

屏東縣政府

113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(修正版)

委託廠商：野人谷生態顧問有限公司

研究人員：柯伶樺、邱峴文、蔡守禮、林清隆、蕭舜庭

中華民國 114 年 1 月

目錄

壹、 前言.....	1
貳、 主要工作項目與執行方式.....	5
一、 洞穴型蝙蝠日棲所族群調查與環境監測.....	5
二、 保育類臺灣無尾葉鼻蝠活動範圍與棲地利用分析.....	5
三、 設置蝙蝠友善閘門與棲所利用監測.....	7
四、 研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議.....	9
參、 結果與討論.....	10
一、 洞穴型蝙蝠日棲所族群調查與環境監測.....	10
1. 洞穴型蝙蝠日棲所族群調查.....	10
2. 臺灣無尾葉鼻蝠的棲所轉換行為.....	13
3. 臺灣無尾葉鼻蝠棲所溫、相對濕度監測.....	14
二、 保育類臺灣無尾葉鼻蝠活動範圍與棲地利用分析.....	19
1. 臺灣無尾葉鼻蝠活動範圍與核心區域.....	19
2. 臺灣無尾葉鼻蝠棲地利用行為分析.....	29
三、 設置蝙蝠友善閘門與棲所利用監測.....	33
四、 研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議.....	41
肆、 參考文獻.....	45
附錄.....	47

圖目錄

圖 1. 石頭營軍事遺址蝙蝠棲所調查分布圖.....	3
圖 2. 2023 年 1 至 11 月石頭營遺址三種優勢洞穴型蝙蝠記錄隻數變化圖.....	4
圖 3. 司令所一樓與地下室相對位置平面圖.....	8
圖 4. 司令所 20 公分間距臨時開門.....	8
圖 5. 停棲時臺灣小蹄鼻蝠與臺灣無尾葉鼻蝠的區分.....	9
圖 6. 2023~2024 年石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠翼環標記個體最小移動距離.....	16
圖 7. 2024 年 6 至 12 月石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠棲所之相對濕度變化.....	17
圖 8. 2024 年 6 至 12 月石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠棲所之週日溫度變化.....	18
圖 9. CF02 無線電追蹤期間有效定位點數分布.....	22
圖 10. CF02 無線電追蹤有效定位點之移動路徑.....	22
圖 11. CF02 無線電追蹤有效定位點、活動範圍與活動核心區域.....	23
圖 12. CF03 無線電追蹤期間有效定位點數分布.....	24
圖 13. CF03 無線電追蹤有效定位點之移動路徑.....	24
圖 14. CF03 活動範圍與活動核心區域.....	25
圖 15. CF06 無線電追蹤期間有效定位點數分布.....	26
圖 16. CF06 無線電追蹤有效定位點之移動路徑.....	26
圖 17. CF06 活動範圍與活動核心區域.....	27
圖 18. CF04 無線電追蹤有效定位點.....	28
圖 19. CF05 無線電追蹤有效定位點.....	28
圖 20. CF02 個體可獲得棲地範圍之土地利用、可獲得與實際利用棲地類型比例.....	30
圖 21. CF03 個體可獲得棲地範圍之土地利用、可獲得與實際利用棲地類型比例.....	31
圖 22. CF06 個體可獲得棲地範圍之土地利用、可獲得與實際利用棲地類型比例.....	32
圖 23. 司令所平面圖與試驗開門放置位置示意圖.....	33
圖 24. 司令所地下室臺灣無尾葉鼻蝠日棲與夜棲數量長期監測.....	36
圖 25. 司令所（001）設置開門前夜間地下室蝙蝠數量變化.....	38
圖 26. 司令所（001）設置開門後夜間地下室蝙蝠數量變化.....	39
圖 27. 建議之臺灣無尾葉鼻蝠生態敏感區範圍.....	44

表目錄

表一、彙整 2022 年 12 月至 2023 年 11 月石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠日棲所利用記錄.....	2
表二、2024 年 1 月至 11 月石頭營遺址內主要三種洞穴型蝙蝠族群數量.....	12
表三、2023-2024 年石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠翼環標記個體再捕捉位置與時間.....	15
表四、2024 年石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠的追蹤狀況、活動範圍與核心活動區域面積.....	19
表五、司令所（001）閘門設置前、後，各時段蝙蝠進出數量.....	37
表六、司令所（001）閘門設置前、後，日落後、日出前蝙蝠進出臨時閘門高峰時段之蝙蝠 繞飛隻次.....	40

附錄目錄

附錄一、2024 年臺灣無尾葉鼻蝠翼環標記個體基本資料.....	47
附錄二、2024 年臺灣無尾葉鼻蝠無線電追蹤個體基本資料.....	48
附錄三、2022 年 12 月至 2024 年 11 月石頭營遺址主要三種洞穴型蝙蝠日棲所利用記錄.....	49
附錄四、環境、生物與工作照.....	51
附錄五、期中審查委員意見與回覆.....	53
附錄六、期末審查委員意見與回覆.....	56

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，有48處遺址為蝙蝠的日棲所，其中6處為II級保育類臺灣無尾葉鼻蝠的棲所，與前次調查結果相似，臺灣無尾葉鼻蝠的總數量維持在400~800隻間。臺灣無尾葉鼻蝠具有轉換棲所的行為，其中S 874與S 893已在4處不同棲所捕獲，目前所發現的6處棲所，同時具備日棲所、夜棲所、育幼與避難的功能，因此每個棲所都同等重要，少了任何一個棲所，對其族群的存續都可能會有關鍵影響。本年度無線電追蹤共追蹤5隻臺灣無尾葉鼻蝠，分析其中點位較多的3隻（CF03、CF05與CF06），並分析其中點位較多的3隻個體，顯示其主要活動範圍除了石頭營遺址外，還包含東側與東南側的大片林地，其離棲所最遠的移動距離平均可達2.9 km，平均活動範圍95% MCP與95% KDE分別為2.07 km²與3.62 km²，而平均核心活動區域（KDE 50%）則為0.96 km²；棲地利用分析結果顯示3隻個體的實際利用棲地類型比例與環境中可獲得棲地比例均有顯著差異，棲地利用並非隨機選擇，偏好利用森林類型棲地，顯示森林對於臺灣無尾葉鼻蝠是極重要的棲地。友善閘門測試的結果顯示，在初設置臨時閘門時，小型蝙蝠在進出棲所時，花費較多時間在洞口進行結構探測，但在臨時閘門設置一個月、二個月後，在臨時閘門前繞飛的個體減少，出現繞飛行為時，花費的時間也較短。在臨時閘門放置其間，也發現臺灣小蹄鼻蝠（數量最高時超過600隻）與臺灣無尾葉鼻蝠（數量最高時超過200隻）都會以此作為日、夜棲所，未來可嘗試將閘門放置在司令所建物的兩處門型入口，而非地下室入口，來進行後續蝙蝠的數量與行為反應的觀察。綜合目前調查結果來看，石頭營遺址為臺灣無尾葉鼻蝠重要的棲地。石頭營遺址的東側林地主要為保安林，也是目前追蹤個體的活動核心區域，因此除了建議保留石頭營遺址範圍的林地外（鄰近棲所）、棲所周遭與東側保安林連接的林帶與果園區及東側保安林都是臺灣無尾葉鼻蝠的重要棲地，都應納入未來規劃生態敏感區的範圍內；待未來增加追蹤個體數資料時，可再合併進行評估。生態敏感區範圍內若有大面積的伐林或開發行為應進行生態影響評估，以保持臺灣無尾葉鼻蝠棲所與覓食、活動區域的完整性與連接性，並減少對族群的干擾為原則。此外，因目前資料顯示臺灣無尾葉鼻蝠亦會利用有低度人為利用的環境（例如果園、鄰近住宅區的人造林地等），因此建議應針對周遭民眾進行相關環境教育宣導活動，盡量減少過度的人為活動（如軍事遺址探險、民宿遺址導覽遊程、除草劑與農藥等），以降低對維持蝙蝠族群的負面影響。

壹、前言

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），並在第一期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（因臨近石頭營而後稱之為石頭營遺址），是近年發現保存較為完整的軍事遺址之一。

石頭營遺址已棄置多年未再使用，少了人為干擾影響，這些區域便成為生物棲息的場所，例如蝙蝠。2023年屏東縣政府委託野人谷生態顧問有限公司，調查此區蝙蝠族群的棲息狀況，累計調查了70處遺址（圖1），其中48處遺址為洞穴型蝙蝠的日棲所，而48處蝙蝠日棲所的遺址中，更有6處記錄有珍貴稀有保育類臺灣無尾葉鼻蝠（*Coelops frithii formosanus*）棲息（表一、圖2），月平均調查數量大約在400~800隻左右（柯伶樺等，2023）。

臺灣無尾葉鼻蝠相較於其他蝙蝠翅膀形態較寬短、飛行速度緩慢（賴慶昌，2000），並且休息、飛行或是覓食時所發出的回聲定位叫聲採「低有荷比策略」（Ho *et al.*, 2013），皆顯示臺灣無尾葉鼻蝠應該主要是在森林區域活動的物種，並且以蠅虎科（方引平等，2011）、遊走蛛科、結網蛛科（黃羽萱，2019）、蝴蝶、蛾類（廖崇甫，2019）為食。因此環境中穩定適宜的洞穴（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，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於此的關鍵因素。

棲息在石頭營遺址區域的臺灣無尾葉鼻蝠族群量大且相對穩定，柯伶樺等(2023)調查發現至少有4處為其育幼棲所（本年度調查再新增2處，共6處臺灣無尾葉鼻蝠的育幼棲所），因此研判目前此區的干擾影響仍在其棲息利用所能負荷的範圍內。但目前石頭營遺址區尚有仍未進行的生利能源的二、三期太陽能光電開發計畫，周遭土地也同時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。

臺灣無尾葉鼻蝠因飛行靈巧，加上其回聲定位叫聲微弱，不容易被超音波偵測音器偵測到，因此在臺灣目前已知分布位置與數量仍相當零星；加上其對人為干擾很敏感，導致研究

難度高，因此學界對其了解相當有限。若要規劃具體石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠之保育措施，仍需蒐集更多有關之基礎資訊。因此本計畫的主要目標除了持續監測目前已知有蝙蝠棲息的棲所外，也進一步記錄、調查蒐集基礎資訊（包含：蝙蝠的活動範圍、棲地利用、棲所溫度與相對濕度季節變化等），除外也在目前較易受人為干擾影響的司令所進行蝙蝠友善開門設置的評估與建置此棲所蝙蝠利用情況的長期監測系統。後續再依本計畫調查所得各項資料來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。

表一、彙整 2022 年 12 月至 2023 年 11 月石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠日棲所利用記錄

	年 2022					2023								
	月	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
001		250	0	0	0	65	347	★	★	★	242	141	19	
016+020遺址群						151	233	108	★	★	79	90	0	145
023遺址群														230
028+029遺址群		19	0	24	66	0	34	★	★	97	30	103	135	
030+031遺址群			888	712	441	480	346	★	★	370	370	159	165	
035+036+037+043遺址群							0	-	-	3	10	30	31	
總計		269	888	736	658	778	835	★	★	★	742	433	725	

註：僅節錄柯伶樺等（2023）有記錄到臺灣無尾葉鼻蝠分布的日棲所。

深灰格：當月尚未發現該棲所。

★：育幼。

-：積水過深無法前進。

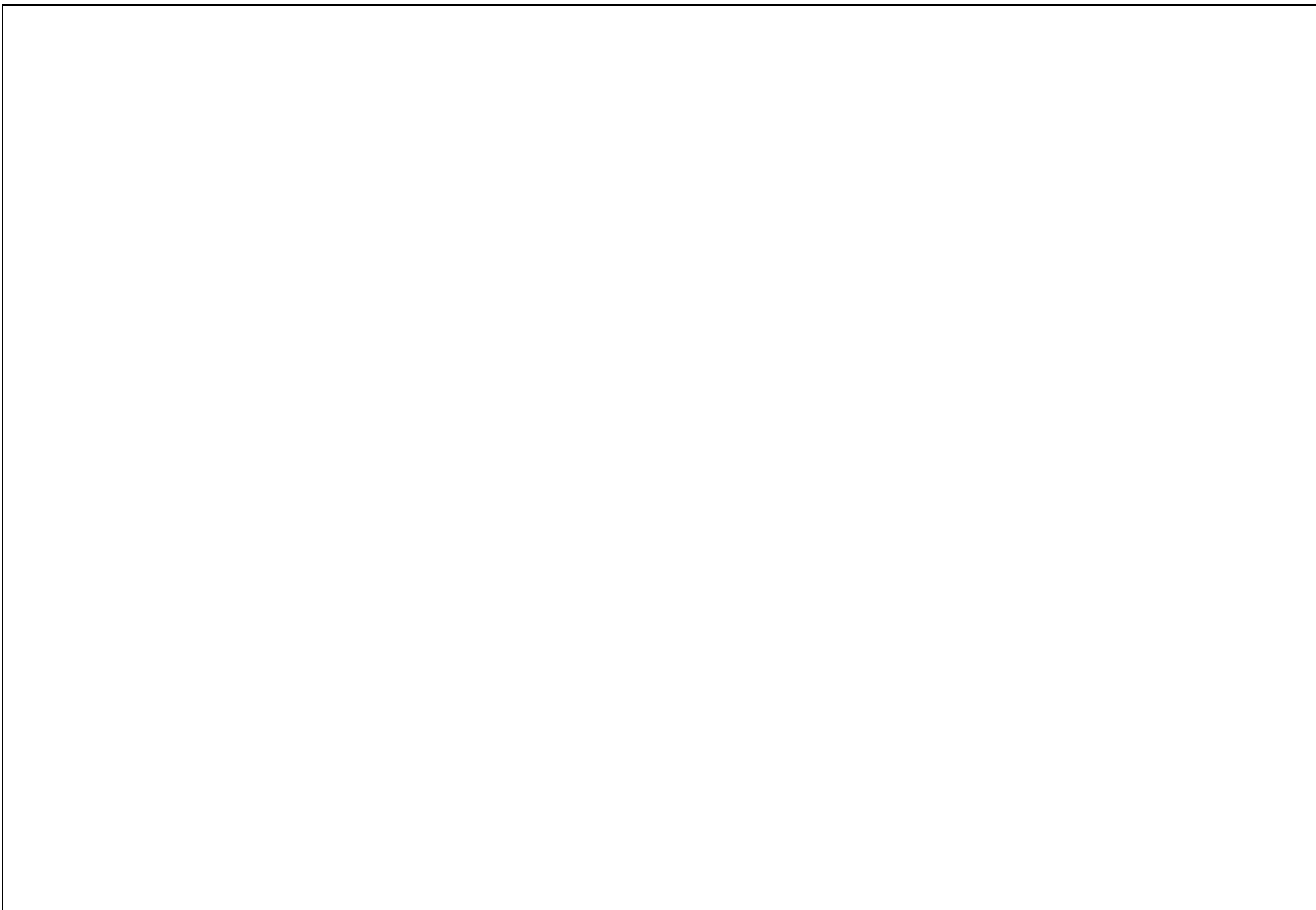


圖1 石頭營軍事遺址蝙蝠棲所調查分布圖（柯伶樺等，2023）

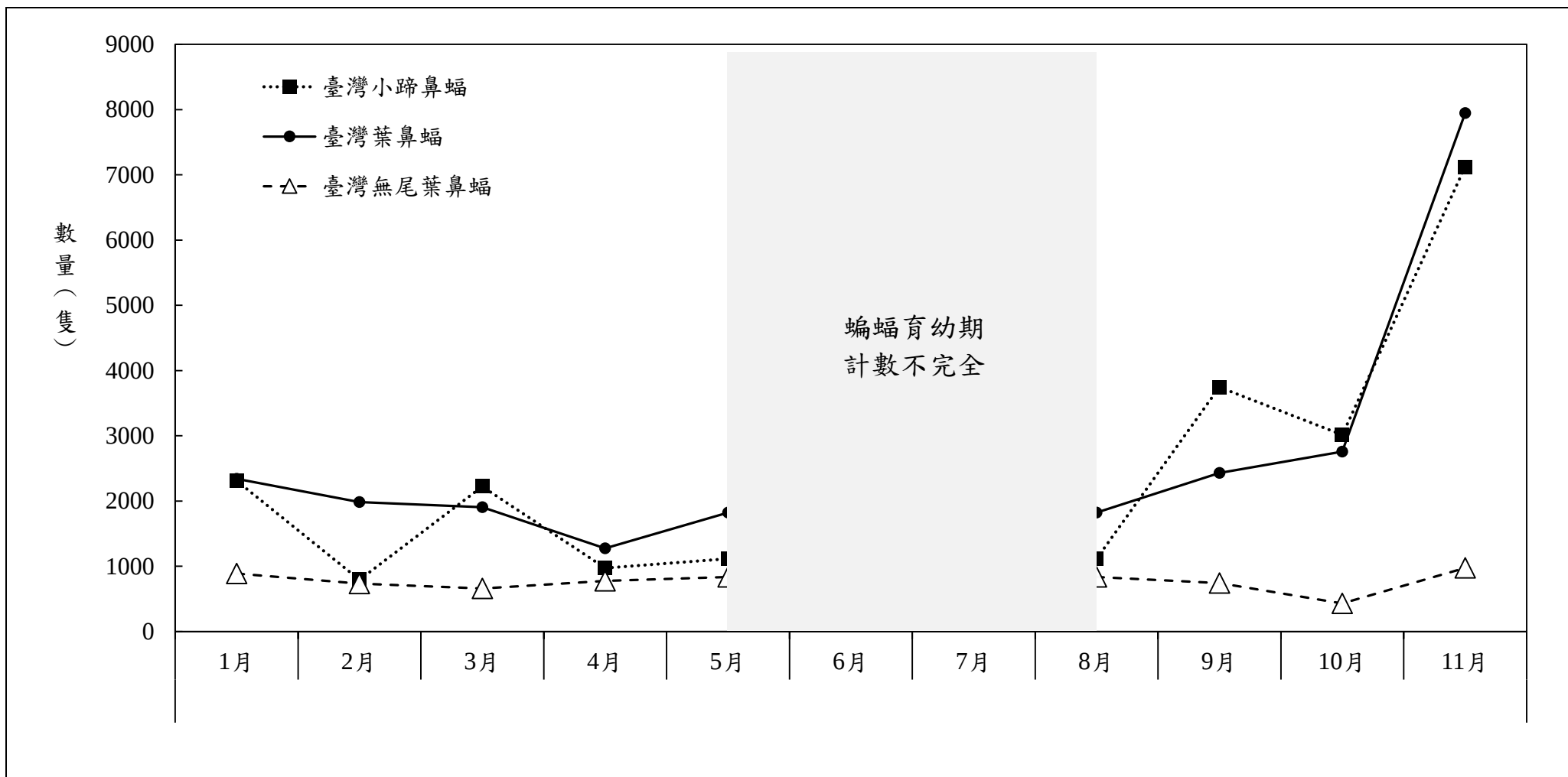


圖 2. 2023 年 1 至 11 月石頭營遺址三種優勢洞穴型蝙蝠記錄隻數變化圖 (柯伶樺等, 2023)

貳、 主要工作項目與執行方式

一、洞穴型蝙蝠日棲所族群調查與環境監測

每季至少1~2次前往石頭營遺址範圍內前次調查中已記錄有臺灣無尾葉鼻蝠棲息的洞穴進行日棲所調查，而其他未記錄到臺灣無尾葉鼻蝠的棲所則是每半年進行一次日棲所物種與數量調查。每次進入棲所辨識物種及清點數量時（為避免誤判，將不計算幼蝠數量），皆使用紅光照明設備與夜視儀以降低對蝙蝠造成的干擾，輔以相機或超音波錄音器（Echo Meter Touch 2 Pro, USA）進行記錄，若有需進行捕捉以辨識物種需要時，將以網具進行捕捉，待確認物種後，於原棲所放飛。因隧道空間狹窄，為避免蝙蝠繁殖育幼期間，人員進入對蝙蝠造成的干擾（如成蝠竄飛的額外體力耗損、棄養幼蝠與幼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，將評估是否繼續調查或停止前進，若停止前進則不記錄棲所內完整蝙蝠數量，僅記錄有蝙蝠育幼之行為。

而為了解臺灣無尾葉鼻蝠利用的日棲所環境狀況，在已有出現紀錄的棲所內之常棲息位置處架設一溫度與相對濕度記錄器（HOBO U23 Pro v2, USA），每小時記錄1次溫、相對濕度，並分析各次調查數量與日平均溫、相對濕度間是否有關係。

此外，在發現臺灣無尾葉鼻蝠的棲所，以塑膠翼環進行臺灣無尾葉鼻蝠的個體標記來了解蝙蝠轉換棲所的行為與其棲所忠誠度等利用棲所的方式，每次進入棲所時，若有看見有標記之個體，將嘗試以手撈網捕捉，在確認翼環編號後原地釋放。翼環上除有英文數字編碼外，亦使用不同顏色翼環來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42隻（保育類動物利用許可文號農授林業字第1132217056號），並由社團法人台灣蝙蝠學會林清隆博士協助相關操作。

二、保育類臺灣無尾葉鼻蝠活動範圍與棲地利用分析

以無線電追蹤技術進行臺灣無尾葉鼻蝠的個體追蹤，以了解其夜間可能活動的區域，此試驗已向主管機關申請保育類動物利用許可（保育類動物利用許可文號農授林業字第

1132217056號)。Brigham (1988) 建議<70 g的小型蝙蝠所佩戴的發報器重量不應超過個體重量的5%，依照前次調查的捕捉記錄（柯伶樺等，2023），本區臺灣無尾葉鼻蝠的雄蝠重量介於4.7~6.3 g，雌蝠重量介於4.7~5.9 g，因使用的無線電發報器（LB-2X, Holohil System Ltd., CA）重量約0.27 g，因此將選擇體重 ≥ 5.4 g的成蝠作為活動範圍調查的個體。

由於臺灣無尾葉鼻蝠生性敏感，容易有緊迫反應，不適合在清醒狀態下長時間保定進行任何操作，因此在為個體配戴無線電發報器時，先將其麻醉，再進行後續操作。無線電發報器的佩戴流程為：捕捉棲所內的臺灣無尾葉鼻蝠，並各別裝入避光透氣的軟質束口袋中，先確認個體重量符合佩戴發報器的重量要求後，再以異氟醚氣化機（Matrx VIP 3000 Isoflurane Vaporizer, Midmark, USA）進行麻醉，待蝙蝠穩定麻醉後，以電動剃毛刀（安全刀片）清除兩肩胛間約1 cm²的毛髮，再將無線電發報器以皮膚專用膠（Pros-Aide Adhesive, ADM Tronics Inc., USA）黏上，待黏膠近乾時，將蝙蝠移開麻醉機放入網籠內，讓蝙蝠進入甦醒階段。待蝙蝠完全甦醒並觀察其可正常活動後（飛行行為正常、吊掛行為正常；個體甦醒的時間不一，大約介於5~20分鐘之間），再將蝙蝠釋放回原捕捉棲所。所有操作流程及侵入性操作皆有獸醫師在旁監控與執行（附錄圖）。

本計畫所使用無線電發報器電池壽命為7~12天，而皮膚專用膠的黏著時間約為5~7天，因此每隻個體在上完發報器後，會進行連續7天的定位追蹤調查，除非遭遇惡劣天氣影響（颱風或連續豪大雨），則將視情況調整追蹤天數。定位追蹤的方式是在入夜至天亮期間，先在棲所周遭（較易接收到訊號的空曠處或高點）等待上標個體離開棲所，並依據追蹤個體移動的方向，持續調整研究人員的位置，以盡可能接近追蹤個體。在定位追蹤個體訊號時，每0.5~2小時以三角定位法：兩人或三人同時用天線與無線電接收器（RA-23K VHF Antenna & TR-8 Handheld Scanning Receiver, Telonics, Inc., USA）搜尋無線電發報器所發射的訊號，後續再利用研究人員偵測訊號的座標位置及測得的方位角計算出佩戴無線電發報器的目標動物所在位置。但因蝙蝠飛行範圍比預期的遠，而石頭營遺址周遭為淺山區域，訊號容易被起伏的地形遮蔽，加上蝙蝠進入棲所後，也會完全無法接受到訊號，無法確保每次都可以成功定位，因此追蹤期間將盡量持續定位，只要能偵測到訊號的方位角都先記錄，後續彙整資料時再從有效定位點中，每30分鐘隨機篩選1筆作為點位分析資料。為減少兩方位角間夾角太小

或太大，導致交會點的誤差過大（Springer, 1979），選取兩偵測方位夾角介於40°~140°之間為有效定位點。

活動範圍的分析是利用每隻個體的有效定位點，以最小凸多邊形法（Minimum Convex Polygon, MCP; Mohr 1947）及核密度估算法（Kernel Density Estimate, KDE; Worton 1989），來評估該個體的活動範圍（Home Range）和核心活動區域（Core Area），為降低少數極端值的影響，蝙蝠的活動範圍採用95% MCP與95% KDE估算，核心活動區域則為50% KDE區域，此部分分析以QGIS程式外掛套件Animove中的MCP與Kernel Density Estimate進行。

野生動物的棲地利用分析一般可分為3個尺度，包括物種的分布範圍尺度（First order selection）、群體活動範圍尺度（Second order selection）和個體活動範圍尺度（Third order selection）（Johnson 1980），本次計畫主要探討蝙蝠個體活動範圍尺度的棲地利用行為。棲地類型以內政部國土測繪中心所繪製之土地利用圖層進行分類：**森林**（闊葉林、竹林與造林地等）、**農墾地**（旱田、水田與畜牧用地等）、**水域**（河川、溝渠、蓄水池）、**空曠地**（草地、空置地與崩塌地等）、**果園**、**建物與道路**，共分7類。以蝙蝠個體有效定位點與原捕捉棲所的最大距離為半徑、原捕捉上標棲所為中心，所涵蓋範圍視為該個體之可獲得棲地（availability）。實際利用棲地類型則為有效定位點套疊土地利用圖層後，擷取出點位的棲地類型。棲地利用的分析則是以卡方分析檢測個體的可獲得棲地與實際利用棲地類型比例是否有顯著差異，來判斷個體對於不同棲地類型是否有選擇。

三、設置蝙蝠友善閘門與棲所利用監測

根據近期調查（柯伶樺等，2023）石頭營遺址的司令所（南48-001）主要棲息利用物種為臺灣小蹄鼻蝠與臺灣無尾葉鼻蝠。此處是臺灣無尾葉鼻蝠頻繁利用的日棲所之一，也是其重要的育幼棲所（表一），然其位置已為公開且相對易達，在先前調查中已觀察到一些人為干擾的情況；臺灣無尾葉鼻蝠生性敏感，容易受到人為干擾影響，為避免棲所受非必要人員進入而干擾其棲息，本計畫將於司令所（圖3）進行蝙蝠友善閘門設置的試驗，期能成為減少人為干擾之有效措施。

參考黃俊嘉等（2022）在壽山所進行的友善蝙蝠閘門實驗，試驗的臨時閘門為20公分間

距的橫欄設置，橫欄以伸縮桿外包軟泡棉的方式製作（圖4），以避免蝙蝠與橫欄發生碰撞時造成受傷。實驗時首先會先進行前測，測試閘門實驗放置的位置與觀察蝙蝠的行為反應，正式實驗時，在設置閘門前會蒐集2夜蝙蝠進出棲所的行為資料，設置閘門後會蒐集3夜蝙蝠進出棲所的行為資料，以評估閘門對蝙蝠可能的影響。

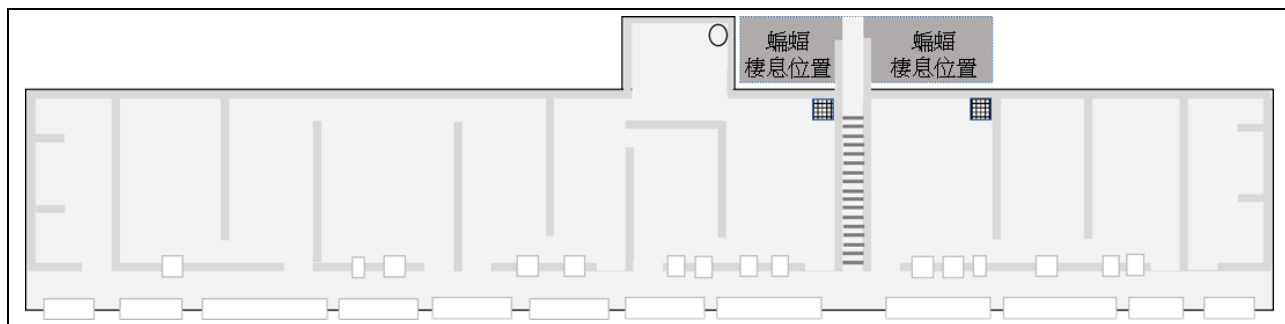


圖3. 司令所一樓與地下室相對位置平面圖。蝙蝠棲息位置為地下室，深灰色橫條處為通往地下室的樓梯，白色方框為窗口，黑色與淺灰色線條為牆壁



圖 4. 司令所 20 公分間距臨時閘門 (A) 外側、(B) 內側

資料蒐集的方式為：在入夜後（18:30～20:00）與天亮前（4:00～5:30）的蝙蝠活動高峰期（依季節日出、日落時間微調），分別在地下左、右室蝙蝠棲息處放置一台紅外線自動照相機（P60pro, Meidase, China），並於洞口放置一台紅外線攝影機（Seemor-200, Akaso, USA）錄製蝙蝠進出洞口的行為模式，錄製的模式為每3分鐘錄製30秒，在蝙蝠活動高峰期後則每2小時錄製一次30秒的影像，計數蝙蝠在洞口繞飛、飛出/飛進頻度與飛行高度等。在目前所用器材拍得的影像中，在畫面中紅外光源較足的地方，兩種的身體毛色較易區別：臺灣小蹄鼻蝠明度較高，偏灰或灰白色、臺灣無尾葉鼻蝠明度較低，偏黑或灰黑色（圖5）。但在停棲時較易進行分辨，飛行影像則不易，且停棲時臺灣小蹄鼻蝠有時會聚集在一起，臺灣無尾葉鼻蝠個體則分開（圖5），因此後續計數將飛行影像合併物種，以「小型蝙蝠」為通稱，停棲時則分物種計數。實驗將避開蝙蝠繁殖高峰期，以避免造成懷孕母蝠與骨質尚脆弱的幼蝠之意外傷亡；實驗期間，若蝙蝠有飛不出來或碰撞次數過多的情況，則終止該次實驗。此外，於司令所地下左、右室設置一台紅外線自動照相機（P60pro, Meidase, China），每日11:00、23:00各錄製一個30秒影像，以記錄地下室蝙蝠數量的長期變化作為參考。

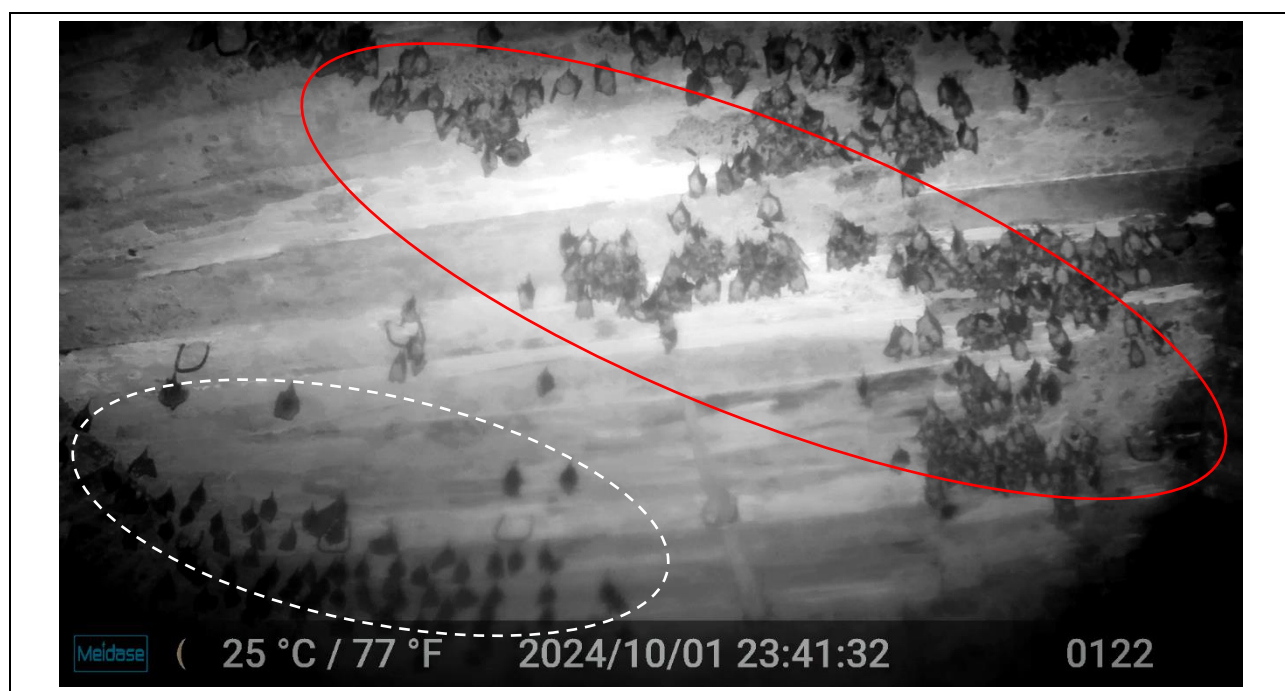


圖 5. 停棲時臺灣小蹄鼻蝠（實線區）與臺灣無尾葉鼻蝠（虛線區）的區分

四、研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議

將依據上述結果研擬石頭營遺址蝙蝠族群經營管理及保育措施上的建議。

參、 結果與討論

一、洞穴型蝙蝠日棲所族群調查與環境監測

1. 洞穴型蝙蝠日棲所族群調查

依柯伶樺等（2023）調查結果，石頭營遺址累計記錄到6處臺灣無尾葉鼻蝠的棲所，因一些碉堡遺址之間有坑道連接，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（附錄三）。自2024年1月至12月期間，共進行7次臺灣無尾葉鼻蝠的棲所調查，5月前往調查時發現全部6處棲所的臺灣無尾葉鼻蝠皆有出現懷孕、育幼的個體，因此部分區域評估後並未走完全程，直到7月中，多數幼蝠已成長到相當階段後，則恢復正常計數調查，至9月上旬進入棲所回收溫溼度記錄器資料時，棲所內仍可見零星抱幼蝠的個體。

石頭營遺址棲所內臺灣無尾葉鼻蝠的族群調查數量如表二，2024年度臺灣無尾葉鼻蝠的總數量在8月以前維持在500~800隻間，但11月與12月前往調查時，發現臺灣無尾葉鼻蝠僅在400隻左右。023遺址群在今年度9月以前，臺灣無尾葉鼻蝠每次計數的數量都是6處最多的，但在11月與12月進行日棲所調查時，棲所內卻完全無臺灣無尾葉鼻蝠棲息，在9月底至10月初山陀兒颱風侵台三日後（10/6），本團隊曾進入023遺址群更換溫溼度記錄器，發現棲所內坑道積水深度及腰，內部僅有棲息零星的臺灣小蹄鼻蝠。相較於2023年（對此區影響較大的有兩個颱風：7月底的中颱杜蘇芮與9月初的中颱海葵），2024年在9月底到11月中則有3個中度以上颱風對此區帶來可觀的風雨（9月底的強颱山陀兒、10月底的強颱康芮與11月中度的中颱天兔），導致棲所內部積水高漲，可能是棲所積水與惡劣天氣等因素，導致此區臺灣無尾葉鼻蝠族群量下降，後續可持續監測臺灣無尾葉鼻蝠的族群數量變化。司令所（001）的臺灣無尾葉鼻蝠族群在夏季的7月及8月兩次調查中，並未有利用記錄，從縮時相機的影像回放發現，在5/23凌晨3點左右，有一隻黑眉錦蛇攀附在棲所天花板（附錄圖），相機監測視野可見範圍的臺灣無尾葉鼻蝠僅剩數隻躁動停於遠離蛇頭處，並在後續數天都未再拍攝到臺灣無尾葉鼻蝠利用此處（圖23），直到5/29晚上才又拍攝到停棲利用的個體。另在6/2中午的監測影像顯示停棲個體躁動繞飛（干擾原因未知），自此日起就未再記錄到臺灣無尾葉鼻

蝠利用此處作為日棲所，直到9/17之後，才陸續記錄到臺灣無尾葉鼻蝠利用司令所作為日棲所，且在強烈颱風山陀兒來襲期間，日棲數量達到今年有紀錄的最高峰（229隻，後因颱風夾帶的大雨致地下室積水損毀監測相機而中斷影像監測）。

其他未調查到臺灣無尾葉鼻蝠的棲所（表二），則是於4月及11月各前往調查1次，這些棲所仍是以臺灣小蹄鼻蝠、臺灣葉鼻蝠為主。與前次調查結果相似，臺灣小蹄鼻蝠、臺灣葉鼻蝠在繁殖季前（1-5月）的數量相對較少，而在繁殖季後（9-11月），族群數量相對較高，在今年度11月調查時臺灣小蹄鼻蝠、臺灣葉鼻蝠合計接近1萬隻左右。另於11月調查時，砲陣地1遺址群記錄到12隻東亞摺翅蝠棲息（未列於表中）。

表二、2024 年 1 月至 11 月石頭營遺址內主要三種洞穴型蝙蝠族群數量

遺址編號 \ 物種	臺灣無尾葉鼻蝠							臺灣小蹄鼻蝠		臺灣葉鼻蝠	
	1 月	4 月	5 月	7 月	8 月	11 月	12 月	4 月	11 月	4 月	11 月
001	0	177	143	0	0	26	1	9	0	0	0
砲陣地 1 遺址群	-	0	-	-	-	0	-	521	703	551	2178
006-1	-	0	-	-	-	0	-	0	0	0	0
009	-	0	-	-	-	0	-	0	0	0	0
016+020 遺址群	87	90	55*	50★	42★	60	2	391	762	10	20
砲陣地 2 遺址群	-	0	-	-	-	0	-	0	0	650	650
023 遺址群	376	327	330*	237★	360★	0	0	0	0	0	0
024	-	0	-	-	-	0	-	0	0	0	0
028+029 遺址群	0	69	20*	113★	77★	122	40	12	74	0	0
030+031 遺址群	270	140	100*	135★	130★	192	350	40	74	0	0
033	-	0	-	-	-	0	-	0	0	56	0
035+036+037+043 遺址群	0	21	5	55★	25	44	0	488	1591	232	584
041 遺址群	-	0	-	-	-	0	-	120	110	0	0
046 遺址群	-	0	-	-	-	0	-	0	0	0	0
047 遺址群	-	0	-	-	-	0	-	0	0	0	0
051+052 遺址群	-	0	-	-	-	0	-	1	4	0	0
055+056 遺址群	-	0	-	-	-	0	-	8	20	3	1
項次 12	-	0	-	-	-	0	-	472	556	634	2921
其它-9	-	0	-	-	-	0	-	0	0	0	0
合計	733	824	533	590	634	444	393	2062	3894	2136	6354

注：歷年調查中從未記錄到蝙蝠之遺址暫不列入此表。

*：剛出生幼蝠多，評估後撤離；★：有發現抱幼個體；-：未調查。

2. 臺灣無尾葉鼻蝠的棲所轉換行為

因臺灣無尾葉鼻蝠為保育類動物，在取得保育類動物利用核准後，並避開5月下旬至8月上旬的育幼高峰期，直至8月底開始進行臺灣無尾葉鼻蝠的個體翼環標記工作。第一次捕捉標記時間為8/23，分別在4處棲所（028+29遺址群、030+31遺址群、035+036+037+043遺址群、023遺址群）上標33隻臺灣無尾葉鼻蝠。第二次捕捉標記為8/28，在016上標7隻臺灣無尾葉鼻蝠，共計上標40隻臺灣無尾葉鼻蝠（附錄表一），加上前次調查所標記個體（柯伶樺等，2023），石頭營遺址區域共計上標60隻個體。

臺灣無尾葉鼻蝠首次標記、再捕捉的位置與日期如表三，目前累計重複捕捉確認標記編號的個體共有15隻，其中有7隻在原標記棲所捕獲，另8隻則有轉換棲所的行為，且S874與S893已在4處不同棲所捕獲，均為雌性個體（圖6）。11月進入棲所調查時，再捕捉2隻塑膠翼環標記的個體有組織增生、組織液滲漏與翼環表面有異物附著的現象，因此雖翼環顏色可辨，但數字無法看清；雖然目前肉眼觀察體型與飛行行為與其他未標記個體並沒有明顯差異，但由於目前塑膠翼環標記個體被記錄的時間尚短，無法確認此現象是否會具有長期負面影響。而在先前以鋁環上標的個體中，上標後的2~3個月亦有發現部分個體有輕微組織增生或組織液滲漏現象（目前尚可發現的鋁環標記個體，戴環處已無外傷），因此未找到較合適的標記方式前，暫不以此款塑膠翼環對臺灣無尾葉鼻蝠進行標記。

Reynolds *et al.* (2025) 研究翼環標記對美國新罕布夏州的小棕鼠耳蝠 (*Myotis lucifugus*) 的影響，重複捕捉的個體中，雖僅有42隻以塑膠開口環 (split-ring) 標記，但卻高達80% 個體出現翼膜穿刺或標記嵌入組織中，相對另三種鋁環 (USFWS#2、大型鋁環、小型鋁環)，造成的傷害最嚴重，最終需更換為金屬標記，而以小型鋁製標記的受傷率則最低 (2.5%)。Reynolds *et al.* (2025) 亦指出，雖然翼環可能對小棕鼠耳蝠造成短期的傷害，但大多數個體的傷害在後續是能夠恢復的；而翼環標記對蝙蝠的影響，更主要是來自標記過程中干擾，而非翼環本身，因此應避免不必要的標記，造成過多的擾動。適當的標記材料除能最大程度減少對蝙蝠的負面影響外，也較能提供高品質的族群監測數據，而長期標記監測對於評估蝙蝠的保育狀態是至關重要的，因此應持續進行並優化標記技術 (Reynolds *et al.*, 2025)。

3. 臺灣無尾葉鼻蝠棲所溫、相對濕度監測

2024年的臺灣無尾葉鼻蝠棲所環境監測，記錄了6個棲所6~12月的溫度與相對濕度資料。週平均日相對濕度變化如圖7，6個棲所中，除了028+029、030+031之外，其餘均在95~100%之間，尤其在連續大雨致內部坑道積水時，相對濕度都在飽和狀態（100%），維持一段時間，坑道壁時常有許多小水珠，以司令所的積水較快退完。而028+029的相對濕度92.1~96.3%，冬季的變動幅度比夏季高，030+031的相對濕度是其中變化較大的棲所（86.0~95.6%），與028+029相反，此處在夏季的變動幅度相當大，冬季變動幅度則較小。週平均日溫（圖8）夏季以001為所有棲所中最高，最高紀錄為7/20當週，約在28°C，016則是平均溫度最低的棲所（約24°C），其餘則大約在25~25.5°C；030+031是週平均日溫變化最大的棲所（24.8~27.8°C），016則是變化幅度最小的棲所（23.5~24.4°C）。秋季以001與028+029的週平均日溫最高（約25.5°C），最低則是023（約24.2°C），其餘則平均在24.4~24.8°C；036是週平均日溫變化最大的棲所（21.8~25.7°C），016仍是變化幅度最小的棲所（24.1~24.7°C）。冬季則以028+029的週平均日溫最高（約24.5°C），最低則是036（約19.9°C），其餘則平均在21.3~22.9°C；036是週平均日溫變化最大的棲所（18.3~21.2°C），029則是變化幅度最小的棲所（24.2~24.8°C）。雖目前尚未觀察到各棲所臺灣無尾葉鼻蝠數量與溫度及相對濕度有明顯相關趨勢，但此6處棲所在不同季節或極端氣候時（如強烈颱風）有不同的微氣候環境可供臺灣無尾葉鼻蝠棲息利用，另12月僅016、028+029與030+031三處的均溫在22°C以上，而028+029與030+031為12月調查時記錄到的主要利用棲所，是否因此為冬季偏好利用的棲所，則可持續觀察監測。

在方引平等（2011）調查研究中，記錄了5處（墾丁大圓山、臺東東興B2、花蓮光明洞、宜蘭永和與宜蘭枕山）有臺灣無尾葉鼻蝠棲息洞穴內的溫度與相對濕度，平均相對濕度則均是保持接近飽和（ $96.96 \pm 3.92 \sim 100 \pm 0.05 \%$ ），在石頭營利用的棲所相對濕度也是接近飽和，飽含水氣的環境可避免蝙蝠因蒸散作用而失水。而溫度及變化則不盡相同，其中平均溫度（ $21.99 \pm 0.51 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ）與相對濕度最穩定的臺東東興B2，四季調查數量有明顯波動（26~187隻），而平均溫度與相對濕度第二穩定的墾丁大圓山，是當中平均溫度最高（ $24.00 \pm 0.91 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ）的洞穴，在四季調查中，記錄到的數量最穩定（50~80隻）。顯示依據各洞穴的環境特性，臺灣無尾葉鼻蝠會採用不同的策略（如度冬）來利用這些洞穴。

表三、2023-2024 年石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠翼環標記個體再捕捉位置與時間

標記日期	翼環 編號	原標記 棲所	再捕捉位置與時間				
			2023年		2024年		
			10月	11月	1月	9月	11月
2023/10/14	NTU S 864	035+036+037+043			030+031		
2023/10/14	NTU S 866	035+036+037+043		035+036+037+043			
2023/10/14	NTU S 874	030+031	001	028+029		035+036+037+043	
2023/9/14	NTU S 888	028+029				030+031	
2023/9/14	NTU S 889	028+029				030+031	
2023/9/14	NTU S 892	028+029		035+036+037+043		035+036+037+043	
2023/9/14	NTU S 893	001	028+029	016	030+031		
2023/9/14	NTU S 898	001			023		
2023/9/14	NTU S 900	001	001				
2024/8/23	WV 005 L	035+036+037+043	—	—	—	035+036+037+043	
2024/8/23	WV 009 L	035+036+037+043	—	—	—	035+036+037+043	
2024/8/28	WV 014 L	016	—	—	—	016	
2024/8/23	WV 021 L	030+031	—	—	—	030+031	
2024/8/23	WV 025 L	030+031	—	—	—	030+031	
2024/8/23	WV 050 L	023	—	—	—	016	
2024/8/23	WV 02? L	030+031	—	—	—		035+036+037+043
2024/8/23	WV 02? L	030+031	—	—	—		035+036+037+043

—：表示在該時間仍未上環

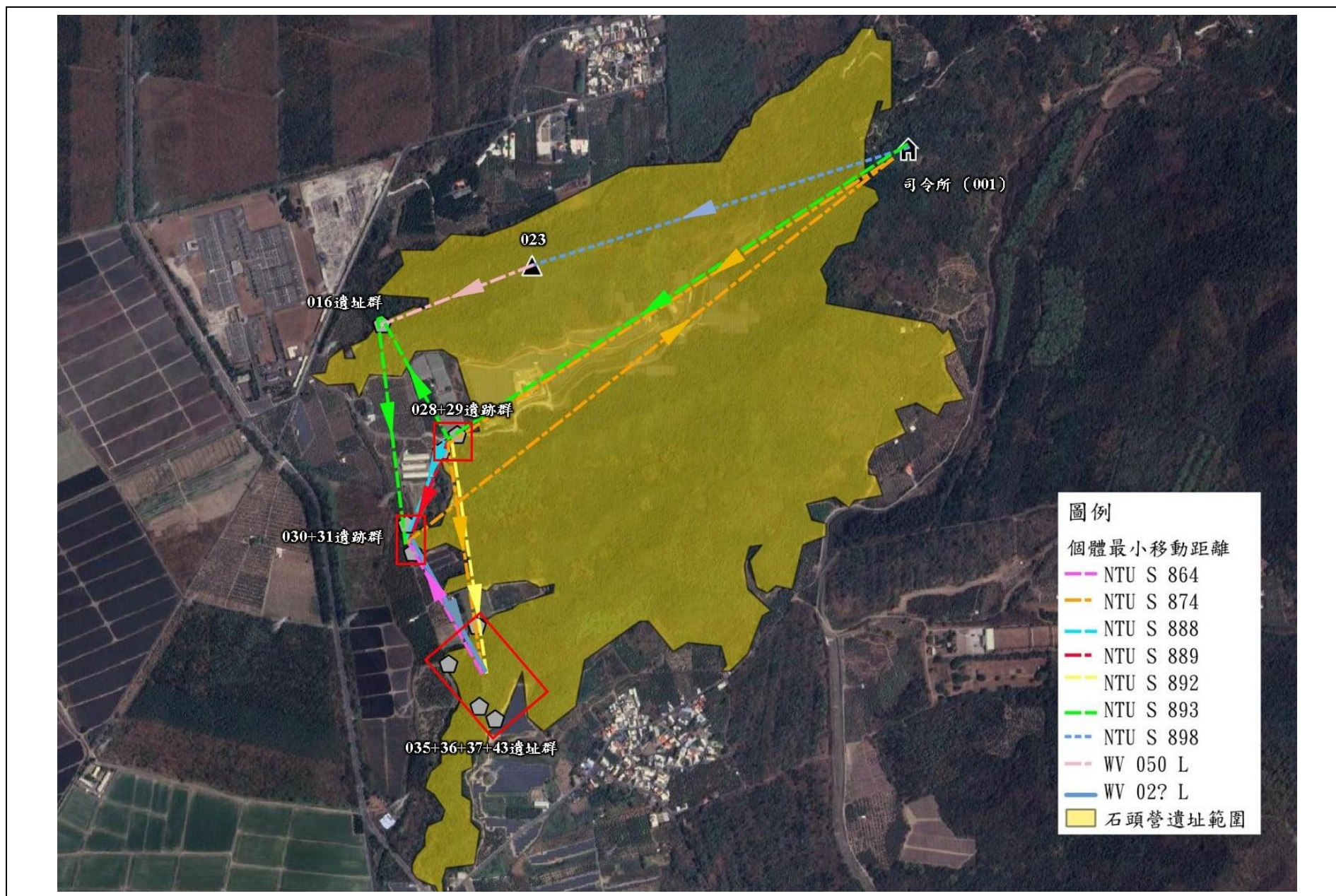


圖6. 2023~2024年石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠翼環標記個體最小移動距離

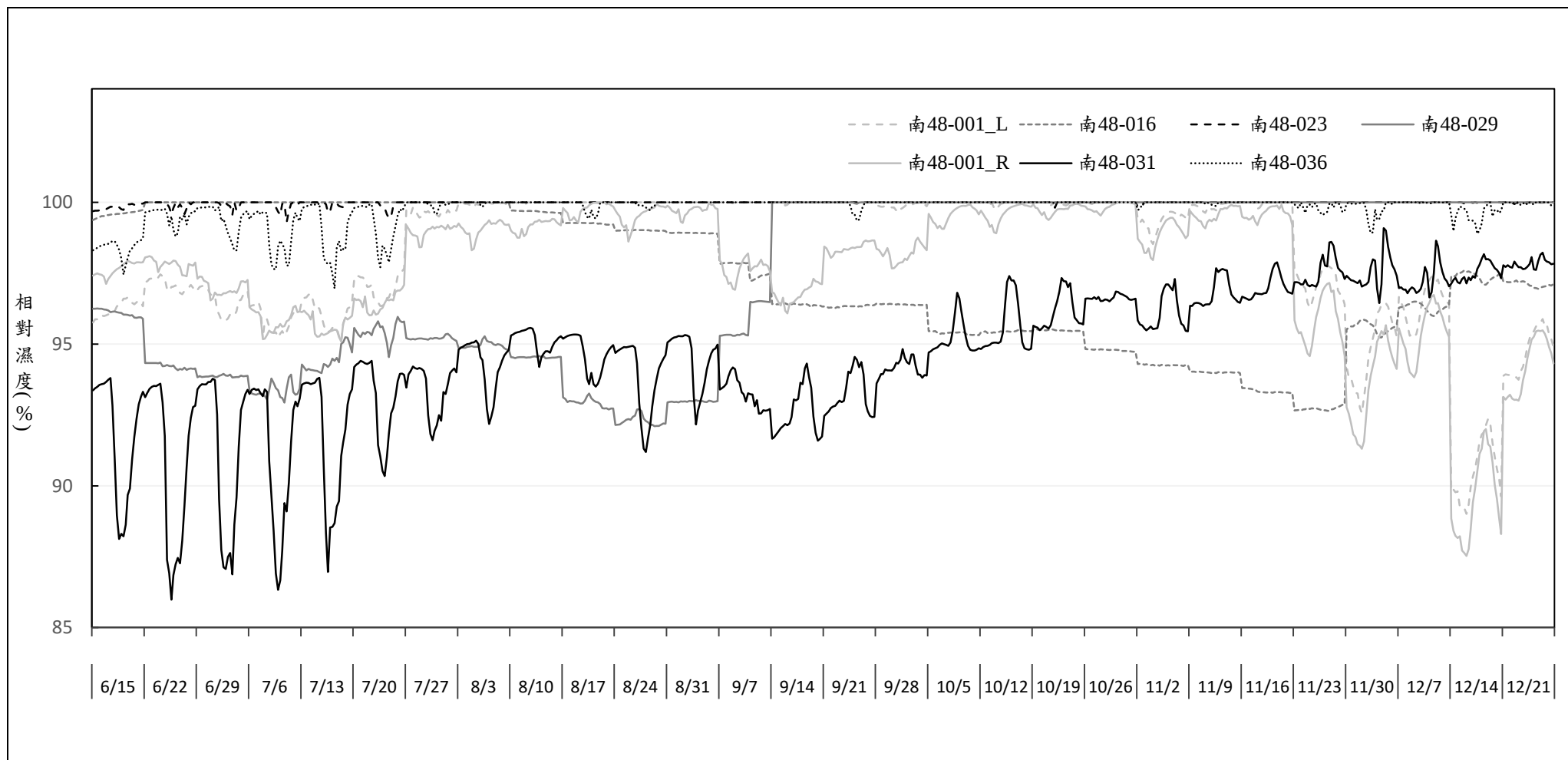


圖7. 2024年6至12月石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠棲所之相對濕度變化

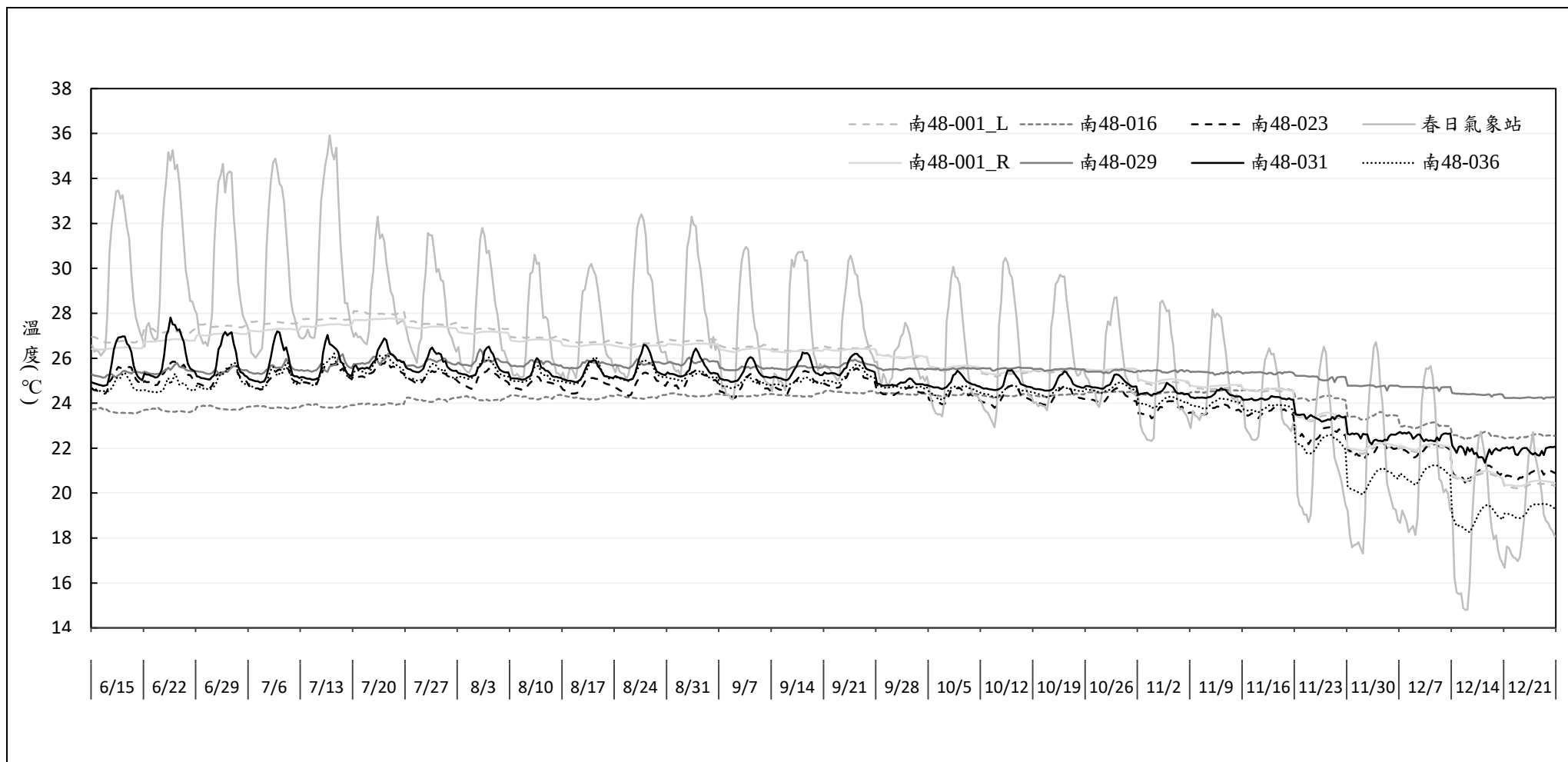


圖8. 2024年6至12月石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠棲所之週日溫度變化

二、保育類臺灣無尾葉鼻蝠活動範圍與棲地利用分析

1. 臺灣無尾葉鼻蝠活動範圍與核心區域

所有無線電追蹤個體之基本資料、發報器體重比等資訊請如附錄二（發報器體重比未計入黏膠重量，因此佔比為低估數值）。第一次無線電追蹤是在9/1~7進行，共追蹤2隻個體（CF02與CF04），因追蹤第7天時預報當晚會下豪大雨因此暫停追蹤，直到9/10再度前往追蹤時，僅偵測CF04的訊號；第二次無線電追蹤則是在9/27~30進行，共追蹤3隻個體（CF03、CF05與CF06），由於9/30凌晨發布強颱陸上警報（山陀兒），因此先暫時撤離，直到颱風警報解除（10/4清晨）後，於10/4再次前往進行追蹤時，僅偵測到CF03的訊號，追蹤狀況如表四與以下各別說明：

表四、2024 年石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠的追蹤狀況、活動範圍與核心活動區域面積

個體編號	有效點位	追蹤期程	追蹤夜數	與原捕捉棲所最大距離 (m)	活動範圍 (km ²)		核心區域 (km ²)
					95% MCP	95% KDE	50% KDE
CF02	35	9/1~7, 9/10~11	7	2928	3.58	6.16	1.66
CF03	21	9/27~30, 10/4~5	4	2776	0.87	1.82	0.39
CF04*	2	9/1~7, 9/10~11	7	1884*	-	-	-
CF05*	1	9/27~30, 10/4~5	4	594*	-	-	-
CF06	31	9/27~30, 10/4~5	4	2862	1.77	2.88	0.84
平均				2855	2.07	3.62	0.96

*：有效點數太少，不列入平均計算。

a. CF02

CF02是9/1於028+029棲所內捕捉的個體，追蹤期程為9/1傍晚至9/7清晨，9/7~8由於夜間持續下雨，天候不佳，因此暫停兩天，於9/9再次進行追蹤定位，然直至9/10天亮後，訊號位置尚在相同位置未移動，研判可能為無線電發報器脫落或個體於野外死亡；定位點現場為一片林相茂密的平地森林，地表草層覆蓋佳（附錄圖），經過一翻搜尋，偵測到訊號極強的

小區域，未發現死亡個體，因此為無線電發報器脫落的機率較高，但由於無線電發報器體積極小，加上訊號位置處於茂密森林區域，並未順利尋獲。

CF02各追蹤夜的點位分布如圖9，CF02通常在甫入夜時便自棲所離開，迅速往東側林地與山區移動，由於追蹤前幾日調查人員主要在石頭營遺址附近，因此追蹤到的有效定位數較少，後續往東側擴大搜索範圍後，追蹤的有效定位數才逐漸增多。CF02每夜的移動路徑如圖10，前幾夜的活動範圍主要是在新開靶場、新開苗圃與天台宮一帶林地，在9/6時發現CF02往中庄村落(東南方向)附近的平地森林區域方向移動。CF02的活動範圍為 $3.58\sim 6.16\text{ km}^2$ (95%MCP與95%KDE)，主要在石頭營遺址東側一帶活動，核心活動範圍為 1.66 km^2 ，主要集中在新開靶場、新開苗圃與天台宮一帶林地(圖11)。

b. CF03

CF03個體是9/27於030+031棲所內捕捉的個體，追蹤期程為9/27傍晚至9/30清晨，由於9/30凌晨發布強颱風陸上警報(山陀兒)，因此先暫時撤離，直到颱風警報解除後，於10/4再次前往進行追蹤至10/6清晨，10/5傍晚至10/6清晨均未再收到訊號，便停止對CF03的活動追蹤。CF03在前兩天的定位點較多(圖12)。第一天偵測到從030+031離開，往東側林地移動(圖13)，天亮前雖往石頭營方向移動，但並未進入已知的棲所中，最後停在石頭營遺址區東側芒果園與林地坡面附近；隔天(9/28)傍晚訊號仍在，不久便往天台宮方向林地移動，天亮前(05:20:55；當日新開村日出時間為05:48:24)偵測到訊號方向靠近035+036+037+043遺址群，隨即消失。9/29傍晚最早(18:23)偵測到訊號的方向卻相當靠近028+029遺址群，之後便未搜尋到訊號，直到下半夜才又出現在天台宮附近林地、溪谷，天亮前(05:21)移動回石頭營遺址區，最後訊號方向在南側稜線附近(未靠近已知棲所)。颱風後的第一日追蹤傍晚(10/4)訊號即出現在鄰近天台宮的林地，但訊號直至天亮都只在小範圍內，未大幅度移動，推測天台宮附近可能有其他潛在棲所；後續至現場查看環境，為臨近住宅與農園的茂密森林(附錄圖)。CF03的活動範圍為 $0.87\sim 1.82\text{ km}^2$ (95%MCP與95%KDE)，主要在石頭營遺址東側至天台宮一帶林地活動，核心活動範圍為 0.39 km^2 ，主要集中於天台宮附近林地(圖14)。

c. CF06

CF06個體是9/27於030+031棲所內捕捉的個體，追蹤期程為9/27傍晚至9/30清晨，由於9/30凌晨發布強颱風陸上警報（山陀兒），直到颱風警報解除後，於10/4再次前往進行追蹤時，未再偵測到CF06訊號（圖15）。3天的追蹤路徑都顯示CF06自石頭營遺址離開後，往東邊苦竹溪、石楠溪一帶山谷移動，快天亮前再回到石頭營遺址區（圖16），推測此區域應是其主要覓食區域。CF06的活動範圍為 $1.77 \sim 2.88 \text{ km}^2$ （95%MCP與95%KDE），主要為石頭營遺址東側至苦竹溪、石楠溪一帶林地（圖17），核心活動範圍為 1.66 km^2 ，主要集中於石頭營東側的林地。

d. CF04

CF04為028+029棲所內捕捉的個體，追蹤期程為9/1～9/3，最後偵測到的訊號為9/3清晨接近西南角（035+036+037+043遺址群）棲所，之後則未再偵測到該個體訊號，因此研判應是無線電發報器在其進入棲所後脫落，以致後續未再偵測到CF04的訊號。追蹤期間有效定位點僅2筆（圖18），因此無法繪製活動範圍與核心活動範圍。

e. CF05

CF05為030+031棲所內捕捉的個體，追蹤期程為9/27傍晚至9/30清晨，由於9/30凌晨發布強颱風陸上警報（山陀兒），直到颱風警報解除後，於10/4再次前往進行追蹤時，未再偵測到CF05訊號。最後偵測到CF05的訊號為9/28清晨於石頭營遺址範圍內，研判應是無線電發報器在其進入棲所後脫落。追蹤期間有效定位點僅1筆（圖19），因此無法繪製活動範圍與核心活動範圍。

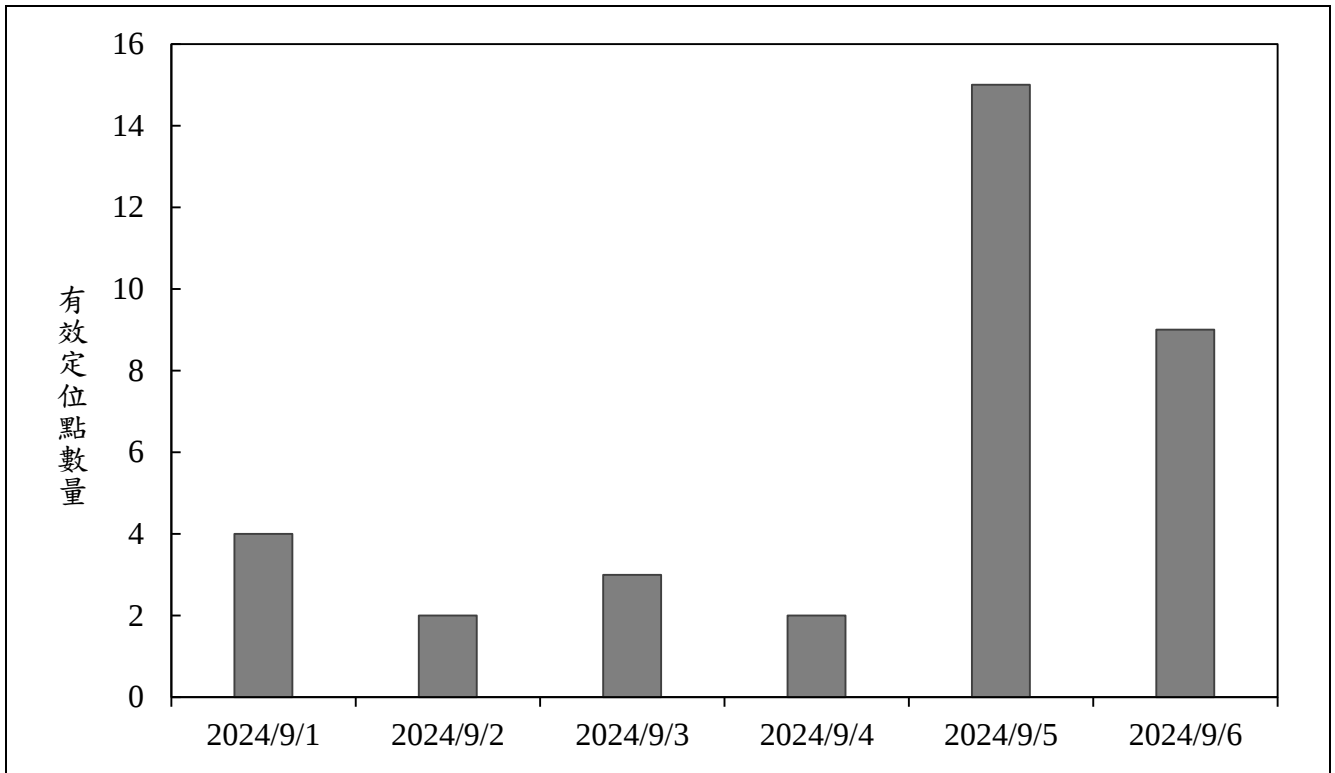


圖9. CF02無線電追蹤期間有效定位點數分布

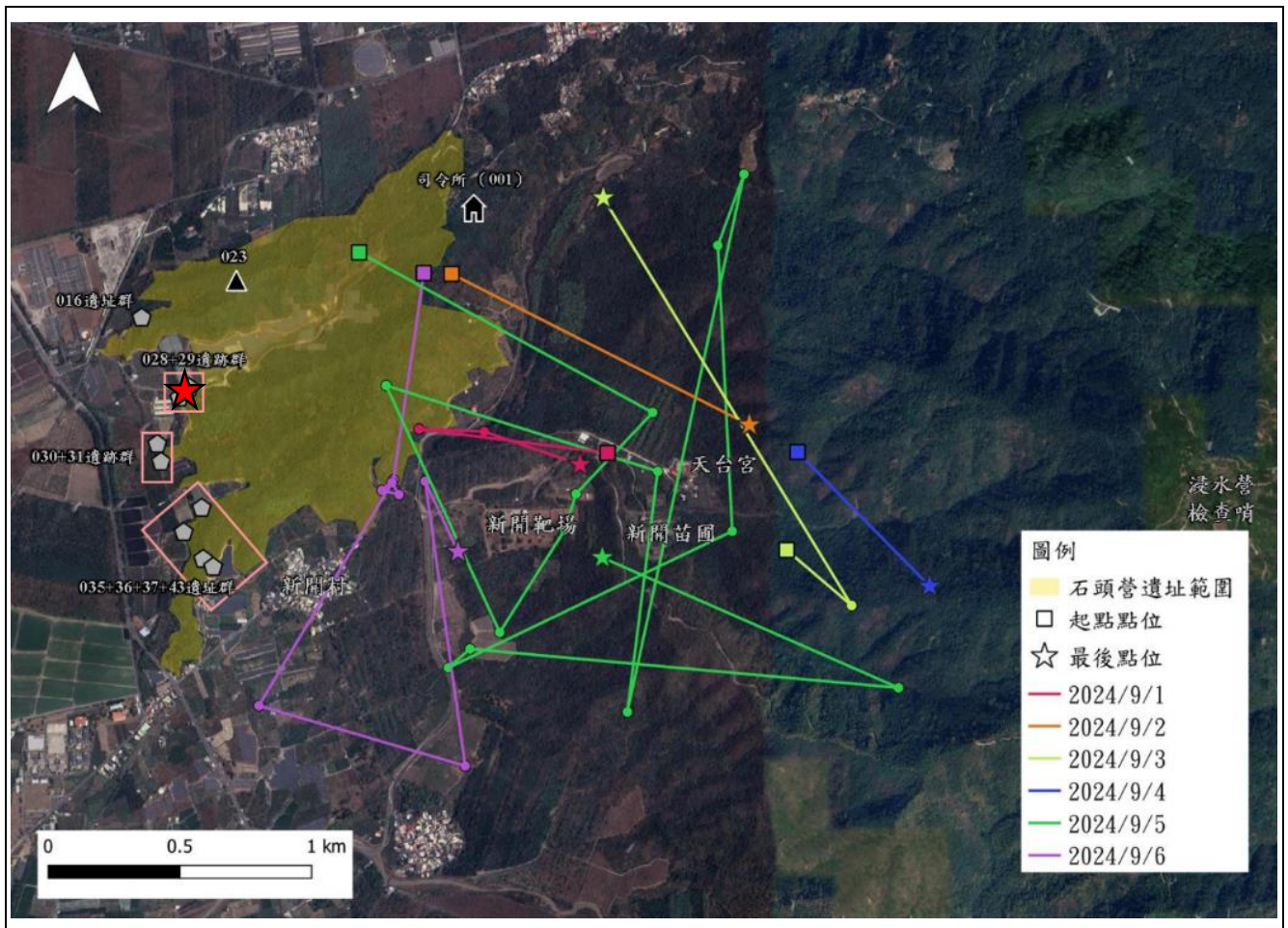


圖10. CF02無線電追蹤有效定位點之移動路徑（紅色星星為原捕捉棲所位置）

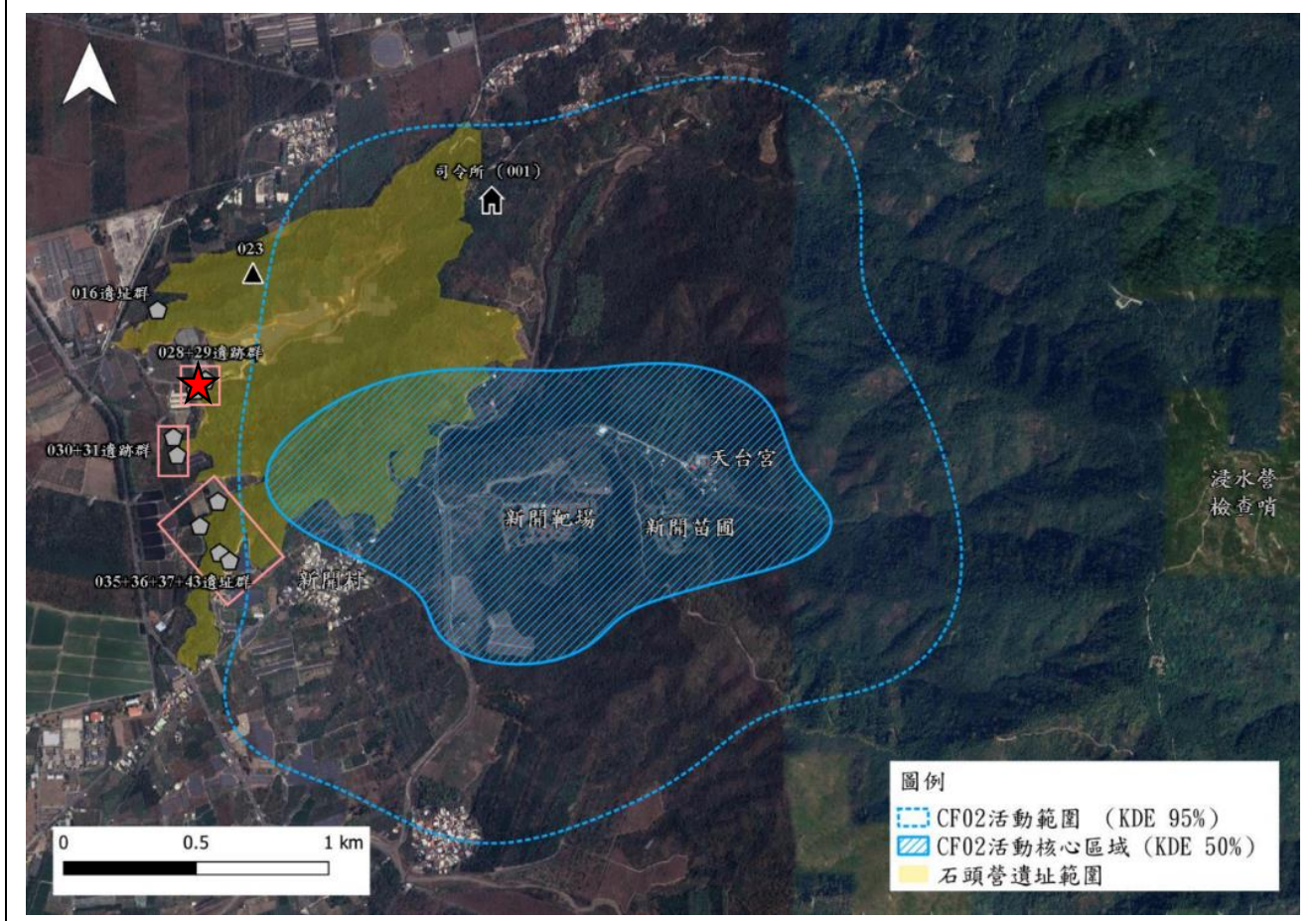
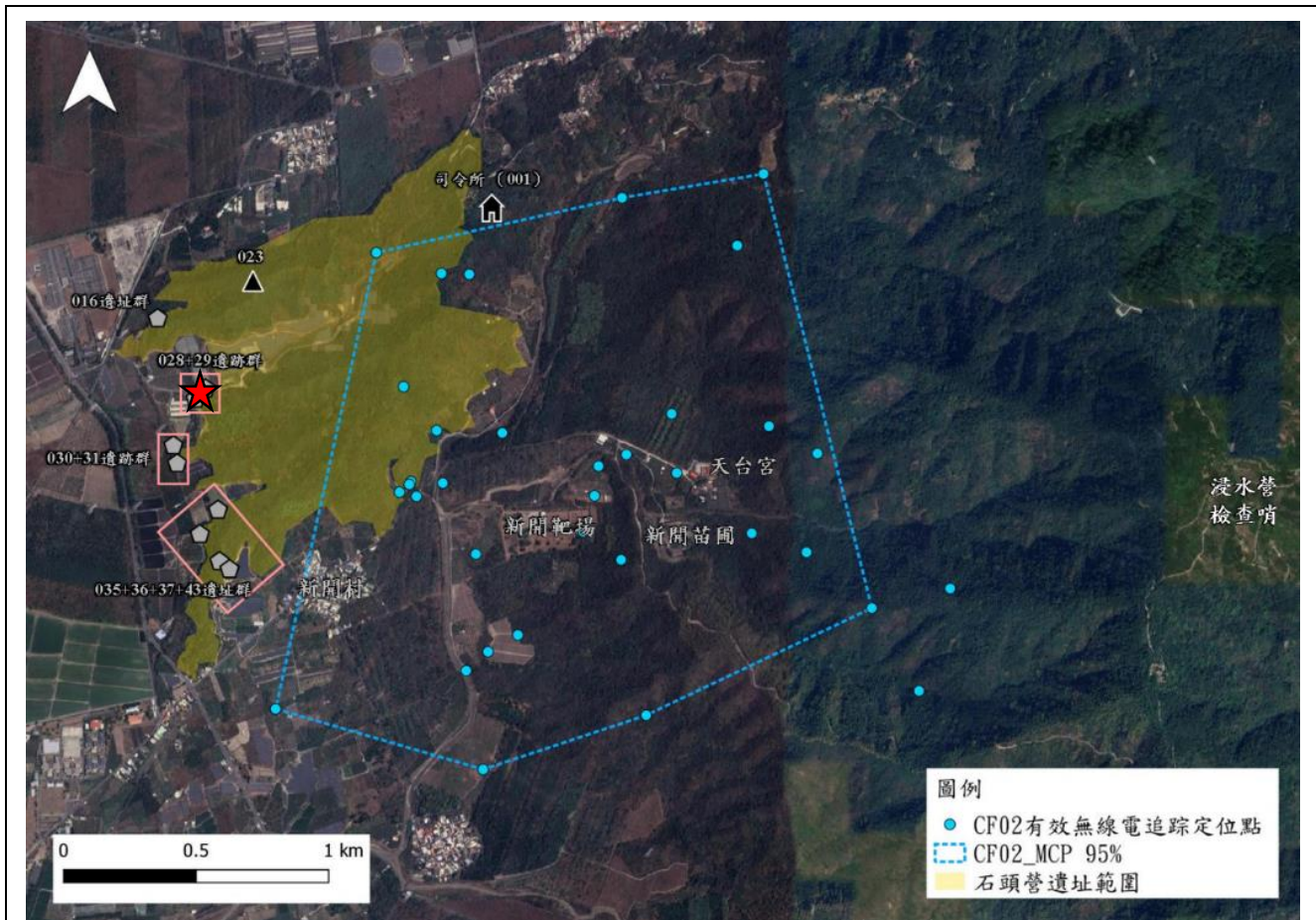


圖11. CF02無線電追蹤有效定位點、活動範圍（95% MCP、95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）（紅色星星為原捕捉棲所位置）

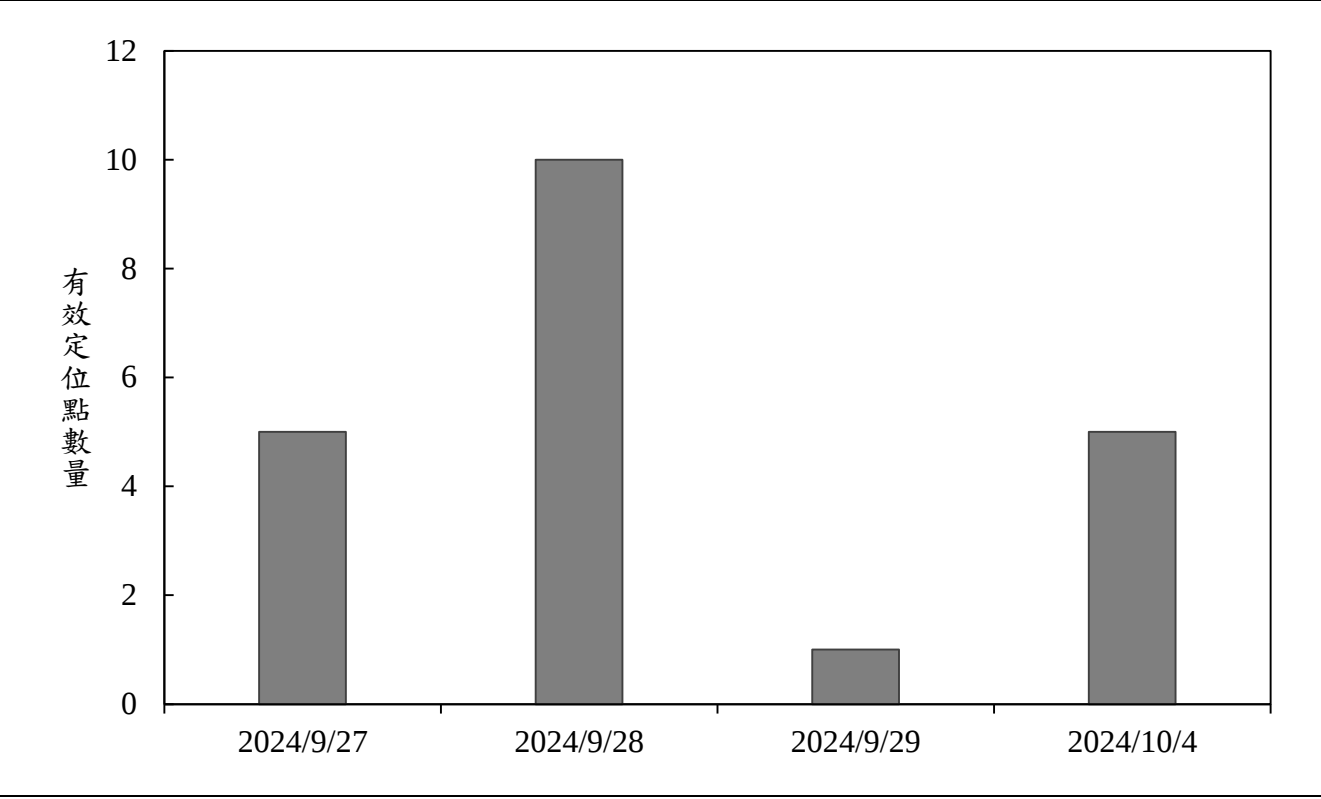


圖 12. CF03 無線電追蹤期間有效定位點數分布

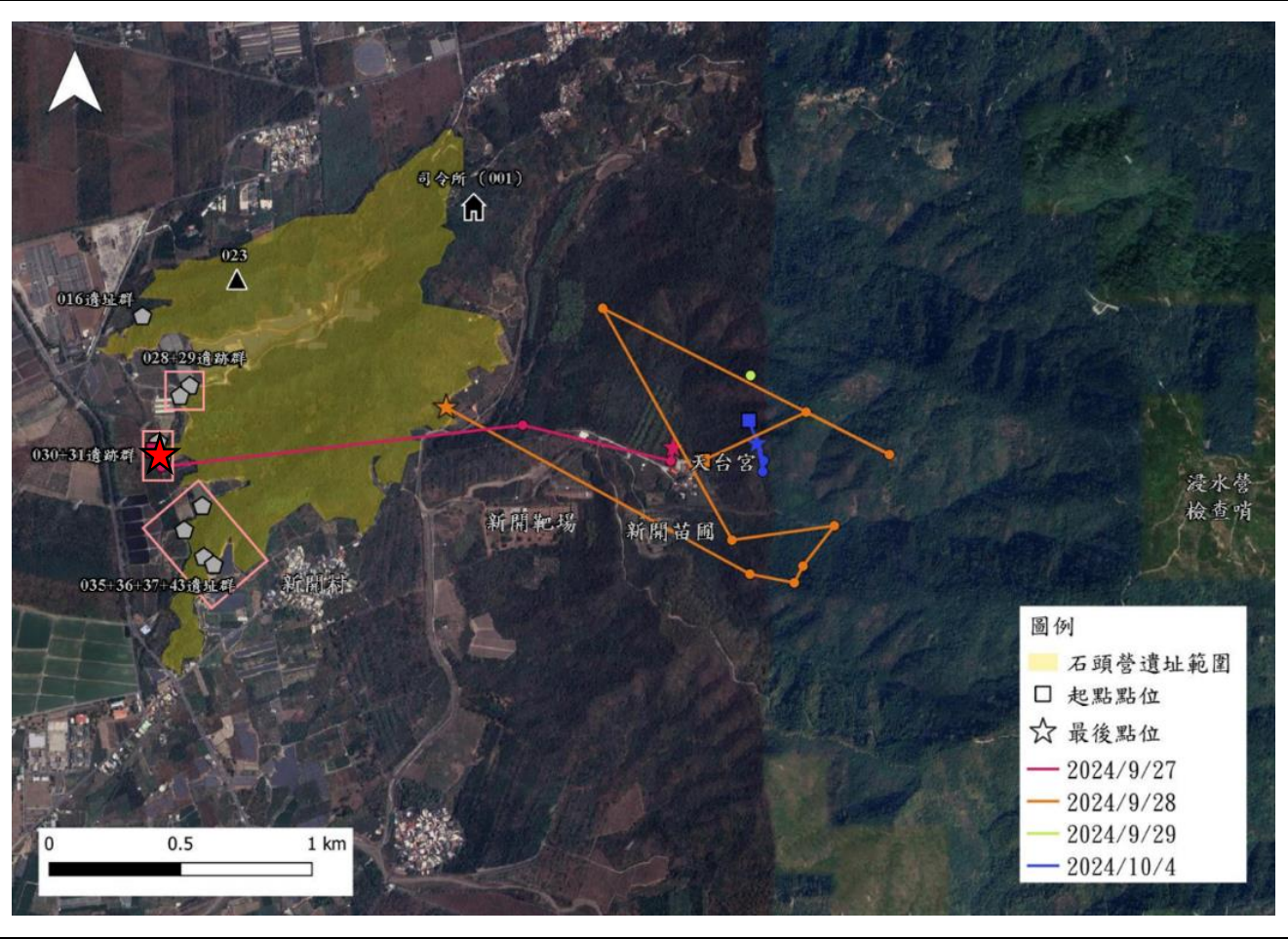


圖13. CF03無線電追蹤有效定位點之移動路徑（紅色星星為原捕捉棲所位置）

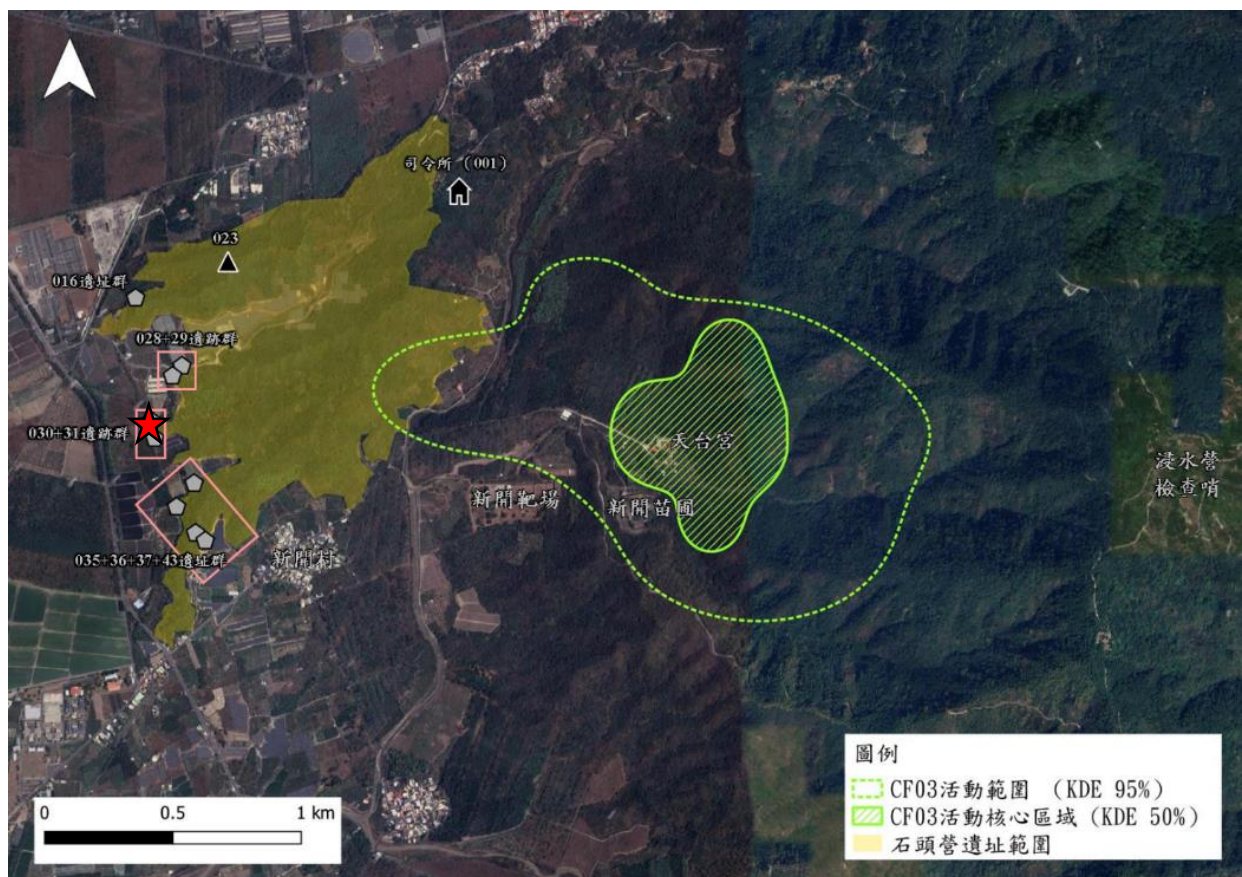
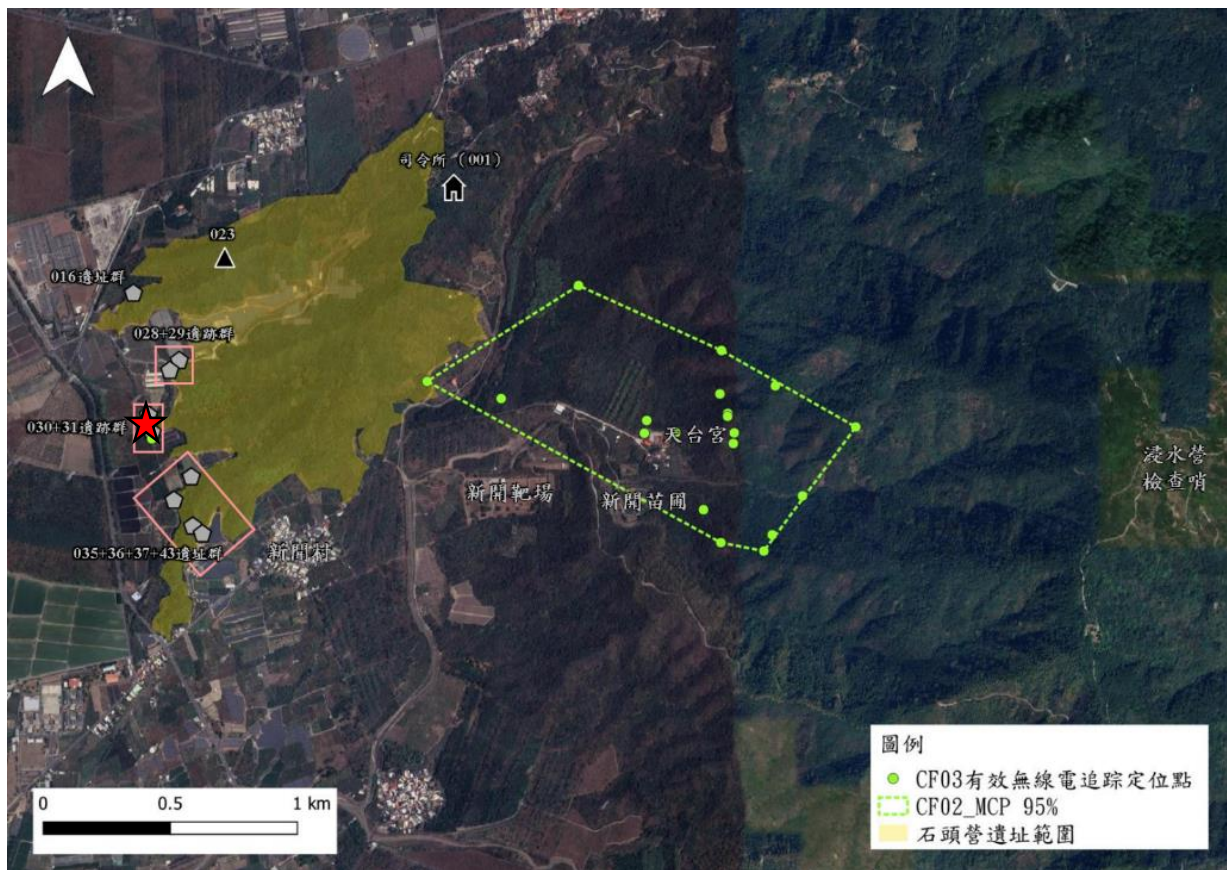


圖14. CF03活動範圍（95% MCP、95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）（紅色星星為原捕捉棲所位置）

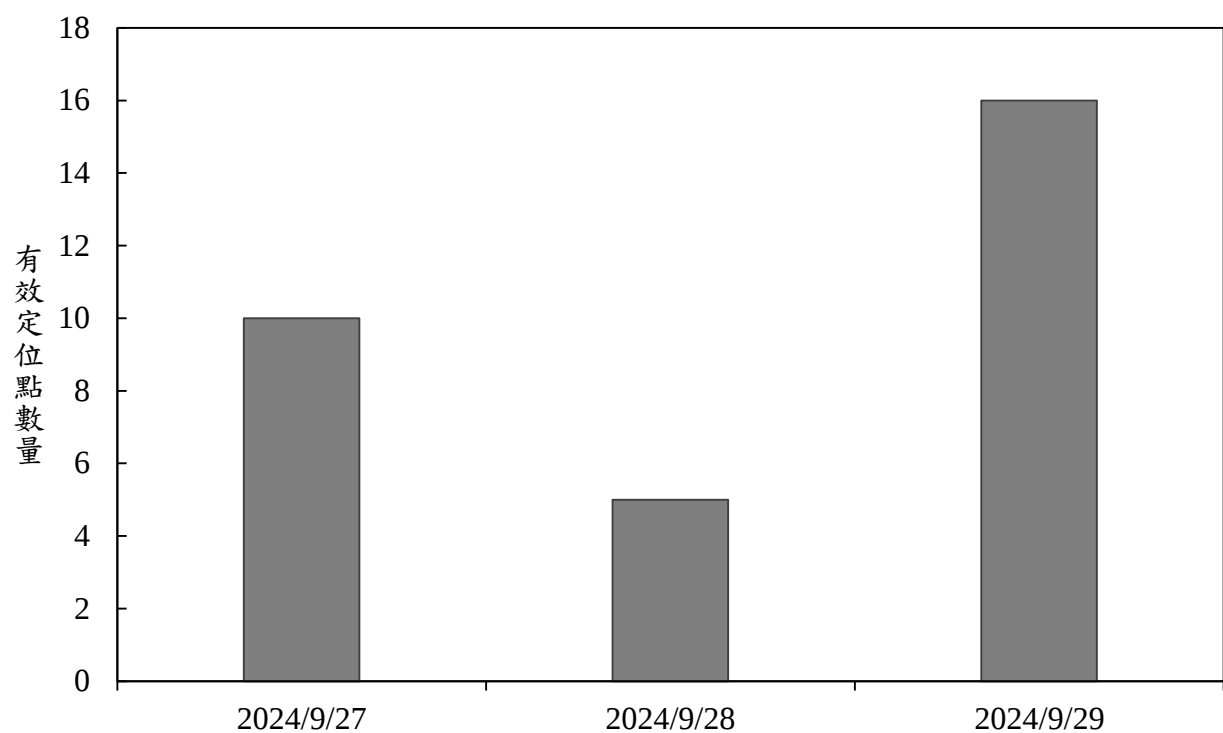


圖15. CF06無線電追蹤期間有效定位點數分布

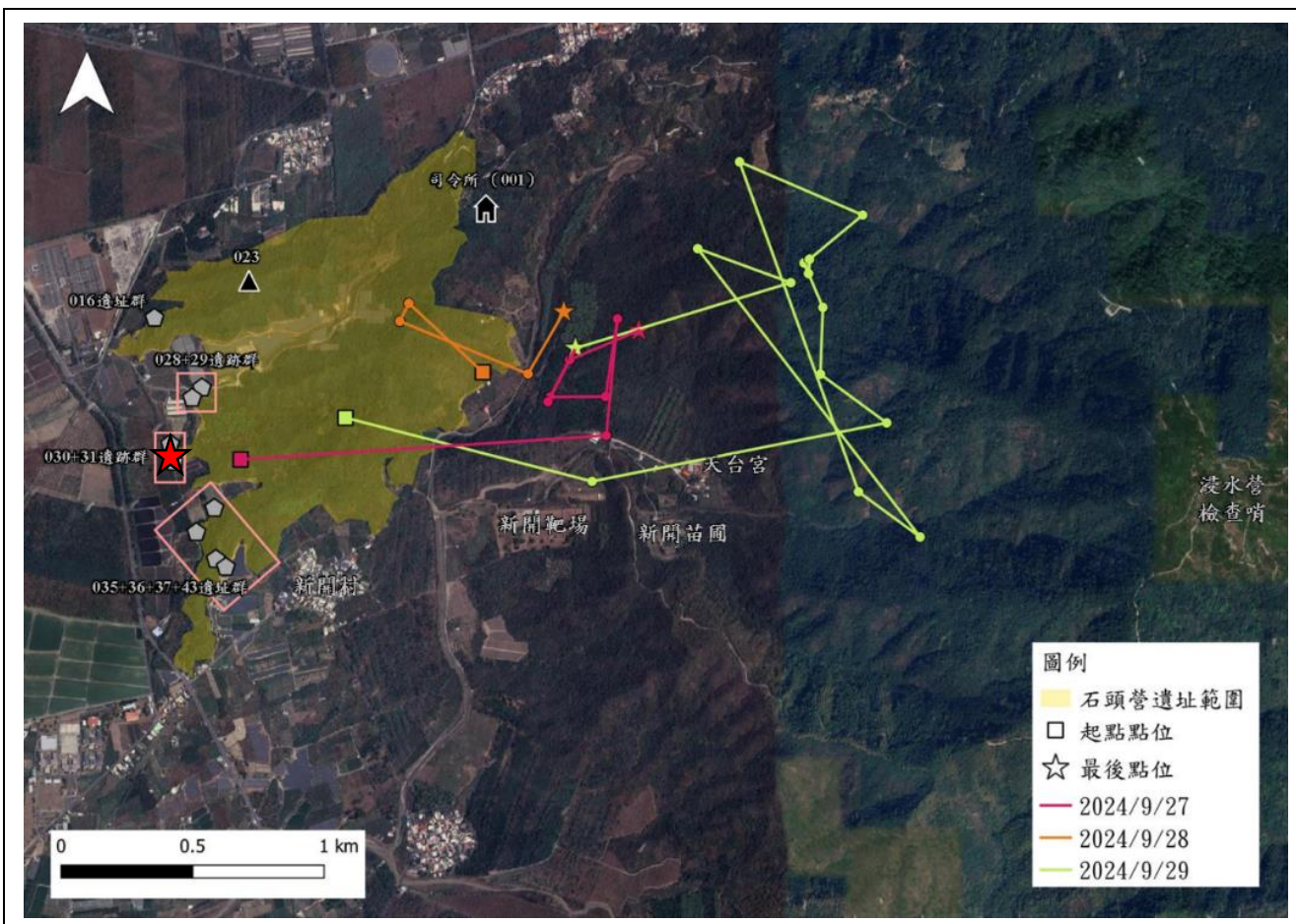


圖 16. CF06 無線電追蹤有效定位點之移動路徑（紅色星星為原捕捉棲所位置）

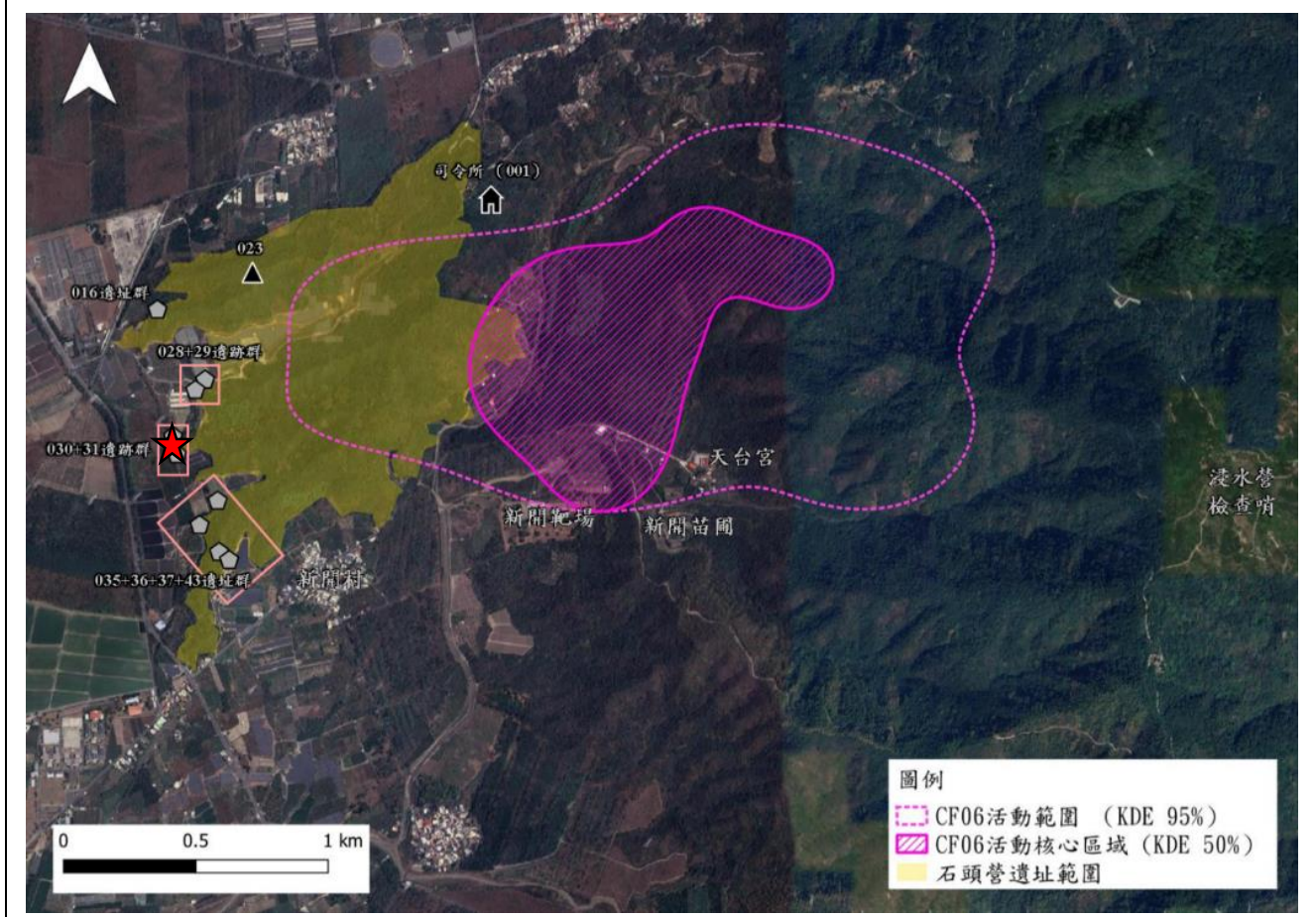
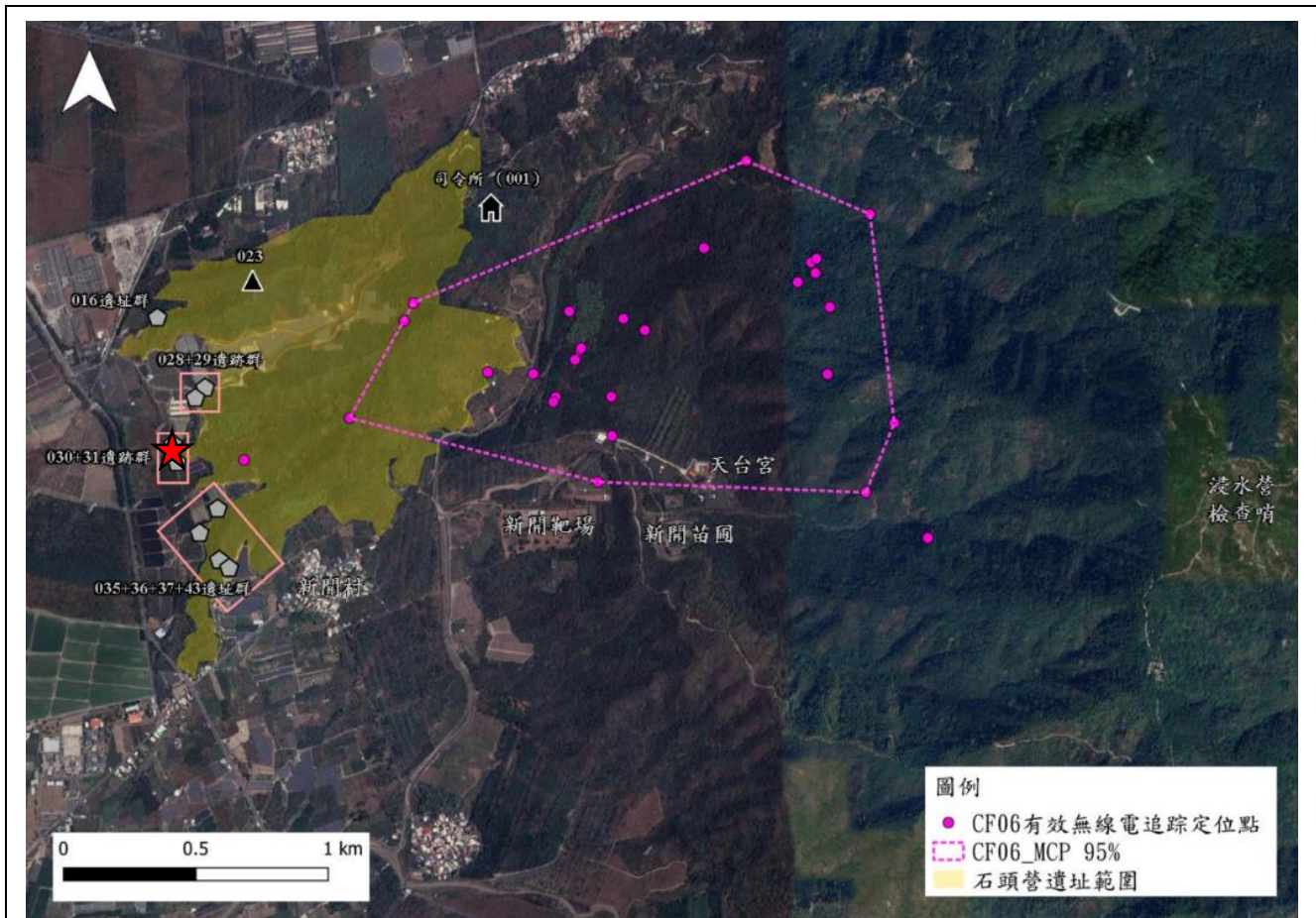


圖17. CF06活動範圍 (95% MCP、95% KDE) 與活動核心區域 (50% KDE) (紅色星星為原捕捉棲所位置)

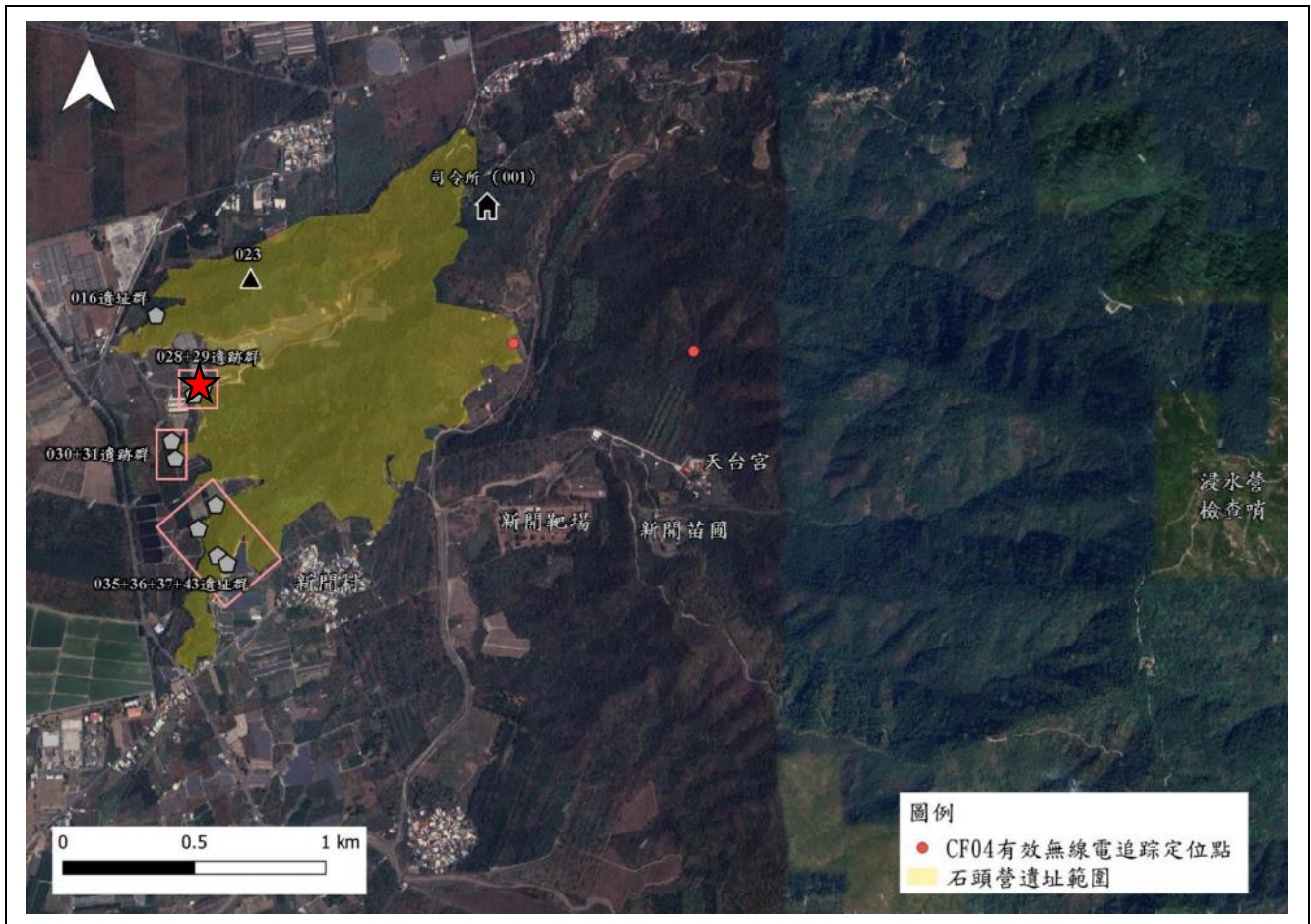


圖18. CF04無線電追蹤有效定位點（紅色星星為原捕捉棲所位置）

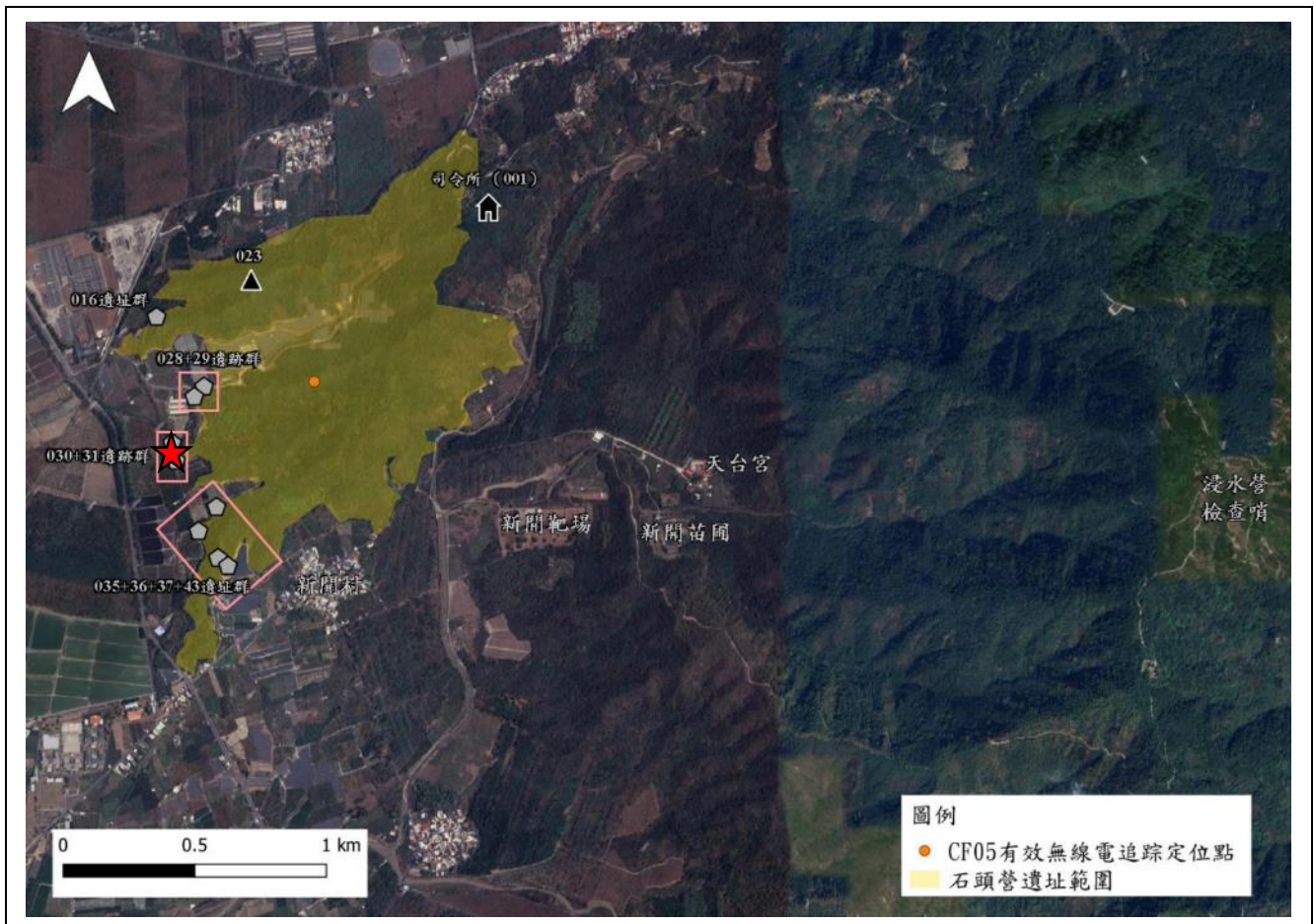


圖19. CF05無線電追蹤有效定位點（紅色星星為原捕捉棲所位置）

2. 臺灣無尾葉鼻蝠棲地利用行為分析

將無線電追蹤有效定位點較多的CF02、CF03與CF06進行棲地利用分析，結果顯示3隻個體的實際利用棲地類型比例與環境中可獲得棲地比例均有顯著差異（CF02： $\chi^2 = 19.965$ ， $p = 0.004$ 、CF03： $\chi^2 = 99.621$ ， $p < 0.001$ 、CF06： $\chi^2 = 57.503$ ， $p < 0.001$ ），棲地利用非隨機選擇，偏好利用森林類型棲地，顯示森林對於臺灣無尾葉鼻蝠是極重要的棲地；個體間雖均以利用森林的比例最高（60.0～85.7%，圖20～22），然CF02與CF06利用率次高的果園仍佔有相當比例（25.7、19.4%），CF03利用果園的比例則僅有4.8%，與水域及道路的比例相當，因此不同個體在各種土地類型的利用比例上有明顯差異（ $\chi^2 = 34.452$ ， $p < 0.001$ ）。雖部份個體有減少利用果園的趨勢（如CF03），但亦有部份個體（如CF02）對果園無明顯趨避，可相當程度的活動於鑲嵌於大面積森林間的果園（此區域以芒果為主，少部分為柑橘類果樹；），這些鑲嵌於大面積森林間的果園應可作為臺灣無尾葉鼻蝠在森林間移動的廊道，因此這些鑲嵌於森林間的果園亦是相當重要的棲地。若檢視目前5隻個體活動範圍與活動路徑（圖10～19），這5隻蝙蝠主要都在石頭營遺址範圍以及東側、東南側森林活動（主要為次生林與平地人造林），顯示東側與東南側的森林區域，可能為其主要覓食、活動區域；未觀察到牠們利用石頭營遺址西側的大面積開闊農墾地（以鳳梨為主）、跨過力里溪的北側森林區域與南側的住宅區域。但由於搭載無線電發報器的重量限制，目前僅能對體重足夠的成體（雌性未懷孕的個體）進行追蹤，對於剛獨立的年輕或體重未達負載重量的個體之活動範圍與棲地利用狀況，則仍屬未知。由於目前追蹤個體數尚少，且取樣有偏差，結果僅先作為參考，不宜直接推斷為石頭營全區臺灣無尾葉鼻蝠的棲地利用模式，待未來增加追蹤個體數，累積更多資料時，可再合併分析。

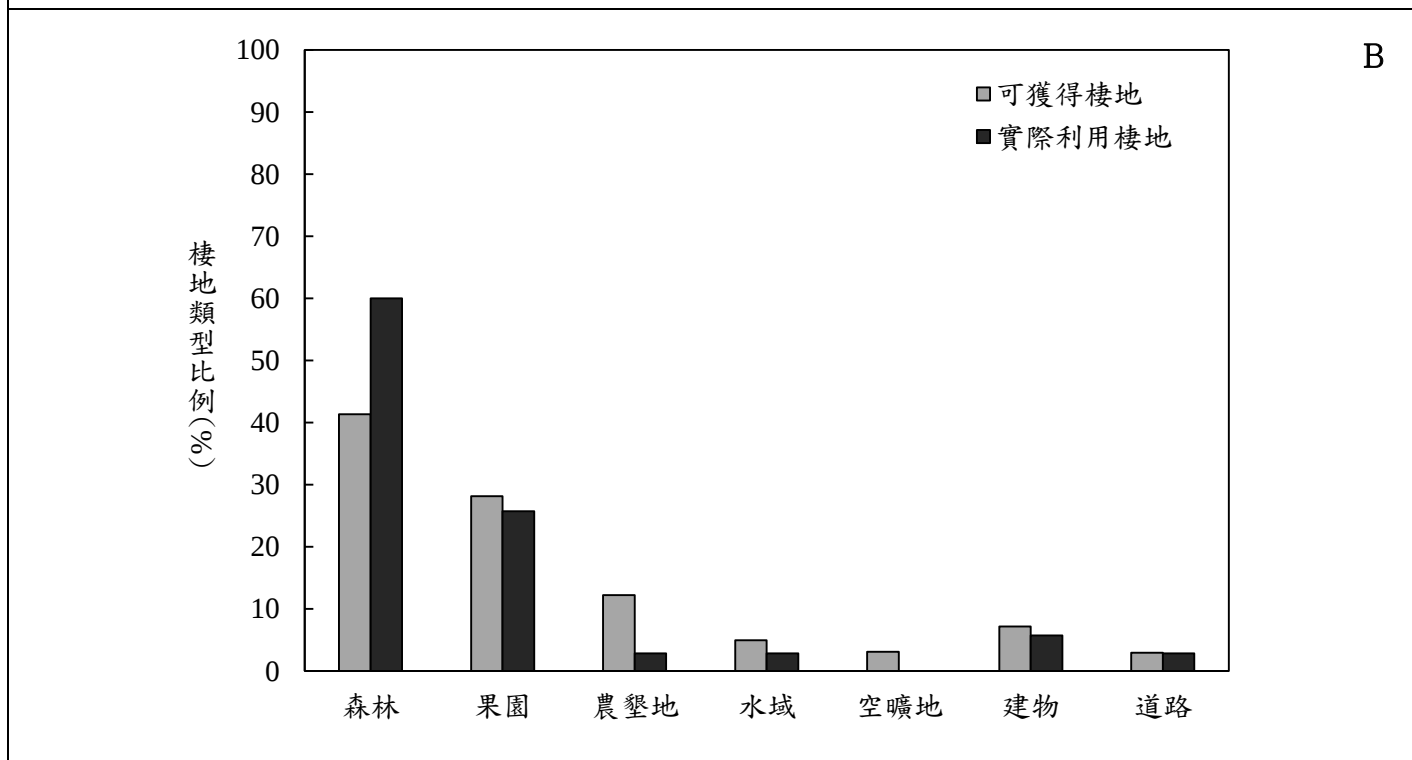
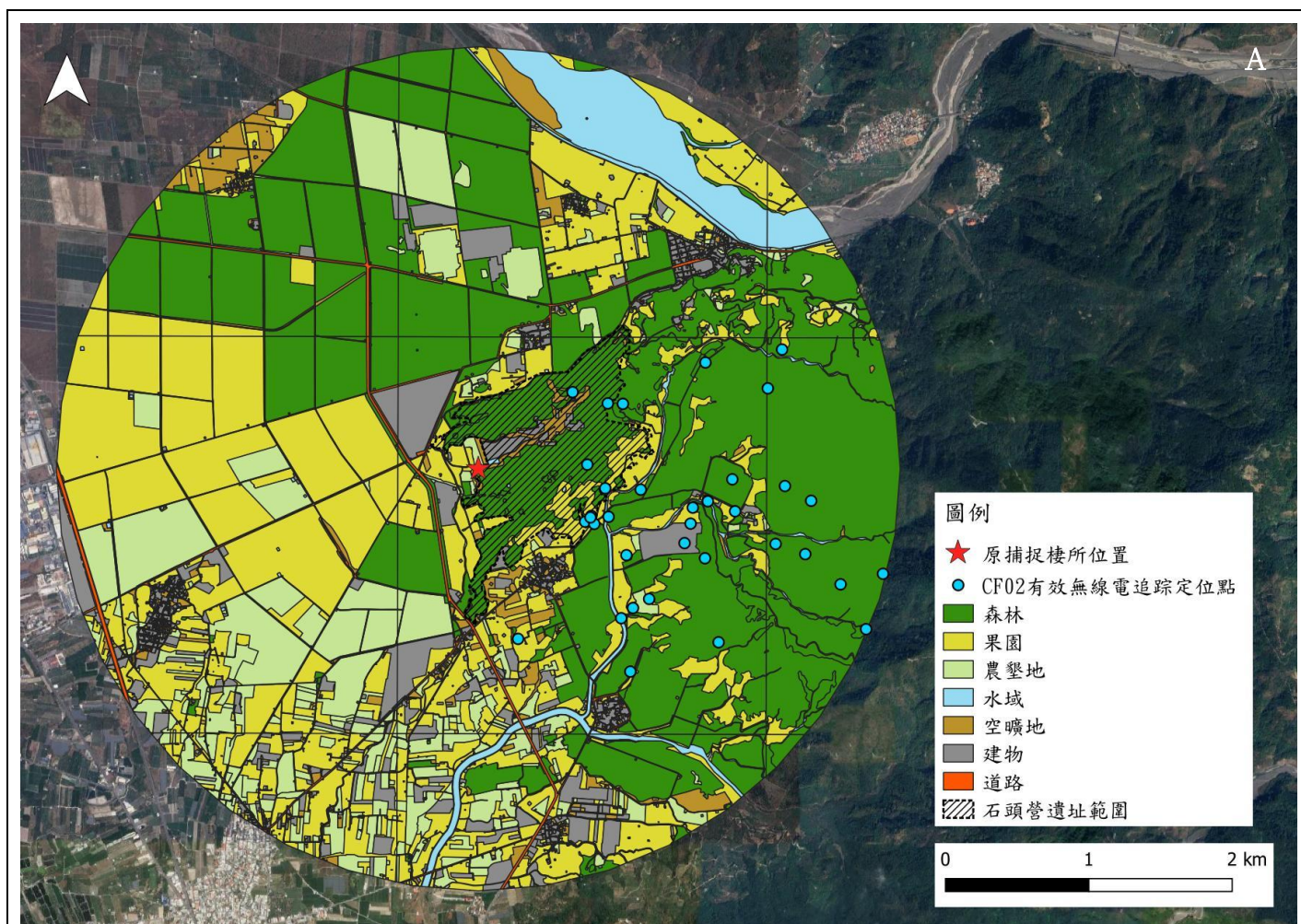


圖20. CF02個體 A.可獲得棲地範圍之土地利用 B.可獲得棲地與實際利用棲地類型比例

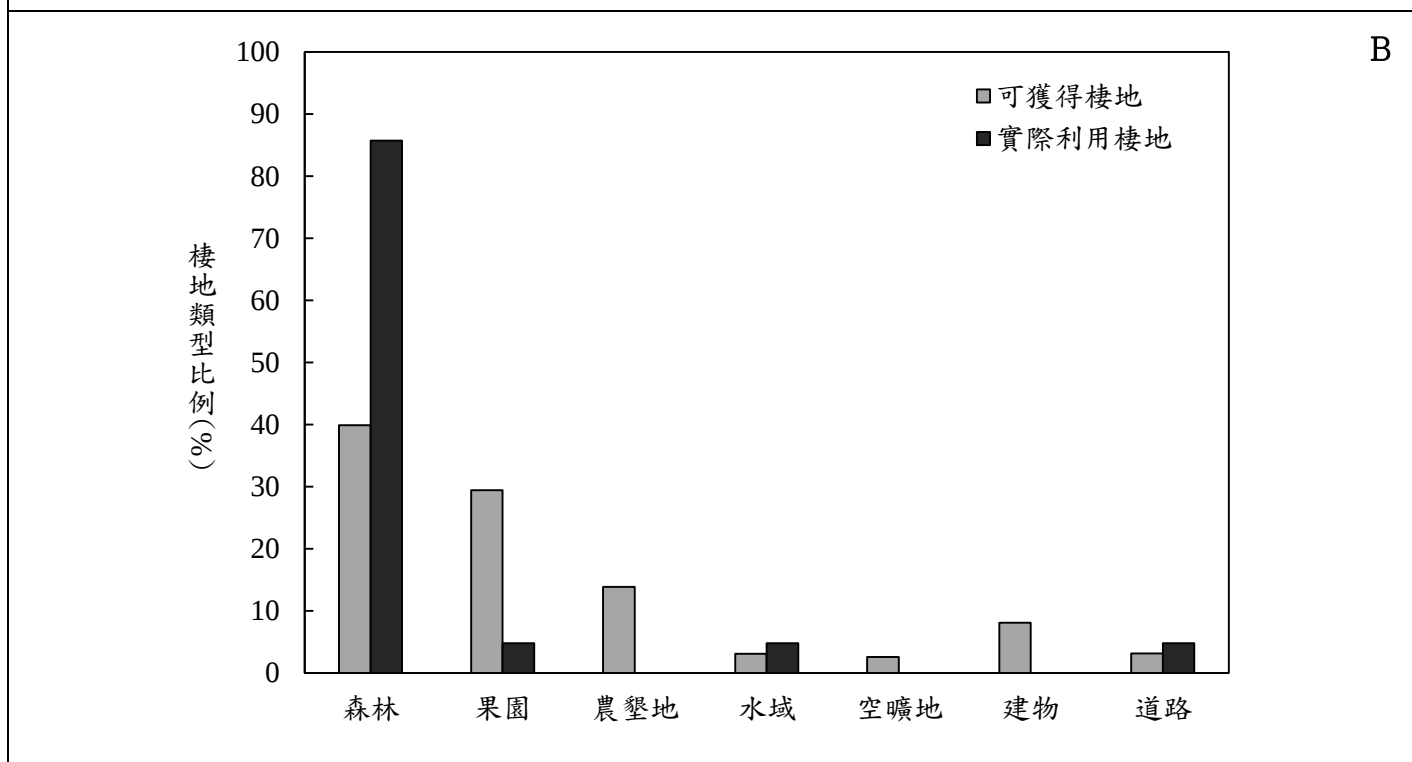
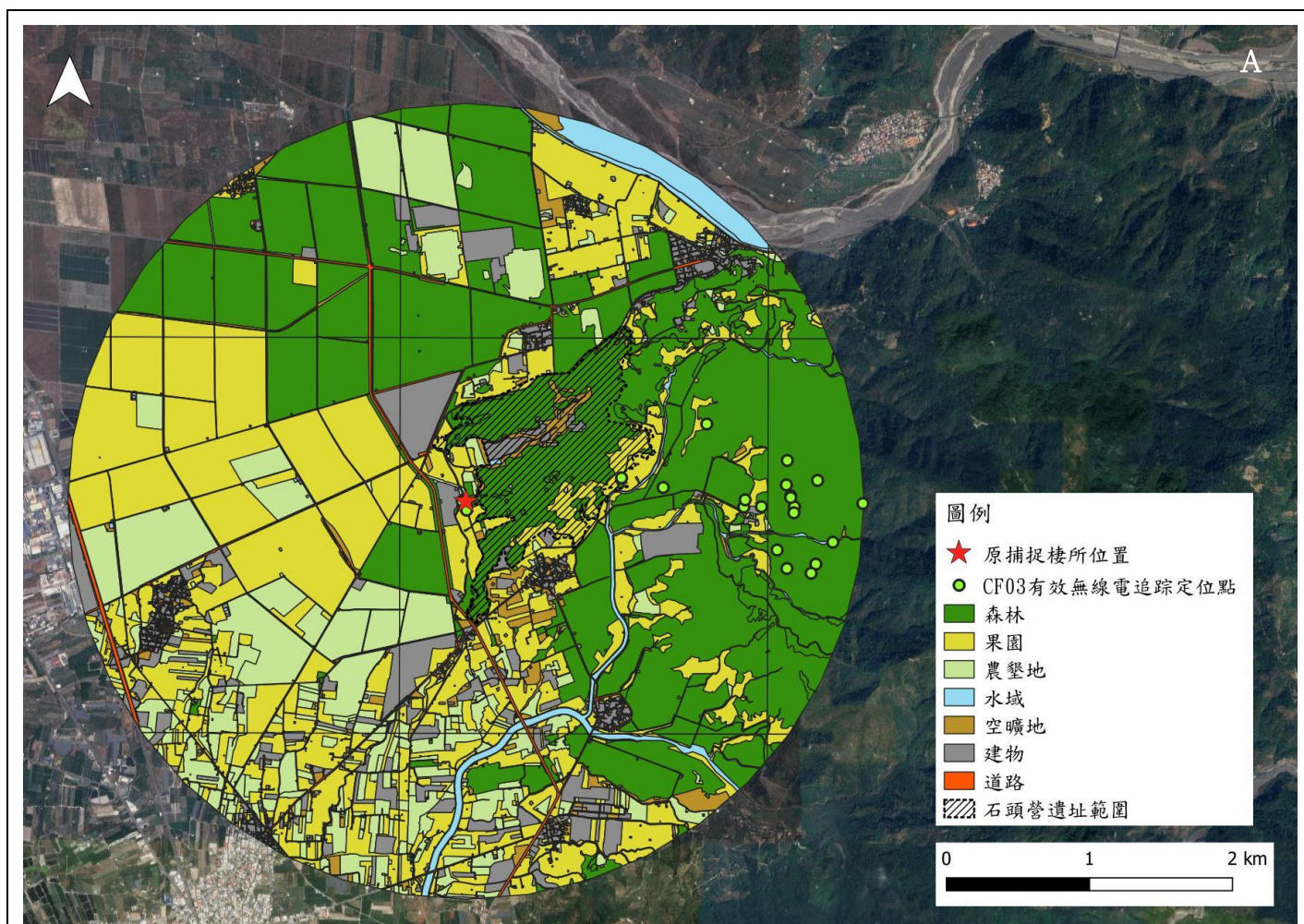


圖21. CF03個體 A.可獲得棲地範圍之土地利用 B.可獲得棲地與實際利用棲地類型比例

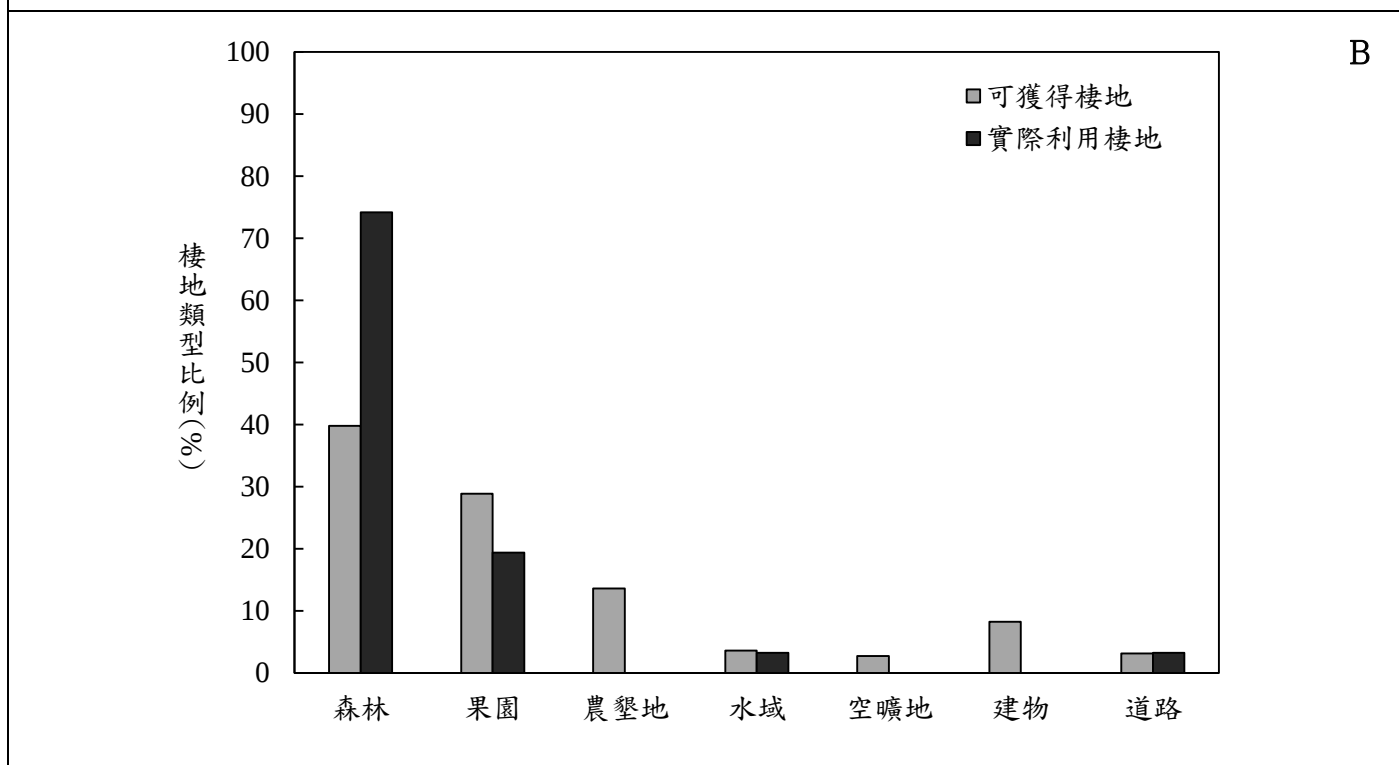
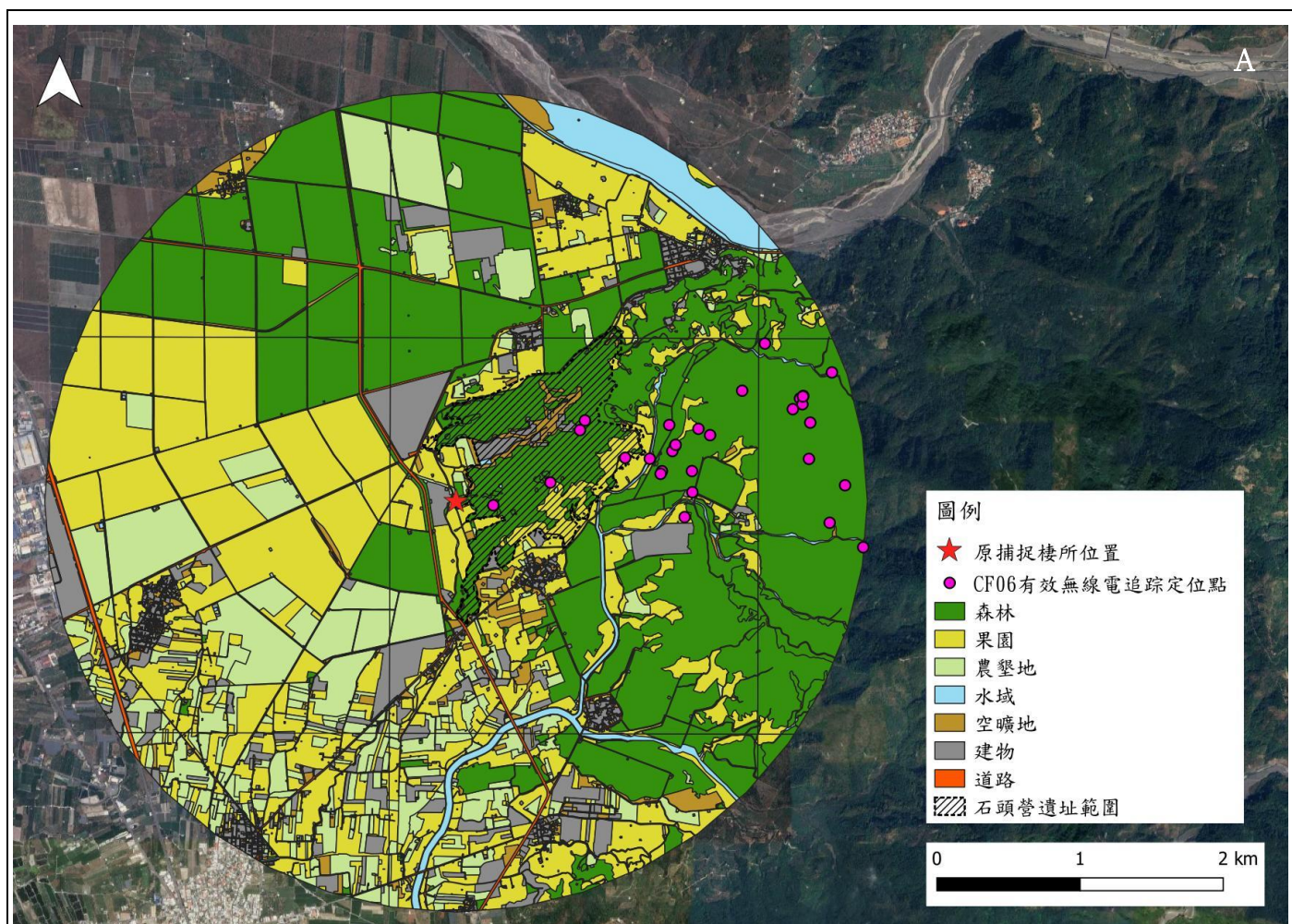


圖22. CF06個體 A.可獲得棲地範圍之土地利用 B.可獲得棲地與實際利用棲地類型比例

三、 設置蝙蝠友善閘門與棲所利用監測

為測試正式試驗時閘門放置的位置與間距，先進行數次前測，以夜視儀觀察蝙蝠即時行為反應。首次前測時間為5/24（圖24，5/23～5/29，大約一週未記錄到臺灣無尾葉鼻蝠以此處作為棲所利用，因此當天拍到的小型蝙蝠，應多為臺灣小蹄鼻蝠），臨時閘門設置在地下室門口左右兩側的地面層走廊牆面上（圖23），並以25公分為間距。白天司令所地面層各小隔間僅記錄過1隻臺灣葉鼻蝠，而地下室則以體形較小的臺灣小蹄鼻蝠與臺灣無尾葉鼻蝠為主要棲息物種；夜間則常有臺灣葉鼻蝠將司令所地面層當作臨時夜棲所，會在走廊與小隔間來回飛行。因臺灣葉鼻蝠體型較大，且飛行速度較快，在首次將臨時閘門放置走廊時，發生了一次臺灣葉鼻蝠閃避臨時閘門不及，翅膀碰撞到接近臨時閘門的牆壁，雖未造成此個體無法飛行（尚未落地即飛起，可見的飛行影像行為仍正常），仍相當影響其對司令所的利用；觀察小型蝙蝠的活動行為，發現其亦有出現與臺灣葉鼻蝠相似的行為，也會在走廊與小隔間來回飛行，且臨時閘門設置在走廊時，許多個體在進出地下室時會在臨時閘門兩側繞飛一段時間，擠在臨時閘門兩側，因此評估臨時閘門設置在走廊的方式相當不利於小型蝙蝠與臺灣葉鼻蝠對司令所的利用，因此中止走廊位置的前測並拆除閘門。

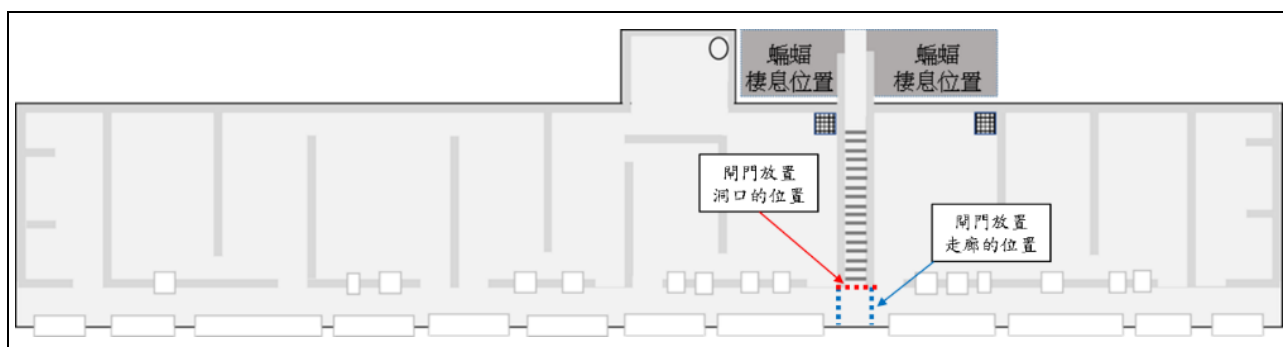


圖 23. 司令所平面圖與試驗閘門放置位置示意圖

後續於6/14、6/16與6/26再進行臨時閘門前測，改為放置在地下室門口（圖23）並調整為20公分間距，觀察結果發現小型蝙蝠在進出地下室時，繞飛時間似乎有稍微變長，但仍可正常進出洞口，且未發生蝙蝠碰撞臨時閘門設置的事件。在6/26之後將閘門繼續留置，到8/8將閘門移除，進行正式試驗。6/26～9/17期間幾乎未有臺灣無尾葉鼻蝠來利用，僅在7/24有約10隻臺灣無尾葉蝠進入地下室（圖24），主要是臺灣小蹄鼻蝠以此作為日、夜棲所，直到9/17才又持續有小量臺灣無尾葉鼻蝠來此夜棲，9/22後則開始又有日棲個體，數量逐漸增多

，並在9/30～10/3強烈颱風山陀兒侵台時達到高峰，也較今年4、5月記錄到的數量更多（圖24）。

在正式蒐集影像資料的5個夜晚中，記錄到2種蝙蝠棲息利用：臺灣小蹄鼻蝠與臺灣無尾葉鼻蝠，大多時間以臺灣小蹄鼻蝠數量較臺灣無尾葉鼻蝠多。檢視攝得影像，進出洞口之飛行個體計數隻次數量如表五，而地下室個體主要為停棲狀態，較易從蝙蝠毛色、外形與停棲方式分辨出臺灣小蹄鼻蝠與臺灣無尾葉鼻蝠，因此分別計數臺灣小蹄鼻蝠與臺灣無尾葉鼻蝠數量（圖25、圖26）。設置臨時閘門前，蒐集8/14與8/24 2夜蝙蝠進出棲所的行為資料；在9/10設置閘門後，將閘門留置，並於10/5與11/13蒐集蝙蝠進出棲所的行為資料，以分別評估閘門放置當天、放置一個月與放置二個月後，蝙蝠的行為反應。

在臨時閘門設置前，僅8/14有紀錄到零星臺灣無尾葉鼻蝠（圖25）。此2夜蝙蝠在日落後進、出與日出前進、出棲所的數量無顯著差異（ $\chi^2 = 2.211$ ， $p = 0.530$ ），數量均以進入棲所略高於飛出棲所；飛行高度部分，日落後進入棲所與日出前進、出棲所的高度利用比例並無明顯差異，但日落後飛出棲所的高度比例則有不同（ $\chi^2 = 10.860$ ， $p = 0.001$ ），以8/24利用門口下方的比例明顯較高，因此在臨時閘門設置前，蝙蝠進出棲所利用門口高度比例即有日間的變異。

臨時閘門設置後的3個取樣夜中，僅9/10未記錄到臺灣無尾葉鼻蝠，10/5與11/13均有紀錄到臺灣無尾葉鼻蝠棲息利用，且數量以11/13較10/5為多（圖26）。閘門設置後的3個取樣日，日落後與日出前進出閘門記錄到的蝙蝠隻次均較設置前低，數量變化在時間軸上並無明顯趨勢（表五）。在進出洞口飛行高度方面，臨時閘門剛設置後（9/10），蝙蝠利用門口下半部進入地下室的比例較設置前減少，更多蝙蝠利用門口上半部進入棲所，尤其在日落時段；隨著閘門放置時間增加，利用下半部蝙蝠的比例則隨之增加（表五），這可能與第3次取樣時，相較前兩次，有較多的臺灣無尾葉鼻蝠來棲息利用有關，從影像中可辨識出的臺灣無尾葉鼻蝠在進出門口時會靠近牆面飛行，部分沿上牆，多數會靠近地面飛行，使得利用門口下半部進出的小型蝙蝠比例增加，也比臨時閘門設置前更高。檢視影像中的小型蝙蝠在洞口繞飛的行為時，在臨時閘門剛設置時，繞飛的隻次增多（表六），但在設置一個月與兩個月後，會在臨時閘門前繞飛的個體減少，出現繞飛行為時，相較臨時閘門剛設置時，花費的時

間也較短，表示小型蝙蝠可能已逐漸適應目前放置在門口的臨時閘門，且其中可明確判定為臺灣無尾葉鼻蝠的個體較無在臨時閘門前繞飛的行為，進出順暢。

整體而言，在初設置臨時閘門時，小型蝙蝠在進出地下室棲所時，花費較多時間在門口進行結構探測，但在臨時閘門設置二個月後，多數小型蝙蝠已習慣臨時閘門，進出閘門幾乎不需再多時間。在臨時閘門放置期間，也發現臺灣小蹄鼻蝠（夜棲數量最高時超過600隻）與臺灣無尾葉鼻蝠（日棲數量最高時超過200隻）都會以此地下室作為日、夜棲所，數量有時可達到臨時閘門放置前水準或更高，但每天進、出與留在地下室的數量並沒有一個很穩定的模式（在臨時閘門放置前抑是，例如在無閘門時，23:00的臺灣小蹄鼻蝠夜棲數量在8/16有592隻，而8/17僅89隻，數量變動不小），推測可能與幾種原因有關：司令所相較於其他碉堡型加坑道的棲所，並沒有長隧道，較易受外界氣候變化影響（司令所地下室夏、秋季時的平均溫度是所有棲所中最高的），且在遭遇天敵或人為侵擾時，可以躲避的空間有限（日間受到干擾時，臺灣小蹄鼻蝠會飛出地下室門口，到地面層的各小隔間較暗處，臺灣無尾葉鼻蝠則不會飛出門口，僅限在左右兩室間來回繞飛）、實驗期間研究人員進出棲所的干擾等，這些可能都會影響個體在未來幾天是否會再持續利用相同棲所或暫時轉換到鄰近棲所中棲息。以目前試驗與觀察的結果而言，20公分間距的臨時閘門在初設置時會對小型蝙蝠（如臺灣小蹄鼻蝠、臺灣無尾葉鼻蝠）有立即的短期影響（如增加繞飛時間），而在經過數月適應後，對其棲所利用並無太明顯的負面影響，然是否有其他長期負面影響，仍需持續觀察。

根據黃俊嘉等（2022）於壽山情人洞所進行的友善蝙蝠閘門試驗結果顯示，同樣在設置20公分間距橫欄的情況下，閘門會降低臺灣小蹄鼻蝠進出洞口的次數，本試驗剛開始設置臨時閘門時有相似的結果，但於壽山的試驗中並無將閘門持續放置以觀察蝙蝠在長時間適應後的結果。另黃俊嘉等（2022）的試驗結果顯示閘門離洞口距離越遠，對於蝙蝠的影響越小，因此未來在石頭營司令所的友善閘門測試，可嘗試將閘門放置在司令所建物的兩處門型入口，而非地下室入口，並使用較好的攝影器材，提高物種判別的正确性，來進行後續蝙蝠的數量與行為反應的觀察。

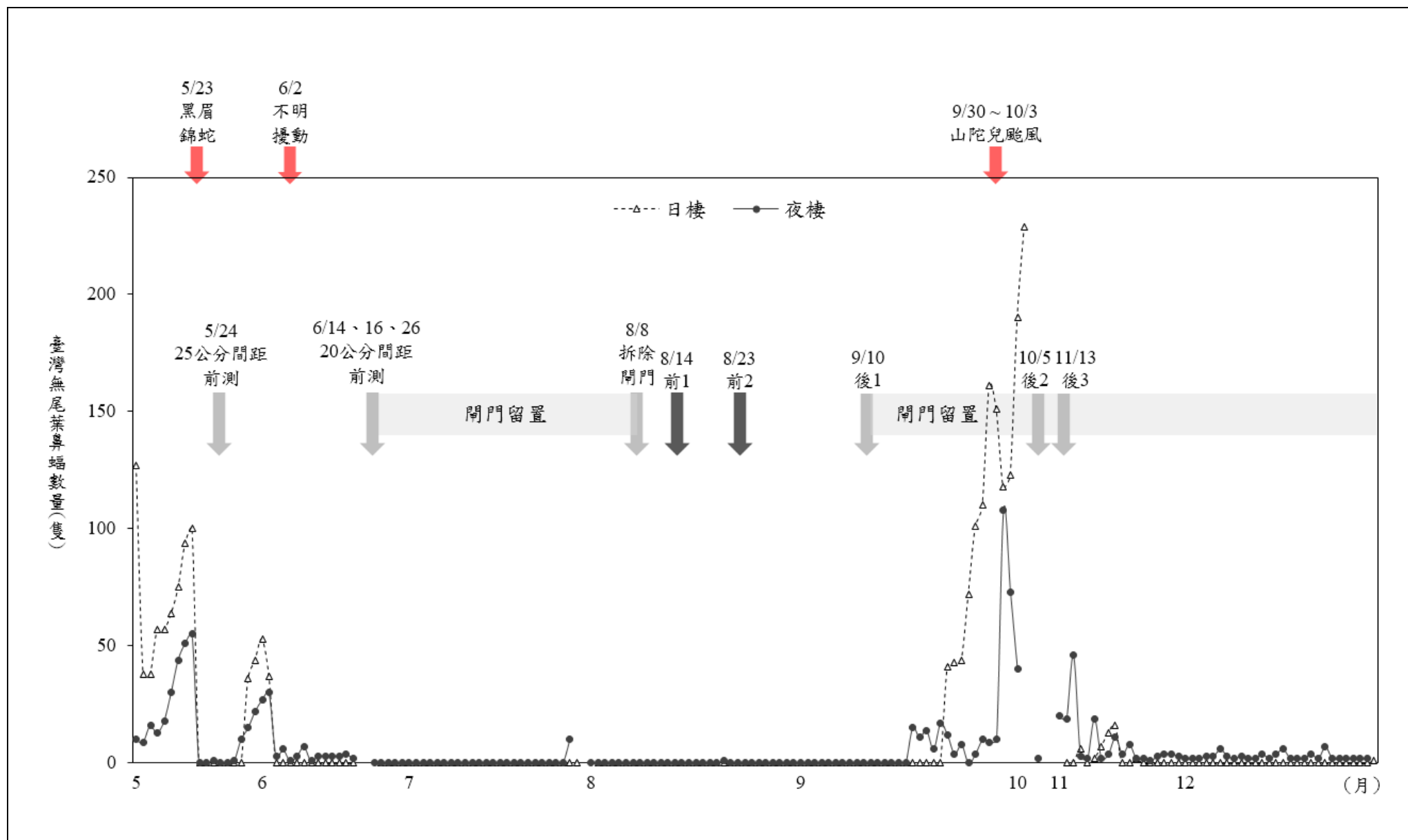


圖24. 司令所地下室臺灣無尾葉鼻蝠日棲與夜棲數量長期監測（前1、前2：表示放置閘門前的監測時間；後1、後2、後3表示放置閘門後的監測時間）（線段未連處，表示監測機器中斷，無資料）

表五、司令所（001）閘門設置前、後，各時段蝙蝠進出數量

時間	蝙蝠行為*	設置前 1 (2024/8/14)				設置前 2 (2024/8/23)				設置後 1 (2024/9/10)				設置後 2 (2024/10/5)				設置後 3 (2024/11/13)			
		出		進		出		進		出		進		出		進		出		進	
		上方	下方	上方	下方	上方	下方	上方	下方	上方	下方	上方	下方	上方	下方	上方	下方	上方	下方	上方	下方
日 落 後	1830~1845	45	0	36	0	28	4	22	0	1	1	2	0	4	0	7	0	21	12	18	4
	1845~1900	9	2	14	4	7	7	10	7	5	3	12	1	8	2	8	2	3	0	8	2
	1900~1915	15	2	15	1	7	4	19	1	13	0	30	1	0	0	5	1	4	3	9	2
	1915~1930	8	1	17	3	2	1	18	3	9	0	16	1	3	3	8	4	1	1	15	1
	1930~1945	4	3	14	3	5	3	14	5	3	2	12	0	5	0	7	1	5	2	22	2
	1945~2000	11	4	21	2	9	7	18	2	3	1	11	0	3	2	11	1	2	3	11	2
	合計	92	12	117	13	58	26	101	18	34	7	83	3	23	7	46	9	36	21	83	13
	比例(%)	39.3	5.1	50.0	5.6	28.6	12.8	49.8	8.9	26.8	5.5	65.4	2.4	27.1	8.2	54.1	10.6	23.5	13.7	54.2	8.5
日 出 前	0400~0415	1	0	5	0	0	0	5	1	3	0	2	0	2	1	2	1	1	0	4	0
	0415~0430	4	0	7	0	2	1	3	0	2	1	4	0	1	0	2	3	3	1	9	1
	0430~0445	12	8	13	1	6	4	10	3	6	2	2	0	3	0	3	0	3	2	4	0
	0445~0500	26	9	35	5	19	8	12	2	6	0	3	0	2	1	5	1	5	2	3	2
	0500~0515	32	7	29	0	30	5	31	3	5	3	6	1	8	4	17	2	5	5	3	2
	0515~0530	28	3	47	2	18	0	35	1	1	0	6	0	10	4	14	5	10	1	3	0
	合計	103	27	136	8	75	18	96	10	23	6	23	1	26	10	43	12	27	11	26	5
	比例(%)	37.6	9.9	49.6	2.9	37.7	9.0	48.2	5.0	43.4	11.3	43.4	1.9	28.6	11.0	47.3	13.2	39.1	15.9	37.7	7.2

*：合計臺灣小蹄鼻蝠與臺灣無尾葉鼻蝠。

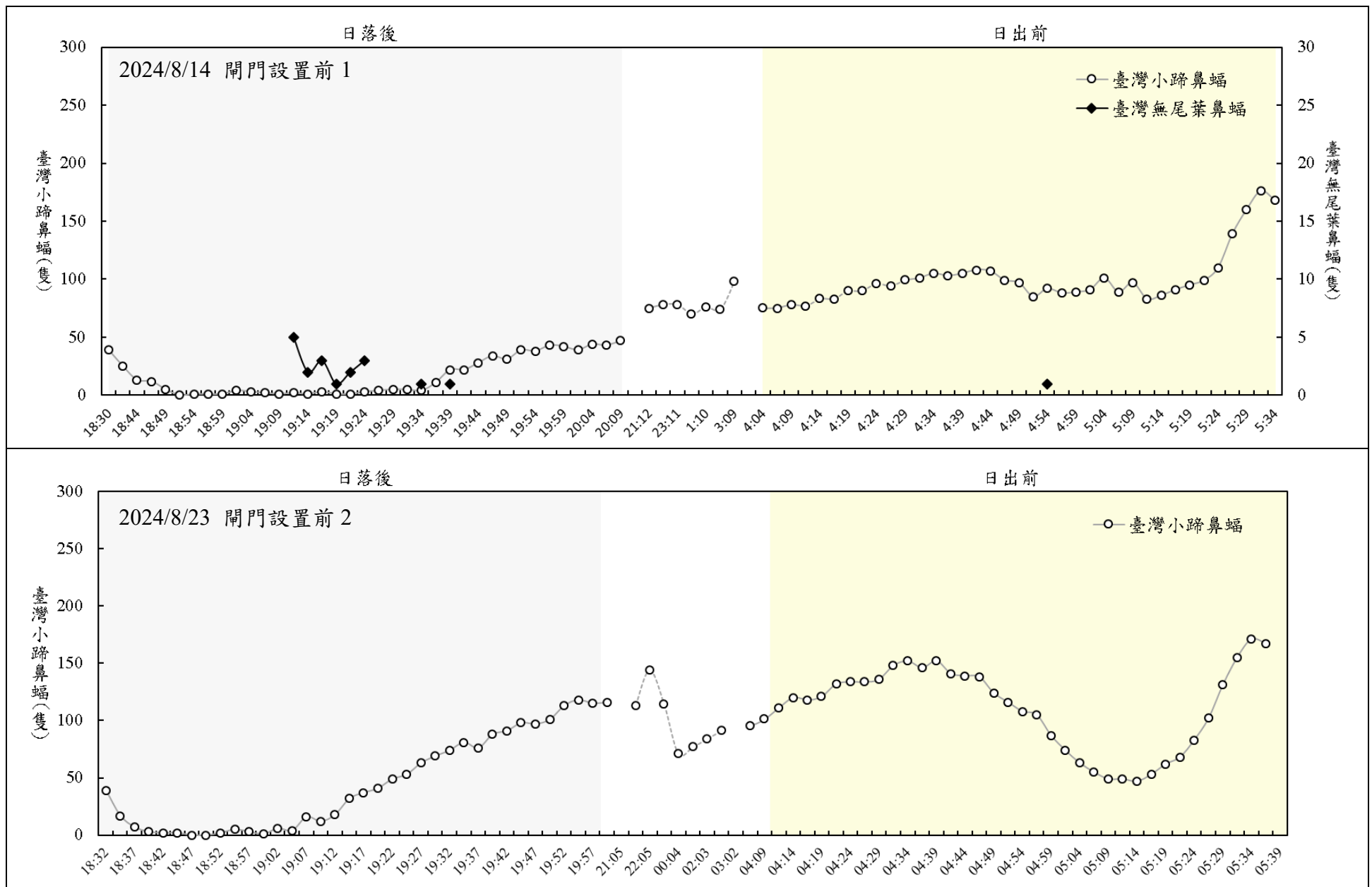


圖 25. 司令所（001）設置開門前夜間地下室蝙蝠數量變化

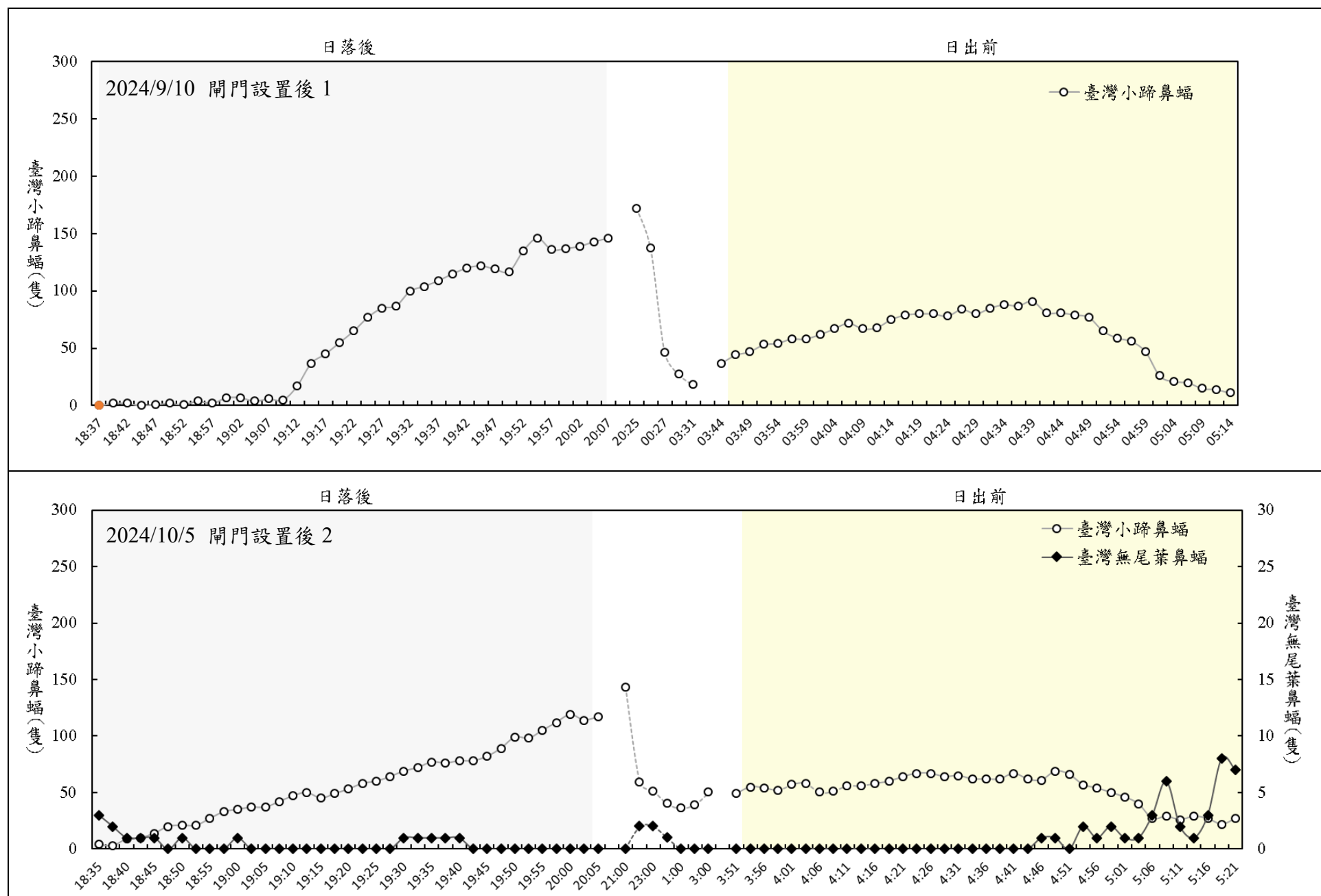
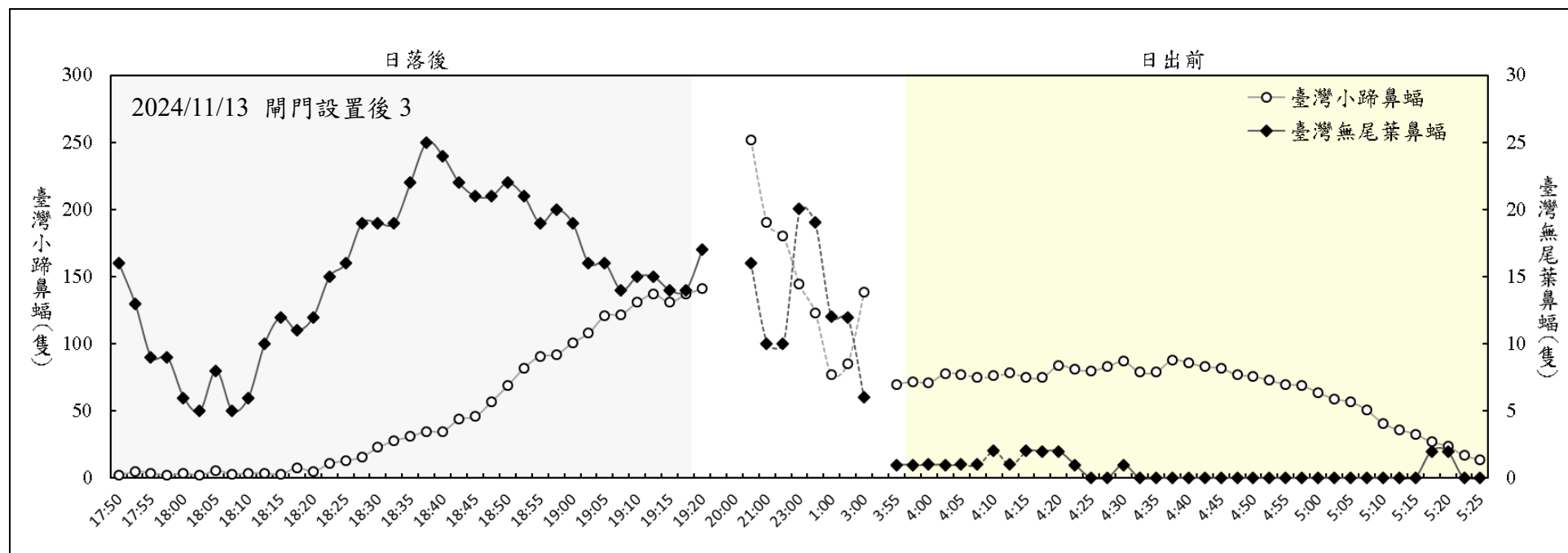


圖 26. 司令所 (001) 設置閘門後夜間地下室蝙蝠數量變化



續圖26.

表 六、司令所(001) 閘門設置前、後，日落后、日出前小型蝙蝠進出臨時閘門高峰時段累計 20 分鐘之小型蝙蝠繞飛隻次

臨時閘門狀態	日期	日落后	日出前
設置前	8/14	26	19
	8/23	14	10
設置後	9/10	47	100
	10/5	11	37
	11/13	21	5

四、 研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議

本年度棲所調查臺灣無尾葉鼻蝠的族群計數數量與前次調查相似，族群波動約在400～800隻間，且以記錄到的6個棲所都有發現蝙蝠育幼行為，相較於2023年，2024年在9月底到11月中則有3個中度以上颱風對此區帶來可觀的風雨（9月底強颱山陀兒、10月底強颱康芮與11月中中颱天兔），導致部分棲所內部積水高漲，改變坑道內微氣候狀態，致使部分棲所環境暫不適其棲息利用，加上惡劣天氣影響等因素，導致在11月與12月調查時，部分棲所未記錄到臺灣無尾葉鼻蝠利用，如023遺址群，總數量也下降至400隻左右，後續可持續監測此區臺灣無尾葉鼻蝠，在環境趨於穩定後或新一期繁殖季前後的日棲所族群量變化。從目前捕捉標放的結果顯示，此區域的臺灣無尾葉鼻蝠有轉換棲所的行為，除了可能是依據當夜不同覓食位置而轉換棲所外，也可能是遭遇干擾時（颱風、天敵與人為干擾）為避開危險而更換棲所，例如在山陀兒颱風甫過，原數次調查均是棲息數量最多的023遺址群（均在230隻以上），暫時未再有記錄棲息利用，而今年夏季幾乎未作為日棲所利用的司令所，則在颱風期間有上百隻個體棲息。目前所發現臺灣無尾葉鼻蝠的6個棲所，同時具備日棲所、夜棲所（覓食期間的臨時棲所）、育幼、避難與度冬的功能，而因其坑道內部結構、腹地不盡相同，在季節的天候變動中，也提供了不同的微氣候環境供族群選擇較適合棲息利用的處所。國外文獻顯示臨近的洞穴群，可提供蝙蝠不同功能需求，例：育幼、交配、避難等（Campanha & Fowler, 1993; Lead & Bernard, 2023），因此若一個洞穴受影響有可能會連帶影響臨近洞穴群內的蝙蝠（Trajano, 2013; Calderón-Capote *et al.*, 2020）因此每個棲所都同等重要，少了任何一個棲所，對其族群的存續都可能有關鍵影響。

依據前人的研究（賴慶昌，2000）與本次的調查結果，臺灣無尾葉鼻蝠的生理構造（翅膀形態較寬短、飛行靈巧、覓食時採「低荷比策略」的回聲定位叫聲）與活動模式（活動範圍、活動路徑與棲地利用）都顯示臺灣無尾葉鼻蝠是相當適應且偏好在底層有茂密地被層的森林中活動的蝙蝠，除了天然林外（闊葉林、竹林等），部分個體也能相當程度利用低度人為利用的果園（芒果、柑橘類等）等環境，因此此兩類型對於此區臺灣無尾葉鼻蝠而言是極其重要的棲地。以目前無線電追蹤的結果來看，臺灣無尾葉鼻蝠夜間主要活動範圍與覓食區域可能在石頭營遺址與東側的林地，且東側林地可能還有其他潛在的棲所。

針對石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠的經營管理與保育策略，石頭營遺址的東側林地主要為保安林，也是臺灣無尾葉鼻蝠活動核心區域，因此除了建議保留石頭營遺址範圍的林地外（鄰近棲所）、棲所周遭以及與東側保安林連接的林帶與果園區都屬於臺灣無尾葉鼻蝠的生態敏感區，生態敏感區範圍內若有大面積的伐林或開發行為應進行生態影響評估，以保持臺灣無尾葉鼻蝠棲所與覓食區域的完整性與連接性，並減少對族群的干擾為原則。此外，因目前資料顯示臺灣無尾葉鼻蝠亦會利用有低度人為利用的環境（例如樹型果園、鄰近住宅區的人造林地等），因此建議應針對周遭民眾進行相關環境教育宣導活動，盡量減少過度的人為干擾，以降低對維持蝙蝠族群的負面影響（如軍事遺址探險、民宿遺址導覽遊程、除草劑與農藥等）。綜上所述，提供未來蝙蝠經營管理與保育之建議如下：

1. 建議保留石頭營遺址範圍的林地（鄰近棲所）外，棲所周遭以及與東側保安林連接的林帶與果園區都屬於臺灣無尾葉鼻蝠的生態敏感區（圖27），生態敏感區範圍內若有大面積的伐林或開發行為應進行生態影響評估，以保持臺灣無尾葉鼻蝠棲所與覓食區域的完整性與連接性，並減少對族群的干擾為原則。目前的生態敏感區範圍僅依據現有部分日棲所內臺灣無尾葉鼻蝠的追蹤資料進行繪製，由於追蹤個體樣本偏低，並不足以完全代表此區整體族群的利用範圍，因此僅供相關主管機關參考，暫不建議作為後續政策擬定之依據，若後續有機會收集更多個體的追蹤點位資料，會再評估重繪。
2. 持續進行石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠族群生態的調查與監測，包含棲所內族群數量監測、棲所環境監測（溫度、相對濕度）、活動模式（活動範圍、移動路徑與棲地利用）、族群動態，持續建立臺灣無尾葉鼻蝠的基礎生態資訊，作為後續擬定經營管理與保育策略的依據。
3. 進行臺灣無尾葉鼻蝠的食性與棲地食物資源豐度的研究，以了解族群、食性與環境食物資源的關係。
4. 部分石頭營遺址區的建物位置為公開資訊，因此常有民眾前往探險，且枋寮部分民宿已將石頭營遺址探險作為導覽遊程之一，因此應針對周遭民眾進行相關環境教育

宣導活動，建立友善觀賞蝙蝠的方式（不進入遺址內部或僅進入無蝙蝠棲息的遺址、在入夜期間從遠處觀賞蝙蝠出洞、或以超音波偵測器「看」蝙蝠活動等方式、或搭配即時影像監視系統進行蝙蝠生態與行為觀察），並盡量減少人為干擾（如除草劑與農藥等）。

5. 此區的三種主要洞棲型蝙蝠（臺灣無尾葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠與臺灣葉鼻蝠）均會利用有低度人為利用的環境（例如果園、鄰近住宅區的林地等），而若環境中有過量的除草劑、農藥與重金屬，透過餌料生物（如各種昆蟲），在蝙蝠身上便會有累積放大的效應，這些有害物質會損傷蝙蝠的腦部神經元，破壞回聲定位系統，因此建議進行棲息在此區遺址棲所內的主要三種蝙蝠排遺農藥、重金屬殘留狀況調查，並調查周遭農地慣行農法的比例，以評估是否有潛在人與蝙蝠衝突的議題及友善農法的推廣。
6. 未來如果要對民眾進行環境教育時，蝙蝠是否帶有人畜共通疾病的風險應是附近居民關心及欲了解的，因此建議檢測石頭營三種主要的洞棲蝙蝠的人畜共通疾病攜帶情況。
7. 黃俊嘉等（2022）的試驗結果顯示閘門離洞口距離越遠，對於蝙蝠的影響越小，因此未來在石頭營司令所的友善閘門測試，可嘗試將閘門放置在司令所建物的兩處門型入口，而非地下室入口，來進行後續蝙蝠的數量與行為反應的觀察。



圖27. 建議之臺灣無尾葉鼻蝠生態敏感區範圍

肆、 参考文献

1. Brigham, R.M., 1988. Load carrying and maneuverability in an insectivorous bat: a test of the 5% "rule" of radio-telemetry. *Journal of mammalogy*, 69(2), pp.379-382.
2. Calderón -Capote, M.C., Dechmann, D.K., Fahr, J., Wikelski, M., Kays, R. and O'Mara, M.T., 2020. Foraging movements are density-independent among straw-coloured fruit bats. *Royal Society Open Science*, 7(5), p.200274.
3. Campanhã, R.A.D.C. and Fowler, H.G., 1993. Roosting assemblages of bats in arenitic caves in remnant fragments of Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Biotropica*, pp.362-365.
4. D Scott Reynolds, Katherine Ineson, Susan Loeb, Eric Britzke, 2025. Injury rates resulting from bat bands: implications for increasing our understanding of bat ecology, *Journal of Mammalogy*, gya160.
5. Ho, Y.Y., Fang, Y.P., Chou, C.H., Cheng, H.C. and Chang, H.W., 2013. High duty cycle to low duty cycle: echolocation behaviour of the hipposiderid bat *Coelops frithii*. *PLoS One*, 8(5), p.e62938.
6. Johnson, D. H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61:65-71.
7. Leal, E.S.B. and Bernard, E., 2023. Mobility of bats between caves: ecological aspects and implications for conservation and environmental licensing activities in Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 58(2), pp.373-383.
8. Mohr, C. O. 1947. Table of equivalent populations of North American small mammals. *Am. Midl. Nat.* 37: 223-249.
9. Springer, J.T., 1979. Some sources of bias and Sampling Error in Radio Triangulation. *The Journal of Wildlife Management*, 43(4):926.
10. Trajano, E. and Etges, M.F., 2022. Does size matter? Bat diversity and the use of rock shelters in Brazil. *Tropical Zoology*, 35(3-4).
11. Worton, B. J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home range studies. *Ecology*. 70:164-168

12. 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。
13. 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。
14. 柯伶樺、邱岫文、吳禎祺與劉奇弘，2023。112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。
15. 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。
16. 黃俊嘉、張恒嘉、游沛蓁、郭蓁穎、蔡守禮、邱岫文與柯伶樺，2022。壽山洞穴友善蝙蝠開門規劃與監測。國家自然公園管理處。
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. 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。

附錄

附錄一、2024 年臺灣無尾葉鼻蝠翼環標記個體基本資料

標記日期	標記棲所	年齡	性別	性徵	體重	前臂長	脛骨長	翼環編號	顏色	再捕捉
20240823	036	成體	雄	-	5.4	39.78	18.72	003 L	橘	
20240823	036	成體	雌	-	4.8	41.70	19.32	004 L	橘	
20240823	036	成體	雌	-	4.4	39.72	19.50	005 L	橘	✓
20240823	036	成體	雌	-	4.7	39.28	19.76	006 L	橘	
20240823	036	成體	雌	-	4.7	39.70	19.48	007 L	橘	
20240823	036	成體	雄	-	5.4	41.72	19.32	008 L	橘	
20240823	036	成體	雌	-	4.4	39.26	18.60	009 L	橘	✓
20240823	036	成體	雄	-	5.8	42.94	20.82	010 L	橘	
20240823	031	成體	雌	-	4.8	40.60	20.04	021 L	粉	✓
20240823	031	成體	雄	-	6.3	42.36	21.18	022 L	粉	
20240823	031	成體	雌	-	4.8	40.08	20.10	023 L	粉	
20240823	031	成體	雌	N	5.7	39.72	18.96	024 L	粉	
20240823	031	成體	雌	-	4.5	40.22	20.18	025 L	粉	✓
20240823	031	成體	雌	N	5.4	40.02	19.44	026 L	粉	
20240823	031	成體	雌	N	4.8	40.02	19.44	027 L	粉	
20240823	031	成體	雄	-	5.3	41.94	20.02	028 L	粉	
20240823	029	成體	雌	N	5.6	40.62	17.46	033 L	藍	
20240823	029	成體	雌	-	4.7	39.84	18.44	034 L	藍	
20240823	029	成體	雄	-	5.2	41.54	21.28	035 L	藍	
20240823	029	成體	雌	-	5.1	41.44	19.60	036 L	藍	
20240823	029	成體	雄	-	5.8	41.24	19.62	037 L	藍	
20240823	029	成體	雄	-	NA	40.62	18.14	038 L	藍	
20240823	029	成體	雌	N	5.2	38.40	18.70	039 L	藍	
20240823	029	成體	雌	N	5.5	40.10	19.60	040 L	藍	
20240823	023	成體	雌	-	4.5	39.84	18.40	042 L	螢黃	
20240823	023	成體	雌	-	4.9	39.22	18.82	043 L	螢黃	
20240823	023	成體	雄	-	5.6	41.40	19.76	044 L	螢黃	
20240823	023	成體	雄	-	5.3	41.80	19.44	045 L	螢黃	

20240823	023	成體	雌	N	5.0	40.20	19.62	046 L	螢黃	
20240823	023	成體	雌	N	5.2	39.70	19.54	047 L	螢黃	
20240823	023	成體	雌	N	NA	40.08	19.90	048 L	螢黃	
20240823	023	成體	雌	N	5.6	40.62	19.42	049 L	螢黃	
20240823	023	成體	雌	-	4.4	40.22	19.02	050 L	螢黃	✓
20240828	016	亞成體	雄	-	4.5	40.12	19.76	014 L	紫	✓
20240828	016	成體	雌	N	6.0	40.02	18.12	015 L	紫	
20240828	016	成體	雌	NV	5.2	38.28	18.52	016 L	紫	
20240828	016	成體	雌	N	5.4	38.24	19.20	017 L	紫	
20240828	016	成體	雌	N	5.3	39.82	18.98	018 L	紫	
20240828	016	成體	雌	V	4.6	38.54	17.86	019 L	紫	
20240828	016	成體	雌	-	4.9	38.88	18.56	020 L	紫	

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、-：無性徵。

附錄二、2024 年臺灣無尾葉鼻蝠無線電追蹤個體基本資料

捕捉日期	原捕捉棲所	年齡	性別	性徵	體重	前臂長	發報器 體重比*	發報器編號
2024/9/1	029	成體	雄	—	5.5	41.02	4.9	CF 02
2024/9/1	031	成體	雄	T	5.4	40.86	5.0	CF 04
2024/9/27	031	成體	雄	—	6.4	42.22	4.2	CF 03
2024/9/27	031	成體	雌	N	5.5	/	4.9	CF 05
2024/9/27	031	成體	雌	N	5.4	40.58	5.0	CF 06

單位：體重：g、長度：mm、比重：%。

代號：T：睪丸腫脹、V：陰道口開、N：假乳頭明顯拉長、-：無性徵。／：未記錄。

*：未計入黏膠重量，因此佔比為低估數值。

附錄三、彙整 2022 年 12 月至 2024 年 11 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	本計畫代碼	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	007	×	×	×
南48-001	戰鬥司令所	001	●	●	●
南48-002	步槍堡	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	006-1	×	×	●
南48-009	人員掩體	009	×	×	●
南48-010	機槍堡	010	×	×	×
南48-011	人員掩體	011	×	×	×
南48-012	機槍堡	012	×	×	×
南48-016	機槍堡	016 遺址群	●	●	●
南48-020	觀測所				
項次8	坑道				
南48-017	機槍堡	017	×	×	×
南48-018	機槍堡	018	×	×	×
南48-019	機槍堡	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	023 遺址群	×	●	●
項次7	坑道				
南48-024	砲掩體	024	●	×	×
南48-025	砲掩體	025	×	×	×
南48-026	砲掩體	026	×	×	×
南48-027	砲掩體	027	×	×	×
南48-028	機槍堡	028+029 遺址群	×	●	●
南48-029	機槍堡				
項次10	坑道				
南48-030	機槍堡	030+031 遺址群	●	●	●
南48-031	機槍堡				

項次11	坑道				
南48-032	機槍堡	032	×	×	×
南48-033	人員掩體	033	●	×	●
項次12	坑道	項次12	●	×	●
南48-035	機槍堡				
南48-036	機槍堡	035+036			
南48-037	機槍堡	+037+043	●	●	●
南48-043	機槍堡	遺址群			
項次13	坑道				
南48-038	機槍堡	038+042			
南48-042	機槍堡	遺址群	×	×	●
項次14	坑道				
南48-039	機槍堡	039	×	×	×
南48-040	機槍堡	040	×	×	×
南48-041	機槍堡	041			
項次15	坑道	遺址群	×	×	●
南48-046	砲陣地	046			
項次16(部分)	坑道	遺址群	×	×	●
南48-047	砲陣地	047			
項次17(部分)	坑道	遺址群	●	×	●
南48-051	假工事	假土地公廟			
南48-052	機槍堡	遺址群	×	×	●
項次18(部分)	坑道				
南48-055	機槍堡	假墓			
南48-056	假工事	遺址群	●	×	●
項次19(部分)	坑道				
南48-057	機槍堡	057	×	×	×
南48-058	機槍堡	058	×	×	×
其他遺址編號-9	疑似人員掩體	其他-9	●	×	×
其他遺址編號-13	坑道出入口	其他-13	×	×	●

附錄四、環境、生物與工作照

	
塑膠翼環標記個體	鋁環翼環標記個體
	
司令所（001）棲所內屋頂的幼蝠	司令所（001）棲所內屋頂的黑眉錦蛇
	
為臺灣無尾葉鼻蝠麻醉並佩戴無線電發報器	佩戴無線電發報器的臺灣無尾葉鼻蝠

續附錄四、



編號CF02無線電發報器訊號停留整夜的林區環境



編號CF03無線電發報器訊號停留整夜的林區環境

附錄五、期中審查委員意見與回覆

劉建男 委員	
1. 建議加上摘要	遵照辦理
2. 期中報告書第4頁：其他未記錄到台灣無尾葉鼻蝠的棲所每半年進行一次調查，這部分目前無資料，請補充是否期末才會呈現。	其他棲所的調查資料會於期末報告中呈現。
3. 第13-14頁：方法寫每1-3小時定位一次，但資料呈現可能1小時有5-6個點位以上，則在分析核心活動區域時會產生很大的誤差，建議可嘗試只用每小時1次的樣點來分析。	感謝委員建議，目前以每半小時1次的樣點來分析。
4. 第14頁圖7：每小時的有效定位數與無尾葉鼻蝠的活動無關，建議刪除相關描述與圖7。	感謝委員建議，已刪除。
5. 第15頁圖8：建議把起點點位、每日定位點用不同顏色呈現，可呈現出更多有用的訊息。	感謝委員建議，遵照辦理。
6. 標記後重覆捕捉的個體，是否有因標記而受傷或體重的明顯變輕的情形？如有請補充。	11月進入棲所調查時，發現有塑膠翼環標記的個體，翼環標記處有組織增生、滲漏組織液與翼環表面有異物包埋的現象。目前肉眼觀察體型與飛行行為與其他未標記個體並沒有明顯差異，但暫不再以塑膠翼環進行標記。
7. 友善閘門部份是否有觀察到蝙蝠撞擊橫欄的情形？	首次前測將閘門放置在走廊時，曾發生一次臺灣葉鼻蝠與臨時閘門邊的牆壁碰撞的事件；之後改放置門口後，目前未再發現蝙蝠因臨時閘門的設置而發生碰撞事件。
8. 經營管理及保育建議部份，建議在兩個點加強描述。 1. 核心活動區域與未來可能開發區域是否重疊。 2. 無尾葉鼻蝠是否有偏好特別棲地類型，例如森林。	感謝委員建議，已補充說明。
黃俊嘉 委員	
1. P1:請簡單說明如何從其捕食之蝶類推測出主要在森林內部活動？棲地利用這應該是今年度計畫的目標之一，請加入計畫目標。	感謝委員建議，已補充說明。
2. P5:在以MCP進行活動範圍估算時，通常會避免使用100%MCP以減少資料的極端值造成高估活動範圍，尤其追蹤期間蝙蝠處於移動狀態，加上地形，點位之估算精準度可能較低，建議可考慮使用95% MCP。	感謝委員建議，遵照辦理。
3. P6:請說明閘門實驗是否能於影像中區分物種，並說明是否有量化蝙蝠碰撞閘門。	可以區分體型較大的臺灣葉鼻蝠，但體型較小的臺灣無尾葉鼻蝠與臺灣小蹄鼻蝠無法完全明確區分；目前正式實驗中未觀察到蝙蝠與閘門碰撞事件。
4. P4:於方法詳述洞穴調查時是否有避免使用對蝙蝠影響較小的紅光 (例Spoelstra <i>et al.</i> 2017 Zhou <i>et al.</i> 2024)，以及否有做任何確保調查人員安全及避免人畜共通之措施(可參考Shapiro <i>et al.</i> 2024)。	進行洞穴調查時，會使用紅光或夜視鏡以減少對蝙蝠的干擾；在進行蝙蝠麻醉與翼環標記時會佩戴手套，每次調查離開棲所時也會以酒精為全身與鞋底消毒。

5. P9:表三有列舉九月份調查資料，但族群豐富估算資料並無9月資料，請說明。	已於期末報告中補充。
6. P17:根據這邊提供的資料，開門實驗期間，該棲所內僅有臺灣小蹄鼻蝠，並無臺灣無尾葉鼻蝠，過去研究顯示不同物種對於開門反應不同(黃俊嘉等，2022)，而臺灣小蹄鼻蝠與臺灣無尾葉鼻蝠在飛行速度(賴，2000)與回聲定位偵測差異大(Ho et al. 2013)。由於本計畫主要是針對臺灣無尾葉鼻蝠進行保育研擬之基礎研究，因此開門設置之比較應以目標物種之資料為主。此外，黃俊嘉等(2022)資料顯示，開門裝設前幾晚，多數蝙蝠更換使用之洞口，且行為改變。另有發生蝙蝠大力撞擊實驗開門，導致蝙蝠昏厥墜地。請在實驗開門裝置當晚進行監測，並量化臺灣無尾葉鼻蝠撞擊事件。	目前觀測結果，自9/17之後，已陸續記錄到臺灣無尾葉鼻蝠回到司令所；在初設置開門時，蝙蝠在進出棲所時，花費較多時間在洞口進行結構探測，但在開門設置一個月、二個月後，多數蝙蝠已習慣開門，在開門放置其間，也發現臺灣小蹄鼻蝠（數量最高時超過600隻）與臺灣無尾葉蝠（數量最高時超過200隻）都會以此作為日、夜棲所；目前未觀察到臺灣無尾葉鼻蝠與開門碰撞事件。
7. 過去資料(黃俊嘉等，2022)顯示距離棲所出入口有一段距離的圍籬式開門對蝙蝠影響明顯較設置於出入口的開門小，請說明為何沒有採用影響較小之設計？	首次前測將開門放置在離門口一小段之走廊，但在觀察蝙蝠行為後，評估此處對蝙蝠影響較大，故不以走廊為試驗位置，改為地下室門口。 「距離棲所出入口一段距離」，則為整體建物以外，此處均為私有地，若要進行圍籬式的阻隔，則須縣府與地主進行溝通討論，擬出雙方可行之方式。
8. 請說明在計算追蹤器與體重之關係時，是否有考慮生物膠與翼環之重量？如超過，請說明為何無法遵照5%的準則(例如使否已使用可購買到的發報器中最輕之型號)，另外建議亦可考加入較新之參考文獻 Meierhofer et al. 2024。	目前追蹤器與個體體重的比重都在5%以內，追蹤器佩戴與翼環標記不會同時在同一個體進行，因黏膠用量極少，需要較精密電子天平測量，但在洞穴不方便攜帶，因此未包含黏膠之重量。
9. 請說明無線電追蹤個體是否於捕捉地點釋放。	發報器上完後，於確認蝙蝠可正常飛行後，於原捕捉棲所釋放。
10. P7:請說明表二之蝙蝠數量估算是否有包含幼蝠	為避免誤判，所有蝙蝠數量估算不包含幼蝠。
11. P8:圖2:由於7、8月總量估算不完整，建議圖說臺灣無尾葉鼻蝠紀錄隻數，而非數量，並在圖上標示。	感謝委員建議，已修正。
12. 附錄表一、請加入說明-與空白代表之生殖狀態，應區分無資料與非生殖狀態。	感謝委員建議，已修正。
13. P8-12:請使用相對濕度而非濕度。	遵照辦理。
14. P10:請說明紅色框為何？標題應為最小移動距離而非移動路徑。尤其目前無線電的資料顯示無尾葉鼻蝠主要在森林中活動。	紅色框為有隧道相通的棲所群，標題已修正。
15. P13:請提供上無線電發報器個體之性別、年齡與體重資料，以及其捕捉之棲所名稱。	已補充於附錄二。
16. 表13、請提供有效點位數量資料。	已補充於表四。
17. P15:圖8，請標示追蹤個體之捕捉棲所。	已補充於附錄二。

18. P19:圖10、11圖說，資料為比例而非數量。除比例資料，亦可考慮呈現量之變化，但由於生殖季時，繁殖群的成蝠會頻繁進出洞口，因此量化資料之單位應以活動量或頻度表示，而非蝙蝠數量。	感謝委員提醒，已修正。
19. P20:圖12，資料應為活動量或頻度，而非蝙蝠數量。	為實際停棲個體數。
林業及自然保育署屏東分署	
1. 有關配戴發報器是否對蝙蝠移動與行為表現造成影響，報告第5頁提及配戴後「觀察其可正常活動」，建議可描述觀察時間以及觀察行為樣態。	感謝委員建議，已補充說明。
2. 有關設置蝙蝠友善閘門，報告第25頁所示照片顯示設置位置為建物之門口，建議描述該閘門位於建物結構內之位置，並且呈現建物結構狀況，為評估閘門成效提供細節資訊。	感謝委員建議，已補充說明。
鄭永裕 委員	
1. 在石頭營調查範圍內究竟調查的種類為幾種？請詳列位置、物種、數量。	請參照表二。
2. 活動範圍無線電追蹤樣本數僅1隻？區域大部分在調查區域之外，是否代表所有族群的活動範圍？代表的意義為何？	臺灣無尾葉鼻蝠的活動範圍比預期大，因此追蹤難度較高，無法同時間追蹤大量個體。本年度進行5隻個體配戴儀器進行追蹤，其中3隻的有效定位點較多，此結果僅先作為參考，待未來追蹤個體數更多時，可再進行合併分析，以評估整體族群利用環境的狀況。
3. 應補充開發行為對蝙蝠族群影響或應做何種生態保護的措施，之後區域的定位如何設定？	已補充於四、研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議。
4. 設置友善閘門實質上的意義為何？未來加裝後是否可以大幅減少人類活動的干擾？	臺灣無尾葉鼻蝠非常敏感，且司令所為育幼棲所，加上常有民眾前往探險，相對其他幾處，人為干擾較頻繁，因此友善閘門可降低人為干擾同時讓蝙蝠仍可利用這些棲所。目前雖然只是設置臨時閘門，但閘門從未被移動或破壞，已有一定減少人為干擾的效果。
5. 結論與建議請補充？	已補充於四、研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議。
吳振碩 委員：	
1. 請依委員意見進行修正。	遵照辦理。
陳博勝 委員。	
1. 友善閘門的樣式是否可再嘗試其他樣態或增加上方空隙……等,盡量減少蝙蝠出入干擾。	目前主要是測試閘門間隙與放置位置，未來設計可以此間隙為標準去設計其他形式的閘門。
2. 第16頁最後一段：追蹤期間有效定位點“僅”2筆，錯別字請修正。	感謝委員提醒，已修正。
3. 修正意見授權業務單位，書面審查後通過。	遵照辦理。

附錄六、期末審查委員意見與回覆

劉建男 委員	
1. 本案期初報告均依計畫目標及工作項目收集文獻資料與規劃相關執行事項，值得肯定。	感謝委員肯定。
2. 期末報告書、摘要：「活動範圍面積平均約2.07~3.62km ² ，這是兩種方法獲得的結果，建議分開描述最小凸多邊形法及核密度估計法的數值。	遵照辦理。
3. P6本研究因發報器只能維持7天左右，所以夜間點位半小時定位1次，但這會有自相關autocorrelation的問題。現在有針對自相關開發的統計方法(Autocorrelated Kernel Density Estimation, AKDE)，未來如有時間可以使用AKDE進行分析。	感謝委員建議，若有後續計畫，會嘗試改自相關的統計方法進行分析。
4. P11重複捕捉如何做？如是直接捕撈，建議在方法中描述。	以補蟲網捕捉戴有翼環個體，已補充於方法中。
5. P12文中11月份重複捕捉2隻，2隻上標處都有組織增生的現象，上標對蝙蝠的影響後續可多關注。	感謝委員提醒，將持續關注有上標蝙蝠的後續狀況。
6. P36建議石頭營遺址的棲所建立「生態敏感區」，應如何做建議多加說明。	已於四、研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議做說明。
7. 石頭營遺址那一區主要的土地利用類型為何？從本計畫結果，可否也針對這一區未來有何經營管理措施提供建議？	依據內政部營建署城鄉發展分署所公開之非都市土地使用分區顯示，石頭營遺址目前為其他使用區或專用區，原先應是光電開發的場域，後續因開發爭議而暫緩停工，有關之經營管理建議已於四、研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議做說明。
8. 請將I：「目錄」寫成前言，請修正。	已修正。
9. P17內文L6：「一代」改成「一帶」。	已修正。
10. P18文中最後一行「儘」一筆改成「僅」一筆。	已修正。
黃俊嘉 委員	
1. Habitat selection, availability 估算錯誤，應以捕捉棲所為中心，以無尾葉鼻蝠的直線移動距離為半徑之範圍來估算，而非MCP範圍。目前分析資料僅能說蝙蝠在活動區域內隨機使用不同樣點。	已修正分析方法。
2. 閘門行為實驗，應註明物種(期中有提過)，除文字摘要描述外，應以表格/圖提供量化之詳細資料(例如閘門裝設後蝙蝠偵測行	檢視攝得影像，進出洞口之個體大多飛行速度快，不易明確分辨物種，因此合併物種，以「小型蝙蝠」為通稱，計數進出洞口之隻次數

為逐日減少，這部分僅有文字描述)，結論應針對各物種說明清楚，而不是用蝙蝠統稱。已避免產生誤導。	(表五)，而地下室個體主要為停棲狀態，較易從蝙蝠外形與停棲方式分辨出臺灣小蹄鼻蝠與臺灣無尾葉鼻蝠，因此分別計數臺灣小蹄鼻蝠與臺灣無尾葉鼻蝠數量(圖24、圖25)。
3. 請說明為何有避難功能，並加入度冬功能；是否可能在鄰近無尾葉棲所是否具有避難功能	今年度，在9/30~10/3山陀兒侵台前的幾次日棲所臺灣無尾葉鼻蝠數量計數均以023遺址群最多，而颱風過後，023積水水位相當高，推測因此導致原棲息蝙蝠離開，在10~12月3次進入棲所均未記錄到臺灣無尾葉鼻蝠；而原本在今年6月底到9月中幾乎臺灣無尾葉鼻蝠利用的司令所卻在颱風期間記錄到今年數量最多的個體棲息，因此推測鄰近的洞穴群的不同洞穴可以在環境有短暫劇烈變動(如颱風、掠食者)時，提供臨時的避難使用。 其他未記錄到臺灣無尾葉鼻蝠利用的棲所，因未有影像監測與颱風過後立即清查，因此是否具有避難功能，有待後續研究釐清。
4. 請說明翼環上的位置(太靠近掌心，且翼膜寬度窄處)和方式(為何要切開?)之依據，除傷口外，請問蝙蝠有出現體重下降的狀況？請問受傷狀況在金屬環個體也有發現嗎？請在結論提出檢討，例如更換翼環和上標方式是否有減輕？並提供參考文獻。	本計畫中的臺灣無尾葉鼻蝠上環操作主要由台灣蝙蝠學會的林清隆博士協助，其過往對臺灣無尾葉鼻蝠的上環操作已累積相當經驗。因臺灣無尾葉鼻蝠的前翼膜較寬，所以採用切開小口，讓翼環從中穿過，避免其前翼膜展開受限而影響其正常飛行。 為盡量減少個體被捉住的時間，重複捕捉個體僅檢視環號與性徵後，即原地釋放，未再進行測量，因此無法明確得知體重有無下降，但以目視觀察，其體型、個體活力及停棲與飛行行為相較於未上標個體，並無明顯差異。 前計畫以金屬環標記的個體，在剛上環的前期雖然也需一段時間來復原切開處，但有觀察到的個體，較無組織嚴重增生的狀況；目前尚有看到幾隻戴金屬環個體，切開處均已復原。 上環的目的是為進行個體標記，以了解個體臺灣無尾葉鼻蝠是否有轉換棲所之行為，目前目的已達成，因此不再新增上環標記個體；未來若有個體標記需求，將尋求其他相對傷害性較低的方式。
5. 溫溼度資料跟文獻比較	已於結果討論中補充。
6. 如期中所提，5%限制是包含膠，請在報告中註明，比例有低估狀況。	本次發報器體重比未包含黏膠的部分，有低估的狀況，已於結果中補充說明。
7. 如期中所提，請提供上發報器個體之性別	發報器個體之性別與年齡請參考附錄二。補充

與年齡(是否為今年出身個體，並在方法說明)，距離捕捉棲所知最大直線距離，圖補上標示棲所。	有效定位點與捕捉棲所的最大直線距離於表四。
8. 方法說明可以再詳細一點，例如麻醉後觀察時間？ IR監視系統型號、規格。縮時攝影並無在方法提到	已於方法中補充。
9. 建議中提到要做病毒，請說明與本計畫之目的？	未來如果要針對民眾進行環境教育，蝙蝠有沒有人畜共通疾病（或有較高風險的病毒型）應是附近居民關心、想了解的，因此將此項檢測列入未來建議中。
10. 投影片的參考文獻也可以考慮納入報告	感謝委員建議。
11. 生態敏感區內涵蓋之森林，須限制開發。此外，每年都有個體消失，加上上標個體留在原地，顯示有可能是source。生態敏感區外之森林開發應事前進行蝙蝠評估(棲所)，避免(大面積)開發，造成石頭營營區森林的isolation，以降低source-sink meta population的結構。	感謝委員建議，已補充於後續經營管理建議中
12. 針對無尾的閘門管制 須更進一步評估，數量上無明顯變化，但無生殖行為發生，也無法確定是否會碰撞。此外太靠近入口的閘門對蝙蝠有影響，且有蛇類利用伏擊蝙蝠的可能性(菲律賓澤巨)，應考慮使用圍籬式，並進行更近一步調查。	感謝委員建議，已於結果中建議後續可嘗試圍籬式閘門的測試。
13. 針對石頭營營區設計洞群的保育策略，而非單一洞評估，並可考慮進一步了解族群棲所間的動態監測。	已列入後續經營管理建議建議中。
14. 民眾教育、設置解說材料是很棒的建議，但也建議搭配即時影像監視系統讓民眾觀察，亦可監視洞穴狀況	已列入後續經營管理建議建議中。
15. 農藥分析是好的建議，應該要執行，但應以排遺樣本而非蝙蝠本身。	感謝委員建議，已修正寫法。
16. 請提出洞穴淹水問題可能解決方案。	水是從洞穴內部滲進來，因此較難完全避免，未來可考慮以抽水機將水排出的方式。
鄭永裕 委員	
1. P28~P29針對放置蝙蝠友善閘門與棲所利用監測之結果，應建議在所有石頭營各式遺址幾處設置，可以阻絕人類活動影響蝙蝠之族群活動。	因每處遺址周邊環境與出入口大小不一，本次閘門實驗僅針對司令部，若要在其他遺址設置應針對各遺址條件做個別評估。
2. 麻煩綠辦提供附近是否有申請開發之地理圖資、套疊追蹤個體活動之範圍，作為未	感謝處長，若有需求，可提供蝙蝠活動範圍之圖層，作為後續審查之參考。

來審查之參考。	
3. 探究可能颱風或氣候變化對於族群移動的關連性？可列於結論？尤其今年影響之颱風的達4個？	相較於2023年（對此區影響較大的有兩個颱風：7月底的中颱杜蘇芮與9月初的中颱海葵），2024年在9月底到11月中則有3個中度以上颱風對此區帶來可觀的風雨（9月底強颱山陀兒、10月底強颱康芮與11月中中颱天兔），導致棲所內部積水高漲，可能是棲所積水與惡劣天氣等因素，導致此區臺灣無尾葉鼻蝠族群量下降，後續可持續監測臺灣無尾葉鼻蝠的族群數量變化。
4. P36建議有兩項：生態敏感區應設置在何處？應如何設置有何作為應採納？	石頭營遺址範圍內的森林、棲所周遭林地與果園區、石頭營遺址與保安林連接之廊道均為生態敏感區，後續大面積開發或伐木行為應盡量避開此區域。
5. 對於劃設保護區本府可以採取的態度有無建議？	除了保安林外，大部分範圍為私有地，縣政府具有審議開發行為的權力，建議任何大面積之開發行為皆應進行生態影響評估。
陳美智 委員	
1. 臺灣無尾葉鼻蝠經調查已有育幼行為，請說明112-113年族群影響幅度？	石頭營遺址每年5~8月都有記錄到蝙蝠育幼行為，但族群數量未明顯提升，推測可能是擴散到其他區域。
2. 經分析追蹤蝙蝠會移動到東側活動，請說明原因或後續可作追蹤分析方向為何？	相較於西側與西北側的造林地、農墾地等，東側有較大面積原生林與次生林，生物多樣性較高，且受光影響程度較低，因此可能可以提供更豐富的食物資源，與活動空間，建議列入未來探討的項目之一。
林業及自然保育署屏東分署	
1. 有關臺灣無尾葉鼻蝠利用棲地之連結性，報告P35提及臺灣無尾葉鼻蝠有轉換棲所的行為，須維持棲所與林地間廊道連接，建議後續可評估進行棲地連結性相關量化分析。	感謝委員建議，目前石頭營遺址除了第一期光電開發的範圍外，目前大部分範圍仍為次生林狀態，建議保持現況，以維持棲所間廊道連接。
2. 報告P36提及石頭營遺址區及周圍應盡量減少人為干擾(除草劑與農藥等)，建議可於報告中一併說明周遭農地種植狀況以及慣行農法藥物噴灑情況。	目前周遭主要為芒果園，曾觀察到噴藥行為，推測大部分應為慣行農法，但目前無量化數據，已列入建議未來可執行項目中。
屏東縣政府綠能專案推動辦公室	
1. 請補充說明有關棲地保留與生態廊道的作為。	已於四、研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議做說明。