

屏東縣政府

112年度屏東縣石頭營遺址 蝙蝠族群監測調查計畫勞務採購

成果報告

負責廠商：野人谷生態顧問有限公司

研究人員：柯伶樺、邱峻文、吳禎祺、劉奇弘

聯絡人：柯伶樺

聯絡電話：0911680710

中華民國 112 年 12 月

目錄

壹、前言	1
貳、計畫目標	5
參、主要工作項目執行方式	6
一、石頭營軍事遺址內洞穴性蝙蝠棲所分布調查與族群計數	6
二、臺灣無尾葉鼻蝠的棲所忠誠度與轉換棲所行為	6
三、臺灣無尾葉鼻蝠無線電追蹤之前測試驗與可行性評估	7
四、蝙蝠出沒活動時間與對於不同棲地類型之利用程度差異調查	8
五、研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議	11
肆、結果	13
一、石頭營軍事遺址內洞穴性蝙蝠棲所分布調查與族群計數	13
二、臺灣無尾葉鼻蝠的棲所忠誠度與轉換棲所行為	21
三、臺灣無尾葉鼻蝠無線電追蹤之前測試驗與可行性評估	23
四、蝙蝠活動出沒時間與對於不同棲地類型之利用程度差異調查	23
五、研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議	33
伍、討論	36
陸、參考文獻	43
附錄	45

摘要

石頭營遺址是近年發現保存較為完整的軍事遺址之一，依據1986年國軍編號清查表，目前已找到其中70處遺址，尚有15處未被找到，有48處遺址為蝙蝠的日棲所，無日棲利用的夜棲所有10處。自6月開始，在大部分日棲所內皆發現有懷孕或抱幼個體，7~8月則陸續可觀察到幼蝠，直到9月多數幼蝠已成長到可獨立活動的階段，合計9~11月各棲所累計蝙蝠計數隻次，以臺灣小蹄鼻蝠數量最多，散布全區，幾乎有發現蝙蝠棲息的遺址均有其蹤跡，臺灣葉鼻蝠次之，東亞摺翅蝠則數量較為零星。本期計畫新增臺灣無尾葉鼻蝠2處棲所，累計共有6處。9~11月調查數量介於433~742隻之間，此區全年都可發現蝙蝠利用，顯示此區環境適宜，可滿足蝙蝠覓食與繁衍的需求。此區的臺灣無尾葉鼻蝠具有在棲所間轉換的行為，依據目前重複捕捉的結果，顯示此區的臺灣無尾葉鼻蝠的棲所移動距離介於426~1536 公尺。石頭營遺址為林相完整的淺山區域，棲息上萬隻以上的洞棲型蝙蝠，包含800隻以上的保育類蝙蝠，顯示石頭營遺址對於洞棲型蝙蝠而言，是相當重要的棲地。因此以物種保育的角度而言，應以保留石頭營遺址及周邊完整棲地為第一優先，並且可進一步規劃為結合人文、生態導覽的環教場域。雖此區為私有地，開發計畫亦已經縣政府核准，仍建議重新審慎評估此區有無開發的必要，或另尋覓其他更適合之替代場域；若開發為不可避免之事實，則應重新規劃分區，並將迴避、縮小、減輕與補償等生態保育措施納入分區設計，以保留現有棲所與足夠的綠帶並設置緩衝區為優先考量，以盡可能維繫棲所間的連結通暢與保有一定程度的食物資源；但由於目前基礎資訊仍然不足，若要規劃具體之保育建議，仍需蒐集更多基礎資訊（例如蝙蝠活動範圍、食物資源分布等）。

壹、前言

蝙蝠棲息的地方統稱為蝙蝠的棲所，棲所除了提供蝙蝠繁殖與休息，例如：交配、育幼、休眠與冬眠等需求外，也能降低其被掠食的機率與惡劣氣候的威脅(Kunz, 1982)。蝙蝠會利用多樣的天然或人造環境作為棲息處，而根據型態大致可將這些多樣化的棲所分為建物型、植棲型及洞穴型。其中洞穴型除了天然形成的洞穴外，也包含了人類所挖掘的礦坑、坑道與水圳等構造物。而相對其他兩種型態的棲所，洞穴內的微氣候，如濕度，通常變化較小，具有較穩定的內部環境，在臺灣一些空間較大的洞穴甚至能容納數十萬隻蝙蝠（徐昭龍，2009）。環境中適合棲息的洞穴對洞穴型蝙蝠而言是一項有限的資源，尋覓合適的休息地是耗費能量的，因此洞穴棲所在蝙蝠的生活史中，是相當重要的，只要內、外環境變動不大，蝙蝠多半會長期使用（鄭錫奇與張簡琳紋，2003），不會經常變換棲所(Lewis, 1995)。依照蝙蝠利用棲所的時間，可將棲所大致分成白天休息的日棲所及夜間活動暫時使用的夜棲所，此外，蝙蝠也會因應不同的需求而選擇不同的洞穴，例如有些洞穴是蝙蝠繁殖或度冬時才會利用（徐昭龍，2009）。洞穴棲所環境的劇烈改變或人為干擾，會影響蝙蝠繼續使用該棲所的意願（何英毅，2000、李玲玲與黃俊嘉，2007、徐昭龍，2009）。在徐昭龍（2009）觀察的洞穴中，便有不少因不正確的觀光遊憩行為或人為的干擾破壞，導致蝙蝠放棄原本的棲所或甚至造成蝙蝠死亡，報告中也提及蝙蝠洞的觀光行為、噴灑農藥、排水溝消毒、人為整地（含焚燒農地）與車輛通行等各種人為干擾行為，對蝙蝠的棲息都是威脅。因此對於洞穴型蝙蝠的保育而言，環境中存在適宜又安全的洞穴棲所，是其族群存續的關鍵，任何現有及潛在棲所的調查與維護都是重要且不應被忽視的。

臺灣曾歷經日本殖民統治，當年日軍為了阻止敵軍登陸，實行臺灣島築城計畫，於全島佈下多個防禦工事，戰爭過後日軍撤離臺灣，這些軍事建物如今多已棄置多年未再使用，少了人為干擾，這些區域便成為生物可以棲息的場所，包含昆蟲、兩棲類、爬蟲類與一些中小型哺乳類等。在2018年規劃的「屏東枋寮太陽能光電發電廠開發計畫」的開發案中，預定地劃設在枋寮鄉與春日鄉鄰接的淺山區域（生利能源股份有

限公司，2018），並在開發工程進行中發現日據時期日軍建築的軍事坑道、碉堡等遺址（因臨近石頭營而後稱之為石頭營遺址），是近年發現留存較為完整的軍事遺址之一。在2021年，台灣蝙蝠學會接受屏東縣政府的委託（林清隆等，2021），於石頭營遺址範圍內進行蝙蝠族群調查，在司令所、砲陣地與數處碉堡遺址中，記錄到臺灣葉鼻蝠 (*Hipposideros armiger terasensis*)、臺灣無尾葉鼻蝠 (*Coelops frithii formosanus*)、臺灣小蹄鼻蝠 (*Rhinolophus monoceros*)及東亞摺翅蝠 (*Miniopterus fuliginosus*) 4種洞棲型蝙蝠，其中在司令所內記錄到超過200隻的臺灣二級保育類——臺灣無尾葉鼻蝠棲息。2022年底，野人谷生態顧問有限公司（柯伶樺與吳禎祺，2023）延續上一期計畫，並參考高雄市關懷台籍老兵文化協會的石頭營遺址研究報告中的資訊（參考日軍、國軍所繪製的陣地圖，杜正宇等，2022），總共調查了59處遺址（圖1、表一，為柯伶樺與吳禎祺，2023，更新分類後重新計數），有13處遺址為蝙蝠的日棲所，且除了司令所，也發現另外3處臺灣無尾葉鼻蝠的新棲所。在2011年方引平等的研究報告中表示，有記錄的臺灣無尾葉鼻蝠洞穴棲所僅有9處（方引平等，2011，圖1），分布於宜蘭、花蓮、臺東與屏東，族群數量介於0至315隻間，多數為零星至數十隻，僅少數超過百隻，以有每月調查資料的臺東東西B2洞為例，群集數量在一月調查時最高，達315隻，九月時最低，僅25隻，全年平均136隻；石頭營遺址範圍內至少有4處臺灣無尾葉鼻蝠的棲所，民國112年1~5月調查到的臺灣無尾葉鼻蝠總數平均在600隻以上，臺灣葉鼻蝠及臺灣小蹄鼻蝠的平均每次的調查總數也在1600隻以上（柯伶樺與吳禎祺，2023），因此此區是此三種洞穴型蝙蝠相當重要的棲地。

上期計畫中（柯伶樺與吳禎祺，2023），石頭營遺址的棲所調查僅涵蓋冬、春兩季，為了解此區域蝙蝠全年對遺址棲所的利用狀況，本計畫延續上期計畫，繼續調查目前已知有蝙蝠棲息的棲所外，且依據杜正宇等（2022）的報告所列，本區至少仍有40處遺址尚未被調查到，尤其是5處具坑道系統的遺址群，都是洞棲型蝙蝠可能利用的日棲所，因此未來若有發現新的棲所也會列入調查樣點中，後續再依此調查結果研擬石頭營遺址蝙蝠族群經營管理及保育措施上的相關建議。

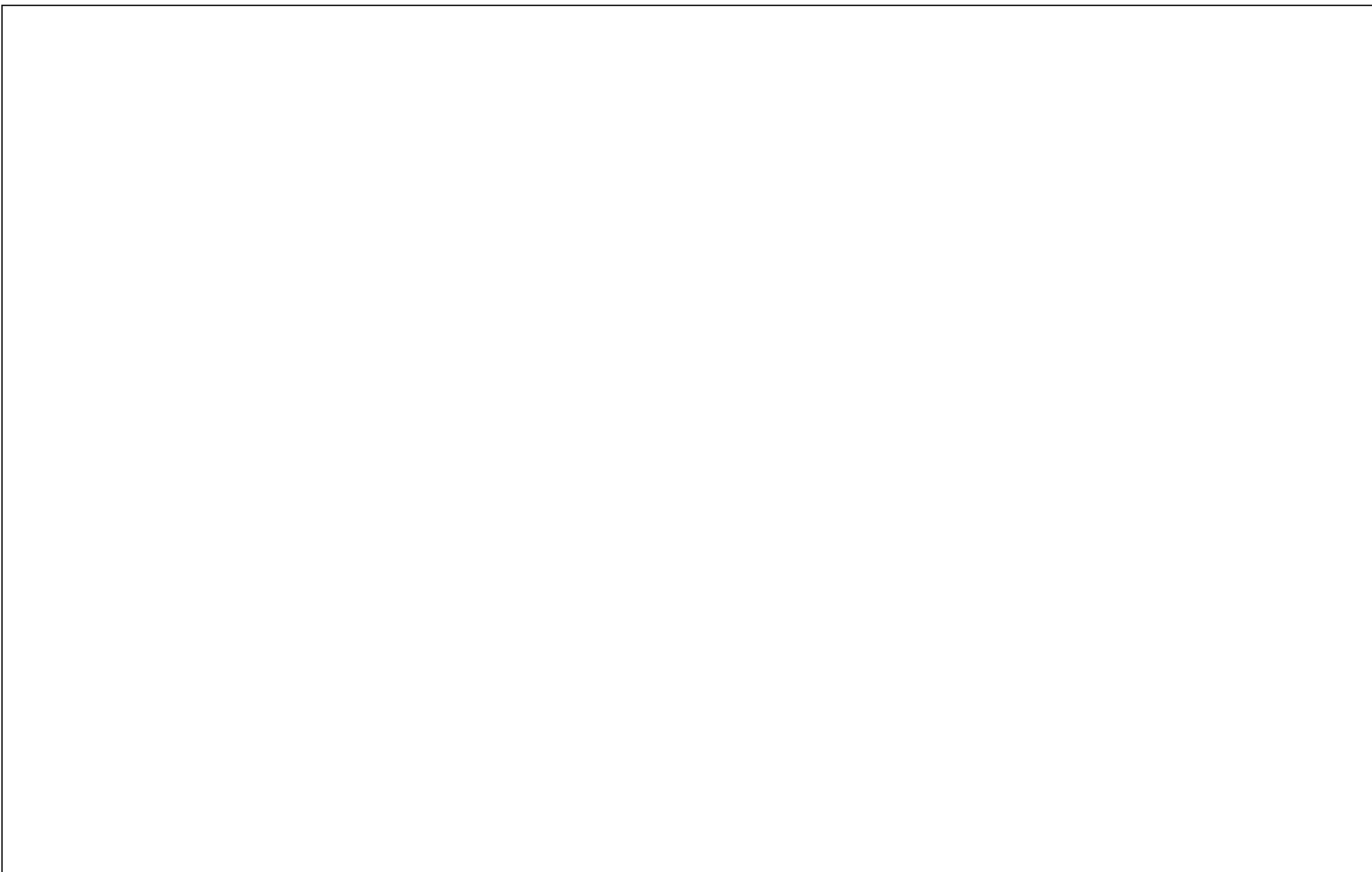


圖1. 民國111年12月至民國112年5月石頭營軍事遺址蝙蝠棲所調查分布圖（柯伶樺與吳禎祺，2023）

表一、民國111年12月至民國112年5月石頭營遺址主要三種洞穴型蝙蝠日棲所利用記錄

杜正宇等(2022) 編號	工事種類	分 類*	臺灣葉鼻蝠	臺灣無尾葉鼻蝠	臺灣小蹄鼻蝠
南59-007	臺車坑道入口	南59-007	×	×	×
南48-001	戰鬥司令所	南48-001			
南48-002	步槍堡	南48-002	×	×	×
南48-003	三層觀測所				
南48-004	砲陣地	砲陣地1 遺址群			
南48-005	觀測所			×	
南48-006	砲陣地				
項次2~6	坑道				
南48-006-1	步槍堡	南48-006-1	×	×	
南48-009	人員掩體	南48-009	×	×	×
南48-010	機槍堡	南48-010	×	×	×
南48-011	人員掩體	南48-011	×	×	×
南48-016	機槍堡	南48-016 遺址群			
南48-020	觀測所				
項次8	坑道				
南48-017	機槍堡	南48-017	×	×	×
南48-018	機槍堡	南48-018	×	×	×
南48-019	機槍堡	南48-019	×	×	×
南48-021	砲陣地	砲陣地2 遺址群			
南48-022	砲陣地			×	×
項次9	坑道				
南48-024	砲掩體	南48-024		×	×
南48-025	砲掩體	南48-025	×	×	×
南48-026	砲掩體	南48-026	×	×	×
南48-027	砲掩體	南48-027	×	×	×
南48-028	機槍堡	南48-028+29 遺址群			
南48-029	機槍堡		×		
項次10	坑道				
南48-030	機槍堡	南48-030+31 遺址群			
南48-031	機槍堡				
項次11	坑道				
南48-032	機槍堡	南48-032	×	×	×
南48-035	機槍堡	南48-035 +36+37+43 遺址群			
南48-036	機槍堡				
南48-037	機槍堡				
南48-043	機槍堡				
項次13	坑道				

南48-039	機槍堡	南48-039	×	×	×
南48-040	機槍堡	南48-040	×	×	×
南48-041	機槍堡	南48-041	×	×	
項次15	坑道	遺址群			
南48-046	砲陣地	南48-046	×	×	×
項次16(部分)	坑道	遺址群			
南48-047	砲陣地	南48-047	×	×	×
項次17(部分)	坑道	遺址群			
南48-051	假工事	假土地公廟 遺址群	×	×	
南48-052	機槍堡				
項次18(部分)	坑道				
南48-055	機槍堡	南48-055	×	×	×
南48-056	假工事	假墓遺址群		×	
項次19(部分)	坑道				
南48-057	機槍堡	南48-057	×	×	×
南48-058	機槍堡	南48-058	×	×	×
其他遺址編號-9	疑似人員掩體	其他遺址編號-9		×	×
其他遺址編號-13	坑道出入口	其他遺址編號-13	×	×	×

●：日棲所、×：目前非日棲所。*：部分名稱調整更新，因此與柯伶樺與吳禎祺（2023）略有差異。

貳、計畫目標

1. 進行每月石頭營軍事遺址內洞穴性蝙蝠棲所分布調查與族群計數，以了解此區域蝙蝠對遺址棲所全年的利用狀況。
2. 進行不同棲所臺灣無尾葉鼻蝠的標記，以了解臺灣無尾葉鼻蝠的棲所忠誠度與是否有棲所轉換的行為。
3. 進行臺灣無尾葉鼻蝠捕捉、麻醉與背部剃毛的前測試驗，以評估未來欲進行臺灣無尾葉鼻蝠無線電追蹤之可行性。
4. 進行此區蝙蝠基礎資訊蒐集、包含對於不同類型棲地之利用程度差異、出沒活動時間調查，作為未來土地開發時期提出保育措施的相關依據。
5. 依據上述調查結果，並與專家學者進行諮詢訪談後，研擬未來石頭營蝙蝠經營管理及保育措施之建議。

參、主要工作項目執行方式

一、石頭營軍事遺址內洞穴性蝙蝠棲所分布調查與族群計數

為了解此區域蝙蝠對遺址棲所全年的利用狀況，每月一次前往石頭營遺址範圍內所有已發現的軍事遺址（表一）進行日棲所調查，若有發現新的軍事遺址也會列入後續調查樣點中。每次進入遺址時（以紅光照明），辨識蝙蝠物種並計數數量，除司令所與砲陣地主坑道外，此區多數有蝙蝠棲息的軍事遺址為狹長型坑道（1~2人寬），內部路線有分岔，多數需原路來回，在進行日棲所調查時，將坑道內各分岔段分別計數，再加總為該棲所當次調查數量。計數時，僅計首次經過時未被驚飛仍停棲的蝙蝠，返程與飛行中的蝙蝠則不計；若在較大空間（如砲陣地彈藥室）有大量蝙蝠群集棲息時，則拍攝影像，再計數影像中的數量，而長坑道內緊密聚集的，則先計算一小面積可數數量，並以此為估算依據，進行該路段群集覆蓋面積數量的快速估算，來縮短人員於棲所內停留的時間，以降低對蝙蝠的干擾。在進行日棲所調查時，同時輔以超音波偵測器（Echo Meter Touch 2 Pro, USA）進行偵測錄音，以了解是否有不同的蝙蝠種類棲息，若有檢視個體來辨識物種的需求時，則會以捕蟲網進行捕捉，待確認物種後於原棲所放飛。

唯蝙蝠的繁殖育幼期間，因坑道空間狹窄，為避免人員進入對蝙蝠造成過大的干擾，如成蝠竄飛的額外體力耗損、棄養崽蝠與崽蝠摔落而傷亡等情況，一旦發現該棲所的蝙蝠有育幼行為時，將暫停進入該棲所計數，僅記錄有蝙蝠育幼之行為。

二、臺灣無尾葉鼻蝠的棲所忠誠度與轉換棲所行為

為了解此區域臺灣無尾葉鼻蝠的棲所忠誠度與轉換棲所行為，在其中4個發現臺灣無尾葉鼻蝠的棲所，以鋁製翼環標記臺灣無尾葉鼻蝠，翼環上除了有個體編號外，也會黏上不同顏色的螢光粉以區分不同棲所標記的個體。此工作項目因涉及保育類動物利用，已經主管機關核准保育類動物利用行為，可標記的臺灣無尾葉鼻蝠總數為20隻（保育類動物利用許可文號農授林業字第1121622660號），並由台灣蝙蝠學會林清隆

博士協助相關操作。後續在進行遺址日棲所調查時，若觀察到有翼環標記的蝙蝠，再以紫外光手電筒觀察翼環顏色，且視情況，以捕蟲網捕捉該個體，記錄翼環編號後（僅捕捉停棲個體，並於5分鐘內完成捕捉與檢視），即在原棲所釋放。

三、臺灣無尾葉鼻蝠無線電追蹤之前測試驗與可行性評估

由於臺灣無尾葉鼻蝠發出的回聲定位超音波能量較弱，不易被現有的超音波偵測錄音器記錄到，在棲所外便難以透過錄音的方式探測其存在與否，因此若未來要探討臺灣無尾葉鼻蝠的活動範圍與棲地利用模式，另一可能方式即是透過配戴無線電發報器，進行個體活動追蹤。但臺灣無尾葉鼻蝠為非常敏感的動物，若在無麻醉的情況下，直接進行無線電發報器的佩戴，過程包含捕捉、保定、背部剃毛、固定無線電發報器等，此流程曾在體型與臺灣無尾葉鼻蝠相近的玄彩蝠上操作，不含捕捉，其餘流程至少需5分鐘（吳立越，私人通訊），蝙蝠可能會因過度緊迫導致休克或死亡，因此嘗試以小型脊椎動物手術常用的氣體麻醉方式，來減緩進行儀器配戴個體的緊迫程度，但無尾葉鼻蝠在國外是非常罕見的物種，在臺灣亦無麻醉的相關記錄，因此在未來欲以無線電追蹤來了解臺灣無尾葉鼻蝠的行為生態前，便需先進行此物種對麻醉氣體與背部剃毛的相關反應測試，並獲取相對安全的氣體麻醉條件，此試驗亦在取得利用許可後進行。

首先以捕蟲網捕捉停棲的臺灣無尾葉鼻蝠（在3分鐘內完成，僅捕捉申請數量，不驚擾非試驗個體），以吸入式氣體（Isoflurane）麻醉機進行個體麻醉，待蝙蝠穩定麻醉後，以剪刀在其兩肩胛間剪去約1 cm²的毛髮，並模擬固定、完成配戴儀器所需時間，即結束麻醉；將蝙蝠放置觀察箱進入復甦階段前，先進行皮下輸液，以避免血壓過低，再讓其自然甦醒，在觀察個體甦醒無異常反應後，便放回原捕捉棲所。所有侵入性行為操作由國內對蝙蝠手術較有經驗的蕭舜庭獸醫執行，且試驗全程均在旁觀察與協助。

四、蝙蝠出沒活動時間與對於不同棲地類型之利用程度差異調查

因石頭營遺址目前為「屏東枋寮太陽能光電發電廠開發計畫」預定地範圍內，未來若需規劃針對蝙蝠之相關保育措施時，需更多關於此區蝙蝠的基礎資訊，因此本工作項目的主要目的是調查此區蝙蝠夜晚的棲所利用模式與對於周遭不同棲地類型（例如光電板區、森林、鳳梨田、芒果園等）之利用程度差異。

為了解蝙蝠夜晚的棲所利用狀況，在夏季與秋季各挑選1個晚上，在目前已知的棲所中，挑選2~3個三種洞穴型蝙蝠數量較多的棲所，在棲所出入口處各架設1臺排程錄音機（AudioMoth, Open Acoustic, UK）及影像記錄器（Meidase P60, China），記錄黃昏至天亮間，每10分鐘錄製15秒的影像與錄音檔案，計算影像內的蝙蝠數量，並分析每小時蝙蝠離開棲所及返回棲所的活動狀況，影像以0.5小時累計飛行隻次為指標、音檔則計算各小時的筆數，來呈現蝙蝠活動出沒時間及夜晚的棲所利用模式。

而在蝙蝠群聚對周遭不同棲地類型利用程度差異的比較上，選擇此區5種臨近林地邊緣的環境類型，光電廠、裸露泥土地（植被非常稀疏）、鳳梨田、芒果園與森林，共8處（圖2），各架設一台排程錄音器（AudioMoth，此機款對高頻蝙蝠的偵測，可能有低估之虞，如臺灣小蹄鼻蝠。蔡守禮，私人通訊），在10~11月間，每2.5分鐘錄音15秒，進行3次全夜錄音取樣。所得資料進行音譜物種鑑定後，再分析蝙蝠偏好活動的環境類型與蝙蝠種類及活動時間。

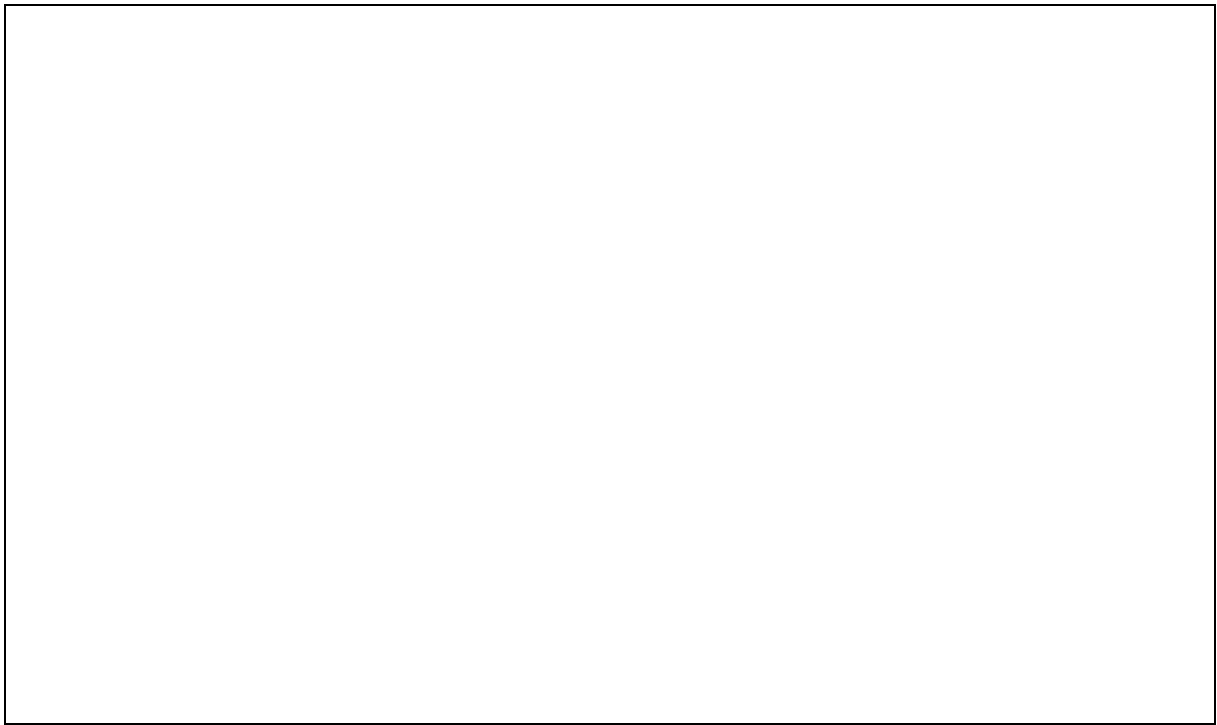


圖2. 林緣環境蝙蝠活動觀察樣區

蝙蝠超音波音頻檔案委由社團法人台灣蝙蝠學會林清隆博士進行聲音特徵量化。所錄製的聲音檔案，以聲音分析軟體 Kaleidoscope (5.4.2版，Wildlife Acoustics，USA) 進行分析。先將原檔案進行蝙蝠回聲定位叫聲偵測，偵測條件設定為：頻率 (frequency range) 為 12~192 千赫茲、訊號長度 (length of detected pulses) 為 2~70 毫秒，最大曲譜間隔 (the maximum inter-syllable gap) 為 500 毫秒及最低訊號數量 (the minimum number of pluses) 為 2 個訊號。偵測後的片段檔，再以人工肉眼初步檢視頻譜圖 (spectrogram)，再將選取的檔案進行後續聲音特徵量化（包含2個頻譜特徵 (spectrogram character)、4個全頻特徵 (full-spectrum character) 和11個過零特徵 (zero-crossing character)）和叫聲類型判定分析。

物種判定首先透過過去的捕捉調查經驗，根據海拔與區域，排除此區出現機率極低的物種（例如霜毛蝠），建立潛在物種清單，再根據資料分析人員自身建置之蝙蝠聲音資料庫，並參考相關蝙蝠超音波研究報告（謝伯娟等，2016、郭浩志等，2017、鄭錫奇等，2022），以及個別研究人員的未發表資料，對於臺灣蝙蝠物種聲音的描述來進行物種判定。

而為降低錯誤鑑定的可能性，叫聲判定上採取保守原則，對於部分叫聲特徵重疊度高的類群，不進行種級鑑定，而以音群做歸屬，如鼠耳蝠亞科 (*Myotinae*) 為鼠耳蝠群（不含長趾鼠耳蝠 (*Myotis secundus*) 與寬吻鼠耳蝠 (*Submyotodon latirostris*)）、管鼻蝠亞科 (*Murininae*) 為管鼻蝠群。此外，由於臺灣的家蝠屬（genus *Pipistrellus*）物種分類尚未明確，且種間參考音頻特徵重疊大，除測量數值明確未落於交集範圍中，能夠判定至物種階層者，其餘以複合類群的方式呈現：

(1) 高頻中小型蝙蝠（42~52k Hz）：包含東亞摺翅蝠、東亞家蝠 (*Pipistrellus abramus*) 與長趾鼠耳蝠。東亞摺翅蝠常棲息在洞穴、隧道的結構中，周遭環境多為次生闊葉林、混生林及開墾地等。東亞家蝠主要利用人工建築物之縫隙，亦曾發現棲息於高速公路箱涵結構中。東亞摺翅蝠與東亞家蝠兩物種屬於常見且廣布物種，全島中、低海拔皆有分布，常於開闊地及林緣活動、覓食。

(2) 低頻中小型蝙蝠（31~42k Hz）：包含高頭蝠 (*Scotophilus kuhlii*)、臺灣家蝠? (*Pipistrellus* sp.1)、山家蝠? (*Pipistrellus* sp.2)、黃頸蝠 (*Thainycteris torquatus*)、灰伏翼 (*Hypsugo pulveratus*)。該類群蝙蝠除高頭蝠屬於低海拔廣泛分布外，其他主要分布在全島各海拔山區，屬於森林性活動物種。根據過往調查捕捉經驗，常於竹林、竹闊葉混合林、針闊葉混合林發現，其中黃頸蝠更是常出現在溪流水域相關環境。

(3) 部分可聽音頻中大型蝙蝠（17~24k Hz）：包含絨山蝠 (*Nyctalus plancyi*)、東亞游離尾蝠 (*Tadarida insignis*)。零星分布在臺灣中、低海拔各處，森林區、都會區都曾有過記錄。其習性常於樹冠層以上甚至高空中等相對開闊的環境覓食，因此鮮少被調查網具捕獲。

當聲音訊號微弱或者訊噪比（SNR）過低（未滿5 dB），無法歸類與判定者，但確認為蝙蝠之超聲波訊號，則標註未知蝙蝠聲音；非上述提及之聲音訊號，則判定為雜訊。

錄音調查資料以15秒音檔為1筆，統計16點到隔日7點間各小時記錄到的筆數，以呈現各樣點蝙蝠活動利用的時間，並以各種蝙蝠物種或音群的活動指標（Activity Index，AI）（黃俊嘉與張恆嘉，2020），來比較其偏好活動的熱區，活動指標的計算公式如下：

$$\text{活動指標(AI, \%)} = \frac{\text{單一物種出現紀錄檔案數}}{\text{全部錄音檔數}} \times 100 \quad (\text{式1})$$

$$\text{蝙蝠群聚活動量(\%)} = \sum_1^n \text{AI(物種或音群)}_i \quad (\text{式2})$$

AI：active index，

i：特定物種或音群，

n：為物種或音群總數。

除計算蝙蝠或音群的活動指標外，各樣點的蝙蝠群聚活動量（式2）及各樣點以物種或音群筆數計算的多樣性指標(Shannon Diversity, H)可用來比較不同環境類型蝙蝠群聚利用的情況。

五、研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議

將依據上述工作項目的結果，初步探討石頭營遺址洞穴性蝙蝠的族群概況、對於周遭不同棲地類型之利用程度差異與活動時間之調查，並與相關領域之專家學者進行諮詢訪談，將意見彙整後，研擬石頭營遺址蝙蝠族群的經營管理上的建議及未來土地開發時期的保育措施。諮詢訪談的專家學者名單如表二。

表二、諮詢訪談專家學者名單

姓名	單位／職稱	專長領域
李亞夫	國立成功大學生命科學系／教授	行為生態、群聚生態、農業與城鄉生態、生物多樣性與保育
林清隆	社團法人台灣蝙蝠學會／理事	蝙蝠生態與保育、蝙蝠教育推廣、蝙蝠公民科學
黃俊嘉	國立臺灣師範大學／助理教授	生物聲學、保育生態學、蝙蝠生態與保育
鄭錫奇	農業部生物多樣性研究所／研究員 兼主任秘書	蝙蝠生態、野生哺乳類動物資源調查研究、野生動物保育與教育推廣

※依姓名筆劃排序。

肆、結果

一、石頭營軍事遺址內洞穴性蝙蝠棲所分布調查與族群計數

自2023年6月至11月，共進行6次遺址建物內蝙蝠調查，累計找到70處遺址，調查68處（扣除一處出入口完全堵塞、一處屋頂損毀無適合棲息空間之軍事建物，圖3、表三），包括戰鬥司令所1處、6處砲陣地、5處觀測所、26處機／步槍堡、8處人員／砲掩體、2處假工事與18處坑道等，因一些遺址之間有坑道可以連接，因此在計算蝙蝠數量時，將這些有坑道連通的遺址合併為同一區，以遺址群代稱。6次調查共記錄到4種蝙蝠：臺灣葉鼻蝠、臺灣無尾葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠、東亞摺翅蝠（表四），因6至8月調查時，許多遺址群棲所內的蝙蝠有懷孕或抱幼，為避免人員進入對正在育幼的蝙蝠造成過度干擾，因此暫停進入棲所計數蝙蝠數量，僅記錄有蝙蝠育幼之行為，至9月調查時，多數新生蝙蝠已成長到可獨立飛行，即恢復計數調查。合計6~11月各棲所累計蝙蝠計數隻次，以臺灣小蹄鼻蝠數量最多，散布全區，幾乎有發現蝙蝠棲息的遺址均有其蹤跡，臺灣葉鼻蝠次之，東亞摺翅蝠則數量較為零星。本計畫新增臺灣無尾葉鼻蝠2處棲所（南48-035+036+037+043遺址群、南48-023遺址群），累計共有6處。石頭營軍事遺址蝙蝠棲所調查各物種分布位置與數量如表四~表七，相較於幼蝠出生前的5月調查，較優勢的三種洞穴型蝙蝠總數量，臺灣葉鼻蝠與臺灣小蹄鼻蝠上升，而臺灣無尾葉鼻蝠則無明顯增加（圖4）。



圖3. 民國112年6月至11月石頭營軍事遺址蝙蝠棲所調查分布圖

表三、民國112年6月至11月石頭營各遺址洞穴型蝙蝠日棲所利用情況

杜正宇等(2022)編號	工事種類	分 類	調 查 月						
			6	7	8	9	10	11	
南59-007	臺車坑道入口	南59-007	×	×	×	△	×	×	
南48-001	戰鬥司令所	南48-001	★	★	★	●	●	●	
南48-002	步槍堡	南48-002	△	×	×	△	△	△	
南48-003	三層觀測所	砲陣地1 遺址群	★	★	★	●	●	●	
南48-004	砲陣地								
南48-005	觀測所								
南48-006	砲陣地								
項次2～6	坑道								
南48-006-1	步槍堡	南48-006-1	×	△	×	△	×	×	
南48-009	人員掩體	南48-009	×	×	●	△	△	×	
南48-010	機槍堡	南48-010	×	×	×	△	×	△	
南48-011	人員掩體	南48-011	×	×	×	×	×	×	
南48-012	機槍堡	南48-012							×
南48-016	機槍堡	南48-016+020 遺址群	★	★	★	★	●	●	
南48-020	觀測所								
項次8	坑道								
南48-017	機槍堡	南48-017	×	×	×	△	×	×	
南48-018	機槍堡	南48-018	×	×	×	×	△	△	
南48-019	機槍堡	南48-019		×	×	×	×	×	
南48-021	砲陣地	砲陣地2 遺址群	★	★	★	●	●	●	
南48-022	砲陣地								
項次9	坑道								
南48-023	觀測所	南48-023							●
項次7	坑道	遺址群							
南48-024	砲掩體	南48-024	×	×	×	×	×	×	
南48-025	砲掩體	南48-025	×	×	×	×	×	×	
南48-026	砲掩體	南48-026	×	×	×	×	×	×	
南48-027	砲掩體	南48-027	×	×	×	×	×	×	
南48-028	機槍堡	南48-028+029 遺址群	★	★	●	●	●	●	
南48-029	機槍堡								
項次10	坑道								
南48-029-1	觀測所	南48-029-1							●
南48-030	機槍堡	南48-030+031 遺址群	★	★	★	●	●	●	
南48-031	機槍堡								
項次11	坑道								
南48-032	機槍堡	南48-032	×	×	△	△	×	×	
南48-033	人員掩體	南48-033	△	△	×	●	●	×	

南48-035	機槍堡	南48-035+036+037+043 遺址群	★	★	●	●	●	●
南48-036	機槍堡							
南48-037	機槍堡							
南48-043	機槍堡							
項次13	坑道							
南48-038	機槍堡	南48-038+042 遺址群	●	●	●	□	△	●
南48-042	機槍堡							
項次14	坑道							
南48-039	機槍堡	南48-039	×	×	×	×	△	△
南48-040	機槍堡	南48-040	×	×	×	×	△	×
南48-041	機槍堡	南48-041 遺址群	●	●	★	●	●	●
項次15	坑道							
南48-046	砲陣地	南48-046 遺址群	×	×	×	●	×	×
項次16(部分)	坑道							
南48-047	砲陣地	南48-047 遺址群	×	●	●	×	△	△
項次17(部分)	坑道							
南48-051	假工事	假土地公廟 遺址群	●	●	●	□	●	●
南48-052	機槍堡							
項次18(部分)	坑道							
南48-055	機槍堡	南48-055	×	×	×	×	×	×
南48-056	假工事	假墓遺址群	●	●	●	●	●	●
項次19(部分)	坑道							
南48-057	機槍堡	南48-057	×	×	×	×	×	×
南48-058	機槍堡	南48-058	×	×	×	×	×	×
項次12	坑道	項次12		★	★	●□	●	●
其它遺址編號-9	疑似人員掩體	其它遺址編號-9	★	★	★	●	△	×
其它遺址編號-13	坑道出入口	其它遺址編號-13	×	×	×	×	△	×

灰格：尚未發現該遺址。

●：有蝙蝠、△：無蝙蝠，有蝙蝠排遺、×：無蝙蝠與蝙蝠排遺、★：蝙蝠育幼中。

□：積水太深或洞穴土軟有崩塌之虞，無法完整調查或未進行調查。

表四、民國112年6月至11月石頭營遺址內棲息的臺灣小蹄鼻蝠

遺址編號*	月	6	7	8	9	10	11
其它遺址編號-9		0	0	0	0	0	0
南 48-001		7	14	165	112	96	10
砲陣地 1 遺址群		★	★	★	451	173	1182
南 48-009		0	0	1	0	0	0
南 48-016+020 遺址群		★	★	520	1206	725	848
砲陣地 2 遺址群		—	—	—	0	0	0
南 48-023 遺址群							1820
南 48-028+029 遺址群		—	—	9	22	48	21
南 48-29-1							21
南 48-030+031 遺址群		—	+	78	30	62	83
南 48-033		0	0	0	0	1	0
南 48-035+36+037+043 遺址群		★	—	951	1578	914	2021
南 48-038+042 遺址群		4	3	10	□	0	8
南 48-041 遺址群		43	40	★	119	207	116
南 48-046 遺址群		0	0	0	1	0	0
南 48-047 遺址群		0	1	1	0	0	0
假土地公廟遺址群		1	2	1	□	1	6
假墓遺址群		13	25	30	209	125	138
項次 12			+	★	十□	664	847
合計		68+	85+	1766+	3728+	3016	7121

*：僅顯示有記錄到蝙蝠利用的日棲所。

★：育幼中。

—：撤離時尚未記錄到個體。+：撤離時有記錄到個體。

□：積水太深或洞穴土軟有崩塌之虞，無法完整調查或未進行調查。

表五、民國112年6月至11月石頭營遺址內棲息的臺灣葉鼻蝠

遺址編號*	月	6	7	8	9	10	11
其它遺址編號-9		★	★	★	1	0	0
南 48-001		0	0	0	3	0	0
砲陣地 1 遺址群		★	★	★	1062	578	3495
南 48-009		0	0	0	0	0	0
南 48-016+020 遺址群		—	★	12	14	71	91
砲陣地 2 遺址群		★	★	★	680	404	626
南 48-023 遺址群							0
南 48-028+029 遺址群		—	—	1	0	0	0
南 48-29-1							0
南 48-030+031 遺址群		—	—	0	0	0	0
南 48-033		★	★	0	96	0	0
南 48-035+36+037+043 遺址群		★	★	187	571	388	408
南 48-038+042 遺址群		0	0	0	□	0	0
南 48-041 遺址群		0	0	0	0	0	0
南 48-046 遺址群		0	0	0	0	0	0
南 48-047 遺址群		0	3	0	0	0	0
假土地公廟遺址群		0	0	0	□	0	0
假墓遺址群		2	2	2	3	0	0
項次 12			★	★	十□	1316	3327
合計		2+	5+	202+	2430+	2757	7947

*：僅顯示有記錄到蝙蝠利用的日棲所。

★：育幼中。

—：撤離時尚未記錄到個體。+：撤離時有記錄到個體。

□：積水太深或洞穴土軟有崩塌之虞，無法完整調查或未進行調查。

表六、民國112年6月至11月石頭營遺址內棲息的臺灣無尾葉鼻蝠

遺址編號*	月	6	7	8	9	10	11
其它遺址編號-9		0	0	0	0	0	0
南 48-001		★	★	★	242	141	19
砲陣地 1 遺址群		0	0	0	0	0	0
南 48-009		0	0	0	0	0	0
南 48-016+020 遺址群		★	★	79	90	0	145
砲陣地 2 遺址群		—	—	—	0	0	0
南 48-023 遺址群							230
南 48-028+029 遺址群		★	★	97	30	103	135
南 48-29-1							0
南 48-030+031 遺址群		★	★	370	370	159	165
南 48-033		0	0	0	0	0	0
南 48-035+36+037+043 遺址群		—	—	3	10	30	31
南 48-038+042 遺址群		0	0	0	□	0	0
南 48-041 遺址群		0	0	0	0	0	0
南 48-046 遺址群		0	0	0	0	0	0
南 48-047 遺址群		0	0	0	0	0	0
假土地公廟遺址群		0	0	0	□	0	0
假墓遺址群		0	0	0	0	0	0
項次 12			—	—	—□	0	0
合計		+	+	549+	742	433	725

*：僅顯示有記錄到蝙蝠利用的日棲所。

★：育幼中。

—：撤離時尚未記錄到個體。+：撤離時有記錄到個體。

□：積水太深或洞穴土軟有崩塌之虞，無法完整調查或未進行調查。

表七、民國112年6月至11月石頭營遺址內棲息的東亞摺翅蝠

遺址編號*	月	6	7	8	9	10	11
其它遺址編號-9		0	0	0	0	0	0
南 48-001		0	0	0	0	0	0
砲陣地 1 遺址群		0	0	1	17	10	8
南 48-009		0	0	0	0	0	0
南 48-016+020 遺址群		—	—	0	0	0	0
砲陣地 2 遺址群		—	—	—	0	0	0
南 48-023 遺址群							0
南 48-028+029 遺址群		—	—	0	0	0	0
南 48-29-1							0
南 48-030+031 遺址群		—	—	0	0	0	0
南 48-033		—	—	0	0	0	0
南 48-035+36+037+043 遺址群		—	—	0	0	0	0
南 48-038+042 遺址群		0	0	0	□	0	0
南 48-041 遺址群		0	0	0	0	0	0
南 48-046 遺址群		0	0	0	0	0	0
南 48-047 遺址群		0	0	0	0	0	0
假土地公廟遺址群		0	0	0	□	0	0
假墓遺址群		0	0	0	0	0	0
項次 12			—	—	—□	0	0
合計		—	—	1	17	10	8

*：僅顯示有記錄到蝙蝠利用的日棲所。

—：撤離時尚未記錄到個體。

□：積水太深或洞穴土軟有崩塌之虞，無法完整調查或未進行調查。

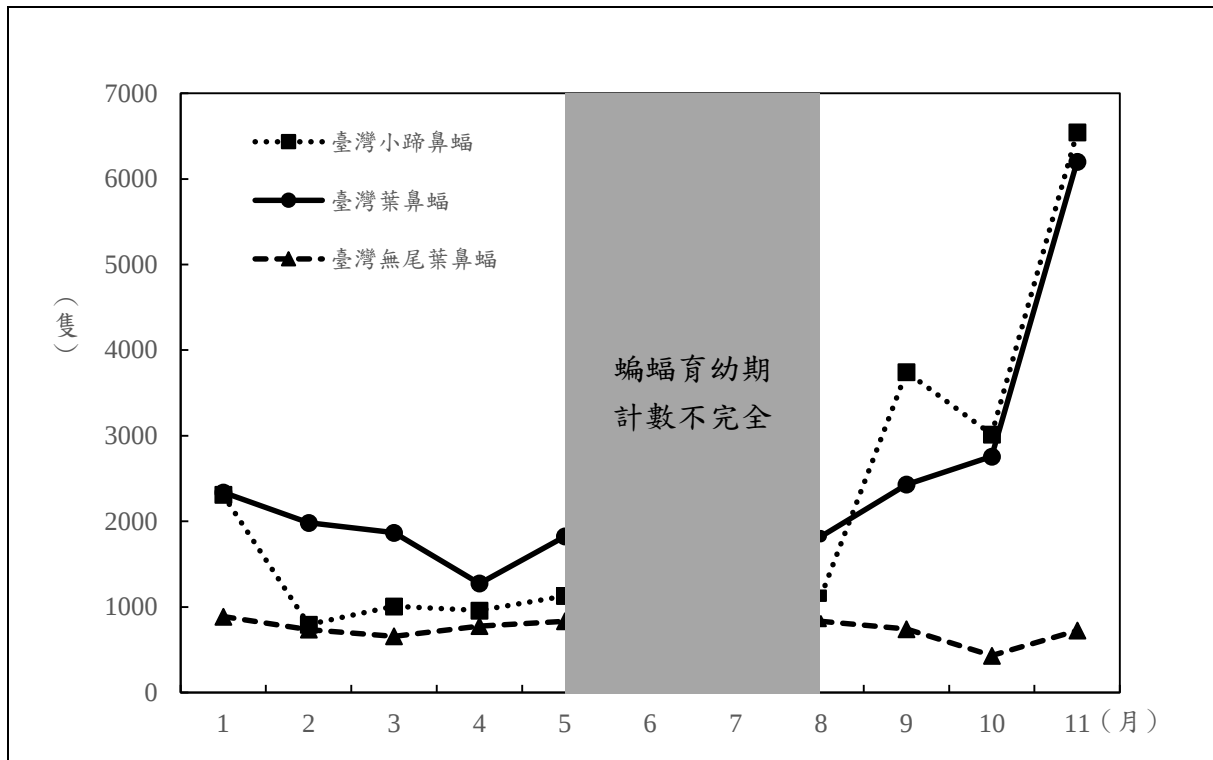


圖4. 民國112年1至11月石頭營遺址三種優勢洞穴型蝙蝠計數數量變化圖（1~5月資料來源：柯伶樺與吳禎祺，2023）

二、臺灣無尾葉鼻蝠的棲所忠誠度與轉換棲所行為

臺灣無尾葉鼻蝠為保育類野生動物，個體標記工作於8月底取得利用核准函後，9~10月間進行。第一次捕捉標記時間為9月14日，在2處棲所（南48-001與南48-028+29遺址群）上標11隻臺灣無尾葉鼻蝠與2隻臺灣小蹄鼻蝠，原預計於南48-030+31遺址群與南48-016遺址群進行剩餘9隻個體標記，然因日前連日大雨，內部積水太深，不利人員進入操作，因此於10月積水退去後，於南48-030+31遺址群與南48-035+36+37+43遺址群進行第二次標記（9隻），共計上標20隻臺灣無尾葉鼻蝠（附錄二）。

在10月與11月的日棲所調查期中，皆有目擊到有翼環的臺灣無尾葉鼻蝠，共捕捉記錄到5隻有標記個體，個體重複捕獲率為20%，首次標記、再捕捉的位置與日期如表八。5隻個體中有3隻有轉換棲所的行為，分別為NTU S 892、893與874，均為母蝠，其最小棲所移動距離介於426~1536.5公尺，當中又以NTU S 893與874有轉換二處以上的棲所（圖5）。

表八、臺灣無尾葉鼻蝠個體標記與再捕捉時間、位置與活動距離

翼環 編號	位置與月份			最小移動 距離(m)
	9月	10月	11月	
NTU S 900	<u>001</u>	001		-
NTU S 893	<u>001</u>	028+29	016	1334.4
NTU S 892	<u>028+29</u>		035+36+37+43	426
NTU S 874		<u>030+31</u> 、001	028+29	1536.5
NTU S 866		<u>035+36+37+43</u>	035+36+37+43	-

底線：首次標記位置。

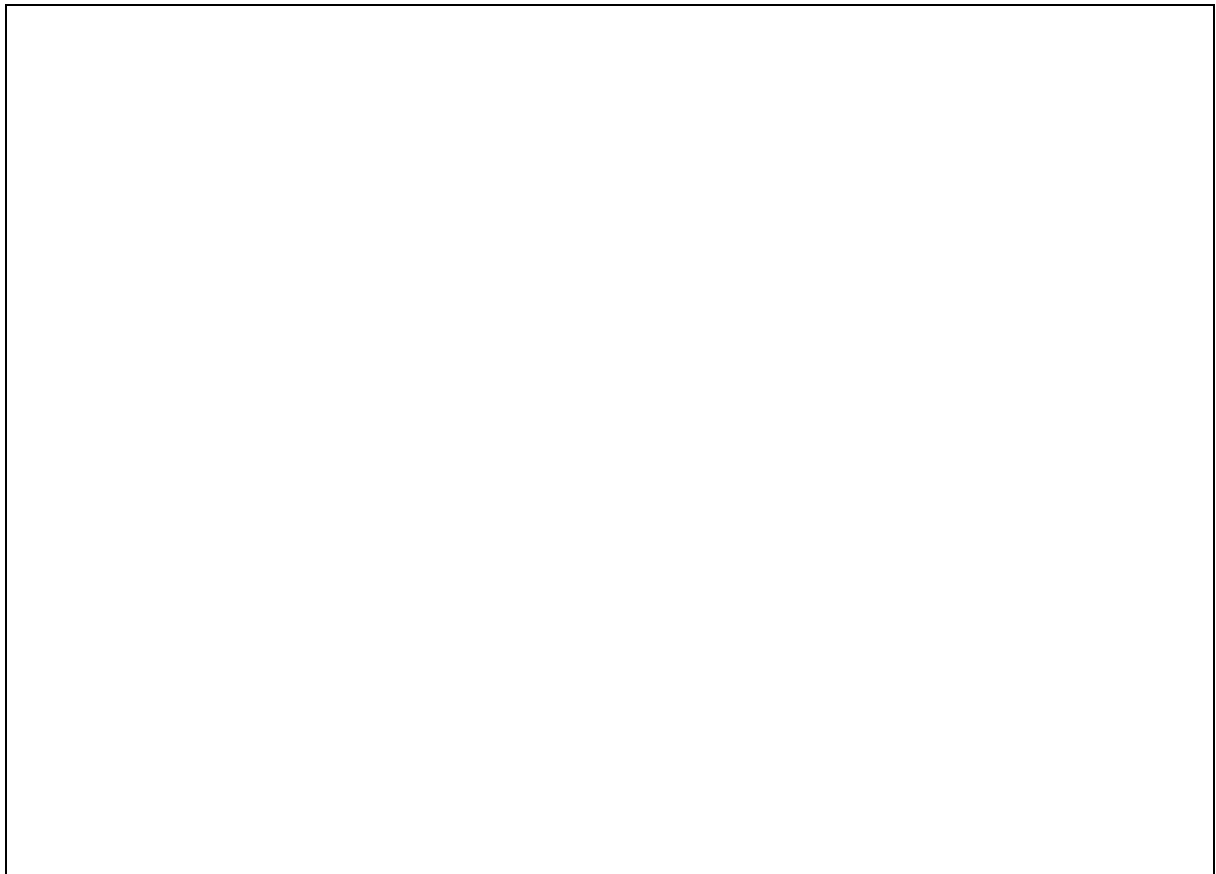


圖5. 石頭營臺灣無尾葉鼻蝠個體棲所利用位置與最小活動距離

三、臺灣無尾葉鼻蝠無線電追蹤之前測試與可行性評估

前測試地點為南48-001，共捕捉及測試2隻臺灣小蹄鼻蝠與3隻臺灣無尾葉鼻蝠。從蝙蝠開始吸入麻醉劑起算，完整模擬佩戴無線電發報器的過程，約需15~20分鐘：保定麻醉 3~5 分鐘（濃度1~2%）、除毛 3~5 分鐘、黏膠固定 9~10分鐘；自然甦醒時間則因麻醉深度而需 5~10 分鐘不等。在試驗期間、甦醒至釋回放飛的過程中，所有個體皆無任何異常行為，表示未來要以氣體麻醉的方式為臺灣無尾葉鼻蝠佩戴無線電發報器是可行的。

四、蝙蝠活動出沒時間與對於不同棲地類型之利用程度差異調查

於夏、秋兩季分別在南48-031、南48-004與南48-006坑道出入口處架設1臺排程錄音機及影像記錄器，秋季再增加監測南48-001。

南48-001白天主要棲息臺灣無尾葉鼻蝠與少數臺灣小蹄鼻蝠，秋季時臺灣無尾葉鼻蝠開始離開棲所的時間在日落時分（圖6.A），幾乎全夜維持一定程度的進出，僅2~3點時段無蝙蝠出入，到日出前1小時開始最後一波離巢與返巢，日出前半小時結束返巢。而從錄音資料（圖8.A）與另於棲所內錄影的影像來看，此處日間以臺灣無尾葉鼻蝠為主要棲息物種，夜間則有許多臺灣小蹄鼻蝠來此休息利用，因此最後一波離巢應為臺灣小蹄鼻蝠離開至其日棲所。

南48-004+006遺址群則以臺灣葉鼻蝠及臺灣小蹄鼻蝠為主要日棲息物種。夏、秋兩季蝙蝠利用此兩處進出棲所的時間模式相似（圖6.B~E），以秋天同日資料（圖6.D、E）相比，南48-006的離巢時間較早（日落后），峰值較高，最後的回巢時間較晚（日出後），而南48-004處則離巢稍晚（日落后），也較早結束返巢（日出前）。夏季棲所蝙蝠的離巢高峰在日落后0.5~1小時間（圖6.B、C），高峰期後到日出前半小時持續有少量蝙蝠進出，日出前半小時至日出時分有一波返巢高峰。蝙蝠錄音資料中，利用此遺址群的臺灣葉鼻蝠夏秋兩季在南48-004記錄到的筆數均較南48-006高，秋季差距更大，約為兩倍，因此推測從南48-004進出的臺灣葉鼻蝠數量較南48-006多，而臺灣小蹄鼻蝠則有相反趨勢，但不明顯（圖7.A、圖8.B）。

南48-030+031遺址群白天主要棲息的物種也是臺灣無尾葉鼻蝠與臺灣小蹄鼻蝠。夏季時僅記錄南48-031一處出入口，棲息在此遺址群的蝙蝠從此處進出棲所的情況如圖6.F，在日落時分開始活動，全夜取樣的影像記錄中，有2個返巢的高峰（日落後 0.5～1 小時與22:00～23:00間），而錄音資料顯示（圖7.B），此兩峰期可能是由不同物種造成；其餘時段則進出個體數相對零星，直到日出時分才不再有蝙蝠從此處進出。而因記錄到蝙蝠由此處離巢的數量偏低，因此秋季時增加記錄另一出入口（南48-030）。秋季時，此遺址群兩處出入口的影像與錄音記錄到的模式相近（圖6.G、圖8.B），但從南48-031離巢的個體應較多，日出前的返巢則主要從南48-030進入棲所。此棲所在日落後的0.5～1小時有1離巢峰期，之後則零星進出；至午夜時段，南48-030有一小波頻繁進出利用，之後又呈零星個體出入狀態，大約到日出前1小時開始返巢，在日出前半小時結束。蝙蝠錄音資料顯示，利用此棲所的臺灣小蹄鼻蝠，除了3～4點時段外，全夜各時段都會進出棲所；臺灣無尾葉鼻蝠，則僅在日落後的離巢時段紀錄到幾筆超音波音頻，日出前的返巢時段則更僅記錄到1筆音頻資料（圖8.C）。

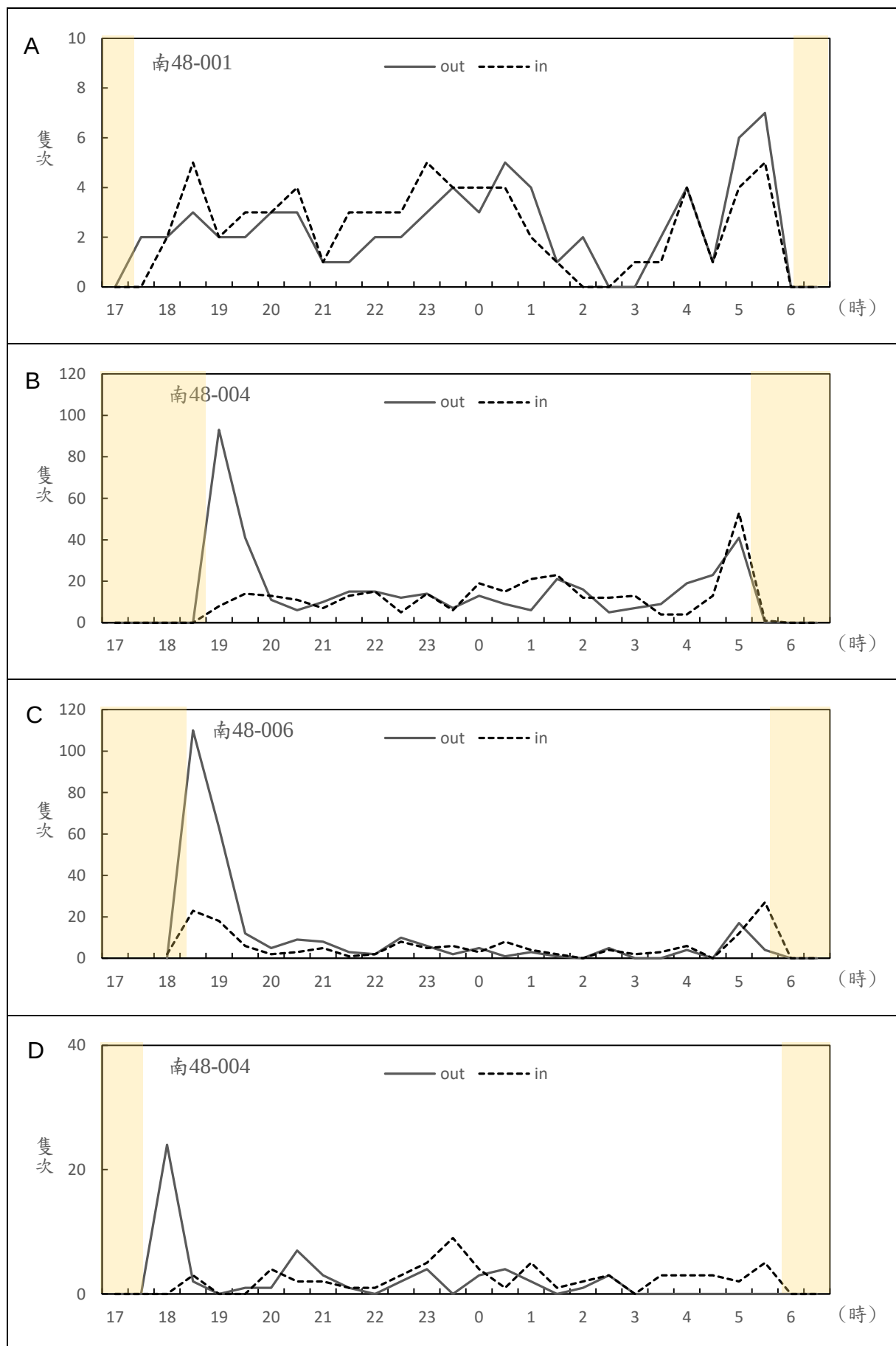
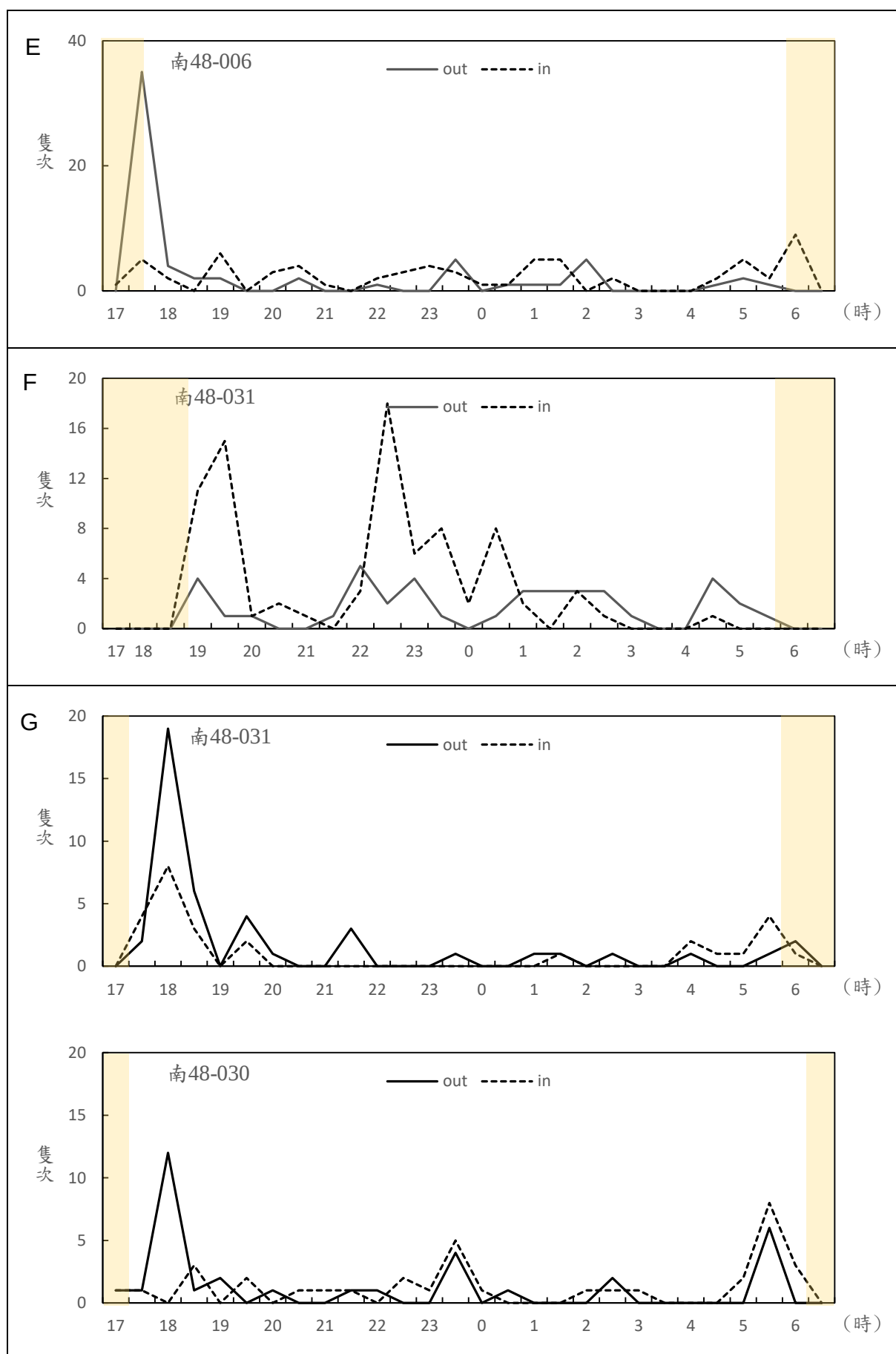


圖6. 民國112年石頭營遺址3處棲所夜間蝙蝠活動狀況（影像計數） A.11/1 B.6/18 C.8/27 D.10/13（色塊為日落后或日出後，起始日為記註日期，004與006有坑道相連）



續圖6. E.10/13 F.6/18 G.11/21 (色塊為日落前或日出後，起始日為記註日期，004與006有坑道相連、030與031有坑道相連)

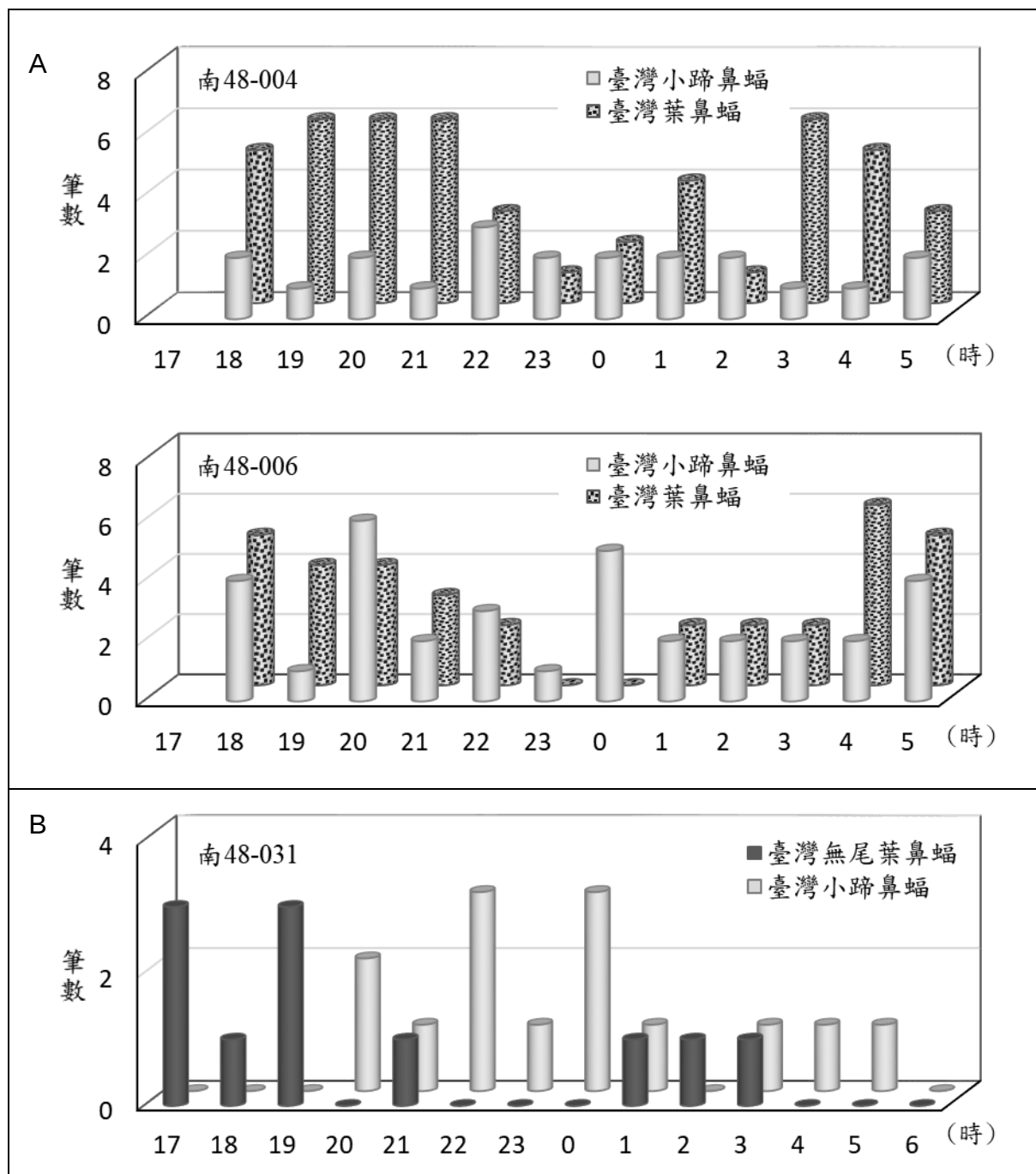


圖7. 民國112年夏季石頭營2處遺址群蝙蝠活動利用模式 A. 8/27 B. 6/18 (起始日為記註日期，004與006有坑道相連)

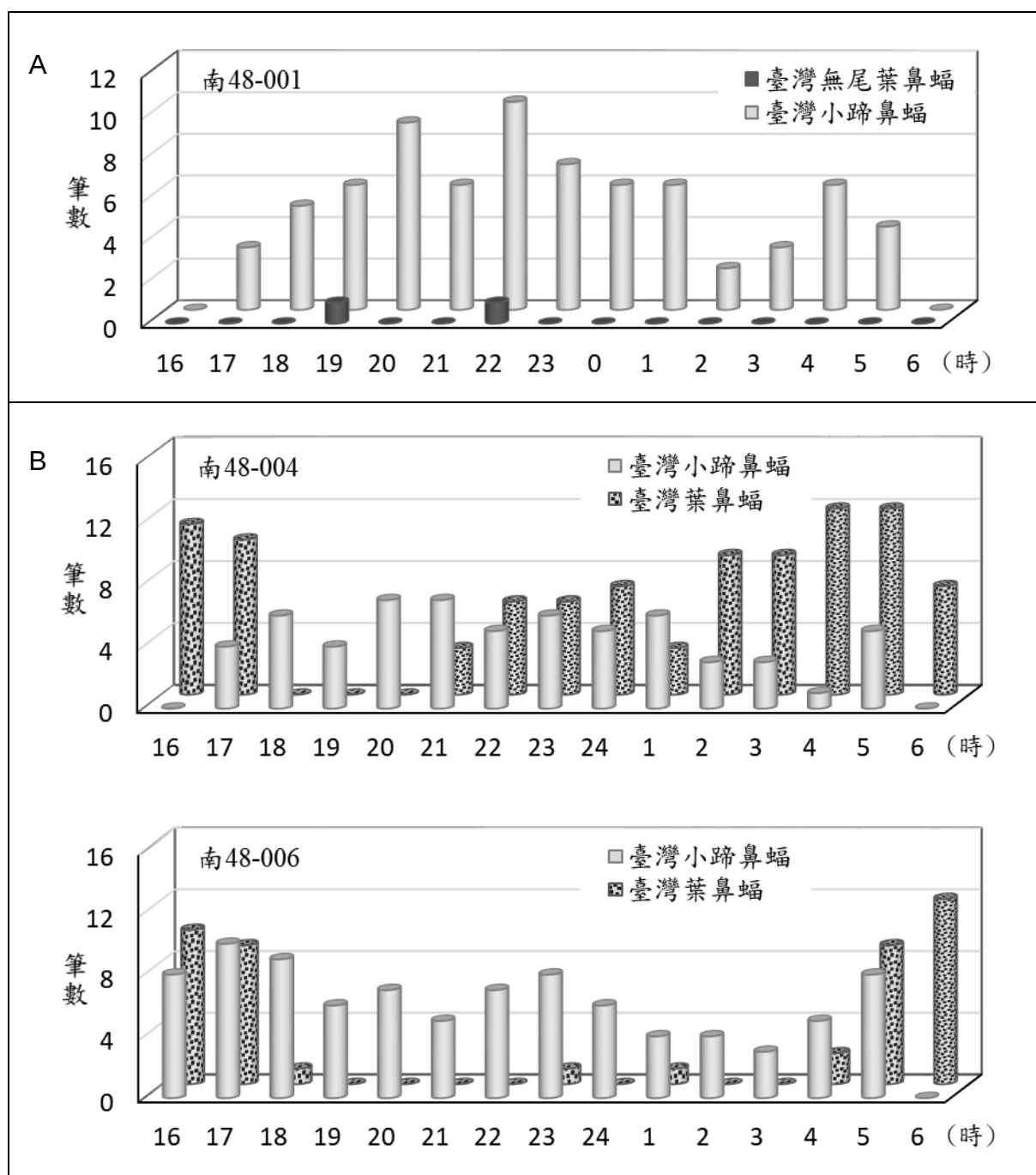
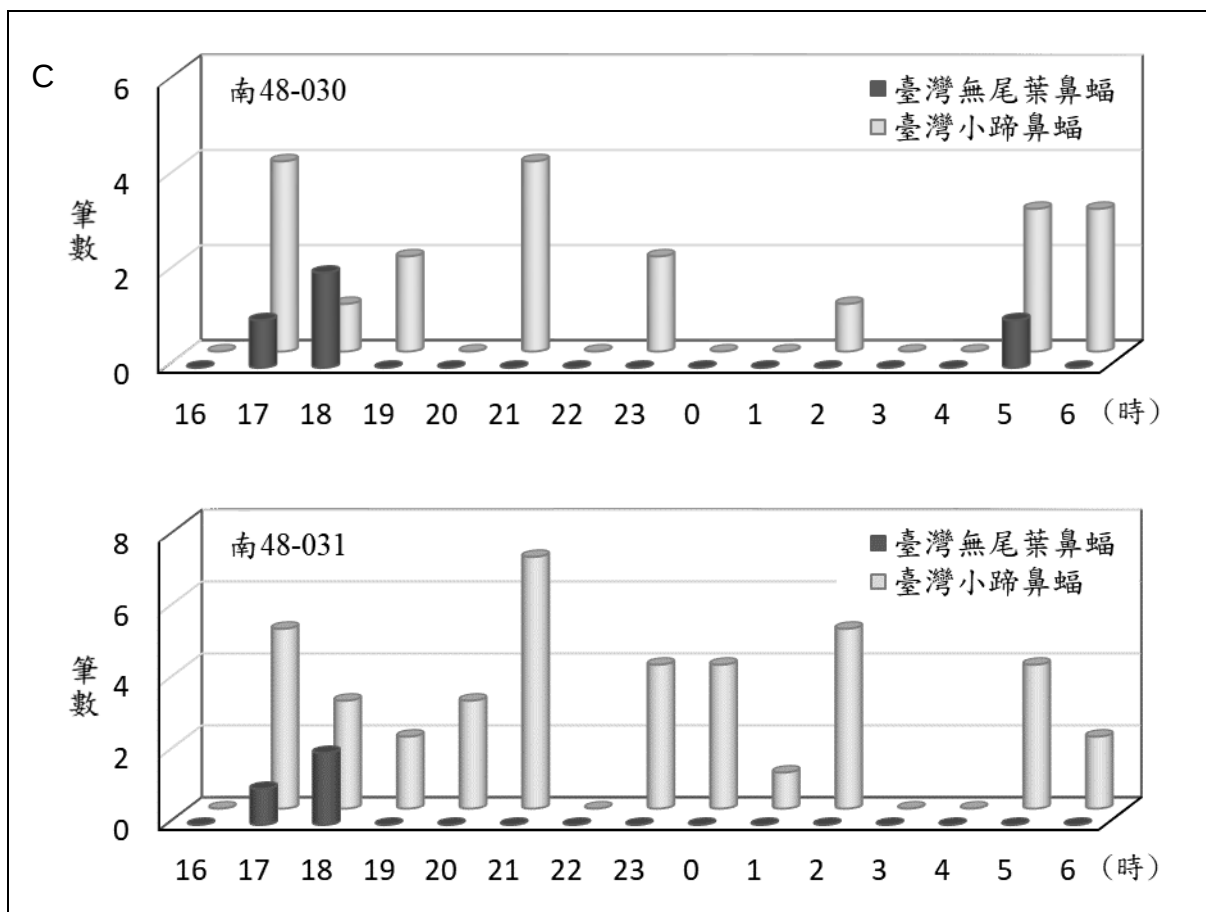


圖8. 民國112年秋季石頭營3處遺址群蝙蝠活動利用模式 A. 11/1 B. 10/13 (起始日為記註日期，004與006有坑道相連)



續圖8. C. 11/21 (起始日為記註日期，030與031有坑道相連)

在8個錄音樣點各3次全夜（10~11月間，16:00~7:00）排程錄音調查，共計有8664個音檔（各樣點音檔數相同），其中有390個出現蝙蝠的聲音，以鳳梨田錄到蝙蝠聲音的音檔數最多，有148筆，光電廠最少，僅1筆。檢視各樣點錄音資料，顯示裸露泥土地、芒果園與森林的樣點1與2雖為同類型巨棲地，但記錄到的蝙蝠群聚組成差異明顯，因此暫不進行同棲地型的資料合併，各樣點資料獨立呈現。錄音資料顯示，此區蝙蝠群聚活動時間以傍晚的17~19點間為活動利用高峰，黎明前的5~6點則有另一小峰值（圖9），8個樣點中，有4個樣點：芒果園2、鳳梨田及兩個裸露泥土地記錄到蝙蝠的覓食行為，共計30筆，主要在17~18點間，以芒果園2記錄到最多，鳳梨田次之，而在17~18點之外還有記錄到覓食活動的區域僅鳳梨田與裸露泥土地2，且以鳳梨田的覓食利用分布占的總時段最長（6個小時段，表九）。

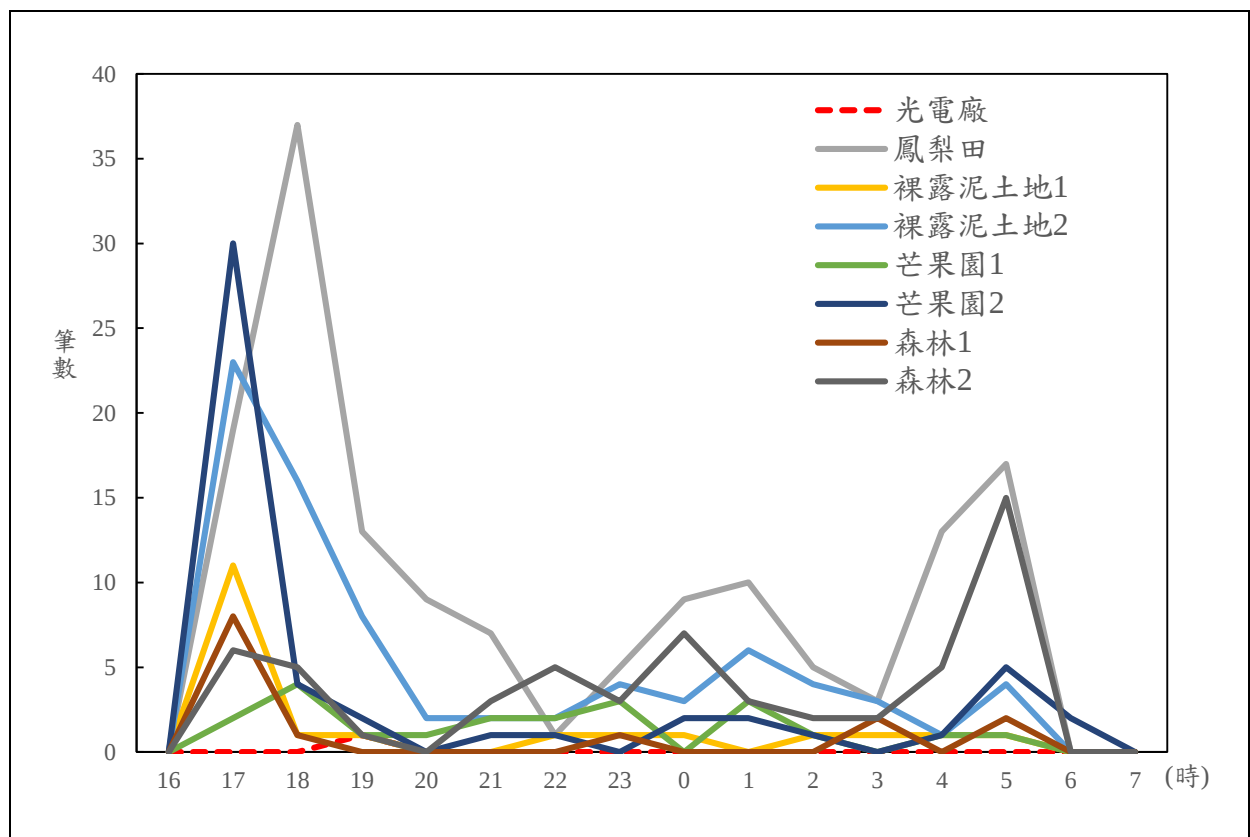


圖9. 不同環境類型全夜蝙蝠音檔數分布

表九、不同環境類型全夜蝙蝠覓食音檔數分布

時 類型	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	總 計
光電廠																	
裸露泥土地1		1															1
裸露泥土地2		3							1								4
鳳梨田		2			1					1	1	1		3			9
芒果園1																	
芒果園2		16															16
森林1																	
森林2																	
總 計		22			1				1	1	1	1		3			30

390筆超音波錄音資料中，合計共有553筆物種出現記錄，鑑定出至少有8種蝙蝠在這些區域活動，包括臺灣葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠、東亞摺翅蝠、堀川氏棕蝠 (*Eptesicus pachyomus horikawai*)、絨山蝠、東亞家蝠、高頭蝠與東亞游離尾蝠，與4個音群（表十），以東亞家蝠記錄到的筆數最多，其次為高頭蝠與臺灣小蹄鼻蝠。蝙蝠活動指標與各樣點群聚活動量如表十、圖10，以記錄到超過10筆的6個物種來看，臺灣葉鼻蝠、東亞家蝠與高頭蝠的活動指標在鳳梨田最高、裸露泥土地2次之；臺灣小蹄鼻蝠的活動指標則在森林2最高、芒果園2次之；東亞摺翅蝠的活動指標在鳳梨田最高；東亞游離尾蝠的活動指標在鳳梨田最高、芒果園1次之。除了光電廠（1筆）外，其餘7個樣點記錄到的蝙蝠物種筆數22~213之間，以鳳梨田的蝙蝠群聚活動量最高，裸露泥土地2次之，光電廠則最低。在森林1活動的蝙蝠以臺灣小蹄鼻蝠與東亞游離尾蝠為主，森林2則以臺灣小蹄鼻蝠占多數，芒果園1以臺灣葉鼻蝠與東亞游離尾蝠為主，芒果園2、鳳梨田與兩個裸露泥土地則以東亞家蝠與高頭蝠為主。而各樣區的多樣性指數在光電廠區為0，其餘7個樣點介在0.68~1.76，以芒果園2最高，裸露泥土地2次之（圖10）。

表十、在不同環境類型記錄到的蝙蝠種類與活動指標（%）

物種/音群	光電廠	裸露 泥土地1	裸露 泥土地2	鳳梨田	芒果園1	芒果園2*	森林1	森林2
臺灣葉鼻蝠	0.00	0.00	0.83	1.75	0.74	0.00	0.00	0.09
臺灣小蹄鼻蝠	0.00	0.18	0.65	0.18	0.46	1.02	0.55	4.89
東亞摺翅蝠	0.00	0.09	0.37	1.94	0.28	0.18	0.00	0.00
堀川氏棕蝠	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.28	0.09	0.00
絨山蝠	0.00	0.00	0.18	0.00	0.18	0.55	0.00	0.00
東亞家蝠	0.09	0.46	4.25	8.40	0.00	2.95	0.00	0.28
高頭蝠	0.00	0.92	2.31	4.43	0.00	1.94	0.46	0.18
東亞游離尾蝠	0.00	0.09	0.09	0.74	0.65	0.09	0.55	0.28
鼠耳蝠類群	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
音群 高頻中小型蝙蝠	0.00	0.00	0.09	0.46	0.00	0.09	0.09	0.00
低頻中小型蝙蝠	0.00	0.55	1.66	1.57	0.00	1.02	0.28	0.00
部分可聽音頻中大 型蝙蝠	0.00	0.00	0.09	0.09	0.00	0.09	0.00	0.09
物種／音群數†	1	7	10	10	5	7	6	6

*：有1筆疑似臺灣無尾葉鼻蝠的回聲定位音譜。

†：未計入未知蝙蝠超音波。

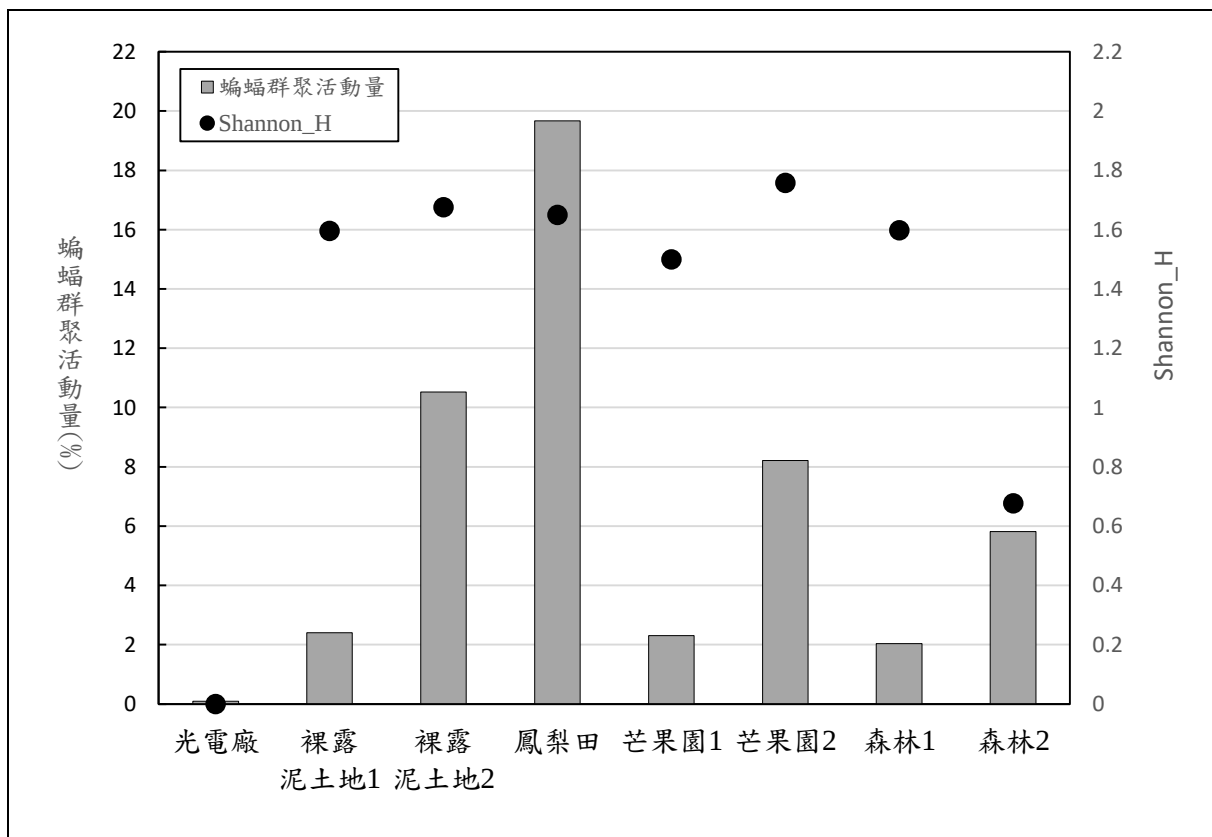


圖10. 不同環境類型的蝙蝠群聚活動量與多樣性指標

五、研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議

各專家學者之訪談及諮詢內容以條列重點式列出（表十一），若有相同的建議，僅會列出一次，不重複列出，石頭營遺址蝙蝠經營管理之建議請見伍、討論。

表十一、專家學者訪談及諮詢意見彙整

諮詢主題：石頭營遺址蝙蝠族群與臺灣無尾葉鼻蝠的相關保育措施建議
李亞夫／國立成功大學生命科學系／教授
• 此區有著超過1萬隻的蝙蝠在這片棲地上，因此這些棲所對於洞穴型蝙蝠而言，是非常重要的棲所，應完整保留，且周圍應設置緩衝區。 • 此區的森林、周遭果園與草生地等都是蝙蝠會利用的環境。 • 林地經砍伐後，所設立的太陽能光電板底下的植物通常較為單純，且多數為外來種，昆蟲相也較為單一，相較於森林棲地，蝙蝠利用的機率較低。 • 依照目前的太陽能光電廠區的設計規劃，因林地砍伐面積過大，對於此區的蝙蝠群聚勢必會有嚴重的影響，應考慮重新規劃。 • 以保留整個石頭營遺址範圍的棲地與棲所為第一優先，但因此區為私有地，且已經核准開發，若開發無法迴避，則應規劃保留足夠面積的綠帶，維持棲所間的連接；綠帶不能像行道樹那樣只有單薄的兩三棵樹一排，要夠寬。 • 伐林後再復育的樹種若為景觀樹種或過於單一，對於蝙蝠而言，並非為理想的棲地。 • 政府機關可考慮以地易地的方式，請光電廠商另尋平地區域進行開發，而石頭營遺址則保留，且可規劃部分作為文化景觀導覽，培養在地團體參與運作來提高在地人的收入，便可同時兼顧綠能發展、在地參與與生態保育的三贏局面。 • 目前此區關於蝙蝠的生態基礎資料不足，在保育措施的擬定實務上有一定的困難，建議至少要有1~2年的基礎資料收集，包括食物種類、活動範圍、棲地利用狀況、棲所間的族群交流等，再依據結果規劃相關保育措施。

林清隆／社團法人台灣蝙蝠學會／理事

- 依照先前國道臺灣小蹄鼻蝠標記的經驗，與目前石頭營標示的個體再捕獲機率相比，石頭營的再捕獲率相當高，表示這些棲所對於臺灣無尾葉鼻蝠而言是良好的棲所，才會持續回來利用。
- 以臺灣無尾葉鼻蝠上標個體的棲所轉換現象來說，牠們在石頭營這邊會利用數個棲所，因此雖然推測即使不幸少了其中一個棲所，還有其他棲所可以利用，但以洞穴型蝙蝠對棲所有較高忠誠度的行為來說，牠們會用的棲所也可能都各自存在不可取代的重要因子，每一處都有其關鍵性，少了任何一個，對於蝙蝠的影響都很大。
- 依照經驗，若有人頻繁進出棲所，除了會對蝙蝠造成干擾，棲所的溫濕度也會受影響，因現在已有一年棲所蝙蝠族群量的大致狀況，建議日後日棲所調查的頻度可以降低為2-3個月一次即可，並可對棲所的環境因子進行監測。

黃俊嘉／國立臺灣師範大學／助理教授

- 無尾葉鼻蝠在國外為非常罕見的蝙蝠，可能10~20年才遇到1隻，相比之下，臺灣無尾葉鼻蝠的數量算非常多，而屏東石頭營為目前全世界無尾葉鼻蝠數量最高的地區。
- 臺灣無尾葉鼻蝠相較於其他蝙蝠，飛行速度緩慢，通常不會飛太遠，會在棲所附近的林間底層活動覓食，以移動速度不快的鱗翅目與蜘蛛等為食，若棲所周圍的植被消失，對其覓食需求會有很大的影響，因此棲所與植被兩者缺一不可。
- 依據經驗，臺灣無尾葉鼻蝠喜歡吃的食物種類常會出現在林緣底層的地被草叢或灌叢附近，因此牠們可能蠻偏好於林緣附近活動。
- 臺灣無尾葉鼻蝠的超音波能量弱，現有超音波偵測錄音器要在近距離才能錄到牠的聲音，因此在野外很難以超音波偵測錄音方式探查其存在與否，若要知道臺灣無尾葉鼻蝠的活動範圍或偏好哪種棲地類型，比較可行的，應該是用無線

電追蹤的方式了。

鄭錫奇／農業部生物多樣性研究所／研究員兼主任秘書

- 蝙蝠對棲所的利用常會因生活史階段的不同需求而改變，例如繁殖或冬眠，有些棲所只會在部分時間被蝙蝠利用，如一些地方的蝙蝠在冬天會離開，到其冬眠棲所度冬，等冬天過去，再回來。此區棲所全年都有蝙蝠在利用，牠們有在這裡繁殖、度冬等，是可以提供蝙蝠生活史過程完整需求的地方，因此在這裡進行土地開發對於蝙蝠群聚的影響更大，應更為謹慎評估。
- 依照生物多樣性研究所有調查到的記錄而言，石頭營的臺灣無尾葉鼻蝠數量是目前全臺灣最多的。
- 通常開發環評期間，若有調查到野生動物重要的棲地，尤其是保育類，會要求開發廠商提出相對應的保育措施，例如迴避、縮小、補償或復育等，但此區的光電開發是已經縣政府核准，只能再跟廠商談，要求提出相對應的保育措施。
- 應取得最新的開發工程圖，並以影響最小的方式重新規劃光電廠的設計，包括工程進行時的動線設計。
- 除了活動範圍，臺灣無尾葉鼻蝠的食性也是重要的資訊，可透過排遺蒐集與掃網調查的方式，了解此區臺灣無尾葉鼻蝠的食性與其食物資源的分布，對於後續棲地保留的規劃也是重要的依據。
- 此區為完整淺山林地，除了蝙蝠，應還有其他更多的保育類動物，例如穿山甲、食蟹獾等，也是需要關注的。

伍、討論

一、石頭營遺址的洞穴性蝙蝠族群概況與棲所分布

目前已找到70處遺址，相較杜正宇等（2022）所列出的1986年國軍編號清查表（無點位資料），尚有15處未被找到，多為獨立機槍堡或觀測所類型的遺址建物，而有坑道連通的遺址則都已尋獲，但除這份清查表單所列建物外，而就此清單表上的遺址在此區域的分布與此區域的地形來看，不排除還有清單以外的軍事遺址。70處遺址中，有48處遺址為蝙蝠的日棲所，無日棲利用的夜棲所有10處，與上期計畫結果類似（柯伶樺與吳禎祺，2023），此區蝙蝠群聚主要利用有坑道連通的軍事建物群為日棲所，應是此類環境有較長的坑道空間，出入口的上方或周圍有植被遮蔽，內部較不會受到光線影響，溫濕度較穩定，較符合蝙蝠日間棲息的需求；而無坑道連通的獨立碉堡（有數處開口的機／步槍堡或內部空間較小的掩體等），因日間光線可從各開口照進大部分建物內部，碉堡內環境光度與溫濕度變化較大，白天日棲所調查僅偶爾發現零星蝙蝠棲息，但這類遺址多數仍可發現蝙蝠排遺，應是蝙蝠夜間短暫休息用的夜棲所。

自6月開始，在群集數量較高的日棲所內發現有懷孕或抱幼個體，7~8月則陸續可觀察到幼蝠，直到9月多數幼蝠已成長到可獨立活動的階段。9月計數的蝙蝠數量與5月相比（柯伶樺與吳禎祺，2023；圖4），臺灣葉鼻蝠與臺灣小蹄鼻蝠的數量有增加，推測可能是新生蝙蝠或其他遷移個體加入族群的關係，而臺灣無尾葉鼻蝠雖然同樣有發現許多育幼個體，但9月的計數數量仍然維持在700隻左右，推測可能：（1）附近仍有其他尚未被調查到的棲所；（2）此區臺灣無尾葉鼻蝠成長到獨立活動個體後，為避免資源競爭，部份族群往外擴散，到更遠的地方尋找適合的日棲所。

蝙蝠會因應不同時期的需求選擇不同的洞穴棲息，例如在冬天為了降低能量消耗，部分蝙蝠可能會遷徙到海拔較高的洞穴冬眠；或是在繁殖季期間，母蝠可能會聚集在同一個洞穴以群聚的方式提升群集溫度，以加快崽蝠成長發育速度。然依據本計畫的調查，此區棲所全年度都有蝙蝠利用，主要棲息的三種洞穴型食蟲性蝙蝠在冬季時

並不會進入冬眠（臺灣小蹄鼻蝠會短暫休眠），且群聚的總量不低，顯示此區應有豐富的食物資源與適宜的環境等優點，能滿足不同蝙蝠物種與其各生活史階段的不同需求，使此處全年都有大量蝙蝠棲息在此。而因調查棲所數量隨時間增加，因此比較5、9、11月數量（季節間群聚量）時，僅計三次都有記錄的棲所，此區蝙蝠的數量在秋季時比春季高（5月3788隻、9月6821隻、11月7228隻），而未計入的項次12（7月發現）與南48-023遺址群（11月發現）兩處棲所的群集量較龐大，因此本年度的季節間群集量差異僅供參考，若後續有持續監測，各遺址群棲所有完整季節資料時，則較易了解此區蝙蝠群聚的季節變化。

二、石頭營遺址的臺灣無尾葉鼻蝠族群與棲所利用行為

臺灣無尾葉鼻蝠為臺灣的特有亞種，捕捉及棲所的記錄皆十分稀缺，又因其生性敏感，尤其是對可見光，相當容易受到人為影響干擾，在2008年依野生動物保育法公告為珍貴稀有保育類野生動物（林良恭等，2009），持續至今，為臺灣的二級保育類蝙蝠。在方引平等（2011）的研究報告中，僅發現9處有臺灣無尾葉鼻蝠的棲所，分布於宜蘭、花蓮、臺東與屏東，族群數量介於1至315隻之間，多數為零星至數十隻，臺東東興棲所在部分季節有超過百隻。在目前石頭營軍事遺址兩期的調查結果中，此區已累計有6處臺灣無尾葉鼻蝠的棲所，每月調查數量介於433~888隻之間，平均725隻（扣除6~8月繁殖期，附錄表一、3.），雖近年還有新發現數個有臺灣無尾葉鼻蝠棲居的洞穴（黃俊嘉、林清隆，私人通訊），但群集規模仍以石頭營遺址區大，且全年族群量維持在數百以上，並可發現其繁殖育幼行為，顯示此區環境目前尚可滿足此族群全年活動覓食與繁衍的需求。

以2020年國道蝙蝠族群調查計畫（蕭淳任等，2020）為例，研究團隊在1年的計畫期間標記了309隻蝙蝠，重複捕捉49隻，重複捕獲率約為15%。本期調查所上標的20隻臺灣無尾葉鼻蝠中，在2個月內的個體重複捕獲率至少為25%（未計有發現翼環，但無法捕捉確認編號的3隻），短期的再捕獲率較高些，在同遺址群棲所發現的個體有2隻，則僅占10%，較蕭淳任等（2020）低，而長期的棲所利用情況，則有待更長時間的

觀察。此區臺灣無尾葉鼻蝠具有在棲所間轉換的行為，例如編號NTU S 874與NTU S 893，這兩隻蝙蝠在2個月內至少利用了3個棲所，且依據重複捕捉的棲所直線距離計算，此區的臺灣無尾葉鼻蝠最小的移動距離為426~1536公尺。

由於臺灣無尾葉鼻蝠本身發出的超音波能量較弱，以超音波聲音作為偵測訊息時，並不容易偵測到(Ho *et al.*, 2013)，因此在棲所外的環境進行調查時，較難藉由超音波錄音來偵測其存在與否，因此若要釐清臺灣無尾葉鼻蝠在石頭營遺址棲所外的活動範圍或區域，目前最可行的方式為無線電追蹤，而依照目前前測試驗結果，以氣體麻醉的方式為臺灣無尾葉鼻蝠佩戴無線電發報器是可行的。一般建議在進行動物無線電追蹤時，其佩戴的無線電發報器重量不超過動物體重的5%，依照目前的捕捉記錄，此區臺灣無尾葉鼻蝠的雄蝠的重量介於4.7~6.3 g，雌蝠重量介於4.7~5.9 g，因此無線電發報器的重量應在0.235~0.315 g間，目前市面上可選擇的最小的無線電發報器包含Holohil System Ltd的LB-2X (0.22 g)、Advanced Telemetry Systems的T15 (0.15 g)等，但輕量的無線電發報器的電池壽命通常僅7~14天，且石頭營遺址為淺山區域，訊號容易被起伏的山坡地形遮蔽，雖提高了無線電發報器追蹤的難度，但為取得保育類動物重要的基本生態資料，仍是值得嘗試的方式。

三、石頭營蝙蝠的活動時間與不同棲地類型的利用程度差異

在目前棲所的蝙蝠活動影像與超音波記錄中（圖6~8），雖然各棲所的蝙蝠出入模式因物種與微環境不同而有些微差異，整體而言，離巢高峰期多在日落到日入後1.5小時間，排程相機也有相對應之結果，在傍晚至初入夜的17~19點間為活動高峰；而至日出前，有些棲所僅有零星個體進出，有些則幾乎全夜維持一定程度的進出利用，推測可能因蝙蝠不需離開棲所太遠即可取得食物，因此在夜間休息時，有些會暫時停棲在覓食區的植株上外，有些則會選擇進入棲所休息。

不同棲地類型的利用程度差異上，裸露泥土地、鳳梨田、芒果園與森林的群聚活動量與多樣性指標皆比光電廠區板高，裸露泥土地、鳳梨田及芒果園有記錄到覓食行為，顯示此環境類型也是其覓食區域。可能是經過全面整平施工後的太陽能光電板下

重新生長的草生地草種較為單一，很多為外來種，昆蟲相單一且與自然林下的昆蟲相有一定程度的差異，而在一些國外研究中（Tinsley *et al.*, 2023, Szabadi *et al.*, 2023, Barré *et al.*, 2023）亦有發現蝙蝠避開光電廠區活動的情況，然影響程度則會因各物種種類特性而異，以Barré *et al.*（2023）的研究為例，與距離100公尺外的對照組相比，蝙蝠會明顯避開光電板區，其覓食機率也顯著較低，其原因可能與光電板下日照不足，植物生長不易，造成昆蟲資源降低有關（食蟲性蝙蝠主要食物來源）。造成蝙蝠避開光電廠區的成因也可能是許多因子複合產生的結果，例如鋪設密集的光電板可能產生的平滑鏡面效應、光電廠域的棲地單純化或是環境過於開闊的光汙染使活動廊道被阻斷等等，而目前此區資料為一季調查結果，在其他季節情況是否有相同趨勢，都需更進一步研究與長時間監測才能釐清。Barré *et al.*（2023）在文末也建議，在確認太陽能光電廠區是否會影響蝙蝠棲所利用前，預定地的選擇應避開蝙蝠覓食潛力較高的區域，並且盡量提高增加光電廠周圍的環境品質，讓蝙蝠食物來源增多，來促成綠能發展與蝙蝠生態的共存。

四、石頭營遺址蝙蝠族群的保育措施與經營管理之建議

在2018年規劃的「屏東枋寮太陽能光電發電廠開發計畫」的開發案中，預定地劃設在枋寮鄉與春日鄉鄰接的淺山區域（生利能源股份有限公司，2018），並在開發工程進行中發現日據時期日軍留下的軍事坑道、碉堡等遺址，而引發文資保存與光電開發的衝突爭議（屏東縣政府後續委託進行遺址調查，將所有發現軍事遺址的區域稱為石頭營遺址區）；原計畫範圍規劃分三期開發，目前已完成第一期開發建設，且光電設施已運轉中，二、三期的開發計畫則因文資作業審查而暫停施工中。根據當年行政院環境保護署「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」之第29條第1項第7款及第31條第1項第8款所述，設置太陽光電發電系統，非位於國家重要濕地，且未涉及345千伏或161千伏輸電線路工程，可免實施環境影響評估，因此在第一期開發計畫核准前並未進行開發範圍周遭環境生態的調查，也未調查其中蝙蝠狀況，因此對於當時蝙蝠群聚的狀況已無法推知，尤其是目前定為保育類的臺灣無尾葉鼻蝠，族群棲息

狀況是否與開發前有明顯差異？目前也已無法得知。然在今年兩期計畫的調查中，石頭營遺址範圍的各棲所在1~11月份的臺灣無尾葉鼻蝠總數量維持在400隻以上，族群量大且相對穩定，在繁殖期棲息的棲所都有發現蝙蝠育幼行為，因此研判目前的干擾影響仍在維持其族群存續能負荷的範圍內。對於洞穴型蝙蝠的保育，除洞穴本身環境的維持外，周邊環境的資源也是相當重要的，在擬定相關保育措施時，必須一併進行考慮規與規劃。前人研究顯示臺灣無尾葉鼻蝠以蛛形綱、雙翅目、半翅目以及鱗翅目等無脊椎動物為主要覓食對象(方引平等，2011、黃羽萱，2018、廖崇甫，2018、葉俊佑，2021)，並依區域內季節食物資源組成不同而有食性寬度的差異（方引平等，2011），在部分地區可發現臺灣無尾葉鼻蝠主要取食在森林內部活動的蠅虎科（方引平等，2011）、遊走蛛科、結網蛛科（黃羽萱，2018）與夜晚停棲於葉面中的蝴蝶（尤其是冬季，廖崇甫，2018），再加上其翅膀形態較寬短（賴慶昌，2000），皆顯示臺灣無尾葉鼻蝠主要是在森林內活動的物種，因此環境穩定適宜的洞穴（棲息、繁殖）與涵養其偏好食用蟲相的林地（覓食、活動）對臺灣無尾葉鼻蝠是非常重要的，因此現有利用棲所環境的保存與周遭林地生態功能的維持是其族群存續的關鍵。但目前石頭營遺址區除了未進行的生利能源二、三期太陽能光電開發計畫外，周遭土地仍有其他不同事業單位的光電開發計畫正進行中，未來相關之土地開發利用行為皆應謹慎評估，以避免蝙蝠棲地破碎化的效應對此區蝙蝠群聚造成不可逆的負面影響。

石頭營遺址區域主要為淺山森林環境，依照今年兩期的調查結果，此區至少已發現10種食蟲性蝙蝠，且可棲息1萬隻以上的個體，包含800隻以上的保育類蝙蝠，其中還未計算森林內以植物結構為棲所的植棲型蝙蝠（如管鼻蝠、鼠耳蝠等）及其他類群的生物，例如中小型哺乳類、鳥類等，顯示石頭營遺址對於蝙蝠與其他野生動物而言，是相當重要的棲地。依照目前「屏東枋寮太陽能光電發電廠開發計畫」的規劃設計（附錄圖1），雖然有規劃不可開發區與綠帶，但因開發範圍臨近蝙蝠的棲所，且保留區域的規畫過於破碎，並未考量野生動物的生態需求，一旦開發後，此區蝙蝠可能會因環境改變、食物來源減少，導致族群量驟減。因此以生態保育的角度而言，應以保留石頭營遺址及周邊完整棲地為第一優先，並且可進一步規劃為結合人文、生態導覽

的環教場域，帶動人流與當地產業發展，促成在地的經濟活化與創生。雖此區為私有地，開發計畫亦已經縣政府核准，然開發目的有替代場域，仍建議重新審慎評估此區有無開發的必要；若開發為不可避免之事實，則應重新規劃分區，並將迴避、縮小、減輕與補償等生態保育措施納入分區設計，以保留現有棲所與足夠的綠帶並設置緩衝區為優先考量，以盡可能維繫棲所間的連結通暢與保有一定程度的食物資源；但由於目前基礎資訊仍然不足，若要規劃具體之保育建議，仍需蒐集更多基礎資訊（例如蝙蝠活動範圍、食物資源分布等）。綜上所述，本計畫提供較為迫切有關石頭營遺址蝙蝠族群的保育措施與經營管理之建議如下：

1. 目前已開發之光電廠區範圍，建議未蓋光電板的裸露區域，使其植被自然生長，並定期移除入侵之外來種植物。在光電廠區的排水涵洞，曾發現臺灣葉鼻蝠棲息，建議將排水涵洞上方的開口做適當遮蔽，減低光照，營造成適合蝙蝠棲息的地方，以期達到部分棲地補償的效果。
2. 本計畫依據調查所得臺灣無尾葉鼻蝠的棲所移動距離繪製環境敏感區域（附錄圖2），建議蝙蝠日棲所周遭與敏感區範圍內之林地應盡量保留，避免過度開發，以維持臺灣無尾葉鼻蝠棲所間的連結與覓食空間。另敏感區內之土地開發行為亦應避免在蝙蝠繁殖季期（5~8月）及入夜後（蝙蝠活動高峰期）進行。
3. 建議主管機關應儘早與光電開發廠商與土地持有人進行溝通協調，討論完整保留石頭營遺址的可能性，將此區規劃為結合人文、生態導覽的環教場域，企業可攜手在地共同經營管理，帶動人流與當地產業發展，促成在地經濟活化與創生，尋求企業、居民與生態三方共好的局面。若開發為不可避免之事實，則應重新規劃分區，並將迴避、縮小、減輕與補償等生態保育措施納入分區設計，以保留現有棲所與足夠的綠帶並設置緩衝區為優先考量，以盡可能維繫棲所間的連結通暢與保有一定程度的食物資源；但由於目前基礎資訊仍然不足，若要規劃具體之保育建議，仍需蒐集更多基礎資訊（例如蝙蝠活動範圍、食物資源分布等）。
4. 臺灣無尾葉鼻蝠被世界自然保育聯盟（IUCN）列為紅皮書近危（NT）等級物種，在國內是二級保育類動物，且在此區有相當的族群量，在主管機關尚未對此區域有

較完善的經營管理政策前，應避免公開座標及位置，盡量避免不必要之人為干擾。除必要的情況下（例如學術研究、文資調查、隧道維護工程等），任何人士皆不應隨意進入遺址；若有必須進入遺址中的需求，每次進入人數，應盡量少於三人，並使用適當亮度的紅光燈具，避開蝙蝠繁殖期與度冬期，以降低對蝙蝠的干擾。

5. 目前司令所的位置在網絡上為公開資訊，因此不定期會有民眾前往，司令所地下室為臺灣無尾葉鼻蝠經常使用之日、夜與繁殖育幼棲所，建議進入地下室的通道前可設置友善蝙蝠的閘門，以限制民眾進入，但蝙蝠仍可自由進出，並可在適當位置設置監控攝影機，來進行此處臺灣無尾葉鼻蝠棲所利用與族群量的長期監測。
6. 目前已累積完整年度資料（在第一期光電開發後），概略了解蝙蝠利用棲所的狀況及繁殖期，作為此區蝙蝠族群數量之參考值；未來在光電廠區開發期間與開發後應持續監測蝙蝠對棲所的利用狀況（建議在土地開發後仍應持續監測至少2~3年），以了解光電建設對於蝙蝠族群的可能影響。但調查頻度可降低至每季1~2次，以避免人員頻繁進出，對蝙蝠造成過度干擾。
7. 石頭營目前已調查的遺址建物中，僅6處為臺灣無尾葉鼻蝠的日棲所，表示臺灣無尾葉鼻蝠具有一定偏好的棲地選擇，建議進行此區臺灣無尾葉蝠棲所的溫、濕度基礎資料收集，以初步了解蝙蝠選擇棲所的依據。
8. 已發現的6個臺灣無尾葉蝠的棲所，建議可持續進行上環標放，以更易了解蝙蝠在棲所間與環境中的利用情形，亦可作為在臺灣各地遠程遷移的監測。
9. 進行臺灣無尾葉鼻蝠及其他蝙蝠的食性與棲地食物資源豐度的研究，以了解蝙蝠群聚、食性與環境食物資源的關係。
10. 臺灣無尾葉鼻蝠的超音波能量較弱，超音波錄音器的偵測相當有限，因此並不適合以超音波偵測、錄音來調查其會利用那些環境微區域，建議可嘗試以個體無線電追蹤的方式，來了解臺灣無尾葉鼻蝠在此區的活動範圍及環境利用概況。
11. 辦理相關環境教育宣導活動，讓民眾及附近住戶認識並了解臺灣蝙蝠的多樣性、人類與蝙蝠的關係、蝙蝠保育等的重要性等，以期在地民眾能成為蝙蝠群聚保育的助力。

陸、參考文獻

1. Barré, K., Baudouin, A., Froidevaux, J.S., Chartendrault, V. and Kerbiriou, C., 2023. Insectivorous bats alter their flight and feeding behaviour at ground-mounted solar farms. *Journal of Applied Ecology*.
2. Kunz, T. H., 1982. Roosting Ecology. Pp.1-46, in *Ecology of bats* (T. H.Kunz ed.) Plenum Publishing Corporation, New York, 425pp.
3. Lewis, S.E., 1995. Roost fidelity of bats: a review. *Journal of Mammalogy*, 76(2), pp.481-496.
4. Szabadi, K.L., Kurali, A., Rahman, N.A.A., Froidevaux, J.S., Tinsley, E., Jones, G., Görföl, T., Estók, P. and Zsebők, S., 2023. The use of solar farms by bats in mosaic landscapes: Implications for conservation. *Global Ecology and Conservation*, 44, p.e02481. Tinsley, E., Froidevaux, J.S., Zsebők, S., Szabadi, K.L. and Jones, G., 2023. Renewable energies and biodiversity: Impact of ground-mounted solar photovoltaic sites on bat activity. *Journal of Applied Ecology*, 60(9), pp.1752-1762.
5. 方引平、鄭錫奇與楊智安，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。84頁。
6. 生利能源股份有限公司，2018。「屏東枋寮太陽光電發電廠開發計畫」。經濟部能源局。
7. 何英毅，2000。台灣葉鼻蝠的棲所選擇。國立臺灣大學動物學研究所。碩士論文。76頁。
8. 李玲玲與黃俊嘉，2007。陽明山國家公園蝙蝠多樣性之現況研究。國家公園學報 17(1):1-15。
9. 杜正宇、黃國軒、宋德威、魏以恩、郭冠佑、傅聖凱、許純益、謝昇潮、陳佩琪、鍾闔宇、曾逸仁與黎氏懷，2022。枋寮二戰石頭營軍事遺跡調查研究計畫。屏東縣政府委託研究。
10. 林清隆、劉建男與高梅婷，2021。屏東縣石頭營遺址蝙蝠族群監測調查計畫。屏東縣政府委託研究。31頁。

11. 柯伶樺與吳禎祺，2023。111年度屏東縣石頭營遺址蝙蝠族群監測調查計畫。屏東縣政府委託研究，36頁。
12. 徐昭龍，2009。臺灣地區蝙蝠洞總檢及調查監測（III）。行政院農業委員會特管理計畫。75頁。
13. 郭浩志、端木茂甯、黃俊嘉、蔡緯毅、張博翔與陳冠仔，2017。太魯閣國家公園蝙蝠族群動態智慧監控規劃(2/2)。太魯閣國家公園管理處委託研究報告。
14. 黃羽萱，2019。利用形態與分子食性分析探討臺灣無尾葉鼻蝠的食蛛特性。國立嘉義大學生物資源學系研究所碩士論文。48頁。
15. 黃俊嘉與張恆嘉，2020。109 年度雲林縣水林鄉蝙蝠項監測與超音波分析訓練推廣。台灣永續聯盟。
16. 葉俊佑，2021。墾丁國家公園三種共域食蟲性蝙蝠的資源利用。國立嘉義大學森林暨自然資源學系碩士論文。83頁。
17. 廖崇甫，2019。臺灣無尾葉鼻蝠利用鱗翅目昆蟲的特性探討。國立嘉義大學生物資源學系研究所碩士論文。48頁。
18. 鄭錫奇、周政翰與方引平。2022。臺灣蝙蝠圖鑑（四版）。行政院農業委員會 特有生物研究保育中心。
19. 鄭錫奇與張簡琳紋，2003。臺灣洞穴性蝙蝠介紹與保育。自然保育季刊。行政院農業委員會特有生物研究中心。42：28-34頁。
20. 蕭淳任、周政翰、劉威廷、何英毅、林清隆與林融，2020。國道蝙蝠族群生態保育工作暨紀錄片攝製計畫委託專業服務。交通部高速公路局。
21. 賴慶昌，2000。臺灣食蟲性蝙蝠飛翼形態之研究。私立東海大學生物學系。碩士論文。75頁。
22. 謝伯娟、陳宏彰、周政翰、譚羽君、劉于綾與張沔，2016。太魯閣國家公園蝙蝠族群動態智慧監控規劃。太魯閣國家公園管理處委託研究報告。

附錄表一、彙整民國111年12月至112年11月石頭營遺址主要三種洞穴型蝙蝠日棲所利用記錄

1. 臺灣小蹄鼻蝠

	年 2022					2023							
	月	12⊕	1⊕	2⊕	3	4	5	6	7	8	9	10	11
其它遺址編號-9							0	0	0	0	0	0	0
南 48-001		0	16	15	12	6	7	7	14	165	112	96	10
砲陣地 1 遺址群		2668	2110	624	475	376	234	★	★	★	451	173	693
南 48-006-1		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
南 48-009		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
南 48-016+020 遺址群					453	459	163	★	★	520	1206	725	848
砲陣地 2 遺址群							0	-	-	-	0	0	0
南 48-023 遺址群													1820
南 48-024		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南 48-028+029 遺址群		3	19	36	23	30	14	-	-	9	22	48	21
南 48-030+031 遺址群			50	37	31	29	8	-	+	78	30	62	83
南 48-033								0	0	0	0	1	0
南 48-035+36+037+043 遺址群							533	★	-	951	1578	914	2021
南 48-038+042 遺址群								4	3	10		0	8
南 48-041 遺址群						47	157	43	40	★	119	207	116
南 48-046 遺址群							0	0	0	0	1	0	0
南 48-047 遺址群							0	0	1	1	0	0	0
假土地公廟遺址群		4	1	3	1	0	1	1	2	1		1	2
假墓遺址群		84	115	80	13	13	11	13	25	30	209	125	54
南 48-29-1													21
項次 12								38	★	+	664	847	

⊕：休眠、★：育幼。-：撤退前尚未記錄到個體、+：撤退前有觀察到個體。

續附錄表一、

2. 臺灣葉鼻蝠

	年 2022						2023						
	月	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
其它遺址編號-9							4	★	★	★	1	0	0
南 48-001		0	0	0	0	3	1	0	0	0	3	0	0
砲陣地 1 遺址群		1745	2339	1983	1716	1222	881	★	★	★	1062	578	1750
南 48-006-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南 48-009		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南 48-016+020 遺址群					151	50	21	-	★	12	14	71	91
砲陣地 2 遺址群							517	★	★	★	680	404	626
南 48-023 遺址群													0
南 48-024		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
南 48-028+029 遺址群		0	0	0	0	0	0	-	-	1	0	0	0
南 48-030+031 遺址群			0	0	1	0	0	-	-	0	0	0	0
南 48-033								★	★	0	96	0	0
南 48-035+36+037+043 遺址群							399	★	★	187	571	388	408
南 48-038+042 遺址群								0	0	0		0	0
南 48-041 遺址群						0	0	0	0	0	0	0	0
南 48-046 遺址群							0	0	0	0	0	0	0
南 48-047 遺址群							0	0	3	0	0	0	0
假土地公廟遺址群		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
假墓遺址群		0	0	0	0	0	1	2	2	2	3	0	0
南 48-29-1													0
項次 12									★	★	+	1316	3327

★：育幼。-：撤退前尚未記錄到個體、+：撤退前有觀察到個體。

續附錄表一、

3. 臺灣無尾葉

	年 2022					2023								
	月	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
其它遺址編號-9							0	0	0	0	0	0	0	
南 48-001		250	0	0	0	65	347	★	★	★	242	141	19	
砲陣地 1 遺址群		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
南 48-006-1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
南 48-009		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
南 48-016+020 遺址群					151	233	108	★	★	79	90	0	145	
砲陣地 2 遺址群							0	-	-	-	0	0	0	
南 48-023 遺址群													230	
南 48-024		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
南 48-028+029 遺址群		19	0	24	66	0	34	★	★	97	30	103	135	
南 48-030+031 遺址群			888	712	441	480	346	★	★	370	370	159	165	
南 48-033								0	0	0	0	0	0	
南 48-035+36+037+043 遺址群							0	-	-	3	10	30	31	
南 48-038+042 遺址群								0	0	0		0	0	
南 48-041 遺址群						0	0	0	0	0	0	0	0	
南 48-046 遺址群							0	0	0	0	0	0	0	
南 48-047 遺址群							0	0	0	0	0	0	0	
假土地公廟遺址群		0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	
假墓遺址群		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
南 48-29-1													0	
項次 12										0	0	-	0	0

★：育幼。-：撤退前尚未記錄到個體、+：撤退前有觀察到個體。

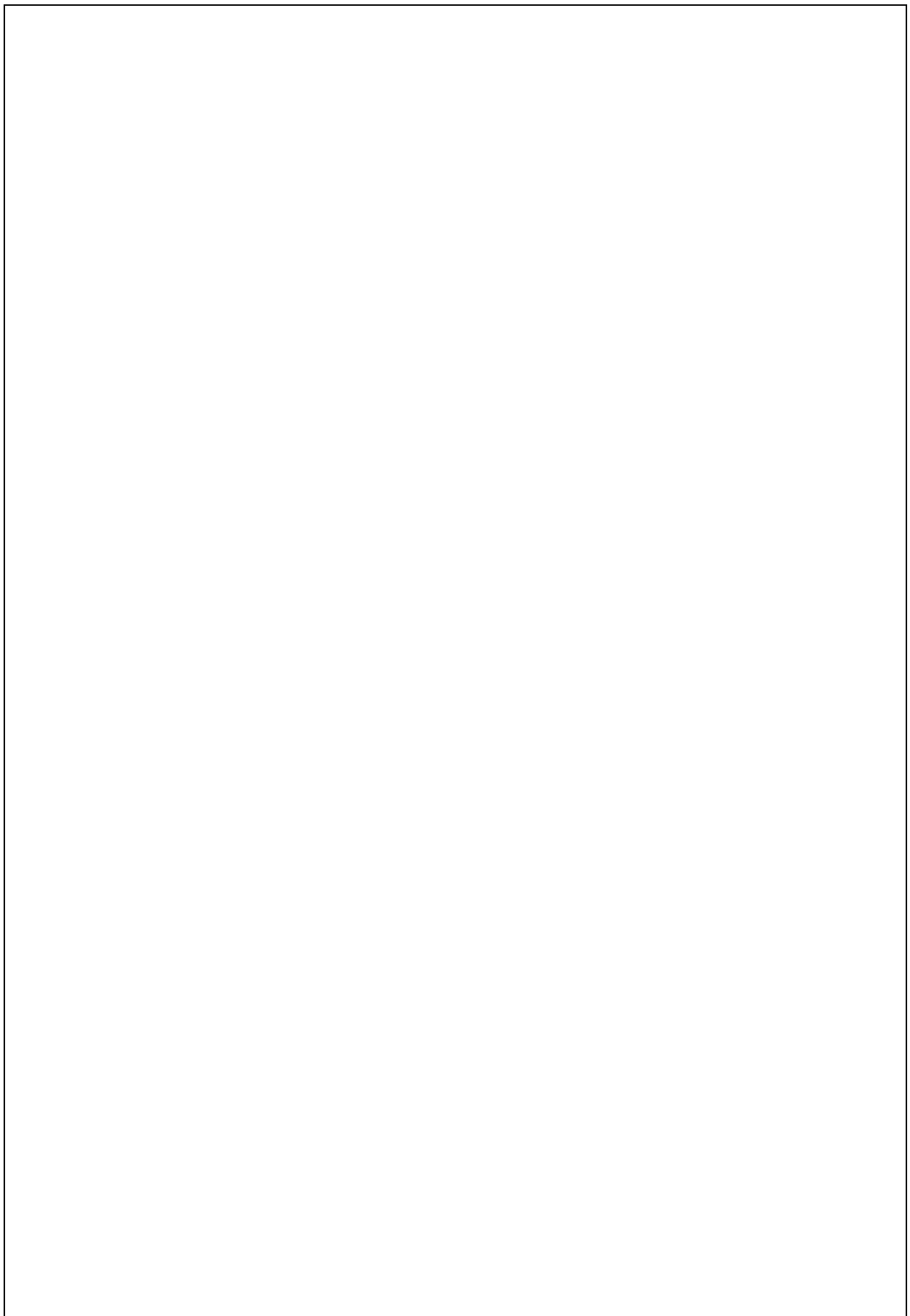
附錄表二、臺灣無尾葉鼻蝠標記個體基本資料

標記日期	樣區編號	物種	年齡	性別	性徵	體重	前臂長	脛骨長	翼環編號	螢光色*	再補捉
20230914	南 48-001	臺灣小蹄鼻蝠	成	雌	-	4.8	38.32	17.38	NTU S 872	／	
20230914	南 48-001	臺灣小蹄鼻蝠	成	雄	-	4.0	37.18	16.24	NTU S 869	／	
20230914	南 48-001	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雄	T	5.8	39.01	21.58	NTU S 900	／	✓
20230914	南 48-001	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雄	T	5.5	41.50	20.96	NTU S 898	橘	
20230914	南 48-001	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雄	-	5.8	41.38	19.96	NTU S 899	橘	
20230914	南 48-001	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雄	-	6.3	42.14	20.44	NTU S 897	橘	
20230914	南 48-001	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雌	V	5.2	40.12	18.24	NTU S 896	橘	
20230914	南 48-001	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雄	-	4.9	41.38	19.62	NTU S 895	橘	
20230914	南 48-001	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雌	N	5.8	37.96	17.84	NTU S 894	／	
20230914	南 48-001	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雌	N	5.8	38.06	19.44	NTU S 893	／	✓
20230914	南 48-029	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雌	VN	5.6	40.30	18.44	NTU S 888	綠	
20230914	南 48-029	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雌	N	5.9	39.50	18.28	NTU S 889	綠	
20230914	南 48-029	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雌	N	5.5	40.78	19.96	NTU S 892	綠	✓
20231014	南 48-031	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雌	-	4.7	38.62	17.52	NTU S 874	藍	✓
20231014	南 48-031	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雄	T	5.7	40.56	19.64	NTU S 873	藍	
20231014	南 48-031	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雌	N	5.0	39.08	17.56	NTU S 870	藍	
20231014	南 48-031	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雌	N	5.4	39.82	19.34	NTU S 871	藍	
20231014	南 48-036	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雄	?	5.5	39.82	19.18	NTU S 868	黃	
20231014	南 48-036	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雌	VN	5.1	39.82	18.58	NTU S 867	黃	
20231014	南 48-036	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雌	VN	5.2	38.78	19.28	NTU S 866	黃	✓
20231014	南 48-036	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雄	T	4.7	39.82	17.58	NTU S 865	黃	
20231014	南 48-036	臺灣無尾葉鼻蝠	成	雄	T	5.4	39.58	18.38	NTU S 863	黃	

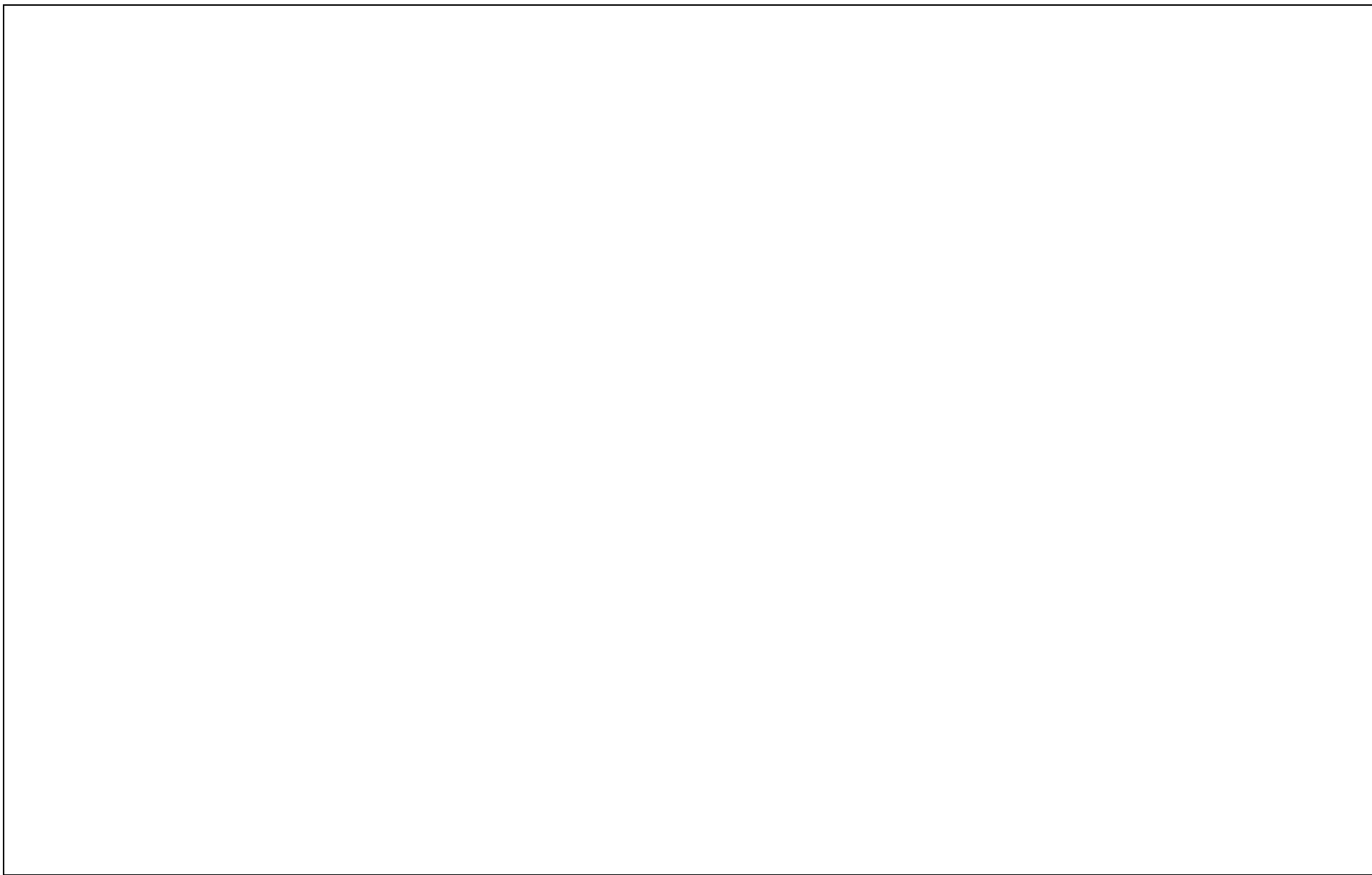
單位：體重：g、長度：mm。

代號：T：睪丸腫脹、V：陰道口開、N：假乳頭明顯拉長。

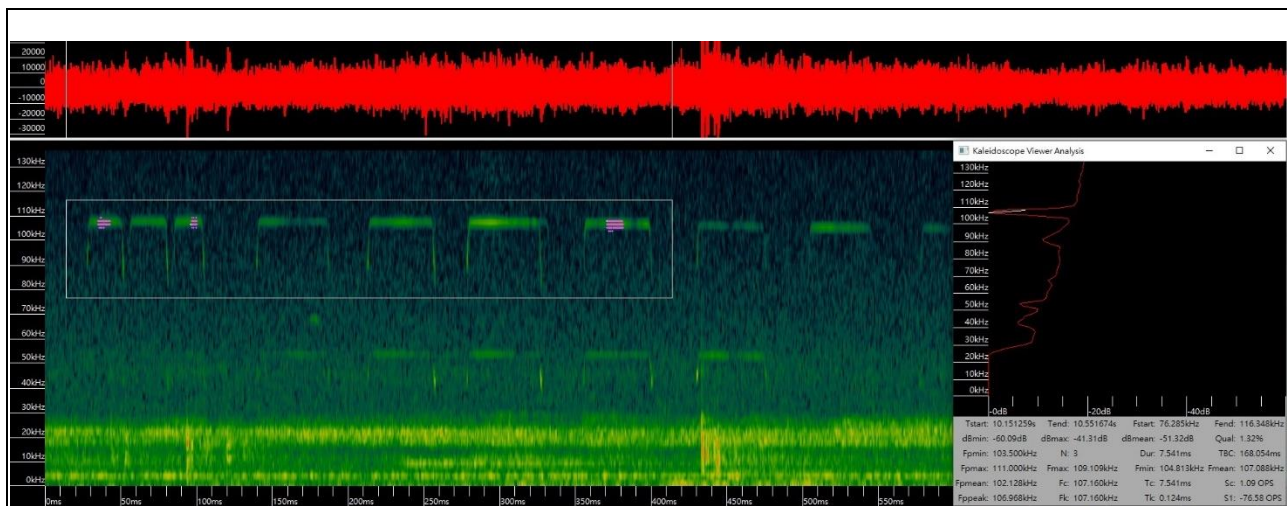
*：顏色會脫落，無法永久維持。



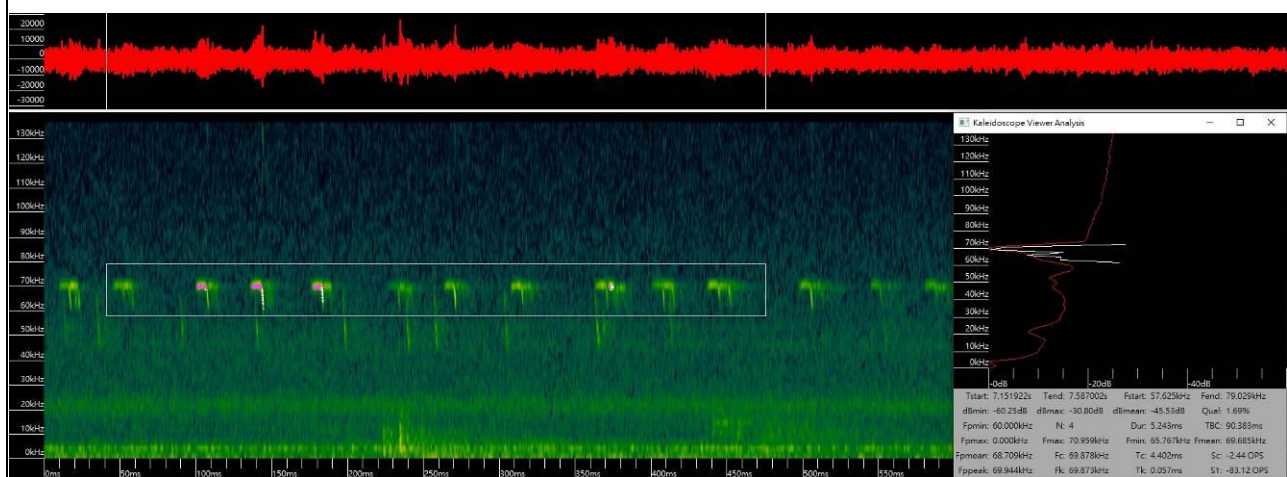
附錄圖1. 「屏東枋寮太陽光電發電廠開發計畫」開發計畫書（生利能源股份有限公司，2018）與調查遺址位置概略套疊圖



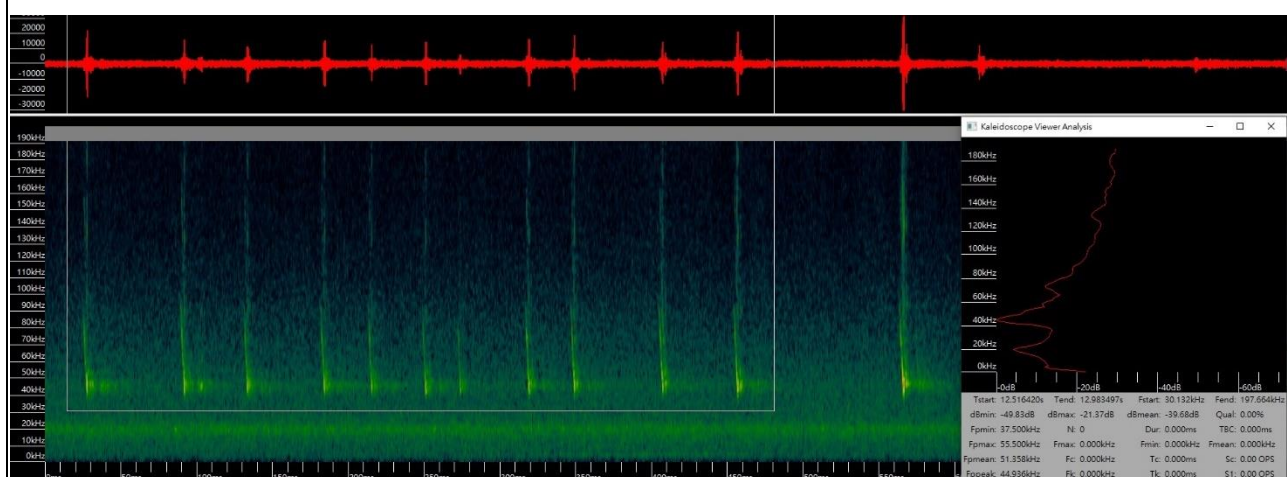
附錄圖2. 以臺灣無尾葉鼻蝠日棲所為中心，目前標記個體利用最遠的棲所間直線距離記錄為直徑（約1.5公里）所繪製的環境敏感區域



A. 臺灣小蹄鼻蝠

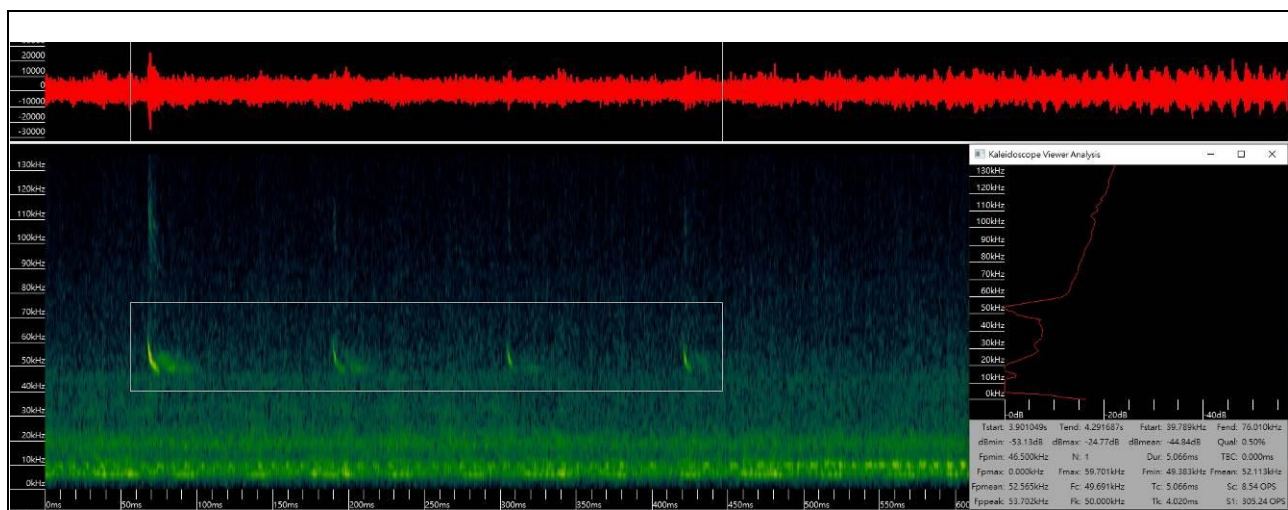


B. 臺灣葉鼻蝠

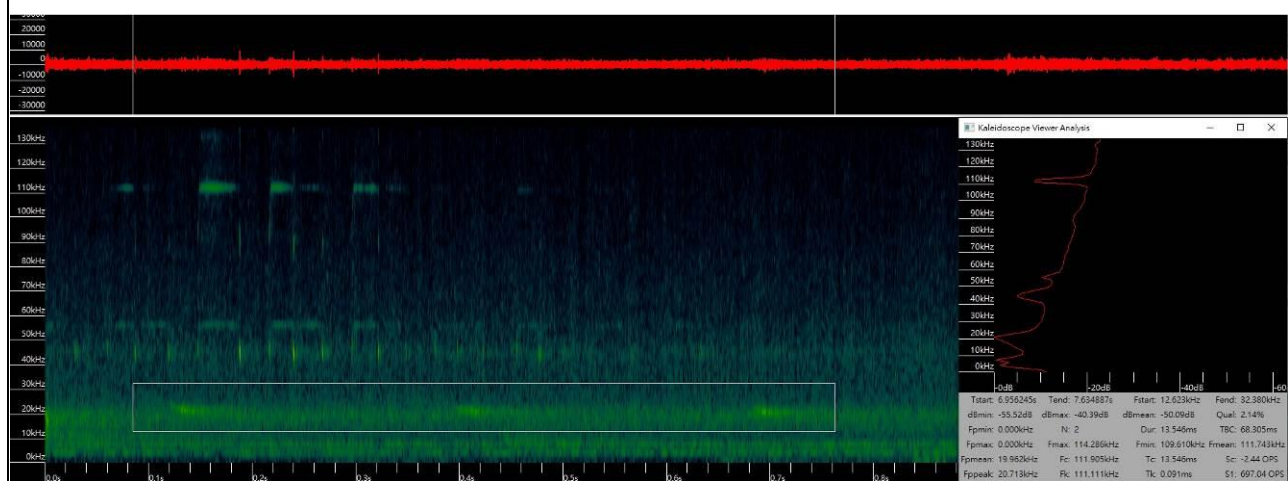


C. 臺灣無尾葉鼻蝠

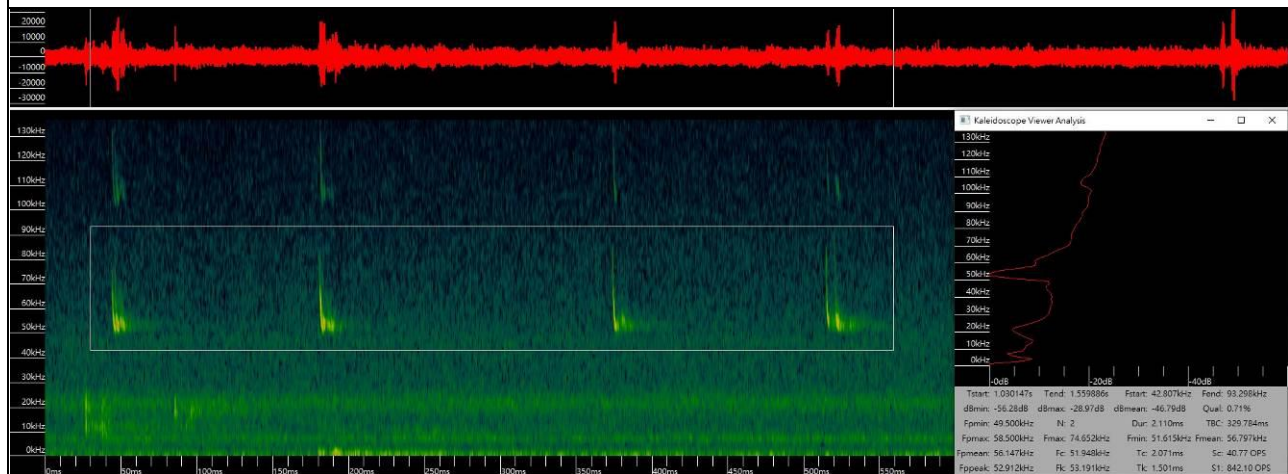
附錄圖3. 石頭營蝙蝠超音波音譜圖



D. 東亞家蝠

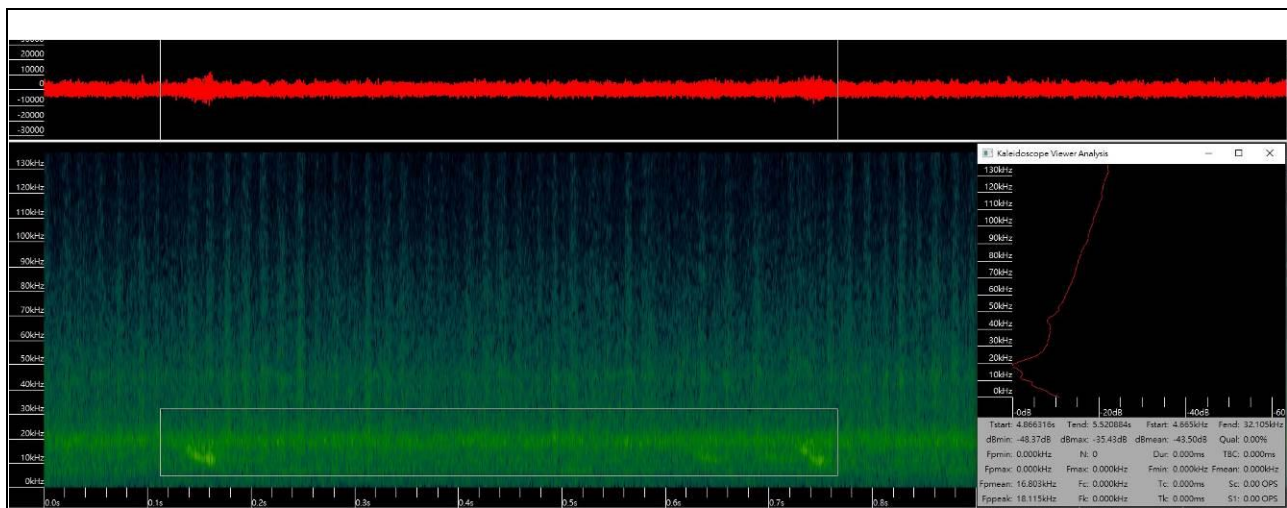


E. 絨山蝠

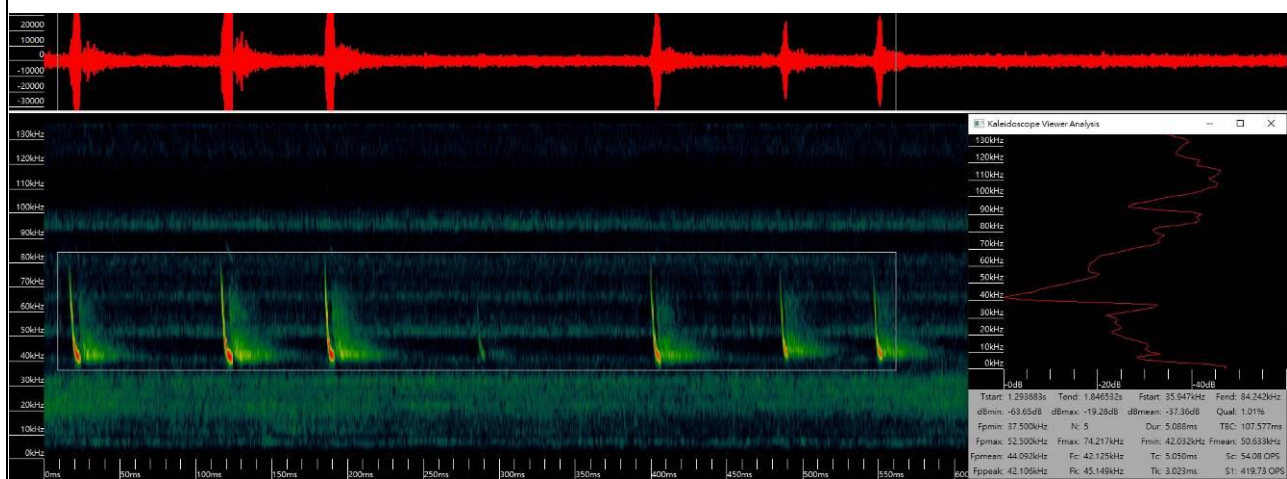


F. 東亞摺翅蝠

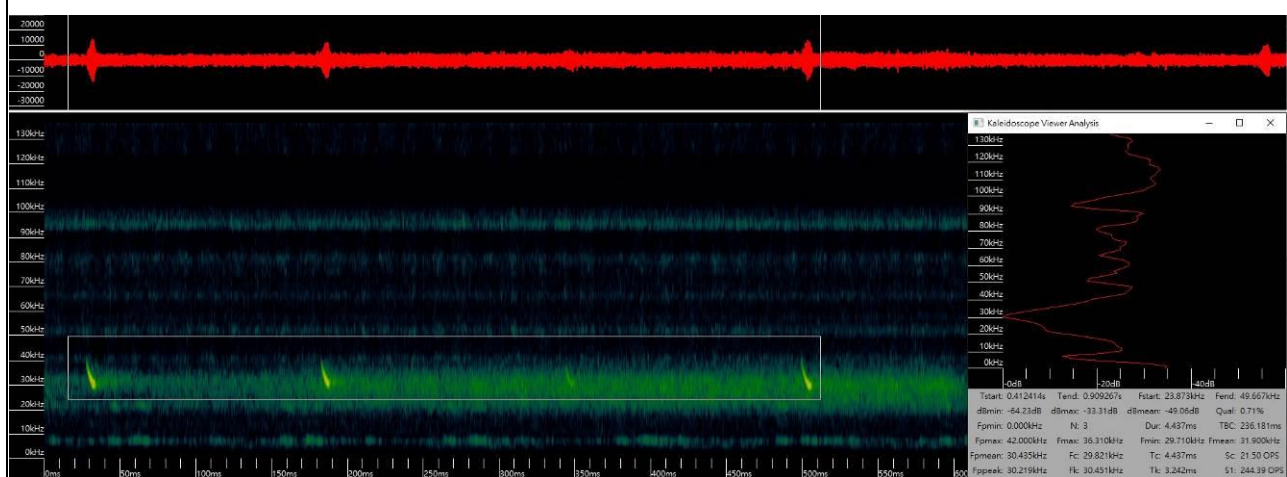
續附錄圖3.



G. 東亞游離尾蝠

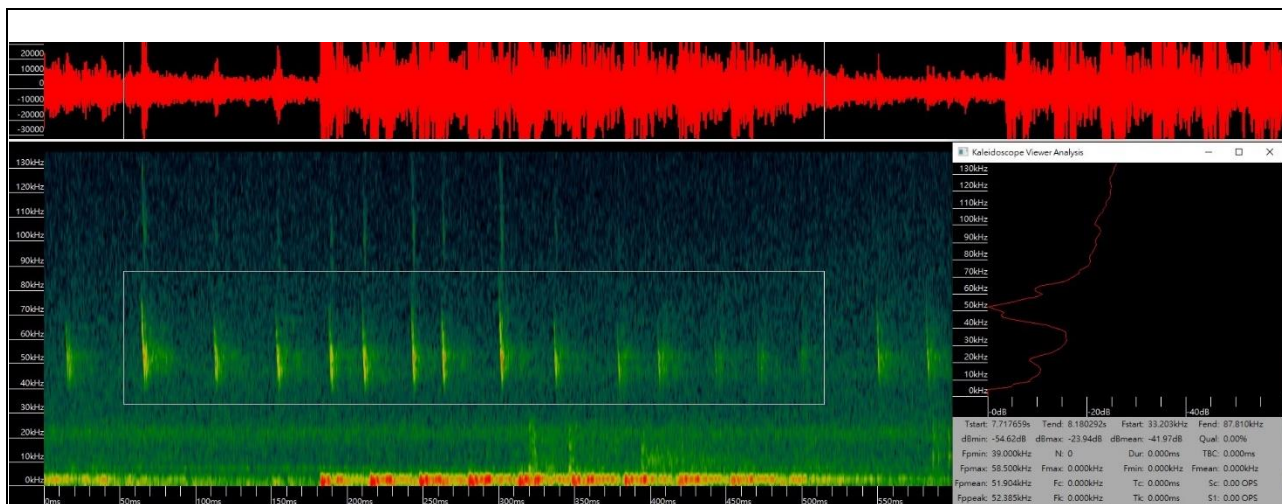


H. 高頭蝠

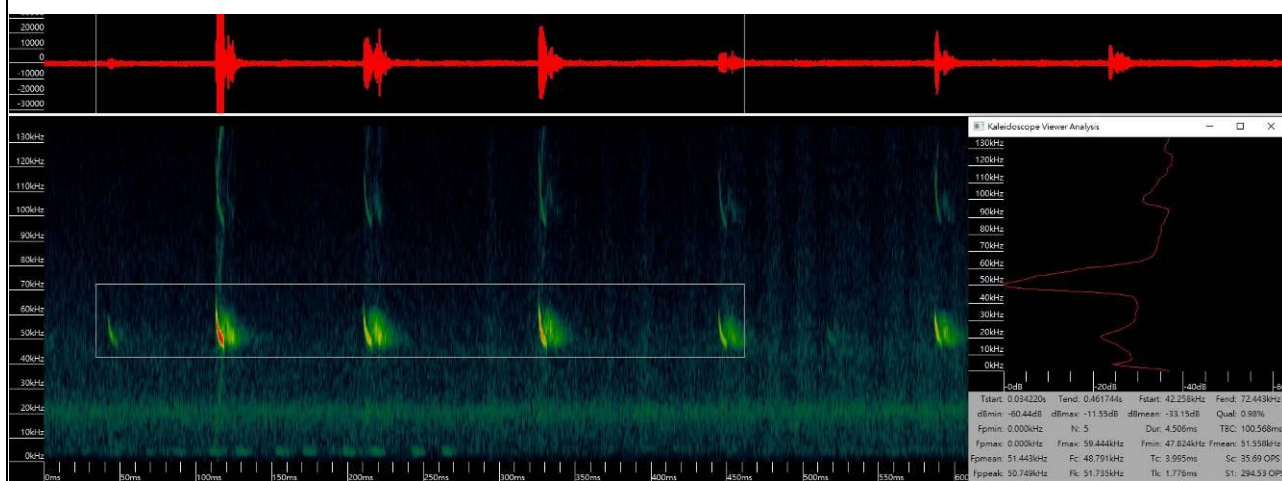


I. 堀川氏棕蝠

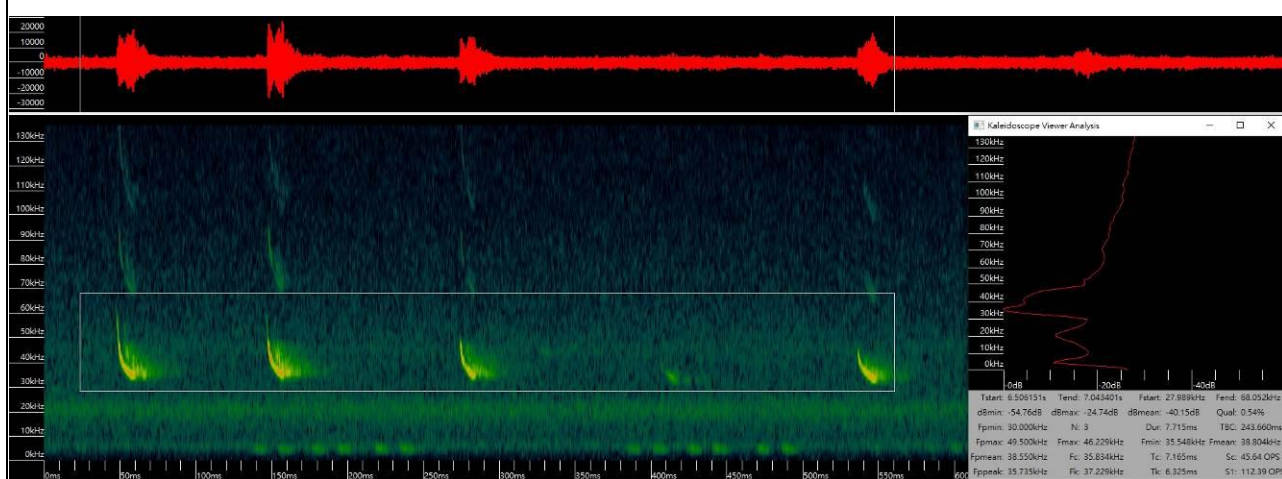
續附錄圖3.



J. 鼠耳蝠類群



K. 高頻中小型蝙蝠



L. 低頻中小型蝙蝠

續附錄圖3.

附錄圖4、環境、生物與工作照



A. 7月調查時，司令所有數處焚燒痕跡



B. 開發中的光電廠，鄰接南48-043



C. 9月中積水過膝之坑道棲所



D. 架設於南48-004坑道出入口的影像紀錄器與超音波錄音器



E. 運作中的光電廠區



F. 林緣鳳梨田



G. 林緣整平尚無植被之裸露泥土地



H. 蝙蝠標記測量作業



I. 已上環之臺灣無尾葉鼻蝠



J. 砲陣地1遺址群內的黑眉錦蛇



K. 項次12坑道口的赤尾青竹絲



L. 項次16坑道內的龜殼花



M. 臺灣小蹄鼻蝠麻醉剪毛測試



N. 麻醉剪毛測試

附錄表三、期中審查委員諮詢意見回覆

委員諮詢意見	廠商意見回覆
劉建男 委員	
1. 期末報告時建議加上摘要及結論	遵照辦理。
2. 本案人員進入蝙蝠日棲所、蝙蝠數量如何計數建議描述清楚	已補充說明於方法中。
3. 本計畫重要的目的之一是進行監測，建議針對幾個重要的日棲所，比較個別物種族群量的變動，以呈現族群變動的趨勢。	列表呈現各棲所每月調查的物種與計數數量。
4. 有關族群棲地利用狀況，本計畫比較太陽光電廠區、裸露泥土地及鳳梨田的蝙蝠活動量，建議3種棲地類型調查的努力量，包括樣點數及調查日數，甚至能有統計分析，結果比較具說服性。	增加錄音調查樣點與天數，並呈現於報告中，惟目前僅有單季資料，光電廠區樣本亦少，比較結果僅供參考。
黃俊嘉 委員	
1. 計畫目標需說明清楚	遵照辦理，已補充相關說明。
2. 有關季節移動及棲地利用之結論需保守	感謝委員提醒，已修正。
3. 棲所調查資料不夠詳細	感謝委員建議，已補充說明。
4. 表格、圖示不清楚，請加強說明	感謝委員提醒，已修正。
5. 請說明光電開發對洞內蝙蝠之可能影響。	已補充相關說明於討論中。
吳振碩 委員	
1. 6-7月育幼期無尾葉鼻蝠分布於4處，9月份只分布於3處，其有什麼原因	9月有5處，目前對於其在棲所間轉換的原因並不清楚。
2. 另於育幼期間蝙蝠是否有相同物種聚集特性？	臺灣無尾葉鼻蝠、臺灣葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠在坑道內通常會跟同種蝙蝠聚集在一起，同一個棲所內可能會有不同種蝙蝠棲息，但棲息的位置通常會有區隔。
3. 調查棲地是否有建立基本數據，例如空間大小？高度？溫度？濕度變化？光度？	各遺址的基本空間資訊在杜正宇等（2022）的報告中有建立一些數據（僅其中幾處），而今年計畫目標以遺址內的蝙蝠群聚為主，尚未監控各棲所內的溫度、濕度與光度變化等環境因子。
吳俊翰 委員	
1. 臺灣無尾葉鼻蝠分布洞穴的文獻之引用年限是否過久 2000~2023？	近年未有更新的洞穴棲所調查資料，因此此部分資料僅能引用較早期的文獻。

2. 如積水未退，何時可以進入，如已逾年度，可否配合，另找時間進入？	坑道內在雨季期間容易積水，若非積水太深，都會進入調查；或等雨停後一兩週，積水稍退，屆時再進入調查。
3. 無尾葉鼻蝠 vs 光電或其他開發行為之關聯性	遵照辦理，已補充相關說明。
4. 量化資料可否再詳細	遵照辦理，已補充相關說明。
李繼雅委員	
1. 建議於期末報告增加光電廠及蝙蝠活動數量比例的分析資料（增加數據量、強化分析根據）	遵照辦理，已增加光電廠與其他棲地類型的蝙蝠活動數量調查樣點數與錄音天數。
林業及自然保育署屏東分署自然保育科	
1. 建議應於各期報告提供摘要，簡述各期報告之階段成果。	遵照辦理。
2. 報告 p.7 圖 2 已標示熱像儀與超音波錄音器所監測的林地邊緣區域，建議可再地圖上標處監測裝置的位置與拍攝方向，以了解監測裝置與監測區域的相對位置。	遵照辦理。
3. 報告 p.4 表一為 2022 年 12 月至 2023 年 9 月的蝙蝠日棲所利用記錄已涵蓋本期報告的成果，建議將此表移至結果之適當位置，而對照 p.2 之文字內容，此處所提之表一應為前期計畫成果，建議可改以 2022 年 12 月至 2023 年 5 月的蝙蝠日棲所利用記錄表替換。	感謝委員建議，已修正。
4. 報告 p.9 提及本期調查新增 1 處臺灣無尾葉鼻蝠之日棲所，經比對前期計畫成果與表一及圖 3 之內容，得知新增的日棲所為南 48-035+036+037+043 遺址群，建議可以文字詳述於報告內文中	感謝委員建議，已補充說明。
5. 報告 p16 第二段提及三處林緣不同棲地型為附錄二 D~F，經對照附錄二照片後，應修改為附錄二 E~G	感謝委員提醒，已修正。
6. 圖 5 與 6 為夏季蝙蝠族群活動與熱區調查，惟 4 處調查點之調查事件分別於 6/18-19 及 8/27-28 完成，而日落時間亦有所差異，能否說明夏季未規劃於同一時間調查之緣由？	原為同日調查，但部分機器收集資料有問題，因此另排收集資料日期。

附錄表四、期末審查委員諮詢意見回覆

委員諮詢	廠商回覆
劉建男 委員	
1. 摘要及期末報告有提及利用重複捕捉資料來計算「活動範圍」，此方法並非計算活動範圍的好方法，建議刪除。	感謝委員建議，已刪除。
2. 本計畫比較不同棲地類型的蝙蝠活動量，但光電廠區只有1個樣點，證據比較不足，未來若有後續計畫建議增加光電廠的調查樣點。	感謝委員建議，若未來縣府有此需求，會再建議增加區外類似地景的光電廠區的調查樣點。
3. 建議依據目前調查各棲所蝙蝠利用的結果，考量生殖棲所、度冬棲所、無尾葉鼻蝠的棲所及蝙蝠數量較多的棲所，提出應優先保護的棲所，並以該棲所為中心規劃緩衝區，未來光電開發應迴避。	遵照辦理，已補充相關建議。
4. 針對已開發的光電廠區，建議可提供具體的友善蝙蝠措施，例如利用植被的營造來增加昆蟲量（食物量）等。	遵照辦理，已補充相關建議。
5. 司令部及其他有較長期監測的樣點，建議可描述族群變動的狀況，來提供是否需增設柵欄或其他保護措施的基礎。	因司令部的地點為網絡公開資訊，不定期會有人進出司令部，而司令部地下室為臺灣無尾葉鼻蝠的日棲所與繁殖棲所，為了避免民眾進出對蝙蝠造成過度干擾，因此建議在地下室入口增設友善蝙蝠閘門。
黃俊嘉 委員	
1. 聲音鑑定方法應要更明確，並提供相關文獻。	已修正。
2. 請在討論增加聲音調查使用錄音器與調查月份的資料之影響，與相關評估之影響。	已在方法補充錄音器機型的限制。 目前棲地類型調查為單季資料，全年度趨勢是否相同，則有待更多資料釐清。
3. 建議應獨立章節，第4、5、8點說明不夠清楚。	感謝委員提醒，已補充相關說明。
4. 請說明入洞捕捉的干擾是否會過大，上標捕捉是否可以用其他方法？（例如入口架設豎琴網）	因坑道內部過於狹窄，且多數非單一出入口，考慮現有豎琴網具數量、現場地形架設難易度及人力與處置動物時間，選用進入棲所以捕蟲網捕捉方式，僅在接觸群集停棲處外圍捕捉所需個體數，在數分鐘內完成捕捉，不干擾其他非標記個體。
5. 生殖季是否有棲所轉移？	上環時間已是生殖季後，雖可在下一個生殖季觀察標記個體，但因內部坑道過於狹窄，

	在蝙蝠生殖季期間進出與捕捉可能對蝙蝠造成過度干擾，因此蝙蝠生殖季期間是否有棲所轉移的行為，目前不易進行確認。 若要了解此現象，可以嘗試利用被動式晶片標記的技術來達成。
6. 提供重要棲所逐月調查資料	感謝委員建議，已將石頭營重要棲所逐月蝙蝠調查數量列表。
7. 是否可與2021年資料比較	感謝委員建議，已補充於附錄表一。
鄭永裕 委員	
1. 期中期末審查應請綠能辦公室列席。	
2. 對於蝙蝠基本生態棲息特性、食性應多詳述。	感謝委員建議，已補充相關說明。
3. 目前綠能開發實際狀況以及預期的影響，要敘述完整。	感謝委員建議，已補充相關說明。
4. 如要做保育其策略為何或有更好的建議？相關作為？	已補充相關說明於討論中。
5. 依此數量無尾葉鼻蝠在臺灣其他地區是否還有分布大量族群，是否須要重新評估保育等級。	目前已知族群以石頭營最大且穩定，少數有四季穩定分布資料的棲所，族群量均少許多；或僅特定季節出現。 野生動物保育諮詢委員會隔一段時間，依據現下資料重新評估野生動物保育等級。
6. 請加註套圖背景圖資時間點及綠能設施開發期程。	以現可得圖資套圖如附錄圖1。
李永文委員	
1. 針對目前已設置光電之區域，是否發現蝙蝠族群數量減少之情況？	光電廠區無開發前監測資料，因此蝙蝠族群是否有減少已無從比較；以目前單季數個棲地類型的蝙蝠錄音資料來看，利用光電廠區的蝙蝠種類與相對活動量都是最低的。
2. 屏東縣蝙蝠調查區域範圍之生態環境狀況建議可與台灣其他縣市蝙蝠分布區域比較分析，俾供後續評估規畫保護區域之參考。	感謝委員建議，這是不同空間尺度的研究議題，需要另案規劃設計資料的收集與分析。
3. 有關成果報告中研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議工項，應提出更具體說明及建議。	感謝委員建議，已修正。
4. 蝙蝠體內可能帶有麗莎病毒，貴公司執行本案工作時，是否有針對所調查之蝙蝠族群進行病毒檢測？（僅供參考）	感謝委員建議，目前尚未對此區蝙蝠收集檢體，進行病毒檢測；縣府如有需求，可列入未來規畫項目內。

李繼雅委員	
1. 建議提供更為具體的緩衝區域建議，盡量有明確距離。	本計畫依據調查所得臺灣無尾葉鼻蝠的棲所移動距離繪製敏感區（附錄圖2），建議蝙蝠日棲所周遭與敏感區範圍內之林地應盡量保留，避免過度開發，維持臺灣無尾葉鼻蝠棲所連結與覓食的空間。另敏感區內之土地開發行為亦應避免在蝙蝠繁殖季期間（5~8月）及入夜後（蝙蝠活動高峰期）進行。具體緩衝區的明確劃設數值，則需更多研究調查，如夜間活動範圍。
2. 請問未來如使用無線電追蹤，其電池續航力？是否需回收？	因臺灣無尾葉鼻蝠體型較小，市面上目前所適用的發報器續航力約僅有7~14天。發報器會以生物性黏膠黏在蝙蝠背上，一段時間後發報器會自行脫落。
3. 目前加計蝙蝠學會調查已2年，建請提供比較明確仍需調查的時間或是需辦理的項目。	在光電廠區開發期間應持續進行監測，開發後建議仍應持續監測蝙蝠對棲所的利用狀況至少2~3年，以了解光電建設對於蝙蝠族群的可能影響。但調查頻度可降低至每季1~2次，以避免人員頻繁進出，對蝙蝠造成過度干擾。 目前對於保育類臺灣無尾葉鼻蝠在此區的生態習性仍有許多不清楚的地方，如夜間活動、覓食利用區域，食物資源等等，這些基本資料對於具體規劃減緩環境變化對族群產生的衝擊是相當重要的。相關項目與說明如建議內容所述。
林業及自然保育署屏東分署自然保育科	
1. 建議圖4所包含之4種蝙蝠於不同圖中個別呈現，較易於解讀單一種類於不同月份之調查數量空間變異。	感謝委員建議，已將石頭營重要棲所逐月蝙蝠調查數量列表。
2. 建議將附錄圖1光電開發圖資與洞穴點位以及臺灣無尾葉鼻蝠利用棲所位置疊圖。	遵照辦理。
3. P 8. 不同環境類型的蝙蝠調查，有些類型僅取一個樣點，可能會有代表性不足的問題。	目前此區僅有一處光電廠區，若未來若有需要，會再建議增加附近區外類似地景的光電廠區的調查樣點與調查季節。
4. 建議可於附件提供期中與成果審查之委員意見回覆表，以供核對相關修訂或執行情形。	遵照辦理。

5. 本案與前期計畫已累積112年完整資料，有關保育類無尾葉鼻蝠是否每月都有棲息於石頭營遺址的記錄呢？若每年皆有記錄的話，像這樣可供無尾葉鼻蝠全年棲息的區域，是否曾在台灣其他區域發現呢？	在石頭營遺址區，目前有幾處遺址群有完整年度資料，有每個月都有分布記錄的、也有在某幾個月不會利用的棲所。 屏東、臺東與宜蘭都曾發現臺灣無尾葉鼻蝠全年棲息的洞穴，但石頭營遺址內的臺灣無尾葉鼻蝠是其中數量最多的區域。
--	---