

計畫成果摘要（詳細版）

計畫名稱： 108 年化學物質環境流布背景調查及釋放量管理策略研析專案工作計畫

計畫編號：

計畫執行單位： 國立成功大學

計畫主持人： 李俊璋特聘教授

計畫共同主持人： 田倩蓉教授

計畫協同主持人： 陳秀玲教授

計畫期程： 108 年 2 月 20 日起 108 年 12 月 31 日止

計畫經費： 新臺幣壹仟玖佰陸拾萬元整

摘要

本計畫主要目的包括(1)優先調查化學物質於臺灣本島主要 15 條河川環境流布進行調查，並與歷年資料進行比對分析、(2)以河川流域之特定範圍與特定化學物質項目，比對相關排放源並模擬研析流布途徑與(3)研析國內化學物質釋放量管理制度及策略規劃建議。第一部分已完成南崁溪、頭前溪、客雅溪、中港溪、後龍溪、大安溪、烏溪、北港溪、朴子溪、鹽水溪、二仁溪、典寶溪、東港溪、蘭陽溪及新城溪等 15 條河川之底泥及魚體採樣及分析，檢測項目包括，六氯丁二烯、短鏈氯化石蠟、壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸酯類、多溴二苯醚類及六溴聯苯類、多環芳香烴化合物、金屬及甲基汞等 7 類 92 種檢測物質，獲得 15,180 筆檢測數據。環境流布調查結果發現壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸酯類及多溴二苯醚類有降低趨勢，顯示列管後有助於降低河川環境中優先調查化學物質濃度。建議可繼續納入國際關注、國內使用量高、具環境及人體危害特性之化學物質進行長期調查。

第二部分則分別以實地水體採樣及地下水擴散模擬進行鹽水溪流域之多介質與健康風險評估。以地下水及雙灌溉水源進行多介質與健康風險評估結果，顯示「農作物及魚肉食入吸收」為人體主要暴露途徑，致癌風險評估結果分別為 95% UL=1.34×10⁻⁶ 及 3.41×10⁻⁵，As 為致癌風險之主要貢獻金屬；非致癌風險 95% UL HI=0.008 及 1.26，Hg、Pb 及 As 為非致癌風險之主要貢獻金屬。

第三部分完成日本、美國、歐盟、加拿大、澳州等國釋放量管理制度彙整，據此建議修正申報門檻，以完整管制毒化物釋放於環境之情形。另建置毒化物風險篩選機制，篩選後建議 36 種優先納管物質及 247 種觀察物質名單，並提出分級分期納管規劃。亦完成中央與地方政府之釋放量合作管理模式建構，並提出「指定毒性化學物質及其釋放量計算指引-第二版」修正建議，包括釋放量估算之方法選用優先順序及可得資料參數之精準化，建議後續完備釋放量計算指引中估算方法之配套措施。最後以 DEHP 及 BPA 為例，解析釋放量、運作量及環境流布等資料庫整合應用，解析其高風險之標的行業別。

The major aims of this project were to (1) investigate distribution of

concerned chemicals in fifteen Taiwanese rivers, (2) simulate distribution patterns of particular chemicals in a specific river, and (3) propose national management strategies for toxic chemicals release. First, sediment and fish samples were collected from fifteen Taiwanese rivers (*i.e.*, Nankan River, Toucian River, Keya River, Jhonggang River, Houlong River, Da-an River, Wu River, Beigang River, Puzih River, Yanshuei River, Erren River, Dian Bao River, Donggang River, Lanyang River and Shincheng River). Concentrations of hexachloro-1,3-butadiene (HCBD), short-chain chlorinated paraffins (SCCPs), nonylphenol (NP), bisphenol A (BPA), phthalate esters (PAEs), polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), hexabrominated biphenyls (HBBs), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), metal and methylmercury were determined in collected samples and 15,180 analyzed data were obtained. The concentrations of most analyzed chemicals (e.g. NP, BPA and PAEs) in sediments is decreased with time. The results indicate that the control strategies of the usage of those chemicals are helpful to reduce those release into the environment. It will be continually include the candidate chemicals with global concerns, high production volume, environmental hazards and human health effects into the background investigation of environmental distribution of chemical substances.

Second, assessments of the multiple media transport and health risk of metals in the Yanshuei river basin was performed using measured metal concentrations in water and simulated metal levels in different environmental media by the computing models. As to the results of health risk assessment based on wastewater pollution simulations in different water irrigation scenarios, the main exposure route was consumption of fish and crops. The cancer risk of 95% UL was 1.34×10^{-6} and 3.41×10^{-5} for consumption of fish and crops, respectively. As is the main contributor. Non-cancer risk of 95% UL HI was 0.008 and 1.26 with Hg, Pb and As as the main contributors.

Finally, the management systems of Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) in Japan, United States, European Union, Canada, and Australia were collected and assessed. The strict filing regulation in release of chemicals was proposed to completely control the release of toxic chemicals into the environment. The priority list of 36 chemicals and secondary list of 247 chemicals have been selected using the risk-based screening model. The stepwised management of these candidate chemicals and the cooperative management between government and local agencies were also proposed. The "Guidelines for the Designation of Toxic Chemical Substances and Estimation of Releases - Second Edition" was aimed for prioritizing estimating the release of toxic chemicals and suggesting the accuracy of the calculated parameters. Taking DEHP and BPA as examples, the target high-risk industries were explored using the merging data of three major databases for toxic chemicals, including release data, operation data, and environmental monitoring data.

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暴露風險，是近年來學術界與行政部門努力的目標。

化學物質管制上的首要步驟在於建立國內現有化學物質之篩選原則，藉著科學性之篩選原則，可篩選出對人體健康或環境生態產生影響之化學物質。而在篩選過程中亟須瞭解化學物質之(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)藥物動力學資料(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，並依各項資料配合不同物質需求，擬定妥適之管理策略與措施。在上述各項資料中以環境流布資料最為重要，亦最難取得。因此，如何建立化學物質環境流布資料成為極重要之課題。

化學物質管理係屬風險管理之一種。因此，欲擬定完善可行之管理策略及措施則必須先行對化學物質之運作進行相關暴露族群風險評估。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，加速建立化學物質之環境流布資料亦為刻不容緩之課題。

同時，在化學物質管制上另一項重要的課題係在於如何藉化學物質管制以減少其在環境中之濃度或含量。因此，欲瞭解化學物質管制之成效，除需積極建立化學物質之運作及釋放量資料外，亦亟須配合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，依環境流布資料進行暴露評估及風險度推估，進而建立化學物質管制及減量策略與技術，提供給予主管機關及運作工廠進行管制及減量，以使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，亦積極將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，因而錯失適當的管理機會與時效，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。

執行方法

一、臺灣本島主要15條河川環境流布調查

(一) 調查河川及檢測項目

1. 完成15條河川採樣及樣本分析，每條河川按檢測物質環境流布特性，執行底泥及魚體樣本量測。

- (1) 調查河川：南崁溪、頭前溪、客雅溪、中港溪、後龍溪、大安溪、烏溪、北港溪、朴子溪、鹽水溪、二仁溪、典寶溪、東港溪、蘭陽溪及新城溪。

- (2) 檢測物質：六氯-1,3-丁二烯、8種短鏈氯化石蠟(SCCPs)、壬基酚及雙酚A、9種鄰苯二甲酸酯類(PAEs)、25種多溴二苯醚類(PBDEs)及5種六溴聯苯類(PBBs)、26種多環芳香烴化合物(PAHs)、15種金屬及甲基汞，上述共7類92種檢測物質。

(二) 調查河川採樣地點及採樣頻率

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. 每條河川按河段區分選擇4個採樣地點，1個採樣地點位於上游或中游河段，3個採樣地點位於下游河段。
3. 每條河川於枯水期（5月份以前）及豐水期（9月份以前）各進行乙次採樣。

(三) 環境樣本採樣及檢測分析方法

採樣及分析方法以環保署公告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。所有檢測項目均需通過能力測試並符合數據品保目標要求，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。

(五) 分析歷年化學物質環境流布調查資料成果

綜合歷年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，提具變化趨勢分析及化學物質管理策略與措施建議。

(六) 「化學物質環境流布調查成果手冊」編製

更新「化學物質環境流布調查成果手冊」資料至107年度調查成果，發行印製成果手冊電子書光碟片100份。

二、特定河川及特定化學物質流布途徑模擬研析

- (一) 擇一河川流域特定範圍，以本計畫採樣檢測之化學物質項目，比對環保署提供之周遭主要排放源3年至5年行業別排放資料，擇定模擬分析之化學物質項目。

1. 本計畫考量河川排放資料(排放量及金屬排放總量)、運作量資料及水位流量相關測站資料，擇定鹽水溪為本計畫今年度流布途徑模擬研析之標的河川。
 2. 本計畫考量具放流水標準、國內已具備長期環境實測數據、於環境及生物體中具長期累積性、容易經由食物鏈由人類攝入、毒性特性及國人關切程度等因素，擇定金屬為本計畫今年度流布途徑模擬之標的物質。
- (二) 增加執行該河川流域特定範圍之水體水質中擇定化學物質的採樣與檢測，至少完成100筆化學物質檢測數據。
1. 由107年初次執行鹽水溪金屬流布調查，分別於河川枯水期及豐水期之上、中及下游各段採樣分析，原本預期河川中金屬濃度隨沿岸工廠排放累積、河川下游坡度趨緩而可能往下游方向濃度遞增，然而依據107年之分析結果顯示，水質樣本中金屬濃度呈現枯水期高於豐水期之趨勢，Co、Ni、Pb、As及Cd金屬最高濃度出現於鹽水溪上游及中游等現象，故擬適度調整今年度採樣規劃，加強枯水期及河川上游、中游之採樣分析，並藉由今年度採樣分析數據確認鹽水溪金屬污染趨勢，相關採樣數據亦將作為水體濃度擴散模擬及多介質評估分析使用。
- (三) 依選定之化學物質項目及最近3年至5年對河川底泥與魚體檢測結果，與空氣、土壤及水體等其他環境介質之檢測結果進行分析，研提特定化學物質項目在環境之流布、傳輸與轉換資料
1. 河川水文/水質模式模擬分析。
 - (1)河川水文水理模擬分析。
 - (2)河川水質/底泥模擬分析。
 - (3)地下水污染物質擴散模擬。
 2. 空氣品質模式模擬。
 - (1)空氣品質模式選用及參數設定。
 - (2)金屬排放清冊資料。
 3. 多介質分析模式模擬。
 - (1)依據實地採樣水體分析結果進行多介質評估與健康風險評估。
 - (2)利用地下水污染物質擴散模擬結果進行多介質評估與健康風險評估。
 - (3)利用空氣擴散模擬結果進行多介質評估與健康風險評估。

(四) 就模擬及勾稽結果，研析相關污染源之管制建議。

三、我國化學物質釋放量管理制度精進措施規劃

1. 蒐集彙整國際間化學物質釋放量管理制度、估算、驗證機制及動態。
 - (1) 蒐集主要國家(美國、歐盟、加拿大及日本等)對化學物質於空氣、水及廢棄物等之最新釋放量管理、權責分工及申報機制。
 - (2) 蒐集主要國家(美國、歐盟、加拿大及日本等)對化學物質於空氣、水及廢棄物等之最新釋放量估算及驗證機制。

- (3) 綜整比較國際與國內化學物質釋放量管理制度之優缺點，研提強化國內化學物質釋放量管理推動策略建議。
2. 研提強化國內化學物質運作場所釋放量申報管理策略、分級策略及申報資料加值應用規劃。
 - (1) 盤點國內相關部會對化學物質釋放量管理策略、法規及化學物質清單，釐清權責分工或尚未納入管理之項目。
 - (2) 研提強化國內化學物質運作場所釋放量申報管理分級策略，規劃納入申報及管理系統。
 - (3) 協助規劃中央與地方政府之合作管理運作模式。
 - (4) 研提化學物質申報資料分析結果之加值應用規劃（選擇2種申報物質）。
3. 整合國內相關部會對化學物質釋放量計算規範並研提修正現行釋放量指引及舉辦座談會。
 - (1) 研討現行釋放量指引中化學物質於空氣、水及廢棄物釋放量計算方法，尤其為排放因子法。
 - (2) 研提化學物質於空氣、水及廢棄物釋放量計算方法之參考規範。
 - (3) 辦理 1 場次「強化化學物質釋放量計算指引」座談會，邀集政府、產業、學術與研究單位及民間團體等參與。

四、「化學物質環境流布調查資訊網站」維運

1. 更新網站環境流布檢測資料至108年度，依其關鍵字或條件設定產出趨勢分析圖表。
2. 更新環境流布調查資料宣導專區。
3. 維護網站與化學局或政府機關之環境監測系統資料介接，以及維護網站宣導專區資料，提供民眾或業者瞭解相關知識及訊息。

結 果

一、臺灣本島主要15條河川環境流布調查

1. 本年度完成南崁溪、頭前溪、客雅溪、中港溪、後龍溪、大安溪、烏溪、北港溪、朴子溪、鹽水溪、二仁溪、典寶溪、東港溪、蘭陽溪及新城溪等 15 條河川之 122 個底泥及 45 個魚體採樣及分析，檢測項目包括六氯-1,3-丁二烯(HCBD)、8 種短鏈氯化石蠟(SCCPs) (包含氯含量 55.5% SCCPs 之 C₁₀₋₁₃ 及氯含量 63.0% SCCPs 之 C₁₀₋₁₃)、壬基酚(NP)及雙酚 A (BPA)、9 種鄰苯二甲酸酯類(PAEs) (包含 DMP、DEP、DBP、DIBP、BBP、DEHP、DNOP、DINP、DIDP)、多溴二苯醚類 (25 種 PBDEs 同源物) 及六溴聯苯類 (5 種 HBBs 同源物)、26 種多環芳香烴化合物(PAHs)、15 種金屬及甲基汞等 7 類 92 種檢測物質，獲得 15,180 筆樣本檢測數據。
2. 六氯-1,3-丁二烯分析結果：
 - (1) 所有底泥樣本濃度平均值及範圍為<0.05 (ND~0.204) µg/kg 乾重，

枯水期有 1 個底泥有檢出，以中港溪平均濃度 0.054 $\mu\text{g/kg}$ 乾重為最高；豐水期則皆未檢出。

- (2) 所有河川魚體樣本濃度平均值及範圍為 <0.1 (ND~0.691) $\mu\text{g/kg}$ 乾重， <0.025 (ND~0.138) $\mu\text{g/kg}$ 濕重，其中僅有中港溪之魚體樣本有檢出，檢出濃度最高為 0.691 $\mu\text{g/kg}$ 乾重 (0.138 $\mu\text{g/kg}$ 濕重)。

3. 短鏈氯化石蠟(SCCPs)分析結果：

- (1) 底泥中氯含量 55.5% SCCPs 平均濃度及範圍，55.5% SCCPs C_{10} 為 0.542($<0.15\sim2.27$) mg/kg 乾重，55.5% SCCPs C_{11} 為 0.179 (ND~0.760) mg/kg 乾重，55.5% SCCPs C_{12} 為 0.153 ($<0.15\sim0.756$) mg/kg 乾重，55.5% SCCPs C_{13} 為 <0.15 ($<0.15\sim0.754$) mg/kg 乾重；氯含量 63% SCCPs 平均濃度及範圍，63% SCCPs C_{10} 為 0.221 ($<0.05\sim1.79$) mg/kg 乾重，63% SCCPs C_{11} 為 0.088 ($<0.05\sim0.544$) mg/kg 乾重，63% SCCPs C_{12} 為 0.072 ($<0.05\sim0.581$) mg/kg 乾重，63% SCCPs C_{13} 為 0.065 ($<0.05\sim0.254$) mg/kg 乾重。本年度 15 條調查河川中，氯含量 55.5% SCCPs 總量以二仁溪平均濃度 2.35 mg/kg 乾重為最高，南崁溪及典寶溪 1.74 mg/kg 乾重次之；氯含量 63% SCCPs 總量以二仁溪平均濃度 1.66 mg/kg 乾重為最高，鹽水溪 0.822 mg/kg 乾重次之。
- (2) 魚體中氯含量 55.5%及 63%之 SCCPs 平均濃度及範圍分別為，55.5% SCCPs C_{10} 為 <0.075 ($<0.075\sim0.128$) mg/kg 濕重，55.5% SCCPs C_{11} 為 <0.075 ($<0.075\sim0.087$) mg/kg 濕重，55.5% SCCPs C_{12} 為 <0.075 ($<0.075\sim<0.075$) mg/kg 濕重，55.5% SCCPs C_{13} 為 <0.075 ($<0.075\sim<0.075$) mg/kg 濕重；其中以 55.5% SCCPs C_{10} 檢出率為最高，檢出濃度介於 0.093~0.128 mg/kg 濕重；55.5% SCCPs C_{11} 檢出率次之，檢出濃度為 0.087 mg/kg 濕重，SCCPs C_{12} 及 C_{13} 於各河川中魚體樣本中皆無檢出。

4. 壬基酚及雙酚 A 分析結果：

- (1) 壬基酚：底泥平均濃度及範圍為 42.0 (ND~175) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，以豐水期濃度較低；魚體平均濃度及範圍為 4.50 (ND~14.9) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，0.941 (ND~3.70) $\mu\text{g/kg}$ 濕重。
- (2) 雙酚 A：底泥平均濃度及範圍為 10.8 ($<0.2\sim87.7$) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，以豐水期濃度較低；魚體平均濃度及範圍為 3.06 ($<2.00\sim5.60$) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，0.644 ($<0.05\sim1.20$) $\mu\text{g/kg}$ 濕重。

5. 鄰苯二甲酸酯類(PAEs)分析結果：

- (1) 底泥中 9 種 PAEs 以 DEHP 之檢出率及平均濃度為最高，其全年底泥中平均濃度及範圍為 0.56 ($<0.05\sim11.6$) mg/kg 乾重，DEHP 檢出率 97.5 % 為最高，DBP 檢出率 26.2 % 次之，DINP 及 DIDP 皆為未檢出。
- (2) 魚體中 9 種 PAEs 以 DEHP 之檢出率 46.7 %，DBP 40.0% 次之，但 DEHP 平均濃度為最高，魚體中 DEHP 平均濃度及範圍為 01.13

(ND~18.7) mg/kg 乾重，0.21 (ND~3.15) mg/kg 濕重。

6. 多溴二苯醚類(PBDEs)及六溴聯苯類(PBBs)分析結果：

- (1) 多溴二苯醚類(PBDEs)：底泥中 25 種 PBDEs 同源物總量平均濃度及範圍為 17,943 (281~401,946) ng/kg 乾重，其中以二仁溪平均濃度 82377 ng/kg 乾重為最高，南崁溪 78,507 ng/kg 乾重次之。魚體中 25 種 PBDEs 同源物總量平均濃度及範圍為 2,442 (268~11,293) ng/kg 乾重，502 (48.3~2,359) ng/kg 濕重。
- (2) 六溴聯苯類(PBBs)：底泥中 5 種 PBBs 同源物總量平均濃度及範圍為 41.5 (0.133~2,184) ng/kg 乾重，以二仁溪平均濃度 575 ng/kg 乾重為最高，後龍溪 20.5 ng/kg 乾重次之。魚體中 5 種 PBBs 同源物總量平均濃度及範圍為 20.7 (1.08~212) ng/kg 乾重，4.39 (0.194~45.7) ng/kg 濕重。

7. 多環芳香烴化合物(PAHs)分析結果：

- (1) 15 條河川底泥中 26 種 PAHs 總量平均濃度及範圍為 0.189 (0.035~1.022) mg/kg 乾重，其中以南崁溪平均濃度 (1.022 mg/kg 乾重) 為最高。在 26 種 PAHs 中是以 Fluoranthene 與 Naphthalene 檢出率 (100.0%) 最高，檢出平均濃度是以 Fluoranthene (0.022 mg/kg 乾重) 最高。
- (2) 15 條河川魚體中 26 種 PAHs 總量平均濃度及範圍為 6.480 (1.311~12.668) mg/kg 乾重，1.385 (0.285~2.853) mg/kg 濕重，其中以客雅溪平均濃度 12.668 mg/kg 乾重 (2.853 mg/kg 濕重) 為最高。在 26 種 PAHs 中是以 Benzo[c]fluorene、Benzo[g,h,i]perylene、Cyclopenta[c,d]pyrene 與 Dibenzo[a,l]pyrene 檢出率 (100.0%) 最高，檢出平均濃度是以 Fluoranthene 3.136 mg/kg 乾重 (0.650 mg/kg 濕重) 最高。

8. 底泥中金屬及甲基汞分析結果：

- (1) 15 條河川中底泥之 MeHg 濃度均為 ND 值，代表濃度均低於偵測極限。
- (2) 底泥樣本中金屬，如 Co (2.98~16.6 mg/kg 乾重)、Cr (7.71~228 mg/kg 乾重)、Ga (9.74~175 mg/kg 乾重)、Ni (7.26~78.5 mg/kg 乾重)、Sn (ND~28.6 mg/kg 乾重) 及 Sr (5.77~139 mg/kg 乾重) 等金屬多集中於北部河川底泥樣本；Ag (ND~13.1 mg/kg dw) 及 Hg (ND~2.80 mg/kg 乾重) 等金屬主要集中於中部河川；As (5.99~32.3 mg/kg 乾重)、Cd (ND~1.68 mg/kg 乾重)、Li (6.34~52.5 mg/kg 乾重)、Mn (87.2~801 mg/kg 乾重)、Pb (5.16~467 mg/kg 乾重) 及 Zn (26.9~737 mg/kg 乾重) 等金屬則是集中於南部河川。

9. 魚體中金屬及甲基汞分析結果：

- (1) 15 條河川中魚體之 Ag 及 Cd 平均濃度均為 ND 或是低於檢量線最低點，代表濃度極低。

- (2) 魚體樣本中金屬，如 Hg (ND~0.169 mg/kg 濕重)、Mn (0.030~1.89 mg/kg 濕重)、Sn (ND~0.309 mg/kg 濕重)、Sr (0.034~5.40 mg/kg 濕重) 及 MeHg (ND~0.103 mg/kg 濕重) 等金屬多集中於北部河川魚體樣本；Co (ND~1.39 mg/kg 濕重)、Cr (0.145~1.87 mg/kg 濕重)、Cu (0.015~0.764 mg/kg 濕重)、Ga (<0.003~0.028 mg/kg 濕重)、Ni (0.010~0.496 mg/kg 濕重)、Pb (ND~0.166 mg/kg 濕重) 及 Zn (0.228~19.5 mg/kg 濕重) 等金屬主要集中於中部河川魚體樣本；As (0.016~7.29 mg/kg 濕重) 及 Li (ND~0.134 mg/kg 濕重) 等金屬則集中於南部河川魚體樣本。

10. 完成「化學物質環境流布調查成果手冊 108 年版」資料更新至 107 年度調查結果，並印製光碟片電子書 100 份。

二、特定河川及特定化學物質流布途徑模擬研析

(一) 鹽水溪流域水質分析結果：

1. Ag、Cd、Ga 及 Ni 濃度為 ND 或低於檢量線最低點，僅少數樣本具有測值；採樣點之 Cr 及 Sn 最高平均濃度落於鹽水溪上游段，且濃度隨著河段變化而隨之降低。
2. As、Co、Cu、Hg、Mn、Ni、Pb 及 Zn 最高平均濃度皆落於鹽水溪中下游段，且多集中於便橋至仁愛橋河段；Li 及 Sr 最高濃度出現於鹽水溪最下游段，推測其可能是受海水中金屬含量影響。

(二) 鹽水溪流域底泥分析結果：

1. 所有底泥樣本之 Ag 及 MeHg 濃度皆為 ND，表示並未於底泥樣本中發現前述二金屬之累積情形；若以河段作為劃分依據，則鹽水溪中游段相較於上游段及下游段具有較明顯金屬累積情形，如 As、Cd、Co、Cr、Cu、Ga、Li、Mn、Ni、Pb、Sn 及 Zn 等金屬之河段平均濃度皆是以中游段最高，且多數金屬之最高濃度出現於北安橋之底泥樣本；Hg 及 Sr 之河段平均濃度則是以下游段最高。
2. 比較目前具有底泥品質指標之金屬 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Pb 及 Zn 等 8 項，20 件底泥樣本中 Cd (0.304 mg/kg 乾重) 及 Pb (39.2 mg/kg 乾重) 之最高濃度均低於底泥品標下限值 (底泥品質指標下限值 Cd: 0.65 mg/kg、Pb: 48 mg/kg)。As (29.3 mg/kg 乾重) 之最高濃度界於底泥品質指標上限值及下限值間 (As 之底泥品質指標上限值及下限值分別為 33 及 11 mg/kg)，逾下限值時需增加檢測頻率；Cr (436 mg/kg 乾重，北安橋豐水期)、Cu (453 mg/kg 乾重北安橋豐水期)、Hg (1.72 mg/kg 乾重，溪頂寮橋豐水期)、Ni (184 mg/kg 乾重北安橋豐水期) 及 Zn (489 mg/kg 乾重，北安橋豐水期) 之最高檢出濃度則是高於底泥品質指標上限值，逾上限值需啟動風險評估。

(三) 鹽水溪流域魚體分析結果：

1. 多數魚體樣本之 Ag 及 Cd 濃度為 ND 或低於檢量線最低點，僅有一樣本具有測值，表示前述二金屬於鹽水溪流域之魚體樣本中積累

甚微。

2. 若以河段作為劃分依據，則 Co、Cr、Ga、Hg、Ni、Zn 及 MeHg 等金屬之平均濃度以上游段最高；Li、Pb 及 Sr 等金屬之平均濃度以中游段最高；As、Cu 及 Sn 等金屬之平均濃度則是以下游段最高。

(四)多介質分析模式模擬結果

1. 河川水文/水質模式模擬分析

- (1) 依據河川水質模擬空間分布結果，107 年超過河川水質標準分別為 Pb（鹽水溪全河段）及 Cu（新灣橋-便橋-永安橋），而 108 年則以 Pb（千鳥橋-便橋）超過河川水質標準。
- (2) 本計畫模擬四種情境分析結果，Zn、Ni、Hg 及 As 高濃度區主要集中於永安橋鄰近，金屬 Cu 高濃度區集中於新灣橋，金屬 Pb 及 Cr 高濃度區則集中於千鳥橋；而底泥濃度改變、排放源濃度改變對於河川水體濃度貢獻性較低；依據目前排放行為不變情形，河川水位及流量改變將明顯改變河川水體濃度。
- (3) 地下水溶質傳輸模擬情況，彙整 107 年度工廠四大區排污區域（大洲排水分區、看西分區、永康及新化歸仁分區），進行評估八種金屬於 80 年擴散分布，另彙整鹽水溪流域排污區鄰近區域監測井進行評估，區域監測井八種金屬檢測數據於豐、枯水季皆低於管制標準。

2. 多介質模式模擬及健康風險評估

- (1) 依據地下水污染物質擴散模擬結果（農業灌溉用水量組成為 100% 地下水）進行之多介質評估結果顯示人體受到金屬暴露過程中，除 Hg 主要是經由吸入吸收外，其他金屬則主要以食入吸收，且以農作物及魚肉為重要介質。 95^{th} 致癌風險為 1.34×10^{-6} ，As 為致癌風險之主要貢獻金屬； 95^{th} 非致癌風險為 0.008，遠小於 $HI=1$ ，As、Hg 及 Pb 為非致癌風險之主要貢獻金屬。
- (2) 依據雙灌溉水源（農業灌溉用水量組成為 66% 河川水及 34% 地下水）進行之多介質評估結果顯示人體受到金屬暴露過程中，主要以食入吸收，且皆以農作物最重要之介質，其次方為魚肉。 95^{th} 致癌風險為 3.41×10^{-5} ，As 為致癌風險之主要貢獻金屬； 95^{th} 非致癌風險為 1.26，大於 $HI=1$ ，表示於此模擬情境中暴露所得之劑量高於會產生健康危害效應之閾值，Hg、Pb 及 As 為非致癌風險之主要貢獻金屬。惟因模擬情境設置難以完全符合實際情形，故風險評估過程中係採保守估計，而有風險高估之虞。
- (3) 若考量不同水源對金屬暴露劑量之貢獻，則可發現所有金屬之暴露劑量受河川水水質影響甚鉅，依據不同金屬其取用河川水對於總暴露風險之貢獻比例範圍為 59.8~66.0%。

三、研析國內化學物質釋放量管理制度及策略規劃：

1. 已完成日本、美國、歐盟、加拿大、澳州等國釋放量管理制度彙整，包含釋放量管理法源、化學物質清單、釋放量申報條件、釋放量申報

流程、化學物質篩選方法、釋放量估算方法及釋放量資料呈現與應用。提出申報門檻修正，標的毒化物之年度運作量超過一公噸及含標的毒化物重量超過 1%，即須申報釋放量。

2. 完成以風險為基礎之需申報釋放量的毒化物篩選機制建置，分環境危害、人體健康危害、暴露等面向，共篩選出 36 種優先納管物質、247 種觀察物質及 57 種不需納管物質名單，搭配固定污染源有害空氣污染物名單，提出分級分期納管規劃。
3. 完成中央與地方政府之釋放量合作管理模式規劃，中央政府以標準建立、審核許可、申報查核等為主，地方政府以建檔監督及稽核追蹤等為主。
4. 完成彙整國際釋放量申報資料加值應用，並以國內 DEHP 及 BPA 為例，解析釋放量、運作量及環境流布等資料庫整合應用。以 98 年至 106 年資料，可發現 DEHP 高風險污染流域為南崁溪流域、淡水河流域、鹽水溪流域、左營沿海（典寶溪）流域及林邊溪流域，各流域主要貢獻行業為塑膠製品製造業、塗料、染料及顏料製造業、電線及配線器材製造業、合成樹脂、塑膠及橡膠製造業、汽機車及其零配件與用品零售業；可發現 BPA 高風險污染流域為南崁溪流域、淡水河流域、鹽水溪流域、二仁溪流域及左營沿海（典寶溪）流域，各流域主要貢獻行業為合成樹脂、塑膠及橡膠製造業及基本化學材料製造業。
5. 完成修正「指定毒性化學物質及其釋放量計算指引-第二版」，提出釋放量估算之方法選用優先順序及可得資料參數之精準化。
6. 完成辦理一場次「強化化學物質釋放量計算指引」座談會，並根據審查意見，修正計算指引。

四、「化學物質環境流布調查資訊網站」維運：

1. 以資料交換平台 CDX 系統，作為介接傳遞資料的平台，本年度共計上傳 33,830 筆資料，提供具有權限的使用者可瀏覽資料，或進一步地介接或分析應用資料。
2. 完成了 GA 流量分析工具的建立，可進一步分析網站使用族群的特性，包括造訪網站的方式、較常造訪單元的分析及常用瀏覽器的統計分析等，更易掌握使用者的習性與喜好。
3. 導入 W3C 檢測工具，開發符合標準規範的網站與網頁，使用不同瀏覽器進行瀏覽時更為便利好用，讓網站更專業外，也能讓往後使用更加快速及維護方便。
4. 每季更新填報資料，以確保資料的即時性；並定期檢核網頁對外連結的正確性。

結 論

一、臺灣本島主要 15 條河川環境流布調查：

1. 河川環境樣本中 122 個底泥樣本及 45 個魚體樣本於 7 類 92 種檢測物質皆符合環保署公告之各項品質管制指引及實驗室品保品管規範。
2. 河川底泥及魚體中六氯丁二烯含量及檢出率均低，只有中港溪之部分底泥及魚體樣本有檢出，其他河川皆未檢出。
3. 本計畫調查 30 條主要河川，每條河川至今已累積至少 1 次短鏈氯化石蠟調查資料，國內河川底泥皆以氯含量 55.5% SCCPs 高於氯含量 63% SCCPs，且皆以 C₁₀ 濃度為最高。以淡水河本流底泥中氯含量 55.5% 及 63% 之 SCCPs 濃度為最高，二仁溪次之；此外，以花蓮溪魚體中氯含量 55.5% 及 63% 之 SCCPs 濃度為最高，淡水河本流次之。
4. 本計畫調查 30 條主要河川，每條河川至今已累積至少 3 次壬基酚調查資料，過去測值較高之河川包括典寶溪、南崁溪、二仁溪、客雅溪及朴子溪等皆有下降趨勢。國內近 2 年以濁水溪、將軍溪、大漢溪、新店溪、淡水河本流及花蓮溪測值較高，平均濃度超過 90 µg/kg 乾重，其他河川平均濃度在 90 µg/kg 乾重以下。魚體壬基酚平均濃度以淡水河本流及秀姑巒溪測值較高，平均濃度超過 10 µg/kg 濕重，高於其他河川魚體濃度。
5. 本計畫調查 30 條主要河川，每條河川至今已累積至少 3 次雙酚 A 調查資料，過去測值較高之河川包括典寶溪、鹽水溪、二仁溪、南崁溪及中港溪等皆有下降趨勢。國內近 2 年以典寶溪、二仁溪、八掌溪及鹽水溪測值較高，平均濃度超過 20 µg/kg 乾重，其他河川平均濃度在 20 µg/kg 乾重以下。魚體雙酚 A 平均濃度以淡水河本流測值較高，平均濃度超過 2 µg/kg 濕重，高於其他河川魚體濃度。
6. 本計畫自 90 年開始進行國內河川 PAEs 環境流布調查，歷年 9 種 PAEs 皆以 DEHP 檢出率為最高，其他八種 PAEs 濃度相對較低。其中過去測值較高之河川包括鹽水溪、二仁溪、典寶溪、東港溪及後龍溪皆有下降趨勢，惟中港溪、南崁溪、大安溪及朴子溪 DEHP 平均濃度高於前次測值，其他河川 DEHP 測值皆與過去測值相近。國內近 2 年以中港溪測值較高，平均濃度已超過 DEHP 之底泥品質指標下限值 1.97 mg/kg。魚體 DEHP 平均濃度以新城溪及鹽水溪測值較高，平均濃度超過 0.5 mg/kg 濕重，高於其他河川魚體濃度。
7. 本計畫調查 30 條主要河川，每條河川至今已累積至少 3 次 PBDEs 調查資料，過去測值較高之河川包括客雅溪及典寶溪皆有下降趨勢；而南崁溪及二仁溪較前次枯水期調查結果測值上升，尤以南崁溪上升幅度較大。近 3 年以大漢溪及淡水河本流測值較高，平均濃度超過 100,000 ng/kg 乾重，基隆河及南崁溪次高，平均濃度超過 60,000 ng/kg 乾重，其他河川枯水期平均濃度在 50,000 ng/kg 乾重以下。魚體 PBDEs 平均濃度以客雅溪測值較高，平均濃度超過 1,000 ng/kg 濕重，高於其他河川魚體濃度。

8. 過去 PBBs 測值較其他河川高之河川，二仁溪及朴子溪皆有下降趨勢；而南崁溪、後龍溪、二仁溪及蘭陽溪則較前次調查結果測值上升。近 3 年以二仁溪測值較高，平均濃度超過 500 ng/kg 乾重，其他河川枯水期平均濃度皆在 40 ng/kg 乾重以下。魚體 PBBs 平均濃度以二仁溪測值較高，平均濃度超過 30 ng/kg 濕重，高於其他河川魚體濃度。
9. 本計畫調查 30 條主要河川，每條河川至今已累積至少 1 次 PAHs 調查資料，在 30 條河川 26 種 PAHs 總量在底泥的平均濃度是介於 0.035~3.386 mg/kg 乾重，其中以基隆河平均濃度（3.386 mg/kg 乾重）最高；在 26 種 PAHs 中底泥是以 Naphthalene 檢出率（98.3%）最高，檢出平均濃度是以 Pyrene（0.059 mg/kg 乾重）最高。濁水溪、八掌溪、北港溪、烏溪與客雅溪等 5 條河川底泥是以低環數 PAHs 比例較高，顯示這些河川底泥中 PAHs 的來源主要是屬於石油及其相關產品的使用與洩漏，亦或者是低溫熱分解之產物；而其餘 25 條河川皆以高環數比例較高，顯示此 25 條河川主要 PAHs 污染來源主要屬於燃燒碳氫化合物所產生的。透過雙比值診斷結果發現，除了北港溪與蘭陽溪的底泥 PAHs 污染源皆屬於碳氫化合物的燃燒之外，其他 28 條河川底泥 PAHs 之污染源是涵蓋石油及相關產品的直接污染以及碳氫化合物的燃燒。30 條河川底泥之 Total TEQ 平均值與範圍是 19.8 (1.5~155.3) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，其中以基隆河 155.3 (28.4~409.6 $\mu\text{g/kg}$ 乾重最高。16 種 PAHs 之 TEQ 平均比例是以 Benzo[a]pyrene (38.6%)最高。
10. 30 條河川 26 種 PAHs 總量在魚體的平均濃度是介於 0.543~12.668 mg/kg 乾重（0.118~2.853 mg/kg 濕重），其中以客雅溪平均濃度 12.668 mg/kg 乾重（2.853 mg/kg 濕重）最高。在 26 種 PAHs 中魚體是以 Benzo[c]fluorene 與 Cyclopenta[c,d]pyrene 檢出率（97.8%）最高，檢出平均濃度是以 Fluoranthene 1.592 mg/kg 乾重（0.330 mg/kg 濕重）最高。30 條河川魚體之 total TEQ 平均值與範圍是 38.4 (12.0~108.0) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，其中以新城溪 108.0 (34.5~189.3) $\mu\text{g/kg dw}$ 最高。16 種 PAHs 之 TEQ 所佔平均比例以 Dibenzo[a,h]anthracene (33.4%)最高。攝食從 30 條河川捕獲的魚之魚肉所含之 7 種 PAHs（Acenaphthene、Anthracene、Benzo[a]pyrene、Fluoranthene、Fluorene、Naphthalene 和 Pyrene）可能不會有健康危害，但是攝食從 30 條河川捕獲的魚之魚肉所含之 Benzo[a]pyrene 可能有致癌風險。
11. 15 條河川底泥樣本中 MeHg 於兩季之河川底泥樣本中均為 ND；可能對健康產生不利影響之金屬（如 As、Cd、Co、Ni 及 Pb 等）之全年最高平均濃度分別出現於蘭陽溪（As：22.9 mg/kg 乾重）、新城溪（Co：13.9 mg/kg 乾重及 Ni：42.6 mg/kg 乾重）與二仁溪（Cd：0.325 mg/kg 乾重及 Pb：149 mg/kg 乾重），因此對於此三條河川流域後續可加以監測。

12. 15 條河川魚體樣本中 Ag 及 Cd 於多數樣本之檢出濃度為 ND 或是低於檢量線最低點，表示樣本中所含濃度偏低；可能對健康產生不利影響之金屬（如 As、Cd、Co、Ni 及 Pb 等）之全年最高平均濃度分別出現於二仁溪（As：2.88 mg/kg 濕重）、頭前溪（Cd：<0.003 mg/kg 濕重）、新城溪（Co：0.644 mg/kg 濕重）、客雅溪（Ni：0.222 mg/kg 濕重）及南崁溪（Pb：0.079 mg/kg 濕重）。Cd、Pb 及 MeHg 之檢出濃度未高於《食品中污染物質及毒素衛生標準》訂定之標準值，其他金屬則無訂定相關標準值。

13. 完成「化學物質環境流布調查成果手冊 108 年版」資料更新至 107 年度調查結果，並印製光碟片電子書 100 份。

二、特定河川及特定化學物質流布途徑模擬研析：

（一）鹽水溪水質、底泥及魚體分析結果

1. 鹽水溪水質樣本中金屬濃度大多呈現枯水期高於豐水期之趨勢，15 種金屬於全河段之分布情形依據河段環境特性而有所差異，整體而言以中游段水質樣本中金屬濃度較高。鹽水溪全河段之水質樣本分析結果未有高於放流水標準值之情形。
2. 鹽水溪底泥樣本中 Ag 及 MeHg 濃度皆為 ND，表示並未於底泥樣本中發現前述二金屬之累積情形；多數金屬於中游段（北安橋）底泥樣本中可發現有較高濃度值，且部分金屬高於底泥品質指標上限值。
3. 鹽水溪魚體樣本中 Ag 及 Cd 於多數樣本之檢出濃度為 ND 或是低於檢量線最低點，表示樣本中所含濃度偏低；15 種金屬於全河段之分布情形依據魚種種類及河段環境特性而有所差異；Cd、Pb 及 MeHg 之檢出濃度未高於《食品中污染物質及毒素衛生標準》訂定之標準值，其他金屬則無訂定相關標準值。

（二）河川水文/水質模式模擬分析

1. 依據河川水質模擬空間分布結果，107 年超過河川水質標準分別為 Pb（鹽水溪全河段）及 Cu（新灣橋-便橋-永安橋），而 108 年則以 Pb（千鳥橋-便橋）超過河川水質標準。
2. 本計畫模擬四種情境分析結果，Zn、Ni、Hg 及 As 高濃度區主要集中於永安橋鄰近，金屬 Cu 高濃度區集中於新灣橋，金屬 Pb、Cr 高濃度區則集中於千鳥橋；而底泥濃度改變及排放源濃度改變對於河川水體濃度貢獻性較低，排放水量的變動對於水質影響較為顯著。
3. 地下水溶質傳輸模擬情況，彙整 107 年度工廠四大區排污區域（大洲排水分區、看西分區、永康及新化歸仁分區），進行評估八種金屬於 80 年擴散分布，另彙整鹽水溪流域排污區鄰近區域監測井進行評估，區域監測井八種金屬檢測數據於豐水及枯水季皆低於管制標準。

（三）多介質模式模擬

1. 依據地下水污染物質擴散模擬結果（農業灌溉用水量組成為 100% 地下水）進行之多介質評估結果顯示人體受到金屬暴露過程中，除 Hg 主要是經由吸入吸收外，其他金屬則主要以食入吸收，且皆以農作物及魚

肉為重要介質。95th 致癌風險為 1.34×10^{-6} ，As 為致癌風險之主要貢獻金屬；95th 非致癌風險為 0.009，遠小於 HI=1，As、Hg 及 Pb 為非致癌風險之主要貢獻金屬。

2. 依據雙灌溉水源（農業灌溉用水量組成為 66% 河川水及 34% 地下水）進行之多介質評估結果顯示人體受到金屬暴露過程中，主要以食入吸收，且皆以農作物最重要之介質，其次方為魚肉。95th 致癌風險為 3.41×10^{-5} ，As 為致癌風險之主要貢獻金屬；95th 非致癌風險為 1.26，大於 HI=1，表示於此模擬情境中暴露所得之劑量高於會產生健康危害效應之閾值，Hg、Pb 及 As 為非致癌風險之主要貢獻金屬。惟因模擬情境設置難以完全符合實際情形，故風險評估過程中係採保守估計，而有風險高估之虞。
3. 若考量不同水源對金屬暴露劑量之貢獻，則可發現所有金屬之暴露劑量受河川水水質影響甚鉅，依據不同金屬其取用河川水對於總暴露風險之貢獻比例範圍為 59.8~66.0%。

三、研析國內化學物質釋放量管理制度及策略規劃：

1. 已完成彙整日本、美國、歐盟、加拿大、澳州等國釋放量管理制度，包含釋放量管理法源、化學物質清單、釋放量申報條件、釋放量申報流程、化學物質篩選方法、釋放量估算方法及釋放量資料呈現與應用。提出申報門檻修正，標的毒化物之年度運作量超過一公噸及含標的毒化物重量超過 1%，即須申報釋放量。
2. 完成建置以風險為基礎之需申報釋放量的毒化物篩選機制，分環境危害、人體健康危害、暴露等面向，共篩選出 36 種優先納管物質、247 種觀察物質及 57 種不需納管物質名單，搭配固定污染源有害空氣污染物名單，提出分級分期納管規劃。
3. 完成中央與地方政府釋放量合作管理模式規劃，中央政府以標準建立、審核許可及申報查核等為主，地方政府以建檔監督、稽核追蹤等為主。
4. 完成國際釋放量申報資料加值應用彙整，並以國內 DEHP 及 BPA 為例，解析釋放量、運作量及環境流布等資料庫整合應用。以 98 年至 106 年資料，可發現 DEHP 高風險污染流域為南崁溪流域、淡水河流域、鹽水溪流域、左營沿海（典寶溪）流域及林邊溪流域，各流域主要貢獻行業為塑膠製品製造業、塗料、染料及顏料製造業、電線及配線器材製造業、合成樹脂、塑膠及橡膠製造業、汽機車及其零配件及用品零售業；可發現 BPA 高風險污染流域為南崁溪流域、淡水河流域、鹽水溪流域、二仁溪流域及左營沿海（典寶溪）流域，各流域主要貢獻行業為合成樹脂、塑膠及橡膠製造業及基本化學材料製造業。
5. 完成修正「指定毒性化學物質及其釋放量計算指引-第二版」，提出釋放量估算之方法選用優先順序及可得資料參數之精準化。
6. 完成辦理一場次「強化化學物質釋放量計算指引」座談會，並根據審查意見，修正計算指引。

四、「化學物質環境流布調查資訊網站」維運：

1. 為使相關單位在執行環保業務時，同時可以參考到本計畫蒐集及建立的資料，本計畫以環保署業已建立的資料交換平台 CDX 系統，作為交接傳遞資料的平台，本年度共計上傳 33,830 筆資料，提供具有權限的使用者可瀏覽資料，或進一步地介接或分析應用資料。
2. 為了瞭解本網站的流量，以及使用者對網站單元的造訪興趣，本計畫完成了 GA 流量分析工具的建立，自今年起，不僅可利用 GA 提供的工具進行流量分析，未來亦可進一步分析網站使用族群的特性，包括造訪網站的方式、較常造訪單元的分析、常用瀏覽器的統計分析等，更易掌握使用者的習性與喜好。
3. 為使網站在主要的瀏覽器平台可以順利地提供網頁服務，本計畫導入 W3C 檢測工具，開發符合標準規範的網站與網頁，使用不同瀏覽器進行瀏覽時更為便利好用，讓網站更專業外，也能讓往後使用更加快速及維護方便。
4. 每季更新填報資料，以確保資料的即時性；並定期檢核網頁對外連結的正確性，以減少因外部相關連結網站的網址異動所造成的資料連結錯誤的現象。

建議事項

一、臺灣本島主要 15 條河川環境流布調查

1. 本計畫累計已完成國內 30 條主要河川之六氯丁二烯調查結果，河川底泥及魚體濃度及檢出率均低，建議可暫緩調查。
2. 根據國內 30 條主要河川短鏈氯化石蠟調查結果，由於碳鏈長度及氯含量皆有可能影響短鏈氯化石蠟在環境中的降解及半衰期，低碳數濃度較高，有可能代表過去使用的 SCCPs 經長時間降解作用累積而來，但亦可能代表國內使用的 SCCPs 產品以低碳數較多，惟 108 年 3 月 SCCPs 列管為第一類毒化物後，目前尚無足夠國內 SCCPs 使用情形之統計資料進行解析。建議繼續累積國內河川 SCCPs 背景資料，未來以可同時評估國內 SCCPs 於列管申報資料、釋放量監測及管理策略，再與環境流布濃度資料進行比對解析。
3. 國內河川環境壬基酚及雙酚 A 含量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。目前國內雙酚 A 列為未禁限用之第四類毒化物，壬基酚則僅禁用於製造家庭清潔劑，未禁限用於工業用清潔劑及界面活性劑，根據 107 年運作量（製造量+輸入量-輸出量）壬基酚達近 7 千公噸，雙酚 A 達 44 幾萬公噸，工業用量不容小覷。此外國內、外皆有相關文獻指出廢水經污水處理廠處理後仍含有雙酚 A、壬基酚及其相關化合物，以及放流水對環境介質濃度的貢獻極具有相關性，顯示國內工業使用及處置情形有必要進一步釐清與檢討。環保署已於 104 年 12 月 31 日公告修正壬基酚及壬基酚聚乙氧基醇之管制濃度為百分之五，建議應持續監測觀察其環境流布之趨

勢，對於歷年測值較其他地點高的採樣地點追蹤其可能污染源，俾利於管理策略調整。

4. 國內河川中鄰苯二甲酸酯類物質含量較過去調查結果有降低趨勢，中港溪底泥中 DEHP 平均濃度高於底泥品質指標下限值，建議增加其檢測頻率或採樣點，以解析其可能釋放源；其他河川平均濃度皆低於底泥品質指標下限值，顯示列管後有助於降低環境濃度。對於國內目前列管的 26 種鄰苯二甲酸酯類物質中以 DEHP 及 DINP 運作量為最高，其運作量（製造量+輸入量-輸出量）皆達數萬公噸以上，至 107 年 DINP 運作量 3 萬多公噸已高於運作量近 2 萬公噸之 DEHP，顯示國內業者已逐年減少 DEHP 使用，改以 DINP 替代，應持續監測觀察其在環境流布之趨勢。
5. 淡水河本流、基隆河、將軍溪與南崁溪等 4 條河川部分底泥中有些 PAHs 濃度超過「底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法」中規定的底泥品質指標下限值但低於上限值，需要增加上述河川底泥檢測頻率，並進行追蹤其 PAHs 濃度時空變化趨勢。
6. 淡水河本流、大漢溪、新店溪、基隆河、八掌溪、將軍溪、曾文溪、高屏溪、二仁溪、鹽水溪、朴子溪、南崁溪、頭前溪、東港溪、大安溪與典寶溪等 16 條河川部分底泥中有些 PAHs 濃度超過美國環保署淡水底泥的篩選基準，顯示這些河川底泥中某些 PAHs 濃度對底棲生物可能會造成有害效應，因此需持續觀察其後續 PAHs 濃度之變化，藉此採取相應措施，減少其對底棲生物之影響。
7. 部分河川捕獲魚體中 Benzo[a]pyrene 含量超過歐盟與我國食品中污染物質及毒素衛生標準中煙燻魚肉之管制標準，且致癌風險評估發現攝食從 30 條河川捕獲的魚之魚肉所含之 Benzo[a]pyrene 可能有致癌風險，因此需持續監測河川魚體中 Benzo[a]pyrene 的濃度變化。
8. Benzo[a]pyrene (IARC: Group 1) 與 Dibenzo[a,h]anthracene (IARC: Group 2A) 之 TEQ 值在底泥與魚體中所佔比例皆偏高，此 2 種化合物屬於人類致癌物或可能人類致癌物，因此需持續監測其於底泥與魚體之濃度變化，建立適當之管理策略，以避免造成生態與人體健康之危害。
9. 依據 15 條河川之底泥及魚體樣本檢測結果，可能對健康產生不利影響之金屬（如 As、Cd、Co、Ni 及 Pb 等）濃度於二仁溪及新城溪之樣本中有較明顯之累積情形，建議可加強前述二條河川監測頻率。
10. 歷年調查結果呈現環境中濃度未顯著下降之檢測項目（例如多溴二苯醚類），建議未來可優先選擇排放源資料充足之河川及化學物質，進行環境流布與傳輸途徑之深入探討，提供管理層面之參考。
11. 本計畫經歷年累積之環境流布數據資料，建議以風險評估應用的角度建立數據資料庫，以作為加值運用之基礎。
12. 因應國家成立毒物及化學物質局擴展國內化學物質管理範疇，本計畫建立之毒性化學物質環境流布調查規劃篩選流程及機制，亦配合

調整擴充調查化學物質對象，未來在非局限於列管毒性化學物質下，擴大蒐集化學物質清單，依照國際關注、國內使用量高、可能對環境生態及人體造成危害等篩選機制進行評估。

二、特定河川及特定化學物質流布途徑模擬研析

(一) 鹽水溪水質、底泥及魚體分析結果

1. 水質、底泥及魚體樣本之 15 種金屬濃度於全河段分布情形因樣本種類、金屬不同、環境特性及人為活動等因素而有所差異，惟仍可發現中游段為所有種類樣本中金屬累積較明顯之河段，建議可加強鹽水溪中游段監測頻率。

(二) 河川水文/水質模式模擬分析

1. 為掌握水質情形，依據化學各排污區行業別數目及登記排放量、評估模擬河川濃度空間分布及模擬情境結果，建議採樣點位優先以千鳥橋、新灣橋及永安橋，其中行業別 102-2 製革業、108-1 基本化學原料製造業、113-1 金屬表面處理業及 114-1 電鍍業皆集中於永康排污分區，故需進行永安橋及溪頂寮大橋定期檢測。

(三) 多介質模式模擬

1. 依據風險評估結果，建議未來可對放流水及管道排放 As、Hg 及 Pb 之相關排放廠商進行排放監控、減量排放輔導或加強完善防制設備及污水處理等設施。
2. 實際農業灌溉用水來源可分為河川、水庫、壩堰及地下水等，而其中又以河川作為農業灌溉用水之大宗，而風險評估中僅以單日或連續二日之水質監測數據代表長期水質數據，對於評估有不確定性存在。

三、研析國內化學物質釋放量管理制度及策略規劃

1. 因應經濟合作暨發展組織(OECD)建議各國建置污染物排放與移動登錄系統(PRTR)之環境永續與公眾知情權的精神，國內釋放量申報管理策略建議宜加嚴不同毒化物之標的行業申報門檻，並規劃後續中央與地方政府之適用配套措施，包含申報系統精進、查核驗證機制、現場稽核及異常追蹤等。
2. 依據需申報釋放量之毒化物篩選機制，篩選出 36 種優先納管物質及 247 種觀察物質，建議搭配第一批固定污染源有害空氣污染物種類進行分三期五年進行納管毒化物之釋放量申報作業。
3. 修正「指定毒性化學物質及其釋放量計算指引-第二版」，以完備釋放量估算相關參數及釋放量精準化為方向，建議未來對於修正部分規劃相關配套措施，如直接量測法中選用檢測方法之優先順序及毒化物流量比例校正等，排放因子法中排放因子選用原則及控制設備校正等。
4. 建議可參考美國 RSEI 或加州 CalEnviroScreen 等模式，進行台灣環境健康風險篩選工具之模組建置，以進行總量毒化物風險評析，亦可鎖定特殊污染源區域進行解析，可提供未來化學物質管制措施之參考。