

市政統計分析

第 115-002 號

115 年 6 月

臺中市河川污染治理成效分析

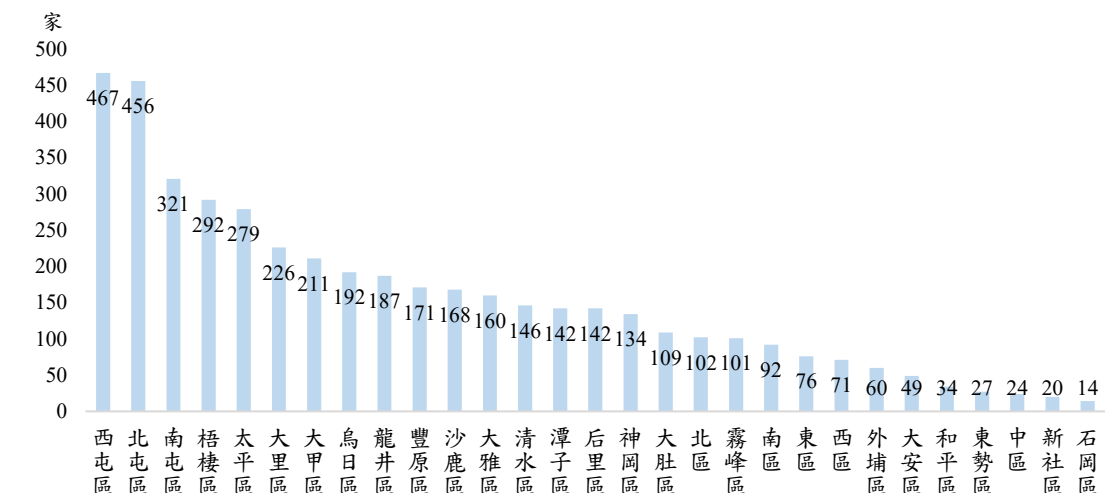
前言

河川係城市發展與民眾生活重要命脈，其水質狀況為衡量城市永續發展與環境治理能力重要指標。近年隨都市化發展、人口成長及產業活動增加，生活污水與事業廢水排放壓力持續提升，河川污染治理議題日益受到重視。本文除分析本市河川污染現況及稽查情形外，並運用追蹤資料分析方法，探討「水管家」智慧監測系統設置與河川污染改善關聯性，作為後續智慧水環境治理政策推動參考。

壹、水污染源列管情形

為從源頭強化河川污染防治，本市持續加強高污染風險事業列管與管理，115 年 4 月底水污染源列管家數 4,473 家，較 105 年底增 1,874 家(72.10%)，隨著本市逐步發展為中部核心聚落，人口與經濟活動日益蓬勃，水污染防治工作益顯重要；依行政區觀察，以西屯區 467 家(占 10.44%)最多，北屯區 456 家(占 10.19%)次之，南屯區 321 家(占 7.18%)再次之(圖 1)，主要與人口聚集、工商發展及大型建設開發活動較為密集有關。

圖 1、115 年 4 月底臺中市水污染源列管家數-按行政區分



資料來源：本府環境保護局。

觀察前 5 大污染源類別，營建工地有 1,924 家(占 43.01%) 最多，社區專用污水下水道系統 636 家(占 14.22%)次之，金屬表面處理業 327 家(占 7.31%)再次之；輔以行政區觀察，營建工地、社區專用污水下水道系統以北屯區為多(各占該類別 16.53%及 14.94%)，金屬表面處理業、電鍍業以太平區為多(各占該類別 21.41%及 22.95%)，畜牧業以大安區為主(占該類別 22.38%)(表 1)。

表 1、115 年 4 月底臺中市水污染源主要類別列管概況
-按前 3 大行政區分

單位：家

營建工地		社區專用污水 下水道系統		金屬表面 處理業		畜牧業		電鍍業	
總家數	1,924	總家數	636	總家數	327	總家數	143	總家數	122
北屯區	318	北屯區	95	太平區	70	大安區	32	太平區	28
西屯區	180	西屯區	84	大甲區	37	外埔區	17	大里區	21
南屯區	149	南屯區	59	神岡區	30	烏日區 清水區 后里區	12	神岡區	13

資料來源：本府環境保護局。
備註：主要類別為前 5 大污染源類別。

貳、河川污染概況

為掌握本市境內主要河川、海域及區域排水水質變化情形，本市持續辦理水質監測作業，並依治理需求增設各類水體測站，包括反映一般水質點、重要水利用點、主流與重要支流合流點及重要污染源流入點等，定期監測並提供水質資訊，以建立水質歷史變化趨勢，評估污染整治成效。

一、河川污染指數

我國目前採用河川污染指數 (River Pollution Index, RPI) 作為綜合評估河川污染程度之主要指標，RPI 係將溶氧量(DO)¹、生化需氧量

¹ 溶解於水中的氧氣量，越低表示可能存在較多耗氧的污染物質。

(BOD5)²、懸浮固體(SS)³及氨氮(NH₃-N)⁴等 4 項水質參數之污染點數平均而得，並依污染指數積分值區分為未(稍)受污染、輕度污染、中度污染及嚴重污染等 4 級，數值越高表示污染程度越嚴重(表 2)。

表 2、河川污染指數計算及比對基準

水質/項目	未(稍)受污染	輕度污染	中度污染	嚴重污染
溶氧量(DO)mg/L	DO ≥ 6.5	6.5 > DO ≥ 4.6	4.5 ≥ DO ≥ 2.0	DO < 2.0
生化需氧量 (BOD5)mg/L	BOD5 ≤ 3.0	3.0 < BOD5 ≤ 4.9	5.0 ≤ BOD5 ≤ 15.0	BOD5 > 15.0
懸浮固體(SS)mg/L	SS ≤ 20.0	20.0 < SS ≤ 49.9	50.0 ≤ SS ≤ 100	SS > 100
氨氮(NH ₃ -N)mg/L	NH ₃ -N ≤ 0.50	0.50 < NH ₃ -N ≤ 0.99	1.00 ≤ NH ₃ -N ≤ 3.00	NH ₃ -N > 3.00
污染點數	1	3	6	10
河川污染指數(RPI)	RPI ≤ 2.0	2.0 < RPI ≤ 3.0	3.1 ≤ RPI ≤ 6.0	RPI > 6.0

資料來源：全國環境水質監測資訊網。

備註：本表依 102 年 5 月 30 日環署水字第 1020045468 號函「河川污染指數(RPI)基準值及計算方式修正」研商會議結論，自 102 年起參考國家環境研究院公告「檢測報告位數表示規定」，調整計算 RPI 公式，並四捨五入至小數點後 1 位(氨氮為小數點後 2 位)。

觀察本市三大流域及區域排水⁵近 10 年河川污染指數，以大甲溪污染程度最低，各年皆維持未(稍)受污染等級，大安溪次之，僅 111 年污染程度略為升高，烏溪污染情形相對較為嚴重，112 年以前皆屬中度污染，113 年起則改善為輕度污染，區域排水則受生活污水排放影響，近 10 年大多維持中度污染程度(表 3)。

² 氧化過程中需消耗的溶解氧量，生化需氧量高表示水中污染物質較多，水體污染較嚴重。

³ 水中不溶於水的固體微粒，懸浮固體量越高，水會呈現混濁現象，水質就越差。

⁴ 水體中的營養鹽，也是水中主要耗氧污染物，會導致水質優養化，造成水體污染。

⁵ 指排洩農田排水、市區排水、事業排水或其他排水之二種以上匯流者，或排洩區域性地面或地下之水。本文將測站基本資料表中非屬三大流域者，均納入區域排水系統進行分析。

表 3、臺中市各流域平均河川污染指數

時間(年)	烏溪	大甲溪	大安溪	區域排水
105	3.4	1.4	1.4	3.1
106	3.5	1.3	1.7	3.2
107	3.2	1.1	1.2	3.3
108	3.1	1.2	1.6	2.9
109	3.6	1.4	1.5	3.4
110	3.6	1.4	1.8	3.4
111	3.3	1.5	2.5	3.1
112	3.1	1.4	1.9	3.1
113	2.9	1.4	1.8	3.4
114	2.6	1.4	1.6	3.1

資料來源：作者依環境部及本府環境保護局水質監測資料計算彙整。

備註：綠色、黃色、橘色、紅色分別表示未(稍)受污染、輕度污染、中度污染、嚴重污染。

進一步觀察污染程度較高之烏溪流域及區域排水水質參數，烏溪以氨氮污染情形最為明顯，112 年以前皆為嚴重污染，113 年起改善為中度污染，其次為生化需氧量，111 年以前多為中度污染，112 年後轉為輕度污染，溶氧量及懸浮固體則表現相對較佳，分別為未(稍)受污染及輕度污染；區域排水部分，亦以氨氮污染較為明顯，近 10

表 4、臺中市烏溪流域及區域排水平均水質參數

單位：mg/L

時間 (年)	烏溪				區域排水			
	溶氧量	生化 需氧量	懸浮 固體	氨氮	溶氧量	生化 需氧量	懸浮 固體	氨氮
105	6.7	5.8	25.3	3.77	6.5	3.7	56.3	1.90
106	6.7	6.9	40.6	3.95	6.6	5.5	29.9	2.14
107	6.8	5.3	23.0	3.72	6.6	4.9	29.6	2.30
108	7.0	4.8	25.6	3.56	6.9	4.1	27.3	2.12
109	6.6	6.0	36.5	3.64	6.2	5.1	39.4	2.06
110	6.7	5.6	31.9	4.43	6.4	12.5	43.5	2.46
111	6.6	5.1	24.5	3.18	5.8	7.1	35.4	1.83
112	6.8	4.8	37.9	3.20	5.8	12.0	38.2	1.99
113	6.8	4.2	40.4	2.19	6.9	5.7	55.8	2.07
114	7.4	3.8	27.0	2.13	7.0	5.4	37.4	2.12

資料來源：作者依環境部及本府環境保護局水質監測資料計算彙整。

備註：綠色、黃色、橘色、紅色分別表示未(稍)受污染、輕度污染、中度污染、嚴重污染。

年皆為中度污染，其餘各項指標多介於輕度至中度污染間，其中 114 年溶氧量已改善為未(稍)受污染，顯示水質有改善跡象(表 4)。

本市河川污染主要集中於烏溪流域與區域排水，其中烏溪流域流經人口密集及金屬表面處理、電鍍等高污染潛勢產業聚落，區域排水則受生活廢水排放影響較大，顯示生活污水管理與工業污染防治仍為河川治理重點。

二、重金屬達成率

由於烏溪流域流經本市重要工業聚落，重金屬污染風險相對較高，除 RPI 外，亦透過重金屬達成率⁶觀察河川污染情形，以掌握工業污染防治成效。

本市重金屬監測項目包括鎘、鉛、鉻、鎳、銅、鋅、錳及六價鉻等 8 項，除錳外，其餘項目近 10 年達成率皆逾 9 成，其中以鎘表現最佳，近 10 年達成率皆為 100%，鉻(含六價鉻)、鎳及鋅次之，多數

表 5、臺中市烏溪流域重金屬達成率

單位：%

年	鎘	鉛	鉻	鎳	銅	鋅	錳	六價鉻
105	100.00	100.00	100.00	-	94.32	100.00	46.59	100.00
106	100.00	96.59	100.00	-	90.91	100.00	46.59	97.22
107	100.00	99.05	95.65	100.00	96.19	100.00	66.67	94.44
108	100.00	98.95	95.00	98.95	94.74	100.00	44.21	94.29
109	100.00	98.91	94.64	100.00	93.48	100.00	46.74	94.44
110	100.00	95.56	92.86	97.78	90.00	96.67	31.11	98.89
111	100.00	93.33	100.00	100.00	98.67	100.00	37.33	100.00
112	100.00	96.55	100.00	100.00	100.00	100.00	51.72	100.00
113	100.00	100.00	100.00	98.80	100.00	100.00	57.83	100.00
114	100.00	96.97	97.92	100.00	96.97	98.48	63.16	100.00

資料來源：作者依環境部及本府環境保護局水質監測資料計算彙整。

備註：1.鎳為 106 年 9 月修法後新增標準，故自 107 年起統計。

2.達成率 100%以綠色表示、90-99.99%以黃色表示、90%以下以橘色表示。

⁶ 係以水污染防治法第 6 條第 1 項之地面水體分類及水質標準，保護人體健康相關環境基準為依據，重金屬達成率=達成水質標準的次數/有效監測總次數*100%，數值越高受重金屬污染程度越低。

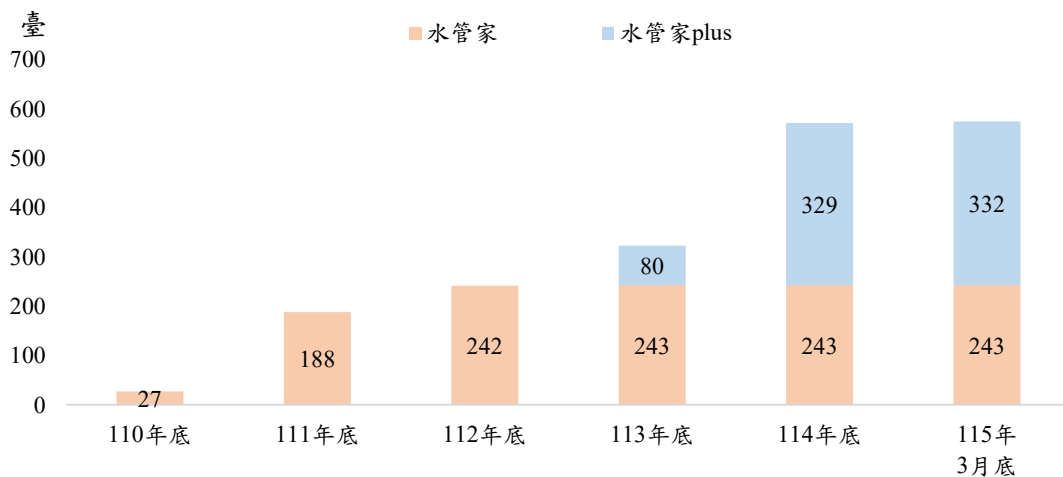
年度亦達 100%，鉛及銅則僅 2 個年度達 100%，主要因烏溪流域流經本市金屬表面處理及電鍍業集中區域，致達成率相對較低，錳為達成率最低項目，近 10 年皆未達 7 成，係因部分測站受天然地質背景影響，使錳濃度相對較高所致(表 5)。

參、智慧水質感測系統「水管家」推動情形

一、「水管家」建置概況

為提升污染預警及污染源追蹤效率，本市自 110 年起推動智慧水質感測系統「水管家」⁷，輔導列管事業單位申裝自主監控設備，即時掌握廢水排放狀況，落實污染自主管理，115 年 3 月底已設置 243 臺水管家設備，較 110 年底增 216 臺(+8.00 倍)，並自 113 年起進一步推動「水管家 plus」⁸，將監測範圍擴展至主要河川、排水幹線及高污染潛勢區域，透過每 5 分鐘即時回傳水質數據至雲端平台，提升污染預警與異常通報效率，115 年 3 月底「水管家 plus」設置數達 332 臺，較 113 年底增 252 臺(+3.15 倍)(圖 2)，本市逐步建構涵蓋污染源端與河川水體端之智慧監測網路，強化河川污染即時監控與治理能力。

圖 2、臺中市水管家設置概況



資料來源：本府環境保護局。

⁷ 「水管家」應用於事業放流口，由事業端提供電力進行 24 小時即時監測，量測放流水 pH 值、導電度及水溫等水質指標。

⁸ 「水管家 plus」將系統延伸至河川水體端，採用太陽能供電方式，涵蓋大里溪、烏溪、筏子溪、大安溪等關鍵水體，形成一張 24 小時不間斷運作的水質即時監控網。

二、「水管家」與河川污染改善成效

為進一步評估「水管家」(含 plus)推動後水質改善成效，以各測站歷年監測數據建構追蹤資料(panel data)，考量各監測站受地理位置、產業型態及污染背景等先天條件影響不同，採用「固定效果模型」進行統計方法分析，透過該模型可控制測站間不隨時間變動之異質性，提升政策成效評估準確度。

分析結果顯示，「水管家」設置時長⁹與全流域河川污染指數(RPI)及除懸浮固體外之各項水質參數均呈統計顯著相關，模型結果指出，「水管家」設置時長每增加1年，分別可使RPI下降0.1366、溶氧量上升0.0739mg/L、生化需氧量下降0.3865mg/L、氨氮下降0.1805mg/L，可見智慧監測系統對河川污染改善具實質效益(表6)。

表6、臺中市全流域水管家設置效果分析表

應變數	自變數	係數	p 值
河川污染指數 (RPI)	常數項	2.9680	-
	設置時長	-0.1366	0.0010
溶氧量	常數項	6.9987	-
	設置時長	0.0739	0.0431
生化需氧量	常數項	5.4456	-
	設置時長	-0.3865	0.0030
懸浮固體	常數項	30.6140	-
	設置時長	-0.8200	0.5339
氨氮	常數項	2.4625	-
	設置時長	-0.1805	0.0419

資料來源：作者依分析結果整理。

備註：1.p 值小於 0.05 為統計顯著，以綠色表示。

2.常數項代表未設置水管家時的平均值。

就污染較嚴重的烏溪流域及區域排水分別進行分析，兩者 RPI 均與「水管家」設置時長呈顯著負相關。再觀察對各水質參數影響，烏溪流域以生化需氧量及氨氮具顯著改善效果，溶氧量及懸浮固體則未

⁹ 係該水質監測站附近裝設水管家情形，以未設置、設置未滿1年、設置1年未滿2年、設置2年未滿3年及設置3年以上區分。

達統計顯著；區域排水以溶氧量、生化需氧量及懸浮固體呈顯著改善效果，氨氮則未達統計顯著。由於現行「水管家」監測以 pH 值、導電度及水溫等即時指標為主，對部分易受環境因素影響之污染項目掌握有限，致污染改善成效有所差異(表 7)。

表 7、臺中市烏河流域及區域排水水管家設置效果分析表

應變數	自變數	烏溪		區域排水	
		係數	p 值	係數	p 值
河川污染指數 (RPI)	常數項	3.4243	-	3.2621	-
	設置時長	-0.1346	0.0131	-0.2148	0.0000
溶氧量	常數項	6.6569	-	6.3398	-
	設置時長	0.0546	0.1901	0.1932	0.0341
生化需氧量	常數項	6.0863	-	7.3312	-
	設置時長	-0.4218	0.0086	-0.5020	0.0097
懸浮固體	常數項	30.284	-	37.6540	-
	設置時長	0.0681	0.9691	-4.6506	0.0308
氨氮	常數項	3.5766	-	2.0601	-
	設置時長	-0.2485	0.043	-0.0333	0.3333

資料來源：本文依分析結果整理。

備註：1.p 值低於 0.05 為統計顯著，以綠色表示。

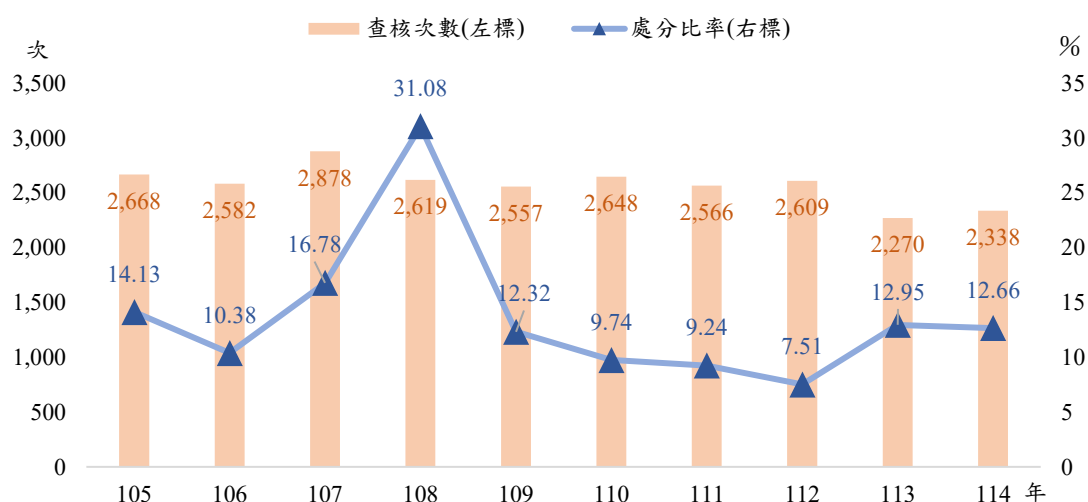
2.常數項代表未設置水管家時的平均值。

整體而言，設置「水管家」與河川污染改善具有顯著關聯，智慧監測系統有助提升污染預警效率及污染源管理能力，同時將河川治理模式由傳統被動稽查，轉型為即時監測與主動預警之智慧治理。

肆、水污染稽查及處分情形

為維護河川水質，本市持續辦理水污染源稽查與裁處作業，114 年水污染查核共 2,338 次，較 105 年減 330 次(-12.37%)，處分比率 12.66%，減 1.47 個百分點，近年結合「水管家 plus」即時監測系統，透過異常數據自動警示機制，掌握污染事件並進行污染溯源，114 年透過「水管家 plus」查獲違規案件並處分計 11 件(占總處分件數 3.72%)，裁罰金額為 623 萬元。智慧監測系統有助提升污染稽查效率與污染事件查處能力，進而強化水質改善成效(圖 3)。

圖 3、臺中市水污染稽查及處分情形



資料來源：臺中市統計資訊網。

伍、結論與建議

一、結論

(一)隨都市發展及產業活動擴張，水污染防治益顯重要，115 年 4 月底本市水污染源列管家數 4,473 家，較 105 年底增 1,874 家(72.10%)；各行政區以西屯區 467 家(占 10.44%)、北屯區 456 家(占 10.19%)最多；污染源類別以營建工地 1,924 家(占 43.01%)、社區專用污水下水道系統 636 家(占 14.22%)及金屬表面處理業 327 家(占 7.31%)為主。

(二)觀察 105 至 114 年資料，本市三大流域及區域排水中，以大甲溪污染程度最低，長期維持未(稍)受污染等級，烏溪流域、區域排水則分別有 8 個及 9 個年度屬中度污染程度，氨氮為主要污染項目；烏溪流域 8 項重金屬監測結果顯示，除錳因受天然地質背景影響外，其餘項目達成率均逾 9 成。

(三)本市自 110 年起推動智慧水質感測系統「水管家」，115 年 3 月底已設置 243 臺，較 110 年底增 216 臺(+8.00 倍)，並自 113 年起推動「水管家 plus」，將系統由事業端延伸至河川水體端，部署於全市主要河川、排水幹線及高污染潛勢區域，115 年 3 月

底設置 332 臺，較 113 年底增 252 臺(+3.15 倍)。

(四)運用統計方法分析結果顯示，「水管家」(含 plus)設置時長與河川污染改善具顯著關聯。對全流域而言，設置時長每增加 1 年，分別可使 RPI 下降 0.1366、溶氧量上升 0.0739mg/L、生化需氧量下降 0.3865mg/L、氨氮下降 0.1805mg/L，智慧監測系統對河川污染改善具實質效益。

(五)本市近年結合「水管家 plus」辦理污染溯源及智慧稽查，114 年水污染查核共 2,338 次，較 105 年減 330 次(-12.37%)，處分比率 12.66%，減 1.47 個百分點，其中透過異常監測查獲違規案件 11 件，裁罰金額為 623 萬元，智慧監測系統有助提升污染稽查效率與污染事件查處能力，進而強化水質改善成效。

二、建議

(一)精進智慧水質監測與污染治理機制，提升水污染防治效能

鑑於分析結果顯示，設置「水管家」與整體河川污染改善具顯著關聯，且對 RPI 及其多數細項具改善效果，顯示智慧監測系統已具政策成效；惟對烏溪流域部分水質項目改善效果相對有限，後續可依流域污染特性與污染型態，滾動檢討監測項目及布建策略，並優先擴充高污染潛勢流域、工業聚落及區域排水熱區之監測網絡，以強化污染預警及即時應變能力。同時，建議整合水質感測、污染熱區分析、污染溯源及稽查資料，建立智慧化風險預警與查核機制，強化高風險污染源管理及分級管制，以提升污染事件查處時效、執法精準度及整體水污染治理效益。

(二)強化生活污水與工業廢水源頭管理

統計數據顯示，烏溪流域及區域排水污染程度相對較高，且氨氮長期為主要污染項目，反映生活污水及部分事業廢水排

放仍為重要污染來源。建議持續推動污水下水道接管工程，並加強高污染風險事業廢水管理及污染削減措施，以降低污染物排放對河川水質影響。