

雪霸國家公園昆蟲調查研究- 武陵地區

內政部營建署雪霸國家公園管理處
委託研究報告

093-301020500G-012

雪霸國家公園昆蟲調查研究- 武陵地區

受委託者：國立中興大學昆蟲學系

研究主持人：楊正澤

研究助理：郭雅惠、劉恒鍵、王心浩

內政部營建署雪霸國家公園管理處

委託研究報告

中華民國九十三年十二月

目次

表次

圖次

附錄

摘要

英文摘要

第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 前人研究	3
第二章 研究範圍與方法	9
第一節 研究範圍	9
第二節 研究方法與原理	11
第三章 結論與建議	14
第一節 結論	14
第二節 建議	19
參考書目	20

表 次

表一、武陵地區昆蟲調查各樣區之陷阱設置情形	24
表二、武陵地區昆蟲調查各樣區個體數調查結果	25
表三、武陵地區昆蟲調查 2004 年 4、6、8、10 月 個體數調查結果	26
表四、武陵地區科級相對多樣性	31
表五、林木害蟲各目科數及物種數	32

圖 次

圖 1-1.桃山北溪昆蟲調查樣區各小區相對位置	33
圖 1-2.桃山北溪樣區受天災破壞後重新設置之各小區相對位置	33
圖 2-1.桃山西溪昆蟲調查樣區各小區相對位置	34
圖 2-2.桃山西溪樣區天災後重新設置之各小區相對位置	34
圖 3.繁殖場昆蟲調查樣區各小區相對位置	35
圖 4.有勝溪昆蟲調查樣區各小區相對位置	35
圖 5.高山溪昆蟲調查樣區各小區相對位置	36
圖 6.武陵地區昆蟲調查累計科數變化	37
圖 7.武陵地區各月份調查之科數變化	37
圖 8.? 翅目之石蠅(stone fly)交尾	38
圖 9. 武陵地區昆蟲調查之各目個體數組成百分比	38
圖 10. 武陵地區昆蟲調查各樣區各目個體數組成百分比	39
圖 11.武陵地區、瑞岩溪、關刀溪、東部水璉牛山及香港大嶼山科級相對多樣性結構	40
圖 12.武陵地區昆蟲調查樣區間調查結果歸群	41
圖 13.武陵地區昆蟲調查月份間調查結果歸群	41
圖 14.武陵地區昆蟲(成蟲期)之食物塔,分解者(D)、初級消費者(PC)及次級消費者(SC)之組成	42
圖 15.武陵地區昆蟲(幼蟲期)之食物塔,分解者(D)、初級消費者(PC)及次級消費者(SC)之組成	42

附 錄

附錄一、武陵地區昆蟲調查各樣區各月調查之個體數結果	43
附錄二、武陵地區昆蟲調查各目功能群一覽表	47
附錄三、武陵地區昆蟲調查隨機採集昆蟲照片	50
附錄四、武陵地區昆蟲調查分科鑑定照片	52

摘要

武陵地區昆蟲調查 2004 年 4、6、8 及 10 月在桃山西溪、桃山北溪、繁殖場、高山溪及有勝溪各河段設立樣區調查，但敏督利及艾莉颱風造成前兩樣區（桃山西溪及桃山北溪）毀損，無法繼續使用，故僅以三樣區供分析比較，存證標本保存待繼續鑑定分析。本研究共計鑑定 3660 隻昆蟲，結果 16 目 92 科，尚有些無法鑑定之個體列為 unknown，據分析結果，武陵地區的昆蟲組成主要為鞘翅目及雙翅目各佔 38.9% 及 36.7%，其次為彈尾目佔 8.5%，再其次為同翅目佔 5.2%、膜翅目佔 4.6%、半翅目佔 3.6%，而鞘翅目以隱翅蟲科(Staphylinidae)最多，佔 70.2%，而雙翅目以果蠅科(Drosophilidae)最多，佔 64.2%。武陵地區科級相對多樣性的分布較相近於瑞岩溪，而與關刀溪相較下，武陵地區在各目的科級多樣性較偏重於彈尾目(87.5%)外，整體的歧異度較低。利用 NTSYS-PC 2.02i 軟體，以科為特徵，分別以樣區及月份為 OTU，Jaccard 係數分析以 UPGMA 歸群；以樣區來看，高山溪與有勝溪被歸為同一群，而繁殖場自成一群；以月份來看，4、6 月及 8、10 月被歸為兩群。由各科之功能群可轉換武陵地區昆蟲的食性組成，在成蟲期，次級消費者(Sc)：初級消費者(Pc)：分解者(D)為 1：2.4：2.1；在幼蟲期，次級消費者(Sc)：初級消費者(Pc)：分解者(D)為 1：1.4：1.7。本年度昆蟲調查結果無法得到合理解釋是一個事實，但並不全然因天災的干擾所造成的，由於第一年的結果尚不足以說明，冀望接下來的後續調查可以累積更多資料，供比較分析此干擾所造成的衝擊，以釐清颱風及豪雨對武陵地區影響之事實。

關鍵字：昆蟲、群聚結構、功能群、干擾。

Abstract

Insect investigations in April, June, August, and October in 2004 per sampling site(Taoshan Hsishi, Taoshan Beishi, Gaoshan Shi, Fanchi Chang, Yosheng Shi) in Wu-Ling area. Because of the typhoons of MINDULLE and AERE which happened during the study and caused the damage on the sampling site of Taoshan Hsishi and Taoshan Beishi, we only have the data with the other three sites to analyze for comparison. We identify 3,660 individuals of insect that includes of 16 orders and 92 families. The result of the investigations show that Coleoptera and Diptera which are the dominant groups of Wu-Ling area account for 38.9% and 36.7%, respectively. Staphilidae is the dominant family in Coleoptera accounts for 70.2% and Drosophilidae which is the dominant family in Diptera accounts for 64.2%. The distribution of relative diversity in family level of Wu-Ling is similar to that of Ryan Shi. Comparison to Guan-Dao Shi the relative diversity of insect family is lower in Wu-Ling based on the one year result than that in Guan-Dao Shi forest ecosystem. Analyzing the data of 3 sampling sites and 4 months respectively by using "NTSYS-PC 2.02i", the results of Gaoshan Shi and Yosheng Shi are more similar than the other site, Fanchi Chang. The monthly analysis shows that April and June is a group and August and October is another group. According to the feeding guilds of each insect family, the functional group of investigated insect families in Wu-Ling area is analyzed by adults and larvae. The ratio of functional groups in adult is Second composer (Sc): Primary composer (Pc): Decomposer (D)= 1: 2.4: 2.1, and in larva is Sc: Pc: D= 1: 1.4: 1.7. In fact, we can not get a reasonable interpretation on the insect investigation by only one year's data, but it isn't the result that affected by the natural disturbance, the typhoons and flooding entirely. We hope that the following investigation could be accumulated data for analyzing the influence of natural disturbance make clear the effect of typhoons and torrential rains of Wu-Ling area.

Key words : insect, community structure, functional group, disturbance

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

雪霸國家公園武陵地區生態系模式分析，著重於水域之範疇中，然而河岸之陸域生態系各類資源如昆蟲、兩生爬蟲類、鳥類等之整合調查有利於集水區整體之概念提供合理多方位之資訊，供委託單位管理之參考，由深度生態學 (deep ecology) 進入淺層生態學 (shallow ecology)，從 Angelstam (1992) 之觀點，生態保育應顧及生態系的群聚 (community) 生物地理 (biogeography) 景觀生物學 (landscape biology) 及演化生物學 (evolutionary biology)，而這些正是棲地指標 (Index of Habitat Characters, IHC) 計算的考慮項目 (Brown JR, 1989)，此正符合曾 (2003) 報告中指出需擴大面積監測櫻花鉤吻鮭之棲地，也同時符合生態模式分析中輸入 (input) 及輸出 (output) 的完整思考，而生態系的整體特質需由所有生物類群整合分析後才能得知。「生態系模式」是以摘要的方式來描述一個錯綜複雜的生態系結構與功能 (林及楊，2001)，對研究者而言，模式是可以幫助我們將科學知識整合、歸納並概念化的工具，可以整合來自不同領域但關係密切之研究成果，亦可更深入透視生態系的運作與生物間及生物與生物間交互作用的關係。昆蟲調查結果以群聚構造分析，而功能群分析更能提供模式分析有價值的資訊。

台灣多處不同棲地或生態系昆蟲群聚之調查結果中，如關刀溪初級消費者 (植食性昆蟲) 成蟲期佔 33.65%、幼蟲期佔 26.67%，次級消費者 (捕食性及寄生性昆蟲) 成蟲佔 8.27%、幼蟲佔 22.83%，分解者昆蟲成蟲佔 57.47%、幼蟲佔 50.44% (楊，2001)，若以功能群總和換算食物塔而言，昆蟲並無生產者故次級消費者/初級消費者/分解者之比為 1 : 1.9 : 3.5，這比例正是典型亞熱帶森林生態系昆蟲群聚特性 (楊，2001)；然昆蟲群聚功能結構分析亦將是未來監測之重要方式，環境改變則群聚結構將隨之改變，其比例就會有變化，相信此處調查結果參與先前研究結果之比較除能看出昆蟲群聚特性於不同生態系能量輸出輸入間所扮演的角色外，更能表現武陵地區生態系昆蟲群聚特性，進而輔助建立生態系模式，在學術上不但可以作為驗證生態研究假說的工具，亦可以預測自然環境變遷與人為干擾對整體生態系的衝擊 (林，2002)。因此，以陸生生態系之昆蟲群聚結構與功能群分析的研究使生態系模式更臻完善，也期望開啟整合資源調查的大門，使棲地生物資源及群聚結構研究結果對生態保育管理工作有所助益。

第二節 前人研究

(一) 水生昆蟲相方面

此區向來昆蟲研究由楊等 (1986) 與楊及謝 (2000) 的研究調查為主, 近來有趙 (2002)、郭(2003)及邱(2004)的報告, 然而僅指向櫻花鉤吻鮭之食餌及溪流水質監測, 且未能就全面性之生態系之棲所特性分析進行研究, 主要在水域生態系的水質與水生昆蟲族群功能, 而雖也有群聚結構及功能群分析, 甚至量化之調查資料, 卻少有以溪流生態系棲所分析者, 而棲所分析的首要先有一個初步的棲所分類系統。然而蜉蝣目的棲地依 Needham, Traver, and Hsu (1935) 整理如下:

1. 靜水域如池塘、湖泊及溪流之迴流區

A. 攀行者(Climbers): 稚蟲在半沉水性植物上爬 (climb)、跑 (run) 或跳 (jump) 因為中央尾絲及鰓的快速移動而迅速活動。體型特色: 體表光滑 (smooth-bodied), 尾毛具密繸毛, 鰓葉片狀, 無特別流線型的。典型代表屬: *Blasturus*、*Cloeon*、*Siphonurus* 及 *Callibaetis*。

B. 底棲緩行者(Bottom sprawler): 在所有底質上慢速爬行。體型特色: 體扁平、足堅硬、多毛、覆有碎屑、足向外側張, 第一對鰓葉通常特化為硬板蓋住及保護其他鰓葉以免淤塞。典型代表屬: *Caenis*、*Epherella* 及 *Potamanthus*。

C. 挖掘者(Burrowers): 所有蜉蝣最有趣的一群均是此型。好像地鼠式 (mole like) 的在泥地、泥砂地或腐植碎屑 (殘體) 中挖掘 (literally plow) 隧道。隧道具有兩開口。體型特性與功能: 前足扁平可挖掘、大顎兩側具大牙突起可能也有利挖掘, 羽狀鰓位在背面, 擺動起來可以維持隧道中的水中氧氣, 並排除碎屑 (debris), 當然也可能有避免隧道崩塌的功能。隧道通常在底泥上層 5cm, 也有在 15cm 處發現者。典型代表屬: *Dolania*、*Potamanthus*、*Ephemera*、*Hexagenia*、*Litobranchea*、*Pentagenia*、*Ephorn*、*Cavpsurus* 及 *Tortopus*。

2. 活水域及潮間帶 (浪拍灘)

體型特性: 複眼在背面。

A. 自由生活(Free-living): 在急流水中自由活動, 休息時爬附在卵石塊上, 即便在湍急水流中也可以四處移動 (move about)。典型代表屬: *Isorychia*、*Ameletus*、*Paraleptophlebia* 及 *Baetis*。

B. 附著(Clinging): 在緩流及 deliberately 區可以活動。緊緊爬在石塊上及其他物體上, 發現大量在裂縫(crevices)中及石塊下面(undersides)。體型特色: 體極扁平、前較寬、足特別扁平。典型代表屬: *Epcorus*、*Steronema*、

Heptagenia、*Rhithrogena* 及 *Ephemerella*。體型特性：*Epeorus* 及 *Rhithrogena* 具腹部吸盤狀固著器 (suck alike holdfast)，由厚而具刺緣之鰓向外伸覆在基質上，腹面觀形成卵形環。*Ephemerella* 腹部各節腹面形成吸盤狀，有些報告指這些吸盤無效用，而是其爪最重要。

- C. 緩流棲息(Stream – inhabiting)：生活在落葉淤塞及青苔，不會出現在漂流的水流中。體型特色：足堅硬多刺。典型代表屬：*Ephemerella* spp.及 *Neoephemerella* spp.。

(二) 陸生昆蟲相方面

除唐(2002)於雪見一年之調查外，陸域昆蟲在本區之調查很少，且雪見地區距離此處甚遠較難有相關的資訊可供分析之用，惟調查方法及蟲相名錄仍可供參考。

(三) 昆蟲群聚結構與功能群分析

分析森林生態系昆蟲群聚之生態功能群結果，其間昆蟲的生態功能，包括初級消費食物鏈(primary consumer, Pc)、次級消費食物鏈(secondary consumer, Sc)及分解者食物鏈(decomposer, D)之主要架構。其中初級消費者為植食性(phytophagous, Ph)，依取食行為特性又可分為嚼食性、吸食性(含挫吸)、舐吮式、潛食性與蛀食性等；而次級消費者包括捕食性(predaceous, Pr)及寄生性(parasites, Pa)，此兩功能群亦可能在更高階之消費食物鏈扮演重要角色。分解者又分為植物性分解者(decomposer, De)及動物性分解者(saprophagous, Sa)。初級消費者昆蟲(primary consumer insects)，一般泛指植食性(phytophagous)取食包括3個植物類群如：禾草類(herbivore)、闊葉草類(forbivore)、樹木類(arborivore)，依取食部位又可分為：A1 食葉(folivore)、A2 食種子(grainivore)、A3 食果(frugivore)、A4 食蜜(nectarivore)、A5 食花(florigivore)，包括取食花瓣、花蜜及花粉(petals, nectar and pollens)、A6 食根(rootivore)以及A7 食木(xylovore)，取食植物木質化部份。

次級消費者昆蟲(secondary consumer insects)，肉食性(carnivore)，通常分為捕食者(predator)及寄生者(parasite)。寄生有些是以寄主為食物，或奴役寄主為其做事，或佔有寄主之棲所。其寄主分為昆蟲及非昆蟲無脊椎動物，有些吸食哺乳動物血液，許多為疾病之媒介(vector)。分解者(decomposer)分為腐食性(saprophagic)、屍食性(necrophagic)及糞食性(scato-phagic)，腐食性其分解的物質包括動物、植物及真菌類，有些利用無機物直接或間接影響礦化作用及礦物質之循環，如彈尾目對酚化物的影響。

Persson and Lohm (1977), Macfadyen (1963), Breymeyer (1978) 調查發現，全世界不同地區各種草原生態系中，無脊椎動物生物量絕大多數出現在地下層佔 69%-99.5%，而地上層佔 0.5%-31%；若以營養組成來看，分解者在 43%-98% 為最多，其次為初級消費者佔 2%-52%，再其次為次級消費者佔 19% 以下 (Curry, 1994)。

據楊(2003a)報告，在 1994 年至 1999 年間關刀溪森林生態系長期生態研究 (Long-term Ecological Research, LTER) 調查區共記錄昆蟲 21 目 138 科，最多為鞘翅目 34 科，其次為? 翅目 28 科，再其次為膜翅目 17 科，而林下層已鑑定之昆蟲形態種，則約計 780 種。以功能群分析昆蟲幼期，植食性功能群 (phytophagous functional group) 33%，分解者昆蟲 (decomposer insects) 58%，分別是動物性分解者 (saprophagous functional group) 30%、植物性分解者 (decomposer functional group) 28% 及肉食性昆蟲 (carnivorous insects) 8% (捕食性 (predacious) 4%；寄生性 (parasite) 4%)，相較之下植食性昆蟲百分比極高。據郭 (2002) 以臺灣東部花蓮水璉牛山之海岸林調查分析結果，以形態種而言，植食性功能群最高，佔 40%，其次是捕食性 23%，再其次依序為植物性分解者 22%，動物性分解者 10%，寄生者 3%，故次級消費者/初級消費者/分解者為 1:1.5:1.2(楊及郭，未發表)，表現海岸林地表分解者不如成熟的關刀溪亞熱帶林。

(四) 干擾因子對特定昆蟲族群的影響

依災害性干擾之定義：天然災害 (natural hazard) 及地理災害 (geologic hazard) 所指的是大範圍的地理環境、材料、過程及事件。地理災難包括：地震 (earthquakes)、火山爆發 (volcanic eruptions)、洪水 (floods)、土地滑 (landslides) 及其他過程與發生。這些也被包括在更廣義的天然災害之中，但增加一些過程和事件如蝗災 (locust infestations)、野火 (wild fires) 及龍捲風 (tornadoes) (Durant, 1995)，另 National Geographic Society 出版的巨大災變 (great disasters) 標出北美 USA, Canada 及 Mexico 之天然災害時，另納入冰雹 (hailstorms)、雪暴 (winter storms)、風暴 (hurricanes) 及海嘯 (tsunamis)，在臺灣則加上每年的颱風 (typhoon)。

在資源調查時間內，可能會造成調查結果變動的干擾因子有：地震、颱風、豪大雨及聖嬰現象；地震方面，包含 1999 年 9 月 21 日的集集大地震、2000 年 6 月 14 日的 614 地震及後續陸續發生有感芮氏六級以上地震多起；颱風會造成樹木傾倒、土石崩落，46 年來颱風總數有紀錄者共計 216 次，近十年每每造成大災難，其中對台灣影響較大的有 1996 年 7 月 29 日的賀伯颱風、1998 年 10 月 14

日的瑞伯颱風及 2000 年 8 月 21 日的碧利斯颱風；聖嬰現象發生於 1997 年，而 1998 年則發生反聖嬰現象，近年則有暖冬現象。干擾生態之研究延伸至台灣的颱風對樹木的危害及颶風(hurricanes)對波多黎各的影響之不同。在台灣倒木及孔隙的形成顯然重要性不高，但發生頻度較高，然而在波多黎各並非所有颶風均會造成倒木及孔隙，因此，比較的重點成為落葉量，而落葉分解者之昆蟲群聚之分解者功能群便成為環境受干擾的指標生物群。相對的，我們也可以調查不同優勢樹種及次優勢樹種(co-dominant tree species) 或不同生態系之樹冠層動物群聚及其功能群結構，以便評估節肢動物群聚的相似度。

本實驗室在 1996~2001 年間，以黃色黏蟲紙調查關刀溪森林生態系長翅目的族群變動。長翅目在昆蟲綱下，為完全變態中較原始的一群，屬中型昆蟲，主要特徵為口器狹長而向下延伸，幼蟲及成蟲分別生活於落葉層及林下層，皆以死亡的節肢動物動物為食。*Panorpa spp.*為典型的長翅目昆蟲，除狹長的口器外，具有三個單眼，翅發達，善於短距離飛行，雄性的腹部最末節膨大成球狀並上舉，狀似蝟尾因而被稱為蝟蛉或舉尾蟲。蝟蛉依種類不同，年僅發生一或二代，幼期發育時間短，約兩個月可達終齡，視外在環境情況，並以前蛹形式過冬，隔年於土表造蛹室化蛹；成蟲壽命短，約在一個月內。而調查結果發現，此地區長翅目昆蟲僅有蝟蛉科(Panorpidae) *Panorpa sp.*的分布。一年之中，4 月到 7 月間成蟲活動；雌蟲數量較多，為總數的 58.9%；在兩種高度(1m 及 2m)設置黏蟲紙，出現於 1m 高度的個體佔 74%；天然林、人工林、次生林及火燒跡地等五個樣區中，距離相隔較遠的天然林及人工林兩樣區的族群量最大，各佔 39%，其次為火燒跡地(16%)及二個次生林樣區(2%及 3%)。年間族群變動方面，1998 年的反聖嬰現象造成的酷暑、寒冬及春雨少，可能會使次年的族群萎縮，而 1999 年的 921 集集大地震則可能是造成隨後族群遽增的因素。

(五) 櫻花鉤吻鮭棲地特性

鮭魚群調查研究除進行族群數量調查外，並標定櫻花鉤吻鮭棲息溪段與棲地型態，希望對七家灣流域棲地現況及其櫻花鉤吻鮭分布關係有更佳詳細了解。櫻花鉤吻鮭在七家灣溪的空間分布狀況而言，根據葉等(2001)及曾(2002)之研究報告顯示，三齡以上較大型之鮭魚個體常生活在水深但流速較緩之地帶，而一、二齡之小型個體較易於水淺、流速較緩及上層有遮蔽的地帶，因此陸生昆蟲調查樣區以上層植物遮蔽者較適合。鮭魚棲地分析一般包括流速、深度、底質與環境描述，而七家灣溪各河段有其不同的棲地條件以致各齡期的魚在不同河段和陸域環境的關係密切程度不同，因此若針對這一類棲地調查分析陸生昆蟲及水生昆蟲成蟲期之羽化及交尾活動也能提供此地鮭魚的替代食餌，而且陸生昆蟲掉落

水面或隨枝葉枯落或倒木進入水域也成鮭魚的部分食餌來源。中級棲地 (mesohabitat) 的觀念顯示各類型棲地的可能承載量與估計鮭魚密度，採用整個河域面積的方式計算而不只有探討長度，探討河流連續概念 (RCC, River Continue Concept) 而且應像兩側發展，擴大為集水區 (catchment) 或流域 (watershield) 的整體觀念，以利生態模式分析，因此本研究將延伸棲地之連續性及生態系之間的交換物質受生物攜帶尤其在緩坡河岸更須由上層植被掉落的昆蟲擔任輸入 (input) 的角色，而水生昆蟲的羽化或被鳥類捕食而離開水生生態系擔任輸出 (output) 的角色，所以陸生昆蟲調查可以彌補此一間隙及連結。

(六) 櫻花鉤吻鮭之食性研究`

1980 年代楊及林(1986)開啟大端，延續多年，對於鮭魚食性初步有些見解，食餌昆蟲根據林(2003)包括水生及陸生昆蟲，可見陸生昆蟲亦為櫻花鉤吻鮭主要食物來源。但櫻花鉤吻鮭取食昆蟲的行為所悉不多，只知對掉落水面的昆蟲及水中的水生昆蟲均能捕食。另就生態系模式分析而言，陸域昆蟲所知不多，林(2003)之報告中輸入水中之物質，尚有部分待加強之處，況且昆蟲計劃調查中亦觀察到櫻花鉤吻鮭跳躍取食水面昆蟲，水中尚有部分掉落物常有陸域昆蟲藏身其中，因此一方面劃設定樣區調查昆蟲群聚之外，另分析濱岸生態系中昆蟲組成與櫻花鉤吻鮭食餌之關係亦是本計畫另一重點。

第二章 研究方法與範圍

第一節 研究範圍

現場勘查時間為計畫申請前 2003 年 12 月 18 日及申請後 2004 年 2 月 28 日及 4 月 30 日。共劃設 5 個樣區，分別為桃山北溪、桃山西溪、繁殖場、高山溪及有勝溪；為了一致性，樣區盡量設在水生生態系模式分析研究團隊同一河段附近，樣區代碼也和其測站配合，以便易與生態模式結合便於分析整合。溪邊陡坡腹地狹小，只適合小區進行劃設，因此調適結果以 10m×10m 小樣區設定調查陷阱，各樣區含 3 個小區，每個小區設一套調查陷阱參考楊(2003a)、楊(2003b)，採集昆蟲及其他無脊椎動物記錄輸入建成資料庫供未來分析昆蟲群聚。各樣區之外貌及各樣區經天災之後破壞殆盡，只有繁殖場、高山溪及有勝溪留下樣區的大部分尚稱堪用，但周圍環境已大有改變因此有必要在下年度重新勘查設置。各樣區調查陷阱設置情形，經天災後有些陷阱遭破壞，部分已修補繼續使用，10 月份調查未受影響者，各樣區之調查工作如表一。

各樣區描述如下：

1. 桃山北溪樣區(圖 1-1, 1-2)

位於桃山西溪及桃山北溪會流處，為一平坦之沖積扇，6 月初調查時水流豐配合之前乾涸情形完全不同，第一小區位於匯流點西北方約 50 公尺處；第二及第三小區皆位於溪流之東岸近 3 號攔砂壩上方，此次水潭常積留大量落葉，有昆蟲活動其間，此樣區之植被主為赤楊、二葉松植群之灌叢，而其中台灣赤楊亦為綠小灰蝶之寄主植物；但在天災之後，此地貌及植被已被天災改變，原先設置的三組小樣區被沖毀，已於 2004 年 10 月初於接近原小樣區位置設立新的陷阱。

2. 桃山西溪樣區(圖 2-1, 2-2)

位於武陵吊橋下方鄰近四號攔沙壩，第一及第二小區位於溪流北岸，北岸為平坦之開闊地，灌叢植物較多，第三小區位於南岸，小喬木之外尚有大型之菊科植物，坡度較陡約 60°，較多喬木；而與桃山北溪樣區相同的是三組小樣區皆因天災所造成的洪水沖毀，於 2004 年 10 月初重新設立。

3. 繁殖場樣區(圖 3)

位於七家灣溪中游之種源繁殖場旁，第一及第三小區位於溪流東岸，坡度約為 45°，多為冬季落葉之闊葉喬木，第二小區位於溪流西岸較平緩地內；此雖屬七家灣溪主流，但由於其河面較寬廣，且當初陷阱的設置位置較高，所以天災對其影響不大。

4. 有勝溪樣區(圖 4)

靠近攔砂壩，第一小區位於溪流南岸，鄰近植被主要為五節芒；第二及第三小區位於北岸，地形近山坡陡岸，第二小區週邊主要為蕨類及水麻，水麻為細蝶之寄主植物，而於此區之馬兜玲內亦發現有大紅紋鳳蝶之幼蟲；第三小區位於北岸邊坡，離河面高度約 2 公尺，坡度已超過 60° ，此區由於非屬七家灣溪主流，所以天災所造成的影響並不大，三組小樣區的設置及使用仍正常運作。

5. 高山溪樣區(圖 5)

位於 1 號攔砂壩逆流而上約 100 至 150 公尺處，由於高山溪河道的改變，該樣區所有樣區高出河面 1.5 公尺；第一小區位於溪流近蛇籠之南岸開闊草地邊，樣區靠山壁設立；第二及第三小區皆位於林幸助老師所設測站鄰近之南北岸，第二小區位於北岸，腹地較寬廣；第三小區位於南岸，腹地狹長連接陡直山壁，由於此溪河窄流急，非常易因洪水而沖毀，天災造成溪水暴漲將此樣區的三組小樣區部份沖毀，但仍能利用所剩下的區域進行陷阱設置。

第二節 研究方法及原理

昆蟲體型細小，活動力、活動時間不一，隱藏性高，又如上述昆蟲生態功能群的多樣化，各種害蟲生存方式五花八門，所以偵測方法各出奇招，採集昆蟲是一般偵測害蟲甚至調查監測昆蟲的基本手段，武陵地區昆蟲調查分為二部分進行，一為普查，二為監測，為未來監測之用設定樣區。

一、普查分為隨機採集及穿越線採集，利用非設定採集(non-instaled colleting)的方式，通常由採集者攜帶各式工具，就所到之處隨手採集，因此，這些網具及各種採集用具配備均須適合機動性，基本配備包括網具、吸蟲管、分離器、蟬竿、毒殺器及採集箱等等。

1.捕網(aerial nets, AN)，網口直徑 50cm，網袋深度為直徑的 1.5-2 倍。設計宜輕巧，市售彈簧框伸縮柄之捕網攜帶方便。網布可用珠羅紗，蚊帳紗或絹紗等製作。使用時須迎著昆蟲飛來的方向撲去，然後輕轉網柄將網袋之下半截甩上，摺疊於平置之網口上，將網內所採得之昆蟲裝入瓶內，並標明採集日期、地點與採集方法。

2.掃網(sweeping net, SWP)，採集樣區附近灌叢上活動的昆蟲，與捕網之製作相似，掃集之後網袋甩上方法如捕網，再一一將蟲子裝入 12 號夾鍊袋中，並標明採集日期、地點與採集方法。網柄長度以個人身高為高限，掃集高枝上棲息之昆蟲時宜加長網柄。

3.枯落物搜集(Litters, LIT)：以柏氏漏斗分離植物分解者及土棲昆蟲。

柏氏漏斗法：柏氏漏斗訂做(現成碾米或碾豆漿用)不銹鋼漏斗

(1)採得落葉裝入採樣袋(12 號夾鍊袋)。

(2)採得腐植土裝入塑膠袋再裝入採樣袋同(1)

(3)採得樣品編號以塑膠片(布條) 奇異筆寫好標籤放入袋中(不宜以鉛筆書寫於紙條上)。

(4)以 60 w 燈泡照射 3 天，為求快速可以分批經常更替並注意檢查以免起火燃燒。

(5)收集浸泡於酒精中標上標籤 (以鉛筆書寫於撕不破紙)。

(6)如無法一次處理完，分批放入漏斗照射處理。

二、監測樣區又可稱固定樣區 (fixed sampling plots) 或永久樣區 (permanent sampling plots)，其設定依景觀之植被型(vegetation pattern)，或土地利用型(land-use pattern)分研究站。而各研究站配合整合計畫之測站設 3 小區。各樣

區內調查方法屬於設定採集(installed collecting)，此類方法常被稱為特殊採集方法及其他方法，但是，在今日的研究方法中，常被應用於長期而有計劃的在特定地區定時定量採集標本，故稱為設定採集。均利用各種昆蟲之特殊習性及趨性設置各種陷阱，誘引裝置及自動捕蟲器具等，這些方法除用於採集及生態調查外更有多數應用於田間防治經濟害蟲，然而以固定樣區或永久樣區調查昆蟲資源或供長期監測特定生態系之變化時，一般採用設定採集，方法較易分析比較發揮效果，是近來應用漸廣的方法，

三、調查方法分述如下：

1. 掉落式陷阱杯(pit-fall, PF)，地棲昆蟲如跳蟲等躍起碰到遮蓋物掉入或地面步行者，直接掉入裝有固定液(代用福馬林，neutral buffer Formalin)之 500c.c. 水杯中。一週後前往查看，將其倒入塑膠罐（直徑 7.3cm、高 7.5cm）中保存，並標明收集日期、樣區名稱與採集方法。
2. 黃色黏蟲紙(yellow sticky papers, YSP)：昆蟲飛行時主動或被動靠近而黏上，樣區內找出一株樣株並於樹幹上 100，200cm 二處，約在胸高(D)與舉手高(U)；以釘鎗固定在樹幹上或捲成圓筒狀吊在樹叢中，收取時以塑鋼網為隔板，放在黏膠面，避免黏在一起傷及標本，以樣區為單位，裝入 10 號夾鍊袋，保存於冷藏庫。
3. 花生醬誘集器(Peanut butter bait trap, PBT)：採集如灶馬及蟋蟀的直翅類昆蟲 (Yang *et al.*, 1994)，而蜚蠊及部分雙翅目均能以此方法調查。
4. 吊網(Moth trap, MOT)以及鳳梨皮(Pineapple, PAP)：誘集蛾類等鱗翅目及果實蠅等雙翅目昆蟲以採集植物性腐果分解者。

四、存證標本編號保存及蒐藏

收標本後之存證標本，依吊網(Moth trap, MOT)、鳳梨皮(Pineapple, PAP)、掉落式陷阱杯(Pit fall, PF)、黃色黏蟲紙(yellow sticky paper, YSP)、及花生醬誘集器(Peanut butter bait trap, PBT)都要和掃網(sweep, SWP)、捕網(Aero nets, AN)、枯落葉物搜集(Litters, LIT)、徒手採集(free hand pick-up, HP)等代碼寫出每一件存證標本之編碼，以便日後再比對，編碼系列：“採集日期—研究站—樣區—調查(採集方法)—形態種標號(筆數)—個體數”，未來可利用條碼系統管理以便應用。浸液標本保存在 70-75%酒精，而黃色黏蟲紙則以隔網分隔後放在冰箱低溫冷藏庫，以防止發霉，延長保存期限，提高可用性，增加利用價值。

五、昆蟲資源調查室內工作流程：

- 1.分蟲？ 編標本碼？ 登錄採集資料(如採集日期、地點、方法、採集者)。
- 2.鑑定？ 填鑑定資料表。
- 3.輸入資料庫以便分析。
- 4.建立後設資料。

第三章 結論與建議

第一節 結論

(一) 昆蟲群聚組成之特性綜合各樣區之調查結果

表二顯示武陵昆蟲調查結果三個樣區共採得 3660 隻，鑑定結果為 16 目 92 科。依楊（2001）其理論科數應為 864 科，以理論科數百分比而言，雙翅目及鞘翅目較高，分別為 20.9% 及 14.0%，而實採科數百分比也一樣，是這二目最多，分別佔 28.3% 及 17.4%。利用科級相對多樣性分析結果彈尾目 87.5% 最高，其原因是彈尾目實採科已佔理論 8 科的大部分，此區彈尾目的科級多樣性是一特色。

武陵地區昆蟲群聚之特性綜合第一年各樣區之調查結果，以雙翅目最多，主要是果蠅科被吊網的鳳梨皮吸引，數量特別多，其實只是個體數多，生物量其實不大，因為此科體長均小於 4mm（胡等，2002），所以用體型大小換算生物量結果應不高，但可能為穩定的昆蟲來源。鞘翅目在七家灣溪繁殖場的數量最多，與雙翅目（435 隻）相較，差異顯著，但主要為隱翅蟲科（Staphylinidae）及出尾蟲科（Nitidulidae）分別為 650 及 46 隻，以分解者居多，在高山溪則為 101 及 28 隻，在有勝溪則為 249 及 147 隻，出尾蟲在有勝溪樣區數量顯著多於其他樣區的原因可能為吊網鳳梨皮風乾之後，吸引出尾蟲這類分解者所致。由表二可得知彈尾目（Collembola）在繁殖場顯然比其他兩樣區少，可見其地表及表土成熟度和安定性都不如高山溪及有勝溪，可能是繁殖場樣區在七家灣溪畔，靠近行水區，枯落物容易被沖走，而有勝溪在天災後樣區附近的植被受到影響，覆蓋情形不如水災前佳，可能造成蟲個體數下降，也可能是因為山坡較陡落葉層無法聚集所造成。而表三可見，出尾蟲是在四月出現最多，這個情形在隱翅蟲也一樣，因此表三可見各目在調查期間均有減少趨勢，而且在 6 月後主要組成的雙翅目、鞘翅目、彈尾目、同翅目、膜翅目所調查到的科數，均大幅下降（圖 7），可能受天災之影響，而雙翅目則可能受影響較小，6 月總個體數 260，而 8 月及 10 月均有 285 隻及 284 隻，不降反而小幅上升，推測可能是因為雙翅目的生活史短，受干擾衝擊後之恢復較快，這一點應可由鱗翅目等其他生活史長的昆蟲得到證明，但數據顯示並不是規律性的，也不一致，然而地面活動的昆蟲如蜚蠊目則有顯著變化（表三），彈尾目也有大幅下降的情形，而半翅目也相近，只是 8 月份有些若蟲數量較多所致，植食性受到影響可能較易恢復，新孵化的若蟲出現在掃網採集之部分較多。干擾造成的變化可能與季節性變化有關，若明年繼續累積資料，可供各年同月份之比較及干擾先後造成的差異分析。？翅目只在繁殖場 4 月份調查到，而另有未參與分析之桃山西溪的樣區中曾在 4 月發現？翅目數量多，且在落

葉收集桶上聚集交尾(圖 8),其他參與比較之樣區卻都未曾發現,與水生昆蟲調查結果相較可以更了解水中生物量輸出(Out Put)及其屍體再輸入的情形,有利生態模式分析。

(二) 各樣區之昆蟲組成

桃山西溪、桃山北溪調查至六月,昆蟲調查樣區遭天災破壞擬更新樣區位置,因而調查結果未參與期末報告之分析。而繁殖場與其他樣區匯入七家灣溪的高山溪及下游加入之有勝溪三個樣區雖受摧殘但仍能繼續使用以便未來長程之比較及監測。由圖 9,武陵地區的昆蟲組成主要為鞘翅目及雙翅目各佔 38.9%及 36.7%,其次為彈尾目佔 8.5%,再其次為同翅目 5.2%、膜翅目 4.6%、半翅目 3.6%,而鞘翅目以隱翅蟲科(Staphylinidae)最多佔 70.2%,而雙翅目以果蠅科(Drosophilidae)最多佔 64.2%;依功能群特性來看,隱翅蟲科為分解者的昆蟲,而果蠅科亦為分解者或植食性昆蟲,故武陵地區的調查結果可能較偏向分解者居多的狀態,而在各樣區內各目的組成百分比,高山溪與有勝溪的組成比例較相近,主要以雙翅目為主,而繁殖場較特殊,以鞘翅目為主要組成份,由此結果隱翅蟲及果蠅這兩科的昆蟲大部分都是在鳳梨皮的調查方法採到的,此方法對此二類分解者的誘集效果較好,不失為未來監測的較佳調查法。而各樣區之昆蟲組成分別討論如下:

1. 繁殖場樣區

雖受摧殘但因樣區較高且該河段河面較寬廣,而未完全停用,此區之調查結果,各科數之個體數比較,各目組成(圖 10),鞘翅目最多,雙翅目次之,而第三多的為膜翅目,但數量差異極大(表四),鞘翅目中以隱翅蟲科(Staphylinidae)最多,為 650 隻佔鞘翅目的 80.1%。而雙翅目中則以果蠅科(Drosophilidae)最多,佔雙翅目的 67%。

2. 高山溪樣區

雙翅目最多,鞘翅目次之,第三也為膜翅目和同翅目相差極小,其他科級討論和第一樣區相近。

3. 有勝溪樣區

最多的雙翅目和鞘翅目差異不顯著,第三為彈尾目。

(三) 昆蟲群聚結構分析

1. 昆蟲科級相對多樣性:

武陵地區科級相對多樣性(圖 11)的結構較相近於瑞岩溪,而與關刀溪相比較下,武陵地區在各目的科級多樣性較偏重於彈尾目(87.5%)外,整體的歧異度較

低；雖然纓翅目(20.0%)、捻翅目(20.0%)、等翅目(16.7%)的科級多樣性值位居第三、四、五位，但由於其實採科數僅一科，因理論科數較少之故所致(表四)，反而於此地區主要組成的雙翅目、鞘翅目、同翅目、彈尾及膜翅目(圖 9)，由於其理論科數較多而無法在科級多樣性表現其原有的比例。

2. 樣區間之比較：

利用 NTSYS-PC 2.02i 軟體，以科為特徵，分別以樣區及月份為 OTU, Jaccard 係數分析 UPGMA 歸群。以樣區來看，高山溪與有勝溪被歸為同一群，而繁殖場自成一群(圖 12)；高山溪與有勝溪相近的原因可能是調查時間才一年，累積的分類群尚不夠多，或因為分析方法中利用 Jaccard 係數可能因高山溪與有勝溪的環境不同，昆蟲相也不同，因此兩者間都未發現的分類群數目較多，分析結果兩樣區反而較相似所致；第一年的成果因時間較短，目前累積科數調查次數仍在增加之中(圖 6)，利用歸群分析來探討樣區間昆蟲群聚的關係，可能造成誤謬，未來繼續調查、分蟲、鑑定，累積足夠的科數再分析，預計可以達到以昆蟲科級群聚組成來探討棲地特性的目的。

3. 月份間之變化：

以月份來看，4、6 月及 8、10 月歸為兩群，但是以同樣的分析，探討不同月份調查結果，時間上的相似性可能由圖 13 明顯分出兩群，其中春夏季(4 月及 6 月)的昆蟲科級組成相近聚為一群，而秋季(8 月及 10 月)形成更相似的一群，由這個結果，正可以支持天災前後昆蟲群聚有所差異的部份原因，但如前述，可能尚有季節變遷的自然本質因素，然而由歸群結果可解釋為差異明顯，否則，歸群圖如有季節變遷因素，6 月及 8 月也可能聚在一群。

(四) 昆蟲功能群分析

由武陵地區各科之功能群(附錄二)可計算出武陵地區昆蟲的食性組成在成蟲期初級消費者佔 43.68%，次級消費者佔 18.39%、分解者佔 37.93%(圖 14)，而藉此功能群的方式推估其幼蟲期初級消費者佔 34.91%，次級消費者佔 24.30%、分解者佔 40.19%(圖 15)，由成蟲期的食性組成換算為食物塔，次級消費者/初級消費者/分解者為 1:2.4:2.1，顯示分解者較少，其結構並不如幼蟲期 1:1.4:1.7 所呈現的穩定，而分解者的昆蟲多位於落葉層，但濱岸帶的地表層並不安定，容易因河水沖刷將地表的落葉層帶走，進而帶走其中的昆蟲，導致許多昆蟲直接輸入水域生態系，另一組營養源調查枯落物的林幸助教授亦發現沖入河中的枯落物中，部分為昆蟲等物質(個人通訊)，在風災前調查亦發現於河床

有許多落葉層的堆積，而此部份在未來的水域生態系亦是調查的重點，設計特殊的方法調查陸域昆蟲經由此法進入溪流的量，以便探討濱岸帶直接輸入的昆蟲對生態系的影響。

就植食性昆蟲而言，在本年度調查偏高，其中為雙翅目、鞘翅目、同翅目、膜翅目、彈尾目、半翅目等。若以森林害蟲皆為植食性而言，以張等（1986）台灣林木害蟲統計結果（楊，1997）同翅目最多，603 種佔 42.0%，鱗翅目 417 種佔 29.0%，鞘翅目 284 種佔 19.8%，其他較少的目佔 5% 以下，包括雙翅目、直翅目及鞘翅目，最少的是膜翅目 20 種，只佔 1.1%。但在武陵調查結果以個體數而言，鞘翅目最多，而雙翅目次之，如果以相同分類群而言，利用科級單位比較雖然分類系統有差異，但武陵地區昆蟲各目實採科數比較結果（表四），雙翅目 26 科，最多佔 28.3%，其次為鞘翅目 16 科佔 17.4%，再其次為同翅目 8 科佔 8.7%，而彈尾目及鱗翅目均為 7 科均佔 7.6%，以此而論，武陵調查結果與實際林木害蟲之組成可能尚有差異存在，若以中國南方的例子而言，中南林學院（1991）之南方森林害蟲名錄統計結果（表五），相較於本調查，則其鱗翅目科數（18 科）及種數（53 種）均為最多，而其次為同翅目 9 科（17.3%）10 種（8.8%），單以此而論，初步可以推斷，調查一年之數據中，植食性昆蟲之組成相去甚遠，尚待繼續調查，必要時將針對植物之冠層做全面性採集，以釐清此一差異產生的原因。當然武陵地區植食性昆蟲不單只是取食林木，其他草食性及取食果實等其他部位者應該也會陸續在調查中出現，植食性昆蟲的取食部位亦值得分析，以便更了解功能群的多樣性。

第二節 建議

本年度昆蟲調查結果許多與自然規律不符或少幅變化，並不全然由於風災所造成的，但這兩個干擾造成調查結果無法得到合理解釋是一個事實，例如彈尾目（Collembola）在繁殖場顯然比其他兩樣區少，可見其地表及表土成熟度和安定性都不如高山溪及有勝溪，可能是繁殖場樣區在七家灣溪畔，靠近行水區，枯落物容易被沖走，而有勝溪在天災後樣區附近的植被受到影響，覆蓋情形不如天災前佳，可能因而造成蟲個體數下降，也可能是因為山坡較陡落葉層無法聚集所造成。因為第一年的結果尚不足以說明真實的現象，此一推論單就本年度之分析結果初步推論，冀望接下來的後續調查可以累積更多資料，至少應有同月份的資料供比較分析今年所發生的天災對武陵七家灣溪濱岸生態系干擾所造成的衝擊，今年的資料正好是以後同月份比較的基礎，這可能是彌補事前沒有調查資料為背景供今年比較分析的憾事。因此這一份期末報告將是未來分析的基礎資料，因此，雖然資料不是很豐富，但是分析主要的項目供未來比較，至於其他樣區未參與分析者將可於後續調查設計中繼續調查提供更多組比較數據，以釐清颱風及豪雨對武陵地區影響之事實。

參考書目

- 中南林學院。1992。南方森林害蟲綜合管理。湖南師範大學出版社。湖南省。301 頁。
- 汪靜明。1994。子移的國寶 - 台灣櫻花鉤吻鮭專集。內政部營建署雪霸國家公園管理處。八十三年度研究報告。185 頁。
- 林幸助。2002。武陵地區生態系監測與模式建構規劃。內政部營建署雪霸國家公園管理處。九十一年度研究報告。35 頁。
- 林幸助、楊小慧。2001。水域生態系模式的建構。中華藻類學會簡訊。5(2): 1-6。
- 林信輝。2002。野溪自然生態工法評估指標及設計參考圖冊之建立。行政院農業委員會水土保持局。九十一年度研究報告。255 頁。
- 丘明智。2004。武陵地區溪流之水棲昆蟲群聚結構及水質監測。國立中興大學昆蟲系碩士論文。95 頁。
- 胡峻毓、楊正澤、吳海音。2002。關刀溪森林生態系之長尾麝鼯 (*Crocidur tadae kurodai*) 消化道內含物之昆蟲碎片分析。台灣昆蟲 22: 147-155。
(NSC87-2621-B-005-008-A07) (NSC 88-2621-B-005-008-A10) (NSC 89-2313-B-005-102)
- 唐立正。2002。雪霸國家公園昆蟲相之調查研究 - 雪見地區。內政部營建署雪霸國家公園管理處。九十一年度研究報告。98 頁。
- 貢穀紳。1978。昆蟲學上冊。國立中興大學農學院出版。台中。274 頁。
- 貢穀紳。1992。昆蟲學中冊。國立中興大學農學院出版。台中。275-763 頁。
- 貢穀紳。1996。昆蟲學下冊。國立中興大學農學院出版。台中。388 頁。
- 郭仕強。2002。台灣東部水璉海岸林生態系節肢動物群聚之探討。國立中興大學昆蟲系碩士論文。84 頁。
- 郭城孟。1995。七家灣溪潛在植被之研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處。八十四年度研究報告。39 頁。
- 郭美華。2003。武陵地區水生昆蟲研究(二)。內政部營建署雪霸國家公園管理處。九十二年度研究報告。45 頁。
- 陳明義、許博行、吳聲海。2001。關刀溪森林生態系。國立中興大學實驗林管理處出版。台中市。164 頁。
- 梁立明、楊淑燕、楊正澤、陳明義。1999。關刀溪森林生態系變葉新木薑子與長葉木薑子蟲癭之發育。林業研究季刊 21(2): 75-89。
- 曾晴賢。2002。櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查(五)。內政部營建署雪霸國家公園管理處。九十一年度研究報告。36 頁。

- 張玉珍、洪麗梅。1986。台灣林木害蟲及其寄主植物名錄。林業叢刊第 25 號。台灣省林業試驗所。282 頁。
- 葉昭憲、段錦浩、連惠邦。2001。七家灣溪河床棲地改善之試驗研究(四)。內政部營建署雪霸國家公園管理處。九十年度研究報告。72 頁。
- 馮豐隆、楊正澤、蔡尚直。1998。以東北角海岸國家風景特定區之植生與昆蟲為例探討整合性森林資源調查與監測系統之建立。國立中興大學農林學報 47(3): 67-87。
- 楊平世、林曜松、黃國靖、梁世雄、謝森和、曾晴賢。1986。武陵農場河域之水棲昆蟲相與生態調查。農委會 75 年生態研究第 1 號。48 頁。
- 楊平世、謝森和。2000。以水棲昆蟲之群聚結構及功能組成監測七家灣溪環境品質。櫻花鉤吻鮭研究保育研討會論文集。pp.151-177。農委會、特生中心、營建署及雪霸公園管理處編印。
- 楊正澤。1995。利用黃色粘蟲紙調查惠蓀實驗林場第三林班昆蟲資源。國立中興大學實驗林研究報告 17(1): 77-91。
- 楊正澤。1997。昆蟲分類與害蟲防治。中華昆蟲特刊第十號。41-55 頁。
- 楊正澤。2000。瑞岩溪野生動物重要棲息環境昆蟲相調查 - 森林下層永久樣區昆蟲調查及林道樣段。行政院農業委員會林務局保育研究系列-89-04 號。62 頁。
- 楊正澤。2003a。森林昆蟲群聚生態功能多樣性分析 - 以科級分類群為基礎。pp 35-58。「第四次野生動物研究與調查方法」研討會論文集。2003 年 11 月 07 日。台北。野生動物保護基金會編。104 頁。
- 楊正澤。2003b。香港大嶼山昆蟲相調查初報。pp 61-79。「第三次香港野生動植物現況與保育研討會 - 大嶼山離島的資料更新與生態保育」論文集。2003 年 12 月 19 日。香港。野生動物保護基金會編。127 頁。
- 楊正澤、吳海音、胡峻毓。1999。關刀溪森林生態系華南鼬 (*Mustela sibirica* Pallas) 排遺之昆蟲碎片分析初報。林業研究季刊 21(2): 1-7。
- 楊正澤、陳明義、江英煜。2001a。關刀溪森林生態系著生植物基質中無脊椎動物群聚之生物多樣性。台灣昆蟲 21(2): 99-117。
- 楊正澤、陳明義、江英煜。2001b。關刀溪森林生態系著生植物基質中蟻客之昆蟲群聚。林業研究季刊。23 (4): 31-44。
- 趙仁方。2002。櫻花鉤吻鮭棲息地水生昆蟲監測調查。內政部營建署雪霸國家公園管理處。九十一年度研究報告。51 頁。
- 蔡尚直、楊正澤、馮豐隆。1998。吊網應用於東北角海岸國家風景特定區之昆蟲資源調查與監測。中興大學實驗林研究彙刊 20(2): 51-64。

- 鄭樂怡、歸鴻。1999。昆蟲分類上冊。南京師範大學出版社。中國南京。524 頁。
- 鄭樂怡、歸鴻。1999。昆蟲分類下冊。南京師範大學出版社。中國南京。525-1070 頁。
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn, and N. F. Johnson.** 1989. An introduction to the study of insects (6th ed.). Saunders College Publishing, San Francisco. 875 pp.
- Borror, D. J., and R. E. White.** 1987. A field guide to insects of America north of Mexico. Houghton Mifflin Company, Boston, New York. 404 pp.
- Brown JR, K. S.** 1989. Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators. In N. M. Collins, and J. A. Thomas ed. The conservation of insects and their habits. Department of Physics Lecture Theatre Imperial College, London. 450 pp.
- CSIRO.** 1970. The insects of Australia. Melbourne University Press, Canberra. 1029 pp.
- Needham, J. G., J. R. Traver, and Y. C. Hsu.** 1935. The Biology of mayflies with a systematic account of North American species. Comstock, Ithaca. 759 pp.
- Nakane, T., O. Kazuo, N. Shizumun, and K. Yoshihiko.** 1963a. Iconographia insectorum Japonicorum colore naturali edita Volumen II (Coleoptera). Hokuryukan, Tokyo. 433 pp (in Japanese).
- Nakane, T., O. Kazuo, N. Shizumun, and K. Yoshihiko.** 1963b. Iconographia insectorum Japonicorum colore naturali edita Volumen III. Hokuryukan, Tokyo. 358 pp (in Japanese).
- Peterson, A.** 1960. Larvae of insects, Part II, Coleoptera, Diptera, Neuroptera, Siphonaptera, Mecoptera, Trichoptera. Edwards Brothers, Inc., Ohio. 416 pp.
- Shiraki, T.** 1954. Entomological taxonomy. Hokuryukan, Tokyo. 961 pp (in Japanese).
- Soldà, T., and J. T. Yang.** 2003. Mayflies (Ephemeroptera) of Taiwan: Species composition, taxonomic shifts, distribution and biogeographical analysis. Research Update on Ephemeroptera & Plecoptera 413-420.
- White, R. E.** 1983. A field guide to the beetles of North America. Houghton Mifflin Company, Boston, New York. 368 pp.
- Yang, J. T., J. T. Chao and W. Y. Liu.** 1994. Collecting crickets (Orthoptera: Gryllidae) using peanut butter bait traps. J. Orthoptera Research 3: 87-89.
- Yang, S. Y., J. T. Yang and M. Y. Chen.** 1999. Preliminary notes on the three Cecidomyiids (Diptera) galls on *Machilus thunbergii* Hay. (*Lauraceae*) in the

Guandaushi forest of central Taiwan. *Bot. Bull. Acad. Sinica* 40: 153-158.

Yuan, F. 1996. *Insect taxonomy*. China Agriculture press, Beijing China. 431 pp.

表一、武陵地區昆蟲調查各樣區之陷阱設置情形

樣區 名稱	吊網 (MOT)	鳳梨皮 (PAP)	掉落式陷阱 (PF)	黃色粘蟲紙 (YSP)	花生醬 (PBF)	枯落物 (LT)
桃山北溪	2,4,6,8,10月	2,4,6,8,10月	2,4,6,8,10月	2,4,6,8,10月	2,6,8,10月	2,4,6,8,10月
桃山西溪	2,4,6,8,10月	2,4,6,8,10月	2,4,6,8,10月	2,4,6,8,10月	2,6,8,10月	2,4,6,8,10月
繁殖場	2,4,6,8,10月	2,4,6,8,10月	2,4,6,8,10月	2,4,6,8,10月	2,6,8,10月	2,4,6,8,10月
高山溪	4,6,8,10月	4,6,8,10月	4,6,8,10月	4,6,8,10月	6,8,10月	4,6,8,10月
有勝溪	2,4,6,8,10月	2,4,6,8,10月	2,4,6,8,10月	2,4,6,8,10月	2,6,8,10月	2,4,6,8,10月

表二、武陵地區昆蟲調查各樣區個體數調查結果

	繁殖場	高山溪	有勝溪	Total
Collembola	15	111	185	311
Orthoptera	3	6	3	12
Blattaria	3	9	2	14
Isoptera	1	0	0	1
Dermaptera	0	0	3	3
Plecoptera	5	0	0	5
Hemiptera	11	35	87	133
Homoptera	30	63	96	189
Thysanoptera	0	3	4	7
Neuroptera	2	1	0	3
Coleoptera	807	187	430	1424
Strepsiptera	0	0	1	1
Diptera	435	347	562	1344
Trichoptera	2	0	1	3
Lepidoptera	15	19	8	42
Hymenoptera	50	64	54	168
Total	1379	845	1436	3660

表三、武陵地區昆蟲調查 2004 年 4、6、8、10 月個體數調查結果

Taxon		200404	200406	Subtotal	200408	200410	Subtotal
Collembola							
Entomobryidae	長角跳蟲科	40	40	80	9	24	33

	Hypogastruridae	球角跳蟲科	0	12	12	25	0	25
	Sminthridae	圓跳蟲科	2	74	76	0	0	0
	Isotomidae	等節跳蟲科	0	10	10	0	0	0
	Pseudachorutidae	擬亞跳蟲科	5	0	5	8	0	8
	Tomoceridae	鱗跳蟲科	0	0	0	0	2	2
	unknown	unknown	4	15	19	2	39	41
	Subtotal		51	151	202	44	65	109
Orthoptera								
	Rhaphidophoridae	穴蠹科	3	0	3	3	0	3
	Acrididae	蝗科	0	2	2	0	0	0
	Tetrigidae	菱蝗科	0	0	0	0	1	1
	unknown	unknown	0	3	3	0	0	0
	Subtotal		3	5	8	3	1	4
Blattaria								
	Blattellidae	姬蠊科	0	10	10	0	2	2
	Epilampridae	光蜚蠊科	0	0	0	0	1	1
	unknown	unknown	0	0	0	1	0	1
	Subtotal		0	10	10	1	3	4
Isoptera								
	unknown	unknown	0	0	0	0	1	1
	Subtotal		0	0	0	0	1	1
Dermaptera								
	Arixeniidae	蠼? 科	1	0	1	0	0	0
	unknown	unknown	1	0	1	0	1	1
	Subtotal		2	0	2	0	1	1
Plecoptera								
	unknown	unknown	5	0	5	0	0	0
	Subtotal		5	0	5	0	0	0
Hemiptera								
	Reduviidae	獵椿科	2	0	2	2	1	3
	Coreidae	緣椿科	2	0	2	0	0	0
	Tingidae	軍配蟲科	0	0	0	2	1	3
	Miridae	盲椿科	1	0	1	0	0	0
	unknown	unknown	73	3	76	45	1	46

	Subtotal		78	3	81	49	3	52
Homoptera								
	unknown	unknown	0	5	5	1	0	1
	Psyllidae	木蝨科	3	0	3	0	0	0
	Membracidae	角蟬科	1	0	1	0	0	0
	Cercopidae	沫蟬科	0	0	0	5	0	5
	Fulgoroidea	飛蝨總科	0	0	0	21	1	22
	Aleyrodidae	粉蝨科	24	2	26	0	0	0
	APHIDOIDEA	蚜蟲總科	19	2	21	14	2	16
	Cicadellidae	葉蟬科	50	11	61	28	0	28
	Subtotal		97	20	117	69	3	72
Thysanoptera								
	unknown	unknown	2	4	6	1	0	1
	Subtotal		2	4	6	1	0	1
Neuroptera								
	Corydalidae	魚蛉科	0	1	1	1	0	1
	Chrysopidae	草蛉科	0	1	1	0	0	0
	unknown	unknown	0	0	0	0	0	0
	Subtotal		0	2	2	1	0	1
Coleoptera								
	unknown	unknown	24	19	43	12	6	18
	Mycetophagidae	小蕈甲蟲科	54	0	54	0	0	0
	Scolytidae	小蠹蟲科	18	4	22	3	0	3
	Cerambycidae	天牛科	0	0	0	1	1	2
	Cryptophagidae	木吸蟲科	2	0	2	0	0	0
	Nitidulidae	出尾蟲科	172	42	214	4	3	7
	Carabidae	步行蟲科	1	2	3	1	0	1
	Mordellidae	花蚤科	1	0	1	0	0	0
	Chrysomelidae	金花蟲科	4	4	8	6	7	13
	Cleridae	郭公蟲科	0	1	1	0	0	0
	Cantharidae	菊虎科	3	11	14	2	0	2
	Curculionoidea	象鼻蟲科	3	1	4	0	0	0
	Coccinellidae	瓢蟲科	3	1	4	0	0	0
	Tenebrionidae	擬步行蟲科	3	3	6	1	0	1

	Staphylinidae	隱翅蟲	642	278	920	31	49	80
	Dermestidae	鯪節蟲科	0	1	1	0	0	0
	Subtotal		930	367	1297	61	66	127
Strepsiptera								
	unknown	unknown	0	0	0	0	1	1
	Subtotal		0	0	0	0	1	1
Diptera								
	unknown	unknown	16	25	41	45	6	51
	Culicidae	蚊科	1	0	1	0	0	0
	Tipulidae	大蚊科	2	0	2	0	0	0
	Heleomyzidae	日蠅科	3	0	3	0	0	0
	Xylophagidae	木虻科	2	0	2	0	0	0
	Drosophilidae	果蠅科	369	182	551	117	195	312
	Anthomyiidae	花蠅科	2	0	2	0	0	0
	Dolichopodidae	長足虻科	6	0	6	1	0	1
	Coleopidae	扁蠅科	1	0	1	0	0	0
	Syrphidae	食蚜科	3	0	3	0	0	0
	Muscidae	家蠅科	0	1	1	0	0	0
	Phoridae	蚤蠅科	20	1	21	0	0	0
	Tachnidae	寄蠅科	2	1	3	0	0	0
	Chloropidae	稈蠅科	16	0	16	13	1	14
	Fanniidae	廁蠅科	7	11	18	45	40	85
	Chamaemyiidae	斑腹蠅科	10	7	17	24	1	25
	Mycetophilidae	黑翅蕈蚋	9	13	22	3	13	16
	Lonchaeidae	黑豔蠅科	0	2	2	2	0	2
	Psychodidae	蛾蚋科	7	0	7	0	0	0
	Empididae	舞虻科	1	0	1	0	0	0
	Agromyzidae	潛蠅科	1	0	1	0	0	0
	Sciaridae	蕈蚋科	19	6	25	14	16	30
	Calliphoridae	麗蠅科	0	1	1	2	0	2
	Ceratopogonidae	蠓科	2	0	2	5	4	9
	Cecidomyiidae	癭蚋科	8	10	18	14	8	22
	Lauxaniidae	? 蠅科	8	0	8	0	0	0
	Subtotal		515	260	775	285	284	569

Trichoptera								
unknown	unknown	2	0	2	0	1	1	
Subtotal		2	0	2	0	1	1	
Lepidoptera								
unknown	unknown	16	8	24	0	4	4	
Geometridae	尺蠖蛾科	1	0	1	5	0	5	
Lasiocampidae	枯葉蛾科	0	0	0	1	0	1	
Lymantriidae	毒蛾科	0	0	0	1	0	1	
Noctuidae	夜蛾科	0	0	0	2	1	3	
Pyralidae	螟蛾科	0	0	0	1	2	3	
Nymphalidae	蛺蝶科	0	0	0	0	0	0	
Subtotal		17	8	25	10	7	17	
Hymenoptera								
unknown	unknown	7	2	9	4	0	4	
Chalcidoidea	小蜂總科	22	17	39	56	2	58	
Vespidae	胡蜂科	0	0	0	2	3	5	
Ichneumonidae	姬蜂科	14	5	19	10	2	12	
Apidae	蜜蜂科	0	0	0	2	0	2	
Formicidae	蟻科	8	0	8	8	4	12	
Subtotal		51	24	75	82	11	93	

表四、武陵地區科級相對多樣性

目名	理論科數 (a)	理論科數百 分比(%)	武陵地區實 採科數(b)	武陵地區實採 科數百分比(%)	科級相對多樣性 (b/a)(%)
Collembola	8	0.9	7	7.6	87.5
Diptera	121	14.0	26	28.3	21.5
Thysanoptera	5	0.6	1	1.1	20.0
Strepsiptera	5	0.6	1	1.1	20.0
Isoptera	6	0.7	1	1.1	16.7
Homoptera	61	7.1	8	8.7	13.1
Dermaptera	10	1.2	2	2.2	20.0
Neuroptera	21	2.4	3	3.3	14.3
Coleoptera	181	20.9	16	17.4	8.8
Blattaria	28	3.2	3	3.3	10.7
Hemiptera	77	8.9	5	5.4	6.5
Hymenoptera	99	11.5	6	6.5	6.1
Lepidoptera	124	14.4	7	7.6	5.6
Orthoptera	68	7.9	4	4.3	5.9
Plecoptera	11	1.3	1	1.1	9.1
Trichoptera	39	4.5	1	1.1	2.6
Total	864		92	100.0	10.6

表五、林木害蟲各目科數及物種數(中南林學院(1992))

分類群	科數	種數
等翅目	2	3
竹節蟲目	1	1
直翅目	3	4
半翅目	5	7
同翅目	9	10
鱗翅目	18	53
鞘翅目	8	25
膜翅目	4	8
雙翅目	2	2
總計	52	113



圖 1-1. 桃山北溪昆蟲調查樣區各小區相對位置。



圖 1-2. 桃山北溪樣區受天災破壞後重新設置之各小區相對位置



圖 2-1. 桃山西溪昆蟲調查樣區各小區相對位置。



圖 2-2. 桃山西溪樣區天災後重新設置之各小區相對位置



圖 3. 繁殖場昆蟲調查樣區各小區相對位置。



圖 4. 有勝溪昆蟲調查樣區各小區相對位置。

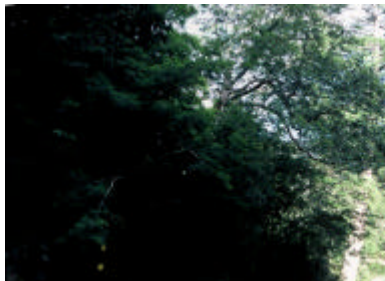


圖 5.高山溪昆蟲調查樣區各小區相對位置。

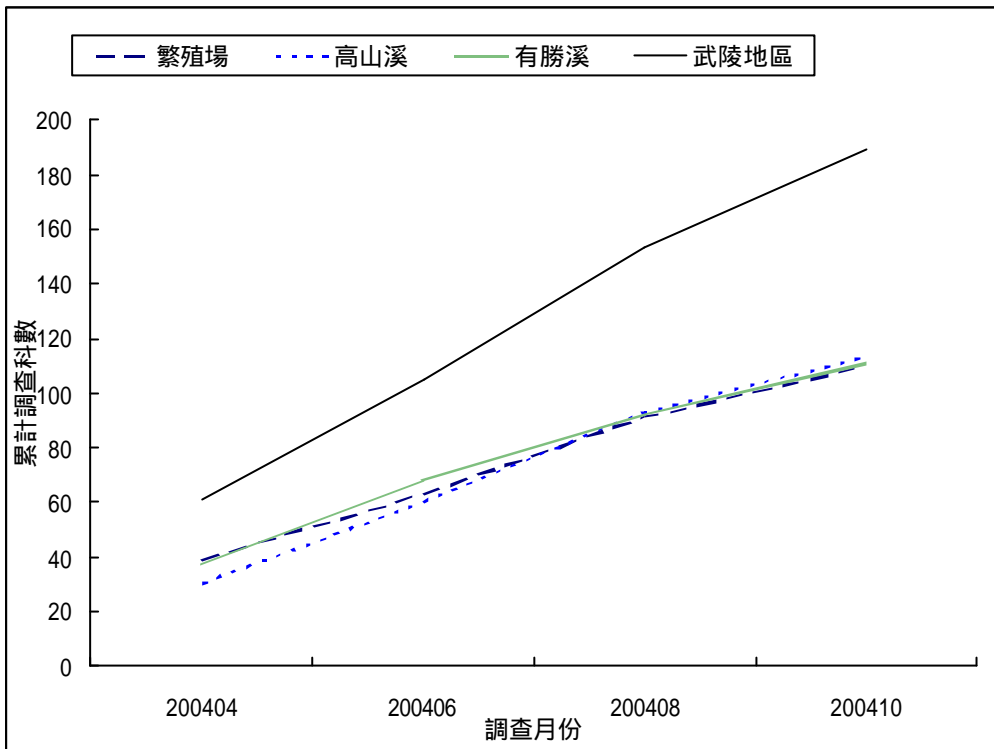


圖 6.武陵地區昆蟲調查累計科數變化

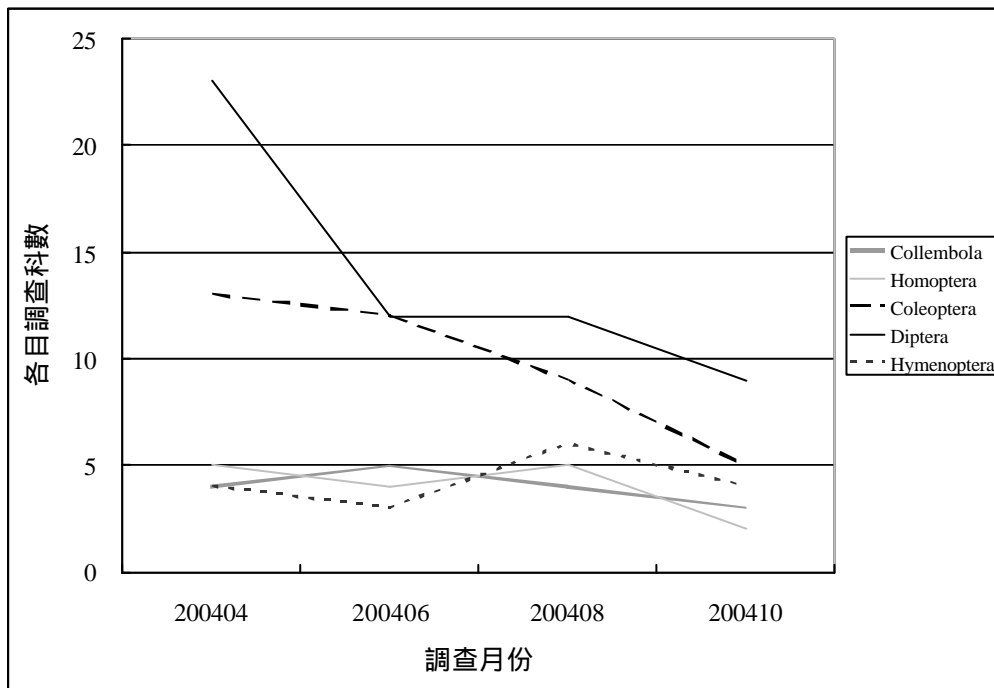


圖 7. 武陵地區各月份調查之科數變化。



圖 8. ? 翅目之石蠅(stone fly)交尾。

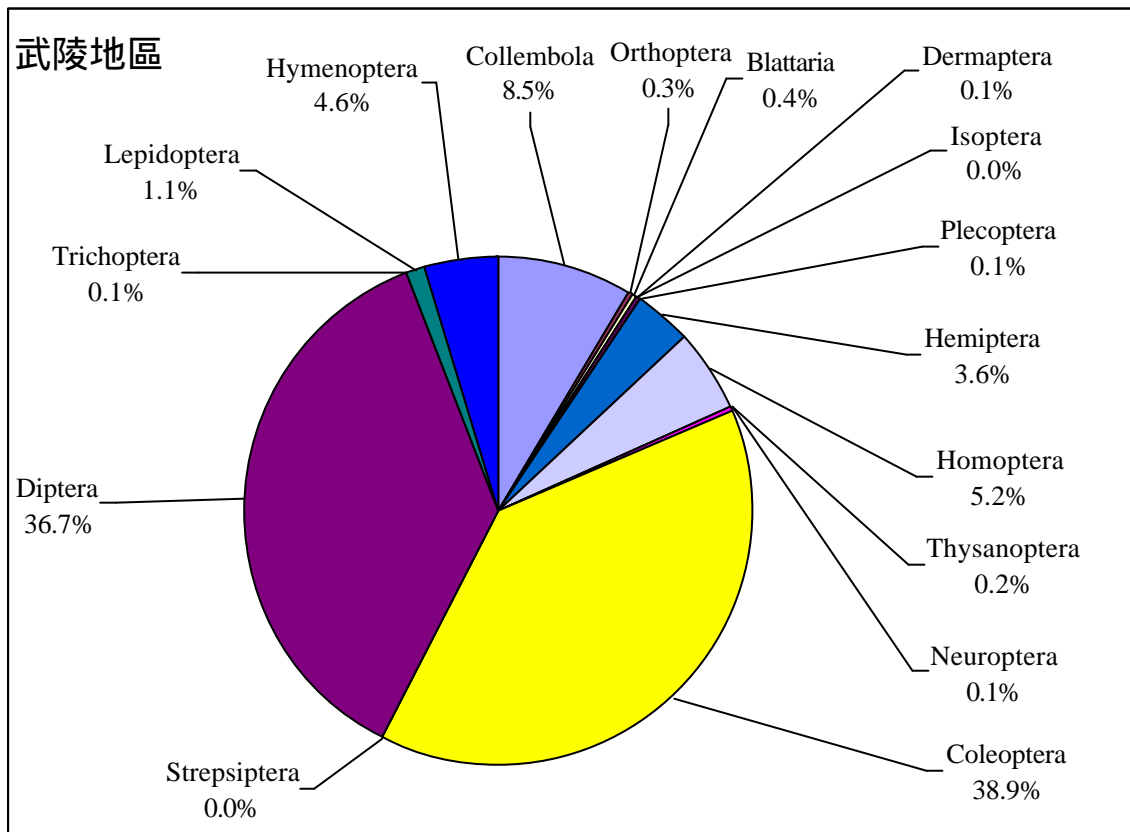


圖 9. 武陵地區昆蟲調查之各目個體數組成百分比。

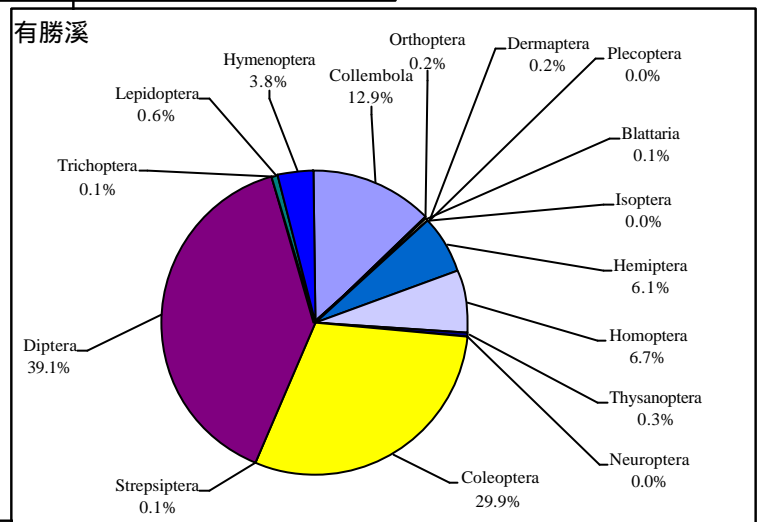
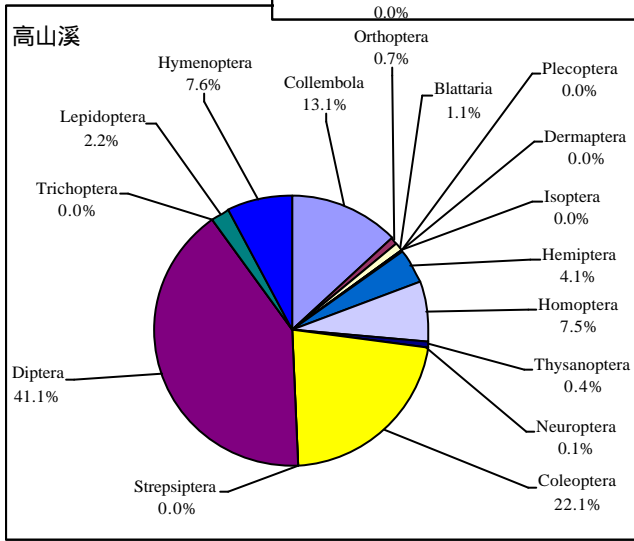
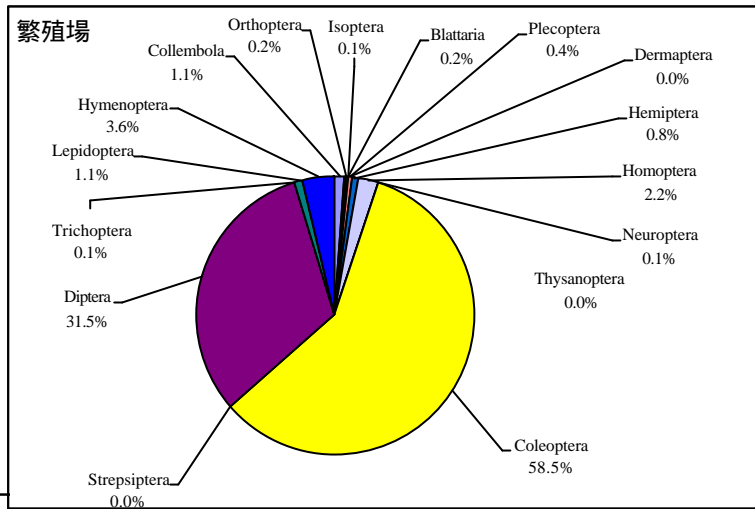


圖 10. 武陵地區昆蟲調查各樣區各目個體數組成百分比。

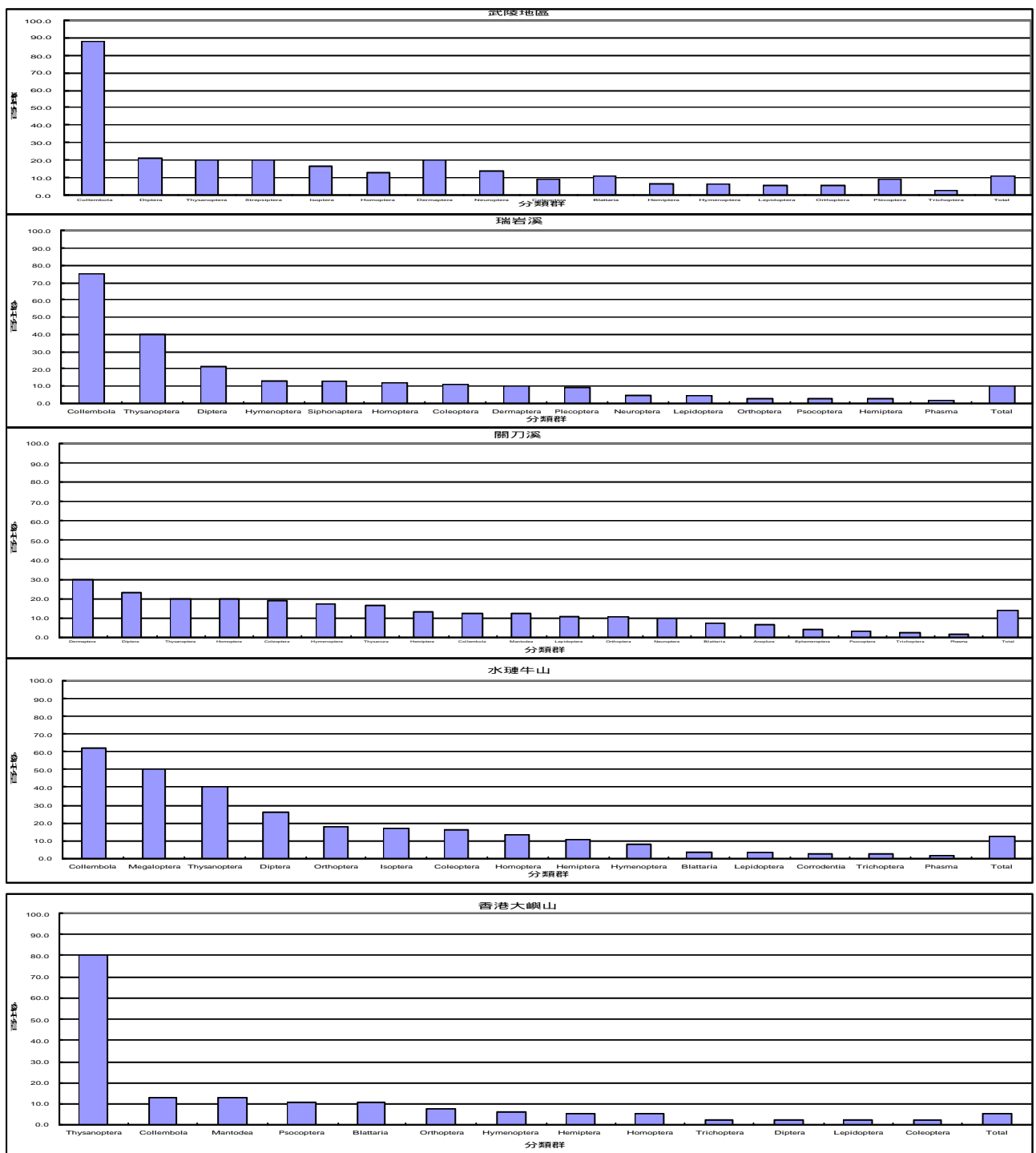


圖 11. 武陵地區、瑞岩溪、關刀溪、東部水璉牛山及香港大嶼山科級相對多樣性結構。

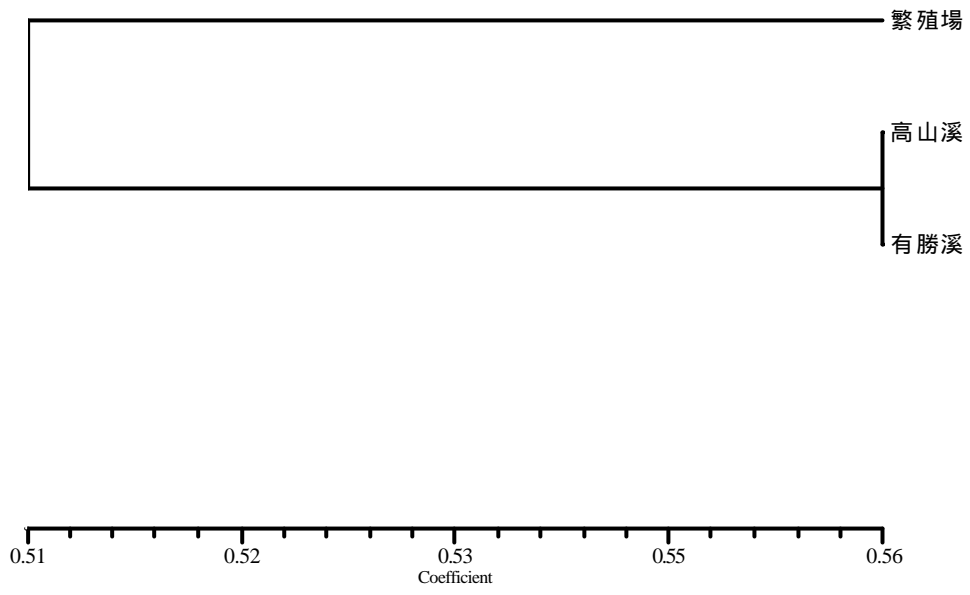


圖 12. 武陵地區昆蟲調查樣區間調查結果歸群。

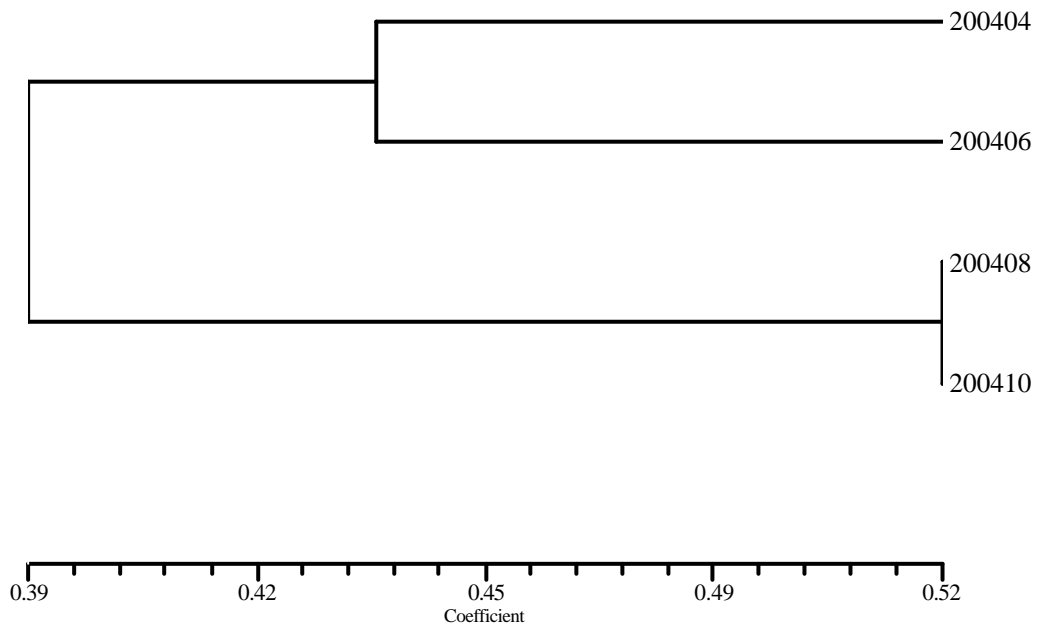


圖 13. 武陵地區昆蟲調查月份間調查結果歸群。

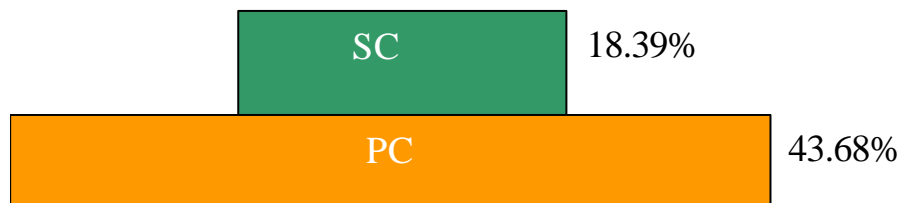


圖 14. 武陵地區昆蟲（成蟲期）之食物塔，分解者(D)、初級消費者(PC)及次級消費者(SC)之組成。

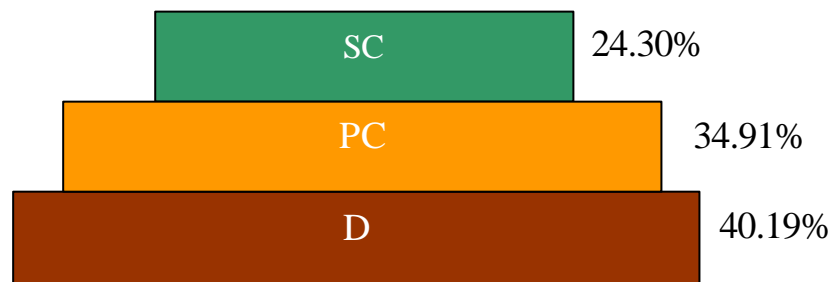


圖 15. 武陵地區昆蟲（幼蟲期）之食物塔，分解者(D)、初級消費者(PC)及次級消費者(SC)之組成。

附錄一、武陵地區昆蟲調查各樣區各月調查之個體數結果

目	科	中文名	繁殖場				高山溪				有勝溪			
			04	06	08	10	04	06	08	10	04	06	08	10
Collembola														
	Entomobryidae	長角跳蟲科	0	2	2	8	20	3	7	0	20	35	0	16
	Hypogastruridae	球角跳蟲科	0	1	0	0	0	11	22	0	0	0	3	0
	Sminthuridae	圓跳蟲科	0	0	0	0	2	0	0	0	0	74	0	0
	Isotomidae	等節跳蟲科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
	Pseudachorutidae	擬亞跳蟲科	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	8	0
	Tomoceridae	鱗跳蟲科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	unknown	unknown	2	0	0	0	0	0	2	39	2	15	0	0
Orthoptera														
	Rhaphidophoridae	穴螽科	1	0	1	0	1	0	2	0	1	0	0	0
	Acrididae	蝗科	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
	Tetrigidae	菱蝗科	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	unknown	unknown	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0
Blattaria														
	Blattellidae	姬螞蟻科	0	1	0	1	0	8	0	0	0	1	0	1
	Epilampridae	光蜚螞蟻科	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	unknown	unknown	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isoptera														
	unknown	unknown	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Dermaptera														
	Forficulidae	蠊? 科	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	unknown	unknown	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Plecoptera														
	unknown	unknown	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hemiptera														
	Reduviidae	獵椿科	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0
	Coreidae	緣椿科	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tingidae	軍配蟲科	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	Miridae	盲椿科	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	unknown	unknown	2	0	1	1	0	0	31	0	71	3	13	0

Diptera

unknown	unknown	4	11	8	1	4	6	7	1	8	8	30	4
Culicidae	蚊科	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tipulidae	大蚊科	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Heleomyzidae	日蠅科	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Xylophagidae	木虻科	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Drosophilidae	果蠅科	262	16	15	0	49	16	24	134	58	150	78	61
Anthomyiidae	花蠅科	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolichopodidae	長足虻科	1	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0
Coleopidae	扁蠅科	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Syrphidae	食蚜科	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muscidae	家蠅科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Phoridae	蚤蠅科	15	0	0	0	4	0	0	0	1	1	0	0
Tachnidae	寄蠅科	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chloropidae	稈蠅科	0	0	0	1	1	0	0	0	15	0	13	0
Fanniidae	廁蠅科	0	2	10	1	7	1	16	14	0	8	19	25
Chamaemyiidae	斑腹蠅科	0	0	5	0	6	5	1	1	4	2	18	0
Mycetophilidae	黑翅蕈蚋	4	9	3	4	0	2	0	9	5	2	0	0
Lonchaeidae	黑豔蠅科	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Psychodidae	蛾蚋科	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empididae	舞虻科	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agromyzidae	潛蠅科	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sciaridae	蕈蚋科	8	4	0	5	8	0	8	4	3	2	6	7
Calliphoridae	麗蠅科	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Ceratopogonidae	蠓科	0	0	1	0	2	0	1	4	0	0	3	0
Cecidomyiidae	癭蚋科	0	8	5	0	1	1	4	1	7	1	5	7
Lauxaniidae	? 蠅科	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Trichoptera

unknown	unknown	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
---------	---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Lepidoptera

unknown	unknown	13	0	0	0	3	5	0	1	0	3	0	3
Geometridae	尺蠖蛾科	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	0
Lasiocampidae	枯葉蛾科	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Lymantriidae	毒蛾科	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Noctuidae	夜蛾科	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Pyralidae	螟蛾科	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Nymphalidae	蛺蝶科	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hymenoptera													
unknown	unknown	5	0	1	0	1	1	1	0	1	1	2	0
Chalcidoidea	小蜂總科	3	2	14	0	5	12	24	1	14	3	18	1
Vespidae	胡蜂科	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
Ichneumonidae	姬蜂科	8	1	4	0	3	4	5	1	3	0	1	1
Apidae	蜜蜂科	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Formicidae	蟻科	3	0	6	1	1	0	2	1	4	0	0	2

附錄二、武陵地區昆蟲調查各目功能群一覽表

目	科	中文名	食性(成蟲)	食性(幼蟲)
雙翅目	Culicidae	蚊科	Pr	D
	Tipulidae	大蚊科	X	Ph, D
	Heleomyzidae	日蠅科	Ph	Ph
	Xylophagidae	木虻科	Ph	Ph
	Drosophilidae	果蠅科	Ph, D	Ph, D
	Anthomyiidae	花蠅科		Ph, Pa
	Dolichopodidae	長足虻科	Pa	Pa
	Coleopidae	扁蠅科	S	S, D
	Syrphidae	食蚜科	Pr	Pr
	Muscidae	家蠅科	S	S, D
	Phoridae	蚤蠅科	S	S, D
	Tachnidae	寄蠅科	Pa	Pa
	Chloropidae	稈蠅科	Ph	Ph
	Fanniidae	廁蠅科	Pr, S	Ph
	Chamaemyiidae	斑腹蠅科	X, Ph	Pr
	Mycetophilidae	蕈蚋科	X	D
	Lonchaeidae	黑豔蠅科	X	Ph
	Psychodidae	蛾蚋科	X	S
	Empididae	舞虻科	Pr, Ph	Pr
	Agromyzidae	潛蠅科	Ph	Ph
	Sciaridae	黑翅蕈蚋科	D	D
	Calliphoridae	麗蠅科	Pr, S	Pr, S
	Ceratopogonidae	蠓科	Ph	Pa, Ph, D
	Cecidomyiidae	癭蚋科	Ph, X	S, Ph, Pr
	Lauxaniidae	? 蠅科	D	D
	鞘翅目	Mycetophagidae	小蕈甲蟲科	D
Scolytidae		小蠹蟲科	Ph, D	Ph, D
Cerambycidae		天牛科	Ph	Ph
Cryptophagidae		木吸蟲科		D
Nitidulidae		出尾蟲科	D	D
Carabidae		步行蟲科	Pr, S	Pr, S

	Mordellidae	花蚤科	Ph	Pr, D
	Chrysomelidae	金花蟲科	Ph	Ph
	Cleridae	郭公蟲科	Pr	Pr
	Cantharidae	菊虎科	Pr	Pr
	Curculionoidea	象鼻蟲科	Ph	Ph, D
	Coccinellidae	瓢蟲科	Pr, Ph	Pr, Ph
	Tenebrionidae	擬步行蟲科	S, D	S, D
	Staphylinidae	隱翅蟲	S, D	S, D
	Dermeestidae	鯉節蟲科	S	S
同翅目	Psyllidae	木蝨科	Ph	Ph
	Membracidae	角蟬科	Ph	Ph
	Cercopidae	沫蟬科	Ph	Ph
	Fulgoroidea	飛蝨總科	Ph	Ph
	Aleyrodidae	粉蝨科	Ph	Ph
	Aphidoidea	蚜蟲總科	Ph	Ph
	Cicadellidae	葉蟬科	Ph	Ph
膜翅目	Chalcidoidea	小蜂總科	Ph	Pa, Pr
	Vespidae	胡蜂科	Pr, Ph	Pa, Pr
	Ichneumonidae	姬蜂科	Pa	Pa, Pr
	Apidae	蜜蜂科	Ph	Ph
	Formicidae	蟻科	Ph, S, D	Pr, Ph, S
彈尾目	Entomobryidae	長角跳蟲科	D	D
	Hypogastruridae	球角跳蟲科	D	D
	Sminthridae	圓跳蟲科	D	D
	Isotomidae	等節跳蟲科	D	D
	Pseudachorutidae	擬亞跳蟲科	D	D
	Tomoceridae	鱗跳蟲科	D	D
半翅目	Reduviidae	獵椿科	Pr	Pr
	Coreidae	緣椿科	Pr, Ph	Pr, Ph
	Tingidae	軍配蟲科	Ph	Ph
	Miridae	盲椿科	Pr, Ph	Pr, Ph
鱗翅目	Geometridae	尺蠖蛾科	X, Ph	Ph
	Lasiocampidae	枯葉蛾科	X, Ph	Ph
	Lymantriidae	毒蛾科	X, Ph	Ph

	Noctuidae	夜蛾科	X, Ph	Ph
	Pyralidae	螟蛾科	X, Ph	Ph
	Nymphalidae	蛺蝶科	Ph	Ph
直翅目	Rhaphidophoridae	穴螽科	S, D	S, D
	Acrididae	蝗科	Ph	Ph
	Tetrigidae	菱蝗科	Ph	Ph
蜚蠊目	Blattellidae	姬蠊科	S, D	S, D
	Epilampridae	光蜚蠊科	S, D	S, D
脈翅目	Corydalidae	魚蛉科	Pr	Pr
	Chrysopidae	草蛉科	Pr	Pr
積翅目	unknown	unknown	X	Pr
毛翅目	unknown	unknown	X	Pr
等翅目	unknown	unknown	D	Ph, D
纓翅目	unknown	unknown	Ph	Ph
革翅目	Forficulidae	蠖? 科	D, Ph	D, Ph
撚翅目	unknown	unknown	Pa	Pa

附錄三、武陵地區昆蟲調查隨機採集昆蟲照片

