

PG9703-0196

097-301020200G1-003

玉山國家公園共域性食蟲蝙蝠之族群
 監測及覓食生態研究 (2/3)
 Population Monitoring and Foraging Ecology of
 Sympatric Insectivorous Bats at Yushan National Park
 (2/3)



玉山國家公園管理處委託研究報告
 中華民國 97 年 12 月



玉山國家公園管理處

553 南投縣水里鄉中山路一段 300 號

網址：<http://www.ysnp.gov.tw/>

無障礙環境：電子信箱：tmc@ysnp.gov.tw

電話：(049) 2348237

總機：(049) 2773121 (代表)

傳真：(049) 2774846

玉山國家公園研究叢刊編號：1172

PG9703-0196

097-301020200G1-003

玉山國家公園共域性食蟲蝙蝠之 族群監測及覓食生態研究(2/3)

Population Monitoring and Foraging Ecology of
Sympatric Insectivorous Bats at Yushan National
Park (2/3)

受委託者：台灣蝙蝠學會

研究主持人：鄭錫奇

協同主持人：蔡淳淳

研究助理：周政翰

研究人員：胡伯齊、林芸安、

張倪禎、李秉容

玉山國家公園管理處委託研究報告
中華民國 97 年 12 月

目錄

目錄.....	I
表次.....	IV
圖次.....	V
照片次.....	VI
摘要.....	VII
英文摘要.....	X
第一章 緒論.....	1
第一節 玉山國家公園蝙蝠資源調查與長期監測.....	1
第二節 蝙蝠的生態角色.....	1
第三節 食蟲蝙蝠的回聲定位.....	2
第四節 計畫目標及進度.....	3
第二章 研究方法.....	5
第一節 蝙蝠調查方法.....	5
(一)設置調查樣區.....	5
(二)霧網調查法.....	5
(三)豎琴網調查法.....	5
第二節 優勢蝙蝠物種食性初探.....	6
(一)蝙蝠排遺蒐集.....	6
(二)蝙蝠排遺初步分析.....	6
第三節 蝙蝠回聲測錄.....	6
(一)回聲定位.....	6
(二)以回聲定位監測蝙蝠整夜活動模式.....	6
第四節 昆蟲資源蒐集.....	7
(一)樣區調查.....	7
(二)調查方法.....	7
第五節 昆蟲組成分析.....	7
第三章 調查結果.....	9

第一節 樣區調查.....	9
一、樣區勘查狀況.....	9
二、樣區設置與描述.....	9
第二節 蝙蝠調查.....	11
(一) 第一季 (1-3 月)	11
(二) 第二季 (4-6 月).....	11
(三) 第三季 (7-9 月)	11
(四) 第四季 (10-12 月)	11
第三節 蝙蝠超音波音頻資訊描述.....	15
一、定頻式蝙蝠 (Constact Frequency, CF)	15
(一) 台灣大蹄鼻蝠.....	15
二、變頻式蝙蝠 (Frequency Modulated, FM)	15
(一) 台灣家蝠.....	15
(二) 寬吻鼠耳蝠.....	15
(三) 大足寬吻鼠耳蝠.....	15
(四) 台灣鼠耳蝠.....	16
(五) 台灣管鼻蝠.....	16
(六) 金芒管鼻蝠.....	16
(七) 黃胸管鼻蝠.....	16
(八) 摺翅蝠.....	16
(九) 寬耳蝠.....	16
第四節 整夜蝙蝠物種活動頻度.....	23
一、整夜網具調查結果	23
(一) 第一季 (1-3 月).....	23
(二) 第二季 (4-6 月).....	23
(三) 第三季 (7-9 月)	23
(四) 第四季 (10-12 月)	23
二、蝙蝠音頻監測結果	23
(一) 第一季 (1-3 月).....	23
(二) 第二季 (4-6 月).....	24
(三) 第三季 (7-9 月)	24
(四) 第四季 (10-12 月)	24
第五節 蝙蝠排遺蒐集及食性分析.....	28

第六節 昆蟲相分析結果.....	31
一、夏季資料 (2007 年 7 月).....	31
二、秋季資料 (2007 年 9 月)	32
三、冬季資料 (2007 年 11 月)	32
四、春季資料 (2008 年 3 月).....	33
五、昆蟲多樣性與季節相似度	34
第四章 討論與建議.....	38
第一節 討論.....	39
一、 蝙蝠相文獻分析比較.....	39
二、 蝙蝠相之季節差異.....	39
三、 蝙蝠垂直遷徙假說.....	40
四、 蝙蝠活動模式及楠梓仙溪林道優勢蝙蝠物種	40
五、 楠梓仙溪林道蝙蝠優勢蝙蝠物種之季活動及夜活動狀態	40
六、 優勢蝙蝠物種之食性及其覓食策略	41
七、 重複捕捉的蝙蝠個體.....	41
八、 蝙蝠棲所利用.....	41
九、 昆蟲相季變化與蝙蝠食性的相關	42
第二節 建議.....	46
一、 立即可行的建議.....	46
(一) 樣區保護.....	46
(二) 優勢物種相關生態習性的瞭解	46
二、 中長期的建議.....	46
(一) 蝙蝠相的長期監測，以蝙蝠為監測因子瞭解全球暖化的現象	47
(二) 蝙蝠棲息、活動、覓食之相關熱點的尋找	47
(三) 聲音監測點架設及蝙蝠活動熱點蝙蝠活動狀態的瞭解	47
(四) 蝙蝠棲所的架設、監測及維持	48
附錄一.....	49
附錄二.....	53
參考資料.....	61

表次

表 3-1 2008 年 1 月至 3 月玉山國家公園楠梓仙溪林道蝙蝠物種之調查名錄 (包括網具調查及超音波之測錄比對資料).....	12
表 3-2 2008 年蝙蝠採集紀錄.....	13
表 3-3 楠溪林道蝙蝠物種音頻特徵.....	17
表 3-4 2008 年所蒐集蝙蝠排遺數量.....	29
表 3-5 樣區昆蟲採集資料.....	30
表 3-6 樣區昆蟲採集資料.....	36
表 3-7 各季昆蟲多樣性及歧異度指數.....	36
表 3-8 各季節間相似度.....	36
表 4-1 彙整 2007-2008 年本計畫調查資料與昔日文獻(林等 2004,2005)蝙蝠採集資料.....	44

圖次

圖 3-1 研究區域圖.....	10
圖 3-2 台灣大蹄鼻蝠音頻結構.....	18
圖 3-3 台灣家蝠音頻結構.....	18
圖 3-4 寬吻鼠耳蝠音頻結構.....	19
圖 3-5 大足寬吻鼠耳蝠音頻結構.....	19
圖 3-6 台灣鼠耳蝠音頻結構.....	20
圖 3-7 台灣管鼻蝠音頻結構.....	20
圖 3-8 金芒管鼻蝠音頻結構.....	21
圖 3-9 黃胸管鼻蝠音頻結構.....	21
圖 3-10 摺翅蝠音頻結構.....	22
圖 3-11 寬耳蝠音頻結構.....	22
圖 3-12 2008 年 1-3 月於楠梓仙溪林道樣區以網具調查蝙蝠出現時間分布圖.	25
圖 3-13 2008 年 7-9 月於楠梓仙溪林道樣區以網具調查蝙蝠出現時間分布圖.	25
圖 3-14 2008 年 10-12 月於楠梓仙溪林道樣區以網具調查蝙蝠出現時間分布圖.	26
圖 3-15 2008 年 1-3 月於楠梓仙溪林道樣區以聲音監測蝙蝠出現時間分布圖.	26
圖 3-16 2008 年 7-9 月於楠梓仙溪林道樣區以聲音監測蝙蝠出現時間分布圖.	27
圖 3-17 2008 年 10-12 月於楠梓仙溪林道樣區以聲音監測蝙蝠出現時間分布圖.	27
圖 3-18 各目昆蟲不同季節分時段出現數量.....	37
圖 3-19 各目昆蟲不同季節分時段出現百分比(總蟲數).....	37
圖 3-20 雙翅目與鱗翅目昆蟲不同季節分時段出現百分比(分目).....	38
圖 3-21 昆蟲各季出現分時段之累積百分比.....	38
圖 4-1 彙整 2007-2008 年本計畫調查資料與昔日文獻蝙蝠採集資料(林等 2004, 2005)之蝙蝠季節活動狀態.....	45

照片次

照片 3-1 楠梓仙溪林道 6 月於 5.5 公里處的崩塌.....	47
照片 3-2 台灣大蹄鼻蝠.....	47
照片 3-3 台灣小蹄鼻蝠.....	47
照片 3-4 寬吻鼠耳蝠.....	47
照片 3-5 大足寬吻鼠耳蝠.....	47
照片 3-6 台灣家蝠.....	47
照片 3-7 寬耳蝠.....	47
照片 3-8 摺翅蝠.....	47
照片 3-9 金芒管鼻蝠.....	48
照片 3-10 重複捕捉之寬吻鼠耳蝠.....	48
照片 3-11 寬吻鼠耳蝠排遺中鞘翅目碎片.....	48
照片 3-12 寬吻鼠耳蝠排遺中膜翅目碎片.....	48
照片 3-13 寬吻鼠耳蝠排遺中鱗翅目碎片.....	48
照片 3-14 寬吻鼠耳蝠排遺中嚙蟲目碎片.....	48
照片 3-15 寬吻鼠耳蝠排遺中雙翅目碎片 1.....	48
照片 3-16 寬吻鼠耳蝠排遺中雙翅目碎片 2.....	48
照片 3-17 寬吻鼠耳蝠排遺中蜘蛛目碎片 1.....	49
照片 3-18 寬吻鼠耳蝠排遺中蜘蛛目碎片 2.....	49
照片 3-19 大足寬吻鼠耳蝠排遺中鞘翅目碎片 1.....	49
照片 3-20 大足寬吻鼠耳蝠排遺中鞘翅目碎片 2.....	49
照片 3-21 大足寬吻鼠耳蝠排遺中脈翅目碎片.....	49
照片 3-22 大足寬吻鼠耳蝠排遺中雙翅目碎片.....	49
照片 4-1 重複捕捉之寬吻鼠耳蝠個體重複捕捉之寬吻鼠耳蝠個體採取翼膜及標記部位恢復完好完整.....	49

摘要

關鍵詞：食蟲蝙蝠、覓食策略、生態區位、玉山國家公園、回聲定位

一、研究緣起

研究動物的食性與當地食物資源的狀況，可幫助瞭解動物如何利用其棲息環境中的資源，以獲得所需要的能量和營養。食蟲性蝙蝠所捕食的昆蟲種類可能因為種類、性別及年齡而有所差異。食蟲性蝙蝠以回聲定位作為其夜間飛行時偵測、區分及辨別獵物或障礙物之用，而回聲定位所用之超音波也會因物種及覓食習性而有所不同。玉山國家公園境內迄今已陸續發現共計三科十九種食蟲性蝙蝠，可謂相當豐富，但這些蝙蝠的食性及生存所需的生態相關因子迄今仍不甚清楚。故本研究擬以三年期程瞭解玉山國家公園境內之(1)蝙蝠組成、相對數量與昆蟲相之季節變化；(2)蝙蝠食性，藉以探討食蟲性蝙蝠在玉山國家公園之角色與生態功能；(3)蝙蝠回聲定位相關資訊，以及其與所覓食昆蟲之相關性，並建立當地蝙蝠回聲定位資料庫。

二、研究方法及過程

本研究選擇楠梓仙溪林道為蝙蝠相、昆蟲類及其相關性的調查樣區。原則上每季調查一次，每次三天兩夜。選擇不同林相之調查樣點架設霧網(mist net)和豎琴網(harp trap)捕捉夜間飛行的蝙蝠，並運用蝙蝠偵測器(ANABAT system)偵測蝙蝠超音波，以進行整夜蝙蝠調查及監測蝙蝠活動狀態；同時於蝙蝠調查點附近架設昆蟲採集工具，調查當地昆蟲資源，以分析其食性並探討兩者之相關性。

三、重要發現

自2008年3月至11月止，共計進行5次調查，共計發現2科8種蝙蝠，包括台灣大蹄鼻蝠、台灣小蹄鼻蝠、寬吻鼠耳蝠、大足寬吻鼠耳蝠、台灣家蝠、摺翅蝠、寬耳蝠及金芒管鼻蝠，其中台灣小蹄鼻蝠為今年度再度發現的物種，另發現一重複捕捉之寬吻鼠耳蝠個體。結果顯示寬吻鼠耳蝠與大足寬吻鼠耳蝠仍為楠梓仙溪林道的優勢蝙蝠物種，且初步發現二者食性幾乎相同。蝙蝠夜間活動模式監測結果顯示以上半夜具有一個相對數量及物種種數的高峰，下半夜則另有一返巢高峰。檢視昆蟲資源，優勢族群以雙翅目及鱗翅目為主。

四、主要建議事項

現今已知玉山國家公園食蟲性蝙蝠物種至少有 19 種，歷年來楠梓仙溪林道蝙蝠相調查累計有 15 種食蟲性蝙蝠（約佔玉山國家公園已知蝙蝠種數的 78.95%）；根據本研究（2007—2008 年）調查結果共計採集 12 種蝙蝠（約佔玉山國家公園已知蝙蝠種數的 63.16%），可見楠梓仙溪可視為玉山國家公園蝙蝠相甚具代表性的地點。因此本研究建議針對該區之立即及中長期之建議：

（一）立即可行之建議

主辦機關：內政部營建署玉山國家公園管理處

協辦機關：台灣蝙蝠學會

1. 針對此地點進行長時間監測並規劃保育維護周邊森林，以作為蝙蝠多樣性代表性區域之一及森林生態健康與否之監測指標。
2. 本區域所發現食蟲性蝙蝠中，寬吻鼠耳蝠（占總隻次的 55.30%）及大足寬吻鼠耳蝠（占總隻次的 15.91%）為優勢物種，瞭解此二優勢物種在當地生態系所扮演角色，可做為生物多樣性指標物種之一。

（二）中長期性建議

主辦機關：內政部營建署玉山國家公園管理處

協辦機關：台灣蝙蝠學會

1. 以蝙蝠為指標物種進行長期監測：需要持續的監測才能瞭解到一區域的完整蝙蝠相資訊，而食蟲性蝙蝠於生態系中多屬高階消費者，以高階消費者以廣被視為環境指標，是故建議若可以長期監測此區域的蝙蝠相，此結果可以做為棲地健康及環境變化，甚至全球暖化的指標生物。
2. 尋找蝙蝠棲息處所與活動覓食之熱點：已知至少有 15 種蝙蝠活動於楠梓仙溪林道，包含屬於珍貴稀有保育類的無尾葉鼻蝠。但這些蝙蝠物種的覓食活動區域及棲息處所仍尚待瞭解，唯有瞭解其相關生態習性後，才可提出正確的保育政策。
3. 聲音監測點架設以瞭解蝙蝠年間及整夜活動模式：蝙蝠超音波偵測監測系統現已被國際廣為利用作為蝙蝠相變化的監控設備。若可長期架設監測設備，即可監控楠梓仙溪林道蝙蝠相的變化，長久下來當可發現楠梓仙溪林道的蝙蝠物種應會超過 15 種，而且可以瞭解此區域蝙蝠的活動狀態及差異，藉以可依此提出制定適切的保育策略。
4. 人工蝙蝠棲所考量：昔日曾有蝙蝠物種使用人工住所為棲息之處，然本計畫執行迄今卻不復發現有任何蝙蝠使用，是故建議未來若有山屋或工作站維修，需有維護蝙蝠棲所之對策考量。為提供更多的蝙蝠棲

所或便於進行蝙蝠生態觀察，可考慮嘗試於楠溪工作站附近設置蝙蝠屋。

英文摘要

Study on the diet of animals and local food sources are important for understanding how animals utilize the resources in an area to meet their energy and nutritional requirement. Different insectivorous bats may utilize different types of insects due to species, sex, and age. In addition, insectivorous bats use echolocation to detect, classify, and identify preys and obstacles during nighttime flight. Ultrasounds emitted for echolocation by different species of bats also vary depending on their diet and foraging strategies. There are at least 17 insectivorous bat species of 3 families found at Yu-Shan National Park in the reports of pass few year studies, but the information of their foraging ecology is still limited and unclear. Therefore, the purpose of this study are: 1) to investigate the species composition and dynamic of insectivorous bats and insects during the study period; 2) to study the diet of dominant insectivorous bats and the relationship between bats' diet and insect fauna according to seasonal variation; 3) to establish the echolocation reference calls of insectivorous bats at Yu-Shan National Park and to find the correlation of bats' echolocation with their diet. Such information will enhance our knowledge of the ecological roles of insectivorous bats at Yu-Shan National Park.

We captured one re-captured *Myotis latirostris*, and his body weight was heavier than 2007. And the highly active time of bat and the most bat diversity were during PM6:00~ 8:00 period based on the results of bats caught by net and echolocation data. Otherwise, *Myotis latirostris* (55.30%) and *Myotis* sp.2 (15.91%) were the dominant bat species, and the Diptera and Lepidoptera were the dominant insect species in investigated area. Moreover, we found ecological niche of dominant bats were overlap on Diptera, Coleoptera, and Araneida. The detail resources use by those two sympatric and relative species is interested issue to be study in the future.

Key Words: insectivorous bats, foraging habit, niches, Yu-Shan National Park, echolocation

第一章 緒論

第一節 玉山國家公園蝙蝠資源調查與長期監測

蝙蝠為夜行性且具有飛行能力的哺乳動物，是故其調查與研究具有相當難度，因此蝙蝠類的相關研究可謂為哺乳類研究中較為缺乏的一環。直至晚近，相關學者與研究單位才開始進行蝙蝠類的普查工作，包括部分的國家公園及生態保護區內。這些調查發現不同地區的蝙蝠種類與分布有所不同，可能與當地的植被、海拔、昆蟲相有關聯。自 2003 年起，玉山國家公園曾針對園區部分區域進行蝙蝠普查，在瓦拉米及梅蘭林道兩地區發現台灣小蹄鼻蝠、台灣葉鼻蝠、台灣管鼻蝠、毛翼大管鼻蝠、姬管鼻蝠、渡瀨氏鼠耳蝠、台灣長耳蝠、寬耳蝠、高山家蝠、彩蝠及未確定之兩種鼠耳蝠共計 3 科 12 種蝙蝠（林 2003）。2004 年曾針對玉山國家公園西北園區蝙蝠相進行調查監測，在塔塔加、楠梓仙溪林道及沙里仙溪林道等處除了發現上述之台灣小蹄鼻蝠、台灣管鼻蝠、姬管鼻蝠、台灣長耳蝠、寬耳蝠、高山家蝠及未確定之兩種鼠耳蝠外，另發現金芒管鼻蝠、寬吻鼠耳蝠、台灣鼠耳蝠、摺翅蝠及台灣大蹄鼻蝠（林等 2004），而本計畫第一年度（2007 年）於楠梓仙溪林道除發現了原來已知的台灣大蹄鼻蝠、寬吻鼠耳蝠、大足寬吻鼠耳蝠、台灣鼠耳蝠、台灣管鼻蝠、金芒管鼻蝠、摺翅蝠及寬耳蝠等 8 種蝙蝠外，還新發現了台灣家蝠、黃胸管鼻蝠以及珍貴稀有保育類無尾葉鼻蝠，這三種蝙蝠為楠梓仙溪林道的新紀錄種，累積共計有 11 種蝙蝠。這 11 種蝙蝠除蒐集其基本的型態值外，我們亦測錄這些蝙蝠的超音波回聲資料並蒐集牠們的排遺，以作為日後食性分析比對之用。由上述調查結果，玉山國家公園境內迄今總計發現 3 科 19 種食蟲性蝙蝠，約占台灣蝙蝠總種數(以 35 種計；鄭與張簡 2008)之 54.29%。然而，玉山國家公園境內之地型海拔分布從三百餘公尺至三千公尺以上，棲地型態複雜多變，又位處中央山脈心臟地帶，地理位置優越、林相保存良好，根據以往的調查資料顯示玉山國家公園之各類動物相均相當豐富，故若能針對蝙蝠類進行持續的調查監測，相信將會有更多的新發現。研究結果除了能彰顯玉山國家公園境內生物多樣性之豐富與完整外，更能

彰顯管理處對於台灣野生動物保育與維護的用心與貢獻。

第二節 蝙蝠的生態角色

除了生物多樣性之調查以外，瞭解物種的生態需求以及其在生態系扮演的角色與功能，對於一地區生物多樣性的保育與經營管理亦十分重要。以蝙蝠的覓食生態(foraging ecology)為例，能量是所有生物支持生命所必需的，食物是動物獲取能量的來源，棲地中食物的質與量以及取食食物的種類與方式不同，不僅會影響動物的食性，也會影響到動物個體的生存與繁殖 (Kenagy 1973, Oates 1987)。因此動物的食性與覓食策略一向是動物生態學研究的重要課題，探討動物的食性將有助於瞭解動物如何利用其棲息環境中的資源，以獲得所需要的能量和營養，適應環境的變化，找出影響動物覓食行為的因素 (Kamil *et al.* 1987)。此外，藉由分析物種的食物組成與取食量，可進一步瞭解其對取食對象的影響，例如食蟲蝙蝠可能對當地昆蟲扮演著重要的制衡角色，尤其對一些影響農林產業與衛生健康的害蟲。

台灣地區的 35 種蝙蝠中除台灣狐蝠、印度犬果蝠及棕果蝠外，均屬於食蟲性蝙蝠，主要以昆蟲為食物來源。食蟲性蝙蝠所捕食的昆蟲種類可能因為蝙蝠種類與生理狀況而有所差異，如雌蝠與雄蝠會因為生殖與否而導致所需能量及營養成分不同，因而有不同的捕食目標及策略。有些蝙蝠種類採取廣泛的取食各類昆蟲，另一類則會捕食特定的昆蟲類別。但是即使有選擇取食對象的行為，蝙蝠亦會依本身的狀況及當時環境中的昆蟲組成及昆蟲數量調整不同的覓食策略。當昆蟲數量多時就會發生選擇的行為，蝙蝠會以最小的能量耗損去獲得最大的淨能量(net energy)；而當昆蟲數量少時，則會因食物取得不易而會促使蝙蝠廣泛地攝食週遭的昆蟲。

第三節 食蟲蝙蝠的回聲定位

食蟲性蝙蝠之覓食行為及對象與其回聲定位 (echolocation) 有著密切的關係，蝙蝠可利用回聲定位在黑暗或光線微弱的夜間來躲避障礙物及捕食獵物 (Neuweilier 2003)。蝙蝠回聲定位系統根據其常態回聲頻率之波形具有寬帶頻

率 (broadband) 或窄帶頻率 (narrowband) 之比例, 可區分為窄帶頻率兩類型, 寬帶頻率一類型共三類型。寬帶頻率為變頻 (frequency modulated, FM)。窄帶頻率分為(1) 常頻 (constant frequency, CF): 頻率多為固定不變僅具有小於百赫茲之變化; (2) 類常頻 (quasi-constant frequency, QCF) 僅於頻率開始與結束時有小於 1 千赫茲 (kHz) 之變頻現象, 亦另稱為 CF-FM (constant frequency-frequency modulated) (Simmons *et al.* 1979, Schnitzler and Kalko 2001)。由於不同種類的蝙蝠往往會發出不同類型、頻率的聲音, 因此可以作為種類辨識之用。若是能夠累積各種蝙蝠的代表性聲音, 並加以有效區分, 將可以在蝙蝠物種調查時, 當蝙蝠飛得太高或避開霧網而捕捉不易時增加調查效率, 並可大幅減少捕捉調查人力物力的消耗。台灣過去對於蝙蝠回聲定位研究有限, 僅林等 (2004) 所編著的《台灣的蝙蝠》一書中列有由日本學者松村澄子所提供的 8 筆 6 種蝙蝠的回聲定位資料, 趙 (2001) 曾利用回聲定位叫聲特性鑑別東亞家蝠、摺翅蝠、台灣葉鼻蝠和台灣小蹄鼻蝠四種蝙蝠的回聲定位叫聲並進行比較, 以及鄭與周 (2007) 所初步測錄分析的 11 種食蟲性蝙蝠之超音波資料, 而玉山國家公園境內所發現的 17 種食蟲性蝙蝠中, 目前僅台灣葉鼻蝠與台灣小蹄鼻蝠兩種有食性研究報告 (陳 1995, 邱 2000)。此外, 迄今尚未有任何研究論文探討食蟲性蝙蝠之超音波與其食性間的相關性。

第四節 計畫目標及進度

本計畫除了持續調查玉山國家公園境內食蟲性蝙蝠種類外, 並嘗試瞭解牠們在園區生態系中所扮演的角色, 故擬於楠梓仙溪林道進行蝙蝠物種之種類、分布、食性與其相對應超音波研究, 以探討共域食蟲性蝙蝠的資源利用及其覓食策略, 並經由食蟲性蝙蝠的食性去瞭解是否有助於控制森林害蟲或扮演其他重要生態角色, 以提供園區內生態經營管理建議; 除此之外, 本計畫所建立的蝙蝠超音波資料庫將有利後續長期監測系統的建立。本計畫的目標預計於三年期程完成: (1) 調查玉山國家公園楠梓仙溪林道不同季節性之蝙蝠相, 以瞭解該林道蝙蝠組成與分布的時空差異。(2) 建立不同季節之昆蟲資源調查資料, 進而比對蝙蝠食性及其相關性, 以瞭解蝙蝠食性之時空差異。(3) 建立玉山國家公園楠梓仙溪林道食蟲性蝙蝠之回聲定位資料庫 (reference call database), 以利建

構長期監測系統。

本年度(2008)計畫目標為：(1)延續蒐集上部櫟林帶第一年之蝙蝠及昆蟲組成資料，以確定蝙蝠之優勢物種。(2)以蝙蝠偵測器測錄蒐集蝙蝠超音波，瞭解其夜間活動狀況。(3)分析第一年及本年度所蒐集之昆蟲相，以瞭解昆蟲相之季節變化。(4)持續蒐集楠溪林道蝙蝠物種之排遺並進行比較分析，初步建立優勢蝙蝠物種之食性資料庫。(5)比對楠溪林道昆蟲相及蝙蝠食性，初步瞭解二者之相關性。

第二章 研究方法

第一節 蝙蝠調查方法

(一)設置調查樣區

根據第一年(2007)的調查結果顯示楠梓仙溪林道上部櫟林帶道路及蝙蝠相的狀況較為穩定，且此調查地點具有代表性，是故針對此地點進行每季一次的調查工作，以建立蝙蝠物種組成及相對數量的季節性變化，並確認該區蝙蝠優勢物種。

於不同林相之調查樣點架設霧網 (mist net) 及豎琴網 (harp trap) 進行整夜調查，調查時間為每日 18:00 至隔日 6:00，所捕捉之蝙蝠將鑑定物種、檢視性別及生殖狀況，並進行形態值測量後，採取部分翼膜組織及蒐集蝙蝠排遺，最後於原地放飛，捕捉之地點均以 GPS 定位二度分帶 TM 座標 (WGS84)。針對優勢物種以鋁製翼環標示個體，雄性個體標示於左前臂，雌性個體標示於右前臂。

(二)霧網調查法

1. 於天黑前選擇約三至五米寬且鬱閉度良好之林道、步道，或合適處架設以增加捕捉率。
2. 以多張網組成不同的角度，如 V 型、T 型、L 型及 N 型，以增加捕捉率。
3. 每隔 10 分鐘檢查一次；上網的蝙蝠要儘快移走，避免網袋混淆、纏結或被蝙蝠咬破而逃跑。
4. 以蝙蝠回聲偵測器 (bat detector) 偵測是否有蝙蝠飛行接近，及判斷蝙蝠是否上網。

(三)豎琴網調查法

於於天黑前選擇鬱閉度良好之處架設豎琴網。豎琴網因不需守候或解網，故可作為整夜之蝙蝠捕捉工具，以增加捕捉率。原則上每一小時巡察一次架設於林道內之豎琴網，並記錄所捕獲之蝙蝠，以做為物種活動時間差異之比較。

第二節 優勢蝙蝠物種食性初探

(一) 蝙蝠排遺蒐集

將所捕捉之蝙蝠個體，將蝙蝠留置布袋中 4-12 小時，取布袋內蝙蝠所排出之排遺，存放於 70%酒精，蝙蝠經測量並給予餵食後於傍晚原地釋放。

(二) 蝙蝠排遺初步分析

將排遺置於培養皿，以 70%酒精泡開，置於解剖顯微鏡下以探針及鑷子將排遺拆開並平鋪於培養皿內進行碎片檢視，將排遺中可辨視特徵之無脊椎動物碎片鑑定至目階層。

第三節 蝙蝠回聲測錄

(一) 回聲定位

蝙蝠由於成幼體之回聲定位音波具有差異，故在成幼體之判斷依據指骨軟骨帶判定(Kunz and Robson 1995)。所捕獲成體以 Skin-Bond(Smith & Nephew Pty. Ltd.) 貼附一螢光棒(2.9*23mm)於蝙蝠腹面後釋放，以協助夜間測錄，並以蝙蝠回聲偵測系統進行測錄。而蝙蝠偵測系統選用 Parsons S. *et. al* (2000)所指出最適合做為蝙蝠普查使用的工具即 ANABAT II System，此系統利用分頻法(frequency division)轉換紀錄蝙蝠的回聲定位音頻(Chick and Lumsden, 1999)。ANABAT system (Titley Electronics, Ballina, New South Wales, Australia)之原理主要是將超音波除以一个基數讓蝙蝠超音波降至人耳可聽到的範圍，而此方法稱為“分頻法”(frequency division)。ANABAT 的器材主體結構包含一個超音波接收麥克風，接收範圍為 10-200 千赫，及一控制分頻法之主機，而超音波接收後端連接一處理器搭配儲存設備及記錄裝置(Zero-Crossing Interface Module, ZCAIM)，以點資料描述記錄蝙蝠之超音波頻譜。

(二) 以回聲定位監測蝙蝠整夜活動模式

避免調查行為對蝙蝠活動之影響，將蝙蝠偵測器(ANABAT II system)之麥克風以三腳架架設於蝙蝠調查網具附近，以 20 公尺延長線將麥克風所收錄的

音頻訊息傳送至偵測器紀錄。當有蝙蝠活動音頻出現時偵測器將會自動紀錄蝙蝠音頻於記憶卡中，而所紀錄的音頻資料為持續 15 秒的檔案。待測錄整夜音頻後，將檔案區分為不同時段，若單一 15 秒鐘檔案內出現有三種蝙蝠，則定義紀錄到此三種蝙蝠皆出現一次，並紀錄一聲音次；假若 15 秒鐘內並無可判別之有效蝙蝠音頻，則不列入計算；是故本計畫根據此方式估算整夜蝙蝠活動頻度及物種活動狀態。

持續第一年之收錄音工作及音頻資料整理，並進行各物種之音頻描述。將第一年及第二年所蒐集到的蝙蝠回聲定位音頻資料初步處理分析，將測錄過程時之非蝙蝠音頻雜音自錄音檔案中去除，以獲得完整之蝙蝠音頻作為第三年度分析架構蝙蝠回聲定位資料庫之使用。

第四節 昆蟲資源蒐集

(一)樣區調查

昆蟲相的調查以楠梓仙溪林道樣區為主，配合蝙蝠調查，每季調查一次，調查時間以夜間採集為主。為避免調查燈具及調查人員對蝙蝠活動造成影響，於距蝙蝠調查網具架設點約 30 公尺之森林邊際處，架設一離地高度約 1.5 公尺之昆蟲誘集燈具，進行昆蟲採集。

(二)調查方法

配合蝙蝠的調查時間(每日 18:00 至隔日 6:00)架設紫外燈光源之昆蟲誘集燈具進行昆蟲誘集，此法主要採集夜行性的昆蟲。為了解昆蟲出現的種類、數量以及時段是否有差異，以及昆蟲出現的情況是否與蝙蝠的活動頻度相關。第一年先配合蝙蝠調查每二小時收樣一次，再探討是否需要調整昆蟲收樣的頻率。

第五節 昆蟲組成分析

將所得的昆蟲資料，其昆蟲相組成的差異，並依照各種昆蟲的習性，將昆蟲相區分為數個昆蟲群落，以探討不同昆蟲群落，在樣區生態系中所扮演的角色。

群落的多樣性與穩定性有一定之關係，一般而言，多樣性高的群落比較穩定。而測定多樣性之特徵有多種數學公式，本計畫選擇較常用 Simpson index 和 Shannon-Weaver function 的來比較。

Simpson index (D):

描述從一個群落中連續兩次抽樣所得到的個體屬同一族群的機率。

$$D = \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

公式為

其中 N=群落總個體數

n_i =第 i 個種的個體數

$$D_2 = 1 - \sum_{i=1}^n \frac{N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)} = 1 - D$$

D_2 常用來表示diversity，值愈大，群落穩定性愈高。

Shannon-Weaver function (H):

預測從群落中隨機取出一個一定的個體的種的平均不定度，當種數目增加和已存在的物種分佈愈來愈均衡時，此種不定度明顯增加。

$$H = -\sum p_i \log_e p_i$$

其中 H=多樣性指數

p_i =第 i 個種的個體佔群落總個體的比率

此外，樣區間相似度 (Coefficient of Similarity) 之比較則以 Jaccard 指數計算：

$$C_j = j / (a + b - j)$$

其中 j 為兩個樣區共有的種數，a 和 b 分別為每個樣區中種的總數。

第三章 調查結果

第一節 樣區調查

一、樣區勘查狀況

本計畫 3 月進行第一次調查，恰於 2007 年度採收愛玉子的季節的末期，是故氣候較為穩定，路況良好可以通至楠溪橋；於 4 月進行調查時，開始逐漸變成多雨不穩定的氣候型態，勘查楠梓仙溪林道發現路段開始出現部分不穩定的狀態。6 月原訂調查因雨季延後至 6/16 前往調查，發現楠梓仙溪林道 5.5~6 公里處發生嚴重坍塌無法前進（照片 3-1）。7 月時氣候狀態仍屬於不穩定狀態，而楠溪林道仍處於崩塌狀態，無法前往調查。8 月中楠溪林道搶通後立即前往調查，發現仍有許多道路因雨量過大道路周邊土石含水量過大而呈現不穩定狀態。9 月時陸續有三個颱風侵襲台灣，楠溪林道道路再度崩塌。11 月時氣候逐而穩定，調查人員進入調查發現 97 年度愛玉子採集工程入駐並開通便道至愛玉子工寮處（楠梓仙溪林道 16 公里處）。

二、樣區設置與描述

根據玉山國家公園共域性食蟲蝙蝠之族群監測及覓食生態研究（1/3）資料顯示，位處海拔 1956 公尺約楠梓仙溪林道約 10.6 公里處（二度分帶座標 240502, TM2 2595091）（圖 3-1），具有楠梓仙溪林道蝙蝠相之代表。

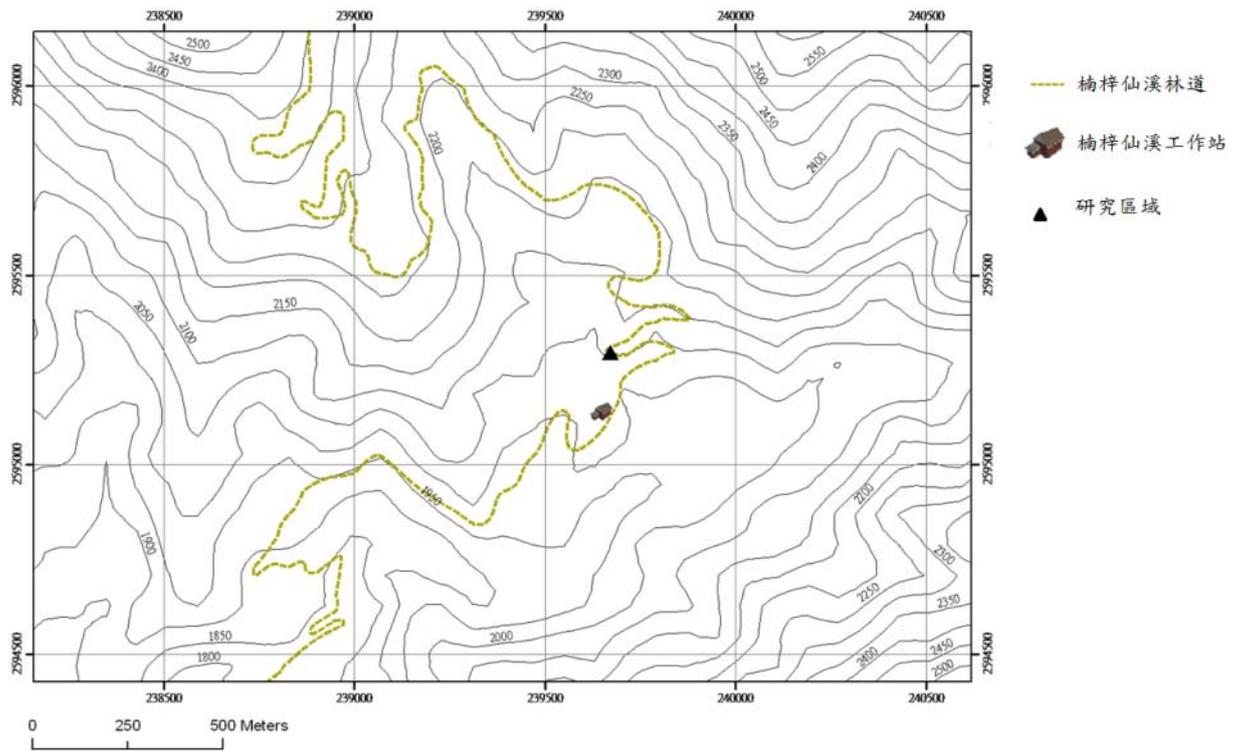


圖 3-1 調查地點研究區域圖。

第二節 蝙蝠調查

本年度（2008）調查於楠梓仙溪林道共計發現 2 科 8 種蝙蝠，包括蹄鼻蝠科（Rhinolophidae）的台灣大蹄鼻蝠（照片 3-2）、台灣小蹄鼻蝠（照片 3-3）及蝙蝠科（Vespertilionidae）的寬吻鼠耳蝠（照片 3-4）、大足寬吻鼠耳蝠（照片 3-5）、台灣家蝠（照片 3-6）、寬耳蝠（照片 3-7）、摺翅蝠（照片 3-8）、金芒管鼻蝠（照片 3-9）（表 3-1）。各季分述如下：

（一） 第一季（1-3 月）

捕獲台灣大蹄鼻蝠(1 隻)、大足寬吻鼠耳蝠(2 隻)、寬吻鼠耳蝠(9 隻)及寬耳蝠(2 隻)，共計 2 科 4 種 14 隻蝙蝠（表 3-2）。而分析整夜測錄蝙蝠活動音頻資料並比對已知音頻資料（林等 2004，鄭與周 2007）可發現捕捉資料有的大足寬吻鼠耳蝠、寬吻鼠耳蝠及寬耳蝠等 3 種，另發現無捕捉資料的台灣家蝠的活動音頻資訊，是故總計發現此 5 種蝙蝠的活動。

（二） 第二季（4-6 月）

由於氣候及道路狀況本年度並無相關調查資料。

（三） 第三季（7-9 月）

捕獲大足寬吻鼠耳蝠(10 隻)、寬吻鼠耳蝠(7 隻)、寬耳蝠(1 隻)、摺翅蝠(1 隻)及金芒管鼻蝠(2 隻)，共計蝙蝠科 5 種 21 隻蝙蝠（表 3-2），其中包含一隻重複捕捉的雄性寬吻鼠耳蝠，此一個體翼環標記於左前臂白色翼環，環號為 112（照片 3-10）。而分析整夜測錄蝙蝠活動音頻資料並比對已知音頻資料（林等 2004，鄭與周 2007）發現捕捉資料有的大足寬吻鼠耳蝠、寬吻鼠耳蝠、摺翅蝠及寬耳蝠等 3 種，以及無捕捉資料的台灣大蹄鼻蝠及台灣家蝠的活動音頻資訊，是故總計發現 7 種蝙蝠的活動。

（四） 第四季（10-12 月）

僅捕獲寬吻鼠耳蝠一種(3 隻)（表 3-2）。而分析整夜測錄蝙蝠活動音頻資料並比對已知音頻資料（林等 2004，鄭與周 2007）發現有寬吻鼠耳蝠、台灣小蹄鼻蝠及寬耳蝠的活動音頻資訊，是故總計發現 3 種蝙蝠的活動。

表 3-1 2008 年玉山國家公園楠梓仙溪林道蝙蝠物種之調查名錄 (包括網具調查及超音波之測錄比對資料)

科名	物種	學名	特有性
蹄鼻蝠科	台灣大蹄鼻蝠	<i>Rhinolophus formosae</i>	●
	台灣小蹄鼻蝠	<i>Rhinolophus monoceros</i>	●
蝙蝠科	寬吻鼠耳蝠 ¹	<i>Myotis latirostris</i>	●
	大足寬吻鼠耳蝠 ¹	<i>Myotis</i> sp.2	?
	台灣家蝠 ²	<i>Pipistrellus taiwanensis</i>	?
	寬耳蝠	<i>Barbastella leucomelas</i>	
	金芒管鼻蝠 ³	<i>Harpiola isodon</i>	?
	摺翅蝠	<i>Miniopterus schreibersii</i>	

註：● 表特有種，◎ 表特有亞種，? 表特有性仍待確定，1 鼠耳蝠類群學名參考周 (2004)，

2 家蝠類群學名參考吳 (2007)，3 金芒管鼻蝠學名參考 Kuo *et al.* 2006。

表 3-2 2008 年蝙蝠採集紀錄

日期	中文名	性別	前臂長 (公釐)	體重 (公克)	成幼 體	生殖 狀態	標記與否與翼 環編號
3/29	台灣大蹄鼻蝠	雌	57.2	18.75	A	N-	無標記
3/29	寬吻鼠耳蝠	雄	33.76	3.35	A	T+	無標記
3/29	寬吻鼠耳蝠	雌	33.38	3.7	A	N-	無標記
3/29	寬吻鼠耳蝠	雌	34.97	3.65	A	N-	無標記
3/30	寬耳蝠	雄	39.62	6.8	A	T+	無標記
3/30	寬吻鼠耳蝠	雌	33.95	3.95	A	N-	無標記
3/30	大足寬吻鼠耳蝠	雄	34.17	3.9	A	T-	無標記
3/30	寬耳蝠	雌	42.54	8.45	A	N-	無標記
3/30	寬吻鼠耳蝠	雌	33.96	3.95	A	N-	無標記
3/30	寬吻鼠耳蝠	雌	34.58	3.5	A	N-	無標記
3/30	寬吻鼠耳蝠	雌	35.35	3.9	A	N-	無標記
3/30	寬吻鼠耳蝠	雌	34.54	3.8	A	N-	無標記
3/30	寬吻鼠耳蝠	雌	36.36	4.05	A	N-	無標記
3/30	大足寬吻鼠耳蝠	雄	34.01	4.25	A	T-	無標記
8/18	大足寬吻鼠耳蝠	雄	33.49	3.95	A	T+	左 Battws00101
8/18	大足寬吻鼠耳蝠	雄	36.31	3.95	SA	T-	左 Battws00102
8/18	大足寬吻鼠耳蝠	雄	37.38	3.55	A	T-	左 Battws00103
8/18	寬吻鼠耳蝠	雄	33.93	3.9	A	T+	左 Battws00104
8/18	寬吻鼠耳蝠	雌	34.9	3.95	A	N-	右 Battws00105
8/18	寬耳蝠	雄	40.65	7.15	SA	T-	左 Battws00106
8/18	大足寬吻鼠耳蝠	雄	34.45	3.8	A	T+	左 Battws00109
8/18	大足寬吻鼠耳蝠	雄	33.84	3.6	A	T+	左 Battws00107
8/18	大足寬吻鼠耳蝠	雄	36.02	4.05	A	T+	左 Battws00108
8/18	寬吻鼠耳蝠	雌	34.3	3.6	A	N-	右 Battws00110
8/19	摺翅蝠	雌	46.81	10.25	A	N-	右 Battws00111
8/19	寬吻鼠耳蝠	雄	33.03	3.4	A	T+	左 Battws00112
8/19	大足寬吻鼠耳蝠	雄	36.44	3.95	SA	T-	左 Battws00113
8/19	寬吻鼠耳蝠	雄		3.8			左白112
8/19	寬吻鼠耳蝠	雌	34.3	3.9	SA	N-	右 Battws00114
8/19	大足寬吻鼠耳蝠	雄	35.91	4.15	A	T-	左 Battws00115
8/19	大足寬吻鼠耳蝠	雄	37.3	3.95	A	T-	左 Battws00116
8/19	大足寬吻鼠耳蝠	雄	37.11	4.25	A	T+	左 Battws00117
8/19	寬吻鼠耳蝠	雄	34.13	3.8	Y	T-	左 Battws00118
8/19	金芒管鼻蝠	雌	34.72	8	A	N-	右 Battws00119

註：A 成體，Y 幼體，T 表雄性是否處於產精期，N 表雌性是否處於哺育期，+/- 表是/否。

續表 3-2 2008 年蝙蝠採集紀錄

8/20	金芒管鼻蝠	雌	35.64	6.9	Y	N-	右Battws00120
11/07	寬吻鼠耳蝠	雄	34.04	3.25	A	T-	左Battws00151
11/07	寬吻鼠耳蝠	雌	33.75	4.25	A	N-	右Battws00152
11/07	寬吻鼠耳蝠	雄	34.17	2.4	A	T+	左Battws00153

註：A 成體，Y 幼體，T 表雄性是否處於產精期，N 表雌性是否處於哺育期，+/- 表是/否。

第三節 蝙蝠超音波音頻資訊描述

所採用的聲音資料為連續 3 個音波之穩定波形資料，以避免蝙蝠因緊迫而造成之不正常音頻 (Kingston *et al.* 2003)，而所測記聲音資料包含最高頻率 (Fmax, maximum frequency)，最低頻率 (Fmin, minimum frequency)，平均頻率 (Fmean, mean frequency (which is weighted by time spent at each frequency))，特徵頻率 (Fc, characteristic frequency (referring to the flattest part of the pulse))。累計於楠梓仙溪林道的調查迄今共計蒐集到 2 科 10 種蝙蝠超音波音頻資料。其中台灣大蹄鼻蝠屬常頻 (Constact Frequency, CF) 音頻；台灣家蝠、寬吻鼠耳蝠、大足寬吻鼠耳蝠、台灣鼠耳蝠、台灣管鼻蝠、金芒管鼻蝠、黃胸管鼻蝠、摺翅蝠、寬耳蝠皆屬於寬帶頻率之變頻式音頻 (Frequency Modulated, FM) (表 3-3) 其餘音頻特徵描述分述如下：

一、定頻式蝙蝠 (Constact Frequency, CF)

(一) 台灣大蹄鼻蝠

台灣大蹄鼻蝠音頻最高音頻範圍為 41.34~44.08 千赫，最低音頻範圍為 29.63~42.33 千赫，特徵音頻範圍為 39.41~43.96 千赫，平均音頻範圍為 38.94~43.19 千赫，音頻結構參見圖 3-2，各變量參見表 3-3。

二、變頻式蝙蝠 (Frequency Modulated, FM)

(一) 台灣家蝠

台灣家蝠音頻最高音頻範圍為 54.61~89.89 千赫，最低音頻範圍為 34.56~50.47 千赫，特徵音頻範圍為 38.65~64.78 千赫，平均音頻範圍為 41.24~59.04 千赫，音頻結構參見圖 3-3，各變量參見表 3-3。

(二) 寬吻鼠耳蝠

寬吻鼠耳蝠音頻最高音頻範圍為 52.46~102.56 千赫，最低音頻範圍為 46.92~55.36 千赫，特徵音頻範圍為 47.62~59.26 千赫，平均音頻範圍為 49.05~63.42 千赫，音頻結構參見圖 3-4，各變量參見表 3-4。

(三) 大足寬吻鼠耳蝠

大足寬吻鼠耳蝠音頻最高音頻範圍為 68.38~95.24 千赫，最低音頻範圍為 38.46~48.19 千赫，特徵音頻範圍為 39.60~87.43 千赫，平均

音頻範圍為 49.91~61.47 千赫，音頻結構參見圖 3-5，各變量參見表 3-3。

(四) 台灣鼠耳蝠

台灣鼠耳蝠音頻最高音頻範圍為 58.82~83.33 千赫，最低音頻範圍為 51.78~53.33 千赫，特徵音頻範圍為 52.63~53.33 千赫，平均音頻範圍為 54.61~57.07 千赫，音頻結構參見圖 3-6，各變量參見表 3-3。

(五) 台灣管鼻蝠

台灣管鼻蝠音頻最高音頻範圍為 94.12~124.03 千赫，最低音頻範圍為 44.32~68.97 千赫，特徵音頻範圍為 73.06~112.68 千赫，平均音頻範圍為 63.84~86.72 千赫，音頻結構參見圖，各變量參見表 3-7。

(六) 金芒管鼻蝠

金芒管鼻蝠音頻最高音頻範圍為 71.11~113.48 千赫，最低音頻範圍為 33.06~100.00 千赫，特徵音頻範圍為 52.12~100.00 千赫，平均音頻範圍為 51.00~102.19 千赫，音頻結構參見圖 3-8，各變量參見表 3-3。

(七) 黃胸管鼻蝠

黃胸管鼻蝠音頻最高音頻範圍為 93.65~129.03 千赫，最低音頻範圍為 29.20~105.26 千赫，特徵音頻範圍為 75.30~120.30 千赫，平均音頻範圍為 55.61~108.11 千赫，音頻結構參見圖 3-9，各變量參見表 3-3。

(八) 摺翅蝠

摺翅蝠音頻最高音頻範圍為 56.14~93.57 千赫，最低音頻範圍為 46.78~56.54 千赫，特徵音頻範圍為 47.48~63.24 千赫，平均音頻範圍為 51.70~63.24 千赫，音頻結構參見圖 3-10，各變量參見表 3-3。

(九) 寬耳蝠

寬耳蝠音頻最高音頻範圍為 34.71~92.49 千赫，最低音頻範圍為 25.81~45.20 千赫，特徵音頻範圍為 28.37~52.29 千赫，平均音頻範圍為 29.60~59.14 千赫，音頻結構參見圖 3-11，各變量參見表 3-3。

表 3-3 楠溪林道蝙蝠物種音頻特徵

	類 型	音頻數	Dur(ms)	Fmax(kHz)	Fmin(kHz)	Fmean(kHz)	Fc(kHz)
台灣大蹄鼻蝠	CF	265	47.86±9.32	43.38±0.29	34.59±2.37	42.80±0.42	43.19±0.39
台灣家蝠	FM	143	1.37±0.33	73.83±7.13	43.77±2.81	51.97±3.70	50.94±4.69
寬吻鼠耳蝠	FM	299	1.95±0.68	67.83±12.36	50.31±1.29	54.55±3.16	51.06±1.86
大足寬吻鼠耳蝠	FM	44	3.02±0.52	82.26±6.98	43.01±2.14	55.30±2.94	47.31±0.63
台灣鼠耳蝠	FM	15	2.17±0.57	65.45±7.72	52.42±0.78	55.17±0.90	52.79±0.37
台灣管鼻蝠	FM	22	1.44±0.35	109.58±9.50	53.25±5.94	75.11±6.07	84.61±12.70
金芒管鼻蝠	FM	79	2.52±1.75	84.46±15.55	42.56±16.77	59.83±14.78	65.66±17.26
黃胸管鼻蝠	FM	22	2.80±1.29	101.82±15.40	43.18±22.68	69.00±17.42	84.75±17.36
摺翅蝠	FM	188	1.83±0.44	71.66±7.94	50.47±1.15	55.80±2.22	51.40±2.02
寬耳蝠	FM	209	4.10±0.69	73.91±8.10	38.22±2.83	50.01±3.54	42.97±3.02

註：CF 為 Constant Frequency 常頻，FM 為 Frequency Modulated 變頻。

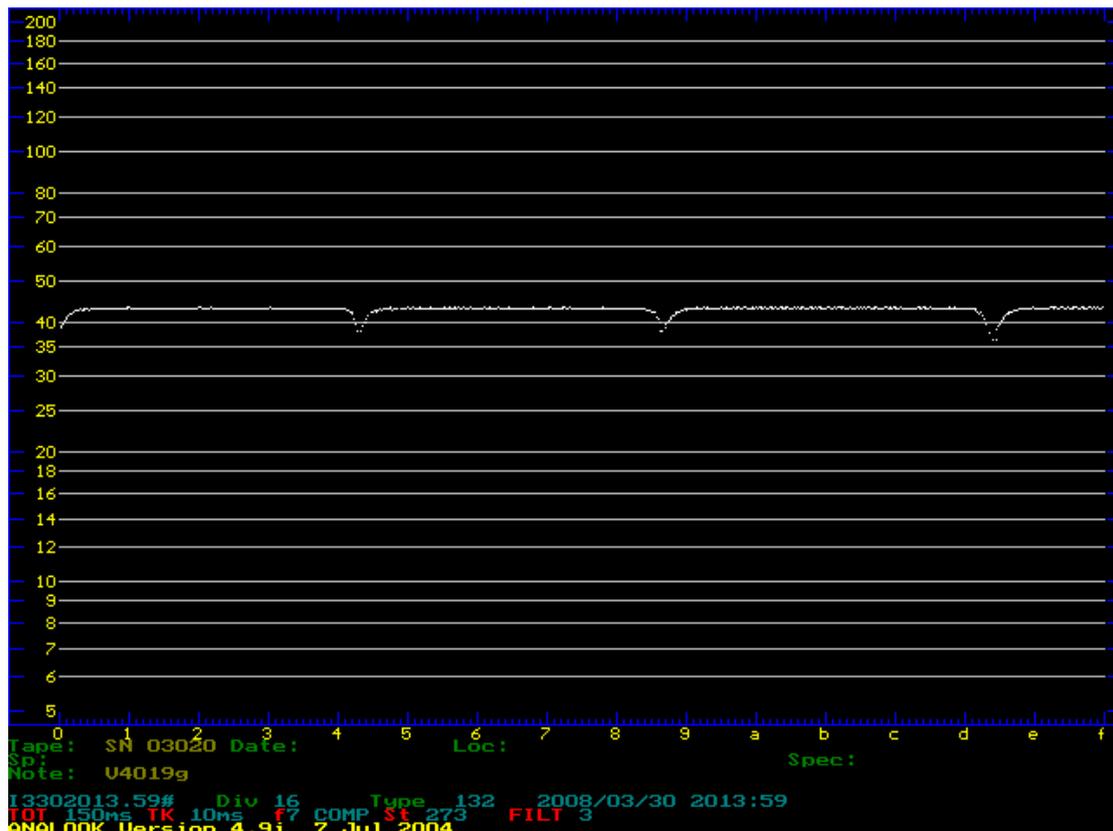


圖 3-2 台灣大蹄鼻蝠音頻結構

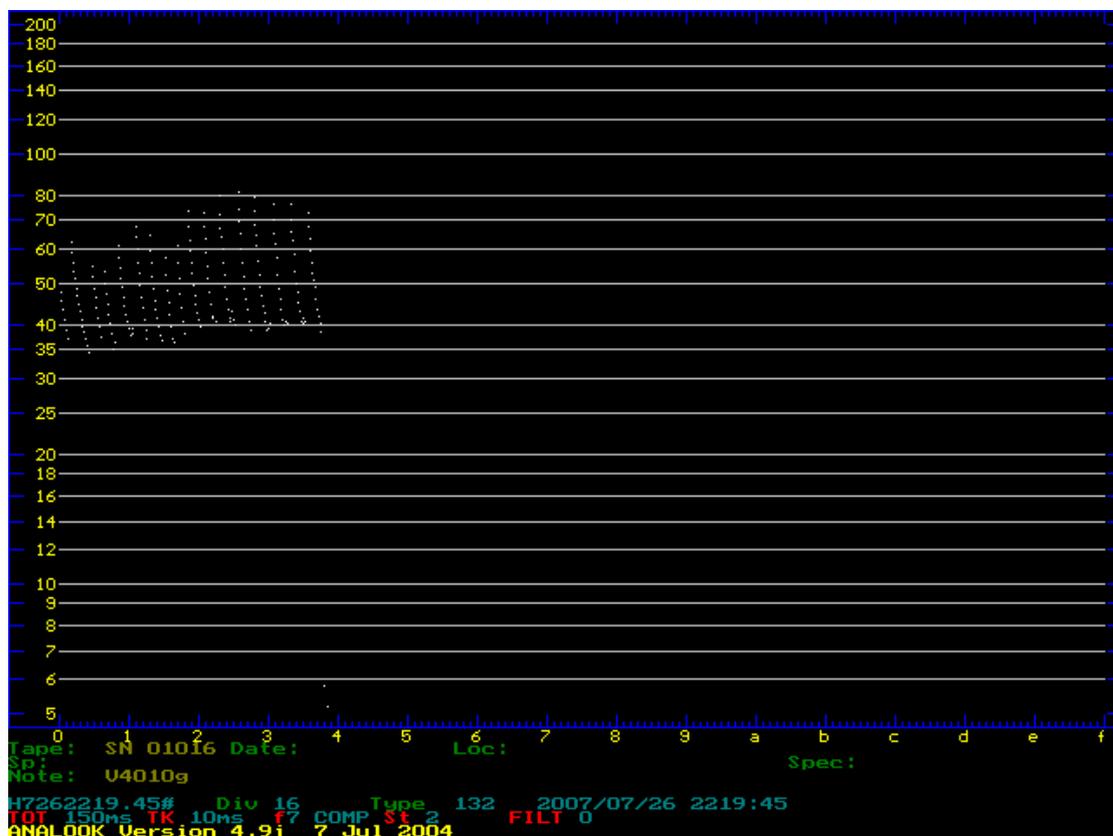


圖 3-3 台灣家蝠音頻結構

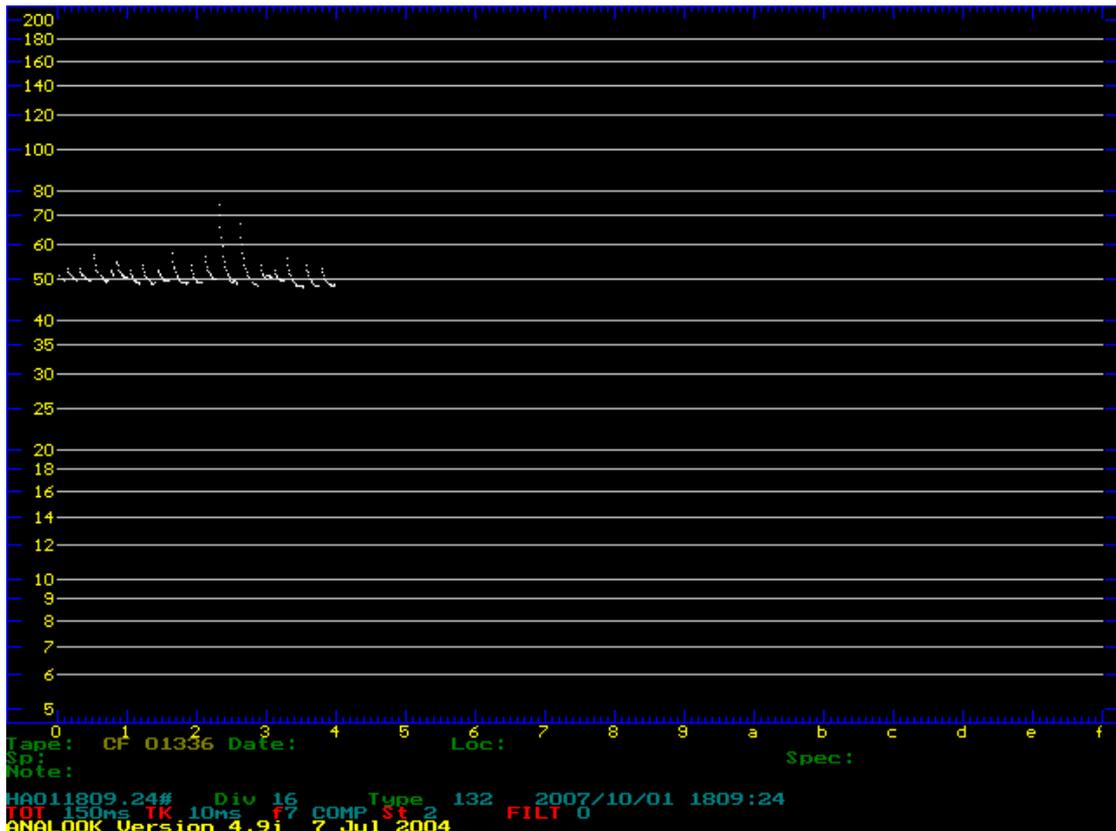


圖 3-4 寬吻鼠耳蝠音頻結構

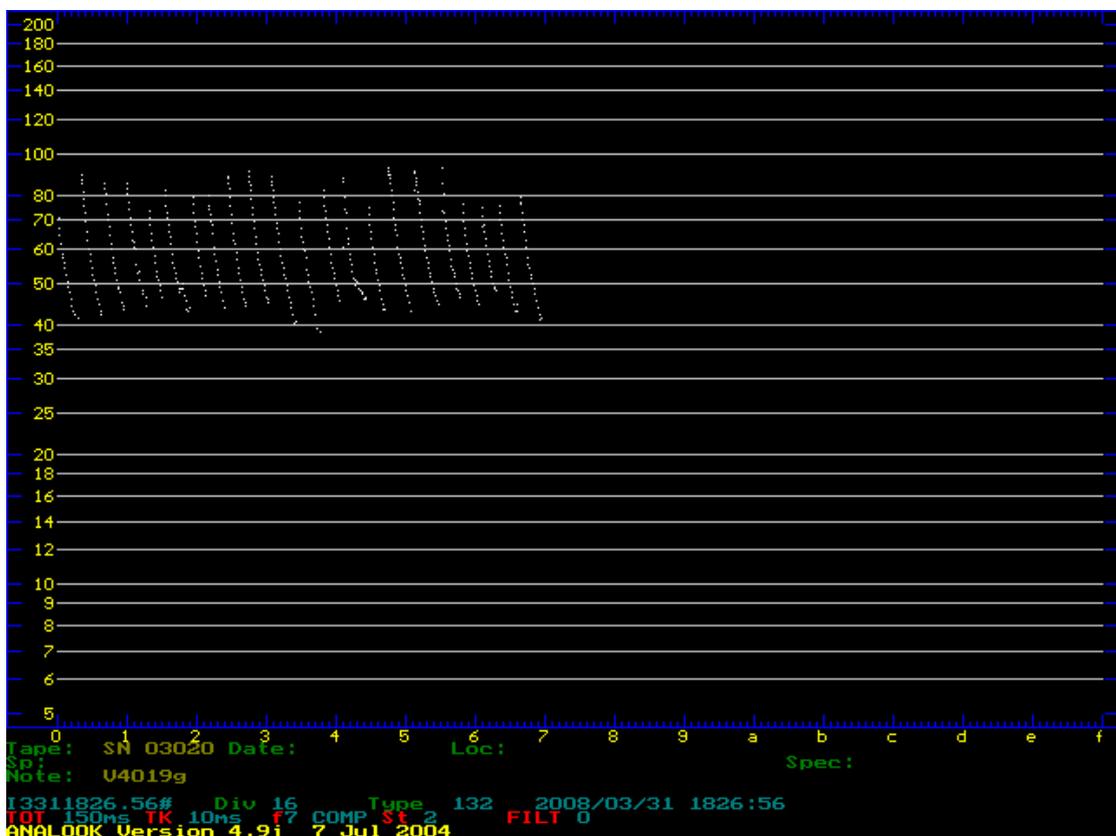


圖 3-5 大足寬吻鼠耳蝠音頻結構

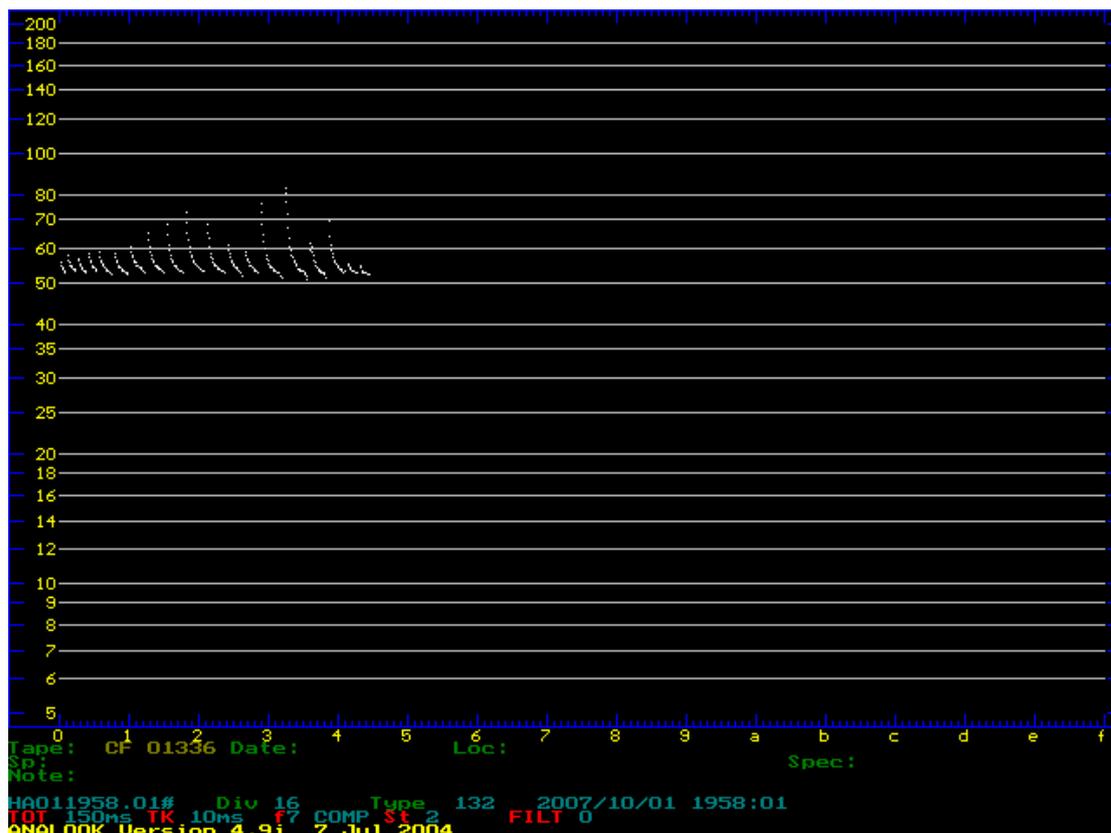


圖 3-6 台灣鼠耳蝠音頻結構

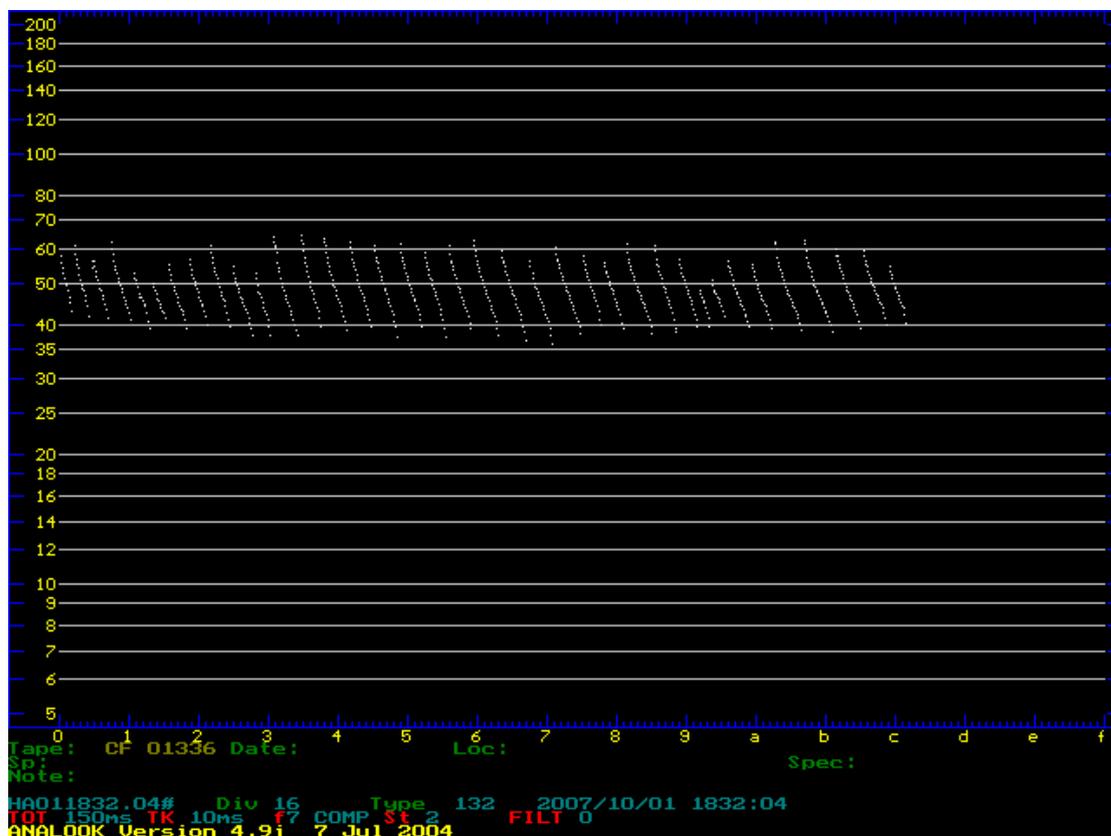


圖 3-7 台灣管鼻蝠音頻結構

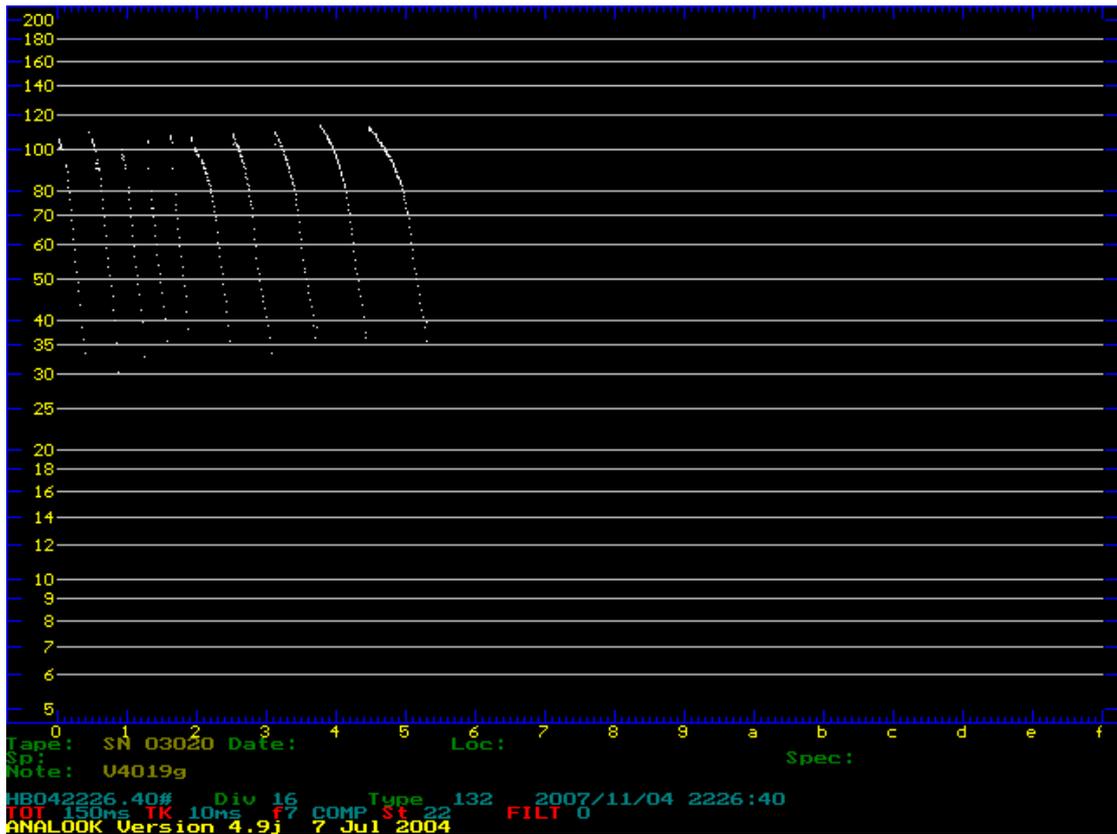


圖 3-8 金芒管鼻蝠音頻結構

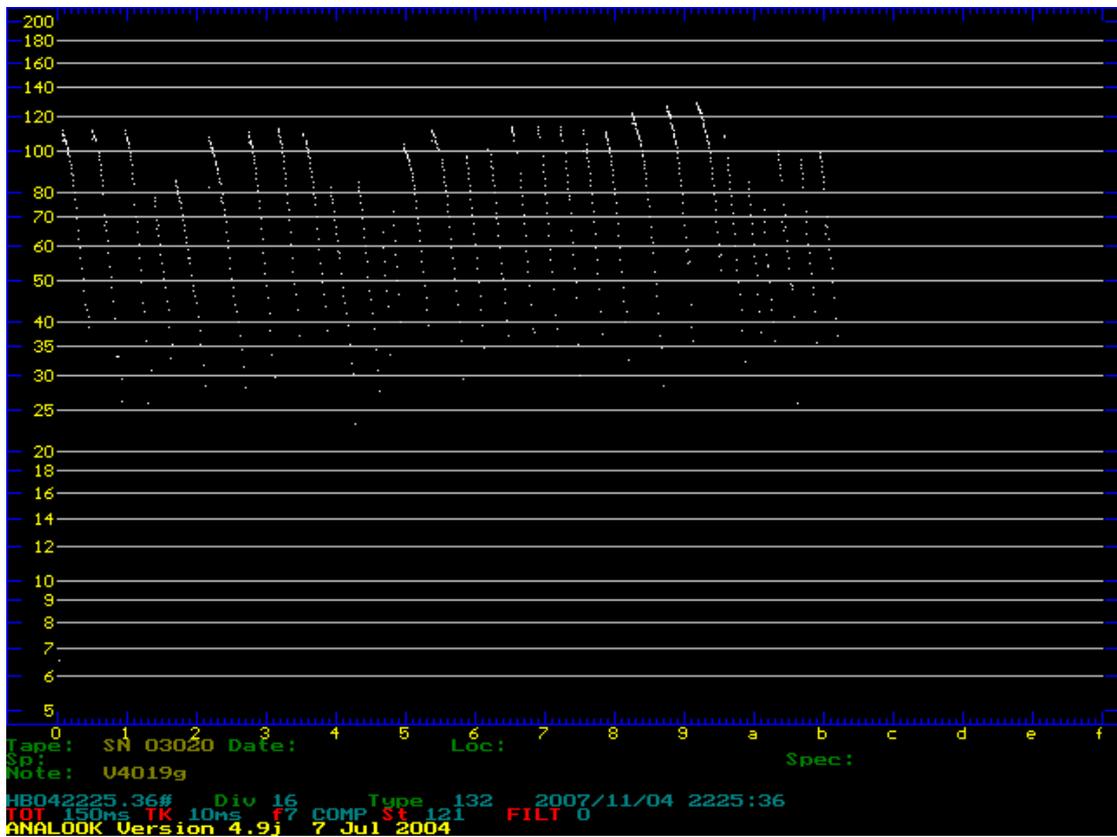


圖 3-9 黃胸管鼻蝠音頻結構

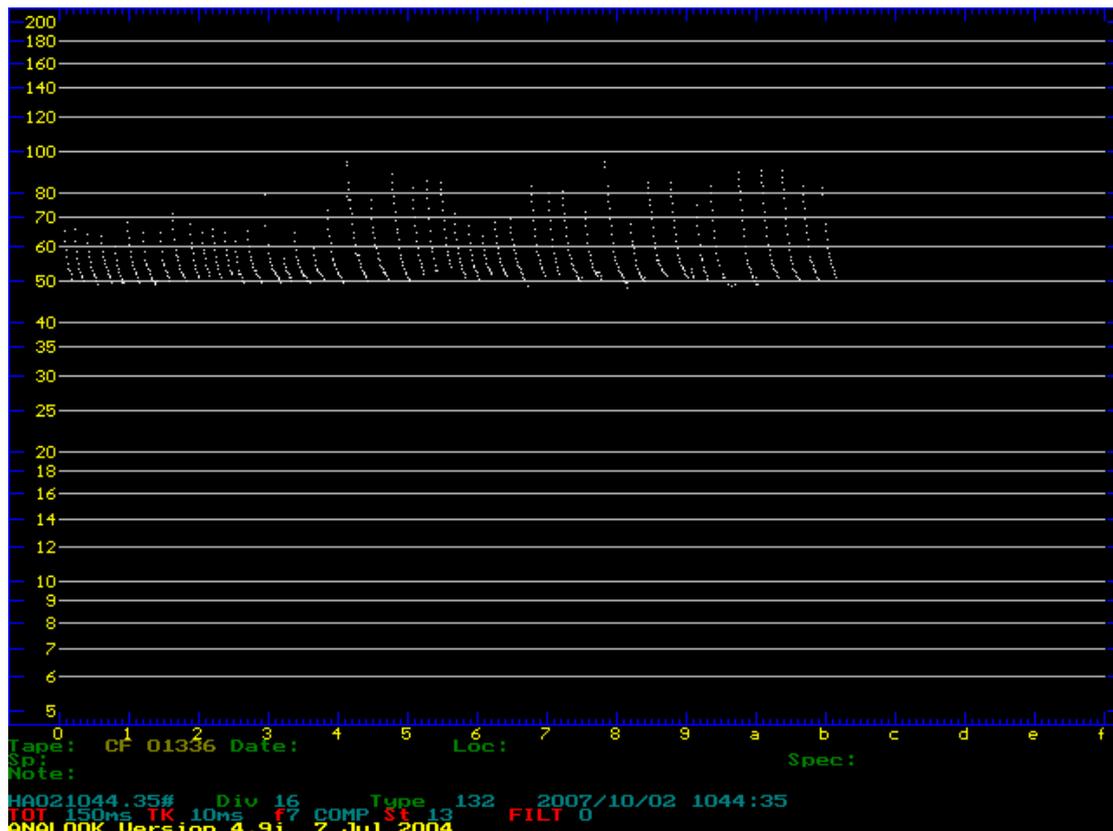


圖 3-10 摺翅蝠音頻結構

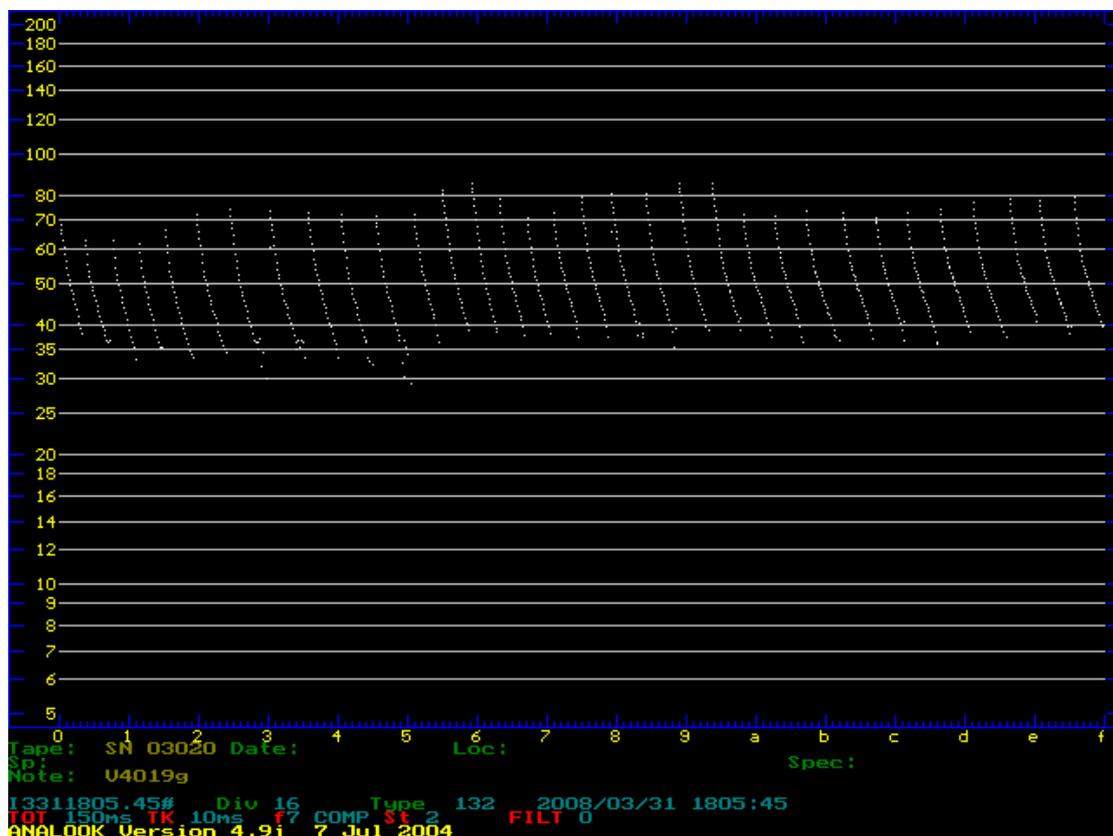


圖 3-11 寬耳蝠音頻結構

第四節 整夜蝙蝠物種活動頻度

一、整夜網具調查結果

(一) 第一季(1-3 月)

由調查期間之每日夜間 18:00~隔日清晨 6:00，將蝙蝠網具調查時間以每二小時為單位間隔計量作圖（圖 3-12）。由實際捕捉資料可知蝙蝠活動趨勢於上半夜之 18:00~20:00 時段具有本季調查最高量之蝙蝠物種數及數量活動狀態，共計調查到 3 種 9 隻；而隨時間漸晚蝙蝠物種及物種活動逐漸減少，並於入下半夜後趨向單一物種。

(二) 第二季 (4-6 月)

由於氣候及道路狀況本年度並無相關調查資料。

(三) 第三季 (7-9 月)

由調查期間之每日夜間 18:00~隔日清晨 6:00，將蝙蝠網具調查時間以每二小時為單位間隔計量作圖（圖 3-13）。由實際捕捉資料可知蝙蝠活動趨勢於上半夜之 18:00~20:00 時段具有本季調查最高量之蝙蝠物種數及數量活動狀態，共計調查到 3 種 11 隻；而隨時間漸晚蝙蝠物種及物種活動逐漸減少，直到上半夜的最末時段（22:00~24:00）時並無捕獲任何蝙蝠；下半夜捕捉結果主要為為蝙蝠的零星活動。

(四) 第四季 (10-12 月)

由調查期間之每日夜間 18:00~隔日清晨 6:00，將蝙蝠網具調查時間以每二小時為單位間隔計量作圖（圖 3-14）。由實際捕捉資料可知本季僅有寬吻鼠耳蝠活動而其活動時間僅落於上半夜之 18:00~20:00 時段，此時段後並無捕獲任何蝙蝠。

二、蝙蝠音頻監測結果

(一) 第一季(1-3 月)

根據整夜調查測錄蝙蝠活動音頻（由調查期間每日夜間 18:00~隔日清晨 6:00），共計測錄到 43 筆音頻檔案資料，將此資料以每二小時之頻度，將蝙蝠活動音頻依據物種計量作圖（圖 3-15），可知此區域蝙蝠於調查期間 18:00-20:00 時有最多的物種活動，共計發現三物種的活動，而於上半夜

有一物種活動頻度高峰落於 20:00-22:00，隨著時間漸晚，蝙蝠活動物種及頻度隨之降低，直到 4:00-6:00 有一單一物種（大足寬吻鼠耳蝠）的回巢高峰。

(二) 第二季 (4-6 月)

由於氣候及道路狀況本年度並無相關調查資料。

(三) 第三季 (7-9 月)

根據整夜調查測錄蝙蝠活動音頻(由調查期間每日夜間 18:00~隔日清晨 6:00)，共計測錄到 182 筆音頻檔案資料，將此資料以每二小時之頻度，將蝙蝠活動音頻依據物種計量作圖(圖 3-16)，可知此區域蝙蝠於調查期間 18:00-20:00 時有最多的物種活動，共計發現四物種的活動，而於上半夜有一物種活動頻度高峰落於 18:00-20:00，隨著時間漸晚，蝙蝠活動物種及頻度隨之降低；而下半夜多為寬吻鼠耳蝠及大足寬吻鼠耳蝠的活動，而在 2:00-4:00 時為下半夜的物種數活動高峰，可見到三個物種的活動。

(四) 第四季 (10-12 月)

根據整夜調查測錄蝙蝠活動音頻(由調查期間每日夜間 18:00~隔日清晨 6:00)，共計測錄到 81 筆音頻檔案資料，將此資料以每二小時之頻度，將蝙蝠活動音頻依據物種計量作圖(圖 3-17)，可知此區域蝙蝠於調查期間 18:00-20:00 時有最多的蝙蝠活動，共計發現三物種的活動；於 20:00-22:00 為最多蝙蝠物種活動，共計可發現四物種活動，而蝙蝠活動物種及頻度隨著時間漸晚隨之降低。於下半夜有一物種種數活動頻度高峰落於 0:00-2:00，共計可以發現三個物種活動，而 2:00 僅剩單一物種（寬吻鼠耳蝠）的活動。

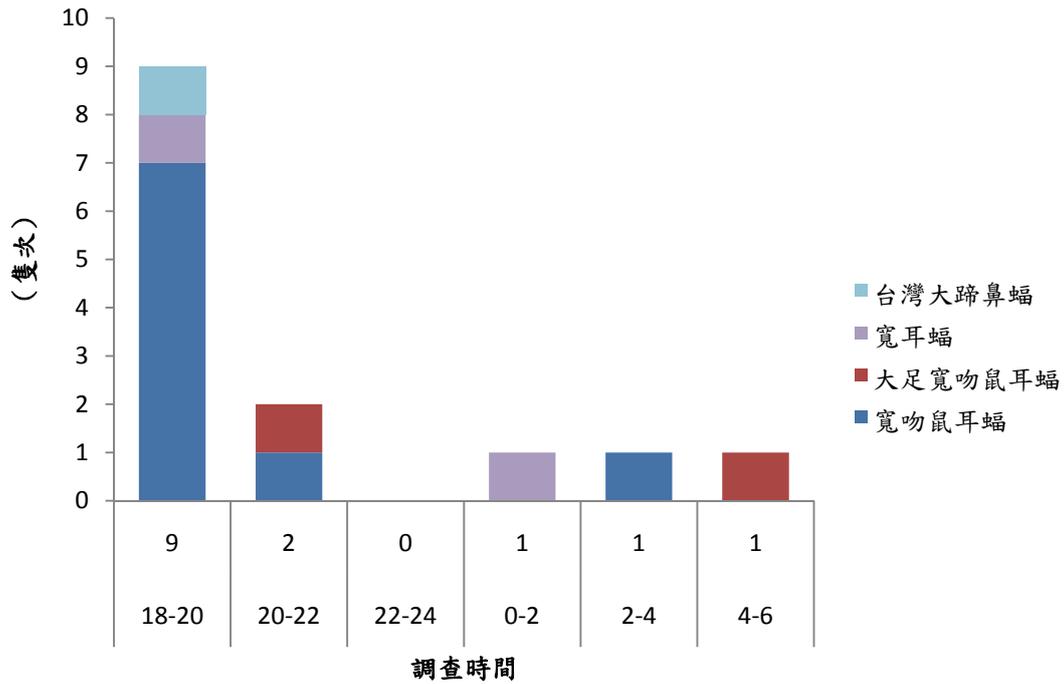


圖 3-12 2008 年 1-3 月於楠梓仙溪林道樣區以網具調查蝙蝠出現時間分布圖。

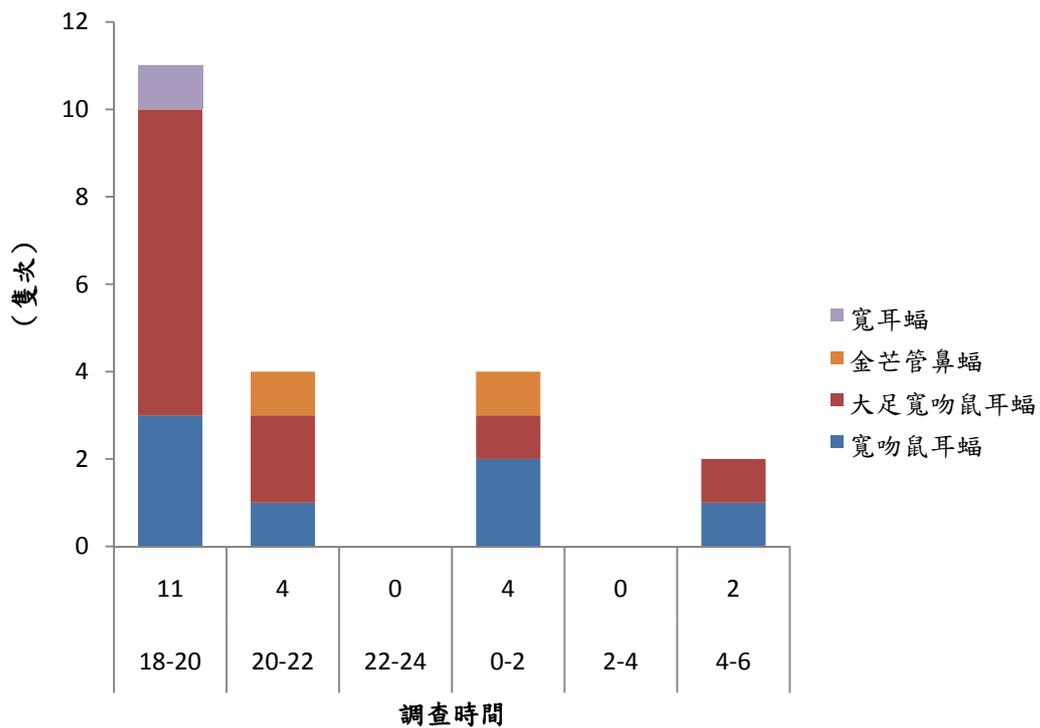


圖 3-13 2008 年 7-9 月於楠梓仙溪林道樣區以網具調查蝙蝠出現時間分布圖。

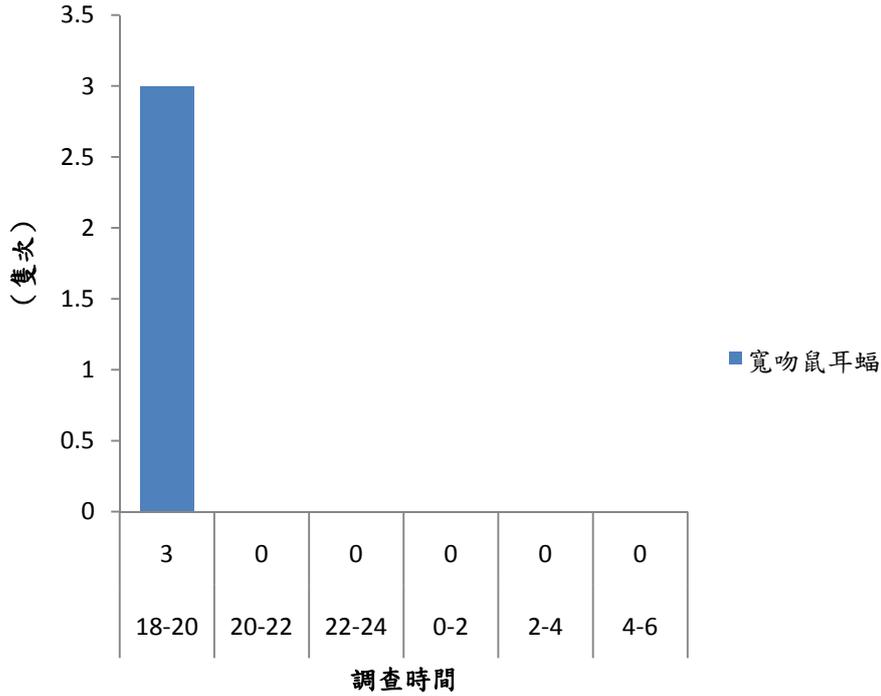


圖 3-14 2008 年 10-12 月於楠梓仙溪林道樣區以網具調查蝙蝠出現時間分布圖。

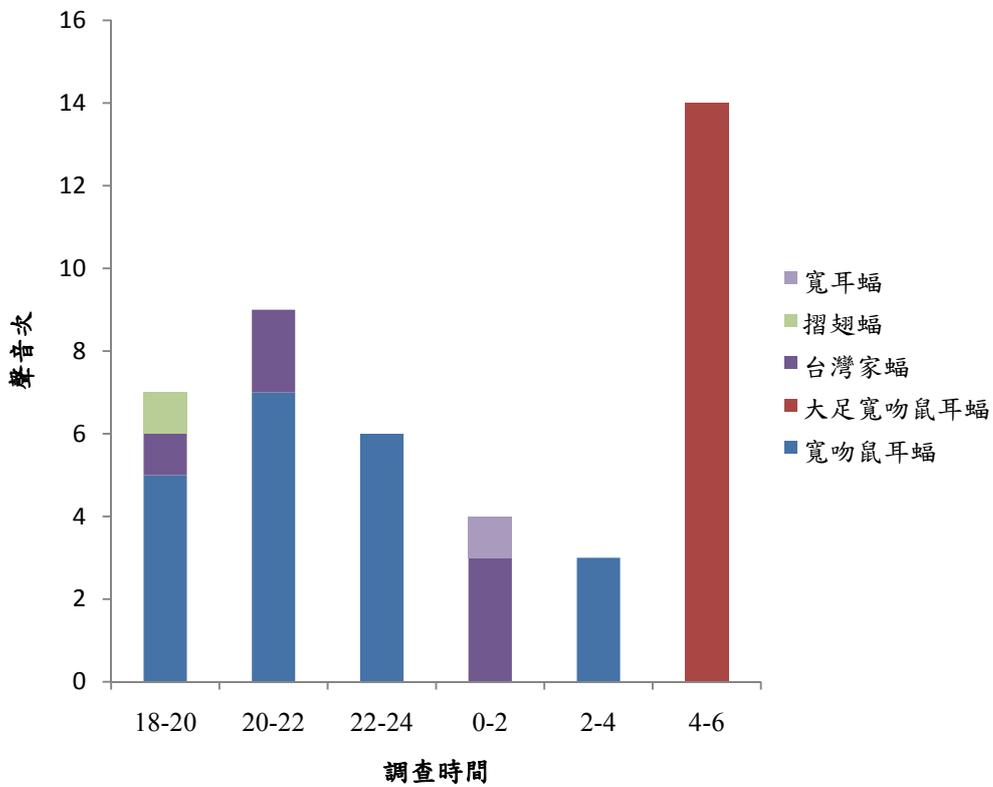


圖 3-15 2008 年 1-3 月於楠梓仙溪林道樣區以聲音監測蝙蝠出現時間分布圖。

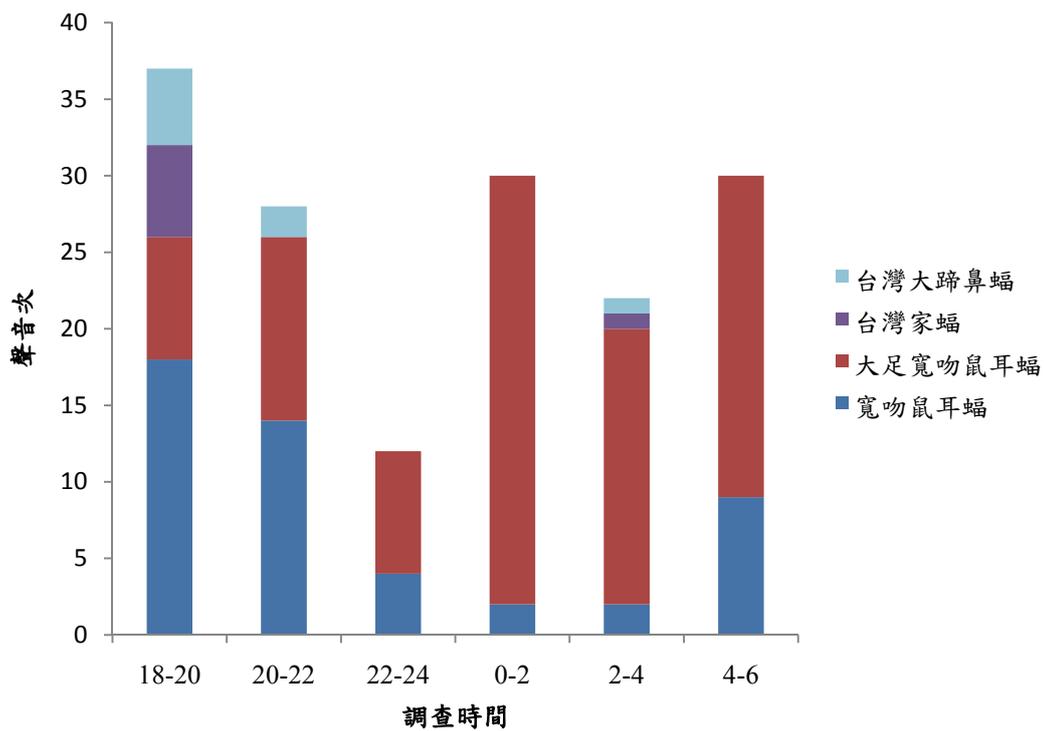


圖 3-16 2008 年 7-9 月於楠梓仙溪林道樣區以聲音監測蝙蝠出現時間分布圖。

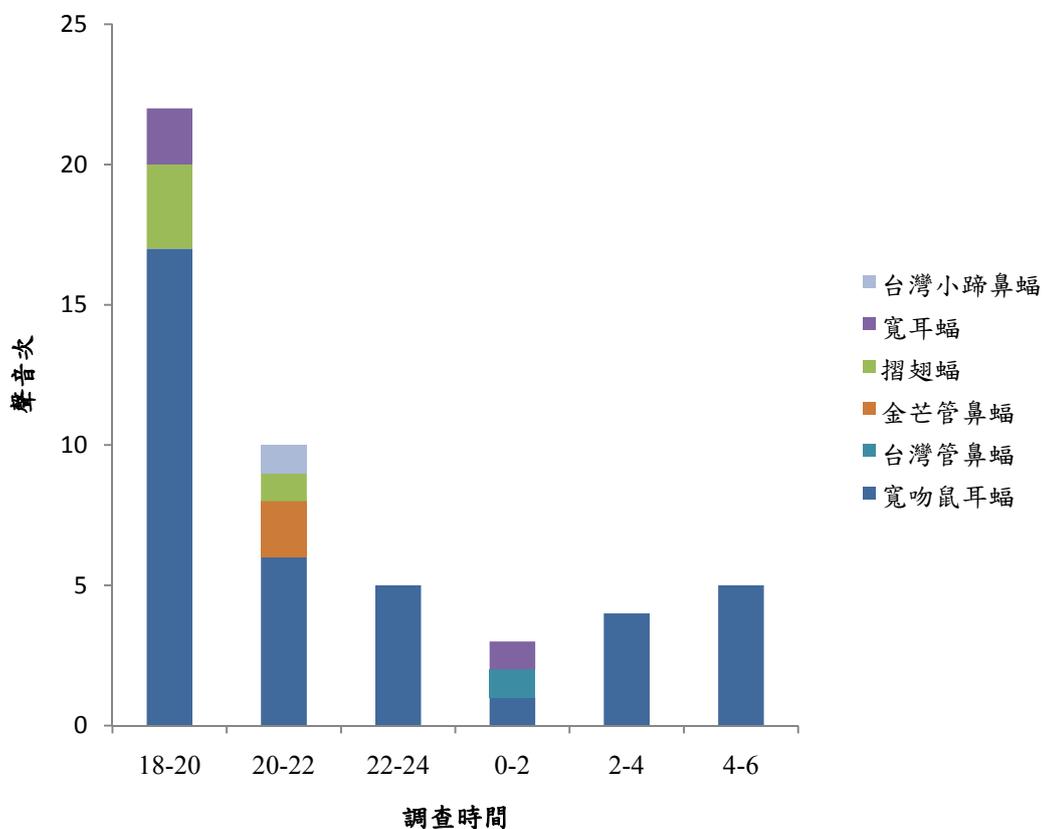


圖 3-17 2008 年 10-12 月於楠梓仙溪林道樣區以聲音監測蝙蝠出現時間分布圖。

第五節 蝙蝠排遺蒐集及食性分析

本年度共計蒐集 2 科 6 種蝙蝠排遺 (表 3-4)，另外本年度增加 10 顆台灣大蹄鼻蝠的排遺蒐集，是故累計於楠梓仙溪林道的調查迄今共計蒐集到 3 科 11 種蝙蝠排遺共 757 顆，分別為台灣家蝠 41 顆、寬吻鼠耳蝠 426 顆、大足寬吻鼠耳蝠 171 顆、台灣鼠耳蝠 1 顆、台灣管鼻蝠 9 顆、無尾葉鼻蝠 8 顆、黃胸管鼻蝠 1 顆、金芒管鼻蝠 23 顆、摺翅蝠 44 顆、寬耳蝠 23 顆。

已知優勢蝙蝠物種為寬吻鼠耳蝠及大足寬吻鼠耳蝠兩物種，為了解二者初步食性及差異，是故優先選用 2007 年 9 月所採得此兩物種之雄性個體進行分析，而這些雄性個體生殖現象皆為睪丸腫大生精現象明顯之成體，以避免生殖現象或是年齡造成影響。共計分析寬吻鼠耳蝠 30 顆排遺及大足寬吻鼠耳蝠 33 顆排遺，於排遺中發現雙翅目、鞘翅目、嚙蟲目、脈翅目、膜翅目、鱗翅目與蜘蛛目之碎片，詳見表 3-5。此二優勢種蝙蝠皆捕食到雙翅目 (照片 3-15,3-16,3-22)、鞘翅目 (照片 3-11,3-19,3-20)、與蜘蛛目 (照片 3-17 及 3-18)，其中所有個體皆捕食鞘翅目；於寬吻鼠耳蝠的排遺中除發現上述四個目的獵物碎片外，還發現嚙蟲目 (照片 3-14)、膜翅目 (照片 3-12) 與鱗翅目 (照片 3-13) 的碎片，而大足寬吻鼠耳蝠則還會捕食脈翅目 (照片 3-21) 之昆蟲。

表 3-4 2008 年所蒐集蝙蝠排遺數量

日期	中文名	屬名	種名	性別	體重 (公克)	成/幼	生殖	排遺
3/29	台灣大蹄鼻蝠	<i>Rhinolophus</i>	<i>formosae</i>	雌	18.75	A	N-	10
3/29	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雄	3.35	A	T+	10
3/29	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雌	3.7	A	N-	8
3/29	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雌	3.65	A	N-	8
3/30	寬耳蝠	<i>Barbastella</i>	<i>leuomelas</i>	雄	6.8	A	T+	3
3/30	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雌	3.95	A	N-	7
3/30	大足寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	sp.2	雄	3.9	A	T-	0
3/30	寬耳蝠	<i>Barbastella</i>	<i>leuomelas</i>	雌	8.45	A	N-	1
3/30	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雌	3.95	A	N-	9
3/30	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雌	3.5	A	N-	13
3/30	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雌	3.9	A	N-	5
3/30	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雌	3.8	A	N-	10
3/30	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雌	4.05	A	N-	11
3/30	大足寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	sp.2	雄	4.25	A	T-	7
8/18	大足寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	sp.2	雄	3.95	A	T+	10
8/18	大足寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	sp.2	雄	3.95	SA	T-	5
8/18	大足寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	sp.2	雄	3.55	A	T-	5
8/18	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雄	3.9	A	T+	7
8/18	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雌	3.95	A	N-	24
8/18	寬耳蝠	<i>Barbastella</i>	<i>leuomelas</i>	雄	7.15	SA	T-	7
8/18	大足寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	sp.2	雄	3.8	A	T+	26
8/18	大足寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	sp.2	雄	3.6	A	T+	13
8/18	大足寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	sp.2	雄	4.05	A	T+	8
8/18	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雌	3.6	A	N-	12
8/19	摺翅蝠	<i>Minopterus</i>	<i>schreibersii</i>	雌	10.25	A	N-	7
8/19	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雄	3.4	A	T+	3
8/19	大足寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	sp.2	雄	3.95	SA	T-	3
8/19	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>		3.8			3
8/19	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雌	3.9	SA	N-	9
8/19	大足寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	sp.2	雄	4.15	A	T-	5
8/19	大足寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	sp.2	雄	3.95	A	T-	17
8/19	大足寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	sp.2	雄	4.25	A	T+	7
8/19	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雄	3.8	Y	T-	14
8/19	金芒管鼻蝠	<i>Harpiola</i>	<i>isodon</i>	雌	8	A	N-	4

註：A 成體，Y 幼體，T 表雄性是否處於產精期，N 表雌性是否處於哺育期，+/- 表是/否。

續表 3-4 2008 年所蒐集蝙蝠排遺數量

8/20	金芒管鼻蝠	<i>Harpiola</i>	<i>isodon</i>	雌	6.9	Y	N-	4
11/7	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雄	3.25	A	T-	6
11/7	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雌	4.25	A	N-	11
11/7	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis</i>	<i>latirostris</i>	雄	2.4	A	T+	9

註：A 成體，Y 幼體，T 表雄性是否處於產精期，N 表雌性是否處於哺育期，+/- 表是/否。

表 3-5 蝙蝠排遺資料

物種	寬吻鼠耳蝠			大足寬吻鼠耳蝠			
	個體編號	B07013	B07012	B07005	B07004	B07011	B07016
		雙翅目	雙翅目	鞘翅目	鞘翅目	雙翅目	鞘翅目
		鞘翅目	鞘翅目	膜翅目		鞘翅目	蜘蛛目
		蜘蛛目	嚙蟲目	鱗翅目		脈翅目	
			蜘蛛目				

第六節 昆蟲相分析結果

本計畫迄今共計近楠梓仙溪林道 10 公里處進行三次整夜昆蟲調查(由調查期間每日夜間 18:00~隔日清晨 6:00)，分別為 2007 年 9 月(秋季資料)、2007 年 11 月(冬季資料)、以及 2008 年 3 月(春季資料)各一次，而原規劃 2008 年 6 月進行夏季資料調查，但因氣候及路況因素暫無資料，是故先以 2007 年 7 月於楠梓仙溪林道 13 公里處進行之昆蟲相作為夏季資料探討。調查方式以紫外光誘蟲燈每兩個小時之頻度保存一次採獲之昆蟲。根據初步檢視發現，四次採集共採得 10 目的昆蟲，分別為直翅目、嚙蟲目、半翅目、同翅目、脈翅目、毛翅目、鱗翅目、鞘翅目、膜翅目和雙翅目，其中除了毛翅目昆蟲在第一次無採集紀錄以及脈翅目昆蟲在前二次無採集紀錄外，其餘各目四次皆有採集紀錄，四次採得的昆蟲資料見表 3-6。第一季(夏季)共採得 4701 隻昆蟲，第二季(秋季)採得 2248 隻昆蟲，第三季(冬季)共採得 31885 隻昆蟲，第四季(春季)共採得 6540 隻昆蟲，無論是總採集量或是分時段採集結果，雙翅目昆蟲的數量皆最多，次之為鱗翅目。四次採集記錄中，冬季採集數量最多，是因為該次採集時出現雙翅目大發生，採集到的數量多達 29507 隻，佔總採集數量的 92.54%，且鱗翅目昆蟲量也多達 2234 隻，另外該次採集時間為 11 月初，季節區分屬秋末初冬的時節，並非典型的冬季氣候，再加上遇到昆蟲大發生，以致於冬季的昆蟲採集數量遠遠高於其他三季。過往的昆蟲採集資料，多是整夜採集的結果，並無分時段之採集紀錄，故只能進行總量之比較，目前兩次採集結果與過往研究出現相同的趨勢，即雙翅目昆蟲為樣區中最優勢之物種，其次為鱗翅目之昆蟲。以下分述各次昆蟲調查結果：

一、夏季資料 (2007 年 7 月)

本次共採得 4701 隻昆蟲，雙翅目昆蟲佔多數(3901 隻，82.98%)，其次為鱗翅目昆蟲(670 隻，14.25%)。若是依時段來看，任何時段中雙翅目仍為主要出現物種，其次為鱗翅目之昆蟲，總合約佔所有昆蟲之 95%以上，可見任何時段中雙翅目與鱗翅目昆蟲為樣區中較優勢之物種。雙翅目昆蟲於 18:00-20:00 出現的之數佔總蟲數的 90.48%，為百分比最高的時段，百分比最低的時段則為 22:00-24:00(69.13%)，而該時段則為鱗翅目昆蟲百分比最高的時段(28.57%)。任

何時段中雙翅目昆蟲出現在樣區中的百分比仍是最高的，且不因時段差異，皆可達70%以上之比例，鱗翅目昆蟲在剛入夜的18:00-22:00所佔的百分比較低之外，之後四個時段皆維持穩定的百分比(15.27-28.57%)(圖 3-18, 3-19)。

以各目昆蟲出現的數量來看，超過 60%的雙翅目昆蟲出現於 18:00-22:00，之後至清晨，出現的蟲數約佔總雙翅目昆蟲的 7-14%。而鱗翅目昆蟲則由 20 時起至凌晨 4 時，皆維持 17-27%的數量，18:00-20:00 與 4-6 時出現的百分比在 10 以下。雙翅目與鱗翅目昆蟲出現的高峰皆為 20:00-22:00 時(圖 3-20)。

二、秋季資料 (2007 年 9 月)

本次採得 2248 隻昆蟲，雙翅目昆蟲佔多數(1735 隻，77.18%)，其次為鱗翅目昆蟲(470 隻，20.91%)。若是依時段來看，任何時段中雙翅目仍為主要出現物種，其次為鱗翅目之昆蟲，總合約佔所有昆蟲之 96%以上，可見任何時段中雙翅目與鱗翅目昆蟲為樣區中較優勢之物種。雙翅目昆蟲於 22:00-24:00 出現的之數佔總蟲數的 81.53%，為百分比最高的時段，百分比最低的時段則為 4:00-6:00(38.71%)，而該時段則為鱗翅目昆蟲百分比最高的時段(58.06%)。所有時段中雙翅目昆蟲出現在樣區中的百分比仍是最高的，除了 4:00-6:00 之外，皆可達 70%以上之比例，鱗翅目昆蟲在剛入夜之後四個時段皆維持穩定的百分比(16.44-26.97%)，而在 4:00-6:00 時佔最多數量(58.06%)(圖 3-18, 3-19)。

以各目昆蟲出現的數量來看，最大數量的雙翅目昆蟲出現於 18:00-20:00(39.02%)，20:00-24:00 皆維持約 20%之數量，之後至清晨出現的蟲數則持續減少，4:00-6:00 的蟲數已降至 0.6%。而鱗翅目昆蟲之出現趨勢與雙翅目昆蟲類似，數量最多的時段亦為 18:00-20:00(39.57%)，之後至清晨出現的蟲數則持續減少，百分比依序為 17.87%、15.53%、12.98%與 10.21%，4:00-6:00 的蟲數已降至 3.83%。雙翅目與鱗翅目昆蟲出現的高峰皆為 18:00-20:00(圖 3-20)。

三、冬季資料 (2007 年 11 月)

本次共採得 31885 隻昆蟲，雙翅目昆蟲佔多數(29507 隻，92.54%)，其次為鱗翅目昆蟲(2234 隻，7.01%)。大部分的昆蟲皆出現於上半夜，若是依時段來看，雙翅目昆蟲為上半夜主要出現物種，百分比分別為 96.02%、94.78%與 82.92%，

鱗翅目昆蟲則為 0:00-4:00 之主要物種，百分比分別為 89.70%與 85.71%，4:00-6:00 雙翅目昆蟲之百分比(59.09%)略高於鱗翅目昆蟲(40.91%)，總合約佔所有昆蟲之 99%以上。雙翅目昆蟲於 18:00-20:00 出現的之數佔總蟲數的 96.02%，為百分比最高的時段，百分比最低的時段則為 24:00-2:00(10.30%)，而該時段則為鱗翅目昆蟲百分比最高的時段(89.70%)(圖 3-18, 3-19)。

以各目昆蟲出現的數量來看，雙翅目昆蟲出現集中於上半夜，前三個時段出現的蟲數已佔雙翅目總蟲數之 99%，百分比分別為 41.93%、44.08%與 13.82%，下半夜幾乎鮮少出現。鱗翅目昆蟲於入夜後逐漸出現，20.73%的鱗翅目昆蟲出現於 18:00-20:00，下個時段則增加為 28.42%，22:00-24:00 則為數量最多的時段，出現的蟲數佔鱗翅目昆蟲總蟲數之 37.02%，24:00-2:00 仍有 12.09%鱗翅目昆蟲出現，之後數量明顯減少。雙翅目昆蟲出現的高峰為 20:00-22:00，鱗翅目昆蟲出現的高峰則為 22:00-24:00(圖 3-20)。

四、春季資料 (2008 年 3 月)

本次共採得 6540 隻昆蟲，雙翅目昆蟲佔多數(5205 隻，79.59%)，其次為鱗翅目昆蟲(1192 隻，18.23%)。若是依時段來看，任何時段中雙翅目仍為主要出現物種，其次為鱗翅目之昆蟲，總合約佔所有昆蟲之 97%以上，可見任何時段中雙翅目與鱗翅目昆蟲為樣區中較優勢之物種。雙翅目昆蟲於 18:00-20:00 出現的之數佔總蟲數的 91.52%，為百分比最高的時段，百分比最低的時段則為 24:00-2:00(65.61%)，而該時段則為鱗翅目昆蟲百分比最高的時段(32.36%)。任何時段中雙翅目昆蟲出現在樣區中的百分比仍是最高的，且不因時段差異，皆可達 65%以上之比例，鱗翅目昆蟲在剛入夜的 18:00-22:00 所佔的百分比較低之外，之後四個時段皆維持一定的百分比(16.79-32.36%)(圖 3-18, 3-19)。

以各目昆蟲出現的數量來看，超過 58%的雙翅目昆蟲出現於 18:00-22:00，18:00-20:00 出現的蟲數最多，佔總雙翅目昆蟲之 35.85%，之後至清晨出現的蟲數則持續減少，百分比分別為 15.04%、9.89%與 10.91%，4:00-6:00 的蟲數已降至 4.57%。而鱗翅目昆蟲則由 20:00 起至凌晨 4:00，皆維持約 19-22%的數量，18:00-20:00 與 4:00-6:00 出現的百分比分別為 10.49%與 4.61%。雙翅目昆蟲出現的高峰為 18:00-20:00，鱗翅目昆蟲出現無明顯的高峰，但於則為 20:00-4:00 維持

穩定的數量(圖 3-20)。

整體而言，若是依時段來看，不分季節任何時段中雙翅目與鱗翅目之昆蟲總數約佔所有昆蟲之 95%以上，可見雙翅目與鱗翅目昆蟲為樣區中較優勢之物種。任何時段中雙翅目昆蟲出現在樣區中的百分比仍是最高的，除了秋季的 4:00-6:00 時段與冬季的下半夜之外，雙翅目昆蟲蟲數皆可達總蟲數 70%以上之比例，秋季的 4:00-6:00 時段總共只出現 31 隻昆蟲，計有 18 隻鱗翅目、12 隻雙翅目與 1 隻直翅目，冬季的下半夜(24:00-6:00)，雙翅目昆蟲明顯減少，三時段只各出現 31 隻、5 隻與 13 隻，鱗翅目昆蟲出現的數量也明顯減少，三時段各出現 270 隻、30 隻與 9 隻，此時亦無其目昆蟲出現，因此雙翅目昆蟲仍是相對豐富之物種。

若以昆蟲出現之個體數來看，入夜開始採集後，雙翅目昆蟲數量明顯多於其他目之昆蟲，隨著時間越晚數量也隨之減少，但是夏季與春季採樣時，直至清晨仍有一定數量(約 2-300 隻)之雙翅目昆蟲出現，而秋季與冬季採樣時，隨著時間越晚，數量明顯減少，秋季由一開始的接近 700 隻逐步減少至最後一次採樣時之 12 隻，冬季時下半夜(24:00)之後蟲數明顯減少，18-22 時還有各將近 1300 隻的採集數量，22:00-24:00 降至約 4000 隻，而 24:00 之後只採得 49 隻。雙翅目與鱗翅目昆蟲分時段出現佔總雙翅目與鱗翅目昆蟲總數之百分比圖見圖 3-18 與圖 3-19。

若以昆蟲出現累積百分比來看由圖 3-21 可知昆蟲數量多數於上半夜出現，除了冬季之外，其餘三季約有近 60%的昆蟲個體出現於 18:00-22:00 時段，24:00 以前出現的總蟲數約達 70-80%，冬季時 22:00 以前出現的蟲數更達 80%以上，而幾乎將近 99%的昆蟲於 24:00 前出現。

五、昆蟲多樣性與季節相似度

本研究預計採用 Simpson index (D)和 Shannon-Weaver function(H)來分析不同樣區與不同季節間的昆蟲多樣性，以及使用 Jaccard 指數比較樣區間相似度 (Coefficient of Similarity)，但因為實際進行實驗時只選取一個樣區，因此無法進行樣區間的比較，只能進行不同季節間的比較。

在昆蟲多樣性方面 (表 3-6)，辛普森多樣性指數(D) 數值愈大，群落穩定

性愈高，總歧異度指數(H) 數值愈大，多樣性越大。原來的公式計算應該是以昆蟲的種數為計算單位，但因配合蝙蝠排遺分析只鑑定到目的階層，因此昆蟲夜間採集分析部分也只鑑定到目的階層，因此三種指數計算皆是以目為單位，導致計算結果指數偏低，雖無法忠實呈現昆蟲相的多樣性，但仍可以作為參考資料。結果得知，樣區內的不同季節昆蟲多樣性指數偏低，總歧異度指數也不高，四季當中以秋季的多樣性與歧異度最大，其次是春季，接著為夏季，以冬季的多樣性與歧異度最低。

季節間的昆蟲物種組成相似度（表 3-7）則以春季和冬季的相似度最高，達 88%，而春季和夏季的相似度最低，為 60%。由單因子變異數分析結果發現，昆蟲物種組成無季節性差異。

表 3-6 樣區昆蟲採集資料

百分比 昆蟲類別	2007.7.16	2007.9.29	2007.11.4	2008.3.29
直翅目	0.06	0.04	0.00	0.00
嚙蟲目	0.21	0.31	0.18	0.44
半翅目	0.06	0.09	0.01	0.00
同翅目	0.36	0.09	0.01	0.02
脈翅目	0.00	0.00	0.01	0.05
毛翅目	0.00	0.09	0.02	0.28
鱗翅目	14.25	20.91	7.01	18.23
鞘翅目	1.00	0.44	0.07	1.25
膜翅目	1.06	0.85	0.17	0.15
雙翅目	82.98	77.18	92.54	79.59
總隻數	4701	2248	31885	6540

表 3-7 各季昆蟲多樣性及歧異度指數

	夏季	秋季	冬季	春季
Simpson index (D)	0.2909	0.3607	0.1387	0.3332
Shannon-Weaver function (H)	0.5696	0.6317	0.2885	0.6019

表 3-8 各季節間相似度 (Coefficient of Similarity)

	夏季	秋季	冬季	春季
夏季	1	0.7	0.7	0.6
秋季		1	0.8	0.7
冬季			1	0.88
春季				1

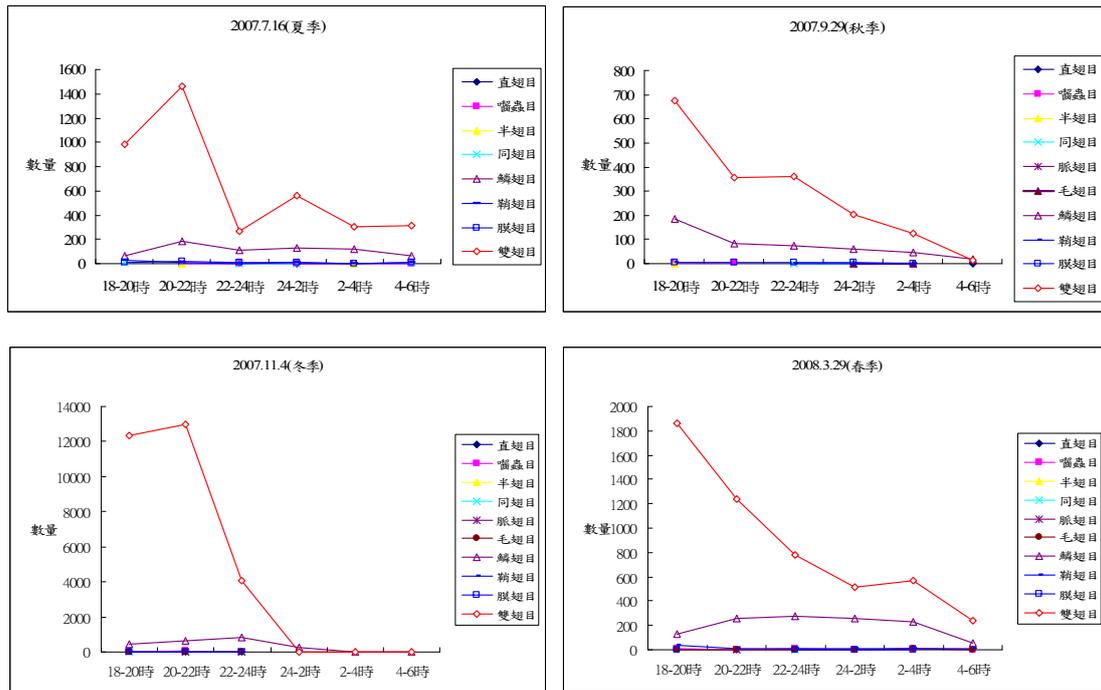


圖 3-18 各目昆蟲不同季節分時段出現數量

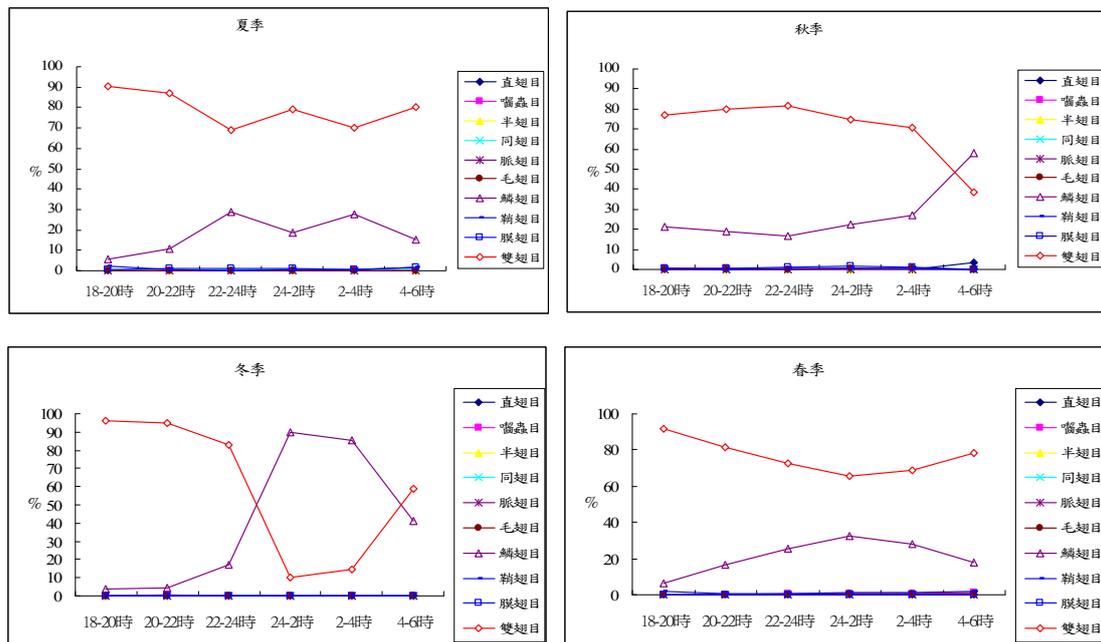


圖 3-19 各目昆蟲不同季節分時段出現百分比(總蟲數)

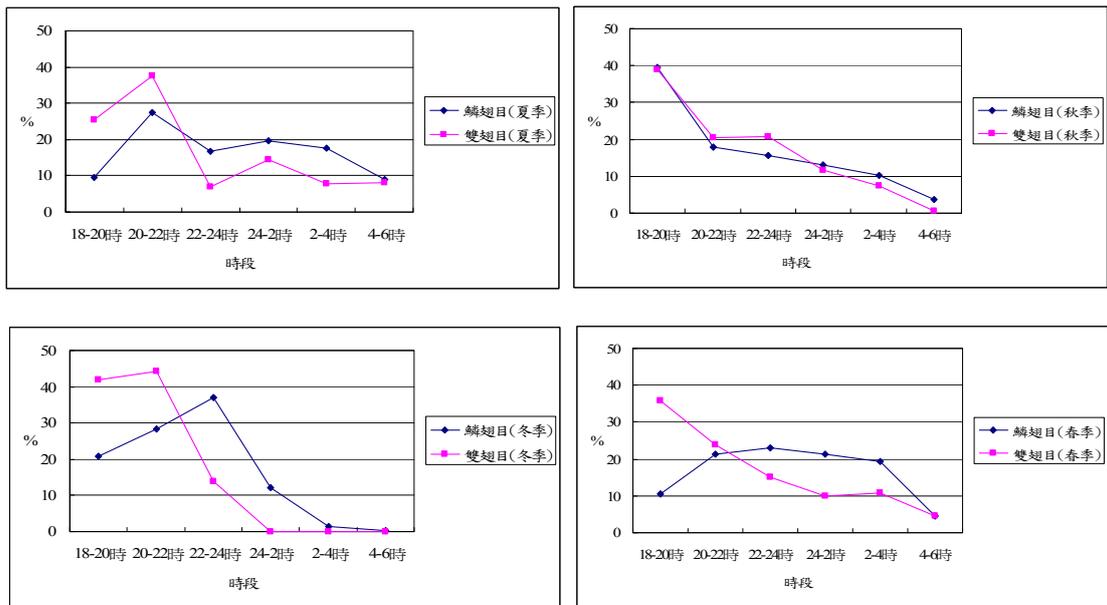


圖 3-20 雙翅目與鳞翅目昆蟲不同季節分時段出現百分比(分目)

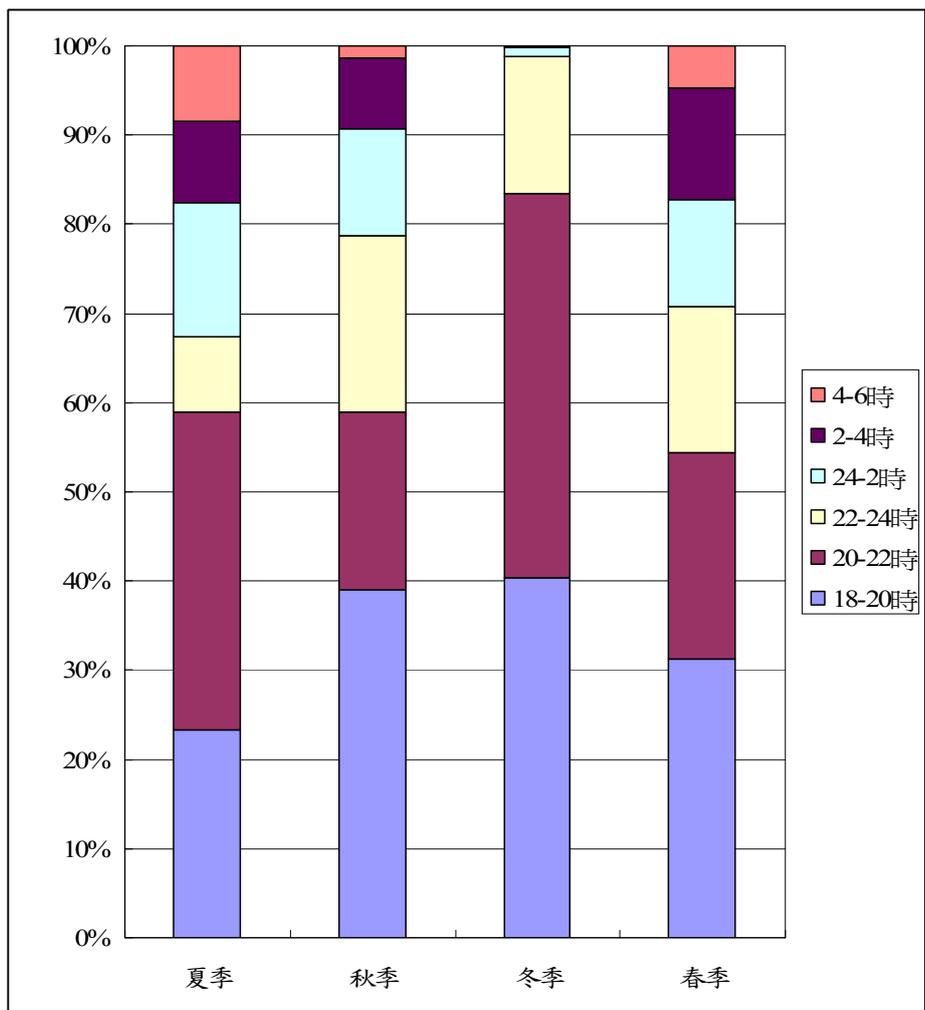


圖 3-21 昆蟲各季出現分時段之累積百分比

第四章 討論與建議

第一節 討論

一、 蝙蝠相文獻分析比較

比對過往林等(2004, 2005)於第一季(1-3月)並無任何蝙蝠採集記錄，而於六月於西北園區楠梓仙溪林道13公里處記錄到的物種為長耳蝠、山家蝠，而於楠梓仙溪工作站周邊記錄到台灣大蹄鼻蝠、台灣小蹄鼻蝠、大足寬吻鼠耳蝠及寬吻鼠耳蝠，而本年度資料補足過往不足1-3月蝙蝠相資料。另外，有一姬管鼻蝠標本採自楠梓仙溪林道，現收藏在東海大學生科系林良恭老師實驗室，是故累積迄今楠梓仙溪林道共計可發現15種蝙蝠，而玉山國家公園境內現已記錄蝙蝠物種已達19種。楠梓仙溪林道蝙蝠物種組成中發現無尾葉鼻蝠、黃胸管鼻蝠及台灣長耳蝠僅為單筆捕獲資料，然2007年並未調查到的台灣小蹄鼻蝠，今年度也從超音波資訊中得知台灣小蹄鼻蝠的活動，但今年度卻也發現無尾葉鼻蝠及黃胸管鼻蝠物種並未再度出現，這也表示蝙蝠物種活動及蝙蝠相的調查仍得持續進行，才能瞭解一區域的物種組成狀態及其蝙蝠族群的變化。

二、 蝙蝠相之季節差異

根據本計畫所累積以網具捕捉資訊並彙整過往採集資料(林等, 2004及2005)，並以三個月為一季以次依據將採集資料歸類做圖(圖4-1)，可發現蝙蝠物種多樣性最高月份為7-9月，共計在此季節共累積發現10種蝙蝠51隻次；而個體數最多月份為10-12月，此一季共累積9種61隻次的蝙蝠採集資料，多數資料來自10月初的採集，但此季寬吻鼠耳蝠即佔了44隻次。此外初步發現寬吻鼠耳蝠與台灣大蹄鼻蝠在楠梓仙溪林道為整年活動物種。

三、 蝙蝠垂直遷徙假說

鄭與張簡累積多年採集及觀察現象發現部分廣佈類型的蝙蝠物種（金黃鼠耳蝠及黃胸管鼻蝠），似乎具有春夏季活動於中低海拔，秋冬季遷徙到中高海拔的現象，是故提出垂直遷徙的假說（鄭與張簡 2008）。而本調查發現台灣大蹄鼻蝠於楠梓仙溪林道為整年活動物種，但台灣小蹄鼻蝠及黃胸管鼻蝠此二物種僅 10-12 月這個季節被調查到，而此現象是否呼應垂直遷徙假說，仍待確認。

四、 蝙蝠活動模式及楠梓仙溪林道優勢蝙蝠物種

本年度調查結果與去年度調查結果相似，蝙蝠的活動於上下半夜皆有一個活動高峰，而此現象也符合蝙蝠棲所附近之典型的活動模式狀態(Meyer *et al.* 2004)，即日落後上半夜有一活動高峰，於日出前有一回巢的活動高峰，是故推測應有一蝙蝠棲所近楠梓仙溪林道 10 公里附近。

五、 楠梓仙溪林道蝙蝠優勢蝙蝠物種之季活動及夜活動狀態

本年度所採獲的 38 隻次蝙蝠，有 19 隻為寬吻鼠耳蝠，其中雄性個體有 7 隻次，雌性個體有 12 隻次；而大足寬吻鼠耳蝠 12 隻皆為雄性個體。然累積本計畫第一、二年度的採集並彙整林等(2004 及 2005)的採集結果(表 4-1)可發現楠梓仙溪林道最為優勢物種為寬吻鼠耳蝠，總計捕獲 73 隻次，佔總採集隻次的 55.30%；而大足寬吻鼠耳蝠次之，共計紀錄到 21 隻次，佔總採集隻次的 15.91%；此二種蝙蝠佔楠梓仙溪林道蝙蝠隻次的 70.58%。而根據採集記錄發現於楠梓仙溪林道可整年度發現寬吻鼠耳蝠的活動，但大足寬吻鼠耳蝠僅只於 3~10 月發現牠的活動。另外共域的時節下，此二物種的夜活動模式幾乎呈現重疊狀態，並無任何區隔現象。

六、 優勢蝙蝠物種之食性及其覓食策略

寬吻鼠耳蝠及大足寬吻鼠耳蝠為兩相似物種，此兩物種為同屬蝙蝠並有著類似的外部形態及齒式，但在同屬內卻有極為遙遠的種間親緣關係（周 2004），而根據 Findley(1972)根據外部型態及覓食方法，可將此二物種歸納為偏好獵捕空中昆蟲（aerial hawk）的物種，但根據本年度初步的分析結果可以於此兩種蝙蝠排遺中發現蛛型網蜘蛛目的碎片，是故此二類別是否如同 Fenton and Bogdanowicz（2002）所提部分鼠耳蝠物種存在覓食策略的彈性，可以由原本偏好獵捕空中昆蟲的習性，因為覓食地不同而轉換為撿食者（gleaner）的因地制宜行為，抑或所補食的蜘蛛為結網性的蜘蛛，只是隨機獵食此一現象仍待更多排遺分析資訊確認。

七、 重複捕捉的蝙蝠個體

以標記技術標記動物，不僅可以從重複捕捉的動物個體瞭解個體於重複捕捉時的各項生理狀態變化，亦可以重複捕捉個體來推估族群的族群組成及族群的變化狀況，然對於慣性活動於森林的蝙蝠，其重複捕捉率，相較於其他動物類別或是洞穴型蝙蝠機率來的低。而本年度於第三季（7~9月）的採集採獲一隻重複捕捉的寬吻鼠耳蝠個體，此個體為雄性成體，此一個體第一次採集時間亦為去年度的7月~9月（2007/9/29），當時睪丸腫脹生精現象明顯，前臂長 33.15 公釐、體重 3.65 公克，捕獲時間為 18:10；而本年度採集日期為 2008/8/19，重新檢視及測量，發現其睪丸腫脹生精現象明顯，而體重為 3.80 公克，捕獲時間為 01:50，相較於第一次採集體重稍重，且先前所採取翼膜組織位置癒合完整（照片 4-1），是故表示採取翼膜及此類型翼環對於寬吻鼠耳蝠並無顯著影響，而本年度亦開始以鋁製翼環持續標記蝙蝠，未來將會持續標記此區域蝙蝠以瞭解蝙蝠族群及其組成狀態。

八、 蝙蝠棲所利用

1. 人造棲所

楠溪工作站建置起於 1954 年，位於 11.2k 處，接近楠梓仙溪溪谷，附近腹地寬廣平坦(楊等 2004)。林(2004)曾發現台灣大蹄鼻蝠、台灣小蹄鼻蝠及寬吻鼠耳蝠利用楠溪工作站作為其夜間棲所棲息使用。而本計畫調查迄今無發現任何蝙蝠棲息使用，雖於附近僅發現台灣大蹄鼻蝠及寬吻鼠耳蝠的活動音頻並發現台灣大蹄鼻蝠棲息於樹木上，但無測錄到台灣小蹄鼻蝠之活動音頻，本計畫將會持續監測楠梓仙溪工作站周邊蝙蝠棲所使用狀態。

2. 洞穴棲所

本計畫及過往於楠梓仙溪調查到的蝙蝠物種共計有 15 種，其中台灣大蹄鼻蝠、無尾葉鼻蝠、台灣小蹄鼻蝠、摺翅蝠及台灣鼠耳蝠此 5 種蝙蝠為典型的洞穴型棲息物種，故推測於園區西北區應有蝙蝠的洞穴型棲所。而訪談玉山國家公園保育警察隊，根據訪談資料得知於登玉山路徑上有一蝙蝠洞穴，內有蝙蝠棲息，是故未來將會前往勘查以確認是否有任何標記蝙蝠，以瞭解此兩群蝙蝠族群是否屬於同一族群。

九、 昆蟲相季變化與蝙蝠食性的相關

回顧國科會全球變遷塔塔加高山生態系長期生態研究報告—塔塔加高山生態系昆蟲相及生態角色探討報告，統整 2001 至 2004 年度於塔塔加永久樣區內的三樣區(雲杉林、鐵杉林與箭竹草原)以紫外光誘蟲燈採得昆蟲，共採得 10 目的昆蟲，分別為彈尾目(Collembola)、嚙蟲目(Psocoptera)、半翅目(Hemiptera)、同翅目(Homoptera)、脈翅目(Neuroptera)、毛翅目(Trichoptera)、鱗翅目(Lepidoptera)、鞘翅目(Lepidoptera)、膜翅目(Hymenoptera)和雙翅目(Diptera)。四個年度於永久樣區內分別採得 1,215、12,216、21,358 與 30,899 隻昆蟲，各年度皆以雙翅目之豐度最高，鱗翅目則為豐度次高之昆蟲，由此可知，雙翅目昆蟲在塔塔加地區是最優勢的分類群(蔡淳淳 私人通訊)。

本計畫初步結果整體而言，若是依時段來看，不分季節任何時段中雙翅目與鱗翅目之昆蟲總數約佔所有昆蟲之 95%以上，可見雙翅目與鱗翅目昆蟲為樣區中較優勢之物種，與前人之長期調查結果相同。

若以昆蟲出現之個體數來看，入夜開始採集後，雙翅目昆蟲數量明顯多於其他目之昆蟲，隨著時間越晚數量也隨之減少，但是夏季與春季採樣時，直至清晨仍有一定數量(約 2-300 隻)之雙翅目昆蟲出現，而秋季與冬季採樣時，隨著時間越晚，數量明顯減少，秋季由一開始的接近 700 隻逐步減少至最後一次採樣時之 12 隻，冬季時下半夜(24:00)之後蟲數明顯減少，18:00-22:00 還有各將近 1300 隻的採集數量，22:00-24:00 降至約 400 隻，而 24:00 之後只採得 49 隻。初步推測因春夏季時氣溫仍較高，因此昆蟲的活動由入夜後持續到清晨，而秋冬季時，氣溫明顯下降，因此入夜後氣溫太低導致昆蟲明顯減少活動之頻度，24:00 以後，昆蟲的活動明顯減少，可知氣溫高低明顯影響昆蟲的活動。為了解是否氣溫明顯影響昆蟲的活動頻度，建議增加採樣時氣候溫度之測量，或是調閱鄰近氣象站之相關氣象資料加以比對，將可以獲得更加完整之資訊。

昆蟲出現的情形與蝙蝠出現的頻度的相關性來看，由圖 3-21 可知昆蟲數量多數於上半夜出現，而於冬季時 22:00 以前出現的蟲數更達 80%以上，而幾乎將近 99%的昆蟲於 24:00 前出現，目前已知各季樣區內的蝙蝠在上半夜皆有一出現高峰，其餘時段皆為零星的蝙蝠活動(圖 3-12~3-17)，而這個蝙蝠活動高峰亦可代表出巢覓食活動，則可以合理的推論昆蟲出現數量較多的時段與蝙蝠覓食的高峰有一致性。

在昆蟲多樣性方面，樣區內的不同季節昆蟲多樣性指數偏低，總歧異度指數也不高，四季當中以秋季的多樣性與歧異度最大，其次是春季，接著為夏季，以冬季的多樣性與歧異度最低，指數偏低的原因可能是因為資料分析時，昆蟲鑑定只分到目的等級，無法反應目以下的物種差異情形。季節間的昆蟲物種組成相似度則以春季和冬季的相似度最高，達 88%，而春季和夏季的相似度最低，為 60%。由單因子變異數分析結果發現，昆蟲物種組成無季節性差異，可能原因為組內差異過大所造成，因為在本樣區中雙翅目為主要優勢種，數量至少佔當次採集總蟲數的 80%，甚至更高，且出現的個體數目遠遠大於其他目的昆蟲，最大差距達 2 萬多隻，最少差距也有 1 千 7 百餘隻，因此可能因組內差異過大，造成季節差異不顯著。

表 4-1 彙整 2007-2008 年本計畫調查資料與昔日文獻(林等 2004,2005)蝙蝠採集資料

科名	物種	2004	2005	2007	2008	總隻次	
蹄鼻蝠科	台灣大蹄鼻蝠	1	1		1	3	
	台灣小蹄鼻蝠	4	1			5	
葉鼻蝠科	無尾葉鼻蝠			1		1	
蝙蝠科	寬吻鼠耳蝠	15	1	38	19	73	
	大足寬吻鼠耳蝠	1		8	12	21	
	台灣鼠耳蝠	1		1		2	
	台灣家蝠			3		3	
	山家蝠		2			2	
	台灣管鼻蝠	1		3		4	
	黃胸管鼻蝠			1		1	
	金芒管鼻蝠	2		2	2	6	
	摺翅蝠	1		2	1	4	
	寬耳蝠	2		1	3	6	
	台灣長耳蝠		1			1	
	合計	14 種					132

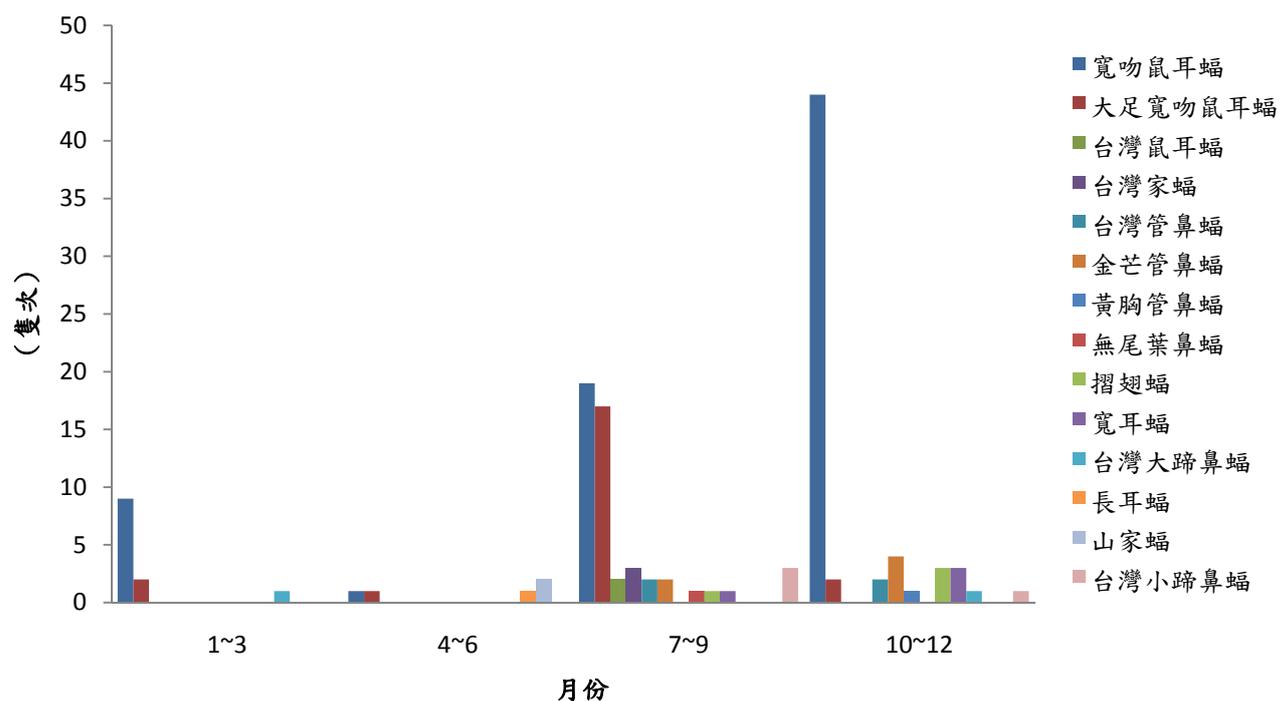


圖 4-1 彙整 2007-2008 年本計畫調查資料與昔日文獻蝙蝠採集資料(林等 2004, 2005)之蝙蝠季節活動狀態

第二節 建議

一、 立即可行的建議

主辦機關：內政部營建署玉山國家公園管理處

協辦機關：台灣蝙蝠學會

(一) 樣區保護

楠梓仙溪林道現已記錄 15 種蝙蝠物種，而楠梓仙溪林道 10.6 公里處的採樣點則可發現 12 種蝙蝠，是故應針對此地點進行長時間監測並保護周邊林木之生態環境，以作為監測楠梓仙溪林道蝙蝠相之指標樣區。

(二) 優勢物種相關生態習性的瞭解

食蟲蝙蝠在森林生態中扮演昆蟲量抑制重要的角色，是故瞭解森林生態中優勢食蟲性蝙蝠與昆蟲相的關聯，即可反應一個森林的健康狀態。且根據玉山國家公園楠梓仙溪林道生態資源與經營管理之研究(2004)提出此處林相為闊葉林及紅檜造林的交接地，此處亦為中海拔闊葉林永久樣區。是故瞭解此區域的昆蟲相及食蟲性蝙蝠的關係，在對應到昆蟲生活習性及森林互動即可切確瞭解三者關係並可給予明確的森林經營管理指標。而楠梓仙溪林道中寬吻鼠耳蝠及大足寬吻鼠耳蝠為此區域最為優勢的兩物種(表 4-1)。此兩物種為同屬蝙蝠並有著類似的外部形態及齒式，但在同屬內卻有極為遙遠的種間親緣關係(周 2004)，因此兩相似食蟲蝙蝠於楠梓仙溪森林生態系中扮演角色為何？且根據本年度食性初步分析結果可知此二相似蝙蝠物種存在競爭關係，而此競爭關係的狀態仍尚待進行深入研究瞭解，而此結果將可以反應此森林生態系的昆蟲狀態，並作為森林生態健全與否的指標物種。

二、 中長期的建議

主辦機關：內政部營建署玉山國家公園管理處

協辦機關：台灣蝙蝠學會

(一) 蝙蝠相的長期監測，以蝙蝠為監測因子瞭解全球暖化的現象

全球暖化為近年來最為注視的生態環保議題，而食蟲性蝙蝠位於食物鏈的高層，但相較於其他食物鏈高層消費者而言，食蟲性蝙蝠的體型其所需棲地來的較小，再加上其許多特化的生理調節特性（像是體溫調節及延遲生殖…等），使食蟲性蝙蝠可以適應多樣化的環境，是故根據以上條件已被開始利用做為環境監測及全球暖化的指標生物（Richard 2004），再加上根據本年度所分析的物種活動狀態資料（圖 4-1）可知蝙蝠物種的調查需要持續的監測才能瞭解到一區域的完整蝙蝠相資訊，是故應針對園區內各區分區進行長期固定的監測，除能切確瞭解各區域的蝙蝠物種組成，更能將蝙蝠物種及族群的變化做為台灣地區全球暖化指標之依據。

(二) 蝙蝠棲息、活動、覓食之相關熱點的尋找

楠梓仙溪林道自然環境保護得宜，使得自然資源豐富，也孕育了許多野生動物，另外玉山國家公園也於 2008 年 3 月已經將此為保護區，而截至目前為止已知至少有 15 種蝙蝠活動於楠梓仙溪林道且包含了屬於二級保育類的無尾葉鼻蝠。雖說現今已知 15 種蝙蝠活動於楠梓仙溪林道，但這些蝙蝠物種的相關習性、覓食區域、活動區域以及棲息地區仍尚待瞭解，唯有瞭解其相關生態習性後，才得以給予正確的保育政策。而玉山國家公園境內現今已知至少有 19 種蝙蝠，為玉山國家公園園區內哺乳類類別的主要主成成員，而此 19 種蝙蝠相關生態習性亦嚴重缺乏，是故建議應針對玉山國家公園蝙蝠類別進行其相關的生態研究，以作為制定保育策略的依據。

(三) 聲音監測點架設及蝙蝠活動熱點蝙蝠活動狀態的瞭解

蝙蝠超音波偵測監測系統現已被國際廣為利用作為蝙蝠相變化的監控設備。若此設備可長期架設於楠梓仙溪林道 10.6 公里處，即可監控楠梓仙溪林道蝙蝠相的變化，長久下來當可發現楠梓仙溪林道應不止 15 種蝙蝠物種。此外，若可在蝙蝠活動的熱點區域進行長時間的聲音監控，根據此聲音資訊即可以瞭解此區域蝙蝠的活動狀態及差異，瞭解蝙蝠活動狀態後，即可依此訂立適切的保育策略。

(四) 蝙蝠棲所的架設、監測及維持

林等 (2004) 曾指出寬吻鼠耳蝠、台灣小蹄鼻蝠及台灣大蹄鼻蝠此 3 種蝙蝠會利用楠溪工作站作為其夜間棲所，雖本計畫觀察並未發現此現象，但仍可測錄到此三種蝙蝠的活動音頻，故建議可於楠溪工作站附近建立設置蝙蝠屋，以增加蝙蝠棲所；另期未來若有山屋或工作站維修，需有考量維護蝙蝠棲所之對策。

附錄一



照片 3-1 楠梓仙溪林道 6 月崩塌



照片 3-5 大足寬吻鼠耳蝠



照片 3-2 台灣大蹄鼻蝠



照片 3-6 台灣家蝠



照片 3-3 台灣小蹄鼻蝠



照片 3-7 寬耳蝠



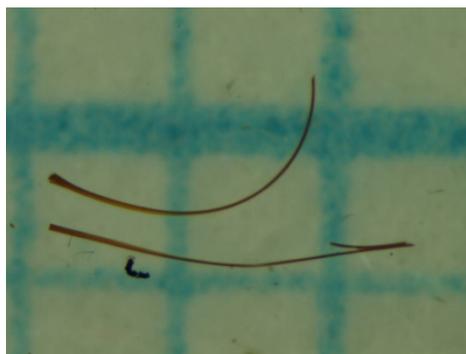
照片 3-4 寬吻鼠耳蝠



照片 3-8 摺翅蝠



照片 3-9 金芒管鼻蝠



照片 3-13 寬吻鼠耳蝠排遺中鳞翅目碎片



照片 3-10 重複捕捉之寬吻鼠耳蝠



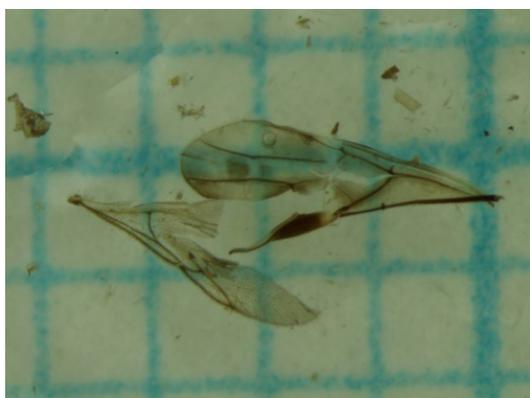
照片 3-14 寬吻鼠耳蝠排遺中嚙蟲目碎片-



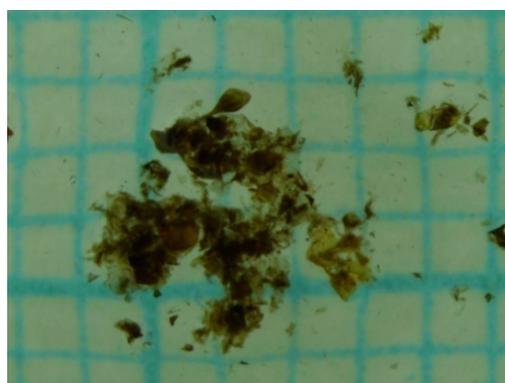
照片 3-11 寬吻鼠耳蝠排遺中鞘翅目碎片



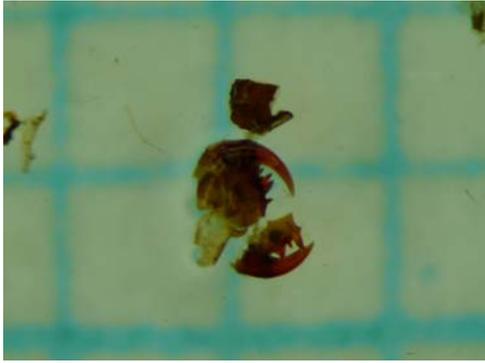
照片 3-15 寬吻鼠耳蝠排遺中雙翅目碎片 1



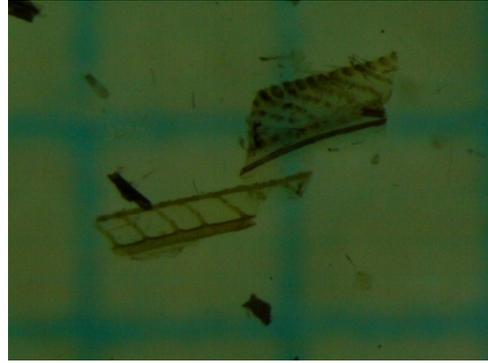
照片 3-12 寬吻鼠耳蝠排遺中膜翅目碎片



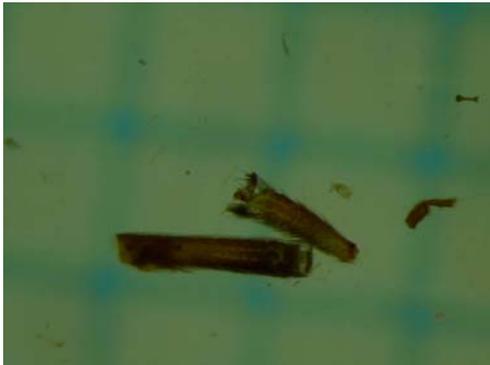
照片 3-16 寬吻鼠耳蝠排遺中雙翅目碎片 2



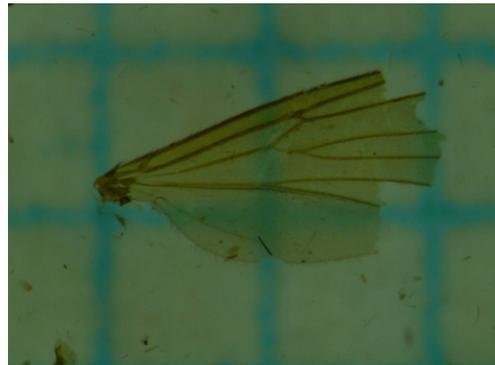
照片 3-17 寬吻鼠耳蝠排遺中蜘蛛目碎片 1



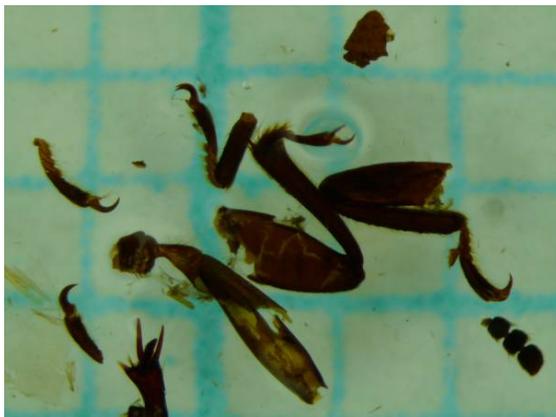
照片 3-21 大足寬吻鼠耳蝠排遺中脈翅目碎片



照片 3-18 寬吻鼠耳蝠排遺中蜘蛛目碎片 2



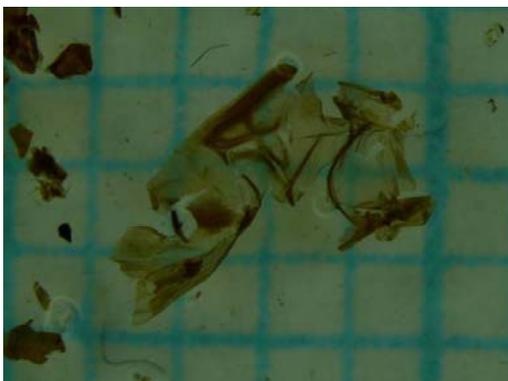
照片 3-22 大足寬吻鼠耳蝠排遺中雙翅目碎片



照片 3-19 大足寬吻鼠耳蝠排遺中鞘翅目碎片 1



照片 4-1 重複捕捉之寬吻鼠耳蝠個體採取翼膜及標記部位恢復完好完整



照片 3-20 大足寬吻鼠耳蝠排遺中鞘翅目碎片 2

附錄二

「玉山國家公園共域性食蟲蝙蝠之族群監測及覓食生態研究 (2/3)」委託研究計畫評審會議紀錄

一、時間：中華民國 97 年 2 月 26 日（星期二）下午 14 時整

二、地點：本處三樓第一會議室

三、主持人：許處長文龍（陳副處長隆陞代）

四、出席評審委員：

方教授引平、本處陳副處長隆陞、蘇課長志峰

五、主席致詞：(略)

六、主辦課報告：(略)

七、會議結論：

(一) 本次會議之評審方式，依據「採購評選委員會審議規則」第九條第一款略以：「本委員會會議之決議，應有委員總額二分之一以上出席，出席委員過半數之同意行之。出席委員中之外聘專家、學者人數，不得少於出席委員人數之三分之一。」及本案招標文件中甄選須知之第陸點辦理。

(二) 本次會議各出席評審委員遴選結果並經出席委員過半數以上同意，由台灣蝙蝠學會獲選第一名，取得議價權。

(三) 評審意見如下：

	審查意見	意見回覆
1.	計畫內容豐富，委託單位執行能力強，應可獲得預期目標。建議本案能提供完整蝙蝠監測調查之方法，以利玉山國家公園於未來長期監測森林健康建立一標準監測調查之作業程序	對於完整蝙蝠相監測方法以已此三年計畫分段瞭解，主要以蝙蝠捕捉調查及蝙蝠回聲定位監測。倘若未來能提供更多資源進行棲所及蝙蝠相關研究勢必可以建立長期生態資料。

2.	建議樣區選擇應有更為明確說明；另相關林相的劃分依據，宜配合昆蟲相及蝙蝠相調查，可以獲致更佳的结果。	選擇之樣區主要搭配已有相關背景資料之森林棲地，未來才能對應相對背景資料。
3.	蝙蝠食性的分析之需求，許多時間與人力請衡量在本案工作的時間分配，以獲得較佳的成效。	已修正為探討優勢蝙蝠物種，唯此更能深入瞭解相關生態資訊。
4.	請嘗試就台灣其它地區有做類似此森林健康研究之比較。	台灣地區現階段並無相關的蝙蝠及森林研究，此研究為台灣首次進行的生態系層級相關研究，但國外已有部分相關研究。
5.	計畫建議書請於緣起中增加去年度調查的成果資料。另在排遺資料分析章節中請增加針對優勢種之分析說明。	已補正。
6.	本案如獲得標，請依上述評審意見，修正計畫建議書。	已修正。

玉山國家公園共域性食蟲蝙蝠之族群監測及覓食生態研究

(2/3) 委託研究計畫期中審查會議紀錄

一、時間：中華民國 97 年 8 月 1 日（星期五）上午 10 時整

二、地點：本處三樓第一會議室

三、主持人：許處長文龍（陳副處長隆陞代）

四、出（列）席單位及人員：（如簽到單影本）

五、委託機構（台灣蝙蝠學會鄭理事長錫奇）簡報：（略）

六、審查意見：

	審查意見	意見回覆
1.	蝙蝠調查受天候影響頗大，且山區道路狀況也有極高的不確定性。建議可以更有彈性的安排調查時間與調查頻度，以補足略少的捕獲資料。	以彈性調整，但蝙蝠調查及本研究之昆蟲調查皆須大型調查器材，若以簡化設備調查，將會無法達到理想的調查成果。
2.	4 至 6 月因路斷未能進行調查部分，如果明年繼續辦理，希望能補充調查。	明年度若能持續進行將補入本季資料。
3.	第一章緒論第一節部分建議增加去年 2006 年調查蝙蝠物種之成果資料。另本計畫第 3 年工作內容建議增加類似生態營的解說活動規劃內容，以推廣本計畫成果。	已增加去年度的調查結果，而生態解說活動部分，楠梓仙溪林道之道路狀況較為不穩定，再加上蝙蝠調查需要夜間調查，甚至整夜調查，是故建議貴處在沙里仙溪林道另闢蝙蝠解說教育訓練，並由本會協辦。
4.	表 4-1 建議增加附註說明那些種類為 2007、2008 年捕捉資料及文獻資料。而圖 3-14 內容過多，建議依據欲說明的內容，繪製為 2~3 個圖表示，例如分季或分目來表	2007 年資料已在第一章補述，而本年度資料表 3-1 及 3-2 皆有敘述，而昆蟲資料也依建議修正。

	達。	
5.	第 3 頁的頻率的「叫聲」及代表性「叫聲」，請更正為聲音；第 13 頁第一行的 2 科 4 種請更正為 2 科 5 種。第 27 頁中「而於上半夜有一物種活動頻度高峰落於 20:00-22:00」，此內文無法與圖 3-13 配合。	已補正。
6.	第 37 頁部分文獻引用使用格式不一致，例如第一行中的「林等 (2004, 2005)」和最後一段第一行「林等 (2004 及 2005)」。	已補正。
7.	第 37 頁指出昆蟲於上下半夜皆有一活動高峰，即日落後上半有一活動高峰與日出前有一回巢的活動高峰，有關日落後上半有一活動高峰，是否與該區昆蟲資源大都於上半夜活動有其關聯性，而為何日出前有一回巢的活動高峰，請說明原因？	此指蝙蝠之活動高峰而非昆蟲，兒蝙蝠活動高峰之推測也於『討論』闡述附近有潛在的蝙蝠棲所。
8.	蝙蝠屋的設置有利調查監測及增加棲所，惟本計畫未見蝙蝠棲息舊有人工住所，故是否設了蝙蝠屋而蝙蝠不進住？宜先作適當的評估再提出建議，建議先至 94 年所設置的蝙蝠屋查看狀況。	未來將會配合辦理，但本案所建議設置的蝙蝠並非 94 年所設置的棲息型的蝙蝠棲所，而是夜間棲息型的大型棲所，是故建議應對於楠梓仙溪林道原本之廢棄山屋進行調查，是否有蝙蝠棲息利用，若有蝙蝠利用，於整修前應規劃相關配套措施。
9.	本報告未將評審會議之意見列表納入該報告書之附錄中，建請補充修正之。並請將上述審查意見及辦理情形製表納入期末報告書之附錄中。	已補正。

七、審查結論：

- (一) 審查會議經出席委員之審查及本處業務單位之查核，本計畫之工作進度及項目，與委託研究計畫契約書所訂相符，期中審查通過。請依契約書之規定，辦理第一期款核銷及撥付第二期款事宜。
- (二) 請計畫執行單位就審查意見，於契約書工作要求範圍內作必要之補充及修正，並就上述各項意見提出對應之處理情形，列表納入期末報告書之附錄中。

八、散會

「玉山國家公園共域性食蟲蝙蝠之族群監測及覓食生態研究 (2/3)」委託研究計畫期末審查會議紀錄

一、時間：中華民國 97 年 12 月 2 日 (星期二) 下午 15 時 30 分

二、地點：本處三樓第一會議室

三、主持人：陳處長隆陞

四、出 (列) 席單位及人員：(如簽到單影本)

五、委託機構 (台灣蝙蝠學會鄭理事長錫奇) 簡報：(略)

六、審查意見：

	審查意見	意見回覆
1.	本計畫第 2 年已有相當的超音波、活動模式、食性等資料，結果相當不錯。	仍會持續努力蒐集資料，以期可觀成果。
2.	森林生態健康指標，除蝙蝠相之外，若加上昆蟲與蝙蝠間的關係，比較能支持指標之說明，請將昆蟲予以考慮列入分析說明。	昆蟲為本計畫中輔助檢視蝙蝠食物資源的角色，
3.	昆蟲生物多樣性指標部分，其分析只到「目」，非到「種」，請於報告中說明，以免混淆。	已補正。
4.	本研究區域有而其它區域無記錄之蝙蝠物種情形，請加以說明。另請補充說明有何樣區可與本研究區域比較，以突顯本區域獨特性。	現階段仍有許多地區進行蝙蝠普查的工作，楠梓仙溪林道區域蝙蝠物種數相較於其他區域來的豐富，且其他地區多僅進行蝙蝠普查並未進行蝙蝠及其相關生態整體研究。
5.	昆蟲的調查，數量上各季節的差異何以夏季較少，反而冬季最多？建議後續蒐齊資料後對蝙蝠與昆蟲的	已補正。

	關係多加著墨。	
6.	蝙蝠遷移假說部分，本區域蝙蝠是屬於遷移、或是移動，宜補述。另遷移是短暫、或一段時間、或長期性，請再說明。	遷徙與否需要長期的監測，而台灣地區現階段之蝙蝠物種是否具有遷徙現象？仍待更多資訊確認其假說，而在一區域僅能觀察到現地物種組成季變化，而這些季變化或許能相對證實部分物種（黃胸管鼻蝠）的遷徙。
7.	蝙蝠的音頻有無方圓問題，測錄音頻有無相關限制，請說明。	本計畫所採用偵測器為現階段套裝偵測器系統中感度高且適合進行監測之系統，而蝙蝠音頻測錄之限制主要在楠溪林道主要為野地雜音干擾，其他並無相關限制。
8.	請將去年資料與今年資料作一初步比較分析，瞭解本區域蝙蝠活動頻度差異。	遵照辦理。
9.	表 4-1 及圖 4-1 部分，本計畫調查與昔日文獻之蝙蝠採集「隻次」資料，是兩種資料的總和數嗎？若是，則建議二者資料能分開說明，以突顯兩種資料的差異性。	表 4-1 遵照辦理，但圖 4-1 主要呈現橫向軸（季之間的差異），假若再分開論述無法凸顯重要性。
10.	第 45 頁中有關長期固定的監測之建議，請再針對有關監測地點、監測方式之說明。	第三年度執行完成本計畫後，將提出一套完整長期監測模式建議。
11.	有關調查過程之紀錄片，請提供做為玉山國家公園未來環境教育活動之用。	關於相關攝影配備於下年度若能添購將會提供貴處影像資訊。
12.	請將上述審查意見及辦理情形製表納入期末報告書之附錄中。	遵照辦理。

七、審查結論：

- (一) 本案經審查委員之審查，其工作內容及執行成效與契約書大致相符，
期末審查原則通過。
- (二) 請依各委員之意見修正報告書，將評審會議、期中審查會議及期末
審查會議之審查意見及辦理情形，製表納入報告書之附錄中。依照
本處結案報告之封面格式製作及範例格式撰寫正式報告書。並依契
約書規定，連同正式報告書、光碟等資料函送本處認可後辦理結案、
撥付餘款相關事宜。

八、散會

參考資料

中文部分

- 王穎。1995。玉山國家公園楠梓仙溪地區野生動物族群動態調查與監測模式之建立。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 吳建廷。2007。台灣地區家蝠屬蝙蝠的分類學研究。國立嘉義大學生物資源系碩士論文。
- 林良恭。2003。玉山國家公園食蟲目遺傳多樣性研究及蝙蝠現況調查計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 林良恭、李玲玲、鄭錫奇。2004。台灣的蝙蝠(再版)。國立自然科學博物館。台中。台灣。
- 林良恭、徐昭龍、周政翰、王豫煌、陳佑哲、張育誠、朱巧雯、袁守立。2004。玉山國家公園西北園區蝙蝠調查計畫。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 林良恭、徐昭龍、周政翰。2005。玉山國家公園西北園區蝙蝠屋監測及蝙蝠相。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 邱珍。2000。台灣葉鼻蝠種內食性差異。國立台灣大學學士論文。
- 周政翰。2004。台灣地區鼠耳蝠屬分類地位。私立東海大學碩士論文。
- 陳錦生、蔡淳淳、黃耀通。2001。全球變遷：塔塔加高山生態系長期生態研究—塔塔加高山生態系昆蟲相及生態角色探討(3/3)。國科會整合型計畫報告。
- 陳錦生、蔡淳淳、黃耀通。2002。全球變遷—塔塔加高山生態系—全球變遷：氣候因子對塔塔加高山地區昆蟲族群季節性變動之影響(1/3)。國科會整合型計畫報告。
- 陳錦生、蔡淳淳、黃耀通。2003。全球變遷—塔塔加高山生態系—全球變遷：氣候因子對塔塔加高山地區昆蟲族群季節性變動之影響(2/3)。國科會整合型計畫報告。
- 陳錦生、蔡淳淳、黃耀通。2004。全球變遷—塔塔加高山生態系—全球變遷：氣候因子對塔塔加高山地區昆蟲族群季節性變動之影響(3/3)。國科會整合型計畫報告。
- 陳湘繁。1995。陽明山地區共域性台灣葉鼻蝠及台灣小蹄鼻蝠之活動模式與食性。國立台灣大學碩士論文。
- 楊國禎、陳玉峰、鍾丁茂、陳欣一、林笈克、黃江綸、張又敏、蔡智豪、李跟政、王豫煌。2004。玉山國家公園楠梓仙溪林道生態資源與經營管理之研究。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 黃耀通、蔡淳淳、徐歷鵬、張朝欽、陳錦生。2000。塔塔加高山生態系昆蟲相初報。國立台灣大學實驗林研究報告 14:85-90。

- 鄭錫奇與周政翰。2007。台灣地區食蟲性蝙蝠超音波資料庫之建置與應用。野生動物保育與研究學術研討會論文集。199-204 頁。
- 鄭錫奇與張簡琳玟。2008。台灣蝙蝠的多樣性、研究現況與度冬遷徙推論。2008。2008 蝙蝠研究討論會論文集。5-15 頁。
- 蘇鴻傑。1984。臺灣天然氣候與植群型之研究 (二) 山地植群帶與溫度梯度之關係。中華林學季刊 **17**:57-73。

英文部分

- Altringham, J. D. 1996. Bats: Biology and Behavior. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Arelettaz, R. 1996. Feeding behaviour and foraging strategy of free-living mouse-eared bats, *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. *Animal Behaviour* **51**:1-11.
- Barclay, R. M. R. 1985. Long-versus Short-range foraging strategies of hoary (*Lasiurus cinereus*) and silver-haired (*Lasionycteris noctivagans*) bats and consequences for prey selection. *Canadian Journal of Zoology*. **63**:2507-2515.
- Barlow, K. E. and G. Jones. 1997. Differences in songflight calls and social calls between two phonic types of the vespertilionid bat *Pipistrellus pipistrellus*. *Journal of Zoology (London)* **241**:315-324.
- Chick, R.R. and Lumsden, L.F., 1999. Monitor Mode: a new Anabat software feature that automatically saves bat calls to computer. *Australasian Bat Society Newsletter* **13**:16-19.
- Fanis, E. and G. Jones. 1995. Post-natal growth, mother infant interactions and development of vocalizations in the vespertilionid bat, *Plecotus auritus*. *Journal of Zoology (London)* **235**:85-97
- Fenton, M. B. 2003. Aerial-feeding bats: getting the most out of echolocation. in J. Thomas, C. Moss, and M. Vater, editors. *Echolocation in Bats and Dolphins*. University of Chicago Press, Chicago.
- Fenton, M. B. and G. P. Bell. 1979. Echolocation and feeding behaviour in four species of *Myotis* (Chiroptera). *Canadian Journal of Zoology* **57**:1271-1277.
- Fenton, M. B. and W. Bogdanowicz. 2002. Relationships between external morphology and foraging behaviour: bats in the genus *Myotis*. *Canadian Journal of Zoology* **80**:1004-1013.
- Findley, J. S. 1972. Phenetic relationships among bats of the genus *Myotis*. *Systematic Zoology* **21**:31-52.
- Freeman, P. W. 1984. Functional analysis of large animlivorous bats (Microchiroptera). *Biological Journal of the Linnean Society* **21**:387-408.
- Göbbel, L. 2002. Morphology of the external nose in *Hipposideros diadema* and *Lavia frons* with comments on its diversity and evolution among leaf-nosed

- microchiroptera. *Cells Tissues Organs* **170**:39-60.
- Guillén, A., J. J. B., and C. Ibanez. 2000. Variation in the frequency of the echolocation calls of *Hipposideros ruber* in the Gulf of Guinea: an exploration of the adaptive meaning of the constant frequency value in rhinolophoid CF bats. *Journal of Evolutionary Biology* **13**:70-80.
- Hickey, M. B. C. and M. B. Fenton. 1990. Foraging by red bats (*Lasiurus borealis*): do intraspecific chases mean territoriality? *Canadian Journal of Zoology* **68**:2477-2482.
- Kamil, A. C., Krebs, J. R., and Pulliam, H.R. 1987. Foraging behavior, Plenum Press, New York, USA.
- Kenagy, G. J. 1973. Daily and seasonal patterns of activity and energetics in a heteromyid rodent community. *Ecology* **54**: 1201-1219.
- Kingston, T., G. Jones, A. Zubaid, and T. H. Kunz. 2003. Alternation of echolocation calls 5 species of aerial-feeding insectivorous bats from Malaysia. *Journal of Mammalogy* **84**:205-215.
- Kunz, T. H. and S. K. Robson. 1995. Post-natal growth and development in the Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis mexicana*): birth size, growth rates, and age estimation. *Journal of Mammalogy* **76**:769-783.
- Kuo, H. C., Fang Y. P., Csorba G., and L. L. Lee. 2006. The definition of *Harpiola* (Vespertilionidae: Murininae) and the description of a new species from Taiwan. *Acta Chiropterologica* **8**:11-19.
- Lee, D. N., van der Weel, F. R., T. Hitchcock, E. Matejowsky, and J. D. Pettigrew. 1992. Common principle of guidance by echolocation and vision. *Journal of Comparative Physiology. Part A. Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* **171**:563-571.
- MacArthur, R. H. and Pianka, E. R. 1966. On optimal use of a patchy environment. *The American Naturalist*. **100**:603-609.
- Masters, W. M., K. A. S. Raver, and K. A. Kazial. 1995. Sonar signals of big brown bats, *Eptesicus fuscus*, contain information about individual identity, age and family affiliation. *Animal Behaviour* **50**:1243-1260.
- Meyer, C. F. J., C. J. Schwarz and J. Fahr. 2004. Activity patterns and habitat preferences of insectivorous bats in a West African forest-savanna mosaic. *Journal of Tropical Ecology* **20**:397-407.
- Muller, R. and H. U. Schnitzler. 1999. Acoustic flow perception in cf-bats: Properties of the available cues. *Journal of the Acoustical Society of America* **105**:2958-2966.
- Neuweiler, G. 1990. Auditory adaptations for prey capture in echolocating bats. *Physiological Reviews* **70**:615-641.

- Neuweiler, G. 2003. Evolutionary aspects of bat echolocation. *Journal of Comparative Physiology. Part A. Sensory, Neural, and Behavioral Physiology* **189**:245-256.
- Norberg, U. M. 1976. Aerodynamics, kinematics and energetics of horizontal flapping flight in the long-eared bat, *Plecotus auritus*. *The Journal of Experimental Biology* **65**:179-212.
- Oates, J. F. 1987. Food distribution and foraging behavior. Pp. 197-209. *in* Smuts, D. L., Cheney, D. L., Seyfarth, R. M., Wrangham, R. W. & T. T. Struhsaker (eds.), *Primate societies*. The University Of Chicago Press, Chicago, USA.
- Ostwald, J., H. U. Schnitzler, and G. Schuller. 1988. Target discrimination and target classification in echolocating bats. Plenum Press, New York, USA.
- Parsons, S., A. M. Boonman, and M. K. Obrist. 2000. Advantages and disadvantages of techniques for transforming and analyzing chiropteran echolocation calls. *Journal of Mammalogy* **81**:927-938.
- Pedersen, S. C. 1998. Morphometric analysis of the chiropteran skull with regard to mode of echolocation. *Journal of Mammalogy* **79**:91-103.
- Richard K. L. 2004. Impact of global warming and locally changing climate on tropical cloud forest bats. *Journal of Mammalogy* **85**:237-244.
- Scherrer, J.A., and G. S. Wilkinson. 1993. Evening bat isolation calls provide evidence for heritable signatures. *Animal Behaviour* **46**:847-860.
- Schnitzler, H. U. 1987. *Echoes of fluttering insects: Information for echolocating bats*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Schnitzler, H. U. and E. K. V. Kalko. 2001. Echolocation by insect-eating bats. *Bioscience* **51**:557-569.
- Simmons, J. A., M. B. Fenton, and M. J. O'Farrell. 1979. Echolocation and pursuit of prey by bats. *Science* **203**:16-21.
- Swift, S. M., Racey, P. A. and Avery, M. I. 1985. Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera:Vespertilionidae) during pregnancy and lactation II diet. *Journal of Animal Ecology*. **54**:217-225.