

行政院環境保護署編印

103-104 年度毒性化學物質環境流布

背景調查計畫（第二年）

計畫編號：EPA-104-J103-02-105

計畫執行期間：104 年 1 月 1 日至 104 年 12 月 31 日

計畫執行單位：財團法人成大研究發展基金會

計畫執行人員：

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

研究人員：謝佳禕、吳芬芬、賴紅妙、洪仕
昌、陳泓翰、楊淑瑤、陳駿、邱毅
堯、王怡文、洪振維、吳翊筠

中華民國 104 年 12 月

「103-104 年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第二年)」

計畫期末報告基本資料表

委辦單位	行政院環境保護署環境衛生及毒物管理處		
執行單位	財團法人成大研究發展基金會		
參與計畫人員姓名	計畫主持人	李俊璋 特聘教授	
	共同主持人	田倩蓉 教授	
	協同主持人	孫逸民 教授	
	專任助理 國立成功大學 環境微量毒物研究中心	謝佳禕、吳芬芬、賴紅妙、洪仕昌、陳泓翰、 楊淑瑤、陳駿、王怡文、邱毅堯、洪振維	
	兼任助理 國立成功大學環境醫學研究所	吳翊筠	
	委託單位 弘光科大環安系 陳秀玲特聘教授實驗室	陳秀玲 特聘教授、吳宜蓁	
	委託單位 方達科技股份有限公司	李連堯 博士、方鳳綺	
年度	104	計畫編號	EPA-104-J103-02-105
研究性質	☐ 基礎研究	☒ 應用研究	☐ 技術發展
研究領域	環保 2RO		
計畫屬性	☐ 科技類	☒ 非科技類	
全程期間	自 103 年 4 月 29 日起至 104 年 12 月 31 日止		
本期期間	自 104 年 1 月 1 日起至 103 年 12 月 31 日止		
本期經費	9,250.000 千元		
	資本支出	經常支出	
	土地建築 0 千元	人事費 5,340.036 千元	
	儀器設備 0 千元	業務費 1,688.691 千元	
	其 他 0 千元	材料費 1,400.000 千元	
		其 他 821.273 千元	
摘要關鍵詞	毒性化學物質 Toxic substances 環境流布 Environmental distribution 河川底泥 River sediment		

中英文縮寫對照

按英文縮寫排序

中文名稱	英文名稱	英文縮寫
美國政府工業衛生師協會	American Conference of Governmental Industrial Hygienists	ACGIH
加速溶劑萃取技術	Accelerated Solvent Extraction	ASE
生物濃縮因子	Bioconcentration Factor	BCF
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	Butyl benzyl phthalate	BBP
雙酚A	bisphenol A	BPA
締約國大會	Convention of Parties	COP
驗證參考物質	Certified reference material	CRM
鄰苯二甲酸二丁酯	Dibutyl phthalate	DBP
二丁基錫	Dibutyltin	DBT
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	Di(2-ethylhexyl) phthalate	DEHP
鄰苯二甲酸二乙酯	Diethyl phthalate	DEP
鄰苯二甲酸二異丁酯	Di-iso-butyl Phthalate	DIBP
鄰苯二甲酸二異癸酯	Di-isodecyl phthalate	DIDP
鄰苯二甲酸二異壬酯	Di-isononyl phthalate	DINP
二甲基砷酸	dimethylarsinic acid	DMA
鄰苯二甲酸二甲酯	Dimethyl phthalate	DMP
鄰苯二甲酸二辛酯	Di-n-octyl phthalate	DNOP
二苯基錫	Diphenyltin	DPhT
乾重	Dry weight	dw
歐洲化學總署	European Chemicals Agency	ECHA
疑似內分泌干擾物質	Endocrine disrupting chemicals	EDCs
發泡聚苯乙烯	Expanded Polystyrene	EPS
六溴環十二烷	Hexabromocyclododecane	HBCTD
六溴聯苯	Hexa-brominated biphenyls	Hexa-BBs
耐衝擊性聚苯乙烯	High impact polystyrene	HIPS
有害物質資料庫	Hazardous Substances Data Bank	HSDB
國際癌症研究中心	International Agency for Research on Cancer	IARC
整合性風險資訊系統	Integrated Risk Information System	IRIS
國際純化學和應用化學聯合會	International Union of Pure and Applied Chemistry	IUPAC
有機碳吸附係數	Organic Carbon-water Partition Coefficient	K _{oc}
辛醇-水分布係數	Octanol-Water Partition Coefficient	K _{ow}
最低可定量濃度	limit of quantitation	LOQ
脂重	lipid weight	lw
單丁基錫	Butyltin	MBT
方法偵測極限	Method detection limit	MDL
太酸單二乙基己基酯	monoethylhexyl phthalate	MEHP
單甲基砷酸	monomethylarsonic acid	MMA

中文名稱	英文名稱	英文縮寫
單苯基錫	Phenyltin	MPhT
基質添加分析	Matrix spike	MS
基質添加分析重複	Matrix spike duplicate	MSD
甲基第三丁基醚	Methyl-tert-butyl ether	MTBE
未檢出	Non-detected	ND
壬基酚	Nonylphenol	NP
壬基酚聚乙氧基醇類物質	Nonylphenol polyethoxylate	NPEO
加拿大全國污染物釋放清冊	National Pollutant Release Inventory	NPRI
全國毒物計畫	National Toxicology Program	NTP
有機氯農藥	Organochlorine pesticides	OCPs
氧化還原電位	Oxidation-Reduction Potential	ORP
奧斯陸-巴黎公約	Oslo and Paris Convention	OSPAR
有機錫類物質	Organotin compounds	OTCs
優先評價化學物質	priority assessment chemical substances	PACs
鄰苯二甲酸酯類物質	Phthalate esters	PAEs
多溴聯苯	Polybrominated biphenyls	PBBs
多溴二苯醚類物質	Polybrominated diphenyl ethers	PBDEs
聚碳酸酯	Polycarbonate	PC
多氯聯苯	Polychlorinated biphenyls	PCBs
全氟辛烷磺酸	Perfluorooctane sulfonic acid	PFOS
全氟辛烷磺酰氟	perfluorooctane sulfonyl fluoride	PFOSF
持久性有機污染物	Persistent organic pollutants	POPs
品質保證/品質管制	Quality Assurance/Quality Control	QA/QC
相對感應因子	Relative response factor	RF
相對差異百分比	Relative percent difference	RPD
相對差異範圍	Relative range	RR
相對標準偏差	Relative standard deviation	RSD
選擇性離子偵測法	Selected Ion Monitoring	SIM
標準參考物質	Standard reference material	SRM
高度關切物質	Substances of very high concern	SVHCs
三丁基錫	Tributyltin	TBT
三苯基錫	Triphenyltin	TPhT
美國環保署毒性物質管理法	Toxic Substances Control Act	TSCA
聯合國環境規劃署	United Nations Environment Programme	UNEP
美國環保署	U.S. Environmental Protection Agency	USEPA
揮發性有機物質	Volatile Organic Compounds	VOCs
卵黃蛋白前質	Vitellogenin	VTG
濕重	Wet weight	ww
射出成形聚苯乙烯	Extruded Polystyrene	XPS

計畫成果中英文摘要（簡要版）

一、中文計畫名稱：

103-104 年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第二年)

二、英文計畫名稱：

The Environmental Survey of Toxic Chemicals in Taiwan,
2014-2015 (II)

三、計畫編號：

EPA-104-J103-02-105

四、執行單位：

財團法人成大研究發展基金會

五、計畫主持人（包括共同主持人）：

李俊璋、田倩蓉

六、執行開始時間：

2015/01/01

七、執行結束時間：

2015/12/31

八、報告完成日期：

2015/11/30

九、報告總頁數：

212（不含摘要及附件）

十、使用語文：

中文

十一、報告電子檔名稱：

EPA-104-J103-02-105.pdf

十二、報告電子檔格式：

ADOBE® ACROBAT® XI Pro (版本 11.0.13)

十三、中文摘要關鍵詞：

毒性化學物質，環境流布，河川底泥

十四、英文摘要關鍵詞：

Toxic substances, Environmental distribution, River Sediment

十五、中文摘要：

本年度執行淡水河本流、大漢溪、新店溪、八掌溪、急水溪、曾文溪、高屏溪、林邊溪、花蓮溪、卑南溪等 10 條河川之底泥採樣及分析，檢測項目包含安殺番、六溴環十二烷、壬基酚及雙酚 A、鄰苯二甲酸酯類物質、多溴二苯醚類物質、無機砷及有機砷，並針對歷年測值偏高之河川，包括客雅溪之壬基酚，蘭陽溪、新城溪、東港溪之六溴環十二烷，客雅溪及基隆河之多溴二苯醚類等進行單一測項底泥樣本分析。完成上列各項檢測分析，獲得 1,896 筆底泥樣本檢測數據。集結歷年河川調查檢測結果顯示，國內河川底

泥安殺番總量平均濃度多落在 0.01~0.2 $\mu\text{g/kg}$ 範圍，環境中濃度並不高，且與國外河川測值接近；六溴環十二烷總量平均濃度多落在 2 $\mu\text{g/kg}$ 範圍，較國外河川環境測值低；多數壬基酚及雙酚 A 測值偏高的河川有降低趨勢，其中淡水河本流壬基酚濃度雖有逐年降低但仍較國內其他河川高；多數鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)測值偏高的河川雖有降低趨勢，但淡水河本流、新店溪、南崁溪、鹽水溪、典寶溪、林邊溪平均濃度仍高於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）1.97 mg/kg；南崁溪及整個淡水河系（自大漢溪、新店溪、基隆河等支流直至本流河段）底泥 PBDEs 總量皆較國內其他河川高；國內河川底泥三價砷測值皆遠低於總砷底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）。而在毒性化學物質環境流布調查之規劃，建議須優先進行環境流布調查的毒化物有 22 種。本年度並完成了「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」資料維護，及查詢功能的調整與提升，以及「毒性化學物質環境流布調查成果手冊 104 年版」電子書編印及發行。

十六、英文摘要：

This project collected sediment samples from ten Taiwanese rivers (i.e. Danshuei River, Dahan River, Sindian River, Bajhang River, Jishuei River, Zengwun River, Gaoping River, Linbien River, Hualien River, and Beinan River) to determine concentrations of toxic substances such as endosulfan, hexabromocyclododecane (HBCD), nonylphenol (NP), bisphenol A (BPA), phthalate esters, polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), organic and inorganic arsenic. The investigation was also conducted for the rivers whose sediment contain high concentrations of toxic substances, such as NP in Keya River, HBCD in Donggang River, Lanyang River, and Shincheng River, PBDE in Keelung River and Keya River. A total of 1,896 analyzed data was collected. The results showed the concentrations of endosulfan in sediments were ranged from 0.01~0.2 $\mu\text{g/kg}$, which were similar to the measurements from other countries. The concentrations of HBCD were near 2 $\mu\text{g/kg}$, which were lower than the measurements from other countries. The concentrations of NP and BPA in most sediments were lower than the past measurements, but NP concentrations in Danshuei River still had the highest levels among 30 Taiwanese major rivers. The concentrations of di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in the river sediments were decreased. The average DEHP concentrations in sediments from Danshuei River, Sindian River, Nankan River, Yanshuei River, Dian Bao River, Linbien River were still higher than 1.97 mg/kg (the lower limit of sediment quality in action, which means need to increase the monitoring frequency). The concentrations of PBDEs in sediments from Nankan River and the whole Danshuei River were the highest among 30 rivers. The concentrations of As^{3+} (arsenic) were much lower than the lower limit of sediment quality in action, which means need to increase the monitoring frequency. The future work on the environmental survey of toxic substances distribution was proposed and 22 priority toxic substances were suggested for environmental survey. "The database searching website for environmental distribution of toxic substances" was maintained and improved in searching functions. "The handbook of investigation achievements on the toxic substances distribution in Taiwan, version 2015" was edited and published as an e-book.

目 錄

計畫期末報告基本資料表

中英文縮寫對照

計畫成果中英文摘要（簡要版）

計畫成果摘要（詳細版）

第一章 背景	1
1.1 毒性化學物質環境流布調查緣起	1
1.2 毒性化學物質環境流布調查背景	4
第二章 年度目標	11
2.1 計畫目標	11
2.2 計畫工作內容	12
第三章 工作方法	14
3.1 計畫工作執行架構及人力配置	14
3.2 調查毒性化學物質資料蒐集	17
3.3 調查河川環境資料蒐集	40
3.4 計畫工作執行方法	46
3.4.1 毒性化學物質河川環境調查採樣工作方法	46
3.4.2 毒性化學物質河川環境調查樣本檢測分析方法	55
3.4.2.1 檢測項目品保品管執行方法	55
3.4.2.2 檢測項目樣本分析方法	60
3.4.2.3 底泥樣本滅蟻樂檢測方法之方法測試驗證	79
3.4.3 歷年毒性化學物質環境流布調查成果分析及管制措施建議	82
3.4.4 「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」維護	84
3.4.5 毒性化學物質環境流布調查執行方向規劃	87
3.4.6 毒性化學物質環境流布調查成果手冊編製	89
第四章 結果與討論	92
4.1 計畫工作內容預定與實際執行進度	92
4.2 河川環境採樣成果	97
4.3 樣本分析能力測試及數據品保目標執行結果	109
4.3.1 底泥樣本滅蟻樂檢測方法之方法測試驗證	109
4.3.2 各項檢測項目年度能力測試及數據品保目標執行結果	115
4.4 河川環境樣本分析結果	118
4.4.1 河川環境樣本安殺番及滅蟻樂分析結果	118

4.4.2	河川環境樣本六溴環十二烷分析結果.....	125
4.4.3	河川環境樣本壬基酚及雙酚A分析結果.....	132
4.4.4	河川環境樣本鄰苯二甲酸酯類分析結果.....	139
4.4.5	河川環境樣本多溴二苯醚類及六溴聯苯分析結果.....	154
4.4.6	河川環境樣本有機砷及無機砷分析結果.....	171
4.5	毒性化學物質環境流布調查執行方向規劃	175
4.5.1	毒性化學物質環境流布調查規劃篩選流程.....	175
4.5.2	毒性化學物質環境流布調查規劃篩選結果及未來執行建議.	184
4.6	毒性化學物質環境流布調查資料查詢系統維護	194
4.7	毒性化學物質環境流布調查成果手冊編製	197
第五章	結論與建議.....	203
5.1	結論.....	203
5.2	建議.....	205
	參考文獻	207
	附件一 重要會議及各階段進度報告委員審查意見及回覆	
	附件二 B級品保規劃書	
	附件三 成大環境微量毒物研究中心超微量物質分析實驗室品保品管執行內容	
	附件四 標準參考樣品純度證明文件	
	附件五 環境採樣現場紀錄表	
	附件六 成大環境微量毒物研究中心超微量物質分析實驗室樣本數據表	
	附件七 魚體樣本工作方法及採樣分析結果	

圖 目 錄

圖 1-1	環保署歷年完成毒化物環境流布調查樣本檢測資料統計圖	7
圖 3-1	103-104 年度計畫工作執行架構及流程圖	14
圖 3-2	計畫執行人員組織架構圖	15
圖 3-3	計畫執行人員工作分配置圖	16
圖 3-4	壬基酚及雌性激素之化學結構式	19
圖 3-5	壬基酚製造、輸入及輸出年運作量統計圖	20
圖 3-6	雙酚 A 及雌性激素之化學結構式	23
圖 3-7	雙酚 A 製造、輸入及輸出年運作量統計圖	24
圖 3-8	鄰苯二甲酸酯類製造、輸入及輸出年運作量統計圖	27
圖 3-9	十溴二苯醚製造、輸入及輸出年運作量統計圖	31
圖 3-10	各式底泥採樣器	50
圖 3-11	樣本品質管制工作流程圖	52
圖 3-12	「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」系統架構圖	86
圖 3-13	毒性化學物質環境流布調查規劃篩選原則流程圖	88
圖 3-14	歷年發行毒性化學物質環境流布調查成果手冊	91
圖 4-1	工作預定進度及實際達成甘特圖	95
圖 4-2	歷年河川底泥安殺番濃度分布圖	120
圖 4-3	歷年河川底泥安殺番總量濃度分布圖	121
圖 4-4	歷年河川底泥六溴環十二烷濃度分布圖	127
圖 4-5	歷年河川底泥六溴環十二烷總量濃度分布圖	128
圖 4-6	本年度調查河川與歷年壬基酚濃度分布比較圖	134
圖 4-7	本年度調查河川與歷年雙酚 A 濃度分布比較圖	134
圖 4-8	國內 100-104 年河川底泥壬基酚濃度分布圖	135
圖 4-9	國內 100-104 年河川底泥雙酚 A 濃度分布圖	136
圖 4-10	本年度調查河川與歷年 DEHP 濃度分布比較圖	141
圖 4-11	國內歷年河川底泥 9 種 PAEs 平均濃度分布圖	148
圖 4-12	國內 100-104 年河川底泥 DEHP 平均濃度分布圖	149
圖 4-13	國內 100-104 年河川底泥 DBP 平均濃度分布圖	150
圖 4-14	國內 100-104 年河川底泥 BBP 平均濃度分布圖	151
圖 4-15	國內 100-104 年河川底泥 DNOP 平均濃度分布圖	152

圖 4-16	國內歷年河川底泥 DIBP、DINP、DIDP 平均濃度分布圖	153
圖 4-17	本年度 12 條調查河川與歷年 PBDEs 總量濃度分布比較圖.....	156
圖 4-18	歷年河川底泥六溴聯苯濃度分布圖.....	156
圖 4-19	國內 100-104 年河川底泥 PBDEs 總量平均濃度分布圖	157
圖 4-20	國內歷年河川底泥三價砷含量分布圖.....	172
圖 4-21	毒性化學物質環境流布調查規劃各類級物質個數分布圖	187
圖 4-22	「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」數據資料收錄統計..	196
圖 4-23	「毒性化學物質環境流布調查成果手冊」104 年版手冊封面及封底..	201
圖 4-24	「毒性化學物質環境流布調查成果手冊」104 年版光碟片	202
圖 4-25	「毒性化學物質環境流布調查成果手冊」104 年版光碟盒	202

表 目 錄

表 1-1	環保署歷年執行毒性化學物質環境流布調查計畫內容	6
表 1-2	環保署歷年一般環境毒性化學物質環境流布調查地點及檢測項目 ...	8
表 1-3	環保署 90-99 年第一階段完成毒性化學物質環境流布調查之河川 流域及檢測物質	9
表 1-4	環保署 100-104 年第二階段完成環境流布調查之河川流域及檢測 物質	10
表 3-1	各國雙酚 A 年產量	23
表 3-2	常見 PBDEs 溴數同族物及 IUPAC 號碼對照表	30
表 3-3	多溴二苯醚基本特性	31
表 3-4	毒性化學物質基本資料彙整（一）—國內外管制情形	35
表 3-5	毒性化學物質基本資料彙整（二）—國內運作量資料	36
表 3-6	毒性化學物質基本資料彙整（三）—物質基本性質及用途	37
表 3-7	毒性化學物質基本資料彙整（四）—物質化學結構式	38
表 3-8	毒性化學物質基本資料彙整（五）—物質毒性及環境流布特性	39
表 3-9	30 條調查河川基本資料	41
表 3-10	30 條調查河川流域內前十大行業別列管家數及百分比統計資料 ...	43
表 3-11	30 條河川流域環境流布調查採樣地點規劃	47
表 3-12	104 年預期獲得樣本檢測資料筆數統計表	49
表 3-13	河川環境樣本採樣紀錄表	53
表 3-14	樣本運送管制表	54
表 3-15	各項檢測項目數據品保目標	59
表 3-16	各項檢測方法依據來源	61
表 4-1	計畫執行工作進度規劃及實際完成進度表	94
表 4-2	本年度完成河川底泥樣本採樣及分析檢測資料筆數統計表	96
表 4-3	河川第一次採樣（枯水期）底泥樣本採樣紀錄資料	98
表 4-4	河川第二次採樣（豐水期）底泥樣本採樣紀錄資料	102
表 4-5	河川底泥樣本含水率資料	106
表 4-6	河川第一次採樣（枯水期）採樣期間氣象站逐日雨量資料	107
表 4-7	河川第二次採樣（豐水期）採樣期間氣象站逐日雨量資料	108
表 4-8	底泥樣本各項檢測項目能力測試及方法偵測極限建立結果	117
表 4-9	河川底泥樣本安殺番及滅蟻樂分析結果	122

表 4-10	國內外環境底泥安殺番測值資料彙整表	124
表 4-11	河川底泥樣本六溴環十二烷分析結果.....	129
表 4-12	國內外環境底泥六溴環十二烷分析資料	131
表 4-13	河川底泥樣本壬基酚及雙酚 A 分析結果	137
表 4-14	國內外環境底泥壬基酚及雙酚 A 測值資料彙整表	138
表 4-15	河川底泥樣本 9 種鄰苯二甲酸酯類分析結果	142
表 4-16	國內外環境底泥鄰苯二甲酸酯類物質測值資料彙整表	147
表 4-17	河川底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物總量分析結果	158
表 4-18	淡水河本流底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果 ..	159
表 4-19	大漢溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果	160
表 4-20	新店溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果	161
表 4-21	基隆河底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果	162
表 4-22	客雅溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果	163
表 4-23	八掌溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果	164
表 4-24	急水溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果	165
表 4-25	曾文溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果	166
表 4-26	高屏溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果	167
表 4-27	林邊溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果	168
表 4-28	花蓮溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果	169
表 4-29	卑南溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果	170
表 4-30	河川底泥樣本無機砷及有機砷分析結果	173
表 4-31	毒性化學物質環境流布調查規劃篩選指標資料更新對照表	182
表 4-32	毒性化學物質環境流布調查規劃各項篩選指標得分情形一覽表...	186
表 4-33	毒性化學物質環境流布調查規劃分類及分級情形一覽表	187
表 4-34	毒性化學物質環境流布調查規劃及檢驗方法開發「優先級」毒化 物一覽表.....	188
表 4-35	毒性化學物質環境流布調查規劃及檢驗方法開發「次優先級」毒 化物一覽表.....	189
表 4-36	「優先級」及「次優先級」A 類毒化物歷年環境流布調查執行情 形一覽表.....	192
表 4-37	「毒性化學物質環境流布調查成果手冊」104 年版整編差異對照 表.....	199

計畫成果摘要（詳細版）

計畫名稱：103-104 年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第二年)
計畫編號：EPA-104-J103-02-105
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：104 年 1 月 1 日起 104 年 12 月 31 日止
計畫經費：新臺幣玖佰貳拾伍萬元整

摘 要

本年度執行淡水河本流、大漢溪、新店溪、八掌溪、急水溪、曾文溪、高屏溪、林邊溪、花蓮溪、卑南溪等 10 條河川之底泥採樣及分析，檢測項目包含安殺番、六溴環十二烷、壬基酚及雙酚 A、鄰苯二甲酸酯類物質、多溴二苯醚類物質、無機砷及有機砷，並針對歷年測值偏高之河川，包括客雅溪之壬基酚，蘭陽溪、新城溪、東港溪之六溴環十二烷，客雅溪及基隆河之多溴二苯醚類等進行單一測項底泥樣本分析。完成上列各項檢測分析，獲得 1,896 筆底泥樣本檢測數據。集結歷年河川調查檢測結果顯示，國內河川底泥安殺番總量平均濃度多落在 0.01~0.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 範圍，環境中濃度並不高，且與國外河川測值接近；六溴環十二烷總量平均濃度多落在 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 範圍，較國外河川環境測值低；多數壬基酚及雙酚 A 測值偏高的河川有降低趨勢，其中淡水河本流壬基酚濃度雖有逐年降低但仍較國內其他河川高；多數鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)測值偏高的河川雖有降低趨勢，但淡水河本流、新店溪、南崁溪、鹽水溪、典寶溪、林邊溪平均濃度仍高於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）1.97 mg/kg ；南崁溪及整個淡水河系（自大漢溪、新店溪、基隆河等支流直至本流河段）底泥 PBDEs 總量皆較國內其他河川高；國內河川底泥三價砷測值皆遠低於總砷底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）。而在毒性化學物質環境流布調查之規劃，建議須優先進行環境流布調查的毒化物有 22 種。本年度並完成了「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」資料維護，及查詢功能的調整與提升，以及「毒性化學物質環境流布調查

成果手冊 104 年版」電子書編印及發行。

This project collected sediment samples from ten Taiwanese rivers (i.e. Danshuei River, Dahan River, Sindian River, Bajhang River, Jishuei River, Zengwun River, Gaoping River, Linbien River, Hualien River, and Beinan River) to determine concentrations of toxic substances such as endosulfan, hexabromocyclododecane (HBCD), nonylphenol (NP), bisphenol A (BPA), phthalate esters, polybrominated diphenyl ethers (PBDEs), organic and inorganic arsenic. The investigation was also conducted for the rivers whose sediment contain high concentrations of toxic substances, such as NP in Keya River, HBCD in Donggang River, Lanyang River, and Shincheng River, PBDE in Keelung River and Keya River. A total of 1,896 analyzed data was collected. The results showed the concentrations of endosulfan in sediments were ranged from 0.01~0.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$, which were similar to the measurements from other countries. The concentrations of HBCD were near 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$, which were lower than the measurements from other countries. The concentrations of NP and BPA in most sediments were lower than the past measurements, but NP concentrations in Danshuei River still had the highest levels among 30 Taiwanese major rivers. The concentrations of di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) in the river sediments were decreased. The average DEHP concentrations in sediments from Danshuei River, Sindian River, Nankan River, Yanshuei River, Dian Bao River, Linbien River were still higher than 1.97 mg/kg (the lower limit of sediment quality in action, which means need to increase the monitoring frequency). The concentrations of PBDEs in sediments from Nankan River and the whole Danshuei River were the highest among 30 rivers. The concentrations of As^{3+} (arsenic) were much lower than the lower limit of sediment quality in action, which means need to increase the monitoring frequency. The future work on the environmental survey of toxic substances distribution was proposed and 22 priority toxic substances were suggested for environmental survey. “The database searching website for environmental distribution of toxic substances” was maintained and improved in searching functions. “The handbook of investigation achievements on the toxic substances distribution in Taiwan, version 2015” was edited and published as an e-book.

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。

毒性化學物質（以下簡稱毒化物）管制上的首要步驟在於建立國內現有毒化物之篩選原則，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毒化物。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，並依各項資料針對不同物質需求，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，如何建立毒化物環境流布資料成為極重要之課題。

毒化物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毒化物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，加速建立毒化物之環境流布資料亦為刻不容緩之課題。

同時，在毒化物管制上另一項重要的課題係在於如何藉毒化物管制以減少其在環境中之濃度或含量。因此，欲瞭解毒化物管制之成效，除需積極建立毒化物之運作及釋放量資料外，亦亟須針對毒化物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，進而建立毒化物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，以使毒化物之釋放量降至最低，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。

執行方法

一、建立毒性化學物質環境流布檢測資料工作方法

（一）調查河川及檢測項目

1. 完成10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，執行底泥樣本量測。
 - (1) 調查河川：淡水河本流、大漢溪、新店溪、八掌溪、急水溪、曾文溪、高屏溪、林邊溪、花蓮溪、卑南溪。
 - (2) 檢測物質：六溴環十二烷（ α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD，3種檢測物）、安殺番（ α -安殺番、 β -安殺番、安殺番硫酸鹽，3種檢測物）、壬基酚及雙酚A（2種檢測物）、鄰苯二甲酸酯類物質（DEHP、DMP、DBP、DNOP、DEP、BBP、DINP、DIDP、DIBP，9種檢測物）、多溴二苯醚類物質（至少包含十溴二苯醚、八溴二苯醚、五溴二苯醚、BDE-47、BDE-153、BDE-154、BDE-175、BDE-183，8種檢測物）、無機砷及有機砷（三價砷、五價砷、單甲基砷酸(MMA)、二甲基砷酸(DMA)，4種檢測物），以上共計6項29種物質分析。
2. 針對歷年河川壬基酚、六溴環十二烷及多溴二苯醚類測值偏高河川，執行底泥樣本量測。
 - (1) 客雅溪之底泥樣本壬基酚分析。
 - (2) 蘭陽溪、新城溪、東港溪之底泥樣本六溴環十二烷（ α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD）分析。
 - (3) 客雅溪及基隆河之底泥樣本多溴二苯醚類物質（十溴二苯醚、八溴二苯醚、五溴二苯醚等8種公告列管PBDEs）分析。

（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3個採樣地點，1個採樣地點位於上游或中游河段，2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）底泥樣本滅蟻樂檢測方法之方法測試驗證

依環保署公告「環境檢測標準方法驗證程序準則」進行各項方法驗

證程序，包括檢量線建立、方法偵測極限測定、品保/品管規範建立、分析人員能力測試及真實樣品採樣與分析。

二、分析歷年毒性化學物質環境流布調查資料成果

1. 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。
2. 根據歷年調查成果，提具毒性化學物質因應管制措施建議及分析。

三、更新及維護毒性化學物質環境流布調查資料庫

1. 針對本年度進行調查之檢測物質，依其環境類別、檢測物質名稱、調查年度、樣本種類、採樣地點等，以及各項樣本細節說明資料，例如含水率、採樣地點座標位置等逐筆建檔。
2. 更新「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」之環境流布檢測資料至104年度，依其關鍵字或條件設定產出趨勢分析圖表。
3. 維護「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」與本署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。

四、規劃及提具未來毒性化學物質環境流布調查執行方向與建議

1. 檢討修正毒性化學物質環境流布調查物質檢測篩選原則。
2. 依據上述更新後之環境流布調查優先順序，以及環境流布調查現況，提具未來毒性化學物質環境流布調查執行方向之建議。

五、毒性化學物質環境流布調查成果手冊編製

1. 更新毒性化學物質環境流布調查成果手冊資料至 103 年度調查成果。
2. 發行印製成果手冊電子書光碟片 500 份。

結 果

1. 本年度完成淡水河本流、大漢溪、新店溪、八掌溪、急水溪、曾文溪、高屏溪、林邊溪、花蓮溪、卑南溪等 10 條河川底泥樣本採樣及分析，分析項目包含安殺番（ α -安殺番、 β -安殺番、安殺番硫酸鹽）、六溴環十二烷（ α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD）、壬基酚及雙酚 A、鄰苯二甲酸酯類物質（DMP、DEP、DBP、DIBP、BBP、DEHP、DNOP、DINP、DIDP）、多溴二苯醚類物質（十溴二苯醚、八溴二苯醚、五溴二苯醚等 8 種公告列管 PBDEs）、無機砷及有機砷（三價砷、五價砷、MMA、DMA）等 6 項 29 種物質分析，完成樣本分析檢測數據資料共計 1,740 筆。
2. 針對歷年河川壬基酚、六溴環十二烷及多溴二苯醚類測值偏高之河川進行環境調查，分別於客雅溪進行底泥壬基酚採樣及分析，於蘭陽溪、新

城溪、東港溪進行底泥六溴環十二烷採樣及分析，於基隆河及客雅溪進行底泥多溴二苯醚類物質採樣及分析，完成樣本分析檢測數據資料共計 156 筆。

3. 淡水河本流等 10 條河川安殺番調查結果，底泥樣本平均濃度及範圍分別為， α -安殺番 <0.05 (ND-0.131) $\mu\text{g/kg}$ 乾重， β -安殺番 <0.05 (ND-0.266) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，安殺番硫酸鹽 0.051 (ND-0.748) $\mu\text{g/kg}$ 乾重。
4. 淡水河本流等 13 條河川六溴環十二烷調查結果，底泥樣本平均濃度及範圍分別為， α -HBCD，0.433 (0.073-1.55) $\mu\text{g/kg}$ 乾重； β -HBCD，0.617 (<0.06 -1.85) $\mu\text{g/kg}$ 乾重； γ -HBCD，0.801 (0.085-2.24) $\mu\text{g/kg}$ 乾重；HBCD 總量 1.85 (0.250-4.85) $\mu\text{g/kg}$ 乾重。其中東港溪、蘭陽溪、新城溪去年測值偏高之情形，在今年調查結果顯示測值有下降。整體而言國內河川底泥 Σ HBCDs 平均濃度多分布於 2 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。
5. 淡水河本流等 11 條河川壬基酚及雙酚 A 調查結果，底泥樣本平均濃度及範圍分別為，壬基酚 170 (0.691-2,211) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，雙酚 A 7.59 (<0.200 -59.6) $\mu\text{g/kg}$ 乾重。過去壬基酚或雙酚 A 測值較國內其他河川高之河川，包括淡水河本流、大漢溪、新店溪、客雅溪等皆有下降趨勢。
6. 淡水河本流等 10 條河川鄰苯二甲酸酯類調查結果，DEHP 之檢出率及平均濃度為最高，其底泥樣本平均濃度及範圍為 1.55 (<0.05 -14.4) mg/kg 乾重，DINP 平均濃度及範圍為 1.33 (ND~8.14) mg/kg 乾重次之，DIDP 平均濃度及範圍為 1.28 (ND~9.72) mg/kg 乾重再次之，多數樣本未檢出 DMP、DEP、DIBP、DBP、BBP、DNOP。
7. 淡水河本流等 12 條河川多溴二苯醚調查結果，25 種 PBDEs 同源物總量平均濃度及範圍為 37.6 (0.325-635) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，枯水期平均濃度 57.6 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，豐水期平均濃度 17.6 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。國內近 5 年河川調查結果顯示南崁溪及淡水河系測值較高，淡水河系在幾次調查結果均顯示自大漢溪、新店溪、基隆河等支流直至本流河段底泥 PBDEs 總量皆較國內其他河川高。
8. 淡水河本流等 10 條河川底泥中無機砷及有機砷調查結果，底泥樣本平均濃度及範圍分別為，三價砷 70.9 (ND-454) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，五價砷 33.1 (ND-172) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，二甲基砷酸(DMA) <6.25 (ND-92.5) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，單甲基砷酸(MMA)皆 <6.25 $\mu\text{g/kg}$ 乾重或未檢出，
9. 完成毒性化學物質環境流布調查規劃篩選指標資料之更新，依優先等級區分出環境流布調查規劃優先級毒化物 22 種及次優先級 59 種，環境樣本檢驗方法開發優先級毒化物 1 種及次優先級 5 種。
10. 針對「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」進行例行性維護，並於資

料宣導專區（前端展示平台）補充無障礙宣告及 E 政府連結，增設意見信箱、瀏覽人次計數、網頁資訊更新日期、最佳網頁瀏覽環境宣告、隱私權及著作權等資訊安全宣告，並符合以「全球資訊網網站資料開放宣告」取代現行「全球資訊網著作權聲明」。於資料查詢專區（後端查詢平台）調整表單查詢資料篩選項目之選取功能及調整畫面顯示，增設查詢或瀏覽計次功能，提供管理端具有紀錄”環境類別”、”環境細類”、”樣本種類”之點選計次功能，以作為未來網站使用頻率分析之依據。

11. 完成「毒性化學物質環境流布調查成果手冊 104 年版」資料更新至 103 年度調查結果，並印製光碟片電子書 500 份。

結 論

一、河川環境樣本檢測分析結果：

1. 根據 102-104 年完成國內 30 條河川安殺番環境調查結果，河川底泥安殺番總量平均濃度多落在 0.01~0.2 $\mu\text{g/kg}$ 範圍，與國外河川環境測值接近，顯示國內河川環境安殺番濃度並不高。
2. 根據 102-104 年河川六溴環十二烷調查結果，目前已完成 23 條河川環境調查，河川底泥六溴環十二烷總量平均濃度多落在 2 $\mu\text{g/kg}$ 範圍，顯示較國外河川環境測值低。
3. 歷年河川壬基酚及雙酚 A 調查結果，多數測值偏高的河川有降低趨勢，例如淡水河本流及客雅溪之壬基酚，南崁溪及典寶溪之雙酚 A，其中淡水河本流壬基酚濃度雖有逐年降低，但以今年的調查結果仍明顯高於國內其他河川。
4. 歷年河川鄰苯二甲酸酯類調查結果以 DEHP 測值為最高，自 102 年新增調查 DINP 及 DIDP 濃度有高於 DEHP 之趨勢。多數 DEHP 測值偏高的河川雖有降低趨勢，但最近一次調查平均濃度仍高於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值），例如淡水河本流、新店溪、南崁溪、鹽水溪、典寶溪。此外，今年執行調查之林邊溪枯、豐水期 DEHP 濃度均較其他河川測值高，且 3 個採樣地點濃度皆超過底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）。
5. 國內近 5 年河川多溴二苯醚類(PBDEs)調查結果顯示淡水河系（包含本流、大漢溪、新店溪、基隆河）及南崁溪測值較高，淡水河系在幾次不同年度的調查結果均顯示，自大漢溪、新店溪、基隆河等支流直至本流河段底泥 PBDEs 總量皆較國內其他河川高。
6. 根據歷年河川底泥三價砷調查結果，顯示國內河川底泥三價砷測值皆

遠低於總砷底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）。

二、毒性化學物質環境流布調查未來規劃，完成毒性化學物質環境流布調查規劃篩選指標資料之更新，依優先等級區分出環境流布調查規劃優先級毒化物 22 種及次優先級 59 種，環境樣本檢驗方法開發優先級毒化物 1 種及次優先級 5 種。

三、「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」維護：

1. 資料宣導專區（前端展示平台）：除例行性資料勘誤及更新，增加及調整相關連結網站，於首頁補充無障礙宣告及 E 政府連結，增設意見信箱、瀏覽人次計數、網頁資訊更新日期、最佳網頁瀏覽環境宣告、隱私權及著作權等資訊安全宣告，並符合以「全球資訊網網站資料開放宣告」取代現行「全球資訊網著作權聲明」。
2. 資料查詢專區（後端查詢平台）：除例行性資料勘誤及更新，調整表單查詢資料篩選項目之選取功能及調整畫面顯示，增設查詢或瀏覽計次功能，提供管理端具有記錄「環境類別」、「環境細類」、「樣本種類」之點選計次功能，以作為未來網站使用頻率分析之依據。

四、完成「毒性化學物質環境流布調查成果手冊 104 年版」資料更新至 103 年度調查結果，並印製光碟片電子書 500 份。

建議事項

1. 「斯德哥爾摩公約」於 100 年新增列管 POPs 安殺番，環保署已於同年公告列管為毒性化學物質，根據至今年完成 30 條河川調查結果，顯示國內河川環境安殺番濃度並不高，且國內亦已於 103 年起全面禁用於農藥，可暫緩其環境調查。
2. 環保署與國際管理趨勢同步，於 103 年將「斯德哥爾摩公約」新增列管 POPs 六溴環十二烷公告為列管毒性化學物質，並率先於 102 年挑選北、中、南各 1 條河川優先進行國內環境中 HBCD 含量資料建立，根據目前已累積 23 條河川環境調查資料，顯示較國外河川環境測值低，建議持續完成 30 條河川調查，建立國內完整的六溴十二烷河川環境流布調查資料，再進行此類新增 POPs 未來長期監測調查之規劃。
3. 國內河川環境壬基酚及雙酚 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。由於國內目前壬基酚僅禁用於製造家庭清潔劑，雙酚 A 則未禁限用，壬基酚年製造、使用運作總量達數萬公噸以上，雙酚 A 達百萬公噸，

建議應持續監測觀察其在環境流布之趨勢，對於歷年測值皆較其他地點高的採樣地點追蹤其可能污染源，以助於管理策略調整。

4. 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，但仍有部分河川 DEHP 平均濃度高於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值），例如淡水河本流、新店溪、南崁溪、鹽水溪、典寶溪，以及過去測值並不高，但今年枯、豐水期調查結果均高的林邊溪，應持續監測觀察其在環境流布之趨勢。對於自 102 年增測之 DINP 及 DIDP 顯示其在環境中濃度較其他鄰苯二甲酸酯類物質高，由 101 至 103 年申報之運作量資料顯示，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，其年製造、使用運作總量皆達 10 萬公噸以上，且在 103 年 DINP 運作量已高於 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。

第一章 背景

1.1 毒性化學物質環境流布調查緣起

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。

毒性化學物質（以下簡稱毒化物）管制上的首要步驟在於建立國內現有毒化物之篩選原則，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毒化物。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，並依各項資料針對不同物質需求，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，如何建立毒化物環境流布資料成為極重要之課題。

毒化物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毒化物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，加速建立毒化物之環境流布資料亦為刻不容緩之課題。

同時，在毒化物管制上另一項重要的課題係在於如何藉毒化物管制以減少其在環境中之濃度或含量。因此，欲瞭解毒化物管制之成效，除需積極建立毒化物之運作及釋放量資料外，亦亟須針對毒化物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，進而建立毒化物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，以使毒化物之釋放量降至最低，亦是世界各國積極研究的方向。

近年來，針對持久性有機污染物(Persistent organic pollutants, POPs)及疑似內分泌干擾物質(Endocrine disrupting chemicals, EDCs；又稱環境荷爾蒙 Environmental hormones)，因其具不易分解且有生物濃縮與生物蓄積特性之化學物質，長期累積於環境中，經由食物鏈造成對人體危害，已引起國際間關注。聯合國環境規劃署(United Nations Environment Programme, UNEP)推動國際條約「斯德哥爾摩公約」，要求各國必須採取行動，減少環境中 POPs 之殘留量，進而確保食品之安全。截至今年5月第7次締約國大會(Convention of Parties, COP)，UNEP 已公布 26 種 POPs 列為管控重點。環保署有鑑於此類污染物可能造成之環境與人體危害，已公告其中 24 種 POPs 為列管毒化物，包括首批列管 10 種 POPs，多氯聯苯(列管編號 001-01)、可氯丹(列管編號 002-01)、地特靈(列管編號 004-01)、滴滴涕(列管編號 005-01)、毒殺芬(列管編號 006-01)、安特靈(列管編號 010-01)、飛佈達(列管編號 011-01)、阿特靈(列管編號 013-01)、六氯苯(列管編號 058-01)、滅蟻樂(列管編號 167-01)。98 年 5 月第 4 次締約國大會(COP4)新增 9 種 POPs， α -六氯環己烷及 β -六氯環己烷(國內公告物質名稱為蟲必死，列管編號 012-01)、靈丹(列管編號 019-01)、八溴二苯醚(列管編號 091-02)、五溴二苯醚(列管編號 091-03)、十氯酮(列管編號 168-01)、全氟辛烷磺酸(Perfluorooctane sulfonic acid, PFOS，列管編號 169-01)及其鹽類(國內公告物質為全氟辛烷磺酸鋰

鹽，列管編號 169-02)、全氟辛烷磺酰氟(perfluorooctane sulfonyl fluoride, PFOSF，列管編號 169-03)、五氯苯(列管編號 170-01)、六溴聯苯(列管編號 171-01)。100 年 4 月第 5 次締約國大會(COP5)新增 1 種 POPs，安殺番(國內公告物質包含，安殺番(工業級安殺番，列管編號 172-01); α -安殺番(列管編號 172-02); β -安殺番(列管編號 172-03);安殺番硫酸鹽(列管編號 172-04)等 4 種物質)。第 6 次締約國大會(COP6)新增 1 種 POPs，六溴環十二烷(Hexabromocyclododecane, HBCD)，國內公告物質包含六溴環十二烷(列管編號 174-01)、 α -六溴環十二烷(列管編號 174-02)、 β -六溴環十二烷(列管編號 174-03)、 γ -六溴環十二烷(列管編號 174-04)等 4 種物質。第 7 次締約國大會(COP7)新增 3 種 POPs，氯化萘(國內公告物質為六氯萘(列管編號 094-01)及八氯萘(列管編號 130-01))、六氯-1,3-丁二烯(列管編號 150-01)、五氯酚及其鹽、酯類(國內公告物質為五氯酚(列管編號 007-01)及五氯酚鈉(列管編號 008-01))。

雖國內已針對 POPs 作列管，部分物質亦已禁用多年，惟因其不易分解之特性，仍有持續監測其在環境中流布狀況之必要，而針對近年來新增列管之毒化物或現階段斯德哥爾摩公約持久性有機污染物或尚在審議中的化學品，應及早開始進行規劃調查，作為國內環境背景值資料之建立。

1.2 毒性化學物質環境流布調查背景

基於毒性化學物質環境流布調查分析資料之重要性，環保署自民國 88 年度起持續推動毒性化學物質環境流布調查分析計畫（如表 1-1 所列）之進行^{[1]-[6]}。於 88 年至 93 年間完成三氯甲烷、三氯乙烯、四氯乙烯、苯、氯乙烷、甲醛、環氧乙烷、丙烯腈、1,3-丁二烯、鎘及其化合物、六價鉻化合物、乙二醇單乙醚、1,2,4-三氯苯、二氯甲烷、二硫化碳、乙苯、二異氰酸甲苯、1,2-二氯乙烷、二甲基甲醯胺、環氧氯丙烷、硫酸二甲酯等 21 種毒化物運作工廠廠內及周界環境流布調查，涵蓋 50 家 95 廠次毒化物運作工廠之實地量測調查資料，樣本種類包括工廠周界及廠內空氣、水體、土壤及勞工個人作業環境測定、尿液樣本，歷年完成之樣本檢測資料筆數統計如圖 1-1 所示。依據量測結果提供廠方毒化物減量策略之建議，對於逸散排放情形顯著之運作工廠，於廠方接獲建議改善後再進行改善後實地量測調查，均達成毒化物實際減量改善之效。

除運作工廠廠內及周界環境流布調查外，環保署自 90 年度起亦針對河川、港口、水庫及各類水體等非運作場所污染源之一般環境進行實地量測調查計畫^{[3]-[16]}（如表 1-1 及表 1-2 所列）。首年調查物質為甲基第三丁基醚（Methyl-tert-butyl ether，簡稱 MTBE），以及環境荷爾蒙物質，三丁基錫（Tributyltin，簡稱 TBT）及鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯（Di(2-ethylhexyl) phthalate，簡稱 DEHP）。當時美國各州因油品滲漏污染地下水源事件，已開始禁用無鉛汽油油品添加劑 MTBE^[17]，環保署 89 年公告 MTBE 為列管毒化物，並於 90 年度首度進行國內水庫、淨水場、各類地下水水源 MTBE 環境流布調查^[3]。

船舶抗污漆的使用為有機錫類物質（Organotin compounds，簡稱 OTCs）的主要環境污染來源之一，環保署自 90 年起至 93 年，陸續完成基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港等 4 個國際港，以及八斗子漁港、梧棲漁港、興達漁港、正濱漁港、新竹漁港、安平漁港、前鎮漁

港、東港漁港、鹽埔漁港、南方澳漁港、烏石漁港、富基漁港、外埔漁港、王功漁港、布袋漁港、將軍漁港、旗津漁港等 17 個各類漁港之有機錫類物質環境流布調查^{[3]-[6]}。

河川環境流布調查自 90 年度起迄今持續進行中，初期規劃以涵蓋全國區域足以代表國內整體河川環境流布情形之 24 條主要河川為調查藍圖，逐步建立國內毒化物本土環境流布調查資料。95 年度為配合環保署整合署內水保處、監資處及環檢所之河川調查名單，除原有的 24 條主要河川外，再納入 6 條工業區承受水體河川進行調查，由各單位執行共同採樣，依各單位管理方向決定檢測項目，其中由環境衛生及毒物管理處（以下簡稱環管處）負責特殊毒化物檢測。環管處持續進行河川調查至 99 年度，如表 1-3 所列，首十年調查期間為第一階段河川環境流布調查，完成多氯聯苯（Polychlorinated biphenyls，簡稱 PCBs）、有機氯農藥（Organochlorine pesticides，簡稱 OCPs）、鄰苯二甲酸酯類（Phthalate esters，簡稱 PAEs）、有機錫類、總汞、多溴二苯醚類（Polybrominated diphenyl ethers，簡稱 PBDEs）、可氯丹、毒殺芬、環氧氯丙烷、壬基酚、雙酚 A 等毒化物環境流布資料建立。檢討階段調查成果，規劃自 100 年度開始進行第二階段調查，每年調查 10 條河川，預期以 3 年期間完成第一階段濃度較高物質的第二次調查，建立時序分布資料，並滾動增加國際關切有害污染物，加速建立本土環境流布資料，因此在第二階段調查中，納入三價砷、揮發性有機物質（Volatile Organic Compounds，簡稱 VOCs）、安殺番、六溴環十二烷等多種物質之環境流布調查。第二階段實際執行情形如表 1-4 所列，按規劃完成 PAEs、有機錫類、壬基酚及雙酚 A 30 條河川環境流布調查，三價砷及 PBDEs 延至 103 年完成 30 條河川環境流布調查，其他測項根據已完成調查的 20 條河川調查結果顯示環境濃度偏低可暫緩調查。而自 102 年度新增調查測項，包括安殺番及六溴環十二烷等，預期以 3 年期間完成 30 條河川調查^{[3]-[16]}。

表 1-1 環保署歷年執行毒性化學物質環境流布調查計畫內容

執行年度	計畫名稱及編號	執行期間	調查環境及檢測物質種類
88	毒性化學物質環境流布暴露調查分析與資料庫之建立 EPA-88-U1J1-03-001	87.7-88.6	工廠：三氯甲烷、三氯乙烯、四氯乙烯
89	毒性化學物質環境流布暴露調查分析與資料庫之建立 EPA-89-U1J1-03-1005	88.8-89.11	工廠：苯、氯乙烯、甲醛、環氧乙烷、丙烯腈、1,3-丁二烯、總鎘、總鉻或六價鉻、乙二醇單乙醚、1,2,4-三氯苯
90	毒性化學物質環境流布暴露調查分析 EPA-90-U1J1-02-104	90.4-90.12	工廠：二氯甲烷、二硫化碳、乙苯 加油站、水庫、淨水場：甲基第三丁基醚 河川：鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 港口：氧化三丁錫
91	毒性化學物質污染排放調查與模式之建立 EPA-91-U1J1-02-110 (特定污染源) EPA-91-U1J1-02-111 (一般環境中)	91.2-91.12	工廠：二異氰酸甲苯、1,2-二氯乙烷及二甲基甲醯胺 河川：鄰苯二甲酸二丁酯、多氯聯苯、有機氯農藥(包括靈丹、地特靈、安特靈、阿特靈、滴滴涕、DDD、DDE) 港口：氫氧化三苯錫
92	毒性化學物質科技發展計畫-毒性化學物質環境流布調查分析計畫 EPA-92-U1J1-02-102	92.3-92.12	工廠：苯、環氧氯丙烷 河川：總汞、有機氯農藥(包括靈丹、地特靈、安特靈、阿特靈、滴滴涕、DDD、DDE、六氯苯、飛佈達、安特靈醛及環氧飛佈達) 港口：有機錫類
93	毒性化學物質環境流布調查分析 EPA-93-J104-02-105	93.3-93.12	工廠：硫酸二甲酯、甲醛 河川：鄰苯二甲酸酯類、多氯聯苯、多溴二苯醚類 港口：有機錫類
94	河川及海洋水質維護改善計畫與斯德哥爾摩公約計畫-毒性化學物質環境流布調查 EPA-94-J103-02-102	94.2-94.12	河川：可氯丹、總汞、環氧氯丙烷、鄰苯二甲酸酯類、有機錫類、多溴二苯醚類
95	毒性化學物質環境流布背景調查計畫 EPA-95-J103-02-101	95.3-95.12	河川：可氯丹、毒殺芬、總汞、鄰苯二甲酸酯類、有機錫類、多溴二苯醚類
96	毒性化學物質環境流布背景調查計畫 EPA-96-J104-02-207	96.5-96.12	河川：可氯丹、毒殺芬、總汞、鄰苯二甲酸酯類、有機錫類、多溴二苯醚類
97	97 年度毒性化學物質環境流布背景調查資料計畫 EPA-97-J103-02-204	97.4-97.12	河川：可氯丹、毒殺芬、總汞、鄰苯二甲酸酯類、有機錫類、多溴二苯醚類
98	98—99 年毒性化學物質環境流布背景調查計畫 EPA-98-J104-02-205	98.3-98.12	河川：壬基酚、雙酚 A、毒殺芬、鄰苯二甲酸酯類、有機錫類、多溴二苯醚類
99	98—99 年毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第二年) EPA-99-J104-02-103	99.1-99.12	河川：可氯丹、毒殺芬、總汞、鄰苯二甲酸酯類、有機錫類、多溴二苯醚類、壬基酚、雙酚 A
100	100—101 年毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第一年) EPA-100-J104-02-208	100.3-100.12	河川：可氯丹、毒殺芬、總汞、鄰苯二甲酸酯類、有機錫類、多溴二苯醚類、壬基酚、雙酚 A、甲醛、四氯化碳、三氯甲烷、鄰-二氯苯、氯苯、1,2-二氯乙烯、三價砷
101	100—101 年毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第二年) EPA-101-J104-02-209	101.2-101.12	河川：可氯丹、毒殺芬、總汞、鄰苯二甲酸酯類、有機錫類、多溴二苯醚類、壬基酚、雙酚 A、甲醛、四氯化碳、三氯甲烷、鄰-二氯苯、氯苯、1,2-二氯乙烯、三價砷
102	102 年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫 EPA-102-J104-02-213	102.2-102.12	河川：安殺番、鄰苯二甲酸酯類、有機錫類、壬基酚、雙酚 A、多氯聯苯、六溴環十二烷
103	103-104 年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第一年) EPA-103-J103-02-205	103.4-103.12	河川：安殺番、鄰苯二甲酸酯類、壬基酚、雙酚 A、六溴環十二烷、多溴二苯醚類、有機砷及無機砷
104	103-104 年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第二年) EPA-104-J103-02-105	104.1-104.12	河川：安殺番、鄰苯二甲酸酯類、壬基酚、雙酚 A、六溴環十二烷、多溴二苯醚類、有機砷及無機砷

88-104年歷年完成樣本檢測資料筆數統計圖

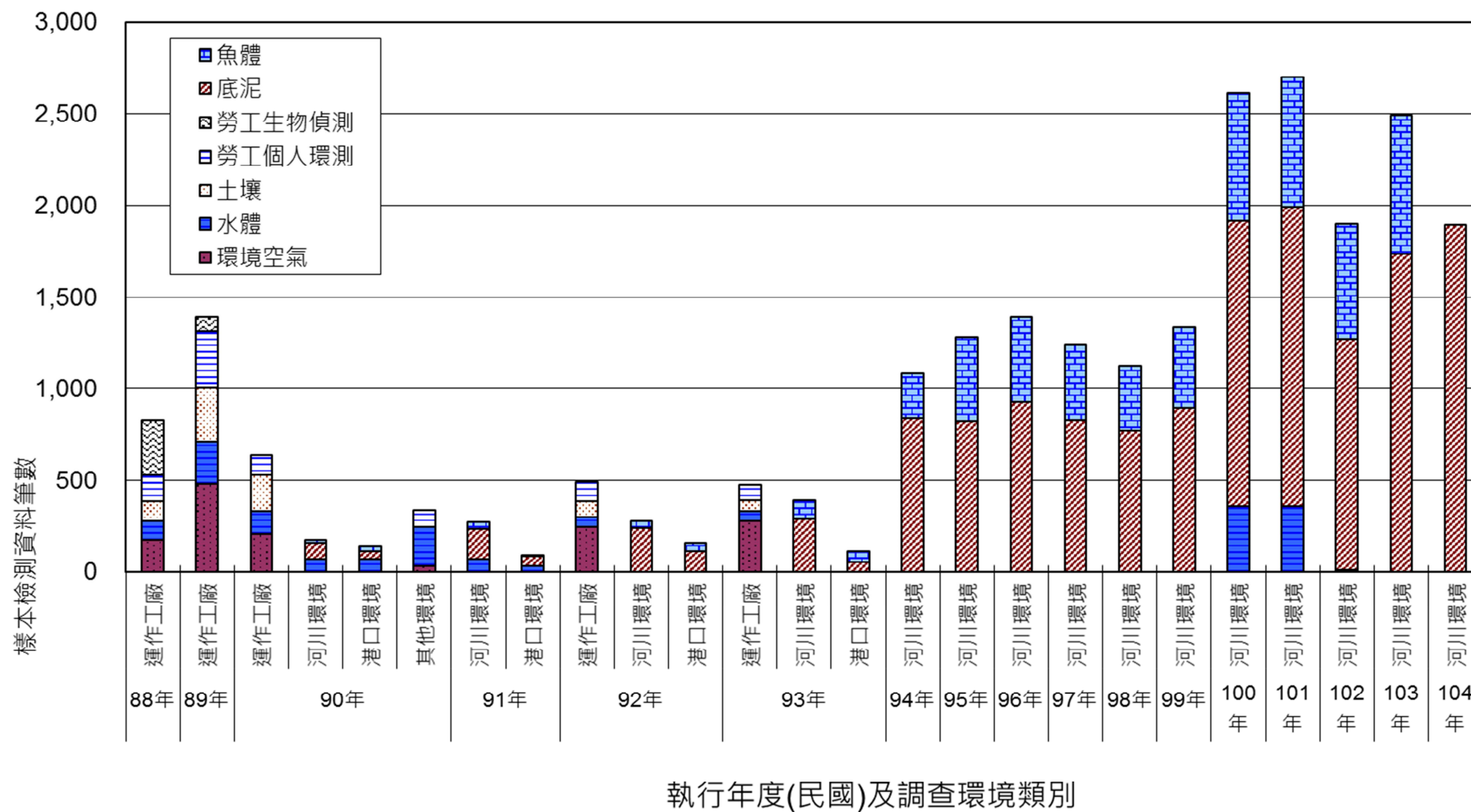


圖 1-1 環保署歷年完成毒化物環境流布調查樣本檢測資料統計圖

表 1-2 環保署歷年一般環境毒性化學物質環境流布調查地點及檢測項目

執行年度	環境類別	調查地點	檢測物質	樣本種類
90	其他	石門水庫、翡翠水庫、鯉魚潭水庫、烏山頭水庫、南化水庫等 5 座水庫及其 12 座淨(給)水場，高屏地區 17 座以地下水為水源之簡易自來水場	MTBE	水體
	河川	淡水河、蘭陽溪、頭前溪、大甲溪、濁水溪、二仁溪、高屏溪	DEHP	水體、底泥、魚體
	港口	基隆港、花蓮港、臺中港、高雄港、八斗子漁港、梧棲漁港、興達漁港	TBT	水體、底泥、魚體
91	河川	淡水河、蘭陽溪、頭前溪、大甲溪、濁水溪、朴子溪、曾文溪、二仁溪、高屏溪	PCBs、DBP 5 種 OCPs	水體、底泥、魚體 底泥
	港口	基隆港、花蓮港、臺中港、高雄港、八斗子漁港、梧棲漁港、興達漁港	TPhT	水體、底泥、魚體
	河川	後龍溪、大安溪、烏溪、北港溪、八掌溪、急水溪、鹽水溪、東港溪、林邊溪、花蓮溪、秀姑巒溪、卑南溪	總汞 11 種 OCPs	底泥、魚體 底泥
92	港口	新竹漁港、前鎮漁港、東港漁港、鹽埔漁港、正濱漁港、南方澳漁港、安平漁港	OTCs	底泥、魚體
	河川	後龍溪、大安溪、烏溪、北港溪、八掌溪、急水溪、鹽水溪、東港溪、林邊溪、花蓮溪、秀姑巒溪、卑南溪	PCBs、DEHP、DBP、PBDEs	底泥、魚體
93	港口	烏石漁港、將軍漁港、旗津漁港、富基漁港、外埔漁港、王功漁港、布袋漁港	OTCs	底泥、魚體
	河川	淡水河、頭前溪、大甲溪、濁水溪、二仁溪、北港溪、秀姑巒溪	可氯丹、總汞、ECH、PAEs、OTCs、PBDEs	底泥、魚體
94	河川	淡水河、頭前溪、大甲溪、濁水溪、二仁溪、北港溪、秀姑巒溪	可氯丹、毒殺芬、總汞、PAEs、OTCs、PBDEs	底泥、魚體
95	河川	蘭陽溪、南崁溪、中港溪、八掌溪、曾文溪、鹽水溪、東港溪、林邊溪	可氯丹、毒殺芬、總汞、PAEs、OTCs、PBDEs	底泥、魚體
96	河川	後龍溪、大安溪、烏溪、急水溪、花蓮溪、卑南溪	可氯丹、毒殺芬、總汞、PAEs、OTCs、PBDEs	底泥、魚體
97	河川	愛河、老街溪、新虎尾溪、二仁溪、濁水溪	壬基酚、雙酚 A、毒殺芬、PAEs、OTCs、PBDEs	底泥、魚體
98	河川	淡水河本流、大漢溪、新店溪、基隆河、客雅溪、頭前溪、大甲溪、北港溪、朴子溪、將軍溪、秀姑巒溪	總汞、可氯丹、毒殺芬、PAEs、OTCs、PBDEs、壬基酚、雙酚 A	底泥、魚體
100	河川	南崁溪、中港溪、後龍溪、大安溪、烏溪、鹽水溪、典寶溪、東港溪、蘭陽溪、新城溪	甲醛 ¹ 、四氯化碳 ¹ 、三氯甲烷 ^{1,2} 、鄰-二氯苯 ^{1,2,3} 、氯苯 ^{1,2,3} 、1,2-二氯乙烯 ^{1,2} 、三價砷 ²	水體 ¹ 、底泥 ² 、魚體 ³
			總汞、可氯丹、毒殺芬、PAEs、OTCs、PBDEs、壬基酚、雙酚 A	底泥、魚體
101	河川	淡水河本流、大漢溪、新店溪、八掌溪、急水溪、曾文溪、高屏溪、林邊溪、花蓮溪、卑南溪	檢測項目同 100 年度	水體、底泥、魚體
102	河川	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 註： [*] PCBs 調查河川， [†] HBCD 調查河川	PCBs	水體、底泥
			安殺番、9 種 PAEs、OTCs、壬基酚、雙酚 A、HBCD	底泥、魚體
103	河川	南崁溪、中港溪、後龍溪、大安溪、烏溪、鹽水溪、典寶溪、東港溪、蘭陽溪、新城溪	安殺番、9 種 PAEs、壬基酚、雙酚 A、HBCD	底泥、魚體
		102 年度 10 條河川	PBDEs ^{1,2} 、有機砷及無機砷 ¹	底泥 ¹ 、魚體 ²
104	河川	淡水河本流、大漢溪、新店溪、八掌溪、急水溪、曾文溪、高屏溪、林邊溪、花蓮溪、卑南溪	安殺番、9 種 PAEs、壬基酚、雙酚 A、HBCD	底泥
		基隆河 ¹ 、客雅溪 ^{1,2} 、蘭陽溪 ³ 、新城溪 ³ 、東港溪 ³	PBDEs ¹ 、壬基酚 ² 、HBCD ³	底泥

表 1-3 環保署 90-99 年第一階段完成毒性化學物質環境流布調查之河川流域及檢測物質

項次	第 1 階段河川環境流布調查物質			持久性有機污染物 (POPs)				環境荷爾蒙物質 (EDCs)					重金屬/其他	
	河川名稱	縣市別	河川類別	可氯丹	毒殺芬	PCBs	OCPs ^{註1}	PAEs ^{註2}	PBDEs ^{註3}	OTCs ^{註4}	壬基酚	雙酚A	總汞	環氧氯丙烷
1	淡水河(本流)	台北	跨省市(本流)	94	99	91	91	90/91/94/99	94/99	94/99	99	99	94/99	94
2	大漢溪	台北	跨省市(支流)	94	99	-	-	94/99	94/99	94/99	99	99	94/99	94
3	新店溪	台北	跨省市(支流)	99	99	91	91	90/91/99	99	99	99	99	99	-
4	基隆河	台北	跨省市(支流)	95	95	-	-	90/95	95	95	99	99	95	-
5	南崁溪	桃園	縣市管	96	96	-	-	96	96	96	-	-	96	-
6	頭前溪	新竹	中央管	94	99	91	91	90/91/94/99	94/99	94/99	99	99	94/99	94
7	客雅溪/三姓公溪	新竹	縣市管	95	95	-	-	95	95	95	99	99	95	-
8	中港溪	苗栗	中央管	96	96	-	-	96	96	96	-	-	96	-
9	後龍溪	苗栗	中央管	97	97	93	92	93/97	93/97	97	-	-	92/97	-
10	大安溪	台中	中央管	97	97	93	92	93/97	93/97	97	-	-	92/97	-
11	大甲溪	台中	中央管	94	99	91	91	90/91/94/99	94/99	94/99	99	99	94/99	94
12	烏溪	台中	中央管	97	97	93	92	93/97	93/97	97	-	-	92/97	-
13	濁水溪	彰化	中央管	94	98	91	91	90/91/94/98	94/98	94/98	98	98	94/98	94
14	北港溪	雲林	中央管	94	99	93	92	93/94/99	93/94/99	94/99	99	99	92/94/99	94
15	朴子溪	嘉義	中央管	95	95	91	91	91/95	95	95	99	99	95	-
16	八掌溪	台南	中央管	96	96	93	92	93/96	93/96	96	-	-	92/96	-
17	急水溪	台南	中央管	97	97	93	92	93/97	93/97	97	-	-	92/97	-
18	將軍溪	台南	縣市管	95	95	-	-	95	95	95	99	99	95	-
19	曾文溪	台南	中央管	96	96	91	91	91/96	96	96	-	-	96	-
20	鹽水溪	台南	中央管	96	96	93	92	93/96	93/96	96	-	-	92/96	-
21	二仁溪/三爺溪	台南	中央管	94	98	91	91	90/91/94/98	94/98	94/98	98	98	94/98	94
22	典寶溪	高雄	縣市管	95	95	-	-	95	95	95	-	-	95	-
23	高屏溪	屏東	中央管	95	95	91	91	90/91/95	95	95	-	-	95	-
24	東港溪	屏東	中央管	96	96	93	92	93/96	93/96	96	-	-	92/96	-
25	林邊溪	屏東	縣市管	96	96	93	92	93/96	93/96	96	-	-	92/96	-
26	蘭陽溪	宜蘭	中央管	96	96	91	91	90/91/96	96	96	-	-	96	-
27	新城溪	宜蘭	縣市管	95	95	-	-	95	95	95	-	-	95	-
28	花蓮溪	花蓮	中央管	97	97	93	92	93/97	93/97	97	-	-	92/97	-
29	秀姑巒溪	花蓮	中央管	94	99	93	92	93/94/99	93/94/99	94/99	99	99	92/94/99	94
30	卑南溪	台東	中央管	97	97	93	92	93/97	93/97	97	-	-	92/97	-

上列河川依地理分布位置北、中、南、東依序排列，表中所列數值為執行調查年度；下列化學物質中已公告列管為毒化物以底線標示。

註 1：民國 91 年分析地特靈、安特靈、阿特靈、靈丹、滴滴涕、DDE、DDD 等 7 種物質，民國 92 年新增六氯苯、飛佈達、環氧飛佈達、安特靈醛，共 11 種物質。

註 2：分析鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)、鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)、鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)、鄰苯二甲酸二辛酯(DNOP)、鄰苯二甲酸丁基苯基酯(BBP)、鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)等 6 種物質。

註 3：分析十溴二苯醚、八溴二苯醚、五溴二苯醚及其他 3 溴至 9 溴等 24 種多溴二苯醚同源物。

註 4：分析三丁基錫(TBT)、二丁基錫(DBT)、單丁基錫(MBT)、三苯基錫(TPhT)、二苯基錫(DPhT)、單苯基錫(MPhT)等 6 種物質。

表 1-4 環保署 100-104 年第二階段完成環境流布調查之河川流域及檢測物質

項次	第 2 階段河川環境流布調查			持久性有機污染物 (POPs)					環境荷爾蒙物質(EDC)或國際關注有毒物質								
	河川名稱	縣市別	河川類別	安殺番	HBCD	可氯丹	毒殺芬	PCBs	PAEs ^{註1}	壬基酚	雙酚 A	PBDEs	三價砷 ^{註2}	OTCs	總汞	甲醛	VOCs ^{註3}
1	淡水河本流	台北	跨省市(本流)	104	104	101	101	-	101/104	101/104	101/104	101/104	101/104	101	101	101	101
2	大漢溪	台北	跨省市(支流)	104	104	101	101	-	101/104	101/104	101/104	101/104	101/104	101	101	101	101
3	新店溪	台北	跨省市(支流)	104	104	101	101	-	101/104	101/104	101/104	101/104	101/104	101	101	101	101
4	基隆河	台北	跨省市(支流)	102	-	-	-	-	102	102	102	103/104	103	102	-	-	-
5	南崁溪	桃園	縣市管	103	103	100	100	-	100/101/103	100/103	100/103	100	100	100	100	100	100
6	頭前溪	新竹	中央管	102	-	-	-	102	102	102	102	103	103	102	-	-	-
7	客雅溪	新竹	縣市管	102	102	-	-	-	102	102/104	102	103/104	103	102	-	-	-
8	中港溪	苗栗	中央管	103	103	100	100	-	100/103	100/103	100/103	100	100	100	100	100	100
9	後龍溪	苗栗	中央管	103	103	100	100	-	100/103	100/103	100/103	100	100	100	100	100	100
10	大安溪	台中	中央管	103	103	100	100	-	100/103	100/103	100/103	100	100	100	100	100	100
11	大甲溪	台中	中央管	102	-	-	-	102	102	102	102	103	103	102	-	-	-
12	烏溪	台中	中央管	103	103	100	100	-	100/103	100/103	100/103	100	100	100	100	100	100
13	濁水溪	彰化	中央管	102	-	-	-	-	102	102	102	103	103	102	-	-	-
14	北港溪	雲林	中央管	102	102	-	-	-	102	102	102	103	103	102	-	-	-
15	朴子溪	嘉義	中央管	102	-	-	-	-	102	102	102	103	103	102	-	-	-
16	八掌溪	台南	中央管	104	104	101	101	-	101/104	101/104	101/104	101/104	101/104	101	101	101	101
17	急水溪	台南	中央管	104	104	101	101	-	101/104	101/104	101/104	101/104	101/104	101	101	101	101
18	將軍溪	台南	縣市管	102	-	-	-	-	102	102	102	103	103	102	-	-	-
19	曾文溪	台南	中央管	104	104	101	101	-	101/104	101/104	101/104	101/104	101/104	101	101	101	101
20	鹽水溪	台南	中央管	103	103	100	100	-	100/103	100/103	100/103	100	100	100	100	100	100
21	二仁溪	台南	中央管	102	102	-	-	102	102	102	102	103	103	102	-	-	-
22	典寶溪	高雄	縣市管	103	103	100	100	-	100/101/103	100/103	100/103	100	100	100	100	100	100
23	高屏溪	屏東	中央管	104	104	101	101	-	101/104	101/104	101/104	101/104	101/104	101	101	101	101
24	東港溪	屏東	中央管	103	103/104	100	100	-	100/103	100/103	100/103	100	100	100	100	100	100
25	林邊溪	屏東	縣市管	104	104	101	101	-	101/104	101/104	101/104	101/104	101/104	101	101	101	101
26	蘭陽溪	宜蘭	中央管	103	103/104	100	100	-	100/103	100/103	100/103	100	100	100	100	100	100
27	新城溪	宜蘭	縣市管	103	103/104	100	100	-	100/103	100/103	100/103	100	100	100	100	100	100
28	花蓮溪	花蓮	中央管	104	104	101	101	-	101/104	101/104	101/104	101/104	101/104	101	101	101	101
29	秀姑巒溪	花蓮	中央管	102	-	-	-	-	102	102	102	103	103	102	-	-	-
30	卑南溪	台東	中央管	104	104	101	101	-	101/104	101/104	101/104	101/104	101/104	101	101	101	101

上列河川依地理分布位置北、中、南、東依序排列，表中所列數值為執行調查年度。

註 1：民國 100-101 年分析 DEHP、DMP、DBP、DNOP、BBP、DEP 等 6 種物質，民國 102 年以後新增鄰苯二甲酸二異丁酯(DIBP)、鄰苯二甲酸二異壬酯(DINP)、鄰苯二甲酸二異癸酯(DIDP)共 9 種物質。

註 2：民國 100-101 年分析三價砷，民國 102 年以後新增分析五價砷及有機砷（單甲基砷酸(MMA)、二甲基砷酸(DMA)）共 4 種物質。

註 3：分析四氯化碳、三氯甲烷、鄰-二氯苯、氯苯、1,2-二氯乙烯等 5 種物質。

第二章 年度目標

2.1 計畫目標

- 一、每年完成檢測至少 10 條河川、6 項毒性化學物質（國內列管毒性化學物質、國際關注持久性有機污染物或環境荷爾蒙物質）之環境流布背景實地測量調查資料，預計每年至少完成 1,896 筆檢測數據。依據檢測結果，建立毒性化學物質環境流布檢測資料。
- 二、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。
- 三、更新歷年毒性化學物質環境流布調查資料庫，並建置線上毒性化學物質環境流布調查資料查詢系統，予以系統蒐集、分析及歸納，並具有查詢功能。
- 四、規劃及提具未來毒性化學物質環境流布調查執行方向與建議。
- 五、更新毒性化學物質環境流布調查成果手冊至前一年度，並完成美編及印製電子書光碟片 500 份(包含 iPad 及 iPhone 適用版本)。

2.2 計畫工作內容

一、完成至少 10 條河川環境樣本檢測，依據檢測結果，建立毒性化學物質環境流布檢測資料。

(一) 完成 10 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，執行底泥樣本量測。

1. 調查河川：淡水河本流、大漢溪、新店溪、八掌溪、急水溪、曾文溪、高屏溪、林邊溪、花蓮溪、卑南溪。
2. 完成每條河川 6 個底泥樣本之六溴環十二烷 (α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD)、安殺番 (α -安殺番、 β -安殺番、安殺番硫酸鹽)、壬基酚及雙酚 A、鄰苯二甲酸酯類物質 (DEHP、DMP、DBP、DNOP、DEP、BBP、DINP、DIDP、DIBP 等 9 種 PAEs)、多溴二苯醚類物質 (十溴二苯醚、八溴二苯醚、五溴二苯醚等 8 種公告列管 PBDEs)、無機砷 (As(III)、As(V)) 及有機砷 (monomethylarsonic acid (MMA)、dimethylarsinic acid (DMA)) 等 6 項 29 種物質分析，分析後至少可獲得 1,740 筆檢測數據。

(二) 針對歷年河川壬基酚、六溴環十二烷及多溴二苯醚類測值偏高河川，執行底泥樣本量測。

1. 完成客雅溪 6 個底泥樣本之壬基酚分析，分析後至少可獲得 6 筆檢測數據。
2. 完成蘭陽溪、新城溪、東港溪，每條河川 6 個底泥樣本之六溴環十二烷 (α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD) 分析，分析後至少可獲得 54 筆檢測數據。
3. 完成客雅溪及基隆河，每條河川 6 個底泥樣本之多溴二苯醚類物質 (十溴二苯醚、八溴二苯醚、五溴二苯醚等 8 種公告列管 PBDEs) 分析，分析後至少可獲得 96 筆檢測數據。

(三) 依據檢測結果，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，建立毒性化學物質環境流布檢測資料。

(四) 完成底泥樣本中滅蟻樂檢測方法之方法測試驗證。

二、針對本年度進行調查之檢測物質，分析其歷年環境流布調查結果資料，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。

三、更新歷年毒性化學物質環境流布調查資料庫，及維護線上毒性化學物質環境流布調查資料查詢系統，予以系統蒐集、分析及歸納，並具有查詢功能。

1. 針對本年度進行調查之檢測物質，依其環境類別、檢測物質名稱、調查年度、樣本種類、採樣地點等，以及各項樣本細節說明資料，例如含水率、採樣地點座標位置、魚體檢測部位等逐筆建檔。
2. 更新「毒性化學物質環境流布調查資料庫」及線上「毒性化學物質環境流布調查資料查詢系統」之資料至 104 年度，依其關鍵字或條件設定，可產出趨勢分析圖表。
3. 維護線上「毒性化學物質環境流布調查資料查詢系統」與本署或政府機關之環境監測系統之資料介接。
4. 維護毒性化學物質環境流布調查資料宣導專區，提供民眾或業者瞭解相關知識及訊息。

四、規劃及提具未來毒性化學物質環境流布調查執行方向與建議。

1. 檢討修正毒性化學物質環境流布調查物質檢測篩選原則。
2. 依據上述更新後之環境流布調查優先順序，以及環境流布調查現況，提具未來毒性化學物質環境流布調查執行方向之建議。

五、更新毒性化學物質環境流布調查成果手冊至 103 年度，並完成美編及印製電子書光碟片 500 份(包含 iPad 及 iPhone 適用版本)。

第三章 工作方法

3.1 計畫工作執行架構及人力配置

本計畫工作執行架構如圖 3-1 所示，人力與工作分配如圖 3-2 及圖 3-3 所示。計畫主要工作項目包含河川環境採樣（工作比重 30%）、樣本檢驗分析（工作比重 35%）、環境流布資料庫建置及維護（工作比重 10%）、環境流布調查結果之數據解析、施政策略建議及未來執行方向規劃（工作比重 15%）及成果手冊編製（工作比重 10%）等 5 項工作內容。樣本檢驗分析除有機砷及無機砷委由弘光科技大學環境與安全衛生工程系陳秀玲特聘教授進行分析外，其他檢測項目由國立成功大學環境微量毒物研究中心（以下簡稱成大環微毒中心）完成執行。資訊系統建置及維護委由方達科技股份有限公司進行。

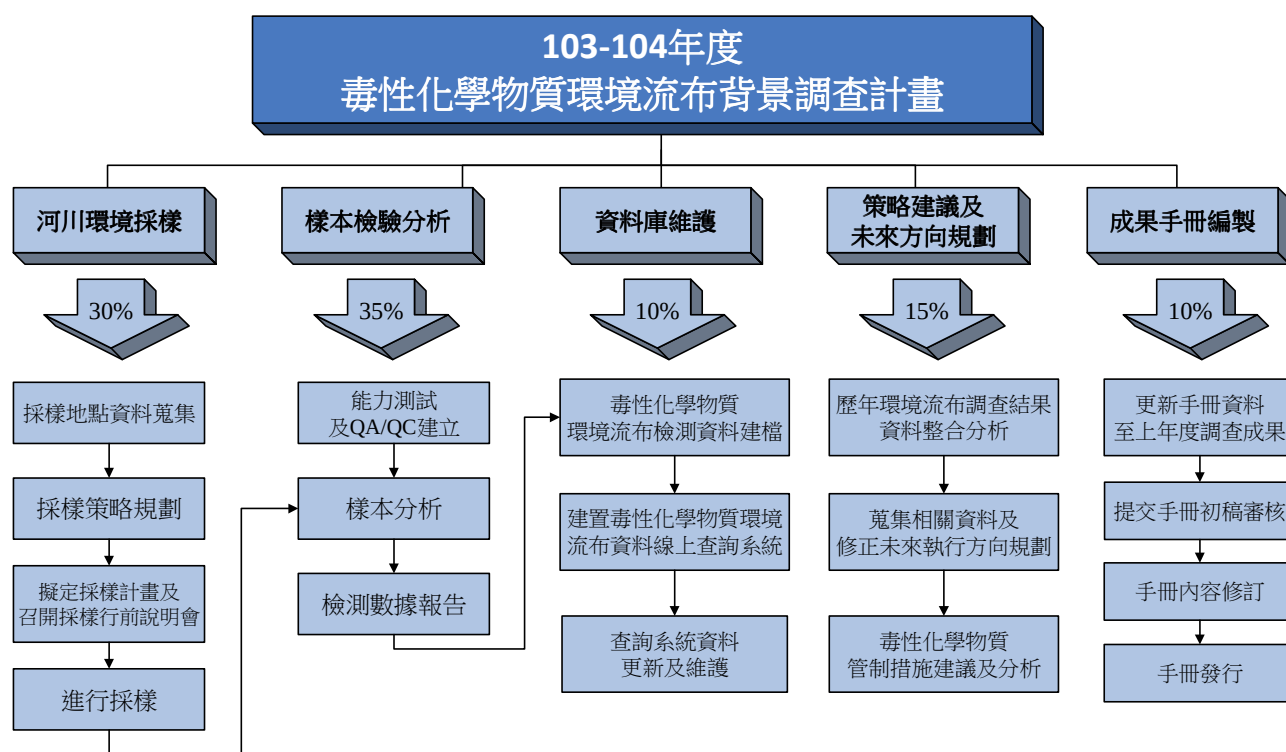


圖 3-1 103-104 年度計畫工作執行架構及流程圖

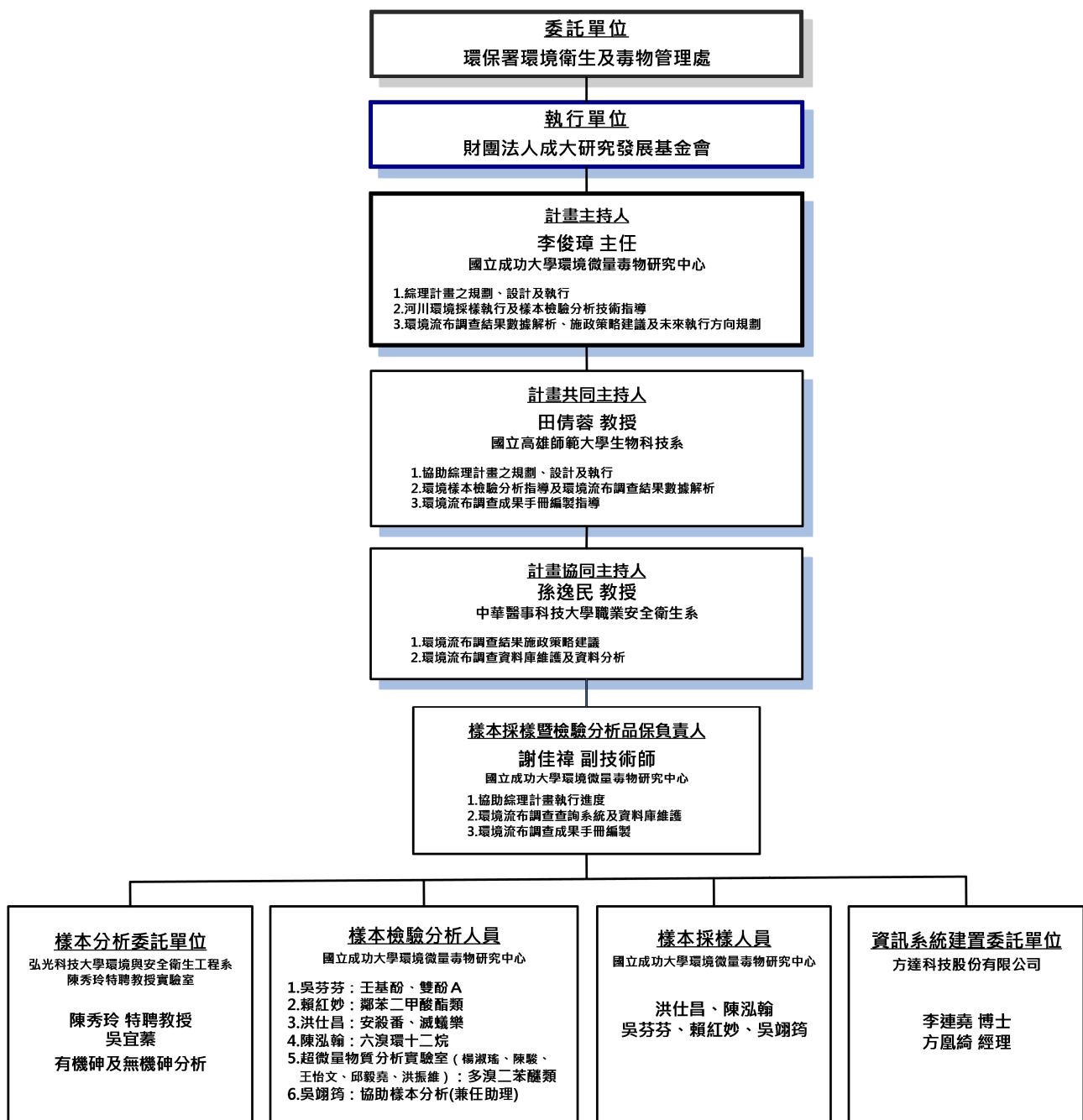


圖 3-2 計畫執行人員組織架構圖

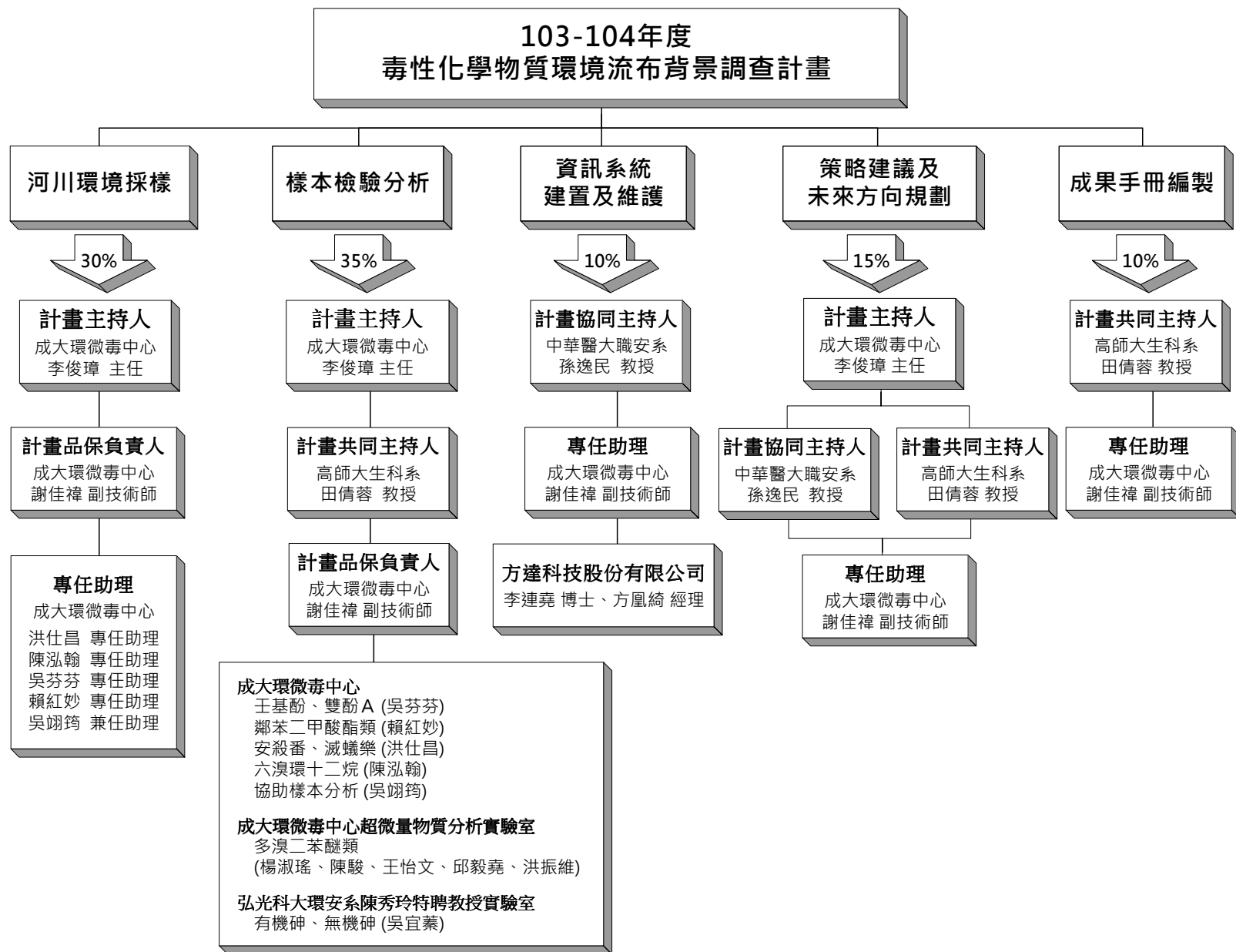


圖 3-3 計畫執行人員工作分配配置圖

3.2 調查毒性化學物質資料蒐集

一、安殺番 (Endosulfan)

安殺番為農業用殺蟲劑，包含兩種主要的同分異構物， α -安殺番 (α -Endosulfan 或 Endosulfan I) 及 β -安殺番 (β -Endosulfan 或 Endosulfan II)，工業級安殺番是同時包含 α -安殺番及 β -安殺番 (7:3 (v/v)) 的混合物，硫酸鹽(Endosulfan sulfate)是含有一個額外的氧原子連接的 S 原子的氧化產物。安殺番用於全球各地之農業殺蟲劑，包括用來控制粉蝨(whitefly)、蚜蟲、葉蟬、科羅拉多馬鈴薯甲蟲、白菜蟲等蟲害，同時亦用於木材之防腐劑^[18]。由於其具有健康危害之高毒性，以及在環境中持久不易移除之特性，斯德哥爾摩公約於 2011 年締約國大會中宣布安殺番為 POPs，且全面禁用農藥安殺番，國內亦於同年公告安殺番 (含工業級安殺番、 α -安殺番、 β -安殺番、安殺番硫酸鹽) 為毒性分類第一、三類之列管毒化物。根據 103 年申報之安殺番運作資料，國內製造及輸出量為 0，年輸入量皆低於 1 公斤。

安殺番是由六氯環戊二烯、2-丁烯-1,4-二醇及亞硫醯氯反應而得，根據世界衛生組織估計，在 80 年代初全球每年約有 9,000 噸產量。從 1980 年到 1989 年，全球消費量每年平均 10,500 噸，至 90 年代使用成長到每年 12,800 噸。安殺番作為殺蟲劑使用時，曾有多起中毒致死的意外事件發生，顯示其對生物體之高毒性，同時亦為一異雌激素的合成物質，為疑似內分泌干擾物，可能對動物和人類造成生殖及發育方面損害。急性暴露下具有神經毒性，急性中毒症狀包括多動、震顫、抽搐、缺乏協調、呼吸困難、噁心、嘔吐、腹瀉，嚴重可致無意識或致死^[18]。

土壤環境中的安殺番移動性並不大，自濕土表面逸散為其主要移除途徑，乾土表面則不易逸散移除，在濕土表面水解的半衰期為 9~553 小時。安殺番在水體環境中，根據有機碳吸附係數 (Organic

Carbon-water Partition Coefficient, K_{oc}) 為 350~19,953 顯示易吸附於底泥或沈積物，自水體表面逸散亦有可能。魚體生物濃縮因子 (Bioconcentration Factor, BCF) 可達 2,650 或 11,583，顯示具有高度的生物濃縮特性^[18]。

二、壬基酚 (Nonylphenol)

壬基酚 (Nonylphenol) 是石油或天然煤焦油在提煉過程中產出之環形中間物，或由酚類和壬烯在酸性催化劑存在下進行烷基化製成。在後者之反應作用下，將有多種壬基酚之同分異構物被產出，主要包括對位結構的壬基酚 (*para*-substituted nonylphenol)，例如，phenol, 4-nonyl-branched (CAS No. 84852-15-3)、4-nonylphenol (CAS No. 104-40-5) 及 phenol, nonyl-, (CAS No. 25154-52-3)；少部分鄰位結構的壬基酚 (*ortho*-substituted phenol)，例如，2-nonylphenol (CAS No. 136-83-4)；以及微量的 2,4-dinonylphenol (CAS No. 84962-08-3)。商業上泛指之 nonylphenol 是主要為對壬基酚之多種異構體混合物 (CAS No. 84852-15-3)，而 4-nonylphenol (CAS No. 104-40-5) 及 phenol, nonyl-, (CAS No. 25154-52-3) 亦有被商業上使用。目前國內公告之壬基酚是指 CAS No. 84852-15-3 及 CAS No. 25154-52-3^[19]。

壬基酚常使用於紡織、塑膠、金屬、農藥等工業製程，同時可作為清潔劑製造的主成分壬基酚聚乙氧基醇類非離子界面活性劑 (Nonylphenol polyethoxylate，簡稱 NPEO) 的原料。塑膠製廠在聚苯乙烯及聚氯乙烯中添加壬基酚作為抗氧化劑，使塑膠製品更加柔軟不易斷裂。而 NPEO 則佔有非離子界面活性劑市場的八成，為工業及民生之清洗與除污產品的主要成分。因此，塑膠產品中的塑化劑成分自塑膠中釋出，而清潔劑使用後流入自然水體環境中，被微生物經生物分解為壬基酚，均為造成環境污染的主要來源^[20]。

由於壬基酚之化學結構與動物雌性激素結構相似（如圖 3-4），會干擾內分泌之原本機制，造成內分泌失調。研究報告指出壬基酚會誘發魚體血清中卵黃蛋白前質(Vitellogenin, VTG)合成之雌激素效應，以及促進促性腺激素(Gonadotropin)之合成及分泌。研究亦證實壬基酚會影響魚體腦垂體功能，造成卵巢發展的抑制^[21]。根據這些生物體內分泌干擾異常現象的表現，將造成生物體雌雄不分，因而喪失繁衍後代的能力。

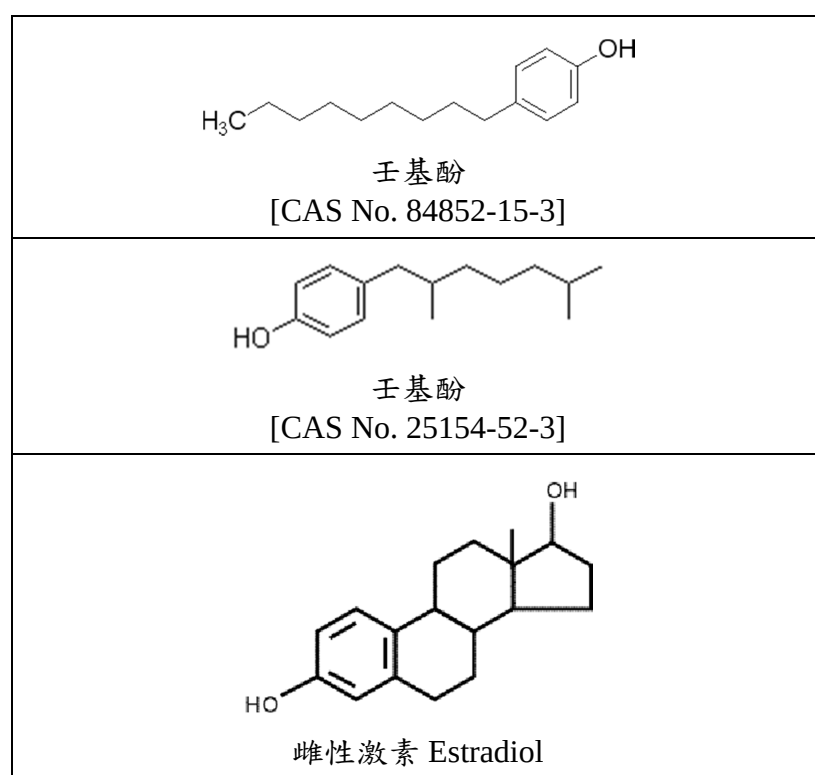


圖 3-4 壬基酚及雌性激素之化學結構式

壬基酚外觀為淡黃色黏稠液體，略帶酚味，分子量介於 215.0 - 220.4，20℃下之密度為 0.953 g/mL，蒸氣壓為 4.55×10^{-3} Pa，解離常數 (pK_a) 為 10.7 ± 1.0 ，辛醇-水分布係數 (Octanol-Water Partition Coefficient, K_{ow}) 之對數值 ($\log K_{ow}$) 為 3.80 - 4.77。pH 值會影響其在水中溶解度，pH 值為 5.0、7.0、9.0 時，水中溶解度分別為 4,600 $\mu\text{g/L}$ 、

6,237 µg/L、11,897 µg/L。壬基酚可溶於海水，海水中溶解度為 3,630 µg/L，且與多數有機溶劑相溶^[19]。

壬基酚對環境及生物體的危害是在 1990 年間開始受到研究學者的重視，目前國際間包括德國、荷蘭、比利時、英國、丹麥、西班牙、瑞典、芬蘭等國家，已經由業者以自願性方式停止使用壬基酚；挪威於 2001 年明文禁用含有壬基酚之工業用清潔劑；歐盟規定從 2005 年起，除國家授權准予使用的殺蟲劑和生物抑制劑外，對於其他用途之壬基酚(NP)和壬基酚聚乙氧基醇類化合物(NPEO)重量百分比不可高於 0.1 %；美國則研擬於國家水質規範(National Water Quality Criteria)中將加入壬基酚項目；國內則於 96 年 12 月公告壬基酚和壬基酚聚乙氧基醇為毒性分類屬第一類之列管毒化物，其中，壬基酚得使用於研究、試驗、教育；工業用清潔劑、界面活性劑；製藥；抗氧化劑；安定劑；電路積層板；合成樹脂、酚醛樹脂之原料；殺精劑。國內壬基酚 103 年申報之年製造運作量為 39,618 公噸，年輸入量為 19.8 公噸，年輸出運作量為 30,904 公噸。97-103 年間之壬基酚製造、輸入及輸出運作量如圖 3-5 顯示，壬基酚運作量在列管後有逐年下降。

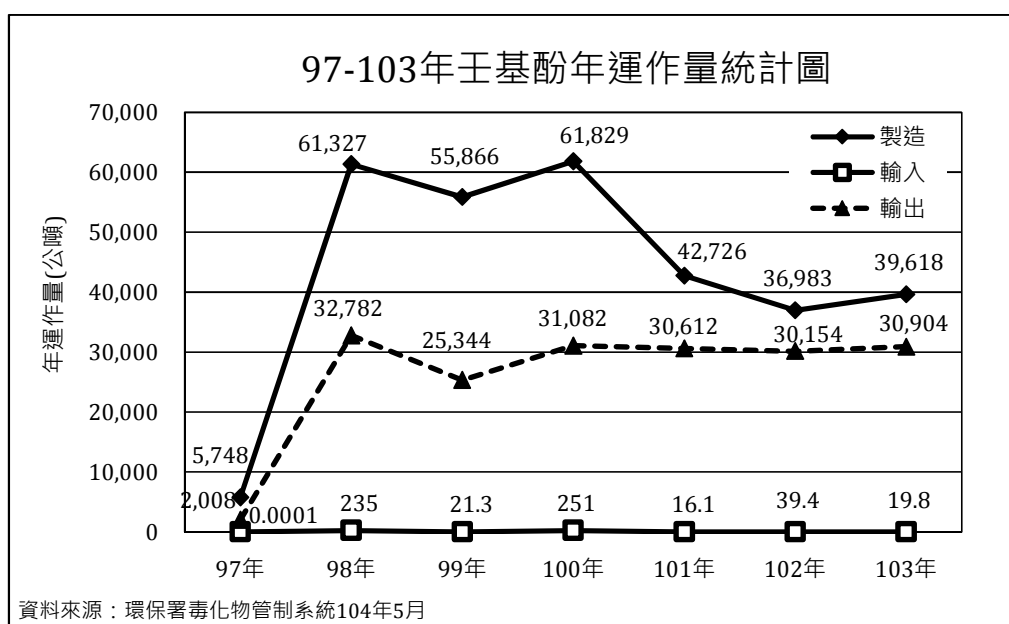


圖 3-5 壬基酚製造、輸入及輸出年運作量統計圖

三、雙酚 A (Bisphenol A)

雙酚 A (Bisphenol A) 是由酚和丙酮在酸性催化劑存在下反應製成，其主要用於聚碳酸酯、環氧樹脂、聚芳酯、酚醛樹脂、不飽和聚酯樹脂、耐燃劑及橡膠化學品等製造之原料。德國馬堡大學 Thomas Zincke 於 1905 年首次發表雙酚 A 合成的資料，其在商業上大量生產則是始於 1950 年間，美國於 1957 年開始量化生產，歐洲則始於 1958 年^[18]。

聚碳酸酯(Polycarbonate, PC)為五大泛用塑膠之其中一種，PC 是一種各項性質較為平衡，缺點較少的塑膠。此外，PC 為一透明、非結晶性、熱可塑性的直鏈聚酯，由於其獨特的透明性及優越的機械性質，特別是耐衝擊性、韌性、尺寸安定性、耐蠕變性都相當良好，故被廣泛應用於汽車、電子、電氣、精密機械、建築、醫療用品及光學零件等領域。此外，除聚碳酸酯外環氧樹脂在反應性、耐藥品性、柔軟性、接著性、耐熱性、強韌性等方面皆佳，因此聚碳酸酯及環氧樹脂在眾多塑膠材料中之需求量較高，以美國為例，2004 年雙酚 A 用於聚碳酸酯製造佔 73%，環氧樹脂製造佔 21%，其他產品佔 6%。以雙酚 A 製成之塑膠材料添加在廣泛的產品中，包括食物和飲料包裝材料、透明容器、PC/ABS 合膠等產品、車前燈、照相機鏡頭、鋼盔、傳真用感熱紙、強化塑膠管、地板材料、建材採光罩、人造假牙、家用電器電子零件、光碟片、汽車零件、印刷電路板、塗料、黏著劑等。全球雙酚 A 需求量在 2002 年為 290 萬公噸，2004 年增加至 370 萬公噸，其中又以美國、日本、臺灣、德國的產量較大，如表 3-1 所列，國內 2002 年雙酚 A 年產量為 105 千噸，2004 年增加至 475 千噸^{[18],[22]}。

由於雙酚 A 之化學結構與動物雌性激素結構相似（如圖 3-6），已被證實是一種內分泌干擾素或環境荷爾蒙。在一些動物實驗結果指出，雙酚 A 將導致生殖、生長、發育等相關危害，例如，精蟲發展

及活動力的降低、乳腺發育速度的影響、子宮重量及大小的改變等^[23]。根據美國國立衛生研究院全國毒物計畫(National Toxicology Program, NTP)發表報告，提到雙酚 A 可能會傷害攝護腺及腦部發育，並對胎兒及嬰幼兒的行為發展，產生不良影響，但在動物致癌性實驗結果則未獲充分的致癌性證據^[24]。雙酚 A 對人體是否具致癌性之評估報告中，亦指出目前尚未有足夠證據顯示雙酚 A 對人體具致癌性^[25]。

雙酚 A 外觀為白色結晶體，帶有酚味，分子量為 228.29，25°C 下密度為 1.195 g/mL，蒸氣壓為 3.91×10^{-7} mmHg， $\log K_{ow}$ 為 3.32。25°C 下水中溶解度為 120 mg/L。根據蒸氣壓為 3.91×10^{-7} mmHg，顯示雙酚 A 以氣狀及粒狀兩種型態存在於大氣中，氣狀雙酚 A 在大氣中會與光化學反應產物作用而降解，降解反應半衰期為 5 小時；粒狀雙酚 A 則是藉由濕式或乾式沈降方式自大氣中移除。根據 K_{oc} 值為 796，顯示雙酚 A 在土壤中不易移動，而亨利常數為 1.0×10^{-11} atm-m³/mole 則顯示其不易自濕土表面揮發。根據 K_{oc} 值顯示雙酚 A 釋放至水體中會吸附於水中懸浮固體和沉澱物，相對的其在水中揮發性較弱。實驗結果顯示雙酚 A 在環境中的生物分解能力不高，而根據 BCF 值為 5.1-67.7，顯示其具有低度至中度生物濃縮性^[18]。

國內於 98 年 7 月公告雙酚 A 為毒性分類屬第四類之列管毒化物，國內 103 年雙酚 A 申報之年製造運作量為 669,117 公噸，年輸入量為 7,500 公噸，年輸出運作量為 280,104 公噸。98-103 年間之雙酚 A 製造、輸入及輸出運作量如圖 3-7。

表 3-1 各國雙酚 A 年產量

國家	2002 年產量 (千噸/年)	2004 年產量 (千噸/年)
美國	930	768
日本	665	590
臺灣	105	475
德國	280	330
荷蘭	250	315
韓國	130	250
比利時	140	220
西班牙	210	210
新加坡	210	210
泰國	-	160
東歐	-	100
大陸	30	45
巴西	22	27
俄羅斯	20	-

資料來源：Hazardous Substances Data Bank (HSDB)^[18]

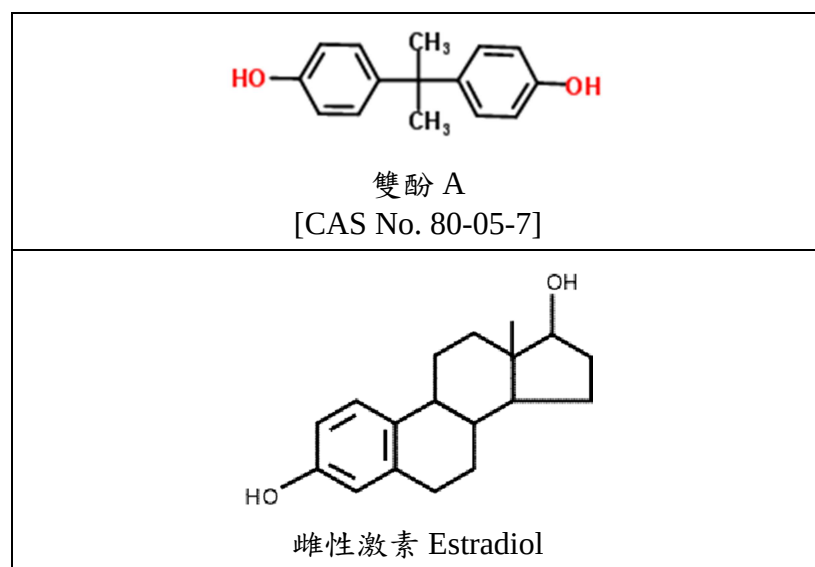


圖 3-6 雙酚 A 及雌性激素之化學結構式

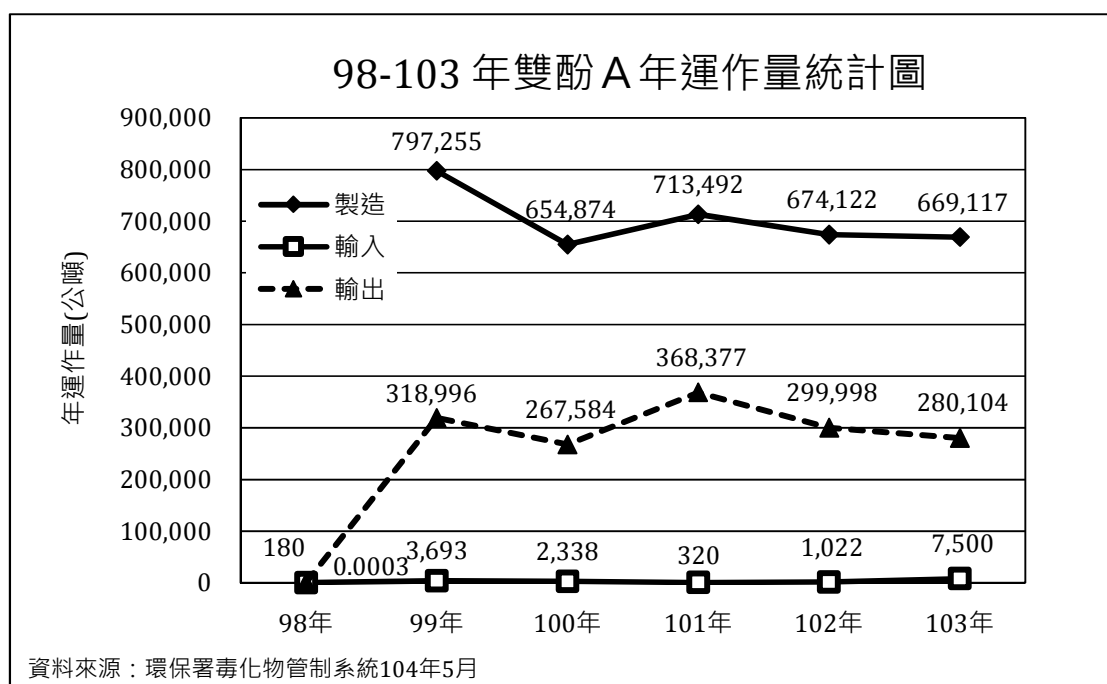


圖 3-7 雙酚 A 製造、輸入及輸出年運作量統計圖

四、鄰苯二甲酸酯類 (Phthalate esters, PAEs)

鄰苯二甲酸酯類對動物與人類生殖系統均有毒性，其中最可能造成健康效應者為 DEHP 及 DBP，近來在美國的研究認為，在一般民眾所接觸到的濃度，亦可能會有健康效應產生^{[26]-[28]}。高劑量之 DEHP 已證實對雄性大鼠生殖系統具有顯著之睪丸毒性^[29]，其主要代謝產物 monoethylhexyl phthalate (MEHP) 具有相當強的抗雄性素 (antiandrogenic) 功能。人體 DEHP 及 DBP 等 phthalates 最主要的暴露途徑是經由食物，其次為輸血、空氣吸入等，其中高脂肪含量的食物如肉類、魚類及乳製品等中所含 DEHP 的濃度較高，研究指出荷蘭地區每日 DEHP 的攝入量約為 0.5~0.8 mg/day^[30]，而日本則是 2 mg/day^[31]。流行病學的研究方面，一項波多黎各於 1969~1998 年追蹤 6580 位女孩的研究指出，4674 位過早熟女孩體內 phthalates 之暴露以 DEHP 最高，DBP 次之，血液中 DEHP 及 DBP 之平均暴露濃度分別為 450 µg/L 及 42 µg/L，且兩者的暴露程度皆明顯的高於一般女孩，由該研

究結果顯示 phthalates 極可能為內分泌干擾物質(endocrine disrupting chemicals, EDCs)，亦可能藉由影響女性雌性激素(Estrogen)而導致女孩乳房發育過早之現象。

DEHP 及 DBP 兩者在工業上被廣泛使用於聚氯乙烯、聚丙烯、聚乙烯的生產，亦可作為可塑劑、塑化劑、膠合劑、塗料等用途，日常生活中的塑膠產品、衣服、玩具、醫療設備、化妝品、建築產品如地板、壁紙、管線、電線，汽車產品如坐椅、椅套等都含有 DEHP 或 DBP，而不同產品中的 DEHP 含量約從 20%~40%不等^[32]。DEHP 為一無色油狀液體，高分子量(MW: 390.6)，水中溶解度不高(Solubility: 0.3 mg/L, 25°C)，低蒸氣壓 (Vp: 10⁻⁷ mmHg)，高脂溶性(log K_{ow}: 7.5)。而 DBP 亦為一無色油狀液體，水中溶解度略高於 DEHP (Solubility: 13 mg/L, 25°C)，高脂溶性(log K_{ow}: 4.9)。國外研究指出，phthalates 除於生產過程、販賣、使用或添加至 PVC 時而釋放至環境中，亦可經由都市掩埋場內廢棄的塑膠中釋出，並藉由吸附於底泥、微粒或一些有機的腐質值而散布至環境中^[33]。此外，在各國的研究報導中顯示，phthalates 在環境中污染濃度較高的地方包括：塑膠產品工廠、工業及民生污水處理場、垃圾掩埋場、河川底泥及下水道污泥^{[33]-[35]}。

美加地區已禁止會直接觸碰口腔之玩具使用 DEHP，而歐盟於 1999 年亦禁止三歲以下幼兒之口腔玩具中不得添加 DEHP^[36]，顯見歐美國家對於鄰苯二甲酸酯類的安全性仍有疑慮。有鑑於此，歐盟及美日各國均已將 DEHP 及 DBP 訂為優先列管物質^{[32],[37]}，而日本環境廳亦將 DEHP 公告為疑似的環境荷爾蒙，我國也於民國 88 年 12 月 24 日公告 DEHP、DMP 及 DBP 為列管之第四類毒化物，於民國 95 年 12 月 29 日公告 DNOP 為列管之第一類毒化物。民國 100 年 7 月 20 日調整 DEHP 及 DBP 為第一、二類毒化物，DMP 為第一類毒化物，並新增 BBP 為第一、二類毒化物，鄰苯二甲酸二異壬酯 (DINP)、鄰苯二甲酸二異癸酯 (DIDP)、DEP 為第一類毒化物，其他 18 種鄰

苯二甲酸酯類新增公告為第四類毒化物。其中，DINP 為國內僅次於 DEHP 用量且有增高趨勢的列管鄰苯二甲酯類物質，DINP 及 DIDP 與 DEHP 同為塑膠產品添加可塑劑的一種，其主要用於生產軟質塑料，藉由其低揮發性，能延長產品壽命及降低製程中的蒸發逸散，以此來取代 DEHP 可節省可塑劑的使用量，其廣泛用於玩具、地板、手套、吸管、花園軟管和食品包裝密封劑等這類軟性塑膠產品。

根據 103 年度毒化物申報統計資料，DEHP 之年製造運作量為 65,785 公噸，年輸入運作量為 2.07 公噸，年輸出運作量為 40,165 公噸；DNOP 之年製造運作量為 0 公噸，輸入及輸出運作量皆低於 1 公噸；BBP 之年製造及輸出運作量為 0 公噸，年輸入運作量為 0.662 公噸；DINP 之年製造運作量為 66,138 公噸，年輸入運作量為 20.085 公噸，年輸出運作量為 28,418 公噸；DIDP 之年製造運作量為 784 公噸，年輸入運作量少於 1 公噸，年輸出運作量為 380 公噸；DEP 之年製造及輸出運作量為 0 公噸，年輸入運作量為 0.29 公噸；DIBP 之年製造及輸出運作量為 0 公噸，年輸入運作量為 35.201 公噸；DMP 之年製造運作量為 0，年輸入運作量為 59.84 公噸，年輸出運作量少於 1 公噸；DBP 之年製造運作量為 5,278 公噸，年輸入運作量為 14.8 公噸，年輸出運作量為 4,280 公噸。97-103 年間之 DEHP、DNOP、DMP、DBP，以及 100 年新增公告列管之 BBP、DINP、DIDP、DEP、DIBP，101-103 年間製造、輸入及輸出量如圖 3-8 所示，國內 DEHP 運作量主要為製造及輸出，運作量在 98 年後有下降趨勢，DMP 以輸入為主，製造及輸出自 98 年持續下降，輸入量在 100 年上升後持平至 103 年，DBP 主要為製造及輸出，製造及輸出量至 101 年有持續上升趨勢，直到 102 年略有下降。BBP 在國內無製造及輸出，輸入量有上升趨勢；DINP 與 DIDP 以製造及輸出為主，自 100 年開始列管後製造及輸出量略有下降；DEP 以輸入為主，且輸入量已降低；DIBP 至 103 年製造及輸出量為零，輸入量有上升趨勢。

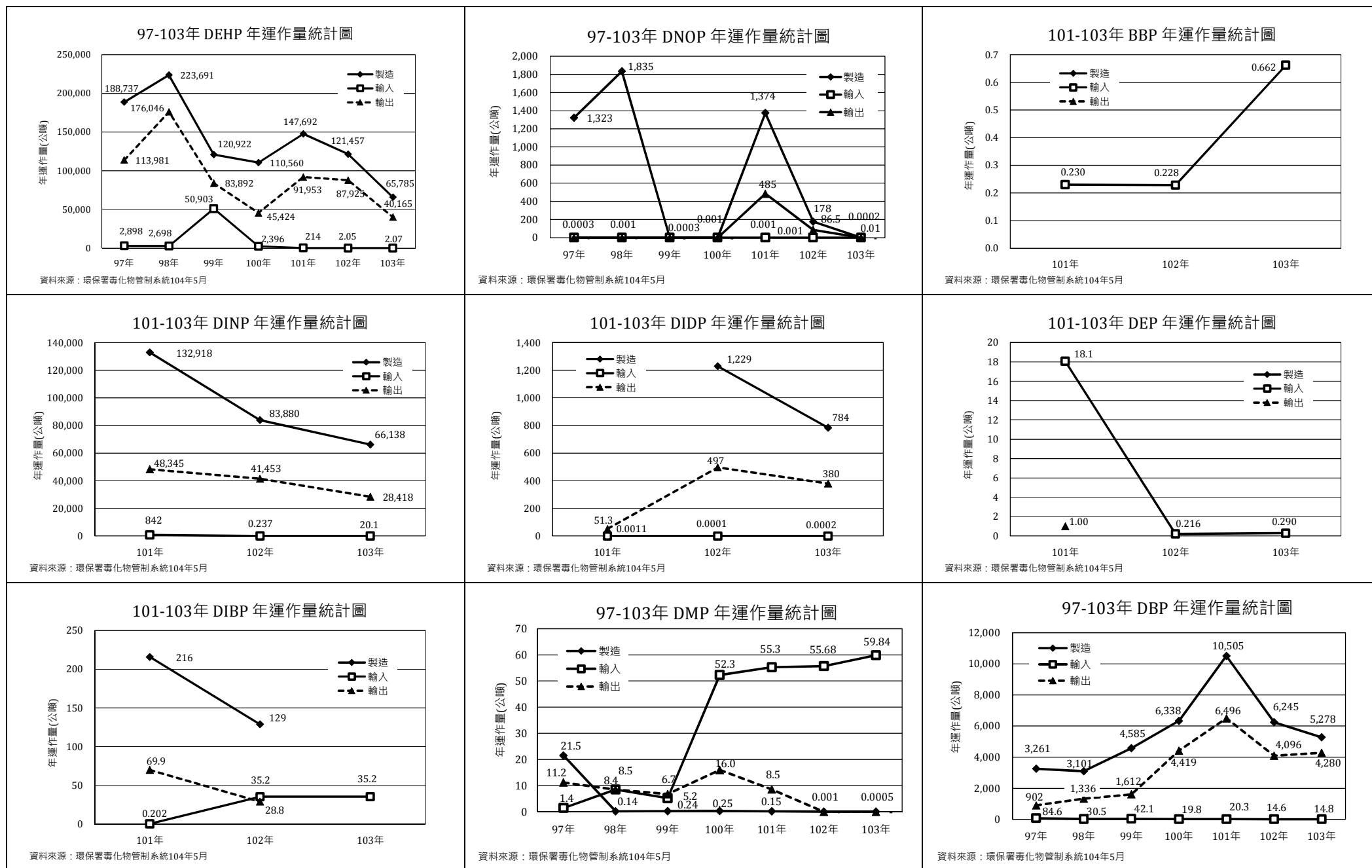


圖 3-8 鄰苯二甲酸酯類製造、輸入及輸出年運作量統計圖

五、六溴環十二烷 (Hexabromocyclododecane, 簡稱 HBCD)

六溴環十二烷 (HBCD) 是由 12 個碳組成的環烷，環烷上連著 6 個溴原子，其可由多種同分異構物所組成的混合物 (CAS No. 25637-99-4) 來表示，或由其 3 種主要的非鏡像異構物混合物 (1,2,5,6,9,10-hexabromocyclododecane, CAS No. 3194-55-6) 來表示。因其具有可抑制有機化合物燃燒的特性，是主要的化學阻燃劑之一，常用在電子產品、紡織品及家具中，以減少產品的可燃性。電子產業是溴化阻燃劑最大的使用者。以電腦為例，電腦中的印刷電路板、零件（如連接器）、塑膠外殼及纜線多會用到含溴阻燃劑。溴化阻燃劑也應用在許多日常生活產品中，包括電視機塑膠外殼、地毯、塗料、沙發墊襯物、廚房電器、車輛零件及內裝、建築物建材等^[38]。

在眾多塑膠材料所添加的阻燃劑中，六溴環十二烷主要用於發泡聚苯乙烯（俗稱保利龍）(Expanded Polystyrene, EPS) 及射出成形聚苯乙烯 (Extruded Polystyrene, XPS)，這種使用六溴環十二烷的聚苯乙烯大多被用於製作建築物建材阻熱板 (thermal insulation boards)，只需在產品添加少量，約 0.5% (w/w) 六溴環十二烷即可有良好的阻熱、隔熱效果。六溴環十二烷亦用於耐衝擊性聚苯乙烯 (High impact polystyrene, HIPS)，此類聚苯乙烯多用於電子產品，例如視聽設備、電纜線、連接線等，在歐洲約有 10% 的 HBCD 是應用於 HIPS。六溴環十二烷 (CAS No. 3194-55-6) 應用於紡織品、橡膠及塑膠製品時之添加量為 1-30%^[38]。

根據美國 2002 年統計六溴環十二烷 (CAS No. 25637-99-4) 年進口及生產量為 10,000~500,000 磅，六溴環十二烷 (CAS No. 3194-55-6) 在 2002 年及 2006 年皆為 10-50 百萬磅，六溴環十二烷 (1,3,5,7,9,11-HBCD isomer) 在 2008 年為 380,000 磅^[38]。

六溴環十二烷之健康危害由動物實驗結果顯示，當其經由胃腸道吸收後，極易累積於生物體內脂肪組織、肌肉、肝臟。在雄性及雌性大鼠均能觀察到具有高度的生物累積性。在重覆的 HBCD 暴露下，雄性及雌性大鼠甲狀腺激素均有受到干擾。根據胖頭鰻(fathead minnows)及鱒魚(rainbow trout)之 BCF 值分別達 18,100 及 19,200，顯示 HBCD 在水生生物中具有高度生物累積性，經由食物鏈可達到生物濃縮及放大效果。根據在偏遠的北極環境中仍可檢出有 HBCD 之存在，顯示其可能在大氣環境中進行遠距離遷移，能經由不斷蒸發及沈降，在大氣至遠離污染源排放地區間傳遞，藉由空氣、水和遷徙物種作跨越國際邊界的遷移，並沈積在遠離其排放地點的地區^[38]。

102 年 4 月斯德哥爾摩公約第六次締約國大會（COP6）已將六溴環十二烷新增為列管物，納入公約應予以消除的第一部分，其中豁免用途主要為針對建築物中的發泡聚苯乙烯（Expanded polystyrene, EPS）及壓出發泡成型聚苯乙烯（Extruded polystyrene, XPS）的生產與使用提供特定用途豁免。環保署經列入「毒化物篩選作業原則之觀察名單」進行列管評估，並召集跨部會進行溝通協商一同管理，於 103 年 8 月公告為列管毒化物，以符合公約管理趨勢。

六、多溴二苯醚類物質（Polybrominated diphenyl ethers, PBDEs）

多溴二苯醚類（Polybrominated diphenyl ethers, PBDEs）物質依溴鍵結位置的不同，共有 209 種同源物，各溴數同源物之 IUPAC 號碼如表 3-2 所列。PBDEs 廣泛的應用於各種民生用品中當作耐燃劑，如塑膠製品、泡沫塑料、電視機及電腦機殼、印刷電路板、紡織品、防火材料、及合成建築材料和汽車內裝等。研究證據顯示，多溴二苯醚可能經由 PBDEs 製造過程及含有 PBDEs 的產品廢棄後滲出而進入環境^{[39]-[41]}。如表 3-3 所示，多溴二苯醚具有高脂溶性、低揮發性、

持久不易分解的特性，故易藉由生物濃縮及累積效應，使得食物及消費者體內含有高濃度的 PBDEs。此外，動物實驗結果指出，PBDEs 可能會對甲狀腺素分泌、早期神經行為發展、畸胎性、致癌性、甚至對雌激素等內分泌腺造成影響^{[42],[43]}。

近十幾年來，PBDEs 在環境中的濃度趨勢，有顯著上升甚至呈倍數增長^[44]。當其他物質，如多氯聯苯、DDT 等持久性有機污染物，在環境中濃度因被禁用而逐年衰減時，PBDEs 在各種環境介質及生物體中的濃度卻快速的上升。由於多溴二苯醚可能對人類造成潛在的傷害，已引起國際間研究單位的重視。國內 103 年十溴二苯醚年運作製造量為 3.834 公噸，年輸入量為 40.225 公噸，年輸出量為 0，97-103 年十溴二苯醚在國內的製造、輸入及輸出運作量如圖 3-9，顯示國內十溴二苯醚製造量及輸入量皆有下降。

表 3-2 常見 PBDEs 溴數同族物及 IUPAC 號碼對照表

PBDEs 溴數同族物		IUPAC 號碼
1 溴同族物	Mono-BDE	BDE-3
2 溴同族物	Di-BDE	BDE-7, BDE-15
3 溴同族物	Tri-BDE	BDE-17, BDE-28
4 溴同族物	Tetra-BDE	BDE-47, BDE-49, BDE-66, BDE-71, BDE-77
5 溴同族物	Penta-BDE	BDE-85, BDE-99, BDE-100, BDE-119, BDE-126
6 溴同族物	Hexa-BDE	BDE-138, BDE-153, BDE-154, BDE-156
7 溴同族物	Hepta-BDE	BDE-183, BDE-184, BDE-191
8 溴同族物	Octa-BDE	BDE-196, BDE-197
9 溴同族物	Nona-BDE	BDE-206, BDE-207
10 溴同族物	Deca-BDE	BDE-209

表 3-3 多溴二苯醚基本特性

PBDEs 同族物		辛醇-水分布係數之對數值 (Log K _{ow})	蒸氣壓(Pa)	溶解度(μg/L)
10 溴同族物	De-BDE	10	4.63×10^{-6}	<0.1
8 溴同族物	Oc-BDE	5.5-8.9	6.59×10^{-6}	<1
6 溴同族物	Hx-BDE	6.86-7.92	5.8×10^{-6}	4.08
5 溴同族物	Pe-BDE	6.64-6.97	4.69×10^{-5}	13.3
4 溴同族物	Te-BDE	5.87-6.16	2.7×10^{-4} - 3.3×10^{-4} (20°C)	70
3 溴同族物	Tr-BDE	5.47-5.58	0.8 - 3.9×10^{-3}	380

資料來源：Darnert, P.O. et al., 2001^[42]; Alcock, R.E. et al., 1999^[45]; WHO/IPCS, 1996^[46]; Watanabe, I. and Tatsukawa, R., 1990^[47]; Hardy, M.L., 2002.^[48]; Wong, A. et al., 2001^[49]

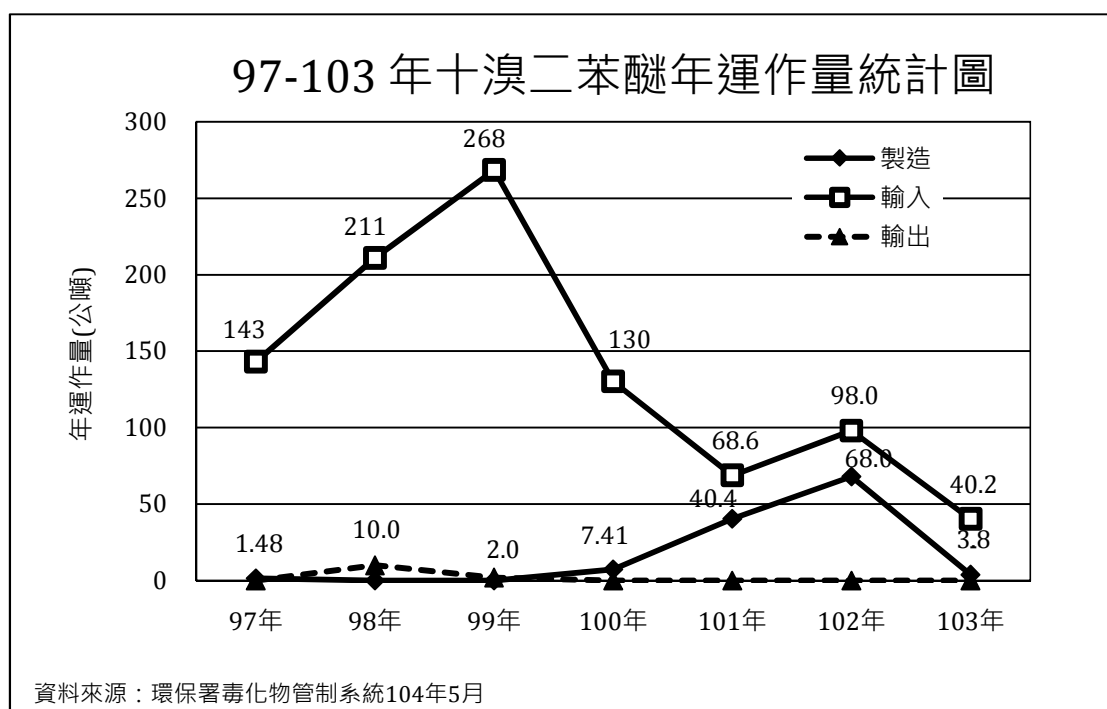


圖 3-9 十溴二苯醚製造、輸入及輸出年運作量統計圖

目前商業上製造的 PBDEs 主要包含三種，分別為 penta-BDE、octa-BDE、deca-BDE。但這 3 種 PBDEs 並非純物質，而是含有低溴數的混合物。其中 penta-BDE 包含：0-1% tri-BDE、24-38% tetra-BDE、50-62% penta-BDE、4-8% hexa-BDE。其次 octa-BDE 包含：10-12% hexa-BDE、43-44% hepta-BDE、31-35% octa-BDE、9-11% nona-BDE、

0-1% deca-BDE。而 deca-BDE 則包含，0.3-3% nona-BDE、97-98% deca-BDE^[50]。因此藉由製造或產品廢棄的過程進入環境中的不只是高溴數 PBDEs，也包括了一些低溴數 PBDEs。由過去文獻指出^[51]，高溴數 PBDEs，如十溴二苯醚，由於具有低揮發性、低水溶性、以及極易吸附在底泥的特性，所以使得高溴數 PBDEs 不易在環境中移動，而且也不會存在水體中。因此，在靠近排放源的底泥中會殘存有高濃度的高溴數 PBDEs。

PBDEs 從 1970 年代時開始生產^[52]，到了 1981 年時才由瑞典的研究發現^[53]，PBDEs 是一種環境污染物。在那之後，便有許多研究開始從事各種環境介質中 PBDEs 含量及傳輸的研究。雖然在北歐國家發表了較多關於 PBDEs 的研究資料，但由研究結果發現，北美的某些地區(如五大湖區)，環境介質中濃度確實比歐洲地區高出許多。由 Asplund 在 1999 年所做的研究指出，在北美密西根湖所抓到的 steelhead trout，分析後加總 3 溴至 6 溴的濃度為 3,000 ng/g (l.w.)，鮭魚加總 4 溴至 6 溴的濃度為 2,440 ng/g (l.w.)^[54]。但是在歐洲波羅地海所抓到的鮭魚，分析後加總 3 溴至 6 溴的濃度為 180 ng/g (l.w.)^[55]，明顯低於北美鮭魚中濃度含量。此外，在北美休倫湖所採集到的銀鷗蛋^[56]，從 4 溴至 6 溴的濃度，也有隨著年代急速增加的趨勢。銀鷗蛋的濃度分別從 1981 年的 23 ng/g (wet weight) 上升至 1990 年的 142 ng/g (wet weight) 及 2000 年的 633 ng/g (wet weight)。幾乎有每 5 年就增加一倍的趨勢。

底泥中濃度調查研究方面，日本 1980 年代在大阪地區，河川底泥檢測資料中所得的濃度範圍為 33-410 ng/g dry wt.^[56]。在此研究中同時發現，十溴二苯醚是底泥中主要的同源物，其濃度幾乎是其他同源物的 10 倍。另外日本環境廳在 1987、1988 年對遍佈全日本的河川、入海口及海中的底泥濃度調查研究也發現 (Environmental Agency of Japan)，底泥中 deca-BDE 的濃度介於 10-1,370 ng/g dry wt. (1987 年)

及 4-6,000 ng/g dry wt. (1988 年)。而在 1999-2000 年，大阪灣灣口及海岸地區所做的研究發現^{[57],[58]}，PBDEs 濃度為 ND~910 ng/g dry wt. (3 溴至 10 溴)。Sakai 的研究指出在河口處的底泥 PBDEs 濃度較高，在近海地區的底泥 PBDEs 濃度則較低。至於在歐洲及北美的底泥濃度範圍則隨著採樣地點的不同介於 ng/g dry wt. ~ μg/g dry wt.^[59]。

國內針對 PBDEs 環境中濃度研究方面，彭瑞華所發表之碩士論文乃國內首度針對各種環境介質中 PBDEs 的濃度研究^[60]。在該研究中進行了本國 2 條河川，高屏溪及二仁溪魚體中 PBDEs 的濃度研究。研究結果指出，在採集的魚體樣本中，欲分析的 7 種同源物均可被檢測出，包括 BDE-28、BDE-47、BDE-99、BDE-100、BDE-153、BDE-154、BDE-183。在所有分析的 PBDEs 中，含量前 3 名依序為 BDE-47、BDE-154 及 BDE-153。該研究共分析 8 件魚體樣品，其中 7 件採自高屏溪，1 件採自二仁溪出海口。在高屏溪的 7 件樣品中 PBDEs 總濃度介於 4.57~25.0 ng/g lipid，二仁溪出海口的魚類樣品中 PBDEs 總濃度為 168 ng/g lipid，其濃度約為高屏溪魚肉樣品之 10 倍，顯見二仁溪的污染嚴重，整體而言，所有魚體濃度仍低於歐美國家分析結果。

七、三氧化二砷 (Arsenic trioxide)

自然環境中砷的型態，可分為無機砷和有機砷，無機砷又分三價砷(aesinite)及五價砷(arsenate)，其中以三價砷的毒性為最高，五價砷次之，有機砷毒性最低。一般受污染場址土壤中以五價砷居多，三價砷次之，有機砷含量通常較低。國內公告列管為毒化物之三氧化二砷即俗稱砒霜，分子式 As_2O_3 ，屬毒性最高之三價砷。三氧化二砷之主要來源是由高溫蒸餾砷黃鐵礦(毒砂)並冷凝其白煙而得^[18]。國內於民國 81 年公告列管三氧化二砷為第 1、2、3 類毒化物，限制其得使用目的用途，包括(1)研究、試驗、教育；(2)魚網、皮鞋防腐劑之製造；(3)木材保存劑之製造；(4)合成砷化物、有機砷化物、砷硫化物、苯

胺色素（中間體）之製造；(5)媒染劑之製造；(6)陶瓷琺瑯、玻璃（脫氯、脫色之精製劑）之製造；(7)砷金屬及電鍍用處理劑之製造；(8)銅箔製造添加劑。目前國內有申請使用之目的用途以第 4、6、7、8 項之合成物製造、陶瓷琺瑯及玻璃製造、砷金屬及電鍍用處理劑製造及銅箔製造添加劑為主。根據 103 年度全國年申報三氧化二砷製造量為 2 公斤，輸入量為 19.211 公噸，輸出量為 3.026 公噸。

三氧化二砷易被人體呼吸系統、消化系統及皮膚吸收。經食入發生的急性砷中毒，首先出現消化系統問題，例如嘔吐、腹部疼痛及帶血腹瀉。未達致命劑量的輕微暴露可使人產生痙攣、心臟血管問題、肝臟及腎臟發炎及血液不尋常凝結，伴隨指甲上出現白線及脫髮等症狀。經吸入或接觸三氧化二砷所造成的急性砷中毒，首先是呼吸道或皮膚受到嚴重刺激，其後便是長期的神經問題。砷之高暴露危險群主要來自工作上經常接觸三氧化二砷的金屬煉製廠勞工，或經常飲用已受到砷污染水源之飲用水居民，以及長期服用砷基藥物患者。

三氧化二砷在國際癌症研究中心(IARC)、整合性風險資訊系統(IRIS)及美國政府工業衛生師協會(ACGIH)等國際機構組織均列為確認之人體致癌物質，人體致癌病變主要發生在肝臟、腎臟、肺臟、膀胱及皮膚。在美國、日本和瑞典，一個研究指出鑄銅廠的工人比普通群眾患肺癌的機會率高出六至十倍。無論是透過飲用水或作醫療用途的藥物，長期攝食三氧化二砷都可導致皮膚癌。同一研究指出若女性於工作時需接觸三氧化二砷或與居住於鑄銅廠附近，均可產生生殖問題，例如高流產率、初生嬰兒體重偏低、先天畸形等。

三氧化二砷之水溶解度達 1,700 mg/L，屬水溶性高物質，易吸附於土壤或沈積物中，在土壤半衰期可達 6 年以上。根據 BCF 值為 0~17，顯示生物濃縮性並不高。

表 3-4 毒性化學物質基本資料彙整（一）－國內外管制情形

中文名稱	英文名稱	簡稱	CAS No.	列管編號	毒性分類	國內管制	毒化物列管日期	國內相關法令環境管制指標值	斯德哥爾摩公約管制情形
安殺番(工業級安殺番)	Endosulfan (Technical endosulfan)	-	115-29-7	172-01	1,3	限制使用	100.7.20	0.030/ 0.010 mg/kg ^{註1} 0.03 mg/L ^{註2} 0.003 mg/L ^{註3} 60 mg/Kg ^{註4}	需消除之有意產生 或使用化學物質 (5年後全球將實現安殺番之禁止 生產與使用,而部份具豁免資格國 家/作物可能延長至10年)
α-安殺番	Alpha (α) endosulfan	-	959-98-8	172-02	1,3	限制使用	100.7.20		
β-安殺番	Beta (β) endosulfan	-	33213-65-9	172-03	1,3	限制使用	100.7.20		
安殺番硫酸鹽	Endosulfan sulfate	-	1031-07-8	172-04	1,3	限制使用	100.7.20		
壬基酚(壬酚)	Nonylphenol	NP	25154-52-3 84852-15-3	165-01	1	限制使用	96.12.17	無環境管制指標	非公約列管 POPs
雙酚 A	Bisphenol A	BPA	80-05-7	166-01	4	登記備查	98.07.31	無環境管制指標	非公約列管 POPs
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	Di(2-ethylhexyl)phthalate	DEHP	117-81-7	068-01	1, 2	限制使用	88.08.16	19.7/ 1.97 mg/kg ^{註1}	非公約列管 POPs
鄰苯二甲酸二辛酯	Di-n-octyl phthalate	DNOP	117-84-0	068-02	1	限制使用	95.12.29	無環境管制指標	非公約列管 POPs
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	Butyl benzyl phthalate	BBP	85-68-7	068-03	1, 2	限制使用	100.7.20	300/ 22.0 mg/kg ^{註1}	非公約列管 POPs
鄰苯二甲酸二異壬酯	Di-isononyl phthalate	DINP	28553-12-0 68515-48-0	068-04	1	限制使用	100.7.20	無環境管制指標	非公約列管 POPs
鄰苯二甲酸二異癸酯	Di-isodecyl phthalate	DIDP	26761-40-0 68515-49-1	068-05	1	限制使用	100.7.20	無環境管制指標	非公約列管 POPs
鄰苯二甲酸二乙酯	Diethyl phthalate	DEP	84-66-2	068-06	1	限制使用	100.7.20	22.0/ 1.26 mg/kg ^{註1}	非公約列管 POPs
鄰苯二甲酸二異丁酯	Di-iso-butyl Phthalate	DIBP	84-69-5	068-10	4	登記備查	100.7.20	無環境管制指標	非公約列管 POPs
鄰苯二甲酸二甲酯	Dimethyl phthalate	DMP	131-11-3	080-01	1	限制使用	88.12.24	無環境管制指標	非公約列管 POPs
鄰苯二甲酸二丁酯	Dibutyl phthalate	DBP	84-74-2	080-02	1, 2	限制使用	88.12.24	160/ 22.0 mg/kg ^{註1}	非公約列管 POPs
六溴環十二烷	Hexabromocyclododecane	HBCD	3194-55-6 25637-99-4	174-01	1	限制使用	103.08.25	無環境管制指標	需消除之有意產生 或使用化學物質 (針對建築物中發泡聚苯乙烯(EPS) 及壓出發泡成型聚苯乙烯(XPS)的生 產與使用提供特定用途豁免)
α-六溴環十二烷	alpha-hexabromocyclododecane	α-HBCD	134237-50-6	174-02	1	限制使用	103.08.25	無環境管制指標	
β-六溴環十二烷	beta-hexabromocyclododecane	β-HBCD	134237-51-7	174-03	1	限制使用	103.08.25	無環境管制指標	
γ-六溴環十二烷	gamma-hexabromocyclododecane	γ-HBCD	134237-52-8	174-04	1	限制使用	103.08.25	無環境管制指標	
三氧化二砷	Arsenic trioxide	-	1327-53-3	045-01	1, 2, 3	限制使用	81.08.08	(總砷) 33.0/ 11.0 ^{註1}	非公約列管 POPs
十溴二苯醚	Decabromodiphenyl ether	Deca-BDE	1163-19-5	091-01	4	登記備查	88.12.24	無環境管制指標	為需消除之有意產生 或使用化學物質 (針對商用八溴二苯醚(含六 溴、七溴、八溴二苯醚)及商用 五溴二苯醚(含四溴、五溴二苯 醚))
八溴二苯醚	Octabromodiphenyl ether	Octa-BDE	32536-52-0	091-02	1	限制使用	94.12.30		
五溴二苯醚	Pentabromodiphenyl ether	Penta-BDE	32534-81-9	091-03	1	限制使用	94.12.30		
2,2',4,4'-四溴二苯醚	2,2',4,4'-tetrabromodiphenyl ether	BDE-47	40088-47-9	091-04	1	限制使用	99.12.24		
2,2',4,4',5,5'-六溴二苯醚	2,2',4,4',5,5'-hexabromodiphenyl ether	BDE-153	68631-49-2	091-05	1	限制使用	99.12.24		
2,2',4,4',5,6'-六溴二苯醚	2,2',4,4',5,6'-hexabromodiphenyl ether	BDE-154	207122-15-4	091-06	1	限制使用	99.12.24		
2,2',3,3',4,5',6-七溴二苯醚	2,2',3,3',4,5',6-heptabromodiphenyl ether	BDE-175	446255-22-7	091-07	1	限制使用	99.12.24		
2,2',3,4,4',5',6-七溴二苯醚	2,2',3,4,4',5',6-heptabromodiphenyl ether	BDE-183	207122-16-5	091-08	1	限制使用	99.12.24		

註1：「底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法」(101.1.4.訂定)，底泥品質指標上限值(風險評估啟動值)/底泥品質指標下限值(增加檢測頻率值)，濃度單位 mg/kg。

註2：放流水標準(101.10.12.修定)，事業、污水下水道系統及建築物污水處理設施之廢污水共同適用。

註3：地面水體分類及水質標準(87.6.24.修定)及海域環境分類及海洋環境品質標準(90.12.26.訂定)。

註4：土壤污染管制標準(100.1.31.修定)。

表 3-5 毒性化學物質基本資料彙整（二）－國內運作量資料

毒化物名稱	列管 編號	製造量(公斤)			輸入量(公斤)			輸出量(公斤)		
		101 年	102 年	103 年	101 年	102 年	103 年	101 年	102 年	103 年
安殺番(工業級安殺番)	172-01	0	0	0	0.001	0.0010	0.00075	0	0	0
α-安殺番	172-02	0	0	0	0.004	0.0005	0.00005	0	0	0
β-安殺番	172-03	0	0	0	0.003	0.0015	0.0003	0	0	0
安殺番硫酸鹽	172-04	0	0	0	0.001	0.0005	0.0002	0	0	0
壬基酚	165-01	42,725,698	36,983,483	39,618,146	16,126	39,358	19,840	30,612,307	30,153,819	30,903,847
雙酚 A	166-01	713,491,874	674,122,009	669,117,288	319,860	1,021,963	7,500,338	368,376,596	299,998,339	280,103,934
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	068-01	147,692,134	121,456,642	65,784,646	214,430	2,051	2,065	91,952,725	87,925,076	40,164,566
鄰苯二甲酸二辛酯	068-02	1,373,574	177,722	0	1.340	0.978	0.1836	484,818	86,470	10.00
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	068-03	0	0	0	230	228	662	0	0	0
鄰苯二甲酸二異壬酯	068-04	132,917,779	83,879,536	66,137,653	841,914	237	20,085	48,344,537	41,452,889	28,417,501
鄰苯二甲酸二異癸酯	068-05	0	1,228,685	783,542	1.086	0.065	0.241	51,270	496,520	379,830
鄰苯二甲酸二乙酯	068-06	0	0	0	18,065	216	290	1,001	0	0
鄰苯二甲酸二異丁酯	068-10	215,772	128,695	0	202	35,202	35,201	69,920	28,800	0
鄰苯二甲酸二甲酯	080-01	150	0	0	55,266	55,684	59,845	8,526	1.00	0.50
鄰苯二甲酸二丁酯	080-02	10,505,035	6,245,137	5,278,206	20,305	14,591	14,812	6,496,257	4,095,909	4,280,377
三氧化二砷	045-01	0	0	2.00	19,204	3.71	19,211	46,624	3,024	3,026
十溴二苯醚	091-01	128,695	68,029	3,834	35,202	98,000	40,225	28,800	0	0
八溴二苯醚	091-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
五溴二苯醚	091-03	0	0	0	0	0.00001	0	0	0	0
2,2',4,4'-四溴二苯醚(BDE-47)	091-04	0	0	0	0.00001	0	0	0	0	0
2,2',4,4',5,5'-六溴二苯醚(BDE-153)	091-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,2',4,4',5,6'-六溴二苯醚(BDE-154)	091-06	0	0	0	0.00001	0	0	0	0	0
2,2',3,3',4,5',6-七溴二苯醚(BDE-175)	091-07	0	0	0	0.00001	0	0	0	0	0
2,2',3,4,4',5,6-七溴二苯醚(BDE-183)	091-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0

資料來源：環保署毒性化學物質管制系統 104 年 5 月。

表 3-6 毒性化學物質基本資料彙整（三）－物質基本性質及用途

中文名稱(簡稱)	形態	分子量	沸點(bp)	熔點(mp)	水中溶解度	主要用途
安殺番	半蠟狀固體	406.925	449.7℃	106℃	0.33 mg/L	殺蟲劑
α -安殺番	半蠟狀固體	406.925	449.7℃	108-110℃	幾乎不溶於水	殺蟲劑
β -安殺番	半蠟狀固體	406.925	449.7℃	208-210℃	幾乎不溶於水	殺蟲劑
安殺番硫酸鹽	結晶固體	422.95	-	181-182℃	0.48 mg/L (20℃)	殺蟲劑
壬基酚	淡黃色黏稠液體	215.0-220.4	293-297℃	-10℃	6.35 mg/L (25℃)	抗氧化劑、清潔劑原料
雙酚 A	白色結晶固體	228.29	220℃ (4 mmHg)	150-155℃	120 mg/L (25℃)	塑化劑及抗氧化劑
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)	無色油狀液體	390.56	230℃	-55℃	0.285 mg/L (24℃)	塑化劑、殺蟲劑
鄰苯二甲酸二辛酯(DNOP)	澄清油狀液體	390.56	220℃	-25℃	3 mg/L (25℃)	塑化劑
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯(BBP)	澄清油狀液體	312.39	370℃	-35℃	0.71 mg/L	塑化劑
鄰苯二甲酸二異壬酯(DINP)	液體	418.62	252℃	-48℃	0.2 mg/L (20℃)	塑化劑、黏合劑、塑料溶膠、硝化纖維漆塗料、香水及化妝品
鄰苯二甲酸二異癸酯(DIDP)	透明液體	446.74	250-257℃	-50℃	0.28 mg/L (24℃)	塑化劑、香水及化妝品
鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)	無色油狀液體	222.24	298℃	-40.5℃	1,000 mg/L (25℃)	塑化劑
鄰苯二甲酸二異丁酯(DIBP)	液體	278.34	296.5℃	-64℃	6.2 mg/L (24℃)	接著劑、黏合劑、軟化劑、黏度調整劑及塑化劑
鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)	無色油狀液體	194.19	283.7℃	5.5℃	4,000 mg/L (25℃)	塑化劑
鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)	無色至淡黃色油狀液體	278.35	340℃	-35℃	13 mg/L (25℃)	塑化劑
六溴環十二烷	白色固體	641.7	>190℃	190℃ (172-184℃~201-205℃)	6.56×10 ⁻³ mg/L (21℃)	阻燃劑
三氧化二砷	白色結晶立方體	197.841	460℃	313℃	1.7×10 ⁴ mg/L (16℃)	製程相關原物料，陶瓷琺瑯及玻璃之製造，砷金屬及電鍍用處理劑之製造，銅箔製造添加劑等
十溴二苯醚	白至淺白色粉末	959.17	-	305℃	<0.1µg/L	耐燃劑
八溴二苯醚	白色粉末	801.47	-	200℃	-	阻燃劑
五溴二苯醚	白色結晶固體	564.7	200℃-300℃ 分解	-7℃~-3℃	0.0133 mg/L	阻燃劑
四溴二苯醚	-	485.80	-	-	0.070 mg/L	耐燃劑
六溴二苯醚	-	-	-	-	0.00408 mg/L	耐燃劑

表 3-7 毒性化學物質基本資料彙整（四）－物質化學結構式

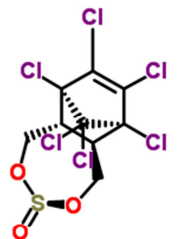
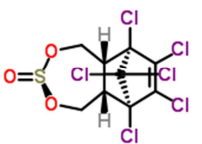
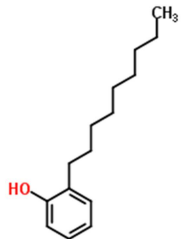
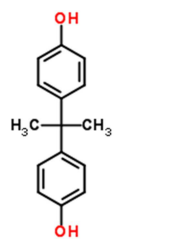
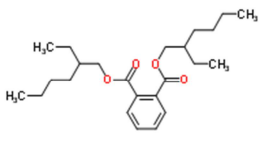
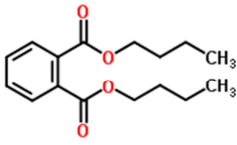
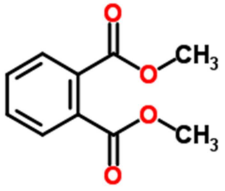
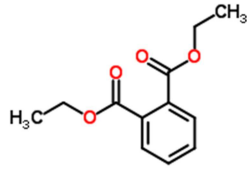
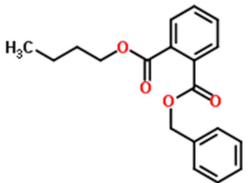
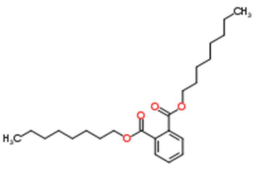
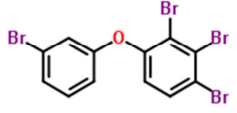
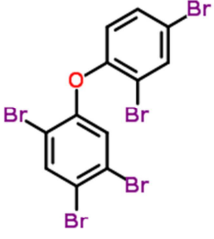
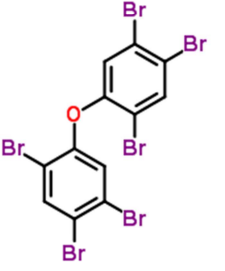
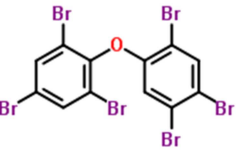
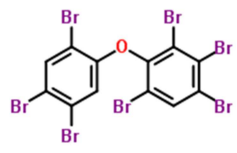
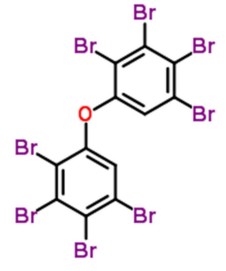
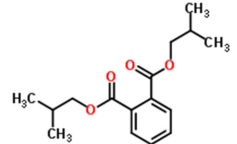
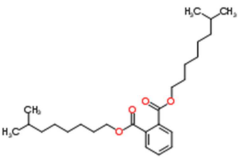
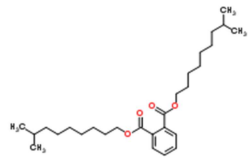
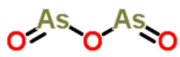
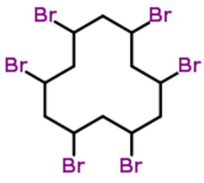
					
Endosulfan	Alpha (α) endosulfan	Beta (β) endosulfan	Endosulfan sulfate	Nonylphenol	Bisphenol A
					
Bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP)	Dibutyl phthalate (DBP)	Dimethyl phthalate (DMP)	Diethyl phthalate (DEP)	Benzyl Butyl Phthalate (BBP)	Dioctyl phthalate (DNOP)
					
Tetra-BDE (BDE-47)	Penta-BDE (BDE-99)	Hexa-BDE (BDE-153)	Hexa-BDE (BDE-154)	Hepta-BDE (BDE-183)	Octa-BDE
					
Di-iso-butyl Phthalate (DIBP)	Di-isononyl phthalate (DINP)	Di-isodecyl phthalate (DIDP)	Arsenic trioxide	Hexabromocyclododecane (HBCD)	Deca-BDE (BDE-209)

表 3-8 毒性化學物質基本資料彙整（五）－物質毒性及環境流布特性

中文名稱	國際認定有害物質	毒性作用	致癌毒性分類	環境流布特性
安殺番	持久性有機污染物(POPs) 環境荷爾蒙物質	神經毒性、內分泌干擾物質具生殖及發育毒性	尚未被歸類為致癌物質	安殺番在土壤、底泥和空氣中的持久性已經得到確證。安殺番具有生物累積性及長距離遷移能力，且對人類及大部分動物(群)皆具毒性，相對較低的接觸水平就能造成急性和慢性兩種影響。
壬基酚	環境荷爾蒙物質	誘發魚體血清中卵黃蛋白前質合成之雌激素效應，並影響魚體腦垂體功能，造成卵巢發展的抑制	尚未被歸類為致癌物質	NPEO 釋放至水體中，將被微生物分解為壬基酚。壬基酚以氣狀及粒狀兩種型態存在於大氣中，其在土壤中不易移動，對水中懸浮固體和沉澱物有很強的吸附力，相對的其在水中揮發性較弱。
雙酚 A	環境荷爾蒙物質	對動物生殖系統具有毒性，為內分泌干擾物質	尚未被歸類為致癌物質	在水體中會吸附於懸浮固體和沉澱物，相對的其在水中揮發性較弱。環境生物分解能力不高，具低度至中度之生物濃縮性。
鄰苯二甲酸酯類	環境荷爾蒙物質 DEHP/DBP：OSPAR ¹ 優先行動有害物質 DNOP：OSPAR 有害物質	對動物及人類生殖系統均具有毒性，為內分泌干擾物質	IARC ³ ：DEHP/ BBP/ "3" Not classifiable as to its carcinogenicity to humans IRIS ⁴ ： BBP/ "C", Possibly human carcinogen DMP/ DBP/ DEP/ "D", No classifiable as to human carcinogenicity	在環境中的分解機制包括化學分解、生物分解及光分解。此類物質在純水中不易溶解，而在環境水體中可溶於腐植酸(humic acid)，並形成複合物，或吸附於沈積物上。
十溴二苯醚	環境荷爾蒙物質 OSPAR 優先行動有害物質	可能對甲狀腺素分泌、早期神經行為發展、畸胎性、致癌性，甚至對雌激素等內分泌腺造成影響	IARC：3 IRIS：C, Possibly human carcinogen	具高脂溶性、低揮發性、持久不易分解之特性，易藉由生物濃縮及累積效應，使食物及消費者體內含高濃度之 PBDEs。
其他多溴二苯醚	POPs：商用八溴二苯醚、商用五溴二苯醚 環境荷爾蒙物質	在慢性口服動物實驗中，主要觀察到肝臟病變之毒性作用	IRIS：D	
三氧化二砷	-	無機砷毒性高於有機砷，三價砷毒性高於五價砷。人體致癌病變主要發生在肝臟、腎臟、肺臟、膀胱及皮膚。	IARC：1, Carcinogenic to humans IRIS：A, Human carcinogen ACGIH：A1, Confirmed human carcinogen	水溶性高，且在土壤半衰期可達 6 年以上，根據 BCF 值為 0~17，顯示生物濃縮性並不高。
六溴環十二烷	持久性有機污染物(POPs) OSPAR 優先行動有害物質	動物實驗顯示可能具有生長發育及神經性效應。經腸胃道消失後，極易累積於體內臟器及脂肪組織，具有高度的生物蓄積性，動物實驗可觀察到具有甲狀腺激素之內分泌干擾	尚未被歸類為致癌物質	在土壤中不易移動或揮發移除，在水中易吸附於底泥或沈積物，易累積於生物體脂肪組織，具高度生物濃縮性。

1. 《奧斯陸-巴黎公約》所列之有害物質（OSPAR 1998 List of Candidate Substances）。
2. 《奧斯陸-巴黎公約》所列之優先行動有害物質（OSPAR List of Chemicals for Priority Action）。
3. IARC：國際癌症研究署，International Agency for Research on Cancer。
4. IRIS：整合性風險資訊系統，Integrated Risk Information System。
5. ACGIH：美國政府工業衛生師協會，American Conference of Governmental Industrial Hygienists。

3.3 調查河川環境資料蒐集

環保署自 90 年度開始進行河川環境流布調查，初期規劃以涵蓋全國區域足以代表國內整體河川環境流布情形之 24 條主要河川為調查藍圖，逐步建立國內毒化物本土環境流布調查資料。95 年度為配合環保署整合署內水保處、監資處及環檢所之河川調查名單，除原有的 24 條主要河川外，再納入南崁溪、客雅溪、中港溪、將軍溪、典寶溪、新城溪等 6 條工業區承受水體河川進行調查，依各單位管理方向決定檢測項目，其中由環管處負責特殊毒化物檢測，以每年 10 條調查河川，每 3 年為一執行階段，持續進行各階段目標物質 30 條河川環境流布調查。

30 條調查河川基本資料如表 3-9 所列，根據環保署水保處 30 條調查河川流域前十大行業別列管家數及百分比統計資料如表 3-10 所示，其中淡水河本流及其支流以生活污水為主要污染來源，南崁溪、客雅溪、新城溪以工業污水為主，濁水溪、北港溪、朴子溪、八掌溪、急水溪、將軍溪、高屏溪、東港溪、林邊溪及秀姑巒溪以畜牧污水為主，其他河川則同時存在兩種以上的污染來源型態。

表 3-9 30 條調查河川基本資料

序 號	區域	河川名稱	幹線長度 (km)	流域面積 (km ²)	流經區域
1	北部	淡水河本流	158.7	2,726	新北市：三重區、蘆洲區、五股區、八里區、淡水區 臺北市
2	北部	大漢溪	135	1,163	新竹縣：尖石鄉、關西鎮 桃園縣：復興鄉、龍潭鄉、龜山鄉、大溪鎮 新北市：三峽區、鶯歌區、樹林區、土城區、板橋區、 新莊區、三重區
3	北部	新店溪	82	909.54	新北市：烏來區、新店區 臺北市
4	北部	基隆河	86.4	491	新北市：平溪區、汐止區、瑞芳區 臺北市、基隆市
5	北部	南崁溪	30.73	214.67	桃園縣：龜山鄉、桃園市、蘆竹鄉、大園鄉
6	北部	頭前溪	63.03	565.94	新竹縣：芎林鄉、竹北鄉、竹東鎮、橫山鄉、五峰鄉、 尖石鄉、新竹市
7	北部	客雅溪	24	45.6	新竹縣：北埔鄉、寶山鄉、新竹市
8	中部	中港溪	54.00	445.58	苗栗縣：南庄鄉、三灣鄉、頭份鎮、竹南鎮、造橋鄉 新竹縣：北埔鄉、峨眉鄉
9	中部	後龍溪	58.3	536.59	苗栗縣：後龍鎮、苗栗市、頭屋鄉、公館鄉、 銅鑼鄉、獅潭鄉
10	中部	大安溪	95.76	758.47	苗栗縣：泰安鄉、卓蘭鎮、三義鄉、苑裡鎮 臺中市：和平區、東勢區、后里區、外埔區、大甲區、 大安區
11	中部	大甲溪	124.2	1,235.73	宜蘭縣：太平鄉 南投縣：仁愛鄉 臺中市：和平區、東勢區、新社區、石岡區、豐原區、后里 區、神岡區、外埔區、大甲區、清水區、大安區
12	中部	烏溪	119.13	2,025.6	臺中市：龍井區、大肚區、烏日區 彰化縣：伸港鄉、和美鎮、彰化市、芬園鄉 南投縣：草屯鎮、國姓鄉、埔里鎮
13	中部	濁水溪	186.6	3,156.9	彰化縣：大城鄉、竹塘鄉、溪州鄉、二水鄉、田中鎮 雲林縣：麥寮鄉、崙背鄉、二崙鄉、西螺鎮、莿桐鄉、 林內鄉 嘉義縣：阿里山鄉、梅山鄉 南投縣：竹山鎮、鹿谷鄉、集集鎮、名間鄉、水里鄉、 魚池鄉、仁愛鄉、信義鄉
14	南部	北港溪	82.00	645.21	雲林縣：斗六市、斗南鎮、虎尾鎮、土庫鎮、大埤鎮、 北港鎮、口湖鄉、水林鄉、古坑鄉、元長鄉、 莿桐鄉、林內鄉 嘉義縣：溪口鄉、新港鄉、六腳鄉、東石鄉、大林鎮、 梅山鄉、民雄鄉

序號	區域	河川名稱	幹線長度 (km)	流域面積 (km ²)	流經區域
15	南部	朴子溪	75.67	426.6	嘉義縣：竹崎鄉、嘉義市、民雄鄉、新港鄉、太保市、六腳鄉、朴子市、東石鄉
16	南部	八掌溪	80.86	474.74	嘉義縣：義竹鄉、布袋鎮、鹿草鄉、水上鄉、中埔鄉、番路鄉 嘉義市 臺南市：北門區、學甲區、鹽水區、後壁區、白河區
17	南部	急水溪	65	379	臺南市：白河區、新營區、鹽水區、學甲區、柳營區、東山區、北門區、後壁區、六甲區、下營區
18	南部	將軍溪	24.2	169	臺南市：官田區、六甲區、下營區、麻豆區、佳里區、學甲區、北門區、將軍區
19	南部	曾文溪	138.47	1,176.64	嘉義縣：阿里山鄉、番路鄉、大埔鄉 高雄市：那瑪夏區 臺南市：東山區、六甲區、楠西區、玉井區、南化區、左鎮區、山上區、大內區、官田區、善化區、麻豆區、安定區、西港區、七股區
20	南部	鹽水溪	41.30	343.17	臺南市：新化區、關廟區、歸仁區、新市區、永康區
21	南部	二仁溪	61.20	339.20	臺南市：關廟區、永康區、仁德區、歸仁區、龍崎區 高雄市：內門區、田寮區、湖內區、茄萣區、旗山區、路竹區、阿蓮區
22	南部	典寶溪	32	107	高雄市：楠梓區、燕巢區、大社區、橋頭區、岡山區、梓官區
23	南部	高屏溪	171	3,257	高雄市：桃源區、那瑪夏區、甲仙區、六龜區、杉林區、內門區、茂林區、美濃區、旗山區、大樹區、大寮區、林園區 屏東縣：霧台鄉、三地門鄉、高樹鄉、里港鄉、鹽埔鄉、九如鄉、瑪家鄉、內埔鄉、長治鄉、屏東市、萬丹鄉、新園鄉、泰武鄉
24	南部	東港溪	44.00	472.20	屏東縣：內埔鄉、萬巒鄉、竹田鄉、潮州鎮、崁頂鄉、東港鎮
25	南部	林邊溪	41.30	336.30	屏東縣：林邊鄉、新埤鄉、佳冬鄉、來義鄉、泰武鄉
26	東部	蘭陽溪	73.00	978.00	宜蘭縣：大同鄉、三星鄉、員山鄉、冬山鄉、羅東鎮、宜蘭市、壯圍鄉、五結鄉
27	東部	新城溪	18.13	50.46	宜蘭縣：冬山鄉、蘇澳鎮
28	東部	花蓮溪	57.28	1,507.09	花蓮縣：光復鄉、鳳林鎮、壽豐鄉、吉安鄉、花蓮市
29	東部	秀姑巒溪	81.15	1,790.46	花蓮縣：富里鄉、卓溪鄉、玉里鎮、瑞穗鄉、萬榮鄉、光復鄉、豐濱鄉 臺東縣：海端鄉、池上鄉
30	東部	卑南溪	84.35	1,122.25	臺東縣：臺東市、卑南鄉、延平鄉、鹿野鄉、關山鎮、海端鄉、池上鄉

資料來源：經濟部水利署 <http://www.wra.gov.tw>

表 3-10 30 條調查河川流域內前十大行業別列管家數及百分比統計資料

淡水河			大漢溪			新店溪			基隆河			南崁溪		
列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比
營建工地	292	30%	社區下水道系統	372	34%	社區下水道系統	308	46%	營建工地	712	65%	社區下水道系統	272	30%
社區下水道系統	288	29%	電鍍業	120	11%	營建工地	226	33%	社區下水道系統	186	17%	印刷電路板製造業	136	15%
電鍍業	78	8%	金屬表面處理業	105	9%	洗車場	37	5%	洗車場	28	3%	營建工地	107	12%
金屬表面處理業	63	6%	營建工地	96	9%	畜牧業	18	3%	建築物污水處理	27	2%	印染整理業	58	7%
畜牧業	41	4%	印刷電路板製造業	58	5%	醫院、醫事機構	17	3%	水泥業	16	1%	金屬表面處理業	49	5%
洗車場	26	3%	印染整理業	54	5%	電鍍業	7	1%	食品製造業	13	1%	化工業	31	3%
印染整理業	20	2%	洗車場	38	3%	水泥業	6	1%	土石加工業	9	1%	其他工業	30	3%
醫院、醫事機構	18	2%	陶窯業	26	2%	照相沖洗業及製版	5	1%	醫院、醫事機構	9	1%	洗車場	26	3%
食品製造業	16	2%	醫院、醫事機構	26	2%	觀光旅館(飯店)	5	1%	修車廠	8	1%	電鍍業	19	2%
建築物污水處理	12	1%	建築物污水處理	24	2%	自來水廠	4	1%	其他工業	7	1%	畜牧業	16	2%
其他	127	13%	其他	189	17%	其他	42	6%	其他	87	8%	其他	148	17%
頭前溪			客雅溪			中港溪			後龍溪			大甲溪		
列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比
營建工地	226	45%	營建工地	72	20%	畜牧業	60	29%	土石加工業	17	12%	金屬表面處理業	31	14%
社區下水道系統	114	23%	晶圓製造/半導體製造	71	20%	社區下水道系統	14	7%	畜牧業	12	9%	洗車場	30	13%
其他場所下水道系統	25	5%	其他工業	64	18%	其他工業	13	6%	其他工業	11	8%	畜牧業	25	11%
洗車場	19	4%	社區下水道系統	43	12%	化工業	12	6%	醫院、醫事機構	11	8%	電鍍業	16	7%
水泥業	16	3%	其他場所下水道系統	15	4%	土石加工業	10	5%	水泥業	9	6%	營建工地	16	7%
觀光旅館(飯店)	13	3%	化工業	11	3%	水泥業	8	4%	社區下水道系統	9	6%	土石加工業	14	6%
土石加工業	12	2%	其他中央主管機關指定之事業	10	3%	照相沖洗業及製版	8	4%	金屬表面處理業	9	6%	醫院、醫事機構	13	6%
醫院、醫事機構	11	2%	光電材料及元件製造業	9	2%	醫院、醫事機構	8	4%	廢棄物掩埋場	8	6%	觀光旅館(飯店)	12	5%
晶圓製造/半導體製造	7	1%	金屬表面處理業	7	2%	造紙業	7	3%	觀光旅館(飯店)	6	4%	水泥業	7	3%
自來水廠	6	1%	觀光旅館(飯店)	7	2%	晶圓製造/半導體製造	7	3%	土石採取業	5	4%	社區下水道系統	7	3%
其他	54	11%	其他	55	15%	其他	58	28%	其他	44	31%	其他	58	25%

大安溪			烏溪			濁水溪			北港溪			朴子溪		
列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比
金屬表面處理業	13	16%	金屬表面處理業	96	15%	畜牧業	452	68%	畜牧業	320	60%	畜牧業	104	47%
土石加工業	10	13%	電鍍業	93	14%	土石加工業	40	6%	食品製造業	26	5%	化工業	15	7%
畜牧業	7	9%	社區下水道系統	72	11%	土石方堆(棄)置場	30	5%	化工業	13	2%	金屬表面處理業	14	6%
化工業	5	6%	畜牧業	43	7%	加油站	28	4%	金屬表面處理業	13	2%	水泥業	10	4%
土石採取業	4	5%	營建工地	42	7%	觀光旅館(飯店)	14	2%	洗車場	13	2%	食品製造業	9	4%
洗車場	4	5%	金屬基本工業	38	6%	營建工地	12	2%	造紙業	13	2%	其他工業	8	4%
其他工業	3	4%	洗車場	34	5%	土石採取業	7	1%	製革業	12	2%	營建工地	8	4%
其他場所下水道系統	3	4%	醫院、醫事機構	27	4%	水泥業	7	1%	紡織業	11	2%	石油化學業	5	2%
玻璃業	3	4%	其他工業	18	3%	洗車場	7	1%	醫院、醫事機構	10	2%	洗車場	4	2%
屠宰業	3	4%	水泥業	17	3%	餐飲業	7	1%	其他	102	19%	製革業	4	2%
其他	24	30%	其他	166	26%	其他	57	9%				其他	42	19%
八掌溪			急水溪			將軍溪			曾文溪			鹽水溪		
列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比
畜牧業	115	52%	畜牧業	169	41%	畜牧業	193	67%	畜牧業	107	25%	其他工業	96	14%
社區下水道系統	22	10%	其他工業	58	14%	金屬表面處理業	11	4%	其他工業	89	21%	金屬表面處理業	90	13%
其他場所下水道系統	14	6%	金屬基本工業	24	6%	食品製造業	8	3%	金屬基本工業	33	8%	電鍍業	66	9%
水泥業	10	5%	金屬表面處理業	19	5%	洗車場	6	2%	化工業	24	6%	金屬基本工業	61	9%
洗車場	10	5%	營建工地	17	4%	化工業	5	2%	食品製造業	23	5%	畜牧業	53	8%
食品製造業	5	2%	化工業	11	3%	加油站	5	2%	金屬表面處理業	17	4%	社區下水道系統	38	5%
自來水廠	4	2%	藥品製造業	11	3%	其他工業	5	2%	營建工地	13	3%	化工業	25	4%
金屬表面處理業	4	2%	醫院、醫事機構	9	2%	紡織業	5	2%	藥品製造業	13	3%	食品製造業	23	3%
醫院、醫事機構	4	2%	水泥業	8	2%	營建工地	5	2%	電鍍業	11	3%	醫院、醫事機構	23	3%
「廢棄物焚化廠」或其他廢棄物處理廠(場)	3	1%	食品製造業	7	2%	水泥業	4	1%	廢棄物掩埋場	11	3%	藥品製造業	22	3%
其他	30	14%	其他	83	20%	其他	42	15%	其他	93	21%	其他	202	29%

二仁溪			典寶溪			高屏溪			東港溪			林邊溪		
列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比
畜牧業	261	42%	畜牧業	58	33%	畜牧業	728	62%	畜牧業	314	79%	畜牧業	30	67%
金屬表面處理業	74	12%	金屬表面處理業	29	16%	化工業	43	4%	食品製造業	22	6%	土石方堆(棄)置場	4	9%
電鍍業	45	7%	洗車場	17	10%	土石加工業	39	3%	醫院、醫事機構	11	3%	土石加工業	2	4%
營建工地	26	4%	營建工地	11	6%	食品製造業	37	3%	土石加工業	6	2%	營建工地	2	4%
社區下水道系統	23	4%	土石加工業	7	4%	土石方堆(棄)置場	30	3%	社區下水道系統	6	2%	水泥業	1	2%
洗車場	16	3%	社區下水道系統	7	4%	金屬表面處理業	29	2%	水泥業	5	1%	其他工業	1	2%
食品製造業	16	3%	化工業	6	3%	洗車場	25	2%	洗車場	4	1%	社區下水道系統	1	2%
醫院、醫事機構	15	2%	電鍍業	6	3%	營建工地	25	2%	金屬表面處理業	3	1%	洗車場	1	2%
印染整理業	12	2%	土石方堆(棄)置場	5	3%	醫院、醫事機構	22	2%	醱酵業	3	1%	屠宰業	1	2%
金屬基本工業	11	2%	金屬基本工業	5	3%	金屬基本工業	20	2%	化工業	2	1%	電鍍業	1	2%
其他	116	19%	其他	27	15%	其他	167	14%	其他	21	5%	其他	1	2%
蘭陽溪			新城溪			花蓮溪			秀姑巒溪			卑南溪		
列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比	列管事業別	家數	百分比
營建工地	19	24%	食品製造業	30	23%	土石加工業	51	34%	畜牧業	44	65%	畜牧業	21	37%
土石採取業	15	19%	其他工業	20	16%	水產養殖業	44	29%	土石加工業	9	13%	土石採取業	10	18%
畜牧業	14	18%	化工業	13	10%	畜牧業	23	15%	醫院、醫事機構	5	7%	醫院、醫事機構	7	12%
土石加工業	9	11%	水泥業	12	9%	觀光旅館(飯店)	4	3%	水產養殖業	3	4%	觀光旅館(飯店)	6	11%
土石方堆(棄)置場	4	5%	營建工地	8	6%	其他工業	3	2%	土石方堆(棄)置場	2	3%	廢棄物掩埋場	5	9%
社區下水道系統	4	5%	洗車場	5	4%	其他場所下水道系統	3	2%	水泥業	2	3%	水泥業	3	5%
洗車場	3	4%	土石加工業	4	3%	洗車場	3	2%	屠宰業	1	1%	土石方堆(棄)置場	2	4%
水泥業	2	3%	造紙業	4	3%	「廢棄物焚化廠」或其他廢棄物處理廠(場)	2	1%	廢棄物掩埋場	1	1%	土石加工業	1	2%
廢棄物掩埋場	2	3%	金屬基本工業	3	2%	水泥業	2	1%	觀光旅館(飯店)	1	1%	修車廠	1	2%
自來水廠	1	1%	紡織業	3	2%	自來水廠	2	1%				屠宰業	1	2%
其他	7	9%	其他	27	21%	其他	15	10%						

資料來源：環保署水保處 101 年度

3.4 計畫工作執行方法

3.4.1 毒性化學物質河川環境調查採樣工作方法

一、河川樣本採樣地點規劃

為配合環保署監資處已於各河川建置之河川水質監測站水質監測資料，本計畫優先以監資處設置之河川水質監測站作為年度調查河川採樣地點之規劃依據，無水質監測站時則以橋樑為採樣地點，依河川上游、中游及下游河段區分，於上游或中游河段選取 1 處，下游河段選取 2 處，共 3 個地點進行樣本採樣。此外，為使檢測資料具可比較性，河川採樣地點以與歷年採樣地點相同為優先考量，本計畫 30 條河川採樣地點分別如表 3-11 所列。

二、河川樣本採樣數量及頻率規劃

每條河川按季節區分，分別於枯水期（5 月份以前）及豐水期（9 月份以前）各進行 1 次底泥樣本採樣。

本計畫預期可獲得之河川調查樣本檢測資料筆數如表 3-12 所示，本年度預計可獲得底泥樣本檢測數據資料共計 1,896 筆，檢測項目包含六溴環十二烷（ α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD）、安殺番（ α -安殺番、 β -安殺番、安殺番硫酸鹽）、壬基酚及雙酚 A、鄰苯二甲酸酯類物質（DEHP、DMP、DBP、DNOP、DEP、BBP、DINP、DIDP、DIBP 等 9 種 PAEs）、多溴二苯醚類物質（十溴二苯醚、八溴二苯醚、五溴二苯醚等 8 種公告列管 PBDEs），以及無機砷（As(III)、As(V)）及有機砷（monomethylarsonic acid (MMA)、dimethylarsinic acid (DMA)）等 6 項 29 種物質檢測分析。

表 3-11 30 條河川流域環境流布調查採樣地點規劃

序號	調查河川	採樣地點	河段	環保署 水質監測站	感潮 河段	地址
1	淡水河 本流	忠孝大橋	下游	是	是	臺北市中正區忠孝西路(中華路附近)
		重陽大橋	下游	是	是	臺北市士林區延平北路旁
		關渡大橋	下游	是	是	新北市八里區成泰路四段與縣 103 號道交會處附近
2	大漢溪	大溪橋	中游	是	否	桃園縣大溪鄉省三號道路與北 83 線交會處旁
		三鶯大橋	下游	是	否	新北市鶯歌區文化路三鶯大橋
		新海大橋	下游	是	是	新北市板橋區新海路
3	新店溪	秀朗橋	中游	是	是	新北市中和區景平路與環河路交會處
		華中大橋	下游	是	是	新北市中和區景平路中山路交會處附近
		華江大橋	下游	是	是	新北市板橋區文化路華江橋
4	基隆河	實踐橋	中游	是	否	基隆市五堵區實踐路
		南湖大橋	下游	是	是	臺北市內湖區康寧路
		百齡橋	下游	是	是	臺北市士林區承德路百齡橋
5	南崁溪	龜山橋	中游	是	否	桃園縣龜山鄉台一甲線與光華路交叉口附近
		南崁溪橋	下游	是	否	桃園縣蘆竹鄉 4 號公路
		竹圍大橋	下游	是	否	桃園縣大園鄉 15 號公路(濱海公路)
6	頭前溪	竹林大橋	中游	是	否	新竹縣竹東鎮 123 號公路
		中正大橋	下游	是	否	新竹縣竹東鎮麻園肚縣 120 號公路旁
		頭前溪橋	下游	是	否	新竹市東區台一省道與東西向快速道路交會口
7	客雅溪	客雅溪橋	中游	是	否	新竹市北區中華路二段鐵道路
		香雅橋	下游	是	否	新竹市香山區虎林里延平路三段旁
		浸水橋	下游	否	是	新竹掩埋場旁
8	中港溪 ¹	平安大橋	中游	是	否	苗栗縣三灣鄉內灣村台 3 號公路(92 公里處)
		東興大橋	下游	是	否	苗栗縣頭份鎮和平里
		中港溪橋	下游	否	是	苗栗縣頭份鎮尖山台 1 號與 13 號公路交叉口
9	後龍溪	龜山橋	中游	是	否	苗栗縣公館鄉 6 號公路(12 公里處)
		頭屋大橋	下游	是	否	苗栗縣頭屋鄉 13 號公路
		後龍溪橋	下游	是	是	苗栗縣後龍鎮台 1 號公路(110 公里處)
10	大安溪	卓蘭大橋 (原名蘭勢橋)	中游	是	否	苗栗縣卓蘭鎮 3 號公路
		義里大橋	下游	是	否	苗栗縣三義鄉 13 號公路
		大安溪橋	下游	是	否	臺中市大甲區 1 號公路
11	大甲溪	龍安大橋	中游	是	否	臺中市東勢區台 8 號(10.5 公里處)
		后豐大橋	下游	是	否	臺中市后里區 13 號公路
		大甲溪橋	下游	是	是	臺中市大甲區 1 號公路(169 公里處)
12	烏溪 ²	烏溪橋	中游	是	否	臺中市霧峰區 3 號公路
		大度橋 (原名大肚橋)	下游	是	否	臺中市大肚區 1 號公路 (臨彰化市 1 號公路 184.5 公里處)
		中彰大橋	下游	否	是	臺中市龍井區 17 號公路
13	濁水溪	玉峰大橋	中游	是	否	南投縣水里鄉縣 131 公路(35 公里處)
		名竹大橋	下游	是	否	南投縣名間鄉 3 號公路(34 公里處)
		西螺大橋	下游	是	否	雲林縣西螺鎮台 1 號公路(221 公里處)
14	北港溪	土庫大橋	中游	是	否	雲林縣虎尾鎮延平里 158 甲公路(22.5 公里處)
		北港大橋	下游	是	否	雲林縣北港鎮 19 號公路(68 公里處)
		雲嘉大橋	下游	是	是	雲林縣口湖鄉 17 號公路(118 公里處)
15	朴子溪	月眉潭橋	中游	是	否	嘉義縣新港鄉 159 號公路(9.5 公里處)
		朴子溪橋	下游	是	否	嘉義縣朴子市 19 號公路(80.5 公里處)
		東石大橋	下游	是	是	嘉義縣東石鄉 168 號公路

序號	調查河川	採樣地點	河段	環保署 水質監測站	感潮 河段	地址
16	八掌溪	軍輝橋	中游	是	否	嘉義市東區吳鳳南路
		八掌溪橋	下游	是	否	嘉義縣水上鄉台 1 線公路(274 公里處)
		厚生橋	下游	是	否	臺南市鹽水區台 19 線公路(98 公里處)
17	急水溪	青葉橋	中游	是	否	臺南市白河區縣 165 線公路(15 公里處)
		急水溪橋	下游	是	否	臺南市柳營區台 1 線公路(291 公里處)
		宅港橋	下游	是	是	臺南市學甲區台 19 線公路(110.9 公里處)
18	將軍溪	新城橋	中游	是	是	臺南市學甲區 19 號公路(117 公里處)
		華宗橋	下游	是	是	臺南市學甲區 19 號公路(1 公里處)
		將軍溪橋	下游	是	是	臺南市將軍區 17 號公路(158 公里處)
19	曾文溪	曾文溪橋	中游	是	否	臺南市善化區台 1 線公路(306 公里處)
		西港大橋	下游	是	是	臺南市西港區台 19 線公路(129 公里處)
		國姓橋(原名國聖橋)	下游	是	是	臺南市安南區台 17 線(174.5 公里處)
20	鹽水溪	豐化橋	中游	是	否	臺南市新市區台 1 線公路(319 公里處)
		太平橋	下游	是	是	臺南市永康區台 19 線公路(138.5 公里處)
		鹽水溪橋	下游	是	是	臺南市安南區台 17 甲公路
21	二仁溪	崇德大橋	中游	是	否	高雄市田寮區崗山頭高 139 線(1 公里處)
		二層行橋	下游	是	是	臺南市仁德區台 1 線公路 340(公里處)
		南荳橋	下游	是	是	臺南市南區灣裡路台 17 甲號公路(17.5 公里處)
22	典寶溪 ³	滾水橋	中游	否	否	高雄市燕巢區四林路
		中崎橋	中游	否	否	高雄市燕巢區通燕路與橋頭區橋燕路交界處
		長潤橋	下游	否	是	高雄市橋頭區芋寮路及梓官區中崙路交界處
23	高屏溪	里港大橋	中游	是	否	屏東縣里港鄉台 3 線公路(428 公里處)
		高屏大橋	中游	是	否	高雄市大樹區台 1 線公路(392.5 公里處)
		雙園大橋	下游	是	是	高雄市林園區台 17 線公路(250 公里處)
24	東港溪	潮洲大橋	中游	是	否	屏東縣潮州鎮台 1 線公路(407.7 公里處)
		興社大橋	下游	是	否	屏東縣萬丹鄉興安村屏 58 線 5.5 公里處
		東港大橋	下游	是	是	屏東縣東港鎮台 17 線公路(264.5 公里處)
25	林邊溪 ⁴	餉潭大橋	上游	否	否	屏東縣新埤鄉縣 185 號公路
		新埤大橋	下游	是	否	屏東縣新埤鄉台 1 號公路(422 公里處)
		林邊大橋	下游	是	是	屏東縣林邊鄉台 17 號公路(264 公里處)
26	蘭陽溪	葫蘆堵大橋 (原名上深溝)	中游	是	否	宜蘭縣員山鄉深溝村 7 號公路葫蘆堵大橋
		蘭陽大橋	下游	是	否	宜蘭縣五結鄉 8 號公路
		噶瑪蘭橋 (原名興蘭大橋)	下游	是	是	宜蘭縣壯圍鄉 2 號公路
27	新城溪	武荖坑	中游	是	否	宜蘭縣蘇澳鎮武荖坑遊樂區內
		新城橋	下游	是	否	宜蘭縣蘇澳鎮 9 號公路武荖坑遊樂區旁
		龍德大橋	下游	是	否	宜蘭縣蘇澳鎮 2 號公路
28	花蓮溪 ⁵	箭瑛大橋	上游	否	否	花蓮縣鳳林鎮縣 193 公路
		米棧大橋	下游	否	否	花蓮縣壽豐鄉縣 193 公路
		花蓮大橋	下游	是	否	花蓮縣吉安鄉 11 號公路
29	秀姑巒溪	玉里大橋	中游	是	否	花蓮縣玉里鎮 9 號公路與縣 195 甲交會口
		瑞穗大橋	下游	是	否	花蓮縣瑞穗鄉 193 號公路
		長虹橋	下游	否	否	花蓮縣豐濱鄉台 11 號公路
30	卑南溪 ⁶	池上大橋	上游	否	否	臺東縣 9 號公路關山鎮與池上鄉交界處
		鸞山大橋	下游	否	否	臺東縣 9 號公路鹿野鄉與延平鄉交界處
		台東大橋	下游	是	否	臺東市台 11 乙線(5 公里處)

1. 原中港溪橋水質監測站由尖山大橋取代，為使檢測數據具可比較性，仍維持採樣地點為中港溪橋。

2. 原中彰大橋水質監測站已廢除，為使檢測數據具可比較性，仍維持採樣地點為中彰大橋。

3. 典寶溪未設置環保署水質監測站。

4. 林邊溪僅設新埤大橋及林邊大橋 2 個水質監測站，按歷年執行上游河段採樣地點為餉潭大橋。

5. 花蓮溪水質監測站除花蓮大橋外，其他測站均設於其支流河段，按歷年執行採樣地點為箭瑛大橋及米棧大橋。

6. 卑南溪水質監測站除台東大橋外，其他測站均設於其支流河段，按歷年執行採樣地點為池上大橋及鸞山大橋。

表 3-12 104 年預期獲得樣本檢測資料筆數統計表

檢測項目	分析物	10 條河川 ^{註1} 底泥樣本 檢測資料筆數	加測河川 底泥樣本 檢測資料筆數	合計
六溴環十二烷	α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD	180	54 ^{註2}	234
安殺番	α -安殺番、 β -安殺番、 安殺番硫酸鹽	180	無加測河川	180
壬基酚	壬基酚	60	6 ^{註3}	66
雙酚 A	雙酚 A	60	無加測河川	60
鄰苯二甲酸酯類	DEHP、DMP、DBP、 DNOP、DEP、BBP、 DINP、DIDP、DIBP 等 9 種公告列管 PAEs	540	無加測河川	540
多溴二苯醚類	十溴二苯醚、八溴二苯 醚、五溴二苯醚 等 8 種公告列管 PBDEs	480	96 ^{註4}	576
有機砷/無機砷	As(III)、As(V)、 monomethylarsonic acid (MMA)、dimethylarsinic acid (DMA)	240	無加測河川	240
樣本檢測資料筆數合計		1,740	156	1,896

註 1：淡水河本流、大漢溪、新店溪、八掌溪、急水溪、曾文溪、高屏溪、林邊溪、花蓮溪、卑南溪等 10 條調查河川。

註 2：加測蘭陽溪、新城溪、東港溪等 3 條河川底泥六溴環十二烷含量。

註 3：加測客雅溪底泥壬基酚含量。

註 4：加測客雅溪及基隆河底泥多溴二苯醚類物質含量。

三、河川樣本採樣方法

河川底泥樣本採樣設備主要依據環保署公告之底泥採樣方法（NIEA S104.31B）^[61]，依據採樣現況於船上或橋上，或由採樣人員涉水至河流採樣斷面之左岸、右岸及河道中央，選用適當之採樣器具，包括採樣鏟及鑽取式採樣器等進行底泥採樣，各式底泥採樣器如圖 3-10 所示。河川底泥樣本採樣以混樣（composites）方式進行，所謂混樣是將不同採樣點的底泥混合，以取得特定區域內的平均濃度。依此原則於採樣地點之河流採樣斷面，匯集左岸、右岸及河道中央三處

之底泥於不銹鋼盤上混合均勻後視為 1 個樣本。有關底泥採樣注意事項如下所列：

1. 採集表面 0 至 15 公分深度之表層底泥(Surface sediment)。
2. 底泥之沉積與水流(Current)及流量(Flow)有關，河川之採樣應選擇流速小於 0.3 m/sec，懸浮物易沈澱的地區，如彎道河段、河道變寬河段、河道束縮處上游河段、分叉型河段、分流河段及支流匯入河段。
3. 原則上取左、中、右岸點等量混樣，如因地形或安全考量無法取得其中一點之樣品時，則須標示清楚。
4. 在表面鍍鐵氟龍之不銹鋼鐵盤或不銹鋼鐵盤卸下底泥，以不銹鋼湯匙或鏟混勻至顏色一致。
5. 橋樑如設有蛇籠或消波塊時則會影響水流及懸浮物之沉澱，若擬採樣之附近有堤堰時或橋樑有消波塊或蛇籠保護橋墩時，均應在其上游選取緩流處採樣。
6. 選取之採樣點應避開不規則物堆積如消波塊或廢棄物等。
7. 採樣站應盡量避開在有施工及採砂作業之處。
8. 應避免採樣器材之交互污染，在採樣前、後，依照需求標準，徹底清洗採樣系統各部零件。與樣品接觸的器具使用後須更換或清理乾淨，方能重複使用。
9. 底泥採樣器採底泥時，上層水須以不攪動底泥表層之方式去除。

	
採樣杓	鑽取式採樣器 Cole-Parmer® 底泥採樣器

圖 3-10 各式底泥採樣器

三、樣本品質管制

本計畫樣本採樣、運送、保存、取用及廢棄等流程，均按 B 級品保規劃書進行。樣本品質管制工作流程如圖 3-11 所示，分項說明如下：

1. 採樣前置作業：擬定採樣計畫，召開採樣行前說明會，按採樣設備清單準備採樣用具及製作樣本標籤（樣本編號按規定編碼，如下說明），樣本瓶及用具按規定進行清洗步驟。

※樣本編碼方式說明

20150101^{註1} XX^{註2} X^{註3} 01^{註4}

註1：採樣西元年月日（8碼）

註2：採樣地點(河川名稱)代碼（2碼）

項次	河川中文名	河川英文名	河川代碼*	項次	河川中文名	河川英文名	河川代碼*
1	淡水河本流	Danshuei River	DS	16	八掌溪	Bajhang River	BJ
2	新店溪	Sindian River	SD	17	急水溪	Jishuei River	JH
3	基隆河	Keelung River	KL	18	將軍溪	Shincheng River	SC
4	大漢溪	Dahan River	DH	19	曾文溪	Zengwun River	ZW
5	南崁溪	Nankan River	NK	20	鹽水溪	Yanshuei River	YS
6	頭前溪	Toucian River	TC	21	二仁溪	Erren River	ER
7	客雅溪	Keya River	KY	22	典寶溪	Dian Bao River	DB
8	中港溪	Jhonggang River	JG	23	高屏溪	Gaoping River	GP
9	後龍溪	Houlong River	HL	24	東港溪	Donggang River	DG
10	大安溪	Da-an River	DA	25	林邊溪	Linbien River	LB
11	大甲溪	Dajia River	DJ	26	蘭陽溪	Lanyang River	LY
12	烏溪	Wu River	Wu	27	新城溪	Shincheng River	SC
13	濁水溪	Jhuoshuei River	JS	28	花蓮溪	Hualien River	HL
14	北港溪	Beigang River	BG	29	秀姑巒溪	Siouguluan River	SG
15	朴子溪	Puzih River	PZ	30	卑南溪	Beinan River	BN

*河川代碼為河川英文名稱之字首字母所組成，其中，後龍溪(HL)與花蓮溪(HL)，將軍溪(SC)與新城溪(SC)，因字首字母相同，河川代碼重覆，但調查年度或採樣日期並不相同，故不受影響。

註3：樣品種類代碼，水體【W】；底泥【S】；魚體【F】（1碼）

註4：流水編號（2碼）

2. 現場採樣：填寫採樣紀錄表（表 3-13）及進行現場空白樣品，水體樣本之空白樣品為不含待測物之試劑水，底泥樣本之空白樣品為實驗室自行製備之不含待測物河川底泥（製備程序詳如附件二）。
3. 樣本運送：確保樣本運送溫度及避光，填寫樣本運送管制表（表 3-14），並進行運送空白樣品，水體樣本之空白樣品為不含待測物之試劑水，底泥樣本之空白樣品為實驗室自行製備之不含

待測物河川底泥（製備程序詳如附件二）。

4. 樣本接收與保存：按樣本運送管制表點收樣本，填寫樣本保存及廢棄管制表，樣本按規定置於冷藏或冷凍避光保存，樣本保存之或冷凍櫃應每日監控保存溫度。
5. 樣本取用與廢棄：填寫樣本取用管制表或樣本保存及廢棄管制表，樣本取用後儘速送回保存處。

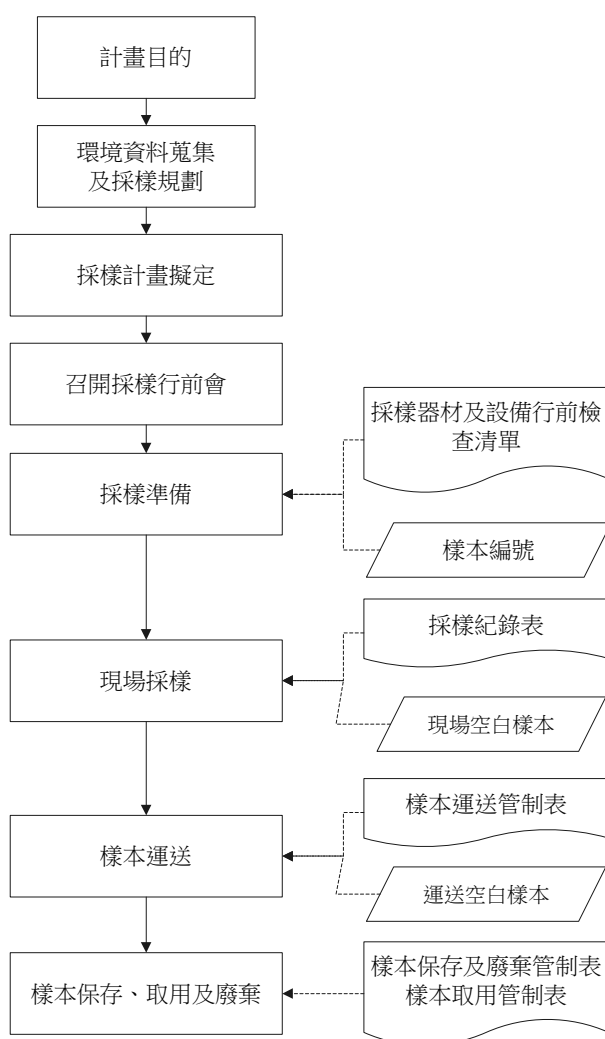


圖 3-11 樣本品質管制工作流程圖

表 3-13 河川環境樣本採樣紀錄表

104/03_01 版

河川環境樣本採樣紀錄表

計畫編號：_____ 採樣日期：_____年____月____日
 河川名稱：_____ 採樣地點(代碼)：_____
 採樣人員：_____ 填表人：_____
 採樣時間：起始 _____:_____; 結束 _____:_____ 天候狀況：☐晴 ☐陰 ☐雨 氣溫 _____℃

※座標資料【台灣二度分帶/Hu-Tzu-Shan】

左岸	中央	右岸
TM2	TM2	TM2

※底泥樣本【樣本編號_____】

採樣位置	左岸	中央	右岸
作業位置(1.涉水 2.橋上 3.船上 4.其他)			
作業方式(1.採樣鏟 2.其他)			
土質種類(1.沉泥 2.砂 3.黏土 4.礫石)			
ORP 值			

樣本容器	檢測項目	數量(瓶)	保存劑
20 ml_棕玻璃瓶	冷凍乾燥(空白)		無
8oz_直口玻璃瓶	冷凍乾燥		無

※魚體樣本

魚種名稱	數量	樣本來源	作業方式	備註
		☐ 釣客 ☐ 自捕 ☐ 其他 _____	☐ 釣具 ☐ 原子網 ☐ 手拋網 ☐ 其他 _____	
		☐ 釣客 ☐ 自捕 ☐ 其他 _____	☐ 釣具 ☐ 原子網 ☐ 手拋網 ☐ 其他 _____	
		☐ 釣客 ☐ 自捕 ☐ 其他 _____	☐ 釣具 ☐ 原子網 ☐ 手拋網 ☐ 其他 _____	
		☐ 釣客 ☐ 自捕 ☐ 其他 _____	☐ 釣具 ☐ 原子網 ☐ 手拋網 ☐ 其他 _____	
		☐ 釣客 ☐ 自捕 ☐ 其他 _____	☐ 釣具 ☐ 原子網 ☐ 手拋網 ☐ 其他 _____	
		☐ 釣客 ☐ 自捕 ☐ 其他 _____	☐ 釣具 ☐ 原子網 ☐ 手拋網 ☐ 其他 _____	
		☐ 釣客 ☐ 自捕 ☐ 其他 _____	☐ 釣具 ☐ 原子網 ☐ 手拋網 ☐ 其他 _____	
		☐ 釣客 ☐ 自捕 ☐ 其他 _____	☐ 釣具 ☐ 原子網 ☐ 手拋網 ☐ 其他 _____	

※空白樣本

☐ 現場空白【編號_____】 ☐ 旅運空白【編號_____】

表 3-14 樣本運送管制表

2014-05_01 版

樣本運送管制表

計畫名稱：103-104 年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第二年)

計畫編號：104C036 運送方式：☐ 採樣人員 ☐ 宅急便 ☐ 其他 _____ 送達地點：☐ 環微毒中心 ☐ 其他 _____

序號	樣本編號	檢測項目	運送條件	備註
1			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
2			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
3			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
4			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
5			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
6			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
7			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
8			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
9			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
10			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
11			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
12			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
13			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
14			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
15			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	

樣本運送總計：_____瓶

運送日期：

運送人：

序號	樣本編號	檢測項目	運送條件	備註
16			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
17			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
18			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
19			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
20			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
21			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
22			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
23			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
24			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
25			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
26			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
27			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
28			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
29			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	
30			☐ 冷藏 ☐ 冷凍	

樣本接收總計：_____瓶

接收日期：

接收人：

第____頁/全____頁

3.4.2 毒性化學物質河川環境調查樣本檢測分析方法

3.4.2.1 檢測項目品保品管執行方法

本計畫依據環保署公告之各項品質管制指引，編製 B 級品保規劃書，藉由校正、取樣、樣品管制及分析程序等規劃，以維持樣本分析時之品質系統。其中，委由本團隊所屬的超微量物質分析實驗室所執行的多溴二苯醚類及加作的六溴聯苯類分析，另有其認證實驗室品保品管規範，規範內容詳如**附件三**。

本計畫各項檢測項目樣本分析過程之主要各項管制指標包括下列 6 項，數據品保目標如**表 3-15** 所示，各項管制指標作法及管制標準說明如下：

1. 檢量線建立及確認
2. 查核樣品（Quality check sample）分析
3. 方法偵測極限（Method detection limit, MDL）建立
4. 方法空白樣品（Method blank sample）分析
5. 樣本重覆分析（Duplicate analysis）
6. 樣本添加分析（Spiked sample）

一、 檢量線建立及確認

各項檢測項目檢量線建立按環保署公告「環境檢驗檢量線製備及查核指引（NIEA-PA103）」執行，在偵測器的線性濃度範圍內配製至少 5 種不同濃度的標準溶液，依各種分析儀器之特性，建立適當之校正檢量線種類。檢量線製備完成應即以第二來源標準品配製接近檢量線中點濃度之標準品（若無第二來源標準品時，至少應使用另一獨立配製之標準品）進行分析作確認。往後在每批次樣本分析前、後，均配製檢量線中點濃度執行檢量線查核，查核之相對誤差值依分析儀器種類規範，例如氣相層析法及液相層析法之相對誤差值宜在 $\pm 15\%$

以內，氣相層析/質譜法之相對誤差值宜在 $\pm 20\%$ 以內，感應耦合電漿質譜法之相對誤差值宜在 $\pm 10\%$ 以內。

執行樣本分析時，當測值低於檢量線最低濃度但高於方法偵測極限 (Method detection limit, MDL) 時，數據表示方式為 $< \text{LOQ}$ 值 (limit of quantitation, LOQ)，數據運算時以二分之一 LOQ 值計算；當測值低於方法偵測極限時，數據表示方式為 ND (Non-detected, ND)，數據運算時以二分之一 MDL 值計算。

二、查核樣品 (Quality check sample) 分析

為確認檢驗分析人員之分析技術及能力，每年度須至少執行 4 次重複之查核樣品分析，分析回收率及相對標準偏差值需符合規範後，才能進行真實樣本之分析。往後在每批次樣本分析前亦至少執行 1 次，確保該批次樣本分析程序之可信度或分析結果之準確性。根據環保署公告「環境檢驗品質管制指引通則 (NIEA-PA101)」，所謂查核樣品指將適當濃度之標準品添加於與樣品相似的基質中所配製成的樣品，或使用濃度經確認之標準品。本計畫以購買市售可出據濃度證明之標準參考樣品 (Standard reference material, SRM 或 Certified reference material, CRM) 作為查核樣品為優先方式，無市售 SRM 或 CRM 時，添加檢量線中點濃度標準品於各種樣本基質中作為查核樣品，水體樣本分析時以試劑水作為樣本基質，底泥樣本分析時以實驗室自行製備待測物含量低於偵測極限之河川底泥作為樣本基質，魚體樣本分析時以過去河川採樣，已知待測物含量低於偵測極限之魚肉混合樣本作為查核樣品。

三、方法偵測極限 (Method detection limit, MDL) 建立

各項檢測項目方法偵測極限建立按環保署公告「環境檢驗方法偵測極限測定指引 (NIEA-PA107)」執行。以檢量線最低濃度作為初

始預估 MDL 值，以試劑水或實驗室自行製備待測物含量低於偵測極限之河川底泥、魚肉樣本，添加濃度相當於初始預估 MDL 值之待測物標準品，配製成 7 個待測樣品，進行與檢測方法中待測物之分析步驟完全一樣之完整分析流程，計算 7 次測定值之標準偏差 (S_A)，計算 3 倍標準偏差值作為 MDL 值。再以此 MDL 值之相當濃度 (1~5 倍濃度)，再次添加於試劑水或實驗室自行製備待測物含量低於偵測極限之河川底泥、魚肉樣本，執行第二次 MDL 之測定，作為 MDL 值確認。MDL 計算式如下：

1. 計算 7 次初始預估 MDL 測定值之標準偏差 S_A
2. $MDL_A = 3 \times S_A$
3. 計算 7 次 MDL_A 測定值之標準偏差 S_B
4. S_A^2 與 S_B^2 比值應 < 3.05 。若不符合，則重新添加相當於 MDL_B (即 $3 \times S_B$) 濃度之待測物於樣品基質中，重複執行 MDL 之測定至 S_A^2 與 S_B^2 比值 < 3.05 為止。
5. 計算共同標準偏差 (Pooled standard deviation, S_{pooled})：
$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(S_A^2 + S_B^2)}{2}}$$
6. 計算確認後 MDL 值：
$$MDL = 2.681 \times S_{pooled}$$

四、方法空白樣品 (Method blank sample) 分析

又稱實驗室空白樣品 (Laboratory blank sample) 或試劑空白樣品 (Reagent blank sample)，於每批次樣本分析時應至少執行 1 次方法空白樣品分析，將空白樣品與待測樣品相同前處理及分析步驟執行檢測，由方法空白樣品之分析結果，可判知樣品分析過程是否遭受污染，空白樣品分析值須低於待測物方法偵測極限的 2 倍。

五、 樣本重覆分析 (Duplicate analysis)

每批次樣本分析時，擇該批次其中一個樣本取二等份，各自依相同前處理及分析步驟檢測，所得之相對誤差值應符合數據品保目標規範。當樣品濃度為未檢出 (Non-detected, ND) 時，則必須執行基質添加分析 (Matrix spike, MS) 及基質添加分析重複 (Matrix spike duplicate, MSD)，在樣本基質中添加檢量線中間濃度標準品後再執行重覆分析。若因樣品量不足等原因仍無法執行時，至少應執行查核樣品之重複分析。由重複樣品之分析可確定分析結果之精密度。重覆分析相對差異百分比或相對標準偏差計算式如下：

1. 重複次數為 2 次：計算相對差異百分比 (Relative percent difference, RPD，或稱 Relative range, RR)

$$RR = \frac{|X_1 - X_2|}{(X_1, X_2)} \times 100\%$$

2. 重複次數大於 2 次：計算相對標準偏差 (Relative standard deviation, RSD)

$$RSD = \frac{S_{X_1, X_2, \dots, X_n}}{(X_1, X_2, \dots, X_n)} \times 100\%$$

六、 樣本添加分析 (Spiked sample)

又稱基質添加樣品 (Matrix spike sample)。每批次樣本分析時，擇該批次其中一個樣本取二等份，其中一份添加適當量 (與樣本濃度相當或檢量線中間濃度) 之待測物標準品，各自依相同前處理及分析步驟檢測，所得之添加分析回收率應符合數據品保目標規範。若因樣品量不足等原因仍無法執行時，至少應執行查核樣品之添加分析。添加樣品分析之結果可了解樣品中有無基質干擾或所用的檢測方法是否適當。添加分析回收率計算如下：

$$\text{回收率} = \frac{(\text{樣本添加分析測值} - \text{樣本濃度值})}{\text{添加標準品濃度值}} \times 100\%$$

表 3-15 各項檢測項目數據品保目標

檢測物質	樣品種類	檢量線確認及查核 相對誤差值	查核樣品 ^註 分析回收率	樣本添加 分析回收率	樣本重覆分析 相對差異百分比 或相對標準偏差	樣本分析及 採樣完整性
六溴環十二烷 (HBCD)	底泥	RSD<20%；80%-120%	50%-150%	50%-150%	<30%	100%
α -安殺番、 β -安殺 番、安殺番硫酸 鹽、滅蟻樂	底泥	RSD<20%；85%-115%	60%-120%	55%-125%	<30%	100%
壬基酚、雙酚 A	底泥	RSD<20%；80%-120%	60%-140%	50%-150%	<30%	100%
鄰苯二甲酸酯類 (PAEs)	底泥	RSD<20%；80%-120%	70%-130%	70%-130%	<30%	100%
多溴二苯醚類 (PBDEs)	底泥	依成大環微毒中心超微量物質分析實驗室之認證實驗室品保品管規範執行 規範內容詳如附件三				100%
有機砷、無機砷	底泥	$R^2 \geq 0.995$ ；85%-115%	70%-130%	60%-140%	<30%	100%

註：若無經確認濃度之查核樣品可購買，則以實驗室自行製備之河川底泥淨土添加標準品方式進行。

3.4.2.2 檢測項目樣本分析方法

本計畫進行樣品檢測分析之方法依據，以環保署公告之標準分析方法作為優先考量，若未有適當之公告檢測方法，則參考美國環保署（U.S. Environmental Protection Agency, US EPA）公布之檢測方法，最後再採用其他文獻方法。本計畫各項調查物質檢測方法依據來源、分析方法內容及檢測數據濃度單位與位數表示方式如表 3-16 所列，其中檢測數據濃度單位與位數表示方式是按環保署為統一環保機關與環保署許可環境檢測機構出具檢測報告之位數表示，俾利數據之比較與使用所公告之「檢測報告位數表示規定(990305)」，依該公告附表規定修整最終檢測結果值之表示位數及濃度單位，若附表未規定之檢測項目，例如六溴環十二烷、壬基酚及雙酚 A 等，則參考近似的檢測項目或依實驗室執行經驗訂立。各項檢測項目分析方法標準操作流程圖如附件二，購買市售標準參考樣品之純度證明如附件四。

表 3-16 各項檢測方法依據來源

檢測項目	前處理及分析方法	檢測報告濃度單位及位數表示
六溴環十二烷	依據來源：Wu H.H. et al., 2009 前處理及淨化方式：微波萃取/去硫及酸洗淨化 分析儀器：HPLC/MS-MS	依據：自訂 單位：μg/kg 最小表示位數：小數點以下 3 位 最多有效位數：3 位
α-安殺番、 β-安殺番、 安殺番硫酸鹽 滅蟻樂	依據來源： NIEA M618.04C 土壤、底泥及事業廢棄物中有機氯農藥檢測方法—氣相層析儀法 前處理及淨化方式：微波萃取/矽膠及去硫淨化 分析儀器：GC/μ-ECD	依據：M618.03C ^註 單位：μg/kg（按「檢測報告位數表示規定」檢測報告濃度單位應為 mg/kg，依據實際檢測結果顯示樣本濃度範圍低於 mg/kg，改以 μg/kg 表示） 最小表示位數：小數點以下 1 位 最多有效位數：3 位
壬基酚及雙酚 A	依據來源：R. Liu et al., 2004 及 Mira Petrovic et al., 2001 前處理及淨化方式：微波萃取/固相萃取匣濃縮 分析儀器：HPLC/MS-MS	依據：自訂 單位：μg/kg 最小表示位數：小數點以下 3 位 最多有效位數：3 位
鄰苯二甲酸酯類	依據來源：林千喬碩士論文及 Yun Zou, Min Cai, 2013 前處理及淨化方式：超音波萃取 分析儀器：GC/MS	依據：M731.01C 半揮發性有機物檢測方法—毛细管柱氣相層析質譜儀法 單位：mg/kg 最小表示位數：小數點以下 2 位 最多有效位數：3 位
多溴二苯醚類	依據來源： NIEA M802.00B 多溴二苯醚檢測方法-氣相層析/高解析質譜法 前處理及淨化方式：索氏萃取/硫酸、矽膠、去硫、礬土淨化 分析儀器：HRGC/HRMS	依據：M802.00B ¹ 及參考 M801.12B ² 戴奧辛及呋喃檢測方法—同位素標幟稀釋氣相層析/高解析質譜法 ¹ 單位：ng/kg ² 最小表示位數：小數點以下 3 位 ² 最多有效位數：3 位
有機砷及無機砷	依據來源：M105.00B 感應耦合電漿質譜儀法 前處理方式：微波萃取 分析儀器：HPLC/ICP-MS	參考：M105.00B 單位：mg/kg（因樣本濃度多低於 1 mg/kg，改以 μg/kg 表示） 最小表示位數：小數點以下 3 位 最多有效位數：3 位

註：檢測方法 M618.03C 及 M619.02C 分別於 102/07/15 及 102/09/15 公告停用，改由 M618.04C 及 M619.03C 取代，但「檢測報告位數表示規定(990305)」尚未更新，故仍維持規定中所列示之檢測方法 NIEA 編號。

一、六溴環十二烷

目前環保署尚未公告六溴環十二烷(HBCD)的標準分析方法，本計畫參考丁望賢教授^[62]發表文獻，以微波萃取技術搭配液相層析雙質譜儀(HPLC-MS/MS)檢測固態樣品之分析方法，進行底泥及魚體樣本中 α -， β -， γ -HBCD 之含量檢測。經實際執行測試結果， α -， β -HBCD 若改用 β -HBCD (Labelled $^{13}\text{C}_{12}$)作定量，可獲得更好的檢量線線性效果。另外參考 Zhiqiang Yu^[63]發表文獻，若改用層析管柱 Zorbax SB-C₁₈，可獲得更佳的波峰分離效果。根據本團隊實際執行能力測試結果， α -， β -， γ -HBCD 之底泥添加標準品分析回收率介於 99.2%-102%，重覆分析相對標準偏差介於 0.8%-2.0%，MDL 分別為 α -HBCD，0.033 $\mu\text{g/kg dw}$ ； β -HBCD，0.032 $\mu\text{g/kg dw}$ ； γ -HBCD，0.036 $\mu\text{g/kg dw}$ 。

A. 標準品及試劑

1. HBCD Isomers 標準品：

- (1) α -Hexabromocyclododecane (α -HBCD)，100 $\mu\text{g/mL}$ in Toluene，AccuStandard (Cat. No. HXBCD-01)。
- (2) β -Hexabromocyclododecane (β -HBCD)，100 $\mu\text{g/mL}$ in Toluene，AccuStandard (Cat. No. HXBCD-02)。
- (3) γ -Hexabromocyclododecane (γ -HBCD)，100 $\mu\text{g/mL}$ in Toluene，AccuStandard (Cat. No. HXBCD-03)。

2. 內標準品：

- (1) γ -Hexabromocyclododecane (Labelled $^{13}\text{C}_{12}$, 99%)，50 $\mu\text{g/mL}$ in Toluene，Cambridge Isotope Laboratories (Cat. No. CLM-7924-1.2)。
- (2)Hexabromocyclododecane (unequal mixture of 3 isomers) (Labelled $^{13}\text{C}_{12}$, 99%)，50 $\mu\text{g/mL}$ in Toluene，Cambridge Isotope Laboratories (Cat. No. CLM-7102-1.2)。

3. 硫酸鈉：Sodium sulfate (0.63-2.0mm)，GR 級，MERCK (Cat. No. 1.06637)。

4. 四丁基硫酸氫銨：Tetra-n-butylammonium hydrogen sulfate， $\geq 99.7\%$ ，MERCK (Cat. No. 8.18858)。

5. 亞硫酸鈉：Sodium sulfite，GR 級，MERCK（Cat. No. 1.06657）。
6. 丙酮：Acetone，LC 級，MERCK（Cat. No. 1.00020）。
7. 正己烷：n-Hexane，LC 級，MERCK（Cat. No. 1.04391）。
8. 甲醇：Methanol，LC 級，MERCK（Cat. No. 1.00020）。
9. 硫酸：Sulfuric acid 95-97%，GR 級，MERCK（Cat. No. 1.00731）。

B. 樣品前處理

1. 底泥樣本：以冷凍乾燥方式進行樣本乾燥步驟，測定其樣品含水率，含水率計算式如下。乾燥後樣本以瓷乳鉢均勻之，並以篩網（60 mesh）過篩去除非底泥之小型雜物或石粒（大型雜物或石粒已於採樣現場去除），均質後樣本置入玻璃樣本瓶避光保存。

$$\text{含水率(\%)} = \frac{\text{乾燥前重} - \text{乾燥後重}}{\text{乾燥前重}} \times 100\%$$

C. 萃取步驟

1. 稱取約 5 g 經冷凍乾燥及均質之底泥，添加 30 μL 之 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 內標準品（ $^{13}\text{C}_{12}$ - γ -HBCD、 $^{13}\text{C}_{12}$ - β -HBCD），以 40 mL 丙酮/正己烷（1/3, v/v）進行微波萃取，微波設定條件：

90°C × 12 分鐘，微波功率 800 W × 100%

萃液經冷卻至室溫後，在排煙櫃內打開反應瓶瓶蓋，將萃液移入玻璃平底燒瓶，並以 10 mL 丙酮/正己烷（1/3, v/v）重覆移液步驟 2 次，合併所有萃液減壓濃縮後移至 6 dram 管吹氮濃縮至約 1 mL，以備後續淨化步驟。

D. 淨化步驟

1. 去硫步驟：將底泥樣本微波萃液移至附有鐵氟龍襯墊螺旋瓶蓋 6 dram 中（以約 1 mL 正己烷淋洗容器瓶壁），加入 4 mL 亞硫酸四丁基銨試劑（TBA-Sulfite）與 2 mL 異丙醇，劇烈震盪 1

分鐘，加入 5 mL 試劑水（去離子水），劇烈震盪 1 分鐘，將混合液放入離心機，以轉速 1,800 rpm 離心 5 分鐘後，取出有機層待酸洗。

2. 酸洗步驟：將底泥樣本經去硫之萃液移至 6 dram 管（以約 1 mL 正己烷淋洗容器瓶壁），加入 4 mL 濃硫酸與 7 mL 正己烷進行酸洗，劇烈震盪 120 秒後，將混合液放入離心機，以轉速 1,800 rpm 離心 10 分鐘，取出上層正己烷，重複此步驟 3 次至萃取液透明無色為止。合併所有正己烷吹氮濃縮至近乾，以甲醇定量至 1 mL，使用針筒過濾頭（PTFE, 13mm, 0.22 μ m）過濾後移至另一 vial 瓶，以備上機（HPLC-MS/MS）分析。

E. 儀器分析

使用高效能液相層析串聯質譜儀(HPLC-MS/MS)進行樣品分析，儀器條件如下：

1. 高效能液相層析儀：Agilent 1200 RRLC series

(1) 層析管柱：Agilent, ZORBAX[®] SB-C₁₈, 4.6 mm× 150 mm× 5.0 μ m

(2) 移動相流速：0.35 mL/min

(3) 樣品注入量：20 μ L

(4) 梯度設定

時間(分鐘)	LC 水	甲醇
0.0	50%	50%
0.5	20%	80%
13.0	5%	95%
22.0	5%	95%

Post time：5.0 分鐘

2. 質譜儀：Agilent 6410B LC-MS/MS

- (1) 離子源(Ion source)：ESI
- (2) 極性(Polarity)：Negative
- (3) 攜帶氣體(Nebulizer gas)：Nitrogen
- (4) 毛細管電壓(Ion spray voltage)：+4500V
- (5) 乾燥氣體溫度(Dry gas temperature)：350°C
- (6) 乾燥氣體流速(Dry gas flow)：10 L/min
- (7) 霧化器壓力(Nebulizer pressure)：40 psi
- (8) Resolution：Q1 (unit) Q3 (unit)
- (9) 質譜掃描(Scan mode)：Multiple Reaction Monitoring (MRM)
- (10) 光電倍增管電壓(Delta EMV)：400 V for negative
- (11) Time Range：0~22 negative

Time (min)	Compound	Precursor	Product	Dwell (ms)	Fragmentor (V)	Collision Energy (V)
11.077	α -HBCD	640.7	80.8	30	92	49
11.303	β -HBCD	640.7	78.9	30	92	49
12.067	γ -HBCD	640.7	78.9	30	92	17

二、 α -安殺番、 β -安殺番、安殺番硫酸鹽、滅蟻樂

依據環保署公告檢測方法”土壤、底泥及事業廢棄物中有機氯農藥檢測方法—氣相層析儀法”(NIEA M618.04C)^[64]，以微波萃取方式(參考美國環保署公告檢測方法 Method 3546 Microwave Extraction^[65])進行固體樣品萃取。依據樣品基質干擾及目標待測物的性質，底泥樣本以”矽膠淨化法”(NIEA M183.01C)^[66]及”去硫淨化法”(NIEA M186.01C)^[67]，進行萃液淨化步驟，萃液濃縮定量後以氣相層析儀/電子捕捉偵測器(GC/ μ -ECD)分析。根據本團隊實際執行能力測試結果， α -安殺番、 β -安殺番、安殺番硫酸鹽之底泥添加標準品分析回收率介於 86.3%-94.9%，重覆分析相對標準偏差介於 4.4%-9.3%；標準參考樣品 CRM 824 分析回收率介於 95.6%-102%，

重覆分析相對標準偏差介於 3.5%-6.2%；MDL 分別為 α -安殺番 0.005 $\mu\text{g/kg dw}$ ， β -安殺番 0.010 $\mu\text{g/kg dw}$ ，安殺番硫酸鹽 0.013 $\mu\text{g/kg dw}$ 。

A. 標準品及試劑

1. 16 種有機氯農藥標準品：2,000 $\mu\text{g/mL}$ in Hexane:Toluene (50:50)，Supelco (Cat. No. 47914)。內含下列 16 種物質：

Aldrin	γ -BHC	Dieldrin	Endrin
α -BHC	4,4'-DDD	Endosulfan I	Endrin aldehyde
β -BHC	4,4'-DDE	Endosulfan II	Heptachlor
δ -BHC (Lindane)	4,4'-DDT	Endosulfan sulfate	Heptachlor exo-epoxide

2. 滅蟻樂標準品：1,000 $\mu\text{g/mL}$ in Methanol, AccuStandards (Cat. No. P-066S-10X)。
3. 擬似標準品：四氯間二甲苯(2,4,5,6-tetrachloro-m-xylene)，200 $\mu\text{g/mL}$ in methanol，AccuStandard (Cat. No. S-279)。
4. 內標準品：五氯硝苯(pentachloronitrobenzene)，100 $\mu\text{g/mL}$ in methanol，AccuStandard (Cat. No. P-113S)。
5. 參考樣品：沙土中有機氯農藥標準參考樣品（純度證明文件如附件四）
Pesticides- Sandy Loam 4，CRM 824-50G，RTC。
6. 矽膠：Silica gel 60 (0.063-0.200mm)，MERCK (Cat. No. 1.07734)。
7. 硫酸鈉：Sodium sulfate (0.63-2.0mm)，GR 級，MERCK (Cat. No. 1.06637)。
8. 四丁基硫酸氫銨：Tetra-n-butylammonium hydrogen sulfate， $\geq 99.7\%$ ，MERCK (Cat. No. 8.18858)。
9. 亞硫酸鈉：Sodium sulfite，GR 級，MERCK (Cat. No. 1.06657)。
10. 矽酸鎂：Florasil[®] 60/100 PR，Supelco (Cat. No. 20280-U)。
11. 正己烷：n-Hexane，LC 級，MERCK (Cat. No. 1.04391)。
12. 丙酮：Acetone，LC 級，MERCK (Cat. No. 1.00020)。
13. 二氯甲烷：Dichloromethane，LC 級，MERCK (Cat. No. 1.06044)。
14. 乙醚：Diethyl ether，GR 級，MERCK (Cat. No. 1.00921)。

B. 樣品前處理

1. 乾燥：底泥樣本以冷凍乾燥方式進行樣品乾燥步驟，乾燥前後均需記錄重量，以測量樣品含水量（測定方法同前所述）。
2. 均質：底泥樣本以瓷乳鉢均勻之，並以篩網（60 mesh）過篩去除非底泥之小型雜物或石粒（大型雜物或石粒已於採樣現場去除），均質後樣本置入玻璃樣本瓶避光保存。

C. 萃取步驟

1. 稱取經冷凍乾燥及均質之底泥樣本約 10 g，添加濃度 10 ng/sample 之擬似標準品四氯間二甲苯，以 25 mL 正己烷/丙酮（1/1, v/v）進行微波萃取，微波設定條件如下：
120°C×10 分鐘，微波功率 1200 W×40%
萃液經冷卻後移入吹氮濃縮管，以 Turbo Vap 吹氮濃縮裝置濃縮至 2~3 mL，以備進行以下淨化步驟。

D. 淨化步驟

1. 矽膠淨化：
 - (1) 淨化管柱製備：將矽膠置於玻璃容器內覆上鋁箔，在 180°C 下烘乾至少 30 分鐘使活化之，裝填 3 g 已活化矽膠於口徑 1.2 公分，長度 30 公分之玻璃淨化管，於矽膠上端加入約 2 公分高之無水硫酸鈉。
 - (2) 淨化管柱預洗：緩慢加入約 10 mL 正己烷於管柱頂端，使硫酸鈉及矽膠濕潤並驅除空氣泡，當硫酸鈉層剛好曝露於空氣中前，關閉管柱活栓，丟棄此預洗液。
 - (3) 淨化管柱沖提：轉移（並以約 2~3 mL 正己烷淋洗容器瓶壁）已濃縮至 2~3 mL 的萃液至淨化管柱中，於硫酸鈉層剛好曝露於空氣前，以 80 mL 正己烷第一次沖提淨化管柱，調整流洗速率約 5 mL/min，沖提液收集至玻璃平底燒瓶中待濃縮；再以 50 mL

正己烷第二次沖提管柱並收集待濃縮之；最後以 15 mL 二氯甲烷第三次沖提管柱並收集待濃縮之。合併三段沖提液以減壓濃縮至約 2~3 mL，以備進行以下去硫淨化步驟。

2. 去硫淨化：

(1) 四丁基亞硫酸銨 (TBA-Sulfite) 製備：將 3.39 g 四丁基硫酸氫銨溶解於 100 mL 不含有機物之試劑水中，用 20 mL 正己烷萃取三次以除去不純物，丟棄正己烷萃液，並加入 25 g 亞硫酸鈉至水溶液中。將此四丁基亞硫酸銨飽和溶液儲存於棕色玻璃瓶內，並用有鐵氟龍襯墊的螺旋瓶蓋旋緊。此溶液在室溫下可儲存一個月。

(2) 淨化流程：將矽膠淨化後之濃縮萃液轉移（以約 1 mL 正己烷淋洗容器瓶壁）至附有鐵氟龍襯墊螺旋瓶蓋的 6 dram 管中。加入 1.0 mL 四丁基亞硫酸銨(TBA-Sulfite)試劑與 2 mL 異丙醇，旋緊瓶蓋，並搖盪至少 1 分鐘。若樣品是無色或其起始顏色不變，並且可觀察到透明晶體（亞硫酸鈉沈澱物），則表示亞硫酸鈉足夠。若亞硫酸鈉沈澱物消失，則須再加 0.100 g 亞硫酸鈉晶體，直到再重複搖動後都會有固體殘留。加入 5 mL 不含有機物之試劑水並搖盪至少 1 分鐘後，靜置樣品 5 至 10 分鐘。將正己烷層（上層）轉移至 TurboVap 玻璃濃縮管，以吹氮濃縮至約 1 mL 添加濃度 25 ng/sample 內標準品五氯硝苯於萃液中，以正己烷定量至 1 mL，移至上機瓶，以備儀器（GC/ μ -ECD）分析。

E. 儀器分析

根據 NIEA M618.04C，使用氣相層析儀電子捕捉偵測器進行樣品分析，儀器分析條件如下所列：

1. 儀器：HP 6890GC/ μ -ECD
2. 層析管柱 1：DB-5MS，30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 1.00 μ m

3.層析管柱 2：DB-608，30 m× 0.25 mm× 0.25 μm

4.儀器溫度設定條件：

管柱 1 溫度： $100^{\circ}\text{C}\times 2\text{ min}\xrightarrow{15^{\circ}\text{C/min}}160^{\circ}\text{C}\xrightarrow{5^{\circ}\text{C/min}}270^{\circ}\text{C}\times 25\text{ min}$

管柱 2 溫度： $100^{\circ}\text{C}\times 2\text{ min}\xrightarrow{15^{\circ}\text{C/min}}160^{\circ}\text{C}\xrightarrow{5^{\circ}\text{C/min}}290^{\circ}\text{C}\times 10\text{ min}$

注射口溫度：225°C

偵測器溫度：300°C

5.攜帶氣體及流速：超高純度氮氣，1.5 mL/min

6.輔助氣體及流速：高純度氮氣，60 mL/min

7.樣品注入量：1 μL，不分流注射

三、壬基酚及雙酚 A

國內目前尚未公告底泥樣本之壬基酚及雙酚 A 標準檢驗方法，參考文獻發表之檢測技術，經測試後以微波萃取方式進行底泥樣本萃取^{[68],[69]}，萃液經固相萃取匣進行濃縮淨化步驟，以高效能液相層析串聯質譜儀進行分析。根據本團隊執行經驗，底泥添加標準品分析回收率壬基酚為74.0%，雙酚 A 為71.3%；重覆分析相對標準偏差壬基酚為3.7%，雙酚 A 為2.4%；壬基酚MDL為0.092 μg/kg dw，雙酚 A MDL為0.086 μg/kg dw。

A. 標準品及試劑

1. 壬基酚標準品：

Nonylphenol (CAS No. 84852-15-3)，1,000 μg/mL in methanol，
AccuStandard (Cat. No. PEO-002S-10X)

2. 雙酚 A 標準品：

Bisphenol A (CAS No. 80-05-7)，1,000 μg/mL in methanol，
AccuStandard (Cat. No. M-1626-01S)

3. 正己烷：n-Hexane，殘量級，J.T.Baker (Cat. No. 9262-03)。

4. 二氯甲烷：Dichloromethane，殘量級，Fluka (Cat. No. 34488)。

5. 丙酮：Acetone，LC 級，MERCK (Cat. No. 1.00020)。

6. 甲醇：Methanol，LC 級，MERCK（Cat. No. 1.06007）。
7. 固相萃取匣：
LiChrolut[®] RP-18 (40-63 μ m) 500 mg 6ml，MERCK（Cat. No. 1.19687）；
Sep-Pak Aminopropyl (NH₂) (55-105 μ m) 500 mg 6ml，WATER（Cat. No. 054560）。

B. 樣品前處理

1. 乾燥：底泥樣本以冷凍乾燥方式進行樣品乾燥步驟，乾燥前後均需記錄重量，以測量樣品含水率（測定方法同前所述）。
2. 均質：底泥樣本以瓷乳鉢均勻之，並以篩網（60 mesh）過篩去除非底泥之小型雜物或石粒（大型雜物或石粒已於採樣現場去除），均質後樣本置入玻璃樣本瓶避光保存。

C. 萃取步驟

1. 稱取約 5 g 經冷凍乾燥及均質之底泥，以 25 mL 甲醇進行微波萃取，微波設定條件如下：

110°C × 25 min，微波功率 1200 W × 100%

萃液經冷卻後移入 6 dram 管（以約 1 mL 丙酮淋洗容器瓶壁 3 次），經離心後將上層澄清液移入玻璃平底燒瓶，以減壓濃縮裝置濃縮萃液至 2~3 mL，再移入另一 6 dram 管以環型吹氮方式濃縮萃液至近乾，進行以下濃縮淨化步驟。

D. 濃縮淨化步驟

1. 使用預先分別以 45 mL 甲醇/丙酮（1/1, v/v）及 10 mL LC 水活化之 RP-18 固相萃取匣，加入萃液後將萃取匣抽乾（約 30 分鐘），分別以 15 mL 甲醇/丙酮（1/1, v/v）及 5 mL 二氯甲烷沖提萃取匣，沖提液以減壓濃縮方式至 2~3 mL，再移入 6 dram 管以環型吹氮方式濃縮萃液至近乾，加入 1 mL 乙腈/LC 水（1/1, v/v），以備儀器（HPLC-MS/MS）分析。

E. 儀器分析

使用高效能液相層析串聯質譜儀(HPLC-MS/MS)進行樣品分析，
儀器條件如下：

1. 高效能液相層析儀：Agilent 1200 RRLC series

- (1) 層析管柱：PHENOMENEX, Polar-RP, 2.0 mm× 150 mm× 4.0 μm
- (2) 移動相：A- LC 水+ 2 mM 醋酸銨；B- 乙腈
- (3) 移動相流速：0.25 mL/min
- (4) 樣品注入量：20 μL
- (5) 梯度設定

時間(分鐘)	LC 水+ 2 mM 醋酸銨	乙腈
0.0	80%	20%
20.0	25%	75%
22.0	25%	75%

Post time：4.0 min

2. 質譜儀：Agilent 6410B LC-MS/MS

- (1) 離子源(Ion source)：ESI
- (2) 極性(Polarity)：Negative
- (3) 攜帶氣體(Nebulizer gas)：Nitrogen
- (4) 毛細管電壓(Ion spray voltage)：5000V
- (5) 乾燥氣體溫度(Dry gas temperature)：350°C
- (6) 乾燥氣體流速(Dry gas flow)：10 L/min
- (7) 霧化器壓力(Nebulizer pressure)：40 psi
- (8) Resolution：Q1 (unit) Q3 (unit)
- (9) 質譜掃描(Scan mode)：Multiple Reaction Monitoring (MRM)
- (10) 光電倍增管電壓(Delta EMV)：400 V for negative
- (11) Time Range：0~8 waste; 8~14 negative; 14~19.2 negative

Time (min)	Compound	Precursor	Product	Dwell (ms)	Fragmentor (V)	Collision Energy (V)
11.59	BPA	227.1	212.1	200	92	12
16.69	NP	219.2	133	200	144	32

四、鄰苯二甲酸酯類

過去河川環境調查只針對 DMP、DEP、DBP、BBP、DEHP、DNOP 等 6 種鄰苯二甲酸酯類物質 (PAEs) 進行分析，以加速溶劑萃取 (Accelerated Solvent Extraction, ASE) 方式進行底泥及魚體樣本萃取，及氣相層析質譜儀進行分析。自 102 年度新增 DIBP、DINP、DIDP 等 3 種 PAEs 物質分析，經添加測試發現，加速溶劑萃取方式對 DINP 及 DIDP 之萃取效率較差，僅能達五成之分析回收率。參考本團隊對灰塵樣本分析技術建立之超音波萃取方式^[70]進行添加測試，顯示底泥樣本之 DINP 平均分析回收率可達 106% (相對標準偏差 7.2%)，DIDP 平均分析回收率 110% (相對標準偏差 7.9%)，其他 7 種 PAEs 平均萃取回收率介於 95.0%-97.7% (相對標準偏差 3.4%-5.1%)，標準參考樣品 CRM 119 包含 DMP、DEP、BBP、DEHP、DNOP 等 5 種 PAEs，分析回收率介於 91.1%-107%。DINP 及 DIDP 之 MDL 分別為 0.695 mg/kg dw 及 0.650 mg/kg dw，其他 7 種 PAEs 之 MDL 介於 0.004-0.007 mg/kg dw。故自 102 年度河川環境樣本改以超音波萃取方式進行分析，氣相層析質譜儀分析條件參照 Agilent Technologies 技術報告^[71]設定，以層析管柱 DB-5MS，長度 30m，口徑 0.25mm，膜厚 0.25 μ m，選擇性離子偵測法 (Selected Ion Monitoring, SIM) 進行分析。

A. 標準品及試劑

1. 鄰苯二甲酸酯類標準品：客製化混合標準品，2,000 μ g/mL in methanol，AccuStandard (Cat. No. S-12562-R13)
鄰苯二甲酸二異壬酯 (DINP)，1,000 μ g/mL in hexane，AccuStandard (Cat. No. PLAS-PL-018S)
鄰苯二甲酸二異癸酯 (DIDP)，1,000 μ g/mL in hexane，AccuStandard (Cat. No. PLAS-PL-016S)
2. 擬似標準品：
鄰苯二甲酸二乙酯同位素標準品 (Diethyl phthalate-d4，1,000 μ g/mL)

in methanol) , ABSOLUTE STANDARS (Cat. No. 72064)

3. 內標準品：

苯甲酸苯甲酯 (Benzyl benzoate, 5mg/mL in hexane) , AccuStandard
(Cat. No. M-8061-IS)

4. 參考樣品：沙土中半揮發性物質標準參考樣品 (純度證明文件如附件四)
Base Neutral Acids (BNAs)-Sandy Loam 6, CRM119-100 , RTC

5. 矽酸鎂：Florisol® 60/100 PR , Supelco (Cat. No. 20280-U)

6. 正己烷：n-Hexane , LC 級 , MERCK (Cat. No. 1.04391)

7. 丙酮：Acetone , LC 級 , MERCK (Cat. No. 1.00020)

8. 二氯甲烷：Dichloromethane , LC 級 , MERCK (Cat. No. 1.06044)

B. 樣品前處理

1. 乾燥：底泥樣本以冷凍乾燥方式進行樣品乾燥步驟，乾燥前後均需記錄重量，以測量樣品含水率（測定方法同前所述）。
2. 均質：底泥樣本以瓷乳鉢均勻之，並以篩網（60 mesh）過篩去除非底泥之小型雜物或石粒（大型雜物或石粒已於採樣現場去除），均質後樣本置入玻璃樣本瓶避光保存。

C. 萃取步驟

1. 秤取經均質乾燥之底泥樣本 2 g 置於 6 dram 管中，添加濃度 20 $\mu\text{g}/\text{sample}$ 之擬似標準品(DEP-d4)，加入 8 mL 萃取溶劑二氯甲烷/丙酮（1/1, v/v）進行 30 分鐘超音波萃取。萃取後進行 10 分鐘離心，將萃液移出後，重覆以上超音波萃取及離心步驟 3 次，合併所有萃液吹氮濃縮至近乾，添加濃度 10 $\mu\text{g}/\text{sample}$ 之內標準品(Benzyl benzoate)，以二氯甲烷定量至 1 mL，以備進行儀器（GC/MS）分析。

D. 儀器分析

1. 儀器：氣相層析質譜儀（Agilent 5975C Series GC/MSD）
2. 層析管柱：DB-5MS , 60 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 μm

3. 儀器溫度設定條件：

管柱溫度：50°C×1 min $\xrightarrow{30^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 280°C $\xrightarrow{15^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 310°C×16 min

注射口溫度：290°C

傳輸管溫度：280°C

4. 攜帶氣體及流速：超高純度氮氣，1.0 mL/min

5. 樣品注入量：2 µL，分流注射，split mode/ split ratio 5:1

6. 質譜掃描方式：

選擇性離子偵測法 (Selected Ion Monitoring, SIM)

序號	待測物	滯留時間(min)	質譜掃描 m/z
1	DMP	8.80	163, 194
2	DEP	9.65	149, 177
3	DEP-d4 (SS)	9.65	153, 181
4	Benzyl benzoate (IS)	10.63	91, 105
5	DIBP	10.81	149, 223
6	DBP	11.10	149, 223
7	BBP	12.95	91, 149, 206
8	DEHP	13.80	149, 167, 279
9	DNOP	14.96	57, 149, 279*
10	DINP	14.77~18.30	57, 149, 293*
11	DIDP	15.68~19.95	57, 149, 307*

* 定量質譜 m/z

五、多溴二苯醚類物質

多溴二苯醚檢測項目由本中心所屬之超微量物質分析實驗室執行，此分析方法已於103年10月經財團法人全國認證基金會(TAF)認證並取得認證證書。

A. 試劑

1. 多溴二苯醚類標準品：

(1) BDE-MXE, 1.0-5.0±5% µg/mL in nonane/toluene (52.6:47.4), Wellington Laboratories.

(2) PBDE-175, 2,2',3,3',4,5',6- Heptabromodiphenyl ether, 50±2.5 µg/mL in nonane/toluene (9:1), Wellington Laboratories.

(3) PBB-MXA, 1.0-5.0± 5% µg/mL in nonane, Wellington Laboratories.

2. 回收標準品：

(1) MBDE-138-RS, 2,2',3,4,4',5'-Hexabromo[¹³C₁₂]diphenyl ether,
50±2.5 µg/mL in nonane/toluene (9:1), Wellington Laboratories.

(2) MBDE-139-RS, 2,2',3,4,4',6'-Hexabromo[¹³C₁₂]diphenyl ether,
50±2.5 µg/mL in nonane/toluene (9:1), Wellington Laboratories.

3. 同位素標定標準品：

(1) E0-5277, Method 1614 Labeled Surrogate Stock Solution (¹³C₁₂, 99%),
1.0-10.0 µg/mL in nonane, Cambridge Isotope Laboratories.

(2) MBDE-207, 2,2',3,3',4,4',5,6,6'-Nonabromo[¹³C₁₂] diphenyl ether, 50±2.5
µg/mL in toluene, Wellington Laboratories.

(3) MBB-MXA, 1.0-5.0± 5% µg/mL in nonane, Wellington Laboratories.

B. 樣品分析程序

超微量物質分析實驗室魚貝類及土壤類樣本中 25 種多溴二苯醚類及 5 種多溴聯苯類同源物含量分析方法，係參照美國環保署所制定的 EPA M1614 A “Brominated Diphenyl Ethers in Water, Soil, Sediment, and Tissue by HRGC/HRMS”^[72]及環保署公告方法”多溴二苯醚檢測方法—氣相層析／高解析質譜法”（NIEA M802.00B）^[73]等標準分析方法修訂而成。超微量物質分析實驗室參照上述兩種標準方法修訂成實驗室自訂測試方法：多溴二苯醚檢驗方法-魚貝類及肉類樣本前處理標準操作程序書（文件編號：MSOP-17）及多溴二苯醚檢驗方法-土壤類樣本前處理標準操作程序書（文件編號：MSOP-23），上述方法已於 103 年 10 月經 TAF 認證並取得認證證書。

上述標準分析程序主要為使用同位素稀釋(isotope dilution)技術，以高解析氣相層析儀/高解析質譜儀分析 209 種多溴二苯醚同源物，該標準方法之精神乃是「以效能為基準(performance-based)」，也就是說在「效能標準」都能滿足的情況下，分析者被容許修改分析方法及步驟，以克服分析過程中之問題或降低分析成本。其前處理流程如

附件三「成大環境微量毒物研究中心超微量物質分析實驗室品保品管執行內容」中之附錄，主要包含脂肪萃取、樣本淨化及樣本濃縮三大步驟。依樣本種類分別以不同之方法進行樣本脂肪之萃取後，以硫酸及多種管柱進行樣本之淨化，再以高解析氣相層析儀/高解析質譜儀(HRGC/HRMS)進行定性及定量分析。而在執行相關品保及品管規定部分，執行多溴二苯醚檢測之實驗室，必須有完整之品保品管程序，包括同位素標幟物添加分析、實驗室空白分析、待測物品管樣本添加分析等實驗室能力建立資料，據以持續評估實驗室之效能，以期確實執行樣品分析時能符合各項品管指標之規範。

C. 儀器分析

針對樣品中多溴二苯醚含量偵測，採用氣相層析高解析質譜儀進行樣品分析，儀器分析條件如下所列：

1. 儀器：HRGC/HRMS (HP 6890 GC 搭配 Micromass Autospec Ultima mass spectrometer)
2. 層析管柱：RTX-1614，15 m× 0.25 mm× 0.10 μm
3. 儀器溫度設定條件：
管柱溫度：
 $110^{\circ}\text{C}\times 5\text{min} \xrightarrow{40^{\circ}\text{C}/\text{min}} 200^{\circ}\text{C}\times 5.5\text{min} \xrightarrow{10^{\circ}\text{C}/\text{min}} 330^{\circ}\text{C}\times 4.5\text{min}$
注射口溫度：300°C
偵測器溫度：300°C
4. 攜帶氣體及流速：超高純度氦氣，1.0 mL/min
5. 樣品注入量：2 μL，不分流方式注射
6. 質譜掃描方式：
選擇性離子偵測法 (Selected Ion Monitoring, SIM)
質譜掃描 m/z：M⁺，M+2，M+4，M+6，M+8

六、有機砷及無機砷

依據環保署公告檢測方法“土壤檢測方法總則”(NIEA S103.61C)^[74]和“重金屬檢測方法總則”(NIEA S103.61C)^[75]，以微波輔助萃取方式(參考美國環保署公告檢測方法 Method 3546 Microwave Extraction^[65])進行固體樣品萃取。萃取液經過濾並定量等前處理步驟後再以“感應耦合電漿質譜法(Inductively coupled plasma-mass spectrometry, ICP-MS)”(NIEA M105.01B)^[76]串聯高效能液相層析儀(High Performance Liquid Chromatography, HPLC)進行砷物種分離之分析。無機砷(三價砷(As(III))、五價砷(As(V)))和有機砷(雙甲基砷酸(dimethylarsinic acid, DMA)、單甲基砷酸(monomethylarsonic acid, MMA))之底泥添加標準品分析回收率介於102%-120%，重覆分析相對標準偏差介於6.9%-13.3%，MDL分別為三價砷 4.73 µg/kg dw，五價砷 5.96 µg/kg dw，雙甲基砷酸(DMA) 4.28 µg/kg dw，單甲基砷酸(MMA) 3.38 µg/kg dw。

A. 標準品及試劑

1. 三價砷標準液(As(III)): 1,000 mg/L in 2% HCl (High-Purity Ultra Lot:L00431A)。
2. 五價砷標準液(As(V)): 1,000 mg/L in 2% NaOH + TrBr (High-Purity, Cat#10003-7)。
3. 單甲基砷酸標準液: 99.0%，Chem Service。
4. 雙甲基砷酸標準液: 99.0%，Chem Service。
5. ICP-MS Tuning Solution: Perkin Elmer Pure Elan 6100 DRC, 1 µg/L, Mg、Al、Cr、Mn、Cu、Rh、Cd、In、Ce、Pb、Tu、U in 0.5% HNO₃ (Lot#6-218)。
6. 硫酸銨: Ammonium sulfate, (NH₄)₂SO₄, 99%, Sigma Ultra。
7. 碳酸氫銨: Ammonium bicarbonate, CH₂O₃ · H₃N, 99%, Sigma。

B. 樣品前處理

1. 乾燥：以冷凍乾燥方式進行樣品乾燥步驟，乾燥前後均需記錄重量，以測量樣品含水量（測定方法同前所述）。
2. 均質：樣本以瓷乳鉢均勻之，並以篩網（60 mesh）過篩去除非底泥之小型雜物或石粒（大型雜物或石粒已於採樣現場去除），均質後樣本置入玻璃樣本瓶避光保存。

C. 萃取步驟

稱取經冷凍乾燥及均質之底泥樣本約 0.5 g，添加 10 mL 去離子水進行微波輔助萃取，微波設定條件如下：

操作參數	設定值
Power	100 W/vessel
Ramp	5min
Temperature	80°C
Hold	30min

D. 儀器分析

本計畫以感應耦合電漿質譜儀結合高效液相層析儀（ICP-MS/HPLC）進行分析，可以選擇在標準模式或 DRC 模式下操作，而本實驗是選用 DRC 模式，儀器設定參數如下列：

ICP-MS 操作參數	設定值
Carrier Gas	Argon Gas
Vacuum	$> 10^{-6}$ Torr
ICP RF Power	1450 W
Plasma Gas Flow	17 L/min
Auxiliary Gas Flow	1.3 L/min
Nebulizer Gas Flow	1.04 L/min

HPLC 操作參數	設定值
Sample volume	300 μ L
Columns	4.6 mm $\times$ 150 mm $\times$ 5 μ mPRP-X100 (79174)
Flowrate	1 mL/min
Running time	20 min

3.4.2.3 底泥樣本滅蟻樂檢測方法之方法測試驗證

依據環保署公告檢測方法”土壤、底泥及事業廢棄物中有機氯農藥檢測方法—氣相層析儀法”(NIEA M618.04C)^[64]，土壤、底泥及事業廢棄物以適當之萃取技術，萃取液經淨化後，也可以用本方法測定滅蟻樂，但是需要經過方法測試驗證。本計畫擬以微波萃取方式(參考美國環保署公告檢測方法 Method 3546 Microwave Extraction^[65])進行底泥樣本萃取。依據樣品基質干擾及目標待測物的性質，底泥樣本以”矽膠淨化法”(NIEA M183.01C)^[66]及”去硫淨化法”(NIEA M186.01C)^[67]，進行萃液淨化步驟，萃液濃縮定量後以氣相層析儀/電子捕捉偵測器(GC/ μ -ECD)分析。

按環保署公告之「環境檢測標準方法驗證程序準則」，完成各項驗證程序如下：

1. 檢量線建立

1.1 檢量線製備：

以標準溶液配製至少 5 種不同濃度之校正用標準溶液，其中一個濃度需接近但稍高於儀器偵測極限，其餘濃度可為偵測器工作濃度範圍內之濃度，但各濃度間之間隔必須平均分佈。

1.2 線性關係訂定：研定可接受的檢量線線性相關係數。

1.3 濃度適用範圍：探討檢量線可呈線性關係之最大濃度範圍。

1.4 檢量線確認：以一與檢量線不同來源或批次之標準品確認檢量線之適用性。分析由檢驗室品保人員配製之檢量線中間點濃度標準溶液，以確認檢量線，其可接受範圍與每日校正可接受範圍相同。

2. 方法偵測極限(MDL)之測定

2.1 方法偵測極限值之建立及確認：以涵蓋方法適用範圍之基質樣品建立方法偵測極限值。

3. 品保/品管規範建立

3.1 準確度和精密度建立：

購買與樣品基質及濃度相近之參考標準樣品(SRM)，若無已商品化之參考標準品，可自行配製與樣品基質及濃度相近之標準樣品，進行至少 5 次之重覆分析，但必須在不同天分析之，數據結果可以統計方式得到方法準確度及精密度。依據 USEPASW-846，方法準確度之表示法可為百分回收率的範圍，即是由平均百分回收率和百分回收率的標準偏差表示，因此準確度 $\bar{X}$ (%) 可由下列公式計算得之：

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_n)^2}{n-1} \right]^{1/2}$$
$$\bar{X}_n = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$
$$\bar{X}(\%) = \left(\frac{\bar{X}_n}{C} \pm \frac{2S}{C} \right) \times 100\%$$

其中 X_i 為個別分析結果， n 為分析次數， $\bar{X}_n$ 為分析結果平均值， S 為標準偏差， C 為標準樣品濃度。精密度(RSD)計算式為：

$$RSD(\%) = \frac{S}{\bar{X}_n} \times 100\%$$

3.2 滯留時窗的測試：

利用檢量線中間點濃度之標準溶液連續 3 天每天分析乙次，由 3 次的滯留時間統計得到平均滯留時間及其標準偏差(S)，可接受的滯留時窗即為平均滯留時間 $\pm 3S$ 。

3.3 儲備標準品穩定性測試：

配製一儲備標準溶液置放於冷藏室中，在不同的期限內（1 個月、2 個月、3 個月及 6 個月）另行配製一新的儲備標準溶液及檢量線以查核舊的儲備標準溶液，若其回收率結果在每日檢量線查核的範圍內，則此舊的儲備標準溶液仍可使用。

3.4 分析人員能力測試：

購買有確認值之標準品，若無則自行利用與檢量線不同來源或批次之標準品配製標準溶液，重覆分析 4 次，計算其平均回收率及標準偏差，並審核是否在檢驗室訂定的可接受範圍內。

4. 真實樣品採樣與分析：

4.1 真實樣品測試：採取 3 組不同來源之底泥真實樣品，每一組樣品至少須重覆分析 3 次，且應同時分析一個空白和一個 QC 樣品，必要時須進行至少 3 次添加分析。

4.2 說明基質干擾的影響：進行真實樣品分析時，若基質影響到分析結果，須說明其影響程度和解決之方法。

4.3 樣品保存及穩定性測試：底泥真實樣品或添加已知濃度之真實樣品，依 48 小時、7 天、14 天或更長保存期限進行分析。

4.4 方法土本化差異說明：執行驗證方法，若遇有困難及與原方法有差異處時須詳實加註說明。

3.4.3 歷年毒性化學物質環境流布調查成果分析及管制措施建議

根據環保署自 88 年度累積至當年度毒性化學物質河川環境流布調查資料，依其調查河川、調查年份、樣本種類（包括水體、底泥及魚體樣本），按檢測物質種類各別進行數據分析比較，並製作濃度分布圖表，以呈現國內河川環境毒性化學物質之時空分布趨勢。

綜合歷年毒性化學物質環境流布調查結果，依據時間趨勢分析、地理區位分析、污染源釋放量比對分析等進行數據分析比較。依據前述數據解析結果，參考國內目的用途列管內容，研判及探討現行管理策略及措施之適當性，相關機關配合協助之必要性等。

針對已禁用但特定環境中檢出量仍偏高之毒性化學物質，應向其他相關單位或機關提出加強查緝之管理措施，例如，根據河川底泥及魚體中三苯基錫含量偏高，懷疑與走私農藥有關，經通知農政單位查緝後，歷年確實查獲數十噸走私三苯基錫農藥。

針對未禁用之毒性化學物質，則根據環境蓄積量之高低及時間分布趨勢，提出限制使用規範及法規標準訂定必要性及適宜性等之建議，例如，依據歷年河川底泥及魚體中鄰苯二甲酸酯類物質調查結果，發現環境介質中濃度在各河川中持續偏高，因此除檢討列管等級外，亦依據其目的用途邀集各相關機關（玩具主管機關－標準檢驗局、化妝品主管機關－衛福部食品藥物管理署醫療器材及化粧品組、食品器具主管機關－衛福部食品藥物管理署食品組、農藥主管機關－農委會動植物防檢局）討論制訂鄰苯二甲酸酯限制使用規範及法規標準。擬訂初步之具體管理策略或措施，提供予負責毒性化學物質列管目的用途檢討之相關計畫，並與該計畫之執行單位密切合作，進行詳細內容之討論及修正，完成毒性化學物質具體管理方案草案之研擬。當毒性化學物質具體管理方案草案提出時，應經毒性化學物質管理科內討論及處內討論並修正，再提出修正草案於毒性化學物質管理諮詢委員會議

討論通過。經毒性化學物質管理諮詢委員會議討論通過之毒性化學物質具體管理方案草案，最後依據所研擬之內容，視其必要性召開署內跨處室之討論會議，以及跨部會討論會議，以取得管理方案共識。

3.4.4 「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」維護

本計畫於執行期間第一年完成「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」建置，網站整體系統架構如圖 3-12 所示，依資料公開屬性區分無需帳號登入的前端展示平台及需申請帳號登入的後端查詢平台。前端展示平台主要提供毒性化學物質環境流布調查資料宣導專區資訊，適用於一般民眾查詢及瀏覽；後端查詢平台則提供歷年環境流布調查資料表單查詢、趨勢分布圖及空間分布圖建立，適用於專家學者及承辦單位作進一步的調查資料運用。以下依網站架構說明各區塊提供之資訊內容及查詢功能，本年度依系統架構進行網站資料維護及更新。

一、毒性化學物質環境流布調查資料宣導專區（前端展示平台）

- (一) 專有名詞解釋：摘列共 23 項與毒性化學物質管理、物質名稱縮寫或統稱、環境流布調查方法、樣本分析、環境流布調查數據表示方式等相關之專有名詞解釋，有助於民眾瀏覽時能充分瞭解網站資訊。
- (二) 調查工作方法：依環境流布調查之採樣對象選取方式、各種環境類別及樣本種類之採樣及分析方法進行說明。
- (三) 科普版資料查詢：透過表單選取功能，查詢歷年各項毒化物環境流布調查結果數據公布，包括採樣地點及樣本個數檢出率、檢出濃度範圍及偵測下限值。
- (四) 成果手冊下載：提供 98 年至今歷年發行的環境流布調查成果手冊全文下載。

二、毒性化學物質環境流布調查資料查詢專區（後端查詢平台）

- (一) 表單查詢：利用表單篩選功能，指定查詢某環境類別、某樣本種類、某物質等條件限制之調查資料，查詢結果以數據表型式顯示，並具有資料匯出功能。
- (二) 趨勢圖查詢：以長條圖方式呈現各種主題之濃度變化趨勢圖，包括某環境類別歷年濃度變化趨勢圖、某採樣地點歷年濃度變化趨勢圖、某年度各採樣地點濃度變化分布圖。
- (三) 空間分布圖：結合 Google maps 將歷年調查資料依所在地理位置顯示，同時顯示環保署水體水質監測站測點資料以供參考。
- (四) 新聞及消息：提供網頁管理者處理對外公布新聞及消息更新之平台。

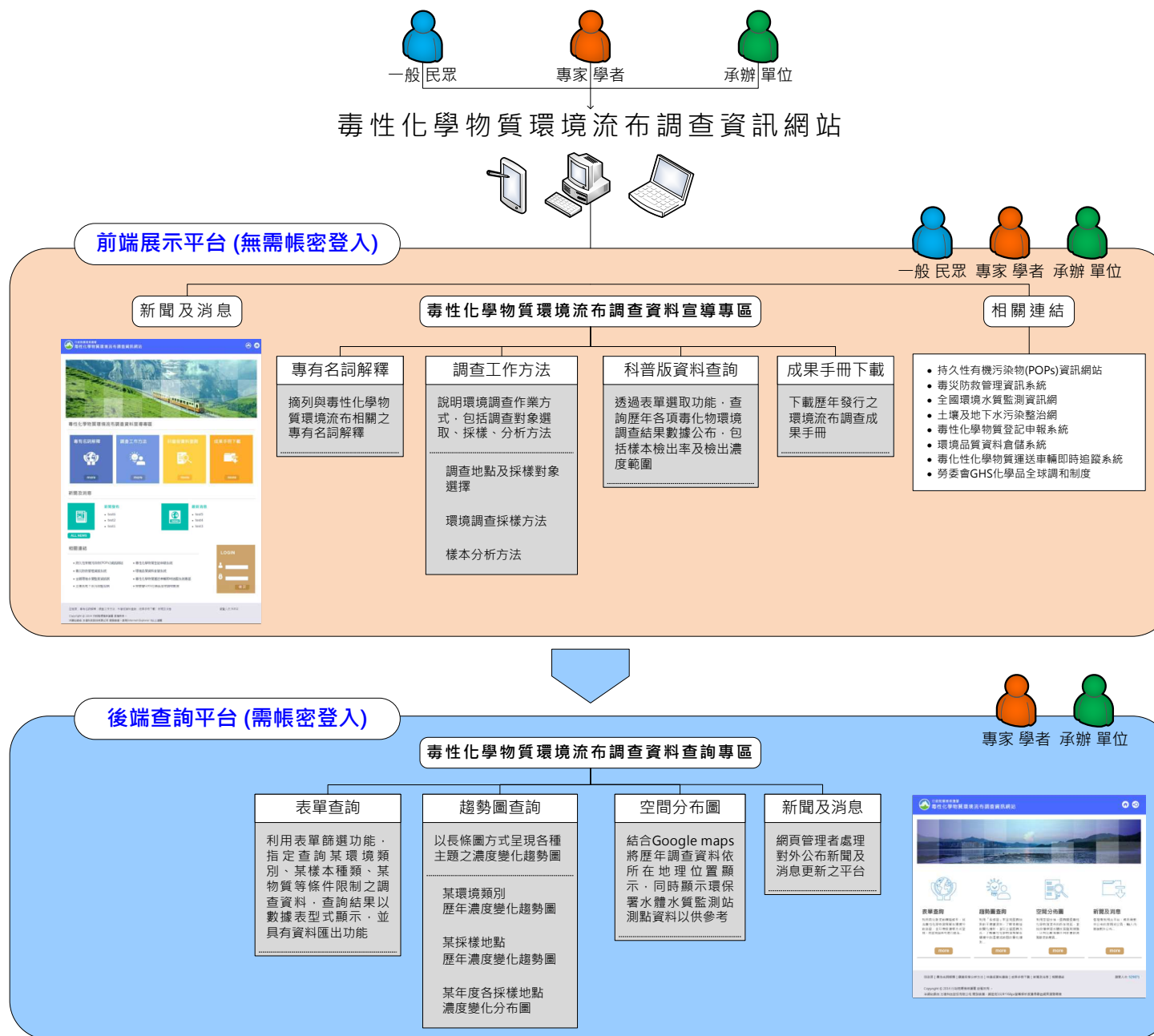


圖 3-12 「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」系統架構圖

3.4.5 毒性化學物質環境流布調查執行方向規劃

為使國內毒性化學物質環境流布調查作業有系統地執行，在 97 年度計畫中對毒性化學物質環境流布調查作業，訂定一套可行性及迫切性篩選基準之未來執行規劃，並在本計畫第一年（103 年）針對此篩選辦法進行檢討及更新。如圖 3-13 所示更新後的篩選流程第一步驟是根據國內毒化物運作量申報紀錄，排除國內近 5 年運作量為零之毒化物，歸為「暫無需調查」類；其中，已完全禁用的 POPs 另作每 5 年進行一次抽樣調查規劃。其他國內近期仍有製造或使用之毒化物，依據環境樣本標準檢驗方法具備與否，已具備方法者歸入環境流布調查規劃優先等級判定流程步驟，尚無標準檢驗方法者歸入檢測方法開發優先等級判定流程步驟。

環境流布調查規劃及檢測方法開發之優先等級判定皆依據 5 大項篩選指標，給予毒化物適當積分值，根據累計積分值高低，數值愈高代表該物質具有較高的調查需求或檢測方法開發之優先性。5 項篩選指標包括，(1)是否為國際認定優先控制之物質；(2)毒化物本身或其製成品之目的用途；(3)列管毒性類別；(4)列管使用限制；(5)近 5 年國內運作量高低。

近年來環保署追隨國際環境管理趨勢，積極推動具人體及環境危害的新興化學物質列管，至 103 年 8 月 25 日已新增列管毒性化學物質達 305 種，本年度將利用上述篩選原則進行此 305 種列管的毒性化學物質之篩選指標資料更新，依據更新後之環境流布調查優先順序，以及環境流布調查現況，提具未來毒性化學物質環境流布調查執行方向之建議。

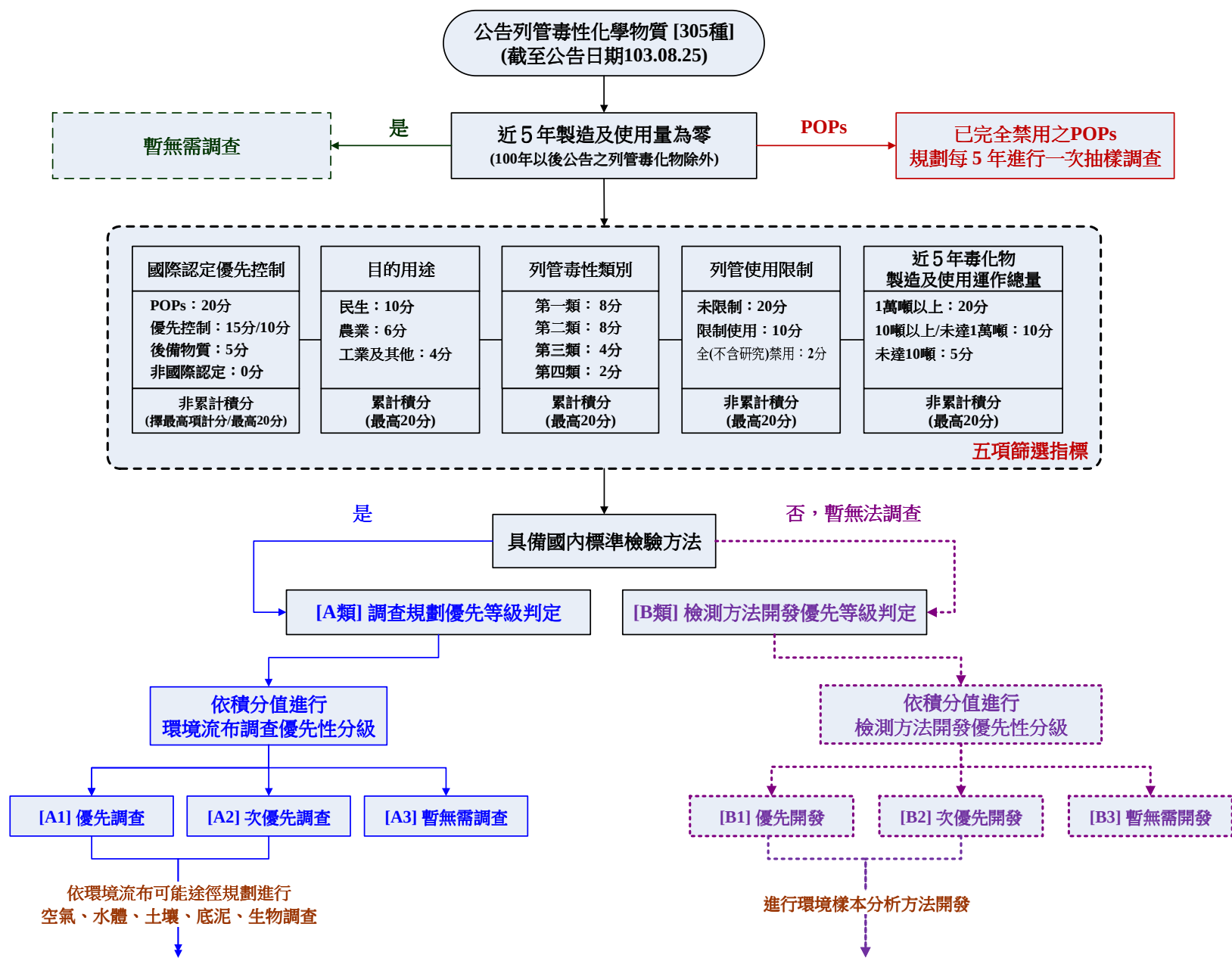


圖 3-13 毒性化學物質環境流布調查規劃篩選原則流程圖

3.4.6 毒性化學物質環境流布調查成果手冊編製

環保署環管處自 88 年度起至 97 年度，已完成 21 種毒化物運作工廠之環境流布調查，以及 28 種毒化物及 15 種相關物質或其衍生物之一般環境（河川、港口及其他水體）環境流布調查，調查樣本種類包括運作工廠之周界及作業區空氣、水體、土壤、勞工個人環測、勞工生物偵測，以及河川及港口之底泥、水體、魚體等。環保署針對此 10 年期間所完成之環境流布調查成果，於 98 年度計畫中首度彙整編製為「毒性化學物質環境流布調查成果手冊」，之後陸續發行 100 年及 101 年更新版，102 年以光碟電子書版取代紙本發行，歷年發行成果手冊如圖 3-14 所示。

今年度延續此手冊之內容編排，將手冊資料更新至前一年度調查結果，並完成美編及印製電子書光碟片 500 份（包含 iPad 及 iPhone 適用版本）。手冊內容主要包含：

壹 環境流布調查緣起

說明毒性化學物質環境流布調查計畫執行之緣起、背景，以及歷年調查內容綱要。

貳 環境流布調查工作方法

說明如何執行各種環境類別之採樣方法，以及各種樣本種類之檢測分析方法，包括環境流布調查地點及採樣對象的選擇方式、環境調查採樣方法、環境樣本分析方法。

參 環境流布調查結果

整合歷年環境流布調查結果，按調查環境類別，包括河川環境、港口環境、運作場所環境、其他環境等，說明國內各種環境中毒性化學物質環境流布情形，並以圖表方式呈現環境流布調查結果時空分布。

肆 毒性化學物質環境流布資料庫

介紹歷年透過環境流布調查計畫執行所建立之應用資料庫，包括集結國內環境流布調查數據資料之「毒性化學物質環境流布資料檢索系統」，以及蒐集與國內、外環境流布相關文獻資料之「毒性化學物質環境流布文獻資料檢索系統」。

伍 執行成效及未來發展

說明環保署歷年根據環境流布調查結果，提具之施政策略建議及促成相關管制措施執行之內容，並說明未來環境流布調查規畫內容。



毒性化學物質環境流布調查成果手冊【103 年光碟/電子書版】

圖 3-14 歷年發行毒性化學物質環境流布調查成果手冊

第四章 結果與討論

4.1 計畫工作內容預定與實際執行進度

本年度計畫執行期間自 104 年 1 月 1 日起至 104 年 12 月 31 日止，各項工作比重及進度規劃如表 4-1，工作預定進度及實際達成甘特圖如圖 4-1，已完成本年度所有工作內容，各項工作執行進度說明如下：

一、河川環境採樣

於本年度 3 月完成淡水河本流等 15 條河川底泥樣本第一次（枯水期）採樣，於 8 月至 9 月完成第二次（豐水期）採樣，整體採樣完成率達 100%。

二、樣本檢測分析

1. 各項檢測項目品保/品管規範建立：

完成各項檢測項目之檢量線建立，以及安殺番、壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸酯類、六溴十二烷、多溴二苯醚類、有機砷及無機砷樣本分析能力測試準確度及精密度建立、方法偵測極限建立等。

2. 完成樣本分析檢測數據筆數（如表 4-2 所示）：

- (1) 完成淡水河本流等 10 條河川底泥樣本分析，檢測項目包括安殺番（及加作滅蟻樂）、六溴環十二烷、壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸酯類、多溴二苯醚類（包含十溴二苯醚、八溴二苯醚、五溴二苯醚等 8 種公告列管多溴二苯醚類物質，另加作非列管 3 溴至 9 溴 PBDEs 同源物及 5 種六溴聯苯同源物分析）、有機砷及無機砷，共計獲得底泥檢測數據 1,740 筆。（加作檢測項目未列入數據筆數計算）
- (2) 完成客雅溪 6 個底泥樣本之壬基酚分析（及加作雙酚 A 分析），獲得底泥檢測數據 6 筆。（加作檢測項目未列入數據筆數計算）

- (3) 完成蘭陽溪、新城溪、東港溪等 3 條河川，每條河川 6 個底泥樣本之六溴環十二烷分析，獲得底泥檢測數據 54 筆。
- (4) 完成基隆河及客雅溪底泥樣本之多溴二苯醚類物質分析，包含十溴二苯醚、八溴二苯醚、五溴二苯醚等 8 種公告列管多溴二苯醚類物質分析（另加作非列管 3 溴至 9 溴 PBDEs 同源物及 5 種 PBBs 同源物分析），獲得底泥檢測數據 96 筆。（加作檢測項目未列入數據筆數計算）
- (5) 完成自行加作淡水河本流等 10 條河川魚體樣本分析，檢測項目包括安殺番、滅蟻樂、六溴環十二烷、壬基酚、雙酚 A、鄰苯二甲酸酯類、25 種 PBDEs 同源物及 5 種 PBBs 同源物分析，獲得每個檢測項目每條河川 3 個魚體樣本檢測數據，檢測結果附於報告書**附件七**供相關單位參考。

3. 底泥樣本滅蟻樂檢測方法驗證：

完成各項方法驗證程序，包括檢量線建立、方法偵測極限測定、品保/品管規範建立、分析人員能力測試及真實樣品採樣與分析。

三、資訊系統建置及資料庫維護

完成查詢系統資料庫更新至 104 年度，並針對「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」功能進行加強及修訂。

四、數據解析及未來執行規劃

完成本年度樣本分析數據解析，及更新毒性化學物質環境流布調查規劃篩選流程之各項指標資料，依更新結果提出未來執行規劃建議。

五、成果手冊編製

完成「環境流布調查成果手冊 104 年版」電子書發行及光碟片 500 份印製。

表 4-1 計畫執行工作進度規劃及實際完成進度表

主要工作項目	工作比重	預定進度	103-104年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫 (第二年)											
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1.河川環境採樣	30%	工作內容	採樣規劃及準備		第一次採樣執行		-	-	第二次採樣執行			-	-	-
		預定累計百分比	3%	5%	35%	50%	50%	50%	50%	70%	100%	100%	100%	100%
		實際累計百分比	3%	5%	50%	50%	50%	50%	50%	87%	100%	100%	100%	100%
2.樣本檢測分析	35%	工作內容	能力測試及QA/QC建立				第一次採樣樣本檢驗分析			第二次採樣樣本檢驗分析				-
		預定累計百分比	2%	5%	8%	10%	10%	30%	50%	50%	50%	80%	100%	100%
		實際累計百分比	2%	5%	8%	10%	10%	30%	50%	50%	50%	80%	100%	100%
3.查詢系統及資料庫維護	10%	工作內容	資料庫更新				網頁維護							-
		預定累計百分比	0%	0%	0%	30%	30%	30%	50%	50%	50%	50%	100%	100%
		實際累計百分比	0%	0%	0%	30%	30%	30%	50%	50%	50%	50%	100%	100%
4.數據解析及執行規劃	15%	工作內容	-	-	-	資料蒐集		期中數據解析及規劃資料蒐集		資料蒐集		數據解析建議及未來規劃		-
		預定累計百分比	0%	0%	0%	5%	10%	30%	50%	60%	60%	80%	100%	100%
		實際累計百分比	0%	0%	0%	5%	10%	30%	50%	60%	60%	80%	100%	100%
5.成果手冊編製	10%	工作內容	-	-	-	手冊資料更新			初版送審	審核意見修正	發行準備	手冊印製		-
		預定累計百分比	0%	0%	0%	30%	40%	40%	50%	70%	80%	100%	100%	100%
		實際累計百分比	0%	0%	0%	30%	40%	40%	50%	70%	80%	100%	100%	100%
進度報告		工作內容	-	-	-	-	第一次進度報告	-	期中報告	-	-	-	期末報告	-
累計總進度	100%	預定累計總百分比	2%	3%	13%	25%	27%	37%	50%	60%	70%	85%	100%	100%
		實際累計總百分比	2%	3%	18%	25%	27%	37%	50%	65%	70%	85%	100%	100%

工作內容項目	月次	1 th	2 th	3 th	4 th	5 th	6 th	7 th	8 th	9 th	10 th	11 th	12 th
	年別	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. 河川環境採樣													
2. 樣本檢測分析													
3. 查詢系統及 資料庫維護													
4. 數據解析及 執行規劃													
5. 成果手冊編製													
預定進度累積百分比		2%	3%	13%	25%	27%	37%	50%	60%	70%	85%	100%	100%
實際進度累積百分比		2%	3%	18%	25%	27%	37%	50%	65%	70%	85%	100%	100%
查核點	預定完成時間		查核點內容說明										
第一次工作 進度報告	第 5 月次 (104 年 5 月)		1. 完成第一次河川環境樣本採樣。 2. 完成各檢測項目能力測試及 QA/QC 建立。 3. 完成查詢系統資料庫更新至 103 年度。 4. 環境流布調查成果手冊資料更新中。										
期中報告	第 7 月次 (104 年 7 月)		1. 完成第一次採樣樣本分析。 2. 完成第一次樣本分析數據解析。 3. 持續蒐集未來執行規劃資料。 4. 提交環境流布調查成果手冊初版送審										
期末報告	第 11 月次 (104 年 11 月)		1. 完成第二次河川環境樣本採樣。 2. 完成第二次採樣樣本分析及數據解析。 3. 完成查詢系統維護及資料庫更新至 104 年度。 4. 完成歷年數據解析及提出施政策略建議。 5. 完成環境流布調查計畫未來執行方向規劃。 6. 完成環境流布調查成果手冊發行。										

圖 4-1 工作預定進度及實際達成甘特圖

表 4-2 本年度完成河川底泥樣本採樣及分析檢測資料筆數統計表

檢測項目	六溴環十二烷	安殺番	壬基酚	雙酚 A	鄰苯二甲酸酯類	多溴二苯醚類	有機砷 無機砷
檢測物質種數	3 種	3 種	1 種	1 種	9 種	8 種	4 種
淡水河本流	18	18	6	6	54	48	24
大漢溪	18	18	6	6	54	48	24
新店溪	18	18	6	6	54	48	24
八掌溪	18	18	6	6	54	48	24
急水溪	18	18	6	6	54	48	24
曾文溪	18	18	6	6	54	48	24
高屏溪	18	18	6	6	54	48	24
林邊溪	18	18	6	6	54	48	24
花蓮溪	18	18	6	6	54	48	24
卑南溪	18	18	6	6	54	48	24
基隆河	—	—	—	—	—	48	—
客雅溪	—	—	6	—	—	48	—
東港溪	18	—	—	—	—	—	—
蘭陽溪	18	—	—	—	—	—	—
新城溪	18	—	—	—	—	—	—
檢測資料筆數 小計	234	180	66	60	540	576	240
檢測資料筆數 合計	1,896 筆（全年規劃 1,896 筆）						
採樣及分析 完成率	100%						

註：“—”代表非本計畫工作要求之採樣及分析項目

4.2 河川環境採樣成果

本年度已於 3 月（枯水期）及 8 月至 9 月（豐水期）期間，完成淡水河本流、大漢溪、新店溪、八掌溪、急水溪、曾文溪、高屏溪、林邊溪、花蓮溪、卑南溪、基隆河、客雅溪、東港溪、蘭陽溪及新城溪等 15 條河川環境樣本採樣。其中，除林邊溪餉潭大橋於枯水期期間因河道乾枯無水流，故移至其下游約距離 3 公里處的箕湖大橋進行採樣，第二次（豐水期）採樣為配合檢測資料比對，仍維持於箕湖大橋進行採樣，其他採樣地點均依採樣策略擬定進行，每條河川於上游或中游河段選 1 處，下游河段選 2 處地點進行採樣。根據採樣原則為每一採樣地點以混樣方式，取河流斷面之左岸、右岸及中央底泥混合為一個樣品，部分採樣地點因河水湍急、無沈積底泥、土質差異過大或土質不適採樣器採集等因素而無法同時採集左岸、右岸及中央三處之底泥。

本年度採樣之底泥樣本採樣紀錄資料，包含採樣位置、作業位置、作業方式、土質種類、氧化還原電位（ORP 值）、座標位置等如表 4-3（枯水期）及表 4-4（豐水期）所示，底泥樣本含水率資料如表 4-5 所示，採樣期間中央氣象局氣象站逐日雨量資料如表 4-6（枯水期 3 月）及表 4-7（豐水期 8 月及 9 月）所示，現場採樣紀錄表如附件五。

表 4-3 河川第一次採樣（枯水期）底泥樣本採樣紀錄資料

河川流域	採樣地點	採樣點代碼	樣本編號	採樣位置	作業位置 【1.涉水 2.橋上 3.船上 4.其他】	作業方式 【1.採樣鏟 2.其他】	土質種類 【1.沉泥 2.砂 3.黏土 4.礫石】	ORP (mV)	經緯度 TWD67 (臺灣二度分帶)	備註
淡水河本流	忠孝大橋	DS 01	20150324_DS S01	左岸	3	1	1	-195	299436 TM2_2772130	水深，河道中央無泥
				中央	-	-	-	-	-	
				右岸	3	1	2	-113	299624 TM2_2771962	
淡水河本流	重陽大橋	DS 02	20150324_DS S02	左岸	3	1	1	-132	299678 TM2_2775370	水深，河道中央無泥
				中央	-	-	-	-	-	
				右岸	3	1	1	-156	299941 TM2_2775654	
淡水河本流	關渡大橋	DS 03	20150324_DS S03	左岸	3	1	1	-185	295078 TM2_2779899	水深，河道中央無泥
				中央	-	-	-	-	-	
				右岸	3	1	1	-330	295481 TM2_2780147	
大漢溪	大溪橋	DH 01	20150323_DH S01	左岸	1	1	2	-128	277793 TM2_2753257	水流湍急，無泥 岩壁
				中央	-	-	-	-	-	
				右岸	-	-	-	-	-	
大漢溪	三鶯大橋	DH 02	20150323_DH S02	左岸	1	1	2	-050	284815 TM2_2759974	
				中央	1	1	2	-192	284894 TM2_2759946	
				右岸	1	1	2	-115	284907 TM2_2759929	
大漢溪	新海大橋	DH 03	20150324_DH S03	左岸	3	1	1	-145	295135 TM2_2769858	水深，河道中央無泥
				中央	-	-	-	-	-	
				右岸	3	1	1	-133	295152 TM2_2769692	
新店溪	秀朗橋	SD 01	20150323_SD S01	左岸	1	1	2	-028	302648 TM2_2765025	水流湍急，多圓石無泥
				中央	-	-	-	-	-	
				右岸	1	1	2	-053	302652 TM2_2764967	
新店溪	華中大橋	SD 02	20150324_SD S02	左岸	3	1	1	-121	299251 TM2_2767083	右岸 ORP 正值未混樣
				中央	3	1	2	-064	299237 TM2_2767214	
				右岸	3	1	2	+060	299136 TM2_2767228	
新店溪	華江大橋	SD 03	20150324_SD S03	左岸	3	1	1	-188	297912 TM2_2770329	水深，河道中央無泥
				中央	-	-	-	-	-	
				右岸	3	1	1	-126	298066 TM2_2770258	
基隆河	實踐橋	KL 01	20150325_KL S01	左岸	1	1	2	-063	318843 TM2_2775058	水流湍急，無泥
				中央	-	-	-	-	-	
				右岸	1	1	2	-062	319174 TM2_2774945	
基隆河	南湖大橋	KL 02	20150325_KL S02	左岸	1	1	2	-062	311012 TM2_2773204	水流湍急，無泥
				中央	-	-	-	-	-	
				右岸	1	1	2	-021	310687 TM2_2772935	
基隆河	百齡橋	KL 03	20150324_KL S03	左岸	3	1	1	-416	300926 TM2_2776010	水深，河道中央無泥
				中央	-	-	-	-	-	
				右岸	3	1	1	-494	301033 TM2_2776058	

河川流域	採樣地點	採樣點代碼	樣本編號	採樣位置	作業位置 【1.涉水 2.橋上 3.船上 4.其他】	作業方式 【1.採樣鏟 2.其他】	土質種類 【1.沉泥 2.砂 3.黏土 4.礫石】	ORP (mV)	經緯度 TWD67 (臺灣二度分帶)	備註
客雅溪	客雅溪橋	KY 01	20150326_KY S01	左岸	1	1	1 (黑)	-227	244979 TM2_2743371	
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，多圓石無泥
				右岸	1	1	1 (黑)	-250	245047 TM2_2743471	
客雅溪	香雅橋	KY 02	20150326_KY S02	左岸	1	1	1	-255	241662 TM2_2744200	
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，多圓石無泥
				右岸	1	1	1	-119	241678 TM2_2744230	
客雅溪	浸水橋	KY 03	20150326_KY S03	左岸	1	1	1	-212	241065 TM2_2744382	
				中央	-	-	-	-	-	- 水色黑不適前行
				右岸	1	1	1	-139	240982 TM2_2744521	
八掌溪	軍輝橋	BJ 01	20150312_BJ S01	左岸	1	1	1, 2	-061	193791 TM2_2595339	
				中央	1	1	1, 2	-097	193771 TM2_2595351	
				右岸	1	1	1	-130	193786 TM2_2595429	
八掌溪	八掌溪橋	BJ 02	20150312_BJ S02	左岸	1	1	1 (黑)	-156	186038 TM2_2589334	
				中央	-	-	-	-	-	- 水色黑不適前行
				右岸	1	1	1 (黑)	-315	186005 TM2_2589358	
八掌溪	厚生橋	BJ 03	20150312_BJ S03	左岸	1	1	1	-178	172763 TM2_2581121	
				中央	-	-	-	-	-	- 石礫無泥
				右岸	1	1	1	-136	172644 TM2_2581145	
急水溪	青葉橋	JH 01	20150313_JH S01	左岸	1	1	1	-159	188545 TM2_2582053	
				中央	1	1	1	-150	188526 TM2_2582062	
				右岸	1	1	1	-139	188522 TM2_2582066	
急水溪	急水溪橋	JH 02	20150313_JH S02	左岸	1	1	1	-148	180011 TM2_2577439	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深
				右岸	1	1	1	-174	180048 TM2_2577479	2D 定位(誤差 27M)
急水溪	宅港橋	JH 03	20150313_JH S03	左岸	1	1	1, 2	-070	167780 TM2_2572797	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深
				右岸	1	1	1, 2	-132	167670 TM2_2572852	
曾文溪	曾文溪橋	ZW 01	20150311_ZW S01	左岸	1	1	1	-181	181369 TM2_2561917	
				中央	-	-	-	-	-	- 石塊無泥
				右岸	1	1	1	-167	181340 TM2_2561898	
曾文溪	西港大橋	ZW 02	20150311_ZW S02	左岸	1	1	1	-103	167791 TM2_2556589	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	1	-071	167717 TM2_2556758	
曾文溪	國聖橋	ZW 03	20150311_ZW S03	左岸	1	1	1	-139	160557 TM2_2554235	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	1	-149	160146 TM2_2554439	

河川流域	採樣地點	採樣點代碼	樣本編號	採樣位置	作業位置 【1.涉水 2.橋上 3.船上 4.其他】	作業方式 【1.採樣鏟 2.其他】	土質種類 【1.沉泥 2.砂 3.黏土 4.礫石】	ORP (mV)	經緯度 TWD67 (臺灣二度分帶)	備註
高屏溪	里港大橋	GP 01	20150316_GP S01	左岸	1	1	2	-141	198197 TM2_2521701	
				中央	-	-	-	-	-	- 砂質無泥
				右岸	1	1	2	-043	198022 TM2_2522417	
高屏溪	高屏大橋	GP 02	20150316_GP S02	左岸	1	1	2	-088	191499 TM2_2505680	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	2	-057	191174 TM2_2505567	
高屏溪	雙園大橋	GP 03	20150316_GP S03	左岸	1	1	1, 2	-135	189782 TM2_2489145	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	1, 2	-113	189088 TM2_2489071	
東港溪	新潮洲大橋	DG 01	20150316_DG S01	左岸	1	1	1, 2	-027	202242 TM2_2496809	
				中央	-	-	-	-	-	- 砂質無泥
				右岸	1	1	1, 2	-057	202239 TM2_2496819	
東港溪	興社大橋	DG 02	20150316_DG S02	左岸	1	1	1, 2	-090	199120 TM2_2493932	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	1, 2	-125	199053 TM2_2493903	
東港溪	東港大橋	DG 03	20150316_DB S03	左岸	1	1	1 (黑)	-125	193723 TM2_2486863	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	1 (黑)	-347	193407 TM2_2486896	
林邊溪	箕湖大橋	LB 01	20150320_LB S01	左岸	1	1	1 (黑)	-254	205261 TM2_2485913	
				中央	1	1	1 (黑)	-256	205256 TM2_2485916	
				右岸	1	1	1 (黑)	-227	205254 TM2_2485923	
林邊溪	新埤大橋	LB 02	20150320_LB S02	左岸	1	1	1, 2 (黑)	-253	202761 TM2_2484875	
				中央	1	1	1, 2 (黑)	-253	202748 TM2_2484882	
				右岸	1	1	1, 2	-170	202839 TM2_2485037	
林邊溪	林邊大橋	LB 03	20150320_LB S03	左岸	1	1	1	-255	200059 TM2_2481542	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	1	-229	200017 TM2_2481672	
蘭陽溪	葫蘆堵大橋	LY 01	20150325_LY S01	左岸	1	1	2	-127	322387 TM2_2733760	
				中央	1	1	1	-184	322629 TM2_2733430	
				右岸	1	1	2	-052	322595 TM2_2733650	
蘭陽溪	蘭陽大橋	LY 02	20150325_LY S02	左岸	1	1	2	-073	327281 TM2_2734600	
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，無泥
				右岸	1	1	2	-027	327346 TM2_2734493	
蘭陽溪	噶瑪蘭橋	LY 03	20150325_LY S03	左岸	1	1	2	-054	332199 TM2_2734812	
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，無泥
				右岸	1	1	2	-060	331767 TM2_2734600	

河川流域	採樣地點	採樣點代碼	樣本編號	採樣位置	作業位置 【1.涉水 2.橋上 3.船上 4.其他】	作業方式 【1.採樣鏟 2.其他】	土質種類 【1.沉泥 2.砂 3.黏土 4.礫石】	ORP (mV)	經緯度 TWD67 (臺灣二度分帶)	備註
新城溪	武荖坑	SC 01	20150326_SC S01	左岸	1	1	2	+167	331803 TM2_2723211	
				中央	-	-	-	-	-	- 石礫無泥
				右岸	-	-	-	-	-	- 水流湍急，石礫無泥
新城溪	新城橋	SC 02	20150326_SC S02	左岸	1	1	2	+132	331424 TM2_2723781	左岸 ORP 正值未混樣
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，石礫無泥
				右岸	1	1	2	-058	331437 TM2_2723582	
新城溪	龍德大橋	SC 03	20150326_SC S03	左岸	1	1	2	+170	333435 TM2_2725545	左岸 ORP 正值太高未混樣
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，石礫無泥
				右岸	1	1	2	+052	333496 TM2_2725490	
花蓮溪	箭瑛大橋	HL 01	20150319_HL S01	左岸	1	1	1, 2	-093	299121 TM2_2625652	
				中央	1	1	1	-118	299147 TM2_2625656	
				右岸	1	1	1	-229	299180 TM2_2625643	
花蓮溪	米棧大橋	HL 02	20150319_HL S02	左岸	1	1	2	-166	302682 TM2_2637795	
				中央	1	1	2	-024	302736 TM2_2637798	
				右岸	1	1	2	-117	302752 TM2_2637777	
花蓮溪	花蓮大橋	HL 03	20150319_HL S03	左岸	1	1	1, 2	-159	309983 TM2_2646988	
				中央	-	-	-	-	-	- 石礫無泥
				右岸	-	-	-	-	-	- 岩壁
卑南溪	池上大橋	BN 01	20150318_BN S01	左岸	1	1	2	-133	269161 TM2_2555681	
				中央	-	-	-	-	-	- 石塊無泥
				右岸	1	1	2	-132	269157 TM2_2555667	
卑南溪	鸞山大橋	BN 02	20150318_BN S02	左岸	1	1	2	-185	264322 TM2_2533985	
				中央	-	-	-	-	-	- 石礫無泥
				右岸	-	-	-	-	-	- 水流湍急
卑南溪	台東大橋	BN 03	20150318_BN S03	左岸	1	1	2	-155	264068 TM2_2521504	
				中央	-	-	-	-	-	- 砂質無泥
				右岸	1	1	1	-330	263872 TM2_2521442	

表 4-4 河川第二次採樣（豐水期）底泥樣本採樣紀錄資料

河川流域	採樣地點	採樣點代碼	樣本編號	採樣位置	作業位置 【1.涉水 2.橋上 3.船上 4.其他】	作業方式 【1.採樣鏟 2.其他】	土質種類 【1.沉泥 2.砂 3.黏土 4.礫石】	ORP (mV)	經緯度 TWD67 (臺灣二度分帶)		備 註
淡水河本流	忠孝大橋	DS 01	20150827_DS S01	左岸	3	1	1	-104	299395	TM2_2772089	
				中央	-	-	-	-	-	-	- 水深，河道中央無泥
				右岸	3	1	1	-255	300224	TM2_2772030	
淡水河本流	重陽大橋	DS 02	20150827_DS S02	左岸	3	1	1	-180	299494	TM2_2775588	
				中央	-	-	-	-	-	-	- 水深，河道中央無泥
				右岸	3	1	1	-099	299971	TM2_2775641	
淡水河本流	關渡大橋	DS 03	20150827_DS S03	左岸	3	1	1	-123	295022	TM2_2780018	
				中央	-	-	-	-	-	-	- 水深，河道中央無泥
				右岸	3	1	1	-155	295447	TM2_2780268	
大漢溪	大溪橋	DH 01	20150826_DH S01	左岸	1	1	1	-041	277770	TM2_2753281	
				中央	-	-	-	-	-	-	- 水流湍急，無泥
				右岸	-	-	-	-	-	-	- 岩壁
大漢溪	三鶯大橋	DH 02	20150826_DH S02	左岸	1	1	2	-030	284807	TM2_2759971	
				中央	-	-	-	-	-	-	- 水流湍急，無泥
				右岸	1	1	2	-052	284935	TM2_2759841	
大漢溪	新海大橋	DH 03	20150827_DH S03	左岸	3	1	1	-062	295165	TM2_2769885	
				中央	-	-	-	-	-	-	- 水深，河道中央無泥
				右岸	3	1	1	-054	295224	TM2_2769714	
新店溪	秀朗橋	SD 01	20150826_SD S01	左岸	1	1	2	-017	302483	TM2_2764955	
				中央	-	-	-	-	-	-	- 水流湍急，多圓石無泥
				右岸	1	1	2	-030	302670	TM2_2764911	
新店溪	華中大橋	SD 02	20150827_SD S02	左岸	3	1	2	-018	299005	TM2_2767051	
				中央	-	-	-	-	-	-	- 水深，河道中央無泥
				右岸	3	1	2	-008	298726	TM2_2767557	
新店溪	華江大橋	SD 03	20150827_SD S03	左岸	3	1	2	-010	297865	TM2_2770381	
				中央	-	-	-	-	-	-	- 水深，河道中央無泥
				右岸	3	1	2	-051	298051	TM2_2770139	
基隆河	實踐橋	KL 01	20150828_KL S01	左岸	1	1	2	-123	318850	TM2_2775016	
				中央	-	-	-	-	-	-	- 水流湍急，無泥
				右岸	1	1	2	-134	319138	TM2_2774915	
基隆河	南湖大橋	KL 02	20150828_KL S02	左岸	1	1	2	-039	310959	TM2_2773114	
				中央	-	-	-	-	-	-	- 水流湍急，無泥
				右岸	1	1	1, 2	-100	310782	TM2_2773019	
基隆河	百齡橋	KL 03	20150827_KL S03	左岸	3	1	1	-104	300902	TM2_2776025	
				中央	-	-	-	-	-	-	- 水深，河道中央無泥
				右岸	3	1	1	-126	301026	TM2_2776049	

河川流域	採樣地點	採樣點代碼	樣本編號	採樣位置	作業位置 【1.涉水 2.橋上 3.船上 4.其他】	作業方式 【1.採樣鏟 2.其他】	土質種類 【1.沉泥 2.砂 3.黏土 4.礫石】	ORP (mV)	經緯度 TWD67 (臺灣二度分帶)	備 註
客雅溪	客雅溪橋	KY 01	20150828_KY S01	左岸	1	1	1, 2 (黑)	-110	245010	TM2_2743478
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，多圓石無泥
				右岸	1	1	1, 2 (黑)	-086	245032	TM2_2743466
客雅溪	香雅橋	KY 02	20150828_KY S02	左岸	1	1	1, 2 (黑)	-073	241717	TM2_2744185
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，多圓石無泥
				右岸	1	1	1, 2	-079	241682	TM2_2744242
客雅溪	浸水橋	KY 03	20150828_KY S03	左岸	1	1	1	-111	241070	TM2_2744376
				中央	-	-	-	-	-	- 水深，水色黑無法前行
				右岸	1	1	1 (黑)	-110	240985	TM2_2744522
八掌溪	軍輝橋	BJ 01	20150813_BJ S01	左岸	1	1	2	-046	193825	TM2_2595400
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，無泥
				右岸	1	1	1	-136	194591	TM2_2595150
八掌溪	八掌溪橋	BJ 02	20150813_BJ S02	左岸	1	1	1	-029	185996	TM2_2589323
				中央	-	-	-	-	-	- 水深，水色黑無法前行
				右岸	1	1	1	-020	186015	TM2_2589387
八掌溪	厚生橋	BJ 03	20150813_BJ S03	左岸	1	1	1, 2	-058	172788	TM2_2581119
				中央	-	-	-	-	-	- 石礫無泥
				右岸	1	1	1, 2	-041	172728	TM2_2581188
急水溪	青葉橋	JH 01	20150908_JH S01	左岸	1	1	1, 2	-070	188514	TM2_2582012
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，無泥
				右岸	1	1	1, 2	-065	188580	TM2_2582121
急水溪	急水溪橋	JH 02	20150908_JH S02	左岸	1	1	1, 2	-097	180010	TM2_2577437
				中央	-	-	-	-	-	- 水深
				右岸	1	1	1, 2	-067	179995	TM2_2577478
急水溪	宅港橋	JH 03	20150908_JH S03	左岸	1	1	1	-146	167667	TM2_2572759
				中央	-	-	-	-	-	- 水深
				右岸	1	1	1	-075	167694	TM2_2572852
曾文溪	曾文溪橋	ZW 01	20150812_ZW S01	左岸	1	1	1	-036	181338	TM2_2561894
				中央	-	-	-	-	-	- 石塊無泥
				右岸	1	1	1, 2	-013	181363	TM2_2561935
曾文溪	西港大橋	ZW 02	20150812_ZW S02	左岸	1	1	1	-078	167813	TM2_2556612
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	1	-156	167711	TM2_2556763
曾文溪	國聖橋	ZW 03	20150812_ZW S03	左岸	1	1	1	-080	160498	TM2_2554227
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	1	-056	159996	TM2_2554435

河川流域	採樣地點	採樣點代碼	樣本編號	採樣位置	作業位置 【1.涉水 2.橋上 3.船上 4.其他】	作業方式 【1.採樣鏟 2.其他】	土質種類 【1.沉泥 2.砂 3.黏土 4.礫石】	ORP (mV)	經緯度 TWD67 (臺灣二度分帶)	備 註
高屏溪	里港大橋	GP 01	20150820_GP S01	左岸	1	1	2	+129~+220	198197 TM2_2521664	正值未混樣
				中央	-	-	-	-	-	- 砂質無泥
				右岸	1	1	2	-030	197999 TM2_2522414	
高屏溪	高屏大橋	GP 02	20150820_GP S02	左岸	1	1	2	-049	191543 TM2_2505677	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	2	-029	191069 TM2_2505542	
高屏溪	雙園大橋	GP 03	20150820_GP S03	左岸	1	1	1, 2	-035	189668 TM2_2489178	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	1, 2	-092	189085 TM2_2489069	
東港溪	新潮洲大橋	DG 01	20150818_DG S01	左岸	1	1	2	-010	202246 TM2_2496795	
				中央	-	-	-	-	-	- 砂質無泥
				右岸	1	1	1, 2	-016	202240 TM2_2496827	
東港溪	興社大橋	DG 02	20150818_DG S02	左岸	1	1	1, 2	-091	198140 TM2_2493905	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	1, 2	-110	198041 TM2_2493886	
東港溪	東港大橋	DG 03	20150818_DB S03	左岸	1	1	1	-204	193741 TM2_2486878	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	1	-110	193394 TM2_2486886	
林邊溪	箕湖大橋	LB 01	20150818_LB S01	左岸	-	-	-	-	-	- 石塊無泥
				中央	-	-	-	-	-	- 石塊無泥
				右岸	1	1	2	+249	205297 TM2_2486081	
林邊溪	新埤大橋	LB 02	20150818_LB S02	左岸	1	1	2	+136	202851 TM2_2484988	
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，無泥
				右岸	1	1	2	+141	202795 TM2_2485039	
林邊溪	林邊大橋	LB 03	20150818_LB S03	左岸	1	1	1, 2	-019	200080 TM2_2481611	
				中央	-	-	-	-	-	- 水深河面寬
				右岸	1	1	1, 2	-017	200006 TM2_2481640	
蘭陽溪	葫蘆堵大橋	LY 01	20150831_LY S01	左岸	1	1	2	+171	322573 TM2_2733572	正值未混樣
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，無泥
				右岸	1	1	2	-029	322479 TM2_2733265	
蘭陽溪	蘭陽大橋	LY 02	20150831_LY S02	左岸	1	1	1	-069	327493 TM2_2734695	
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，無泥
				右岸	1	1	2	-103	327283 TM2_2734469	
蘭陽溪	噶瑪蘭橋	LY 03	20150831_LY S03	左岸	1	1	2	-046	332166 TM2_2734809	
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，無泥
				右岸	1	1	2	-033	331420 TM2_2734646	

河川流域	採樣地點	採樣點代碼	樣本編號	採樣位置	作業位置 【1.涉水 2.橋上 3.船上 4.其他】	作業方式 【1.採樣鏟 2.其他】	土質種類 【1.沉泥 2.砂 3.黏土 4.礫石】	ORP (mV)	經緯度 TWD67 (臺灣二度分帶)	備 註
新城溪	武荖坑	SC 01	20150901_SC S01	左岸	1	1	2	-072	331626 TM2_2723354	
				中央	-	-	-	-	-	- 石礫無泥
				右岸	1	1	2	-063	331713 TM2_2723339	
新城溪	新城橋	SC 02	20150901_SC S02	左岸	1	1	2	-046	331402 TM2_2723750	
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，石礫無泥
				右岸	1	1	2, 4	-043	331459 TM2_2723551	
新城溪	龍德大橋	SC 03	20150901_SC S03	左岸	1	1	1, 2	-110	333389 TM2_2725544	
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，石礫無泥
				右岸	1	1	1, 2	-137	333407 TM2_2725447	
花蓮溪	箭瑛大橋	HL 01	20150902_HL S01	左岸	-	-	-	-	-	- 水流湍急，無法到達
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，石礫無泥
				右岸	1	1	2	-083	299182 TM2_2625637	
花蓮溪	米棧大橋	HL 02	20150901_HL S02	左岸	1	1	2	-037	302716 TM2_2637778	
				中央	1	1	2, 4	-	-	- 石礫無泥
				右岸	1	1	2	-033	302699 TM2_2637737	
花蓮溪	花蓮大橋	HL 03	20150901_HL S03	左岸	1	1	2	-104	310005 TM2_2647136	
				中央	-	-	-	-	-	- 石礫無泥
				右岸	-	-	-	-	-	- 岩壁
卑南溪	池上大橋	BN 01	20150902_BN S01	左岸	1	1	2	-030	269172 TM2_2555658	
				中央	-	-	-	-	-	- 石塊無泥
				右岸	1	1	2	-087	269151 TM2_2555661	
卑南溪	鸞山大橋	BN 02	20150902_BN S02	左岸	1	1	1	-022	264315 TM2_2533991	
				中央	-	-	-	-	-	- 水流湍急，石礫無泥
				右岸	-	-	-	-	-	- 水流湍急，石礫無泥
卑南溪	台東大橋	BN 03	20150902_BN S03	左岸	1	1	2	-045	264085 TM2_2521523	
				中央	-	-	-	-	-	- 砂質無泥
				右岸	1	1	2	-059	263930 TM2_2521372	

表 4-5 河川底泥樣本含水率資料

調查河川	採樣地點	採樣點簡碼	枯水期樣本含水率(%)	豐水期樣本含水率(%)
淡水河本流	忠孝大橋	DS S01	37.4%	35.2%
淡水河本流	重陽大橋	DS S02	47.2%	35.8%
淡水河本流	關渡大橋	DS S03	38.9%	33.7%
大漢溪	大溪橋	DH S01	56.8%	40.6%
大漢溪	三鶯大橋	DH S02	66.2%	22.9%
大漢溪	新海大橋	DH S03	60.8%	34.8%
新店溪	秀朗橋	SD S01	37.8%	30.8%
新店溪	華中大橋	SD S02	42.4%	36.6%
新店溪	華江大橋	SD S03	53.1%	28.1%
基隆河	實踐橋	KL S01	35.1%	37.8%
基隆河	南湖大橋	KL S02	41.4%	32.9%
基隆河	百齡橋	KL S03	58.5%	43.8%
客雅溪	客雅溪橋	KY S01	64.5%	55.2%
客雅溪	香雅橋	KY S02	45.1%	30.0%
客雅溪	浸水橋	KY S03	56.5%	59.8%
八掌溪	軍輝橋	BJ S01	28.6%	34.8%
八掌溪	八掌溪橋	BJ S02	29.4%	28.9%
八掌溪	厚生橋	BJ S03	34.0%	27.2%
急水溪	青葉橋	JH S01	26.9%	27.9%
急水溪	急水溪橋	JH S02	42.1%	25.3%
急水溪	宅港橋	JH S03	49.7%	50.8%
曾文溪	曾文溪橋	ZW S01	26.9%	23.6%
曾文溪	西港大橋	ZW S02	51.1%	27.1%
曾文溪	國姓橋	ZW S03	32.4%	27.8%
高屏溪	里港大橋	GP S01	32.3%	29.1%
高屏溪	高屏大橋	GP S02	32.7%	29.9%
高屏溪	雙園大橋	GP S03	37.3%	37.4%
林邊溪	箕湖大橋	LB S01	55.5%	35.7%
林邊溪	新埤大橋	LB S02	80.5%	27.2%
林邊溪	林邊大橋	LB S03	37.6%	34.1%
東港溪	新潮洲大橋	DG S01	48.7%	39.9%
東港溪	興社大橋	DG S02	75.3%	61.3%
東港溪	東港大橋	DG S03	59.4%	58.3%
蘭陽溪	葫蘆堵大橋	LY S01	38.9%	24.5%
蘭陽溪	蘭陽大橋	LY S02	29.1%	38.0%
蘭陽溪	噶瑪蘭橋	LY S03	33.4%	24.8%
新城溪	武荖坑	SC S01	35.4%	34.9%
新城溪	新城橋	SC S02	38.7%	28.5%
新城溪	龍德大橋	SC S03	29.7%	29.5%
花蓮溪	箭瑛大橋	HL S01	40.8%	28.7%
花蓮溪	米棧大橋	HL S02	26.3%	23.6%
花蓮溪	花蓮大橋	HL S03	41.8%	25.3%
卑南溪	池上大橋	BN S01	30.7%	24.2%
卑南溪	鸞山大橋	BN S02	35.3%	22.2%
卑南溪	台東大橋	BN S03	40.4%	40.4%

表 4-6 河川第一次採樣（枯水期）採樣期間氣象站逐日雨量資料

氣象站	臺北站	淡水站	板橋站	基隆站	桃園站	新竹站	嘉義站	臺南站	高雄站	屏東站	宜蘭站	蘇澳站	花蓮站	臺東站
河川	基隆河 淡水河本流	淡水河 淡水河本流	新店溪 大漢溪	基隆河	大漢溪	客雅溪	八掌溪	曾文溪 急水溪	高屏溪	高屏溪、 溪、林邊溪、東港	蘭陽溪	新城溪	花蓮溪	卑南溪
日期														
1	2.0	-	2.2	5.2	1.0	T	-	-	-	-	-	0.1	3.0	-
2	T	-	T	1.0	-	0.1	-	-	-	-	T	-	-	-
3	T	-	T	2.6	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-
4	1.0	-	2.0	22.1	2.0	1.7	-	-	-	-	0.4	10.1	-	-
5	1.5	-	1.0	15.4	2.0	0.2	-	-	-	-	4.3	14.3	-	-
6	4.5	T	7.5	14.4	11.5	7.9	-	-	-	-	1.2	2.2	T	T
7	0.5	-	0.5	7.8	1.0	0.1	-	-	-	-	T	3.7	1.0	-
8	T	0.5	T	1.9	1.0	0.1	-	-	-	-	0.1	0.4	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	T
10	11.5	6.5	13.0	24.4	16.5	12.2	1.0	-	-	-	25.0	86.1	3.5	0.7
11	36.5	37.5	34.5	59.2	46.0	31.7	0.1	-	-	-	32.2	28.6	12.5	-
12	10.5	7.5	10.0	20.6	9.5	10.5	0.7	-	-	-	7.2	16.3	9.0	0.2
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7
16	-	-	-	-	-	-	0.5	1.6	-	-	-	0.2	3.0	36.0
17	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	T	0.5	1.3
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	T	-	-	-
21	-	-	-	8.5	1.0	0.1	-	-	-	-	0.5	2.1	1.5	-
22	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	T	0.1	2.0	-
23	48.5	49.0	50.0	90.2	35.0	23.2	2.5	3.5	-	-	45.3	52.9	18.5	0.9
24	2.0	0.5	2.0	16.5	5.0	2.9	-	-	-	-	35.5	263.6	6.5	0.3
25	31.0	15.5	33.0	77.4	25.5	11.3	2.5	-	-	-	61.0	39.6	16.0	0.5
26	14.5	3.0	16.0	16.0	20.0	15.0	T	-	-	-	22.4	19.5	11.0	3.5
27	18.0	9.0	15.5	26.7	18.0	15.7	-	-	-	-	0.9	0.6	-	11.5
28	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	182.0	129.0	187.2	410.0	195.0	132.7	7.3	5.1	0.0	0.0	236.0	540.9	88.0	55.7

資料 氣象 ()
 "-" 表 雨量 0 "T" 表 雨量 0.1mm "X" 表
 採樣日期 日雨量

表 4-7 河川第二次採樣（豐水期）採樣期間氣象站逐日雨量資料

氣象站	臺北站	淡水站	板橋站	基隆站	桃園站	新竹站	嘉義站	臺南站	臺南站	高雄站	屏東站	宜蘭站	蘇澳站	花蓮站	臺東站
河川	淡水河 基隆河 本流	淡水河 本流	新店溪 大漢溪	基隆河	大漢溪	客雅溪	八掌溪	曾文溪	急水溪	高屏溪	高屏溪、 林邊溪、 東港	蘭陽溪	新城溪	花蓮溪	卑南溪
日期															
1	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	18.0	-	5.6	3.0	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	1.0	3.0	-	10.3	53.5	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.5	-	1.4	-	-
4	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	17.2	-	6.0	-	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T
6	1.5	4.5	10.5	1.2	19.0	0.3	-	-	-	-	-	22.2	10.7	-	-
7	16.2	29.5	13.5	9.5	13.5	2.8	-	-	49.5	-	-	12.9	47.1	3.5	16.5
8	306.7	207.0	236.0	317.0	124.0	77.6	185.7	151.5	-	162.5	186.0	304.0	5.7	-	-
9	4.0	X	0.7	11.7	0.5	1.3	51.0	126.0	-	60.5	94.5	7.4	4.0	T	-
10	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	16.2	X	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	2.2	-	1.2	-	-	-	0.3	T	-	T	-	-	-	1.5	T
13	30.5	2.5	17.5	29.0	-	-	T	13.5	-	-	-	19.4	49.4	-	-
14	12.8	6.0	2.5	17.0	-	-	8.0	16.5	T	10.0	6.5	8.5	7.0	-	-
15	-	-	-	-	-	0.1	0.4	1.0	-	8.0	8.0	0.1	1.8	-	-
16	4.8	0.5	5.5	1.8	8.5	16.4	19.8	5.5	-	-	2.5	4.9	4.3	1.5	3.8
17	0.2	-	-	-	-	-	52.5	16.5	-	4.0	41.0	15.4	-	4.0	-
18	91.5	2.0	41.5	25.5	-	-	0.6	-	-	1.5	4.0	5.1	-	0.5	-
19	-	-	-	-	-	0.5	21.0	-	-	2.0	24.0	-	-	-	-
20	-	-	-	1.0	-	-	0.5	-	-	-	-	-	0.9	-	-
21	1.9	-	T	7.5	-	-	T	-	26.0	-	-	34.5	0.9	-	1.3
22	4.0	3.0	0.5	17.3	-	-	16.5	-	-	T	1.0	42.0	-	-	-
23	23.0	14.0	21.5	21.2	4.0	3.4	2.4	1.5	-	1.0	0.5	58.0	-	-	-
24	2.0	-	1.7	0.3	3.0	4.8	0.1	4.5	-	0.5	8.0	-	0.1	-	0.2
25	25.4	13.0	28.5	47.5	21.0	20.5	15.5	25.6	-	15.5	66.0	7.2	-	-	-
26	8.0	2.0	13.0	2.4	11.5	26.0	9.8	56.5	-	49.5	87.5	20.5	-	1.0	T
27	70.5	20.0	39.5	68.0	X	18.8	28.4	25.5	-	28.5	56.5	62.0	12.8	-	-
28	59.0	7.5	62.5	80.4	X	0.5	13.2	20.5	45.5	52.0	38.5	56.0	121.9	147.0	1.6
29	10.7	38.0	12.5	7.5	X	11.5	45.5	89.0	70.5	70.5	57.5	4.5	28.3	43.5	3.0
30	9.9	7.0	7.0	9.1	X	5.0	54.1	39.5	-	21.0	19.0	5.5	2.4	-	7.1
31	10.0	19.5	8.0	4.2	5.5	30.5	35.2	36.5		60.0	67.5	7.7			
	728.2	376.0	529.6	679.2	211.5	220.0	560.5	629.6	192.0	548.0	819.0	697.8	314.6	259.0	33.5

資料 氣象 ()
 "-" 表 雨量 0 "T" 表 雨量 0.1mm "X" 表
 採樣日期 日雨量

4.3 樣本分析能力測試及數據品保目標執行結果

4.3.1 底泥樣本滅蟻樂檢測方法之方法測試驗證

依據環保署公告之「土壤、底泥及事業廢棄物中有機氯農藥檢測方法—氣相層析儀法（NIEA M618.04C）」，選用微波萃取方式進行底泥樣本滅蟻樂萃取分析，以矽膠管柱及四丁基亞硫酸銨去硫進行萃液淨化步驟，萃液濃縮定量後以氣相層析儀/電子捕捉偵測器（GC/ μ -ECD）進行分析，詳細樣本分析處理流程詳如章節 3.4.2.2 所述。依環保署公告之「環境檢測標準方法驗證程序準則」，進行各項方法驗證程序結果分述如下：

一、檢量線建立

購買市售滅蟻樂標準品濃度 1,000 $\mu\text{g/mL}$ in Methanol（AccuStandards, Cat. No. P-066S-10X）進行檢量線標準品配製，首先配製工作混合液 A 濃度 2,000 ng/mL 及工作混合液 B 濃度 100 ng/mL，再依序配製檢量線標準品 0.5 ng/mL、1.0 ng/mL、2.0 ng/mL、5.0 ng/mL、10.0 ng/mL、20.0 ng/mL、50.0 ng/mL、100 ng/mL，建立濃度範圍為 0.5~100 ng/mL 之檢量線，並以另購買之滅蟻樂標準品濃度 1,000 $\mu\text{g/mL}$ in Acetone（AccuStandards, Cat. No. AS-E0219）配置中間濃度標準品 10 ng/mL 進行檢量線確認。以 4 月 29 日建立之檢量線為例，感應因子相對標準偏差值為 7.5%，檢量線確認回收率為 101.0%，均符合數據品保目標（詳如表 3-15）。

標準品濃度 (ng/mL)	Mirex Peak area	IS Peak area	相對感應因子 [RF]	相對標準偏差 [RSD]
0.5	20.942	2567.969	0.0301	7.5%
1.0	37.712	2534.913	0.0314	
2.0	76.792	2597.559	0.0314	
5.0	213.508	2608.635	0.0280	
10.0	413.034	2554.814	0.0266	
20.0	812.707	2536.786	0.0264	
50.0	1917.950	2629.840	0.0258	
100	3767.766	2869.976	0.0243	
10.0	404.391	2620.492	101.0%	檢量線確認

二、方法偵測極限(MDL)之測定

以檢量線最低濃度標準品 0.5 ng/mL 添加於 10 g 淨土中（相當於濃度 0.050 $\mu\text{g/kg dw}$ ），進行重覆 7 次之完整分析流程，獲得 3 倍標準偏差值約 0.3 ng/mL，再以 0.3 ng/mL 添加於 10 g 淨土中（相當於濃度 0.030 $\mu\text{g/kg dw}$ ），經重覆 7 次之完整分析流程，通過 MDL 確認程序，獲得底泥樣本分析方法偵測極限值為 0.012 $\mu\text{g/kg dw}$ 。

初始建立 MDL 添加濃度 0.050 $\mu\text{g/kg dw}$	MDL 確認 添加濃度 0.030 $\mu\text{g/kg dw}$	MDL 確認程序
重覆分析 7 次濃度	重覆分析 7 次濃度	
0.056 $\mu\text{g/kg dw}$	0.033 $\mu\text{g/kg dw}$	1. $S_A^2 / S_B^2 = 2.30 < 3.05$ 2. $S_{\text{pooled}} = \sqrt{\frac{S_A^2 + S_B^2}{2}} = 0.004 \mu\text{g/kg dw}$ 3. $\text{MDL} = 2.681 \times S_{\text{pooled}} = 0.012 \mu\text{g/kg dw}$
0.055 $\mu\text{g/kg dw}$	0.024 $\mu\text{g/kg dw}$	
0.057 $\mu\text{g/kg dw}$	0.028 $\mu\text{g/kg dw}$	
0.050 $\mu\text{g/kg dw}$	0.034 $\mu\text{g/kg dw}$	
0.051 $\mu\text{g/kg dw}$	0.028 $\mu\text{g/kg dw}$	
0.041 $\mu\text{g/kg dw}$	0.028 $\mu\text{g/kg dw}$	
0.049 $\mu\text{g/kg dw}$	0.028 $\mu\text{g/kg dw}$	
$S_A = 0.005$	$S_B = 0.003$	

三、品保/品管規範建立

1. 準確度和精密度建立：

目前無市售底泥或土壤滅蟻樂參考標準樣品(SRM)，以自行添加中間點濃度於淨土中進行 5 次不同日期之重覆分析，獲得方法準確度平均回收率為 103.8%，精密度相對標準偏差為 9.7%。

分析日期	分析濃度	回收率
4 月 29 日	10.2 µg/kg dw	101.6%
5 月 13 日	8.81 µg/kg dw	88.1%
5 月 15 日	10.4 µg/kg dw	104.0%
5 月 22 日	11.4 µg/kg dw	113.9%
6 月 2 日	11.1 µg/kg dw	111.2%

2. 滯留時窗測試：

利用檢量線中間點濃度之標準溶液連續 3 天每天分析乙次，由 3 次的滯留時間統計得到平均滯留時間及其標準偏差(S)，獲得可接受的滯留時窗為平均滯留時間 33.706 ± 0.031 分鐘。

分析日期	滯留時間(分)	平均滯留時間 $\pm 3S$ (分)
5 月 13 日	33.714	33.706 ± 0.031
5 月 14 日	33.694	
5 月 15 日	33.708	

3. 儲備標準品穩定性測試：

配製至少各 5 瓶儲備標準溶液 MIX-A (2,000 ng/mL) 及 MIX-B (100 ng/mL) 保存於冷藏室中，在不同的期限內 (1 個月、2 個月、3 個月及 6 個月) 另行配製一新的儲備標準溶液及檢量線以查核舊的儲備標準溶液。查核結果 MIX-A (2,000 ng/mL) 第 1 個月至第 6 個月之回收率介於 104.4%~114.8%；MIX-B (100 ng/mL) 回收率介於 113.1%~114.5%，均仍在每日檢量線查核 (85%~115%) 範圍內，顯示儲備標準品至少可存放 6 個月。

儲備標準品 保存期限	標準品 配製日期	MIX-A 回收率	MIX-B 回收率
第 0 個月	5 月 21 日	107.2%	111.7%
第 1 個月	6 月 26 日	114.3%	113.1%
第 2 個月	7 月 17 日	114.8%	114.5%
第 3 個月	8 月 26 日	104.4%	113.2%
第 6 個月	11 月 20 日	114.3%	114.0%

4. 分析人員能力測試：

以與檢量線不同來源之市售滅蟻樂標準品配製中間濃度 10 ng/mL，重覆分析 4 次，獲得平均回收率為 112.7%，標準偏差為 1.6%，均在可接受範圍內。

分析濃度	回收率	平均回收率	標準偏差
11.3 ng/mL	113.5%	112.7%	1.6%
11.0 ng/mL	110.2%		
11.3 ng/mL	112.9%		
11.4 ng/mL	114.3%		

四、真實樣品採樣與分析

1. 真實樣品測試：

選擇本年度採樣之北部（豐水期淡水河本流忠孝大橋）、南部（豐水期高屏溪里港大橋）、東部（豐水期花蓮溪箭瑛大橋）河川各一處採樣地點作為 3 組不同來源之底泥真實樣品，每一組樣品至少須重覆分析 3 次，且應同時分析一個空白和一個 QC 樣品，必要時須進行至少 3 次添加分析。測試結果如下表所列，3 組不同來源之底泥樣品重覆分析相對標準偏差介於 1.1%~3.7%，添加分析平均回收率介於 100.2%~112.3%，均符合數據品保目標。

※第 1 組真實樣品			
樣本名稱及編號	豐水期淡水河本流忠孝大橋 20150827DS S01		
空白分析值	ND	QC 分析回收率	110.1%
重覆分析-1	0.184 µg/kg	添加分析-1	101.2%
重覆分析-2	0.183 µg/kg	添加分析-2	98.1%
重覆分析-3	0.183 µg/kg	添加分析-3	105.8%
重覆分析-4	0.180 µg/kg	添加分析-4	95.6%
重覆分析 相對標準偏差	1.1%	添加分析 平均回收率	100.2%
※第 2 組真實樣品			
樣本名稱及編號	豐水期高屏溪里港大橋 20150820GP S01		
空白分析值	ND	QC 分析回收率	110.7%
重覆分析-1	0.158 µg/kg	添加分析-1	110.7%
重覆分析-2	0.153 µg/kg	添加分析-2	112.5%
重覆分析-3	0.153 µg/kg	添加分析-3	110.1%
重覆分析-4	0.156 µg/kg	添加分析-4	108.8%
重覆分析 相對標準偏差	1.6%	添加分析 平均回收率	110.5%
※第 3 組真實樣品			
樣本名稱及編號	豐水期花蓮溪箭瑛大橋 20150902HL S01		
空白分析值	ND	QC 分析回收率	111.9%
重覆分析-1	0.119 µg/kg	添加分析-1	113.3%
重覆分析-2	0.111 µg/kg	添加分析-2	112.8%
重覆分析-3	0.114 µg/kg	添加分析-3	113.9%
重覆分析-4	0.110 µg/kg	添加分析-4	109.4%
重覆分析 相對標準偏差	3.7%	添加分析 平均回收率	112.3%

2. 樣品保存及穩定性測試：

以本年度採樣之豐水期花蓮溪箭瑛大橋底泥真實樣品添加 10 ng/mL 標準品（相當於底泥濃度 1 $\mu\text{g/kg}$ ），依 48 小時、7 天、14 天保存期限，每個保存期限各作二份樣本測試分析。樣本添加標準品後保存於 4°C 冰箱，經 48 小時後進行完整樣本分析流程，標準品添加回收率為 72.1% 及 71.5%；經 7 天後分析，回收率為 80.6% 及 72.4%；經 14 天後分析，回收率為 107.8% 及 92.7%，顯示樣本保存期限至少可維持 14 天。

樣本分析 保存期限	樣本分析日期	回收率-1	回收率-2
48 小時	11 月 12 日	72.1%	71.5%
7 天	11 月 17 日	80.6%	72.4%
14 天	11 月 24 日	107.8%	92.7%

4.3.2 各項檢測項目年度能力測試及數據品保目標執行結果

各項檢測項目能力測試及方法偵測極限建立結果如表 4-8 所示，包含檢量線建立濃度範圍，線性規範、查核樣品分析回收率及相對標準偏差等均符合數據品保目標要求。其中，委由本中心超微量物質分析實驗室執行之多溴二苯醚類及加作六溴聯苯分析，另有其認證實驗室品保品管規範，規範執行結果詳如附件三。其他各項檢測項目能力測試及數據品保目標執行結果分述如下，其中針對查核樣品分析之執行，目前可獲得市售標準參考樣品之測項有底泥樣本中安殺番、DMP、DEP、BBP、DEHP、DNOP 等 5 種 PAEs 分析，其他測項之查核樣品分析，是以實驗室自行製備不含待測物之河川底泥樣本，添加已知濃度標準品進行分析。

六溴環十二烷分析檢量線濃度範圍為 0.3~200 ng/mL，相當於底泥樣本濃度 0.060~40.0 $\mu\text{g/kg dw}$ 。底泥樣本添加標準品分析回收率， α -HBCD 99.2%， β -HBCD 101%， γ -HBCD 102%；重覆分析相對標準偏差， α -HBCD 1.2%， β -HBCD 0.8%， γ -HBCD 2.0%；方法偵測極限(MDL)， α -HBCD 0.033 $\mu\text{g/kg dw}$ ， β -HBCD 0.032 $\mu\text{g/kg dw}$ ， γ -HBCD 0.036 $\mu\text{g/kg dw}$ 。

安殺番及滅蟻樂分析檢量線濃度範圍為 0.50~100 ng/mL，相當於底泥樣本濃度 0.05~10.0 $\mu\text{g/kg dw}$ 。底泥樣本添加標準品分析回收率， α -安殺番 86.3%， β -安殺番 89.9%，安殺番硫酸鹽 94.9%，滅蟻樂 103.8%；重覆分析相對標準偏差， α -安殺番 4.4%， β -安殺番 9.3%，安殺番硫酸鹽 5.9%，滅蟻樂 9.7%；沙土中有機氯農藥標準參考樣品 (CRM824-50G) 之分析回收率 α -安殺番 95.6%， β -安殺番 100%，安殺番硫酸鹽 102%，重覆分析相對標準偏差 α -安殺番 3.5%， β -安殺番 4.9%，安殺番硫酸鹽 6.2%；方法偵測極限(MDL)， α -安殺番 0.005 $\mu\text{g/kg dw}$ ， β -安殺番 0.010 $\mu\text{g/kg dw}$ ，安殺番硫酸鹽 0.013 $\mu\text{g/kg dw}$ ，滅蟻樂 0.012 $\mu\text{g/kg dw}$ 。

壬基酚及雙酚 A 分析檢量線濃度範圍為 1.00~1,000 ng/mL，相當於底泥樣本濃度 0.200~200 µg/kg dw。底泥樣本添加標準品分析回收率，壬基酚 74.0%，雙酚 A 71.3%；重覆分析相對標準偏差，壬基酚 3.7%，雙酚 A 2.4%；方法偵測極限(MDL)，壬基酚 0.092 µg/kg dw，雙酚 A 0.086 µg/kg dw。

9 種有鄰苯二甲酸酯類物質分析檢量線濃度範圍，除 DINP 及 DIDP 為 5.0-75.0 µg/mL，相當於底泥樣本濃度 2.5-37.5 µg/kg dw，其他 7 種鄰苯二甲酸酯類物質為 0.10-75.0 µg/mL，相當於底泥樣本濃度 0.05-37.5 µg/kg dw。9 種鄰苯二甲酸酯類物質之底泥樣本添加標準品分析回收率介於 95.0%-110%，重覆分析相對標準偏差介於 3.4%-7.9%；DMP、DEP、BBP、DEHP、DNOP 等在沙土中半揮發性物質標準參考樣品 (CRM 119-100) 之分析回收率介於 91.1%-107%，重覆分析相對標準偏差介於 2.1%-4.9%；DINP 及 DIDP 之方法偵測極限(MDL) 分別為 0.695 mg/kg dw 及 0.650 mg/kg dw，其他 7 種鄰苯二甲酸酯類物質則介於 0.004-0.007 mg/kg dw。其中，有關鄰苯二甲酸酯類背景空白之處理，除樣本分析全程避免使用塑膠器皿及器具外，每批次樣本分析均進行空白分析，空白分析結果應小於 2 倍 MDL 值。

有機砷及無機砷分析檢量線濃度範圍為 0.313-15.0 µg/L，相當於底泥樣本濃度 6.25-300 µg/kg dw，三價砷、五價砷、DMA、MMA 等 4 種分析物之底泥樣本添加標準品分析回收率分別為，三價砷 110%，DMA 108%，MMA 102%，五價砷 120%；重覆分析相對標準偏差分別為，三價砷 9.8%，DMA 13.3%，MMA 10.3%，五價砷 6.9%；方法偵測極限(MDL)，三價砷 4.73 µg/kg dw，DMA 4.28 µg/kg dw，MMA 3.38 µg/kg dw，五價砷 5.96 µg/kg dw。

表 4-8 底泥樣本各項檢測項目能力測試及方法偵測極限建立結果

檢測項目	檢量線建立	分析物	查核樣品分析回收率		查核樣品重覆分析 相對標準偏差		方法偵測極限 (MDL)
			自行添加標準品	市售 CRM ^註	自行添加標準品	市售 CRM ^註	
六溴環十二烷 (HBCD)	0.30-200 ng/mL R ² 0.9998-0.9999	α-HBCD β-HBCD γ-HBCD	99.2% 101% 102%	NA	1.2% 0.8% 2.0%	NA	0.033 µg/kg dw 0.032 µg/kg dw 0.036 µg/kg dw
安殺番	0.50-100 ng/mL RSD 5.8%-9.6%	α-安殺番 β-安殺番 安殺番硫酸鹽	86.3% 89.9% 94.9%	95.6% 100% 102%	4.4% 9.3% 5.9%	3.5% 4.9% 6.2%	0.005 µg/kg dw 0.010 µg/kg dw 0.013 µg/kg dw
滅蟻樂	0.50-100 ng/mL RSD 7.5%	滅蟻樂	104%	NA	9.7%	NA	0.012 µg/kg dw
壬基酚	1.00-1,000 ng/mL R ² 0.9996	壬基酚	74.0%	NA	3.7%	NA	0.092 µg/kg dw
雙酚 A	1.00-1,000 ng/mL R ² 0.9997	雙酚 A	71.3%	NA	2.4%	NA	0.086 µg/kg dw
鄰苯二甲酸酯類 (PAEs)	其他_0.10-75.0 µg/mL DINP_5.0-75.0 µg/mL DIDP_5.0-75.0 µg/mL RSD 4.7%-13.3%	DMP DEP DIBP DBP BBP DEHP DNOP DINP DIDP	96.0% 97.7% 96.3% 97.7% 96.2% 96.7% 95.0% 106% 110%	101% 91.1% NA NA 107% 97.9% 101% NA NA	4.0% 3.4% 4.5% 3.4% 4.6% 4.6% 5.1% 7.2% 7.9%	3.3% 2.1% NA NA 4.9% 4.5% 4.0% NA NA	0.005 mg/kg dw 0.005 mg/kg dw 0.005 mg/kg dw 0.005 mg/kg dw 0.005 mg/kg dw 0.007 mg/kg dw 0.004 mg/kg dw 0.695 mg/kg dw 0.650 mg/kg dw
有機砷/無機砷	0.313-15.0 µg/L R ² 0.9953-0.9988	As (III) DMA MMA As (V)	110% 108% 102% 120%	NA	9.8% 13.3% 10.3% 6.9%	NA	4.73 µg/kg dw 4.28 µg/kg dw 3.38 µg/kg dw 5.96 µg/kg dw

註：“NA”表示該檢測項目無市售 CRM，或市售 CRM 不含此項分析物。

4.4 河川環境樣本分析結果

4.4.1 河川環境樣本安殺番及滅蟻樂分析結果

一、河川底泥樣本安殺番及滅蟻樂分析結果

本年度 10 條河川枯水期及豐水期各 30 個底泥樣本安殺番及滅蟻樂含量分析結果如表 4-9 所示，所有底泥樣本濃度平均值及範圍分別為， α -安殺番 <0.05 (ND-0.131) $\mu\text{g/kg}$ 乾重， β -安殺番 <0.05 (ND-0.266) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，安殺番硫酸鹽 0.051 (ND-0.748) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，滅蟻樂 0.065 (ND-0.453) $\mu\text{g/kg}$ 乾重。

本年度工作項目雖未含滅蟻樂分析，因已完成滅蟻樂檢測方法驗證程序，且可與安殺番同時進行分析，故本團隊自行加作本年度 10 條河川 60 個底泥樣本滅蟻樂分析。檢測結果顯示滅蟻樂檢出率較安殺番高，且平均濃度亦高於安殺番。河川平均濃度以淡水河本流 0.138 $\mu\text{g/kg}$ 乾重為最高，花蓮溪 0.109 $\mu\text{g/kg}$ 乾重次之，其他河川平均濃度依次為高屏溪 0.091 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，新店溪 0.087 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，曾文溪 0.084 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，其他河川平均濃度皆低於最低定量濃度 0.05 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。

安殺番 3 種檢測物中以安殺番硫酸鹽檢出率及濃度為最高，枯水期在大漢溪（新海大橋 0.167 $\mu\text{g/kg}$ 乾重）及急水溪（急水溪橋 0.095 $\mu\text{g/kg}$ 乾重）各有 1 個底泥樣本有檢出，豐水期在八掌溪（軍輝橋 0.748 $\mu\text{g/kg}$ 乾重、厚生橋 0.637 $\mu\text{g/kg}$ 乾重）及卑南溪（池上大橋 0.261 $\mu\text{g/kg}$ 乾重、台東大橋 0.368 $\mu\text{g/kg}$ 乾重）各有 2 個底泥樣本有檢出，以及同樣在枯水期有檢出的大漢溪新海大橋（0.448 $\mu\text{g/kg}$ 乾重）有檢出。 α -安殺番及 β -安殺番在枯水期底泥中皆低於最低定量濃度 0.05 $\mu\text{g/kg}$ 乾重或未檢出，豐水期在淡水河本流、大漢溪、新店溪、八掌溪、高屏溪有檢出 α -安殺番，檢出濃度範圍為 0.053-0.131 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，在淡水河本流有 2 個底泥樣本有檢出 β -安殺番，檢出濃度為 0.266 $\mu\text{g/kg}$ 乾重及 0.236 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。

二、歷年河川環境樣本安殺番調查結果分析

環保署自 102 年開始執行安殺番河川環境流布調查，至今年已完成 30 條河川調查，歷年河川底泥安殺番平均濃度分布如圖 4-2 及圖 4-3 所示，國內其他調查及國外環境測值如表 4-10 所示。30 條河川調查結果顯示，以二仁溪測值最高，安殺番總量平均濃度為 0.590 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，鹽水溪 0.323 $\mu\text{g/kg}$ 乾重次之，其他河川介於 0.018-0.277 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。

本計畫於 102 年二仁溪調查結果，底泥 α -安殺番檢出濃度 0.070-0.628 $\mu\text{g/kg}$ 乾重， β -安殺番 0.088-0.723 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，安殺番硫酸鹽 0.186-1.20 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，與 1997-1998 年調查結果比較， α -安殺番 0.39-3.26 $\mu\text{g/kg}$ 乾重， β -安殺番 0.71-3.01 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，安殺番硫酸鹽 0.21-1.72 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，顯示 α -安殺番及 β -安殺番濃度已降低許多，但安殺番硫酸鹽濃度與過去測值接近。本年度於大漢溪調查結果，底泥 α -安殺番檢出濃度 0.131 $\mu\text{g/kg}$ 乾重， β -安殺番皆 <0.05 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，安殺番硫酸鹽 0.167-0.448 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，與 1997-1998 年調查結果比較， α -安殺番 0.57-2.41 $\mu\text{g/kg}$ 乾重， β -安殺番 0.03-1.36 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，安殺番硫酸鹽 0.02-3.18 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，顯示大漢溪安殺番濃度已降低許多。

國外河川或沿岸底泥調查結果如表 4-10 所示，印度在科欽(Cochin)河口的 α -安殺番測值為 6-350.5 $\mu\text{g/kg}$ 乾重^[82]；中國長江底泥 α -安殺番 <0.020 -0.446 $\mu\text{g/kg}$ 乾重， β -安殺番 <0.020 -8.34 $\mu\text{g/kg}$ 乾重^[81]；福建省沿岸之三都澳海灣(Sandua Bay)及興化灣(Xinghua Bay)底泥 α -安殺番 ND-0.80 $\mu\text{g/kg}$ 乾重， β -安殺番 ND-0.91 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，安殺番硫酸鹽 0.12-1.44 $\mu\text{g/kg}$ 乾重^[84]；紐西蘭河川底泥 α -安殺番 0.01 $\mu\text{g/kg}$ 乾重， β -安殺番 0.01 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，安殺番硫酸鹽 2.83 $\mu\text{g/kg}$ 乾重^[85]。

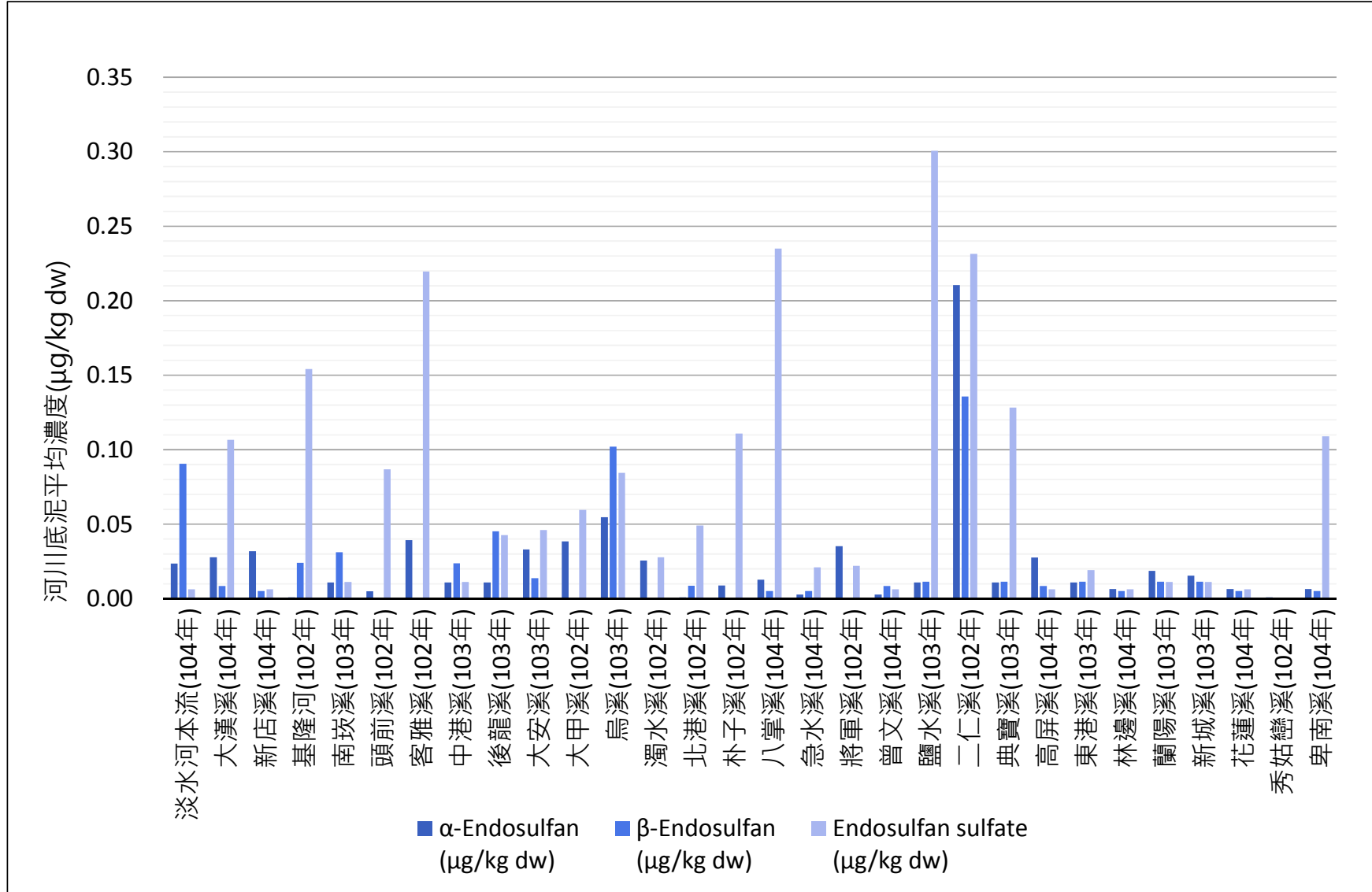


圖 4-2 歷年河川底泥安殺番濃度分布圖

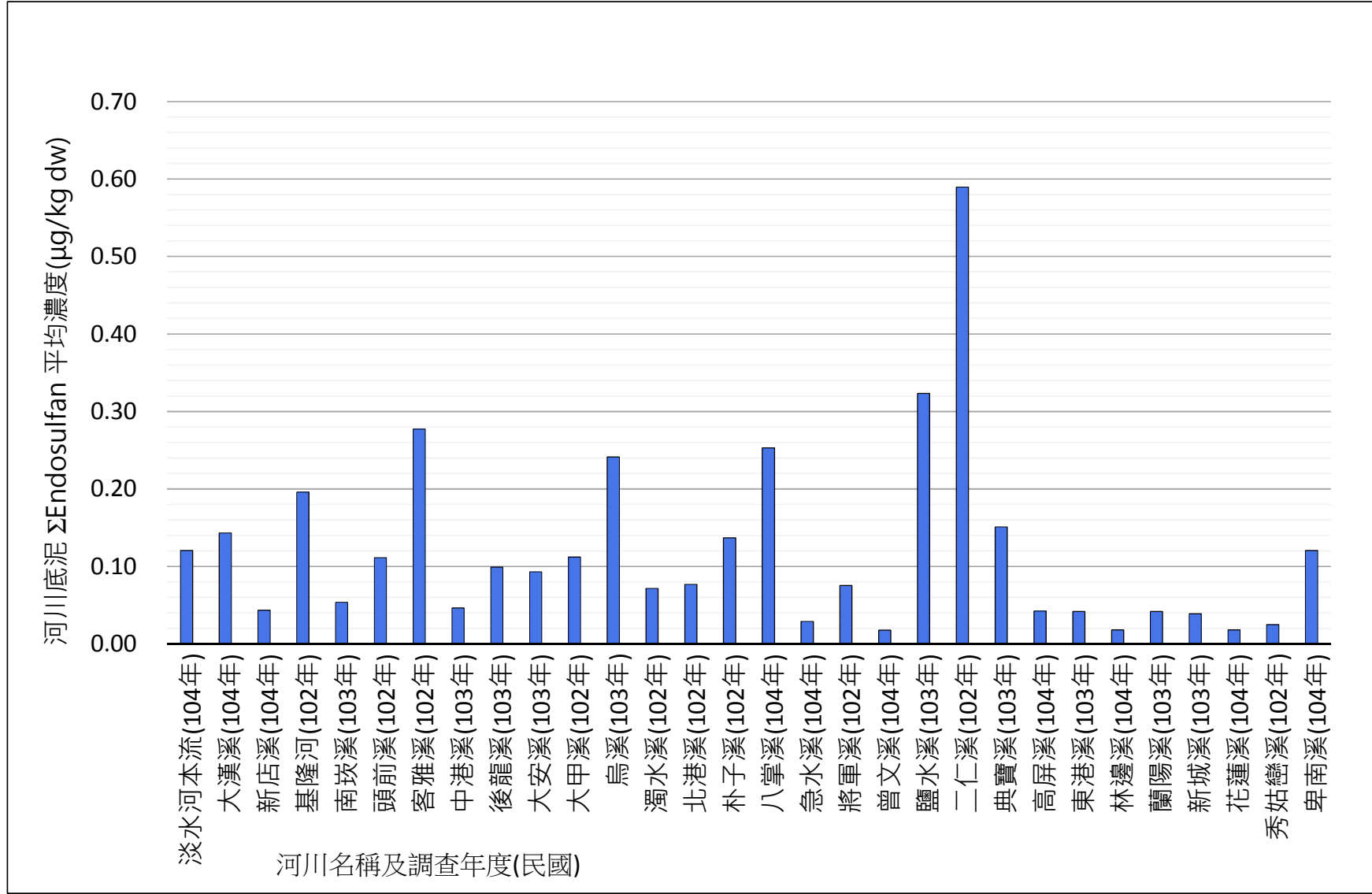


圖 4-3 歷年河川底泥安殺番總量濃度分布圖

表 4-9 河川底泥樣本安殺番及滅蟻樂分析結果

河川流域	採樣地點	地點簡碼	α -安殺番 ($\mu\text{g/kg dw}$)		β -安殺番($\mu\text{g/kg dw}$)		安殺番硫酸鹽 ($\mu\text{g/kg dw}$)		滅蟻樂 ($\mu\text{g/kg dw}$)	
			枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
淡水河本流	忠孝大橋	DS S01	ND	0.128	ND	ND	ND	ND	<0.05 (0.013)	0.184
淡水河本流	重陽大橋	DS S02	ND	ND	ND	0.266	ND	ND	ND	ND
淡水河本流	關渡大橋	DS S03	ND	ND	<0.05 (0.039)	0.236	ND	ND	0.179	0.430
淡水河本流平均濃度			ND	<0.05	<0.05	0.169	ND	ND	0.070	0.207
大漢溪	大溪橋	DH S01	<0.05 (0.046)	ND	<0.05 (0.023)	ND	ND	ND	<0.05 (0.023)	ND
大漢溪	三鶯大橋	DH S02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
大漢溪	新海大橋	DH S03	ND	0.131	ND	ND	0.167	0.448	0.100	ND
大漢溪平均濃度			<0.05	<0.05	<0.05	ND	0.060	0.154	<0.05	ND
新店溪	秀朗橋	SD S01	ND	0.105	ND	ND	ND	ND	0.093	0.058
新店溪	華中大橋	SD S02	ND	<0.05 (0.029)	ND	ND	ND	ND	0.135	<0.05 (0.029)
新店溪	華江大橋	SD S03	ND	0.053	ND	ND	ND	ND	0.204	ND
新店溪平均濃度			ND	0.061	ND	ND	ND	ND	0.144	<0.05
八掌溪	軍輝橋	BJ S01	ND	ND	ND	ND	ND	0.748	0.145	ND
八掌溪	八掌溪橋	BJ S02	ND	0.063	ND	ND	ND	ND	ND	ND
八掌溪	厚生橋	BJ S03	ND	ND	ND	ND	ND	0.637	ND	ND
八掌溪平均濃度			ND	<0.05	ND	ND	ND	0.464	0.052	ND
急水溪	青葉橋	JH S01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0.05 (0.048)	0.120
急水溪	急水溪橋	JH S02	ND	ND	ND	ND	0.095	ND	<0.05 (0.018)	ND
急水溪	宅港橋	JH S03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
急水溪平均濃度			ND	ND	ND	ND	<0.05	ND	<0.05	<0.05
曾文溪	曾文溪橋	ZW S01	ND	ND	<0.05 (0.022)	ND	ND	ND	ND	0.453
曾文溪	西港大橋	ZW S02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
曾文溪	國姓橋	ZW S03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0.05 (0.029)	ND
曾文溪平均濃度			ND	ND	<0.05	ND	ND	ND	<0.05	0.155

河川流域	採樣地點	地點簡碼	α -安殺番 (µg/kg dw)		β -安殺番(µg/kg dw)		安殺番硫酸鹽 (µg/kg dw)		滅蟻樂 (µg/kg dw)	
			枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
高屏溪	里港大橋	GP S01	ND	ND	ND	<0.05 (0.037)	ND	ND	ND	0.158
高屏溪	高屏大橋	GP S02	<0.05 (0.016)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.266
高屏溪	雙園大橋	GP S03	ND	0.129	ND	ND	ND	ND	ND	0.101
高屏溪平均濃度			<0.05	<0.05	ND	<0.05	ND	ND	ND	0.175
林邊溪	箕湖大橋	LB S01	<0.05 (0.007)	ND	ND	ND	ND	ND	<0.05 (0.020)	0.087
林邊溪	新埤大橋	LB S02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
林邊溪	林邊大橋	LB S03	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.063
林邊溪平均濃度			<0.05	ND	ND	ND	ND	ND	<0.05	0.052
花蓮溪	箭瑛大橋	HL S01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.240	0.119
花蓮溪	米棧大橋	HL S02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.123
花蓮溪	花蓮大橋	HL S03	<0.05 (0.029)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.161
花蓮溪平均濃度			<0.05	ND	ND	ND	ND	ND	0.084	0.134
卑南溪	池上大橋	BN S01	<0.05 (0.044)	ND	ND	ND	ND	0.261	<0.05 (0.016)	ND
卑南溪	鸞山大橋	BN S02	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
卑南溪	台東大橋	BN S03	ND	ND	ND	ND	ND	0.368	0.101	ND
卑南溪平均濃度			<0.05	ND	ND	ND	ND	0.212	<0.05	ND
10 條河川平均濃度及範圍			<0.05 (ND-0.131)		<0.05 (ND-0.266)		0.051 (ND-0.748)		0.065 (ND-0.453)	

數據表示方式：檢測值低於方法偵測極限（MDL = α -安殺番 0.005 µg/kg， β -安殺番 0.010 µg/kg，安殺番硫酸鹽 0.013µg/kg，滅蟻樂 0.012µg/kg），以 ND 表示；

檢測值低於最低定量濃度（LOQ = 0.05 µg/kg dw），以<最低定量濃度值（加註實測值）表示。

數據計算方式：檢測值低於 MDL，以二分之一 MDL 值計算；檢測值低於 LOQ，以二分之一 LOQ 值計算。

表 4-10 國內外環境底泥安殺番測值資料彙整表

國家	地點	調查時間	α -Endosulfan ($\mu\text{g/kg dw}$)	β -Endosulfan ($\mu\text{g/kg dw}$)	Endosulfan sulfate ($\mu\text{g/kg dw}$)	文獻來源
臺灣	30 條河川	2013-2015	<0.05 (ND-0.628)	<0.05 (ND-0.723)	0.073 (ND-1.20)	環保署
臺灣	淡水河	2001, 2004	-	ND	-	Hung et al. (2007) ^[77]
臺灣	高屏溪	2000	0.64 (<0.08-1.73)	0.49 (<0.16-1.22)	1.24 (<0.13-3.45)	Doong et al. (2008) ^[78]
臺灣	大漢溪	1997-1998	0.57-2.41 ⁺	0.03-1.36 ⁺	0.02-3.18 ⁺	Doong et al. (2002a) ^[79]
	二仁溪	1997-1998	0.39-3.26 ⁺	0.71-3.01 ⁺	0.21-1.72 ⁺	
臺灣	烏溪	1997-1998	0.54-2.49 ⁺	0.35-1.54 ⁺	0.26-2.07 ⁺	Doong et al. (2002b) ^[80]
中國	長江	2010	0.040 (<0.020-0.446)	0.921 (<0.020-8.34)	-	Tang et al. (2013) ^[81]
印度	Cochin Estuary	2011	6-350.5 ⁺	-	-	Akhil et al. (2013) ^[82]
		2009	36.8-43.2 ⁺			
坦薩尼亞	Pangani river basin	2009-2011	ND	-	-	Hellar-Kihampa et al. (2013) ^[83]
中國	三都澳海灣 (Sanduao Bay)	2009	0.32 (ND-0.80)	0.51 (ND-0.91)	0.83 (0.12-1.44)	Zhang et al. (2013) ^[84]
	興化灣 (Xinghua Bay)	2009	0.27 (ND-0.74)	0.59 (0.43-0.75)	0.87 (0.43-1.24)	
紐西蘭	河川	2007	0.01	0.01	2.83	Shahpoury et al. (2013) ^[85]
加納	Densu River	-	0.01-14.21	-	0.06-6.04	Kuranchie-Mensah et al. (2012) ^[86]

數據表示方式：⁺ 有檢出濃度值之樣本測值範圍，其他為測值平均濃度（測值範圍）。

4.4.2 河川環境樣本六溴環十二烷分析結果

一、河川底泥樣本六溴環十二烷分析結果

本年度除淡水河本流等 10 條河川外，並針對去年測值偏高之東港溪、蘭陽溪、新城溪加作六溴環十二烷底泥檢測，共 13 條河川枯水期及豐水期各 39 個底泥樣本六溴環十二烷含量檢測分析結果如表 4-11 所示，所有底泥樣本 α -HBCD 平均濃度及範圍為 0.433 (0.073-1.55) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，枯水期為 0.591 (0.085-1.55) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，豐水期為 0.275 (0.073-0.822) $\mu\text{g/kg}$ 乾重； β -HBCD 全年為 0.617 (<0.06-1.85) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，枯水期為 1.16 (0.264-1.85) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，豐水期為 0.074 (<0.06-0.122) $\mu\text{g/kg}$ 乾重； γ -HBCD 全年為 0.801 (0.085-2.24) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，枯水期為 1.43 (0.425-2.24) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，豐水期為 0.169 (0.085-0.922) $\mu\text{g/kg}$ 乾重； Σ HBCD 全年為 1.85 (0.250-4.85) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，枯水期為 3.18 (0.994-4.85) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，豐水期為 0.519 (0.250-1.60) $\mu\text{g/kg}$ 乾重。

本年度 13 條河川底泥樣本 α -HBCD 平均濃度，以蘭陽溪平均濃度 0.633 $\mu\text{g/kg}$ 乾重為最高，東港溪 0.601 $\mu\text{g/kg}$ 乾重次之，其他河川平均濃度依次為林邊溪 0.588 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，高屏溪 0.520 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，花蓮溪 0.508 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，新城溪 0.497 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，卑南溪 0.474 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，大漢溪 0.389 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，急水溪 0.355 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，八掌溪 0.343 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，淡水河本流 0.276 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，曾文溪 0.255 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，新店溪 0.194 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。

本年度 13 條河川底泥樣本 β -HBCD 平均濃度，以林邊溪平均濃度 0.813 $\mu\text{g/kg}$ 乾重為最高，急水溪 0.800 $\mu\text{g/kg}$ 乾重次之，其他河川平均濃度依次為曾文溪 0.680 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，新店溪 0.676 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，高屏溪 0.660 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，蘭陽溪 0.629 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，八掌溪 0.627 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，大漢溪 0.620 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，東港溪 0.584 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，花蓮溪 0.575 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，

淡水河本流 0.526 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，卑南溪 0.514 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，新城溪 0.317 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。

本年度 13 條河川底泥樣本 γ -HBCD 平均濃度，以淡水河本流平均濃度 1.09 $\mu\text{g/kg}$ 乾重為最高，東港溪 0.934 $\mu\text{g/kg}$ 乾重次之，其他河川平均濃度依次為大漢溪 0.923 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，新店溪 0.913 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，林邊溪 0.884 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，花蓮溪 0.836 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，急水溪 0.806 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，八掌溪 0.762 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，蘭陽溪 0.741 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，曾文溪 0.734 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，新城溪 0.633 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，高屏溪 0.582 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，卑南溪 0.573 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。

本年度 13 條河川底泥樣本 Σ HBCD 平均濃度，以林邊溪平均濃度 2.28 $\mu\text{g/kg}$ 乾重為最高，東港溪 2.12 $\mu\text{g/kg}$ 乾重次之，其他河川平均濃度依次為蘭陽溪 2.00 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，急水溪 1.96 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，大漢溪 1.93 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，花蓮溪 1.92 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，淡水河本流 1.89 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，新店溪 1.78 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，高屏溪 1.76 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，八掌溪 1.73 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，曾文溪 1.67 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，卑南溪 1.56 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，新城溪 1.45 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。

二、歷年河川環境樣本六溴環十二烷調查結果分析

環保署自 102 年開始執行六溴環十二烷河川環境流布調查，至今年已累積 23 條河川樣本六溴環十二烷調查資料，歷年河川底泥六溴環十二烷平均濃度分布如圖 4-4 及圖 4-5 所示，其中東港溪、蘭陽溪、新城溪去年測值偏高之情形，在今年調查結果顯示測值有下降。整體而言國內河川底泥 Σ HBCDs 平均濃度多分布於 2 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。

彙整國外河川底泥樣本檢測結果供參考如表 4-12，國內河川底泥 HBCD 總量平均濃度及範圍 1.91 (0.154-18.3) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，中國長江三角洲平均濃度 0.216 $\mu\text{g/k}$ 乾重^[87]，海河平均濃度 8.05 $\mu\text{g/kg}$ 乾重^[89]，珠江三角洲測值範圍 0.03-31.6 $\mu\text{g/kg}$ 乾重^[90]，捷克河川 α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD 平均濃度介於 0.987-6.58 $\mu\text{g/kg}$ 乾重^[88]。

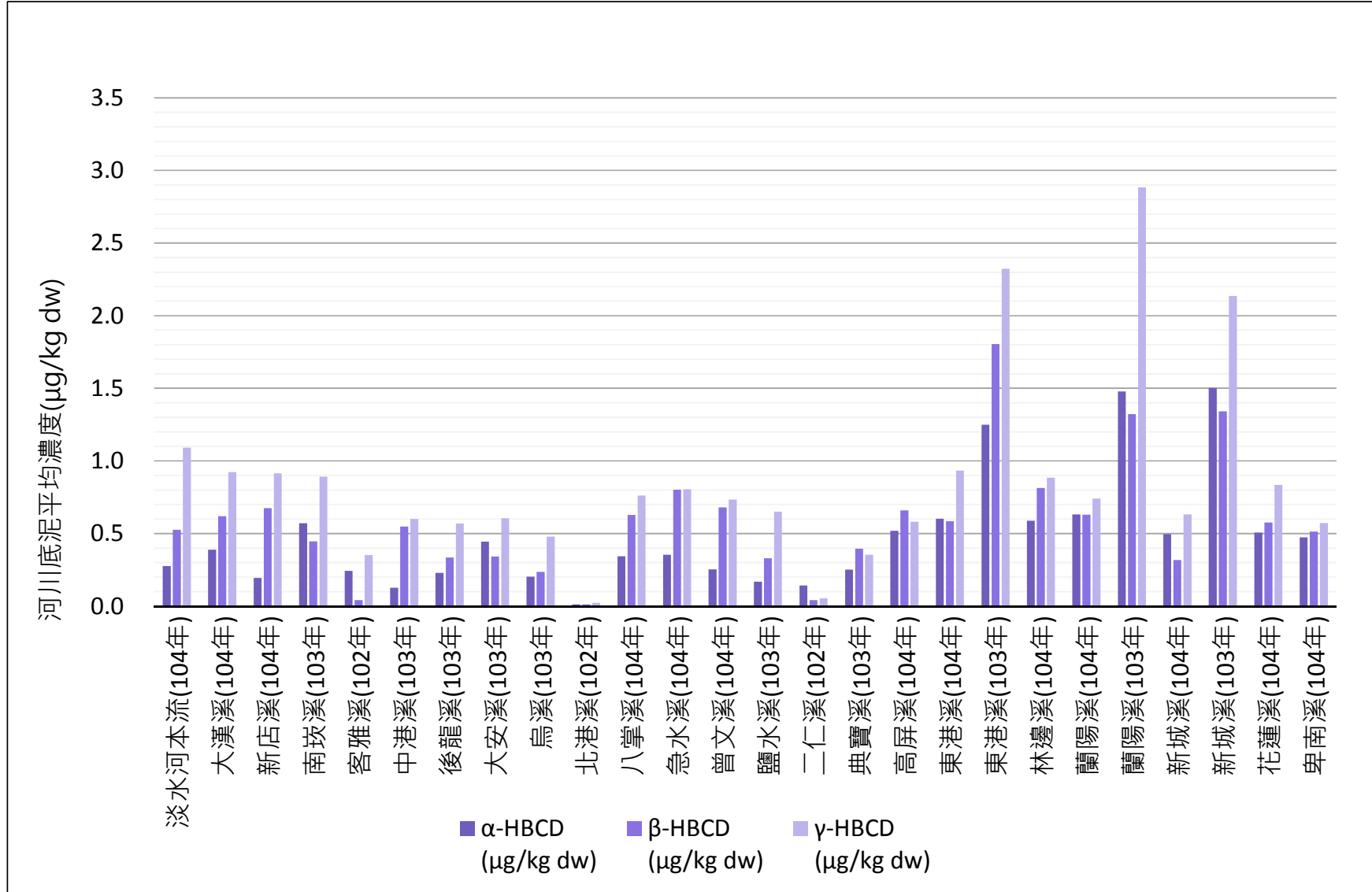


圖 4-4 歷年河川底泥六溴環十二烷濃度分布圖

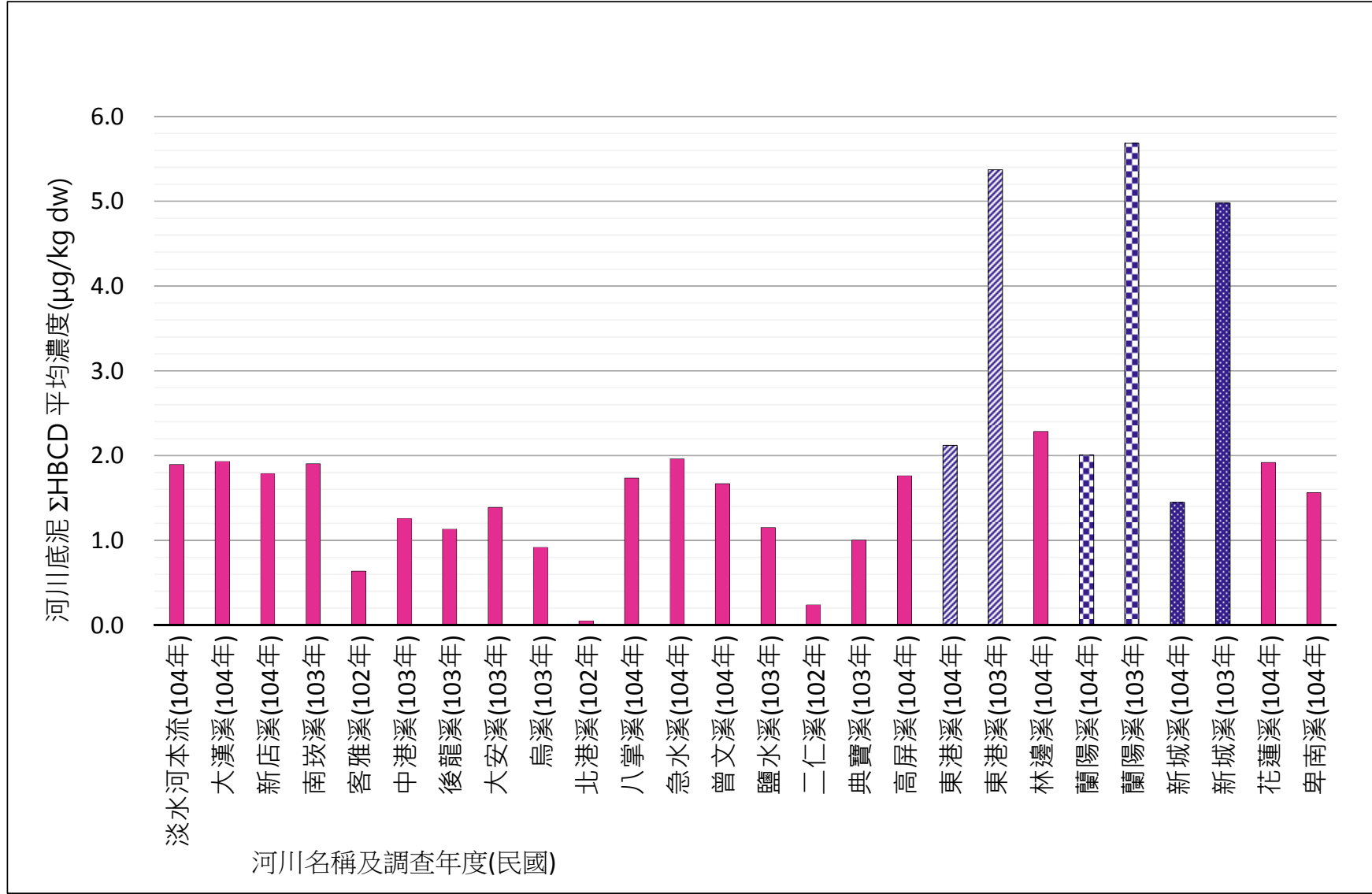


圖 4-5 歷年河川底泥六溴環十二烷總量濃度分布圖

表 4-11 河川底泥樣本六溴環十二烷分析結果

河川流域	採樣地點	地點簡碼	α -HBCD ($\mu\text{g/kg-dw}$)		β -HBCD ($\mu\text{g/kg-dw}$)		γ -HBCD ($\mu\text{g/kg-dw}$)		Σ HBCD ($\mu\text{g/kg-dw}$)	
			枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
淡水河本流	忠孝大橋	DS S01	0.173	0.584	1.31	0.096	1.35	0.922	2.83	1.60
淡水河本流	重陽大橋	DS S02	0.089	0.258	0.683	0.066	2.24	0.315	3.01	0.639
淡水河本流	關渡大橋	DS S03	0.108	0.447	0.937	0.061	1.54	0.180	2.59	0.688
淡水河本流平均濃度			0.123	0.429	0.978	0.074	1.71	0.472	2.81	0.976
大漢溪	大溪橋	DH S01	0.647	0.203	0.892	0.071	1.66	0.171	3.20	0.445
大漢溪	三鶯大橋	DH S02	0.349	0.293	1.62	0.060	1.62	0.097	3.60	0.450
大漢溪	新海大橋	DH S03	0.563	0.281	1.02	0.061	1.78	0.203	3.36	0.546
大漢溪平均濃度			0.520	0.259	1.18	0.064	1.69	0.157	3.38	0.480
新店溪	秀朗橋	SD S01	0.264	0.208	1.26	0.110	1.59	0.120	3.11	0.438
新店溪	華中大橋	SD S02	0.164	0.235	0.914	0.072	1.35	0.111	2.43	0.418
新店溪	華江大橋	SD S03	0.085	0.205	1.63	0.068	2.18	0.136	3.89	0.408
新店溪平均濃度			0.171	0.216	1.27	0.083	1.70	0.122	3.14	0.421
八掌溪	軍輝橋	BJ S01	0.268	0.301	1.43	0.062	1.43	0.143	3.13	0.506
八掌溪	八掌溪橋	BJ S02	0.666	0.175	0.794	0.066	1.08	0.094	2.54	0.335
八掌溪	厚生橋	BJ S03	0.426	0.223	1.32	0.086	1.69	0.131	3.44	0.440
八掌溪平均濃度			0.453	0.233	1.18	0.071	1.40	0.123	3.04	0.427
急水溪	青葉橋	JH S01	0.224	0.358	1.83	0.094	1.68	0.115	3.74	0.568
急水溪	急水溪橋	JH S02	0.465	0.238	1.34	0.122	1.52	0.109	3.32	0.470
急水溪	宅港橋	JH S03	0.193	0.653	1.32	0.100	1.27	0.145	2.78	0.899
急水溪平均濃度			0.294	0.417	1.50	0.105	1.49	0.123	3.28	0.645
曾文溪	曾文溪橋	ZW S01	0.306	0.191	1.71	0.089	1.59	0.171	3.60	0.451
曾文溪	西港大橋	ZW S02	0.216	0.259	1.58	0.076	1.60	0.097	3.40	0.432
曾文溪	國姓橋	ZW S03	0.230	0.327	0.567	0.066	0.762	0.181	1.56	0.574
曾文溪平均濃度			0.251	0.259	1.28	0.077	1.32	0.150	2.85	0.486
高屏溪	里港大橋	GP S01	0.783	0.510	1.47	0.088	1.25	0.159	3.50	0.757
高屏溪	高屏大橋	GP S02	1.32	0.269	1.83	0.076	1.40	0.114	4.54	0.459
高屏溪	雙園大橋	GP S03	0.141	0.102	0.428	0.067	0.425	0.149	0.994	0.318
高屏溪平均濃度			0.747	0.293	1.24	0.077	1.02	0.141	3.01	0.511

河川流域	採樣地點	地點簡碼	α -HBCD ($\mu\text{g/kg-dw}$)		β -HBCD ($\mu\text{g/kg-dw}$)		γ -HBCD ($\mu\text{g/kg-dw}$)		Σ HBCD ($\mu\text{g/kg-dw}$)	
			枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
林邊溪	箕湖大橋	LB S01	0.585	0.245	1.61	0.083	1.33	0.151	3.53	0.480
林邊溪	新埤大橋	LB S02	1.07	0.314	1.19	0.081	1.71	0.091	3.96	0.486
林邊溪	林邊大橋	LB S03	1.09	0.225	1.85	0.062	1.91	0.115	4.85	0.402
林邊溪平均濃度			0.914	0.261	1.55	0.076	1.65	0.119	4.11	0.456
花蓮溪	箭瑛大橋	HL S01	0.325	0.240	0.740	0.080	1.79	0.102	2.86	0.422
花蓮溪	米棧大橋	HL S02	0.831	0.197	1.07	0.069	1.35	0.132	3.25	0.399
花蓮溪	花蓮大橋	HL S03	1.05	0.403	1.42	0.074	1.47	0.161	3.95	0.638
花蓮溪平均濃度			0.737	0.280	1.08	0.075	1.54	0.132	3.35	0.486
卑南溪	池上大橋	BN S01	0.859	0.073	1.16	0.067	1.83	0.110	3.86	0.250
卑南溪	鸞山大橋	BN S02	0.746	0.154	0.963	0.071	0.605	0.085	2.31	0.309
卑南溪	台東大橋	BN S03	0.858	0.154	0.752	0.066	0.684	0.122	2.29	0.343
卑南溪平均濃度			0.821	0.127	0.960	0.068	1.04	0.106	2.82	0.301
東港溪	新潮洲大橋	DG 01	0.996	0.277	0.905	0.076	1.71	0.267	3.61	0.620
東港溪	興社大橋	DG 02	0.472	0.236	1.27	0.069	1.29	0.295	3.03	0.599
東港溪	東港大橋	DG 03	0.805	0.822	1.11	0.077	1.76	0.278	3.68	1.18
東港溪平均濃度			0.758	0.445	1.09	0.074	1.59	0.280	3.44	0.798
蘭陽溪	葫蘆堵大橋	LY 01	1.08	0.176	1.16	0.065	1.42	0.215	3.66	0.456
蘭陽溪	蘭陽大橋	LY 02	0.769	0.091	0.848	0.069	0.915	0.154	2.53	0.315
蘭陽溪	噶瑪蘭橋	LY 03	1.55	0.127	1.61	<0.06 (0.050)	1.62	0.113	4.78	0.271
蘭陽溪平均濃度			1.13	0.131	1.20	0.055	1.32	0.161	3.66	0.347
新城溪	武荖坑	SC 01	0.962	0.126	1.12	0.080	1.21	0.153	3.30	0.358
新城溪	新城橋	SC 02	0.825	0.180	0.336	<0.06 (0.058)	1.12	0.086	2.28	0.296
新城溪	龍德大橋	SC 03	0.505	0.388	0.264	0.073	1.13	0.099	1.89	0.560
新城溪平均濃度			0.764	0.231	0.574	0.061	1.15	0.113	2.49	0.405
10 條河川季節平均濃度			0.591	0.275	1.16	0.074	1.43	0.169	3.18	0.519
10 條河川全年平均濃度及範圍			0.433 (0.073-1.55)		0.617 (<0.06-1.85)		0.801 (0.085-2.24)		1.85 (0.250-4.85)	

數據表示方式：檢測值低於方法偵測極限（MDL = α -HBCD 0.033 $\mu\text{g/kg}$ ， β -HBCD 0.032 $\mu\text{g/kg}$ ， γ -HBCD 0.036 $\mu\text{g/kg}$ ），以 ND 表示；

檢測值低於最低定量濃度（LOQ = 0.06 $\mu\text{g/kg dw}$ ），以<最低定量濃度值（加註實測值）表示。

數據計算方式：檢測值低於 MDL，以二分之一 MDL 值計算；檢測值低於 LOQ，以二分之一 LOQ 值計算。

表 4-12 國內外環境底泥六溴環十二烷分析資料

國家	地點	調查時間	α -HBCD ($\mu\text{g/kg dw}$)	β -HBCD ($\mu\text{g/kg dw}$)	γ -HBCD ($\mu\text{g/kg dw}$)	Σ HBCD ($\mu\text{g/kg dw}$)	文獻來源
臺灣	23 條河川	2013-2015	0.471 (0.062-5.94) [†]	0.585 (0.060-7.09) [†]	0.859 (0.080-7.02) [†]	1.91 (0.154-18.3) [†]	環保署
中國	河川 (長江三角洲)	2011	-	-	-	0.216 (0.105-0.365)	Zhu et al. (2013) ^[87]
捷克 共和國	河川 (Czech rivers)	2010	1.46 (0.333-3.90)	0.987 (0.324-1.95)	6.58 (0.444-38.4)	-	Hloušková et al. (2014) ^[88]
中國	河川 (海河)	2010	-	-	-	8.05 (1.35-26.4)	Zhang et al. (2013) ^[89]
中國	河川 (珠江三角洲)	2009-2010	-	-	-	(0.03-31.6) [†]	Feng et al. (2012) ^[90]

數據表示方式：[†]有檢出濃度值之樣本測值範圍，其他為測值平均濃度（測值範圍）。

4.4.3 河川環境樣本壬基酚及雙酚A分析結果

一、河川底泥樣本壬基酚分析結果

本年度除淡水河本流等 10 條河川外，並針對歷年測值偏高之客雅溪加作壬基酚底泥檢測，共 11 條河川枯水期及豐水期各 33 個底泥樣本壬基酚含量檢測分析結果如表 4-13 所示，所有底泥樣本壬基酚含量平均濃度及範圍為 170 (0.691-2,211) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，其中枯水期平均濃度為 259 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，豐水期為 80.4 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。本年度 11 條河川底泥壬基酚平均濃度以淡水河本流 1,011 $\mu\text{g/kg}$ 乾重為最高，新店溪 429 $\mu\text{g/kg}$ 乾重次之，其他河川平均濃度依次為大漢溪 174 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，客雅溪 152 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，曾文溪 27.6 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，花蓮溪 20.8 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，八掌溪 16.9 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，急水溪 15.4 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，高屏溪 9.23 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，卑南溪 8.09 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，林邊溪 2.09 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。本年度 11 條調查河川歷年底泥壬基酚平均濃度如圖 4-6 所示，過去測值較國內其他河川高之河川，包括淡水河本流、大漢溪、新店溪、客雅溪等皆有下降趨勢。

二、河川底泥樣本雙酚 A 分析結果

本年度除淡水河本流等 10 條河川外，因加作客雅溪壬基酚分析可同時分析雙酚 A，本團隊自行加作客雅溪雙酚 A 底泥檢測，共 11 條河川枯水期及豐水期各 33 個底泥樣本雙酚 A 含量檢測分析結果如表 4-13 所示，所有底泥樣本雙酚 A 含量平均濃度及範圍為 7.59 (<0.200-59.6) $\mu\text{g/kg}$ 乾重。本年度 11 條河川底泥雙酚 A 平均濃度以淡水河本流 21.5 $\mu\text{g/kg}$ 乾重為最高，客雅溪 15.0 $\mu\text{g/kg}$ 乾重次之，其他河川平均濃度依次為大漢溪 14.4 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，新店溪 13.9 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，高屏溪 10.4 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，八掌溪 3.30 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，林邊溪 1.37 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，急水溪 1.10 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，花蓮溪 1.09 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，曾文溪 1.08 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，卑南溪 0.262 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。本年度 11 條調查河川

歷年底泥雙酚 A 平均濃度如圖 4-7 所示，過去測值較國內其他河川高之河川，包括淡水河本流、大漢溪、新店溪、客雅溪等皆有下降趨勢。

三、歷年河川壬基酚及雙酚 A 調查結果分析

環保署自 98 年度開始執行國內河川壬基酚及雙酚 A 含量調查，至本年度已完成國內 30 條河川環境調查，每條河川皆至少有兩次調查資料，近 5 年（100-104 年）河川底泥壬基酚及雙酚 A 平均濃度分布如圖 4-8 及圖 4-9 顯示，河川底泥壬基酚平均濃度介於 1.91-2,500 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，雙酚 A 平均濃度介於 0.248-129 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。此調查期間底泥壬基酚濃度較高的河川為淡水河本流及客雅溪，淡水河本流及客雅溪在今年調查結果顯示壬基酚測值已較前次濃度降低，惟淡水河本流平均濃度 1,011 $\mu\text{g/kg}$ 乾重仍較其他河川偏高許多，其他 29 條河川最近一次調查平均濃度介於 1.91-510 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。雙酚 A 以南崙溪及典寶溪較高，且第二次調查結果測值皆有降低。

國內近 5 年河川底泥壬基酚含量平均濃度介於 1.91-2,500 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，測值範圍為 0.555-11,064 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，彙整國外環境調查測值如表 4-14，紐西蘭沿岸及河口底泥測值 <100 $\mu\text{g/kg}$ ^[91]，中國黃河、遼河、珠江流域底泥測值範圍為 10.0-16,198 $\mu\text{g/kg}$ ^{[92]-[94]}。各河川測值不同可能與河川流域型態、調查年份及調查方法不同有關。

國內近 5 年河川底泥雙酚 A 含量平均濃度介於 0.248-157 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，測值範圍為 ND-471 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，彙整國外環境調查測值如表 4-14，中國黃河、遼河、珠江流域、北京溫榆河底泥測值範圍 ND-430 $\mu\text{g/kg}$ ^{[92]-[94], [95]}，紐西蘭沿岸及河口測值範圍 <50-145 $\mu\text{g/kg}$ ^[91]，伊朗瀉湖底泥測值範圍 10-6,970 $\mu\text{g/kg}$ ^[96]。

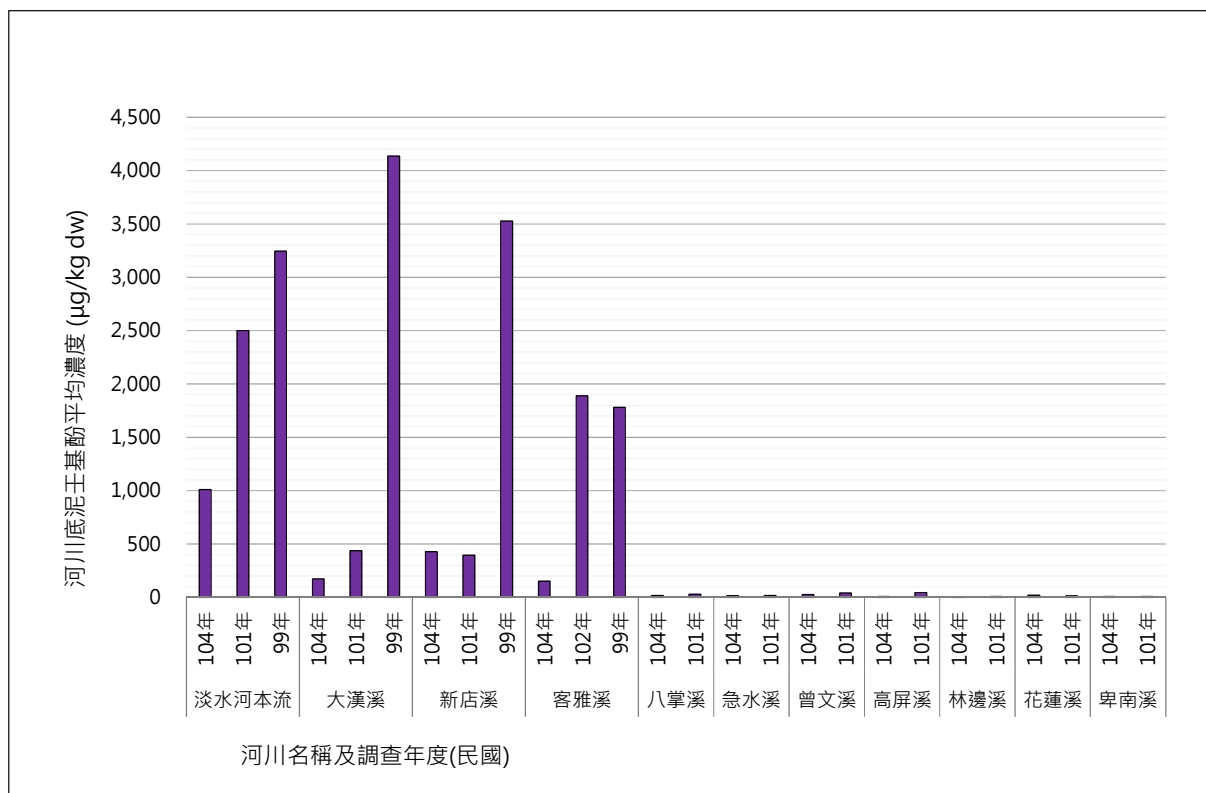


圖 4-6 本年度調查河川與歷年壬基酚濃度分布比較圖

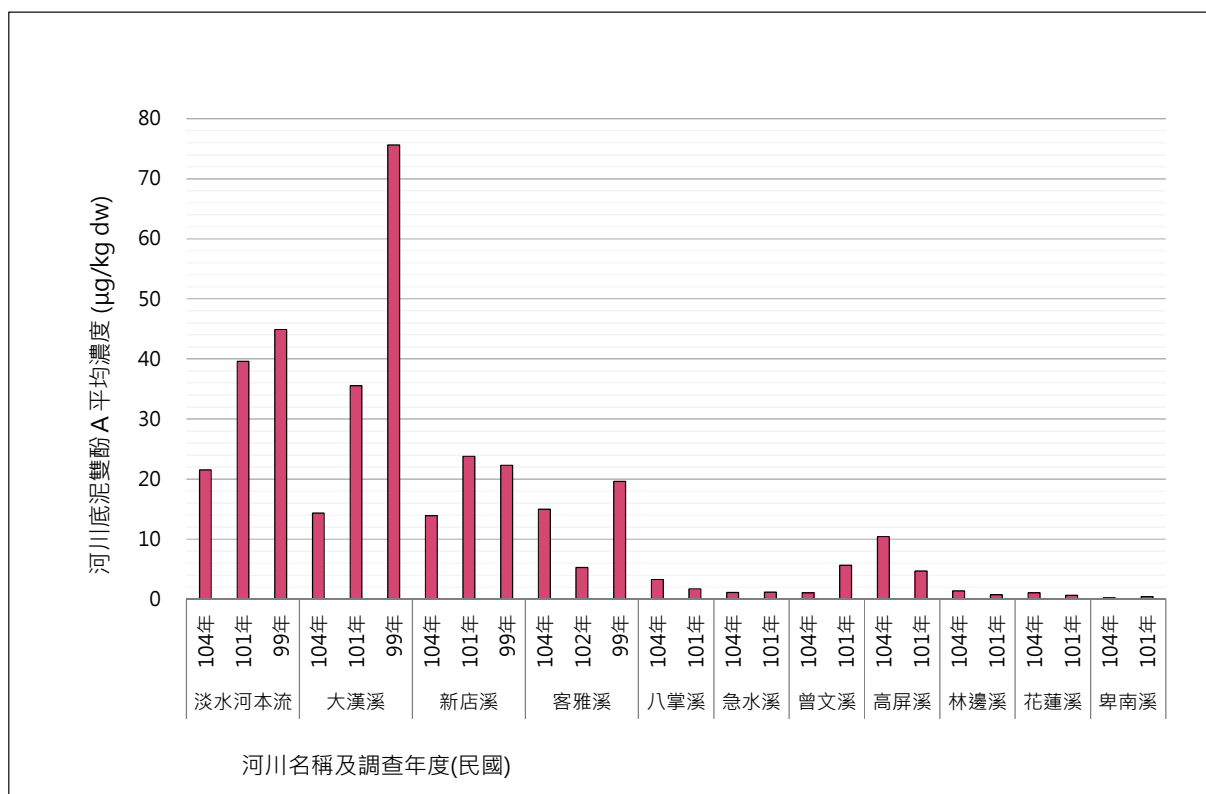


圖 4-7 本年度調查河川與歷年雙酚 A 濃度分布比較圖

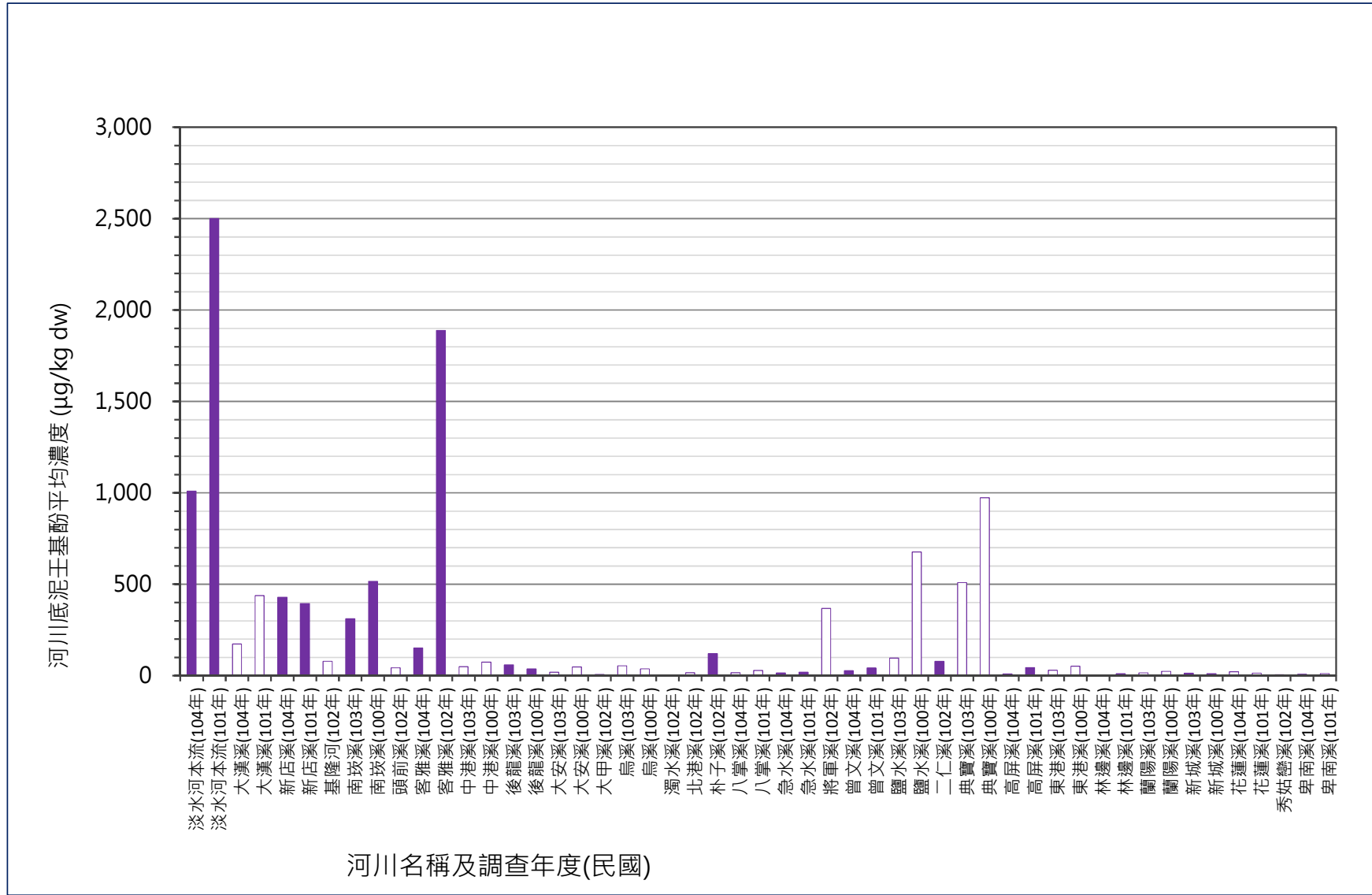


圖 4-8 國內 100-104 年河川底泥壬基酚濃度分布圖

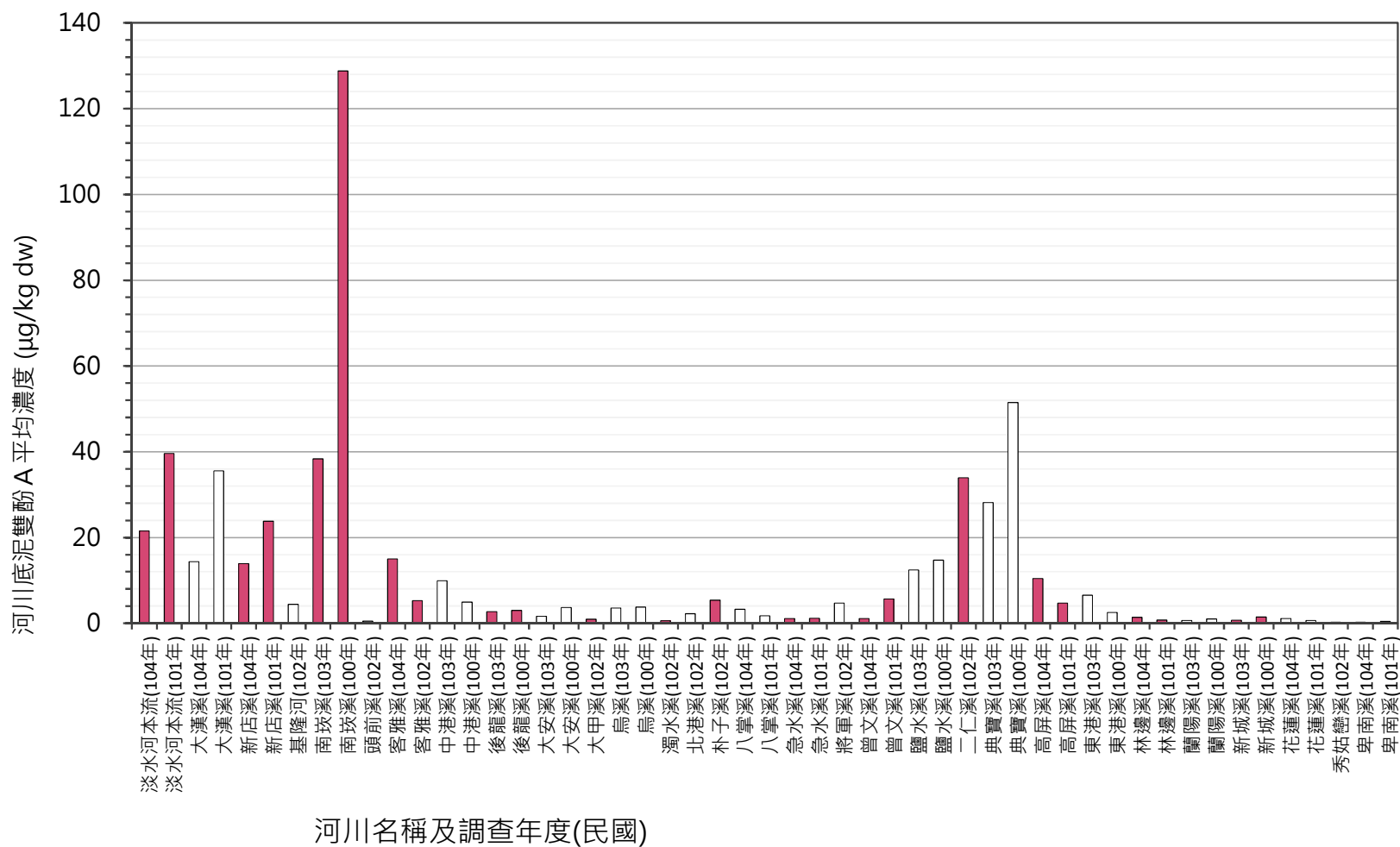


圖 4-9 國內 100-104 年河川底泥雙酚 A 濃度分布圖

表 4-13 河川底泥樣本壬基酚及雙酚 A 分析結果

河川流域	採樣地點	地點簡碼	壬基酚 (µg/kg-dw)		雙酚 A (µg/kg-dw)	
			枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
淡水河本流	忠孝大橋	DS S01	692	868	23.0	11.5
淡水河本流	重陽大橋	DS S02	1,478	154	58.9	13.0
淡水河本流	關渡大橋	DS S03	2,211	660	16.9	6.12
淡水河本流平均濃度			1,460	561	32.9	10.2
大漢溪	大溪橋	DH S01	12.3	3.16	0.988	0.677
大漢溪	三鶯大橋	DH S02	33.7	9.72	5.69	4.09
大漢溪	新海大橋	DH S03	838	145	59.6	15.2
大漢溪平均濃度			295	52.7	22.1	6.65
新店溪	秀朗橋	SD S01	71.8	25.8	4.48	2.21
新店溪	華中大橋	SD S02	195	29.1	16.0	2.28
新店溪	華江大橋	SD S03	2,141	110	55.0	3.65
新店溪平均濃度			803	55.1	25.1	2.71
客雅溪	客雅溪橋	KY S01	199	132	23.5	16.9
客雅溪	香雅橋	KY S02	58.0	244	5.73	8.97
客雅溪	浸水橋	KY S03	127	149	15.8	19.0
客雅溪平均濃度			128	175	15.0	15.0
八掌溪	軍輝橋	BJ S01	18.1	7.29	2.10	4.82
八掌溪	八掌溪橋	BJ S02	18.2	11.4	3.53	4.28
八掌溪	厚生橋	BJ S03	35.4	11.0	3.12	1.95
八掌溪平均濃度			23.9	9.91	2.92	3.68
急水溪	青葉橋	JH S01	12.9	4.87	0.954	0.489
急水溪	急水溪橋	JH S02	20.9	5.05	1.24	1.09
急水溪	宅港橋	JH S03	39.4	9.48	1.54	1.31
急水溪平均濃度			24.4	6.47	1.24	0.965
曾文溪	曾文溪橋	ZW S01	20.6	3.43	2.41	1.11
曾文溪	西港大橋	ZW S02	4.22	10.2	0.334	0.795
曾文溪	國姓橋	ZW S03	122	5.27	0.897	0.957
曾文溪平均濃度			48.8	6.30	1.21	0.953
高屏溪	里港大橋	GP S01	16.5	2.54	45.7	0.668
高屏溪	高屏大橋	GP S02	18.8	11.3	8.69	3.66
高屏溪	雙園大橋	GP S03	0.731	5.52	<0.200 (0.198)	3.82
高屏溪平均濃度			12.0	6.46	18.2	2.72
林邊溪	箕湖大橋	LB S01	2.30	1.02	5.07	0.298
林邊溪	新埤大橋	LB S02	1.32	2.30	1.60	0.564
林邊溪	林邊大橋	LB S03	2.57	3.00	<0.200 (0.092)	0.588
林邊溪平均濃度			2.06	2.11	2.26	0.483
花蓮溪	箭瑛大橋	HL S01	3.59	0.691	<0.200 (0.191)	0.425
花蓮溪	米棧大橋	HL S02	10.6	3.65	<0.200 (0.189)	<0.200 (0.146)
花蓮溪	花蓮大橋	HL S03	102	4.55	4.75	1.06
花蓮溪平均濃度			38.7	2.96	1.65	0.530
卑南溪	池上大橋	BN S01	9.74	2.71	<0.200 (0.183)	<0.200 (0.129)
卑南溪	鸞山大橋	BN S02	6.17	6.01	<0.200 (0.141)	0.822
卑南溪	台東大橋	BN S03	11.6	12.3	<0.200 (0.181)	0.353
卑南溪平均濃度			9.16	7.02	0.100	0.425
11 條河川季節平均濃度			259	80.4	11.1	4.03
11 條河川全年平均濃度及範圍			170 (0.691-2,211)		7.59 (<0.200-59.6)	

數據表示方式：檢測值低於方法偵測極限 (MDL = 壬基酚 0.092 µg/kg dw；雙酚 A 0.086 µg/kg dw)，以 ND 表示；

檢測值低於最低定量濃度 (LOQ = 0.200 µg/kg dw)，以 <最低定量濃度值 (加註實測值) 表示。

數據計算方式：檢測值低於 MDL，以二分之一 MDL 值計算；檢測值低於 LOQ，以二分之一 LOQ 值計算。

表 4-14 國內外環境底泥壬基酚及雙酚 A 測值資料彙整表

國家	調查地點	調查時間	壬基酚濃度	雙酚 A 濃度	文獻來源
臺灣	淡水河本流等 11 條河川	2015	170 (0.691-2,211) µg/kg dw	7.59 (<0.200-59.6) µg/kg dw	本計畫
臺灣	南崁溪等 10 條河川	2014	116 (6.62-2,324) µg/kg dw	10.5 (<0.200-83.1) µg/kg dw	環保署委託計畫
臺灣	基隆河等 10 條河川	2013	261 (0.555-11,064) µg/kg dw	5.81 (ND-74.9) µg/kg dw	環保署委託計畫
臺灣	淡水河本流等 10 條河川	2012	350 (1.98-7,380) µg/kg dw	11.4 (ND-144) µg/kg dw	環保署委託計畫
臺灣	南崁溪等 10 條河川	2011	210 (3.68-4,483) µg/kg dw	21.5 (<0.25-471) µg/kg dw	環保署委託計畫
臺灣	淡水河本流等 11 條河川	2010	1,530 (6.59-19,624) µg/kg dw	22.6 (0.373-156) µg/kg dw	環保署委託計畫
臺灣	濁水溪、二仁溪	2009	884 (6.85-6,254) µg/kg dw	90.9 (1.13-492) µg/kg dw	環保署委託計畫
紐西蘭	沿岸及河口	2008	<100 µg/kg	<50-145 µg/kg	Stewart et al. (2014) ^[91]
中國	黃河	2008	16.6-203.8 µg/kg	ND-7.7µg/kg	Wang et al. (2012) ^[92]
中國	遼河	2008	74.5 (10.0-558.4) µg/kg	5.3 (<LOQ-33.8) µg/kg	Wang et al. (2011) ^[93]
中國	珠江流域	2006-2007	3,682 (107-16,198) µg/kg	94.5 (<1.7-430) µg/kg	Gong et al. (2011) ^[94]
中國	北京溫榆河	2006	-	4.3-55.3µg/kg	Luo et al. (2011) ^[95]
伊朗	瀉湖	2010	50-29,000 µg/kg	10-6,970 µg/kg	Mortazavi et al. (2012) ^[96]

4.4.4 河川環境樣本鄰苯二甲酸酯類分析結果

一、本年度 10 條河川底泥樣本鄰苯二甲酸酯類物質分析結果

本年度 10 條河川枯水期及豐水期各 30 個底泥樣本鄰苯二甲酸酯類物質(PAEs)檢測分析結果如表 4-15 所示，所有河川底泥樣本中 9 種 PAEs 檢測濃度平均值及範圍分別為：

1. 鄰苯二甲酸二甲酯(DMP)：ND~<0.05 mg/kg 乾重；
2. 鄰苯二甲酸二乙酯(DEP)：<0.05 mg/kg 乾重；
3. 鄰苯二甲酸二異丁酯(DIBP)：<0.05 mg/kg 乾重；
4. 鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)：<0.05 mg/kg 乾重；
5. 鄰苯二甲酸丁基苯甲酯(BBP)：<0.05 (<0.05-0.09) mg/kg 乾重；
6. 鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)：1.55 (<0.05-14.4) mg/kg 乾重；
7. 鄰苯二甲酸二辛酯(DNOP)：<0.05 (ND~0.05) mg/kg 乾重。
8. 鄰苯二甲酸二異壬酯(DINP)：1.33 (ND~8.14) mg/kg 乾重。
9. 鄰苯二甲酸二異癸酯(DIDP)：1.28 (ND~9.72) mg/kg 乾重。

9 種 PAEs 中 DMP、DEP、DIBP、DBP、BBP、DNOP 濃度皆低，多數樣本濃度未達最低定量濃度 0.05 mg/kg 乾重，DEHP 之檢出率及平均濃度為最高，DINP 及 DIDP 次之，多數樣本濃度達 ppm level。

本年度 10 條河川底泥 DEHP 平均濃度以林邊溪 5.30 mg/kg 乾重為最高，淡水河本流 4.08 mg/kg 乾重為最高次之，其他河川平均濃度依次為新店溪 2.50 mg/kg 乾重，大漢溪 1.43 mg/kg 乾重，八掌溪 0.81 mg/kg 乾重，花蓮溪 0.43 mg/kg 乾重，急水溪 0.39 mg/kg 乾重，卑南溪 0.39 mg/kg 乾重，高屏溪 0.12 mg/kg 乾重，曾文溪 0.06 mg/kg 乾重。其中，林邊溪、淡水河本流、新店溪平均濃度已超過土基會於 101 年 1 月公告「底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法」之 DEHP 底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）1.97 mg/kg。淡水河本流、大漢

溪、新店溪、急水溪、林邊溪等 5 條河川有部分樣本有檢出 DINP 及 DIDP，其他 5 條河川皆未檢出，其中平均濃度達最低定量濃度 2.5 mg/kg 乾重河川依序為淡水河本流 DINP 4.10 mg/kg 乾重、DIDP 3.68 mg/kg 乾重，林邊溪 DINP 3.47 mg/kg 乾重、DIDP 3.39 mg/kg 乾重。

根據「底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法」，DEHP 底泥品質指標上限值（風險評估啟動值）19.7 mg/kg，下限值（增加檢測頻率值）1.97 mg/kg，DBP 底泥品質指標上限值（風險評估啟動值）160 mg/kg，下限值（增加檢測頻率值）22.0 mg/kg，BBP 底泥品質指標上限值（風險評估啟動值）300 mg/kg，下限值（增加檢測頻率值）22.0 mg/kg，DEP 底泥品質指標上限值（風險評估啟動值）22.0 mg/kg，下限值（增加檢測頻率值）1.26 mg/kg。顯示本年度 10 條河川底泥中 DBP、BBP 及 DEP 含量皆未超過底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值），但有 15 個底泥樣本 DEHP 含量超過底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）1.97 mg/kg，包括淡水河本流 5 個樣本（測值介於 2.02-6.43 mg/kg），大漢溪最下游新海大橋枯水期 2.41 mg/kg，新店溪 4 個樣本（測值介於 2.33-3.29 mg/kg），林邊溪 5 個樣本（測值介於 3.14-14.4 mg/kg）。

本年度 10 條調查河川與歷年底泥 DEHP 調查結果比較如圖 4-10 所示，淡水河本流及新店溪在 99 年 DEHP 測值較其他河川偏高許多，之後在 101 年及今年的調查結果雖皆有降低，但 101 年與 104 年測值接近且平均濃度仍高於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）。歷年平均濃度曾高於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）之河川，大漢溪、八掌溪、急水溪在近幾年的調查結果顯示環境濃度均已下降至低於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）。林邊溪於 93 年調查結果平均濃度偏高，其後 96 年及 101 年測值皆有下降，今年枯水期測值較過去明顯上升，經豐水期第二次採樣結果雖有降低，但仍高於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）。

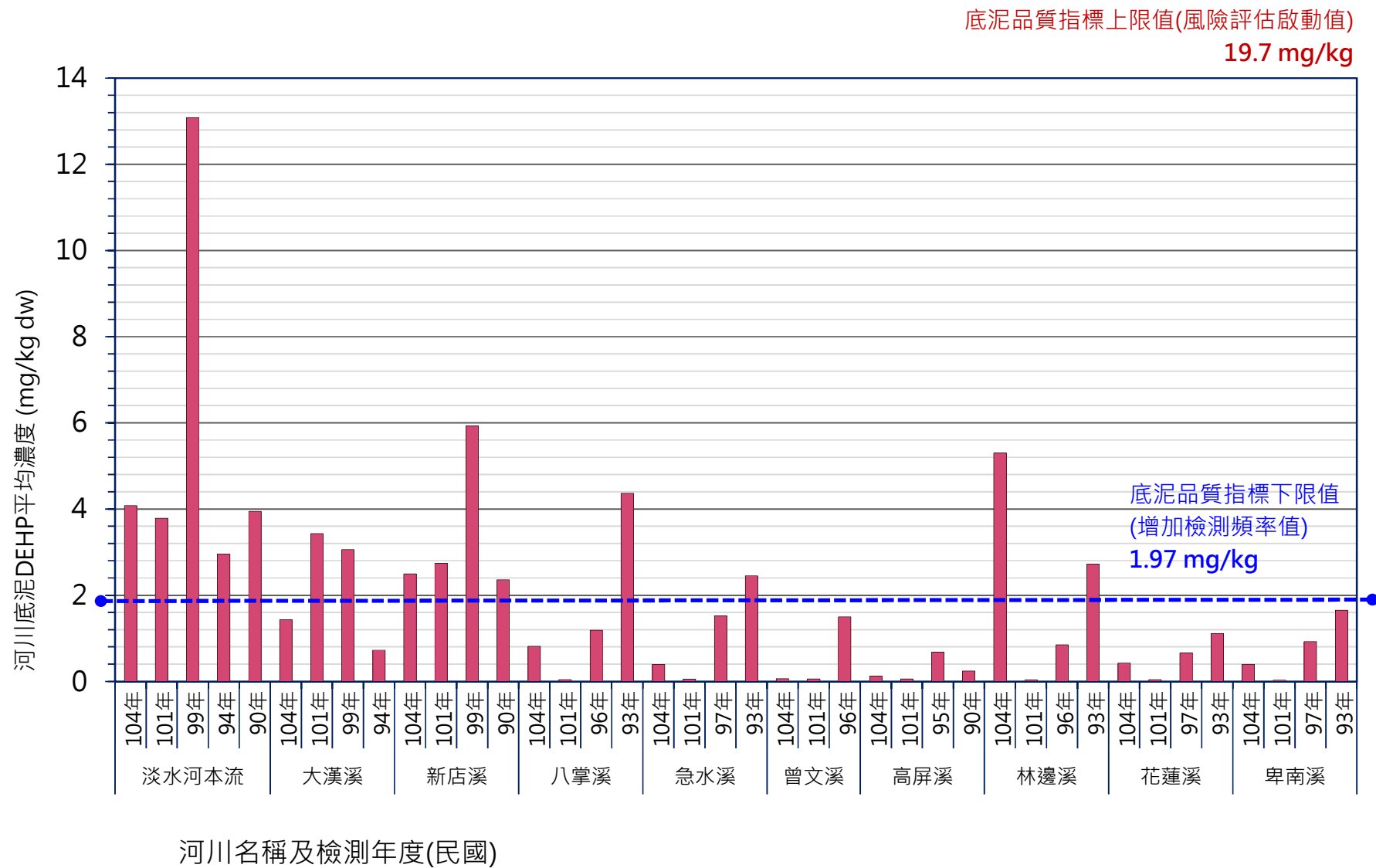


圖 4-10 本年度調查河川與歷年 DEHP 濃度分布比較圖

表 4-15 河川底泥樣本 9 種鄰苯二甲酸酯類分析結果

河川流域	採樣地點	地點簡碼	DMP (mg/kg dw)		DEP (mg/kg dw)		DIBP (mg/kg dw)		DBP (mg/kg dw)		BBP (mg/kg dw)		DEHP (mg/kg dw)		DNOP (mg/kg dw)		DINP (mg/kg dw)		DIDP (mg/kg dw)	
			枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
MDL (mg/kg dw)			0.005		0.005		0.005		0.005		0.005		0.007		0.004		0.70		0.65	
淡水河本流	忠孝大橋	DSS01	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.05)	0.05	2.02*	6.43*	ND	0.05	ND	8.14	ND	6.32
淡水河本流	重陽大橋	DSS02	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	0.07	0.09	3.83*	5.22*	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	3.75	5.96	3.98	6.07
淡水河本流	關渡大橋	DSS03	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.05)	0.06	1.34	5.63*	ND	<0.05 (0.02)	ND	6.09	ND	5.08
淡水河本流平均濃度			<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.07	2.40	5.76	<0.05	<0.05	1.48	6.73	1.54	5.83
大漢溪	大溪橋	DHS01	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.04)	1.50	1.08	ND	<0.05 (0.03)	ND	ND	ND	ND
大漢溪	三鶯大橋	DHS02	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.04)	1.44	1.01	ND	<0.05 (0.02)	ND	ND	ND	ND
大漢溪	新海大橋	DHS03	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.03 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.05)	0.07	2.41*	1.13	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	3.55	ND	3.83	ND
大漢溪平均濃度			<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1.78	1.07	<0.05	<0.05	1.41	ND	1.49	ND
新店溪	秀朗橋	SDS01	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.05)	0.05	1.67	3.29*	ND	<0.05 (0.02)	ND	3.51	ND	3.40
新店溪	華中大橋	SDS02	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.04)	1.53	3.05*	ND	<0.05 (0.01)	ND	3.23	ND	3.08
新店溪	華江大橋	SDS03	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.04)	0.06	2.33*	3.12*	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	3.29	3.31	3.93	3.24
新店溪平均濃度			<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1.84	3.15	<0.05	<0.05	1.33	3.35	1.53	3.24
八掌溪	軍輝橋	BJS01	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	1.42	0.53	ND	ND	ND	ND	ND	ND
八掌溪	八掌溪橋	BJS02	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	0.99	0.64	ND	ND	ND	ND	ND	ND
八掌溪	厚生橋	BJS03	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.03)	0.77	0.53	ND	ND	ND	ND	ND	ND
八掌溪平均濃度			<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1.06	0.56	ND	ND	ND	ND	ND	ND

河川流域	採樣地點	地點簡碼	DMP (mg/kg dw)		DEP (mg/kg dw)		DIBP (mg/kg dw)		DBP (mg/kg dw)		BBP (mg/kg dw)		DEHP (mg/kg dw)		DNOP (mg/kg dw)		DINP (mg/kg dw)		DIDP (mg/kg dw)		
			枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	
MDL (mg/kg dw)			0.005		0.005		0.005		0.005		0.005		0.007		0.004		0.70		0.65		
急水溪	青葉橋	JHS01	ND	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.03)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
急水溪	急水溪橋	JHS02	ND	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.02 (0.02)	<0.02 (0.02)	0.50	0.55	ND	ND	ND	ND	ND	ND
急水溪	宅港橋	JHS03	ND	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	0.55	0.70	ND	ND	ND	2.98	ND	2.97
急水溪平均濃度			ND	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.36	0.43	ND	ND	ND	1.22	ND	1.21
曾文溪	曾文溪橋	ZWS01	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	0.17	0.11	ND	ND	ND	ND	ND	ND
曾文溪	西港大橋	ZWS02	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.05)	<0.05 (0.04)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
曾文溪	國姓橋	ZWS03	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.04)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
曾文溪平均濃度			<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.07	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	ND
高屏溪	里港大橋	GPS01	ND	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	0.22	0.11	ND	ND	ND	ND	ND	ND
高屏溪	高屏大橋	GPS02	ND	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	0.24	0.11	ND	ND	ND	ND	ND	ND
高屏溪	雙園大橋	GPS03	ND	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.05)	<0.05 (0.04)	ND	ND	ND	ND	ND	ND
高屏溪平均濃度			ND	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.16	0.08	ND	ND	ND	ND	ND	ND
林邊溪	箕湖大橋	LBS01	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	0.06	0.05	6.84*	3.38*	ND	<0.05 (0.02)	ND	3.26	ND	3.19	
林邊溪	新埤大橋	LBS02	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.05)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.03)	0.07	0.07	14.4*	3.41*	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	7.05	4.66	9.72	3.47	
林邊溪	林邊大橋	LBS03	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.03)	0.70	3.14*	ND	<0.05 (0.02)	ND	5.17	ND	3.34	
林邊溪平均濃度			<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	<0.05	7.30	3.31	<0.05	<0.05	2.58	4.36	3.46	3.33	

河川流域	採樣地點	地點簡碼	DMP (mg/kg dw)		DEP (mg/kg dw)		DIBP (mg/kg dw)		DBP (mg/kg dw)		BBP (mg/kg dw)		DEHP (mg/kg dw)		DNOP (mg/kg dw)		DINP (mg/kg dw)		DIDP (mg/kg dw)	
			枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
MDL (mg/kg dw)			0.005		0.005		0.005		0.005		0.005		0.007		0.004		0.70		0.65	
花蓮溪	箭瑛大橋	HLS01	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.05)	0.82	0.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND
花蓮溪	米棧大橋	HLS02	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.04)	<0.05 (0.04)	0.66	0.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND
花蓮溪	花蓮大橋	HLS03	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.04)	0.58	0.18	ND	ND	ND	ND	ND	ND
花蓮溪平均濃度			<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.68	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
卑南溪	池上大橋	BNS01	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.03)	0.50	0.18	ND	ND	ND	ND	ND	ND
卑南溪	鸞山大橋	BNS02	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.04)	0.55	0.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND
卑南溪	台東大橋	BNS03	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.02)	<0.05 (0.01)	<0.05 (0.03)	<0.05 (0.04)	0.82	0.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND
卑南溪平均濃度			<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.62	0.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND
10 條河川季節平均濃度			<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1.63	1.48	<0.05	<0.05	0.889	1.77	1.00	1.56
10 條河川全年 平均濃度及範圍			ND-<0.05		<0.05		<0.05		<0.05		<0.05 (<0.05-0.09)		1.55 (<0.05-14.4)		<0.05 (ND-0.05)		1.33 (ND-8.14)		1.28 (ND-9.72)	

*已超過「底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法」底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）（DEHP=1.97 mg/kg）。

數據表示方式：檢測值低於方法偵測極限，以 ND 表示；檢測值低於最低定量濃度（LOQ=0.05 mg/kg dw，DINP, DIDP=2.5 mg/kg dw），以<最低定量濃度值（加註實測值）表示。

數據計算方式：檢測值低於 MDL，以二分之一 MDL 值計算；檢測值低於 LOQ，以二分之一 LOQ 值計算。

三、歷年河川鄰苯二甲酸酯類物質底泥樣本調查結果分析

環保署自 90 年開始執行國內河川鄰苯二甲酸酯類物質含量調查，河川底泥中 9 種鄰苯二甲酸酯類物質平均濃度分布如圖 4-11 顯示，除 90 年及 91 年僅作 DEHP 或 DBP 單一物質分析，自 102 年新增 DIBP、DINP、DIDP 等 3 種，共 9 種 PAEs 物質含量分析。過去分析 6 種 PAEs 物質中，以 DEHP 濃度較其他 5 種 PAEs 物質高出許多，次高為 DBP 或 BBP，而目前分析的 9 種 PAEs 物質中，檢出率仍以 DEHP 為最高，但檢出濃度則以 DINP 及 DIDP 高於 DEHP。

自 100 年起第二階段河川環境流布調查之河川底泥 DEHP 含量平均濃度分布如圖 4-12 顯示，100-104 年間河川底泥 DEHP 含量平均濃度介於<0.05-11.0 mg/kg 乾重，相較於 90-99 年河川平均濃度介於<0.05-47.3 mg/kg 乾重已有顯著降低，第二階段調查期間平均濃度仍高於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）之河川有淡水河本流、大漢溪、新店溪、南崁溪、鹽水溪、典寶溪、東港溪及林邊溪等 8 條河川，其中大漢溪及東港溪在 103-104 年測值平均濃度有下降至低於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值），林邊溪為今年測值上升至高於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值），新店溪、南崁溪及典寶溪在近幾年調查結果有持續下降趨勢，淡水河本流及鹽水溪測值雖較過去降低許多，但在近兩次調查結果測值接近，未再持續下降。

歷年河川底泥中其他 5 種鄰苯二甲酸酯類物質含量平均濃度分布如圖 4-13 至圖 4-15 所示，100-104 年河川底泥 DBP 含量平均濃度介於<0.05-0.31 mg/kg 乾重，BBP 介於<0.05-0.47 mg/kg 乾重，DNOP 介於 ND-0.46 mg/kg 乾重，且多數河川平均濃度未高於 0.20 mg/kg；DMP 及 DEP 含量平均濃度皆低於 0.05 mg/kg。自 102 年新增 DIBP、DINP、DIDP 等 3 種 PAEs 物質檢測，至今年已完成 30 條河川調查，

河川底泥平均濃度分布如圖 4-16 所示，其中以淡水河本流、南崁溪、鹽水溪、二仁溪及典寶溪 DINP 及 DIDP 平均濃度較其他調查河川高。

彙整國外環境測值如表 4-16 所示，國外環境調查結果同樣以 DEHP 較其他 PAEs 物質濃度高，且國內測值較國外低。例如，中國松花江底泥 DMP 含量為 0.010-0.043 mg/kg 乾重，DEP 含量為 0.004-0.027 mg/kg 乾重，DBP 含量為 ND-15.3 mg/kg 乾重，DEHP 含量為 0.473-29.0 mg/kg 乾重，DNOP 未檢出^[99]；西班牙海灣(Biscay bay)底泥 DEP 含量為 ND-6.218 mg/kg 乾重，DBP 含量為 ND-1.010 mg/kg 乾重，DEHP 含量為 0.687-2.529 mg/kg 乾重，DMP 未檢出^[98]。

表 4-16 國內外環境底泥鄰苯二甲酸酯類物質測值資料彙整表

國家	調查地點	調查年份	檢測結果	文獻
臺灣	30 條河川	2013-2015	DMP_ND-<0.05 mg/kg dw DEP_<0.05-0.08 mg/kg dw DIBP_ND-0.10 mg/kg dw DBP_<0.05-0.15 mg/kg dw BBP_<0.05-1.00 mg/kg dw DEHP_1.12 (<0.05-14.4) mg/kg dw DNOP_ND-0.07 mg/kg dw DINP_ND-9.79 mg/kg dw DIDP_ND-9.95 mg/kg dw	環保署
西班牙	-	-	DMP_0.016 (0.012-0.026) mg/kg dw DEP_2.435 (0.022-4.317) mg/kg dw BBP_0.623 (0.451-1.301) mg/kg dw DEHP_28.437 (2.708-81.248) mg/kg dw	Sánchez-Avila J. et al. (2011) ^[97]
西班牙	海灣 (Biscay Bay)	2007-2008	DMP_ND DEP_ND-6.218 mg/kg dw DBP_ND-1.010 mg/kg dw DEHP_0.687-2.529 mg/kg dw	Puy-Azurmendi E. et al. (2013) ^[98]
中國	松花江	2006	DMP_0.022 (0.0096-0.043) mg/kg dw DEP_0.010 (0.0036-0.027) mg/kg dw DBP_7.632 (ND-15.343) mg/kg dw DEHP_6.368 (0.473-29.017) mg/kg dw DNOP_ND	陆继龙等人(2007) ^[99]
中國	廣州市區湖泊	2005	DMP_0.088 (0.001-0.43) mg/kg dw DEP_0.33 (0.028-1.05) mg/kg dw DIBP_16.01 (0.97-71.20) mg/kg dw DBP_0.37 (0.082-1.26) mg/kg dw BBP_0.080 (ND-0.28) mg/kg dw DEHP_3.64 (0.21-14.16) mg/kg dw DNOP_0.078 (ND-0.629) mg/kg dw	Zeng F. et al. (2008) ^[100]
荷蘭	淡水	1999	DBP_0.088 mg/kg dw DEHP_4.311 mg/kg dw	Peijnenburg W.J.G.M. et al. (2006) ^[101]
德國	河川	1997	DEHP_0.70 (0.21-8.44) mg/kg DBP_0.45 (0.06-2.08) mg/kg	Fromme H. et al. (2002) ^[102]
義大利	河川 (Velino River)	1994	DEP_1.2-2.0 µg/kg dw DBP_3.0-28.3 µg/kg dw BBP_0.3-18.2 µg/kg dw DEHP_3.2-487.3 µg/kg dw DNOP_4-16.7 µg/kg dw	Vital M. et al. (1997) ^[103]
馬來西亞	河川 (Klang River)	1992-1993	DMP_ND-0.010 mg/kg dw DEP_ND-0.0034 mg/kg dw DIBP_ND-0.400 mg/kg dw DBP_0.067-0.637 mg/kg dw DEHP_0.493-15.015 mg/kg dw DNOP_ND-0.193 mg/kg dw	Tan G.H. (1995) ^[104]

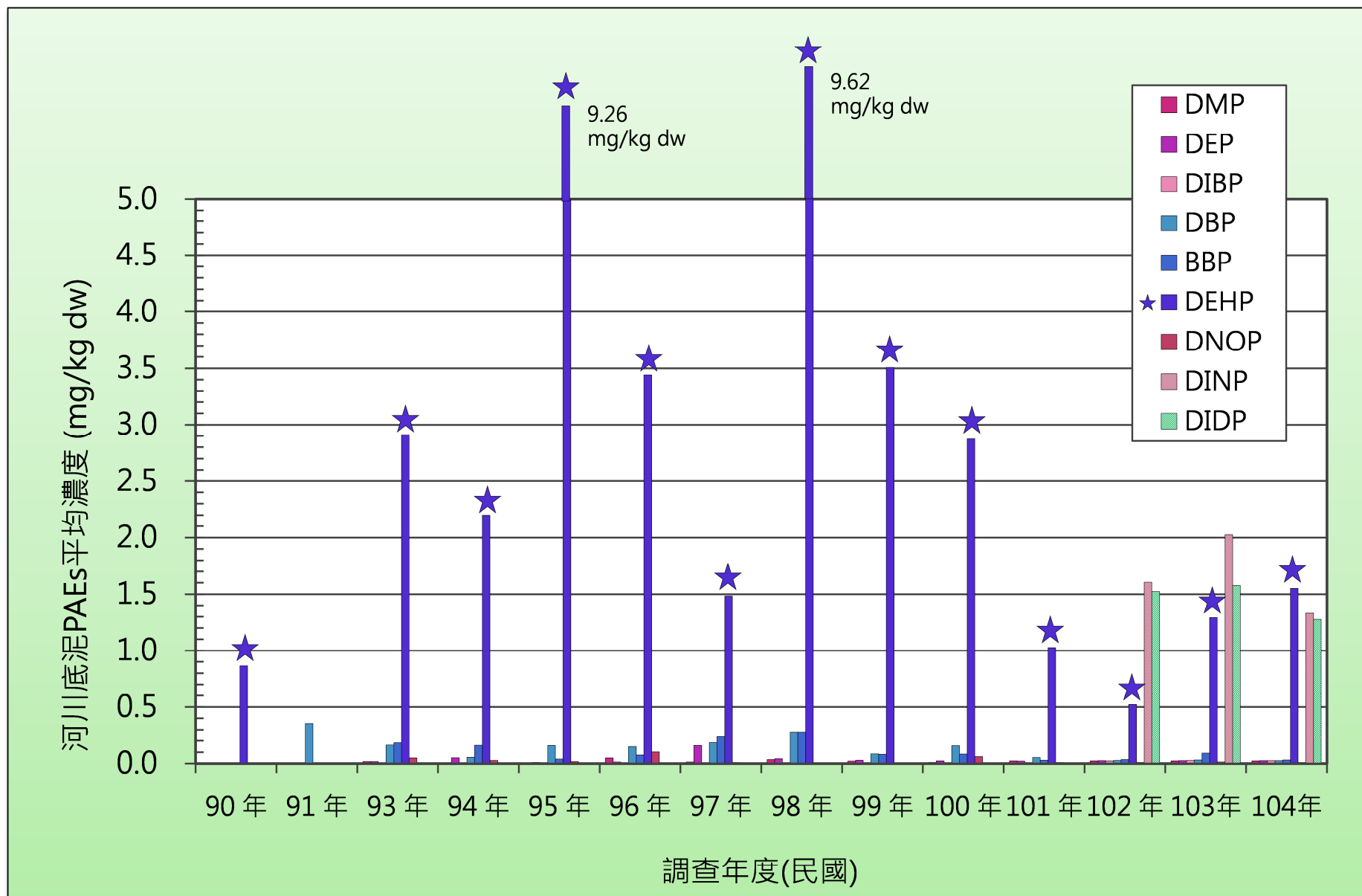


圖 4-11 國內歷年河川底泥 9 種 PAEs 平均濃度分布圖

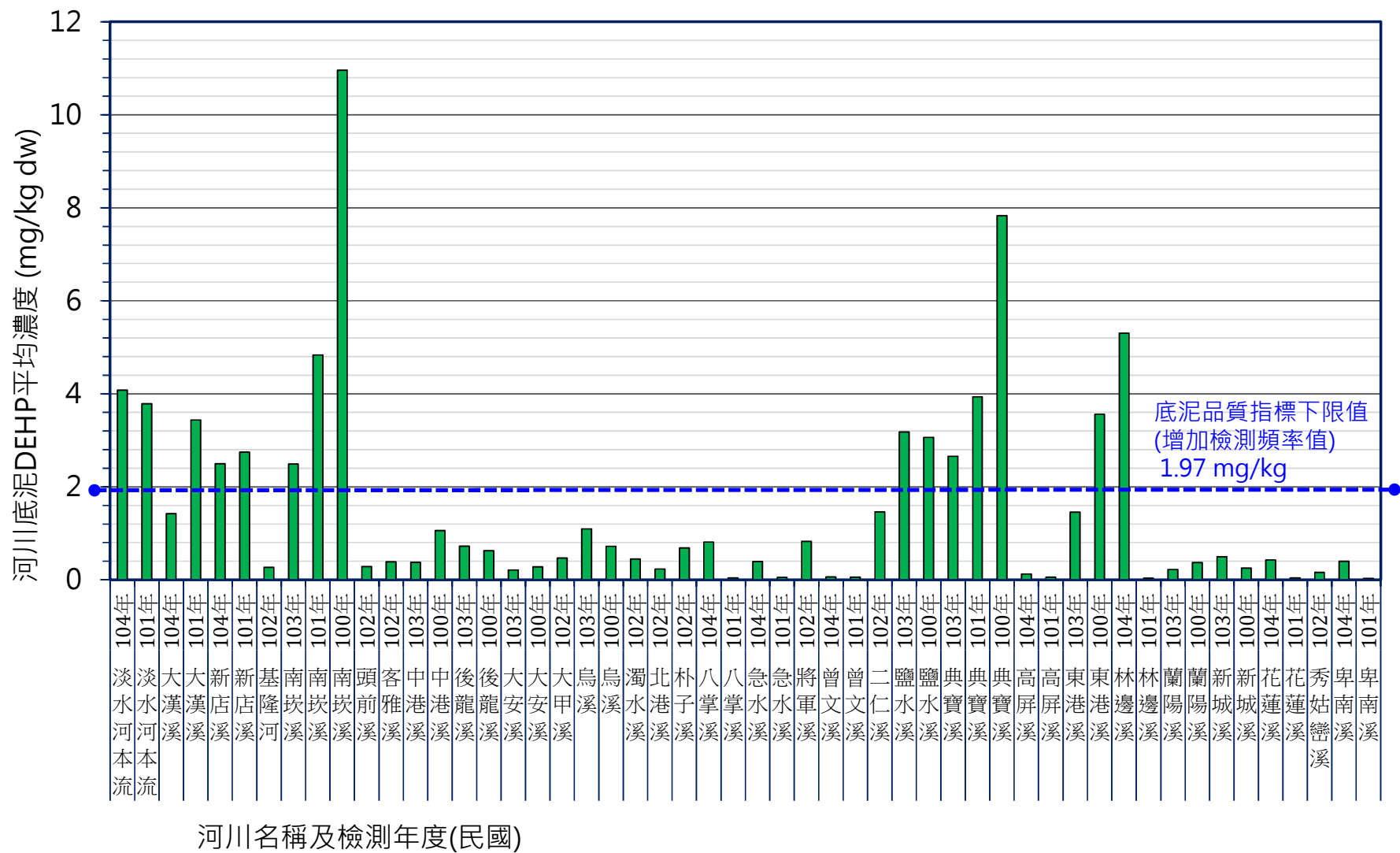


圖 4-12 國內 100-104 年河川底泥 DEHP 平均濃度分布圖

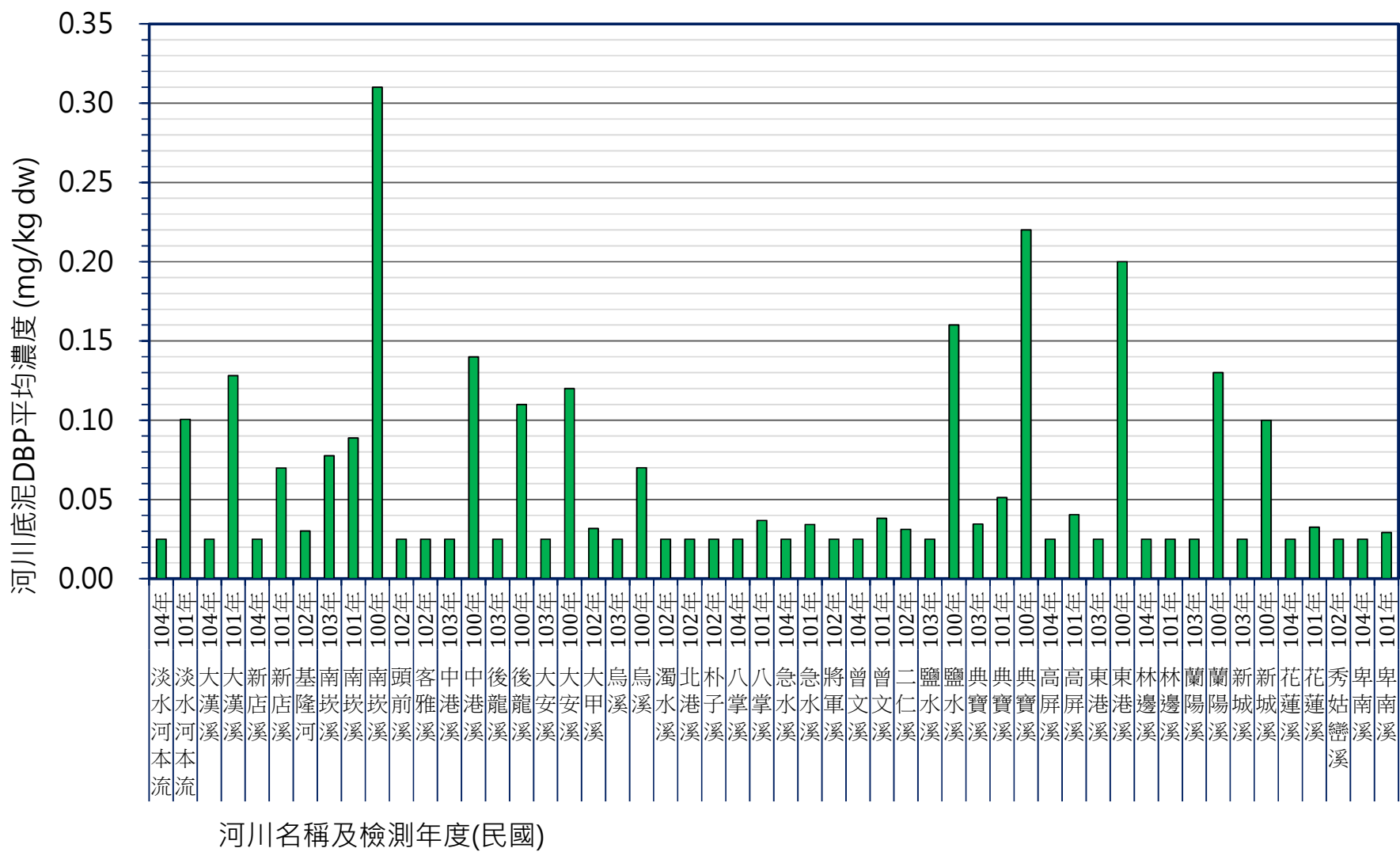


圖 4-13 國內 100-104 年河川底泥 DBP 平均濃度分布圖

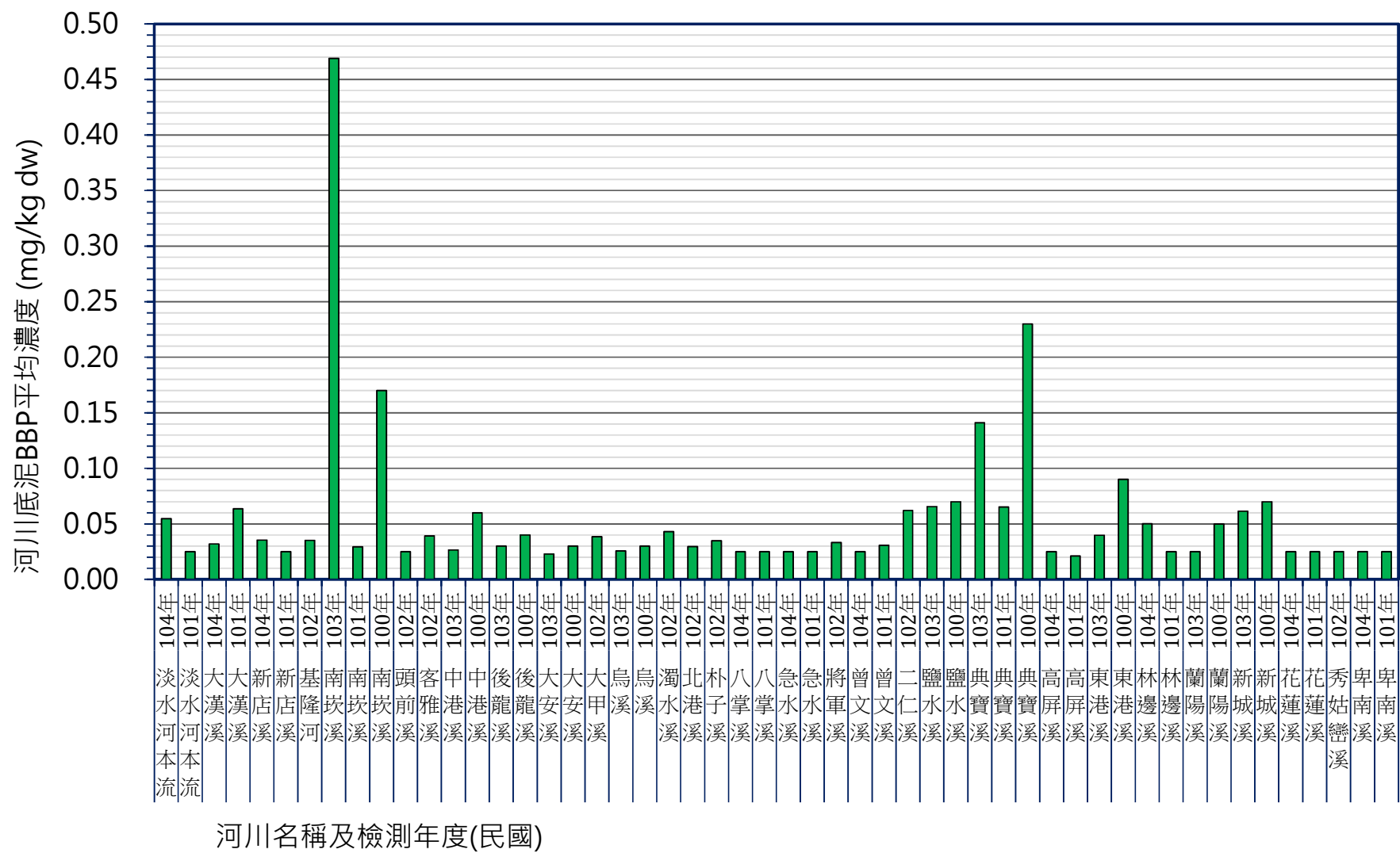


圖 4-14 國內 100-104 年河川底泥 BBP 平均濃度分布圖

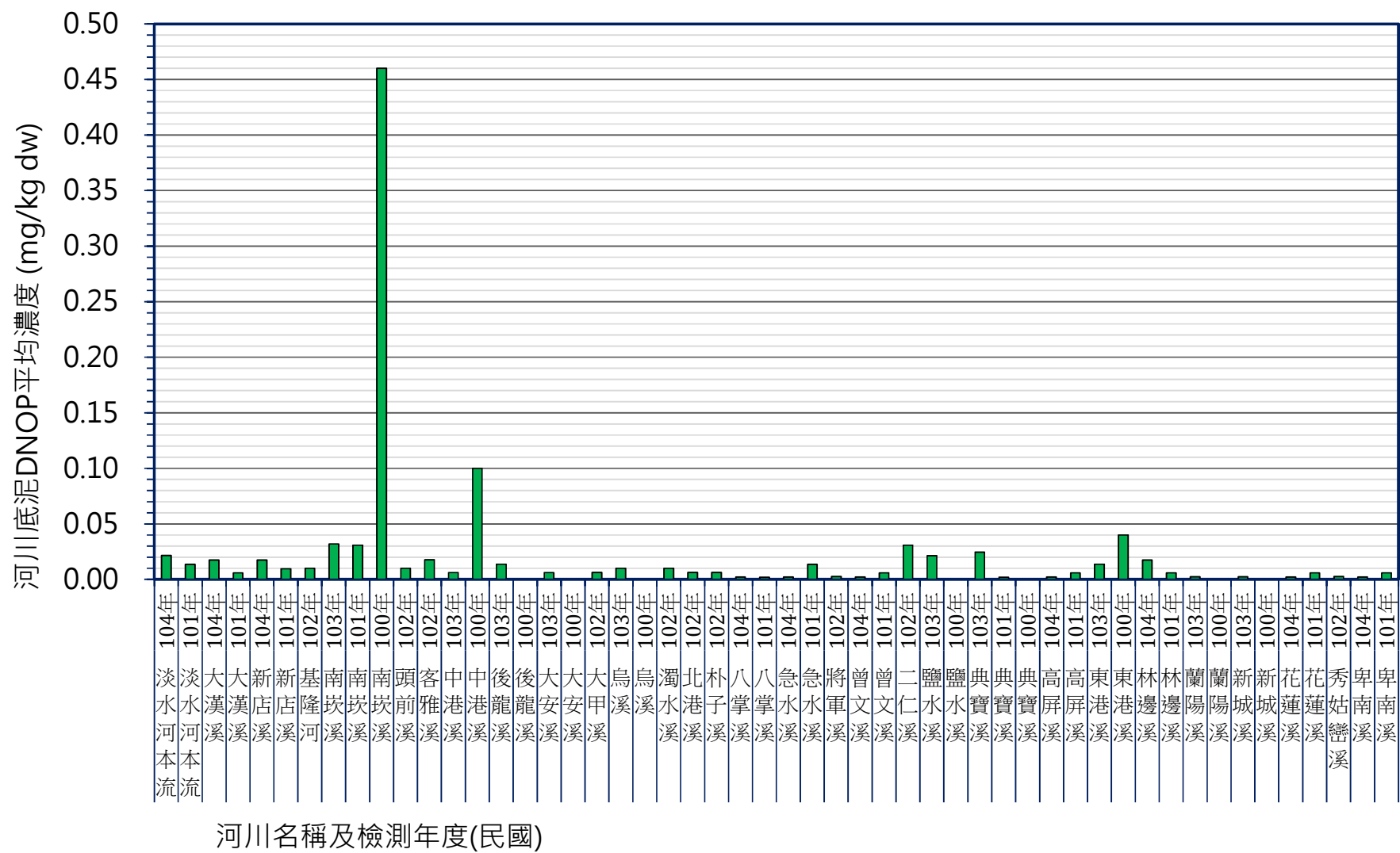


圖 4-15 國內 100-104 年河川底泥 DNOP 平均濃度分布圖

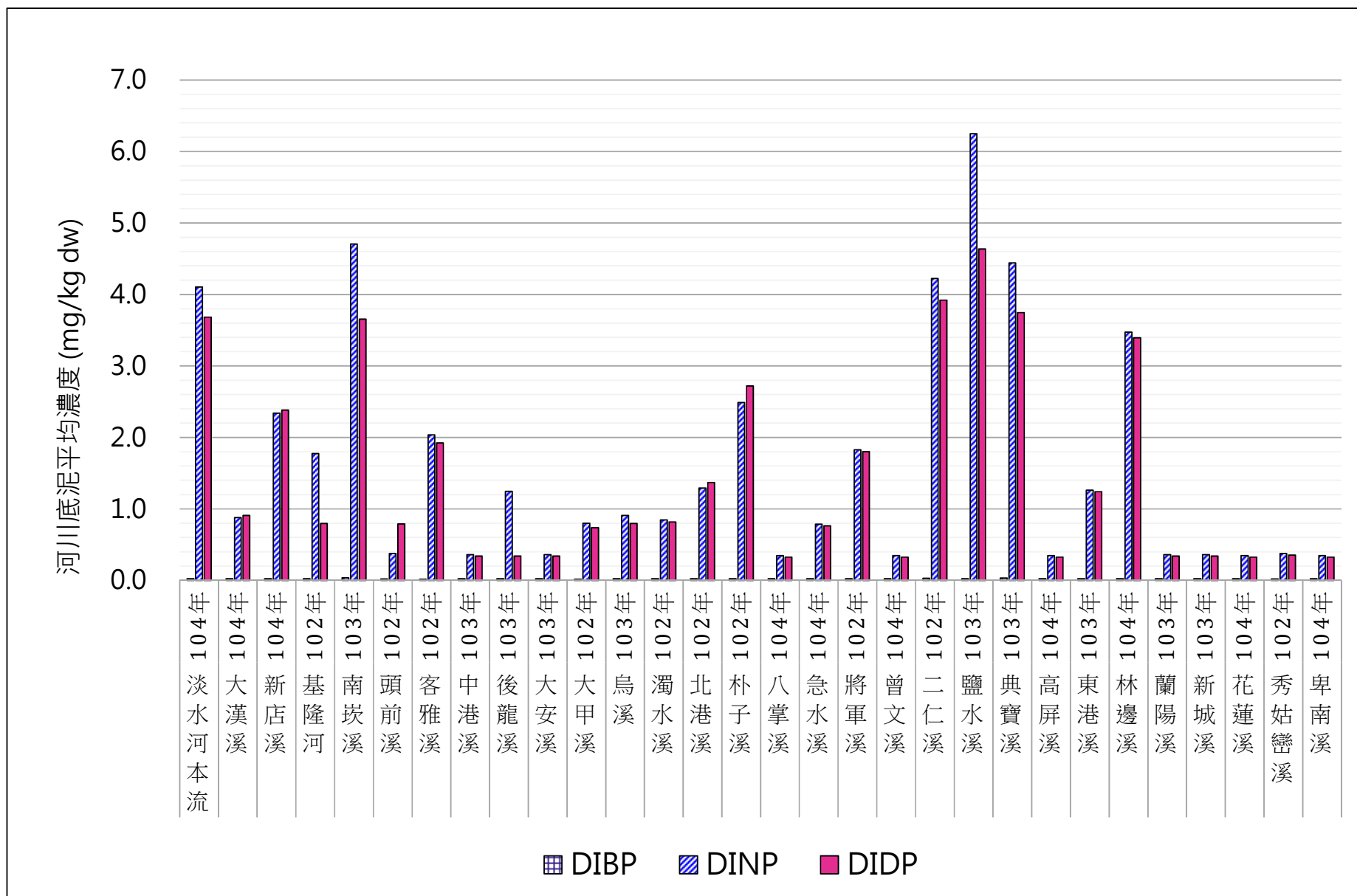


圖 4-16 國內歷年河川底泥 DIBP、DINP、DIDP 平均濃度分布圖

4.4.5 河川環境樣本多溴二苯醚類及六溴聯苯分析結果

一、河川底泥樣本多溴二苯醚類(PBDEs)分析結果

本年度 12 條河川枯水期及豐水期各 36 個底泥樣本 25 種 PBDEs 同源物總量檢測分析結果如表 4-17 所示，25 種 PBDEs 同源物分析結果如表 4-18 至表 4-29 所示，超微量物質分析實驗室樣本數據表如附件六。所有底泥樣本 25 種 PBDEs 同源物總量平均濃度及範圍為 37.6 (0.325-635) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，枯水期平均濃度 57.6 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，豐水期平均濃度 17.6 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。

本年度 12 條河川底泥 PBDEs 同源物總量平均濃度以大漢溪 150 $\mu\text{g/kg}$ 乾重為最高，淡水河本流 129 $\mu\text{g/kg}$ 乾重次之，其他河川平均濃度依次為基隆河 94.6 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，新店溪 28.6 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，客雅溪 27.3 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，林邊溪 7.70 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，急水溪 3.75 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，八掌溪 3.71 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，曾文溪 2.44 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，花蓮溪 1.95 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，高屏溪 1.54 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，卑南溪 0.932 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。

本年度 12 條河川與歷年調查結果底泥 PBDEs 總量平均濃度分布如圖 4-17 所示，淡水河本流、大漢溪、新店溪、基隆河、客雅溪等 5 條河川歷年 PBDEs 濃度較國內其他河川偏高，本年度調查結果顯示，基隆河較 102 年測值上升，淡水河本流、大漢溪、新店溪較 101 年測值下降，但仍較其他河川測值偏高許多，客雅溪測值與 102 年相近。

二、河川底泥樣本六溴聯苯分析結果

本計畫由本中心超微量物質分析實驗室執行樣本多溴二苯醚類分析，該分析方法經超微量物質分析實驗室開發並取得 TAF 認證，可同時進行魚貝類及土壤類樣本中 PBDEs 及 PBBs 含量分析，因此在本計畫進行 PBDEs 同源物分析時，自行加作 5 種 PBBs 同源物含量分析，所得之檢測數據提供委辦單位參考。

本年度 12 條河川枯水期及豐水期各 36 個底泥樣本 5 種 PBBs 同源物總量檢測分析結果如表 4-17 所示，5 種 PBBs 同源物分析結果如表 4-18 至表 4-29 所示，超微量物質分析實驗室樣本數據表如附件六。所有底泥樣本 PBBs 總量平均濃度及範圍為 1.99(0.169-20.5)ng/kg 乾重，枯水期平均濃度 2.75 ng/kg 乾重，豐水期平均濃度 1.23 ng/kg 乾重。

本年度 12 條河川底泥 PBBs 同源物總量平均濃度以新店溪 7.85 ng/kg 乾重為最高，淡水河本流 4.48 ng/kg 乾重次之，其他河川平均濃度依次為基隆河 3.52 ng/kg 乾重，大漢溪 2.32 ng/kg 乾重，客雅溪 2.02 ng/kg 乾重，林邊溪 0.998 ng/kg 乾重，急水溪 0.636 ng/kg 乾重，八掌溪 0.528 ng/kg 乾重，曾文溪 0.508 ng/kg 乾重，花蓮溪 0.395 ng/kg 乾重，高屏溪 0.343 ng/kg 乾重，卑南溪 0.313 ng/kg 乾重。截至目前已完成國內 20 條河川底泥 PBBs 總量平均濃度分布如圖 4-18 所示，其中以二仁溪 PBBs 測值為最高。

三、歷年河川多溴二苯醚物質調查結果分析

環保署自 93 年度開始執行國內河川多溴二苯醚物質含量調查，近 5 年(100-104 年)河川底泥 PBDEs 總量平均濃度分布如圖 4-19 顯示，國內河川底泥 PBDEs 總量平均濃度介於 0.355-269 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，多數河川平均濃度低於 20 $\mu\text{g/kg}$ ，底泥中 PBDEs 總量平均濃度有高於 100 $\mu\text{g/kg}$ 之河川，包括淡水河本流、大漢溪、新店溪、南崁溪，其中，南崁溪於 100 年的平均濃度 269 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，是國內近 5 年調查結果測值最高的河川，淡水河系在幾次調查結果均顯示，自大漢溪、新店溪、基隆河等支流直至本流河段底泥 PBDEs 總量皆較國內其他河川高。環檢所曾於 2009 年針對國內 7 條河川 35 件底泥樣品及 51 件魚體樣品進行多溴二苯醚檢測，檢測待測物包含 3 溴至 10 溴等共 24 個同源物，底泥樣品濃度分布介於 1.470-214 $\mu\text{g/kg dw}$ (平均值 36.7 $\mu\text{g/kg dw}$)，主要同源物為 BDE-209，顯示檢測結果與本研究結果相近。

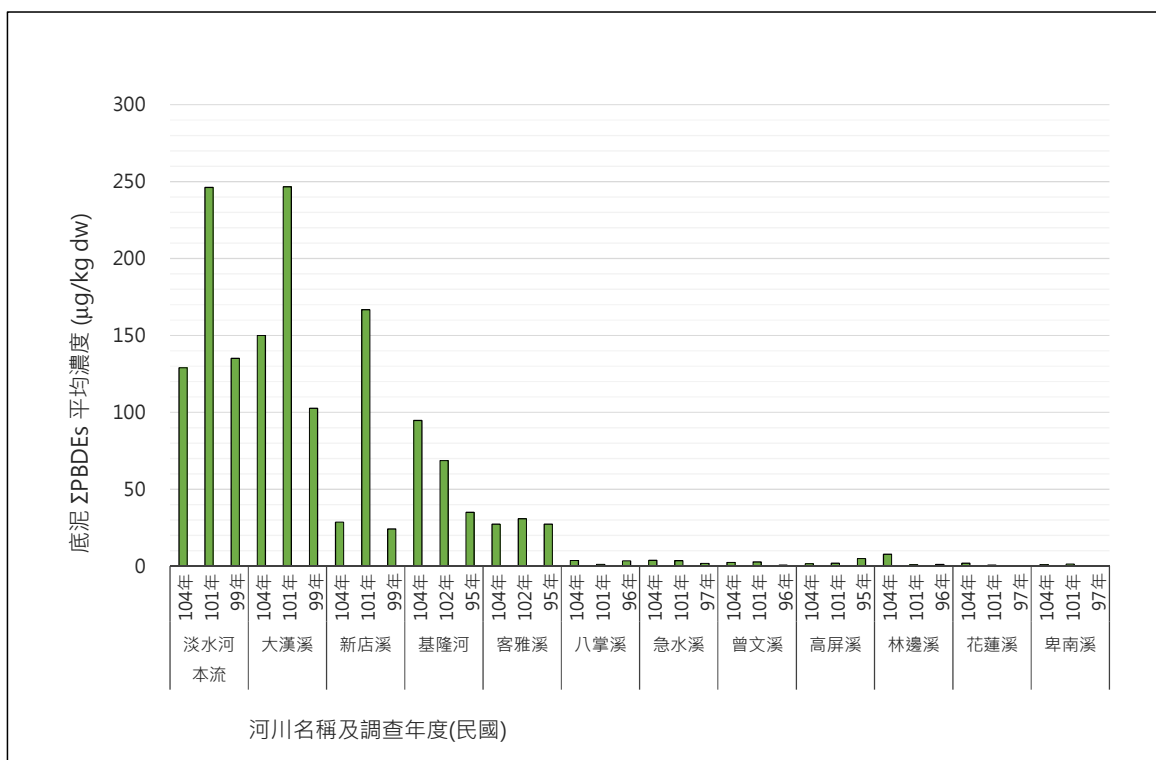


圖 4-17 本年度 12 條調查河川與歷年 PBDEs 總量濃度分布比較圖

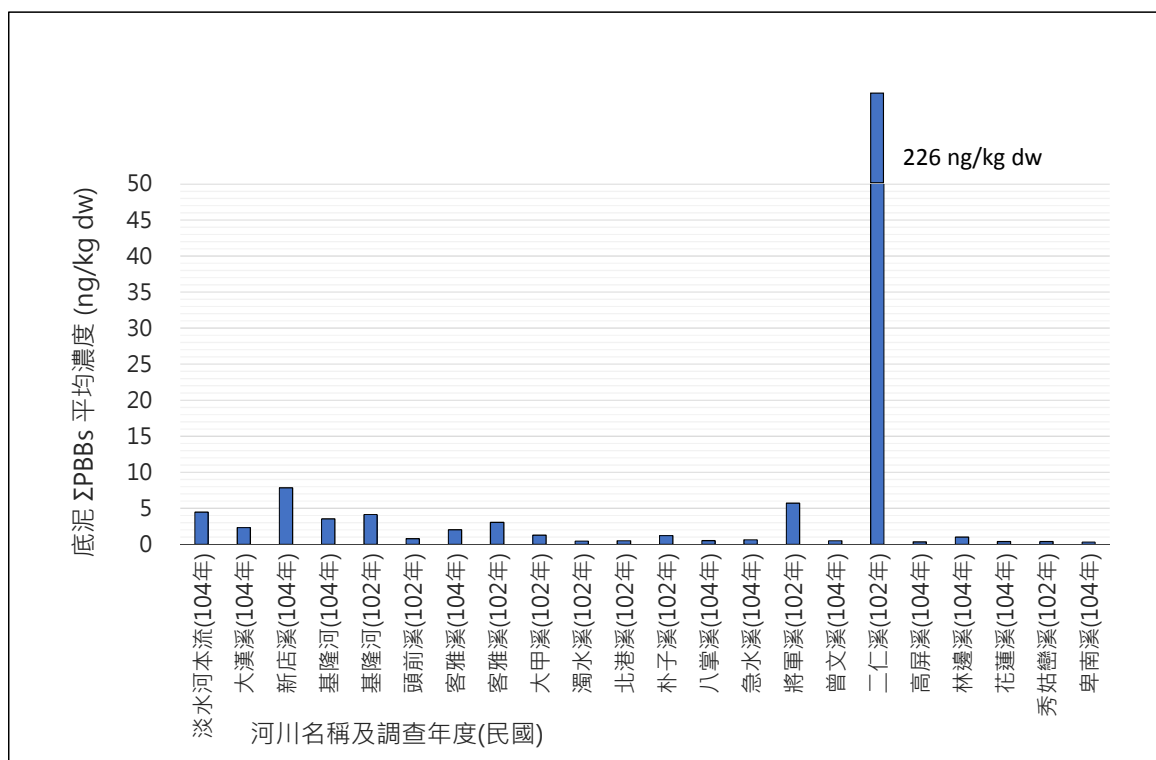


圖 4-18 歷年河川底泥六溴聯苯濃度分布圖

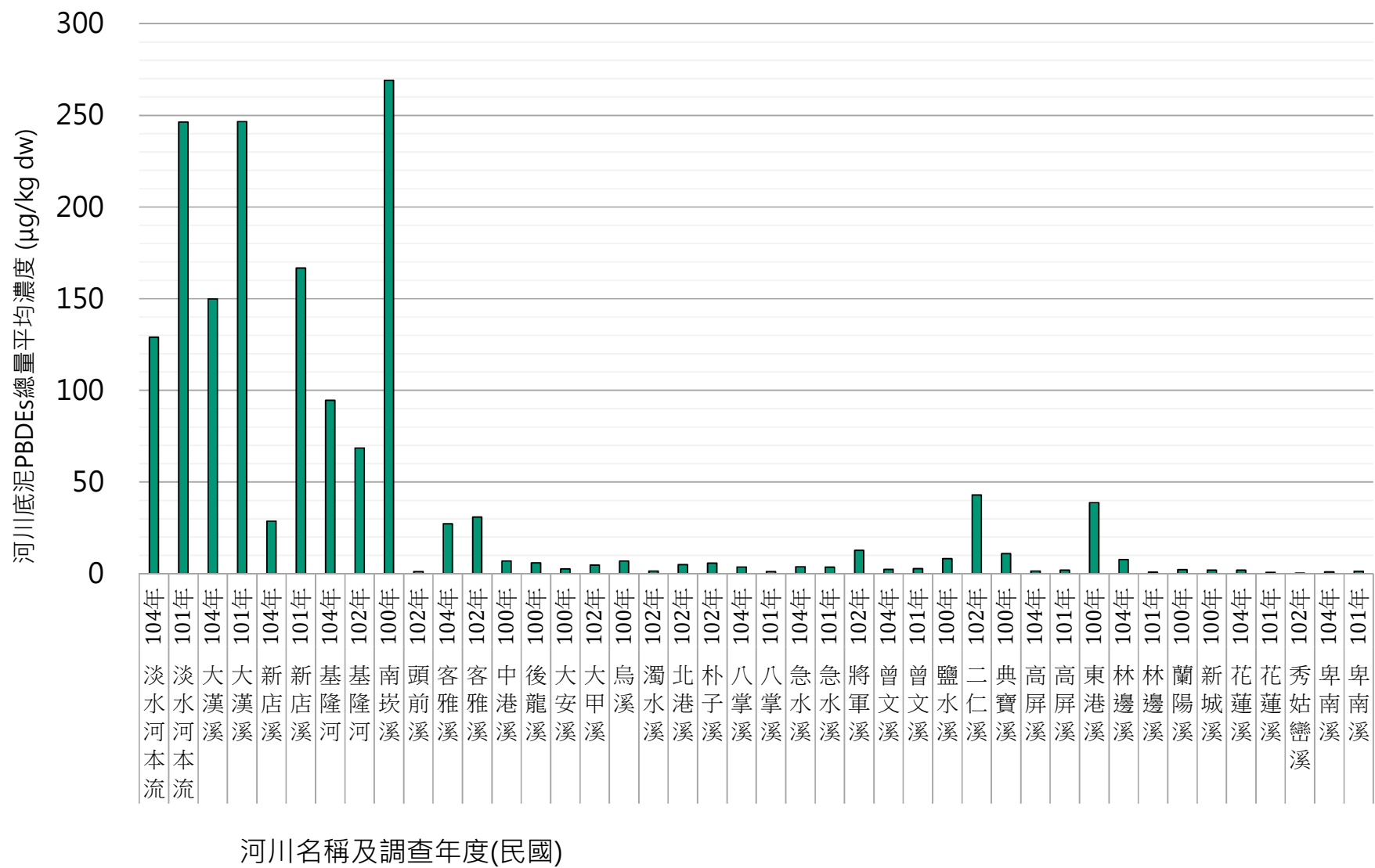


圖 4-19 國內 100-104 年河川底泥 PBDEs 總量平均濃度分布圖

表 4-17 河川底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物總量分析結果

採樣地點 (地點代碼)	25 種 PBDEs 同源物總量 ($\mu\text{g/kg dw}$)		5 種 PBBs 同源物總量 (ng/kg dw)	
	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
忠孝大橋 (DS01)	86.3	40.8	2.76	3.20
重陽大橋 (DS02)	430	111	12.0	2.39
關渡大橋 (DS03)	65.8	39.6	3.84	2.63
淡水河本流平均濃度	194	64.0	6.22	2.74
大溪橋 (DH01)	21.2	0.727	0.595	0.608
三鶯大橋 (DH02)	635	50.1	4.66	0.425
新海大橋 (DH03)	144	47.9	6.14	1.52
大漢溪平均濃度	267	32.9	3.80	0.850
秀朗橋 (SD01)	1.94	1.78	13.1	4.13
華中大橋 (SD02)	25.2	2.77	4.21	3.56
華江大橋 (SD03)	135	5.28	20.5	1.64
新店溪平均濃度	54.0	3.27	12.6	3.11
實踐橋 (KL01)	9.35	19.1	1.45	2.38
南湖大橋 (KL02)	48.4	33.1	4.20	2.59
百齡橋 (KL03)	298	160	6.21	4.26
基隆河平均濃度	119	70.7	3.95	3.078
客雅溪橋 (KY01)	32.0	24.9	3.06	1.73
香雅橋 (KY02)	19.7	10.5	1.16	0.899
浸水橋 (KY03)	36.5	39.9	1.93	3.38
客雅溪平均濃度	29.4	25.1	2.05	2.00
軍輝橋 (BJ01)	1.53	9.51	0.451	0.731
八掌溪橋 (BJ02)	1.95	1.71	0.392	0.333
厚生橋 (BJ03)	5.58	1.95	0.810	0.450
八掌溪平均濃度	3.02	4.39	0.551	0.505
青葉橋 (JH01)	0.730	0.511	0.541	0.452
急水溪橋 (JH02)	1.31	0.775	0.796	0.530
宅港橋 (JH03)	4.93	14.3	0.808	0.688
急水溪平均濃度	2.32	5.19	0.715	0.557
曾文溪橋 (ZW01)	1.06	1.07	0.470	0.188
西港大橋 (ZW02)	8.15	0.962	0.720	0.380
國姓橋 (ZW03)	2.75	0.654	0.556	0.736
曾文溪平均濃度	3.98	0.896	0.582	0.434
里港大橋 (GP01)	1.87	0.877	0.348	0.259
高屏大橋 (GP02)	0.516	0.995	0.233	0.211
雙園大橋 (GP03)	1.68	3.32	0.841	0.169
高屏溪平均濃度	1.36	1.73	0.474	0.213
箕湖大橋 (LB01)	4.51	1.61	0.839	0.439
新埤大橋 (LB02)	34.1	1.95	3.15	0.592
林邊大橋 (LB03)	2.19	1.87	0.567	0.405
林邊溪平均濃度	13.6	1.81	1.52	0.479
箭瑛大橋 (HL01)	0.325	0.624	0.192	0.417
米棧大橋 (HL02)	1.13	0.638	0.202	0.464
花蓮大橋 (HL03)	8.43	0.571	0.644	0.450
花蓮溪平均濃度	3.30	0.611	0.346	0.444
池上大橋 (BN01)	0.701	0.784	0.207	0.440
鸞山大橋 (BN02)	1.80	0.493	0.235	0.433
台東大橋 (BN03)	0.578	1.23	0.233	0.331
卑南溪平均濃度	1.03	0.837	0.225	0.401
12 條河川季節平均濃度	57.6	17.6	2.75	1.23
12 條河川全年平均濃度及範圍	37.6 (0.325-635)		1.99 (0.169-20.5)	

表 4-18 淡水河本流底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果

採樣地點(地點代碼)	忠孝大橋 (DS01)		重陽大橋 (DS02)		關渡大橋 (DS03)	
分析物名稱	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
2,2',4-TrBDE(17)	105	38.5	548	27.8	47.9	24.0
2,4,4'-TrBDE(28)	25.7	14.0	181	14.5	14.4	13.6
三溴同族物總量	130	52.4	729	42.3	62.4	37.5
2,2',4,5'-TeBDE(49)	57.7	118	251	63.5	19.3	47.0
2,3',4',6-TeBDE(71)	150	4.20	1,168	2.13	124	2.97
2,2',4,4'-TeBDE(47)	583	133	7,999	98.9	334	139
2,3',4,4'-TeBDE(66)	31.3	15.8	254	11.2	21.9	12.2
3,3',4,4'-TeBDE(77)	1.40	1.89	2.86	1.34	0.215	1.11
四溴同族物總量	824	272	9,674	177	499	202
2,2',4,4',6-PeBDE(100)	171	25.5	3,003	20.1	103	38.2
2,3',4,4',6-PeBDE(119)	6.85	1.46	68.1	1.00	5.99	0.840
2,2',4,4',5-PeBDE(99)	706	113	11,359	76.7	401	150
2,2',3,4,4'-PeBDE(85)	38.0	5.54	747	4.45	22.8	9.40
3,3',4,4',5-PeBDE(126)	40.1	0.421	788	0.310	24.1	0.214
五溴同族物總量	962	146	15,965	103	556	199
2,2',4,4',5',6-HxBDE(154)	62.9	28.9	1,061	19.5	29.9	27.3
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(153)	147	47.5	1,600	30.8	63.5	42.3
2,2',3,4,4',5'-HxBDE(138)	20.6	7.60	275	4.63	9.10	7.33
2,3,3',4,4',5-HxBDE(156)	0.127	0.400	0.154	0.673	0.324	0.445
六溴同族物總量	231	84.4	2,936	55.6	103	77.4
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE(184)	8.48	10.3	23.1	11.3	2.84	5.92
2,2',3,3',4,5',6-HpBDE(175)	0.543	40.6	127	46.3	125	14.9
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(183)	1.67	352	544	106	73.1	95.3
2,3,3',4,4',5',6-HpBDE(191)	16.1	23.9	88.4	34.0	9.52	11.8
七溴同族物總量	26.8	427	783	198	210	128
2,2',3,3',4,4',6,6'-OcBDE(197)	148	319	499	373	85.1	192
2,2',3,3',4,4',5,6'-OcBDE(196)	230	292	1,032	410	132	225
八溴同族物總量	379	611	1,530	782	218	417
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE(207)	4,656	4,017	21,319	8,756	3,298	3,549
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NoBDE(206)	4,178	3,515	32,646	9,270	3,099	3,145
九溴同族物總量	8,834	7,532	53,965	18,026	6,397	6,694
DeBDE(209)	74,881	31,645	344,602	92,072	57,760	31,876
25 種 PBDEs 同源物總量	86,267	40,769	430,185	111,455	65,805	39,631
2,2',4,4',5,5'-HxBB(153)	2.30	3.01	11.4	2.15	3.36	2.41
2,2',4,4',6,6'-HxBB(155)	0.027	0.016	0.141	0.010	0.031	0.012
2,2',4,4',5,6'-HxBB(154)	0.042	0.072	0.037	0.054	0.152	0.033
2,3,3',4,4',5-HxBB(156)	0.082	0.041	0.344	0.042	0.094	0.046
3,3',4,4',5,5'-HxBB(169)	0.306	0.067	0.141	0.139	0.207	0.122
5 種 PBBs 同源物總量	2.76	3.20	12.0	2.39	3.84	2.63

註：濃度單位 ng/kg 乾重。

表 4-19 大漢溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果

採樣地點(地點代碼)	大溪橋 (DH01)		三鶯大橋 (DH02)		新海大橋 (DH03)	
分析物名稱	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
2,2',4-TrBDE(17)	0.727	0.337	2.48	0.839	92.5	18.0
2,4,4'-TrBDE(28)	0.794	0.472	2.95	1.17	40.8	29.8
三溴同族物總量	1.52	0.809	5.43	2.01	133	47.8
2,2',4,5'-TeBDE(49)	1.22	0.776	5.51	2.07	145	50.5
2,3',4',6-TeBDE(71)	1.68	0.055	0.111	0.195	12.2	2.00
2,2',4,4'-TeBDE(47)	6.77	4.18	32.8	9.33	990	154
2,3',4,4'-TeBDE(66)	0.748	0.435	3.71	1.33	66.0	43.6
3,3',4,4'-TeBDE(77)	0.067	0.150	0.527	0.231	3.60	4.18
四溴同族物總量	10.5	5.59	42.6	13.2	1,216	255
2,2',4,4',6-PeBDE(100)	1.57	0.890	7.11	1.69	292	19.6
2,3',4,4',6-PeBDE(119)	0.109	0.092	0.913	0.092	4.05	2.32
2,2',4,4',5-PeBDE(99)	6.39	3.26	30.6	8.37	1,202	150
2,2',3,4,4'-PeBDE(85)	0.279	0.101	1.50	0.557	61.1	7.82
3,3',4,4',5-PeBDE(126)	0.083	0.068	0.140	0.067	0.575	0.111
五溴同族物總量	8.43	4.41	40.2	10.8	1,560	180
2,2',4,4',5',6-HxBDE(154)	1.79	0.884	9.43	1.59	190	17.9
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(153)	3.27	1.49	18.2	2.69	229	38.8
2,2',3,4,4',5'-HxBDE(138)	0.449	0.392	2.12	0.949	32.2	5.03
2,3,3',4,4',5-HxBDE(156)	0.177	0.196	0.283	0.219	0.508	0.231
六溴同族物總量	5.68	2.96	30.0	5.45	452	61.9
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE(184)	1.93	0.418	13.2	2.22	15.4	3.86
2,2',3,3',4,5',6-HpBDE(175)	2.83	0.665	17.7	22.5	58.1	6.05
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(183)	5.86	4.36	32.1	14.0	209	40.6
2,3,3',4,4',5',6-HpBDE(191)	2.90	0.628	22.3	4.66	32.8	2.44
七溴同族物總量	13.5	6.08	85.3	43.4	316	53.0
2,2',3,3',4,4',6,6'-OcBDE(197)	53.0	7.15	405	197	275	159
2,2',3,3',4,4',5,6'-OcBDE(196)	46.3	8.99	535	220	387	172
八溴同族物總量	99.3	16.1	940	417	662	331
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE(207)	1,552	90.5	21,260	4,847	5,991	3,514
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NoBDE(206)	961	65.8	35,503	4,350	8,573	3,624
九溴同族物總量	2,512	156	56,764	9,197	14,564	7,138
DeBDE(209)	18,567	534	577,313	40,397	125,532	39,794
25 種 PBDEs 同源物總量	21,218	727	635,220	50,085	144,436	47,861
2,2',4,4',5,5'-HxBB(153)	0.432	0.390	4.44	0.169	5.85	1.29
2,2',4,4',6,6'-HxBB(155)	0.012	0.021	0.052	0.012	0.092	0.067
2,2',4,4',5,6'-HxBB(154)	0.014	0.011	0.020	0.030	0.065	0.015
2,3,3',4,4',5-HxBB(156)	0.031	0.023	0.041	0.024	0.062	0.035
3,3',4,4',5,5'-HxBB(169)	0.105	0.163	0.111	0.189	0.066	0.107
5 種 PBBs 同源物總量	0.595	0.608	4.66	0.425	6.14	1.52

註：濃度單位 ng/kg 乾重。

表 4-20 新店溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果

採樣地點(地點代碼)	秀朗橋 (SD01)		華中大橋 (SD02)		華江大橋 (SD03)	
分析物名稱	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
2,2',4-TrBDE(17)	2.35	1.07	15.5	0.699	251	2.12
2,4,4'-TrBDE(28)	3.06	1.29	10.3	0.907	67.4	2.14
三溴同族物總量	5.41	2.36	25.8	1.61	318	4.25
2,2',4,5'-TeBDE(49)	7.00	4.60	27.9	2.77	255	8.23
2,3',4',6-TeBDE(71)	0.707	0.250	2.95	0.217	48.5	0.590
2,2',4,4'-TeBDE(47)	45.7	22.1	235	13.5	1,335	32.0
2,3',4,4'-TeBDE(66)	5.44	2.23	12.8	1.22	75.2	2.63
3,3',4,4'-TeBDE(77)	0.592	0.405	0.635	0.190	3.19	0.262
四溴同族物總量	59.5	29.5	279	17.9	1,717	43.7
2,2',4,4',6-PeBDE(100)	10.5	6.01	69.5	3.22	398	7.00
2,3',4,4',6-PeBDE(119)	0.673	0.554	1.16	0.292	4.73	0.510
2,2',4,4',5-PeBDE(99)	45.4	23.3	274	10.1	1,689	30.4
2,2',3,4,4'-PeBDE(85)	2.26	1.13	15.5	0.504	94.4	1.50
3,3',4,4',5-PeBDE(126)	0.134	0.127	0.199	0.054	1.16	0.045
五溴同族物總量	59.1	31.1	360	14.2	2,188	39.4
2,2',4,4',5',6-HxBDE(154)	9.21	5.30	41.7	3.58	241	6.16
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(153)	13.3	8.35	50.9	4.25	268	10.8
2,2',3,4,4',5'-HxBDE(138)	2.23	1.14	10.1	0.719	48.2	1.78
2,3,3',4,4',5-HxBDE(156)	0.506	0.190	0.386	0.195	0.700	0.199
六溴同族物總量	25.2	15.0	103	8.74	558	19.0
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE(184)	2.21	1.32	11.3	1.08	33.2	1.72
2,2',3,3',4,5',6-HpBDE(175)	4.42	2.57	17.6	1.59	365	3.93
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(183)	17.0	11.9	43.9	10.3	195	32.5
2,3,3',4,4',5',6-HpBDE(191)	2.81	2.04	15.0	1.55	49.7	3.61
七溴同族物總量	26.5	17.8	87.7	14.5	642	41.8
2,2',3,3',4,4',6,6'-OcBDE(197)	24.6	17.4	208	19.6	812	39.4
2,2',3,3',4,4',5,6'-OcBDE(196)	24.3	20.9	161	21.6	577	46.0
八溴同族物總量	48.9	38.3	369	41.2	1,389	85.4
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE(207)	153	212	1,423	305	6,833	559
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NoBDE(206)	117	161	1,062	219	5,461	428
九溴同族物總量	270	373	2,485	524	12,294	987
DeBDE(209)	1,449	1,269	21,536	2,143	115,716	4,059
25 種 PBDEs 同源物總量	1,944	1,776	25,246	2,765	134,822	5,280
2,2',4,4',5,5'-HxBB(153)	12.6	3.93	3.89	3.41	19.8	1.49
2,2',4,4',6,6'-HxBB(155)	0.041	0.032	0.031	0.038	0.059	0.014
2,2',4,4',5,6'-HxBB(154)	0.048	0.054	0.037	0.019	0.071	0.014
2,3,3',4,4',5-HxBB(156)	0.117	0.046	0.110	0.030	0.206	0.039
3,3',4,4',5,5'-HxBB(169)	0.230	0.072	0.139	0.069	0.314	0.083
5 種 PBBs 同源物總量	13.1	4.13	4.21	3.56	20.5	1.64

註：濃度單位 ng/kg 乾重。

表 4-21 基隆河底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果

採樣地點(地點代碼)	實踐橋 (KL01)		南湖大橋 (KL02)		百齡橋 (KL03)	
分析物名稱	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
2,2',4-TrBDE(17)	3.22	5.26	123	75.9	172	133
2,4,4'-TrBDE(28)	5.43	5.12	129	52.2	83.1	74.1
三溴同族物總量	8.66	10.4	252	128	255	207
2,2',4,5'-TeBDE(49)	13.2	19.2	342	196	337	335
2,3',4',6-TeBDE(71)	0.248	13.9	56.9	26.3	28.7	24.3
2,2',4,4'-TeBDE(47)	85.2	144	9,912	3,223	3,116	2,196
2,3',4,4'-TeBDE(66)	13.9	10.5	312	103	124	93.5
3,3',4,4'-TeBDE(77)	1.19	1.16	2.31	0.958	2.40	2.09
四溴同族物總量	114	189	10,626	3,549	3,609	2,651
2,2',4,4',6-PeBDE(100)	21.0	38.4	3,567	1,114	1,173	758
2,3',4,4',6-PeBDE(119)	1.30	1.76	19.2	5.17	7.95	4.59
2,2',4,4',5-PeBDE(99)	94.4	157	14,192	4,539	4,417	2,908
2,2',3,4,4'-PeBDE(85)	4.88	7.02	1,024	267	294	177
3,3',4,4',5-PeBDE(126)	0.230	0.289	2.74	0.410	1.61	0.568
五溴同族物總量	122	205	18,804	5,925	5,894	3,849
2,2',4,4',5',6-HxBDE(154)	19.1	32.0	1,640	573	573	382
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(153)	29.4	78.7	1,794	603	605	390
2,2',3,4,4',5'-HxBDE(138)	4.09	8.40	329	95.7	111	66.6
2,3,3',4,4',5-HxBDE(156)	0.493	0.727	0.316	1.54	0.560	0.621
六溴同族物總量	53.1	120	3,763	1,274	1,289	839
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE(184)	6.49	7.95	27.6	12.2	43.8	19.3
2,2',3,3',4,5',6-HpBDE(175)	15.9	5.11	30.2	12.7	68.8	36.4
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(183)	50.5	250	171	118	244	156
2,3,3',4,4',5',6-HpBDE(191)	11.7	9.44	14.4	9.01	68.5	30.6
七溴同族物總量	84.6	273	243	152	425	242
2,2',3,3',4,4',6,6'-OcBDE(197)	108	112	182	99.0	1,191	151
2,2',3,3',4,4',5,6'-OcBDE(196)	101	146	151	116	967	241
八溴同族物總量	209	258	333	215	2,158	392
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE(207)	659	1,429	1,035	1,807	12,826	6,179
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NoBDE(206)	581	1,272	845	1,524	11,725	8,389
九溴同族物總量	1,239	2,700	1,881	3,331	24,551	14,568
DeBDE(209)	7,516	15,380	12,507	18,533	259,793	137,078
25 種 PBDEs 同源物總量	9,347	19,135	48,408	33,108	297,974	159,827
2,2',4,4',5,5'-HxBB(153)	1.16	2.15	3.50	2.20	5.64	3.93
2,2',4,4',6,6'-HxBB(155)	0.030	0.019	0.091	0.024	0.098	0.019
2,2',4,4',5,6'-HxBB(154)	0.037	0.031	0.109	0.040	0.048	0.068
2,3,3',4,4',5-HxBB(156)	0.101	0.056	0.216	0.088	0.156	0.093
3,3',4,4',5,5'-HxBB(169)	0.119	0.131	0.288	0.234	0.270	0.151
5 種 PBBs 同源物總量	1.45	2.38	4.20	2.59	6.21	4.26

註：濃度單位 ng/kg 乾重。

表 4-22 客雅溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果

採樣地點(地點代碼)	客雅溪橋 (KY01)		香雅橋 (KY02)		浸水橋 (KY03)	
分析物名稱	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
2,2',4-TrBDE(17)	9.95	7.77	3.11	4.59	26.2	43.0
2,4,4'-TrBDE(28)	11.6	6.43	2.64	1.58	8.19	9.64
三溴同族物總量	21.5	14.2	5.75	6.17	34.4	52.7
2,2',4,5'-TeBDE(49)	25.4	22.0	7.46	13.5	33.8	49.4
2,3',4',6-TeBDE(71)	1.17	1.47	0.168	1.28	1.56	5.89
2,2',4,4'-TeBDE(47)	330	135	74.7	29.9	111	135
2,3',4,4'-TeBDE(66)	13.8	7.61	4.35	2.66	15.9	10.3
3,3',4,4'-TeBDE(77)	1.12	0.891	0.523	0.152	1.53	1.13
四溴同族物總量	372	167	87.2	47.5	164	201
2,2',4,4',6-PeBDE(100)	83.3	33.8	23.2	10.5	29.8	27.8
2,3',4,4',6-PeBDE(119)	2.34	2.14	0.766	0.358	1.03	2.75
2,2',4,4',5-PeBDE(99)	354	129	97.6	44.4	157	112
2,2',3,4,4'-PeBDE(85)	17.2	5.79	5.27	1.43	8.60	5.46
3,3',4,4',5-PeBDE(126)	0.510	0.424	0.164	0.256	5.78	0.631
五溴同族物總量	458	171	127	56.9	202	149
2,2',4,4',5',6-HxBDE(154)	51.3	32.2	17.2	9.58	33.9	41.0
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(153)	80.9	44.6	27.4	16.0	65.1	109
2,2',3,4,4',5'-HxBDE(138)	7.82	5.05	3.33	1.29	8.54	8.03
2,3,3',4,4',5-HxBDE(156)	0.919	0.770	0.366	0.871	0.502	1.56
六溴同族物總量	141	82.6	48.3	27.7	108	160
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE(184)	12.4	9.36	7.36	3.07	11.6	23.5
2,2',3,3',4,5',6-HpBDE(175)	39.9	19.6	7.67	5.18	12.7	56.2
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(183)	111	93.5	55.9	30.5	42.2	1,319
2,3,3',4,4',5',6-HpBDE(191)	21.7	14.3	12.9	7.08	13.7	24.9
七溴同族物總量	185	137	83.8	45.9	80.3	1,424
2,2',3,3',4,4',6,6'-OcBDE(197)	238	129	171	45.8	439	438
2,2',3,3',4,4',5,6'-OcBDE(196)	232	205	181	63.7	215	243
八溴同族物總量	470	334	352	110	654	681
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE(207)	2,127	2,141	1,363	904	1,718	3,144
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NoBDE(206)	1,686	2,018	1,287	733	1,343	2,304
九溴同族物總量	3,813	4,159	2,651	1,637	3,061	5,448
DeBDE(209)	26,589	19,860	16,361	8,584	32,166	31,772
25 種 PBDEs 同源物總量	32,049	24,925	19,715	10,515	36,470	39,887
2,2',4,4',5,5'-HxBB(153)	2.75	1.43	0.748	0.633	1.56	2.97
2,2',4,4',6,6'-HxBB(155)	0.029	0.023	0.046	0.028	0.029	0.093
2,2',4,4',5,6'-HxBB(154)	0.034	0.038	0.055	0.045	0.034	0.084
2,3,3',4,4',5-HxBB(156)	0.119	0.094	0.123	0.086	0.085	0.078
3,3',4,4',5,5'-HxBB(169)	0.122	0.137	0.187	0.107	0.223	0.150
5 種 PBBs 同源物總量	3.06	1.73	1.16	0.899	1.93	3.38

註：濃度單位 ng/kg 乾重。

表 4-23 八掌溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果

採樣地點(地點代碼)	軍輝橋 (BJ01)		八掌溪橋 (BJ02)		厚生橋 (BJ03)	
分析物名稱	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
2,2',4-TrBDE(17)	0.819	1.05	1.14	1.43	3.38	1.24
2,4,4'-TrBDE(28)	1.41	0.971	1.22	1.28	3.06	1.17
三溴同族物總量	2.23	2.02	2.36	2.72	6.43	2.41
2,2',4,5'-TeBDE(49)	1.38	3.26	2.04	3.42	15.7	4.62
2,3',4',6-TeBDE(71)	0.349	0.394	0.400	0.214	1.19	0.131
2,2',4,4'-TeBDE(47)	11.4	20.6	13.1	12.2	439	13.5
2,3',4,4'-TeBDE(66)	2.24	1.43	1.64	1.23	15.3	1.09
3,3',4,4'-TeBDE(77)	1.70	0.194	1.44	0.264	1.29	0.095
四溴同族物總量	17.1	25.9	18.6	17.3	473	19.4
2,2',4,4',6-PeBDE(100)	2.78	6.29	3.20	3.19	415	3.50
2,3',4,4',6-PeBDE(119)	0.321	0.386	0.515	0.177	1.25	0.128
2,2',4,4',5-PeBDE(99)	13.1	25.4	13.0	13.6	2,376	15.1
2,2',3,4,4'-PeBDE(85)	1.11	1.29	0.858	0.758	138	0.767
3,3',4,4',5-PeBDE(126)	0.846	0.082	0.689	0.110	0.731	0.079
五溴同族物總量	18.2	33.5	18.2	17.9	2,930	19.6
2,2',4,4',5',6-HxBDE(154)	1.95	5.27	2.04	2.46	233	2.46
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(153)	3.46	10.2	3.40	4.56	347	3.80
2,2',3,4,4',5'-HxBDE(138)	1.42	1.66	1.13	0.828	47.2	0.871
2,3,3',4,4',5-HxBDE(156)	0.860	0.305	0.518	0.335	0.452	0.227
六溴同族物總量	7.69	17.4	7.09	8.18	628	7.36
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE(184)	0.667	6.07	0.662	2.21	1.99	2.20
2,2',3,3',4,5',6-HpBDE(175)	1.50	7.49	1.59	1.06	2.60	0.380
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(183)	4.47	34.3	4.35	4.26	12.9	3.20
2,3,3',4,4',5',6-HpBDE(191)	1.53	6.90	1.12	2.49	1.17	2.73
七溴同族物總量	8.17	54.8	7.73	10.0	18.6	8.51
2,2',3,3',4,4',6,6'-OcBDE(197)	8.88	130	8.13	29.7	12.3	34.5
2,2',3,3',4,4',5,6'-OcBDE(196)	8.78	117	7.73	26.2	9.6	30.0
八溴同族物總量	17.7	247	15.9	55.8	21.9	64.5
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE(207)	147	1,199	165	295	151	305
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NoBDE(206)	84.4	714	83.1	212	81.4	151
九溴同族物總量	231	1,913	248	507	232	456
DeBDE(209)	1,226	7,216	1,635	1,096	1,274	1,376
25 種 PBDEs 同源物總量	1,529	9,509	1,952	1,715	5,585	1,953
2,2',4,4',5,5'-HxBB(153)	0.166	0.439	0.074	0.157	0.369	0.168
2,2',4,4',6,6'-HxBB(155)	0.022	0.010	0.023	0.011	0.023	0.006
2,2',4,4',5,6'-HxBB(154)	0.032	0.025	0.031	0.030	0.034	0.016
2,3,3',4,4',5-HxBB(156)	0.062	0.033	0.079	0.050	0.072	0.038
3,3',4,4',5,5'-HxBB(169)	0.169	0.224	0.185	0.084	0.312	0.221
5 種 PBBs 同源物總量	0.451	0.731	0.392	0.333	0.810	0.450

註：濃度單位 ng/kg 乾重。

表 4-24 急水溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果

採樣地點(地點代碼)	青葉橋 (JH01)		急水溪橋 (JH02)		宅港橋 (JH03)	
分析物名稱	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
2,2',4-TrBDE(17)	0.319	0.256	0.969	0.473	3.31	2.15
2,4,4'-TrBDE(28)	0.582	0.439	1.78	0.261	1.34	1.01
三溴同族物總量	0.901	0.694	2.75	0.733	4.65	3.16
2,2',4,5'-TeBDE(49)	0.501	0.845	2.47	0.784	5.93	3.75
2,3',4',6-TeBDE(71)	0.097	0.395	0.378	0.185	0.497	0.291
2,2',4,4'-TeBDE(47)	3.45	3.84	16.4	3.94	16.6	10.1
2,3',4,4'-TeBDE(66)	0.730	0.487	2.63	0.242	1.83	0.383
3,3',4,4'-TeBDE(77)	0.935	0.154	0.776	0.160	0.743	0.251
四溴同族物總量	5.72	5.72	22.6	5.31	25.6	14.7
2,2',4,4',6-PeBDE(100)	0.830	1.16	2.20	1.09	4.25	2.27
2,3',4,4',6-PeBDE(119)	0.129	0.275	0.326	0.253	0.643	0.464
2,2',4,4',5-PeBDE(99)	3.26	3.13	12.9	3.03	16.6	7.51
2,2',3,4,4'-PeBDE(85)	0.482	0.291	0.875	0.267	0.735	0.491
3,3',4,4',5-PeBDE(126)	0.379	0.197	0.333	0.181	0.405	0.333
五溴同族物總量	5.08	5.05	16.6	4.82	22.7	11.1
2,2',4,4',5',6-HxBDE(154)	1.53	1.55	3.51	1.70	5.03	5.92
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(153)	1.74	1.76	5.50	1.42	7.04	5.68
2,2',3,4,4',5'-HxBDE(138)	0.538	0.584	0.922	0.269	1.04	0.642
2,3,3',4,4',5-HxBDE(156)	0.242	0.904	0.168	0.416	0.427	1.00
六溴同族物總量	4.05	4.79	10.1	3.80	13.5	13.2
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE(184)	0.406	0.415	0.922	0.252	2.38	3.46
2,2',3,3',4,5',6-HpBDE(175)	0.767	0.397	1.59	0.790	7.58	3.73
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(183)	5.06	3.52	6.53	3.59	12.2	21.4
2,3,3',4,4',5',6-HpBDE(191)	0.506	0.315	0.682	0.467	2.33	5.66
七溴同族物總量	6.74	4.64	9.72	5.10	24.4	34.2
2,2',3,3',4,4',6,6'-OcBDE(197)	4.07	5.89	23.4	7.16	22.0	79.3
2,2',3,3',4,4',5,6'-OcBDE(196)	3.64	5.60	7.71	6.09	19.2	85.1
八溴同族物總量	7.71	11.5	31.1	13.2	41.2	164
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE(207)	66.6	58.4	116.8	85.4	374	1,376
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NoBDE(206)	34.8	41.4	67.0	54.2	231	830
九溴同族物總量	101	100	184	140	606	2,207
DeBDE(209)	599	379	1,035	602	4,188	11,824
25 種 PBDEs 同源物總量	730	511	1,312	775	4,926	14,272
2,2',4,4',5,5'-HxBB(153)	0.082	0.090	0.260	0.108	0.312	0.130
2,2',4,4',6,6'-HxBB(155)	0.033	0.038	0.042	0.036	0.037	0.045
2,2',4,4',5,6'-HxBB(154)	0.046	0.063	0.059	0.059	0.053	0.074
2,3,3',4,4',5-HxBB(156)	0.088	0.096	0.102	0.115	0.105	0.139
3,3',4,4',5,5'-HxBB(169)	0.292	0.165	0.333	0.212	0.302	0.299
5 種 PBBs 同源物總量	0.541	0.452	0.796	0.530	0.808	0.688

註：濃度單位 ng/kg 乾重。

表 4-25 曾文溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果

採樣地點(地點代碼)	曾文溪橋 (ZW01)		西港大橋 (ZW02)		國姓橋 (ZW03)	
分析物名稱	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
2,2',4-TrBDE(17)	0.329	0.251	1.10	0.895	0.977	0.482
2,4,4'-TrBDE(28)	0.426	0.384	1.40	0.519	0.701	0.497
三溴同族物總量	0.755	0.635	2.50	1.41	1.68	0.979
2,2',4,5'-TeBDE(49)	0.543	0.514	1.98	4.47	1.38	0.934
2,3',4',6-TeBDE(71)	0.078	0.174	0.606	0.788	0.111	0.072
2,2',4,4'-TeBDE(47)	3.54	4.26	7.53	7.90	5.55	5.25
2,3',4,4'-TeBDE(66)	0.669	0.222	1.93	0.632	0.901	0.383
3,3',4,4'-TeBDE(77)	0.529	0.048	1.81	0.070	0.503	0.053
四溴同族物總量	5.36	5.22	13.9	13.9	8.44	6.69
2,2',4,4',6-PeBDE(100)	0.620	0.633	1.88	5.21	0.767	0.917
2,3',4,4',6-PeBDE(119)	0.095	0.086	0.574	0.197	0.117	0.131
2,2',4,4',5-PeBDE(99)	3.04	2.11	8.15	39.1	3.55	3.55
2,2',3,4,4'-PeBDE(85)	0.248	0.088	1.72	3.59	0.324	0.134
3,3',4,4',5-PeBDE(126)	0.239	0.054	1.98	0.122	0.227	0.081
五溴同族物總量	4.24	2.97	14.3	48.2	4.99	4.81
2,2',4,4',5',6-HxBDE(154)	1.03	1.14	2.75	4.05	2.63	1.36
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(153)	1.69	1.11	5.14	6.34	2.75	1.87
2,2',3,4,4',5'-HxBDE(138)	0.647	0.265	4.24	1.05	0.474	0.146
2,3,3',4,4',5-HxBDE(156)	0.154	0.235	4.29	0.308	0.157	0.259
六溴同族物總量	3.52	2.75	16.4	11.7	6.01	3.64
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE(184)	0.345	1.29	1.09	1.17	0.764	1.20
2,2',3,3',4,5',6-HpBDE(175)	0.561	1.23	2.71	1.01	1.59	1.11
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(183)	2.61	5.33	7.38	6.14	8.79	4.50
2,3,3',4,4',5',6-HpBDE(191)	0.527	1.66	3.43	1.34	0.904	1.47
七溴同族物總量	4.04	9.51	14.6	9.66	12.0	8.29
2,2',3,3',4,4',6,6'-OcBDE(197)	4.86	21.1	12.5	15.6	9.78	13.2
2,2',3,3',4,4',5,6'-OcBDE(196)	3.75	16.8	13.1	12.7	7.97	12.2
八溴同族物總量	8.61	37.9	25.6	28.3	17.7	25.4
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE(207)	93.4	155	363	134	213	99.0
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NoBDE(206)	45.4	100	266	72.6	114	67.4
九溴同族物總量	139	256	629	206	327	166
DeBDE(209)	894	756	7,430	642	2,368	438
25 種 PBDEs 同源物總量	1,059	1,071	8,146	962	2,746	654
2,2',4,4',5,5'-HxBB(153)	0.151	0.032	0.219	0.123	0.206	0.188
2,2',4,4',6,6'-HxBB(155)	0.025	0.006	0.024	0.034	0.030	0.145
2,2',4,4',5,6'-HxBB(154)	0.035	0.015	0.092	0.018	0.042	0.128
2,3,3',4,4',5-HxBB(156)	0.070	0.036	0.065	0.060	0.067	0.049
3,3',4,4',5,5'-HxBB(169)	0.189	0.099	0.321	0.144	0.211	0.226
5 種 PBBs 同源物總量	0.470	0.188	0.720	0.380	0.556	0.736

註：濃度單位 ng/kg 乾重。

表 4-26 高屏溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果

採樣地點(地點代碼)	里港大橋 (GP01)		高屏大橋 (GP02)		雙園大橋 (GP03)	
分析物名稱	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
2,2',4-TrBDE(17)	0.423	0.411	0.306	0.254	0.587	0.222
2,4,4'-TrBDE(28)	0.571	0.505	0.387	0.412	0.597	0.330
三溴同族物總量	0.994	0.917	0.693	0.665	1.18	0.552
2,2',4,5'-TeBDE(49)	0.126	0.917	0.069	0.441	0.222	0.446
2,3',4',6-TeBDE(71)	0.365	0.199	0.409	0.070	1.02	0.076
2,2',4,4'-TeBDE(47)	6.918	6.68	4.38	3.45	7.67	2.47
2,3',4,4'-TeBDE(66)	0.216	0.353	0.120	0.289	0.441	0.096
3,3',4,4'-TeBDE(77)	0.132	0.046	0.073	0.051	0.080	0.055
四溴同族物總量	7.76	8.19	5.05	4.30	9.43	3.14
2,2',4,4',6-PeBDE(100)	0.979	2.97	0.603	0.613	1.37	0.366
2,3',4,4',6-PeBDE(119)	0.243	0.126	0.153	0.129	0.205	0.095
2,2',4,4',5-PeBDE(99)	4.45	16.4	2.63	2.23	6.84	1.27
2,2',3,4,4'-PeBDE(85)	0.229	0.870	0.144	0.131	0.193	0.096
3,3',4,4',5-PeBDE(126)	0.241	0.078	0.152	0.080	0.203	0.059
五溴同族物總量	6.14	20.5	3.69	3.18	8.81	1.89
2,2',4,4',5',6-HxBDE(154)	0.366	1.98	0.350	1.02	1.08	0.802
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(153)	1.20	4.01	0.561	1.66	3.37	1.27
2,2',3,4,4',5'-HxBDE(138)	0.369	0.519	0.110	0.270	0.252	0.152
2,3,3',4,4',5-HxBDE(156)	0.165	0.147	0.109	0.174	0.250	0.270
六溴同族物總量	2.10	6.65	1.13	3.13	4.95	2.49
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE(184)	0.101	1.07	0.054	1.30	0.136	0.683
2,2',3,3',4,5',6-HpBDE(175)	0.644	0.772	0.268	0.988	4.59	1.17
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(183)	2.12	3.38	1.24	7.11	23.9	3.38
2,3,3',4,4',5',6-HpBDE(191)	0.409	1.50	0.255	1.46	0.256	4.32
七溴同族物總量	3.28	6.72	1.82	10.9	28.9	9.55
2,2',3,3',4,4',6,6'-OcBDE(197)	7.87	17.3	2.63	20.4	6.76	64.2
2,2',3,3',4,4',5,6'-OcBDE(196)	10.5	14.9	3.46	17.4	12.03	51.9
八溴同族物總量	18.4	32.1	6.09	37.8	18.79	116
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE(207)	155	134	46.5	163	133	580
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NoBDE(206)	90.0	73.6	23.4	86.6	85.8	251
九溴同族物總量	245	208	69.9	249	219	831
DeBDE(209)	1,592	594	428	685	1,384	2,354
25 種 PBDEs 同源物總量	1,875	877	516	995	1,675	3,318
2,2',4,4',5,5'-HxBB(153)	0.074	0.072	0.051	0.077	0.438	0.034
2,2',4,4',6,6'-HxBB(155)	0.041	0.036	0.032	0.005	0.034	0.008
2,2',4,4',5,6'-HxBB(154)	0.064	0.014	0.048	0.015	0.052	0.020
2,3,3',4,4',5-HxBB(156)	0.077	0.032	0.052	0.033	0.113	0.039
3,3',4,4',5,5'-HxBB(169)	0.092	0.104	0.051	0.081	0.203	0.068
5 種 PBBs 同源物總量	0.348	0.259	0.233	0.211	0.841	0.169

註：濃度單位 ng/kg 乾重。

表 4-27 林邊溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果

採樣地點(地點代碼)	箕湖大橋 (LB01)		新埤大橋 (LB02)		林邊大橋 (LB03)	
分析物名稱	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
2,2',4-TrBDE(17)	0.520	0.116	1.73	0.110	0.419	0.227
2,4,4'-TrBDE(28)	0.723	0.249	1.78	0.204	0.397	0.359
三溴同族物總量	1.24	0.365	3.51	0.314	0.816	0.586
2,2',4,5'-TeBDE(49)	1.86	0.237	4.87	0.177	0.285	0.169
2,3',4',6-TeBDE(71)	2.54	0.203	0.685	0.151	0.115	0.144
2,2',4,4'-TeBDE(47)	13.7	1.89	29.0	1.71	4.92	2.38
2,3',4,4'-TeBDE(66)	0.909	0.265	2.88	0.198	0.428	0.189
3,3',4,4'-TeBDE(77)	0.113	0.175	1.07	0.130	0.056	0.123
四溴同族物總量	19.1	2.77	38.6	2.36	5.81	3.00
2,2',4,4',6-PeBDE(100)	3.95	0.383	9.27	0.273	0.936	0.307
2,3',4,4',6-PeBDE(119)	0.442	0.253	0.916	0.200	0.116	0.182
2,2',4,4',5-PeBDE(99)	12.7	0.974	34.2	0.709	4.21	1.29
2,2',3,4,4'-PeBDE(85)	0.697	0.268	2.23	0.211	0.134	0.192
3,3',4,4',5-PeBDE(126)	0.120	0.182	1.47	0.144	0.088	0.131
五溴同族物總量	18.0	2.06	48.1	1.54	5.48	2.10
2,2',4,4',5',6-HxBDE(154)	4.76	0.621	15.3	0.466	0.908	0.574
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(153)	4.93	1.84	27.9	0.256	1.76	0.962
2,2',3,4,4',5'-HxBDE(138)	0.4257	0.288	3.65	0.271	0.218	0.262
2,3,3',4,4',5-HxBDE(156)	0.2600	0.447	1.48	0.420	0.370	0.407
六溴同族物總量	10.4	3.20	48.3	1.41	3.25	2.20
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE(184)	1.76	0.235	19.5	0.492	0.746	0.309
2,2',3,3',4,5',6-HpBDE(175)	2.79	0.176	35.1	0.395	1.24	0.411
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(183)	8.29	1.12	67.5	0.261	3.88	1.10
2,3,3',4,4',5',6-HpBDE(191)	2.24	0.436	20.8	0.911	0.780	0.573
七溴同族物總量	15.1	1.97	143	2.06	6.64	2.39
2,2',3,3',4,4',6,6'-OcBDE(197)	27.3	11.3	255	12.5	10.3	11.9
2,2',3,3',4,4',5,6'-OcBDE(196)	27.4	10.3	252	10.9	8.05	11.4
八溴同族物總量	54.7	21.6	508	23.5	18.4	23.3
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE(207)	456	176	3,840	208	194	203
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NoBDE(206)	252	89.1	2,860	113	102	120
九溴同族物總量	708	266	6,699	321	296	323
DeBDE(209)	3,681	1,314	26,617	1,593	1,851	1,512
25 種 PBDEs 同源物總量	4,507	1,611	34,105	1,945	2,188	1,868
2,2',4,4',5,5'-HxBB(153)	0.663	0.084	2.83	0.130	0.341	0.096
2,2',4,4',6,6'-HxBB(155)	0.067	0.035	0.051	0.041	0.042	0.027
2,2',4,4',5,6'-HxBB(154)	0.022	0.057	0.055	0.066	0.046	0.044
2,3,3',4,4',5-HxBB(156)	0.039	0.089	0.095	0.140	0.057	0.102
3,3',4,4',5,5'-HxBB(169)	0.048	0.175	0.120	0.215	0.081	0.135
5 種 PBBs 同源物總量	0.839	0.439	3.15	0.592	0.567	0.405

註：濃度單位 ng/kg 乾重。

表 4-28 花蓮溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果

採樣地點(地點代碼)	箭瑛大橋 (HO01)		米棧大橋 (HO02)		花蓮大橋 (HO03)	
分析物名稱	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
2,2',4-TrBDE(17)	0.163	0.258	0.212	0.094	0.341	0.155
2,4,4'-TrBDE(28)	0.234	0.307	0.272	0.223	0.438	0.444
三溴同族物總量	0.397	0.565	0.484	0.316	0.778	0.598
2,2',4,5'-TeBDE(49)	0.065	0.190	0.157	0.122	0.923	0.159
2,3',4',6-TeBDE(71)	0.200	0.163	0.176	0.104	0.124	0.135
2,2',4,4'-TeBDE(47)	2.18	2.68	2.00	1.41	9.03	2.97
2,3',4,4'-TeBDE(66)	0.204	0.214	0.260	0.137	0.669	0.178
3,3',4,4'-TeBDE(77)	0.049	0.140	0.034	0.089	0.061	0.116
四溴同族物總量	2.69	3.38	2.63	1.86	10.8	3.56
2,2',4,4',6-PeBDE(100)	0.419	0.247	0.484	0.334	2.92	0.524
2,3',4,4',6-PeBDE(119)	0.045	0.166	0.053	0.193	0.295	0.165
2,2',4,4',5-PeBDE(99)	1.51	0.787	1.93	0.746	13.6	2.25
2,2',3,4,4'-PeBDE(85)	0.134	0.176	0.062	0.204	0.621	0.175
3,3',4,4',5-PeBDE(126)	0.034	0.118	0.040	0.139	0.065	0.118
五溴同族物總量	2.14	1.49	2.57	1.62	17.5	3.23
2,2',4,4',5',6-HxBDE(154)	0.370	0.340	0.288	0.519	1.69	0.333
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(153)	0.543	0.200	0.460	0.204	3.56	0.614
2,2',3,4,4',5'-HxBDE(138)	0.302	0.210	0.080	0.215	0.811	0.167
2,3,3',4,4',5-HxBDE(156)	0.143	0.327	0.137	0.334	0.300	0.260
六溴同族物總量	1.36	1.08	0.965	1.27	6.37	1.37
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE(184)	0.244	0.186	0.286	0.150	1.10	0.165
2,2',3,3',4,5',6-HpBDE(175)	0.460	0.129	0.409	0.097	1.41	1.15
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(183)	0.874	0.550	0.762	0.431	4.70	0.762
2,3,3',4,4',5',6-HpBDE(191)	0.508	0.344	0.601	0.279	1.84	0.305
七溴同族物總量	2.09	1.21	2.06	0.957	9.04	2.38
2,2',3,3',4,4',6,6'-OcBDE(197)	2.50	3.93	5.88	4.71	31.1	4.47
2,2',3,3',4,4',5,6'-OcBDE(196)	1.94	3.63	5.56	4.51	29.1	3.77
八溴同族物總量	4.44	7.56	11.4	9.22	60	8.24
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE(207)	35.2	72.5	118	77.0	569	64.5
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NoBDE(206)	18.0	41.8	59.5	39.1	389	40.1
九溴同族物總量	53.2	114	177	116	958	105
DeBDE(209)	259	495	935	507	7,366	447
25 種 PBDEs 同源物總量	325	624	1,132	638	8,428	571
2,2',4,4',5,5'-HxBB(153)	0.044	0.079	0.034	0.098	0.200	0.090
2,2',4,4',6,6'-HxBB(155)	0.025	0.035	0.017	0.034	0.052	0.029
2,2',4,4',5,6'-HxBB(154)	0.027	0.056	0.019	0.055	0.057	0.047
2,3,3',4,4',5-HxBB(156)	0.042	0.085	0.033	0.105	0.071	0.096
3,3',4,4',5,5'-HxBB(169)	0.054	0.162	0.099	0.173	0.264	0.187
5 種 PBBs 同源物總量	0.192	0.417	0.202	0.464	0.644	0.450

註：濃度單位 ng/kg 乾重。

表 4-29 卑南溪底泥 25 種 PBDEs 及 5 種 PBBs 同源物分析結果

採樣地點(地點代碼)	池上大橋 (BN01)		鶯山大橋 (BN02)		台東大橋 (BN03)	
分析物名稱	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
2,2',4-TrBDE(17)	0.212	0.222	0.235	0.259	0.220	0.176
2,4,4'-TrBDE(28)	0.288	0.205	0.319	0.277	0.365	0.312
三溴同族物總量	0.500	0.427	0.554	0.536	0.585	0.488
2,2',4,5'-TeBDE(49)	0.065	0.136	0.060	0.148	0.071	0.187
2,3',4',6-TeBDE(71)	0.385	0.116	0.464	0.126	0.207	0.159
2,2',4,4'-TeBDE(47)	2.45	1.92	3.89	1.65	4.26	2.21
2,3',4,4'-TeBDE(66)	0.112	0.152	0.103	0.166	0.123	0.209
3,3',4,4'-TeBDE(77)	0.068	0.100	0.063	0.109	0.075	0.137
四溴同族物總量	3.08	2.42	4.57	2.20	4.74	2.91
2,2',4,4',6-PeBDE(100)	0.356	0.123	0.632	0.369	0.655	0.119
2,3',4,4',6-PeBDE(119)	0.186	0.200	0.140	0.163	0.226	0.187
2,2',4,4',5-PeBDE(99)	1.32	0.943	2.36	0.677	3.15	0.923
2,2',3,4,4'-PeBDE(85)	0.174	0.211	0.132	0.172	0.213	0.197
3,3',4,4',5-PeBDE(126)	0.184	0.143	0.139	0.117	0.224	0.133
五溴同族物總量	2.22	1.62	3.40	1.50	4.47	1.56
2,2',4,4',5',6-HxBDE(154)	0.066	0.499	0.233	0.206	0.395	0.461
2,2',4,4',5,5'-HxBDE(153)	0.425	0.186	0.749	0.178	1.35	0.165
2,2',3,4,4',5'-HxBDE(138)	0.101	0.196	0.130	0.190	0.154	0.175
2,3,3',4,4',5-HxBDE(156)	0.100	0.303	0.129	0.293	0.153	0.272
六溴同族物總量	0.693	1.18	1.24	0.867	2.05	1.07
2,2',3,4,4',6,6'-HpBDE(184)	0.050	0.132	0.147	0.175	0.102	0.215
2,2',3,3',4,5',6-HpBDE(175)	0.294	0.088	0.640	0.091	0.511	0.134
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE(183)	0.648	0.346	1.26	0.228	1.24	0.422
2,3,3',4,4',5',6-HpBDE(191)	0.095	0.244	0.348	0.325	0.193	0.399
七溴同族物總量	1.09	0.811	2.39	0.820	2.05	1.17
2,2',3,3',4,4',6,6'-OcBDE(197)	2.35	3.36	5.17	2.22	3.22	4.99
2,2',3,3',4,4',5,6'-OcBDE(196)	2.77	2.90	7.18	1.94	4.41	3.71
八溴同族物總量	5.12	6.27	12.4	4.16	7.64	8.70
2,2',3,3',4,4',5,6,6'-NoBDE(207)	52.3	77.4	129	49.1	56.7	148
2,2',3,3',4,4',5,5',6-NoBDE(206)	28.7	42.4	73.0	28.1	33.0	100
九溴同族物總量	81.0	120	202	77.2	89.7	248
DeBDE(209)	608	652	1,576	406	466	969
25 種 PBDEs 同源物總量	701	784	1,803	493	578	1,232
2,2',4,4',5,5'-HxBB(153)	0.050	0.099	0.088	0.095	0.057	0.058
2,2',4,4',6,6'-HxBB(155)	0.020	0.033	0.022	0.030	0.024	0.028
2,2',4,4',5,6'-HxBB(154)	0.031	0.053	0.033	0.048	0.037	0.045
2,3,3',4,4',5-HxBB(156)	0.052	0.104	0.037	0.102	0.059	0.063
3,3',4,4',5,5'-HxBB(169)	0.053	0.151	0.055	0.159	0.056	0.137
5 種 PBBs 同源物總量	0.207	0.440	0.235	0.433	0.233	0.331

註：濃度單位 ng/kg 乾重。

4.4.6 河川環境樣本有機砷及無機砷分析結果

一、河川底泥樣本有機砷及無機砷分析結果

本年度 10 條河川枯水期及豐水期各 30 個底泥樣本中有機砷及無機砷含量檢測分析結果如表 4-30 所示，所有底泥樣本三價砷含量平均值及範圍為 70.9 (ND-454) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，五價砷為 33.1 (ND-172) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，二甲基砷酸(DMA)為<6.25 (ND-92.5) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，單甲基砷酸(MMA)皆未達最低定量濃度 (6.25 $\mu\text{g/kg}$ 乾重) 或未檢出，顯示底泥中所含砷物種以無機砷為主，且今年多數河川底泥三價砷含量高於五價砷。

本年度 10 條河川底泥三價砷枯水期平均濃度及範圍為 103 (13.8-454) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，豐水期為 39.1 (ND-112) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，顯示枯水期測值較高。河川平均濃度以淡水河本流 197 $\mu\text{g/kg}$ 乾重為最高，大漢溪 104 $\mu\text{g/kg}$ 乾重次之，其他河川平均濃度依次為新店溪 84.4 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，林邊溪 79.6 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，急水溪 70.3 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，八掌溪 45.0 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，曾文溪 37.9 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，卑南溪 37.2 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，花蓮溪 35.9 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，高屏溪 18.0 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。本年度 10 條調查河川曾於 101 年進行過三價砷含量調查，101 年多數底泥樣本三價砷含量未達最低定量濃度 476 $\mu\text{g/kg}$ 乾重或未檢出 (MDL, 376 $\mu\text{g/kg}$ 乾重)，本年度因分析技術提升，樣本濃度定量範圍及 MDL 均降低，故多數樣本能偵測到較低濃度。

本年度 10 條河川底泥五價砷枯水期平均濃度及範圍為 45.1 (ND-172) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，豐水期為 21.0 (ND-51.1) $\mu\text{g/kg}$ 乾重，顯示枯水期測值較高。河川平均濃度以淡水河本流 55.7 $\mu\text{g/kg}$ 乾重為最高，急水溪 45.8 $\mu\text{g/kg}$ 乾重次之，其他河川平均濃度依次為八掌溪 41.5 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，花蓮溪 35.7 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，曾文溪 35.0 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，卑南溪 33.2 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，高屏溪 23.6 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，林邊溪 21.9 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，新店

溪 19.2 $\mu\text{g/kg}$ 乾重，大漢溪 18.9 $\mu\text{g/kg}$ 乾重。二甲基砷酸(DMA)只有新店溪華江大橋（枯水期 92.5 $\mu\text{g/kg}$ 乾重）、曾文溪國姓橋（豐水期 10.5 $\mu\text{g/kg}$ 乾重）高屏溪里港大橋（枯水期 8.57 $\mu\text{g/kg}$ 乾重）、及雙園大橋（枯水期 9.36 $\mu\text{g/kg}$ 乾重）等 4 個底泥樣本有檢出，其他皆未達最低定量濃度（6.25 $\mu\text{g/kg}$ 乾重）或未檢出。

二、歷年河川環境樣本三價砷調查結果分析

環保署自 100 年開始執行國內河川底泥三價砷含量調查，至本年度已累積完成國內 30 條河川調查，歷年底泥三價砷含量調查結果濃度分布如圖 4-20 顯示，以花蓮溪平均濃度為最高，可能是因地質沖刷之故。根據「底泥品質指標之分類管理及用途限制辦法」，砷之底泥品質指標上限值（風險評估啟動值）為 33.0 mg/kg，下限值（增加檢測頻率值）為 11.0 mg/kg，顯示國內 30 條河川底泥樣本砷含量均遠低於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）。

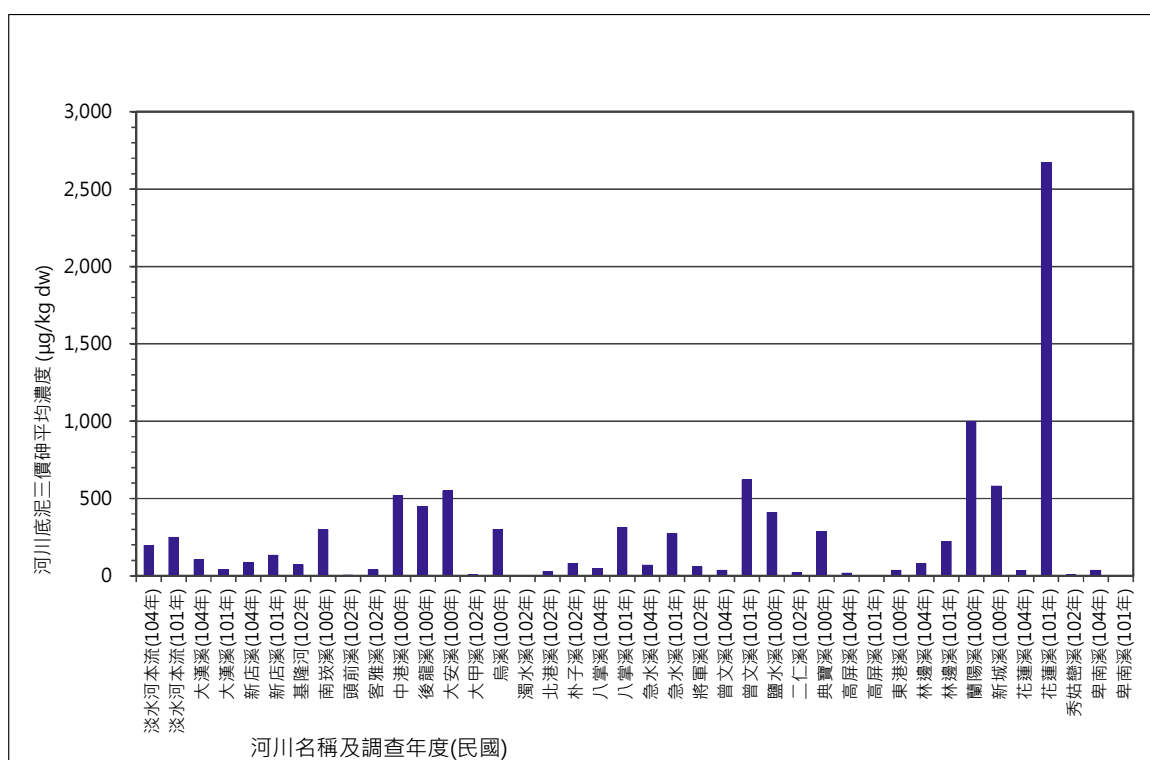


圖 4-20 國內歷年河川底泥三價砷含量分布圖

表 4-30 河川底泥樣本無機砷及有機砷分析結果

河川流域	採樣地點	地點簡碼	ORP 值		三價砷 ($\mu\text{g/kg dw}$)		五價砷 ($\mu\text{g/kg dw}$)		二甲基砷酸(DMA) ($\mu\text{g/kg dw}$)		單甲基砷酸(MMA) ($\mu\text{g/kg dw}$)	
			枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
淡水河本流	忠孝大橋	DS S01	-195, -113	-104, -255	312	68.2	89.3	ND	ND	ND	ND	ND
淡水河本流	重陽大橋	DS S02	-132, -156	-180, -099	454	74.0	172.3	ND	ND	ND	ND	<6.25 (4.14)
淡水河本流	關渡大橋	DS S03	-185, -330	-123, -155	191	81	46.8	20.0	ND	ND	ND	ND
淡水河本流平均濃度					319	74.4	103	8.67	ND	ND	ND	<6.25
大漢溪	大溪橋	DH S01	-128	-041	44.9	29.1	13.7	13.8	ND	ND	ND	ND
大漢溪	三鶯大橋	DH S02	-050, -192, -115	-030, -052	136	13.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND
大漢溪	新海大橋	DH S03	-145, -133	-062, -054	346	55.1	65.8	14.0	ND	ND	ND	ND
大漢溪平均濃度					176	32.4	27.5	10.3	ND	ND	ND	ND
新店溪	秀朗橋	SD S01	-028, -053	-017, -030	31.8	31.0	24.2	20.3	ND	ND	ND	ND
新店溪	華中大橋	SD S02	-121, -064	-018, -008	104	84.8	21.0	10.4	ND	ND	ND	ND
新店溪	華江大橋	SD S03	-188, -126	-010, -051	143	112.1	15.2	23.8	92.5	ND	ND	ND
新店溪平均濃度					92.8	76.0	20.1	18.2	32.3	ND	ND	ND
八掌溪	軍輝橋	BJ S01	-061, -097, -130	-046, -136	33.2	64.8	56.5	17.8	ND	ND	ND	ND
八掌溪	八掌溪橋	BJ S02	-156, -315	-029, -020	30.9	20.6	18.3	34.7	ND	ND	ND	ND
八掌溪	厚生橋	BJ S03	-178, -136	-058, -041	89.7	31.1	70.5	51.1	ND	ND	ND	ND
八掌溪平均濃度					51.2	38.8	48.4	34.5	ND	ND	ND	ND
急水溪	青葉橋	JH S01	-159, -150, -139	-070, -065	76.7	43.6	57.4	45.9	ND	ND	ND	ND
急水溪	急水溪橋	JH S02	-148, -174	-097, -067	73.8	90.4	84.8	24.6	ND	ND	ND	ND
急水溪	宅港橋	JH S03	-070, -132	-146, -075	71.1	66.0	47.7	14.3	ND	ND	ND	ND
急水溪平均濃度					73.9	66.7	63.3	28.2	ND	ND	ND	ND
曾文溪	曾文溪橋	ZW S01	-181, -167	-036, -013	64.5	21.7	82.3	6.75	<6.25 (5.17)	ND	ND	ND
曾文溪	西港大橋	ZW S02	-103, -071	-078, -156	35.7	33.3	62.0	18.3	ND	ND	ND	ND
曾文溪	國姓橋	ZW S03	-139, -149	-080, -056	27.0	44.9	17.4	23.4	<6.25 (6.06)	10.5	ND	ND
曾文溪平均濃度					42.4	33.3	53.9	16.2	<6.25	<6.25	ND	ND

河川流域	採樣地點	地點簡碼	ORP 值		三價砷 ($\mu\text{g/kg dw}$)		五價砷 ($\mu\text{g/kg dw}$)		二甲基砷酸(DMA) ($\mu\text{g/kg dw}$)		單甲基砷酸(MMA) ($\mu\text{g/kg dw}$)	
			枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期	枯水期	豐水期
高屏溪	里港大橋	GP S01	-141, -043	-030	14.2	26.4	34.0	ND	8.57	ND	ND	ND
高屏溪	高屏大橋	GP S02	-088, -057	-049, -029	13.8	10.1	19.2	18.6	ND	ND	ND	ND
高屏溪	雙園大橋	GP S03	-135, -113	-035, -092	29.9	13.8	53.4	13.4	9.36	ND	ND	ND
高屏溪平均濃度					19.3	16.8	35.5	11.6	6.69	ND	ND	ND
林邊溪	箕湖大橋	LB S01	-254, -256, -227	+249	179	ND	36.4	ND	ND	ND	ND	ND
林邊溪	新埤大橋	LB S02	-253, -253, -170	+136, +141	211	ND	27.7	ND	ND	ND	ND	ND
林邊溪	林邊大橋	LB S03	-255, -229	-019, -017	71.1	11.5	14.6	47.1	ND	ND	ND	ND
林邊溪平均濃度					154	5.42	26.2	17.7	ND	ND	ND	ND
花蓮溪	箭瑛大橋	HL S01	-093, -118, -229	-083	33.4	35.4	45.0	27.4	ND	<6.25 (5.47)	ND	ND
花蓮溪	米棧大橋	HL S02	-166, -024, -117	-037, -033	22.5	12.4	34.5	30.7	<6.25 (4.92)	ND	ND	ND
花蓮溪	花蓮大橋	HL S03	-159	-104	86.1	25.4	32.3	44.3	ND	ND	ND	ND
花蓮溪平均濃度					47.4	24.4	37.3	34.1	<6.25	<6.25	ND	ND
卑南溪	池上大橋	BN S01	-133, -132	-030, -087	65.6	6.6	52.5	24.4	ND	ND	ND	ND
卑南溪	鸞山大橋	BN S02	-185	-022	56.8	6.5	34.0	37.1	ND	ND	ND	ND
卑南溪	台東大橋	BN S03	-155, -330	-045, -059	32.6	55.2	20.5	31.0	<6.25 (4.35)	<6.25 (5.54)	ND	ND
卑南溪平均濃度					51.6	22.8	35.6	30.8	<6.25	<6.25	ND	ND
10 條河川季節平均濃度					103	39.1	45.1	21.0	<6.25	ND	ND	ND
10 條河川全年平均濃度及範圍					70.9 (ND-454)		33.1 (ND-172)		<6.25 (ND-92.5)		ND-<6.25	

數據表示方式：檢測值低於方法偵測極限（MDL = 三價砷 4.73 $\mu\text{g/kg dw}$ ；五價砷 5.96 $\mu\text{g/kg dw}$ ；DMA 4.28 $\mu\text{g/kg dw}$ ；MMA 3.38 $\mu\text{g/kg dw}$ ），以 ND 表示；檢測值低於最低定量濃（LOQ = 6.25 $\mu\text{g/kg dw}$ ），以 <LOQ 表示。

數據計算方式：檢測值低於 MDL，以二分之一 MDL 值計算；檢測值低於 LOQ，以二分之一 LOQ 值計算。

4.5 毒性化學物質環境流布調查執行方向規劃

4.5.1 毒性化學物質環境流布調查規劃篩選流程

毒性化學物質環境流布調查篩選流程經本計畫第一年（103 年）檢討更新後如圖 3-13 所示，首先根據國內毒化物運作量申報紀錄，排除國內近 5 年運作量為零之毒化物，因已無新的運作或污染來源，歸為「暫無需調查」類。其中，已完全禁用的 POPs 考量其對人體及生態影響的持久性、累積性及具有跨國和長距離傳輸的特性，雖在國內已無運作但仍應有長期監測之必要，故針對此類物質無須進入指標篩選分級步驟，另作每 5 年一次抽樣調查之長期調查規劃。

其他國內近期仍有製造或使用運作行為之毒化物，進入指標篩選分級步驟，依指標分類給予毒化物適當指標積分值，最後依是否具備標準檢驗方法區分為 A 類及 B 類毒化物，A 類毒化物針對環境流布調查優先性進行分級，其指標積分值愈高代表該物質具有較高的環境流布調查需求；B 類毒化物針對環境樣本分析方法開發優先性進行分級，其指標積分值愈高代表該物質具有較高的檢測方法開發優先性。

指標篩選項目包涵五大項：(1)是否為國際認定優先控制之物質；(2)毒化物本身或其產品之目的用途；(3)列管毒性類別；(4)列管使用限制；(5)近 5 年國內運作量高低。各項指標內容及積分辦法說明如下：

一、國際認定優先控制

納入歐盟、美國、加拿大、日本等先進國家優先列管物質，以及重要國際公約列管之有毒物質進行環境流布調查，與世界接軌關注國際最新發展，建立本土環境流布調查資料。

1. 國際認定優先控制物質名單來源

(1)聯合國環境規劃署公布持久性有機污染物(POPs)。

- (2) 日本環境省環境荷爾蒙戰略計畫 SPEED'98 之疑似環境荷爾蒙物質(EDC)。
- (3) 奧斯陸-巴黎公約 (Oslo and Paris Convention, OSPAR) 公布優先行動有害物質 (Chemicals for Priority Action) 及可能引起關注有害物質 (Substances of Possible Concern)。
- (4) 鹿特丹公約 (The Convention of the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade, 簡稱 PIC 公約) 公告化學物質。
- (5) 歐洲化學總署 (European Chemicals Agency, ECHA) 公告歐盟 REACH 授權物質及高度關切物質 (Substances of very high concern, SVHCs)。
- (6) 美國環保署毒性物質管理法 (Toxic Substances Control Act, TSCA)公告化學物質 (Work Plan Chemicals)及後備化學物質 (Additional Work Plan Chemicals)。
- (7) 加拿大全國污染物釋放清冊 (National Pollutant Release Inventory, NPRI) 公告化學物質。
- (8) 日本環境省化審法：
 - a 第 1 種特定化學物質(Class I)
 - b 第 2 種特定化學物質(Class II)
 - c 監視化學物質(Monitoring)
 - d 優先評價化學物質(PACs)

2. 指標積分配分說明：

- (1) 突顯 POPs 重要性，聯合國環境規劃署持久性有機污染物積分為 20 分；
- (2) 加強區分國際認定清單權重，3 個(含)以上指定國家(或組織)認定優先控制之物質積分為 15 分，3 個以下指定國家(或組織)認定優先控制之物質積分為 10 分，指定國家(或組織)包括，日本環境省疑似環境荷爾蒙物質、奧斯陸-巴黎公約優先行動有害物

質、鹿特丹公約物質、歐盟 REACH 授權物質、美國 TSCA 物質、日本化審法第 1 種及第 2 種特定化學物質等 7 項物質清單。

- (3) 其他國際上認定之後備物質積分為 5 分，包括奧斯陸-巴黎公約可能引起關注有害物質、歐盟高度關切物質、美國 TSCA 後備物質、加拿大 NPRI 物質、日本化審法監視化學物質及優先評價化學物質等 6 項物質清單。

3. 指標計分辦法：

所有毒性化學物質按其在國際上重視程度區別，擇其最高積分類別計分，此項篩選指標最高積分為 20 分。

二、 毒性化學物質列管毒性類別

目前國內已公告列管之毒化物，依其毒理特性區分為第一類、第二類、第三類及第四類毒化物，其中第一類及第二類毒化物因具有在環境中不易分解或具生物蓄積、生物濃縮及生物轉化作用，以及具有致腫瘤、生育能力受損、畸胎、遺傳因子突變或其他慢性疾病等作用，相較於第三類急毒性及第四類有污染環境或危害人體健康之虞，影響人體健康及環境生態之可能性高，且影響範圍更廣，時間更久遠，具有優先調查必要性。

1. 指標積分配分說明：

依「毒性化學物質管理法」之毒性分類，區分第一類至第四類毒性化學物質分別給予不同權重積分，但為加重第一類具有在環境中不易分解或因生物蓄積、生物濃縮、生物轉化作用物質，及第二類有致腫瘤、生育能力受損、畸胎、遺傳因子突變或其他慢性疾病作用物質之權重，第一類物質 8 分，第二類物質 8 分，第三類物質 4 分，第四類物質 2 分。

2. 指標計分辦法：

本項指標採各類別累計方式計分，例如某物質同時屬第一、二、

三類毒化物時，給予第一類 8 分、第二類 8 分及第三類 4 分之總合為 20 分，此項篩選指標最高積分為 20 分。

三、 毒性化學物質使用目的用途

考量毒化物本身或其產品具民生用途時，一般民眾受到暴露之可能性相較與農業及工業用途毒化物為高，故此類毒化物環境流布調查之必要性較高。其中第一類、第二類及第三類毒化物之目的用途判定依據，主要為根據法令規定之許可用途項目，例如氧化三丁錫及氫氧化三苯錫有用在自然及人造纖維之紡織原料、床墊及沙發之 PU 泡棉、鞋類及鞋墊等生活用品之防細菌劑、防黴菌劑及防家塵蟎劑，故歸為具有民生用途之毒化物。第四類毒化物因目前在法令上並無用途限制，故根據有害物質資料庫（Hazardous Substances Data Bank, HSDB）或環保署網站之毒理資料庫查詢系統蒐集物質之可能用途資訊。

1. 指標積分配分說明：

依物質使用目的用途，區分民生、農業、工業及其他用途，且加重民生及農業用途權重，民生用途為 10 分，農業用途為 6 分，工業及其他為 4 分。

2. 指標計分辦法：

本項指標採各類別累計方式計分，例如某物質同時具有民生、農業及工業用途時，給予民生 10 分、農業 6 分、工業及其他 4 分之總合為 20 分，此項篩選指標最高積分為 20 分。

四、 毒性化學物質列管使用限制

國內目前已公告列管之毒性化學物質中，依其禁止運作事項規定，多氯聯苯等 49 種毒化物已禁止製造、輸入、販賣及使用（但試驗、研究、教育用者，不在此限），歸為”完全禁用”毒化物，此類毒化物在國內環境中已不再有釋放來源之可能，可降低其環境流布調查必要

性。石綿等 9 種採逐步禁止措施進而達到全面禁用的毒化物，以及其他 159 種禁用於部分產品或用途之毒化物，歸為”限制使用”毒化物，此類毒化物因法規准予使用範圍受限，相對地在國內環境中釋放可能性及環境流布調查必要性亦伴隨降低。其他 92 種未受任何法規限制使用之毒化物，歸為”未限制使用”毒化物，此類毒化物因未受用途限制，在國內環境中釋放可能性最高，應提高其環境流布調查必要性。

1. 指標積分配分說明：

依「毒性化學物質管理法」之毒化物禁用或限制使用之情形，區分為未限制使用、限制使用、完全（不含研究、試驗、教育用途）禁用等 3 種情形，且加重區分各類別權重，未限制使用為 20 分，限制使用為 10 分，完全禁用為 2 分。

2. 指標計分辦法：

本項指標採單一類別積分值計分，最高積分為 20 分。

五、 國內毒性化學物質運作量

依據毒化物運作量高者其污染可能性亦相對提高之假設情形下，經前 4 項篩選指標區分後，同類型之毒化物再依國內近幾年實際運作量區分其調查優先性。

1. 指標積分配分說明：

累計近 5 年毒性化學物質年製造及年使用之申報運作總量，依運作總量分組配分，運作總量達 1 萬公噸(含)以上為 20 分，10 公噸(含)以上為 10 分，未滿 10 公噸為 5 分。其中，針對 100 年及 102 年公告之毒化物，以公告時間次年度累計之運作總量按比例回推 5 年運作總量再作配分。例如，100 年 7 月 20 日公告之鄰苯二甲酸丁基苯甲酯（列管編號 068-03），累計 101-103 年總運作量約 8.5 公噸，回推 5 年運作總量約為 14 公噸，達 10 公噸以上，積分為 10 分。

2. 指標計分辦法：

本項指標採單一類別積分值計分，最高積分為 20 分。

本年度依上列篩選原則進行資料更新，各項指標更新內容如表 4-31 所列，依環保署「列管毒性化學物質及其運作管理事項」最新公告日期 103 年 8 月 25 日，國內公告列管毒性化學物質仍維持 305 種，其列管毒性類別、目的用途、禁限用規定皆無變動。運作量資料更新為累計 99-103 年之年製造及年使用運作總量，並更新其指標積分值。

各項國際認定優先控制化學物質名單依國家（或組織）最新公布或更新資料進行資料更正。依「斯德哥爾摩公約」第七次締約國大會新增 3 項 POPs，分別為國內公告列管毒化物五氯酚（列管編號 007-01）、五氯酚鈉（列管編號 008-01）、六氯苯（列管編號 094-01）、八氯苯（列管編號 130-01）、六氯-1,3-丁二烯（列管編號 150-01），更新此 5 種列管毒化物該項指標積分為 20 分。日本環境省環境荷爾蒙戰略計畫 SPEED'98 仍維持 2000 年 11 月版本無異動；奧斯陸-巴黎公約由 2011 年版更新為 2013 年版，但物質名單無異動；鹿特丹公約由 2014 年 6 月官網公布資料更新至本年度 10 月，物質名單無異動；歐洲化學總署於 2014 年 8 月 14 日公布更新歐盟 REACH 授權物質為 31 種，其中包含 4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)（列管編號 067-01）及 1,2-二氯乙烷（列管編號 075-01）等 2 種毒化物，於今年 6 月 15 日公布更新歐盟高度關切物質為 163 種，其中包含硫酸鎘（列管編號 037-05）為列管毒化物；依「美國毒性物質管理法」2014 年 10 月更新行動物質名單共計 90 種物質，並移除 16 種 2012 年公布之後備物質，此項變動將新增二氯聯苯胺（列管編號 042-01）、1,3-丁二烯（列管編號 062-01）、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯（列管編號 068-01）、鄰苯二甲酸二辛酯（列管編號 068-02）、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯（列管編號 068-03）、鄰苯二甲酸二異壬酯（列管編號 068-04）、鄰苯二甲酸二異癸酯（列管編號 068-05）、鄰苯二甲酸二異丁酯（列管編號 068-10）、鄰苯二甲酸

二丁酯（列管編號 080-02）、十溴二苯醚（列管編號 091-01）、壬基酚（列管編號 165-01）、壬基酚聚乙氧基醇（列管編號 165-02）、雙酚 A（列管編號 166-01）、六溴環十二烷（列管編號 174-01）等 14 種毒化物為 TSCA 行動物質，並移除汞（列管編號 022-01）、六氯苯（列管編號 094-01）、八氯苯（列管編號 130-01）、N-亞硝二甲胺（列管編號 134-01）、N-亞硝二乙胺（列管編號 134-02）、三(2,3-二溴丙基)-磷酸酯（列管編號 135-01）、對-氯-鄰-甲苯胺（列管編號 152-01）、六溴聯苯（列管編號 171-01）等 8 種 TSCA 後備物質；依日本環境省化審法最新公布資料，新增三乙胺（列管編號 121-01）為優先評價化學物質(PACSSs)，其他物質無異動；依加拿大污染物釋放物質(NPRI)公布之 2014-2015 物質名單，刪除氯甲酸乙酯（列管編號 084-01）為 NPRI 物質；以上依每個毒化物涵蓋認定國家（或組織）數量變動，更新該項指標積分為 15 分（3 個以上國家（或組織）認定）、10 分（3 個以下國家（或組織）認定）或 5 分（後備物質）。

表 4-31 毒性化學物質環境流布調查規劃篩選指標資料更新對照表

指標項目	103 年指標資料內容【資料公布或更新時間】	104 年指標資料內容【資料最新公布或更新時間】
毒化物種數	公告 305 種毒化物【2014.08.25】	公告 305 種毒化物【2014.08.25】
國際認定優先控制	1. 持久性有機污染物(POPs)：23 種 POPs【2013.04】。 2. 疑似環境荷爾蒙物質(EDC)：65 種日本環境省環境荷爾蒙戰略計畫 SPEED'98【2000.11】。 3. 奧斯陸-巴黎公約：42 種優先行動有害物質及 264 種可能引起關注有害物質【2011】。 4. 鹿特丹公約物質：47 種物質【2014.06】。 5. 歐洲化學總署(ECHA)：22 種歐盟 REACH 授權物質【2013.04.19】及 155 種高度關切物質【2014.06.16】。 6. 美國毒性物質管理法(TSCA)：25 種行動物質及 58 種後備物質【2012-2014】。 7. 日本環境省化審法【2014.06】。 (1) 30 種第 1 種特定化學物質(Class I) (2) 23 種第 2 種特定化學物質(Class II) (3) 39 種監視化學物質(Monitoring) (4) 176 種優先評價化學物質(PACSS) 8. 加拿大污染物釋放物質(NPRI)：366 種物質【2012-2013】。	1. 持久性有機污染物(POPs)：新增五氯酚(007-01)^註、五氯酚鈉(008-01)、六氯萘(094-01)、八氯萘(130-01)、六氯-1,3-丁二烯(150-01)等 5 種 POPs。【2015.05】 2. 疑似環境荷爾蒙物質(EDC)：無異動。【2000.11】 3. 奧斯陸-巴黎公約：無異動。【2013】 4. 鹿特丹公約物質：無異動。【2015.10】 5. 歐洲化學總署(ECHA)： (1) 新增 4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)(067-01)及 1,2-二氯乙烷(075-01)等 2 種歐盟 REACH 授權物質。【2014.08.14】 (2) 新增硫酸鎘(037-05)為高度關切物質。【2015.06.15】 6. 美國毒性物質管理法(TSCA)： (1) 新增二氯聯苯胺(042-01)、1,3-丁二烯(062-01)、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(068-01)、鄰苯二甲酸二辛酯(068-02)、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯(068-03)、鄰苯二甲酸二異壬酯(068-04)、鄰苯二甲酸二異癸酯(068-05)、鄰苯二甲酸二異丁酯(068-10)、鄰苯二甲酸二丁酯(080-02)、十溴二苯醚(091-01)、壬基酚(165-01)、壬基酚聚乙氧基醇(165-02)、雙酚 A(166-01)、六溴環十二烷(174-01)等

指標項目	103 年指標資料內容【資料公布或更新時間】	104 年指標資料內容【資料最新公布或更新時間】
		14 種行動物質。【2014.10】 (2) 刪除汞(022-01)、六氯苯(094-01)、八氯苯(130-01)、N-亞硝二甲胺(134-01)、N-亞硝二乙胺(134-02)、三(2,3-二溴丙基)-磷酸酯(135-01)、對-氯-鄰-甲苯胺(152-01)、六溴聯苯(171-01)等 8 種後備物質。【2014.10】 7. 日本環境省化審法：新增三乙胺(121-01)為優先評價化學物質(PACs)，其他無異動。【2015.10】 8. 加拿大污染物釋放物質(NPRI)：刪除氯甲酸乙酯(084-01)。【2014-2015】
列管目的用途	依「列管毒性化學物質及其運作管理事項」【2014.08.25】	依最新公告內容無異動【2014.08.25】
列管毒性類別	依「列管毒性化學物質及其運作管理事項」【2014.08.25】	依最新公告內容無異動【2014.08.25】
列管使用限制	依「列管毒性化學物質及其運作管理事項」【2014.08.25】	依最新公告內容無異動【2014.08.25】
近 5 年運作總量	累計 98-102 年年製造及年使用運作總量	累計 99-103 年年製造及年使用運作總量

註：括號“()”內為毒化物列管編號及序號。

4.5.2 毒性化學物質環境流布調查規劃篩選結果及未來執行建議

環保署至 103 年 8 月 25 日計列管毒性化學物質達 305 種，透過毒性化學物質環境流布調查規劃篩選流程進行未來執行環境流布調查分類及分級。

排除 99-103 年運作量為零之毒化物，共計 254 種毒化物進入指標篩選分類及分級流程，各項篩選指標得分之毒化物個數分布如表 4-32 所示，其中有 223 種 A 類毒化物已具備檢驗方法可規劃執行環境流布調查，31 種 B 類毒化物尚無檢驗方法應規劃進行檢驗方法開發，根據總積分值進行優先等級分級結果如表 4-33 所示，積分值達 60 分以上的毒化物歸為「優先級」如表 4-34 所示，其中包含 22 種 A 類毒化物及 1 種 B 類毒化物；積分值達 50 分以上的毒化物歸為「次優先級」如表 4-35 所示，其中包含 59 種 A 類毒化物及 5 種 B 類毒化物。

「優先級」毒化物詳細指標內容及其環境流布特性如表 4-34 所示，A 類毒化物包含三氧化二砷（列管編號 045-01）、丙烯醯胺（列管編號 050-01）、苯（列管編號 052-01）、三氯甲烷（列管編號 054-01）、三氧化鉻（列管編號 055-01）、環氧乙烷（列管編號 061-01）、甲醛（列管編號 066-01）、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯（列管編號 068-01）、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯（列管編號 068-03）、鄰苯二甲酸二異丁酯（列管編號 068-10）、環氧氯丙烷（列管編號 072-01）、鄰苯二甲酸二丁酯（列管編號 080-02）、硫酸二甲酯（列管編號 086-01）、二硫化碳（列管編號 089-01）、醋酸乙烯酯（列管編號 146-01）、甲基第三丁基醚（列管編號 160-01）、雙酚 A（列管編號 166-01）、全氟辛烷磺酸（列管編號 169-01）、全氟辛烷磺醯氟（列管編號 169-03），以及今年資料更新後晉級為優先級之 4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)（列管編號 067-01）、鄰苯二甲酸二異壬酯（列管編號 068-04）、1,2-二氯乙烷

(列管編號 075-01) 等共計 22 種；B 類毒化物為壬基酚聚乙氧基醇 (列管編號 165-02)。

針對已具備檢驗方法可規劃執行環境流布調查之優先及次優先級毒化物，歷年環境流布調查執行情形如表 4-36 所示。22 種優先級毒化物除全氟辛烷磺酸、全氟辛烷磺醯氟、丙烯醯胺、醋酸乙烯酯及 4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)等 5 種毒化物尚未執行環境流布調查，其他 17 種毒化物已有環境流布調查資料，已執行調查物質數比例佔優先級 77%。59 種次優先級毒化物有 26 種毒化物已有環境流布調查資料，已執行調查物質數比例佔次優先級 44%。

依據上述毒化物在環境中之流布特性及檢測方法分述如下：

1. 苯、三氯甲烷、三氧化鉻(鉻酸)、環氧乙烷、甲醛、環氧氯丙烷、硫酸二甲酯、醋酸乙烯酯、甲基第三丁基醚、二硫化碳、1,2-二氯乙烷等 11 種毒化物，環境流布主要分布於大氣環境。
2. 三氧化二砷、三氯甲烷、三氧化鉻(鉻酸)、全氟辛烷磺酸、全氟辛烷磺醯氟、鄰苯二甲酸二異壬酯、4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)等 7 種毒化物，可能經大氣沈降分布至土壤環境。
3. 丙烯醯胺、三氯甲烷、甲醛、環氧氯丙烷、甲基第三丁基醚、雙酚 A 等 6 種毒化物，環境流布主要分布於水體環境。
4. 三氧化二砷、丙烯醯胺、三氯甲烷、三氧化鉻(鉻酸)、鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、鄰苯二甲酸丁基苯甲酯、鄰苯二甲酸二異丁基酯、鄰苯二甲酸二丁酯、雙酚 A、全氟辛烷磺酸、全氟辛烷磺醯氟、鄰苯二甲酸二異壬酯、4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)等 13 種毒化物，環境流布主要分布於底泥環境或生物體。
5. 水體、土壤及底泥樣本之壬基酚聚乙氧基醇檢測方法開發。

表 4-32 毒性化學物質環境流布調查規劃各項篩選指標得分情形一覽表

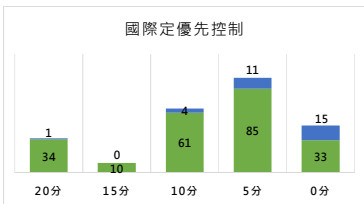
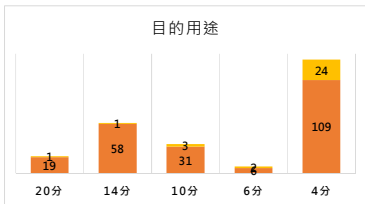
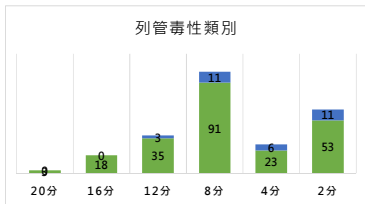
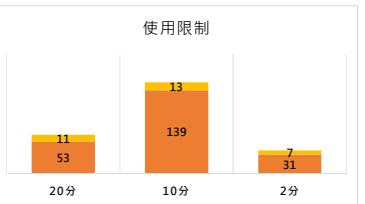
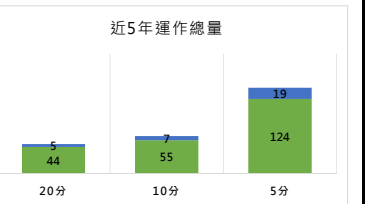
指標名稱	國際認定優先控制	目的用途	列管毒性類別	列管使用限制	99-103 年運作總量
計分方式	擇最高類別計分	各類別累積計分	各類別累積計分	單一類別計分	單一類別計分
最高得分	20 分	20 分	20 分	20 分	20 分
A 類物質 (有檢驗方法) 各配分物質個數	[20 分] POPs：34 個 [15 分] 3 種(含)以上組織認定：10 個 [10 分] 3 種以下組織認定：61 個 [5 分] 後備物質：85 個 [0 分] 非國際認定：33 個	[20 分] 民生/農業/工業及其他：19 個 [14 分] 民生/工業及其他：58 個 [10 分] 民生或農業/工業及其他：31 個 [6 分] 農業：6 個 [4 分] 工業及其他：109 個	[20 分] 第 1、2、3 類：3 個 [16 分] 第 1、2 類：18 個 [12 分] 第 1、3 類或第 2、3 類：35 個 [8 分] 第 1 類或第 2 類：91 個 [4 分] 第 3 類：23 個 [2 分] 第 4 類：53 個	[20 分] 未限制：53 個 [10 分] 限制使用：139 個 [2 分] 完全禁用：31 個	[20 分] 1 萬公噸(含)以上：44 個 [10 分] 10 公噸(含)以上：55 個 [5 分] 10 公噸以下：124 個
B 類物質 (無檢驗方法) 各配分物質個數	[20 分] POPs：1 個 [15 分] 3 種(含)以上組織認定：0 個 [10 分] 3 種以下組織認定：4 個 [5 分] 後備物質：11 個 [0 分] 非國際認定：15 個	[20 分] 民生/農業/工業及其他：1 個 [14 分] 民生/工業及其他：1 個 [10 分] 民生或農業/工業及其他：3 個 [6 分] 農業：2 個 [4 分] 工業及其他：24 個	[20 分] 第 1、2、3 類：0 個 [16 分] 第 1、2 類：0 個 [12 分] 第 1、3 類或第 2、3 類：3 個 [8 分] 第 1 類或第 2 類：11 個 [4 分] 第 3 類：6 個 [2 分] 第 4 類：11 個	[20 分] 未限制：11 個 [10 分] 限制使用：13 個 [2 分] 完全禁用：7 個	[20 分] 1 萬公噸(含)以上：5 個 [10 分] 10 公噸(含)以上：7 個 [5 分] 10 公噸以下：19 個
毒化物 個數分布 (A、B 類物質各別計算)					

表 4-33 毒性化學物質環境流布調查規劃分類及分級情形一覽表

總積分	調查規劃分級	A 類物質 環境流布調查規劃			B 類物質 檢驗方法開發規劃		
		物質個數	百分比	累積百分比	物質個數	百分比	累積百分比
70 分以上	優先	3	1.2%	1.2%	0	0.0%	0.0%
60~69 分	優先	19	7.3%	8.5%	1	2.2%	2.2%
50~59 分	次優先	59	22.7%	31.2%	5	11.1%	13.3%
40~49 分	暫無需規劃	84	32.3%	63.5%	3	6.7%	20.0%
30~39 分	暫無需規劃	37	14.2%	77.7%	9	20.0%	40.0%
20~29 分	暫無需規劃	16	6.2%	83.8%	10	22.2%	62.2%
20 分以下	暫無需規劃	5	1.9%	85.8%	3	6.7%	68.9%
物質個數小計		223			31		
近 5 年無運作量	暫無需規劃	37	14.2%	100%	14	31.1%	100%
物質個數合計		260			45		

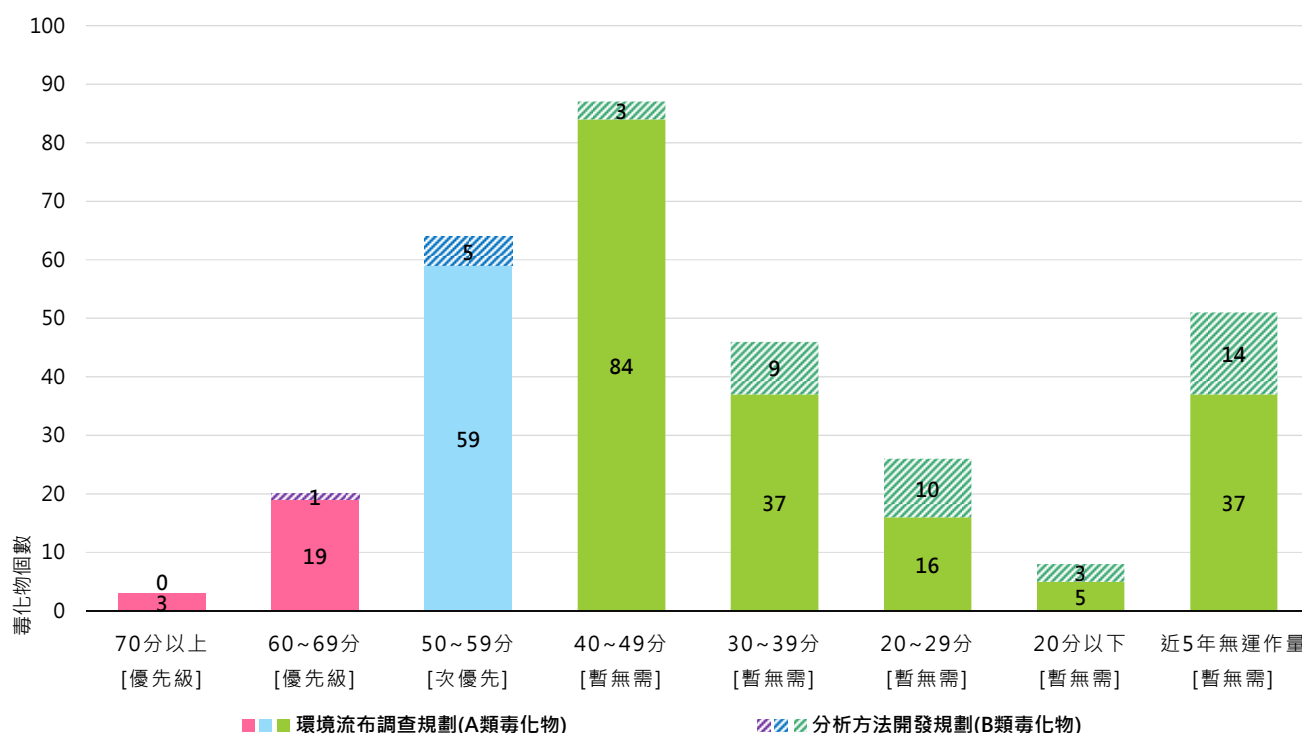


圖 4-21 毒性化學物質環境流布調查規劃各類級物質個數分布圖

表 4-34 毒性化學物質環境流布調查規劃及檢驗方法開發「優先級」毒化物一覽表

編號	序號	中文名稱	CAS. Number	總積分	國際認定 ^註	目的用途	列管毒性	使用限制	運作量	檢驗方法	流布特性
166	1	雙酚 A	80-05-7	72	[優] EDC/TSCA [後] OSPAR(P)/NPRI/PACsSs	民生/農業/工業	4	未限制	>1 萬公噸	是	水體/底泥
68	1	鄰苯二甲酸二(2-乙己基)酯	117-81-7	71	[優] EDC/OSPAR/ECHA/TSCA [後] SVHCs/NPRI/PACsSs	民生	1, 2	限制使用	>1 萬公噸	是	底泥/生物
80	2	鄰苯二甲酸二丁酯	84-74-2	71	[優] EDC/OSPAR/ECHA/TSCA [後] SVHCs/NPRI	民生	1, 2	限制使用	>1 萬公噸	是	底泥/生物
86	1	硫酸二甲酯	77-78-1	67	[後] SVHCs/NPRI/PACsSs	民生/農業/工業	2, 3	限制使用	>1 萬公噸	是	空氣
169	3	全氟辛烷磺醯氟	307-35-7	67	[優] POPs/PIC/Class I	民生/農業/工業	4	未限制	<10 公噸	是	土壤/底泥/生物
52	1	苯	71-43-2	65	[後] TSCA(a)/NPRI/PACsSs	民生/工業	1, 2	限制使用	>1 萬公噸	是	空氣
169	1	全氟辛烷磺酸	1763-23-1	65	[優] POPs/OSPAR/PIC/Class I	民生/工業	1, 2	限制使用	<10 公噸	是	土壤/底泥/生物
45	1	三氧化二砷	1327-53-3	64	[優] ECHA [後] SVHCs/TSCA(a)	民生/工業	1, 2, 3	限制使用	>10 公噸	是	土壤/底泥
54	1	三氯甲烷	67-66-3	63	[後] NPRI/PACsSs	民生/農業/工業及其他	1	限制使用	>1 萬公噸	是	空氣/水體/土壤/底泥
72	1	環氧氯丙烷	106-89-8	63	[後] NPRI/PACsSs	民生/農業/工業	2	限制使用	>1 萬公噸	是	空氣/水體
89	1	二硫化碳	75-15-0	63	[後] NPRI/PACsSs	民生/農業/工業	1	限制使用	>1 萬公噸	是	空氣
55	1	三氧化鉻(鉻酸)	1333-82-0	62	[優] ECHA [後] SVHCs/TSCA(a)/PACsSs	民生/工業	2	限制使用	>1 萬公噸	是	空氣/土壤/底泥
68	4	鄰苯二甲酸二異壬酯	28553-12-0、 68515-48-0	62	[優] TSCA	民生/工業	1	限制使用	>1 萬公噸	是	土壤/底泥/生物
50	1	丙烯醯胺	79-06-1	61	[後] SVHCs/NPRI/PACsSs	民生/工業	2, 3	限制使用	>1 萬公噸	是	水體/底泥
66	1	甲醛	50-00-0	61	[後] TSCA(a)/NPRI/PACsSs	民生/工業	2, 3	限制使用	>1 萬公噸	是	空氣/水體
68	3	鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	85-68-7	61	[優] EDC/ECHA/TSCA [後] OSPAR(P)/SVHCs/NPRI	民生	1, 2	限制使用	>10 公噸	是	底泥/生物
75	1	1,2-二氯乙烷	107-06-2	61	[優] PIC/ECHA/TSCA [後] SVHCs/NPRI/PACsSs	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是	空氣
146	1	醋酸乙烯酯	108-05-4	61	[後] NPRI/PACsSs	民生/工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是	空氣
160	1	甲基第三丁基醚	1634-04-4	61	[後] NPRI	民生/工業	4	未限制	>1 萬公噸	是	空氣/水體
61	1	環氧乙烷	75-21-8	60	[優] PIC [後] NPRI/PACsSs	工業及其他	1, 2	限制使用	>1 萬公噸	是	空氣
67	1	4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)	101-14-4	60	[優] ECHA [後] SVHCs/TSCA(a)/NPRI/PACsSs	工業	1, 2	限制使用	>1 萬公噸	是	土壤/底泥/生物
68	10	鄰苯二甲酸二異丁酯	84-69-5	60	[優] ECHA/TSCA [後] OSPAR(P)/SVHCs	民生/工業	1, 2	限制使用	>10 公噸	是	底泥/生物
165	2	壬基酚聚乙氧基醇	9016-45-9、 26027-38-3	68	[優] OSPAR/TSCA [後] OSPAR(P)	民生/農業/工業及其他	1	限制使用	>1 萬公噸	否	水體/土壤/底泥

註：[優]優先控制物質：POPs 斯德哥爾摩公約持久性有機污染物、EDC 日本環境省疑似環境荷爾蒙物質、OSPAR 奧斯陸-巴黎公約優先行動有害物質、PIC 鹿特丹公約物質、ECHA 歐盟 REACH 授權物質、TSCA 美國毒性物質管理法行動物質、Class I、Class II 日本環境省化審法第 1、2 種特定化學物質。

[後]後備物質：OSPAR(P)奧斯陸-巴黎公約可能引起關注有害物質、SVHCs 歐洲化學總署高度關切物質、TSCA(a)美國毒性物質管理法後備物質、NPRI 加拿大污染物釋放物質、PACsSs 日本環境省化審法優先評價化學物質。

表 4-35 毒性化學物質環境流布調查規劃及檢驗方法開發「次優先級」毒化物一覽表

編號	序號	中文名稱	CAS. Number	總積分	國際認定 ^註	目的用途	列管毒性	使用限制	運作量	檢驗方法
46	1	氰化鈉	143-33-9	59	[後] TSCA(a)	民生/農業/工業及其他	3	限制使用	>1 萬公噸	是
49	1	氯	7782-50-5	59	[後] NPRI	民生/農業/工業及其他	3	限制使用	>1 萬公噸	是
97	1	吡啶	110-86-1	57	[後] NPRI	民生/工業	1	限制使用	>1 萬公噸	是
115	1	二苯胺	122-39-4	57	[後] NPRI	農業/工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是
129	1	硝苯	98-95-3	57	[後] NPRI/PACsS	民生/工業	1	限制使用	>1 萬公噸	是
165	1	壬基酚(壬酚)	25154-52-3、 84852-15-3	57	[優] EDC/OSPAR/TSCA [後] OSPAR(P)	工業及其他	1	限制使用	>1 萬公噸	是
79	1	二氯甲烷	75-09-2	56	[優] TSCA [後] NPRI/PACsS	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是
91	1	十溴二苯醚	1163-19-5	56	[優] OSPAR/TSCA [後] OSPAR(P)/SVHCs/NPRI	民生/工業及其他	4	未限制	>10 公噸	是
51	1	丙烯腈	107-13-1	55	TSCA(a)/NPRI/PACsS	工業	1, 2	限制使用	>1 萬公噸	是
64	1	三氯乙烯	79-01-6	55	[優] ECHA/TSCA/Class II [後] SVHCs/NPRI	工業	1, 2	限制使用	>10 公噸	是
158	1	三氯化磷	7719-12-2	54	無	民生/農業/工業	3	限制使用	>1 萬公噸	是
38	1	苯胺	62-53-3	53	[後] TSCA(a)/NPRI/PACsS	民生/工業	3	限制使用	>1 萬公噸	是
91	2	八溴二苯醚	32536-52-0	53	[優] POPs/EDC/OSPAR/PIC/Class I [後] OSPAR(P)	民生	1	限制使用	<10 公噸	是
91	3	五溴二苯醚	32534-81-9	53	[優] POPs/EDC/OSPAR/PIC/Class I [後] OSPAR(P)	民生	1	限制使用	<10 公噸	是
91	4	2,2',4,4'-四溴二苯醚	40088-47-9	53	[優] POPs/OSPAR/Class I	民生	1	限制使用	<10 公噸	是
91	5	2,2',4,4',5,5'-六溴二苯醚	68631-49-2	53	[優] POPs/OSPAR/Class I	民生	1	限制使用	<10 公噸	是
91	6	2,2',4,4',5,6'-六溴二苯醚	207122-15-4	53	[優] POPs/OSPAR/Class I	民生	1	限制使用	<10 公噸	是
91	7	2,2',3,3',4,5',6-七溴二苯醚	446255-22-7	53	[優] POPs/OSPAR/Class I	民生	1	限制使用	<10 公噸	是
91	8	2,2',3,4,4',5',6-七溴二苯醚	207122-16-5	53	[優] POPs/OSPAR/Class I	民生	1	限制使用	<10 公噸	是
172	1	安殺番(工業級安殺番)	115-29-7	53	[優] POPs/EDC/OSPAR/PIC/Class I	農業	1, 3	限制使用	<10 公噸	是
172	2	α -安殺番	959-98-8	53	[優] POPs/EDC/Class I	農業	1, 3	限制使用	<10 公噸	是
172	3	β -安殺番	33213-65-9	53	[優] POPs/EDC/Class I	農業	1, 3	限制使用	<10 公噸	是
172	4	安殺番硫酸鹽	1031-07-8	53	[優] POPs/EDC/Class I	農業	1, 3	限制使用	<10 公噸	是
62	1	1,3-丁二烯	106-99-0	52	[優] TSCA [後] NPRI/PACsS	工業	2	限制使用	>1 萬公噸	是
22	1	汞	7439-97-6	52	[優] OSPAR/PIC	民生/工業	1	限制使用	>10 公噸	是

編號	序號	中文名稱	CAS. Number	總積分	國際認定 ^註	目的用途	列管毒性	使用限制	運作量	檢驗方法
55	2	重鉻酸鉀	7778-50-9	52	[優] ECHA [後] SVHCs/TSCA(a)	民生/工業	2	限制使用	>10 公噸	是
55	3	重鉻酸鈉	7789-12-0、 10588-01-9	52	[優] ECHA [後] SVHCs/TSCA(a)	民生/工業	2	限制使用	>10 公噸	是
55	4	重鉻酸銨	7789-09-5	52	[優] ECHA [後] SVHCs/TSCA(a)	民生/工業	2	限制使用	>10 公噸	是
55	10	鉻酸銨	7788-98-9	52	[優] ECHA [後] TSCA(a)	民生/工業	2	限制使用	>10 公噸	是
55	15	鉻酸鉛	7758-97-6	52	[優] ECHA [後] SVHCs/TSCA(a)	民生/工業	2	限制使用	>10 公噸	是
55	22	鉻酸鋇	7789-06-2	52	[優] ECHA [後] SVHCs/TSCA(a)	民生/工業	2	限制使用	>10 公噸	是
55	23	鉻酸鋅（鉻酸鋅氫氧化合物）	13530-65-9	52	[優] ECHA [後] TSCA(a)	民生/工業	2	限制使用	>10 公噸	是
68	5	鄰苯二甲酸二異癸酯	26761-40-0、 68515-49-1	52	[優] TSCA	民生/工業	1	限制使用	>10 公噸	是
68	6	鄰苯二甲酸二乙酯	84-66-2	52	[優] EDCNPRI	民生/工業	1	限制使用	>10 公噸	是
148	1	氧化三丁錫	56-35-9	52	[優] EDC/OSPAR/PIC/Class I [後] OSPAR(P)/SVHCs	民生/工業	1	限制使用	<10 公噸	是
148	2	氫氧化三苯錫	76-87-9	52	[優] EDC/OSPAR/Class II [後] OSPAR(P)	民生/工業	1	限制使用	<10 公噸	是
148	5	氯化三丁錫	1461-22-9	52	[優] OSPAR/PIC/Class II	農業/工業及其他	4	未限制	<10 公噸	是
148	6	氟化三丁錫	1983-10-4	52	[優] OSPAR/PIC/Class II	農業/工業及其他	4	未限制	<10 公噸	是
19	1	靈丹	58-89-9	51	[優] POPs/PIC/Class I	其他	1, 3	限制使用	<10 公噸	是
37	1	鎘	7440-43-9	51	[優] OSPAR [後] SVHCs/TSCA(a)	民生/工業	2, 3	限制使用	<10 公噸	是
37	2	氧化鎘	1306-19-0	51	[後] SVHCs/TSCA(a)	民生/工業	2, 3	限制使用	>10 公噸	是
37	5	硫酸鎘	10124-36-4	51	[後] SVHCs/TSCA(a)	民生/工業	2, 3	限制使用	>10 公噸	是
45	2	五氧化二砷	1303-28-2	51	[優] ECHA [後] SVHCs/TSCA(a)	民生/工業	2, 3	限制使用	<10 公噸	是
68	7	鄰苯二甲酸二烷基酯（C7-11 支鏈及直鏈）	68515-42-4	51	[優] SVHCs	民生/工業	4	未限制	>10 公噸	是
68	9	鄰苯二甲酸二丙酯	131-16-8	51	[優] EDC	民生/工業	4	未限制	<10 公噸	是
68	11	鄰苯二甲酸二戊酯	131-18-0	51	[優] EDC [後] SVHCs	民生/工業	4	未限制	<10 公噸	是
68	12	鄰苯二甲酸二己酯	84-75-3	51	[優] EDC [後] SVHCs	民生/工業	4	未限制	<10 公噸	是

編號	序號	中文名稱	CAS. Number	總積分	國際認定 ^註	目的用途	列管毒性	使用限制	運作量	檢驗方法
68	13	鄰苯二甲酸二環己酯	84-61-7	51	[優] EDC	民生/工業	4	未限制	<10 公噸	是
78	1	氯甲烷	74-87-3	51	[後] NPRI/PACs	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是
81	1	異丙苯	98-82-8	51	[後] NPRI/PACs	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是
82	1	環己烷	110-82-7	51	[後] NPRI/PACs	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是
104	1	乙醛	75-07-0	51	[後] TSCA(a)/NPRI/PACs	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是
105	1	乙腈	75-05-8	51	[後] NPRI/PACs	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是
107	1	丙烯酸丁酯	141-32-2	51	[後] NPRI/PACs	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是
108	1	丁醛	123-72-8	51	[後] NPRI	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是
112	1	間-甲酚	108-39-4	51	[後] PACs	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是
116	1	乙苯	100-41-4	51	[後] TSCA(a)/NPRI/PACs	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是
117	1	甲基異丁酮	108-10-1	51	[後] NPRI/PACs	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	是
63	1	四氯乙烯	127-18-4	50	[優] Class II [後] TSCA(a)/NPRI	工業	1, 2	限制使用	>10 公噸	是
130	1	八氯萘	2234-13-1	57	[優] POPs/OSPAR/Class I	民生/工業	1	限制使用	<10 公噸	否
114	1	二乙醇胺	111-42-2	57	[後] NPRI	農業/工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	否
118	1	4,4'-二胺基二苯甲烷	101-77-9	56	[優] ECHA [後] SVHCs/NPRI	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	否
47	1	光氣	75-44-5	51	[後] NPRI	工業	1, 3	限制使用	>1 萬公噸	否
163	1	二環戊二烯	77-73-6	51	[後] NPRI/PACs	工業及其他	4	未限制	>1 萬公噸	否

註：

[優]優先控制物質：POPs 斯德哥爾摩公約持久性有機污染物、EDC 日本環境省疑似環境荷爾蒙物質、OSPAR 奧斯陸-巴黎公約優先行動有害物質、PIC 鹿特丹公約物質、

ECHA 歐盟 REACH 授權物質、TSCA 美國毒性物質管理法行動物質、Class I、Class II 日本環境省化審法第 1、2 種特定化學物質。

[後]後備物質：OSPAR(P)奧斯陸-巴黎公約可能引起關注有害物質、SVHCs 歐洲化學總署高度關切物質、TSCA(a)美國毒性物質管理法後備物質、NPRI 加拿大污染物釋放物質、

PACs 日本環境省化審法優先評價化學物質。

表 4-36 「優先級」及「次優先級」A 類毒化物歷年環境流布調查執行情形一覽表

編號	序號	中文名稱	等級	總積分	歷年環境流布調查執行情形
166	1	雙酚 A	優先級	72	98-104 年河川調查
68	1	鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	優先級	71	90-104 年河川調查
80	2	鄰苯二甲酸二丁酯	優先級	71	91-104 年河川調查
86	1	硫酸二甲酯	優先級	67	93 年運作工廠調查
169	3	全氟辛烷磺醯氟	優先級	67	無
52	1	苯	優先級	65	89 年及 92 年運作工廠調查
169	1	全氟辛烷磺酸	優先級	65	無
45	1	三氧化二砷	優先級	64	100-104 年河川調查
54	1	三氯甲烷	優先級	63	88 年運作工廠調查、100-101 年河川調查
72	1	環氧氯丙烷	優先級	63	92 年運作工廠調查、94 年河川調查
89	1	二硫化碳	優先級	63	90 年運作工廠調查
55	1	三氧化鉻(鉻酸)	優先級	62	89 年運作工廠調查
68	4	鄰苯二甲酸二異壬酯	優先級	62	102-104 年河川調查
50	1	丙烯醯胺	優先級	61	無
66	1	甲醛	優先級	61	89 年及 93 年運作工廠調查、100-101 年河川調查
68	3	鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	優先級	61	93-104 年河川調查
75	1	1,2-二氯乙烷	優先級	61	91 年運作工廠調查
146	1	醋酸乙烯酯	優先級	61	無
160	1	甲基第三丁基醚	優先級	61	90 年運作場所及各類水體
61	1	環氧乙烷	優先級	60	89 年運作工廠調查
67	1	4,4'-亞甲雙(2-氯苯胺)	優先級	60	無
68	10	鄰苯二甲酸二異丁酯	優先級	60	102-104 年河川調查
46	1	氰化鈉	次優先級	59	無
49	1	氯	次優先級	59	無
97	1	吡啶	次優先級	57	無
115	1	二苯胺	次優先級	57	無
129	1	硝苯	次優先級	57	無
165	1	壬基酚(壬酚)	次優先級	57	98-104 年河川調查
79	1	二氯甲烷	次優先級	56	90 年運作工廠調查
91	1	十溴二苯醚	次優先級	56	93-104 年河川調查
51	1	丙烯腈	次優先級	55	89 年運作工廠調查
64	1	三氯乙烯	次優先級	55	88 年運作工廠調查
158	1	三氯化磷	次優先級	54	無
38	1	苯胺	次優先級	53	無
91	2	八溴二苯醚	次優先級	53	93-104 年河川調查
91	3	五溴二苯醚	次優先級	53	93-104 年河川調查
91	4	2,2',4,4'-四溴二苯醚	次優先級	53	93-104 年河川調查
91	5	2,2',4,4',5,5'-六溴二苯醚	次優先級	53	93-104 年河川調查
91	6	2,2',4,4',5,6'-六溴二苯醚	次優先級	53	93-104 年河川調查
91	7	2,2',3,3',4,5',6-七溴二苯醚	次優先級	53	102-104 年河川調查

編號	序號	中文名稱	等級	總積分	歷年環境流布調查執行情形
91	8	2,2',3,4,4',5',6-七溴二苯醚	次優先級	53	93-104 年河川調查
172	1	安殺番(工業級安殺番)	次優先級	53	102-104 年河川調查
172	2	α -安殺番	次優先級	53	102-104 年河川調查
172	3	β -安殺番	次優先級	53	102-104 年河川調查
172	4	安殺番硫酸鹽	次優先級	53	102-104 年河川調查
62	1	1,3-丁二烯	次優先級	52	89 年運作工廠調查
22	1	汞	次優先級	52	92 年及 94-101 年河川調查
55	2	重鉻酸鉀	次優先級	52	無
55	3	重鉻酸鈉	次優先級	52	無
55	4	重鉻酸銨	次優先級	52	無
55	10	鉻酸銨	次優先級	52	無
55	15	鉻酸鉛	次優先級	52	無
55	22	鉻酸鋁	次優先級	52	無
55	23	鉻酸鋅(鉻酸鋅氫氧化合物)	次優先級	52	無
68	5	鄰苯二甲酸二異癸酯	次優先級	52	102-104 年河川調查
68	6	鄰苯二甲酸二乙酯	次優先級	52	93-104 年河川調查
148	1	氧化三丁錫	次優先級	52	90-93 年港口調查、94-102 年河川調查
148	2	氫氧化三苯錫	次優先級	52	91-93 年港口調查、94-102 年河川調查
148	5	氯化三丁錫	次優先級	52	無
148	6	氟化三丁錫	次優先級	52	無
19	1	靈丹	次優先級	51	91-92 年河川調查
37	1	鎘	次優先級	51	89 年運作工廠調查
37	2	氧化鎘	次優先級	51	無
37	5	硫酸鎘	次優先級	51	無
45	2	五氧化二砷	次優先級	51	無
68	7	鄰苯二甲酸二烷基酯(C7-11 支鏈及直鏈)	次優先級	51	無
68	9	鄰苯二甲酸二丙酯	次優先級	51	無
68	11	鄰苯二甲酸二戊酯	次優先級	51	無
68	12	鄰苯二甲酸二己酯	次優先級	51	無
68	13	鄰苯二甲酸二環己酯	次優先級	51	無
78	1	氯甲烷	次優先級	51	無
81	1	異丙苯	次優先級	51	無
82	1	環己烷	次優先級	51	無
104	1	乙醛	次優先級	51	無
105	1	乙腈	次優先級	51	無
107	1	丙烯酸丁酯	次優先級	51	無
108	1	丁醛	次優先級	51	無
112	1	間-甲酚	次優先級	51	無
116	1	乙苯	次優先級	51	90 年運作工廠調查
117	1	甲基異丁酮	次優先級	51	無
63	1	四氯乙烯	次優先級	50	88 年運作工廠調查

4.6 毒性化學物質環境流布調查資料查詢系統維護

本計畫於 103 年建置「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」，其整體系統架構如圖 3-12 所示，依資料公開屬性區分無需帳號登入的前端展示平台及需申請帳號登入的後端查詢平台。前端展示平台主要提供毒性化學物質環境流布調查資料宣導專區資訊，適用於一般民眾查詢及瀏覽；後端查詢平台則提供歷年環境流布調查資料表單查詢、趨勢分布圖及空間分布圖建立，適用於專家學者及承辦單位作進一步的調查資料運用。

本年度主要工作內容為維護網站內容，除此之外，為提升網站功能及相關資訊更新，針對網站內容及功能作下列修訂。

一、毒性化學物質環境流布調查資料宣導專區（前端展示平台）

- (一) 專有名詞解釋：文字勘誤修訂。
- (二) 調查工作方法：文字勘誤修訂及項目排列順序調整。
- (三) 科普版資料查詢：欄位名稱“水質”調整為“水體”，“底質”調整為“底泥”。
- (四) 成果手冊下載：改進手冊解析度及橫式表格（頁面）閱讀便利性問題，並補充手冊全文下載功能。
- (五) 相關連結：依本網站資訊相關性，增列化學物質登錄平台、環境資源資料庫及環檢所檢測方法查詢，並調整連結排列順序。
- (六) 其他：首頁補充無障礙宣告及 E 政府連結；增設意見信箱、瀏覽人次計數、網頁資訊更新日期、最佳網頁瀏覽環境宣告、隱私權及著作權等資訊安全宣告，並符合以「全球資訊網網站資料開放宣告」取代現行「全球資訊網著作權聲明」。

二、毒性化學物質環境流布調查資料查詢專區（後端查詢平台）

（一）表單查詢：

1. 表單選取功能，依項目性質提供複選功能。
2. 原樣本種類名稱為“生物”者，細分為“生物(魚體)”及“生物(其他)”，後者包含蝦蟹類或內臟數據。
3. 濃度單位之“ug”修正為“ μg ”；毒化物列管編號及序號以“-”作間隔。
4. 調查年度同時以民國年及西元年表示，例如，民國 88 年（西元 1999 年）。
5. 增設頁面顯示筆數設定功能，例如，指定每頁顯示 10 筆、20 筆、50 筆、100 筆。
6. 查詢結果顯示，保留“環境類別”、“環境細項”、“物質中文名稱”、“樣本種類”、“採樣地點”、“檢測值”、“單位”、“分析物質”、“調查年度”等 9 項主要資訊，如需其他欄位資料再透過匯出 Excel 功能取得。

（二）趨勢圖查詢：

1. 加註所有濃度分布圖之座標軸名稱。
2. 修正 Y 軸（檢測值）出現負值之現象。
3. 提供濃度分布圖匯出功能，以便後續利用。

（三）空間分布圖：

1. 顯示窗格增列“檢測項目”。
2. 修正因座標系統轉換導致位置偏移之現象。
3. 只顯示欲查詢河川流域之水質監測站，而非全國水質監測站，並適時更新為最新公布之水質監測站測值資料。

（四）其他：

1. 提供管理端具有“環境類別”、“環境細類”、“樣本種類”之各項查詢或瀏覽計次功能，以作為網站使用頻率分析之依據。

資訊網站之資料維護已完成本年度（104 年）資料匯入數據表單資料庫，如圖 4-22 所示，資料庫原已收錄數據資料共 25,915 筆，103 年度新增 2,670 筆，104 年度新增 2,856 筆，目前共計數據資料達 31,441 筆。

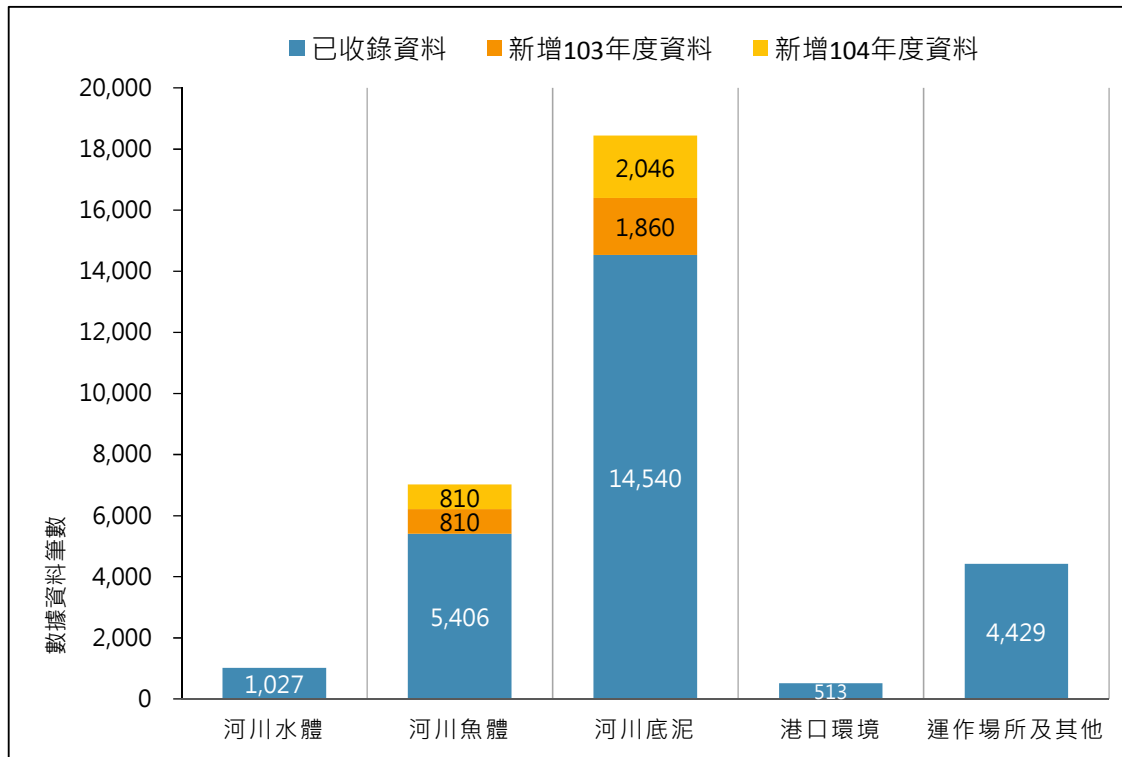


圖 4-22 「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」數據資料收錄統計

4.7 毒性化學物質環境流布調查成果手冊編製

環保署自 88 年度持續推動毒性化學物質環境流布調查分析計畫之進行，於 88 年度至 93 年度期間，完成三氯甲烷、三氯乙烯、四氯乙烯、苯、氯乙烯、甲醛、環氧乙烷、丙烯腈、1,3-丁二烯、鎘、六價鉻及總鉻、乙二醇單乙醚、1,2,4-三氯苯、二氯甲烷、二硫化碳、乙苯、環氧氯丙烷、硫酸二甲酯等 18 種毒化物運作工廠廠內及周界環境流布調查。於 90 年度完成加油站周界及作業區空氣及各類水體中甲基第三丁基醚調查。自 90 年度開始規劃進行國內一般環境，包括河川及港口環境中持久性有機污染物及環境荷爾蒙調查，至 93 年度完成國內四大國際港及各類漁港環境中有錫類物質調查，至 99 年度完成國內 33 條河川第一階段多氯聯苯、可氯丹、地特靈、滴滴涕、毒殺芬、安特靈、飛佈達、阿特靈、靈丹、六氯苯、總汞、環氧氯丙烷、鄰苯二甲酸酯類物質、有機錫類物質、多溴二苯醚類物質、壬基酚及雙酚 A 等 24 種毒化物環境調查。自 100 年度規劃進行第二階段河川環境調查，針對第一階段中環境測值較高之物質作持續追蹤調查，並加入其他國際關注之有毒污染物進行環境調查。

集結環保署歷年完成之毒性化學物質環境流布調查成果，在 98 年度計畫中彙整編製為「毒性化學物質環境流布調查成果手冊」。本年度延續手冊架構編排，除將手冊資料更新至 103 年度計畫執行成果，內容與過去版本整編之對照表如表 4-37 所示，包括減少段落文字說明或列表，改以圖說或流程圖方式，加強版面色彩豐富及生動性，提升視覺之親民效果，使手冊內容更貼近大眾閱讀等。本年度成果手冊以電子書型式發行，印製光碟片 500 份，並於「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」提供全文電子檔下載點，手冊封面及封底、光碟片及光碟盒如圖 4-23 至圖 4-25 所示。手冊各章節涵蓋內容如下說明：

第一篇、環境流布調查緣起

說明毒性化學物質環境流布調查計畫執行之緣起、背景，歷年調查內容綱要，以及目前已執行環境流布調查的毒性化學物質種類。如表 4-37 所示，將環保署歷年毒性化學物質環境流布調查列表方式，改以毒性化學物質種類為歸類基準，突顯歷年已累積執行的物質種類調查數量。

第二篇、環境流布調查工作方法

此篇章包含調查地點及採樣對象選取、環境調查採樣方法、環境樣本分析方法等三個章節，以圖文方式說明環境流布調查是如何選取調查對象及採樣地點，環境樣本的採樣方法，以及彙整歷年執行調查之各種檢測項目樣本分析方法。

第三篇、環境流布調查結果

整合歷年環境流布調查結果，按調查環境類別，包括河川環境、港口環境、運作場所、其他環境等，分節描述國內各種毒性化學物質環境流布情形，並以圖表方式呈現環境流布時空分布。

第四篇、毒性化學物質環境流布資料庫

介紹歷年透過環境流布調查計畫執行所建立之應用資料庫，包括集結國內環境流布調查數據資料之「毒性化學物質環境流布資料檢索系統」，蒐集與國內、外環境流布相關文獻資料之「毒性化學物質環境流布文獻資料檢索系統」，以及 103 年建置之「毒性化學物質環境流布資訊網站」。

第五篇、施行成效及未來發展

說明環保署歷年根據環境流布調查結果，提具之施政策略建議及促成相關管制措施執行之內容，並說明未來環境流布調查規畫內容。

表 4-37 「毒性化學物質環境流布調查成果手冊」104 年版整編差異對照表

前編整理

壹·前言 3

▼表 1-1 環保署歷年毒性化學物質環境流洩污染調查地點及監測項目

檢測中心	臺灣省	調查地點	調查物質	標準值範圍
88	工廠	運作工廠間界及作業場所	二氯甲烷、二氯乙烷、四氯乙烷	空氣、土壤、水體、 勞工個人暴露
89	工廠	運作工廠間界及作業場所	苯、氯之類、印酚、環氧之類、丙酮類 1,4-二甲苯、酚、八氯萘及萘酸、 多氯聯苯類、1,2,3-三氯苯	空氣、土壤、水體、 勞工個人暴露
河川	淡水漁業、鹽鹼池、灌溉溝、大甲溪、 淡水河、二港、大南港	鄰二氯聯二(2-乙基至基酯)(DEHP)	水體、底泥、魚體	
港口	養蝦場、花鰲灣、臺中港、基隆港、 以斗子漁港、林邊港、東港漁港	三丁醇(TBT)	水體、底泥、魚體	
90	工廠	運作工廠間界及作業場所	二氯甲烷、二氯化乙、甲苯	空氣、土壤、水體、 勞工個人暴露
其他	■ 石門水庫、慈惠水庫、麟潭水庫區 ■ 日月潭水庫、南庄水庫、明倫水庫 及其12座下游水庫 ■ 萬里湖(含)「福地」下水庫之側向農田 ■ 鹿耳門港	中鏈第三十二羧酸(MTBE)	水體、空氣、勞工個人暴露	
91	河川	淡水漁業、鹽鹼池、灌溉溝、大甲溪、 淡水河、二港、前文溪、一港、 大南港	多氯聯苯(PCBs)、 鄰二氯聯二(2-丁基)酯(DBP)	水體、底泥、魚體
港口	養蝦場、花鰲灣、臺中港、一港、 以斗子漁港、梧槽漁港、興隆漁港	鄰丁、二氯、安特曼、對特曼、滴滴涕、 DDE、DDE等有機氯(OCs) 三氯生(TPT)	底泥 水體、底泥、魚體	
河川	後寮港、大安港、曾文港、北港、 林邊港、急水港、鹽水港、東港港、 八掌港、花鰲灣、芳蘭港、鹿耳門港	鄰丁、二氯、安特曼、對特曼、滴滴涕、 DDE、DDE等有機氯(OCs) 安特曼及鄰叔戊基十氯十一氯OCAs	底泥 底泥	
92	港口	新竹漁港、竹塹漁港、新港漁港、 嘉義港、正港漁港、安平漁港、 安平港	有機磷類殺蟲劑(OTCs)	底泥、魚體
工廠	運作工廠間界及作業場所	汞、重金屬系列	空氣、土壤、水體、 勞工個人暴露	
河川	後寮港、大安港、曾文港、北港、 林邊港、急水港、鹽水港、東港港、 八掌港、花鰲灣、芳蘭港、鹿耳門港	PCBs、DEHP、DBP、多氯二芳基聯苯類 物質(PBDES)	底泥、魚體	
93	港口	新竹漁港、竹塹漁港、新港漁港、 嘉義港、正港漁港、安平漁港、 安平港	OTCs	底泥、魚體
工廠	運作工廠間界及作業場所	甲硫、硫酸二甲酯	空氣、土壤、水體、 勞工個人暴露	
94	河川	淡水漁業、鹽鹼池、灌溉溝、大甲溪、 淡水河、二港、前文溪、一港、 大南港	鄰二氯聯二(2-乙基至基酯)、鄰二氯聯二(2-丁基至基酯)	水體、底泥、魚體

後編整理

表1-2 環保署歷年毒性化學物質環境流布調查物質及環境類別			
類別	物質名稱	中文名稱 (簡稱)	調查環境類別
001	多氯聯苯*	Polychlorinated biphenyls (PCBs)	河川
002	可家丹*	Chlordane	河川
004	狄氏劑*	Dieldrin	河川
005	滴滴涕*	4,4'-Dichlorobiphenyl-1,1'-dicarboxylic acid (DDT)	河川
006	毒殺死*	Toxaphene	河川
010	安妥氯*	Endrin	河川
011	殺丹*	Heptachlor	河川
013	阿拉毒*	Aldrin	河川
019	靈丹*	Aldrin	河川
022	汞 (總汞)	Mercury	河川
037	鎘	Cadmium	溝渠/廢管
046	三氧化二砷 (三氧化砷)	Arsenic trioxide	溝渠/廢管
051	四硫鎢	Asynlonite	溝渠/廢管
052	苯	Benzene	溝渠/廢管
063	四氯化錫	Stannic tetrachloride	溝渠/廢管
064	三氯吡啶	Chloropyridine	溝渠/廢管及河川
065	三氯化鉻 (六水合及結晶)	Chromium(VI) trioxide	溝渠/廢管
068	六氯乙烷	Hexachloroethane	河川
081	氯氣之氧化物	Ethylene oxide	溝渠/廢管
082	1,3-二氯	1,3-Dioxane	溝渠/廢管
083	四氯乙烷	Tetrachloroethane	溝渠/廢管
084	三氯乙烷	Trichloroethylene	溝渠/廢管
085	氯之衍生物	Vinyl Chloride	溝渠/廢管
096	甲鈉	Formaldehyde	溝渠/廢管及河川
098	鄰二氯-2,2-乙基二氯(四)	Di(2-ethylhexyl)phthalate (Di-DEHP)	河川
098-02	鄰二氯-二氯-二辛酯	Di-n-octyl phthalate (DNOP)	河川
098-03	鄰二氯-二氯-二壬基酯	Benzy laity phthalate (BBP)	河川
098-04	鄰二氯-二氯-二癸基酯	Di-nonyl phthalate (DNP)	河川
098-05	鄰二氯-二氯-二癸基酯	Di-laudyl phthalate (LDHP)	河川
098-06	鄰二氯-二氯-二癸基酯	Diethyl phthalate (DEP)	河川
098-10	鄰二氯-二氯-二癸基酯	Di-n-octyl phthalate (DOP)	河川
098-02	鄰二氯-二氯	1,2-Dichloroethane	河川
099	1,2,4-三氯苯	1,2,4-Trichlorobenzene	溝渠/廢管
099-01	2,4-二氯苯酚	2,4-Dichlorophenol	溝渠/廢管
072	環氯氧丙烷	Epichlorohydrin	溝渠/廢管及河川
077	1,3-二氯乙烷	1,3-Dichloroethylene	河川
079	二氯甲烷	Dichloromethane	溝渠/廢管
080	鄰二氯-二氯-二丁基酯	Dibutyl phthalate (DBP)	河川
080-01	鄰二氯-二氯-二辛基酯	Dimethyl phthalate (DMP)	河川
081	硫磺-二氯	Dimethyl sulfide	溝渠/廢管
089	二氯化砷	Chlorine diarsenide	溝渠/廢管
090	氯苯	Chlorobenzene	河川
081	10,12-二氯萘	Dodecamethylphthalic ether	河川

整編說明：

將環保署歷年毒性化學物質環境流布調查列表方式，改以毒化物種類為歸類基準，突顯歷年已累積執行的物質種類調查數量，並可標示 POPs 種類。

前編 整理

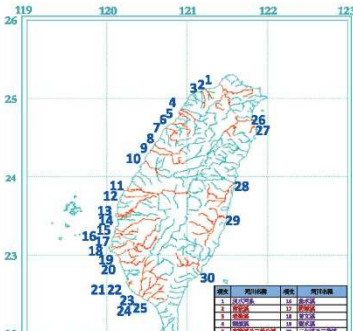
第二章 · 河川環境流布調查 13

第二章 河川環境流布調查

第一節 河川環境調查方法

一、河川採樣地點規劃

以環保署設定之河川水質監測站或橋樑作為採樣地點。調查河川依上游、中游及下游河段區分，於上游或中游河段選取1個採樣地點，下游河段以平均分布方式選取2到3個採樣地點。歷年河川環境調查均在相同地點進行採樣調查，以增加檢測資料之可比較性。環保署90-99年第一階段完成之河川調查及檢測項目如表2-1所列，於100年度開始進行的第二階段河川調查及檢測項目如表2-2，截至目前已完成國內33條河川之環境調查（圖2-1）。



序號	河川名稱	長度	河川編號
1	淡水河	17	001
2	基隆河	12	002
3	新店河	12	003
4	大漢河	12	004
5	大甲河	12	005
6	大肚河	12	006
7	大陂河	12	007
8	大陂河	12	008
9	大陂河	12	009
10	大陂河	12	010
11	大陂河	12	011
12	大陂河	12	012
13	大陂河	12	013
14	大陂河	12	014
15	大陂河	12	015
16	大陂河	12	016
17	大陂河	12	017
18	大陂河	12	018
19	大陂河	12	019
20	大陂河	12	020
21	大陂河	12	021
22	大陂河	12	022
23	大陂河	12	023
24	大陂河	12	024
25	大陂河	12	025
26	大陂河	12	026
27	大陂河	12	027
28	大陂河	12	028
29	大陂河	12	029
30	大陂河	12	030
31	大陂河	12	031
32	大陂河	12	032
33	大陂河	12	033

後編整理

第二篇

第一章 調查地點及採樣對象選取

河川環境

民國 90~94 年

以 24 條主要河川為調查藍圖

民國 95~97 年

整合環保署各單位河川底質調查相關計畫
進行共同採樣加入 6 條工業區承受水體河川

民國 98~ 迄今

持續建立 30 條河川時序性環境流布資料

調查河川分布

1. 淡水河本流
2. 大漢溪
3. 新店溪
4. 基隆河
5. 南崁溪
6. 頭前溪
7. 客仔溪
8. 中港溪
9. 後龍溪
10. 大安溪
11. 大甲溪
12. 八掌溪
13. 急水溪
14. 將軍溪
15. 曾文溪
16. 鹽水溪
17. 二仁溪
18. 典寶溪
19. 高屏溪
20. 東港溪
21. 林邊溪
22. 蘭閣溪
23. 新埤溪
24. 26
25. 27
26. 28
27. 29
28. 30

整編說明：

重新繪製調查河川流域分布圖，並加註說明歷年調查河川選取沿革。

整編前

16 貳·環境流布調查篇

二、河川採樣策略規劃

(一)水體樣本採樣策略規劃

於上游或中游河段選取1個採樣地點，下游河段以平均分布方式選取2至3個採樣地點進行水體樣本採集，並以GARMIN 12XL全球定位系統(GPS)記錄採樣地點座標。樣本採樣方法按「河川、湖泊及水庫水質採樣通則(NIEA W104.51C)」進行，以伸縮式採樣器或甘末爾(Gemmer)採水器(圖2-2)採集河道兩側及中央之表層水，作為混合水樣。當分析物為揮發性有機物質時，為避免待測物逸散不適合使用混樣方式，而以河道中央表層水為單一水樣。採樣頻率除90年度只作1次採樣，其他年度均分別於枯水期(4月份至5月份)及豐水期(8月份至9月份)各進行1次水體樣本採集。



▲ 圖2-2 河川水體樣本採樣器

(二)底泥樣本採樣策略規劃

於上游或中游河段選取1個採樣地點，下游河段以平均分布方式選取2至3個採樣地點進行底泥樣本採集，並以GARMIN 12XL全球定位系統(GPS)記錄採樣地點座標。每一個採樣地點以不銹鋼伸縮式採樣器或

整編後

二 一般環境底泥樣本採樣方法

依據環保署環境檢驗所公告之底泥採樣方法(NIEA S104.31B)進行採樣。

採樣設備：



採樣原則：

1. 抓樣底泥：當底泥要分析揮發性有機物含量時，採集單一位置的底泥，以免混樣時待測物逸散而低估其含量。
2. 混樣底泥：當河道寬小於6公尺時於中央處設置採樣點，河道寬大於6公尺時，則分左岸、右岸及河中央各

整編說明：

減少段落文字說明，改以實景照片及圖片呈現，使畫面生動並加深一般民眾對環境流布現場採樣的印象。

整編前

18 貳·環境流布調查篇

三、樣本分析方法

以環保署環境檢驗所公告之標準分析方法作為樣品檢測分析之依據，若未有適當之公告檢測方法，則參考美國環保署(U.S. Environmental Protection Agency, US EPA)公布之檢測方法，或其他文獻。各項採行之樣本檢測方法如表2-3所列。

▼ 表2-3 河川環境流布調查樣本檢測方法依據來源

檢測項目 (樣本種類)	前處理及分析方法
多氯聯苯 (水體/底泥/魚體)	- 依據來源：NIEA W102.50B 水中多氯聯苯檢測方法—固相萃取/高相層析儀電子捕獲偵測器法(水體) - NIEA M618.00C 多氯聯苯檢測方法—毛細管柱氣相層析法(94年度底泥) - NIEA M618.01C 土壤及底泥中多氯聯苯檢測方法—毛細管柱氣相層析法(90年度底泥) - NIEA S101.01C 魚介類多氯聯苯檢測方法—氣相層析/電子捕獲偵測器法(魚體) - 前處理及淨化方式：C₁₈固相萃取/高壓液相及砂膠淨化(水體)；索氏萃取/高壓液相、去硫及砂膠淨化(底泥)；皂化及液相萃取/砂膠淨化(魚體) - 分析儀器：GC/ECD
可溶性有機碳 (底泥)	- 依據來源：NIEA M618.01C 土壤及底泥中可溶性有機碳檢測方法—毛細管柱氣相層析法 - 前處理及淨化方式：索氏萃取/去硫及砂膠淨化 - 分析儀器：GC/ECD
毒殺芬及可替丹 (底泥/魚體)	- 依據來源：NIEA M618.03C 土壤及底泥中可溶性有機碳檢測方法—氣相層析儀/電子捕獲偵測器/電阻率電導率檢測器法 - 前處理及淨化方式：索氏萃取(94年度底泥)/去硫及砂膠淨化(底泥)；索氏萃取(94年度底泥)/去硫及砂膠淨化(90年度底泥)/去硫及砂膠淨化(魚體) - 分析儀器：GC/ECD
鎘、鉛、銅、鋅 (水體/底泥/魚體)	- 依據來源：NIEA M317.01C 土壤、底泥及底泥中鎘、鉛、銅、鋅檢測方法—冷蒸氣原子吸收光譜法(92年度底泥) - NIEA M318.01C 土壤及底泥中鎘、鉛、銅、鋅檢測方法—冷蒸氣原子吸收光譜法(94年度底泥) - 前處理及淨化方式：微波消解/去硫及砂膠淨化(底泥)；微波消解/去硫及砂膠淨化(魚體) - 分析儀器：AAS
鎘、鉛、銅、鋅 (水體/底泥/魚體)	- 依據來源：NIEA M317.01C 土壤、底泥及底泥中鎘、鉛、銅、鋅檢測方法—冷蒸氣原子吸收光譜法(92年度底泥) - NIEA M318.01C 土壤及底泥中鎘、鉛、銅、鋅檢測方法—冷蒸氣原子吸收光譜法(94年度底泥) - 前處理及淨化方式：微波消解/去硫及砂膠淨化(底泥)；微波消解/去硫及砂膠淨化(魚體) - 分析儀器：AAS

整編後

第三章 環境樣本分析方法

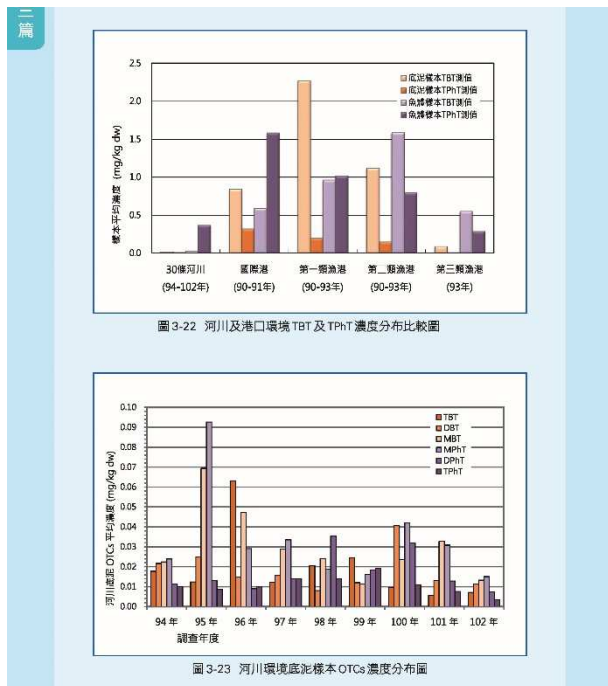
依據環境樣本採樣方式及待測物特性，使用萃取、脫附、消化、吹氣捕集等方式，將待測物自採樣介質(空氣採樣吸附劑)或樣本基質(水體、底泥、土壤、生物組織)中分離出來，經萃取、飽和結晶、酸破壞等淨化步驟，去除可能干擾後續儀器分析的雜質及干擾物，以適當的分析儀器偵測待測物含量。



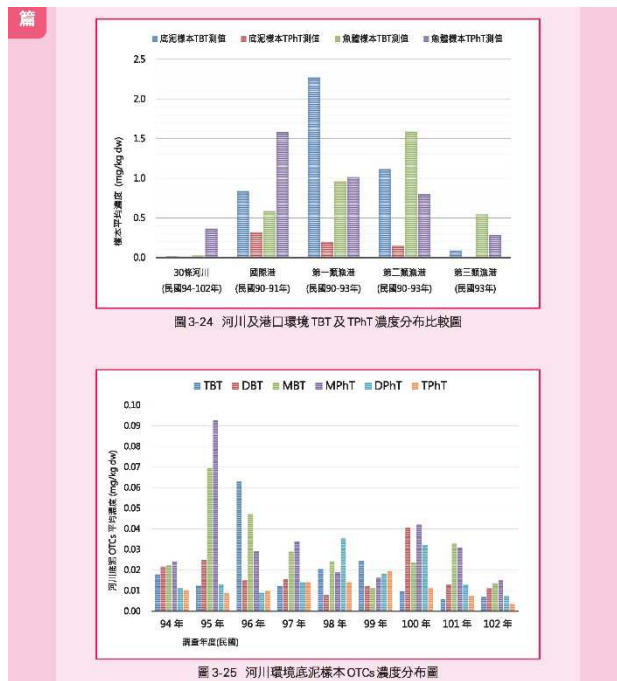
整編說明：

減少型式呆板的列表說明，改以色彩豐富的流程方塊圖使畫面生動有趣。

整編前



整編後



整編說明：

修飾檢測結果濃度分布圖，使之畫面線條清晰，座標軸易於判讀。



圖 4-23 「毒性化學物質環境流布調查成果手冊」104 年版手冊封面及封底



圖 4-24 「毒性化學物質環境流布調查成果手冊」104 年版光碟片

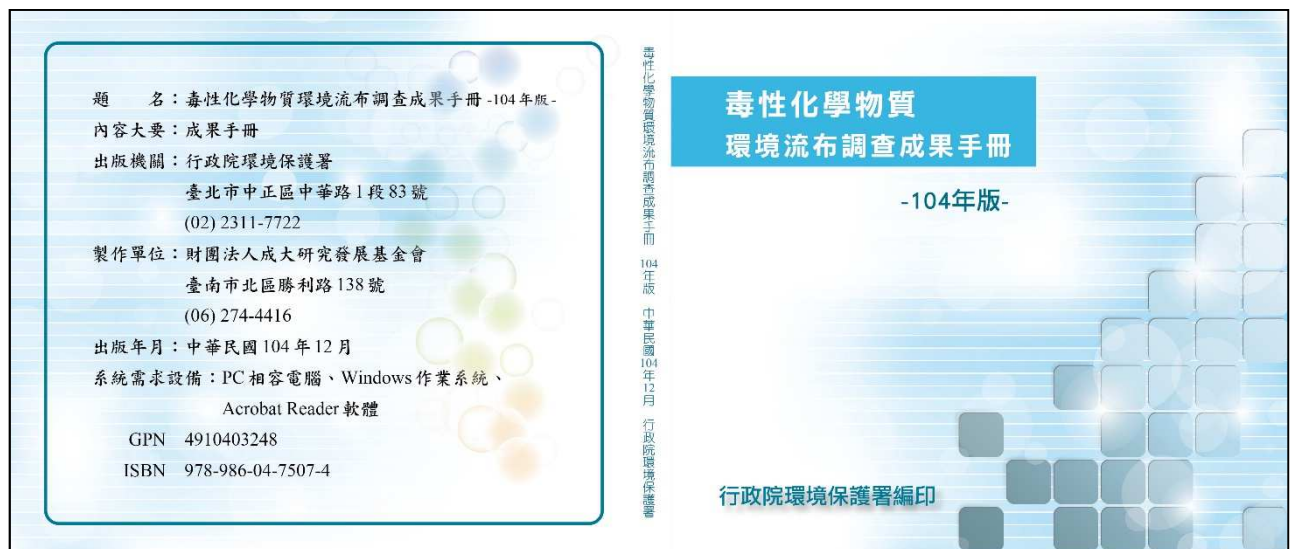


圖 4-25 「毒性化學物質環境流布調查成果手冊」104 年版光碟盒

第五章 結論與建議

5.1 結論

一、河川環境樣本檢測分析結果：

1. 根據 102-104 年完成國內 30 條河川安殺番環境調查結果，河川底泥安殺番總量平均濃度多落在 0.01~0.2 $\mu\text{g/kg}$ 範圍，與國外河川環境測值接近，顯示國內河川環境安殺番濃度並不高。
2. 根據 102-104 年河川六溴環十二烷調查結果，目前已完成 23 條河川環境調查，河川底泥六溴環十二烷總量平均濃度多落在 2 $\mu\text{g/kg}$ 範圍，顯示較國外河川環境測值低。
3. 歷年河川壬基酚及雙酚 A 調查結果，多數測值偏高的河川有降低趨勢，例如淡水河本流及客雅溪之壬基酚，南崁溪及典寶溪之雙酚 A，其中淡水河本流壬基酚濃度雖有逐年降低，但以今年的調查結果仍明顯高於國內其他河川。
4. 歷年河川鄰苯二甲酸酯類調查結果以 DEHP 測值為最高，自 102 年新增調查 DINP 及 DIDP 濃度有高於 DEHP 之趨勢。多數 DEHP 測值偏高河川雖有降低趨勢，但最近一次調查平均濃度仍高於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值），例如淡水河本流、新店溪、南崁溪、鹽水溪、典寶溪。此外，今年執行調查之林邊溪枯、豐水期 DEHP 濃度均較其他河川測值高，且 3 個採樣地點濃度皆超過底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）。
5. 國內近 5 年河川多溴二苯醚類(PBDEs)調查結果顯示淡水河系（包含本流、大漢溪、新店溪、基隆河）及南崁溪測值較高，淡水河系在幾次不同年度的調查結果均顯示，自大漢溪、新店溪、基隆河等支流直至本流河段底泥 PBDEs 總量皆較國內其他

河川高。

6. 根據歷年河川底泥三價砷調查結果，顯示國內河川底泥三價砷測值皆遠低於總砷底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值）。

二、毒性化學物質環境流布調查未來規劃，完成毒性化學物質環境流布調查規劃篩選指標資料之更新，依優先等級區分出環境流布調查規劃優先級毒化物 22 種及次優先級 59 種，環境樣本檢驗方法開發優先級毒化物 1 種及次優先級 5 種。

三、「毒性化學物質環境流布調查資訊網站」維護：

1. 資料宣導專區（前端展示平台）：除例行性資料勘誤及更新，增加及調整相關連結網站，於首頁補充無障礙宣告及 E 政府連結，增設意見信箱、瀏覽人次計數、網頁資訊更新日期、最佳網頁瀏覽環境宣告、隱私權及著作權等資訊安全宣告，並符合以「全球資訊網網站資料開放宣告」取代現行「全球資訊網著作權聲明」。
2. 資料查詢專區（後端查詢平台）：除例行性資料勘誤及更新，調整表單查詢資料篩選項目之選取功能及調整畫面顯示，增設查詢或瀏覽計次功能，提供管理端具有記錄”環境類別”、”環境細類”、”樣本種類”之點選計次功能，以作為未來網站使用頻率分析之依據。

四、完成「毒性化學物質環境流布調查成果手冊 104 年版」資料更新至 103 年度調查結果，並印製光碟片電子書 500 份。

5.2 建議

1. 「斯德哥爾摩公約」於 100 年新增列管 POPs 安殺番，環保署已於同年公告列管為毒性化學物質，根據至今年完成 30 條河川調查結果，顯示國內河川環境安殺番濃度並不高，且國內亦已於 103 年起全面禁用於農藥，可暫緩其環境調查。
2. 環保署與國際管理趨勢同步，於 103 年將「斯德哥爾摩公約」新增列管 POPs 六溴環十二烷公告為列管毒性化學物質，並率先於 102 年挑選北、中、南各 1 條河川優先進行國內環境六溴環十二烷含量資料建立，根據目前已累積 23 條河川環境調查資料，顯示較國外河川環境測值低，建議持續完成 30 條河川調查，建立國內完整的六溴環十二烷河川環境流布調查資料，再進行此類新增 POPs 未來長期監測調查之規劃。
3. 國內河川環境壬基酚及雙酚 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。由於國內目前壬基酚僅禁用於製造家庭清潔劑，雙酚 A 則未禁限用，壬基酚年製造、使用運作總量達數萬公噸以上，雙酚 A 達百萬公噸，建議應持續監測觀察其在環境流布之趨勢，對於歷年測值皆較其他地點高的採樣地點追蹤其可能污染源，以助於管理策略調整。
4. 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，但仍有部分河川 DEHP 平均濃度高於底泥品質指標下限值（增加檢測頻率值），例如淡水河本流、新店溪、南崁溪、鹽水溪、典寶溪，以及過去測值並不高，但今年枯、豐水期調查結果均高的林邊溪，應持續監測觀察其在環境流布之趨勢。對於自 102 年增測之 DINP 及 DIDP 顯示其在環境中濃度較其他鄰苯二甲酸酯類物質高，由 101 至 103 年申報之運作量資料顯示，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，其年製造、使用運作總量皆達 10 萬公噸以上，且在 103 年 DINP 運作量已高於 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。

參考文獻

- [1] 行政院環境保護署(1999),「毒性化學物質環境流布暴露調查分析與資料庫之建立」期末報告書,計畫編號 EPA-88-U1J1-03-001。
- [2] 行政院環境保護署(2000),「毒性化學物質環境流布暴露調查分析與資料庫之建立」期末報告書,計畫編號 EPA-89-U1J1-03-1005。
- [3] 行政院環境保護署(2001),「毒性化學物質環境流布暴露調查分析」期末報告書,計畫編號 EPA-90-U1J1-02-104。
- [4] 行政院環境保護署(2002),「毒性化學物質污染排放調查與模式之建立-特定污染源」期末報告書,計畫編號 EPA-91-U1J1-02-111。
- [5] 行政院環境保護署(2003),「毒性化學物質科技發展計畫-毒性化學物質環境流布調查分析計畫」期末報告書,計畫編號 EPA-92-U1J1-02-102。
- [6] 行政院環境保護署(2004),「毒性化學物質環境流布調查分析」期末報告書,計畫編號 EPA-93-J104-02-105。
- [7] 行政院環境保護署(2002),「毒性化學物質污染排放調查與模式之建立-一般環境中」期末報告書,計畫編號 EPA-91-U1J1-02-111。
- [8] 行政院環境保護署(2005),「河川及海洋水質維護改善計畫與斯德哥爾摩公約計畫-毒性化學物質環境流布調查」期末報告書,計畫編號 EPA-94-J103-02-102。
- [9] 行政院環境保護署(2006),「毒性化學物質環境流布背景調查計畫」期末報告書,計畫編號 EPA-95-J103-02-101。
- [10] 行政院環境保護署(2007),「毒性化學物質環境流布背景調查計畫」期末報告書,計畫編號 EPA-96-J104-02-207。
- [11] 行政院環境保護署(2008),「97 年度毒性化學物質環境流布背景調查資料計畫」期末報告書,計畫編號 EPA-97-J103-02-204。
- [12] 行政院環境保護署(2009),「98—99 年毒性化學物質環境流布背景調查計畫」期末報告書,計畫編號 EPA-98-J104-02-205。
- [13] 行政院環境保護署(2010),「98—99 年毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第二年)」期末報告書,計畫編號 EPA-99-J104-02-103。
- [14] 行政院環境保護署(2011),「100—101 年毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第一年)」期末報告書,計畫編號 EPA-100-J104-02-208。
- [15] 行政院環境保護署(2012),「100—101 年毒性化學物質環境流布背景調查計畫(第二年)」期末報告書,計畫編號 EPA-101-J104-02-209。
- [16] 行政院環境保護署(2013),「102 年度毒性化學物質環境流布背景調查計畫」期末報告書,計畫編號 EPA-102-J104-02-213。
- [17] Williams P.R.D. (2001). MTBE in California Drinking Water: An Analysis of Patterns and Trends. *Environmental Forensics*, 2(1), 75-85.
- [18] United States National Library of Medicine, Toxicology Data Network, <http://toxnet.nlm.nih.gov>
- [19] Aquatic Life Ambient Water Quality Criteria B Nonylphenol- FINAL, EPA-822-R-05-005, December 2005.

- [20]陳永仁，2001，[環境荷爾蒙管制](#)，財團法人孫運璿學術基金會。
- [21]Harris, C. A. et al. (2001). Nonylphenol Affects Gonadotropin Levels in the Pituitary Gland and Plasma of Female Rainbow Trout. *Environmental Science & Technology*, 35 (14), 2909-2916.
- [22]Bisphenol-A Website. <http://www.bisphenol-a.org/index.html>. Polycarbonate/BPA Global Group ([American Chemistry Council](#), [PlasticsEurope](#), and the [Japan Chemical Industry Association](#)).
- [23]Gray, G. M. (2004). Weight of the Evidence Evaluation of Low-Dose Reproductive and Developmental Effects of Bisphenol A. *Human and Ecological Risk Assessment*, 10, 875–921.
- [24]National Toxicology Program. (1982). Carcinogenesis bioassay of bisphenol A (CAS No. 80-05-7) in F344 rats and B6C3F₁ mice (Feed study). Technical Report Series No. 215.
- [25]Haighton, L. A. et al. (2002). An Evaluation of the Possible Carcinogenicity of Bisphenol A to Humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 35, 238–254.
- [26]Blount, B.C., Silva, M.J., Caudill, S.P. (2000). Levels of seven urinary phthalate metabolites in a human reference population. *Environ Health Perspect*, 108, 979-982.
- [27]Mylchreest, E., Sar, M., Wallace, D.G., Foster, P.M. (2002). Fetal testosterone insufficiency and abnormal proliferation of Leydig cells and gonocytes in rats exposed to di(n-butyl) phthalate. *Reprod Toxicol*, 16, 19-28.
- [28]Duty, S.M., Silva, M.J., Barr, D.B.(2003). Phthalate exposure and human semen parameters. *Epidemiology*, 14:269–277.
- [29]Park, J.D., Habeebu, S.S.M., Klaassen, C.D. (2002). Testicular toxicity of di-(2-ethylhexyl) phthalate in young Sprague-Dawley rats. *Toxicology*, 171:105-115.
- [30]Schouten, A. (1981) The determination of phthalate ester plasticizers in food, posters presented at Euroanalysis IV, Helsinki, August, 23-28.
- [31]Shiota, K. (1982). Teratogenicity of di(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) and di-n-butyl phthalate (DBP) in mice. *Environmental Health Perspective*, 45, 65-70.
- [32]Wams, T. J. (1987). Diethylhexylphthalate as an environmental contaminant--a review. *Science of the Total Environment*, 66, 1-16.
- [33]Bauer, M.J. (1998). Chemodynamics, transport behaviour and treatment of phthalic acid esters in municipal landfill leachates. *Water Science Technology*, 38(2), 185-192.
- [34]Furtmann, K. (1993). Phthalate in der aquatischen umwelt (phthalates in the aquatic environment) . LWA-Materialien No. 6/93, Düsseldorf.
- [35]Zurmühl, T. (1990). Development of a method for the determination of phthalate esters in sewage sludge including chromatographic separation from polychlorinated biphenyls, pesticides and polyaromatic hydrocarbons. *Analyst*, 115, 1171-1175.
- [36]Bauer, M.J., Herrmann, R., Martin, A., Zellmann, H. (1998). Chemodynamics, transport behaviour and treatment of phthalic acid esters in municipal landfill leachates. *Water Science Technology*, 38(2), 185-192.
- [37]Keith, L.H. (1979). Priority pollutants. *Environmental Science and Technology*, 13, 416-419.
- [38]U.S. Environmental Protection Agency, Hexabromocyclododecane (HBCD) Action Plan, 2010/8/18.
- [39]Haglund, P.S., Zook, D.R., Buser, H.R. and Hu, J. (1997). Identification and quantification of polybrominated diphenyl ethers and methoxy-polybrominated diphenyl ethers in Baltic biota. *Environmental Science & Technology*, 31(11), 3281-3287.

- [40] de Boer, J., Wester, P.G., Klamer, H. J. C., Lewis, W. E. and Boon, J. P. (1998). Do flame retardants threaten ocean life? *Nature*, 394, 28-29.
- [41] Lindström, G., Wingfors, H., Dam, M., v. Bavel, B. (1999). Identification of 19 polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in long-finned pilot whale (*Globicephala melas*) from the Atlantic. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 36(3), 355-363.
- [42] Darnerud, P. O., Eriksen, G. S., Johannesson, T., Larsen, P. B., Viluksela, M. (2001). Polybrominated diphenyl ethers: occurrence, dietary exposure, and toxicology. *Environmental Health Perspectives*, 109(Suppl 1), 49– 68.
- [43] McDonald, T. A. (2002). A perspective on the potential health risks of PBDEs. *Chemosphere*, 46, 745-55.
- [44] Norstrom, R. J., Simon, M., Moisey, J., Wakeford, B., Weseloh, D. V. (2002). Geographic distribution (2000) and temporal trends (1981 - 2000) of brominated diphenyl ethers in Great Lakes herring gull eggs. *Environmental Science & Technology*, 36, 4783- 9.
- [45] Alcock, R. E., Sweetman, A., Jones, K. C. (1999). Assessment of organic contaminant fate in waste water treatment plants. I: Selected compounds and physicochemical properties. *Chemosphere*, 38 (10), 2247-2262.
- [46] WHO/IPCS, (1996). Chlorinated Paraffins. Environmental Health Criteria 181.
- [47] Watanabe, I., Tatsukawa, R. (1990). Anthropogenic brominated aromatics in the Japanese environment. In: Proceedings: Workshop on Brominated Aromatic Flame Retardants. Swedish National Chemicals Inspectorate, Solna, Sweden.
- [48] Hardy, M. L. (2002). The toxicology of the three commercial polybrominated diphenyl oxide(ether) flame retardants. *Chemosphere*, 46, 757-777.
- [49] Wong, A., Lei, Y. D., Alaei, M., Wania, F. (2001) Vapor Pressures of the Polybrominated Diphenyl Ethers. *Journal of Chemical & Engineering Data*, 46, 239-242.
- [50] WHO/IPCS, (1994). Environmental Health Criteria 162: Brominated Diphenyl Ethers. World Health Organization, Geneva.
- [51] Watanabe, I., Sakai, S. (2003). Environmental release and behavior of brominated flame retardants. *Environment International*, 29, 665-682.
- [52] Sjödin, A., Patterson, Jr. D. G., Bergman, Å. (2003). A review on human exposure to brominated flame retardants—particularly polybrominated diphenyl ethers. *Environmental International*, 29, 829-839.
- [53] Andersson, Ö., Blomkvist, G. (1981). Polybrominated aromatic pollutants found in fish in Sweden. *Chemosphere*, 10, 1051-60
- [54] Manchester-Neesvig, J. B., Valters, K., Sonzogni, W. C. (2002). Comparison of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) in Lake Michigan salmonids. *Environmental Science & Technology*, 35, 1072-7.
- [55] Asplund, L., Hornung, M., Peterson, R. E., Thuresson, K., Bergman, Å. (1999). Levels of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in fish from the Great Lakes and Baltic Sea. *Organohalogen Compounds*, 40, 351- 4.
- [56] Watanabe, I., Kashimoto, T., Tatsukawa, R. (1987). Polybrominated biphenyl ethers in marine fish, shellfish and river and marine sediments in Japan. *Chemosphere*, 16, 2389-96.
- [57] Sakai, S., Hayakawa, K., Okamoto, K., Takatuki, H. (2002). Time trends and horizontal distribution of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in sediment cores from Osaka Bay, Japan. *Organohalogen Compounds*, 58, 189- 92.

- [58] Ohta, S., Nakao, T., Nishimura, H., Okumura, T., Aozasa, O., Miyata, H. (2002). Contamination levels of PBDEs, TBBPA, PCDDs/DFs, PBDDs/DFs and PXDDs/DFs in the environment of Japan. *Organohalogen Compounds*, 57, 57-60.
- [59] de Wit, C. (2002). An overview of brominated flame retardants in the environment. *Chemosphere*, 46, 583-624.
- [60] 彭瑞華(民國 91 年)，環境基質中溴化戴奧辛及多溴聯苯醚之高解析度氣相層析質譜分析，私立中原大學化學研究所碩士論文。
- [61] 行政院環境保護署公告，“底泥採樣方法”，NIEA S104.30C。
- [62] Wu, H.H., Chen, H.C., Ding, W.H. (2009). Combining microwave-assisted extraction and liquid chromatography-ion-trap mass spectrometry for the analysis of hexabromocyclododecane diastereoisomers in marine sediments. *Journal of Chromatography A*, 1216, 7755-7760.
- [63] Yu, Z. Peng, P., Sheng, G., Fu, J. (2008). Determination of exabromocyclododecane diastereoisomers in air and soil by liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1190, 74-79.
- [64] 行政院環境保護署公告，“土壤、底泥及事業廢棄物中有機氯農藥檢測方法—氣相層析儀法”，NIEA M618.04C。
- [65] USEPA (2007). Method 3546, Microwave Extraction.
- [66] 行政院環境保護署公告，矽膠淨化法，NIEA M183.01C。
- [67] 行政院環境保護署公告，去硫淨化法，NIEA M186.01C。
- [68] Liu, R. Zhou, J.L., Wilding A. (2004). Microwave-assisted extraction followed by gas chromatography-mass spectrometry for the determination of endocrine disrupting chemicals in river sediments. *Journal of Chromatography A*, 1038, 19-26.
- [69] Mira Petrovic et al. (2001). Simultaneous Determination of Halogenated Derivatives of Alkylphenol Ethoxylates and Their Metabolites in Sludges, River Sediments, and Surface, Drinking, and Wastewaters by Liquid Chromatography-Mass Spectrometry. *Analytical Chemistry*, 73, 5886-5895.
- [70] 林千喬(民國 98 年)，性早熟女童尿液中鄰苯二甲酸酯代謝物檢測與家戶灰塵暴露之相關性研究，國立成功大學環境醫學研究所碩士論文。
- [71] Yun Zou, Min Cai (2013). Determination of phthalate concentration in toys and children's products. Agilent Technologies, 5990-4863EN.
- [72] USEPA (2010). Method 1614A, Brominated Diphenyl Ethers in Water, Soil, Sediment, and Tissue by HRGC/HRMS.
- [73] 行政院環境保護署公告，多溴二苯醚檢測方法—氣相層析／高解析質譜法，NIEA M802.00B。
- [74] 行政院環境保護署公告，土壤檢測方法總則，NIEA S103.61C。
- [75] 行政院環境保護署公告，重金屬檢測方法總則，NIEA M103.02C。
- [76] 行政院環境保護署公告，感應耦合電漿質譜法，NIEA M105.01B。
- [77] Hung C.C., Gong G.C., Chen H.Y., Hsieh H.L., Santschi P.H., Wade T.L., Sericano J.L. (2007). Relationships between pesticides and organic carbon fractions in sediments of the Danshui River estuary and adjacent coastal areas of Taiwan. *Environmental Pollution*, 148, 546-554.

- [78] Doong R.A., Lee S.H., Lee C.C., Sun Y.C., Wu S.C. (2008). Characterization and composition of heavy metals and persistent organic pollutants in water and estuarine sediments from Gao-ping River, Taiwan. *Environmental Pollution Bulletin*, 57, 846-857.
- [79] Doong R.A., Sun Y.C., Liao P.L., Peng C.K., Wu S.C. (2002a). Distribution and fate of organochlorine pesticide residues in sediments from the selected rivers in Taiwan. *Chemosphere*, 48, 237-246.
- [80] Doong R.A., Peng C.K., Sun Y.C., Liao P.L. (2002b). Composition and distribution of organochlorine pesticide residues in surface sediments from the Wu-Shi River estuary, Taiwan. *Marine Pollution Bulletin*, 45, 246-253.
- [81] Tang Z., Huang Q., Yang Y., Zhu X., Fu H. (2013). Organochlorine pesticides in the lower reaches of Yangtze River: Occurrence, ecological risk and temporal trends. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 87, 89-97.
- [82] Akhil P.S., Sujatha C.H. (2013). Spatial budgetary evaluation of organochlorine contaminants in the sediments of Cochin Estuary, India. *Marine Pollution Bulletin*, in press.
- [83] Hellar-Kihampa H., Wael K.E., Lugwisha E., Malarvannan G., Covaci A., Grieken R.V. (2013). Spatial monitoring of organohalogen compounds in surface water and sediments of a rural-urban river basin in Tanzania. *Science of the Total Environment*, 447, 186-197.
- [84] Zhang J., Xing X., Qi S., Tan L., Yang D., Chen W., Yang J., Xu M. (2013). Organochlorine pesticides (OCPs) in soils of the coastal areas along Sanduao Bay and Xinghua Bay, southeast China. *Journal of Geochemical Exploration*, 125, 153-158.
- [85] Shahpoury P., Hageman K.J., Matthaehi C.D., Magbanua F.S. (2013). Chlorinated pesticides in stream sediments from organic, integrated and conventional farms. *Environmental Pollution*, 181, 219-225.
- [86] Kuranchie-Mensah H., Atiemo S.M., Palm L.M.N., Blankson-Arthur S., Tutu A.O., Fosu P. (2012). Determination of organochlorine pesticide residue in sediment and water from the Densu river basin, Ghana. *Chemosphere*, 86, 286-292.
- [87] Zhu N., Fu J., Gao Y., Ssebugere P., Wang Y., Jiang G. (2013). Hexabromocyclododecane in alpine fish from the Tibetan Plateau, China. *Environmental Pollution*, 181, 7-13.
- [88] Hloušková V., Lanková D., Kalachová K., Hrádková P., Poustka J., Hajšlová J., Pulkrabová J. (2014). Brominated flame retardants and perfluoroalkyl substances in sediments from the Czech aquatic ecosystem. *Science of the Total Environment*, 470-471, 407-416.
- [89] Zhang Y., Ruan Y., Sun H., Zhao L., Gan Z. (2013). Hexabromocyclododecanes in surface sediments and a sediment core from Rivers and Harbor in the northern Chinese city of Tianjin. *Chemosphere*, 90, 1610-1616.
- [90] Feng A.H., Chen S.J., Chen M.Y., He M.J., Luo X.J., Mai B.X. (2012). Hexabromocyclododecane (HBCD) and tetrabromobisphenol A (TBBPA) in riverine and estuarine sediments of the Pearl River Delta in southern China, with emphasis on spatial variability in diastereoisomer- and enantiomer-specific distribution of HBCD. *Marine Pollution Bulletin*, 64, 919-925.
- [91] Stewart M., Olsena G., Hickey C.W., Ferreira B., Jelić A., Petrović M., Barcelo D. (2014). A survey of emerging contaminants in the estuarine receiving environment around Auckland, New Zealand. *Science of the Total Environment*, 468-469, 202-210.
- [92] Li Wang, Guang-Guo Ying, Feng Chen, Li-Juan Zhang, Jian-Liang Zhao, Hua-Jie Lai, Zhi-Feng Chen, Ran Tao (2012). Monitoring of selected estrogenic compounds and estrogenic activity in surface water and sediment of the Yellow River in China using combined chemical and biological tools. *Environmental Pollution*, 165, 241-249.

- [93] Li Wang, Guang-Guo Ying*, Jian-Liang Zhao, Shan Liu, Bin Yang, Li-Jun Zhou, Ran Tao, Hao-Chang Su (2011). Assessing estrogenic activity in surface water and sediment of the Liao River system in northeast China using combined chemical and biological tools. *Environmental Pollution*, 159, 148-156.
- [94] Jian Gong, Yong Ran, Di-Yun Chen, Yu Yang (2011). Occurrence of endocrine-disrupting chemicals in riverine sediments from the Pearl River Delta, China. *Marine Pollution Bulletin*, 63, 556-563.
- [95] Jianping Luo, Bingli Lei, Mei Ma, Jinmiao Zha, Zijian Wang (2011). Identification of estrogen receptor agonists in sediments from Wenyu River, Beijing, China. *Water Research*, 45, 3908-3914.
- [96] Samar Mortazavi, Alireza Riyahi Bakhtiari, Abbas Esmaili Sari, Nader Bahramifar, Fatemeh Rahbarizade (2012). Phenolic endocrine disrupting chemicals (EDCs) in Anzali Wetland, Iran: Elevated concentrations of 4-nonylphenol, octylphenol and bisphenol A. *Marine Pollution Bulletin*, 64, 1067-1073.
- [97] Sánchez-Avila J., Fernandez-Sanjuan M., Vicente J., Lacorte S. (2011). Development of a multi-residue method for the determination of organic micropollutants in water, sediment and mussels using gas chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1218, 6799-6811.
- [98] Puy-Azurmendi E., Ortiz-Zarragoitia M., Villagrasa M., Kuster M., Aragón P., Atienza J., Puchades R., Maquieira A., Domíngue C., Alda M.L., Fernandes D., Porte C., Bayona J.M., Barceló D., Cajarville M.P. (2013). Endocrine disruption in thicklip grey mullet (*Chelon labrosus*) from the Urdaibai Biosphere Reserve (Bay of Biscay, Southwestern Europe). *Science of the Total Environment*, 443, 233-244.
- [99] 陆继龙，郝立波，王春珍，李巍，白荣杰，阎冬，2007，第二松花江中下游水体邻苯二甲酸酯分布特征，环境科学与技术，30 卷 12 期，35-37。
- [100] Zeng F., Cui K., Xie Z., Liu M., Li Y., Lin Y., Zeng Z., Li F. (2008). Occurrence of phthalate esters in water and sediment of urban lakes in a subtropical city, Guangzhou, South China. *Environment International*, 34, 372-380.
- [101] Peijnenburg W.J.G.M., Struijs J. (2006). Occurrence of phthalate esters in the environment of the Netherlands. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 63, 204-215.
- [102] Fromme H., Kuchler T., Otto T., Pilz K., Müller J., Wenzel A. (2002). Occurrence of phthalates and bisphenol A and in the environment. *Water Research*, 36, 1429-1438.
- [103] Vitali, M., Guidotti, M., Macilenti, G., Cremisini, C. (1997). Phthalate esters in freshwaters as markers of contamination sources: a site study in Italy. *Environment International*, 23, 337-347.
- [104] Tan G.H. (1995). Residue levels of phthalate esters in water and sediment samples from the Klang River basin. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 54, 171-176.