屏 東 縣 政 府

114年度屏東縣石頭營遺址
蝙蝠族群監測調查計畫勞務採購

期末報告書

（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、邱峋文、蒙威齊、郭蓁穎、張書熏、
吳禎祺、梁又仁、蕭舜庭、陳怡寧

中 華 民 國 115 年 1 月

目錄

第一章　計畫前言與目標 1

第二章　工作項目與執行方式說明 6

第三章　洞穴型蝙蝠日棲所族群調查與環境監測 12

第四章　保育類無尾葉鼻蝠活動範圍調查與棲地利用模式分析 21

第五章　石頭營主要三種洞穴型蝙蝠之潛在病原生態初步監測 32

第六章　友善蝙蝠措施國內外案例蒐集與研析 34

第七章　石頭營週邊民眾對於蝙蝠生態保育意見蒐集 50

第八章　石頭營周邊區域蝙蝠環境教育 57

第九章　研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議 60

參考文獻 64

圖目錄

圖 1. 石頭營遺址位置圖.....1
圖 2. 石頭營軍事遺址蝙蝠棲所調查分布圖.....5
圖 3. 2023-2025 年石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠、臺灣葉鼻蝠與臺灣小蹄鼻蝠族群調查數量.....14
圖 4. 2025 年 3 至 12 月石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠棲所之溫度變化.....15
圖 5. 2025 年 3 至 12 月石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠棲所之相對濕度變化.....16
圖 6. 2025 年 3 至 12 月石頭營遺址臺灣小蹄鼻蝠棲所之溫度變化.....17
圖 7. 2025 年 3 至 12 月石頭營遺址臺灣小蹄鼻蝠棲所之相對濕度變化.....18
圖 8. 2025 年 3 至 12 月石頭營遺址臺灣葉鼻蝠棲所之溫度變化.....19
圖 9. 2025 年 3 至 12 月石頭營遺址臺灣葉鼻蝠棲所之相對濕度變化.....20
圖 10. CF81 活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）.....24
圖 11. CF83 活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）.....24
圖 12. CF51 活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）.....25
圖 13. CF52 活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）.....25
圖 14. CF53 活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）.....26
圖 15. CF54 活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）.....26
圖 16. CF55 活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）.....27
圖 17. CF56 活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）.....27
圖 18. CF57 活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）.....28
圖 19. 2025 年臺灣無尾葉鼻蝠追踪個體的活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）.....28
圖 20. 2025 年臺灣無尾葉鼻蝠追踪個體有效分析點與周遭棲地類型.....30
圖 21. 2025 年臺灣無尾葉鼻蝠追踪個體平均可獲得棲地與實際利用棲地類型比例.....30
圖 22. CF81、CF51、CF56 與 CF57 實際利用棲地類型組成.....31
圖 23. CF81 可獲得棲地與實際利用棲地類型比例.....31

圖 24. CF51 可獲得棲地與實際利用棲地類型比例.....31
圖 25. CF56 可獲得棲地與實際利用棲地類型比例.....31
圖 26. CF57 可獲得棲地與實際利用棲地類型比例.....31
圖 27. 亨利堡遺址群之一——觀測型碉堡.....35
圖 28. 架設於碉堡入口處的蝙蝠友善閘門.....35
圖 29. 施潘道要塞.....37
圖 30. 施潘道要塞磚砌地窖的蝙蝠導覽行程.....37
圖 31. 納拉寇特洞穴.....39
圖 32. 導覽員於蝙蝠觀測中心進行導覽.....39
圖 33. 鹿洞.....41
圖 34. 鹿洞百萬隻蝙蝠出洞（Bat Exodus）的壯觀景象.....41
圖 35. 蝙蝠洞寺.....43
圖 36. 蝙蝠洞寺與蝙蝠出洞的狀況景象.....43
圖 37. 十八羅漢山自然保護區 5 號隧道入口之蝙蝠友善閘門.....45
圖 38. 十八羅漢山自然保護區 5 號隧道之蝙蝠導覽行程.....45
圖 39. 訪談對象性別組成.....55
圖 40. 訪談對象年齡分布.....55
圖 41. 訪談對象職業分布.....55
圖 42. 訪談對象教育程度分布.....55
圖 43. 是否知道有蝙蝠棲息.....55
圖 44. 對蝙蝠生態是否了解.....55
圖 45. 受訪者對石頭營遺址、文化價值與蝙蝠生態相關議題之看法.....56
圖 46. 「石頭營要塞 × 暗夜精靈：二戰遺址與蝙蝠生態講座」宣傳資訊.....58
圖 47. 「石頭營要塞 × 暗夜精靈：二戰遺址與蝙蝠生態講座」春日場與枋寮場.....58
圖 48. 「石頭營遺址的神秘住客」宣導摺頁內容.....59
圖 49. 「石頭營遺址的神秘住客」宣導摺頁成品.....59
圖 50. 「請勿打擾蝙蝠休息」宣導海報.....59

表目錄

表一、目標蝙蝠與溫度與相對濕度記錄器放置棲所.....7
表二、蝙蝠環境教育宣導活動內容簡介.....11
表三、2025 年 2 月至 12 月石頭營遺址內主要三種洞穴型蝙蝠族群數量.....13
表四、2025 年石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠的追踪狀況、活動範圍與核心活動區域面積.....23
表五、2025 年所有臺灣無尾葉鼻蝠追踪個體棲地可及性與實際利用棲地類型比例.....29
表六、2025 年三季石頭營洞棲蝙蝠排遺病原檢出率.....33
表七、石頭營遺址與國內外友善蝙蝠措施國內外案例蒐集蝙蝠棲息狀況、友善蝙蝠措施、蝙蝠導覽方式與經營管理權責單位.....48

附錄目錄

附錄一、針對 5 種病毒及蝙蝠基因的聚合酶連鎖反應測試條件.....66
附錄二、彙整 2022 年 12 月至 2025 年 12 月石頭營遺址主要三種洞穴型蝙蝠日棲所利用記錄.....67
附錄三、2025 年臺灣無尾葉鼻蝠無線電追踪個體基本資料.....69
附錄四、2025 年石頭營遺址洞穴型蝙蝠糞便病毒檢測結果.....70
附錄五、石頭營周邊民眾對於蝙蝠保育意見調查問卷.....75
附錄六、環境、生物與工作照.....78
附錄七、石頭營遺址蝙蝠族群監測調查計畫之蝙蝠環境教育宣導講座簽到表（春日場）.....79
附錄八、石頭營遺址蝙蝠族群監測調查計畫之蝙蝠環境教育宣導講座簽到表（枋寮場）.....80
附錄九、期中報告審查意見回覆.....81
附錄十、期末報告審查意見回覆.....88

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，上期調查發現臺灣無尾葉鼻蝠因棲所積水與惡劣天氣等因素，導致此區族群量下降，在今年的族群數量已有逐漸恢復的趨勢，臺灣小蹄鼻蝠與臺灣葉鼻蝠的數量則維持在2000～6000間；本年度無線電追踪共追踪9隻臺灣無尾葉鼻蝠，臺灣無尾葉鼻蝠的活動範圍與覓食區域涵蓋石頭營遺址範圍以及周遭果園、森林等區域，並延伸至東側大面積林地。整體活動模式大致與2024年所獲得的資料相似，僅秋季調查期間，CF55與CF57個體在森林環境之利用比例降低，於果園與農墾地之活動比例則相對提高；在潛在病原生態監測方面，本年度三個季別共採集 176 份樣本，針對石頭營遺址內三種主要洞棲型蝙蝠進行初步分析。結果顯示，以冠狀病毒檢測陽性率最高（6.8%），其次為 B 型肝炎病毒（5.7%）及麗莎病毒（1.7%），而 E 型肝炎病毒與里奧病毒則未檢出；為蒐集石頭營遺址周邊民眾對蝙蝠生態保育之意見，本年度完成15位在地民眾之訪談，並以李克特量表分析其對石頭營遺址文化價值與蝙蝠生態相關議題之看法。結果顯示，多數受訪者雖曾聽聞或知道石頭營遺址與蝙蝠，但對其文化價值與生態功能之理解程度偏低，然而，受訪者普遍認同石頭營遺址具有文化歷史保存價值。而對於是否應加強石頭營遺址之觀光規劃或遊憩導覽，整體態度偏向中立，但並未明顯反對；為提升民眾對蝙蝠生態之認知，本計畫於 10 月 18 日分別於春日鄉與枋寮鄉舉辦「石頭營要塞 × 暗夜精靈：二戰遺址與蝙蝠生態講座」，兩場次參與人數分別為19人與42人，作為在地推廣與環境教育之初步嘗試。

針對石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠的經營管理與保育策略，臺灣無尾葉鼻蝠之活動範圍與覓食區域涵蓋石頭營遺址及其周邊果園、森林與東側大面積林地，相關區域若進行大規模伐林或開發行為，建議事前辦理生態影響評估，以維持棲所與覓食環境之完整性與連結性，並降低對族群之干擾。此外，調查亦顯示臺灣無尾葉鼻蝠會利用低度人為使用之環境（如樹型果園、鄰近住宅區之人工林地），而實地調查期間亦多次觀察民眾進入碉堡內部並以燈光直接照射蝙蝠之行為，顯示人為干擾風險仍高。爰此

，建議加強周邊及外地遊客之環境教育與管理措施，降低軍事遺址探險式進入、缺乏專業規劃之導覽遊程及不當使用除草劑等行為，減少對蝙蝠族群可能造成之負面影響。本團隊亦六個具代表性之國內外案例，彙整其友善蝙蝠措施、導覽方式及經營管理權責分工，作為石頭營遺址未來擬定經營管理與保育策略之重要參考。

第一章　計畫前言與目標

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）（圖1），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（因鄰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。石頭營遺址因棄置多年未再使用，少了人為干擾，這些區域便成為野生動物棲息利用的場所，例如蝙蝠。

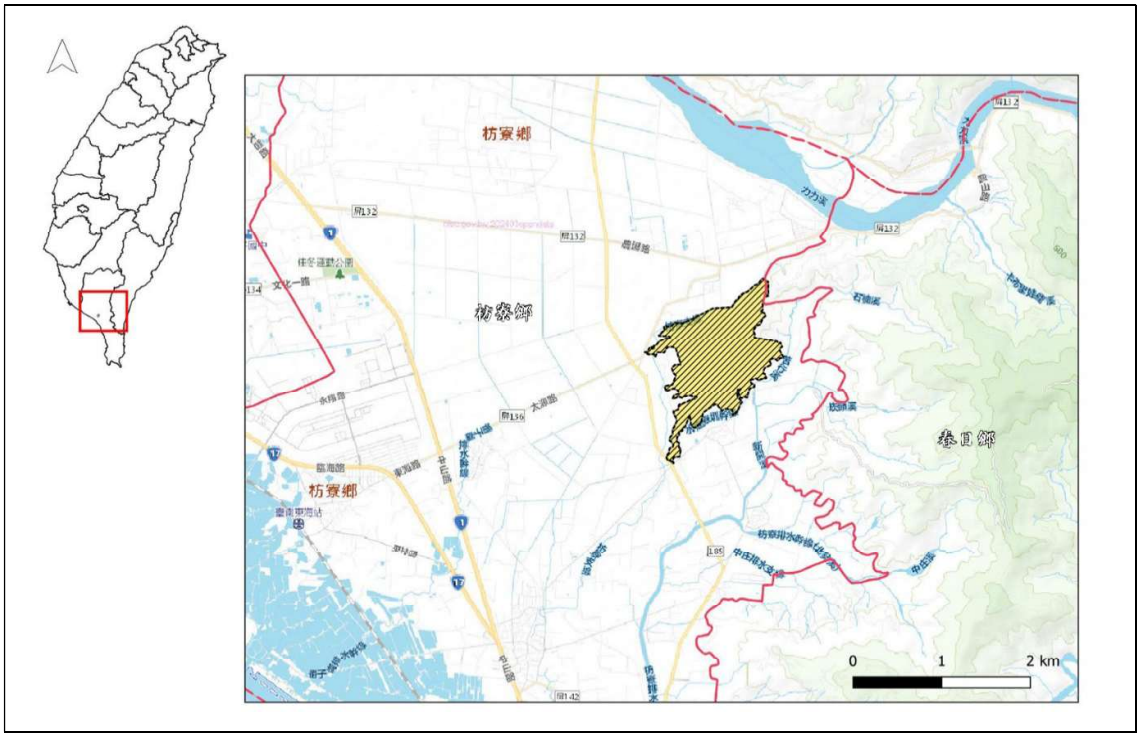


圖1. 石頭營遺址位置圖

2023～2024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，兩年間累計調查了70處遺址（圖2），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處記錄有珍貴稀有二級保育類臺灣無尾葉鼻蝠（*Coelops frithii formosanus*）棲息（附錄二），平均調查數量在400～800隻間，這6處棲所具備日棲所、夜棲所、育幼等功能，且一年四季皆有使用紀錄（柯伶樺等，2023；2025）。國外文獻指出，蝙蝠可能因應不同階段之生理需求與狀況，而選擇鄰近的不

同洞穴棲息，若其中一個洞穴受影響就可能會連帶影響鄰近洞穴群內的蝙蝠族群（Trajano, 2013; Calderón-Capote *et al.*, 2020）。因此對於臺灣無尾葉鼻蝠而言，這6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。

在柯伶樺等（2025）的研究調查，以搭載無線電發報器的方式追踪5隻臺灣無尾葉鼻蝠，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，其離棲所最遠的直線距離平均可達2.9 km，平均活動範圍95% MCP與95% KDE分別為2.07 km^2與3.62 km^2，而平均核心活動區域（50% KDE）則為0.96 km^2。棲地利用分析結果顯示森林與果園（活動範圍內的果園類型主要為芒果園）佔了3隻個體土地利用類型的88.6～93.6%，臺灣無尾葉鼻蝠偏好利用森林，而出現在果園的比例與果園分布的比例相當，較為隨機使用，顯示森林對於臺灣無尾葉鼻蝠是極其重要的棲地類型。依據前人的研究（賴慶昌，2000；Ho *et al.*, 2013）與柯伶樺等（2025）無線電追踪的調查結果，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「低有荷比策略」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）皆顯示臺灣無尾葉鼻蝠是相當適應且偏好在茂密森林中活動的蝙蝠，因此環境中穩定適宜的棲所（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完整性的維持是其族群存續於此的關鍵因素。

臺灣無尾葉鼻蝠因飛行靈巧、回聲定位叫聲微弱（不容易被蝙蝠超音波偵測器偵測到），目前已知分布位置與數量仍相當零星（方引平等，2011）；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。雖在柯伶樺等（2025）的研究中已有進行個體活動範圍的調查，但因個體數仍少，且均為繁殖季後的追蹤資料，因此本計畫的主要目的是延續先前的計畫，持續蒐集累積此區臺灣無尾葉鼻蝠的生態基礎資訊，包含族群數量變化、活動範圍、棲地利用及利用棲所的溫度與相對濕度季節變化等，再依調查結果研擬後續石頭營遺址蝙蝠族群經營管理及保育措施上的相關建議。此外，此區人蝠接觸的情形，除了現有一些探洞行為外，根據柯伶樺等（

2025）的無線電追踪調查結果，臺灣無尾葉鼻蝠也會利用有低度人為使用的環境（例如樹型果園、鄰近住宅區的人造林等），加上其他主要的兩種洞棲蝙蝠，群聚所利用的一些棲所亦鄰接果園，整體蝙蝠群聚的利用空間有程度的與人為使用空間重疊，而蝙蝠為部分新興與再現性人畜共通病毒的重要自然宿主，洞穴型蝙蝠的高度群聚的棲息型態、相對長壽命以及洞穴內穩定的微氣候條件，使洞穴成為病原體得以長期維持與演化的關鍵生態系統；依據健康一體（One Health）的整合概念，人類健康、動物健康與環境健康彼此高度連結，因此，系統性了解特定地區洞穴型蝙蝠群聚所攜帶的病毒類型，並評估人類探洞行為對該系統的干擾效應，對於蝙蝠保育與公共衛生風險管理相當重要，因此本計畫除進行主要蝙蝠群聚的潛在病原生態初步調查外，也逐步規劃對周遭民眾進行蝙蝠環境教育宣導活動，增進民眾對蝙蝠的認知，期許能盡量減少過度的人為干擾，例如民宿遺址導覽遊程、軍事遺址探險、果園中除草劑與農藥的使用等，藉此增進對蝙蝠的正面觀感，以達與蝙蝠良好相處的雙贏保育策略。

根據2024年臺灣陸域哺乳類紅皮書資料顯示，臺灣無尾葉鼻蝠屬於國家易危（NVU；鄭錫奇等，2024）的物種，目擊記錄相當零星，而石頭營遺址是目前已知臺灣無尾葉鼻蝠記錄數量最多的區域，加上目前已知的6個棲所，皆有臺灣無尾葉鼻蝠繁殖的記錄，因此石頭營遺址對於臺灣無尾葉鼻蝠而言是相當重要的棲地（柯伶樺，2023）。為此，屏東縣政府現正評估是否有劃設保護區之必要與可能性，目前臺灣無尾葉鼻蝠的棲所與活動範圍內，除了東側的保安林外，石頭營遺址範圍與周遭土地多為私有地，若要劃設具法律效力之保護區（例如野生動物重要棲息環境、野生動物保護區等），執行難度較高，因此研擬朝將保安林劃設為保護區，私有地區域則引入其他有效保育區（other effective area based conservation measures, OECM）的方向努力，與毗鄰的私有地或社區合作，推行生態服務給付、社區巡守與推廣友善耕作等方式，期望可以達到公私協力，共同保存及守護現地蝙蝠的生物多樣性與生態系功能。因此在討論保護區設置相關實務前，本計畫先就周遭村落居民對於石頭營遺址區的蝙蝠生態與保育的意見及想法進行初步蒐集彙整，提供予後續政策擬定之參左。

計畫目標

1. 臺灣無尾葉鼻蝠的生態基礎資訊蒐集：包含蝙蝠族群數量變化、活動範圍、棲地利用、利用的棲所溫度與相對濕度季節變化等，以供研擬後續石頭營遺址蝙蝠族群經營管理及保育措施上的相關建議。

2. 除臺灣無尾葉鼻蝠外，持續監測其他石頭營遺址內的洞棲型蝙蝠物種、數量與環境微氣候。

3. 友善蝙蝠措施國內外案例蒐集與研析

4. 主要三種洞穴型蝙蝠的潛在病原生態監測。

5. 對周遭民眾進行蝙蝠環境教育宣導活動，除了除可加強蝙蝠認知，藉此增進對蝙蝠的正面觀感，以達與蝙蝠良好相處的雙贏保育策略。

6. 蒐集周遭村落對於石頭營遺址蝙蝠生態與保育的意見及想法，以提供予後續政策擬定之參左。

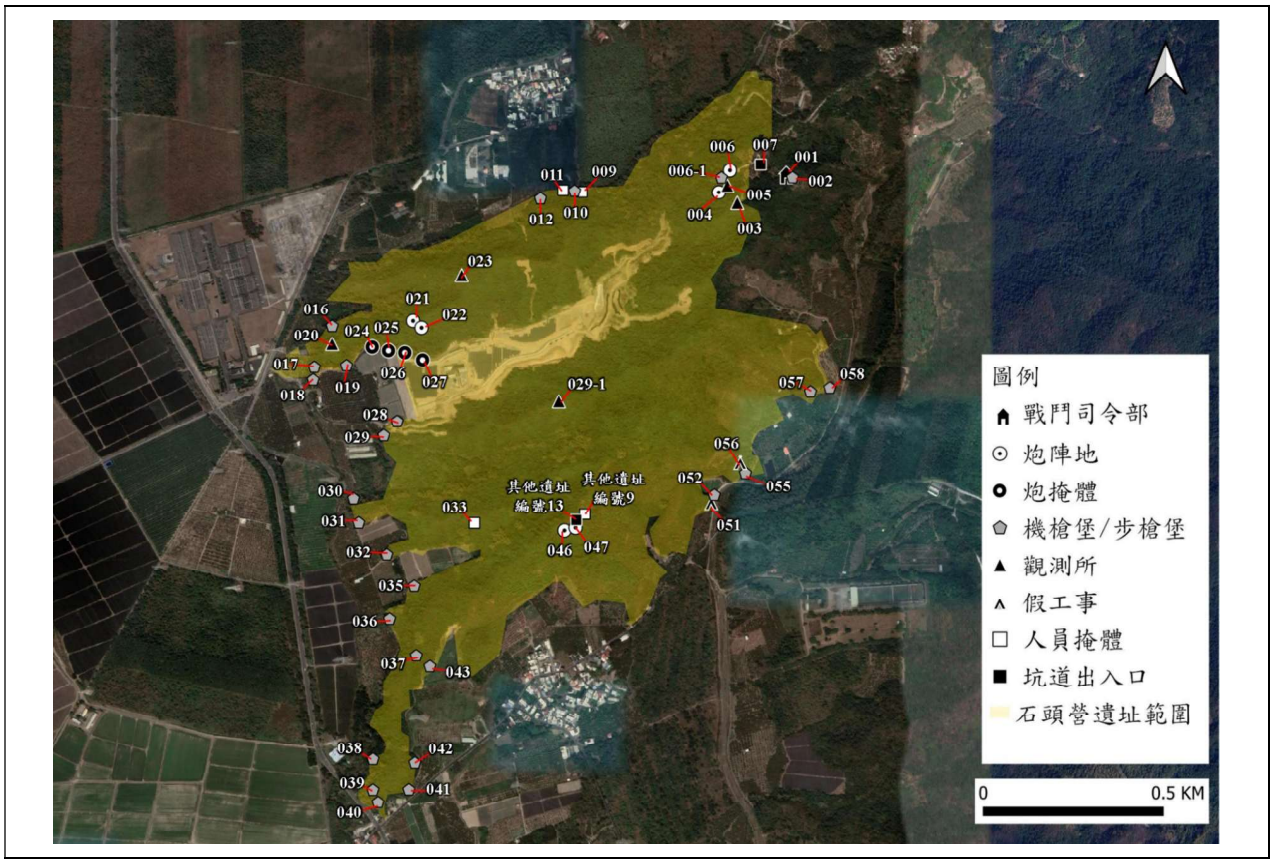


圖2. 石頭營軍事遺址蝙蝠棲所調查分布圖（柯伶樺等，2023）

第二章 工作項目與執行方式說明

一、洞穴型蝙蝠日棲所族群調查與環境監測

每2個月至少1次前往石頭營遺址範圍內，前人調查中已記錄有臺灣無尾葉鼻蝠棲息的洞穴進行日棲所族群數量調查，而其他未記錄到臺灣無尾葉鼻蝠之碉堡、坑道及鄰近可能有蝙蝠棲息的洞穴或建物則是每半年進行一次日棲所物種與數量調查，除目前已知有蝙蝠的棲所外，若有發現新的棲所也會列入調查樣點中。每次進入棲所辨識物種及清點數量時（為避免誤判，將不計算尚抱在母蝠懷中的幼蝠數量），皆使用紅光照明設備或紅外線夜視儀（Seemor-200, Akaso, USA）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。

為了解臺灣無尾葉鼻蝠利用的日棲所環境狀況，在已有記錄的棲所內架設一溫度與相對濕度記錄器（Tempmate M2TH, Germany），每小時記錄1次溫度與相對濕度（表一）。此外，在3處有棲息較多臺灣小蹄鼻蝠或臺灣葉鼻蝠的棲所（表一），亦架設一溫度與相對濕度記錄器，儀器位置固定架設於過往調查中，目標物種經常停棲的區段。由於洞穴中水氣容易凝結在物體上，並為防止大雨後坑道內壁滲水持續滴落於儀器上，因此在溫濕度記錄器外加上一外圍開洞無底之塑膠外盒，並且盡量架設於接近目標物種停棲的高度，離地面至少130公分以上，進行棲所環境溫度與相對濕度的資料收集。

表一、目標蝙蝠與溫度與相對濕度記錄器放置棲所

目標蝙蝠	溫度與相對濕度記錄器放置棲所
臺灣無尾葉鼻蝠	001、023遺址群、016+020遺址群、028+029遺址群、030+031遺址群、035+036+037+043遺址群
臺灣葉鼻蝠	炮陣地1遺址群、炮陣地2遺址群、項次12
臺灣小蹄鼻蝠	炮陣地1遺址群、016+020遺址群、項次12

二、保育類無尾葉鼻蝠活動範圍調查與棲地利用模式分析

因臺灣無尾葉鼻蝠的超音波回聲定位聲音的能量低，不易經由超音波錄音器探測其在野外活動利用的區域，因此將借由個體搭載無線電發報器進行個體追蹤，來了解其夜間實際活動利用的區域範圍。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，因此將選擇符合重量限制的無線電發報器規格來進行個體活動範圍追蹤。臺灣無尾葉鼻蝠的活動範圍無線電追蹤分為繁殖季前與後兩時段進行，共捕捉6～10隻成體進行發報器配戴。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（異氟醚氣化機，Matrx VIP 3000 Isoflurane Vaporizer, Midmark, USA），再進行後續操作。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 cm^2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，待黏膠乾、蝙蝠甦醒並觀察其可正常活動後（飛行行為正常、吊掛行為正常），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。保育類蝙蝠之利用方式已經過農業部審查，農授林業字第11402028606號核准。

本計畫所使用無線電發報器（LB-2X, Holohil System Ltd.）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

的定位追踪調查，除非遭遇惡劣天氣影響（颱風或連續豪大雨），則將視情況調整追踪天數。定位追踪的方式是在甫入夜至天亮期間，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，並依據追踪個體移動的方向，持續調整研究人員的位置，以盡可能掌握追踪個體的位置。在定位追踪個體訊號時，兩人或三人同時（約定特定時間進行角度回報，以減少研究人員間的定位時間差）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以三角定位法計算出佩戴無線電發報器的目標個體所在位置。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，因此追踪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，而兩方位角間夾角太小或太大，可能會導致交會點的誤差過大，因此將以兩偵測方位夾角介於35°～145°之間為有效定位點；而為減少部分時段有效定位點間因定位時間較密集產生的點位自相關影響，後續再從有效定位點中，至少間隔20分鐘篩選1筆作為後續分析的有效點位。

活動範圍的分析是利用每隻個體的有效點位，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），此部分分析以QGIS程式外掛套件Animove中的MCP與Kernel Density Estimate進行。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，核心活動區域則以50% KDE估算。

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）、族群活動範圍尺度（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與族群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**（草生地、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補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可獲得棲地。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。後續再以標準化殘差檢視個體在各類別棲地類型的利用偏好程度是否顯著，數值大於1.96為顯著（α=0.05）。

三、石頭營主要三種洞穴型蝙蝠之潛在病原生態初步監測

在前人研究中（Chen *et al.*, 2016；Geniola C., 2019；葉鈅怡，2019；廖蓧梃，2022），曾在臺灣的蝙蝠族群中發現多種病毒，如冠狀病毒（CoV）、E型肝炎病毒（Hepatitis E virus）、B型肝炎病毒（Hepatitis B virus）、哺乳動物里奧病毒（Mammalian reovirus）及麗沙病毒（Lyssavirus）等。在石頭營遺址範圍內主要棲息了臺灣無尾葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠與臺灣葉鼻蝠三種洞穴型蝙蝠，蝙蝠群聚數量可達一萬五千隻以上。此區域為淺山環境，鄰近有七佳、歸崇村、玉泉與新開四個聚落，部分遺址棲所鄰近果園或在果園中，且部分民宿會進行遺址導覽活動，因此人為活動有程度與蝙蝠活動空間重疊，為更了解此區主要蝙蝠種類群聚攜帶的病毒相，將針對臺灣小蹄鼻蝠、臺灣葉鼻蝠與臺灣無尾葉鼻蝠採集排遺樣本，進行病毒相分析，以為後續保育策略擬定、環境教育活動等提供相關疫病衛生風險資料。

樣本採集將分季節進行，分別於春季、夏季、秋季在石頭營遺址範圍內的9個較多蝙蝠棲息的棲所中（001、012、016+020遺址群、023遺址群、028+029遺址群、030+031遺址群、035+036+037+043遺址群、砲陣地1遺址群、砲陣地2遺址群），選擇未積水的棲所，進行一次蝙蝠新鮮排遺採樣。於入夜前將清潔消毒過的塑膠布鋪於三種洞棲蝙蝠較常停棲的位置下方，隔日清晨再將塑膠布回收。在24小時內（隔天中午

12點前）收集塑膠布上的排遺。將採集所得樣本放入含有核酸保存液（Zymo Research DNA / RNA Shield™）的2毫升螺旋管中，搖晃螺旋管，使樣本散成小團粒溶於有保存液中，後續委由中原大學生物科技系陳怡寧老師研究室進行樣本處理與分析。利用核酸萃取試劑組抽取樣本中的病毒核酸，再將病毒RNA以反轉錄酶試劑組生成cDNA後，加入針對各別病毒的特異性引子（附錄一）利用KAPA2G Fast HotStart ReadyMix PCR kit（Sigma Aldrich）進行聚合酶連鎖反應（polymerase chain reaction, PCR）以增幅各別病毒的特異性基因片段，最後以核酸膠體電泳進行分析及記錄。此項目將呈現各季分析結果，以初步了解此區主要蝙蝠群聚攜帶的病毒相及其季節差異。

四、友善蝙蝠措施國內外案例蒐集與研析

石頭營遺址的司令所與部分碉堡、炮陣地的位置在網絡上已是公開資訊，因此常有對軍事遺址探索有興趣的民眾會自行前往，在先前調查中就經常觀察到或調查時偶遭遇民眾進入碉堡內部，民眾進入碉堡內部與燈光直接照射蝙蝠的行為，對於蝙蝠而言是相當干擾的行為，長期而言可能會影響蝙蝠以此區作為棲所的意願。

因此，本工作項目蒐集國內、外具備蝙蝠友善措施的代表性案例，並且探討每項案例的蝙蝠族群概況、友善蝙蝠措施、蝙蝠導覽方式、經營管理權責單位等資訊，以作為後續石頭營遺址經營管理策略之參考。

五、石頭營週邊民眾對於蝙蝠生態保育意見初步蒐集

本工作項目透過訪談的方式蒐集周遭居民對於石頭營遺址區的蝙蝠生態保育的意見與態度。石頭營遺址周遭村落包含玉泉村、新開村與水底寮（天時、地利與人和村）三區，每個區域訪談人數為3～5人，總計訪談人數為15～20人，盡量以關鍵人物或權益關係人，例如村長、社區代表等為優先訪談對象。

主要訪談面向包括（問卷內容如附錄五）：

1. 對石頭營遺址的認識與經驗；
2. 對蝙蝠與生態的認知與態度；
3. 對石頭營營未來發展的想法與建議等。

六、石頭營周邊區域蝙蝠環境教育

辦理1場次之蝙蝠環境教育宣導活動（表二），對象包含對於此議題有興趣之在地鄉親與一般大眾，參與人數為20～30人。活動內容包含石頭營要塞的歷史與文化資產價值、臺灣蝙蝠多樣性與生態服務簡介、石頭營遺址的蝙蝠族群。

表二、蝙蝠環境教育宣導活動內容簡介

活動名稱	石頭營要塞 x 暗夜精靈 二戰遺址與蝙蝠生態講座		
課程對象	有興趣之在地鄉親與一般大眾	人數	20~30人
講座主題	時間	講師/單位	
二戰石頭營要塞的歷史與文化資產價值	50分鐘	林炫耀 前軍方情報員/捍衛石頭營聯盟召集人	
遇見看不見的好朋友——暗夜精靈	50分鐘	林清隆 台灣蝙蝠學會 研究 秘書長	
住在石頭營遺址的蝙蝠們	50分鐘	邱峋文 野人谷生態顧問有限公司 研究專員	

七、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。

第三章 洞穴型蝙蝠日棲所族群調查與環境監測

本團隊於石頭營遺址總計調查67處遺址，包括戰鬥司令所1處、6處砲陣地、4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，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（附錄二）。

石頭營遺址累計記錄到6處臺灣無尾葉鼻蝠的棲所，2023年時每月進入棲所調查一次，2024～2025則改為每2～3月1次，並且避開其繁殖季（約5～8月），以減少對蝙蝠族群的干擾。每年調查數量大約維持在400～800隻間，僅2024年9月底到11月中有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月中的中颱天兔），導致部分棲所內部積水高漲深度及腰，導致此區臺灣無尾葉鼻蝠族群量下降，在2025年2月時數量曾一度低至278隻，但在後續的調查中，族群數量已有逐漸恢復的趨勢（圖3）。此區臺灣無尾葉鼻蝠的繁殖季約在5月至8月，在4月前往調查時發現臺灣無尾葉鼻蝠部分族群已出現懷孕個體，6月中後進入棲所調查並回收溫溼度記錄器資料時，出現幼蝠與育幼的個體，10月再度進入棲所時，幼蝠已成長為成蝠。

其他未調查到臺灣無尾葉鼻蝠的棲所，在2023年時每月進入棲所調查一次，2024～2025則改為每半年1次，並且避開其繁殖季（約5～8月），主要為確認是否有新發現臺灣無尾葉鼻蝠的棲所。在2025年調查時，這些棲所是以臺灣小蹄鼻蝠、臺灣葉鼻蝠為主，並未發現臺灣無尾葉鼻蝠，與前次調查結果相似，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，而臺灣小蹄鼻蝠則是自2024年11月起，調查數量約在3000～4000隻左右。

本次計畫共在6處臺灣無尾葉鼻蝠、3處臺灣葉鼻蝠與3處臺灣小蹄鼻蝠架設溫濕度記錄器，以蒐集石頭營蝙蝠日棲所環境基礎資訊，目前共記錄了從3月至12月的溫度與相對濕度資料，各棲所週平均溫度與相對濕度變化如圖4～圖9。

表三、2025年2月至12月石頭營遺址內主要三種洞穴型蝙蝠族群數量

物種 / 遺址編號	臺灣無尾葉鼻蝠						臺灣小蹄鼻蝠		臺灣葉鼻蝠	
	2/19	4/14	6/11	9/12	10/16	12/4	4/14	12/4	4/14	12/4
001	0	6	0	0	180	0	8	16	2	0
砲陣地1遺址群	-	0	-	-	-	0	2012	1050	916	1600
006-1	-	0	-	-	-	0	0	0	0	0
009	-	0	-	-	-	0	0	0	0	0
016+020遺址群	0	50	40★	0	60	40	425	433	13	0
砲陣地2遺址群	-	0	-	-	-	0	0	0	350	570
023遺址群	0	111	267★	197	0	0	28	270	0	0
024	-	0	-	-	-	0	0	0	0	0
028+029遺址群	100	204	95★	350	275	350	0	7	0	0
030+031遺址群	178	31	96★	195	0	178	18	55	0	0
033	-	0	-	-	-	0	0	0	0	0
035+036+037+043遺址群	0	30	60★	80	70	37	600	837	35	188
041遺址群	-	0	-	-	-	0	100	12	0	0
046遺址群	-	0	-	-	-	0	0	0	0	0
047遺址群	-	0	-	-	-	0	0	0	130	0
051+052遺址群	-	0	-	-	-	0	1	0	0	0
055+056遺址群	-	0	-	-	-	0	15	9	2	0
項次12	-	0	-	-	-	0	640	1103	634	3755
其它-9	-	0	-	-	-	0	0	0	0	0
合計	**278**	**432**	**558**	**822**	**585**	**605**	**3847**	**3792**	**2082**	**6113**

注：歷年調查中從未記錄到蝙蝠之遺址暫不列入此表。

★：有發現抱幼個體。

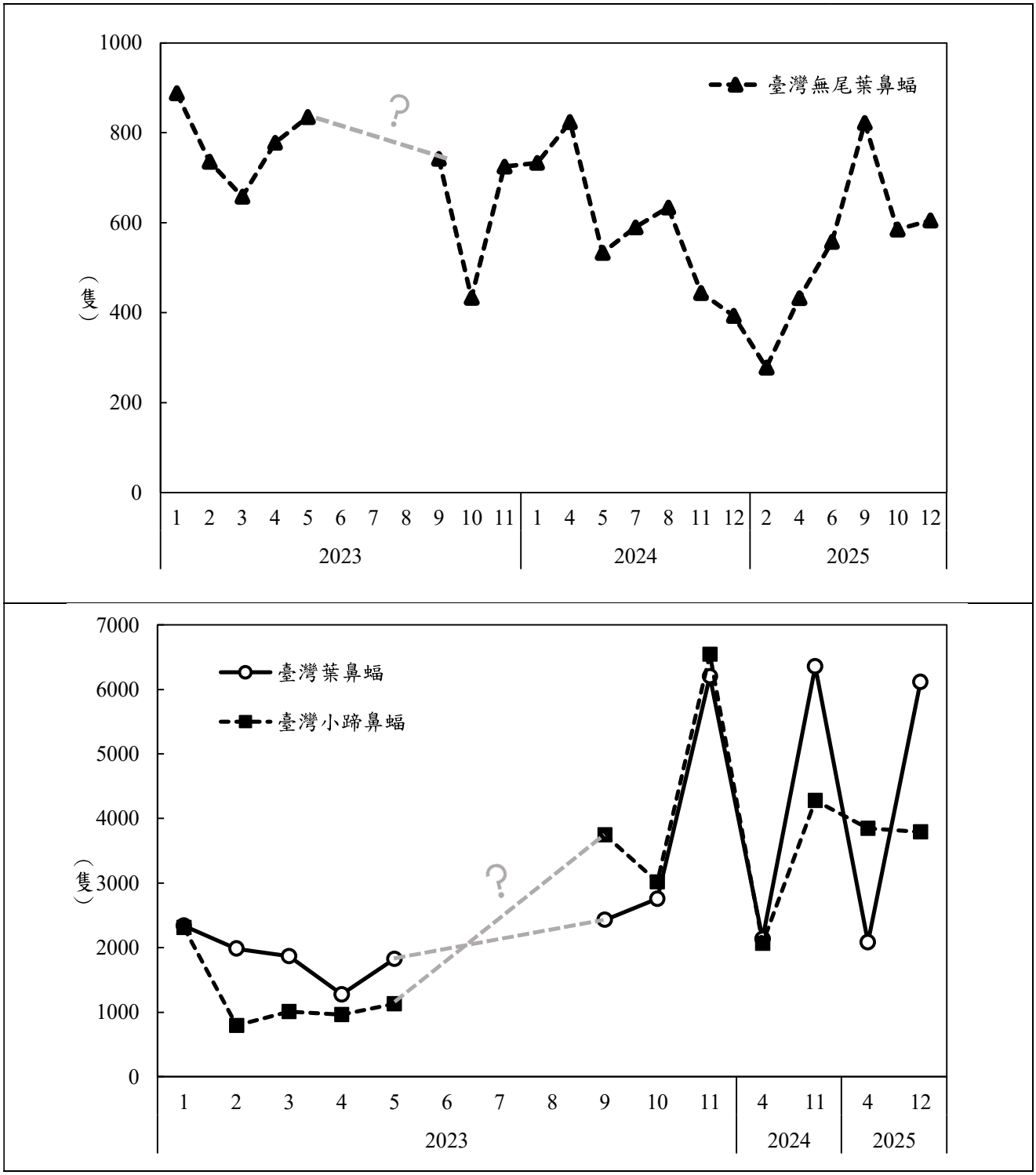


圖3. 2023-2025年石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠、臺灣葉鼻蝠與臺灣小蹄鼻蝠族群調查數量（灰色線條表示因蝙蝠育幼期，計數不完全，因此當月數量不列入圖表中）

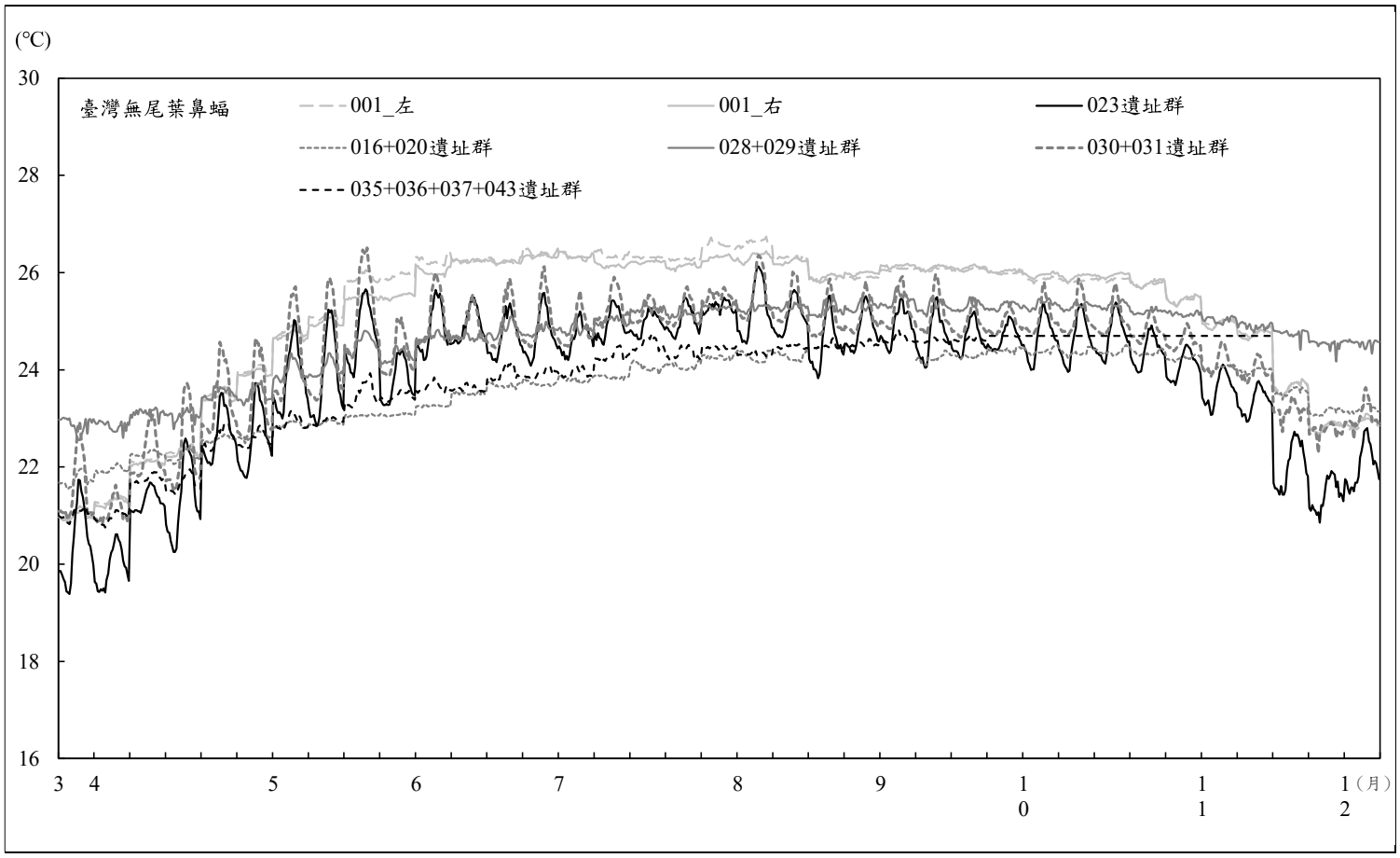


圖4. 2025年3至12月石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠棲所之溫度變化

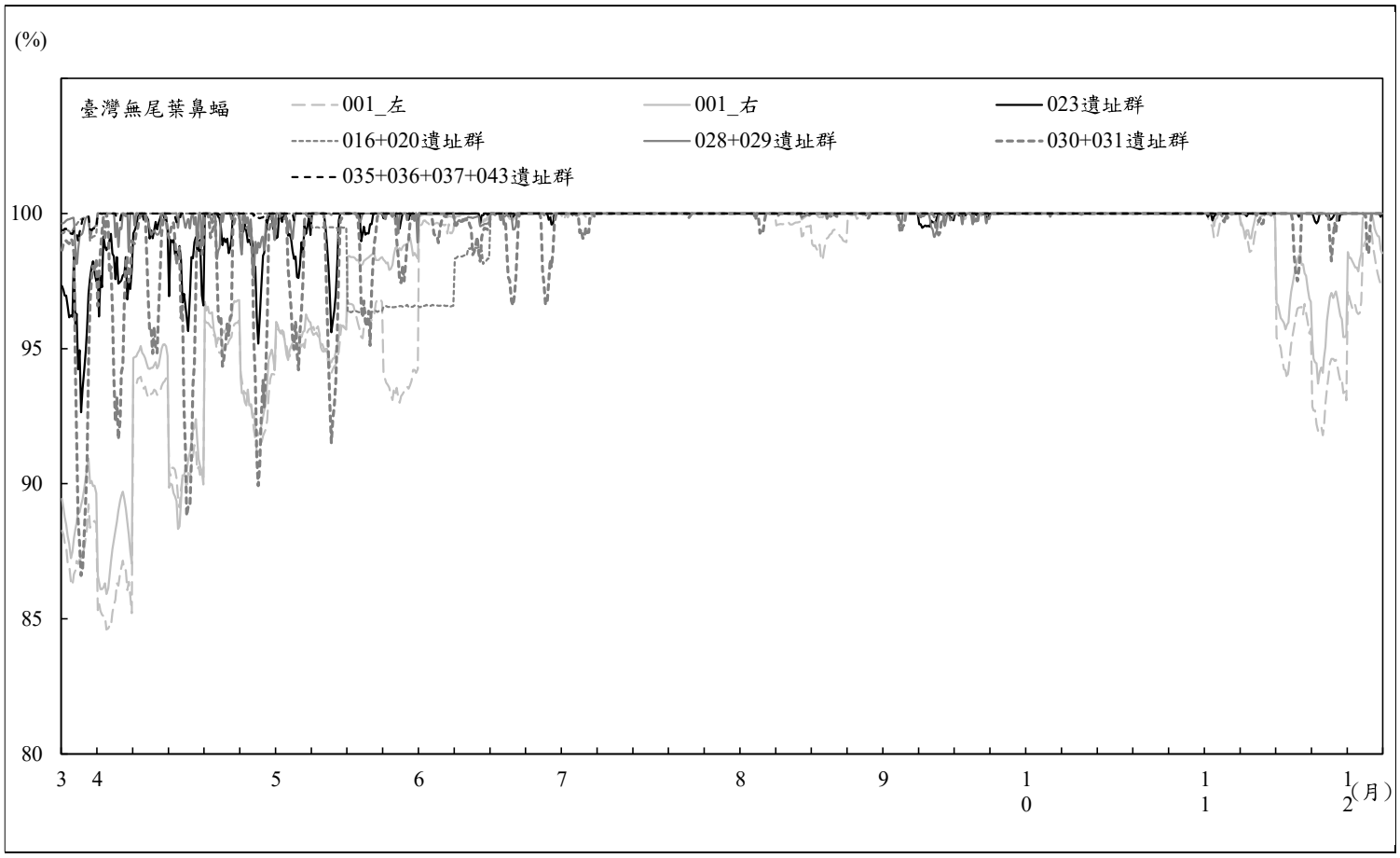


圖5. 2025年3至12月石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠棲所之相對濕度變化

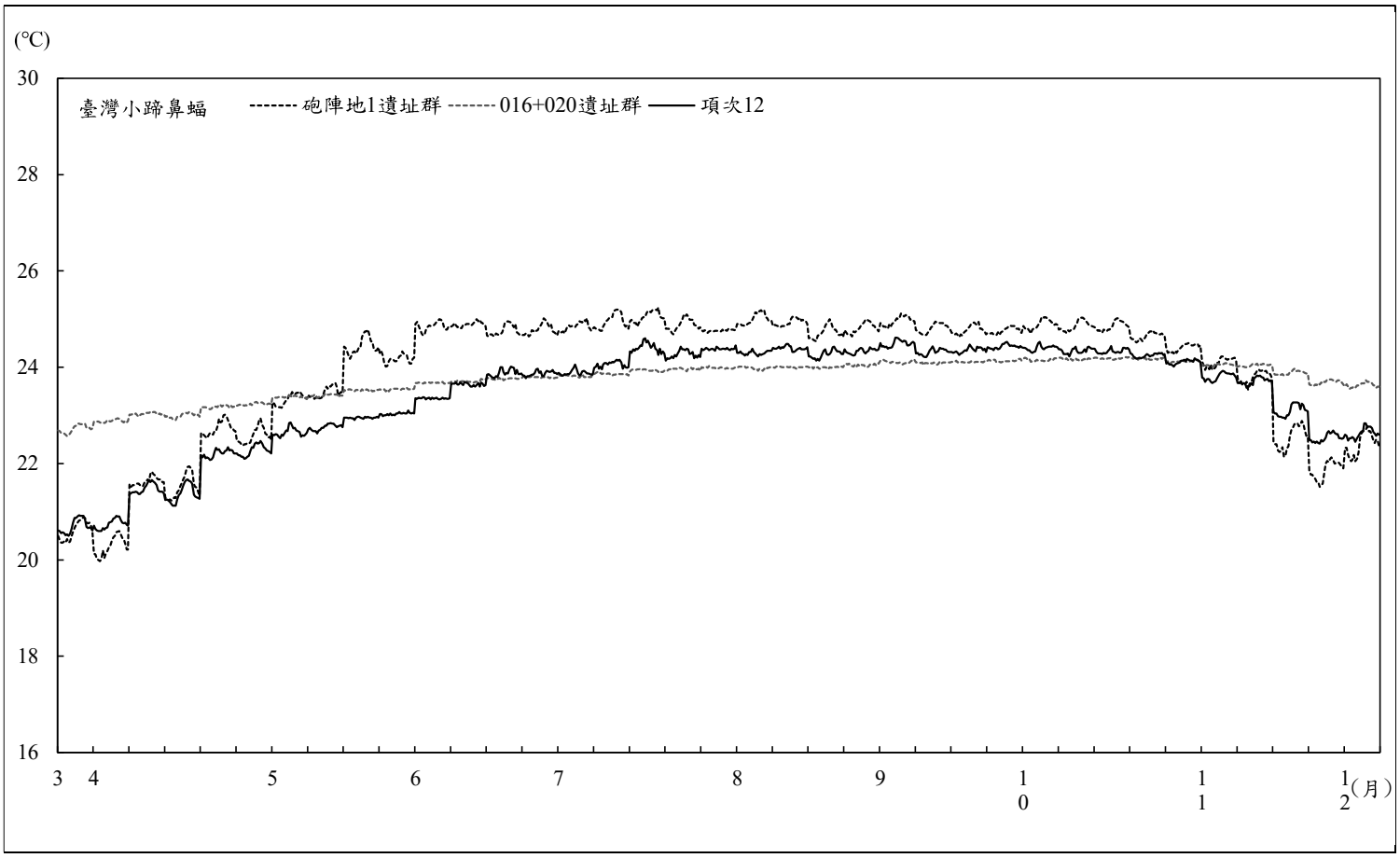


圖6. 2025年3至12月石頭營遺址臺灣小蹄鼻蝠棲所之溫度變化

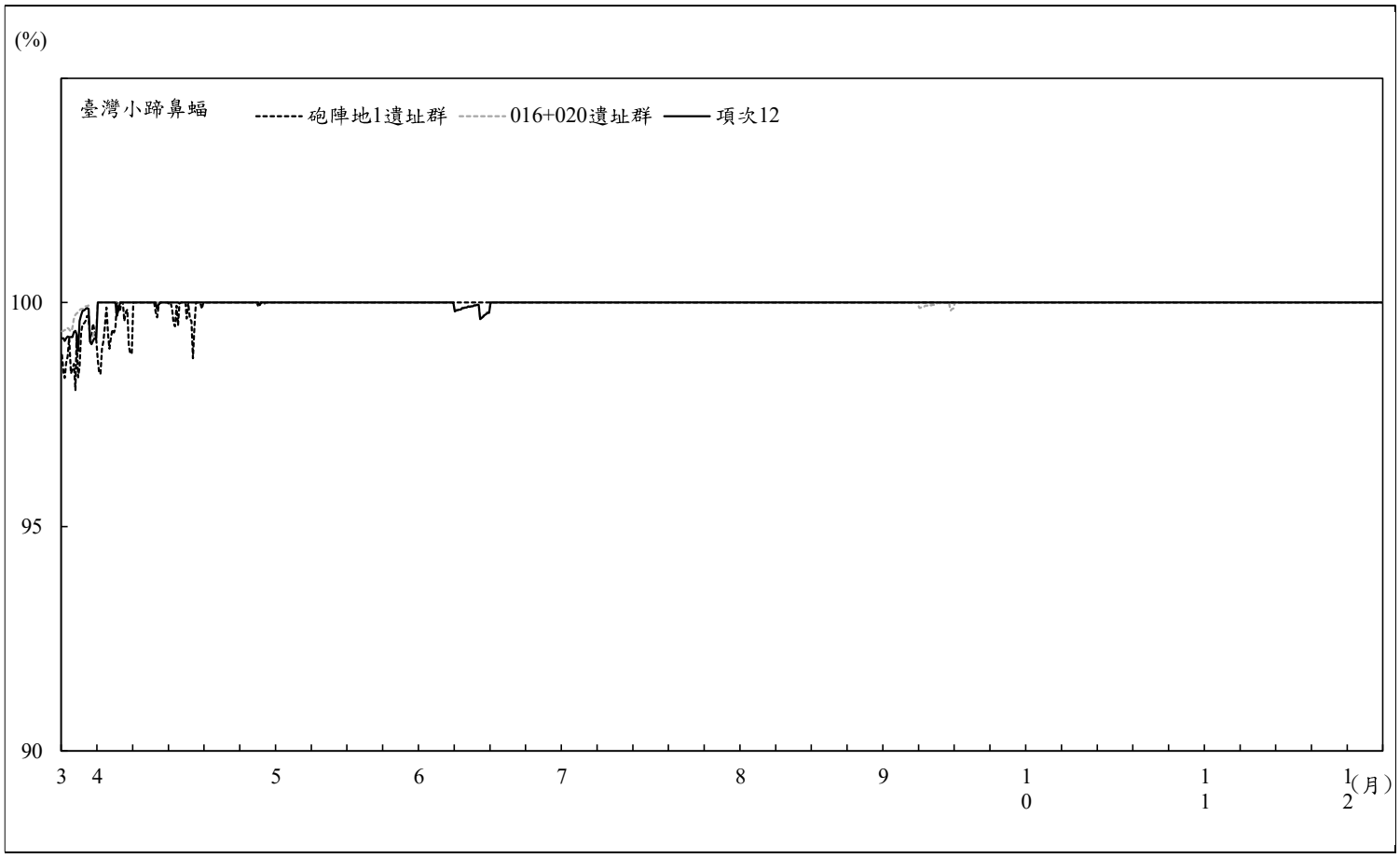


圖7. 2025年3至12月石頭營遺址臺灣小蹄鼻蝠棲所之相對濕度變化

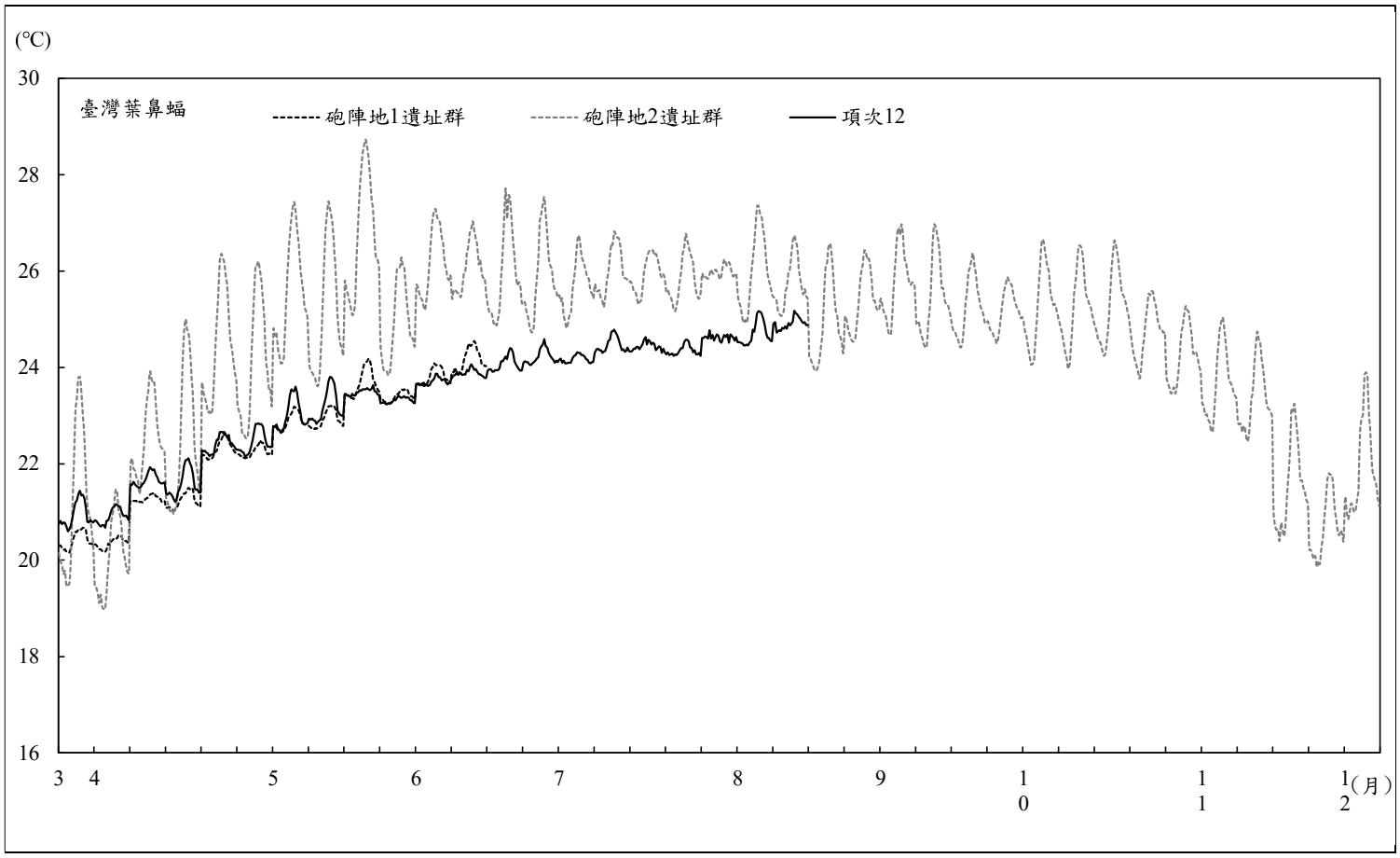


圖8. 2025年3至12月石頭營遺址臺灣葉鼻蝠棲所之溫度變化

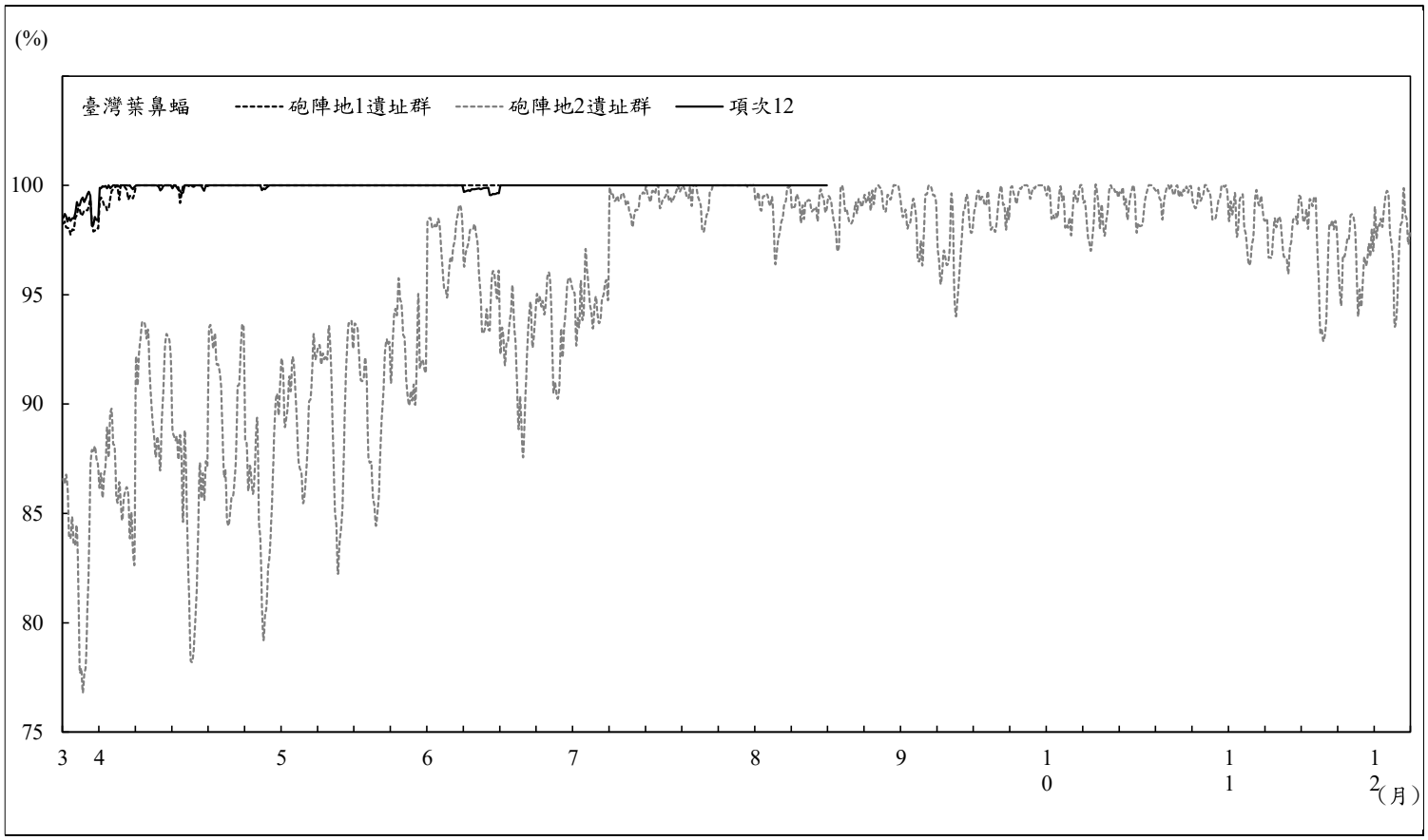


圖9. 2025年3至12月石頭營遺址臺灣葉鼻蝠棲所之相對濕度變化

第四章 保育類無尾葉鼻蝠活動範圍調查與棲地利用模式分析

一、臺灣無尾葉鼻蝠活動範圍與核心區域

本年度共進行3次無線電追踪工作，在春季4/23～4/29、夏季8/20～8/28、秋季9/06～9/13，分別追踪2隻、4隻與3隻個體，總計為9隻。所有無線電追踪個體之基本資料、發報器體重比等資訊請見附錄三，個體追踪分析結果彙整如表四。以下各別說明：

1. 春季追踪：4/23～4/29

於司令所（001）捕捉臺灣無尾葉鼻蝠時，發現大部分個體已懷孕，為避免捕捉與佩戴發報器時對於懷孕母蝠的過度干擾，因此僅為1隻腹部尚未明顯腫大的母蝠與1隻公蝠佩戴發報器，分別為CF81、CF83。在追踪至第6天時，發現2隻個體的訊號在4/29後未再移動，推測為發報器脫落。CF81與CF83的最後定位位置為屏東縣春日鄉力里溪南側支流——卡布里娃欄溪周遭山谷，CF081的95% MCP與95% KDE活動範圍分別為2.32 km^2與3.94 km^2，CF83的95% MCP與95% KDE活動範圍分別為1.51 km^2與1.14 km^2，主要在石頭營遺址東側與卡布里娃欄溪周遭山谷一帶活動，CF081與CF83的50%KDE核心活動區域分別為0.67 km^2與0.09 km^2，主要集中在卡布里娃欄溪周遭山谷（圖10、11）。

2. 夏季追踪：8/20～8/28

由於8/20未在司令所（001）發現臺灣無尾葉鼻蝠，因此以028+029遺址群內的個體為追蹤樣本，總共進行4隻個體上標，分別為CF51、CF52、CF53與CF54。CF51、CF52與CF53的95% MCP活動範圍分別為3.32 km^2、0.75 km^2與1.96 km^2，95% KDE活動範圍則為1.68 km^2、1.91 km^2與3.90 km^2，50%KDE核心活動區域分別為0.75 km^2、0.71 km^2與1.49 km^2，主要在石頭營遺址東側林地與石楠坑一帶山谷活動（圖12、13、14）；而CF54的95% MCP與95% KDE活動範圍分別為2.42 km^2與4.09 km^2，主要在石頭營遺址東側林地與卡布里娃欄溪周遭山谷一帶活動，50%KDE核心活動區域為0.57 km^2，主要集中在卡布里娃欄溪周遭山谷（圖15）。

3. 秋季追踪：9/06～9/13

秋季電追踪個體同樣是棲息於028+029遺址群內，總共上標3隻蝙蝠，分別為CF55、CF56與CF57。其中CF55的95% MCP與95% KDE活動範圍分別為1.39 km^2與2.67 km^2，核心活動區域50% KDE為0.25 km^2；CF57的95% MCP與95% KDE活動範圍分別為0.76 km^2與0.50 km^2，核心活動區域50% KDE為0.15 km^2，主要在石頭營遺址東側與苦竹溪一帶的森林與果園活動（圖16、18）；而CF56的95% MCP與95% KDE活動範圍分別為0.81 km^2與0.41 km^2則主要在石頭營遺址周遭與西側的農墾地、果園活動，也曾移動到南側的造林地，50%KDE的核心活動區域為0.01 km^2，則主要在棲所周遭與西側的農墾地、果園（圖17）。

二、臺灣無尾葉鼻蝠棲地利用行為分析

在7個棲地類別中，因建物、空曠地與道路的在個別個體可獲得棲地類型的比例偏低，因此將此3類別合併為「人造物與空曠地」，來進行後續棲地利用分析。9隻個體的有效分析點位於棲地利用圖層散布情況如圖20，整體分部以棲所西側果園到東側林地、果園及東北數個森林谷地為主要利用區域，各棲地類型利用比例如圖21與表五所示。以有效分析點位數大於30的個體（n=4）進行棲地利用分析，不同個體的棲地類型利用比例有顯著差異（χ^2 =153.8，p值 = 0.0001，圖22），CF81與CF51主要利用森林環境（91.3～92.0%；CF81：χ^2 =55.32，p值 = 0.0001，圖23；CF51：χ^2 =102.97，p值 = 0.0001，圖24），與2024年無線電追踪結果相似（柯伶樺，2024）；CF57除了森林之外，也有偏好使用果園環境的趨勢（χ^2 =20.60，p值 = 0.0011，圖26）；CF56則對森林利用率低於預期，偏好果園與農墾地（χ^2 =24.19，p值 = 0.0005，圖25）。

雖然多數情況跟2024年所獲得的資料相近——以植被茂密的平地、淺山森林為族群最重要的活動環境，但在個體與季節尺度上仍存在不同的變動差異。例如今年度發現秋季果園為CF56、CF57利用比例明顯較其他季節與個體高，對比在地農民管理果園的情況（訪談農民），此期間恰逢芒果採收後的果樹休息期，園區使用農藥與菌劑頻度相對較低，推測此段期間可能因此有不錯的食餌昆蟲量出現，使得臺灣無尾葉鼻蝠在利用果園環境的比例顯著增加。

表四、2025年石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠的追踪狀況、活動範圍與核心活動區域面積

個體編號	性別	追踪期程	有效點位	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
CF81	雌	4/23～4/29	50	3620	2.32	3.94	0.67
CF83	雄	4/23、4/28～4/29	26	3099	1.51	1.14	0.09
CF51	雌	8/20～8/28	104	3488	3.32	1.68	0.75
CF52	雄	8/20～8/22	21	1902	0.75	1.91	0.71
CF53	雄	8/20～8/22	22	1776	1.96	3.90	1.49
CF54	雌	8/20～8/26	21	3508	2.42	4.09	0.57
CF55	雄	9/6～9/9	18	2780	1.39	2.67	0.25
CF56	雄	9/6～9/13	58	1824	0.81	0.41	0.01
CF57	雄	9/6～9/12	97	1976	0.76	0.50	0.15
平均				2664	1.69	2.25	0.52

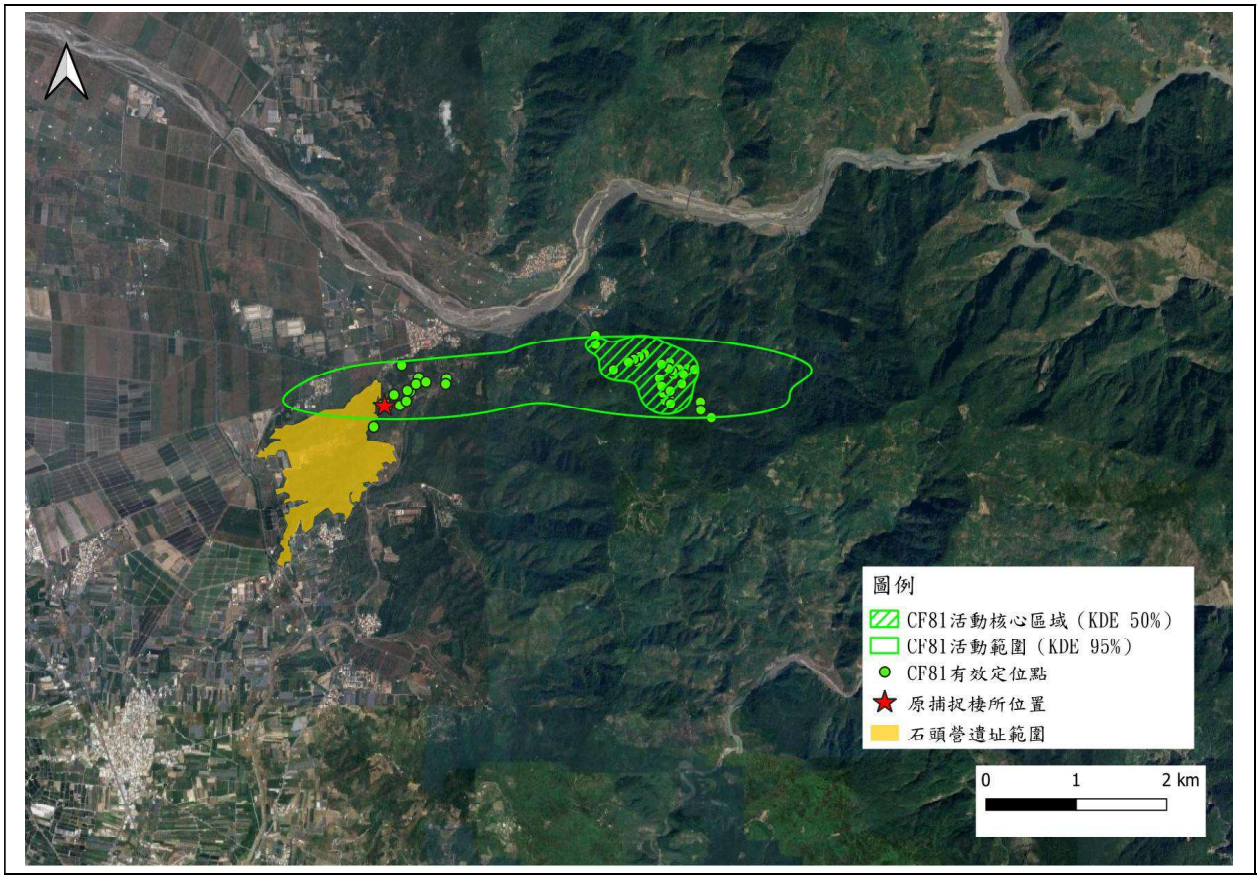


圖10. CF81活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）

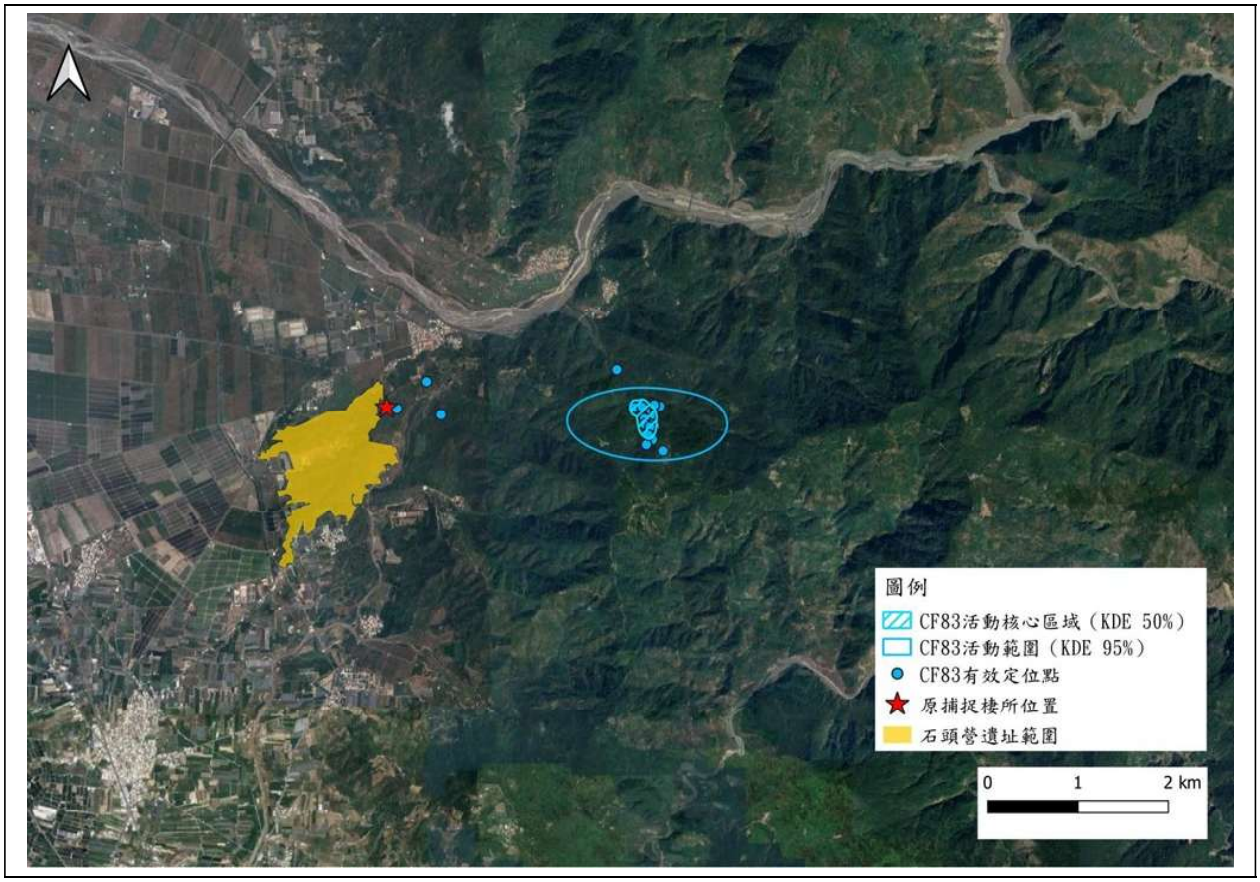


圖11. CF83活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）

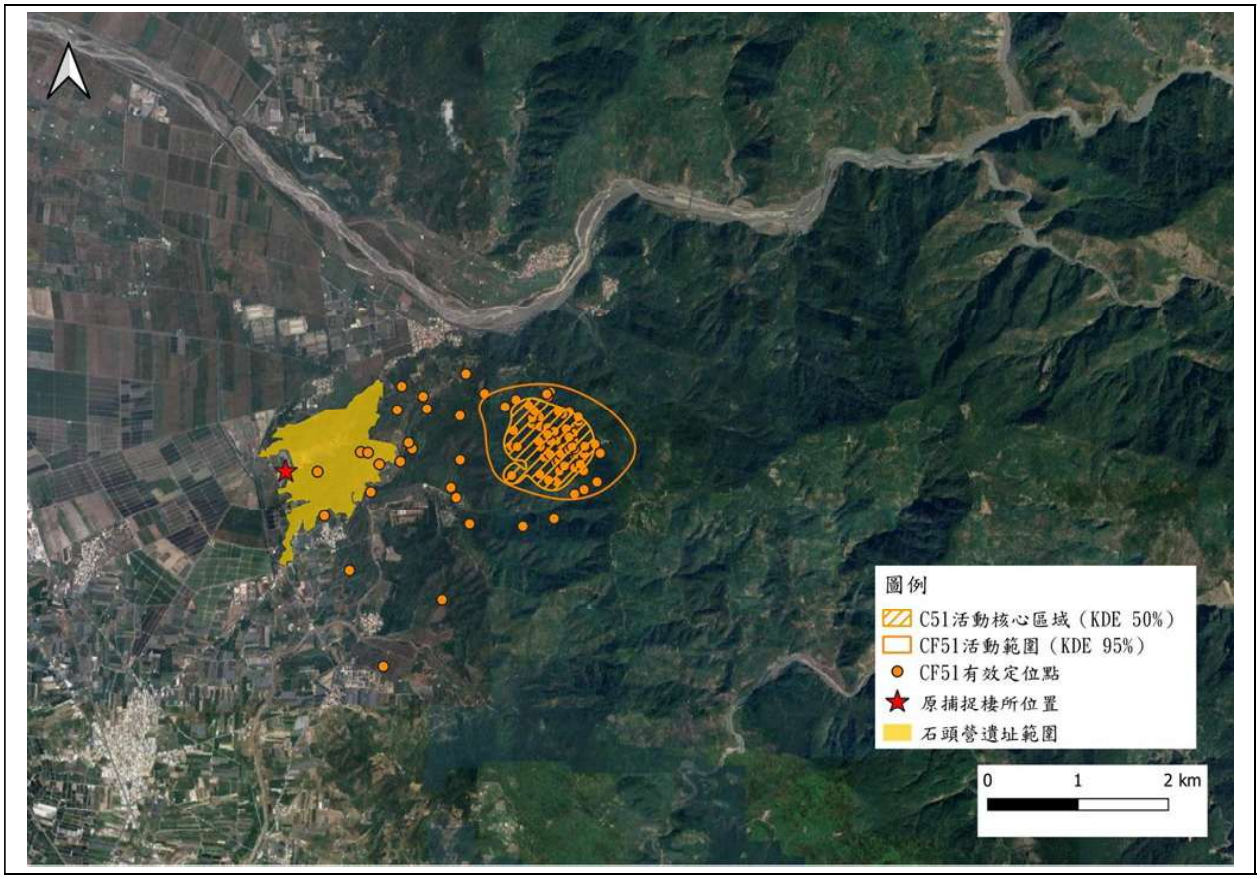


圖12. CF51活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）

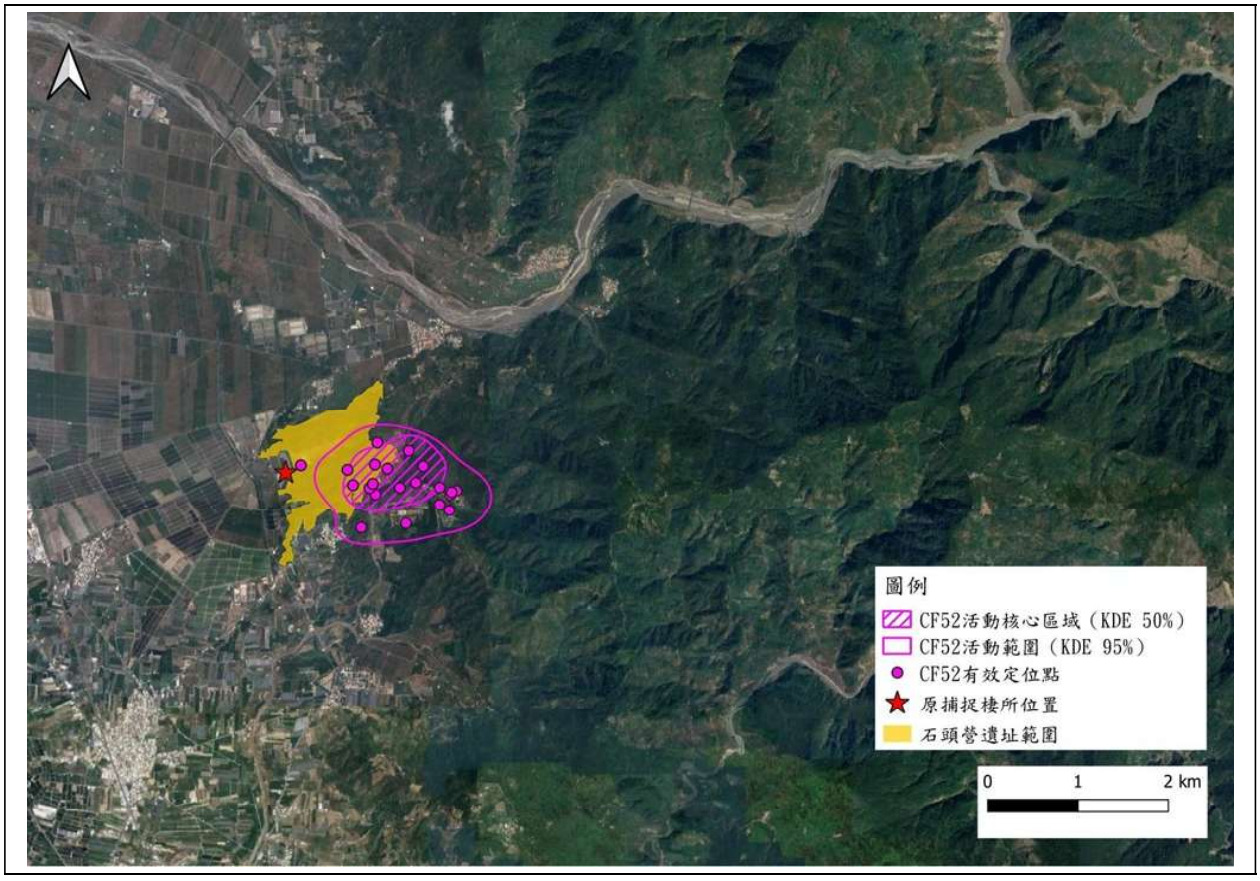


圖13. CF52活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）

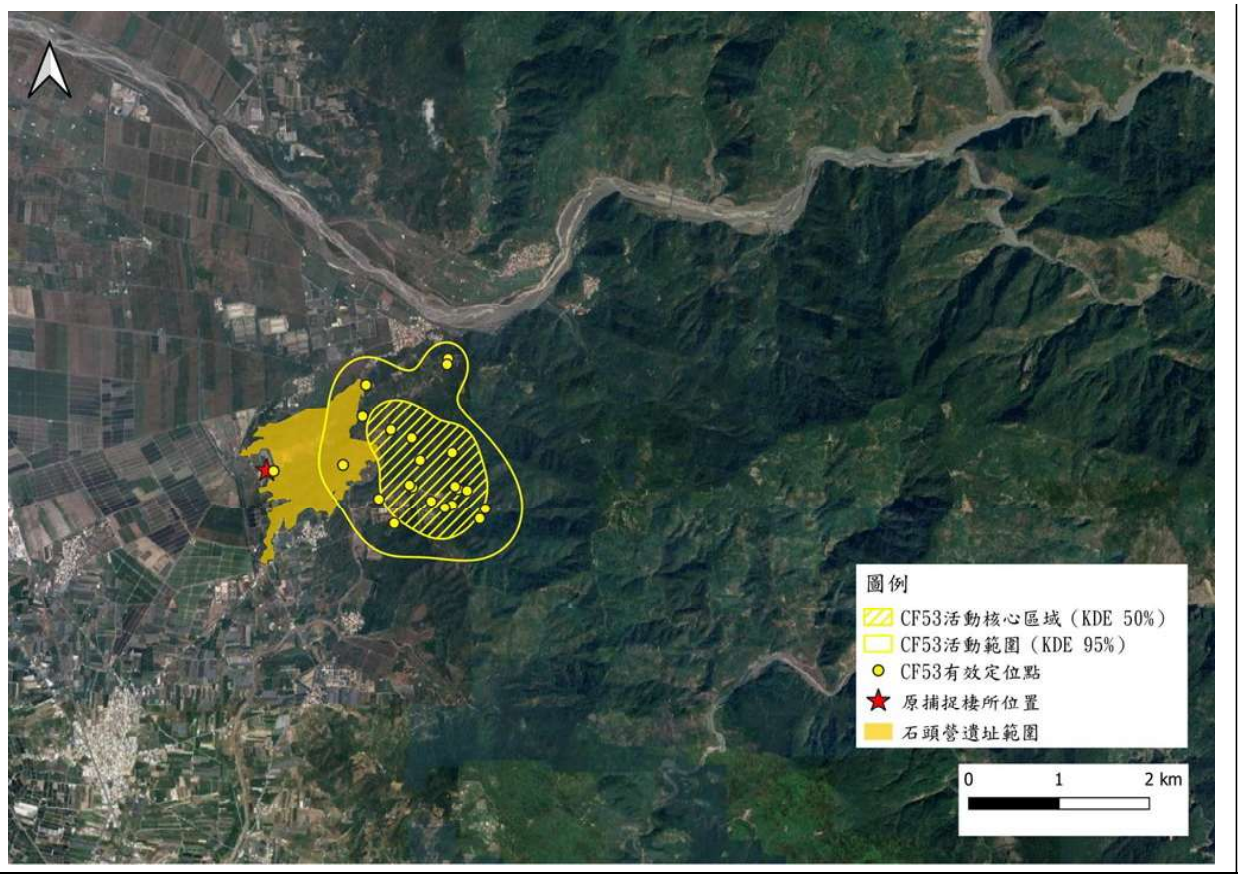


圖14. CF53活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）

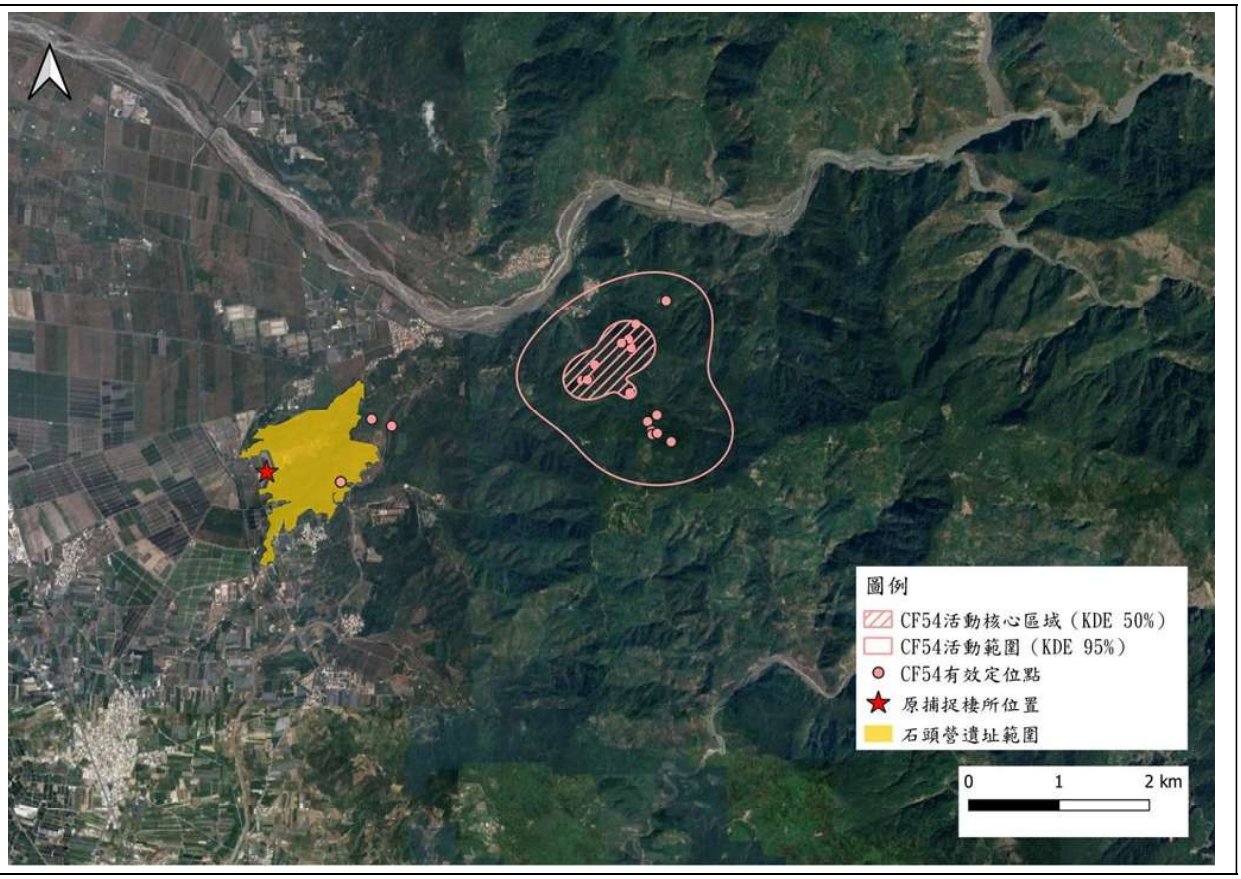


圖15. CF54活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）

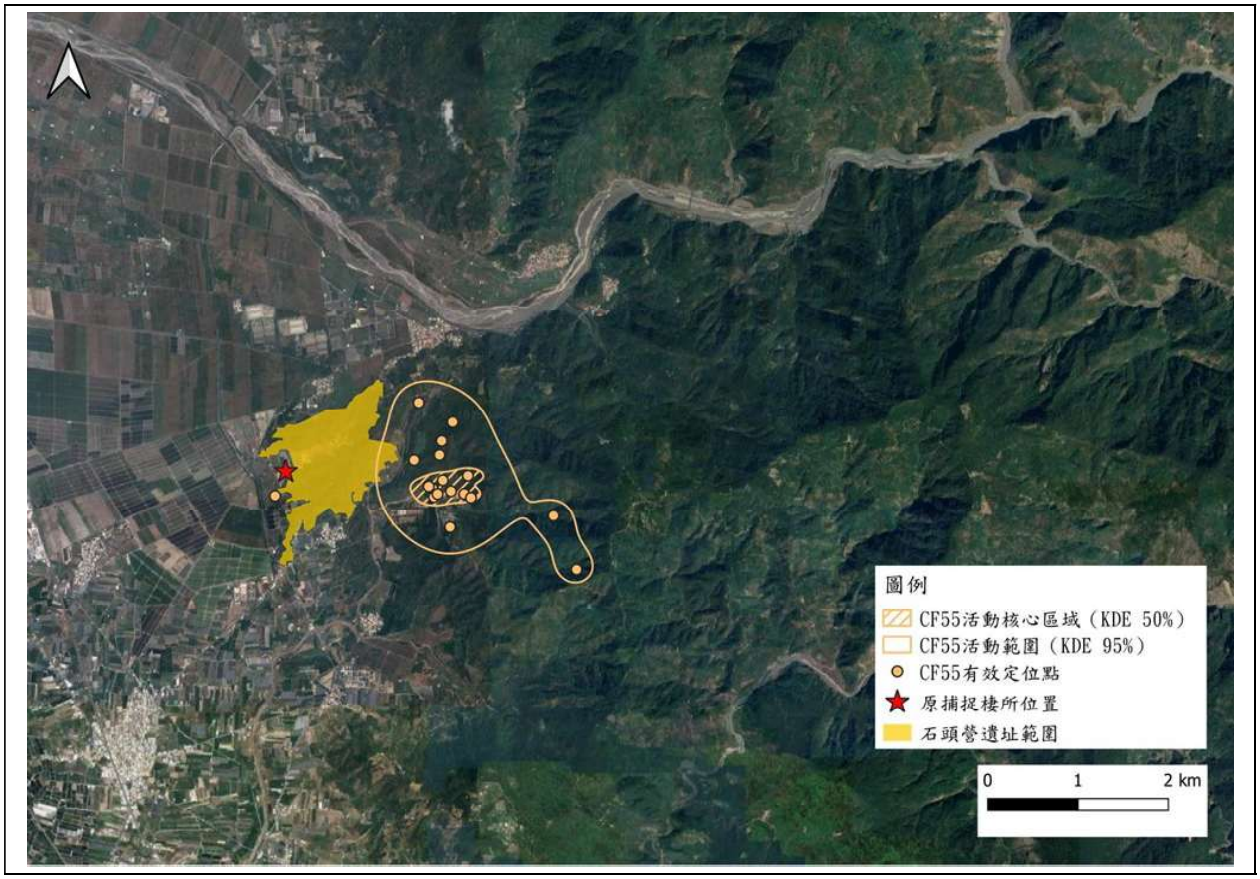


圖16. CF55活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）

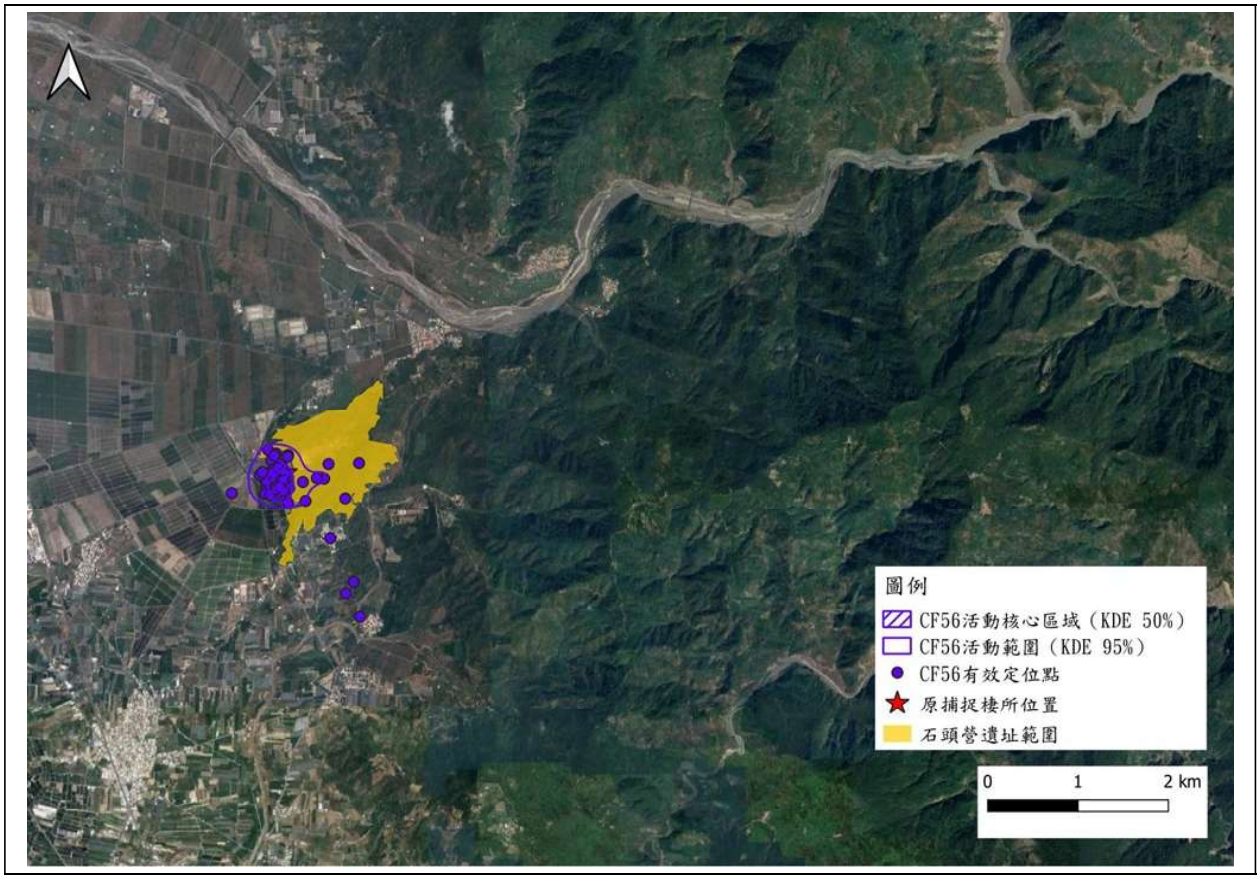


圖17. CF56活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）

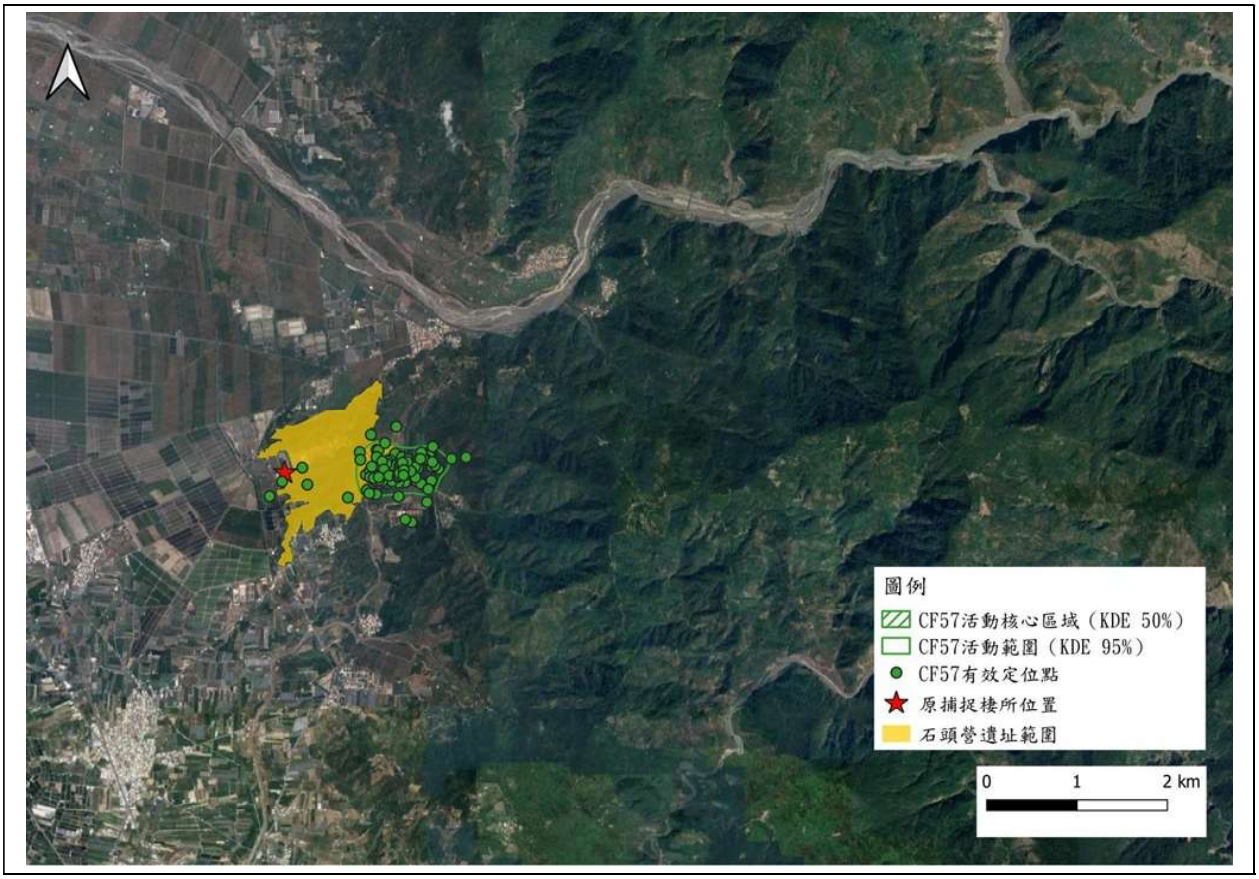


圖18. CF57活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）

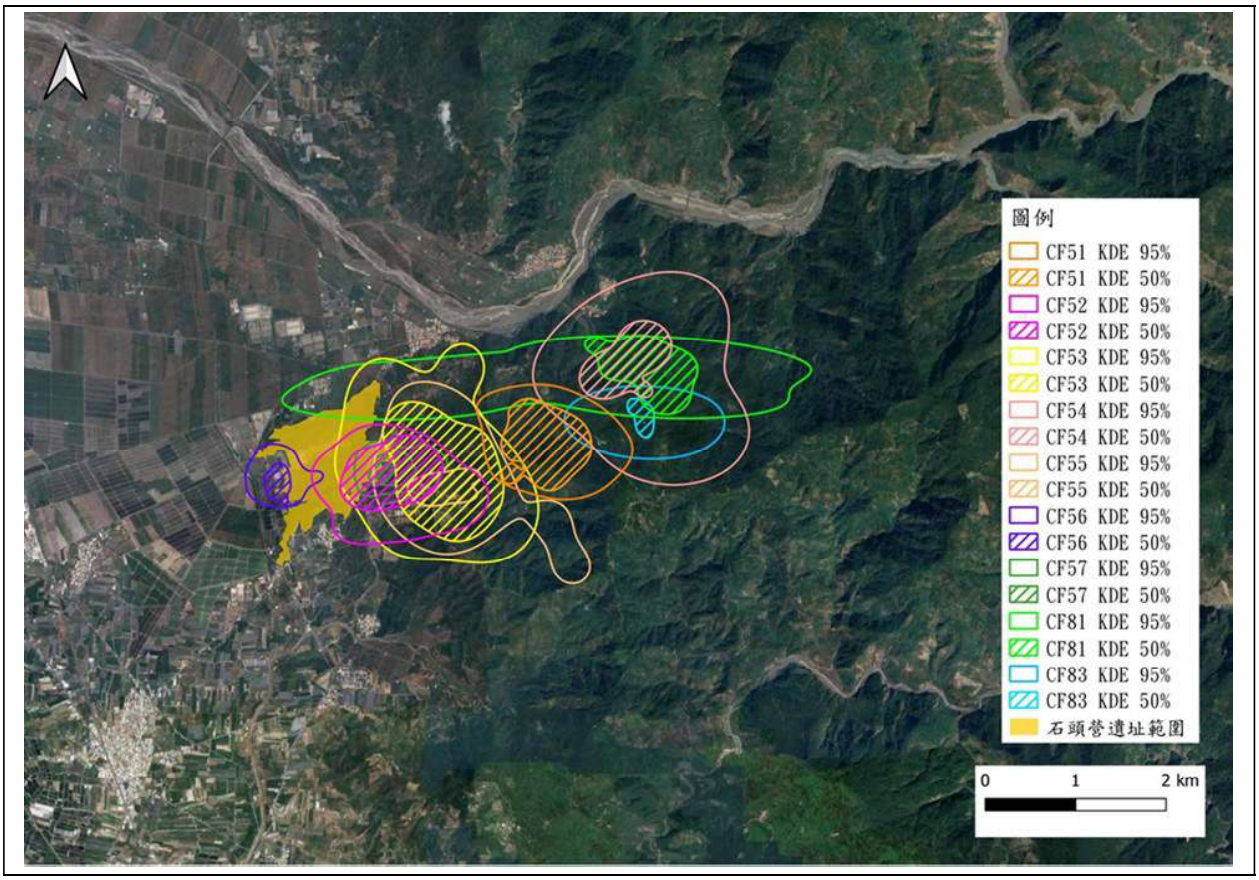


圖19. 2025年臺灣無尾葉鼻蝠追踪個體的活動範圍（95% KDE）與活動核心區域（50% KDE）

表五、2025年所有臺灣無尾葉鼻蝠追踪個體棲地可及性與實際利用棲地類型比例（%）

個體編號	棲地可及性					實際利用棲地類型				
	森林	果園	農墾地	水域	人造物與空曠地	森林	果園	農墾地	水域	人造物與空曠地
81	55.5	21.8	7.1	5.8	9.7	92.0	8.0	0.0	0.0	0.0
83	57.6	19.9	6.3	6.4	9.8	88.5	3.8	0.0	0.0	7.7
51	41.4	28.6	11.0	5.0	14.0	91.3	5.8	0.0	1.0	1.9
52	44.2	29.3	10.4	1.7	14.4	61.9	23.8	0.0	4.8	9.5
53	43.2	28.6	12.7	2.6	12.8	72.7	13.6	4.5	4.5	4.5
54	45.1	27.3	9.4	4.8	13.5	95.2	4.8	0.0	0.0	0.0
55	41.2	28.5	11.3	5.0	14.0	77.8	11.1	0.0	5.6	5.6
56	43.4	29.6	10.8	1.6	14.5	31.0	31.0	20.7	5.2	12.1
57	42.7	29.2	12.1	1.8	14.2	54.6	33.0	2.1	5.2	5.2
平均	46.1	27.0	10.1	3.9	13.0	73.9	15.0	3.0	2.9	5.2

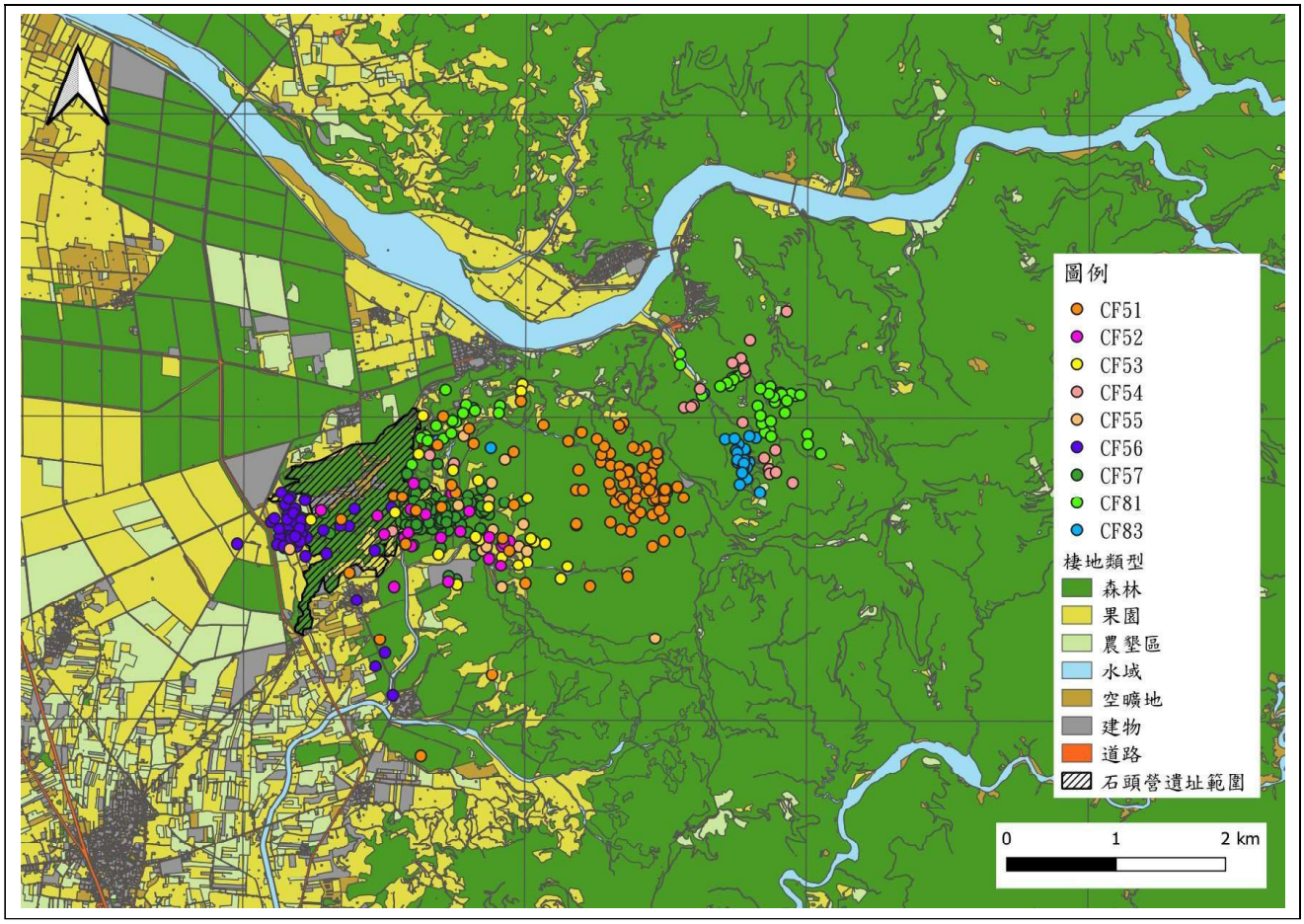


圖20. 2025年臺灣無尾葉鼻蝠追踪個體有效分析點與周遭棲地類型

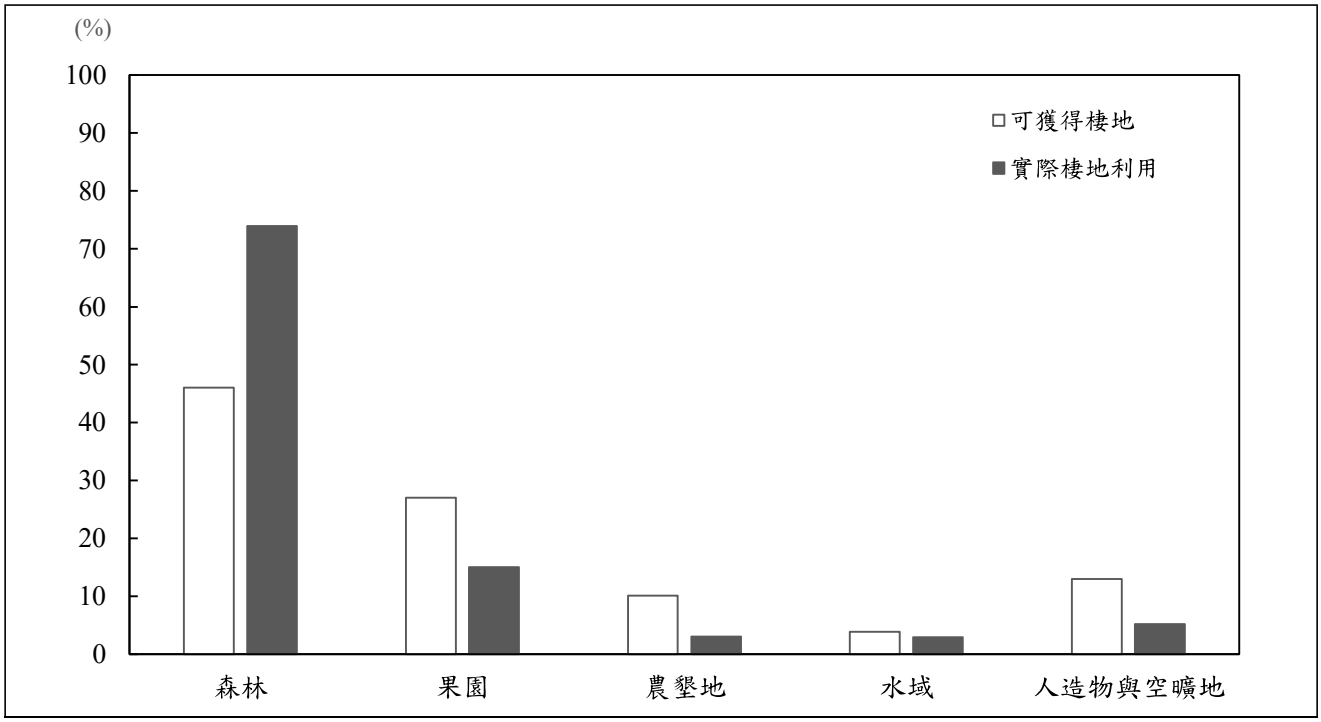


圖21. 2025年臺灣無尾葉鼻蝠追踪個體平均可獲得棲地與實際利用棲地類型比例

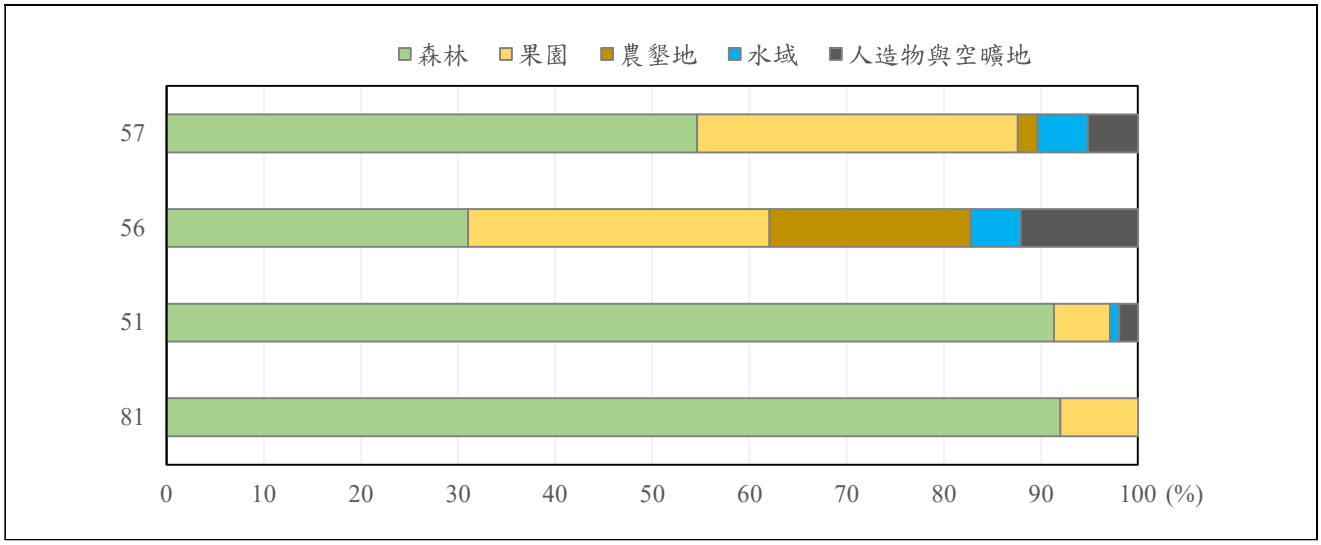


圖22. CF81、CF51、CF56與CF57實際利用棲地類型組成

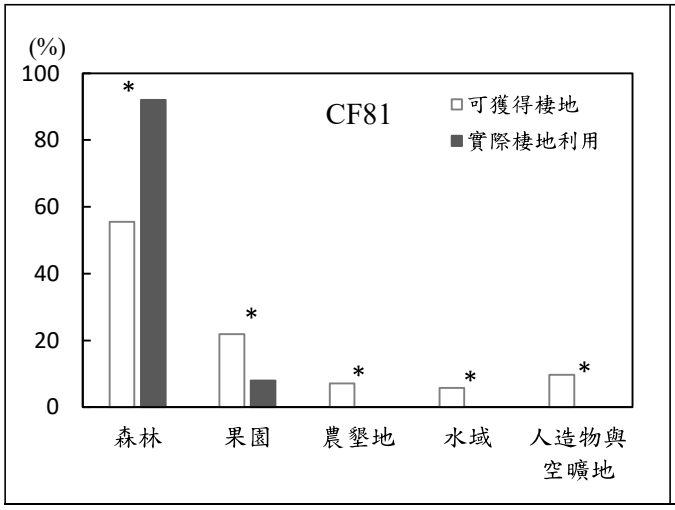


圖23. CF81可獲得棲地與實際利用棲地類型比例

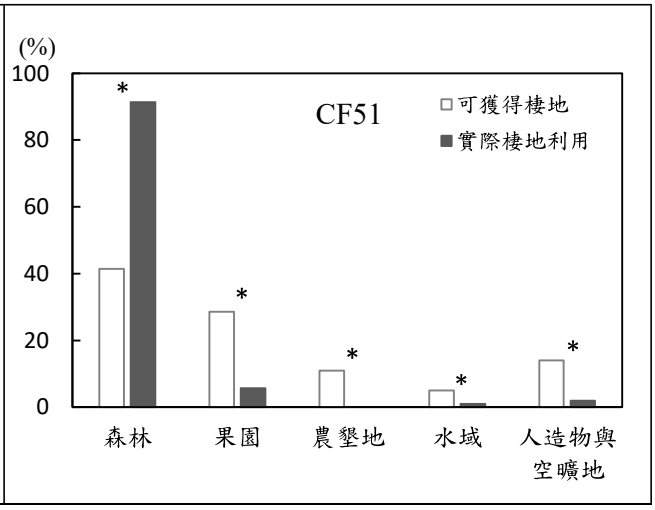


圖24. CF51可獲得棲地與實際利用棲地類型比例

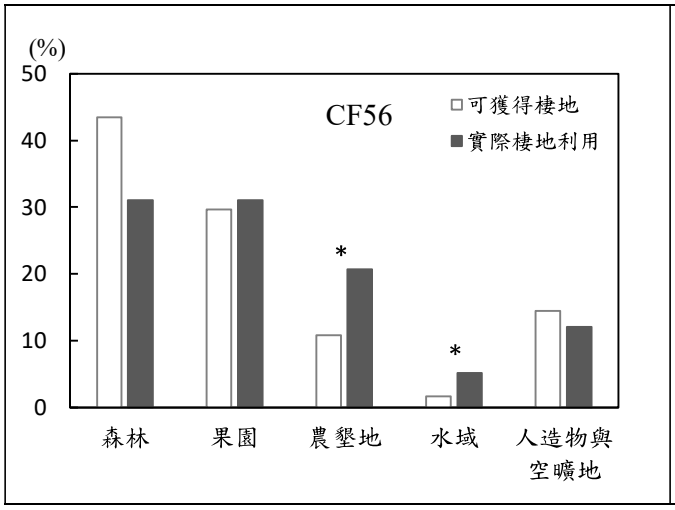


圖25. CF56可獲得棲地與實際利用棲地類型比例

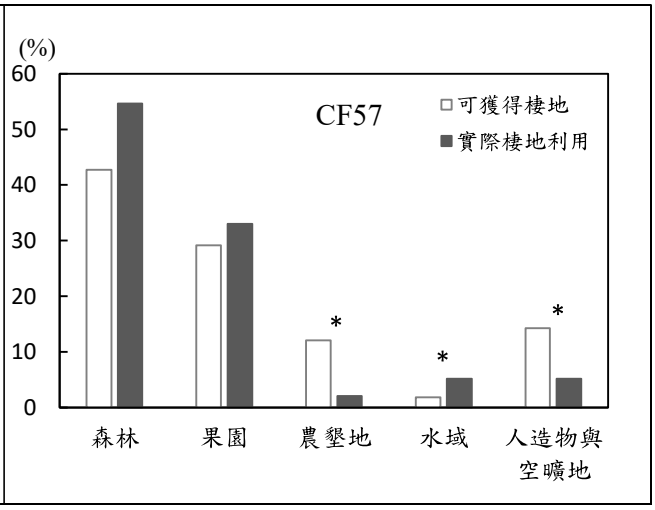


圖26. CF57可獲得棲地與實際利用棲地類型比例

第五章 石頭營主要三種洞穴型蝙蝠之潛在病原生態初步監測

全年度三季總共採集176個樣本（附錄表四），測試結果顯示，冠狀病毒的檢測陽性率最高（6.8%）、B型肝炎病毒次之（5.7%）、麗莎病毒再次之（1.7%），E型肝炎病毒與里奧病毒則未檢出；與先前的研究類似，不同蝙蝠物種的檢出率範圍介於0%到29%。個別樣本則至多檢測出一類病毒，並未發現同時帶有多類群病毒的樣本。本計畫所檢出的3種病毒在臺灣目前並無感染人類的案例，但仍不排除有跨物種傳播的風險。

春季共採集40個樣本，夏季59個樣本，秋季則有77個樣本（附錄表四），五類群病毒中並未發現有持續三季均檢出的類群（表六）。三種檢出的病毒中，冠狀病毒在春季的檢出率最高（17.5%）、夏季最低（0%），B型肝炎病毒則相反，夏季檢出率最高（10.2%）、春季最低（0%），麗莎病毒（3.9%）則僅在秋季檢出。個別季節中，春季檢出1類病毒（冠狀病毒），夏季亦僅檢出1類病毒（B型肝炎病毒），秋季則檢出3類群的病毒，除了春季出現的冠狀病毒與夏季出現的B型肝炎病毒外，增加了麗莎病毒。

洞穴型蝙蝠可攜帶多樣化病毒，包括冠狀病毒、副黏液病毒及狂犬病相關病毒等（Chen *et al.*, 2016；Geniola C., 2019；Kobayashi *et al.*, 2018；葉鉌怡，2019；廖蓓梃，2022），這些病原在蝙蝠族群中多呈現低致病性，顯示其與宿主之間可能已形成長期共演化關係；然而，一旦跨越物種屏障，則可能對不同物種，如人類與家畜，造成健康衝擊（Calisher *et al.*, 2006；Brook & Dobson, 2015）。由於群聚棲息有利於病原在族群內持續循環，群聚結構與棲地穩定性便成為影響蝙蝠群聚健康與病原溢出風險的重要生態因子。

動物、人類和環境的健康是緊密相連且相互依存的健康一體（One Health），病原的跨物種溢出並非隨機事件，而是發生於多層傳播障礙同時被削弱的特定時空條件下。病原的排放可能存在時間與空間上的波動，當棲地被干擾甚至破壞、資源壓力或人

為活動（探洞的燈光、噪音等）影響蝙蝠的生理狀態（如休眠、冬眠）與族群動態（如繁殖成功率）時，可能使病原的排放呈脈衝式增加，進而提高環境中的病原壓力；此類排放事件若與人類活動暴露重疊，便可能提升跨物種傳播與人類感染的風險（Plowright *et al.*, 2017）。此外，人類亦可能將外來病原帶入原本相對封閉的洞穴系統，對缺乏暴露歷史的蝙蝠族群造成嚴重衝擊，如白鼻症（White-nose syndrome, WNS）即為人類活動造成外來病原（*Pseudogymnoascus destructans*，一種冷適性真菌）入侵北美蝙蝠並導致洞穴蝙蝠群聚大規模崩潰，突顯洞穴生態系的高度脆弱性（Blehert *et al.*, 2009）。因此，蝙蝠群聚健康監測（如潛在病原生態的變動）的長期管理與風險評估、限制高敏感時期（如冬眠、育幼）的探洞穴、落實裝備消毒與生物安全措施及維持洞穴微氣候的穩定，不僅有助於維持蝙蝠群聚的長期穩定，降低人類暴露與跨物種傳播風險，亦是建立生態保育與公共衛生之間的永續性平衡。

表六、2025年三季石頭營洞棲蝙蝠排遺病原檢出率（%）

季節	樣本數	冠狀病毒 CoV	B型肝炎病毒 HBV	E型肝炎病毒 HEV	里奧病毒 MRV	麗莎病毒 Lyssavirus
春	40	17.5	0.0	0.0	0.0	0.0
夏	59	0.0	10.2	0.0	0.0	0.0
秋	77	6.5	5.2	0.0	0.0	3.9

第六章 友善蝙蝠措施國內外案例蒐集與研析

本工作項目共彙整六個具代表性之國內外案例，涵蓋不同環境類型與管理模式，包括：屬於軍事建物的亨利堡與施潘道堡壘；屬於天然洞穴的納拉寇特洞穴與鹿洞；由私人土地所有者自主管理的蝙蝠洞寺；以及由在地協會與主管機關共同管理的十八羅漢山自然保護區。以下將逐一介紹各案例，並探討其蝙蝠棲息概況、友善蝙蝠措施、蝙蝠導覽方式、經營管理權責分工單位（表六），作為後續石頭營遺址擬定經營管理策略之參考。

一、國內、外案例蒐集與研析

1. 亨利堡（Fort Henry，英國）

(1) 案例簡介

亨利堡位於英國多塞特郡（Dorset）的沿海地區，是一座於1943年建造的軍事防禦設施。其最初的軍事目的是為了防禦敵軍可能從斯塔德蘭灣（Studland Bay）登陸的行動。該處遺址包括觀測碉堡（圖27）、機槍堡，以及用於防禦敵軍登陸的龍牙樁防禦工事。這些碉堡以混凝土建造，內部環境潮濕、溫度穩定，且不受風雨干擾，成為此區蝙蝠冬眠的棲所。

(2) 蝙蝠棲息概況

目前有數個碉堡已記錄到至少5種蝙蝠在利用，包含普通伏翼（common pipistrelle）、高音伏翼（soprano pipistrelle）、大蹄鼻蝠（greater horseshoe bat）、長耳蝠（long-eared bat），以及1種尚未確認物種的鼠耳蝠（mouse-eared bat）。研究團隊目前也正持續監測，以了解蝙蝠族群是否也會在夏季期間持續使用這些建物。

(3) 友善蝙蝠措施

已確認為蝙蝠冬眠棲所的碉堡，入口處都設置了橫向的蝙蝠友善閘門（圖28），讓蝙蝠可以進出，但一般遊客無法進入。目前由多塞特蝙蝠研究團隊（Dorset Bat Group）協助進行碉堡的蝙蝠監測，除了持續以蝙蝠偵測器記錄蝙蝠的使用狀況外，也由擁有蝙蝠調查執照的志工每月進入碉堡進行蝙蝠的數量計數。

(4) 蝙蝠導覽方式

亨利堡目前採取分區管理方式，確認有蝙蝠居住的碉堡會設置蝙蝠友善閘門，不讓遊客進入打擾蝙蝠棲息；而其他沒有蝙蝠使用的觀測碉堡及其他防禦設施則開放民眾自由參觀。

(5) 經營管理權責單位

亨利堡目前已轉贈英國信託組織「國家名勝古蹟信託」（National Trust），負責遺址的整體維護與管理，而多塞特蝙蝠研究團隊則負責碉堡內的蝙蝠族群保護與監測工作。



圖27. 亨利堡遺址群之一——觀測型碉堡（照片來源：Google Maps）



圖28. 架設於碉堡入口處的蝙蝠友善閘門（照片來源：swanage.news）

2. 施潘道堡壘（Spandau Citadel，德國）

(1) 案例簡介

施潘道堡壘是位於德國柏林（Berlin）的一座著名軍事堡壘（圖29），建於十六世紀文藝復興時期。該堡壘當初建造的目的是為了保護施潘道鎮（現已納入柏林的一部分）。近年來，該堡壘已成功轉型為博物館，成為柏林熱門的旅遊景點。

(2) 蝙蝠棲息概況

施潘道堡壘已記錄至少10種蝙蝠，包含鬚鼠耳蝠（whiskered bat）、道氏鼠耳蝠（Daubenton's bat）、大鼠耳蝠（greater mouse-eared bat）、普通長耳蝠（brown long-eared bat）等，古老的磚砌地窖，提供蝙蝠大量的棲息空間，讓這裡成為蝙蝠的冬眠與交配季節的棲所，每年約有10000隻蝙蝠在此度冬。

(3) 友善蝙蝠措施

施潘道堡壘是蝙蝠度冬與交配棲所，因此地窖僅有在夏季（交配季）結束至蝙蝠冬眠開始這段期間開放導覽，大約為期3至4個月的時間，其他時間僅開放參觀不會干擾到蝙蝠的區域與蝙蝠展示館。

施潘道堡壘內有一處蝙蝠展示館（Bat Cellar），現有大約150隻熱帶蝙蝠，包括北非的埃及果蝠（Egyptian fruit bats）和約來自中南美洲的眼鏡葉鼻蝠（spectacled leaf-nosed bats），此展示館以人工控制晝夜節律，與實際晝夜相反，每日開放中午12點至下午5點，因此遊客在白天也能觀察蝙蝠活動與覓食；蝙蝠展示館同時也是救傷中心，協助蝙蝠的救援與野放工作。

(4) 蝙蝠導覽方式

施潘道堡壘的門票價格為4.50歐元（約165新臺幣），但若要參與地窖的蝙蝠導覽行程（圖30），須先報名預約，含門票的價格則是12歐元（約440新臺幣）。整趟導覽行程約1-2小時，包含參觀古老的磚砌地窖與蝙蝠展示館；但若是在蝙蝠冬眠或交配的期間，則僅開放參觀不會干擾到蝙蝠的區域與蝙蝠展示館。

(5) 經營管理權責單位

施潘道堡壘為柏林市政府所有，並由施潘道區文化局負責營運管理，營運單位則與當地保育組織柏林物種保護小組（The Berlin Species Conservation Team –BAT- e.V.）合作，負責堡壘內的蝙蝠監測及保護措施，並向遊客推廣蝙蝠的科普資訊。蝙蝠展示館內的動物與相關展品則由志工協助，同時也進行蝙蝠族群調查與相關數據蒐集，作為後續相關措施的基礎。



圖29. 施潘道要塞
（照片來源：Carsten Steger）



圖30. 施潘道要塞磚砌地窖的蝙蝠導覽行程
（照片來源：bat-ev.de）

3. 納拉寇特洞穴（Naracoorte Cave，澳洲）

(1) 案例簡介

拉寇特洞穴國家公園位於南澳州的石灰岩海岸地區（圖31）。該公園是南澳州唯一被列入世界遺產名錄的地區。國家公園內擁有28個洞穴，這些洞穴形成了天然的掉落式陷阱與掠食者的巢穴，使得洞穴內的動物骨骼層層堆積，累積了長達50萬年的豐富生物化石紀錄。

(2) 蝙蝠棲息概況

這些洞穴至少記錄4種蝙蝠利用，包含南方摺翅蝠（Southern bent-wing bat）、白紋游離尾蝠（White striped Mastiff Bat）和Wattled bats等。在澳洲，南方摺翅蝠是國家瀕危物種，目前僅發現兩處棲所，而拉寇特洞穴是其中一處。

(3) 友善蝙蝠措施

根據拉寇特洞穴的長期蝙蝠監測資料顯示，洞穴內的南方摺翅蝠族群自1955年首次調查以來呈現持續下降的趨勢。族群數量由最初約200,000隻，大幅降低，至2012年僅剩約20,000～30,000隻，具體下降原因目前仍未確定（可能與白鼻病有關）。自2011年起，園方改以影像自動計數的方式進行監測，同時亦發現，在蝙蝠繁殖期間，部分蝙蝠個體在夜間覓食後未於當晚返回洞穴，但原因不明，相關監測與研究仍在持續進行中。

在這28個洞穴中，僅有4處對外開放參觀；其餘洞穴，包括南方摺翅蝠主要繁殖與棲息的洞穴，都不對外開放，以確保敏感蝙蝠族群與脆弱的洞穴景觀不受干擾。

(4) 蝙蝠導覽方式

4個對外開放的洞穴的門票價格與導覽方式都不一樣，若要參與園區內的蝙蝠導覽行程，全票價格約32澳幣（約660新臺幣），導覽時間約1小時。蝙蝠導覽行程包含參觀蝙蝠觀測中心（Bat Observation Centre）、布蘭奇洞（Blanche Cave）與沃納姆比館（Wonambi Fossil Centre）。在進入洞穴之前，遊客會先在蝙蝠觀測中心聆聽室內導覽

解說，了解蝙蝠生態，並可透過紅外線監視系統即時觀察棲息於拉寇特洞穴的南方摺翅蝠（圖32）；導覽行程後半段則由導覽員帶領參觀布蘭奇洞（Blanche Cave），布蘭奇洞以其鐘乳石、石筍等地質景觀為主要亮點，並有機會在洞內見到少量休憩的蝙蝠個體。

(5) 經營管理權責單位

拉寇特洞穴國家公園的管理單位為南澳州政府的環境與水資源部（Department for Environment and Water），環境與水資源部主要負責自然資源的永續管理，透過科學研究、保育政策與資源管理措施，提升環境韌性與自然資源的永續利用。



圖31. 納拉寇特洞穴 （照片來源：Berichard）



圖32. 導覽員於蝙蝠觀測中心進行導覽（照片來源：visitlimestonecoast.com.au）

4. 鹿洞（Deer cave，馬來西亞）

(1) 案例簡介

鹿洞（圖33）位於馬來西亞砂撈越（Sarawak）的姆魯國家公園（Mulu National Park）。鹿洞是目前已知世界第二大入口通道的洞穴，也是蝙蝠重要的棲所。

(2) 蝙蝠棲息概況

鹿洞至少已記錄到12種蝙蝠，包含長舌果蝠（Cave nectar bat）、大鞘尾蝠（Greater sheath-tailed bat）、婆羅菊頭蝠（Bornean horseshoe bat）等，其中最具代表性的是是超過300萬隻的皺唇犬吻蝠（Wrinkled-lipped bats），這些蝙蝠全年以此洞穴為棲所，在此休息、生活、交配與繁殖。

(3) 友善蝙蝠措施

鹿洞（Deer Cave）擁有規模龐大的洞穴系統，雖然開放民眾自由參觀，但全程必須由專業嚮導帶領，遊客亦僅能沿著既有步道行走，不得偏離路線或任意探索，以維護脆弱的洞穴環境與野生動物。

在鹿洞內目前設置了3台紅外線攝影系統，透過3.8公里長的光纖線纜連接至外部的蝙蝠觀測站，以進行遠端影像監測。此系統讓管理人員能即時掌握洞穴內蝙蝠的活動狀況、族群變化與環境條件，更能降低進入洞內監測時對蝙蝠的干擾。

(4) 蝙蝠導覽方式

鹿洞的蝙蝠導覽行程收費為RM35（約266新臺幣），全程約3小時，並包含一名嚮導。導覽行程內容包含參觀藍洞（Lang Cave）、鹿洞與森林步道，全程約9公里，導覽終點處為一個露天觀景平臺，使遊客能夠在安全與不打擾蝙蝠的情況下，欣賞日落時分百萬隻蝙蝠出洞（Bat Exodus）的壯觀景象（圖34）。

(5) 經營管理權責單位

姆魯國家公園由砂撈越政府負責保護與管理，其中10%的園區範圍規劃為旅遊區。旅遊開發與營運業務則由砂拉越政府授權的民間企業姆魯公園管理私人有限公司（Borsarmulu Park Management Sdn. Bhd.）負責。



圖33. 鹿洞內部 （照片來源：Dave Bunnel）



圖34. 鹿洞百萬隻蝙蝠出洞（Bat Exodus）的壯觀景象 （照片來源：Mulupark.com）

5. 蝙蝠洞寺（Khao Chong Pran，泰國）

(1) 案例簡介

蝙蝠洞寺（圖35）位於泰國拉差汶里府（Ratchaburi）的一處石灰岩山丘旁。山體內分布多個洞穴，洞穴內除了供奉大量佛像與一座大型臥佛的洞窟外，另有一處洞口為數百萬隻皺唇犬吻蝠的棲息地。每日黃昏時分，成群蝙蝠自洞口飛出的景象極為壯觀，吸引眾多遊客前來觀賞（圖36）。

(2) 蝙蝠棲息概況

其中一處洞穴為數百萬隻皺唇犬吻蝠的棲息地。

(3) 蝙蝠友善措施

此地的洞穴由廟方與在地社區共同管理，廟方會蒐集洞穴內的蝙蝠糞便作為肥料販售，是寺廟重要的經濟來源。在1980年代，蝙蝠數量曾一度驟降、糞便產量大幅下降，廟方便邀請國際蝙蝠專家Merlin Tuttle提供建議。當時得知當地會有獵人會前往洞穴布網，捕捉蝙蝠，並且販售至鄰近餐廳，因此Tuttle建議廟方聘請專職管理員加強巡護、以保護蝙蝠族群，在措施實施後，蝙蝠數量與糞便產量明顯回升。到了2015年，Merlin Tuttle再度訪視蝙蝠洞寺時，發現主要洞口邊的樹木、藤本與其他植被生長過於靠近入口，影響蝙蝠進出，經整理周邊植被後，蝙蝠族群再度呈現穩定增加的趨勢。

(4) 蝙蝠導覽方式

供奉佛像的洞穴對外開放參觀，但蝙蝠主要棲息的洞穴並非完全開放參觀，部分時段可能有在地導覽人員或志工提供解說，遊客進入時皆會提醒不得使用閃光燈與任何干擾行為，以及尊重宗教場域的服裝與禮節。蝙蝠洞寺周邊有許多以蝙蝠為主題的裝飾，並且會不定期舉辦黃昏市集，遊客可在此逛完市集後，在日落時於寺廟前欣賞數量龐大的蝙蝠成群飛出的壯觀景象，達到蝙蝠保育與促進在地經濟的雙贏方式。

(5) 經營管理權責單位

蝙蝠洞寺為洞穴與其周邊土地的持有者，寺方負責日常維護、遊客管理及部分在地的蝙蝠保育措施。地方政府及旅遊相關單位則與寺方協力，負責行銷與觀光推廣工作，共同維持景點的運作與保育效益。

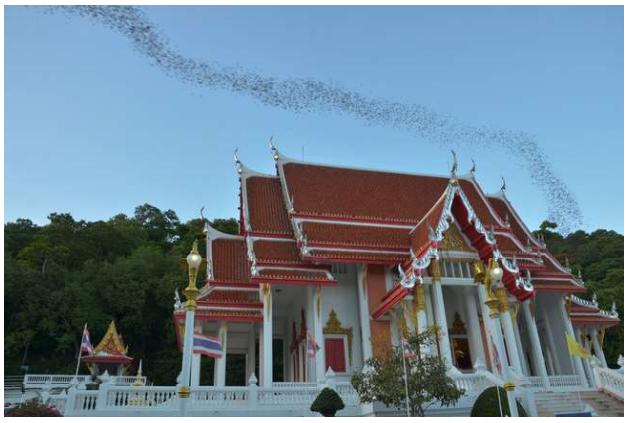


圖35. 蝙蝠洞寺
（照片來源：takemetour.com）



圖36. 蝙蝠洞寺與蝙蝠出洞的狀況景象
（照片來源：Merlintuttle.org）

6. 十八羅漢山——五號隧道（臺灣）

(1) 案例簡介

十八羅漢山保護區位於臺灣高雄六龜區，十八羅漢山是由不同礫徑的礫石組成的厚礫岩惡地形，因礫石間的膠結程度不一，長年在各種營力交互作用的差異侵蝕下，造就了一座座壁峭陡聳的山頭，獨立山頭間則形成U型谷、峽谷、曲流和乾旱溪谷等特殊景觀，加上這些出露的礫岩層構造所透露的過往地質事件，讓此區成為絕佳的地質天然教室。

(2) 蝙蝠棲息概況

十八羅漢山一共有6個隧道，為日據時期為了運輸樟腦而開闢的隧道公路，根據調查結果，一號至六號隧道都曾目擊到蝙蝠於日、夜間使用，因此六個隧道均是蝙蝠會利用的棲所。其中以五號隧道（圖37）最長，可提供蝙蝠棲息的幽暗空間較大，為其中蝙蝠棲息數量最多的隧道，臺灣葉鼻蝠的數量約為400隻左右，此外還有臺灣小蹄鼻蝠與東亞摺翅蝠棲息，也曾記錄過長趾鼠耳蝠與毛腿鼠耳蝠躲藏在隧道岩隙中。

(3) 友善蝙蝠措施

五號隧道的前後入口皆設置蝙蝠友善閘門（圖38），讓蝙蝠能自由進出，但一般遊客無法擅自進入。十八羅漢山自然保護區提供多種形式的付費導覽行程，其中包含由導覽人員陪同進入五號隧道進行蝙蝠的觀察。導覽全程採用紅光手電筒與輕聲細語方式，以將對蝙蝠的干擾降至最低。志工亦會定期進入五號隧道進行蝙蝠數量監測。

(4) 蝙蝠導覽方式

保護區採人數總量管制，每日進入區域的環境教育活動人數上限為100人，並區分為上午時段（08：00~12:00）及下午時段（12:00~15:00），每一時段最高人數上限為60人次。若是保護區內的導覽行程，是每人300元，全程約2小時；若是保護區外的導覽行程，則是每人200元，全程約1小時。費用皆包含導覽員1名。

(5) 經營管理權責單位

十八羅漢山保護區為林業及自然保育署屏東分署之管轄範圍，並且與在地人組成的十八羅漢山自然人文協會共同管理，是全臺灣第一個公部門與社區共同經營管理保護區之案例。協會志工的工作除了導覽解說外，也包含例行巡護監測、定期解說員回訓、定期會議等。



圖37. 十八羅漢山自然保護區5號隧道入口之蝙蝠友善閘門



圖38. 十八羅漢山自然保護區5號隧道之蝙蝠導覽行程
（照片來源：十八羅漢山生態之旅臉書粉絲團）

二、石頭營遺址與其他案例之比較可借鏡之處

(1) 簡介

石頭營遺址為二戰時期，日軍為防禦敵軍登陸而建構之防禦工事，佔地約103公頃，位於枋寮鄉北側山區，遺址類型包含司令所、砲陣地及各式碉堡等軍事設施。

(2) 蝙蝠棲息概況

石頭營遺址有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處記錄有珍貴稀有二級保育類臺灣無尾葉鼻蝠棲息，調查數量在400～800隻間，這6處棲所具備日棲所、夜棲所、育幼等功能，且一年四季皆有使用紀錄。

(3) 友善蝙蝠措施之借鏡

石頭營遺址之司令所及部分碉堡、砲陣地位置在網絡已是公開資訊，目前尚未有任何管理措施，民眾得以自由進出，因而常吸引對軍事遺址探索有興趣者自行進入。於先前調查過程中，已多次觀察並遭遇民眾進入碉堡內部，民眾進出進入碉堡內部與燈光直接照射蝙蝠的行為，對於蝙蝠而言是明顯的干擾行為，長期而言可能會影響蝙蝠族群動態，甚至造成棄洞，尤其此區是二級保育類臺灣無尾葉鼻蝠的重要棲所。

綜合目前所蒐集之國內外案例，皆不開放民眾自行進入蝙蝠棲息或族群密集之區域；透過人員管制、設置蝙蝠友善閘門，或僅部分開放（蝙蝠數量較少或未被利用之空間與時間），以降低人為干擾。即使基於導覽或教育目的需進入蝙蝠棲所參觀，也需要由受過專業訓練之導覽人員全程帶領，以避免不當行為對蝙蝠造成過度干擾。

由於石頭營要塞的遺址分布零散，無法集中管理，針對石頭營遺址內的蝙蝠棲所，尤其是確定有保育類臺灣無尾葉鼻蝠之區域，應考量設置蝙蝠友善閘門，或於外圍設置圍籬以限制民眾進入，並只開放蝙蝠較少或未利用之區域供民眾參觀。

此外，蝙蝠數量的長期監測資料在生態保育與資源管理的角度而言也是相當重要

。以澳洲納拉寇特洞穴為例，即使在已建立完善管理機制之場域，蝙蝠族群仍可能因其他原因（可能為疾病傳染）導致蝙蝠族群數量驟降，透過定期監測蝙蝠族群數量，可及早掌握族群變化及探討可能的原因與因應措施，例如進入蝙蝠棲所前，應進行全身消毒，以避免人員進出導致疾病傳播。

(4) 蝙蝠導覽方式之借鏡

目前石頭營遺址尚未建立正式導覽機制。現階段，戰鬥司令部（001）、三層觀測所（003）、砲穹窖（006）、步槍堡（006-1）、人員掩體（009）、砲掩體（024、025、026、027）及機槍堡（028）等設施，已登錄為歷史建築（屏府文保字第1148000571號）。其中，戰鬥司令部、三層觀測所與砲穹窖因彼此距離相近，未來若進行導覽規劃，建議優先選定該區作為示範與推動區域。

導覽模式則可參考十八羅漢山自然保護區之案例，培訓在地鄉親擔任導覽解說人員，並以蝙蝠友善原則進行導覽與解說，例如：不進入蝙蝠棲所、僅於軍事遺址外部進行參觀，或僅開放蝙蝠數量較少或未被利用之空間，運用熱像儀、夜視儀或蝙蝠偵測器等低干擾設備進行生態觀察。同時搭配合適之管理措施，例如：繁殖季禁止進入蝙蝠敏感區域、實施遊客總量管制等，提供歷史建築導覽解說之餘，亦能兼顧蝙蝠生態教育與在地經濟發展，建立永續之生態導覽模式。

(5) 經營管理權責單位

石頭營遺址面積龐大，分布四散，權屬較為複雜，為後續管理推動之一大挑戰。目前軍事建物之地上物屬於國軍所有，而軍事建物所位於的土地則大部分為不同地主之私有地，僅司令所周遭為公有地，由春日鄉公所認養，並協助環境維護、除草整理等，未來推動整體管理與友善措施時，仍需進一步釐清權責、並加強地主以及跨單位之協調。

表七、石頭營遺址與國內外友善蝙蝠措施國內外案例蒐集蝙蝠棲息狀況、友善蝙蝠措施、蝙蝠導覽方式與經營管理權責單位

案例名稱	蝙蝠棲息狀況	友善蝙蝠措施	蝙蝠導覽方式	經營管理權責單位
亨利堡 （英國）	• 蝙蝠度冬棲所 • 已記錄有5種蝙蝠利用	• 入口處設置蝙蝠友善閘門 • 蝙蝠族群數量監測	• 有蝙蝠居住的碉堡不開放進入 • 沒有蝙蝠使用的碉堡開放民眾自由參觀	• 國家名勝古蹟信託組織 • 多塞特蝙蝠研究團隊
施潘道要塞 （德國）	• 每年約有10000隻蝙蝠度冬 • 已記錄有10種蝙蝠利用 • 為蝙蝠度冬與交配棲所	• 蝙蝠族群數量監測 • 蝙蝠冬眠與交配季不開放導覽	• 付費蝙蝠導覽行程，由導覽人員帶領 • 僅有在夏季結束至蝙蝠冬眠開始這段期間開放導覽	• 柏林市政府 • 施潘道區文化局 • 柏林物種保護小組
納拉寇特洞穴 （澳洲）	• 南方摺翅蝠主要繁殖與棲息洞穴 • 已記錄有4種蝙蝠利用	• 蝙蝠族群數量監測與相關研究進行中 • 禁止進入蝙蝠主要棲息洞穴 • 以紅外線攝影系統，進行遠端影像監測	• 付費蝙蝠導覽行程，由專導覽人員帶領 • 可透過紅外線監視系統即時觀察洞穴內的蝙蝠	• 環境與水資源部
鹿洞 （馬來西亞）	• 超過300萬隻的皺唇犬吻蝠 • 已記錄有12種蝙蝠利用 • 全年皆有蝙蝠棲息	• 蝙蝠族群數量監測 • 禁止進入蝙蝠主要棲息區域 • 以3台紅外線攝影系統，進行遠端影像監測	• 付費蝙蝠導覽行程，由導覽人員帶領 • 不得進入蝙蝠主要棲息區域 • 日落時在觀景平台欣賞數量龐大的蝙蝠成群飛出的壯觀景象	• 砂撈越政府 • 姆魯公園管理私人有限公司

續表六、

案例名稱	蝙蝠棲息狀況	友善蝙蝠措施	蝙蝠導覽方式	經營管理權責單位
蝙蝠洞寺（泰國）	• 數百萬隻皺唇犬吻蝠棲息	• 專職警衛看守洞穴 • 禁止進入蝙蝠主要棲息區域	• 免費參觀，但不得進入蝙蝠主要棲息區域 • 導覽人員、志工提供定點解說 • 日落時在寺廟前欣賞數量龐大的蝙蝠成群飛出的壯觀景象	• 蝙蝠洞寺廟方 • 地方政府與旅遊相關單位
十八羅漢山——五號隧道（臺灣）	• 臺灣葉鼻蝠約400隻 • 已記錄有5種蝙蝠利用 • 全年皆有蝙蝠棲息	• 由導覽志工協助蝙蝠族群數量監測 • 入口處設置蝙蝠友善閘門	• 付費蝙蝠導覽行程，由導覽人員帶領 • 總量管制（100人/日）	• 林業及自然保育署屏東分署 • 十八羅漢山自然人文協會
石頭營遺址（臺灣）	• 800隻臺灣無尾葉鼻蝠棲息，其他蝙蝠數量約10000隻 • 已記錄有4種蝙蝠利用 • 全年皆有蝙蝠棲息	• 定期監測與研究進行中	• 開放民眾自由參觀	• 地上物為國軍政府所有 • 土地包含國有土地與私有土地

第七章 石頭營週邊民眾對於蝙蝠生態保育意見蒐集

本團隊已完成15位週邊民眾之訪談，受訪對象包含臨近村落之住戶、村長，以及石頭營遺址周遭之地主或承租戶，涵蓋歸崇村、玉泉村、新開村、水底寮及枋寮村等區域。受訪民民眾之性別組成、年齡分布、職業類型與教育程度分布，分別如圖39至圖42所示。訪談結果顯示，居住於石頭營遺址周邊之民眾，多數知悉該區為軍事遺址，但並非所有人都曾經進入碉堡內部。66.7%的受訪者表示知道遺址內有蝙蝠棲息，然而在對於蝙蝠相關生態知識，僅有40%的受訪者表示了解蝙蝠於生態系中的功能，顯示周遭民眾對蝙蝠生態之認知仍有提升空間。

以李克特量表（Likert Scale）分析受訪者對石頭營遺址文化價值與蝙蝠生態相關議題之看法（圖45），結果顯示雖多數受訪者曾聽聞或知道石頭營遺址，但對其文化價值與歷史意義之理解程度偏低，相關題項平均分數僅為3.6分，不過受訪者普遍認同石頭營遺址具有文化歷史保存的價值（平均4.2分），也非常關心石頭營遺址未來的發展（平均4.1分）；在蝙蝠生態議題方面，受訪者雖然對於蝙蝠在生態系的功能與重要性的了解程度平均分數僅有3.5分，但都關心石頭營遺址內蝙蝠族群的保育與棲息環境，平均分數為4.1分。而在石頭營遺址是否應加強觀光規劃或遊憩導覽之看法時，平均分數為3.9分，顯示整體態度雖偏向中立，但也未明顯反對。

另外，也根據各受訪者之訪談內容歸納整理成（一）對石頭營遺址的認識與經驗、（二）對蝙蝠與生態的認知與態度與（三）對石頭營遺址未來發展的想法與建議，三大主題，受訪者皆以代號表示。

（一）、　對石頭營遺址的認識與經驗

- **歸 1：**
  - 春日古華一帶也有很多碉堡群，有些碉堡是相通的，有些裡面也有蝙蝠。
  - 以前老人家都說碉堡裡有許多亡魂，會告誡小朋友不要進去碉堡內，不過小時候都會偷偷跟朋友跑進去。
  - 以前這些碉堡通道都可以互通，而且結構完整，但這三、四十年因未受到重視與維護，內部現已出現崩塌情形。
  - 春日古華有一個防空洞，裡面有很多蝙蝠，因此也被稱為蝙蝠洞，過去曾是很著名的觀光景點，目前已停止經營。
- **玉 3：**
  - 小時候會揪一群人進去鑽來鑽去，好玩；以前附近種稻，會把稻草攏成草把，點火，拿著走進去，我走在前面，跟在後面的就很燻。也會用狗進去追白鼻心，抓來賣跟吃。
- **玉 4：**
  - 老一輩，有點年紀的都知道那邊，父母親都去那附近砍材回來燒火。
  - 沿著山稜，有一整排的碉堡，坑道也都可以通來通去，可以從這邊走到大餉內（第一谷地，現已為生利能源公司的光電廠區）；農忙空檔就會進去探險，有看到蝙蝠，也有很多蛇。
- **玉 5：**
  - 玉泉村附近以前有一個以石頭堆砌而成的圓形清兵營，所以才叫石頭營，但後來營區的石頭都已被搬走，那時候有爭取想把他留下來作為玉泉村的導覽資源，但是台糖把地賣給光電，現在已被蓋上光電板。
  - 小時候在附近放牛的時候，讓牛在附近吃草，自己就會躲在砲掩體內睡覺，裡面非常涼，但如果國軍演習時，會被禁止進入軍事建物內。

- 以前碉堡內部都是互通的，曾經看過國軍演習時進入碉堡內部，再從山的另一邊出來；以前可以從北三村走到南三村。
- 小時候跟朋友進去過碉堡裡，那時候還是用火把，然後塗上牛車用的潤滑油。

➢ **人 2：**

- 知道有碉堡，但以前父母不讓我們進去，班上的男同學會自己進去探險。以前新開那邊都有國軍對著山壁打靶。
- 學校郊遊的時候，會從水底寮這邊，走到新開石頭營附近，吃個便當，再走回來水底寮。
- 在地居民長期都在抗議石頭營的光電開發，除了山上，很多平地跟溪流周邊都要蓋光電板，很影響環境。除了山上的要保育，水源也要保護，崁頭溪這邊有一處活水源，但是又要被蓋成光電板，會持續抗議。

➢ **枋 1：**

- 因為先前石頭營抗爭事件，才開始關注遺址與蝙蝠，那時候跟捍衛石頭營聯盟的成員一起進入碉堡內部，裡面有非常多蝙蝠，地上也有蛇，在地居民長期以來對石頭營相關議題表達關切與抗議，但政府都沒在管。
- 自己經營民宿，也會跟客人介紹石頭營，或告知石頭營的位置，讓客人自行前往，在地居民有時候也會帶友人去參觀碉堡。

（二）、　對蝙蝠與生態的認知與態度

➢ **歸 3：**

- 小時候曾經進入碉堡內，但當時並未特別注意或觀察到蝙蝠，對蝙蝠也沒有什麼感覺或印象。

➢ **玉 3、4：**

- 小時候進去裡面都有看到蝙蝠，但不清楚牠們的生態功能。

➢ **玉 5：**

- 小時候進去的時候，裡面的蝙蝠就非常多，雖然沒有燈，但是也是可以明顯感覺到蝙蝠在飛。

➢ **人 2：**

- 知道蝙蝠可以幫忙吃蟲，自己的蓮霧園是有機的，不噴農藥，小動物很多，也曾經看過蝙蝠在飛。覺得石頭營的蝙蝠議題很適合當教材，讓周遭的國小也認識蝙蝠。

➢ **人 4：**

- 都說蝙蝠是比較陰的東西，長得也不好看，但我也沒做什麼，不會特別害怕蝙蝠，也不會去弄牠們。

➢ **新 1：**

- 蝙蝠對芒果園不好，我不會講哪裡不好，不喜歡。

➢ **枋 1：**

- 碉堡裡面的蝙蝠都蠻大隻，很可怕，加上裡面又有蛇，自己不會單獨進入。

（三）、 對石頭營遺址未來發展的想法與建議

➢ **歸 1**

- 春日鄉公所今年有進行春日鄉內的軍事遺址盤點。碉堡保存、活化與觀光導覽應由政府部門主導推動，單靠地方協會或民間團體，難以長期支撐觀光或生態產業的經營，希望可以獲得支持發展的資源。

➢ **歸 4**

- 只要不影響土地及在地居民的權益，對石頭營後續發展沒有意見，不過這部分應該問政府，不應該來問我們吧？

- **人 1：**
  - 贊成石頭營發展生態導覽，也可聯合附近的農戶發展產業鏈，自己的果園是有機的，比起發展光電更有發展性。蝙蝠多，可以幫忙吃蟲，就可以減少農藥使用，也可以利用這點幫農產品行銷。
- **人 2：**
  - 非常贊成這裡發展生態導覽，不過在地居民更關心石頭營跟枋寮不要再被開發光電，要不要發展觀光導覽倒是其次。
- **人 4：**
  - 非常贊成這裡發展觀光，整體好好規劃，帶人潮來到周邊村里消費，才會熱鬧。

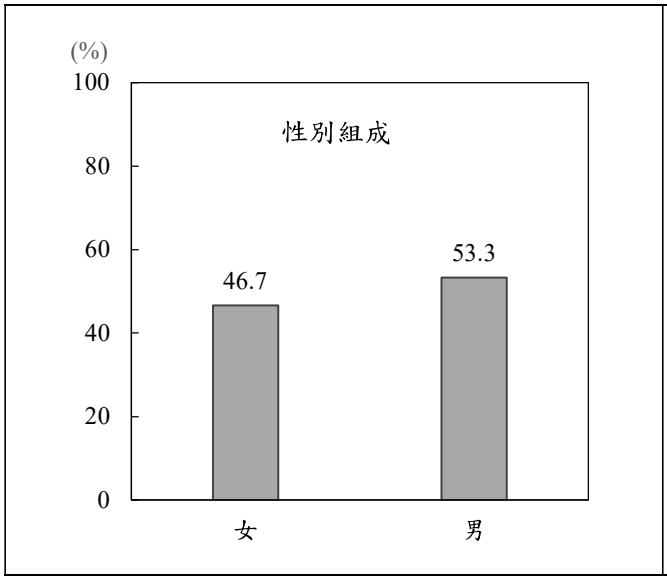


圖39. 訪談對象性別組成

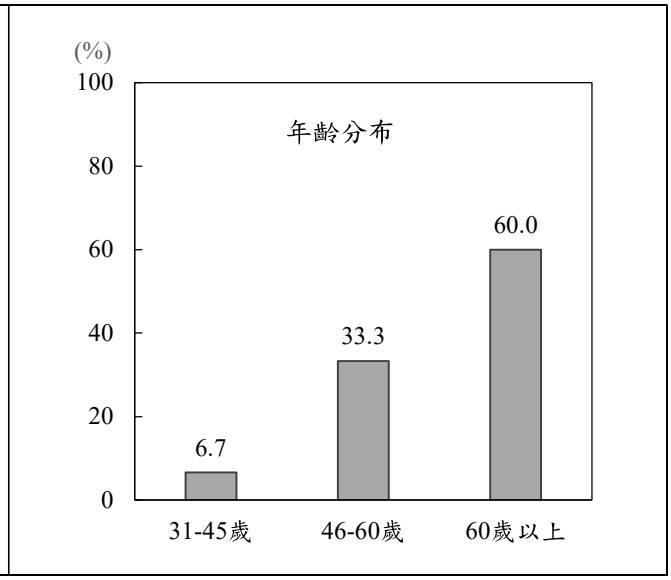


圖40. 訪談對象年齡分布

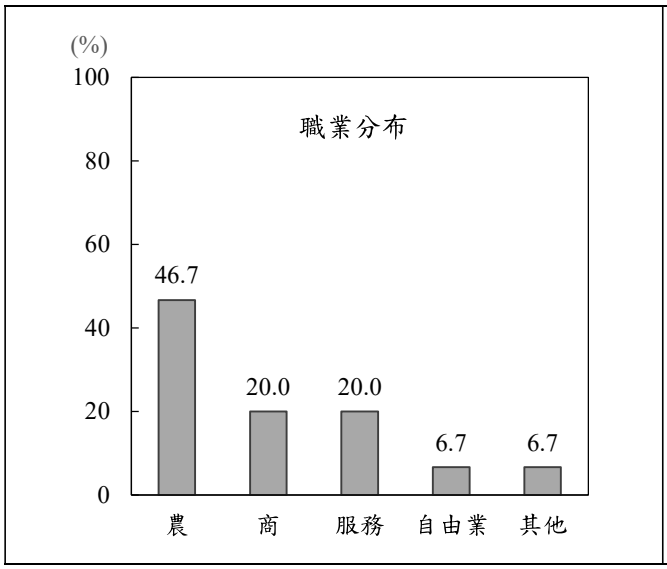


圖41. 訪談對象職業分布

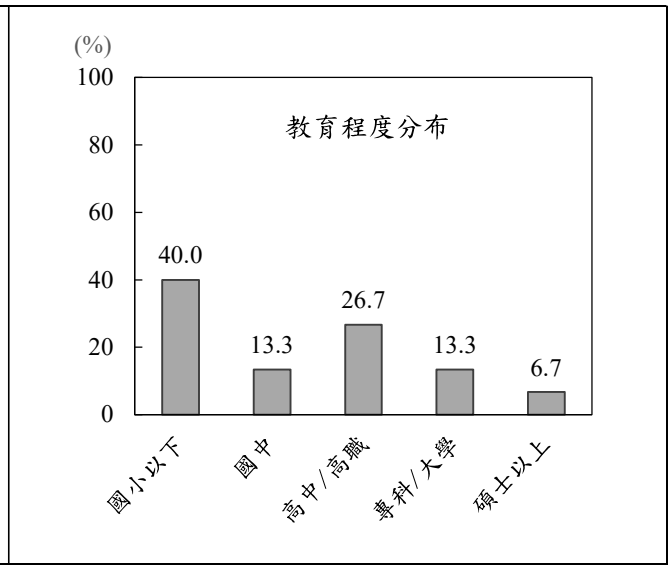


圖42. 訪談對象教育程度分布

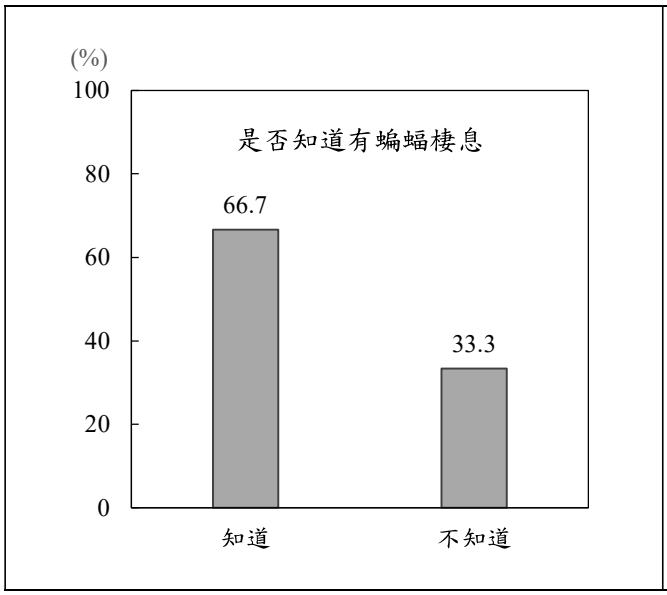


圖43. 是否知道有蝙蝠棲息

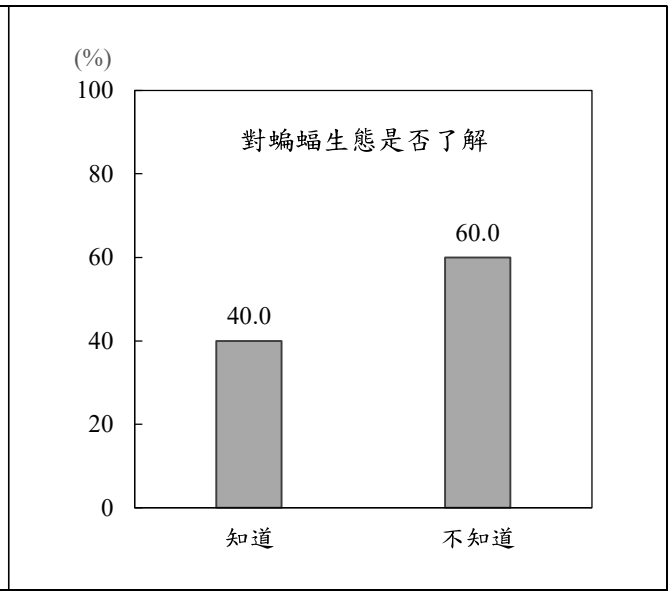


圖44. 對蝙蝠生態是否了解

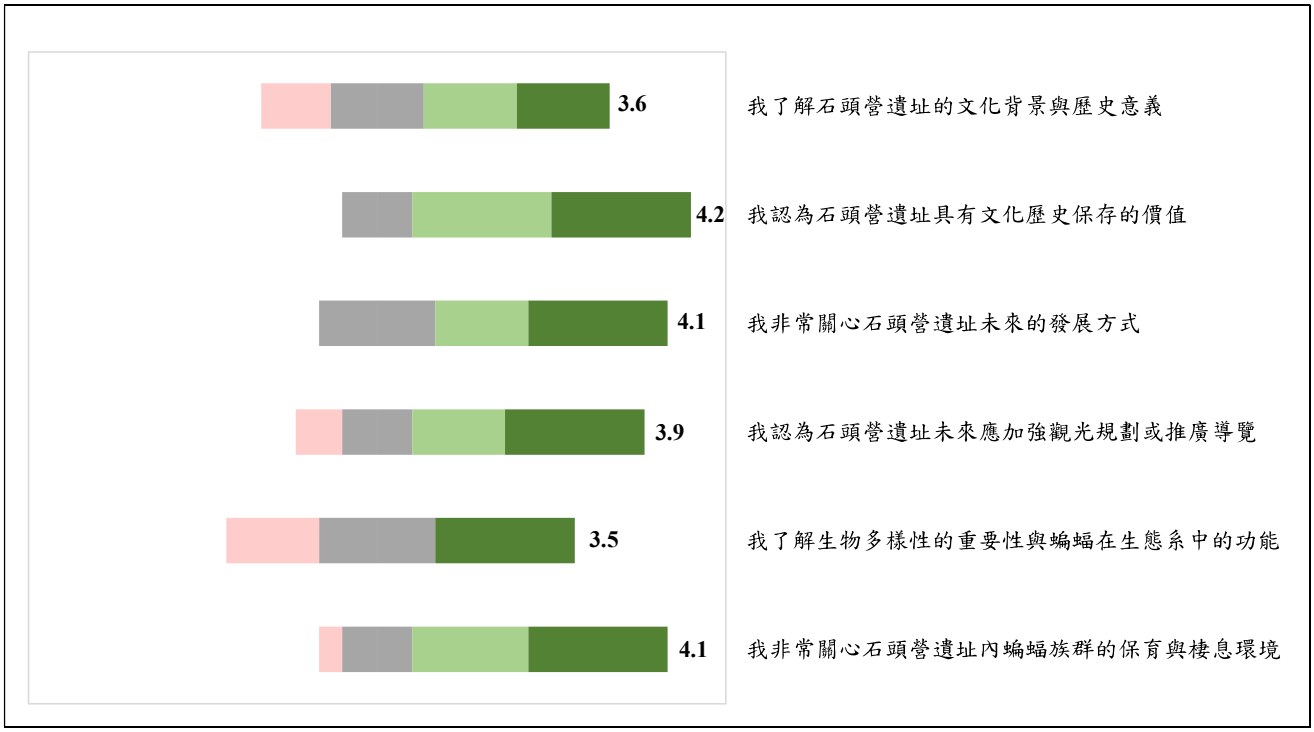


圖45. 受訪者對石頭營遺址、文化價值與蝙蝠生態相關議題之看法（數值越高，表示整體認同程度越高）

第八章 石頭營周邊區域蝙蝠環境教育

石頭營遺址跨越春日鄉與枋寮鄉，因此本次「石頭營要塞 × 暗夜精靈：二戰遺址與蝙蝠生態講座」分別於兩地各舉辦一場（圖46）。兩場講座均於10月18日（六）辦理，春日鄉的活動場地為春日鄉社會福利館，枋寮鄉的活動場地則位於水底寮廣澤府五龍寺（圖47）。兩個場次的活動的參與人數分別為19人與42人（附錄七、八）。

為推廣石頭營遺址的蝙蝠生態資訊，本團隊另行設計並製作宣導摺頁（圖48、49），除於講座活動現場發放外，亦放置於枋寮火車站與春日鄉社會福利館等民眾易於取得之地點，同時也提供部分摺頁予在地業者，協助宣導與轉發給外地訪客。此外，為提醒民眾避免干擾蝙蝠棲地，本團隊亦設計一幅宣導海報（圖50），未來可視需求張貼於適當位置。



圖46. 「石頭營要塞 × 暗夜精靈：二戰遺址與蝙蝠生態講座」宣傳資訊



圖47. 「石頭營要塞 × 暗夜精靈：二戰遺址與蝙蝠生態講座」春日場與枋寮場



圖48. 「石頭營遺址的神秘住客」宣導摺頁內容



圖49. 「石頭營遺址的神秘住客」宣導摺頁成品



圖50. 「請勿打擾蝙蝠休息」宣導海報

第九章 研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議

於上期臺灣無尾葉鼻蝠的族群計數調查中（柯伶樺等，2024），2024年在9月底到11月中有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月中的中颱天兔），導致內部積水高漲，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所調查的族群量下降，而在今年的調查中，族群數量已有逐漸恢復的趨勢。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森林中活動。本年度所追踪的9隻臺灣無尾葉鼻蝠個體中，活動模式大致與2024年所獲得的資料相似，僅秋季調查期間，CF55與CF57個體在森林的比例降低，但在果園與農墾地活動的比例提高，根據居民訪談的結果，此時期為芒果採收後的果樹休息期，農藥與菌劑使用的頻度較低，推測此時期的昆蟲量應也比結果期時高，導致蝙蝠棲地利用的比例有所變化，未來可持續調查是否有相同趨勢。

今年度三季對石頭營蝙蝠群聚進行的病原生態初步調查檢測出三類群的病源，包括冠狀病毒、B型肝炎病毒與麗莎病毒。洞穴型蝙蝠可攜帶多樣化病毒，包括冠狀病毒、副黏液病毒及狂犬病相關病毒等（Chen *et al.*, 2016；Geniola C., 2019；Kobayashi *et al.*, 2018；葉鉌怡，2019；廖蓧梃，2022），這些病原在蝙蝠族群中多呈現低致病性

然而，一旦跨越物種屏障，則可能對不同物種，如人類與家畜，造成健康衝擊（Calisher *et al.*, 2006；Brook & Dobson, 2015）。動物、人類和環境的健康是緊密相連且相互依存的健康一體（One Health），因此對蝙蝠群聚健康（如潛在病原生態的變動）的長期監測管理與風險評估、限制高敏感時期（如冬眠、育幼）的探洞行為、落實裝備消毒與生物安全措施及維持洞穴微氣候的穩定，不僅有助於維持蝙蝠群聚的長期穩定，降低人類暴露與跨物種傳播風險，從生態保育與公共衛生並重的角度來擬定洞穴管理與生態旅遊管理策略，建立更具永續性的平衡關係。

針對石頭營遺址臺灣無尾葉鼻蝠的經營管理與保育策略，臺灣無尾葉鼻蝠的活動範圍與覓食區域包含石頭營遺址範圍以及周遭果園、森林等區域，加上東側大面積的林地，臺灣無尾葉鼻蝠的活動範圍與覓食區域若有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，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），也多次觀察並遭遇民眾進入碉堡內部與燈光直接照射蝙蝠的行為，因此建議應加強周遭與外地民眾的環境教育，盡量減少過度的人為干擾（如軍事遺址探險、民宿遺址導覽遊程、除草劑等），以降低對蝙蝠族群的負面影響。

綜上所述，提供未來蝙蝠經營管理與保育之建議如下：

1. 臺灣無尾葉鼻蝠之活動範圍與覓食區域涵蓋石頭營遺址範圍及其周遭果園、森林等環境，並延伸至遺址東側大面積林地（圖 19）。上述範圍若涉及大面積伐林或土地開發行為，建議事前進行生態影響評估，以維持臺灣無尾葉鼻蝠棲所與覓食棲地之完整性與連結性。然目前追蹤之個體數量仍有限，尚不足以完全代表此區整體族群的利用範圍，未來應持續累積追蹤個體數量，進行群體尺度之分析，並於資料充足後再評估更新相關分布圖資。

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. 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，以評估潛在人蝙衝突風險及友善農法推廣之可行性。

5. 持續加強對石頭營遺址周邊民眾之宣導與溝通，降低過度人為干擾行為，例如軍事遺址探險、不當使用除草劑或農藥等可能影響蝙蝠之行為。可透過製作宣導品，例如摺頁、實用宣導小物等方式，以親民且易於理解之形式，逐步深化在地民眾對蝙蝠生態與保育價值之認識，提升整體保育意識。

6. 調查期間已多次觀察並遭遇民眾進入碉堡內部與燈光直接照射蝙蝠的行為，長期而言可能會影響蝙蝠棲息，棄洞或增加病原傳播之風險。考量石頭營要塞遺址分布零散，管理不易，針對遺址內之蝙蝠棲所，尤其是已確認有保育類臺灣無尾葉鼻蝠棲息之區域，建議評估設置蝙蝠友善閘門，或於棲地外圍設置圍籬，以限制民眾進入，並僅開放蝙蝠數量較少或未被利用之區域供民眾參觀，以降低人為干擾的負面影響。

7. 目前石頭營遺址尚未建立正式導覽機制。未來如有規劃導覽之需求，鑑於戰鬥司令部、三層觀測所與砲穹窖三處遺址彼此距離相近，建議可優先選定該

區作為示範與推動區域。導覽模式可參考十八羅漢山自然保護區之經驗，培訓在地居民擔任導覽解說人員，並以蝙蝠友善原則進行導覽與解說，例如避免進入蝙蝠棲所、僅於軍事遺址外部進行參觀，或僅開放蝙蝠數量較少或未被利用之空間，並搭配使用熱像儀、夜視儀或蝙蝠偵測器等低干擾設備進行生態觀察。

參考文獻

1. Blehert, D. S., Hicks, A. C., Behr, M., Meteyer, C. U., Berlowski-Zier, B. M., Buckles, E. L., Coleman, J. T. H., Darling, S. R., Gargas, A., Niver, R., Okoniewski, J. C., Rudd, R. J., and Stone, W. B.. 2009. Bat white-nose syndrome: an emerging fungal pathogen? Science, 323(5911), 227-227.

2. Brook, C. E. and Dobson, A. P.. 2015. Bats as 'special' reservoirs for emerging zoonotic pathogens. Trends in Microbiology, 23, 172–180.

3. Calisher C. H., Childs J. E., Field H. E. , Holmes K. V., and Schountz T.. 2006.Bats: important reservoir hosts of emerging viruses. Clin Microbiol Rev, 19, 531-545. https://doi.org/10.1128/cmr.00017-06

4. Chen, Y.-N., V. N. Phuong, H. C. Chen, C.-H. Chou, H.-C. Cheng, C.-H. Wu. 2016. Detection of the Severe Acute Respiratory Syndrome-Related Coronavirus and Alphacoronavirus in the Bat Population of Taiwan. Zoonoses and Public Health, 63, 608–615.

5. Geniola, C.. 2019. Detection of bat coronavirus in the bat population of Taiwan. Chung Yuan Christian University Department of Bioscience Technology Thesis for Master Degree.

6. 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.

7. Kobayashi, T., Murakami, S., Yamamoto, T., Mineshita, K., Sakuyama, M.,·Sasaki, R., Maeda, K., and Horimoto, T.. 2018. Detection of bat hepatitis E virus RNA in microbats in Japan. Virus Genes 54, 599–602. https://doi.org/10.1007/s11262-018-1577-9

8. Plowright, R. K., Parrish, C. R., McCallum, H., Hudson, P. J., Ko, A. I., Graham, A. L., and Lloyd-Smith, J. O.. 2017. Pathways to zoonotic spillover. Nature Reviews Microbiology, 15, 502–510. https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.45

9. 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。

10. 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。

11. 柯伶樺、邱峋文、吳禎祺、林清隆與蕭舜庭。2025。113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。

12. 柯伶樺、邱峋文、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。

13. 陳小飛。臺灣蝙蝠冠狀病毒的調查及序列分析。中原大學生物科技系碩士論文，2018。

14. 黃俊嘉、張恒嘉、游沛蓁、郭蓁穎、蔡守禮、邱峋文與柯伶樺。2022。壽山洞穴友善蝙蝠閘門規劃與監測。國家自然公園管理處。

15. 葉鉌怡。2019。台灣蝙蝠麗莎病毒之分子與血清學調查。中原大學生物科技系碩士論文。

16. 廖蓯梃。2022。里奧病毒的全基因定序與蝙蝠野生糞便樣本檢測。中原大學生物科技系學士論文。

17. 鄭錫奇、許家維、林育秀、張仕緯、張簡琳玟。2024。2024 臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄。農業部生物多樣性研究所、農業部林業及自然保育署。臺灣。

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。

附錄一、針對5種病毒及蝙蝠基因的聚合酶連鎖反應測試條件

類別	PCR引子	PCR條件
冠狀病毒（CoV）	1st PCR: RdRp-F/RdRp-R（440bp） 2nd nested PCR: RdRp-F/nested-RdRp-R（434bp）	95ºC 3min → 35x （95ºC 15s→48ºC 15s→72ºC 5s）→72ºC 1min→4ºC
B型肝炎（HBV）	1st PCR: HBV_2660s/HBV_763oa（500bp） 2nd nested PCR: HBV_386is/HBV_687ia（300bp）	95ºC 3min → 30x （94ºC 30s→55ºC 30s→72ºC 30s）→72ºC 1min→4ºC
E型肝炎（HEV）	PCR: Pan-HEV-F/Pan-HEV-R（191bp）	95ºC 3min → 35x （95ºC 15s→54ºC 15s→72ºC 15s）→72ºC 1min→4ºC
里奧病毒（MRV）	PCR: L1-5F/L1-8R（360bp）	95ºC 3min → 35x （95ºC 15s→50ºC 15s→72ºC 10s）→72ºC 1min→4ºC
麗莎病毒（Lyssavirus）	PCR: N113F/N304R（533bp）	94ºC 3min → 40x （94ºC 30s→ 55ºC 30s→72ºC 30s）→72ºC 7min→4ºC
Cytochrome b	PCR: L15601/H15748（148bp）	95ºC 3min → 40x （95ºC 30s→ 48ºC 30s→72ºC 45s）→72ºC 7min→4ºC

附錄二、彙整2022年12月至2025年12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	臺灣無尾葉鼻蝠	臺灣小蹄鼻蝠	臺灣葉鼻福
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 南48-004 南48-005 南48-006 項次2~6	三層觀測所 砲陣地 觀測所 砲陣地 坑道	砲陣地1遺址群	×	●	●
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 南48-020 項次8	機槍堡 觀測所 坑道	016+020遺址群	●	●	●
南48-017	機槍堡	017	×	×	×
南48-018	機槍堡	018	×	×	×
南48-019	機槍堡	019	×	×	×
南48-021 南48-022 項次9	砲陣地 砲陣地 坑道	砲陣地2遺址群	×	×	●
南48-023 項次7	觀測所 坑道	023遺址群	●	●	×
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 南48-029 項次10	機槍堡 機槍堡 坑道	028+029遺址群	●	●	×

續附錄二、

杜正宇等(2022)編號	工事種類	本計畫 代碼	臺灣 無尾葉鼻蝠	臺灣 小蹄鼻蝠	臺灣 葉鼻福
南48-030 南48-031 項次11	機槍堡 機槍堡 坑道	030+031 遺址群	●	●	●
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 南48-036 南48-037 南48-043 項次13	機槍堡 機槍堡 機槍堡 機槍堡 坑道	035+036 +037+043 遺址群	●	●	●
南48-038 南48-042 項次14	機槍堡 機槍堡 坑道	038+042 遺址群	×	●	×
南48-039	機槍堡	039	×	×	×
南48-040	機槍堡	040	×	×	×
南48-041 項次15	機槍堡 坑道	041 遺址群	×	●	×
南48-046 項次16(部分)	砲陣地 坑道	046 遺址群	×	●	×
南48-047 項次17(部分)	砲陣地 坑道	047 遺址群	×	●	●
南48-051 南48-052 項次18(部分)	假工事 機槍堡 坑道	假土地公廟 遺址群	×	●	×
南48-055 南48-056 項次19(部分)	機槍堡 假工事 坑道	假墓 遺址群	×	●	●
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	×	●	×

附錄三、2025年臺灣無尾葉鼻蝠無線電追踪個體基本資料

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
2025/4/23	001	成體	雌	懷孕初期	6.3	39.66	4.29	CF 81
2025/4/23	001	成體	雄	-	6.2	41.14	4.35	CF 83
2025/8/20	029	成體	雌	-	5.7	40.98	4.74	CF 51
2025/8/20	029	成體	雄	-	5.5	40.16	4.91	CF 52
2025/8/20	029	成體	雄	睪丸腫大	6.0	39.22	4.50	CF 53
2025/8/20	029	成體	雌	-	5.3	39.68	5.09	CF 54
2025/9/6	029	成體	雄	-	6.1	41.08	4.43	CF 55
2025/9/6	029	成體	雄	-	5.9	40.28	4.58	CF 56
2025/9/6	029	成體	雄	-	5.3	40.42	5.09	CF 57

單位：體重：g、長度：mm、比重：%。

代號： -：無性徵。／：未記錄。

＊：未計入黏膠重量，因此佔比為低估數值

附錄四、2025年石頭營遺址洞穴型蝙蝠糞便病毒檢測結果

季節	樣本編號	物種	棲所編號	冠狀病毒 CoV	B型肝炎病毒 HBV	E型肝炎病毒 HEV	里奧病毒 MRV	麗莎病毒 Lyssavirus
春	1	臺灣小蹄鼻蝠	001	P	N	N	N	N
	2			P	N	N	N	N
	3		012	N	N	N	N	N
	4			N	N	N	N	N
	5		016遺址群	N	N	N	N	N
	6			N	N	N	N	N
	7		030+031遺址群	N	N	N	N	N
	8		035+036+037+043遺址群	N	N	N	N	N
	9			P	N	N	N	N
	10			N	N	N	N	N
	11		砲陣地1遺址群	P	N	N	N	N
	12			N	N	N	N	N
	13			N	N	N	N	N
	14			N	N	N	N	N
	15			N	N	N	N	N
	16	臺灣葉鼻蝠	012	N	N	N	N	N
	17			N	N	N	N	N
	18		016遺址群	N	N	N	N	N
	19			N	N	N	N	N
	20			N	N	N	N	N
	21		砲陣地1遺址群	N	N	N	N	N
	22			N	N	N	N	N
	23			N	N	N	N	N
	24			N	N	N	N	N
	25		砲陣地2遺址群	N	N	N	N	N
	26			N	N	N	N	N
	27			P	N	N	N	N
	28	臺灣無尾葉鼻蝠	001	N	N	N	N	N
	29		016遺址群	N	N	N	N	N
	30			P	N	N	N	N
	31			P	N	N	N	N
	32		028+029遺址群	N	N	N	N	N
	33			N	N	N	N	N
	34			N	N	N	N	N
	35			N	N	N	N	N
	36			N	N	N	N	N
	37		030+031遺址群	N	N	N	N	N
	38			N	N	N	N	N
	39			N	N	N	N	N

	40			N	N	N	N	N
夏	1	臺灣小蹄鼻蝠	001	N	N	N	N	N
	2			N	N	N	N	N
	3			N	N	N	N	N
	4			N	N	N	N	N
	5		016遺址群	N	N	N	N	N
	6			N	N	N	N	N
	7			N	N	N	N	N
	8			N	N	N	N	N
	9			N	N	N	N	N
	10			N	N	N	N	N
	11			N	N	N	N	N
	12			N	N	N	N	N
	13		030+031遺址群	N	N	N	N	N
	14			N	N	N	N	N
	15			N	N	N	N	N
	16			N	N	N	N	N
	17			N	N	N	N	N
	18			N	N	N	N	N
	19			N	N	N	N	N
	20		035+036+037+043遺址群	N	N	N	N	N
	21			N	N	N	N	N
	22			N	P	N	N	N
	23			N	P	N	N	N
	24			N	N	N	N	N
	25			N	N	N	N	N
	26	臺灣葉鼻蝠	016遺址群	N	N	N	N	N
	27			N	N	N	N	N
	28			N	N	N	N	N
	29			N	P	N	N	N
	30			N	P	N	N	N
	31			N	N	N	N	N
	32			N	N	N	N	N
	33		035+036+037+043遺址群	N	N	N	N	N
	34			N	N	N	N	N
	35			N	N	N	N	N
	36			N	N	N	N	N
	37			N	N	N	N	N
	38		砲陣地2遺址群	N	N	N	N	N
	39			N	N	N	N	N
	40	臺灣	028+029遺址群	N	N	N	N	N
	41			N	N	N	N	N

	42	無尾葉鼻蝠		N	P	N	N	N
	43			N	N	N	N	N
	44		016遺址群	N	N	N	N	N
	45			N	N	N	N	N
	46			N	N	N	N	N
	47			N	N	N	N	N
	48		030+031遺址群	N	N	N	N	N
	49			N	N	N	N	N
	50			N	N	N	N	N
	51			N	N	N	N	N
	52			N	N	N	N	N
	53			N	N	N	N	N
	54		035+036+037+043遺址群	N	P	N	N	N
	55			N	N	N	N	N
	56			N	N	N	N	N
	57			N	N	N	N	N
	58			N	N	N	N	N
	59			N	N	N	N	N
秋	1	臺灣小蹄鼻蝠	001	N	N	N	N	N
	2			P	N	N	N	N
	3			N	N	N	N	N
	4			N	N	N	N	N
	5			N	N	N	N	N
	6		012	N	N	N	N	N
	7			N	N	N	N	N
	8			N	N	N	N	N
	9			N	N	N	N	N
	10			N	N	N	N	N
	11			P	N	N	N	N
	12			N	N	N	N	N
	13		016遺址群	N	N	N	N	N
	14			N	N	N	N	N
	15			N	N	N	N	N
	16			N	N	N	N	N
	17			N	N	N	N	N
	18			N	N	N	N	N
	19			N	N	N	N	N
	20			P	N	N	N	N
	21		023遺址群	N	N	N	N	N
	22			N	N	N	N	N
	23			N	N	N	N	N
	24			N	N	N	N	N

	25			N	N	N	N	N
	26			N	N	N	N	N
	27			N	N	N	N	N
	28			N	N	N	N	P
	29		030+031遺址群	N	N	N	N	N
	30			N	N	N	N	P
	31			N	N	N	N	N
	32			N	N	N	N	N
	33			N	N	N	N	N
	34			N	N	N	N	N
	35		035+036+037+043遺址群	N	N	N	N	N
	36			N	N	N	N	N
	37			N	N	N	N	N
	38			N	N	N	N	N
	39			N	N	N	N	N
	40			N	N	N	N	N
	41		砲陣地1遺址群	N	P	N	N	N
	42			N	P	N	N	N
	43			N	N	N	N	N
	44			N	N	N	N	N
	45			N	P	N	N	N
	46	臺灣葉鼻蝠	012	N	N	N	N	N
	47			N	N	N	N	N
	48			N	N	N	N	N
	49			N	N	N	N	N
	50			N	N	N	N	N
	51			N	N	N	N	N
	52		016遺址群	N	N	N	N	N
	53			N	N	N	N	N
	54			N	N	N	N	N
	55			N	N	N	N	N
	56			N	N	N	N	N
	57		035+036+037+043遺址群	N	N	N	N	N
	58			N	P	N	N	N
	59		砲陣地2遺址群	N	N	N	N	N
	60			N	N	N	N	N
	61			N	N	N	N	N
	62			N	N	N	N	N
	63			N	N	N	N	N
	64			N	N	N	N	N
	65	臺灣	001	P	N	N	N	N
	66			P	N	N	N	N

	67	無尾葉鼻蝠		N	N	N	N	N
	68			N	N	N	N	N
	69			N	N	N	N	N
	70		028+029遺址群	N	N	N	N	N
	71			N	N	N	N	N
	72			N	N	N	N	N
	73		030+031遺址群	N	N	N	N	N
	74			N	N	N	N	P
	75			N	N	N	N	N
	76			N	N	N	N	N
	77		035+036+037+043遺址群	N	N	N	N	N

P：Positive 陽性；N：Negative 陰性。

附錄五、石頭營周邊民眾對於蝙蝠保育意見調查問卷

石頭營遺址與蝙蝠保育民眾意見調查問卷

親愛的受訪者您好：

本問卷為屏東縣政府委託之學術研究計畫——「屏東縣石頭營遺址蝙蝠族群監測調查計畫」的一部分，旨在了解您對於石頭營遺址及其內部蝙蝠生態的認知、感受與對未來發展的看法，作為後續環境教育與生態保育規劃的重要參考依據。本問卷所蒐集之個人資料僅供學術研究分析使用，請您安心填寫。

誠摯感謝您撥冗協助填答，您的意見對本計畫極具價值！

一、基本資料

1. 姓名（僅作研究用途，不公開）：_____
2. 性別：☐男　☐女
3. 年齡：☐18歲以下　☐18-30歲　☐31-45歲　☐46-60歲　☐60歲以上
4. 職業：☐農　☐工　☐商　☐服務　☐教育　☐自由業　☐其他 _____
5. 教育程度：☐國小以下　☐國中　☐高中/高職　☐專科/大學　☐碩士以上
6. 居住地（村里名稱即可）：_____

二、對石頭營遺址的認識與經驗

7. 您聽過「石頭營遺址」嗎？對於石頭營的印象為何？或是曾經聽說石頭營遺址的在地傳說、民間信仰或故事？

（可以口述說明）

8. 您是否曾經進入過遺址內部？進入的目的是什麼？請簡述經驗與感受。

（可以口述說明，若未曾進入，此題跳過）

三、對蝙蝠與生態的認識與態度

9. 您對於蝙蝠的生態價值是否了解？ ☐知道 ☐不知道

10. 您是否知道石頭營遺址內有蝙蝠棲息？ ☐知道 ☐不知道

11. 若後續有辦理「蝙蝠環境教育宣導活動」，您是否有意願參與？☐願意 ☐不願意

12. 對於石頭營遺址內的蝙蝠？您的想法與感受是什麼（神秘/害怕/不了解/其他）？

（可以口述說明）

四、石頭營遺址未來發展想法與建議

13. 若您可選擇石頭營遺址的未來方向，您支持哪一項？

☐完全開放，讓民眾可自由探訪參觀

☐完全封閉以避免民眾破壞或干擾

☐採取有限度的預約參觀制度，並由專業導覽員引導參觀

☐其他建議：_____

14. 若未來石頭營遺址規劃文化與生態導覽遊程，您願意參加或推薦他人參加。

☐願意 ☐不願意

15. 若未來石頭營遺址導覽活動招募導覽員，您是否有意願參與。

☐願意 ☐不願意

五、其他意見

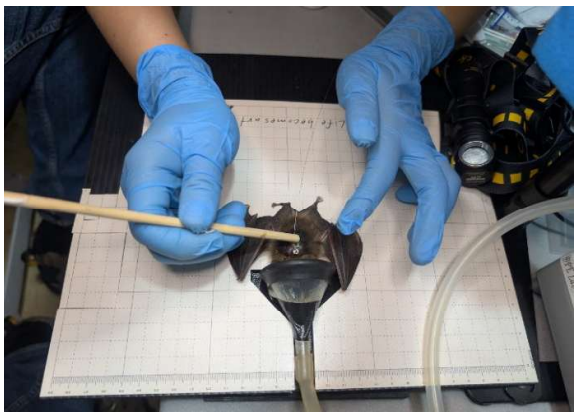
16. 您對石頭營遺址與蝙蝠保育還有其他建議或想法嗎？

（可以口述說明）

六、請您根據自身感受，對下列敘述勾選您的同意程度：

題號	題目敘述	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
1	我了解石頭營遺址的文化背景與歷史意義。	□	□	□	□	□
2	我認為石頭營遺址具有文化歷史保存的價值。	□	□	□	□	□
3	我非常關心石頭營遺址未來的發展方式。	□	□	□	□	□
4	我認為石頭營遺址值得被更多人認識，未來應加強觀光規劃或推廣導覽。	□	□	□	□	□
5	我了解生物多樣性的重要性與蝙蝠在生態系中的功能（如捕食蚊蟲、授粉等）。	□	□	□	□	□
6	我非常關心石頭營遺址內蝙蝠族群的保育與棲息環境。	□	□	□	□	□

附錄六、環境、生物與工作照

	
獸醫全程監控麻醉蝙蝠的過程	臺灣無尾葉鼻蝠背上進行除毛
	
在臺灣無尾葉鼻蝠背上粘上發報器	佩戴發報器的臺灣無尾葉鼻蝠
	
在蝙蝠棲所內鋪上塑膠布蒐集蝙蝠糞便	採集塑膠布上之蝙蝠糞便以利後續分析

附錄七、石頭營遺址蝙蝠族群監測調查計畫之蝙蝠環境教育宣導講座簽到表（春日場）

114 年度屏東縣石頭營遺址蝙蝠族群監測調查計畫之蝙蝠環境教育宣導講座

簽到表

講座名稱：二戰遺跡——石頭營要塞 X 暗夜精靈——蝙蝠生態

日期：114 年 10 月 18 日

地點：屏東縣春日鄉社會福利館 （屏東縣春日鄉自強一路 18 號）

時間：9:00~11:30

1	洪子恒	11	謝蔣素梅	21	
2	翁玉春	12	謝月嬌	22	
3	陳若儀	13	盧香梅	23	
4	林筠蓁	14	徐瓊明	24	
5	林宜	15	鄭氫茂	25	
6	陳亞中	16	劉傳明	26	
7	蔣育松	17	余左松	27	
8	鄭廣氫英	18	卓金雀	28	
9	李明水	19	謝貴英	29	
10	王麗月	20		30	

附錄八、石頭營遺址蝙蝠族群監測調查計畫之蝙蝠環境教育宣導講座簽到表（枋寮場）

114 年度屏東縣石頭營遺址蝙蝠族群監測調查計畫之蝙蝠環境教育宣導講座

簽到表

講座名稱：二戰遺跡——石頭營要塞 X 暗夜精靈——蝙蝠生態

日期：114 年 10 月 18 日

地點：屏東縣枋寮鄉水底寮廣澤府五龍寺 （屏東縣枋寮鄉復興路 167 號）

時間：14:00~16:30

陳文章　林秀金　杰銘永

1	釋悟通	11	陳妙淨	21	蕭屏屏
2	釋惺仁	12	張春郎	22	林沼運
3	釋惟將	13	許修行	23	陳來金
4	釋天鈴	14	潘信豪	24	黃永瑜
5	魯魚涵	15	李文瑞	25	鄭喬譯
6	吳振芳	16	吳靈華	26	林文典
7	釋文麟	17	李榮秀	27	潘建興
8	趙靖宇	18	余建豐	28	曾金修
9	王照光	19	沈政憲	29	陸雪菊
10	鍾意2	20	吳育德	30	劉惠珍

洪昭福　張勝利　李美櫻

陳金枝　邱金吉　管勝輝

附錄九、期中報告審查意見回覆

委員審查意見	廠商意見回覆
劉建男委員	
1. 建議增加摘要	已補充摘要。
2. 本計畫涉及保育類捕捉追蹤，請補充保育類利用核准的文號或公文	感謝委員提醒，已補充保育類利用核准的文號。
3. 期中報告書 P3：「若要劃設具有法律效力的保護區，可能需經土地徵收流程」，因野生動物重要棲息環境等不需要土地徵收，建議報告文字內容修正。	感謝委員提醒，已修正文字。
4. P6 溫濕度紀錄器的型號及製造商請敘明，另溫濕度資料需累積長期監測，如部分洞穴在前期已有溫濕度資料，建議一併分析並探討去年幾次颱風豪雨對棲所內溫濕度的影響。	已補充溫濕度紀錄器與製造商；將於期末報告中一併分析各棲所累積的溫濕度資料。
5. P22 無線電追蹤部分，表3建議增加個體性別等資訊。	已補充於表三。
6. P23 棲地利用部分，目前是個體層級的分析，建議可另分析群體層級的棲地利用。	遵照辦理，將於期末時將所有追踪個體資料合併作群體層級的棲地利用分析。
7. P35 病原檢測部分，建議在文字論述上要謹慎，避免讀者誤解產生副作用。	遵照辦理，文字已修正。
8. 建議了解目前民宿或學者會進行導覽的棲所、頻度及導覽形式等，以利後續解說教育或經營管理的參考。	在訪談時會同時詢問目前民眾會進行導覽的棲所、頻度及導覽形式等。
9. 「保護區」問卷，建議要加入地主意見，另要提供充分有關保護區相關規範的背景資訊以避免民眾反彈。	遵照辦理，訪談對象會包含石頭營及周遭土地地主之意見。
黃俊嘉委員	
1. 疾病資訊通常會增加民眾對蝙蝠的負面觀感，國外許多案例都因病毒資訊，引發民眾恐慌，導致移除事件發生，因此這部分資料未來在使用上必須非常小心。請思考並在期末報告提出可行的行動方案，並在人畜共通疾病前請加註“潛在”，建議利用蝙蝠one health 進行監測。	感謝委員建議，已修正文字部分。
2. 目標 4：“降低…負面影響”，有預設立	感謝委員建議，已修正文字部分。

	場之嫌疑，建議“除可加強蝙蝠認知，藉此增進對蝙蝠的正面觀感，以達與蝙蝠良好相處的雙贏保育策略”。	
3.	方法：在國際蝙蝠研究標準，通常會避免針對懷孕母蝠進行追蹤，尤其母蝠進入到懷孕高峰期，小蝠體重最多可達母蝠的30%-50%，因此必須 要求未來須請注意並避免。	感謝委員提醒，後續不會再針對懷孕母蝠進行追蹤。
4.	方法：閘門實驗我去年建議在棲所外進行圍籬而非棲所內閘門設置，目前看起來窗行閘門，請說明。加上你們目前結果，蝙蝠有明顯避開之行為，因此是否於討論評估，若全部出入口都設置窗型閘門是否會嚴重影響蝙蝠。我強烈建議，在下半季再進行一次圍籬式閘門實驗。此外也請說明閘門實驗調查夜晚棲息數量的目的，以及是否有白天監測之必要。	司令部為蝙蝠的日、夜棲所，因此攝影機會定時記錄在外門臨時閘門架設前後一日，入夜後至黎明時段蝙蝠在閘門區域活動形況與棲所數量，比對兩日之數量變化。 外圍圍籬式閘門牽涉土地地主之權利與意願，若要進行外圍圍籬式閘門測試，則需由主管機關與民眾先行溝通取得共識後，再執行。
5.	方法：30cm閘門間距無法阻擋人進出，我去年期末報告有提出，壽山報告也有說明不切實際。	閘門間距上半部為30公分間距，但下半部為20公分間距。
6.	方法：目前追蹤結果遠超過去年範圍，因此未來要設置保護區理應要擴大調查範圍，此外說明會是否可考慮納入當地年輕學生？	將於後續持續增加個體資料後，於期末中重新評估保護區的建議劃設範圍。 今年先初步進行周遭民眾意見收集，預計明年可規劃與周邊數個學校進行相關生態保育解說推廣。
7.	結果：增加趨勢請以數字搭配圖表說明，但是圖四顯示是下降趨勢，請於期末報告使用統計分析進行檢測，以及颱風影響族群數量變化情形。	遵照辦理。
8.	結果：是否可以克服育幼時期群集估算的困難，例如使用自動相機，低頻度定時拍攝?	除了司令所的地下室，其他棲所為隧道型棲所，無尾葉鼻蝠的育幼群集停棲位置不一定，因此以自動相機定時拍攝計數數量的方式難度較高。 今年度6月調查有以紅外線夜視儀進行部分區域錄影，可嘗試能否以定面積比例進行估算，若可行，將於期末呈現相關數值。
9.	結果：使用司令所的個體果然跟去年使	遵照辦理。

用不同的棲所，而且育幼期前活動範圍明顯較大，請在期末討論是否需針對其他重要棲所進行育幼期前的追蹤，以確實了解實際需要設置保護區的範圍。	
10. 結果：水資源對於穴居蝙蝠相當重要，但同時過大的溪流也會造成蝙蝠移動障礙，這部份去年期末有提到，結果也顯示如此(力里溪)，請增加活動區域距離穩定水源的分析，並討論水體大小對蝙蝠擴散遷移的困難。	遵照辦理，將於期末中增加與溪流的分析。
11. 如圖層限制無法進行棲地偏好之估算，請問棲地使用是如何估算出來?	以蝙蝠個體有效定位點與原補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），今年追踪的蝙蝠活動個體活動範圍比2024年來得範圍更大，因此所涵蓋可獲得棲地範圍超過之前購買的圖層範圍；而實際定位點的棲地型尚在目前有的圖資範圍內，因此可進行實際棲地使用計算。 棲地偏好部分將於後續取的其他區域圖資後，進行分析，於期末報告中呈現。
12. 棲地利用是否可增加光電分析。	遵照委員建議，將於期末報告中增加光電分析。
13. 前言：無尾葉鼻蝠並無冬眠行為，因此定義上並不符合冬棲所(hibernacula)之定義，可考慮"...等功能，且一年四季皆有使用紀錄"。	已修正文字。
14. 前言：根據2025年報告，那時候應該是推測在其他洞穴避難，並非有生殖之六個棲所，應正確說明。	六個棲所均有生殖記錄，但繁殖期以司令所有相對較不穩定利用的情況。
15. 前言：保育類第二級。	已補充文字
16. 前言：根據2025年報告，無尾葉鼻蝠對森林有偏好，果園按照比例隨機使用，因此能判斷森林為重要棲地，果園為替代棲地。	已修正。
17. 前言：森林生態功能應為森林健康或完整性。	已修正。
18. 前言：蝙蝠物種而非群聚。	群聚指的是三種洞棲蝙蝠，非單一物種。

19. 前言：東亞無尾葉鼻蝠在IUCN RL 是NT，其保育地位是針對全球族群而非台灣無尾葉鼻蝠，可考慮引用台灣哺乳動物紅皮書針對的台灣亞種。請補上IUCN文獻引用。	已修正，2024 臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄。
20. 前言：亦分布於南亞。	已修正。
21. 目標：穴棲、洞穴蝙蝠，名詞統一。	已修正。
22. 方法：崽蝠、幼蝠是否相等，定義或名詞統一。	已修正。
23. 方法：超音波錄音器而非偵測器。	已修正。
24. 方法：預期是指根據2025的資料嗎？請說明清楚。	已修正。
25. 方法：請提供病毒英文名稱。	已修正。
26. 方法：四、人畜共通傳染病：台灣葉鼻蝠重複兩次，漏了無尾。	已修正。
27. 結果：棲所內聚集而非族群。	已修正。
28. 結果：大部分是懷孕母蝠，請提供估算之比例。	為避免觀察時間過長，對育幼蝙蝠造成干擾，因此未仔細估算比例，但目測超過一半以上的個體肚子都有明顯凸起。
29. 結果：請問如何判定是在學飛的幼蝠?	仍由母蝠背負，但已具備飛行能力。
30. 結果：六處紀錄無尾跟之前是一樣的位置嗎?	目前有使用的六處與先前相同。
31. 結果：表二請標示育幼。	表二中打★的棲所，表示有發現育幼個體。
32. 表四：欄位項目混亂，應於下說明。	已補充。
33. 結果：不少台灣葉鼻蝠有碰撞現象，比例多少?	總計有4隻次（18.2%）發生擦碰情況。
陳湘繁委員	
1. 請補充架設溫濕度計的詳細方式(例如：高度)和儀器品牌。	已補充架設溫濕度計的詳細方式。
2. 第7頁：定位追蹤的描述，前面說0.5~2 小時三角定位，後面說 30 分鐘隨機篩選一筆兩方位角的點位，前後矛盾，請將方法描述清楚。	理想上希望至少有0.5~2小時進行一次三角定位，但由於實際追踪狀況，若蝙蝠飛行速度快，加上在洞穴內無法收到訊號，因此無法保證每次都能收到訊號，因此實際追踪時，會持續定位，再20分鐘隨機篩選一筆兩方位角的點位作為後續分析，寫法已修正。
3. 第8頁：選定石頭營為友善閘門設置測試的地點，描述其為無尾葉鼻蝠頻繁日	在112、113年調查時，司令所有不少的無尾葉鼻蝠棲息，也記錄到育幼情形，但目前可

	棲點和育幼點，但後面表格顯示其無尾葉鼻蝠數量相當少，請確實描述石頭營被選定的原因和其生物資源的背景資訊。	能是因各種干擾（蛇類、地下室積水、人為干擾等），導致蝙蝠數量不穩定。同時司令所是目前所有棲所中位置公開且相對易達處，而閘門試驗的目的是為了避免非必要人員進入，干擾其棲息。
4.	第9頁：閘門設置前後各蒐集3夜，會誤以為測試一次，前後各三天，請將方法再描述清楚。	已修正；根據黃委員意見，不再進行後續外門試驗（增加樣本數）；待於縣府與地主取得共識後，若有需要，再以圍籬式閘門進行設計。
5.	第10頁：台灣無尾葉鼻蝠誤植為台灣葉鼻蝠。	已修正。
6.	圖17：補樣本數，其他柱狀圖比照	已補充。
7.	第30頁：設置臨時閘門對進出比例的檢測，因樣本數極小，不適用卡方檢定，這邊以卡方做出來閘門對進出影響之結論，可能會誤導，需要更多樣本數的驗證。	感謝委員提醒，卡方檢定是因原後續還會增加試驗樣本數，目前僅做初步資料探討，修正版會將統計檢定部分刪除，僅以可能趨勢描述；根據黃委員意見，不再進行後續外門試驗（增加樣本數）。待於縣府與地主取得共識後，若有需要，再以圍籬式閘門進行設計。
8.	第30頁：請描述蝙蝠主要出入口、會利用之出入口、門窗尺寸等資訊，以評估閘門出入口對蝙蝠的重要性。	如圖3所示，外層牆上有10個長窗與2個門，蝙蝠均會使用，佔無觀察到這12處有利用率特別高的。 外左門高177公分上寬153公分、外右門高180公分寬165公分。 外窗高為84公分，寬則各有不同，分別為215公分、188公分、270公分、195公分、178公分、281公分、311公分、341公分、270公分、217公分。外圍牆的防爆坡高度110公分，坡度約80度。
9.	圖21：因以閘門進出之無尾葉鼻蝠數量極少，可預見對其整體數量不會有影響，請討論如何以閘門進出數量之計數和檢測評估閘門對蝙蝠之影響。	感謝委員提醒，卡方檢定是因原後續還會增加試驗樣本數，目前僅做初步資料探討；根據黃委員意見，不再進行後續外門試驗（增加樣本數）。待於縣府與地主取得共識後，若有需要，再以圍籬式閘門進行設計。
10.	圖21：請說明橫軸是甚麼。20 30 0 30代表甚麼?	橫軸第一排為相機拍攝時的分鐘數，第二排為相機拍攝時的小時數。
11.	圖22：請修正柱狀圖的呈現格式為前後一致，將設置前柱狀圖放左側，設置後	已修正。

柱狀圖放右側，不要不同圖用不同方式。	
鄭永裕委員	
1. 本案已連續調查2~3年，六個棲所就環境的相似性、差異性、功能性分析與其行為如日棲所、夜棲所，育幼、避難及度冬等有無相關連性?	6個棲所均具備日棲所、夜棲所與育幼功能，全年都會利用；唯2024年秋季至目前對司令所的利用較不穩定，待今年秋季持續觀察族群的利用情況。而部分棲所因地形因素，在大量降雨後導致坑道內積水高漲，則蝙蝠也會暫時離開該棲所，待積水退後可以再觀察到蝙蝠利用。
2. 2024年9-11月連續三個颱風，數量大幅下降，其可能避難的棲所有無特定區位?或離開此區域到別的區域暫避？	在颱風後，有觀察到積水太高的區域，無尾葉鼻蝠未利用該棲所；待積水退後也未立即回來利用，而是過約半年後，接近繁殖季時才又記錄到族群棲息。期間有可能在颱風期間已遇難或是站時到其他地方避難。
3. 友善閘門所試驗的目的，樣本數不夠可否做為推論的依據，最主要還是避免人類或其他生物影響棲地族群數量，有無更好的架構?	在112、113年調查時，司令所有不少的無尾葉鼻蝠棲息，也記錄到育幼情形，但目前可能是因各種干擾（蛇類、地下室積水、人為干擾等），導致蝙蝠數量不穩定。同時司令所是目前所有棲所中位置公開且相對易達處，而閘門試驗的目的是為了避免非必要人員進入，干擾其棲息。於期末將提供國內外蝙蝠友善設施設置方式，作為後續管理之參考。
4. P12.六、設置自然保護區民眾意見蒐集所列主要訪談面向包括 1~4 點與P45~45似乎不一致，另與 P3 尾段設定畫設保護區的方向論述均恐造成未來期末報告的後續影響?	由於目前保護區的劃設方式與範圍尚未確定，若在此階段過早提及「保護區」，可能引起民眾誤解，因此本年度訪談將著重於了解民眾對蝙蝠保育的態度與想法，並於期末提出未來訪談方向之建議。
陳博勝 委員	
1. 有關教育宣導部分，建議可製作簡易解說圖卡，俾利民眾瞭解蝙蝠習性及提升保育觀念。	後續會製作相關的海報與摺頁，作為蝙蝠生態教育宣導使用。
2. 意見蒐集部分：建議增加訪談人數，並將棲地周圍果園地主納入。	遵照辦理。
李繼雅 委員	
1. 人畜共通傳染病檢測結果缺乏疱疹病毒	麗莎病毒之檢測結果將於期末報告中呈現。

及麗莎病毒，請說明。	
2. 第11頁：有關周邊區域環境教育預計如何邀請可能前往的參加者，請說明。	問卷訪談的過程中，會同時邀請訪談對象或其親友是否有意願參與環境教育課程。
3. 建議提供目前蝙蝠有利用的土地清冊，供做日後相關土地利用(開發)提供初審意見使用。	於計畫結案時會可提供蝙蝠活動範圍的shp檔，提供各單位土地利用初審意見使用。
林業及自然保育署屏東分署	
1. 圖 14：CF83 的定位點數分布僅記錄到4月23日、4月28日，中間4天皆無點位，此活動範圍點位可能誤差值過大，如何改善?	因蝙蝠體重限制，僅能使用傳統VHF追踪方式，但蝙蝠飛行快，活動範圍大，加上淺山地型容易阻擋訊號偵測，因此無法保證能一直順利搜尋到蝙蝠的訊號。 後續將將透過增加追蹤個體數，並整合數據進行分析，以群體層級探討其棲地利用情形。
2. 人畜共通疾病檢測僅見4月採集1次，且樣本數是否足以代表整體族群狀況?是否應擴大採集時程、採集數。	如方法所敘，每一季會採樣一次，目前僅春季樣本；後續還有夏季與秋季採樣。
3. 開門利用試驗僅4月1次，時間1晚，是否增加時間及增設窗口處，以此對應數量增減。	後續預計再進行2次的資料蒐集；僅會在人員出入的外門處，不會加設其他窗口，減少對蝙蝠利用的影響程度。
4. 訪談部分建議納入地主(其為重要關係人)，且訪談數10-15人，建議增加人數。	遵照辦理。
屏東縣政府綠能專案推動辦公室	
1. 之前看農業處公開的蝙蝠調查報告，有畫蝙蝠棲息的範圍圖，但是沒有建議如果要開發的話，建議應退縮多少公尺?	劃設蝙蝠敏感區需要蝙蝠活動資訊、活動距離等各種資訊，因目前台灣無尾葉鼻蝙蝠的資料不足，本計畫的主要目的即是為了補充相關資料，將於期末提供相關建議。

附錄十、期末報告審查意見回覆

委員審查意見	廠商意見回覆
劉建男委員	
1. 本案各項工作項目都有達標，成果豐碩，予以肯定。	感謝委員肯定。
2. 期末報告書 P3：有關是否要劃設保護區或保育共生地(OECM)，後續報告中及最後經營管理與保育建議皆無再提及。本計畫發現多數臺灣無尾葉鼻蝠偏好森林的棲地類型，如果將林班地劃設為保護區，或是石頭營附近引入保育共生地是否可行？	預計於2026年底，整合近年所有追蹤個體資料，並諮詢蝙蝠與野生動物保育專家意見，完成無尾葉鼻蝠生態敏感區劃設，作為後續無尾葉鼻蝠生態敏感區劃設為保護區，或是石頭營附近引入保育共生地之可行性評估參考資料。
3. P9：不同物種蝙蝠的排遺是否會混在一起而有交互污染的可能？	因為不同棲所內棲息1種以上的蝙蝠，以先前觀測各物種常出現位置進行蒐集目標物種排遺的塑膠布放置，而在排遺顆粒實際蒐集時，亦依據專家所描素這三物種的排遺外型差異進行篩選，但仍無法完全避免汙染的可能；因此暫以整體陽性率做為檢測結果呈現，而非個別物種。
4. P10-11：期末報告書的方法應以實際執行來描述，刪除“預計”等字眼。	已修正。
5. P13：表二的表說應為2025年2月至12月，誤植成2月至6月。	已修正。
6. P12、P21：本年度各物種的調查數量、活動範圍等重要的結果除了用圖跟表呈現外，在內文也要有數據呈現。另外，大標題是結果與討論，建議要將本年度結果與前期結果比較並綜整討論。	已補充內文敘述。
7. P26圖12：上圖許多樣點在 KDE95 的範圍外，請再檢視是否正確。	經重新檢視，由於核心區域的點位比重大，因此在繪製KDE95%時，仍有點在範圍外。
8. P35圖20：光電板的範圍可否在圖上標示？內文適當位置建議說明蝙蝠利用光電板範圍的狀況。	內政部國土測繪中心所繪製之土地利用圖層將光電板歸類在電力設施中，並無單獨分類，因此需現場勘查分辨，將納入下期目標中。
9. P35-36：各種棲地類型可利用性及實際利用的比例，如有顯著差異，建議在圖面上以星號標示。	已補在圖面上。
10. P37及表5：不同物種蝙蝠在不同季節各種病原檢出率請分開呈現。表5各物種	已增加樣本數之呈現。

各季節請加上樣本數。	
11. P39：Fort Henry 有設置橫向的蝙蝠友善閘門並監測蝙蝠，請問是否有監測結果？	Fort Henry的蝙蝠友善閘門為2025年才剛架設，目前尚未有監測資料公開。
12. 期中報告是有針對友善閘門設置進行觀察，期末報告無相關結果呈現，原因為何?	目前登記為歷史建築，由於歷史建築需遵守不造成破壞及可恢復之原則，蝙蝠閘門形式需要再討論，因此與縣府討論後，暫時將此部分拿掉。
13. P64：本計畫在蝙蝠排遺檢測到的病原，建議加強說明是否有傳染給人的風險。	本計畫所檢出的3種病毒為蝙蝠族群普遍帶原的病毒，在臺灣目前並無感染人類的案例，但仍不排除有跨物種傳播的風險。
14. 勘誤： (1) 摘要第四行：今年調查”的”記錄到的數量…”的“為贅字請刪除 (2) 第二頁第一行：多一個句點。 (3) P72：CF82 應為 CF83。	已修正。
15. 現場發的摺頁有兩個錯誤： (1) 台灣有38種蝙蝠，其中有3種為食果性蝙蝠，並非只有台灣狐蝠是食果性蝙蝠。 (2) 臺灣小蹄鼻蝠的學名拼錯。種小名漏掉一個 o。	感謝委員提醒，在摺頁的下一版本中會修正。
陳湘繁委員	
1. 第6頁：請註明溫度計是否裝置在固定位置？還是會每次調整？	儀器位置固定架設於過往調查中，目標物種經常停棲的區段。
2. 第8頁：間隔20分鐘篩選一次，後面委員回覆寫30分鐘篩選一次，請確認方法。	目前已統一為20分鐘篩選一次。
3. 第12頁：請寫出調查的確切日期，以作為這些物種比較完整的生態資料。	已補上調查日期。
4. 第13頁：表二和附錄二的遺址編號對不起來，請使用統一的編號系統，固定的名稱描述。	已修正。
5. 第22頁：請詳細說明如何做卡方分析？如果是將七個棲地類型全部都放進去，因為很多數值很小，結果一定是顯著。分析方法可能需要再調整。	調整類別項目，將可獲的棲地類型中比例較少的建物、空曠地、道路三類合併為人為建物與開闊地（合併後，此類別比例為9.7%~14.5%），並重新分析。
6. 第23頁：追蹤期程請確實寫出每一隻個體的第一天到最後一天的範圍。	遵照辦理。
陳博勝委員	

1. 本計畫已執行3年，建議補充說明這3年消長情形及是否穩定發展。	無尾葉鼻蝠數量維持在400～800隻間，唯2024年因遇天災影響，數量有下降至300以下，目前數量已逐漸恢復。
2. 請持續進行利害關係人訪談調查，提高訪談人數。	預計於2026年完成生態敏感區劃設後，可另案規劃，委由專業團隊進行整體利害關係人的意見資料蒐集，本團隊可配合說明相關生態資料。
李繼雅委員	
1. 針對光電廠商欲開發石頭營及周邊區域，是否可請公司這邊說明明確的位置或範圍?	預計於2026年底，整合近年所有追蹤個體資料，並諮詢蝙蝠與野生動物保育專家意見，完成無尾葉鼻蝠生態敏感區劃設，屆時提供縣政府作為審核光電案場申請開發之評估依據。
2. 石頭營部分建築於114年經指定為歷史建築，請問於調查過程中是否有遇到較多參觀民眾，是否對蝙蝠數量有影響?	目前觀察民眾數量並無明顯增加，整體蝙蝠數量也與之前調查結果相近，為蝙蝠對司令所的利用時間似有季節上的變動。
3. 所分享的蝙蝠友善案例中，其蝙蝠是保育類或一般類?	1.英國：所有蝙蝠皆受到《野生動物及鄉村法》以及《棲息地條例》保護。 2.德國：《聯邦自然保護法》將所有蝙蝠皆列為「嚴格保護物種」。 3.澳洲：南方摺翅蝠是聯邦級「極度瀕危」等級的哺乳類動物 4.馬來西亞：皺唇犬吻蝠並非保育類蝙蝠。 5.泰國：皺唇犬吻蝠並非保育類蝙蝠。 6.臺灣：臺灣葉鼻蝠非保育類蝙蝠。
林業及自然保育署屏東分署:	
1. 部分成果仍偏向「資料建置階段」，建議針對管理建議，開發審查與棲地管理方面可在具體提供。	由於臺灣無尾葉鼻蝠研究資料極為稀缺，因此需花費較多時間進行生態資料蒐集，預計於2026年底，整合近年所有追蹤個體資料，並諮詢蝙蝠與野生動物保育專家意見，完成無尾葉鼻蝠生態敏感區劃設，以提供具體開發審查與棲地管理上的管理建議。
2. 有關保育類臺灣無尾葉鼻蝠活動範圍資料，建議後續可增加如何支援未來土地利用審查，開發案初篩或敏感區域劃設之參考。	遵照辦理。
文化處文化資產保護所	
1. 「枋寮石頭營二戰日軍要塞」為本縣113年登錄之歷史建築，登陸設施共計7處(詳下表)，經農業處進行「114年度屏	感謝委員提供意見。

東縣石頭營遺址蝙蝠族群監測調查計畫勞務採購契約」調查後，戰鬥指揮所(001)、三層觀測所(003)、砲穹窖(006)及機槍保穹窖(028)等4處連通坑道或其他編號建物有蝙蝠利用；戰鬥指揮所(001)及機槍保穹窖(028)等2處連通坑道或其他編號建物有無尾葉鼻蝠利用。 編號 / 設施名稱 / 蝙蝠利用 / 無尾葉鼻蝠利用 / 所有權人 1 / 戰鬥指揮所(001) / ● / ● / 原住民族委員會、曾忠孝、徐義諒、李美鈞、黃玉娘 2 / 三層觀測所(003) / ● / / 進今生實業有限公司 3 / 砲穹窖(006) / ● / / 4 / 步槍堡(006-1) / / / 5 / 人員掩體(009) / / / 6 / 150mm 榴彈掩體 4 處(024、025、026、027) / / / 林秉弘 7 / 機槍保穹窖 / ● / ● / 進今生實業有限公司	
2. 有關「114年度屏東縣石頭營遺址蝙蝠族群監測調查計畫勞務採購契約-友善閘門」本所建議如下： (1) 本處文化資產公告登錄類型為歷史建築，建議調整名稱避免誤用產生誤解。 (2) 本案裝置友善閘門應可視為臨時性設施，需要遵守不造成破壞及可回復之原則，目前使用伸縮桿之方式應可符合，建議伸縮桿固結附著於現有構造上時，可增加隔離物質，例如軟墊或是木料。 (3) 建議執行團隊明確將要設置伸縮桿的位置標示，028出入口應該僅有一處，001出入口較多，不清楚團隊要執行設置的位置及數量，若可以現場照片進行標示說明提供主管機關審查核備作為執行之依據較為妥切。 (4) 「枋寮石頭營二戰日軍要塞」7處設施分屬不同土地所有權所有，若後續有營建或開發行為，請逕洽土地所有權人徵得同意。	為測試友善閘門的設置對於蝙蝠的影響，因此暫時以伸縮桿替代，未來實際設置時，建議改成金屬橫楨結構，以避免有心人士闖入，若為了避免造成破壞及可恢復之原則，後續將考量其他方式，例如在棲所周遭設置圍籬。
鄭永裕委員	
1. 目錄參：主要工作項目與執行方式一至七之目錄名稱與目錄肆、結果與討論名	已調整撰寫框架，改為章節方式呈現。

稱一至七相同，建議調整撰寫框架。	
2. 以前年度112-113之數值比較分析圖無文字敘述。	已補充文字敘述。
3. 結論與建議應單獨拉出來撰寫。	結論與建議已單獨撰寫於第九章研擬蝙蝠經營管理及保育措施改善建議。
4. 擬朝將保安林劃設為保護區應納入建議章節，可結合國內外蒐集與研析來作為未來施政之參考。	預計於2026年底整合近年所有追蹤個體資料，並諮詢蝙蝠與野生動物保育專家意見，完成無尾葉鼻蝠生態敏感區劃設，以提供具體開發審查與棲地管理上的管理建議。
5. 請依據各委員意見修正	遵照辦理