

台江國家公園試行公民科學家蝙蝠回聲定位調查計畫(106)



申請單位：台灣蝙蝠學會

研究主持人：周政翰

中華民國 106 年 11 月

一、計畫緣起

隨著全球人口數不斷攀升所增加的資源耗費與生存需求，導致近兩百年來生物多樣性及其生態服務效能顯著地減少(Mace *et al.* 2005)。生物多樣性公約在2010年在日本名古屋愛知縣召開的第10屆約國大會認知於2010年讓全球的生物多樣性喪失速度減緩的目標已確定無法達成。生物多樣性持續喪失的原因之一在於無法提出明確有效的手段減緩生物多樣性的流失。因此，如何進行具指標性、可量化的生物多樣性評估工作，以切確瞭解生物多樣性喪失的主因刻不容緩(Sachs *et al.* 2009)。近年來公民科學家風氣興起，除了科學家的戮力研究外，許多保育團體及社會民眾也都積極參與鳥類及蝴蝶的調查工作，同心齊力地收集資料以進行生物多樣性指標的量化評估。本計畫將以蝙蝠類為指標物種進行臺灣全區之調查與監測，選定定海拔範圍設置蝙蝠超音波長期測錄之固定點，並仿效英國科學家在歐洲發起以公眾進行大尺度的蝙蝠長期監測計畫（即 The Indicator Bats Program，簡稱 iBATs），本年度擬以公民科學家(citizen scientists)來協助蒐集特定路線的蝙蝠超音波，由台灣蝙蝠學會人員解析所測錄的聲音資料，初步於台江國家公園舉辦推廣講座並實際操作回聲定位調查，試行並分析後期能找出台江國家公園蝙蝠活動熱點，未來若能長期、大量所獲得的監測資料，有效率地瞭解臺灣地區蝙蝠的分布現狀和族群變化趨勢，以台江國家公園為臺南地區的科研基地，所得資料除了可以作為台江國家公園經營與監測參考，並可作為瞭解環境變遷與生物多樣性變化的重要參考指標。

二、文獻回顧

蝙蝠為翼手目(Chiroptera)，全世界已知的種類超過1,200種蝙蝠(Simmons 2005)，蝙蝠廣泛分布於世界上每個角落，與其生存的棲境關係密切，並提供了人類許多生態服務，再加上蝙蝠對於人為活動敏感(Jones & Maclarnon 2001)，以及因季節性溫度變化而導致之生理調節(如休眠及冬眠的機制)，故蝙蝠被視為一個重要的環境指標生物(Jones *et al.* 2009)。對於蝙蝠的調查、監測及保育不僅在歐洲蝙蝠協定(EUROBATS agreement)視為重要的課題及形成調查的標準作業流程外，並期望發展為陸塊尺度(Continental-scale)的監測計畫(Battersby 2010)，於進行大尺度及長期的物種分布及變化調查以作為生物多樣性指標生物(Poiani *et al.* 2000)。蝙蝠為唯一具有飛行能力的夜行性哺乳動物，不易被捕捉或觀察(Robbins, Bystrak & Geissler 1986; Kery & Schmid 2005)。以蝙蝠聲音監測作為指標來瞭解生物多樣性變化的 iBATs 系統主要由英國科學家於2005年發起，藉由大量收集與分析具物種專一性的超音波資料，可長期監測來瞭解並探討大尺度地區蝙蝠的分布狀況與時空變動趨勢。臺灣的蝙蝠有35種，物種繁多且族群量龐大(鄭等 2015)，其中有關食蟲性蝙蝠超音波的調查方法及音頻資料的建置已漸趨成熟(Chou and Cheng 2012)。

三、計畫目標

舉辦兩場推廣講座，搭配路線規劃以及回聲定位錄音實作，分析錄音後的音頻資料初步評估台江國家公園園區內的蝙蝠活動熱點。

四、材料方法

(一) 推廣講座：

舉辦兩場次的蝙蝠回聲定位，內容包含臺灣蝙蝠概論、蝙蝠調查方法、如何讓一般民眾參與蝙蝠調查、儀器設定架設與說明及回聲定位調查實作(表1)。

(二) 調查路線規劃：

進行兩次四條路線調查，初步規劃分別自台江國家公園管理處行政中心為中心同時進行四條步行路線錄音，步行錄音為一小時努力量。

(三) 頻譜分析：

根據調查人員所進行的錄音進行蝙蝠頻譜分析，分析後瞭解各路線的蝙蝠物種。

五、結果

(一) 路線規劃

以台江國家公園遊客中心為中心，分別自四個方向進行穿越線規劃，並於7月21日進行試行與相關儀器確認。路線圖如圖1~4。

(二) 講座推廣

分別於7月24日與10月16日舉行兩場次講座；7月24日講座參與人員多為台江國家公園解說志工或台江國家公園員工，共計19人參與(圖5,6)；10月16日講座主要參與人員為其他公部門人員包含，陽明山國家公園管理處、墾丁國家公園管理處、壽山國家公園及台江國家公園人員與志工，共計25人參與(圖7,8)。課程內容包含蝙蝠基本認識與瞭解認識、蝙蝠的生態服務與重要性(照片)、蝙蝠傳統調查方式與目前蝙蝠調查的趨勢(照片)、公民參與蝙蝠調查的執行方式與優勢(照片)、蝙蝠調查方法操做與回聲定位調查方法實做(照片)。

(三) 頻譜分析結果

於7月24日進行講座時實際執行4條路線錄音，但因儀器及設定問題路線2與路線4分別8月3日與8月5日重新進行錄音實做。路線1在首次調查分析發現有絨山蝠(*Nyctalus plancyi velutinus*)(圖9)、東亞游離尾蝠(*Tadarida insignis*)(圖10)、堀川氏棕蝠(*Eptesicus serotinus horikawai*)(圖11)與東亞家蝠(*Pipistrellus abramus*)(圖12)等4物種，共計12筆聲音序列；路線2發現東亞家蝠、長趾鼠耳蝠(*Myotis secundus*)(圖13)與高頭蝠(*Scotophilus kuhlii*)(圖13)等3物種，共計50筆聲音序列；路線3發現東亞家蝠、山家蝠(*P. montanus*)(圖14)、堀川氏棕蝠、長趾鼠耳蝠與高頭蝠等5物種，共計123筆聲音序列；路線4發現東亞家蝠、長趾鼠耳蝠與高頭蝠等3物種，共計9筆聲音序列，記錄時間、辨識物種與音頻序列數量(表1)。

於10月16日進行講座時實際執行4條路線錄音，但因儀器及設定問題路線1與路線4分別10月23日與10月20日重新進行錄音實做。路線1第二次調查發現高頭蝠、東亞家蝠與金黃鼠耳蝠(*M. formosus flavus*)(圖15)等3種蝙蝠，共計28筆聲音序列；路線2發現長趾鼠耳蝠、堀川氏棕蝠、高頭蝠、東亞家蝠與金黃鼠耳蝠等5種蝙蝠，共計22筆聲音序列；路線3發現東亞家蝠、山家蝠、堀川氏棕蝠、長趾鼠耳蝠與高頭蝠等5種蝙蝠，共計39筆聲音序列；長趾鼠耳蝠、高頭蝠、東亞家蝠與金黃鼠耳蝠等4種蝙蝠，共計6筆聲音序列，記錄時間、辨識物種與音頻序列數量(表2)。

六、討論

本計畫主要於台江國家公園遊客中心推行公民參與蝙蝠調查，先以課程方式讓民眾瞭解蝙蝠的重要性與特性，並讓民眾實際瞭解傳統調查方法以及目前蝙蝠回聲定位發展現況，以推廣利用蝙蝠偵測器搭配智慧型手機以步行方式進行公民參與蝙蝠調查方式。該方式參與人員多反映並不會造成過度負擔，且希望得到調查到的物種回饋資訊，未來或可以台江國家公園為基地搭配志工系統進行蝙蝠長期監測研究，以瞭解周邊地景長年變化與蝙蝠生態變動的相關性。

本次以台江國家公園為中心進行兩次 4 條路線推廣實做錄音後，經比對共計發現蝙蝠科的東亞家蝠、山家蝠、長趾鼠耳蝠、金黃鼠耳蝠、絨山蝠、堀川氏棕蝠、高頭蝠以及皺鼻蝠科的東亞游離尾蝠等 8 種蝙蝠。因兩次調查分屬不同季節物種活動略有不同，首次調查為夏季，發現東亞游離尾蝠、絨山蝠、東亞家蝠、山家蝠、高頭蝠、堀川氏棕蝠與長趾鼠耳蝠等 7 種蝙蝠共計 194 筆聲音序列；而第二次調查時間為秋季發現東亞家蝠、山家蝠、堀川氏棕蝠、高頭蝠、長趾鼠耳蝠與金黃鼠耳蝠等 6 種蝙蝠共計 95 筆聲音序列。

就活動熱點而言比對兩次調查的錄音結果與位點資料發現（表 3），路線 1～3 的蝙蝠活動熱點皆落在台江國家公園、周邊魚塭或防風林區域，主要幹道四草大道蝙蝠活動較少；而路線 4 首次調查發現活動熱點位於防風林內，第二次調查僅發現零星個體活動於四草濕地上空，並無於防風林內發現蝙蝠活動。

表 1 台江國家公園推廣蝙蝠回聲定位調查課程

時間	課程名稱	講師	備註
13：00～14：30	臺灣蝙蝠概論（物種、食性、棲所）介紹	行政院農業委員會特有生物研究保育中心動物組 鄭錫奇組長	2 節
14：30～16：00	蝙蝠調查方法	台灣蝙蝠學會陳宏彰理事	2 節
16：00～17：00	如何讓一般民眾參與蝙蝠調查	台灣蝙蝠學會周政翰秘書長	1 節
17：00～18：30	儀器設定、架設與說明	台灣蝙蝠學會周政翰秘書長	2 節
18：30～19：30	回聲定位調查實作	台灣蝙蝠學會周政翰秘書長	1 節

表 2 台江國家公園周邊蝙蝠回聲定位調查分析結果

調查路線

調查路線	蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序列 數量	蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序 列 數量
	第一次調查			第二次調查		
路線 1	2.83	絨山蝠	1	1.72	高頭蝠	3
	3.17	絨山蝠	1	2.20	長趾鼠耳蝠	2
	4.67	東亞游離尾蝠	1	2.31	高頭蝠	1
	9.33	東亞游離尾蝠	1	3.69	東亞家蝠	1
	11.17	東亞游離尾蝠	1	3.89	東亞家蝠	1
	14.67	東亞游離尾蝠	1	5.45	高頭蝠	2
	16.33	東亞游離尾蝠	1		東亞家蝠	2
	25.67	東亞游離尾蝠	1	6.17	高頭蝠	1
	28.83	東亞游離尾蝠	1	6.24	東亞家蝠	1
	39.33	堀川氏棕蝠	1	7.02	東亞家蝠	1
	44.83	東亞游離尾蝠	1	17.27	金黃鼠耳蝠	1
	45.50	東亞家蝠	1	18.76	高頭蝠	1
					東亞家蝠	1
				23.49	東亞家蝠	1
				26.46	東亞家蝠	1
				34.49	東亞家蝠	1
				36.98	東亞家蝠	1
			37.43	高頭蝠	1	
			37.77	高頭蝠	1	
			41.34	高頭蝠	2	
				東亞家蝠	2	
路線 2	6.16	東亞家蝠	1	0.05	長趾鼠耳蝠	1
	6.34	東亞家蝠	1	1.82	高頭蝠	2
	7.35	高頭蝠	1		東亞家蝠	2
	7.71	堀川氏棕蝠	1		金黃鼠耳蝠	2
	7.73	高頭蝠	1	3.47	高頭蝠	1
	8.44	東亞家蝠	1	3.93	長趾鼠耳蝠	1
	9.19	東亞家蝠	1	6.03	堀川氏棕蝠	1
	9.33	東亞家蝠	1	7.98	東亞家蝠	1
	9.65	東亞家蝠	1	27.41	長趾鼠耳蝠	1
	10.81	東亞家蝠	1	34.30	長趾鼠耳蝠	5

調查路線

蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序列 數量	蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序 列 數量
11.10	高頭蝠	1		高頭蝠	4
11.43	東亞家蝠	1		東亞家蝠	1
11.91	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
12.12	東亞家蝠	1			
12.23	東亞家蝠	1			
12.56	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
13.03	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
14.11	長趾鼠耳蝠	1			
14.53	東亞家蝠	1			
14.70	長趾鼠耳蝠	1			
15.04	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
15.74	東亞家蝠	1			
17.02	東亞家蝠	1			
17.67	東亞家蝠	1			
17.97	東亞家蝠	1			
19.08	東亞家蝠	1			
	高頭蝠	1			
19.18	東亞家蝠	1			
20.40	長趾鼠耳蝠	1			
20.72	高頭蝠	1			
21.22	高頭蝠	1			
26.82	東亞家蝠	1			
26.95	東亞家蝠	1			
27.02	東亞家蝠	1			
27.08	東亞家蝠	1			
28.88	東亞家蝠	1			
34.02	長趾鼠耳蝠	1			
39.97	東亞家蝠	1			
39.98	東亞家蝠	1			
41.15	東亞家蝠	1			

調查路線

蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序列 數量	蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序 列 數量
42.48	長趾鼠耳蝠	1			
46.50	長趾鼠耳蝠	1			
46.58	長趾鼠耳蝠	1			
46.87	東亞家蝠	1			
49.73	長趾鼠耳蝠	1			
50.58	東亞家蝠	1			
路線 3 第一次調查			第二次調查		
0.50	長趾鼠耳蝠	1	0.92	東亞家蝠	1
0.70	長趾鼠耳蝠	1	1.59	東亞家蝠	1
	堀川氏棕蝠	1	2.35	東亞家蝠	1
1.00	東亞家蝠	1	3.99	長趾鼠耳蝠	1
1.10	東亞家蝠	1	4.23	東亞家蝠	1
1.20	東亞家蝠	1	7.64	東亞家蝠	1
2.70	東亞家蝠	1	7.82	長趾鼠耳蝠	1
2.80	東亞家蝠	1		東亞家蝠	1
4.70	長趾鼠耳蝠	1	10.02	東亞家蝠	1
	堀川氏棕蝠	1	14.03	高頭蝠	1
5.50	東亞家蝠	1	14.31	東亞家蝠	1
5.50	東亞家蝠	1	16.87	高頭蝠	1
5.70	堀川氏棕蝠	1	17.73	高頭蝠	2
5.80	長趾鼠耳蝠	1		堀川氏棕蝠	1
5.80	堀川氏棕蝠	1	18.37	東亞家蝠	2
5.90	堀川氏棕蝠	1	19.03	高頭蝠	2
5.90	高頭蝠	1	19.24	長趾鼠耳蝠	3
	東亞家蝠	1		高頭蝠	2
6.00	高頭蝠	1		東亞家蝠	4
6.10	高頭蝠	1		山家蝠	1
	堀川氏棕蝠	1	22.54	東亞家蝠	1
6.10	高頭蝠	1	30.73	高頭蝠	2
	堀川氏棕蝠	1	31.04	東亞家蝠	1
6.10	高頭蝠	1	33.79	東亞家蝠	1
	山家蝠	1	40.56	東亞家蝠	1
6.20	堀川氏棕蝠	1	40.76	東亞家蝠	1
	山家蝠	1	40.92	東亞家蝠	1

調查路線

蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序列 數量	蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序 列 數量
6.30	堀川氏棕蝠	1	44.28	長趾鼠耳蝠	2
	山家蝠	1			
6.40	高頭蝠	1			
	山家蝠	1			
6.40	高頭蝠	1			
	山家蝠	1			
6.90	長趾鼠耳蝠	1			
7.00	長趾鼠耳蝠	1			
7.10	長趾鼠耳蝠	1			
	堀川氏棕蝠	1			
7.10	高頭蝠	1			
7.50	長趾鼠耳蝠	1			
7.60	長趾鼠耳蝠	1			
7.70	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
7.80	高頭蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
7.80	長趾鼠耳蝠	1			
7.90	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
8.20	東亞家蝠	1			
8.30	高頭蝠	1			
9.10	高頭蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
13.40	東亞家蝠	1			
13.90	東亞家蝠	1			
14.40	東亞家蝠	1			
14.50	東亞家蝠	1			
14.60	東亞家蝠	1			
14.70	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
14.70	長趾鼠耳蝠	1			
15.10	東亞家蝠	1			
16.20	東亞家蝠	1			

調查路線

蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序列 數量	蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序 列 數量
18.70	東亞家蝠	1			
19.10	東亞家蝠	1			
20.10	長趾鼠耳蝠	1			
22.50	東亞家蝠	1			
22.70	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
22.70	長趾鼠耳蝠	1			
22.90	長趾鼠耳蝠	1			
23.00	東亞家蝠	1			
23.10	東亞家蝠	1			
23.10	東亞家蝠	1			
23.50	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
23.60	東亞家蝠	1			
23.70	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
23.80	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
24.00	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
24.10	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
24.10	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
24.20	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
24.20	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
	高頭蝠	1			
24.30	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
	高頭蝠	1			
24.40	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			

調查路線

蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序列 數量	蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序 列 數量
24.40	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
24.60	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
24.60	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
24.70	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
24.80	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
25.00	東亞家蝠	1			
25.20	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
25.30	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
25.50	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
25.90	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
27.20	長趾鼠耳蝠	1			
27.20	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
33.90	東亞家蝠	1			
	長趾鼠耳蝠	1			
34.50	高頭蝠	1			
35.80	高頭蝠	1			
36.20	東亞家蝠	1			
47.20	東亞家蝠	1			

路線 4		第一次調查		第二次調查		
25.17	東亞家蝠	1		5.26	東亞家蝠	1
	高頭蝠	1		10.34	高頭蝠	1
28.67	東亞家蝠	1		10.79	東亞家蝠	1
38.83	東亞家蝠	1			金黃鼠耳蝠	1
40.83	東亞家蝠	1		10.87	長趾鼠耳蝠	1

調查路線

蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序列 數量	蝙蝠音頻 時間	蝙蝠物種	音頻序 列 數量
45.17	東亞家蝠	1		東亞家蝠	1
46.50	長趾鼠耳蝠	1			
49.17	長趾鼠耳蝠	1			
50.50	東亞家蝠	1			

表 3 台江國家公園周邊 4 調查樣現蝙蝠活動位點

調查樣現	第一次調查	第二次調查
路線 1		
	N23° 00.158' E120° 08.270'	N23° 00.125' E120° 08.080'
	N23° 00.156' E120° 08.256'	N23° 00.126' E120° 08.052'
	N23° 00.146' E120° 08.206'	N23° 00.167' E120° 08.096'
	N23° 00.122' E120° 08.079'	N23° 00.186' E120° 08.072'
	N23° 00.128' E120° 08.013'	N23° 00.204' E120° 07.904'
	N23° 00.198' E120° 07.909'	N23° 00.234' E120° 07.876'
	N23° 00.245' E120° 07.866'	N23° 00.238' E120° 07.873'
	N23° 00.138' E120° 07.943'	N23° 00.263' E120° 07.849'
	N23° 00.068' E120° 08.015'	N23° 00.459' E120° 07.642'
	N22° 59.951' E120° 08.314'	N23° 00.399' E120° 07.701'
	N23° 00.119' E120° 08.352'	N23° 00.218' E120° 07.838'
	N23° 00.137' E120° 08.350'	N23° 00.114' E120° 07.964'
		N22° 59.955' E120° 08.313'
		N23° 00.075' E120° 08.358'
		N23° 00.101' E120° 08.358'
		N23° 00.112' E120° 08.358'
		N23° 00.149' E120° 08.206'
路線 2		
	N23° 00.591' E120° 07.727'	N23° 00.734' E120° 07.858'
	N23° 00.583' E120° 07.722'	N23° 00.770' E120° 07.805'
	N23° 00.576' E120° 07.703'	N23° 00.702' E120° 07.776'
	N23° 00.582' E120° 07.693'	N23° 00.623' E120° 07.746'
	N23° 00.584' E120° 07.691'	N23° 00.578' E120° 07.704'
	N23° 00.592' E120° 07.679'	N23° 00.874' E120° 07.570'
	N23° 00.597' E120° 07.671'	N23° 00.787' E120° 07.778'
	N23° 00.600' E120° 07.667'	
	N23° 00.601' E120° 07.663'	
	N23° 00.613' E120° 07.631'	
	N23° 00.620' E120° 07.625'	
	N23° 00.629' E120° 07.617'	
	N23° 00.641' E120° 07.611'	
	N23° 00.640' E120° 07.610'	
	N23° 00.642' E120° 07.609'	
	N23° 00.647' E120° 07.605'	
	N23° 00.661' E120° 07.593'	

調查樣現	第一次調查	第二次調查
	N23° 00.666' E120° 07.588'	
	N23° 00.682' E120° 07.574'	
	N23° 00.682' E120° 07.573'	
	N23° 00.682' E120° 07.573'	
	N23° 00.687' E120° 07.569'	
	N23° 00.697' E120° 07.554'	
	N23° 00.723' E120° 07.515'	
	N23° 00.732' E120° 07.501'	
	N23° 00.740' E120° 07.489'	
	N23° 00.761' E120° 07.459'	
	N23° 00.765' E120° 07.459'	
	N23° 00.796' E120° 07.490'	
	N23° 00.800' E120° 07.493'	
	N23° 00.828' E120° 07.708'	
	N23° 00.739' E120° 07.849'	
	N23° 00.595' E120° 07.956'	
	N23° 00.552' E120° 07.970'	
	N23° 00.503' E120° 07.990'	
	N23° 00.355' E120° 08.047'	
	N23° 00.350' E120° 08.050'	
	N23° 00.245' E120° 08.090'	
	N23° 00.207' E120° 08.105'	
路線 3		
	N23° 00.154' E120° 08.366'	N23° 00.156' E120° 08.359'
	N23° 00.172' E120° 08.369'	N23° 00.184' E120° 08.372'
	N23° 00.172' E120° 08.369'	N23° 00.192' E120° 08.371'
	N23° 00.176' E120° 08.369'	N23° 00.244' E120° 08.375'
	N23° 00.223' E120° 08.376'	N23° 00.250' E120° 08.378'
	N23° 00.227' E120° 08.377'	N23° 00.315' E120° 08.335'
	N23° 00.291' E120° 08.389'	N23° 00.322' E120° 08.331'
	N23° 00.306' E120° 08.369'	N23° 00.328' E120° 08.271'
	N23° 00.307' E120° 08.362'	N23° 00.347' E120° 08.174'
	N23° 00.307' E120° 08.359'	N23° 00.355' E120° 08.173'
	N23° 00.307' E120° 08.356'	N23° 00.418' E120° 08.152'
	N23° 00.307' E120° 08.349'	N23° 00.442' E120° 08.143'
	N23° 00.307' E120° 08.346'	N23° 00.447' E120° 08.142'
	N23° 00.308' E120° 08.344'	N23° 00.463' E120° 08.140'

調査様現	第一次調査	第二次調査
	N23° 00.309' E120° 08.340'	N23° 00.469' E120° 08.138'
	N23° 00.311' E120° 08.338'	N23° 00.524' E120° 08.079'
	N23° 00.319' E120° 08.330'	N23° 00.396' E120° 08.064'
	N23° 00.324' E120° 08.325'	N23° 00.390' E120° 08.066'
	N23° 00.325' E120° 08.323'	N23° 00.312' E120° 08.097'
	N23° 00.326' E120° 08.310'	N23° 00.159' E120° 08.194'
	N23° 00.326' E120° 08.308'	N23° 00.156' E120° 08.194'
	N23° 00.326' E120° 08.304'	N23° 00.151' E120° 08.193'
	N23° 00.326' E120° 08.302'	N23° 00.149' E120° 08.299'
	N23° 00.326' E120° 08.298'	
	N23° 00.327' E120° 08.286'	
	N23° 00.408' E120° 08.153'	
	N23° 00.422' E120° 08.147'	
	N23° 00.446' E120° 08.140'	
	N23° 00.449' E120° 08.140'	
	N23° 00.452' E120° 08.139'	
	N23° 00.456' E120° 08.138'	
	N23° 00.470' E120° 08.135'	
	N23° 00.511' E120° 08.120'	
	N23° 00.535' E120° 08.050'	
	N23° 00.539' E120° 08.041'	
	N23° 00.554' E120° 08.007'	
	N23° 00.555' E120° 08.001'	
	N23° 00.552' E120° 08.001'	
	N23° 00.505' E120° 08.019'	
	N23° 00.502' E120° 08.020'	
	N23° 00.492' E120° 08.024'	
	N23° 00.490' E120° 08.025'	
	N23° 00.488' E120° 08.026'	
	N23° 00.477' E120° 08.030'	
	N23° 00.474' E120° 08.032'	
	N23° 00.471' E120° 08.033'	
	N23° 00.468' E120° 08.034'	
	N23° 00.464' E120° 08.035'	
	N23° 00.463' E120° 08.036'	
	N23° 00.462' E120° 08.037'	
	N23° 00.458' E120° 08.038'	

調查樣現	第一次調查	第二次調查
	N23° 00.456' E120° 08.038'	
	N23° 00.452' E120° 08.040'	
	N23° 00.449' E120° 08.041'	
	N23° 00.443' E120° 08.043'	
	N23° 00.438' E120° 08.045'	
	N23° 00.432' E120° 08.047'	
	N23° 00.427' E120° 08.049'	
	N23° 00.417' E120° 08.054'	
	N23° 00.405' E120° 08.059'	
	N23° 00.377' E120° 08.068'	
	N23° 00.202' E120° 08.147'	
	N23° 00.188' E120° 08.165'	
	N23° 00.149' E120° 08.187'	
	N23° 00.144' E120° 08.198'	
	N23° 00.132' E120° 08.314'	
路線 4		
	N22° 59.654' E120° 08.555'	N23° 00.090' E120° 08.151'
	N22° 59.589' E120° 08.629'	N22° 59.934' E120° 08.292'
	N22° 59.415' E120° 08.828'	N22° 59.921' E120° 08.307'
	N22° 59.464' E120° 08.798'	N22° 59.918' E120° 08.309'
	N22° 59.564' E120° 08.692'	
	N22° 59.594' E120° 08.658'	
	N22° 59.661' E120° 08.587'	
	N22° 59.696' E120° 08.568'	



圖 1：路線 1 自台江國家公園遊客中心出發繞行西側沿海堤進行錄音。

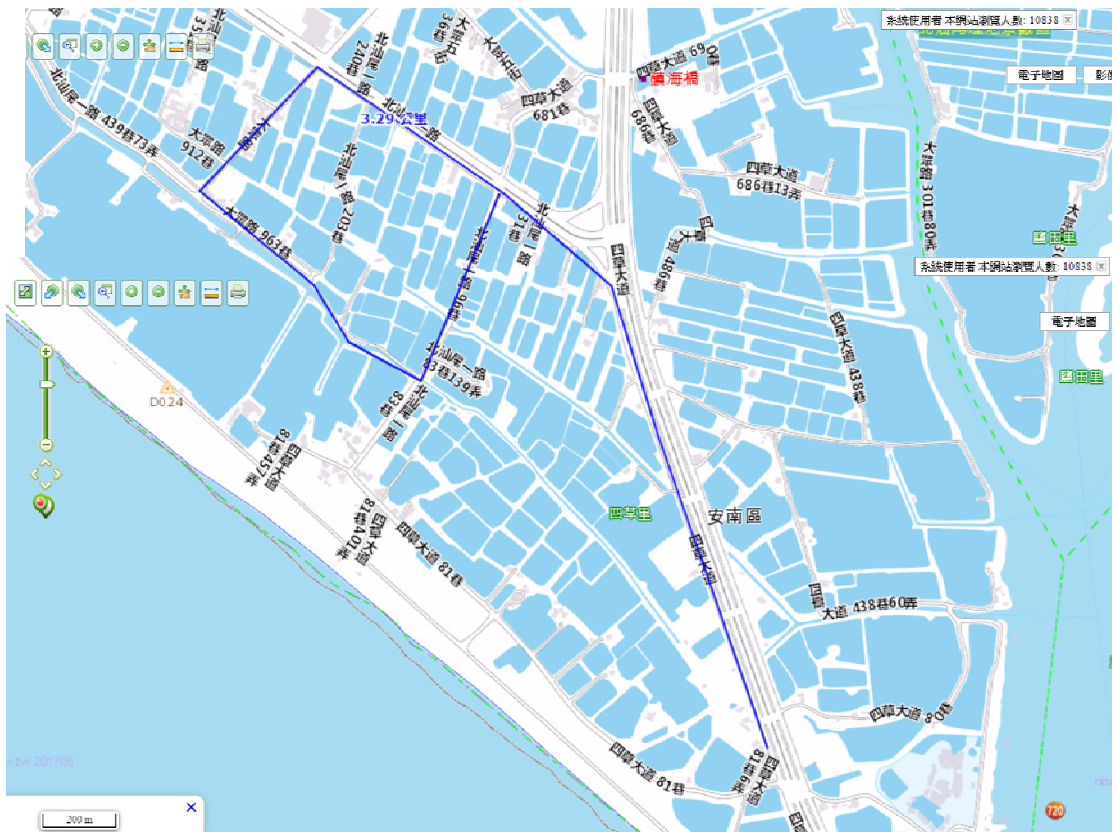


圖 2:路線 2 自台江國家公園遊客中心沿四草大道往北，繞行北側進行錄音。

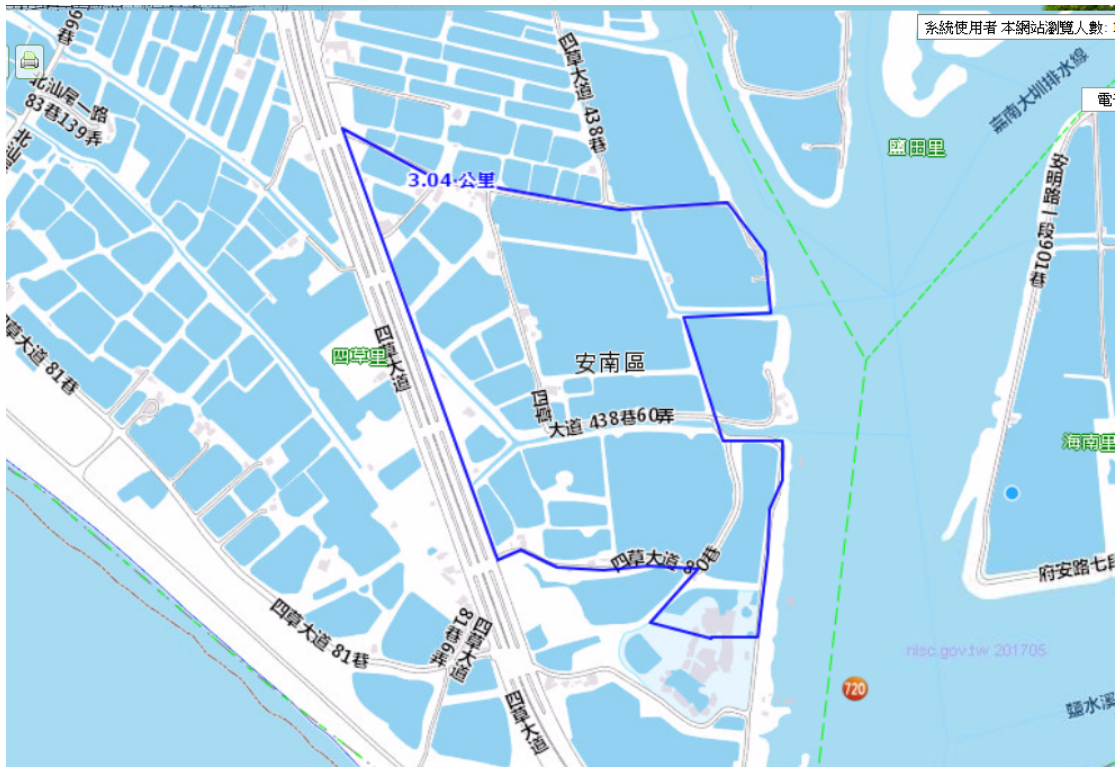


圖 3：路線 3 自台江國家公園遊客中心出發繞行東側沿魚塭進行錄音。



圖 4：路線 4 自台江國家公園遊客中心沿四草大道往北，繞行南側防風林區域進行錄音。

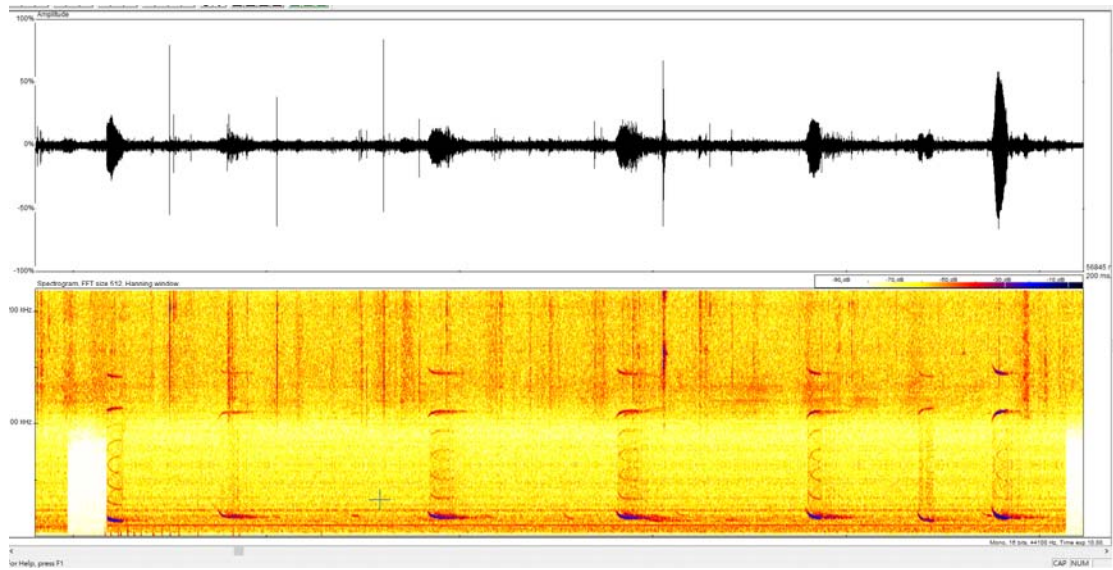


圖 9. 絨山蝠頻譜圖。

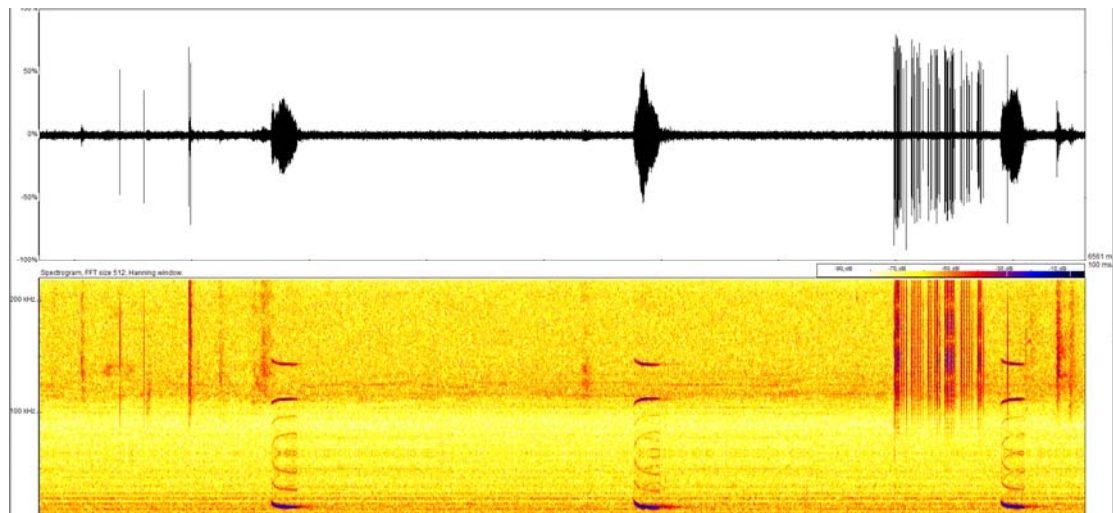


圖 10. 東亞游離尾蝠頻譜圖。

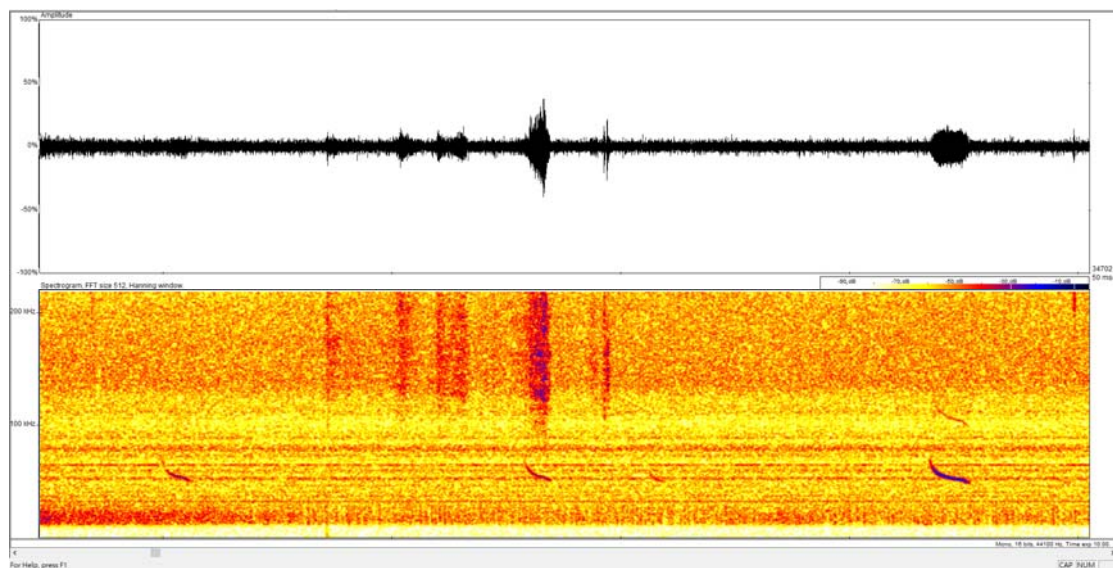


圖 11. 堀川氏棕蝠頻譜圖。

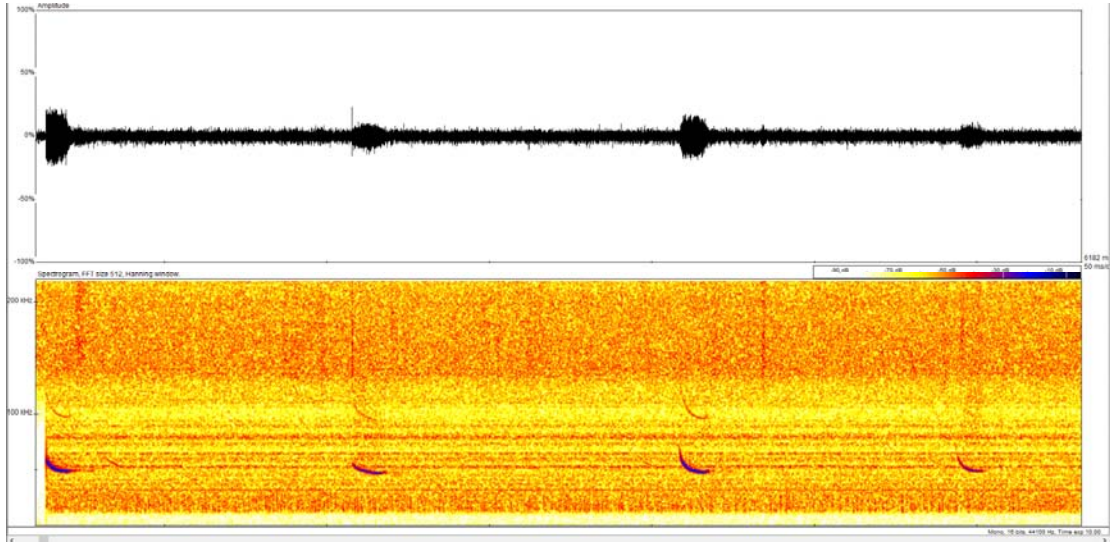


圖 12.東亞家蝠頻譜圖。

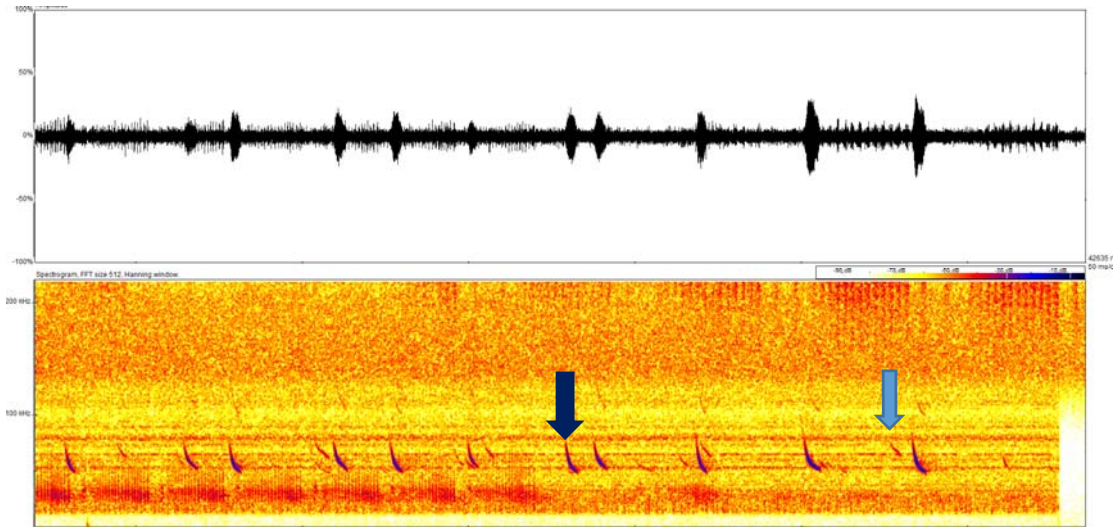


圖 13.長趾鼠耳蝠 (↓) 與高頭蝠頻譜圖 (↓)。

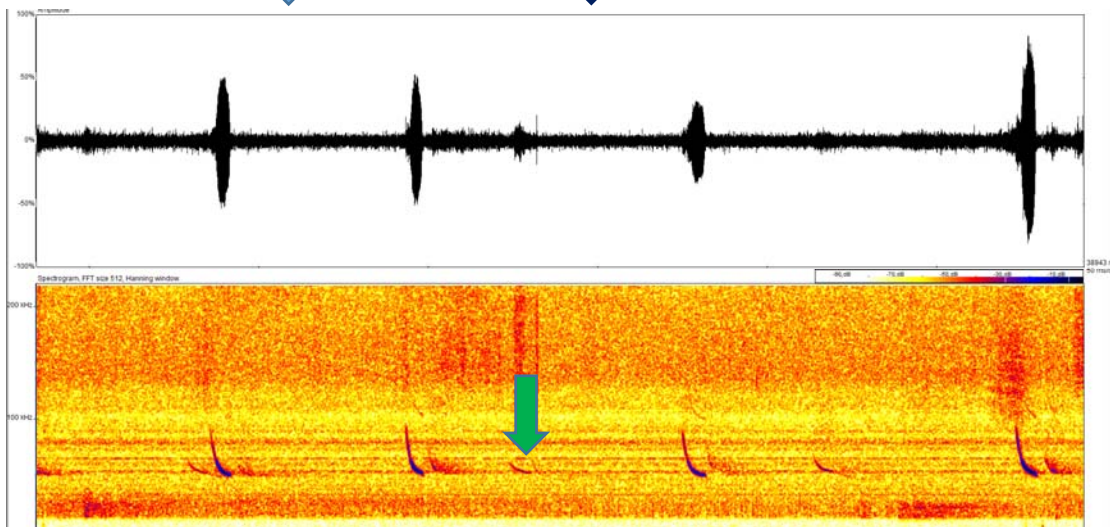


圖 14.高頭蝠與山家蝠 (↓) 頻譜圖。

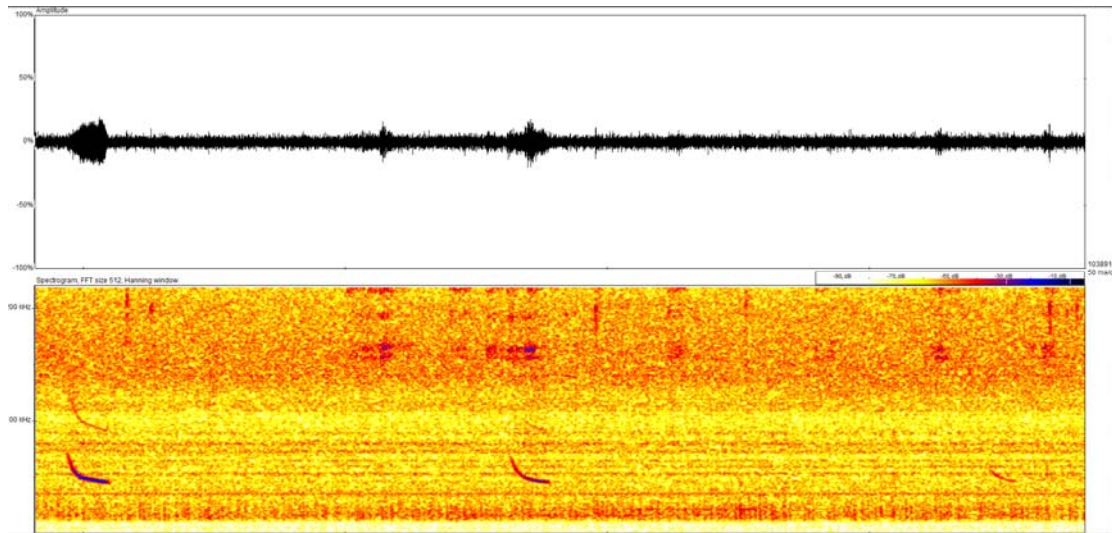


圖 15.金黃鼠耳蝠頻譜圖。

活動照片



照片1.首次推廣課程-台灣蝙蝠多樣性介紹



照片4.首次推廣課程-蝙蝠調查方法介紹



照片2.蝙蝠接觸與認識



照片5.蝙蝠調查方法實做-豎琴網操作



照片3.首次推廣課程-公民如何參與蝙蝠調查



照片6.蝙蝠調查方法實做-霧網操作



照片7. 第二次推廣教育課程-公民如何參與蝙蝠調查



照片10. 第二次推廣教育課程-蝙蝠調查方法介紹



照片8. 第二次推廣課程-台灣蝙蝠多樣性介紹



照片11. 蝙蝠調查方法實做-豎琴網操作



照片9. 蝙蝠接觸與認識



蝙蝠調查方法實做-霧網操作

六、參考文獻

- 鄭錫奇、方引平、周政翰編著。2015。臺灣蝙蝠圖鑑（第二版）。行政院農委會特有生物保育中心出版。151 頁。
- Altes, R.A. 1995. Signal processing for target recognition in biosonar. *Neural Networks*, **8**: 1275-1295.
- Burnett, S.C. and Masters, W.M. 1999. The use of neural networks to classify echolocation calls of bats. *Journal of the Acoustical Society of America*, **106**:2189
- Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., *et al.* 2010. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* **328**: 1164-1168.
- Chou C.H., & Cheng H.C. 2012. Echolocation calls of the eleven insectivorous bats of Taiwan. *Taiwan Journal of Biodiversity*, **14**:33-62.
- Cheng, H.C., Y.P. Fang & Chou C.H. 2010. *A Photographic Guide to the Bats of Taiwan*. Endemic Species Research Institute (eds. L. W. Chang Chien), pp.1-143. Endemic Species Research Institute, Nantou, Taiwan. (in Chinese with English remarks)
- Charlotte L. W., R. Freeman, A. Collen¹, C. Dietz, M. B. Fenton, G. Jones, M. K. Obrist, S. J. Puechmaille, T. Sattler, B. M. Siemers, S. Parsons, & Jones K. E. 2012. A continental-scale tool for acoustic identification of European bats. *Journal of Applied Ecology*, **49**:1064-1074.
- Jensen, M.E. & Miller L.A. 1999. Echolocation signals of the bat *Eptesicus serotinus* recorded using a vertical microphone array: effect of flight altitude on searching signals. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **47**:60-69.
- Jones, G., D. Jacobs, T. Kunz, M. Willig, & Racey, P. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, **8**:93-115.
- Jones, G. & Teeling, E. 2006. The evolution of echolocation in bats. *Trends in Ecology & Evolution*, **21**:149-156
- Jones, K.E., & Maclarnon, A. 2001. Bat life histories: testing models of mammalian life-history evolution. *Evolutionary Ecology*, **3**:465-476.
- Jones, G., K., D. Sripathi, A. Waters & Marimuthu G. 1994. Individual variation in the echolocation calls of three sympatric Indian hipposiderid bats, and an experimental attempt to jam bat echolocation. *Folia Zoologica*, **43**: 347-362.
- Jones, K.E., J. Russ, A.-T. Bashta, Z. Bilhari, C. Catto, I. Csösz, , A. Gorbachev, P. Györfi, A. Hughes, I. Ivashkiv, N. Koryagina, A. Kurali, S. Langton, A. Maltby, G. Margiean, I. Pandourski, S. Parsons, I. Prokofev, A. Szodoray-Paradi, F. Szodoray-Paradi, E. Tilova, C. Walters, A. Weatherill, & Zavarzin, O. 2013. Indicator Bats Program: a system for the global acoustic

- monitoring of bats. *Biodiversity Monitoring and Conservation: Bridging the Gaps Between Global Commitment and Local Action* (eds B. Collen, N. Pettorelli, S. Durant, L. Krueger & J. Baillie) Wiley-Blackwell, London.
- Mace, G.M. & Baillie, J.E.M. 2007. The 2010 biodiversity indicators: challenges for science and policy. *Conservation Biology*, **21**:1406-1413.
- Mace, G.M., Masundire, H., & Baillie, J.E.M. 2005. Chapter 4: Biodiversity. In: Millennium Ecosystem Assessment. *Current State and Trends: Findings of Condition and Trends Working Group. Ecosystems and Human Well-being*. Island Press. Washington, DC.
- Parsons, S. & Jones, G. 2000. Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks. *The Journal of Experimental Biology*, **203**:2641-2656.
- Phillips, S.J. & R.P. Anderson, and Schapire R.E. 2006. Maximum entropy modelling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, **190**:231-259.
- Sachs, J.D., J. Ballie, W. J. Sutherland, *et. al.* 2009. Biodiversity conservation and achievement of the Millennium Development Goals. *Science* **325**:1502-1503.
- Simmons, N. B. 2005. Order Chiroptera. In *Mammal Species of the World: a taxonomic and geographic Reference*, Third Edition. (D. E. Wilson and D. M. Reeder, eds). The Johns Hopkins University Press, 2000 pp
- Vaughan, N., G. Jones & Hrris, S. 1997. Identification of British bat species by multivariate analysis of echolocation call parameters. *Bioacoustics*, **7**:189-207.
- Wotton, J.M. & Jenison, R.L. 1997. A backpropagation network model of the monaural localization information available in the bat echolocation system. *Journal of the Acoustical Society of America*, **101**: 2964-2972.