



玉山國家公園管理處

55344 南投縣水里鄉中山路一段 515 號

網址：<http://www.ysnp.gov.tw/>

無障礙環境：電子信箱：[tmc@ysnp.gov.tw](mailto: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：98-02-02 (1194)

98-02-02 (1194) 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 (3/3) 玉山國家公園管理處委託研究報告 (98年度)

PG9802-0604

098-301020200G1-002

98-02-02  
(1194)

# 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 (3/3)

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



玉山國家公園管理處委託研究報告  
中華民國 98 年 12 月

該研究報告非本處立場、僅供參考

98-02-02

(1194)

PG9802-0604

098—301020200G1—002

## 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(3/3)

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

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：王麗嘉、王馨懋、胡伯齊、

林芸安、張庭維、賴靖婷、鄭仔珊

玉山國家公園管理處委託研究報告

中華民國 98 年 12 月



## 目錄

目錄 .....	I
表次 .....	V
圖次 .....	VI
照片次 .....	VIII
摘要 .....	IX
英文摘要 .....	XII
第一章 緒論 .....	1
第二節 蝙蝠的生態角色 .....	2
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 .....	6
(一)蝙蝠排遺蒐集 .....	6
(二)蝙蝠排遺分析 .....	6
(三)優勢蝙蝠物種覓食特性 .....	6
第三節 蝙蝠回聲定位聲音測錄 .....	6
(一)測錄方法 .....	6
(二)以回聲定位監測蝙蝠整夜活動模式 .....	7
第四節 昆蟲資源蒐集 .....	8
(一)樣區調查 .....	8
(二)調查方法 .....	8
第五節 昆蟲組成分析 .....	8
第三章 調查結果 .....	11
第一節 樣區調查 .....	11

一、調查樣區狀況 .....	11
二、樣區設置、描述與樣區特性描述 .....	11
第二節 蝙蝠調查 .....	14
(一) 第一季 (2-4 月) .....	14
(二) 第二季 (5-7 月) .....	14
(三) 第三季 (8-10 月) .....	14
(四) 第四季 (11-1 月) .....	14
第三節 蝙蝠回聲定位音頻特徵描述 .....	18
一、常頻式蝙蝠 (Constact Frequency, CF) .....	18
(一) 台灣大蹄鼻蝠 .....	18
(二) 台灣小蹄鼻蝠 .....	18
二、變頻式蝙蝠 (Frequency Modulated, FM) .....	18
(一) 台灣家蝠 .....	18
(二) 寬吻鼠耳蝠 .....	18
(三) 長趾鼠耳蝠 .....	19
(四) 長尾鼠耳蝠 .....	19
(五) 台灣鼠耳蝠 .....	19
(六) 台灣管鼻蝠 .....	19
(七) 金芒管鼻蝠 .....	19
(八) 黃胸管鼻蝠 .....	19
(九) 摺翅蝠 .....	19
(一〇) 寬耳蝠 .....	20
第四節 整夜蝙蝠物種活動頻度 .....	28
一、整夜網具調查結果 .....	28
(一) 第一季 (2-4 月) .....	28
(二) 第二季 (5-7 月) .....	28
(三) 第三季 (8-10 月) .....	28
(四) 第四季 (11-1 月) .....	28
二、蝙蝠回聲定位監測整夜活動模式結果 .....	28
(一) 第一季 (2-4 月) .....	28
(二) 第二季 (5-7 月) .....	29
(三) 第三季 (8-10 月) .....	29
(四) 第四季 (11-1 月) .....	29
第五節 蝙蝠排遺蒐集及食性分析 .....	33

一、排遺蒐集 .....	33
二、排遺分析 .....	33
(一) 蝙蝠物種所取用的食物資源類別 .....	33
(二) 食物資源對於蝙蝠物種的重要性 .....	34
1. 鞘翅目昆蟲 .....	34
2. 鱗翅目昆蟲 .....	34
3. 雙翅目昆蟲 .....	34
4. 脈翅目昆蟲 .....	34
5. 膜翅目與同翅目昆蟲 .....	34
6. 半翅目與嚙蟲目昆蟲 .....	35
7. 蛛形綱 .....	35
三、優勢蝙蝠物種食性分析 .....	35
(一) 寬吻鼠耳蝠 .....	35
(二) 長趾鼠耳蝠 .....	35
(三) 年度食性差異分析 .....	36
(四) 性別食性差異分析 .....	36
第六節 昆蟲相分析結果 .....	45
一、夏季資料 (2007 年 7 月) .....	45
二、秋季資料 (2007 年 9 月) .....	46
三、冬季資料 (2007 年 11 月) .....	46
四、春季資料 (2008 年 3 月) .....	47
五、昆蟲多樣性與季節相似度 .....	48
第四章 討論與建議 .....	53
第一節 討論 .....	53
一、蝙蝠相年度變化與季變化 .....	53
(一) 季節變化 .....	53
(二) 年度變化 .....	53
二、文獻分析比較 .....	53
三、蝙蝠活動模式及楠梓仙溪林道優勢蝙蝠物種 .....	54
四、食蟲性蝙蝠食物資源多樣性-昆蟲相探討 .....	55
五、蝙蝠物種食性與覓食策略 .....	55
六、優勢蝙蝠物種之覓食策略與資源利用 .....	57
(一) 覓食策略 .....	57

(二) 優勢蝙蝠物種資源利用狀態 .....	57
七、 蝙蝠食性與夜間昆蟲活動狀態 .....	58
八、 台灣高山國家公園蝙蝠物種多樣性與保育比較 .....	59
九、 蝙蝠的活動與遷徙 .....	59
十、 環境議題 (環境變遷、環境污染與全球暖化) 指標生物-蝙蝠物種 .....	59
第二節 建議.....	65
一、 立即可行的建議 .....	65
(一) 樣區保護 .....	65
(二) 蝙蝠相調查標準作業流程建議 .....	65
二、 中長期的建議 .....	65
(一) 蝙蝠相的長期監測，以蝙蝠相為監測因子探討全球氣候變遷 對玉山國家公園境內物種與森林生態的影響。 .....	66
(二) 蝙蝠物種生活史資料建立及蝙蝠棲息、活動、覓食之相關熱 點的尋找 .....	66
(三) 蝙蝠回聲定位監測點架設及蝙蝠活動熱點蝙蝠活動狀態的瞭 解 .....	66
(四) 蝙蝠棲所的架設、監測及維持 .....	67
附錄一 .....	69
附錄二 .....	73
參考資料 .....	83



## 表次

表 3-1 莫拉克風災楠梓仙溪林道受創定位點及修復狀態.....	12
表 3-2 2009 年玉山國家公園楠梓仙溪林道蝙蝠物種之調查名錄(包括網具調查及回聲定位測錄資料).....	16
表 3-3 2009 蝙蝠網具調查紀錄.....	17
表 3-4 楠溪林道 12 種食蟲性蝙蝠物種回聲定位音頻特徵.....	21
表 3-5 本(2009)年所蒐集之蝙蝠排遺數量.....	37
表 3-6 本研究(2007-2009 年)所蒐集各物種之排遺數量.....	38
表 3-7 本調查例年所蒐集之蝙蝠排遺中已分析的蝙蝠物種及排遺基礎資料.....	39
表 3-8 蝙蝠物種排遺內含物類別的相對重要性(除去不可辨識之部分)(%).....	41
表 3-9 蝙蝠物種排遺內含物類別的出現頻度(除去不可辨識之部分)(%).....	41
表 3-10 昆蟲採集資料.....	50
表 3-11 各季節之昆蟲多樣性及歧異度指數.....	50
表 3-12 各季節間昆蟲相似度(Coefficient of Similarity).....	50
表 4-1 玉山國家公園蝙蝠物種名錄.....	61
表 4-2 寬吻鼠耳蝠排遺四種內含物類別於是否與長趾鼠耳蝠共域時之相對重要性變化.....	62

## 圖次

圖 3-1 研究區域圖.....	13
圖 3-2 台灣大蹄鼻蝠音頻結構.....	22
圖 3-3 台灣小蹄鼻蝠音頻結構.....	22
圖 3-4 台灣家蝠音頻結構.....	23
圖 3-5 寬吻鼠耳蝠音頻結構.....	23
圖 3-6 長趾鼠耳蝠音頻結構.....	24
圖 3-7 長尾鼠耳蝠音頻結構.....	24
圖 3-8 台灣鼠耳蝠音頻結構.....	25
圖 3-9 台灣管鼻蝠音頻結構.....	25
圖 3-10 金芒管鼻蝠音頻結構.....	26
圖 3-11 黃胸管鼻蝠音頻結構.....	26
圖 3-12 摺翅蝠音頻結構.....	27
圖 3-13 寬耳蝠音頻結構.....	27
圖 3-14 2009 年春季 (2-4 月) 楠梓仙溪林道網具調查蝙蝠出現時間分布圖.....	30
圖 3-15 2009 年夏季 (5-7 月) 楠梓仙溪林道網具調查蝙蝠出現時間分布圖.....	30
圖 3-16 2009 年春季 (2-4 月) 於楠梓仙溪林道樣區以蝙蝠回聲定位監測蝙蝠出現時間分布圖.....	31
圖 3-17 2009 年夏季 (5-7 月) 於楠梓仙溪林道樣區以蝙蝠回聲定位監測蝙蝠出現時間分布圖.....	31
圖 3-18 2009 年秋季 (8-10 月) 於楠梓仙溪林道樣區以蝙蝠回聲定位監測蝙蝠出現時間分布圖.....	32
圖 3-19 2009 年冬季 (11-1 月) 於楠梓仙溪林道樣區以蝙蝠回聲定位監測蝙蝠出現時間分布圖.....	32
圖 3-20 楠梓仙溪林道蝙蝠排遺中各內含物類別的出現頻度與相對重要性(除去不可辨識部分).....	42
圖 3-21 楠梓仙溪林道蝙蝠排遺中各內含物類別相對重要性(除去不可辨識部分).....	42
圖 3-22 寬吻鼠耳蝠排遺中各內含物類別的出現頻度與相對重要性(除去不可辨識之部分).....	43
圖 3-23 寬吻鼠耳蝠排遺中各內含物類別相對重要性(除去不可辨識之部分).....	43
圖 3-24 長趾鼠耳蝠排遺中各內含物類別的出現頻度與相對重要性(除去不可辨識之部分).....	44
圖 3-25 長趾鼠耳蝠排遺中各內含物類別的相對重要性(除去不可辨識之部分).....	44

圖 3-26 各目昆蟲不同季節不同時段出現數量.....51

圖 3-27 各目昆蟲不同季節不同時段出現百分比(總蟲數).....51

圖 3-28 雙翅目與鱗翅目昆蟲不同季節分時段出現百分比(分目).....52

圖 3-29 昆蟲各季出現不同時段之累積百分比.....52

圖 4-1 本計畫三年各季蝙蝠物種出現數量之季節變化.....63

圖 4-2 彙整文獻(林等 2004,2005)與本計畫各季蝙蝠物種出現數量之季節變化.....63

圖 4-3 各年度蝙蝠物種組成及數量變化.....64

圖 4-4 鱗翅目與鞘翅目昆蟲不同季節分時段出現百分比(分目).....64

圖 4-5 蝙蝠相調查標準作業流程圖.....68

## 照片次

照片 3-1 楠梓仙溪林道 3 月中的崩塌.....	69
照片 3-2 楠梓仙溪林道 10 月 12.5 公里處走山 .....	69
照片 3-3 楠梓仙溪林道 11 月 12.5 公里處走山.....	69
照片 3-4 台灣大蹄鼻蝠.....	69
照片 3-5 台灣小蹄鼻蝠.....	69
照片 3-6 寬吻鼠耳蝠.....	69
照片 3-7 長趾鼠耳蝠.....	69
照片 3-8 長尾鼠耳蝠.....	69
照片 3-9 寬耳蝠.....	70
照片 3-10 金芒管鼻蝠.....	70
照片 3-11 黃胸管鼻蝠.....	70
照片 3-12 台灣家蝠.....	70
照片 3-13 摺翅蝠.....	70
照片 3-14 雙翅目碎片.....	70
照片 3-15 鞘翅目碎片.....	70
照片 3-16 嘴蟲目碎片.....	70
照片 3-17 脈翅目碎片.....	71
照片 3-18 半翅目碎片.....	71
照片 3-19 同翅目碎片.....	71
照片 3-20 膜翅目碎片.....	71
照片 3-21 鱗翅目碎片.....	71
照片 3-22 蛛形綱碎片.....	71

## 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會因物種、性別及年齡、覓食習性、所捕食的昆蟲種類而有所差異。玉山國家公園境內迄今已陸續發現共計三科二十二種食蟲性蝙蝠，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楠梓仙溪林道之(一)蝙蝠相組成、相對數量與昆蟲相之季節變化；(二)蝙蝠食性，藉以探討食蟲性蝙蝠在楠梓仙溪林道之角色與生態功能；(三)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。楠梓仙溪林道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，藉以分析當地蝙蝠的食性並探討兩者之相關性。

### 三、重要發現

今(2009)年3月至11月間，總計進行6次調查，共計發現2科10種蝙蝠，包括台灣大蹄鼻蝠、台灣小蹄鼻蝠、寬吻鼠耳蝠、長趾鼠耳蝠、長尾鼠耳蝠、寬耳蝠、金芒管鼻蝠、黃胸管鼻蝠、台灣家蝠及摺翅蝠，其中長尾鼠耳蝠今年發現之當地新紀錄種，而台灣小蹄鼻蝠為2007年曾有紀錄後再度捕獲的物種。本計畫已建立了調查樣區12種食蟲性蝙蝠回聲定位資料庫，其中有5種蝙蝠回聲定位資料為台灣首度發表資料，未來可以作為蝙蝠超音波長期監測的參考資料。此外，本研究分析了13種蝙蝠食性結果，其中有11種蝙蝠食性為台灣地區首度發表資料。結果顯示寬吻鼠耳蝠與長趾鼠耳蝠為楠梓仙溪林道的優勢蝙蝠物種，且發現二者食物資源利用具有重疊性，二者間應有食性上的競爭現象，但出現的季節似有明顯區隔。蝙蝠夜間活動模式監測結果顯示，蝙蝠相對數量及物種種數在

上、下半夜各有一個活動高峰。檢視昆蟲資源與蝙蝠取食的關連性發現，當地昆蟲之優勢族群以雙翅目及鱗翅目為主，而鞘翅目為多數蝙蝠的取食對象。

#### 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 22 種，歷年來楠梓仙溪林道蝙蝠相調查累計有 17 種食蟲性蝙蝠（約佔玉山國家公園已知蝙蝠種數的 77.2 %）；根據本研究調查結果共計採集 13 種蝙蝠（約佔玉山國家公園已知蝙蝠種數的 59.1%），可見本研究所選擇的楠梓仙溪調查樣區可視為玉山國家公園蝙蝠相熱點地點之一。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. 應針對玉山國家公園園區內進行全面蝙蝠相調查，採用標準作業流程之調查建議，以累積長期監測資料，作為保育政策之依據。

##### （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：進行持續的監測才能瞭解到一區域的完整蝙蝠相資訊與變動情形。食蟲性蝙蝠於生態系中多屬高階消費者，以高階消費者通常被視為環境指標物種，是故建議若可以長期監測此區域的蝙蝠相，其結果當可作為探討棲地破碎、環境監測、全球暖化對生物多樣性的影響之指標因子。
2. 對蝙蝠物種生活史的瞭解：已知至少有 17 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。但這些蝙蝠物種的生活史及棲息處所仍尚待瞭解，唯有瞭解其相關生態習性後，才可提出正確且適當的保育政策。
3. 架設聲音監測點以瞭解蝙蝠整夜及年間活動模式：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。若能選擇適當地點架設測錄設備以進行長期監測，即可監控楠梓仙溪林道蝙蝠相的變化，長久下來不僅可以發現楠梓仙溪林道完整的蝙蝠物種(應會超過

17 種)，而且可以瞭解此區域蝙蝠的活動狀態及差異，藉探討環境變化對生物多樣性的影響，並據以提出相關保育策略。

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。

## 英文摘要

Study on the diet of animals and local food resources are important for understanding how animals utilize the resources in an area to meet their energy and nutritional requirement. Different species, sex, and age of insectivorous bats may utilize different kinds and body sizes of insects. 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 belonging to 3 families have been recorded at Na-Zu-Sen River area during the pass few year, but the foraging ecology of those bat species still unclear due to limited information. Therefore, the purpose of this study are: 1) to investigate the insectivorous bat and insect fauna and their dynamic status at Na-Zu-Sen River area during 2007-2009; 2) to study the diet of dominant bat species and to find the relationship between bats' diet and insect fauna by seasonal variation; 3) to establish the echolocation reference calls database of insectivorous bats at Na-Zu-Sen River area and to find the correlation of bats with their diet. These will enhance our understanding on the roles of ecological character of the insectivorous bats at Yu-Shan National Park.

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. The echolocation calls database of 12 bat species were established for long term monitoring, and echolocation call of 5 species were first published in Taiwan. We also finish dietary analysis of 13 bat species, and diets of 11species were first published in Taiwan. *Myotis latirostris* and *Myotis* sp.2 were the dominant bat species, and the food resource overlapping of the two dominant bats revel the strong competition. The Diptera and Leipidoptera were the dominant insect species in investigated area, but main diet of most bat species were Coleoptera.

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



## 第一章 緒論

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在哺乳類中屬於較為不足的一環。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(林等 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、長趾鼠耳蝠(昔稱大足寬吻鼠耳蝠)、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的二級保育類無尾葉鼻蝠，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形態值外，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。林等(2009)以活動音頻資料確定東埔樂樂地區有崛川氏棕蝠以及絨山蝠出現，此兩種蝙蝠為當地及國家公園境內的新發現種。由上彙整，玉山國家公園境內迄今總計發現 3 科 22 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 62.9%。然而，玉山國家公園境內之地型海拔分布範圍從三百餘公尺至三千公尺以上，位處中央山脈心臟地帶，地理位置優越，境內棲地型態複雜多變，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野生動物相均相當豐富，故若能針對蝙蝠類進行持續的調查監測，威信將會有更多的新發現。研究結果除了能突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（包含離島）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，可區分為寬帶頻率一類型及

窄帶頻率兩類型，總共三類型。寬帶頻率為變頻式 (frequency modulated, FM)，而窄帶頻率可分為(一) 常頻式 (constant frequency, CF)：頻率多為固定不變僅具有小於百赫茲之變化；(二) 類常頻式 (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與頻率的聲音，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，將可以在進行蝙蝠物種調查時，當蝙蝠飛得太高或避開霧網而捕捉不易時，增加物種調查效率，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 (1997；2004 再版) 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 種蝙蝠之回聲定位資料，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，楠梓仙溪林道地區所發現的 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。本計畫第二 (2008) 年度初步蒐錄並描述了 10 種楠梓仙溪林道食蟲性蝙蝠的基礎音頻資料，以期能與蝙蝠食性相關性討論分析。

#### 第四節 計畫目標及進度

本計畫除了持續調查楠梓仙溪林道上部櫟林帶之食蟲性蝙蝠種類外，並嘗試瞭解牠們在此區域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、食性與其相對應回聲定位研究，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回聲定位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：(一)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。(二)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。(三)

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(2009)年度計畫目標為：(一)持續進行第一、二年之蝙蝠調查工作以蒐集物種資料。(二)持續以蝙蝠回聲定位監測蝙蝠夜活動模式。(三)分析第一、二年之昆蟲及蝙蝠之調查資料，以瞭解季節變化情形。(四)分析第一、二年之蝙蝠回聲定位，進而建立楠梓仙溪地區的蝙蝠回聲定位資料庫。(五)分析第一、二年所蒐集之優勢種蝙蝠的排遺，瞭解優勢種蝙蝠是否於不同生理狀態 (不同性別、年齡)、季節及年度是否會有具有不同的取食選擇。(六)建置蝙蝠監測之參考作業流程。

## 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，且此調查地點具有蝙蝠物種及活動的代表性，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。

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、紀錄生殖狀況及根據指骨軟骨帶判定 (Kunz and Roboson 1995) 成體或亞成體，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)。所捕獲的個體皆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。原則上至少每一小時巡察一次架設

於林道之豎琴網，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

### (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。將辨識出分類各目昆蟲碎片集中於培養皿中，培養皿下平鋪  $1 \times 1 \text{mm}^2$  的方格紙，以計算該目碎片所佔面積。

### (三) 優勢蝙蝠物種覓食特性

對於楠梓仙溪林道之優勢蝙蝠物種進行其取食特性的估計計算，將採獲優勢種蝙蝠個體之數顆排遺合併，排遺分析結果以下列方式表示：

(1) 出現頻度(frequency of occurrence)： $FO = (Ni/N) \times 100$

$Ni$  為排遺中含有  $i$  目無脊椎動物的同種蝙蝠個體數目；

$N$  為分析的同種蝙蝠個體總數。

(2) 相對重要性(relative importance)： $RI = (\sum Si / \sum St) \times 100$

$Si$  為  $i$  目無脊椎動物在同種蝙蝠樣本中所有排遺所佔的體積；

$St$  為同種蝙蝠樣本所有排遺之總體積(將  $1 \times 1 \text{mm}^2$  的方格紙平鋪於培養皿下，培養皿內的排遺碎片高度視為一致，以面積來代替體積)；

$St$  為同種蝙蝠樣本所有排遺之總體積。

(3) 以 Kruskal-Wallis 檢定分析主要的排遺內含物的相對重要性是否有差異。

## 第三節 蝙蝠回聲定位聲音測錄

### (一) 測錄方法

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 *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，使得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。

持續第一及第二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初步處理的蝙蝠回聲定位音頻資料分析，將具有連續七個音波之穩定波形資料，作為蝙蝠非因緊迫而造成之不正常音頻之依據 (Kingston *et al.* 2003)，而所測記聲音資料以 Analook (Version 4.9j) 測計標定聲音特徵值，聲音特徵值包含蝙蝠回聲定位之初始音波之斜率 (Sl, initial slope of pulse)，特徵音頻之斜率 (Sc, slope of the characteristic section)，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))，音頻折返點頻率 (Fk, frequency at the knee (i.e. the point where the slope changes from Sl to Sc))，持續時間 (Dur, duration of pulse (msecs.))，達到特徵音頻之時間 (Tc, time into the pulse when the characteristic frequency is reached)，達到音頻折返點之時間 (Tk, time into the pulse when the knee is reached)。

## (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配合蝙蝠調查每兩小時取樣一次，以瞭解昆蟲與蝙蝠的活動頻度相關。

## 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。

$$\text{公式為 } H = -\sum p_i \log_e p_i$$

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：

$$\text{Jaccard } C_j = j / (a+b-j)$$

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、調查樣區狀況

本計畫於 3 月中進行第一季第一次調查，於楠梓仙溪林道 5 公里處發現道路邊坡嚴重坍方（照片 3-1），無法前往進行調查。並於 4 月初進行第一季第二次調查，此時道路邊坡之坍方已經修整完成，但道路系統仍處不穩定狀態。4 月底 5 月初進行第二季第一次調查，道路系統穩定可通達楠溪橋段到愛玉子工寮（約 14~17 公里處）。8 月時莫拉克颱風侵襲台灣，由於極大量的降雨，楠梓仙溪上流區域也造成嚴重影響，於 10 月時進行第三季調查時發現，僅能以步行進入林道進行調查，於楠梓仙溪工作站前（約為楠梓仙溪林道 11.2 公里處），共計發現 16 處嚴重崩塌，於楠梓仙溪林道 12.5 公里後發現嚴重走山崩谷絕地地形（照片 3-2）。11 月時進行第四季調查，本季調查車輛仍無法進入僅能以步行進入林道調查，本季調查發現部分路段已經開始整修，楠梓仙溪林道 9 公里前以初步清除大型散落石塊，並開始進行邊坡補強工程，但 9.3 公里後的數處崩谷地形仍存在，12.5 公里後的走山崩谷絕地地形仍存在，但與 10 月狀態比對後發現，地形目前仍處於穩定狀態（照片 3-3），莫拉克風災所造成的崩塌地地點訂位點資訊參考表 3-1。

#### 二、樣區設置、描述與樣區特性描述

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，調查樣區位處海拔 1956 公尺約楠梓仙溪林道約 10.6 公里（二度分帶座標 240502, TM2 2595091）（圖 3-1），此區域介於檜木林帶與闊葉林帶之交界處，此區域的植被以紅檜造林地為主，亦有柳杉造林木，開闢處則以禾本科植物，林冠鬱閉地表以蕨類為主（楊等 2004）。此區域不論蝙蝠物種及數量的調查皆具有楠梓仙溪林道蝙蝠相之代表意義地點（周等 2009）。

表 3-2 莫拉克風災楠梓仙溪林道受創定位點及修復狀態

林道公里標示	GPS	座標	高度	第三季調查狀況	第四季調查狀況
2.8K	238933	2597169	2617m	登山口	登山口
3.5K	238962	2597083	2597m	崩塌地	已修復
3.7K	239129	2597135	2581m	崩塌地	已修復
5K	238977	2596896	2477m		已修復
5.3K	239075	2596933	2467m	崩塌地	已修復
5.7K	239115	2596840	2413m	崩塌地	施工中
6.3K	238869	2596437	2365m	倒木土石流	灌漿整修
6.6K	238872	2596130	2339m	路基崩塌	灌漿整修
6.8K	238754	2595870	2309m	路基下陷	灌漿整修
7K	238760	2595824	2297m	路基下陷	灌漿整修
8.5K	239132	2595866	2152m	崩塌地	灌漿整修
8.7K	239145	2595964	2141m	崩塌地	灌漿整修
9K	239165	2596043	2122m	土石流溪谷	土石流溪谷
9.3K	239462	2595737	2086m	連續百米	連續百米
9.5K	239587	2595741	2069m	大崩谷	大崩谷
11.2K	239656	2595135	1946m	楠溪工作站	楠溪工作站
11.5K	239520	2595117	1865m	主流大崩溝	主流大崩溝
12.2K	239055	2595028	1848m	崩塌地	崩塌地
12.5K	238897	2594944	1844m	走山崩谷絕地	走山崩谷絕地

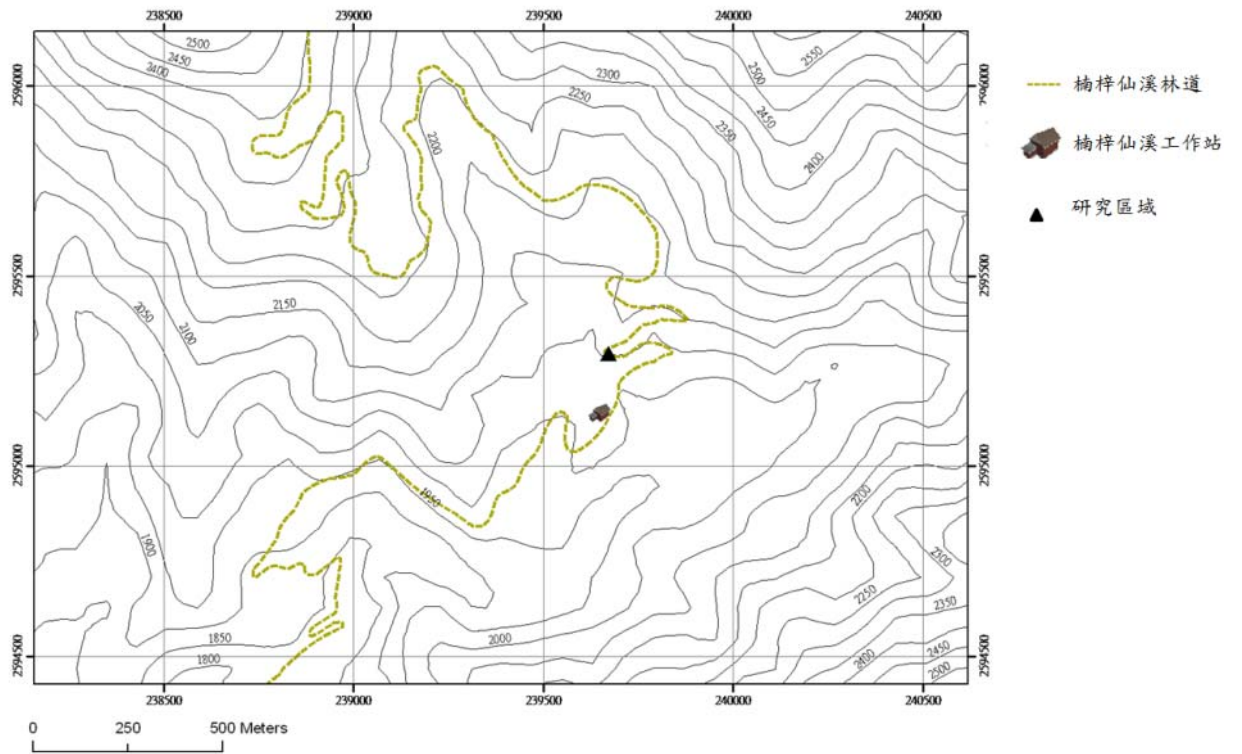


圖 3-1 調查地點研究區域圖。

## 第二節 蝙蝠調查

本(2009)年度於楠梓仙溪林道調查共計發現2科10種蝙蝠，包括蹄鼻蝠科(Rhinolophidae)的台灣大蹄鼻蝠(照片3-4)、台灣小蹄鼻蝠(照片3-5)及蝙蝠科(Vespertilionidae)的寬吻鼠耳蝠(照片3-6)、長趾鼠耳蝠(昔日稱為大足寬吻鼠耳蝠)(照片3-7)、長尾鼠耳蝠(3-8)、寬耳蝠(照片3-9)、金芒管鼻蝠(照片3-10)、黃胸管鼻蝠(照片3-11)、台灣家蝠(照片3-12)、摺翅蝠(照片3-13)(表3-2)。各季分述如下：

### (一) 第一季(2-4月)

共計捕獲寬吻鼠耳蝠雄性個體4隻與雌性個體1隻(表3-3)，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, 周等2009)可發現除了捕獲的寬吻鼠耳蝠，另有台灣大蹄鼻蝠的活動音頻資訊，故第一季總計僅發現2種蝙蝠的活動。

### (二) 第二季(5-7月)

共計捕獲6隻寬吻鼠耳蝠雄性個體2隻及雌性個體8隻、長趾鼠耳蝠雄性個體、寬耳蝠雄性個體1隻、金芒管鼻蝠雄性個體1隻，此外並捕獲前兩年度未捕獲的台灣小蹄鼻蝠雌性個體1隻及長尾鼠耳蝠雄性個體1隻(表3-3)，比對已知音頻資料(林等2004, 鄭與周2007, 周等2009)並無發現其他蝙蝠物種的活動音頻，故第二季共計發現6種蝙蝠的活動。

### (三) 第三季(8-10月)

由於莫拉克風災的影響，道路中斷，第三季僅以錄音資料作為採集資料，比對已知音頻資料(林等2004, 鄭與周2007, 周等2009)，共計發現寬吻鼠耳蝠、長趾鼠耳蝠、台灣家蝠、寬耳蝠及台灣小蹄鼻蝠之活動音頻。故第三季共計發現5種蝙蝠的活動。

### (四) 第四季(11-1月)

由於莫拉克風災的影響，道路中斷，第四季僅以錄音資料作為採集資料，比對已知音頻資料(林等2004, 鄭與周2007, 周等2009)，共計發現寬吻鼠耳蝠、摺翅蝠、寬耳蝠、黃胸管鼻蝠及台灣小蹄鼻蝠之活動音

頻。故第四季共計發現 5 種蝙蝠的活動。

表 3-2 2009 年玉山國家公園楠梓仙溪林道蝙蝠物種之調查名錄 (包括網具調查及回聲定位測錄資料)

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 <sup>1</sup>	<i>Myotis latirostris</i>	●
	長趾鼠耳蝠 <sup>2</sup>	<i>Myotis</i> sp.2	?
	長尾鼠耳蝠 <sup>1</sup>	<i>Myotis</i> sp.3	?
	台灣家蝠 <sup>3*</sup>	<i>Pipistrellus taiwanensis</i>	●
	寬耳蝠	<i>Barbastella leucomelas</i>	
	金芒管鼻蝠	<i>Harpiola isodon</i>	●
	黃胸管鼻蝠*	<i>Murina bicolor</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 中文名及學名參考周 (2004)，2 中文名及學名參考鄭與張簡 (2008)，3 參考吳 (2007)，\* 超音波測錄蝙蝠活動資料。



表 3-3 2009 蝙蝠網具調查紀錄

季別	中文名	性別	前臂長	體重	年齡	生殖狀態	翼環編號
春季	寬吻鼠耳蝠	雄	33.82	3.55	A	T+	左 Battws00155
春季	寬吻鼠耳蝠	雄	33.1	3.25	A	T+	左 Battws00156
春季	寬吻鼠耳蝠	雄	33.92	3.15	A	T+	左 Battws00157
春季	寬吻鼠耳蝠	雄	33.54	3.5	A	T+	左 Battws00158
春季	寬吻鼠耳蝠	雌	34.99	3.45	A	N+	右 Battws00159
夏季	台灣小蹄鼻蝠	雌	40.77	4.75	SA	N-	右 Battws00160
夏季	長趾鼠耳蝠	雄	36.94	3.9	A	T-	左 Battws00161
夏季	寬吻鼠耳蝠	雄	33.71	3.35	A	T+	右 Battws00162
夏季	長趾鼠耳蝠	雄	36.47	3.9	A	T+	右 Battws00163
夏季	寬吻鼠耳蝠	雌	33.99	3.75	A	N-	右 Battws00164
夏季	寬吻鼠耳蝠	雌	34.53	4.15	A	N-	右 Battws00165
夏季	寬吻鼠耳蝠	雄	34.19	3.85	A	T+	右 Battws00166
夏季	寬吻鼠耳蝠	雌	34.46	4.5	A	N-	右 Battws00167
夏季	長尾鼠耳蝠	雄	40.68	6.05	A	T+	右 Battws00168
夏季	長趾鼠耳蝠	雄	36.3	3.9	A	T-	右 Battws00169
夏季	寬吻鼠耳蝠	雌	34.69	4.45	A	N+	右 Battws00170
夏季	寬吻鼠耳蝠	雌	33.13	4.1	A	N+	右 Battws00171
夏季	寬吻鼠耳蝠	雌	33.78	4.15	A	N-	右 Battws00172
夏季	寬耳蝠	雄	40.55	7	A	T-	右 Battws00173
夏季	寬吻鼠耳蝠	雌	35.72	4.2	A	N+	右 Battws00174
夏季	長趾鼠耳蝠	雄	33.73	3.6	A	T-	右 Battws00175
夏季	寬吻鼠耳蝠	雌	34.61	4.75	A	N+	右 Battws00176
夏季	金芒管鼻蝠	雄	32.19	4.8	A	T+	右 Battws00177
夏季	長趾鼠耳蝠	雄	36.37	4.3	A	T-	右 Battws00178
夏季	長趾鼠耳蝠	雄	36.22	4.38	A	T-	右 Battws00179

註：A 成體，SA 亞成體，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 蝙蝠回聲定位音頻特徵描述

本調查採用的蝙蝠回聲定位資料為蝙蝠放飛後，為了確保其回聲定位音頻為非壓迫之不正常音頻，故採用連續 3 個音波(pulse)之穩定波形資料，以避免取用蝙蝠可能因緊迫而造成之不正常音頻 (Kingston *et al.* 2003)。累計本計畫於楠梓仙溪林道共計蒐集到 2 科 12 種共計 1352 個蝙蝠回聲定位資料。其中台灣大蹄鼻蝠及台灣小蹄鼻蝠的蝙蝠回聲定位波型屬常頻式音頻 (Constant Frequency, CF)；台灣家蝠、寬吻鼠耳蝠、長趾鼠耳蝠、長尾鼠耳蝠、台灣鼠耳蝠、台灣管鼻蝠、金芒管鼻蝠、黃胸管鼻蝠、摺翅蝠及寬耳蝠的蝙蝠回聲定位波型皆屬於寬帶頻率之變頻式音頻 (Frequency Modulated, FM) (表 3-4) 其餘音頻特徵描述分述如下：

#### 一、 常頻式蝙蝠 (Constant 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 3-4。

##### (二) 台灣小蹄鼻蝠

台灣小蹄鼻蝠音頻最高音頻範圍為 111.11~109.59 千赫，最低音頻範圍為 84.44~107.38 千赫，特徵音頻範圍為 102.56~111.11 千赫，平均音頻範圍為 102.56~111.11 千赫，音頻結構參見圖 3-3，各變量參見表 3-4。

#### 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 3-4，各變量參見表 3-4。

##### (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 3-5，各變量參見表 3-4。

(三) 長趾鼠耳蝠

長趾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 3-6，各變量參見表 3-4。

(四) 長尾鼠耳蝠

長尾鼠耳蝠音頻最高音頻範圍為 57.35~86.02 千赫，最低音頻範圍為 41.34~51.28 千赫，特徵音頻範圍為 43.72~76.56 千赫，平均音頻範圍為 47.75~59.67 千赫，音頻結構參見圖 3-7，各變量參見表 3-4。

(五) 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 3-8，各變量參見表 3-4。

(六) 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 3-9，各變量參見表 3-4。

(七) 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 3-10，各變量參見表 3-4。

(八) 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 3-11，各變量參見表 3-3。

(九) 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 3-12，各變量參見表 3-3。

(一〇) 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 3-13，各變量參見表 3-4。

表 3-4 楠溪林道 12 種食蟲性蝙蝠物種回聲定位音頻特徵

Type	N	Dur	Fmax	Fmin	Fmean	Tk	Fk	Tc	Fc	S1	Sc
台灣大蹄鼻蝠	CF 265	47.86 ±9.32	43.38 ±0.29	34.59 ±2.37	42.80 ±0.42	6.05 ±1.80	43.21 ±0.44	42.05 ±8.28	43.19 ±0.39	-125 ±141.34	-0.48 ±12.69
台灣小蹄鼻蝠	CF 45	28.37 ±9.74	109.95 ±6.82	88.41 ±6.82	107.56 ±1.09	6.50 ±4.50	109.23 ±1.19	24.08 ±8.70	109.44 ±1.46	-467 ±827	0.69 ±10.83
台灣家蝠	FM 143	1.37 ±0.33	73.83 ±7.13	43.77 ±2.81	51.97 ±3.70	0.50 ±0.29	57.93 ±6.56	0.82 ±0.31	50.94 ±4.69	801.4 ±177.6	588.3 ±171.4
寬吻鼠耳蝠	FM 299	1.95 ±0.68	67.83 ±12.36	50.31 ±1.29	54.55 ±3.16	0.76 ±0.45	54.77 ±2.15	1.83 ±0.74	51.06 ±1.86	460.8 ±317.8	128.02 ±83.29
長趾鼠耳蝠	FM 44	3.02± 0.52	82.26 ±6.98	43.01 ±2.14	55.30 ±2.94	1.96 ±0.54	50.02 ±7.05	2.32 ±0.58	47.31 ±0.63	43.5 ±874	230 ±80.6
台灣鼠耳蝠	FM 15	2.17 ±0.57	65.45 ±7.72	52.42 ±0.78	55.17 ±0.90	0.68 ±0.36	56.23 ±0.74	2.09 ±0.49	52.79 ±0.37	464.1 ±235.7	65.78 ±11.86
長尾鼠耳蝠	FM 21	2.15 ±0.92	74.45 ±9.64	45.00 ±2.41	53.50 ±3.68	1.08 ±0.79	55.84 ±10.07	1.79 ±1.08	50.47 ±8.20	355 ±762	340.4 ±287.9
台灣管鼻蝠	FM 22	1.44 ±0.35	109.58 ±9.50	53.25 ±5.94	75.11 ±6.07	0.35 ±0.21	91.96 ±12.70	0.54 ±0.22	84.61 ±12.70	502 ±779	633.8 ±139.4
金芒管鼻蝠	FM 79	2.52 ±1.75	84.46 ±15.55	42.56 ±16.77	59.83 ±14.78	0.48 ±0.33	74.27 ±20.69	1.08 ±0.81	65.66 ±17.26	178.9 ±696.6	414.6 ±163.3
黃胸管鼻蝠	FM 22	2.80 ±1.29	101.82 ±15.40	43.18 ±22.68	69.00 ±17.42	0.39 ±0.42	93.36 ±19.12	0.87 ±0.52	84.75 ±17.36	-143 ±1283	387.9 ±177.3
摺翅蝠	FM 188	1.83 ±0.44	71.66 ±7.94	50.47 ±1.15	55.80 ±2.22	0.91 ±0.37	55.37 ±2.12	1.64 ±0.54	51.40 ±2.02	510.7 ±260.1	170.25 ±79.36
寬耳蝠	FM 209	4.10 ±0.69	73.91 ±8.10	38.22 ±2.83	50.01 ±3.54	2.49 ±0.67	46.62 ±3.51	3.22 ±0.72	42.97 ±3.02	275.6 ±474.5	166.45 ±37.07

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

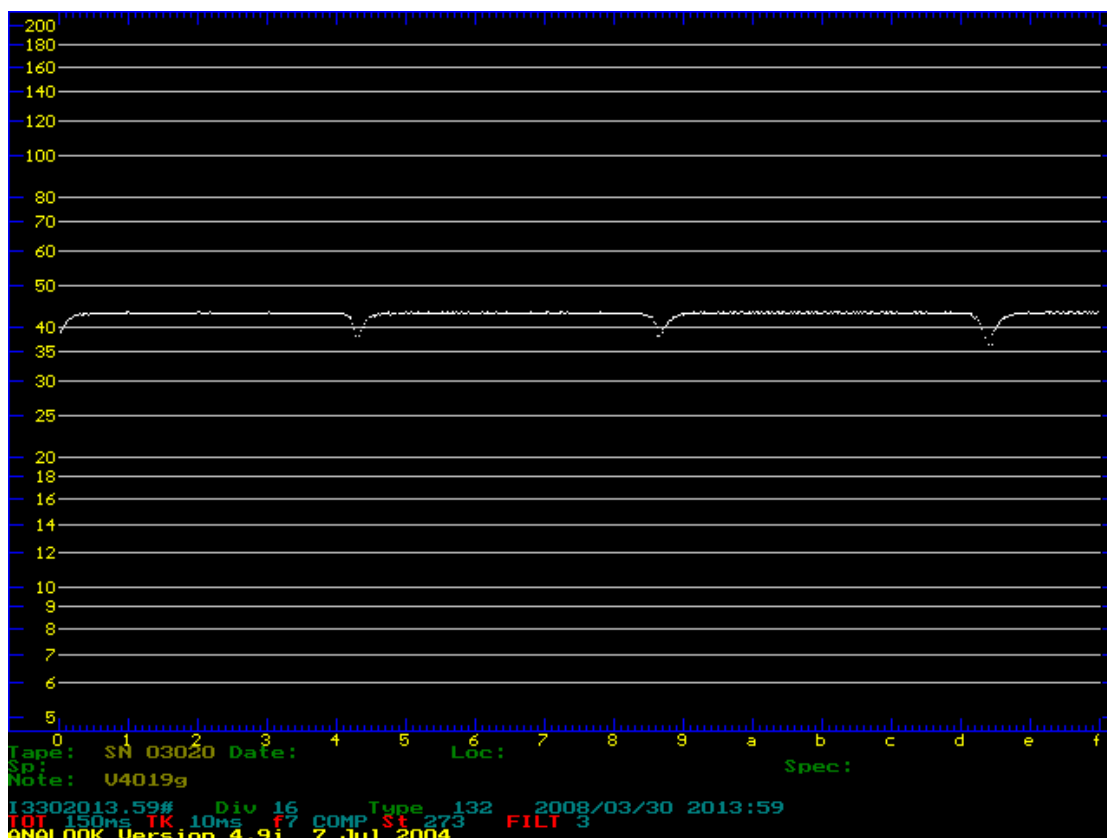


圖 3-2 台灣大蹄鼻蝠音頻結構

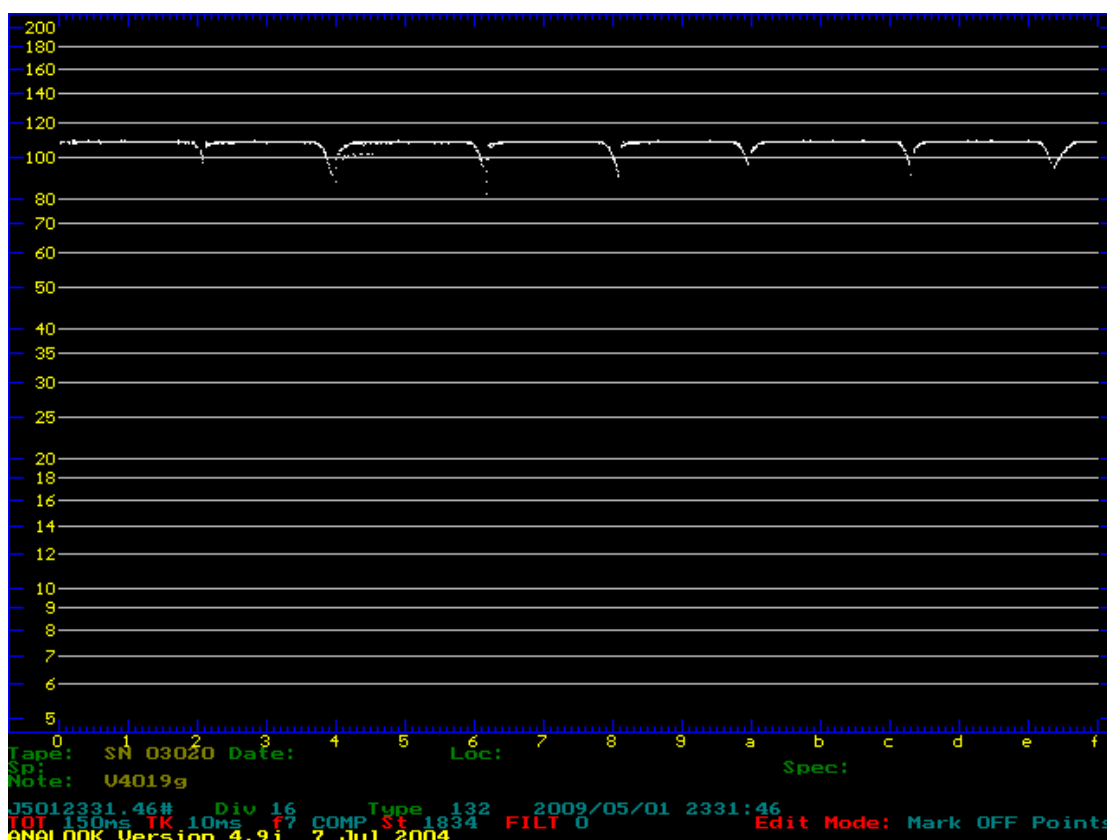


圖 3-3 台灣小蹄鼻蝠音頻結構

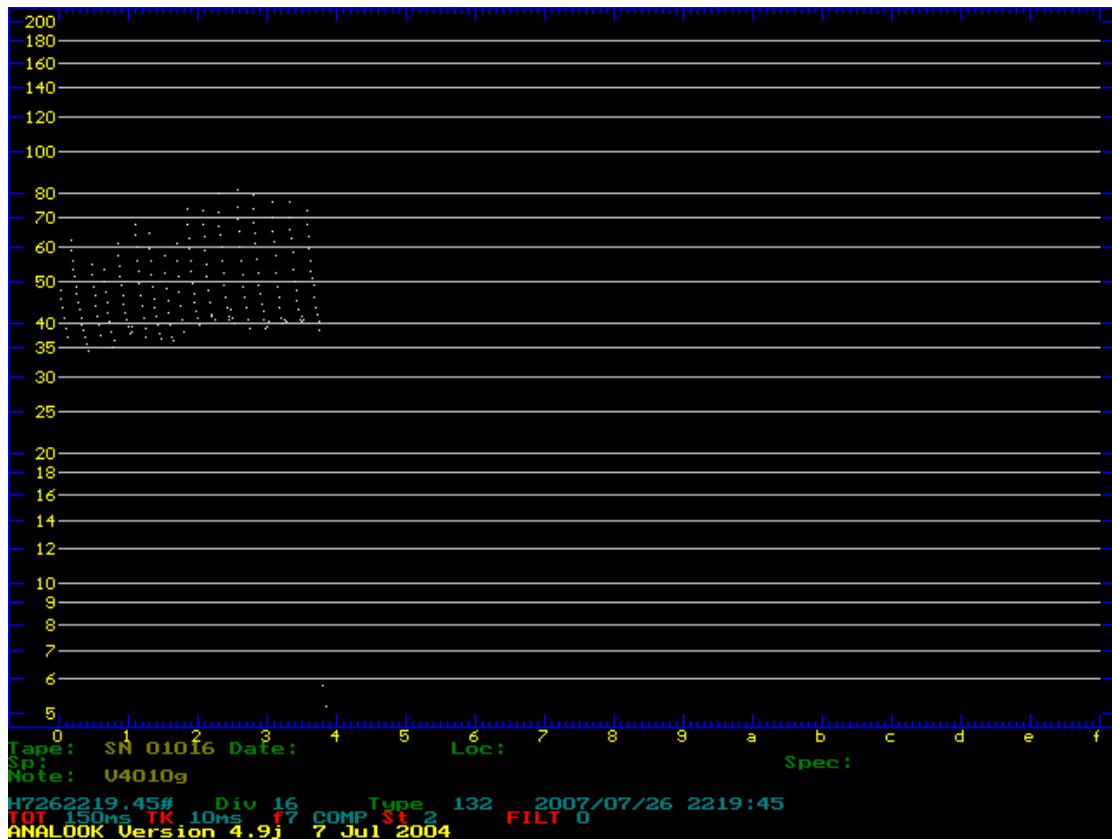


圖 3-4 台灣家蝠音頻結構

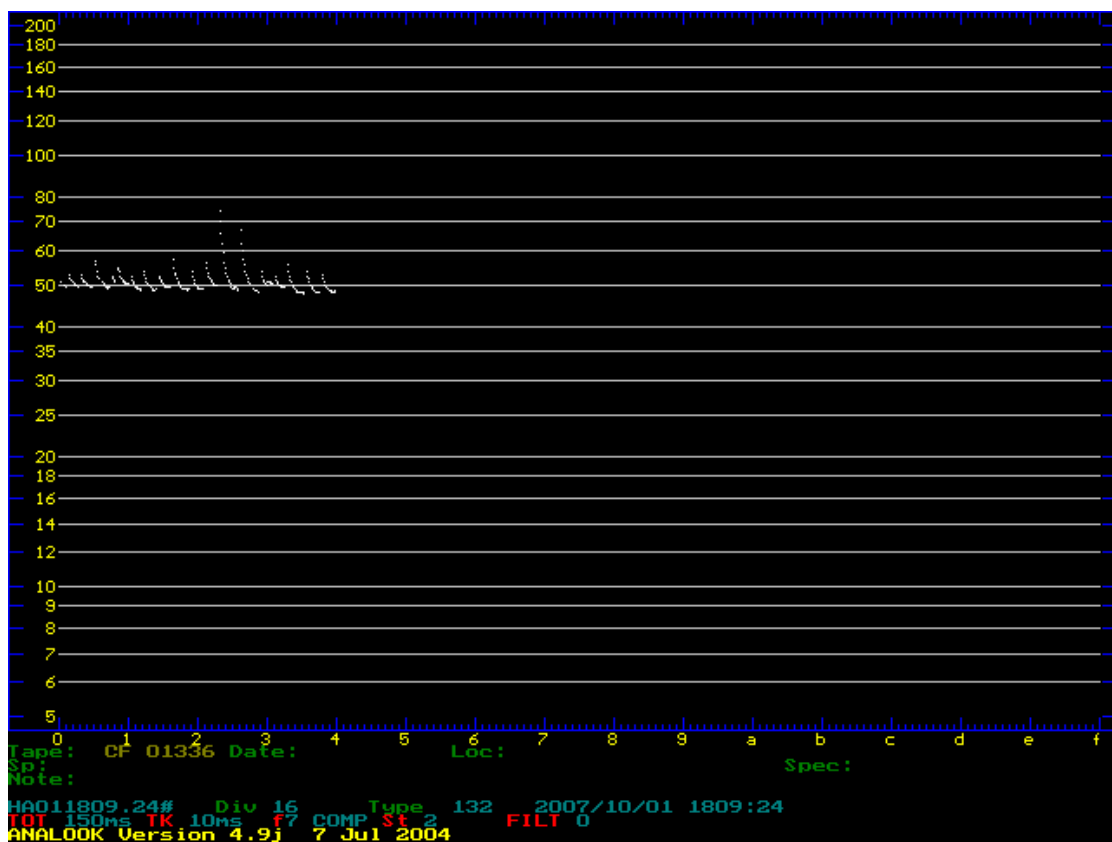


圖 3-5 寬吻鼠耳蝠音頻結構

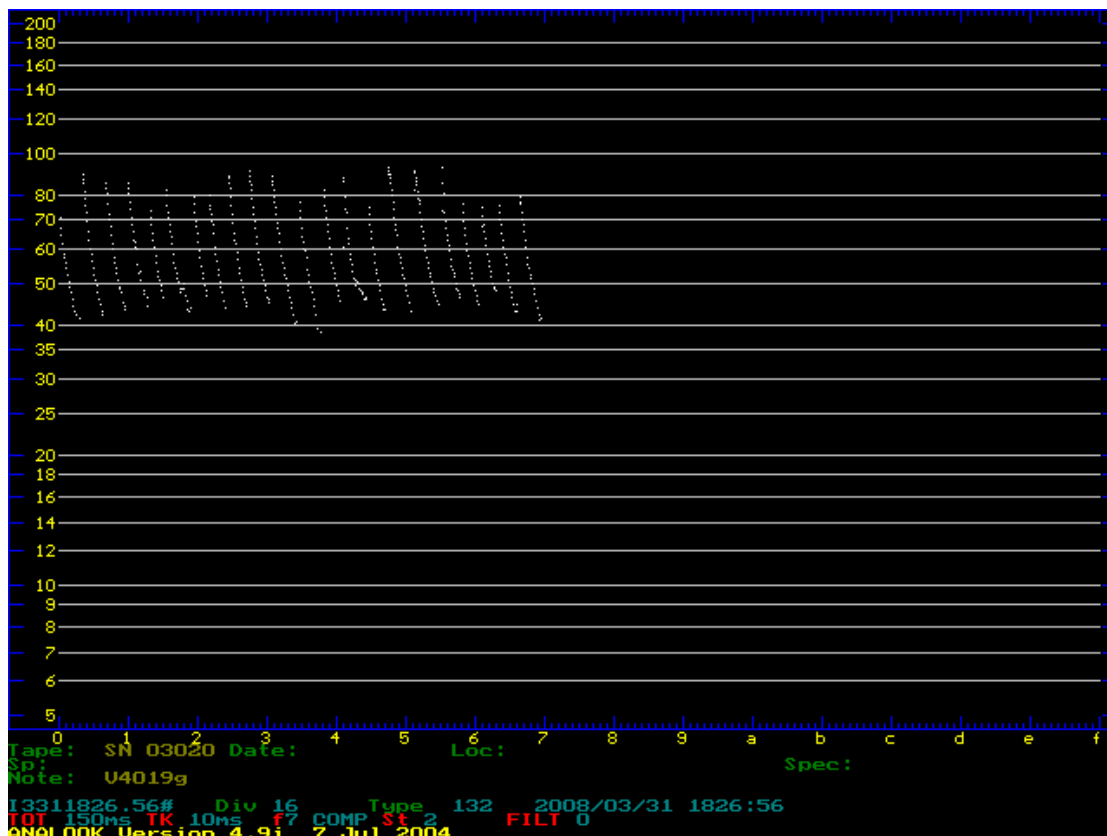


圖 3-6 長趾鼠耳蝠音頻結構

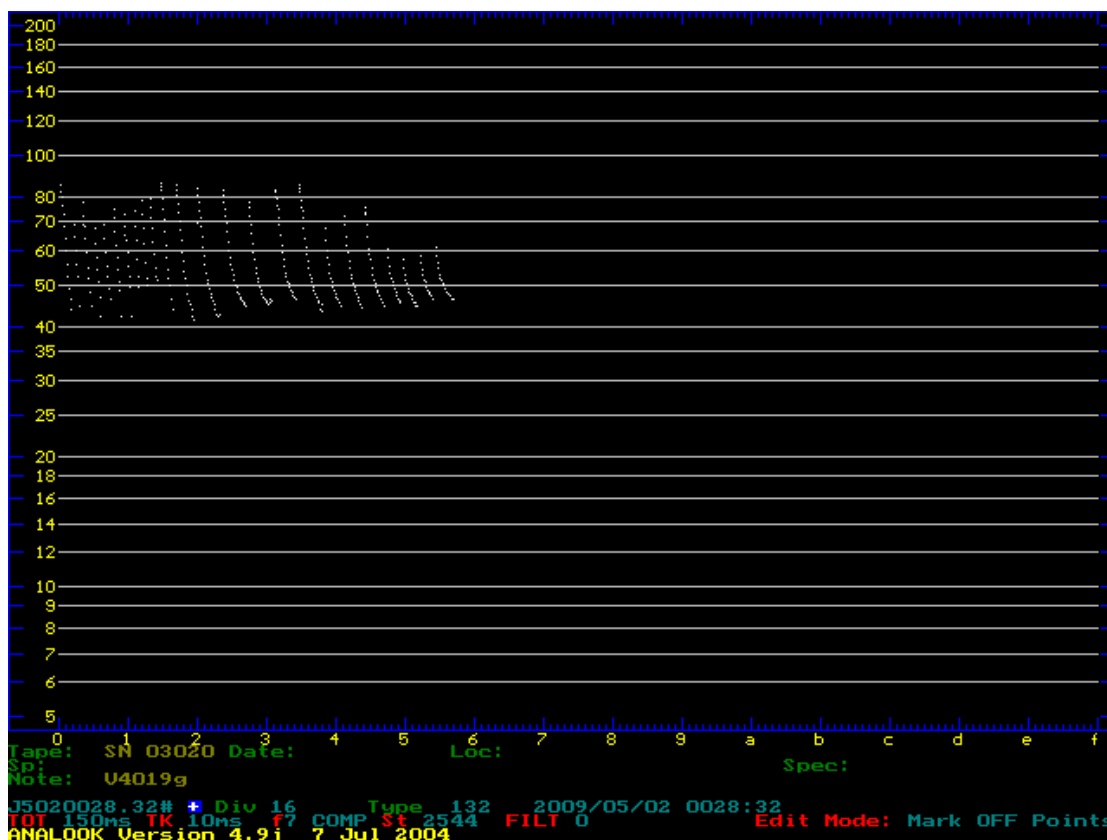


圖 3-7 長尾鼠耳蝠音頻結構



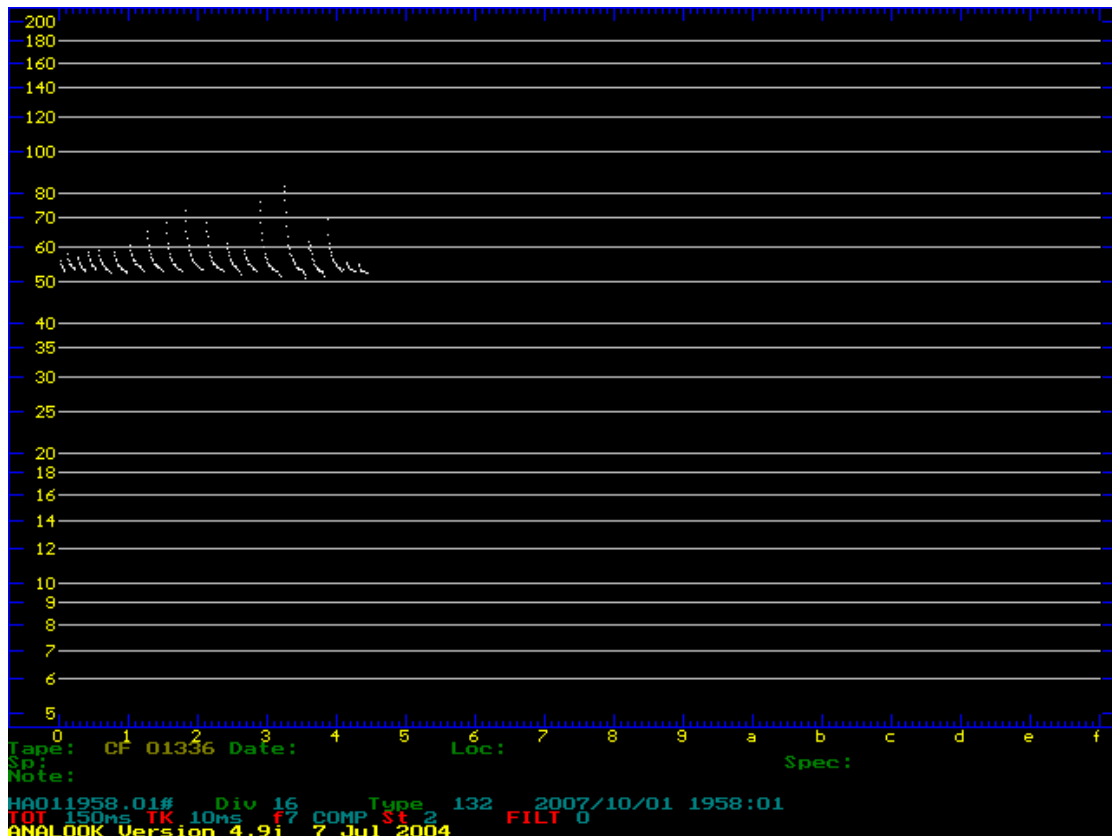


圖 3-8 台灣鼠耳蝠音頻結構

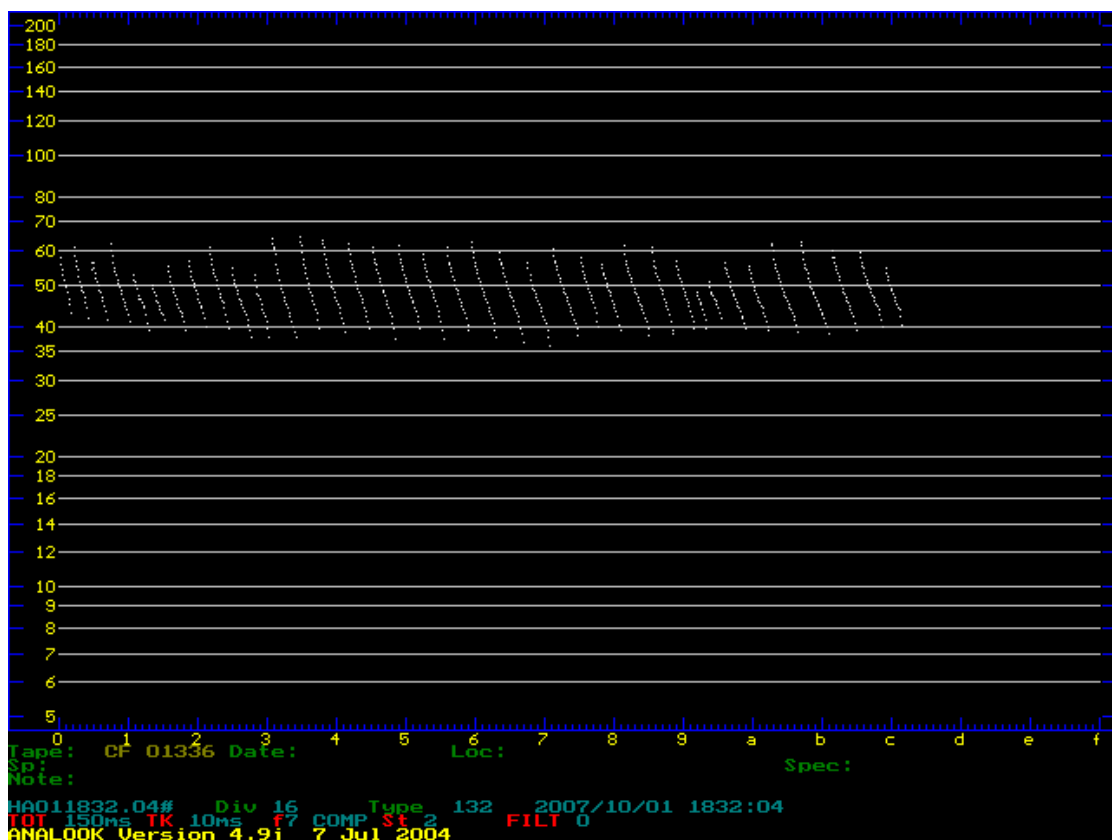


圖 3-9 台灣管鼻蝠音頻結構

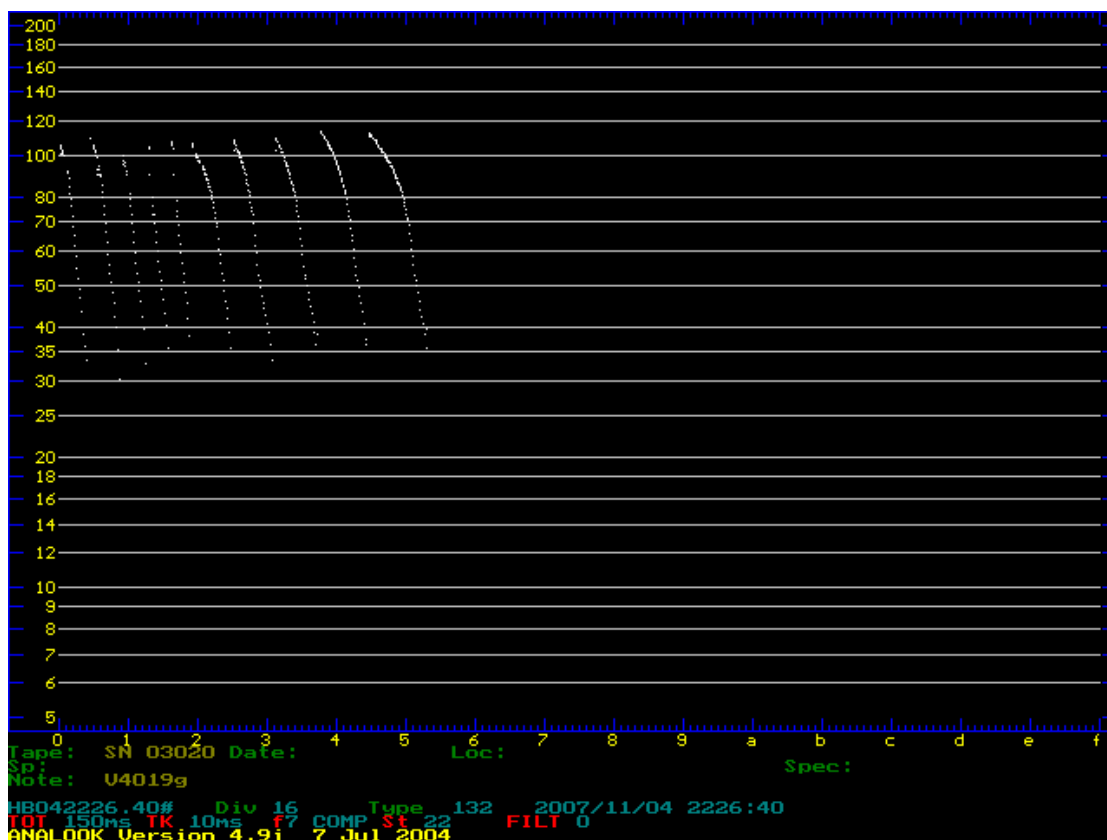


圖 3-10 金芒管鼻蝠音頻結構

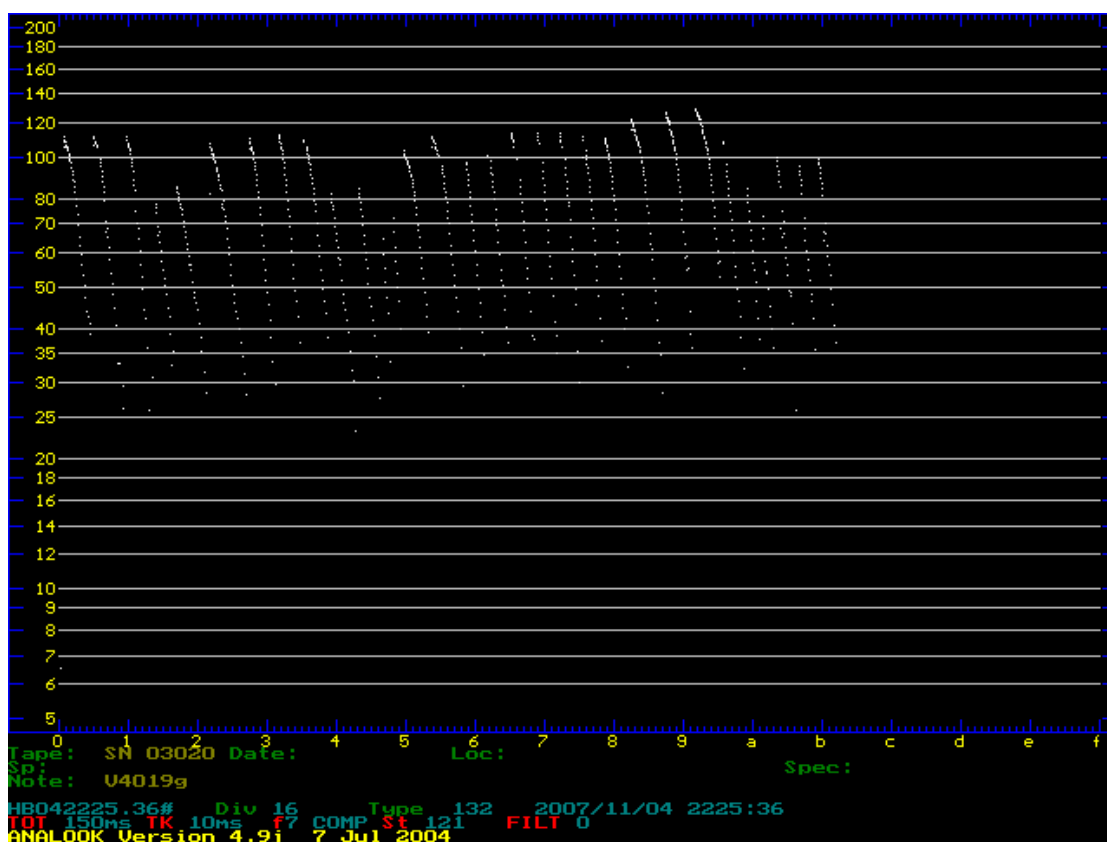


圖 3-11 黃胸管鼻蝠音頻結構

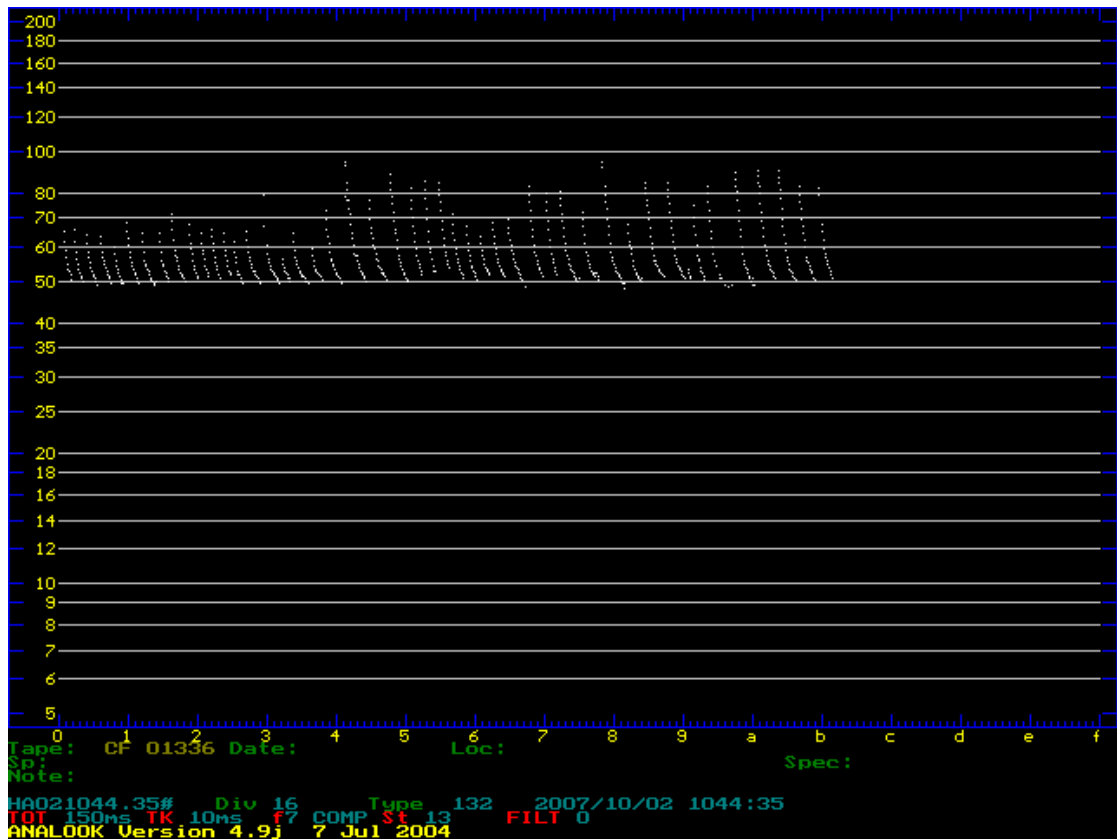


圖 3-12 摺翅蝠音頻結構

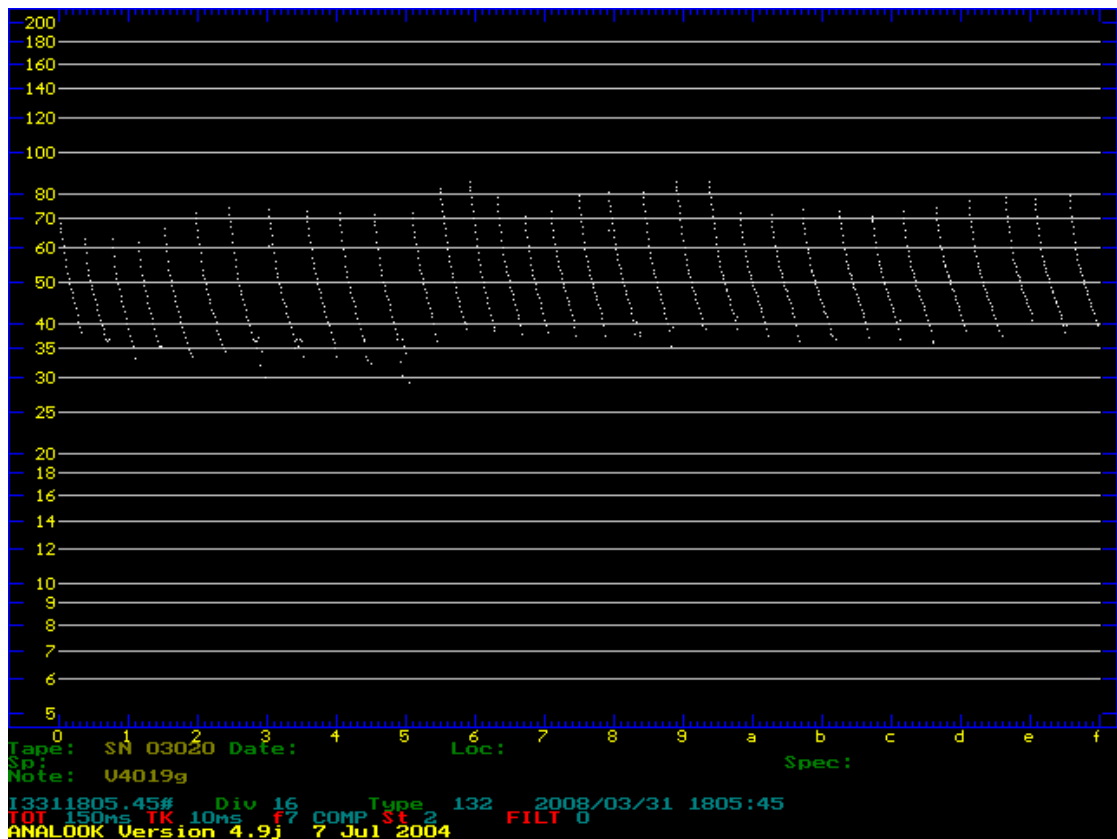


圖 3-13 寬耳蝠音頻結構

## 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(2-4 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調查當夜蝙蝠的活動趨勢於上半夜之 18:00~20:00 與 20:00~22:00 時段具有最高量之蝙蝠物種數及數量活動狀態，共計調查到 1 種 4 隻；而下半夜蝙蝠活動之物種及次數明顯減少。

#### (二) 第二季 (5-7 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 3-15）。由實際捕捉資料可知調查當夜蝙蝠的活動趨勢於上半夜之 18:00~20:00 時段具有最高量之蝙蝠物種數及數量活動狀態，共計調查到 4 種 10 隻；而隨時間漸晚蝙蝠物種及物種活動逐漸減少，下半夜的捕捉結果只有單一物種蝙蝠的零星活動。

#### (三) 第三季 (8-10 月)

由於莫拉克風災影響，道路中斷，第三季並無捕捉資料，僅以蝙蝠回聲定位監測活動狀態作為瞭解楠梓仙溪林道蝙蝠活動狀態的依據。

#### (四) 第四季 (11-1 月)

由於莫拉克風災影響，道路維修中，第四季並無捕捉資料，僅以蝙蝠回聲定位監測活動狀態作為瞭解楠梓仙溪林道蝙蝠活動狀態的依據。

### 二、蝙蝠回聲定位監測整夜活動模式結果

#### (一) 第一季(2-4 月)

根據測錄整夜蝙蝠回聲定位音頻（自夜間 18:00 至隔日清晨 6:00），共計測錄到 13 筆 2 種蝙蝠的有效回聲定位音頻資料，將此資料以每二小時之頻度，將蝙蝠回聲定位音頻依據所判定出的物種計量作圖（圖 3-16），可知調查期間 18:00-20:00 時段有一蝙蝠活動頻度高峰，共計發現 4 筆寬吻鼠耳蝠活動音頻活動，到上半夜的最終時段（22:00~00）無蝙蝠活動；下半夜僅於 4:00-6:00 時段錄得台灣大蹄鼻蝠。

### (二) 第二季 (5-7 月)

根據測錄整夜蝙蝠回聲定位音頻 (自夜間 18:00 至隔日清晨 6:00)，共計測錄到 41 筆 5 種蝙蝠的回聲定位音頻資料，將此資料以每二小時之頻度，將蝙蝠回聲定位音頻依據所判定出的物種計量作圖 (圖 3-17)，可知調查期間上半夜較下半夜物種歧異度高，18:00~20:00 為上半夜蝙蝠種類歧異度及活動頻度最高的時段，共計發現 3 種鼠耳蝠活動音頻，隨著時間漸晚，蝙蝠活動物種及頻度隨之降低；下半夜僅於 4:00-6:00 時段錄得長趾鼠耳蝠的活動音頻。

### (三) 第三季 (8-10 月)

根據測錄整夜蝙蝠回聲定位音頻 (自夜間 18:00 至隔日清晨 6:00)，共計測錄到 162 筆 5 種蝙蝠的回聲定位音頻資料，將此資料以每二小時之頻度，將蝙蝠回聲定位音頻依據所判定出的物種計量作圖 (圖 3-18)，可知調查期間上半夜較下半夜物種歧異度高，18:00~20:00 為上半夜蝙蝠種類歧異度及活動頻度最高的時段，共計發現 3 種蝙蝠活動音頻，隨著時間漸晚，蝙蝠活動物種及頻度隨之降低；下半夜 0:00~2:00 為兩種優勢鼠耳蝠物種之活動高峰，直至 4:00~6:00 發現蝙蝠種類歧異度之活動高峰。

### (四) 第四季 (11-1 月)

根據測錄整夜蝙蝠回聲定位音頻 (自夜間 18:00 至隔日清晨 6:00)，共計測錄到 104 筆 5 種蝙蝠的回聲定位音頻資料，將此資料以每二小時之頻度，將蝙蝠回聲定位音頻依據所判定出的物種計量作圖 (圖 3-19)，可知調查期間上半夜較下半夜物種歧異度高，18:00~20:00 為上半夜蝙蝠種類歧異度及活動頻度最高的時段，共計發現 4 種蝙蝠活動音頻，隨著時間漸晚，蝙蝠活動物種及頻度隨之降低直至 0:00~2:00 活動數量降至最低，但仍有 2 物種之活動音頻；2:00 之後僅剩下單一物種 (寬吻鼠耳蝠) 之活動音頻。

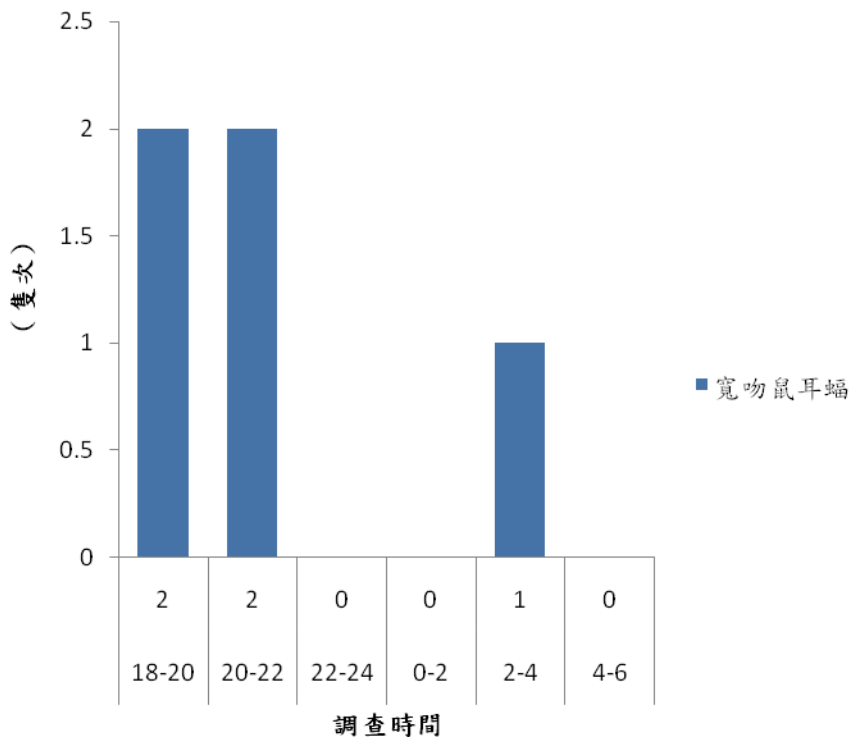


圖 3-14 2009 年春季 (2-4 月) 於楠梓仙溪林道樣區以網具調查蝙蝠出現時間分布圖。

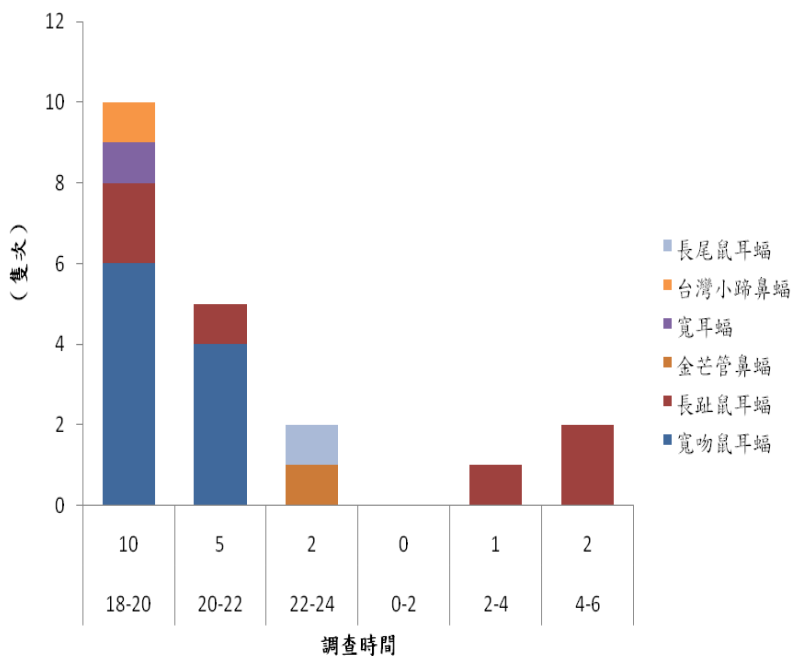


圖 3-15 2009 年夏季 (5-7 月) 於楠梓仙溪林道樣區以網具調查蝙蝠出現時間分布圖。

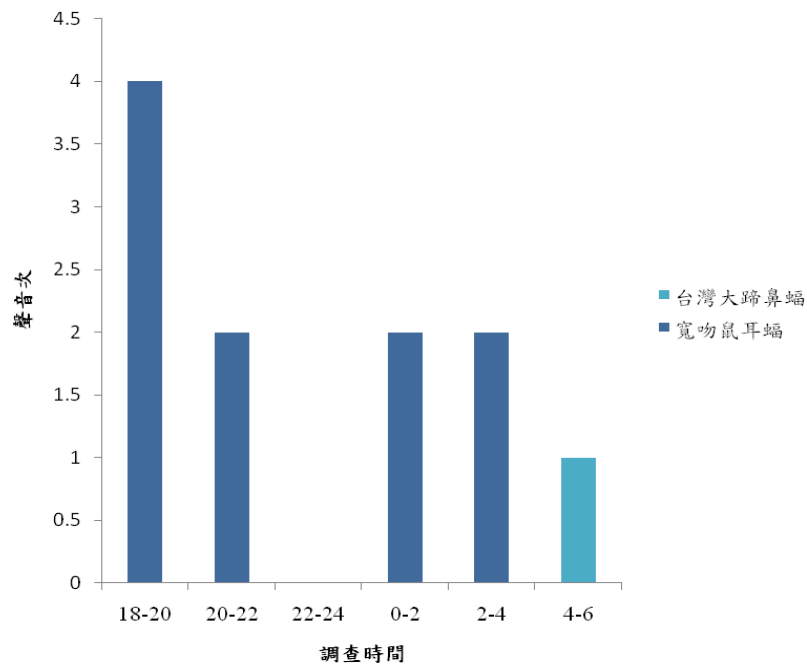


圖 3-16 2009 年春季（2-4 月）於楠梓仙溪林道樣區以蝙蝠回聲定位監測蝙蝠出現時間分布圖。

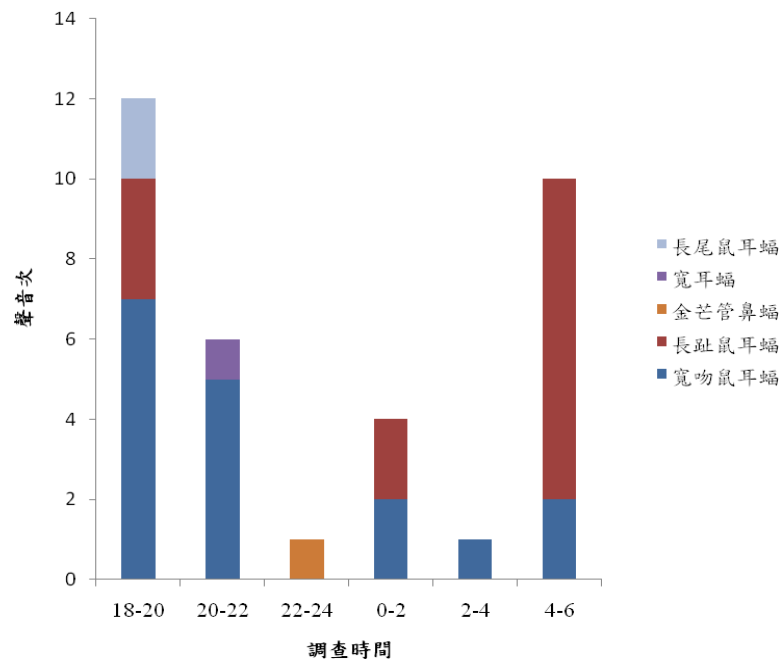


圖 3-17 2009 年夏季（5-7 月）於楠梓仙溪林道樣區以蝙蝠回聲定位監測蝙蝠出現時間分布圖。

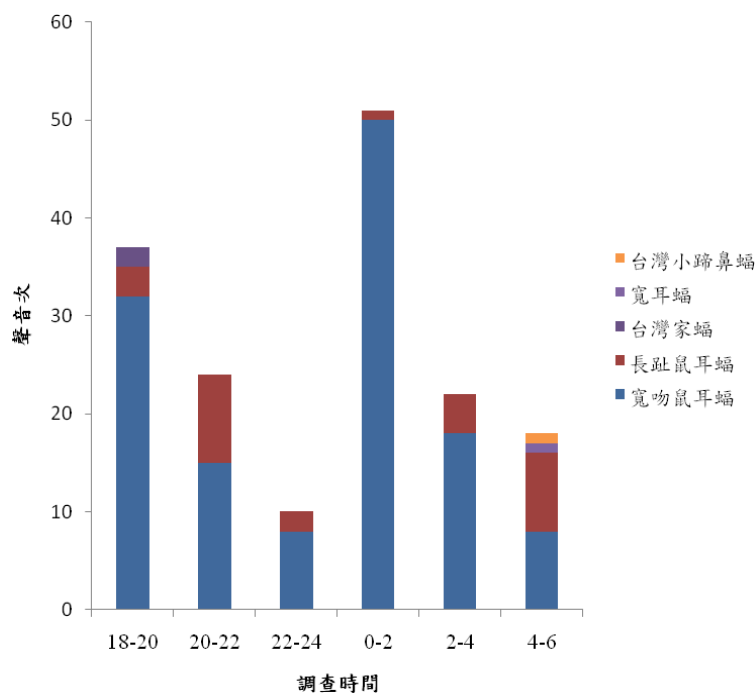


圖 3-18 2009 年秋季 (8-10 月) 於楠梓仙溪林道樣區以蝙蝠回聲定位監測蝙蝠出現時間分布圖。

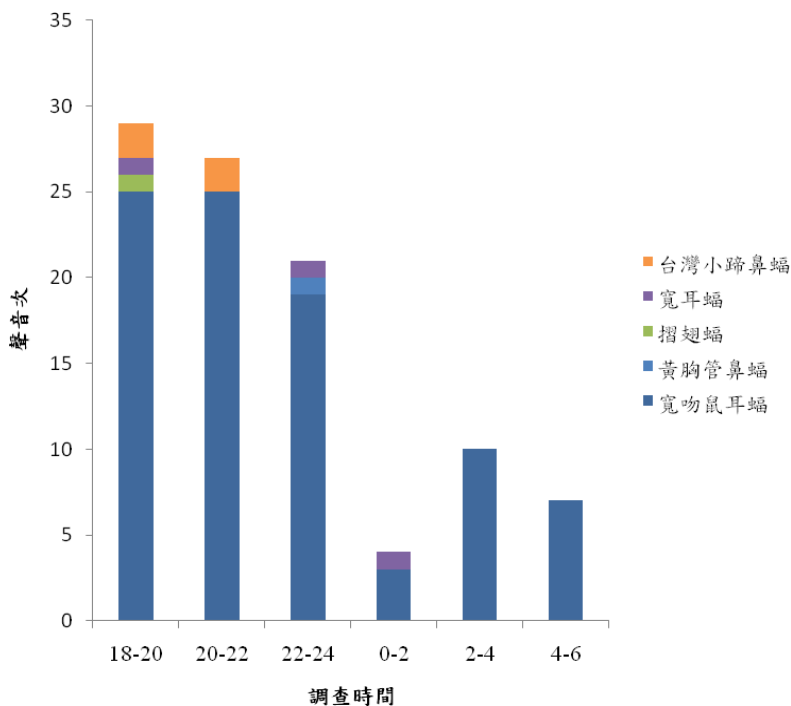


圖 3-19 2009 年冬季 (11-1 月) 於楠梓仙溪林道樣區以蝙蝠回聲定位監測蝙蝠出現時間分布圖。



## 第五節 蝙蝠排遺蒐集及食性分析

### 一、排遺蒐集

本年度共計蒐集 2 科 5 種蝙蝠排遺(表 3-5)，另外本年度增加了台灣小蹄鼻蝠及長尾鼠耳蝠的排遺蒐集，是故累計於楠梓仙溪林道的調查迄今共計蒐集到 3 科 13 種蝙蝠排遺共 902 顆(表 3-6)，分別為台灣家蝠 41 顆、寬吻鼠耳蝠 499 顆、大足寬吻鼠耳蝠 201 顆、長尾鼠耳蝠 2 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 27 顆、摺翅蝠 44 顆、寬耳蝠 29 顆、台灣大蹄鼻蝠 10 顆、台灣小蹄鼻蝠 20 顆。

### 二、排遺分析

本年度目前共計分析 2 科 13 種 41 隻蝙蝠排遺(表 3-7)，共計 343 顆。在分析排遺時的過程中，初期檢視單一個體所有收集到的排遺，但因發現部分個體不同顆粒排遺內含物差異不大，因此研究中期採用先隨機選取每隻蝙蝠個體的排遺 5 顆，不足 5 顆者則採用全部排遺，最後將檢視方法修正為，隨機選取 2 顆，檢視後若內含物無太大差異，則該個體之排遺檢視 2 顆，若有差異，再增加檢視 1 顆，至多檢視 5 顆，故總共分析 309 顆。分別為寬吻鼠耳蝠 18 隻，收集排遺 137 顆，分析 105 顆，其中雄性寬吻鼠耳蝠 13 隻 80 顆排遺、雌性寬吻鼠耳蝠 5 隻 25 顆排遺，長趾鼠耳蝠 10 隻，皆為雄性個體，收集排遺 102 顆，分析 100 顆，無尾葉鼻蝠 1 隻 8 顆，寬耳蝠 1 隻 1 顆，金芒管鼻蝠 2 隻 5 顆，摺翅蝠 2 隻 27 顆，台灣大蹄鼻蝠 1 隻 10 顆，台灣小蹄鼻蝠 1 隻 30 顆，台灣家蝠 1 隻 18 顆，台灣鼠耳蝠 1 隻 1 顆，長尾鼠耳蝠 1 隻 2 顆，黃胸管鼻蝠 1 隻 1 顆，台灣管鼻蝠 1 隻 1 顆。排遺中可辨識的碎片計有 8 目昆蟲包括雙翅目(照片 3-14)、鞘翅目(照片 3-15)、嚙蟲目(照片 3-16)、脈翅目(照片 3-17)、半翅目(照片 3-18)、同翅目(照片 3-19)、膜翅目(照片 3-20)與鱗翅目(照片 3-21)，以及蛛形綱之碎片(照片 3-22)。所有排遺鑑定時，若出現無法辨識之碎片、蝙蝠分泌物或是毛髮，則記為不可辨識。

#### (一) 蝙蝠物種所取用的食物資源類別

排遺辨識結果發現，寬吻鼠耳蝠及長趾鼠耳蝠此兩種蝙蝠排遺中皆可發現 8 目昆蟲與蛛形綱之碎片。無尾葉鼻蝠單一個體的排遺中可辨識出雙

翅目昆蟲與蛛形綱的碎片，寬耳蝠單一個體的排遺中可辨識出鞘翅目與鱗翅目昆蟲，金芒管鼻蝠單一個體的排遺中分別發現鞘翅目與鱗翅目昆蟲，摺翅蝠單一個體的排遺中皆發現鞘翅目與鱗翅目昆蟲，其中一個亦會捕食雙翅目昆蟲與蛛形綱，台灣大蹄鼻蝠單一個體的排遺中只發現鞘翅目昆蟲，台灣家蝠單一個體的排遺中發現了鞘翅目、膜翅目、鱗翅目、脈翅目、同翅目與蛛形綱的碎片，長尾鼠耳蝠單一個體的排遺中發現了鞘翅目、脈翅目與鱗翅目的碎片，台灣小蹄鼻蝠單一個體的排遺中發現了雙翅目、鞘翅目與蛛形綱的碎片，台灣鼠耳蝠單一個體的排遺中只出現雙翅目昆蟲的碎片，黃胸管鼻蝠單一個體的排遺中可辨識出鞘翅目與鱗翅目昆蟲，台灣管鼻蝠單一個體的排遺中發現了雙翅目、鞘翅目與鱗翅目的碎片。

## (二) 食物資源對於蝙蝠物種的重要性

### 1. 鞘翅目昆蟲

所分析的 13 種蝙蝠中有 11 種蝙蝠（無尾葉鼻蝠與台灣鼠耳蝠除外）會捕食鞘翅目昆蟲；而寬吻鼠耳蝠、長趾鼠耳蝠、台灣大蹄鼻蝠、長尾鼠耳蝠及黃胸管鼻蝠而言，鞘翅目是排遺中相對重要性最高的內含物類別，其相對重要性達 80% 以上，甚至台灣大蹄鼻蝠僅取食鞘翅目昆蟲。

### 2. 鱗翅目昆蟲

其中有 9 種蝙蝠（無尾葉鼻蝠、台灣大蹄鼻蝠、台灣小蹄鼻蝠與台灣鼠耳蝠除外）會捕食鱗翅目昆蟲，尤其是寬耳蝠與金芒管鼻蝠這兩種蝙蝠，鱗翅目的相對重要性達 86% 以上。

### 3. 雙翅目昆蟲

其中有 7 種蝙蝠捕食雙翅目，包括寬吻鼠耳蝠、長趾鼠耳蝠、無尾葉鼻蝠、摺翅蝠、台灣小蹄鼻蝠、台灣鼠耳蝠與台灣管鼻蝠，台灣鼠耳蝠甚至只取食雙翅目昆蟲，但對其他蝙蝠的相對重要性不超過 6%。

### 4. 脈翅目昆蟲

寬吻鼠耳蝠、長趾鼠耳蝠、長尾鼠耳蝠與台灣家蝠，此 4 種蝙蝠會捕食脈翅目昆蟲。

### 5. 膜翅目與同翅目昆蟲

寬吻鼠耳蝠、長趾鼠耳蝠與台灣家蝠，此 3 種蝙蝠會捕食膜翅目與同翅目昆蟲。

## 6. 半翅目與嚙蟲目昆蟲

僅寬吻鼠耳蝠與長趾鼠耳蝠捕食取用。

## 7. 蛛形綱

並不屬於昆蟲類別的食物資源-蛛形綱動物，卻被活動於楠梓仙溪林道的6種食蟲性蝙蝠捕食取用，包括寬吻鼠耳蝠、長趾鼠耳蝠、無尾葉鼻蝠、摺翅蝠、台灣小蹄鼻蝠與台灣家蝠，其中無尾葉鼻蝠與摺翅蝠排遺中蛛形綱的比例達九成以上。

蝙蝠取食的食物相對重要性排序為鞘翅目、蛛形綱、鱗翅目、雙翅目、膜翅目、嚙蟲目、脈翅目、同翅目、半翅目，在楠梓仙溪林道所出現的所有蝙蝠排遺中，出現頻度最高的為鞘翅目昆蟲，其次為雙翅目，第三高為鱗翅目與蛛形綱（圖 3-20），相對重要性最大者為鞘翅目昆蟲，其次為蛛形綱（圖 3-21）。各蝙蝠物種排遺內含物類別的相對重要性見表 3-8。配合昆蟲採集結果可知，在樣區中可採集到 10 目昆蟲，蝙蝠利用最多的昆蟲是數量佔第三的鞘翅目，蝙蝠捕食次多的為蛛形綱，蝙蝠捕食次多的昆蟲為數量次多的鱗翅目，數量最多的雙翅目昆蟲之相對重要性位居第四位。

### 三、優勢蝙蝠物種食性分析

已知優勢蝙蝠物種為寬吻鼠耳蝠及長趾鼠耳蝠兩物種，比較兩者的排遺辨識結果發現：

#### （一）寬吻鼠耳蝠

在寬吻鼠耳蝠的排遺中為出現頻度最高的內含物為鞘翅目（94%），其次分別為雙翅目（83%）、蛛形綱（72%）、鱗翅目（61%）、膜翅目與嚙蟲目（皆為 55%）、同翅目（39%）、半翅目（16%）與脈翅目（11%）（表 3-8，圖 3-22）。在相對重要性方面，鞘翅目最高，佔了八成的比例，其次分別為蛛形綱（14.02%）、雙翅目（2.96%）與鱗翅目（0.93%）、嚙蟲目（0.63%）、鱗翅目（0.52%）、脈翅目（0.22%）、同翅目（0.20%）與半翅目（0.11%）（表 3-9，圖 3-23）。

#### （二）長趾鼠耳蝠

長趾鼠耳蝠的排遺中出現頻度最高的內含物為鞘翅目，達 100%，其次依序為雙翅目（70%）、蛛形綱（50%）、鱗翅目（40%）、同翅目與嚙蟲目（皆為 30%）、脈翅目（20%）、膜翅目與半翅目（皆為 10%）（表 3-9，圖 3-24）。

在相對重要性方面，鞘翅目最高 (95.78%)，其次依序為蛛形綱與雙翅目 (皆為 1.42%)、鱗翅目 (0.84%)、膜翅目 (0.16%)、脈翅目 (0.14%)、半翅目、嚙蟲目與同翅目 (皆為 0.08%) (表 3-9，圖 3-25)，鞘翅目為寬吻鼠耳蝠及長趾鼠耳蝠兩物種排遺相對重要性最高與出現頻度的內含物類別。

### (三) 年度食性差異分析

本研究另檢視 2004 年於相同樣區所收集到的此二種蝙蝠的排遺，寬吻鼠耳蝠檢視 3 個體，長趾鼠耳蝠檢視 2 個個體，以 Kruskal-Wallis 檢定分析最主要的四種排遺內含物 (鞘翅目、雙翅目、鱗翅目與蛛形綱) 的相對重要性，以了解排遺內含物在兩種蝙蝠排遺中出現情形是否有年度間的差異，結果發現寬吻鼠耳蝠與長趾鼠耳蝠的食性在 2004 年、2007 年、2008 年與 2009 年之間，皆無顯著差異。

### (四) 性別食性差異分析

性別之間的排遺內含物差異比較結果，由於長趾鼠耳蝠僅採集到雄性個體，故無法比較，而寬吻鼠耳蝠排遺內含物在性別間無顯著差異。

表 3-5 本 (2009) 年所蒐集之蝙蝠排遺數量

中文名	性別	年齡	生殖狀態	排遺 (顆)
寬吻鼠耳蝠	雄	A	T+	8
寬吻鼠耳蝠	雄	A	T+	1
寬吻鼠耳蝠	雄	A	T+	3
寬吻鼠耳蝠	雄	A	T+	6
寬吻鼠耳蝠	雌	A	N+	1
台灣小蹄鼻蝠	雌	SA	N-	30
長趾鼠耳蝠	雄	A	T-	2
寬吻鼠耳蝠	雄	A	T+	5
長趾鼠耳蝠	雄	A	T+	6
寬吻鼠耳蝠	雌	A	N-	3
寬吻鼠耳蝠	雌	A	N-	6
寬吻鼠耳蝠	雄	A	T+	3
寬吻鼠耳蝠	雌	A	N-	8
長尾鼠耳蝠	雄	A	T+	2
長趾鼠耳蝠	雄	A	T-	5
寬吻鼠耳蝠	雌	A	N+	5
寬吻鼠耳蝠	雌	A	N+	7
寬吻鼠耳蝠	雌	A	N-	3
寬耳蝠	雄	A	T-	6
寬吻鼠耳蝠	雌	A	N+	7
長趾鼠耳蝠	雄	A	T-	4
寬吻鼠耳蝠	雌	A	N+	7
金芒管鼻蝠	雄	A	T+	4
長趾鼠耳蝠	雄	A	T-	9
長趾鼠耳蝠	雄	A	T-	4

註：A 成體，SA 亞成體，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 3-6 本研究 (2007-2009 年) 所蒐集各物種之排遺數量

物種	排遺累積數量(顆)
台灣家蝠	41
寬吻鼠耳蝠	499
長趾鼠耳蝠	201
長尾鼠耳蝠	2
台灣鼠耳蝠	1
台灣管鼻蝠	9
無尾葉鼻蝠	8
黃胸管鼻蝠	1
金芒管鼻蝠	27
摺翅蝠	44
寬耳蝠	29
台灣大蹄鼻蝠	10
台灣小蹄鼻蝠	30
共計	902

表 3-7 本調查例年所蒐集之蝙蝠排遺中已分析的蝙蝠物種及排遺基礎資料

種名	編號	性別	採集時間	上網時間	排遺顆數	檢視顆數
寬吻鼠耳蝠	B07005	雄	2007.09.29	18:10	17	17
寬吻鼠耳蝠	B07012	雄	2007.09.29	19:05	8	8
寬吻鼠耳蝠	B07013	雄	2007.09.29	20:40	5	5
寬吻鼠耳蝠	B07042	雄	2007.11.02	18:06	9	5
寬吻鼠耳蝠	B07048	雄	2007.11.02	18:30	7	5
寬吻鼠耳蝠	B07049	雄	2007.11.02	20:20	5	5
寬吻鼠耳蝠	B08002	雄	2008.03.29	18:40	10	3
寬吻鼠耳蝠	B08009	雌	2008.03.30	18:50	9	5
寬吻鼠耳蝠	B08010	雌	2008.03.30	18:58	13	5
寬吻鼠耳蝠	B08018	雄	2008.08.18	18:55	7	7
寬吻鼠耳蝠	B08026	雄	2008.08.19	01:30	3	3
寬吻鼠耳蝠	B08033	雄	2008.08.19	19:18	14	14
寬吻鼠耳蝠	B08059	雌	2008.11.07	18:03	11	5
寬吻鼠耳蝠	B09002	雄	2009.04.02	19:18	1	1
寬吻鼠耳蝠	B09003	雄	2009.04.02	20:30	3	2
寬吻鼠耳蝠	B09008	雄	2009.04.30	19:14	5	5
寬吻鼠耳蝠	B09010	雌	2009.04.30	19:14	3	3
寬吻鼠耳蝠	B09020	雌	2009.05.01	20:46	7	7
長趾鼠耳蝠	B07004	雄	2007.09.29	18:10	13	13
長趾鼠耳蝠	B07011	雄	2007.09.29	18:30	10	10
長趾鼠耳蝠	B07016	雄	2007.09.29	22:57	10	10
長趾鼠耳蝠	B08014	雄	2008.03.30	20:01	7	5
長趾鼠耳蝠	B08015	雄	2008.08.18	18:41	10	10
長趾鼠耳蝠	B08016	雄	2008.08.18	18:42	5	5
長趾鼠耳蝠	B08021	雄	2008.08.18	19:23	26	26
長趾鼠耳蝠	B08022	雄	2008.08.18	20:40	13	13
長趾鼠耳蝠	B09021	雄	2009.05.01	21:18	4	4
長趾鼠耳蝠	B09025	雄	2009.05.01	05:26	4	4
台灣大蹄鼻蝠	B08001	雌	2008.03.29	18:30	10	10
台灣小蹄鼻蝠	B09006	雌	2009.04.30	19:09	30	30
台灣家蝠	B07002	雄	2007.07.16	20:38	18	18
台灣鼠耳蝠	B07017	雌	2008.09.29	23:05	1	1
金芒管鼻蝠	B07056	雄	2007.11.03	19:00	1	1
金芒管鼻蝠	B08034	雌	2008.08.19	21:50	4	4
長尾鼠耳蝠	B09014	雄	2009.04.30	23:43	2	2

*conti.*表 3-7 本調查例年所蒐集之蝙蝠排遺中已分析的蝙蝠物種及排遺基礎資料

種名	編號	性別	採集時間	上網時間	排遺顆數	檢視顆數
無尾葉鼻蝠	B07015	雄	2008.09.29	22:45	8	8
黃胸管鼻蝠	B07055	雄	2007.11.02	18:22	1	1
摺翅蝠	B07057	雌	2007.11.03	19:19	20	20
摺翅蝠	B08025	雌	2008.08.19	00:41	7	7
寬耳蝠	B08008	雌	2008.03.30	18:50	1	1
台灣管鼻蝠	B07038	雌	2007.10.01	22:43	2	1



表 3-8 蝙蝠物種排遺內含物類別的相對重要性(除去不可辨識之部分) (%)

相對重要性 (RI)	雙翅目	膜翅目	鞘翅目	鱗翅目	脈翅目	半翅目	同翅目	嚙蟲目	蛛形綱
寬吻鼠耳蝠	2.96	0.93	80.39	0.52	0.22	0.11	0.20	0.63	14.03
長趾鼠耳蝠	1.42	0.16	95.78	0.84	0.14	0.08	0.08	0.08	1.42
無尾葉鼻蝠	5.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	94.44
寬耳蝠	0.00	0.00	13.70	86.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
金芒管鼻蝠	0.00	0.00	1.67	98.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
摺翅蝠	0.09	0.00	8.01	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	91.02
台灣大蹄鼻蝠	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
台灣家蝠	0.00	9.05	33.03	0.45	2.71	0.00	3.62	0.00	51.13
長尾鼠耳蝠	0.00	0.00	83.33	8.33	8.33	0.00	0.00	0.00	0.00
台灣小蹄鼻蝠	4.23	0.00	29.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.87
台灣鼠耳蝠	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
黃胸管鼻蝠	0.00	0.00	90.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
台灣管鼻蝠	0.51	0.00	43.94	55.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
總相對重要性	2.36	1.34	75.74	3.09	0.20	0.07	0.18	0.30	18.33

表 3-9 蝙蝠物種排遺內含物類別的出現頻度(除去不可辨識之部分) (%)

出現頻度 (FO)	雙翅目	膜翅目	鞘翅目	鱗翅目	脈翅目	半翅目	同翅目	嚙蟲目	蛛形綱
寬吻鼠耳蝠 n=18	83.33	55.56	94.44	61.11	11.11	16.67	38.89	55.56	72.22
長趾鼠耳蝠 n=10	70.00	10.00	100.00	40.00	20.00	10.00	30.00	30.00	50.00
金芒管鼻蝠 n=2	0.00	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
摺翅蝠 n=2	50.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00
總頻度	65.9	31.7	92.7	58.5	14.6	9.8	26.8	31.7	56.1

\*其餘物種檢視個體數為 1，故不列入計算。

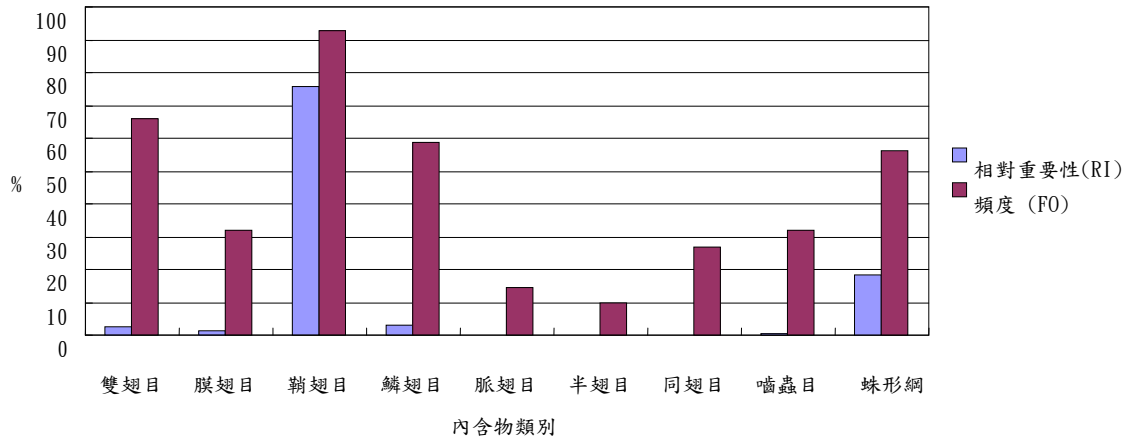


圖 3-20 楠梓仙溪林道蝙蝠排遺中各內含物類別的出現頻度與相對重要性(除去不可辨識部分)

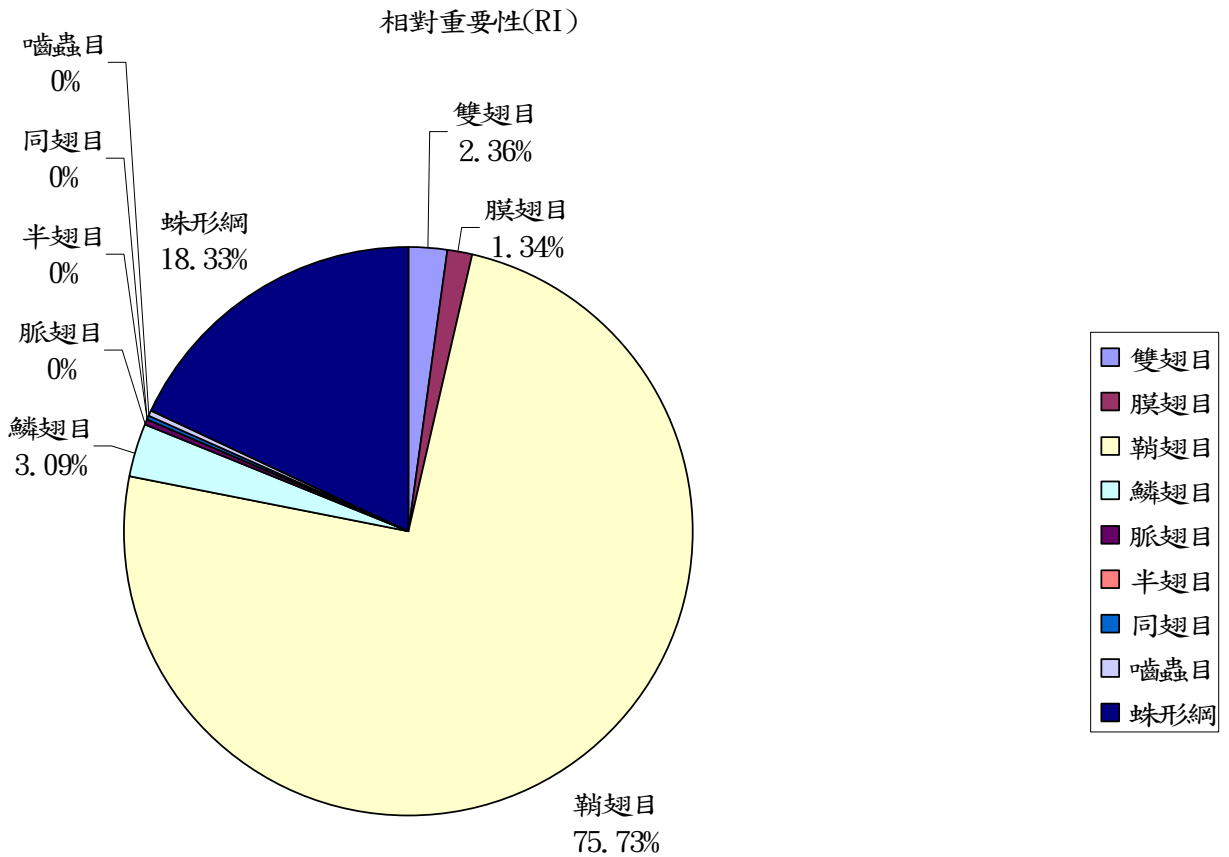


圖 3-21 楠梓仙溪林道蝙蝠排遺中各內含物類別的相對重要性(除去不可辨識部分)

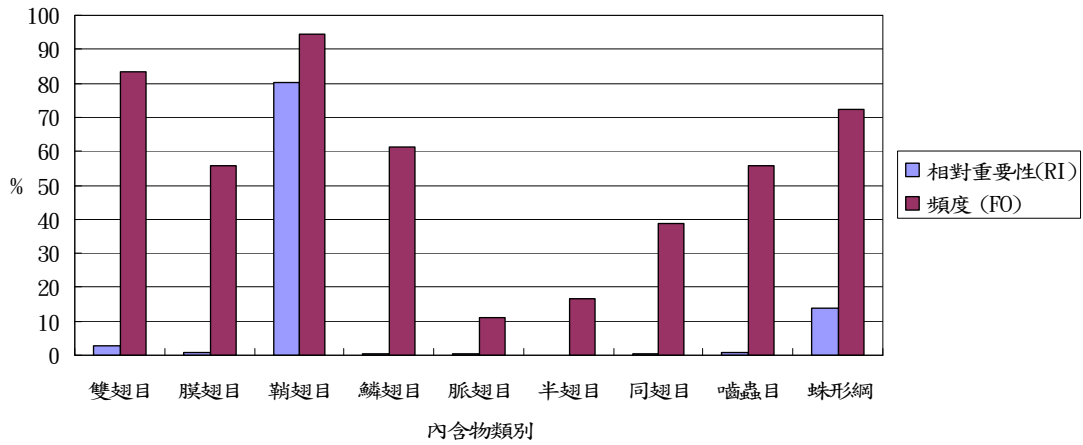


圖 3-22 寬吻鼠耳蝠排遺中各內含物類別的出現頻度與相對重要性(除去不可辨識之部分)

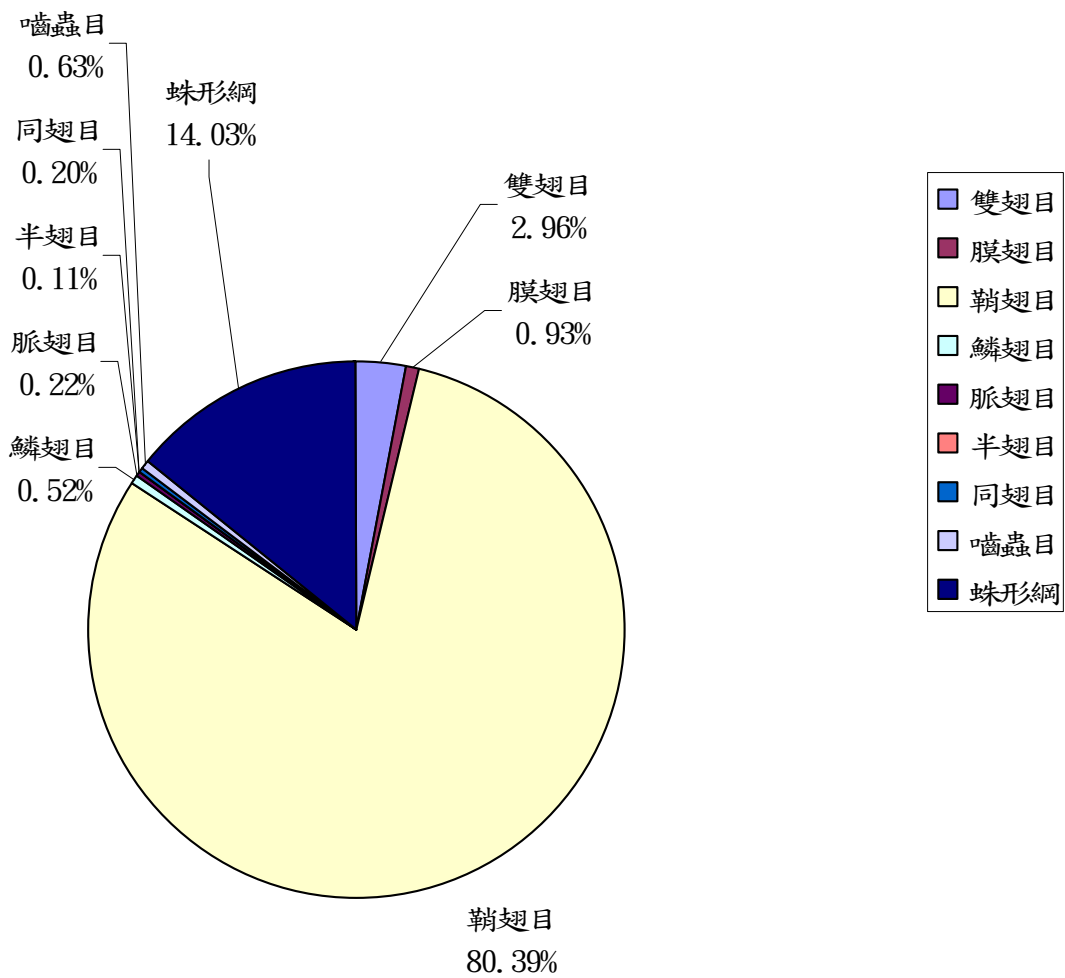


圖 3-23 寬吻鼠耳蝠排遺中各內含物類別的相對重要性(除去不可辨識之部分)

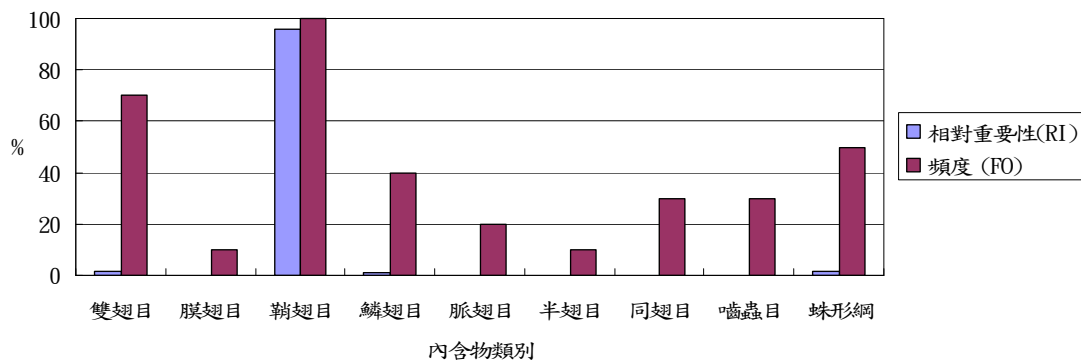


圖 3-24 長趾鼠耳蝠排遺中各內含物類別的出現頻度與相對重要性(除去不可辨識之部分)

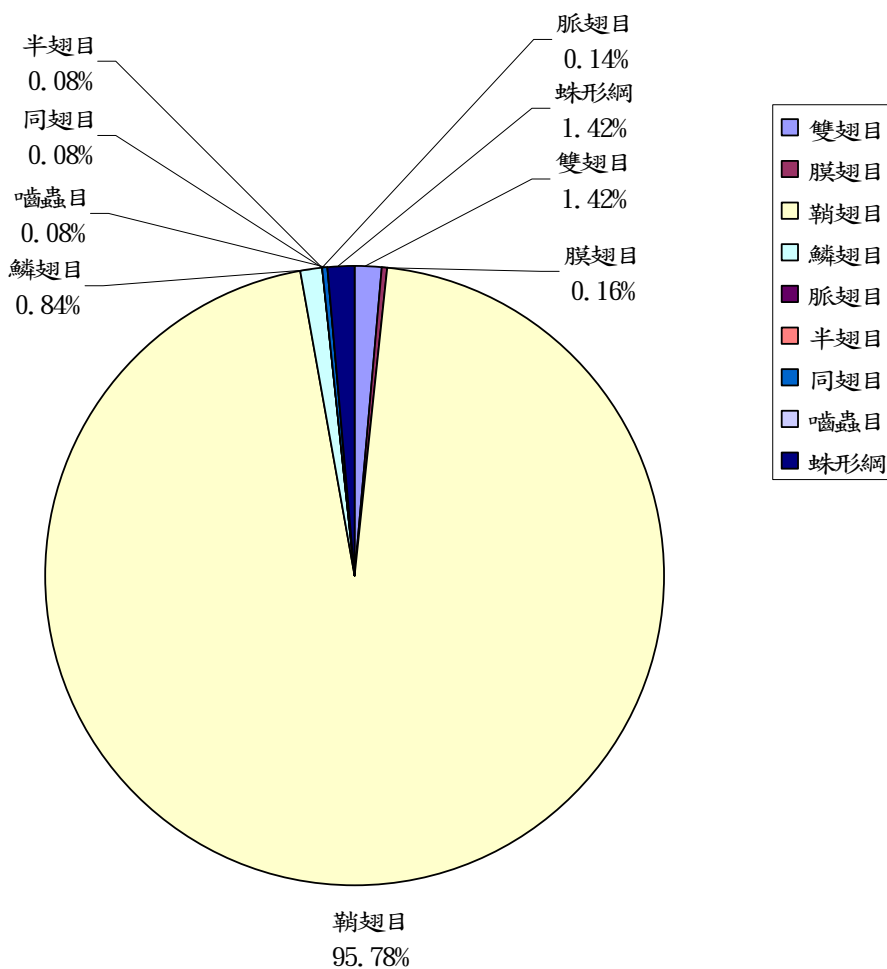


圖 3-25 長趾鼠耳蝠排遺中各內含物類別的相對重要性(除去不可辨識之部分)

## 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 公里處進行四次整夜昆蟲調查（於調查期間每日夜間 18:00~隔日清晨 6:00），分別為 2007 年 7 月（夏季資料）、2007 年 9 月（秋季資料）、2007 年 11 月（冬季資料）、2008 年 3 月（春季資料）各一次。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 3-10。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，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 3-26, 3-27)。

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 3-28)。

## 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 3-26, 3-27)。

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 3-28)。

## 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 3-26, 3-27)。

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 3-28)。

#### 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 3-26, 3-27)。

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 3-28)。

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(圖 3-26 與圖 3-27)。

若以昆蟲出現累積百分比來看由圖 3-29 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 3-11)，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 3-12）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 3-10 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 3-11 各季節之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 3-12 各季節間昆蟲相似度 (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

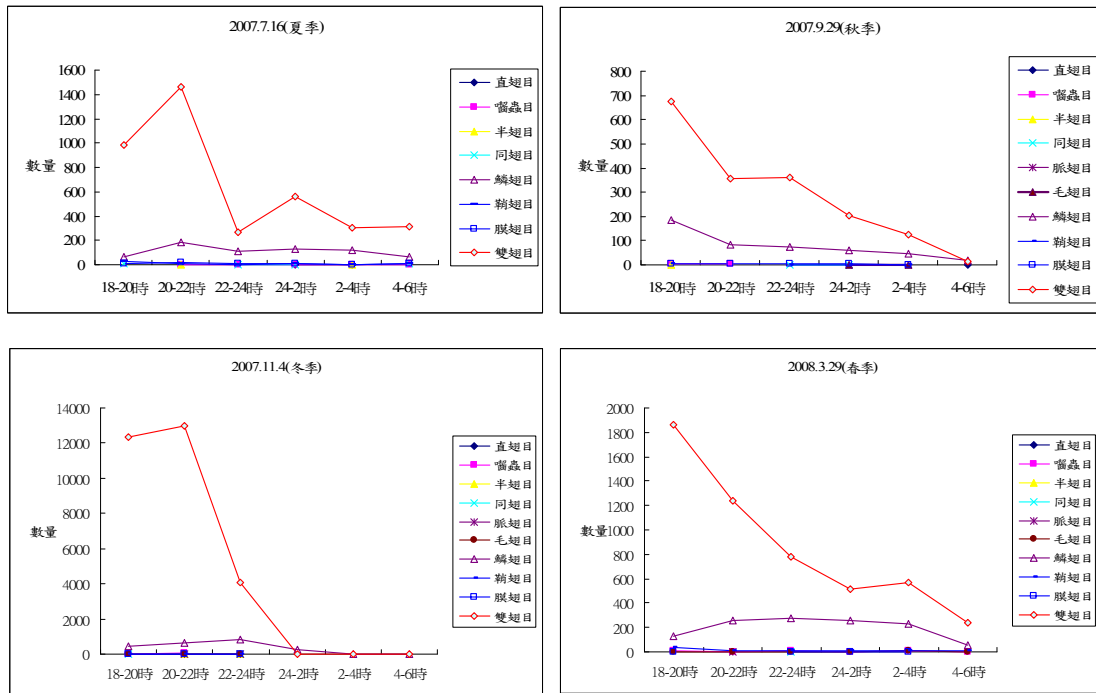


圖 3-26 各目昆蟲不同季節不同時段出現數量

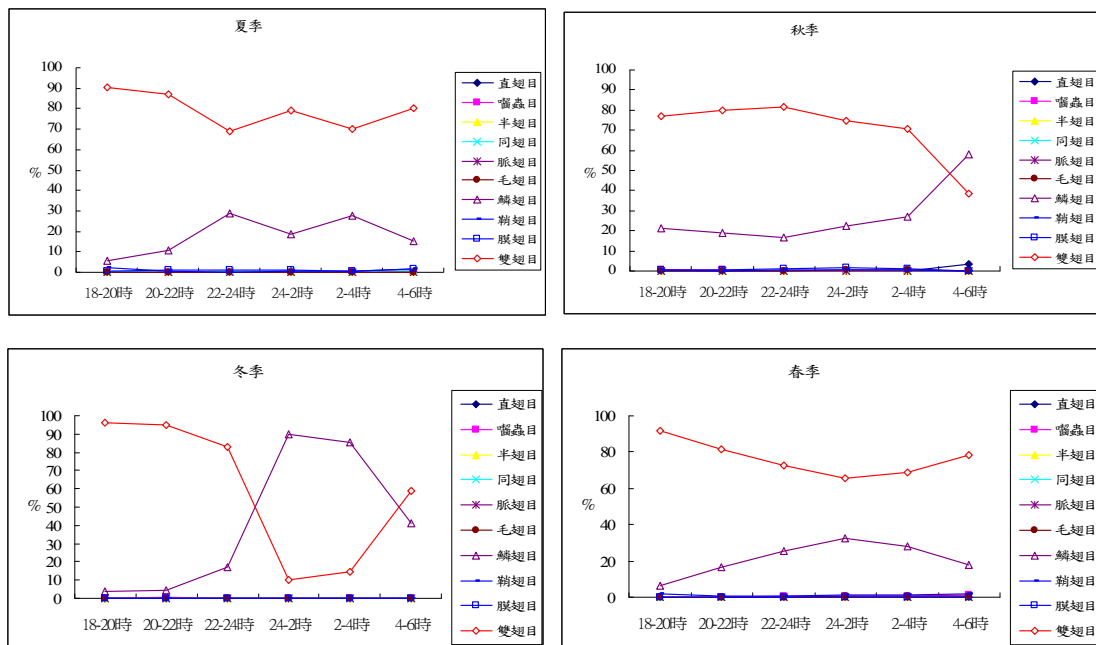


圖 3-27 各目昆蟲不同季節不同時段出現百分比(總蟲數)

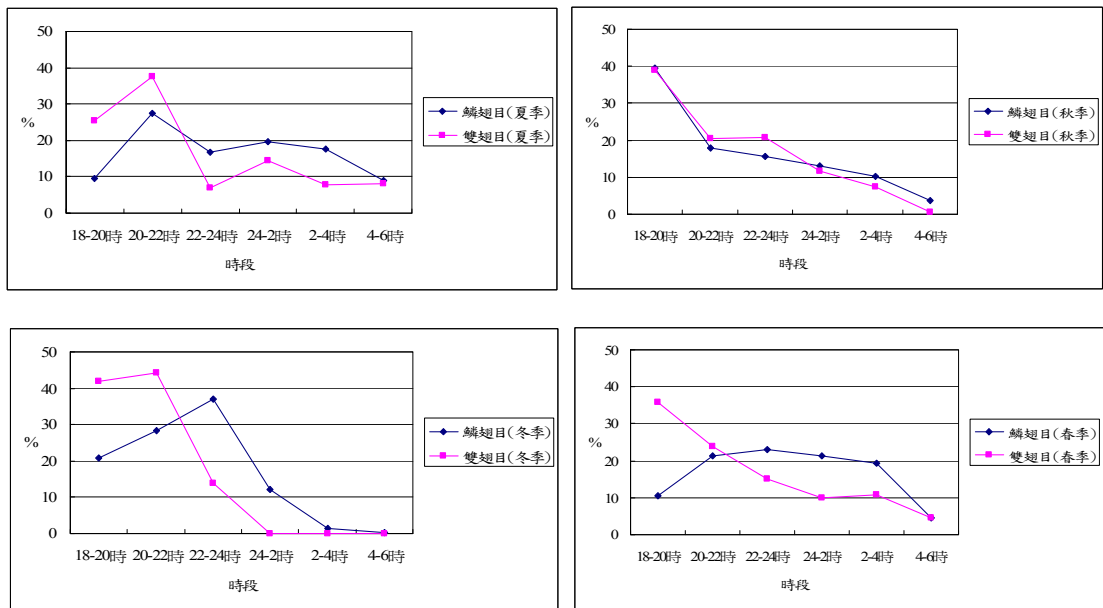


圖 3-28 雙翅目與鳞翅目昆蟲不同季節分時段出現百分比(分目)

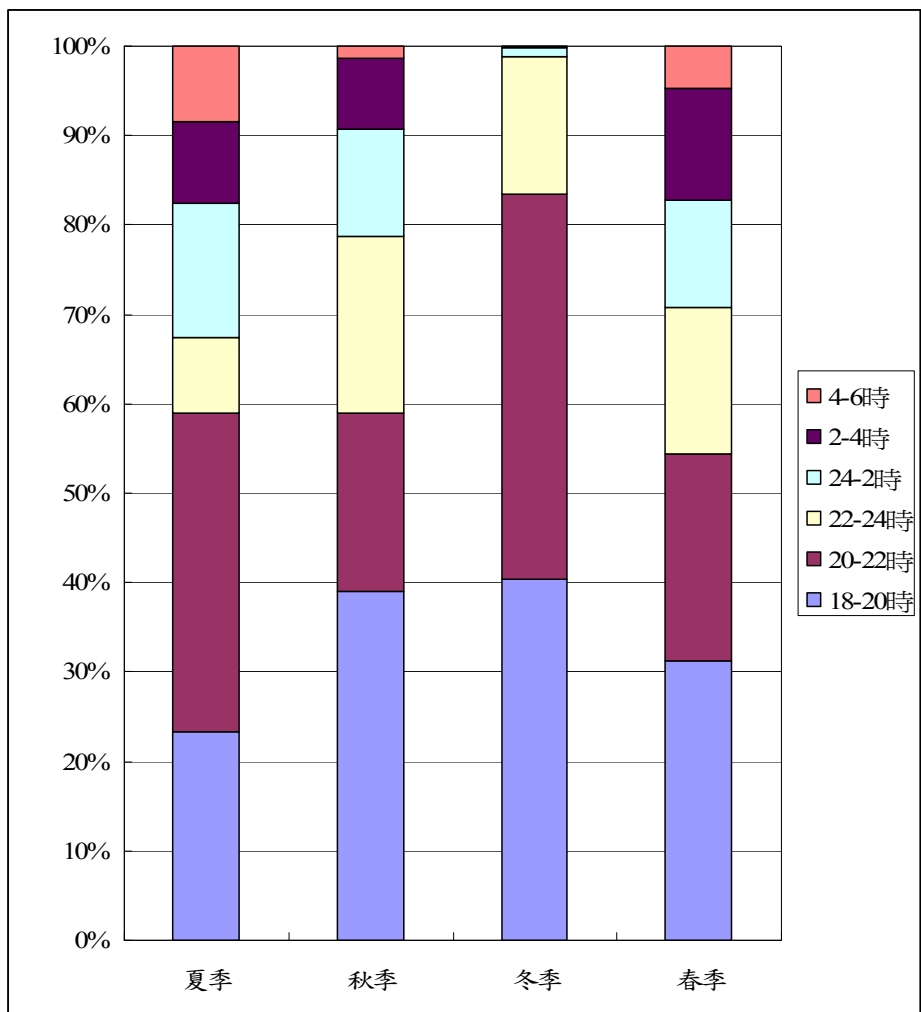


圖 3-29 昆蟲各季出現不同時段之累積百分比

## 第四章 討論與建議

### 第一節 討論

#### 一、 蝙蝠相年度變化與季變化

##### (一) 季節變化

將本計畫 3 年的採集資料依據不同採集月份分季節，不同物種及採集數量作圖（圖 4-1），資料顯示物種多樣性最高的季節為秋季（8~10 月）共計可發現 8 種 59 隻次蝙蝠；春季（2~4 月）次之，6 種 28 隻次蝙蝠。彙整文獻（林等 2004,2005）與本計畫之採集記錄（圖 4-2），發現蝙蝠多樣性與數量最高的季節亦為秋季（8~10 月）可發現 10 種 69 隻次蝙蝠活動；歧異度次高的季節為夏季可發現 9 種 21 隻次蝙蝠，數量次高的為冬季 40 隻次（7 種）蝙蝠活動。主要可能來自於此區塊位於檜木林與闊葉林之交界處，因而在季節轉換之際，可發現部分遷徙物種，因而造就了秋季具有最高量及最多樣化蝙蝠物種之季節。

##### (二) 年度變化

將本計畫 3 年的採集資料依據不同採集年份作圖（圖 4-3），可發現 2007 年可採集到最多蝙蝠物種（10 種），2008 與 2009 年皆僅採獲 6 種蝙蝠。假若加入已知蝙蝠回聲定位監測資料，2007 年亦為最多蝙蝠物種之年份，共可發現 11 種蝙蝠，2008 年發現 8 種蝙蝠，2009 年發現 10 種蝙蝠。

#### 二、 文獻分析比較

彙整過往研究報告（林等 2004,2005,2009, 周等 2009）及本調查的結果，玉山國家公園境內累計所記錄的蝙蝠物種已達 22 種(表 4-1)，約占台灣蝙蝠總種數(以 35 種計；鄭與張簡 2008)之 62.9%，扣除部分僅分佈於離島

地區的蝙蝠物種，約佔台灣本島已知的種類(以 30 種計，鄭及張簡 2008)73.3%。近幾年本調查在楠梓仙溪林道已陸續發現許多優勢物種(如寬吻鼠耳蝠及長趾鼠耳)，以及較稀有的物種(無尾葉鼻蝠、黃胸管鼻蝠、台灣長耳蝠、及長尾鼠耳蝠...等物種僅為單筆捕獲資料)，而本年度捕捉調查中首度捕獲長尾鼠耳蝠此種為當地新記錄種；台灣小蹄鼻蝠在 2007 年並未捕獲、2008 年僅錄得其回聲定位音頻，直至今年始確實捕獲並蒐集到排遺。至於長尾鼠耳蝠，雖然曾在玉山國家公園南端海拔約 1 千公尺的梅蘭林道被發現(林等 2004)，但在本調查前兩年均無所得，本年度上半年的調查中則首次發現此物種活動於楠梓仙溪林道。因此，截至目前為止可發現楠梓仙溪林道共可以發現 17 種食蟲性蝙蝠，約佔玉山國家公園全區蝙蝠物種數的 77.2%，可謂是玉山國家公園境內蝙蝠相熱點之一。咸信若持續進行本區的蝙蝠物種及活動的調查及監測，將可收集更完整的蝙蝠相，此外固定的進行蝙蝠監測，從年度間或季節間的蝙蝠族群變化資料及相關的蝙蝠生態資料以並可明確反應環境及氣候變化(Richard 2004)。

### 三、 蝙蝠活動模式及楠梓仙溪林道優勢蝙蝠物種

本年度蝙蝠活動模式不論網具的調查或是蝙蝠回聲定位的監測結果與過往兩年的年度調查結果相似。蝙蝠在調查當夜的活動情形顯示，雖然在上半夜較為活躍，但在上下半夜皆有一個活動高峰，而此現象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處於楠梓仙溪林道 10.6 公里附近，建議於未來應進行蝙蝠的無線電追蹤，以進一步瞭解蝙蝠的棲所狀態及利用方式，並能更進一步對於較為貼切的蝙蝠保育策略。而本(2009)年度共計捕獲 15 隻寬吻鼠耳蝠及 6 隻長趾鼠耳蝠，此二物種所被捕獲隻數佔總採集隻數的 84%，此結果也與歷年採集資料(周等 2009)吻合，寬吻鼠耳蝠與長趾鼠耳蝠為楠梓仙溪林道 10.6 公里處的優勢物種。

#### 四、食蟲性蝙蝠食物資源多樣性-昆蟲相探討

昆蟲多樣性方面，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，無法反應目以下的物種差異情形，呈現昆蟲相的多樣性，但仍可以作為參考資料。本研究之主要研究物種為蝙蝠，昆蟲調查的目的是為了協助排遺內容物的鑑定比對，以及了解蝙蝠利用昆蟲的情形，因此無需鑑定昆蟲至更小的分類單位，且若要鑑定到更小的分類單位，勢必需要投入更多的人力，以本研究目前的研究人員配置以及經費，實無法完成，若欲了解更詳細的昆蟲資源，建議參考其他研究計畫，將昆蟲資源調查獨立為單一計畫，如雪霸國家公園之調查計畫（唐 2008，徐 2008），即可獲得更詳實的結果，並更能瞭解蝙蝠所採食的食物類別佔環境中的昆蟲比例為何，並更有效的銜接環境、食蟲性蝙蝠、昆蟲與植物間的關連。

#### 五、蝙蝠物種食性與覓食策略

探討昆蟲數量與蝙蝠利用間的關係，研究結果已知蝙蝠利用最多的昆蟲是數量佔第三的鞘翅目，蝙蝠捕食次多的為蛛形綱，蝙蝠捕食次多的昆蟲為數量次多的鱗翅目，數量最多的雙翅目昆蟲之相對重要性位居第四位。昆蟲出現頻度與蝙蝠利用率似乎無相關，數量最多的雙翅目昆蟲被捕食率較低應與其個體生物量較低有關，若以此來看，似乎與生物量與取食排序相關，被捕食個體的生物量越大，捕食者可獲得的能量越高，但本研究只計算各目昆蟲個體數量百分比，並未計算各目昆蟲生物量百分比，故無法得知其正確結果，只能以此推測。

比對蝙蝠上網時間與昆蟲出現時間可以發現，出現於上半夜的蝙蝠共有 102 隻次，下半夜出現的蝙蝠僅有 21 隻次，分析排遺的 40 隻蝙蝠中 90% 的個體出現於上半夜，只有 3 隻蝙蝠上網時間在午夜 12 點之後，而蝙蝠利用

最多的鞘翅目昆蟲不分季節超過 70%的個體出現於上半夜，在冬季所有個體皆出現於上半夜（圖 4-4），蝙蝠利用次多的鱗翅目昆蟲出現的個體數目隨著時間越晚數量越少，春夏季節時出現於上半夜的個體約佔總鱗翅目 54%，秋冬季節更有超過 70%的個體出現於上半夜（圖 4-4）。初步推測蝙蝠上半夜出現的高峰與昆蟲數量呈現同步的關係。

排遺內含物計算時，目前所使用的計算方法有可能低估了某些類別昆蟲的相對重要性。在鏡檢排遺時，當蝙蝠捕食鱗翅目昆蟲後，從排遺很容易可以得到確認，因為將排遺平鋪時，可以很清楚發現鱗粉的存在，排遺中除了鱗粉以及少數腳的碎片之外，就不容易發現其他部位的碎片，鱗粉的數量雖多，卻不容易從排遺中挑出來計算所佔的體積，故只要出現鱗粉但數量不多以至於無法挑出估算時，就紀錄其所佔方格紙格數為一格。且根據 Acharya(1995)的研究調查發現，蝙蝠捕食鱗翅目昆蟲時，可在野外發現取食剩下的鱗翅目翅膀，由此可知蝙蝠可能只取食較有養分且容易取食的身體軀幹部，而非攝取整隻鱗翅目昆蟲，因此減少鱗翅目昆蟲食入的的相對量，在排遺中所佔的相對體積也跟著減少，綜合以上原因，皆有可能因此低估鱗翅目昆蟲所佔的體積，而影響其相對重要性。而數量最多的雙翅目昆蟲，除了環縫群（蠅類）的種類體壁較堅硬不易消化，易有碎片出現在排遺中，其餘的種類多半體壁柔軟，不易留下碎片，容易低估其相對重要性，其他體壁柔軟的其他目昆蟲，也可能因為不易留下碎片而低估其相對重要性，但在尚無其他較佳的檢視與估算方法的情況之下，是故本研究仍沿用此估算方法。

過去台灣地區有關蝙蝠食性分析的相關研究中，與本研究相同的物種只有台灣小蹄鼻蝠(陳 1995)與台灣鼠耳蝠 (黃與蔡 2001)，陳於陽明山前山公園的研究結果發現，昆蟲數量以鱗翅目最多，其次依序為雙翅目與鞘翅目，而鱗翅目與雙翅目是該地區台灣小蹄鼻蝠最主要的食物資源，而本研究之台灣小蹄鼻蝠只捕捉到一個個體，該個體主要取食蛛形綱節肢動物，其次為鞘翅目與雙翅目昆蟲，但本樣區中以雙翅目與鱗翅目昆蟲數量最多，故取食喜好異於陽明山前山公園的同種個體，故推測台灣小蹄鼻蝠應屬機會主義捕食者(opportunistic feeders)的表現。而研究中之台灣鼠耳蝠，該個體只取食雙翅目昆蟲，此結果與黃與蔡(2001)於東港溪附近監測台灣鼠耳蝠之食性結果相同僅取食雙翅目昆蟲，另根據 Findley(1972)分辨鼠耳蝠屬蝙蝠的外部型態及



覓食方法，可推論台灣鼠耳蝠應為飛行覓食於水域環境上空（water bats）且為雙翅目的專食者。由此可知，同種蝙蝠於不同棲息地之間的食物利用情形不盡相同，因此對於不同棲地的經營管理必須要有不同的策略。

## 六、優勢蝙蝠物種之覓食策略與資源利用

### （一）覓食策略

累積三年的調查資料顯示，寬吻鼠耳蝠及長趾鼠耳蝠為楠梓仙溪林道優勢蝙蝠物種。寬吻鼠耳蝠及長趾鼠耳蝠鼠耳蝠為同屬(*Myotis*)且體型相似兩種蝙蝠，並有著類似的外部形態及齒式，但部分外部形態（前臂長、腳脛長、耳長、腳掌長）仍具有顯著差異或是定性特徵可以作為二者的區分因子，但在台灣同屬物種中卻是種間親緣關係遺傳距離遙遠的兩種（周 2004），這也呼應了 Ruedi and Mayer (2001) 曾提出部分鼠耳蝠物種因為生活於類似環境，長久演化的壓力驅使下所造就形成了具有類似生態功能的外部形態的趨同演化 (Ecomorphological Convergency) 現象。根據 Findley(1972)分辨食蟲性蝙蝠的外部型態及覓食方法，可將寬吻鼠耳蝠及長趾鼠耳蝠歸納為偏好獵捕空中昆蟲 (aerial hawk) 的物種，但由本年度的分析結果可以發現，此兩種蝙蝠的排遺中除了鱗翅目、鞘翅目、蛛形綱、膜翅目、脈翅目、雙翅目、嚙蟲目的昆蟲外，亦可發現蛛形綱的碎片，似亦具有檢食者 (gleaner) 的覓食習性。

### （二）優勢蝙蝠物種資源利用狀態

累積三年度的採集記錄可知，全年皆有寬吻鼠耳蝠的採集記錄，而長趾鼠耳蝠在每年冬季(11~1月)不會出現在樣區中，若個別分析有無長趾鼠耳蝠出現時的寬吻鼠耳蝠排遺內含物之相對重要性，可以發現，無論有無長趾鼠耳蝠出現，鞘翅目為排遺內含物之相對重要性最高的昆蟲，其次依序為蛛形綱、雙翅目及鱗翅目，當無長趾鼠耳蝠出現時，寬吻鼠耳蝠會增加對雙翅目以及蛛形綱的利用，減少對鞘翅目昆蟲的利用。Fenton and Bogdanowicz

(2002) 曾提出部分鼠耳蝠物種的覓食策略具有彈性，可以由原本偏好獵捕空中昆蟲的習性，因為覓食地區或昆蟲資源的不同而轉換為檢食者之因地制宜行為。由此可知此二優勢物種具有強烈的競爭 (Competition)，但或許由於鼠耳蝠具有彈性覓食策略，是故仍可於共域季節時對部分的資源利用修正，以減少過強的競爭，以共存於此區域。

## 七、 蝙蝠食性與夜間昆蟲活動狀態

比對蝙蝠上網時間與昆蟲出現時間可以發現多數蝙蝠上網時間為上半夜，而在已分析排遺的 21 隻蝙蝠中，19 隻(近 90%)個體出現於上半夜，只有 2 隻蝙蝠上網時間在午夜 12 點之後，而由昆蟲相的調查發現，蝙蝠利用最多的鱗翅目昆蟲出現的個體數目亦隨著時間越晚數量越少；春夏季節時出現於上半夜的個體約佔總鱗翅目 54%，秋冬季節更有超過 70%的個體出現於上半夜 (圖 4-4)。另蝙蝠利用次多的鱗翅目昆蟲不分季節亦有超過 70%的個體出現於上半夜，而在冬季中所有個體皆出現於上半夜 (圖 4-4)。由上資料推測，蝙蝠上半夜出現的高峰應與昆蟲數量相關性很高且呈現相同趨勢的關係。至於下半夜的出現高峰雖然尚未有足夠證據解釋，但推測可能與日出前返回棲所的行為有關。

鞘翅目昆蟲被此區域的 11 種蝙蝠利用，而體型較大型的台灣大蹄鼻蝠甚至僅取食鞘翅目昆蟲，此表示台灣大蹄鼻蝠或許具有捕食天牛的能力，而天牛又是松材線蟲的寄主，是故或許台灣大蹄鼻蝠可於此樣區中扮演抑制病蟲害的角色。

鱗翅目昆蟲的幼蟲多會以採食林木的葉片為食，而部分夜間活動的鱗翅目昆蟲屬於農業害蟲 (像是斜紋夜盜蛾)，此區域的 9 種蝙蝠會採食鱗翅目昆蟲為食，尤其是寬耳蝠與金芒管鼻蝠這兩種蝙蝠，鱗翅目的相對重要性達 86%以上，相信這些蝙蝠類別應是控制昆蟲的重要角色。

## 八、 台灣高山國家公園蝙蝠物種多樣性與保育比較

台灣地區現有國家公園有涵蓋中高海拔山區的國家公園有玉山國家公園、太魯閣國家公園以及雪霸國家公園，但近年來僅玉山國家公園與雪霸國家公園有重新針對蝙蝠類別進行園區內的普查，且玉山國家公園哺乳類動物也由於蝙蝠物種重新被調查而有所增加。玉山國家公園現今已知食蟲性蝙蝠物種至少有 22 種，而雪霸國家公園現今蝙蝠物種為 23 種，然雪霸國家公園現階段雖已具備蝙蝠普查並持續進行蝙蝠與昆蟲普查的調查工作，但仍尚未將二者關聯性連結。而本研究為台灣地區生態研究之先例，已初步瞭解蝙蝠物種、蝙蝠食性與環境的變化。

## 九、 蝙蝠的活動與遷徙

回顧過往採集記錄及文獻可知寬耳蝠為溫帶物種，於本研究中亦發現此物種於研究地終年活動，似乎沒有進行深度冬眠的現象，此外本研究亦發現台灣大蹄鼻蝠、寬耳蝠、台灣小蹄鼻蝠與寬吻鼠耳蝠...等四物種，於樣區內亦可發現其終年活動的現象（圖 4-2）。鄭與張簡(2008)根據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。本調查發現於楠梓仙溪林道為整年活動物種，黃胸管鼻蝠僅於冬季（11-1 月）被發現，而長趾鼠耳蝠於三年的監測資料顯示於冬季時不曾發現此物種的活動，而此二物種之現象是否呼應垂直遷徙假說，仍待持續監測及更多資訊支持。

## 十、 環境議題（環境變遷、環境污染與全球暖化）指標生物-蝙蝠物種

本年（2009）度 8 月 7 日莫拉克颱風造成台灣南部地區許多人員傷亡及環境破壞，莫拉克颱風所帶來的豪雨也造成楠梓仙溪流域周圍地景環境的嚴重變化。由於楠梓仙溪林道亦有許多環境因土石流而造成地景的變化，本研

究利用聲音監測的比較發現雖說於 10 月的調查蝙蝠物種種數及數量較前兩年度監測較少；但冬季時 (11-1 月) 時發現蝙蝠物種活動狀態與前兩年度冬季之監測資料並無顯著差異。食蟲性蝙蝠為位於食物鏈高層的種類，但相較於其他食物鏈高層消費者而言，食蟲性蝙蝠因其體型小且所需之棲地相對較小，再加上其許多特化的生理調節 (如體溫調節性之休眠與冬眠、生殖適應延遲等) 對環境變化反應敏銳等特性，使得食蟲性蝙蝠已被利用作為棲地破碎 (Grindal and Brigham 1999)、環境污染監測 (Mispagel *et al.* 2004)、全球暖化 (Richard 2004) 的指標生物。指標生物必須具備容易監測調查以及族群數量充足以反應環境變化，而玉山國家公園境內的楠梓仙溪林道為生態保護區，且根據三年的蝙蝠物種監測發現寬吻鼠耳蝠與長趾鼠耳蝠此二蝙蝠物種具有指標物種意義 (此二物種所被捕獲隻數佔總採集隻數的 84%)，假若能長期監測此二物種的活動狀態應可明確反應相關的環境議題。

表 4-1 玉山國家公園蝙蝠物種名錄

科名	物種	學名	玉山國家公園境內分佈狀況
蹄鼻蝠科	台灣大蹄鼻蝠	<i>Rhinolophus formosae</i>	楠梓仙溪林道 <sup>2,3,4</sup> 、瓦拉米步道 <sup>1</sup> 、東埔樂樂地區 <sup>5</sup>
	台灣小蹄鼻蝠	<i>Rhinolophus monoceros</i>	楠梓仙溪林道 <sup>2,3,4</sup> 、東埔樂樂地區 <sup>5</sup>
葉鼻蝠科	台灣葉鼻蝠	<i>Hipposideros terasensis</i>	梅蘭林道 <sup>1</sup> 、瓦拉米步道 <sup>1</sup>
	無尾葉鼻蝠	<i>Coelops frithi formosanus</i>	楠梓仙溪林道 <sup>3</sup>
	寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis latirostris</i>	楠梓仙溪林道 <sup>2,3,4</sup> 、沙理仙溪林道 <sup>2</sup>
蝙蝠科	長趾鼠耳蝠	<i>Myotis sp.2</i> <sup>6</sup>	楠梓仙溪林道 <sup>2,3,4</sup> 、沙理仙溪林道 <sup>2</sup> 、梅蘭林道 <sup>1</sup> 、瓦拉米步道 <sup>1</sup> 、東埔樂樂地區 <sup>5</sup>
	台灣鼠耳蝠	<i>Myotis taiwanensis</i>	楠梓仙溪林道 <sup>2,3</sup>
	渡瀨氏鼠耳蝠	<i>Myotis rufoniger watasei</i> <sup>6</sup>	楠梓仙溪林道 <sup>2</sup> 、瓦拉米步道 <sup>1</sup>
	長尾鼠耳蝠	<i>Myotis sp.3</i> <sup>6</sup>	楠梓仙溪林道、梅蘭林道 <sup>1</sup> 、東埔樂樂地區 <sup>5</sup>
	台灣家蝠	<i>Pipistrellus taiwanensis</i> <sup>7</sup>	楠梓仙溪林道 <sup>3</sup>
	山家蝠	<i>Pipistrellus montanus</i> <sup>7</sup>	楠梓仙溪林道 <sup>2</sup> 、梅蘭林道 <sup>1</sup>
	台灣管鼻蝠	<i>Murina puta</i>	楠梓仙溪林道 <sup>2,3,4</sup> 、沙理仙溪林道 <sup>2</sup> 、梅蘭林道 <sup>1</sup> 、瓦拉米步道 <sup>1</sup> 、東埔樂樂地區 <sup>5</sup>
	黃胸管鼻蝠	<i>Murina bicolor</i> <sup>8</sup>	楠梓仙溪林道 <sup>3</sup>
	姬管鼻蝠	<i>Murina gracilis</i> <sup>8</sup>	楠梓仙溪林道 <sup>2,3</sup>
	金芒管鼻蝠	<i>Harpiola isodon</i> <sup>9</sup>	楠梓仙溪林道 <sup>2,3,4</sup> 、沙理仙溪林道 <sup>2</sup>

1. 林 2003, 2. 林等 2004, 3. 鄭與周 2008, 4. 周等 2009, 5. 林 2009, 6. 學名及中文名參考鄭與張簡 2008, 7. 學名及中文名參考吳 2007, 8. 學名參考 Kuo et al. 2009, 9. 學名參考 Kuo et al. 2006

cont. 表 4-1 玉山國家公園蝙蝠物種名錄

科名	物種	學名	玉山國家公園境內分佈狀況
	毛翼大管鼻蝠	<i>Harpiocephalus harpia</i>	瓦拉米步道 <sup>1</sup>
	摺翅蝠	<i>Miniopterus schreibersii</i>	楠梓仙溪林道 <sup>2,3,4</sup>
	寬耳蝠	<i>Barbastella leucomelas</i>	楠梓仙溪林道 <sup>2,3,4</sup> 、沙理仙溪林道 <sup>2</sup>
	台灣 長耳蝠	<i>Plecotus taivanus</i>	楠梓仙溪林道 <sup>2</sup>
	崛川氏棕蝠	<i>Eptesicus serotinus</i> <i>horikawai</i>	東埔樂樂地區 <sup>5</sup>
	絨山蝠	<i>Nyctalus velutinus</i>	東埔樂樂地區 <sup>5</sup>
	彩蝠	<i>Kerivoula</i> sp.	東埔樂樂地區 <sup>5</sup> 、梅蘭林道 <sup>1</sup>

1. 林 2003, 2. 林等 2004, 3. 鄭與周 2008, 4. 周等 2009, 5. 林 2009, 6. 學名及中文名參考鄭與張簡 2008, 7. 學名及中文名參考吳 2007, 8. 學名參考 Kuo *et al.* 2009, 9. 學名參考 Kuo *et al.* 2006

表 4-2 寬吻鼠耳蝠排遺四種內含物類別於是否與長趾鼠耳蝠共域時之相對重要性變化

	雙翅目	膜翅目	鞘翅目	鱗翅目	脈翅目	半翅目	同翅目	嚙蟲目	蛛形綱
平均相對重要性	2.96	0.93	80.39	0.52	0.22	0.11	0.20	0.63	14.03
長趾鼠耳蝠出現	2.35	1.06	88.05	0.64	0.30	0.05	0.22	0.49	6.70
無長趾鼠耳蝠	4.77	0.52	56.75	0.15	0.00	0.30	0.15	1.04	36.02

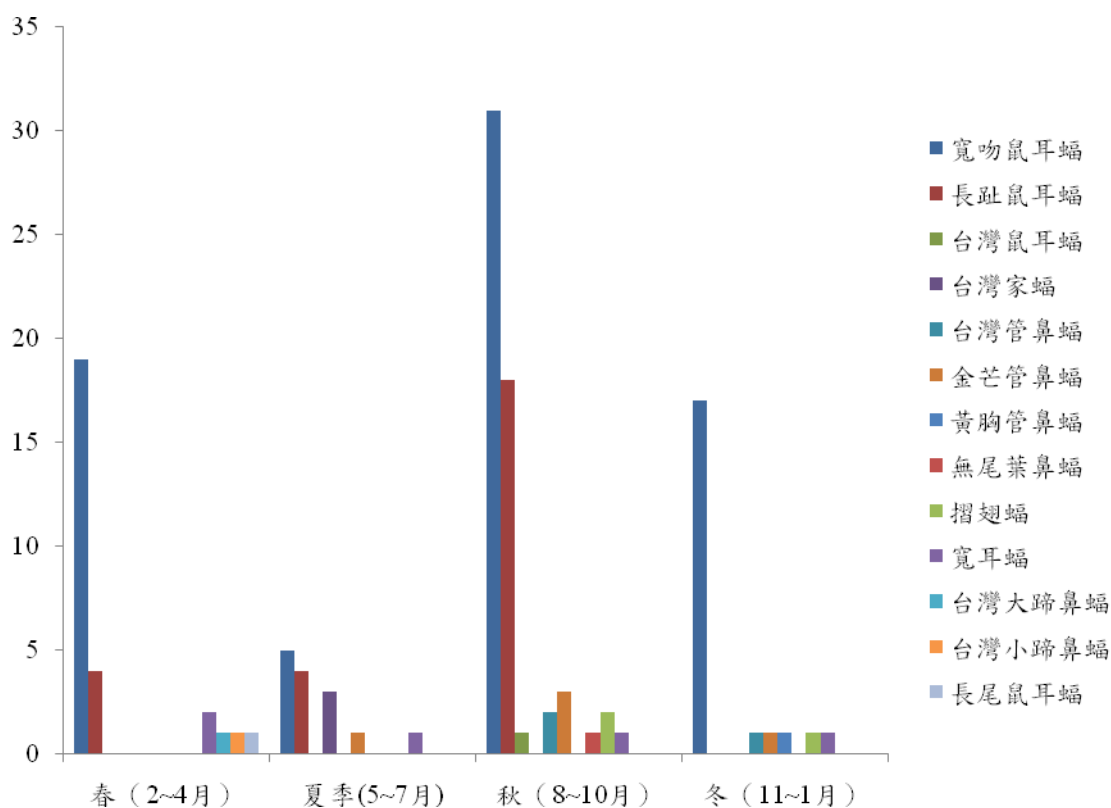


圖 4-1 本計畫三年各季蝙蝠物種出現數量之季節變化。

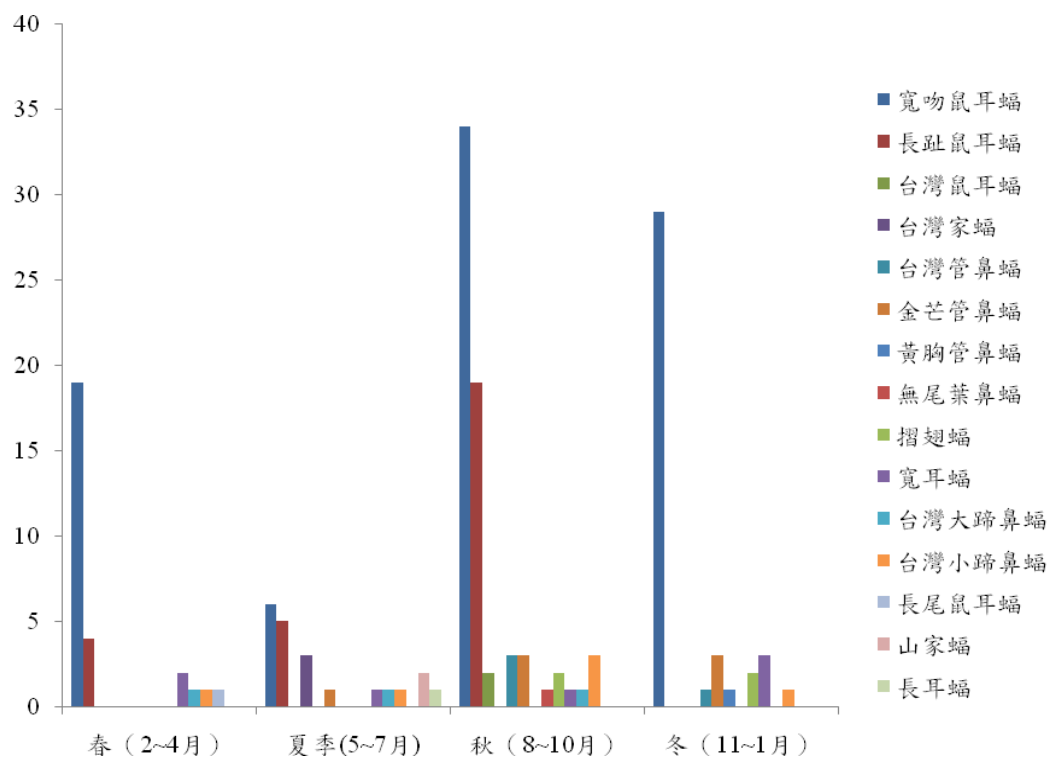


圖 4-2 彙整文獻(林等 2004,2005)與本計畫各季蝙蝠物種出現數量之季節變化。

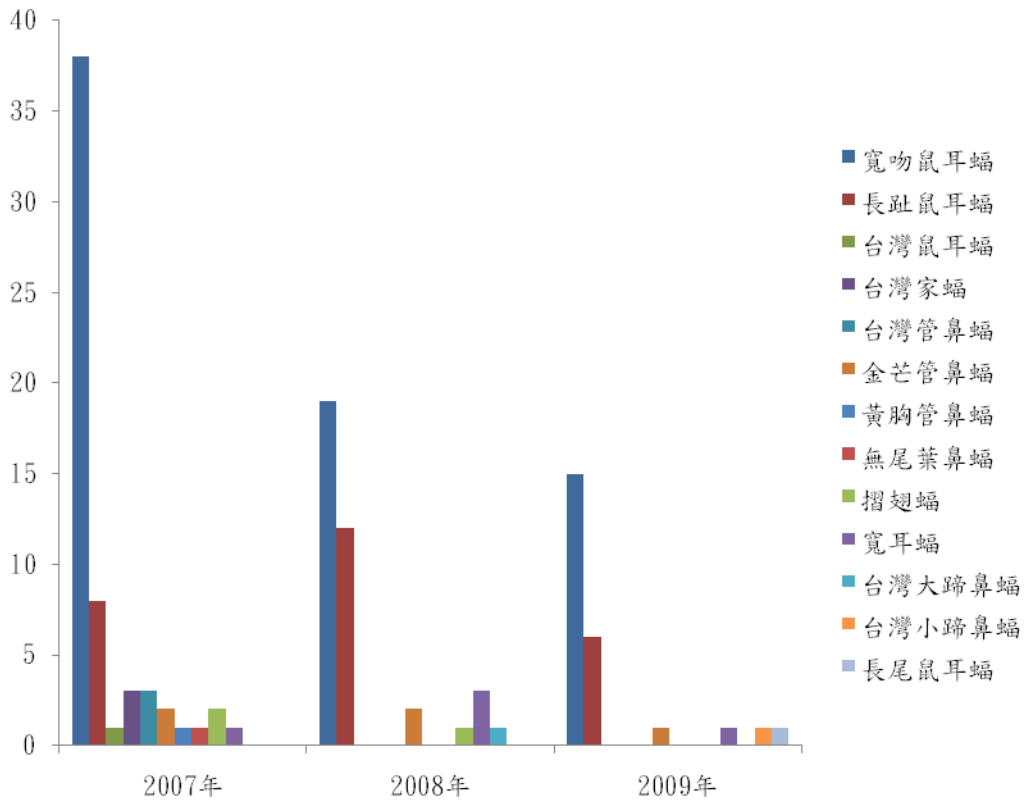


圖 4-3 各年度蝙蝠物種組成及數量變化。

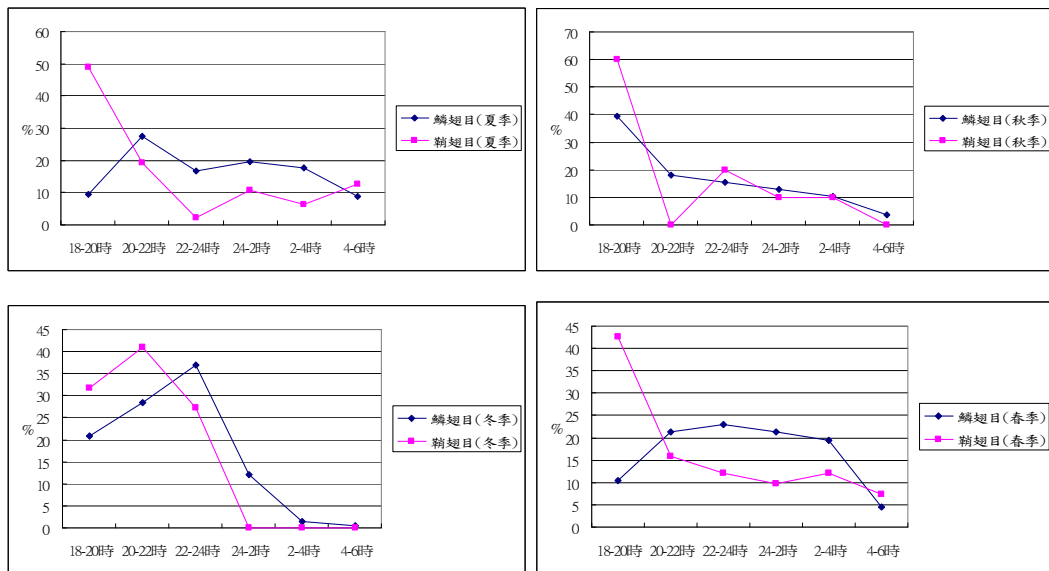


圖 4-4 鱗翅目與鞘翅目昆蟲不同季節分時段出現百分比(分目)



## 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 17 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 13 種蝙蝠，此地點可謂是蝙蝠相重要的熱點之一。因此，此區的蝙蝠相可作為玉山國家公園境內森林生態與環境變遷的指標物種，應針對此區進行物種及環境因子長期監測，並保護周邊林木之生態環境。

#### (二) 蝙蝠相調查標準作業流程建議

由於蝙蝠為夜行性飛行的哺乳動物，於調查方法上具有其一定的困境與盲點，為全面性瞭解台灣地區蝙蝠類群動物資源狀況，期建立適當、簡易且可行的調查模式及資料建檔之統一方法，使生物資源調查資料能有系統性及持續性的蒐集，以建置生態資訊相關之基本資料庫，並提供運用於長期監測、生態保育及經營管理政策之訂定參考（鄭等 2008）。調查方法應包含觀察法（蝙蝠洞穴或棲所的利用）、捕捉法（廣口網、霧網架設及豎琴網）、蝙蝠回聲定位監測。由於蝙蝠物種具有季節性的組成變動，是故為了明確瞭解一區域的蝙蝠物種狀態，應進行捕捉法同時以蝙蝠偵測器監測樣區周圍的所有棲地類型，並於不同季節進行至少一次兩夜調查。所採集之資料需包括人（主要為調查者，另記錄者及輸入者不同人最好註明）、事（如何發現，即跡象）、地（包括縣市、鄉鎮、樣區或樣線名及海拔、棲地）、物（發現物種）、時（即日期與時間），以及座標。（圖 4-5）

### 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，以蝙蝠相為監測因子探討全球氣候變遷對玉山國家公園境內物種與森林生態的影響。

全球氣候變遷(主要為暖化現象)為近年來最為注視的生態環保議題，而食蟲性蝙蝠為位於食物鏈高層的種類，但相較於其他食物鏈高層消費者而言，食蟲性蝙蝠因其體型小且所需之棲地相對較小，再加上其許多特化的生理調節(如體溫調節性之休眠與冬眠、生殖適應延遲等)對環境變化反應敏銳等特性，使得食蟲性蝙蝠已被利用作為棲地破碎(Grindal and Brigham 1999)、環境污染監測(Mispagel *et al.* 2004)、全球暖化(Richard 2004)的指標生物。是故應針對國家公園園區內重要生物熱點地區進行固定的長期監測有其必要性，除能切確瞭解各區域的蝙蝠物種組成及族群的變化外，其結果做為台灣地區全球暖化指標之依據之一。

- (二) 蝙蝠物種生活史資料建立及蝙蝠棲息、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，玉山國家公園於2008年3月已經將此劃設為保護區。截至目前為止已知至少有17種蝙蝠活動於楠梓仙溪林道，其中包含屬於二級保育類的無尾葉鼻蝠。玉山國家公園境內現今已知至少有22種蝙蝠，占玉山國家公園園區內哺乳動物相(以54種計)的40.7%，為物種多樣性最高的一類。然而，此22種蝙蝠生態習性相關資料迄今仍嚴重缺乏，是故建議應針對玉山國家公園優勢種蝙蝠進行其相關的生態研究(生活史、棲所選擇、棲所利用的瞭解)，以作為制定保育策略的依據，唯有在充分掌握其相關生態習性後，推動的保育政策始能事半功倍。

- (三) 蝙蝠回聲定位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調查及監測的設備。楠梓仙溪林道10.6公里處為蝙蝠物種多樣性高的熱點，若可長期架設超音波偵測設備於此，當可利用長期且持續的回聲定位資料監控楠梓仙溪林道蝙蝠相的變化，藉此不僅可能發現更多的蝙蝠物種，亦可據以瞭解此區域蝙蝠的活動狀態及差異，以訂立適切可行的保育策略。

(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,但可能由於工作站維修工程的施作原故,本計畫調查監測三年並未發現此現象。但隨著工程完成而人為干擾的減少,此三種蝙蝠的活動音頻陸續在附近區域被測錄到。故建議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。

雪霸國家公園於今(2009)年度,於雪見遊樂區(海拔2000公尺)架設一大型蝙蝠屋,或可參考其成效,修正設立於玉山國家公園園區內,以提供蝙蝠使用,可作為長期棲所,或是林業管理伐林時之暫時替代棲所,此亦可提供國家公園做為蝙蝠監測、蝙蝠物種生活史瞭解以及推廣教育的素材。。

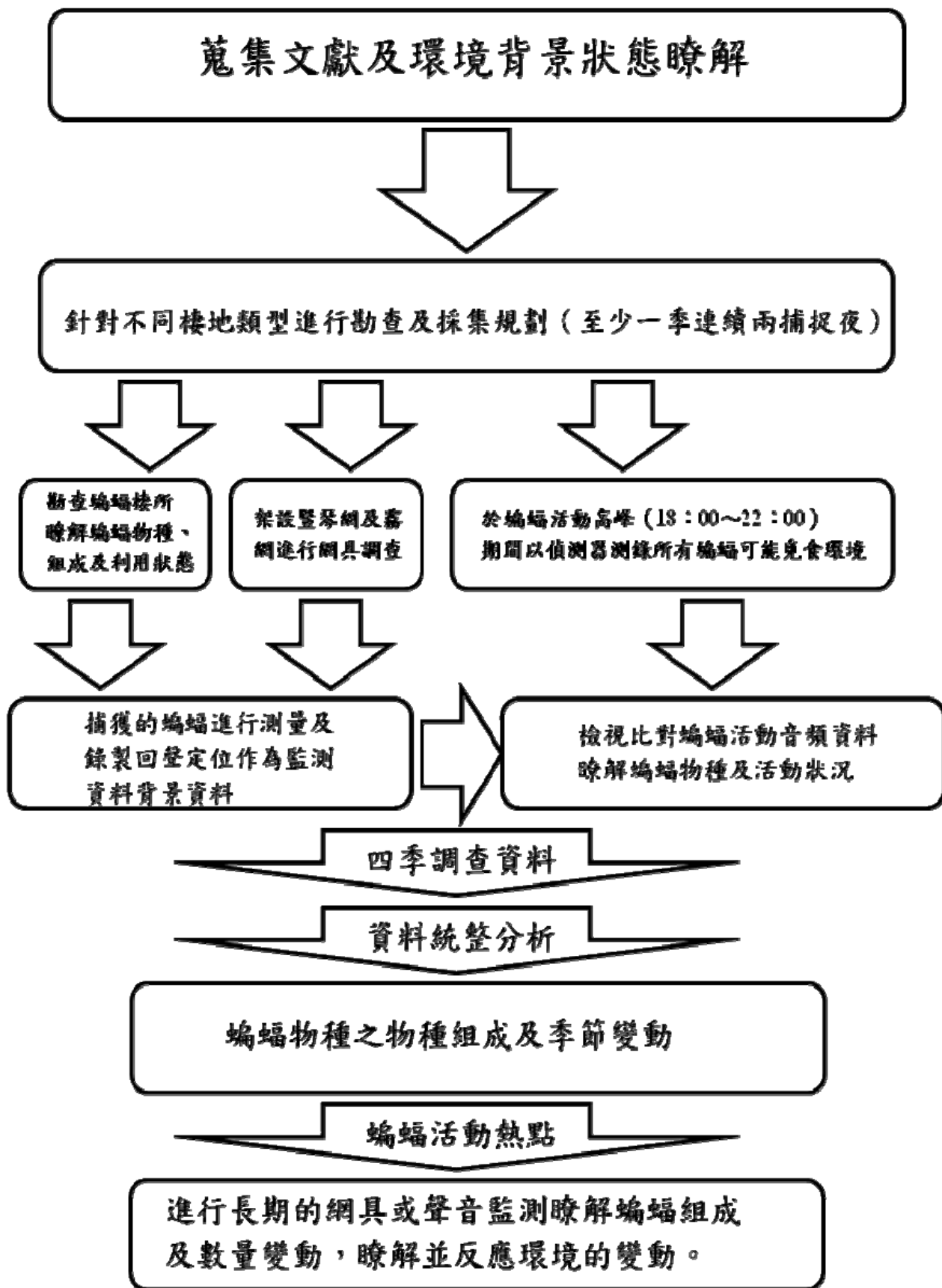


圖 4-5 蝙蝠相調查標準作業流程圖

## 附錄一



照片 3-1 楠梓仙溪林道 3 月的崩塌



照片 3-2 楠梓仙溪林道 10 月 12.5 公里處走山



照片 3-3 楠梓仙溪林道 11 月 12.5 公里處走山



照片 3-4 台灣大蹄鼻蝠



照片 3-5 台灣小蹄鼻蝠



照片 3-6 寬吻鼠耳蝠



照片 3-7 長趾鼠耳蝠



照片 3-8 長尾鼠耳蝠





照片 3-9 寬耳蝠



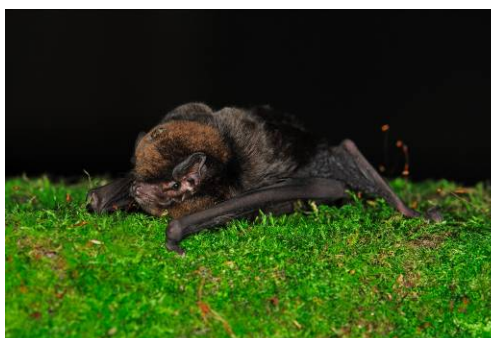
照片 3-10 金芒管鼻蝠



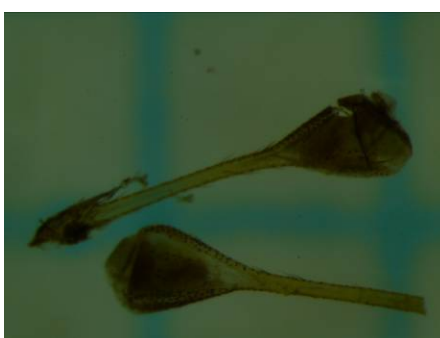
照片 3-11 黃胸管鼻蝠



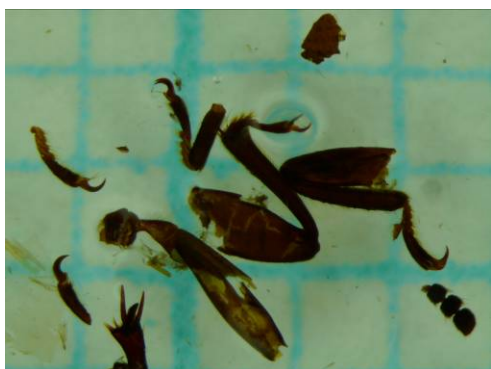
照片 3-12 台灣家蝠



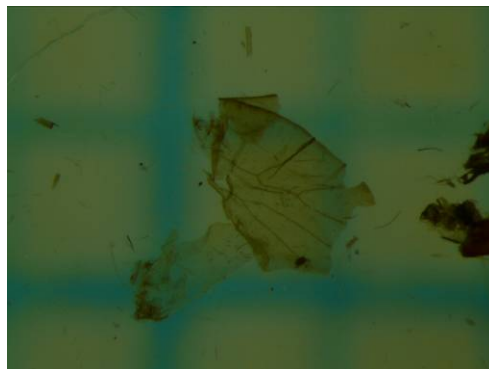
照片 3-13 摺翅蝠



照片 3-14 雙翅目碎片



照片 3-15 鞘翅目碎片



照片 3-16 嚙蟲目碎片



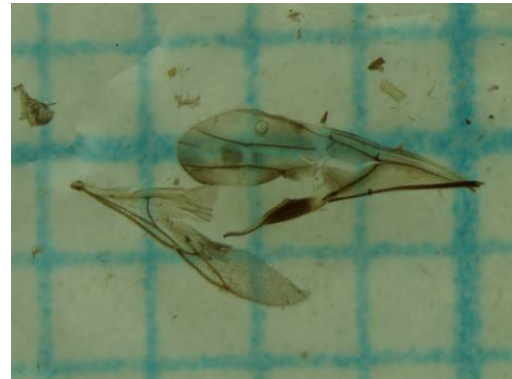
照片 3-17 脈翅目碎片



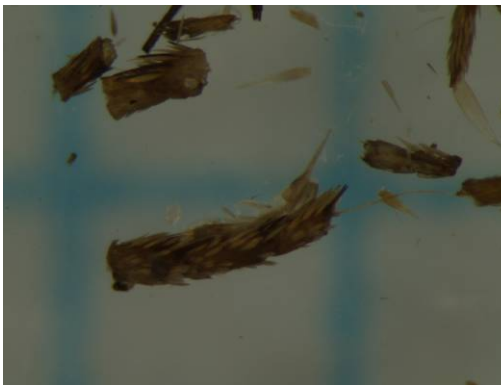
照片 3-18 半翅目碎片



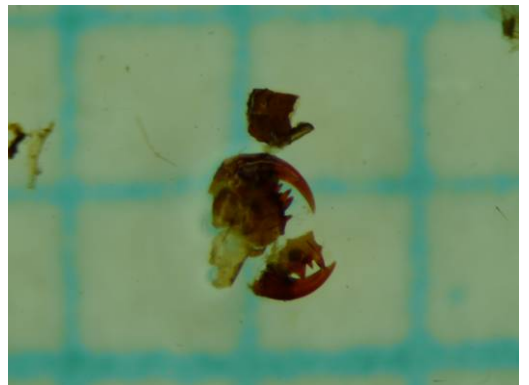
照片 3-19 同翅目碎片



照片 3-20 膜翅目碎片



照片 3-21 鱗翅目碎片



照片 3-22 蛛形綱碎片





## 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(3/3)」委託研究計畫評審會議紀錄

一、會議時間：98年2月20日下午13時30分

二、評選地點：本處三樓第一會議室

三、主持人：陳處長隆陞

記錄：楊舜行

四、評選單位及人員：

服務單位/機關	職稱	姓名	出席狀況
玉山國家公園管理處	處長(召集人)	陳隆陞	出席
玉山國家公園管理處	副處長	吳祥堅	出席
玉山國家公園管理處	秘書	呂志廣	缺席
玉山國家公園管理處	課長	蘇志峰	出席
行政院農委會特有生物研究保育中心	副主任	楊吉宗	出席
國立嘉義大學生物資源系	教授	方引平	出席

五、列席單位及人員：

(一) 本處本案工作小組：楊舜行(代表)

(二) 參評廠商：

台灣蝙蝠學會：鄭理事長錫奇(主持人)、蔡教授淳淳(協同主持人)

六、評選會議議程報告：本處保育研究課(略)

七、評選委員會之組成、協助評選之人員及其工作事項：

(一) 本案評選委員會計有6人，委員應到人數6人，實到人數5人，符合政府採購法「採購評選委員會審議規則」第9條(略)：「本委員會會議之決議，應有委員總額二分之一以上出席」之規定，另出席委員中之外聘專家、學者實到2人，亦符合同條項(略)：「出席委員中之外聘專家、學者人數應至少二人，且不得少於出席委員人數三分之一」之規定。準此，本次評選委員出席已符合採購法規定，依法召開評選會會議。

(二) 本案依「採購評選委員會組織準則」成立評選委員會，由本處保育研

究課負責評選會組成、評選方式說明、評選統計、評選紀錄等事宜，行政室負責評選會資格審查、98年1月15日辦理第1次公告限制性招標徵求委託專業服務廠商，98年2月3日截止收件，計1家廠商（台灣蝙蝠學會）投標，98年2月3日召開開標及資格審查會議。

- (三) 本案投標廠商，經查行政院公共工程委員會網站，非屬拒絕往來廠商。經檢查廠商投標文件，其將證件封及服務建議書乙式10份裝入封套密封，並於封套外部清楚標示採購標的名稱，符合投標須知第貳點第二十一項及甄選須知第捌點之規定。
- (四) 經檢查證件封內證明文件數量、種類及服務建議書份數，廠商資格符合投標須知之甄選須知第參點「應徵廠商資格條件及應檢附之證明文件」，並經與會人員確認。
- (五) 經資格審查結果，台灣蝙蝠學會資格符合。
- (六) 98年02月18日召開本案評選工作小組會議，就投標廠商之服務建議書擬具初審意見，並於2月20日本案評選委員會議當場執交各委員參考。

#### 八、主持人介紹評選委員：

經會議主持人介紹評選委員，並詢問評選委員有無「採購評選委員會審議規則」第14條情形，參評廠商及會議出（列）席者對全體委員資格無異議。

#### 九、本案評選評比表由主辦單位編號，並請評選委員隨機抽取。

#### 十、評選方式說明：

- (一) 以總評分最高，且經評選委員會過半數之決定者，取得優先議價權。
- (二) 若經評分結果參評廠商所得總分合計未達80分者，請評選委員於評選委員意見欄位內敘明評分理由。
- (三) 所得總分之最低標準為80分，若參與評選廠商經出席委員半數以上評定為未達最低標準時，不得作為協商及議價對象。若評選結果所有參與評選廠商均不得作為協商及議價對象時，則由評選會主持人宣布廢標，重新辦理招標作業。
- (四) 參照最有利標評選辦法第10條第3項規定「簡報不得更改廠商投標文件內容。廠商另外提出變更或補充資料者，該資料應不納入評選。」。

十二、確定答詢時間：

召集人徵得所有評選委員及參評廠商同意，簡報時間以 20 分鐘為限，答詢時間以 15 分鐘為限，並採取統問統答方式進行，且委員詢問時間不計入答詢時間。評選過程紀要：

- (一) 檢閱參評廠商出席證明。
- (二) 參評廠商對本案委員資格及評選方式無異議。
- (三) 本案參評廠商抽籤決定簡報順位，僅 1 家參評廠商，直接辦理簡報。
- (四) 參評廠商簡報在 20 分鐘內完成。
- (五) 委員提出問題及建議，廠商答詢在 15 分鐘內完成(廠商答詢後離席)。
- (六) 委員評選。
- (七) 主席宣佈評選結果。

十三、委員要求納入紀錄之意見：

	審查意見	意見回覆
1.	本計畫為持續監測計畫，內容完整，且分析執行成果佳。	本研究團隊於本年度會持續進行蝙蝠相進行監測期待有更多生態資訊。
2.	本年度為第三年計畫，彙整工作極為重要，此一團隊應有能力完成。	本團隊於本年度會彙整三年度的相關資訊。
3.	昆蟲與蝙蝠之相關性，宜包含本年度調查的資料一併分析。	已補正。
4.	本年度成果應儘量突顯當地蝙蝠與昆蟲、棲地環境的特色。	本年度將會此連結呈現於年度報告中。
5.	聲譜資料庫擬建立多少種，宜於計畫書內明訂目標，而資料庫以何方式呈現亦請說明。	已補正。
6.	計畫執行成果建議對該地區物種個別描述說明。	於年度報告中會呈現累積資料蝙蝠物種的個別描述。
7.	本年度昆蟲調查是否持續進行，該工作若不持續，建議於計畫書	本年度仍持續進行已補足四季資料。

	中詳述理由。	
8.	本案如獲得標，請依上述評選意見，修正計畫建議書。	已補正。

#### 十四、評選結果：

- (一) 各出席評選委員所核給參與評選廠商，得總分皆超過 80 分，且經評選委員會過半數之決定，1 號廠商台灣蝙蝠學會經評選結果，平均得分 86.2 分最高，取得優先議價權。
- (二) 本案之評選評比表及評選總表密封後併本紀錄存檔。

十五、散會：14 時 20 分。

## 「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(3/3)」委託研究計畫期中審查會議紀錄

一、時間：中華民國 98 年 7 月 30 日（星期四）下午 15 時 30 分

二、地點：本處 3 樓第 1 會議室

三、主持人：陳處長隆陞（吳副處長祥堅代）

四、審查委員：

服務單位/機關	職稱	姓名	出席狀況
玉山國家公園管理處	處長	陳隆陞	缺席
玉山國家公園管理處	副處長	吳祥堅	出席
玉山國家公園管理處	秘書	林文和	缺席
玉山國家公園管理處	課長	蘇志峰	出席
行政院農委會特有生物研究保育中心	副主任	楊吉宗	出席
國立嘉義大學生物資源系	教授	方引平	缺席（書面審查）

五、列席單位及人員：

（一）本案記錄人員：本處楊技士舜行

（二）本案委託單位及人員：台灣蝙蝠學會鄭理事長錫奇（主持人）

六、委託機構（台灣蝙蝠學會鄭理事長錫奇）簡報：（略）

七、審查意見：

	審查意見	意見回覆
1.	本年度上半年已獲相當成果，如蝙蝠名錄、聲紋測錄以及昆蟲調查等，值得肯定。	本研究團隊於本年度會持續進行蝙蝠相進行監測期待有更多生態資訊。
2.	調查方法中指出昆蟲相的組成會進行生物多樣性指數之比較，因此，應該是分析到「種」的階段，才符合所訂的昆蟲組成分析，然而目前僅到「目」的階層，建議結束報告時能補充加以說明為何無法分析至「種」的原因。至於	已補正於第三章調查結果第六節以及第四章討論與建議第一節討論中。 排遺分析方法已補正於第二章調查方法第二節中。 排遺分析若要鑑定到目以下的階段實有困難，目前相關研究皆鑑定到目的層

	食性分析部分在調查方法上未加以說明，請補充之，再者，排遺分析所食昆蟲資源僅到「目」的階段，能否比較與當地昆蟲組成與蝙蝠食性組成的差異性，宜有說明。	級，要進行昆蟲組成與食性組成差異分析已足夠。
3.	文獻回顧部分，建議能加上各管理處調查蝙蝠的狀況，以彰顯蝙蝠在此地區的角色與地位。	已補正。
4.	蝙蝠回聲、蝙蝠超音波音頻、蝙蝠音頻等名詞，若指同一種音頻，請統一用法。	已補正。
5.	可否嘗試將音頻資料與食性和物種間的關係予以彙整比較。	物種之音頻資料與食性相關性尚須更多資料支持，於本研究案中目前尚無發現其相關性。。
6.	可嘗試將食性與夜間昆蟲數量進行迴歸分析，以取得較佳的相關性探討。	由於蝙蝠食性為類別性資料，僅能計算相對體積極重要性，且各蝙蝠物種具有其代謝速率的種別特性，是故與夜間昆蟲數量無法直接進行迴歸分析。
7.	蝙蝠中文名可引用近期的文獻，並提供對照。另請於期末報告將三年所調查該地區的蝙蝠物種建立總名錄於報告附錄中	已補正。
8.	建議事項宜具體且明確，並且針對生態經營管理方面，如此方能符合本計畫目的。例如可依據三年的資料，具體規劃未來延續可行的研究或監測方法，以提供管理處參考	已補正。
9.	報告第 8 頁的調查方法本年度為	已補正。

	<p>第三年工作，而文字仍為第一年，建議修正。另外，台灣本島為 30 種蝙蝠而加外島為 35 種，宜有說明。而相關文獻寫法及文字有繕打錯誤處，請更正之。</p>	
10.	<p>為期下半年完成後之結束報告比較完整一點，建議考慮或注意以下幾點：1. 昆蟲調查地點與方法已確定，需按已確定的。2. 蝙蝠食性與昆蟲相關性，需客觀一點。3. 蝙蝠的生態功能（扮演的角色）分析，若欲把蝙蝠作為森林生態與環境變遷的指標物種，宜有本計畫與環境相關的適當分析或討論。</p>	<p>1. 昆蟲燈架設點的說明已修正應相當明確 2. 蝙蝠食性與昆蟲相之關連性，期末報告中已補正說明。 3. 已於討論中說明。</p>
11..	<p>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。</p>	<p>已補正。</p>

## 八、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，函送前期款之會計報告表（詳如附件）辦理第二期款撥付事宜。
- (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。

## 九、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 (3/3)」委託研究計畫期末審查會議紀錄

一、時間：中華民國 98 年 12 月 1 日 (星期二) 下午 14 時整

二、地點：本處 3 樓第 1 會議室

三、主持人：陳處長隆陞 (吳副處長祥堅代)

四、審查委員：

服務單位/機關	職稱	姓名	出席狀況
玉山國家公園管理處	處長	陳隆陞	缺席
玉山國家公園管理處	副處長	吳祥堅	出席
玉山國家公園管理處	秘書	林文和	缺席
玉山國家公園管理處	課長	蘇志峰	出席
行政院農委會特有生物研究保育中心	副主任	楊吉宗	缺席
國立嘉義大學生物資源系	教授	方引平	出席

五、列席單位及人員：

(一) 本案記錄人員：本處楊技士舜行

(二) 本案委託單位及人員：台灣蝙蝠學會鄭理事錫奇博士 (主持人)

六、委託機構 (台灣蝙蝠學會鄭理事錫奇博士) 簡報：(略)

七、審查意見：

	審查意見	意見回覆
1.	本研究資料完整，極具考價值。惟報告內容之文字有繕打錯誤處，請更正之。	已補正。
2.	學名請採用新的文獻，並將名錄完整建立。	已補正。
3.	報告中第 64 頁調查作業流程之建議，請附上流程圖說明。	
4.	本案調查之楠梓仙溪地區蝙蝠物種，計有 21 種，私人通訊有 22 種，建議統一，免生爭議。	已重新修正統整文獻。玉山國家公園境內應有 22 種，楠梓仙溪林道目前發現僅累積 17 種。



5.	表 4-1 所列玉山園區蝙蝠物種，建議加上其特性及出現或分布地點之說明。	已補正。
6.	有關寬吻鼠耳蝠長趾鼠耳蝠為楠溪地區優勢物種，是否可作為指標物種，若是，則建議於第 59 頁中的環境議題指標生物一節中，說明可作為指標物種的理由與依據。	已補正。
7.	請將音頻、食性的重要成果在摘要的重要發現中加以說明。	已補正。
8.	請將部分「簡報資料」的內容加入期末報告。另外，部分圖表不完整說明請修正，譬如食性分析之比較未於報告完整呈現、如鱗翅目不應出現在台灣大蹄鼻蝠卻出現。	已補正，本文中並無台灣大蹄鼻蝠取食鱗翅目之相關文字描述。P.34 已說明不會取食鱗翅目昆蟲之蝙蝠物種。
9.	第 39 頁的表中有關糞便顆數及檢視顆數有何不同，請補充說明。	已補正於結果中(p.33)。
10.	排遺可反應蝙蝠之食性，而以夜間捕捉昆蟲來說明蝙蝠食性之關係，兩者有其活動與食性的差異，建議詳述與比較說明。	夜間昆蟲捕捉主要是用於比對確認排遺中的昆蟲碎片，討論中已說明昆蟲出現頻度與蝙蝠利用率似乎無相關，初步推測蝙蝠上半夜出現的高峰與昆蟲數量呈現同步的關係。
11.	蝙蝠屋之設置建議，在森林與平地之棲地營造上有其差異，高山的蝙蝠屋已有成功案例，建議玉管處應可設置以作為保育復育和提供宣導教育。	已補正。
12.	請將上述審查意見及辦理情形製	已加入。

	表納入期末報告書之附錄中。	
--	---------------	--

八、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，期末審查通過。請依各委員之意見修正報告書，將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。
- (二) 依照本處結案報告所提供相關封面及範例等格式內容，製作與撰寫正式報告書，並依契約書之規定，函送正式報告書與全文電腦檔光碟 10 份(含依「國家公園學報稿約格式」之論文 1 篇)，連同前期款的經費核銷資料(詳如附件)，送本處審查後辦理結案、撥付餘款相關事宜。

九、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。2009。樂樂地區鳥類及哺乳類動物監測調查暨生態教育宣導。生物多樣性資源研究與保育成果發表座談會論文集。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 林良恭、李玲玲、鄭錫奇。1997。台灣的蝙蝠。國立自然科學博物館。台中。台灣。
- 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。
- 唐立正。2008。雪霸國家公園觀霧地區陸生昆蟲類調查及監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處。
- 徐立鵬。2008。雪霸國家公園雪見地區環境生態監測—昆蟲資源。內政部營建署雪霸國家公園管理處。
- 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。
- 周政翰、蔡淳淳、鄭錫奇。2009。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(第二年)。生物多樣性資源研究與保育成果發表座談會論文集。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 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。
- 黃朝松與蔡秉志。2001。萬巒地區台灣鼠耳蝠之活動模式及食性研究。國立屏東科技大學野生動物保育系實務專題論文。
- 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。國立臺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。
- 鄭錫奇與周政翰。2008。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(第一年)。生物多樣性資源研究與保育成果發表座談會論文集。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 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。
- 鄭錫奇、方引平、周政翰、張簡琳玟。2008。台灣蝙蝠多樣性與調查方法應用探討。自然保育季刊 64: 36-42。
- 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

- Acharya, L. 1995. Sex-biased predation on moths by insectivorous bats. *Animal Behaviour* 49:1461-1468.
- 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.
- Grindal, S.D. and R. M. Brigham. 1999. Impacts of forest harvesting on habitat use by foraging insectivorous bats at different spatial scales. *Ecoscience* **6**:25-34.
- 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.
- Kuo, H. C., Fang Y. P., Csorba G., and L. L. Lee. 2009. Three new species of *Murina* (Chiroptera: Vespertilionidae) from Taiwan. *Journal of Mammalogy* **90**:980-991.
- 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.
- Mispaegel, C., M. Allinson, G. Allinson, N. Iseki, C. Grant, M. Morita. DDT and metabolites residues in the southern bent-wing bat (*Miniopterus schreibersii bassanii*) of south-eastern Australia. *Chemosphere* **55**:997-1003.
- 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.
- Ruedi, M. and F. Mayer. 2001. Molecular systematic of the genus *Myotis* (Vespertilionidae) suggests deterministic ecomorphological convergences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **21**:436-448.
- 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.