

# 雪見地區天然林與人工林樹冠層 昆蟲相調查

受委託單位：中興大學

研究主持人：葉文斌

研究人員：李蕙宜、蔡正隆、詹毓邦

雪霸國家公園管理處委託研究/辦理報告

中華民國103年12月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)



第十節 天然林與人工林不同林相之昆蟲優勢科別.....	29
第十一節 天然林與人工林昆蟲數量季節變動 .....	30
第十二節 天然林與人工林各樹種捕獲昆蟲之各科數量之群聚 分析.....	34
第十三節 兩年間天然林各樹種捕獲昆蟲相之群聚分析.....	35
第十四節 雪見地區之特色昆蟲.....	36
第四章 結論與建議事項.....	38
參考文獻.....	40
附錄一 雪見科普文章-發現雪見昆蟲之美.....	44
附錄二 雪見兩年間天然林昆蟲各科數量.....	53
附錄三 期中審查會議紀錄與審查意見回覆.....	59
附錄四 期末審查會議紀錄與審查意見回覆.....	63

## 表次

表 1. 雪見 2014 年昆蟲相調查日期.....	7
表 2. 雪見地區天然林與人工林昆蟲目級組成.....	9
表 3. 各採集法捕獲之各目昆蟲之個體數.....	9
表 4. 各採集法於天然林及人工林捕獲各分類位階之昆蟲及數量.....	10
表 5. 各採集法於天然林與人工林採得的各目昆蟲個體數量.....	11
表 6. 採集法於天然林及人工林各樹種的昆蟲捕獲情形.....	13
表 7. 各採集法捕獲之各目昆蟲優勢科別及百分比.....	29
表 8. 雪見地區 2014 年每日平均溫度與每季平均溫度.....	30
表 9. 雪見 2014 年不同季節各目昆蟲個體數量.....	33

## 圖次

圖 1. 雪霸國家公園雪見遊憩區之地理位置.....	4
圖 2. 雪見遊憩區調查的優勢植物物種木荷、杏葉石櫟、長尾尖葉櫟、 柳杉.....	5
圖 3. 樹冠層之掃網收集法(A)、吊網收集法(B)及馬氏網收集法 (C).....	6
圖 4. 雪見昆蟲各目昆蟲數量.....	8
圖 5. 雪見地區天然林與人工林昆蟲目級組成.....	8
圖 6. 各採集法捕獲之常見各目昆蟲組成.....	10
圖 7. 各採集法於天然林及人工林捕獲之各分類位階之昆蟲及數量....	11
圖 8. 各採集法於天然林與人工林採得的各目昆蟲個體數量.....	12
圖 9. 馬氏網(MLT)、吊網(HNT)、掃網(SWP)捕的半翅目數量.....	14
圖 10. 馬氏網(MLT)、吊網(HNT)、掃網(SWP)捕獲的雙翅目昆蟲相對 數量.....	15
圖 11. 馬氏網(MLT)、吊網(HNT)、掃網(SWP)捕獲的鞘翅目昆蟲數 量.....	15
圖 12. 馬氏網(MLT)、吊網(HNT)、掃網(SWP)的膜翅目數量.....	16
圖 13. 馬氏網(MLT)於不同樹種捕獲的半翅目昆蟲相對數量.....	16
圖 14. 天然林與人工林馬氏網(MLT)半翅目百分比遞減累積圖.....	17
圖 15. 馬氏網(MLT)於不同樹種捕獲的雙翅目昆蟲相對數量.....	17
圖 16. 天然林與人工林馬氏網(MLT)雙翅目百分比遞減累積圖.....	18
圖 17. 馬氏網(MLT)於不同樹種捕獲的膜翅目昆蟲相對數量.....	19
圖 18. 天然林與人工林馬氏網(MLT)膜翅目百分比遞減累積圖.....	19
圖 19. 馬氏網(MLT)於不同樹種捕獲的鞘翅目昆蟲相對數量.....	20
圖 20. 天然林與人工林馬氏網(MLT)鞘翅目百分比遞減累積圖.....	21
圖 21. 馬氏網(MLT)採集法採得的各目昆蟲於天然林與人工林的相對 比例.....	22

圖 22. 掃網(SWP)採集法採得的各目昆蟲於天然林與人工林的相對比例.....	23
圖 23. 馬氏網天然林與人工林樹冠層之半翅目科別差異.....	23
圖 24. 馬氏網天然林與人工林之半翅目昆蟲相堆疊圖.....	24
圖 25. 馬氏網採集天然林與人工林樹冠層(Canopy)之雙翅目昆蟲相科別差異.....	25
圖 26. 馬氏網採集天然林與人工林之雙翅目昆蟲相堆疊圖.....	25
圖 27. 馬氏網採集天然林與人工林之膜翅目昆蟲相堆疊圖.....	26
圖 28. 馬氏網採集天然林與人工林樹冠層(Canopy)之膜翅目昆蟲相科別差異.....	27
圖 29. 馬氏網採集天然林與人工林樹冠層(Canopy)之鞘翅目昆蟲相科別差異.....	27
圖 30. 馬氏網採集天然林與人工林之鞘翅目昆蟲相堆疊圖.....	28
圖 31. 天然林與人工林昆蟲數量季節變動.....	33
圖 32. 天然林與人工林各樹種捕獲科級昆蟲之數量之相對特性.....	34
圖 33. 天然林與人工林各樹種捕獲昆蟲之各科數量之群聚分析圖.....	35
圖 34. 兩年間天然林各樹種捕獲昆蟲相之群聚分析圖.....	36
圖 35. 雪見特色昆蟲.....	37

# 摘要

關鍵詞：樹冠層、昆蟲相、吊網、馬氏網、人工林

## 一、研究緣起

台灣的森林面積約210萬公頃，對於生態資源的維護有重要的貢獻，其中人工林佔約20%，也是國土保護及生物多樣性維護的重要棲所。若能知曉森林內之生物多樣性特性組成，將可合適管理，達到國土保護、生態保育及木材利用的最佳規劃。森林的棲所當中，樹冠層(Canopy)是昆蟲棲息、取食的重要環境棲所，物種豐富多樣；但是喬木冠層高，一般採集方法難以採集，也限制了樹冠層的昆蟲多樣性研究。因此，調查方法對樹冠層蟲相分析的相當重要，如何合適、安全、具有代表性的取得樣本成了關鍵。應用高枝剪、高空捕網、吊網、噴霧、抖落法都是常見的方法，針對固著性的調查方法，採用抖落法、掃網、樹枝截取法、針對飛行性的昆蟲採用吊網、空中馬氏網等；針對植食性昆蟲部分，可以採集嫩葉、小枝條、樹叢及整棵樹的設計方式進行比對。

本研究目的即界定各類調查方法的特性，應用於建立雪見遊憩區天然林及人工林木各代表樹種樹冠層之昆蟲相及棲群變動資料，分析雪見遊憩區優勢昆蟲的組成及變異特性。除建立資料，並評估雪見地區樹冠層適當的調查方法，做為未來樹冠層調查的參考，所得資料得用以監測環境、昆蟲多樣性組成及生態棲所的變化，做為永續經營決策之參考。

## 二、研究方法及過程

分別以掃網、吊網、馬氏網等方法進行昆蟲採樣，各季定量收集闊葉林及人工林之昆蟲，樣樹調查為固定同一棵樹。

- (1) 闊葉林木樣樹為勢樹種長尾尖葉槲(*Castanopsis cuspidata*, CC)、木荷(*Schima superba*, SS)、杏葉石櫟(*Lithocarpus amygdalifolius*, LA)。

- (2) 人工林樣樹為柳杉(*Cryptomeria japonica* ,CJ)、紅檜(*Chamaecyparis formosensis* ,CF)、福州杉(*Cunninghamia lanceolata* ,CL)。
- (3) 樹冠層掃網(Canopy layer sweeping net)：僅於離地 21 公尺高的木荷樹冠平台上，用長竿掃取昆蟲。
- (3) 樹冠下層掃網(Understory layer sweeping net)：於離地 8 公尺的樹冠下層，用 20 尺長竿補網於樹冠下層掃 22 網採樣，代表該棵樹樹冠下層周圍之昆蟲。
- (4) 矮灌木層掃網(Shrubs sweeping net)：於樹冠層下 2 公尺以下之灌木層，進行掃網採樣，每樹種下掃取 22 網代表該樹種下周圍灌木層之昆蟲。
- (5) 吊網(Hanging trap)：於樹冠層的高度，用繩索將吊網升至 20-25 公尺間的樹冠層的高度收集昆蟲。
- (6) 馬氏網法(Malaise trap)：於樹冠層的高度，用繩索將馬氏網升至 20-25 公尺間的樹冠層高度收集昆蟲。

### 三、重要發現

雪見地區的昆蟲調查顯示，各類採集方法於天然林木及人工林捕獲的昆蟲組成數量並不相同；掃網及馬氏網兩種收集方法均於天然林收集到較多的昆蟲，而吊網則於天然林調查到較多的昆蟲，群聚分析法均顯示不同調查方法收集到的昆蟲組成不同。馬氏網的調查結果顯示 3 種天然林的闊葉樹均有較多的物種數量及多樣性。雙翅目在馬氏網及掃網法都可見到很高的數量，可達到 80% 的比例；掃網另有較高的半翅目及膜翅目的捕獲情形，革翅目、脈翅目、竹節蟲目、纓翅目則多見於天然林內。天然林與人工林皆以黑翅蕈蚋與瘿蚋為最多，且天然林的黑翅蕈蚋特高，人工林則是瘿蚋；雙翅目優勢科別為黑翅蕈蚋、搖蚊、瘿蚋與果蠅。在鞘翅目，天然林及人工林以隱翅蟲科及小蠹蟲科數量最多，但未有優勢科別；半翅目在天然林的優勢昆蟲類群為盲椿，人工林則為介殼蟲。比較 2013 及 2014 兩年的資料顯示，僅木荷收到的昆蟲組成有很大的變異。

### 四 主要建議事項

根據本研究於雪見地區天然闊葉林及人工林各優勢樹種昆蟲採樣分析結果，可做成立即可行及長期建議事項，分述如下：

### **1. 立即可行建議**

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：國立中興大學

建議事項：

參考雪見地區的森林植群類型，分別進行各類森林植群內的昆蟲多樣性組成，並建立雪見地區代表性昆蟲解說遊憩資料，達到保育推廣的目的。

### **2. 中長期建議**

主辦機關：行政院所屬機關

協辦機關：雪霸國家公園管理處、國立中興大學

建議事項：

目前的調查範圍並不足以代表雪見地區的昆蟲特性?應增加轄區內其他區域不同森林特性組成的昆蟲相調查，全面瞭解各類森林植群內的生物多樣性，達到國土保育及利用的目的。

## Abstract

Three dominant plants in natural forest, i.e. *Castanopsis cuspidata*, *Schima superba*, *Lithocarpus amygdalifolius*, and planted forest, i.e. *Cryptomeria japonica*, *Chamaecyparis formosensis*, *Cunninghamia lanceolata*, in Xuejian recreation area were choice to survey the insect composition living around these trees' canopy. Hanging trap and Malaise trap were arising up to the canopy layer, ~20 meters in high, for one week to collect insects. Sweeping net were used as well to collect from the Shrubs layers and Understory layers to compare that form canopy layer. Based on clustering and grouping analyses, we found that the tapping methods would be effectively relative to the insect captured content. Insect captured in Malaise trap show that species number and diversity are found higher in natural forest than planted forest. The dipterans are far more abundant than the other insect orders in all these trapping methods and forest trees, some even up to 80%. More hemipterans and hymenopterans could be found in sweeping capture, while some insect orders, i.e. Dermaptera, Neuroptera, Phasmida, and Thysanoptera could be mostly found in natural forest. The dominant dipterans are Sciaridae, Chironomidae, Cecidomyiidae, and Drosophilidae. The common families found in coleopterans are Staphylinidae and Scolyidae. While in hemipterans, the dominant one in natural forest is Miridae in planted forest. Insect compositions from years between 2013 and 2014 found show a significant variation in *Schima uperba*.

**【Keywords】** Canopy, Insect fauna, Hanging trap, Malaise trap, Sweeping net, Planted forest

# 第一章 緒論

## 第一節 研究緣起與背景

台灣的森林面積約210萬公頃，對於生態資源的維護有重要的貢獻，其中人工林佔約20%，也是國土保護及生物多樣性維護的重要棲所。若能知曉森林內之生物多樣性特性組成，將可合適管理，達到國土保護、生態保育及木材利用的最佳規劃。

森林的棲所當中，樹冠層(Canopy)是昆蟲棲息、取食的重要環境棲所，物種豐富多樣；但是喬木冠層高，一般採集方法難以採集，也限制了樹冠層的昆蟲多樣性研究。與樹冠層有關的生物中，有些是固居的，有些只是偶爾經過或與固著者有互動，這些不同特色生物的樣本收集方式則各有不同。相關的研究問題也與時空脫不了關係，不同樹冠層的位置、不同樹種、不同森林等生物組成定不同，而每日、季、年的週期特性在不同的生物上也會有不同結果。與森林頂層這個枝條樹葉重疊的區域有關的生物，可能僅存活在某嫩葉、枝條、支叢、整棵樹、樹附近或整個森林；因此，研究上會遇到不少的困擾，如何界定其偏愛哪區、哪一層或微環境影響並不容易。因此，界定的方法及重複的調查的設計上遂成了最重要的一件事情。

調查方法對樹冠層蟲相分析的相當重要，如何合適、安全、具有代表性的取得樣本成了關鍵。應用高枝剪、高空捕網、吊網、薰蒸、抖落法都是常見的方法(Leather, 2005)；針對固著性的調查方法，特用抖落法、掃網、樹枝截取法、針對飛行性的昆蟲採用吊網、空中馬氏網等；針對植食性昆蟲部分，可以採集嫩葉、小枝條、樹叢及整棵樹的設計方式進行比對。目前更有建立樹塔、搭空中繩索的調查方法，直接上到樹冠層做調查；也可以想見傳統調查方法是遠遠低估了實際的物種數量。樹冠層的生物相調查，已是多樣性調查最重要的一件事，其上面存活的生物，有很多是在地面收集不到的，這也就是為什麼因而推估而來的生物物種可達3千萬種的主要原因。

本研究目的即建立雪見遊憩區天然林及人工林目各代表樹種樹冠層之昆蟲相及棲群變動資料，分析雪見遊憩區優勢昆蟲的組成及變異特性，用以監測環境、昆蟲多樣性組成及生態棲所的變化，做為永續經營決策之參考。

雪見遊憩區位於雪霸國家公園西北隅，全區面積為 9 公頃，該行政區屬於苗栗縣泰安鄉，除有大面積的原始闊葉林木外，也有不少面積的造林地。於天然林木區域，歐辰雄(1996)曾調查此地區步道沿線的植群組成，包括司馬限林道、北坑溪谷各步道及附近地區之所有植物種類之植物資源清單，共紀錄有 596 種維管束植物，植群區分為(I)川上氏鵝耳櫟\_狹葉高山櫟型、(II)台灣赤楊\_大葉溲疏型、(III)台灣赤楊\_長梗紫芋麻型、(IV)樟樹\_台灣山香圓型、(V)栓皮櫟\_金毛杜鵑型、(VI)杉木\_木荷型、(VII)卡氏櫟\_木荷型、(VIII)瓊楠\_樟葉槭型、(IX)長葉木薑子\_紅楠型、(X)青剛櫟\_台灣櫟型、(XI)台灣二葉松\_楓香型、(XII)台灣櫟\_柳杉\_化香樹型、(XIII)台灣紅榨槭\_台灣紫珠型等十三種群型。傅國銘(2009)針對雪見地區進行依附植物相的調查本研究整理記錄共 51 科 114 屬 182 種依附植物，其中屬攀緣植物 92 種佔(50.5%)最高，著生植物 84 種(46.2%)次之，半寄生植物有 5 種(2.7%)，而纏勒植物僅記錄 1 種(雀榕)；於 31 株樣木上調查共計 26 科 49 種維管束植物，含蕨類植物 5 科 16 種、雙子葉植物 19 科 23 種、單子葉植物 2 科 10 種，共 1,797 單位株數的依附植物；依 DCA 群團分析結果共可分成 6 型：(I)阿里山北五味子型(II)忍冬葉桑寄生型(III)海洲骨碎補型(IV)海洲骨碎補-綠花寶石蘭型(V)石葦型(VI)臺灣絡石-臺灣常春藤型。人工林部分則以柳杉、福州杉及檜木為主。

雪見地區天然林昆蟲組成的調查中，唐立正等人(2002)以腐肉、福馬林、黃色黏蟲紙及馬氏網陷阱等進行森林底層昆蟲相之調查研究，結果發現腐肉陷阱共捕獲 8 目 58 科昆蟲，水陷阱有 14 目 155 科、黃色黏蟲紙 14 目 157 科、馬氏網 16 目 164 科，發現捕獲昆蟲種類會因調查方法及季節而有不同，其中以馬氏網所捕獲種類及數量為四種方法中首位。唐立正(2008)同樣於雪見地區進行環境生態監測，同時比較該年與 2002 年的昆蟲資源差異，黃色黏蟲紙陷阱呈現 2008 年較之前蟲數減少的情形，部分樣區昆蟲物種因人為干擾，呈現減少的情形。2011 年雪霸自行針對樹冠平台所做之生物資源調查之研究，在昆蟲資源方面，以吊網、枝條套網及徒手採集共採得分屬 9 目 528 隻昆蟲，並有膜翅目無螫蜂的發現(傅國銘 2011)。

有鑒於樹冠層生物相與生態研究於國內起步甚晚，但對於以森林為主要植被的台灣而言十分重要，徐堉峰等(2010)在觀霧地區進行天然林樹冠層昆蟲調查研究，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。利用抖落法、目視法、網捕法等方法調查，調查結果主要發現鱗翅目 14 科 181 種，以尺蠖科(Geometridae)類群最為優勢，而鞘翅目共計採得 17 科 63 種 361 隻，其中金花蟲科(Chrysomelidae)發現 11 種為最多，其次為擬步行蟲科、菊虎科、象鼻蟲科、叩頭蟲科等。

國內對人工林的昆蟲調查並不多，尚無正式發表的文章，不同人工林具不同特性應該有不同的昆蟲多樣性，對於森林多樣性的維護應可有大助益，並有助於森林的經營管理。台灣的森林人工林佔約 20%，如何適當經營天然林及人造林地，達到木材利用及生態資源的維護，必須知曉其內之生物多樣性特性以便合適管理。昆蟲數量眾多、適應能力高，對森林內的微棲所甚為敏感，極適合做為森林多樣性的生物指標。本研究調查的雪見地區，原始闊葉林木樣區以殼斗科、樟科等為主，林下的冠下層植物、蕨類植物、灌木均較人工林多樣豐富。此兩種不同特性的森林多樣性的了解，有助於我們對森林的應用管理。另外，針對森林組成對森林內生物多樣性的影響的基本資料，亦可做為天然林及人工林永續經營的策略參考。對於如何疏伐增加林木品質及產量，其區域、時間及強度的疏伐選擇，亦與森林多樣性結構的維持有關。

## 第二章 研究方法

### 第一節 研究地點

雪見遊憩區屬暖溫帶重濕氣候(Su 1984)，年平均溫低於 20°C，年雨量約為 2,400 mm，海拔 1,900 公尺左右。林相組成種類為複雜的闊葉林，植群帶為櫟林帶 (*Quercus Zone*) (下層)，通常有三至四層的結構；以樟科、殼斗科與山茶科等為優勢樹種，故又稱樟櫟群叢 (*Lauro-Fagaceae association*)。林中夾雜之落葉樹種，主要有尖葉槭 (*Acer kawakamii*)、栓皮櫟 (*Quercus Variabilis*)、楓香 (*Liquidambar formosana*)、台灣赤楊 (*Alnus formosana*) 等；草本植物則為蕨類 (*Pteridophyta spp.*) 或五節芒 (*Miscanthus floridulus*) 為主；另在區域內曾調查到台灣蘋果 (*Malus formosana*)、金草蘭 (*Dendrobium clavatum var. aurantiacum*)、台灣五葉參 (*Pentapanax castanopsisicola*) 及苗栗野豇豆 (*Dumasia miaoliensis*) 等稀有植物 (歐辰雄 1996；傅國銘 2009)。

### 第二節 研究方法

一、採集地點：雪霸國家公園雪見遊憩區(圖一)



圖 1. 雪霸國家公園雪見遊憩區之地理位置(資料來源:國家公園網站)。

二、採集時間: 2014 年每季，即 3 月、6 月、9 月及 12 月各調查採集一次樣本。

三、採集方法：

根據雪見遊憩區天然林及人造林的代表樹種，具有樹冠層的大喬木如木荷、杏葉石櫟、長尾尖葉槲、柳杉、福州杉、紅檜等之樹冠層以掃網、吊網、馬氏網等進行昆蟲採樣，也針對樹冠下層及森林底層的灌木層進行掃網收集比對。另針對開花時的花器，分別掃網定量收集昆蟲。採集後所得之昆蟲均裝於 8 號夾鍊袋中，標記採集日期、地點及方法，帶回實驗室進一步處理；天然林與人工林分別選取以下六種作為代表：

天然林樣樹為勢樹種(1)長尾尖葉槲 (*Castanopsis cuspidata*，代號 CC)、(2)木荷 (*Schima superba*，代號 SS)、(3)杏葉石櫟 (*Lithocarpus amygdalifolius*，代號 LA) (圖二)。

人工林樣樹為(4)柳杉(*Cryptomeria japonica*，代號 CJ)、(5)紅檜(*Chamaecyparis formosensis*，代號 CF)、(6)福州杉(*Cunninghamia lanceolata*，代號 CL)。

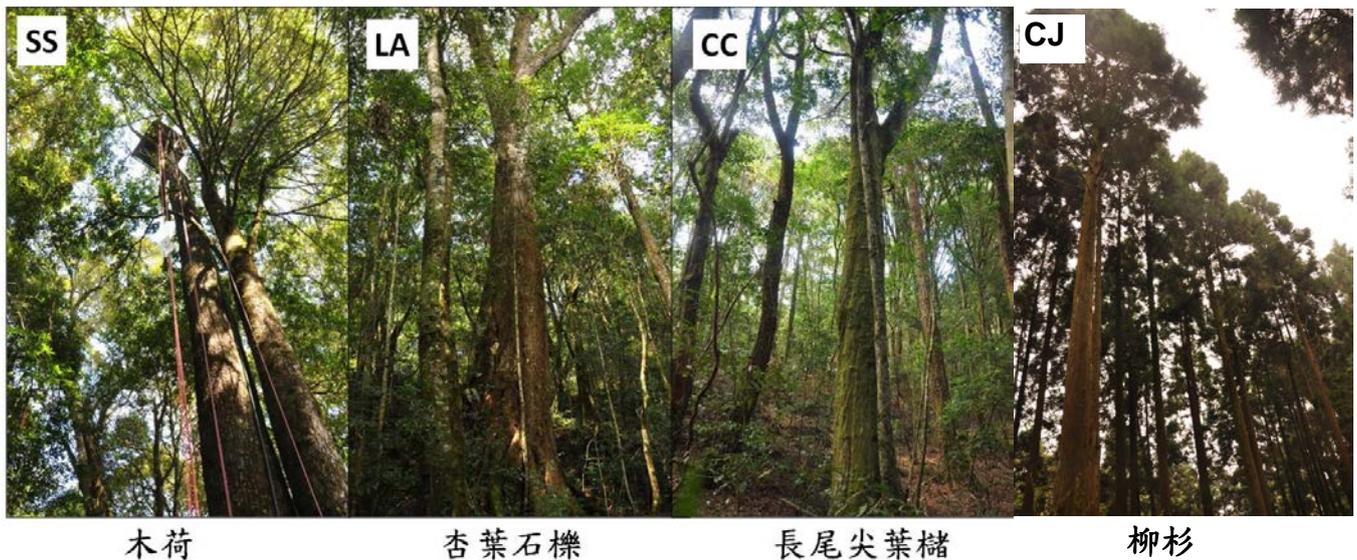


圖 2. 雪見遊憩區調查的優勢植物物種木荷、杏葉石櫟、長尾尖葉槲、柳杉。

選上述六種樹種分別進行樹冠層、冠下層與灌木層的採樣，採集方法簡述如下：

- (1) 樹冠層掃網(Canopy layer sweeping net)：僅於 21 公尺高的木荷樹冠平台上用長竿掃網 (SWP)，掃取 22 網，代表該棵樹樹冠層周圍之昆蟲(圖三：A)。
- (2) 樹冠下層掃網(Understory layer sweeping net)：用 20 尺長竿捕網於離地 8 公尺的樹冠下層掃網採樣，每棵樹各掃取 22 網，代表該棵樹樹冠下層周圍之昆蟲。
- (3) 矮灌木層掃網(Shrubs sweeping net)：於樹冠層下周圍 2 公尺以下之灌木層掃網採樣，

樹種下各掃取 22 網，代表樹種下周圍灌木層之昆蟲。

- (4) 吊網(Hanging trap, HNT)：於樹冠層的高度，用繩索將吊網升至 20-25 公尺高的樹冠層收集昆蟲，配合掃網，每棵樹選各升起一個吊網陷阱，內置放發酵的鳳梨皮誘引昆蟲，代表該棵樹樹冠層之昆蟲，放置的誘捕期間為一星期(圖三：B)。
- (5) 馬氏網法(Malaise trap, MLT)：選擇合適的樹冠層位置，用繩索將馬氏網升至樹冠層 20-25 公尺的高度收集昆蟲；因馬氏網體積龐大，每棵樹僅升起一個陷阱，代表該棵樹樹冠層之昆蟲，放置的誘捕期間為一星期(圖三：C)。



圖 3. 樹冠層之掃網收集法(A)、吊網收集法(B)及馬氏網收集法(C)。

#### 四、標本處理、鑑定及採集記錄:

- (1) 分蟲：按採集日期、地點、方法、採集者等資料進行標本編號。
- (2) 鑑定：以各目、科及形態種為分類依據，填寫鑑定資料。鑑定方法及參考昆蟲分類及圖鑑相關書籍。此外，更建立各昆蟲個體之體長資料，應用 Gruner (2003)提出各類昆蟲之體常及體重的轉換公式(表一)，以評估其相對之生物量。
- (3) 輸入 Excel 製作資料庫，應用 Excel 製作各類圖表。
- (4) 分析該地區各優勢植物的各目及各科昆蟲組成、變動及優勢類群。
- (5) 分析各採樣法間的各目、各科昆蟲數量之異同，並應用軟體 PAST (Hammer et al. 2001)分析昆蟲多尺度空間分布(Multidimensional Scaling, MDS)及利用軟體 PCORD5 做群聚分析。

### 第三章 結果與討論

2014年雪見地區天然林(長尾尖葉槲、木荷、杏葉石櫟)與人工林(柳杉、紅檜、福州杉)昆蟲相調查，每季調查一次，共計四次採樣(日期如表一)，調查結果分析如後。

**表1. 雪見2014年昆蟲相調查日期**

	掃網(SWP)	吊網(HNT)與馬氏網(MLT)
春季	2014/3/23~2014/3/24	2014/3/23~2014/4/1
夏季	2014/6/12~2014/6/13	2014/6/12~2014/6/20
秋季	2014/9/4	2014/9/4~2014/9/12
冬季	2014/11/6	2014/11/6~2014/11/14

#### 第一節 雪見地區目級昆蟲相組成

由圖四可知雪見遊憩區昆蟲在目級昆蟲相2014年調查紀錄有17個目若從2013年累計則共採得19目(今年的17目加上蚤目與螳螂目)，其中以雙翅目昆蟲數量採得最多，高達13,000隻，遠高於第二高的膜翅目(近2,000隻)，第三及四高量為鞘翅目、半翅目(高於15000隻)(圖四)；其它地區如合歡山、雪山東峰、武陵農場及蕙蓀林場，調查常見的優勢彈尾目於此地區則量不是很高(葉文斌等2012；陳及林1989)；較特別的是鱗翅目，掃網多數為一齡及二齡的幼蟲，吊網則多為成蟲，與調查方法有關係；而其餘各目如脈翅目、直翅目、革翅目、蜚蠊目、竹節蟲目、毛翅目、長翅目、纓尾目及禿翅目一整年的調查記錄則數量都很低，甚至僅有零星1隻的出現。因此，分析顯示雪見遊憩區的昆蟲相在目級是由豐量很高的一群及很低的一群組成的特性，並不像其他地區調查的普遍現象漸漸遞減，此可能與中海拔的氣候環境有關。進一步將各目昆蟲分別由天然林與人工林相裡的昆蟲來看，天然林在目與個體數量上較均較人工林豐富且多(圖五、表二)，仍以雙翅目最多，其次為膜翅目、鞘翅目、半翅目及嚙目；較特別的是人工林內有較多的嚙目及彈尾目，天然林則以薊馬類的纓翅目特別高。

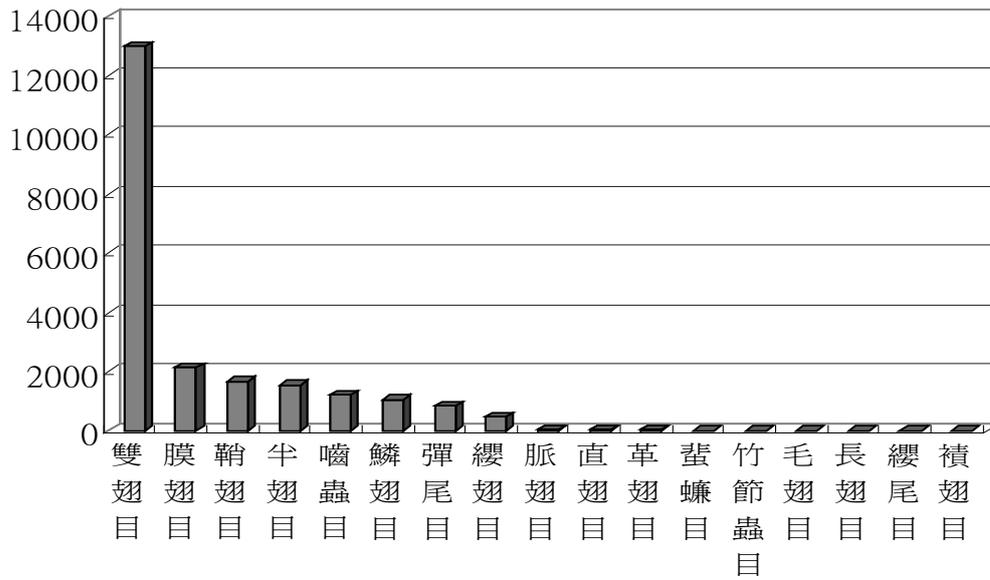


圖4. 雪見昆蟲各目昆蟲數量。

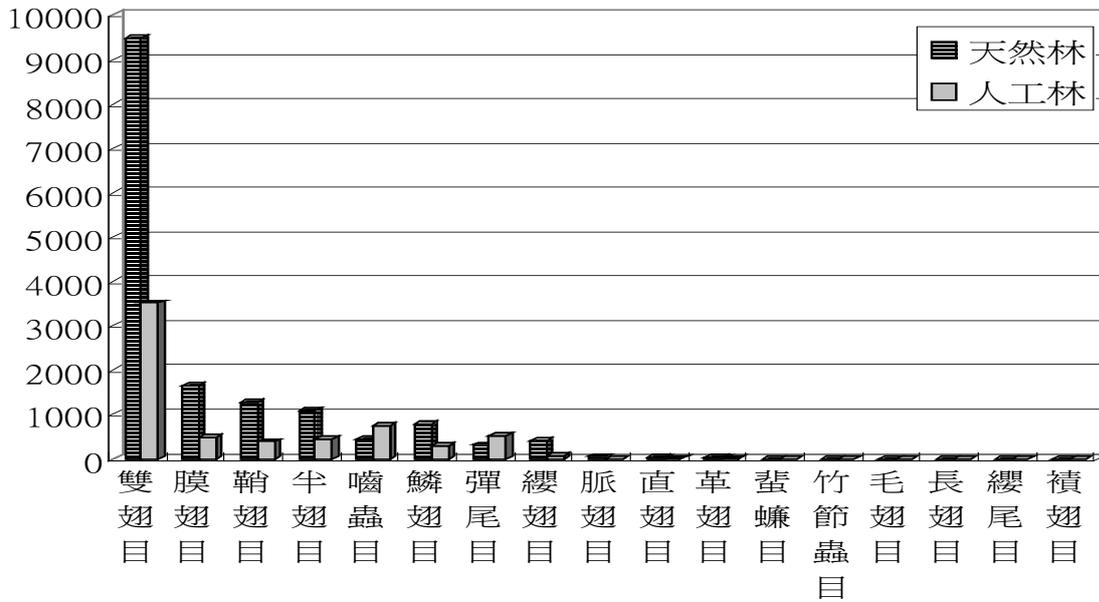


圖5. 雪見地區天然林與人工林昆蟲目級組成。

表2. 雪見地區天然林與人工林昆蟲目級組成

目名	天然林	人工林	總計
雙翅目	9477	3516	12993
膜翅目	1640	477	2117
鞘翅目	1284	384	1668
半翅目	1084	451	1535
嚙蟲目	452	757	1209
鱗翅目	779	281	1060
彈尾目	310	523	833
纓翅目	401	80	481
脈翅目	45	5	50
直翅目	19	14	33
革翅目	20	9	29
蜚蠊目	3	2	5
竹節蟲目	5	2	7
毛翅目	1	3	4
長翅目	1	0	1
纓尾目	0	1	1
積翅目	0	1	1

### 第二節 雪見地區各採集法捕獲之常見各目昆蟲組成

針對雪見地區不同採集方法捕獲的各目昆蟲分析顯示，雙翅目在馬氏網、掃網法及吊網都可見到很高的數量(超過2,000隻)，掃網則也有較高的半翅目及膜翅目(超過1,000隻)的捕獲情形，而馬氏網另有較高的鞘翅目(超過1,000隻)的捕獲量，彈尾目及嚙蟲目在掃網及馬氏網調查方法中為數都不少(圖六、表三)，而鱗翅目則於兩種誘集法內都有不少的數量，但掃網內的鱗翅目則多為幼蟲；其他則以及掃網內的纓翅目，有300多隻個體。此一結果顯見不同採集法所捕獲的昆蟲會有極大的不同，馬氏網捕獲目級昆蟲數最多，像毛翅目、長翅目、纓尾目及積翅目等也僅於馬氏網有收集到零星的個體數量；吊網可能因誘餌為鳳梨皮的關係，雙翅目特別高，其他捕獲蟲相較單純，鱗翅目近500隻相對很多。

表3. 各採集法捕獲之各目昆蟲之個體數

	半翅目	雙翅目	膜翅目	鞘翅目	直翅目	革翅目	脈翅目	蜚蠊目	彈尾目	竹節蟲目	嚙蟲目	纓翅目	鱗翅目	毛翅目	長翅目	纓尾目	積翅目
HNT	23	5110	341	101	2		1	2	2		2	4	479				
MLT	349	5202	506	1034	2	1	25	1	469	1	407	131	403	4	1	1	1
SWP	1163	2681	1270	533	29	28	24	2	362	6	800	346	178				

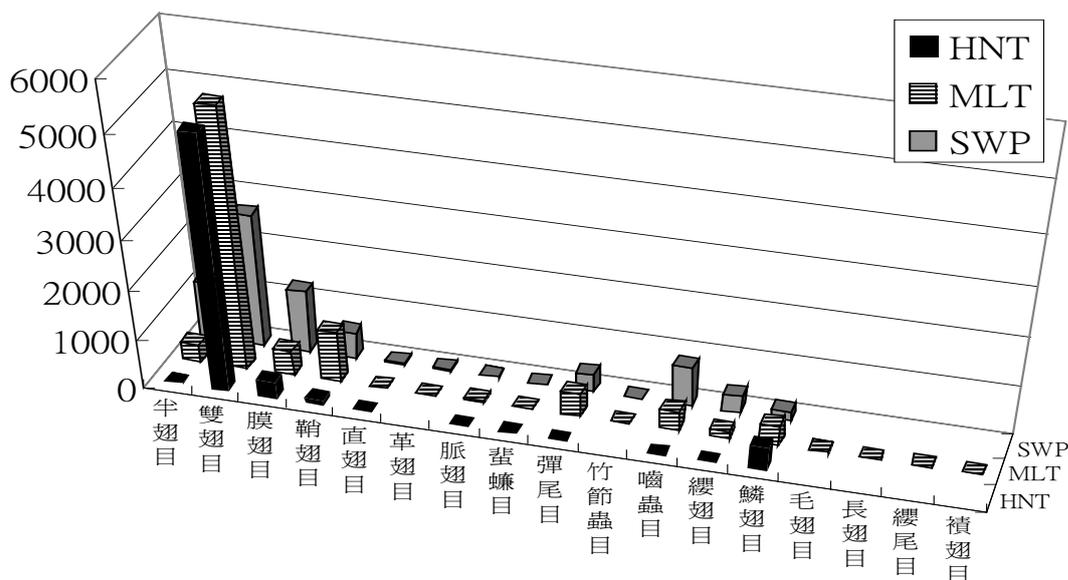


圖 6. 各採集法捕獲之常見各目昆蟲組成。

### 第三節 各採集法於天然林及人工林捕獲昆蟲總量比較

目前調查共得17目197科22027隻昆蟲，無論是目級、科級及個體數量均以馬氏網捕得最多，其次的掃網也頗多，但人工林的吊網捕獲昆蟲相對較少(表四、圖七)，顯示人工林內對鳳梨皮味道較少昆蟲會受誘引。收集到的昆蟲顯示各類採集方法於天然林及人工林捕獲的昆蟲組成數量雖不相同，但人工林內的馬氏網及掃網也有很高的昆蟲數量，並非完全如Gardner 等人(2006, 2010)所指，人工林有很低的生物數量，顯示調查方法或調查區域的特性與研究結果有重要的關聯性，或許與本研究的人工林底層有較少的矮灌層植被也有關。Ferguson and Berube (2004)調查溫帶地區森林土棲無脊椎生物的組成曾指出，雜草的覆蓋比例與生物多樣性及豐度負相關，顯示生態系統消長過程生物多樣性先增後減的現象，若進行土棲昆蟲調查，或許可進一步了解此相關性。

表4. 各採集法於天然林及人工林捕獲各分類位階之昆蟲及數量

採樣陷 阱方式	MLT		HNT		SWP	
	天然林	人工林	天然林	人工林	天然林	人工林
目數	12	15	10	10	13	12
科數	133	50	63	41	149	96
隻數	5117	3421	5164	903	5240	2182

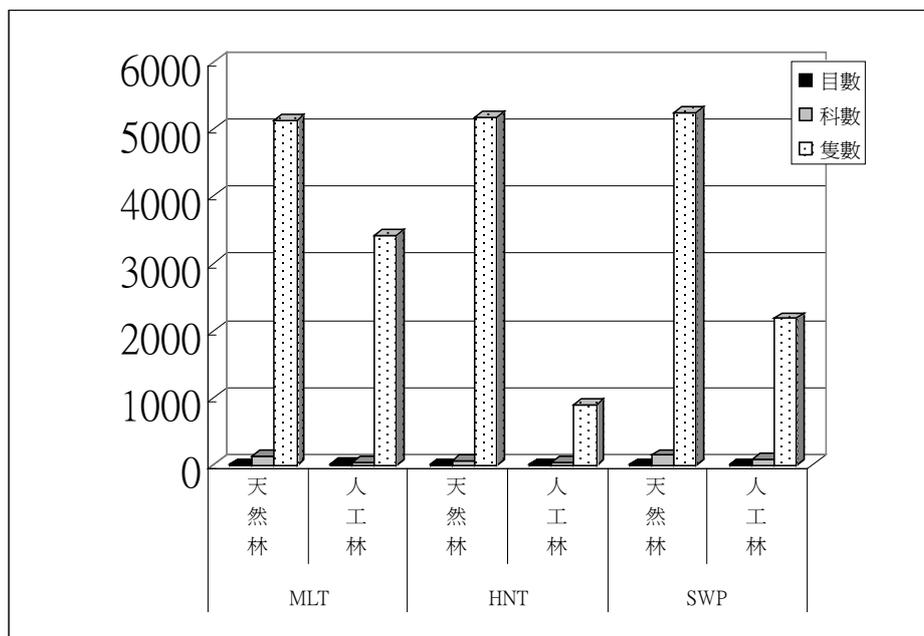


圖 7. 各採集法於天然林及人工林捕獲之各分類位階之昆蟲及數量。

表 5. 各採集法於天然林與人工林採得的各目昆蟲個體數量

	HNT		MLT		SWP	
	天然林	人工林	天然林	人工林	天然林	人工林
半翅目	17	6	324	25	743	420
雙翅目	4350	760	2998	2204	2129	552
膜翅目	332	9	373	133	935	335
鞘翅目	77	24	801	233	406	127
直翅目	1	1		2	18	11
革翅目				1	20	8
脈翅目	1		23	2	21	3
蜚蠊目	1	1		1	2	
彈尾目		2	77	392	233	129
竹節蟲目			1		4	2
嚙蟲目	1	1	149	258	302	498
纓翅目	1	3	93	38	307	39
鱗翅目	383	96	276	127	120	58
毛翅目			1	3		
長翅目			1			
纓尾目					1	
積翅目					1	

#### 第四節 各採集法於天然林與人工林採得之 各目昆蟲個體數量

天然林與人工林各目捕獲昆蟲顯示(表五、圖八)，吊網當中的昆蟲以飛行能力較佳的雙翅目為主要組成，於天然林及人工林間有約相當的比例(近85%)，人工林內有較多的鞘翅目及鱗翅目，天然林則是膜翅目，其餘僅有零星的半翅目、脈翅目、嚙蟲目、纓翅目及直翅目。馬氏網當中，亦以飛行能力較佳的雙翅目為主要組成，於天然林及人工林間有約相當的比例(近60%)，天然林有較高的半翅目、膜翅目、鞘翅目及鱗翅目，彈尾目及嚙蟲目則於人工林較多，零星的蜚蠊目僅見於人工林內。掃網的昆蟲捕獲組成部分除了嚙蟲目、直翅目外，天然林都有較多的捕獲數量，尤以雙翅目及纓翅目高出甚多，其中，革翅目、脈翅目、蜚蠊目、竹節蟲目則僅見於天然林內。Oxbrough 等人(2010)的研究顯示，人造林組成不同，則步行蟲數量越不同且有區域特性產生，但蜘蛛數量則漸減，顯示雪見遊憩區的福州杉、柳杉、檜木等人造林組成若不同，也會影響其內昆蟲相。卓逸民等人(2010)針對日本杉不同處理之人工林調查蜘蛛組成，也發現疏伐前組成類似，但不同疏伐處理後其林下層植被產生改變，會導致物種數及密度之下降及組成之改變，且林下植被恢復速度之不同。Gibson et al. (2011) 綜合138 篇研究報告後更指出，熱帶森林一旦被破壞，對其內生物多樣性影響甚鉅，人造林或次生林的恢復都無法取代。以上報告都顯示，林相組成不同其內生物組成特性即可能不同。

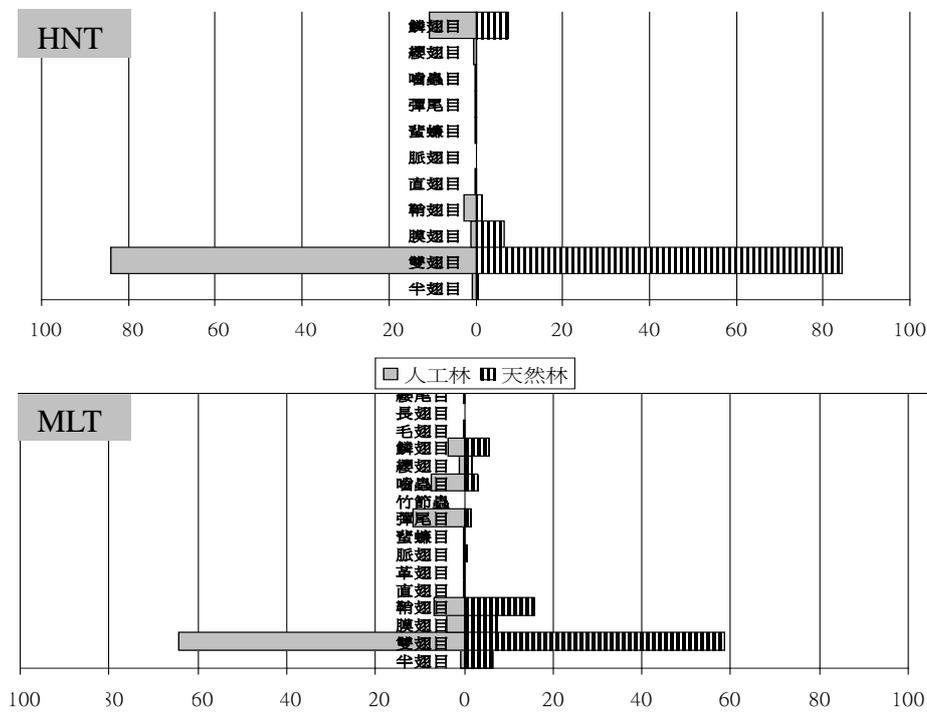


圖 8. 各採集法於天然林與人工林採得的各目昆蟲個體數量。

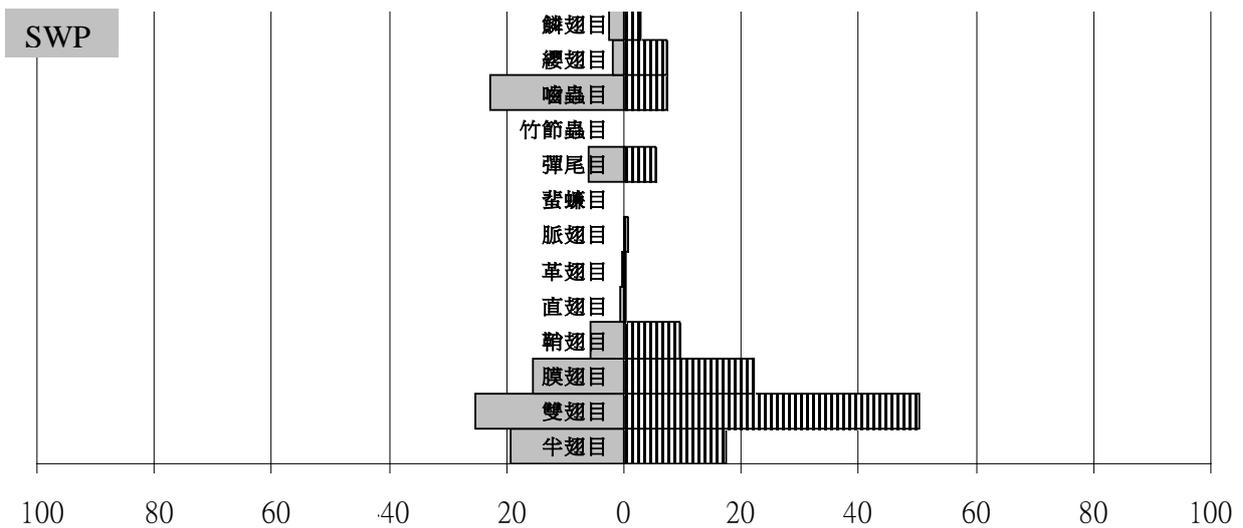


圖 8.(續) 各採集法於天然林與人工林採得的各目昆蟲個體數量。

表 6. 各採集法於天然林及人工林各樹種的昆蟲捕獲情形

	MLT			HNT			SWP		
	目	科	個體數	目	科	個體數	目	科	個體數
SS	11	101	2191	6	38	810	12	112	2033
CC	9	91	1134	7	41	3074	12	110	1912
LA	10	104	1792	7	41	1280	13	107	1295
CJ	8	58	839	8	27	655	12	68	604
CF	11	56	1501	6	15	147	10	67	587
CL	14	58	1081	6	22	101	10	71	991

(SS:木荷; CC:長尾尖葉槲; LA:杏葉石櫟; CJ:柳杉; CF:紅檜; CL:福州杉)

此外，從天然林及人工林各樹種來看，在目級的昆蟲捕獲上，除福州杉上的馬氏網雖有較多的各目昆蟲(14目)外，吊網收到的昆蟲目級數量少，馬氏網及掃網較相當(11目上下)。在科級的比較上則天然林顯著高於人工林(馬氏網  $t=10.369$ ,  $P=0.004$ ; 掃網  $t=21.743$ ,  $P=0.00001$ )，馬氏網及掃網約有2倍的差異，吊網的科級數量雖較少，天然林也高出甚多，尤其是紅檜上的科級組成特別少。各樹種間捕獲數量高低雖不易比較，但除馬氏網的紅檜外，可看出3種天然林木在各個採集法上都有較高的昆蟲捕獲量趨勢(表六)；尤其掃網部分顯示出3種天然林木有高出甚多的昆蟲捕獲量，但福州杉掃網的昆蟲

量也不少。因此整體來看，3種天然林木在各採集法上都有較高的昆蟲捕獲量，但馬氏網部分則顯示出不同調查方法在各種林木內可能會有呈現出不同的結果。但孟慶繁等人(2002)的調查結果則顯示，人工林內植物科、種的多樣性和豐富度與毗鄰的天然林沒有顯著差異，此與本研究紅檜上馬氏網內的昆蟲捕獲狀況類似；黃博森等人(2007)比較中海拔原始林及人工林內的跳蟲數量，發現人工林在冬季反有較高數量的跳蟲；而關永才等人(2007)發現中海拔原始林會有高達22種兩棲類出現，但人工林內也會有高數量的梭德氏赤蛙及盤古蟾蜍；Irwin等人(2014)也發現，在雲杉造林地與半天然林雖有不同的物種組成，卻有著同樣的物種豐度；Camara et al. (2012)即指出，原始森林下的土棲昆蟲組成較尤加利(*Corymbia citriodora*)純林豐富，且雙尾目、纓尾目及古口目等古老支系的昆蟲則僅於原始林內可見，但純林內也有較多的直翅目、雙翅目及跳蟲。上述相關結果都顯示，天然林的確會有較高的多樣性及豐度組成，但也會有偏愛人工林棲所的動植物類群。此外，Carnus et al. (2006)針對純林或混合林的經濟效益及生物多樣性的評估指出，人造林內的生物多樣性高低與很多因子相關，林相越單純，爆發有害生物危害的可能性越高。

### 第五節 各採集法捕獲主要昆蟲之各科及個體數量比較

如以採集方式的不同來比較各優勢目昆蟲下的科級組成數量可知，半翅目於雪見地區出現 28 個科(含兩個總科)，掃網出現 25 科 1163 隻最豐富，其次為馬氏網 18 科 322 隻，吊網最少(圖九)。掃網當中葉蟬科、木蝨科、介殼蟲類及盲椿科比例最多，馬氏網僅葉蟬較多。

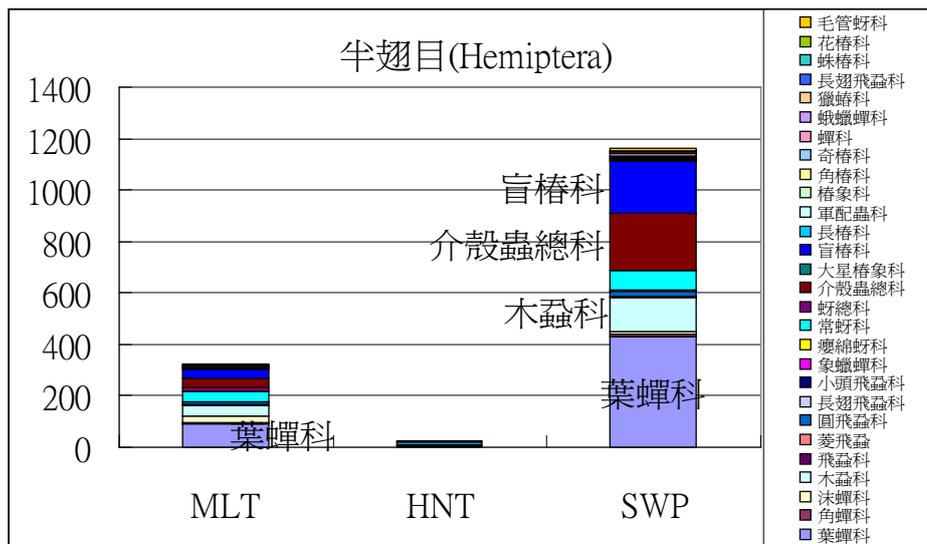


圖 9. 馬氏網(MLT)、吊網(HNT)、掃網(SWP)捕的半翅目數量。

雙翅目共出現 42 個科，掃網較馬氏網、吊網出現較少的個體數量，但科級組成反而

較多；優勢的科主要為果實蠅、癭蚋、黑翅蕈蚋、黃潛蠅與縞蠅等(圖十)。

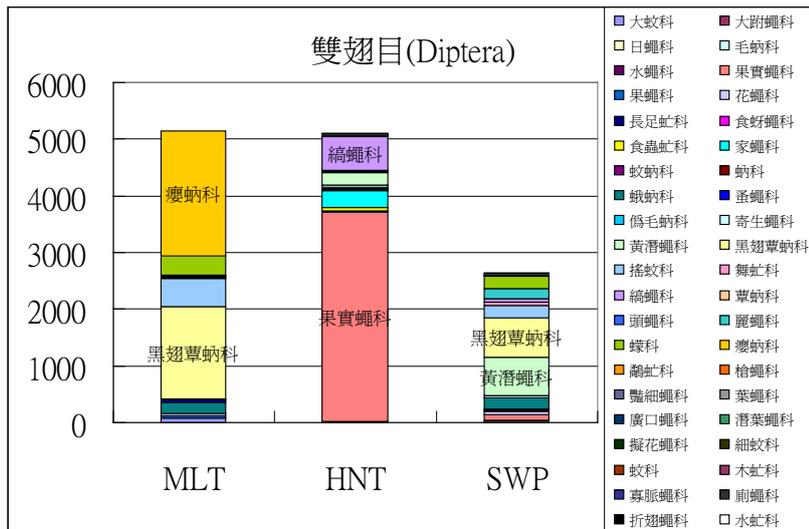


圖 10. 馬氏網(MLT)、吊網(HNT)、掃網(SWP)捕獲的雙翅目昆蟲相對數量。

鞘翅目目前出現 52 科，馬氏網 50 科最豐富，掃網出現 38 科其次(圖十一)；吊網誘得的數量明顯少於其他兩種方法；也可看出不同方法採得不同特性的科別，像馬氏網的隱翅蟲及小蠹蟲特多，吊網可誘到天牛，掃網則是菊虎及花蚤。

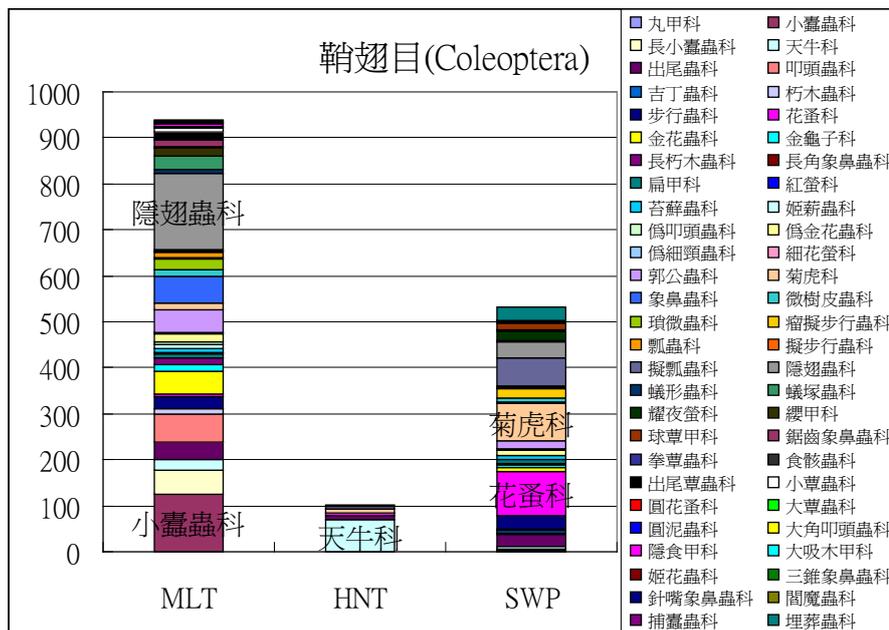


圖 11. 馬氏網(MLT)、吊網(HNT)、掃網(SWP)捕獲的鞘翅目昆蟲數量。

膜翅目出現 37 科，掃網出現 34 科 1262 隻，馬氏網出現 24 科 442 隻(圖十二)，掃網捕得有遠高於其他兩種方法，廣腹細蜂易受鳳梨皮誘引，掃網則以錘角細蜂、螫蜂、廣肩小蜂等 6 個科為優勢。

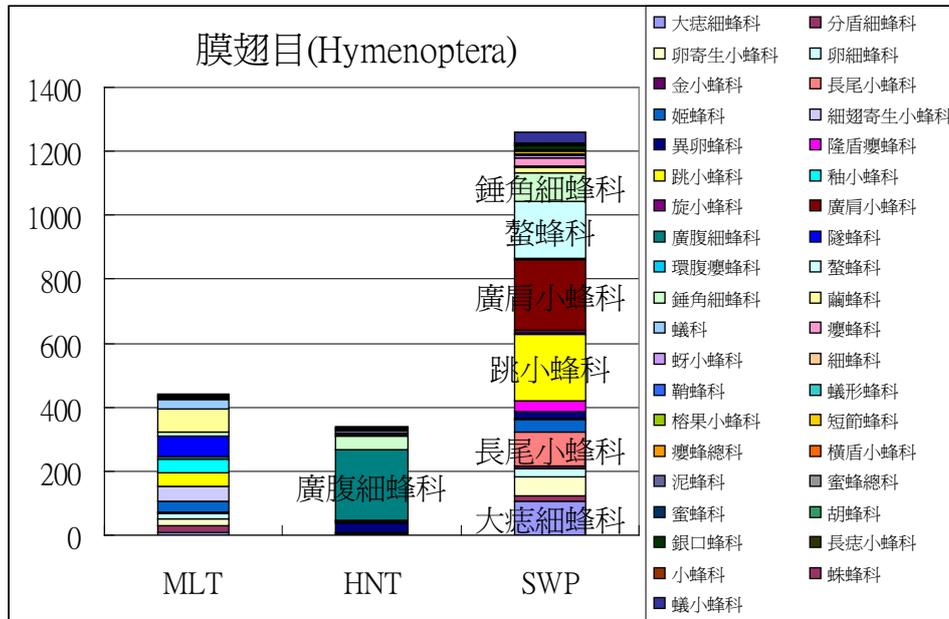


圖 12. 馬氏網(MLT)、吊網(HNT)、掃網(SWP)的膜翅目數量。

### 第六節 天然林與人工林不同樹種馬氏網捕獲主要昆蟲之各科及個體數量比較

將天然林與人工林分別代表的六種樹種個別列出馬氏網所捕獲各目內科別的差異，半翅目的差異如圖十三、圖十四。葉蟬除外，天然林(CC、SS、LA)有較多木蝨、蚜蟲，長尾尖葉櫛(CC)上出現較多沫蟬，木荷(SS)有較多的盲椿，而紅檜(CF)紀錄到比其他樹種多的介殼蟲，整體來說柳杉數量最少(圖十三)。借由百分比遞減累積圖示可知，天然內可分3大群，第一為葉蟬到蚜蟲等四類，而菱飛蟲、癭綿蚜則為稀有一群；人工林內則分兩大類，第一類為葉蟬及介殼蟲，其餘沫蟬等8個科則漸漸遞減(圖十四)。

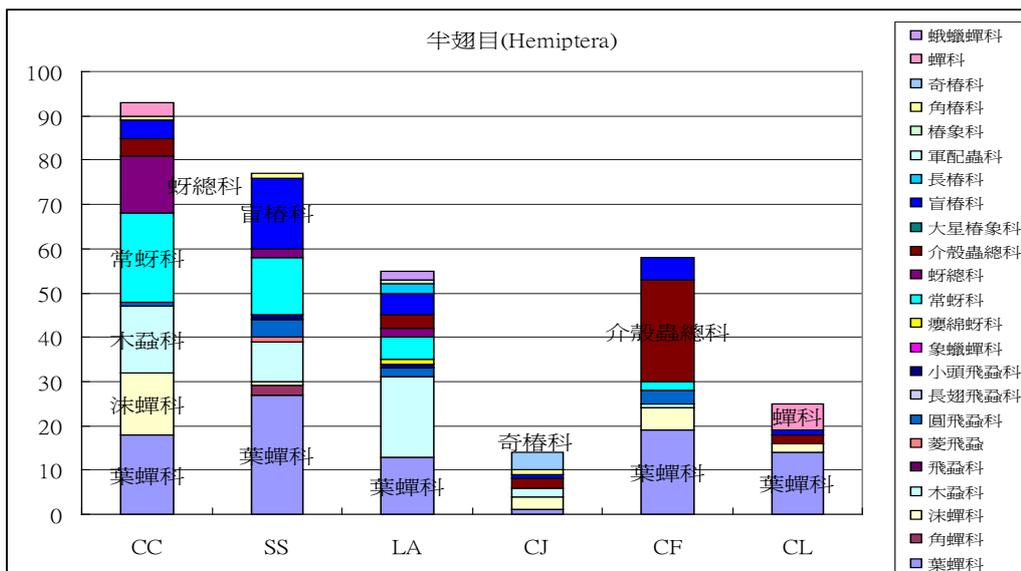


圖 13. 馬氏網(MLT)於不同樹種捕獲的半翅目昆蟲相對數量。

在馬氏網採集方式下的雙翅目昆蟲組成差異如圖十五、圖十六。瘿蚧及黑翅蕈蚧為所有樹種的優勢科，而天然林(CC、SS、LA)另有較多的蠓科及搖蚊，木荷(SS)及杏葉石櫟(LA)上則另出現較多蛾蚧，整體來說柳杉數量最少(圖十五)。借由百分比遞減累積圖是可知，天然林可分4大群，第一為黑翅蕈蚧到蠓科等4個科，第二為蛾蚧到蚤蠅的4個科，第3群為舞虻到寄生蠅等11科，而長足虻等6個科為最少一群；人工林內則未明顯分類，從瘿蚧、黑翅蕈蚧遞減到舞虻及蚊蚧(圖十六)。

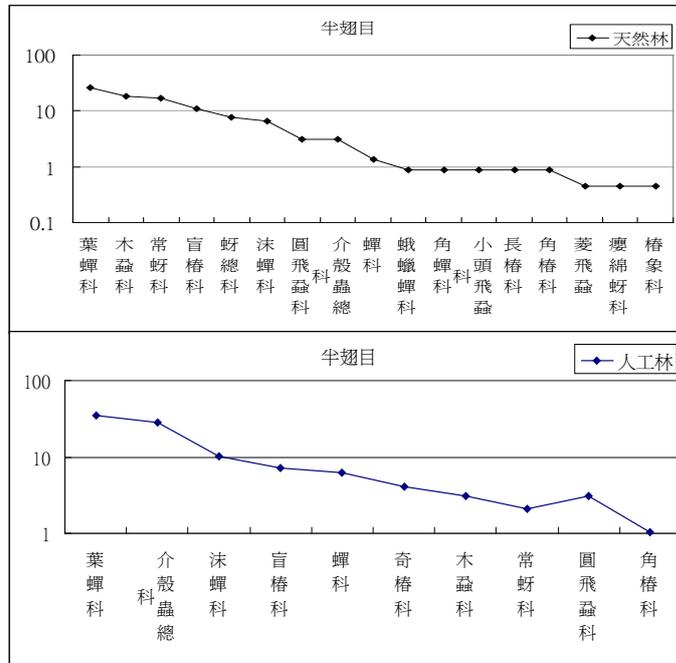


圖 14. 天然林與人工林馬氏網(MLT)半翅目百分比遞減累積圖。

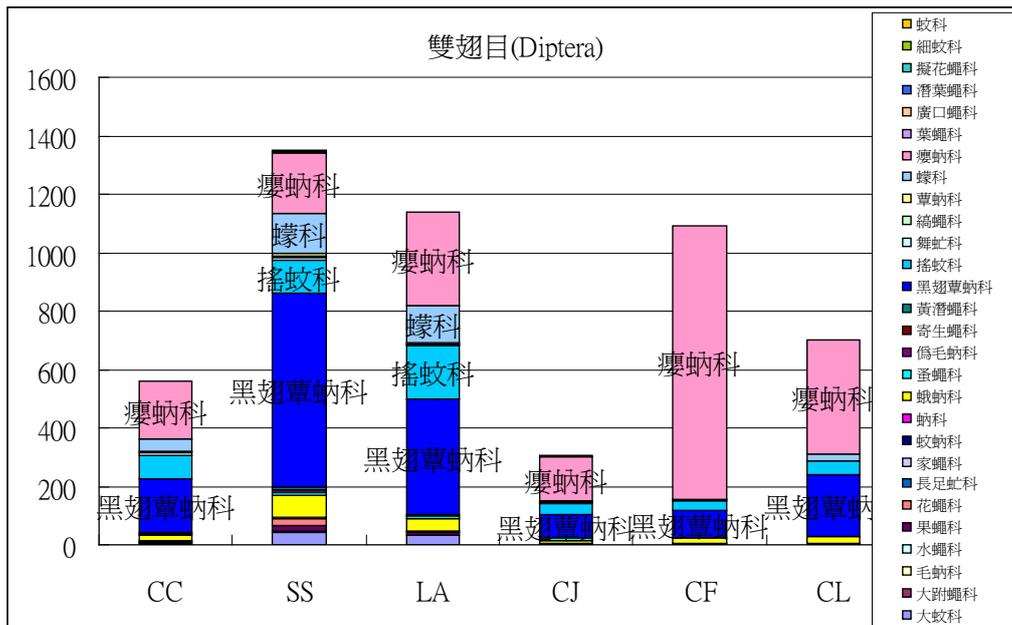


圖 15. 馬氏網(MLT)於不同樹種捕獲的雙翅目昆蟲相對數量。

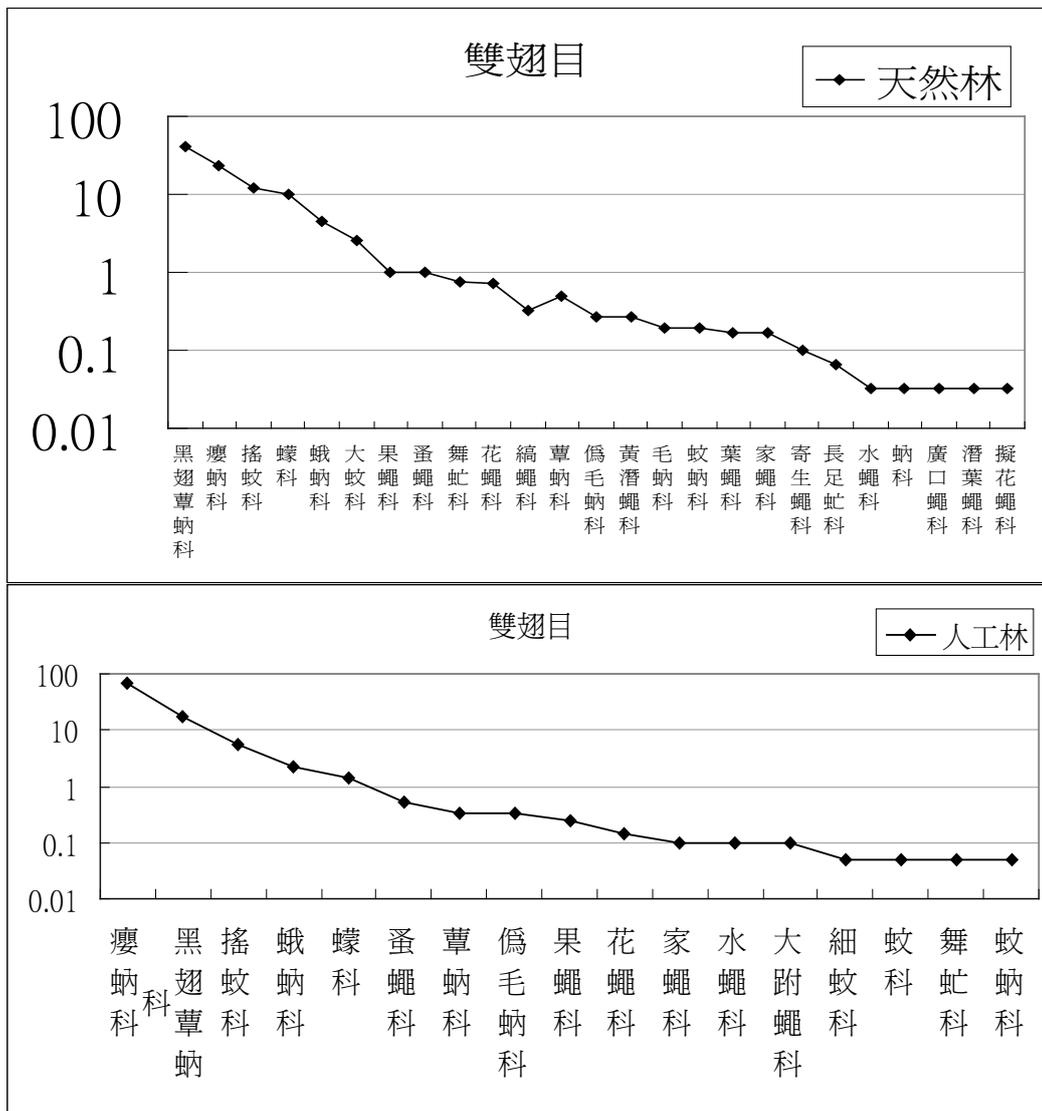


圖 16. 天然林與人工林馬氏網(MLT)雙翅目百分比遞減累積圖。

在馬氏網採集方式下的膜翅目昆蟲組成差異如圖十七、圖十八。膜翅目科與個體數明顯以天然林為主，尤其是木荷(SS)上特為豐富多樣，天然林內以隧蜂科、蟻科、絛小蜂科、繭蜂科及姬蜂科為優勢，但並沒有 3 個樹種都很多的科別；而人工林內則以柳杉及紅檜數量最少(圖十七)，但在福州杉有高量的繭蜂科。借由百分比遞減累積圖是可知，天然林內可分 3 大群，但數量差異都不大，第一為隧蜂及跳小蜂 2 個科，第二有絛小蜂等 11 個科，第 3 群瘦蜂等 9 科數量均少的一群；人工林內則以繭蜂科最多，其餘未明顯差異，從細翅寄生小蜂科一直到橫盾小蜂科等 14 個科(圖十八)。

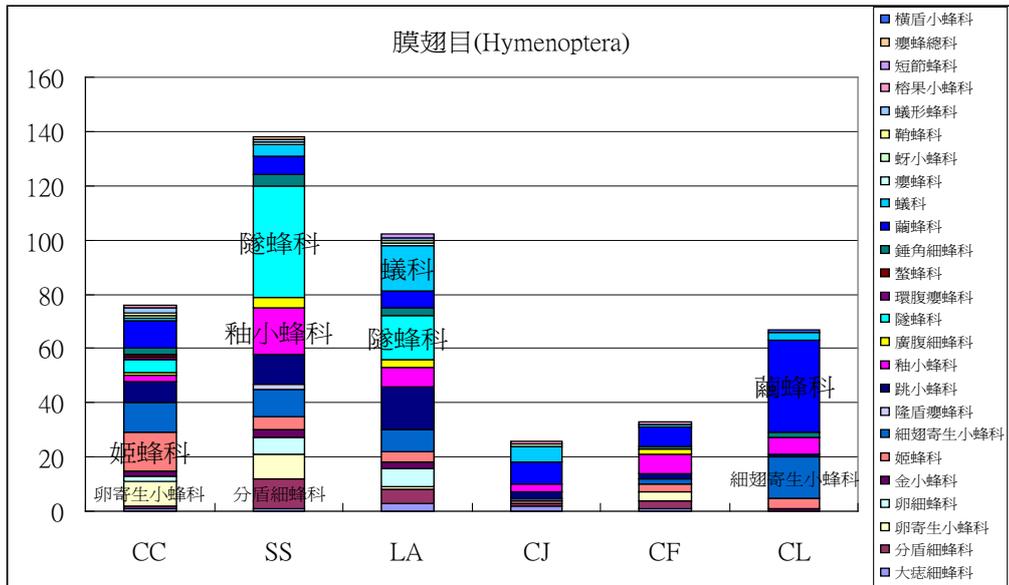


圖 17. 馬氏網(MLT)於不同樹種捕獲的膜翅目昆蟲相對數量。

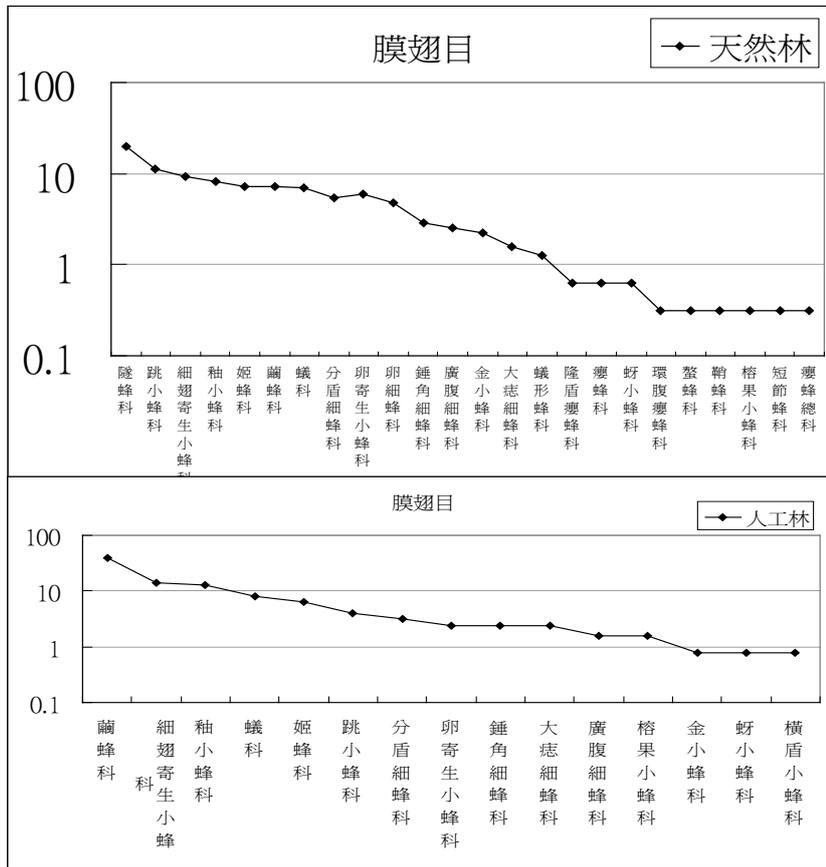


圖 18. 天然林與人工林馬氏網(MLT)膜翅目百分比遞減累積圖。

在馬氏網採集方式下的鞘翅目昆蟲組成如圖十九、圖二十。捕獲較多的鞘翅目昆蟲。鞘翅目科與個體數明顯以天然林為主，尤其是杏葉石櫟(LA)及木荷(SS)上特為豐富多樣，天然林內以隱翅蟲科、象鼻蟲科、小蠹蟲科及扁甲蟲科為最優勢(圖十九)；而人工林內則以紅檜(CF)數量最少，但福州杉上有多一些，3 個人工林樹種也以隱翅蟲及小蠹蟲為主(圖十九)。借由百分比遞減累積圖是可知，天然林內可分 3 大群，第一為特別高的隱翅蟲及小蠹蟲 2 個科，第二類群的各科以郭公蟲為界，共有 20 個科，但數量差異都不大，第 3 大類群共有 24 個科，數量上有幾個等級的差別；人工林內則以隱翅蟲、小蠹蟲、蟻塚蟲及出尾蟲最多，之後的第二群則為苔蘚蟲科漸漸遞減的 9 個科，第 3 類群則為數量僅一隻的長小蠹蟲等 14 個科(圖二十)。

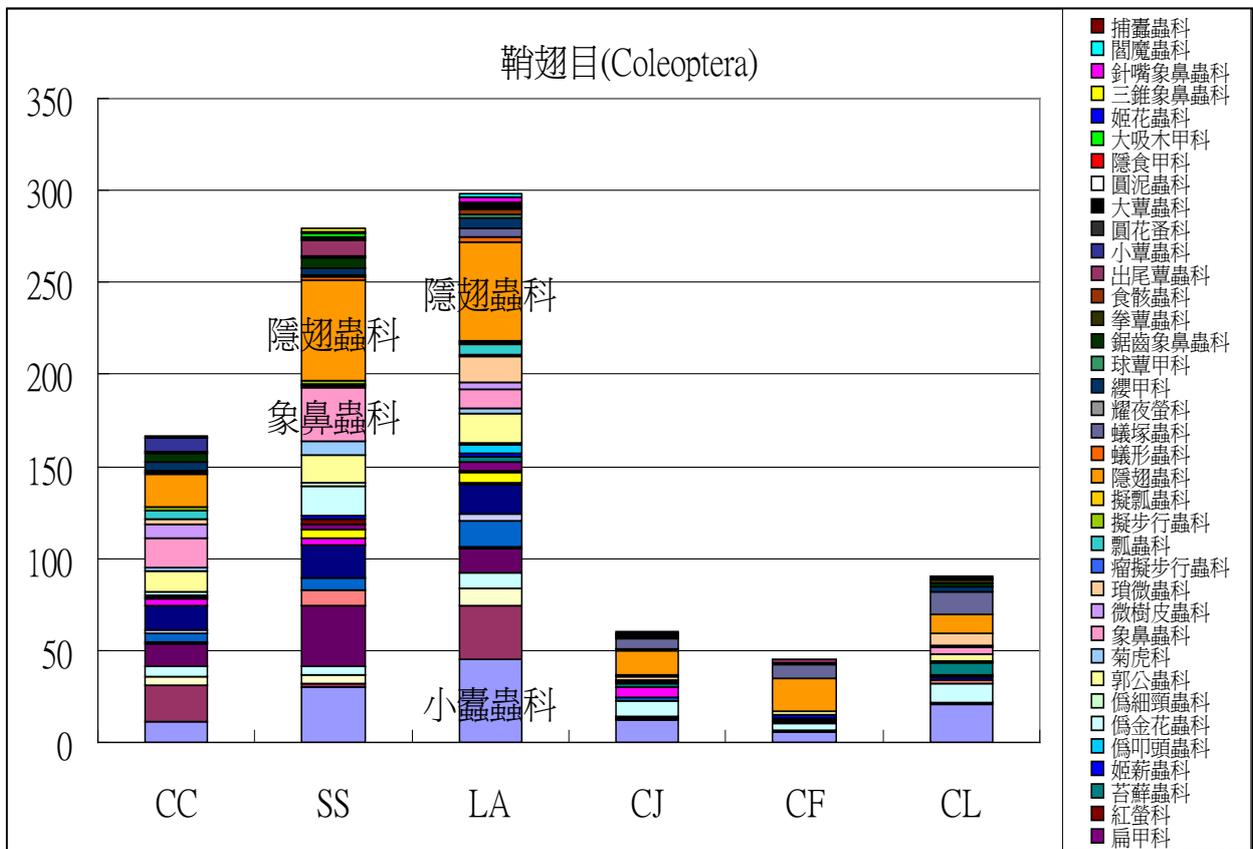


圖 19. 馬氏網(MLT)於不同樹種捕獲的鞘翅目昆蟲相對數量。



## 第七節 天然林與人工林馬氏網捕獲各目昆蟲 之個體數量相對比例

由馬氏網捕獲昆蟲各目個體數比例來看，天然林與人工林目級組成差異(圖二十一)。兩種林相內雙翅目昆蟲的比例高，人工林比例高低分別為雙翅目>彈尾目>嚙蟲目>鞘翅目，天然林比例為雙翅目>鞘翅目>膜翅目，其餘各目數量較少；天然林內有較高的鱗翅目及鞘翅目，人工林內有特高的彈尾目及嚙蟲目。黃博森等人(2007)比較中海拔原始林及人工林內的跳蟲數量，也發現人工林在冬季反有較高數量的跳蟲；而關永才等人(2007)指出中海拔的人工林內會有較高數量的梭德氏赤蛙及盤古蟾蜍；Camara et al.(2012)也報導過，尤加利(*Corymbia citriodora*)純林也有較多的直翅目、雙翅目及跳蟲。

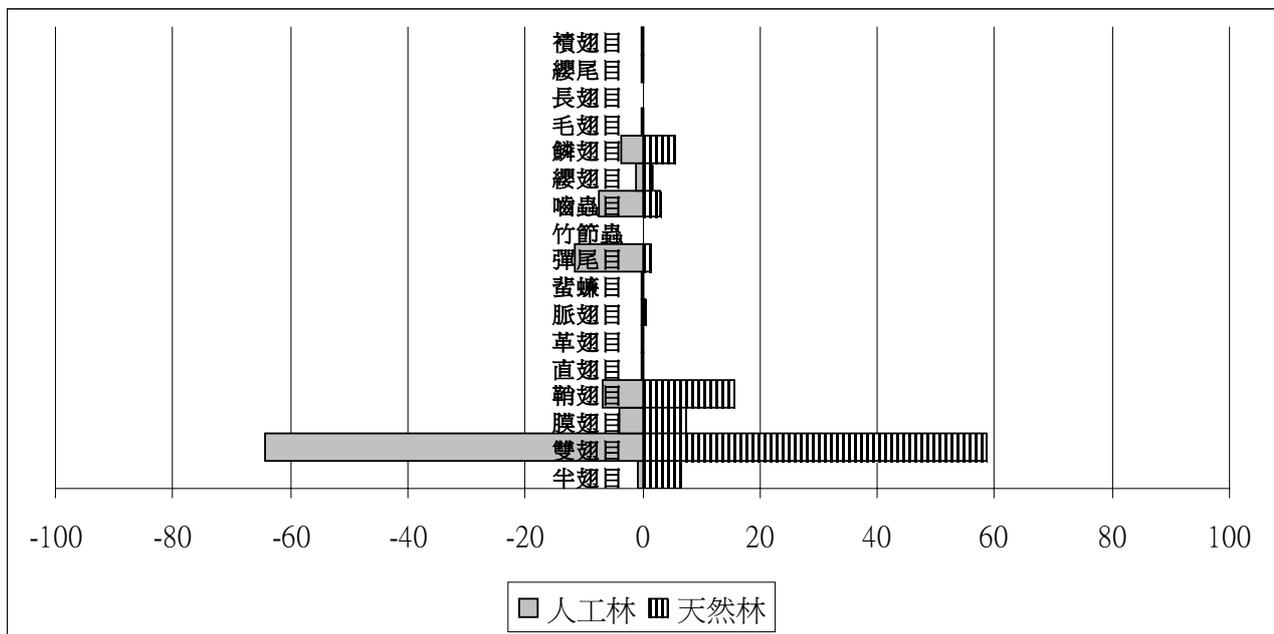


圖 21. 馬氏網(MLT)採集法採得的各目昆蟲於天然林與人工林的相對比例。

## 第八節 天然林與人工林掃網捕獲各目昆蟲 之個體數量相對比例

由掃網而來的昆蟲各目個體數比例來看天然林與人工林目級組成差異(圖二十二)。人工林昆蟲比例前四名高低分別為雙翅目>嚙蟲目>半翅目>膜翅目，天然林比例為雙翅目>膜翅目>半翅目>鞘翅目。天然林木內雙翅目昆蟲的比例相當，達 50%，半翅目、膜翅目、彈尾目及鞘翅目則於兩種林木組成相當；人工林則有特高的嚙蟲目，天然林則是薊馬的纓翅目。

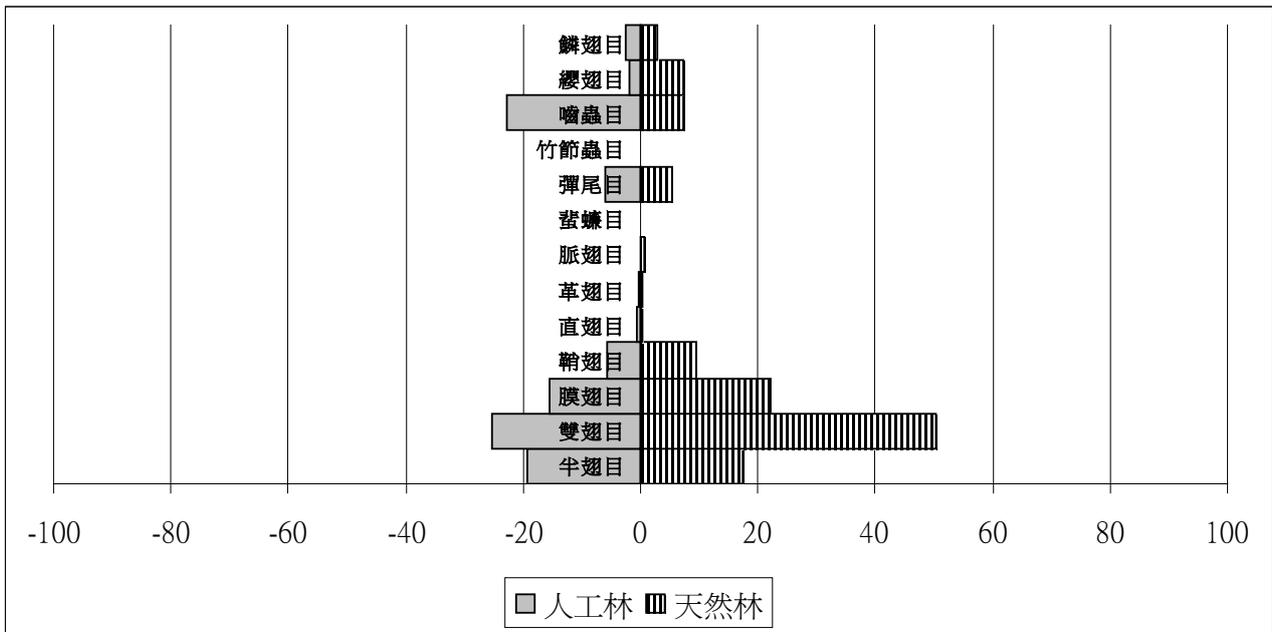


圖 22. 掃網(SWP)採集法採得的各目昆蟲於天然林與人工林的相對比例。

### 第九節 天然林與人工林馬氏網捕獲主要昆蟲科級之個體數量

馬氏網於天然林與人工林樹冠層(Canopy)之半翅目昆蟲各科數量組成差異(圖二十三、圖二十四)，各有優勢的昆蟲類群；葉蟬為兩種林木都有的科別，天然林另有為木蝨、常蚜科及盲椿科，而人工林則有特高的介殼蟲(圖二十三)。由馬氏網而來的半翅目昆蟲各科級組成相對比例來看，天然林與人工林有截然不同的組成特性(圖二十四)；人工林的葉蟬科及介殼蟲昆蟲比例相當高，高達 60%，而天然林由葉蟬科、木蝨科、常蚜科等慢慢遞減到蟬科、椿象等。較特別的是人工林內有不少的奇椿科。

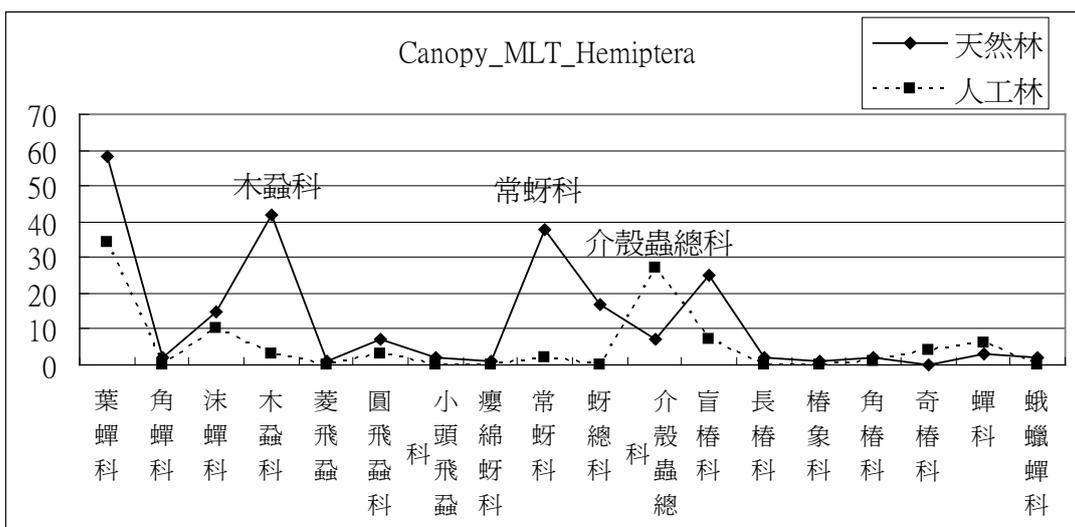


圖 23. 馬氏網天然林與人工林樹冠層之半翅目科別差異。

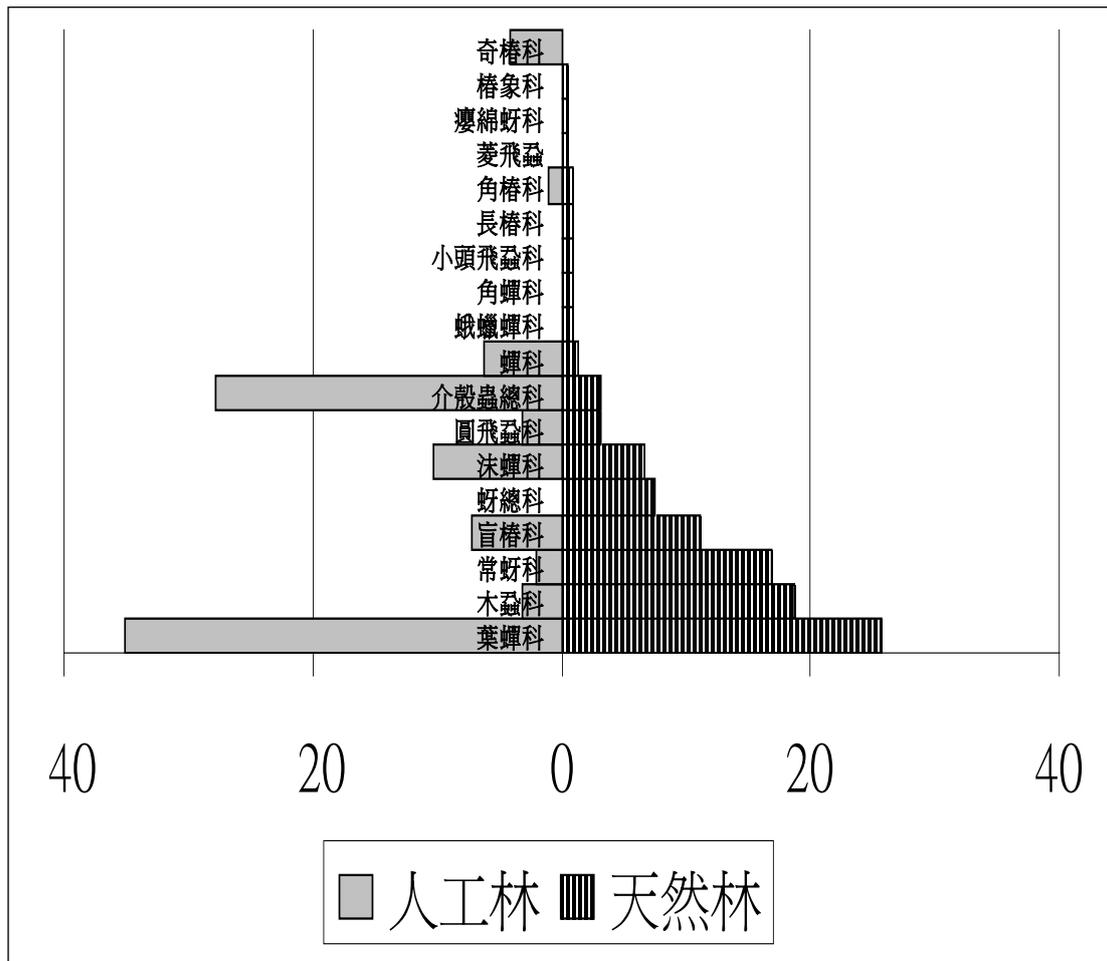


圖 24. 馬氏網天然林與人工林之半翅目昆蟲相堆疊圖。

樹冠層由馬氏網捕獲的雙翅目(Diptera)各科數量組成變異顯示(圖二十五、圖二十六)，天然林與人工林皆以黑翅蕈蚋與瘿蚋為最優勢的雙翅目類群，黑翅蕈蚋於天然林特別高，瘿蚋則於人工林特別高；其餘各科除蛾蚋科及大蚊科外，數量都很低(圖二十五)。由馬氏網而來的雙翅目昆蟲各科級組成相對比例來看，天然林與人工林也有截然不同的組成特性(圖二十六)；人工林的瘿蚋科比例特別高，達 70%，其次為黑翅蕈蚋的近 20%；天然林則由黑翅蕈蚋科的 40%、瘿蚋科的 23%，漸漸降至果蠅科(圖二十六)。

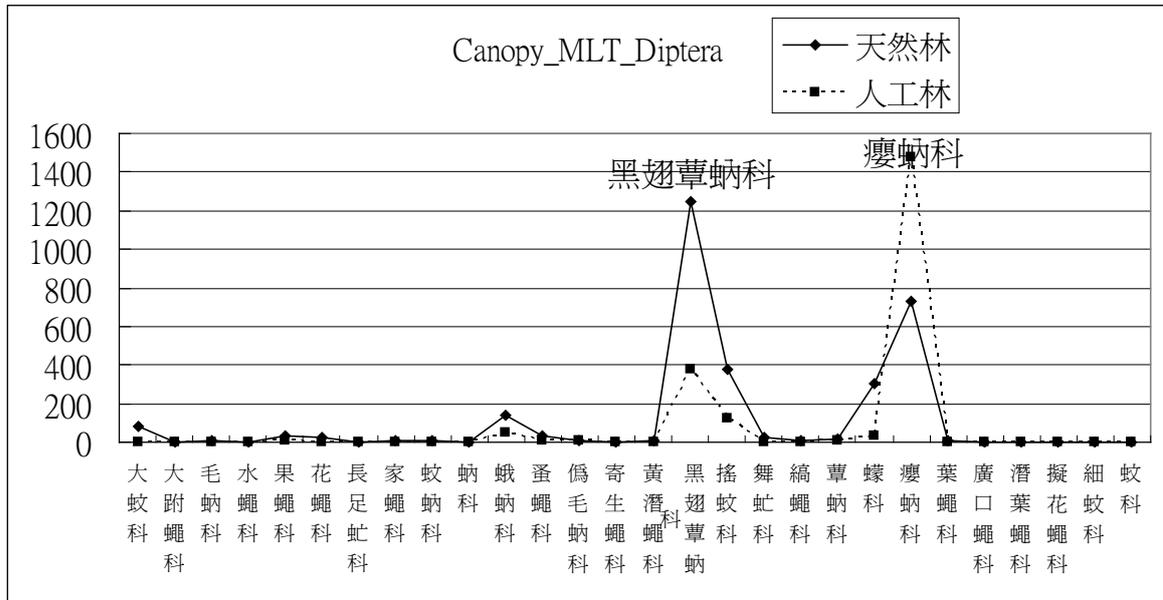


圖 25. 馬氏網採集天然林與人工林樹冠層(Canopy)之雙翅目昆蟲相科別差異。

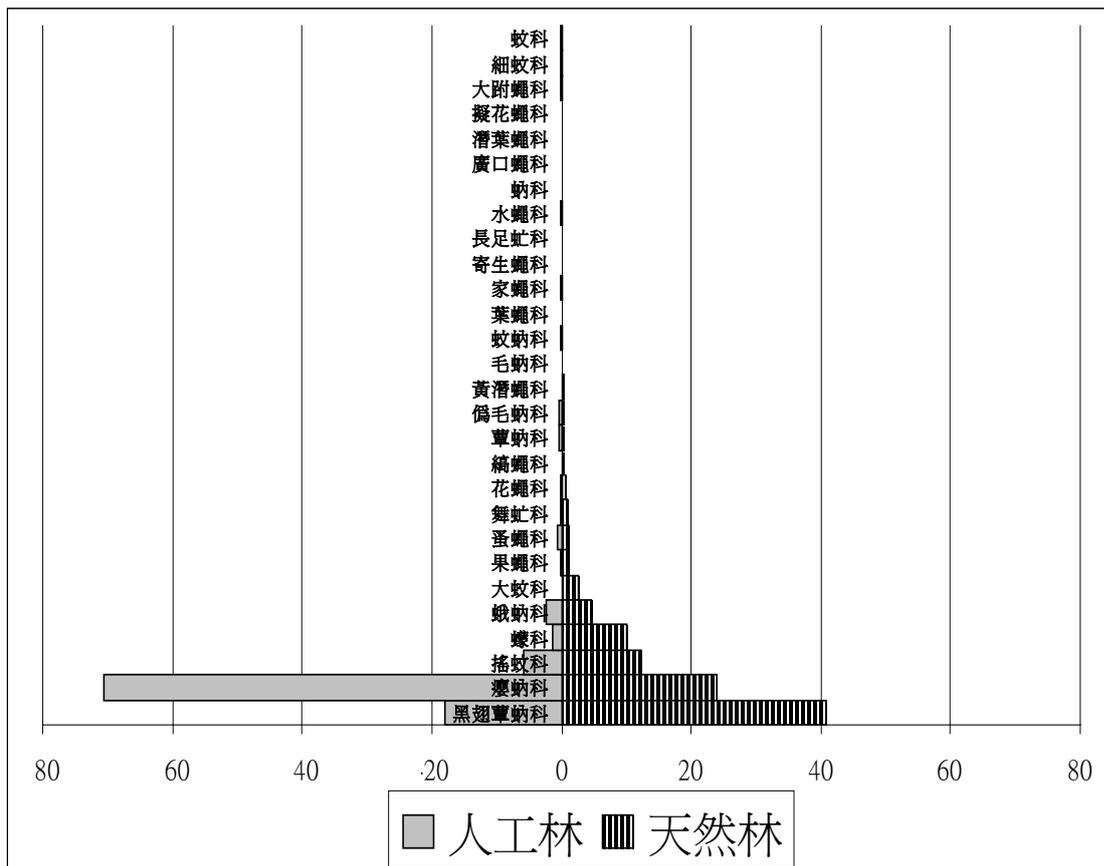


圖 26. 馬氏網採集天然林與人工林之雙翅目昆蟲相堆疊圖。

樹冠層馬氏網膜翅目(Hymenoptera)組成顯示(圖二十七、圖二十八)。由馬氏網而來的膜翅目昆蟲各科級組成相對堆疊比例來看，天然林與人工林有截然不同的組成特性(圖二十七)；人工林的繭蜂科比例特別高，近40%，其餘各科如細翅寄生小蜂及絀小蜂則為僅約15%，其餘各科就更少了；天然林則由隧蜂科的20%、跳小蜂科的13%，漸漸降至瘦蜂科(圖二十七)。就數量上而言，除繭蜂科外，天然林內膜翅類各科數量都比人工林多，尤其是隧蜂科及跳小蜂科，其他如姬蜂科、細翅寄生小蜂、絀小蜂與蟻科數量也不少；人工林內則以細翅寄生小蜂、絀小蜂及蟻科數量較多(圖二十八)。

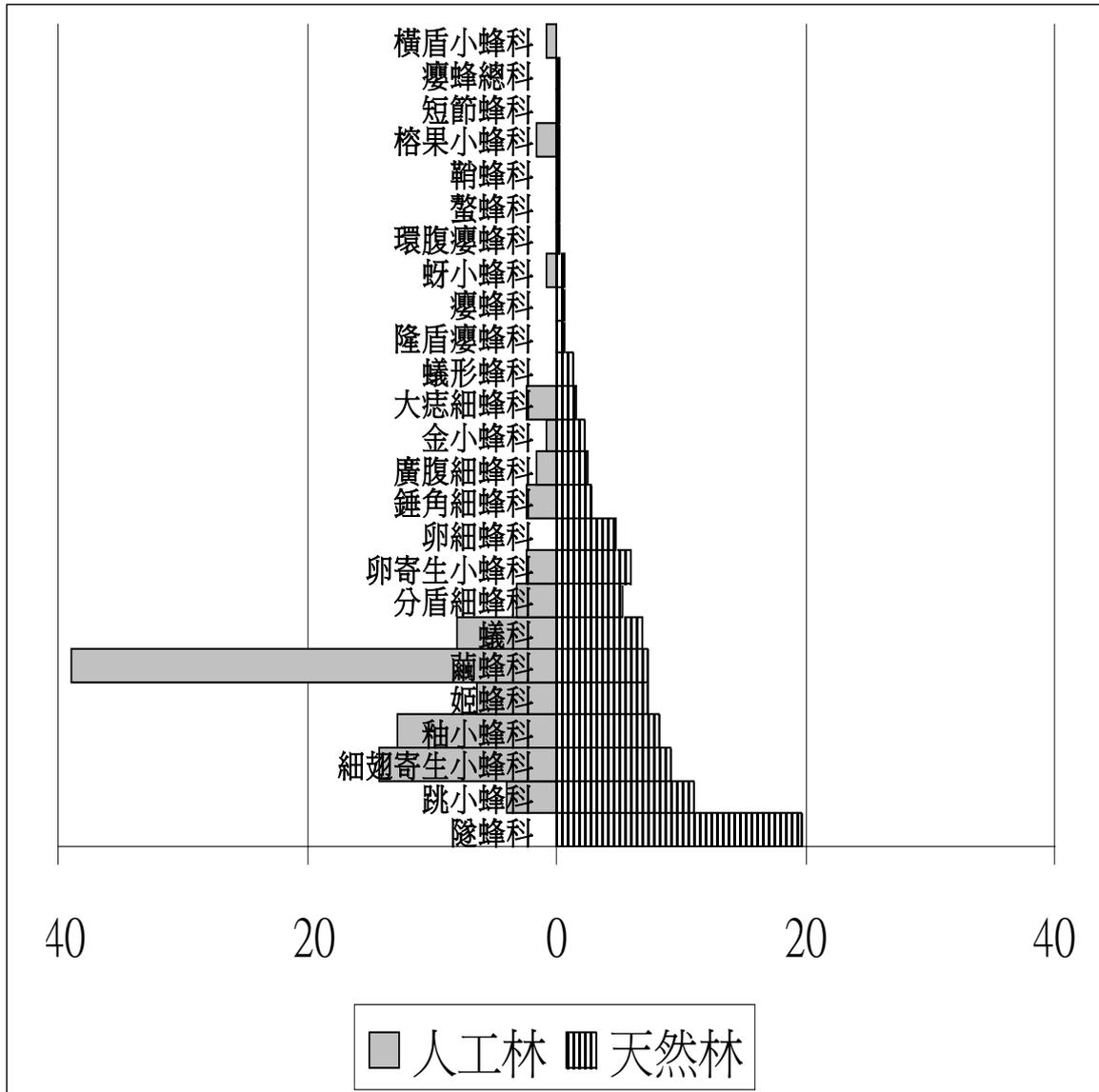


圖 27. 馬氏網採集天然林與人工林之膜翅目昆蟲相堆疊圖。

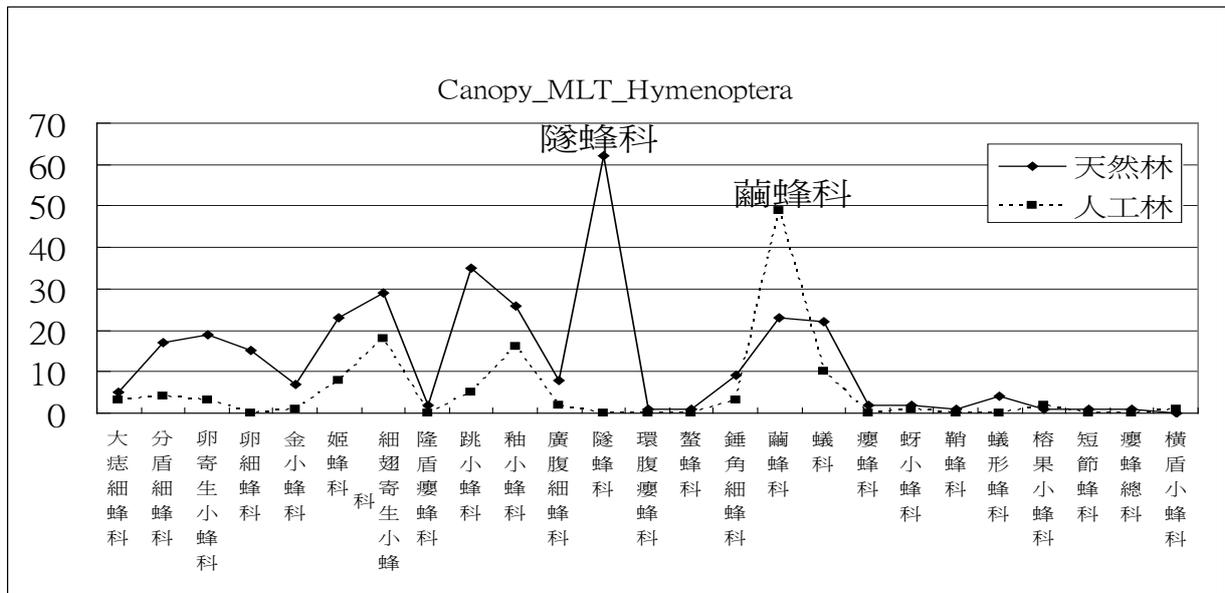


圖 28. 馬氏網採集天然林與人工林樹冠層(Canopy)之膜翅目昆蟲相科別差異。

馬氏網捕獲鞘翅目(Coleoptera)顯示，天然林鞘翅類數量多比人工林多(圖二十九、圖三十)。天然林中以隱翅蟲及小蠹蟲特別多，長小蠹蟲、叩頭蟲、金花蟲、郭公蟲及象鼻蟲也不少；人工林則以小蠹蟲及隱翅蟲科較常見(圖二十九)。

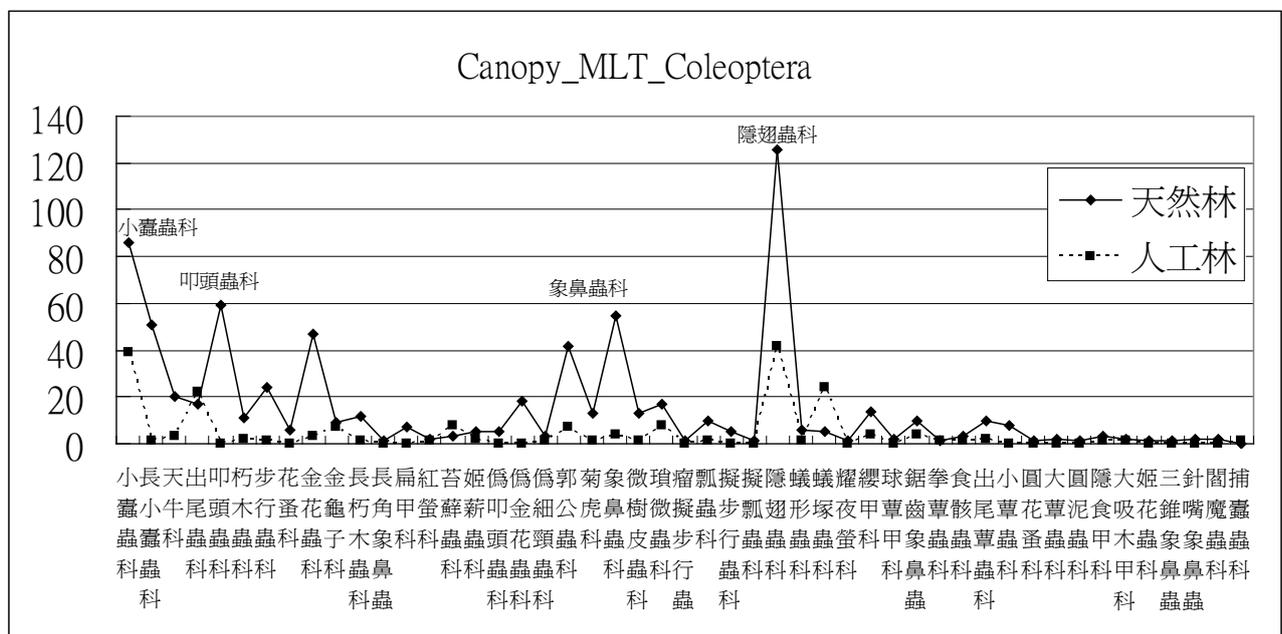


圖 29. 馬氏網採集天然林與人工林樹冠層(Canopy)之鞘翅目昆蟲相科別差異。

由馬氏網而來的鞘翅目昆蟲各科級組成相對堆疊比例來看，天然林與人工林各有特異的組成特性(圖三十)；人工林的隱翅蟲及小蠹蟲也是居於第一及第二高的比例，人工林另有特別高的出尾蟲科、蟻塚蟲科及苔蘚蟲科，其餘各科如朽木蟲科及天牛科比例都低；天然林則由隱翅蟲及小蠹蟲科漸漸降至食骸蟲科(圖三十)。

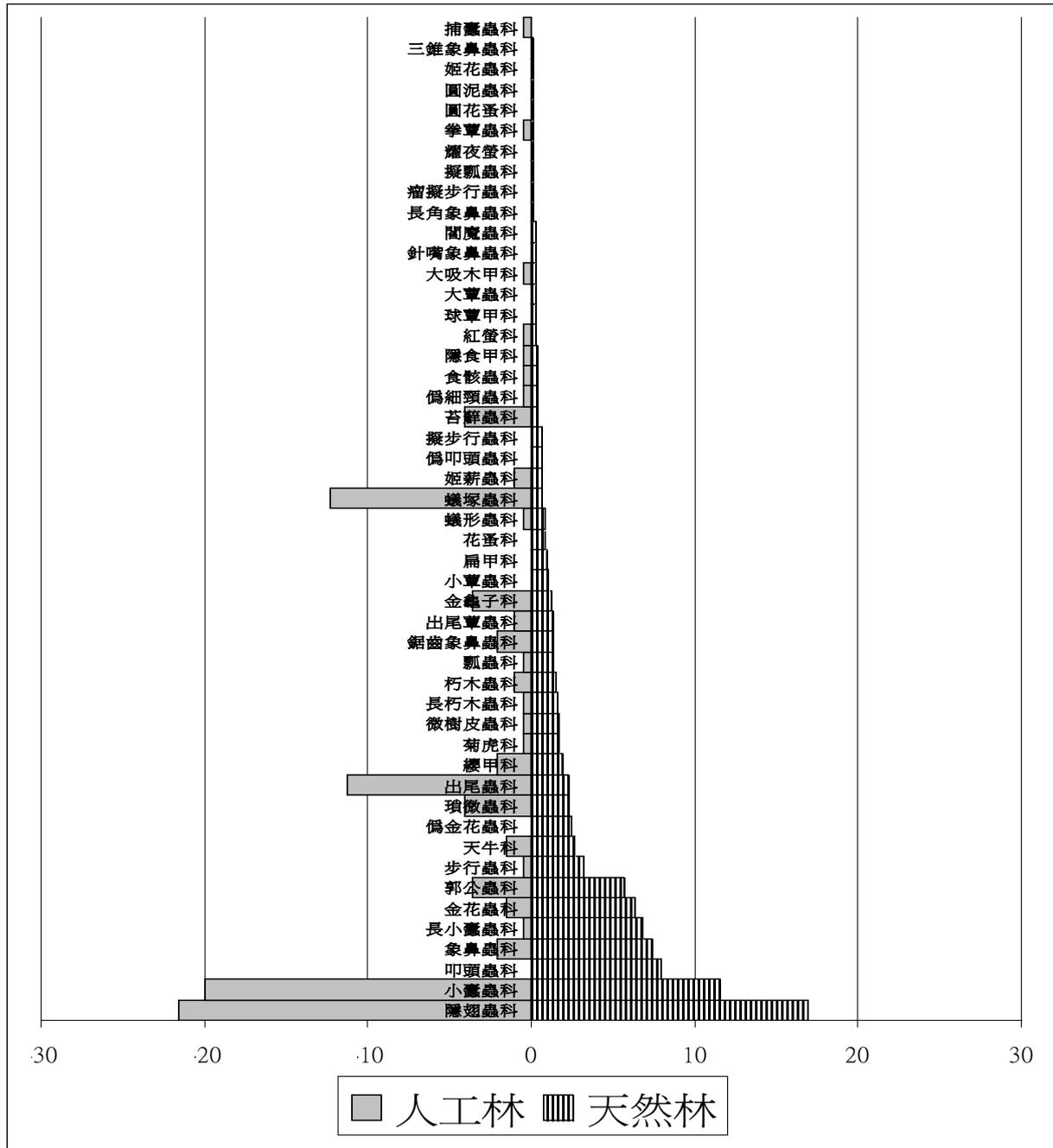


圖 30. 馬氏網採集天然林與人工林之鞘翅目昆蟲相堆疊圖。

## 第十節 天然林與人工林不同林相 之昆蟲優勢科別

為判別物種的優勢度(species dominance)，依Engelmann(1978)的優勢度等級定義區分為6個等級：真優勢(eudominant)為該物種個體數量佔群聚總個體數的32.0~100%、優勢(dominant)為個體數量佔群聚的10.0~31.9%、亞優勢(subdominant)為個體數量佔群聚的3.2~ 9.9%、劣勢(recedent)為個體數量佔群聚的1.0~3.1%、亞劣勢(subrecedent)為個體數量佔群聚的0.32~0.99%、稀有(sporadic)為個體數量小於群聚總個體數的0.32%。

本研究不同採集方法所得到的昆蟲優勢科別類群不相同(表七)，但可看的出來，雪見遊憩區馬氏網以雙翅目的黑翅蕈蚋、瘦蚋、搖蚊等為優勢科。以吊網(HNT)來說，主要以果蠅最為優勢，主要原因可能因為來自鳳梨果皮的誘引所造成，使天然林或人工林以果蠅為真優勢類群，人工林內尚有優勢的蕈蚋科。掃網部份，人工林主要為介殼蟲最為優勢，而天然林仍以雙翅目的搖蚊、黑翅蕈蚋為優勢類群；但仍可看出掃網部分較為多樣，亞優勢科別則有不少，像葉蟬、薊馬、毛嚙、盲椿、跳蟲，甚至有捕食類的舞虻。馬氏網部分則雙翅目的蚊蚋為主，尚有一些跳蟲。整體而言，天然林之間除吊網以雙翅目為主外，掃網與馬氏網在天然林與人工林獲得的優勢昆蟲各不相同。

表7. 各採集法捕獲之各目昆蟲優勢科別及百分比

	馬氏網(MLT)		吊網(HNT)		掃網(SWP)	
	天然林	人工林	天然林	人工林	天然林	人工林
真優勢 32-100%	黑翅蕈蚋 (24%)	瘦蚋(43%)	果蠅(64%)	果蠅(46%)		
優勢 10-31.9%	瘦蚋(14%)	黑翅蕈蚋 (11%)		蕈蚋(18%)	黑翅蕈蚋 (11%)	介殼蟲(10%)
					搖蚊(11%)	
亞優勢 3.2-9.9%	搖蚊(7%)	球角跳蟲 (5%)	蕈蚋(9%)	蚊蚋(9%)	葉蟬(5%)	嚙蟲(8%)
	蠓(6%)	長角跳蟲 (4%)	隧蜂(4%)	黑翅蕈蚋 (5%)	薊馬(5%)	葉蟬(6.5%)
		搖蚊(3.5%)	蚊蚋(4%)		長角跳蟲 (4%)	毛嚙(6.4%)
			黑翅蕈蚋 (3.4%)		盲椿(3.5%)	黑翅蕈蚋 (4.8%)
					舞虻(3.2%)	瘦蚋(4.5%)
						搖蚊(4.4%)
						長角跳蟲 (3.9%)

## 第十一節 天然林與人工林昆蟲數量季節變動

針對天然林及人工林昆蟲捕獲數量個別分析，顯示出無論哪一種捕蟲方法，夏季的6月是昆蟲捕獲數量最多的季節，最少的是冬天的12月，春天3月的捕獲量於各採集法間變異最大。但在天然林及人工林間也有不同的捕獲特性，像秋季的9月及冬季的12月，天然林各採集法數量變異小於人工林內的數量變異。較特別的是春天的馬氏網，以黑翅蕈蚋為主，其數量與夏天的捕獲情形類似。(表八)雪見地區2014年年均溫約在13度左右，整年以七~九月氣溫較高，若以雪見地區季的月均溫配合昆蟲季節變動(圖三十一)其彼此間關係並不顯著，由其是六至九月平均溫度約在16度，但兩季的昆蟲捕獲量及組成有顯著差別。從表九不同季節各目昆蟲數量可知，雙翅目、膜翅目、嚙目與纓翅目在夏季(六月)數量最多，為主要大量出現的季節，而鞘翅目與半翅目約在3~6月間有較多的個體出現。

表 8. 雪見地區 2014 年每日平均溫度與每季平均溫度

日期	日均溫℃	日期	日均溫℃	日期	日均溫℃	日期	日均溫℃
2014/2/1	8.92	2014/5/1	11.5	2014/8/1	18.74	2014/11/1	16.76
2014/2/2	12.3	2014/5/2	11.91	2014/8/2	17.55	2014/11/2	17.19
2014/2/3	14.32	2014/5/3	13.18	2014/8/3	17.99	2014/11/3	15.71
2014/2/4	12.55	2014/5/4	13.56	2014/8/4	17.6	2014/11/4	12.59
2014/2/5	11.21	2014/5/5	13.93	2014/8/5	17.68	2014/11/5	11.08
2014/2/6	11.05	2014/5/6	13.96	2014/8/6	17.16	2014/11/6	11.83
2014/2/7	12.03	2014/5/7	12.53	2014/8/7	17	2014/11/7	13.27
2014/2/8	12.05	2014/5/8	12.21	2014/8/8	17.14	2014/11/8	11.76
2014/2/9	10.29	2014/5/9	13.82	2014/8/9	17.45	2014/11/9	12.51
2014/2/10	9.31	2014/5/10	13.57	2014/8/10	17.11	2014/11/10	12.93
2014/2/11	7.262	2014/5/11	14.13	2014/8/11	20.22	2014/11/11	12.94
2014/2/12	4.106	2014/5/12	15.91	2014/8/12	0.012	2014/11/12	12.27
2014/2/13	5.468	2014/5/13	15.74	2014/8/13	0.049	2014/11/13	11.06
2014/2/14	6.572	2014/5/14	15.23	2014/8/14	0.149	2014/11/14	11.06
2014/2/15	5.387	2014/5/15	15.55	2014/8/15	2.344	2014/11/15	11.27
2014/2/16	5.308	2014/5/16	15.71	2014/8/16	24.28	2014/11/16	11.25
2014/2/17	8.26	2014/5/17	15.64	2014/8/17	18.36	2014/11/17	13.12
2014/2/18	10.71	2014/5/18	15.7	2014/8/18	17.79	2014/11/18	12.26
2014/2/19	9.99	2014/5/19	15.47	2014/8/19	17.15	2014/11/19	11.31
2014/2/20	6.652	2014/5/20	15.19	2014/8/20	16.16	2014/11/20	9.8
2014/2/21	4.258	2014/5/21	14.97	2014/8/21	26.59	2014/11/21	10.94
2014/2/22	3.43	2014/5/22	14.61	2014/8/22	16.89	2014/11/22	12.09
2014/2/23	4.283	2014/5/23	14.74	2014/8/23	17.95	2014/11/23	14.6
2014/2/24	7.24	2014/5/24	14.65	2014/8/24	18.32	2014/11/24	13.86

表 8(續). 雪見地區 2014 年每日平均溫度與每季平均溫度

日期	日均溫℃	日期	日均溫℃	日期	日均溫℃	日期	日均溫℃
2014/2/25	8.1	2014/5/25	15.86	2014/8/25	19.2	2014/11/25	14.44
2014/2/26	8.77	2014/5/26	15.81	2014/8/26	27.2	2014/11/26	14.36
2014/2/27	8.72	2014/5/27	16.71	2014/8/27	24.54	2014/11/27	13.04
2014/2/28	9.75	2014/5/28	16.02	2014/8/28	17.95	2014/11/28	14.03
2014/3/1	9.75	2014/5/29	16.79	2014/8/29	17.8	2014/11/29	14.35
2014/3/2	11.01	2014/5/30	16.31	2014/8/30	17.48	2014/11/30	14.95
2014/3/3	9.9	2014/5/31	16.13	2014/8/31	16.94	2014/12/1	14.55
2014/3/4	9.16	2014/6/1	16.66	2014/9/1	17.08	2014/12/2	12.56
2014/3/5	9.55	2014/6/2	17.19	2014/9/2	17.6	2014/12/3	10.13
2014/3/6	9.64	2014/6/3	16.99	2014/9/3	17.26	2014/12/4	11.06
2014/3/7	8.83	2014/6/4	15.83	2014/9/4	17.73	2014/12/5	9.49
2014/3/8	8.96	2014/6/5	16.15	2014/9/5	17.25	2014/12/6	8.21
2014/3/9	8.86	2014/6/6	16.2	2014/9/6	18.17	2014/12/7	8.06
2014/3/10	8.47	2014/6/7	15.2	2014/9/7	17.98	2014/12/8	7.251
2014/3/11	7.018	2014/6/8	15.89	2014/9/8	17.21		
2014/3/12	8.88	2014/6/9	16.12	2014/9/9	17.22		
2014/3/13	10.71	2014/6/10	17.54	2014/9/10	17.16		
2014/3/14	10.02	2014/6/11	18.23	2014/9/11	17.09		
2014/3/15	7.833	2014/6/12	17.66	2014/9/12	17.57		
2014/3/16	9.04	2014/6/13	18.03	2014/9/13	17.19		
2014/3/17	12	2014/6/14	16.76	2014/9/14	17.61		
2014/3/18	12.71	2014/6/15	18.08	2014/9/15	20.22		
2014/3/19	15.15	2014/6/16	17.32	2014/9/16	22.27		
2014/3/20	16.33	2014/6/17	17.28	2014/9/17	18.85		
2014/3/21	13.64	2014/6/18	17.24	2014/9/18	18.32		
2014/3/22	8.74	2014/6/19	17.09	2014/9/19	19.33		
2014/3/23	7.89	2014/6/20	17.77	2014/9/20	20.27		
2014/3/24	10.27	2014/6/21	17.14	2014/9/21	18.83		
2014/3/25	12.68	2014/6/22	17.41	2014/9/22	18.79		
2014/3/26	11.9	2014/6/23	17.79	2014/9/23	16.21		
2014/3/27	13	2014/6/24	16.91	2014/9/24	16.08		
2014/3/28	13.35	2014/6/25	16.57	2014/9/25	15.97		
2014/3/29	14.51	2014/6/26	16.99	2014/9/26	16.46		
2014/3/30	14.35	2014/6/27	17	2014/9/27	16.79		
2014/3/31	13.91	2014/6/28	18.87	2014/9/28	17.55		
2014/4/1	12.01	2014/6/29	18.62	2014/9/29	16.89		
2014/4/2	11.89	2014/6/30	17.67	2014/9/30	17.32		
2014/4/3	12.07	2014/7/1	17.4	2014/10/1	17.42		
2014/4/4	11.09	2014/7/2	17.84	2014/10/2	16.28		
2014/4/5	9.8	2014/7/3	18.11	2014/10/3	16.55		

表 8(續). 雪見地區 2014 年每日平均溫度與每季平均溫度

日期	日均溫℃	日期	日均溫℃	日期	日均溫℃	日期	日均溫℃
2014/4/6	9.47	2014/7/4	18.76	2014/10/4	15.56		
2014/4/7	10.72	2014/7/5	18.44	2014/10/5	14.79		
2014/4/8	9.95	2014/7/6	19.53	2014/10/6	12.91		
2014/4/9	11.58	2014/7/7	19.81	2014/10/7	14.88		
2014/4/10	12.4	2014/7/8	20.01	2014/10/8	13.99		
2014/4/11	14.01	2014/7/9	17.61	2014/10/9	12.59		
2014/4/12	13.29	2014/7/10	18.41	2014/10/10	15.34		
2014/4/13	13.71	2014/7/11	18.29	2014/10/11	16.8		
2014/4/14	14.84	2014/7/12	18.5	2014/10/12	14.82		
2014/4/15	14.85	2014/7/13	18.14	2014/10/13	14.16		
2014/4/16	13.22	2014/7/14	17.77	2014/10/14	13.1		
2014/4/17	12.08	2014/7/15	18.47	2014/10/15	12.7		
2014/4/18	13.21	2014/7/16	17.85	2014/10/16	12.41		
2014/4/19	14.63	2014/7/17	19.32	2014/10/17	12.57		
2014/4/20	13.89	2014/7/18	19.67	2014/10/18	12.24		
2014/4/21	14.38	2014/7/19	18.03	2014/10/19	14.14		
2014/4/22	14.93	2014/7/20	17.26	2014/10/20	14.6		
2014/4/23	14.6	2014/7/21	18	2014/10/21	16.19		
2014/4/24	14.04	2014/7/22	18.68	2014/10/22	16.15		
2014/4/25	14.22	2014/7/23	19.06	2014/10/23	15.47		
2014/4/26	15.12	2014/7/24	17.02	2014/10/24	13.71		
2014/4/27	15	2014/7/25	18.23	2014/10/25	13.47		
2014/4/28	14.79	2014/7/26	17.03	2014/10/26	14.06		
2014/4/29	13.63	2014/7/27	17.5	2014/10/27	15.59		
2014/4/30	11.58	2014/7/28	17.2	2014/10/28	16.3		
		2014/7/29	17.45	2014/10/29	14.64		
		2014/7/30	17.75	2014/10/30	15.01		
		2014/7/31	18.44	2014/10/31	15.77		
<b>春季均溫</b>	<b>10.8692</b>	<b>夏季均溫</b>	<b>16.7046</b>	<b>秋季均溫</b>	<b>16.3182</b>	<b>冬季均溫</b>	<b>12.3669</b>

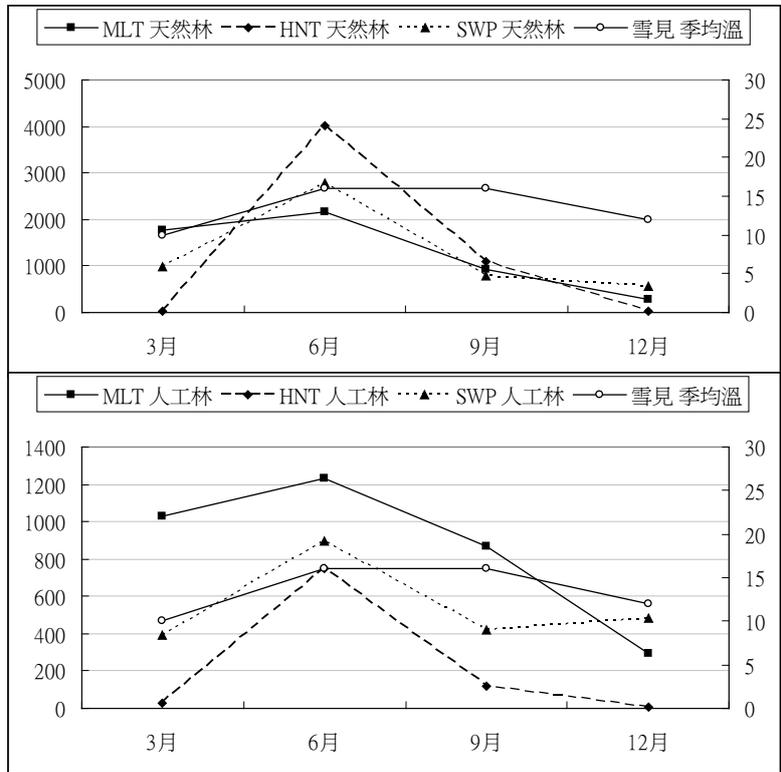


圖 31. 天然林與人工林昆蟲數量季節變動。

表 9. 雪見 2014 年不同季節各目昆蟲個體數量

	3月	6月	9月	12月
半翅目	432	622	170	311
雙翅目	2386	7728	2405	474
膜翅目	255	1126	478	258
鞘翅目	435	869	279	85
直翅目	3	12	8	10
革翅目	1	3	8	17
脈翅目	22	14	12	2
蜚蠊目	1	1	1	2
彈尾目	341	289	115	88
竹節蟲目	1		4	2
嚙蟲目	187	408	279	335
纓翅目	35	377	23	46
鱗翅目	95	371	514	80
毛翅目	1	2		1
長翅目		1		
纓尾目			1	
積翅目		1		

## 第十二節 天然林與人工林各樹種捕獲昆蟲 之各科數量之群聚分析

針對各樹種調查來的各科昆蟲，應用主成份分析結果顯示，無論是人工林或是天然林木內的昆蟲組成都有其獨特性，而採集方法不同也會有所影響(圖三十二)，吊網取得知昆蟲相異於馬氏網與掃網之昆蟲相；以掃網所得昆蟲，昆蟲相可區分天然林與人工林。但群聚分析圖也顯各樹種間的差異特性也不小，有些樹種間的分布相對距離也不小。Barlow等人(2007)指出，巴西亞馬遜河域的原始林、次生林及人造林的各類動物及昆蟲的多樣性組成各不相同，森林不同的利用開發會有的影響，並指出原始森林內的生物多樣性有無法取代的生特性色。Jactel and Brockerhoff (2007)綜合了100多篇文章的結果指出，森林植物組成的多樣特性會影響寡食性的昆蟲的多樣特性及數量，且若植物物種親緣關係越遠，此一效應就越明顯。

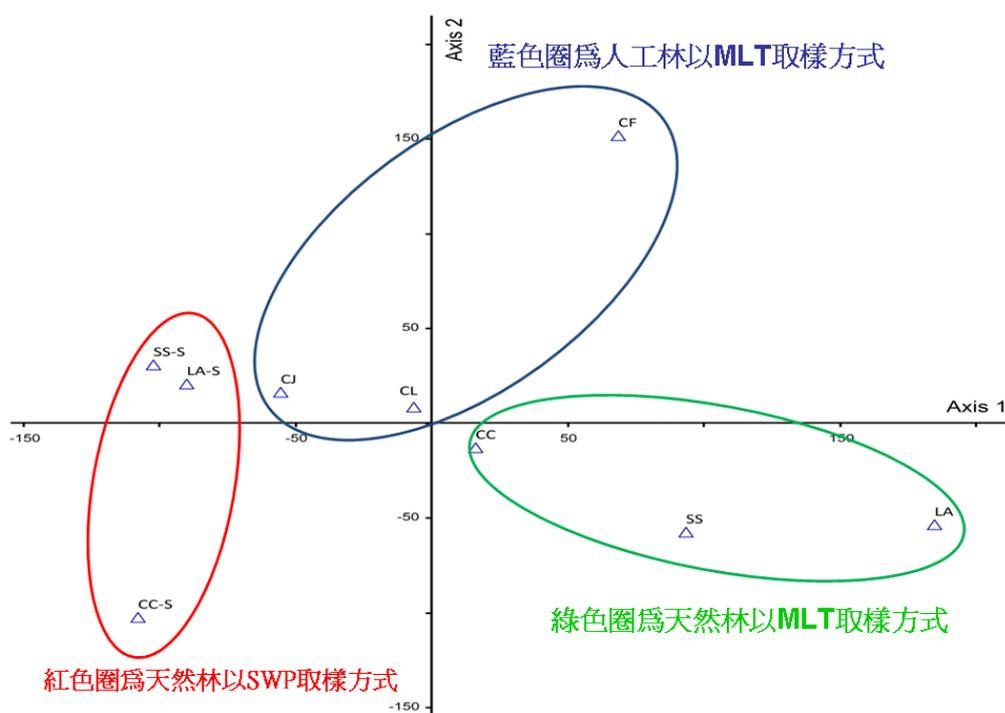


圖32. 天然林與人工林各樹種捕獲科級昆蟲之數量之相對特性。

將各樹種捕得各昆蟲物種進行多變數群聚分析，結果顯示(圖三十三)各調查方法於昆蟲各大類群的捕獲情形有很大的關係，不管是天然林抑或人工林，吊網(HNT)、掃網(SWP)及馬氏網(MLT)各自群聚成明顯的一群。吊網當中，人工林變異組成很大(CL、CF、CJ)，相似度介於20%~40%之間，天然林(SS、CC、LA)相似度則為30%~80%之間。掃網部分顯示極高的同質性，全部有近60%的相似度，而天然林有極高的相似組成，介於

90%~98%之間；人工林則介於72%~89%之間。馬氏網部分也顯示出高達55%的相似組成，人工林相似組成變異較大，介於55%~65%之間，天然林則介於80%~92%之間。吊網的結果顯示，特定的鳳梨皮誘引物，因所處的環境棲所，所誘得的昆蟲組成會有很大的差別，但馬氏網及掃網則均質性很高。

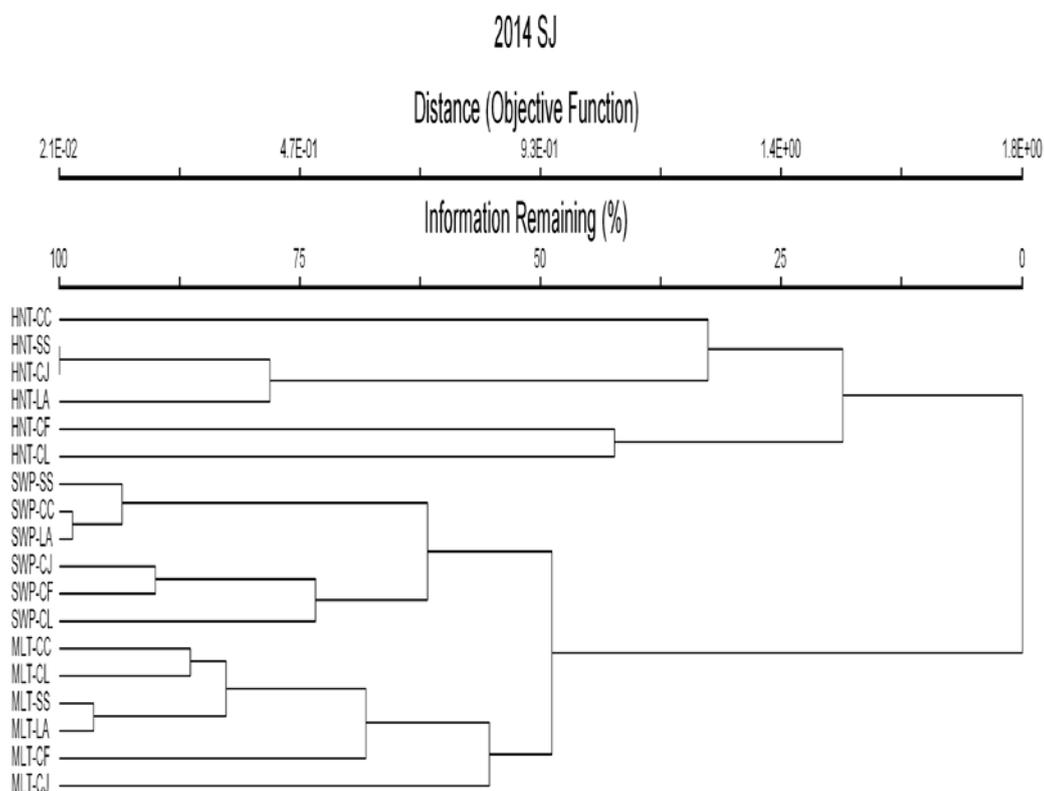


圖33. 天然林與人工林各樹種捕獲昆蟲之各科數量之群聚分析圖。

### 第十三節 兩年間天然林各樹種捕獲昆蟲相之群聚分析

將雪見地區 2013 年 2014 年天然林各樹種捕得各昆蟲物種(附錄二)進行多變數群聚分析(圖三十四)，結果顯示不同樹種間的昆蟲相組成不同，2013 年與 2014 年的杏葉石櫟(LA)昆蟲相相似度介於 65~85%；僅木荷(SS)昆蟲相組成差異大。

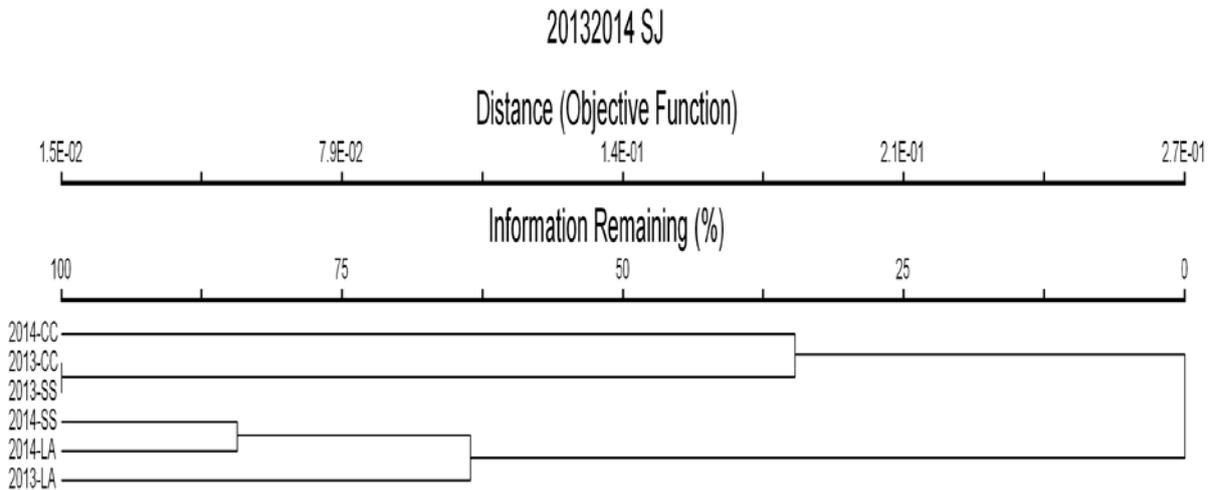


圖 34. 兩年間天然林各樹種捕獲昆蟲相之群聚分析圖。

#### 第十四節 雪見地區之特色昆蟲

若未有全台灣各地的廣泛的調查及各類群昆蟲分類者分析資料，要找出某一地區的特色昆蟲，是件不容易、幾乎無法達成的一件事。但本研究仍於雪見遊憩區發現一些下列頗具有特色的幾種昆蟲。

**小翅蛾**(圖三十五上圖)是鱗翅目中最原始的一個現存支系，不像其他蛾類虹吸式的口喙，是聚大顎的咀嚼式口器，目前已知命名者約 100 種，很幸運的台灣就有了古小翅蛾屬(*Palaeomicroides*) 8 種。此類蟲之幼蟲取食苔蘚，成蟲用大顎來嚼食花粉或真菌。本類群昆蟲然不是重要害蟲，但在昆蟲演化和分類系統中，是非常重要的群。

**黑眼擬柄眼果實蠅**(*Pseudopematops nigricostalis* Shiraki, 1933) (圖三十五下圖)與重要害蟲東方果實蠅(*Batrocera dorsalis*)同科，但本種是非常特化的一種刀眼果實蠅，其複眼模擬柄眼蠅著生於一延伸生的長柄上。按柄眼蠅的研究顯示，此類延伸著生複眼的特性是與雌雄二形的性擇(sexual selection)有關，此蟲眼柄的長短變異為何，尚需進一步研究。

**泥圓翅鍬形蟲洞口亞種** (*Neolucanus doro horaguchii*) (圖三十五中圖)：日本學者永井信二於 2001 年命名採集自新竹觀霧山區的泥圓翅鍬形蟲，由於此地族群的翅鞘多為紅色且明顯具光澤，因此將其命名為 *Neolucanus doro horaguchii* 泥圓翅鍬形蟲(洞口亞種)，

由於冰河期與山脈阻隔，此類局部適應性形態，僅出現於觀霧地區。根據本研究室近年全省採集鑑定發現，由於雪見地區與觀霧地區山系相連。因此，雪見的族群應也是 *N. d. horaguchii*。主要分布於 1500 公尺以上海拔，不擅於飛行，白天多於森林底層、林道上漫行，於 8-9 月雪見遊憩區可見。



圖35. 雪見特色昆蟲。

## 第四章 結論與建議事項

### (一) 結論

1. 雪見地區的昆蟲調查顯示，各類採集方法於天然林木及人工林捕獲的昆蟲組成數量並不相同；掃網及馬氏網兩種收集方法均於天然林收集到較多的昆蟲，群聚分析顯示出不同調查方法採集到的昆蟲組成不同。
2. 馬氏網的調查結果顯示 3 種天然林的闊葉樹均有較多的物種數量及多樣性。
3. 雙翅目在馬氏網及掃網法都可見到很高的數量，掃網另有較高的半翅目及膜翅目的捕獲情形，革翅目、脈翅目、竹節蟲目及纓翅目則常見於天然林內。
4. 天然林與人工林皆以黑翅蕈蚋與瘿蚋為最多，雙翅目優勢科別為黑翅蕈蚋、搖蚊、瘿蚋與果蠅；鞘翅目以隱翅蟲及小蠹蟲科數量最多；半翅目在天然林的優勢昆蟲類群為盲椿，人工林則為介殼蟲。
5. 天然林內之昆蟲數量與科數較人工林豐富且多樣，可能原因為天然林內的森林類型與結構影響所致。

天然林一旦被破壞，其內生物多樣性可能永遠無法恢復，人造林或次生林的經營可恢復多少生物多樣性達到最大的國土保育的特性，是人工林永續經營策略的重要參考資料。昆蟲數量眾多、適應能力高，對森林內的微棲所甚為敏感，極適合做為森林多樣性的生物指標。人工林的昆蟲調查在國內並不多，不同人工林具不同特性有不同的昆蟲多樣性及組成，對於森林多樣性的維護應有助益，是有助於森林的經營管理評估之指標生物類群。若能持續建立林木疏伐對森林內生物多樣性的影響的相關資料，都可作為疏伐區域、時間及強度的參考，以增加林木品質及產量，做為人工林永續經營的策略參考。

### (二) 建議事項

根據本研究於雪見區各採樣方式昆蟲分析結果，可做成立即可行及長期建議事項，分述如下：

#### 1. 立即可行建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：國立中興大學

建議事項：

參考雪見地區的森林植群類型，分別進行各類森林植群內的昆蟲多樣性組成，並建立雪見地區代表性昆蟲解說遊憩資料，達到保育推廣的目的。

## 2. 中長期建議

主辦機關：行政院所屬機關

協辦機關：雪霸國家公園管理處、國立中興大學

建議事項：

目前的調查範圍並不足以代表雪見地區的昆蟲特性?應增加轄區內其他區域不同森林特性組成的昆蟲相調查，全面瞭解各類森林植群內的生物多樣性，達到國土保育及利用的目的。

## 參考文獻

- 卓逸民，2010。人工林疏伐作業對微棲地環境及蜘蛛多樣性之影響。行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列99-00-5-02。
- 唐立正，2008。雪霸國家公園雪見地區環境生態監測—昆蟲資源，雪霸國家公園管理處研究計畫報告，共 75 頁。
- 唐立正、賴啟芳、王宇仲、莊國弘、謝祥文、謝雨蒔，2002。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研究計畫報告，共 98 頁。
- 徐堉峰、王立豪、黃嘉龍、林育綺，2010。雪霸國家公園觀霧地區樹冠層昆蟲調查，雪霸國家公園管理處研究計畫報告，共 41 頁。
- 徐堉峰、王立豪、黃嘉龍、林育綺，2010。雪霸國家公園觀霧地區樹冠層昆蟲調查，雪霸國家公園管理處研究計畫報告，共 41 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。
- 陳東、林俊義。1989。合歡山箭竹草原昆蟲相的初步研究。東海大學生物學研究所碩士論文。53 頁。
- 陳正祥，1957。臺灣氣候之分類。氣象學報 3：1-9。
- 傅國銘，2009。雪見地區依附植物調查。雪霸國家公園管理處自行研究計畫報告，共 60 頁。
- 傅國銘，2011。樹冠平台應用於生物資源調查之研究。雪霸國家公園管理處自行研究計畫報告，共 26 頁。
- 黃博森、林惠真、林仲平、卓逸民，2007。人工林經營模式對無脊椎動物多樣性之影響。林業研究專訊 14 (1): 20-22。
- 葉文斌、李蕙宜、廖盈盈。2012。雪山圈谷灌木叢昆蟲群聚組成及季節性變動調查。國家公園學報22(1): 18-26。
- 歐辰雄，1996。雪見地區步道沿線植群調查研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處。139 頁。
- 謝欣怡、袁孝維、王力平、丁宗蘇，2006。台灣中部溪頭地區天然林與人工林內之陸域脊椎動物多樣性。中華林學季刊39(4): 421-436。
- 關永才、莊銘豐、劉俊良，2007。人工林經營對兩棲類動物族群及群聚組成之影響。林業研究專訊 14 (1):17-19。
- Adeduntan SA, Olusola JA. 2012. Comparative Survey of Litter Arthropods and Soil

- Mesofauna in the Natural Forest and Plantation (a Case Study: Akure Forest Reserve Aponmu). *International Journal of Agriculture and Forestry* 2(1): 63-71.
- Barlow J, Gardner TA, Araujo IS, Avila-Pires TC, Bonaldo AB, Costa JE, Esposito MC, Ferreira LV, Hawes J, Hernandez MIM, Hoogmoed MS, Leite RN, Lo-Man-Hung NF, Malcolm JR, Martins MB, Mestre LAM, Miranda-Santos R, Nunes-Gutjahr AL, Overal WL, Parry L, Peters SL, Ribeiro-Junior MA, Da Silva MNF, Da Silva Motta C, Peres CA. 2007. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104(47): 18555-18560.
- Basset ND, Springate HP, Aberlenc HP, Delvare G. 1997. A review of methods for sampling arthropods in tree canopies. *pp27-52 in Canopy arthropods*, eds Stork NE, Didham RK, Adis J, Chapman & Hall, London.
- Camara R, Correia MEF, Villela DM. 2012. Effects of Eucalyptus plantations on soil arthropod communities in a Brazilian Atlantic forest conservation unit. *Journal of Biosciences* 28(3): 445-455.
- Carnus JM, Parrotta J, Brockerhoff E, Arbez M, Jactel H, Kremer A, Lamb D, O'hara K, Walters B. 2006. Planted Forests and Biodiversity. *Journal of Forestry* 104(2): 65-77.
- CruzAngón A, Baena MAL, Greenberg R. 2009. The contribution of epiphytes to the abundance and species richness of canopy insects in a Mexican coffee plantation. *Journal of Tropical Ecology* 25: 453–463.
- Ellwood MDF, Foster WA. 2004. Doubling the estimate of invertebrate biomass in a rainforest canopy. *Nature* 429: 549-551.
- Engelmann HD. 1978. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. *Pedobiologia* 18:378-380.
- Ferguson S H, Berube DKA. 2004. Invertebrate diversity under artificial cover in relation to boreal forest habitat characteristics. *Canadian Field-Naturalist* 118(3): 386-392.
- Floren A, Linsenmair KE. 1997. Diversity and recolonization dynamics of selected arthropod groups on different tree species in a lowland rainforest in Sabah, Malaysia with special reference to Formicidae. *pp344-381 in Canopy arthropods*, eds Stork NE, Didham RK, Adis J, Chapman & Hall, London.
- Franklin AJ, Liebhold AM, Murray K, Donahue D. 2003. Canopy herbivore community structure: large-scale geographical variation and relation to forest composition. *Ecological Entomology* 28: 278-290.

- Gardner TA, Hernandez MIM, Barlow J, Peres CA. 2008. Understanding the biodiversity consequences of habitat change: The value of secondary and plantation forests for neotropical dung beetles. *Journal of Applied Ecology* 45 (3): 883-893.
- Gardner TA, Ribero-Júnior MA, Barlow J, Avila-Pires TC, Hoogmoed MS, Peres CA. 2006. The Value of Primary, Secondary, and Plantation Forests for a Neotropical Herpetofauna. *Conservation Biology* 21(3): 775-787.
- Gibson L, Lee TM, Koh LP, Brook BW, Gardner TA, Barlow J, Peres CA, Bradshaw CJ, Laurance WF, Lovejoy TE, Sodhi NS. 2011. Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity. *Nature* 478(7369): 378-381.
- Gruner, D. 2003. Regression of length and width to predict arthropod biomass in the Hawaiian Islands. *Pacific Science* 57: 325-336.
- Hammer Ø, Harper DAP, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1-9.
- Irwin S, Pedley S, Coote L, Dietzsch A, Wilson M, Oxbrough A, Sweeney O, Moore K, Martin R, Kelly D, Mitchell FJG, Kelly T, O'Halloran J. 2014. The value of plantation forests for plant, invertebrate and bird diversity and the potential for cross-taxon surrogacy. *Biodiversity and Conservation* 23(3): p697-714.
- Jactel H, Brockerhoff EG. 2007. Tree diversity reduces herbivory by forest insects. *Ecology Letters* 10(9): 835-848.
- Jaffe K, Horchler P, Verhaagh M, Gomez C, Sievert R, Jaffe R, Morawetz W. 2007. Comparing the ant fauna in a tropical and a temperate forest canopy. *Ecotropicos* 20: 74-81.
- Leather, S. R. ◦ 2005 ◦ *Insect Sampling in Forest Ecosystems* ◦ Blackwell Publishing, Oxford. 303pp.
- Lowman MD, Nadkarni NM. 1995. *Forest canopies*, Academic Press, p624.
- O'Grady AP, Tissue DT, Beadle CL. 2011. Canopy processes in a changing climate. *Tree Physiology* 31: 887-892.
- Oxbrough, A, Irwin S, Kelly TC, O'Halloran J. 2010. Ground-dwelling invertebrates in reforested conifer plantations. *Forest Ecology and Management* 259(10): 2111–2121.
- Parker GG. 1995. Structure and microclimate of forest canopies. pp73-98 in *Forest canopies*, eds Lowman MD & Nadkarni NM, Academic Press, California.
- Powell S, Costa AN, Lopes CT, Vasconcelos HL. 2011. Canopy connectivity and the availability of diverse nesting resources affect species coexistence in arboreal ants.

Journal of Animal Ecology 80: 352-360.

Srinivasa YB, Kumar ANA, Prathapan KD. 2004. Canopy arthropods of *Vateria indica* L. and *Dipterocarpus indicus* Bedd. in the rainforests of Western Ghats, South India. Current Science 86: 1420-1426.

Stork NE, Didham RK, Adis J. 1997. Canopy arthropod studies for the future. pp 551-563 in Canopy arthropods, eds Stork NE, Didham RK, Adis J, Chapman & Hall, London, p567.

Su HJ. 1984. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (II) altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. Quarterly Journal of Chinese Forestry 17:57-73.

Taki H, Makihara H, Matsumura T, Hasegawa M, Matsuura T, Tanaka H, Makino S, Okabe K. 2013. Evaluation of secondary forests as alternative habitats to primary forests for flower-visiting insects. Journal of Insect Conservation 17(3):549-556.

Weiser MD, Sanders NJ, Agosti D, and other 24 authors. 2010. Canopy and litter ant assemblages share similar climate–species density relationships. Biology Letter 6: 769-772.

## 附錄一 科普文章 - 發現雪見昆蟲之美

雪見森林遊憩區位於苗栗縣泰安鄉，海拔介於 600 公尺到 2600 公尺之間，年雨量豐沛，為大安溪注入了豐沛的水源。其中，雪見遊客中心位於泰安鄉的海拔 1800 公尺處，坐落於雲霧帶森林(cloud forest)內，此地區除大面積的原始闊葉林外，也有部分的混生林及人造林，各類型生態棲所，孕育出繁複多變的動植物相；其中，種類數量歧異多變的昆蟲，尤為引人注目。根據目前遊憩區相關研究調查結果，本地區之昆蟲種類，已知 17 目 197 科，依生態習性、取食偏好及環境適應等因素，出現於不同季節及棲所。漫步於園區內，若能留意步道兩旁及森林底層周邊，將不難發現這些適應力超強的六足類生物的蹤跡；其中，不乏大型美麗、造型特異者。在白天，森林底層及步道周遭，常可見泥圓翅鍬形蟲、條背大鍬等大型華麗的甲蟲，也常有金光閃閃、扮演分解者的屎羌郎糞金龜、雪隱金龜於森林底層低空繞行，按味道索驥，追尋牠的最愛；於林道上則可常見訪花的各類蝴蝶、熊蜂、蜜蜂及天牛等，四處飛翔尋找生命的泉源。到了夜晚，您若有興致，來一趟遊客中心廣場，將發現夜間昆蟲種類也非常豐富，蝨斯蟋蟀的鳴唱，加上奇異多變的蛾類，宛如來到了一場盛大的服裝表演音樂會；此乃由於昆蟲具趨光性，廣場前的照明燈常吸引大量夜行性昆蟲前來，難得一見的長臂金龜、刀鍬形蟲、高砂深山鍬形蟲、平頭大鍬形蟲、大型天蠶蛾與各類華麗變裝主角的蛾類，都有可能將在這裡與你度過一個充實美麗的夜晚。

### 1. 泥圓翅鍬形蟲 *Neolucanus doro* Mizunuma and Nagai, 1994 (日行性)

雄蟲大顎粗短、內緣具鋸齒，眼緣突出，翅鞘主要顏色為黑色，有紅色個體，光澤變異大、具光澤，後足脛節比後足跗節長，雌蟲與雄蟲相似。主要分布於中海拔，不擅於飛行，白天多於森林底層及林道上，近似種為紅圓翅鍬形蟲；於 8-9 月雪見遊憩區步道或林道上可見。



(蔡正隆 攝)

### 2. 紅圓翅鍬形蟲 *Neolucanus swinhoei* Bates, 1866(日行性)

外觀與泥圓翅鍬形蟲相似，雄蟲大顎粗短、內緣具鋸齒，眼緣突出，翅鞘主要為紅色、具光澤，後足脛節比後足跗節短，雌蟲與雄蟲相似。常見於 9-10 月，主要分布於 1000 公尺以下低海拔，白天多於森林底層及林道上，前往雪見遊憩區沿線可常見爬行於林道上。



(蔡正隆 攝)

3. 黑雪隱金龜 *Phelotrupes (Sinogeotrupes) taiwanus* (Miyake & Yamaya, 1995) (日行性)

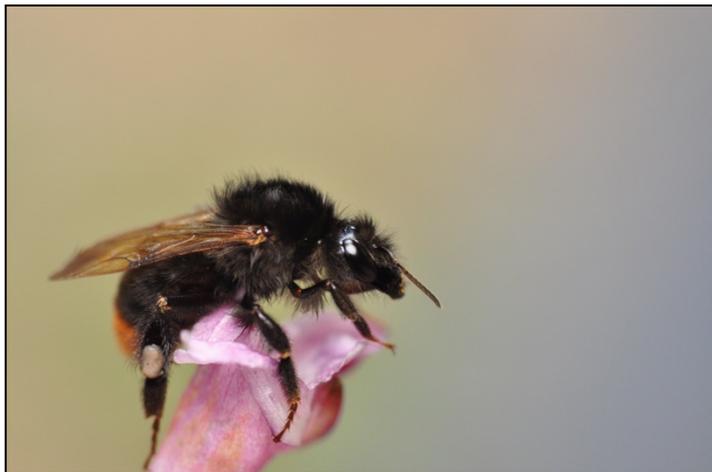
成蟲翅鞘黑色，翅鞘上具縱紋，數量頗多，白天常見於雪見遊憩區森林底層飛行或於地面上爬行；主要為糞食性，常於糞便下方挖洞棲息其中，若附近有動物排遺，不難發現其蹤跡，常見於 5-10 月。



(蔡正隆 攝)

4. 雙色熊蜂 *Bombus bicoloratus* Smith, 1879 (日行性)

成蟲頭部及胸部密布黑色絨毛，腹部主為黑色，末端為橘色；足黑色，跗節褐色，後足有攜粉器，能夠攜帶花粉。常見於中高海拔，常在天氣晴朗時訪花，可於遊客中心附近鳳仙花上發現其蹤跡。



(蔡正隆 攝)

### 5. 高砂深山鍬形蟲 *Lucanus maculifemoratus taiwanus* Miwa,1936 (夜行性)

本種為深山屬鍬形蟲中體型最大物種，頭部背方具特殊的圓耳狀突起，翅鞘深褐色，體表覆蓋金黃色短毛，為中、高海拔山區優勢物種，常見於 6-7 月，夜間具趨光性，可於遊客中心廣場周邊尋著。



(蔡正隆 攝)

### 6. 平頭大鍬形蟲 *Dorcus miwai* Benesh, 1936 (夜行性)

成蟲體色黑色具光澤，體型及大顎略為扁平，大顎彎弧度小、中央處有一明顯的齒凸，翅鞘具縱紋，主要分布於中海拔山區，常見於 5-9 月，可在遊客中心燈下發現其蹤跡，為本園區優勢物種。(正隆)



(蔡正隆 攝)

### 7. 刀鍬形蟲 *Dorcus yamada* (Miwa, 1937) (夜行性)

本種翅鞘黑色具光澤，大顎修長，近端部具 1 個尖銳狀齒突，齒突至大顎尖端間有 2~3 個小齒突，常見於 6-7 月，主要分布於中海拔山區，夜晚具趨光性，可於遊客中心廣場周邊發現其蹤跡。



(蔡正隆 攝)

### 8. 長臂金龜 *Cheirotonus formosanus* Ohaus, 1913 (夜行性)

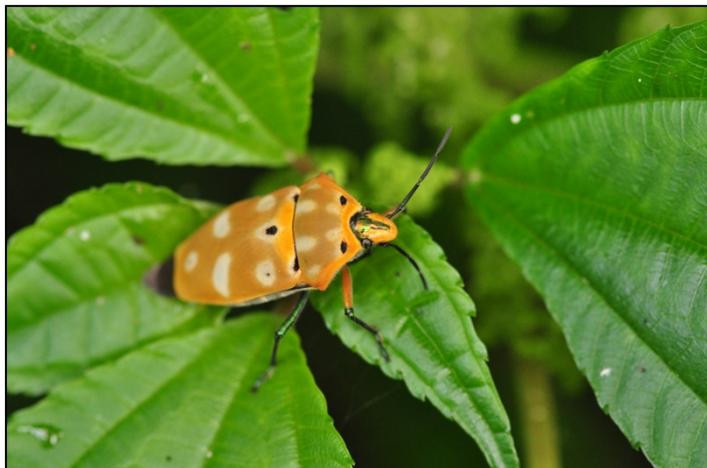
本種為三級保育類昆蟲，是台灣本島最大型的金龜子，數量較稀少，常見於 6-9 月，主要為夜間趨光，雄蟲前足約長於體軀一半，體色暗褐色、翅鞘上具黃色斑點，雌蟲與雄蟲相似，前足無特化延長，可於遊客中心廣場周邊發現其蹤跡。



(蔡正隆 攝)

### 9. 黃盾背椿 *Cantao ocellatus* Thunberg, 1784 (日行性)

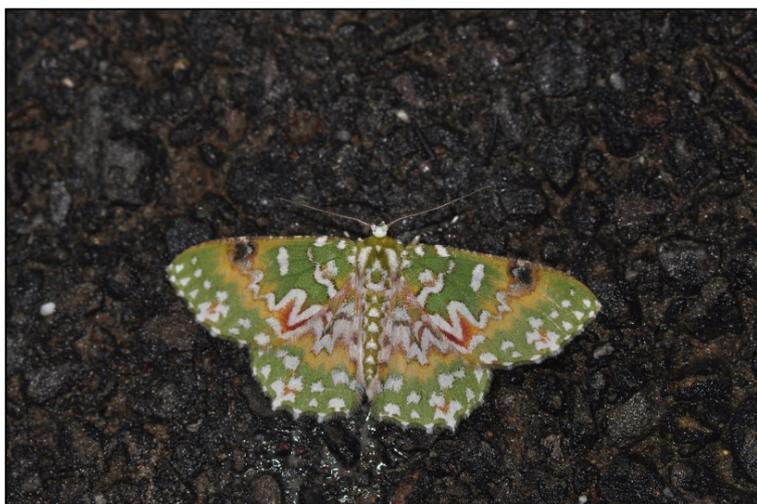
成蟲全年可見，分布於中、低海拔，常可於遊憩區的血桐、野桐、白匏子等大戟科植物上發現。體長 18~26 mm，體色變異大，蛋黃色至深橙色皆有，盾背具有明顯 1-2-3 白色斑紋，白斑內常具黑斑，盾背前緣兩側有時亦具類似斑紋，前胸背板則為較不規律的 4-4 斑紋。母蟲多產卵於葉背，具有護卵的行為。



(蔡正隆 攝)

### 10. 五彩枯斑翠尺蛾 *Eucyclodes gavissima aphrodite* Prout, 1933 (夜行性)

尺蛾科的五彩枯斑翠尺蛾較易辨識，廣泛分布於台灣的中、低海拔山區。展翅大約 37 mm，翅背面為綠色，分布白色斑點，前翅具有一深色斑點，向後方沿伸出一條白色波浪狀花紋。成蟲於五六月間出現，夜晚具有趨光性，可於遊客中心廣場燈下發現。



(蔡正隆 攝)

### 11. 閃光苔蛾 *Chrysaeglia magnifica taiwana* Hampson, 1914 (夜行性)

本種為燈蛾科苔蛾亞科的成員，幼蟲喜好取食苔蘚、地衣。成蟲活動於中、低海拔山區。呈橙黃色，具金屬光澤，前胸背板兩側有藍黑色斑紋，翅周緣為藍黑色，翅前緣及翅中央各有一條藍黑色粗橫向帶狀斑紋。有趨光性，可於遊客中心廣場燈下發現。



(蔡正隆 攝)

### 12. 話筒舟蛾 *Acmeshachia gigantea* (Elwes, 1890) (夜行性)

前翅前緣上的灰色帶狀斑紋形似話筒，故得名；用特徵來記昆蟲的名子，很容易讓人印象深刻，不過除了話筒，前翅的紅色花紋也很具有特色，看起來很像高級的木頭花紋。具趨光性，可於遊客中心廣場燈下發現。



(蔡正隆 攝)

### 13. 大透目天蠶蛾 *Antheraea yamamai superb* Inoue, 1964 (夜行性)

本種為大型天蠶蛾，展翅可達 16.5~18 公分，其大小在天蠶蛾中僅次於皇蛾，翅膀黃褐色，翅前緣有一條帶狀白色條紋，翅外緣內區具一明顯長形波浪條紋，翅邊緣具一條鑲白邊的黑帶，前、後翅中央皆具一個擬眼紋，眼紋上方為桃紅色、中間具一黑點，翅上會有一直條紋、一波浪條紋與眼紋、翅後緣為成一區塊，與其相近的種類可利用翅上的眼紋進行區分。具趨光性，可於遊客中心廣場牆上發現。



(蔡正隆 攝)

### 14. 黃豹天蠶蛾 *Loepa megacore formosensis* Mell, 1938 (夜行性)

本種體型較小，展翅 75~90 mm。從翅基到翅緣有五條明顯的波浪花紋，近翅基為較短較寬的紅色波紋，最靠近翅緣的則是近白色，中間三條皆為褐黑色為主，前後翅膀中間各有一枚紅色的擬眼紋，眼內具黑色的細紋，非常的醒目。具趨光性，常可於遊客中心廣場牆上發現。



(蔡正隆 攝)

### 15. 三斑聯苔蛾 *Cyana formosana* (Hampson, 1909) (夜行性)

本種又名臺雪苔蛾，大約 3-4 公分，翅底色為白色，前翅基部 3 個大型圓弧形條紋，前翅中間近翅外緣有三個明顯的黑色斑點，為本種命名的主要特徵，十分引人注目，斑點後及近翅末端各有一橫向紅色條紋。有趨光性，可於遊客中心廣場燈下發現。



(蔡正隆 攝)

### 16. 灰黑美苔蛾 *Barsine fuscozonata* (Matsumura, 1931) (夜行性)

本種翅底黃褐色，密布橙紅色斑紋，前胸背有 6-1-1 黑斑。翅上有明顯 3 條黑色橫帶，上下兩條各呈 W 字型，中間分隔為條型橫線，橫帶前羅列桃紅色的斑塊或呈放射狀，下方 W 橫帶後有 7-8 條黑色長型條紋，由後接著桃紅色條紋。此種色斑條紋似有規則排列，令人百看不膩。有趨光性，可於遊客中心廣場燈下發現。



(蔡正隆 攝)

附錄二 雪見兩年間天然林昆蟲各科數量

英文目名	英文科名	2013 年			2014 年		
		CC	SS	LA	CC	SS	LA
Hemiptera 半翅目	Cicadellidae	62	59	54	30	228	33
	Membracidae	3	2	1		5	
	Cercopidae	2	4	3	14	3	4
	Psyllidae	35	62	98	33	35	40
	Delphacidae	24		4		1	1
	Cixiidae					3	
	Issidae	2	3	8	5	7	7
	Derbidae						1
	Achilidae	4	5	3		1	1
	Dictyopharidae			1			
	Eriosomatidae						1
	Aphididae	28	41	48	25	36	7
	Aphidoidea	2	1	1	13	3	2
	Coccoidea	12		2	4		3
	Largidae	3	3	4	2		
	Miridae	7	22	9	5	65	10
	Lygaeidae	3	5	1	2	7	6
	Tingidae		1				
	Pentatomidae	2	3	3	1	1	1
	Acanthosomatidae	1	1	1	4	3	
	Enicocephalidae	1		3			
	Cicadidae				3		
	Flatidae					1	3
	Reduviidae	1			1		1
	Derbidae		3	1		1	
	Alydidae					2	
	Anthocoridae					2	
	Greenideidae						3
	Dipsocoridae	1		1			
	Aradidae		1				
unknown	14	17	24	9	14	6	
Diptera 雙翅目	Tipulidae	29	48	49	16	58	45
	Sphaeroceridae	2	1	1	1	6	2
	Heleomyzidae	4	1	2	2		1
	Bibionidae	5	49		1	4	1
	Ephydriidae					1	3
	Tephritidae	1	7	6	6		3
	Drosophilidae	5951	5162	1007	2407	385	604
	Anthomyiidae	15	17	6	10	24	7

	Dolichopodidae	10	11	9	14	15	11
	Syrphidae	3	5	2			1
	Asilidae	1			1		
	Muscidae	54	35	34	27	30	18
	Anisopodidae	46	24	21	53	25	146
	Simuliidae	6	6	5	1	4	1
	Psychodidae	90	64	26	23	81	52
	Phoridae	45	67	42	44	80	58
	Scatopsidae	5	1	4	1	10	2
	Tachinidae	16	8	2	7	6	5
	Chloropidae	33	104	28	39	14	12
	Sciaridae	712	1471	947	374	940	628
	Chironomidae	163	154	95	243	294	349
	Empididae	53	44	39	41	52	52
	Lauxaniidae	39	72	31	19	28	10
	Mycetophilidae	38	215	16	299	152	48
	Pipunculidae	1					
	Calliphoridae	6	3	1	5	2	2
	Ceratopogonidae	160	448	356	70	215	158
	Cecidomyiidae	193	427	157	225	244	373
	Rhagionidae	1					1
	Lonchopodidae	2	5	1	2	5	8
	Sepsidae		1	1		1	
	Milichiidae					8	
	Platystomatidae		2	1		2	
	Agromyzidae						1
	Scathophagidae						1
	Dixidae						
	Culicidae	1			1		1
	Xylophagidae					3	
	Asteiidae					1	
	Fanniidae					2	
	Psilidae				1		
	Stratiomyidae						1
	Trichoceridae		4	1			
	unknown	25	44	17	15	10	9
Hymenoptera 膜翅目	Megaspilidae	3	10	4	3	1	7
	Ceraphronidae	39	76	41	19	34	21
	Trichogrammatidae	1	2	2	10	15	1
	Scelionidae	20	59	28	6	26	18
	Pteromalidae	11	20	14	6	12	7
	Torymidae	1	2	1	1	2	
	Ichneumonidae	39	43	33	30	44	27

	Mymaridae	17	22	16	14	18	8
	Mymarommatidae						1
	Eucoilidae	13	11	4	34	7	8
	Encyrtidae	20	35	22	14	22	22
	Eulophidae	67	146	81	18	50	53
	Eupelmidae	2	3	2		2	
	Eurytomidae	1	1			2	2
	Platygastridae	68	61	84	48	65	25
	Halictidae	11	3	15	20	68	194
	Figitidae	1			1		
	Dryinidae	7	2	4	1		
	Diapriidae	51	28	39	31	76	45
	Braconidae	58	59	46	55	31	40
	Formicidae	16	19	90	2	10	23
	Cynipidae		9	3		2	3
	Aphelinidae	6	5	7	2	6	1
	Proctotrupidae	2	22	8	3	3	2
	Xyelidae		1		1	1	
	Bethylidae	2			2	5	1
	Agaonidae				2		
	Sclerogibiidae						1
	Cynipoidea		1			4	1
	Sphecidae				4		2
	Apoidea	2	8		4	3	2
	Apoidea	2	2	3	1	4	
	Vespidae					2	
	Crabronidae					3	
	Tanaostigmatidae					7	
	Chalcidae				2	1	
	Pompilidae			1	1		1
	Eucharitidae	1		1			1
	Chalcidoidea		1				
	Tenthredinidae		1				
	Sapygidae		3				
	unknown	3	7	1	58	35	2
Coleoptera 鞘翅目	Byrrhidae	2					1
	Scolytidae	8	17	17	11	30	45
	Platygastridae		1		20	2	30
	Cerambycidae	2	1	2	6	5	10
	Nitidulidae	31	27	26	36	15	27
	Elateridae	16	19	11	16	36	20
	Buprestidae					1	
	Alleculidae	2	1	1	1	12	1

Carabidae	4	15	4	5	7	14
Mordellidae	2	2	8	2		4
Chrysomelidae	21	42	15	26	37	22
Scarabaeidae	2	11	4	6	7	1
Melandryidae	12	21	6	1	6	7
Anthribidae		1	2		1	1
Cucujidae		2	1		3	4
Lycidae	1	1	1		4	1
Scydmaenidae	2	4	3			3
Lathridiidae	6	8	11	2	5	3
Eucnemidae		1	2			5
Lagriidae		1	1	2	16	1
Aderidae	2	1	1	10	2	1
Prionoceridae					1	
Cleridae	3	7	7	11	15	17
Cantharidae	6	2	5	3	12	7
Curculionidae	34	37	25	29	45	24
Salpingidae	11	4	4	9	1	4
Corylophidae	8	13	2	3	3	16
Zopheridae						1
Coccinellidae	4	10	6	6	1	9
Tenebrionidae	1		2	2	2	2
Endomychidae	1	1	1			2
Staphylinidae	37	78	64	25	65	56
Anthicidae	39	30	21	4	9	10
Pselaphidae	1	2		1		4
Melyridae		1			1	
Ptiliidae	2	5	3	4	4	6
Leiodidae		1		1		2
Rhynchitidae	6	5		7	9	
Clambidae	1				1	
Anobiidae			3			4
Scaphidiidae		2	1	1	9	1
Mycetophagidae		2		8		
Scirtidae				1		1
Erotylidae					1	1
Georyssidae						1
Throscidae					1	
Cryptophagidae				1	1	1
Helotidae			1		2	
Phalacridae					1	
Brentidae					1	
Apionidae						2

	Hesteridae						2
	Passandridae		1				
	Silphidae				1		
	Derodontidae	3	4	6			
	Attelabidae	2					
	Lampyridae	1	1	1			
	Rhiphoridae		1				
	Cephaloidae		1				
	Sphindidae		1				
	Rhizophagidae			1			
	Colydiidae			2			
	unknown	11	29	24	16	31	27
Orthoptera 直翅目	Tettigoniidae	1	5	3	3	7	2
	Tetrigidae				1	1	
	unknown	2		1			
Dermaptera 革翅目	Forficulidae	2	2		7	2	6
Neuroptera 脈翅目	Hemerobiidae	5	1	5	4	2	1
	Coniopterygidae	20	12	6	9	3	6
	Chrysopidae	17	11	7	2		3
	Mantistidae		1				
Blattaria 蜚蠊目	Blattellidae						2
Collembola 彈尾目	Entomobryidae	166	132	273	61	94	97
	Sminthuridae	2	4	57	9	16	9
	Isotomidae	4	3	9		2	4
	Hypogastruridae	6			6	1	4
	Onychiuridae			1			
Phasmida 竹節蟲目	Phasmatidae		1			3	2
Psocoptera 啮蟲目	Pseudocaeciliidae	1	10	4	8	15	2
	Caeciliidae	15	7	10	36	59	65
	Stenopsocidae		2		8	16	7
	Peripsocidae		3	1	2	10	5
	Psocidae	5	8	12	12	13	24
	Amphipsocidae			1	9	16	7
	Asiopsocidae	7		3	15	1	3
	Lepidopsocidae				2		
	Dasydemellidae					1	
	Epipsocidae	2		2			
	Mesopsocidae		1				
	unknown	143	171	239	27	28	12
Thysanoptera	Phlaeothripidae	17	28	4	10	20	5

縷翅目	Thripidae	8	36	5	15	193	11
Lepidoptera 鱗翅目	Geometridae	6	10	3	12	24	16
	Lymantriidae					1	
	Arctiidae		1		1	1	2
	Noctuidae		3	14	21	21	31
	Thyatiridae				1	2	
	Satyridae				1	1	
	Gelechiidae				2		
	Pyralidae						1
	unknown	145	163	157	111	290	208
Trichoptera 毛翅目	unknown						1
Mecoptera 長翅目	Panorpidae					1	

備註：CC：長尾尖葉櫛 (*Castanopsis cuspidata*)、SS：木荷 (*Schima superba*)、  
LA：杏葉石櫟 (*Lithocarpus amygdalifolius*)

### 附錄三 期中審查會議紀錄與審查意見回覆

#### 「雪見地區天然林與人工林樹冠層昆蟲相調查」

#### 委託辦理案期中審查會議紀錄

壹、開會時間：103年7月24日（星期四）上午9時30分

貳、開會地點：雪霸國家公園管理處第1會議室

參、主持人：李處長秋芳

記錄：傅國銘

肆、出席人員：如後附簽到表

伍、討論：

#### 期中簡報審查意見處理對照表

審查委員	審查意見	回覆情形
國立彰化師範大學林宗岐 老師	<p>(一) 本報告在國內樹冠研究上已深具系統性的調查方法，今年的目標主要在天然林與人工林上的昆蟲差異性分析，從簡報檔上可以明顯看出在不同林相、上下冠層昆蟲群聚組成的不同，期中書面報告已分析但缺漏的部分也請受託單位於期末報告內容補上。</p> <p>(二) 有關採集到的鱗翅目數量少，主要跟採集方法用的馬氏網、吊網及掃網有關，以吊網而言是有可能採集到鱗翅目的，但報告中所</p>	<p>(一) 未來可考量將昆蟲資料、照片等收集後，編輯成解說摺頁等素材提供遊客使用。</p> <p>(二) 目前標本照片是較容易拍攝的，現場生態照片的拍攝後續會盡量多拍一些。</p> <p>(三) 將考量委員建議</p> <p>(四) 將考量委員建議</p> <p>(五) 將考量委員建議</p>

	<p>顯示的資料，鱗翅目在這幾種方法中所呈現的數量是較少的。</p> <p>(三) 從昆蟲功能群角度來看，未來對提供遊憩及解說資料是有用的，從功能群可看出森林與林冠結構層次的狀態，植食者與捕食者昆蟲的不同，也顯示森林生態角色的歧異，未來應該可轉化為解說遊憩資料。</p> <p>(四) 掃網所採集到的蠓科，大部分應該分布於森林底層，但也很難說樹冠層一定沒有，因為這類昆蟲像庫蠓會吸取人類血液，也容易造成遊客困擾，雖然目前未造成危害問題，但未來仍應該持續監測。</p> <p>(五) 馬氏網所採集到的大量寄生蜂，因為體型很小一般人不易看見，又有其特殊生態功能角色，建議可做為解說教育的素材。</p>	
<p>雪霸國家公園管理處人員</p>	<p>(一) 鱗翅目在本研究報告上所採集到的數量較少，是否應受限於調查方法？</p> <p>(二) 本研究初步分析的資</p>	<p>(一) 調查鱗翅目幼蟲比較好的採樣方法為剪枝法，但因考量到對枝條傷害太大，本研究並未採用此種方</p>

	<p>料，在天然林與人工林樹冠層昆蟲相調查結果，是否與國外類似研究報告結果一致？</p> <p>(三) 研究資料未來期許能提供為環境教育教材使用，目前仍朝向解說摺頁、手冊出版等。</p> <p>(四) 本研究報告上是否有調查到會危害威脅到遊客安全昆蟲，如虎頭蜂？</p> <p>(五) 有關本處汶水地區小黑蚊的為害，是否有具體的改善建議？</p> <p>(六) 建議報告格式請遵照內政部委託研究作業規定格式書寫，報告書及簡報可放置昆蟲圖片及名錄。</p>	<p>法，也並未特別針對鱗翅目進行採集，不過吊網上還是有收集到一些。</p> <p>(二) 國外在天然林與人工林樹冠層昆蟲相調查上面有相當多篇的研究報告，也呈現類似的研究結果，在昆蟲種類及多樣性上都顯示天然林有比較多較高。有些報告特別突顯出即使是小片的天然林，其生物多樣性也會比次生林或大片人工林更豐富。</p> <p>(三) 研究調查資料會提供為解說摺頁、手冊等環境教育素材，今年除針對昆蟲調查與資料收集外，會增加拍攝昆蟲生態照片與標本照片，未來會針對解說出版的方向來進行。</p> <p>(四) 本區域有採集到少數虎頭蜂種類，亦有隱翅蟲、蠓類等具潛在為害遊客的昆蟲，蠓類部分有少數是吸血的，另隱翅蟲盡量避免接觸皮膚，以防止引發皮膚過敏，未來也可當作解說及環境教育的素材。</p>
--	---	---

		<p>(五) 汶水園區小黑蚊的為害，基本上可分為物理上及化學上的防治，物理防治上為減少幼蟲的生長環境，可加強清除環境周邊的青苔繁衍；化學防治上可使用噴灑藥品來抑制小黑蚊成蟲的數量，但因考量到汶水園區為大量遊客親近的地方，可能較不建議使用本方法。有關小黑蚊防治較詳細的內容可以洽詢中興大學昆蟲系杜武俊老師，也可安排杜老師前來指導。</p> <p>(六)有關報告格式、增加圖片及名錄上，將遵照辦理，並於後續報告書上修正集呈現。</p>
--	--	---

陸、結論：

- 一、請受託單位依各與會人員之建議修正。
- 二、本次期中簡報審查原則通過，請受託單位並依據合約內容辦理撥款事宜。

柒、散會

## 附錄四 期末審查會議紀錄與審查意見回覆

### 「雪見地區天然林與人工林樹冠層昆蟲相調查」

#### 委託辦理案期末審查會議紀錄

壹、開會時間：103 年 12 月 16 日（星期二）上午 10 時 30 分

貳、開會地點：雪霸國家公園管理處第 1 會議室

參、主持人：鍾副處長銘山

記錄：傅國銘

肆、出席人員：如後附簽到表

伍、討論：

#### 期中簡報審查意見處理對照表

審查委員	審查意見	回覆情形
國立彰化師範大學林宗岐 老師	<p>(一) 今年的報告內容明顯比去年的研究資料豐富且完整許多，值得肯定與鼓勵，但報告書仍有部分錯誤仍需修正，請受託單位調整。</p> <p>(二) 特色(或明星)昆蟲物種確實不易尋找，未來解說資料如能從功能群上來歸群分類（如授粉者、腐生者...），對一般不懂昆蟲的人可以比較容易看懂。</p> <p>(三) 採集方法上已有固定的調查方式，對未來管理處持續進行樹冠層昆蟲相監測上有利，本研究所獲得的報告成果也是國內針對樹</p>	<p>(一) 感謝委員詳細的建議與肯定，昆蟲的調查與分類確實是需要很大的工作量，報告書內容錯字等會進行修改與校正。</p> <p>(二) 從昆蟲功能群來切入確實是不錯的方向，可以從生態的意義來分類，未來相關研究可以從這個方式來進行。</p> <p>(三) 去年與今年的研究報告中，已建立良好且穩定的調查材料與方法，在未來管理處進行監測上有好的參考依據。</p> <p>(四) 未來可以本研究內容之題材，將成果延伸，進而</p>

	<p>冠昆蟲調查上少數難得的成果。</p> <p>(四) 大型昆蟲(如鍬形蟲)在未來可能再深入進行,目前仍不需太過強調明星物種,研究重點仍需在樹冠層的昆蟲及季節上的變動情況。</p>	<p>作科普性之推廣與應用。</p>
<p>雪大國家公園管理處人員</p>	<p>(一) 吊網採集誘餌為鳳梨皮,會因誘餌的不同導致收集昆蟲結果差異?是否有其他替代品?</p> <p>(二) 天然林或人工林在不同月份昆蟲相是否會有差異?</p> <p>(三) 科普文章內容上如能將昆蟲相關的小故事加入會更生動。</p> <p>(四) 每次採集時間及放置、回收吊網及馬氏網的時間,建議以表格化來呈現。</p> <p>(五) 期中及期末報告各委員建議修正事項,應列入完整結案報告書後附錄。</p> <p>(六) 有關雪見今年蚊蟲的為害較為明顯,可能的原因為何?</p> <p>(七) 科普文章建議可放入</p>	<p>(一)吊網採集誘餌為鳳梨皮的原因主要為針對採集蜂類的昆蟲,雖因鳳梨皮不是森林樹冠層本來的昆蟲食物來源,但其為容易取得的蜜源誘餌,且這2年在吊網採集上都固定使用其當誘餌。</p> <p>(二)不同月份昆蟲相之異同上,因本研究只針對每季調查分析,所以並未做每月份的差異分析。</p> <p>(四)有關採集時間已以表格方式呈現。</p> <p>(五)依審查意見辦理,將期中及期末報告各委員建議修正事項列入完整結案報告書後附錄。</p> <p>(六)雪見今年的蚊蟲危害有可能與遊客量變多有</p>

	<p>蚊蟲、虎頭蜂等與遊客息息相關的訊息資料，另 P36 頁紅圓翅鍬形蟲建議更換為與內文一致的泥圓翅鍬形蟲。</p> <p>(八) P13 頁天然林顯著高於人工林文字描述上，未見統計分析結果？</p> <p>(九) P5 頁研究採集方法上，因樹冠層掃網只於木荷及杏葉石櫟上進行，建議註明；另所採集的 6 種樹種應標註為同一棵。</p>	<p>關，去年未發現有這麼嚴重的危害，另外也有可能與溫度的變化有關，仍需較長期的時間觀察。</p> <p>(七) 科普文章內之紅圓翅鍬形蟲照片會更換為與內文一致的泥圓翅鍬形蟲。</p> <p>(八) 以補充統計分析資料。</p> <p>(九) 已補充於內文。</p>
--	---	---

陸、結論：

- 一、請受託單位依各與會人員之建議修正。
- 二、本次期末簡報審查原則通過，請受託單位依據合約內容辦理撥款，並繳交結案報告與契約書規定相關資料事宜。

柒、散會(上午 12 時整)