

# 水生植物人工濕地功能評估-布袋蓮、大萍、空心菜、大安水蓴衣

陳銘耀、彭元興

E-mail: 9607562@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

華崙溼地-本研究為探討S型渠道人工濕地種植布袋蓮及大萍等水生植物，對於污水中總懸浮固體物、化學需氧量、生化需氧量、酸鹼值、導電度、溶氧量等指標的處理效果。實驗結果顯示，總懸浮固體物去除率約為50~75 %、化學需氧量去除率約為50~60 %，生化需氧量去除率約為75 %，因為進流水污染物變動相當大，水道夠長有足夠的停留時間，使水可靠沉澱作用，且流速緩慢，使的懸浮性污染物沉澱和過濾作用，因藉由土壤內顆粒孔隙對廢水中細小顆粒之阻滯作用，因此污水在系統中之停留時間越長，其去除效果越佳；在導電度方面，有較明顯的降低效果，且出流水都符合灌溉水水質標準(750  $\mu\text{s/cm}$ )。污水經過S型渠道人工濕地處理後，已可以符合放流水標準，可降低後續生態池的污染負荷。實驗室試驗-布袋蓮在導電度以冬季的去除率27 %最佳，COD以春季和夏季去除率90.9 %最高，四季都呈現一階模式，但以這兩季的速率常數較快，分別速率常數為 $k_1 = 0.6431$ 、 $0.5791$ ，BOD5以冬季去除率75 %較好，冬季前72 h呈現零階模式 $k_0 = 0.3125$ ；後72 h呈現一階模式 $k_1 = 0.9978$ ；空心菜在導電度方面已冬季去除率32.1 %較佳，冬季呈現的是一階模式，速率常數 $k_1 = 0.2643$ ，是四季中速率常數最快的季節，COD以春季和夏季去除率90.9 %最高，春季、夏季、都呈現一階模式，分別速率常數為 $k_1 = 0.3868$ 、 $0.574$ ，是最佳速率常數，BOD5以夏季去除率95 %最好，夏季呈現一階模式，且速率常數為 $k_1 = 0.618$ 較高；大萍在導電度方面已冬季去除率25.6 %較好，冬季呈現的是一階模式，分別速率常數為 $k_1 = 0.2528$ ，COD以春季和夏季去除率90.9 %最高，四季都呈現一階模式，但以這兩季的速率常數較快，分別速率常數為 $k_1 = 0.6286$ 、 $0.6476$ ，BOD5以夏季去除率85 %、冬季去除率87.5 %，夏季、冬季都呈現一階模式，分別速率常數為 $k_1 = 0.4988$ 、 $0.5811$ ；大安水蓴衣在導電度方面已冬季去除率35.6 %較好，冬季是呈現一階模式，速率常數為 $k_1 = 0.2709$ ，COD四季去除率都達90.9 %，BOD5以冬季去除率87.5 %最好，四季都呈現一階模式，但以這冬季的速率常數較快，速率常數為 $k_1 = 0.5707$ ，從結果顯示，在導電度與方面大安水蓴衣去除效果是四種植物中最好；COD與BOD方面，都是春季與夏季去除效果較佳，因有機物的去除主要為好氧分解，由於春季與夏季陽光日照較長植物行光合作用釋放出氧氣使的微生物的活動較活躍，所以四種植物去除效果佳，但特別是大安水蓴衣在冬季的去除效果最佳，因與生長習性相關，正值開花期。華崙濕地公園的建立，不僅結合社區志工團隊，帶動環境髒亂改善、進而提升社區居民的生活品質，成為社區居民的休閒遊憩中心，生態教育示範景點，同時具有水質淨化及生態復育的功能。

關鍵詞：華崙社區、自由表面溼地系統、人工濕地、生態池、水質淨化、動力學

## 目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....	vi	誌謝.....	ix	目錄.....	x	圖目錄.....	xiii	表目錄.....	xvi																									
第一章 前言	1.1 研究緣起.....	1	1.2 研究動機.....	2	1.3 研究目的.....	3																																
第二章 研究背景	2.1 溼地.....	5	2.1.1 溼地簡介.....	5	2.1.2 溼地的分類.....	6	2.1.3 溼地的功用與價值.....	6	2.2 人工濕地.....	9	2.2.1 人工濕地概述.....	9	2.2.2 人工濕地型態與架構.....	9	2.2.3 去水污染植物之種類及介紹.....	14	2.2.4 水質去除污染的機制.....	20	2.3 生態池.....	21	2.3.1 生態池概述.....	21	2.3.2 生態池功能.....	22	2.3.3 生態池淨化處理系統之營造.....	23	2.3.4 生態池之管理.....	26	2.4 動力學反應模式.....	27	2.4.1 零次反應.....	27	2.4.2 一次反應.....	28				
第三章 文獻回顧	3.1 國內人工濕地處理社區污水之案例.....	31	3.2 國外人工濕地處理社區污水之案例.....	40																																		
第四章 實驗架構及方法	4.1 實驗架構.....	46	4.1.1 溼地試驗.....	46	4.1.2 實驗室模擬試驗.....	47	4.2 水樣採集與分析方法.....	52	4.2.1 水樣採集.....	52	4.2.2 水質分析項目及方法.....	53	4.2.3 實驗儀器.....	54																								
第五章 結果與討論	5.1 水質物理性監測.....	56	5.1.1 水溫.....	56	5.1.2 酸鹼值.....	58	5.1.3 導電度.....	61	5.1.4 溶氧.....	64	5.2 污染物之去除效率.....	65	5.2.1 總懸浮固體物.....	65	5.2.2 化學需氧量.....	69	5.2.3 生化需氧量.....	74	5.3 單一植物對污染物之去除效能.....	76	5.3.1 布袋蓮對污染物之去除效能.....	76	5.3.2 空心菜對污染物之去除效能.....	81	5.3.3 大萍對污染物之去除效能.....	84	5.3.4 大安水蓴衣對污染物之去除效能.....	88	5.4 植物四季對污染物之動力學模式解釋.....	92	5.4.1 布袋蓮.....	92	5.4.2 空心菜.....	97	5.4.3 大萍.....	101	5.4.4 大安水蓴衣.....	105
第六章 結論與建議	6.1																																					

結論.....	109	6.2 建議.....	111	參考文獻.....	113	附錄-1.....	118	附錄-2.....	132
---------	-----	-------------	-----	-----------	-----	-----------	-----	-----------	-----

## 參考文獻

- 中文部份 于立平, 1997, 溼地公園規劃策略之研究-以高雄縣鳥松溼地公園為例, 國立中山大學海洋環境學系, 碩士論文。李志源等人, 1997, 利用人工濕地三級處理生活污水, 國立台灣海洋大學河海工程系。林昭榮, 2000, 水生植物的水質淨化法, 農田水利雜誌47(1):32-37。行政院環保署, 2004, 自然淨化處理系統宣導手冊, 金門縣。行政院環保署, 2005, 水質自然淨化工法彙編, 台北。行政院環保署, 1998, 國家環境保護計畫, 台北。行政院環境保護署之環境檢驗所, 2005-公告之水質標準分析方法。  
<http://www.niea.gov.tw/indexFram e.htm/> 何茂賢, 2003, 以人工溼地系統處理受污染河水中營養鹽之探討, 嘉南藥理科技大學環境工程衛生系, 碩士論文。吳俊賢, 2006, 自然淨化與污水下水道系統聯合運用, 第18屆環工年會特輯17(4):6-10。林春吉, 2000, 台灣水生植物(1)-自然觀察圖鑑, 268。林欣怡, 1990, 以礫石床人工溼地處理工業廢水之研究, 國立中山大學海洋環境及工程學系, 碩士論文。施英隆, 2002, 環境化學, 五南圖書出版社, 80-144。馬玉瑄, 2005, 水生植物在人工濕地中淨化污水之比較, 國立台灣大學農藝學系, 碩士論文。荊樹人、林瑩峰、李得元、陳欽昭、施凱鐘、劉邵希、張弘昌, 2003, 台南市灣裡社區人工溼地系統介紹, 台東縣河川流域污染防治計畫--水污染學術研討會, 9-1-9-6, 台東縣環境保護局。荊樹人、李得元、林瑩峰、王姿文、何茂賢、魏家美、鐘靈如, 2001, 人工溼地去除校園廢污水中懸浮固體物之效能, 第26屆廢水處理技術研討會, 國立高雄第一科技大學, 高雄。荊樹人、李得元、林瑩峰、王姿文、何茂賢、魏家美、張庭憲, 2001, 經人工溼地處理後校園污水再利用之探討, 第6屆水再生及再利用研討會, 國立成功大學, 台南, 137~142。荊樹人、李得元、林瑩峰、薛正廷、吳堅瑜、何茂賢、廖秀女、趙志強, 2001, 經人工溼地處理後校園廢污水再利用之探討, 第26屆廢水處理技術研討會論文集, 國立高雄第一科技大學, 高雄。荊樹人、歐文生、林瑩峰、林憲德, 2003, 人工溼地淨化校區污水再利用之研究, 第28屆廢水處理技術研討會論文集, 國立中興大學, 台中。黃獻文, 2003, 人工溼地處理校園廢污水之效能機制探討, 嘉南藥理科技大學環境工程衛生系, 碩士論文。陳志彰, 2000, 人工溼地改善水質之績效, 國立台灣海洋大學河海工程系, 碩士論文。陳志雄、周雪美、張永達, 2002, 竹子湖人工濕地植物資源調查與監測, 國家公園學報12(2):141-155。張文賢, 2005, 建立人工濕地設置與操作作業程序及技術, 推廣講習會, 行政院公共工程委員會。高裕群, 供為污水自然淨化系統之溼地建造, 台灣大學環境工程學系, 碩士論文。張文亮、張尊國、陳秋楊、林裕彬、游進裕、徐貴新, 2004, 水質自然淨化工法彙編, 行政院環保署編印。去水汙染植物介紹網頁:163.29.3.192/eemadm/files/product\_2/th\_11/1.pdf 曾憲郎, 1996, 人與環境的永續互動資源管理的政策方案, 地方永續發展與生態政策研討會論文, 高雄。彭國棟, 2001, 如何營造有生命力的生態水池, 自然保育季刊35:6-10。彭國棟, 2001, 生態池之營造, 行政院農業委員會特有生物研究保育中心。環境資訊協會網頁:  
<http://e-info.org.tw/special/wetland/2004/we04020301.htm> 英文部分 Ayaz CS, Akca L 2000. Treatment of wastewater by constructed wetland in small settlement. Wat Sci Technol 41(1):69-73. Bavor HJ, Roser DJ, Adcock PW 1995. Challenges for the development of advanced wetlands technology. Wat Sci Technol 32(3):13-20. Brix H 1997. Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands. Wat Sci Technol 35(5):11-17. Brown DS, Reed SC 1994. Inventory of constructed wetlands in the United-States. Wat Sci Technol 29(4):309-318. Davies Jon, Claridge Gordon eds 1993. The potential for wetlands to support and maintain development. Published by Asian Wetland Bureau (AWB), International Waterfowl and Wetlands Research Bureau (IWRB) and Wetlands for the Americas (WA). D' Angelo EM, Reddy KP 1994. Diagenesis of organic matter in a wetland receiving hypereutrophic lake water: I. Distribution of dissolved nutrients in the soil and water column. J Environ Qual 23:928-936. Haberl R 1999. Constructed wetlands: A chance to solve wastewater problems in developing countries. Wat Sci Technol 40(3):11-17. IWA 2000. Specialist group on use of macrophytes in water pollution control, constructed wetlands for pollution control---processes, performance, design and operation. 27-139. Jos Verhoeven TA, Arthur Meuleman FM 1999. Wetlands for wastewater treatment: opportunities and limitations. Eco Eng 12:5-12. Jetten MSM, Horn SJ, van Loosdrecht MCM 1997. Towards a more sustainable municipal wastewater treatment system. Wat Sci Technol 35(9):171-180. Knight RL 1997. Wildlife habitat and public use benefits of treatment wetlands. Wat Sci Technol 35(5):35-43. Kadlec RH 1999. Chemical physical and biological cycles in treatment wetlands. Wat Sci Technol 40(3):37-44. Kadlec RH 1995. Overview: surface flow constructed wetlands. Wat Sci Technol 32(3):1-124. Metcalf, Eddy Inc 1991. Chapter 3 wastewater characteristics. In wastewater engineering: treatment, disposal, reuse. 3rd. McGraw-Hill, New York. US EPA 1998. Constructed wetlands and aquatic plant systems for municipal wastewater treatment. US EPA 2000. Constructed wetlands treatment of municipal wastewaters. EPA/625/R-99/010". Knight R, Ruble R, Kadlec R, Reed S, NADB(North American Treatment wetlands Database) 1993. Electronic database created for the US environmental the great lake states. North Central USA. Selma C, Akca L 2001. Treatment of wastewater by natural system. environment international 26:189-195. Worall P, Peberdy KJ, Millett MC 1997. Constructed wetlands and natural conservation. Wat Sci Technol 35(5):44-54. Zhu T, Sikora FJ 1995. Ammonium and nitrate removal in vegetated and unvrgrtated gravel bed microcosm wetlands. Wat Sci Technol 32(3):219-228.