

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

計畫編號：CNTM9502

計畫名稱：自然生態處理系統之決策支援管理模式建立與應用(2/3)

執行期間：95年1月1日至95年12月31日

整合型計畫

個別型計畫

計畫總主持人：

計畫主持人：張翊峰

子計畫主持人：

中華民國九十六年二月二十八日

摘要

台灣地區環境保育意識推廣日益普及，社會民眾對河川治理事業及水資源開發事業必須兼顧河川生態之要求日益提升，其中自然生態淨化系統為將可行利用之河川高灘地提供低透水性土壤底層、創造濕地動植物生態應用於廢污水淨化及水資源管理的一種永續生態工法。

本研究為利用地理資訊系統（GIS）技術建置標的河川有關高灘地利用、污染源分佈、污染承受區域、環境敏感區域等型態資料，配合本研究所建置之河川自然生態淨化系統之功能估算與作業規範，以行動化 GIS 工具（筆記型電腦及PDA）結合無線通訊技術（GPRS）在可行之河川生態淨化系統計畫場址，藉由功能決策運算推行最適之淨化處理效能與效益，以提供決策者作為河川自淨生態保育與淨化場址功能評估之參考。本工具之開發可提供相關業界或政府單位結合現有已開發或開發中河川污染與水資源保育之管理資訊系統，進一步探討河川自然淨化場址生態淨化功能估算與環境改善之效益評估，將『知識經濟』之理念落實於河川資源保育，並達到有效及廣泛地推動河川自然淨化系統發展及資源保育與永續發展的目的。

關鍵詞：環境地理資訊系統、自然生態淨化系統、決策支援系統

壹、緒論

河川自淨能力能夠藉由水體中的生態系統分解污染物，使水體得以淨化並維持活力。但是如果進入水體的污染量過多而超過負荷，則就會失去原有的自淨能力，長久之後水體便會因為污染物的累積而成為惡臭不堪的死水。河川便是直接承受廢污水的水體，在台灣地區造成河川污染的主要來源分為工業廢水、生活污水、畜牧廢水、垃圾滲出水及雨水沖刷等。河川由於水量龐大，技術上難以利用任何傳統的廢水處理方法直接處理河水，因此要讓自然水體恢復乾淨的水質，唯一的方式就是削減排放至水體的污染物負荷。都市的廢污水可以經由下水道系統集中至污水廠處理排放，工業廢水與畜牧業廢水也可經由確實的法規執行及管理以降低污染排放量。然而在沒有下水道系統的區域，如：鄉村社區，在經費、空間及技術等限制之下，依然排放未經處理之生活污水，成為河川污染防治的漏洞之一。

一般來說，整治河川的技術很多，然而卻以將生態工程技術應用於水或廢水處理上的自然淨化處理系統為優，其具備省能源、低成本、不添加化學藥劑及不破壞生態等好處，頗能符合處理污染性河水的技術要求。因此在保育河川水資源的技術考量上，具有經濟效益之自淨系統為一個值得探討其應用價值的自然處理方法。此外，自淨系統衍生價值含括面十分多元化，包含(1)洪氾控制；(2)處理污水；(3)涵養水源，防止地層下陷；(4)削減自然營力對海岸地帶的侵襲；(5)減緩氣候變遷，調節氣候；(6)沉積物、營養物之保存與輸出；(7)經濟漁業產地；(8)水生動植物生育地，生物多樣性保存庫；(9)自然襲產；以及(10)文化、教育、遊憩、研究價值等效益。故如何以資訊工具（如資料庫建置與地理資訊系統）以有效率及兼具遠見與近效的技術進行推廣是一個相當重要的課題。

由於地理資訊系統為一資訊應用工具，在使用上仍須知識及技術之導入方能進行資料判讀與研究，進一步來說，必須有專業的技術整合方能將資訊系統中的資料庫轉化為具知識庫或決策支援系統，故如何將目前國內之淨化處理技術結合地理資訊系統中河川資源管理之決策系統知識庫，供作

選擇場址之功能評估或設計準則研究發展確有其必要。本研究主要目的為由利用現有河川航攝掃描底片，以及航空測量（Aerial Photogrammetry）方式建置有關河川高灘地利用、崩場地、植被覆蓋、棲地型態等河川情勢資料，以進行河川生態基礎資料調查作業，再藉由地理資訊系統工具配合自然淨化技術建構一套明確的作業方法規範，以規劃可行或最適之河川自然淨化處理系統之計畫場址。

貳、文獻回顧

台灣地區的河川因長期承受事業廢水及都市污水未適當處理（點源）、及下雨後的逕流水（非點源）所受之污染，因此境內大小河川大都受到不同程度的污染。根據環保署水質分析資料顯示約有三分之一河段受到不同程度之污染，一般河川中下游污染較嚴重，上游較無污染，為此各級環保單位一直努力推動之各項河川污染整治措施。整治河川的技術很多（如圖1所示），包括：污水處理廠（需配合下水道系統）、強化型自然淨水系統（如：截流污染河水以曝氣的方式處理）、另一種就是以完全自然生態淨水系統（如：人工溼地）直接淨化生活污水以減少河川承受污染物的負荷等。而由於國內河川環境與受到污染的行為有很大的差異，因此應用於污染整治的技術也應該從各種可行的方法中，探討最佳的應用組合，如此才能以最經濟、最有效、最生態的方式，在污染淨化的過程中同時兼顧生態保育、環境復育及全民參與等效益。

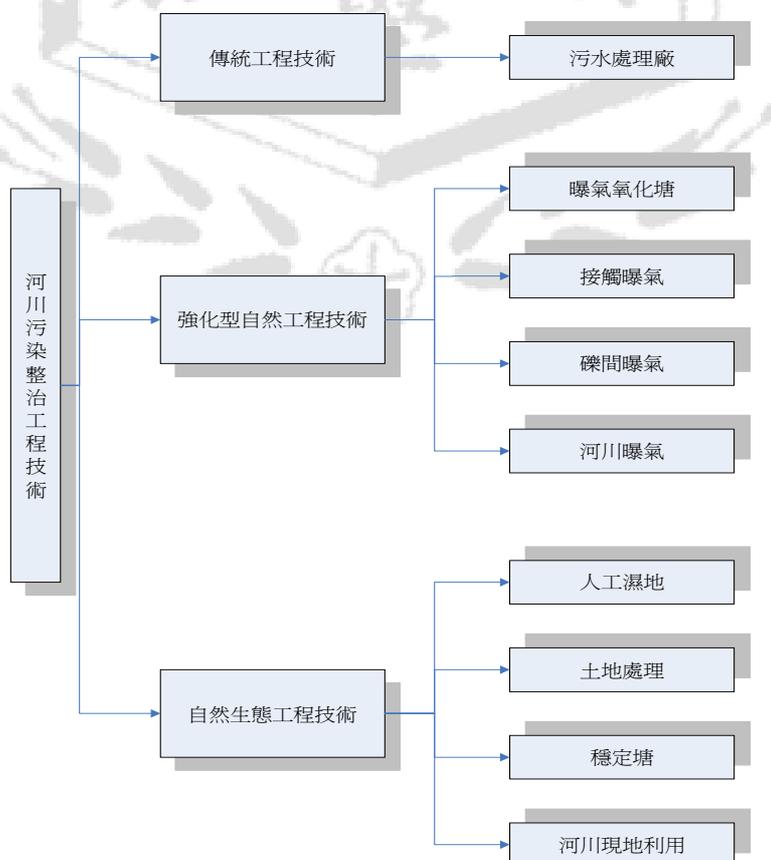


圖1 國內應用於水質改善工程技術（資料來源：行政院環保署）

為達到河川環境管理及維護河川環境生態機能為施政目標，首要工作為辦理河川情勢調查作業，建立河川環境生態基礎資料。河川情勢調查作業主要內容首先為事前調查即基本資料蒐集、調查，再擬定現場調查計畫包括調查地區選定、調查技術選定，經現場調查後，再辦理調查成果評估及今後保育課題探討，最後建立地理資訊系統資料庫及撰寫報告。前項現場調查內容包括河川調查、生物調查及河川空間利用狀況調查。基本資料包含河川概要、流域概要、流量與水質及以往生物調查資料及前期河川情勢調查成果資料。資料蒐集範圍為對象河川本流及其主要支流。基本資料以蒐集為主，可向資料來源相關單位蒐集。調查執行單位需檢討資料記錄年期及完整性是否符合要求，視需要辦理資料更新、補充調查或統計分析。基礎資料之產生後，為獲得可供決策、規劃、設計等之資訊，尚需要環境地理資訊系統（Geographic Information System，GIS）輔助，藉由 GIS 之操作、分析，得到可用資訊。

地理資訊系統可以說是一套相當有用之整合性輔助工具，結合電腦軟體（Software）、硬體設備（Hardware）、以及所需要之資料（Data），提供科學研究者、決策專家、甚至是一般社會大眾（People）用以解決操作、分析、展示（Methods）地理上所需解決之問題，如下圖2。更簡單的來說，地理資訊系統就是一種操作、分析、以及展示空間資料的方法，使得原本繁瑣複雜的地理資料，從單調生硬的紙張上的文字敘述、數字圖表、以及地形圖面表現上之資料，透過這套整合電腦軟硬體設備的輔助工具，將地圖資料展示於電腦上，並且透過資料庫（Database）之連結，輕輕鬆鬆的利用電腦就可以查詢、分析所有文字敘述、數字圖表、以及地形圖面資料，使得地圖蛻變成智慧型的地圖（Smart Map）。因為不論是擁有再多的地理性的文字屬性資料庫，也比不上「視覺化」的圖形資料來的易於了解。



圖2 地理資訊系統（Geographic Information System，GIS）五元素

地理資訊系統為目前國土規劃與永續發展最重要的規劃工具，是環境資訊科技（Environmental Information Technology，EIT）領域中對環境問題的管理或提昇其管理效率最廣泛使用之方法。廣義的來說地理資訊系統包括各種儲存、處理、應用及展示數值化地理資訊的工具，透過這些工具的整合運用，會改變未來對地理資料處理的方法。例如從事土地規畫管理時，常常需要綜合地形、地質、土壤、水文、交通、人口等多種地圖，GIS輕易可將資料輸入電腦就可以輕易的將各種地圖疊合在一起。但對現代的土地資源規劃者來說，疊圖僅是資料分析的起點。整合過的資料可以透過地理資訊系統作進一步的分析。例如為了瞭解不同水土保持措施的效果，可將各種措施下土壤、地形、植被狀況的狀況代入土壤沖蝕的公式中，以模擬各種措施的效果。然後據此選擇最佳的方法。現代的地資訊系統除資料疊合的功能外，還提供許多分析工具及分析模式。地理資訊系統更可以整合這些包括衛星或航拍等所獲取的資料進一步予以數值化解讀，使資料的價值能夠充分的發揮，而除了土地規畫者外，越來越多人發現地理資訊可幫助他們進行工作及研究。目前地理資訊系統應用的範

圍包括，交通、電力、電信、自來水、石油、環境保護、市政管理、市場分析、教育、軍事等等；可以說只要是地圖的使用者就有可能使用地理資訊系統，地理資訊系統已經成為各個學科間交流的一座橋樑。以本研究河川生態淨化決策支援系統應用為例：由航拍所得影像與環保單位稽查資料可以知道水污染源之分佈位置，其可能的流向與匯集區，以及河川有關高灘地利用、崩場地、植被覆蓋、棲地型態等河川情勢資料，疊合上河川水質監測資料、土地地籍資料及坡度等資料，加上自然淨化系統選址之專家知識與系統淨化功能評估，就可以判斷哪些地點採取何種淨化方式與其效能的狀況。此外，透過電腦網路及無限傳輸技術，我們可以使用遠處電腦中的資料庫，成為行動化地理資訊決策支援系統，增加決策之精確度與廣度。

參、研究方法

本研究之主要目的為以環境地理資訊系統整合自然生態淨化技術的研究與發展，於河川水資源保育之領域進行環境決策分析，首先藉由收集國內外既有的自然淨化系統場址（目前以人工濕地為主）之施作結果及文獻、報告、經驗、論文、資料庫及技術資料等，加以彙整進而建立可應用於本國環境的自然淨化系統規劃、設計、建造、操作與維護管理的資訊，作為河川自然淨化系統選址及評估之技術，並配合地理資訊系統實務能力，尋求河川可行或最適淨化場址之篩選，作為有關單位相關查詢時之參考。本研究整個規劃流程可分為兩個階段，第一階段為淨化處理技術資料彙整與應用，如圖 3 所示；第二階段為河川自然淨化處理系統資料庫之建置與分析，如圖 4 所示。兩階段為同時進行。

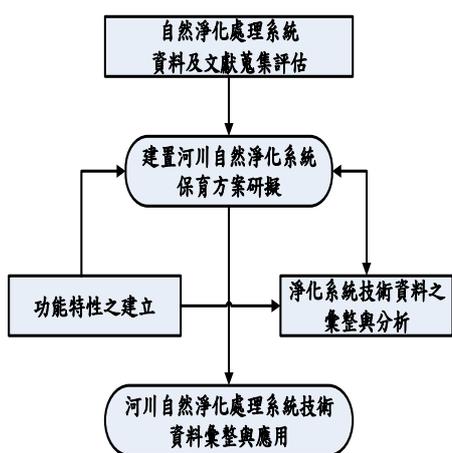


圖 3 河川自然淨化技術資料蒐集與應用

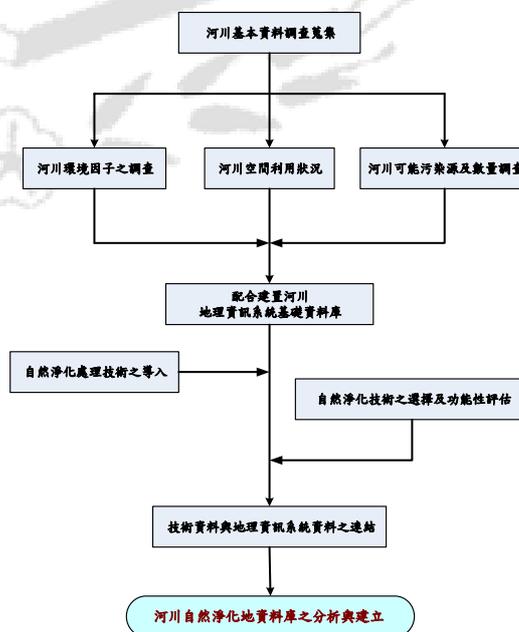


圖 4 河川自然淨化處理系統資料庫建置之流程

1. 河川空間利用狀況建立

調查旨在明瞭民眾及產業使用河川空間的狀況，對利用者數目及利用狀況進行調查。河川空間利用狀況調查以陶林公司所提供之航拍資料為底圖，進行河川區域土地使用狀況之判別及

標示。

2. 標的河川環境資料蒐集、調查

環境資料包含河川概要、流域概要、流量與水質及以往生物調查資料及前期河川情勢調查成果資料，相關流域概要資料之內容包括流域人口、社會、經濟、水資源利用、年降雨量、氣候、觀光等流量及水質資料收集自擁有長期紀錄之固定測站（包括環保署與地方環保局），資料內容包括流量季節變化、水質概要等。

3. 河川污染源及數量調查與受污染之排水區域

經由河川流域上下三公里之範圍，由當地環保局提供河川之污染來源及污染物流向，並估算受污染之排水區域及污染種類與數量，配合上述標的河川之基本資料、環境因子及空間利用情勢，作為下一階段地理資訊系統資料庫之來源。

4. 建置河川地理資訊系統基礎資料庫

包括現地調查成果併同各環保單位提供之環境資料與盼讀之空間資料，編製成地理資訊系統資料庫。編製標準依主管機關地理資訊系統及國土資訊系統所使用之資料分類編號及分類標準，設定對應之分類代碼，並依照資料庫標準格式製作數值檔案。

5. 建置自然生態淨化處理技術

以人工濕地技術為例，濕地技術的污染物淨化功能雖然是依靠自然生態的自律作用，但是整個技術的實際應用端賴許多科學研究、技術資料做為基礎。包括在建立濕地生態系統的初步階段中，有關地點的選擇需要考量氣候、水利、地質及環保法規等因素；再者，濕地的設計、建造及施工上須考慮設計參數、功能計算、水生植物種類的選擇、濕地基材及不透水材質的開發、水流及水文設計等；乃至於濕地生態系統建立後的管理操作，包括考量進流水質及流量對淨化功能的影響、季節變化的影響、物種（水生植物種類、底棲生物、動物）的動態變化及濕地活性指標等。

6. 自然生態淨化技術之選擇與功能性評估

以人工濕地的設計為例，例如濕地面積及水深大小的決定，將取決於若干濕地的設計參數。這些重要的設計參數包括：水力負荷、水力停留時間、污染物質負荷、污染物去除速率及去除速率常數等，往往因環境條件、季節變化及廢污水性質而有不同的數值範圍，因此欲建立本國人工濕地設計的標準作業程序，實有必要將這些設計參數給予標準化或提供設計值範圍。另一方面，由既有人工濕地的水質淨化結果可建立某些回歸方程式，作為水質淨化的預測模式，對人工濕地的操作亦相當重要。上述這些參數、模式、功能設計以Visual Basic語言撰寫，並納入河川地理資訊系統基礎資料庫中進行連結。

7. 技術資料與地理資訊系統資料之連結

本研究以ESRI公司的ArcPAD及ArcPad Application Builder建置，可結合前述之標的河川之空間與屬性資料，以及自然生態淨化技術與功能評估資料，建構包含資料整理、相關硬體設計、軟體寫作、簡化操作方法等一套明確的作業方法規範，做為行動化地理資訊決策支援系統之知識庫來源。

8. 河川自然生態淨化決策支援系統之開發

本研究所擬定之自然淨化決策空間資料庫之架構可作為軟體專利技術開發，決策者可於河川現勘或於會議時，以行動化資訊工具得到所需的水資源資訊，更進一步輸入包括河川現地資料包括污染水量、土地面積、植被等，藉由系統內淨化功能評估與選擇，運算最適之淨化工法與效能，並評估其效益。此外並能連結無線網路通訊與實驗室內大型資料庫進行連結，提高決

策之效率與精確度。本技術除推動有效之河川環境改善與管理，並對於保留當地河川固有的特色及保育當地的生態資源，可提供相關工程主辦機關採用此生態工法時有一遵循的基礎及管控的機制之參據，達到河川永續發展的目的。

肆、研究結果

採樣時間	溶氧	生化需氧量	懸浮固體	氨氮	酸鹼值	大腸桿菌群	導電度	水溫	化學需氧量	氯鹽	總磷	總氮	DO Level	BoD5 Level	SS Level	NH ₃ -N Level	RPI	Pollution
95/09/0414	5.4	2.5	392	0.23	8.4	34000	307	29.5	11.6	7.2	0.214	2	1	1	10	1	3.75	中度污染
95/08/0209	8.3	<1	40.2	0.06	8.2	36000	249	27.1	4.7	23.4			3	10	3	1	3.75	中度污染
95/07/0512	7.9	1.6	241	0.1	8.2	12000	234	27.2	8	1.1			1	1	10	1	3.25	中度污染
95/06/1406	8.8	2.6	7370	0.13	7.9	20000	187	21.7	48.4	1.8	0.039	3.14	1	1	10	1	3.25	中度污染
95/05/0814	8.4	3.2	323	0.09	8.1	16000	261	26.4	7.6	2.9			1	3	10	1	3.75	中度污染
95/04/0409	8.5	4.5	52.6	0.07	8	250000	334	25.4	14.6	3.8			1	3	6	1	2.75	輕度污染
95/03/0609	9	5.3	85.4	0.08	8.1	720000	423	20.2	16.1	8.5	0.22	2.42	1	6	6	1	3.5	中度污染

1. 大甲河流域河川水質監測站

大甲溪全長約 140.21 公里，全年流量近 26 億立方公尺，環保署在該流域中分別設置 12 處水質監測站，由上游至下游排列依序為迎賓橋、長青橋、龍安大橋、東豐大橋、石岡壩、后豐大橋、朴子口、高速公路橋及大甲溪橋，因迎賓橋為環保署今年新設置之監測站，目前只有今年之監測數據，數據量不足因此本次研究未列入分析。本研究經彙整後將其配合地理資訊系統建置河川水質監測站圖層，依連結方式不同可區分為連結 Excel 的屬性資料表及連結環保署網頁的屬性資料表兩種，趨時可依使用者而作不同的相關性連結。以上所述兩種連結方式其連結後所顯示檔案如圖 5、圖 6 所示，在此均以大甲溪橋為例。

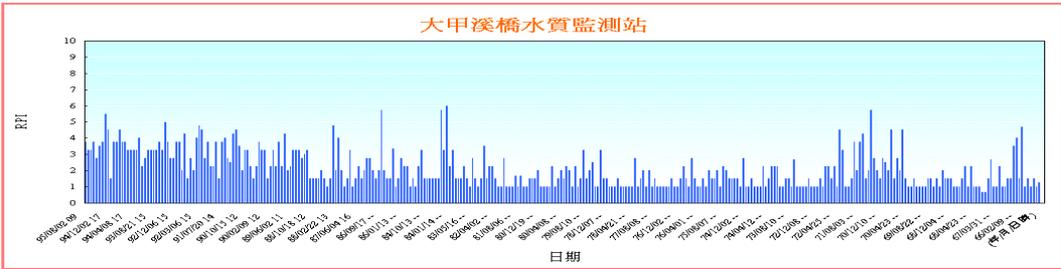


圖 5 屬性資料表連結 Excel 圖
 (資料來源：依據行政院環保署環境水體水質資料庫之水質監測數據自行彙整分析)

放 BOD 量及排放氨氮量皆以生活污水為最高。依據水污染源管制資料管理系統之資料庫統計，以污染物排放量來看，轄境內無論是 COD、BOD 或 SS 污染排放量最大之污染來源皆為正隆股份有限公司后里分公司。以轄境內污染物之整體掌握度來看，若能確實掌握轄境內之 BOD、COD 及 SS 污染物排放量前二十大污染源，則已掌握轄境內整個大甲河流域列管事業污染排放量九成以上之污染來源（如表 1 所示）。

表 1 大甲河流域許可 COD/BOD/SS 污染排放佔轄境內總排放量前 21 大名單

序號	COD污染排放量	BOD污染排放量	SS污染排放量
1	正隆股份有限公司后里分公司	正隆股份有限公司后里分公司	正隆股份有限公司后里分公司
2	台灣糖業股份有限公司月眉糖廠外埔畜殖場(二)	台灣糖業股份有限公司月眉糖廠外埔畜殖場(二)	台灣糖業股份有限公司月眉糖廠外埔畜殖場(二)
3	月眉國際開發股份有限公司	東聯造紙股份有限公司	東聯造紙股份有限公司
4	光田綜合醫院大甲分院	月眉國際開發股份有限公司	大豐畜牧場(原李敏男養豬場)
5	豐興鋼鐵股份有限公司	光田綜合醫院大甲分院	詠盛砂石股份有限公司
6	清濱醫院	清濱醫院	清濱醫院
7	大豐畜牧場原李敏男養豬場)	大豐畜牧場(原李敏男養豬場)	豐興鋼鐵股份有限公司
8	東聯造紙股份有限公司	許彬池養豬場	全一化學廠股份有限公司
9	林江海養豬場	台中縣東勢鎮屠宰場	祐綸實業有限公司
10	台中縣東勢鎮屠宰場	外埔農會酪農鮮乳加工廠	林江海養豬場
11	步昇工業股份有限公司	林江海養豬場	黃正富養豬場
12	東勢鎮農會附設農民醫院	東勢鎮農會附設農民醫院	步昇工業股份有限公司
13	外埔農會酪農鮮乳加工廠	林明洲	外埔農會酪農鮮乳加工廠
14	林連豐養豬場	黃正富養豬場	台灣司普工業股份有限公司
15	台灣司普工業股份有限公司	統合開發股份有限公司第三分公司	台中縣東勢鎮屠宰場
16	輔祥實業股份有限公司	林連豐養豬場	金享車業股份有限公司分廠
17	黃正富養豬場	慶堂牧場(原王慶堂養豬場)	光田綜合醫院大甲分院
18	金享車業股份有限公司分廠	李綜合醫院大甲分院	萬中(僑泰)砂石行
19	慶堂牧場(原王慶堂養豬場)	錦樹畜牧場	育紘畜牧場
20	甲尚實業股份有限公司	王江河養豬場	錦樹畜牧場
21	清順實業股份有限公司	盛嘉工業股份有限公司	月眉國際開發股份有限公司

資料來源：「九十三年大甲河流域污染源稽查管制計畫」，台中縣環保局，民國 93 年

本研究將所收集到之大甲溪主要匯集支流及排水幹線資料加以彙整後建立於地理資訊系統，並配合地理資訊系統及自然淨化系統建造場址之條件以完成自淨系統場址選址與評估。根據上述大甲河流域主要匯集支流及排水幹線一覽表，我們可將其資料配合 Visual Basic 於地理資訊系統裡建立一「My Toolbar」，當使用者點選「My Toolbar」查詢大甲河流域主要匯集支流或排水幹線時，介面會出現一視窗告訴使用者其點選之污染河段之主要集污區區域（如圖 8 所示），並將其集污區範圍圈選出來，讓使用者一目了然。在此，以沙蓮溪排水系統為例。

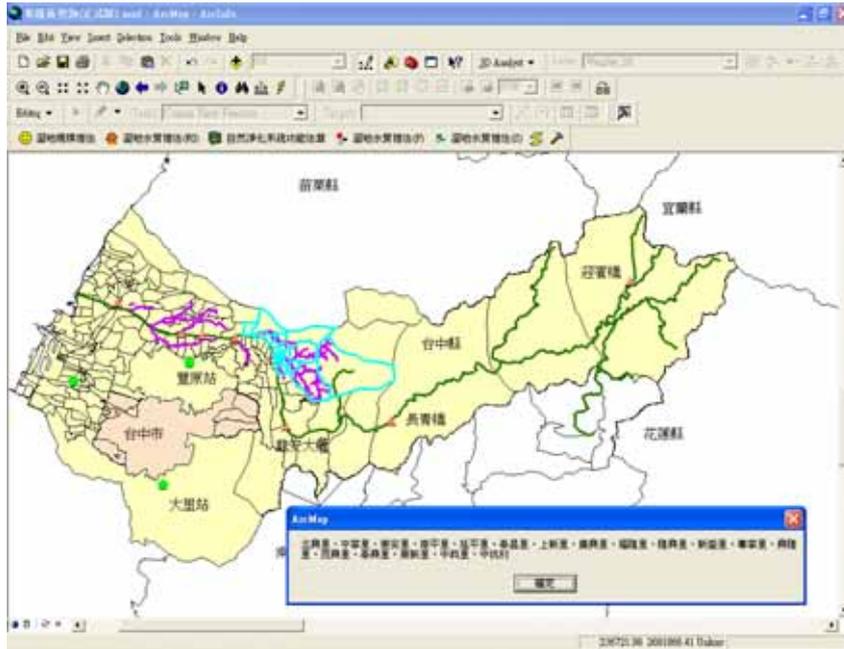


圖 8 沙連溪排水系統之集污區查詢介面圖

4. 大甲溪河川自然淨化系統選址及評估之技術

大甲溪在中、上游地段，由於進流之污染源少，在低污染負荷的情形下，藉由天然河段高程落差瀑氣淨化是主要之淨化機制。但下游河段因長期承受事業廢水及都市污水未適當處理(點源)、及下雨後的逕流水(非點源)所受之污染，因此下游河段大都受到不同程度的污染，其中以下游十大支流排水污染最為嚴重，分別為沙連溪排水系統、食水料排水系統、旱溝排水系統、牛稠坑排水、月眉排水支線、軟埤子溪排水、陽明山排水、三崁中溝、水美溝底湖排水、旱坑排水等。而本研究自然淨化系統場址之選擇主要是搜尋這些下游受污染區域尋求可行之自然淨化場址作為選擇。

河川自然淨化技術是利用淨化系統的淨水及生態保育的功能，以自然能量的方式淨化進流水的水質，並可作為水資源再利用之用途。影響其操作的因素十分繁複，故在地點的選擇上需要考量氣候、水利、地質以及環保法規等因素，在實地操作上需要考量進流水質、水生植物種類、微生物、底棲生物、淨化系統種類、環境狀況等因素。因此，欲以自然生態淨化技術有效的處理目標廢水，需要對上述之影響因素做一通盤的了解。而從研究結果中可知，對於廢(污)水中的主要或微量污染物，例如：懸浮固體、有機物質、氮磷營養物、重金屬及微生物，淨化系統均可提供良好的去除效能。此外本項技術也具有經濟、生態保育、淨化污染等多功能的系統。然而台灣地區由於人口密集，相較河川污染行為模式常因氣候、周遭環境因子、生物物種及空間利用狀態等狀況，與其他地區有相當大的差異，因此要將自然生態淨化技術應用於國內作為資源永續發展的工具，必須對其在地的行為以及變化狀況做一完整的了解。適合作為自然淨化系統建造場址的條件應評估項目包括：污水來源、地形、土壤性質、淹水問題、現有土地的利用情形及氣候。

5. 自然淨化系統功能估算表

自然淨化系統功能估算系統，目的為淨化系統規模及水質預測模式推估(圖 9)。在此一頁

面中，共分成四個運算程式：(1)功能面積規模推估(圖 10)；(2)系統淨化水質預測推估-FWS(圖 11)；(3)系統淨化水質預測推估-SSF(圖 12)；(4)系統淨化水質預測推估-FWS +SSF(圖 13)；將已知的設置計畫入流量、各污染物的入流濃度、出流濃度、分解速率常數及水深、孔隙率等數值輸入欄位中，即可經程式運算後，將各污染物的水力停留時間及操作面積回傳至其頁面下的欄位中。而在水質預測模式中，使用者可選擇所需濕地類型，依不同濕地類型將溼地場址的入流量、各污染物入流濃度、面積規模、孔隙率及各污染物去除常數一一輸入後，藉由線上的即時運算，將運算後的水質推估預測的相關數值，回傳至其頁面下的欄位中，以推測出各污染物經自然淨化系統處理過後的放流水質濃度。

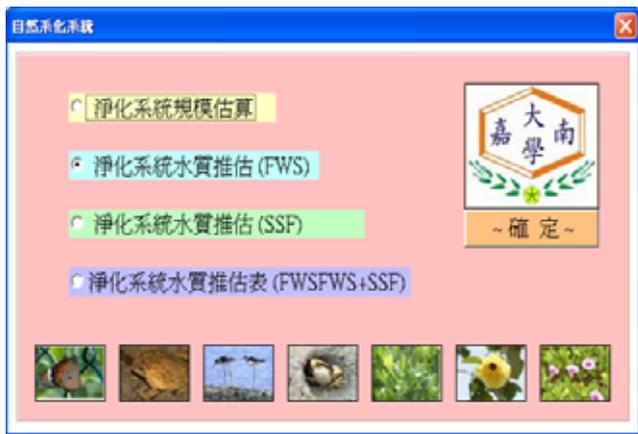


圖 9 自然淨化系統功能估算圖



圖 10 淨化系統規模估算



圖 11 淨化系統水質推估-FWS



圖 12 淨化系統水質推估-SSF

The screenshot shows a software window titled '淨化系統水質推估'. It is organized into three main input sections:

- 設計水質 (Design Water Quality):**
 - 入流水質: 入流水量 (m³/d), 水深 (m), 面積 (m²), 孔隙率.
 - BOD入流濃度 (mg/l), SS入流濃度 (mg/l), TN入流濃度 (mg/l), TP入流濃度 (mg/l), NH3-N入流濃度 (mg/l).
 - FWS設計值: BOD去除率, COD去除率, TN去除率, TP去除率, NH3-N去除率 (all d⁻¹).
 - SSF設計值: 水深 (m), 面積 (m²), 孔隙率, BOD去除率, COD去除率, TN去除率, TP去除率, NH3-N去除率 (all d⁻¹).
- 預測水質 (Predicted Water Quality):**
 - 第一階段FWS出流: 操作體積 (m³), 水力負荷 (m³/m²/d), 水力停留時間 (d), BOD負荷 (g/m²/d), BOD出流濃度 (mg/l), COD出流濃度 (mg/l), TN出流濃度 (mg/l), TP出流濃度 (mg/l), NH3-N出流濃度 (mg/l).
 - 第二階段SSF出流: 操作體積 (m³), 水力負荷 (m³/m²/d), 水力停留時間 (day), BOD負荷 (g/m²/d), BOD出流濃度 (mg/l), COD出流濃度 (mg/l), TN出流濃度 (mg/l), TP出流濃度 (mg/l), NH3-N出流濃度 (mg/l).

Buttons for '開始計算' and '重新輸入' are located between the design and predicted water quality sections.

圖 13 淨化系統水質推估 (FWS+SSF)

伍、結論與建議

本研究完成環境因子與空間狀況分析、自然淨化系統功能性評估、技術資料與地理資訊系統資料之連結、自然淨化場址評估及空間資料庫建立。其中(1)標的河川基本資料蒐集、調查，及環境因子與空間利用狀況分佈之分析，可瞭解河川情勢，作為後續技術開發或未來相關研究之基礎資料庫。由環保單位所提供之標的河川之流域污染源及數量調查以及污染排放區域，可展現並整合於地理資訊系統中，有益於環保單位擬定未來河川污染源稽查及保育管理之可行對策，讓使用者除可透過網路查詢相關資訊外，未來將以連續性環境資訊蒐集與節省人力為目標，建置自淨系統資料庫，提供該河川未來整合開發或保育檢討或環境教育之資訊。(2)自淨系統作業程序及技術資料庫之建置，主要根據國內已完成的自淨系統場址之施作經驗及操作結果，並輔以國外文獻資料所提供的研究成果、長期操作經驗及已建立純熟的技術手冊，進行河川技術資料庫之撰寫參考。以 Visual Basic 程式語言結合地理資訊系統，將自然淨化系統及功能特性評估技術建置於地理資訊系統資料庫中，提供使用者一簡便之查詢介面，以了解河川受污染經淨化系統後可產生的淨化效果推估，有益於相關產官學單位，對於河川整體保育開發之規劃決策，並能提供學術及工程界實務上的參考。(3)自然淨化系統選址之專家知識與系統淨化功能評估，有益於判斷河川哪些地點採取何種淨化方式與其效能的狀況。各污染排放量資料之排水受污染屬性圖層，能進一步進行疊圖分析建置污染源圖層；主流高程圖，將可根據場址評估及選擇圖資表，以完成進行自淨場址的現勘與選址，未來將強化自然淨化系統功能估算表功能並納入所有自淨系統中，提供廠商與政府單位整合此一技術開發河川環境管理系統。

陸、參考文獻

- 內政部 (2001): 國土資訊系統相關數值資訊詮釋資料製作須知(版本 1.0)。
 內政部地理資料目錄檢索網站, 2001 年。取自 <http://meta.moi.gov.tw>。
 邱文彥 (2001): 人工濕地應用規劃與法治課題。台灣濕地, 第 23 期。
 葉琮裕 (2004): 人工濕地運用於廢水處理之評析。環保訓練園地, 第 70 期, 環境保護人員訓練所, 環保署。
 De Maeseneer, J. L. (1997). Constructed Werlands for Sludge Dewatering. *Wat. Sci. Tech.*, 35(5), 279-285.

- Drizo, A., Frost, C. A., Smith, K. A., & Grace, J. (1997). Phosphate and Ammonium Removal by Constructed Wetlands with Horizontal Subsurface Flow, Using Shale as a Substrate. *Wat. Sci. Tech.*, 35(5), 95-102.
- ESRI. (1996). *Using Arc View GIS*. Environmental Systems Research Institute, Inc.
- Etnier, C., & Guterstam, B. (1996). *Ecological Engineering for Wastewater Treatment*. Michigan: Lewis Publishers, Inc..
- Gearheart, R. A., B. A. Finney, M. Lang, & J. Anderson (1999). Free-surface wetland technology assessment. *6th National Wastewater Treatment technology Transfer Wrokshop, USEPA, Kansas City, Kansas*.
- Hammer, D. A. (1991). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment – Municipal, Industrial and Agriculture*, Michigan: Lewis Publishers, Inc..
- International Water Association, (2000). *Constructed Wetlands for Pollution Control - Processes, Performance, Design and Operation*. London: IWA Publishing.
- Jing, S. R., Lin, Y. F., Lee, D. Y., & Wang, T. W. (2001). Nutrient Removal from Polluted River Water by Using Constructed Wetlands, *Bioresource Technology*, 76(2), 131-135.
- Worall, P., Peberdy, K. J. & Millett, M. C. (1997). Constructed Wetlands and Natural Conservation. *Wat. Sci. Tech.*, 35(5), 205-213.

