

## 玉山國家公園楠梓仙溪林道食蟲性蝙蝠食性初探

# Food Habits of Insectivorous Bats in the Na-Zu-Sen River Area of Yushan National Park

周政翰<sup>1,2</sup> 鄭仔珊<sup>3</sup> 鄭錫奇<sup>4</sup> 蔡淳淳<sup>1,\*</sup>

Cheng-Han Chou<sup>1,2</sup>, Yu-Shan Cheng<sup>3</sup>, Hsi-Chi Cheng<sup>4</sup>, and Chun-Chun Tsai<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> 真理大學休閒遊憩事業學系 台南市麻豆區北勢里北勢寮 70 之 11 號

<sup>2</sup> 臺灣蝙蝠學會研究專員 台北市汀州路 4 段 1 號 3 樓

<sup>3</sup> 真理大學自然資源應用學系 台南市麻豆區北勢里北勢寮 70 之 11 號

<sup>4</sup> 行政院農業委員會特有生物研究保育中心 南投縣集集镇民生東路 1 號

<sup>1</sup> Department of Leisure & Recreation Studies, Aletheia University, Tainan, Taiwan

<sup>2</sup> Bat Association of Taiwan

<sup>3</sup> Department of Applied Natural Resources, Aletheia University, Tainan, Taiwan

<sup>4</sup> Endemic Species Research Institute, Jiji, Nantou, Taiwan

\*通訊作者：chuntsai@mt.au.edu.tw

\*Corresponding author: chuntsai@mt.au.edu.tw

## 摘 要

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、年齡、生理狀態、季節等因素而有所差異。玉山國家公園境內已陸續發現共計 4 科 22 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。本研究以 2007~2009 年間於楠梓仙溪林道區域調查所發現的 13 種食蟲性蝙蝠所採得之排遺，進行分析以探討其食性。排遺中可辨識的節肢動物碎片計有 7 目昆蟲，包括雙翅目、鞘翅目、嚙蟲目、脈翅目、半翅目(含同翅亞目)、膜翅目與鱗翅目，以及蛛形綱之碎片。鞘翅目昆蟲的碎片在蝙蝠排遺中的出現頻度最高(82.8%)，

出現頻度次高者為雙翅目與蛛形綱(皆為 53.4%)，鱗翅目(48.3%)昆蟲為出現頻度第三高的食物類群。鞘翅目昆蟲的碎片在蝙蝠排遺中的相對重要性最高(75.8%)，13 種蝙蝠中有 11 種會捕食鞘翅目昆蟲；次高者為蛛形綱(17.8%)，有 7 種蝙蝠會捕食取用；雖然亦有 7 種蝙蝠會捕食雙翅目昆蟲，但相對重要性僅 2.4%(第三高的食物類群)。當地優勢物種寬吻鼠耳蝠及長趾鼠耳蝠之食性無太大差異，主要取食鞘翅目、蛛形綱與雙翅目，兩者不僅是獵捕空中昆蟲的物種(aerial hawk)，亦具有撿食者(gleaner)的覓食習性。當無長趾鼠耳蝠出現的季節，寬吻鼠耳蝠會增加對雙翅目與蛛形綱的利用，減少對鞘翅目昆蟲的利用，推知此兩種優勢蝙蝠應具有明顯的競爭壓力。此外，寬吻鼠耳蝠在性別間的食性並無差異，而乾季時，蛛形綱的重要性比例明顯高於濕季。

## Abstract

Study on animals' diet and local food sources are important for understanding how the animals utilize the resources to meet their energy and nutritional requirements. Insectivorous bats may utilize different kinds of insects as their diet due to their differences in species, sex, age, breeding status, and seasonal factors. There are at least 22 species of the insectivorous bats belonging to 3 families that have been reported from the Yushan National Park for the past few years, but their foraging ecology remained unclear. We collected and analyzed feces pellets of 13 species of the insectivorous bats of the 3 families from the Na-Zu-Sen River area of the Park in 2004 and during the period from 2007 to 2009. The pellets contained remains of 7 orders of insects: Diptera, Coleoptera, Corrodentia, Neuroptera, Hemiptera (including Homoptera), Hymenoptera, Lepidoptera, and Arachnida. The frequency of occurrence was highest for Coleoptera (82.8%) and then followed by Diptera (53.4%), Arachnida (53.4%), and Lepidoptera (48.3%). The relative importance was highest for Coleoptera (75.8%) that was utilized by 11 bat species, and then Arachnida (17.8%) by 7 species. Although Diptera was also found in the feces pellets of 7 bats species, but its relative importance was only 2.4%. There was no significant discrepancy in food choice between two dominant *Myotis* species (*Myotis latirostris* and *Myotis* sp.2). Their main diet was Coleoptera, Arachnida and Diptera, indicating that they were aerial hawk, catching insects in the air and gleaning spiders on the ground. *M. latirostris* fed more on Diptera and Arachnida, and less on Coleoptera in the seasons when there was no *Myotis* sp.2, suggesting that there was strong competition in foraging between this two species. There was no significant sexual difference in food habit for *M. latirostris*, and its relative importance was higher for Arachnida in the dry season than in the wet season.

**關鍵詞：**食蟲蝙蝠、覓食策略、生態區位、玉山國家公園、楠梓仙溪林道

**Key Words:** insectivorous bats, foraging habit, niches, Yushan National Park, Na-Zu-Sen River area

收件日期：2011 年 8 月 26 日

接受日期：2012 年 6 月 13 日

Received: August 26, 2011

Accepted: June 13, 2012

## 緒言

瞭解物種的生活史、生態需求以及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須的，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，不僅涉及動物的食性，也會影響動物個體的生存與繁殖(Kenagy 1973; Oates 1987)。食蟲性蝙蝠所捕食的昆蟲種類會因應蝙蝠本身生存條件而有所差異，如雌蝠與雄蝠在生殖季時會因為本身所需的能量及營養成分不同，而有不同的捕食對象及覓食策略。有些蝙蝠種類採取廣泛地取食各類昆蟲的策略(Swift *et al.* 1985)，另一類則會捕捉特定的昆蟲類別(Saunders 1989)。但是即使有選擇取食對象的行為，選食的表現也會依本身的狀況及當時環境中的昆蟲組成及昆蟲密度，採取不同的策略。當某類昆蟲密度高時，蝙蝠就會發生選擇的行為，以最小的能量耗損獲得最大的淨能量(net energy)；當昆蟲密度低時，則會因目標食物取得不易而廣泛的攝食週遭的昆蟲(Holly and John 2008)。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，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，適應環境的變化，找出影響動物覓食行為的因素(Kamil *et al.* 1987)。

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臺灣小蹄鼻蝠(*Rhinolophus monoceros*)、臺灣葉鼻蝠(*Hipposideros armiger terasensis*)、臺灣管鼻蝠(*Murina puta*)、毛翼管鼻蝠(*Harpiocephalus harpia*)、姬管鼻蝠(*M. gracilis*)、渡瀨氏鼠耳蝠(*Myotis ruforniger watasei*)、臺灣長耳蝠(*Plecotus taivanus*)、寬耳蝠(*Barbastella leucomelas*)、高山家蝠(現稱臺灣家蝠 *Pipistrellus taiwanensis*)、彩蝠(*Kerivoula sp.*)及未確定之兩種鼠耳蝠(*Myotis sp.2* 及 *Myotis sp.3*，現稱長趾鼠耳蝠與長尾鼠耳蝠，鄭等 2010)共計 3 科 12 種蝙蝠(林 2003)。2004 年曾在玉山國家公園西北園區進行蝙蝠相調查監測，在塔塔加、楠梓仙溪林道及沙里仙溪林道等處，除了發現上述之臺灣小蹄鼻蝠、臺灣管鼻蝠、姬管鼻蝠、臺灣長耳蝠、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(*Harpiola isodon*)、寬吻鼠耳蝠(*M. latirostris*)、臺灣鼠耳蝠(*M. taiwanensis*)、摺翅蝠(*Miniopterus schreibersii*)及臺灣大蹄鼻蝠(*R. formosae*)(林等 2004)。彙整上述資料，於楠梓仙溪林道總計發現 3 科 13 種食蟲性蝙蝠，約占臺灣蝙蝠總種數(以 35 種計；鄭與張簡 2008)之 37.1%。故本研究以楠梓仙溪林道食蟲性蝙蝠的取食偏好，及其食物資源狀態，藉以比較共域蝙蝠間的交互作用及生態區位。

## 材料方法

根據玉山國家公園楠梓仙溪林道生態資源調查報告的雨量資料顯示(楊等, 2004), 楠梓仙溪林道 16K 海拔 1,820m 處之年平均降雨量約 2,400mm, 3 至 10 月期間平均降雨量超過 100mm, 其中 5 至 8 月時因受鋒面、颱風及西南氣流影響, 平均降雨量約為 400mm, 為降雨月份, 而 11 月起東北季風所挾帶的水氣無法穿越中央山脈, 導致雨量驟減, 11 月至隔年 2 月的平均降雨量低於 100mm, 因此將 5 至 8 月視為濕季, 9 月至隔年 4 月為乾季。

### 一、蝙蝠調查與排遺蒐集

蝙蝠物種的調查地點位處楠梓仙溪林道約 10.6 km 處(二度分帶座標 240502, TM2 2595091), 海拔 1,956 m, 於此地點架設兩具豎琴網(harp trap)橫截於林道上, 網具面積為 240cm×180cm。調查自 2007 年 7 月自 2009 年 5 月, 每季調查至少 2 捕捉夜, 調查時間為每日 18:00 至隔日 6:00, 將所捕捉之蝙蝠鑑定物種、檢視性別及生殖狀況, 在完成體重、體長、前臂長等形態值測量後, 會將蝙蝠置留於布質透氣袋中 3-6 小時以蒐集其排遺, 最後以翼環標示個體並原地放飛。

### 二、昆蟲調查法

昆蟲相的調查乃配合蝙蝠調查, 以楠梓仙溪林道樣區為主, 每季調查一次, 調查時間以夜間採集為主。於蝙蝠網具的調查時間內(原則上在每日夜間 18:00 至隔日 6:00 之間), 以 6W 紫外光(NEC 6W FL 6BL, 380+20 nm)為光源的下吸式誘蟲燈進行採集。為避免調查燈具及調查人員對蝙蝠活動造成影響, 昆蟲誘集燈具設置於距蝙蝠調查網具點約 30m 之森林邊際處, 架設高度約 1.5m 之, 以進行昆蟲採集。誘集到的昆蟲, 除鱗翅目昆蟲

以三角紙固定, 其餘皆直接保存於含 75% 酒精溶液的標本瓶, 再攜回實驗室中以解剖顯微鏡進行鑑定至目(order)的階層。此法主要採集夜行性的昆蟲, 了解昆蟲出現的種類、數量, 以利蝙蝠排遺中昆蟲碎片之鑑定比對。

### 三、蝙蝠排遺檢視

在實驗室內將排遺置於培養皿, 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的階層; 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, 無法辨識的部分不列入計算。將可辨識出目別之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, 以計算該目碎片所占面積。此外, 對於楠梓仙溪林道之優勢蝙蝠物種本研究以出現頻度(frequency of occurrence)和相對重要性(relative importance)來探討其取食特性(陳 1995; 黃與蔡 2001), 排遺分析與統計方式如下:

#### (一) 出現頻度(frequency of occurrence, FO)

$$FO = (N_i/N) \times 100$$

$N_i$  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。

#### (二) 相對重要性(relative importance, RI)

$$RI = (\sum S_i / \sum St) \times 100$$

$S_i$  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。

#### (三) 統計分析: 以 Kruskal-Wallis 檢定以及

Mann-Whitney 檢定分析主要的排遺內含物的相對重要性是否有差異。

## 結果

### 一、蝙蝠排遺蒐集

自 2007 年 7 月至 2009 年 5 月，由楠梓仙溪林道的調查共計採獲 3 科 13 種 121 隻蝙蝠 902 顆排遺。進行排遺分析過程，選擇該次採集所蒐集到排遺量較多的個體進行排遺分析；另初期檢視一物種的單一個體所有排遺，因發現部分物種不同顆粒排遺內含物組成均勻，因此隨機選取 2 顆，檢視內含物組成，若有差異，則再增加檢視 1 顆；部分物種僅收集到 1 顆排遺，為瞭解活動於楠梓仙溪林道區域

蝙蝠的食物資源利用狀態仍採用進行排遺檢視。結果共篩選出 3 科 13 種 53 隻蝙蝠的 335 顆排遺進行分析(表 1)。

### 二、昆蟲調查結果

根據檢視發現，共採得 9 目的昆蟲，分別為直翅目(Orthoptera)、嚙蟲目(Psocoptera)、半翅目(Hemiptera)(含同翅亞目 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)，其中雙翅目昆蟲的數量皆最多，次之為鱗翅目(表 2)。採集結果與過往研究(黃等 2000；蔡淳淳私人通訊)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。

表 1. 篩選進行排遺內容物分析的 13 種蝙蝠共 53 隻

Table 1. The number of feces pellets samples collected from insectivorous bats in the Na-Zu-Sen River area during the period from 2007 to 2009

種名 Species	學名 Scientific names	個體數(隻) Number of bats	排遺數(顆) Number of feces pellets	檢視顆數 Number of feces pellets analyzed
臺灣大蹄鼻蝠	<i>Rhinolophus formosae</i>	1	10	10
臺灣小蹄鼻蝠	<i>Rhinolophus monoceros</i>	1	30	30
無尾葉鼻蝠	<i>Coelops frithii formosanus</i>	1	8	8
臺灣家蝠	<i>Pipistrellus taiwanensis</i>	1	18	18
寬吻鼠耳蝠	<i>Myotis latirostris</i>	22	158	115
長趾鼠耳蝠	<i>Myotis sp.2</i>	14	125	108
長尾鼠耳蝠	<i>Myotis sp.3</i>	1	2	2
臺灣鼠耳蝠	<i>Myotis taiwanensis</i>	1	1	1
金芒管鼻蝠	<i>Harpiola isodon</i>	4	10	10
臺灣管鼻蝠	<i>Murina puta</i>	3	8	4
黃胸管鼻蝠	<i>Murina bicolor</i>	1	1	1
摺翅蝠	<i>Miniopterus schreibersii</i>	2	27	27
寬耳蝠	<i>Barbastella leucomelas</i>	1	1	1
合計		53	399	335

表 2. 研究期間楠梓仙溪區域昆蟲採集資料

Table 2. Data of insects collected from the Na-Zu-Sen River area during the period from 2007 to 2009

昆蟲目別 Insects (order)	數量(隻) Number	百分比 Percent %
直翅目 (Orthoptera)	4	0.01
嚙蟲目 (Corrodentia)	102	0.22
半翅目 (Hemiptera)	30	0.07
脈翅目 (Neuroptera)	5	0.01
毛翅目 (Trichoptera)	26	0.06
鱗翅目 (Lepidoptera)	4566	10.06
鞘翅目 (Coleoptera)	161	0.35
膜翅目 (Hymenoptera)	132	0.29
雙翅目 (Diptera)	40348	88.92

### 三、蝙蝠排遺分析

排遺中可辨識的節肢動物碎片計有 7 個昆蟲目別，包括雙翅目、鞘翅目、嚙蟲目、脈翅目、半翅目、膜翅目與鱗翅目，以及蛛形綱之碎片。所有排遺鑑定時，若出現無法辨識之碎片、蝙蝠消化道分泌物及毛髮，則列為不可辨識者(陳 1995)。

由個別物種的分析結果發現，蹄鼻蝠科(Rhinolophidae)的臺灣大蹄鼻蝠(*R. formosae*)排遺中僅發現鞘翅目昆蟲，而臺灣小蹄鼻蝠排遺中發現了蛛形綱、鞘翅目與雙翅目的碎片。葉鼻蝠科(Hipposideridae)的無尾葉鼻蝠(*Coelops frithii formosanus*)排遺中可辨識雙翅目昆蟲與蛛形綱的碎片。蝙蝠科(Vespertilionidae)家蝠屬(*Pipistrellus*)臺灣家蝠

的排遺中發現了蛛形綱、鞘翅目、膜翅目、半翅目、脈翅目與鱗翅目的碎片。蝙蝠科鼠耳蝠屬(*Myotis*)寬吻鼠耳蝠及長趾鼠耳蝠的排遺中皆可發現 7 目昆蟲與蛛形綱之碎片，長尾鼠耳蝠的排遺則出現鞘翅目、鱗翅目與脈翅目 3 目昆蟲，臺灣鼠耳蝠的排遺中僅出現雙翅目昆蟲的碎片。管鼻蝠屬(*Murina*)的金芒管鼻蝠取食鱗翅目、半翅目、鞘翅目與嚙蟲目昆蟲，臺灣管鼻蝠取食鞘翅目、鱗翅目、半翅目與雙翅目昆蟲，黃胸管鼻蝠(*M. bicolor*)的排遺中可辨識出鞘翅目與鱗翅目昆蟲。摺翅蝠的排遺中皆可發現鞘翅目與鱗翅目昆蟲碎片，其中一個體亦會捕食雙翅目昆蟲與蛛形綱。寬耳蝠的排遺中可辨識出鞘翅目與鱗翅目昆蟲(表 3)。

**表 3.53** 隻蝙蝠物種排遺內含物的相對重要性(RI)，數字表百分比(%)

**Table3.** Relative importance (RI, %) of insects and spiders in feces pellets of bats (n=53) collected from the Na-Zu-Sen River area during the period from 2007 to 2009

種名 Species	個體數 Number	雙翅目 Diptera	膜翅目 Hymenoptera	鞘翅目 Coleoptera	鱗翅目 Lepidoptera	脈翅目 Neuroptera	半翅目 Hemiptera	嚙蟲目 Corrodentia	蛛形綱 Arachnida
總相對重要性 Relative importance	53	2.4	1.3	75.8	1.6	0.2	0.6	0.4	17.8
鼠耳蝠屬 <i>Myotis</i> genus	38	3.0	0.7	84.9	0.7	0.2	0.6	0.5	9.4
寬吻鼠耳蝠 <i>M. latirostris</i>	22	3.1	0.9	79.3	0.6	0.2	0.8	0.7	14.4
長趾鼠耳蝠 <i>Myotis</i> sp.2	14	1.4	0.4	94.1	0.8	0.2	0.4	0.3	2.5
長尾鼠耳蝠 <i>Myotis</i> sp.3	1	0.0	0.0	83.3	8.3	8.3	0.0	0.0	0.0
臺灣鼠耳蝠 <i>M. taiwanensis</i>	1	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
管鼻蝠屬 <i>Murina</i> genus	8	0.1	0.0	52.7	43.7	0.0	3.3	0.0	0.1
臺灣管鼻蝠 <i>M. puta</i>	3	0.2	0.0	72.6	24.3	0.0	2.8	0.0	0.0
黃胸管鼻蝠 <i>M. bicolor</i>	1	0.0	0.0	90.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0
金芒管鼻蝠 <i>Harpioia isodon</i>	4	0.0	0.0	1.5	93.0	0.0	5.0	0.0	0.5
摺翅蝠 <i>Miniopterus schreibersii</i>	2	0.1	0.0	8.0	0.9	0.0	0.0	0.0	91.0
無尾葉鼻蝠 <i>Coelops frithii formosanus</i>	1	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	94.4
寬耳蝠 <i>Barbastella leucomelas</i>	1	0.0	0.0	13.7	86.3	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣大蹄鼻蝠 <i>Rhinolophus formosae</i>	1	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣小蹄鼻蝠 <i>Rhinolophus monoceros</i>	1	4.2	0.0	29.9	0.0	0.0	0.0	0.0	65.9
臺灣家蝠 <i>Pipistrellus taiwanensis</i>	1	0.0	9.0	33.0	0.5	2.7	3.6	0.0	51.1

### (一) 食物類別出現頻度

鞘翅目昆蟲的碎片在所有蝙蝠排遺中的出現頻度是最高(82.8%)，出現頻度次高者為雙翅目昆蟲與蛛形綱(皆為53.4%)，鱗翅目昆蟲為出現頻度第三高的食物類群(占48.3%)，接著依序為半翅目、嚙蟲目、膜翅目與脈翅目昆蟲(表4)。僅對個體數超過2隻的物種進行出現頻度計算，分析當地優勢物種寬吻鼠耳蝠22隻個體的排遺後發現，所有個體都會取食鞘翅目昆蟲(100.0%)，出現頻度次高者為雙翅目與蛛形綱(皆為81.8%)，鱗翅目(63.6%)為出現頻度第三高的食物類群，接著依序為嚙蟲目、膜翅目、半翅目與脈翅目。分析另一種當地優勢物種長趾鼠耳蝠14隻個體的排遺後發現，所有個體都會取食鞘翅目昆蟲(100.0%)，出現頻度次高者為雙翅目(64.3%)，蛛形綱(57.1%)為出現頻度第三高的食物類群，接著依序為半翅目、鱗翅目與嚙蟲目、脈翅目，最低的為膜翅目。另分析金芒管鼻蝠4隻個體的排遺發現，僅利用4種食物類群，出現頻度最高者為鱗翅目與半翅目(皆為50.0%)，其次為鞘翅目與蛛形綱(皆為25.0%)。摺翅蝠兩隻個體的排遺發現皆取食鞘翅目與鱗翅目，出現頻度次高者為雙翅目與蛛形綱(皆為50.0%)。臺灣管鼻蝠3隻個體的排遺發現皆會利用鞘翅目，出現頻度次高者為膜翅目、鱗翅目與半翅目(皆為33.3%)。

### (二) 優勢蝙蝠物種食性分析

調查期間於楠梓仙溪林道共計捕獲寬吻鼠耳蝠72隻次及長趾鼠耳蝠26隻次，占總採集隻數的81.0%，可視為當地之優勢物種，比較這兩種蝙蝠的排遺內容發現鞘翅目為寬吻鼠耳蝠及長趾鼠耳蝠排遺中相對重要性最高、出現頻度亦最高的內含物類別：

#### 1. 寬吻鼠耳蝠

在寬吻鼠耳蝠的排遺中出現頻度最高的

內含物為鞘翅目(88%)，其次分別為雙翅目與蛛形綱(皆為72%)、鱗翅目(56%)、嚙蟲目及膜翅目(皆為48%)、半翅目(44%)、與脈翅目(8%)(表4)。在相對重要性方面，鞘翅目最高，佔了近80%的比例，其次分別為蛛形綱(14.4%)、雙翅目(3.1%)、膜翅目(0.9%)、半翅目(0.8%)、嚙蟲目(0.7%)、鱗翅目(0.6%)與脈翅目(0.2%)(表3)。

#### 2. 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(64.3%)、蛛形綱(57.1%)、半翅目(50.0%)、鱗翅目與嚙蟲目(皆為35.7%)、脈翅目(21.4%)、膜翅目與(14.3%)(表4)。在相對重要性方面，鞘翅目最高(94.1%)，其次依序為蛛形綱(2.5%)、雙翅目(1.4%)、鱗翅目(0.8%)、膜翅目與半翅目(皆為0.4%)、嚙蟲目(0.3%)與脈翅目(0.2%)(表3)。

#### 3. 年度間食性差異分析

為探討蝙蝠年度間食性是否存在差異，本研究除了分析2007年、2008年與2009年間所收集到寬吻鼠耳蝠與長趾鼠耳蝠兩種蝙蝠的排遺外，另檢視臺灣蝙蝠學會2004年於相同樣區所收集到的寬吻鼠耳蝠3隻個體與長趾鼠耳蝠檢視2隻個體之排遺樣本(表5)，以茲比較。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年度間的差異。

結果發現寬吻鼠耳蝠的食性在2004年、2007年、2008年與2009年之間無顯著差異(表6)。長趾鼠耳蝠在不同年間取食蛛形綱動物的比例則達顯著差異(Kruskal-Wallis檢定， $p=0.036$ )，其中2004年取食蛛形綱的比例顯著高於2008年的取食比例(表7)。

**表 4.** 捕獲個體在一隻以上之蝙蝠種類的排遺內含物類別出現頻度(FO)，數字以百分比(%)表示

**Table 4.** The frequency of occurrence (FO, %) of insects and spiders in feces pellets of bats caught more than one individual from the Na-Zu-Sen River area during the period from 2007 to 2009

種名 Species (個體數) (number)	雙翅目 Diptera	膜翅目 Hymenoptera	鞘翅目 Coleoptera	鱗翅目 Lepidoptera	脈翅目 Neuroptera	半翅目 Hemiptera	嚙蟲目 Corrodentia	蛛形綱 Arachnida
總頻度 frequency of occurrence	53.4	27.6	82.8	48.3	12.1	37.9	29.3	53.4
寬吻鼠耳蝠 <i>Myotis latirostris</i> (n=22)	81.8	54.5	100.0	63.6	9.1	50.0	54.5	81.8
長趾鼠耳蝠 <i>Myotis sp.2</i> (n=14)	64.3	14.3	100.0	35.7	21.4	50.0	35.7	57.1
金芒管鼻蝠 <i>Harpiola isodon</i> (n=4)	0.0	0.0	25.0	50.0	0.0	50.0	0.0	25.0
摺翅蝠 <i>Miniopterus schreibersii</i> (n=2)	50.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	50.0
臺灣管鼻蝠 <i>Murina puta</i> (n=3)	0.0	33.3	100.0	33.3	0.0	33.3	0.0	0.0

**表 5.** 2004 年於楠梓仙溪林道捕獲的寬吻鼠耳蝠和長趾鼠耳蝠及與所收集之排遺資料

**Table 5.** Data of *M. latirostris* and *Myotis sp.2* and their feces pellets samples collected from the Na-Zu-Sen River area in 2004

種名 Species	編號 Catalogue number	性別 sexes	採集時間 Date	排遺數 feces pellets	檢視顆數 Number of feces pellets analyzed
寬吻鼠耳蝠 <i>Myotis latirostris</i>	20041117#1	female	2004.11.17	5	5
寬吻鼠耳蝠 <i>Myotis latirostris</i>	20041117#2	female	2004.11.17	1	1
寬吻鼠耳蝠 <i>Myotis latirostris</i>	B04001	male	2004.10.08	6	6
長趾鼠耳蝠 <i>Myotis sp.2</i>	B04003	male	2004.10.08	4	4
長趾鼠耳蝠 <i>Myotis sp.2</i>	B04002	male	2004.10.08	21	5
總計 total	5			37	21

**表6.** 2004年及2007-2009年之不同年間寬吻鼠耳蝠排遺內含物的相對重要性(RI) , 數字表百分比(%)  
**Table 6.** Relative importance (RI, %) of insects and spiders in feces pellets of *M. latirostris* collected from the Na-Zu-Sen River area in 2004 and during the period from 2007 to 2009

	2004 (n=3)	2007 (n=6)	2008 (n=8)	2009 (n=8)
雙翅目 (Diptera)	3.4	7.3	1.5	2.4
膜翅目 (Hymenoptera)	0.6	0.9	0.4	1.9
鞘翅目 (Coleoptera)	84.4	58.3	92.9	70.2
鱗翅目 (Lepidoptera)	0.4	0.1	0.7	0.9
脈翅目 (Neuroptera)	0.0	0.0	0.1	0.6
半翅目 (Hemiptera)	1.3	0.1	0.3	2.8
嚙蟲目 (Corrodentia)	1.0	1.0	0.2	1.3
蛛形綱 (Arachnida)	8.8	32.3	3.9	19.9

**表7.** 2004年及2007-2009年之不同年間長趾鼠耳蝠排遺內含物的相對重要性(RI) , 數字表百分比(%)  
**Table 7.** Relative importance (RI, %) of insects and spiders in feces pellets of *Myotis* sp.2 collected from the Na-Zu-Sen River area in 2004 and during the period from 2007 to 2009

	2004 (n=2)	2007 (n=3)	2008 (n=5)	2009 (n=6)
雙翅目 (Diptera)	3.2	0.2	1.4	4.0
膜翅目 (Hymenoptera)	0.6	0.0	0.4	1.1
鞘翅目 (Coleoptera)	72.0	97.7	95.5	83.7
鱗翅目 (Lepidoptera)	1.0	0.0	2.0	0.2
脈翅目 (Neuroptera)	0.0	0.1	0.3	0.4
半翅目 (Hemiptera)	0.6	0.2	0.1	1.3
嚙蟲目 (Corrodentia)	2.6	0.0	0.1	1.4
蛛形綱 (Arachnida)	19.9	1.9	0.3	7.9

4. 乾溼季食性差異分析

共計於 2004 年、2007 年、2008 年與 2009 年之乾季時收集 20 隻寬吻鼠耳蝠與 8 隻長趾鼠耳蝠個體的排遺樣本，而濕季時收集 5 隻寬吻鼠耳蝠與 8 隻長趾鼠耳蝠個體的排遺樣本。

比較最主要的四種排遺內含物(鞘翅目、雙翅目、鱗翅目與蛛形綱)相對重要性的季節差異，結果發現寬吻鼠耳蝠濕季之排遺中鞘翅目昆蟲的相對重要性比例高於乾季，但未達顯著(Mann-Whitney 檢定,  $p=0.057$ )，於乾季之蛛形綱的相對重要性比例明顯高於濕季(Mann-Whitney 檢定,  $p=0.023$ )，雙翅目昆蟲的相對重要性比例高於濕季但未達顯著水準( $p=0.395$ )，鱗翅目昆蟲的相對重要性比例濕季略高於乾季但未達顯著水準( $p=0.917$ )。長趾鼠耳蝠乾季之排遺中鞘翅目與鱗翅目昆蟲的相對重要性比例略高於濕季，但未達顯著水準( $p=0.208$ ,  $p=0.908$ )，蛛形綱與雙翅目

則低於濕季，亦未達顯著水準( $p=0.872$ ,  $p=0.456$ )，脈翅目昆蟲只出現在乾季的排遺標本中(表 8)。

5. 性別間食性差異分析

由於長趾鼠耳蝠僅採集到雄性個體，故無法比較，本研究以 2004 年、2007 年、2008 年與 2009 年之寬吻鼠耳蝠之 16 隻雄性個體及 9 隻雌性個體的排遺進行分析比較性別間的排遺內含物差異。結果發現在最主要的四種排遺內含物(鞘翅目、雙翅目、鱗翅目與蛛形綱)的相對重要性比例在性別間皆無顯著差異(Mann-Whitney 檢定,  $p=0.089$ ,  $p=0.156$ ,  $p=0.471$ ,  $p=0.834$ )，但雄性個體排遺中蛛形綱生物、雙翅目與脈翅目昆蟲的相對重要性比例略高於雌性個體，雌性個體排遺中鞘翅目、半翅目、膜翅目及嚙蟲目昆蟲的相對重要性比例則略高於雄性個體，但無發現取食脈翅目昆蟲的雌性個體(表 9)。

表 8. 乾、濕季寬吻鼠耳蝠與長趾鼠耳蝠排遺內含物的相對重要性(RI)，數字表百分比(%)

Table 8. Relative importance (RI)(%) of insects and spiders in feces pellets of *Myotis latirostris* and *M. sp.* collected in dry and wet seasons from the Na-Zu-Sen River area in 2004 and during the period from 2007 to 2009

種名 Species	季別 Season	個體數 Number	雙翅目 Diptera	膜翅目 Hymenoptera	鞘翅目 Coleoptera	鱗翅目 Lepidoptera	脈翅目 Neuroptera	半翅目 Hemiptera	嚙蟲目 Corrodentia	蛛形綱 Arachnida
寬吻鼠耳蝠 <i>Myotis latirostris</i>	乾季 dry	20	4.1	1.0	72.4	0.6	0.2	1.1	0.7	19.9
寬吻鼠耳蝠 <i>Myotis latirostris</i>	濕季 wet	5	0.9	0.6	95.4	0.7	0.1	0.5	0.7	1.1
長趾鼠耳蝠 <i>Myotis sp.2</i>	乾季 dry	8	1.4	0.1	91.1	1.2	0.3	0.3	0.5	5.1
長趾鼠耳蝠 <i>Myotis sp.2</i>	濕季 wet	8	1.9	0.8	92.6	0.2	0.0	0.5	0.7	3.3

**表 9.** 不同性別之寬吻鼠耳蝠排遺內含物的相對重要性(RI)，數字表百分比(%)

**Table 9.** Sexual differences in the relative importance (RI, %) of insects and spiders in feces pellets of *M. latirostris* collected from the Na-Zu-Sen River are in 2004 and during the period from 2007 to 2009

性別	個體數	雙翅目	膜翅目	鞘翅目	鱗翅目	脈翅目	半翅目	嚙蟲目	蛛形綱
Sexes	Number	Diptera	Hymenoptera	Coleoptera	Lepidoptera	Neuroptera	Hemiptera	Corrodentia	Arachnida
Male	9	2.1	1.5	83.0	0.7	0.0	2.1	1.2	9.4
Female	16	3.6	0.6	78.3	0.6	0.3	0.3	0.5	15.9

## 討論

### 一、蝙蝠對於食物資源利用

結果顯示，不論是出現頻度或相對重要性，鞘翅目、雙翅目和鱗翅目昆蟲，以及非屬昆蟲的蛛形綱都是重要的食物資源。然而，相對於昆蟲調查採集量而言，蝙蝠利用最多的昆蟲是占採集數量第三的鞘翅目，捕食次多者為蛛形綱，而捕食第二多的昆蟲為數量次多的鱗翅目昆蟲，數量最多的雙翅目昆蟲之相對重要性僅位居第四位。昆蟲出現頻度與蝙蝠利用率似乎無絕對相關，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，結果蝙蝠排遺中出現的物種相對重要性似乎與生物量相關，也就是被捕食物種的個體生物量越大，捕食者可較有效率地獲得較高的能量。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，未來應用生物量觀念來探討。

### 二、鼠耳蝠屬物種間取食差異探討

本研究進行了鼠耳蝠屬中寬吻鼠耳蝠、長趾鼠耳蝠、長尾鼠耳蝠及臺灣鼠耳蝠4種的食性分析。排遺中可發現7目昆蟲與蛛形綱動物的碎片，其中鞘翅目昆蟲是鼠耳蝠屬蝙蝠食性中相對重要性最高者，其次為蛛形綱生物，第三重要者為雙翅目昆蟲。寬吻鼠耳蝠及長趾鼠

耳蝠為楠梓仙溪林道優勢蝙蝠物種，為同屬且體型和外部形態相似兩種蝙蝠，並有著類似的齒式，但在臺灣同屬蝙蝠中卻是種間親緣關係遺傳距離最遙遠的兩種(周 2004)，且其外部形態之前臂長、腳脛長、耳長、腳掌長等形態值具有顯著差異可作為二者的區分特徵。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會造成具有類似生態功能的外部形態的趨同演化(ecomorphyological convergency)現象。Findley(1972)以食蟲性蝙蝠的翼型態並歸納蝙蝠的覓食方法，依據其研究結果可將寬吻鼠耳蝠及長趾鼠耳蝠歸納為偏好獵捕空中昆蟲的物種(aerial hawk)，但本研究的結果顯示，此兩種蝙蝠的排遺中除了鱗翅目、鞘翅目、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，表示其亦具有撿食者(gleaner)的覓食習性。長尾鼠耳蝠只捕捉到一隻個體，排遺中出現三目昆蟲碎片，最多的碎片屬鞘翅目昆蟲，比例高達83.3%，鱗翅目與脈翅目皆僅佔8.3%，可謂是相當偏好鞘翅目昆蟲的種類。

調查期間發現，楠梓仙溪林道全年皆有寬吻鼠耳蝠的採集紀錄，而長趾鼠耳蝠在每年冬季(11~1月間)不曾出現在樣區中。分析寬吻鼠耳蝠排遺內含物之相對重要性可以發現，無論

長趾鼠耳蝠出現與否，鞘翅目均為其排遺內含物中相對重要性最高的類別，其次依序為蛛形綱、雙翅目及鱗翅目，但當無長趾鼠耳蝠出現時，寬吻鼠耳蝠則會增加對雙翅目及蛛形綱的利用，而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，可以因為覓食地區或昆蟲資源的不同，由原本偏好獵捕空中昆蟲的習性轉換為檢食者之行爲。由此推知此二種具數量優勢的物種，在當地應具有明顯的競爭壓力，推測此二物種或藉由彈性的覓食策略，於共域季節時調整對資源利用，以長期共存於此地區。

### 三、臺灣鼠耳蝠之食性比較

黃與蔡(2001)於東港溪附近研究臺灣鼠耳蝠之食性發現其僅取食雙翅目昆蟲。另依據 Findley(1972)分析鼠耳蝠屬蝙蝠的外部型態所歸納出的覓食方法，可推論臺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。本研究雖僅捕獲一隻臺灣鼠耳蝠，由食性分析顯示該隻個體亦僅只取食雙翅目昆蟲，由此可知臺灣鼠耳蝠應屬於雙翅目的專食者。

### 四、臺灣小蹄鼻蝠之食性比較

陳湘繁(1995)於陽明山前山公園研究臺灣小蹄鼻蝠的食性結果發現其捕食物種之選擇似乎與昆蟲的豐度關係密切。本研究雖亦僅捕捉一隻臺灣小蹄鼻蝠，樣區以雙翅目與鱗翅目昆蟲數量最多，但其排遺內含物主要為蛛形綱節肢動物，其次為鞘翅目與雙翅目昆蟲，其取食對象明顯異於陽明山前的臺灣小蹄鼻蝠，故推測臺灣小蹄鼻蝠的食性表現似乎有機會主義捕食者(opportunistic feeders)的傾向。

### 五、食性分析的可能誤差

計算排遺內含物時，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。在光學顯微鏡下檢視排遺時發現，鱗翅目昆蟲被蝙蝠捕食後，可以很容易從排遺中發現鱗粉的存在而得到確認，但排遺中除了鱗粉以及少數腳肢的碎片外，並不容易發現其他部位的碎片，因此鱗粉的數量雖多，卻無法從排遺中估計所占的面積，而當鱗粉出現數量不多時則僅能記錄占一格方格紙格數。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，因而在檢視排遺時可能因此減少發現蝙蝠食用鱗翅目昆蟲的相對量，低估鱗翅目昆蟲所佔的體積及相對重要性。數量最多的雙翅目昆蟲，除了蠅類的種類因其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，亦容易低估其相對重要性。也就是說在估算軟質軀體的昆蟲相對重要性時有可能發生低估之情形，然目前以排遺內含物探討動物食性的方法似不易避免。

## 致謝

本研究承蒙內政部營建署玉山國家公園管理處提供經費補助及行政上協助，特此感謝。衷心感謝兩位審查委員給予文稿修正意見。衷心感謝臺灣大學生態學與演化生物學研究所胡伯齊、林芸安、張倪禎、吳軒宇等人對於繁重的野外調查工作上的協助，林業試驗所王豫煌 博士協助電腦繪圖，東海大學行為生態實驗室鄭任鈞協助蜘蛛類別的鑑定，特此一併致謝。

## 參考文獻

- 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、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。
- 周政翰。2004。臺灣地區鼠耳蝠屬分類地位。私立東海大學碩士論文。
- 陳湘繁。1995。陽明山地區共域性臺灣葉鼻蝠及臺灣小蹄鼻蝠之活動模式與食性。國立臺灣大學碩士論文。
- 黃朝松、蔡秉志。2001。萬巒地區臺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。
- 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。
- 鄭錫奇、張簡琳玟。2008。臺灣蝙蝠的多樣性、研究現況與度冬遷徙推論。2008 蝙蝠研究討論會論文集。5-15 頁。
- 鄭錫奇、方引平、周政翰。2010。臺灣蝙蝠圖鑑。行政院農委會特有生物研究保育中心。92-97 頁。
- Acharya, L. 1995. Sex-biased predation on moths by insectivorous bats. *Animal Behaviour* 49:1461-1468.
- Findley, J. S. 1972. Phenetic relationships among bats of the genus *Myotis*. *Systematic Zoology* 21:31-52.
- 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.
- Holly, K. O. and P. H. John. 2008. Prey selection by bats in forests of Western Oregon. *Journal of Mammalogy* 89:1191-1200.
- Kamil, A. C., J. R. Krebs and H.R. Pulliam. 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.
- Oates, J. F. 1987. Food distribution and foraging behavior. pp. 197-209. *In*: D. L. Smuts, D. L. Cheney, R. M. Seyfarth, R. W. Wrangham and T. T. Struhsaker (ed.). *Primate societies*. The University Of Chicago Press, Chicago, USA.
- Ruedi, M. and F. Mayer. 2001. Molecular systematic of the genus *Myotis* (Vespertilionidae) suggests deterministic ecomorphological convergences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 21: 436-448.
- Saunders, M.B. 1989. Resource partition between little brown (*Myotis lucifugus*) and long-legged bats (*Myotis volans*) in southern Alberta. Master thesis. University of Calgary, Alta.
- Swift, S. M., P. A. Racey and M. I. Avery. 1985. Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. II. Diet. *Journal of Animal Ecology* 54: 217-255.