

大礁溪實驗林場蝙蝠多樣性研究

廖宜俊¹ 方妍婷² 方引平³ 葛瑞² 毛俊傑^{2*}

1. 國立台灣大學森林環境暨資源學系

2. 國立宜蘭大學森林暨自然資源學系

3. 國立嘉義大學生物資源學系

摘要

本研究自 2008 年 4 月至 2009 年 8 月止，利用豎琴網(Harp trap)，於宜蘭大學大礁溪實驗林場內不同區域，進行翼手目哺乳動物多樣性之現況研究，以建立當地的蝙蝠相基礎資料，並補足林場野生動物相之缺漏。調查期間，豎琴網共紀錄有 2 科 11 種，包含蹄鼻蝠科(Rhinolophidae)的台灣小蹄鼻蝠(*Rhinolophus monoceros*)；蝙蝠科(Vespertilionidae)的堀川氏棕蝠(*Eptesicus serotinus horikawai*)、台灣彩蝠(*Kerivoula* sp.)、東亞摺翅蝠(*Miniopterus schreibersii fuliginosus*)、台灣管鼻蝠(*Murina puta*)、隱姬管鼻蝠(*M. recondita*)、渡瀨氏鼠耳蝠(*Myotis ruforniger watasei*)、長趾鼠耳蝠(*Myotis* sp.2)、長尾鼠耳蝠(*Myotis* sp.3)、台灣家蝠(*Pipistrellus taiwanensis*)及山家蝠(*P. montanus*)等。加上目擊所記錄的葉鼻蝠科(Hipposideridae)台灣葉鼻蝠(*Hipposideros armiger terasensis*)，總計大礁溪實驗林場現有紀錄 3 科 12 種蝙蝠，約占台灣本島現有蝙蝠紀錄種類的 34.3%。

關鍵詞：洞穴型物種、森林性物種、豎琴網、月變化、空間分布

A Study of the Bat Diversity of Da-Jiou-Shi Experimental Forest

Yi-Jiun Liao¹ Yen-Ting Fang² Yin-Ping Fang³ Ger Ray²
Jean-Jay Mao^{2*}

1. School of Forestry & Resource Conservation, National Taiwan University

2. Department of Forestry & Natural Resources, National Ilan University

3. Department of Biological Resources, National Chiayi University

Abstract

The study is part of a thorough investigation into the contemporary wildlife fauna of Da-Jiou-Shi experimental forest, National Ilan University. From April 2008 to August 2009, we utilized harp traps to survey the Chiroptera fauna, and their diversity inventory, in different regions of the experimental forest. Eleven species of bats, from 2 families, were collected by the harp traps; including *Rhinolophus monoceros* of the family Rhinolophidae, and *Eptesicus serotinus horikawai*,

Kerivoula sp., *Miniopterus schreibersii fuliginosus*, *Murina puta*, *M. recondite*, *Myotis ruforniger watasei*, *Myotis* sp.2, *Myotis* sp.3, *Pipistrellus taiwanensis*, and *P. montanus* of the family Vespertilionidae. In addition to that, *Hipposideros armiger terasensis* of the family Hipposideridae was recorded by a visual encounter method. In summary, there are 12 bat species belonging to 3 families exist in Da-Jiou-Shi experimental forest, constituting ca. 34.3% of Taiwanese bats species.

Keywords: cave species, forest species, harp trap, monthly dynamic, spatial distribution

*Corresponding author. E-mail: jjmao@niu.edu.tw

前 言

蝙蝠為唯一真正能飛行的哺乳類動物類群，分類上屬於翼手目(Chiroptera)，其下分為：大翼手亞目(Megachiroptera)和小翼手亞目(Microchiroptera)兩大類群，在總物種數上為僅次於啮齒目的第二大哺乳類動物分類群。絕大多數的蝙蝠種類屬於夜行性動物，白天隱棲在各類棲所中，黃昏時或日落後始外出活動覓食；而大部分的小翼手亞目具有為人所熟知的回聲定位(Echolocation)能力。此外，不同的類群有食性專化的現象(如：食蟲性、食魚性、食血、食蜜及食果等)(Feldhamer *et al.*, 2003)。然而，蝙蝠夜間活動的特性，並以飛行為主的活動方式，使之行蹤不易捉摸，因此生態習性及相關資料相當缺乏(Cole and Wilson, 1996)。

根據台灣脊椎動物誌的紀錄，台灣的蝙蝠共有 22 種，但受限早期研究方法與調查技術的不足，許多的物種紀錄，僅根據單一或零星出現的個體，部份物種在分類上亦未完全被確認(陳和于, 1984)。近年來，蝙蝠在生態上的重要性逐漸受到重視，新穎的研究調查方法引進與改良(Cole and Wilson, 1996；鄭等, 2008)，加上保育上關注、分類與生態研究的增加(林等, 2004)，台灣目前已知的蝙蝠種類共有 35 種(鄭等, 2010)，約占台灣哺乳類動物物種數的 40%，也成為台灣現生野生哺乳動物中，物種數最多的分類群(方, 2007)。現有台灣的蝙蝠種類，依其形態特徵，分類上可區分為：大翼手亞目的大蝙蝠科(Pteropodidae)一個種，小翼手亞目的蹄鼻蝠科(Rhinolophidae)、葉鼻蝠科(Hipposideridae)、蝙蝠科(Vespertilionidae)及游離尾蝠科(Molossidae)等五個科。這些蝙蝠廣泛地分布於台灣各類陸域環境當中，從海邊、平地一直到海拔 3000 公尺以上的高山都有不同種類的出現(鄭, 2004)；就已經過分類比對與研究的物種，

半數以上為台灣的特有或特有亞種(Kuo *et al.*, 2006, 2009)；而部份種類的分類工作仍持續進行中(周, 2004；郭, 2004；吳, 2007)。

過去有關大礁溪林場的野生動物資源調查，已進行了蝶類(陳, 1991)、鳥類(游, 1991；毛, 2011)、魚類(楊等, 2004)、哺乳類(毛等, 2006；毛, 2008)及兩棲爬行類(毛等, 2008)。關於林場中的蝙蝠紀錄，已知有台灣葉鼻蝠(*Hipposideros armiger terasensis*)、台灣小蹄鼻蝠(*Rhinolophus monoceros*)，以及根據周政翰(2004)的研究，所區分出來的長趾鼠耳蝠(又名：大足寬吻鼠耳蝠；*Myotis* sp. 2)長尾鼠耳蝠(*Myotis* sp. 3)等四種(毛等, 2006)。由於蝙蝠的物種及個體數量均較其他哺乳動物豐富，加上以食蟲性物種占大宗，無論就生態系的食物鏈或能量流轉之觀點，均是不可忽視的生態監測對象(林等, 1998)。但因其分布狀況常呈現不均勻的嵌塊狀，且隨著日間或季節間的活動，如：繁殖、覓食、休息或冬眠等，會進行空間上的遷移及變換(張, 2009)，不同種類間，有時亦會形成大量群聚或單獨棲息等截然不同的棲居方式，因此真正族群密度之估算較不易進行(林等, 1998)。蝙蝠所需的調查器材較為特殊而不易取得(如：豎琴網、霧網、蝙蝠超音波偵測器)，相似種類的外型亦令人不易辨別(如：台灣家蝠與山家蝠、姬管鼻蝠與隱姬管鼻蝠)，若無具有蝙蝠分類及生態專業的研究人員從旁協助，就現有的文獻資料不易有效區別相似的物種，因此，過去大礁溪林場的蝙蝠相及空間分布狀況，仍處於混沌不明的狀況(毛等, 2006)。

本研究的主要目的是針對大礁溪林場內不同林相間的樣點進行調查，希望藉由蝙蝠的捕捉及辨識，來了解大礁溪林場的蝙蝠物種多樣性狀況，並建立大礁溪林場蝙蝠的基礎群聚資料。

材料與方法

一、環境及調查樣區簡介

大礁溪實驗林場位於宜蘭縣礁溪鄉二結村山區，全境面積 173.45 ha，海拔區間位於 175~650 m，氣候屬於東亞亞熱帶季風氣候之迎風帶，雖位於東北季風區，但因季風吹入境內，受到周圍高山阻擋迴旋所致，因此冬季盛吹西風及西南風，夏季則多吹東風及東北風；而受到氣候及位於東北季風區等因素影響，使該地潮濕多雨，年降雨量更可達 2,700 mm 以上，年降雨日在 200 日以上。

本研究依周邊造林樹種及環境類型，沿著林道劃分 4 個調查樣區，共 18 個樣點，分別為：蘭花溪區(A 區：樣點數 5)、木油桐-楓香林區(B 區：樣點數 4)、烏心石-台灣杉區(C 區：樣點數 4)及苗圃附近區域(D 區：樣點數 5)等四處調查區域(圖 1)；四個調查樣區中海拔最高的木油桐-楓香林區，海拔約 500 m 左右，以木油桐(*Aleurites montana* Lour.)、楓香(*Liquidambar formosana* Hance)及小面積的烏心石(*Michelia formosana* (Kaneh.) Masam. & Suzuki)等人工栽植的闊葉樹為主；烏心石-台灣杉區，除較大面積的烏心石、台灣杉(*Taiwania cryptomerioides* Hayata)造林地外，其間也參雜小區域的落羽松(*Taxodium distichum* (L.) Rich.)、台灣肖楠(*Calocedrus formosana* (Florin) Florin.)等人工造林針葉樹所構成；蘭花溪區臨近溪流，周邊以木油桐及相思樹(*Acacia confusa* Merr.)等闊葉造林樹種為主；苗圃區周邊較為開闊，鄰近栽植除園藝綠籬灌木外，還有竹柏(*Nageia nagi* (Thunb.) de Laub.)、小葉桑(*Morus australis* Poir.)及台灣肖楠等，其中苗圃倉庫的廁所常成為蝙蝠外出覓食期間之休息站，調查期間亦多次目擊台灣葉鼻蝠(*H. armiger terasensis*)、台灣小蹄鼻蝠(*R. monoceros*)及東亞褶翅蝠(*Miniopterus schreibersii fuliginosus*)出現其中。

二、調查方法

(一) 調查器材的架設

自 2008 年 4 月起至 12 月止，每週挑選一至兩天沒有下雨的夜晚，於下午天色昏暗前至所選定的調查地點架設豎琴網(Harp trap)，但自 2009 年 1 月起至 8 月止，調查的頻度則減為每月至少進行一次的調查。器材架設地點選擇以林道、步道為主，尋找具有兩側林木鬱閉且

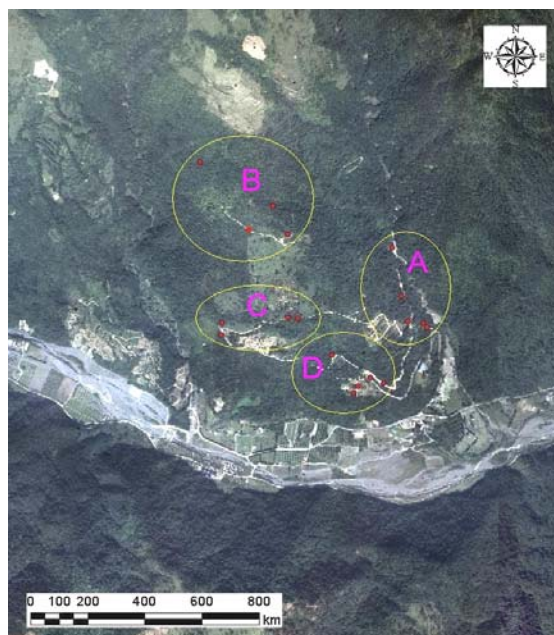


圖 1 豎琴網架設各樣點及樣區相對位置圖(A-蘭花溪區、B-木油桐-楓香林區、C-烏心石-台灣杉區、D-苗圃區；紅色圓點表示每次豎琴網固定調查之樣點所在位置)。

Fig. 1 The relative locations of the sampling regions and plots in which the harp trap were set in Da-Jiou-Shi experimental forest. (A: orchid creek sampling region; B: *Aleurites montana*-*Liquidambar formosana* artificial forest sampling region; C: *Michelia formosana*-*Taiwania cryptomerioides* artificial forest sampling region; and D: nursery sampling region. Each red dot represent a permanent sampling plot).

林間有狹窄的開闊通道穿越處，進行豎琴網的架設；若樣點兩旁之樹木枝條延伸度小、阻擋性不足，則於豎琴網兩旁以蕨類、樹枝或塑膠布增加其阻擋性。於翌日清晨檢查豎琴網袋，將捕獲的蝙蝠物種進行物種辨識及形值測量。前期(2008 年 4 月至 7 月)以一具攔截面積(長 x 寬) 220 x 177.5 (cm)之大型豎琴網進行調查，後期(2008 年 7 月至 2009 年 8 月)新增兩具攔截面積(長 x 寬) 174 x 130 (cm)之豎琴網，以提高各樣點調查的努力量，每次調查以一到三具豎琴網同時進行一夜的捕捉。

(二) 形值測量

參考方(2007)及吳(2007)的形質量測方式，將捕捉到的蝙蝠以電子秤測量體重(BW in g)，用電子游標卡尺測量其頭體長(HBL in mm)：吻端至肛門口的長度；尾長(TL in mm)：肛門口至尾部末端的長度；前臂長(FAL in mm)：蝙蝠飛翼上前臂的長度；腳脛長(Tib in mm)：膝蓋至踝部的長度，等形值資料並紀錄。各物種之中文名稱及學

名參照鄭等(2010)所使用之名稱。

(三)資料分析

由於本調查所使用的兩種豎琴網，攔截面積也各有差異，大的豎琴網攔截面積為 3.905 m²，小的豎琴網只有 2.262 m²，在林道上所能攔截的斷面積不同，為了方便各區進行物種相對豐富度比較，故在計算相對豐富度時，我們以單位攔截面積的累計捕捉夜來做為物種豐富度的計算基準，其公式如下：

$$\text{物種豐富度} = \frac{\text{捕獲動物個體數}}{\sum(\text{攔截面積} \times \text{捕捉夜})}$$

各調查樣區的蝙蝠物種多樣性指數，如：異質性指數(e.g.: Simpson's index, Shannon's index)、均勻度(Evenness)及物種豐富度(e.g.: Jackknife species richness estimation)的推估，均利用 Ecological Methodology Version 6.1.1 軟體進行計算。

四處調查樣區的種類相似度計算則利用 Sørensen 相似度指數進行運算，其公式如下：

$$\text{Sørensen 相似性係數} : CS = 2j/(a+b)$$

上述公式的 a=樣區 A 的物種數，b=樣區 B 中的物種數，j=樣區共有的物種數。CS 最大值 1 時表示在這兩個樣區間物種的組成式相似的；CS 最小值為 0 時表示樣區間物種無相同種類出現，本研究報告中將此一係數轉換為相似度百分比(%)來表示。

結果與討論

調查期間，共於大礁溪林場紀錄到蝙蝠 3 科 12 種(表 1)。包含豎琴網調查到：蹄鼻蝠科(Rhinolophidae)的台灣小蹄鼻蝠(*R. monoceros*)3 隻，蝙蝠科(Vespertilionidae)的堀川氏棕蝠(*Eptesicus serotinus horikawai*)2 隻、台灣彩蝠(*Kerivoula* sp.)5 隻、東亞褶翅蝠(*M. schreibersii fuliginosus*)6 隻、台灣管鼻蝠(*Murina puta*)5 隻、隱姬管鼻蝠(*M. recondita*)3 隻、渡瀨氏鼠耳蝠(*Myotis rufoniger watasei*)2 隻、長趾鼠耳蝠(*Myotis* sp.)1 隻、長尾鼠耳蝠(*Myotis* sp.)3 隻、台灣家蝠(*Pipistrellus taiwanensis*)10 隻及山家蝠(*P. montanus*)6 隻等 11 種，共計 51 隻。夜間亦多次同時目擊 1 到 3 隻不等的台灣葉鼻蝠(*H. armiger terasensis*)、台灣小蹄鼻蝠或東亞褶翅蝠，於不同時間，分別吊掛於林場苗圃的廁所天花板，地上雖然遺留了許多蝙蝠的排

遺，但卻未曾於白天見到蝙蝠於此處的出沒，推測此處應為這些蝙蝠夜間活動的暫棲點。鄰近的尚楠造林地林道也曾拾獲一隻台灣葉鼻蝠屍體。

豎琴網架設調查的過程中，由於部分捕獲個體有測量時逃脫，或疑似懷孕、哺育幼雛等現象，為避免對前述現象之後者造成太大影響，通常於判別種類後並不進行測量，隨即釋放，因此我們僅針對部分調查到的個體，進行形質測量。而拾獲之台灣葉鼻蝠屍體，則由於已呈現明顯脫水乾燥的現象，並不進行體重之秤取，僅記錄各項長度之測量(表 2)。

一、月變化

大礁溪林場不同調查區域的蝙蝠物種豐富度(species richness)及相對豐富度(relative abundance)月變化分析結果如(圖 2)所示。整體而言，相對豐富度以 2008 年 4 月為最高，豎琴網單位攔截面積(m²)所捕獲個體數，遠高於其他月份，也曾經於同一具豎琴網，單一個調查捕捉夜，捕獲到 13 隻個體，其中大部份為台灣家蝠(n=8)，其次為山家蝠(n=2)、長尾鼠耳蝠(n=2)及台灣管鼻蝠(n=1)；成群的家蝠屬(Genus *Pipistrellus*)蝙蝠同一夜、相同地點被捕獲，應與其群體活動的模式有關(吳，2007)，也因此提高了當月蝙蝠的相對豐富度計算結果。單一月份物種出現最多物種為 2008 年的 4、5 月，這兩個月均調查到 5 種蝙蝠。5 月捕獲的蝙蝠當中，發現了近年發表的新紀錄種台灣彩蝠，直至 11 月份也還有捕獲紀錄，可知其活動時間至少從 5 月至 11 月，但各月份出現之狀況並不連續(表 3)；至於 2008 年 8 月的蝙蝠捕獲數量為零，除了是此月份因颱風及降雨日數較多，架設次數減少之外，另一方面可能是樣點選取上的問題，2009 年同一時期出現的蝙蝠種類則增加為 4 種(表 3)。2009 年 1、3、4、5 月未調查到任何物種則可能與該期間較少的調查努力量、溫度與天候均有關(圖 2、表 3)。

二、各區域相對豐富度、多樣性

苗圃附近區域蝙蝠的多樣性最低，但均勻度最高，並無數量上較為優勢的種類，由於此區可提供蝙蝠棲息的林木少且零散，故選擇此區棲息之森林性種類較少，但林場調查到的三種穴居性蝙蝠於此區域均有出沒；苗圃遭人為干擾大，所以在此區活動的蝙蝠數量也不多。另一可能性為苗圃附近區域過於空曠導致難以進行

表 1. 大礁溪林場蝙蝠物種名錄、生態型及其調查方法(? : 表示分類狀態未定，無法判斷其特有性；英文代碼 E : 表示調查方式為目擊； R : 則為前人文獻紀錄；H ; 表示豎琴網所捕獲)

Table 1 The ecotypes, inventory methods and the checklist of the bats in Da-Jiou-Shi experimental forest (? : indicates uncertain classification and a lack of material to determine the endemism status; E: indicates the bat species discovered by visual encounter; R: indicates reference record; H: indicates harp trap collection)

物種	特有性	生態型	發現方式
翼手目 Chiroptera			
小翼手亞目 Microchiroptera			
葉鼻蝠科 Hipposideridae			
台灣葉鼻蝠(<i>Hipposideros armiger terasensis</i>)	特亞	穴居	E、R
蹄鼻蝠科 Rhinolophidae			
台灣小蹄鼻蝠(<i>Rhinolophus monoceros</i>)	特有	穴居	E、H
蝙蝠科 Vespertilionidae			
堀川氏棕蝠(<i>Eptesicus serotinus horikawai</i>)	特亞	森林性	H
台灣彩蝠(<i>Kerivoula</i> sp.)	?	森林性	H
東亞摺翅蝠(<i>Miniopterus schreibersii fuliginosus</i>)		穴居、森林性	H
台灣管鼻蝠(<i>Murina puta</i>)	特有	森林性	H
隱姬管鼻蝠(<i>Murina recondita</i>)	特有	森林性	H
長趾鼠耳蝠(<i>Myotis</i> sp. 2)	?	森林性	H、R
長尾鼠耳蝠(<i>Myotis</i> sp. 3)	?	森林性	H、R
渡瀨氏鼠耳蝠(<i>Myotis ruforniger watasei</i>)	特亞	森林性	H
台灣家蝠(<i>Pipistrellus taiwanensis</i>)	特有	森林性	H
山家蝠(<i>Pipistrellus mountanus</i>)	特有	森林性	H

表 2 大礁溪林場蝙蝠調查之形值測量(NA : 表示該個體已死亡無法正確測量)

Table 2. The measurements of the bats in Da-Jiou-Shi experimental forest (NA: indicates unavailable material)

物種中名(學名)	體重 BW(g) mean±SD	吻肛長 HBL(mm) mean±SD	前臂長 FAL(mm) mean±SD	腳脛長 Tib(mm) mean±SD	尾長 TL(mm) mean±SD	n
台灣葉鼻蝠(<i>Hipposideros armiger terasensis</i>)	NA-	84.08	88.78	37.21	56.51	1
台灣小蹄鼻蝠(<i>Rhinolophus monoceros</i>)	5.1±2	35.89±4.38	37.66±1.02	15.71±0.39	19.14±1.69	2
堀川氏棕蝠(<i>Eptesicus serotinus horikawai</i>)	20.05±3.18	68.77±2.31	51.13±1.48	21.33±1.77	47.7±6.87	2
台灣彩蝠(<i>Kerivoula</i> sp.)	5.73±0.68	43.16±5.43	35.1±1.04	17.8±0.67	42.15±1.79	4
東亞摺翅蝠(<i>Miniopterus schreibersii fuliginosus</i>)	8.13±7.34	4.10±78.27	42.71±41.35	18.06±7.41	48.56±77.79	6
台灣管鼻蝠(<i>Murina puta</i>)	5.17±2.46	39.75±9.66	31.88±3.77	15.57±2.31	32.32±7.65	3
隱姬管鼻蝠(<i>Murina recondita</i>)	4.03±0.55	30.16	29.56±1.42	14.1±0.7	27.78±2.57	3
長趾鼠耳蝠(<i>Myotis</i> sp.2)	4	36.13	35.85	16.45	35.23	1
長尾鼠耳蝠(<i>Myotis</i> sp.3)	3.87±0.72	39.51±3.03	36.01±0.86	16.23±1.27	38.2±0.61	3
渡瀨氏鼠耳蝠(<i>Myotis ruforniger watasei</i>)	8.3±1.13	54.35±0.42	49.84±0.80	25.72±0.95	50.63±0.71	2
台灣家蝠(<i>Pipistrellus taiwanensis</i>)	4.75±0.85	43.32±3.48	34.13±0.83	13.41±0.62	36.69±2.89	10
山家蝠(<i>Pipistrellus mountanus</i>)	4.26±0.58	41.77±7.72	33.81±2.21	13.38±0.13	34.54±7.88	5

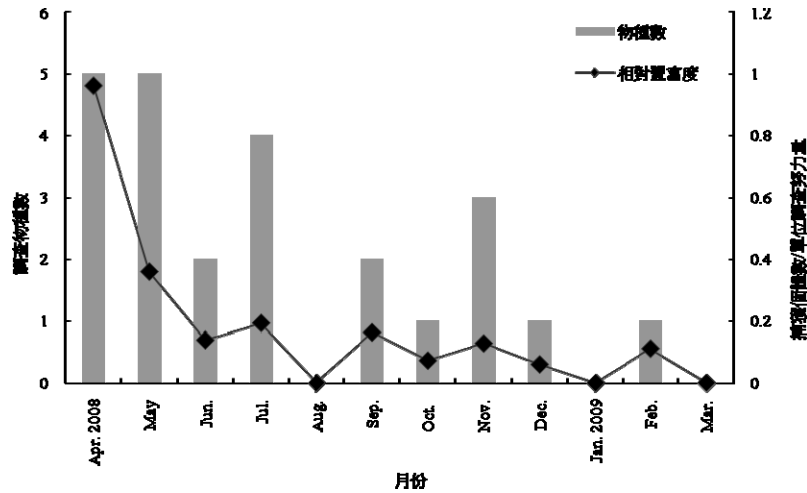


圖 2 大礁溪林場蝙蝠捕獲量及物種數月變化(資料整理期間 2008 年 4 月至 09 年 3 月)。
 Fig. 2 The monthly capturing probability and species occurrence dynamics of the bats in Da-Jiou-Shi experimental forest (Data from April 2008 to March 2009).

表 3 大礁溪林場各月份利用豎琴網所調查到之蝙蝠種類(○：表示 2008 年 4 月至 09 年 3 月之蝙蝠出沒種類；◎：表示 2008、09 年均有出沒；+：表示僅 2009 年 3 月之後調查有出沒；資料整理期間 2008 年 4 月至 09 年 8 月)

Table 3 The monthly species occurrence of the bats on harp traps collected in Da-Jiou-Shi experimental forest (○: indicates the bat species occurrence from April 2008 to March 2009; ◎: indicates the bat species occurrence both 2008 and 09; +: indicates the bat species occurrence from March to August 2009; Data from April 2008 to August 2009).

物種/月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
台灣小蹄鼻蝠 (<i>Rhinolophus monceros</i>)				○								○
堀川氏棕蝠 (<i>Eptesicus serotinus horikawai</i>)							○					
台灣彩蝠 (<i>Kerivoula</i> sp.)					○	○		+	○		○	
東亞摺翅蝠(<i>Miniopterus schreibersii fuliginosus</i>)					○		○				○	
台灣管鼻蝠 (<i>Murina puta</i>)				○			◎				○	
隱姬管鼻蝠 (<i>Murina recondita</i>)						○		+	○			
長趾鼠耳蝠 (<i>Myotis</i> sp. 2)												
長尾鼠耳蝠 (<i>Myotis</i> sp. 3)					○	○	+	◎	+			
渡瀨氏鼠耳蝠(<i>Myotis ruforniger watasei</i>)								+	+			
台灣家蝠 (<i>Pipistrellus taiwanensis</i>)					○	○						
山家蝠(<i>Pipistrellus mountainus</i>)		○			○	○				○		

調查及捕捉。

從區域蝙蝠的相對豐富度來看，木油桐-楓香林區的多樣性較高，但相對豐富度及均勻度居中，並無明顯數量上優勢的種類(表 4)。烏心石-台灣杉區域蝙蝠豐富度最高，但均勻度低，有明顯數量上較優勢的種類(如：成

群的家蝠屬(Genus *Pipistrellus*)蝙蝠)，可能與林內鬱閉度高，蝙蝠多利用林道移動，剛好與豎琴網架設地點相符，故捕獲的種數多，數量也較多，且有一個捕捉夜就捕捉到十隻以上個體的紀錄，所以推測烏心石-台灣杉區為當地蝙蝠主要的活動通道。蘭花溪區的多樣性與均勻度指

數和烏心石-台灣杉區相差不大，但兩區域的蝙蝠豐富度則以烏心石-台灣杉區明顯高於蘭花溪區。由於蘭花溪區離水域近，水域除了是蝙蝠補充水分的重要來源外，也常是許多昆蟲聚集之處，因此也是蝙蝠覓食棲地。但水域、空曠地區等，或者蝙蝠飛行高度太高的地方，相對的也提高了調查的難度，所以蘭花溪區與苗圃附近區域的捕獲量都不高。

利用 Jackknife estimation 針對大礁溪林場的蝙蝠調查結果，進行種類豐富度(species richness)推估，該法主要是依據各調查樣點所在的群聚中，稀有物種被觀測到的

頻度，做為推估種類豐富度的依據(Krebs, 1999)。當地估計的蝙蝠物種約為 14 種，相較於目前發現的 12 種，尚有兩個物種的差距。由於蝙蝠飛行的活動方式，能有效率的進行大範圍的空間變換，豎琴網卻僅能選擇性的進行點狀取樣，加上調查時豎琴網所攔截的高度與捕捉對象的大小也有所限制，是否能有效的取樣到所有的蝙蝠？我們觀察豎琴網在調查時，似乎無法針對台灣現有所有蝙蝠種類進行全面性的調查，如目擊次數最多的台灣葉鼻蝠，卻從未在豎琴網調查中捕獲，即為一例，這些應該都是實際調查與推估結果不完全吻合的可能原因。

表 4 大礁溪林場內豎琴網調查樣區之各物種豐富度及各區多樣性比較(相對豐富度表示方式：每平方公尺攔截面積每夜所能捕獲蝙蝠隻數；+：表示有出現但調查方式為目擊，因此不列入多樣性相關計算)
Table 4 The relative abundance and diversity comparison of the bats within different harp trap sampling regions in Da-Jiou-Shi experimental forest (relative abundance of the bats are indicated by how many bats can be collected by per m² harp trap per night; +: indicate the species recorded by visual encounter and are excluded from the diversity estimation)

	蘭花溪區	木油桐 楓香林區	烏心石 台灣杉區	苗圃區	全區總 相對豐富度
台灣葉鼻蝠(<i>Hipposideros armiger terasensis</i>)	—	—	—	+	+
台灣小蹄鼻蝠 (<i>Rhinolophus monoceros</i>)	0.013	—	—	0.036	0.012
堀川氏棕蝠 (<i>Eptesicus serotinus horikawai</i>)	—	0.029	—	—	0.008
台灣彩蝠 (<i>Kerivoula</i> sp.)	—	0.029	0.018	0.036	0.019
東亞摺翅蝠(<i>Miniopterus schreibersii fuliginosus</i>)	0.013	0.043	0.018	0.036	0.023
台灣管鼻蝠 (<i>Murina puta</i>)	0.013	0.029	0.018	—	0.019
隱姬管鼻蝠 (<i>Murina recondita</i>)	—	—	0.053	—	0.012
長趾鼠耳蝠 (<i>Myotis</i> sp. 2)	0.013	—	—	—	0.004
長尾鼠耳蝠 (<i>Myotis</i> sp. 3)	0.053	—	0.053	0.053	0.031
渡瀨氏鼠耳蝠(<i>Myotis ruforniger watasei</i>)	0.026	—	—	—	0.008
台灣家蝠 (<i>Pipistrellus taiwanensis</i>)	—	0.014	0.158	—	0.039
山家蝠(<i>Pipistrellus mountainus</i>)	—	0.029	0.070	—	0.023
出現物種數(非豎琴網調查到的物種數)	6	6	7	5(1)	12(1)
區域蝙蝠捕獲個體數	10	12	22	7	51
區域蝙蝠相對豐富度	0.1318	0.1733	0.3850	0.1247	0.1974
Simpson's index(C)	0.844	0.894	0.792	0.857	0.897
Shannon's index(H')	2.322	2.522	2.367	1.950	3.222
Evenness index	0.694	0.923	0.586	0.942	0.755

因，受到我們現有調查器材種類的限制，目前僅能利用豎琴網進行調查，或許未來可透過調查努力量的提升，或增加其他調查機動性及效率較佳的方法(如：蝙蝠超音波偵測系統(鄭等，2008)，可望彌補此一不足。因此，大礁溪林場內的蝙蝠物種相，仍有新增加種類的可能性。

三、空間分布與種類組成相似度

林場內洞穴型蝙蝠物種(如：台灣小蹄鼻蝠、台灣葉鼻蝠、東亞摺翅蝠)會利用建築物作為棲所。調查期間台灣小蹄鼻蝠有兩筆發現紀錄，一筆在苗圃附近區域，一筆在蘭花溪區，苗圃附近區域有人造建築物，可供洞穴型物種棲息，雖然沒有發現大量族群聚集，但多次於夜晚調查的時候目擊有台灣小蹄鼻蝠利用苗圃的廁所當作夜間覓食的休息站(此點也曾目擊台灣葉鼻蝠及東亞摺翅蝠)，推測苗圃附近區域應該是台灣小蹄鼻蝠固定的活動區域；蘭花溪區發現的台灣小蹄鼻蝠，可能是從洞穴或建築物到蘭花溪上空覓食的路途中被捕獲。東亞摺翅蝠有六筆發現紀錄，其中兩筆在苗圃附近，兩筆在木油桐-楓香林區，蘭花溪區及烏心石-台灣杉區也各有一筆紀錄；東亞摺翅蝠的棲地廣泛，從建築物、洞穴(天然或人工)、森林中都有分布，且常有跟台灣小蹄鼻蝠及台灣葉鼻蝠共用棲所的紀錄(方，2007)，所以在苗圃附近區域及木油桐-楓香林區等地捕獲並無特殊性。

而近年研究指出，台灣彩蝠與竹林的關係十分密切，並有棲息在竹洞內的紀錄(江，2006；方，2007)。於林場的四個樣區裡皆有竹林，但唯獨蘭花溪區沒有捕獲台灣彩蝠的紀錄，推測可能與竹林的面積或是竹子的種類有關；竹林面積越大可供棲息的竹子也就越多，則彩蝠數量應該也會越多。而蘭花溪區的竹林比較稀疏且竹徑也不大，台灣彩蝠可能無法棲息，因此造成蘭花溪區沒有捕獲的紀錄。

調查各樣區的蝙蝠物種，其中以烏心石林區的捕獲量最高，推測造成此一差異的影響因素為：(一)烏心石-台灣杉區所栽植的樹種較多，且鬱閉度高，提供森林性蝙蝠物種(如台灣管鼻蝠、隱姬管鼻蝠)，良好的棲所選擇，這樣的優點在同樣捕獲數較多木油桐林區也可見到；(二)烏心石林區有固定的通道，這樣的通道提供了蝙蝠移動的便利性，蝙蝠多半是延著通道向下飛翔以減少飛翔時消耗的能量，選擇下層開闊且上空遮蔽狀況佳的林道做為移動的通道，可免去森林內需閃躲林木所消

耗的能量，這些蝙蝠活動的通道，在本研究調查樣點的選擇上，也提供了同樣的便利性，使的此區的調查效率較佳。調查樣區間的物種相似狀況，除了各樣區的棲地特性不同之外，似乎與空間上相對位置的遠近及棲地類型的差異，而有所關連(表 5)，藉由本次調查可粗略來看大礁溪林場內蝙蝠物種的分布，至於詳細的空間分布狀況與其隨著時間、季節的變化模式，則有待後續調查研究來進一步探討。

表 5 大礁溪林場各蝙蝠調查樣區間出現物種之 Sørensen 相似度指數(%)(各英文代碼分別表示：A-蘭花溪區；B-木油桐-楓香林區；C-烏心石-台灣杉區；D-苗圃區)

Table 5 The Sørensen similarity (%) of the bats species composition within different sampling regions in Da-Jiou-Shi experimental forest (A: orchid creek sampling region; B: *Aleurites montana-Liquidambar formosana* artificial forest sampling region; C: *Michelia formosana-Taiwania cryptomerioides* artificial forest sampling region; and D: nursery sampling region)

	A	B	C	D
A	100	33.33	46.15	54.54
B		100	76.92	36.36
C			100	50
D				100

參考文獻

- 方引平。2007。夜婆一尋訪婆娑森林的蝠。行政院農業委員會林務局。台北。
- 毛俊傑。2008。大礁溪林場台灣鼯猴(*Melogale moschata subaurantiaca*)的日夜活動模式。宜蘭大學生物資源學刊。4(2)：161-163。
- 毛俊傑。2011。大礁溪林場鳥類名錄之增修。國立宜蘭大學生物資源學報。7(1)：69-72。
- 毛俊傑、王佑軒、黃襄德、吳旻俞。2008。大礁溪林場兩棲、爬蟲動物資源調查。國立宜蘭大學生物資源學報。4(1)：15-23。
- 毛俊傑、鄭祖浩、鄭倩孺、戴士恩、蘇庭弘。2006。大礁溪林場野生哺乳動物資源調查。宜蘭大學生物資源學刊。3(1)：43-51。

- 江集鯉。2006。新竹白蘭地區台灣彩蝠食性與覓食策略之研究。國立台灣大學動物學研究所碩士論文。台北。
- 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。
- 林良恭、趙榮台、陳一銘、葉雲吟。1998。自然保護區域資源調查監測手冊－哺乳動物。行政院農業委員會。嘉義。
- 周政翰。2004。台灣地區鼠耳蝠屬分類地位。東海大學生物系碩士論文。台中。
- 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學系碩士論文。嘉義。
- 陳妙玲。1991。蝶類組成與其棲息地植群間關係之研究—以宜蘭農工專校實驗林場為例。國立台灣大學森林學研究所碩士論文。台北。
- 陳兼善、于名振。1984。台灣脊椎動物誌(下冊)。台灣商務印書館。台北。
- 張家維。2009。台灣中南部山區蝙蝠的分布特性:棲地類型與環境因子的探討。國立嘉義大學生物資源學系碩士論文。嘉義。
- 游富永。1991。鳥類與植物社會關係之研究—以國立宜蘭農工專科學校實驗林為例。國立台灣大學森林學研究所碩士論文。台北。
- 楊淳佑、吳明謙、張利華。2004。蘭花溪魚類資源調查。國立宜蘭大學自然資源學系五年制專科專題討論報告。宜蘭。
- 郭浩志。2004。台灣地區管鼻蝠屬蝙蝠的系統分類學研究。國立台灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。台北。
- 鄭錫奇。2004。台灣葉鼻蝠 (*Hipposideros armiger terasensis*) 族群生態學。國立台灣大學生態學與演化生物學研究所博士論文。台北。
- 鄭錫奇、方引平、周政翰。2010。台灣蝙蝠圖鑑。行政院農委會特有生物研究保育中心。南投。
- 鄭錫奇、方引平、周政翰、張簡琳玟。2008。談台灣蝙蝠多樣性與調查方法。自然保育季刊。64: 48-54。
- Cole, F.R., and D.E. Wilson. 1996. Mammalian diversity and natural history. Ch. 2 in "Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Mammals", E.D. Wilson, F.R. Cole, J.D. Nichols, R. Rudran, and M.S. Foster, Eds., pp.9-40. Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- Feldhamer, G.A., L.C. Drickamer, S.H. Vessey, and J.F. Merritt. 2003. Mammalogy; Adaptation, Diversity, Ecology. 2nd ed., pp.199-218. McGraw-Hill Inc., New York.
- Krebs, C.J. (1998): Ecological Methodology. 2nd ed., pp.419-422. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc., California.
- Kuo, H. C., Y. P. Fang, G. Csorba, and L. L. Lee. 2006. The definition of *Harpiola* (Vespertilionidae: Murinae) and the description of a new species from Taiwan. Acta Chiropterologica, 8(1): 11-19.
- Kuo, H. C., Y. P. Fang, G. Csorba, and L. L. Lee. 2009. Three new species of *Murina* (Chiroptera: Vespertilionidae) from Taiwan. Journal of Mammalogy. 90(4): 980 - 991.

100年11月20日投稿
101年 5月21日接受

