

21世紀污水處理典範

蘆葦淨化池

1 小草立大功

污水處理是 21 世紀的重要環境議題，
歐美鄉村地區推廣的蘆葦淨化池，是一種新興的植物污水處理系統，
在處理生活污水與畜牧場廢水方面，
有令人刮目相看的成效。



「黃蘆岸白蘋渡口，綠楊隄紅蓼灘頭。

雖無芻蕘交，卻有忘機友，點秋江白鷺沙鷗。

傲煞人間萬戶侯，不識字煙波釣叟。」

這首白樸所寫的散曲，描寫的是漁人閒適自在的生活。開頭兩句呈現了一片豐茂鮮麗的水濱景色，蘆、蘋、楊、蓼是四種不同的水邊植物，低昂起伏，搖曳多姿；在詩人筆下，造化的神力把天地點染得生動鮮活，

卻又異樣的寧靜和諧。古代文人對自然情境的描寫，把野生的蘆葦轉化為入詩入畫的題材；現代人卻從環境觀察的角度，注意到各種多年生的水邊植物在大自然中所扮演的角色，並深入研究與推廣應用。漫生水岸的蘆



■德國鄉村傳統的污水處理場，硬體設施與整體景觀不協調。



■成堆的污泥有礙觀瞻，還要支付運輸成本。



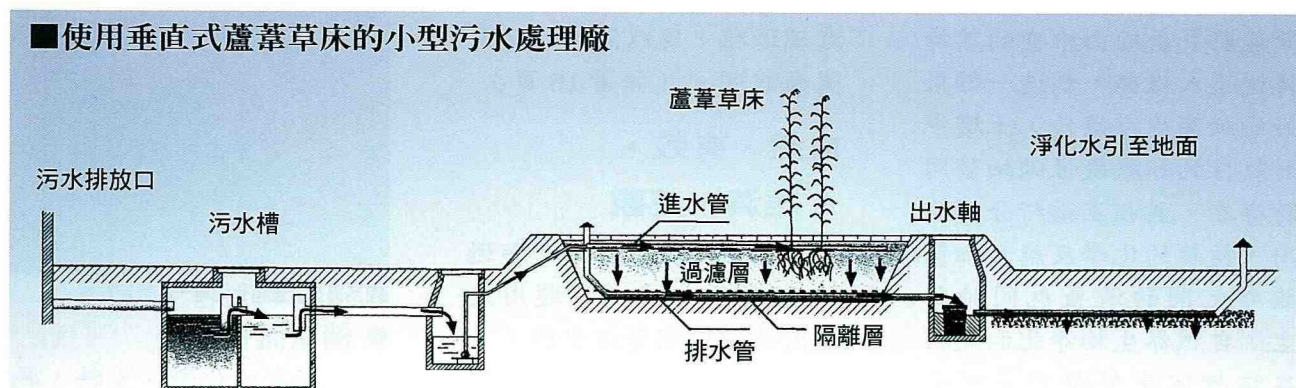
■《鄉間小路》讀者第一次見識到蘆葦淨化池的運作方式。

葦，如今成為歐美各國人工溼地研究的熱門植物，因為溼地有淨化水質的功能，而蘆葦是其中一種非常有效率的溼地植物。

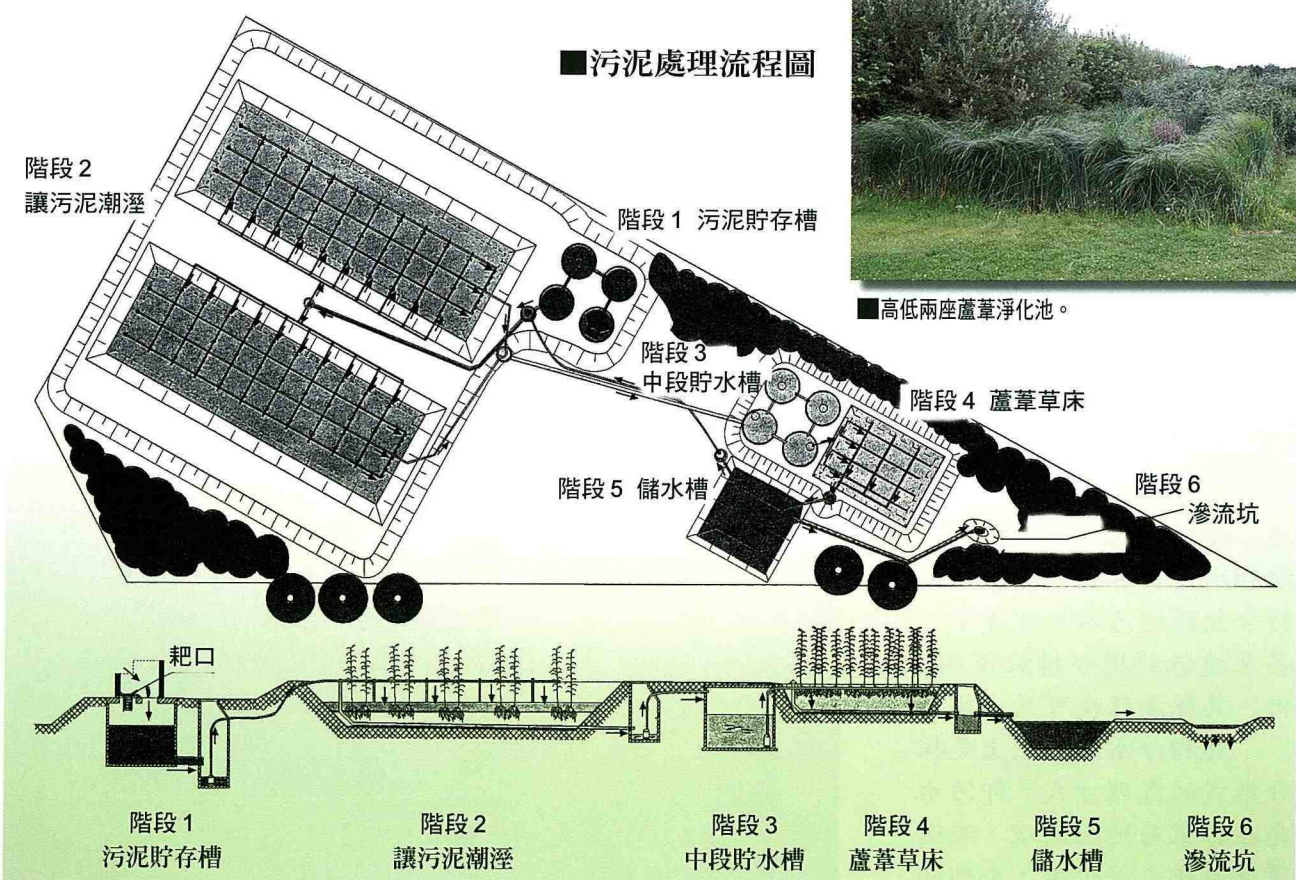
溼地復育在北德地區是非常重要的環境議題，蘆葦淨化池就是一種人工溼地的應用，筆者於89年暑假期間與《鄉間小路》讀者在北德實地參訪幾處農家、有機農場及生態農村，觀察到德國已經在鄉村地區推廣蘆葦淨化池，用以處理生活污水與畜牧場廢水；經整理資料，提供國內相關單位參考，並以「小草立大功」來凸顯蘆葦在生態環境的重要性。

在重視環保的21世紀，污水處理也崇尚與自然相融以及節能的觀念，因為傳統的污水處理方式不僅耗能，處理過的淤泥還得搬離淨化廠，運費高昂，更重要的是這種污水的排放標準，在德國每公升排放水中仍有150毫克的雜質，傳統的污水處理效能既然耗能源、運費高，加上排放水品質差，在德國目前已面臨新興的蘆葦淨化池的挑戰。

■使用垂直式蘆葦草床的小型污水處理廠



■污泥處理流程圖



■高低兩座蘆葦淨化池。

一般家庭污水多是以化糞池處理，農業排放水也以曝氣池等耗能大的機械設備處理後排放；新興的生態化糞池則是以蘆葦為主要的淨化植物，取其根域有優異的淨化水質的能力，而且依循

自然法則進行，耗能十分低廉，對環境保育有莫大的助益。

蘆葦淨化水質的機制

自1970年起德國的農業專家與學者已積極進行蘆

葦淨水的研究，並與生物系統動力學的相關領域學者結合，共同研發植物淨水的模式。他們發現在蘆葦根部區域有不同種類的細菌在活躍著，它們利用土壤、空氣、陽光以及水，相互運作。蘆

葦能將氧氣經由中空莖幹傳送進入根部，創造一個很好的細菌生存條件，土壤中好氧性的和厭氧性的細菌同時存在，並相互進行分解作用，複雜的化學反應和細菌族群之間的消長也同時發生，自然界生物淨化的過程在這裡完完整整的呈現出來。

土壤提供了植物和細菌最佳的生長環境，廢水中的磷、硫與氮在分解過程中被移除出來，並還原成為元素狀態，再被植物根部所吸收；重金屬沈澱物也經由滲透層沈至池底而被控制；為確保不純淨的物質能被控制，蘆葦淨化池底均鋪設有不透水布以防污水下滲，或污染週邊的環境。如此，污水中的氮、磷、硫等元素被移除及重金屬沉澱在淨化池底，從淨化池排出的只有乾淨的水，其水質經檢驗不僅符合德國的污水排放標準，甚至遠低於現今排放值約3倍，其乾淨程度可見一斑。

這種淨水池原則是採分散式的處理方式，即污水先在自家基地上處理，經過蘆葦草床之淨化後，全部的處理水可留在基地中使用或予排放，沉澱之污泥由社區集中搬運至較大型的公共污泥處理池，讓污泥中之肥水再經蘆葦池之淨化後留用或排放，而處理過的污泥則回歸大地。此一簡易之兩段式

處理過程，現以簡單的示意圖來說明。（請看16頁）

自然・有效・

經濟・美觀

目前在全世界已有超過20個國家，成功的運用此技術來淨化家庭污水與工業廢水，如造紙廠、煉鋼廠、農業污水、塑膠工廠的污水，甚至一些有毒物的垃圾掩埋場之污水，也有使用很成功的經驗。

這種符合自然生態與永續概念的淨水池能得到這麼多國家與注重環保人士的喜愛，其主要原因是：



■馬達是蘆葦淨化池唯一的耗能設備。

● 清潔而有效

所有的化學、生物、物理性反應都在地底下發生，根部附近地帶沒有難聞的氣味，甚至遺棄不用的淨水池也不會對土地產生污染。

● 建造及維修成本低

因為根部淨化機制是一個自然系統，除了必須的馬達設備及入口至出口過程間





■照片後方的蘆葦叢，自然融入庭園造景中。

的管理外，都在以自然為基礎的情況下進行，完全不需任何人造能源的消耗。

● 使用壽命長

本世紀蘆葦仍以最佳狀態存在於自然界中，在固定的範圍內蘆葦的淨化過程是可靠的；無論如何，每個淨化機制都期望至少能有70年的壽命，目前這類系統中



■蘆葦原本就是庭園水景的素材。

最久的已經超過了20年，不但驗證了低維護的事實，並且還持續發揮淨化的功能。

● 造景優美而自然

傳統的污水處理場均選在鄉村地區，大面積的硬體設施不僅突兀，視覺與嗅覺上的污染也十分嚴重。蘆葦淨化池與台灣現有的污水處理池，景觀上有明顯的差



■小池邊的蘆葦叢是兩棲類的家。

異，不僅不會發出惡臭，而且完全融入自然環境中，讓人感覺不到它的存在，因為蘆葦本身就是大自然的一份子呀！

● 專業訓練

植物根部淨水系統是依據許多專業技術設計而成，這項設計往往也涉及到專利權。而專利持有者也非常小心地選擇成員並加以訓練，被獲准從事此項任務者必須能保證且稱職的解決各類污水問題。

需要植物學者與

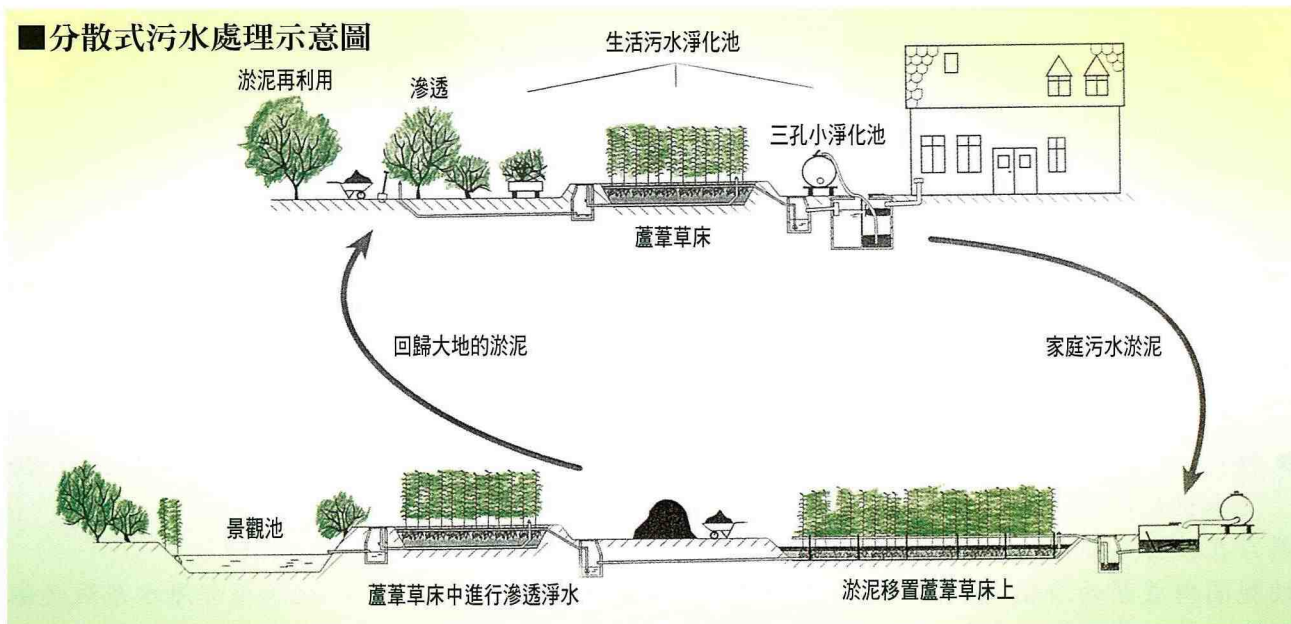
工程師配合

台灣大學農藝系王裕文助理教授在《鄉間小路》90年2月號發表一篇「人工溼地與溼地植物」，文中指出台灣地區河川普遍發生優氧化的現象，主要就是水體中含有的氮與磷過高，而這兩種元素卻也正是植物生長的必須元素，利用植物來吸收移除氮與磷，是一舉兩得的做法，特別是養豬場與水產養殖場的廢水，經由人工溼地系統處理後再排放到河川中，將可顯著改善水域污染的問題。



■威豪村的公共污泥處理池。

分散式污水處理示意圖



蘆葦根部的通氣性構造是使其在溼地中發揮功能的主要原因，要提高溼地去除氮、磷元素的效率，可以透過蘆葦生長速率及單位面積植株數量的提升而獲得改善，這必須經由育種程序來進行。王裕文建議，台灣發展溼地系統時，宜由熟悉植

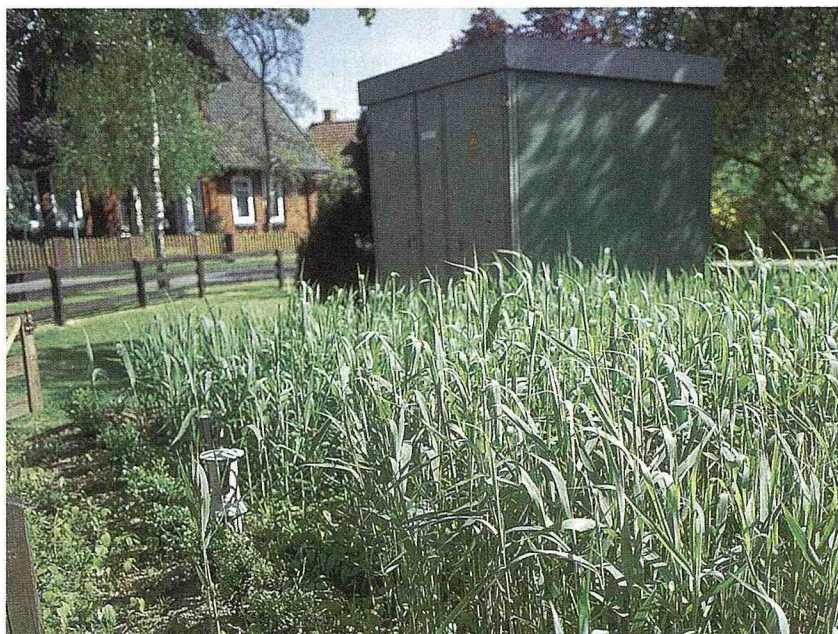
物的研究人員配合工程人員來篩選適當的溼地植物，以避免造成二次污染。

歐美的人工溼地植物以蘆葦(common reed, *Phragmites australis*)為主要草種。台灣的河川灘地有大量蘆葦分布，每年秋天盛開白色蘆花，形成美麗的河岸秋色；種類

有蘆葦屬的蘆葦(common reed, *Phragmites communis*)與卡開蘆(flute reed, *Phragmites karka*)，另外有3個外型近似的蘆竹屬(*Arundo*)物種及1個類蘆屬(*Neyraudia*)物種。

除了蘆葦屬的植物，王裕文還特別推薦一種新興的水土保持植物—培地茅(*Vetiveria zizanioides*)，其根部也具有大量的通氣構造，吸收重金屬的種類與能力是一般植物的10-100倍，對於氮、磷元素的吸收能力，令人刮目相看，極具發展潛力。(請參閱《鄉間小路》89年9月號)

到底那一種溼地植物或育種改良的新品種，適合亞熱帶的台灣推廣種植？的確需要一組人員認真研究。



■路旁的蘆葦淨化池，不經意看，以為是田間作物呢！

【待續(2)循環永續的有機農場】