

# 屏東縣石頭營遺址蝙蝠族群監測調查計畫

委辦單位：屏東縣政府農業處

廠商：社團法人台灣蝙蝠學會

計畫主持人：林清隆

協同主持人：劉建男

計畫助理：高梅婷

中華民國 110 年 12 月



## 摘 要

蝙蝠廣泛分布於各大地理區，提供許多生態服務，包括種子傳播、害蟲抑制等。蝙蝠具有多樣的生態性狀，活動於多種不同棲地類型，且不同物種對於干擾的反應不相同，可做為環境變化的環境指標生物類群。屏東縣春日鄉石頭營為過去二戰時期的重要軍事建物，隨著時空轉變，該軍事建物廢棄多年，進而成為蝙蝠棲息的空間。本計畫目的在了解棲息於石頭營碉堡內及周遭地區的蝙蝠相及物種相對豐富度。本研究自 2021 年 2 月至 12 月，針對砲陣地 1、2 和司令部等 3 個洞穴棲所進行 6 次的蝙蝠種類及數量調查，並於乾、濕兩季進行洞穴周遭地區之蝙蝠相調查。結果顯示，3 個洞穴棲所內共記錄到 4 種蝙蝠，分別為臺灣葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠、東亞摺翅蝠和保育類的臺灣無尾葉鼻蝠，其中臺灣葉鼻蝠僅在砲陣地 1、2 記錄到，臺灣無尾葉鼻蝠則僅在司令部記錄到，並在 10 月時族群數量增加。棲所周邊則記錄到 7 種蝙蝠，包括臺灣葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠、東亞摺翅蝠、高頭蝠、堀川氏棕蝠、東亞家蝠及絨山蝠。2021 年 11 月，在各棲所主要出入口鋪設砂石以判斷是否有人為干擾，於 12 月調查時發現有人為干擾但干擾程度不大，然而發現砲陣地 2 之棲所出入口前的植被有被大量修整。整體而言，棲所內的蝙蝠以臺灣無尾葉鼻蝠的族群變動較大、有待長期監測以了解族群變動的原因，其他物種則是相對穩定棲息於此處。此外，建議加強宣導非必要應避免進入洞穴以減少對蝙蝠的干擾，棲所周邊的植被可能會被樹棲型蝙蝠利用作為棲所，應儘量保持完整，維持蝙蝠良好的棲息及覓食場域。



## 目 錄

摘 要.....	I
目 錄.....	III
圖 次.....	IV
表 次.....	V
壹、計畫名稱.....	1
貳、計畫緣起.....	1
參、計畫目標.....	3
肆、執行方法.....	4
一、計畫範圍.....	4
二、工作項目及實施辦法.....	5
伍、調查結果.....	7
一、洞穴型蝙蝠日棲所調查.....	7
二、蝙蝠夜間活動棲地調查.....	9
三、人為干擾調查.....	12
陸、討論.....	14
一、春日鄉石頭營軍事遺址蝙蝠相.....	14
二、日棲所物種個論.....	16
三、定點及穿越線調查物種.....	19
四、棲地經營管理與建議.....	20
柒、結論與建議.....	21
一、結論.....	21
二、建議.....	21
捌、參考資料.....	22
附 錄 — 各蝙蝠生物照和蝙蝠超音波圖.....	27
附 圖.....	30

## 圖 次

圖 1、石頭營軍事建物遺址範圍 .....	4
圖 2、石頭營所調查之蝙蝠棲所、樣點和樣線相對位置圖 .....	6
圖 3、司令部出入口之鋪沙比較 .....	12
圖 4、砲陣地 1 出入口之鋪沙比較 .....	12
圖 5、砲陣地 2 出入口之鋪沙比較 .....	13
圖 6、砲陣地 2 洞口外植被明顯被修整 .....	13
圖 7、石頭營周邊其他碉堡相對位置 .....	18

## 表 次

表 1、臺灣葉鼻蝠於各棲所之族群數量 .....	7
表 2、臺灣小蹄鼻蝠於各棲所之族群數量 .....	8
表 3、臺灣無尾葉鼻蝠於各棲所之族群數量 .....	8
表 4、東亞摺翅蝠於各棲所之族群數量 .....	8
表 5、固定樣點調查於乾濕季之各蝙蝠物種活動頻度 .....	10
表 6、樣線調查於乾濕季之各蝙蝠物種活動頻度 .....	11
表 7、屏東縣春日鄉蝙蝠名錄 .....	15



## 壹、計畫名稱

屏東縣石頭營遺址蝙蝠族群監測調查計畫

## 貳、計畫緣起

全世界約有 6,495 種哺乳動物，其中至少有 1,400 種的蝙蝠物種，占約 23% (Burgin et al., 2018; Simmons and Cirranello, 2019)。除了極區及部分海洋的小島以外，世界各地皆可發現蝙蝠的蹤跡。蝙蝠帶給生態系眾多的服務，包括食果蝙蝠可協助種子傳播授粉、食蟲蝙蝠在農業上的蟲害上控制都有顯著的重要性(Muscarella and Fleming, 2007; Mass et al., 2016)。不同於其他哺乳動物，蝙蝠具有長距離移動的能力、有特殊的回聲定位系統 (Denzinger and Schnitzler, 2013)，且許多物種具有休眠或冬眠的生理適應 (Speakman and Thomas, 2003)。蝙蝠種類多，對於環境的變動或人為干擾非常敏感，但多數蝙蝠一年只產 1 隻幼蝠，族群成長率低(Jones and Maclarnon, 2001)，一旦族群遭受重大變故，要回復需要較長的時間；綜合以上特性，蝙蝠被視為可反映環境變化的良好環境指標生物(Jones et al., 2009; Russo and Jones, 2015)。

蝙蝠類群具有多樣的生態性狀，多樣的回聲定位結構(Schnitzler and Kalko, 2001)、翼展型態(Norberg and Rayner, 1987)、覓食策略(Schnitzler et al., 2003; Denzinger and Schnitzler, 2013)或移動能力等(Schnitzler et al., 2003; Jung and Kalko, 2010)，因此蝙蝠所能夠活動的地景結構與物種本身的生態性狀有所關聯(Jong and Ahlen, 1991)，如空中捕食(aerial hawkers)的蝙蝠類群傾向在空曠或低植被密度處活動，且會被高密度的昆蟲量吸引，而利用撿拾(gleaning)方式覓食的蝙蝠多活動於森林邊緣或內部，較不會受到成群的昆蟲吸引(Müller et al., 2012; Fuentes-Montemayor et al., 2013)。另一方面，有能力快速飛行的蝙蝠物種，能夠橫跨大範圍或不合適的地景結構；反之，慢速飛行的蝙蝠物種，則只能受限活動於特定位置，往往是比較敏感的類

群(Stone et al., 2015)。簡而言之，不同蝙蝠物種的活動分布受到生理限制(如超音波、翼展型態)、環境結構及食物資源等所影響，因此不同棲地類型會有不同的蝙蝠群聚組成，對干擾的反應程度也不相同。

蝙蝠夜間在外活動及覓食，白天則待在日棲所。日棲所是蝙蝠進行包含休眠、冬眠、撫育子代、躲避天敵及社會活動的場所，因此日棲所的品質對蝙蝠來說相當重要。蝙蝠所使用的日棲所可分為兩大類型，一為穩定的棲所，可長期的棲息於此處，如洞穴、建築物、樹洞等，另一為不穩定的棲所，須定期更換、尋找合適的棲所，如枯葉、葉片等。不同的蝙蝠物種，對於棲所的需求不盡相同(Churchill et al., 1997)，如環境因子中的濕度、溫度、光照等(Sedgeley et al., 2001)；即使同一物種不同性別，也會因不同的生理需求而影響其對棲所的偏好，例如生殖季時母蝠傾向使用相對溫暖的棲所，以利體溫調節和幼蝠發育(Kerth et al., 2001; Dietz and Kalko, 2006)，雄蝠則傾向使用溫度較低的棲所並較頻繁的進行休眠，以節省能量支出(Johnson and Lacki, 2013)，而非繁殖期的冬季許多蝙蝠會遷移到較寒冷的地區，進入長時間的冬眠。

日治時期屏東為重要的戰略位置，於太平洋戰爭爆發之際，實行的臺灣島築城計畫，於全島佈下多個防空要塞。位於春日鄉的石頭營碉堡是其中幾個保存較為完整的軍事遺留建物，由於時空的轉變，這些軍事遺留建物多已棄置未使用，成為野生動物可棲息隱蔽的場所，其中蝙蝠類群常被發現於該類場域。關於該處的蝙蝠物種的族群變化和活動範圍，目前所知不多，根據 2020 年 11 月的現勘調查發現有 3 種洞穴蝙蝠利用，分別是臺灣小蹄鼻蝠(*Rhinolophus monoceros*)約 100 隻、臺灣葉鼻蝠(*Hipposideros armiger terasensis*)共約 800 隻和臺灣無尾葉鼻蝠(*Coelops frithii formosanus*)5 隻。其中，臺灣無尾葉鼻蝠為我國「野生動物保育法」所公告的珍貴稀有保育類野生動物，並在「2017 臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄」中被列為國家易危(Nationally Vulnerable, NVU)類別(鄭錫奇等，2017)，目

前針對該物種僅有零星的調查資料(方引平、鄭錫奇,2011;周政翰,2017),因此有必要進行該區進行較深入的調查以了解臺灣無尾葉鼻蝠的族群狀態。

近年來保育與環境意識迅速提升,多數人開始關心生活周遭的環境與能源議題,包括風機與海洋和飛行生物的衝突,抑或是太陽能光電設施與野生動物棲地的爭議等。在發展各種形式的再生能源時,環境與生態保育也是相當重要的一環,如何兼顧以達到雙贏的局面,需要眾多面向的努力。了解一個地區野生動物的種類、相對豐富度、棲息的位置及活動的範圍,有助於了解各項人為活動或開發行為可能對野生動物產生的影響。

### **參、計畫目標**

針對屏東縣春日鄉石頭營軍事遺留建物內及其周遭地區進行蝙蝠相及相對豐富度調查,蒐集及分析探討種類特性與分布情形。本計畫有兩個目標:一、了解棲息在3個軍事遺留建物內的蝙蝠的物種、數量及其季節性變化;二、了解洞穴周遭地區的蝙蝠物種、相對豐富度及分布狀況,作為日後棲地經營和保育宣導參考。

## 肆、執行方法

### 一、計畫範圍

以春日鄉石頭營軍事遺留建物所在地為主，並向外擴展進行調查（圖1），涵蓋之行政區包括新埤鄉、來義鄉、春日鄉、枋寮鄉、來義鄉和佳冬鄉邊緣，棲地類型則包括果園、平地造林、城鎮及溪流等。



圖 1、石頭營軍事建物遺址範圍

（綠色標記為蝙蝠棲所位置，紅虛線為有軍事建物之範圍。）

## 二、工作項目及實施辦法

蝙蝠調查分成兩部分，分別為蝙蝠日棲所調查及其夜間活動及覓食棲地的調查，各樣點、樣線和蝙蝠棲所位置如圖 2。

### (一) 洞穴型蝙蝠日棲所調查

於乾季及濕季至石頭營軍事遺址的區域調查至少 2 次，包含鄰近可能有蝙蝠棲息的碉堡和建物進行調查，進入棲所後快速清點物種和數量，同時輔以相機拍攝記錄。當有發現需檢視個體或需物種時，以手撈網捕捉，進行確認。所捕捉個體視狀況於前臂佩掛鋁製翼環 (Porzana Ltd., UK) 作為標記，如重複記錄可了解蝙蝠對棲所的忠誠度。

### (二) 蝙蝠夜間活動棲地調查

本計畫將以蝙蝠繁殖季和非繁殖季分別進行調查，4 月至 8 月為繁殖期，包含懷孕和撫育幼蝠時期；非繁殖期則為 2 至 3 月和 9 至 12 月，期間包含了當年度新生幼蝠可獨立、交配和冬眠時期。本計畫選取 6 個固定樣點（3 個森林內以及 3 個森林邊緣）及 2 條 2 公里穿越線，每個樣點及樣線分別於蝙蝠繁殖季和非繁殖季各進行 1 次的調查。

固定樣點部分，每個樣點在入夜之前架設 1 具蝙蝠超音波偵測器，進行入夜後 2 小時的錄音。所記錄到的蝙蝠超音波，藉由不同蝙蝠物種的回聲定位叫聲頻率或結構具有種或屬間的差異之特性，可作為判別物種的依據 (Jones and Teeling, 2006)。本計畫所記錄的蝙蝠回聲定位音頻參考 Chou and Cheng (2012) 及鄭錫奇等 (2017) 進行物種判別。樣點包含森林（或果園）及林緣。森林定義為樣點周圍 2-5 公尺的距離範圍內皆有含高於 5 公尺的植被覆蓋；林緣則介於空曠地和森林的交接處 (Wund, 2006)；蝙蝠調查樣點以 GPS 定位系統記錄座標。

樣線調查部分，每條樣線約 2 公里，參考英國蝙蝠超音波監測計

畫(iBats)使用的調查方法(Jones et al., 2013)，於日落後以步行或行車時速 30 公里以下的速度沿著道路前進，使用蝙蝠超音波偵測器(Pettersson M500, Pettersson Elektronik, Sweden)進行沿線的錄音。所錄到音頻之蝙蝠物種判別方式同上。

### (三) 蝙蝠棲所干擾調查

為了解蝙蝠日棲所是否有受人為干擾的影響，自 2021 年 11 月起，於蝙蝠日棲所的主要出入口鋪設砂石，並於下一次調查確認是否有腳印，以及腳印數量。



圖 2、石頭營所調查之蝙蝠棲所、樣點和樣線相對位置圖

## 伍、調查結果

### 一、洞穴型蝙蝠日棲所調查

本計畫共調查 3 個蝙蝠棲所，分別為司令部及 2 處砲陣地，於 2021 年 2 月和 7、8、10、11 和 12 月共調查 6 次。2021 年計畫期間共調查到臺灣葉鼻蝠、臺灣無尾葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠及東亞摺翅蝠 (*Miniopterus fuliginosus*)，共 4 種。其中以臺灣葉鼻蝠數量最多，主要棲息於 2 處砲陣地(表 1)；臺灣小蹄鼻蝠則零星棲息於各處(表 2)；保育類的臺灣無尾葉鼻蝠主要棲息於石頭營司令部，於 2021 年 10 月族群數量增至 175 隻，並在 11 月達到最大量 235 隻，至今年 12 月族群數量維持在百隻以上(表 3)；東亞摺翅蝠僅有零星與臺灣小蹄鼻蝠共棲的紀錄(表 4)。

另於 2021 年 11 月至生利能源案場內之 A、B 碉堡共記錄到 48 隻臺灣小蹄鼻蝠，以碉堡內的蝙蝠排遺判斷，此處的臺灣小蹄鼻蝠可能非長期棲息利用或是其族群數量不大，須持續調查。

表 1、臺灣葉鼻蝠於各棲所之族群數量

地點\日期	2021/2	2021/7	2021/8	2021/10	2021/11	2021/12
司令部	0	0	0	0	0	0
砲陣地 1	1000	1250	500	100 以上 <sup>1</sup>	1500	1000
砲陣地 2	1000	500	250	有棲息 <sup>2</sup>	800	500

註 1：積水太深，無法確認數量

註 2：有個體從兩旁彈藥室飛出，積水太深，無法進入確認數量

表 2、臺灣小蹄鼻蝠於各棲所之族群數量

地點\日期	2021/2	2021/7	2021/8	2021/10	2021/11	2021/12
司令部	0	4	105	2	0	0
砲陣地 1、 2 通道	20	21	? <sup>1</sup>	60	175	20

註 1：積水太深，無法確認數量

表 3、臺灣無尾葉鼻蝠於各棲所之族群數量

地點\日期	2021/2	2021/7	2021/8	2021/10	2021/11	2021/12
司令部	0	0	2	175	235	145
砲陣地 1	0	0	0	0	0	0
砲陣地 2	0	0	0	0	0	0

表 4、東亞摺翅蝠於各棲所之族群數量

地點\日期	2021/2	2021/7	2021/8	2021/10	2021/11	2021/12
司令部	0	0	0	0	0	0
砲陣地 1	0	0	0	0	0	0
砲陣地 2	0	0	至少 1 隻 <sup>1</sup>	0	0	0

註 1：進入碉堡後，蝙蝠驚飛，僅記錄到 1 隻個體

## 二、蝙蝠夜間活動棲地調查

本計畫共分成固定樣點和樣線 2 種方法調查，並於乾季（10 至 12 月）和濕季（8 至 9 月）各進行一次調查。

### （一）固定樣點調查

乾濕季皆記錄到 7 種確定物種，分別為臺灣葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠、東亞摺翅蝠、高頭蝠(*Scotophilus kuhlii*)、堀川氏棕蝠(*Eptesicus pachyomus horikawai*)、東亞家蝠(*Pipistrellus abramus*)、絨山蝠(*Nyctalus plancyi velutinus*)，以及無法明確辨識到種的鼠耳蝠數和家蝠屬。整體而言，濕季以臺灣小蹄鼻蝠活動頻度最高、高頭蝠次之。乾季則以東亞家蝠活動頻度最高、臺灣小蹄鼻次之（表 5）。

### （二）樣線調查

第一條樣線為屏 132 號鄉道春日鄉七佳社區至縣道 185 號路口，道路兩側多為農田開闢地和造林地，濕季記錄到 5 種，分別為臺灣葉鼻蝠、東亞摺翅蝠、高頭蝠、堀川氏棕蝠及東亞家蝠，以及無法明確辨識到種的家蝠屬；乾季僅記錄到高頭蝠 1 筆和無法辨識到種之鼠耳蝠屬 1 筆之活動音頻（表 6）。

第二條樣線為沿力里溪之加里寮堤防、屏 132 號鄉道至屏 115 號鄉道之岔路口，一側為力里溪，另一側為山壁和零星農地，濕季共記錄到 6 種，分別為臺灣小蹄鼻蝠、東亞摺翅蝠、高頭蝠、堀川氏棕蝠、東亞家蝠和絨山蝠，以及無法明確辨識到種的家蝠屬；乾季記錄到臺灣小蹄鼻蝠、高頭蝠、堀川氏棕蝠、東亞家蝠和絨山蝠，以及無法明確辨識到種的家蝠屬（表 6）。

表 5、固定樣點調查於乾濕季之各蝙蝠物種活動頻度

棲地	森林 1		森林 2		森林 3		林緣 1		林緣 2		林緣 3	
	濕	乾	濕	乾	濕	乾	濕	乾	濕	乾	濕	乾
調查日期	8/17	11/19	7/7	12/6	8/17	10/18	7/6	12/6	7/7	10/18	8/17	10/17
臺灣葉鼻蝠	0	15	19	0	0	13	4	0	49	3	0	1
臺灣小蹄鼻蝠	226	35	5	3	21	35	16	11	20	2	0	2
東亞摺翅蝠	5	0	9	0	24	5	8	0	35	13	10	2
高頭蝠	1	2	14	0	21	18	4	0	13	5	156	1
堀川氏棕蝠	2	0	19	0	7	61	29	0	13	0	2	1
東亞家蝠	33	0	4	0	16	70	13	0	3	30	22	9
絨山蝠	0	2	3	0	0	24	3	0	9	0	1	0
家蝠屬	2	0	0	0	0	4	0	0	0	3	0	0
鼠耳蝠屬	22	6	4	0	0	0	6	0	9	0	1	2
合計	291	60	77	3	89	230	83	11	151	56	192	18

表 6、樣線調查於乾濕季之各蝙蝠物種活動頻度

棲地	樣線 1 (道路兩側多為開闊地)		樣線 2 (力里溪與山壁、農地)	
	濕	乾	濕	乾
季節	7/6	10/17	7/7	10/16
臺灣葉鼻蝠	5	0	0	0
臺灣小蹄鼻蝠	0	0	7	8
東亞摺翅蝠	2	0	2	0
高頭蝠	14	4	12	9
堀川氏棕蝠	1	0	2	2
東亞家蝠	17	0	42	2
絨山蝠	0	0	11	2
家蝠屬	3	0	5	1
鼠耳蝠屬	0	1	0	0
合計	42	5	81	24

### 三、人為干擾調查

自 2021 年 11 月 23 日至 2021 年 12 月 6 日，於蝙蝠棲所出入口鋪設的沙土，發現至少有 1 人進入該棲所，但由於砂土無大量改變，推測進入人數和頻度應不高，然而發現砲陣地 2 外的植被明顯被修整、修枝過（圖 6）。



圖 3、司令部出入口之鋪沙比較  
(左：11 月；右：12 月)



圖 4、砲陣地 1 出入口之鋪沙比較  
(左：11 月；右：12 月)



圖 5、砲陣地 2 出入口之鋪沙比較  
(左：11 月；右：12 月)



圖 6、砲陣地 2 洞口外植被明顯被修整

## 陸、討論

### 一、春日鄉石頭營軍事遺址蝙蝠相

本調查在石頭營軍事遺址及周遭地區共記錄到 4 科 8 種蝙蝠（表 7），包含 4 種棲息於碉堡內，以及 7 種活動於周遭林地，另有無法準確辨識到種之家蝠屬和鼠耳蝠屬，有待未來持續調查。過去臺灣的蝙蝠調查，以山區有較多的研究，本計畫範圍主要在低海拔地區，仍調查到至少 8 種蝙蝠，尤其保育類的臺灣無尾葉鼻蝠，過去僅在少數地區有發現，且族群量皆不高(方引平、鄭錫奇，2011)，本計畫範圍紀錄到超過 200 隻的臺灣無尾葉鼻蝠，實屬難得。

蝙蝠在生態系中扮演重要的角色，不同的蝙蝠物種其覓食策略和食性，以及棲息活動偏好皆有差異(Denzinger and Schnitzler, 2013)。臺灣有 38 種蝙蝠(Huang et al., 2020)，其中 35 種為食蟲性蝙蝠，具有多樣的食性類型和活動環境，在當地昆蟲抑制上扮演重要的角色。不同物種對棲地的偏好也有所不同，如臺灣小蹄鼻蝠在森林內部有較高的活動頻度、絨山蝠則偏好在森林邊緣活動覓食。若一地具有高的蝙蝠多樣性，有助於穩定的當地的生態系統，減緩蟲害，在農業生態系中尤為重要(Mass et al., 2016)。

表 7、屏東縣春日鄉蝙蝠名錄

中文名	英文學名	特有性	保育等級
蹄鼻蝠科	Rhinolophidae		
臺灣小蹄鼻蝠	<i>Rhinolophus monoceros</i>	特有種	
葉鼻蝠科	Hipposideridae		
臺灣無尾葉鼻蝠	<i>Coelops frithii formosanus</i>	特有亞種	保育類
臺灣葉鼻蝠	<i>Hipposideros armiger terasensis</i>	特有亞種	
蝙蝠科	Vespertilionidae		
堀川氏棕蝠	<i>Eptesicus pachyomus horikawai</i>	特有亞種	
絨山蝠	<i>Nyctalus plancyi velutinus</i>		
高頭蝠	<i>Scotophilus kuhlii</i>		
東亞家蝠	<i>Pipistrellus abramus</i>		
摺翅蝠科	Miniopteridae		
東亞摺翅蝠	<i>Miniopterus fuliginosus</i>		

## 二、日棲所物種個論

本調查針對棲息於碉堡和建物內的 4 種典型洞穴居住的蝙蝠進行探討。

### (一) 臺灣葉鼻蝠

臺灣葉鼻蝠為臺灣特有亞種，也是臺灣蝙蝠中體型最大的食蟲性蝙蝠，捕食較大型的昆蟲，如鞘翅目，多活動於近溪流水域之開墾地或次生闊葉林之森林邊緣活動(Lee et al., 2012)，廣泛分布於臺灣中低海拔地區(鄭錫奇等，2017)。白天主要棲息於洞穴、人工隧道、廢棄建築物和碉堡等(Ho and Lee, 2003)。繁殖母蝠約於夏季 5 至 6 月產仔、7 月幼蝠即可獨立(Cheng and Lee, 2002)，冬季自 12 到隔年 2 月部分個體會在中低海拔洞穴聚集冬眠或休眠(Ho and Lee, 2003; Liu and Karasov, 2011)。研究顯示，棲所距道路的遠近不影響臺灣葉鼻蝠棲息與否，但人進入棲所的直接干擾會影響臺灣葉鼻蝠是否會在該洞穴繁殖和冬眠(Ho and Lee, 2003)。

本計畫結果顯示，臺灣葉鼻蝠近乎全年都會使用本計畫調查的棲所，砲陣地 1、2 棲所的族群量皆維持在 1,000 隻上下。此處的臺灣葉鼻蝠可能沒有冬季遷移的行為，可能會待在原棲所冬眠或休眠。

### (二) 臺灣無尾葉鼻蝠

臺灣無尾葉鼻蝠為臺灣特有亞種，2008 年野生動物保育法公告為珍貴稀有保育類野生動物，屬於紅皮書的國家易危類別(鄭錫奇等，2017)。臺灣無尾葉鼻蝠為小型食蟲性蝙蝠，以蛛型綱為主要的食物類群(方引平、鄭錫奇，2011)，多於低海拔闊葉林或混生林之森林內部活動(Ho et al., 2013)。目前已知繁殖母蝠約 5 至 6

月產仔、8月幼蝠可獨立，冬季無明顯冬眠行為(方引平、鄭錫奇，2011)。臺灣無尾葉鼻蝠僅棲息於洞穴、隧道和碉堡等廢棄建物，且因生性敏感易被干擾，故被列為珍貴稀有保育類動物(方引平、鄭錫奇，2011)。

針對臺灣無尾葉鼻蝠的生態及生物學研究，僅有方引平、鄭錫奇(2011)「無尾葉鼻蝠生活史及生態學之研究」之調查報告較為詳盡。研究結果指出臺灣無尾葉鼻蝠分布侷限，僅於陽明山、宜蘭、花蓮、台東和屏東(墾丁地區)有棲息之洞穴，共11處，各棲所族群數量為1至186隻。過去石頭營只有臺灣無尾葉鼻蝠的捕捉紀錄，未發現其棲所，本調查除了新增一處棲所外，其族群量也是比過去所調查到還要多。根據各地區遺傳分析比較指出臺灣無尾葉鼻蝠之基因交流會隨著地理距離增加而受限(方引平、鄭錫奇，2011)。

本計畫結果顯示，臺灣無尾葉鼻蝠於2021年10月起有較多的族群數量棲息在司令部，目前無法確定前幾次族群量低落的原因。推測可能原因為臺灣無尾葉鼻蝠因季節變化而有遷移行為，而此處可能為度冬地，故於秋冬季節時族群量增加；另也有可能因過去人為干擾較強導致臺灣無尾葉鼻蝠暫時移至他處棲息，到10月干擾減少，又回到原處棲息，明確的族群變動原因，需要更長期的監測方能得知。

### (三) 臺灣小蹄鼻蝠

臺灣小蹄鼻蝠為臺灣特有種，為小型食蟲性蝙蝠，廣泛分布於台灣各海拔地區，以鱗翅目、鞘翅目、雙翅目等小型昆蟲為食(鄭錫奇等，2017)，多活動於森林內部(Lee et al., 2012)，並以洞穴、



#### (四) 東亞摺翅蝠

東亞摺翅蝠分布於亞洲地區並廣泛分布於臺灣各海拔，為食蟲性蝙蝠，以鞘翅目、鱗翅目、雙翅目等昆蟲為食(鄭錫奇等, 2017)，其翅型特徵適合活動於開闊型的棲地(Denzinger and Schnitzler, 2013)，並以洞穴、隧道、渠道和廢棄建物等為棲所。繁殖母蝠約於夏季 5 至 6 月產仔，冬季於寒冷或食物資源稀少地區可能有冬眠行為。

本調查僅發現 1 隻東亞摺翅蝠與臺灣小蹄鼻蝠共棲，目前無法確認其族群變化狀況，尚待未來調查釐清。

### 三、定點及穿越線調查物種

蝙蝠超音波定點和穿越線調查記錄到至少 7 種蝙蝠，其中包含了棲息於石頭營遺址內的臺灣葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠和東亞摺翅蝠，顯示除了棲所需要維持外，棲所周遭蝙蝠覓食場所的維持及棲所和覓食場所的連結性也很重要。另由於臺灣無尾葉鼻蝠的超音波特徵屬於高頻率且聲波能量相對其他蝙蝠物種更弱(Ho et al., 2013)，不易被記錄，故在超音波調查結果未被記錄到。另一方面，蝙蝠超音波偵測器記錄到在森林棲息活動的蝙蝠，此類群的蝙蝠，多棲息於樹洞、植物等，相對調查不易，藉由蝙蝠超音波偵測器補充不足之處。

石頭營地區的蝙蝠活動頻度有明顯乾濕季的差異，多數的蝙蝠物種在乾季時，活動頻度都有下降的趨勢。此現象可能是由於許多蝙蝠具有特殊的冬眠或休眠的生理適應，當環境溫度低、食物資源缺乏或食物資源不穩定時，可能會遷移至他處或是進入不活動的休眠或冬眠狀態，以降低能量的消耗(Speakman and Thomas, 2003; Geiser et al., 2011)。

#### 四、棲地經營管理與建議

洞穴棲息蝙蝠的棲所干擾可以分為直接干擾和間接干擾(Phelps and Kingston, 2018)。直接干擾包括直接進入洞穴、獵捕或造成死亡等，也會造成蝙蝠放棄該棲所而遷移至他處棲息，也會影響蝙蝠的生存率，尤其在繁殖和冬眠時期。當蝙蝠受到干擾時，可能會直接棄養子代，以及冬眠過程甦醒，可能會過度消耗能量無法度冬而死亡(Speakman et al., 1991)。間接干擾則包括人為造成周遭棲地劣化、消失或是改變，進而造成覓食環境食物資源相改變或是棲所微氣候條件改變，使該棲所不再適合棲息(Phelps and Kingston, 2018)。

石頭營 3 個主要蝙蝠棲所，主要的直接干擾為人類直接進入棲所的干擾，3 種數量最多的蝙蝠物種，只要在有人進入棲所，都會有驚飛的行為，甚至會跌落至地面，自 11 月中旬起於主要出入口處鋪設砂土來確認是否有人為干擾，初步判斷進入蝙蝠棲所的人數應不多（砂土改變的狀態不多），蝙蝠族群數量也未有大量減少的跡象。間接干擾部分，砲陣地 2 洞外的植被被砍伐，林蓋破空、陽光可直射入內，可能造成臺灣葉鼻蝠的棲所微環境條件改變，於 12 月調查時，僅有 1 隻個體棲息於最大的通道上，其餘皆聚集於兩旁的彈藥室中。此外，距砲陣地 1、2 號棲所直線距離約 400 公尺處有光電板開發案，有明顯棲地改變，可能改變當地昆蟲相，進而影響到臺灣小蹄鼻蝠、東亞家蝠、堀川氏棕蝠等偏好在森林和森林邊緣活動的食蟲性蝙蝠物種。此外，周邊的棲地過於破碎化，可能也會影響到森林型蝙蝠棲地品質，如棲地間缺乏連結性，可能會造成個體需要橫跨不合適的棲地，而導致被捕食或死亡的風險。本計畫目的在調查軍事遺址及周遭地區的蝙蝠相，並沒有針對棲地的改變對蝙蝠的影響進行試驗設計，因此實質影響無法得知。

## 柒、結論與建議

### 一、結論

本調查在屏東縣春日鄉石頭營軍事遺址的3個洞穴棲所內共記錄到4種蝙蝠，分別為臺灣葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠、東亞摺翅蝠和保育類的臺灣無尾葉鼻蝠，洞穴周遭地區則記錄到7種蝙蝠，包括臺灣葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠、東亞摺翅蝠、高頭蝠、堀川氏棕蝠、東亞家蝠及絨山蝠。總計共記錄到4科8種蝙蝠，種類及數量皆豐富。本計畫發現有超過200隻的保育類臺灣無尾葉鼻蝠棲息於司令部，臺灣無尾葉鼻蝠全臺灣數量稀少，因此本區為臺灣無尾葉鼻蝠非常重要的分布地。

### 二、建議

- (一) 蝙蝠棲所應盡量減少直接干擾，尤其是在蝙蝠夏季繁殖季和冬季冬眠、休眠時期，以避免繁殖失敗和死亡。尤其保育類的臺灣無尾葉鼻蝠對於干擾非常敏感，應儘量避免人員進出其日棲所。
- (二) 蝙蝠棲所出入口附近的植被應儘量保持完整，以維持棲所內部微環境的穩定性，未來石頭營軍事遺址周遭地區如有較大規模的開發，應評估其造成的棲地喪失及棲地零碎化對蝙蝠的影響。
- (三) 本年度計畫目標在調查蝙蝠相，造成各物種族群相對豐富度變動的原因並未探討。本計畫發現保育類的臺灣無尾葉鼻蝠族群有較大的變動，建議未來能持續監測，以釐清該物種族群變動的原因。

## 捌、參考資料

- 方引平、鄭錫奇 (2011) 無尾葉鼻蝠生活史及生態學之研究。行政院農業委員會林務局。
- 周政翰、翁國精、劉建男 (2017) 2017 年玉山國家公園楠梓仙溪林道哺乳動物概況。國家公園學報 27:37-50
- 鄭錫奇、方引平、周政翰 (2017) 臺灣蝙蝠圖鑑 (第三版)。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- 鄭錫奇、張簡琳玟、林瑞興、楊正雄、張仕緯 (2017) 2017 臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- Burgin, C. J., J. P. Colella, P. L. Kahn, and N. S. Upham (2018) How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy* 99:1-14.
- Chen, S.-F., S.J. Rossiter, C.G. Faulkes, and G. Jones (2006) Population genetic structure and demographic history of the endemic Formosan lesser horseshoe bat (*Rhinolophus monoceros*). *Molecular Ecology* 15:1643-1656.
- Cheng, H.-C. and L.-L. Lee. (2002) Postnatal growth, age estimation, and sexual maturity in the Formosan leaf-nosed bat (*Hipposideros terasensis*). *Journal of Mammalogy* 83:785-793.
- Chou, C.-H. and H.-C. Cheng (2012) Echolocation calls of Insectivorous Bats of Taiwan. *Taiwan Journal of Biodiversity* 14:33-62.
- Churchill, S., R. Draper and E. Marais (1997) Cave utilisation by Namibian bats: population, microclimate and roost selection. *South African Journal of Wildlife Research* 27:44-50.
- Denzinger, A., and H.-U. Schnitzler (2013) Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Frontiers in Physiology* 4:164.
- Dietz, M. and E. K. Kalko (2006) Seasonal changes in daily torpor patterns

- of free-ranging female and male Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*). *Journal of Comparative Physiology B* 176:223-231.
- Fuentes-Montemayor, E., D. Goulson, L. Cavin, J. M. Wallace and K. J. Park (2013) Fragmented woodlands in agricultural landscapes: The influence of woodland character and landscape context on bats and their insect prey. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 172:6-15.
- Geiser, F. and C. Stawski (2011) Hibernation and torpor in tropical and subtropical bats in relation to energetics, extinctions, and the evolution of endothermy. *Integrative and comparative biology* 51:337-348.
- Ho, Y.-Y. and L.-L. Lee. (2003) Roost selection by Formosan leaf-nosed bats (*Hipposideros armiger terasensis*). *Zoological Science* 20:1017-1024.
- Ho, Y.-Y., Y. P. Fang, C. H. Chou, H. C. Cheng and H. W. Chang (2013) High duty cycle to low duty cycle: echolocation behaviour of the hipposiderid bat *Coelops frithii*. *PloS one* 8:e62938.
- Johnson, J. S. and M. J. Lacki (2013) Summer heterothermy in Rafinesque's big-eared bats (*Corynorhinus rafinesquii*) roosting in tree cavities in bottomland hardwood forests. *Journal of Comparative Physiology B* 183:709-721.
- Jones G. and E. Teeling (2006) The evolution of echolocation in bats. *Trends in Ecology and Evolution* 21:149-156.
- Jones K. E., J. A. Russ, A.-T. Bashta, Z. Bilhari, C. Catto, I. Csösz, A. Gorbachev, P. Gyorfi, A. Hughes, I. Ivashkiv, N. Koryagina, A. Kurali, S. Langton, A. Collen, G. Margiean, I. Pandourski, S. Parsons, I. Prokofev, A. Szodoray-Paradi, F. Szodoray-Paradi, E. Tilova, C. L. Walters, A. Weatherill and O. Zavarzin (2013) Indicator bats program: a system for the global acoustic monitoring of bats. In: B. Collen, N. Pettorelli, J.E.M. Baillie and S.M. Durant (Ed.), biodiversity

- monitoring and conservation (pp.213-247). UK:John Wiley & Sons, Inc.
- Jones, G., D. S. Jacobs, T. H. Kunz, M. R. Willig and P. A. Racey (2009) Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered species research* 8:93-115.
- Jones, K. E., and A. MacLarnon (2001) Bat life histories: testing models of mammalian life-history evolution. *Evolutionary Ecology Research* 3:487-505.
- Jong, J. and I. Ahlen (1991) Factors affecting the distribution pattern of bats in upland, central Sweden. *Ecography* 14:92-96.
- Jung, K. and E. K. Kalko (2010) Where forest meets urbanization: foraging plasticity of aerial insectivorous bats in an anthropogenically altered environment. *Journal of Mammalogy* 91:144-153.
- Kerth, G., K. Weissmann and B. König (2001) Day roost selection in female Bechstein's bats (*Myotis bechsteinii*): a field experiment to determine the influence of roost temperature. *Oecologia* 126:1-9.
- Lee, Y.-F., Y.-M. Kuo, W.-C. Chu, Y.-H. Lin, H.-Y. Chang and W.-M. Chen (2012) Ecomorphology, differentiated habitat use, and nocturnal activities of *Rhinolophus* and *Hipposideros* species in East Asian tropical forests. *Zoology* 115: 22-29.
- Liu, J.-N. and W. H. Karasov (2011) Hibernation in warm hibernacula by free-ranging Formosan leaf-nosed bats, *Hipposideros terasensis*, in subtropical Taiwan. *Journal of Comparative Physiology B* 181:125-135.
- Mass B., D. S. Karp, S. Bumrungsri, K. Darras, D. Gonthier, J. C. Huang, C.A. Lindell, J.J. Maine, L. Mestre, N.L. Michel, E.B. Morrison, I. Perfecto, S.M. Philpott, Ç.H. Şekercioğlu, R.M. Silva, P.J. Taylor, T. Tschardtke, S.A. Van Bael, C.J. Whelan and W.G. Kimberly (2016) Bird and bat predation services in tropical forests and agroforestry

- landscapes. *Biological Reviews* 91:1081-1101.
- Müller, J., M. Mehr, C. Bässler, M.B. Fenton, T. Hothorn, H. Pretzsch, H.-J. Klemmt and R. Brandl (2012) Aggregative response in bats: prey abundance versus habitat. *Oecologia* 169:673-684.
- Muscarella R. and T. H. Fleming (2007) The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews* 82:573-590.
- Norberg, U. M. and J. M. Rayner (1987) Ecological morphology and flight in bats (Mammalia: Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 316:335-427.
- Phelps, K. L and T. Kingston (2018) Environmental and biological context modulates the physiological stress response of bats to human disturbance. *Oecologia* 188:41-52.
- Russo, D. and G. Jones (2015) Bat as bioindicators: an introduction. *Mammalian biology* 80:157-158.
- Schnitzler, H.-U. and E. K. Kalko (2001) Echolocation by Insect-Eating Bats. *Bioscience* 51:557-569.
- Schnitzler, H.-U., C. F. Moss and A. Denzinger (2003) From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats. *Trends in Ecology & Evolution* 18:386-394.
- Sedgeley, J. A. (2001) Quality of cavity microclimate as a factor influencing selection of maternity roosts by a tree-dwelling bat, *Chalinolobus tuberculatus*, in New Zealand. *Journal of Applied Ecology* 38:425-438.
- Simmons, N. B. and A. L. Cirranello (2019) Bat Species of the world: a taxonomic and geographic database. <http://www.batnames.org>.
- Speakman, J. R. and D. W. Thomas (2003) Physiological ecology and energetics of bats. In: Kunz TH, Fenton MB (eds) *Bat ecology*.

University of Chicago Press, Chicago, pp 430–490.

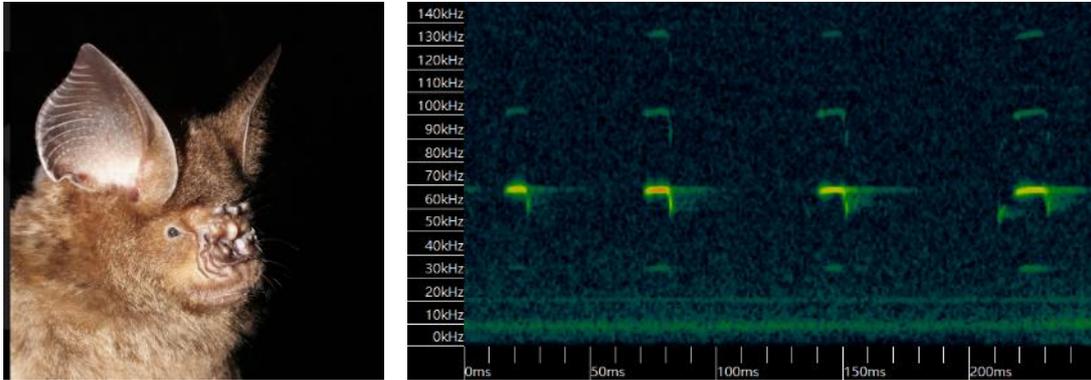
Speakman, J. R., P. I. Webb and P. A. Racey (1991) Effects of disturbance on the energy expenditure of hibernating bats. *Journal of Applied Ecology* 28:1087-1104.

Stone, E. L., S. Harris, and G. Jones (2015) Impacts of artificial lighting on bats: a review of challenges and solutions. *Mammalian Biology* 80:213-219.

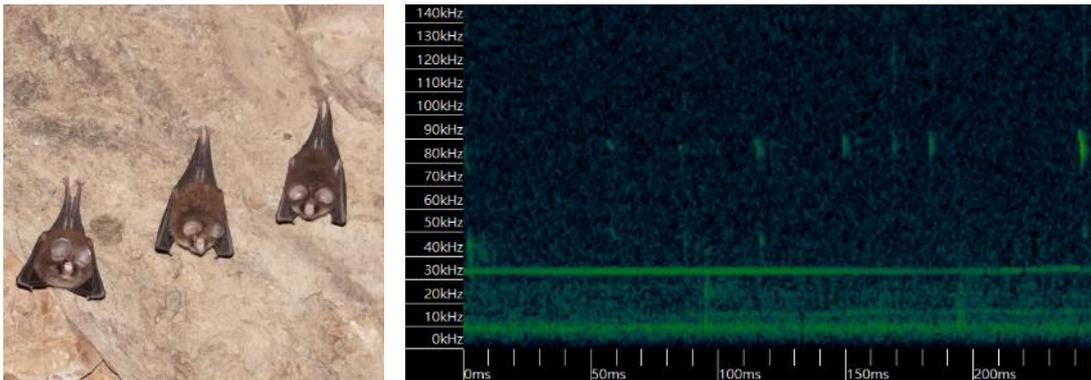
Wund, M. A (2006) Variation in the echolocation calls of little brown bats (*Myotis lucifugus*) in response to different habitats. *American Midland Naturalist* 156:99-108.

## 附 錄 — 各蝙蝠生物照和蝙蝠超音波圖

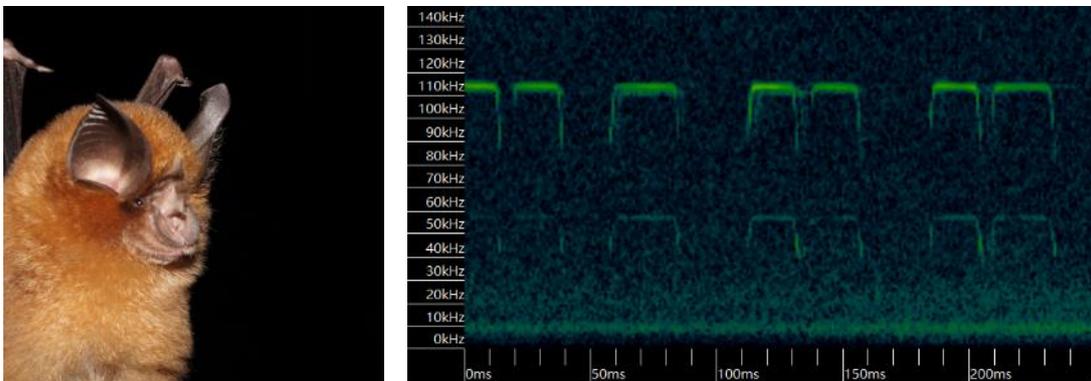
臺灣葉鼻蝠



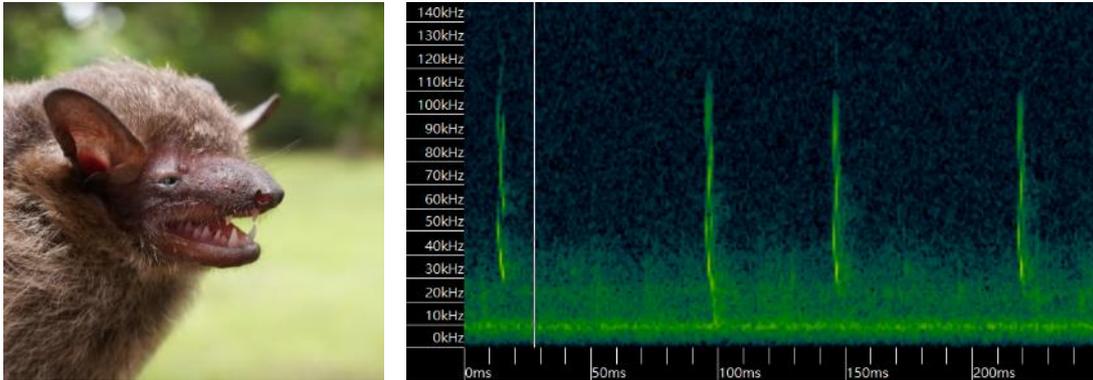
臺灣無尾葉鼻蝠



臺灣小蹄鼻蝠

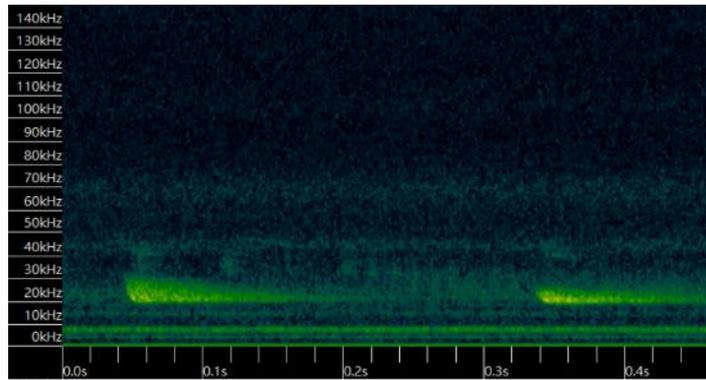


堀川氏棕蝠

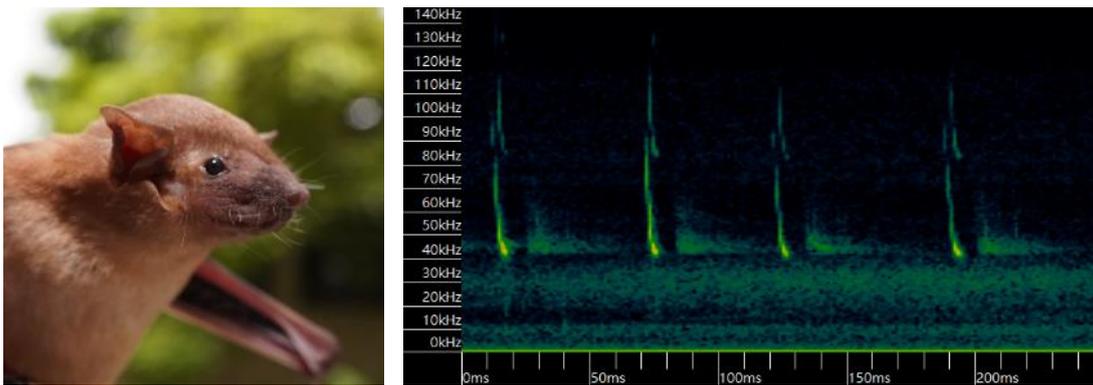


絨山蝠

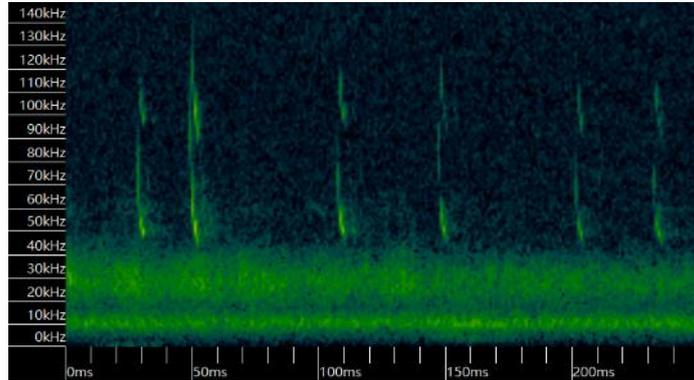
無



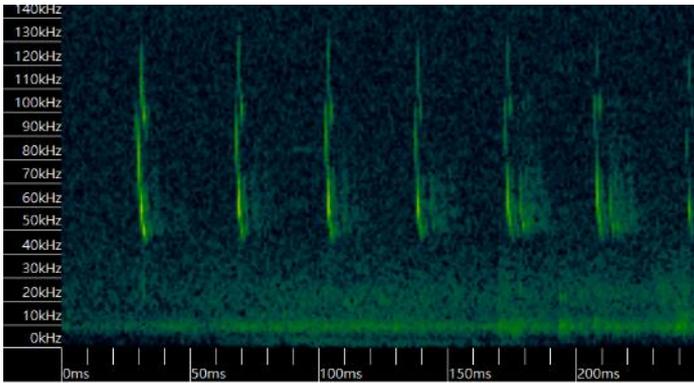
高頭蝠



東亞家蝠



東亞摺翅蝠



## 附圖



照片 1 石頭營砲陣地



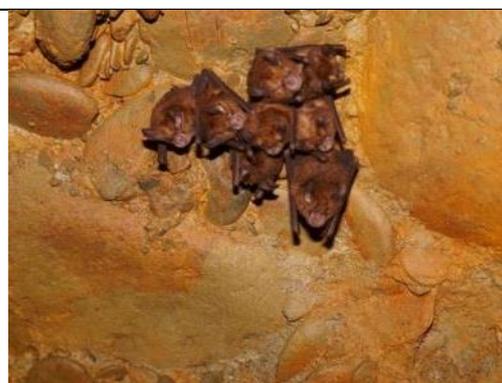
照片 2 石頭營砲陣地內部



照片 3 石頭營司令部



照片 4 臺灣葉鼻蝠棲息於砲陣地



照片 5 臺灣小蹄鼻蝠棲息於砲陣地通道



照片 6 臺灣無尾葉鼻蝠棲息於司令部



照片 7 蝙蝠偵測器架設(紅圈為蝙蝠偵測器)



照片 8 司令部臺灣無尾葉鼻蝠聚集