

行政院農業委員會林務局保育研究系列 97-13 號

行政院農業委員會林務局委託研究系列 97-08-4-02 號

奧萬大國家森林遊樂區生態池長期生態監 測計畫 (3/3)

委託單位：行政院農業委員會林務局南投林區管理處

執行單位：華梵大學

中華民國 97 年 12 月



摘 要

生態水池營造後，持續監測濕地環境的演替狀態以及人工濕地對於周圍原有環境的影響，是生態水池的經營管理與效益評估重要的基礎。本計畫分別以水質、藻類、水生植物、水棲昆蟲、兩棲類與中小型地棲哺乳動物為指標，利用水質變化與不同藻類對營養鹽濃度變化的反應，監測生態水池的演替狀況；並以兩棲類物種在不同時程的組成變化以及水池周圍中小型地棲哺乳動物的組成與活動行為，評估生態水池對周圍原有環境的影響。水質檢測的樣品採樣及保存，依照行政院環保署公告之水質檢測標準執行；藻類分為浮游藻類與附著藻類兩種分別於固定樣點採樣分析；兩棲類與中小型地棲哺乳動物調查方法則包括聲音收集、夜間調查與紅外線自動照相機等，紀錄並分析調查物種與分佈。水質分析資料顯示濕地有逐漸傾向營養濃度遞減的狀態，然自第三年外來物種入侵後開始有機物質濃度有上升的趨勢。藻類組成因時改變，初期以浮游藻類為主，後期伴隨大型水生植物的生長，以附著藻類佔優勢，顯示水藻的組成與水中營養鹽變化與水生植物生長密切相關。兩棲類共發現 3 科 9 種，自濕地創建後依序進入，相對數量之增減與各物種紀錄之繁殖季節大致吻合，各物種並有特定的分布空間，兩棲類多樣性與微棲地多樣性有高度相關。三年的兩棲類物種調查顯示物種名錄並無顯著差異，然而物種相對數量已有改變，自 2007 年 6 年開始，少數優勢物種的趨勢較為明顯。全區共發現中小型哺乳動物共 10 科 11 種，人工濕地周圍的樣點與其他樣點地棲型物種並無太大差異。研究顯示濕地系統的建置提供區域內兩棲類重要的棲息環境與繁殖場所，並提供其他物種多樣的棲地環境。水池內多樣之微棲環境可以提供較高的兩棲類生物多樣性。水質、藻類、水生植物與兩棲類之間有極高度的相關。然隨外來種進入、營養濃度降低、藻類組成改變與水池微棲環境之多樣性降低，生物多樣性似有降低之趨勢，應特別予以注意。

關鍵字：人工濕地、環境監測、水質、浮游藻類、附著藻類、自動相機

Abstract

After the construction of a constructed wetland, it is important to monitor the succession of the wetland and impacts the wetland has to the surrounding area. Bioassessment methods usually focus on biological community indicators and, in some case, measures of physical and chemical attributes. In this study, we evaluated the wetland condition using the methods of bioassessment. Indicators such as water quality and composition of algae, amphibians, and small mammals were used to assess the effects of the newly constructed wetland and to provide further management suggestions. Results showed that nutrition decreased with succession and alga composition changes accordingly. However, with invasion of alien species in the 3rd year, the organic matter increases. The water quality, alga composition, and vascular aquatic plants seems to be highly correlated. A total of 9 amphibian species and 11 mammal species were found during the survey period. Relative abundance of amphibian species was correlated to breeding season and each guild had specific niche. Overall, the constructed wetland seems to provide a good habitat to wetland dependent species and have no impact on surrounding native larger mammals. Higher micro-habitat diversity contributed to higher species diversity. Vascular plants and amphibians may be good indicators for bioassessment. It is suggested that a continued monitoring program is needed to understand the long term impact of the constructed wetland. Water control and vegetation management may have to be initiated in order to maintain wetland condition and functions.

Keyword: Man-made wetland, monitor, water quality, algae, auto-camera

目錄

摘要	
Abstract	
目錄	i
圖目錄	ii
表目錄	iv
壹、計畫背景.....	1
貳、前言.....	4
參、執行方法.....	5
肆、結果與討論.....	15
伍、結論與建議.....	85
陸、致謝.....	94
柒、參考文獻.....	95
捌、委託研究團隊.....	99
附錄一 奧萬大國家森林遊樂區生態池植物名錄.....	100
附錄二 奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物維護管理手冊.....	102
附錄三 期中報告審查意見回覆表.....	107
附錄四 期末報告審查意見回覆表.....	110

圖目錄

圖 1	奧萬大國家森林遊樂區生態池配置圖.....	3
圖 2	奧萬大國家森林遊樂區生態池附著板置放點 (A1-A4)	7
圖 3	以壓克力附著板記錄附著藻類的變化.....	8
圖 4	水生植物覆蓋率測線位置.....	9
圖 5	奧萬大國家森林遊樂區生態池穿越線之設置點.....	10
圖 6	以穿越線估算水生植物之覆蓋率.....	10
圖 7	奧萬大國家森林遊樂區生態池自動照相機架設樣區位置.....	13
圖 8	2005 年 11 月至 2008 年 8 月生態池水質之水溫、溶氧與導電度之變化.....	20
圖 9	2005 年 11 月至 2008 年 8 月生態池水質之濁度與懸浮固體之變化.....	21
圖 10	2005 年 11 月至 2008 年 8 月生態池水質之有機氮、總磷與磷酸鹽變化.....	22
圖 11	2008 年 8 月生態池中突然大量增加的囊裸藻.....	24
圖 12	奧萬大國家森林遊樂區人工生態池浮游藻類之種類數與細胞數變化.....	29
圖 13	奧萬大國家森林遊樂區人工生態池浮游藻類之優勢度與歧異度變化.....	29
圖 14	奧萬大國家森林遊樂區人工生態池浮游藻類之豐富度與均勻度變化.....	29
圖 15	奧萬大國家森林遊樂區人工生態池附著藻類之種類數與平均細胞數變化.....	41
圖 16	奧萬大國家森林遊樂區人工生態池附著藻類之歧異度與優勢度變化.....	41
圖 17	奧萬大國家森林遊樂區人工生態池附著藻類之豐富度與均勻度變化.....	41
圖 18	生態池中常見的微細藻類.....	42
圖 19	生態池中水生植物覆蓋率與水域面積之消長變化.....	44
圖 20	奧萬大國家森林遊樂區生態池中常見水生植物覆蓋率之消長變化.....	44
圖 21	奧萬大國家森林遊樂區生態池主要水生植物生態照.....	51
圖 22	奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目成蟲組成月變化.....	58
圖 23	奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目成蟲多樣性與物種數月變化.....	58
圖 24	奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目流水域稚蟲組成月變化.....	59
圖 25	奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目流水域稚蟲多樣性物種數月變化.....	59
圖 26	奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目靜水域稚蟲組成月變化.....	60
圖 27	奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目靜水域稚蟲多樣性物種數月變化.....	60
圖 28	奧萬大國家森林遊樂區生態水池常見蜻蛉目主要活動範圍.....	61
圖 29	奧萬大國家森林遊樂區生態池水生昆蟲之採集.....	62
圖 30	奧萬大國家森林遊樂區生態池水生昆蟲.....	63
圖 31	奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類調查物種照片(1).....	70
圖 32	奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類調查物種照片(2).....	71
圖 33	奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類生物多樣性指數.....	72
圖 34	奧萬大國家森林遊樂區林下池、楓葉池、香山池與人工生態池蛙類分佈.....	73
圖 35	奧萬大國家森林遊樂區地棲型動物物種照片(1).....	77
圖 36	奧萬大國家森林遊樂區地棲型動物物種照片(2).....	78
圖 37	奧萬大國家森林遊樂區非地棲型動物物種照片.....	79
圖 38	奧萬大國家森林遊樂區日行性動物日時間序列之活動模式.....	81
圖 39	奧萬大國家森林遊樂區夜行性動物日時間序列之活動模式.....	82

圖 40	奧萬大國家森林遊樂區全日性動物日時間序列之活動模式.....	82
圖 41	奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物覆蓋率與附著藻類細胞間的變化.....	87
圖 42	2005 年奧萬大國家森林遊樂區生態池植栽配置圖.....	89
圖 43	2006 年奧萬大國家森林遊樂區生態池植栽配置圖.....	89
圖 44	2007 年奧萬大國家森林遊樂區生態池植栽配置圖.....	90
圖 45	2008 年奧萬大國家森林遊樂區生態池植栽配置圖.....	90
圖 46	奧萬大國家森林遊樂區地棲型物種相對密度年變化.....	92
圖 47	淡水域溼地環境四類不同形式之優勢藻類之交互作用示意圖.....	93

表目錄

表 1	2005 年 11 月至 2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區生態池之水質變化.....	17
表 2	2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池浮游藻類生物相關性指數變化.....	24
表 3	奧萬大國家森林遊樂區人工生態池之浮游性藻類細胞數含量.....	25
表 4	2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池A1 測站附著性藻類細胞數.....	31
表 5	2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池A2 測站附著性藻類細胞數.....	33
表 6	2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池A3 測站附著性藻類細胞數.....	35
表 7	2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池A4 測站附著性藻類細胞數.....	37
表 8	2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池各測站生物相關性指數.....	39
表 9	2008 年 2 月奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物種類及其覆蓋率.....	45
表 10	2008 年 4 月奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物種類及其覆蓋率.....	46
表 11	2008 年 6 月奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物種類及其覆蓋率.....	47
表 12	2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物種類及其覆蓋率.....	48
表 13	2008 年 2-8 月奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物種類及其平均覆蓋率 ..	49
表 14	2007-2008 奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物種類及其出現頻度變化	50
表 15	2008 年奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目成蟲種類及數量記錄.....	54
表 16	2008 年奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目多樣性指數與物種數月變化..	55
表 17	2008 年奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目稚蟲種類及數量記錄.....	55
表 18	奧萬大國家森林遊樂區生態水池常見之蜻蛉目成蟲之出現月份.....	56
表 19	2008 年 2 月至 8 月奧萬大國家森林遊樂區生態水池之蜻蛉目名錄.....	57
表 20	奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類物種名錄.....	65
表 21	奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類物種出現季節與主要繁殖季節記錄.....	66
表 22	奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類物種調查數量.....	68
表 23	奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類物種生物多樣性指數.....	69
表 24	奧萬大國家森林遊樂區自動照相機動物調查物種名錄.....	76
表 25	奧萬大國家森林遊樂區自動照相機動物調查非目標物種名錄.....	76
表 26	自動相機拍攝地棲動物出現樣區頻度與相對密度.....	80
表 27	奧萬大國家森林遊樂區人工生態池大事紀.....	84
表 28	溼地四種不同階段之生態特性.....	93

壹、計畫背景

台灣位處亞熱帶地區，由於地勢陡峭險峻造就了多變的環境，生物多樣性極高，尤其在中海拔山區通常具有高度的生物多樣性。奧萬大國家森林遊樂區海拔高度介於1,100~2,600公尺之間，東臨馬軍山，西臨萬大地區，南接萬大溪，北與馬海僕富士山為界；區內有腦寮溪、清水溪、瑪谷溪、萬大南北溪等大小溪流穿越。遊樂區內的生態池原為簡易的人工景觀水池，偏離生態概念的營造方式不但無法融入當地生態系統中，更使野生動物不易親近。由於溼地生態系為生態系中重要的動植物棲地環境，具有高生產力與高生物多樣性等特色，並且在生態規劃與環境教育上，常具有指標作用，因此近年來人工生態池常為各生態園區重要的生態規劃之一。為了改善原有的景觀水池的遊憩品質，並提供一個陸域水岸棲地環境，南投林區管理處將原有的景觀水池改建為人工生態池，希望藉由此人工生態池的創造，創造區域內重要的水域棲境提供一個具備生態功能與教育意義的生態環境，以發揮森林遊樂區維護原有生態系、促進區域生物多樣性、與提供優質生態旅遊的功能。工程範圍除了生態池(含人工溪流)之外，還包含鄰近3個無動力控制的小水池：一個林下池、一個楓葉池與一個香杉池(圖1)。香杉池與生態池只有一個步道之隔，林下池在通往小木屋的步道旁天然林坡面下，楓葉池與林下池相隔一個步道。

生態池營造完成後，評估是否提供預期的功能將成為接下來的首要工作。尤其是生態水池之監測計畫，需長期為之以收集完整的監測資料，監測收集的資料才有意義。為了解此一棲地重建之效益以及其對區域內原有物種的影響，管理處於2006年3月開始委託華梵大學執行新建生態水池之長期監測計畫，收集從人工溼地開始注水後的水文基礎資料，採樣監測水中藻類，結合藻類的群聚組成分析，建構溼地藻類演替機制，並在人工生態池濱水區內，架設紅外線自動照相機，調查物種種類、相對數量與空間分布，以評估生態池創造後的持續變化，以及生態池所創造的棲地環境效益。此外，為達到生態水池的生態環境教育之目的，並協助管理單位後續之監測與管理，自第二年(2007年3月至12月)起，除原定之監測項目之外，亦根據監測資料，提供解說教育訓練，以利將來管理單位之解說導覽，並製作監測之操作手冊，以建立簡易之監測機制。除解說教育訓練外，第三年持續監測生態水池之物種與演替，並總結三年監測結果，制定生態池維護管理手冊。

有鑑於此，本監測計畫案主要目的包括提供奧萬大國家森林遊樂區人工生態池建造後，(一) 水文基礎資料；(二) 藻類群聚組成變動與週遭環境之相關性；(三) 水生植物組成與覆蓋度之變化；(四) 水棲昆蟲之組成與季節變化；(五) 兩棲類動物組成與分布；(六) 周圍濱水區內地棲型動物相與分布；(七) 制定生態水池長期監測操作手冊，以作為生態水池對環境及其他溼地物種影響評估之參考，以及管理單位後續維護管理與解說教育之基礎。目前各地的人工濕地的建置尚在起步階段，許多機制尚未明瞭。此監測結果，除可以提供管理單位了解生態水池之物種現況與持續演替狀況，以作為後續經營之參考外，還可以提供其他人工濕地工程重要的生態資訊。



貳、前言

一、工作內容

環境汙染或環境改變，除了透過一般物理及化學的資料可以得知外，亦常以生物作為環境狀態的參考指標。溼地生態系是一具有高生物多樣性的環境，由於溼地位於水陸交界的緩衝地帶，生活其中的物種種類包含了藻類、水生植物、無脊椎動物、兩棲類、爬蟲類、鳥類及哺乳類等，都可被選擇做為溼地環境的指標生物。奧萬大森林遊樂區之生態池，為一新構築之人工溼地，而國內以生物指標對人工溼地環境監測之評估尚未完全建立。因此，本研究計劃延續第一年之水質、藻類、兩棲類與地棲型哺乳類相之持續調查與監測外，以及第二年之水生植物種類組成，覆蓋面積的季節性變化與水棲昆蟲群聚演替過程，期能建構此一中海拔山區之生態池之生態效益及水池環境中物種的演替機制，以作為往後生態工法施作時之生態效果評估及後續環境維護與管理之參考依據。

二、預定工作項目

1. 瞭解生態池水質的持續變化，以及水質對物種組成的影響。
2. 瞭解人工生態池中水生植物的種類、分布與生長狀況，並藉由季節性物種組成調查，分析水生植物的演替過程。對於池中生長快速較佔優勢之水生植物，提供維護與管理之參考。
3. 瞭解生態池中水生昆蟲的種類與季節性出現與族群數量上的變化情況。
4. 彙整不同時節出現於生態池中，較佔優勢之水生植物與水生昆蟲指標物種，提供做為園區生態景觀與教育展示之用。
5. 持續追蹤微細藻類的種類組成改變，以瞭解生態池建立後的變化差異。
6. 持續監測生態水池濱水帶之動物種類、相對數量與空間分布
7. 建立監測機制與製作監測操作手冊，在水池演替達穩定後，管理單位可以自行從事監測

三、執行期間

自民國 2008 年 3 月 1 日至民國 2008 年 12 月 31 日

參、 執行方法

本研究計畫主要監測範圍為奧萬大國家森林遊樂區人工生態水池施工區，生態水池之環境監測項目包括水質、藻類、水生植物、水生昆蟲、兩棲類與哺乳動物等。兩棲類調查除生態水池之外，亦含括鄰近生態水池之三個無動力水池區域，哺乳動物監測包含鄰近之天然林區域，以了解生態水池之哺乳動物相差異。以下分項詳述其材料與方法。

一、水質分析

本計畫對於水質檢測部分的樣品採樣及保存，依照行政院環保署中華民國 1997 年 11 月 22 日（86）環署檢字第六四二六三號公告之「水質檢測方法總則—保存篇」（NIEAW102.50A）進行。於上述浮游生物採樣時，保留 1 公升做為實驗室水質分析之用，運送過程以冰箱保存，以避免水質產生變化。水質測量方法如下：

- (1).水溫 $^{\circ}\text{C}$ ：依環保署 NIEA W217.51AT 水溫檢測方法，現場將 YSI3200 溫度計置於水面下測量並記錄各調查地點的水溫值。
- (2).酸鹼值 pH：以 YSI3200 sension1 pH meter 於水面下測量並記錄各採樣調查地點的酸鹼值。
- (3).濁度：依環保署 NIEA W219.51CT 水中濁度檢測方法—濁度計法，以 HACH2100P 濁度計測量並記錄各採樣調查地點的濁度值。
- (4).導電度 EC：依環保署 NIEA W203.51B 水中導電度檢測方法—導電度計法，以 YSI3200 導電度計測量並記錄各採樣調查地點的導電度值。
- (5).溶氧 DO：以電子溶氧計（YSI3200 DO meter）在水面下測量並記錄各採樣調查地點的溶氧值。
- (6).生化需氧量 BOD5：五天生化需氧量，參照環保署 NIEA W510.54B 水中生化需氧量檢測方法，將水樣置於 300ml 之 BOD 瓶中，置於 $20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 恆溫培養箱中放置五天，測定水中好氧性微生物在此期間氧化水中物質所消耗之溶氧（YSI3200 DO meter）。
- (7).化學需氧量 COD：化學需氧量參照環保署標準方法 NIEA W515.53A 水中化學需氧量檢測方法—重鉻酸鉀迴流法，以重鉻酸鉀進行迴流煮沸，再以硫酸亞鐵銨溶液滴定，由消耗之重鉻酸鉀量，即可求得水樣中之化學需氧量，以表示水樣中可被氧化有機物之含量。

- (8).懸浮固體 (SS)：參照環保署標準方法 NIEA W210.56A 水中懸浮固體檢測方法—水中懸浮固體檢測方法，將混合均勻之水樣於已知重量之玻璃纖維濾片過濾，移入 103~105°C 之烘箱續烘至恆重，所增加之重量即為懸浮固體重。
- (9).總磷 (TP)：參照環保署水中磷檢測方法 NIEA W427.51B 水中磷檢測方法—維生素丙比色法，水樣以硫酸、過硫酸鹽消化處理，使其中之磷皆以正磷酸鹽之形式存在後，正磷酸鹽與鉬酸銨、酒石酸銻鉀作用生成一雜多酸一磷鉬酸 (phosphomolybdic acid)，經維生素丙還原為藍色複合物鉬(molybdenum blue)，以分光光度計測其吸光度定量之。
- (10).氨氮(NH₃-N)：參照環保署標準方法 NIEA W416.50A 以納氏比色法水樣以鹼液及硼酸鹽緩衝溶液調整 pH 值至 9.5，加入去氯試劑後，經硼酸溶液吸收蒸出液，最後以納氏試劑呈色，以分光光度計測其吸收度定量之。
- (11).總有機氮：本計劃總有機氮利用分光光度計法進行。
- (12).正磷酸鹽：磷酸鹽的測定原理係以抗壞血酸磷鉬還原比色法，磷酸根在酸中與鉬酸結成黃色的磷鉬複合物(Dodecaphosphomolybdenum complex)，再以抗壞血酸還原成藍色的磷鉬複合物，並以銻為催化劑，最後的產物由分光光度計以 880 nm 為測定之波長。
- (13).葉綠素 a：水中葉綠素 a 的濃度含量，以攜帶式葉綠素測定儀，進行直接測量。並藉此水質資料，瞭解水中浮游藻類的生物量變化。
- (14).硝酸鹽：硝酸鹽測定採用鎘銅還原管柱-流動注入分析法(flow injection analysis，簡稱 FIA)，以鎘銅還原原理，先將硝酸鹽還原成亞硝酸鹽，再以流動式自動分析儀測定。
- (15).亞硝酸鹽：亞硝酸鹽測定採用 pink azo dye 法，操作時以流動式自動分析儀將樣水依序吸入流程板中，在流程板中樣水會依序與 SUL 及 NED 試劑以 25:1:1 混合，然後送入分光光度計之流動樣品槽，在 543nm 波長測定吸收值定量之。

二、浮游藻類與固著藻類採樣調查與分析

- (1). 浮游藻類的採集與保存：每月採樣一次。採樣時，分別於水池之採樣點（共四處，圖 2），取表層水樣 1 公升放入水桶內。由於生態池面積不大，可視為一均質之生態系統，但為避免水樣及浮游生物因採樣造成偏差，故以此法維持均樣。將上述所採之 4 公升水樣混合均勻後，取 1 公升放入廣口塑膠瓶中，其餘水樣另外取 1 公升裝瓶，攜回實驗室進行水質分析。將上述 1 公升之水樣加 3ml 路戈氏碘液(Lugol)固定液保存，並標記後置於暗處保存（此固定液之組成和配製方法如下：10 g 碘化鉀，5 g 碘溶於 70 ml 水中，全溶後加 5g 醋酸鈉，並定容至 100ml）。
- (2). 附著藻類的採集與保存(Biggs and Kilroy 2000, McNair and Chow-Fraser 2003)：持續在第一年設置壓克力附著板地點，每月進行附著藻類之採樣，採樣調查時以毛刷自壓克力板上刷下單位面積上之所有附著藻類，再將其匯集流入採集瓶中，同樣以路戈氏碘液保存液（或 10% 福馬林水溶液）固定（圖 3）。



圖 2 奧萬大國家森林遊樂區生態池附著板置放點（A1-A4）



圖3 以壓克力附著板記錄附著藻類的變化

- (3). 將攜回實驗室含有藻類之水樣，不論是浮游藻類或是附著藻類，均過濾於 $0.45\ \mu\text{m}$ 孔徑、材質為硝酸纖維之濾膜上，過濾時採用減壓過濾方式，壓力不得大於 $5\ \text{mm Hg}$ ，過濾後將濾片置於玻片上乾燥，待完全乾燥後滴加顯微鏡鏡油，使濾片透明化，蓋上蓋玻片後在顯微鏡下進行種類之觀察鑑定和計數藻細胞數目。經換算所量取之體積後，即可得單位體積之藻細胞數。

三、水生植物覆蓋面積與群聚組成變動之估算

水生植物是溼地環境中重要的組成，隨著水中環境的變化與植物的族群變動，往往影響溼地中其他物種的生存。為瞭解水生植物在生態池中的生長情況，本年度就水生植物之種類（包括漂浮在水面的藻類團塊）及其分布之區域範圍，每隔二月進行一次覆蓋率之調查。由於生態池中的水生植物植栽，並非屬於均勻分布，故於水池兩端每間隔2-3公尺設立一條穿越線，總共架設六條固定穿越線，六條穿越線的位置如圖4與圖5所示。

調查時以捲尺作為穿越線，固定兩端定點後，紀錄所經過之水生植物種類與其垂直相對於捲尺上之長度，再估算此長度佔穿越線總長度的百分比，推估成為該種水生植物於該條穿越線上的覆蓋率（圖6）。另外，就六條穿越線所得到的每種水生植物之覆蓋率，推估其在生態池中的平均覆蓋率及其出現頻度。



測線 1 (L1)



測線 2 (L2)



測線 3 (L3)



測線 4 (L4)



測線 5 (L5)



測線 6 (L6)

圖 4 水生植物覆蓋率測線位置

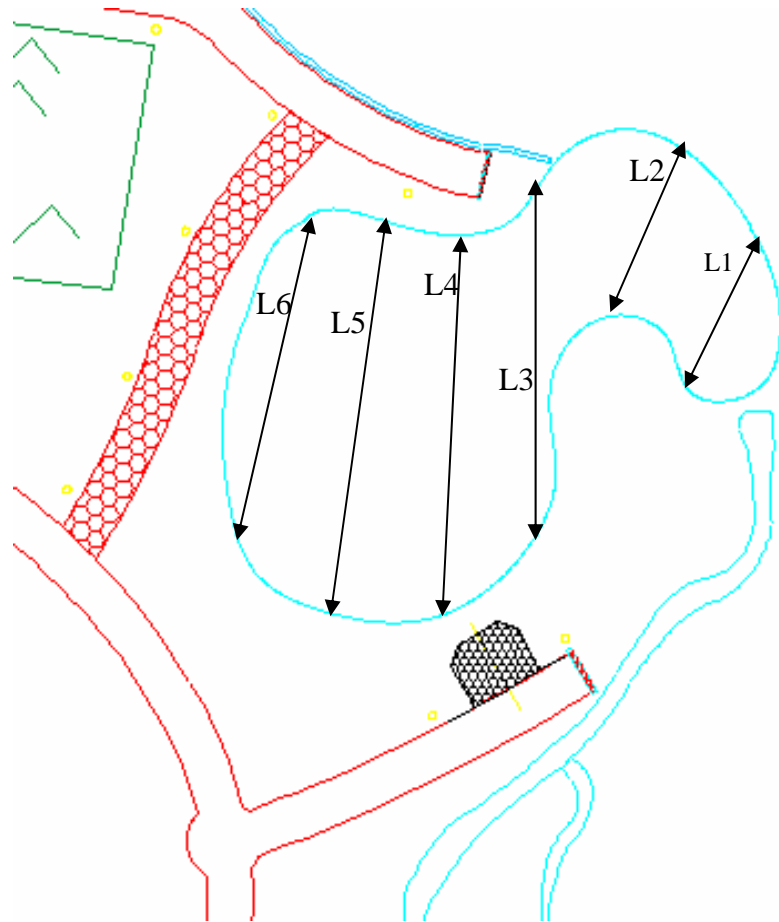


圖 5 奧萬大國家森林遊樂區生態池穿越線之設置點



圖 6 以穿越線估算水生植物之覆蓋率

四、水生昆蟲採樣與種類組成調查

水棲昆蟲為底棲大型無脊椎動物，不同的水棲昆蟲棲息於不同環境與不同水質，對於水域環境的敏感度高。水棲昆蟲依其食性之相異性，可區分為五種功能性攝食群（functional feeding group, FFG），分別為碎食者（shredder）、採食者（collector）、刮食者（scraper）、刺吸者（piercer）及捕食者（predator）。而碎食者又可分為濾食性採食者（filtering collector）及集食性採食者（gathering collector）。碎食者利用咀嚼或蛀食的方式取食水中植物組織與或植物組織分解後沉積之粗顆粒有機物（coarse particulate organic matter, CPOM）；濾食性採食者利用特化之濾食性口器過濾水中懸浮之細顆粒有機物（fine particulate organic matter, FPOM）並取食；集食性採食者則直接取食沉積之細顆粒有機物；刮食者利用口器刮食固著於石頭或植物體表面之藻類及有機質；刺吸者利用特化之刺吸式口器吸食生長之水生植物體內汁液；捕食者利用攻擊獵物的方式直接咀嚼或吞噬所捕食之水生動物，部分捕食者具有特化之刺吸式口器，則利用口器刺入動物體組織後再吸食其體液（楊平世，1992）。

常見且具代表性的水生昆蟲採集法，包括蘇伯氏法(Surber net)、踢擊法(kicking method)、挖取法(dredge method)、管心法(Core method)、人工底質法(artificial substratmethod)和漂流網法(drift net)等(Merritt and Cummins 1996, Sutherland 1996)。本計畫屬靜水域溼地環境，蘇伯氏法、踢擊法及漂流網法不適合於此使用，D型水生撈網可用於不同水域進行水棲昆蟲採樣，因此本計畫使用D型水生撈網(D-frame aquatic net)進行水棲昆蟲採集。主要採集分為靜水水域及流水水域，以D型水生撈網觸碰底質並平移50cm，隨機於不同地點進行3次取樣，將網內之水棲昆蟲置於白色水盤內將水棲昆蟲挑出，將無法辨識之標本保存於75%酒精，以方便鑑定。

由於水棲昆蟲種類繁多，在物種鑑定上仍有相當的困難。蜻蛉目(Odonata)為水棲昆蟲中較為大型的昆蟲，台灣地區共記錄有150種(汪良仲，2000；曹美華，2005)。其成蟲常於水體上或周邊地區飛翔或停棲，相對於其他水棲昆蟲較易觀察及鑑定，並可做為教育解說之目標，中國各朝代之詩畫中亦常出現蜻蜓之蹤跡，可見蜻蜓為較高感染力之水棲昆蟲，因此本計畫水棲昆蟲部分主要針對蜻蛉目進行調查。以目視遇測法進行蜻蛉目成蟲調查，一個月一次於生態水池環湖並定點記錄蜻蛉目之物種及隻次數。

五、兩棲類組成與分佈調查

針對水池周圍可能出現的兩棲類物種，進行夜間調查並輔以聲音收集，以瞭解水域周圍的兩棲類動物組成與分佈現況。夜間調查以人工生態池周圍濱水區域為主要調查區域，每月一次，依固定調查路線在夜間 7-10 點間進行沿線調查。除夜間沿線調查之外，每月一次，於固定點，利用指向型集音器面對水池錄音，收集蛙類鳴叫聲，以協助確認兩棲物種名錄。

六、哺乳動物組成與分佈調查

計畫執行期間，以人工生態池周圍濱水區域為主要調查區域，於調查區域內天然林或次生林內，以水池為中心放射狀設置兩條穿越線，在穿越線上尋找主要獸徑，並於獸徑交會處設置樣區裝置紅外線自動照相機(圖 7)。自動相機架設在樹幹離地 1.5~2.0 公尺處，在恆溫動物經過時，因紅外線感測溫度之變化，啟動相機拍照紀錄。每 3~4 個星期，調查人員定期至樣區收集底片、維護照相系統、並更換相機電池。利用拍攝之照片辨識經過物種，收集物種名錄，物種名錄以所有照片紀錄過之物種為準；並分別計算各物種之相對密度指數(Occurrence index, $OI = \text{每 } 1,000 \text{ 個相機工作小時所獲得有效照片數}$)，由於照相機之調查方式以拍攝恆溫動物在獸徑活動為主，物種之相對密度之計算，僅限於中小型地棲哺乳動物。最後利用各物種之照片拍攝時間與各時間內之各物種之拍攝照片數，製作日時間序列之物種活動模式圖。赤腹松鼠與台灣獼猴雖有一半時間為樹棲，但經研究顯示 OI 值仍可適切做為物種相對密度之指標(裴家騏，1998)，然因台灣獼猴為群聚型物種，故其 OI 值之計算以群為單位，不以個體為單位。大型雉科鳥類由於其地棲活動特性，因此可以使用 OI 值作為相對密度之指標。

分析在人工生態水池濱水區內不同距離的相機樣區所拍攝的物種種類與相對密度，評估物種對人工生態水池的趨避程度。將物種在本區的活動模式與歷史資料比較，分析各物種在本區的活動特性以及了解是否有異常狀況。

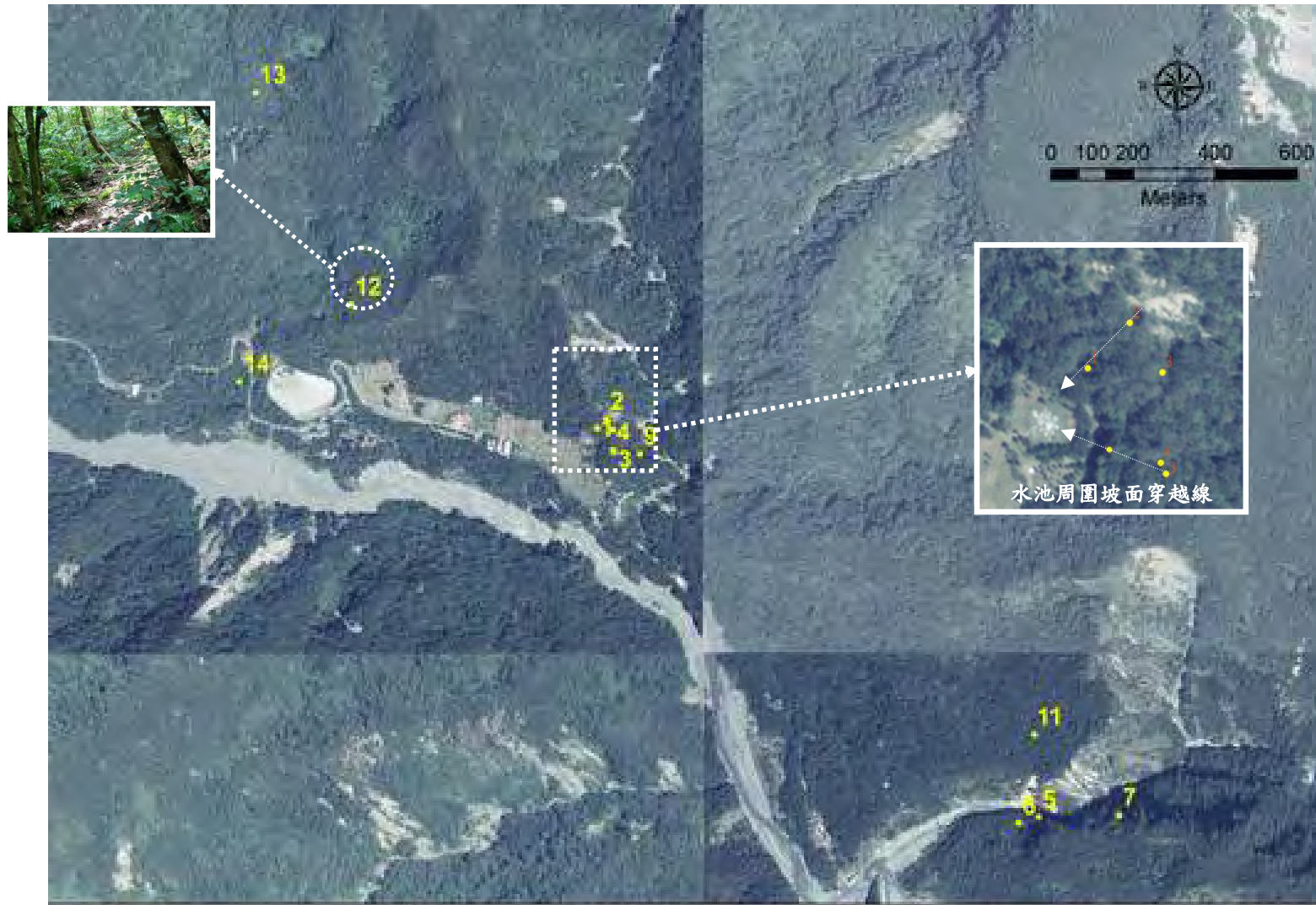


圖 7 奧萬大國家森林遊樂區生態池自動照相機架設樣區位置

七、群聚組成分析與統計方法

因野外調查各物種的基本資料經過各種生態指標分析後，更容易看瞭解樣區的生態狀況的變化，因此，以生物群聚的歧異度(Species diversity)的變化來了解藻類群聚組成的變動，但水生植物及水生昆蟲等群聚組成的時間與空間變動，由於無法獲得實際的族群數量，故僅以覆蓋率、出現頻度（以上為水生植物）及粗估之個體數（水生昆蟲）表示。生物種類組成的結構關係，亦可用來表示自然集合群聚的變化情形。

本研究使用下列之指數，分別為 Shannon 多樣性指數(Shannon index of diversity, H')、均勻度指數(Evenness index, J')及種數的豐富指數(Species richness index, SR)來進行分析 (Pielou 1977、1984, Ludwig and Reynolds 1988)。各項指數的分析方式如下：

(1). Shannon 多樣性指數(Shannon index (H'))：

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

S：各群聚中所記錄到之動物種數

P_i ：各群聚中第 i 種物種所佔的數量百分比

本指數可綜合反映一群聚內生物種類之豐富度(Species richness)及個體數在種間分配是否均勻。若 H' 值愈大，則表示群聚間種數愈多或種間分配較均勻。

(2). 物種豐富度指數，即 Margalef 指標(Margalef's diversity index (SR))：

$$SR = (S - 1) / \log_{10} N$$

S：為第 i 種生物之個體數；N：所有種類之個體數

SR 愈大則表示該群落內生物愈豐富。

(3). Pielou 均勻度指數(Pielou's evenness index (J'))：

$$J' = H' / H'_{\max}$$

$$H'_{\max} = \log_{10} S$$

$$\therefore J' = H' / \log_{10} S$$

S=所出現的物種； H' =歧異多樣性指數

J' 值愈大，則個體數在物族群聚組成的分配愈均勻，亦表示較無優勢種的出現。

肆、結果與討論

一、水質分析

2008年1至5月奧萬大國家森林遊樂區之生態池水質採樣結果與實驗室水質分析數據如表1所列。各項水質分析敘述如下：

A. 現場水質實測資料

- (1). 水溫：人工生態池的水溫變化隨著季節變化而改變，最高溫為8月之 20.1°C ，最低溫則是2月之 11.4°C 。相較於去年同期的水溫並無明顯差異，其中2月的低溫應與寒流造成的氣溫偏低有關（圖8）。
- (2). 溶氧量：本年度1-8月，生態池水中的溶氧量變化介於 $4.9-8.9\text{ mg/L}$ 之間，溶氧量的調查結果雖與去年同期相近，但逐月變化劇烈，顯示生態池的水質狀況，除可能因為福壽螺的再度造成攝食干擾，導致底部沈積物的分解消耗需大量氧氣，導致溶氧降低，另外也可能因為受到水生植物覆蓋率的減少，提供浮游藻類生長的機會，導致在6月及8月於水體中測得較高的溶氧（圖8）。
- (3). pH值：生態池的pH值介於 $7.45-9.0$ 之間，屬於弱鹼性水質。其中以2月的pH值最高，與去年同期亦無明顯差異。
- (4). 導電度：各次採樣之導電度介於 $166.5-241.0\text{ }\mu\text{S/cm}$ 之間，最高月份為1月，最低月份則為2月。與去年同期亦無明顯差異，但隨著有機物質的分解與溶氧的變化，導電度從2月 $166.5\text{ }\mu\text{S/cm}$ 後開始上升，但並無明顯劇烈的變動，不過仍顯示水體在夏季有較多的電解質離子產生（圖8）。
- (5). 濁度：濁度代表光線可穿透水的深度，濁度值愈高，懸浮固體值亦相對升高，光線穿透時會受到阻礙。本年度1-8月生態池的濁度介於 $1.2-2.9\text{ NTU}$ 之間，較去年同期略微上升，顯示水中的懸浮顆粒有增加的情況，除有機碎屑外，浮游藻類的增加也是導致濁度上升的原因之一（圖9）。
- (6). 葉綠素a：由葉綠素測定儀所測量的葉綠素a濃度值，介於 $0.4\sim 3.5\text{ }\mu\text{g/ml}$ 之間，除4、6及7月水中葉綠素的濃度較高外，其餘月份的葉綠素濃度較低。

B. 實驗室水質分析資料

對野外攜回實驗室的水樣進行水質分析，包括氨氮、生化需氧量、化學需氧量、總磷、有機氮、磷酸鹽及懸浮固體等項目。分析結果顯示，生態池之水質在上述項目均達環保署所公告之乙類水體水質標準，相較於去年的水質為甲類水體水質，顯示池中有機物質的濃度有上升的趨勢，然池水並未受到外來污染物質注入，此一有機物質濃度的上升，應與池中自 3 月開始大量出現的福壽螺有關。

其中氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$) 值介於 0.04 至 0.1 mg/L 之間，與去年相比有明顯上升的情況，顯示水體中的氨氮來源已受到一定程度的影響 (表 1)。有機氮濃度則在 0.21-0.79 mg/L 之間，亦有逐漸上升的趨勢，顯示水體中有機氮來源明顯增加 (圖 10)。生化需氧量 (BOD) 的測量值雖大都在 1.8 mg/L 以下，但較去年同期有偏高的趨勢，化學需氧量 (COD) 則是介於 1.8-5.8 mg/L 之間，顯示生態池水體中的可分解之有機物，經由一段時間的累積後，需要開始消耗水體中的溶氧，而此化學需氧量濃度值的上升 (表 1)。總磷 (TP) 濃度的範圍介於 0.036-0.097 mg/L 之間，磷酸鹽濃度則在 27-46 $\mu\text{g/L}$ 之間，相較於去年同期總磷與磷酸鹽的濃度，總磷雖有增加，但磷酸鹽維持一較穩定的濃度變化，顯示水體中磷的來源可能與水生植物死亡後釋放出含磷物質有關 (圖 10)。懸浮固體濃度與濁度變化相似，都有較水池略微上升的情況，懸浮固體濃度值範圍介於 4.1-7.9 mg/L 之間，且夏季較冬季高 (圖 9)。

C. 硝酸鹽 (NO_3^-) 與亞硝酸鹽 (NO_2^-)

為瞭解水中無機氮化合物的濃度，分別就 7 月與 8 月的水樣，進行硝酸鹽與亞硝酸鹽的檢測。其中硝酸鹽濃度分別為 0.071mg/L 及 0.054mg/L，亞硝酸鹽則因濃度太低，小於 0.002mg/L，而無法檢測出濃度。依據硝酸鹽、亞硝酸鹽及氨氮的濃度累計與單位轉換，得到 7 月與 8 月水體中無機氮 (DIN) 的濃度為 0.59 mg/L 與 0.55 mg/L。

表 1 2005 年 11 月至 2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區生態池之水質變化

調查日期	水溫 (°C)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	電導度 (μ S/cm)	濁度 (NTU)	氨氮 (mg/L)	生化需氧 量(mg/L)	化學需氧 量(mg/L)	總磷 (mg/L)	有機氮 (mg/L)	磷酸鹽 (μ g/L)	懸浮固體 (mg/L)	葉綠素 a (μ g/mL)
2005/11/22	15.3	6.6	8.1	176	4.8	1.03	<0.8	2.1	0.052	0.15	24	7.9	
11/23	14.7	6.6	7.9	170	2.7	—	—	—	—	—	—	—	
11/24	14.3	6.4	8.0	167	4.3	0.03	<1.1	2.8	0.034	0.41	40	3.6	
11/25	16.4	6.0	8.1	178	3.8	—	—	—	—	—	—	—	
11/26	14.2	5.6	7.9	171	3.6	—	—	—	—	—	—	—	
11/27	14.0	5.6	7.3	170	5.3	—	—	—	—	—	—	—	
11/28	14.8	5.6	8.1	177	5.9	—	—	—	—	—	—	—	
11/29	15.5	5.4	8.1	181	5.6	—	—	—	—	—	—	—	
11/30	14.4	6.7	8.1	193	5.2	0.09	<0.6	2.9	0.028	0.18	28	8.1	
12/1	14.7	6.7	8.2	195	4.6	—	—	—	—	—	—	—	
12/2	13.5	7.4	7.8	197	3.4	—	—	—	—	—	—	—	
12/3	14.2	7.8	8.3	200	3.2	0.07	<0.8	2.7	0.024	0.38	36	5.2	
12/4	15.0	7.5	8.0	202	2.8	—	—	—	—	—	—	—	
12/5	14.5	7.2	8.3	201	3.4	—	—	—	—	—	—	—	
12/6	13.0	7.1	7.0	189	3.2	0.04	<1.5	2.5	0.026	0.32	34	4.6	
12/7	12.8	8.3	7.9	191	3.3	—	—	—	—	—	—	—	
12/8	12.3	8.8	7.9	188	3.0	—	—	—	—	—	—	—	
12/9	13.1	9.4	8.3	194	2.6	0.28	2.4	6.3	0.078	0.21	31	7.3	
12/10	13.5	8.4	8.3	195	3.0	—	—	—	—	—	—	—	

表 1 2005 年 11 月至 2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區生態池之水質變化 (續)

調查日期	水溫 (°C)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	電導度 (μ S/cm)	濁度 (NTU)	氨氮 (mg/L)	生化需氧 量(mg/L)	化學需氧 量(mg/L)	總磷 (mg/L)	有機氮 (mg/L)	磷酸鹽 (μ g/L)	懸浮固體 (mg/L)	葉綠素 a (μ g/mL)
12/12	14.8	8.2	8.3	203	2.1	0.08	<0.7	4.2	0.036	0.26	43	6.3	
12/13	13.7	8.5	8.3	196	1.9	—	—	—	—	—	—	—	
12/20	10.6	9.5	8.3	183	1.4	0.07	<0.8	4.5	0.058	0.31	37	2.1	
12/27	11.6	10.1	8.5	193	2.1	ND	<1.8	4.3	0.028	0.46	64	2.4	
2006/2/9	15.5	10.0	9.0	212	1.0	0.06	<0.6	2.1	0.022	0.17	24	2.4	
3/10	15.4	7.8	8.9	221	0.5	0.07	<0.3	2.5	0.038	0.25	20	2.6	
4/14	16.8	7.4	7.7	213	0.8	ND	<0.3	1.8	0.043	0.17	22	2.2	
7/4	21.0	7.6	8.4	112	1.3	ND	<0.5	1.5	0.036	0.19	20	4.8	
8/26	19.5	4.4	8.2	187	1.8	0.04	<0.4	1.8	0.030	0.21	22	4.5	
11/13	14.2	7.4	7.3	178	2.5	0.05	<0.7	3.2	0.049	0.29	38	8.8	
2007/4/21	16.3	6.5	7.8	219	2.0	0.06	<0.4	1.6	0.042	0.12	28	6.8	2.60
5/28	19.3	6.2	8.0	208	1.3	0.06	<1.6	4.1	0.051	0.19	32	4.2	0.90
6/30	20.4	10.0	8.9	204	2.7	ND	<1.9	4.8	0.046	0.14	32	5.1	1.83
7/31	20.1	6.4	8.0	221	2.0	ND	<1.4	3.7	0.039	0.12	30	4.2	0.37
8/31	18.6	5.5	8.0	221.0	1.6	0.07	<1.8	4.8	0.093	0.62	31	4.4	0.6
9/30	24.9	4.6	7.9	235.5	1.5	0.04	<1.6	5.6	0.081	0.46	64	6.7	0.6
10/19	17.2	4.2	7.8	189.5	4.4	0.05	<1.8	6.2	0.078	0.56	82	11.8	0.9
11/13	15.6	3.7	7.62	187.5	2.0	0.05	<0.8	2.9	0.081	0.72	37	6.9	0.7

表 1 2005 年 11 月至 2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區生態池之水質變化 (續)

調查日期	水溫 (°C)	溶氧量 (mg/L)	pH 值	電導度 (μ S/cm)	濁度 (NTU)	氨氮 (mg/L)	生化需氧 量(mg/L)	化學需氧 量(mg/L)	總磷 (mg/L)	有機氮 (mg/L)	磷酸鹽 (μ g/L)	懸浮固體 (mg/L)	葉綠素 a (μ g/mL)
2008/1/25	14.1	7.5	7.65	241.0	1.3	0.05	<0.9	4.6	0.036	0.27	31	4.1	0.7
2/29	11.4	7.1	9.00	166.5	1.2	0.04	<0.5	1.8	0.042	0.36	32	4.7	0.4
3/27	16.8	4.9	8.08	193.5	1.8	0.05	<1.1	3.6	0.032	0.31	27	4.4	0.7
4/24	16.6	6.5	7.84	216.5	2.0	0.09	<1.8	4.1	0.097	0.66	41	6.9	2.4
5/28	19.3	6.2	8.00	207.5	1.3	0.10	<1.5	5.2	0.089	0.79	46	4.9	0.9
6/23	17.8	8.9	7.48	208.5	2.3	0.10	2.2	5.8	0.036	0.21	37	7.9	3.5
7/25	19.0	6.2	7.45	219.0	2.9	0.09	<1.8	3.9	0.082	0.72	41	4.6	2.3
8/29	20.1	7.0	8.10	214.0	2.6	0.06	<1.6	4.9	0.091	0.68	33	4.6	0.6

註：無法檢出以 ND 表示，低於方法偵測極限以"<"表示

生化需氧量(BOD5)：ND<2.0 (MDL=2.0)

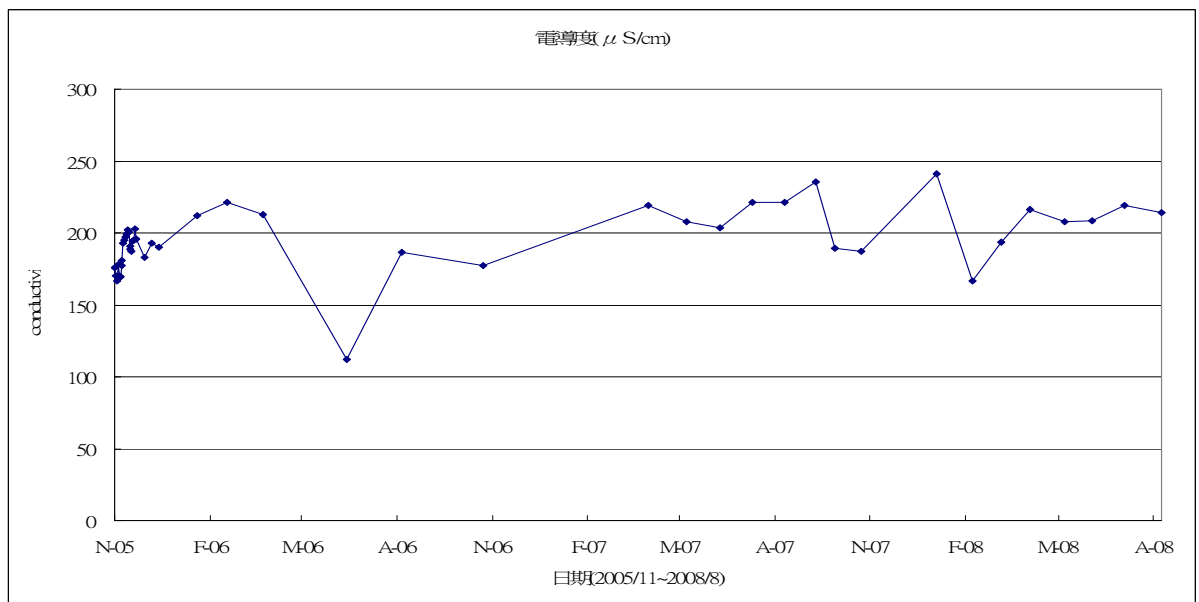
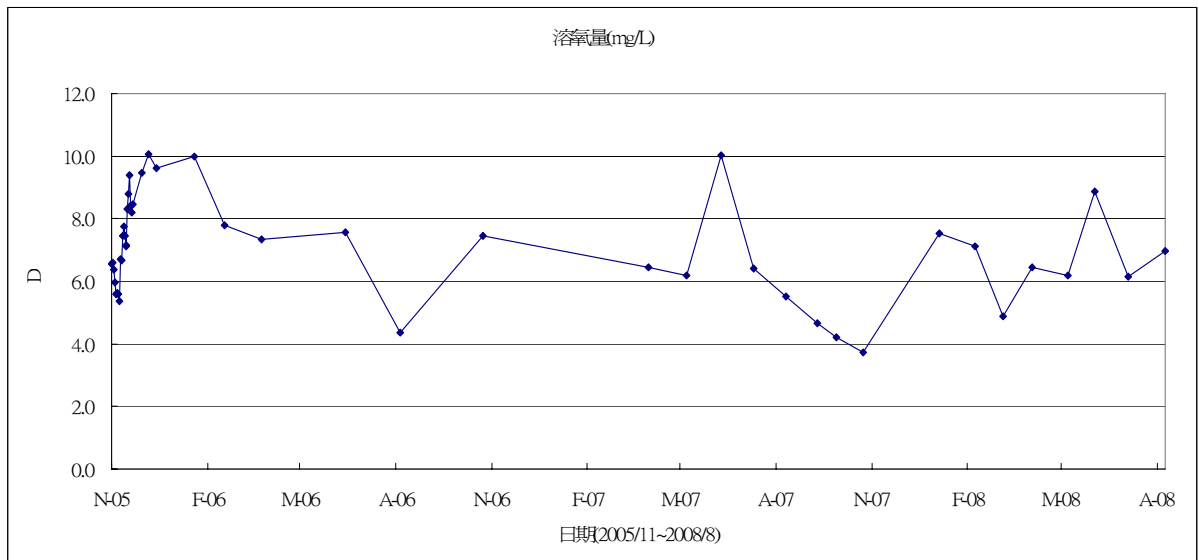
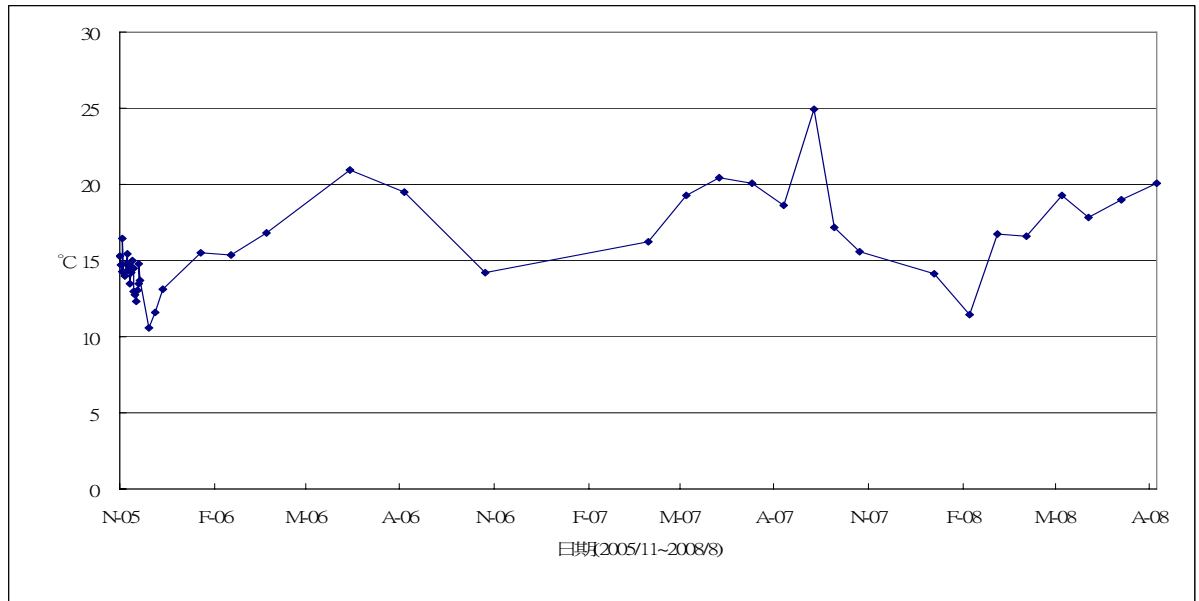


圖 8 2005 年 11 月至 2008 年 8 月生態池水質之水溫(上)、溶氧(中)與導電度(下)之變化

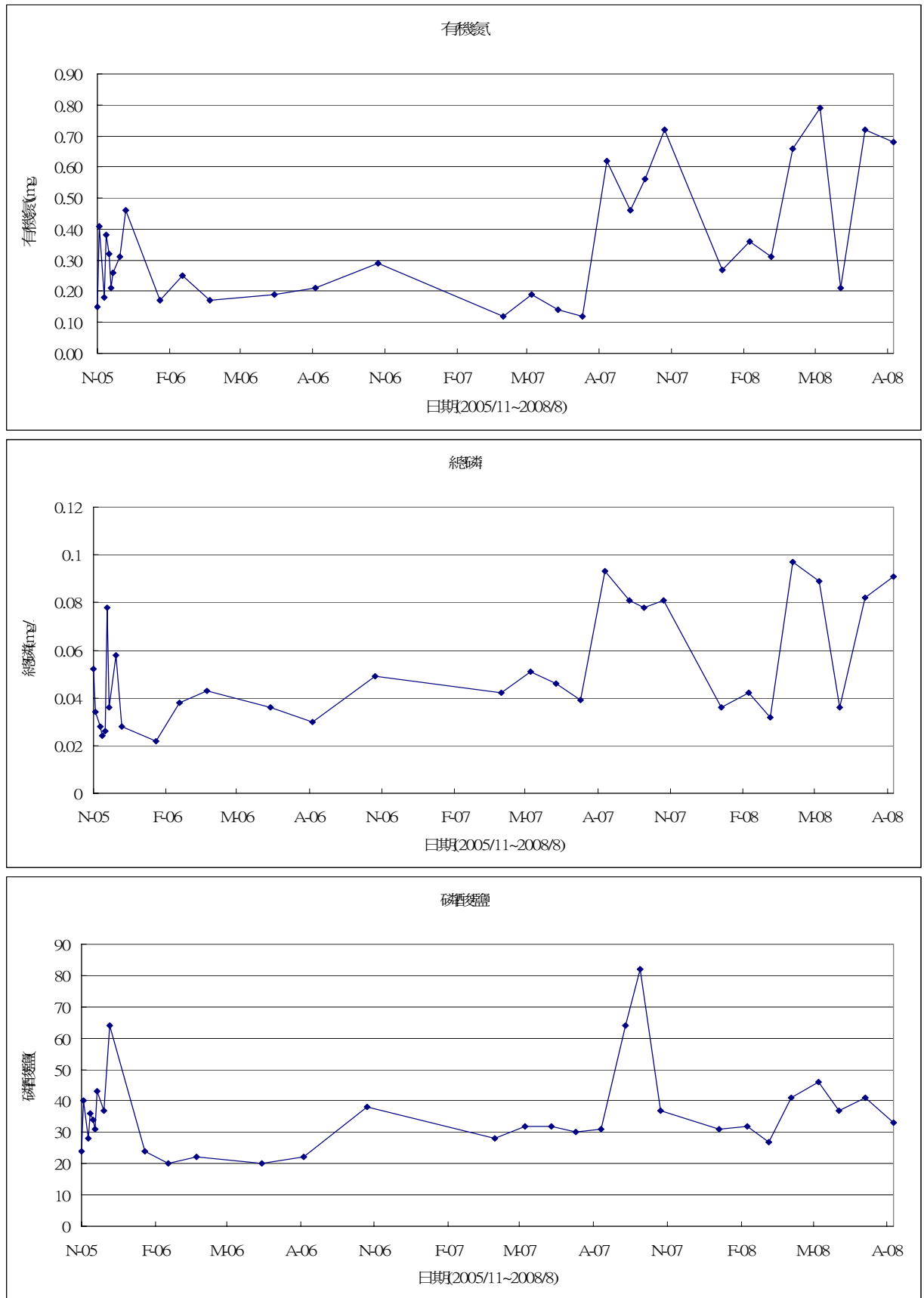


圖 10 2005 年 11 月至 2008 年 8 月生態池水質之有機氮(上)總磷(中)與磷酸鹽(下)變化

二、浮游藻類與固著藻類

1. 浮游藻類

生態池的浮游藻類相調查自 2008 年 1 月至 2008 年 8 月共採樣了 8 次，每次調查的藻類相與細胞數如表 2 所列。鑑定結果記錄了 72 種浮游藻類，其中矽藻 64 種、綠藻 6 種、裸藻 1 種及藍綠菌 1 種（表 3）。除 8 月份以外，各月的浮游藻類種類以矽藻為主，每公升水樣中的浮游藻類細胞數，亦以矽藻佔大多數，而每公升水樣中所含的浮游藻類細胞數介於 4,224 至 503,814 個，8 月份則因受到囊裸藻（*Trachelomonas* sp.，圖 11）大量出現的影響，細胞數暴增至 7,534,824 cells/L。本年度 1-7 月採樣的結果顯示，7 月的浮藻細胞數已達 503,814 cells/L，主要的優勢藻種為平裂藻（*Merismopedia* sp.，202,752 cells/L）、曲殼藻（*Achnanthes* sp.，115,632 cells/L）、空球藻（*Eudorina* sp.，50,688 cells/L）及浮球藻（*Planktosphaeria gelatinosa*，33,792 cells/L），這與以往生態池的藻種組成有明顯差異。相較於 7 月與 8 月的浮游藻類組成，1-6 月的浮游藻類種類均以矽藻為主，細胞數較上年度同期略有增加增加，主要是受到優勢藻種-扁圓卵形藻（*Cocconeis placentula*）細胞數量增加的影響，尤其是在 2007 年 9 月生態池進行清池曝曬之後，本種藻類細胞數量明顯上升。至於 7、8 月浮游藻類的藻種組成的劇烈變動，原因仍不清楚，有待進一步的瞭解。

各項藻類群聚組成分析的相關性指數如表 2 所列，分析結果顯示受到裸囊藻的影響，2008 年 8 月各生物相關性指數均有不同於之前的結果。若移除 8 月份的資料，生物相關性指數與去年並無太大變化。每年 4-5 月是藻類主要的生長季節，不僅種類歧異度高，物種豐富度也高於其他月份（圖 12-14）。

表 2 2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池浮游藻類生物相關性指數變化

指數\日期	1/25	2/29	3/27	4/24	5/29	6/25	7/25	8/29
種類數	21	14	19	30	39	19	27	23
細胞數(cells/ml)	23,496	56,232	43,956	47,784	217,536	4,224	503,184	7,534,824
豐富度指數(D)	1.99	1.19	1.68	2.69	3.09	2.16	1.98	1.39
均勻度指數(J')	0.55	0.43	0.44	0.71	0.68	0.80	0.58	0.02
歧異度指數(H')	1.69	1.14	1.30	2.42	2.50	2.35	1.90	0.07
優勢度指數(C)	0.37	0.56	0.51	0.19	0.15	0.14	0.24	0.98

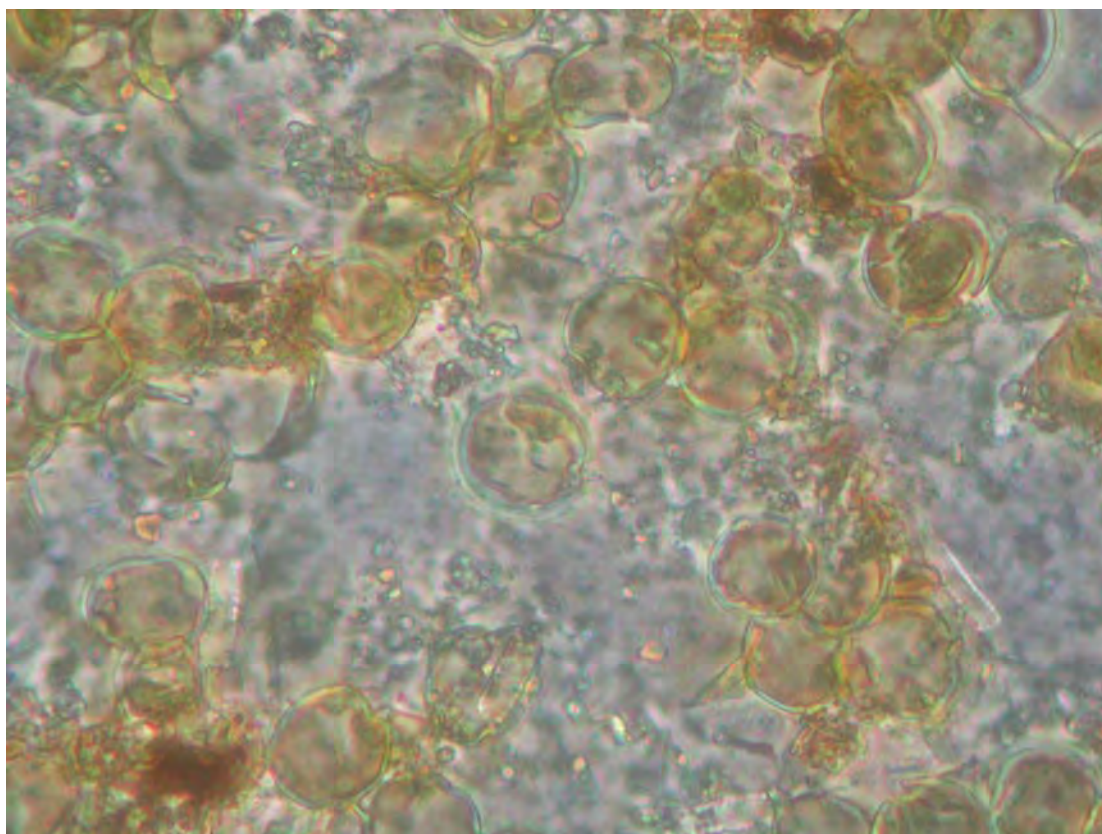


圖 11 2008 年 8 月生態池中突然大量增加的囊裸藻 (*Trachelomonas* sp.)

表 3 2007 年 8 月至 2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區人工生態池之浮游性藻類細胞數含量

Taxa \ Date		8/31	9/30	10/19	11/13	12/25	01/25	02/29	03/27	04/24	5/29	6/25	7/25	8/29
Bacillariophytes 矽藻														
<i>Achnanthes exigua</i>	短小曲殼藻	0	0	0	264	0	132	0	0	264	792	0	528	0
<i>Achnanthes hustedtii</i>	平滑曲殼藻	0	0	0	264	0	0	0	0	0	528	0	0	0
<i>Achnanthes lanceolata</i>	細身曲殼藻	264	0	528	0	792	264	0	0	0	2376	0	0	0
<i>Achnanthes linearis</i>	線形曲殼藻	1188	132	264	0	528	792	264	660	2904	21120	220	12408	0
<i>Achnanthes orientalis</i>	東方曲殼藻	0	0	0	0	4488	264	0	0	0	4488	0	0	0
<i>Achnanthes</i> sp.	曲殼藻	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34848	836	115632	66264
<i>Amphora laevis</i>	平滑雙眉藻	0	0	0	0	0	132	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphora normani</i>	雙眉藻	132	0	528	264	2640	132	0	264	264	528	0	264	0
<i>Amphora ovalis</i>	卵形雙眉藻	0	0	0	0	1848	0	0	0	0	264	0	0	0
<i>Aulacoseira granulata</i>	顆粒直鏈藻	0	0	0	12144	1584	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacillaria paradoxa</i>	奇異棍形藻	264	132	1320	1056	12144	2640	2112	396	528	1056	0	0	132
<i>Caloneis bacillum</i>	美壁藻	0	0	0	0	0	0	0	0	528	0	0	0	0
<i>Caloneis silicula</i>	美壁藻	0	0	0	264	0	0	0	0	0	264	0	792	0
<i>Cocconeis placentula</i>	扁圓卵形藻	5148	1254	17688	13728	91080	13728	41712	30888	19272	70488	1056	23760	1716
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	梅尼小環藻	0	1980	28776	3696	1320	264	528	0	528	1056	44	4224	792
<i>Cymbella affinis</i>	邊緣橋彎藻	0	0	264	0	4752	0	1320	1320	2112	3960	0	0	0
<i>Cymbella lacustris</i>	橋彎藻	0	0	0	0	264	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cymbella laevis</i>	平滑橋彎藻	924	66	264	0	21648	264	792	132	792	2112	0	0	1056
<i>Cymbella minuta</i>	橋彎藻	0	0	0	0	7128	0	0	0	264	1056	0	0	0
<i>Cymbella silesiaca</i>	橋彎藻	0	0	0	0	0	0	0	0	528	0	0	0	0
<i>Cymbella tumida</i>	膨脹橋彎藻	0	0	0	264	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表3 2007年8月至2008年8月奧萬大國家森林遊樂區人工生態池之浮游性藻類細胞數含量(續)

Taxa\Date		8/31	9/30	10/19	11/13	12/25	01/25	02/29	03/27	04/24	5/29	6/25	7/25	8/29
<i>Cymbella turgida</i>	膨大橋彎藻	0	0	0	0	1056	264	1056	528	264	1848	0	528	0
<i>Denticula</i> sp.	細齒藻	0	0	0	0	0	0	264	0	0	0	0	0	0
<i>Diatoma vulgare</i>	等片藻	132	0	0	0	792	0	0	0	0	3168	0	0	0
<i>Fragilaria</i> sp.	脆桿藻	10956	2046	0	0	0	0	0	0	0	4224	176	11880	0
<i>Frustularia vulgaris</i>	普通肋縫藻	0	0	0	0	264	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema constrictum</i>	縊縮異極藻	0	0	264	0	0	0	0	0	0	1848	0	1056	132
<i>Gomphonema clevei</i>	克氏異極藻	0	0	0	0	0	0	0	528	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema gracile</i>	纖細異極藻	660	132	1320	264	8976	132	1848	2376	1584	528	264	0	264
<i>Gomphonema helveticum</i>	直條異極藻	528	66	0	0	0	0	0	0	528	264	0	0	0
<i>Gomphonema olivaceum</i>	橄欖形異極藻	528	198	264	0	1320	396	0	528	0	2904	0	0	264
<i>Gomphonema parvulum</i>	微小異極藻	264	132	0	0	0	0	264	0	0	3168	0	0	132
<i>Gomphonema sphaerophorum</i>	球異極藻	0	0	0	0	264	0	0	132	528	792	44	264	0
<i>Gomphonema</i> sp.	異極藻	0	0	9240	2112	5808	0	0	0	2640	528	44	4752	1188
<i>Gyrosigma kutzingii</i>	細布紋藻	0	0	0	528	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melosira varians</i>	變異直鏈藻	3564	462	44352	2112	6600	264	0	0	792	2112	0	0	924
<i>Navicula cryptocephala</i>	隱頭舟形藻	1188	1320	12672	2112	1584	2112	3960	2640	4488	12408	264	7656	2508
<i>Navicula cuspidata</i> var. <i>ambigua</i>	尖頭舟形藻(變種)	132	66	1320	264	1320	0	264	0	1320	1320	0	0	0
<i>Navicula lacertosa</i>	強壯舟形藻	0	0	0	0	528	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula lanceolata</i>	披針舟形藻	132	0	1320	264	0	0	0	0	0	0	0	264	0
<i>Navicula mutica</i>	截端舟形藻	1320	264	264	528	264	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula placentula</i>	扁圓舟形藻	660	66	1848	264	2640	264	1320	2508	3168	10824	572	20592	1980
<i>Navicula pupula</i>	瞳孔舟形藻	528	198	0	264	0	0	0	132	0	1056	44	2640	396

表3 2007年8月至2008年8月奧萬大國家森林遊樂區人工生態池之浮游性藻類細胞數含量(續)

Taxa \ Date		8/31	9/30	10/19	11/13	12/25	01/25	02/29	03/27	04/24	5/29	6/25	7/25	8/29
<i>Navicula radiososa</i> var. <i>parva</i>	放射舟形藻	0	0	0	0	0	0	0	0	528	264	44	528	264
<i>Navicula rhynchocephala</i>	喙頭舟形藻	264	0	1584	264	2904	660	0	0	1056	1848	88	792	396
<i>Navicula salinarum</i> var. <i>intermedia</i>	舟形藻	2508	726	0	264	0	0	0	264	264	0	0	0	0
<i>Navicula viridula</i>	微緣舟形藻	0	66	1320	0	1848	132	0	264	264	0	0	0	264
<i>Navicula</i> sp.	舟形藻	0	0	0	0	42768	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia fonticola</i>	泉生菱形藻	132	132	1584	792	2376	396	0	132	264	5016	220	2376	396
<i>Nitzschia frustulum</i>	碎片菱形藻	132	0	264	264	0	0	0	0	0	2112	44	1056	132
<i>Nitzschia linearis</i>	線形菱形藻	132	66	0	0	0	0	0	0	0	528	0	0	0
<i>Nitzschia palea</i>	穀皮菱形藻	132	924	0	1848	6072	0	0	0	0	14520	88	1584	0
<i>Nitzschia paleacea</i>	鏟狀菱形藻	132	132	0	0	0	0	0	0	0	264	0	0	0
<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>tabellaria</i>	菱形藻	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0
<i>Pinnularia interrupta</i>	間斷羽紋藻	924	66	1320	0	528	0	0	0	264	0	44	264	0
<i>Pinnularia major</i>	大羽紋藻	132	66	264	264	0	0	528	132	0	0	0	0	0
<i>Pinnularia microstauron</i>	細條羽紋藻	132	66	1584	528	0	0	0	132	264	0	0	0	0
<i>Pinnularia viridula</i>	微緣羽紋藻	0	0	0	0	0	0	0	0	0	264	0	0	0
<i>Rhopalodia gibba</i>	棒桿藻	132	0	0	264	264	132	0	0	264	792	88	1056	0
<i>Rhopalodia gibberula</i>	棒桿藻	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stauroneis anceps</i>	雙頭輻節藻	0	0	0	0	0	0	0	0	264	0	0	0	0
<i>Surirella elegans</i>	長雙菱藻	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132
<i>Surirella robusta</i>	粗壯雙菱藻	132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Synedra ulna</i>	肘狀針桿藻	0	0	0	264	0	132	0	0	0	0	0	0	132

表 3 2007 年 8 月至 2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區人工生態池之浮游性藻類細胞數含量(續)

Taxa \ Date		8/31	9/30	10/19	11/13	12/25	01/25	02/29	03/27	04/24	5/29	6/25	7/25	8/29
Chlorophytes 綠藻														
<i>Closterium</i> sp.	新月藻	132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dictyosphaericum</i> sp.	膠網藻	0	2112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eudorina</i> sp.	空球藻	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50688	0
<i>Gloeocystis</i> sp.	膠囊藻	0	66	4224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	浮球藻	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33792	0
<i>Scenedesmus armatus</i>	被甲柵藻	0	0	0	0	0	0	0	0	1056	0	0	1056	0
Euglenophytes 裸藻														
<i>Trachelomonas</i> sp.	囊裸藻	0	132	1056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7451136
Cyanobacteria 藍綠菌														
<i>Merismopedia</i> sp.	平裂藻	0	0	4224	0	0	0	0	0	0	0	0	202752	4224
Total (cells/l)		33528	13134	139920	45408	238392	23496	56232	43956	47784	217536	4224	503184	7534824

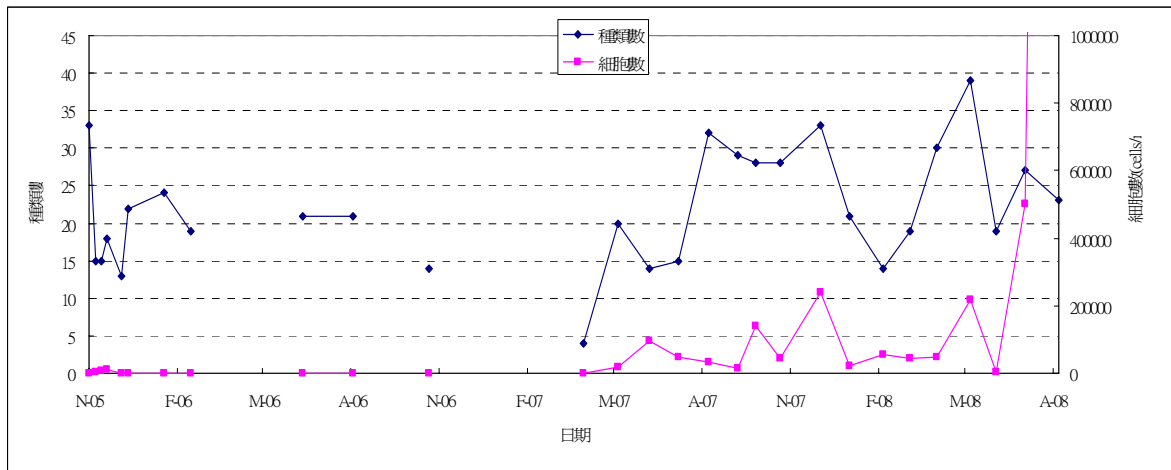


圖 12 2005 年 11 月至 2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區人工生態池浮游藻類之種類數與細胞數變化(8 月份的浮藻細胞數為 7.5×10^6)

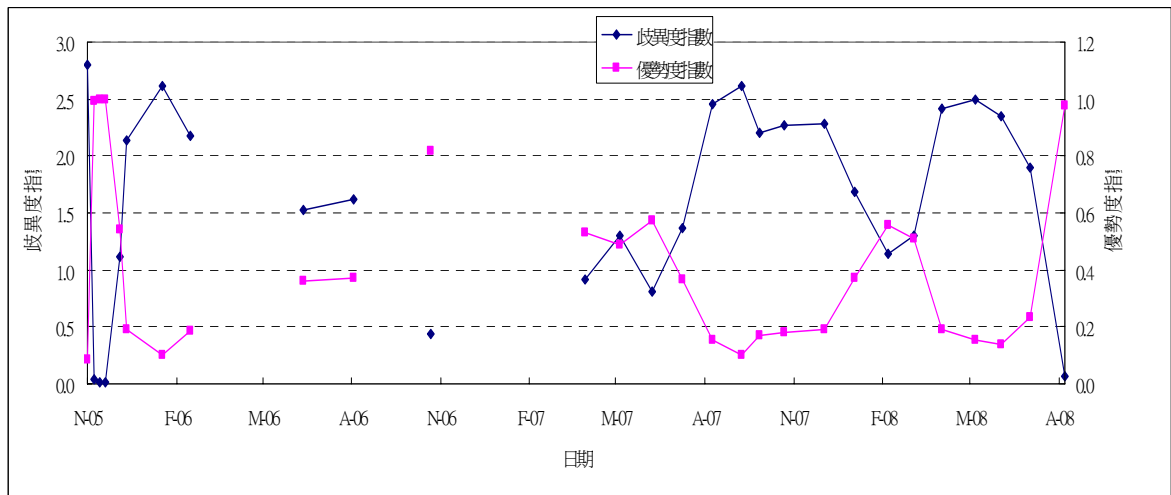


圖 13 2005 年 11 月至 2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區人工生態池浮游藻類之優勢度指數與歧異度指數變化

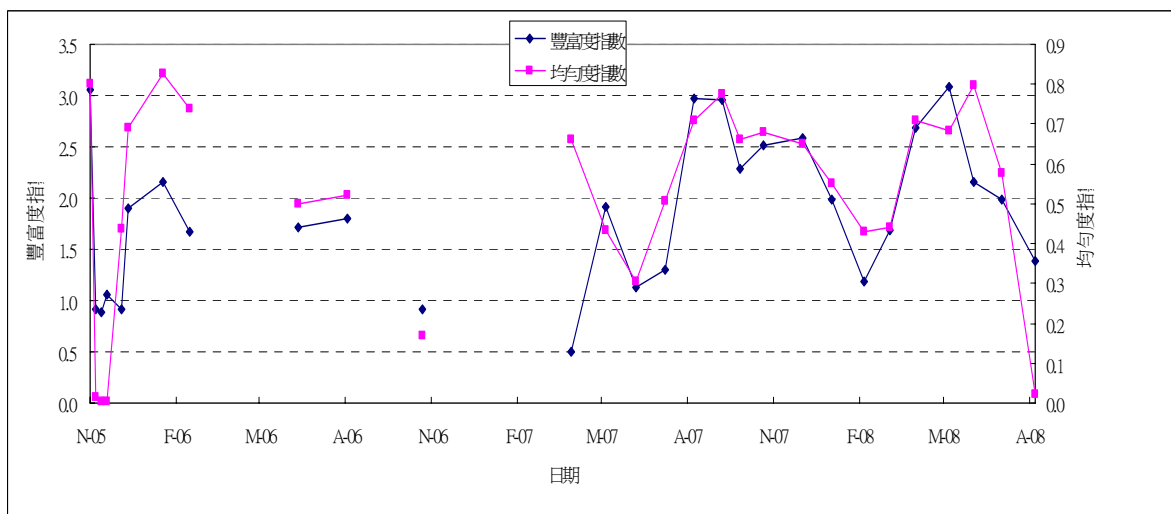


圖 14 2005 年 11 月至 2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區人工生態池浮游藻類之豐富度指數與均勻度指數變化

2. 附著藻類

自 2008 年 1 月至 2008 年 8 月於 A1、A2、A3 及 A4 四個測站（A2 的附著板在上年度生態池環境維護時毀壞後重新建立）共採樣了 8 次。採樣結果，附著板上的藻類種類共記錄了 42 種，均為矽藻，各次的採樣結果如表 4 至表 7 所示。四個測站之間藻種與細胞數變化並不一致，但各測站都顯示附著藻類的細胞數進入春季後有明顯增加的趨勢，尤其以 6 月 A1 測站的細胞數最高，藻細胞數每平方公分已達到 7.09×10^6 個，主要是受到扁圓卵形藻（*Cocconeis placentula*）大量增加的影響。其餘 3 個測站的附著藻類的群聚組成也有類似的變化（圖 15-18）。由於生態池的水位較淺，往往受到大型水生植物生長的影響，2008 年 1-6 月生態池的附著藻類相與細胞數明顯較上年度增加，但 8 月以後各測站附著藻類的細胞數開始減少，除與浮游藻類大量增加有關外，生態池中的水域面積增加，也是影響附著藻類的生長與分布的因素之一。

為瞭解生態池整體的附著藻類相變化，將四個測站附著藻類的種類數、細胞數及各項藻類群聚組成分析的相關性指數予以整合。所得結果顯示，生態池每次採樣的藻種介於 14-29 種之間，種類出現最多的時期為 6 月，與季節性的變動有明顯關連；而單位面積的平均細胞數介於 488,565 個/100 cm² 至 4,424,772 cells /100 cm²（表 8），較上年度呈現增加的趨勢。相較於上年度的矽藻群聚組成，種類數有略微增加，且受到線形曲殼藻及扁圓卵形藻兩優勢種類的影響，而有較明顯的細胞數增加的情況。顯示部分優勢種類在適應水池的水質狀況後會立即大量繁生（圖 15），而影響藻類組成。

生態池之平均歧異度指數與平均優勢度之比較，如圖 16 所示，雖然附著矽藻種類有增加，但因優勢藻種的細胞數明顯偏多，而有歧異度指數較低，優勢度指數偏高的趨勢。平均豐富度與平均均勻度則如圖 17 所示，亦顯示受到優勢藻種的影響，均勻度較低。整合四測站之生物群聚相關性指數結果，如表 8 所列。

表 4 2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池 A1 測站之附著性藻類及細胞數含量

Taxa \ Date		01/25	02/29	03/27	04/24	5/29	6/25	7/25	8/29
Bacillariophytes 矽藻									
<i>Achnanthes linearis</i>	線形曲殼藻	43560	1306800	2722104	665280	1155	31680	25872	132660
<i>Achnanthes orientalis</i>	東方曲殼藻	0	0	0	0	231	792	0	396
<i>Achnanthes</i> sp.	曲殼藻	0	0	0	0	0	792	2640	94248
<i>Amphora normani</i>	雙眉藻	660	0	2376	0	0	0	0	0
<i>Bacillaria paradoxa</i>	奇異棍形藻	0	0	13464	0	0	0	0	0
<i>Cocconeis placentula</i>	扁圓卵形藻	7769850	308880	1041480	518760	653730	7011576	2395536	517176
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	梅尼小環藻	0	0	0	0	231	0	0	0
<i>Cymbella affinis</i>	邊緣橋彎藻	330	0	71280	0	231	3960	0	396
<i>Cymbella laevis</i>	平滑橋彎藻	0	660	3960	0	0	0	0	0
<i>Cymbella turgida</i>	膨大橋彎藻	0	330	16632	660	462	0	1056	0
<i>Denticula</i> sp.	細齒藻	0	0	3168	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria</i> sp.	脆桿藻	0	0	0	660	0	0	0	0
<i>Gomphonema gracile</i>	纖細異極藻	1320	20790	1739232	18480	0	0	0	0
<i>Gomphonema olivaceum</i>	橄欖形異極藻	1980	3300	9504	1980	1848	0	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	微小異極藻	0	0	6336	0	1155	792	0	0
<i>Gomphonema sphaerophorum</i>	球異極藻	0	0	7128	5280	0	0	0	0
<i>Gomphonema</i> sp.	異極藻	990	0	0	0	6237	9504	528	1980
<i>Melosira varians</i>	變異直鏈藻	0	660	40392	0	0	0	528	0
<i>Navicula cryptocephala</i>	隱頭舟形藻	990	990	53856	0	231	27720	6864	5148
<i>Navicula cuspidata</i> var. <i>ambigua</i>	尖頭舟形藻(變種)	0	1980	11088	0	0	0	0	0
<i>Navicula lanceolata</i>	披針舟形藻	0	0	1584	0	0	792	528	0
<i>Navicula pupula</i>	瞳孔舟形藻	0	0	0	0	0	792	0	0
<i>Navicula radiosa</i>	放射舟形藻	0	0	0	0	0	792	0	0

表 4 2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池 A1 測站之附著性藻類及細胞數含量(續)

Taxa\Date		01/25	02/29	03/27	04/24	5/29	6/25	7/25	8/29
<i>Navicula rhynchocephala</i>	喙頭舟形藻	0	0	0	0	0	1584	5808	1188
<i>Navicula viridula</i>	微緣舟形藻	330	0	0	0	0	1584	0	0
<i>Nitzschia fonticola</i>	泉生菱形藻	0	14190	0	0	0	0	528	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	碎片菱形藻	0	0	5544	0	231	792	0	0
<i>Nitzschia linearis</i>	線形菱形藻	0	0	0	0	0	792	0	0
<i>Nitzschia palea</i>	殼皮菱形藻	0	660	0	0	0	1584	0	0
<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>tabellaria</i>	菱形藻	0	0	0	0	462	792	1056	0
<i>Pinnularia microstauron</i>	細條羽紋藻	0	0	0	0	0	1584	0	396
<i>Pinnularia viridula</i>	微緣羽紋藻	0	0	0	0	0	0	0	792
Total (cells/100cm²)		7820010	1659240	5749128	1211100	666204	7097904	2440944	754380

表 5 2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池 A2 測站之附著性藻類及細胞數含量

Taxa\Date		01/25	02/29	03/27	04/24	5/29	6/25	7/25	8/29
Bacillariophytes 矽藻									
<i>Achnanthes exigua</i>	短小曲殼藻	0	0	0	0	0	0	3168	2640
<i>Achnanthes lanceolata</i>	披針曲殼藻	0	0	0	660	0	792	0	10560
<i>Achnanthes linearis</i>	線形曲殼藻	164340	94380	199584	3041280	3259872	3933864	8363520	2399100
<i>Achnanthes orientalis</i>	東方曲殼藻	0	0	0	0	924	3168	34848	19800
<i>Achnanthes</i> sp.	曲殼藻	0	0	0	0	924	17424	81312	11880
<i>Bacillaria paradoxa</i>	奇異棍形藻	990	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caloneis bacillum</i>	美壁藻	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cocconeis placentula</i>	扁圓卵形藻	165990	3630	5544	21120	0	1253736	52800	46200
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	梅尼小環藻	0	0	0	0	0	0	3168	660
<i>Cymbella affinis</i>	邊緣橋彎藻	0	0	264	1980	1848	0	6336	12540
<i>Cymbella laevis</i>	平滑橋彎藻	0	0	528	1980	0	0	0	660
<i>Cymbella minuta</i>	橋彎藻	0	0	0	0	0	792	3168	660
<i>Cymbella turgida</i>	膨大橋彎藻	0	0	0	660	7392	2376	4224	7920
<i>Gomphonema clevei</i>	克氏異極藻	0	0	0	0	0	2376	1056	0
<i>Gomphonema gracile</i>	纖細異極藻	1320	330	1320	40920	0	0	1056	1320
<i>Gomphonema olivaceum</i>	橄欖形異極藻	660	0	264	17820	3696	0	1056	660
<i>Gomphonema parvulum</i>	微小異極藻	0	0	0	1320	1848	792	5280	5940
<i>Gomphonema sphaerophorum</i>	球異極藻	660	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gomphonema</i> sp.	異極藻	0	0	0	0	66528	42768	35904	42240
<i>Navicula cryptocephala</i>	隱頭舟形藻	3960	0	0	3300	7392	2376	6336	3960
<i>Navicula cuspidata</i> var. <i>ambigua</i>	尖頭舟形藻(變種)	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula placentula</i>	扁圓舟形藻	330	0	0	0	0	792	8448	7920
<i>Navicula rhynchocephala</i>	喙頭舟形藻	330	0	0	0	0	0	10560	0

表 5 2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池 A2 測站之附著性藻類及細胞數含量(續)

Taxa\Date		01/25	02/29	03/27	04/24	5/29	6/25	7/25	8/29
<i>Navicula salinarum</i> var. <i>intermedia</i>	舟形藻	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia fonticola</i>	泉生菱形藻	660	0	0	0	924	1584	0	660
<i>Nitzschia frustulum</i>	碎片菱形藻	0	0	0	0	0	0	1056	0
<i>Nitzschia palea</i>	穀皮菱形藻	330	0	0	0	1848	0	0	0
<i>Pinnularia microstauron</i>	細條羽紋藻	330	0	0	0	0	0	0	660
Total (cells/100cm²)		339900	98340	207504	3131040	3353196	5262840	8620128	2573340

表 6 2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池 A3 測站之附著性藻類及細胞數含量

Taxa \ Date		01/25	02/29	03/27	04/24	5/29	6/25	7/25	8/29
Bacillariophytes 矽藻									
<i>Achnanthes lanceolata</i>	披針曲殼藻	0	0	0	660	0	0	528	0
<i>Achnanthes linearis</i>	線形曲殼藻	825	13695	115104	58080	82236	58608	588720	270468
<i>Achnanthes orientalis</i>	東方曲殼藻	330	165	2112	0	924	792	528	396
<i>Achnanthes</i> sp.	曲殼藻	0	0	0	0	0	3168	5280	4752
<i>Caloneis bacillum</i>	美壁藻	1155	660	0	0	0	0	0	0
<i>Cocconeis placentula</i>	扁圓卵形藻	716430	91410	532224	1091640	1270500	807840	1063392	262944
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	梅尼小環藻	0	0	0	0	0	0	528	0
<i>Cymbella affinis</i>	邊緣橋彎藻	0	0	2112	0	0	0	528	396
<i>Cymbella laevis</i>	平滑橋彎藻	0	0	2112	0	0	0	0	0
<i>Cymbella minuta</i>	橋彎藻	0	0	1056	0	0	0	0	0
<i>Cymbella turgida</i>	膨大橋彎藻	0	0	1056	660	0	792	528	396
<i>Diatoma vulgare</i>	等片藻	330	0	0	0	0	0	0	0
<i>Frustularia vulgaris</i>	普通肋縫藻	0	0	0	0	0	0	0	396
<i>Gomphonema clevei</i>	克氏異極藻	0	0	0	0	0	0	0	792
<i>Gomphonema constrictum</i>	縊縮異極藻	0	0	0	0	924	0	0	0
<i>Gomphonema gracile</i>	纖細異極藻	0	1650	25344	26400	924	0	528	0
<i>Gomphonema olivaceum</i>	橄欖形異極藻	165	165	6336	660	0	792	1056	396
<i>Gomphonema parvulum</i>	微小異極藻	0	0	1056	0	0	0	0	396
<i>Gomphonema sphaerophorum</i>	球異極藻	0	0	3168	1320	0	0	0	0
<i>Melosira varians</i>	變異直鏈藻	0	0	0	0	14784	29304	11088	82764
<i>Navicula cryptocephala</i>	隱頭舟形藻	0	165	2112	660	3696	792	1584	66132
<i>Navicula cuspidata</i> var. <i>ambigua</i>	尖頭舟形藻(變種)	0	0	0	1320	0	0	0	792
<i>Navicula lanceolata</i>	披針舟形藻	0	0	0	0	0	0	0	1188

表 6 2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池 A3 測站之附著性藻類及細胞數含量(續)

Taxa \ Date		01/25	02/29	03/27	04/24	5/29	6/25	7/25	8/29
<i>Navicula mutica</i>	截端舟形藻	0	0	0	0	924	0	0	0
<i>Navicula placentula</i>	扁圓舟形藻	0	0	0	660	0	0	1056	1188
<i>Navicula pupula</i>	瞳孔舟形藻	0	0	0	0	0	0	528	1980
<i>Navicula radiosa</i>	放射舟形藻	0	0	0	0	0	792	0	0
<i>Navicula rhynchocephala</i>	喙頭舟形藻	0	0	0	0	0	0	1056	7128
<i>Nitzschia fonticola</i>	泉生菱形藻	0	0	1056	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	碎片菱形藻	165	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia palea</i>	穀皮菱形藻	0	0	0	0	0	0	528	0
<i>Rhopalodia gibba</i>	棒桿藻	0	0	0	0	0	0	528	0
<i>Synedra ulna</i>	肘狀針桿藻	0	0	0	0	0	0	0	396
Total (cells/100cm²)		719400	107910	694848	1182060	1374912	902880	1677984	702900

表 7 2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池 A4 測站之附著性藻類及細胞數含量

Taxa \ Date		01/25	02/29	03/27	04/24	5/29	6/25	7/25	8/29
Bacillariophytes 矽藻									
<i>Achnanthes exigua</i>	短小曲殼藻	330	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achnanthes linearis</i>	線形曲殼藻	3630	43230	2128896	2889216	1428504	1666368	4673856	178200
<i>Achnanthes orientalis</i>	東方曲殼藻	0	0	0	0	0	8712	1056	2772
<i>Achnanthes</i> sp.	曲殼藻	0	0	0	0	924	38808	67584	25740
<i>Amphora normani</i>	雙眉藻	1320	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caloneis bacillum</i>	美壁藻	330	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cocconeis placentula</i>	扁圓卵形藻	934560	39930	227304	2412960	275352	641520	142560	13068
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	梅尼小環藻	0	0	0	0	0	0	0	396
<i>Cymbella affinis</i>	邊緣橋彎藻	0	0	21252	36960	1848	7920	1056	1188
<i>Cymbella laevis</i>	平滑橋彎藻	330	0	0	0	924	1584	0	0
<i>Cymbella minuta</i>	橋彎藻	0	0	1848	0	0	0	0	0
<i>Cymbella turgida</i>	膨大橋彎藻	0	0	51744	180576	7392	3168	3168	396
<i>Gomphonema clevei</i>	克氏異極藻	0	0	0	0	0	1584	0	396
<i>Gomphonema constrictum</i>	縊縮異極藻	0	0	0	0	924	0	0	0
<i>Gomphonema gracile</i>	纖細異極藻	330	990	14784	43824	0	792	0	0
<i>Gomphonema olivaceum</i>	橄欖形異極藻	0	660	4620	0	1848	1584	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	微小異極藻	0	0	924	2640	4620	4752	2112	0
<i>Gomphonema sphaerophorum</i>	球異極藻	0	0	2772	24816	0	0	0	0
<i>Gomphonema</i> sp.	異極藻	0	0	0	0	12936	60192	25344	3564
<i>Melosira varians</i>	變異直鏈藻	0	0	28644	0	0	1584	2112	0
<i>Navicula cryptocephala</i>	隱頭舟形藻	2640	2970	1848	0	5544	47520	21120	2772
<i>Navicula cuspidata</i> var. <i>ambigua</i>	尖頭舟形藻(變種)	6270	0	0	3168	0	0	0	0

表 7 2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池 A4 測站之附著性藻類及細胞數含量(續)

Taxa\Date		01/25	02/29	03/27	04/24	5/29	6/25	7/25	8/29
<i>Navicula mutica</i>	截端舟形藻	0	0	0	0	924	792	0	0
<i>Navicula placentula</i>	扁圓舟形藻	660	330	0	0	924	1584	1056	396
<i>Navicula pupula</i>	瞳孔舟形藻	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula radiosa</i>	放射舟形藻	0	0	0	0	1848	4752	0	0
<i>Navicula rhynchocephala</i>	喙頭舟形藻	0	0	0	2112	924	792	12672	1584
<i>Navicula salinarum</i> var. <i>intermedia</i>	舟形藻	0	660	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula viridula</i>	微緣舟形藻	330	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia fonticola</i>	泉生菱形藻	330	0	2772	0	924	15048	0	0
<i>Nitzschia frustulum</i>	碎片菱形藻	0	0	0	0	1848	0	2112	0
<i>Nitzschia palea</i>	穀皮菱形藻	0	0	0	0	924	792	1056	0
<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>tabellaria</i>	菱形藻	0	0	0	0	0	792	0	0
<i>Pinnularia interrupta</i>	間斷羽紋藻	0	0	0	528	0	0	0	0
<i>Pinnularia major</i>	大羽紋藻	0	0	0	528	0	0	0	0
<i>Pinnularia microstauron</i>	細條羽紋藻	330	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhopalodia gibba</i>	棒桿藻	0	0	0	0	0	792	0	0
Total (cells/100cm²)		951390	88770	2487408	5597328	1749132	2511432	4956864	230472

表 8 2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池各測站生物相關性指數

生物群聚指數\日期	2008/1/25	2008/2/29	2008/3/27	2008/4/24	2008/5/29	2008/6/25	2008/7/25	2008/8/29
A1 採樣點								
種類數	9	11	17	7	12	18	11	10
細胞數 (cells/100cm ²)	7820010	1659240	5749128	1211100	666204	7097904	2440944	754380
豐富度指數(D)	0.50	0.70	1.03	0.43	0.82	1.08	0.68	0.67
均勻度指數(J')	0.02	0.26	0.44	0.41	0.05	0.03	0.05	0.39
歧異度指數(H')	0.04	0.63	1.25	0.80	0.12	0.09	0.12	0.90
優勢度指數(C)	0.99	0.66	0.35	0.49	0.96	0.98	0.96	0.52
A2 採樣點								
種類數	12	3	6	10	11	13	18	19
細胞數 (cells/100cm ²)	339900	98340	207504	3131040	3353196	5262840	8623296	2575980
豐富度指數(D)	0.86	0.17	0.41	0.60	0.67	0.78	1.06	1.22
均勻度指數(J')	0.34	0.16	0.11	0.07	0.07	0.25	0.07	0.14
歧異度指數(H')	0.86	0.18	0.20	0.17	0.16	0.64	0.20	0.40
優勢度指數(C)	0.47	0.92	0.93	0.94	0.95	0.62	0.94	0.87
A3 採樣點								
種類數	7	7	13	10	8	9	17	18
細胞數 (cells/100cm ²)	719400	107910	694848	1182060	1374912	902880	1677984	702900
豐富度指數(D)	0.44	0.52	0.89	0.64	0.50	0.58	1.12	1.26
均勻度指數(J')	0.02	0.27	0.31	0.15	0.16	0.20	0.27	0.47
歧異度指數(H')	0.03	0.53	0.80	0.34	0.33	0.44	0.75	1.37
優勢度指數(C)	0.99	0.73	0.62	0.86	0.86	0.81	0.52	0.31

表 8 2008 年奧萬大國家森林遊樂區人工生態池各測站生物群聚指數(續)

A4 採樣點								
種類數	13	7	12	11	18	22	14	12
細胞數(cells/100cm ²)	951390	88770	2487408	5597328	1749132	2511432	4956864	230472
豐富度指數(D)	0.87	0.53	0.75	0.64	1.18	1.43	0.84	0.89
均勻度指數(J')	0.05	0.50	0.24	0.38	0.21	0.32	0.11	0.36
歧異度指數(H')	0.12	0.97	0.60	0.92	0.61	0.99	0.30	0.88
優勢度指數(C)	0.97	0.44	0.74	0.45	0.69	0.51	0.89	0.61
合計								
總種類數	22	14	18	18	23	29	25	28
平均細胞數(cells/100cm ²)	2457675	488565	2284722	2780382	1785861	3943764	4424772	1065933
平均豐富度指數(D)	0.67	0.48	0.77	0.58	0.79	0.97	0.93	1.01
平均均勻度指數(J')	0.11	0.30	0.28	0.25	0.12	0.20	0.12	0.34
平均歧異度指數(H')	0.26	0.58	0.71	0.56	0.30	0.54	0.34	0.89
平均優勢度指數(C)	0.85	0.69	0.66	0.68	0.86	0.73	0.83	0.58

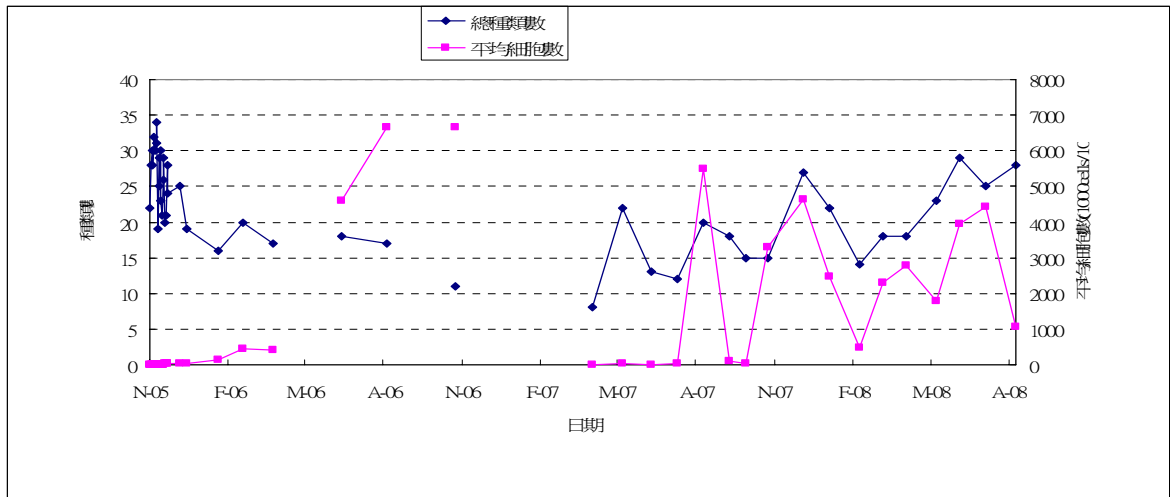


圖 15 2005 年 11 月至 2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區人工生態池附著藻類之種類數與平均細胞數變化

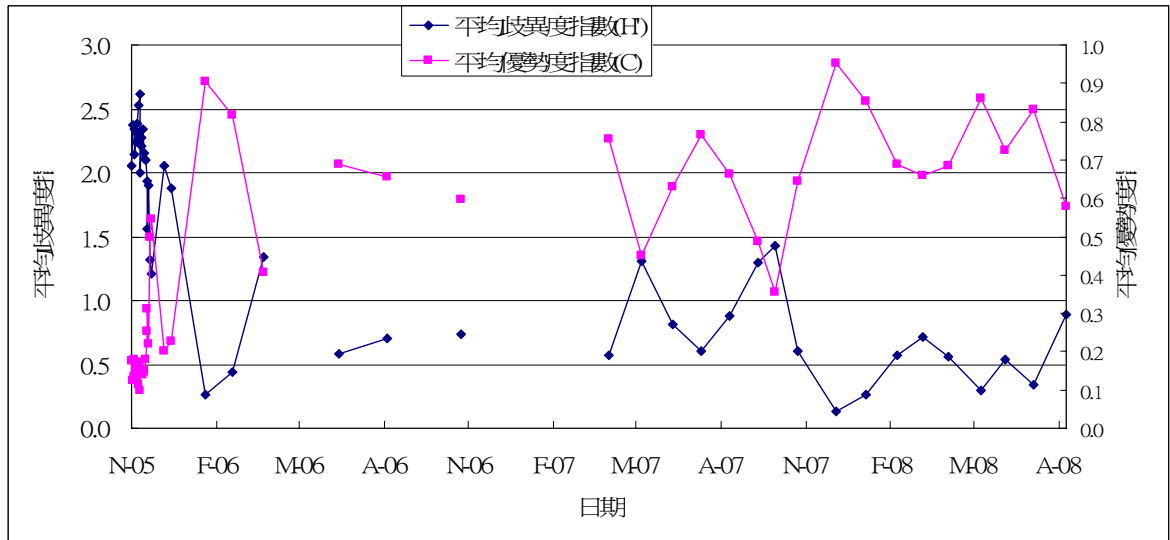


圖 16 2005 年 11 月至 2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區人工生態池附著藻類之歧異度指數與優勢度指數變化

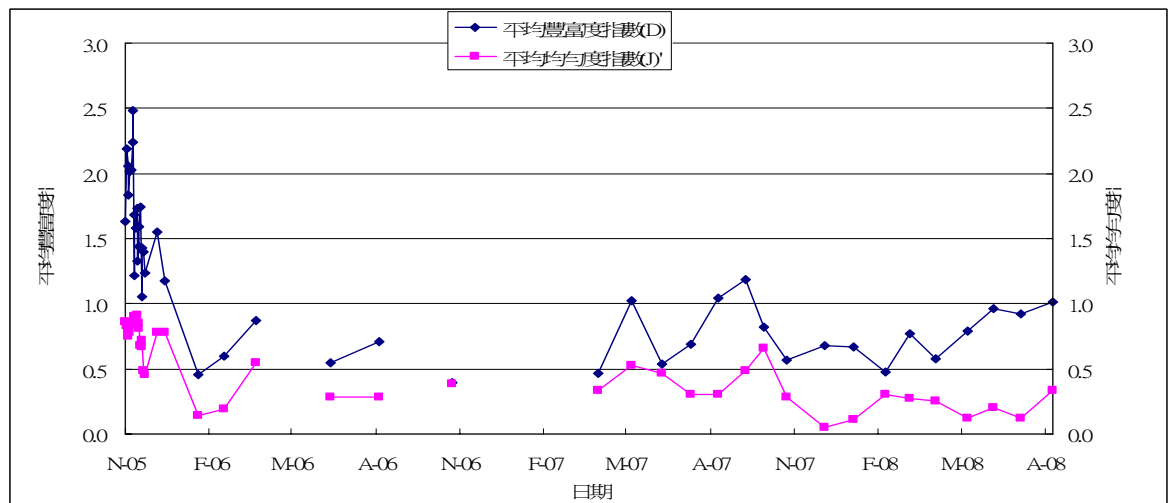
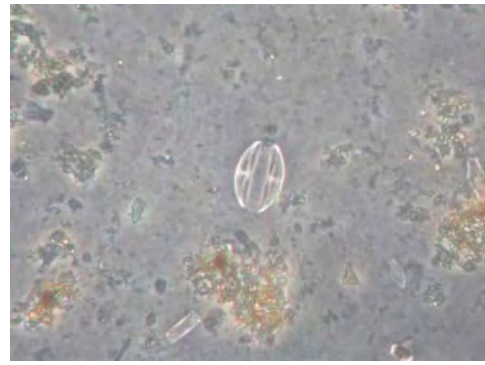


圖 17 2005 年 11 月至 2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區人工生態池附著藻類之豐富度指數與均勻度指數變化



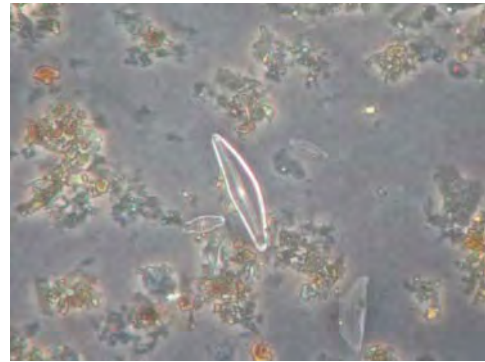
東方曲殼藻 *Achnanthes_orientalis*



卵形雙眉藻 *Amphora_ovalis*



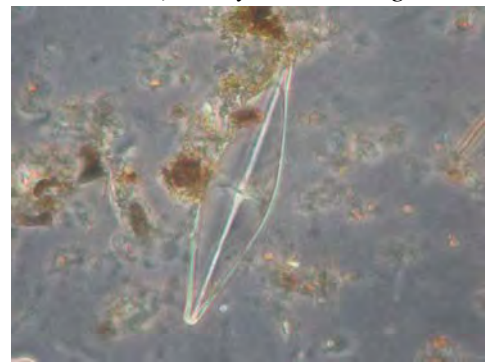
扁圓卵形藻 *Cocconeis_placentula*



膨大橋彎藻 *Cymbella_turgida*



縊縮異極藻 *Gomphonema_constrictum*



尖頭舟形藻 *Navicula_cuspidata*



微緣舟形藻 *Navicula_viridula*



空球藻 *Eudorina_sp.*

圖 18 生態池中常見的微細藻類(除空球藻為綠藻外，其餘皆為矽藻)

三、水生植物

本年度持續對奧萬大國家森林遊樂區生態池之水生植物進行每二個月一次的覆蓋率調查。6 條穿越線上所記錄的水生植物種類及其覆蓋率如表 9 至表 13 所示，共記錄生態池中的水生植物 19 種。調查結果顯示，2008 年 2-8 月較優勢的水生植物為水毛花 (*Schoenoplectus mucronatus* subsp. *Robustus*) 及荸薺 (*Eleocharis dulcis*)，並於 6 月達到生長高峰期，覆蓋率依序為 11.9% 及 11.5%，台灣萍蓬草 (*Nuphar shimadai*) 則是維持穩定生長，在 8 月的覆蓋率達 7.9%。但屬於外來種的銅錢草則於 4 月開始出現，並由池邊向池中央蔓延生長，至 6 月時平均覆蓋率已達 7.4%，在管理處派員清除後，8 月未再見到銅錢草蹤跡。

從 2007 年 4 月至 2008 年 8 月對水生植物覆蓋率之調查估算中，水生植物覆蓋率與水域表面積間的比例變化顯示如圖 19 所示。其中，2007 年 6 月為水生植物生長的最高峰期，水生植物的覆蓋率約佔據整個池面的 92.2% (圖 19)，然而經過 2007 年下半年，生態池中福壽螺大量出現之後，生態池中的水生植物種類有減少的情況，覆蓋率也逐漸下降，即使透過生態池的維護管理工作的持續進行，目前水生植物的覆蓋率約 40.2%，僅有高峰期的一半，對於依賴水生植物作為棲息躲藏的水生生物而言，將產生較大的影響。數種較常見的水生植物種類覆蓋率的消長變化如圖 20 所示，台灣萍蓬草、水毛花、荸薺、燈心草與大安水蓼衣是生態池中幾種生長較穩定的水生植物族群，反之，水綿、滿江紅、東亞黑三稜及桃園蘭等族群有逐漸萎縮的現象(圖 21)。

將各次水生植物覆蓋率調查中，水生植物於穿越線上出現的次數除以所有穿越線的總數量 (每月 6 條，共計 24 條)，即得該種水生植物在本年度調查中之出現頻度。結果顯示本年度生態池中出現頻度最高的水生植物種類是水毛花，其次依序是李氏禾、台灣萍蓬草與野薑花 (表 13)。部分外來種之水生植物在 2008 年起開始擴展生長範圍，如李氏禾、銅錢草等覆蓋的面積逐漸增加，同時伴隨福壽螺的攝食。雖經過人力的維護管理，解除外來水生植物造成的困擾，但原先植栽的水生植物，已有部分種類不見蹤跡或生長狀況不佳，如南國田字草 (*Marsilea crenata*)、小荇菜 (*Nymphoides coreana*)、圓葉節節菜 (*Rotala rotundifolia*)、野慈菇 (*Sagittaria trifolia*) 及東亞黑三稜 (*Sparganium fallax*) 等 (表 14)。顯示生態池的維護與管理工作需要更積極介入，藉以穩定生態池中的水生植物多樣性與景觀。

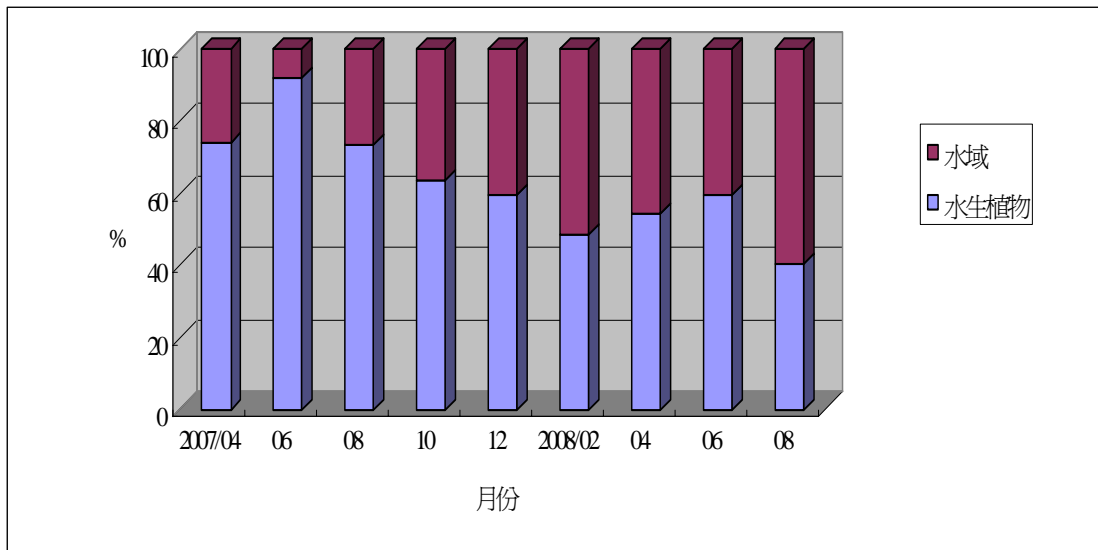


圖 19 生態池中水生植物覆蓋率(%)與水域面積(%)之消長變化

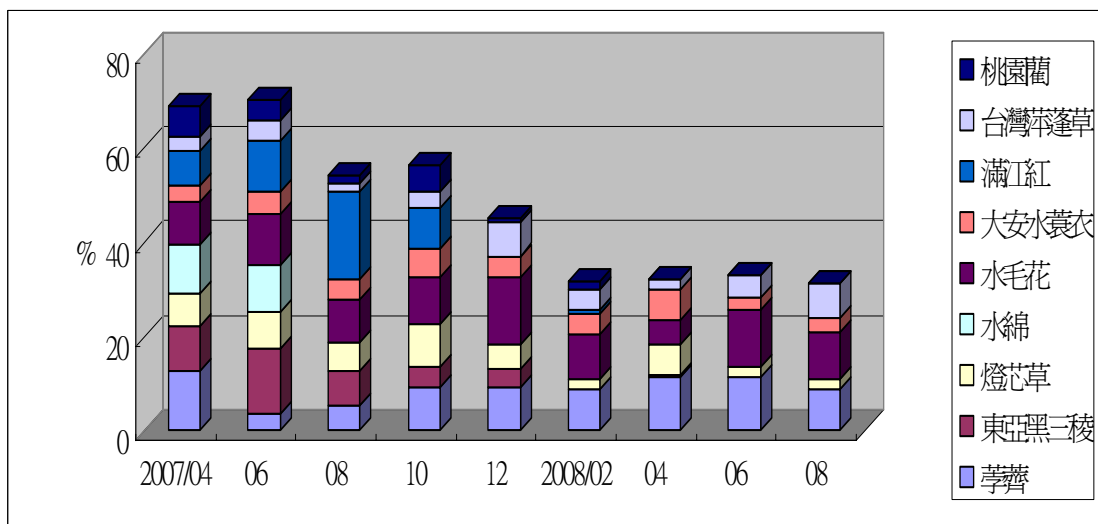


圖 20 2007/04 至 2008/08 奧萬大國家森林遊樂區生態池中常見水生植物覆蓋率之消長變化

表 9 2008 年 2 月奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物種類及其覆蓋率(%)

中文名	學名	L1	L2	L3	L4	L5	L6	平均覆蓋率
水綿	<i>Spyrogira</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
滿江紅	<i>Azolla pinnata</i>	0.0	2.1	1.9	2.1	0.0	0.0	1.0
南國田字草	<i>Marsilea crenata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大安水蓴衣	<i>Hygrophila pogonocalyx</i>	0.0	0.0	24.1	1.8	0.0	0.0	4.3
圓葉節節菜	<i>Rotala rotundifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小蒼菜	<i>Nymphoides coreana</i>	0.0	0.0	0.0	6.7	7.7	2.2	2.8
台灣萍蓬草	<i>Nuphar shimadai</i>	0.0	0.0	8.9	7.4	8.8	0.0	4.2
卵葉水丁香	<i>Ludwigia ovalis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.2	0.4
大葉田香草	<i>Limnophila rugosa</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
石龍尾	<i>Limnophila</i> sp.	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	13.0	2.5
水芹菜	<i>Oenanthe pterocaulon</i>	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.8
野慈菇	<i>Sagittaria trifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
桃園蘭	<i>Eleocharis atropurpurea</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	1.8
荸薺	<i>Eleocharis dulcis</i>	46.9	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6
水毛花	<i>Schoenoplectus mucronatus</i> subsp. <i>Robustus</i>	0.0	30.5	1.2	25.2	0.0	0.0	9.5
豬毛草	<i>Schoenoplectus wallichii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水竹葉	<i>Murdannia kiesak</i>	0.0	7.8	5.1	0.0	5.6	3.8	3.7
燈心草	<i>Juncus effusus</i>	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
李氏禾	<i>Leersia hexandra</i>	17.3	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	3.9
水生黍	<i>Panicum paludosum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東亞黑三稜	<i>Spaganium fallax</i>	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.2
野薑花	<i>Hedychium coronarium</i>	0.0	0.0	8.2	0.0	2.1	2.7	2.2
銅錢草	外來雜交種，學名不詳	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.5
水域		23.5	54.6	48.6	41.5	75.4	65.4	51.5
合計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

L1-L6:表示六條穿越線

表 10 2008 年 4 月奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物種類及其覆蓋率(%)

中文名	學名	L1	L2	L3	L4	L5	L6	平均覆 蓋率
水綿	<i>Spyrogira</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
滿江紅	<i>Azolla pinnata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南國田字草	<i>Marsilea crenata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大安水蓴衣	<i>Hygrophila pogonocalyx</i>	0.0	0.0	32.7	5.3	0.0	0.0	6.3
圓葉節節菜	<i>Rotala rotundifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小蒼菜	<i>Nymphoides coreana</i>	0.0	0.0	0.0	13.5	6.3	2.0	3.6
台灣萍蓬草	<i>Nuphar shimadai</i>	0.0	0.0	9.5	0.0	3.3	0.0	2.1
卵葉水丁香	<i>Ludwigia ovalis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大葉田香草	<i>Limnophila rugosa</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
石龍尾	<i>Limnophila</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水芹菜	<i>Oenanthe pterocaulon</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
野慈菇	<i>Sagittaria trifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
桃園蘭	<i>Eleocharis atropurpurea</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
荸薺	<i>Eleocharis dulcis</i>	57.6	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6
水毛花	<i>Schoenoplectus mucronatus</i> subsp. <i>Robustus</i>	0.0	0.0	0.0	18.8	12.1	0.0	5.2
豬毛草	<i>Schoenoplectus wallichii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	2.3
水竹葉	<i>Murdannia kiesak</i>	34.1	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	6.5
台灣鳶尾花	<i>Iris formosana</i>	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.4
燈心草	<i>Juncus effusus</i>	0.0	31.5	0.0	0.0	0.0	6.8	6.4
李氏禾	<i>Leersia hexandra</i>	0.0	3.5	0.0	4.6	4.4	0.0	2.1
水生黍	<i>Panicum paludosum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東亞黑三稜	<i>Spaganium fallax</i>	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
野薑花	<i>Hedychium coronarium</i>	0.0	11.2	0.0	0.0	8.1	11.2	5.1
銅錢草	外來雜交種，學名不詳	0.0	0.0	2.5	10.3	0.0	0.0	2.1
水域		8.2	39.2	52.7	42.9	65.8	66.3	45.9
合計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

L1-L6:表示六條穿越線

表 11 2008 年 6 月奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物種類及其覆蓋率(%)

中文名	學名	L1	L2	L3	L4	L5	L6	平均覆 蓋率
水綿	<i>Spyrogira</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
滿江紅	<i>Azolla pinnata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南國田字草	<i>Marsilea crenata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大安水蓴衣	<i>Hygrophila pogonocalyx</i>	0.0	0.0	16.6	1.0	0.0	0.0	2.9
圓葉節節菜	<i>Rotala rotundifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小荖菜	<i>Nymphoides coreana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
台灣萍蓬草	<i>Nuphar shimadai</i>	0.0	0.0	11.6	7.3	8.9	0.0	4.6
卵葉水丁香	<i>Ludwigia ovalis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大葉田香草	<i>Limnophila rugosa</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
石龍尾	<i>Limnophila</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水芹菜	<i>Oenanthe pterocaulon</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
野慈菇	<i>Sagittaria trifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
桃園蘭	<i>Eleocharis atropurpurea</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
荸薺	<i>Eleocharis dulcis</i>	60.5	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5
水毛花	<i>Schoenoplectus mucronatus</i> subsp. <i>Robustus</i>	0.0	16.1	12.6	19.7	11.6	11.2	11.9
豬毛草	<i>Schoenoplectus wallichii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0	5.3
水竹葉	<i>Murdannia kiesak</i>	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
台灣鳶尾花	<i>Iris formosana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
燈心草	<i>Juncus effusus</i>	0.0	8.8	0.0	0.0	0.0	4.1	2.1
李氏禾	<i>Leersia hexandra</i>	32.1	0.0	3.7	8.0	0.0	1.5	7.5
水生黍	<i>Panicum paludosum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東亞黑三稜	<i>Spaganium fallax</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
野薑花	<i>Hedychium coronarium</i>	0.0	0.0	1.0	0.0	13.3	16.8	5.2
銅錢草	外來雜交種，學名不詳	0.0	9.5	9.0	24.7	1.0	0.0	7.4
水域		7.4	49.6	45.5	39.3	65.2	34.5	40.3
合計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

L1-L6:表示六條穿越線

表 12 2008 年 8 月奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物種類及其覆蓋率(%)

中文名	學名	L1	L2	L3	L4	L5	L6	平均覆 蓋率
水綿	<i>Spyrogira</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
滿江紅	<i>Azolla pinnata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南國田字草	<i>Marsilea crenata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大安水蓴衣	<i>Hygrophila pogonocalyx</i>	0.0	0.0	18.3	0.0	0.0	0.0	3.1
圓葉節節菜	<i>Rotala rotundifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.1
小蒼菜	<i>Nymphoides coreana</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
台灣萍蓬草	<i>Nuphar shimadai</i>	0.0	0.0	15.8	13.7	14.2	0.0	7.3
卵葉水丁香	<i>Ludwigia ovalis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大葉田香草	<i>Limnophila rugosa</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
石龍尾	<i>Limnophila</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水芹菜	<i>Oenanthe pterocaulon</i>	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
野慈菇	<i>Sagittaria trifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
桃園蘭	<i>Eleocharis atropurpurea</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
荸薺	<i>Eleocharis dulcis</i>	53.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9
水毛花	<i>Schoenoplectus mucronatus</i> subsp. <i>Robustus</i>	0.0	9.0	0.0	37.1	0.0	13.7	10.0
豬毛草	<i>Schoenoplectus wallichii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水竹葉	<i>Murdannia kiesak</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
台灣鳶尾花	<i>Iris formosana</i>	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	1.4
燈心草	<i>Juncus effusus</i>	0.0	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
李氏禾	<i>Leersia hexandra</i>	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	1.5
水生黍	<i>Panicum paludosum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東亞黑三稜	<i>Spaganium fallax</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
野薑花	<i>Hedychium coronarium</i>	0.0	9.7	0.0	0.0	10.3	13.7	5.6
銅錢草	外來雜交種，學名不詳	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水域		46.5	67.2	57.5	39.6	75.5	72.5	59.8
合計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

L1-L6:表示六條穿越線

表 13 2008 年 2-8 月奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物種類及其平均覆蓋率(%)
變化及其出現頻度

中文名	學名	平均覆蓋率				出現頻度
		2008/02	2008/04	2008/06	2008/08	
水綿	<i>Spyrogira</i> sp.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0%
滿江紅	<i>Azolla pinnata</i>	1.0	0.0	0.0	0.0	12.5%
南國田字草	<i>Marsilea crenata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0%
大安水蓴衣	<i>Hygrophila pogonocalyx</i>	4.3	6.3	2.9	3.1	45.8%
圓葉節節菜	<i>Rotala rotundifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.1	4.2%
小荖菜	<i>Nymphoides coreana</i>	2.8	3.6	0.0	0.0	33.3%
台灣萍蓬草	<i>Nuphar shimadai</i>	4.2	2.1	4.6	7.3	54.2%
卵葉水丁香	<i>Ludwigia ovalis</i>	0.4	0.0	0.0	0.0	5.6%
大葉田香草	<i>Limnophila rugosa</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0%
石龍尾	<i>Limnophila</i> sp.	2.5	0.0	0.0	0.0	8.3%
水芹菜	<i>Oenanthe pterocaulon</i>	0.8	0.0	0.0	0.4	8.3%
野慈菇	<i>Sagittaria trifolia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0%
桃園蘭	<i>Eleocharis atropurpurea</i>	1.8	0.0	0.0	0.0	8.3%
葶薺	<i>Eleocharis dulcis</i>	8.6	11.6	11.5	8.9	50.0%
水毛花	<i>Schoenoplectus mucronatus</i> subsp. <i>Robustus</i>	9.5	5.2	11.9	10.0	88.2%
豬毛草	<i>Schoenoplectus wallichii</i>	0.0	2.3	5.3	0.0	12.5%
水竹葉	<i>Murdannia kiesak</i>	3.7	6.5	1.2	0.0	45.8%
台灣鳶尾	<i>Iris formosana</i>	0.0	0.4	0.0	1.4	8.3%
燈心草	<i>Juncus effusus</i>	2.1	6.4	2.1	2.0	41.7%
李氏禾	<i>Leersia hexandra</i>	3.9	2.1	7.5	1.5	58.3%
水生黍	<i>Panicum paludosum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0%
東亞黑三稜	<i>Spaganium fallax</i>	0.2	0.5	0.0	0.0	12.5%
野薑花	<i>Hedychium coronarium</i>	2.2	5.1	5.2	5.6	50.0%
銅錢草	外來雜交種，學名不詳	0.5	2.1	7.4	0.0	50.1%
水域		51.5	45.9	40.3	59.8	
合計		100.0	100.0	100.0	100.0	

表 14 2007-2008 年奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物種類及其出現頻度變化

中文名	學名	2007 出現頻度	2008 出現頻度
水綿	<i>Spyrogira</i> sp.	29.2%	0.0%
滿江紅	<i>Azolla pinnata</i>	66.7%	12.5%
南國田字草	<i>Marsilea crenata</i>	29.2%	0.0%
大安水蓴衣	<i>Hygrophila pogonocalyx</i>	25.0%	45.8%
圓葉節節菜	<i>Rotala rotundifolia</i>	4.2%	4.2%
小蒼菜	<i>Nymphoides coreana</i>	16.7%	33.3%
台灣萍蓬草	<i>Nuphar shimadai</i>	41.7%	54.2%
卵葉水丁香	<i>Ludwigia ovalis</i>	33.3%	5.6%
大葉田香草	<i>Limnophila rugosa</i>	8.3%	0.0%
石龍尾	<i>Limnophila</i> sp.	8.3%	8.3%
水芹菜	<i>Oenanthe pterocaulon</i>	12.5%	8.3%
野慈菇	<i>Sagittaria trifolia</i>	16.7%	0.0%
桃園蘭	<i>Eleocharis atropurpurea</i>	16.7%	8.3%
荸薺	<i>Eleocharis dulcis</i>	33.3%	50.0%
水毛花	<i>Schoenoplectus mucronatus</i> subsp. <i>Robustus</i>	70.8%	88.2%
豬毛草	<i>Schoenoplectus wallichii</i>	16.7%	12.5%
水竹葉	<i>Murdannia kiesak</i>	16.7%	45.8%
台灣鳶尾	<i>Iris formosana</i>	4.2%	8.3%
燈心草	<i>Juncus effusus</i>	37.5%	41.7%
李氏禾	<i>Leersia hexandra</i>	16.7%	58.3%
水生黍	<i>Panicum paludosum</i>	4.2%	0.0%
東亞黑三稜	<i>Spaganium fallax</i>	58.3%	12.5%
野薑花	<i>Hedychium coronarium</i>	50.0%	50.0%
銅錢草	外來雜交種，學名不詳	0.0%	50.1%



大葉田香草	大安水蓼衣
水毛花	燈芯草
桃園蘭	台灣鳶尾花
東亞黑三稜	台灣萍蓬草
滿江紅與田字草	

圖 21 奧萬大國家森林遊樂區生態池主要水生植物生態照

四、水生昆蟲

自 2008 年 2 月至 8 月共調查蜻蛉目成蟲 6 科 14 種共 443 隻次，分別為珈蟪科 (Calopterygidae) 中華珈蟪 (*Psolodesmus mandarinus*) 19 隻次，絲蟪科 (Lestidae) 青紋絲蟪 (*Indolestes cyaneus*) 30 隻次，細蟪科 (Coenagrionidae) 青紋細蟪 (*Ischnura senegalensis*) 10 隻次與昧影細蟪 (*Ceriagrion fallax fallax*) 122 隻次，晏蜓科 (Aeshnidae) 烏帶晏蜓 (*Anax nigrofasciatus nigrofasciatus*) 17 隻次、烏基晏蜓 (*Anaciaeschna martini*) 2 隻次，勾蜓科 (Cordulegastridae) 無霸勾蜓 (*Anotogaster sieboldii* subsp.) 8 隻次，蜻蜒科 (Libellulidae) 鼎脈蜻蜒 (*Orthetrum triangulare* subsp.) 207 隻次、灰黑蜻蜒 5 隻次、霜白蜻蜒 (中印亞種) (*Orthetrum pruinosum neglectum*) 12 隻次、杜松蜻蜒 (*Orthetrum sabina sabina*) 2 隻次、善變蜻蜒 (*Neurothemis ramburii ramburii*) 1 隻次、猩紅蜻蜒 1 隻次、薄翅蜻蜒 1 隻次及黃基蜻蜒 7 隻次 (表 15)。

成蟲除 2 月無成蟲記錄外，物種數出現最多月份為 8 月記錄有 11 種，分別為中華珈蟪 (南台亞種)、青紋細蟪、昧影細蟪、烏帶晏蜓、烏基晏蜓、無霸勾蜓、鼎脈蜻蜒、灰黑蜻蜒、霜白蜻蜒 (中印亞種)、杜松蜻蜒、善變蜻蜒、猩紅蜻蜒、及黃基蜻蜒，最低為 3 月記錄有 4 種，分別為青紋絲蟪、青紋細蟪、昧影細蟪及鼎脈蜻蜒 (圖 22、表 15)；出現隻次數最高月份為 6 月共記錄 102 隻次，最低為 3 月共記錄 5 隻次 (圖 22、表 15)；Shannon 多樣性指數最高月份為 8 月，Shannon 多樣性指數為 1.58，最低月份為 7 月，Shannon 多樣性指數為 1.26 (圖 23、表 16)。

蜻蛉目自 3 月開始有羽化記錄，6 月時達到數量最高峰，8 月時出線物種數最高，其中無霸勾蜓為保育類昆蟲，出現數量最多為鼎脈蜻蜒，其次為昧影細蟪，這兩種蜻蛉為中低海拔常見之蜻蛉目，其中較特別之物種為青紋絲蟪、烏基晏蜓、無霸勾蜓與黃基蜻蜒，烏帶晏蜓為較敏感之蜻蜒，主要活動時間為晨昏之時，若遇驚擾即飛離水域，無霸勾蜓為保育類昆蟲，為台灣溪流環境常出現之蜻蛉目，亦為台灣地區最大型之蜻蛉目，青紋絲蟪與黃基蜻蜒為中高海拔湖泊之蜻蛉，黃基蜻蜒過去僅發現於海拔 3000 公尺以上之湖泊，近年於中海拔地區亦有發現 (汪良仲，2000；曹美華，2005)，目前僅於 8 月後有記錄，主要出現於生態水池人造溪流交接處出現，在森林遊樂區內非生態水池地區記錄有黃幼蜻蜒與金黃蜻蜒。

稚蟲部分分為流水域與靜水域，其中細蟪科之稚蟲鑑定目前尚未有完整之分類，故統一為細蟪科，流水域共記錄 5 科 5 種 153 隻，分別為珈蟪科中華珈蟪 (南台亞種) 18 隻，細蟪科 22 隻，晏蜓科陽明晏蜓 1 隻，勾蜓科無霸勾蜓 39 隻，蜻蜒科鼎脈蜻蜒 73 隻；

靜水域共記錄4科5種288隻，絲蟪科青紋絲蟪9隻，細蟪科175隻，晏蜓科烏帶晏蜓41隻、烏基晏蜓8隻，蜻蛉科鼎脈蜻蛉55隻（表17）。

稚蟲流水域物種數出現最多月份為7月記錄有5種，最低為2、3、4、5、8月記錄有3種（圖24、表17）；出現數量最高月份為6月共記錄51隻，最低為2、5月共記錄8隻（圖24、表17）；Shannon多樣性指數最高月份為7月，Shannon多樣性指數為1.30，最低月份為8月，Shannon多樣性指數為0.87（圖25、表16）。稚蟲靜水域物種數出現最多月份為5月記錄有5種，最低為7、8月記錄有3種（圖26、表17）；出現數量最高月份為4月共記錄50隻，最低為3月共記錄34隻（圖26、表17）；Shannon多樣性指數最高月份為6月，Shannon多樣性指數為1.11，最低月份為7月，Shannon多樣性指數為0.84（圖27、表16）。

蜻蛉目調查綜合成蟲與稚蟲之結果能較完呈現該地區之組成，在稚蟲部分記錄了無成蟲記錄或數量較少之種類，如烏基晏蜓與陽明晏蜓為成蟲記錄較少或無之物種。由於蜻蛉目稚蟲對水域之流速、底質、濁度與植被等具有明顯偏好性，故區分為流水域與靜水域之部分，偏好流水域之蜻蛉目為中華珈蟪（南台亞種）、陽明晏蜓與無霸勾蜓，無霸勾蜓偏好於流水環境下沙質底質之環境，由於2至5月為蜻蛉目準備羽化之時期，且採樣時主要針對底質顆粒較大之地區採樣，故其豐度較低，稚蟲齡期較大，發現較多的中華珈蟪（南台亞種）與無霸勾蜓，6月後為蜻蛉繁殖季節，並增加底質顆粒較細且流速緩慢之樣點，固其豐度較高，稚蟲齡期較小，發現較多鼎脈蜻蛉與細蟪科之稚蟲。青紋絲蟪、細蟪科、烏帶晏蜓與烏基晏蜓為偏好靜水域之物種，鼎脈蜻蛉為偏好於底質顆粒較細之環境，故可在流水域與靜水域發現，青紋絲蟪、細蟪科、烏帶晏蜓與烏基晏蜓主要躲藏於水生植物之根部(表18、19)。

生態水池中最常見之物種為鼎脈蜻蛉與昧影細蟪，成蟲在棲地利用方面，鼎脈蜻蛉主要在靜水域周圍定點巡弋或點水產卵，昧影細蟪在水蓑衣周邊可發現較高之族群量，烏帶晏蜓與烏基晏蜓主要於生態水池中央地區巡弋、產卵，黃基蜻蛉在8月主要活動地區為靜水域入水口葦薺地區，無霸勾蜓主要於流水域地區來回巡弋、插秧式產卵，中華珈蟪（南台亞種）主要在流水域地區活動（圖28）。稚蟲在棲地利用可明顯區分為流水區與靜水區兩類環境，流水區為變動性較高之環境，出現之物種對於底質大小、流速與濁度具有較高之需求，本次調查記錄物種有陽明晏蜓、中華珈蟪（南台亞種）與無霸勾蜓；靜水區為較穩定之環境，蜻蛉科稚蟲主要躲藏於底質表面，絲蟪科、細蟪科與晏蜓科稚蟲主要躲藏於水生植物之縫隙或表面；生態水池主要組成中海拔地區池塘靜水域

之物種，具中高海拔代表性之物種為青紋絲蟪與黃基蜻蜒。

表 15 2008 年 2 月至 8 月奧萬大國家森林遊樂區生態水池之蜻蛉目成蟲種類及數量(隻次)記錄

	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月
青蚊細蟪	0	1	1	2	5	0	1
鼎脈蜻蜒	0	1	18	43	63	29	53
昧影細蟪	0	1	44	32	10	28	7
青紋絲蟪	0	2	5	12	11	0	0
烏帶晏蜓	0	0	7	4	2	1	3
霜白蜻蜒	0	0	1	1	4	0	6
杜松蜻蜒	0	0	0	1	0	0	1
無霸勾蜓	0	0	0	0	5	1	2
猩紅蜻蜒	0	0	0	0	1	0	0
烏基晏蜓	0	0	0	0	1	0	1
中華珈蟪	0	0	0	0	0	8	11
灰黑蜻蜒	0	0	0	0	0	2	3
薄翅蜻蜒	0	0	0	0	0	1	0
黃基蜻蜒	0	0	0	0	0	0	7

表 16 2008 年 2 月至 8 月奧萬大國家森林遊樂區生態水池之蜻蛉目 Shannon 多樣性指數與物種數月變化

		2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	
成蟲	物種數	0	4	6	7	9	7	11	
	Shannon 多樣性指數	0	1.33	1.17	1.30	1.36	1.26	1.58	
稚蟲	流水域	物種數	3	3	3	3	4	5	3
		Shannon 多樣性指數	1.04	1.07	1.09	0.90	1.04	1.30	0.87
	靜水域	物種數	4	4	4	5	4	3	3
		Shannon 多樣性指數	0.95	1.04	0.90	1.10	1.11	0.84	1.07

表 17 2008 年 2 月至 8 月奧萬大國家森林遊樂區生態水池之蜻蛉目稚蟲種類及數量(隻次)記錄

	2 月		3 月		4 月		5 月		6 月		7 月		8 月	
	流水	靜水	流水	靜水	流水	靜水	流水	靜水	流水	靜水	流水	靜水	流水	靜水
無霸勾蜓	2	0	3	0	3	0	1	0	3	0	5	0	22	0
鼎脈蜻蜓	4	5	5	7	3	8	5	12	31	8	14	6	11	9
中華珈蟪	2	0	3	0	4	0	2	0	5	0	2	0	0	0
細蟪科	0	29	0	21	0	35	0	27	12	21	7	26	3	16
青紋絲蟪	0	5	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0
烏帶晏蜓	0	3	0	4	0	2	0	3	0	12	0	6	0	11
烏基晏蜓	0	0	0	2	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0
陽明晏蜓	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

表 18 奧萬大國家森林遊樂區生態水池常見之蜻蛉目成蟲之出現月份

物 種		2008											
		2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
青紋細蟴	出現月份	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料		■	■	■	■		■					
鼎脈蜻蜒	出現月份		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料		■	■	■	■	■	■					
眯影細蟴	出現月份		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料		■	■	■	■	■	■					
青紋絲蟴	出現月份	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料		■	■	■	■							
烏帶晏蜓	出現月份	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料			■	■	■	■	■					
霜白蜻蜒	出現月份	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料			■	■	■	■	■					
杜松蜻蜒	出現月份	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料				■			■					
無霸勾蜓	出現月份			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料					■	■	■					
猩紅蜻蜒	出現月份	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料						■						
烏基晏蜓	出現月份					■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料					■		■					
中華珈蟴	出現月份		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料						■	■					
灰黑蜻蜒	出現月份				■	■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料						■	■					
薄翅蜻蜒	出現月份	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料						■						
黃基蜻蜒	出現月份					■	■	■	■	■	■	■	■
	調查資料							■					

*出現月份資料來源：曹美華(2005)

表 19 2008 年 2 月至 8 月奧萬大國家森林遊樂區生態水池之蜻蛉目名錄

目名	科名	中文名	學名
蜻蛉目 (Odonata)			
均翅亞目 (Zygoptera)	珈蟴科 (Calopterygidae)	中華珈蟴 (南台亞種)	<i>Psolodesmus mandarinus dorothea</i> Willamson, 1904
	絲蟴科 (Lestidae)	青紋絲蟴	<i>Indolestes cyaneus</i> (Selys, 1862)
	細蟴科 (Coenagrionidae)	青紋細蟴 眯影細蟴	<i>Ischnura senegalensis</i> (Rambur, 1842) <i>Ceriagrion fallax fallax</i> Ris, 1914
不均翅亞目 (Anisoptera)	晏蜓科 (Aeshnidae)	烏基晏蜓 烏帶晏蜓 陽明晏蜓	<i>Anaciaeschna martini</i> Selys, 1897 <i>Anax nigrofasciatus nigrofasciatus</i> Oguma, 1915 <i>Planaeschna taiwana</i> Asahina, 1951
	勾蜓科 (Cordulegastridae)	無霸勾蜓	<i>Anotogaster sieboldii</i> (Selys, 1854) subsp.
	蜻蜓科 (Libellulidae)	猩紅蜻蜓 善變蜻蜓 杜松蜻蜓 金黃蜻蜓 灰黑蜻蜓 霜白蜻蜓 鼎脈蜻蜓 薄翅蜻蜓 黃紉蜻蜓 黃基蜻蜓	<i>Crocothemis servilia servilia</i> (Drury, 1770) <i>Neurothemis ramburii ramburii</i> (Kaup, 1866) <i>Orthetrum sabina sabina</i> (Drury, 1770) <i>Orthetrum glaucum</i> (Brauer, 1865) <i>Orthetrum melania</i> (Selys, 1883) <i>Orthetrum pruinosum neglectum</i> (Rambur, 1842) <i>Orthetrum trianglare</i> (Selys, 1878) subsp. <i>Pantala flavescens</i> (Fabricius, 1798) <i>Pseudothemis zonata</i> (Burmeister, 1893) <i>Sympetrum speciosum taiwanum</i> Asahina, 1951

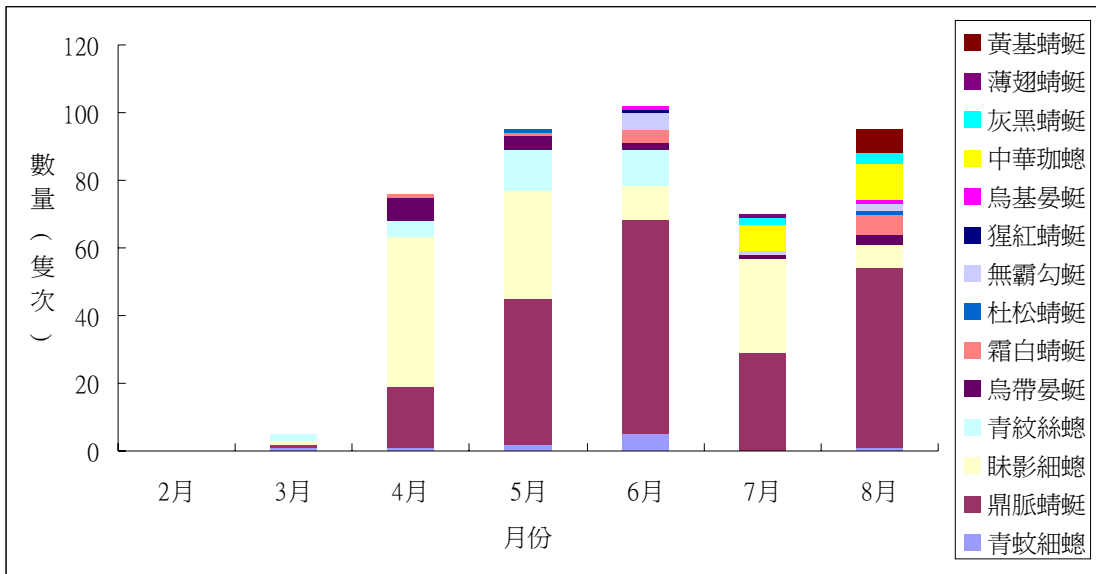


圖 22 奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目成蟲組成月變化

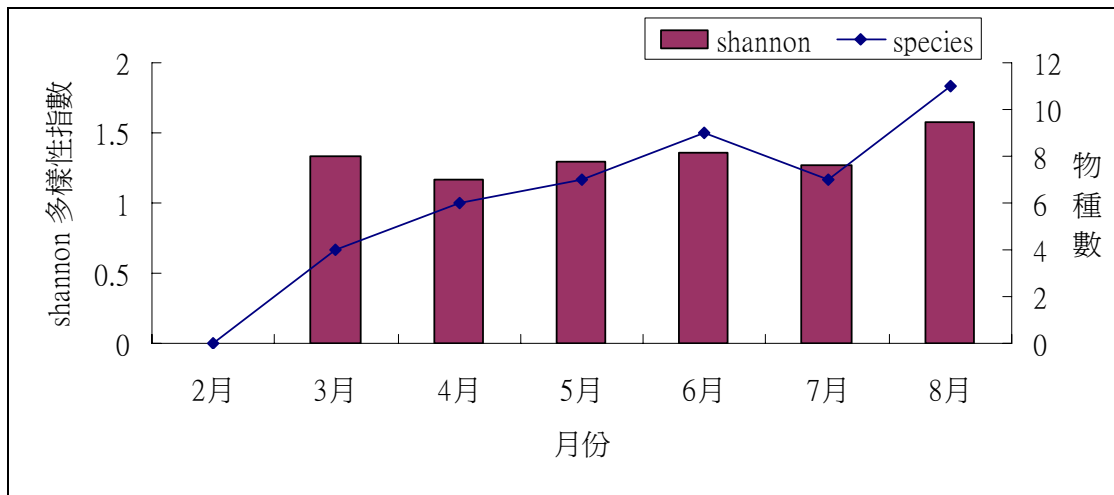


圖 23 奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目成蟲多樣性與物種數月變化

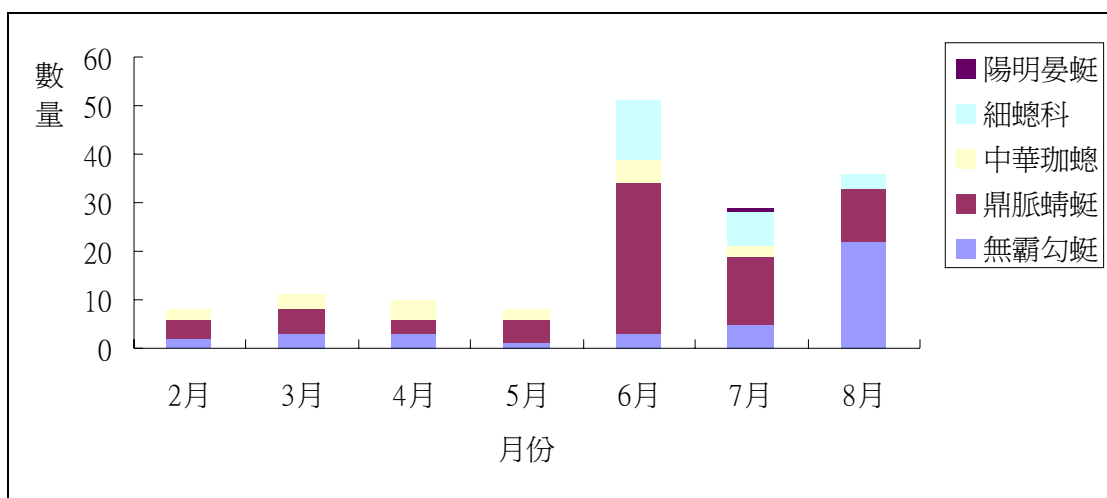


圖 24 奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目流水域稚蟲組成月變化

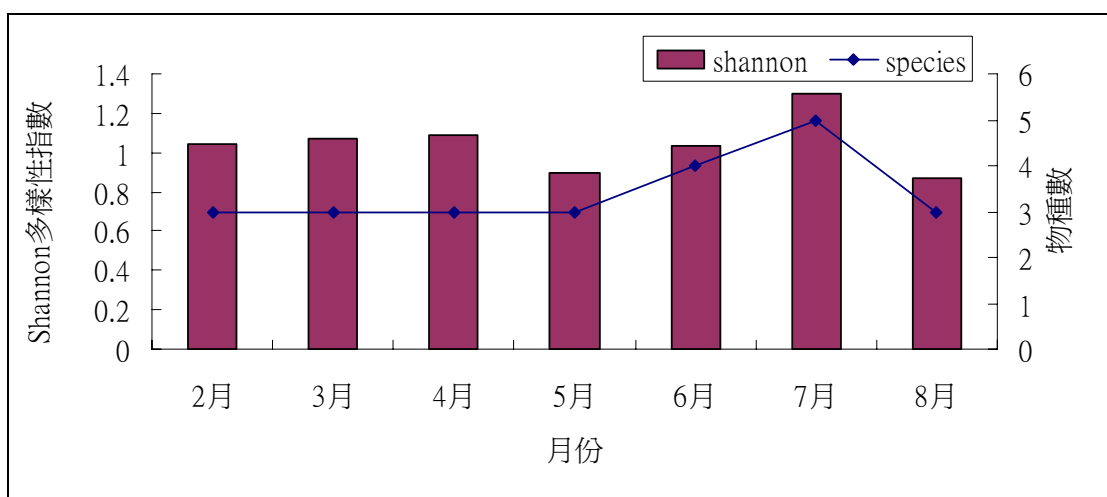


圖 25 奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目流水域稚蟲多樣性與物種數月變化

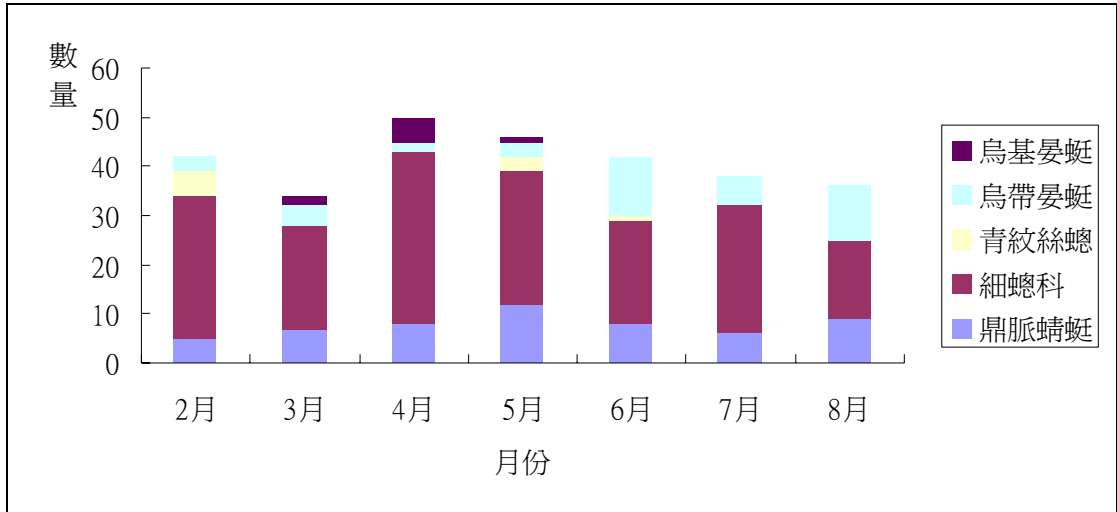


圖 26 奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目靜水域稚蟲組成月變化

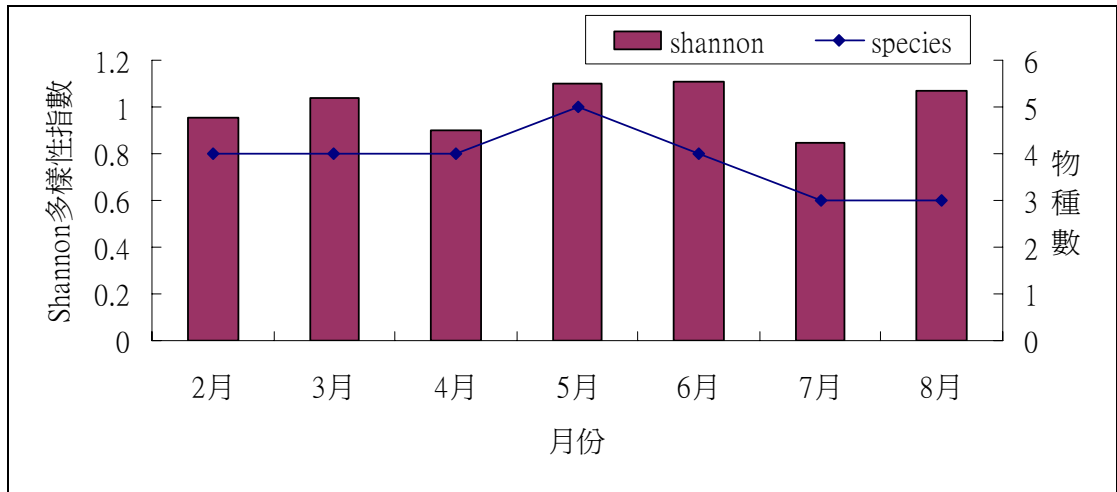


圖 27 奧萬大國家森林遊樂區生態水池蜻蛉目靜水域稚蟲多樣性與物種數月變化



圖 28 奧萬大國家森林遊樂區生態水池常見蜻蛉目主要活動範圍



D 型水生撈網及採樣工具



利用 D 型水生撈網進行採樣



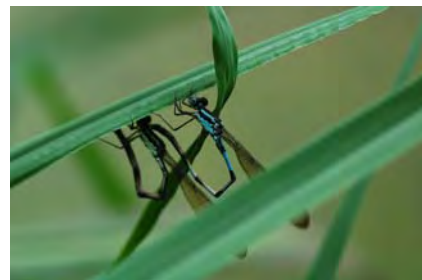
中華珈蟪之稚蟲



鼎脈蜻蜓之稚蟲



細蟪科之稚蟲



青紋絲蟪連結產卵



烏帶晏蜓於香杉林下池產卵



眯影細蟪

圖 29 奧萬大國家森林遊樂區生態池水生昆蟲之採集



烏帶晏蜓羽化後留下的蛻



烏基晏蜓羽化後留下的蛻



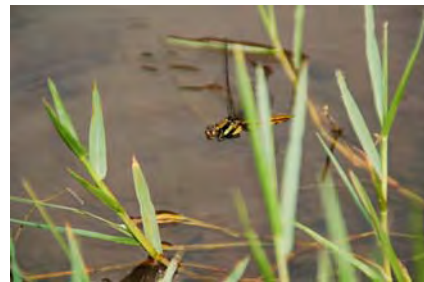
善變蜻蜓



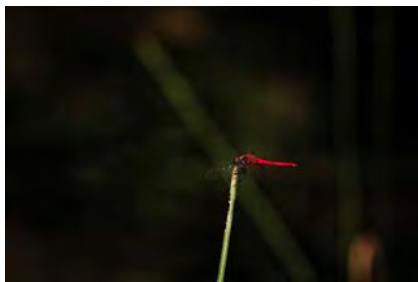
無霸勾蜓羽化後留下的蛻



鼎脈蜻蜓



鼎脈蜻蜓雌蟲產卵



黃基蜻蜓



灰黑蜻蜓

圖 30 奧萬大國家森林遊樂區生態池水生昆蟲

五、兩棲類物種

兩棲類的調查方法包括掉落式陷阱(pitfall)、夜間沿線調查、與兩棲類聲音收集等，自 2005 年 2 月至 2008 年 9 月，共調查兩棲類無尾目 3 科 9 種 (表 20)，包括蟾蜍科的盤古蟾蜍(*Bufo bankorensis*)、赤蛙科的腹斑蛙(*Rana adenopleura*)、拉都希氏赤蛙(*Rana latouchii*)、梭德氏赤蛙(*Rana Sauteri*)、斯文豪氏赤蛙(*Rana swinhoana*)、以及樹蛙科的面天樹蛙(*Chirixalus idiotocus*)、白領樹蛙(*Polypedates megacephalus*)、莫氏樹蛙(*Rhacophorus moltrechti*)與日本樹蛙(*Buergeria japonica*) (圖 31-32)。此外，沿線調查中，在區域其他環境中亦發現有樹蛙科的艾氏樹蛙(*Chirixalus eiffingeri*)與狹口蛙科的小雨蛙(*Microhyla ornata*)。自生態水池建置完畢後，兩棲類以莫氏樹蛙、日本樹蛙、拉都希氏赤蛙與盤古蟾蜍最先出現，緊接在後的是面天樹蛙，白領樹蛙、腹斑蛙與斯文豪氏赤蛙等大型蛙類則從 5 月開始出現，其中，梭德氏赤蛙在 4 月曾有一次未確認記錄，因未捕捉到個體，因此暫不予列入 4 月出現的蛙種 (表 21)。若比較調查物種與以往的研究記錄，則與記錄之蛙類分佈海拔大致吻合。自建置完成之第二年(2007 年)起，兩棲類物種名錄即呈穩定狀態，名錄並無增減，然記錄月份與相對數量則有變異。

各物種各月份調查隻數顯示，自 2006 年至 2008 年 8 月共調查 1,679 隻包括 2006 年 439 隻、2007 年 734 隻和 2008 年 506 隻。此一數量只能用來解釋當月之各物種相對活動個體數，不能用來作為族群數量或結構之估算 (表 22)。2006 年各物種之相對數量依其繁殖季節而各有增減，總體而言，並無優勢物種。2007 年各物種之相對數量在 6 月之後明顯以腹斑蛙、拉都希氏赤蛙與盤古蟾蜍佔優勢。2008 年自 1 月至 5 月，則以腹斑蛙、拉都希氏赤蛙與盤古蟾，莫氏樹蛙次之。莫氏樹蛙與梭德氏赤蛙的相對數量維持穩定。白領樹蛙則在 2007 年有減少的趨勢，但在 2008 年夏季又有增加的趨勢。反之，日本樹蛙和面天樹蛙則有遞減的趨勢，尤其是日本樹蛙，在 2007 年 7 月之後幾乎沒有記錄。計算各年度的生物多樣性指數則發現生態池的蛙類多樣性逐年遞減(表 23、圖 33)。

各兩棲類在生態池的分布大致固定，例如日本樹蛙通常在水池的淺水低矮植生區，莫氏樹蛙則使用靠近山坡的深水密植區，在非繁殖季，盤古蟾蜍大多蹲踞在較深而無濃密植生的入水口，其他如拉都希氏赤蛙、白領樹蛙與腹斑蛙則廣泛分布在水池全區，但以水池南面挺水植物區為主。此外，斯文豪氏赤蛙只有在溪流區出現，而梭德氏赤蛙則多出現在步道旁的溝渠中與人工溪流內。住宿區的水域環境除了生態池(含人工溪流)之

外，鄰近還有 3 個無動力控制的小水池（圖 34）。在所有調查到的兩棲類物種中，面天樹蛙在只有林下池發現，並不出現在生態水池中。若以無動力水池為單位來區分物種分布，則林下池有面天樹蛙與拉都希氏赤蛙，池邊排水溝有梭德氏赤蛙，池上方森林中有艾氏樹蛙；楓葉池則主要有腹斑蛙、盤古蟾蜍與拉都希氏赤蛙，周圍林中有時有莫氏樹蛙，但不出現在水池內；香杉池則有莫氏樹蛙與拉都希氏赤蛙。顯示不同的微棲地環境提供了不同兩棲類的棲所（圖 34）。

表 20 奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類物種名錄

科名	物種	學名	英名
	莫氏樹蛙	<i>Rhacophorus moltrechti</i>	Moltrecht's Treefrog
樹蛙科 Rhacophoridae	白領樹蛙	<i>Rhacophorus megacephalus</i>	White Lipped Treefrog
	日本樹蛙	<i>Buergeria japonicus</i>	Japanese Buerger's Frog
	面天樹蛙	<i>Chirixalus idiotocus</i>	Meintein Treefrog
赤蛙科 Ranidae	拉都希氏赤蛙	<i>Rana latouchii</i>	Latouche's Frog, Kuantun Frog
	斯文豪氏赤蛙	<i>Rana swinhoana</i>	Swinhoe's Frog
	腹斑蛙	<i>Rana adenopleura</i>	Olive Frog
	梭德氏赤蛙	<i>Rana sauteri</i>	Sauter's Frog
蟾蜍科 Bufonidae	盤古蟾蜍	<i>Bufo bankorensis</i>	Central Formosan toad

表 21 奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類物種出現季節與以往主要繁殖季節記錄

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
莫氏樹蛙	繁殖季節												
	2006												
	2007												
	2008												
白領樹蛙	繁殖季節												
	2006												
	2007												
	2008												
日本樹蛙	繁殖季節												
	2006												
	2007												
	2008												
面天樹蛙	繁殖季節												
	2006												
	2007												
	2008												
拉都希氏赤蛙	繁殖季節												
	2006												
	2007												
	2008												

* 灰色為主要繁殖季節，黑色為已調查所觀察到的季節

表 21 奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類物種出現季節與以往主要繁殖季節記錄(續)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
斯文豪氏赤蛙	繁殖季節												
	2006												
	2007												
	2008												
腹斑蛙	繁殖季節												
	2006												
	2007												
	2008												
梭德氏赤蛙	繁殖季節												
	2006												
	2007												
	2008												
盤古蟾蜍	繁殖季節												
	2006												
	2007												
	2008												

*灰色為主要繁殖季節，黑色為已調查所觀察到的季節

表 22 奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類物種調查數量

	物種	日期	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年總數	總數
樹蛙科	莫氏樹蛙	2006	0	7	0	0	9	3	1	2	0	0	1	2	18	
		2007	0	6	10	5	0	4	9	2	0	3	0	0	23	
		2008	31	20	17	0	7	16	0	1	0	0	0	0	24	65
	白領樹蛙	2006	0	0	0	0	10	2	5	2	0	0	0	0	19	
		2007	0	0	0	4	0	2	1	0	0	0	0	0	7	
		2008	0	0	8	0	10	8	0	0	0	0	0	0	18	44
	日本樹蛙	2006	0	3	0	4	28	12	5	0	0	2	0	0	51	
		2007	0	0	0	3	0	8	0	0	0	0	0	0	11	
		2008	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	64
	面天樹蛙	2006	0	0	0	0	10	2	3	0	0	0	0	0	15	
		2007	0	0	1	3	0	2	4	0	0	0	0	0	9	
		2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
赤蛙科	拉都希氏赤蛙	2006	0	14	0	17	34	17	18	39	0	34	38	9	206	
		2007	0	21	70	49	0	34	35	29	26	27	39	23	262	
		2008	73	38	39	26	36	19	9	33	0	0	0	0	123	591
	斯文豪氏赤蛙	2006	0	0	0	0	2	0	4	1	0	0	0	0	7	
		2007	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	4	
		2008	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	13
	腹斑蛙	2006	0	0	0	0	13	8	4	11	0	10	1	1	48	
		2007	0	0	4	3	0	38	57	43	65	75	0	0	281	
		2008	51	0	28	35	43	37	54	156	0	0	0	0	325	654

表 22 奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類物種調查數量(續)

物種	日期	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年總數	總數
梭德氏赤蛙	2006	0	0	0	0	0	0	6	1	0	4	3	2	16	
	2007	0	1	5	2	0	1	0	0	9	3	0	4	19	
	2008	10	5	0	4	0	0	1	3	0	0	0	0	8	43
蟾蜍科 盤古蟾蜍	2006	0	6	0	14	6	7	3	0	0	16	8	5	59	
	2007	0	25	33	13	0	4	0	1	48	21	14	17	118	
	2008	28	4	6	2	1	0	0	1	0	0	0	0	4	181
															1679

表 23 奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類物種生物多樣性指數

年度	月份											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2006	-	1.345	-	1.180	1.439	1.335	1.877	1.053	-	0.786	0.000	1.055
2007	-	1.072	0.999	1.050	-	1.100	0.837	0.888	1.247	1.030	0.466	0.872
2008	1.257	0.856	1.390	0.474	0.961	1.239	1.033	0.499	-	-	-	-



(a) 莫氏樹蛙 (*Rhacophorus moltrechti*)



(b) 磐古蟾蜍 (*Bufo bankorensis*)



(c) 日本樹蛙 (*Buergeria japonica*)



(d) 日本樹蛙 (*Buergeria japonica*)



(e) 面天樹蛙 (*Chirixalus idiootocus*)



(f) 梭德氏赤蛙 (*Rana Sauteri*)

圖 31 奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類調查物種照片(1)



(a) 斯文豪氏赤蛙 (*Rana swinhoana*)



(b) 斯文豪氏赤蛙 (*Rana swinhoana*)



(c) 拉都希氏赤蛙 (*Rana latouchii*)



(d) 腹斑蛙 (*Rana adenopleura*)



(e) 白領樹蛙 (*Polypedates megacephalus*)



(f) 白領樹蛙 (*Polypedates megacephalus*)

圖 32 奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類調查物種照片(2)

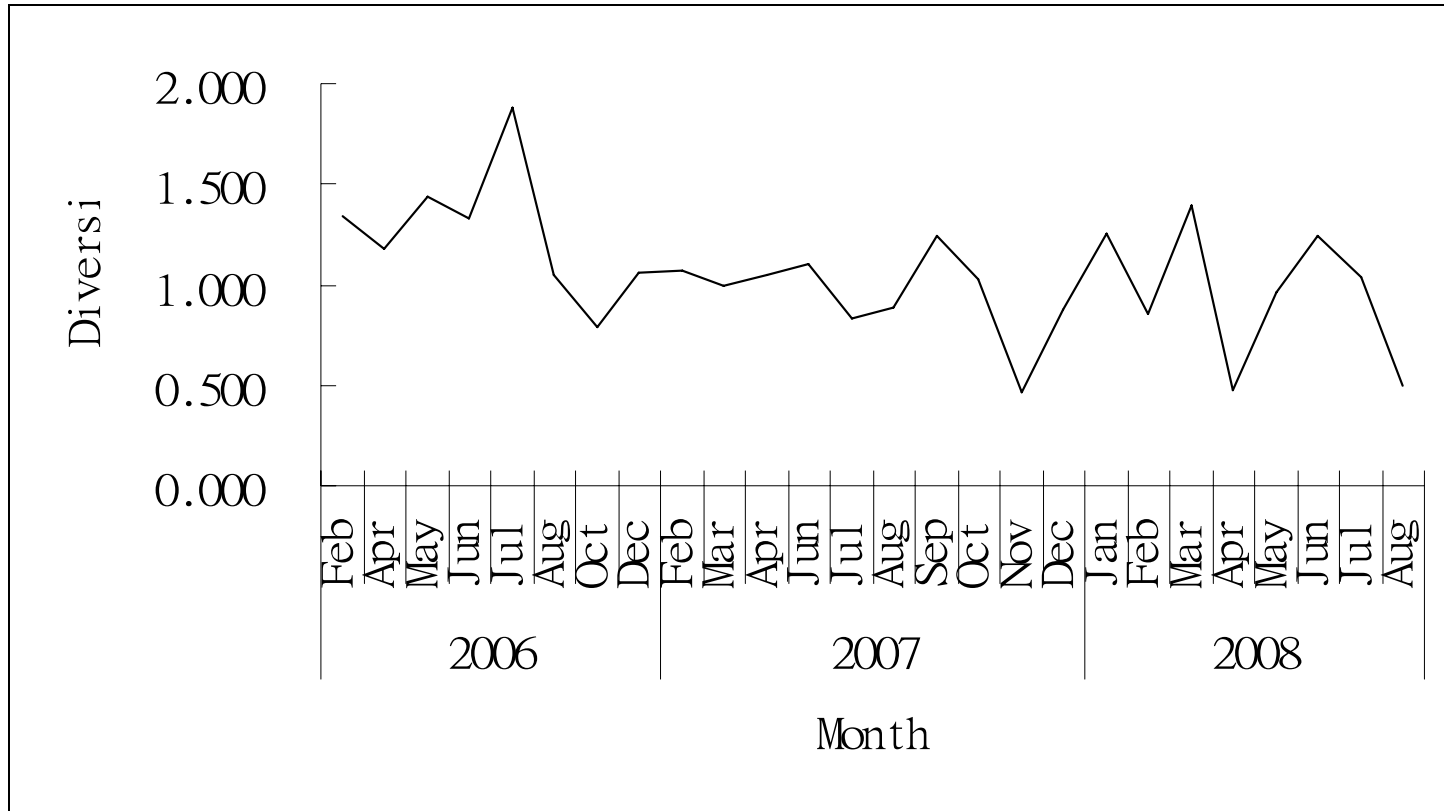


圖 33 奧萬大國家森林遊樂區生態池兩棲類生物多樣性指數

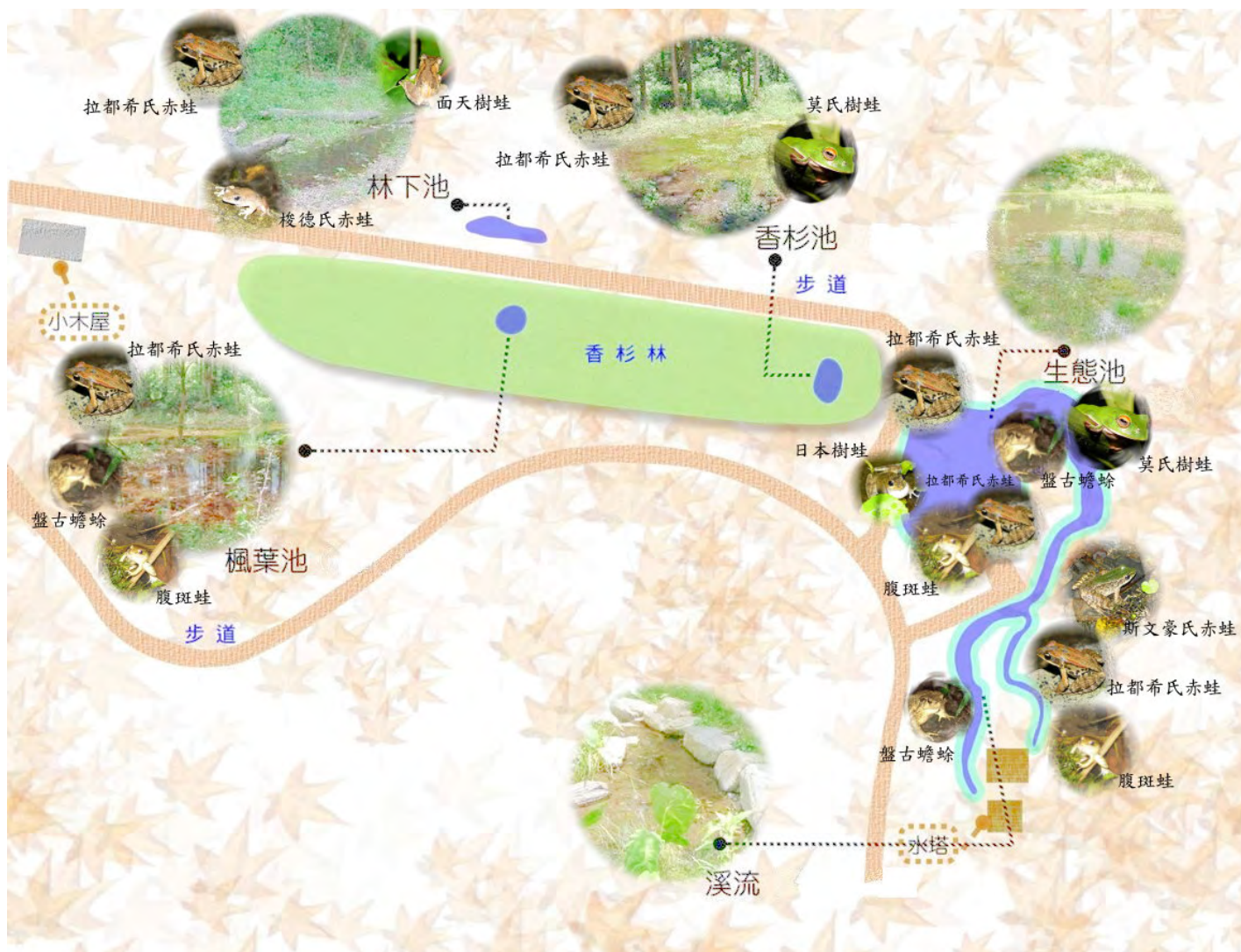


圖 34 奧萬大國家森林遊樂區林下池、楓葉池、香山池與人工生態池之蛙類分佈圖

六、哺乳動物

自動相機經期初的微調後，自 2005 年 12 月開始生產有效照片至 2006 年 6 月開始穩定收集哺乳動物資料，期間陸續調整最佳之樣區架設地點共架設 22 台次，調整後持續穩定收集哺乳動物樣區共 11 個，於 2007 年因聖帕颱風(8 月 16-19 日)楓林區聯絡吊橋毀壞，有 2 個樣區無法到達，剩餘 9 個樣區持續收集資料至因辛樂克颱風重創遊樂區止(9 月 11-16 日)，總計哺乳動物資料收集總工作時約 141,700 小時(瀑布區 2 樣區於 2008 年 3 月與 5 月自動相機器材遭竊，生態池旁樣區 2007 年 10 月因柯羅莎颱風(10 月 5-8 日)毀壞 1 樣區資料，各毀損樣區分別損失 2 個月資料)，包括 2006 年 1 月至 12 月 52,395 小時、2007 年 1 月至 12 月共 67,509 小時、及 2008 年 1 月至 9 月共 29,329 小時，平均每樣區工作小時為 3,259 小時。共取得有效照片數 1,895 張包含 2006 年 1 月至 12 月有效照片 788 張、2007 年 1 月至 12 月 831 張及 2008 年 1 月至 4 月 276 張。共調查到物種 15 科 21 種，包括哺乳動物 10 科 11 種如台灣獼猴(*Macaca cyclopis*)、穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)、赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)、刺鼠(*Niviventer coxingi*)、臺灣野兔(*Lepus sinensis formosanus*)、黃鼠狼(*Mustela sibirica davidiana*)、鼬獾(*Melogale moschata subaurantiaca*)、白鼻心(*Paguma larvata taivana*)、臺灣野豬(*Sus scrofa taivanus*)、長鬃山羊(*Naemorhedus swinhoi*)與山羌(*Muntiacus reevesi micrurus*)等哺乳動物；與地棲型鳥類一科 3 種如藍腹鷓(*Lophura swinhoii*)、深山竹雞(*Arborophila crudigularis*)與竹雞(*Bambusicola thoracica*)等地棲型物種 11 科 14 種(表 24，圖 35-36)。除此之外，自動相機亦零星記錄到非目標物種共 4 科 7 種如大冠鷲(*Spilornis cheela*)、檀鳥(*Garrulus glandarius*)、台灣藍鵲(*Urocissa caerulea*)、白喉笑鵝(*Garrulax albogularis*)、藪鳥(*Liocichla steeri*)、紫嘯鵝(*Myiophoneus insularis*)與虎鵝(*Zoothera dauma*)等鳥類，可供參考(表 25，圖 37)。非目標物種由於其活動型態非地棲型，因此可作為存在之證據，但非針對此類物種的完整調查名錄。這些物種中，台灣獼猴、穿山甲、白鼻心、山羌與長鬃山羊，以及大冠鷲、深山竹雞、藍腹鷓、台灣藍鵲與白喉笑鵝為保育類物種，台灣獼猴與長鬃山羊為台灣特有種，鳥類中藍腹鷓、台灣藍鵲、深山竹雞、藪鳥與紫嘯鵝亦為台灣特有種。生態水池邊共調查有地棲型物種 9 科 10 種，除了穿山甲、白鼻心、長鬃山羊、深山竹雞外，其他物種在生態水池周圍樣區都有記錄，其中，水池邊的台灣野兔為目擊紀錄。監測調查期間，穿山甲、白鼻心與長鬃山羊等四種哺乳動物一直到 2007 年才有記錄。此外，需要特別注意的是 2008 年第

一次紀錄到家貓。

計算各物種在 11 個相機樣區的出現頻度(表 26)。除了雀形目的 3 科 6 種物種之外，其他 11 科 14 種可以歸類為地棲型動物，因為自動照相機的調查特性，只有地棲物種可以以此調查方式估算物種之相對族群密度，因此雀形目之 6 種物種之調查資料將不用來推估其相對族群密度。在所有調查之地棲型物種中，以刺鼠(100%)、山羌(92.31%)、黃鼠狼(84.62%)的出現頻度最高，幾乎出現在所有樣區中，為區域中普遍分布種；反之，穿山甲(7.69%)、長鬃山羊(7.69%)與白鼻心(7.69%)只出現在一個樣區，屬於區域中侷限分布物種。若計算各樣區出現物種數，則最少出現 3 個物種，最多出現 12 個物種。水池周圍的樣區不乏物種豐富度高的樣區，最少出現 9 種最多出現 12 種物種。利用指數 (Occurrence index, OI =每 1,000 個相機工作小時所獲得照片數)計算各物種之相對密度(表 26)，以刺鼠 ($OI=8.66$) 為最高，其次為鼬獾 (1.34) 與山羌 (1.33)；相對密度較低的物種為台灣野兔(0.18)與穿山甲(0.07)。

表 24 奧萬大國家森林遊樂區自動照相機動物調查物種名錄

目	科	中文名	學名	保育等級*	2006	2007	2008	水池	
靈長	獼猴	臺灣獼猴	<i>Macaca cyclopis</i>	III	✓	✓		✓	
兔形	兔	臺灣野兔	<i>Lepus sinensis formosanus</i>		✓	✓	✓	✓	
啮齒	松鼠	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus</i>		✓	✓	✓	✓	
		刺鼠	<i>Niviventer coxingi</i>		✓	✓	✓	✓	
食肉	貂	黃鼠狼	<i>Mustela sibirica taivana</i>		✓	✓	✓	✓	
		鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>		✓	✓	✓	✓	
		靈貓	白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>	III		✓	✓	
鱗甲	穿山甲	穿山甲	<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>	II	✓				
偶蹄	豬	臺灣野豬	<i>Sus scrofa taivanus</i>		✓	✓	✓	✓	
		鹿	山羌	<i>Muntiacus reevesi micrurus</i>	III	✓	✓	✓	✓
		牛	長鬃山羊	<i>Capricornis crispus swinhoei</i>	II		✓		
雞形	雉	深山竹雞	<i>Arborophila crudigularis</i>	III	✓	✓	✓		
		竹雞	<i>Bambusicola thoracica</i>		✓	✓	✓	✓	
		藍腹鵝	<i>Lophura swinhoii</i>	II	✓	✓	✓	✓	

* 依 97 年 7 月 2 日農委會公告：I-瀕臨絕種保育類野生動物；II-珍貴稀有保育類野生動物；III-其他應予保育類野生動物。

表 25 奧萬大國家森林遊樂區自動照相機動物調查非目標物種名錄

目	科	中文名	學名	保育等級*
鷹形	鷲鷹	大冠鷲	<i>Spilornis cheela</i>	II
雀形	鴉	檀鳥	<i>Garrulus glandarius</i>	
		台灣藍鵲	<i>Urocissa caerulea</i>	III
	畫眉	白喉笑鵲	<i>Garrulax albogularis</i>	II
		藪鳥	<i>Liocichla steeri</i>	
		鶇	紫嘯鶇	<i>Myiophoneus insularis</i>
		虎鶇	<i>Zoothera dauma</i>	

* 依 97 年 7 月 2 日農委會公告：I-瀕臨絕種保育類野生動物；II-珍貴稀有保育類野生動物；III-其他應予保育類野生動物。



(a) 台灣獼猴(*Macaca cyclopis*)



(b) 臺灣野兔 (*Lepus sinensis formosanus*)



(c) 赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)



(d) 刺鼠(*Niviventer coxingi*)



(e) 黃鼠狼(*Mustela sibirica davidiana*)



(f) 鼬獾(*Melogale moschata subaurantiaca*)

圖 35 奧萬大國家森林遊樂區地棲型動物物種照片(1)



(a) 臺灣野豬(*Sus scrofa taiwanus*)



(b) 山羌♂(*Muntiacus reevesi micrurus*)



(c) 穿山甲(*Manis pentadactyla pentadactyla*)



(d) 長鬃山羊(*Capricornis crispus swinhoei*)



(e) 藍腹鷓鴣♂(*Lophura swinhoii*)



(f) 白鼻心(*Paguma larvata taiwana*)

圖 36 奧萬大國家森林遊樂區地棲型動物物種照片(2)



(a) 虎鶇 (*Zoothera dauma*)



(b) 藪鳥 (*Liocichla steeri*)



(c) 白喉笑鶇 (*Garrulax albogularis*)



(d) 檜鳥 (*Garrulus glandarius*)



(e) 台灣藍鶇 (*Urocissa caerulea*)



(f) 紫嘯鶇 (*Myiophoneus insularis*)

圖 37 奧萬大國家森林遊樂區非地棲型動物物種照片

表 26 自動相機拍攝地棲動物出現樣區頻度與相對密度

樣點	總工作時	臺灣獼猴	臺灣野兔	赤腹松鼠	刺鼠	黃鼠狼	鼬獾	白鼻心	穿山甲	臺灣野豬	山羌	長鬃山羊	深山竹雞	竹雞	藍腹鵝	物種數
01	17159.80	0.291	0.000	0.058	10.956	0.641	0.874	0.000	0.000	0.058	0.233	0.000	0.000	0.233	0.000	10
02	19127.78	0.052	0.000	0.314	4.339	0.261	0.993	0.000	0.000	0.052	1.307	0.052	0.000	0.157	0.105	12
03	9677.10	0.103	0.000	0.103	11.884	0.517	0.827	0.000	0.000	0.000	0.413	0.000	0.103	0.000	0.207	9
04	12712.75	0.157	0.000	0.551	16.519	0.472	0.157	0.000	0.000	0.000	1.337	0.000	0.000	0.079	0.236	10
05	985.58	0.000	0.000	0.000	5.073	0.000	2.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.015	0.000	0.000	4
06	9178.13	0.218	0.000	0.000	1.961	0.109	0.872	0.000	0.000	0.000	0.436	0.000	0.763	0.545	0.436	10
07	7270.47	0.825	0.275	0.825	7.152	0.275	2.201	0.000	0.000	0.000	4.952	0.825	0.000	0.000	0.000	10
09	3102.30	0.000	0.000	0.000	6.124	0.000	1.934	0.000	0.000	0.000	0.322	0.000	0.000	0.000	0.000	3
11	13422.17	0.000	0.075	0.969	3.725	0.224	0.000	0.000	0.000	0.075	3.204	0.000	0.075	0.596	1.639	11
12	12831.87	0.468	0.000	0.623	7.949	0.156	0.000	0.000	0.000	0.000	0.468	0.000	0.078	0.078	0.234	9
13	15050.10	0.465	0.000	0.066	3.654	0.133	0.000	0.000	0.066	0.797	1.130	0.000	0.332	0.199	0.332	11
14	11505.10	0.869	0.000	0.000	15.558	0.261	3.129	0.348	0.000	0.174	1.043	0.000	0.000	0.000	0.348	9
15	9674.42	0.000	0.000	0.207	17.675	0.724	0.413	0.000	0.000	0.000	1.137	0.000	0.000	0.517	0.103	9
平均 OI 值		0.383	0.175	0.413	8.659	0.343	1.343	0.348	0.066	0.231	1.332	0.439	0.394	0.300	0.404	
有效照片數		40	3	45	1247	47	116	4	1	17	180	7	16	30	46	1893
出現樣區數		9	2	9	13	11	10	1	1	5	12	2	6	8	9	
出現頻度		69.23	15.38	69.23	100.00	84.62	76.92	7.69	7.69	38.46	92.31	15.38	46.15	61.54	69.23	

七、物種活動模式

利用相機所拍攝到的有效照片分析日時間序列之物種活動模式。活動模式顯示台灣獼猴、赤腹松鼠、竹雞與藍腹鵲為日行性活動模式，在早上 7 點與晚上 6 點有一活動高峰（圖 38）。刺鼠、黃鼠狼與鼬獾為夜行性活動模式，在入夜之後一直到日出前都有蠻高的活動頻率，在日出前達到活動高峰後就不活動（圖 39）。山羌為全日性活動模式，清晨和傍晚各有一個活動高峰（圖 40），這些物種的活動模式與台灣其他地區的大致相同。

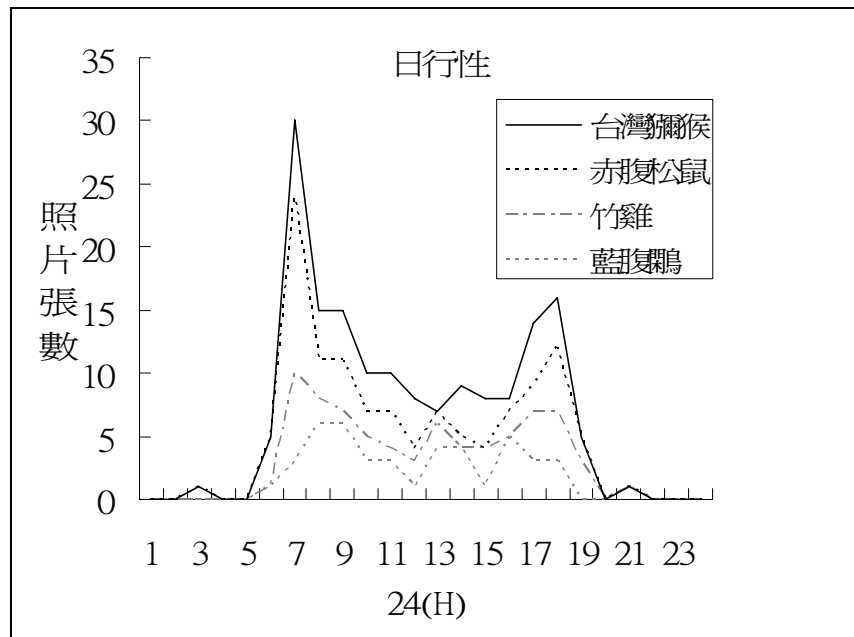


圖 38 奧萬大國家森林遊樂區日行性動物日時間序列之活動模式

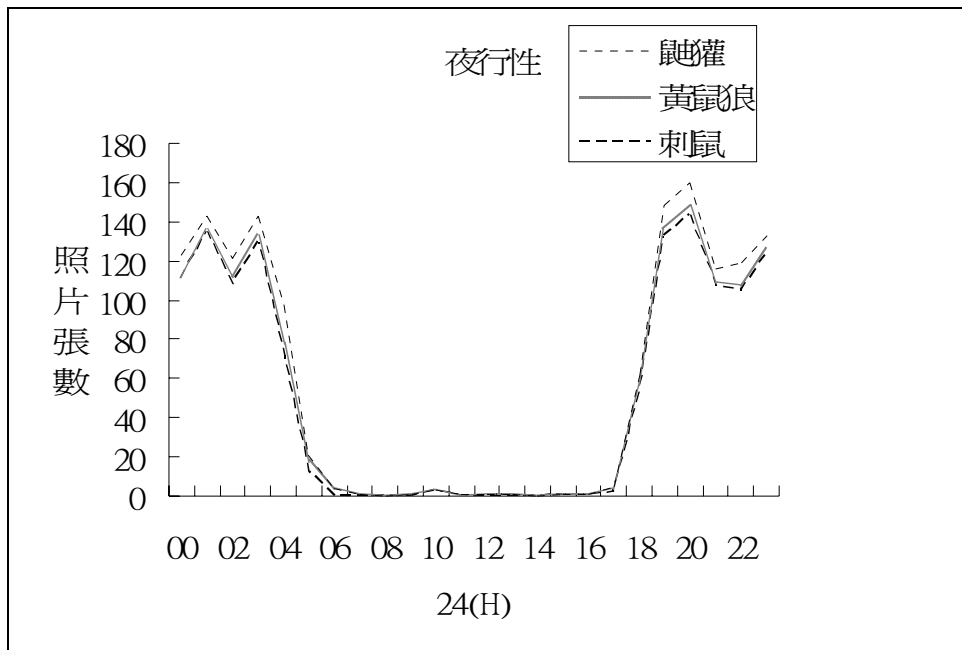


圖 39 奧萬大國家森林遊樂區夜行性動物日時間序列之活動模式

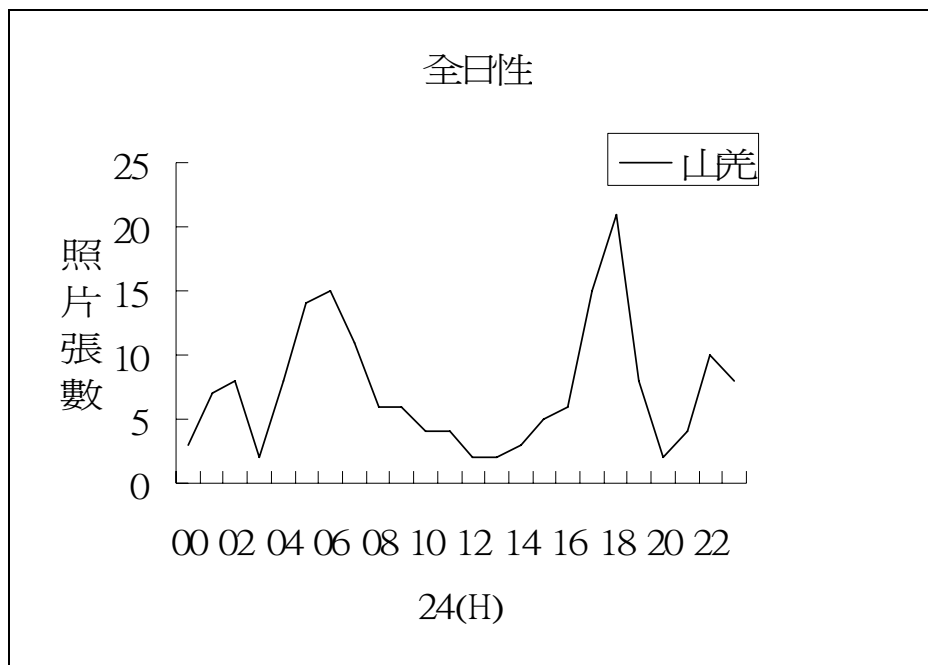


圖 40 奧萬大國家森林遊樂區全日性動物日時間序列之活動模式

八、水池大事紀

奧萬大國家森林遊樂區人工生態水池自 2005 年底施工完畢開始注水至 2007 年底，其間，歷經幾次自然水文循環之枯水期與豐水期，並經過幾次初期小規模水池整理與兩次大規模水生植物整理與外來物種移除。目前看來，兩棲類物種陸續進駐並已呈穩定的利用形態，水生植物生長茂盛，水棲昆蟲多樣性極高，而兩棲類物種雖有其族群密度與活動範圍的差異，也因長期監測之效用而陸續被紀錄。將以上重要時間點以大事紀方式紀錄，可以更清楚呈現(表 27)。然需注意，水棲昆蟲監測從 2007 年始，因此其第一次紀錄並不代表第一次出現。此外，哺乳動物有其分布之最適地理範圍，加上棲地品質與行為模式的差異，因此有族群密度與活動範圍的限制，故第一次紀錄並不代表第一次在紀錄地點出現或活動，不宜過度解釋之。

表 27 奧萬大國家森林遊樂區人工生態池大事紀

2005	11 月	奧萬大國家森林遊樂區生態池完工。
	12 月	自動相機監測開始。拍到刺鼠、赤腹松鼠與黃鼠狼。
2006	1 月	
	2 月	水池水質監測與兩棲類調查開始。發現莫氏樹蛙、日本樹蛙、拉都希氏赤蛙與盤古蟾蜍。
	3 月	發現面天樹蛙。
	4 月	拍到台灣野兔、深山竹雞與藍腹鵲。
	5 月	發現白領樹蛙、斯文豪氏赤蛙與腹斑蛙。拍到台灣獼猴、山羌。
	6 月	
	7 月	發現梭德氏赤蛙。(碧利斯颱風)
	8 月	
	9 月	
	10 月	
	11 月	
	12 月	拍到台灣野豬。
2007	1 月	拍到穿山甲。
	2 月	拍到長鬃山羊。
	3 月	水棲昆蟲調查與水生植物監測開始。
	4 月	水池整理，外來種植栽(銅錢草、李氏禾)移除。
	5 月	水池植栽整理。
	6 月	發現白痣珈蟪、善變蜻蜓、日本紅娘華。
	7 月	發現烏帶晏蜓、猩紅蜻蜓。(梧提颱風)
	8 月	發現麻斑晏蜓、杜松蜻蜓。聖帕颱風摧毀楓林吊橋。
	9 月	水池整理，清池曝曬，進行外來種移除。(韋伯颱風)
	10 月	第一梯次生態池解說教育訓練。拍到白鼻心。(柯羅莎颱風)
	11 月	第二梯次生態池解說教育訓練
	12 月	
2008	1 月	
	2 月	蜻蛉目監測開始。外來植物如銅錢草與李氏禾進入。
	3 月	福壽螺大量發生。
	4 月	
	5 月	
	6 月	水池整理，曝池並外來種清理。
	7 月	(卡孜基颱風、鳳凰颱風)
	8 月	(凱米颱風)
	9 月	辛樂克颱風重創奧萬大。

伍、 結論與建議

本計畫為首次針對人工構築之生態水池環境中的自水質、藻類、水生植物、兩棲類至哺乳類動物進行調查的全面性監測計畫，由於此生態池雖位於屬中海拔山區的奧萬大國家森林遊樂區內，且無受到家庭、畜牧及工廠等污水注入的影響，藉由工程以生態工法施工的情況下，除可以瞭解生態池在模擬中海拔地區淺水域環境中的演替情況外，亦可藉由監測資料了解各生態系統組成之間的關係，提供施工團隊或管理單位在經營與維護管理上的參考。

1. 奧萬大生態池水質俱貧營養源特質

生態池的水質狀況，隨著生態池受到外來的干擾、池中物種組成的改變，而有些許變動外，生態池的水體大致維持在一穩定的狀態，且仍屬於一貧營養鹽的水質。生態池建置初期，水體的營養狀態因土壤營養鹽的釋放而有稍許升高之外，水體大都呈現貧營養鹽的狀態，不僅表現在氨氮濃度的逐漸減少，BOD 值等水質測定結果亦顯示處在較低的狀況；但經過二年後，生態池中的營養鹽逐漸增加，尤其是在本年度調查的後半階段，不論是從有機氮或是磷酸鹽、總磷濃度值有相較於前兩年都有增加的現象，反應水體的化學需氧量（COD）與生化需氧量（BOD）也有逐漸提高的趨勢，加上水體中所反應的懸浮固體與濁度的升高，顯示水體中可分解的物質增加，而導電度維持在 166.5-241.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 之間，並隨著水溫升高而逐漸上升，顯示池中分解作用在夏季進行較為旺盛，並產生較多的電解質。

2. 水質的變動影響藻類與水生植物的變動並互為回饋

在一貧營養鹽的水域環境，氮磷營養鹽的不足，往往成為水域中藻類與水生植物生長的限制因子。水中的氮源不足，易導致水生植物黃化，若缺乏磷，則水生植物葉部組織會因含有相當高的醣類，有利於花青素的合成，而使葉色呈現濃綠色，極度缺乏時，葉色則轉變呈紫紅色。目前水生植物葉片所呈現的顏色，顯示水體中所含的氮磷濃度，尚能提供藻類與水生植物的基本需求。尤其是浮游藻類在本年度水生植物覆蓋率下降的情況下，隨著水域面積的開闊與光線的直接照射，開始大量生長，而水樣中所發現的浮游藻類組成，綠藻與藍綠藻，甚至是裸藻都對浮游藻類的歧異度與豐富度等生物相關性指數產生影響。

雖然8月份大量發生的囊裸藻 (*Trachelomonas* sp.，如圖11)，每公升的細胞數可達到7534824個。然而根據國外的研究結果顯示，本種藻類的生長環境，傾向分布於在貧營養鹽與中營養鹽的水域中 (Minoru 1991)。故雖然細胞數偏高，但應不至於與水質優養化有關，但也顯示水生植物的減少，提供了浮游藻類生長的環境。相對於浮游藻類細胞數的大量增加，單位面積附著藻類的細胞數則有減少的現象 (圖41)。

生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體升高的造成的因素，首先可能是水體在濕地中的滯留時間較長，且交換率較差而導致營養鹽提高，加上濕地環境強烈的水分蒸散作用，易使水分大量流失，而不同水域的池水蒸發量的差異是受到外來水源輸入量與水域深度的影響 (Sakadevan & Bavor 1999)。奧萬大國家森林遊樂區的生態池即是屬於水域較淺的水池，故蒸散作用劇烈，除影響營養鹽之濃度外，亦是導致生態池推移帶上的水生植物因陸化、缺乏水分、人為踐踏等因素，而導致生長不佳的結果 (尤以卵葉水丁香、圓葉節節菜及大葉田香草等植栽影響最大)。在生態池即將進入冬季之際，建議可在此時水池處於低水位的狀況，移入部分較耐寒之水生植物植栽，以豐富推移帶的水生植物相與生態景觀。

隨著水生植物的生長與演替，數次生態池環境的劇烈變化 (如颱風、福壽螺與吳郭魚事件，外來植物干擾、生態池整理等)，都使生態池的生態環境產生一定程度的干擾，其中影響最明顯的便是水生植物覆蓋率的下降。生態池中的福壽螺對水生植物的攝食，

應是主要的影響因素。

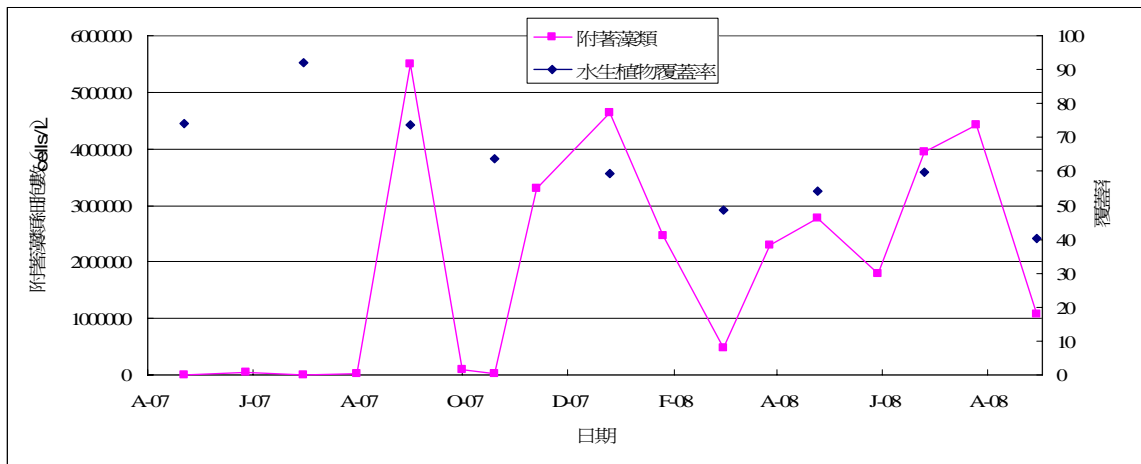


圖 41 2007/04-2008/08 奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物覆蓋率 (%) 與附著藻類細胞數 (cells/L) 間的變化

3. 水質檢測為重要之維護管理依據，執行時可試以簡易水質試劑測試

水質監測是維繫生態池景觀與狀況的參考依據，但由於水質儀器設備昂貴，且需時常進行維護與校正工作，加上精密的水質檢測需要在實驗室進行，因此為使水質狀況便於管理與訊息提供，本年度利用坊間的水質測量試劑進行現場水質檢測，以瞭解簡易測劑的實用性與有效性。於8月得到的現場水質數據，初步檢定結果與實驗室進行的水質分析結果一致。檢測的項目包括硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮及磷酸鹽。其中8月份硝酸鹽檢測結果，其濃度為介於0-0.1ppm之間，而實驗室於的檢測數據則是0.054mg/L；亞硝酸鹽項目，測劑所得到的數據為低於0.1mg/L，而實驗室的檢測數據則是低於0.002mg/L的檢測最低值，而無法檢測出；氨氮的簡易測試結果，濃度介於0-0.5 mg/L之間，相較於實驗室的檢測結果則為0.6 mg/L；磷酸鹽的簡易測試結果，濃度介於0-0.05 mg/L之間，而實驗室的檢測結果則為0.033 mg/L。故測劑雖無法精準得到正確的濃度數據，但卻可以迅速反應現場水質的變化，建議可提供給相關管理單位作為水質初步判斷與管理之用。

4. 兩棲類利用不同的微棲地環境，多樣的微棲環境會維持較高的生物多樣性

蛙類調查顯示，生態水池創造後，不同的青蛙種類分別進入利用，調查到的青蛙名錄已大致涵蓋相似濕地環境可能出現的兩棲物種，顯示生態水池已經成為區域內重要的兩棲類繁殖地。2007 年 1-2 月由於雨量較少，無動力水池已乾旱無水，生態池水位亦低，因此兩棲類物種較少，但是當水位回升時，物種又增加與前一年同期相似。此外，調查結果顯示各物種間有明顯的利用空間區隔，此一棲位利用的區隔，應該是因為水池中不同水深與水生植物配置所創造的多樣性微棲地。由於較大型的蛙類如斯文豪氏赤蛙與腹斑蛙等在 2006 年已經進入水池，此一生態水池的兩棲類物種，應已在 2006 年達初步的穩定狀況。然而 2007 年 6 月開始，腹斑蛙與拉都希氏赤蛙已經成為水池的優勢種，此一優勢種的形成，應與微棲環境的多樣性減低有關。

比較 2005、2006、2007 與 2008 年植栽配置圖可以發現(圖 42-45)，2005 年水池建造完畢後，於 2006 年植栽已經形成許多微棲環境，形成為棲地多樣性極高的生態池，提供較高的兩棲類生物多樣性，至 2007 年，水池仍然維持極高之植栽覆蓋率，但棲地多樣性已經降低，到 2008 年，水池的植栽覆蓋率降低形成許多空水域面積，棲地多樣性也已經降低，使得兩棲類的生物多樣性亦隨之降低。

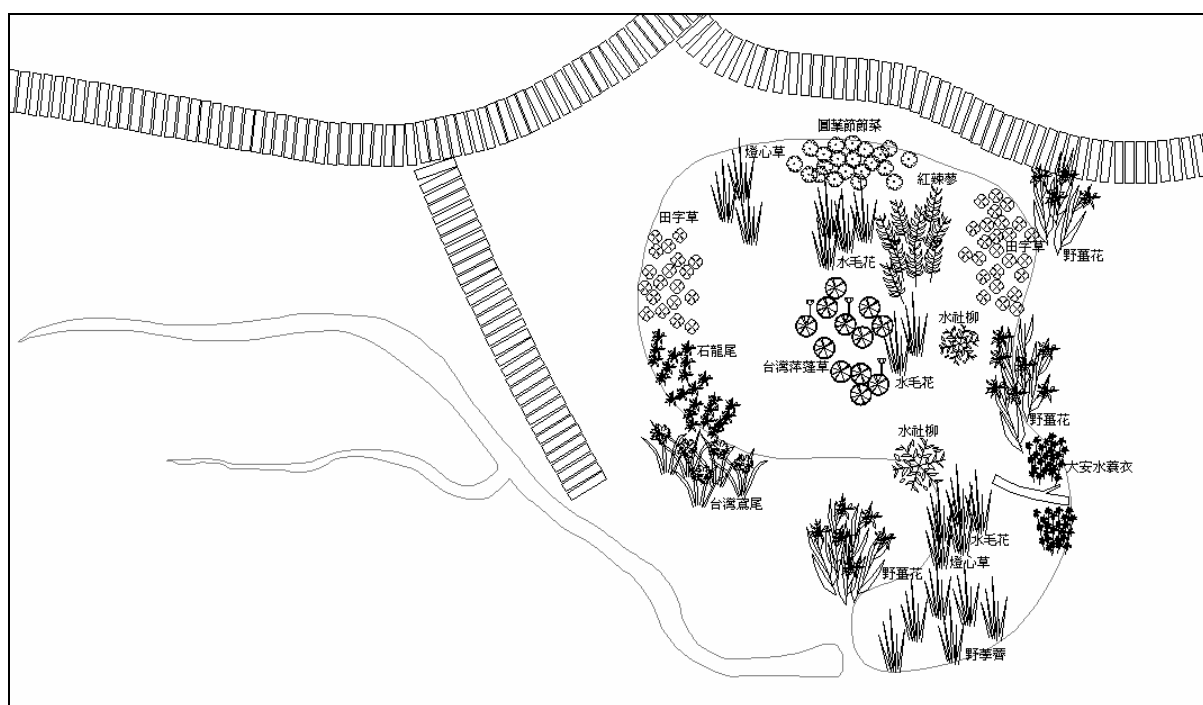


圖 42 2005 年奧萬大國家森林遊樂區生態池植栽配置圖

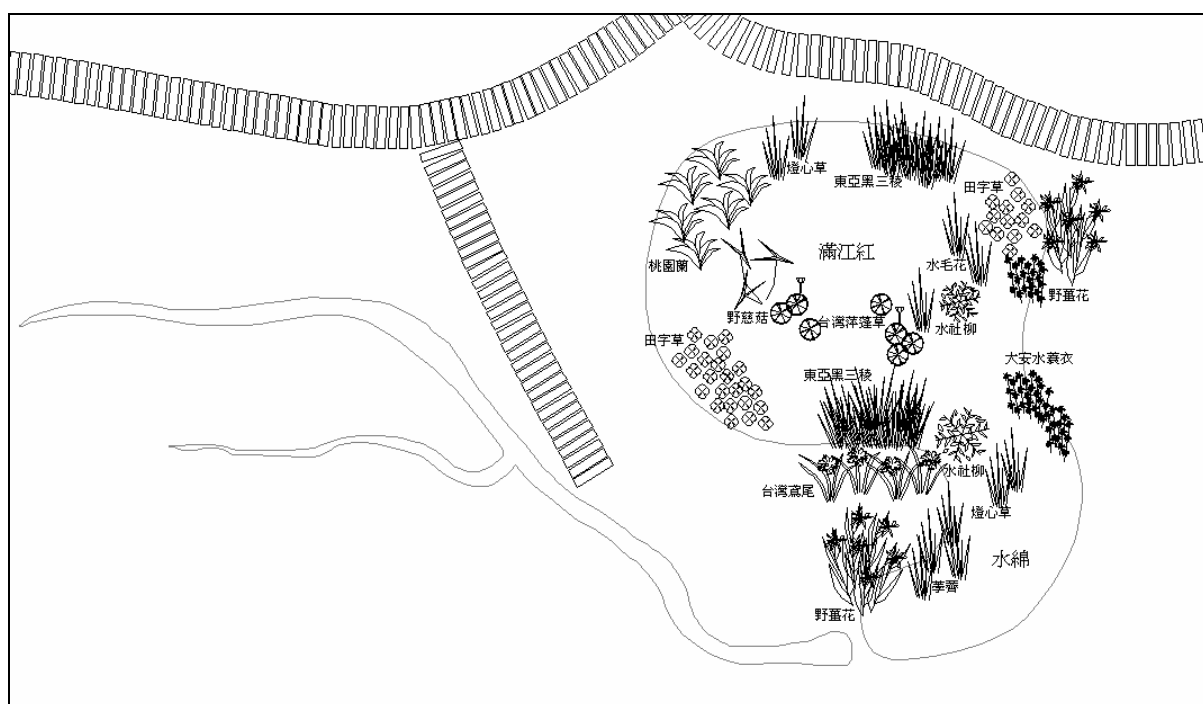


圖 43 2006 年奧萬大國家森林遊樂區生態池植栽配置圖

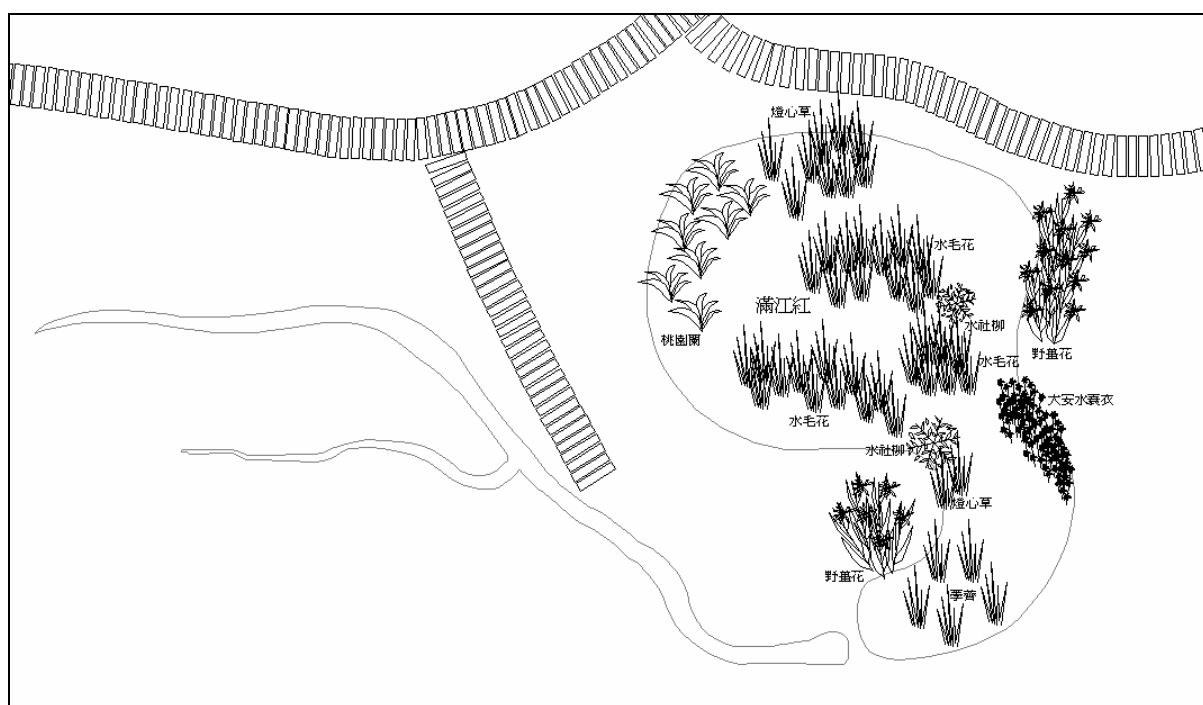


圖 44 2007 年奧萬大國家森林遊樂區生態池植栽配置圖

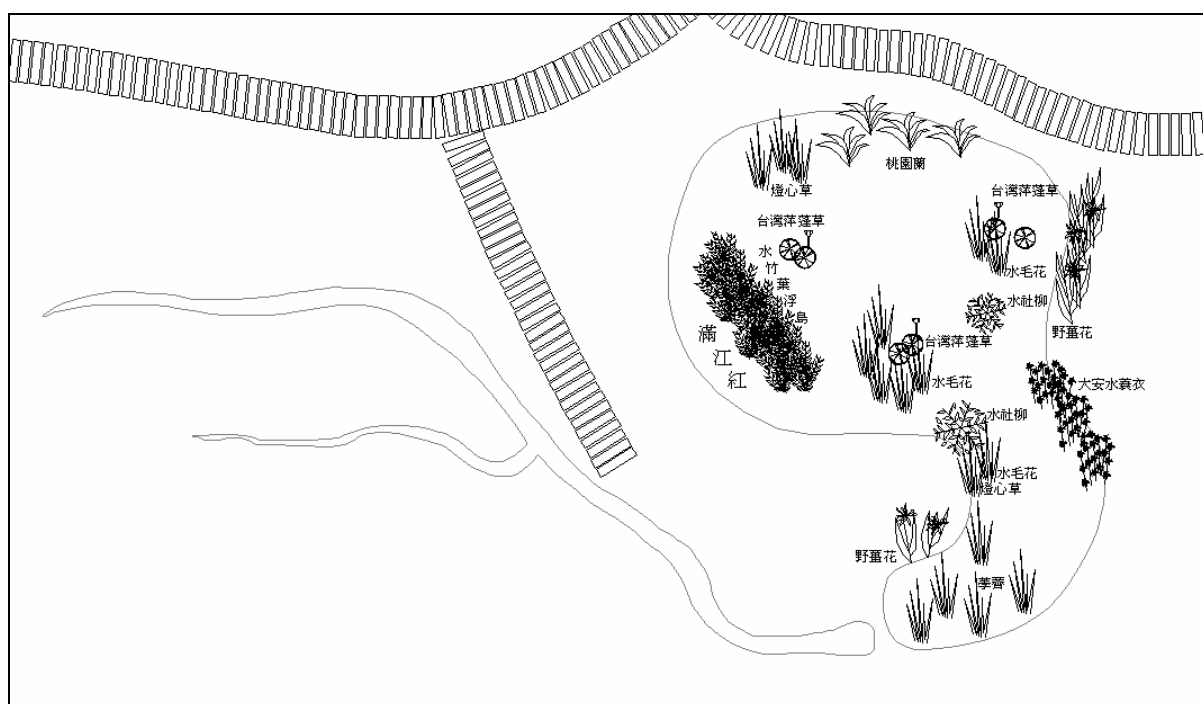


圖 45 2008 年奧萬大國家森林遊樂區生態池植栽配置圖

5. 區域內哺乳動物向豐富，建議進行全面性調查並針對特定物種擬定保育對策

哺乳動物調查顯示，本區的物種豐富，棲地狀況良好，刺鼠、山羌、黃鼠狼、鼬獾、台灣獼猴、赤腹松鼠與竹雞和藍腹鵲在區域內廣泛分布，白鼻心、穿山甲與長鬃山羊為侷限分布。如果以 OI 值作為相對族群密度之指標，則刺鼠、鼬獾和山羌是區域族群較大的物種，穿山甲與野兔則為區域族群較小的物種。考慮物種在本區的相對族群豐度與分佈，以及各物種的棲地耐受性，由於長鬃山羊的棲地選擇性較高通常各區域的族群豐度都不會太高，而本區非野兔之主要分布範圍，因此目前區域內保育行動建議應特別注意穿山甲與白鼻心。此外，目前尚未紀錄有食蟹獾與麝香貓等物種，由於本計劃以生態水池周邊之監測為主，並未針對全區進行全面之監測，將來如果需要擬定區域之保育行動，建議應對全區的哺乳動物進行全面的調查與監測。

生態水池周圍，物種相當豐富，由於相機架設之穿越線自水池邊開始達區域稜線止，稜線後即為一個大面積的崩壁，生態水池前方連接遊樂區核心行政範圍，森林範圍狹窄，因此可以推測所調查之物種，應該是在水池周圍的森林中活動，而不是徘徊經過的個體。由於水池周圍森林面積區塊較小，可以推估其承載量應較其他較大森林區塊小，而水池周圍的物種組成與其他鄰近樣區的組成差異不大，可以推測生態池的創造對於本區大部分的物種應沒有明顯的影響。反之，山羌的相片記錄顯示，水池周圍活動的山羌有可能利用水池。

在這些地棲行哺乳動物中，有些物種如穿山甲、白鼻心與長鬃山羊等四種哺乳動物一直到 2007 年才有記錄，可能的因為這些物種的族群密度較低或活動範圍較為局限之故。檢視各年之族群相對密度值，可知持續的監測可以得到較為穩定的族群密度資訊。

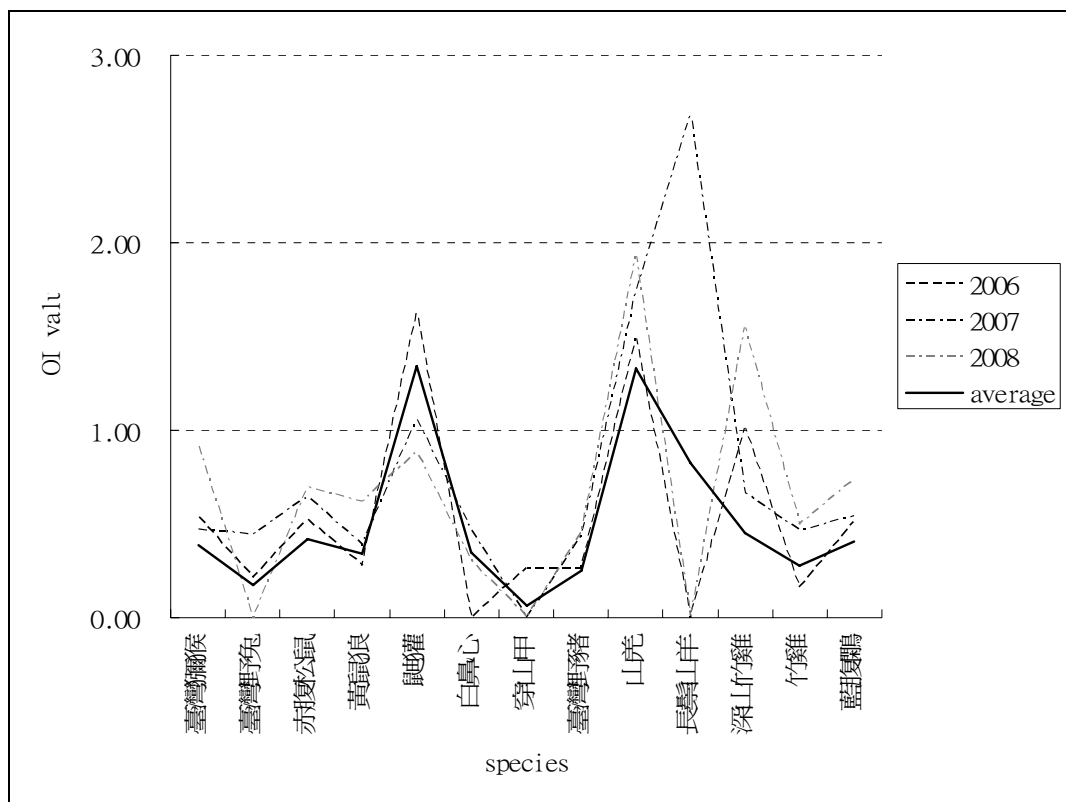


圖 46 奧萬大國家森林遊樂區地棲型物種相對密度年變化

6. 水池的後續維護管理，建議先確認目標，並依目標持續進行

根據本計劃監測之結果顯示，水質、藻類、水生植物與兩棲類互為影響，共同決定生態池的功能與過程，並形成生態池的結構與組成，而國外研究結果亦顯示相同的結論（圖 47，Goldsborough and Robison 1996）。由於水池的建構有一定之目標，因此，如要使人工生態池維持在一較長時間的穩定狀態，適時的對人工溼地進行環境維護與管理是有必要的。若以高生物多樣性為目標，則將溼地狀況維持在表 28 中的開放期，會比較適合的選擇。在確定目標後，經營管理單位應持續進行維護管理。

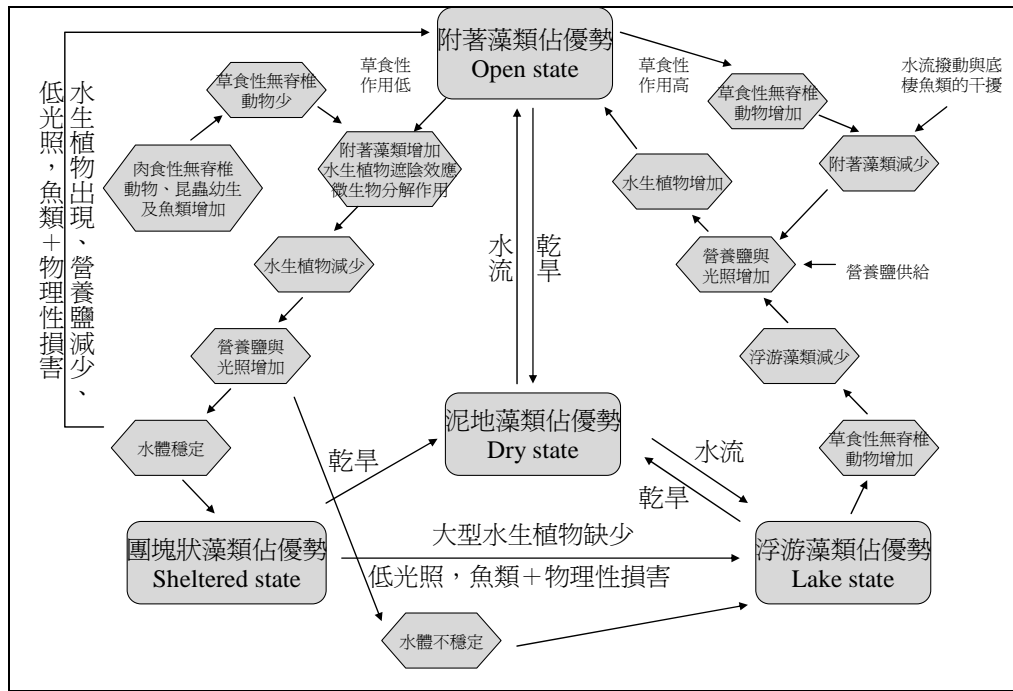


圖 47 淡水域溼地環境四類不同形式之優勢藻類之交互作用示意圖
(仿自 Goldsborough and Robison 1996)

表 28 溼地四種不同階段之生態特性

特性	乾枯期	開放期	遮陰期	湖泊期
優勢藻種	泥地藻類	附著藻類	藻團	浮游藻類
藻類初級生產力	低	中等	高	變動性大
水位	低	中等	中等	高
水體干擾	稀少	經常	稀少	經常
水體透明度	高	變動性大	高	低
營養鹽	高 (?)	中等	高	高
水生植物	稀少	豐富	中等	稀少
草食性作用	低	高	低	低
次級生產力	低	高	低	變動性大

陸、 致謝

本研究承南投林區管理處提供研究經費；並承管理處育樂課陳啟榮課長、蔡碧麗技正、廖慶森先生、蔡永松先生與奧萬大國家森林遊樂區工作同仁們的多方協助，謹此一併致謝。

柒、 參考文獻

- Adamus, P.R. 1996. *Bioindicators for assessing ecological integrity of prairie wetlands*. EPA/600/R-96/082. Corvallis, OR: U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory.
- Adamus, P.R., T.J., Danielson and A. Gonyaw, 2001. Indicators for monitoring biological integrity of inland, freshwater wetlands: a survey of North American technical literature (1990-2000). U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Office of Wetlands, Oceans, and Watersheds, Washington, D.C. EPA 843-R-01.
- Biggs B. J. F. and C. Kilroy, 2000. Stream periphyton monitoring manual. The New Zealand Ministry for the Environment. 227pp.
- Borchardt, M. A., 1996. Nutrient. *In: Algal Ecology, freshwater benthic ecosystems* (Stevenson et al.eds),. Academic Press, p183-227.
- Fennessy, M.S., A.D. Jacobs, and M.E. Kentula. 2004. *Review of Rapid Methods for Assessing Wetland Condition*. EPA/620/R-04/009. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- Goldsborough L. G. and G. C. C. Robison, 1996. Pattern in wetlands. *In: Algal ecology*, ed. by R. J. Stevenson, M. L. Bothwell, Rex L. Lowe, Academic Press, 89-117 pp.
- Helgen, J., 2001. Methods for evaluating wetland conditions: Developing an invertebrate index of biological integrity for wetlands. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C. EPA 822-R-01-007i.
- Kelly, M.G. and Whitton, B.A. 1995. *The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers*. J. Appl. Phycol. 7: 433-444.
- Lai, Y. and K.J. Pei. 2002. An auto-multivariate model of muntjacs habitat use for a geographic information system in southern Taiwan. Proceedings of The 23rd Asian conference on remote sensing, Nov. 25-29, Kathmandu, Nepal.
- Lai, Y., K. J. Pei, and K. Y. Suen. 2002. Using GIS for carnivores distribution mapping in

- fragmented landscape. Proceedings of the Asian conference on GIS, GPS, aerial photography and remote sensing. August 7-9, Bangkok, Thailand.
- Lai, Y. C., K.Y. Suen, 2003, Present Status of larger mammals in Lantau island and their conservation concerns, The 3rd conference on the present status and conservation of wild animals and plants in Hong Kong, New information and ecological conservation concerns for the Lantau island, Hong Kong, Dec. 19, 2003, p 47-59.
- Ludwig, J. A., and J. F. Reynolds, 1988. Statistical ecology, John Wiley & Sons, New York, 337 pp.
- McCormick P.V. and R.J. Stevenson, 1998. Periphyton as a tool for ecological assessment and management in the Florida Everglades. *J. Phycol.* 34: 726-733.
- McNair S. A. and P. Chow-Fraser, 2003. Change in biomass of benthic and planktonic algae along a disturbance gradient for 24 Great Lakes coastal wetlands. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60: 676-689.
- Morgan, M. D. 1987. Impact of nutrient enrichment and alkalization on periphyton communities in the New Jersey Pine Barrens. *Hydrobiol.*, 144:233-341.
- Picard, C. R., L. H. Fraser, and D. Steer, 2005. The interacting effects of temperature and plant community type on nutrient removal in wetland microcosms. *Bioresource Technology*, 96, 1039-1047.
- Sakadevan, K. and H. J. Bavor, 1999. Nutrient removal mechanisms in constructed wetlands and sustainable water management. *Water Science and Technology*, 40, 121-128.
- Scheffer, M., 2004. *Ecology of Shallow Lakes*, Kluwer Academic Publishers, 357pp.
- Simon, T. P., 1998. Modification of an index of biotic integrity and development of reference conditions expectations for dunal, palustrine wetland fish communities along the southern shore of Lake Michigan. *Aquat. Ecosys. Health Manag.* 1: 49-62.
- Stevenson, R.J., McCormick P.V. and R. Frydenborg, 2001. Methods for evaluating wetland conditions: using algae to assess environmental conditions in wetlands. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C. EPA

843-B-00-002k.

U.S. EPA. 2002. *Methods for Evaluating Wetland Condition: Introduction to Wetland Biological Assessment*. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA/822/R-02/014.

Zelinka, M. and Marvan, P. 1962. *Zur Prazisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fliessender Gewasser*. Arch. Hydrobiol. 57: 387-498.

王穎(2004)丹大地區野生動物重要棲息環境分區規劃及動物監測(第二年)。行政院農業委員會林務局保育研究系列 92-11 號。

朱達仁、施君翰、徐笑情、張睿昇、陳有祺(2004)以水生昆蟲生物指標法評估石門水庫上游集水區水質之研究。水資源管理研討會論文集。

朱達仁、施君瀚、張睿昇(2003a)石門水庫集水區及水庫內藻類相之季節性變動。中華藻類學會論文發表會。

朱達仁、施君瀚、張睿昇(2003b)以底棲動物群聚評估石門水庫上游集水區水質之研究。水資源管理研討會。

汪良仲(2000)台灣的蜻蛉。人人月曆股份有限公司，349 頁。

何東輯、楊吉宗、彭仁傑、黃獻文、方懷聖、張仕緯、楊耀隆、林斯正、賴肅如、何健鎔、沈明雅、黃朝卿(2003)烏石坑地區生態系長期監測(3/4)。行政院農業委員會特有生物研究保育中心九十二年度研究報告。

張睿昇、朱達仁、施君翰、陳有祺(2004)石門水庫上游集水區附著藻類之季節性變動與水質相關性研究。第十四屆水利工程研討會論文集。

曹美華(2005)臺灣 120 種蜻蜓圖鑑。社團法人台北市野鳥學會，台北市，128 頁。

黃美秀(2004)自動照相機應用於中大型野生動物族群監測之研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。

楊平世(1992)水棲昆蟲生態入門。臺灣省政府教育廳，台中縣，152 頁。

楊遠波、顏聖紘、林仲剛(2001)台灣水生植物圖誌。行政院農業委員會，378 頁。

裴家騏(1998)利用自動照相設備記錄野生動物活動模式之評估。台灣林業科學 13(4):317-324。

裴家騏、林宗穎、李登庸(1995)利用自動照相設備研究野生動物活動模式之評估。野生動物保育彙報及通訊 3(2):3-7。

- 裴家騏、陳朝圳、吳守從、滕民強(1997)利用自動照相設備與地理資訊系統研究森林野生動物族群之空間分布。中華林學季刊 30(3)：279-289。
- 裴家騏、姜博仁(2004)大武山自然保留區和周邊地區雲豹及其他中大型哺乳動物之現況與保育研究(三)。行政院農委會林務局保育研究系列 92-02 號。
- 賴玉菁、裴家騏、許立達、姜博仁(2003)應用地理資訊系統及多元回歸模式推估台灣南部山區山羌棲地之分布。航測及遙測學刊 8(4):1-8。
- 賴玉菁、鄭祈全、張哲彰(2003)利用地理資訊系統建構六龜地區野生動物族群密度之分布。第七屆台灣地理學術研討會論文集 P189-194。

捌、委託研究團隊

序號	機關名稱	單位名稱	研究人員	職稱
1.	華梵大學	環設系	賴玉菁	副教授
2.	育達商業技術學院	休閒事業管理系	張睿昇	助理教授
3.	國立東華大學美崙校區	生物資源與科技研究所	葉人瑋	研究生
4.	華梵大學	環設系	吳杰龍	研究生
5.	華梵大學	環設系	黃冠傑	研究生
6.	華梵大學	環設系	李佳琪	研究生
7.	華梵大學	環設系	陳翰倫	大學生
8.	華梵大學	環設系	黃俊維	大學生

附錄一 奧萬大國家森林遊樂區生態池植物名錄

1. Pteridophyte 蕨類植物

Athyriaceae 蹄蓋蕨科

Anisogonium esculentum (Retz.) Presl. 過溝菜蕨

Azollaceae 滿江紅科

Azolla pinnata R. Brown 滿江紅*

Marsileaceae 蘋科

Marsilea minuta L 田字草

Salviniaceae 槐葉蘋科

Salvinia natans (L.) All. 槐葉蘋

2. Dicotyledon 雙子葉植物

Acanthaceae 爵床科

Hygrophila pogonocalyx Hayata 大安水蓑衣

Begoniaceae 秋海棠科

Begonia formosana (Hayata) Masam. 水鴨腳秋海棠

Campanulaceae 桔梗科

Lobelia chinensis Lour. 半邊蓮

Lythraceae 千屈菜科

Rotala rotundifolia (Wall. ex Roxb.) Koehne 圓葉節節菜

Menyanthaceae 睡菜科

Nymphoides coreana (Lev.) Hara 小荇菜

Nymphoides cristata (Roxb.) O. Kuntze 龍骨瓣荇菜

Nymphaeaceae 睡蓮科

Nuphar shimadai Hayata 台灣萍蓬草

Onagraceae 柳葉菜科

Ludwigia octovalvis (Jacq.) Raven 水丁香

Polygonaceae 蓼科

Polygonum pubescens Bl. 八字蓼 (腺花毛蓼)*

Ranunculaceae 毛茛科

Ranunculus cantoniensis DC. 水辣菜

Ranunculus sceleratus L. 石龍芮

Salicaceae 楊柳科

Salix kusanoi (Hayata) Schneider 水社柳

Saururaceae 三白草科

Houttuynia cordata Thunb. 蕺菜

Scrophulariaceae 玄參科

Limnophila rugosa (Roth) Merr. 大葉田香草

Limnophila stipitata (Hayata) Makino & Nemoto 小花石龍尾

Limnophila trichophylla Komarov 絲葉石龍尾

Torenia concolor Lindl. 倒地蜈蚣*

Umbelliferae 繖形科

Hydrocotyle batrachium Hance 台灣天胡荽

Oenanthe javanica (Bl.) DC. 水芹菜

3. Monocotyledon 單子葉植物

Alismataceae 澤瀉科

Alisma canaliculata A. Braun & Bouche ex. Samuel. 窄葉澤瀉

Sagittaria trifolia L. 野慈姑

Araceae 天南星科

Acorus gramineus Soland. 石菖蒲

Colocasia konishii Hayata 山芋

Canna 美人蕉科

Canna indica Linn 美人蕉*

Cyperaceae 莎草科

Cyperus malaccensis Lam. subsp. *monophyllus* (Vahl) T. Koyama 單葉鹹草

Eleocharis acutangula (Roxb.) Schult. 桃園藺

Eleocharis congesta D. Don subsp. *japonica* (Miq.) T. Koyama 針藺

Eleocharis dulcis (Burm. f.) Trin. ex Henschel 野荸薺

Schoenoplectus juncooides (Roxb.) Palla 螢藺 (大井氏水莞)

Schoenoplectus mucronatus subsp. *Robustus* 水毛花

Schoenoplectus validus (Vahl) T. Koyama 莞 (大水莞)

Scirpus ternatanus Reinw. ex Miq. 大莞草

Commelinaceae 鴨跖草科

Murdannia keisak (Hassk.) Hand.-Mazz. 水竹葉*

Hydrocharitaceae 水蘊科

Blyxa aubertii Rich. 無尾水篩 (瘤果澤藻)

Hydrilla verticillata (L. F.) Royle 水王孫

Iridaceae 鳶尾科

Iris formosana Ohwi 台灣鳶尾

Juncaceae 燈心草科

Juncus effusus L. 燈心草

Juncus leschenaultii J. Gay ex Laharpe 錢蒲

Lemnaceae 浮萍科

Lemna aequinoctialis Welwitsch 青萍*

Spirodela polyrhiza (L.) Schleid. 水萍*

Philydraceae 田蔥科

Philydrum lanuginosum Banks & Sol. ex Gaertn 田蔥

Poaceae 禾本科

Leersia hexandra Sw. 李氏禾*

Panicum paludosum Roxb. 水生黍*

Potamogetonaceae 眼子菜科

Potamogeton malaiianus Miq. 馬來眼子菜

Potamogeton octandrus Poir. 馬藻

Sparganiaceae 黑三稜科

Sparganium fallax Graebner 東亞黑三稜

Typhaceae 香蒲科

Typha angustifolia L. 水燭

Typha orientalis Presl 香蒲

Zingiberaceae 薑科

Hedychium coronarium Koenig 野薑花

*可能為自生非植栽種類(資料來源：愛魚生態工程公司)

附錄二 奧萬大國家森林遊樂區生態池水生植物維護管理手冊

一、前言

奧萬大國家森林遊樂區生態池之設置目標，在創造區域內重要的水域棲息環境，並提供一個具備生態功能與教育意義的生態環境，以發揮國家森林遊樂區維護原有生態系、促進區域生物多樣性、與提供優質生態旅遊的功能。在此一生態與教育並重的目標下，奧萬大國家森林遊樂區生態池的經營管理應該朝向維持「高原生生物多樣性」的溼地生態系統與維護原生溼地生態系特定演替階段之「系統功能(function)與結構(structure)」之規劃執行目標。

本經營管理手冊乃基於 2006-2008 年奧萬大國家森林遊樂區生態水池創建初期 3 年的監測結果，針對奧萬大國家森林遊樂區生態池而編纂。維護管理單位設定為園區現有之管理人員與組織，並以最低維護管理作業需求與容許水池自我組構為原則，期能協助業管單位有效的提供預期的服務與目標。

二、維護管理與操作

由於生態池位於國家森林遊樂區內，因此其維護管理以業管機關原有之園區管理人員與組織為主要操作單位，然各工作項目都應有專責管理人員，並需指定一主要負責人員，以作為工作的分配與監督，以及緊急事件處理的窗口。維護管理工作依其工作項目可分為：

1. 水體
 - (1) 水量：水位控制、引水管線維護、過濾水口阻塞清除
 - (2) 水質：水質檢測
2. 植栽
 - (1) 外來種移除
 - (2) 植栽控制
 - (3) 補植
 - (4) 枯葉移除
 - (5) 蟲害防治
 - (6) 施肥
 - (7) 其他狀況排除
3. 動物：兩棲類監測
4. 外來種
 - (1) 動物：所有脊椎動物及福壽螺
 - (2) 植物

依工作時程則可分為：

1. 定期維護
 - (1) 清池（一季一次）：清淤、管線維護
 - (2) 施肥（每月一次）
 - (3) 補植（春天生長季）
 - (4) 疏伐（實施完施肥）：陸域植栽、水生植物
 - (5) 監測（每月一次）：指標物種（兩棲類）監測

2. 事件管理

- (1) 外來種移除(隨時):當入侵物種如福壽螺和脊椎動物烏龜、魚、布袋蓮、粉綠狐尾藻、光葉水蓴、白花穗蓴、菊花草和銅錢草等。
- (2) 水質(當顏色、氣味改變時)
- (3) 季節性/非季節性大發生(水綿、滿江紅)

三、 具體維護管理措施

1. 水體管理

水體管理包括水量與水質兩部份。水體管理主要以水量為主，平日須檢視水位並維持平均水位水準，並實施引水管線維護。每季須清除濾水口之淤泥與碎屑。每年在非生長季，可以放乾水池，實施曬池(每年2月)。水質的管理主要在即時檢測水質異常狀況之發生，每月一次，以試紙快速檢測水體之酸鹼值。工作項目與時程詳列如下：

- (1) 水位控制:每日例行水位控制，維持適當水位線。每年月旅遊旺季開始前，將水池放乾實施曝池，曝池時同時實施外來種移除與生長過剩植栽清理。每年10月~2月降低水位線，調整水位進入枯水期，以利水生植物開花。3月調高水位進入豐水期，並維持高水位至10月。
- (2) 引水管線維護:每季例行引水管線維護，並於緊急或重大事件如颱風、暴雨或地震等事件過後，實施引水管線之巡視與維修。
- (3) 過濾水口阻塞清除:每季一次，清除過濾水口之淤泥與雜物。不需過度清潔或消毒濾水設備，以維持細菌生物膜的存在。
- (4) 水質維護:每日例行巡試，若有異味、顏色異常或水體混濁度有明顯之變化，則應紀錄變化原因，並尋求協助。
- (5) 水質檢測:每月一次，利用酸鹼試紙或pH(筆)檢測水體酸鹼值並利用水質檢測劑檢查施肥效益或外來污染源，檢測項目包括、溶氧、NO₃(硝酸鹽)、NO₂(亞硝酸鹽)、NH₄(氨)、PO₄(磷酸鹽)、Fe(鐵)。

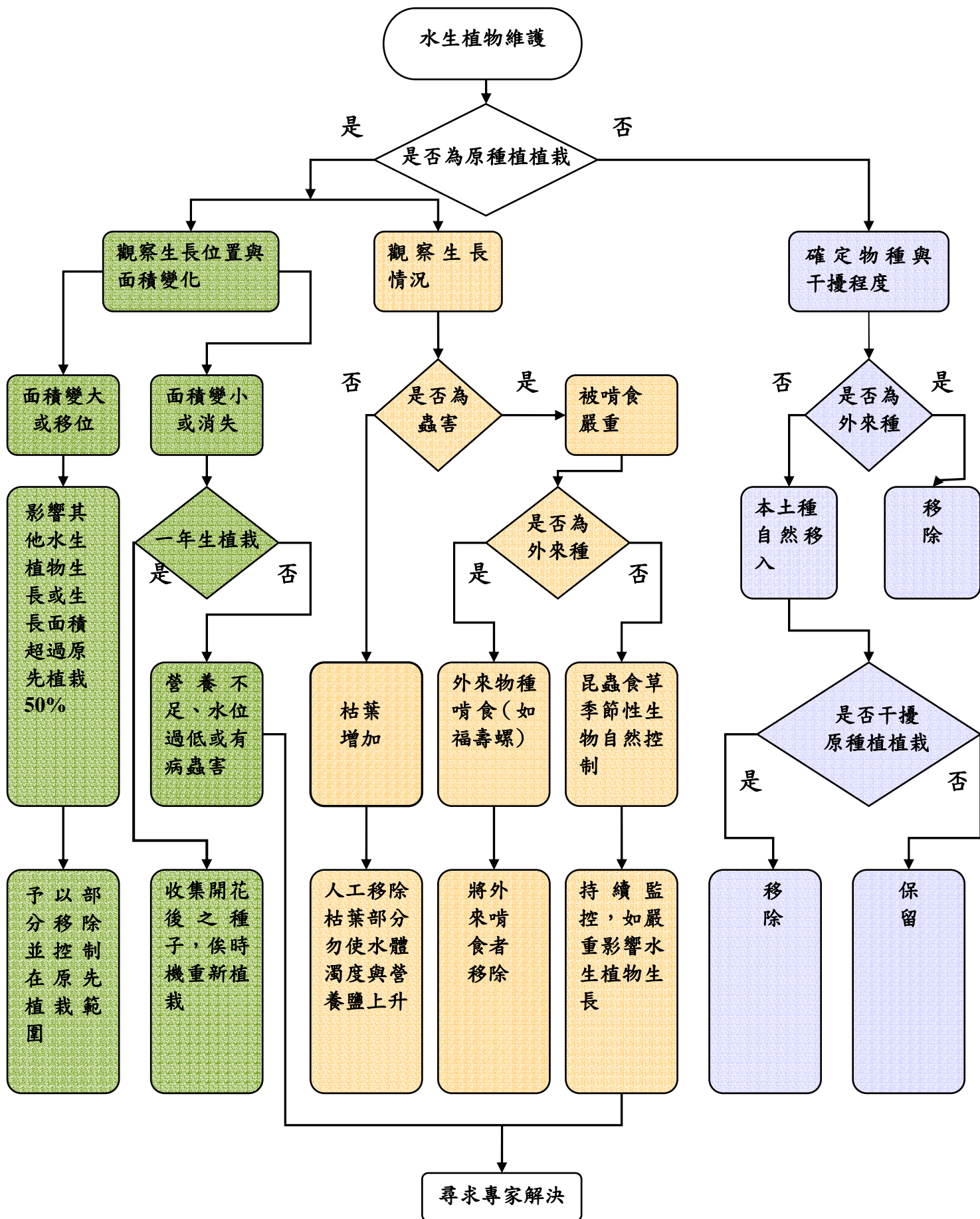
2. 植栽管理

植栽的管理目標在維持不同型態的植生多樣性。水生植物維護是每日的例行工作，應該與陸域景觀植栽的管理維護頻度相同。植栽的種類以原有植栽配置圖中原種植栽為主，所有外來種都應予以移除。若為自然進入的原生植栽，如果沒有干擾種植植栽，可以予以保留。保留的植栽若生長茂盛，密度過高，需要給予疏伐，若是生長不良，就需要適時補植。每年3月高水期前施肥，利用緩效型肥料提供水生植物生長之所需。施肥的過量或不足，可以利用指標植物的生長狀況作為管理的依據，視植物的反應酌量調整。每年10月~2月枯水期水生植物開花時需密切監測開花狀況，必要時可以收集種子，以利後續補植。植栽管理之工作項目與時程詳列如下：

- (1) 外來種移除:所有外來種植栽都需移除。本區目前發現之外來種包括:銅錢草、李氏禾等，應盡快移除。此外，其他區域常見的外來種植栽包括布袋蓮、水芙蓉、人厭槐葉蘋、小花蔓澤蘭等，也應密切監測。
- (2) 水生植物控制:針對原種植栽，觀察植物生長面積，如果面積擴大超過原種植面積50%以上或移位並已影響其他植栽生長，就必須部份移除，將植栽控制在原種植範圍內。自然移入的本土植物，如果影響原種植栽，亦需部分移除並控制在適當面積內。移除的植栽不可堆置池邊，以避

免特定的營養源大量流入水池。

- (3) 水生植物之補植：一年生草本植栽如果自然更新狀況不良或生長狀況不佳，需要在生長季之前予以補植，補植可以利用前年所收集的種子。
- (4) 枯葉移除：如果發現枯葉量累積過多，則每年一次，在曬池時予以移除，以避免水體混濁或營養鹽上升。移除的枯葉不可堆置池邊。
- (5) 蟲害防治：如果植栽受蟲害啃食，需要持續監控，情況加劇時就需要尋求專家協助。
- (6) 施肥：3月高水位前施肥，3月~9月每月施肥3次(43複合肥、有機肥、古早肥，15-20kg量/次)。施肥後應該觀察指標植物的反應，例如：
 - 滿江紅(氮肥指標:若施肥過度則滿江紅過多)
 - 螢蘭(針蘭)、桃園蘭(生長停滯)
 - 田字草(葉小型化或幼芽黃化)
 - 杏菜(新葉黃化)
 - 水綿出現:水池建置初期、施肥初期或水生植物覆蓋度不足時
- (7) 其他狀況排除：如果植栽有面積大量或急速縮小、病蟲害發生、葉面不明原因枯黃或營養不良生長不佳，就需要尋求專家的協助。



附錄圖 1 水生植物維護管理流程圖

3. 物種監測

為了確認生態池達到的提高生物樣性並維護生態系功能，應該對水池內兩棲類進行持續監測。每月一次，沿線調查兩棲類物種名錄、數量與分布。

4. 外來種移除

為了確保生態池的原生棲地重建功能，所有的外來種皆應移除。外來種植物的移除於例行植栽管理和年度曝池時執行，詳見植栽管理一節。外來種動物目前仍建議以人工移除。目前水池的主外外來種動物為福壽螺，建議以人力摘除卵塊並設置陷阱移除成體。