

「日月潭國家風景區自然生態資源監測（六）」

第二年度期末報告

委託單位：交通部觀光局日月潭國家風景區管理處

執行單位：台灣昆蟲學會

計畫主持人：吳俊哲

共同主持人：曾晴賢

蔡牧起

吳聲海

郭美華

日期：中華民國九十九年四月二十五日

摘要

本計畫主要針對日月潭國家風景區之環境生態資源進行調查，以建立本區長期持續之自然生態資料庫。根據本年度初步調查結果顯示，日月潭區物種豐富，在陸域動物調查方面，向山地區在 2008 年六月至 2010 年三月的 22 次調查中，共記錄鳥類 81 種，分屬 11 目 32 科，其中以畫眉科 10 種最多，鶇科 6 種次之，其次為鳩鵲科、燕鷗科、鶯科各 5 種，鷺科、鷹鷺科、燕科、鶇科、扇尾鶯科各 4 種。向山地區 2009 年八月份紀錄到的 5 種燕鷗科鳥種皆為日月潭地區的新紀錄種，風景區的鳥種紀錄至目前增加為 146 種，約為整個台灣地區鳥種的 27 %。

向山監測站昆蟲類的誘集記錄:2008 年 4 月有 11 目 38 科 448 隻蟲;2008 年 7 月有 11 目 34 科 276 隻蟲;2008 年 10 月有 8 目 34 科 1361 隻蟲;2009 年 1 月有 6 目 14 科 159 隻蟲,2009 年 4 月有 10 目 33 科 424 隻蟲;2009 年 7 月有 9 目 36 科 643 隻蟲;2009 年 10 月有 12 目 36 科 1776 隻蟲;2010 年 1 月有 7 目 21 科 175 隻蟲;兩年 8 次的誘集記錄有 13 目 79 科 5254 隻蟲，優勢族群為彈尾目佔 30.20~78.72%平均為 52.39%，其次為鞘翅目佔 0.66~44.75%平均為 20.20%。多樣性指數分析結果顯示呈現春夏季高於秋冬季。綜觀 2002~2010 年資料顯示: 21 筆記錄有貓囓山監測站 15 目 115 科 13,785 隻、青年活動中心監測站 16 目 148 科 14,784 隻、松柏崙步道監測站有 15 目 131 科 28,425 隻、慈恩塔監測站 14 目 131 科 21,920 隻。頭社監測站 11 筆記錄有 14 目 89 科 5,880 隻、車埕監測站 7 筆記錄有 15 目 72 科 4,645 隻，合計有 19 目 215 科 89,439 隻。

陸域脊椎動物調查自 2008 年 6 月至 2010 年 3 月止，合併所有的樣區和調查方法，共記錄到 1 目 5 科 18 種兩棲類、2 目 9 科 26 種爬蟲類和 8 目 11 科 20 種哺乳類，若包含 2002 年開始的調查記錄以及參考文獻，日月潭地區共記錄 1 目 6 科 22 種兩棲類、2 目 13 科 38 種爬蟲類和 8 目 12 科 27 種哺乳類，其中包括 16 種保育類。本計畫執行期間發現 11 種新記錄種，多為翼手目動物。

兩棲類叫聲監測記錄了 17 種兩棲類，台北樹蛙 (*Rhacophorus taipeianus*) 雖有目擊記錄，並未記錄到叫聲；叫聲監測結果顯示，面天樹蛙 (*Kurixalus idiootocus*) 在潭區周圍最普遍，投 62 頭社路段的兩棲類種數最少，但多樣性指數較高。不同年間，除黑蒙西氏小雨蛙 (*Microhyla ornata*) 和虎皮蛙 (*Hoplobatrachus rugulosus*) 外，各族群

均呈現穩定且逐年增加的趨勢。周圍步道兩棲類以盤古蟾蜍 (*Bufo bakorensis*) 為主。車埕地區共記錄 10 種。集集大山共有 13 種兩棲類記錄，其中以莫氏樹蛙 (*Rhacophorus moltrechti*) 族群量最大。水社大山僅記錄了 5 種兩棲類，盤古蟾蜍為最常見的物種。

爬蟲類調查中，潭區周圍的蛇類以紅斑蛇 (*Dinodon rufozonatum*) 數量最多，蜥蜴中以蝟虎 (*Hemidactylus frenatus*) 最為常見，台 21 甲環湖公路的爬蟲類種數最多。周圍步道以印度蜓蜥 (*Sphenomorphus indicus*) 和斯文豪氏攀蜥 (*Japalura swinhonis*) 最常見。車埕至今並未發現任何爬蟲類。集集大山記錄了 10 種爬蟲類，其中阿里山龜殼花 (*Ovophis monticola*) 為新記錄種。水社大山在調查期間記錄到 8 種爬蟲類。

各路段哺乳類的路過記錄皆很稀少；翼手目動物中，以東亞家蝠 (*Pipistrellus abramus*) 數量最多。周圍步道目前僅有赤腹松鼠 (*Callosciurus erythraeus*) 和小麝鼩 (*Belomys pearsonii*) 兩種哺乳類。集集大山共記錄 10 種哺乳類。水社大山有 3 種哺乳類記錄。風景區內隧道以台灣葉鼻蝠 (*Hipposideros terasensis*) 和台灣小蹄鼻蝠 (*Rhinolophus monoceros*) 為主。

全區水域調查方面，根據歷年 (2001~2006) 之資料，日月潭潭區水域生物組成正隨著時間改變。在種類數上因外來種魚類的入侵而有增加的趨勢；在族群數量方面，因外來種 (雙邊魚科及慈鯛科魚類) 的數量持續增加並成為潭區最常見的魚類，使得其他魚種及蝦類的生態區位受到擠壓，族群數量逐漸減少中。水里溪流域水域生物，在魚類個體大小方面卻有逐漸趨於小型化的趨勢，顯示人為捕獵的行為已造成水里溪流域魚類生存的壓力之一。螺貝類歷年的生物組成，在日月潭潭區水域以河殼菜蛤為優勢種，水里溪流域螺貝類的生物組成以瘤蜷為主。浮游生物在日月潭潭區水域以矽藻門為主，水里溪流域也以矽藻門為主。本監測調查的紀錄，各步道蕨類植物的種類增減變化很大，起伏大的達 30% 以上；除天候的暴雨或乾旱的影響外，地被的清理過於頻繁且徹底，也是主要的影響因素，經常有除草作業的地區如活動中心，調查中雖也有數量龐大的種類，但多為能適應強度干擾的雜草型蕨類，如假蹄蓋蕨、密毛小毛蕨等，數量雖大，就物種多樣性說是降低的。

在日月潭水庫水質連續自動化監測系統方面，目前仍以一個半月校正乙次及配合每三星期清洗一次為最佳的維護頻率。本年紀的分析結果得知：溫度及導電度並無異常狀況，且 pH 值均穩定維持於 8~9 之間。水體的溶氧濃度幾乎皆在 6.5 mg/L 以上，氨氮

值則皆在 0.1 mg/L 以下，硝酸鹽氮濃度介於 400~800 $\mu\text{g/L}$ 之間。另外，Carlson 優養複合指標大多介於 40~50 之間，顯示日月潭水質條件為普養等級，尚無優養化的情形及趨勢。綜觀水質條件而言，本年日月潭水庫的水質仍舊為維持穩定且良好的狀況。

目錄

壹、前言	1
貳、工作流程及調查方法	5
一、 工作範圍	5
二、 工作項目	5
三、 工作流程	5
四、 監測調查方法	5
(一) 水域生態調查	6
(二) 植物調查	7
(三) 陸域動物類監測	10
(四) 日月潭水質監測	30
參、結果與討論	37
一、 全區水域生態調查	37
(一) 生物組成監測及調查	37
(二) 歷年生物組成比較	40
二、 全區陸域生態監測及調查	41
(一) 植物	41
(二) 鳥類	45
(三) 昆蟲類	48
(四) 兩棲類	66
(五) 爬蟲類	82
(六) 哺乳類	86
(七) 路死動物	89
三、 日月潭水質監測	90
(一) 日月潭本年度水質監測	90
(二) 物化項目人工採樣驗證與水質自動監測站之比對分析	98
(三) 歷年(92-96年度)水質連續監測結果與分析	113
四、 向山地區調查	118
(一) 植物	118
(二) 鳥類	118
(三) 昆蟲類	120
(四) 兩棲類	125
(五) 爬蟲類	127
(六) 哺乳類	129
肆、結論與建議	131
一、 結論	131
(一) 全區水域生態	131
(二) 全區陸域生態	131
(三) 日月潭水質監測	135
(四) 向山	135

二、 建議	137
(一) 全區水域生態.....	137
(二) 全區陸域生態.....	138
(三) 日月潭水質監測.....	140
(四) 向山.....	141
伍、 參考文獻	143

表目錄

表 2-3.1 各監測站採集樣點之衛星定位及海拔高度	12
表 2-3.2 水社大山樣點資料	18
表 2-4.1 物化檢驗項目及方法表	32
表 3-2.1 各步道四季出現的鳥種數比較圖	46
表 3-2.2 各步道每次調查均出現的優勢種類	47
表 3-2.3 定點監測站 2008 年 1 月 11 日之陸域昆蟲相(FAA 陷阱).....	50
表 3-2.4 定點監測站 2009 年 1 月 8 日之陸域昆蟲相(FAA 陷阱).....	53
表 3-2.5 定點監測站 2010 年 1 月 19 日之陸域昆蟲相(FAA 陷阱).....	56
表 3-2.6 定點監測站 2002~2010 年之陸域昆蟲群聚結構及相對組成(FAA 陷阱)	62
表 3-2.7 2008 年 6 月至 2010 年 3 月各路段蛙鳴強度	67
表 3-2.8 (a) 皮爾森相關結果，(b) 逐步回歸分析結果.....	68
表 3-2.9 日月潭風景區周遭步道目視預測法記錄的兩棲類數量	73
表 3-2.10 各步道兩生類記錄	74
表 3-2.11 日月潭風景區內各主要定點紀錄	76
表 3-2.12 集集大山兩棲類調查紀錄	79
表 3-2.13 水社大山目擊數量	81
表 3-2.14 日月潭風景區周遭沿線不同路段的爬蟲類路遇資料	83
表 3-2.15 日月潭周邊步道爬蟲類記錄	84
表 3-2.16 利用錄音法記錄到的翼手目動物次數	87
表 3-2.17 日月潭風景區內各路段哺乳類目擊數量	87
表 3-3.1 Secchi 深度之相對透光度換算表.....	91
表 3-3.2 水質監測站與人工驗證比對表	99
表 3-3.3 人工採樣項目之各區比較	101
表 3-4.1 22 次調查中出現 15 次以上的優勢鳥種	120
表 3-4.2 向山定點監測站 2008 年 4 月至 2010 年 4 月之陸域昆蟲相(FAA 陷阱).....	122
表 3-4.3 向山穿越線觀察法記錄到的兩棲類數量	126
表 3-4.4 向山穿越線觀察法記錄到的爬蟲類數量	128
表 3-4.5 向山陷阱捕抓到的動物數量	130

圖目錄

圖 2-3.1 掉落式陷阱杯示意圖	13
圖 2-3.2 日月潭風景區內主要和次要道路上的樣點，共 113 點	15
圖 2-3.3 環繞日月潭的各步道	16
圖 2-3.4 集集大山的樣點，共 31 點	17
圖 2-3.5 水社大山海拔 800 公尺處	18
圖 2-3.6 水社大山 1100 公尺處的次生林	19
圖 2-3.7 水社大山 1400 公尺處的竹林	19
圖 2-3.8 水社大山海拔 1700 公尺處	20
圖 2-3.9 水社大山海拔 2000 公尺處	20
圖 2-3.10 為向山內的植被以蕨類為主	22
圖 2-3.11 向山的樣點和穿越線位置	22
圖 2-3.12 第三條穿越線前半部已經被破壞	23
圖 2-4.1 水質自動監測站的操作架構及模式圖	31
圖 3-1.1 新發現之布氏羅非魚的幼魚	38
圖 3-1.2 石觀音樣站範圍有崩塌的狀況	38
圖 3-1.3 石觀音樣站遭重機械干擾，左邊的土堆是 2009 年下半年出現，日益增高 ...	39
圖 3-2.1 大竹湖步道蕨類增長紀錄	41
圖 3-2.2 水蛙頭步道的蕨類植物增長紀錄	42
圖 3-2.3 青年活動中心蕨類植物增長紀錄	43
圖 3-2.4 慈恩塔步道蕨類植物增長紀錄	44
圖 3-2.5 日月潭鳥類組成百分比	45
圖 3-2.6 日月潭各步道不同季節出現鳥類總數比較圖	46
圖 3-2.7 銀斑小灰蝶	49
圖 3-2.8 貓囓山監測站陷阱杯及周圍植被有被干擾的情形	52
圖 3-2.9 各監測站陸域昆蟲之科豐富度指數(Family richness index)	58
圖 3-2.10 各監測站陸域昆蟲之夏農-威納多樣性指數(Shannon- Wiener's diversity index)	59
圖 3-2.11 各監測站陸域昆蟲之辛普森多樣性指數(Simpson's index)	60

圖 3-2.12 各監測站陸域昆蟲之均勻度指數(Pielou's evenness index)	60
圖 3-2.13 2002 和 2009 年兩棲類的標準化叫聲強度變化百分比。	69
圖 3-2.14 (a~d) 2002 年至 2009 年間各種兩棲類的佔據樣點比例變化	71
圖 3-2.15 2008 年 6 月至 2010 年 3 月，車埕蛙類鳴叫指數總和	75
圖 3-2.16 日月潭有毒蛇類分佈樣點	82
圖 3-2.17 集集大山的新記錄種—阿里山龜殼花	85
圖 3-2.18 路死動物位置	89
圖 3-3.1 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月水溫與氣溫相對趨勢圖	93
圖 3-3.2 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月水溫與相對濕度相對趨勢圖	93
圖 3-3.3 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月月均雨量與對導電相對趨勢圖	94
圖 3-3.4 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月 pH 趨勢圖	94
圖 3-3.5 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月溶氧趨勢圖	95
圖 3-3.6 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月氮氮趨勢圖(換算後數值)	95
圖 3-3.7 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月硝酸鹽氮趨勢圖(換算後數值)	96
圖 3-3.8 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月透明度趨勢圖(換算後數值)	96
圖 3-3.9 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月葉綠素 a 趨勢圖(換算後數值)	97
圖 3-3.10 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月 Carlson 優養複合指標趨勢圖	97
圖 3-3.11 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月透明度趨勢圖(換算後數值)	113
圖 3-3.12 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月水溫趨勢圖	114
圖 3-3.13 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月導電度趨勢圖	114
圖 3-3.14 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月 pH 趨勢圖	115
圖 3-3.15 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月氮氮趨勢圖(換算後數值)	115
圖 3-3.16 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月硝酸鹽趨勢圖(換算後數值)	116
圖 3-3.17 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月溶氧趨勢圖	116
圖 3-3.18 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月葉綠素 A 趨勢圖(換算後數值)	117
圖 3-3.19 監測站 92 年 3 月至 99 年 3 月 Carlson 優養複合指標趨勢圖	117
圖 3-4.1 向山地區各月份紀錄的鳥種數	119
圖 3-4.2 向山地區鳥類組成百分比	119
圖 3-4.3 向山監測站各目陸域昆蟲相對組成(2008 年 4 月至 2010 年 4 月)	121

壹、前言

台灣各地成立的國家風景區一向以山川景色以及自然生態的豐富景觀作為最重要的觀光資源基礎，再輔以其他人文、遊憩活動，以各創不同的特色。相較於其他國家風景區的特色而言，日月潭國家風景區乃是一處台灣中部中海拔山區具有獨特的湖泊生態環境，以及特殊原住民文化的國際級風景特定區，因此，自古以來就是台灣最富盛名的觀光勝地。雖然近幾年來本地的觀光資源開發，並不只著重於湖光山色、原住民文化，或是以一些簡單的水上活動來吸引遊客，慢慢地亦將觀光產業發展的經營策略逐漸著重於如何運用本地雄厚的自然生態資源，以提升風景區的旅遊品質。

日月潭原本是本省最大的一處天然湖泊，後來雖被整建成為發電用的水庫，但是仍舊維持相當自然的景象。加上此地的氣候條件極為優越，因此一直是本省非常受歡迎的度假勝地。此地和周邊地區的物產豐富，許多被譽為國際級的自然資源（例如埔里的蝴蝶），以及特殊的生物（例如日月潭的總統魚），甚至是一些非常著名的名產（酒類，農產品，林業副產品，花卉與高經濟價值的作物）都使得日月潭國家風景區深受國內外旅遊民眾的歡迎。然而由於大家對於各項自然資源的認識不深，無法好好的利用這些自然資源來作為吸引觀光旅遊的賣點，甚至無法好好保護這些難得的自然資源，例如日月潭最有名的總統魚因此而絕跡（目前所發現的個體乃是後來自南部所再次引進的種源）。本區和周邊地區有極為豐富的動植物資源，不僅有許多常見的種類是最適合做為觀光休閒之用（例如賞鳥賞花或植物），也有不少極為罕見或是特殊的生物，例如魚池地區的豎琴蛙乃是最近所發現的特殊蛙類，都必須藉由主管機關的用心保護，才可以免遭不當開發的損壞。

過去在日月潭周邊所進行的相關研究報告相當少，過去主要學術性的文章以人類學相關調查研究為主，自然生態的調查非常有限。近年來少數的博碩士論文研究工作也只是對於本地的水質或是少數生物種類或是流行病學或寄生蟲學的研究而已。雖然早在日據時代（大島，1922）就有詳細的日月潭魚類生態監測資料，但是近年來的生態監測或是環境影響評估等相關工作（中興社，1986），因為種種原因而能夠對此地的生態了解卻是更為淺薄。因此如何建立一份完整的文獻資料庫也是需要同時進行的工作之一。

自從 1999 年 921 集集大地震之後，日月潭地區遭受嚴重的創傷，如今政府立即成立國家風景區，積極的推動各項復舊計畫以及協助此地觀光產業的復興。然而各項硬體

建設積極展開之同時，更應當積極的將此地以往被忽視的自然生態資源，做有系統和全面性的調查，以建立適當的基礎資料，做為經營管理和保育的參考。同時配合國際間生態觀光的潮流，以此地豐富的生態景觀做為賣點，再創日月潭觀光的第二春。

本項計畫的主要工作理念乃在於發掘日月潭國家風景區範圍內的自然資源，根據永續利用以及生態觀光的觀念，除了提供本區各項重要的生態資源基礎資料之外，更結合各項專家學者以及本地區社團和關心生態人士做為主管單位的義工，共同為提升本區觀光旅遊活動的水準而努力。本項計畫的主要執行人力乃是召集本地區各種專長的學者專家以及熱心人士為基礎團隊來執行各項研究調查工作，在輔以邀請國內相關專家協助執行其他不足的項目，同時訓練本地人才期望在建構本區自然資源資料的同時，可以培養出適當的人力，以協助主管單位長期的經營管理工作。

本研究團隊在前六年度為日月潭國家風景區管理處進行「日月潭國家風景區自然生態資源調查」、「日月潭國家風景區自然生態資源監測（一）～（五）」以及「日月潭國家風景區自然生態資源監測（六）」之第二年度計畫，對於包含日月潭、水里溪水域及其周邊社區、道路與步道沿線至水社大山與集集大山稜線等地區已進行了詳細的監測紀錄，並且累積多項監測結果。

調查顯示日月潭魚類共有 27 種，其中高經濟價值的魚種有翹嘴紅鮒及青魚，其族群數量皆不高。2001 年記錄了河殼菜蛤，新的外來種，2002 年新記錄泰國鱧及暹羅雙邊魚外來種，2003 年記錄的外來種為吳郭魚，2004 年記錄的外來種為雙斑伴麗魚 (*Hemichromis bimaculatus*)，2009 年記錄布氏羅非魚，水里溪於 2009 年記錄了何氏棘鯪，顯示潭區新的外來種不斷增加。水里溪魚類共 23 種，蝦蟹類在日月潭 2004 年共記錄到 2 種，水里溪則有 5 種蝦類。在日月潭並採集發現 6 種螺貝類，水里溪則有 41 種之底棲生物暨水棲昆蟲。與日月潭文獻紀錄的 10 種螺貝類，水里溪的 18 種水棲昆蟲比較，除了川蜷、塔蜷和瘤蜷至今仍存在於日月潭及水里溪外，其他 6 種螺貝類並未採集得到，但增加了河殼菜蛤一種的新記錄。日月潭及水里溪採集之浮游性藻類分別紀錄有 39 屬及 23 屬，以矽藻門數量最多，其中又以小環藻所占族群比例最高，浮游性藻類的組成顯示整個日月潭水域是呈現貧營養狀態的。

日月潭地區長久以來即有豐富的生態觀光資源，累計六年的資源監測結果，發現水域生態資源有逐漸改變及減少的趨勢，這與近日在日月潭地區盛行大規模的宗教放生活動及其他人為干擾（過度捕撈、棲地破壞）有相當大的相關性。

雖然已蒐集前六年度的監測成果資料，但是以六年的時間並不容易對於本區廣大範圍的自然資源做到非常詳細的記錄，加上許多動植物資源有週期的變動，因此需要有更長時間的監測才可以清楚的了解其真面目，同時能發現一些非常值得關切的自然生態問題，例如日月潭中的河殼菜蛤問題的嚴重性可能影響到本區漁業與觀光事業。

本區目前共登錄了 31 個景點，主要分佈於日月潭環潭道路上以及水里溪河岸兩旁。本區共分佈四個主要的盆地，加上地利斷層及水裡坑斷層兩條主要斷層通過，造成本區的相對地形起伏。這兩條斷層為接近南北向之逆斷層，而觀察本區之地形及水系的發育，則與當地的岩性及構造的型態息息相關。本研究並收集日月潭的沈積資料，發現日月潭的沈積物沈積速率約為每年 4 公分。

臺灣位居熱帶及亞熱帶，雨量充沛，氣候溫暖，就維管束植物而言有 4000 多種，其中約 1/4 為臺灣特有種，本區記錄維管束植物約 958 種(包括蕨類植物 142 種、裸子植物 22 種、雙子葉植物 630 種、單子葉植物 164 種)。

動物資源方面，臺灣哺乳動物約 80 種、鳥類約 550 種、爬蟲類約 90 種、兩棲類約 30 種、淡水魚約 150 種、已命名昆蟲約有 17600 種，本區動物資源多樣豐富記錄到哺乳動物 10 種、鳥類 146 種(已超過全台灣鳥類記錄的四分之一，對以留鳥為主的單一地區而言，算是種類相當豐富的)、爬蟲類 20 種(佔台灣爬蟲類記錄的 22%)、兩棲類 21 種(佔台灣兩棲類記錄的三分之二)、淡水魚 32 種、昆蟲約 23 目 312 科 148,246 隻，近 600 種。

鳥類中的藍腹鵡、台灣山鷓鴣、五色鳥、台灣紫嘯鶇、台灣短翅鶯、台灣畫眉、白耳奇鶇、黃痣藪鶇、冠羽鳳鶇、黃山雀、台灣藍鵲等 11 種為台灣特有種(台灣有 17 種特有種)。保育類有 24 種分別為 第一級-林雕。第二級-藍腹鵡、鳳頭蒼鷹、松雀鷹、赤腹鷹、東方蜂鷹、大冠鷲(蛇鶇)、白眉燕鷗、鳳頭燕鷗、鶇鶇、黃嘴角鴉、仙八色鶇、花翅山椒、台灣畫眉、紫壽帶、黃山雀、朱鷲。第三級-台灣山鷓鴣、白尾隰、鉛色水鶇(鶇)、黃腹琉璃(黃腹仙鶇)、綠背山雀、紅尾伯勞、台灣藍鵲。

綜合過去監測及文獻記錄結果，本區共計有本區共記錄 99 種特有及特有變種植物、18 種特有及特有亞種哺乳類、48 種特有及特有亞種鳥類、6 種特有及特有亞種爬蟲類、8 種特有種兩棲類、7 種特有種魚類及 16 種保育類動物。

貳、工作流程及調查方法

一、工作範圍

日月潭國家風景區全域，重點監測區域包括：日月潭、頭社、向山、車埕、水里溪、公路（含台二十一省道、台二十一甲省道、一三一縣道）沿線兩旁五〇公尺、後尖山、及兩社山登山步道、水社大山及集集大山山頂至水邊或路邊之穿越監測線。

二、工作項目

- (一) 全區水域生態調查及監測，包括：魚類、大型底棲生物及浮游生物。
- (二) 日月潭水域水質自動及定期定點監測，地點：水社地區、伊達邵地區、向山周邊水域及水里溪等處。
- (三) 全區陸域生態調查及監測，包括：種子植物、蕨類植物及哺乳類動物、鳥類、爬蟲類、兩棲類及昆蟲類等。
- (四) 解說叢書文稿乙份撰寫（以種子植物為主）。
- (五) 兩爬類與哺乳類解說手冊 1,000 本。

三、工作流程

- (一) 建立工作團隊與諮詢顧問，收集相關研究文獻資料。
- (二) 擬定工作項目與執行計畫（包括調查頻度、記錄格式、整理與分析模式、進度管制）。
- (三) 樣區會勘與設定、長期野外監測。
- (四) 資料整理與分析。
- (五) 報告及解說叢書撰寫與修改。
- (六) 提交工作成果。

四、監測調查方法

本計畫會依各種不同生態資源的特性，在區域內選擇不同的調查樣區，同時以不同的尺度（例如森林植物採較大尺度，水域生態採較小尺度），以及不同的調查頻率（植物選擇開花季節為主的季節性調查，其他動物則採四季和更密集的月週期調查）。

(一) 水域生態調查

➤ 調查方法

1. 本研究之水域生態調查工作以刺網 (gill net) 捕捉魚類為主，並輔以垂釣者或當地捕魚者訪談，記錄各項漁獲。刺網則使用網目 7.5 吋 (19.1 公分)，7 吋 (17.8 公分)，(10 公尺高，120 公尺長)；4.5 吋 (11.2 公分)，4 吋 (10.2 公分)，(2.5 公尺至 3.5 公尺高 90 公尺長)；2 吋 (5.1 公分)，1.2 吋 (3 公分) 及 0.6 吋 (1.5 公分) (2 公尺至 3 公尺高，50 公尺長) 等各型刺網。同時以米糠，萬能餌為誘餌之魚籠為輔來採集魚類。
2. 河川型環境則以魚、蝦為主要漁具，水質清澈之河段輔以浮潛目視觀察的方式記錄之。
3. 底棲生物以目視採集並配合採泥器捕獲。

➤ 路線、調查頻度及進度

1. 日月潭全域每季採集一次，每次各作業三日。
2. 作業首日下午佈網，網具離水表自 1 至 15 公尺不等深度。每日清晨五至六時檢查記錄漁獲並清洗網具，當日下午再清洗網具一次。
3. 各種魚類記錄資料包括魚類種類、體長、體重，魚鱗取樣及魚類胃含物與寄生蟲等項目。作業時一併以聲納進行掃描探測魚群分布情形。
4. 浮游生物的採集則以定體積之採集瓶採集水體，再加入染色劑 (coomasie blue) 五至十滴，過濾在濾膜上，做成永久玻片做定性定量分析。

(二) 植物調查

➤ 調查方法

1. 以目視方式記錄沿途出現的蕨類植物及種子植物。
2. 無法當場鑑定的種類則採集枝葉製成標本，另行比對或請教專家。
3. 遇正值開花或新紀錄種即拍照存檔。

➤ 路線、調查頻度及進度

1. 調查路線及進度。
 - a. 植物的調查計畫，進行大竹湖步道、青年活動中心、水蛙頭步道及慈恩塔的穿越線調查。目前已完成以上四條步道的調查。
 - b. 由於日月潭地區木本植物數量、種類均穩定少有變化，其他草本植物亦因景觀理由引入大量外來種，因此選定本區數量、種類均豐富具有特色，且少有外來入侵種的「蕨類植物」做為調查的目標。

➤ 日月潭的自然環境與日月潭的主要步道

1. 貓囓山步道

入口處位於明潭國中旁，全長 4.7 公里長，海拔約 780-1020 公尺間，步道經茶業改良場魚池分場的茶園，上至山頂的氣象站，可鳥瞰日月潭，環望水社大山，集集大山等。沿步道有大面積的茶園及早期杉木的造林地，植物相較為單純，茶改場後方有一排頗為壯觀的錫蘭橄欖大樹，為日月潭地區僅見。

2. 松柏崙步道

入口處為在文武廟後方 21 甲線 1.95 公里處，環湖公路向南又一條幽靜的步道，全長約 1.5 公里，曲折向下繞至潭邊，高低落差約 70 公尺，沿途林相完好，植物種類豐富。本步道較易見到日月潭地區的特有植物_桃實百日青。

3. 大竹湖步道

位於 21 甲道路 3.5 公里處，大竹湖步道是全區自然步道系統中最短的一條，長僅 80 公尺，末端分成兩叉深入水面，因日月潭的進水口在此，附近泥沙推積，形成以開卡蘆為主的大片草澤。本步道停車場附近有樹形完好的構樹雌珠，每年均大量結果；入口處亦有數珠生長良好的水錦木。

4. 水蛙頭步道

位於台 21 甲公路 4.9 公里處，與大竹湖步道都圍繞在日月潭水域最東側的水窪處，全長 500 多公尺，高低落差約 60 公尺，步道蜿蜒至潭邊，兼具山林與水域的環境，步道邊竹林蒼翠，物種繁多。本步道有較具規模的大片孟宗竹林；下方並有黃杞、火燒柯等大樹。

5. 水社大山步道

水社大山步道入口在伊達邵部落後方，沿著杉木林中石階步道往上，經 1853 層石階即到達山腰的孟宗竹林。過竹林至山頂海拔 2.059 公尺的路段是日月潭全區唯一的中海拔原始闊葉林，植物種類豐富特殊，許多植物的紀錄在全風景區僅見於此，尤其有少見的大片台灣杜鵑純林，另有超過 30 種的蘭科植物，在日月潭地區蘭科植物最豐富的地方。

6. 土亭仔步道

位於 21 甲線公路 9.5 公里處，步道朝北伸入日潭的正南邊，長約 600 公尺高低落差約 80 公尺，末端面臨開闊水域視野極佳，全程林木高大茂盛，是觀察林下生物的理想場所。本步道出現的樹種，除造林樹種杉木外，多為日月潭地區常見的黃杞、火燒柯、油葉杜、山龍眼等。

➤ 植物解說手冊

本計畫預定編撰日月潭風景區高等植物解說手冊文稿，該解說手冊暫定名為「明潭常見植物」其內容包括以下數項

壹 前言

貳 日月潭的自然環境(含地圖)

參 日月潭的植物特色

肆 日月潭常見植物選介

(此本文部分依歷年紀錄，選出日月潭地區常見或較為具代表性的顯花植物約 140 種，作各種類的分布地區、生態習性與植物特徵的概略描述，並附照片。)

伍 日月潭國家風景區植物名錄及記錄地點

大略內容如下例：

火燒柯(栲)

學名： *Castanopsis fargesii*

科名： FAGACEAE 殼斗科

生態習性與特徵：

分布於中國大陸及台灣；普遍生長於台灣中部海拔 400~1500 公尺的山區；日月潭周邊森林中常見的大樹。

常綠大喬木，嫩枝灰白色，具銹色毛；單葉互生，革質，橢圓狀披針形，長 9.5~13 公分，寬 2.5~4 公分，先端漸尖，基部銳至鈍，全緣或僅近前端疏鋸齒緣，上表面深綠色具光澤，下表面被淡紅褐色鱗片。葉叢花序直立，單性；花萼杯狀，裂片 6；雄花具 10~12 雄蕊；雌花 3~5 朵包被於殼斗內。果無柄，球形，殼斗密被硬直刺。

➤ 向山調查路線

向山地區蕨類及高等植物的基礎調查，調查樣區同鳥類調查的穿越路線，以初步了解該地區的植物資源。目前已完成基礎調查。

(三) 陸域動物類監測

各種動物的調查以季節或月份為單位，選定不同的樣區和路線，進行季節性變化與地區變化的調查，主要的調查方法說明如下：

A. 鳥類

➤ 監測路線

1. 本監測計畫，與歷年監測路線相同，選定大竹湖、水蛙頭、慈恩塔及青年活動中心等四條步道。
2. 另環湖的 21 甲道路，距離長，涵蓋的棲地類型多樣，較能代表日月潭風景區的全貌，亦進行每季的監測。

➤ 監測頻度及進度

1. 本監測計畫作每季一次的監測。此部分已完成大竹湖、水蛙頭、慈恩塔及青年活動中心以上四條穿越線 2008 年夏季至 2010 年春季的 8 季監測。
2. 環湖道路已完成 2008 年夏季至 2010 年春季的 8 季監測。另 2009 年春、秋兩季的三月、九月各進行一次 21 甲道路夜間監測。
3. 向山地區資源調查，由於過去未有基礎資料，因此進行較密集每月一次的鳥類調查。本區已完成 2008 年 6 月至 2010 年 3 月份的 22 次的穿越線調查。。

➤ 監測方法

1. 以望遠鏡直接搜尋觀察。
2. 聆聽鳴聲。
3. 撿拾落羽或屍體。

B. 昆蟲類

昆蟲類生態照片以目視法看到之現場物種拍照即可，減少對昆蟲資源的傷害，除非有必要帶回鑑定者，否則均在野外原地拍照且不採集。各種物種的鑑定，以相關圖鑑做初步的鑑識，如有疑問者才帶回請教相關專家。

昆蟲類的監測主要以掉落式陷阱法進行 7 個監測站（貓囑山、青年活動中心、松柏崙步道、慈恩塔、頭社、水里車埕、向山基地）進行定點監測。

➤ 監測路線

1. 過去已有五年以上定期對日月潭國家風景區內昆蟲棲地環境進行固定監測站資料。今年持續監測風景區內已有六個監測站（貓囑山、青年活動中心、慈恩塔、頭社，水里，車埕），並新增向山監測站，共七個監測站，每一監測站各有四個樣點。
2. 新增向山監測站以每三個月定期監測一次，其他監測站則每年定期監測一次。
3. 各監測站樣點之衛星定位及海拔高度資料。見下表 2-3.1

表 2-3.1 各監測站採集樣點之衛星定位及海拔高度

樣站樣點	貓嘯山	松柏崙步道	青年活動中心	慈恩塔	頭社	車埕	向山
1	23°52'40.2"N	23°52'7.2"N	23°51'12.7"N	23°50'48.7"N	23°50'39.8"N	23°49'56.4"N	23°50'59.8"N
	120°54'14.2"E	120°55'15.1"E	120°55'54.5"E	120°54'37.6"E	120°53'52.6"E	120°51'31.4"E	120°54'14.4"E
	H: 832 m	H: 802 m	H: 843 m	H: 851 m	H: 701 m	H: 314 m	H:744 m
2	23°52'40.4"N	23°52'6.5"N	23°51'13.5"N	23°50'48.0"N	23°50'40.1"N	23°49'55.8"N	23°50'59.0"N
	120°54'14.1"E	120°55'14.6"E	120°55'54.3"E	120°54'38.8"E	120°53'52.3"E	120°51'31.6"E	120°54'14.6"E
	H: 835 m	H: 790 m	H: 845 m	H: 855 m	H: 706 m	H: 313 m	H:738 m
3	23°52'40.4"N	23°52'5.4"N	23°51'12.94"N	23°50'47.8"N	23°50'35.7"N	23°49'55.6"N	23°50'58.1"N
	120°54'14.2"E	120°55'14.4"E	120°55'54.5"E	120°54'38.3"E	120°54'33.6"E	120°51'31.9"E	120°54'15.4"E
	H: 840 m	H: 805 m	H: 844 m	H: 855 m	H: 703 m	H: 314 m	H:724 m
4	23°52'40.2"N	23°52'4.4"N	23°51'14.1"N	23°50'47.6"N	23°50'29"N	23°49'54.8"N	23°50'56.4"N
	120°54'14.2"E	120°55'15.4"E	120°55'53.7"E	120°54'38.3"E	120°53'44.4"E	120°51'31.8"E	120°54'15.4"E
	H: 843 m	H: 794 m	H: 838 m	H: 859 m	H: 706 m	H: 316 m	H:746 m

➤ 監測頻度及進度

1. 貓嘯山、松柏崙步道、青年活動中心、慈恩塔等四個監測站於 2002 年 7 月起至 2006 年 10 月為止，每季監測一次；2008 年起，每年春季監測一次，合計 21 次。
2. 頭社自 2005 年 1 月起至 2006 年 10 月為止，每季監測一次；2008 年起，每年春季監測一次，合計 11 次。
3. 水里車埕自 2006 年 1 月起至 2006 年 10 月為止，每季監測一次；2008 年起，每年春季監測一次，合計 7 次。
4. 向山自 2008 年 4 月起，每季監測一次，合計 9 次。各監測站選取四個採樣點，以全球衛星定位儀記錄經緯度及海拔高度。(表 2-3.1)。
5. 各監測站相對地理位置及植被介紹詳見郭等(2006)。

➤ 監測方法

監測方式採掉落式陷阱法(pitfall traps)。陷阱杯為一口徑 9 cm，底徑 5.5 cm，深 13.5 cm 之塑膠杯，將其埋於地表，杯口與地面齊，倒入約 100 ml 之 FAA 溶液 (70 %酒精：冰醋酸：福馬林 = 20 : 1 : 1) 作為保存液 (見圖 2-3.1)，並於上方設置一小型遮雨棚避免下雨陷阱杯滿溢，每一監測站 4 重複，10 天後再收陷阱並攜回室內鑑定記錄各目各科及蟲數。

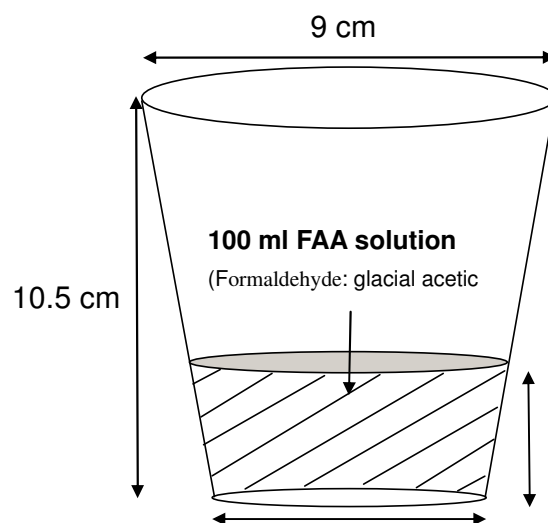


圖 2-3.1 掉落式陷阱杯示意圖

在探討生態特性時，由於同一科昆蟲除了形態之共同分類特徵外，大部分皆會表現出相似的生物學特性，且因鑑定人力之不足，往往無法在短時間內將龐大標本鑑定至種。為研究生態之需，因此鑑定至科，是較為可行之法 (Blanche *et al.*, 2001)。昆蟲鑑定部分，主要參考張(1965)之分類系統及膜翅目昆蟲參考 Goulet and Huber (1993)檢索表，依據外部形態將標本鑑定至科後，記錄各月及各樣區昆蟲數量，並將標本烘乾保存於中興大學昆蟲學系昆蟲生態研究室。除了昆蟲以外，本研究亦誘得其他節肢動物、兩棲類、爬蟲類與哺乳類動物，其數據未列入分析。

➤ 數據分析

各季各監測昆蟲組成以 Office XP Access 建立資料庫後加以彙整計算再將資料輸出到 Excel 製成表表示。各多樣性指數計算如下(Ludwig and Reynolds, 1988; Krebs, 1999)：

科豐富度指數(Family richness index)

$$d = (F-1) / \ln N$$

辛普森多樣性指數(Simpson's index)

$$D = 1 - \sum [ni(ni-1) / N(N-1)]$$

夏農-威納多樣性指數(Shannon-Wiener's diversity index)

$$H' = -\sum(Pi) \times (\ln Pi)$$

均勻度指數(Pielou's evenness index)

$$e = [-\sum(Pi) \times (\ln Pi)] / \ln F$$

F = 種數 (本研究以科數代替)， N = 總個體數， Pi = ni/N， ni = 第 i 科個體數

C. 哺乳動物、兩棲類及爬蟲類

➤ 監測路線

1. 潭區

兩棲類叫聲監測路線包括日月潭風景區內台 21、台 21 甲、縣道 131 和投 62 縣道等主要和次要道路，範圍由水里鄉 131 縣道 33 公里處往北，至 131 縣道與台 21 線 57.5 公里交會處，往南繞行日月潭一周（台 21 和台 21 甲公路）以及環繞頭社盆地的投 62 縣道，共計 54.5 公里。在以上道路，沿道路里程碑，每隔 500 公尺為一固定樣點，共 113 個樣點（圖 2-3.2）。

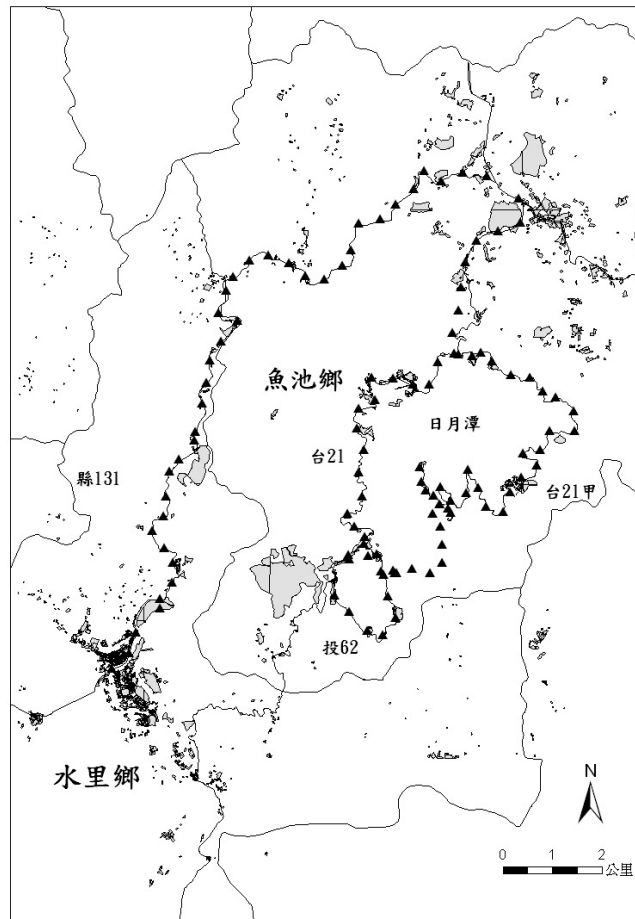


圖 2-3 2 日月潭風景區內主要和次要道路上的樣點，共 113 點（▲為樣點位置）

2. 周圍步道

包括松柏崙步道、大竹湖步道、水蛙頭步道、土亭仔步道、慈恩塔步道、貓嘯山茶改場周圍環境和後尖山步道等圍繞日月潭的步道（圖 2-3.3）。



圖 2-3.3 環繞日月潭的各步道

3. 集集大山

集集大山的植被以檳榔、果樹和竹林為主。叫聲監測路徑由富山國小旁的石盤巷進入，經富山產業道路、大山巷，按道路里程碑，每 500 公尺為一樣點，共計 15 公里 31 個樣點（圖 2-3.4）。

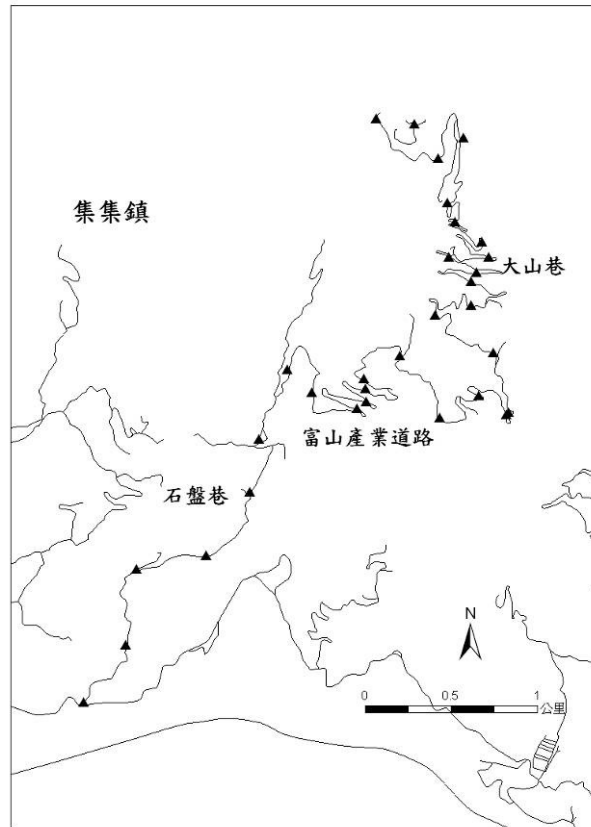


圖 2-3.4 集集大山的樣點，共 31 點

4. 水社大山

a：水社大山的監測係沿著步道，每隔海拔 300 公尺為一個樣點，共計 5 個樣點。

各樣點資料見（表 2-3.2）。

b：步道入口處（海拔 800 公尺）為人工針葉林（圖 2-3.5）和竹林，至海拔 1100 公尺左右則為次生闊葉林見（圖 2-3.6），海拔 1200 公尺以上主要為竹林（圖 2-3.7），至遮雨棚 1700 公尺以上林相又改變為闊葉林見（圖 2-3.8），至 2000 公尺開始出現箭竹林（圖 2-3.9）。

表 2-3.2 水社大山樣點資料

樣點	緯度	經度	海拔
水社大山-1	23°50'50.7"	120°56'06.0"	822
水社大山-2	23°50'58.3"	120°56'35.0"	1116
水社大山-3	23°50'38.3"	120°57'21.0"	1414
水社大山-4	23°50'23.5"	120°57'29.3"	1694
水社大山-5	23°50'28.1"	120°57'58.3"	2000



圖 2-3.5 水社大山海拔 800 公尺處



圖 2-3.6 水社大山 1100 公尺處的次生林



圖 2-3.7 水社大山 1400 公尺處的竹林



圖 2-3.8 水社大山海拔 1700 公尺處

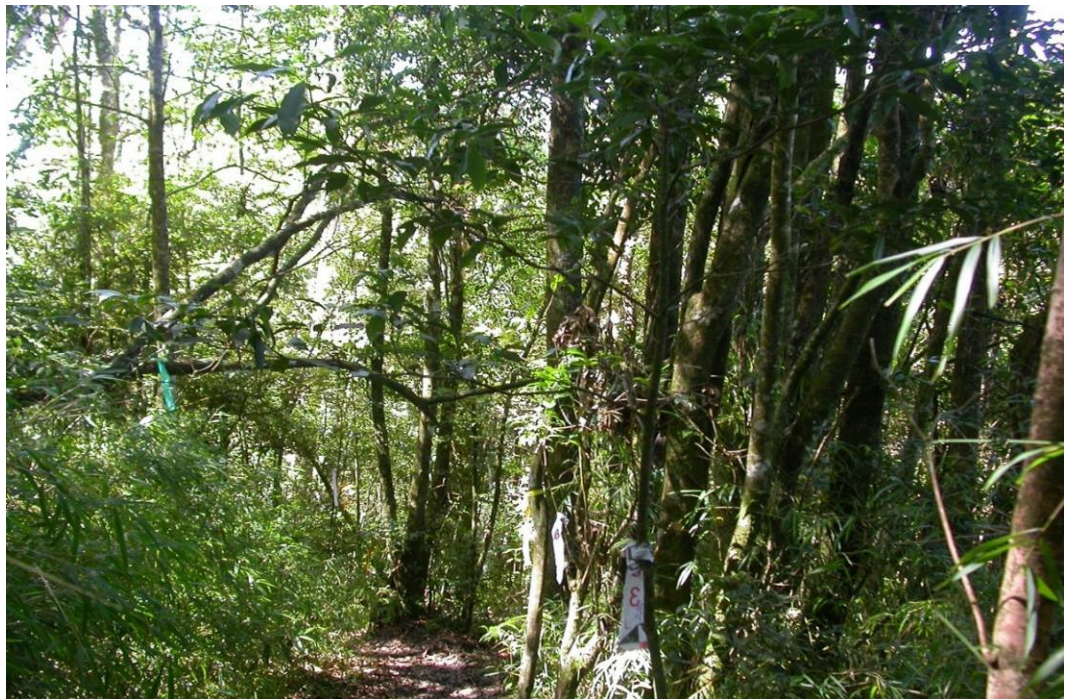


圖 2-3.9 水社大山海拔 2000 公尺處

5. 向山

- a. 向山位於日月潭的西側，右側緊鄰日月潭湖畔，左側為台 21 線公路，目前正進行行政中心新建工程。其中未開發的地區約占 19.64 公頃，為地勢平緩的小山丘，最高海拔僅 765 公尺。
- b. 區域內植被以蕨類和樟、楠科植物為主，植生茂密（圖 2-3.10）。向山後方通往明潭進水口處，有一處裸露地，五節芒散生其中，夏季時生長茂密且高達 2 公尺以上，但人工除草後植被覆蓋極為稀疏；道路的另一側為纜車興建預定地，植被主要為五節芒、竹林和次生闊葉林構成。
- c. 本計畫自 2008 年 8 月開始設籠捕抓小型哺乳類；原本向山為三條穿越線，2008 年 12 月以後，調查行程有所變更，移除工地後方的一條穿越線，於向山纜車預定地新增兩條穿越線，共四條穿越線（圖 2-3.11），由於向山周遭棲地人為干擾嚴重（整地、剷平植被和雇工除草等），因此本計畫將穿越線設置於人為干擾較低的森林內。第三條穿越線前半段在 2009 年 9 月份調查時已遭破壞（圖 2-3.12），故重設此穿越線前六個樣點。

6. 其他調查地點

由台電人員陪同下，於明潭發電廠下的右山脊排水廊道與水里壩基礎廊道、大觀古隧道中調查蝙蝠的種類。



圖 2-3.10 為向山內的植被以蕨類為主



圖 2-3.11 向山的樣點和穿越線位置



圖 2-3.12 第三條穿越線前半部已經被破壞

➤ 調查頻度及方法

1. 潭區

每月調查一次，每次二到三個夜晚，於日落後半小時至一小時開始叫聲監測法，駕車沿著潭區道路施測，於各樣點停留 2 分鐘，以北美兩棲類監測計畫標準（North American Amphibian Monitoring Program；NAAMP）記錄兩棲類叫聲指數，以 1、2、3 分別代表其鳴叫個體之相對數量：

- 1：能夠區分不同的鳴叫個體，為不連續之叫聲；
- 2：數個個體之連續叫聲，叫聲相連，但仍可辨認出每隻鳴叫的聲音；
- 3：多數個體之合鳴，此時無法分辨出單獨個體之叫聲。

因蝙蝠難以目視的方式進行辨種，故利用蝙蝠偵測器（Anabat SD1）錄音，資料帶回實驗室分析辨種。

以緩慢的速度駕車或步行的方式搜尋道路或樣點周圍環境，若目擊或發現路斃個體便記錄溫濕度、座標，並撿拾以利日後研究之用，主要目的為建立物種名錄與相對豐度。

周圍步道

每隔一季調查周圍步道，於步道上使用蝙蝠偵測器與採步行方式搜尋動物的蹤跡，記錄目擊動物名稱、溫濕度和座標。

2. 車埕

車埕的調查頻度為每月一次，於貯木池周圍使用蝙蝠偵測器錄音、記錄蛙類鳴叫種類和搜尋動物的蹤跡，記錄目擊動物的名稱、當時的溫溼度和座標。

3. 集集大山

集集大山的調查頻度為每季一次，每次一個夜晚，於日落後半小時至一小時開始叫聲監測法，駕車於產業道路上固定樣點，記錄兩棲類種類和叫聲指數並使用蝙蝠偵測器錄音。若於道路或樣點附近目擊動物蹤跡，即記錄動物名稱、當時溫溼度和座標。

4. 水社大山

水社大山的調查於冬、夏兩季進行，每次需時一天。調查方式係步行至山頂，沿路調查野生動物，記錄沿途目擊的動物，入夜後，於固定樣點附近記錄蛙鳴種類並以蝙蝠偵測器錄音。

5. 其他調查地點

在洞穴或隧道內主要以錄音和目視的方式記錄蝙蝠的種類，為不定時調查。

➤ 向山調查方法

由於向山的調查集中於四天三夜中，因此於下另外詳述調查的方式，分類如下

1. 小型哺乳動物

- a. 利用薛門氏陷阱和台製鼠籠捕抓小型哺乳類，沿穿越線每 10 公尺設置兩個薛門氏陷阱，並於每條穿越線的第 1、第 5 和第 10 個樣點放置台製鼠籠，共架設 80 個薛門氏陷阱與 12 個台製鼠籠；若見到疑似獸穴或獸跡則在旁增設台製鼠籠。薛門氏陷阱內置蟲醬（以地瓜片混合花生醬和剪碎的麵包蟲製成），台製鼠籠內則放置香腸，偶爾輔以香蕉、鳳梨等水果，每日早上巡籠，傍晚開籠，共放置三個籠夜。

- b. 在蝙蝠的調查方面，由於蝙蝠偵測器在森林內的有效範圍為 30 公尺，為避免蝙蝠被重複記錄，因此僅在每條穿越線的第 1、第 5 和第 10 個樣點偵測蝙蝠。
- c. 蛙鳴記錄和周圍棲地搜尋則每月調查。

2. 兩棲爬蟲類

每次向山調查開始的第一天白天，我們進行穿越線的清理和陷阱的設置，於當日晚上開始兩棲爬蟲類的調查，每日兩次，共計六次調查，兩位調查人員於早上和晚上進行穿越線上的徒步搜索調查，採目視、聽叫聲並搜索兩棲爬蟲可能藏匿位置的方式，記錄沿線出現的兩棲爬蟲種類、隻數、性別和該點的衛星定位系統位址 (GPS)。

➤ 物種鑑定方法和依據

兩棲、爬蟲和哺乳類的鑑定參考相關書籍 (呂等 1999; 向 2008; 祁 2008; 向等 2009)。兩棲類名錄依據 Amphibian species of the world: an online referenc(Forst 2010); 爬蟲類名錄根據 The JCV/TIGR reptile database (Uetz and Hellermann 2010); 哺乳類名錄則依據 Mammal species of the world (Wilson and Reeder 2010) 確認學名的版本和正確性。

➤ 統計和分析方法

由於八年間有少部份樣點已改變，且每年的調查頻度不同，我們根據 Pieterston (2006)的方法，將 2002 年和 2009 年的叫聲強度 (該年各月份叫聲指數總和) 標準化，叫聲強度除以施行調查樣點個數和調查次數，計算 2002 年和 2009 年叫聲強度改變的百分比，選擇鳴叫聲較普遍的物種做比較 (面天樹蛙、艾氏樹蛙、莫氏樹蛙、拉都希氏赤蛙、澤蛙、白領樹蛙、腹斑蛙和黑蒙西氏小雨蛙)，以改變的百分比代表 2002 年和 2009 年間族群變動情形。

以各年間樣點佔據的比例，代表八年間兩棲類族群波動的情形。而 22 種蛙類中，中國樹蟾、小雨蛙、金線蛙、褐樹蛙、盤古蟾蜍、台北樹蛙和諸羅樹蛙由於佔據樣點比例太小，故不列入比較。

為了解 2002 年至 2009 年間不同月份兩棲類鳴叫種類數及各項氣象因子間的關係，我們將 2002 年 1 月至 2009 年 11 月的氣象資料 (逐日平均溫度、降雨量、逐日平均溼度、平均風速和日輻射量) (取自農委會林業試驗中心取得蓮華池研究中

心)與蛙鳴種類數做皮爾森相關 (Pearson correlation) 和逐步回歸分析 (Forward stepwise regression)。由於每月叫聲監測需時數天，因此氣象因子採用平均值。

利用 2008 年 6 月至 2010 年 3 月的叫聲強度資料計算日月潭地區的物種多樣性指數，將地點分為 131 縣道、台 21 公路、台 21 甲公路和投 62 縣道，以叫聲強度代表相對的族群數量，分別計算夏農-威納多樣性指數 (Shannon-Wiener index) 和辛普森指數 (Simpson D index) (Ludwig and Reynolds, 1988) 嘗試了解各個不同地區生物多樣性的情況，計算公式如下：

夏農-威納多樣性指數

$$H = -\sum_{i=1}^{S_{obs}} p_i \log_e p$$

S_{obs} 為觀察到的物種數； $p_i = \frac{N_i}{N_T}$ 代表第 i 個物種個體所佔的比例， N_i 為第 i 個物種的個體數目， N_T 為取樣中所有物種的個體數目總和， \log_e 為自然對數，當 $H=0$ 時，表示採樣只有一種物種

辛普森指數

$$C = \sum_i^{S_{obs}} p_i^2$$

S_{obs} 為觀察到的物種數

$$p_i^2 = \left(\frac{N_i}{N_T} \right)^2$$

N_i 為第 i 個物種的個體數目， N_T 為取樣中所有物種的個體數目總和。

$$D = \frac{1}{C}$$

該數值越大表示多樣性越好

潭區周圍步道的調查中，僅列出目擊的數量，而叫聲資料做為各步道名錄之用。向山陷阱捕抓法僅以每百籠夜捕抓到的數量代表各種動物的捕獲率。

➤ 兩爬與哺乳類解說手冊

書名已定為「水沙連的毛、介、蟲」，其內容架構如如下：

處長的話

前言

鳥類以外的陸地脊椎動物—毛、介、蟲

台灣陸地動物多樣性的形成

水沙連

多樣的棲地

繽紛的種類

雨和夜的主人—兩生類

日和月的使者—爬蟲類

山與林的守護—哺乳類

晨浸日月潭

夜探水沙連

發現野生動物的地點

保護和保育

附錄一、日月潭的兩生類、爬蟲類、及哺乳類名錄

附錄二、日月潭兩生類監測

附錄三、動物圖片索引

參考資料和深入閱讀

內容範例：

066 水沙連的毛、介、蟲



↑ 蛇的全身被鱗片包住，防水、防磨損

爬蟲類和鳥類、哺乳類合稱有羊膜動物，牠們的卵有一層硬殼，在受精卵外還包覆了幾層含液體的膜，可以保護胚胎不受撞擊的傷害，同時也形成了極好的防水層。這樣的卵不再侷限只產於水邊，當第一種有羊膜動物出現後，讓牠們可以真正的離開水域環境，在更廣大的陸地生態系生存。

多數蜥蜴種類（十二種）在白天活動，包括了蛇蜥、攀蜥、草蜥、石龍子。只有守宮科的三種在夜間活動。無論哪一種蜥蜴，都是吃昆蟲的。蛇蜥、草蜥、和石龍子，是在地面活動。攀蜥和壁虎，則是在樹上活動。這些蜥蜴中，只有攀蜥（或俗稱為攀木蜥蜴）的尾巴不會斷。其他四類的蜥蜴，在受到驚擾時，都有自割（斷尾）的能力。當掠食者還把注意力放在扭動的斷尾時，尾巴的主人早已溜到安全的地方躲藏了。

日和月的使者—爬蟲類 067



↑ 龍蚊花背蜥電子顯微鏡照片（左邊為50倍，右邊為20000倍）



↑ 白腹游蛇蜥電子顯微鏡照片（左邊為50倍，右邊為20000倍）



↑ 赤練蛇蜥蜥電子顯微鏡照片（左邊為50倍，右邊為20000倍）

目前我們已完成初稿。解說手冊於校對完成後，六月初可送達印刷廠，預計六月中旬即可完成並交付 1000 本解說手冊。

(四) 日月潭水質監測

➤ 水域定點水質人工監測

本計畫於日月潭潭區內設定地點（包括水社、伊達邵、向山周邊水域及水里溪上、中、下游）進行人工採樣分析之工作，以了解水質之情況及變化趨勢。調查分析頻率以每兩個月進行一次為原則，採樣亦配合水域生態監測的時間同步進行，以利水質數據與水域生態監測分析結果之解釋。水質分析項目包括：水溫、酸鹼值、導電度、溶氧、生化需氧量(BOD)、化學需氧量(COD)、氨氮、硝酸鹽氮、總磷、葉綠素 a 等項目。上述監測方法依照環檢所公告之標準方法進行之，實驗室品保品管 QA/QC 工作亦依規定辦理管制工作。

➤ 水質自動監測站之持續操作與維護

日月潭浮台式自動化水質監測系統設置於水社碼頭自來水取水口附近，其目的乃監控水庫內水質的即時狀況。自動化水質監測系統包括四個主要單元，分別為監測儀器設備 (DataSonde 4a)、資料處理與傳輸系統、太陽能供電系統、現場校正系統等。因為監測儀器乃必須長期放置於野外，基於過去本研究團隊執行的結果，發現以一個半月校正二次及配合每三星期清洗一次為最佳的維護頻率，並依過去的經驗建立標準操作維護作業程序，計畫執行期間亦依照此程序進行相關的操作與維護工作。

本計畫除了進行自動化水質監測站的連續監測之外，並持續配合人工採樣的方式來驗證其準確性，而一些自動監測站無法測定的項目由人工採樣分析的方式來彌補，同時延續上年度使用統計分析的方法求得其間之相關性，以利水質指標的快速獲得及判定。人工採樣的目的是主要用於驗證水質監測站的準確性與穩定度，故人工採樣點與自動水質監測站相同（如圖 2-4.1 所示）。

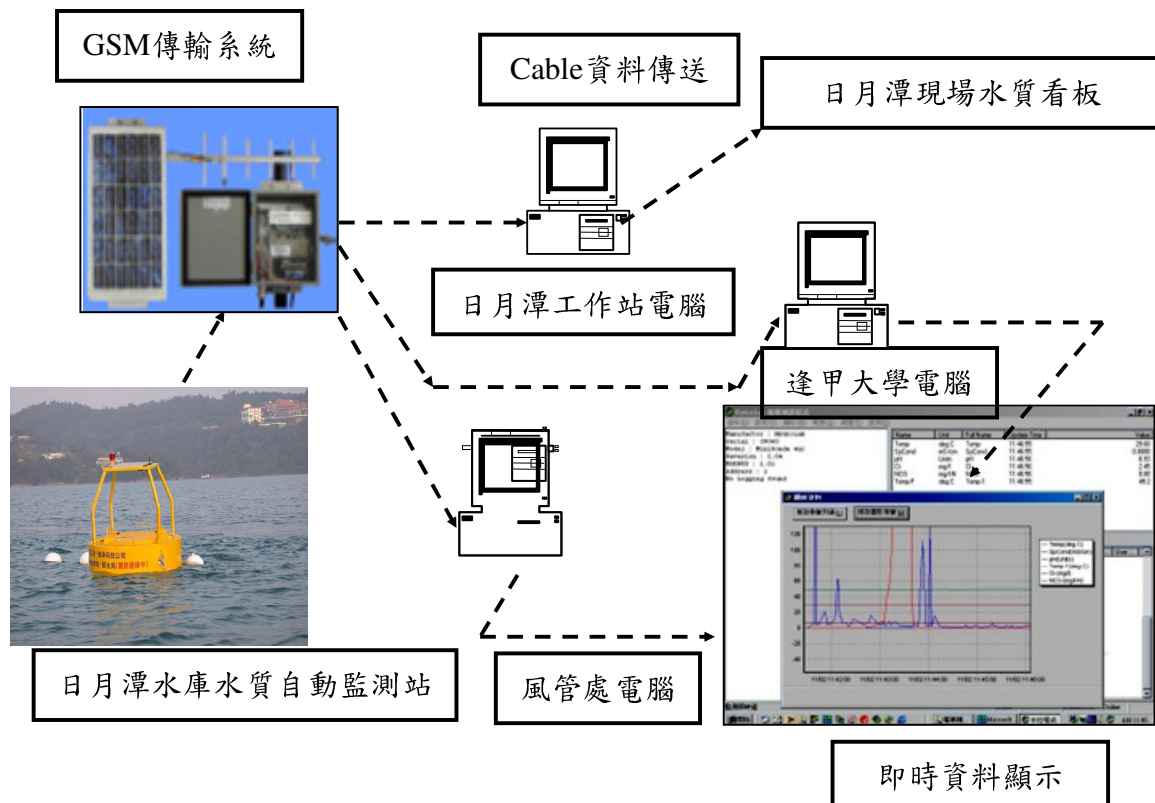


圖 2-4.1 水質自動監測站的操作架構及模式圖

1. 採樣次數與頻率

本次計畫之人工採樣部分於本年度 4 月起開始進行。計畫執行期間配合進行每 3 個月一次的例行性採樣驗證。每次採樣以組合水樣 (Composite Sample) 作為最後實驗室水質分析的樣本，組合水樣以監測站為中心的前、後、左、右 (各一公尺長度範圍內) 四點表面水 (水面下 50 公分處) 進行等比例的體積組合。

2. 水質分析項目

本研究為瞭解各項物化水質之間的相關性，並作為後續各項比對及驗證之基礎，選擇之水質測定項目 (包括現場及實驗室分析) (表 2-4.1)

表 2-4.1 物化檢驗項目及方法表

檢驗項目	環保署公告水質檢驗法之 編號	測定地點	備註
水溫	NIEA W217.51A	現場	
透明度	NIEA E220.50C	現場	日間 9~15 點間進行
pH	NIEA W424.50A	現場	
DO	NIEA W421.54C	現場	
導電度	NIEA W203.51B	實驗室	
濁度	NIEA W219.50T	實驗室	
NH ₃ -N	NIEA W416.50A	實驗室	
NO ₃ -N	NIEA W419.50A	實驗室	
總磷	NIEA W427.51B	實驗室	
葉綠素 a	NIEA E508.00B	實驗室	

3. 採樣流程作業程序

a. 採樣計畫

人工採樣的準確性對水質分析數據的代表性影響相當大，也同時會直接影響後續水質資料比對分析之結果。因此，參與現場採樣之人員必須對本計畫擬定之採樣計畫的內容有相當瞭解，如此方能達到具代表性的採樣工作。

本研究之採樣計畫內容包括：

- 採樣日期與工作時程
- 採樣點分佈位置
- 樣品種類與分析項目
- 採樣器具及保存試劑
- 樣品前處理步驟
- 樣品保存容器與樣品保存期限
- 人員調派
- 交通工具
- 聯絡工作（人員、實驗室、交通）
- 記錄及其他

b. 採樣流程

採樣前

對於採樣相關人員需給予適當的行前訓練及明確的工作內容分配。採樣人員應於採樣前預先填好每一支採樣瓶的標籤，並依序排列裝入冰桶內以備現場使用；出發前應依照表之清單清點相關物品上車。

採樣現場

採樣人員開車抵達日月潭水庫後，將採樣必需之設備及容器搬運至租（借）的船上，並即刻進行現場儀器之校正（包括 pH 及溶氧計），待船隻駛至自動水質監測站位置，隨即進行週遭四點採樣（水深 50 公分），及樣品等體積組合的工作，並

確切記錄每一個採樣的時間與現場狀況。船上可進行量測的水質項目包括溫度、pH 及溶氧，而透明度（沙奇盤深度）的測量僅在白天 9~15 點間進行，待水樣之組合作業完畢後，將之分裝於數支不同體積之容器中，然後加入適當的保存藥劑，並置入黑暗之冷藏箱中保存。

採樣後

採樣完成後，即刻開車將所有收集的樣品運回逢甲大學的實驗室，並依據品保品管之規定進行相關水質的分析工作。

➤ 統計分析作業

本計畫所使用之統計分析主要包括兩個部分，第一個部分是水質自動監測站監測資料與人工採樣驗證的比對分析，第二個是連續監測站水質資料的趨勢分析。以下就這兩個部分的工作內容簡要說明。

本研究執行期間利用四次人工採樣的方式所得之檢測數據與水質自動監測站的數據進行相關性的探討。水質自動監測站水質資料之趨勢分析。當水質自動監測站完全處於操作正常的狀態（無資料遺失情況），每個月每個水質項目應該至少可以收集到約 720 個資料，監測站執行期間為十二個月。為掌握各項水質的常年變動趨勢，並比較每季與每月之間的顯著差異，移動平均法已被用來評估水質變化的趨勢，也可以將一些不正常之極端值因素稀釋掉，水質變動的趨勢更易於分析與判斷。

➤ 實驗室水質分析品保品管（QA/QC）計畫

本實驗室在進行水質分析時多參照環保署公告之標準檢驗方法及美國公共健康協會（APHA）之標準方法（Standard Method, 20th edition），且依其步驟執行檢測，但參照這些已公告的檢驗方法，並不能就此確保可以獲得精確的數據，其誤差可能由許多原因所造成，包括不可預期的干擾效應、儀器異常、人員的疏失等等，為克服這些可能的誤差，實驗室必須建立一套良好的品保程序，以測知實驗方法的既存偏差或是操作狀況的系統誤差和隨機誤差；而評估誤差的方式，可藉由求取精確度和準確度來瞭解其誤差的大小。實驗室為獲致高品質的數據，即應正確執行品保程序，評估誤差，找出原因並且精準校正以達到高研究水準，本計畫對分析數據之品保目標列於表 4-4。進行品保作業時，必須執行的管制措施相關專用名詞意義如下：

1. 批次：

為品管的基本單元，通常是指在相同時間，或連續的一段時間內，以同組試劑相同分析處理步驟，所檢測的樣品。

2. 空白分析：

為一不含分析物之水溶液或試劑，伴隨每一分析批次，依同樣操作程序分析，以判知分析過程是否遭受污染及遭受污染之程度。

3. 重複分析：

為確定操作的精確性及可靠度，針對同批之同一樣品做兩次以上之分析。

4. 查核樣品：

係指將適量濃度之標準品（不同於製備檢量線的標準品）添加於與樣品相似的基質中配製而成之樣品。

5. 添加標準品分析：

將樣品等分為二，一部份直接依步驟分析，另一部份添加適當濃度之標準品後再分析，以確認樣品中有無基質干擾或所用之分析方法是否適當之過程。

6. 一般檢驗方法：

泛指重量法、滴定法及其他傳統分析之檢驗方法。

7. 方法偵測極限 (MDL):

為一待測物在某一種基質中以某一特定檢驗方法所能測得之最小濃度。

8. 準確度:

為一組檢驗值 (或平均值 X) 與真值 (true value) 的差異。通常可由分析參考樣品 (reference sample) 求得, 以回收率百分比 (percent recoveries) 表示之。

9. 精確度:

為一組重複分析之測量值與平均值間的標準偏異。通常可由重複分析樣品求得相對百分偏差表示之。

10. 檢量線:

於一特定儀器所求得之讀值, 相對其配製之濃度, 所繪製成的 XY 圖。

11. 試劑水:

不含待測物、試劑的純水, 通常是指蒸餾水、去離子水, 於實驗室配製時使用。

12. 測不到 (ND):

樣品分析值低於偵測極限值時, 即視為「測不到」, 檢驗記錄表中濃度值以 < MDL 值表示之。

13. 參考物質:

內部或外部查核及評估實驗分析技巧之樣品, 其來源有外購標準樣品, 實驗室配製及與其它實驗室比測之真實樣品。

參、結果與討論

一、全區水域生態調查

(一) 生物組成監測及調查

1. 魚、蝦、蟹類

據計畫執行至今調查的結果發現，日月潭總共可整理出有 3 目 6 科 18 種魚類（附錄一），包括鯉魚、鯽魚、翹嘴紅鮒、鯪魚、青魚、草魚等。其中高經濟價值的魚種有翹嘴紅鮒及青魚，但其族群數量皆不高。以魚籠及蝦籠方式調查，共發現雙斑伴麗魚 332 尾、雜交種吳郭魚 302 尾、馬拉麗體魚 51 尾、紅魔麗體魚 65 尾及 2009 年新發現的布氏羅非魚 269 尾(圖 3-1.1)。潭區淡水蝦蟹類共 1 目 1 科 3 種(附錄二)，包括有秀麗白蝦、粗糙沼蝦、台灣沼蝦，其中秀麗白蝦經濟價值雖不高，但卻是台灣淡水域中唯一的白蝦屬蝦類，目前僅分佈於日月潭、台北內湖一帶及屏東龍巒潭、南仁湖。秀麗白蝦之地理分佈以溫帶為主，台灣亦是本種蝦類地理分佈的最南界。

以魚籠及蝦籠方式調查共發現台灣沼蝦 2 隻及粗糙沼蝦 5 隻，其捕獲量並不高。以手撈的方式調查到 133 隻秀麗白蝦。部分調查期間因水里溪上游明潭電廠調節性洩洪，導致明潭電廠站及水里橋站水量暴增，礙於安全考量無法以浮潛方式調查，僅以放置蝦籠之方式進行調查。蝦籠法調查結果發現 7 科 11 種魚類及 4 種蝦蟹類，魚類包括台灣馬口魚、台灣石鮠及明潭吻蝦虎魚等共 331 隻，其中以明潭吻蝦虎魚為主佔總捕獲量 29.0%；蝦蟹類共發現 412 隻，其中以粗糙沼蝦為主佔總捕獲量 95.4%。

魚類族群數量方面，由於明潭發電廠及水里橋附近則因為水庫調節性洩洪，水量大增亦無法以浮潛方式觀察，而改以放置蝦籠進行調查，所以在比較水里溪流域今年與歷年度魚類組成方面發現，魚種種類組成與往年差異不大，至於族群數量變動的原因除了因調查方式的不同而產生的差異，人為活動的干擾也影響族群的變化。2008 年調查期間石觀音樣站山壁呈現崩塌過的狀態(圖 3-1.2)，但不影響河岸的地形；但在 2009 年 5 月發現開始有重機械在附近活動，在旁邊河灘地堆起土堆，漸漸增高，於 2010 年 3 月時已有三樓高(圖 3-1.3)。



圖 3-1.1 新發現之布氏羅非魚的幼魚



圖 3-1.2 石觀音樣站範圍有崩塌的狀況 (09/03/17)



圖 3-1.3 石觀音樣站遭重機械干擾，左邊的土堆是 2009 年下半年出現，日益增高。
(10/03/16)

2. 螺貝類

彙整曾等 (2001 及 2002)、郭等 (2003、2004 及 2005) 及今年度之調查資料 (附錄三)。由表可知，水里溪下游的螺貝類種類最多，有 7 科 9 種，其中以瘤蟻為優勢種，其次為日月潭的 4 科 6 種，其優勢種為河殼菜蛤，瘤蟻次之。在 2009 年 3 月的訪談，因日月潭水位下降，民眾到水岸邊的底泥採集田蚌，每個田蚌都有一個手掌大。

3. 浮游生物

曾等 (2001 及 2002) 及郭等 (2003 及 2004) 調查結果中顯示日月潭所採集到之浮游生物共累積 6 門 6 綱 15 目 22 科 39 屬，以綠藻門為主共 19 屬，其次為矽藻門占共 17 屬，這與莊 (1986) 及森若 (1990) 之結果相符；水里溪採集之浮游生物共累積 4 門 4 綱 11 目 15 科 23 屬，以矽藻門為主共 16 屬。今年度針對日月潭潭區、水里溪流域的調查結果，共發現 4 門 6 綱 14 目 22 科 30 屬 (附錄四)，依然以矽藻門為主共 16 屬。

日月潭潭區水域生物組成正隨著時間改變。在種類數上因外來種魚類的入侵而

有增加的趨勢；在族群數量方面，因外來種（雙邊魚科及慈鯛科魚類）的擠壓，族群數量逐漸減少中。水里溪流流域水域生物組成相當豐富，魚蝦蟹種類組成與往年差異不大，但在魚類個體大小方面卻有逐漸趨於小型化的趨勢。日月潭潭區水域及水里溪流流域螺貝類歷年的生物組成的差異並不大，日月潭潭區水域以河殼菜蛤為優勢種，水里溪流流域螺貝類以瘤蟯為主。浮游生物歷年的生物組成的差異並不大，日月潭潭區水域的浮游生物以綠藻門為主，水里溪流流域則以矽藻門為主。

(二) 歷年生物組成比較

1. 魚、蝦、蟹類

若根據歷年之資料，顯示日月潭潭區水域生物組成正隨著時間改變。在種類數上因外來種魚類的入侵而有增加的趨勢；在族群數量方面，因外來種（雙邊魚科及慈鯛科魚類）的數量持續增加並成為潭區最常見的魚類，使得其他魚種及蝦類的生態區位受到擠壓，族群數量逐漸減少中。

水里溪流流域水域生物組成相當豐富，根據歷年度魚蝦蟹類組成方面發現，魚蝦蟹種類組成與往年差異不大，各年度族群數量的變動則是因調查方式的不同而產生的差異。雖然魚蝦蟹類組成差異不大，但在魚類個體大小方面卻有逐漸趨於小型化的趨勢，顯示人為干擾已造成水里溪流流域魚類生存的壓力之一。

2、螺貝類

若根據歷年之資料，顯示螺貝類歷年的生物組成的差異並不大，日月潭潭區水域以河殼菜蛤為優勢種，瘤蟯次之，其他貝類則零星出現。水里溪流流域螺貝類歷年的生物組成變動亦不大，螺貝類的生物組成以瘤蟯為主，河殼菜蛤並無大量出現，而且僅零星出現於明潭發電廠下游，顯示水里溪流流域因抽蓄發電的操作，使得水位變動大的環境似乎不適合河殼菜蛤的生長，所以河殼菜蛤在水里溪流流域並無大量增生的現象，對水里溪流流域的水生生物影響亦不大。

3、浮游生物

根據歷年之資料，顯示浮游生物歷年的生物組成的差異並不大，今年日月潭潭區水域的浮游生物以矽藻門為主，水里溪流流域也以矽藻門為主(附錄五)。

二、全區陸域生態生態監測及調查

(一) 植物

日月潭全區蕨類調查名錄查請參照附錄六。

大竹湖步道的蕨類，歷年共記錄了 38 種，2008 年秋季紀錄 35 種；2009 年春季的紀錄減為 28 種(其中新紀錄 3 種而 10 種未記錄到)。2009 年秋再度增為 38 種(基本上又恢復了歷年的記錄種數)。2010 年春季的紀錄增為 40 種(較上次調查新增 8 種而 6 種未紀錄到)。(圖 3-2.1)。

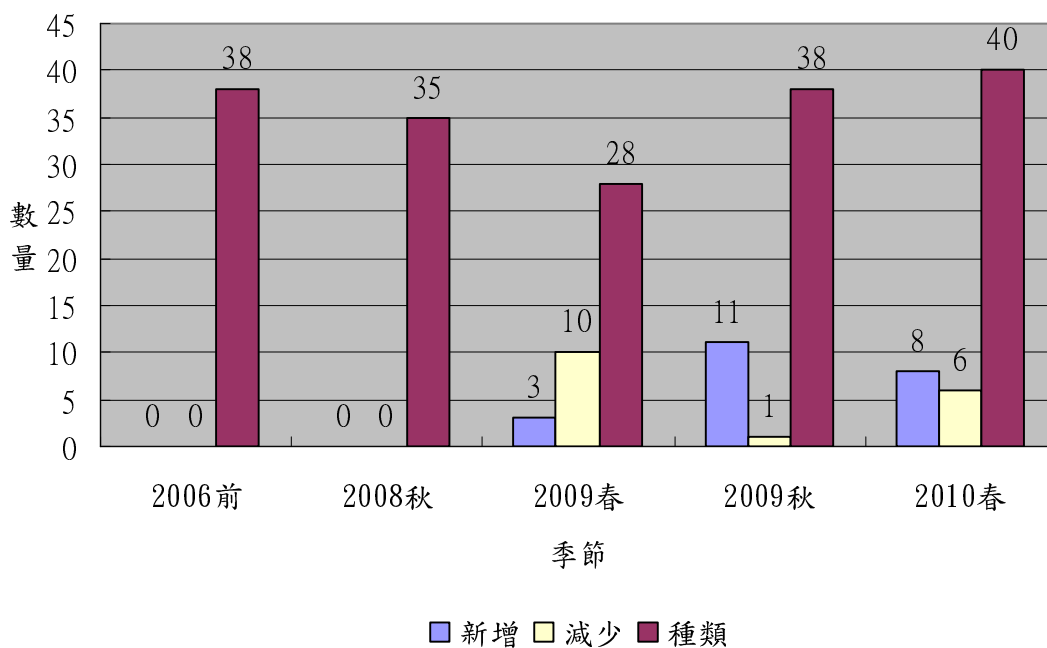


圖 3-2.1 大竹湖步道蕨類增長紀錄

水蛙頭步道的蕨類植物，歷年共名錄了 62 種，2008 年秋季 54 紀錄種； 2009 年春季紀錄減為 36 種(其中有 18 種已從步道旁消失)。2009 年秋則增為 55(較上半年增加 20 種，而有 1 種未紀錄到)。2010 年春季的紀錄則為 46 種(較上次調查新增 3 種而 12 種未紀錄到)。(圖 3-2.2)。

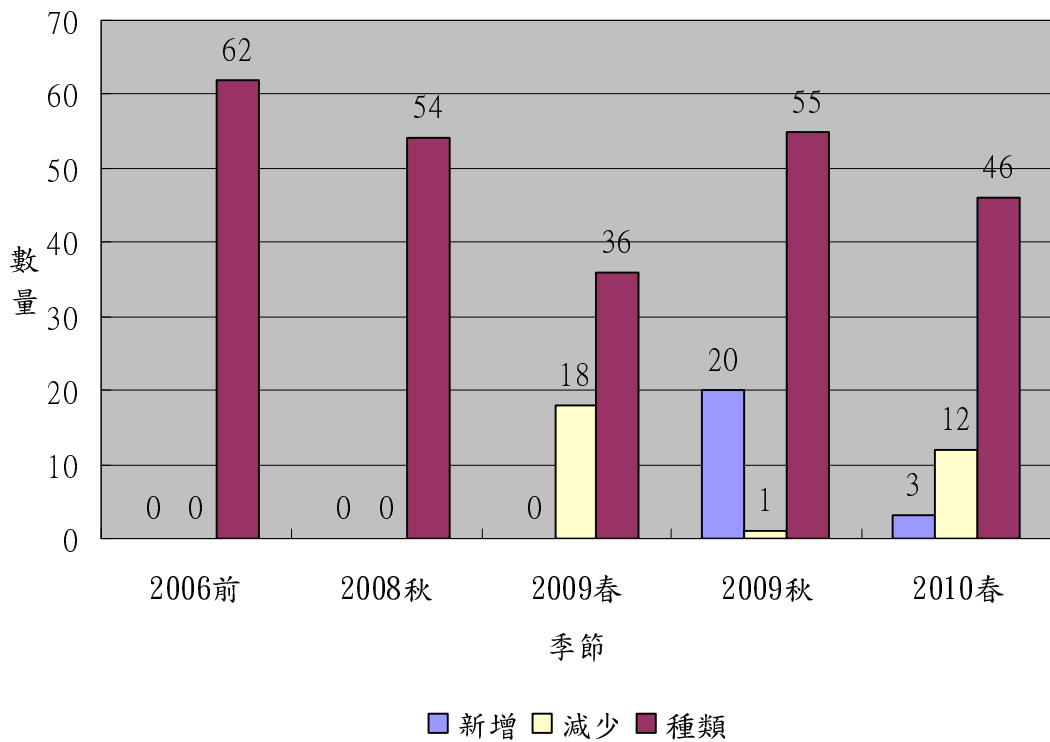


圖 3-2.2 水蛙頭步道的蕨類植物增長紀錄

青年活動中心雖範圍較廣，但有大比例的土地作為草皮及花園來經營，歷年有 57 種蕨類的紀錄，2008 年秋季紀錄 54 種；2009 年春季的紀錄有 42 種(其中 18 種舊有的消失，而有 6 種新紀錄)。2009 年秋則為 41 種(較春季新增 11 種，而有 12 種消失)。2010 年春季的紀錄則為 43 種(較上次監測新增 7 種而 5 種未紀錄到)，主要種類出現在餐廳後方步道，該處較潮濕穩定，尤其著生蕨類生長頗茂盛。(圖 3-2.3)

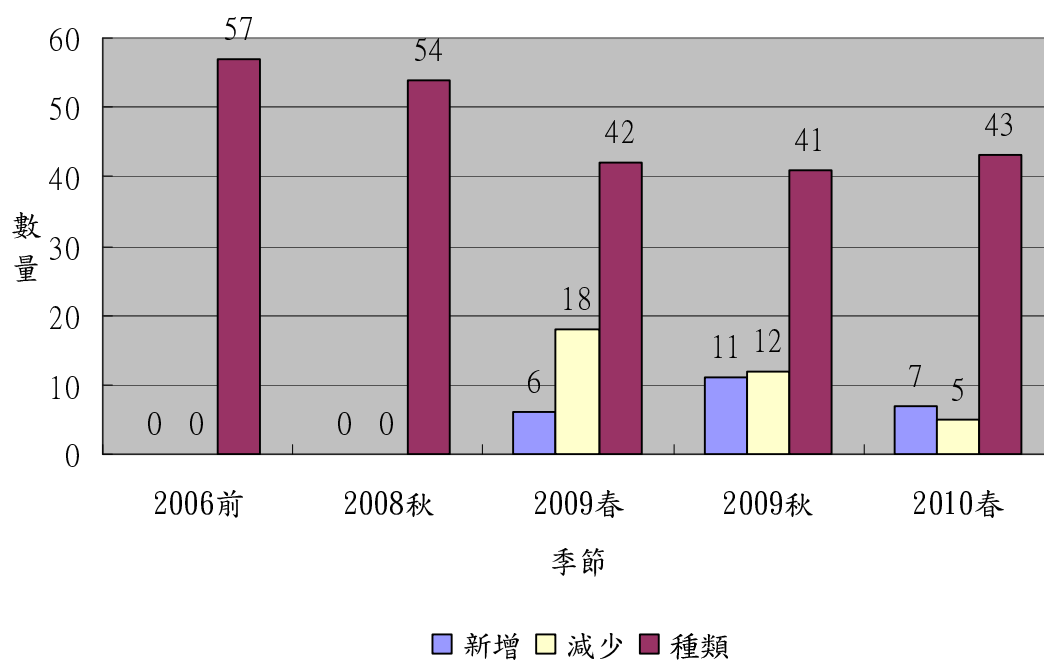


圖 3-2.3 青年活動中心蕨類植物增長紀錄

慈恩塔步道，歷年有 52 種蕨類紀錄，2008 年秋季紀錄了 46 種；2009 年春季的紀錄為 44 種(其中新增 6 種減少 8 種)。2009 年秋則增為 49(較春季新增 10 種，而有 5 種未紀錄到)。2010 年春季的紀錄則為 47 種(較上次監測新增 9 種而 11 種未紀錄到)。(圖 3-2.4)

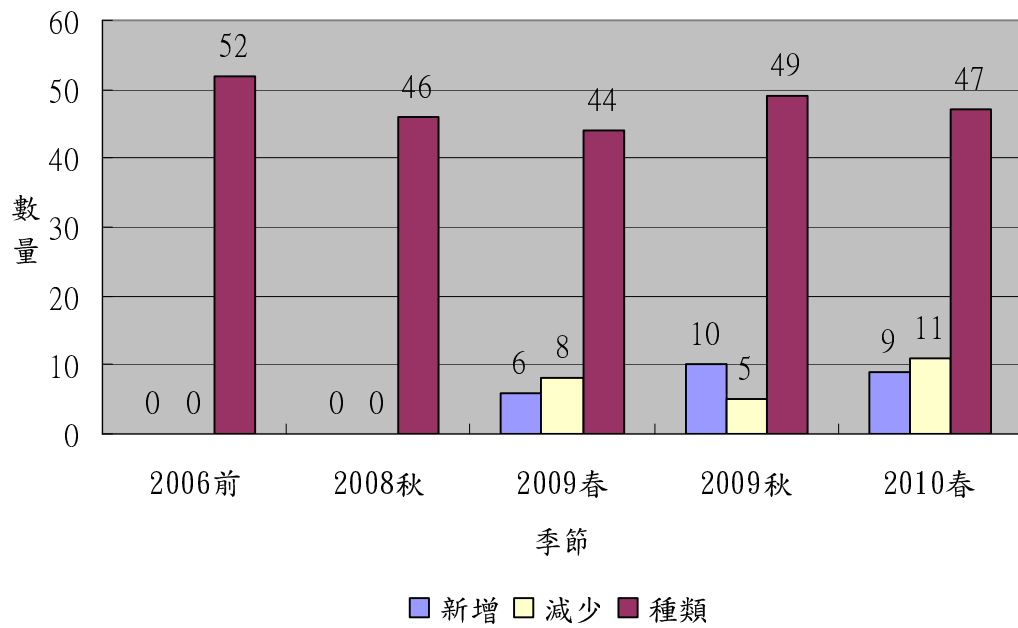


圖 3-2.4 慈恩塔步道蕨類植物增長紀錄

(二) 鳥類

經 2008 年 6 月至 2010 年 3 月的 8 季的調查共紀錄到鳥類 92 種，分屬 14 目 35 科(附錄七)，其中種類較多的分類群為畫眉科 10 種，鷺科、鶇科及鶇科各 7 種，鳩鴿科 6 種，鶯科 5 種。鷹鷲科、燕科及鶯科各 4 種。

本計劃於 2009 年 12 月及 2010 年 3 月的兩季調查中於活動中心紀錄樹鸚、白環鸚嘴鶇。慈恩塔步道紀錄了藍尾歌鶇。21 甲環湖道路記錄了翠翼鳩、樹鸚、斑紋鶇鶯、台灣短翅鶯及黃尾鶇，為本監測計畫增加 7 種紀錄。

本調查計畫的 92 種鳥類紀錄中，以本地區留鳥最多有 57 種，佔 62%，北方南遷的冬候鳥有 25 種，高山降遷的種類有 12 種。(圖 3-2.5、圖 3-2.6 及表 3-2.1)

日月潭地區鳥類組成百分比

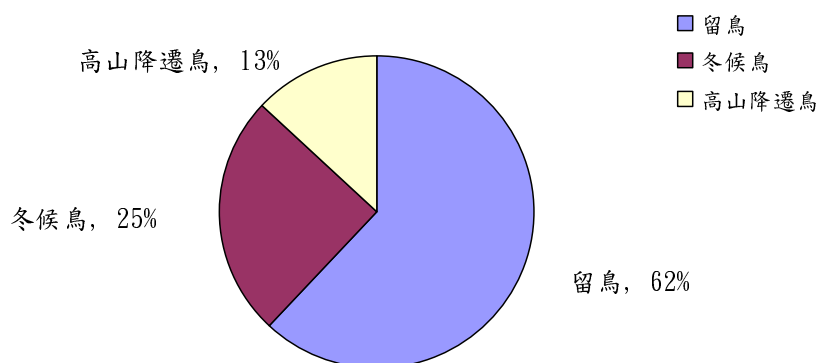


圖 3-2.5 日月潭鳥類組成百分比

日月潭各步道不同季節出現鳥種數

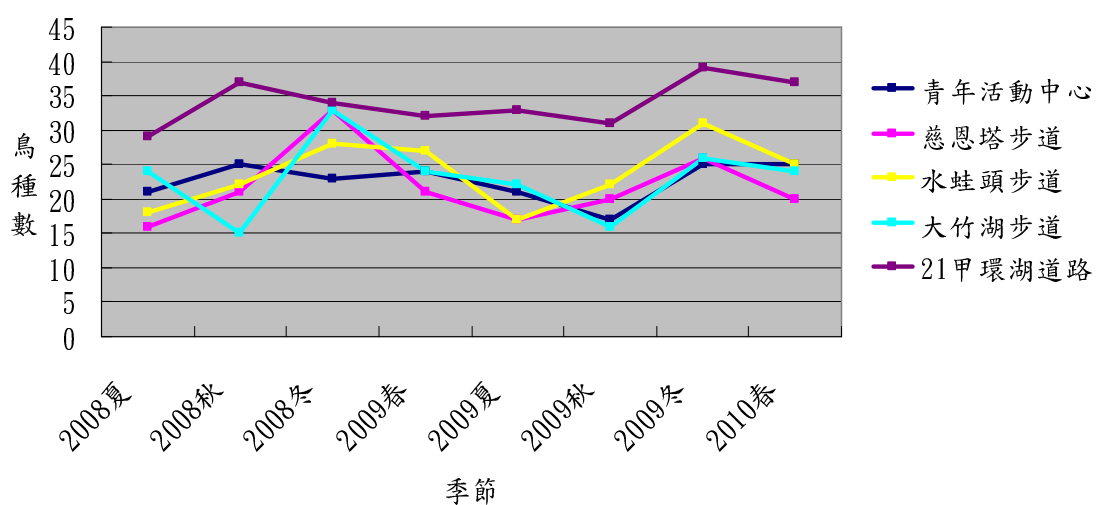


圖 3-2.6 日月潭各步道不同季節出現鳥類總數比較圖

表 3-2.1 各步道四季出現的鳥種數比較圖

	夏	秋	冬	春	平均	鳥種數
活動中心	21(21)	25(17)	23(25)	24(25)	22.6	51
大竹湖	24(22)	15(16)	33(26)	24(24)	23.0	53
水蛙頭	18(17)	22(22)	28(31)	27(25)	23.8	52
慈恩塔	16(17)	21(20)	33(26)	21(20)	21.8	52
21 甲	29(33)	37(31)	34(39)	32(37)	34.0	73

() 內的數字為第二年度的調查數據

由 2008 年及 2009 年夏秋兩季的比較各步道出現的鳥種數大致維持穩定，其中青年活動中心秋季的鳥種數較去年明顯偏低，推測當地木屋及纜車的施工造成比較長期的干擾。各步道每次調查均出現的優勢種類如下表 3-2.2。

表 3-2.2 各步道每次調查均出現的優勢種類

活動中心	珠頸斑鳩、洋燕、紅嘴黑鵯、紅頭穗鵯、棕面鷓鴣、綠繡眼、小卷尾。
大竹湖	小彎嘴鵯、紅頭穗鵯、綠繡眼。
水蛙頭	五色鳥、黑枕王鵯、小彎嘴鵯、紅頭穗鵯、繡眼雀鵯、烏線雀鵯、綠繡眼
慈恩塔	五色鳥、紅嘴黑鵯、小彎嘴鵯、紅頭穗鵯、繡眼雀鵯、烏線雀鵯。
21 甲	小白鷺、珠頸斑鳩、五色鳥、洋燕、赤腰燕、灰喉山椒、白頭翁、紅嘴黑鵯、黑枕王鵯、小彎嘴鵯、紅頭穗鵯、繡眼雀鵯、綠繡眼、小卷尾、樹鵲、麻雀。

紀錄中屬台灣特有種者有台灣山鷓鴣 *Aborophila crudigularis*、五色鳥 *Megalaima nuchalis*、台灣紫嘯鵯 *Myophonus insularis*、台灣短翅鷺 *Bradypterus alisanensis*、台灣畫眉 *Garrulax taewanus*、白耳奇鵯 *Heterophasia auricularis*、黃痣藪鵯 *Liocichla steerii*、冠羽鳳鵯 *Yuhina brunneiceps*、黃山雀 *Parus hlosti* 等 9 種(全台灣目前公認有 17 種特有種，日月潭風景區有 11 種紀錄)。紀錄中有保育類鳥種 16 種，分別為：

第二級-珍貴稀有野生動物：

雕頭鷹(東方蜂鷹)*Pernis ptilorhynchus*、大冠鷲(蛇鷲)*Spilornis cheela*、鳳頭蒼鷹 *Accipiter trivirgatus*、赤腹鷹 *Accipiter soloensis*、鵲鵯(領鵲鵯)*Glaucidium brodiei*、黃嘴角鵯 *Otus spilocephalus*、朱鷲 *Oriolus traillii*、黃山雀 *Parus holsti*、紫壽帶 *Terpsiphone atrocaudata*、台灣畫眉 *Garrulax taewanus*、花翅山椒 *Coracina macei* 等 11 種。

第三級-其他應予保育之野生動物：

青背山雀(綠背山雀)*Parus monticolus*、黃腹琉璃(黃腹仙鶺)*Niltava vivida*、白尾鶺
Cinclidium leucura、鉛色水鶺(鉛色水鶺)*Rhyacornis fuliginosa*、紅尾伯勞 *Lanius cristatus*
等 5 種。

(三) 昆蟲類

1. 目視法

過去目視法觀察記錄日月潭昆蟲資源中之鱗翅目有 15 科 83 種 2258 隻，其中
蝴蝶有 7 科 50 種，鞘翅目有 13 科 47 種 220 隻蟲，蜻蛉目有 4 科 10 種(2003 年記
錄)。2008 年 9 月於水里溪看到過去未發現之銀斑小灰蝶 (圖 3-2.7)，因此累計記錄
蝴蝶有 8 科(台灣產蝴蝶共 11 科)。銀斑小灰蝶科 1999 年才被學者自小灰蝶科中
獨立分出的蝶種，僅發現銀斑小灰蝶 *Curetis acuta formosana* 及台灣銀斑小
灰蝶 *Curetis brunnea* 兩種，因後翅腹面銀白色又稱銀背小灰蝶。兩者
外型相似，以後翅外緣曲線區分，銀斑小灰蝶後翅外緣有明顯角度，反之台灣銀
斑小灰蝶後翅外緣曲線較平滑。幼蟲以豆科台灣葛藤為食，成蟲具領域性
且飛行快速，偏好停佇於潮濕地面吸水，分布於台灣全島低海拔及山區。這隻
銀斑小灰蝶是 2008 年 9 月於水里溪遇見的，正中午時銀斑小灰蝶停下來喝水，遠
遠看到所捕捉到的身影，很快就不見蹤跡。其它看到的蝴蝶有小紋青斑蝶、姬小紋
青斑蝶、雌紅紫蛺蝶、青斑鳳蝶、黑鳳蝶、大白斑蝶、紋白蝶、小三線蝶、臺灣黃
蝶、端紅粉蝶等，其中以臺灣黃蝶數量達 15 隻為最多；蜻蛉目有霜白蜻蛉、紫紅
蜻蛉、短腹幽蟪等，以紫紅蜻蛉數量達 30 隻為最多。2009 年 4 月向山目視法中看
到蝴蝶有台灣波紋蛇目蝶、圓翅紫斑蝶、雌紅紫蛺蝶、淡黃粉蝶等，其中以台灣波
紋蛇目蝶數量達 15 隻為最多；蜻蛉目則看到紫紅蜻蛉。



圖 3-2.7 銀斑小灰蝶

2. 掉落式陷阱法

a 2008 年定點監測站陸域昆蟲資源: (表 3-2.3)

誘集記錄:貓囑山 8 目 28 科 530 隻蟲、青年活動中心 8 目 26 科 325 隻蟲、松柏崙步道 8 目 24 科 1204 隻蟲、慈恩塔 8 目 25 科 342 隻蟲、頭社 8 目 30 科 524 隻蟲、車埕 9 目 32 科 376 隻蟲。多樣性指數分析結果顯示 Family richness index 為 2.82~5.00，Simpson's index 為 0.39~0.88，Shannon-Wiener's index 為 1.05~2.47 及 Pielou's evenness index 為 0.34~0.73。松柏崙步道多樣性指數分析結果較其他監測站為低，其次為慈恩塔步道。

表 3-2.3 定點監測站 2008 年 1 月 11 日之陸域昆蟲相(FAA 陷阱)

目名	科名	貓嘯山	青年活動中心	松柏崙步道	慈恩塔	頭社	車埕
半翅目	盲椿科					1	
	盾椿科			1			
	軍配蟲科	1					
	椿科	1		2			
	擬盲椿科				1		
同翅目	白蠟蟲科	4	1		1	6	4
	沫蟬科						1
	蚜蟲科	1	3	4	2	11	3
	葉蟬科			8		5	
直翅目	穴螽科		1		1		
	蟋蟀科	2					7
彈尾目	長角跳蟲科	50	60	43	88	107	34
	等節跳蟲科	176	58	55	19	134	68
彈尾目	圓跳蟲科	4	4	10	5	6	
	癩跳蟲科					9	
	鱗跳蟲科	16	3	11	3	3	44
膜翅目	小蜂總科	4	7	3	2	6	9
	卵蜂總科	19	10	7	13	11	4
	姬蜂科						1
	寄生樹蜂總科				1		
	莖蜂科						1
	緣腹細蜂科	1				1	1
	蟻科	1	3	6		5	14
	鈎腹蜂科		1				
鞘翅目	大萐蟲科				1	1	
	小蠹蟲科	6	7	10	10	14	24
	出尾萐蟲科						1
	出尾蟲科	4	17	11	8	8	71
	長蠹蟲科			1			
	偽瓢蟲科				2		1
	象鼻蟲科			1			
	穀盜科			1			
	隱翅蟲科	84	39	13	12	31	11
	蟻塚蟲科				2	2	3
	蘚苔蟲科	2					1
	纓甲科	8	3			4	

表 3-2.3 定點監測站 2008 年 1 月 11 日之陸域昆蟲相(FAA 陷阱)續

目名	科名	貓嘯山	青年活動中心	柏崙步道	慈恩塔	頭社	車埕
雙翅目	果蠅科	19	7	75	33	66	43
	原大蚊科		3		2	2	1
	蚊蚋科	2					
	蚤蠅科	2	2	5	10	15	2
	黑翅蕈蚋科		6			2	1
	搖蚊科					1	
	舞蠅科	8					1
	蕈蚋科			3			
	癭蚋科	9	2		1	4	1
纓翅目	管蓟馬科						4
	蓟馬科						1
鱗翅目	Unknown		1	2	1		7
嚙蟲目	Unknown		2	3		1	1
	毛嚙蟲科	1					
積翅目	短尾石蠅科					1	
總計數量		530	325	1204	342	524	376
總計目數		8	8	8	8	8	9
總計分類群數		28	26	24	25	30	32
Family richness index		4.15	3.81	2.82	3.78	4.32	5.00
Simpson's index (1-lambda)		0.82	0.86	0.39	0.79	0.85	0.88
Shannon- Wiener's index		2.14	2.30	1.05	2.03	2.35	2.47
Pielou's evenness index		0.65	0.73	0.34	0.65	0.71	0.73

b 2009 年定點監測站陸域昆蟲資源:(表 3-2.4)

誘集記錄:貓嘯山 7 目 17 科 70 隻蟲、青年活動中心 9 目 31 科 183 隻蟲、松柏崙步道 8 目 23 科 96 隻蟲、慈恩塔 9 目 25 科 116 隻蟲、頭社 7 目 23 科 120 隻蟲、車埕 7 目 20 科 131 隻蟲。多樣性指數分析結果顯示 Family richness index 為 3.62~5.20, Simpson's index 為 0.78~ 0.89, Shannon- Wiener's index 為 2.03~ 2.52, 及 Pielou's evenness index 為 0.73~ 0.84。貓嘯山多樣性指數較其他監測站為低, 主要原因為有一陷阱杯及周圍植被有被干擾的情形(圖 3-2.8)。由於本站有少數孟宗竹生長於此, 可能是受竹筍採收之人為活動干擾。



圖 3-2.8 貓嘯山監測站陷阱杯及周圍植被有被干擾的情形

表 3-2.4 定點監測站 2009 年 1 月 8 日之陸域昆蟲相(FAA 陷阱)

目名	科名	貓嘯山	青年活 動中心	松柏崙 步道	慈恩塔	頭社	車埕
半翅目	盲椿科				1		
	扁椿科	1				1	
	椿科		2	1	4		
	擬盲椿科		2				
同翅目	白蠟蟲科	3			3	1	1
	蚜蟲科	5	2	2	5	9	9
	葉蟬科						1
直翅目	穴蝨科		2		1		
	蟋蟀科						3
脈翅目	草蛉科	1					
蜚蠊目	蜚蠊科			2			
彈尾目	長角跳蟲科	28	62	22	31	17	21
	球角跳蟲科		10	6	2		
	等節跳蟲科	8	11	7	15	35	26
	圓跳蟲科	1		11	3	1	
	癩跳蟲科					1	
	鱗跳蟲科		8	1	4		6
膜翅目	小蜂總科	2	13	1	3	1	5
	卵蜂總科		6	6	3	1	2
	姬蜂科			1			
	莖蜂科			4			

表 3-2.4 定點監測站 2009 年 1 月 8 日之陸域昆蟲相(FAA 陷阱)(續)

目名	科名	貓嘯山	青年活動中心	松柏崙步道	慈恩塔	頭社	車埕
	蜜蜂科						1
	緣腹細蜂科					1	
	蟻科		7	18	9	11	31
鞘翅目	Unknown(鞘翅目)		1		1	2	
	出尾蕈蟲科		1				
	出尾蟲科		2				
	穀盜科	1					
	隱翅蟲科	3	14	2		3	1
	蟻形蟲科					1	
	蟻塚蟲科		1	1		1	
	蘚苔蟲科		14	1	5		2
雙翅目	Unknown(雙翅目)	7	1		2		
	小頭虻科		1				
	果蠅科	2	6	4	7	20	9
	花蠅科		1	1			
	家蠅科						4
	臭虻科						1
	蚊科		1				
	蚊蚋科				2		
	蚤蠅科	1	2	1	4	7	3
	窗虻科			1			
	黑翅蕈蚋科	1	1		2		2
	搖蚊科	1		1		1	
	蛾蚋科		1				
	槍蠅科	1	2		1	2	
	蕈蚋科		2	1	2		
	癭蚋科	4	2		2	1	2
纓翅目	管蓟馬科		1			1	1
	蓟馬科		2	1		1	
鱗翅目	Unknown(鱗翅目)		2		2		
	穀蛾科					1	
嚙蟲目	毛嚙蟲科				2		
	總計數量	70	183	96	116	120	131
	總計目數	7	9	8	9	7	7
	總計分類群數	17	31	23	25	23	20
	Family richness index	3.62	5.20	4.82	4.46	4.40	3.90
	Simpson's index (1-lambda)	0.78	0.85	0.89	0.89	0.85	0.87
	Shannon- Wiener's index	2.03	2.52	2.51	2.60	2.25	2.35
	Pielou's evenness index	0.73	0.76	0.80	0.84	0.73	0.78

c 2010 年定點監測站陸域昆蟲資源: (表 3-2.5)

誘集記錄:貓嘯山 10 目 29 科 406 隻蟲、青年活動中心 9 目 26 科 115 隻蟲、松柏崙步道 10 目 28 科 432 隻蟲、慈恩塔 9 目 24 科 242 隻蟲、頭社 11 目 35 科 488 隻蟲、車埕 13 目 33 科 537 隻蟲。多樣性指數分析結果顯示 Family richness index 為 4.19 ~5.17，Simpson's index 為 0.65~ 0.91，Shannon- Wiener's index 為 1.69~ 2.68，及 Pielou's evenness index 為 0.51~ 0.83。

表 3-2.5 定點監測站 2010 年 1 月 19 日之陸域昆蟲相(FAA 陷阱)

目名	科名	貓囓山	青年活動中心	松柏崙步道	慈恩塔	頭社	車埕
半翅目	盲椿科	1					
	扁椿科		1	2			
	駝椿科			5			
	擬盲椿科						1
	擬軍配蟲科			1			
同翅目	介殼蟲科	2		2	3	1	
	白蠟蟲科	2	1			22	15
	沫蟬科	1					4
	扁蚜科					2	5
	蚜蟲科	3					1
直翅目	穴蟲科		1		1		
	蝗科					2	
	蟋蟀科				1		7
	蟋蟲科	1					
革翅目	缺蝮科	1		1		2	
等翅目	白蟻科			2		1	
蜚蠊目	蜚蠊科			1	1		2
彈尾目	長角跳蟲科	48	20	72	65	38	139
	球角跳蟲科	153	15	5			5
	等節跳蟲科	122	17	20	15	76	42
	圓跳蟲科	8	1	14	8	9	21
	癩跳蟲科			243	91	202	
	鱗跳蟲科	4	1				23
膜翅目	小蜂總科	4	1	1	1		
	卵蜂總科	4	6	12	5	9	20
	姬蜂科		2			1	
	葉蜂總科			4			
	緣腹細蜂科			1	1	3	1
	蟻科	2	3	4	4	8	29
鞘翅目	Unknown(鞘翅目)	2					
	小蠹蟲科	22	9	7	13	71	41
	天牛科	1					1
	出尾蕈蟲科		6	3	2	3	1

表 3-2.5 定點監測站 2010 年 1 月 19 日之陸域昆蟲相(FAA 陷阱)(續)

目名	科名	貓嘸山	青年活動中心	松柏崙步道	慈恩塔	頭社	車埕
	出尾蟲科					1	33
	埋葬蟲科	1	2			1	
	偽瓢蟲科		1				
	象鼻蟲科					1	
	穀盜科		6		1	1	3
	隱翅蟲科	3	9	5	1	5	60
	蟻塚蟲科	1		1	2		
	蘇苔蟲科			1		1	15
	櫻甲科	1					
雙翅目	Unknown(雙翅目)					2	
	果蠅科	3		17	10	7	39
	姬大蚊科					1	
	家蠅科						1
	蚊科					1	
	蚊蚋科					1	
	蚤蠅科	6	4	1	1	5	6
	蚋科		1			1	
	窗虻科			1	2		
	黑翅蕈蚋科	1	1	1		1	3
	槍蠅科					1	5
	舞蠅科		2				
	蕈蚋科	4	2		2	3	2
	癭蚋科	3	1	2	8	3	4
纓翅目	管蓟馬科				3	1	
	蓟馬科				1		1
鱗翅目	Unknown(鱗翅目)	1	1	3		1	5
嚙蟲目	粗嚙蟲科	1	1			1	1
	總計數量	406	115	432	242	488	537
	總計目數	10	9	10	9	11	13
	總計分類群數	29	26	28	24	35	33
	Family richness index	4.33	5.07	4.29	4.19	5.17	4.94
	Simpson's index (1-lambda)	0.75	0.91	0.65	0.78	0.77	0.89
	Shannon- Wiener's index	1.84	2.68	1.69	2.03	2.03	2.62
	Pielou's evenness index	0.56	0.83	0.51	0.64	0.58	0.76

d 陸域昆蟲群聚多樣性(圖 3-2.9~圖 3-2.12)

由過去八年在本區內進行陸域昆蟲棲地環境之資料顯示，步道重新整修及颱風是影響昆蟲群聚結構及多樣性的主要原因之一，進而生態系受到衝擊。慈恩塔步道及松柏崙步道分別於 2002 年及 2003 年有進行重新整修，不僅路旁植物的種類及數量受不少影響，也對昆蟲資源造成不小的衝擊。由科豐富度指數發現，慈恩塔步道及松柏崙步道於 2002 年時，豐富度較其他監測站為高，但陸域昆蟲棲地環境遭受永久性更動後，豐富度開始下降，至今慈恩塔步道及松柏崙步道豐富度仍較其他監測站為低(圖 3-2.9)。

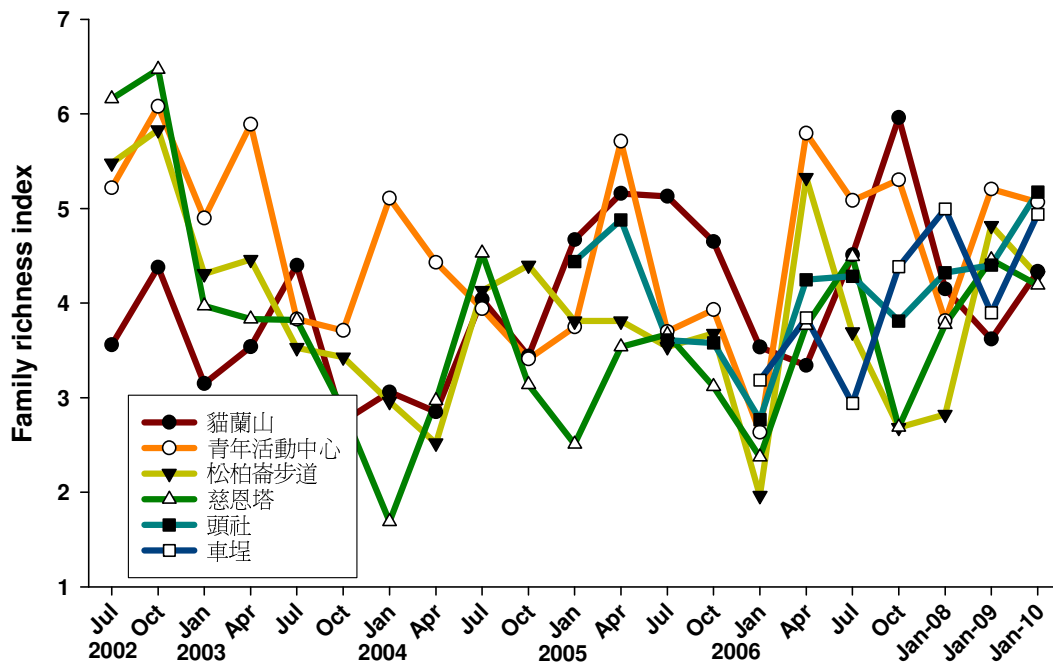


圖 3-2.9 各監測站陸域昆蟲之科豐富度指數(Family richness index)

2002 至 2003 年沒有颱風干擾，貓蘭山、松柏崙步道、青年活動中心、慈恩塔等四個監測站之多樣性波動一致，呈現春季至秋季指數上升，隨後秋季至冬季指數下降之趨勢。但 2004 年 7 月 2 日敏督利颱風及 8 月 25 日艾利颱風的干擾，2004 年所誘得蟲數及多樣性較 2003 年為低外，四個監測站之多樣性波動呈現不一致的結果，可區分為兩組分別為貓蘭山與青年活動中心、松柏崙步道與慈恩塔，前組受颱風的影響，颱風後之秋季至冬季多樣性指數下降。後組 2004 年 1~4 月多樣性較

低，颱風的影響顯得並不大，多樣性波動與 2003 年相同，呈現春季至秋季多樣性指數上升，隨後秋季至冬季多樣性指數下降之趨勢。但 2005 年 7 月 18 日海棠颱風及之後接連的風災侵襲，各監測站多樣性指數明顯受到影響，皆呈現颱風後秋季多樣性下降至 2006 年春季多樣性達最低點。2006 年颱風頻度和強度都較以往干擾小，各監測站多樣性指數則呈現回升趨勢。綜觀昆蟲群聚結構受颱風的干擾而改變，物種多樣性、豐富度及均勻度受颱風影響而下降，所幸都能恢復，各監測站之 Shannon- Wiener's 指數可維持在 1.5~2.5 之間(圖 3-2.10)。各監測站之 Simpson's 指數(圖 3-2.11)及 Pielou's evenness 指數(圖 3-2.12)波動與 Shannon- Wiener's 指數相同。慈恩塔及松柏崙步道監測站步道整修及人為施作化之後，昆蟲群聚結構、物種多樣性、豐富度及均勻度不僅受颱風的影響而下降，波動的幅度範圍也加巨，顯示其對環境壓力越敏感。反之，暗示生態系具較複雜的結構，對物理環境的干擾具較強之抵抗力。

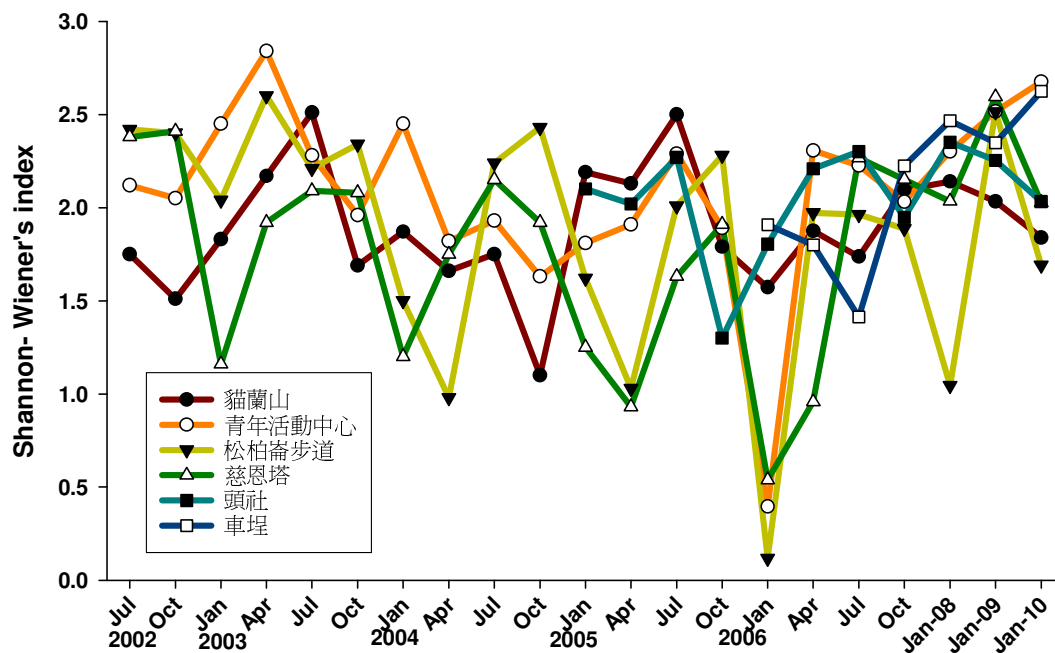


圖 3-2.10 各監測站陸域昆蟲之夏農-威納多樣性指數(Shannon- Wiener's diversity index)

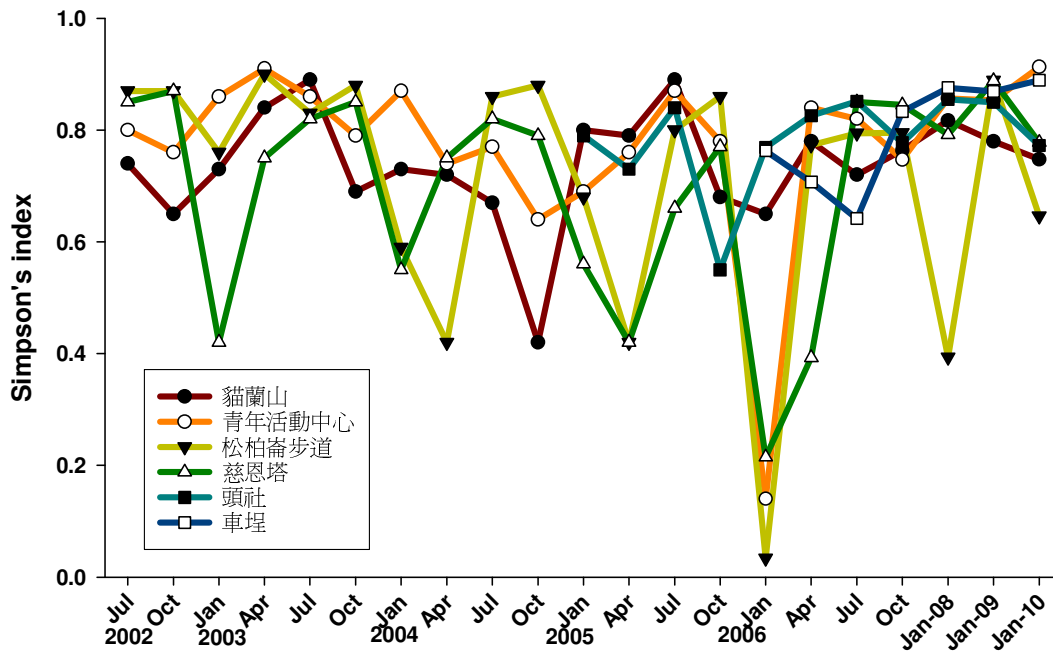


圖 3-2.11 各監測站陸域昆蟲之辛普森多樣性指數(Simpson's index)

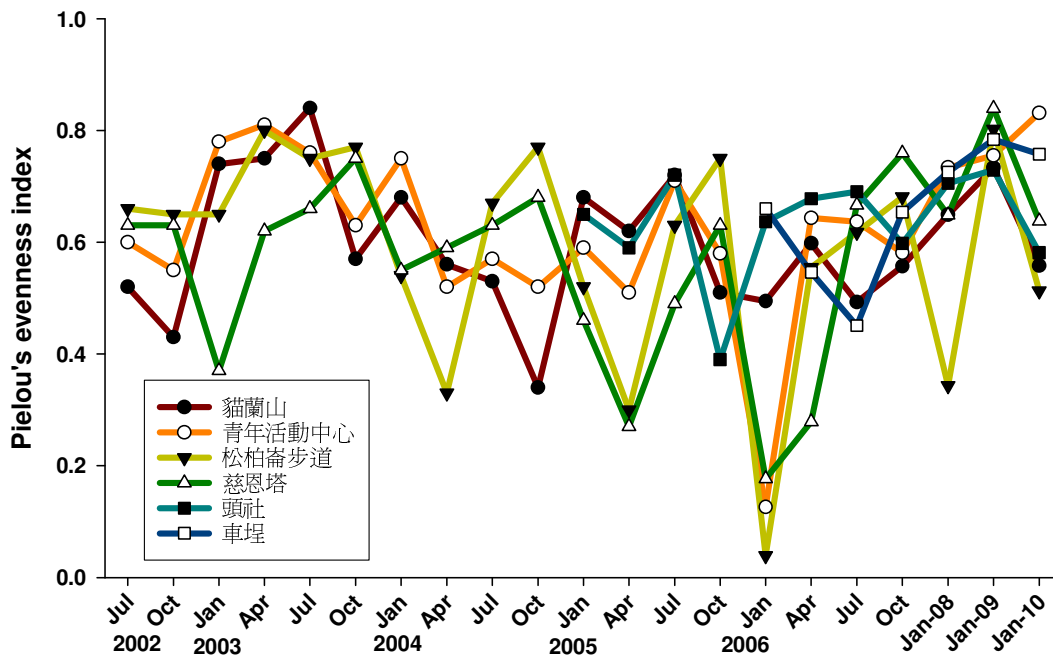


圖 3-2.12 各監測站陸域昆蟲之均勻度指數(Pielou's evenness index)

e 陸域昆蟲群聚結構及相對組成(表 3-2.6)

2002~2010 年資料顯示: 21 筆記錄有貓嘯山監測站 15 目 115 科 13,785 隻、青年活動中心監測站 16 目 148 科 14,784 隻、松柏崙步道監測站有 15 目 131 科 28,425 隻、慈恩塔監測站 14 目 131 科 21,920 隻。頭社監測站 11 筆記錄有 14 目 89 科 5,880 隻、車埕監測站 7 筆記錄有 15 目 72 科 4,645 隻, 合計有 19 目 215 科 89,439 隻(表 3-2.6)。由各站昆蟲相對組成得知:貓嘯山以彈尾目跳蟲科佔 13.81%、長角跳蟲科佔 25.24%、鞘翅目毛蕈甲科佔 17.75%為優勢;青年活動中心以彈尾目跳蟲科佔 37.47%、長角跳蟲科佔 11.63%、鞘翅目毛蕈甲科佔 11.65%為優勢;松柏崙步道以彈尾目跳蟲科佔 70.71%、長角跳蟲科佔 6.40%為優勢;慈恩塔以彈尾目跳蟲科佔 56.38%、長角跳蟲科佔 12.82%為優勢;頭社以彈尾目長角跳蟲科佔 39.56%、鞘翅目小蠹蟲科佔 15.09%為優勢;車埕以彈尾目長角跳蟲科佔 21.70%、雙翅目果蠅科佔 24.84%、鞘翅目隱翅蟲科 16.25%為優勢。各站皆以體型細小之彈尾目跳蟲科、長角跳蟲科於枯枝落葉中取食之腐食性昆蟲最為優勢。彈尾目皆屬於分解者,在生態系中藉由分解腐植質可加速營養的循環,尤其是可以增加土壤硝酸鹽類以及其他種類之養分 (Teuben and Verhoef, 1992),對當地生態及環境扮演了重要的角色。

表 3-2.6 定點監測站 2002~2010 年之陸域昆蟲群聚結構及相對組成(FAA 陷阱)

目名	科名	貓囑山	青年活動中心	松柏崙步道	慈恩塔	頭社	車埕	Total
毛翅目	Unknown(毛翅目)	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	姬石蠶科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
半翅目	Unknown(半翅目)	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
	土椿科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	刺椿科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.03%	0.02%	0.01%
	盲椿科	0.01%	0.01%	0.02%	0.01%	0.03%	0.00%	0.01%
	長椿科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	長頭椿科	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.09%	0.02%	0.01%
	扁椿科	0.01%	0.03%	0.01%	0.00%	0.02%	0.04%	0.01%
	盾椿科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	軍配蟲科	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	絲黽科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	椿科	0.03%	0.03%	0.01%	0.03%	0.00%	0.00%	0.02%
	黽椿科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	緣椿科	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	駝蝽科	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%
	擬刺椿科	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%
	擬盲椿科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%
	擬軍配蟲科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
同翅目	Unknown(同翅目)	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%	0.00%	0.01%
	介殼蟲科	0.01%	0.00%	0.01%	0.03%	0.02%	0.00%	0.01%
	木蝨科	0.02%	0.06%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.02%
	白蠟蟲科	0.10%	0.06%	0.02%	0.03%	0.75%	0.58%	0.12%
	沫蟬科	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	0.01%
	扁蚜科	0.22%	0.17%	0.00%	0.04%	0.03%	0.11%	0.08%
	蚜蟲科	0.07%	0.05%	0.02%	0.05%	0.36%	0.43%	0.08%
	葉蟬科	0.14%	0.05%	0.06%	0.07%	0.09%	0.15%	0.08%
	蟬科	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	蠟蟬總科	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
直翅目	穴蝨科	0.15%	0.07%	0.01%	0.02%	0.00%	0.00%	0.04%
	菱蝗科	0.06%	0.09%	0.05%	0.03%	0.02%	0.09%	0.05%
	蝗科	0.01%	0.02%	0.00%	0.00%	0.07%	0.17%	0.02%
	蟋蟀科	0.28%	0.35%	0.28%	0.17%	0.20%	0.62%	0.28%
	蟋蝨科	0.04%	0.02%	0.02%	0.05%	0.07%	0.09%	0.04%

表 3-2.6 定點監測站 2002~2010 年之陸域昆蟲群聚結構及相對組成(FAA 陷阱)(續)

目名	科名	貓囓山	青年活動中心	松柏崙步道	慈恩塔	頭社	車埕	Total
革翅目	大尾蠖蝮科	0.03%	0.11%	0.00%	0.00%	0.53%	0.02%	0.06%
	球蠖蝮科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	缺蝮科	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.05%	0.00%	0.01%
	蠖蝮科	0.08%	0.09%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.03%
脈翅目	草蛉科	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
等翅目	白蟻科	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%
	草白蟻科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
蜚蠊目	Unknown(蜚蠊目)	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	姬蠊科	0.09%	0.08%	0.07%	0.07%	0.00%	0.00%	0.07%
	蜚蠊科	0.07%	0.06%	0.04%	0.04%	0.12%	0.15%	0.06%
彈尾目	Unknown(彈尾目)	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
	長角跳蟲科	25.24%	11.63%	6.40%	12.82%	39.56%	21.70%	14.72%
	球角跳蟲科	1.81%	0.68%	3.29%	0.56%	1.00%	0.30%	1.66%
	短角跳蟲科	0.02%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%
	等節跳蟲科	2.22%	0.58%	0.29%	0.22%	4.17%	2.93%	1.01%
	圓跳蟲科	5.06%	1.92%	3.81%	2.26%	2.60%	1.72%	3.12%
	跳蟲科	13.81%	37.47%	70.71%	56.38%	5.90%	3.19%	45.17%
	癩跳蟲科	0.73%	1.70%	1.38%	4.93%	4.27%	0.11%	2.33%
	鱗跳蟲科	0.15%	0.08%	0.04%	0.03%	0.05%	1.57%	0.14%
膜翅目	Unknown(膜翅目)	0.00%	0.01%	0.02%	0.01%	0.03%	0.00%	0.01%
	大痣細蜂科	0.01%	0.05%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%
	小土蜂科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	小蜂科	0.01%	0.14%	0.11%	0.07%	0.48%	0.54%	0.14%
	小蜂總科	0.07%	0.14%	0.02%	0.03%	0.12%	0.30%	0.07%
	小繭蜂科	0.02%	0.00%	0.02%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%
	分盾細蜂科	0.12%	0.08%	0.03%	0.13%	0.03%	0.00%	0.07%
	卵蜂總科	0.20%	0.16%	0.09%	0.11%	0.41%	0.99%	0.19%
	赤眼蜂科	0.12%	0.03%	0.00%	0.05%	0.02%	0.00%	0.04%
	刺角蜂科	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%
	金小蜂科	0.00%	0.01%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.01%
	長尾小蜂科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%

表 3-2.6 定點監測站 2002~2010 年之陸域昆蟲群聚結構及相對組成(FAA 陷阱)(續)

目名	科名	貓囑山	青年活動中心	松柏崙步道	慈恩塔	頭社	車埕	Total
	長尾姬蜂科	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	長背泥蜂科	0.00%	0.03%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%
	長頸樹蜂科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	青蜂科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	冠蜂總科	0.20%	0.03%	0.10%	0.15%	0.00%	0.00%	0.10%
	胡蜂科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%
	姬蜂科	0.10%	0.03%	0.02%	0.03%	0.07%	0.04%	0.04%
	蚜小蜂科	0.04%	0.08%	0.11%	0.05%	0.00%	0.00%	0.07%
	寄生樹蜂總科	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.00%	0.00%
	異卵蜂科	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.03%	0.00%	0.01%
	細腰蜂總科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	莖蜂科	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.02%	0.01%
	蛛蜂科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	葉蜂總科	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	釉小蜂科	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	榕小蜂科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	蜜蜂科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.02%	0.00%
	廣腹細蜂科	0.02%	0.01%	0.02%	0.05%	0.00%	0.00%	0.02%
	瘦蜂科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%
	緣腹細蜂科	0.07%	0.09%	0.02%	0.10%	0.09%	0.04%	0.06%
	橫盾小蜂科	0.15%	0.01%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.03%
	澳細蜂科	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%
	擬柄土蜂科	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	環腹瘦蜂科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	錘角細蜂科	0.16%	0.12%	0.05%	0.09%	0.05%	0.00%	0.09%
	螫蜂科	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	蟻形蜂科	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%
	蟻科	2.76%	1.93%	1.20%	1.40%	3.35%	4.93%	1.95%
	櫻小蜂科	0.09%	0.05%	0.08%	0.03%	0.09%	0.78%	0.10%
	鈎腹蜂科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
鞘翅目	Unknown(鞘翅目)	0.03%	0.05%	0.04%	0.05%	0.03%	0.00%	0.04%
	大葷蟲科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%

表 3-2.6、定點監測站 2002~2010 年之陸域昆蟲群聚結構及相對組成(FAA 陷阱)(續)

目名	科名	貓囑山	青年活動中心	松柏崙步道	慈恩塔	頭社	車埕	Total
	小蠹蟲科	3.34%	6.04%	2.10%	7.07%	15.09%	6.18%	5.23%
	天牛科	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%
	木吸蟲科	0.03%	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%
	毛萐甲科	17.75%	11.65%	1.05%	2.77%	0.00%	0.00%	5.68%
	出尾萐蟲科	0.24%	0.78%	0.11%	0.41%	1.28%	2.93%	0.54%
	出尾蟲科	0.54%	1.75%	1.52%	0.88%	2.07%	3.70%	1.40%
	叩頭蟲科	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
	地膽科	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%
	步行蟲科	0.09%	0.06%	0.02%	0.02%	0.00%	0.06%	0.04%
	金花蟲科	0.08%	0.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%
	金龜子科	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%
	長小蠹蟲科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	長蠹蟲科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	扁甲科	0.01%	0.02%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.01%
	扁蠹蟲科	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	埋葬蟲科	0.01%	0.06%	0.00%	0.00%	0.03%	0.00%	0.01%
	姬薪蟲科	0.01%	0.10%	0.01%	0.04%	0.00%	0.00%	0.03%
	蚊甲科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	偽金花蟲科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.05%	0.00%	0.00%
	偽瓢蟲科	0.01%	0.02%	0.00%	0.01%	0.00%	0.02%	0.01%
	球萐甲科	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
	郭公蟲科	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%
	菊虎科	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
	象鼻蟲科	0.03%	0.05%	0.02%	0.02%	0.02%	0.06%	0.03%
	圓刺蟲科	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	穀盜科	0.01%	0.05%	0.00%	0.00%	0.02%	0.06%	0.02%
	標本蟲科	0.00%	0.03%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%
	瓢蟲科	0.35%	0.26%	0.04%	0.30%	0.00%	0.04%	0.18%
	螢科	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	閻魔蟲科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	擬叩頭蟲科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	擬步行蟲科	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

(四) 兩棲類

1. 潭區

2008 年 6 月至 2010 年 3 月，潭區道路共計執行 22 次監測計畫。定點叫聲監測記錄了 1 目 5 科 17 種兩棲類的鳴叫聲，台北樹蛙雖曾有目擊記錄，但並未在定點叫聲監測中被偵測到。叫聲監測結果顯示，叫聲強度總合以面天樹蛙最高，131 縣道的物種數最多，調查到 17 種，投 62 頭社路段的物種數最少（14 種），但該路段的辛普森指數和夏農-威納多樣性指數均最高，顯示頭社地區兩棲類的物種多樣性和均勻度都最好（表 3-2.7）。

兩棲類鳴叫種類數和各項氣象因子之皮爾森相關顯示物種數和溫度、當日降雨量、相對濕度三個因子間存在線性相關，且為正相關；逐步回歸亦顯示溫度、當日降雨量是對物種數最具有影響力的氣象因子（表 3-2.8）。

2002 年和 2009 年兩棲類標準化後的叫聲強度比較中，以澤蛙成長最多（581.24%），黑蒙西氏小雨蛙是唯一標準化叫聲強度下降的物種，其餘物種均些微上升（圖 3-2.13）。而比較 2002 年至 2009 年兩棲類的樣點佔據率（圖 3-2.14），顯示除黑蒙西氏小雨蛙和虎皮蛙外，雖然不同年間佔據率偶有波動，大部份物種均呈現佔據率逐年提升的趨勢，尤其是莫氏樹蛙、澤蛙、黑眶蟾蜍和貢德氏赤蛙的上升較為明顯。

表 3-2.7 2008 年 6 月至 2010 年 3 月各路段蛙鳴強度

種類	台 21	台 21 甲	投 62	縣 131	總合
面天樹蛙	471	533	179	709	1892
艾氏樹蛙	138	679	18	95	930
莫氏樹蛙	111	390	66	181	748
澤蛙	77	134	107	200	518
拉都希氏赤蛙	67	122	81	244	514
腹斑蛙	94	66	44	73	277
黑蒙西氏小雨蛙	37	60	37	103	237
黑眶蟾蜍	37	36	31	97	201
貢德氏赤蛙	26	34	28	19	107
白領樹蛙	26	21	21	28	96
日本樹蛙	8	1	4	54	67
斯文豪氏赤蛙	0	20	0	9	29
虎皮蛙	1	2	4	7	14
梭德氏赤蛙	2	1	2	4	9
古氏赤蛙	4	1	0	1	6
褐樹蛙	0	0	0	3	3
盤古蟾蜍	2	0	2	1	5
物種數	15	15	14	17	
辛普森指數	1.912	1.821	2.124	2.002	
夏農-威納指數	4.395	4.693	6.519	4.972	

表 3-2.8 (a) 皮爾森相關結果

	種類數	平均溫度	日降雨量	相對溼度	平均風速	日輻射量
種類數	1					
平均溫度	0.52447**	1				
日降雨量	0.40653*	0.03185	1			
相對溼度	0.35278*	0.2739	0.19882	1		
平均風速	0.0949	0.15	0.09129	-1.11614	1	
日輻射量	0.1195	0.49618**	-0.22052	-0.28642	0.06247	1

**P<0.01 , *P<0.05

表 3-2.8 (b) 逐步回歸分析結果

步驟	選取的氣象因子	Partial R-Square	P 值
1	溫度	0.2722	0.0008
2	日降雨量	0.1419	0.0062

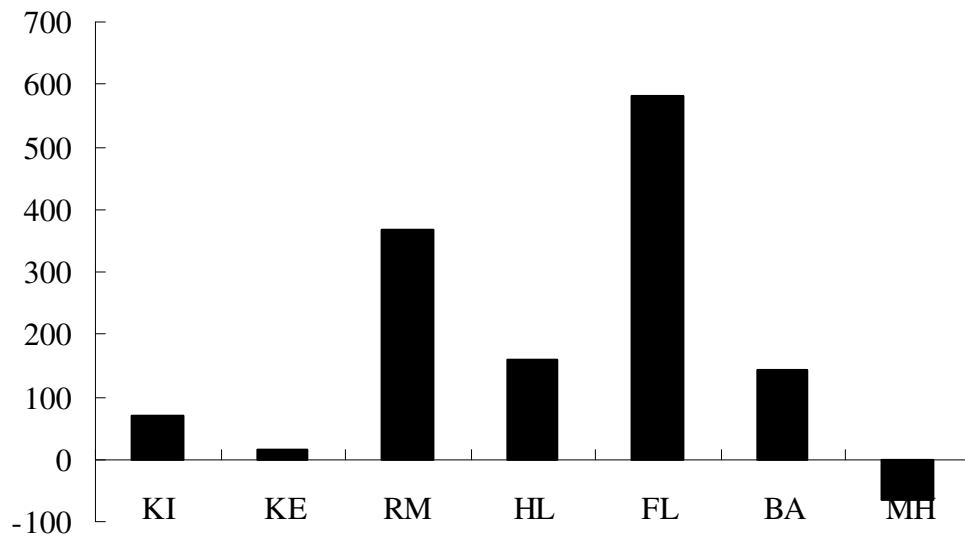
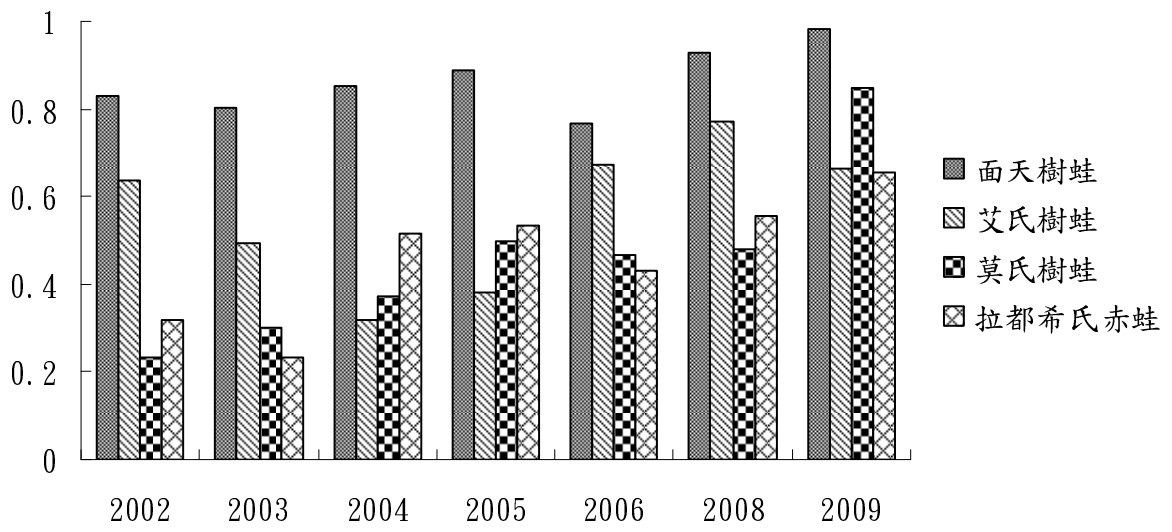
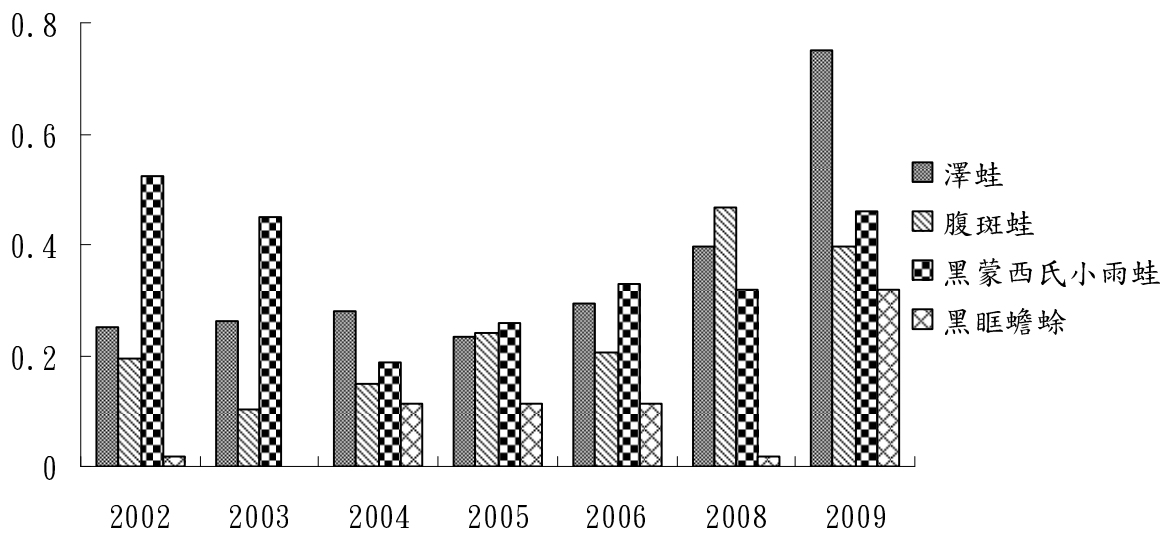


圖 3-2.13 2002 和 2009 年兩棲類的標準化叫聲強度變化百分比，KI 為面天樹蛙、KE 為艾氏樹蛙、RM 為莫氏樹蛙、HL 為拉都希氏赤蛙、FL 為澤蛙、BA 為腹斑蛙、MH 為黑蒙西氏小雨蛙。

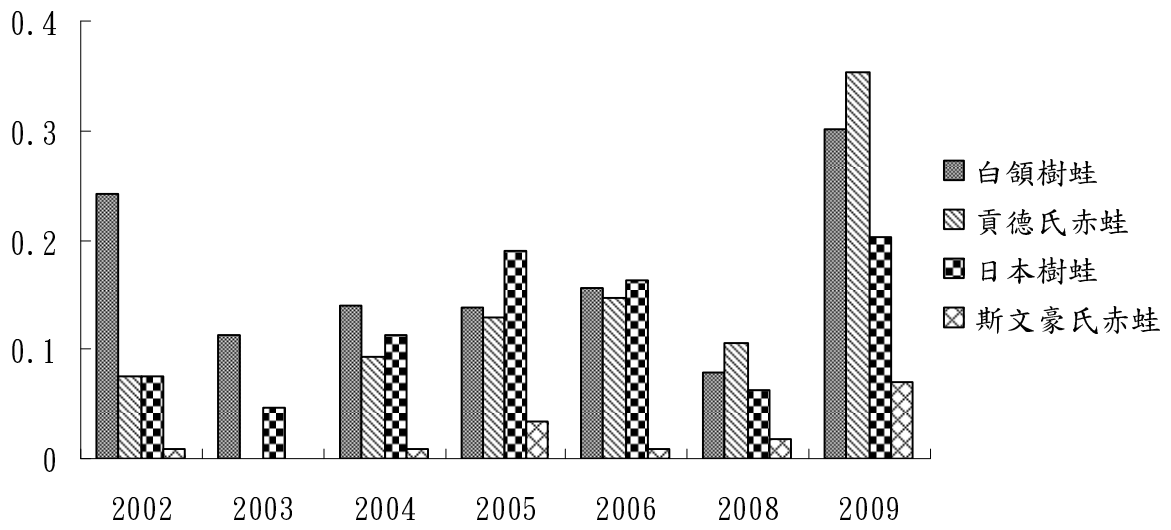
(a)



(b)



(c)



(d)

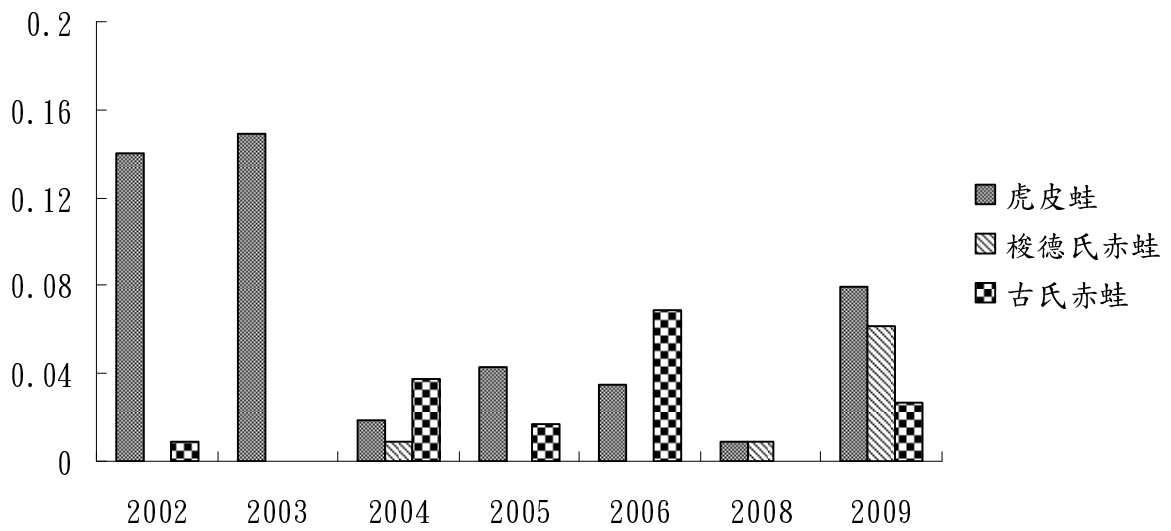


圖 3-2.14 (a~d) 2002 年至 2009 年間各種兩棲類的佔據樣點比例變化

2. 周圍步道

周圍步道分別於 2008 年 12 月，2009 年 4 月、6 月、9 月和 12 月以及 2010 年 3 月施測，共 6 次調查。目擊 10 種兩棲類中，盤古蟾蜍數量最多，佔總隻次 85%，其餘 9 種僅佔 15%，後尖山步道目擊的種類數最高（7 種）（表 3-2.9）；若包含聽到叫聲的物種和過去的記錄，各步道仍以後尖山兩棲類種類數最多，共 1 目 4 科 11 種，大竹湖步道種類數最少，僅 1 目 2 科 2 種（表 3-2.10）。

表 3-2.9 日月潭風景區周遭步道目視預測法記錄的兩棲類數量

種類	大竹湖步道	土亭仔步道	水蛙頭步道	松柏崙步道	後尖山步道	慈恩塔步道	貓囁山步道	總隻次
盤古蟾蜍	12	13	22	36	5	67	24	179
黑眶蟾蜍							2	2
梭德氏赤蛙					1			1
拉都希氏赤蛙					4			4
日本樹蛙					1			1
面天樹蛙							5	5
艾氏樹蛙			6				1	7
白領樹蛙					1		1	2
莫氏樹蛙					7		1	8
斯文豪氏赤蛙					1			1
								平均
各步道總隻次	12	13	28	36	20	67	34	30±19.03
物種數	1	1	2	1	7	1	6	2.71±2.29

表 3-2.10 各步道兩生類記錄

種類	大竹湖步道	土亭仔步道	水蛙頭步道	松柏崙步道	後尖山步道	慈恩塔步道	貓囓山步道
盤古蟾蜍	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
黑眶蟾蜍							⊙
澤蛙		☆		☆			
腹斑蛙					☆		
梭德氏赤蛙					⊙		
拉都希氏赤蛙		☆	☆		⊙		
斯文豪氏赤蛙					⊙		
貢德氏赤蛙					☆		
金線蛙							★
日本樹蛙					⊙		
面天樹蛙	☆	☆	☆	☆	☆	☆	⊙
艾氏樹蛙		☆	⊙		☆	☆	⊙
白領樹蛙					⊙		⊙
莫氏樹蛙			☆	☆	⊙	☆	⊙
台北樹蛙							★

★：過去調查資料；☆叫聲紀錄；⊙目擊紀錄

3. 車埕

2008 年 6 月至 2010 年 3 月，共計執行 22 次調查。每月定期記錄蛙鳴資料中，2008 年 5 月發現面天樹蛙、貢德氏赤蛙和黑眶蟾蜍 3 種，2008 年 6 月發現貢德氏赤蛙、面天樹蛙和日本樹蛙 3 種，這兩個月份記錄的種類數最多。在兩年的調查中，黑眶蟾蜍鳴叫強度總合 18 最高，拉都希氏赤蛙次之（鳴叫強度 12），其餘種類，如日本樹蛙、面天樹蛙、貢德氏赤蛙和澤蛙的鳴叫強度非常低（<10）。而過去在該地區有發現記錄的古氏赤蛙、小雨蛙和梭德氏赤蛙，在這兩年的調查內，均沒有任何記錄(圖 3-2.15)。車埕包含過去文獻資料共記錄 1 目 5 科 10 種（表 3-2.11）。

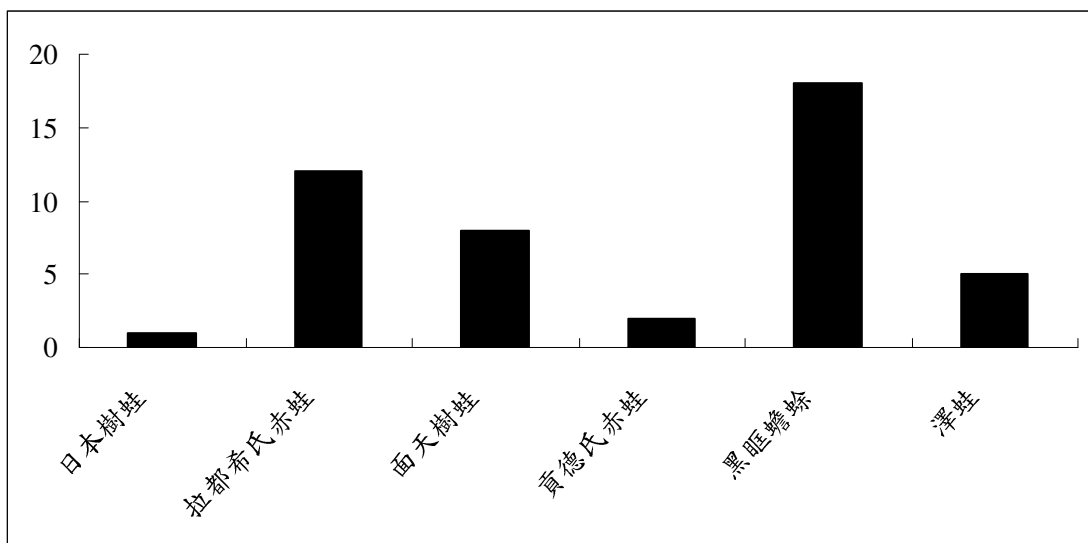


圖 3-2.15 2008 年 6 月至 2010 年 3 月，車埕蛙類鳴叫指數總和

表 3-2.11 日月潭風景區內各主要定點紀錄

	車埕	向山	集集大山	水社大山
無尾目				
盤古蟾蜍	★	⊙	⊙	⊙
黑眶蟾蜍	⊙	⊙	⊙	
澤蛙	⊙	⊙	⊙	
虎皮蛙		⊙		
古氏赤蛙	★			
黑蒙西氏小雨蛙		⊙	⊙	
小雨蛙	★			
腹斑蛙		⊙	⊙	⊙
貢德氏赤蛙	⊙	⊙		
拉都希氏赤蛙	⊙	⊙	⊙	⊙
斯文豪氏赤蛙			⊙	
梭德氏赤蛙	★		⊙	
日本樹蛙	⊙	⊙	⊙	
艾氏樹蛙		⊙	⊙	⊙
面天樹蛙	⊙	⊙	⊙	
白領樹蛙		⊙	⊙	
莫氏樹蛙		⊙	⊙	⊙
台北樹蛙		⊙		
龜鱉目				
食蛇龜		⊙		
有鱗目				
黃口攀蜥				⊙
斯文豪氏攀蜥		⊙	⊙	⊙
哈特氏蛇蜥				★
青蛇			⊙	⊙
擬龜殼花			★	
斯文豪氏游蛇				⊙
雨傘節			⊙	
鉛山壁虎			★	
臺灣草蜥		⊙		
蝎虎			⊙	
台灣鈍頭蛇		⊙	⊙	
麗紋石龍子				⊙

表 3-2.11 日月潭風景區內各主要定點紀錄 (續)

台灣滑蜥		⊙	★	⊙
印度蜓蜥		⊙		⊙
龜殼花		⊙	⊙	
赤尾青竹絲		⊙	★	
偶蹄目				
山羌		⊙		
食肉目				
華南鼬鼠				★
鼬獾			⊙	
白鼻心			★	
翼手目				
台灣大蹄鼻蝠		⊙	⊙	
台灣小蹄鼻蝠			⊙	
絨山蝠			⊙	
東亞家蝠			⊙	
食蟲目				
小麝鼩		⊙		
台灣灰鼯鼯			★	
長尾麝鼩		⊙		
兔形目				
台灣野兔			⊙	
靈長目				
台灣獼猴				⊙
齧齒目				
刺鼠		⊙	⊙	
小鼯鼠				
大赤鼯鼠			★	
台灣條紋松鼠				⊙

⊙：計畫執行期間記錄的物種；★：文獻資料

4. 集集大山

自 2008 年 11 月起，集集大山共記錄到 1 目 5 科 13 種兩棲類，除梭德氏赤蛙外，其他均有叫聲記錄；莫氏樹蛙叫聲強度最高（強度總合 117，88 次記錄），艾氏樹蛙次之（強度總合 114，85 次記錄），日本樹蛙最低（強度總合 1，僅 1 次記錄），我們在路上共計數了 352 隻次的盤古蟾蜍，佔路遇總數量 90.72%，其餘為梭德氏赤蛙、拉都希氏赤蛙、艾氏樹蛙、面天樹蛙和莫氏樹蛙等 5 種，佔的比例非常低（表 3-2.12）。集集大山常見的兩棲類為面天樹蛙、艾氏樹蛙、莫氏樹蛙和盤古蟾蜍，主要出現在春夏兩季。

表 3-2.12 集集大山兩棲類調查紀錄

種類	2008 年 11 月			2009 年 3 月			2009 年 7 月		
	佔據樣點	叫聲強度	路遇數量	佔據樣點	叫聲強度	路遇數量	佔據樣點	叫聲強度	路遇數量
面天樹蛙				9	10		18	28	2
艾氏樹蛙	5	5		22	39		16	17	
莫氏樹蛙	15	20		23	28		7	7	
拉都希氏赤蛙	3	4		2	3	2			
澤蛙	1	1		2	2		2	3	
腹斑蛙							6	6	
黑蒙西氏小雨蛙				1	1		6	6	
黑眶蟾蜍				2	4		3	12	
白領樹蛙				2	2		3	3	
斯文豪氏赤蛙				3	3				
盤古蟾蜍							1	2	81
梭德氏赤蛙									
日本樹蛙									
種類數	4			9			9		

表 3-2.12 集集大山兩棲類調查紀錄(續)

種類	2009 年 11 月			2010 年 1 月			2010 年 3 月		
	佔據樣點	叫聲強度	路遇數量	佔據樣點	叫聲強度	路遇數量	佔據樣點	叫聲強度	路遇數量
面天樹蛙							15	18	7
艾氏樹蛙	19	19					23	34	1
莫氏樹蛙	16	19	5	5	5		22	38	8
拉都希氏赤蛙	2	2	7	1	1	1	2	2	1
澤蛙							1	1	
腹斑蛙									
黑蒙西氏小雨蛙									
黑眶蟾蜍									
白領樹蛙									
斯文豪氏赤蛙				2	2		3	3	
盤古蟾蜍			106			1			162
梭德氏赤蛙			2						
日本樹蛙							1	1	
各月份種類數	5			4			8		

5. 水社大山

水社大山利用目視遇測法共記錄到 1 目 4 科 5 種兩棲類，以盤古蟾蜍為優勢物種，在四次調查中佔目擊數量的 85.18%，其餘艾氏樹蛙、莫氏樹蛙和拉都希氏赤蛙 3 種僅佔 14.82%（表 3-2.13），腹斑蛙僅偵測到叫聲並未目擊任何個體。

表 3-2.13 水社大山目擊數量

	2008/8/28	2009/1/23	2009/8/26	2009/1/25	
溫度	-	9.8	26.1	14.7	
濕度	-	86.9	68.9	86.3	
天氣	晴	晴	雨	雨	總隻次
盤古蟾蜍		3	2	64	69
拉都希氏赤蛙	1		1	2	4
艾氏樹蛙			4	1	5
莫氏樹蛙				3	3
					平均
單次總隻次	1	3	7	70	20.25±33.26
種類數	1	1	3	4	2.25±1.5

(五) 爬蟲類

1. 潭區道路

2008年6月至2010年3月，共完成22次道路搜尋調查，在潭區沿線的爬蟲類記錄到龜鱉亞2種與有鱗目21種共101隻次，其中路斃比例為12.87%（表3-2.14）；紅斑蛇為最常見蛇類，佔45.9%，蜥蜴中以蝟虎最為常見，佔所有個體的72.97%。各路段中以台21甲環湖公路可目擊最多爬蟲類（76.19%）。調查到有毒蛇類的樣點（環紋赤蛇、赤尾青竹絲、阿里山龜殼花、雨傘節和龜殼花）集中在日月潭東南方投62頭社路段和台21環湖公路末端（圖3-2.16）。

2009年6月和7月的調查中，可見飛蜥科的黃口攀蜥和斯文豪氏攀蜥雌性體內懷卵，至9月份可見到許多幼蜥。

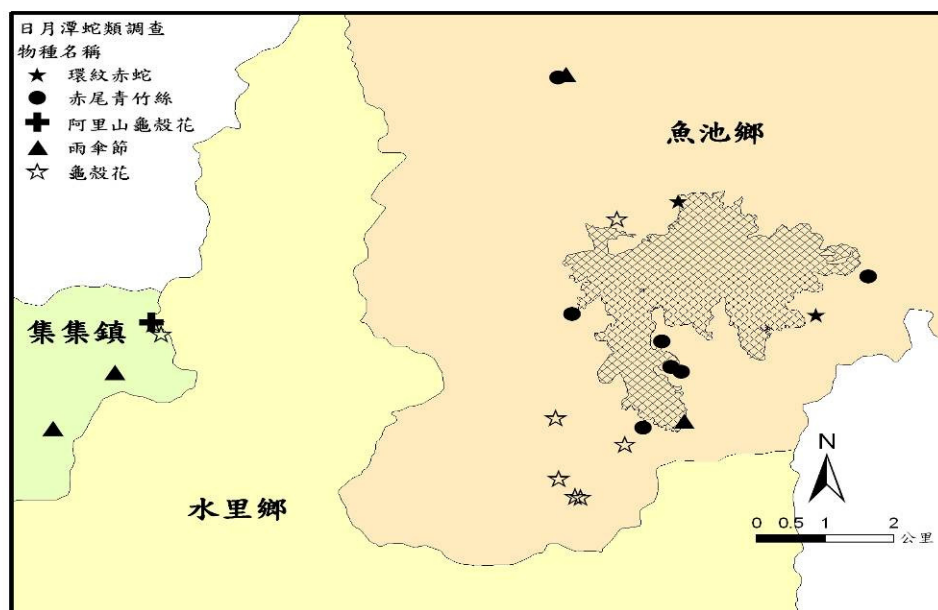


圖 3-2.16 日月潭有毒蛇類分佈樣點

表 3-2.14 日月潭風景區周遭沿線不同路段的爬蟲類路過資料

種類	台 21	台 21 甲	投 62	縣 131	總隻次
龜鱉亞目					
食蛇龜				1	1
斑龜			1 (1)		1
種類數	0	0	1	1	2
各路段隻次	0	0	1	1	2
蛇亞目					
白梅花	1 (1)	3			4
赤尾青竹絲	1 (1)	5 (1)		2	8
赤背松柏根			1 (1)		1
青蛇		1			1
雨傘節		2		1 (1)	3
紅斑蛇	2	26			28
臭青公		3			3
梭德氏游蛇			1 (1)		1
鈍頭蛇		2			2
龜殼花	1	2 (1)	3 (2)		6
擬龜殼花		2			2
環紋赤蛇	1 (1)	1 (1)			2
鐵線蛇		1 (1)			1
種類數	5	11	3	2	13
各路段隻次	6	48	5	3	62
蜥蜴亞目					
史丹吉氏蝎虎		1			1
台灣滑蜥		1			1
印度蜓蜥		1			1
斯文豪氏攀蜥	1				1
無疣蝎虎	1				1
黃口攀蜥		1			1
蝎虎	2	8	4	13	27
麗紋石龍子				1	1
種類數	3	5	1	2	8
各路段隻次	7	12	4	14	37

() 內為路斃個數

2. 周圍步道

步道調查方面，六次調查共記錄了 1 目 5 科 7 種爬蟲類，印度蜓蜥 (51.06%) 和斯文豪氏攀蜥 (34.04%) 最為常見 (表 2-3.15)。後尖山步道可以見到斯文豪氏攀蜥、台灣滑蜥和印度蜓蜥共 3 種，松柏崙步道可以見到斯文豪氏攀蜥、印度蜓蜥和蝎虎共 3 種，慈恩塔步道可見到紅斑蛇、斯文豪氏攀蜥和印度蜓蜥 3 種，大竹湖步道僅青蛇 1 種，土亭仔步道也僅印度蜓蜥 1 種，為目擊數量最少的兩個步道 (表 2-3.16)。

表 3-2.15 日月潭周邊步道爬蟲類記錄

種類	大竹湖步道	土亭仔步道	水蛙頭步道	松柏崙步道	後尖山步道	慈恩塔步道	貓囁山步道
青蛇	★						⊙
紅斑蛇						⊙	⊙
鈍頭蛇							
斯文豪氏攀蜥				⊙	⊙	⊙	
台灣滑蜥					⊙		
印度蜓蜥		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	
赤尾青竹絲			⊙				
蝎虎				⊙			

★：過去調查資料；⊙：目擊資料

3. 車埕

從 2008 年 6 月到 2010 年 3 月，每月固定至車埕貯木池周圍搜尋，並未發現任何爬蟲類。

4. 集集大山

阿里山龜殼花為本區域的新紀錄種（圖 3-2.17），在集集大山海拔 1200 公尺處的竹林邊緣發現。合併過去文獻資料，集集大山的爬蟲類共有斯文豪氏攀蜥、龜殼花、阿里山龜殼花、青竹絲、鈍頭蛇、青蛇、擬龜殼花、雨傘節、鉛山壁虎與蝎虎，分屬 1 目 6 科 10 種（表 3-2.11）。



圖 3-2.17 集集大山的新記錄種—阿里山龜殼花

5. 水社大山

水社大山記錄到斯文豪氏攀蜥、黃口攀蜥、斯文豪氏游蛇、青蛇、台灣滑蜥、印度蜓蜥與麗紋石龍子。包含過去資料，水社大山共記錄到1目4科8種。(表3-2.11)

(六) 哺乳類

1. 潭區道路

我們將洞穴內記錄的蝙蝠，合併每個月在道路沿線錄音收集的資料，一併納入潭區的物種記錄，共記錄到3科9種蝙蝠，分別為台灣大蹄鼻蝠、台灣小蹄鼻蝠、台灣葉鼻蝠、棕蝠、摺翅蝠、長趾鼠耳蝠、絨山蝠、東亞家蝠與高頭蝠；目前聲音資料庫仍無法明確分辨鼠耳蝠屬的種類，故僅以鼠耳蝠屬表示。比對資料庫後無法分辨的種類歸入“種類不明”，造成種類不明的原因可能是因為叫聲持續的長度不足或供比對的資料庫有缺失，無法分辨的種類仍有待後續資料庫的建立。日月潭周遭沿線在2009年4月份第一次偵測到高頭蝠，2009年5月份第一次偵測到絨山蝠。東亞家蝠的出現次數最高，遠遠超過其他蝙蝠被記錄到的次數(表3-2.16)。

在路遇資料方面，僅記錄了5種哺乳類，山羌的叫聲常被記錄，但並未見到動物。各路段以縣131可以見到山羌、鼬獾、台灣獼猴和大赤鼯鼠等4種，為種類最多的路段。台21則僅發現大赤鼯鼠1種(表3-2.17)。

表 3-2.16 利用錄音法記錄到的翼手目動物次數

	縣 131	台 21	投 62	台 21 甲	總合
東亞家蝠	52	18	10	25	105
小蹄鼻	2	1		3	6
大蹄鼻			1	5	6
葉鼻蝠				1	1
鼠耳蝠屬	1			4	5
高頭蝠	6			2	8
絨山蝠	1	2		2	5
unknown	31	9	9	12	61
					平均
記錄次數	93	30	20	54	49.25±32.47
種類數	5	3	2	7	5.25±2.22

表 3-2.17 日月潭風景區內各路段哺乳類目擊數量

種類	台 21	台 21 甲	投 62	縣 131	總隻次
大赤鼯鼠	1	3		1	5
山羌		7*	1*	2*	10*
台灣獼猴				2	2
長尾麝鼯		1			1
鼬獾			1	2	3
					平均
各路段總隻次	1	11	2	7	5±4.65
種類數	1	3	2	4	2.5±1.29

*：聽到叫聲，但並未看到成體

2. 周圍步道

僅松柏崙步道記錄到赤腹松鼠和小麝鼩 2 種，後尖山步道目擊赤腹松鼠 1 種，其餘步道並未發現。

3. 集集大山

集集大山哺乳類僅三次記錄，2008 年 11 月於里程數 10.5K 附近記錄一隻鼬獾、2009 年 11 月海拔 1045 公尺處記錄到刺鼠及 2010 年 1 月於里程數 13.5 公里處出現台灣野兔。2009 年 7 月首次在 0.5K 與 7.5K 樣點上偵測到絨山蝠。至今集集大山樣區出現的翼手目共有 2 科 4 種，分別為台灣大蹄鼻蝠、台灣小蹄鼻蝠、絨山蝠與東亞家蝠。集集大山記錄到哺乳類 4 目 5 科 7 種；合併過去調查資料和文獻，共 5 目 8 科 10 種。

4. 水社大山

水社大山的哺乳類記錄亦十分缺乏，四次調查中，僅 2008 年 8 月記錄到台灣條紋松鼠、2010 年 1 月記錄到台灣獼猴。合併過去資料，2003 年時，曾在水社大山海拔 2120 公尺處捕獲華南鼬鼠，水社大山哺乳類共記錄 3 目 3 科 3 種。

5. 其他調查地點

隧道的觀察中，大觀古隧道內大多為台灣葉鼻蝠，且數量維持在 75 隻以上。在 2009 年 6 月 3 日的調查中發現隧道中的葉鼻蝠已有今年出生的幼蝠出現，證明此洞穴應為台灣葉鼻蝠的哺育洞穴之一；在明潭發電廠下方的排水廊道與水裡壩基礎廊道中發現的蝙蝠皆為台灣小蹄鼻蝠。

(七) 路死動物

道路上共拾獲爬蟲類和哺乳類 17 隻次（不包含兩棲類），17 隻路死動物中，含有環紋赤蛇、雨傘節和龜殼花共 3 種保育類。發現路死動物的地點集中於投 62 頭社盆地路段(圖 3-2.18)。

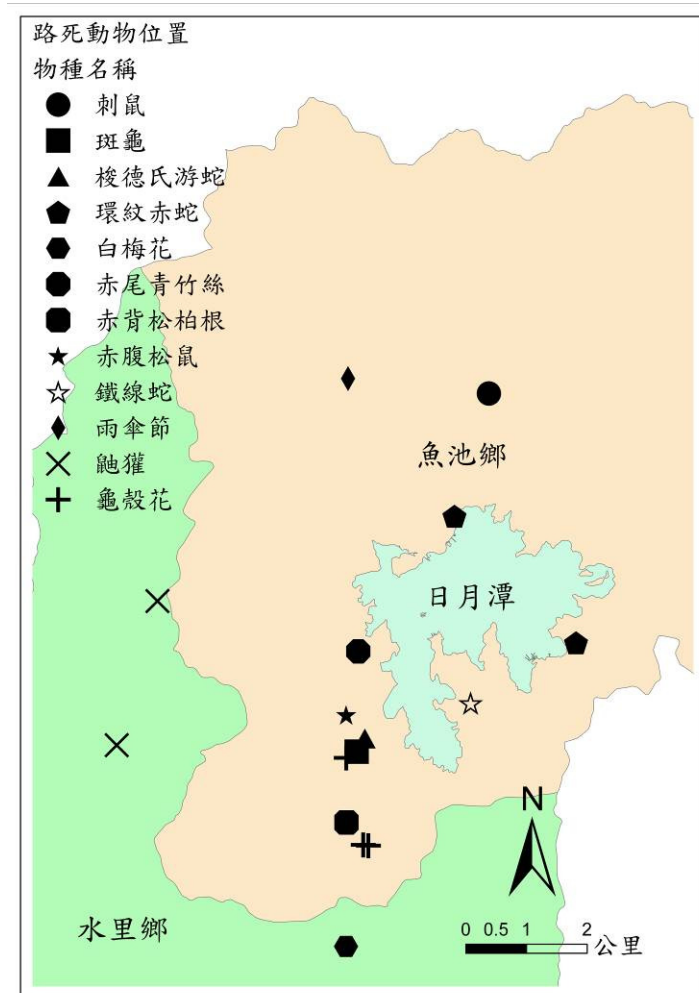


圖 3-2.18 路死動物位置

三、日月潭水質監測

(一) 日月潭本年度水質監測

本水質連續自動監測系統於2008年4月至2010年3月的監測數據以時間序列之移動平均進行分析，並將所有監測項目以24小時為一週期來顯示其水質特性之變化趨勢。由於2008年12月17日到2009年1月9日儀器故障，整套儀器運送原廠進行維修，故此時段無數據呈現。圖3-3.1、圖3-2.2所顯示日月潭水溫、氣溫及相對濕度之相關性，三者變化趨勢雷同。日月潭水溫主要受到氣溫（氣溫及相對濕度資料來自中央氣象局）的影響，冬季水溫隨氣溫逐漸下降，10月逐漸進入冬季之後，變化有逐漸下降趨勢（圖3-3.1）；另外，相對濕度變化亦與水溫趨勢相似（圖3-3.2），其原因乃溫度下降時，水蒸發量減少，相對濕度也隨之遞減；再者，日月潭水庫水溫和氣溫隨季節變化，但溫差並不大（溫差 5°C 左右），由於日月潭水面積遼闊，對當地微氣候變化應有調節的作用。水質之導電度（圖3-3.3）在2008年9月辛樂克颱風及2009年8月莫拉克颱風因降雨量的增加，導致水體稀釋，導電度明顯下降；而颱風過後因雨量逐漸減少，水體導電度上升且逐漸趨於平緩。理論上，由於冬季水溫及光合作用減緩會導致水中二氧化碳濃度增加，但圖3-3.4得知日月潭水體pH的變化均穩定在8~9之間，並未隨季節變化有明顯的差異，其原因乃原水中有足夠的鹼度進行緩衝作用，且水體浮游植物表現之光合作用及呼吸作用反差影響應相當低（圖3-3.4）以及水溫溫差小（圖3-3.1），故pH變化並不顯著，且日月潭水庫並無優養化的趨勢。影響水中溶氧濃度的主要因子為水溫及光合作用，當溫度較低時會有較多的溶氧進入水體（亨利定律），而光合作用亦會增加溶氧的濃度，此兩主要因子在夏冬季時相互抵銷，而由圖3-3.5中可看出，日月潭夏季溶氧濃度較低，但水中藻類密度低（圖3-3.9），表示溶氧主要受溫度影響。另外，日月潭溶氧濃度幾乎能維持在 6.5 mg/L 以上，且春、冬兩季溶氧濃度可達 8 mg/L ，符合環保署所訂定的甲類陸域水體水質標準。圖3-3.6顯示，氨氮在冬季時間以及硝化作用較衰弱，濃度稍偏低；其值約在 $0.06\sim 0.08\text{ mg/L}$ ，但整體而言，氨氮濃度皆在 0.1 mg/L 之下，亦符合甲類水體水質標準。硝酸鹽氮介於 $400\sim 700\text{ }\mu\text{g/L}$ 之間，其趨勢與氨氮濃度之變化相似（圖3-3.7）。由於本水質自動監測系統使用光學透視的儀器來量測水體的清澈程度，故可以直接將其透光率轉化為優養化重要指標參數-沙奇盤深度（Secchi-disk depth）。透光率（Transmissivity）主要是藉由自動光學發射偏紅外光波長（ 660 nm ）經25公分光徑距離所量測剩餘之光線強度，單位以百分比（%）表示。本監測項目主要可用來輔助量

測 Secchi Disk 深度的另一種科學方法，依據 Beer-Lamber law 之定義，即

$$I = I_0 e^{-k_e H}$$

其中 I = 水深 H 之剩餘光強度

I₀ = 表面水之光源強度

k_e = 穿透損失係數

H = 水深或光徑長度(m)

Secchi 透明度雖然是以沙奇盤配合傳統目測方法來進行量測，但是其誤差程度仍相當大（主要來自量測者視覺上的偏差）。根據許多研究者對 Secchi 透明度所賦予的科學定義（Chapra, 1997）乃光線在通過該水體之能量損耗達 85% 之實際穿透距離。假設表水之光源穿透損失達 85%，即

$$0.15 = e^{-k_e SD}$$

因此，Secchi 透明度之換算式可以推估如下：

$$SD = \frac{0.25 \times \ln 0.15}{\ln \left(\frac{I}{I_0} \right)}$$

其中 SD = 換算之沙奇盤深度 (m)

$$\frac{I}{I_0} = \text{自動監測站之透光率 (\%)}$$

根據 Carlson 優養指標之定義，Secchi Disk 的最大深度為 64 公尺，相當於透光率為 0.9926，其它不同 Secchi 深度之相對透光度整理如下表 3-3.1 所示。依 USEPA 及 Carlson 優養指標來判斷透光度相對之優養的程度。由該表可初步推論，當透光度達 88.8% 以上時，依 USEPA 及 Carlson 優養指標來看，屬於貧養的程度；透光度介於 78.9%~88.8% 之間則屬於普養的程度；透光度低於 78.9% 以下時屬於優養的程度。

表 3-3.1 Secchi 深度之相對透光度換算表

透明度 (m)	64	32	16	8	4	2
透光率 (%)	99.26	98.53	97.08	94.24	88.82	78.89

由圖 3-3.8 所示日月潭水體之沙奇盤深度普遍介於 1~3 公尺之間，若依美國環保署及 Carlson 的優養界定，日月潭水體水質介於普養至優養程度之間；透明度的測量包含浮游藻類的吸光和水體中懸浮固體及色度的干擾；而葉綠素 a 是反應水中藻類密度最直接且最重要的一項指標，監測期間之葉綠素 a 濃度幾乎低於 2 $\mu\text{g/L}$ 以下(圖 3-3.9)，顯示日月潭藻類的密度不高，並屬於貧養等級，且表 3-3.1 顯示日月潭水體中懸浮固體含量低(約 1~3 mg/L)。故推斷透明度與水庫本身的色度有關。

由於水質自動監測項目缺乏 Carlson TSI 總磷之項目，因此本計畫中僅以葉綠素 a 及透明度計算出日月潭水庫之 Carlson 優養複合指標。Carlson 指數(圖 3-3.10)介於 40~50 之間，屬於普養程度。

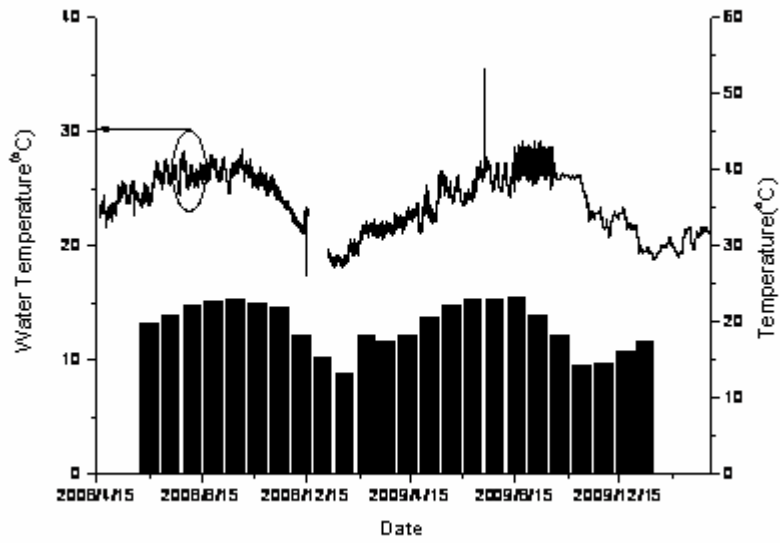


圖 3-3.1 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月水溫與氣溫相對趨勢圖

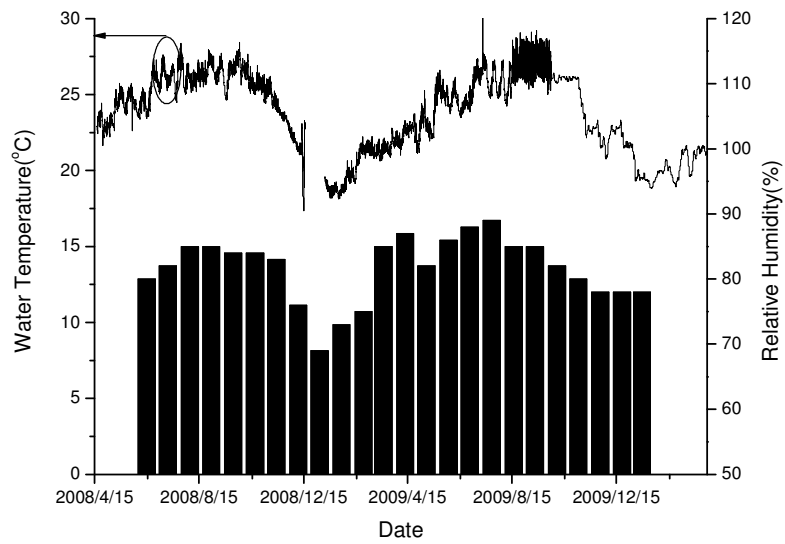


圖 3-3.2 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月水溫與相對濕度相對趨勢圖

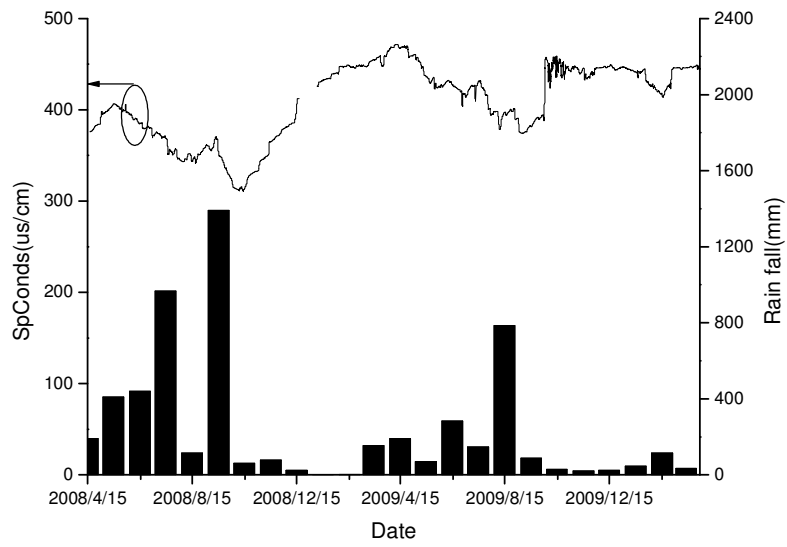


圖 3-3.3 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月月均雨量與對導電相對趨勢圖

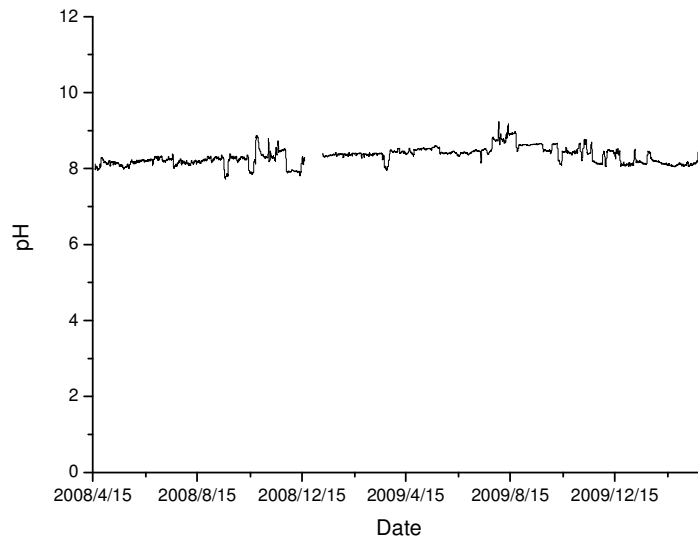


圖 3-3.4 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月 pH 趨勢圖

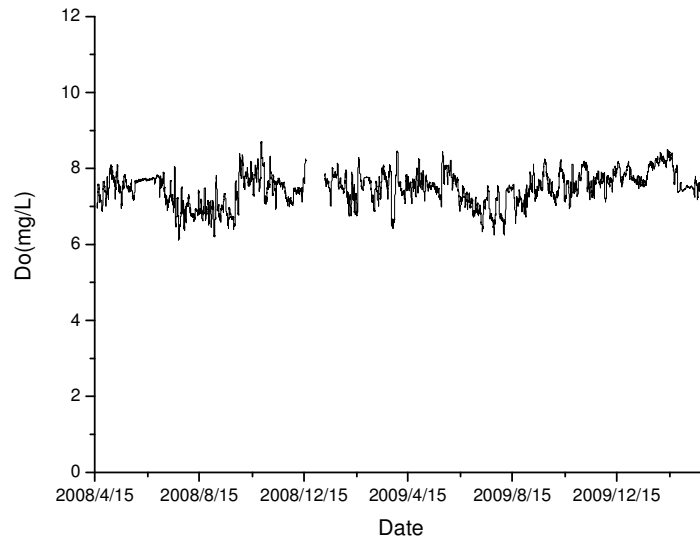


圖 3-3.5 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月溶氧趨勢圖

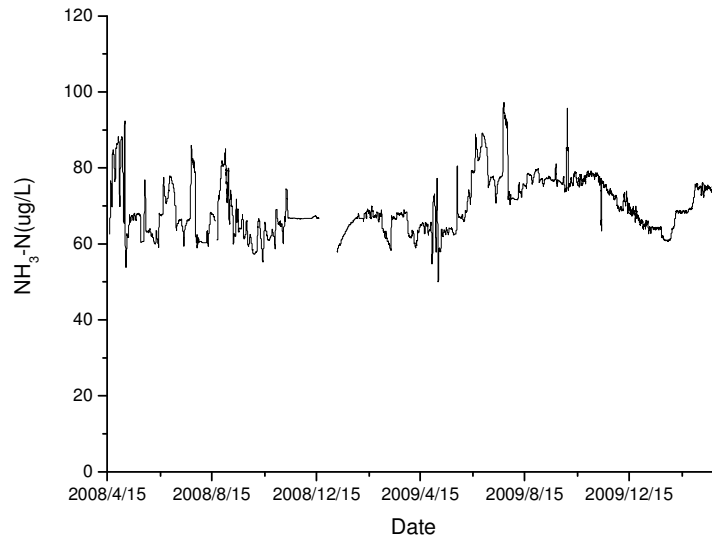


圖 3-3.6 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月氨氮趨勢圖（換算後數值）

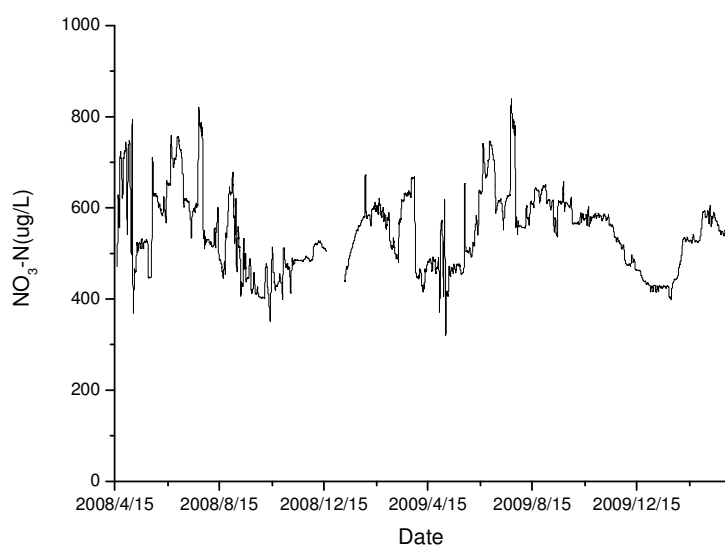


圖 3-3.7 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月硝酸鹽氮趨勢圖（換算後數值）

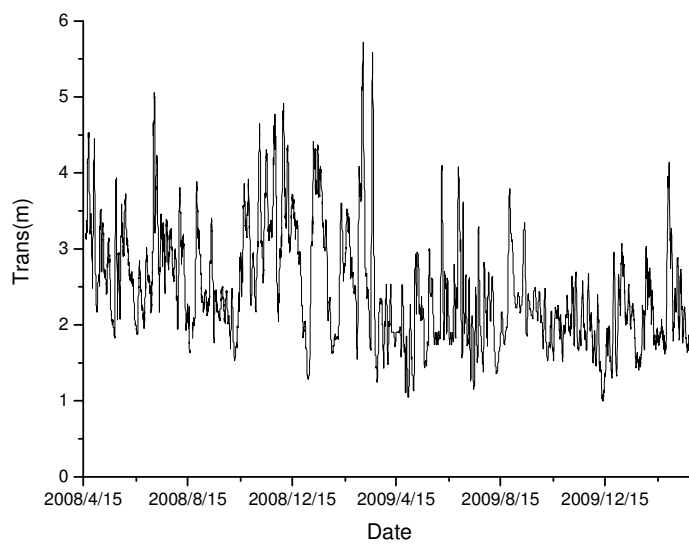


圖 3-3.8 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月透明度趨勢圖（換算後數值）

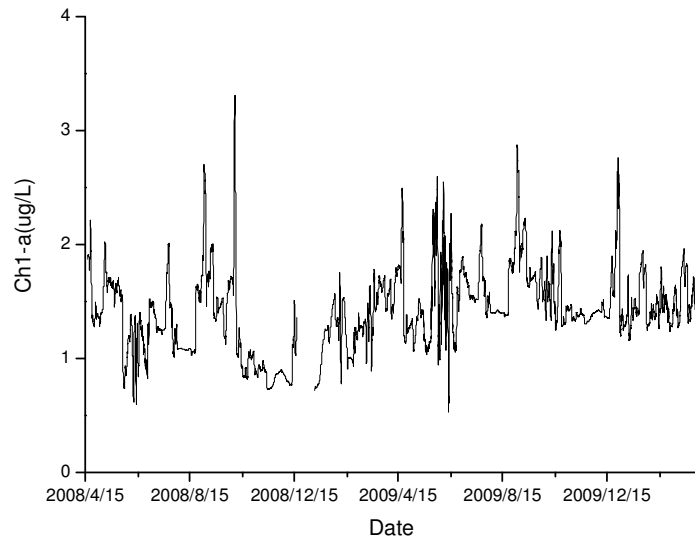


圖 3-3.9 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月葉綠素 a 趨勢圖（換算後數值）

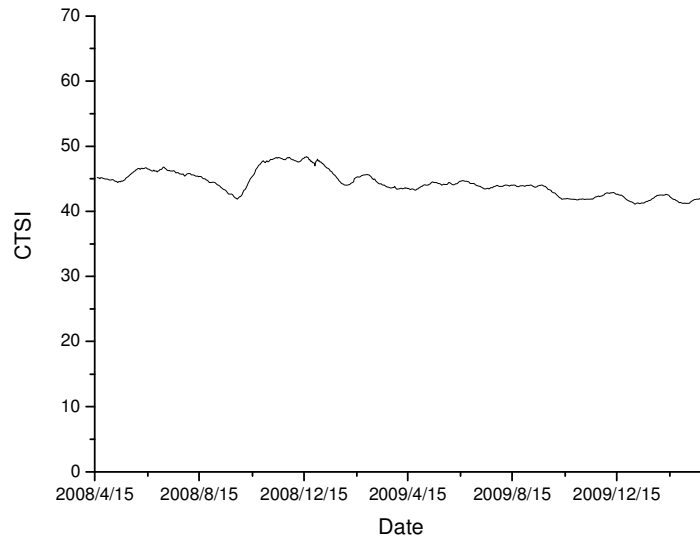


圖 3-3.10 監測站 2008 年 4 月至 2010 年 3 月 Carlson 優養複合指標趨勢圖

(二) 物化項目人工採樣驗證與水質自動監測站之比對分析

本計畫進行人工採樣的主要目的乃是驗證電阻電極、電化學電極、光學電極及離子電極四種電極換算公式之準確性及電極校正頻率之穩定性。其中電阻電極是指用來監測溫度的電極；電化學電極是指監測導電度、鹽度、阻抗、總溶解固體物、pH、溶氧六個水質項目的電化學電極；光學電極是指監測透光率(Transmissivity)及葉綠素 a 的電極；離子電極則是指監測硝酸鹽氮及氨氮的電極。

1. 人工採樣與自動監測比對分析

本計畫 2009 年 10 至 2009 年 3 月期間，分別於 2009 年 12 月 9 日、2010 年 1 月 25 日和 2010 年 3 月 21 日進行三次人工採樣分析，利用自動監測數據與人工驗證資料進行 Paired t-test 統計分析，發現兩者之間並無顯著差異性 ($P > 0.025$)，結果如表 3-3.2、表 3-3.3 所示。顯示以目前水質自動監測系統之維護與保養頻率均能使其維持正常的運作。

表 3-3.2 水質監測站與人工驗證比對表

採樣日期	採樣項目							
	溫度 (°C)		pH		導電度 (us/cm)		溶氧 (mg/L)	
	監測站	人工驗證	監測站	人工驗證	監測站	人工驗證	監測站	人工驗證
2009 年 12 月 09 日	22.90	21.30	8.45	8.31	447.00	410.00	7.82	7.90
2010 年 01 月 25 日	18.84	19.54	8.42	8.45	444.00	423.00	8.05	8.72
2010 年 03 月 21 日	21.50	22.27	8.20	8.25	448.00	456.00	7.52	7.28
平均	21.08	21.04	8.36	8.34	446.33	429.67	7.80	7.97
比對結果	P=0.49		P=0.42		P=0.15		P=0.36	

表 3-3.2 水質監測站與人工驗證比對表(續)

採樣日期	採樣項目							
	透視度 (m)		氨氮 (ug/L)		硝酸鹽氮(ug/L)		葉綠素 a (ug/L)	
	監測站	人工驗證	監測站	人工驗證	監測站	人工驗證	監測站	人工驗證
2009 年 12 月 09 日	1.58	2.50	72.41	73.33	491.78	476.20	1.45	1.65
2010 年 01 月 25 日	2.23	3.00	61.11	65.64	404.97	435.12	1.85	1.83
2010 年 03 月 21 日	2.54	2.50	74.00	72.56	552.21	528.43	1.46	1.32
平均	2.12	2.67	69.17	70.51	482.99	479.92	1.59	1.60
比對結果	P=0.08		P=0.40		P=0.48		P=0.47	

2. 本年度日月潭各區人工採樣水質項目比較

為能充份了解日月潭水庫基本的水質特性，本計畫除了水質自動監測站(自來水出水口)外，並增加潭區內（包括水社、伊達邵、向山及水里溪等地）的人工採樣分析，水質檢測項目包括溶氧(DO)、總懸浮固體物(SS)、化學需氧量(COD)、透明度、總磷、正磷、氨氮、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮及葉綠素 a 等共十項。計畫 2008 年 4 月至 2010 年 3 月期間於 2008 年 5 月 9 日、6 月 27 日、9 月 4 日、11 月 13 日、2009 年 1 月 6 日、3 月 17 日、7 月 3 日、8 月 23 日、9 月 29 日、12 月 9 日、2010 年 1 月 25 日及 3 月 21 日共計 12 次人工採樣監測。檢測結果如下表 3-3.3，透明度平均位於 2~4 公尺。水里溪上游之硝酸鹽氮較其他採樣點來的高，推估其原因，水里溪上游是釣魚地點，較多的釣客、遊客所帶來的較多污染緣故；亦可能是水溫偏高導致硝化作用(Nitrification)較強。依據世界經濟合作發展組織(OECD)之湖泊水庫優養程度分級標準，日月潭水庫之葉綠素 a 濃度分級為貧養；總磷濃度分級為貧養；透明度則介於普養和貧養之間。除了檢測項目外，在此將人工驗證中的總磷、葉綠素 a 和透明度進行卡爾森指標(CTSI)換算，公式如下

$$TSI(SD) = 60 - 14.41 \ln SD$$

$$TSI(Chl-a) = 9.81 \ln Chl-a + 30.6$$

$$TSI(TP) = 14.42 \ln TP + 4.15$$

式中：

$$SD = \text{透明度(m)}$$

$$Chl-a = \text{葉綠素 a 濃度}(\mu\text{g/L})$$

$$TP = \text{總磷濃度}(\mu\text{g/L})$$

$$\text{卡爾森指標 CTSI} = (TSI(SD)+TSI(TP)+TSI(Chl-a))/3$$

從表中得知人工採樣各站點之 CTSI 值大多介於 35~45 之間，根據卡爾森指標計算，若僅考葉綠素 a 及透明度兩項因子，日月潭潭區的水質條件介於貧養及普養之程度，但以普養為多。

整體而言，日月潭各區各項水質條件，包括溶氧 (>6.5 mg/L)、懸浮固體 (<25 mg/L)、總磷(<20 ug/L)及氨氮 (<100 ug/L) 等皆能符合環保署所訂之陸域甲類水體水質標準，此結果顯示目前日月潭水庫潭區水質尚屬良好，且可適合各種水體

用途。

表 3-3.3 人工採樣項目之各區比較

採樣地點	監測站	水社碼頭	伊達邵	向山	水里溪 上游	水里溪 中游	水里溪 下游
採樣日期	2008 年 5 月 9 日						
DO (mg/L)	6.7	7.2	7.2	6.9	6.8	7.4	8
SS (mg/L)	2.9	6.1	7.3	6.3	3.6	18.6	6.3
COD (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	4.3	4.5	5.1
BOD (mg/L)	0.5	0.4	0.6	0.8	0.8	0.9	1
透明度 (m)	3.5	2.5	2.5	2.5	--	--	--
總磷 (ug/L)	6.8	6.5	4.4	11.1	6.2	6.7	8.2
正磷 (ug/L)	4.6	4.5	4.1	4.3	4.9	4.4	4.5
氨氮 (mg/L)	79.4	23.3	54.4	25.5	18.8	38.9	64
硝酸鹽氮 (ug/L)	352.8	322.6	337.7	345.3	1028.3	296.2	360.4
亞硝酸鹽氮 (ug/L)	3.6	3.3	2.9	2.6	1.9	0.4	0.8
葉綠素 a (ug/L)	1.48	2.33	1.62	1.57	--	--	--
CTSI	36.07	38.95	35.88	40.23	--	--	--

表 3-3.3 人工採樣項目之各區比較(續)

採樣地點	監測站	水社碼頭	伊達邵	向山	水里溪 上游	水里溪 中游	水里溪 下游
採樣日期	2008 年 6 月 27 日						
DO (mg/L)	8	8	8.1	7.8	7.7	7.9	7.8
SS (mg/L)	2.6	1.45	1.65	0.45	1	0.55	1.45
COD (mg/L)	N.D	4.4	4.3	N.D	4.2	5.4	6
BOD (mg/L)	0.4	0.3	0.4	0.7	0.7	1	0.9
透明度 (m)	2	2.5	2.5	2	--	--	--
總磷 (ug/L)	6.7	5.7	6	10.7	7.7	11.2	12.8
正磷 (ug/L)	6.3	5.1	5.2	6.4	3.4	5.1	6.4
氨氮 (mg/L)	87.4	33.2	10.8	9	9.1	30.5	29.3
硝酸鹽氮 (ug/L)	523	485.4	485.4	489.5	497.1	543.9	569
亞硝酸鹽氮 (ug/L)	1.5	1.7	1.4	1	1	N.D.	0.4
葉綠素 a (ug/L)	0.84	1.54	1.23	1.1	--	--	--
CTSI	36.83	36.96	36.47	39.96	--	--	--

表 3-3.3 人工採樣項目之各區比較(續)

採樣地點	監測站	水社碼頭	伊達邵	向山	水里溪 上游	水里溪 中游	水里溪 下游
採樣日期	2008 年 9 月 4 日						
DO (mg/L)	8.4	8.2	8.2	8.3	7.5	7.9	7.8
SS(mg/L)	1.5	1.56	0.88	2.06	0.94	3.19	1.56
COD (mg/L)	N.D	N.D	N.D	4.5	N.D	6.1	5
BOD(mg/L)	0.3	0.4	0.2	0.8	1	0.9	1.1
透明度(m)	1.9	2	2.5	2	--	--	--
總磷 (ug/L)	7.5	6.3	7	10.8	10.2	11.5	13.2
正磷 (ug/L)	6.7	5.9	6.7	7.4	7.9	6.1	6.8
氨氮 (mg/L)	82.7	17.4	31.9	23.1	32.2	14	26
硝酸鹽氮 (ug/L)	593	581.9	585.6	593	1091.1	622.5	629.9
亞硝酸鹽氮 (ug/L)	1.7	2.4	3.1	2.4	2.1	1.5	2.8
葉綠素 a (ug/L)	1.29	1.43	1.03	1.07	--	--	--
CTSI	39.02	38.27	36.64	39.92	--	--	--

表 3-3.3 人工採樣項目之各區比較(續)

採樣地點	監測站	水社碼頭	伊達邵	向山	水里溪 上游	水里溪 中游	水里溪 下游
採樣日期	2008 年 11 月 13 日						
DO (mg/L)	8.28	8.54	8.23	8.45	7.5	8.7	8.11
SS(mg/L)	2.2	1.6	3	1.2	1	1.9	2.1
COD (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	4.5	5.4
BOD(mg/L)	0.7	0.5	0.9	0.5	0.7	1	1.1
透明度(m)	3.9	3.9	3.5	4	--	--	--
總磷 (ug/L)	6	6.1	5.8	5.3	6.2	6.1	8.8
正磷 (ug/L)	5.9	5.8	5.4	5.1	5.7	5.1	6.2
氨氮 (mg/L)	294.2	331.5	274.5	219.8	381.4	255.2	504.6
硝酸鹽氮 (ug/L)	554.3	525.4	521.7	539.9	550.7	405.8	543.5
亞硝酸鹽氮 (ug/L)	1.72	2.22	2.29	2.42	2.11	2.06	1.77
葉綠素 a (ug/L)	1.3	2.4	2.1	1.9	--	--	--
CTSI	34.52	36.61	36.45	35.04	--	--	--

表 3-3.3 人工採樣項目之各區比較(續)

採樣地點	監測站	水社碼頭	伊達邵	向山	水里溪 上游	水里溪 中游	水里溪 下游
採樣日期	2009 年 1 月 6 日						
DO (mg/L)	8.85	8.85	8.69	8.81	9.6	9.05	9.04
SS(mg/L)	3.3	4	2.9	3	1.8	3.4	3.2
COD (mg/L)	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	4.3	5.1
BOD(mg/L)	0.5	0.4	0.3	0.7	0.7	0.9	1.1
透明度(m)	3.5	3.5	4.5	4	--	--	--
總磷 (ug/L)	6.7	6	6.5	6	6.9	7.7	8
正磷 (ug/L)	6.3	5.7	5.9	5.8	5.7	5.3	4.1
氨氮 (mg/L)	67.79	50.75	59.24	62.12	109.71	105.39	84.77
硝酸鹽氮 (ug/L)	474.2	410.7	426.6	418.7	728.2	474.2	410.7
亞硝酸鹽氮 (ug/L)	2.16	2.33	1.33	1.98	1.53	2.19	2.3
葉綠素 a (ug/L)	1.18	1.18	1.04	1.33	--	--	--
CTSI	35.25	34.72	33.49	34.47	--	--	--

表 3-3.3 人工採樣項目之各區比較(續)

採樣地點	監測站	水社碼頭	伊達邵	向山	水里溪 上游	水里溪 中游	水里溪 下游
採樣日期	2009 年 3 月 17 日						
DO (mg/L)	8.57	9.37	8.85	8.34	8.43	8.31	9.07
SS(mg/L)	4	0.7	2	3.5	7.7	1.7	2.1
COD (mg/L)	10.43	15.62	12.71	13	11.53	11.26	12.57
BOD(mg/L)	0.5	0.4	0.3	0.7	0.7	0.9	1.1
透明度(m)	1.8	1.5	2	1.5	--	--	--
總磷 (ug/L)	9	9.5	9.1	12.7	9.5	9.6	11.8
正磷 (ug/L)	3.6	5.3	5.2	4	5.8	7.3	6.8
氨氮 (mg/L)	25.3	11.7	8.5	9.5	10.7	16.2	17.2
硝酸鹽氮 (ug/L)	379.3	367.6	414.5	355.9	769.9	336.3	266
亞硝酸鹽氮 (ug/L)	2.5	2.1	2.9	2.5	2.8	3.1	2.4
葉綠素 a (ug/L)	1.04	1.78	1.93	2.22	--	--	--
CTSI	39.45	42.34	41.02	44.46	--	--	--

表 3-3.3 人工採樣項目之各區比較(續)

採樣地點	監測站	水社碼頭	伊達邵	向山	水里溪 上游	水里溪 中游	水里溪 下游
採樣日期	2009 年 7 月 3 日						
DO (mg/L)	7.53	7.88	7.35	7.45	7.37	7.21	8.11
SS(mg/L)	1.65	2.3	1.7	1.7	1.65	1.5	1.35
COD (mg/L)	5.2	5.8	4.1	4	3.7	5.8	6.2
BOD(mg/L)	2.22	2.08	3.25	3.45	3.67	1.41	1.91
透明度(m)	2.6	3	3	3.5	--	--	--
總磷 (ug/L)	2.78	3.1	2.45	3.1	5.35	4.06	3.74
正磷 (ug/L)	1.81	3.09	2.13	2.13	2.45	1.81	1.81
氨氮 (mg/L)	78.99	80.8	85.77	78.27	77.34	73.21	79.15
硝酸鹽氮 (ug/L)	653.4	410.7	426.6	418.6	728.1	295.6	184.5
亞硝酸鹽氮 (ug/L)	1.52	1.43	1.43	1.6	0.85	1.02	1.93
葉綠素 a (ug/L)	1.63	1.18	1.18	<1	--	--	--
CTSI	35.02	34.96	33.83	34.28	--	--	--

表 3-3.3 人工採樣項目之各區比較(續)

採樣地點	監測站	水社碼頭	伊達邵	向山	水里溪 上游	水里溪 中游	水里溪 下游
採樣日期	2009 年 8 月 25 日						
DO (mg/L)	7.35	7.33	7.11	7.16	7.78	8.22	8.09
SS(mg/L)	2.5	2.15	1.05	0.8	1.85	1.8	2.6
COD (mg/L)	4.1	5.1	<4.00	<4.00	4.9	5.2	5.9
BOD(mg/L)	0.32	0.33	0.31	0.46	0.78	0.62	0.59
透明度(m)	2.1	3	2.5	3	--	--	--
總磷 (ug/L)	5.24	3.24	6.69	3.92	5.75	6.13	3.9
正磷 (ug/L)	2.78	3.1	2.45	3.09	5.35	4.06	3.74
氨氮 (mg/L)	77.31	64.87	68.92	62.88	73.04	66.67	60.82
硝酸鹽氮 (ug/L)	627.7	456.7	258.9	272.5	595.3	308.6	310.8
亞硝酸鹽氮 (ug/L)	11.76	0.81	0.23	1.38	2.53	0.81	1.96
葉綠素 a (ug/L)	1.74	<1	1.48	<1	--	--	--
CTSI	35.02	34.96	33.83	34.28	--	--	--

表 3-3.3 人工採樣項目之各區比較(續)

採樣地點	監測站	水社碼頭	伊達邵	向山	水里溪 上游	水里溪 中游	水里溪 下游
採樣日期	2009 年 9 月 29 日						
DO (mg/L)	7.39	7.12	7.12	7.6	6.97	7.64	8.24
SS(mg/L)	3.85	0.25	2.35	2.55	1.3	1.5	1.85
COD (mg/L)	4.7	<4.00	5.5	<4.00	5.63	4.73	5.72
BOD(mg/L)	0.44	0.54	0.46	1.1	0.54	0.36	0.81
透明度(m)	2.87	3	2.8	3	--	--	--
總磷 (ug/L)	8.25	7.09	7.38	9.41	9.12	12.3	14.04
正磷 (ug/L)	7.96	6.51	7.09	9.12	8.83	11.72	13.75
氨氮 (mg/L)	76.93	75.66	71.35	79.2	61.49	82.34	65.36
硝酸鹽氮 (ug/L)	648.5	490	281.5	277.3	501.9	247.6	330.3
亞硝酸鹽氮 (ug/L)	1.59	1.59	1.39	1.66	1.12	1.32	1.19
葉綠素 a (ug/L)	1.76	1.97	<1	1.58	--	--	--
CTSI	35.02	34.96	33.83	34.28	--	--	--

表 3-3.3 人工採樣項目之各區比較(續)

採樣地點	監測站	水社碼頭	伊達邵	向山	水里溪上游	水里溪中游	水里溪下游
採樣日期	2009 年 12 月 9 日						
DO (mg/L)	7.34	7.69	7.73	7.95	7.93	8.33	8.31
SS(mg/L)	1.7	1.55	1.15	1.6	0.25	1.35	2.15
COD (mg/L)	11.02	6.98	9.2	8.49	3.72	7.53	8.33
BOD(mg/L)	3.21	1.3	1.52	2.28	1.75	1.92	1.63
透明度(m)	2.5	2	3	2.5	--	--	--
總磷 (ug/L)	11.36	14.05	6.05	13.14	5.36	6.53	8.25
正磷 (ug/L)	2.51	3.35	4.26	3.25	3.71	3.97	3.84
氨氮 (mg/L)	0.49	0.29	0.08	0.28	0.08	0.05	0.03
硝酸鹽氮 (ug/L)	400.11	524	491.83	491.83	992.92	537.55	609.4
亞硝酸鹽氮 (ug/L)	1.22	4.4	4.4	3.3	1.83	5.13	1.83
葉綠素 a (ug/L)	1.65	1.99	2.88	1.33	--	--	--
CTSI	44.26	47.46	44.38	43.91	--	--	--

表 3-3.3 人工採樣項目之各區比較(續)

採樣地點	監測站	水社碼頭	伊達邵	向山	水里溪 上游	水里溪 中游	水里溪 下游
採樣日期	2010 年 1 月 25 日						
DO (mg/L)	8.72	9.29	9.43	8.98	10.19	9.72	10.03
SS(mg/L)	0.5	7.65	3.1	0.85	0.7	2.05	1.35
COD (mg/L)	10.03	7.23	8.69	7.23	4.52	6.89	8.47
BOD(mg/L)	2.16	1.52	1.82	2.2	1.41	1.92	2.45)
透明度(m)	3	2.5	2.5	3	--	--	--
總磷 (ug/L)	17.36	6.24	4.1	4.36	1.47	6.5	6.86
正磷 (ug/L)	2.9	0.47	0.53	0.79	0.5	1.02	3.03
氨氮 (mg/L)	0.4	0.32	0.08	0.1	0.05	0.09	0.22
硝酸鹽氮 (ug/L)	393.05	393.05	280.75	328.88	751.34	366.31	804.81
亞硝酸鹽氮 (ug/L)	0.85	0.76	0.85	0.76	0.41	2.24	5.99
葉綠素 a (ug/L)	1.83	2	1.78	1.56	--	--	--
CTSI	46.01	42.52	39.78	38.47	--	--	--

表 3-3.3 人工採樣項目之各區比較(續)

採樣地點	監測站	水社碼頭	伊達邵	向山	水里溪 上游	水里溪 中游	水里溪 下游
採樣日期	2010 年 3 月 21 日						
DO (mg/L)	7.28	8.32	8.16	8.01	7.43	8.33	8.55
SS(mg/L)	2.45	1.2	0.95	0.4	1.25	1.45	0.55
COD (mg/L)	4.79	3.99	2.8	7.97	5.19	2.4	6.78
BOD(mg/L)	1.76	0.96	2.28	0.46	0.07	0.76	0.85
透明度(m)	2.5	2.5	3	3	--	--	--
總磷 (ug/L)	7.49	3.68	1.87	3.41	2.36	3.14	1.09
正磷 (ug/L)	0.37	0.49	0.46	0.29	0.62	1.02	0.33
氨氮 (mg/L)	0.4	0.1	0.09	0.1	0.2	0.12	0.14
硝酸鹽氮 (ug/L)	400.11	450.45	334.22	371.66	697.86	366.31	355.61
亞硝酸鹽氮 (ug/L)	1.22	2.04	0.97	1.88	0.15	1.22	1.13
葉綠素 a (ug/L)	1.32	1.56	2.44	1.56	--	--	--
CTSI	41.18	38.52	37.3	37.28	--	--	--

(三) 歷年(92-96年度)水質連續監測結果與分析

水質連續監測已進行 5 個年度，故特別針對此 5 個年度進行水質的趨勢分析，以了解整體水質的長期變化情形。如圖 3-3.11 所示，日月潭的透視度整體來看在 93 至 95 年度均較 92 年度為低，其可能因為 93 至 95 年度之降雨量與 92 年度相較之下較多，故周圍邊坡的沖刷及對潭水的擾動程度較高，所造成對濁度的影響亦較大，故透視度較低，而 98 年至 99 年雨量較穩定，固較無對日月潭湖水之擾動，透明度回至穩定狀態。如圖 3-3.12 所示，6 個年度的水溫均呈現穩定的變化趨勢。歷年的導電度皆呈現冬季枯水期數值低而春夏雨季數值高的穩定變化趨勢(圖 3-3.13)，但導電度在 92 年至 97 年間有逐年下降之趨勢，而至 98 年始又逐漸攀升，其推論原因為年雨量逐漸減少，導致導電度回升。歷年的 pH 值皆穩定維持在 8.0~8.4 之間(圖 3-3.14)。94、95 年度的氨氮及硝酸鹽氮濃度明顯較 92、93 年度為低，而 97、99 年逐漸維持穩定狀態，(圖 3-3.15、3-3.16)，顯示日月潭的污染源在 94、95 年度有減少的趨勢或是水質受到較多雨水稀釋的結果。日月潭的歷年溶氧值均能維持在 6.5 mg/L 以上的水準(圖 3-3.17)，且由圖 3-3.18 及圖 3-3.19 來看，葉綠素 a 及 Carlson 複合優養指標均未有明顯的變動，顯示水質狀況仍相當穩定。

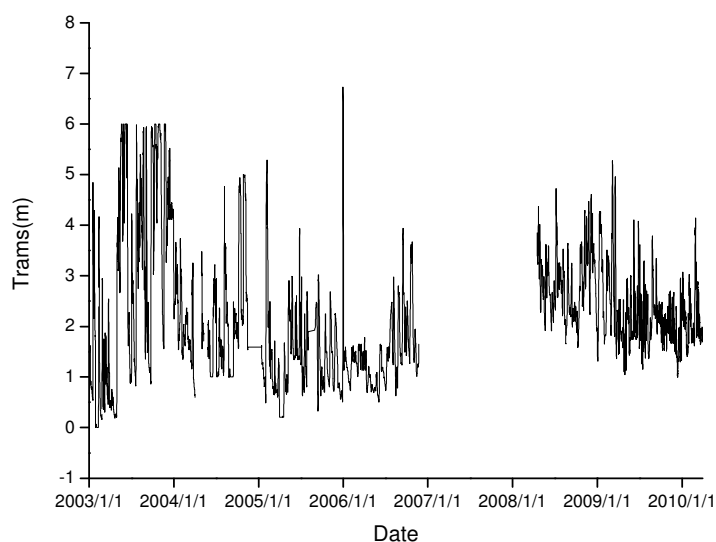


圖 3-3.11 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月透明度趨勢圖(換算後數值)

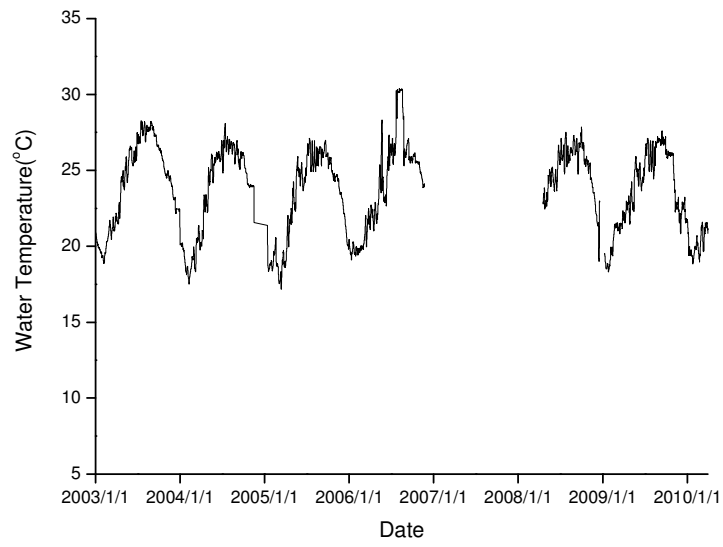


圖 3-3.12 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月水溫趨勢圖

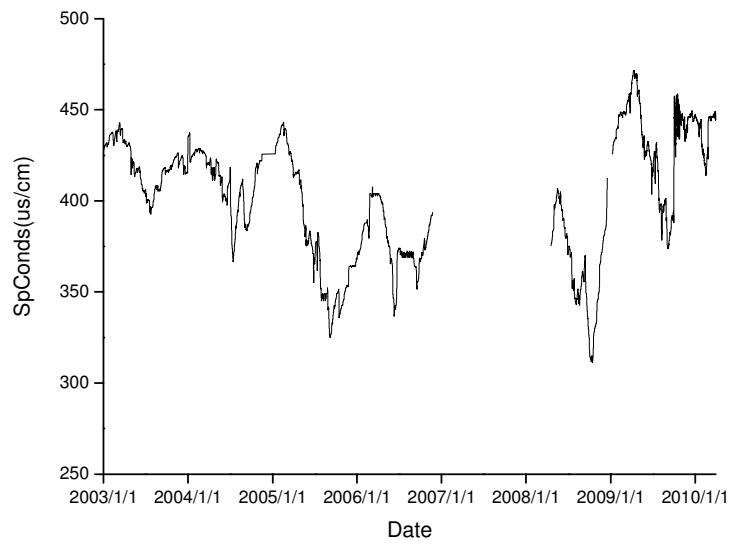


圖 3-3.13 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月導電度趨勢圖

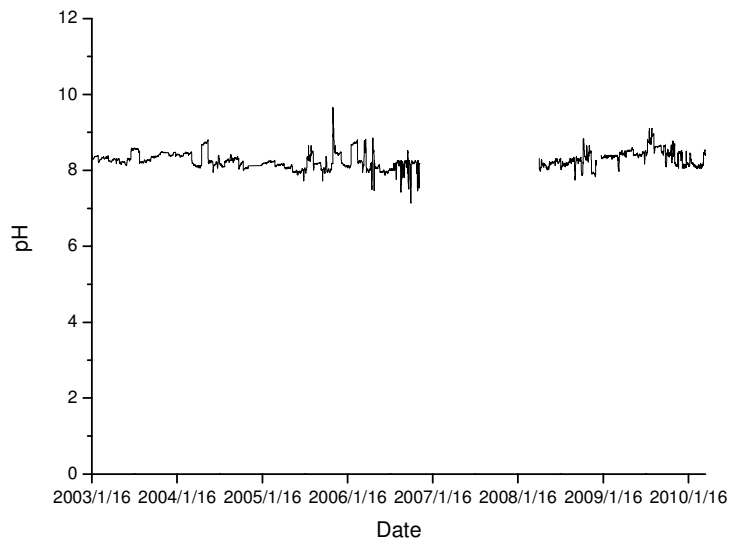


圖 3-3.14 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月 pH 趨勢圖

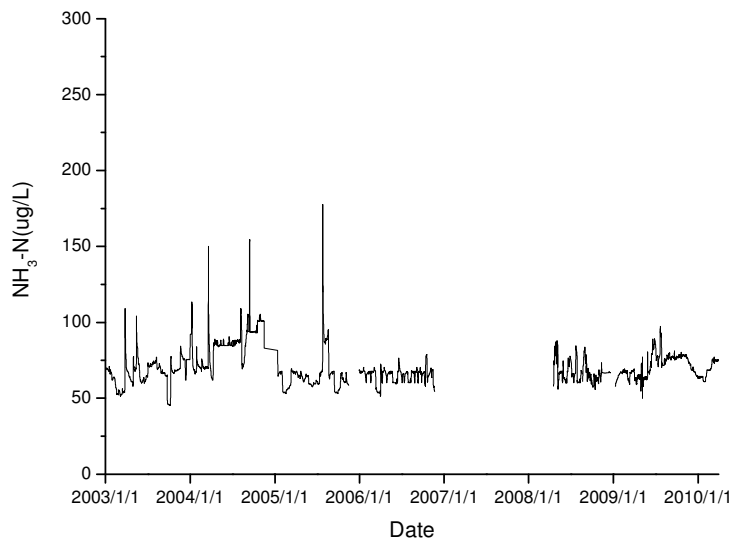


圖 3-3.15 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月氨氮趨勢圖(換算後數值)

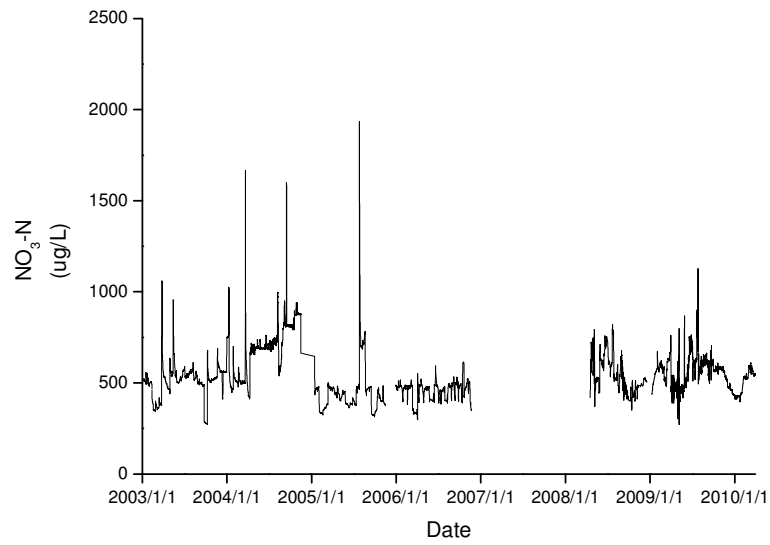


圖 3-3.16 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月硝酸鹽趨勢圖(換算後數值)

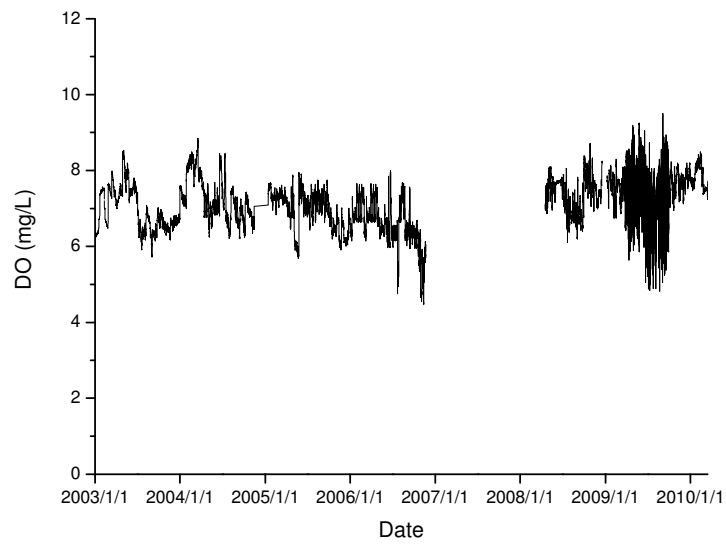


圖 3-3.17 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月溶氧趨勢圖

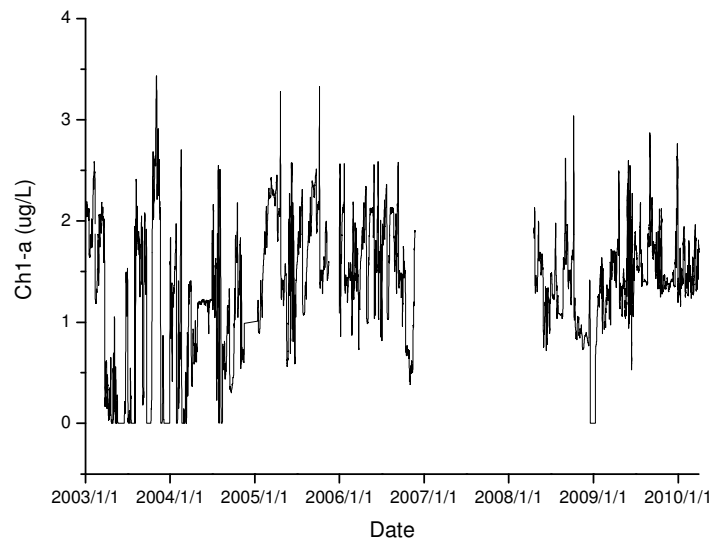


圖 3-3.18 監測站 92 年 1 月至 99 年 3 月葉綠素 A 趨勢圖(換算後數值)

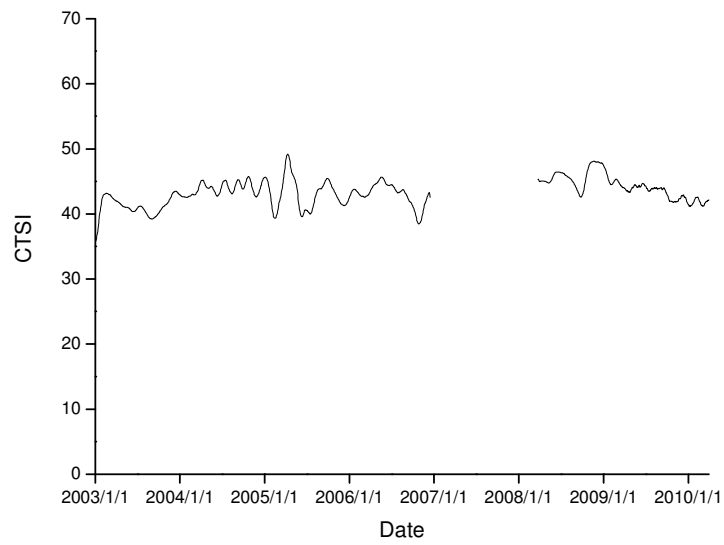


圖 3-3.19 監測站 92 年 3 月至 99 年 3 月 Carlson 優養複合指標趨勢圖

四、向山地區調查

(一) 植物

向山地區的調查至今年 3 月共紀錄維管束植物 244 種，包括蕨類植物 16 科 35 種、裸子植物 2 科 2 種、雙子葉植物 54 科 159 種、單子葉植物 8 科 48 種(附錄八)。

本年度調查較上年度增加 73 種紀錄，各分類群皆有新紀錄種(蕨類 9 種、裸子植物 1 種、雙子葉植物 44 種、單子葉植物 19 種)，新紀錄種類主要為小型的草本植物，常受天候因素影響而季節性的出現，累積的調查次數多，呈現結果較能接近真實情況。

向山地區與日月潭其他步道的生境有些差異，紀錄中有不少僅在本區出現的種類，尤其向陽性草本植物最為明顯。這些種類除上年度報告的星毛蕨、野菰、鋪地黍、囊穎草及垂頭地寶蘭外，本年度也有陸生珍珠茅、皺葉狗尾草、牧地狼尾草、長葉雀稗、白背芒、印度鴨嘴草、扁穗牛鞭草、小唇蘭等日月潭地區的新紀錄。日月潭風景區植物種類累計共 958 種(總名錄附於解說手冊)

(二) 鳥類

本計劃首次對向山地區進行資源調查，由於未有基礎資料，因此進行較密集每月一次的鳥類調查。本區已完成 2008 年 6 月至 2010 年 3 月份的 22 次的穿越線調查。

向山地區在 2008 年六月至 2010 年 3 月的 22 次調查中，共記錄鳥類 81 種，分屬 11 目 32 科(名錄如附錄九)，其中以畫眉科 10 種最多，鶇科 6 種次之，其次為鳩鴿科、燕鷗科、鶯科各 5 種，鷺科、鷹鷲科、燕科、鶇科、扇尾鶯科各 4 種。

2009 年 4 月至 9 月 6 次調查中，向山地區新增了 10 種紀錄，其中較特別的是八月份莫拉克颱風後 8/10 的調查，日月潭面出現了 5 種燕鷗(鳳頭燕鷗 2 隻、白眉燕鷗 26 隻、烏領燕鷗 1 隻、黑腹浮鷗 1 隻及白翅黑浮鷗 1 隻)。另有台灣松雀鷹、白腹秧雞、家燕、花翅山椒及斑紋鷓鴣等 5 種。

2009 年 10 月至 2010 年 3 月的 6 次調查中，向山地區再增了 10 種紀錄，分別為黃嘴角鴉、南亞夜鷹、灰喉針尾雨燕、赤胸鶇、黃眉柳鶯、極北柳鶯、黃尾鶇、藍磯鶇、黃腹仙鶇、黃痣藪鶇、紅胸啄花。

向山地區紀錄中的 81 種鳥類，其成員主要為日月潭地區的留鳥共 50 種，佔 62%；冬候鳥有 16 種佔 20%；高山降遷種類有金背鳩、東方毛腳燕、台灣短翅鶯、白尾鶇、

黃痣藪鵲、白耳奇鵲、冠羽鳳鵲、黃腹仙鶺及綠背山雀等 9 種，以及被颱風吹進來的 5 種燕鷗科迷鳥，外來種有紅耳鶺 1 種。(圖 3-4.1、圖 3-4.2 及表 3-4.1)

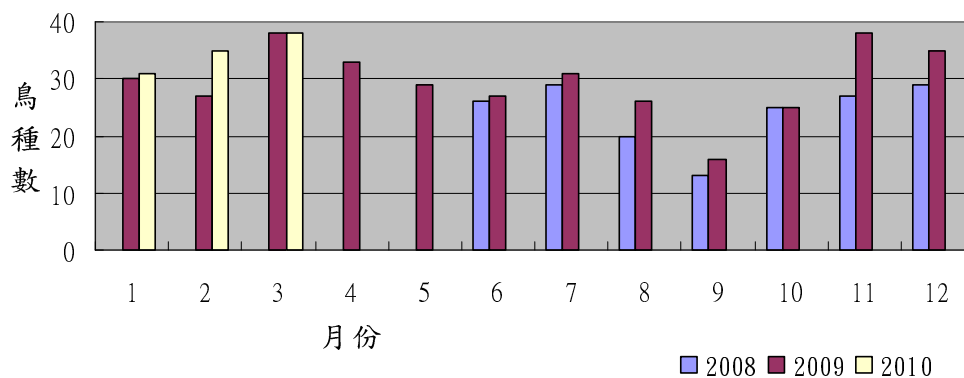


圖 3-4.1 向山地區各月份紀錄的鳥種數

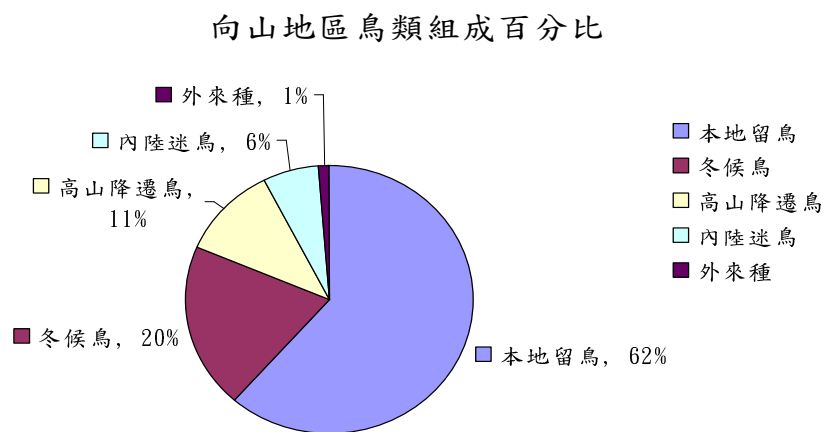


圖 3-4.2 向山地區鳥類組成百分比

表 3-4.1 22 次調查中出現 15 次以上的優勢鳥種

次 數	種 類
22 次	洋燕、白頭翁、小彎嘴鷗、樹鵲
21 次	綠繡眼、小卷尾
20 次	紅頭穗鷗、褐頭鷓鴣
19 次	紅嘴黑鵝
18 次	珠頸斑鳩、烏線雀鷗、繡眼雀鷗
17 次	黑枕王鷄、小白鷺
15 次	五色鳥

(三) 昆蟲類

向山定點監測站:(表 3-4.2 圖 3-4.3)

誘集記錄:2008 年 4 月有 11 目 38 科 448 隻蟲;2008 年 7 月有 11 目 34 科 276 隻蟲;2008 年 10 月有 8 目 34 科 1361 隻蟲;2009 年 1 月有 6 目 14 科 159 隻蟲,2009 年 4 月有 10 目 33 科 424 隻蟲;2009 年 7 月有 9 目 36 科 643 隻蟲;2009 年 10 月有 12 目 36 科 1776 隻蟲;2010 年 1 月有 7 目 21 科 175 隻蟲; ;2010 年 4 月有 10 目 27 科 577 隻蟲;兩年 9 次的誘集記錄有 13 目 80 科 5831 隻蟲(表 3-3.1)。多樣性指數分析結果顯示呈現春夏季高於秋冬季,Family richness index 為 2.4 ~5.38, Simpson's index 為 0.6~0.91, Shannon- Wiener's index 為 1.6~ 2.62 及 Pielou's evenness index 為 0.45~ 0.78(表 3-3.1)。

由 9 筆調查結果得知向山監測站昆蟲群聚結構是由 13 目 80 科 5831 隻蟲,13 目分別為毛翅目、半翅目、同翅目、直翅目、革翅目、蜚蠊目、彈尾目、膜翅目、鞘翅目、雙翅目、纓翅目、鱗翅目、嚙蟲目,其中優勢族群為彈尾目佔 30.20~78.72%,其次為鞘翅目佔 0.66~44.75%;膜翅目佔 3.97~13.71%;雙翅目佔 2.65~20.28%;同翅目佔 0.81~10.60%;直翅目佔 0~13.59% (圖 3-3.2)。

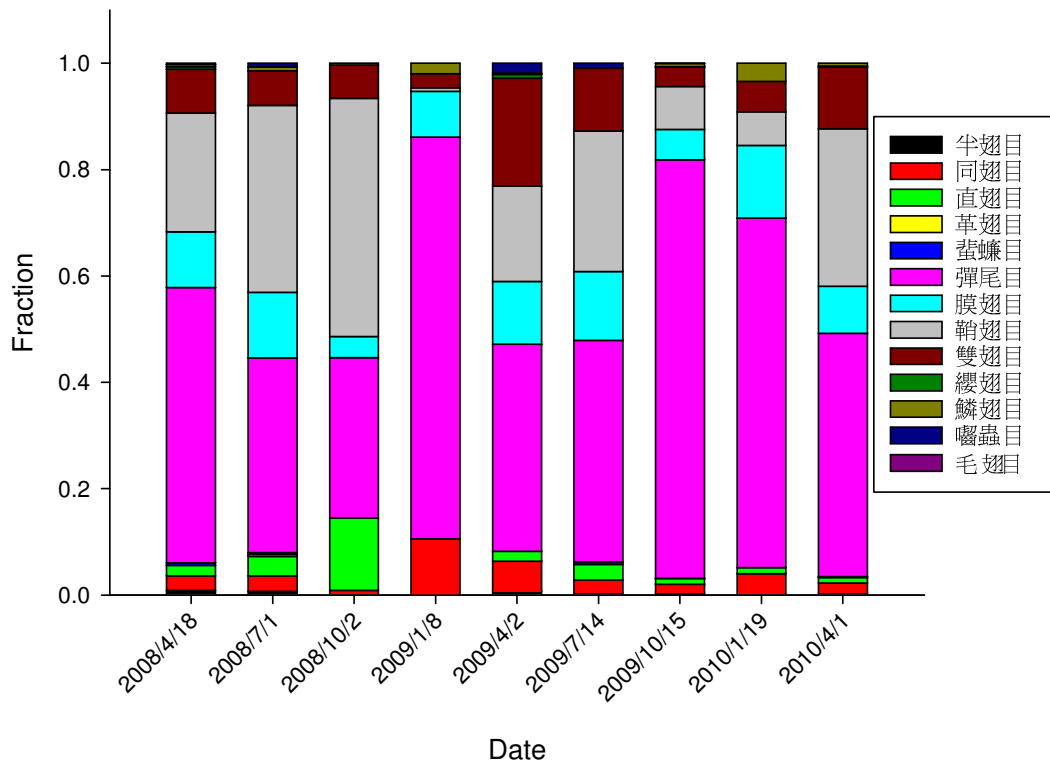


圖 3-4.3 向山監測站各目陸域昆蟲相對組成(2008 年 4 月至 2010 年 4 月)

表 3-4.2 向山定點監測站 2008 年 4 月至 2010 年 4 月之陸域昆蟲相(FAA 陷阱)

目名	分類群	2008/4/18	2008/7/1	2008/10/2	2009/1/8	2009/4/2	2009/7/14	2009/10/15	2010/1/19	2010/4/1	Total
毛翅目	鱗石蛾							1			1
半翅目	盲椿科	1	1				3	3			8
	花椿科									1	1
	長足椿科		1								1
	長頭椿科	1									1
	扁椿科					2				1	3
	盾椿科							1			1
	軍配蟲科					1		1			2
	椿科	1									1
	擬盲椿科	1		1				1		1	4
	擬軍配蟲科							1			1
同翅目	白蠟蟲科	4	6	7	6	21	11	23	5	10	93
	角蟬科	1									1
	沫蟬科	2		3		1	4	4	2		16
	蚜蟲科	3	1	1	10	1					16
	葉蟬科	2	1			1		2			6
直翅目	菱蝗科	1	5	1			2	1			10
	蝗科			5							5
	蟋蟀科		5	179		8	17	18	2	6	235
	螽斯科	8									8
革翅目	絲尾蠶蝮科		1								1
蜚蠊目	匍蜚蠊科		1								1
	姬蠊科						1				1
	蜚蠊科	2					2	1		1	6
彈尾目	長角跳蟲科	61	42	100	61	35	75	206	49	53	682
	球角跳蟲科	35	6	10		10	32		6	62	161
	等節跳蟲科	68	26	12	30	97	116	1087	22	48	1506
	圓跳蟲科	51	16	283	8	18	37	97	32	85	627
	跳蟲科		9								9
	癩跳蟲科		2								2
	鱗跳蟲科	17		6	15	5	8	8	6	16	81
膜翅目	小蜂總科	21	7	13	2	3	14	30		2	92
	卵蜂總科			4	1	16	18	8	9	38	94
	姬蜂科		1								1
	寄生樹蜂總科	3							4		7

表 3-4.2 向山定點監測站 2008 年 4 月至 2010 年 4 月之陸域昆蟲相(FAA 陷阱)(續)

目名	分類群	2008/4/18	2008/7/1	2008/10/2	2009/1/8	2009/4/2	2009/7/14	2009/10/15	2010/1/19	2010/4/1	Total
	葉蜂總科	2									2
	緣腹細蜂科	2	1	3			2	14	1	1	24
	蟻科	19	24	33	10	30	49	49	10	10	234
	鈎腹蜂科		1	1		1					3
鞘翅目	Unknown(鞘翅目)	1		1			16		1		19
	大角步行蟲科	1									1
	小蠹蟲科	23	68	593		39	43	72	7	4	849
	天牛科								1		1
	木吸蟲科		1								1
	出尾蕈蟲科						10	3			13
	出尾蟲科	55	19	6		19	15	11		17	142
	埋葬蟲科						1				1
	偽瓢蟲科					2				1	3
	球蕈甲科						4				4
	細堅蟲科		1					1			2
	郭公蟲科					1					1
	穀盜科							2			2
	鋤形蟲科							1			1
	隱翅蟲科	20	8	8		15	74	41	2	147	315
	蟻塚蟲科			1	1		3			1	6
	蘚苔蟲科						1				1
	纓甲科						3	12		1	16
雙翅目	Unknown(雙翅目)	1	1	1		63	1				67
	芒蚋科							1			1
	果蠅科	5	9	72	2	6	51	48	3	58	254
	花蠅科	1									1
	原大蚊科			4			1				5
	家蠅科			1		2			2	1	6
	蚊科					5					5
	蚤蠅科	17		1	1	3	4	1	3	5	35
	黑翅蕈蚋科	7	2	1	1	1	4	3			19
	搖蚊科					3	1				4
	蛾蚋科	1		1							2
	槍蠅科	3	1	1		1					6
	舞蠅科						2	1			3

表 3-4.2 向山定點監測站 2008 年 4 月至 2010 年 4 月之陸域昆蟲相(FAA 陷阱)(續)

目名	分類群	2008/4/18	2008/7/1	2008/10/2	2009/1/8	2009/4/2	2009/7/14	2009/10/15	2010/1/19	2010/4/1	Total
	潛蠅科			1							1
	蕈蚋科		2				1				3
	瘦蚋科	2	3	1		2	11	11	2	3	35
	鵝虻科			1							1
纓翅目	管蓊馬科	2				3		1		1	7
鱗翅目	Unknown(鱗翅目)	2	1	5	3	1		11	6	3	32
	螟蛾科		1								1
嚙蟲目	Unknown(嚙蟲目)					8	6				14
	毛嚙蟲科	1									1
	裸嚙蟲科		2								2
總計數量		448	276	1361	151	424	643	1776	175	577	5831
總計目數		11	8	11	6	9	12	10	7	10	13
總計分類群數		38	34	34	14	33	36	36	21	27	80
Family richness index		5.52	4.16	5.58	2.40	4.98	4.55	4.95	3.51	3.94	-
Simpson's index (1-lambda)		0.89	0.74	0.91	0.77	0.91	0.60	0.88	0.85	0.87	-
Shannon- Wiener's index		2.62	1.77	2.73	1.82	2.72	1.60	2.58	2.30	2.34	-
Pielou's evenness index		0.75	0.52	0.77	0.71	0.78	0.45	0.76	0.78	0.72	-

(四) 兩棲類

調查的日期為 2008 年 8 月和 12 月，2009 年 4 月、6 月、9 月和 12 月及 2010 年 3 月，每季執行四天三夜的調查，共完成 7 次調查。穿越線觀察法的結果仍以盤古蟾蜍為主，佔所有目擊個數的 63.6%，其餘 7 種佔 36.4% (表 3-4.3)；向山的記錄包括未在穿越線上見到，但是在向山施工地周圍目擊的黑眶蟾蜍、虎皮蛙以及日本樹蛙，共記錄 1 目 5 科 14 種蛙類。向山的兩棲類以盤古蟾蜍和面天樹蛙最為常見。

2008 年 12 月時，平均氣溫 $20.1 \pm 2.8^{\circ}\text{C}$ ，許多剛變態的面天樹蛙俯伏於五節芒的葉上，數量相當龐大。

表 3-4.3 向山穿越線觀察法記錄到的兩棲類數量

種類	2008 年 12 月	2009 年 4 月	2009 年 6 月	2009 年 9 月	2009 年 12 月	2010 年 3 月	總隻次
盤古蟾蜍	7	42	24	2	15	13	103
澤蛙				1			1
黑蒙西氏小雨蛙	1	2	3	1		2	9
拉都希氏赤蛙	1		3	5			9
艾氏樹蛙						1	1
面天樹蛙	19	1	9	1	3	4	37
白領樹蛙				1			1
台北樹蛙			1				1
							平均
單次總隻次	28	45	40	11	18	20	27±13.27
物種數	4	3	5	6	2	4	4±1.41

(五) 爬蟲類

在穿越線目視調查中，目擊到 6 種爬蟲類的出現，各爬蟲類的目擊數量均很低，每次調查能見到的爬蟲類最多僅 3 種(表 3-4.4)。有一隻食蛇龜為薛門氏陷阱捕抓之個體；在向山後方的裸露地芒草叢中，分別在 2009 年 4 月和 6 月採集到台灣草蜥，所以目前向山地區爬蟲類共發現 2 目 6 科 8 種。

表 3-4.4 向山穿越線觀察法記錄到的爬蟲類數量

	2008 年 12 月	2009 年 4 月	2009 年 6 月	2009 年 9 月	2009 年 12 月	2010 年 3 月	總隻次
台灣滑蜥			1			1	2
印度蜓蜥				2			2
赤尾青竹絲			1				1
斯文豪氏攀蜥	1			1			2
鈍頭蛇		1			1		2
龜殼花			1				1
							平均
單次總隻次	1	1	3	3	1	1	1.67±1.03
物種	1	1	3	2	1	1	1.5±0.84

(六) 哺乳類

2008年8月在向山放置薛門氏陷阱的努力量為120籠夜，2008年12月後改為放置80個薛門氏陷阱、12個台製鼠籠三個晚上，至2010年3月為止，共7次調查，哺乳類捕獲3隻小麝鼯、1隻長尾麝鼯和1隻刺鼠，僅佔陷阱捕獲動物總數量的23.81%，向山架設陷阱捕抓總努力量為1776個籠夜，捕獲21隻次，合5目6科7種，哺乳類的捕獲率僅0.39每百籠夜，陷阱捕獲的動物以盤古蟾蜍最多，佔所有捕獲動物數量的57.14%。（表3-4.5）。翼手目使用錄音法和架設豎琴網，僅發現台灣大蹄鼻蝠。

表 3-4.5 向山陷阱捕抓到的動物數量

	2008 年 8 月	2008 年 12 月	2009 年 4 月	2009 年 6 月	2009 年 9 月	2009 年 12 月	2010 年 3 月	總隻次	捕獲率
小麝鼯			1	1	1			3	0.17
長尾麝鼯			1					1	0.06
刺鼠						1		1	0.06
盤古蟾蜍			11				1	12	0.68
拉都希氏赤蛙			1					1	0.06
食蛇龜					1			1	0.06
白尾鴿		2						2	0.11
								平均	
單次總隻次	0	2	14	1	2	1	1	3±4.9	
物種數	0	1	4	1	2	1	1	1.43±1.27	

肆、結論與建議

一、結論

(一) 全區水域生態

日月潭潭區水域生物組成正隨著時間改變。在種類數上因外來種魚類的入侵而有增加的趨勢；在族群數量方面，因外來種（雙邊魚科及慈鯛科魚類）的擠壓，族群數量逐漸減少中。水里溪流流域水域生物組成相當豐富，魚蝦蟹種類組成與往年差異不大，但在魚類個體大小方面卻有逐漸趨於小型化的趨勢。日月潭潭區水域及水里溪流流域螺貝類歷年的生物組成的差異並不大，日月潭潭區水域以河殼菜蛤為優勢種，水里溪流流域螺貝類以瘤蟻為主。浮游生物歷年的生物組成的差異並不大，日月潭潭區水域的浮游生物以矽藻門為主，水里溪流流域也以矽藻門為主。

日月潭水域外來種的入侵不論在種類或是族群數量皆有逐年增加的趨勢，甚至成為湖中的優勢物種，直接或是間接地影響日月潭生態環境的變化，例如，河殼菜蛤導致原生種貝類族群銳減甚至消失，或是掠食性魚類的掠食特性導致湖中經濟魚蝦類資源的減少。魚類資源的管理與維護是日月潭區的重要議題之一，為了維持潭區魚類資源，每年在潭區都持續性地規劃放養數萬尾魚苗，在放養魚苗種類上建議以潭區內既有之物種為優先選擇。除此之外，建議漁業單位評估整個水庫的總基礎生產量與放養魚苗，以及撈捕數量上的問題，否則以目前的環境狀況而言，漁業資源並不豐富，漁撈效益也是有限。但是換個角度而言，過度的漁撈可以將大量的水體生質能（動植物的有機能量）移除，對於減少水體優養化的問題有相當重要的價值。因此在權衡兩害取其輕的原則下，怎樣達到生態平衡的地步，仍有許多應該研究的地方。除此之外，在日月潭水域最迫切的議題應是如何管制外來種，因為以目前潭區水域外來種種類增加的速度，日月潭很快將成為外來種的天堂。除了加強撈捕外來種，做更妥善的宣導管制，也是後續應該努力的地方。

(二) 全區陸域生態

1. 植物

蕨類植物絕大多數為植株脆弱的好陰性草本，受外在衝擊反應迅速顯著，環境條件改善後亦能很快恢復生機，適合作為環境監測指標。各步道的蕨類監測紀錄如

附錄六。

本監測的紀錄，各步道蕨類植物的種類增減變化很大，起伏大的達 30% 以上；除天候的影響外，地被的清理過於頻繁且徹底，也是主要的因素，經常有除草作業的地區如活動中心，監測中雖也有數量龐大的種類，但多為能適應強度干擾的雜草型蕨類，如假蹄蓋蕨、密毛小毛蕨等，數量雖大，就物種多樣性說是降低的。

2. 鳥類

本計劃經兩年 8 季的監測，日月潭風景區內各步道出現的鳥種數基本上維持規律性的季節波動，每條路程較短的步道，一次清晨兩小時左右的監測，均可期待有二十餘種的紀錄，冬春兩季鳥況會更豐富。各步道 8 次監測的鳥種累計均在 51~53 種之間，顯示日月潭周邊均質度甚高環境穩定。

3. 昆蟲類

昆蟲種類與數量繁多，且對環境改變具高敏感度，因此可藉由長期監測昆蟲的種類與數量的變化，用以預測干擾對環境影響的結果 (Didham *et al.*, 1996)。陸域昆蟲多樣性調查中，有許多不同採集方式，採用掉落式陷阱法，是因此法在標本處理上方便、易於保存，且昆蟲相大多屬於地棲性昆蟲，可以反映出當地土壤環境與植被的變化，適合用於長期監測。本區面臨環境重建、觀光資源開發及天災等因素對自然生態資源生態之影響，宜繼續進行定點定期之監測。

Margalef (1972) 認為夏農-威納多樣性指數對群聚中擁有稀有物種之組成變具較高敏感性，其值通常介於 1.5 至 3.5 之間，很少高於 4.5 或 5 (Magurran, 1988; Krebs, 1999)，本研究顯示各站昆蟲群聚組成受步道整修干擾或夏季雨量及颱風干擾影響，雖夏農-威納多樣性指數有波動且下降明顯，然而各站波動情形相似，且隨時間變化各站夏農-威納多樣性指數已能維持在 1.5 以上。顯示本地生態系對干擾具有彈性，有能力抵抗，維持在一定之適應範圍。

4. 兩棲、爬蟲、哺乳類

什麼時間是日月潭風景區內賞蛙的最好時機呢？日月周遭沿線大部分種類的兩棲類傾向以春夏為主要繁殖季，且偏好高溫潮濕的環境，從氣象因子和蛙鳴種類

數的關係中，溫度和降雨量是決定兩棲類種類數的兩大因子，因此想要觀察到最多種類的兩棲類，請選擇多雨高溫的夜晚。什麼地點是日月風景區內賞蛙的最好地點？以不同路段來看，131 縣道擁有最多的蛙類（17 種），投 62 縣道最低（14 種），辛普森指數和夏農-威納指數顯示，投 62 頭社地區的兩棲類多樣性不但最高，均勻度也最好；表示頭社盆地內傳統的農耕方式、溝渠以及人工池塘，對兩棲類的多樣性有所幫助，Knutson (2004)的研究亦認為在天然池塘缺乏的地區，農業環境內的人工池塘如果能適當維持其內的水質環境，便能使兩棲類的多樣性增加。

2008 年 6 月至 2010 年 3 月的調查期間，中國樹蟾、金線蛙和諸羅樹蛙等稀少物種並未記錄到，虎皮蛙、褐樹蛙和盤古蟾蜍等種類也少有記錄，這些種類，除因為甚少發出叫聲或是聲音很小，施測人員不容易察覺外，數量真得非常稀少也是原因之一，除此之外，叫聲監測施測的時間點和調查頻度也可能影響蛙鳴調查記錄。未來應多留意稀少種類的族群動態，亦可嘗試利用棲地佔據模式 (MacKenzie *et al.*, 2003)，使預測兩棲類族群變化更加準確。

本計畫以標準化的叫聲強度代表相對豐度，從 2002 年和 2009 年標準化叫聲強度改變及 2002 年至 2009 年各年間兩棲類的佔據情形看顯示，大部份物種皆呈現族群成長的態勢，顯示潭區周遭的棲地改變幅度雖大，但對兩棲類的影響卻不大。值得注意的是，黑蒙西氏小雨蛙不論在標準化的叫聲強度和佔據率方面都呈現族群量下降的趨勢。

風景區周圍步道的兩生類以盤古蟾蜍為主；後尖山步道和貓嘯山步道記錄到較多種類的兩棲類，可能與後尖山步道位於頭社盆地內，地處偏遠，較少人為干擾，且周遭農耕環境擁有許多水池和蓄水容器有關；而貓嘯山步道亦具有茶改場的蓄水池和水溝等潮濕環境可供兩棲類繁殖，自 2002 年至今，亦發現為數不少的兩棲類。相對後尖山步道和貓嘯山步道，水社大山的兩棲類種類顯得較為貧乏，可能跟水社大山上缺乏水源有關。

蛇類和蜥蜴的目擊地點多集中在台 21 甲環湖公路末端（18K 至 13.5K），該路段的特點為人為干擾小且有山壁水管提供爬蟲類產卵和庇護，以保育的觀點來看，該地區應列為重點保護區域；相較於常見的蜥蜴如印度蜓蜥和斯文豪氏攀蜥等，台灣草蜥目前只在向山後方的裸露地觀察到，棲地破碎化對於少部份分布侷限的物種

應更加注意。

2008年6月至2010年3月止，共記錄到1目5科18種兩棲類、2目9科26種爬蟲類和8目11科20種哺乳類，若合併2002年開始的調查記錄以及參考文獻，日月潭地區曾記錄1目6科22種兩棲類、2目13科38種爬蟲類和8目12科27種哺乳類，其中保育類有兩棲類的金線蛙、諸羅樹蛙、台北樹蛙，爬蟲類的食蛇龜、柴棺龜、哈特氏蛇蜥、黑眉錦蛇、斯文豪氏游蛇、雨傘節、環紋赤蛇、阿里山龜殼花、龜殼花與哺乳類的山羌、白鼻心、穿山甲和台灣獼猴，共16種保育類野生動物。

本計畫在兩年的調查內，記錄到11種新記錄，包括爬蟲類的阿里山龜殼花，哺乳類的大蹄鼻蝠、小蹄鼻蝠、棕蝠、摺翅蝠、長指鼠耳蝠、絨山蝠、高頭蝠、小麝鼯、穿山甲和台灣條紋松鼠，顯示日月潭風景區內，無論是爬蟲類或哺乳類動物，可能存在許多物種未被記錄，有待後續調查與研究。其中翼手目的新記錄種佔了大部份（63.63%），而在我們與日月潭地區居民的訪談中，大部份居民也對翼手目不了解，顯見由於調查方法的限制和蝙蝠不易以肉眼辨識，使我們對於日月潭地區的翼手目動物仍所知甚少；對翼手目動物有計畫的監測，應是未來需努力的方向。

在道路目擊哺乳類的次數僅20筆資料，且有部分是遭車輛輾斃的個體；水社大山和集集大山的記錄也非常稀少，可能跟哺乳類天性隱密且長期接觸人類早有戒心有關，未來可考慮使用自動照相機，或許能收集更多的資料。

本計畫自2008年6月至2010年3月止，合併所有的樣區和調查方法，共記錄到1目5科18種兩棲類、2目9科26種爬蟲類和8目11科20種哺乳類，若包含2002年開始的調查記錄以及參考文獻，日月潭地區共記錄1目6科22種兩棲類（附錄十）、2目13科38種爬蟲類（附錄十一）和8目12科27種哺乳類（附錄十二），其中保育野生動物有兩棲類的金線蛙、諸羅樹蛙、台北樹蛙，爬蟲類的食蛇龜、柴棺龜、哈特氏蛇蜥、黑眉錦蛇、斯文豪氏游蛇、雨傘節、環紋赤蛇、阿里山龜殼花、龜殼花和哺乳類的山羌、白鼻心、穿山甲和台灣獼猴等16種。新記錄種共11種，大部份為翼手目動物，包括大蹄鼻蝠、小蹄鼻蝠、棕蝠、摺翅蝠、長指鼠耳蝠、絨山蝠與高頭蝠，其他為阿里山龜殼花、小麝鼯、穿山甲和台灣條紋松鼠。風景區內各主要定點記錄資料請見表3-2.11。

(三) 日月潭水質監測

日月潭水體之 pH 值皆穩定維持於 8~9 之間，並未隨著季節的轉化而有所差異，因夏季多雨造成水質稀釋，使得導電度呈現逐漸下降，而當雨量漸減時，導電度則逐漸恢復至正常水準。夏季時之溶氧會偏低，但本季的溶氧值仍高於環保署所訂之陸域甲類水體水質標準(6.5mg/L)，顯示水質狀況一直維持良好的狀況。氨氮值皆在 0.1 mg/L 以下，且硝酸鹽氮濃度介於 400~800 $\mu\text{g/L}$ 之間，顯示營養鹽污染程度較低。夏季因較強之光合作用而導致葉綠素 a 濃度較高，但整體而言，濃度大多低於 2 $\mu\text{g/L}$ 以下，屬於貧養的分類等級。根據 Carlson 優養複合指標的計算，若僅考慮葉綠素 a 與透明度兩項因子的話，數值大多介於 40~50 之間，表示日月潭的水質條件屬於普養程度的水質分類。

藉由人工同步採樣分析結果之驗證，目前水質連續自動監測站所測得之數據應有相當高之代表性。

(四) 向山

1. 鳥類

本計劃在向山地區記錄了 81 種鳥類，其中黃頭扇尾鶯(2008 年 12 月)、5 種海洋性的燕鷗(2009 年 8 月)、南亞夜鷹(2009 年 12 月)，等 7 鳥種皆為日月潭地區的新紀錄種，風景區的鳥種紀錄至目前增加為 145 種(如包括頭社的棕三趾鶉則為 146 種)，約為整個台灣地區鳥種的 27%，是推廣大眾旅遊兼賞鳥的理想場所。

向山地區除有發育良好的次生林、鄰近湖邊的水岸與風景區其他地區類似，另有風景區內少有的高草環境，生境多樣性相對較高，出現鳥種的豐富度亦高，向山這單一小範圍，經兩年調查，能有 81 種紀錄誠屬難得。

2. 植物

向山地區的環境可分為幾個型態：主體為向山，其坡面為發育良好次生林，東面為沿潭邊的水岸，北邊水窪處有一草澤區，西面與 21 甲公路間為大面積平坦地形，南側與明潭進水口間為一片以五節芒為主的高草稀樹區域，形成較為複雜多樣的棲地，就單一地區而言，植物種類相對較一般步道豐富，尤其向陽性的草本植物，不少種類為日月潭地區僅有。

3. 昆蟲

本研究顯示各站昆蟲群聚組成受步道整修干擾或夏季雨量及颱風干擾影響，雖夏農-威納多樣性指數有波動且下降明顯，然而各站波動情形相似，且隨時間變化各站夏農-威納多樣性指數已能維持在 1.5 以上。

4. 兩棲、爬蟲、哺乳類

向山調查開始時，行政中心工程已經開始，而工地周遭環境時常面臨人工機具的破壞剷平，過去曾記錄到為數眾多的虎皮蛙和其他兩棲類亦消失得無影無蹤。向山施工前缺乏有系統、持續的調查，要探討工程對動物族群有何影響？從為期兩年的調查中難以得知；但可以肯定的是，向山周遭的野生動物族群和種類，的確不在少數。

向山附近的人為干擾非常頻繁，雖然自 2008 年 12 月，增加兩條穿越線，每季架設陷阱捕抓哺乳類，整體的捕獲率仍非常的低，全部的哺乳類捕獲率不過每百籠夜 0.39 隻個體；尤其是第三條穿越線在 2009 年 9 月曾遭到破壞，開出一條新的道路。此外，我們使用薛門氏陷阱也可能捕抓不到體型較大的哺乳類，可能是導致捕獲率很低的原因。

二、建議

(一) 全區水域生態

含括在計畫調查範圍內的風景區水域約略可分為日月潭潭區、水里溪流域二個水域，分別針對現階段風景區水域最為迫切之水域問題討論及管理規劃之建議。

1. 日月潭區：

長久以來一直是著名的觀光旅遊景點、宗教團體放生祭典及民眾棄養魚類的好去處，日積月累之下已出現不少外來種，包括河殼菜蛤、雜交種吳郭魚、線鱧、暹羅雙邊魚、雙斑伴麗魚及布氏羅非魚等相繼出現，這些外來種的出現或多或少對潭區水域生態都有影響，例如暹羅雙邊魚(玻璃魚)族群數量暴增導致 條(奇力魚)減產的情況，突顯民眾錯誤飼養觀念影響生態的問題，所以現階段對於潭區水域外來種入侵的管制需特別注意。建議向民眾加強宣導，若不願意繼續飼養家中的觀賞魚，可帶到住家附近水族賣場的水族類棄養收容中心，以防止棄養行為在日月潭水域持續蔓延。

2. 水里溪流域：

水里溪流域因水力發電的設置，使河川生態系被抽蓄水庫分割成兩大部分，包括抽蓄電廠上游(石觀音樣站)及下游之河段(明潭電廠下游站、水里橋站)。

a 石觀音站：

附近水域環境自然，水流穩定、水量適中、水質清澈及擁有豐富的水域生態資源，適合一般民眾的親水活動，但基於生態保育之考量，應維持現況以減少多餘之工程設施而產生反效果。由於民眾親水頻率高，所以石觀音樣站目前需特別注意的問題為民眾親水所帶來之垃圾問題及疏濬工程的重機械干擾等。

b 明潭電廠下游站及水里橋站：

因抽蓄水庫調節性洩洪導致水量變化過大之問題，並不適合一般民眾太接近河川以免發生危險。另外，水里溪橋樣站附近在歷次的調查中皆可發現相當多的雜交種吳郭魚，顯示附近外來種問題的嚴重性，所以需加強外來種入侵問題之控管。

(二) 全區陸域生態

1. 植物

日月潭地區整體而言是蕨類植物相當豐富的環境，適合做為蕨類植物認識的初階路線；以下列出各監測步道均曾出現的常見種類有如下 28 種，以作為進入蕨類世界的入門介紹：

- a 著生蕨類：崖薑蕨、瓦葦、台灣山蘇、杯狀蓋骨碎補。
- b 樹蕨類：鬼桫欏、台灣桫欏、筆筒樹。
- c 樹林下大型蕨類：觀音座蓮蕨、逆羽裡白、金狗毛、台灣金狗毛、栗蕨、粗毛鱗蓋蕨、熱帶鱗蓋蕨、瓦氏鳳尾蕨、烏毛蕨、廣業鋸齒雙蓋蕨。
- d 林下小型蕨類：虎克氏鱗蓋蕨、箭葉鳳尾蕨、半邊羽裂縫尾蕨、三角脈鳳尾蕨、腎蕨。
- e 路邊雜草型蕨類：小毛蕨、野小毛蕨、密毛小毛蕨、大金星蕨、假蹄蓋蕨。

為此建議，在步道旁無安全顧慮的地方，地被的清理維護若能放任些，在一定的時間後，必能增加各步道的植物豐富度，當有助於自然生態的導覽解說。

日月潭地區的外來種蕨類植物目前僅零星記錄到藍地柏及粉葉蕨，本季監測在慈恩塔停車場上方新紀錄到人工種植的外來種-波士頓腎蕨，從維護自然生態觀點看來，建議在未蔓延開來之前應盡速去除，改以原生種做景觀佈置。

2. 鳥類

本計劃經兩年 8 季的監測，日月潭風景區內各步道出現的鳥種數基本上維持規律性的季節波動，每條路程較短的步道，一次清晨兩小時左右的監測，均可期待有二十餘種的紀錄，冬春兩季鳥況會更豐富。各步道 8 次監測的鳥種累計均在 51~53 種之間，顯示日月潭周邊均質度甚高環境穩定。

建議於步道的適當地點，針對常見的優勢鳥種，設立解說牌，可幫助有興趣的遊客對風景區鳥類的認識。

日月潭風景區的鳥類相豐富而多樣，雖有大面積的水域環境，因位居內陸少有大量過境水鳥，依水而居的種類所佔比例不高，鳥類組成以陸鳥為主，在台灣類似的區域裡算是值得推介賞鳥活動的地方，如考量交通及食宿的方便性，則是非常理想的大眾賞鳥路線。

賞鳥路線建議：

- a. 對於住宿遊客，基本上只要離開聚落中心區域，如水社區可往涵碧半島，德化社地區可往潭南的道路或 21 甲，其他住宿地點附近只要有小片樹林日月潭常見的鳥種都不難發現。
- b. 只能短暫停留二小時以內的遊客：(預期常見鳥種：珠頸斑鳩、洋燕、白頭翁、紅嘴黑鵝、小彎嘴鵝、樹鵲、綠繡眼、小卷尾、紅頭穗鵝、繡眼雀鵝、黑枕王鶇、五色鳥...)。
 - I. 路經 21 號公路，可停留
 - i. 教師會館周邊，繞經老人會館出停車場(本區繡眼雀鵝紀錄稀少，冬季藍磯鶇穩定，老人會館後方水域常有紅冠水雞、小鸕鶿)
 - ii. 向山工地後方的進水口附近及向山南側高草地及樹林邊(本區鷓鴣類數量普遍)
 - iii. 頭社水庫步道。
 - II. 路經 21 甲環湖公路：可停留
 - i. 松柏崙道
 - ii. 水蛙頭步道(3~7 月繁殖季有大量牛背鶇、小白鶇、夜鶇，冬季有小水鴨渡冬)
 - iii. 水蛙頭步道
 - iv. 青年活動中心(本區灰喉山椒、小啄木較穩定易見)
 - v. 慈恩塔入口處 f.21 甲德化社至玄光寺沿途。

以上步道若有時間於清晨停留更長時間可預期增加綠鳳鶇、台灣紫嘯鶇、黑冠

麻鷺等種類，冬季裡黃痣藪鷗、白耳奇鷗、冠羽鳳鷗、綠背山雀等高山降遷種數量較多。而環境為高大草叢區如向山或 21 甲 4.5K 附近則可期待白環鸚嘴鶉、台灣畫眉、紅喉歌鶉(冬季)等種類。

對於有賞鳥經驗者，日月潭亦有值得追尋的鳥種，如朱鷗(向山及玄奘寺至慈恩塔一帶)、花翅山椒、綠啄花(慈恩塔入口出附近)、台灣畫鷗(向山進水口附近)、棕三趾鶉(頭社盆地的旱作耕地)。

3. 昆蟲類

目前約有 95% 的陸域環境受到人類活動影響，其中主要包含了農業活動，而高達 98% 以上的糧食則由這些農業棲地提供 (Paoletti, 1995)，無脊椎動物作為反映環境的指標生物具有相當的潛力 (Paoletti *et al.*, 1991)，尤其地棲性無脊椎動物如螞蟬、昆蟲幼蟲以及彈尾目、總尾目昆蟲等等，更可以反應出土地耕作與植被覆蓋的情形 (Paoletti, 1995)。自然界中，昆蟲與植物物種組成與棲地有密切關係，而棲地裡的植物作為提供植食性昆蟲的生產者以及提供昆蟲棲所，若是受到天災或是人力干擾 (土地利用方式：耕作、施肥以及人造林等等) 而改變了整個植物相，由於生產者的改變，導致初級消費者以及更高階消費者受到影響，最終使得整個昆蟲群聚結構也隨之改變 (Kim, 1993; Greenberg and McGrane, 1996; Humphrey *et al.*, 1999)。相關單位經營管理上，建議應種草植樹，進行綠化工程，以增加森林覆蓋率、增加綠化覆蓋率，達到增加昆蟲棲息地為目標。

4. 兩棲、爬蟲、哺乳類

道路上常見路斃的野生動物，其中不乏保育類動物，如環紋赤蛇等、領角鴉等遭往來車輛撞斃。路死動物多集中在投 62 頭社盆地，建議未來可以考慮在該路段設立告示牌提醒駕駛人小心來往野生動物，並嘗試了解車輛對沿線野生動物族群的影響。

(三) 日月潭水質監測

目前監測來說日月潭水質雖維持穩定狀態，但因應開放陸客來台，觀光客大增，以致污水量增加。而日月潭第二座的汙水處理廠即將運作，排放至日月潭區內的污水量也相對的大增。因此對未來日月潭水質的監測更須重視。

(四) 向山

1. 鳥類

本計劃在向山地區記錄了 81 種鳥類，其中黃頭扇尾鶯(2008 年 12 月)、5 種海洋性的燕鷗(2009 年 8 月)、南亞夜鷹(2009 年 12 月)，等 7 鳥種皆為日月潭地區的新紀錄種，風景區的鳥種紀錄至目前增加為 145 種(如包括頭社的棕三趾鶉則為 146 種)，約為整個台灣地區鳥種的 27%，是推廣大眾旅遊兼賞鳥的理想場所。

向山地區除有發育良好的次生林、鄰近湖邊的水岸與風景區其他地區類似，另有風景區內少有的高草環境，生境多樣性相對較高，出現鳥種的豐富度亦高，向山這單一小範圍，經兩年調查，能有 81 種紀錄誠屬難得。

2. 植物

向山地區的環境可分為幾個型態：主體為向山，其坡面為發育良好次生林，東面為沿潭邊的水岸，北邊水涯處有一草澤區，西面與 21 甲公路間為大面積平坦地形，南側與明潭進水口間為一片以五節芒為主的高草稀樹區域，形成較為複雜多樣的棲地，就單一地區而言，植物種類相對較一般步道豐富，尤其向陽性的草本植物，不少種類為日月潭地區僅有。

3. 昆蟲

本區面臨環境重建、觀光資源開發及天災等因素對自然生態資源生態之影響，宜繼續進行定點定期之監測。

相關單位經營管理上，建議應種草植樹，進行綠化工程，以增加森林覆蓋率、增加綠化覆蓋率，達到增加昆蟲棲息地為目標。

4. 兩棲、爬蟲、哺乳類

在日月潭風景區內，台灣草蜥僅在向山周圍芒草地記錄到。建議保留向山南與進水口間的芒草地並盡量減少向山周圍植被的清除，提供生物多樣化的棲地。

伍、參考文獻

1. 台灣省水污染防治所，日月潭水庫水質管理規劃報告，1983。
2. 台灣省政府環境保護局，日月潭水庫水質特性研究報告，1984。
3. 行政院環境保護署，甘泉計劃(I)水庫水質維護大型計劃-子計劃(二)水庫優養化資料庫及專家系統研究(第一年)，1990。
4. 行政院環境保護署，水庫監測與集水區污染防治規劃-台灣地區水庫水質評析與水質管理規劃，1999。
5. 行政院環保署，板新水源保護區、翡翠水庫水源集水區氮、磷污染調查、分析及整治規劃，2000。
6. 行政院環保署，八十九年度台灣地區主要水庫水質監測計劃，2001。
7. 行政院環保署，九十年度台灣地區主要水庫水質監測計劃，2002。
8. 交通部觀光局日月潭國家風景區管理處，
<http://www.sunmoonlake.gov.tw/sml/sitemap.htm>
9. 向高世，2008。台灣蜥蜴自然誌。天下文化出版。
10. 向高世、李鵬翔、楊懿如，2009。台灣兩棲爬行類圖鑑。貓頭鷹出版。
11. 朱木壽、蔡易良，非點源污染對水庫優養化之影響，學士論文，逢甲大學水利工程學系，1991。
12. 呂光洋、杜銘章、向高世，1999。台灣兩棲爬行動物圖鑑。大自然雜誌社出版。
13. 林華慶，1996。南投縣的爬蟲類。特有生物保育中心出版。
14. 林華慶、洪典戊，1995。南投縣爬蟲類動物之調查。台灣省特有生物研究保育中心。
15. 吳健民、洪銘堅，水資源開發與環境-台灣地區水庫優養潛勢之分析，環境保護與污染防治，第 93-105 頁，1988。
16. 吳俊哲、胡苔莉、吳志超、郭鍾秀，”日月潭水庫水質自動監測系統設置及研究”計畫，南投縣環保局，2003。

17. 胡峻毓。2001。關刀溪森林生態系華南鼬 (*Mustela sibirica*) 與長尾麝鼩 (*Crocidura kurodai*) 食餌昆蟲之碎片分析。國立中興大學昆蟲學系碩士論文。94 頁。
18. 高橋良一。1930。日月潭的昆蟲概觀 (日文)。台灣博物學會報 20: 145-156。
19. 陳育偉，應用多變量統計方法辨識水庫優養化，台灣大學農業工程研究所碩士論文，1994。
20. 郭美華、謝易霖、丘明智。2006。日月潭地區陸域昆蟲多樣性調查。台灣昆蟲 26 (2): 125-142。
21. 郭振泰、溫清光、曾怡禎、陳樹群、邱瑤，”鳳山水庫優養之探討與模擬(一)(二)” ，行政院環境保護署，國立台灣大學土木工程學研究所，1989。
22. 郭振泰、吳俊宗、吳建鎡、馬培穎，”台灣地區給水水源優養化評估法之建立及其優養程度調查(一)” ，行政院環境保護署，國立台灣大學土木工程學研究所，1990。
23. 許富雄，1999。台灣西部六縣市的野生動物組成及分布。1999 生物多樣性研討會論文集 p. 324-326。台灣省特有生物研究保育中心。
24. 許富雄，1999。兩棲類及爬蟲類之調查法。野生動物資源調查方法研習會手冊 p. 69-75。台灣省特有生物研究保育中心。
25. 張書忱。1965。昆蟲分類學。國立中興大學。640 頁。
26. 詹智全，國內水庫優養化評估因子及藻類指標間之相關性研究，中興大學環境工程研究所碩士論文，2001。
27. 程樹森，台北地區蓄水庫優養潛勢之初步探討及藻類去除技術之研究，台灣大學環境工程研究所碩士論文，1986。
28. 馮豐隆、楊正澤、蔡尚惠。1998。以東北角海岸國家風景特定區之植生與昆蟲為例探討整合性森林資源調查與監測。農林學報 47: 67-87。
29. 楊正澤。1995。利用黃色黏蟲紙調查惠蓀林場第三林班昆蟲資源。中興大學實驗林研究報告 17: 77-91。
30. 經濟部水資源統一規劃委員會，台灣地區重要水庫水質暨優養化之研究，1993。

31. 鄭錫奇、張簡琳玟、張仕緯，1995。南投縣哺乳類動物之調查。台灣省特有生物研究保育中心。
32. 駱尚廉、蔡淑芬，水庫優養化專家系統初探—水質評估，中國環境工程學刊，第二卷第一期，1992。
33. 盧堅富、林麗紅，1995。南投縣兩棲類動物之調查。台灣省特有生物研究保育中心。
34. 關永才、巫奇勳、陳鴻銓、邱嘉德、莊銘豐、徐敏益，2003。台灣中部地區生物資源調查集研究之五—兩棲爬蟲動物。台灣生物資源調查與研究研討會論文集 pp. 89-105。國立中山大學。
35. Alenka Gaberšcik and Olga Urbanc-Bercic, “Monitoring Approach to Evaluate Water Quality of Intermittent Lake Cerknica”, *Wat. Sci. Tech.*, Vol. 33, No. 4-5, 357-362, 1996.
36. Basset, T., and V. Novotny. 1999. Species richness of insect herbivore communities on *Ficus* in Papua New Guinea. *Biol. J. Linn. Soc.* 67: 477-499.
37. Blanche, K. R., A. N. Andersen, and J. A. Ludwig. 2001. Rainfall-contingent detection of fire impacts: responses of beetles to experimental fire regimes. *Ecol. Appl.* 11: 86-96.
38. Carlson, R.E., “A Trophic State Index for Lakes”, *Limnol. Oceanogr.*, 22(2): 361-369, 1977.
39. Ceballos, B. S. O., König, De A. and Oliverira, J. F. De, “Dam Reservoir Eutrophication : A Simplified Technique for a Fast Diagnosis of Environmental Degradation”, *Wat. Res.*, 32, 3477-3483, 1998.
40. Didham, R. K., J. Ghazoul, N. E. Stork, and A. J. Davis. 1996. Insects in fragmented forests: a functional approach. *Trends Ecol. Evol.* 11: 255-260.
41. Edomondon, W.T., “Secchi Disk and Chlorophyll”, *Limnol. Oceanogr.* 25(2): 378-379.
42. Frost, D. R., 2010. Amphibian species of the world: an online reference. Version 5.4 (8 April, 2010). Electronic database accessible at <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/> American Museum of Natural History, New York, USA.
43. Fruh, E. G., “The Overall Picture of Eutrophication”, *J. WPCF*, Vol. 39, No. 9, 435-442, 1967.

44. Greenberg, C. H., and A. McGrane. 1996. A comparison of relative abundance and biomass of ground-dwelling arthropods under different forest management practices. *For. Ecol. Manage.* 89: 31-41.
45. Goulet, H., and J. T. Huber. 1993. *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families*. Agriculture Canada Research Branch Monograph, Canada. 668 pp.
46. Henderson-Sellers, B., Markland, H. R., “Decaying Lakes, the Origins and Control of Cultural Eutrophication”, New York, 1987.
47. Hoback, W. W., T. M. Svatos, S. M. Spomer, and L. G. Higley. 1999. Trap color and placement affects estimates of insect family-level abundance and diversity in a Nebraska salt marsh. *Entomol. Exp. Appl.* 91: 393-402.
48. Humphrey, J. W., C. Hawes, A. J. Peace, R. Ferris-Kaan, and M. R. Jukes. 1999. Relationships between insect diversity and habitat complexity in plantation forests. *For. Ecol. Manage.* 113: 11-21.
49. Jones, R. A., Lee, G. F., “Recent Advances in Assessing Impact of Phosphorus Loads on Eutrophication-related Water Quality”, *Wat. Res.*, Vol. 16, 503-515, 1982.
50. Kim, K. E. 1993. Biodiversity, conservation and inventory: why insects matter. *Biodiv. Conserv.* 2: 191-214.
51. Knutson, M. G., W. B. Richardson, D. M. Reineke, B. R. Gray, J. R. Parmelee, and S. E. Weick. (2004). Agricultural pond support amphibian populations. *Ecological Applications* 14: 669-684.
52. Krebs, C. J. 1999. *Ecological methodology*. 2nd ed. Addison-Welsey Educational Publishers, Menlo Park, CA. 620 pp.
53. Ludwig, J. A., and J. F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing*. Wiley, New York. 337 pp.
54. MacKenzie, D. I., J. D. Nichol, J. E. Hines, M. G. Knutson, and A. B. Franklin (2003). Estimating site occupancy, colonization and local extinction probabilities when a species is detected imperfectly. *Ecology* 84:2200-2207.
55. Malthus, T.J. and Dekker, A.G., “First Derivative Indices for the Remote Sensing of Inland Water Quality Using High Spectral Resolution Reflectance, *Environment International*”, Vol. 21, No. 2, 221-232, 1995.

56. Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Trans. Connect. Acad. Arts. Sci.* 44: 211-235.
57. Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey. 179 pp.
58. Moore, N. W. 1991. Observe extinction or conserve diversity? pp. 1-8. *In*: Collins, N. M., and J. A. Thomas, eds. *The Conservation of Insects and Their Habitats*. Academic Press, London.
59. Morihiro, A., Outoski, A., Fuhushima, T., Kawai, T., Hosome, M. and Muraoka, K., "Application of Modified Carlson's Trophic State Index to Japanese Lakes and It's Relationships to Other Parameters Related to Trophic State", *Res. Rep. Natl. Inst. Environ. Stud.*, 23, 12-30, 1981.
60. Paoletti, M. G. 1995. Biodiversity, traditional landscapes and agroecosystem management. *Landsc. Urban Plann.* 31: 117-128.
61. Paoletti, M. G., M. R. Favretto, B. R. Stinner, F. F. Purrington, and J. E. Bater. 1991. Invertebrates as bioindicators of soil use. *Agric. Ecosyst. Environ.* 34: 341-362.
62. Paoletti, M. G. 1995. Biodiversity, traditional landscapes and agroecosystem management. *Landsc. Urban Plann.* 31: 117-128.
63. Paoletti, M. G., M. R. Favretto, B. R. Stinner, F. F. Purrington, and J. E. Bater. 1991. Invertebrates as bioindicators of soil use. *Agric. Ecosyst. Environ.* 34: 341-362.
64. Pieterse, E. C., L. M. Addison, J. N. Agobian, B. Brooks-Solveson, J. Cassani, and E. M. Everham III (2006) Five years of the southwest Florida frog monitoring network: changes in frog communities as an indicator of landscape change. *Florida Scientist* 69 (00S2):117-126.
65. Somlyódy, L., "Eutrophication Modeling, Management and Decision Making: the KIS-BALATON Case", *Wat. Sci. Tech.*, Vol. 37, No. 3, 165-175, 1998.
66. Teuben, A., and H. A. Verhoef. 1992. Direct contribution by soil arthropods to nutrient availability through body and faecal nutrient content. *Biol. Fertil. Soils* 14: 71-75
67. Teuben, A., and H. A. Verhoef. 1992. Direct contribution by soil arthropods to nutrient availability through body and faecal nutrient content. *Biol. Fertil. Soils* 14: 71-75.

68. Uetz, P., and J. Hallermann. 2009. The JCVI/TIGR reptile database. Database last updated 18 Oct, 2009. Electronic database accessible at <http://www.reptile-database.org/> Zoological Museum Hamburg, Germany.
69. U.S. Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/>.
70. USGS, "Guidelines and Standard Procedures for Continuous Water-Quality Monitors: Site Selection, Field Operation, Calibration, Record Computation, and Reporting", Reston, VA, US, 2000.
71. Wilson, D. E., and D. M. Reeder (editors). 2005. Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference (3rd ed). Electronic database accessible at <http://www.bucknell.edu/msw3/> Johns Hopkins University, USA