

淨化水質新思惟 善用人工溼地

文 / 溫清光

時報文教基金會最近在高雄社區大學舉辦宣導會，宣導河川整治的理念。近年來河川整治的觀念已從以前的治水、利水發展到親水。雖然現在已有親水的治河理念，也有諸多案例付諸實施，但仍處在初步階段。

自然淨化法成為潮流

因為要做到親水境界，必須使民眾喜歡與水為伍，除了水力問題外，景觀、交通與水質等配合條

件也相當重要。尤其水質是親水最基本要求。

十二年前，有鑑於污水下水道建設不被重視，事業廢水管制效果不彰，河水污染非常嚴重。

在國科會與台灣省環保處的支持下，在高灘地做一聯串的自然淨化及強化法的實驗，結果成本低廉效果良好。

但自然淨化法只適合處理污染量較小、濃度較低的污水或排水，若需要處理流量較大的排水，需要

很大的土地，高灘地是一個最適當的地點，可以利用高灘地上的微生物分解有機污染物，利用草本植物攝取氮磷，以及使用高灘地砂質或粒石底床過濾污水。

缺乏管理反成蓄水塘

經實驗之後在南部重要河川調查規劃高灘地淨化設施，廢省之後，工程會大力推行生態工法，環保署也推行人工濕地等自然淨化法處理污水和排水。

人工濕地在各鄉鎮建設成了一股流行，鄉鎮居民希望可藉由人工濕地的建設而有一休憩的去處，但在一股風潮過後，到處林立的人工濕地在後續的運作、管理上都呈現斷層，無人管理的人工濕地成了蓄水塘，不但破壞原本的生態環境，也無法產生任何效果。

實際上，人工濕地淨化污水有一定限制，不是任何污水或排水都可以用人工濕地處理。

最重要的是在推行的時

候，一定告訴民眾人工濕地的限制條件和優缺點，避免誤導民眾。

植生可改善景觀

人工濕地種植水生植物可分為四類：(a)完全沉浸在水中，沒有水上形態的沉水性植物，如茨藻科植物，多生長在水較深的地方，根長在土裡；(b)挺水性植物和沉水性植物相似，但通常生長在水邊或水位較淺的地方如香蒲；(c)浮葉性植物根莖或球莖固定在水底的泥土裡，如睡蓮；(d)漂浮性植物根沒有固定在土裡，植物體會隨著水流四處飄行，而且通常體型較小、繁殖力驚人如水芙蓉等，將其種植於濕地中，可增添綠意、美化環境。

去除污水中營養鹽

總氮去除和污水的停留時間有關、總磷則為土壤及沉積物的吸附，同時，藉由栽種水生植物來吸收水中營養鹽，會較一般二級處理為佳，人工濕地對



◆溫清光/時報河川保護小組顧問、成功大學環境工程研究所教授



◆ 汐止茄苳溪左岸的人工濕地，營造三池天然生態池，透過種植不同水生植物，過濾附近家庭廢水，再排進茄苳溪內，降低汙染。

◆ 灣裡人工濕地目前每日可處理、淨化約200噸的家庭汙水。

總氮及總磷的去除率平均可達四〇~七〇%；而一般二級處理後總氮及總磷的去除率僅可達二〇~三〇%以下，若需再對氮、磷進行去除，則要進入三級處理。

節省建設及操作費

若希望人工濕地愈接近自然濕地，以防過於人工化，對於原本環境並不需要改變太多，因此建設費多用於構築濕地系統及美化環境，每處理一cmd的建設費在一千到三千元間，每一立方公尺處理費約一至二元，而二級

汙水處理廠建造費每cmd在二萬到三萬元間，每處理一立方公尺需六元。

建立多樣性生態環境

許多動植物的生存空間因人類對土地的需求量增大，而減少棲息和生長空間，導

致許多物種漸漸減少甚至絕種，因此適合生存的濕地一旦出現，生態復育慢慢進行，會使物種的數量及種類增加，如青蛙、烏龜、鳥類（綠繡眼）、金龜等，構成多樣的生態系。所以人工濕地可以提供景觀休憩及教育的

環境，國人近來重視休閒，若人工濕地管理得當，令人覺得舒適會吸引民眾參觀，上述的生態多樣性亦是提供國中小自然科學之教材。

有助二氧化碳減量

濕地上的植物不但可以淨化水質，光合作用吸收空氣中二氧化碳，在植物體內合成變成有機碳，對二氧化碳減量也有貢獻，漫地流人工濕地每日每公頃約可吸收八十三·公斤的二氧化碳，相當於每天八百七十人的呼出量，對於二氧化碳減量亦有所貢獻。

植物天候影響大

水質淨化效果受植物生長影響最大，然而植物生長又因受限氣候及本身生長週期相對不穩定。

當植物在適合生長的季節，生長速度快，所吸收的氮、磷的量亦會增加。各植物的生長季節及所適應環境不一，在選擇水生植物時應多加考量當地環境特性。

所需土地面積成本高

人工濕地單位面積所能承受的污染量有一定的限度，為達到某水質淨化的程度，需要特定大小面積的土地，有些地段，若加入土地成本，不一定符合經濟效益。

水質淨化有極限

濕地的淨化機制包含物理、化學及生物三方面，濕地系統於初期尚未達平衡，因此需以長時間評估其效用。此外，水質淨化也有其限制，例如當BOD在二～七mg/L已是其淨化極限，且對BOD淨化效果隨進流濃度的下降而減少；另一值得注意的是水中非離子態的氮，過多的非離子態氮會毒害魚類及水體內生物。

此外，進流水若未經過初級處理或是初級處理效果不佳，會加速懸浮固體物阻塞孔隙，造成短流或水頭過高，使系統無法運作。

常無法兼顧美化休閒

因台灣地區的人工濕地必須兼有美化環境的功能，如蓮花等，但此類植物的淨化能力常常低於預期效果，亦有人建議淨化水質與美化休閒環境的目的分開，但若只考慮水質，對於土地利用似乎又顯得太浪費，因此未來若規劃人工濕地，建議應同時有環工背景及植物知識等相關單位進行合作。

地點需謹慎評估

在規劃淨化系統時應對污染源的性質、水質水量特性、預計淨化水質及土壤性質加以評估。人工濕地也不例外，污染物的性質往往牽

涉到選擇人工濕地的種類，而水質水量則影響濕地可承受的負荷，將會影響出流水水質。

易造成二次污染

人工濕地的土壤因為、連而續灌入大量溪水，導致土壤酸化與鹽類的增加，以及重金屬累積的現象，所以並非如大家認為的生態工法無二次污染。台糖用處理過的養豬廢水搭配清水灌溉蔗田，地下水的總氮濃度也有增加之趨勢。

在規劃、設計甚至建造、運作之後，仍須不斷投入心力來管理，例如避免水流流速過慢，滋生病媒蚊以及機械的維護。

此外，濕地內生長的植物對於總氮及總磷的去除效果好，但BOD的形成包含藻類及落葉的分解，故必須定期整理濕地內的植物，例如定期收割使系統內部的污染產生源減至最小。

收割植體處理不易

但收割下的植體處理就成了另一個問題，若將植體收割後以焚燒處理，因植物的含水量約佔植體總重的七～八成，因此需先將植體曬乾，再運到焚化場焚燒，而焚燒過程亦產生二氧化碳和微粒，造成空氣品質不佳；若以堆肥形式將植體掩埋至

土壤中，將可使土壤肥化，但過多的植體也需大面積土壤來消耗，為堆肥所面臨的另一問題。

不能取代下水道

總之，台灣的污水下水道尚未普及，許多取而代之的淨化處理法不斷地被發展出來，自然淨化中的人工濕地法是台灣發展最快速的方法之一，除建造人工濕地時須審慎選擇地點之外，其次是維護管理問題，濕地的維護應包括植物廢棄物的處分。各淨化系統若要維持一定的淨化能力，都必須有完善的規劃設計、操作及維護，人工濕地亦同，因此建立系統後，穩定運作及控制淨化效率才是值得注意的。

值得一提的是，濕地淨化較屬局部性，在各地廣泛建立人工濕地的同時，我們心中應仍需有建立完整的污水下水道系統的目標，將各式污水完整收集並加以淨化，雖所需花費的金錢和時間比規劃人工濕地要來得多且長，但基於水資源的循環利用，在進行濕地計畫的同時，也能進行污水下水道的規劃及建設，以期台灣水資源能更加有效利用。

（作者為時報河川保護小組顧問、成功大學環境工程研究所教授）