

雪見遊憩區森林樹冠層昆蟲群聚及監測模式建立

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

執行單位：中興大學昆蟲學系

雪霸國家公園管理處委託辦理報告

中華民國一百零二年十二月

目次	
目次.....	I
表次.....	III
圖次.....	IV
摘要.....	VI
Abstract.....	IX
一 研究緣起與背景	1
(一) 樹冠層之研究	1
(二) 雪見地區的研究	2
二 研究方法.....	4
(一)研究地點	4
(二)研究方法	4
三 結果與討論	8
(一)各採集法採得的昆蟲總量比較	8
(二)各採集法捕獲之常見各目昆蟲科別組成	9
(三)各採集法捕獲之各目之優勢昆蟲科別	11
(四)各採集法於 3 個樹種間捕獲昆蟲之各目、科及個體數量比較 ...	12
(五)三個樹種間各樹層捕獲昆蟲之組成差異	12
(六)杏葉石櫟各採集法間昆蟲的捕獲數量.....	13
(七)木荷各採集法間昆蟲的捕獲數量	18
(八)長尾尖葉槲各採集法間昆蟲的捕獲數量.....	23
(九)木荷花器上的昆蟲組成.....	27
(十)各樹種各樹層間掃網昆蟲多樣性指數分析	27
(十一)各樹層間掃網昆蟲數量季節變動	28
(十二)各樹層捕獲昆蟲之食性組成分析	28
(十三)與徐等人 2010 年之研究結果比較.....	29
(十四)與傅等人 2010 年之研究結果比較.....	30
(十五)與唐等人 2002 年之研究結果比較.....	30
四、結論與建議事項.....	31

五、參考文獻.....	33
六、附錄.....	35
附錄1 雪見遊憩區常見昆蟲名錄.....	35
附錄2 期初簡報回覆情形.....	38
附錄3 期末簡報回覆情形.....	39

表次

表一、昆蟲各目體長資料的生物量轉換.....	7
表二、各採集法採得的各目昆蟲個體數量及科別數量	8
表三 各採集法捕獲之各目優勢昆蟲科別及百分比	12
表四 各採集法於 3 個樹種間捕獲昆蟲之各目、科及個體數量比較	12
表五 杏葉石櫟馬氏網、吊網及掃網法雙翅目各科昆蟲的捕獲數量	14
表六 杏葉石櫟馬氏網、吊網及掃網法膜翅目各科昆蟲的捕獲數量	15
表七、杏葉石櫟馬氏網、吊網及掃網法鞘翅目各科昆蟲的捕獲數量	16
表八 木荷馬氏網、吊網及掃網法鞘翅目各科昆蟲的捕獲數量	19
表九 木荷馬氏網、吊網及掃網法雙翅目各科昆蟲的捕獲數量	20
表十 長尾尖葉槲之馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲數量的比較	24
表十一 長尾尖葉槲馬氏網、吊網及掃網法鞘翅目各科昆蟲的捕獲數量...	24
表十二 長尾尖葉槲馬氏網、吊網及掃網法雙翅目各科昆蟲的捕獲數量.	25
表十三 長尾尖葉槲馬氏網、吊網及掃網法雙翅目各科昆蟲的捕獲數量.	26
表十四 木荷花器上各目昆蟲科別及數量組成	27
表十五 唐等人於 2002 年雪見地區地表昆蟲相調查採用的誘集方法及捕獲 之各目昆蟲及科別數量	30

圖次

圖一 樹冠層光照及空間分布示意圖	1
圖二 雪霸國家公園雪見遊憩區之地理位置	4
圖三 雪見遊憩區調查的3個優勢植物物種木荷、幸葉石櫟、長尾尖葉槭	5
圖四 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
圖五 噴霧法收集掉落昆蟲之承接白布	6
圖六 各採集法採得的各目昆蟲個體相對數量	9
圖七 馬氏網(MLT)、掃網(SWP)、吊網(HNT)及噴霧法(fogging)捕獲的雙翅 目各科昆蟲相對數 量	9
圖八 馬氏網(MLT)、掃網(SWP)、吊網(HNT)及噴霧法(fogging)捕獲的半翅 目各科昆蟲相對數 量	10
圖九 馬氏網(MLT)、掃網(SWP)、吊網(HNT)及噴霧法(fogging)捕獲的膜翅 目各科昆蟲相對數量	10
圖十 馬氏網(MLT)、掃網(SWP)、吊網(HNT)及噴霧法(fogging)捕獲的鞘翅 目各科昆蟲相對數量	11
圖十一 三個樹種間矮灌木層(左邊3紅色點)、樹冠下層(中間3綠色點)及 樹冠層(右邊3藍色點)各科昆蟲數量之多尺度空間(MDS)分析.	13
圖十二 杏葉石櫟吊網、馬氏網及掃網法各採集昆蟲的捕獲數量及轉換的 生物量比較	13
圖十三 杏葉石櫟吊網、馬氏網及掃網法各目昆蟲的捕獲數量比較	14
圖十四、杏葉石櫟馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲數量取對數後的數量比 較	17
圖十五、杏葉石櫟馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲各數轉換為生物量取對 數後的數量比較	17
圖十六 木荷上馬氏網、吊網及掃網法昆蟲數量及轉換後生物量的比較..	18
圖十七 木荷上吊網、馬氏網及掃網法各目昆蟲的捕獲數量比較	18
圖十八 木荷之冠下層及矮灌木層掃網法各目昆蟲的捕獲數量比較	19
圖十九 木荷馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲數量取對數後的數量比較.	21

圖二十 木荷馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲數量轉換為生物量後取對數 後的數量比較	21
圖二十一 木荷矮灌木層(紅色”+”)、樹冠下層(綠色”◇”)及樹冠層(黑色”●”) 各科昆蟲數量之多尺度空間(MDS)分析	22
圖二十二 木荷矮灌木層(右邊3紅色點)、樹冠下層(第IV象限綠色點)及樹 冠層(第一象限黑色點)各科昆蟲數量轉換為生物量之多尺度空 間(MDS)分析	22
圖二十三 木荷掃網各樹層間優勢目各科昆蟲組成分析	23
圖二十四 長尾尖葉槮之馬氏網、吊網及掃網法昆蟲數量及轉換後生物量 的比較	23
圖二十五 長尾尖葉槮馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲數量取對數後的數 量比較	26
圖二十六 長尾尖葉槮馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲數量取對數後轉換 為生物量的比較	26
圖二十七 各樹種各樹層掃網的昆蟲多樣性指數差異比較	27
圖二十八 各樹種各數層掃網昆蟲數量於個季節間的變動比較	28
圖二十九 各樹層捕獲昆蟲之食性組成分析	28
圖三十 徐等人(2010)於觀霧地區進行之樹冠層採樣及結果。左圖為20尺 長竿之採剪法，右圖為採剪枝條上之蛾類種類及數量	29
圖三十一 傅等人(2011)於雪見遊憩區進行之樹冠層採樣及結果。雙翅目為 主要優勢昆蟲	30

摘要

關鍵詞：樹冠層、昆蟲相、吊網、馬氏網、掃網、噴霧法

一 研究緣起

樹冠層(Canopy)是昆蟲棲息、取食的重要環境棲所，昆蟲物種豐富多樣；但是喬木灌層高，一般採集方法難以採集，遂限制了樹冠層的昆蟲多樣性研究。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。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。

樹冠層最終研究目的之一是瞭解其對生態系的貢獻及其扮演的角色，昆蟲相的調查提供了植食者及初級消費者的基本資料，用以評估生態能量的轉換。樹冠層內、外間的昆蟲差異，配合植物開花抽芽的物候資料，更可用以評估整個森林生態系的運作。雪見地區優勢樹種都高達25公尺以上，有樹冠層遍布的原始森林，但對其樹冠上豐富多樣的昆蟲組成，卻尚未建立資料；本研究即評估雪見地區樹冠層適當的調查方法提供昆蟲重要資料，做為未來樹冠層調查的參考。

二 研究方法及過程

- (1) 選優勢樹種長尾尖葉槲(*Castanopsis cuspidata*)、木荷(*Schima superba*)、杏葉石櫟(*Lithocarpus amygdalifolius*)之樹冠層以掃網、吊網、馬氏網等進行昆蟲採樣。另針對開花時的花器，分別掃網定量收集昆蟲。
- (2) 樹冠層掃網(Canopy layer sweeping net)：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66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 66 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。
- (7) 噴霧法(Fogging method)：於木荷的樹冠層平台，進行噴霧法燻落昆蟲，並於樹底平鋪四塊 3 x 3 公尺的白色帆布承接掉落的昆蟲。

三、重要發現

發現在 3 個植物物種上，不管是以昆蟲的個體數或換算後的生物量(毫克,mg)，都以吊網及噴霧法捕獲量遠高於其它種方法，吊網以雙翅目為主，噴霧法則是各目昆蟲數量都頗高。掃網部分則顯示，地表的矮灌木層捕獲量較樹冠下層還多量，所捕獲的昆蟲都以雙翅目的蚊蠅類最多，其次為寄生蜂類的膜翅目及甲蟲類。在昆蟲的空間分布分析上，掃網而來的昆蟲以科為單位的多尺度空間分析顯示，樹冠層、樹冠下層及矮灌木層的昆蟲組成截然不同，在不同樹種捕獲的昆蟲彼此類似。隨各季節演變捕獲的昆蟲分析顯示，矮灌木層的昆蟲 3 月最多，6 月稍少，9 月及 12 月則降到最低，而樹冠層及樹冠下層則各季節間數量變動不大。多樣性分析則顯示，樹冠層掃網捕獲的昆蟲多樣性最低。

四 主要建議事項

根據本研究於雪見地區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：

(一)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：

應長期規律性的調查，以釐清偶發性的果蠅是否有幾年一次大發生的現象；另可知一年四季的昆蟲組成變動及優勢指標昆蟲類群。建立樹冠層代表性昆蟲圖鑑及說明。

(二)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遊憩區所有樹冠層的昆蟲特性，應可增加轄區內其它區域的樹冠層昆蟲相調查。

Abstract

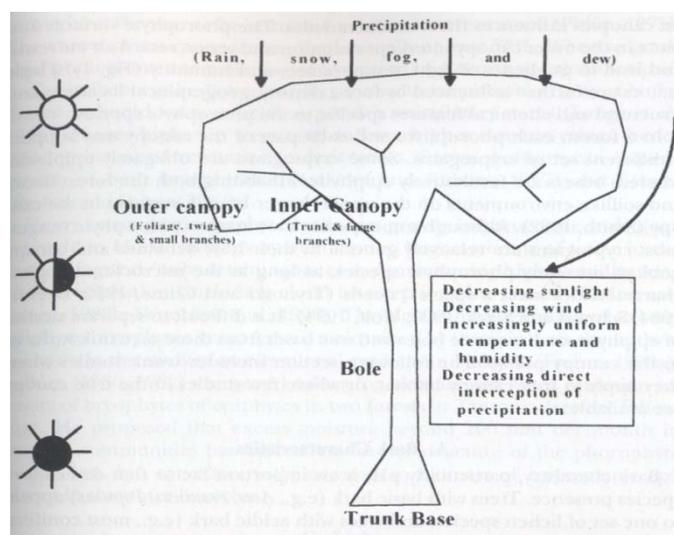
Three dominant plants of *Castanopsis cuspidata*, *Schima superba*, and *Lithocarpus amygdalifolius* in Xuejian recreation area were choice to survey the insects composition living around these trees' canopy. Hanging trap and Malaise trap were arising up to the canopy layer, ~20 meters in high, for one 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. Moreover, fogging was used in *S. superba* canopy since only this tree with aerial wooden-plate can be reached by ropes. Results reveal that the dipterans are far more abundant than the other insect orders in all these trapping methods and trees. Fogging was method with the best efficiency collection. While the result from sweeping net shows the captured amount are more in Shrubs layer than Understory layer. The next dominant insects are wasp and beetles. Insects captured by sweeping net show that insect compositions in family level, through multidimensional scaling analysis, is different distributing among Canopy, Understory, and Shrubs layers. High diversity analyses found in shrubs layer. It is Canopy layer that has the high proportional composition of primary consumers than that from Understory and Shrubs layers. The secondary consumers mostly consists of hymenopterans and that of decomposer are collembolans, psocodeans, and some decaying dipterans and coleopterans.

【Keywords】 Canopy, Insect fauna, Hanging trap, Malaise trap, Sweeping net, Fogging method.

一 研究緣起與背景

(一)樹冠層之研究

樹冠層(Canopy)是昆蟲棲息、取食的重要環境棲所，昆蟲物種豐富多樣；但是喬木灌層高，一般採集方法難以採集，遂限制了樹冠層的昆蟲多樣性研究。樹冠層是森林生態系當中擁有最大多樣性及光合作用最旺盛的處所，其多樣性研究遂成為森林生態系的重點，更有助於我們的生態系變遷的瞭解。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。學者認為樹冠上的生物種類受樹種、森林形態、生物本身特性、環境因子及其它一些偶發性事件的影響；以環境因子來說，一棵樹有關的樹冠層內外圍、冠下層、灌木層等其所受的光照、風力強度及所含濕度等多有不同，都會影響其生物相(Parker 1995) (圖一)。而樹冠層上的生物相調查隨目的有不同的設計，可比較不同海拔高度的樣區、同一樣區下不同調查點、同一地區內不同樹種或同棵樹的不同空間位置，也可以原始林、次生林或針葉林等不同森林類型為主，甚至是探討颱風及大雨對樹冠上生物的變動影響(Franklin et al. 2003, Jaffe et al. 2007)。



圖一 樹冠層光照及空間分布示意圖(資料來源:參考自 Parker (1995))

在樹冠層的生物多樣性及組成分佈的調查上，多以脊椎動物的鳥類、節肢動物的昆蟲類及附生植物等優勢類群為主(Lowman and Nadkarni 1995, Cruz-Angon et al. 2009)。採用的調查方法也各自不同，在昆蟲方面常用的

有噴霧法、馬氏網、吊網、吊燈陷阱、黏蟲紙、掃網、剪枝條(Basset et al. 1997)，其中噴霧法雖然是最直接有效的方法，但其對樹冠層上的生物相常造成無法復原的衝擊，Floren and Linsenmair (1997)就曾指出，噴霧後7個月的調查顯示，其上的昆蟲組成數量截然不同；因此，馬氏網及吊網較常被採用於棲群動態的研究目的。

這些調查方法收集下來的昆蟲樣本，多可分析到目級，因時間經費及分類專家投入的差異，可再分析到科級或屬級，因昆蟲分類專家的限制，鮮有細分到種的研究。這些昆蟲除分析其數量、種類、大小等豐富度及多樣性的基本資料外，可經由設計探討營養結構、空間分布、密度、日變動、季節變動、環境變動等課題，也可探討植食性昆蟲的植食性速率在能量循環上的角色。有些研究則針對樹冠層上的特定昆蟲調查，其中螞蟻、蚊蠅、蠹蟲、步行蟲、樹皮下甲蟲及附生植物內的土棲昆蟲最為常見(Stork et al. 1997, Srinivasa et al. 2004, Ellwood and Foster 2004)。更有學者進一步指出，樹冠層間若有高度聯結，其螞蟻相較豐富多樣(Powell et al. 2011)，且樹冠層及森林底層的螞蟻相有相類似的組成(Weiser et al. 2010)。

樹冠層最終研究目的之一是瞭解其對生態系的貢獻及其扮演的角色，昆蟲相的調查提供了植食者及初級消費者的基本資料，用以生態能量轉換的評估。樹冠層內、外間的昆蟲差異配合植物開花換芽的物候資料，更可用以評估整個森林生態系的運作。

(二)雪見地區的研究

植物方面：歐辰雄(1996)雪見地區步道沿線植群調查，主要調查雪見地區司馬限林道、與北坑溪谷道等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、(2)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)卡氏槲_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)，僅佔0.5%。而其中於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。依附植物群團分析、DCA分析結果共可分成6型：(一)阿里山北五味子型(二)忍冬葉桑寄生型(三)海洲骨碎補型(四)海洲骨碎補-綠花寶石蘭型(五)石葦型(六)臺灣絡石-臺灣常春藤型。

昆蟲方面:唐立正等(2002)於雪霸國家公園雪見地區以腐肉、福馬林、黃色黏蟲紙及馬氏網陷阱等進行昆蟲相之調查研究，結果發現腐肉陷阱共捕獲8目58科昆蟲，福馬林陷阱有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。在唐立正(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。

樹冠層之研究:徐瑋峰等人(2010)亦有鑒於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，在觀霧地區進行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，以尺蛾科(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。此之前徐瑋峰等人(2009)也在「雪霸國家公園觀霧地區陸生昆蟲相調查及監測模式建立」，調查鱗翅目、鞘翅目物種種類、科別與植物物候之關係。傅國銘等人於2011年針對雪見地區樹冠平台所做之生物資源調查分析，在昆蟲資源方面，以吊網、枝條套網及圖手採集共採得分屬9目528隻昆蟲，並有大量膜翅目無螫蜂的發現。

二 研究方法

(一)研究地點

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。本區屬暖溫帶重濕氣候(Su 1984)，年平均溫低於20°C，年雨量約為 2400mm，地處海拔 1,870 公尺上下。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*)、欖(*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 castanopsiscola*)及苗栗野豇豆(*Dumasia miaoliensis*)等稀有植物(歐辰雄 1996；傅國銘 2009)。

(二)研究方法

1. 採集地點：雪霸國家公園雪見遊憩區(圖二)

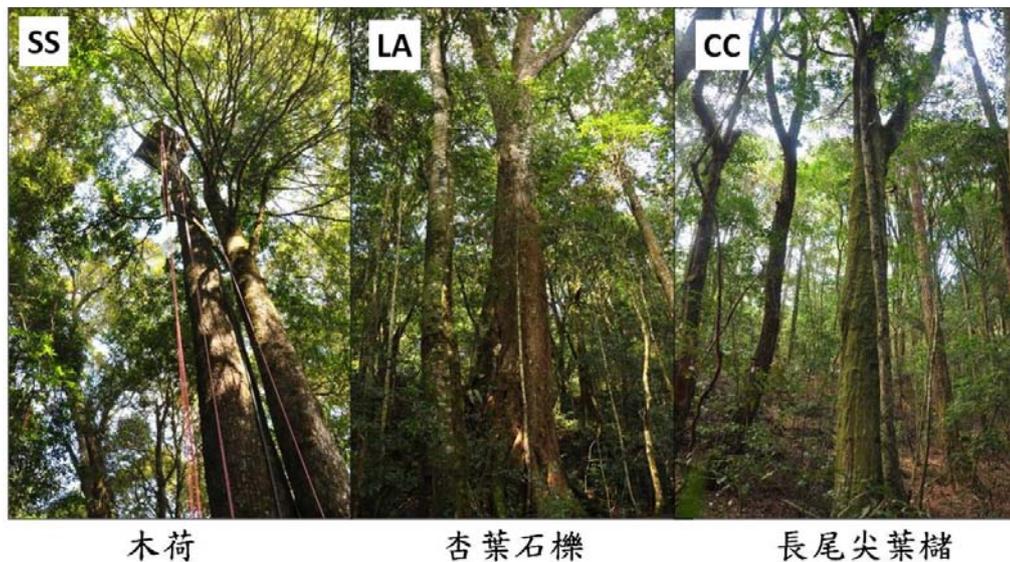


圖二 雪霸國家公園雪見遊憩區之地理位置(資料來源:國家公園網站)

2. 採集時間：2013 年每季，即 3 月 5 日、6 月 7 日、9 月 10 日及 12 月 6 日各調查採集一次樣本。

3. 採集方法：

根據雪見遊憩區周邊林相的代表樹種，具有樹冠層的大喬木：木荷 (*Schima superba*, SS)、杏葉石櫟 (*Lithocarpus amygdalifolius*, LA)、長尾尖葉槲 (*Castanopsis cuspidata*, CC) (圖三)之樹冠層以掃網、吊網、黏蟲紙、馬氏網等進行昆蟲採樣，也針對樹冠下層及森林底層的矮灌木進行掃網收集比對。另針對開花時的花器，分別掃網定量收集昆蟲。



圖三 雪見遊憩區調查的 3 個優勢植物物種木荷、幸葉石櫟、長尾尖葉槲(資料來源:本研究資料)。

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。選上述不同位置之優勢樹種各一棵調查採樣，採集方法簡述如下：

- (1) 樹冠層掃網(Canopy layer sweeping net)：於 21 公尺高的木荷樹冠平台上用長竿掃網，掃取 22 網，代表該棵樹樹冠層周圍之昆蟲(圖四 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，每棵樹選 3 個方位各掃取 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，每樹種下選取 3 個方位各掃取 22 網，代表樹種下周圍灌

木層之昆蟲。

- (4) 吊網(Hanging trap)：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 3 個方位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(圖四 B)。
- (5) 馬氏網法(Malaise trap)：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(圖四 C)。



圖四 樹冠層之掃網收集法(A)、吊網收集法(B)及馬氏網收集法(C)。(資料來源:本研究資料)。

- (6) 噴霧法(Fogging method):僅針對木荷 21 公尺高的樹冠層平台於六月進行一次的噴霧法燻落昆蟲，於樹底平鋪四塊 3 x 3 公尺的白色帆布承接掉落的昆蟲(圖五)。



圖五 噴霧法收集掉落昆蟲之承接白布(資料來源:本研究資料)。

4.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。

表一、昆蟲各目體長資料的生物量轉換(資料來源:參考 Gruner (2003))。

Taxon \ Parumoters	a	b
Blattodea	0.0313	2.385
Orthoptera	0.0180	2.720
Psocoptera	0.0136	3.115
Coleoptera	0.0336	2.347
Hemiptera	0.0441	1.934
Homoptera	0.0234	2.536
Lepidoptera	0.0271	1.769
Hymenoptera	0.0139	2.383
Diptera	0.0153	2.573
Collembola	0.0056	2.809
Neuroptera	0.0070	2.739
Tricoptera	0.0179	2.318
Thysanoptera	0.0139	2.383

* Weight = $a \times \text{Length}^b$; W = mg, L : mm。

- (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)及相關之多樣性指數。

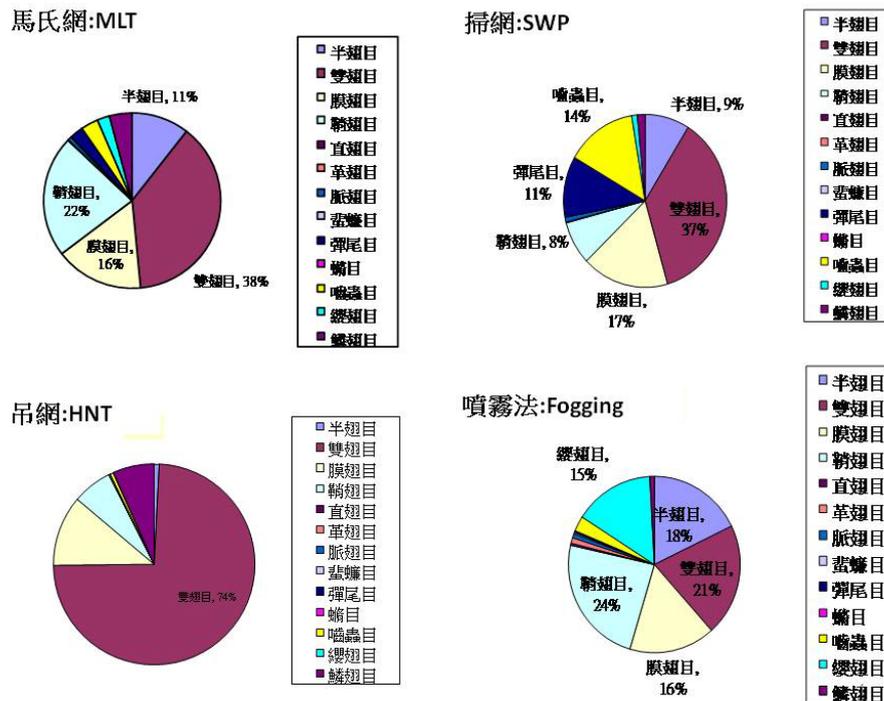
三、結果與討論

(一)各採集法採得的昆蟲總量比較

此次調查共得13目170科23663隻昆蟲，以雙翅目最多，其次為鞘翅目、膜翅目及半翅目，其中吊網的雙翅目遠高於其它昆蟲，主要為果蠅，高達11000隻。若將果蠅去除，雖然噴霧法僅在六月針對木荷樹冠層執行一次，在各目的收集上以噴霧法的收集量最高，尤其是薊馬類的纓翅目遠多於其它採集法，但在掃網上則有採集到較多的嚙目及彈尾目兩類昆蟲(表二，圖六)。科級數量的採集上則以鞘翅目最多，達58科，其次為雙翅目及膜翅目，半翅目昆蟲也不少，其餘各目的科級數量均不多(表二)。

表二、各採集法採得的各目昆蟲個體數量及科別數量(資料來源:本研究資料)

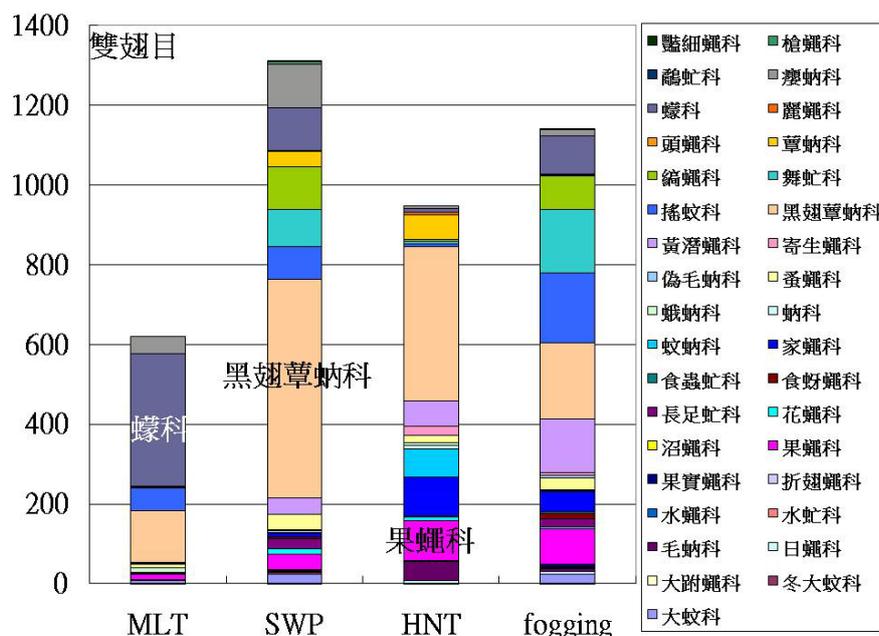
	MLT	SWP	HNT	Fogging	No. Family
1.半翅目	172	319	11	1000	21
2.雙翅目	621	1324	12457	1156	35
3.膜翅目	264	621	154	909	31
4.鞘翅目	367	293	86	1343	58
5.直翅目	1	4	0	21	2
6.革翅目	0	2	0	57	1
7.脈翅目	12	32	0	44	3
8.蜚蠊目	0	0	3	15	3
9.彈尾目	41	410	0	16	3
10.脩目	0	2	0	1	1
11.嚙蟲目	52	505	7	157	8
12.纓翅目	37	40	1	846	2
13.鱗翅目	68	55	89	48	2



圖六 各採集法採得的各目昆蟲個體相對數量(資料來源:本研究資料)。

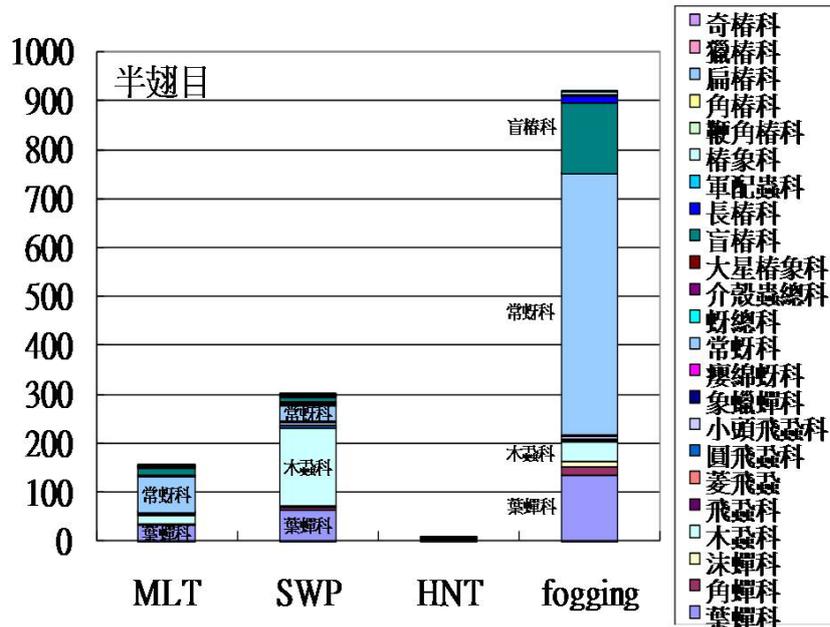
(二)各採集法捕獲之常見各目昆蟲科別組成

針對捕獲的優勢昆蟲各目的科級分析顯示，雙翅目在馬氏網、掃網、吊網及噴霧法都可見到很高的黑翅葷蚋，而馬氏網則有很高的蠓科昆蟲(圖七)。



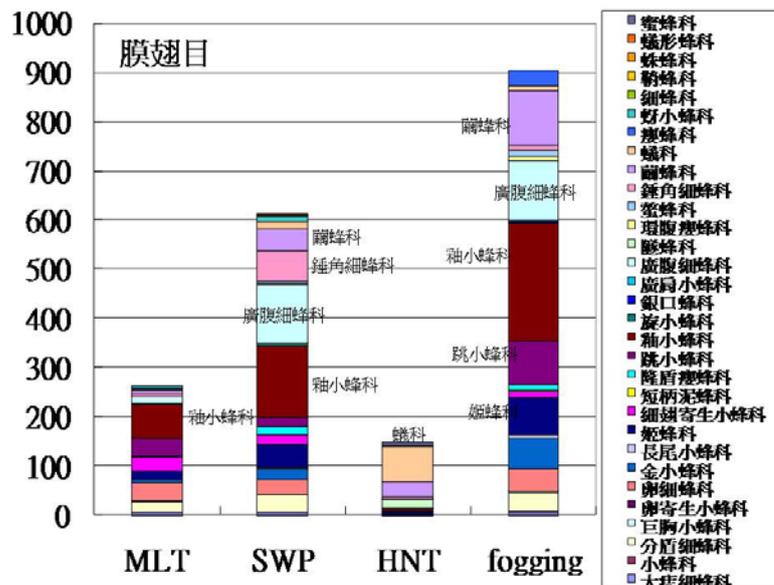
圖七 馬氏網(MLT)、掃網(SWP)、吊網(HNT)及噴霧法(fogging)捕獲的雙翅目各科昆蟲相對數量(資料來源:本研究資料)。

半翅目在吊網的捕獲情形最少，在馬氏網、掃網及噴霧法都可見到很高的常蚜科及葉蟬科，而掃網則有很高的木蝨科昆蟲(圖八)。



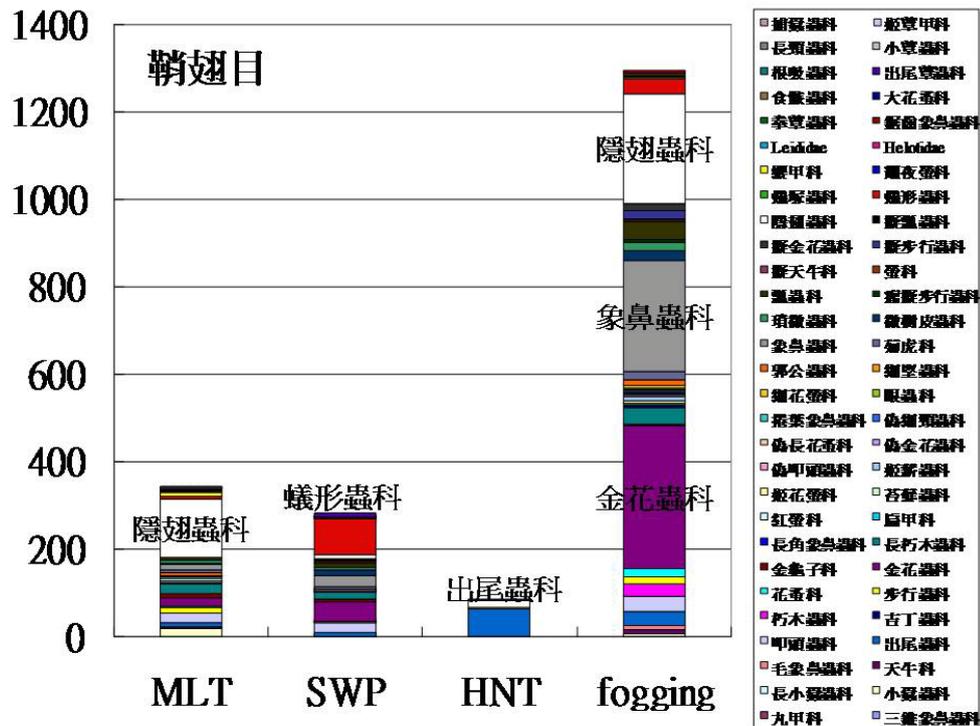
圖八 馬氏網(MLT)、掃網(SWP)、吊網(HNT)及噴霧法(fogging)捕獲的半翅目各科昆蟲相對數量(資料來源:本研究資料)。

膜翅目也是在吊網的捕獲情形最少，在馬氏網、掃網及噴霧法都可見到很高的絛小蜂科，其它則如繭蜂科、廣腹細蜂、姬蜂科昆蟲(圖九)。吊網上則有為數不少的螞蟻。



圖九 馬氏網(MLT)、掃網(SWP)、吊網(HNT)及噴霧法(fogging)捕獲的膜翅目各科昆蟲相對數量(資料來源:本研究資料)。

鞘翅目也是在吊網的捕獲情形最少，噴霧法則明顯高出甚多。在馬氏網及噴霧法都可見到很高的隱翅蟲科，其它如噴霧法採得的象鼻蟲科、金花蟲科，掃網的蟻形科，吊網上則有很多的出尾蟲科(圖十)。



圖十 馬氏網(MLT)、掃網(SWP)、吊網(HNT)及噴霧法(fogging)捕獲的鞘翅目各科昆蟲相對數量(資料來源:本研究資料)。

(三)各採集法捕獲之各目之優勢昆蟲科別

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%。本研究各採集法，若不列入果蠅科，僅吊網有真優勢的黑翅蕈蚋昆蟲，優勢昆蟲則於四種採集法都分別可見，像馬氏網的蠓科、掃網的黑翅蕈蚋科、吊網的家蠅科、噴霧法的管蘆馬科；而亞優勢的昆蟲吊網上有舞虻，其它3種採集法則各有不少科都有此特性(表三)。

表三 各採集法捕獲之各目優勢昆蟲科別及百分比(資料來源:本研究資料)

	MLT	SWP	HNT	Fogging
真優勢			黑翅葷蚋科(42%)	
優勢	蠓科(20.3%)	黑翅葷蚋科(15.1%)	家蠅(17%)	管蓊馬科(11.2%)
亞優勢	隱翅蟲科(8.2%)	長角跳蟲科(9.6%)	舞虻(12%)	常蚜科(9.5%)
	黑翅葷蚋科(8%)	木蝨科(4.4%)		金花蟲(5.8%)
	常蚜科(4.4%)	絨小蜂科(4%)		象鼻蟲科(4.5%)
	絨小蜂科(4.2%)	廣腹細蜂科(3.3%)		隱翅蟲科(4.5%)
	搖蚊科(3.4%)			絨小蜂科(4.3%)
				蓊馬科(3.8%)
				黑翅葷蚋(3.4%)

(四)各採集法於3個樹種間捕獲昆蟲之各目、科及個體數量比較

比較採樣方式可知，噴霧方式(Fogging)取樣得到最多的13目與138科別數量；鳳梨吊網(HNT)吸引到的昆蟲數量最多，但以雙翅目的果蠅為主；馬氏網誘集到的昆蟲數量最少(表四)。各樹種取得最多的目與科數之採樣方式分別為木荷以噴霧(Fogging)或掃網(SWP)方式為佳，長尾尖葉櫚以掃網(SWP)方式為佳，杏葉石櫟以馬氏網(MLT)或掃網(SWP)方式為佳。

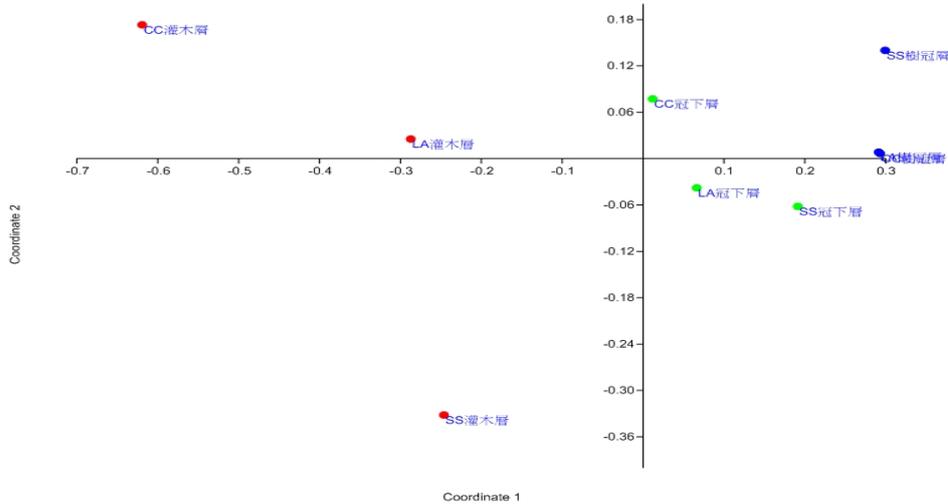
表四 各採集法於3個樹種間捕獲昆蟲之各目、科及個體數量比較(資料來源:本研究資料)

	MLT			SWP			HNT			Fogging		
	目	科	個數	目	科	個數	目	科	個數	目	科	個數
木荷(SS)	10	70	574	12	84	1244	7	32	5413	13	138	5613
長尾尖葉櫚(CC)	9	56	307	11	79	1010	7	40	6108			
杏葉石櫟(LA)	9	74	754	9	75	1353	7	33	1287			

(五)三個樹種間各樹層捕獲昆蟲之組成差異

昆蟲科級組成在各樹種間差異小於樹層間(圖十一)，矮灌木層(紅色)在3個樹種間雖然有很大的變異，但仍與灌下層(綠色)及樹冠層(藍色)分開

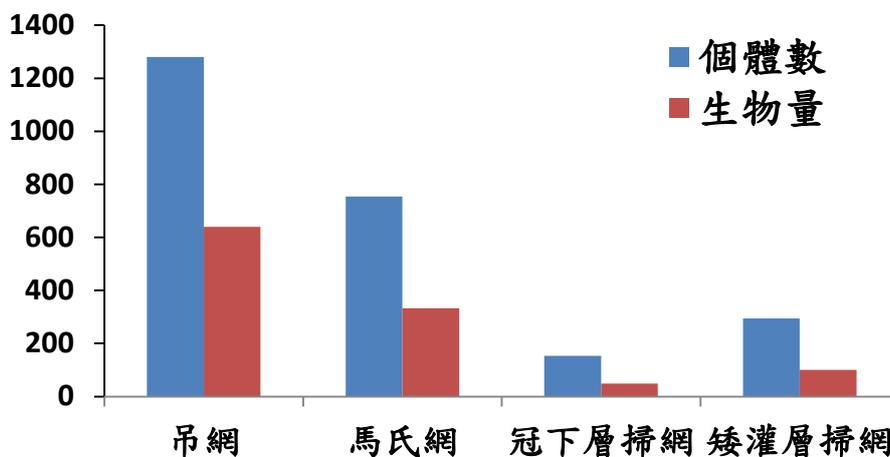
來，各佔據一方。也看得出來冠下層與樹冠層的昆蟲科級的組成較為相似。



圖十一 三個樹種間矮灌木層(左邊 3 紅色點)、樹冠下層(中間 3 綠色點)及樹冠層(右邊 3 藍色點)各科昆蟲數量之多尺度空間(MDS)分析(資料來源:本研究資料)。

(六) 杏葉石櫟各採集法間昆蟲的捕獲數量

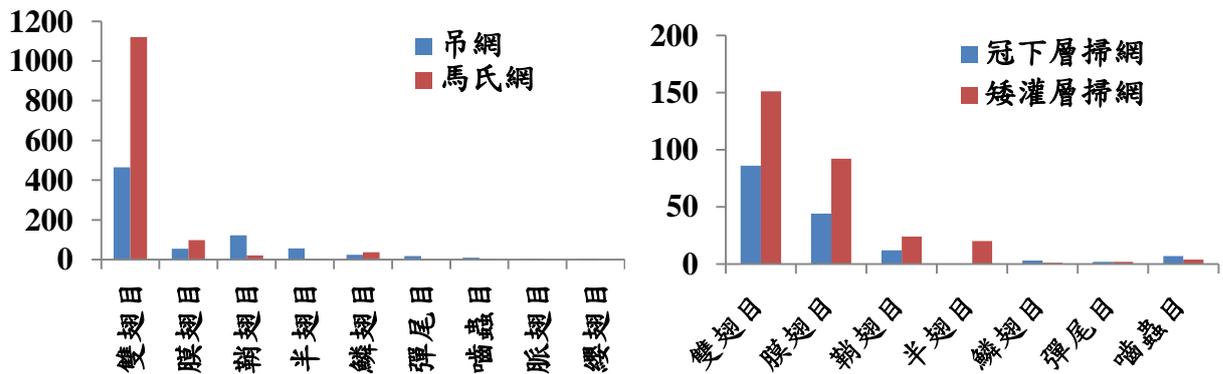
在杏葉石櫟上，無論是個體數或生物量都是以吊網誘集法最多，其次為馬氏網，較特別的是森林底層的矮灌木層較樹冠下層收到的昆蟲數量還多(圖十二)。



圖十二 杏葉石櫟吊網、馬氏網及掃網法各採集昆蟲的捕獲數量及轉換的生物量比較(資料來源:本研究資料)。

以昆蟲各目數量來看，在馬氏網及吊網上，蚊蠅等雙翅目是最大量，其次的膜翅目及鞘翅目就差很多。而掃網的部分則出現不同的分佈，整體數量雖較少，雙翅目及膜翅目佔最大數量，但彼此差異並不大，其餘各目則是零星出現(圖十三)。

生物量的部分出現不大一樣的趨勢，雖然仍是雙翅目最大量，由於翅鞘較重的關係，居於第二數量的鞘翅目，其重量不少於數量甚多的雙翅目。



圖十三 杏葉石櫟吊網、馬氏網及掃網法各目昆蟲的捕獲數量比較(資料來源:本研究資料)。

表五 杏葉石櫟馬氏網、吊網及掃網法雙翅目各科昆蟲的捕獲數量(資料來源:本研究資料)

馬氏網	吊網	矮灌層	冠下層				
蠓科	274	果蠅科	881	黑翅蕈蚋科	49	黑翅蕈蚋科	19
黑翅蕈蚋科	49	黑翅蕈蚋科	144	蠓科	23	蠓科	15
搖蚊科	26	家蠅科	22	舞虻科	15	果蠅科	15
癭蚋科	15	蚊蚋科	19	癭蚋科	12	黃潛蠅科	14
果蠅科	8	黃潛蠅科	9	搖蚊科	12	搖蚊科	11
蚤蠅科	5	家蠅科	7	長足虻科	8	癭蚋科	6
大蚊科	4	蕈蚋科	6	縞蠅科	7	舞虻科	5
蛾蚋科	3	蠓科	5	黃潛蠅科	7	縞蠅科	4
黃潛蠅科	2	蚤蠅科	4	蚤蠅科	4	蚤蠅科	2
家蠅科	2	花蠅科	3	大蚊科	3	蚋科	2
蚊蚋科	1	舞虻科	3	黃潛蠅科	2	大蚊科	1
舞虻科	1	蚋科	3	花蠅科	1	長足虻科	1
偽毛蚋科	1	日蠅科	2	蕈蚋科	1		
大跗蠅科	1	癭蚋科	2	蛾蚋科	1		
		搖蚊科	2	豔細蠅科	1		
		蛾蚋科	2	家蠅科	1		
		麗蠅科	1	蚊蚋科	1		
		食蚜蠅科	1	冬大蚊科	1		
		大蚊科	1	偽毛蚋科	1		
		縞蠅科	1				
		寄生蠅科	1				

若以各科來看，雙翅目掃網部分的科別數量不一定少於收集量甚高的馬氏網及吊網，其中吊網的果蠅科甚至數量高達 900 隻，而馬氏網的蠓科也有高達 274 隻的數量，但也看得出來很多科的數量都僅有一隻(表五)。

膜翅目各科顯示各種採集法捕獲的科別差異並不大，僅螞蟻可能受吊網上鳳梨的誘引味道吸引而來數量較多(表六)。

鞘翅目的捕捉情形在各採集法間差異最大，明顯看出馬氏網捕獲的科別及數量遠多於其它方法，隱翅蟲遠多於其他種蟲(表七)；而吊網的出尾蟲也不少，樹冠下層的數量則更少。

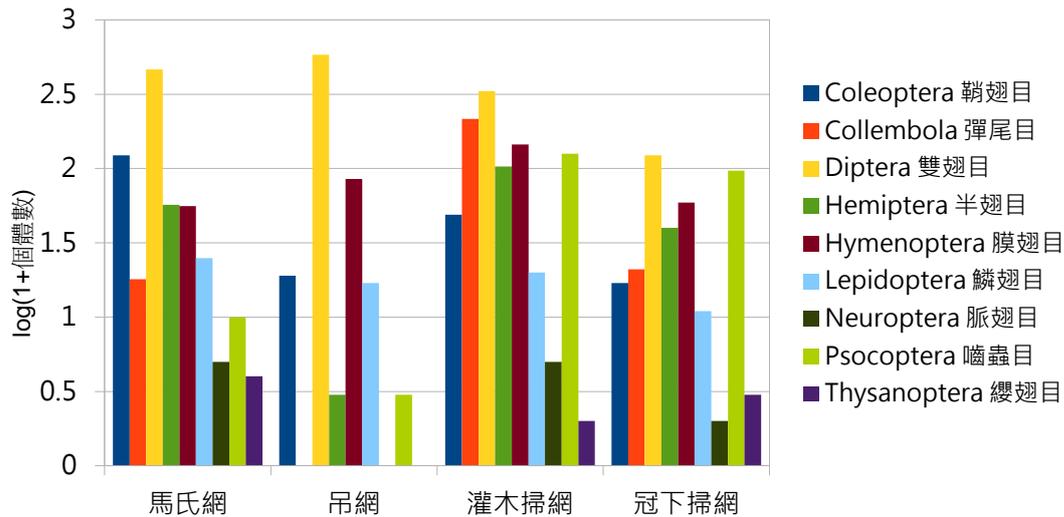
表六 杏葉石櫟馬氏網、吊網及掃網法膜翅目各科昆蟲的捕獲數量(資料來源:本研究資料)

馬氏網		吊網		矮灌層		樹冠下層					
Encyrtidae	跳小蜂科	10	Formicidae	蟻科	69	Eulophidae	絨小蜂科	24	Platygastridae	廣腹細蜂科	15
Platygastridae	廣腹細蜂科	7	Halictidae	隧蜂科	13	Platygastridae	廣腹細蜂科	20	Eulophidae	絨小蜂科	10
Ceraphronidae	分盾細蜂科	6	Braconidae	繭蜂科	10	Diapriidae	錘角細蜂科	7	Pteromalidae	金小蜂科	3
	細翅寄生小蜂科										
Mymaridae	蜂科	5	Apidae	蜜蜂科	2	Diapriidae	錘角細蜂科	5	Formicidae	蟻科	3
				錘角細蜂科							
Eulophidae	絨小蜂科	4	Diapriidae	科	1	Ceraphronidae	分盾細蜂科	5	Ceraphronidae	分盾細蜂科	2
Ichneumonidae	姬蜂科	2	Scelionidae	卵細蜂科	1	Formicidae	蟻科	4	Dryinidae	螯蜂科	2
Aphelinidae	蚜小蜂科	1	Eulophidae	絨小蜂科	1	Braconidae	繭蜂科	3	Ichneumonidae	姬蜂科	2
				錘角細蜂科							
Diapriidae	錘角細蜂科	1	Diapriidae	科	1	Ichneumonidae	姬蜂科	3	Diapriidae	錘角細蜂科	2
Eucoilidae	隆盾瘦蜂科	1				Scelionidae	卵細蜂科	3	Eucoilidae	隆盾瘦蜂科	1
Formicidae	蟻科	1				Pompilidae	蛛蜂科	1	Braconidae	繭蜂科	1
							細翅寄生小蜂科				
Megaspilidae	大痣細蜂科	1				Mymaridae	科	1	Megaspilidae	大痣細蜂科	1
										細翅寄生小蜂科	1
Scelionidae	卵細蜂科	1				Encyrtidae	跳小蜂科	1	Mymaridae	科	1
									Scelionidae	卵細蜂科	1

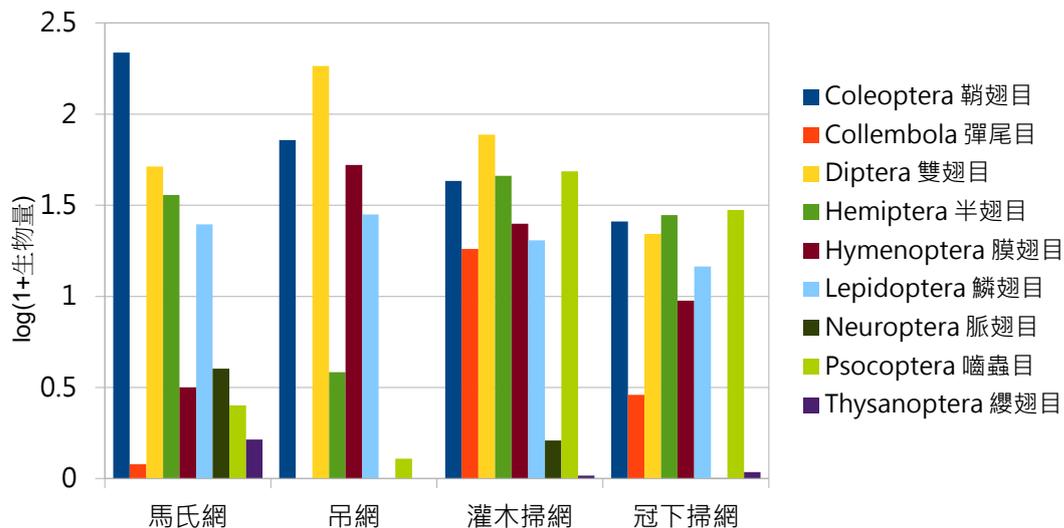
表七、杏葉石櫟馬氏網、吊網及掃網法鞘翅目各科昆蟲的捕獲數量(資料來源:本研究資料)

馬氏網		吊網	矮灌層掃網					
Staphylinidae	隱翅蟲科	46	Nitidulidae	出尾蟲科	16	Chrysomelidae	金花蟲科	5
Scolytidae	小蠹蟲科	7	Staphylinidae	隱翅蟲科	4	Elateridae	叩頭蟲科	4
Anthicidae	蟻形蟲科	3	Chrysomelidae	金花蟲科	1	Salpingidae	微樹皮蟲科	3
Elateridae	叩頭蟲科	3				Staphylinidae	隱翅蟲科	2
Nitidulidae	出尾蟲科	3				Curculionidae	象鼻蟲科	2
Scarabaeidae	金龜子科	3				Endomychidae	擬瓢蟲科	2
Anobiidae	食骸蟲科	2				Anobiidae	食骸蟲科	1
Coccinellidae	瓢蟲科	2				Cantharidae	菊虎科	1
Colydiidae	細堅蟲科	2				Coccinellidae	瓢蟲科	1
Melandryidae	長朽木蟲科	2						
Ptiliidae	纓甲科	2						
Scydmaenidae	苔鮮蟲科	2						
Cantharidae	菊虎科	1						
Cerambycidae	天牛科	1						
Chrysomelidae	金花蟲科	1						
Corylophidae	瑣微蟲科	1						
Cucujidae	扁甲科	1						
Curculionidae	象鼻蟲科	1						
Lycidae	紅螢科	1						
Mordellidae	花蚤科	1						
Rhizophagidae	根吸蟲科	1						
Scaphidiidae	出尾蕈蟲科	1						

杏葉石櫟上，綜合各調查法及各目的數量及生物量如圖十四及圖十五。當取對數值(Log)後，看得出來，在數量上雙翅目是最多的，數量有超過100隻也可見於鞘翅目、彈尾目及膜翅目，但並不是每種採集法都很多；在生物量上，吊網的雙翅目及馬氏網的鞘翅目則有顯著的多於其他各目，其餘如吊網的膜翅目及矮灌木的嚙蟲目也不少(圖十四及圖十五)。



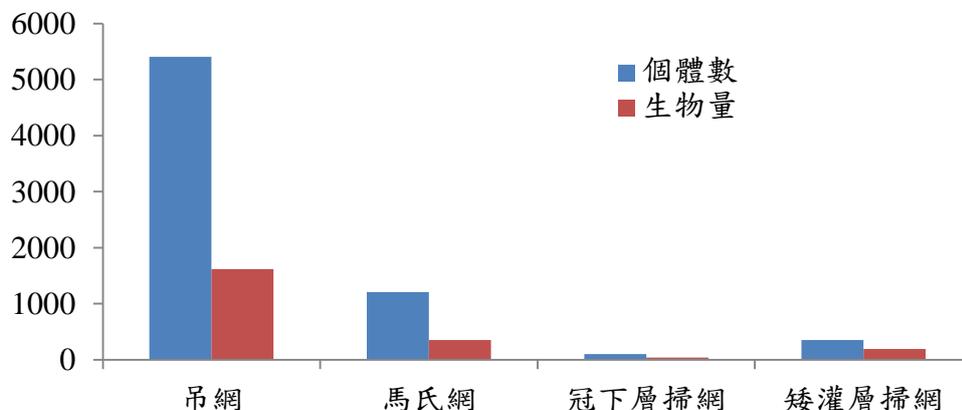
圖十四 杏葉石櫟馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲數量取對數後的數量比較(資料來源:本研究資料)。



圖十五 杏葉石櫟馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲各數轉換為生物量取對數後的數量比較(資料來源:本研究資料)。

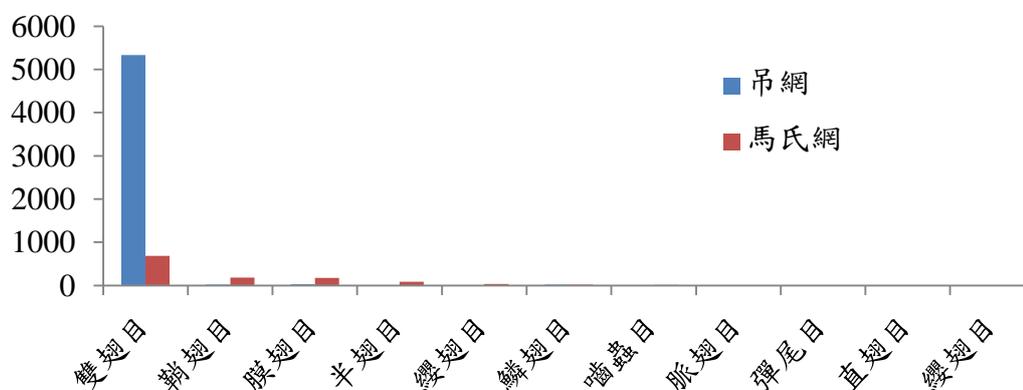
(七)木荷各採集法間昆蟲的捕獲數量

木荷上捕獲的昆蟲也與杏葉石礫有類似的結果，無論是個體數或生物量都是以吊網法捕獲最多昆蟲，其次為馬氏網，較特別的是森林底層的矮灌層較樹冠下層收到的昆蟲數量還多(圖十六)。



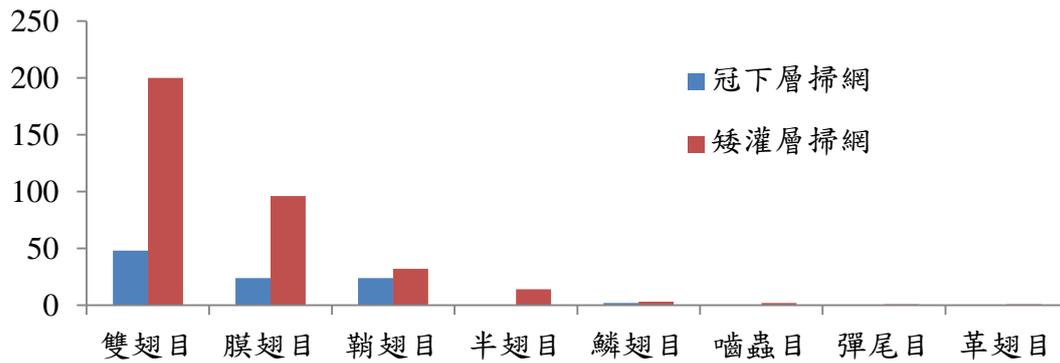
圖十六 木荷上馬氏網、吊網及掃網法昆蟲數量及轉換後生物量的比較(資料來源:本研究資料)。

以昆蟲各目數量來看，在馬氏網及吊網上，蚊蠅等雙翅目是最大量，遠大於其次的膜翅目及鞘翅目，其餘各目數量就差很多(圖十七)。



圖十七 木荷上吊網、馬氏網及掃網法各目昆蟲的捕獲數量比較(資料來源:本研究資料)。

而掃網的部分則出現與馬氏網及吊網不同的分佈特性，整體數量雖較少，雙翅目及膜翅目佔最大數量，但彼此差異並不大，其餘除鞘翅目外，各目則是零星出現(圖十八)。



圖十八 木荷之冠下層及矮灌木層掃網法各目昆蟲的捕獲數量比較(資料來源:本研究資料)。

鞘翅目的捕捉情形在各採集法間差異最大,明顯看出馬氏網捕獲的科別及數量遠多於其它方法,隱翅蟲遠多於其他種蟲;而吊網的出尾蟲也不少,灌木層的科數量也不少,但數量都不多(表八)。

表八 木荷馬氏網、吊網及掃網法鞘翅目各科昆蟲的捕獲數量(資料來源:本研究資料)

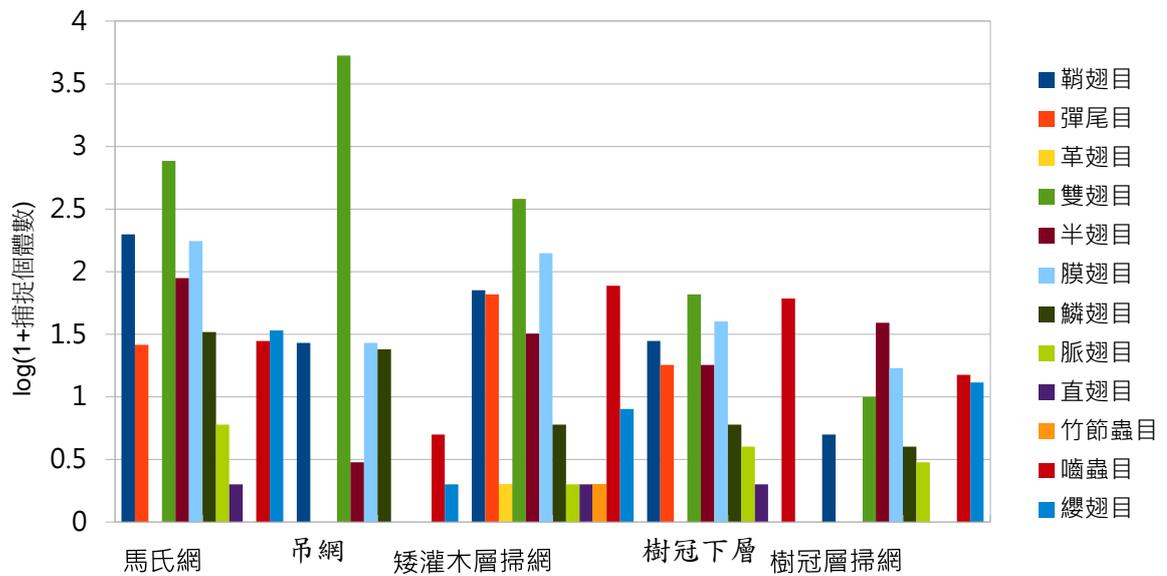
馬氏網		吊網		矮灌層掃網		樹冠下層掃網	
隱翅蟲科	62	出尾蟲科	16	金花蟲科	7	步行蟲科	5
金花蟲科	13	步行蟲科	3	叩頭蟲科	4	蟻形蟲科	3
長朽木蟲科	11	隱翅蟲科	2	金龜子科	3	叩頭蟲科	3
小蠹蟲科	11	擬花螢科	1	長朽木蟲科	2	金花蟲科	2
瑣微蟲科	7			瓢蟲科	1	象鼻蟲科	2
叩頭蟲科	7			偽瓢蟲科	1	金龜子科	2
步行蟲科	6			出尾蟲科	1	瑣微蟲科	1
象鼻蟲科	6			蟻塚蟲科	1	隱翅蟲科	1
櫻甲科	4			微樹皮蟲科	1		
金龜子科	4			偽叩頭蟲科	1		
苔蘚蟲科	4			蟻形蟲科	1		
郭公蟲科	3			大花蚤科	1		
姬薪蟲科	3			金龜子科	1		
出尾蟲科	3			螢科	1		
蟻形蟲科	2			紅螢科	1		
瓢蟲科	2			小蠹蟲科	1		
小蠹蟲科	2						
出尾蠹蟲科	2						
朽木蟲科	1						
長象鼻蟲科	1						
長頸蟲科	1						
天牛科	1						
扁甲科	1						
花蚤科	1						
捕蠹蟲科	1						
長小蠹蟲科	1						
蟻塚蟲科	1						
鋸齒象鼻蟲科	1						
微樹皮蟲科	1						
姬蕈甲科	1						

若以各科來看，雙翅目掃網部分的科別數量不一定少於收集量甚高的馬氏網及吊網，其中吊網的果蠅科甚至數量高達 5000 隻，而馬氏網的蠓科也有高達 289 隻的數量，黑翅蕈蚋也有不少數量，但也看得出來很多科的數量都僅有一隻(表九)。

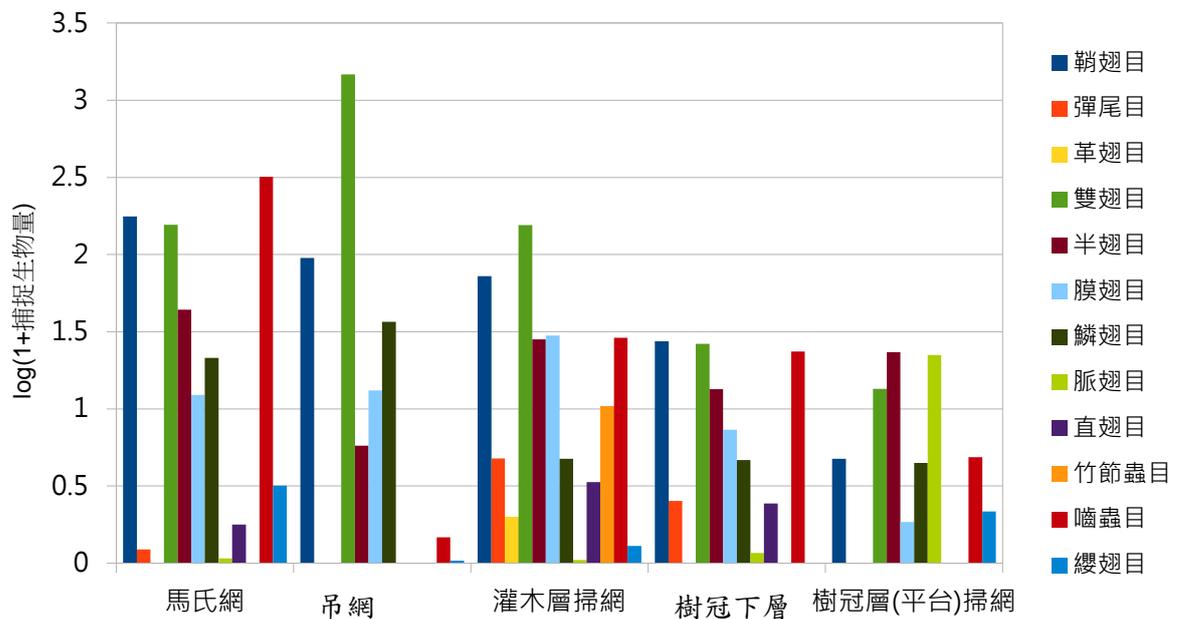
表九 木荷馬氏網、吊網及掃網法雙翅目各科昆蟲的捕獲數量(資料來源:本研究資料)

馬氏網		吊網		矮灌層掃網		樹冠下層掃網	
蠓科	289	果蠅科	4963	黑翅蕈蚋科	20	蠓科	11
瘿蚋科	121	黑翅蕈蚋科	154	蠓科	18	搖蚊科	5
搖蚊科	60	蕈蚋科	53	黃潛蠅科	7	舞虻科	3
黑翅蕈蚋科	60	毛蚋科	47	長足虻科	6	黑翅蕈蚋科	3
果蠅科	48	黃潛蠅科	32	蕈蚋科	6	黃潛蠅科	2
黃潛蠅科	45	家蠅科	25	蚤蠅科	6	果蠅科	1
舞虻科	11	蚤蠅科	12	舞虻科	4	大蚊科	1
縞蠅科	10	蚊蚋科	9	縞蠅科	4		
蚤蠅科	8	寄生蠅科	6	果蠅科	2		
蛾蚋科	7	蛾蚋科	5	槍蠅科	2		
家蠅科	3	瘿蚋科	4	大蚊科	2		
蕈蚋科	3	蠓科	4	花蠅科	1		
蚊蚋科	2	蚋科	4	搖蚊科	1		
花蠅科	2	麗蠅科	3	蛾蚋科	1		
毛蚋科	2	搖蚊科	2	冬大蚊科	1		
食蚜蠅科	2	花蠅科	2				
大蚊科	2	舞虻科	1				
偽毛蚋科	1	縞蠅科	1				
蚋科	1	果實蠅科	1				
		大蚊科	1				

綜合木荷各調查法及各目的數量及生物量如下兩圖。當取對數值(Log)後，看得出來，在數量上雙翅目是最多的，數量有超過 100 隻也可見於鞘翅目及膜翅目，但此兩目並不是每種採集法都很多，樹冠層的部分數量則較少；在生物量上，吊網的雙翅目及馬氏網的半翅目則有顯著的多於其他各目，其餘如馬氏網的鞘翅目也不少(圖十九及圖二十)。



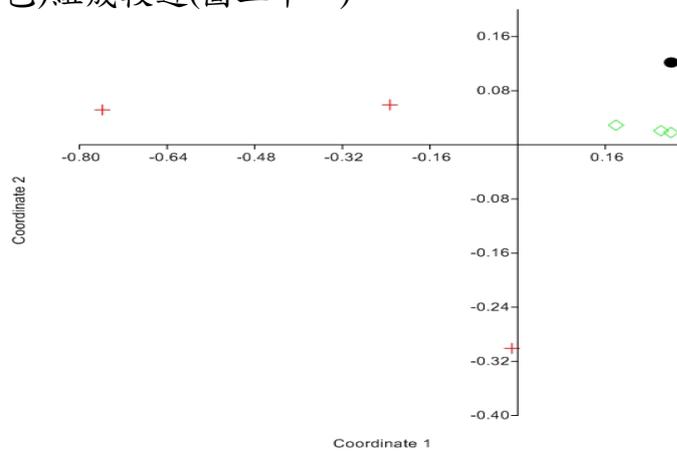
圖十九 木荷馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲數量取對數後的數量比較(資料來源:本研究資料)。



圖二十 木荷馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲數量轉換為生物量後取對數後的數量比較(資料來源:本研究資料)。

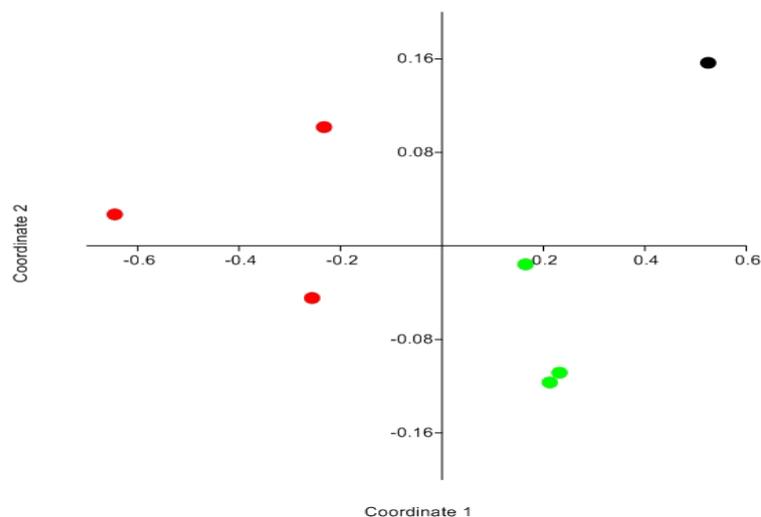
針對木荷掃網所獲得之各目昆蟲個體數及累計生物量進行矮灌木層、樹冠下層及樹冠層之多尺度空間(MDS)分析顯示，此三個地方捕獲的昆蟲

有截然不同的組成，Stress 數值接近於 0，顯示區變性很高。其中矮灌木層 3 個採集點(紅色)有很大的歧異，而樹冠下層 3 個採集點特性很均質(綠色)與樹冠層(黑色)組成較近(圖二十一)。



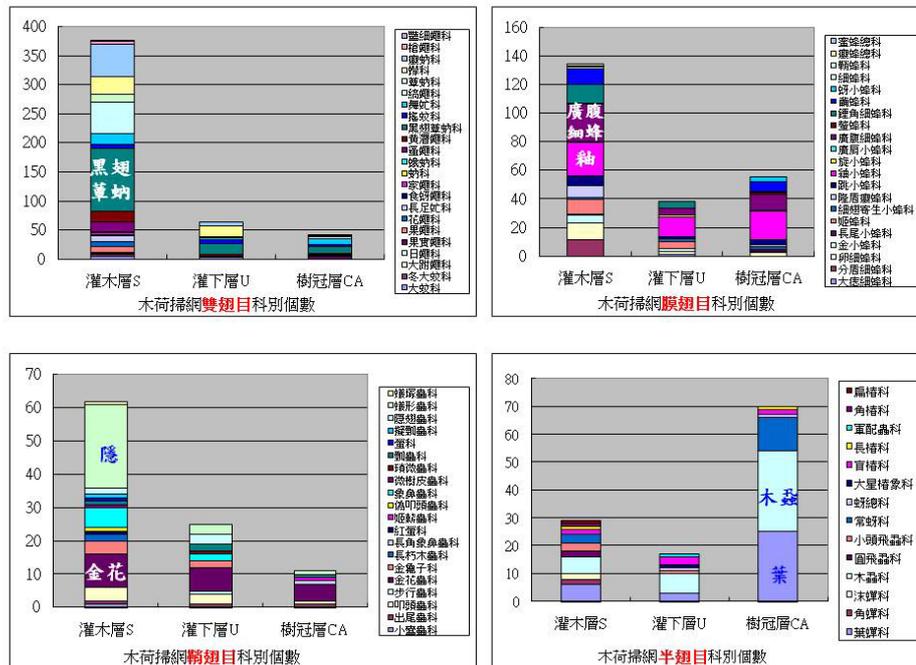
圖二十一 木荷矮灌木層(紅色”+”)、樹冠下層(綠色”◇”)及樹冠層(黑色”●”)各科昆蟲數量之多尺度空間(MDS)分析(資料來源:本研究資料)。

而木荷掃網所得各目昆蟲累計生物量部分也顯示，此三個地方捕獲的昆蟲有截然不同的組成，Stress 數值也接近於 0，區變性仍高。其中矮灌木層 3 個採集點(紅色)有很大的歧異，而樹冠下層 3 個採集點特性較均質(綠色)，其組成介於矮灌木層與樹冠層(黑色)組成之間(圖二十二)。



圖二十二 木荷矮灌木層(右邊 3 紅色點)、樹冠下層(第 IV 象限綠色點)及樹冠層(第一象限黑色點)各科昆蟲數量轉換為生物量之多尺度空間(MDS)分析(資料來源:本研究資料)。

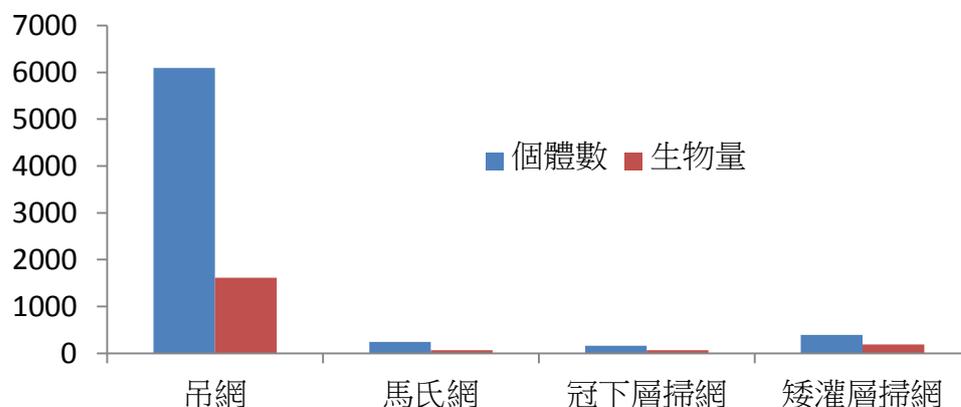
在木荷掃網優勢目的科級組成上，於灌木層上，雙翅目的黑翅蕈蚋、膜翅目的釉小蜂及廣腹細蜂、鞘翅目的隱翅蟲及金花蟲均佔優勢；樹冠層則以半翅目的木蝨及葉蟬為優勢。此外，釉小蜂於灌下層及樹冠層數量也不少，金花蟲於灌下層及樹冠層數量也多(圖二十三)。



圖二十三 木荷掃網各樹層間優勢目各科昆蟲組成分析。

(八)長尾尖葉櫛各採集法間昆蟲的捕獲數量

長尾尖葉櫛上，無論是個體數或生物量都是以吊網法捕獲昆蟲最多，其次為矮灌層掃網，較特別的是馬氏網與樹冠下層收到的昆蟲數量相當(圖二十四)。



圖二十四 長尾尖葉櫛之馬氏網、吊網及掃網法昆蟲數量及轉換後生物量的比較(資料來源:本研究資料)。

以昆蟲各目數量來看，在各個調查方法上，蚊蠅等雙翅目是最大量，遠大於其次的鞘翅目及膜翅目，半翅目及鱗翅目也不少，其餘各目數量就不多。與其它兩個樹種的差別是，矮灌木層的數量比馬氏網還多，樹冠下層仍是最少的採集量(表十)。

表十 長尾尖葉槲之馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲數量的比較(資料來源:本研究資料)

	吊網	馬氏網	矮灌層掃網	冠下層掃網
雙翅目	6006	133	211	83
鞘翅目	36	37	38	13
膜翅目	15	24	99	30
半翅目	5	21	26	11
嚙蟲目		15	4	6
彈尾目		8	1	2
鱗翅目	20	6	2	2
脈翅目	1			10
纓翅目			14	

若以各科來看，鞘翅目的捕捉情形在各採集法間差異最大，明顯看出馬氏網捕獲的科別及數量遠多於其它方法，各採集法捕獲的優勢昆蟲也不同，馬氏網以隱翅蟲遠多於其他種蟲，而吊網的出尾蟲也不少；矮灌層的科數量也不少，但數量都不多(表十一)。

表十一 長尾尖葉槲馬氏網、吊網及掃網法鞘翅目各科昆蟲的捕獲數量(資料來源:本研究資料)

馬氏網		吊網		矮灌層掃網		冠下層掃網	
隱翅蟲科	24	出尾蟲科	29	金花蟲科	10	長朽木蟲科	3
叩頭蟲科	5	隱翅蟲科	6	朽木蟲科	7	瓢蟲科	2
長朽木蟲科	4	步行蟲科	1	叩頭蟲科	7	叩頭蟲科	2
菊虎科	2			象鼻蟲科	4	金花蟲科	2
金花蟲科	2			瑣微蟲科	2	蟻形蟲科	1
纓甲科	2			金龜子科	2	步行蟲科	1
微樹皮蟲科	2			拳萼蟲科	1	瑣微蟲科	1
郭公蟲科	2			瓢蟲科	1	螢科	1
瓢蟲科	1			紅螢科	1		
瑣微蟲科	1			微樹皮蟲科	1		
象鼻蟲科	1			擬步行蟲科	1		
小蠹蟲科	1			蟻形蟲科	1		
步行蟲科	1						

翅目掃網部分的科別數量不一定少於收集量應該甚高的馬氏網及吊網。其中吊網捕獲能力效果最佳，果蠅科甚至數量高達 5700 隻，而馬氏網的蠓科也甚高，達 60 隻的數量，黑翅葷蚋在各個調查法上也有不少的數量，其餘很多科的數量都僅有一隻(表十二)。

表十二 長尾尖葉櫛馬氏網、吊網及掃網法雙翅目各科昆蟲的捕獲數量(資料來源:本研究資料)

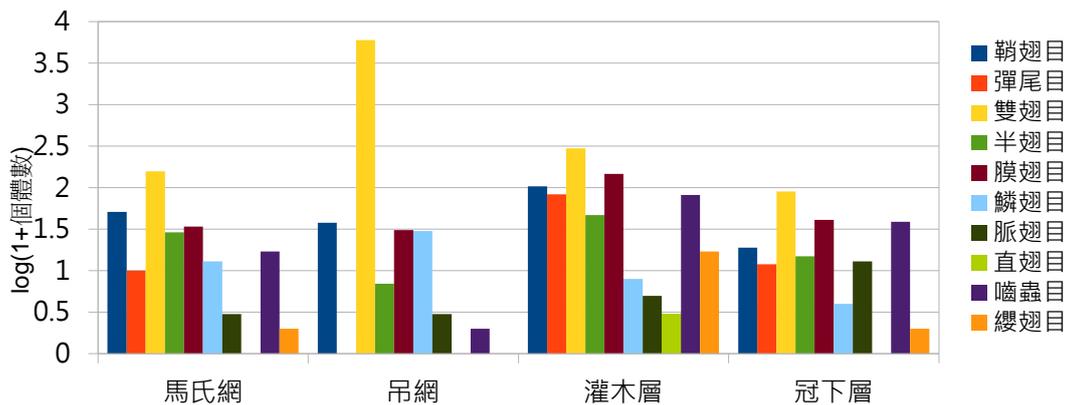
馬氏網		吊網		矮灌層掃網		冠下層掃網	
蠓科	59	果蠅科	5759	黑翅葷蚋科	87	黑翅葷蚋科	34
黑翅葷蚋科	36	黑翅葷蚋科	83	舞虻科	25	搖蚊科	19
搖蚊科	27	家蠅科	43	搖蚊科	22	癭蚋科	8
癭蚋科	19	蚊蚋科	42	葷蚋科	19	蠓科	7
蚤蠅科	5	黃潛蠅科	22	蠓科	13	蚤蠅科	5
果蠅科	4	寄生蠅科	15	大蚊科	8	舞虻科	2
蛾蚋科	2	花蠅科	4	長足虻科	6	縞蠅科	2
黃潛蠅科	1	葷蚋科	4	果蠅科	5	果蠅科	1
長足虻科	1	搖蚊科	3	縞蠅科	5	食蚜蠅科	1
葷蚋科	1	舞虻科	3	家蠅科	4	黃潛蠅科	1
大跗蠅科	1	日蠅科	3	麗蠅科	3	蛾蚋科	1
花蠅科	1	毛蚋科	2	黃潛蠅科	3	偽毛蚋科	1
		麗蠅科	2	蚤蠅科	3		
		蚤蠅科	2	癭蚋科	2		
		蛾蚋科	1	槍蠅科	1		
		縞蠅科	1	鷓虻科	1		
		蚋科	1	食蟲虻科	1		
		偽毛蚋科	1	菊虎科	1		
		癭蚋科	1				

膜翅目各科顯示各種採集法捕獲的科別差異並不大，捕獲數量沒有明顯較多的科別，多以細蜂、小蜂、繭蜂為主(表十三)。

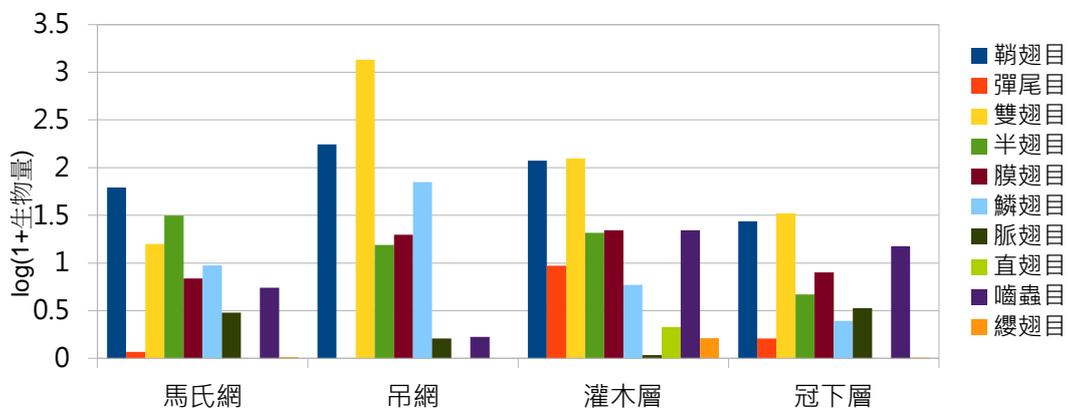
長尾尖葉櫛上，綜和各調查法及各目的數量及生物量如下兩表格；當取對數值(Log)後，看得出來，在數量上僅雙翅目及膜翅目數量有超過 100 隻，但在生物量上雙翅目及鞘翅目則有顯著的多於其他各目(圖二十五及圖二十六)。

表十三 長尾尖葉槲馬氏網、吊網及掃網法雙翅目各科昆蟲的捕獲數量(資料來源:本研究資料)

馬氏網		吊網		矮灌層掃網		冠下層掃網	
跳小蜂科	8	繭蜂科	9	廣腹細蜂科	18	袖小蜂科	6
細翅寄生小蜂	5	隧蜂科	3	袖小蜂科	17	分盾細蜂科	5
袖小蜂科	4	蟻形蟲科	3	錘角細蜂科	16	廣腹細蜂科	4
卵細蜂科	4	跳小蜂科	2	分盾細蜂科	10	跳小蜂科	3
繭蜂科	3	姬蜂科	2	卵細蜂科	8	細翅寄生小蜂科	3
姬蜂科	3	螫蜂科	1	金小蜂科	7	繭蜂科	2
分盾細蜂科	1	隆盾瘦蜂科	1	蟻科	6	螫蜂科	2
錘角細蜂科	1	袖小蜂科	1	姬蜂科	6	姬蜂科	2
旋小蜂科	1	廣肩小蜂科	1	隆盾瘦蜂科	5	蟻形蜂科	1
隧蜂科	1	廣腹細蜂科	1	繭蜂科	4	隆盾瘦蜂科	1
大痣細蜂科	1	錘角細蜂科	1	蚜小蜂科	2	金小蜂科	1
卵寄生小蜂科	1	細蜂科	1	細翅寄生小蜂科	2		
		蜜蜂科	1	跳小蜂科	1		
				隧蜂科	1		



圖二十五 長尾尖葉槲馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲數量取對數後的數量比較(資料來源:本研究資料)。



圖二十六 長尾尖葉槲馬氏網、吊網及掃網法各目昆蟲數量取對數後轉換為生物量的比較(資料來源:本研究資料)。

(九)木荷花器上的昆蟲組成

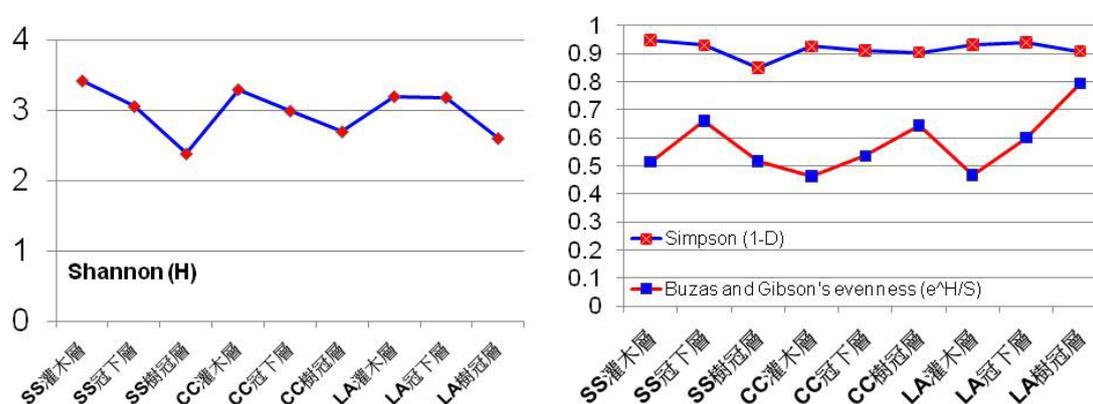
植物開花時吸引到的昆蟲物種，與其它採集方法所捕獲的昆蟲應有所不同；在樹冠層平台上，木荷開花時所捕獲的昆蟲物種如下表捕獲的昆蟲物種數量不不如預期多，仍以雙翅目較多。於花器的研究上，Wardhaugh et al. (2012)曾指出同單位生物量的校正下下，花上的甲蟲較葉多上數十倍到數千倍，且物種組成截然不同(表十四)。

表十四 木荷花器上各目昆蟲科別及數量組成(資料來源:本研究資料)

Order	Family	individuals
Diptera	9	45
Hymenoptera	6	20
Hemiptera	2	5
Collembolla	1	1

(十)各樹種各樹層間掃網昆蟲多樣性指數分析

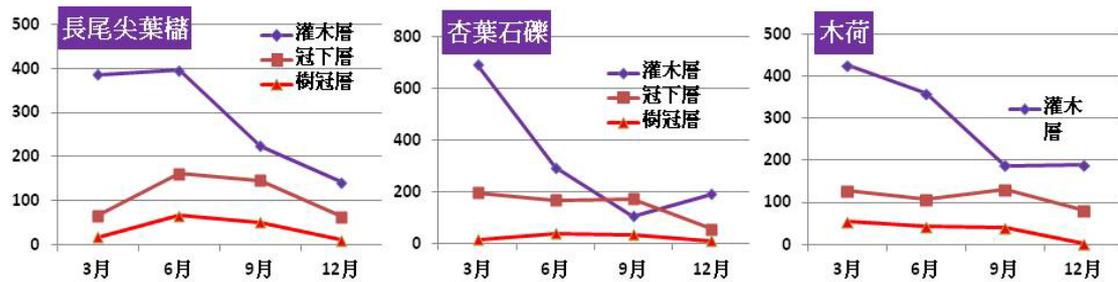
雖然不同的多樣性指數分析彼此會有一些差異，多樣性組成分析顯示，無論是 Shannon或Simple等指數都顯示，在樹冠層掃網所得的昆蟲多樣性較低，但在均勻度的分析則顯示，在矮灌木層較低(圖二十七)。



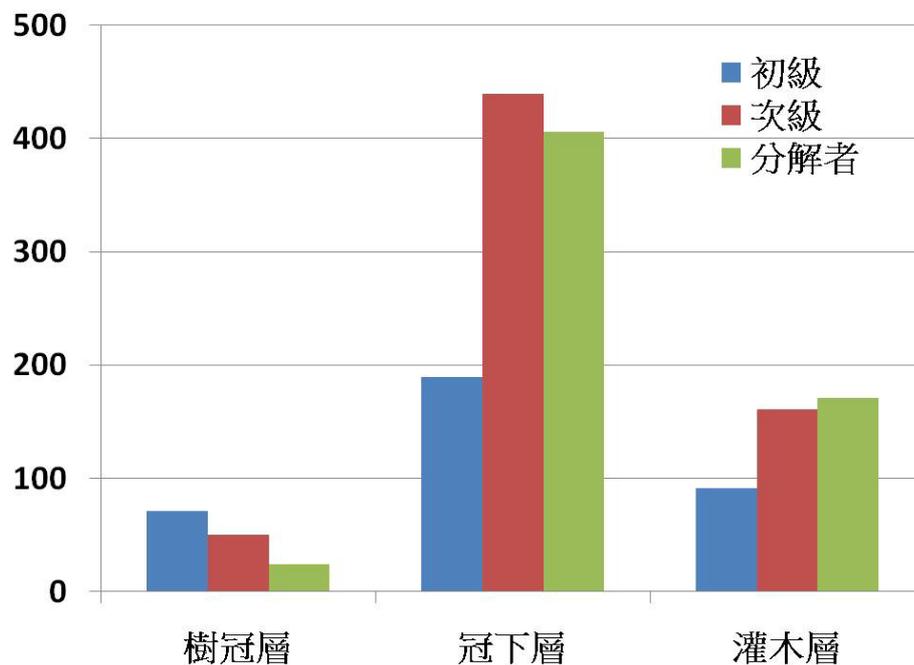
圖二十七 各樹種各樹層掃網的昆蟲多樣性指數差異比較(資料來源:本研究資料)。

(十一)各樹層間掃網昆蟲數量季節變動

按各季節昆蟲的捕獲數量,3 樹種都顯示,灌木層有著最高的捕獲量,以3 月份捕獲量最高,之後遞減,12 月份數量不一定最少;樹冠層的數量最少,但其與冠下層數量都很穩定,此兩層的昆蟲數量都在12 月最少,6 月及9 月居中(圖二十八)。灌木層在3 月份蟲子多出很多,可能是與溫帶適應有關的物種,在3 月已開始大量羽化。



圖二十八 各樹種各數層掃網昆蟲數量於個季節間的變動比較(資料來源:本研究資料)。



圖二十九各樹層捕獲昆蟲之食性組成分析(資料來源:本研究資料)。

(十二)各樹層捕獲昆蟲之食性組成分析

將雪見地區昆蟲以植食性為初級消費者,肉食性及寄生性為次級消費

者，腐食性為分解者，包括植物性分解者及動物性分解者。因此，植食性初級消費者主要昆蟲為半翅目、鞘翅目及直翅類昆蟲；肉食性的脈翅目、雙翅目的虻及蠓、鞘翅目的步行蟲及瓢蟲、寄生性的膜翅目為主要的次級消費者，而彈尾目、嚙目、雙翅目多數的蚊蚋蠅為分解者主要組成。

先前分析已顯示各樹層的昆蟲數量及科別組成不一樣，因此將昆蟲食性組成的分析分樹層探討。從個體數量組成來看，樹冠層有截然不同的組成；森林底層的冠下層及矮灌木層的昆蟲食性組成則較相似(圖二十九)，初級消費者較少，肉性及寄生性的次級消費者與及分解者數量相當；樹冠層上的植食者則佔多數。

(十三)與徐等人 2010 年之研究結果比較

徐等人(2010)指出觀霧地區樹冠層鱗翅目昆蟲研究，主要著重在鱗翅目幼生期與其取食之寄主植物種類之關係。(1)選取5個固定枝條，利用工具抖落棲息之鱗翅目幼蟲(圖三十左圖)，於地面架設網布攔截收集。研究期間共記錄鱗翅目幼蟲8科，分為94個形態種，累積採樣與飼養資料114隻次。採剪法與抖落法兩種採樣方式之比較：研究利用採剪法共計累積採集4科20種20隻次，抖落法採得鱗翅目幼蟲8科74種94隻次。並建議需建立適合台灣島內之樹冠層採樣方式與物種研究及監測方法。但其方法主要以鱗翅目蛾類昆蟲為主(圖三十右圖)，指出主要的科別及數量，對其他昆蟲的說明較少。



樹冠層採樣—採剪法

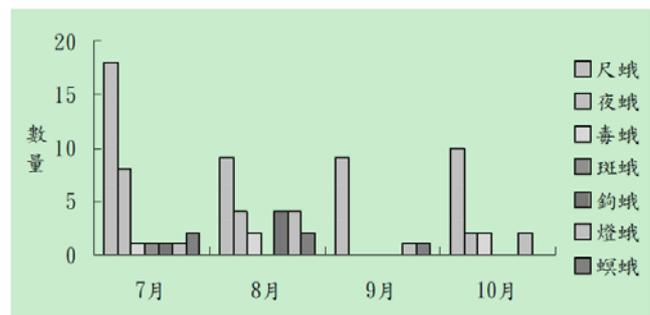
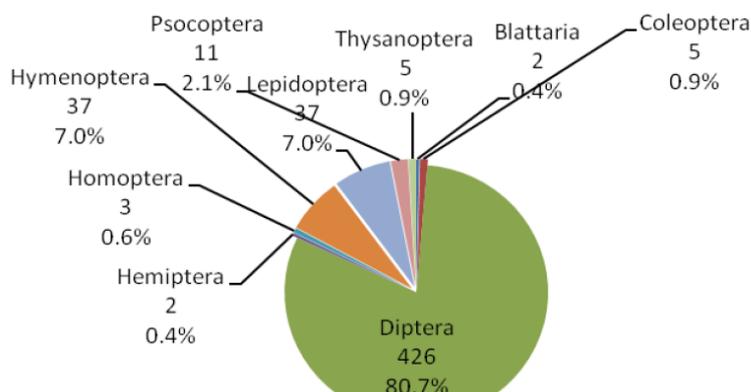


圖 4-4 雪霸國家公園觀霧地區各月份樹冠層採樣物種數量統計

圖三十 徐等人(2010)於觀霧地區進行之樹冠層採樣及結果。左圖為20尺長竿之採剪法，右圖為採剪枝條上之蛾類種類及數量(資料來源：參考徐等人(2010)之研究報告資料)。

(十四)與傅等人 2011 年之研究結果比較

傅等人(2011)以吊網、條套網及徒手採集共採得 528 隻昆蟲，分屬於 9 個目 (Order) (圖三十一)。其中雙翅目 (Diptera) 最多，採得 426 隻，其次為膜翅目 (Hymenoptera) 與鱗翅目 (Lepidoptera)，各採得 37 隻，以百分比分析結果可以看得出來，與本研究結果類似，以雙翅目為具真優勢特性，達 80.7%。



圖九、2011 年 9~10 月份雪見地區冠層昆蟲目級百分比

圖三十一 傅等人(2011)於雪見遊憩區進行之樹冠層採樣及結果。雙翅目為主要優勢昆蟲(資料來源:參考傅等人(2011)研究報告之資料)。

(十五)與唐等人 2002 年之研究結果比較

唐等人 (2002) 針對雪見地區昆蟲相之調查研究，共發現 16 個目之昆蟲種類(表十五)。其種馬氏網的調查方法與本研究一樣，但其陷阱位置為地面上，並非離地 20 餘公尺高的樹冠層，捕獲所得 16 個目，與本研究 17 個目相當。

表十五 唐等人於 2002 年雪見地區地表昆蟲相調查採用的誘集方法及捕獲之各目昆蟲及科別數量(資料來源:參考唐等人研究報告之資料)

誘集法	目	科
腐肉	8	58
福馬林	14	155
黃色黏蟲紙	14	157
馬氏網	16	164

四、結論與建議事項

(一)結論

1. 採集法方面，3 個樹種的掃網(SWP)都有不錯的效果，吊網法以雙翅目為主，噴霧雖最多樣，但須考慮蟲相恢復情形。
2. 優勢昆蟲組成當中，目前採用的幾種調查方法，都可採得具有代表樹冠層的昆蟲相的昆蟲。在「同雙膜鞘」等四優勢目在各採集法的捕獲量無差異，但在薊馬、跳蟲、嚙蟲有別，掃網較多；優勢科為黑翅蕁蚋科及釉小蜂科。
3. 掃網結果顯示各樹種間昆蟲組成沒差異，各樹層間昆蟲組成有差異，樹冠層捕獲量最少。
4. 昆蟲多樣性組成在樹冠層較低，均勻度在矮灌木層較低。
5. 樹冠層及灌下層在各季節間數量穩定，灌木層 3 月後遞減。

全球暖化的現象，已讓原本著重生態角色及水土保持功能的森林，變成碳儲存以減少二氧化碳量重要角色。因此，森林樹冠層的研究不僅與國土保育及生物多樣性維持有重要貢獻，其旺盛的光合作用已與全球暖化的議題畫上等號(O'Grady et al. 2011)。森林樹冠層的研究已是延緩全球暖化的良法之一。

(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：

應長期規律性的調查，以釐清偶發性的大量昆蟲是否有幾年一次大發生的現象；另可知一年四季的昆蟲組成變動及優勢指標昆蟲類群。建立樹冠層代表性昆蟲圖鑑及說明。

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樹冠層的昆蟲特性?應增加轄區內其區域的樹冠層昆蟲相調查。

五、參考文獻

- 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、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。
- 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。
- 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。
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Weiser MD, Sanders NJ, Agosti D, and other 24 authors. 2010. Canopy and litter ant assemblages share similar climate–species density relationships. *Biology Letters* 6: 769–772. doi:10.1098/rsbl.2010.0151.

六附錄

附錄 1 雪見遊憩區常見蛾類及鍬形蟲名錄

種名	中文名	個體數	採集時間	備註
<i>Tyana falcata</i>	綠角翅夜蛾	1	20130607	
<i>Erebomorpha fulguraria</i>	樹形尺蛾	1	20130607	
<i>Dilophodes elegans</i>	排尺蛾	1	20130607	
<i>Pogonopygis pavidata</i>	三排緣尺蛾	1	20130607	
<i>Aglla virilis</i>	中帶白苔蛾	1	20130607	
<i>Netria viridescens</i>	寬帶綠舟蛾	1	20130607	
<i>Palirisa cervina</i>	褐帶蛾	1	20130607	特有種
<i>Parasa shirakii</i>	褐邊綠刺蛾	1	20130607	特有種
<i>Abraxas persimplex</i>	比里金星尺蛾	1	20130607	
<i>Checupa stegeri</i>	窄翅綠夜蛾	1	20130607	
<i>Trichosea champa</i>	鑲夜蛾	1	20130607	
<i>Asota heliconia</i>	圓端擬燈蛾科	1	20130607	
<i>Gelasma sp.</i>	尖尾尺蛾	1	20130607	
<i>Ourapteryx monticda</i>	淡黃雙紅尾尺蛾	1	20130607	特有種
<i>Chlorodontoperly taiwana</i>	台灣四眼尺蛾	1	20130607	特有種
<i>Ourapteryx change</i>	張氏尺蛾	1	20130607	
<i>Euproctis staudingeri</i>	寬帶黃毒蛾	1	20130607	
<i>Miltochrista fuscozonata</i>	紅斑美苔蛾	1	20130607	
<i>Acosmeryx naga</i>	葡萄缺角天蛾	1	20130607	
<i>Plexiphleps stellifera</i>	羅夜蛾	1	20130607	
<i>Obeidia gigantearia</i>	狹翅豹紋尺蛾	1	20130607	特有種
<i>Cechonena lineosa</i>	條背天蛾	1	20130607	
<i>Opisthograptis punctilineata</i>	刺斑黃尺蛾	1	20130607	
<i>Horthyatira takamukui</i>	連珠波紋蛾	1	20130607	特有種
<i>Nyctemera arctata</i>	帶紋蝶燈蛾	1	20130607	
<i>Miltochrista aberrans</i>	鋸美台蛾	1	20130607	
<i>Tarsolepis taiwana</i>	台灣銀斑舟蛾	1	20130607	
<i>Euproctis insulata</i>	黃斑黃毒蛾	1	20130607	
<i>Agylla divisa</i>	雙分苔蛾	1	20130607	
<i>Phlogophora albovitata</i>	白斑錦夜蛾	1	20130607	
<i>Euprotis scintillans</i>	緣黃毒蛾	1	20130607	
<i>Diphtherocome pulchra</i>	雅美翠夜蛾	1	20130607	
<i>Hemithea aquamarina</i>	翠鏽腰青尺蛾	1	20130607	

<i>Tanaoctenia haliaria</i>	綠翅茶斑尺蛾	1	20130607
<i>Amblychia moltrechti</i>	大褐尺蛾	1	20130607
<i>Ascctotis selenaria</i>	腎斑尺蛾	1	20130607
<i>Aletia intertexta</i>	金粗斑粘夜蛾	1	20130614
<i>Erebus gemmans</i>	白線魔目夜蛾	1	20130614
<i>Macroglossum mitchelli</i>	背帶長喙天蛾	1	20130614
<i>Asota plana</i>	長斑擬燈蛾	1	20130614
<i>Theretra nessus</i>	黃腹斜紋天蛾	1	20130614
<i>Asota tortuosa</i>	扭擬燈蛾	1	20130614
<i>Avatha chinensis</i>	華宇夜蛾	3	20130614
<i>Mustilia gerontica</i>	勾翅赭蠹蛾	1	20130614
<i>Acosmeryx naga</i>	葡萄缺角天蛾	1	20130614
<i>Chalcosce lides castaneipars</i>	仿夭刺蛾	2	20130614
<i>Ourapteryx change</i>	張氏尾尺蛾	1	20130614
<i>Ampelophaga rubiginosa</i>	台灣葡萄天蛾	1	20130614
<i>Xemoplia trivialis</i>	胡麻斑星尺蛾	1	20130614
<i>Pogonopygia nigralbata</i>	雙排緣尺蛾	1	20130614
<i>Obeidia tigrata</i>	大斑豹紋尺蛾	2	20130614
<i>Tarsolepsis japonica</i>	肖劍心銀斑舟蛾	1	20130614
<i>Agylla virago</i>	雙緣黃苔蛾	1	20130614
<i>Diphtherocome pulchra</i>	雅美翠夜蛾	1	20130614
<i>Asota egens</i>	橙擬燈夜蛾	1	20130614
<i>Zeuzera multistrigata</i>	大豹斑蠹蛾	2	20130614
<i>Trabala vishnou</i>	青黃枯葉蛾	1	20130614
<i>Marumba gaschkewistschii</i>	桃六點天蛾	1	20130614
<i>Tarsolelis fulgurifera</i>	細銀斑舟蛾	1	20130614
<i>Hippotion velox</i>	半黑斜線天蛾	1	20130614
<i>Herochroma supraviridarim</i>	粉綠尺蛾	1	20130614
<i>Eucyclodes gavissima</i>	五彩枯斑翠尺蛾	1	20130614
<i>Macrauzata fenestraria</i>	台灣窗鈎蛾	1	20130614
<i>Demonarosa rafotessellata</i>	艷刺蛾	1	20130614
<i>Pachyodes iterans</i>	明線垂尺蛾	1	20130614
<i>Asura acteola</i>	梯紋艷苔蛾	1	20130614
<i>Asura alikangiae</i>	鈎弧紋艷苔蛾	2	20130614
<i>Calierinnys rubridisca</i>	雙月安尺蛾	1	20130614
<i>Euproctis pulverea</i>	碎黃毒蛾	1	20130614
<i>Nevirina procopia</i>	車輪螟蛾	1	20130614
<i>Neolucanus swinhoei</i>	紅圓翅鍬形蟲	1	sdcxcccccc

<i>Neolucanus doro horaguchii</i>	泥圓翅鍬形蟲
<i>Neolucanus maximus vendli</i>	大圓翅鍬形蟲
<i>Dorcus reichei clypeatus</i>	條背大鍬形蟲
<i>Dorcus miwai Benesh</i>	平頭大鍬形蟲
<i>Dorcus yamadai</i>	刀鍬形蟲
<i>Aegus laevicollis formosae</i>	台灣肥角鍬形蟲
<i>Lucanus maculifemoratus taiwanus</i>	高砂深山鍬形蟲
<i>Lucanus kurosawai</i>	黑澤深山鍬形蟲
<i>Prismognathus piluensis</i>	碧綠鬼鍬形蟲
<i>Prismognathus davidis nigerrimus</i>	金鬼鍬形蟲(北部亞種)

附錄 2 「雪見遊憩區森林樹冠層昆蟲群聚及監測模式建立」委託辦理案期
初審議會議題問回覆

	委員提問	受託單位回覆
一	<p>本案題目為昆蟲群聚及監測模式建立，報告中似乎未能貼切說明，且報告中所選擇的 3 種樹冠植物是否具有代表性？</p>	<p>本案已針對研究調查方法及其應用的地點做較詳細的描述說明，並於期末報告書中呈現，如馬氏網、吊網、黃色黏蟲紙等之採集法於國內外報告中已有其代表性。另本研究選擇之木荷、長尾尖葉槲及杏葉石櫟等三種樹冠優勢樹種，乃目前雪見遊憩區內最具代表及優勢的植物，亦是樹冠可達 30 公尺以上之樹種。</p>
二	<p>不同樹種之開花物候會不同，而每季調查一次的頻度是否會忽略某些優勢植物或依附植物之開花期，而對調查結果有所偏差，能否針對某些優勢植物開花期時或某些昆蟲大發生時增加調查頻率？</p>	<p>調查方法及頻度的設計必須要有定量及定性之一致性，礙於本案經費有限且收集昆蟲之分析量較大會有困難，本調查已配合雪霸處進行植物開花期之花器昆蟲調查收集，並加入期末報告書內。</p>
三	<p>有關樹冠層昆蟲之研究國內外相關文獻是否很多？昆蟲大發生時之資料在調查上會如何處理？</p>	<p>樹冠層昆蟲相的調查在國內的資料確實非常少，而國外的相關文獻其實是很多的，國內在這方面可以花更多心思投入，雪霸國家公園僅有 99 年於觀霧地區調查過一年資料。另外，有關昆蟲的大發生有時是很難調查到的，因為發生的過程可能只有短短 1、2 星期就結束了，而調查並無法每天進行監測，只能藉由長期累積多年的資料量來分析，但像雪見站提的以往曾發生過金花蟲、馬陸(非昆蟲)等危害的紀錄，本案本年度可列入調查分析是否與某些植物物候有相關性，亦請雪見站協助監測並回報受託單上前往調查。</p>

附錄 3 「雪見遊憩區森林樹冠層昆蟲群聚及監測模式建立」委託辦理案期
末審議會議題問回覆

	委員提問	受託單位回覆
一	三種優勢樹種每次(季)分別有幾棵樹的採樣，每次採樣是否同一棵樹或不重複採樣?	已於期末報告書內詳細說明，每季的調查方法均一致，收集同樣那 3 優勢樹種各一顆。有關報告書內容錯字、中英文摘要、圖表說明及顏色、資料缺漏的部分，已修正。
二	兩種採集方法中，吊網與馬氏網的每次採集時間多長?不同樹種馬氏網設置高度是否不同?	馬氏網及吊網採集時間為一星期，而高度都約在 20-25 公尺的樹冠層內。
三	報告書結果資料中未呈現樹冠掃網資料(調查方法種僅木荷有進行樹冠掃網)，但於 P.18 圖中卻有呈現，建議調整一致。	樹冠層的昆蟲資料均已列入相關分析；僅木荷有樹冠平台，僅能針對此植物的開花部分收集分析，已分析其昆蟲組成列入期末報告書中。
四	P.13 部分文字描述不清楚，P.19MDS 圖黑白與內文描述有綠色有差異，請修正。兩圖的資料來源是否相同請說明，上圖是各目昆蟲個體及生物量，下圖為各目累計生物量?	已加入符號的說明，矮灌層(+)，冠下層(◇)，樹冠層(O)。 已加入文字說明。
五	木荷開花期昆蟲數量比預期少，可以推論原因嗎?是否因為採樣方法不同?	今年觀察到木荷樣木的開花期拉很長，也未有盛花現象，導致開花期間的掃網分析結果並未有明顯的差異；同樣是掃網採樣方式。
六	中文摘要與英文摘要內容有落差，建議重新	已相對調整補充。

	潤飾。	
七	有針對木荷平台做 Fogging 噴霧法，是否應加入報告書內?	Fogging 噴灌法的方法與分析資料均已放入報告書內。
八	季節變動對昆蟲掃網成果資料是否造成影響?	目前分析的結果是，昆蟲在三個優勢樹種上都顯示出一樣的趨勢。
九		
十	今年度的採樣昆蟲科別名錄建請放入報告書附錄，並上傳營建署生態資料庫。	採樣昆蟲物種名錄已放入報告書附錄 1 中，並上傳生態資料庫。
十一	雪見氣象站的資料可以提供受託單位參考比對。	管理處雪見氣象站尚在設立中，無此資料。
十二	未來是否考量將調查資料轉化為解說相關資料?	研究調查資料如果能變成解說手冊、摺頁等當然是樂意看到的，只是今年僅針對昆蟲調查與資料收集，未針對昆蟲拍攝生態照片，未來可針對解說出版的方向來進行。
十三	果蠅數量特別多的原因可能是遊客量多帶來的嗎?還有以往雪見遊憩區蚊子較少見，這一兩年卻發現明顯變多，是否與暖化有關?	果蠅數量的特多，可能是我們使用鳳梨皮當誘餌的關係，果蠅基本上是吃腐敗的果實，6月的調查結果是比較多，9月明顯就少了，依據以往調查經驗，溫帶氣候區的果蠅偶發性大量變化其實蠻常見的。
十四	期初、期末審查意見之回覆表建請放入報告書附錄中。	也分別列在附錄 1 及附錄 2 內。
十五	調查資料中蠓類、隱翅蟲數量蠻多的，是否	蠓類部分有少數是吸血的，目前未發現本地區有小黑蚊等吸入血之蠓類；另隱翅蟲

	需注意被叮咬及皮膚潰爛的問題?	盡量避免接觸的皮膚，以防止引發皮膚過敏。
十六	調查資料中昆蟲科別很多，是否可用同功群顯示其代表之意義或指標物種?	昆蟲同功群的部分已加入期末報告書內。
十七	明年樹冠層國際研討會中，是否可請老師比較雪見地區與其他國家地區的特色與不同，作為學術交流時的議題。	<p>每個研究方法有其目的，不同國家區域、海拔高度位置及採樣方法的不同，均是比較上的難題。</p> <p>本研究計畫有自身的研究目的及方法，調查出來的結果，代表本地區的特色。趨時會與其它國家同樣緯度或海拔高度的樹冠層昆蟲調查做適當的比較。</p>