

## 太魯閣國家公園昆蟲群聚與功能之研究

孫旻璇<sup>1</sup>、呂至堅<sup>1</sup>、陳建仁<sup>1</sup>、林佳宏<sup>1</sup>、王俊凱<sup>1</sup>、徐瑋峰<sup>1,2</sup>

(收稿日期：2007 年 6 月 4 日；接受日期：2007 年 6 月 19 日)

### 摘 要

本研究於太魯閣國家公園範圍內區分出各種主要植被帶之林型，蒐集相關資訊，並進行實地昆蟲資源調查，藉由多樣性指數的呈現來了解昆蟲（鱗翅目、鞘翅目為主）的組成及其與環境間之關係，同時調查各種植被帶的優勢種及可能的指標種，並與歷年的昆蟲調查成果作比較分析，以提供管理處最佳的管理與經營方針。2006 年度主要調查海拔 2000 公尺以上的地區，於六個主要樣區發現蝴蝶的多樣性差異頗大，蛾類的豐富度以中海拔的碧綠一帶最為豐富，各個植被林型的鞘翅目昆蟲的組成也有明顯不同。調查至十月底止已記錄到不少保育類、特有及稀有的物種，建議可以針對園區內一些主要的熱點做長期的監測或是針對某些分佈於太魯閣國家公園境內生態習性不明確的重要物種進行深入的調查及研究。

**關鍵詞：**昆蟲群聚，多樣性指數，保育

### 一、前 言

台灣昆蟲記載始自 1684 年之「福建通志」，科學性的記載和描述則可追溯至 1845 年(朱，1973)。根據周等 (1992)，到了 1991 年台灣記錄之昆蟲種類已達 17769 種。

楊 (1989a,1991a)指出昆蟲對人類具經濟、生態教育及文學、藝術和娛樂功能。台灣昆蟲資源之利用由來已久，近二十年來在環保意識抬頭、法令限制、工資高昂及國外競爭等因素衝擊下，傳說的昆蟲產業已漸式微(楊，1990)，但昆蟲作為生態教育素材的價值，以及在環境評估上的重要性則日益彰顯。因此在知識及資訊發達的現代，如何將昆蟲資源資料結合多樣性指數分析昆蟲的生態需求及與環境間之關係，實為刻不容緩之事。如能有效了解各種昆蟲與環境間之關係，不但能作為政府在推行生態旅遊時最好的觀賞資源，也能當作未來保育及復育的基礎，亦能使具特色之昆蟲及棲地受到更好的保護。

太魯閣國家公園成立之後昆蟲資源相關的研究調查計畫已有下列成果：楊 (1989b) 針對管理處附近、白楊瀑布及橫貫公路沿線等處調查，結果記錄陸域昆蟲 474 種 (12 目 74 科) 及

---

1. 國立台灣師範大學生命科學系。

2. 通訊作者。E-mail: t43018@ntnu.edu.tw

水域昆蟲 51 種 (7 目 29 科)。陳 (1989) 針對合歡山地區箭竹草原的昆蟲相做初步研究, 採集到的昆蟲數量約有一萬八千餘隻, 分屬 12 目 59 科。張與范 (1989) 針對綠水、洛韶及畢祿溪等三個不同海拔地區的蛾類相做調查, 結果發現特有種或特有亞種比例頗高。趙 (1989) 針對胡蜂 (vespids) 進行研究, 共調查到 13 種。楊 (1991b)、楊 (1992) 及楊 (1993) 分別針對高海拔地區的昆蟲及其生態進行研究, 除了發現一些保育類昆蟲外也記錄了 3 科 12 種有待發表的新種。楊 (1998) 在綠水合流步道調查到 112 種蝶類, 楊 (1999) 於綠水、神秘谷步道、布洛灣、白楊步道、梅園、慈恩、碧綠、關原等地記錄園區內螢火蟲共 20 種。黃 (2000) 針對立霧流域的水棲昆蟲做調查, 共記錄到 9 目 52 科 107 種。楊與黃 (2005) 執行園區之砂卡礑溪兩棲類及水棲昆蟲的調查監測計畫, 在水棲昆蟲方面記錄有 37 科 54 屬 78 種之多, 以蜉蝣目、積翅目、毛翅目為主要組成。

上述多位學者的研究成果對於太魯閣國家公園基礎的昆蟲資源、生態資料等貢獻良多, 除了發現許多台灣特有種及保育類昆蟲外, 更有一些是本地區才有分佈的物種。然而, 不久前國內學者在此地區發現了台灣新種的蝴蝶—「高山鐵灰蝶 (*Teratozephyrus elatus*)」, 並命名發表於英國期刊「自然史」(Hsu & Lu, 2005), 由於蝶類在昆蟲中是研究得最為透徹的類群, 在太魯閣地區卻在千禧年後仍有新種發現, 可見太魯閣國家公園境內昆蟲資源不但豐富, 而且還有進一步深入調查的必要。為了對國家公園園區內昆蟲相作通盤性瞭解, 同時提供利用昆蟲進行環境監測的目的, 運用多樣性指數來進行昆蟲相調查是切實可行的手段。另外, 國家公園遊客眾多, 其活動是否會對環境造成影響也是管理處十分關切的問題; 而調查結果對於未來園方保育經營管理效益也會甚有裨益。

本研究於太魯閣國家公園範圍內將台 14 甲線及台 8 線沿線之各種植被帶之林型, 蒐集相關資訊, 並進行實地昆蟲資源調查, 藉由多樣性指數的呈現來了解昆蟲 (鱗翅目、鞘翅目為主) 的組成及其與環境間之關係, 同時調查各種植被帶的優勢種及可能的指標種。

## 二、研究方法

### (一) 樣區設置

本研究於 95 年 5 月至 11 月進行採樣及資料收集, 選定太魯閣國家公園境內, 中橫公路海拔 2000 公尺以上區域作為研究區域, 沿途主要經過合歡山、松泉崗、大禹嶺、關原、碧綠、慈恩等六處, 以上地點依據徐等 (2001) 對台灣山地所作的植被分類, 分屬於以下各種植被類型, 本次研究分別在研究區域內選取適合的植被類型, 設置五個定點調查樣區, 此外也劃設四條穿越線進行蝴蝶調查研究。以下即是中橫沿線上述六個研究樣區的主要植被分類:

1. 合歡山小風口: (1) 寒溫性竹灌叢: 以玉山箭竹 (*Yushania niitakayamensis*) 為主要植被。(2) 亞高山草地: 以台灣短柄草 (= 川上短柄草 *Brachypodium kawakamii*) 為主要植被。(3) 寒溫性針葉林: 以台灣冷杉 (*Abies kawakamii*) 為主要植被, 混有台灣鐵杉 (*Tsuga formosana*)、紅毛杜鵑 (*Rhododendron rubropilosum*)、台灣

華山松 (= 台灣果松 *Pinus masteriana*)、台灣二葉松 (*Pinus taiwanensis*)。此樣區海拔介於 3000~3200 公尺，年均溫約為 6°C 左右，是一典型的高海拔樣區。天氣常是陽光普照紫外線特別強烈氣溫回升，或是雲霧籠罩飄起細雨溫度驟降，變化非常劇烈

2. 松泉崗：(1) 山地常綠、落葉闊葉混交林：以台灣紅榨槭 (*Acer rubescens*)、昆欄樹 (*Trochodendron aralioides*) 等為主要植被。(2) 山地常綠闊葉林：以樟科 (*Lauraceae*)、殼斗科 (*Fagaceae*) 植物為主要組成。(3) 山地涼溫性針葉林：以台灣雲杉 (*Picea morrisonicola*) 及台灣華山松為主要組成，林下有玉山箭竹混生其中。此研究樣區海拔介於 2400~2500 公尺，年均溫約為 10°C 左右，是屬於中高海拔樣區。
3. 大禹嶺：(1) 山地常綠、落葉闊葉混交林：以台灣二葉松、尖葉槭 (= 川上氏槭 *Acer insulare*)、昆欄樹等為主要植被。(2) 乾性落葉闊葉灌叢：以白毛柳 (*Salix tagawana*) 群落為主。此樣區海拔介於 2400 公尺左右，年均溫約為 10°C 左右，是屬於中高海拔樣區。
4. 關原：(1) 河岸落葉闊葉林：以台灣赤楊 (*Alnus formosana*) 為主要植被。(2) 山地常綠硬葉林：以高山櫟 (*Quercus spinosa*) 為主要植被，常與台灣二葉松混生。此樣區海拔介於 2200~2300 公尺，是屬於中高海拔樣區。
5. 碧綠：(1) 山地涼溫性針葉林：以台灣雲杉 (*Picea morrisonicola*)、台灣鐵杉 (*Tsuga formosana*)、昆欄樹、森氏櫟 (= 赤柯 *Quercus morii*)、水絲梨 (*Sycopsis sinensis*)、狹葉櫟 (*Q. stenophylloides*)、台灣紅榨槭、台灣掌葉槭 (*Acer palmatum*) 等為主要植被。此樣區海拔介於 2100 公尺左右，是屬於中高海拔樣區。
6. 慈恩：(1) 山地涼溫性針闊葉混生林：以台灣雲杉、台灣鐵杉、昆欄樹、森氏櫟、水絲梨、狹葉櫟等為主要植被。此樣區海拔介於 1900~2000 公尺左右，是屬於中高海拔下緣樣區。

## (二) 調查方式

1. 日間穿越線調查：穿越線調查法常運用於鳥類和昆蟲的調查，像是蝴蝶、蜻蜓及蝗蟲 (Pollard & Yates, 1993; Wagner et al., 2000)。本研究於合歡山、松泉崗、關原及慈恩等四個樣區分別設置 2km 穿越線，於調查期間擇上午時段天氣狀況良好時進行約 2 小時的徒步調查，沿途記錄觀察到的蝴蝶種類及數量，每月份至少調查一次，從 5 月至 11 月共調查穿越線 10 次。主要探討四個主要植被類型蝴蝶組成及多樣性比較。
2. 林間吊網：於合歡山、松泉崗、大禹嶺、關原及碧綠等五個樣區分別設置直徑約 40 公分，長約 90 公分的吊網，於吊網底部的木板平台擺放醃製過的鳳梨，用以誘集嗜食腐果的蝶種。從 5 月至 11 月共調查吊網 11 次，主要探討不同植被樹林下活動蝶類與蛾類的差異。
3. 夜間黑燈誘集：分別於合歡山、松泉崗、關原及碧綠等四個樣區的林子底層設置黑燈誘集站。在離地高約 180cm 處以塑料水管撐起 90cm × 80cm 大小的白布，

利用 12V 蓄電池提供 8W 的黑燈管的電源，每月於天氣合適且子夜 12 點前無月光干擾的日期，在傍晚 17 時至 18 時之間完成燈光誘集裝置的架設，並於晚間 21 時至 22 時之間，將停留在白布上的蛾類拍攝、收集。將每次採集到的樣品，整理後鑑定並記錄數量。將所得結果用於比較各不同植被林型樣區的蛾類優勢種及可能的指標種，並計算其多樣性指數。

4. 掉落式陷阱：本研究計畫固定每個月份進行一次，實驗樣區地點分別位於合歡山小風口、松泉崗、大禹嶺、關原及碧綠等五個樣區分別設置地表之掉落式陷阱，每個樣區設置三個大小相同的陷阱，每個陷阱相距 15~20 公尺。將口徑 20cm 之大型塑料水管裁切成一段 30cm 長，並埋設於研究樣區使其上緣與地表切齊。然後將一號漏斗上緣適當裁切使其口徑能套入塑料水管中，漏斗底部銜接一只塑膠杯，實驗時塑膠杯內裝約四分之一高的食用醋食鹽水，以避免掉落昆蟲分解腐敗。陷阱口周圍鋪埋一張 20cm × 20cm 的塑膠網，其上綁有一個立體方形的鐵絲網，能避免其他的動物干擾破壞或失足掉落，以及避免落葉堵住漏斗孔，鐵絲網內懸掛誘餌。將一個樣區的二個地上陷阱分別擺放小白鼠屍體（小白鼠組）及醃製過的鳳梨塊（鳳梨組），另一個則不擺放任何誘餌做為對照組，放置一週後再收集塑膠杯內捕獲之昆蟲。將五個樣區（共 15 個地上陷阱）所收集到的昆蟲攜回研究室以清水沖洗、初步分類後，將各類樣本浸泡於內含 95% 的酒精的玻璃罐中，待鑑定。主要探討不同環境下地棲性昆蟲的組成，以及偏好不同誘餌的昆蟲多樣性之比較。

### （三）資料分析

本研究擬從野外調查所得的記錄資料，分析昆蟲數量之月變化，比較不同環境及樣點之種類組成差異，呈現各物種的組成差異。為了解鱗翅目昆蟲於不同的海拔高度，以及棲息於森林底層的昆蟲於不同林相採集點所呈現之生物多樣性，因此利用 Simpson's index (Simpson, 1949) 與 Shannon-Wiener index (參 Krebs, 1989) 計算各採樣點的生物多樣性指數，並比較其差異（公式如下）。

Simpson's index :

$$D = \sum_{i=1}^s P_i^2 = \sum_{i=1}^s (n_i / N)^2$$

$P_i$  = 第  $i$  種生物所佔的比例

$N$  = 個體總數

$n_i$  = 第  $i$  種生物的個體數

$s$  = 種數

Shannon-Wiener index :

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

$P_i$  = 第  $i$  種生物所佔的比例

$s$  = 種數

### 三、結果與討論

#### 蝶類調查結果

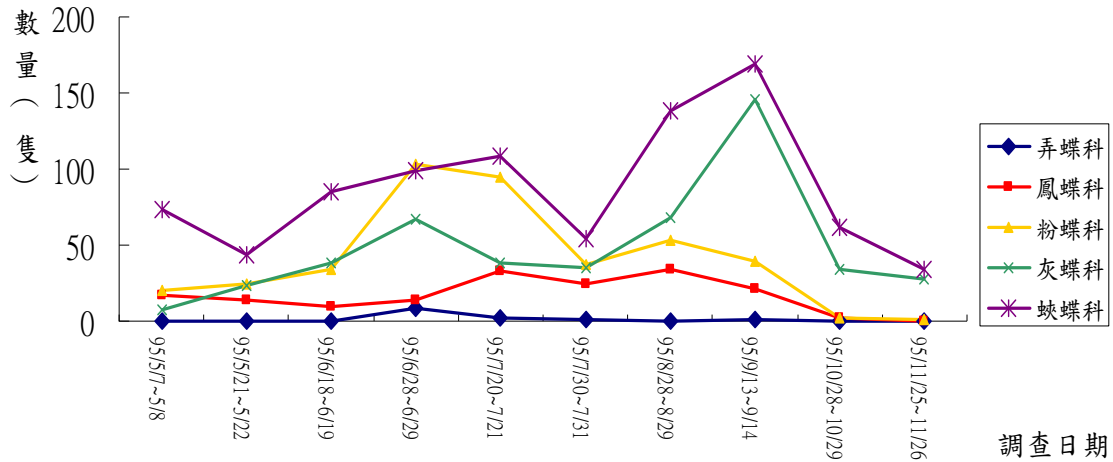
本次蝶類調查採用穿越線調查共記錄到 95 種 1942 隻次，採用吊網共記錄到 10 種 62 隻次，全部蝶類共計有 96 種 2004 隻次，各科的統計種類數及個體數如表一。

表一. 95 年度太魯閣國家公園蝶類調查結果 (穿越線+吊網)

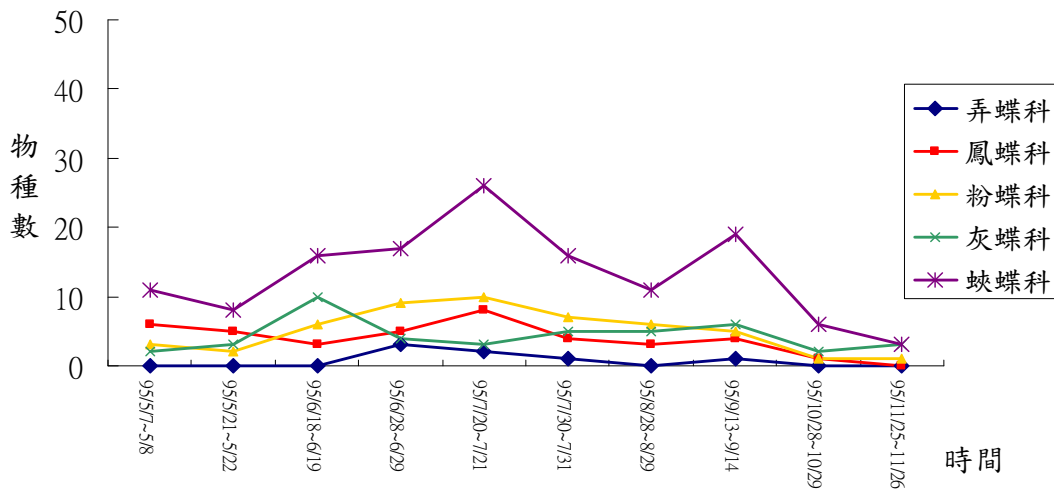
科別	種數	數量
弄蝶科	7	19
鳳蝶科	12	181
粉蝶科	13	414
灰蝶科	22	500
蛺蝶科	42	890
總數	96	2004

在蝶類穿越線的調查結果中，蛺蝶科是調查到最多個體數的一群，其次為粉蝶科及灰蝶科。圖一中顯示，在 6 月下旬時，粉蝶科有一明顯的個體數量高峰，甚至超越蛺蝶科的個體數量，乃因 6 月正值流星絹粉蝶 (*Aporia agathon moltrechti*)、條斑豔粉蝶 (*Delias lativitta formosana*)、黃裙豔粉蝶 (*D. berinda wilemani*) 的發生期，所以記錄到較多的個體活動。而 9 月份也是因為大紫疏灰蝶的大量出現及正值永澤蛇眼蝶 (*Minois nagasawae*) 的發生期，使得 9 月份灰蝶科及蛺蝶科之數量更達高峰。

在這 10 次的調查當中，其中以 5/21~5/22 及 7/30~7/31 這兩次因為天候狀況不理想，所以調查得到的隻數顯得較少，其中以蛺蝶科及粉蝶科影響較明顯。而高海拔地區的弄蝶一般來說體型較小且活動快速，不易觀察，所以調查到的數量較少。



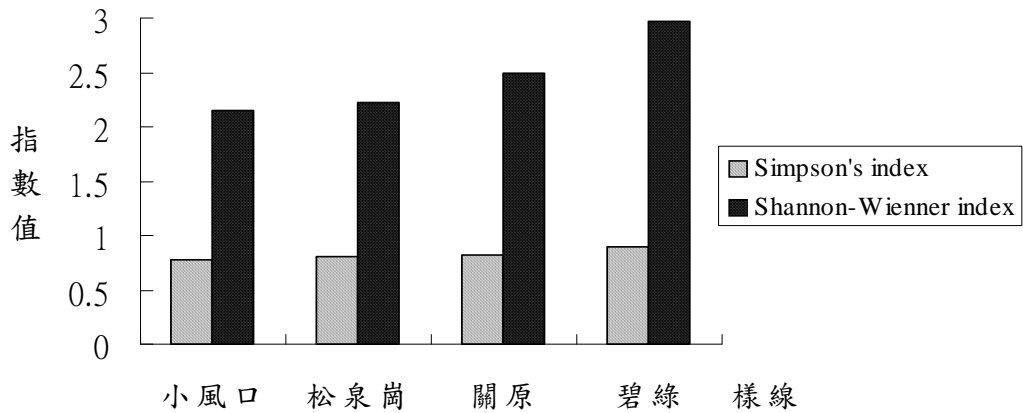
圖一. 95 年度太魯閣國家公園穿越線調查之蝶類數量



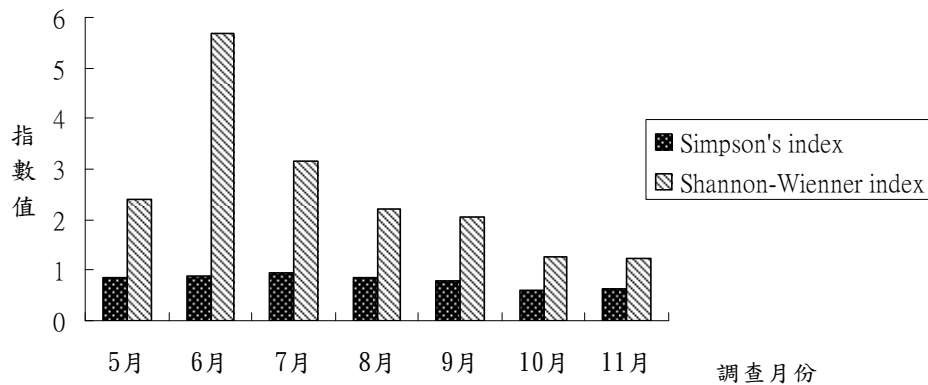
圖二. 95 年度太魯閣國家公園穿越線調查之蝴蝶種數

在蝶類的穿越線調查中，以蛺蝶科的調查數量最多，在種類上亦相當多樣，包括有綠豹蛺蝶 (*Argynnis paphia formosicola*)、緋蛺蝶 (*Nymphalis xanthomelas formosana*)、台灣燦蛺蝶 (*Sephisia daimio*)、白帶波眼蝶 (*Ypthima akragas*)、玉山幽眼蝶 (*Zophoessa nittakana*) 等，由圖二可知，在所有的調查月份中，以 7 月份中旬那次得到最高的種類數，4 條調查樣線共計調查到蛺蝶科 26 種。9 月份的調查中，灰蝶科的調查數量雖然高達到 146 隻次，但樣品中大半為大紫斑灰蝶，使得 9 月份的灰蝶科在種類上並無偏高的情形，僅記錄到 6 個種類。除灰蝶科外，其他各科的蝶類在 7 月份都明顯有種類上的高峰，顯示 7 月份為較多蝴蝶種類出現的時間。從調查結果來看，太魯閣國家公園境內 2000m 以上的蝶類有兩次的種類高峰，一次是 6 月中一世代灰蝶活動高峰，另一次是 7 月底的蛺蝶活動高峰，在 9 月份蛺蝶還有另一個小高峰存在。蛺蝶科的兩次高峰各是因為不同海拔之一世代物種發生期有所不同所造成的結果。

由本研究之調查結果分析各蝶類穿越線的多樣性指數，在圖三中顯示出慈恩樣區無論是 Simpson's index (0.894754)或是 Shannon-Wiener index (2.965434)的估算結果皆為蝶類多樣性最高的樣點，其次為關原樣區(Simpson's index = 0.821118, Shannon-Wiener index = 2.497916)。兩樣點內皆包括較多種類的蝴蝶寄主植物，如狹葉櫟、大葉馬兜鈴(*Aristolochia kaempferi*)、水絲梨、阿里山十大功勞(*Mahonia oiwakensis*)等。慈恩樣區是本次調查所有樣線中海拔最低者，該樣線鄰近碧綠，在蝴蝶蜜源吳茱萸(*Tetradium ruticarpum*)的開花期有大量蝴蝶前來取食，形成整棵樹上都是蝴蝶的壯觀景象；而碧綠的10月、11月期間，台灣八角金盤(*Fatsia polycarpa*)正當花期，也會吸引許多蝴蝶前來吸蜜。小風口樣區是所有樣點內蝶類多樣性最低的，主要因素為該處位於所有樣點之最高海拔處，溫度變化大且低，只有少數種類能夠生存與棲息，加上此樣點處風力大，蝴蝶常朝上隨風飛越，飛行速度快，因此不易辨識和捕捉，大部分觀察到的蝶種是因食物資源需求而短暫停留或因季節性花期而出現，例如黃苑(*Senecio nemorensis*)在8、9月有明顯的開花期，期間有相當多數量的蝴蝶前來吸蜜。



圖三. 95年度蝶類穿越線調查之各樣線多樣性指數圖



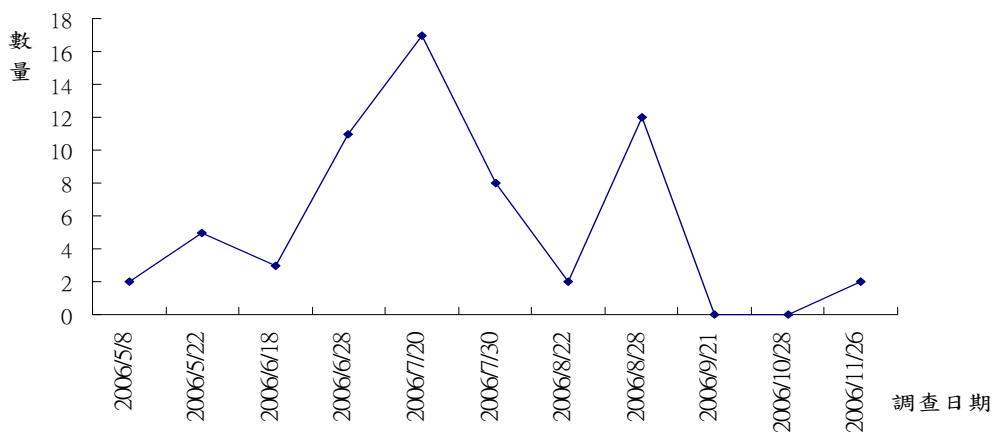
圖四. 95年度各月份穿越線調查之蝶類多樣性指數圖

從調查結果分析每月各穿越線的蝶類多樣性指數，在圖四中可知於 6 月 (Simpson's index = 0.899405 ; Shannon-Wiener index = 5.696799 ) 及 7 月 (Simpson's index = 0.935413 ; Shannon-Wiener index = 3.156244) 的蝶類多樣性最高。顯示在溫暖的繁殖季節裡，高海拔地區也不例外的有較多樣的蝴蝶出來活動，但在過了 9 月後氣候變化大，氣溫逐漸下降，便呈現較低的多樣性指數；尤其以 10 月、11 月最低。

在吊網的部分，吊網放置於每一樣區之林蔭下，而 Warren(1985)的研究指出大部分的蝶類在無陰影的區域會有較多的個體數量，只有少數的蝶類喜歡陰影處。因此本研究加上腐果的誘集，目的為誘集對於喜於林下活動的蛺蝶科與喜於昏暗環境活動的部分弄蝶科類群。

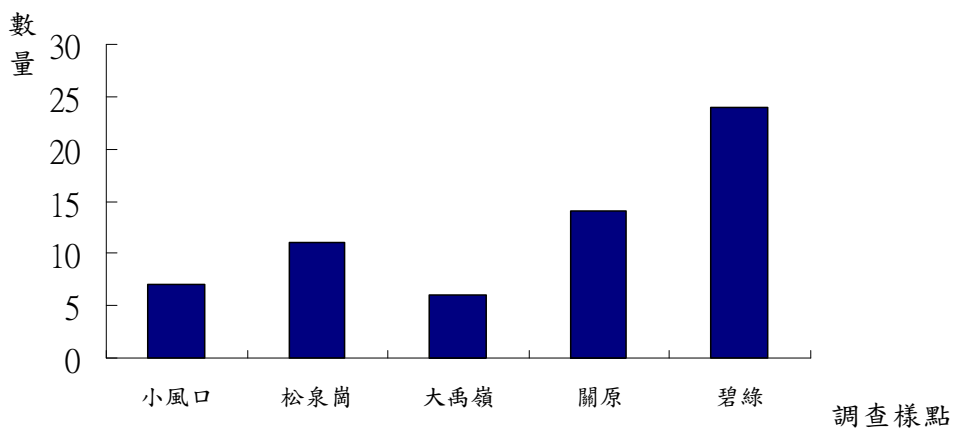
本次的調查中，所收取樣本多為蛺蝶科的眼蝶亞科種類，尤其是柯氏黛眼蝶(*Lethe christophi hanako*) 與黃斑蔭眼蝶(*N.pulaha didia*) 誘集到 10 隻次以上，碧綠這個樣區誘集到最多的蝶類，達 24 隻次。

由圖五中可以得知，在 11 次的誘集中，以 6 至 8 月有較高的蝶類誘集數量，而這段時間正是這些會受氣味吸引而被誘集的蝶類發生期。而各樣區間的誘集結果也有明顯的差別，由圖六來看，大致上呈現隨海拔下降，所誘集到的數量則增加。大禹嶺樣區所誘集的數量最少，松泉崗樣區與大禹嶺樣區的海拔高度相近，但在蝶類的誘集數量上卻明顯較多，可能是因為大禹嶺樣區的吊網是放置於林下的谷地中，所以氣味的發散上效果較差，因此誘集的數量較少。小風口樣區因為海拔較高，當地的蝶類在種類及數量上較其他樣區來得少，所以誘集到的數量也較其他樣區少。從圖七可知，在 7 月以後蛾類的誘集數量一直維持在 20 隻以上，而且一直到 11 月底數量上都沒有下降。從圖八來看，在蛾類部分則以松泉崗和關原誘集的數量最多。

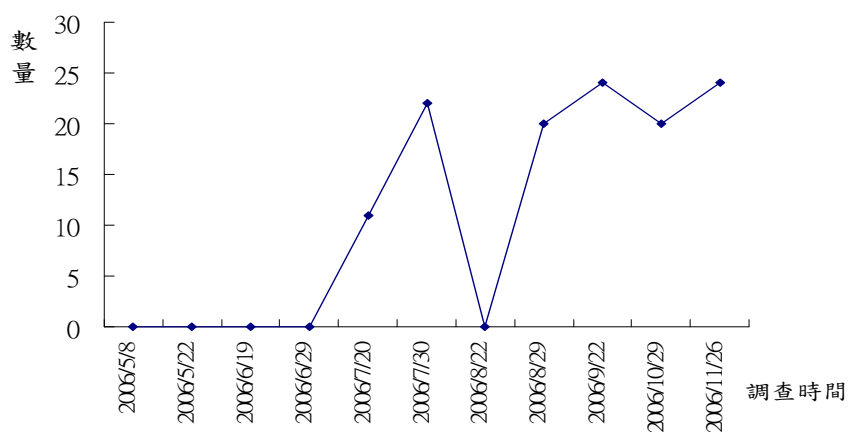


圖五. 95 年度各次吊網誘集之蝶類數量

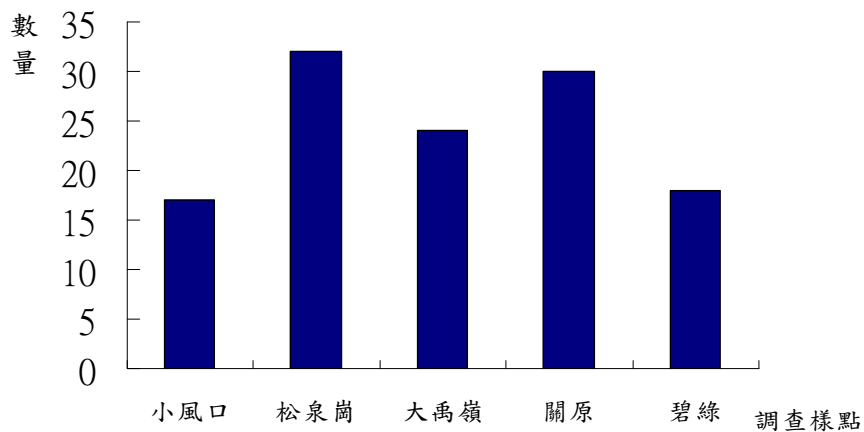




圖六. 95 年度各樣點吊網調查之蝶類總數



圖七. 95 年度各次吊網調查蛾類之總數

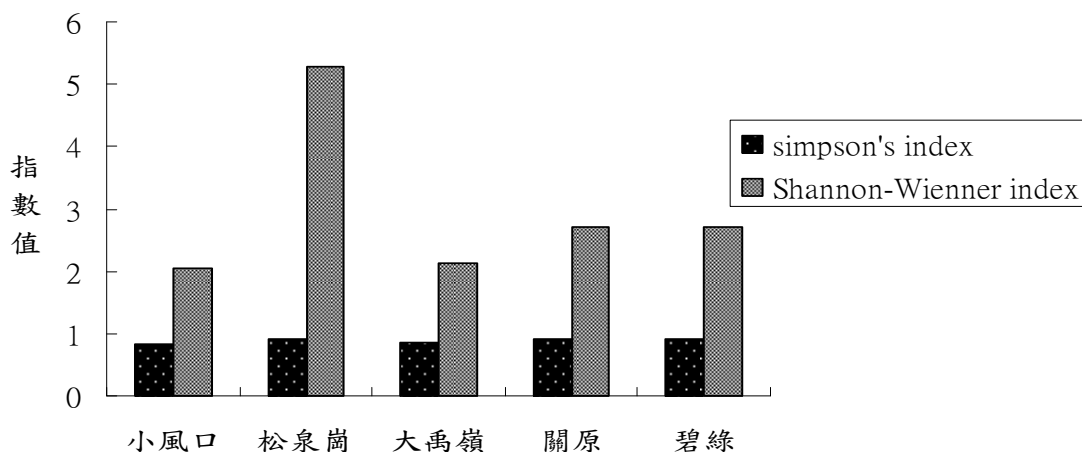


圖八. 95 年度各樣點吊網調查之蛾類總數

然而吊網的誘集與天氣的好壞有顯著的關係，天氣不佳時，氣味常因不能有效的發散，而無法誘集到足夠數量的個體，在 8/22 的調查，就因天氣不佳，陰天無陽光的情形下，無法誘集到較多的數量，但在 8/28 天氣良好的調查下，就能看出 8 月份確實仍有不少蝶類及蛾類在活動。

蝴蝶的誘集數量在 8 月以後就開始減少，蛾類在 8 月過後仍能維持較多的數量，樣區內的蝴蝶活動季節大部分偏好氣溫較高的季節，而蛾類則有不少種類在氣溫偏低的季節仍然活動旺盛。

從圖九的分析，誘集到的蝶類與蛾類中，以松泉崗的多樣性指數最高 (Simpson's index = 0.908599; Shannon-Wiener index = 5.290812)，在 11 次的誘集中，松泉崗樣點誘集蛾類種類達 11 種，數量達 30 隻次。其次為關原 (Simpson's index = 0.917253) 與碧綠 (Shannon-Wiener index = 2.717787) 各誘集蛾類 30 隻次與 18 隻次，但碧綠誘集蝶類達 24 隻次，是五個樣區中最多的。



圖九. 95 年度各樣點吊網調查之鱗翅目物種多樣性指數

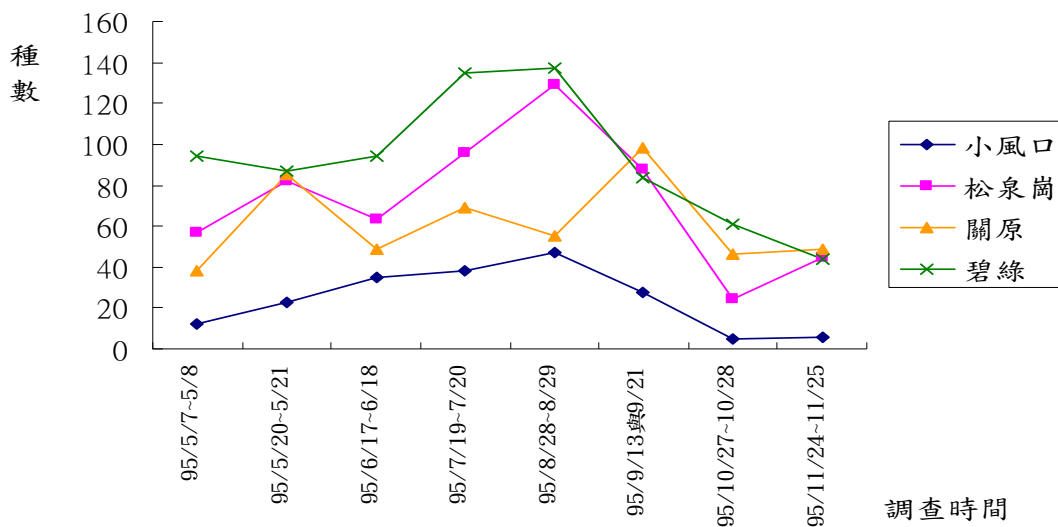
在分析穿越線及吊網的多樣性結果後，我們可以深入瞭解彼此間較為明顯且相近的趨勢；無論採用穿越線或吊網在物種多樣性的呈現上，小風口樣點都是多樣性最低的（參圖四與圖九），隨著海拔下降，多樣性也就越高，因此在利用此兩種不同的調查方法後，我們能從中發現不只是相互對應且能反映出整體的結果。從分析數據呈現出我們能從吊網，一個小範圍的樣本誘集且完全不受人為因素干擾的調查方式，來對應一個範圍明顯較大，樣區易受人為因素干擾的穿越線調查方法。雖然在吊網的部分，松泉崗樣點有最高的多樣性指數，但仍可見關原及碧綠樣點的多樣性指數與穿越線所獲得之結果吻合，不過，欲呈現更準確之結果，尚須進一步觀察及紀錄，以提高採樣數量，並找出更為顯著的整體趨勢。

### 蛾類調查結果

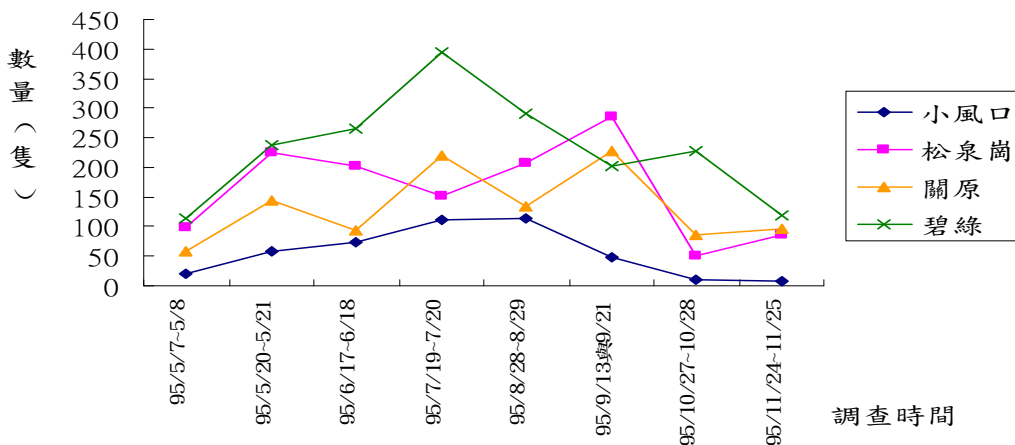
本研究在蛾類黑燈誘集調查部分，共設了 4 個調查樣點，從 5 月至 11 月調查之結果共計調查 8 次。每月採樣須二個工作天，然而 9 月份受天氣不佳影響，只能完成 9/13 一天的採樣，另

以 9/21 補做。由圖十可以得知，由五月份開始，調查到的種類數慢慢增加，一直到 7 月中旬或 8 月下旬達最高，之後開始下降。而關原樣區在 8 月下旬的種類數反而比 7 月中旬來得低，主要是因為關原樣區在這調查中，受到風力之環境因素影響，使得蛾類在誘集的過程中較不順利，所以調查到的種類數較低。

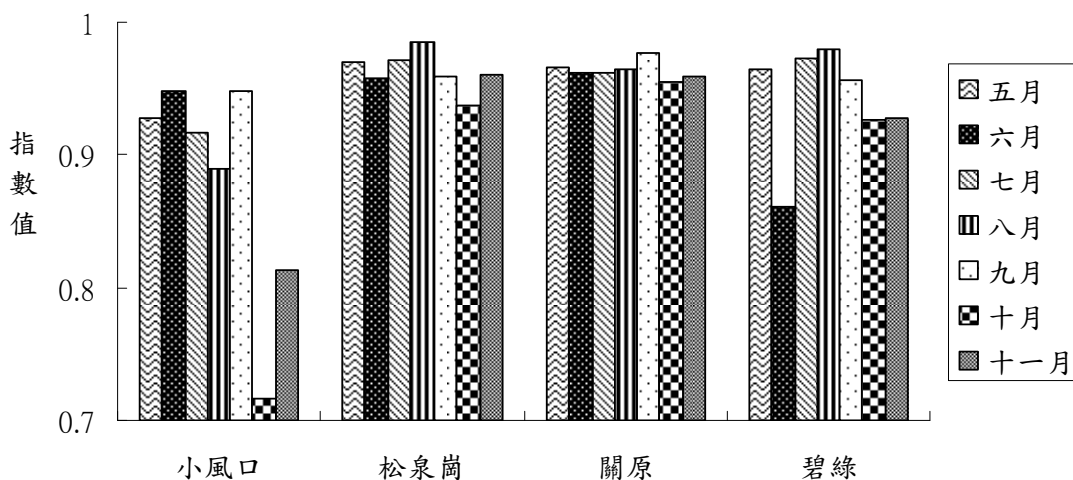
由圖十一可以得知，以 7 月中旬所調查到的總個體數最多，達 878 隻次；四個樣區中，以碧綠樣區調查到的隻數最多，共計調查到 1847 隻次，其次為松泉崗樣區共計調查到 1303 隻次；目前 8 次調查所記錄到的蛾類共有 4651 隻次。數量上從 5 月開始上升，至 7、8 月達高峰，10 月份則急遽下降，因氣溫開始下降且天氣變化極大，蛾類數量明顯減少許多。從整體的結果來看，不一定調查到最多種類時有最多的調查數量，如碧綠在 7 月中旬比 8 月下旬多調查到 130 隻，但是種類上反而少了 2 種，這說明了 7 月中旬可能有優勢種的存在，此狀況也出現於松泉崗樣區。



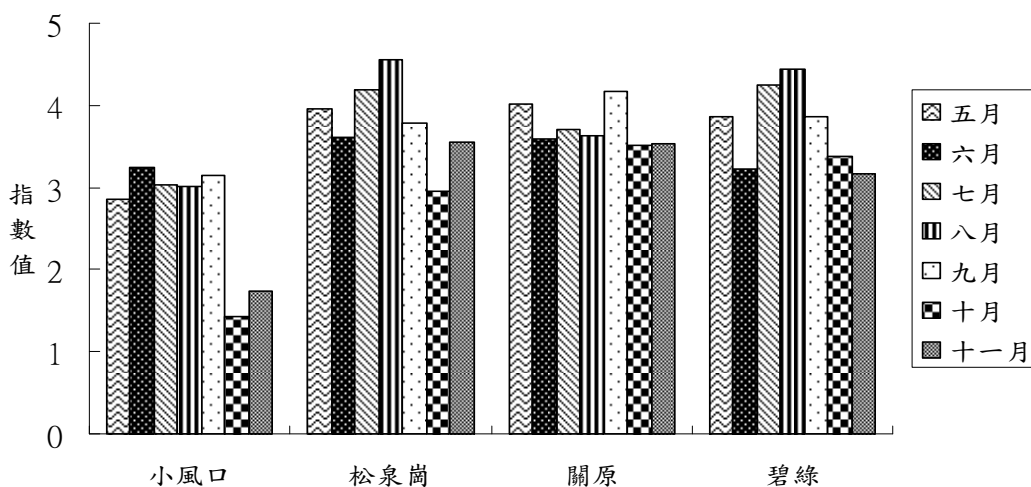
圖十. 95 年度黑燈誘集蛾類種數



圖十一. 95 年度黑燈誘集蛾類總數



圖十二. 95 年度蛾類黑燈誘集調查之多樣性指數 (Simpson's index (D))



圖十三. 95 年度蛾類黑燈誘集調查之多樣性指數 (Shannon-Wiener index (H'))

圖十二及圖十三中顯示，Simpson's index 與 Shannon-Wiener index 的估算值都呈現相似的結果，四個樣點都有相似的蛾類多樣性程度；小風口樣區僅有些微的差異，多樣性程度略低，因為小風口是本年度最高海拔之樣區，海拔高度達 2950 公尺，此區受環境、氣候因子的影響大，尤其在 10 月、11 月天氣開始不穩定，樣區風力強大，加上夜晚水氣較多，使得小風口樣區的蛾類不易靠近採集範圍棲息於此，因此小風口樣區略比其他樣區多樣性低。

圖十二之 Simpson's index 中顯示碧綠樣區於 6 月份之結果明顯比其他月份、其他樣點多樣性低，這是因為 Simpson's index 顯示的結果偏向於每個樣區物種種類的均質程度，由於 6 月份時碧綠樣區因白短尾尺蛾 (*Ourapteryx caecata*) 作為優勢種大量出現，佔調查數量的 92 隻次，使得統計上明顯與其他樣區的指數呈現出較大的差異。

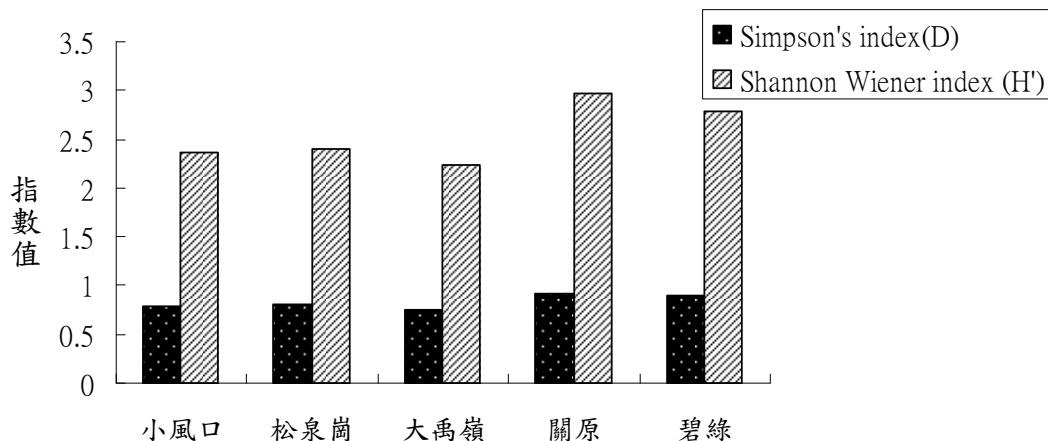
## 鞘翅目調查結果

95 年度鞘翅目調查主要設定 5 個樣點，分別利用 3 類掉落式陷阱(對照組、鳳梨組、小白鼠組)來吸引鞘翅目昆蟲，同時利用黑燈及水銀燈誘集補充物種數，並且也有部分日間穿越線調查所採集的甲蟲。

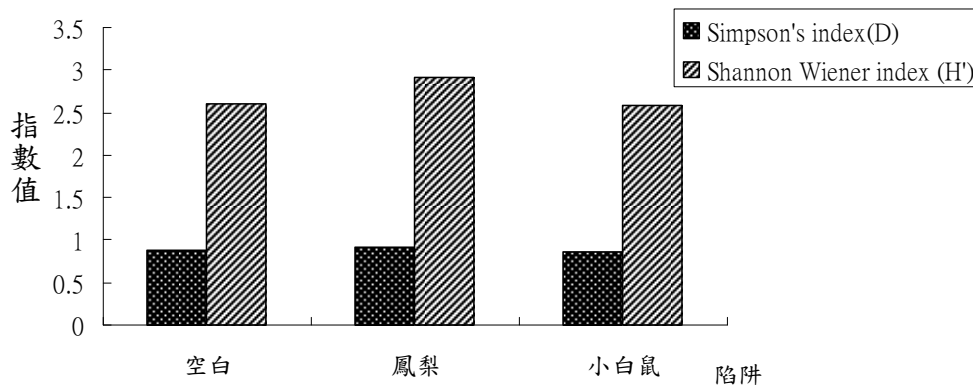
5 月到 11 月份的調查資料統計結果顯示，總計有 35 科 187 種，其中以菊虎科(22 種)、象鼻蟲科(17 種)、步行蟲科(16 種)及隱翅蟲科(25 種)的種類數最多，屬於小甲蟲的隱翅蟲科不但種類數最多，個體數目也最為龐大，累積共有 1556 隻，是本研究鞘翅目調查中數量最多的科別。而有些科的種類雖然不多，卻有相當龐大的族群量，如球蕈甲科(Leiodidae)，總共的調查共有 1485 個個體，是這次調查中族群量第二多的科。

我們根據這次的調查，將調查紀錄分別以不同的樣點、不同月份及不同的陷阱捕捉來計算他們生物多樣性指數，由圖十四可知，無論是 Simpson's index 或是 Shannon-Wiener index 的估算值均是關原及碧綠的鞘翅目多樣性最高，這兩個地點均植物相豐富，因此提供良好的昆蟲棲息環境；松泉崗的鞘翅目個體數量是 5 個地點中最龐大的，但是由於有幾個物種具有極龐大的族群量，因此其生物多樣性指數呈現出比較低的情形，另外大禹嶺也有類似的情形；大體而言生物多樣性指數最低的地方是小風口，由於海拔高度較高(2950m)，植被組成主要是箭竹，相對於其他樣區來說植被較為單調，因此其鞘翅目的多樣性指數也較低。由圖十五可以看出，生物多樣性估算不論是利用 Simpson's index 或是 Shannon-Wiener index 都是鳳梨組大於對照組大於小白鼠組。推測鳳梨組之所以大於對照組，是因為鳳梨對許多不同類群的甲蟲具有良好引誘性，而小白鼠陷阱雖也具引誘性但卻只能吸引特定的腐食功能攝食群，因此多樣性反而較空白組來得低。這些以腐爛水果或是屍體為食的生物，對於森林的物質與能量循環具有很重要的功能，因此要保持生態系的穩定，這些腐食性的昆蟲，亦應該是我們要保護的重要對象之一。

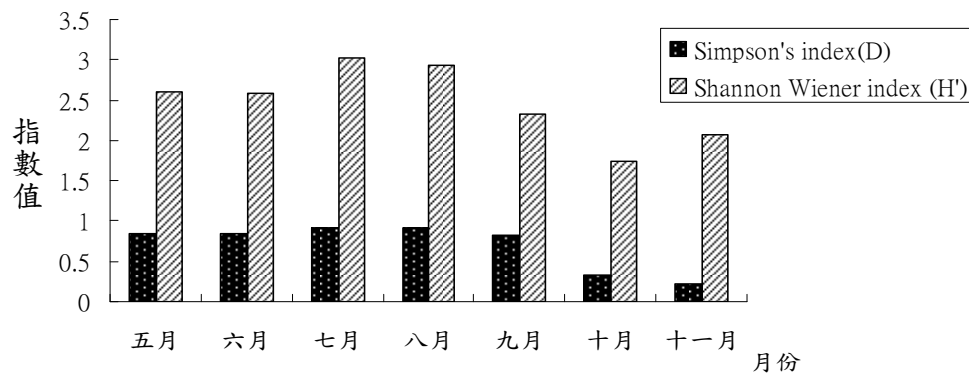
這三組陷阱所捕獲的昆蟲種類都不太一樣，空白組為隨機掉入，鳳梨與小白鼠則吸引不同種類的甲蟲，因此未來的實驗調查中，建議還是應三者都使用，才能兼具廣泛性及深入的調查。



圖十四. 95 年度太魯閣國家公園內各樣點鞘翅目多樣性指數



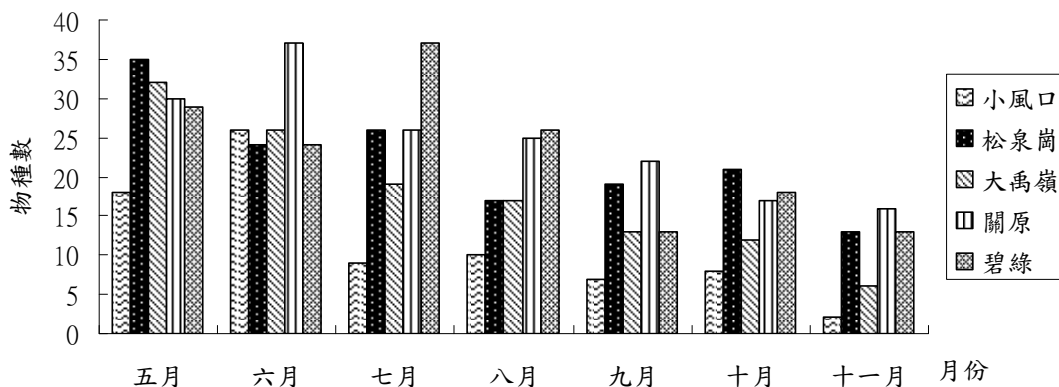
圖十五. 95 年度太魯閣國家公園內不同陷阱鞘翅目多樣性指數



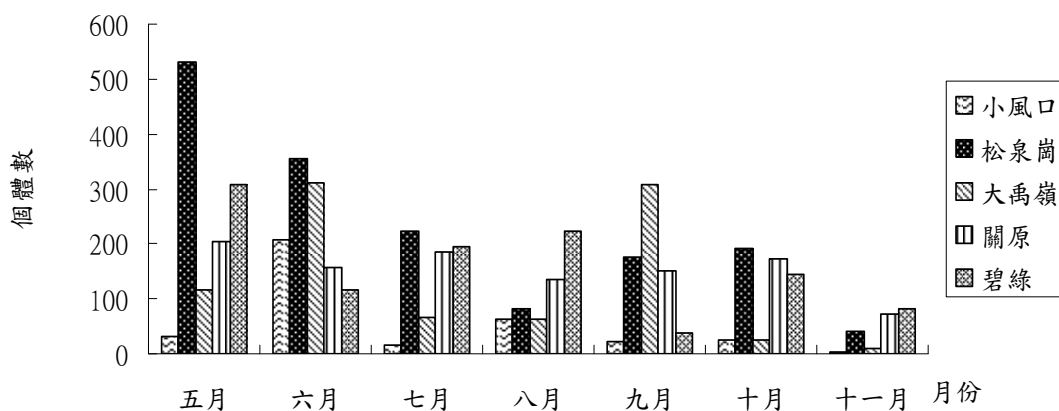
圖十六. 95 年度太魯閣國家公園內各月份鞘翅目多樣性指數

由圖十六可以看出，生物多樣性估算不論是利用 Simpson's index 或是 Shannon-Wiener index，結果都大致相同，為 5 月約等於 6 月而二者皆略遜於 7、8 月。原因可能是因為本年度調查為 2000 公尺以上之中高海拔地區，5、6 月時天氣還不穩定，氣溫偏低再加上梅雨季，使得許多昆蟲還在蛹期或是蟄伏階段，尚未開始活動所造成。7、8 月是山上天候最為溫暖的季節，因此在這個季節昆蟲的生物多樣性指數最高；到 9 月之後生物多樣性指數則有明顯的下降趨勢，在山區這個季節天氣已經變得較寒冷，尤其是 10 月及 11 月，與蛾類一樣，在鞘翅目方面物種的數量與豐度均變得稀少，因氣候對於鞘翅目的生物多樣性有著明顯的影響。

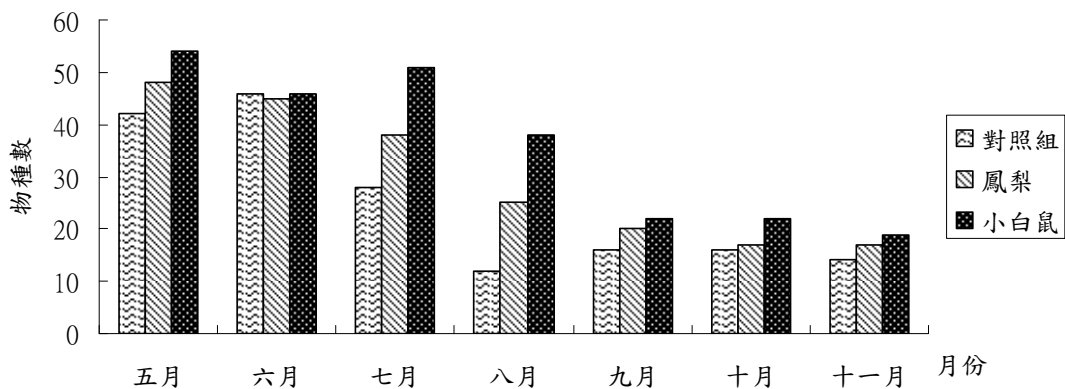
由圖十七與圖十八可以看出，不論是鞘翅目的種類或是數量，在高海拔地區(以小風口為代表)不論是種類或是數量都比較低海拔地區(以碧綠為代表)少；而且不論高海拔或中海拔，鞘翅目的種類與數量都可以看出 10 月、11 月開始明顯下降。



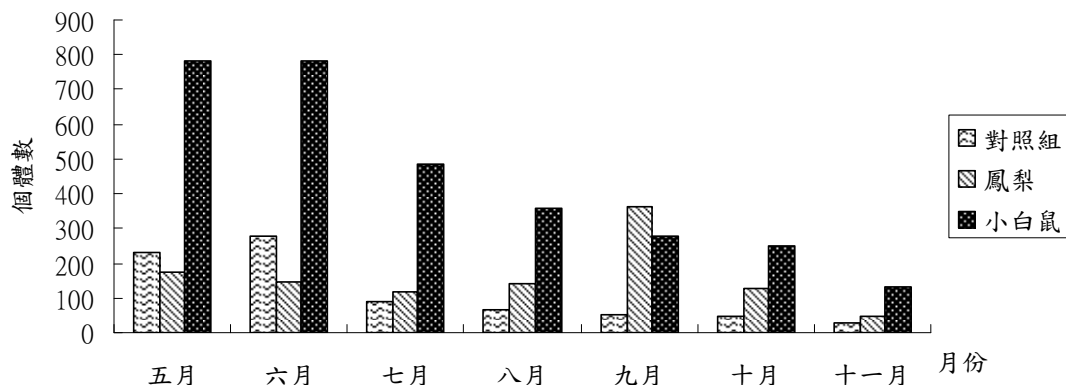
圖十七. 95 年度太魯閣國家公園內各月份與各樣區之鞘翅目物種數



圖十八. 95 年度太魯閣國家公園內各月份與各樣區之鞘翅目個體數



圖十九. 95 年度太魯閣國家公園內各月份與不同陷阱之鞘翅目物種數



圖二十. 95 年度太魯閣國家公園內各月份與不同陷阱之鞘翅目個體數

由圖十九與圖二十可以看出，不同誘餌的陷阱中，不論是鞘翅目的種類或是數量都是在 10、11 月最低，而 9 月鳳梨所誘集到的個體數特別高，是因為有某一種的數量特別高所造成，因此並非 9 月的生物多樣性特別高。在圖十五中看到，鳳梨組的生物多樣性指數最高，但圖十九及圖二十卻顯示小白鼠組的種類與數量都明顯高過其他兩組，其原因為小白鼠組的大部分數量集中於少數種類上，以致於雖然種類與數量都最高，而多樣性指數數值卻小於鳳梨組。

由此結果可以得知許多昆蟲在 5 月至 8 月時活動較 9 月至 11 月時頻繁，而 5 月至 8 月時也是觀光客最多的時候，因此國家公園對於環境的管理與維護在這幾個月份時顯然是一件重要的任務。

#### 四、結 論

在本次蝶類的所有調查中，僅調查到 94 種，雖然在種類數上並不算多，但是其中不乏屬於保育類的曙鳳蝶，特有種的雙環翠鳳蝶(*Papilio hopponis*)、永澤蛇眼蝶、台灣燦蛺蝶、白帶波眼蝶、玉山幽眼蝶等種類，特有亞種亦佔不少的種類；另外還包括稀有種的黃點弄蝶與 2005 年才被發表命名但是其生態需求尚未清楚的新種高山鐵灰蝶。

在穿越線的調查中可以知道，6 月以後的蝶類不論在數量與種類上都漸漸增加，而且在不同的月份有不同的種類出現。而不同的海拔也有不同的種類活動，如永澤蛇眼蝶僅在箭竹草原活動，高山鐵灰蝶大多在關原一帶被記錄到，雖然偶有個體會乘上升的熱氣流翻越合歡山而被記錄到，但是數量上甚為稀少。在所有調查的樣線中都有頗高的多樣性，但是仍以碧綠神木一帶的多樣性最高。太魯閣國家公園裡有許多重要的蝴蝶蜜源植物，例如有骨消(*Sambucus chinensis*)，有骨消喜歡長在陽性的環境，路旁常有機會見到，因為它的花期長，所以能觀察到的蝴蝶種類也很多，有骨消尤其是保育類曙鳳蝶的最愛，所以若能加強園區內的蜜源植物保護，



避免因開發、遊客攀折或是在蝴蝶活動季節時進行除草工作等人為破壞，相信可以讓更多遊客體驗太魯閣國家公園內豐富的生態資源。園區內也擁有許多重要的蝴蝶幼蟲寄主植物，例如：玉山箭竹為多種蛺蝶科之食草，因此進行玉山箭竹的保育與保護來維持高海拔地區的蛺蝶科族群數量是有正面的意義的。

至於蛾類於各樣區所調查到的多樣性都頗高，僅小風口樣區較其他三個樣區略低一些。由前人的研究及本次的調查可知，蛾類特有種或特有亞種的比例頗高，其中有不少種類是食性與生活史都不清楚的種類。而關原及碧綠神木的鞘翅目多樣性最高，隨著氣溫的上升，在7月份的多樣性較6月及5月來得高，但9月以後調查到的數量及種類都逐漸減少。

## 五、致 謝

首先要感謝太魯閣國家公園管理處提供本研究計畫於行政事務的協助以及各項調查工作的指導；也感謝太魯閣警察隊於野外調查工作給予適當的協助。另外感謝國立中山大學顏聖紘教授指導蛾類之鑑定，以及國立成功大學李奇峰教授協助甲蟲鑑定。調查過程中需要投入大量人力，因此要感謝國立台灣師範大學生命科學系及國立台灣大學昆蟲系許多研究所及大學部同學的協助，包括王立豪、李惠永、柯明喬、郭炯廷、廖士睿、謝勤晟、劉郁伶、陳亭瑋、林育綺、董蕙文、許晴情。

## 六、引用文獻

- 朱耀沂，1973。台灣昆蟲學史話，台灣大學植物病蟲害學刊，3：96-125。
- 周樑鎰、方尚仁、朱耀沂，1992。台灣昆蟲資源調查及其資料庫，台灣生物資源調查及資訊管理研習會論文集，中央研究院植物研究所，第207-219頁。
- 徐國士、宋永昌、呂勝由，2001。臺灣植被類型圖說，國立台灣科學教育館，共167頁。
- 張玉珍、范義彬，1989。太魯閣國家公園區蛾類相之研究，內政部營建署太魯閣國家公園管理處，共104頁。
- 陳東瑤，1989。合歡山箭竹草原昆蟲相的初步研究，內政部營建署太魯閣國家公園管理處，共55頁。
- 黃國靖，2000。太魯閣國家公園水棲昆蟲相及相關生態研究，內政部營建署太魯閣國家公園管理處，共2頁。
- 楊平世，1989a。台灣昆蟲保育之回顧與展望，國家公園學報1(1)：139-152。
- 楊平世，1989b。太魯閣國家公園之昆蟲相研究，內政部營建署太魯閣國家公園管理處，共83頁。
- 楊平世，1990。台灣地區商業性昆蟲資源利用之調查，行政院農業委員會特刊27：48-59。

- 楊平世, 1991a。台灣昆蟲資源之利用與保育, 第一屆國際野生動物保育研討會論文集, 行政院農業委員會, 143-164 頁。
- 楊平世, 1991b。太魯閣國家公園中、高海拔地區之昆蟲相及其相關生態研究, 內政部營建署太魯閣國家公園管理處, 共 53 頁。
- 楊平世, 1992。太魯閣國家公園中、高海拔地區之昆蟲相及其相關生態研究 (II), 內政部營建署太魯閣國家公園管理處, 共 61 頁。
- 楊平世, 1993。太魯閣國家公園高山地區昆蟲資源之研究, 內政部營建署太魯閣國家公園管理處, 共 47 頁。
- 楊平世, 1998。太魯閣國家公園蝶相監測, 內政部營建署太魯閣國家公園管理處, 共 55 頁。
- 楊平世, 1999。太魯閣國家公園螢火蟲相調查, 內政部營建署太魯閣國家公園管理處, 共 25 頁。
- 楊懿如、黃國靖, 2005。太魯閣國家公園兩棲類與水棲昆蟲調查監測計畫, 內政部營建署太魯閣國家公園管理處, 共 91 頁。
- 趙榮台, 1989。太魯閣國家公園之胡蜂調查, 內政部營建署太魯閣國家公園管理處, 共 43 頁。
- Hsu, Y. F. and C. C. Lu. 2005. A new lycaenid butterfly exclusively associated with the subalpine sclerophyllous oak forests in Taiwan (Lepidoptera, Lycaenidae, Theclinae) . *Journal of Natural History* 39(5):377-391.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, New York.
- Pollard, E. and T. J. Yates. 1993. *Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation*. Chapman & Hall, London.
- Simpson, E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163:688.
- Wagner, H. H., O. Wildi, K. C. Ewald. 2002. Additive partitioning of plant species diversity in an agricultural mosaic landscape. *Landscape Ecology* 15: 219-227.
- Warren, M. S. 1985. The influence of shade on butterfly numbers in woodland rides, with special reference to the wood white *Leptidea sinapis*. *Biological Conservation* 33: 147-164.

## Studies on insect communities in Taroko National Park

Min-Shiuan Sun<sup>1</sup>, Chih-Chien Lu<sup>1</sup>, Chien-Jen Chen<sup>1</sup>, Chia-Hung Lin<sup>1</sup>,  
Chun-Kai Wang<sup>1</sup>, and Yu-Feng Hsu<sup>1, 2</sup>

(Manuscript received 4 June 2007 ; accepted 19 June 2007)

**ABSTRACT :** Approximately eleven projects with focus on insects have been conducted in the Taroko National Park in the past, providing information on insect resources, endemism, endangered species, and characteristics of general environments. This information has been proven very useful to the management of the national park. However, environmental fluctuations and various disturbances may alter structures of insect communities, which may also be different from previously recognized as new species of insects are discovered. It is believed that a better understanding of the communities will provide effective managements of the park.

Our study investigated on insect communities, with focus on Lepidoptera (butterflies and moths) and Coleoptera (beetles) by using diversity indices to explain the relationships between insect communities and environment. This study showed that (a) investigated the diversity of butterflies is considerably different between the six regions; (b) investigated the diversity of moths is most abundant at Pulu; (c) investigated the composition of beetles is also different considerably between forest types. A comparison of the results with previous researches will also be performed to provide information useful to managements and conservation of insects in the national park.

**KEYWORDS:** insect communities, diversity indices, conservation

---

1. Department of Life Science, National Taiwan Normal University.

2. Corresponding author. E-mail: t43018@ntnu.edu.tw



