

# 雪霸國家公園觀霧地區樹冠層昆蟲調查

委託單位：雪霸國家公園管理處

執行單位：中華民國國家公園學會

計畫主持人：徐堉峰

研究人員：王立豪、黃嘉龍、林育綺

雪霸國家公園管理處委託辦理研究報告

中華民國九十九年十二月



## 目次

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 目次                                | I   |
| 表次                                | III |
| 圖次                                | V   |
| 摘要                                | VII |
| Abstract                          | IX  |
| 第一章 緒論                            | 1   |
| 第一節 研究緣起與背景                       | 1   |
| 第二節 研究目標                          | 2   |
| 第二章 研究材料與方法                       | 3   |
| 第一節 研究地區                          | 3   |
| 第二節 研究方法                          | 4   |
| 第三章 研究調查結果                        | 7   |
| 第四章 討論與建議                         | 11  |
| 第一節 樹冠層鱗翅目昆蟲研究                    | 11  |
| 第二節 樹冠層鞘翅目昆蟲研究                    | 20  |
| 第三節 觀霧地區的樹冠層昆蟲研究—綜合討論             | 24  |
| 第四節 樹冠層昆蟲相調查獲得之生物學新發現             | 25  |
| 第五節 建議事項                          | 30  |
| 參考文獻                              | 31  |
| 附錄1 觀霧地區樹冠層昆蟲研究鱗翅目昆蟲名錄            | 33  |
| 附錄2 觀霧地區樹冠層昆蟲研究鞘翅目昆蟲名錄            | 34  |
| 附錄3 觀霧地區樹冠層昆蟲調查鱗翅目昆蟲與寄主植物(飼養所得種類) | 37  |



## 表次

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 表 1 | 2010 年觀霧地區樹冠層鞘翅目昆蟲採樣統計 . . . . .                | 8  |
| 表 2 | 2010 年觀霧地區不同取樣樹種之鱗翅目昆蟲數量與生物多樣性指數估算 . . . . .    | 12 |
| 表 3 | 2010 年觀霧地區樹冠層晚冬至早春各月植物物候觀察記錄 . . . . .          | 14 |
| 表 4 | 2010 年觀霧地區樹冠層各月份採樣之鱗翅目昆蟲數量與生物多樣性指數估算值 . . . . . | 15 |
| 表 5 | 2010 年觀霧地區樹冠層六月至十月植物物候觀察記錄 . . . . .            | 16 |
| 表 6 | 2010 年觀霧地區樹冠層各月份採獲鱗翅目幼蟲重量估算值 . . . . .          | 17 |
| 表 7 | 2010 年不同採樣樹種採獲之鞘翅目昆蟲數量與生物多樣性指數估算值 . . . . .     | 21 |
| 表 8 | 2010 年觀霧地區樹冠層各月份採獲之鞘翅目昆蟲多樣性估算 . . . . .         | 22 |
| 表 9 | 2010 年觀霧地區樹冠層各取樣樹種採獲昆蟲種數、個體數比例 . . . . .        | 24 |



## 圖次

|      |   |    |
|------|---|----|
| 圖 1  | 2010 年觀霧地區樹冠層所採獲之鱗翅目各科昆蟲統計                | 7  |
| 圖 2  | 2010 年觀霧地區樹冠層鞘翅目昆蟲各科採樣結果比較                | 9  |
| 圖 3  | 2010 年觀霧地區不同取樣樹種之鱗翅目昆蟲多樣性比較               | 11 |
| 圖 4  | 2010 年觀霧地區不同取樣樹種採獲之鱗翅目昆蟲種數與個體數比較          | 12 |
| 圖 5  | 2010 年觀霧地區樹冠層各月份採樣之鱗翅目昆蟲多樣性比較             | 14 |
| 圖 6  | 2010 年觀霧地區樹冠層各月份之鱗翅目昆蟲採樣比較(個體數量)          | 15 |
| 圖 7  | 2010 年觀霧地區樹冠層各月份採樣之鱗翅目昆蟲種數與個體數比較          | 16 |
| 圖 8  | 2010 年觀霧地區樹冠層各月採樣之鱗翅目幼生期平均重量分布圖           | 18 |
| 圖 9  | 2010 年觀霧地區樹冠層各月採樣之鱗翅目幼生期平均重量分析(JMP 5.0.1) | 18 |
| 圖 10 | 2010 年觀霧地區樹冠層各月採樣之鱗翅目幼生期總數量比較             | 19 |
| 圖 11 | 2010 年觀霧地區樹冠層各月採樣之鱗翅目幼生期總重分布              | 19 |
| 圖 12 | 2010 年觀霧地區樹冠層不同採樣樹種採獲之鞘翅目昆蟲數量比較           | 20 |
| 圖 13 | 2010 年觀霧地區樹冠層不同採樣樹種之鞘翅目昆蟲多樣性比較            | 21 |
| 圖 14 | 2010 年觀霧地區樹冠層各月份採獲之鞘翅目昆蟲種數與隻次             | 23 |
| 圖 15 | 2010 年不同採樣樹種各月份採獲鞘翅目昆蟲數量                  | 23 |





## 摘要

關鍵詞：樹冠層昆蟲群聚、監測、保育

### 一、研究源起

雪霸國家公園成立以來有多位學者執行昆蟲相關研究計畫，大部份偏重水棲昆蟲或特定種類，關於園區內主要植被之樟櫨林之樹冠昆蟲相則資料缺乏。樹冠層生物相與生態研究於國內起步甚晚，但是對於以森林為主要植被的台灣而言十分重要。由於雪霸國家公園森林林相完整、維護得宜，因此適合進行樹冠昆蟲相之調查研究與分析比較。本研究計畫工作重點即在於過去國內相關研究較少著墨之樹冠層昆蟲相進行調查。探討不同林型環境或樹種間昆蟲相組成之變化差異，進而探討各類昆蟲功能群組成及其所扮演的角色。

### 二、重要發現

本年度(2010年)於樹冠上所獲樣品經飼養、鑑定後發現不少過去生物學資料欠缺的種類，共計新發現鱗翅目昆蟲5科11種之食性與幼蟲形態記錄，這些發現填補了這些物種基礎生態資料上的空白，其中的巢蛾 *Thecobathra eta* 是台灣新記錄蛾種。調查也發現樟櫨林帶的優勢樹種白校欖提供極為豐富的食物資源，孕育了許多台灣特有之昆蟲，其中異鄉綠類錦夜蛾(*Euplexidia exotica*)更是1987年才發現之稀有種類。

### 三、主要建議事項

立即可行建議：持續進行樹冠層昆蟲研究與採樣

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：國立台灣師範大學

樹冠層昆蟲在過去缺乏調查，本年度一年的觀察即已解明多種過去生活史資料不明之鱗翅目昆蟲之生物學資料，建議將來可加強進行相關研究。

中長期建議：選擇適當地點架設樹冠研究塔或樹冠廊道

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：雪霸國家公園

選擇適當地點架設樹冠研究塔或樹冠廊道，以利未來深入調查及生態旅遊之運用。



## Abstract

There have been a few entomological research projects performed in the Shei-Pa National Park, but mostly with the focus on aquatic insects or particular organisms. So far, the available information regarding to the insect community on the canopy of Laural-Oak forest, which is the dominant forest type in the National park, is still very limited. As a matter of fact, the canopy insect community has been largely overlooked in the past, but this type of study deserves more attention as forests cover much of the island of Taiwan. As forests are fully developed and well-preserved in the Shei-Pa National Park, the park is an ideal place to perform a research on the insect community of canopy. The present project is to perform this type of research, with the hope to investigate on the differences and characteristics of different tree species, and to understand the ecological roles of the insects inhabiting the canopy.

During the investigation performed in 2010, quite a few lepidopterous insects were sampled from the tree canopy, including species rare or with immature previously unknown. 11 species in 5 families were identified from these samples. Of them, *Thecobathra eta* is new to Taiwan fauna, and *Euplexidia exotica* is a rarely noctuid moth described in 1987.

Key words: canopy insect community, monitoring, conservation



# 第一章 緒論

## 第一節 研究緣起與背景

雪霸國家公園於民國 81 年 7 月 1 日成立迄今有 16 年餘，歷年來多位學者執行昆蟲相關研究計畫，雖已完成約 17 篇有關昆蟲之研究成果，但水棲昆蟲調查佔 7 篇(楊，1996。趙，2002。楊，2004。郭，2003、2004、2005。楊，2005。)，寬尾鳳蝶相關研究佔 3 篇(楊，1996。楊、李，1997。詹，2000。)，其餘之研究多半針對棲息於林下地表附近之昆蟲進行調查與監測(唐，2001。郭，1994。楊，1996。楊，2004、2005。)，對於棲息於植物樹冠層之昆蟲研究目前僅有 1 篇研究，且著重於方法之建立與測試(徐等，2009)，因此目前關於園區內主要植被之樟櫨林之樹冠昆蟲相資料尚缺乏。樹冠層生物相與生態研究於國內起步甚晚，但是對於以森林為主要植被的台灣而言十分重要。台灣島之面積雖不算遼闊，但是由於地形高低起伏且多變的氣候環境，讓研究採樣之困難度與國外相較之下高出甚多，因此無法參照國外使用大型機械吊臂與利用熱汽球漂浮等樹冠採樣常用之方法(Moffett, Mark & Lowman, 1995; Lowman, 1998)。適合台灣島內之樹冠層採樣方式與物種研究及監測方法亟需建立。

雪霸國家公園過去所累積之研究成果多集中在武陵地區，且水生昆蟲調查成果佔多數，陸生昆蟲只有保育類寬尾鳳蝶已進行較為深入的相關研究，對於雪霸國家公園基礎的昆蟲資源、生態資料等仍有不足，尤其是棲息在喬木層高處的昆蟲物種更是鮮少深入研究。徐等(2009)進行之研究發現細邊琉灰蝶(*Celastrina lavendularis himilcon*)幼蟲以墨點櫻桃花苞為食，即為一例。可能有許多利用森林植物之林冠層繁殖器官的昆蟲種類尚未被發現，生物學資料也尚待釐清。

此外，昆蟲中有許多被認為是良好的陸域生態系環境指標(Pollard and Eversham, 1995)，詳細而正確的編目工作有助於利用昆蟲來監測國家公園生態環境的變化，並可建立昆蟲的發生季節及豐度等基礎資料，方便深入研究及讓國家公園管理處運用，使昆蟲資源成為良好的生態教育素材，讓到訪民眾深入瞭解保育的觀念及重要性。

雪霸國家公園最近之昆蟲普查為徐歷鵬等於 2008 年進行之陸生昆蟲種類調查及監測，總計共發現 12 目 82 科 674 種昆蟲種類(徐，2008)。徐等(2009)進行初步樹冠昆蟲相調查法測試，並連帶進行昆蟲種類調查，計獲得樹冠層鱗翅目幼蟲形態種 94 種 103 隻次、穿越線

兩側鱗翅目幼蟲形態種 55 種 57 隻次及其他昆蟲成蟲 44 科 373 種。該研究初步篩選出抖落法為高層樹冠合適之取樣法。

由於雪霸國家公園森林林相完整、維護得宜，因此適合進行樹冠昆蟲相之調查研究與分析比較。本研究計畫工作重點即在於過去國內相關研究較少著墨之樹冠層昆蟲相進行調查。探討不同林型環境或樹種間昆蟲相組成之變化差異，進而探討各類昆蟲功能群組成及其所扮演的角色。

## 第二節 研究目標

希望藉由分區進行植物冠層之昆蟲資源普查，比較不同樹種間昆蟲相組成之變化，以及各個季節之間物種組成之差異，並探討昆蟲與植物物候之關聯，結合動物生態資料庫之建立，以做為未來國家公園相關經營管理之參考。

## 第二章 研究材料與方法

### 第一節 研究地區

#### (一) 樣區周邊植群環境描述

觀霧地區平均海拔約在 2000 公尺左右，在氣候帶上相當於溫帶 (Temperate) 及涼溫帶 (Cool-temperate) 氣候類型。除了造林地之外，由於坡向、溪谷、陡坡崩塌等不同乾溼特性，蘊育多樣性的植被類型，根據蘇(1992)台灣植被帶分類方式，樣區內包涵的植被類型至少有櫟林帶之山地常綠闊葉林(以森氏櫟、長尾栲、狹葉櫟、昆欄樹、錐果櫟及石櫟屬及木薑子屬為主要森林組成)、山地針葉樹混淆林(以紅檜、臺灣杉混合其他闊葉林樹種)、山地落葉闊葉林(以楓屬、胡桃屬、千金榆屬、阿里山榆等為主要森林組成)、赤楊落葉林(以台灣赤楊為主)及松林(以臺灣二葉松為主)。

觀霧地區的闊葉林屬於白校欖-錐果櫟林型，喬木層有白校欖、錐果櫟、大葉柯、高山新木薑子、假長葉楠、三斗石櫟、短尾葉石櫟、烏心石、霧社山櫻花、水絲梨、黑星櫻、蘭邯千金榆、阿里山榆等；灌木層有水麻、粗毛柃木、樺葉莢迷、台灣樹參、大葉溲疏、伏牛花、刻脈冬青等；草本層如火炭母草、蔓黃菀、冇骨消、桑葉懸鉤子、車前草、野牡丹、冷水麻、戟葉蓼、臺灣黃堇、琉璃草、咬人貓等；藤蔓及附著生植物如牛蒡菜、藤花椒、烏斂莓、亨利氏鐵線蓮、石月、光果南蛇藤、臺灣常春藤等。

崩塌地多以台灣二葉松或台灣赤楊(其上著生許多桐櫟柿寄生)、山胡椒為主要優勢。林道邊緣、陽性二葉松林、赤楊林中尚有其他陽性樹種如賊仔樹、山胡椒、紅榨楓、槲木、八角金盤、山漆等，灌木層有粗毛柃木、杜虹花、水麻、米碎柃木等，林緣偶有阿里山忍冬生長。

台灣檫樹(*Sassafras randaiense*)屬於演替前期之先驅樹種，常發生於擾動後之林分環境，如崩塌、砍伐或火燒跡地(許、徐，2005)。根據本研究之觀察，觀霧地區在台灣檫樹多半散生於柳杉與台灣杉造林地環境，在坡度較為陡峭的闊葉林環境也有零星散佈。台灣檫樹為珍稀保育類昆蟲台灣寬尾鳳蝶幼蟲唯一的寄主植物。

## (二) 研究範圍與樣樹評估選定

主要針對雪霸國家公園觀霧地區各林道及步道，挑選適合之樣樹進行樹冠層昆蟲資源研究調查，除了記錄種類、數量、發現時間外，並記錄衛星定位資料，以提供園方保育之經營管理參考。

本研究計畫選定雪霸國家公園範圍內之大鹿林道主線、樂山林道、大鹿林道東線以及神木步道與瀑布步道等地區分別探勘，從中挑選適合取樣之代表性樹種與樣樹，按月進行研究採樣。預定將依高層喬木林、低層喬木林、針葉林選取合適樹種進行調查與資料分析。

初步探勘各取樣路線，考量觀霧地區各種環境的優勢植物並斟酌植物生長之地勢地形是否能夠順利取樣之原則來進行取樣樣樹評估。經過 2009 年度之評估，選定白校欖(*Castanopsis carlesi*)、台灣赤楊(*Alnus formosana*)、阿里山榆(*Ulmus uyematsui*)、台灣檫樹以及柳杉(*Cryptomeria japonica*)、台灣雲杉(*Picea morrisonicola*)兩種針葉樹進行研究取樣。研究方法經 2009 年度之前測評估後，決定選用破壞性小的抖落法及樹冠網捕法(徐等，2009)。

## 第二節 研究方法

### ◎鱗翅目部分

1. 抖落法—於地面採用特殊工具伸長至樹冠勾住取樣枝條，利用昆蟲突然受到驚擾會有假死墜落的特性，將蟲抖落於地面上承接的帆布以進行採樣，地面上承接之帆布尺寸固定在 2m\*3m。每棵樹選取五根枝條，枝條長度約 2 公尺，直徑約 5 至 10 公分。
2. 對於伸手可及之植物枝條，則以寄主植物翻查法，以目視法徹底搜尋可能利用之昆蟲種類。
3. 每回取樣進行時，調查植物之物候資料如開芽、開花及結實之情形，同時取樣植物不同部位之昆蟲，以利瞭解昆蟲利用植物之關係。
4. 採得之幼蟲帶回室內飼養的幼蟲分別拍照、編號，依照採集日期將幼蟲飼養記錄歸檔整理，累積物種資料以便後人進行相關研究。
5. 於採樣樹種周圍飛繞之種類，以捕蟲網捕捉以鑑定種類，並嘗試採卵飼養以釐清該物種是否以樣樹為食。
6. 飼養所得之成蟲製成標本保存，統一整理、鑑定。蛾類鑑定以張(1989a)、張(1989b)、張(1990a)、張(1990b)、張(1991)、



傅與左（2002）及傅與左（2004）等為參考之依據。

◎鞘翅目部分

1. 網捕法：沿調查路線針對棲息於樹冠高處的鞘翅目種類，記錄植物種類與昆蟲的利用情形，並以捕蟲網捕捉成蟲，於鑑定後釋放，如遇無法鑑定者則帶回實驗室進一步鑑定研究。
2. 每回取樣進行時，調查植物之物候資料如開芽、開花及結實之情形，經由調查瞭解各季節昆蟲物種的消長情形及與當地植物物候的關係，並提出保育策略與建議，提供日後做為生態旅遊或解說教育的參考依據。



### 第三章 研究調查結果

雪霸國家公園觀霧地區樹冠層昆蟲研究，主要著重在物種多樣性最為豐富之鱗翅目以及鞘翅目的昆蟲種類，探討昆蟲多樣性之時序變化以及不同植物間昆蟲種類多樣性的差異比較。研究採樣共獲得鱗翅目與鞘翅目昆蟲樣本 244 種，707 隻次，分述結果如后。

#### 野外採樣成果—鱗翅目昆蟲

雪霸國家公園觀霧地區樹冠層昆蟲研究調查自二月份開始每月就選定之採樣樹種進行樹冠層昆蟲採樣，共進行九次例行採樣。二月至十月累計共採得鱗翅目昆蟲幼生期共 346 隻次，經過初步鑑定區分為 14 科 181 種(圖 1)；其中包含 150 個幼蟲形態種，以及經過飼養成蟲之個體 31 種。其中尺蛾科為最優勢的類群—共有 83 種，其次為夜蛾科 34 種，螟蛾科 16 種，毒蛾科 18 種，燈蛾科 10 種，捲蛾科 9 種，避債蛾科 3 種，枯葉蛾科 2 種，天蠶蛾科、舟蛾科、斑蛾科、鉤蛾科、巢蛾科、折角蛾科各 1 種。飼養所得成蟲共計 6 科 31 種，物種名錄如附錄 1。

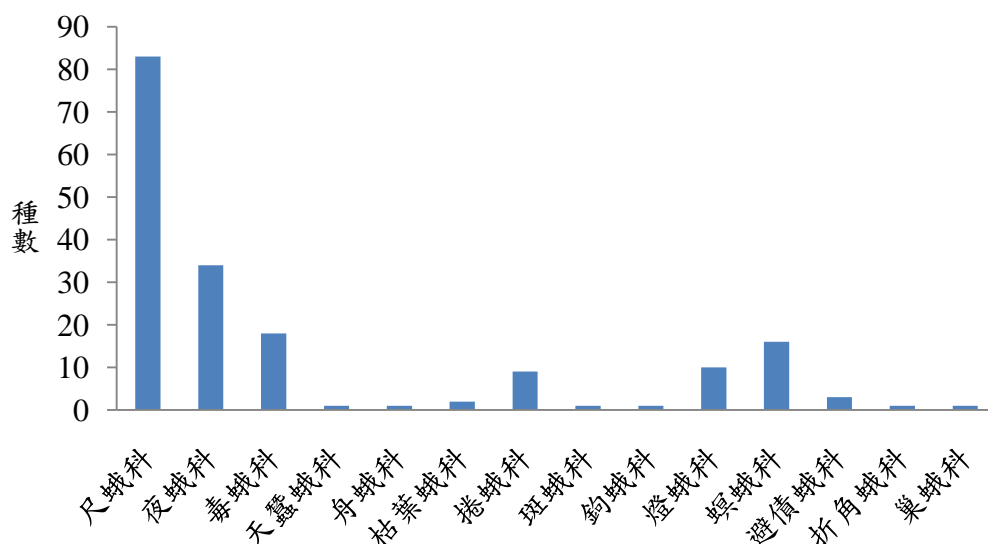


圖 1 2010 年觀霧地區樹冠層所採獲之鱗翅目各科昆蟲統計。

#### 鱗翅目幼蟲飼養與處理

鱗翅目幼蟲飼養方面，採得之幼蟲樣本立即帶回測量當時重量(單位為 g，精度至 0.001。)，並依照幼蟲型態分科飼養。自二月至

十月 9 次野外採樣共採得鱗翅目幼蟲 346 隻。飼養過程中發現有些蛾類在飼養過程中死亡，或是無法順利化蛹、化蛹之後無法順利羽化。野外採回的幼蟲飼養至化蛹者共 71 隻，化蛹比率 20.5%。化蛹之後羽化者有 46 隻，羽化率 64.7%，飼養技術需要更多經驗累積與改進。另外有些蛾類化性可能為一年一世代，化蛹之後尚未羽化，推測可能需要特殊的環境條件方能順利越冬。

### 鞘翅目昆蟲研究與鑑定

鞘翅目昆蟲採樣於 2010 年三月至九月進行 7 次採樣，利用抖落法共採獲 17 科 63 種 361 隻次(表 1)，其中金花蟲科 11 種，擬步行蟲科 10 種，菊虎科 9 種，象鼻蟲科、叩頭蟲科各 6 種，為種類與數量較多的類群(圖 2)。

表 1 2010 年觀霧地區樹冠層鞘翅目昆蟲採樣統計。

| 科別                   | 種數 | 隻次  |
|----------------------|----|-----|
| 蟻形蟲科 Anthicidae      | 1  | 1   |
| 長角象鼻蟲科 Anthribidae   | 1  | 1   |
| 捲葉象鼻蟲科 Attelabidae   | 1  | 2   |
| 菊虎科 Cantharidae      | 9  | 23  |
| 步行蟲科 Carabidae       | 1  | 10  |
| 金花蟲科 Chrysomelidae   | 11 | 60  |
| 瓢蟲科 Coccinellidae    | 5  | 32  |
| 象鼻蟲科 Curculionidae   | 6  | 49  |
| 叩頭蟲科 Elateridae      | 6  | 38  |
| 大吸木蟲科 He otidae      | 3  | 6   |
| 紅螢科 Lycidae          | 2  | 2   |
| 耀夜螢科 Merylidae       | 1  | 6   |
| 出尾蟲 Nitidulidae      | 1  | 1   |
| 擬天牛科 Oedemeridae     | 1  | 2   |
| 長花蚤科 Ptilo actylidae | 1  | 1   |
| 金龜子科 Scaraba idae    | 3  | 19  |
| 擬步行蟲科 Tenebrionidae  | 10 | 108 |
| Total                | 63 | 361 |

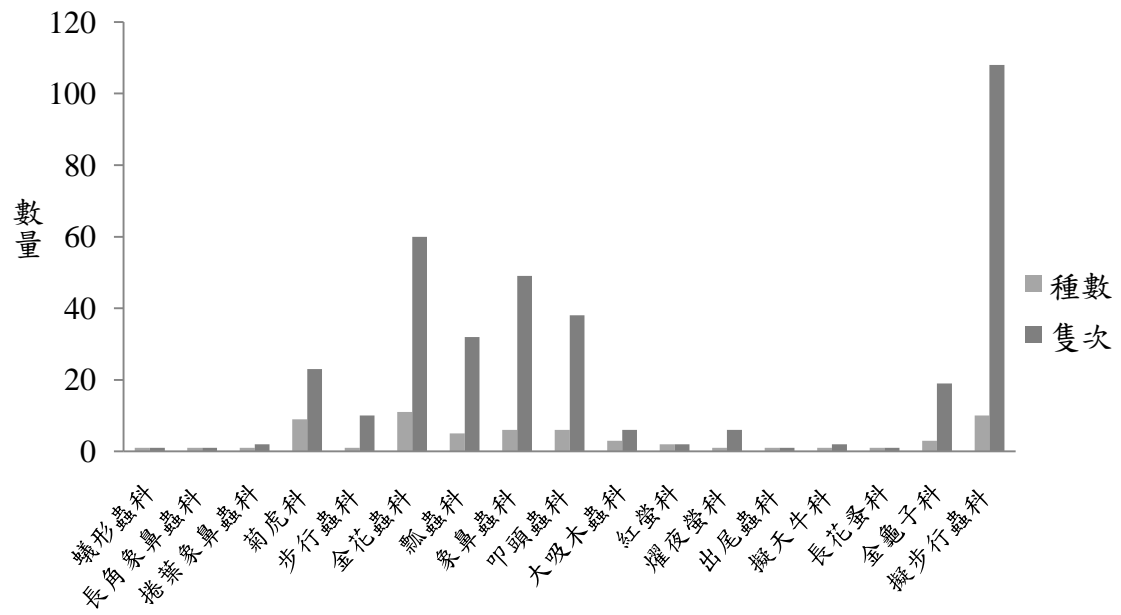


圖 2 2010 年觀霧地區樹冠層鞘翅目昆蟲各科採樣結果比較。



## 第四章 討論與建議

### 第一節 樹冠層鱗翅目昆蟲研究

在所有已知的昆蟲物種當中，鱗翅目物種所佔的比例僅次於鞘翅目的昆蟲種類。鱗翅目相對於鞘翅目而言食性較為單純，鱗翅目昆蟲有許多種類以植物的營養器官(葉片)或繁殖器官(花、果)為食，因此與其寄主植物有著密不可分的關係。目前鱗翅目昆蟲與寄主植物的關聯有許多研究者正進行研究釐清，然而棲息生活在植物高處樹冠層的鱗翅目種類卻鮮少有人進行研究。本研究嘗試以固定之取樣方式進行樹冠層昆蟲採樣，探討不同植物之間鱗翅目相組成之差異，與鱗翅目多樣性之時間序列變化，就目前之採樣結果進行初步探討。

#### 鱗翅目多樣性比較—不同取樣樹種之差異

本研究根據觀霧地區之代表性植物種類挑選出台灣赤楊(樺木科)、白校欖(殼斗科)、台灣檫樹(樟科)、阿里山榆(榆科)、與台灣雲杉及柳杉等植物所採得之鱗翅目昆蟲樣本進行分析比較(圖 3)，發現白校欖為所列採樣樹種中生物多樣性指數(Shannon-wiener Index)最高的樹種，其次為台灣赤楊，而台灣檫樹的多樣性指數則為最低(表 2)。白校欖所採得的鱗翅目幼蟲種數及個體數也最為豐富，所採得之物種占了所有物種的 68.4%，個體數則占了 76.0%，與其他採樣樹種相較之下呈現相當明顯的差異(圖 4)。

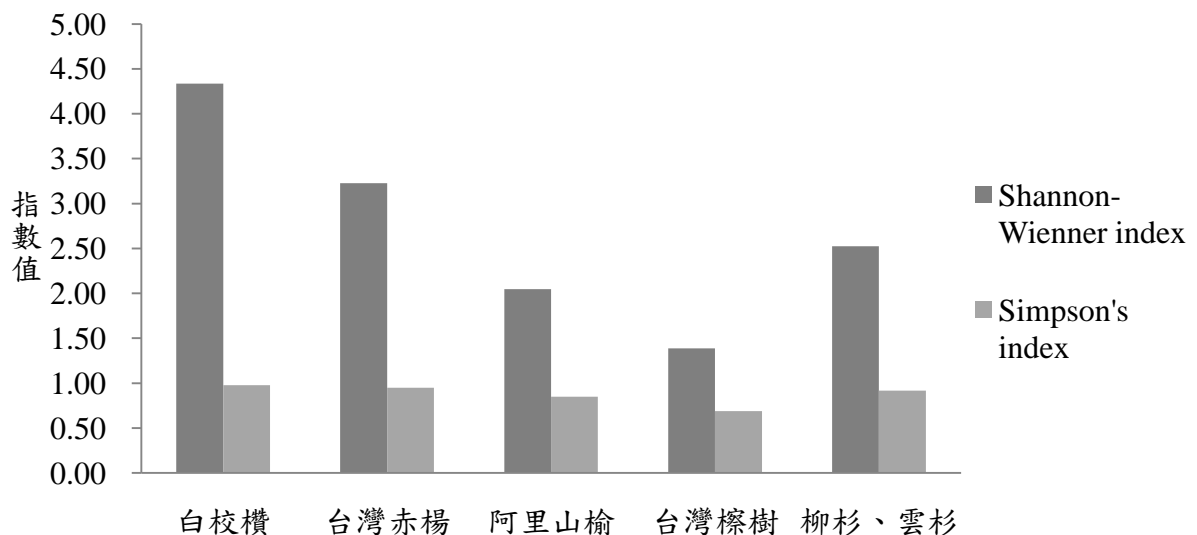


圖 3 2010 年觀霧地區不同取樣樹種之鱗翅目昆蟲多樣性比較。

表 2 2010 年觀霧地區不同取樣樹種之鱗翅目昆蟲數量與生物多樣性指數估算。

|                      | 白校欖  | 台灣赤楊 | 阿里山榆 | 台灣檫樹 | 柳杉、雲杉 |
|----------------------|------|------|------|------|-------|
| 種數                   | 126  | 31   | 9    | 5    | 13    |
| 個體數                  | 2 3  | 46   | 14   | 8    | 15    |
| Shannon-Wiener index | 4.34 | 3.23 | 2.04 | 1.39 | 2.52  |
| Simpson's index      | 0.98 | 0.95 | 0.85 | 0.69 | 0.92  |
| Species richness     | 0.48 | 0.67 | 0.64 | 0.63 | 0.87  |

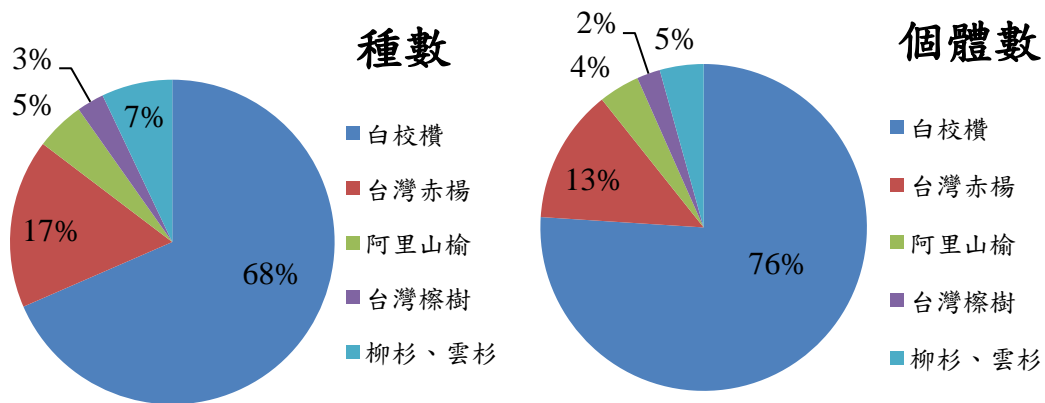


圖 4 2010 年觀霧地區不同取樣樹種採獲之鱗翅目昆蟲種數與個體數比較。



## 鱗翅目多樣性比較—時間序列變化

比較各月份所採得之物種並分析對照各月物種多樣性指數(圖 5)，可以發現 Shannon-Wiener Index(H')估算值隨著時間而有逐漸升高的情形，至六月份達到高峰之後指數值隨時間而降低，而 Simpson's Index 估算值則變化不大，由於 Shannon-Wiener Index 對稀有種的變化較為敏感，說明不同季節的種類組成變化很大，而 Simpson's Index 估算值變動不大表示總體多樣性變化不大，樹冠層各月份之昆蟲資源均很豐富。二月與三月為冬、春兩季節交替之際，山區氣溫偏低，這對於植物以及昆蟲的生長發育為一限制因子，許多植物於此時節為葉片掉落的狀態而新葉尚未萌發，例如阿里山榆與台灣赤楊(表 3)。在此時節昆蟲僅能利用葉片常綠的樹種—例如白校欖為食。自四月份開始為白校欖嫩葉與花芽發育的時節，台灣赤楊與阿里山榆、台灣檫樹等植物葉片同時也陸續發育長成，此時發現昆蟲數量較先前上升(圖 6)，這個結果也反映在四月份 Shannon-Wiener Index 上升。五月份白校欖花芽持續發育，利用嫩葉與花序為食的昆蟲種類與數量理應持續上升，然而五月份由於採樣時適逢梅雨鋒面過境，受到天候影響而造成採樣結果偏差，因此發現利用之種類與數量皆不如預期，Shannon-Wiener Index 比起四月份也稍為降低。相對而言，六月與七月為全年當中採得昆蟲種類與數量最為豐富的月份(表 4、圖 7)，六月所得 Shannon-Wiener Index 也達到高峰。八月之後指數值漸減，此時植物葉片品質逐漸變差。而十月的調查發現阿里山榆、台灣赤楊、台灣檫樹陸續開始落葉，因此鱗翅目種類、數量、多樣性指數驟然下降。

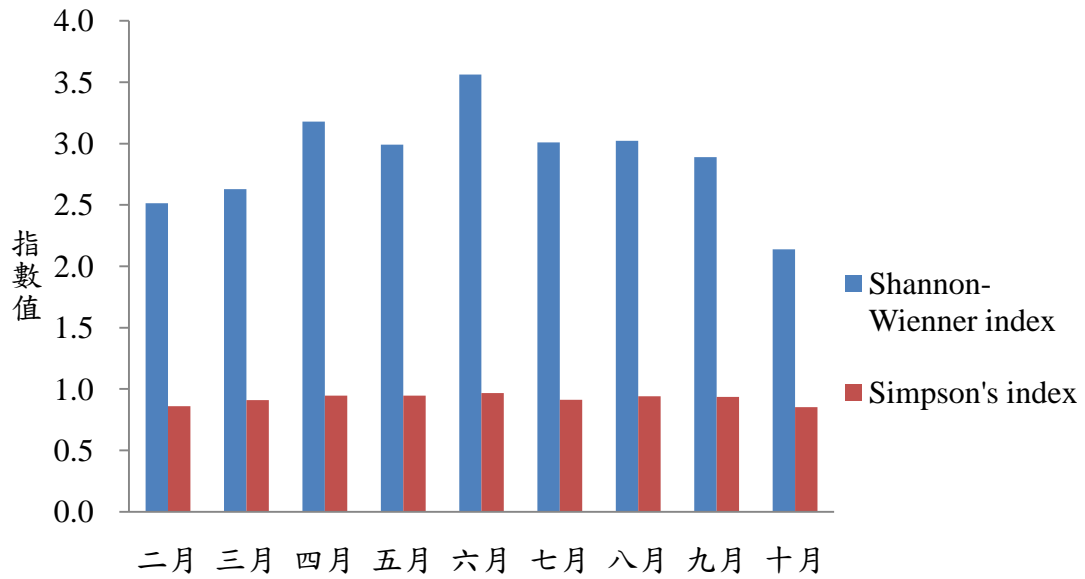


圖 5 2010 年觀霧地區樹冠層各月份採樣之鱗翅目昆蟲多樣性比較。

表 3 2010 年觀霧地區樹冠層晚冬至早春各月植物物候觀察記錄。

|       | 二月   | 三月           | 四月     | 五月     |
|-------|------|--------------|--------|--------|
| 台灣赤楊  | (落葉) | 開芽           | 嫩葉     | 成葉     |
| 白校欖   | 常綠葉  | 常綠葉          | 常綠葉    | 常綠葉、嫩芽 |
| 台灣檫樹  | 開花   | 花            | 嫩葉     | 成葉     |
| 阿里山榆  | 花芽   | 花期結束<br>尚未展葉 | 葉片平展   | 成葉     |
| 雲杉、柳杉 | 常綠葉  | 常綠葉          | 常綠葉、嫩葉 | 長毬果    |

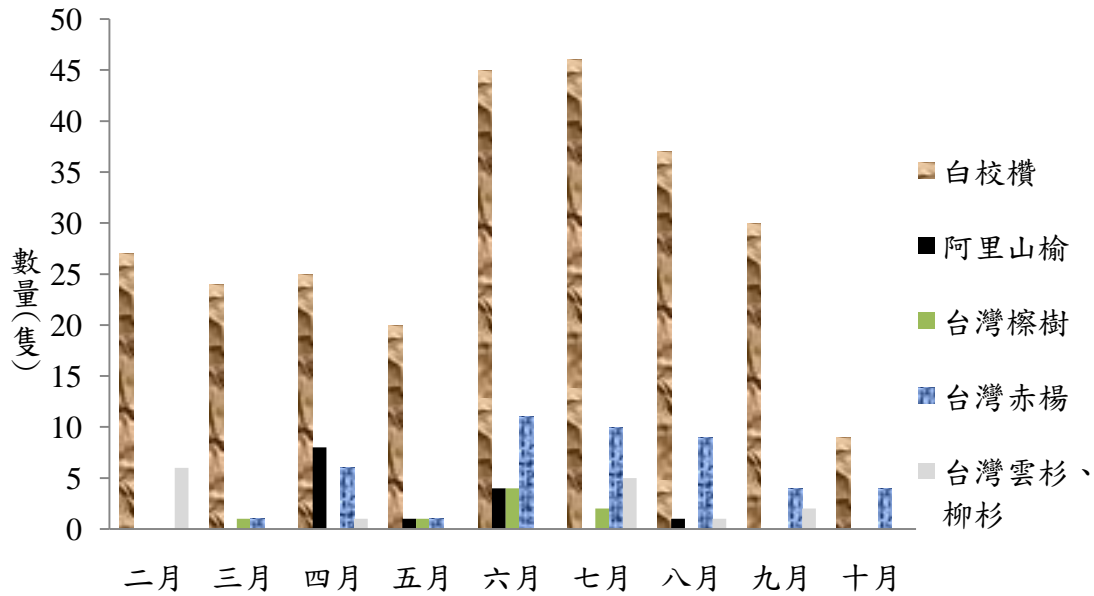


圖 6 2010 年觀霧地區樹冠層各月份之鱗翅目昆蟲採樣比較(個體數量)。

表 4 2010 年觀霧地區樹冠層各月份採樣之鱗翅目昆蟲數量與生物多樣性指數估算值。

|                      | 二月   | 三月   | 四月   | 五月   | 六月   | 七月   | 八月   | 九月   | 十月   |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 種數                   | 19   | 17   | 29   | 21   | 41   | 33   | 25   | 21   | 10   |
| 隻次                   | 33   | 26   | 40   | 23   | 64   | 63   | 48   | 36   | 13   |
| Shannon-Wiener index | 2.51 | 2.63 | 3.18 | 2.99 | 3.56 | 3.01 | 3.02 | 2.89 | 2.14 |
| Simpson's index      | 0.86 | 0.91 | 0.95 | 0.95 | 0.97 | 0.91 | 0.94 | 0.94 | 0.85 |
| Species richness     | 0.58 | 0.65 | 0.73 | 0.91 | 0.64 | 0.52 | 0.52 | 0.58 | 0.77 |

五月與六月份正值白校欖嫩葉成長與開花時期(表 3、表 5)，五月受到天候影響調查結果，因此採獲之昆蟲種類與數量皆不如預期，六月的採樣發現採獲之鱗翅目幼蟲種類與數量皆明顯增加(圖 7)，由此可知白校欖開花展葉時期為重要的食物資源提供者，擔任多種昆蟲賴以維生的重要角色。此外，春夏轉換之際的梅雨固然提供了植物生長發育所必須的水分，昆蟲也間接受益，然而天候對於昆蟲等外溫動物的活動影響程度甚鉅，溫度過低幼蟲將無法順利發育，成蟲也將無法活動，甚至有些昆蟲可能遭受風雨打落而折損、造成死亡，因此大部分昆蟲只能趁著梅雨鋒面減弱氣候轉好之際爭取時間攝食與活動。研究採樣也應當慎選時機，避免在天氣不佳的時間進行採樣。

表 5 2010 年觀霧地區樹冠層六月至十月植物物候觀察記錄。

|       | 六月    | 七月    | 八月         | 九月         | 十月         |
|-------|-------|-------|------------|------------|------------|
| 台灣赤楊  | 成熟葉   | 成熟葉   | 成熟葉        | 成熟葉        | 成熟葉        |
| 白校欖   | 開花、嫩葉 | 成熟葉   | 成熟葉        | 成熟葉        | 成熟葉        |
| 台灣檫樹  | 成熟葉   | 成熟葉、果 | 成熟葉、果      | 成熟葉、果      | 成熟葉、果      |
| 阿里山榆  | 成熟葉   | 成熟葉   | 成熟葉、<br>翅果 | 成熟葉、<br>翅果 | 成熟葉、<br>翅果 |
| 雲杉、柳杉 | 常綠葉   | 常綠葉   | 常綠葉        | 常綠葉        | 常綠葉        |

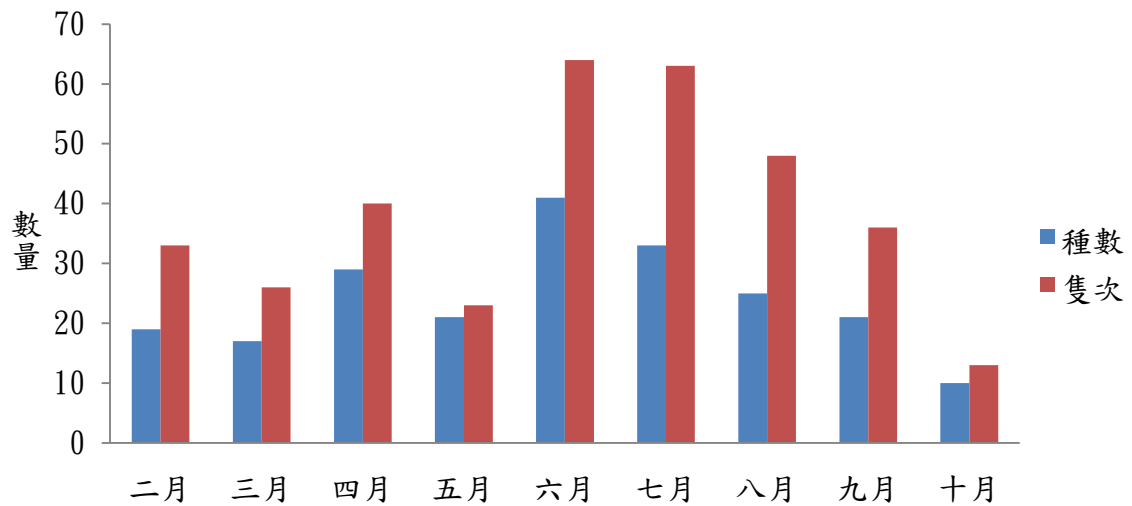


圖 7 2010 年觀霧地區樹冠層各月份採樣之鱗翅目昆蟲種數與個體數比較。

### 各月份鱗翅目幼生期生物量比較—平均重量與個體數量之探討

各月份所採得之鱗翅目幼生期平均重量如表 6，發現各月份所採得的幼生期樣本之重量差異極大。例如有些尺蠖蛾科的幼蟲，其重量不足 0.001(g)，目前採得體型最大者屬於天蠶蛾科的雙黑目天蠶蛾 (*Caligugula japonica arisana*)，重量達 4.375(g)，兩極端重量差異超過 4000 倍，此極端重量將造成各月所統計之月總重與月均重差異極大，有採獲大型種類幼蟲之月統計量會驟增。總體趨勢顯現夏季昆蟲生物量較高的情形。

表 6 2010 年觀霧地區樹冠層各月份採獲鱗翅目幼蟲重量估算值。

|     | 三月    | 四月    | 五月    | 六月     | 七月    | 八月    | 九月    | 十月    |
|-----|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 總重  | 0.152 | 1.483 | 2.654 | 12.276 | 1.032 | 1.602 | 0.591 | 0.363 |
| 均重  | 0.015 | 0.039 | 0.111 | 0.223  | 0.017 | 0.034 | 0.016 | 0.030 |
| 標準差 | 0.017 | 0.082 | 0.123 | 0.843  | 0.022 | 0.047 | 0.029 | 0.048 |

各月份採得幼蟲樣本平均重量隨採集月份而有起伏變化(圖 8)。然而利用 JMP 統計套裝軟體 5.0.1 版進行各月樣本重量分析比較，分析結果卻無顯著差異(圖 9)，樣本數量不足與樣本重量的極值差距過大可能為統計結果無顯著差異的原因。然而植食性鱗翅目昆蟲數量卻有隨著植物物候現象及氣候變化的趨勢(圖 10 與表 3、表 5)，五月到七月為大多數取樣樹種生長發育的主要時期，此時鱗翅目昆蟲數量為相對較多的時期，且許多大型種類於此時發生，因此整體生物量最為豐富。比較各次所採獲之鱗翅目幼蟲可以發現四月至六月採獲之幼蟲總重與均重為全年高峰期(圖 8、圖 11)，採獲之尺蠖科、夜蛾科與大鱗翅類之重量占總生物量大半之比例，此時期所能提供給鳥類與其他肉食性種類等次級消費者之資源量較其他時期豐富許多，而且可能與中海拔鳥類哺育幼鳥之時期選擇相關。二月與三月許多取樣樹種秋冬落葉之後尚未長成，幼蟲僅能利用葉片常綠的樹種，且冬季與早春的低溫也限制了幼蟲的生長；八月過後則由於植物開始回收葉片的養分而陸續開始落葉，葉片品質也不如五到七月，因此昆蟲數量相對較少，總重與平均重也相對較低。

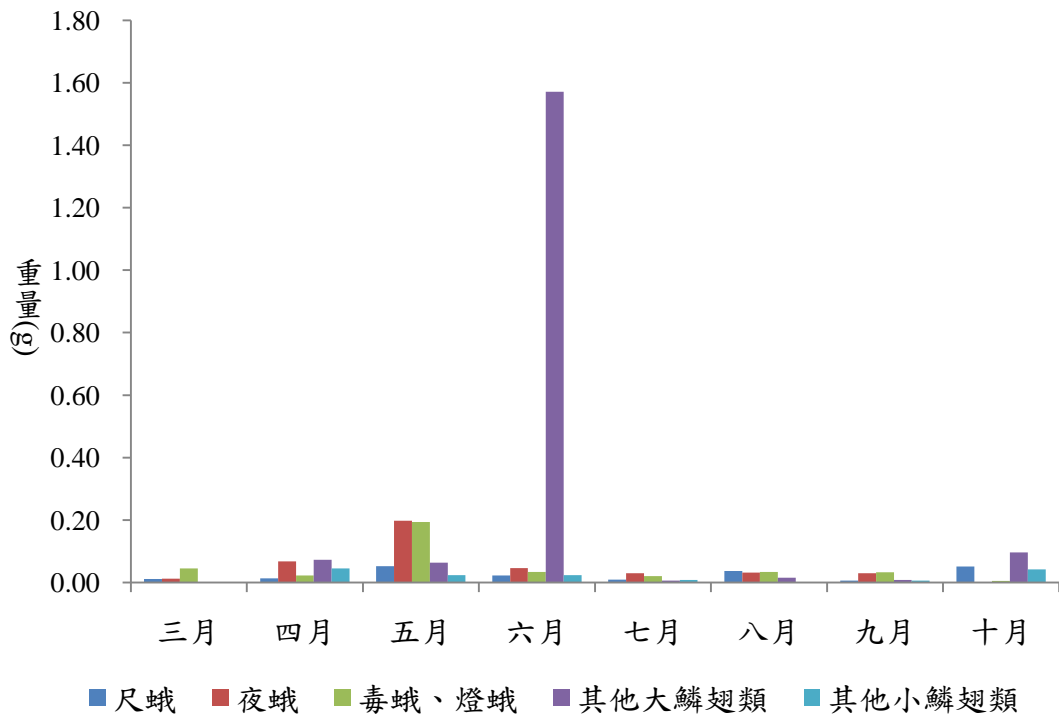


圖 8 2010 年觀霧地區樹冠層各月採樣之鱗翅目幼生期平均重量分布圖。

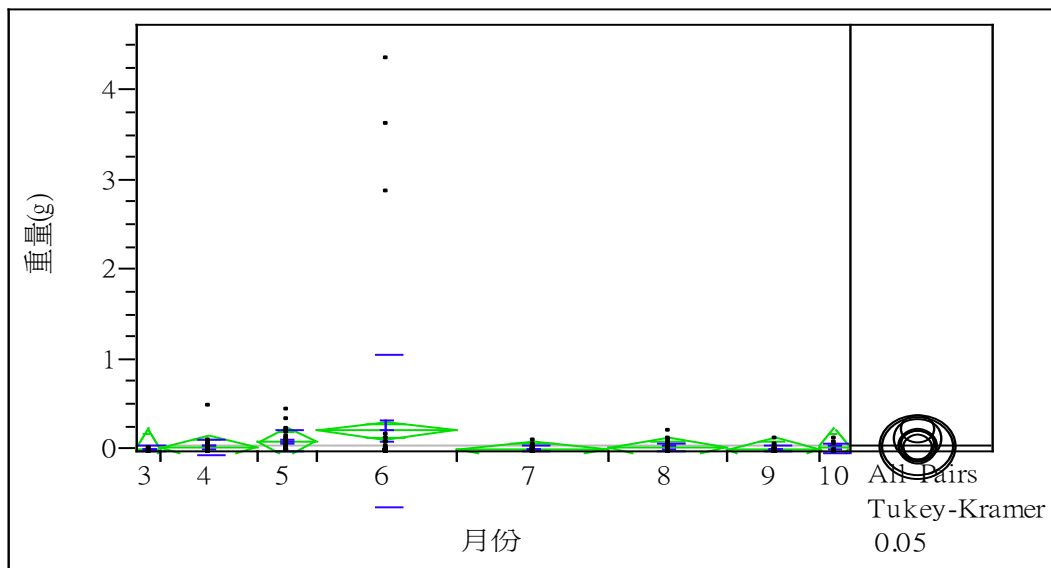


圖 9 2010 年觀霧地區樹冠層各月採樣之鱗翅目幼生期平均重量分析(JMP 5.0.1)。

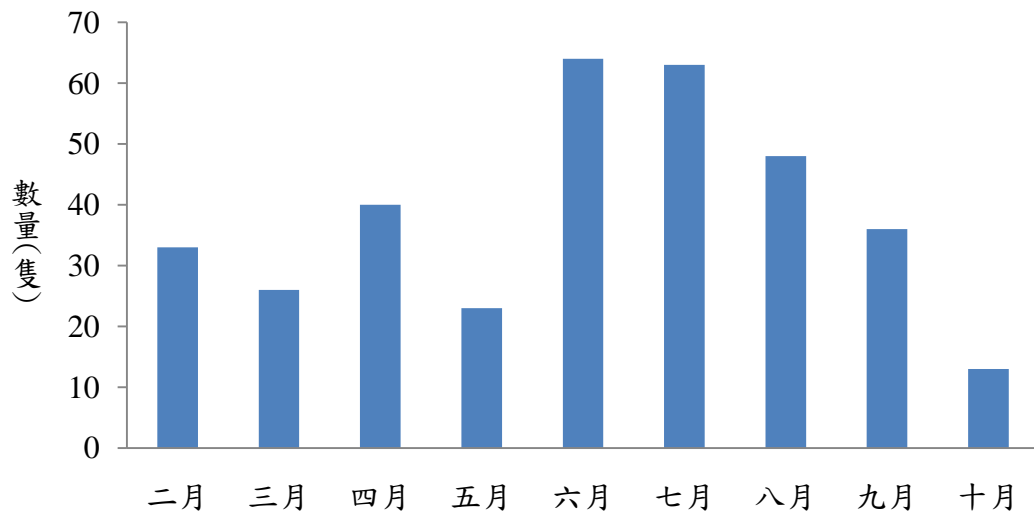


圖 10 2010 年觀霧地區樹冠層各月採樣之鱗翅目幼生期總數量比較。

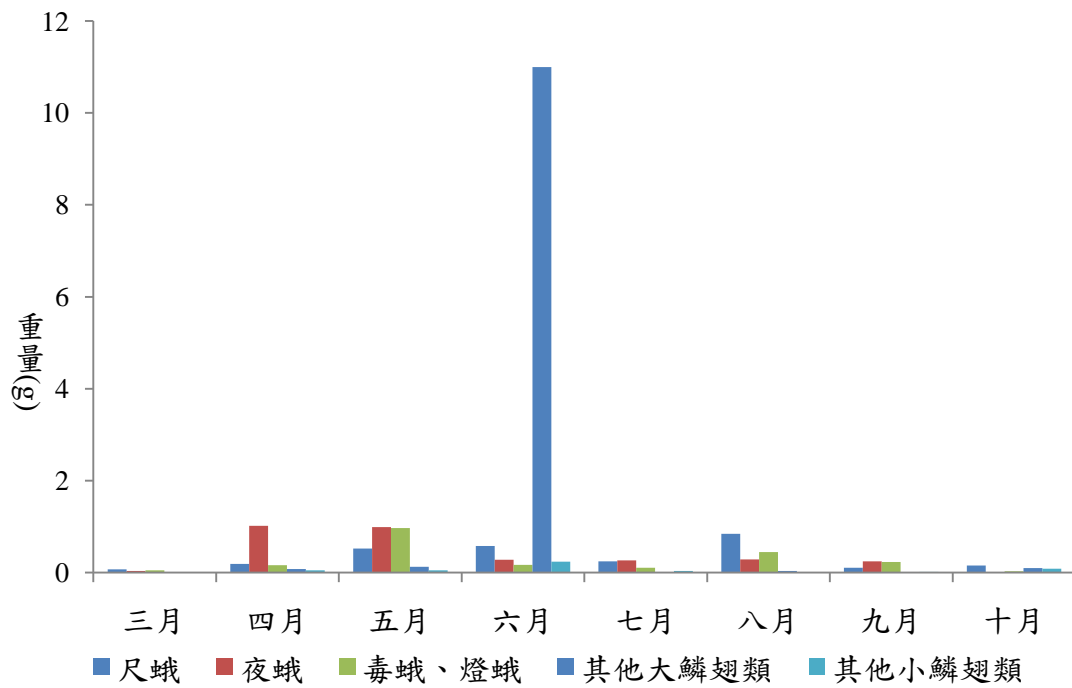


圖 11 2010 年觀霧地區樹冠層各月採樣之鱗翅目幼生期總重分布。

## 第二節 樹冠層鞘翅目昆蟲調查

鞘翅目昆蟲被公認是種類與數量最為多樣的生物類群，至今許多種類陸續被發表命名，大型種類其習性與生活史也陸續有學者進行研究與釐清。由於植物樹冠難以到達與接近，棲息在植物樹冠層的種類難以進行採樣研究，因此有許多棲於樹冠的昆蟲種類分類地位尚待釐清。本研究僅能藉由每月以固定的採樣方法進行取樣，進而比較各取樣樹種之間的差異，及各月份所採得之種數及數量上的變化，藉此與植物物候現象對照進行探討。

### 鞘翅目多樣性比較—不同取樣樹種之差異

各取樣樹種所採獲之鞘翅目昆蟲種數與隻次經過比較發現由於樣樹種類不同，所採獲的數量也有所差異(圖 12)，其中採自白校欖的種類最多，研究採獲 41 種，各月累計總隻次更高達 228 隻，其他樹種的採獲量相較之下顯得較為稀少。雖然白校欖所採獲之昆蟲生物量大於其他樹種，然而比較生物多樣性指數值發現其他採樣樹種其指數值也保持有一定的水準(表 7、圖 13)，其他樹種棲息的昆蟲量雖然較少，但是其物種組成仍相當複雜多樣化。值得注意的是鞘翅目昆蟲似乎較少利用台灣檫樹棲息，本研究每月採樣採獲數量、種類皆不如其他樹種，其詳細原因有待進一步研究確認。

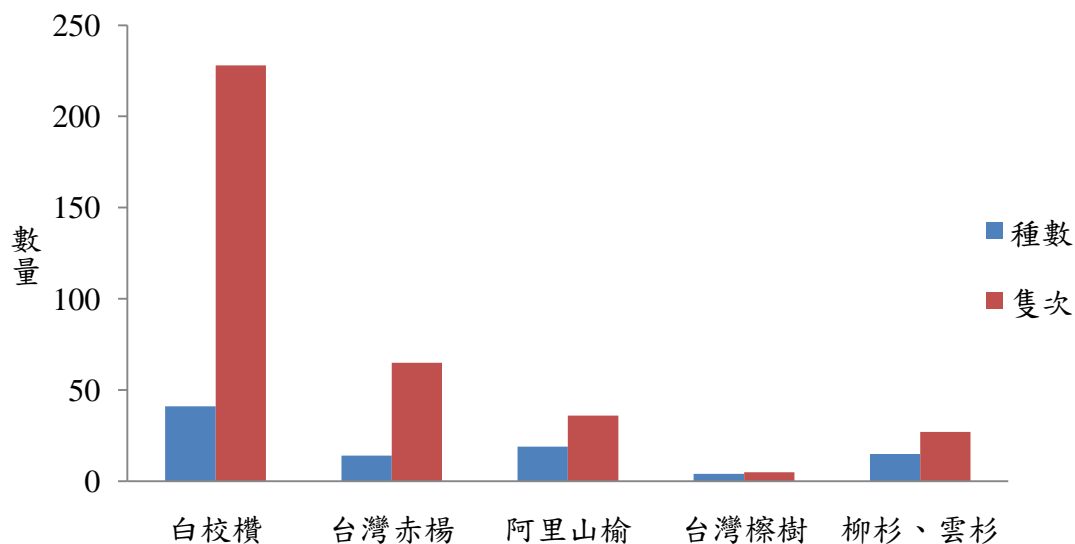


圖 12 2010 年觀霧地區樹冠層不同採樣樹種採獲之鞘翅目昆蟲數量比較。



表 7 2010 年不同採樣樹種採獲之鞘翅目昆蟲數量與生物多樣性指數估算值。

|                      | 白校欖  | 台灣赤楊 | 阿里山榆 | 台灣檫樹 | 柳杉、雲杉 |
|----------------------|------|------|------|------|-------|
| 種數                   | 41   | 14   | 19   | 4    | 15    |
| 隻次                   | 228  | 65   | 36   | 5    | 27    |
| Shannon-Wiener index | 2.99 | 2.20 | 2.51 | 1.33 | 2.48  |
| Simpson's index      | 0.92 | 0.86 | 0.86 | 0.72 | 0.89  |
| Species richness     | 0.18 | 0.22 | 0.53 | 0.80 | 0.56  |

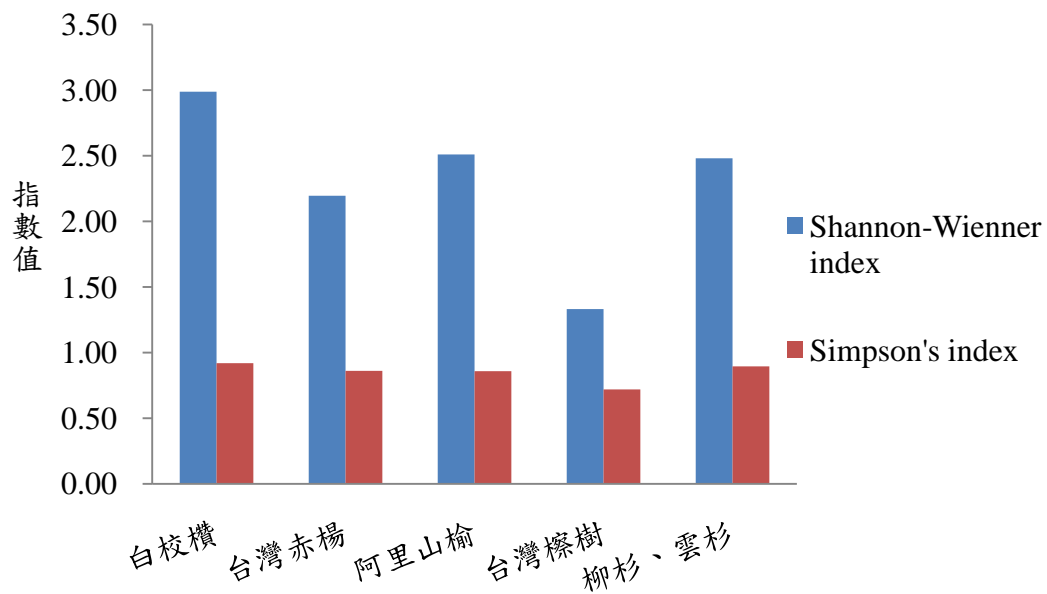


圖 13 2010 年觀霧地區樹冠層不同採樣樹種之鞘翅目昆蟲多樣性比較。

## 鞘翅目多樣性比較—時間序列變化

植食性鞘翅目昆蟲與植物的關係不若多數鱗翅目與寄主植物間具有高度專一性，其取食樹種、部位較為廣泛，也增添了研究與比較的困難度。各月份採獲之鞘翅目昆蟲種數與隻次統計如表 8，比較各月份所採得之種數與隻次，可發現採獲數量隨著採集月份變化，而以六月為高峰期(圖 14)。三月與四月觀霧地區的氣候尚不利於大多數昆蟲成蟲活動，因此鞘翅目昆蟲種類偏少。這種情形自五月開始產生變化，五月與六月昆蟲種類與數量突然增加，為採樣期間之最高峰，之後數量陡降。由圖 15 可發現五月與六月採自白校欖與台灣赤楊的鞘翅目昆蟲占了大多數的比例，為此時期重要的資源提供者，其中又以白校欖的物候現象較為容易掌握與觀察。觀霧地區許多植物一整年僅有一次開花與抽嫩葉之高峰，例如白校欖的花芽與葉芽自五月份開始成長，至六月開花、嫩葉平展，這段期間白校欖的花與幼葉提供許多植食性昆蟲取食利用，其中包含了許多鞘翅目的種類，這些鞘翅目成蟲的發生期與白校欖的生長旺盛期巧妙的配合，把握時間取食獲得養分或是利用繁衍下一代。

表 8 2010 年觀霧地區樹冠層各月份採獲之鞘翅目昆蟲多樣性估算。

|                      | 三月   | 四月   | 五月   | 六月   | 七月   | 八月   | 九月   |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 種數                   | 11   | 12   | 29   | 28   | 9    | 13   | 6    |
| 隻次                   | 29   | 38   | 90   | 134  | 20   | 34   | 16   |
| Shannon-Wiener index | 1.99 | 2.06 | 2.78 | 2.78 | 1.71 | 1.82 | 1.39 |
| Simpson's index      | 0.82 | 0.81 | 0.90 | 0.91 | 0.72 | 0.70 | 0.67 |
| Species richness     | 0.38 | 0.32 | 0.32 | 0.21 | 0.45 | 0.38 | 0.38 |

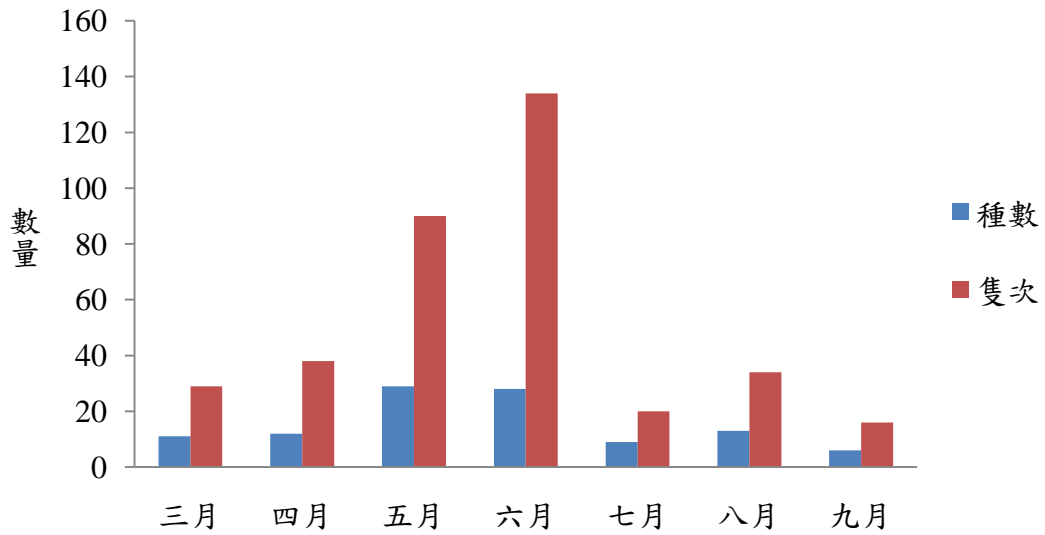


圖 14 2010 年觀霧地區樹冠層各月份採獲之鞘翅目昆蟲種數與隻次。

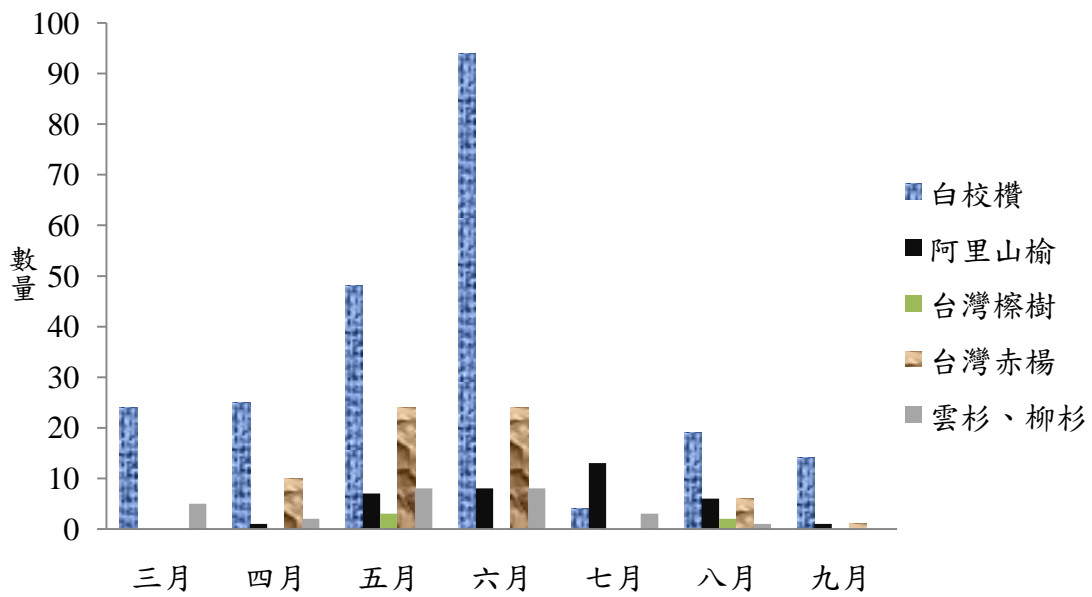


圖 15 2010 年不同採樣樹種各月份採獲鞘翅目昆蟲數量。

### 第三節 觀霧地區的樹冠層昆蟲研究—綜合討論

本研究發現白校欖採獲的鱗翅目與鞘翅目昆蟲物種總合佔了總物種的 68.4%，個體數量則占 69.4%(表 9)，其次為台灣赤楊(物種與個體數量比例分別為 18.4%與 15.7%)。因此以白校欖為食的昆蟲數量月變化與植物物候的關係在觀霧地區極具代表性，五月到七月為白校欖幼葉發育及開花的時節，且白校欖一年僅有一次開花展葉的時期，此時昆蟲種類與總數量皆為全年的高峰期，之後鞘翅目昆蟲迅速下降，呈現明顯的落差(圖 15)，鱗翅目昆蟲也有漸次減少的趨勢(圖 6)。

表 9 2010 年觀霧地區樹冠層各取樣樹種採獲昆蟲種數、個體數比例。

|            |     | 取 樣 樹 種 |       |       |      |       | Total |
|------------|-----|---------|-------|-------|------|-------|-------|
|            |     | 白校欖     | 台灣赤楊  | 阿里山榆  | 台灣檫樹 | 柳杉、雲杉 |       |
| 總數         | 種數  | 167     | 45    | 28    | 9    | 28    | 244   |
|            | 個體數 | 491     | 111   | 50    | 13   | 42    | 707   |
| 總比例<br>(%) | 種數  | 68.4%   | 18.4% | 11.5% | 3.7% | 11.5% |       |
|            | 個體數 | 69.4%   | 15.7% | 7.1%  | 1.8% | 5.9%  |       |

由本研究得知在觀霧地區樟櫨林中之優勢樹種白校欖提供極為豐富的食物資源供應許多昆蟲生長發育所需，在中海拔山區是為重要的生產者。植食性昆蟲在森林生態系為第一級消費者，為維繫食物鏈的基礎，提供許多次級消費者食物的來源，其數量與種類的多寡維繫著食物網的穩定，一旦發生改變其變化將擴及整個生態系。研究其組成物種與其習性，所累積的研究資料將有助於了解各能量階層之間的交互作用，進而了解整個生態系的運作模式。

#### 第四節 樹冠層昆蟲相調查獲得之生物學新發現

本研究進行觀霧地區樹冠層昆蟲相調查所獲之樣品中包含許多生物學新資料。2009 年之調查法測試時即已發現細邊琉灰蝶之新寄主(徐等, 2009), 說明該蝶種主要之繁殖場所可能即是在樹冠層。本年度(2010 年)所獲樣品經飼養、鑑定後發現不少過去生物學資料欠缺的種類, 填補了這些物種基礎生態資料上的空白, 其中不乏稀有種類, 下面即就這些發現分別說明。

##### 1. 異鄉綠類錦夜蛾 *Euplexidia exotica*

本研究期間於 2 月在柳杉上發現本種幼蟲(下圖), 共發現 2 隻, 羽化 1 隻。該種尺蛾所屬之綠類錦夜蛾屬(*Euplexidia*)屬尺蛾生物學資料缺乏, 台灣產的異鄉綠類錦夜蛾更是 1987 年才發現之稀有種類(Yoshimoto, 1987), 也是臺灣特有種, 為中小型之蛾類。本研究之發現是關於這種珍稀特有物種幼生期生物學之首度發現。



異鄉綠類錦夜蛾幼蟲。

(2010 年 2 月 10 日, 苗栗縣泰安鄉大鹿林道)。

## 2. *Thecobathra eta*

本研究期間於3月在白校欖上發現本種幼蟲(下圖左)，共發現2隻，羽化1隻(下圖右)。該種屬於巢蛾科(Yponomeutidae)的小型種類，前翅長約0.7-0.8公分。小型蛾類多樣性高且分類鑑定困難，*Thecobathra*屬在台灣的基礎資料一直沒有正式紀錄，Heppner & Inoue 於1992所整理的台灣鱗翅目昆蟲誌當中，僅在巢蛾科下列了8個屬(含*Thecobathra*)，但都沒有列出種級的類群。Fan *et al.*(2008)於知名期刊《Zootaxa》上發表*Thecobathra*相關分類研究，指出分布於台灣的種類共有4種，分別為*T. basilobata*、*T. partinuda*、*T. kappa*及*T. lambda*，而*T. eta*則分布於中國浙江及日本。因此，本研究發現*T. eta*為臺灣新紀錄種，並且是該物種之幼生期生物學之首度紀錄。



*Thecobathra eta* 幼蟲。  
(2010年3月4日，苗栗縣泰安鄉大鹿林道東線)。



*Thecobathra eta* 成蟲。  
(2010年3月30日拍攝)。

### 3. 暗黃斑霜尺蛾 *Alcis taiwanovariegata*

本研究期間於 4 月在台灣赤楊上發現本種幼蟲(下圖左)，發現 1 隻，羽化 1 隻(下圖右)，後續於 6、7 月在白校欖上也採獲本種幼蟲，共計採得 17 隻。暗黃斑霜尺蛾其學名及分類地位經過一連串的沿革，才由日本學者佐藤力夫(2008)提出新名 *Alcis taiwanovariegata*，是晚近才被重新確認為台灣特有種類的大型蛾類，飼育所得之成蟲前翅長約 1.8-2.5 公分。根據 Heppner & Inoue(1992)記載，台灣地區霜尺蛾屬(*Alcis*)成員共有 15 種，其中特有種多達 14 種，而截至目前為止，台灣地區尚未有任何 *Alcis* 屬幼蟲之寄主植物及幼生期記載。本研究發現為該種幼生期生物學之首度紀錄。



暗黃斑霜尺蛾幼蟲。  
(2010 年 4 月 8 日，苗栗縣泰安鄉大鹿林道)。



暗黃斑霜尺蛾成蟲。  
(2010 年 6 月 29 日拍攝)。

#### 4. 綠翅茶斑尺蛾 *Tanaoctenia haliaria*

本研究期間於 2 月在柳杉上發現本種幼蟲(下圖左)，發現 1 隻，羽化 1 隻(下圖右)，飼育羽化之成蟲之前翅長約為 2.2 公分。本種廣分布於臺灣低、中海拔地區，除了冬季較少見，全年幾乎可見成蟲活動，雖為常見之種類，卻未見有任何寄主植物及幼生期生物學之文獻記載。本研究為該種幼生期生物學之首度發現。



綠翅茶斑尺蛾幼蟲。  
(2010 年 2 月 10 日，苗栗縣泰安鄉大鹿林道)。



綠翅茶斑尺蛾成蟲。  
(2010 年 4 月 7 日拍攝)。



## 5. 利用白校欖之鱗翅目昆蟲相及功能群

白校欖為台灣特有之殼斗科植物，是低、中海拔楠櫛林帶及櫟林帶植被之重要組成之一。本研究期間，至少有 9 科 22 種利用白校欖之鱗翅目幼蟲經飼養成功羽化(附錄 3)，經鑑定確定種類者有 11 種，其中有 6 種尺蛾為特有種，包括齒紋尖尾尺蛾(*Gelasma sinuolata*)、阿里山鋸線尺蛾(*Abaciscus alishanensis*)、茶褐弭尺蛾(*Menophra anaplagiata*)、暗黃斑霜尺蛾(*Alcis taiwanovariegata*)、雙白斑尺蛾(*Parectropis subflava*)及巒大山突尾尺蛾(*Jodis rantaizanensis*)，目前為止，這 6 種特有種尺蛾之幼生期生物學皆尚未有正式發表或報告紀錄。加上鉤蛾科之燕鉤蛾(*Ditrigona triangularia*)及巢蛾科之 *Thecobathra eta*，本研究為此 8 種鱗翅目類群之幼生期生物學首度發現。

22 種利用白校欖的蛾種中，sp. B(尺蛾科)、sp. A(夜蛾科)、小點白毒蛾(*Arctornis cygna*)、桃毒蛾(*Olene dudgeoni*)、*Euproctis* sp. B(毒蛾科)、*Odites* sp.(折角蛾科)等 6 種為利用嫩葉為食之種類，尺蛾科之 sp. C 為利用花穗為食的種類；其餘 15 種為利用成熟葉片為食的種類。

## 第五節 建議事項

### 持續進行樹冠層昆蟲研究與採樣：立即可行建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：國立台灣師範大學

樹冠層昆蟲在過去缺乏調查，本年度一年的觀察即已解明多種過去生活史資料不明之鱗翅目昆蟲之生物學資料，建議將來可加強進行相關研究。

### 森林生態之經營管理：中長期建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：雪霸國家公園

台灣中海拔地區蘊藏豐富的動植物資源，且生物多樣性極高，但也地勢陡峭、喬木高大，林冠層昆蟲研究不易，建議國家公園管理處可選擇適當地點，參考國外樹冠觀察塔及樹冠廊道 sky walk 一類的設計，架設穿越樹冠層之索道或木道，除了可用以樹冠昆蟲相做充分的調查研究以外，將來也可以作為深度生態旅遊之據點。

## 參考文獻

- 沈勇強。1993。扇平地區舟蛾科昆蟲生活史之研究。林業試驗所。109頁
- 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第 207-219 頁。中央研究院植物研究所，臺北。
- 徐歷鵬。2008。雪霸國家公園觀霧地區陸生昆蟲類調查及監測。雪霸國家公園管理處委託研究報告。58頁。
- 徐堉峰。1999。台灣蝶圖鑑第一卷。台灣省立鳳凰谷鳥園。344 頁。
- 徐堉峰。2002。台灣蝶圖鑑第二卷。國立鳳凰谷鳥園。383 頁。
- 徐堉峰。2006。台灣蝶圖鑑第三卷。國立鳳凰谷鳥園。404 頁。
- 徐堉峰、黃行七、黃嘉龍、王立豪、孫旻璇、林育綺、林佳宏。2009。雪霸國家公園觀霧地區陸生昆蟲相調查及監測模式建立。雪霸國家公園管理處委託研究報告。44 頁。
- 唐立正。2001。雪霸國家公園昆蟲相之調查研究-雪見地區。雪霸國家公園管理處。
- 孫旻璇、呂至堅、陳建仁、林佳宏、王俊凱、徐堉峰。2007。太魯閣國家公園昆蟲群聚與功能之研究。國家公園學報 17: 33-51。
- 郭承裕。1994。雪霸國家公園觀霧地區步道沿線動物資源、植群及其景觀之調查研究-動物資源部份。雪霸國家公園管理處。
- 郭美華。2003。武陵地區水生昆蟲研究(二)。雪霸國家公園管理處。
- 郭美華。2004。武陵地區水生昆蟲研究(三)。雪霸國家公園管理處。
- 郭美華。2005。武陵地區長期生態監測暨生態模式建立-水棲昆蟲長期生態監測。雪霸國家公園管理處。
- 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。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。143-164 頁。行政院農業委員會，臺北。
- 楊平世、吳文哲、洪淑彬。1996。臺灣野生動物資源調查—昆蟲資源調查手冊。行政院農業委員會。
- 楊平世。1996。七家灣溪的水棲昆蟲監測調查。雪霸國家公園管理處。
- 楊平世。1996。雪霸國家公園螢火蟲生態研究。雪霸國家公園管理處。

- 楊平世。1996。特稀有種生物之生態調查-寬尾鳳蝶之生態研究 I。雪霸國家公園管理處。
- 楊平世、李志穎。1997。特稀有種生物之生態調查-寬尾鳳蝶之生態研究 II。雪霸國家公園管理處。
- 楊正澤。2004。雪霸國家公園昆蟲調查研究-武陵地區。雪霸國家公園管理處。
- 楊正澤。2005。武陵地區長期生態監測暨生態模式建立-昆蟲群聚與功能結構分析。雪霸國家公園管理處。
- 詹家龍。2000。寬尾鳳蝶之復育研究。雪霸國家公園管理處。
- 趙仁方。2002。櫻花鈎吻鮭棲息地水生昆蟲監測調查。雪霸國家公園管理處。
- Heppner J. B. and H. Inoue. 1992. Lepidoptera of Taiwan. Scientific Publishers. Association for Tropical Lepidoptera. 276pp.
- Lowman, M.D. 1998. Canopy Research of Tropical Forests. Window on the Tropics 55:18-24.
- Moffett, Mark and M.D. Lowman. 1995. Canopy access techniques. In: Forest Canopies (M.D. Lowman & N. Nadkarni, eds.) Academic Press. Pp. 3-25.
- Pollard, E. and Eversham, B. C. 1995. Butterfly monitoring 2-interpreting the changes. Pp. 23-36. In: Pullin, A. S. (ed.), Ecology and conservation of butterflies. Chapman & Ha
- Sato, R. 2008. Notes on *Alcis variegata* (Moore), *A. colorifera* (Prout) (Geometridae, Ennominae), and their allies from the Sunda Islands, with descriptions of two new species. Trans. Lepid. Soc. Japan 59(2): 171-185.
- Ximei Fan, Qing Jin & Houhun Li. 2008. Seven new species and a checklist of the genus *Thecobathra* Meyrick from China (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Zootaxa* 1821: 13-24
- Yoshimoto, H. 1987. Notes on the genus *Euplexidia* Hampson, with descriptions of four new species and one new subspecies (Lepidoptera, Noctuidae, Amphipyridae). *Tyô to Ga* 38: 93-105.

附錄 1 2010 年觀霧地區樹冠層昆蟲研究鱗翅目昆蟲名錄。

| 科別                    | 學名  | 中名      | 特有性 |
|-----------------------|---|---------|-----|
| 尺蛾科 (Geometridae)     | <i>Anisodes</i> sp.                               |         |     |
|                       | <i>Satoblephara parvularia</i> (Leech, 1891)      |         |     |
|                       | <i>Ectropis excellens</i> Butler 1884             |         |     |
|                       | <i>Ectropis arizanensis</i> Wileman 1915          | 阿里山猗尺蛾  | 特有種 |
|                       | <i>Gelasma sinuolata</i> Inoue, 1989              | 齒紋尖尾尺蛾  | 特有種 |
|                       | <i>Abaciscus alishanensis</i> Inoue 1978          | 阿里山鋸線尺蛾 | 特有種 |
|                       | <i>Menophra anaplagiata</i> Sato, 1984            | 茶褐弭尺蛾   | 特有種 |
|                       | <i>Alcis taiwanovariegata</i> Sato, 2008          | 暗黃斑霜尺蛾  | 特有種 |
|                       | <i>Tanaoctenia haliaria</i> (Walker, 1861)        | 綠翅茶斑尺蛾  |     |
|                       | <i>Parectropis subflava</i> (Bastelberger 1909)   | 雙白斑尺蛾   | 特有種 |
|                       | <i>Jodis rantaizanensis</i> (Wileman, 1916)       | 巒大山突尾尺蛾 | 特有種 |
|                       | sp. A   |         |     |
|                       | sp. B   |         |     |
|                       | sp. C   |         |     |
| sp. D                 |   |         |     |
| 夜蛾科 (Noctuidae)       | <i>Euplexidia exotica</i> Yoshimoto, 1987         | 異鄉綠類錦夜蛾 | 特有種 |
|                       | sp. A   |         |     |
|                       | sp. B   |         |     |
| 舟蛾科 (Notodontidae)    | <i>Notodonta griseotincta</i> Wileman, 1910       | 褐斑舟蛾*   |     |
| 鈎蛾科 (Drepanidae)      | <i>Ditrigona triangularia</i> (Moore 1868)        | 燕鈎蛾     |     |
| 毒蛾科 (Lymantriidae)    | <i>Arctornis cygna</i> (Moore, 1879)              | 小點白毒蛾   |     |
|                       | <i>Arctornis</i> sp.                              |         |     |
|                       | <i>Olene dudgeon</i> (Swinhoe, 1907)              |         |     |
|                       | <i>Calliteara taiwana</i> (Wileman, 1910)         | 刻茸毒蛾    |     |
|                       | <i>Euproctis</i> nr. <i>striata</i> Wileman, 1910 | 紛黃毒蛾    |     |
|                       | <i>Euproctis</i> sp. A                            |         |     |
|                       | <i>Euproctis</i> sp. B                            |         |     |
| 天蠶蛾科 (Saturniidae)    | <i>Caligula japonica arisana</i> (Shiraki, 1913)  | 雙黑目天蠶蛾* |     |
| 捲蛾科 (Tortricidae)     | ? <i>Archips</i> sp.                              |         |     |
|                       | sp. A   |         |     |
| 巢蛾科 (Yponomeutidae)   | <i>Thecobathra</i> nr. <i>eta</i> (Moriuti, 1963) |         |     |
| 折角蛾科 (Lecithoceridae) | <i>Odites</i> sp.                                 |         |     |

\* 為幼蟲飼育未成功，但已經比對鑑定。

附錄 2 2010 年觀霧地區樹冠層昆蟲研究所獲之鞘翅目昆蟲名錄。

| 科別                 | 學名  | 中名       |
|--------------------|---|----------|
| 蟻形蟲科 Anthicidae    | sp. 1   |          |
| 長角象鼻蟲科 Anthribidae | sp. 1   |          |
| 捲葉象鼻蟲科 Attelabidae | <i>Deporarus</i> sp. 1                                    |          |
| 菊虎科 Cantharidae    | <i>Lycocerus arisanensis</i> (Wittmer, 1954)              |          |
|                    | <i>Lycocerus chujoi</i> (Wittmer, 1972)                   |          |
|                    | <i>Macrohabronychus sintermixtus</i> (Wittmer, 1954)      |          |
|                    | <i>Macrohabronychus multilimbatus</i> (Pic, 1910)         |          |
|                    | <i>Malthinus ohbai</i> Wittmer, 1984                      |          |
|                    | <i>Micropodabrus chujoi</i> (Wittmer, 1972)               |          |
|                    | <i>Micropodabrus nantouensis</i> Wittmer, 1995            |          |
|                    | <i>Prothemus hisamatsui</i> Witter, 1984                  |          |
|                    | <i>Prothemus watanabei</i> Okushima & Sato, 2002          |          |
| 步行蟲科 Carabidae     | sp. 1   |          |
| 金花蟲科 Chrysomelidae | <i>Aphthona splendida</i> Weise, 1889                     | 綠豔側刺葉蚤   |
|                    | <i>Argopus chiui</i> Kimoto, 1970                         | 邱氏瓢葉蚤    |
|                    | <i>Arthrotus nakanei</i> (Kimoto, 1969) com. nov.         | 中根豔螢金花蟲  |
|                    | <i>Calomicrus shirozui</i> Kimoto, 1969                   | 白水姬豔螢金花蟲 |
|                    | <i>Monolepta excavata</i> Chujo, 1938                     | 凹翅長腳螢金花蟲 |
|                    | <i>Paridea (Paridea) testacea</i> Gressitt & Kimoto, 1963 | 淡褐擬守瓜    |
|                    | <i>Plagiosterna aenea</i> (Linnaeus, 1758)                | 赤楊金花蟲    |
|                    | <i>Psylliodes taiwana</i> Takizawa, 1979                  | 台灣跳葉蚤    |
|                    | <i>Stenoluperus potanini</i> (Weise, 1889)                | 寶氏瘦螢金花蟲  |
|                    | <i>Taiwanaenidea collaris</i> Kimoto, 1984                | 紅頸毛翅螢金花蟲 |
|                    | <i>Trichochrysea formosana</i> Komiya, 1985               | 蓬萊金毛猿金花蟲 |
| 瓢蟲科 Coccinellidae  | <i>Calvia shirozui</i> (Miyatake, 1965)                   | 台灣裸瓢蟲    |
|                    | <i>Epilachna admirabilis</i> Crotch, 1874                 | 瓜茄瓢蟲     |
|                    | <i>Harmonia sedecimnotata</i> (Fabricius, 1801)           | 纖麗瓢蟲     |
|                    | <i>Macroilleis hauseri</i> (Mader, 1930)                  | 白條菌瓢蟲    |
|                    | <i>Sospita quadrivittata</i> Miyatake, 1965               | 四條褐瓢蟲    |
| 象鼻蟲科 Curculionidae | sp. 1   |          |
|                    | sp. 2   |          |
|                    | sp. 3   |          |
|                    | sp. 4   |          |
|                    | sp. 5   |          |
|                    | sp. 6   |          |

| 科別                   | 學名   | 中名       |
|----------------------|--|----------|
| 叩頭蟲科 Elateridae      | sp. 1                                      |          |
|                      | sp. 2                                      |          |
|                      | sp. 3                                      |          |
|                      | sp. 4                                      |          |
|                      | sp. 5                                      |          |
|                      | sp. 6                                      |          |
| 大吸木蟲科 Helotidae      | <i>Neohelota lini</i> Lee and Sato, 2006   | 林氏大吸木蟲   |
|                      | <i>Neohelota sonani</i> (Ohta, 1929)       | 楚南氏大吸木蟲  |
|                      | <i>Neohelota taiwana</i> (Ohta, 1929)      | 台灣大吸木蟲   |
| 紅螢科 Lycidae          | <i>Cautires</i> sp. 1                      |          |
|                      | <i>Macrolycus</i> sp. 1                    |          |
| 耀夜螢科 Merylidae       | <i>Idgia</i> sp. 1                         |          |
| 出尾蟲 Nitidulidae      | sp. 1                                      |          |
| 擬天牛科 Oedemeridae     | sp. 1                                      |          |
| 長花蚤科 Ptilodactylidae | <i>Ptilodactyla</i> sp. 1                  |          |
| 金龜子科 Scarabaeidae    | <i>Hoplia shibatai matsudai</i> (Miyatake) | 南投綠長腳金龜  |
|                      | <i>Hoplia taiwana</i> Miyake               | 台灣長腳金花蟲  |
|                      | <i>Phyllopertha tasciolata</i> (Ohaus)     | 橫紋褐金龜    |
| 擬步行蟲科 Tenebrionidae  | <i>Ainu fukudai</i> Masumoto, 1981         | 織鬚長迴木蟲   |
|                      | <i>Elixota</i> sp. 1                       |          |
|                      | <i>Tarpela formosana</i> Masumoto, 1981    | 台灣縮頸擬步行蟲 |
| 擬金花蟲亞科 Lagriinae     | <i>Hosohamudama miyakei</i> Masumoto, 1988 |          |
|                      | <i>Lagria oharai</i> Masumoto, 1988        |          |
|                      | <i>Taiwanolargia merkli</i> Masumoto, 1988 |          |
| 朽木蟲亞科                | <i>Allecula</i> sp. 1                      |          |
|                      | <i>Borboresthes</i> sp. 1                  |          |
|                      | <i>Hymenalia</i> sp. 1                     |          |
|                      | <i>Hymenalia</i> sp. 2                     |          |





附錄3 2010年觀霧地區樹冠層昆蟲調查所獲之鱗翅目昆蟲與其寄主植物(飼養所得種類)。

| 科別                    | 學名                                    | 中名      | 寄主植物      |
|-----------------------|---------------------------------------|---------|-----------|
| 尺蛾科 (Geometridae)     | <i>Anisodes</i> sp.                   |         | 白校欖       |
|                       | <i>Satoblephara parvularia</i>        |         | 白校欖       |
|                       | <i>Ectropis excellens</i>             |         | 阿里山榆      |
|                       | <i>Ectropis arizanensis</i>           | 阿里山猗尺蛾  | 台灣赤楊*     |
|                       | <i>Gelasma sinuolata</i>              | 齒紋尖尾尺蛾  | 白校欖*      |
|                       | <i>Abaciscus alishanensis</i>         | 阿里山鋸線尺蛾 | 白校欖*      |
|                       | <i>Menophra anaplagiata</i>           | 茶褐弭尺蛾   | 白校欖*      |
|                       | <i>Alcis taiwanovariegata</i>         | 暗黃斑霜尺蛾  | 台灣赤楊、白校欖* |
|                       | <i>Tanaoctenia haliaria</i>           | 綠翅茶斑尺蛾  | 柳杉、台灣雲杉*  |
|                       | <i>Parectropis subflava</i>           | 雙白斑尺蛾   | 白校欖*      |
|                       | <i>Jodis rantaizanensis</i>           | 巒大山突尾尺蛾 | 白校欖       |
|                       | sp. A                                 |         | 白校欖       |
|                       | sp. B                                 |         | 白校欖       |
|                       | sp. C                                 |         | 白校欖       |
|                       | sp. D                                 |         | 白校欖       |
| 夜蛾科 (Noctuidae)       | <i>Euplexidia exotica</i>             | 異鄉綠類錦夜蛾 | 柳杉、台灣雲杉*  |
|                       | sp. A                                 |         | 白校欖       |
|                       | sp. B                                 |         | 阿里山榆      |
| 舟蛾科 (Notodontidae)    | <i>Notodonta griseotincta</i>         | 褐斑舟蛾    | 台灣赤楊      |
| 鈎蛾科 (Drepanidae)      | <i>Ditrigona triangularia</i>         | 燕鈎蛾     | 白校欖*      |
| 毒蛾科 (Lymantriidae)    | <i>Arctornis cygna</i>                | 小點白毒蛾   | 白校欖       |
|                       | <i>Arctornis</i> sp.                  |         | 白校欖       |
|                       | <i>Euproctis</i> nr. <i>baibarana</i> |         | 台灣赤楊      |
|                       | <i>Olene dudgeoni</i>                 | 桃毒蛾     | 白校欖       |
|                       | <i>Calliteara taiwana</i>             | 刻茸毒蛾    | 白校欖       |
|                       | <i>Euproctis</i> nr. <i>striata</i>   | 紛黃毒蛾    | 台灣赤楊*     |
|                       | <i>Euproctis</i> sp. A                |         | 白校欖       |
|                       | <i>Euproctis</i> sp. B                |         | 白校欖       |
| 天蠶蛾科 (Saturniidae)    | <i>Caligula japonica arisana</i>      | 雙黑目天蠶蛾  | 台灣檫樹      |
| 捲蛾科 (Tortricidae)     | ? <i>Archips</i> sp.                  |         | 白校欖       |
|                       | sp. A                                 |         | 台灣檫樹      |
| 巢蛾科 (Yponomeutidae)   | <i>Thecobathra</i> nr. <i>eta</i>     |         | 白校欖* +    |
| 折角蛾科 (Lecithoceridae) | <i>Odites</i> sp.                     |         | 白校欖       |

\* 為從前未曾有文獻記錄食性之種類。

+ 為台灣新記錄種。



2010 年觀霧地區樹冠層取樣樹種圖示。



白校欖(2010 年 7 月,大鹿林道東線)。



台灣赤楊(2010 年 6 月 7 日,大鹿林道)。



柳杉(2010 年 6 月 7 日,大鹿林道)。



台灣檫樹(2010 年 6 月 7 日,大鹿林道)。



阿里山榆(2010 年 6 月 7 日,大鹿林道)。

2010 年觀霧地區樹冠層取樣工作照。



以工具進行抖落法採樣（2010 年 7 月）。



昆蟲受到驚擾掉落於帆布（2010 年 7 月）。



目視搜尋承接帆布上的抖落昆蟲（2010 年 9 月）。

2010 年觀霧地區所採獲的一些鱗翅目昆蟲幼蟲。



尺蛾科（寄主植物：台灣赤楊；  
2010 年 6 月 8 日）。



夜蛾科（寄主植物：阿里山榆；  
2010 年 4 月 7 日）。



毒蛾科（寄主植物：白校欖；  
2010 年 8 月 15 日）。



燕鈎蛾（寄主植物：白校欖；  
2010 年 9 月 9 日）。



捲蛾科（寄主植物：台灣檫樹；  
2010 年 3 月 4 日）。



避債蛾科（寄主植物：柳杉；  
2010 年 2 月 11 日）。