

殘缺的衛生現代性或適當的綠色基礎設施？ 新北市污水淨化型人工濕地的生產與治理*

何函育、王志弘

國立臺灣大學

摘要

本文探討新北市大漢溪沿岸污水淨化型人工濕地的建置、功能與意義。作者運用文獻分析，概述台北都會區污水處理系統化歷程，並歸納促成大漢溪人工濕地建置的趨勢：（1）大漢溪沿岸缺乏分流式污水處理設施；（2）環境主義運動倡議以河濱濕地之淨水生態服務來獲取正當性；（3）都市水岸再發展推動了綠美化與沿岸房地產開發。大漢溪污水淨化型人工濕地體現了衛生現代性的殘缺，但又接軌於環保理念和水岸再發展需求，遂從殘補式除污設施轉化為適當的綠色基礎設施。但是，人工濕地的部署也透露了基礎設施的不均發展，並塑造出遮掩更基本都市問題的生態形象。

關鍵詞：技術政治、自然治理、濕地、都市發展

何函育 國立臺灣大學建築與城鄉研究所博士生，E-mail: fly800617@msn.com

王志弘 國立臺灣大學建築與城鄉研究所教授，E-mail: cherishu@ms32.hinet.net

* 本文為科技部補助專題研究計畫（MOST104-2410-H-002-173 -MY2）部分成果，謹此致謝。

（收件：105年9月10日，修正：105年11月21日，接受：106年3月13日）

壹、前言

歷經多年倡議、抗爭和協調，作為台灣生態保育里程碑的《濕地保育法》於2013年通過草案，2015年正式施行，確認了全國重要濕地範圍，也建立濕地保育的法律基礎。然而，濕地法通過，以及各地持續劃設與建置濕地，對於台灣城鄉發展和環境維護究竟意味著什麼？

濕地法施行後不到半年，支持法案過關的立委以河川海域生態污染為由，提出「河川流域綜合整治暨環境景觀營造計畫特別條例草案」，希望行政院核定「針對污水下水道尚未普及區域，利用河川灘地，以自然淨化及現地處理等方式，進行河川流域綜合整治，以改善河川水體水質」，也就是通過人工濕地、礫間淨化等途徑改善水質，推動區域與流域整合共管事宜（立法院，2015a）。這項草案結合濕地法的「生態保育」和「資源再利用」理念，將濕地視為衛生下水道的替代方案，以較低成本及早處理日益嚴重的污染問題。此外，2015年9月一讀通過「河川復育及污染整治特別條例草案」，強調以國土計畫角度思考水資源管理、劃分集水區流域單位；由中央成立主管機關整合流域生態與調和城鄉發展，並修正整治中、重度污染河川的績效不彰問題（立法院，2015b）。^①不過，也有人指出，關鍵不在於濕地建置和水質改善，污染的課責也不能由國家出資、全民買單，應從根源掌握污染成因才能治本；例如必須了解各類污染源頭，加強對廠商排污設施的稽察與懲處等（廖靜蕙，2015）。

前述除污淨水的爭議，意味了濕地不僅在台灣社會已擁有正面意義，還從過去消極保護的「荒野」形象，轉變為具備多重「生態服務」的可運用資

^① 該議案（立法院，2015:委124）認為此可避免「污染河川流域綜合整治暨環境景觀營造計畫」淪為短視近利計劃。此外，過去中央委辦、委託或補助地方政府之整治成效往往為人詬病，因此應由中央加強事業主管機關執行各項計畫定期追蹤管制，發揮管制協調功能。目前該法案一讀後，送交社會福利及衛生環境、內政、經濟三委員會審查中。

源（李涵茹、王志弘，2016）。目前國家認定的重要濕地雖以「自然」濕地為主，但也包含人工濕地，顯示刻意建造的「都市自然」（urban nature）深獲重視，主因就是提供生態服務，如防洪、淨化水質、防止海水滲入地下水、生態教育與旅遊，以及有利吸附和減少二氧化碳的碳匯等。於是，濕地成爲強調可持續性的都市發展中，新興的綠色基礎設施（green infrastructure）。

本文以新北市大漢溪沿岸污水淨化型人工濕地（新海、浮洲、打鳥埤、城林、鹿角溪等）爲例，討論由生態理念主導之基礎設施的建置，並初步評估其效能及潛藏問題。這些濕地橫跨於污水處理和都市自然治理之間，原本是污水處理設施（衛生下水道及污水處理廠）不均等配置下，爲彌補殘缺之「衛生現代性」（hygienic modernity）的權宜措施，卻正迎合環境主義團體倡議河濱棲地保育呼籲，以及晚近水岸再開發趨勢下，河岸綠美化的集體消費供應和房地產開發熱潮。於是，殘補性的污水淨化型濕地獲得了生態正當性，成爲都市自然治理的環節。不過，人工濕地的建置和維護，雖有綠色基礎設施的正當性和效能，卻體現了都市服務的不均部署，也無法徹底解決污水處理的難題。

後文先回顧衛生現代性、基礎設施的技術政治，以及都市自然生產與治理等觀點，藉以搭建分析架構。接著，作者運用官方資料、規劃報告和學術文獻，概述台北都會區污水處理的系統化歷程，鋪陳人工濕地作爲污水現地處理機制的建置脈絡，繼而說明大漢溪人工濕地的倡議和設置。最後，作者提出評估，指出面臨持續增長的新北市人口，污水問題無法完全仰賴處理能力及容量有限的人工濕地。再者，若未深切反思人與自然的關係，看似適當且具生態思維、綠美化效益的人工濕地，可能在築造都市自然、引進永續規劃設計之餘，掩蓋了持續擴張的都市化對於自然環境的衝擊。

貳、文獻回顧：綠色基礎設施的自然生產與技術政治

1980年代以來，台灣濕地研究日趨豐富，議題包括濕地水質淨化、資源調

查與研究、生態旅遊認知、永續經營、規劃設計，以及評估與指標等（王小璘、陳貝貞、葉禮維，2009），近年更強調濕地生態服務（李涵茹、王志弘，2016）。其中，人工濕地或濕地生態工程研究，多涉及環境工程與除污工法試驗及評估，以小範圍人工濕地來實驗淨水能力（歐文生、林憲德、荊樹人，2006；歐文生、林憲德、施孟亨、孫振義，2006；陳世偉、吳俊毅、高志明、張有義，2006；吳進暉、陳廣祥，2009），或是以現地處理之實驗調查數據，評估濕地污水淨化效果（江家菱、朱敬平、王郁萱、烏春梅，2013；蘇惠珍、周佳賢、陳逸儒、李漢鏗，2014；游志弘、孫建平，2015）。

相較於這類技術導向研究，本文著眼於人工濕地政策與都市發展的關係，討論有助於分析的理論性概念，包括衛生現代性、基礎設施的技術政治，以及自然的生產與治理等，藉以釐清分析視角。

一、衛生現代性及其不滿

針對國家與衛生的關係，Ruth Rogaski（2004）在研究清末以來中國（天津）衛生觀念、制度與實作的專書中，以「衛生現代性」一詞指稱「衛生」事業是國家現代化計畫一環，有帝國主義的中介，也涉及國家的追趕式現代化。在臺灣，學者也注意到衛生一詞的歷史脈絡，特別是在日本殖民現代性下，常民健康、清潔及衛生等觀念與實作的更迭，以及衛生政策與工程的建置（李尚仁，2005；雷祥麟，2004；劉士永，2001, 2013）。

近代西方衛生現代性發展，與資本主義工業化推動都市化，導致中世紀城鎮無法負擔人口增長及其問題有關。強化疾病防治、擴增醫療體系、改變生活習慣、改善基礎設施如排水和污水處理，以及建立都市計畫體制，都涉及衛生現代性的塑造，體現為物質、觀念與日常生活實作的變革。然而，衛生現代性的創建既無法臻於完滿，也常產生衝突，特別是衛生觀念牽涉文化分類與社會劃界，在技術與工程議題外，還捲入了道德與權力課題。

例如19世紀中葉，英國維多利亞時期正逢榮景，卻多次爆發疫病。當時立

基於瘴氣說（miasma theory）的政府報告指出，髒亂環境會孳生疾病，經由空氣和水傳播，故應興建上下水道、建立廢棄物處理機制、拆除窳陋環境、發展通風採光良好的建築設計以排除瘴氣。這類倡議帶動了有社會改革意義的衛生運動（The Sanitary Movement）。1848年，英國通過公共衛生法（Public Health Act），成立國家衛生委員會，展開衛生改革，藉以確保勞動力健康，節省社會開支（Porter, 1999; Rosen, 1993）。此舉卻引起部分人士反彈，認為這類措施將窮人與污穢、疾病、不道德連結，造成社會衛生學（social hygiene）的階級化譴責與社會排除。看似客觀的環境衛生技術，以及看似單純的身體與環境衛生問題，其實是由掌權者塑造，並蘊含著中上階級對於勞工階級與窮人髒污及叛變的焦慮（Tesh, 1998; Allen, 2008）。

於是，衛生建設反映了不同群體間的權力差異，也是維持秩序的道德計畫。在台灣，自日殖時期起，公共衛生和污水處理就不僅涉及文明開化，也是不平等權力的展現。衛生設施往往優先服務日本人集居區；戰後，衛生下水道也優先配置於首善之都台北。但這些衛生建設似乎並未激起強烈的道德與政治爭議，反而因為難以彰顯政績、投資過鉅而導致建設長期延擱。因此，就台灣污水處理的衛生現代性而論，其不滿主要涉及系統建置容量不足、都市服務不全，以及空間配置不均等問題。

二、綠色基礎設施的技術政治

Langdon Winner（1980）於〈技術物有政治性嗎？〉（Do Artifacts Have Politics?）的提問中，指出技術物並非中性，而有內蘊的政治性；技術與社會有相互塑造的關係。他力陳，縱使技術決定論的天真版本已遭否決，但技術物內蘊的政治性仍不容忽視。他也反對過度簡化的社會決定論，認為技術發展及其作用，不能完全歸因於社會力量；我們必須看到技術本身的作用。就此，本文以「技術政治」（techno-politics）概念，來凸顯基礎設施的社會面；技術政治意味了技術與廣泛的政治及權力運作有關，像是涉及公民權利、倫理與都市

服務科技的關係（von Schnitzler, 2008, 2013, 2014）。

污水處理設施如衛生下水道、截流設施、污水處理廠及淨化型人工濕地，皆屬基礎設施。從技術政治角度來看，基礎設施並非單純工程建設，反而與政治、經濟和社會密切相關。Ash Amin（2014）回顧基礎設施研究，主張必須將基礎設施視為「社會技術複合體」（sociotechnical assemblage），而非單純科技產物。他指出，基礎設施捲入了都市功能、社會交流和認同塑造。基礎設施不僅通過特定社會技術配置，供應和分配各種必需品，本身還具有象徵力量、社會選擇性和美學性質，可以塑造都市經驗及社會認同。Brian Larkin（2013）也以基礎設施之政治（politics）與詩學（poetics）觀點，點出基礎設施與政治、經濟及文化密切相關，看似客觀的技術往往體現或支持了特定政治理性或治理術（governmentality）。於是，污水處理基礎設施如何配置、發揮或被賦予特定的功能，誰可以擁有近用基礎設施的權利或須付出較大代價，皆揭示了權力關係。

再者，基礎設施是包含異質元素的複雜系統，並體現了技術與政治的關聯。例如Thomas Hughes（1989）提出「技術系統」（technological system）概念來分析電力設施，主張技術系統不只包含實質人造物和自然資源，還有組織機構、科學事物與知識、法律規範及人員等，形成複雜網絡，方能從混亂中建立秩序，解決問題以達成目標。Gabrielle Hecht（2001, 2009）則以「技術政治體制」（technopolitical regime）概念，分析法國核能發電廠的不同運作模型及政治意涵。她主張，技術政治體制是由個人、工程與產業實作、科技人造物、政治方案和機構意識形態構成，彼此作用而統理技術發展，並追求技術政治，亦即設計或利用技術以建立、體現或促成政治目標的策略性實作（Hecht, 2009:56）。

人工濕地的設置，乃污水處理技術系統及污水治理體制的一環，體現著技術政治。雖然相較於核電的爭議，污水處理設施的政治性似乎不明顯。但是，作為衛生下水道建設不及之暫時應急設施的污水淨化型人工濕地，接軌於環

境保育和永續發展概念，成爲綠色基礎設施，被視爲友善環境的「適當科技」（appropriate technology）時，也正彰顯了迂迴於區域不均等發展和環境主義的技術政治意涵。首先，不如造橋鋪路顯眼、政績效應不足的衛生基礎設施，早期備受忽視而遲未排入治理議程，初期建置資源主要投入台北市區，造成都市服務的不均等部署。於是，污水處理設施的供應宛如特權或有利環境品質的額外資源，可能擴大了生活福祉、甚至生命機會的社會和區域差異，因而具有技術政治特質。再者，1990年晚期，歐美開始推行綠色基礎設施規劃，藉以發展多功能、創新與永續的環境，兼顧都市再生、公共健康、氣候變遷等議題。然而Ian Mell（2008）指出，建設具有高度正當性的綠色基礎設施之際，更應關切「適當發展」；也就是關注發展模式的政治、經濟與社會衝擊。再者，一如Hannah Wright（2011）質問「綠色」所指爲何，綠色基礎設施也有多重的歧義，需要加以批判檢視，而技術政治觀點正是切入的途徑。

三、都市自然的生產與治理

污水淨化型人工濕地是衛生現代性的建置環節，體現了基礎設施的技術政治，也是特殊的水岸自然營造，涉及都市自然的生產與治理。人工濕地多是河灘地經人爲改造，形成看似自然的面貌，實則受制於設計、監控和管理維護。然而，它確實結合了生態元素，成爲環境理念與生態教育的展示場所。誠如基礎設施或技術系統乃異質元素的交織，並有政治意涵，人工濕地也是難以簡單歸屬於自然或社會的複合體。這正是政治生態學者將這類客體或網絡稱爲社會自然（social nature）或都市自然（urban nature）的原因，藉以強調其混種（hybrid）特質（Castree and Braun, 2001; Swyngedouw, 1999）；延伸來看，整座城市都是混種或賽伯格（cyborg）狀態，是社會－生態形構、複合體或新陳代謝過程（Gandy, 2005; Heynen, Kaika, and Swyngedouw, 2006; Swyngedouw, 2006）。

不過，混種、跨界和賽伯格等概念雖有啓發性，但若止於宣稱這種混雜狀

態，不利於探討具體的人工濕地生產機制。我們可以使用生產（production）和治理（governance）概念，來凸顯作為都市自然或社會生態複合體的人工濕地，其具體產製的政經脈絡、動力及機制。這裡的生產概念取自馬克思主義，Neil Smith（1990）將其擴展運用於自然環境，提出「自然的生產」（production of nature）觀點，主張自然除了在（包含資本主義在內的）各種生產模式（mode of production）下，作為生產條件而支持人類活動外，也持續受到各種力量的塑造，捲入了不均等發展。簡言之，自然的生產既凸顯了自然環境並非天生如此，而是受到人類塑造，也強調了自然環境在整體社會運作中的角色。

相較於Smith的觀點強調資本積累動力，都市自然（人工濕地）的生產還可以安置在更具體的都市治理體制中考察。這牽涉了晚近都市與區域發展中，對自然或環境治理的關注，以及相應的環境主義論述或意識形態的崛起。例如Peter Brand與Michael Thomas（2005）指出，1990年代以後都市環境主義興起，乃伴隨著資本全球化、新自由主義及企業主義城市治理的風行，環繞著自然災害、環境風險、可持續性、都市自然景觀塑造，展開一連串政策、論述和管理措施，以及相應的市民主體建構。就此，我們可以聯繫上傳柯（Foucault, 1991）的治理術（governmentality）概念。治理術是生產性的權力運作方式，涉及據以施展治理的機構、論述、知識、技術、介入手段及主體化等。不少學者將治理術概念運用於生態或環境議題，而有自然治理術、環境治理術、生態治理術和綠色治理術等觀點（Darier, 1996; Luke, 1999; Agrawal, 2005; Rutherford, 2007; Birkenholtz, 2009），顯示自然環境或都市自然已深刻捲入都市治理場域。

例如，針對與大漢溪人工濕地發展有密切關係的台北都會區水岸再開發，王志弘、黃若慈與李涵茹（2014）曾以水岸自然生產與治理觀點，描繪河濱土地使用與地景變遷。他們指出，河岸治理有四個階段，呈現不同的水岸功能和意義：（1）拓墾時期的水利秩序與舟楫之利；（2）殖民暨依賴現代性的治水工程；（3）從邊緣治安地景到界面集體消費地方的淨化策略；（4）觀光遊憩

化、生態保育化與縝紳化下的綠色資產。河岸意義與功能定位的轉變，彰顯了晚近都市自然的再價值化，但也是選擇性的社會吸納和排除過程：安頓了某些人事物，卻排除了其他元素。人工濕地從衛生現代性下都市服務不均等發展的殘補措施，轉變成為綠色基礎設施的過程，便需要安置於水岸自然的生產與治理中來理解。

參、衛生現代性的曲折路：

台北都會區污水處理系統的不均發展

台灣現代污水處理設施源於日殖時期推動之衛生現代化工程，尤其著眼於防疫，並改造對日本人而言不適人居的環境以利統治。為此，總督府接連頒布《下水道規則》、《台灣家屋建築規則》、《台灣污物掃除規則》、《大清潔法施行規程》等法令，從硬體建設到生活習慣皆有所規範（張秀蓉，2015:492-526；范燕秋，1994）。當時工程先自台北城內及附近地區開始，採開渠式合流法興建排水工事、排水幹管，將雨水和生活污水導入溝渠；水肥則另外收集供農業使用（臺灣總督府警務局衛生課，1939；歐陽嶠暉，2004；中島康之，2007）。隨著都市發展，上下水道等基礎設施也納入新都市計畫。1933年，擬於中崙、中和及三重等地設置水肥殺菌池，集中家戶水肥製成無傳染病菌的肥料（董宜秋，2012:143-145）。日人也展開下水道調查，並於淡水河右岸和基隆河左岸劃設六處污水處理廠用地，以配合未來下水道系統（歐陽嶠暉，2004:7-9）。但1940年代起，因戰事擴大致使建設停擺。

1945年戰爭結束，基礎設施毀壞老舊（陳君愷，1993），加以未經檢疫人口湧入，台灣於10年內爆發各式傳染疾病，嚴重者達一年3,000餘人死亡。但陷於內戰及撤台後困境的政府，對衛生建設消極以待（陳淑芬，2000）。1951年以後，雖獲得美援資助，但多用於軍事、經濟建設，以及鐵公路、電廠、通信和農業設施等（吳聰敏，1988）。國民政府於南京及廣州等地雖有推行上下水

道經驗（許峰源，2007；潘淑華，2008），但礙於經費，台灣的衛生系統僅能勉強維繫。

但污水處理調查和規劃仍有進展，如1956年世界衛生組織顧問來台，協助成立「台北市下水道勘測隊」。該隊於1962年「臺北市污水下水道系統規劃報告」，建議採分流式下水道系統，污水集中於迪化污水處理廠處理後放流淡水河，但因財務困窘而未施行。1969年，政府與聯合國發展方案及世界衛生組織簽訂「臺北區衛生下水道規劃實施方案」；次年行政院國際經濟合作委員會下設「臺北區衛生下水道規劃小組」，但僅完成「臺北區衛生下水道綱要計劃」報告及部分台北市舊市區雨水下水道（歐陽嶠暉，2004:79-80）。直到1970年民生東路社區完成分流式污水下水道，1973年民生污水處理廠完工，台北才首度擁有社區型分流式污水系統（於望聖、黃文彥，2011:18）。

1971年中華民國喪失聯合國席位後，政府深陷外交困境，連帶影響基礎設施建設推動。1960年代至1970年代持續有分流式下水道規劃（聯合報，1971, 1976），但原定由世界衛生組織與世界銀行提供的貸款中斷，遂捨棄原經合會規劃的台北縣部分，由台北市先行施工（聯合報，1979）。1972年「臺北區自來水及衛生下水道建設委員會」成立，下設「衛生下水道工程處」。1975年起，執行以台北市為範圍的「衛生下水道建設初期六年工程執行計畫」，最重要建設為1980年完成迪化污水處理廠。1981年起，持續推動第二期六年計畫，以完成台北市範圍內管線為主，仍因經費問題而嚴重落後，遂調整集水區和主次幹管路線（歐陽嶠暉，2004:104-106）。至於台北縣污水處理設施興建，則遲自1984年起，才由台灣省住宅及都市發展局提出「臺北近郊衛生下水道系統規劃報告」，推動省市共同設施，如跨淡水河主幹管、獅子頭抽水站、陸上主幹管、八里污水處理廠及海洋放流管等（於望聖、黃文彥，2011:218-219）。為追趕當時衛生下水道接管普及率遠遠落後先進國家的79-90%，甚至低於印度和東南亞部分地區（聯合報，1984），歷經多年研擬的《下水道法》也於1984年通過，1986年頒布施行細則，使下水道建設制度更完備。

1980年代是環保聲浪高漲的時代，河川保護運動興起，如1987年環境品質保護文教基金會發起百萬人拯救淡水河行動，1988年中國時報基金會河川保護小組成立（蕭新煌、柯三吉，1995），河川整治成爲輿論焦點。1986年，台北市辦理「污水下水道中長程建設計畫」；1988年，環保署「淡水河污染整治計畫先期工程」獲核定並成立專案小組，增加23處截流及早天（晴天）污水設施，以加速淡水河污染防治；省住都局則於1988和1990年配合提出「淡水河系台北近郊污水截流設施計畫」，使用中油超額盈餘，將污水下水道未接管地區的晴天污水截流至污水處理廠，以改善淡水河流域污染。1988年，台北市政府也檢討兩期六年工程計畫，提出「臺北市污水下水道系統計畫」。簡言之，爲因應區域污水下水道系統建置緩慢，解決污染程度較高的支流排水，在學界實驗和國外現地處理實例的推廣下，台北縣市皆開始設置截流與水質淨化現地處理設施（如礫間處理），攔截污水以降低河川污染量（歐陽嶠暉，2004:108-110）。

此後，台北都會區衛生下水道系統加速進展。1996年，八里污水下水道系統海洋放流管工程完工，次年八里污水處理廠通水營運。1998年，政府開始試辦污水下水道BOT計畫，以減輕財務負擔，加速建設。行政院更於2003年核定「挑戰2008污水下水道建設計畫」，以2007年達到污水下水道普及率20.3%爲目標，展開污水下水道第三期建設計畫；並將污水下水道建設納入「新十大建設」（後納入「愛台12建設」），以2008年達27.3%普及率爲目標（於望聖、黃文彥，2011:76-77）。在基礎設施和相關法規（包括使用者付費的法制化）持續推動下，台北市污水下水道系統規劃幾已完備，只待陸續完工，以及後續維護和升級工作；新北市也後起直追，陸續增加污水下水道及污水處理設施建設範圍與預算。

表一顯示污水下水道加速建設的2000年以後，接管率逐年升高（2014年調整爲更精確計算方式導致數據下降），但仍呈現台北市和新北市的大幅差異。2016年三月止，台北市公共污水下水道（家戶接管）普及率達76.07%，加計專用污水下水道和建築物污水設施，普及率已達80.72%。然而，新北市的相應數

表一 台北市與新北市（台北縣）污水處理率（單位：%）

年度 月份	台北市				新北市（台北縣）			
	公共污水 下水道普 及率	專用污水 下水道普 及率	建築物污 水設施設 置率	污水處理 率合計	公共污水 下水道普 及率	專用污水 下水道普 及率	建築物污 水設施設 置率	污水處理 率合計
2009.12	96.69	4.38	2.62	100.00	29.10	44.15	9.75	83.00
2010.12	100.00	4.38	2.70	100.00	36.10	44.77	10.21	91.09
2011.12	100.00	4.33	2.79	100.00	43.22	44.98	10.49	98.69
2012.12	100.00	4.30	2.85	100.00	49.50	40.93	10.80	100.00
2013.12	100.00	4.27	2.90	100.00	55.65	36.56	11.06	100.00
2014.12	74.96	2.76	1.89	79.61	41.52	22.17	7.47	71.16
2015.12	75.77	2.75	1.89	80.42	46.49	21.36	7.46	75.31
2016.03	76.07	2.75	1.90	80.72	47.33	21.30	7.49	76.12

註1：2014年以後普及率計算方式有調整。原普及率及處理率計算是各縣市接管戶數除以（各縣市戶政資料總人口除以假設每戶四人）而得。更新後的普及率計算，則依據污水下水道第五期建設計畫，修正為以接管戶數乘以各縣市戶量除以各縣市總人口數而得。

註2：公共污水下水道係指由政府規劃興建之污水下水道；專用污水下水道係指由開發者興建，開發社區規模超過500人（含）以上或100戶（含）以上應設置之污水下水道；建築物污水設施接管戶數，係指未達100戶之小型社區或位於公共污水下水道未能通達區域，以自費設置之污水處理設施。

資料來源：營建署全國污水下水道用戶接管普及率及整體污水處理率統計表（營建署，2016）。

據是47.33%和76.12%，距台北市尚有不小差距，呈現污水處理設施的不均等配置，亦即污水治理體制和都市發展不均狀態，體現為基礎設施分布不均。例如相較於台北市，新北市有極高比例的專用污水管接管率，不僅透露公共污水下水道建置不足，也意味了工業區與工廠（須建立專用污水管）數量遠高於台北市。

表二則呈現2009年以後新北市與台北市污水下水道預算編列的差異。^② 污水下水道已臻完備、用戶接管率高的台北市，下水道建設預算及需要中央款協助的部分已大幅下降（2013年後不再編列中央款），也無須民間參與建設。新北市則因地幅較台北市大，且用戶接管率較低，因此有持續投入大量經費、鼓勵民間參與的趨勢。

表二 污水下水道第四期、第五期之經費需求表（單位：億元）

縣市	臺北市				新北市（臺北縣）			
	政府自辦		民間參與		政府自辦		民間參與	
	總經費	中央款	總經費	中央款	總經費	中央款	總經費	中央款
2009	42.64	3.60	0.00	0.00	54.26	47.75	1.53	1.45
2010	41.85	3.60	0.00	0.00	28.58	26.56	2.50	1.95
2011	23.37	1.60	0.00	0.00	26.26	23.10	3.70	2.94
2012	18.62	1.60	0.00	0.00	29.79	26.21	5.11	4.02
2013	23.10	0.00	0.00	0.00	40.50	37.61	6.80	4.76
2014	23.10	0.00	0.00	0.00	48.67	45.47	9.32	7.27
2015	13.90	0.00	N/A	N/A	17.68	16.21	3.48	3.31
2016	9.20	0.00	N/A	N/A	16.68	15.20	3.71	3.53
2017	5.21	0.00	N/A	N/A	21.01	19.11	3.96	3.76
2018	5.21	0.00	N/A	N/A	21.23	19.32	4.4	4.18
2019	4.76	0.00	N/A	N/A	23.15	21.06	4.5	4.28
2020	4.76	0.00	N/A	N/A	27.92	25.36	4.6	4.37

資料來源：整理自營建署（2009:144-147; 2014:125-133）。

^② 污水下水道第一期（1992-1997）、第二期（1998-2003）等六年建設計畫，雖已將臺北縣納入台北都會區，興建臺北近郊污水下水道系統，但由台北市與省政府協助規劃和建設，因此並無臺北縣本身預算資料。再者，省政府與台北市工務局單位預算中，缺乏實際用於不同區域之污水下水道經費的數據，故不詳列於表二。此外，臺北市政府僅公開2015年後的下水道實際建設預算，2015年以前僅能參考歷年單位預算，無法推估實際用於下水道建設之預算；新北市則未公開歷年下水道建設預算與決算總金額。

雖然1980年代中期以後，跨縣市的大尺度區域污水處理系統建置（省市共同設施）已展開，看似改變過去僅投資台北市區的現象，但這些共同設施主要是服務衛生下水道幹管和家戶接管較普及的台北市。再者，省市共同治理也引起協調問題，尚未升格直轄市的台北縣政府財務人力窘迫，缺乏建設污水下水道的能力與主動性。因此台北市衛工處多次指陳台北縣實施成效不彰、缺乏決策魄力，導致台北近郊省市共同設施興建不全、下水道建設延宕、北縣水岸垃圾場污染、焚化爐工程和事業廢水污染問題等（聯合報，1989）。但是，台北縣人口與工廠數量比台北市多，衛生下水道接管率又從零起步，加以經費有限和各級治理機構龐雜，地方政府很難施展。另一方面，台北市除自行承擔營運外，還須協助指導台北縣污水處理計畫，增添了業務量和成本，也呼籲中央政府協助台北縣及早自行營運以減輕自身負擔。

前文提及，1980年代後期河川污染惡化，環保團體倡議整治，官方遂以截流設施和礫間處理加速整治污染，作為衛生下水道尚未齊備前的因應之道。除了1988年「淡水河污染整治計畫先期工程」，後續還有1994年「淡水河系污染整治實施方案檢討」、「台灣省台北近郊污水下水道建設計畫」第二、三期工程通盤檢討評估規劃，「淡水河系污染整治後續實施方案」第一期（1998-2007）、後續實施方案第二期近程計畫（2008-2010），以及後續實施方案第二期中程計畫（2010-2017）等。這些耗費甚鉅的計畫，除了持續興建衛生下水道幹管和家戶接管，以及建立或升級污水處理廠，都仰賴截流和礫間處理來整治河川污染（環保署淡水河流域整治資訊網，2015）。

在此趨勢下，污水處理設施相對落後的台北縣，也於1990年代後期開始借取台北市以綠美化方式整治河川高灘地的經驗，藉此清除垃圾場及違章工廠等污染源，闢建公園綠地和運動遊戲區，增加休憩空間（聯合報，1995）。尤其在升格新北市前的最後一任縣長周錫璋任內（2005-2010），拆除大漢溪上游砂石場與工廠，並設置大面積具有淨水功能的人工濕地，處理大量家戶污水，堪為這種應急式污水處理設施的代表。圖一顯示了新北市目前污水下水道管線



圖一 新北市大漢溪沿岸污水下水道管線圖

資料來源：新北市污水下水道地理資訊系統（新北市政府，2016）。

分布情況，大漢溪沿岸除了新莊和板橋部分地區外，幾無下水道管線配置。於是，相對廉價且施工迅速的人工濕地，乃是基礎設施不均等分布下的權宜措施。

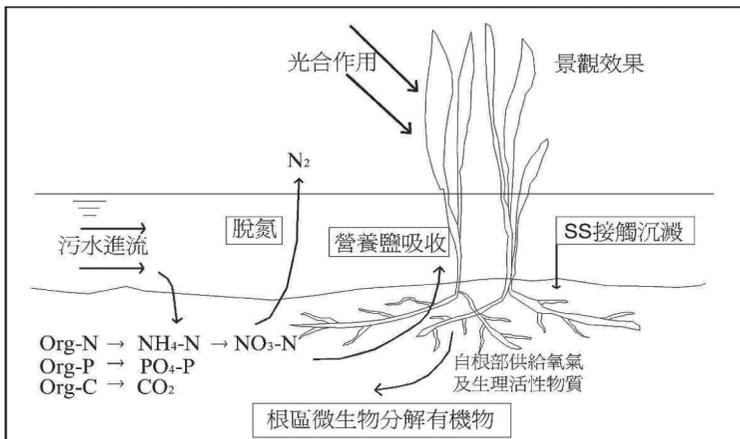
然而，現地處理污水的人工濕地，看似是殘補式的衛生現代化舉措，卻在晚近河岸持續綠美化以增添集體消費空間、河川棲地保育觀念盛行，以及翻轉水岸荒僻形象而有利於堤內窳陋地區都市更新、掀起水岸高價房地產開發風潮下（王志弘、李涵茹，2015），變身為具正面形象的都市自然生產。甚至，相對於大型區域污水處理系統，人工濕地被認為是具地方獨特性的適當科技，堪稱綠色基礎設施。接下來，作者將說明大漢溪人工濕地的建置歷程、設施配置，以及與社區及民間團體合作的維護和治理模式，並提出初步評估。

肆、綠色基礎設施的自然治理：新北市大漢溪人工濕地

一、人工濕地的技術配置與自然治理

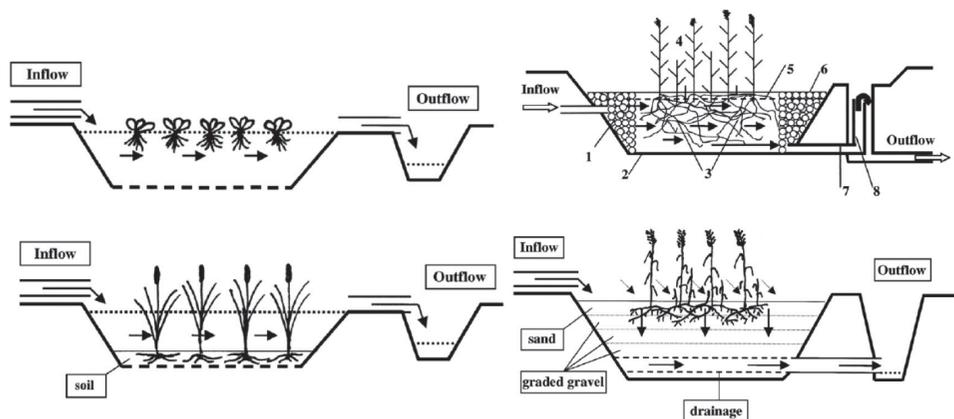
廣義的濕地定義為「經常潮濕或間歇性受水淹沒的地區」，可分為自然濕地（natural wetlands）與人工濕地（constructed wetlands）。人工濕地乃人工營造之類似自然、低成本、低能量需求的濕地；人工濕地依功能可分為處理雨污廢水的污水淨化型濕地（wastewater treatment wetlands or constructed wetlands），以及提供生物棲息的棲地復育型濕地（wildlife habitat wetlands or created wetlands）（Davis, 1995）。

污水淨化乃透過微生物分解、生物吸收、化學降解、物理沉澱等四種生態系過程的生物化學原理（圖二），運用底泥與不同水生植物的安排來淨化水質（環保署水質淨化現地處理網，2015:5-8），並依地方生態、水文、土壤、地理條件來設計和選擇工法。工法可依排水方式分為表面流（surface flow, SF；圖三左）與地下流（sub-surface flow, SSF），後者又依出水口高程分為水平



圖二 人工濕地淨化水質原理

資料來源：環保署水質淨化現地處理網（2015:8）。



圖三 表面流式人工濕地與地下流式人工濕地

資料來源：Vymazal（2007:49）。

（horizontal sub-surface flow, HSSF, HF；圖三右上）和垂直（vertical sub-surface flow, VSSF, VF；圖三右下）（Vymazal, 2007）兩種，另有視情況而綜合使用多種工法的設計。

雖然功能有別，但污水淨化型與棲地復育型人工濕地常先後出現於同一地點，或同時位於鄰近區塊，棲地與動物種類和數量也常成為評估濕地成敗標準，使得污水淨化型濕地也有鮮明的生態保育形象。再者，無論自然濕地保育或人工濕地的建造，其生態秩序的確認和維護都源自人類對於環境的監測與調整，而兼具保育價值和生態服務功能的濕地狀況，也成為檢視都市環境是否宜居的指標。在環境主義崛起成為公共治理論述和策略之際，人工濕地營造與維護不僅是技術操作，也是城鄉自然治理的環節，藉此因應衛生下水道建設不足，又獲取正面保育形象。

台灣濕地研究雖可溯至1980年代，但直到1995年才有基隆海洋大學環境工程系李志源教授首度於金門污水處理廠設置四個FWS（free water surface）人工濕地系統，作為污水廠放流水的三級淨化。嘉南藥理科技大學環境工程與科

學系荊樹人教授也於1995年起，在校內展開水生植物淨化污水研究；1996年於該校旁二仁溪畔設置由FWS濕地與SSF濕地串連的人工濕地系統（荊樹人，2003）。此外，1996年有美商在濱南工業區建造人工濕地，^③ 作為生態補償和廢水處理方案（何佩儒，2000）。1997年，成功大學環境工程系溫清光教授集結相關學者，提出國科會「綠色環保技術之研究及策略研究－濕地對水資源之保育管理及永續利用」整合性計畫。

2002年，在環保署環保社區示範計畫支持下，誕生了第一個處理社區生活污水的人工濕地；^④ 該300坪濕地每日可處理300公噸家庭廢水的成果，促使環保署將人工濕地推廣到其他溪流沿岸社區（周宗禎，2002）。隨著這類實績的推廣，學界討論很快擴及應通過法制補充或增訂，將人工濕地納入作為污水處理設施，以因應台灣下水道系統普及率低的窘境，並通過社區和民團的合作式管理，盡速改善河川污染（邱文彥，2001）。

二、大漢溪人工濕地的建置：從應急措施到生態廊道

在學界和環境團體倡議下，污水淨化型人工濕地宛如河川污染的救命丹，成為官方政策新寵。在新北市，二重疏洪道綠美化工程促成的疏洪道濕地保育聯盟，在發起濕地保育運動後，採用生態工法及公私合夥模式寫下復育棲地佳話（陳燕模，2004a）。環保署將2002年訂為河川污染整治年，積極輔導地方政府建置河川水質淨化工程，包括人工濕地和礫間曝氣等設施（王筱雯、郭品

^③ 杜邦濱南工業區維多利亞廠，早期面對環團抗議其破壞濕地，在1994年提出開發人工濕地的概念，希望以此做為環評條件。1996年正式動工，兩年後開始有第一批廢水流入濕地，吸引上百種生物棲息；杜邦也順勢興建濕地教育中心，與當地居民互動（何佩儒，2000）。

^④ 環保署當時將二仁溪整治列入年度整治重點，由台南縣環保局以空污基金編列預算，補助二仁溪沿岸社區辦理人工濕地營造、廚餘處理和社區綠美化工作（阮正霖，2001），指定仁德鄉二行社區發展協會申請環保示範社區，在嘉南藥理大學環境工程與科學系技術輔導下，採用水芙蓉、布袋蓮、香蒲與蘆葦等水生植物及渠道石頭等配置設計，來淨化生活污水（荊樹人，2003）。

含，2013）；另自2003年起，針對污染河段補助七大流域15處，規劃興建人工濕地、土壤滲濾、人工浮島和接觸曝氣設施等，以「生態工法」作為污水下水道系統完成前的因應之道（環保署，2003）。2004年，首批補助設置的大漢溪新海一期人工濕地完工，第一年即有效淨化60-70%污水，迎來58種鳥類棲息（陳燕模，2004a），其3,000萬元的低成本與高成效，促使周錫璋縣長考慮將人工濕地推廣至新店溪和淡水河岸以處理生活廢水（吳文良，2006）。

然而，人工濕地淨化污水的生態服務功能在獲得肯定後，其主導論述也逐漸從實驗性和救急式的除污，轉變為可持續性都市水域治理下的生態廊道觀念。2002年以後官方將人工濕地納入一系列河川管理與水質改善計畫，如2002年環保署「台灣地區河川流域及海洋經營管理方案」、國發會「挑戰2008：國家發展重點計畫（2002-2007）」、2005年及2008年「河川及海洋水質維護改善計畫（一、二期）」、2010年「全國水體環境水質改善及經營管理計畫」等，都將淡水河系整治列入重要施政目標。基於水質污染嚴重、人口眾多與人工濕地低成本等因素，缺乏污水下水道的大漢溪沿岸在這一系列計畫中成為重要建設範圍，陸續設置新海（共三期）、打鳥埤、鹿角溪、城林、浮洲、華江等八處人工濕地。一連串的濕地配置也促使新北市環保局，將其規劃為大漢溪生態廊道（沈旭凱，2007）。在以棲息物種數量作為環境狀況檢驗指標的檢核下，過往污染髒亂的河灘地不僅轉變為淨化水質的人工濕地，也形成生物可以棲息的綠色基礎設施。

生態廊道觀念轉化了人工濕地在2009年以後的定位，以生態遊憩之姿獲得媒體曝光，成為重要的都市自然治理策略。2009年，「國家建設整合計畫：大漢溪流域觀光整合發展計畫」便以人工濕地的建置，提供除污以外的教學和遊憩活動。環保局為此培訓濕地解說志工（蔡偉祺，2009），台北縣政府也打出亞洲最大人工濕地招牌，舉辦十餘場濕地生態體驗活動（大紀元，2009），並在板橋435藝文特區設置「濕地故事館」，作為環境教育和政績宣傳場所（廖靜蕙，2014）。2010年，營建署「國家重要濕地保育計畫」更與荒野保護協會

等團體合作，將淡水河沿岸11處國家級和地方級重要濕地合併為「淡水河流域國家級重要濕地」（廖靜蕙，2016b），希望令淡水河系濕地躋身台灣第三個國際級重要濕地（廖靜蕙，2016a）。

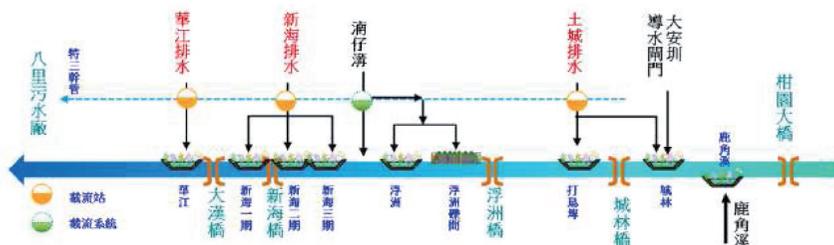
生態廊道的自然治理策略看似扭轉了河川整治的困境，獲得民間合作與肯定，卻也引發部分專家和團體對整治效果的質疑。陳健一（2008；2009）^⑤指出，廣設人工濕地難以彌補缺乏污水下水道的根本問題，也無法回應大漢溪兩岸土地的長期利用與規劃。他認為：「大漢溪兩岸少數幾個人工溼地根本無法處理台北縣三百多萬人口四分之一的生活污水，甚至連十分之一都不可能，周錫璋縣長卻可以一而再，再而三的誇大、扭曲治水效果」；「台北縣政府在大漢溪兩岸不斷鋪設客土和水泥，製造美美的綠地假象；此外還和河流搶地，用人工構築土堆，阻斷大漢溪自然沼澤發展的機會……這些都是不生態、不永續、不環保，很臨時、很拼裝！」新北市環保局（n.d.）則以積極推動污水下水道系統接管，未及接管部分設置截流站，成立水污染熱區打擊專案（包括遏止砂石場死灰復燃）以控制事業廢水污染，加以人工濕地等現地處理工程，結合民力組成河川巡守隊等策略，來回應後續治水方針。

後文彙整大漢溪沿岸各人工濕地的建置（圖四與表三），主要依據美商傑明工程顧問台灣分公司之經營管理報告書（2012），掌握濕地設計與配置，考察其依據哪些考量而預期發揮何種效果。最後，作者嘗試討論人工濕地的論述和技術，如何從回應衛生現代性之不均等發展的殘補式都市服務，轉化為具高度正當性的綠色基礎設施。

（一）新海一、二、三期人工濕地

新海人工濕地位於板橋江子翠一帶大漢溪岸，分三期施作，合計規模逾20公頃。原本晴天時，新海排水經截流後送至八里污水處理廠，但為了新海

^⑤ 滷仔溝水岸聯盟召集人、台灣土地倫理發展協會秘書長、板橋社區大學講師。



人工濕地	華江	新海一	新海二	新海三	浮洲溼	浮洲溝 (非本工程)	打鳥埤	城林	鹿角溪	
設計水量 (CMD)	9,000	6,000	4,000	5,000	30,000	10,000	11,000	6,500	1,6500	12,000
污水來源	華江排水	新海排水			浦仔溝		土城排水	大安圳 導水閘門	鹿角溪 (水門)	
供水管理單位	衛工處(惠民)	衛工處(惠民)			雨水科(廣達)		衛工處(惠民)	抽管科	抽管科	

圖四 大漢溪沿岸人工濕地配置與污水入流概況

資料來源：美商傑明工程顧問台灣分公司（2012:5-17）。

表三 大漢溪人工濕地廊道

補助 年度	完工時間	濕地名稱	處理水源	受補助 機關	基地面積 (公頃)	水域面積 (公頃)	處理水量 (CMD)
2003	2004/12	新海第一期	新海排水	環保局	10.86	7.18	6,000
2005	2006/10	打鳥埤	土城排水	環保局	13	9.30	11,000
2006	2006/11	新海第二期	新海排水	環保局	5	3.37	4,000
2007	2008/08	鹿角溪	鹿角溪	高灘處	16	13.10	12,000
2008	2010/10	城林	大安圳	環保局	26.5	19.26	16,500
2008	2010/06	浮洲	浦仔溝	環保局	40	26.40	30,000
2008	2010/04	新海第三期	新海排水	環保局	6.5	4.13	5,000
2008	2010/03	華江	華江排水	環保局	13	9.18	9,000

資料來源：整理自美商傑明工程顧問台灣分公司（2012）。

濕地的順利運作，必須接專管供應150,000 CMD水量，因而改變原來的重力供水，改以泵浦送水至新海一、二、三期濕地；其中4,000 CMD進入新海一期，6,000 CMD進入二期，5,000 CMD進入三期（美商傑明工程顧問台灣分公司，2012）。新海一期為最早處理河川流域鄉村型污染自然處理設施之排水，由於成效不錯，2005年擴建完成後，提升處理量至6,000 CMD。該濕地採三段式表面流設計，污水在初沉池沉澱後，經抽水井送至沉砂池，經第一密植區、開放水域、第二密植區與生態池後，由放流渠道匯入大漢溪。大面積濕地除可供大量鳥類棲息築巢，也可延長微生物與水生植物處理時間至六天。

新海二期則依序通過第一植密區、開放水域、第二植密區與生態池。第一、二植密區皆採淺水型濕地營造，透過挺水型植物吸引小型鳥類築巢，並連接至開放水域供鳥類覓食。最後，污染物濃度降低後，剩餘營養鹽透過陸島、枯倒木、淺灘與石塊配置，營造鳥類棲地。新海三期由於較晚興建，與新海二期共用截流工及初沉池，但其設計更強調河川生態廊道營造的定位，以水田型態與常見水生經濟作物提供鄉土教育與濕地文化體驗。三期的污水處理流程比前兩期簡化，沉降後直接進入草澤濕地或水生經濟作物區，再匯入大漢溪；該單元以低莖挺水植物為主要污水處理設計，部分開放水域且遊憩人數較多區域，則種植高莖植物以防止生物遭受干擾。

（二）打鳥埤人工濕地

相對於新海一期濕地著重污水處理功能，附帶生態景觀效益，打鳥埤人工濕地則將焦點置於鳥類棲地經營，污水處理似乎成為附帶功能。據美商傑明工程顧問台灣分公司（2012）報告說明，由於主要導水的大安圳，其晴天污水會在截流後送至八里污水廠處理，為了讓打鳥埤順利運作，必須配合土城截流站操作改變原有重力截水設計，設置壓力專管收納11,000 CMD晴天污水。如同新海一、二期的營造方式，該處濕地亦經由沉澱池、開放水域、沉砂池、第一密植區與第二密植區，在污水沉降後增加處理時間，通過蜿蜒河道的開放水域及

沿途設計陸島、淺灘、枯倒木、高莖植物等，吸引小型鳥類棲息築巢，並有利於防禦犬貓侵襲。

（三）鹿角溪人工濕地

鹿角溪雖面臨平均流量低，豐枯水期水位變動劇烈等污水處理難題，但在濕地工法設計上，仍可看出其致力兼顧污水處理及生態景觀。由於旱季可能面臨放水不足或枯水情形，要維持鹿角溪濕地運作，必須於導入場址前的上游設置舌閘箱涵，以放流水補注濕地。為節省取水工程耗能，延長污水停留時間，其設計利用鹿角溪之雙槽式河道與上游高程優勢，配設沉砂池、漫地流區、近自然式溪流淨化區、草澤濕地與生態池等單元順序。沉砂池可促進水質穩定，增加污泥儲量，以利後續單元處理。漫地流區則由水生植物根網、藻類與微生物吸收與分解較小的懸浮微粒。近自然式溪流淨化區透過表面流方式降低污水濁度，利用高低石塊加強維生物接觸面積，還可增添多元的景觀與水域環境。草澤濕地以挺水植栽加強吸收分解，讓後續生態池成為全區生態最豐富的中心（美商傑明工程顧問台灣分公司，2012）。相較於其他濕地，鹿角溪濕地特別強化環境教育與生態遊憩功能，除配置自行車道和導覽步道、解說牌，還繪製精美導覽圖（圖五），曾獲國家卓越建設和行政院公共工程金質獎。

（四）城林人工濕地

城林人工濕地雖然是大漢溪生態廊道中面積次大者，但該場址收集的大安圳導水閘門排水口，入水量達33,000 CMD，懸浮固體物濃度170 mg/L，因此設計先將多餘污水透過渠道排出基地範圍外，其餘利用重力位能引入。污水經沉砂池、穩定塘、高莖草澤溼地、低莖草澤溼地、生態處理塘池等處理流程，先篩除大型污物後，引入大容量深水型穩定塘，再透過水陸域交錯的辮流網區，增加污水滯留時間。該地段因水流量大而鮮有木本植物，植栽選擇上乃透過高莖挺水植物之地下莖與根系，來回應人工濕地面對洪氾時的調節速度；另外，



圖五 鹿角溪人工濕地導覽圖

資料來源：新北水漾官方網站（2016）。

採低莖挺水植物和開放水域來加強氧氣交換效率，並美化城林橋周邊水景；最後，改造既有的深水域黑水塘，作為最大的生態處理塘，運用挺水、沉水、浮葉與漂浮等植栽來營造景觀（美商傑明工程顧問台灣分公司，2012）。

（五）浮洲人工濕地

浮洲人工濕地為廊道中最大且污水處理量最大的人工濕地，原屬大漢溪河道陸化的狹長谷地，適合不同植被發展。因此，其設計定位為內陸型淡水濕地保育園區，並以鐵路橋為界，分為兩個系統來處理污水和保育濕地生態。首先，揚水泵浦抽取滷仔溝3 / 4排水（約30,000 CMD流入，其餘進入浮洲礫間曝氣氧化工程）來處理，抽水後先導入沉砂池，接著分為兩系統；A系統經三段式濕地、植栽浸潤床、草澤濕地、辮網流區與景觀池；B系統則經由曝氣溪

流、水田濕地、埤塘濕地、生態處理塘，最後與A系統匯流入大漢溪（美商傑明工程顧問台灣分公司，2012）。

A系統的設計考慮了營造棲地與視覺景觀，三段式設計則源於卵石數量先天不足的限制，調整部分浸潤床作為三段式濕地後，可經由深根的挺水型植物除去氮磷，再結合原有植被，設計草澤濕地與澗流網的水陸域交錯帶，增加處理面積和微棲地。最後，設置一個景觀池，作為與來訪遊客區隔的生態緩衝帶。B系統則強調鄉土和環境教育，結合原有生態系與水田濕地常見水生植物，藉由曝氣與重力坡降、模擬河階台地的埤塘，以及增加溶氧量的深水域挺水和浮葉植物，提供鄉土教育素材。

（六）華江人工濕地

最晚興建的華江人工濕地，位於新店溪與大漢溪交會口，處理華江排水之晴天污水，也有與其他晴天污水類似的窘境。由於晴天污水原設計送至八里污水處理廠，因而必須透過鋪設專管每日導入9,000 CMD，才能維持濕地運作，未來將配合華江截流站操作。該濕地污水處理流程，乃先於沉砂池初步沉降，通過開闊水域曝氣並除去大型懸浮固體污物，再以泵浦抽至各單元，沿途經低莖草澤濕地、埤塘濕地、高莖草澤濕地和感潮濕地，再匯入大漢溪。

由於該處溪岸有許多民眾耕作，因此第一區塊嘗試以低莖草澤濕地營造開闊水景效果，彌補農園混亂景觀。污水通過低莖挺水植物提高水體溶氧量後，經由埤塘深水域的挺水、浮葉與沉水型植物，延長氮與磷處理時間。由於華江濕地位於江子翠河口候鳥熱點，區內河濱公園遊客數量很多，因此在河濱公園動線的邊緣處，設計三公頃感潮濕地與高密度高莖草澤濕地，透過旺盛的地下莖與根系處理污水，高莖植栽的恢復速度也能回應洪氾和高強度水流沖刷，並達到阻隔人為干擾、增加水禽活動空間效果。尤其感潮性濕地的設計配合既有河口地形，配合適當疏伐入侵的高莖植物，有助於維持鳥類需要的淺水淤泥灘地和生物多樣性（美商傑明工程顧問台灣分公司，2012）。

伍、討論與結論：是污水處理，還是水岸自然治理？

人工濕地成爲污水處理方案，乃源於縣市不均等發展的基礎設施技術政治。即使近年政府有鑑於紓解財務問題並加速興建污水下水道而推出污水處理BOT構想，但成效有限，還面臨民眾對於污水處理費收取的抗拒（何醒邦，2011）。相對的，河濱土地取得容易，完成後有利於水岸景觀、甚而可以做爲教育和遊憩場所的人工濕地，就成了河川污染惡化的方便出路。再者，相對於1990年代作爲應急措施的污水截流和礫間處理，人工濕地不僅因爲視覺可見而有利於政績，還能整合納入河岸生態保育藍圖，成爲晚近水岸再發展的自然治理環節。於是，衛生現代性下基礎設施不足的補救措施，便化身爲生態反身現代性下的適當綠色基礎設施。

然而，看似自然的人工濕地，其實必須導入污水、監測氣候和環境變化（如河川枯豐期、特定天候、漲退潮、生物循環季節），持續管理（如清淤、植栽收割與補植、外來物種移除與防治、安全防護、進出流管理、淹水等災害後復原等），才能順利運作。在管理維護階段，也常需要調整原初設計配置和操作，維護管理和原設計的落差，呈現三個有趣且彼此相關的特徵。首先，原本規劃強調除污淨水，但設計細節似乎更重視棲地和生態景觀塑造。其次，原本不需耗損能量的重力流設計，在實際施作和經營中，改成泵浦、抽水站 / 井截流設施（如新海、打鳥埤、浮洲）。第三，人工濕地必須在正常運作下方能穩定發展，^⑥ 需要穩定的入水量以維持生態除污功能，卻導致了與其他晴天污水截流設施搶水（如新海、打鳥埤、華江），或在旱季必須另外補充水源的現象（如鹿角溪）。

^⑥ 美商傑明工程顧問台灣分公司（2012）的經營管理功能效益分析指出，人工濕地若要維持穩定功能，所有場址正常操作天數不得低於300天，平均處理水量不得少於原設計量80%。

換言之，人工濕地的特性使其不可能只在雨天發生作用，而單純作為雨天的污水處理替代方案，因為若無充足污水，將導致人工濕地運作停擺，生態系過程的除污功能隨之瓦解。這似乎部分解釋了為何幾乎所有人工濕地，都強調模擬自然棲地和生態系的特質，也說明了都市環境的社會－自然邊界的管理工作，不會「自然地」產生作用，反而蘊藏著緊張。在供水不穩定，或是與截流設施部分功能重疊時，若要維持人工濕地運轉，就必須將原本藉由重力流送至八里污水處理廠，接受較完整處理的污水，改以泵浦與專管抽取且輸送至原為過渡和彌補性質的人工濕地處理，或另外想辦法收集和導入放流水，以維持濕地生態功能。這不免令人好奇，人工濕地是否真是節能且只需仰賴自然循環即能除污的綠色基礎設施。

人工濕地運作不順暢，也屢屢成為報章雜誌質疑之處及政府效益評估的核心。台北縣水利處（2009:專(二)-12-4）污水下水道系統整體檢討規劃期末報告也指出，大漢溪流域人工濕地進流水水質濃度變化相當大（表四），如何穩定水質，不僅與上游非法砂石場污水排放有關（SS值暴增），也與氣候導致的枯豐水期流量變化有關，且上游沖刷土石也可能影響泵浦和管路受阻。此外，水

表四 大漢溪人工濕地進流水水質濃度統計表

濕地名稱	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	氨氣 (mg/L)
新海第一期	35.6~85.2	0.1~46	20.7~28.1
新海第二期	35.6~85.2	0.1~46	20.7~28.1
打鳥埤	11.8~40.7	0.2~63	10.5~18.4
鹿角溪	4.9~936	0.6~82,800	6.5~42.8
城林	31.4~83.5	1.1~284	3.8~31.8
華江	18.4~71.6	0.2~77.5	20.7~51.1
新海第三期	35.6~85.2	0.1~46	20.~28.1
浮洲	19.8~58.2	1.4~778	13.2~28.5

資料來源：台北縣水利處（2009:專(二)-12）。

生植物淨化在污染過高時，也可能因環境惡化而死亡。因此，該報告認為應於入水處加設滯洪池、沉澱池等沉沙設備，且在植物淨化水質的步驟前，加裝生物濾床、曝氣養化池等設備，另一方面，目前高灘地上多有公園、球場、自行車道，但人工濕地需要比礫間處理更大面積，因此考量土地取得不易與面積除污效益比，後續應改採高強度處理之曝氣式礫間處理，而非繼續於台北都會區中擴增人工濕地。由此可知，人工濕地的效益與評價論述，顯然存在著爭議；不同專家學者基於土地使用、經費、長期除污成效、後續營運管理制度、與其他環境氣候條件的搭配等側重焦點的差異，影響了各自對人工濕地的不同除污效益和評價見解。

同時，幾乎所有人工濕地設計都強調塑造宜人水岸景觀和視覺效果。這透露了在基礎設施的不均等配置下，策略性地運用生態保育和景觀再造論述，反而能獲取正當性。環境主義脈絡下的生態功能，是許多市民和環境團體評估政府自然治理能力的標準。雖然可以通過質化與量化生態調查、水質、氣味等項目來評估，但景觀效果對多數人而言，可能是最直觀的判準。於是，主要以除污為目標納入政策實作的殘補式人工濕地，逐漸因為與環境主義知識、論述和機構連結，而轉化為更具正面形象的適當綠色基礎設施。環境主義浪潮中誕生的人工濕地，被賦予極高正當性，而其仰賴高度維護管理的特質，也發展出包含非政府組織（NGO）、社區和義工等的公私合夥治理型態，更增添其吸納公民社會力量參與的正當性。濕地從倡議、建置，到後續管理維護，都有政府以外的各類團體，如環境保育團體、顧問工程公司、生態志工和地方社區組織等，扮演關鍵角色。例如，早年五股濕地歷經荒野保護協會與地方組織的長年倡議爭取，終獲台北縣政府的認養委託，採取生態工法復育，也開創了志工導覽、定期生態調查和常態管理的公私合夥模式（陳燕模，2004b）。

政府大舉闢建人工濕地之際，也常發生管理不善、流入過多泥水或遭惡意排放污水，致使人工濕地渠道等設施堵塞或孳生蚊蠅雜草。為此，政府積極思考如何尋求民間和社區合作以強化濕地維護工作（謝進盛，2005；李光

展，2006；吳文良，2007a）。新北市政府指出，若其他縣市希望建置人工濕地來處理污水，必須與民間溝通合作（孫蓉華，2004）。市府也積極招募志工、生態導覽解說專員、舉辦夏令營與生態觀光活動（吳文良，2007b；鍾延威，2010；聯合報，2015），並於2012年公布河川高灘地綠美化園區認養說明（高灘處，2012），陸續獲得許多民間團體投入，成為重要的公私合夥成果（高灘處，2014, 2015, 2016），甚至促成跨國合作，推動綠色經濟與低碳城市（曾克鋒，2009；聯合報，2009）。

儘管公私合夥與政府跨部門合作看似理想的治理模型，但這幅圖景可能遮掩了水質改善及人工濕地實際除污效益的爭議。首先，何謂正確污水處理方式，各方有不同見解。原以人工濕地作為暫時處理設施，另加速推動污水下水道建設（林敬殷，2006），到了2011年卻出現不同說法。曾任台北縣副縣長的李鴻源指出，不應以污水下水道普及率作為進步城市指標；他援引瑞士經驗，主張污水下水道無法改善環境賀爾蒙，歐盟也紛紛改成小系統與生態工法來處理污水，因此應將人工濕地當成污水下水道的正式替代方案，而非只是臨時性的措施（何醒邦，2011）。然而，環工專家歐陽嶠暉認為，瑞士蘇黎世湖屬封閉型湖泊才難以稀釋，但台灣河川和海洋會分散稀釋環境賀爾蒙，因此應持續推動下水道建設；副市長李四川也同意，應將濕地當作配角，在加速下水道建設之際提高水質除污效益（鄭朝陽，2011）。

人工濕地作為污水處理之第二路徑或輔助角色的定位爭議，也揭示了濕地效益如何驗證的難題。為掌握大漢溪人工濕地建設前後（1996-2015年）的污水處理效益，作者整理環保署河川水質資料（環保署全國環境資料網，2016），列出大漢溪新海大橋和浮洲橋兩個測站河川污染指數，^⑦ 以及其他水

^⑦ 根據環保署全國環境資訊網（2016），目前環保署用於評估河川水質之綜合性指標為「河川污染指數，River Pollution Index (RPI)」，係以水中溶氧量（DO）、生化需氧量（BOD）、懸浮固體（SS）與氨氮（NH₃-N）等四項水質參數濃度值來計算。RPI=點數總計/水質項目數，並對照污染指數積分值（S）來判定河川水質污染程度。RPI之計算及比對基準如下表所示：

質檢驗數值，並將數值製成趨勢圖（見附錄）。

附錄各圖顯示，2003年以前大漢溪下游污染持續惡化，但2003年第一期新海人工濕地啓用後，新海大橋測站河川污染指數快速下降、水體溶氧量提升、生化需氧量與化學需氧量亦降低，顯示人工濕地確有改善大漢溪下游水質之效果。上游的浮洲橋測站水質，泰半優於下游的新海大橋站，兩者波形有諸多相似處，也跟新北市推動連串濕地建制有關。浮洲橋測站上游，包括2006年的打鳥埤、2008年的鹿角溪，以及2010年啓用的城林人工濕地，漸次對RPI帶來改善，尤其反映於溶氧量提升及降低生化需氧量、化學需氧量、氨氮與總磷等項目。整體而言，人工濕地確實有利於改善水質。然而，人工濕地的除污方式，卻可能有著使用年限和後續維護管理不易等限制，且與景觀美化後的河岸遊憩經驗有所衝突。因為這些人工濕地必須將發出臭味的污水導入，並爲了增加污水滯留天數而設計曲折路徑，成爲不少水岸遊憩民眾紛紛迴避的「可遠觀而不可褻玩」的惡臭地景。^⑧

最後，若將水質改善安置於都市發展脈絡來檢視，人工濕地的自然治理也緊緊於水岸再發展，特別是房地產開發的社會衝擊。王志弘與李涵茹（2015）分析2000年以降台北都會區的水岸房地產變化，指出政府在提倡治水、淨水與親水的同時，也通過河道改造、區段徵收、都市更新或聯合開發等方式，著力

水質 / 項目	未 (稍) 受污染	輕度污染	中度污染	嚴重污染
DO (mg/L)	DO \geq 6.5	6.5>DO \geq 4.6	4.5 \geq DO \geq 2.0	DO<2.0
BOD (mg/L)	BOD5 \leq 3.0	3.0<BOD5 \leq 4.9	5.0 \leq BOD5 \leq 15.0	BOD5>15.0
SS (mg/L)	SS \leq 20.0	20.0<SS \leq 49.9	50.0 \leq SS \leq 100	SS>100
NH3-N (mg/L)	NH3-N \leq 0.50	0.50<NH3-N \leq 0.99	1.00 \leq NH3-N \leq 3.00	NH3-N>3.00
點數	1	3	6	10
污染指數積分 值 (S)	S \leq 2.0	2.0<S \leq 3.0	3.1 \leq S \leq 6.0	S>6.0

^⑧ 例見下述人工濕地遊憩心得：雲之端（2014）；早安登山（2014）；今日的行腳（2014）。

推動水岸週邊建築更新和土地開發。民間興建之高層水岸住宅紛紛以美學化景觀意象為賣點，顯示河濱逐漸褪除窳陋形象，成為享有美景的居家環境。大漢溪周邊是新北市工廠林立而環境較差的地段，但隨著水岸再開發而翻轉房地產價格，甚至可能通過土地再開發而將中低階層人口擠壓離開，造成綠色縉紳化（green gentrification）現象。

綜言之，人工濕地乃是環境主義之永續和保育理念得以實現的場域，是具有適當科技精神的綠色基礎設施，也是市民體驗生態價值的重要場所，還開展出公私合夥治理、強化公民組織參與的管道。但是，當前人工溼地也面臨維護管理不易、除污效益有限等問題，而彰顯其作為都會區污水處理系統不均等發展下的暫時措施，凸顯了長期追求的衛生現代性仍有所缺憾。更甚者，人工溼地隨同河岸再開發而塑造的綠色景觀，可能在高價房地產開發下有綠色縉紳化的隱憂。於是，我們需要持續關注，作為綠色基礎設施而獲得正當性的人工濕地，應如何擴大其促進人類與自然之適當關係的效果，並警醒其是否可能以美好生態意象，遮掩了更根本的都市難題，像是持續資本主義化下的都市過度擴張、貧富不均及綠色縉紳化趨勢。

附表一 1996-2015年大漢溪新海大橋河川水質檢測

採樣年份	河川污染指數	酸鹼值	導電度	溶氧量	生化需氧量	化學需氧量	氨氮	氯鹽	總磷
1996	7.308333	7.321667	769.75	1.491667	14.06	65.67273	7.672333	84.945	1.431444
1997	7.808333	7.439167	717.0833	1.616667	14.33583	57.675	7.148333	101.39	0.53625
1998	8	7.191818	644.6364	1.836364	16.13727	59.28182	7.417091	78.63545	1.34775
1999	8.25	7.516667	647.25	1.008333	15.28417	53.61667	8.1405	100.9708	1.09
2000	7.85	7.506667	685.5833	2.316667	18.36667	103.4	7.369167	65.73333	0.656
2001	8.5	7.641667	865.8333	1.416667	14.06667	74.875	6.2575	67.9	1.09325
2002	8.216667	7.494167	875.0833	1.696667	10.79167	68.675	8.951667	231.3667	0.97775
2003	9.083333	7.85	1074.417	0.975	14.08333	71.29167	9.1975	118.675	1.06525
2004	7.791667	8.383333	727.25	2.766667	10.39167	42.09167	6.019167	68.84167	0.591
2005	7.833333	8.241667	539.6667	3.325	12.28333	62.11667	5.0725	45.23333	0.90875
2006	7.858333	8.116667	597.25	2.308333	11.63333	56.7	6.1475	52.075	1.6825
2007	8.05	7.875	595	1.675	11.85	38.3	6.830833	49.6	1.004
2008	6.283333	7.441667	506.0833	2.533333	10.23636	30.76667	7.171667	47.575	1.08625
2009	7.083333	7.366667	624	1.641667	14.08333	42.80833	9.355	57.43333	0.96075
2010	7.175	7.275	602.9167	0.666667	12.775	37.46667	6.425833	57.89167	0.63825
2011	7.316667	7.3	566.8333	0.991667	14.96667	40.73333	7.095	49.175	0.75175
2012	5.083333	7.366667	372.4167	3.466667	6.425	21.65	2.984167	26.04167	0.316
2013	6.433333	7.291667	539.3333	1.975	11.51667	33.38333	5.844167	46.14167	0.889
2014	6.066667	7.408333	461.9167	2.358333	9.458333	28.625	5.375	39.63333	0.73025
2015	6.708333	7.325	593.5833	1.15	9.816667	32.35833	6.3625	52.66667	0.722

註：溶氧量於2011年後改以電極法測量。

資料來源：環保署全國環境資訊網河川水質歷史。

附表二 1996-2015年大漢溪浮洲橋河川水質檢測

採樣年份	河川污染指數	酸鹼值	導電度	溶氧量	生化需氧量	化學需氧量	氨氮	氯鹽	總磷
1996	4.847059	7.404118	585	4.091176	7.466765	27.80606	2.601706	57.90088	0.731111
1997	5.99375	7.562941	599.4412	3.979412	9.390588	34.04412	3.210412	61.93676	0.304
1998	4.96129	7.441765	468.6176	5.555882	6.699706	25.09706	1.728706	45.24676	0.7415
1999	6.794444	7.87931	650.4828	3.855172	16.63448	75.91429	3.103276	73.57034	0.934667
2000	6.6	7.811304	661.8182	3.786957	13.56522	122.2783	2.619565	47.42609	0.60775
2001	7.142857	7.893333	617.7333	3.853333	11.39333	116.9818	3.696429	73.04667	2.1055
2002	7.916667	7.589167	706	2.17	11.13333	75.05	7.6025	83.925	0.53425
2003	8.608333	8.508333	1157.583	1.383333	12.28333	83.025	5.655	136.925	1.40425
2004	6.9	8.566667	752.0833	3.933333	8.625	35.71667	3.646667	82.93333	1.16525
2005	7.366667	8.566667	539.8333	4.066667	11.20833	142.9583	3.350833	44.075	1.94575
2006	7.225	8.666667	626.0833	3.783333	9.75	61.30833	3.310833	62.85833	2.8555
2007	7.283333	8.558333	625.3333	3.708333	10.53333	30.74167	3.574167	54.73333	0.57525
2008	4.825	7.475	517.5	5.125	5.809091	20.00833	3.226667	50.94167	0.55075
2009	5.625	7.35	628.8333	2.983333	5.433333	23.40833	3.825	64.39167	0.42475
2010	5.041667	7.358333	619.1667	2.608333	5.158333	23.18333	3.480833	62.18333	0.267
2011	5.3	7.375	600.0833	2.258333	7.666667	23.35833	3.523333	57.15	0.43325
2012	3.541667	7.475	405.4167	5.125	3.541667	15.00909	1.668333	33.68333	0.19925
2013	5.216667	7.341667	535.6667	2.333333	5.108333	19.6	2.990833	47.75833	0.7655
2014	5.208333	7.491667	449	3.066667	5.258333	17.04167	2.5775	39.83333	0.3835
2015	5.658333	7.375	582.1667	1.891667	5.391667	21.175	3.915833	57.175	0.467

註：溶氧量於2011年後改以電極法測量。

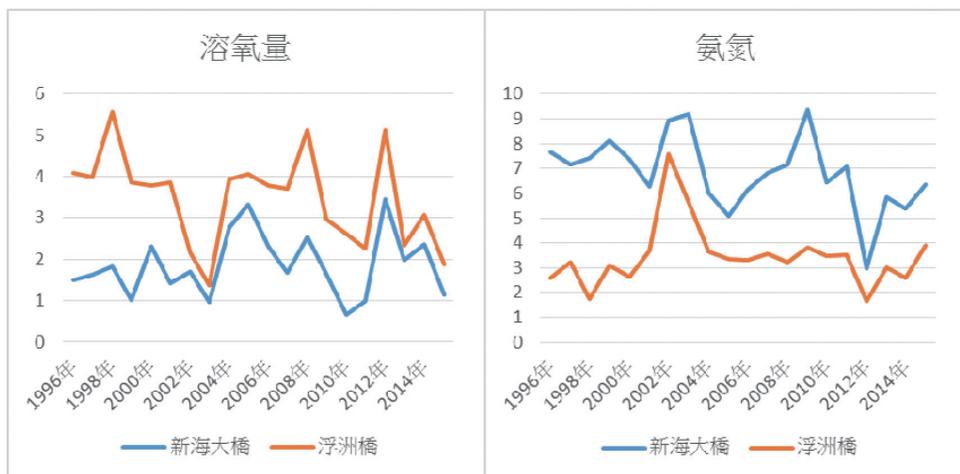
資料來源：環保署全國環境資訊網河川水質歷史資料、水質年報。



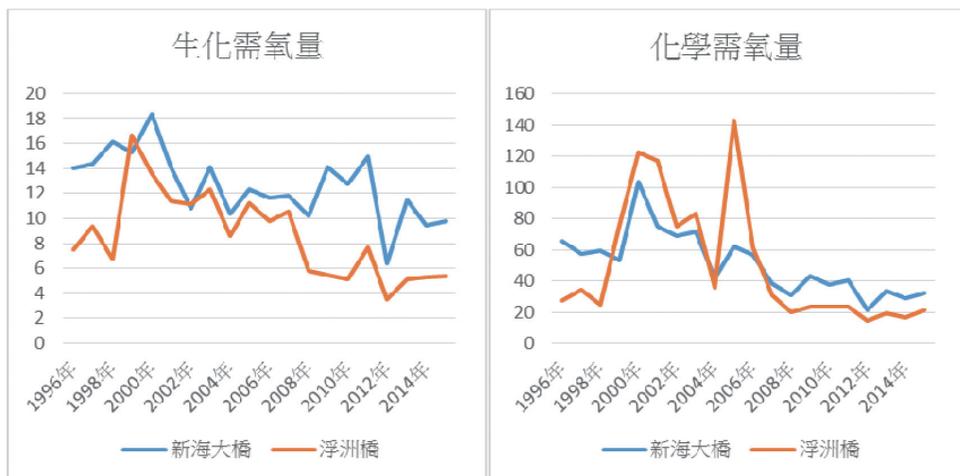
附圖一 大漢溪新海大橋測站與浮洲橋測站之河川污染指數



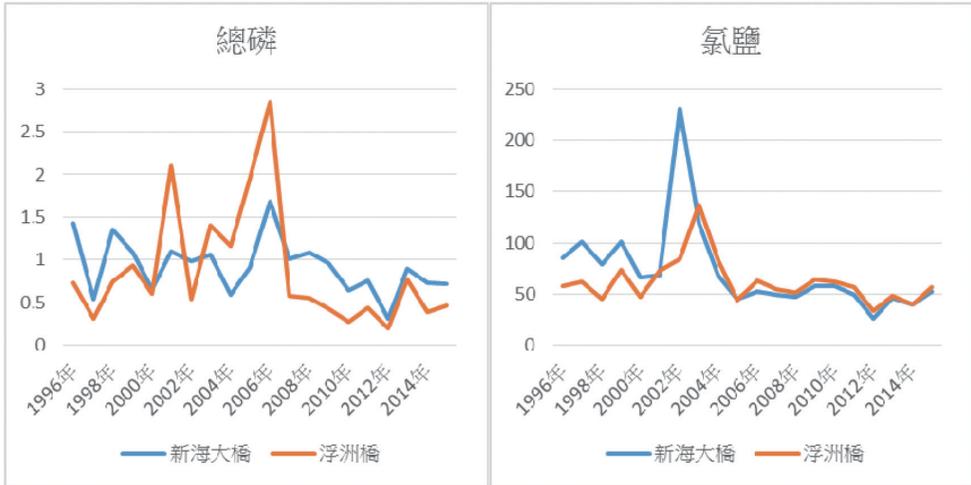
附圖二 大漢溪新海大橋測站與浮洲橋測站之酸鹼值與導電度



附圖三 大漢溪新海大橋測站與浮洲橋測站之溶氧量與氨氮



附圖四 大漢溪新海大橋測站與浮洲橋測站之生化需氧量與化學需氧量



附圖五 大漢溪新海大橋測站與浮洲橋測站之總磷與氮鹽

參考文獻

- 大紀元 (2009)。〈周錫璋：人工濕地生態體驗活動 未造假〉，大紀元網站，10月26日。
<http://www.epochtimes.com/b5/9/10/26/n2701132.htm>。2016/5/20。
- (Epoch Times [2009]. "Zhou Xi-Wei: Artificial Wetlands Experience Activities Were NOT Faked." Epoch Times Website, October 26. <http://www.epochtimes.com/b5/9/10/26/n2701132.htm>[accessed May 20, 2016].)
- 中島康之 (2007)。《近代水道設施之技術史的變遷與再利用相關比較研究—以台灣與日本為例》。桃園：中原大學建築研究所碩士論文。
- (Yasuyuki Takajima [2007]. *A Comparative Study on the Technical History and Reuse about Modern Water Supply Facilities: A Case Study of Taiwan and Japan*. Unpublished master thesis, Institute of Architecture, Chung Yuan University, Taoyuan.)
- 王小璘、陳貝貞、葉禮維 (2009)。〈臺灣濕地研究現況與未來發展〉，《國家公園學報》，第19卷，第2期，頁35-46。
- (Xiao-Lin Wang, Bei-Jen Chen, and Wei-Li Yeh [2009]. "Current and Future Development of Taiwan Wetland Researches." *Journal of National Park*, Vol. 19, No. 2:35-46.)
- 王志弘、李涵茹 (2015)。〈綠色縉紳化？台北都會區水岸住宅發展初探〉。《社會科學論叢》，第9卷，第2期，頁31-88。
- (Chih-Hung Wang and Han-Ru Lee [2015]. "Towards Green Gentrification? A Preliminary Enquiry of the Waterfront Housing Development in the Taipei Metropolitan Area." *Review of Social Sciences*, Vol. 9, No. 2:31-88.)
- 王志弘、黃若慈、李涵茹 (2014)。〈台北都會區水岸意義與功能的轉變〉，《地理學報》，第74期，頁63-86。
- (Chih-Hung Wang, Jo-Tzu Huang and Han-Ru Lee [2014]. "Transformation of the Waterfront's Meaning and Function in the Taipei Metropolitan Area." *Journal of Geographical Science*, No. 74:63-86.)
- 王筱雯、郭品含 (2013)。〈從水利工程觀點看人工溼地〉，永續公共工程入口網網站。
<http://eem.pcc.gov.tw/node/37927>。2016/5/20。
- (Xiao-Wen Wang and Pin-Han Guo [2013]. "Artificial Wetlands from Hydraulic Engineering." Sustainable Engineering Website. <http://eem.pcc.gov.tw/node/37927> [accessed May 20, 2016].)
- 今日的行腳 (2014)。〈1206鹿角溪人工濕地〉，天空部落格網站。<http://georgeyang.tian.yam.com/posts/82438978>。2016/1/12。
- (Footprints Today [2014]. "1206 Lujiao Artificial Wetland." Yam Blog Website. <http://georgeyang.tian.yam.com/posts/82438978> [accessed January 12, 2016].)
- 立法院 (2015a)。〈立法院第8屆第7會期第14次會議議案關係文書〉，院總第1281號，委員提案第17791號，5月27日。http://lci.ly.gov.tw/LyLCEW/agenda1/02/pdf/08/07/14/LCEWA01_080714_00019.pdf。2016/1/11。

- 吳文良 (2006)。〈新海濕地 日處理萬餘噸污水—除污率逾70% 縣長考慮推廣至新店溪、淡水河〉, 8月31日, 《聯合報》, 版C2。
- (Wen-Liang Wu [2006]. “Hsing-Hai Wetlands Treats Tons of Waste Per Day: Decontamination Rate Over 70%; County Head Decided to Promote to Xin-Dian River and Tamsui River.” *United Daily News*, August 31:C2.)
- _____ (2007a)。〈鹿角溪濕地吃泥水—土石場廢水 縣府研議收費或改道排放〉, 3月13日, 《聯合報》, 版C1。
- (_____ [2007a]. “Lu-Jiao River Wetland Sunk in Muddy Water Dur to Gravel field Waste: County Hall Planned to Fee or Change Discharge Tunnel.” *United Daily News*, March 13: C1.)
- _____ (2007b)。〈新海濕地 今天來賞鳥—志工團隊將分組導覽 解說鳥類生態 板橋國中旁集合 還有摸獎活動〉, 12月8日, 《聯合報》, 版C1。
- (_____ [2007]. “Bird-watching in Xin-Hai Wetland: Volunteer Teams Grouped to Guide Birds Ecology.” *United Daily News*, December 8:C1.)
- 吳進暉、陳廣祥 (2009)。〈以人工濕地處理農村社區生活污水評估因子之研究〉, 《嘉南學報》, 第35期, 頁127-140。
- (Jin-Huei Wu and Guang-Hsiang Chen [2009]. “Factors Assessment of Using Constructed Wetlands for Treatment of Domestic Wastewater from Rural Communities.” *Chia-Nan Annual Bulletin*, No. 35:127-140.)
- 吳聰敏 (1988)。〈美援與台灣的經濟發展〉, 《臺灣社會研究》, 第1卷, 第1期, 頁145-158。
- (Tsong-Ming Wu [1988]. “US Aid and Taiwan’s Economic Development.” *A Radical Quarterly in Social Studies*, Vol. 1, No. 1:145-158.)
- 李光展 (2006)。〈竹溪人工濕地玩完了一被譏為蚊蠅培養槽 試驗失敗 環保署「到此為止」市府開始清除〉, 8月12日, 《聯合報》, 版C1。
- (Guang-Zhan Lee [2006]. “Chu River Wetland is Over: Satirized as Hotbed of Mosquitoes: Experiment Failed. City Hall Started to Clean Up.” *United Daily News*, August 12:C1.)
- 李尚仁 (2005)。〈健康的道德經濟—德貞論中國人的生活習慣和衛生〉, 《中央研究院歷史語言研究所集刊》, 第76卷, 第3卷, 頁467-509。
- (Shang-Jen Li [2005]. “Moral Economy and Health: John Dudgeon on Hygiene in China.” *Bulletin of Institute of History and Philology*, Vol. 76, No. 3:467-509.)
- 李涵茹、王志弘 (2016)。〈構框與織網—臺灣濕地的社會生產與治理〉。《地理學報》, 第64期, 頁115-148。
- (Han-Ru Lee and Chih-Hung Wang [2016]. “Framing and Networking: The Social Production and Governance of Wetlands.” *Journal of Geographical Research*, No. 64:115-148.)
- 沈旭凱 (2007)。〈大漢溪打鳥埤 規畫生態廊道〉, 7月18日, 《聯合報》, 版C2。
- (Xu-KaiSheng [2007]. “Dahan River Daniaopi Manmade Wetland Planned to Ecological Corridor.” *United Daily News*, July 18:C2.)

- 阮正霖（2001）。〈二仁溪沿岸廢棄物 環局將清除—環署推動兩溪後續整治 核定五千萬元補助 將軍溪下年度將執行八項計畫〉，10月30日，《聯合報》，版18。
(Zheng-Ling Ruan [2001]. “EPA Will Clean Waste on Erren Riverside.” *United Daily News*, October 30:18.)
- 周宗禎（2002）。〈二行社區闢人工濕地 保育榜樣—回收家庭廢污水淨化 減少二仁溪污染 創造水源 吸引水鳥等昆蟲棲息 環保署將推廣〉，5月17日，《聯合報》，版17。
(Zong-Zhen Zuou [2002]. “Erhan Community Set up Artificial Wetlands as Preservation Model.” *United Daily News*, May 17:17.)
- 於望聖、黃文彥（2011）。《下水道誌·本文篇》。台北：內政部營建署。
(Wang-Sheng Yuand Wen-Yen Huang [2011]. *Sewerage Record: Main Text*. Taipei: Construction and Planning Agency, Ministry of the Interior.)
- 林敬殷（2006）。〈整治淡水河 縣市聯手〉，7月18日，《聯合報》，版C2。
(Jing-Yin Lin [2006]. “County and City Hall Cooperate for Remediating Tamsui River.” *United Daily News*, July 18:C2.)
- 邱文彥（2001）。〈人工濕地應用規劃與法治課題〉，《台灣濕地》，23期（4月號）。<http://www.wetland.org.tw/about/hope/hope23/23-10.htm>。2016/5/20。
(Wen-Hao Chiou [2001]. “Application Planning and Rule of Law in Constructed Wetland.” *Journal of Taiwan Wetland Society*, No. 23 April.)
- 美商傑明工程顧問台灣分公司（2012）。《101年度新北市高灘地人工濕地經營管理與功能效益分析計畫期中報告（定稿）》。新北市：新北市政府高灘地工程管理处。
(MWH Americas Inc., Taiwan Branch [2012]. *2012 Analysis on Management and Functional Benefit Analysis of Constructed Wetland in High Beach Area of New Taipei City*. New Taipei City: High Riverbank Construction Management Office.)
- 范燕秋（1994）。《日據前期台灣之公共衛生—以防疫為中心之研究（1895-1920）》。台北：國立臺灣師範大學歷史學研究所碩士論文。
(Yen-Chiou Fan [1994]. *Taiwan Public Sanitary in The Early Period of Japan: Research on Epidemic Prevention (1895-1920)*. Unpublished master thesis, Graduate Institute of History, Taiwan Normal University, Taipei.)
- 孫蓉華（2004）。〈板橋河川地 築人工溼地〉，7月22日，《聯合報》，版B1。
(Rong-Hua Sun [2004]. “Artificial Wetlands Set on Banqiao Riverbank.” *United Daily News*, July 22:B1.)
- 荊樹人（2003）。〈人工濕地之規劃設計理念及案例介紹〉，2003年生態工法人才培訓講習會論文集，pp. 3-1~3-25。http://eem.pcc.gov.tw/eemadm/files/product_2/th_12/2.pdf。2016/5/20。
(Shu-Ren Jing [2003]. “Planning and Design Concept and Case Introduction of Constructed Wetland.” 2003 Catalog of Ecological Work Talents Training Seminar [pp. 3-1~3-25]. http://eem.pcc.gov.tw/eemadm/files/product_2/th_12/2.pdf [accessed May 20, 2016].)

- 高灘處 (2012)。〈新北市府河川高灘地綠美化園區認養說明〉，新北市高灘處網站，8月22日。http://www.ntpc.gov.tw/ch/home.jsp?id=1462&parentpath=0,8,588,1458。2016/5/22。
- (High Riverbank Construction Management Office [2012]. “New Taipei City Government River Highland Land Green Park.” High Riverbank Construction Management Office Website, August 22. http://www.ntpc.gov.tw/ch/home.jsp?id=1462&parentpath=0,8,588,1458 [accessed May 22, 2016].)
- _____ (2014)。〈103年高灘地綠美化園區認養成果〉，新北市高灘處網站，2月27日。http://www.rhbd.ntpc.gov.tw/upload/cht/attachment/e8cbc4db05db5a85025c39eefd16f791.pdf。2016/5/22。
- (_____ [2014]. “2014 Highland Land Green Landscaping Garden Adoption Results.” High Riverbank Construction Management Office Website, February 27. http://www.rhbd.ntpc.gov.tw/upload/cht/attachment/e8cbc4db05db5a85025c39eefd16f791.pdf [accessed May 22, 2016].)
- _____ (2015)。〈104年高灘地綠美化園區認養成果〉，新北市高灘處網站，7月2日。http://www.rhbd.ntpc.gov.tw/userfiles/files/20150702082208.pdf。2016/5/22。
- (_____ [2015]. “2015 Highland Land Green Landscaping Garden Adoption Results.” High Riverbank Construction Management Office Website, July 2. http://www.rhbd.ntpc.gov.tw/userfiles/files/20150702082208.pdf [accessed May 22, 2016].)
- _____ (2016)。〈105年高灘地綠美化園區認養成果〉，新北市高灘處網站，5月22日。http://www.rhbd.ntpc.gov.tw/userfiles/files/20150702082208.pdf。2016/5/22。
- (_____ [2016]. “2016 Highland Land Green Landscaping Garden Adoption Results.” High Riverbank Construction Management Office Website, May 22. http://www.rhbd.ntpc.gov.tw/userfiles/files/20150702082208.pdf [accessed May 22, 2016].)
- 張秀蓉 (2015)。《日治臺灣醫療公衛五十年》。台北：台灣大學出版中心。
- (Shiou-Rong Chang [2015]. *Taiwan Medical Public Health 50 Years in Japanese Period*. Taipei: National Taiwan University Press.)
- 許峰源 (2007)。〈南京自來水與市民生活 (1928-1937)〉，《政大史粹》，第13期，頁73-104。
- (Fong-Yuan Hsu [2007]. “Tap Water and Civil Lives in Nanjing (1928-1937).” *Collectanea of History NCCU*, No. 13:73-104.)
- 陳世偉、吳俊毅、高志明、張有義 (2006)。〈高屏溪舊鐵橋人工溼地水質淨化功能探討——一個親水的自然系統〉，《環境保護》，第29卷，第2期，頁14-30。
- (Shih-We Chen, Chun-Yi Wu, Chih-Ming Kao, and You-Yi Chang [2006]. “Discussion on Water Purification Function of Artificial Wetland in Gaopingxi Old Iron Bridge: A Hydrophobic Natural System.” *Environmental Protection*, Vol. 29, No. 2:14-30.)

- 陳君愷（1993）。〈光復之疫—臺灣光復初期衛生與文化問題的鉅視性觀察〉，《思與言》，第31卷，第1期，頁111-138。
- (Chun-Kai Chen [1993]. "Disease of Restoration: An Analysis of the Health and Cultural Problems in the Early Stage of Restoration." *Taiwan Thought and Words: Journal of the Humanities and Social Science*, Vol. 31, No. 1:111-138.)
- 陳健一（2008）。〈兩年看到淡水河水質的績效？天方夜譚！〉，環境資訊中心網站。http://e-info.org.tw/node/34156。2016/5/20。
- (Jian-Yi Chen [2008]. "See The Water Quality Performance of Tamsui River in 2 Years? Impossible!" Taiwan Environmental Information Center Website. http://e-info.org.tw/node/34156 [accessed May 20,2016].)
- _____（2009）。〈周錫璋讓淡水河成爲三十年來最乾淨的河流？—關於無知與粗暴的水岸記事〉，台灣綠色公民行動聯盟協會網站，5月12日。http://www.gcaa.org.tw/xoops/modules/tadnews/index.php?nsn=34。2016/5/20。
- (_____ [2009]. "Xi-Wei Zhou Made Tamsui River the Cleanest River in The Past 30 Years? Riverbank Notes about the Ignorant and Rude." Green Citizens' Action Alliance Website, May 12. http://www.gcaa.org.tw/xoops/modules/tadnews/index.php?nsn=34 [accessed May 20, 2016].)
- 陳淑芬（2000）。《戰後之疫—臺灣的公共衛生問題與建制（1945-1954）》。台北縣：稻鄉。
- (Shu-Feng Chen [2000]. *Disease after WWII: Problem of Public Health and Institutions in Taiwan (1945-1954)*. Taipei County: Daw Shiang Publishing.)
- 陳燕模（2004a）。〈「鳥不拉屎」之地變鳥類天堂—濫墾嚴重的濕地 生態工法「重生」〉，11月12日，《聯合報》，版C5。
- (Yen-Mo Chen [2004a]. "From in the Middle of Nowhere into Heaven of Birds: Indiscriminate Deforestation Wetlands Revive by Ecological Engineering." *United Daily News*, November 12:C5.)
- _____（2004b）。〈五股濕地要重現千鳥飛行—北縣委託荒野保護協會認養 立下復育遠景〉，11月14日，《聯合報》，版C3。
- (_____ [2004b]. "Make Birds Flyin Wugu Wetlands: Taipei County Entrust The Society of Wildness to Adopt." *United Daily News*, November 14:C3.)
- 雲之端（2014）。〈鹿角溪人工溼地〉，Blogger網站。http://dwardwan.blogspot.tw/2014/08/blog-post_30.html。2016/1/12。
- (Doan [2004]. "Lujiao Artificial Wetland." Blogger Website. http://dwardwan.blogspot.tw/2014/08/blog-post_30.html [accessed January 12, 2016].)
- 曾克鋒（2009）。〈周錫璋領軍登陸 拓綠色經濟版圖—與南京市聯手發表九項合作聲明 共創城市雙贏〉，12月30日，《經濟日報》，版A20。
- (Ke-Fong Tzeng [2009]. "Xi-Wei Zhou Cooperate with Nanjing to Develop Green Economic." *Economic Daily News*, December 30:A20.)

- 游志弘、孫建平（2015）。〈河道伏流水特性及其對地表逕流水質之影響〉，《農業工程學報》，第61卷，第2期，頁47-60。
- (Chih-Hing You and Jian-Ping Sun [2015]. "Characteristics of River Water Flow and Tts Effect on Surface Runoff Quality." *Journal of Chinese Agricultural Engineering*, Vol. 61, No. 2:47-60.)
- 新北市環保局（n.d.）。〈河川污染防治〉，新北市環保局水質保護科網站。http://www.epd.ntpc.gov.tw/tw/water-pollution-control/content/49.html。2016/5/20。
- (Environmental Protection Agency, New Taipei City [n. d.]. "River Pollution Prevention and Control." Water Quality Protection Division, Environmental Protection Agency, New Taipei City Website. http://www.epd.ntpc.gov.tw/tw/water-pollution-control/content/49.html [accessed May 20, 2016].)
- 新北市政府（2016）。〈新北市污水下水道地理資訊系統〉，新北市政府網站。http://rain.ntpc.gov.tw/swggis/Default_Public.aspx。2016/5/20。
- (New Taipei City Government [2016]. "Sewerage Geography Information System." New Taipei City Government Website. http://rain.ntpc.gov.tw/swggis/Default_Public.aspx [accessed May 20, 2016].)
- 新北水漾官方網站（2016）。〈樹林鹿角溪人工溼地導覽圖〉，新北水漾網站。http://iwater.ntpc.gov.tw/ezfiles/0/1000/img/16/wetland_map.jpg。2016/05/23。
- (Water New Taipei [2016]. "Guide map of Shulin Lujiao River Artificial Wetland." Water New Taipei Website. http://iwater.ntpc.gov.tw/ezfiles/0/1000/img/16/wetland_map.jpg [accessed May 23, 2016].)
- 董宜秋（2012）。《帝國與便所—日治時期台灣便所興建及污物處理》。台北：台灣書房。
- (I-Chiou Dong [2012]. *Empire and Toilets: Toilets building and Waste Treatment in Taiwan during Japanese Colonial Period*. Taipei: Taiwan Book.)
- 廖靜蕙（2014）。〈除污、保育兼教育 環保署公布九大人工濕地營造成果〉。環境資訊中心網站，3月12日。http://e-info.org.tw/node/97949。2016/5/20。
- (Jing-Huei Liao [2014]. "Purification, Preserve and Educate; EPD Announce Building Outcomes of 9 Artificial Wetlands." Taiwan Environmental Information Association Website, March 12. http://e-info.org.tw/node/97949 [accessed May 20, 2016].)
- _____（2015）。〈《濕地法》今上路 兼顧保育、利用保護區更親人〉。環境資訊中心網站，2月2日。http://e-info.org.tw/node/105016。2015/11/22。
- (_____ [2015]. "Wetland Conservation Act Officially Launched to both Preserve and Use; Protected Areas Become Closer." Taiwan Environmental Information Association Website, September 22. http://e-info.org.tw/node/105016 [accessed November 22, 2016].)
- _____（2016a）。〈維護「雙北城市之肺」環團力促淡水河流域躋身國際級濕地〉。環境資訊中心網站，3月20日。http://e-info.org.tw/node/114117。2016/5/20。

- (____ [2016a]. “Conserve Lungs of Taipei and New Taipei City. Environmental Groups Promote Tamsui River into International Wetlands.” Taiwan Environmental Information Association Website, March 20. <http://e-info.org.tw/node/114117> [accessed May 20, 2016].)
- ____ (2016b). 〈「山海戀曲」力振生態淡水河 荒野啓動同步鳥調、疏伐紅樹林〉。台灣濕地網網站，5月10日。<http://wetland.e-info.org.tw/wetland-stories/taiwan-stories/item/2399-2016-05-03-02-29-28.html>。2016/5/20。
- (____ [2016b]. “Promote Eco-Tamsui River The Society of Wildness Start Surveys of Birds and Tinging Red Mangrove.” Taiwan Wetland Website, May 10. <http://wetland.e-info.org.tw/wetland-stories/taiwan-stories/item/2399-2016-05-03-02-29-28.html> [accessed May 20, 2016].)
- 臺灣總督府警務局衛生課（1939）。《臺灣的衛生》。台北：臺灣總督府警務局衛生課。（Sanitary Section of Taiwan Governer-General’s Office [1939]. *Sanitary of Taiwan*. Taipei: Sanitary Section of Taiwan Governer-General’s Office.）
- 歐文生、林憲德、施孟亨、孫振義（2006）。〈人工濕地淨化校園污水之效能評估研究〉，《土壤與環境》，第9卷，第1/2期，頁19-30。
- (Wen-Sheng Ou, Hsien-Te Lin, Meng-Heng Shih, and Chen-Yi Sun [2006]. “The Study of Efficiency in Constructed Wetland for Campus Wastewater Treatment.” *Soil and Environment*, Vol. 9, No. 1/2:19-30.)
- 歐文生、林憲德、荊樹人（2006）。〈景觀化人工濕地淨化校園污水效益與公共衛生之研究〉，《建築學報》，第56期，頁183-202。
- (Wen-Sheng Ou, Hsien-Te Lin, and Shuh-Ren Jing [2006]. “The Study of Efficiency of Campus Swage Purification and Sanitation of Scenic Constructed Wetland.” *Journal of Architecture*, No. 56:183-202.)
- 雷祥麟（2004）。〈衛生為何不是保衛生命？民國時期另類的衛生、自我、與疾病〉，《台灣社會研究季刊》，第54期，頁17-59。
- (Sean Hsiang-Lin Lei [2004]. “Why Weisheng Is Not about Guarding Life? Alternative Conceptions of Hygiene, Self, and Illness in the Republican China.” *Taiwan: A Radical Quarterly in Social Studies*, No. 54:17-59.)
- 歐陽嶠暉（2004）。《臺灣下水道發展紀實》。台北：中興工程科技研究發展基金會。
- (Jiao-Huei Ouyang [2004]. *The Development of Taiwan Sewer*. Taipei: Sinotech Foundation for Research and Development of Engineering Sciences and Technologies.)
- 潘淑華（2008）。〈民國時期廣州的糞穢處理與城市生活〉，《中央研究院近代史研究所集刊》，第59期，頁67-95。
- (Shu-Hua Pan [2008]. “Excrement Treatment and City Lives in Guangzhou during The Period of Republic of China.” *Bulletin of the Institute of Modern History*, No. 59:67-95.)
- 鄭朝陽（2011）。〈台灣污水處理 溼地+下水道〉，6月27日，《聯合報》，版A3。
- (Cao-Yang Zheng [2011]. Taiwan Waste Treatment = Wetlands + Sewerage.” *United Daily News*, June 27:A3.)

- 蔡偉祺 (2009)。〈大漢溪畔 打造濕地生態樂園〉，7月18日，自由時報電子報網站。http://news.ltn.com.tw/news/local/paper/319924。2016/5/20。
- (Wei-Chi Tsai [2009]. "Making Wetland Ecological Paradise along Dahan River." July 18, Liberty Times Net Website. http://news.ltn.com.tw/news/local/paper/319924 [accessed May 20, 2016].)
- 蕭新煌、柯三吉 (1995)。《全民參與搶救河川》。台北：時報文化。
- (Xin-Huang Xiao and San-Ji Ke [1995]. *All the People Involved in The Rescue of Rivers*. Taipei: China Times Publishing.)
- 劉士永 (2001)。〈「清潔」、「衛生」與「保健」一日治時期臺灣社會公共衛生觀念之轉變〉，《臺灣史研究》，第8卷，第1期，頁41-88。
- (Shi-yung Liu [2001]. "Sanitation, Hygiene and Public Health: Changing Thoughts of Public Health in Colonial Taiwan." *Taiwan Historical Research*, Vol. 8, No. 1:41-88.)
- _____ (2013)。〈公共衛生 (Public Health) —近代華人社會裡的新興西方觀念〉，祝平一 (主編)，《健康與社會—華人衛生新史》，頁9-40。台北：聯經出版社。
- (_____ [2013]. "Public Health: Emerging Western Ideas in Modern Chinese Society." In Ping-yi Chu [ed.], *Health and Society: New Chinese Hygiene History* [pp. 9-40]. Taipei: Linking Books.)
- 營建署 (2009)。《污水下水道第四期建設計畫 (98-103年度) 核定本》。台北：內政部營建署。
- (Construction and Planning Agency [2009]. *4th Stage (from 2009 to 2014) of Sewage Construction Plan*. Taipei: Construction and Planning Agency, Ministry of the Interior.)
- _____ (2014)。《污水下水道第五期建設計畫 (104-109年度)》。台北：內政部營建署。
- (_____ [2014]. *5th Stage (from 2015 to 2020) of Sewage Construction Plan*. Taipei: Construction and Planning Agency of the Interior.)
- _____ (2016)。〈營建署全國污水下水道用戶接管普及率及整體污水處理率統計表〉，中華民國內政部營建署網站。http://www.cpami.gov.tw/chinese/index.php?option=com_content&view=article&id=9995&Itemid=53。2016/5/20。
- (_____ [2016]. "National Sewage Sewer User Acceptance Rate and Overall Sewage Treatment Rate Statistics". Construction and Planning Agency Ministry of the Interior Website. http://www.cpami.gov.tw/chinese/index.php?option=com_content&view=article&id=9995&Itemid=53 [accessed May 20, 2016].)
- 環保署 (2003)。《92年度行政院環境保護署施政績效報告》。台北：保護署。
- (EPA [2003]. *2003 Environmental Protection Association Governance Performance Report*. Taipei: EPA.)
- 環保署水質淨化現地處理網 (2015)。《水質自然淨化—人工濕地規劃設計操作管理參考手冊》，環保署水質淨化現地處理網。http://ecological.epa.gov.tw/ClassRoom.aspx?Num=05。2016/5/20。

- (Water Quality Purification and On-site Treatment Web [2015]. “Water Natural Purification: Artificial Wetlands Planning, Design, Practice, and Manage Guideline.” Water Quality Purification and On-site Treatment, EPA Website. <http://ecological.epa.gov.tw/ClassRoom.aspx?Num=05> [accessed May 20, 2016].)
- 環保署全國環境資訊網（2016）。〈河川水質歷史資料〉，環保署全國環境資訊網網站。
<http://wq.epa.gov.tw/Code/Report/ReportList.aspx><http://wq.epa.gov.tw/Code/Report/DownloadList.aspx>。2016/5/23。
- (National Environmental Information Site, EPA [2016]. “History Data of River Water Quality.” Environment Protection Administration Executive Yuan. <http://wq.epa.gov.tw/Code/Report/ReportList.aspx><http://wq.epa.gov.tw/Code/Report/DownloadList.aspx> [accessed May 23, 2016].)
- 環保署淡水河流域整治資訊網（2015）。〈淡水河系污染計畫整治沿革〉，環保署淡水河流域整治資訊網，11月30日。http://tsriver.epa.gov.tw/2_1.htm。2016/1/21。
- (Tamsui River Basin Remediation Web, EPA [2015]. “History of Tamsui River Basin Remediation Plans.” Tamshui River Pollution Control Information Website, November 30. http://tsriver.epa.gov.tw/2_1.htm [accessed January 21, 2016].)
- 聯合報（1971）。〈台北衛生下水道規劃完成〉，4月25日，《聯合報》，版6。
- (United Daily News [1971]. “Taipei Sewerage Had Been Completed Planning.” *United Daily News*, April 25:6.)
- _____（1976）。〈衛生下水道工程 已順利進行 國建會學人作專題研討〉，8月13日，《聯合報》，版6。
- (_____ [1976]. “Sanitary Sewerage Projects Have Been Carried out; National Development Seminar Experts Start Seminars.” *United Daily News*, August 13:6.)
- _____（1979）。〈衛生下水道使用費 併附水費收取 俞國華昨巡視有關工程 指示市府採取便民措施〉，5月27日，《聯合報》，版6。
- (_____ [1979]. “Sewerage Use Fee Will Be Charged with Water Fee; Gou-Hua Yu Patroled Relative Projects and Instructs Convenient Measures.” *United Daily News*, May 27:6.)
- _____（1984）。〈淡水河污染嚴重 將建衛生下水道 六月完成規劃須費三百億元〉，5月2日，《聯合報》，版7。
- (_____ [1984]. “Tamsui River Terrible Pollution Will Be Ended with Sewerage for 300 billion in June.” *United Daily News*, May 2:7.)
- _____（1989）。〈整治淡水河系工程落後 政院研考會促迅速改善〉，7月5日，《聯合報》，版26。
- (_____ [1989]. “Remediation Tamsui River Delay; Research, Development and Evaluation Commission Is Urging Rapid Improvement.” *United Daily News*, July 5:26.)
- _____（1995）。〈《台北縣市共同問題系列報導之三》環保篇 清水合流 淡水河清澈可期〉，1月3日，《聯合報》，版14。

- (____ [1995]. "Third of Taipei City and County Common Problem; Clear Tamsui River Can Be Expected." *United Daily News*, January 3:14.)
- ____ (2009)。〈北縣、南京雙城論壇 發布合作聲明：周錫璋率領參訪團 聚焦環保、減碳議題……，未來將互設辦事處 不定期舉辦論壇〉，12月28日，《聯合報》，版E2。
- (____ [2009]. "City Forum for Taipei County and Nan Jing Cooperation Announcement: Zhou Xi-Wei Lead the Delegation for Environmental and Coral-reduction issues; Set up Offices and Irregular Forum." *United Daily News*, December 28:E2.)
- ____ (2015)。〈鹿角溪濕地夏令營報名〉，6月19日，《聯合報》，版B2。
- (____ [2015]. "Lujiao River Summer Camp Sign Up." *United Daily News*, June 19:B2.)
- 謝進盛 (2005)。〈麻豆人工濕地交接一環局交里辦認養 數百環保義工觀摩〉，6月13日，《聯合報》，版C1。
- (Jin-Sheng Xie [2005]. "Madou Artificial Wetlands Handover: EPA to Village, Hundreds of Volunteer Inspect and Learn." *United Daily News*, June 13:C1.)
- 鍾延威 (2010)。〈免費遊溼地 大漢溪隨你玩一除周一外，天天有專員解說，用接駁船、電動車帶民眾瘋溼地，每天320個名額〉，8月16日，《聯合報》，版A10。
- (Yen-Wei Zhong [2010]. "Free Trip to Da-Han River Wetlands: Everyday Commentator Tour Guide with Feeder Vessel and Electric Car for 320 quota except Monday." *United Daily News*, August 16:A10.)
- 蘇惠珍、周佳賢、陳逸儒、李漢鏗 (2014)。〈濕地化養殖魚塭對水質穩定效益〉，《農業工程學報》，第60卷，第2期，頁21-29。
- (Huei-Jen Su, Jia-Xien Zhou, I-Ru Chen, and Han-Keng Lee [2014]. "Application of Wetland-like Systems in Fish Farms to Enhance Water Quality Stability." *Journal of Agricultural Engineering*, Vol. 60, No. 2:21-29.)
- Agrawal, Arun (2005). *Environmentality: Technologies of Government and the Making of Subjects*. Durham, NC: Duke University Press.
- Allen, Michelle (2008). *Cleaving the City: Sanitary Geographies in Victorian London*. Athens, Ohio: Ohio University Press.
- Amin, Ash (2014). "Lively Infrastructure." *Theory, Culture & Society*, Vol. 31, No. 7/8:137-161.
- Birkenholtz, Trevor (2009). "Groundwater Governmentality: Hegemony and Technologies of Resistance in Rajasthan's (India) Groundwater Governance." *Geographical Journal*, Vol. 175, No. 3:208-220.
- Brand, Peter and Michael J. Thomas (2005). *Urban Environmentalism: Global Change and the Mediation of Local Conflict*. London: Routledge.
- Castree, Noel and Bruce Braun (2001). *Social Nature: Theory, Practice and Politics*. Malden, MA: Wiley-Blackwell.
- Darier, Éric (1996). "Environmental Governmentality: The Case of Canada's Green Plan." *Environmental Politics*, Vol. 5, No. 4:585-606.

- Davis, Luise (1995). *A Handbook of Constructed Wetlands: A Guide to Creating Wetlands for Agricultural Wastewater, Domestic Wastewater, Coal Mine Drainage, Stormwater in the Mid-Atlantic Region*. Washington, DC: The U.S. Government Publishing Office, Supt. of Docs.
- Foucault, M. (1991). "Governmentality." In G. Burchell, C. Gordon and P. Miller (eds.), *The Foucault Effect: Studies in Governmentality* (pp. 87-104). Hemel Hempstead: Harvester Wheatsheaf.
- Gandy, Matthew (2005). "Cyborg Urbanization: Complexity and Monstrosity in the Contemporary City." *International Journal of Urban and Regional Research*, Vol. 29, No. 1:26-49.
- Hecht, Gabrielle (2001). "Technology, Politics, and National Identity in France." In Michael Thad Allen and Gabrielle Hecht (eds.), *Technologies of Power: Essays in Honor of Thomas Parke Hughes and Agatha Chipley Hughes* (pp. 253-293). Cambridge, MA: The MIT Press.
- _____ (2009). *The Radiance of France: Nuclear Power and National Identity after World War II*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Heynen, Nik, Maria Kaika, and Erik Swyngedouw (2006). "Urban Political Ecology: Politicizing the Production of Urban Natures." In Nik Heynen, Maria Kaika and Erik Swyngedouw (eds.), *In the Nature of Cities: Urban Political Ecology and the Politics of Urban Metabolism* (pp. 1-20). London: Routledge.
- Hughes, Thomas P. (1989). "The Evolution of Large Technological Systems." In Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes, and Trevor J. Pinch (eds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology* (pp. 51-82). U.S.: The MIT Press.
- Larkin, Brian (2013). "The Politics and Poetics of Infrastructure." *Annual Review of Anthropology*, No. 42:327-343.
- Luke, Timothy W. (1999). "Environmentality as Green Governmentality." In Éric Darier (ed.), *Discourses of the Environment* (pp. 121-151). Oxford, UK: Blackwell.
- Mell, Ian C. (2008). "Green Infrastructure: Concepts and Planning." *FORUM Ejournal*, No. 8:69-80.
- Porter, Dorothy (1999). *Health, Civilization and the State: A History of Public Health from Ancient to Modern times*. New York: Routledge.
- Rogaski, Ruth (2004). *Hygienic Modernity: Meanings of Health and Disease in Treaty-Port China*. Berkeley: University of California Press.
- Rosen, George (1993). *A History of Public Health*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Rutherford, Stephanie (2007). "Green Governmentality: Insights and Opportunities in the Study of Nature's Rule." *Progress in Human Geography*, Vol. 31, No. 3:291-307.
- Smith, Neil (1990). *Uneven Development: Nature, Capital and the Production of Space*. Oxford: Basil Blackwell.

- Swyngedouw, Erik (1999). "Modernity and hybridity: Nature, Regeneracionismo, and the Production of the Spanish Waterscape, 1890-1930." *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 89, No. 3: 443-465.
- _____ (2006). "Circulations and metabolisms: (Hybrid) Natures and (Cyborg) cities." *Science as Culture*, Vol. 15, No. 2:105-121.
- Tesh, Sylvia N. (1988). *Hidden Arguments: Political Ideology and Disease Prevention Policy*. New Brunswick: Rutgers University Press.
- von Schnitzler, Antina (2008). "Citizenship Prepaid: Water, Calculability, and Techno-Politics in South Africa." *Journal of Southern African Studies*, Vol. 34, No. 4:899-917.
- _____ (2013). "Traveling Technologies: Infrastructure, Ethical Regimes and the Materiality of Politics in South Africa." *Cultural Anthropology*, Vol. 28, No. 4:670-693.
- _____ (2014). "Performing Dignity: Human Rights, Citizenship and the Techno-Politics of Law in South Africa." *American Ethnologist*, Vol. 41, No. 2:336-350.
- Vymazal, Jan (2007). "Removal of Nutrients in Various Types of Constructed Wetlands." *Science of the Total Environment*, Vol. 380, No. 1:48-65.
- Winner, Langdon (1980). "Do Artifacts Have Politics?" *Daedalus*, Vol. 109, No. 1:121-136.
- Wright, Hannah. (2011). "Understanding Green Infrastructure: The Development of a Contested Concept in England." *Local Environment*, Vol. 16, No. 10:1003-1019.

Incomplete Hygienic Modernity or Appropriate Green Infrastructure? The Production and Governance of Constructed Wetlands for Sewage Purification in New Taipei City

Han-Yu He and Chih-Hung Wang

Abstract

The article explores establishment, functions and meanings of the constructed wetlands along the Dahan River, which were built as infrastructure of waste water treatment in the New Taipei City. The authors depict the historical changes of sewage system building in Taipei metropolitan area, attempting to point out the structural forces leading to the ‘infrastructuring’ of constructed wetland: (1) The long-term lack of a well-equipped wastewater treatment system in the Dahan river region. (2) The environmental groups’ advocacy for wetland’s ecological service of purifying and revaluing river to support environmentalism. (3) The agenda of urban waterfront redevelopment has stimulated waterfront landscaping, as well as real estate booms. As a result, the ‘infrastructuring’ of constructed wetlands along the Dahan River just demonstrated an ‘unfinished’ modernity of sanitation, which has been articulated with environmentalism and the trend of waterfront redevelopment since the 1990s. During such process, the constructed wetlands, as a ‘reparative’ waste water treatment, were converted into ‘appropriate’ green infrastructure. However, the deployment of the constructed wetlands embodies uneven development of infrastructure, veiling the basic problems of urban development with ecological images.

Keywords: techno-politics, nature governance, wetland, urban development.

Han-Yu He is doctoral student of Graduate Institute of Building and Planning, National Taiwan University, Taipei, Taiwan. <fly800617@msn.com>

Chih-Hung Wang is professor of Graduate Institute of Building and Planning, National Taiwan University, Taipei, Taiwan. <cherishu@ms32.hinet.net>