

計畫成果摘要（詳細版）

計畫名稱： 109 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、張偉翔助理教授

計畫期程： 109 年 2 月 26 日起 109 年 12 月 31 日止

計畫經費： 新臺幣壹仟捌佰玖拾萬元整

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)進行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)強化國內化學物質釋放量管理法令及配套措施研析。第一部分已完成淡水河本流、大漢溪、新店溪、基隆河、大甲溪、濁水溪、八掌溪、急水溪、將軍溪、曾文溪、高屏溪、林邊溪、花蓮溪、秀姑巒溪、卑南溪等 15 條河川之底泥及魚體採樣及分析，檢測項目包括，全氟辛烷磺酸及全氟辛酸、大克蝸、嘉磷塞及氨基甲基膦酸、短鏈氯化石蠟、壬基酚及雙酚 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 9 類 95 種檢測物質，獲得 15,675 筆檢測數據。環境流布調查結果發現化學物質含量較初期調查結果有降低趨勢，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。惟本年度調查結果發現部分檢測項目如雙酚 A、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯及多溴二苯醚類之測值相較前一次調查結果有上升情形，建議應持續監測觀察其環境流布之趨勢，未來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。

第二部分係分別以實地水體採樣及地下水擴散模擬進行南崁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。致癌風險結果顯示依情境不同，95th 致癌風險分別為 4.17×10^{-8} 及 4.30×10^{-5} ，As 為致癌風險之主要貢獻金屬；95th 非致癌風險結果顯示依情境不同，95% UL HI 為 0.0014 及 1.71，主要貢獻金屬依模擬情境不同而有差異，情境一主要貢獻金屬為 Cu，情境二主要貢獻金屬為 Pb。

第三部分為延續 108 年計畫成果精進釋放量計算及管理，完成釋放量管理法令修正建議、計算指引修正建議、相關配套措施規劃及產業影響評析，並提出中央與地方合作模式之可行作為，以強化毒化物之管理。提供毒化物運作者正確釋放量計算及減量策略擬定之諮詢。完成以 DEHP、DBP、DecaBDE 及 BPA 為例之跨資料庫（釋放量、運作量及環境流布調查資料庫）評析，並完成設計並建置視覺化及主題化網站「毒化物申報暨

流布資料加值應用平台」。另已初步建置「台灣風險篩選環境指標模式」，並應用於毒性化學物質政策導向之整合分析，提供以健康風險為基礎之毒化物管理政策參考依據。

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.*, Danshuei River, Sindian River, Dahan River, Keelung River, Dajia River, Jhuoshuei River, Bajhang River, Jishuei River, Shincheng River, Zengwun River, Gaoping River, Linbien River, Hualien River, Siouguluan River and Beinan River). Concentrations of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA), dicofol, glyphosate and aminomethylphosphonic acid, short-chain chlorinated paraffins (SCCPs), nonylphenol (NP), bisphenol A (BPA), phthalate esters (PAEs), polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), hexabrominated biphenyls (HBB), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), metal and methylmercury were determined in collected samples and 15,675 analyzed data were obtained. The concentrations of most analyzed chemicals in sediments shows temporal decreasing trend. The results indicate that the control strategies of the usage of those chemicals are effective to reduce those release into the environment. However, the survey results of this year found that the concentrations of some analyzed chemicals e.g. BPA, DEHP and PBDEs shows increasing trend compared with the previous survey results. It is recommended to monitor the environmental distribution trends of these chemicals continuously. It will be also included 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 Nankan river basin was performed using measured metal concentrations in water and simulated metal levels in different environmental media. As to the results of health risk assessment based on wastewater pollution simulations in different water irrigation scenarios, the main exposure route was the consumption of fish and crops. The cancer risk of 95% UL in scenarios I and II was 4.17×10^{-8} and 4.30×10^{-5} , respectively, and As was the main contributor. The non-cancer risk of 95% UL HI in scenarios I and II was 0.0014 and 1.71, respectively, and Cu and Pb was the main contributor in scenario I and II.

Finally, following the conclusions of 2019 project, the release managements of toxic chemicals were suggested: 1) tighten the reporting threshold in release of toxic chemicals; 2) revised version of guidelines for the Designation of Toxic Chemical Substances and Estimation of Releases, 3) complementary measures for release managements of toxic chemicals, 4) the cooperative managements between government and local agencies. The project provide the consultant for estimation and reduction of toxic chemical releases. Moreover, a cross-database (the releases reporting, operation scale and environmental fate of toxic chemicals) visualization website and Taiwan Risk-Screening Environmental Indicators (Taiwan RSEI) model were established for the policy-based integrated analysis on toxic chemicals. DEHP, DBP, DecaBDE and BPA were taken as the examples for the integrated analyses.

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)化學物質在環境中之流布、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，亦亟需進行化學物質環境流布監測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，提供予主管機關之運作管理及釋放量整合管制，尤其是聯合空、水、廢及土壤與地下水污染管理單位進行整體釋放管理，才能有效地對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：淡水河本流、大漢溪、新店溪、基隆河、大甲溪、濁水溪、八掌溪、急水溪、將軍溪、曾文溪、高屏溪、林邊溪、花蓮溪、秀姑巒溪、卑南溪。
 - (2) 檢測物質：全氟辛烷磺酸(PFOS)及全氟辛酸(PFOA)、大克蝟、嘉磷塞及氨基甲基膦酸(AMPA)、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)、24種多溴二苯醚類(PBDEs)及5種六溴聯苯類(HBB)、26種多環芳香烴化合物(PAHs)、15種金屬及甲基汞，上述共9類95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108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（排放水量及主要排放源）、運作量資料及水位流量相關測站資料，擇定南崁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) 執行該河川流域特定範圍內環境及生物樣本之擇定化學物質採樣與檢測，獲得此河川流域特定範圍至少100筆之擇定化學物質檢測數據。

1. 南崁溪流域採樣點規劃係依據環保署水質測站及歷年環境流布採樣點進行設置，另考量南崁溪流域中間區段包含工業區及人口稠密區而進行採樣點增設。採樣點除分布於主流南崁溪上、中及下游各段外，亦於支流茄苳溪設有採樣點，故南崁溪流域合計共14處採樣點。
2. 環境及生物樣本分別於枯水期及豐水期二期進行採集，每期預計完成42個水體樣本及10個魚體樣本之採樣及金屬濃度分析，共計完成至少100筆金屬檢測數據。

(三) 依選定之化學物質項目，及近年間該河川底泥及魚體檢測結果，與蒐集之空氣、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. 地下水體擴散模擬

- (1) 依據水文地質參數資料、地下水位觀測資料及邊界條件等建立地下水流模式，並進行模式校正。
- (2) 依據列管事業別工廠點為及排放物質量體等資料建立污染物傳輸模式，並進行傳輸模擬。

2. 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。

(四) 就模擬及勾稽結果，研析相關污染源之管制建議。

三、強化國內化學物質釋放量管理法令及指引配套措施研析

(一) 檢視我國釋放量管理相關法令，針對修正指引，研提法令修正與配

套措施建置。

1. 研提我國毒化物釋放量管理相關法令修正建議，並提出中央與地方合作模式之可行作為。
 2. 依據修正指引，研提計算指引配套措施建置規劃，及對申報業者之影響評析。
 3. 協助辦理1場次「強化化學物質釋放量管理法令及配套措施」座談會，邀集相關管理單位及學術專家等參與。
- (二) 針對修正指引及檢核錯誤樣態，提供毒化物運作業者正確計算及減量策略擬定之諮詢。
1. 依據修正指引及檢核錯誤樣態，提供精確化計算之諮詢。
 2. 研析30種毒化物釋放量申報資料，篩選高釋放量業別及製程，提供毒化物釋放減量策略之建議。
- (三) 研提創建國內跨資料庫（含釋放量及環境流布調查資料庫）整合分析之政策導向策略模式。
1. 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）。
 2. 研提釋放量、運作量及環境流布資料加值應用之視覺化及主題化建置。
 3. 研提我國風險篩選環境指標之模組(Taiwan Risk-Screening Environmental Indicators, Taiwan RSEI)。

四、檢測數據資料庫維護及科普資料擬定

- (一) 更新及協助維運「化學物質環境流布調查資訊網站」
1. 提供環境流布檢測資料至109年度
 2. 提供資料更新環境流布調查資料宣導專區
- (二) 提供可讀性科普資料並協助介接至相關資料庫

結 果

一、臺灣本島主要15條河川環境流布調查

1. 本年度完成淡水河本流、大漢溪、新店溪、基隆河、大甲溪、濁水溪、八掌溪、急水溪、將軍溪、曾文溪、高屏溪、林邊溪、花蓮溪、秀姑巒溪及卑南溪等 15 條河川之 120 個底泥及 45 個魚體採樣及分析，檢測項目包括全氟辛烷磺酸(PFOS)及全氟辛酸(PFOA)、大克蝟、嘉磷塞及氨基甲基膦酸、短鏈氯化石蠟（氯含量 55.5%之 C₁₀₋₁₃ 及氯含量 63.0%之 C₁₀₋₁₃ 等 8 種 SCCPs 檢測物）、壬基酚及雙酚 A、鄰苯二甲酸酯類（DEHP、DMP、DBP、DNOP、DEP、BBP、DINP、DIDP、DIBP 等 9 種 PAEs 檢測物）、多溴二苯醚類（三溴至十溴 24 種 PBDEs 同源物）及六溴聯苯

類（5種HBB同源物）、多環芳香烴化合物（26種PAHs檢測物）、15種金屬及甲基汞等9類95種檢測物質，獲得15,675筆樣本檢測數據。

2. 全氟烷基化合物分析結果：

- (1) 全年底泥中全氟辛烷磺酸(PFOS)之檢出率及平均濃度均較全氟辛酸(PFOA)為高，PFOS全年底泥中平均濃度及範圍為0.293 (ND~2.13) $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ，檢出率28.3%，以豐水期濃度較低，各河川全年平均濃度以將軍溪平均濃度1.06 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ 為最高，基隆河0.725 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ 次之；PFOA平均濃度及範圍為<0.25 (ND~0.315) $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ，檢出率2.5%，僅將軍溪2個底泥樣本及大漢溪1個底泥樣本有檢出。
- (2) 所有河川魚體樣本同樣為PFOS之檢出率60.0%高於PFOA，其濃度平均值及範圍為7.40 (ND~43.9) $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ，1.56 (ND~8.50) $\mu\text{g}/\text{kg ww}$ ，本年度15條調查河川以將軍溪24.3 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ (4.86 $\mu\text{g}/\text{kg ww}$)為最高，大漢溪22.7 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ (4.48 $\mu\text{g}/\text{kg ww}$)次之；PFOA之魚體樣本皆為未檢出或低於最低定量濃度。

3. 大克蝨分析結果：

- (1) 全年底泥中大克蝨平均濃度及範圍為<2.0 (ND~82.7) $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ，檢出率8.3%，以豐水期濃度較低，各河川全年平均濃度以基隆河平均濃度20.3 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ 為最高，枯、豐水期共有7個樣本檢出大克蝨，檢出率87.5%；其餘14條河川底泥平均濃度皆低於最低定量濃度2.0 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ 。
- (2) 所有河川魚體樣本皆未檢出大克蝨。

4. 嘉磷塞分析結果：

- (1) 全年底泥樣本中嘉磷塞濃度平均值及範圍為24.8 (<10~137) $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ，檢出率60.0%，以豐水期濃度較高，各河川全年平均濃度以將軍溪平均濃度74.1 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ 為最高，急水溪53.0 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ 及淡水河本流40.0 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ 次之。嘉磷塞之主要代謝物氨基甲基膦酸濃度平均值及範圍為43.7 (<10~380) $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ，檢出率55.0%，以豐水期濃度較高，各河川全年平均濃度以基隆河149 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ 為最高，將軍溪132 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ 及淡水河本流100 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ 次之。
- (2) 所有河川魚體樣本中嘉磷塞濃度平均值及範圍為67.0 (<30~220) $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ，14.9 (<7.5~54.4) $\mu\text{g}/\text{kg ww}$ ，檢出率77.8%，其中以淡水河本流平均濃度41.1 $\mu\text{g}/\text{kg ww}$ 為最高，秀姑巒溪28.7 $\mu\text{g}/\text{kg ww}$ 次之。氨基甲基膦酸濃度平均值及範圍為<30 (<30~96.8) $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ，<7.5 (<7.5~18.9) $\mu\text{g}/\text{kg ww}$ ，檢出率8.9%，以高屏溪8.80 $\mu\text{g}/\text{kg ww}$ 為最高，其餘河川魚體平均濃度皆低於最低定量濃度。

5. 短鏈氯化石蠟(SCCPs)分析結果：

- (1) 全年底泥中氯含量 55.5% SCCPs 平均濃度以 55.5% SCCPs C₁₀ 0.469 (<0.15~2.98) mg/kg dw 為最高，檢出率 93.3%；63% SCCPs 平均濃度以 63% SCCPs C₁₀ 0.198 (<0.05~1.36) mg/kg dw 為最高，檢出率 92.5%。本年度河川底泥樣本中 SCCPs 總量平均值及範圍為 1.29 (0.369~5.58) mg/kg dw，以豐水期濃度較低，各河川全年平均濃度以淡水河本流平均濃度 3.45 mg/kg dw 為最高，基隆河 2.13 mg/kg dw 次之。
 - (2) 所有魚體中氯含量 55.5% 之 SCCPs 平均濃度以 55.5% SCCPs C₁₀ 0.353 (<0.3~0.769) mg/kg dw 為最高，檢出率 60.0%；氯含量 63% SCCPs 平均濃度以 63% SCCPs C₁₀ 為 0.309 (<0.1~0.783) mg/kg dw 為最高，檢出率 88.9%。河川魚體中 SCCPs 總量以卑南溪平均濃度 0.779 mg/kg ww 最高，曾文溪 0.535 mg/kg ww 次之。
6. 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 59.6 (14.6~157) µg/kg dw，以豐水期濃度較低，各河川全年平均濃度以將軍溪平均濃度 77.1 µg/kg dw 為最高，卑南溪 65.7 µg/kg dw 次之；魚體平均濃度及範圍為 4.32 (2.44~12.7) µg/kg dw，0.936 (0.473~2.48) µg/kg ww，其中以大漢溪平均濃度 6.34 µg/kg dw (1.26 µg/kg ww) 為最高，八掌溪 5.12 µg/kg dw (0.998 µg/kg ww) 次之。
 - (2) 雙酚 A：底泥平均濃度及範圍為 12.3 (2.26~42.9) µg/kg dw，以豐水期濃度較低，各河川全年平均濃度以八掌溪 18.6 µg/kg dw 為最高，林邊溪平均濃度 16.8 µg/kg dw 次之；魚體平均濃度及範圍為 <2.0 (<2.00~4.03) µg/kg dw，<0.5 (<0.05~0.999) µg/kg ww，其中以淡水河本流魚體平均濃度 2.01 µg/kg dw (0.500 µg/kg ww) 為最高。
7. 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 0.81 (ND~9.50) mg/kg dw，檢出率 80.0%，以豐水期濃度較高；DBP 檢出率 7.5% 次之，BBP、DINP 及 DIDP 皆為未檢出或低於最低定量濃度。全年各河川底泥中 DEHP 分析結果，以淡水河本流平均濃度 3.36 mg/kg dw 為最高，花蓮溪 2.57 mg/kg dw 次之。
 - (2) 魚體中 9 種 PAEs 以 DEHP 之檢出率 57.8% 為最高，DNOP、DINP 及 DIDP 皆為未檢出。魚體中 DEHP 平均濃度及範圍為 1.04 (ND~22.9) mg/kg dw，0.22 (ND~4.64) mg/kg ww，其中以新店溪平均濃度 8.08 mg/kg dw (1.64 mg/kg ww) 為最高。
8. 多溴二苯醚類(PBDEs)及六溴聯苯類(HBB)分析結果：
- (1) 多溴二苯醚類(PBDEs)：底泥中 24 種 PBDEs 同源物總量平均濃度及範圍為 15,858 (133~187,264) ng/kg dw，以豐水期濃度較高，各

河川全年平均濃度以淡水河本流平均濃度 68,196 ng/kg dw 為最高，大漢溪 67,232 ng/kg dw 次之。魚體中 24 種 PBDEs 同源物總量平均濃度及範圍為 5,315 (305~58,383) ng/kg dw，1,209 (63.6~13,844) ng/kg ww，其中以淡水河本流 33,741 ng/kg dw (8,327 ng/kg ww) 為最高，基隆河平均濃度 20,617 ng/kg dw (4,528 ng/kg ww) 次之。

- (2) 六溴聯苯類(HBB)：底泥中 5 種 HBB 同源物總量平均濃度及範圍為 23.6 (0.199~2,500) ng/kg dw，以豐水期濃度較低，各河川全年平均濃度以新店溪 332 ng/kg dw 為最高，基隆河平均濃度 5.17 ng/kg dw 次之。魚體中 5 種 HBB 同源物總量平均濃度及範圍為 12.2 (0.320~123) ng/kg dw，2.78 (0.067~32.8) ng/kg ww，其中以淡水河本流 78.2 ng/kg dw (20.0 ng/kg ww) 為最高，新店溪平均濃度 39.9 ng/kg dw (7.82 ng/kg ww) 次之。

9. 多環芳香烴化合物(PAHs)分析結果：

- (1) 本年度 15 條河川底泥中 26 種 PAHs 總量平均濃度及範圍為 0.225 (0.046~1.487) mg/kg dw，以豐水期濃度較低，15 條河川以基隆河最高；在 26 種 PAHs 中是以 Benzo[a]anthracene 檢出率最高，檢出平均濃度是以 Phenanthrene 最高。15 條河川底泥之總毒性當量(total toxic equivalency, total TEQ)平均值與範圍為 20.8 (2.2~192.5) μ g/kg dw，其中以基隆河最高；16 種 PAHs 之 TEQ 平均比例是以 Benzo[a]pyrene 最高。
- (2) 本年度 15 條河川魚體中 26 種 PAHs 總量平均濃度及範圍為 1.504 (0.476~2.265) mg/kg dw [0.356 (0.102~0.526) mg/kg ww]，其中以秀姑巒溪最高；在 26 種 PAHs 中魚體是以 Cyclopenta[c,d]pyrene 檢出率與檢出平均濃度最高。15 條河川魚體之 total TEQ 平均值與範圍是 87.4 (6.9~370.5) μ g/kg dw，其中以卑南溪最高；魚體中 16 種 PAHs 之 TEQ 平均比例是以 Dibenzo[a,h]anthracene 最高。

10. 底泥中金屬及甲基汞分析結果：

- (1) 15 條河川中，Ag 與 MeHg 於全部底泥樣本皆為 ND，表示樣本中所含濃度極低。
- (2) 其他金屬之最高全年平均濃度則分別出現於淡水河本流 (As：31.8 mg/kg dw、Cu：70.2 mg/kg dw 及 Pb：32.9 mg/kg dw)、將軍溪 (Cd：0.217 mg/kg dw 及 Zn：294 mg/kg dw)、秀姑巒溪 (Co：13.8 mg/kg dw、Cr：54.4 mg/kg dw、Ga：38.7 mg/kg dw 及 Ni：45.9 mg/kg dw)、基隆河 (Hg：0.341 mg/kg dw)、林邊溪 (Li：48.9 mg/kg dw)、卑南溪 (Mn：679 mg/kg dw)、急水溪 (Sn：145 mg/kg dw)、花蓮溪 (Sr：122 mg/kg dw)。
- (3) Cd、Cr 與 Pb 金屬於 15 條河川底泥樣本之全年平均濃度皆低於底泥品質指標下限值；Cu、Hg 及 Zn 金屬於部分河川底泥樣本之全年平均濃度高於底泥品質指標下限值，如大漢溪、基隆河、將軍溪、

淡水河及新店溪等；As 及 Ni 金屬則屬多數河川底泥樣本之全年平均濃度介於上限值與下限值間；其他金屬無訂定相關指標值。

- (4) 15 條河川底泥樣本之平均金屬濃度於 107 年及 109 年分布趨勢相近，唯 109 年急水溪底泥樣本平均 Sn 濃度相較於 107 年有明顯升高情形（107 年 2.03 mg/kg dw，109 年 145 mg/kg dw），且相較同年度之其他河川底泥樣本平均濃度亦偏高，唯 Sn 非放流水監測項目亦非底泥品質指標內容，因此對於該河川流域之放流水來源可加強監督。

11. 魚體中金屬及甲基汞分析結果：

- (1) 15 條河川中，Ag、Cd、Ga 及 Sn 於多數魚體樣本為 ND 或低於檢量線最低點，僅少數樣本含有濃度，表示樣本中所含濃度極低。
- (2) 其他金屬之最高全年平均濃度則分別出現於淡水河本流（As：2.43 mg/kg ww、Li：0.037 mg/kg ww 及 Ni：0.095 mg/kg ww）、濁水溪（Co：0.050 mg/kg ww）、大甲溪（Cr：0.084 mg/kg ww 及 Cu：0.559 mg/kg ww）、曾文溪（Hg：0.156 mg/kg ww 及 MeHg：0.199 mg/kg ww）、花蓮溪（Mn：1.29 mg/kg ww）、林邊溪（Pb：0.022 mg/kg ww）、將軍溪（Sr：5.26 mg/kg ww）、大漢溪（Zn：26.5 mg/kg ww）。
- (3) 與食品中污染物質及毒素衛生標準相比，45 個魚體樣本之 Cd、Pb 及 MeHg 濃度均未有高於標準值之情形（依據魚種不同，衛生標準值不同）；其他金屬無訂定相關標準值。

12. 完成「化學物質環境流布調查成果手冊 109 年版」資料更新至 108 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

1. 南崁河流域水質樣本分析結果：

- (1) Ag 及 Cd 濃度於多數水質樣本之檢出濃度為 ND 或是低於檢量線最低點，表示樣本中所含之金屬濃度偏低。
- (2) As、Cr、Ga、Hg、Li、Sr 及 Zn 等金屬濃度於南崁溪上游段樣本中較高；Co、Cu、Mn 及 Sn 等金屬濃度以南崁溪下游段樣本中較高；Ni 及 Pb 等金屬濃度於茄苳溪上游段樣本中較高。
- (3) 與保護人體健康相關環境基準相比，南崁溪主流及茄苳溪支流於枯水期時皆有部分水質樣本之 Cu、Mn 及 Pb 金屬濃度高於基準值；豐水期時僅 Mn 金屬濃度高於基準值。

2. 南崁河流域魚體樣本分析結果：

- (1) Ag、Cd 及 Ga 金屬濃度於多數魚體樣本之檢出濃度為 ND 或是低於檢量線最低點，表示樣本中所含之金屬濃度偏低
- (2) Co、Cu、Ni、Sn 及 Zn 等金屬濃度於舊路大橋魚體樣本中較高；

Cr 濃度則以南崁溪橋魚體樣本中較高；As、Hg、Li、Mn、Pb、Sr 及 MeHg 等金屬濃度於星見橋魚體樣本中較高

- (3) 與食品中污染物質及毒素衛生標準相比，32 個魚體樣本之 Cd、Pb 及 MeHg 濃度皆未有高於標準值之情形（依據魚種不同，衛生標準值不同）；其他金屬無訂定相關標準值。

3. 地下水污染物質擴散模擬：

- (1) 模擬結果顯示，金屬總 Hg、Cd 排放量為微量值，對於地下水體較無影響；金屬總 Cr 因吸附常數較大，若入滲地下水體則模擬擴散行為較不顯著；金屬 Cu、Zn 及 Ni 於匯集點#1 至匯集點#5 擴散濃度較高，於地下水體擴散行為較為顯著，且以匯集點 3 擴散分布為最大。
- (2) 分析南崁溪流域 8 種金屬影響範圍，區域監測井之 109 年度濃度顯示 8 種金屬項目皆低於管制標準。

4. 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，且以農作物及魚肉為重要介質。95th 致癌風險為 4.17×10^{-8} ，As 為致癌風險之主要貢獻金屬；95th 非致癌風險為 0.0014，遠小於 HI=1，Cu 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 80% 河川水及 20% 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。95th 致癌風險為 4.30×10^{-5} ，As 為致癌風險之主要貢獻金屬；95th 非致癌風險為 1.71，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，Pb 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 77.4~80.0%。

三、強化國內化學物質釋放量管理法令及配套措施研析

1. 檢視我國釋放量管理相關法令，針對修正指引，研提法令修正與配套措施建置：

- (1) 完成「毒性及關注化學物質運作與釋放量紀錄管理辦法」之釋放量申報條件修正建議，建議修正釋放量申報條件為運作場所屬於選定行業別情形下，製造量與使用量之年度總和超過 1 公噸或使用之物料、材料所含有毒性化學物質重量百分比超過 1% w/w。並完成申

報條件修正建議之產業影響評析，以 108 年運作申報資料為例，依上述三項建議修正申報條件分別交叉比對須申報運作場所數及家次數。修正釋放量申報條件使申報運作場所比例由 12.1% 增加至 60.6%，申報家次比例由 3.4% 增加至 28.4%，主要申報行業別為金屬加工處理業（26.48%），主要申報縣市為桃園市（18.6%）。另亦考量修正釋放量申報條件下主要申報縣市地方主管機關人力配置情形。

- (2) 完成現行法規及申報管理制度介接評估檢討，計算指引參數可與「固定污染源空氣污染物連續自動監測設施管理辦法」、「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」及「有害事業廢棄物檢測及紀錄管理辦法」等法規介接，主要介接參數為排氣量、收集設備效率、處理設備效率、毒性化學物質檢測濃度等。
 - (3) 完成排放流率監測設施設置規範之規劃建議，建議於「指定毒性化學物質及其釋放量計算指引」新增排放流率監測設施之定義。以 108 年度釋放量申報資料為例，分析排放流率監測設施設置情形，92.2% 運作場所尚未設置空氣排放流率監測設施，主要分布於高雄市；80.9% 運作場所尚未設置水體排放流率監測設施，主要分布於高雄市。
 - (4) 完成中央與地方於毒性化學物質釋放量申報及管理之可行作為規劃，其中風險管制部分提出以健康風險為基礎之毒性化學物質釋放量風險管制規劃，申報查核部分針對釋放量審查及教育訓練提出中央與地方主管機關之合作模式。
 - (5) 完成「指定毒性化學物質及其釋放量計算指引」之修正建議，明訂參數定義及修正計算公式。另亦針對釋放量申報系統完成自動化驗證項目建議，並與空保處進行可行性討論。
 - (6) 依 108 年計畫建議，完成新增 38 種依指引計算釋放量之毒性化學物質對業者之影響評析，以 108 年釋放量申報資料為例，新增 38 種使須依指引計算釋放量之運作場所數由 57.0% 增加至 85.8%，須依指引計算釋放量之家次數由 60.9% 增加至 77.6%，主要分布於高雄市，主要行業別為化學原材料製造業。
 - (7) 於 109 年 10 月 23 日辦理「強化化學物質釋放量管理法令及配套措施」座談會，共 21 位專家委員、中央主管機關及地方主管機關及釋放量查核實務執行單位參與。
2. 針對修正指引及檢核錯誤樣態，提供毒性化學物質運作業業者正確計算及減量策略擬定之諮詢：
- (1) 提供業者釋放量估算方法選擇諮詢、釋放量計算諮詢與釋放減量建議。
 - (2) 根據 108 年度計畫之檢核成果，協助提出 109 度優先查核行業別。

3. 國內化學物質跨資料庫(含運用量、釋放量及環境流布調查資料庫)整合分析及風險篩選環境指標模式：
 - (1) 同時考量 104 年至 108 年運作量申報資料、釋放量申報資料及環境流布調查結果，DEHP 底泥平均濃度最高之淡水河流域，釋放量申報由 3118.80 公斤降至 2560.94 公斤，呈下降趨勢，皆為空氣介質釋放源，塗料、染料及顏料製造業為主要釋放行業別。DBP 底泥平均濃度最高之淡水河流域，DBP 無釋放量申報；使用量由 15.34 公噸降至 4.52 公噸，呈下降趨勢，汽機車零配件及用品零售業為主要使用行業別。DecaBDE 底泥平均濃度以淡水河最高，DecaBDE 無製造量、使用量及釋放量申報。BPA 底泥平均濃度最高之二仁溪流域，由 41.87 公斤增加至 14017.21 公斤，呈上升趨勢，主要為空氣介質釋放（99.79%），塑膠原料製造業為主要釋放行業別。
 - (2) 完成設計並建置視覺化及主題化網站「毒化物申報暨流布資料加值應用平台」，並應用平台呈現 DEHP、DBP、DecaBDE 及 BPA 之 104 年至 108 年釋放量、運作量及環境流布之跨資料庫數據整合分析。
 - (3) 參考美國環保署風險篩選環境指標(US EPA RSEI)已完成應用釋放量資料庫建置我國風險篩選環境指標（Taiwan RSEI）模式，並以 DEHP 及 BPA 為例進行 Taiwan RSEI 指標分析。
 - (4) DEHP 之 RSEI 總分以臺中市為最高，其中塗料、染料及顏料製造業（30%）為主要貢獻。BPA 之 RSEI 總分以新竹縣為最高，其中塑膠原料製造業（99.84%）為主要貢獻。

四、檢測數據資料庫維護及科普資料擬定：

1. 更新「化學物質環境流布調查資訊網站」化學物質環境流布現況說明及濃度科普圖。
2. 完成「化學物質歷年檢測結果查詢」數據資料更新至 108 年度調查成果。
3. 研擬 3 種可讀性科普資料供承辦科參考。
4. 將化學物質歷年檢測結果數據資料上傳至行政院環境保護署環境資源資料交換平台（CDX 系統），作為介接傳遞資料的平台，本年度共計上傳 10,956 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。

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 120 個底泥樣本及 45 個魚體樣本於 9 類 95 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. 「斯德哥爾摩公約」已分別於 98 年及 108 年將 PFOS 及 PFOA 列入

POPs，環保署亦分別於 99 年及 107 年公告列管為毒性化學物質。根據本年度首度開始執行之 PFOS 及 PFOA 調查結果，河川底泥及魚體中全氟辛烷磺酸(PFOS)含量及檢出率均高於全氟辛酸(PFOA)，河川底泥中 PFOS 測值以將軍溪最高，基隆河次之。河川魚體中 PFOS 測值以將軍溪最高，大漢溪次之。PFOA 含量及檢出率均低，底泥只有將軍溪及大漢溪之部分樣本有檢出，魚體皆未檢出。本團隊自行加測 18 種 PFAS，結果顯示仍有部分河川底泥及魚體樣本有檢出（如 PFPeS 及 PFUnA 等）。

3. 「斯德哥爾摩公約」於 108 年新增列管 POPs 大克蝟，環保署已於 109 年公告列管為毒性化學物質。根據本年度首度開始執行之大克蝟調查結果，多數河川底泥中大克蝟含量及檢出率均低，惟基隆河於枯、豐水期底泥濃度（全年平均濃度 20.3 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ）及檢出率(87.5%)均高，其餘 14 條河川底泥平均濃度皆未達最低定量濃度 2.0 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ；15 條河川魚體皆未檢出大克蝟。
4. 本年度首度調查嘉磷塞結果顯示多數河川底泥及魚體皆可檢出嘉磷塞及其代謝物氨基甲基膦酸，而且豐水期底泥濃度較枯水期高。河川底泥中嘉磷塞平均濃度以將軍溪平均濃度最高，急水溪及淡水河本流次之。嘉磷塞之主要代謝物氨基甲基膦酸平均濃度以基隆河為最高，將軍溪及淡水河本流次之。底泥中嘉磷塞含量較高的河川，氨基甲基膦酸含量亦較高。河川魚體中嘉磷塞平均濃度以淡水河本流最高，秀姑巒溪次之；河川魚體中氨基甲基膦酸含量及檢出率均低，以高屏溪最高，其餘河川魚體平均濃度皆未達最低定量濃度。
5. 本計畫調查 30 條主要河川，每條河川至今已累積 1 至 2 次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。淡水河本流、大漢溪、新店溪、八掌溪、急水溪等河川測值皆較前一次調查結果低，但基隆河、將軍溪及林邊溪測值則有上升之情形。國內近 2 年以二仁溪底泥中 SCCPs 總量濃度為最高，淡水河本流次之；此外，以卑南溪魚體中 SCCPs 總量濃度為最高，曾文溪次之。
6. 本計畫調查 30 條主要河川，每條河川至今已累積至少 4 次壬基酚調查資料，過去測值相對較高之河川包括淡水河本流、大漢溪、新店溪、將軍溪等皆有逐年下降趨勢；基隆河前一次測值相較 105 年測值已顯降低，本年度測值略為上升；八掌溪、急水溪、秀姑巒溪及卑南溪等過去測值較低的河川，壬基酚濃度有逐年上升的趨勢。國內近 2 年以典寶溪及將軍溪測值較高，平均濃度超過 70 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ，其他河川平均濃度在 70 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ 以下。魚體壬基酚平均濃度以北港溪及東港溪測值較高，平均濃度超過 2 $\mu\text{g}/\text{kg ww}$ ，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 4 次雙酚 A 調查資料，除了急水溪及曾文溪較前一次測值低，本年度其他河川雙酚 A

測值皆上升。國內近 2 年以典寶溪、二仁溪及鹽水溪測值較高，平均濃度超過 20 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ ，其他河川平均濃度在 20 $\mu\text{g}/\text{kg dw}$ 以下。魚體雙酚 A 平均濃度以北港溪測值較高，平均濃度超過 1 $\mu\text{g}/\text{kg ww}$ ，高於其他河川魚體濃度。

8. 本計畫自 90 年開始進行國內河川鄰苯二甲酸酯類環境流布調查，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 DEHP 測值較其他河川高之河川，包括淡水河本流、新店溪及基隆河皆有上升趨勢；過去花蓮溪底泥 DEHP 含量屬於測值較低之河川，但本年度底泥 DEHP 平均濃度陡升，含量較高的 3 個樣本集中在豐水期，而且此 3 個樣本皆檢測出 DNOP；其他河川 DEHP 測值則與過去相近。其可能原因為今年受新冠肺炎疫情影響，國內旅遊人數激增，而花蓮溪為國內熱門溯溪地點，旅遊人潮帶來的各式人為製品（例如塑膠生活用品、鞋子、塗層織物...等）及垃圾，可能對河川環境產生 DEHP 的污染。但 DEHP 的用途廣泛，花蓮溪實際的污染來源仍須待進一步的調查以釐清。國內近 2 年以淡水河本流、花蓮溪及中港溪測值較高，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 平均濃度以新店溪、新城溪及鹽水溪測值較高，平均濃度超過 0.5 $\text{mg}/\text{kg ww}$ ，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 4 次 PBDEs 調查資料，過去測值相對較高之河川，包括淡水河本流、大漢溪、新店溪、基隆河、將軍溪及林邊溪皆有上升趨勢，其他河川平均濃度略有差異，但皆在 10,000 $\text{ng}/\text{kg dw}$ 以下。國內近 2 年以二仁溪、南崁溪、淡水河本流及大漢溪測值較高，平均濃度超過 60,000 $\text{ng}/\text{kg dw}$ ；其他河川平均濃度在 40,000 $\text{ng}/\text{kg dw}$ 以下。魚體 PBDEs 平均濃度以淡水河本流及基隆河測值較高，平均濃度超過 4,000 $\text{ng}/\text{kg ww}$ ，高於其他河川魚體濃度。
10. 過去 HBB 測值相對較高之河川，包括新店溪、基隆河及將軍溪皆較前一次調查測值上升，尤其以新店溪上升幅度最大，主要為枯水期時新店溪華中大橋底泥中 HBB 測值 2,500 $\text{ng}/\text{kg dw}$ 造成，豐水期時該採樣點底泥測值已降低至與其他河川底泥相近，但該測點下游之華江大橋測值 123 $\text{ng}/\text{kg dw}$ 仍屬偏高。HBB 為已禁用多年的化學物質，但仍可因其相關產品廢棄而滲出進入環境，實際的污染來源需待進一步的調查以釐清。淡水河本流及大漢溪則有下降趨勢，其他河川平均濃度略有差異，但皆在 2 $\text{ng}/\text{kg dw}$ 以下。國內近 2 年以二仁溪及新店溪測值較高，平均濃度超過 300 $\text{ng}/\text{kg dw}$ ；其他河川平均濃度皆在 30 $\text{ng}/\text{kg dw}$ 以下。魚體 HBB 平均濃度以二仁溪及淡水河本流測值較高，平均濃度超過 10 $\text{ng}/\text{kg ww}$ ，高於其他河川魚體濃度。
11. 本計畫調查 15 條主要河川，每條河川至今已累積 2 次 PAHs 調查資料，109 年度 15 條河川底泥中 26 種 PAHs 總量平均濃度皆低於 107 年度測

值。107 與 109 年度基隆河與 107 年度淡水河本流底泥檢出之有些 PAHs 平均濃度超過「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（逾下限值須增加檢測頻率）但低於上限值。109 年度基隆河、高屏溪與林邊溪等 3 條河川底泥中 total TEQ 平均值高於 107 年度的測值。

12. 本年度濁水溪底泥中低環數 PAHs 比例較高者，顯示此河川底泥中 PAHs 的來源主要是屬於石油及其相關產品的使用與洩漏，而其餘 14 條河川皆以高環數比例較高，顯示此 14 條河川 PAHs 污染來源主要屬於燃燒碳氫化合物所產生的。透過雙診斷比值評估發現除了淡水河本流，大甲溪與濁水溪涵蓋兩大污染源外，其他 12 條河川底泥中 PAHs 主要污染來源為碳氫化合物的燃燒。
13. 109 年度大甲溪、濁水溪、曾文溪、花蓮溪及秀姑巒溪等 5 條河川魚體樣本中測得之 26 種 PAHs 總量平均濃度皆高於 107 年度，其餘 10 條河川測得之魚體樣本 26 種 PAHs 總量平均濃度則為 107 年度高於 109 年度。107 年度大漢溪、新店溪、基隆河、大甲溪、八掌溪、急水溪與將軍溪等 7 條河川魚體中 total TEQ 平均值高於 109 年度的測值。
14. 本年度 15 條河川魚體中 PAHs 皆以高環數比例較高，顯示 15 條河川魚體中主要 PAHs 的來源可能是攝食水、懸浮顆粒、食物或底泥中含有來自於燃燒碳氫化合物之產物。
15. 15 條河川底泥樣本中，Ag 與 MeHg 皆為 ND；As、Cu、Hg、Ni 及 Zn 等金屬於部分河川底泥樣本之全年平均濃度高於底泥品質指標下限值。109 年急水溪底泥樣本平均 Sn 濃度相較於 107 年有明顯升高情形。
16. 15 條河川魚體樣本中，Ag、Cd、Ga 及 Sn 於多數魚體樣本為 ND 或低於檢量線最低點；Cd、Pb 及 MeHg 濃度均未有高於規範標準值之情形。
17. 完成「化學物質環境流布調查成果手冊 109 年版」資料更新至 108 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：

1. 南崁溪水質及魚體分析結果

- (1) 南崁溪水質樣本中多數金屬濃度呈現枯水期高於豐水期趨勢，且若以河段計，15 種金屬濃度多以南崁溪上游段或下游段濃度較高。枯水期水質樣本，僅 Cu、Mn 及 Pb 金屬濃度高於保護人體健康相關環境基準值；豐水期水質樣本，僅 Mn 金屬濃度高於基準值。
- (2) 南崁溪魚體樣本中，以採樣點位計，舊路大橋（南崁溪上游段）及星見橋（茄苳溪中游段）之魚體樣本具有較高金屬濃度。相較於食品中污染物質及毒素衛生標準，皆未高於標準值。

2. 地下水污染物質擴散模擬

- (1) 依據列管事業別工廠排放點位及排放物質量體濃度等資料畫分之 5 區匯集區域，以匯集 2、3 及 4 區域佔總體排放量為 97%，且金

屬排放項目則以 Cu、Ni 及 Zn 最為顯著。

- (2) 模擬結果顯示，Hg、Cd 因排放量較少對地下水體影響甚微；Cr 因吸附常數較大，若入滲地下水體則擴散行為不顯；Cu、Zn 及 Ni 於地下水體模擬擴散濃度較高，擴散行為明顯，並以匯集點 3 擴散分布為最大。
 - (3) 區域監測井 8 種金屬濃度皆低於管制標準。
3. 多介質模式模擬
- (1) 除 Hg 主要暴露途徑是經由吸入吸收外，其他金屬主要暴露途徑為食入吸收，且以農作物及魚肉為重要介質。
 - (2) 以 100% 地下水做為農業用水源時，對該流域居民而言，95th 致癌風險及 95th 非致癌風險皆低於會產生健康危害效應之閾值。
 - (3) 以 80% 河川水及地下水做為灌溉用水源時，對該流域居民而言，95th 致癌風險及 95th 非致癌風險皆略高於會產生健康危害效應之閾值，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。
 - (4) 考量不同水源對金屬暴露劑量之貢獻，則可發現金屬之暴露劑量受河川水水質影響甚鉅。

三、強化國內化學物質釋放量管理法令及配套措施研析：

1. 檢視我國釋放量管理相關法令，針對修正指引，研提法令修正與配套措施建置：
 - (1) 已完成釋放量申報條件法令及指定毒性化學物質及其釋放量計算指引修正建議，有助於強化我國毒性化學物質釋放量管理及申報正確性，保障國人健康與生態環境，並與國際制度接軌。
 - (2) 以風險總量管制、申報審查驗證及教育訓練等進行完成規劃中央與地方釋放量申報及管理合作模式，利於強化中央與地方主管機關管理量能。
 - (3) 完成辦理「毒化物釋放量計算指引參數介接討論會」及「強化化學物質釋放量管理法令及配套措施座談會」，蒐集彙整專家委員、中央與地方主管機關之建議。
2. 針對修正指引及檢核錯誤樣態，提供毒性化學物質運作者正確計算及減量策略擬定之諮詢：
 - (1) 提供業者釋放量估算方法選擇諮詢、釋放量計算諮詢與釋放減量建議。
 - (2) 根據 108 年計畫之檢核成果，協助提出 109 年度優先查核行業別。
3. 研提創建國內跨資料庫（含釋放量及環境流布調查資料庫）整合分析之政策導向策略模式：
 - (1) 已完成 104 年至 108 年 DEHP、DBP、DecaBDE 及 BPA 等毒化物

之跨資料庫（釋放量、運作量及環境流布調查資料庫）評析，並完成設計並建置視覺化及主題化網站「毒化物申報暨流布資料加值應用平台」，並應用平台整合分析及呈現。

- (2) 已完成國內風險篩選環境指標模式（Taiwan RSEI），並以 DEHP 及 BPA 為例進行 Taiwan RSEI 指標分析。未來可提供快速篩選高風險之毒化物、區域及行業等，提供以健康風險為基礎之毒化物管理政策參考依據。

四、檢測數據資料庫維護及科普資料擬定：

1. 完成「化學物質環境流布調查資訊網站」例行性維護及資料更新。
2. 完成將歷年調查資料擬定可讀性科普資料。
3. 完成歷年化學物質環境流布調查結果介接至化學雲系統。

建議事項

一、臺灣本島主要 15 條河川環境流布調查

1. 全氟辛烷磺酸、全氟辛酸、大克蝟、嘉磷塞及其代謝物氨基甲基磷酸為本年度首度執行環境流布背景調查的化學物質，河川底泥及魚體樣本中皆可檢出，且部分河川的濃度及檢出率均高，建議持續完成 30 條河川調查，建立國內完整的環境流布背景資料，並監測觀察其環境流布趨勢，俾利於管理策略調整。本團隊自行加測之 18 種全氟烷基化合物調查結果，發現仍有部分河川底泥及魚體樣本有檢出（如 PFPeS 及 PFUnA 等），建議擴增全氟烷基化合物之調查項目。
2. 短鏈氯化石蠟目前完成 1.5 輪之環境流布調查，本年度 15 條河川已完成第 2 次流布調查，相較前一次調查結果底泥平均濃度增降各半，但整體魚體平均濃度為上升。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。建議持續累積國內 30 條河川 SCCPs 背景資料，未來可同時評估國內 SCCPs 運作量申報、釋放量申報與環境流布濃度資料進行比對解析，此外亦需密切瞭解含管制濃度以下之 SCCPs 商品之進口及使用情形。建議持續累積國內 30 條河川 SCCPs 背景資料，建立國內完整的環境流布背景資料，並監測觀察其環境流布趨勢，俾利於管理策略調整。
3. 壬基酚及雙酚 A、鄰苯二甲酸酯類、多溴二苯醚類及六溴聯苯等國內 30 條主要河川已累積建立 4 次環境流布背景調查資料的化學物質，環境中各檢項目含量相較環境流布初期調查結果有降低趨勢，顯示加強管制有助於降低環境濃度。惟本年度調查結果發現部分檢測項目（如

雙酚 A、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、多溴二苯醚類等) 之測值相較前一次調查結果為上升，淡水河本流、大漢溪、新店溪、基隆河及花蓮溪皆發現底泥濃度高於 DEHP 底泥品質指標下限值之情形，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. 多環芳香烴化合物及金屬目前皆完成 1.5 輪之環境流布調查，本年度 15 條河川相較前一次調查結果，PAHs 之底泥及魚體平均濃度為多數河川降低，金屬之底泥及魚體平均濃度則為多數河川相近。惟部分河川 PAHs 及金屬濃度超過底泥品質指標下限值，部分河川捕獲之魚體中 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針對煙燻魚肉之管制標準，因此建議持續建立國內完整的環境流布背景資料，並監測觀察其環境流布趨勢，俾利於管理策略調整。
5. 本計畫調查結果發現部分河川底泥中鄰苯二甲酸酯類、多環芳香烴化合物及金屬測值超過「底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法」之底泥品質指標下限值，將彙整相關資料交由化學局參用。建議可增加河川之監測頻率，追查其污染來源。
6. 環境流布調查未來規劃，建議持續針對國內 30 條主要河川建立具時序性的環境流布調查資料，並且配合環保署化學局以每 2 年完成一輪調查的頻率，建議每 2 年盤點一次環境流布調查的化學物質名單，以毒化物環境流布調查規劃篩選機制，配合國內外關注物質清單（例如我國環保署關注化學物質與具危害性關注化學物質、斯德哥爾摩公約附件之持久性有機污染物、歐盟高度關注物質清單等），滾動式分年納入環境流布調查物質名單。建議未來可規劃擴增監測調查的 POPs 及關注化學物質有多氯萘、甲氧滴滴涕、得克隆、全氟己烷磺酸等。
7. 建議可利用歷年化學物質環境流布調查數據篩選已調查多年的化學物質進行加值運用，如河川環境與生物體的關聯性解析、河川流域排放資料與河川環境流布調查資料關聯性解析等。

二、特定河川及特定化學物質流布途徑模擬研析

1. 南崁溪水質及魚體分析結果

(1) 水質及魚體樣本之 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，惟仍可發現南崁溪上游段於所有種類樣本中屬於金屬累積較明顯之河段，建議可加強南崁溪上游段監測頻率。

2. 地下水污染物質擴散模擬

(1) 南崁溪中游段涵括匯集 2、3 及 4 區，列管事業別家數眾多，而依據模擬結果顯示，5 區匯集中以匯集 3 區之金屬擴散分布為最大，因此建議可對此區域增加監測頻率。

3. 多介質模式模擬

- (1) 依據情境二（雙灌溉水源，80%河川水及20%地下水）風險評估結果，建議未來可對放流水及管道排放 Pb、Hg 及 As 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、強化國內化學物質釋放量管理法令及配套措施研析

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毒化物釋放量申報條件，以分階段分年的方式進行，公告修正之計算指引，並繼續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、初審及複審查核機制、教育訓練等。
2. 本計畫已初步建置我國風險篩選環境指標（Taiwan RSEI）模式，應用於毒化物釋放量管理之參考。建議可繼續以現有毒化物進行後續環境風險研析，並繼續搜尋國際間以健康風險及管理政策為導向之釋放量資料庫應用管理策略及模式。如有考量化學物質經空氣沉降而進入水體之狀況，可評估以多介質模式進行模擬。
3. 依據釋放量精進計算及驗證後之申報資料，規劃建置我國毒性化學物質釋放量清冊管理策略，研析釋放源與管理措施。