在枯、豐水期均有檢出較高的壬基酚濃度研判，應與流域附近有較多的化工業及晶圓製造及半導體製造業有關。針對國內目前尚未對工業用清潔劑及界面活性劑執行列管，建議未來應儘速尋求替代物質，逐漸減少工業方面壬基酚用量，並且針對工業方面的壬基酚使用，作確實的管理及監控
- (3) 綜合各項指標迴歸分析結果可知，環境中雙酚 A 的釋放來源可能來自民生污染源和工業污染源之貢獻。針對雙酚 A 廣泛地添加在消費性產品如聚碳酸酯製品、罐頭、熱感紙等之含量限制，應加以討論。由今年調查結果顯示，二仁溪底泥在枯、豐水期均有檢出較高的雙酚 A 濃度研判，應與流域附近有較多的印染整理業及廢棄掩埋場或回收處理業有關。
- (4) 根據歷年調查結果顯示，國內河川環境中 PAEs 含量確實有降低趨勢，但過去底泥中以 DEHP 測值為最高，達 ppm level，今年調

查結果多已降為 ppb level，反而是 DINP 及 DIDP 測值更高於 DEHP，顯示國內業者已減少 DEHP 使用，改以 DINP 及 DIDP 替代。由今年調查結果顯示，二仁溪底泥在枯、豐水期均有檢出較高的 DEHP、DINP、DIDP 濃度研判，可能與流域附近有較多的廢棄掩埋場或回收處理業有關，針對資源回收處理過程使產品中的有毒物質釋放至環境中，應檢討及加強其防範措施。針對國內新增公告列管 26 種 PAEs，應加速進行多種 PAEs 調查，瞭解各種 PAEs 在環境中濃度分布情形，建立國內完整的 PAEs 環境調查資料。

- (5) 根據歷年河川底泥及魚體中 OTCs 檢測結果，曾有檢出部分地區環境中三苯基錫濃度偏高，主要是農民使用已禁用的三苯醋錫農藥作為福壽螺的防治藥劑所致，經本計畫提出加強查緝禁用農藥之管理措施建議，確實在各地均有查獲走私禁用有機錫農藥，每次查獲量可達數十公噸，最近一次為今年 6 月查獲地下偽、禁農藥製造集團，其所販賣的禁用農藥即有包含三苯醋錫。對於近幾年河川 OTCs 之檢出情形有較過去低，顯示加強查緝農藥走私，有助於降低環境濃度，未來可規劃僅就農業區域之重點河川，並以較長期的調查方式進行監測，例如每 5 年為一調查區間，作為持續性的調查資料建立。

7. 毒性化學物質環境流布資料公布：

- (1) 完成提送並修正通過「毒性化學物質環境流布調查成果手冊」(102 年版)編撰，以及印製光碟版電子書 500 份。
- (2) 完成「毒性化學物質環境流布調查成果手冊」滿意度調查。
- (3) 按計畫範疇界定會議要求，提出毒性化學物質辨識資料科普版內容之建議項目欄位，並完成科普版公佈資料之製作。

結 論

1. 本年度完成基隆河、客雅溪、頭前溪、大甲溪、濁水溪、北港溪、朴子溪、將軍溪、二仁溪、秀姑巒溪等 10 條河川底泥及魚體樣本中安殺番、壬基酚、雙酚 A、9 種 PAEs、6 種 OTCs 之環境流布背景實地測量調查資料，以及頭前溪、大甲溪、二仁溪等 3 條河川水體及底泥樣本中 PCBs 含量調查。客雅溪、北港溪、二仁溪等 3 條河川底泥及魚體樣本中 HBCD 含量調查。總計完成樣本檢測資料共計 1,899 筆，包括 9 筆水體樣本數據、1,263 筆底泥樣本數據及 627 筆魚體樣本數據。
2. 根據頭前溪、大甲溪、二仁溪水體及底泥中 PCBs 含量調查結果顯示，

國內河川環境中 PCBs 含量已逐年降低。

3. 根據客雅溪、北港溪、二仁溪底泥及魚體中 HBCD 調查結果顯示，國內 HBCD 測值與國外接近甚至更低。
4. 根據本年度 10 條河川安殺番調查結果顯示，國內底泥安殺番測值與國外近幾年河川環境調查結果相近，魚體測值則較國外低。
5. 根據歷年河川環境流布調查結果顯示，過去幾條底泥中壬基酚或雙酚 A 含量較國內其他河川測值高的河川，在第二次調查結果中，除淡水河本流及客雅溪底泥中壬基酚含量下降幅度較低外，其他河川均有呈現下降趨勢。
6. 根據歷年河川 PAEs 調查結果顯示，國內多數河川底泥 DEHP 測值曾高於底泥品質指標下限值 1.97 mg/kg，測值較高的河川，除大漢溪 99 年及 101 年調查結果均維持在 3 mg/kg，其他河川在近期調查結果均有下降趨勢。國外環境調查結果顯示以 DEHP 較其他 PAEs 物質濃度高，但國內 DEHP 測值較國外低，可能與業者已減少 DEHP 使用改以 DINP 及 DIDP 替代有關。國內近五年河川魚體 DEHP 含量平均濃度介於 <0.03-0.80 mg/kg ww，測值範圍為 <0.03~1.7 mg/kg ww，其中多數河川平均值未高於 0.3 mg/kg ww。
7. 根據歷年河川 OTCs 調查結果顯示，國內河川底泥中丁基錫含量分布由高至低依序為 MBT>DBT>TBT，苯基錫為 MPhT>DPhT>TPhT，多數河川檢出濃度未達 LOQ (0.05 mg/kg)。國內河川魚體中丁基錫含量分布由高至低依序為 MBT>DBT>TBT，苯基錫為 TPhT>MPhT>DPhT，多數河川濃度未達 LOQ (0.13 mg/kg ww)。由數據可知，底泥中皆以 MBT 或 MPhT 最高，與過去以 TPhT 或 TBT 最高之趨勢不同，顯示違法使用含 TPhT 或 TBT 之殺螺劑似有降低趨勢。
8. 有關 26 種 PAEs 檢測方法建立，以 GC/MS 搭配長度 60 米 DB-5MS 層析管柱，可完成 26 種 PAEs 分析，其中 HEHP、DIHP、DIOP、DINP、DIDP 可建立檢量線線性濃度範圍為 1.0~75 µg/mL，其他 21 種 PAEs 可建立 0.1~5.0 µg/mL 與 5.0~75 µg/mL 之檢量線。若以 HPLC/MS-MS 分析，可建立更低濃度 2.00~100 ng/mL 或 2.00~1,000 ng/mL 之檢量線，但其中 DIHP 與 HEHP 及 DIOP 與 DEHP，因互為結構相似的同分異構物，以現有的儀器分析條件無法以 HPLC/MS-MS 進行分析。

建議事項

1. 根據今年挑選北、中、南各 1 條河川進行 PCBs 調查結果，顯示環境中

PCBs 含量確實較過去降低，未來可規劃僅就重點河川，並以較長期的調查區間，例如每 5 年調查一次，作為國內 POPs 時序資料的建立。

2. 有鑑於「斯德哥爾摩公約」將六溴環十二烷納入列管建議名單（已於今年 5 月第六次締約國大會(COP6)將 HBCD 增列為 POPs），在國內尚未將六溴環十二烷列管為毒性化學物質之前，本計畫於今年挑選北、中、南各 1 條河川優先進行國內環境中 HBCD 含量資料的建立，調查結果顯示今年調查的 3 條河川（客雅溪、北港溪及二仁溪）測值與國外測值接近甚至更低，唯因尚無列管資料，僅三條河川之含量資料代表性不足，故建議未來仍應加速進行 HBCD 調查，建立國內完整的環境調查資料。
3. 安殺番為「斯德哥爾摩公約」於 100 年 5 月第五次締約國大會(COP5)正式納入列管的 POPs，同年 7 月環保署亦公告列管為毒性化學物質，根據今年完成的 10 條河川調查結果顯示，國內河川底泥安殺番含量與國外測值接近，魚體測值則較國外低，未來應加速進行安殺番調查，建立國內完整的環境調查資料。
4. 國內河川中壬基酚及雙酚 A 含量雖較過去調查結果有降低趨勢，顯示列管後有助於降低環境濃度，但仍有部分河川壬基酚測值較國內其他河川高，建議應持續監測觀察其在環境流布之趨勢。尤其壬基酚在工業用清潔劑含量是否限制，以及雙酚 A 在消費性產品如聚碳酸酯製品、罐頭、熱感紙之含量是否限制，以使環境中濃度降至更低，建議召開政府機關研商會議討論之。
5. 國內河川中鄰苯二甲酸酯類物質含量雖較過去調查結果有降低趨勢，但在枯水期期間仍有少數底泥樣本 DEHP 測值高於底泥品質指標下限值。此外，本年度數據顯示國內業者已減少 DEHP 使用改以 DINP 及 DIDP 替代，且目前國內已公告列管 26 種 PAEs，未來應加速進行多種 PAEs 調查，建立國內完整的環境調查資料。
6. 根據近幾年河川中有機錫類物質之檢出情形較過去低，顯示加強查緝農藥走私，有助於降低環境濃度，未來可規劃僅就農業區域之重點河川，並以較長期的調查區間，例如每 5 年調查一次，作為持續性的資料建立。
7. 本計畫於 97 年度針對當時已公告之 258 種毒性化學物質，擬定一套篩選基準及步驟，作為對未來毒性化學物質環境流布調查規劃之依據，然而近幾年環保署已陸續新增公告列管物質達 302 種，建議未來針對該篩選基準內容及資料進行檢討及更新。