

淡水草澤溼地水文與生態環境影響之研究

文、圖 ■ 莊雅軒 ■ 國立屏東科技大學土木工程系研究生

蔡雅慧 ■ 國立屏東科技大學土木工程系研究生

丁澈士 ■ 國立屏東科技大學土木工程系副教授

一、前言

水文是決定濕地景觀開發及維護最重要變數之一。在美國西部加州的海岸谷地，某些極淺而間歇性出現淹沒牧草地被稱為春池。在冬季及春季時，此地潮濕聚集甚多之植物、無脊椎動物及移居性水鳥。然而溫暖之夏日中，春池則為乾涸的，但卻也吸引了不同的生物聚集。濕地水位及植栽波動也普遍反應該區域在季節性及每年間的乾濕期。氣候及水文的改變，顯著地影響濕地的分佈與功能。

近年來，許多文獻報告研究生態與水文之關係，英文名稱有Ecological、Ecohydrology、Hydroecology、Hydrological ecology等，有些論述著重於水文方面之研究，有些則偏向生態特性之探討。生態水文為近年來學術界新興的研究領域，它整合生態及水文知識，以瞭解生態系如何改變水文特性，水文特性又如何影響生態系功能，(Timchenko, 1994)也提出生態水文研究的步驟。此外，由於溼地乃為被水覆蓋或土壤具有相當溼度的地區，沒有水就難

以成為溼地。換言之，溼地之所以為溼地，水扮演著最重要的角色。溼地的保護其基礎調查應格外注重「水文系統」的掌握，包括降水、蒸發、蒸散、地表逕流和地下水補注入滲等，必須有審慎的調查研究和良好的對策。因此，本文為探討屏東科技大學後山溼地的水文變化對於該地區水質、土壤、植物之影響，調查三者關係，進而對該地規劃為自然生態溼地公園，在環境管理上所需注意之措施提出建議。

二、研究區域及自然環境

本研究區域位於國立屏東科技大學校區東南側，地理位置與中央山脈大武山麓對望，相隔於東港溪之上游。

(一) 氣候與水文

調查區域位於北回歸線以南，夏季平均溫度為28°C，年平均溫度為25°C，屬於熱帶型氣候。年平均雨量為2,600mm，分佈集中於5~9月，多為午後雷雨型。冬季吹北風或西北季風，夏季轉為南風或西南風，晝間有



地形引起之西向上坡風。本區地下水藏量與地質分布狀況有很大關連，鄰溪谷處地下水位略深，含水層在80-110公尺間，水量豐富，水質亦佳。

(二) 自然環境

本區標高介於海拔70-100公尺間，地形包含各種土地利用限度分類之各等級土地。地層為中央山脈褶曲南段主峰高山，與屏東平原交界地，為直線狀斷層崖。台地由東港溪河流沖積物堆積而成，其中以岩性不顯之礫石為主，夾雜平緩砂質頁岩，極少部分砂質砂岩。而礫石部分常與不同比例之砂、坩砂、粘土混雜在一起，粘土與坩土所成之紅色填充物，成為本台地堆積層之主要色劑。

土壤屬於洪積台地之老埤系土壤，大體上整區土壤剖面質地，多為砂質粘土及壤土，土色呈棕色至紅棕色。土壤酸鹼反應呈酸性，有機含量尚屬中等之3%。

(三) 土地利用

本區面積約32公頃，佔本校總面積之10%，開發前大部分為竹林，面積為14公頃，次為荒廢之魚池及草生地（研究區域），研究區域約為3公頃，其餘為芒果樹，以及雜木林，然現部分土地被開闢為水土保持試驗區及水土保持戶外教室。

(四) 溼地內現況

本研究區域溼地內原為一養殖池，後因



▲屏科大溼地風貌。

為荒廢而閒置，經過長時間形成一溼地，溼地內現佈滿巴拉草。巴拉草下面則為20~30cm的枯草所形成；溼地面積約為3公頃，常年有水部分約為1.5公頃，冬季時常見蒼鷺、小水鴨等冬季候鳥棲息。

三、研究方法

(一) 水文

水文條件是決定溼地型態重要的依據，其中，水文週期（hydroperiod）是一塊溼地中水位在季節上的變化情形，也是各類型溼地的水文特徵。它可用以定義溼地表面及地表下水位的漲落。在各型溼地皆各具有特色，且其一年一年之間變化的常規性可以確保溼地合理的穩定性。水文週期可說是所有入流水與出流水的整合，它也會受到地貌的物理性影響及附近其它水體的影響。而這些水文上的律動可以帶來額外的養分滋養岸邊的溼地，並將碎削或其它不要的東西帶走。律動性的溼地是最具生產力的溼地，同時也是附近一帶的生態系統中許多物質、能源及生物最愛的交換出處。

溼地的水文現象，是水體入流量與出流量兩者之間平衡結果（稱之為水收支，water budge），是溼地中土壤地勢起伏及地表下層的結果。根據Carter（1978）等歸納前人研究得到下列方程式（1）並用以描述溼地水文週期之特性。

(二) 土壤

土壤環境對溼地生態影響是很重要的一

方程式（1）

$\Delta V / \Delta t = P_n + S_i + G_i - ET - S_o - G_o \pm T$	
V	溼地儲水量體積
$\Delta V / t$	單位時間內溼地儲水量的體積變化
P _n	淨降雨量
S _i	逕流流入量
G _i	地下水流入量
ET	蒸發散
S _o	逕流流出量
G _o	地下水流出量
T	潮汐入流量或出流量

環。溼地之形成著重於土壤的育化過程，由於土壤質地組成的特性，致導水性差，使得溼地中蓄積的水不會因入滲、滲漏而流失。而不同的土壤質地會營造出不同的棲地型態，進而營造出不同的生物相貌。生物會依其生理特性與構造，選擇合適的地點作為覓食或棲息場所，因此欲探討溼地生態系統，則土壤的理化性狀組成相當的重要。

溼地土壤具有化育作用，其有機物扮演著相當重要的角色，因為有機物是溼地土壤在厭氧環境下主要的能源供應者，同時也是除了水之外，能夠使溼地土壤保持還原狀態的主要因素之一。土壤在還原狀態時微生物進行厭氣呼吸與發酵作用所消耗的有機物，遠比土壤在通氣狀態時微生物所消耗的量要低，所以溼地土壤容易累積大量的有機物。

溼地土壤的評估包括土壤的種類與成分、分佈區域與深度。重要的基地土壤因子包括土壤中砂土、黏土、礫石、有機物質成分以及顆粒大小、滲透性等，現地採回的土



壤以鮑氏比重計進行質地分析，測定溼地內各樣點土壤之砂粒、粉粒與黏粒含量，以瞭解溼地內土壤質地的組成與分佈情形。土壤分類是根據美國農業部所定義之土壤質地三角分類圖分類。土壤滲透係數以變水頭試驗測定其透水係數，瞭解溼地內土壤涵養水分之能力。

(三) 溼地生態系

在溼地生態系內的各種生物和非生物成分之間，在功能上是彼此互相依靠，而且他們在生產力方面常有很密切的關係。通常在湖泊中，浮游生物可作為許多水中生物之食物，為生態系中食物網 (Food web) (圖1) 重要的一環。而水文乃影響溼地生態系最重要的因素，這些水文上的變化帶來額外的養分滋養岸邊的溼地，並將碎削或其它不要的東西帶走，是許多物質、能源及生物最愛的

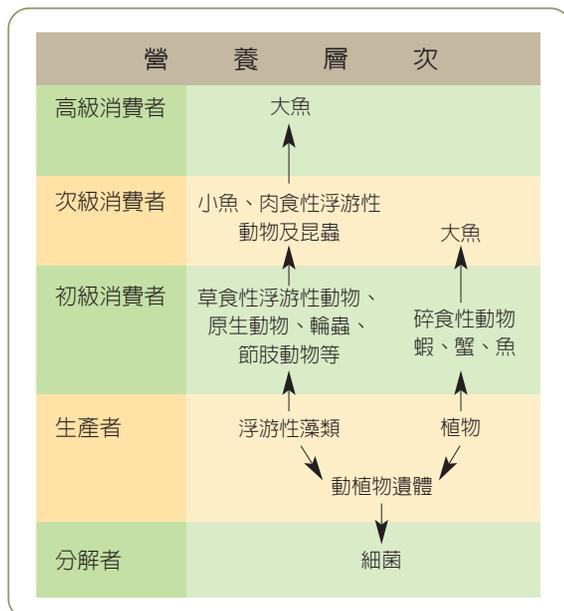


圖1 淡水生態系食物網中，浮游性生物營養層次

交換出處。透過一些基本水文、水質的調查，將更可瞭解彼此間關係。

調查方法採用環保署水體透明度測定法 NIEA E220.50C。一般而言，池塘或湖泊中浮游生物乃引起濁度之主要成份，當然可能也有其它少量之非生物關係之浮游物，因此測定透明度可推測出水中浮游生物之多寡，測出來的透明度根據下式換算植物性浮游生物量 (中村，1954)：

方程式 (2)

$$Y = 0.595e^{-0.03x}$$

Y	植物性浮游生物量 (mg / L)
X	透明度 (m)

四、結果與討論

(一) 水文

本研究水文觀測從2003 / 08 / 07至2003 / 12 / 31，其目的在探討其水文收支情形與溼地水位律動情形。

1. 水文收支

根據水收支方程式分析，溼地水分來源主要為降雨，溼地內地下水出入流，因為研究區域內並無地下水觀測井，考慮以經濟部水利署在老埤設置的地下水觀測井，其2001～2002年地下水位變化從26.06m～32.36m，根據其井頂高程35.15m和溼地高程45m比對，研判溼地內地下水位遠比溼地水位低，屬於Novitzki (1979) 所提出的地表水低滲型溼地，故地下水對於溼地水文影響不大，在本研究中，水收支平衡方程式中地下水出入流將不予考慮。

在水分輸出部分，由於為地表水低溼型溼地，主要輸出為滲透及蒸發，地表逕流由於被排水溝截流，影響較小。降雨及蒸發量，由本校氣象站取得，降雨量從2003年8月的405.5mm至12月的0.5mm，豐枯水季明顯；蒸發量8月至12月，為225.7mm；土壤入滲量，根據土壤滲透係數求入滲量為59.63mm，由於溼地後方有一排水管故部分水量從此流出，其流出量為362.7mm，整個水文收支如圖2所示。

表1 後山溼地水文收支調查結果

水文因子	mm
降雨	814mm
蒸發散	225.7mm
土壤入滲量	59.63mm
排水管排出量	362.7mm

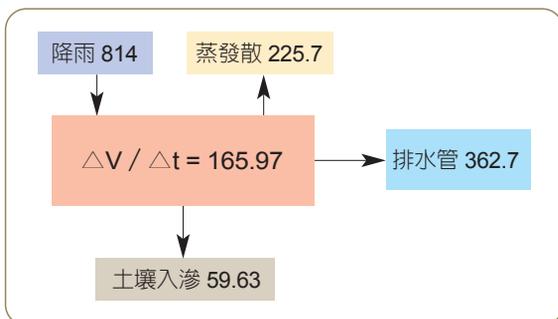


圖2 研究區域內水文收支概算 (mm / 8月~12月)

2. 溼地水位的律動

溼地的水位變化根據調查資料顯示 (圖3)，研究區域內分為淺水區及深水區，淺水區平均水深維持在54cm左右，深水區維持在94cm左右，水深皆由於旱季雨量減少而逐漸變淺。水位變動平均從0.2cm到20.4cm，最

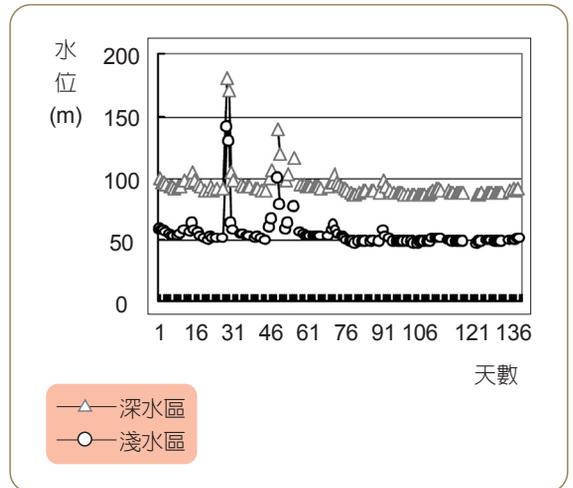


圖3 溼地水位變化圖

大變動值為89.8cm，其原因為觀測期間遇到杜鵑颱風，暴雨造成變動增大。

(二) 土壤

本研究在研究區域內共選擇7點，土樣取回實驗的結果 (表2)，根據三角分類圖分類，現地土壤屬砂質壤土，是屬於植物易於生長的土壤質地；另外，根據透水性實驗，其土壤性質為低透水性土壤，而低透水性的土壤性質，將使得溼地水分不因滲透而流失，有助於溼地維持水份。

表2 土壤分析結果

	滲透係數(cm/s)	土壤分類
1	4.46×10^{-6}	砂質壤土
2	7.35×10^{-6}	砂質壤土
3	5.47×10^{-6}	砂質壤土
4	2.81×10^{-6}	砂質壤土
5	2.90×10^{-4}	砂質壤土
6	3.52×10^{-6}	砂質壤土



(三) 浮游性植物

根據透明度調查，結果顯示透明度在0.5m左右（表3），在（Carlson, 1997）中，屬於極富營養型及高基礎生產力的溼地，研判可能由於水長時間滯留於溼地內，以致造成溼地內水中浮游性植物大量生長、透明度降低。

表3 透明度調查結果表

日期	透明度(cm)	浮游性植物生物量(mg/L)
12/18	54	0.5854
12/22	51	0.5859
12/26	48	0.5865

五、結論與建議

溼地水文的表現影響溼地型態，造成溼地植物生長環境的不同，經由環境基本調查，瞭解溼地現況並提出溼地規劃及管理的方法，以作為溼地生態的長期管理目標。

茲將研究結果做成以下結論，並提供適當的環境管理建議：

1. 水文收支有助於溼地規劃及經營管理時的參考，在本研究中調查顯示，此溼地主要水源來源為降雨，溼地型態為地表水低滲

型溼地，主要水源損失為蒸發、入滲和後方排水管。正向之水平衡，表示該溼地水輸入量之和大於輸出量之和。

2. 土壤分析結果，溼地內土壤分類為砂質壤土，滲透性屬於低透水性土壤。砂質土壤提供植物良好的生長環境，而低透水性提供溼地涵養水源的最佳條件，此兩項結果有助於溼地的發展及生存。但由於部分區域已嚴重淤積，影響溼地發展，建議予以適當清除。
3. 溼地內生態系調查，由於是針對水體中浮游性植物所做的調查，故不包括植物的部分。結果顯示透明度在0.5m左右，水中浮游性植物大量生長，建議增加水體更新速率將可以有效抑制其生長，或種植水生植物改善水質狀況。
4. 屏東科技大學後山溼地為一荒廢的養殖池，經由自然演變後成為一個溼地，目前由於巴拉草的強勢生長佈滿池塘，造成水質惡化、水生動植物生長空間萎縮。建議予以清除，增加濕地水域的開闊性與多樣性，進而增加濕地其它生物使用的空間。▲

參考文獻（逕洽作者）