

計畫成果摘要（詳細版）

計畫名稱：110 年化學物質環境流布背景調查及釋放量清冊管理
研析專案工作計畫

計畫編號：110A002

計畫執行單位：國立成功大學

計畫主持人：李俊璋、田倩蓉、陳秀玲、張偉翔、薛欣達

計畫期程：110 年 1 月 21 日起 110 年 12 月 31 日止

計畫經費：新臺幣壹仟捌佰肆拾萬元整

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)研析國內毒性化學物質釋放量清冊管理策略及應用模式。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，全氟烷基化合物、大克蝟、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 113 種檢測物質，獲得 18,758 筆檢測數據。環境流布調查結果發現有些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底泥與魚體中化學物質濃度。惟本年度調查結果發現部分檢測項目如壬基酚、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。

第二部分以地下水擴散模擬進行典寶溪流域及鹽水溪流域之多介質與健康風險評估，健康風險評估結果顯示，人體主要暴露鄰苯二甲酸酯類化合物途徑為吸入及皮膚接觸，而於所有模擬情境中 95th 致癌風險及 95th 非致癌風險皆低於產生健康危害效應之閾值。管理決策應用工具部分，藉由熱點分析、桑基圖及調查指紋結果圖等可觀察出特定污染物於特定時間點及特定介質中之分布關聯，進而作為管理決策參考依據。

第三部分為完成彙整美國、加拿大、歐盟、日本、澳洲等國釋放量清冊管理策略與清冊資訊系統，並規劃我國毒性化學物質釋放量清冊管理策略及資

訊系統架構，完成釋放量資料驗證及不確定性評估模式彙整，完成辦理「建置我國毒性化學物質釋放量清冊管理策略」座談會，完成彙整美國及歐盟於毒性化學物質釋放量資料之管理應用模式工具，完成鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、雙酚 A、氯乙烯及壬基酚四種毒性化學物質之我國風險篩選環境指標(Taiwan RSEI)分析。針對鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、鄰苯二甲酸二丁酯、十溴二苯醚、雙酚 A 及壬基酚完成跨資料庫(釋放量、運作量及環境流布調查資料庫)之趨勢分析及主題式視覺化呈現，亦協助提供業者釋放量估算方法選擇、釋放量計算及參數資料介接諮詢。

The aims of the present project were to (1) investigate distribution of concerned chemicals in fifteen rivers around Taiwan, (2) simulate distribution patterns of certain chemicals in a specific river, and (3) propose management strategies for Taiwan release data of chemical substances. 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 Perfluorinated alkyl substances (PFAS), dicofol, glyphosate, aminomethylphosphonic acid (AMPA), 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 measured in collected samples and 18,758 analyzed data were obtained. The analyzed concentrations of some chemicals in sediments showed decreasing trend. Those results indicated that the control strategies of those chemicals are available to reduce their releasing into the environment. However, the concentrations of few chemicals (*e.g.*, NP, BPA, PAEs and PBDEs) were higher than those in the previous investigated year, suggesting it was necessary to continuously monitoring their distribution trend. In the future, candidate chemicals with global concerns, high production volume, environmental hazards and human health effects could be further included for long-term investigation.

Second, assessments of the multiple media transport and health risk of phthalate esters (PAEs) in the Dianbao river basin and Yanshui river basin were performed with simulated PAEs levels in different environmental media. As to the

results of health risk assessment based on groundwater pollution simulations in different scenarios, the main exposure routes were inhalation and dermal contact. The 95% UL of cancer risk and non-cancer risk in each scenario were all below the threshold of health hazard effects. In the part of management decision-making application tools, the distribution and correlation of specific pollutants at specific time points and specific media can be observed through hot spot analysis, Sankerry diagram, and river survey fingerprints, which can then be used as a reference for management decision-making.

Finally, the release management and system of toxic chemicals were completed this year: 1) explored the strategic management and the release inventory platform of five countries; 2) provide the suggestions for the local strategic release management of toxic chemicals and the structure of Taiwan Toxic Release Inventory; 3) explored the validation of the release reporting data of toxic chemicals and compiled the steps of uncertainty estimations; 4) held a expert meeting for discussing the strategies of toxic release inventory in Taiwan; 5) compiled the application tools for the release data of toxic chemicals of America and Europe; 6) DEHP, BPA, VCM, and NP were taken as examples for the integrated analyses of the Taiwan Risk-Screening Environmental Indicators (Taiwan RSEI) model; 7) DEHP, DBP, DecaBDE, BPA, and NP were taken as examples for trend visualization in the cross-database (the releases reporting, operation scale, and environmental fate of toxic chemicals); 8) provided the consultant for estimation, calculation methods, and data interface of toxic chemical releases.

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 108 年 12 月修正公告「行政院環境保護署篩選認定毒性及關注化學物質作業原則」，將毒性及關注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，希冀藉毒性及關注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：20種全氟烷基化合物(PFAS)、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113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質目標要求，始可進行樣品分析。

(四) 品質管理計畫

根據B級品質管理計畫要求，擬定本計畫之品質管理項目，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109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，比對本署提供之周遭主要排放源3-5年行業別排放資料，擇定模擬分析之化學物質，依據環境之流布、傳輸與轉換，就實測及風險評估結果，研提該河川流域特定範圍之用水及管理建議。

1. 本計畫考量放流水標準於各業別訂定規範之化學物質，比對歷年環境流布檢測之化學物質項目，擇定鄰苯二甲酸酯類化合物作為流布途徑模擬之評估標的物質。
2. 本計畫根據水保處提供之放流水申報資料擇定申報資料較完善之典寶溪及鹽水溪作為特定河川，並就該河川流域範圍進行塑化劑化學物質流布途徑模擬研析。
3. 地下水體擴散模擬，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；依據列管事業別工廠點位及排放物質量體及申報量等資料建立污染物傳輸模式，並進行傳輸模擬。
4. 多介質模式模擬，蒐集鄰苯二甲酸酯類化合物相關參數與典寶溪流域及鹽水溪流域相關參數，並依據地下水體擴散模擬結果，進行多介質模式模擬。

(二) 利用歷年化學物質環境流布調查數據篩選並提出以毒理與健康風險為導向之管理決策應用工具。

根據歷年河川檢測資料及排放源資料比對，並就不同化學物質介質間濃度及使用量（排放量）進行關聯性分析，並提出可運用之管理決策應用工具。

三、研析國內毒性化學物質釋放量清冊管理策略及應用模式

(一) 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。

1. 依據國內外現有相關清冊系統，規劃建立我國毒性化學物質釋放量清冊資訊系統架構與範疇。
2. 依據釋放量申報系統及歷年結果，規劃所需資料集與評估資料不確定性。
3. 協助辦理1場次「建置我國毒性化學物質釋放量清冊管理策略」座談會，邀集政府、產業及學術專家等參與。

(二) 研析國際（至少美國及歐盟）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。

1. 蒐集與彙整美國及歐盟於毒化物釋放量資料之應用模式與管理策略，並評析我國可繼續導入之應用策略。
2. 依據已建置之我國風險篩選環境指標(Taiwan RSEI)之模組，篩選至少二項毒化物進行評估。
3. 依據已建置之釋放量、運作量及環境流布資料加值應用平台進行視覺化及主題化建置。

(三)針對釋放量申報指引及檢核錯誤樣態，研析國內毒化物運作業者實務執行方案及減量策略擬定，並提供諮詢。

1. 協助提供釋放量申報試行參數介接試行結果討論。
2. 依據修正指引及檢核錯誤樣態，提供精確化計算之諮詢。
3. 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。

四、檢測數據資料庫維護及科普資料擬定

(一)更新歷年化學物質環境流布調查資料庫，並規劃擬定互動式科普資料。

1. 提供環境流布檢測資料至109年度，更新資料宣導專區「專有名詞解釋」、「調查工作方法」及「科普版資料查詢」等網頁資料，協助網站維運。
2. 研擬互動式科普資料。

(二)將「化學物質環境流布調查資訊網站」資料有效介接至本署指定相關資料庫，並規劃產出創新視覺化分析趨勢圖表。

1. 提供109年度化學物質檢測結果數據資料上傳至環保署環境資源資料交換平台(CDX系統)，供化學雲系統介接。
2. 規劃產出創新視覺化分析趨勢圖表，供化學雲系統參考及利用。

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121個底泥及45個魚體採樣及分析，檢測項目包括20種全氟烷基化合物(PFAS)、大克蝟、嘉磷塞及氨基甲基膦酸、8種短鏈氯化石蠟同族物(SCCPs)、壬基酚及雙酚A、9種鄰苯二甲酸酯類(PAEs)、24種多溴二苯醚類同源物(PBDEs)及5種六溴聯苯類同源物(HBB)、26種

多環芳香烴化合物(PAHs)、15 種金屬及甲基汞等 9 類 113 種物質，獲得 18,758 筆樣本檢測數據。

2. 全氟烷基化合物(PFAS)分析結果：

- (1) 全年底泥中 PFAS 總量平均值及範圍為 2.46 (0.760~12.1) $\mu\text{g/kg dw}$ ，以豐水期濃度較低。各同源物檢出率最高者為全氟十二烷酸(PFDoA)之 80.2%，平均濃度以全氟辛烷磺酸(PFOS)之 0.516 $\mu\text{g/kg dw}$ 為最高。各河川底泥中 PFAS 總量平均濃度以客雅溪平均濃度 5.56 $\mu\text{g/kg dw}$ 為最高，南崁溪 3.83 $\mu\text{g/kg dw}$ 次之。
- (2) 所有河川魚體樣本中 PFAS 以全氟己烷磺酸(PFHxS)之檢出率 100% 為最高，全氟十一烷酸(PFUnA)檢出率 95.6%次之。各同源物平均濃度以 PFOS 14.7 $\mu\text{g/kg dw}$ (3.19 $\mu\text{g/kg ww}$)為最高，PFUnA 6.84 $\mu\text{g/kg dw}$ (1.43 $\mu\text{g/kg ww}$)次之。本年度 15 條河川 PFAS 總量平均濃度以大安溪之 117 $\mu\text{g/kg dw}$ (23.4 $\mu\text{g/kg ww}$)為最高，主要同源物為全氟丁酸(PFBA)及 PFUnA。中港溪之 93.4 $\mu\text{g/kg dw}$ (20.8 $\mu\text{g/kg ww}$)次之，主要同源物為 PFOS 及全氟癸酸(PFDA)。

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 0.305 (ND~4.84) $\mu\text{g/kg dw}$ ，檢出率 43.0%，以豐水期濃度較高。各河川全年平均濃度以東港溪 0.794 $\mu\text{g/kg dw}$ 為最高，南崁溪 0.731 $\mu\text{g/kg dw}$ 次之。
- (2) 所有河川魚體樣本中大克蝨濃度平均值及範圍為 <0.2 (ND~0.667) $\mu\text{g/kg dw}$ ，<0.05 (ND~0.159) $\mu\text{g/kg ww}$ ，檢出率 8.9%。各河川魚體平均濃度以南崁溪 0.252 $\mu\text{g/kg dw}$ (0.057 $\mu\text{g/kg ww}$)為最高，典寶溪 0.238 $\mu\text{g/kg dw}$ (0.049 $\mu\text{g/kg ww}$)次之，其他河川平均濃度皆低於最低定量濃度 0.2 $\mu\text{g/kg dw}$ (0.05 $\mu\text{g/kg ww}$)。

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 25.8 (ND~114) $\mu\text{g/kg dw}$ ，檢出率 88.4%，枯水期平均濃度略高於豐水期。各河川全年平均濃度以南崁溪平均濃度 51.6 $\mu\text{g/kg dw}$ 為最高，朴子溪 47.2 $\mu\text{g/kg dw}$ 及典寶溪 47.1 $\mu\text{g/kg dw}$ 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 49.7 (ND~476) $\mu\text{g/kg dw}$ ，檢出率 55.0%，以枯水期濃度較高。各河川全年平均濃度以南崁溪 205 $\mu\text{g/kg dw}$ 為最高，典寶溪 98.1 $\mu\text{g/kg dw}$ 及朴子溪 83.8 $\mu\text{g/kg dw}$ 次之。
- (2) 所有河川魚體樣本中嘉磷塞濃度平均值及範圍為 65.8 (ND~351)

μg/kg dw，14.5 (ND~89.3) μg/kg ww，檢出率 86.7%。其中以客雅溪平均濃度 147 μg/kg dw (30.4 μg/kg ww) 為最高，二仁溪 134 μg/kg dw (33.5 μg/kg ww) 次之。氨基甲基膦酸濃度平均值及範圍為 <30 (ND~83.2) μg/kg dw，<7.5 (ND~17.9) μg/kg ww，檢出率 88.9%。以典寶溪平均濃度 43.8 μg/kg dw (10.1 μg/kg ww) 為最高，二仁溪 42.2 μg/kg dw (9.38 μg/kg ww) 及大安溪 41.8 μg/kg dw (8.36 μg/kg ww) 次之。

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 0.146 (<0.038~0.656) mg/kg dw 為最高，檢出率 100%；63% SCCPs 平均濃度以 63% SCCPs C₁₀ 0.057 (<0.013~0.382) mg/kg dw 為最高，檢出率 98.3%。本年度河川底泥樣本中 SCCPs 總量平均值及範圍為 0.368 (0.046~1.60) mg/kg dw，以枯水期濃度較高。各河川全年平均濃度以二仁溪平均濃度 1.03 mg/kg dw 為最高，南崁溪 0.777 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 <0.075 (<0.075~0.134) mg/kg dw，<0.019 (<0.019~0.033) mg/kg ww 為最高，檢出率 100%；氯含量 63% SCCPs 平均濃度以 63% SCCPs C₁₀ 為 0.068 (0.044~0.113) mg/kg dw，0.015 (0.009~0.029) mg/kg ww 為最高，檢出率 100%。河川魚體中 SCCPs 總量以二仁溪平均濃度 0.544 mg/kg dw (0.129 mg/kg ww) 最高，南崁溪 0.475 mg/kg dw (0.109 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 61.5 (5.56~197) μg/kg dw，以枯水期濃度較高。各河川全年平均濃度以二仁溪平均濃度 113 μg/kg dw 為最高，後龍溪 83.1 μg/kg dw 次之；魚體平均濃度及範圍為 3.43 (<2.0~6.19) μg/kg dw，0.743 (<0.5~1.34) μg/kg ww，其中以烏溪平均濃度 4.81 μg/kg dw (1.03 μg/kg ww) 為最高，鹽水溪 4.22 μg/kg dw (0.894 μg/kg ww) 次之。
- (2) 雙酚 A：底泥平均濃度及範圍為 14.2 (0.845~84.2) μg/kg dw，以枯水期濃度較高。各河川全年平均濃度以二仁溪平均濃度 37.7 μg/kg dw 為最高，鹽水溪平均濃度 34.4 μg/kg dw 次之；魚體平均濃度及範圍為 3.33 (<2.0~5.44) μg/kg dw，0.723 (<0.5~1.20) μg/kg ww，其中以

蘭陽溪平均濃度 4.39 $\mu\text{g/kg dw}$ (0.987 $\mu\text{g/kg ww}$)為最高，頭前溪 4.14 $\mu\text{g/kg dw}$ (0.906 $\mu\text{g/kg ww}$)次之。

7. 鄰苯二甲酸酯類(PAEs)分析結果：

- (1) 底泥中 9 種 PAEs 以鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(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 0.60 (ND~5.01) mg/kg dw ，檢出率 100%，以枯水期濃度較高；鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)檢出率 56.2%次高，鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)、鄰苯二甲酸二辛酯(DNOP)、鄰苯二甲酸二異壬酯(DINP)及鄰苯二甲酸二異癸酯(DIDP)皆為未檢出。全年各河川底泥中 DEHP 分析結果，以南崁溪平均濃度 1.75 mg/kg dw 為最高，客雅溪 1.41 mg/kg dw 次之。
- (2) 魚體中 9 種 PAEs 以 DEHP 之檢出率 84.4%為最高，DEP 檢出率 8.9%次之，鄰苯二甲酸丁基苯甲酯(BBP)、DMP、DNOP、DINP 及 DIDP 皆為未檢出。魚體中 DEHP 平均濃度及範圍為 0.31 (ND~0.84) mg/kg dw ，0.07 (ND~0.19) mg/kg ww ，其中以朴子溪 0.64 mg/kg dw (0.14 mg/kg ww)為最高，烏溪 0.59 mg/kg dw (0.11 mg/kg ww)次之。

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 19.9 (0.211~392) $\mu\text{g/kg dw}$ ，以枯水期濃度較高。各河川全年平均濃度以二仁溪平均濃度 726. $\mu\text{g/kg dw}$ 為最高，南崁溪 57.6 $\mu\text{g/kg dw}$ 次之。魚體中 24 種 PBDEs 同源物總量平均濃度及範圍為 3.01 (0.193~14.7) $\mu\text{g/kg dw}$ ，0.663 (0.039~3.12) $\mu\text{g/kg ww}$ ，其中以二仁溪 7.47 $\mu\text{g/kg dw}$ (1.67 $\mu\text{g/kg ww}$)為最高，南崁溪平均濃度 5.99 $\mu\text{g/kg dw}$ (1.35 $\mu\text{g/kg ww}$)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 57.3 (0.172~3,707) ng/kg dw ，以豐水期濃度較低。各河川全年平均濃度以二仁溪平均濃度 790 ng/kg dw 為最高，南崁溪 39.0 ng/kg dw 次之。魚體中 5 種 HBB 同源物總量平均濃度及範圍為 13.9 (0.855~63.2) ng/kg dw ，3.08 (0.163~13.9) ng/kg ww ，其中以烏溪 43.5 ng/kg dw (9.55 ng/kg ww)為最高，二仁溪平均濃度 35.1 ng/kg dw (7.95 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 0.192(0.031~1.001) mg/kg dw ，其中以南崁溪、東港溪與後龍溪最高；

在 26 種 PAHs 中底泥是以萘(Naphthalene)檢出率最高，檢出平均濃度是以環戊烯[c,d]芘(Cyclopenta[c,d]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 1.41 (0.884~2.29) mg/kg dw [0.31 (0.179~0.487) mg/kg ww]，其中以新城溪、南崁溪與典寶溪濃度最高。在 26 種 PAHs 中魚體是以熒蒽(Fluoranthene)、Naphthalene 及 芘(Pyrene) 檢出率最高，以 Fluoranthene 檢出平均濃度最高。

10.底泥中金屬及甲基汞分析結果：

- (1) 15 條河川中，銀(Ag)、汞(Hg)與甲基汞(MeHg)於底泥樣本中多為未檢出或低於檢量線最低點，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蘭陽溪（砷(As)及鋰(Li)）、二仁溪（鎘(Cd)、銅(Cu)、鉛(Pb)及錫(Sn)）、新城溪（鈷(Co)、鉻(Cr)、鎳(Ga)、鎳(Ni)及銦(Sr)）、東港溪（錳(Mn)）及典寶溪（鋅(Zn)）。
- (3) Cd 及 Hg 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；Cr、Cu、Pb 與 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，如新城溪、二仁溪、南崁溪、典寶溪及東港溪等；As 及 Ni 金屬則屬多數河川底泥樣本之全年平均濃度介於底泥品質指標上下限值間。
- (4) 108 年與 110 年全年 15 條河川底泥樣本中 15 種金屬與 MeHg 分析結果對照，其中多數河川底泥樣本之平均金屬濃度於 108 年及 110 年分布趨勢相近，惟 110 年頭前溪底泥樣本平均 Sr 濃度相較於 108 年有升高情形，且相較同年度之其他河川底泥樣本平均濃度亦偏高，因此可對於該河川流域增加 Sr 底泥監測頻率。

11.魚體中金屬及甲基汞分析結果：

- (1) 15 條河川中，銀(Ag)及鎘(Cd)於多數魚體樣本中均為未檢出或是低於檢量線最低點，僅少數樣本中有檢出，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頭前溪（砷(As)）、新城溪（鈷(Co)及鎳(Ni)）、南崁溪（鉻(Cr)）、典寶溪（銅(Cu)及鋅(Zn)）、後龍溪（鎳(Ga)、錫(Sn)及銦(Sr)）、二仁溪（鋰(Li)）、中港溪（錳(Mn)及鉛(Pb)）及蘭陽溪（汞(Hg)與甲基汞(MeHg)）。
- (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)；其他金屬則無訂定相關標準值。

12.完成「化學物質環境流布調查成果手冊 110 年版」資料更新至 109 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. 地下水溶質傳輸模擬：

(1) 依據 108 年及 109 年放流水申報資料，典寶溪流域登記放流鄰苯二甲酸酯類(PAEs)且具有申報值之工廠為 A 股份有限公司高雄廠；而於鹽水溪流域則為 B 股份有限公司及 C 股份有限公司。

(2) PAEs 於水體中吸附能力低，隨典寶溪流域及鹽水溪流域地下水流向進行移動，以濃度 $1.00\text{E}-07$ 之範圍計算，PAEs 濃度於典寶溪流域影響最遠至 2~2.5 公里；於鹽水溪流域影響最遠至 1.5 公里。

2. 多介質模式模擬：

(1) 典寶溪流域之多介質模擬結果顯示，於情境一（無飲用地下水）及情境二（飲用地下水）設定中，人體暴露 6 種鄰苯二甲酸酯類(PAEs)之主要暴露途徑為吸入吸收或皮膚接觸， 95^{th} 致癌風險分別為 2.28×10^{-7} 及 2.29×10^{-7} ，以鄰苯二甲酸二（2-乙基己基）酯(DEHP)為主要貢獻之 PAEs； 95^{th} 非致癌風險同為 0.050，危害指標遠小於 1，屬於可接受風險。

(2) 鹽水溪流域之多介質模擬結果顯示，於情境一（無飲用地下水）及情境二（飲用地下水）設定中，人體暴露鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)之主要暴露途徑為吸入吸收， 95^{th} 非致癌風險於情境一及情境二分別為 8.57×10^{-5} 及 9.05×10^{-5} ，危害指標遠小於 1，屬於可接受風險。

3. 歷年化學物質環境流布調查數據篩選及管理決策應用工具：

(1) 歷年於不同河川水體、底泥及魚體等介質中測定之化學物質可歸類為 15 類化學物質，如「全氟化合物」、「其它有機溶劑」、「塑化劑」、「壬基酚及雙酚 A」、「多氯聯苯」、「多溴二苯醚」、「多環芳香烴」、「大克蟎、嘉磷塞及氨基甲基膦酸」、「有機氯殺蟲劑」、「溴化阻燃劑」、「甲醛」、「短鏈氯化石蠟」、「總多溴二苯醚」、「總多溴聯苯」及「金屬及其有機化合物」等 15 類。

(2) 以桑基圖進行單一類別化學物質於各河川介質間流佈示意呈現，並藉由大小（線條寬度）判讀單一類別化學物質於不同介質中下之重要性佔比及研析各河川之貢獻量。

(3) 以調查指紋結果圖視覺化呈現各河川各化學物質於不同時空條件

下採樣分析結果，並藉由指紋圖之圓形弧度大小進行判讀，此方法雖可初步判定各物質之濃度消長，但因無涉及毒性及物化特性等，未來可整併其他化學資訊學模組，討論化學物質檢測與管理優先排序。

三、研析國內毒性化學物質釋放量清冊管理策略及應用模式

1. 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：

- (1) 完成彙整及研析美國環境保護署(Toxic Release Inventory, TRI)、加拿大環境與氣候變遷部(National Pollutant Release Inventory, NPRI)、歐盟環境局(European Pollutant Release and Transfer Register, E-PRTR)、日本環境省(Japan Pollutant Release and Transfer Register, J-PRTR)、澳洲環境局(National Pollutant Inventory, NPI)及署內空保處之全國空氣污染物釋放量清冊資訊系統(TEDS 11)之相關法規、管理策略、平台系統與資訊揭露方式。
- (2) 完成國內毒性化學物質釋放量清冊資訊管理策略規畫之建議及毒性化學物質釋放量清冊資訊系統(Taiwan Toxic Release Inventory, TTTRI)架構。
- (3) 完成釋放量資料評估及資料不確定性方法模式彙整，蒐集釋放量所需相關資料集，針對資料之不確定性將資料分為五級，而申報資料之品質管制可分為資料輸入類型提示及資料檢核方法兩策略方針。
- (4) 於 110 年 09 月 27 日辦理「建置我國毒性化學物質釋放量清冊管理策略」座談會，共 18 位專家委員、4 位業界專家、7 位中央主管機關、19 位地方主管機關及 3 位本局人員等共 51 人參加。

2. 研析國際（至少美國及歐盟）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：

- (1) 完成彙整美國及歐盟於毒性化學物質釋放量資料之管理應用模式與策略，並評析聯合國訓練與研究組織(United Nations Institute for Training and Research, UNITAR)提供之污染物釋放轉運登記平台系統(Pollutant Release and Transfer Register Platform, PRTR Platform)，以作為我國可鏈結國際毒性化學物質釋放量申報管理之參考。各國於毒性化學物質釋放量資料之應用模式工具，以美國環境保護署發展最為完整，歐盟及加拿大等皆主要以毒性化學物質釋放量數值結合地理資訊系統，呈現申報事業單位搜尋及釋放量趨勢為主。

- (2) 利用我國風險篩選環境指標(Taiwan RSEI)評估模式，完成鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP，列管編號 068-01)、雙酚 A(BPA，列管編號 166-01)、氯乙烯(VCM，列管編號 065-01)及壬基酚(NP，列管編號 165-01)於七大空品區之 RSEI 評估。DEHP 之 RSEI 總分以中部空品區為最高，釋放來源包含 19 家運作場所，其中塗料、染料及顏料製造業(56.92%)為主要貢獻。BPA 之 RSEI 總分以竹苗空品區為最高，釋放來源包含 7 家運作場所，其中塑膠原料製造業(99.93%)為主要貢獻。VCM 之 RSEI 總分以高屏空品區為最高，釋放來源包含 5 家運作場所，其中化學原材料製造業(98.84%)為主要貢獻。NP 之 RSEI 總分以高屏空品區為最高，釋放來源包含 6 家運作場所釋放，其中化學原材料製造業(85.43%)為主要貢獻。
 - (3) 完成蒐集釋放量、運作量及環境流布資料加值應用平台所需之資料集。彙整 104 年至 109 年毒性化學物質釋放量、運作量及環境流布等資料，並利用底泥採樣點周圍半徑 10 公里國土利用分析，完成鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP，列管編號 068-01)、鄰苯二甲酸二丁酯(DBP，列管編號 080-02)、十溴二苯醚(DecaBDE，列管編號 091-01)及雙酚 A(BPA，列管編號 166-01)，新增壬基酚(NP，列管編號 165-01)等五種毒性化學物質之主題式視覺化呈現。
 - (4) 以鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)為例，104 年至 109 年底泥平均濃度最高之流域為淡水河流域(2.35 mg/kg dw)，進一步分析底泥濃度最高為 15.60 mg/kg dw，採樣點周圍半徑 10 公里國土利用主要為森林(29.41%)，DEHP 總釋放量呈持平趨勢，109 年主要釋放介質為空氣(100%)，其中塗料、染料及顏料製造業(88.75%)為主要貢獻，DEHP 總製造量為零，DEHP 總使用量呈下降趨勢，其中塑膠皮、板及管材製造業(40.73%)為主要貢獻。
3. 研析釋放量申報指引及檢核錯誤樣態，擬定國內毒化物運作業者實務執行方案及減量策略，並提供諮詢：
- (1) 完成協助提供業者釋放量估算方法選擇諮詢、釋放量計算諮詢建議及參數資料介接諮詢。
 - (2) 各釋放源缺失樣態，空氣介質申報缺失佔總體缺失廠家數之 71.1%，申報缺失佔比較高之釋放源之進一步錯誤樣態分析顯示，製程廢氣釋放(18.4%)缺失主要來自以我國排放因子法計算且單位釋放量過

大、部分月份未申報、收集效率、處理效率及毒化物排放比率填寫疑慮等；冷卻水塔廢氣釋放(15.5%)缺失主要來自檢測報告資料不完整或提供非當年度檢測報告。廢水釋放(12%)和廢棄物釋放(12%)缺失皆主要來自部分月份未申報或檢測報告資料上傳錯誤或非當年度。其他常見缺失包含運作量填寫錯誤、檢附資料不足以佐證、說明不完整及製程編號填寫錯誤等。

(3) 完成根據 109 年檢核成果，協助提供今年度優先查核行業別。

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」例行性資料維護及更新，並且完成歷年化學物質環境流布調查之非列管化學物質檢測數據彙整，更新至資訊網站。
2. 完成資訊網站之「環境流布調查知識」主題規劃，並規劃「化學物質環境流布調查知識小試身手」之互動式科普知識問答內容。
3. 完成彙整 90 年至 109 年河川環境流布調查之化學物質檢測結果數據資料 72,491 筆，上傳至環保署環境資源資料交換平台（CDX 系統），供化學雲系統介接。
4. 完成民眾版視覺化圖表及首頁輪播樣式之擬定，提供化學雲系統參考及利用。

結 論

一、臺灣本島主要 15 條河川環境流布調查：

1. 河川環境中 121 個底泥樣本及 45 個魚體樣本於 9 類 113 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. 全氟辛烷磺酸(PFOS)及全氟辛酸(PFOA)為 109 年首度納入河川環境流布調查的持久性有機污染物(POPs)，至本計畫已完成第 1 次國內 30 條主要河川全氟烷基化合物(PFAS)調查資料。根據調查結果，河川底泥及魚體中 PFAS 同源物含量皆以 PFOS 為最高，PFOA 測值均低。部分河川底泥及魚體樣本亦檢出其他 PFAS，如全氟丁酸(PFBA)、全氟戊烷磺酸(PFPeS)、全氟己烷磺酸(PFHxS)、全氟癸酸(PFDA)、全氟十一烷酸(PFUnA)、全氟十二烷酸(PFDoA)及全氟十三烷酸(PFTrDA)等。國內 30 條河川底泥中 PFAS 總量平均濃度以客雅溪測值較高，平均濃度超過 5 $\mu\text{g/kg dw}$ ，高於其他河川底泥濃度。魚體中 PFAS 總量平均濃度以大安溪及中港溪最高，平均濃度超過 20 $\mu\text{g/kg ww}$ ，高於其他河川魚體濃度。

3. 大克蝨同為 109 年首度納入河川環境流布調查的持久性有機污染物 (POPs)，已完成第 1 次國內 30 條主要河川大克蝨調查資料。根據調查結果，多數河川底泥中大克蝨含量及檢出率均低，惟 109 年基隆河於枯、豐水期底泥濃度（全年平均濃度 $20.3 \mu\text{g/kg dw}$ ）及檢出率(87.5%)均高，其餘 29 條河川底泥平均濃度皆在 $1 \mu\text{g/kg dw}$ 以下；國內 30 條河川魚體中大克蝨檢出率及測值皆低。
4. 本年度完成國內 30 條河川嘉磷塞及其代謝物氨基甲基膦酸第 1 次環境流布調查，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。嘉磷塞為目前國內使用量最大的除草劑，臺灣的農藥產品「年年春」之主要成分即為嘉磷塞，噴灑後可能滲入土壤、地下水及河川，造成環境介質的檢出率較高。河川底泥中嘉磷塞平均濃度以將軍溪、急水溪及南崁溪測值較高，平均濃度超過 $50 \mu\text{g/kg dw}$ 。若以嘉磷塞及氨基甲基膦酸加總平均濃度計算，以南崁溪及將軍溪測值較高，平均濃度超過 $200 \mu\text{g/kg dw}$ 。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、二仁溪及客雅溪測值較高，平均濃度超過 $30 \mu\text{g/kg ww}$ ；河川魚體中氨基甲基膦酸含量及檢出率較低，若以嘉磷塞及氨基甲基膦酸加總平均濃度計算，同樣以淡水河本流、二仁溪及客雅溪測值較高，平均濃度超過 $35 \mu\text{g/kg ww}$ 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 2 至 3 次短鏈氯化石蠟(SCCPs)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 C_{10} 濃度為最高。多數河川與前一次調查（108 年）結果相近，過去測值較高的南崁溪、二仁溪及典寶溪平均濃度有上升之情形，東港溪則有下降趨勢。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，本年度 15 條河川底泥中壬基酚平均濃度均高於前一次調查（108 年度）調查結果，其中以頭前溪、客雅溪、後龍溪、大安溪、北港溪及二仁溪的上升幅度較高，蘭陽溪測值與前一次調查相近，僅典寶溪的測值較前一次低。國內近 2 年以二仁溪、後龍溪及南崁溪測值較高，平均濃度超過 $80 \mu\text{g/kg dw}$ ，高於其他河川底泥濃度。魚體壬基酚平均濃度以大漢溪、淡水河本流、卑南溪、烏溪及高屏溪測值較高，平均濃度超

過 1 $\mu\text{g/kg ww}$ ，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，多數河川底泥測值與前一次調查（108 年）結果相近或升高，其中以後龍溪、大安溪、鹽水溪及二仁溪的上升幅度較明顯，僅客雅溪、北港溪及朴子溪測值下降。國內近 2 年以二仁溪、鹽水溪及典寶溪測值較高，平均濃度超過 20 $\mu\text{g/kg dw}$ ，高於其他河川底泥濃度。30 條河川魚體中雙酚 A 平均濃度皆低於 1 $\mu\text{g/kg ww}$ 。
8. 本計畫自 90 年開始進行國內河川鄰苯二甲酸酯類(PAEs)環境流布調查，歷年 9 種 PAEs 皆以鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)之檢出率及測值為最高，其他八種 PAEs 濃度相對較低，多為未檢出或低於最低定量濃度。調查結果顯示，前一次測值較高的中港溪平均濃度已降低，南崁溪平均濃度略升，本年度仍有 2 個採樣地點在枯、豐水期樣本測值高於下限值；頭前溪、客雅溪及後龍溪在在枯水期發現底泥樣本測值高於下限值，平均濃度皆較前一次測值高；過去測值曾經較高的鹽水溪、二仁溪、典寶溪及東港溪之 DEHP 測值皆與過去測值相近。國內近 2 年以淡水河本流及花蓮溪測值較高，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 平均濃度新店溪測值較高，平均濃度超過 1 mg/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 次多溴二苯醚類(PBDEs)調查資料，過去測值較高的南崁溪及二仁溪平均濃度皆較前次調查結果低，但相較其他河川仍屬偏高；部分河川測值上升，尤以頭前溪、客雅溪、後龍溪、烏溪、北港溪及東港溪的上升幅度較大；其他河川大致與前次調查結果相近或微幅升降。國內近 2 年以二仁溪、淡水河本流、大漢溪及南崁溪測值較高，平均濃度超過 50 $\mu\text{g/kg dw}$ 。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 $\mu\text{g/kg ww}$ ，高於其他河川魚體濃度。
10. 本計畫調查 30 條主要河川，每條河川至今已累積至少 3 次六溴聯苯(HBB)調查資料，過去調查結果較高的二仁溪平均濃度持續升高，南崁溪及中港溪測值相較前一次調查結果上升幅度亦較大，其他河川則大致與前次調查結果相近。國內近 2 年以二仁溪及新店溪測值較高，平均濃度超過 300 ng/kg dw ；其他河川平均濃度皆在 30 ng/kg dw 以下。魚體 HBB 平均濃度以淡水河本流測值較高，平均濃度超過 10 ng/kg ww ，高於其他河川魚體濃度。

11. 107 年至 110 年 30 條河川各兩個年度底泥中 26 種多環芳香烴化合物 (PAHs) 總量平均濃度及範圍為 0.266 (0.031-3.386) mg/kg dw，其中以基隆河、淡水河本流與南崁溪濃度最高。而客雅溪等 7 條河川底泥中 26 種 PAHs 總量平均濃度有逐年增加的趨勢。底泥之總毒性當量(total TEQ) 平均值與範圍是 19.1 (1.5~193) µg/kg dw，以 109 年基隆河最高，其中基隆河等 8 條河川有逐年增加趨勢，需加強監測。
12. 淡水河本流、基隆河、南崁溪、北港溪、將軍溪與典寶溪等 6 條河川部分底泥中有些多環芳香烴化合物(PAHs)濃度皆超過底泥品質指標下限值但低於上限值，且 110 年南崁溪於南崁溪橋底泥檢出之二苯並[a,h]蒽 (Dibenzo[a,h]anthracene)濃度超過底泥品質指標上限值。
13. 107 年至 110 年 30 條河川各兩個年度魚體中 26 種多環芳香烴化合物 (PAHs) 總量平均濃度及範圍為 2.97 (0.476~12.7) mg/kg dw [0.64 (0.102~2.85) mg/kg ww]，其中以 108 年客雅溪、烏溪與二仁溪最高。大甲溪等 5 條河川魚體樣本中測得之 26 種 PAHs 總量平均濃度有增高的趨勢。魚體之總毒性當量(total TEQ)平均值與範圍是 50.2 (6.9~371) µg/kg dw，以 109 年卑南溪最高，其中淡水河本流等 13 條河川有逐年增加趨勢，需加強監測。
14. 淡水河本流等 17 條河川捕獲之魚體中苯並[a]芘(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。
15. 15 條河川底泥樣本中，銀(Ag)、汞(Hg)與甲基汞(MeHg)多為未檢出或低於檢量線最低點；砷(As)、銅(Cu)、鎳(Ni)及鋅(Zn)等金屬於部分河川底泥樣本之之全年平均濃度高於底泥品質指標下限值。110 年頭前溪底泥樣本平均銦(Sr)濃度相較於 108 年有升高情形，且相較同年度之其他河川底泥樣本平均濃度亦偏高。
16. 15 條河川魚體樣本中，銀(Ag)及鎘(Cd)於多數魚體樣本中均為未檢出或是低於檢量線最低點；鎘(Cd)、鉛(Pb)及甲基汞(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 110 年版」資料更新至 109 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. 依據現有之放流水鄰苯二甲酸酯類(PAEs)申報資料進行地下水溶質傳輸模擬，及考量 PAEs 之特性（於水體中吸附能力低），PAEs 於典寶溪

流域及鹽水溪流域影響最遠範圍不超過 2.5 km。

2. 依據設定之情境及使用之地下水溶質傳輸模擬結果，使用地下水作為日常用水源，對典寶溪流域及鹽水溪流域居民而言，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. 結合已建立之各污染物類別於各介質間熱點分析、桑基圖及調查指紋結果圖等視覺化呈現，可觀察出特定污染物於特定時間點及特定介質中之分布關聯，進而作為管理決策參考依據。

三、研析國內毒性化學物質釋放量清冊管理策略及應用模式：

1. 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：
 - (1) 完成彙整及研析美國環境保護署、加拿大環境與氣候變遷部、歐盟環境局、日本環境省、澳洲環境局及空保處之全國空氣污染物釋放量清冊資訊系統於毒性化學物質或污染物質釋放清冊相關法規、管理策略、平台系統與申報資料資訊揭露方式。
 - (2) 完成國內毒性化學物質釋放量清冊資訊管理策略規畫之建議，並提出毒性化學物質釋放量清冊資訊系統架構。
 - (3) 完成釋放量資料評估及資料不確定性方法模式彙整，釋放量申報所需資料集應進行不確定性分析，而申報資料之品質管制可分為資料輸入類型提示及資料檢核方法兩策略方針。
 - (4) 於 110 年 09 月 27 日辦理「建置我國毒性化學物質釋放量清冊管理策略」座談會，共 18 位專家委員、4 位業界專家、7 位中央主管機關、19 位地方主管機關及 3 位本局人員等共 51 人參加。參考專家學者所提出毒性及關注化學物質清冊管理應有對應之法規及配套措施執行、申報查核驗證、現行指引參數與申報資料檢核及導入國際釋放量應用管理等方面之建議，以完善未來毒性及關注化學物質釋放量清冊管理制度及驗證方法建立。
2. 研析國際（至少美國及歐盟）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：
 - (1) 完成彙整聯合國、美國及歐盟於毒性化學物質釋放量資料之管理應用模式與策略，以美國環境保護署發展最為完整，可作為我國可鏈結國際毒性化學物質釋放量申報管理之參考。
 - (2) 完成鄰苯二甲酸二（2-乙基己基）酯（DEHP，列管編號 068-01）、雙酚 A（BPA，列管編號 166-01）、氯乙烯（VCM，列管編號 065-

01) 及壬基酚 (NP, 列管編號 165-01) 於七大空品區之風險篩選環境指標(Taiwan RSEI)評估。分別以中部空品區、竹苗空品區及高屏空品區為最高，其中塗料、染料及顏料製造業、塑膠原料製造業、化學原材料製造業為主要貢獻。

- (3) 完成彙整 104 年至 109 年釋放量、運作量及環境流布資料，利用底泥採樣點周圍半徑 10 公里國土利用分析，完成鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP, 列管編號 068-01)、鄰苯二甲酸二丁酯 (DBP, 列管編號 080-02)、十溴二苯醚 (DecaBDE, 列管編號 091-01)、雙酚 A (BPA, 列管編號 166-01) 及壬基酚 (NP, 列管編號 165-01) 等五種毒性化學物質之主題式視覺化呈現。主要釋放介質為空氣，其中塗料、染料及顏料製造業為主要貢獻，DEHP 總製造量為零，DEHP 總使用量呈下降趨勢，其中塑膠皮、板及管材製造業(40.73%)為主要貢獻。

3. 研析釋放量申報指引及檢核錯誤樣態，擬定國內毒化物運作業者實務執行方案及減量策略，並提供諮詢：

- (1) 完成協助提供業者釋放量估算方法選擇諮詢、釋放量計算諮詢建議及參數資料介接諮詢。
- (2) 各釋放源缺失樣態，空氣介質申報缺失佔總體缺失廠家數之 71.1%，申報缺失佔比較高之釋放源之進一步錯誤樣態分析顯示，製程廢氣釋放(18.4%)缺失主要來自以我國排放因子法計算且單位釋放量過大、部分月份未申報、收集效率、處理效率及毒化物排放比率填寫疑慮等；冷卻水塔廢氣釋放(15.5%)缺失主要來自檢測報告資料不完整或提供非當年度檢測報告。廢水釋放(12%)和廢棄物釋放(12%)缺失皆主要來自部分月份未申報或檢測報告資料上傳錯誤或非當年度。其他常見缺失包含運作量填寫錯誤、檢附資料不足以佐證、說明不完整及製程編號填寫錯誤等。

- (3) 完成協助提供今年度優先查核行業別。

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」例行性資料維護及更新。
2. 完成資訊網站之「環境流布調查知識」主題規劃，並規劃互動式科普知識問答內容。
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。
4. 完成視覺化圖表及化學雲首頁輪播樣式之擬定。

建議事項

一、臺灣本島主要 15 條河川環境流布調查

1. 全氟烷基化合物(PFAS)、嘉磷塞及其代謝物氨基甲基膦酸為首度完成第 1 次 30 條河川環境流布背景調查的化學物質。PFAS 在河川底泥及魚體樣本中皆可檢出，部分河川的濃度及檢出率均高，且魚體中可檢出的 PFAS 同源物及測值較底泥高，建議持續 30 條河川調查，觀察其環境流布趨勢，俾利於管理策略調整。嘉磷塞及其代謝物氨基甲基膦酸檢出率及濃度均高，雖嘉磷塞並非禁用農藥及列管之毒化物，建議持續調查。短鏈氯化石蠟(SCCPs)目前完成 2 輪之環境流布調查，相較第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 SCCPs 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。108 年 3 月 SCCPs 列管為第一類毒化物後，國內 SCCPs 登記的運作量統計資料均為零，但環境濃度並未降低，建議需密切瞭解含管制濃度以下之 SCCPs 商品的進口及使用情形，並持續累積國內 30 條河川 SCCPs 背景資料，並監測其環境流布趨勢，俾利於管理策略調整。壬基酚(NP)及雙酚 A(BPA)、鄰苯二甲酸酯類(PAEs)、多溴二苯醚類(PBDEs)及六溴聯苯(HBB)等國內 30 條主要河川已累積建立至少 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測值相較前一次調查結果多有上升之情形，南崁溪、頭前溪、客雅溪及後龍溪皆發現底泥濃度高於鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(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，俾利於管理策略調整。
2. 大克蝟雖為首度完成第 1 次 30 條河川環境流布背景調查的化學物質多數河川底泥及魚體中大克蝟測值均低，建議暫緩調查，基隆河轉請所屬管轄單位進行後續追蹤。
3. 淡水河本流、基隆河、南崁溪、北港溪、將軍溪與典寶溪等 6 條河川部分底泥中有些多環芳香烴化合物(PAHs)濃度超過底泥品質指標下限值但低於上限值，需要針對此 6 條河川底泥增加檢測頻率，並進行追蹤其 PAHs 濃度時空變化趨勢。且本年度南崁溪於南崁溪橋底泥檢出之二苯並[a,h]蒽(Dibenzo[a,h]anthracene)濃度超過底泥品質指標上限值，需要針對該河域啟動風險評估。淡水河本流等 17 條河川捕獲之魚體中苯並[a]

芘(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，因此需要持續監測河川魚體中 Benzo[a]pyrene 的濃度變化。

4. 110 年頭前溪底泥樣本平均鋇(Sr)濃度相較於 108 年有升高情形，且相較同年度之其他河川底泥樣本平均濃度亦偏高，因此建議可對於該河川流域之底泥增加監測頻率。110 年蘭陽溪魚體樣本平均汞(Hg)及甲基汞(MeHg)濃度相較於 108 年有明顯升高情形，且相較同年度之其他河川魚體樣本平均濃度亦偏高。而依據「食品中污染物質及毒素衛生標準規範」，該檢出濃度低於甲基汞標準值，仍建議可對於該河川流域之魚體汞及甲基汞濃度加強監測頻率。
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，彙整相關資料交土污基管會參考，並要求主管機關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，並且檢討化學物質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持久性有機污染物及關注化學物質有多氯萘、甲氧滴滴涕、得克隆、中鏈氯化石蠟、四溴雙酚 A 等。

二、特定河川及特定化學物質流布途徑模擬研析

1. 依據內文中所提之愛河示例，所有污染物類別僅於 98 年具有 2 次測值，但因其壬基酚於該兩次檢測均偏高，因此是否進一步追蹤，建議可由系列分析結果列入檢測與管理參考。
2. 熱點分析、桑基圖及調查指紋結果圖等方法雖可初步判定不同河川間物質之濃度消長，但因無涉及毒性及物化特性等，未來可整併其他化學資訊學模組，討論化學物質檢測與管理優先排序。

三、研析國內毒性化學物質釋放量清冊管理策略及應用模式

1. 為完善管理國內毒性及關注化學物質之釋放實態，建議建置國內毒性及關注化學物質釋放量清冊及管理計畫，並規劃適用國內毒性及關注化學物質釋放量清冊管理制度及相關配套措施。發展科技技術用以進行毒性

化學物質釋放量申報系統資料自動化分類查核及驗證，提高毒性化學物質釋放量申報之精準管理，強化國內毒性及關注化學物質釋放量申報模式及資料驗證機制。

2. 與毒性化學物質釋放量管理有關之法規分別由相關各專責局處職掌，為強化毒性及關注化學物質釋放量申報系統，建議整合國內相關部會對毒性及關注化學物質釋放量計算所用參數，檢討參數功能及介接機制。
3. 因應業者需求，建議依公告指引，更新及推動毒性及關注化學物質釋放量申報系統對使用者互動式教育訓練及提供諮詢服務及輔導，並提供檢核釋放量資料，協助廠家進行正確計算及申報作業，以提供精準化之毒性化學物質釋放量資料。