

運用衛星發報器探究臺灣狐蝠之活動範圍

Home range of the Formosan flying fox (*Pteropus dasymallus formosus*) in Taiwan by satellite transmitter tracking

許家維¹、林清隆²、林融²、張簡琳玟¹、鄭錫奇^{1*}

Chia-Wei Hsu¹, Ching-Lung Lin², Jung Lin², Lin-Wen Changchien¹ and Hsi-Chi Cheng^{1*}

¹ 農業部生物多樣性研究所

² 社團法人台灣蝙蝠學會

¹Taiwan Biodiversity Research Institute, Nantou 552005, Taiwan.

²Bat Association of Taiwan

*通訊作者: chenghc@tbri.gov.tw

*Corresponding author: chenghc@tbri.gov.tw

摘要

食果性的狐蝠 (Flying foxes) 為生態系中許多植物的主要授粉者及種子播種者，被視為相當重要的基石物種 (Keystone species)。分布於臺灣地區的臺灣狐蝠 (*Pteropus dasymallus formosus*) 為琉球狐蝠 (*P. dasymallus*) 的五個亞種之一，昔日主要分布於臺東的綠島 (昔稱火燒島)，除了綠島，目前亦可在宜蘭龜山島和花蓮地區發現穩定族群，根據推估整體族群量僅約 200 多隻。由於族群量稀少、分布侷限，「野生動物保育法」列為瀕臨絕種 (Endangered species) 保育類野生動物，「臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄」則列為國家極度瀕危 (Nationally Critically Endangered) 類別。探討野生動物的活動模式有助於瞭解其分布與行為生態，對於瀕危物種的保育策略尤其重要。為探究臺灣狐蝠的活動範圍和遷移模式，本研究於 2021 年及 2022 年間在上述臺灣狐蝠的主要分布地區進行調查，並架設霧網捕捉夜間活動的狐蝠個體，藉由繫掛衛星發報器來追蹤其活動範圍，並探討其遷移模式及對棲地的忠誠度。結果 2021 年間在龜山島捕獲 6 隻臺灣狐蝠 (3 雌 3 雄)，2022 年間在花蓮地區捕獲 3 隻個體 (2 雌 1 雄)，共捕獲 9 隻；在綠島亦有嘗試捕捉但無所獲。我們選擇在龜山島和花蓮地區捕獲個體中的雄性成體和雌性成體各 1 隻 (合計 2 雄 2 雌共 4 隻) 進行標放和衛星追蹤，追蹤個體的回收期程短者僅 14 天，最長可達 176 天，個體活動範圍介於 1.2–17.3 km²，雄性個體的活動範圍均大於雌性個體，追蹤個體未發現有離島遷移或跨縣活動之長距離移動現象，顯示其對棲息區域有較高的忠誠度，而狐蝠個體區域性的活動情形應與當地食源樹種開花結果之物候狀況有關。

關鍵字：食果蝠、基石物種、族群量、衛星發報器、遷徙、捕捉標放

Abstract

Flying foxes, a frugivorous species, are key pollinators and seed dispersers for many plants in their ecosystems, and considered as a keystone species. The Formosan flying fox (*Pteropus dasymallus formosus*), one of five subspecies of the Ryukyu flying fox (*P. dasymallus*), was found in Taiwan. Previously, they were primarily found in Green Island (formerly known as Huoshao Island) of Taitung, and now the stable populations of Formosan flying fox can be found in Turtle Island of Yilan and in Hualien. The total population of Formosan flying fox is approximately around 200 individuals. Due to its small population and limited distribution, this species not only has been listed as an endangered species since the Wildlife Conservation Act was enacted in 1989, but also listed as nationally and critically endangered in the 2017 and 2024 Taiwan Red Lists of Terrestrial Mammals. Exploring the activity patterns of wild animals helps us understand their distribution and behavioral ecology, which is particularly important for conservation strategies for endangered species. To investigate the home range and migration patterns of the Formosan flying fox, this study conducted surveys in the main distribution areas of the species in 2021 and 2022. Mist nets were set up to capture

nocturnal individuals. Satellite transmitters were then attached to the captured individuals for tracking their range and investigating their migration patterns and habitat fidelity. The results show that 6 individuals (3 females and 3 males) were captured in Turtle Island of Yilan during 2021, and the other 3 individuals (2 females and 1 male) in Hualien during 2022, for a total of 9 Formosan flying foxes captured. Capture attempts were also made in Green Island of Taitung, but no results were achieved. A total of 4 individuals, including 2 male and 2 female adults captured in Turtle Island of Yilan and Hualien, were selected for tagging and satellite tracking. The recovery period for tracked individuals ranged from as short as 14 days to as long as 176 days. The home ranges of those individuals ranged from 1.2 to 17.3 km², and males had larger home ranges than females. No tracked individuals were found to migrate off the island or move long distances across counties, indicating a high degree of regional fidelity. The regional movements of flying foxes are likely related to the flowering and fruiting phenology of local food source trees.

Key words: Fruit bat, Keystone species, population size, satellite transmitter, migration, marked-recapture

收件時間：2025 年 08 月 04 日 Received: August 04, 2025

接受時間：2026 年 01 月 29 日 Accepted: January 29, 2026

緒言

狐蝠屬物種 (*Pteropus* spp.) 主要分布於舊世界的熱帶、亞熱帶大陸與島嶼，由西往東從馬達加斯加及其週邊群島、印度半島、東南亞至南太平洋群島，由北而南從日本琉球群島至澳洲大陸北岸 (Corbet and Hill 1991; Hall and Richards 2000)。因雙眼圓大明亮，鼻吻部突出似狐類長相而稱為狐蝠 (Flying Foxes)，主要以植物果實與花粉花蜜為食，因此亦稱為果蝠 (Fruit bat) (Wilson and Reeder 2005; Nakamoto *et al.* 2007)。狐蝠類物種為許多顯花植物主要的授粉者及播種者，是生態系中相當重要的基石物種 (Keystone species) (Cox *et al.* 1991; Fujita and Tuttle 1991; Rainey *et al.* 1995; Mildenstein *et al.* 2005; McConkey and Drake 2006; Nakamoto *et al.* 2009)。

琉球狐蝠 (*Pteropus dasymallus*) 為全世界狐蝠屬分布最北界之物種，除臺灣狐蝠 (*P. d. formosus*) 外另包括其他 4 個亞種：分布於琉球群島北部的永良部狐蝠 (*P. d. dasymallus*)、琉球本島的折居氏狐蝠 (*P. d. inopinatus*)、琉球群島東方大東島的大東狐蝠 (*P. d. daitoensis*)，以及琉球群島西南方的八重山狐蝠 (*P. d. yayeyamae*) (Vincenot *et al.* 2017)。根據國際自然保育聯盟 (International Union for Conservation of Nature) 的瀕危物種紅名單 (IUCN Red List of Threatened Species)，琉球狐蝠被列為易危等級 (Vulnerable)，各亞種中以折居氏狐蝠及八重山狐蝠族群數量相對較多 (目前皆有數千隻以上)、大東狐蝠有 300~500 隻個體、永良部狐蝠則少於 200 隻，後兩者均屬極危等級 (Critically Endangered)，而

臺灣狐蝠則被認為處於滅絕邊緣 (Verge of Extinction) (Vincenot 2017)；臺灣地區「2017 臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄」及「2024 臺灣陸域哺乳類紅皮書名錄」均將臺灣狐蝠列為國家極度瀕危等級 (Nationally Critically Endangered) 的物種 (鄭等 2017；鄭等 2024)，而「野生動物保育法」自 1989 年頒布實施，即將臺灣狐蝠列為瀕臨絕種保育類。

臺灣狐蝠屬於翼手目 (Chiroptera) 狐蝠科 (Pteropodidae) 狐蝠屬 (*Pteropus*)，為臺灣最大型的特有亞種蝙蝠 (鄭等 2022a)，雙翼展開長度可達約 1 公尺，頸部有一圈金黃色至白色短毛，主要以植物的果實為食，而鄭等 (2022b) 在花蓮地區亦調查發現狐蝠會取食樹葉 (如島榕 *Ficus virgata* 等)。臺灣狐蝠最早於臺灣的紀錄為 1873 年英國學者 Sclater 所記載，當時視為一獨立種 (Sclater 1873)；1933 年日本學者黑田長禮則認為臺灣狐蝠與琉球狐蝠的型態相似，而將其併入琉球狐蝠的亞種之一 (Kuroda 1933)。昔日學者認為臺灣狐蝠的主要產地為火燒島 (即今日綠島)，多數僅描述其外部形態、發現紀錄及分布為主 (堀川 1932、黑田長禮 1940)，對於生態習性或族群狀況瞭解有限。目前所知，臺灣狐蝠主要分布於綠島、龜山島及本島東部花蓮等處，東部沿岸其他區域亦有零星出現紀錄 (鄭等 2022b)。林及裴 (1999) 根據訪問綠島居民推估，早期島上的臺灣狐蝠族群數量曾高達 2,000 隻，自 1970 至 1980 年間因大量獵捕，以及後續棲地開發及林相改變的影響，導致族群數量急速下降，現今島上的族群數量已相當稀少 (Wu *et al.* 2022；鄭等 2022b)；宜蘭縣龜山島則於 2006 年首次發現有臺灣狐蝠

存在，之後的研究估算島上至少有 15 隻以上的族群 (吳 2010)。根據鄭等 (2022b) 以發現的新鮮食渣數推估臺灣地區的臺灣狐蝠族群量約為 165 隻 (範圍 98–240 隻)，其中龜山島族群量為 103 隻 (範圍 51–162 隻)、花蓮地區族群量為 50 隻 (範圍 41–59 隻)、綠島族群量為 12 隻 (範圍 6–19 隻)；而陳湘繁研究團隊以分生資料研究推估臺灣地區 (龜山島、綠島及花蓮地區) 的臺灣狐蝠族群量約有 240 隻 (Wu *et al.* 2022)。

大部分的狐蝠具有良好的飛行能力，有些狐蝠類群每晚可以飛行超過 100 km (Wiles and Glass 1990; Nowak 1994; Tidemann and Nelson 2004; Daszak *et al.* 2006; Richter and Cumming 2008; Roberts *et al.* 2012)。狐蝠屬的物種大多為群居性，但琉球狐蝠為獨居種類，棲息習性截然不同，通常也是單獨活動覓食。Nakamoto (2008) 研究分布於沖繩的折居氏狐蝠 (*Pteropus dasymallus inopinatus*) 指出，其日棲所平均活動範圍僅約 0.53 km²。相較於其他狐蝠物種，琉球狐蝠大部分的覓食地點都距離棲息處所約 7 km 內，很少會移動超過 30 km (Nakamoto *et al.* 2011)，僅當食物資源有變化或短缺時，才會促使個體於鄰近島嶼間跨島移動或往返，目前尚未發現有遠距離的遷徙現象。Sakaguchi and Toyama (1992) 曾對大東狐蝠進行無線電追蹤，發現其會在島嶼間往返，飛行距離約為 8 km。然而，琉球狐蝠的亞種分布廣泛，最北在日本琉球群島北部，最南可達菲律賓的巴丹島，顯示本種仍具有長距離遷徙的潛在能力 (Ingle and Heaney 1992; Vincenot *et al.* 2017)。根據近年利用分子生物學方法探討臺灣狐蝠與其他琉球狐蝠亞種間的親緣關係，結

台灣生物多樣性研究 TW J. Biodivers. 28(3): 180-204, 2026
果顯示臺灣狐蝠與相鄰的八重山狐蝠親緣關係最近，彼此的遺傳分化並不顯著 (Lin *et al.* 2021; Chen *et al.* 2021)，顯示亞種間確實存在某種程度的交流。

目前大部分的狐蝠物種都被 IUCN 列為受威脅物種 (IUCN 2024)，普遍面臨著天然災害 (如颱風、森林大火、熱浪及寒流之極端氣候等) 及疾病的影響，尤以海島族群為甚 (Mickleburgh *et al.* 1992; Pierson *et al.* 1996; Welbergen *et al.* 2008; Mildenstein 2020; Waldien and Bunbury 2020)，人類的狩獵食用或捕捉販賣亦會導致族群數量銳減 (Wiles 1986; Mickleburgh *et al.* 1992; Struebig *et al.* 2007; Mildenstein 2020)；而隨著人類活動範圍持續擴張，林地開發或林相改變則會造成狐蝠食物資源與棲地大量減少 (Mildenstein *et al.* 2005; Chaiyes *et al.* 2017)。

探討野生動物的活動範圍與活動模式有助於瞭解其分布與行為生態，對於瀕危物種的保育策略尤其重要，現今可以透過 (1) 捕捉標誌後釋放、(2) 無線電發報器及 (3) 衛星發報器等方式的追蹤研究取得相關資料。昔日以標記或上環方式多應用於鳥類及蝙蝠類群個體追蹤，尤以鳥類最為廣泛 (Bairlein 2001)，蝙蝠類群因較難掌握其移動方式及棲所特性，標記個體的重複捕捉機率不高，資料相對較少 (Holland 2007; Holland and Wikelski 2009)，目前較成功的案例為墨西哥游離尾蝠 (*Tadarida brasiliensis*) 及埃及果蝠 (*Eidolon helvum*) (Cockrum 1969; Thomas 1983)。無線電發報器由於重量較輕，規格較小，適用於小範圍或地面上持續有穩定訊號的物種追蹤，以瞭解移動情形 (Palmer and Woinarski 1999; Olival

and Higuchi 2006; Breed *et al.* 2010)，但需投入較多的人力資源。衛星發報器克服了監測範圍的限制，能應用在較廣泛區域及長距離的追蹤 (Olival and Higuchi 2006)，哺乳類的亞洲象 (*Elephas maximus*) 及雪豹 (*Panthera uncia*) 均使用過衛星追蹤研究 (Stuwe *et al.* 1998; McCarthy *et al.* 2005; Venkataraman *et al.* 2005)，而蝙蝠類群中以狐蝠屬的體型最適合應用衛星追蹤 (Olival and Higuchi 2006)，首次使用衛星追蹤研究者為澳洲灰頭狐蝠 (*P. poliocephalus*) (Tidemann and Nelson 2004)，之後則有黑狐蝠 (*P. alecto*)、俾斯麥狐蝠 (*P. neohibernicus*)、馬來大狐蝠 (*P. vampyrus*) 的衛星追蹤以獲得移動模式，有助於立百 (Nipah virus) 及亨德拉病毒 (Hendra virus) 疾病的監測 (Daszak *et al.* 2006; Breed *et al.* 2010)。

目前在臺灣運用衛星發報器的追蹤研究瀕臨滅絕哺乳類有臺灣黑熊 (*Ursus thibetanus formosanus*) (Hwang *et al.* 2010) 和石虎 (*Prionailurus bengalensis*) (林育秀私人聯絡) 等。有關臺灣狐蝠則有在龜山島上使用無線電進行的追蹤研究 (吳 2010; 呂等 2012; 陳湘繁私人聯絡)，但僅有日棲所 (day roost) 活動範圍資料，對於夜間活動狀況並不瞭解。本研究為臺灣首次應用衛星追蹤技術於臺灣狐蝠活動範圍與活動模式的案例，主要在其已知族群的分布地點進行個體的捕捉標放，並以配戴衛星發報器進行追蹤研究，期能對於臺灣狐蝠族群的活動範圍及活動模式有進一步瞭解，並探討是否有跨島或是長距離的遷移行為。

運用衛星發報器探究臺灣狐蝠之活動範圍 net) 進行捕捉，選擇捕獲個體中適當之成體進行衛星發報器標放追蹤。

材料與方法

一、樣區概述(圖 1)

(一) 龜山島

龜山島位於宜蘭縣頭城鎮東方海面約 10km 外的小島，面積約為 2.8km²，島上海拔高度最高處約 398 m。1977 年後劃為軍事管制地，原島上居民移居宜蘭頭城，目前僅有海巡大隊駐守。然為發展觀光，管理單位於每年 4-11 月間開放遊客於日間登島，傍晚前即需離開島嶼，人為干擾較少，因此造就了島上現今自然資源豐富，逐漸地更新為天然次生林，島上擁有一些適合臺灣狐蝠的食物資源，如：稜果榕 (*Ficus septica*)、水同木 (*F. fistulosa*)、榕樹 (*F. microcarpa*) 及三葉山香圓 (*Turpinia ternata*) 等植物 (鄭等 2022)。

(二) 花蓮

花蓮位於臺灣東部地區，腹地周邊地形垂直變化大，西邊為陡峭的中央山脈，東邊臨海，為許多河流之出海口，城市聚落集中於花蓮市及其周邊，亦與海岸線為鄰。目前調查資料顯示，當地的臺灣狐蝠主要分布於花蓮市及其周圍鄉鎮，出沒地點食物資源豐富，主要為市區景觀行道植物或海岸防風植物，如大葉山欖 (*Palaquium formosanum*)、瓊崖海棠 (*Calophyllum inophyllum*)、稜果榕及島榕 (*F. virgata*) 等植物 (鄭等 2022)。然而，當地臺灣狐蝠主要棲息及活動區域與人類居住生活場域高度重疊。

二、網具捕捉、形質測量及標放研究

本研究於 2021 年 8 月 (夏季) 及 10 月 (秋季) 至龜山島進行各 4 天 3 夜的登島調查，於島上狐蝠潛在出沒區域或飛行路徑上架設霧網 (mist

2022 年 4 月花蓮地區拾獲 1 隻臺灣狐蝠雄性成體 (編號 BATTW013)，照護數日後健康狀況良好，本研究團隊將其繫掛充電式衛星發報器進行野放，每天設定活動時間(詳下述)持續接收回傳之點位資料；然發報器於當年 6 月底已無訊號回傳。研究團隊推測可能已無電力，於是在當年 7 月間至其活動區域架設霧網進行再捕捉標放。另於 2022 年間調查期中若有捕獲的個體亦會選擇適當之成體進行衛星發報器標放追蹤。

上述於夜間架設霧網進行捕捉通常選擇臺灣狐蝠的活動高峰時段 (約夜間 18–21 時)，使用長寬為 6m × 2.6m 的霧網，依場域空間結構的不同架設於 2 根長 6m 的伸縮鋁竿、10m 的磯玉桿或 13m 的檳榔桿等不同桿子上，並將其基部固定。研究人員在旁守候，以便當捕獲臺灣狐蝠時能立即將其從霧網上繫解下來，減少個體緊迫，或因霧網纏繞而帶來的傷害。捕獲個體會將其放置於透氣棉布袋中 (1 隻置於 1 袋中)，後續攜回室內進行檢視性別、年齡 (成體或幼體)、生殖狀態，以及測量其體重、前臂長、腳脛長、翼展長及脖圍等形質資料後，每隻個體會按性別於右翼 (雌性) 或左翼 (雄性) 大拇指上標誌具號碼的鋁製指環 (<0.05 g, 2.9 mm, Porzana Ltd., UK) 作為後續再捕捉時的個體辨識用。本研究選擇體重超過 340 g 的臺灣狐蝠成體繫掛衛星發報器 (內建電池型 Pinpoint Argos 350 或太陽能型 Pinpoint Argos solar-M 350, Lotek Wireless Inc, UK，如圖 4) 進行追蹤研究。發報器的重量約介於 21 g (太陽能型)–26 g (內建電池型) 之間，本研究選擇配

台灣生物多樣性研究 TW J. Biodivers. 28(3): 180-204, 2026

戴發報器之重量原則上以不超過標放個體體重的 5%。發報器承載背帶使用軟性皮革製作，並以棉線固定，根據個體的脖圍數值裁切適合的發報器背帶長度固定完成 (如圖 5)。佩掛發報器的個體會放置於大型蚊帳中進行數小時的觀察，瞭解其對發報器的適應情形，以及是否有容易脫落的情況發生；如無嚴重的排斥及脫落情況，則在餵食少量的水果及水分後，即於原捕獲地點周邊空曠處進行野放。所有的研究及操作程序均經由農業委員會林務局申請採集核准，並遵守動物研究使用指南。

三、衛星發報器資料回收排程設定及資料分析

於龜山島所選擇的 2 隻配戴衛星發報器成蝠個體 (雌性 BATTW050、雄性 BATTW012) 因標放追蹤日期不一樣，追蹤資料回收排程分別設定於 2021 年 8 月 10 日及 10 月 19 日晚間開始啟用，前 2 周 (8/10~8/23、10/19~11/2) 夜間活動資料於夜間 18:00 至隔日清晨 06:00 以每小時定位 1 次回收，2 周後改為每晚每 2 小時定位 1 次；日間點位則僅於中午 12:00 收取 1 個定位點位資料。這種設定主要考量狐蝠於夜間活動及電池電力的持續性，在電力耗盡前儘量收集其活動點位資料。

於花蓮亦選擇 2 隻成體配戴衛星發報器進行追蹤研究。第一隻標放的雄性成體 (BATTW013) 有 2 次的野放追蹤資料：第 1 次標放的衛星發報器資料回收排程設定於 4 月 22 日啟用，前 2 周 (4/22-5/5) 夜間活動資料於夜間 18:00 至隔日清晨 06:00 以每小時定位 1 次，2 周後 (5/6-5/19) 改為每晚每 2 小時定位 1 次，4 周後 (5/20) 改為

每 3 小時 (於 18:00、21:00、24:00、3:00、6:00) 定位 1 次；日間則僅於中午 12:00 收取一個定位點位。該個體於 2022 年 7 月 21 日進行第 2 次野放，衛星發報器排程設定為每日定位 20:00 及 4:00 等 2 個點位，每周會有 1 日收取完整夜間資料，於夜間 18:00 至隔日清晨 06:00 每 2 個小時定位 1 次，可回收 7 個點位資料；日間則僅於中午 12:00 收取 1 個定位點位。

花蓮捕獲標放的雌性成體 (BATTW047) 的衛星發報器資料回收排程設定於 7 月 21 日啟用，前 1 個月 (7/21-8/21) 夜間活動資料以每 3 小時定位 1 次，1 個月後 (8/22) 改為每日定位 20:00 及 4:00 等 2 個點位，每周會有 1 日收取完整夜間資料；日間則僅於中午 12:00 收取 1 個定位點位。

衛星發報器的點位回報資料於 Argos web (<https://argos-system.cls.fr/argos-cwi2/main.html>) 進行下載，後續以 Lotek Argos-GPS Data Processor V3.18 進行資料解碼轉檔，並存成 CSV 檔案檢視其點位資訊。點位資料使用 ArcGIS10.8.1 版進行分析，將點位匯入進行活動範圍計算，包括活動範圍最大面積及活動範圍直線最遠距離等，活動範圍以標放追蹤期間日夜間各個追蹤個體回傳之衛星定點資料進行最小多邊形法 (minimum convex polygon, MCP)，並以 100% MCP (MCP 100) 計算並繪製圖形，直線最遠距離則為兩點間的最遠的直線距離計算之。

結果

一、以衛星發報器追蹤野放狐蝠

本研究 2021 年 8 月間於龜山島以霧網共捕

獲 5 隻臺灣狐蝠，其中 3 隻為雌性成體，2 隻為雄性亞成體 (表 1)，選擇其中 1 隻體重為 340 g 的雌性成體 (BATTW050)，當下檢視已無哺乳現象，且認為適合進行標放追蹤之健康個體，因此將其繫掛充電式衛星發報器進行野放及追蹤；同年 10 月間捕獲 1 隻體重 390 g 之雄性成體 (BATTW012)，檢視健康無虞後，亦將其繫掛太陽能式衛星發報器進行野放及追蹤 (表 2)。

2022 年 4 月間 (春季) 於花蓮市拾獲 1 隻體重為 400 g 之雄性成體 (BATTW013)，繫掛充電式衛星發報器進行野放追蹤。然而該個體於當年 6 月後無衛星訊號回傳，因此在同年 7 月間在於其潛在活動區域進行夜間的霧網捕捉，結果共捕獲 3 隻臺灣狐蝠個體，除了重複捕獲原標放的雄性成體外，另外還捕獲 1 隻雌性成體及 1 隻雌性亞成體。經檢視及形態值測量結果發現，再次捕獲的原野放追蹤之雄性成體的體重微幅增至 427 g，顯示標放期間健康狀態良好，於是更換繫掛一顆新的充電式發報器；另該雌性成體 (BATTW047) 體重為 376 g，為適合標放追蹤之個體，遂繫掛太陽能式衛星發報器進行野放及追蹤。至於該雌性亞成體 (BATTW048) 則僅於其右翼拇指標識金屬指環原地釋放。研究期間捕獲狐蝠個體之體重等型值與標放個體繫掛衛星發報器之基本資料參見表 2。不同地區及個體追蹤結果分述於下：

二、龜山島標放狐蝠個體的活動範圍

編號 BATTW050 之雌性成體 A 為臺灣首次使用衛星發報器進行追蹤研究之臺灣狐蝠，該個體於 2021 年 8 月 10 日晚間 19:20 捕獲，並於當

晚午夜 24:00 進行野放及追蹤，衛星資料回收期程自 2021 年 8 月 11 日至 9 月 5 日止，共計 25 日，回傳資料筆數每日 3 筆至 13 筆不等，結果累積共有 186 筆定位資料回傳，其中 164 筆為夜間點位，22 筆為日間點位，發報器定位成功率為 66.9%。此期間夜間活動主要區域在龜尾湖東南面之森林區域，僅有 5 筆紀錄位於北岸步道，有 4 筆點位顯示其夜間會於南方海面活動。日棲所點位大多棲息於龜尾湖周邊森林內，僅有 1 筆定位資料顯示偶會棲息於龜尾湖往南靠近海面之地區。研究期間點位分析結果顯示，雌性個體 BATTW050 的日棲所範圍相當侷限，面積僅 0.086 km²，夜間活動範圍面積為 1.2 km²，夜間活動範圍中最遠直線距離為 1.6 km，而單日活動最遠直線距離為 0.97 km (圖 2 及表 3)。

雄性成蝠 B (BATTW012) 於 2021 年 10 月 19 日 19:40 捕獲，並於隔天 (20 日) 清晨 5:30 進行野放，衛星資料回收期程為 2021 年 10 月 20 日至 2022 年 1 月 28 日，共計 101 日，雖然期程天數較長，但僅有 14 日之資料定位成功回傳，由於該個體配戴太陽能式充電發報器，可能成功充到電的狀況不穩定，使得定位回傳資料相對較少，每日回傳資料筆數 1 至 11 筆不等。結果共計有 48 筆定位資料回傳，其中 40 筆為夜間點位，8 筆為日間點位，發報器定位成功率為 38.7%。

此期間夜間活動主要區域為龜尾湖東面及北岸步道之森林區域，每個月份所呈現的活動地區有些微不同，日棲所則大多棲息於龜尾湖東側森林內；點位分析結果顯示，夜間活動範圍面積為 2.4 km²，日棲所範圍面積為 0.246 km²，夜間活動範圍最遠直線距離為 2.8 km，單日活動最遠

台灣生物多樣性研究 TW J. Biodivers. 28(3): 180-204, 2026
直線距離為 1.77 km (圖 2 及表 3)

研究期間在龜山島標放追蹤的兩隻臺灣狐蝠個體的日棲所似乎都相當固定且侷限於一處，而夜間活動時雖然偶會出現在近島的海面上，但均未發現有離島遷移的現象，結果顯示牠們對於棲地的忠實度甚高；雄性個體的活動範圍及最遠直線距離均大於雌性個體。

三、花蓮地區標放狐蝠個體的活動範圍

雄性成蝠 C (BATTW013) 於 2022 年 4 月 18 日被拾獲，經過幾日的收容照顧後健康狀況良好，遂將其繫掛充電式衛星發報器於 2022 年 4 月 22 日清晨 4:00 進行野放追蹤。該顆發報器自 2022 年 4 月 22 日起即有資料回收，然而至 6 月 24 日後未再收到訊號，推測發報器電力已耗盡；後續於 2022 年 7 月 21 日進行第二次捕捉並再次野放，資料回收期程為 7 月 21 日起至 10 月 31 日；兩次的捕捉標放資料回收期程共計 167 日，共有 504 筆定位資料回傳，每日回傳資料筆數 0 至 8 筆不等，其中 389 筆為夜間點位，115 筆為日間點位，定位成功率為 55.9%。點位分析結果顯示，夜間活動區域以花蓮市與新城鄉交界處為主，日棲所大多棲息於花蓮市北方相同區域。合併兩次的追蹤期間，夜間活動範圍面積為 17.3 km² (單次分別為 14.8 km² 及 7.8 km²)，日棲所活動範圍為 0.892 km²，夜間活動範圍最遠直線距離為 5.9 km (單次分別為 5.5 km 及 4.9 km)；單日活動最遠直線距離為 4.29 km (圖 3 及表 3)。

雌性成蝠 D (BATTW047) 於 2022 年 7 月 20 日晚間 20:25 捕獲，並於當晚 23:50 進行野放，資料回收期程自 2022 年 7 月 21 日起至 2022 年

10 月 12 日，共計 85 日，但該顆太陽能式衛星發報器偶有資料中斷回傳的現象，可能是因為沒有足夠的太陽光照射充電，造成偶而資料會有中斷的情形。該個體共有 97 筆定位資料回傳，其中 78 筆為夜間點位，19 筆為日間點位。該顆發報器定位成功率為 33.4%。點位分析結果顯示，夜間活動範圍主要在花蓮市北方，日棲所範圍為花蓮市北方相同區域。夜間活動範圍面積為 5.2 km²，夜間活動範圍最遠直線距離為 3.4 km；日棲所之活動範圍為 0.763 km²，單日活動最遠直線距離為 2.27 km (圖 3 及表 3)。

研究期間在花蓮地區捕捉標放進行追蹤的兩隻臺灣狐蝠個體的日棲所幾乎相當固定且侷限在某一特定區域，而在夜間活動時主要活動於花蓮市區及鄰近周邊，並未發現有長距離遷移 (如飛離花蓮縣市) 的現象；結果顯示雄性成體的活動範圍及最遠直線距離均大於雌性成體。

討論

一、狐蝠活動範圍及遷移行為研究

Sakaguchi and Toyama (1992) 曾針對大東狐蝠 (*Pteropus dasymallus daitoensis*) 進行無線電追蹤研究，發現其在島嶼間往返的飛行距離約為 8 km。Nakamoto (2008) 透過直接觀察與無線電追蹤沖繩的折居氏狐蝠 (*P. d. inopinatus*) 的研究指出，其日棲所平均活動範圍僅約 0.53 km²，但會因改變覓食與棲息狀況而進行小範圍的移動。呂等 (2012) 以無線電追蹤龜山島的狐蝠個體，發現其日棲所範圍平均僅約 0.1 km²，夏季時較常變換棲所位置，秋冬則多位於固定棲所。本研究為臺灣首次以衛星發報器標放追蹤臺灣狐

蝠活動範圍的研究，由於電力供給因素導致回收點位僅有 1、2 季資料，但追蹤龜山島狐蝠結果顯示其日棲所範圍亦相當侷限（雄性成體 0.246 km²、雌性成體 0.086 km²），在花蓮地區追蹤的日棲所範圍結果亦然（雄性成體 0.892 km²、雌性成體 0.763 km²）（表 3）。

澳洲的灰頭狐蝠 (*P. poliocephalus*) 會因為食物資源的變化而進行長距離的移動 (Tidemann and Nelson, 2004; Roberts *et al.* 2012)；東加群島上的東加狐蝠 (*P. tonganus*) 亦會跟隨著食物資源變化在不同島嶼間移動 (McConkey and Drake 2007)，而非洲黃毛果蝠 (*Eidolon helvum*) 則會因為覓食需求而有長距離的移動 (Richter and Cumming 2008)。Nakamoto *et al.* (2007) 研究指出分布於沖繩的折居氏狐蝠屬於多策略覓食者 (generalist forager)，有廣泛的食性且可隨環境變化而轉變，這種情形和臺灣狐蝠類似。Nakamoto *et al.* (2011) 指出，相較於其他狐蝠物種，琉球狐蝠大部分的覓食地點都距離棲息處所約 7 km 內，僅有少數個體會移動超過 30 km，而當其食物資源有變化或短缺時，才可能會促使於島嶼間跨島移動，而雖然大東狐蝠亦未發現過長距離的遷移，但八重山狐蝠與永良部狐蝠均有遷移的發現紀錄，由此推測琉球狐蝠亞種應是具有潛在的遷移能力，可能受到族群擴散現象或食物資源影響所致 (Nakamoto *et al.* 2011)。以目前資料顯示，或許因為龜山島和花蓮兩個地區的食物資源均相當豐富，生存其中的狐蝠個體尚無食物短缺的壓力，僅會在其活動範圍內隨著不同季節食源植物果實成熟的情形而做短距離的移動。然而，歷年來在臺灣本島東部地區的秋冬之際確實曾經在

運用衛星發報器探究臺灣狐蝠之活動範圍多處發現有臺灣狐蝠零星出現的資料 (鄭等 2022b)，因此後續仍待充分的研究資料來證實臺灣狐蝠是否有離島或長距離遷移的現象。

此外，Palmer and Woinarski (1999) 研究黑狐蝠 (*Pteropus alecto*) 指出，雌性個體活動範圍有較雄性個體廣的現象，且對於棲所的使用會因食物資源而變動；而林等 (2010) 根據過去在龜山島的無線電追蹤資料亦曾推測，雌性個體比起雄性可能有較廣的活動範圍。然而，本研究不論在於龜山島或是花蓮地區以衛星追蹤的結果卻顯示雄性個體活動範圍均大於雌性個體，這種結果可能會與追蹤樣本數太少、或追蹤期程不夠長，以及是否涵蓋生殖季有關，實際狀況仍需進一步驗證。

二、龜山島狐蝠的活動範圍

過去曾於 2009–2012 年間在臺灣有針對龜山島臺灣狐蝠以無線電追蹤進行標放追蹤的研究 (吳 2010；呂等 2012；Wu *et al.* 2022)，該期間共進行 5 隻臺灣狐蝠 (3 隻雄性及 2 隻雌性) 的無線電追蹤以探討其棲所選擇，根據三角定位的結果，個體的活動範圍會回到大致的固定位置棲息，並且推測地點為谷地，日棲所範圍 0.017–0.848 km²，夏季時移動較為頻繁，活動範圍較大，其餘皆為秋、冬季，可能受到東北季風影響，多棲息於谷地及森林中，活動範圍大致相同，狐蝠在日棲所的選擇上有季節性的差異。本研究以衛星發報器標放追蹤的雌性個體 A (BATTW050) 與雄性個體 B (BATTW012) 的日棲所範圍面積亦相當侷限，分別僅 0.086 km² (25 天回傳資料) 及 0.246 km² (14 天回傳資料)；可見分布於龜山島的

狐蝠其日間選擇棲息的地點都相當固定。然而本研究利用衛星發報器標放可進一步追蹤獲得狐蝠的夜間活動資料，結果顯示即使雄性成體 B (BATTW012) 資料回傳天數比雌性成體 A (BATTW050) 少 (14 天 vs. 25 天)，但雄性成體夜間活動範圍 (2.4 km²) 明顯大於雌性成體 (1.2 km²)，此外雄性個體的單一日活動的最遠直線距離亦明顯大於雌性個體 (圖 2 及表 3)，顯示龜山島上的雄性成體的活動狀況比雌性成體活躍。研究期間的回收資料顯示，當時在龜山島捕捉標放的狐蝠頂多僅偶而出現在近島的海域上，並未有離島遷移的現象。

Chen *et al.* (2021) 經由分子生物的親源研究結果發現，龜山島的臺灣狐蝠族群與八重山狐蝠亞種的基因結構相近，故推測目前分布於龜山島的臺灣狐蝠可能是來自八重山狐蝠個體的擴散現象；一般而言，雖然哺乳類動物的遷移模式通常為雄性播遷 (Greenwood 1980; Kerth *et al.* 2002)，但是因為八重山群島 (Yaeyama Islands) 最西側的與那國島 (Yonaguni) 距離龜山島僅約 105 km，島嶼間距離並不遠，雌雄狐蝠可能因為某種因素 (擴散行為、東北季風等) 而遷移飛抵龜山島棲息生存。

三、花蓮狐蝠的活動範圍

花蓮地區的臺灣狐蝠追蹤的過程發現，個體並未有長距離移動 (如跨縣市) 的情況發生，僅在有限的範圍區域移動，可能是受到食物資源的影響；花蓮地區狐蝠食物資源豐富，目前已記錄其曾使用 25 種植物 (鄭等 2022b)，根據觀察及食渣發現情形，當食源植物的果實於不同時期成熟時，狐蝠會移動至該地區活動覓食，顯示狐蝠

個體區域性的活動情形應與當地食源樹種開花結果之物候狀況有關，進行較短程的移動。琉球狐蝠研究指出其偏好棲息於山谷間，於龜山島追蹤的結果亦為如此 (吳 2010)；本研究初始我們亦認為花蓮的狐蝠日間可能棲息於山區，傍晚時始從山區飛往市區活動覓食，但花蓮市區的狐蝠與我們原先所預期的有所不同，經由本研究的追蹤結果，花蓮的狐蝠日間即棲息在的公園或校園之高大樹種上 (如大王椰子 *Roystonea regia*)，其日棲所與人類活動環境高度重疊，而且地點通常距離食物資源不遠處，而因當地食源穩定之故，其對棲息區域有較高的忠誠度。本研究目前標放追蹤的狐蝠個體僅有兩個季節的資料，未來若能延長追蹤期程以瞭解個體於不同季節的活動動態，並配合棲息或活動區域的食源植物物候學資料，將有助於建立狐蝠於不同季節與食源植物間的動態地圖。目前所標放追蹤的兩隻個體的日棲所及夜間活動點位有高度的重疊，然而可能因為兩隻個體性別不同，所以在活動空間上並未有明顯區隔的現象，不過雄性個體的夜間活動範圍和研究期間及單一日活動的最遠直線距離亦明顯大於雌性個體。

四、運用衛星發報器於臺灣狐蝠活動範圍研究

本研究於宜蘭龜山島和花蓮地區針對臺灣狐蝠使用衛星發報器進行標放追蹤的研究為臺灣首次案例。在龜山島標放的雌性成體 A(BATTW050)首先使用充電式衛星發報器進行追蹤，雖然野放後即開始有點位資料回傳，但在數月後訊號即消失於島嶼周邊，推測發報器可能脫落而掉於森林底層或海面上，導致無法持續回

傳資料。這種結果可能是在繫掛發報器時較為寬鬆而導致容易有脫落。雄性成體 B (BATTW012) 則首次使用太陽能型衛星發報器，野放前發報器雖然有前測功能及充飽電力，但野放後資料回收狀況並不佳，追蹤期間偶會斷訊後才能再次收到回傳訊號。吳 (2010) 當年在龜山島標放狐蝠的追蹤研究，部分個體發報器回收資料最快 1 日或 1 週即失去訊息，推測可能的原因包括 (一) 飛到島上收不到訊號的地方，(二) 已經離開龜山島，(三) 發報器故障。龜山島位於臺灣東北方，本研究標放的雄性成體 (BATTW012) 則可能受到天候 (如東北季風、降雨期增加等) 影響，太陽的日照天數減少而導致太陽能發報器的充電效益降低；該顆發報器雖然仍維持 3 個多月運作，可惜僅收到 14 日的點位資料。本研究在龜山島上運用衛星發報器標放追蹤狐蝠，理論上都可以在設定的時間回收狐蝠棲息或活動的點位，除非故障或沒電。不過就回收資料的結果而論，充電式衛星發報器比太陽能型衛星發報器穩定性較佳。

大部份翼手目動物之負重能力甚佳 (Aldridge and Brigham 1988)，蝙蝠類子代初生幼蝠體重約占母蝠的 20%~30%，體重占成體比重較其他哺乳動物的 5%~10% 重許多 (Altringham 1996)。臺灣的較大型蝙蝠 (如臺灣狐蝠、臺灣葉鼻蝠 *Hipposideros armiger terasensis* 等) 在幼蝠出生後初期會背負著幼蝠活動覓食，一直到幼蝠可獨立飛行及覓食 (鍾秀綢私人觀察；Cheng and Lee 2002)。本研究配戴發報器進行標放研究之狐蝠成體重量在 340–427 g 之間 (表 2)，發報器承載背帶使用軟性皮革製作並以螺絲釘固定，完成之發報器重量約介於 21 g (太陽能型)–26 g (內建電池

運用衛星發報器探究臺灣狐蝠之活動範圍型) 之間，使得標放個體負重發報器之重量約其體重的 6%，略為超過以不超過標放個體 5% 之原則。然而，從釋放前的觀察、釋放當下飛離行為，以及追蹤活動範圍過程與結果顯示，略重的負載對本研究標放的狐蝠個體活動影響不大。

花蓮地區的臺灣狐蝠生存於市區及周邊棲息與活動覓食，環境與人類活動與居住區域高度重疊，在執行捕捉上相對不易，也容易引起民眾的好奇與關注 (註：臺灣狐蝠為瀕臨滅絕保育類野生動物)；至於成功捕獲進行衛星追蹤的狐蝠個體，當地的政府與民間團體也相當關心，而透過衛星追蹤研究提供狐蝠出沒的點位資訊，再請當地志工即時掌握追蹤個體的動態，並定期拍攝其野外活動或棲息的狀況回報給研究團隊則是花蓮地區追蹤研究狐蝠的優勢之一。研究期間，我們也曾在臺東綠島嘗試進行狐蝠的捕捉標放，可惜觀察發現與捕捉掌握度均有其困難，因而功虧一簣而無法順利捕獲之；鄭等 (2022b) 報告指出綠島目前族群數量可能僅剩下約 7 隻，且似有持續減少的趨勢，存續狀況令人憂慮。

謝誌

本研究在林業及自然保育署 (原林務局) 統籌規劃的「國土生態保育綠色網絡建置計畫」項下「瀕危野生動物保育優先性評估、行動計畫與推動」之執行經費支持。感謝兩位審查委員提供寶貴的修改意見。感謝林業及自然保育署暨宜蘭分署、花蓮分署、臺東分署、東北角暨宜蘭海岸國家風景區管理處、東部海岸國家風景區管理處、海洋委員會海巡署北部分署龜山島安檢所、綠島國家人權博物館、宜蘭縣政府、花蓮縣政府、臺東縣

台灣生物多樣性研究 TW J. Biodivers. 28(3): 180-204, 2026
政府及所屬單位等行政協助；社團法人台灣蝙蝠
學會、社團法人中華民國荒野保護協會花蓮分會、
洄瀾風生態有限公司等民間友人和志工的協助。
特別感謝國立台北大學陳湘繁教授與阮仲豪先
生、中原大學陳怡寧教授、生物多樣性研究所黃
光隆、劉嘉顯、張義榮、陳宏彰、湯秋松等人協
助進行現場調查研究與捕捉標放等工作。

引用文獻

呂光洋、陳湘繁、吳忠信、林良恭、張明雄、
李涵君。2012。龜山島台灣狐蝠族群監測
暨棲地利用調查。行政院農業委員會林務
局。18頁。
吳慧雯。2010。台灣狐蝠生態研究之初探。國
立台灣大學森林環境暨資源學系。碩士論
文。88頁。
林良恭、裴家騏。1999。臺灣狐蝠的野外族群
現況。特有生物研究1(1):12-19。
林良恭、陳湘繁、張明雄、吳慧雯。2010。台
灣狐蝠棲地利用調查及自然史研究計畫98
年度行政院農業委員會林務局林業發展計
畫98-林發-09.1-保-24(1)台灣哺乳動物學會
台北市立動物園
堀川安市。1932。臺灣哺乳動物圖說。水產出
版社。121頁。
黑田長禮。1940。原色日本哺乳類圖說。三省
堂。311頁。
鄭錫奇、方引平、周政翰。2022a。臺灣蝙蝠圖
鑑。行政院農業委員會特有生物研究保育
中心。151頁。

鄭錫奇、林清隆、林融、許家維、張簡琳玟。
2022b。臺灣狐蝠保育行動計畫。行政院農
業委員會林務局、特有生物研究保育中心出
版。臺灣。
鄭錫奇、林清隆、林融、許家維、張簡琳玟。
2021。臺灣狐蝠在臺灣的故事。自然保育季
刊第116期：76-85頁。
鄭錫奇、張簡琳玟、林瑞興、楊正雄、張仕
緯。2017。2017 臺灣陸域哺乳類紅皮書名
錄。行政院農業委員會特有生物保育中心、
行政院農業委員會林務局。臺灣。35頁。
鄭錫奇、許家維、張仕緯、林育秀、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。39頁。
Aldridge, H. and R. M. Brigham. 1988. Load
carrying and maneuverability in an
insectivorous bat: a test of the 5% “rule”.
Journal of Mammalogy 69: 379-382.
Altringham, J.D. 1996. Birth, development, and
survival. pp.140-154. In: J. D. Altringham (ed.)
Bats: biology and behaviour, Oxford
University Press, New York.
Bairlein, F. 2001. Results of bird ringing on
migration studies. Ardea 89: 7-19.
Breed, A. C., H. E. Field, C. S. Smith, J.
Edmonston and J. Meers. 2010. Bats without
borders: long-distance movements and
implications for disease risk management.
Ecohealth 7: 204-212.
Chaiyes, A., P. Duengkae, S. Wacharapluesadee, N.
Pongpattananurak, K. J. Olival, and T.

- Hemachudha. 2017. Assessing the distribution, roosting site characteristics, and population of *Pteropus lylei* in Thailand. *Raffles Bulletin of Zoology* 65: 670-680.
- Chen, S. F., C. H. Juan, S. J. Rossiter, T. Kinjo, D. Fukui, K. Kawai, S. M. Tsang M. J. Velus, H. Sakurai, H. C. Lin, N. H. Jang-Liaw, K. Osawa, W. Y. Ko and M. Izawa. 2021. Population genetic structure of the insular Ryukyu flying fox *Pteropus dasymallus*. *Biotropica*, 53: 548-559.
- Cheng, H. C. and L. L. Lee. 2002. Postnatal growth, age estimation and sexual maturity in Formosan leaf-nosed bat (*Hipposideros terasensis*). *Journal of Mammalogy*: 83: 785-793.
- Cockrum, E. L. 1969. Migration in the guano bat *Tadarida brasiliensis*. *Miscellaneous Publications, Museum of Natural History, University of Kansas* 51: 303-336.
- Corbet, G. B. and J. E. Hill. 1991. *A World List of Mammalian Species*. Natural Museum Publication, London.
- Cox, P. A., T. Elmqvist, E. D. Pierson, and W. E. Rainey. 1991. Flying foxes as strong interactors in south Pacific island ecosystem: A conservation hypothesis. *Conservation Biology* 5: 448-454.
- Daszak, P., R. Plowright, J. H. Epstein, J. H. Pulliam, S. Abdul Rhaman, H. E. Field, C. S. Smith, K. J. Olival, S. Luby, K. Halpin, A. D. Hyatt, and H. E. R. G. 2006. The emergence of Nipah and Hendra virus: pathogen dynamics across a wildlife-livestock-human continuum. pp. 186-201. *In*: S. Collinge, and C. Ray (eds.). *Disease Ecology*. Oxford University Press, Oxford.
- Fujita, M. S. and M. D. Tuttle. 1991. Flying foxes (Chiroptera: Pteropodidae): threatened animals of key ecological and economic importance. *Conservation Biology* 5: 455-463.
- Greenwood, P. J. 1980. Mating systems, philopatry and dispersal in birds and mammals. *Animal Behaviour* 28: 1140-1162.
- Hall, L. and G. Richards. 2000. *Flying foxes: Fruit and blossom bats of Australia*. University of New South Wales Press, Sydney.
- Holland, R. A. 2007. Orientation and navigation in bats: known unknowns or unknown unknowns? *Behavioral Ecology and Sociobiology* 61: 653-660.
- Holland, R. A. and M. Wikelski. 2009. Studying the migratory behavior of individual bats: current techniques and future directions. *Journal of Mammalogy* 90: 1324-1329.
- Hwang, M. H., D. L. Garshelis, Y. H. Wu and Y. Wang. 2010. Home ranges of Asiatic black bears in the central mountains of Taiwan: gauging whether a reserve is big enough. *Ursus* 21: 81-96.
- Ingle, N. R. and L. R. Heaney. 1992. A key to the bats of Philippine island. *Zoology* 69: 1-44.
- IUCN. 2024. The IUCN Red list of Threatened Species. Version 2024-1. <<http://www.iucnredlist.org>>.

- Kerth, G., F. Mayer and E. Petit. 2002. Extreme sex-biased dispersal in the communally breeding, nonmigratory Bechstein's bat (*Myotis bechsteinii*). *Molecular Ecology* 11: 1491-1498.
- Kuroda, N. 1933. A revision of the genus *Pteropus* found in the islands of the Riu Kiu chain, Japan. *Journal of Mammalogy* 14: 312-316.
- Lin, K.P., S.M. Chaw, Y.H. Lo, T. Kinjo, C.Y. Cheng, Q. Lan, T. Satta, M. Izawa, S.F. Chen, W.Y. Ko. 2021. Genetic differentiation and demographic trajectory of the insular Formosan and Orii's flying foxes. *Journal of Heredity*. 112: 192-203.
- McCarthy, T. M., T. K. Fuller, and B. Munkhtsog. 2005. Movements and activities of snow leopards in Southwestern Mongolia. *Biological Conservation* 124: 527-537.
- McConkey, K. R. and D. R. Drake. 2006. Flying foxes cease to function as seed dispersers long before they become rare. *Ecology* 87: 271-276.
- McConkey, K. R. and D. R. Drake. 2007. Indirect evidence that flying foxes track food resources among islands in a Pacific archipelago. *Biotropica* 39: 426-440.
- Mickleburgh, S., A. Hutson and P. Racey. 1992. *Old World Fruit Bats An Action Plan for their Conservation*. Oxford, UK: Information Press.
- Mildenstein, T. 2020. *Pteropus mariannus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T188566753A22083400.
<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T188566753A22083400.en>
- Mildenstein, T. L., S. C. Stier, C. E. Nuevo-Diego, and L. S. Mills. 2005. Habitat selection of endangered and endemic large flying-foxes in Subic Bay, Philippines. *Biological Conservation* 126: 93-102.
- Nakamoto A. 2008. Foraging ecology of the Orii's flying-fox *Pteropus dasymallus inopinatus*. Ph.D. thesis, University of the Ryukyus, Nishihara.
- Nakamoto, A., K. Kinjo, and M. Izawa. 2007. Food habits of Orii's flying fox, *Pteropus dasymallus inopinatus*, in relation to food availability in an urban area of Okinawa-jima island, the RyuKyu archipelago, Japan. *Acta Chiropterologica*. 9: 237-249.
- Nakamoto, A., K. Kinjo, and M. Izawa. 2009. The role of Orii's flying-fox (*Pteropus dasymallus inopinatus*) as a pollinator and a seed disperser on Okinawa-jima island, the RyuKyu archipelago, Japan. *Ecological Research* 24: 405-414.
- Nakamoto, A., S. Itabe, A. Sato, K. Kinjo, and M. Izawa. 2011. Geographical distribution pattern and interisland movements of Orii's flying fox in Okinawa Islands, the Ryukyu Archipelago, Japan. *Population Ecology* 53: 241-252.
- Nowak, R. M. 1994. *Walker's bats of the world*. The John Hopkins University press, Baltimore and London.
- Olival, K. J. and H. Higuchi. 2006. *Monitoring the Long-Distance Movement of Wildlife in Asia*

- Using Satellite Telemetry. pp 319-339. In: J. McNeely, T. McCarthy, A. Smith, L. Whittaker, and E. Wikramnayake (ed.) Conservation Biology in Asia. Kathmandu, Nepal.
- Palmer, C. and J. C. Z. Woinarski. 1999. Seasonal roosts and foraging movements of the black flying fox (*Pteropus alecto*) in the Northern Territory: resource tracking in a landscape mosaic. Wildlife Research 26: 823-838.
- Pierson, E. D., T. Elmqvist, W. E. Rainey, and P. A. Cox. 1996. Effects of tropical cyclonic storms on flying fox populations on the South Pacific islands of Samoa. Conservation Biology 10: 438-451.
- Rainey, W. E., E.D. Pierson, T. Elmqvist, and P. A. Cox. 1995. The role of flying foxes (Pteropodidae) in oceanic island ecosystems of the Pacific. Symp Zool Soc Lond 67: 47-62.
- Richter, H. V. and G. S. Cumming. 2008. First application of satellite telemetry to track African straw-coloured fruit bat migration. Journal of Zoology 275: 172-176.
- Sakaguchi N, and M. Toyama. 1992. Home range and habitat utilization of the Daito flying-fox, *Pteropus dasymallus daitoensis*, in Kita Daitojima Island, Ryukyu archipelago. Okinawa Prefecture Board of Education, Naha.
- Sclater, P. L. 1873. The secretary on additions to the menagerie. Proceedings of the Zoological Society of London. pl.xxii: 193-209.
- Struebig, M., M.E. Harrison, S. M. Cheyne, and S. H. Limin. 2007. Intensive hunting of large flying foxes *Pteropus vampyrus natunae* in Central Kalimantan, Indonesian Borneo. The International Journal of Conservation 41: 390-393.
- Stuwe, M., J. B. Abdul, M. N. Burhanuddin, and C. M. Wemmer. 1998. Tracking the movements of translocated elephants in Malaysia using satellite telemetry. Oryx 32:68-74.
- Thomas, D. W. 1983. The annual migrations of 3 species of west-African fruit bats (Chiroptera, Pteropodidae). Canadian Journal of Zoology 61: 2266-2272.
- Tidemann, C. R. and J. E. Nelson. 2004. Long-distance movements of the grey-headed flying fox (*Pteropus poliocephalus*). Journal of Zoology 263: 141-146.
- Venkataraman, A. B., R. Saandeep, N. Baskaran, M. Roy, A. Madhivanan, and R. Sukumar. 2005. Using satellite telemetry to mitigate elephant-human conflict: An experiment in northern West Bengal, India. Current Science 88: 1827-1831.
- Vincenot C. E. 2017. *Pteropus dasymallus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T18722A22080614.
- Vincenot, C. E., A. M. Collazo, and D. Russo. 2017. The Ryukyu flying fox (*Pteropus dasymallus*) - A review of conservation threats and call for reassessment. Mammalian Biology 83: 71-77.
- Waldien, D. L. & Bunbury, N. 2020. *Pteropus aldabrensis*. The IUCN Red List of Threatened

Species 2020: e.T18714A22079192.

<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T18714A22079192.en>

Welbergen, J. A., S. M. Klose, N. Markus, and P. Eby. 2008. Climate change and the effects of temperature extremes on Australian flying-foxes. *Proceedings of the Royal Society B* 275: 419-425.

Wiles, G. J. 1986. The trade in fruit bats *Pteropus* spp. on Guam and other Pacific islands. *Biological Conservation* 38: 143-161.

Wiles, G. J. and P. O. Glass. 1990. Interisland movements of fruit bats (*Pteropus mariannus*) in the Mariana Islands. *Atoll Research Bulletin* 343: 1-6.

Wilson, D. E. and D. M. Reeder. 2005. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Johns Hopkins University Press, Maryland.

Wu, H. W., D. J. Lu, C. C. Lin, H. C. Cheng, C. H. Juan, T. J. Shen, H. C. Lin and S. F. Chen. 2022. Population and Conservation Status of the Flying Fox *Pteropus dasymallus* in Taiwan. *Zoological Studies* 61: e34.



圖 1 臺灣狐蝠捕捉標放研究樣區圖，2021 年於龜山島，2022 年於花蓮。

Fig. 1 Map of the sample area for capture and release research of Formosan flying fox (*Pteropus dasymallus formosus*) in Turtle Island of Yilan during 2021 and in Hualien during 2022.

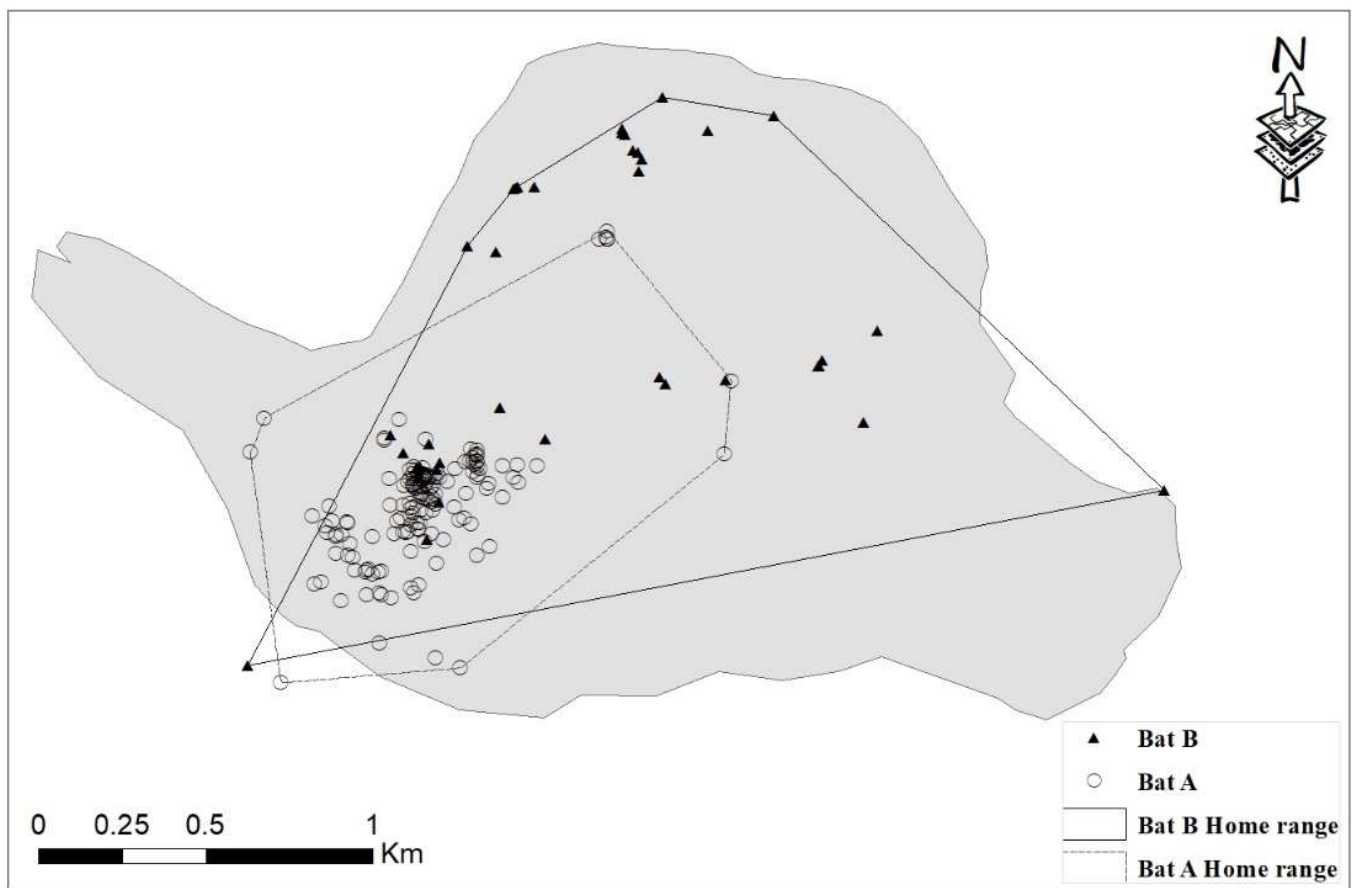


圖 2 2021 年間於宜蘭龜山島以衛星發報器追蹤 2 隻臺灣狐蝠標放個體之活動範圍及相關點位。

註：Bat A 為雌性成體 BATTW050，而 Bat B 為雄性成體 BATTW012。

Fig. 2 The home range and related locations of two released Formosan flying foxes (*Pteropus dasymallus formosus*) by satellite transmitters tracking in Turtle Island of Yilan during 2021. Note: The Bat A was an adult female BATTW050, while Bat B was an adult male BATTW012.

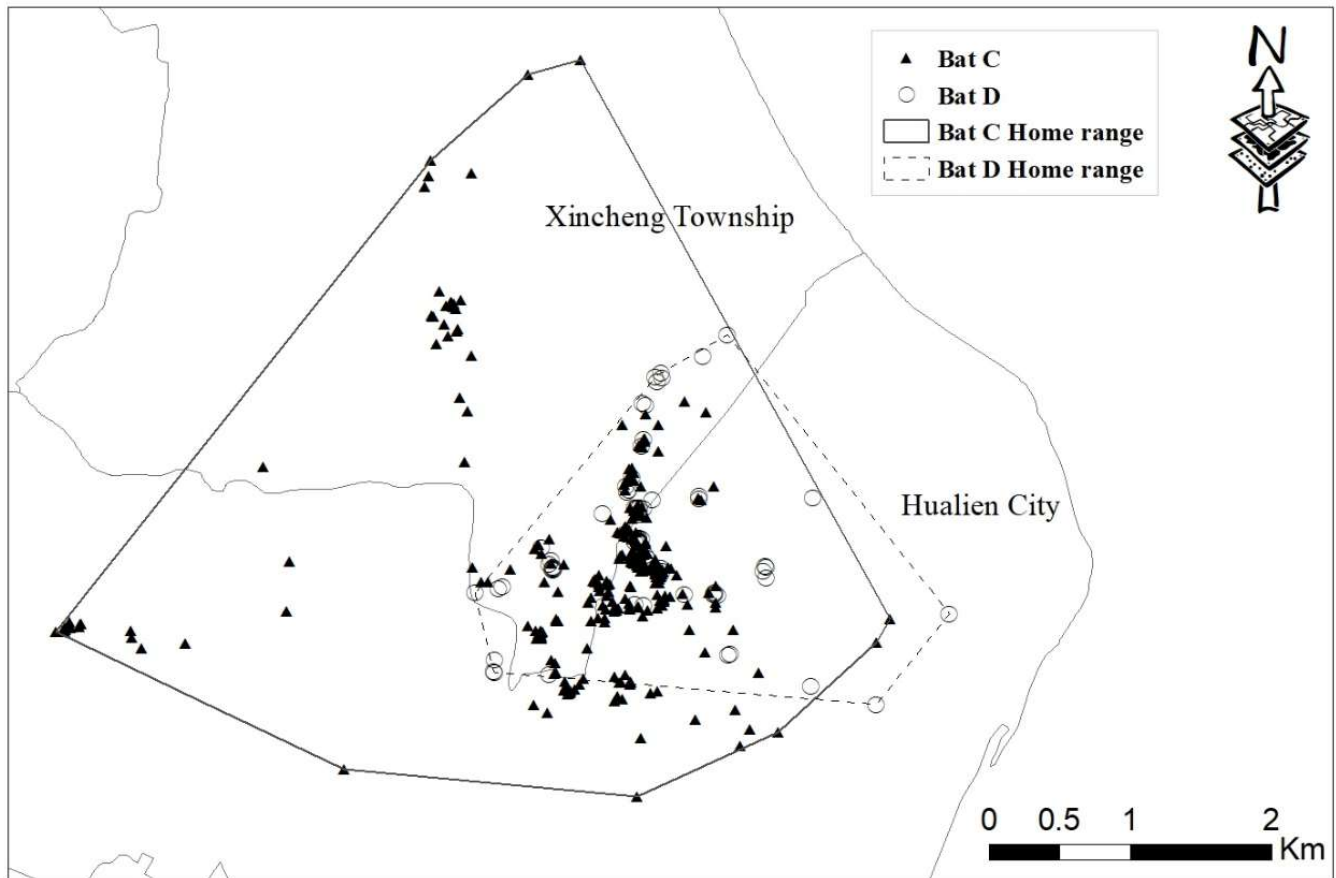


圖 3 2022 年間於花蓮地區以衛星發報器追蹤 2 隻臺灣狐蝠標放個體之活動範圍及相關點位。註：Bat C 為被捕捉並釋放追蹤兩次的雄性成體 BATTW013，而 Bat D 為雌性成體 BATTW047。

Fig. 3 The home range and related locations of two released Formosan flying foxes (*Pteropus dasymallus formosus*) by satellite transmitters tracking in Hualien during 2022. Note: The Bat C was an adult male BATTW013 which was captured and released twice during the study period, while Bat D was an adult female BATTW047.



圖 4 左：皮製頸圈、中：充電式衛星發報器、右：太陽能式衛星發報器

Fig. 4 Left: Leather collar, Center: Battery-powered satellite transmitter, Right: Solar-powered satellite transmitter.



圖 5 臺灣狐蝠配戴衛星發報器示意圖。左：太陽能式衛星發報器；右：充電式衛星發報器。

Fig. 5 Illustration of a Formosan flying fox wearing a satellite transmitter. Left: Solar-powered satellite transmitter; Right: Battery-powered satellite transmitter.

表 1 2021 年和 2022 年分別於宜蘭龜山島和花蓮地區捕獲之臺灣狐蝠個體之數量、性別和年齡

Table 1 Number, sex, and age of Formosan flying foxes (*Pteropus dasymallus formosus*) captured in Turtle Island of Yilan and Hualien during 2021 and 2022, respectively

Sex and age		Turtle island		Hualien		
		2021		2022		
		August	October	April	July	Total
Female	Adult	3	0	0	1	4
	Sub-adult	0	0	0	1	1
Male	Adult	0	1	1	1*	2
	Sub-adult	2	0	0	0	2

註：*重新捕獲的個體，首次捕獲於 2022 年 4 月

Note: *Recaptured individual that was first caught in April, 2022

表 2 2021 年和 2022 年間分別於宜蘭龜山島和花蓮地區捕獲之 9 隻臺灣狐蝠的基本資料與型態測量值；*雄性成體 BATTW013 在研究期間被捕獲過兩次

Table 2 Basic information and morphological measurements of 9 Formosan flying foxes (*Pteropus dasymallus formosus*) captured in Turtle Island of Yilan and Hualien during 2021 and 2022, respectively;

*The adult male BATTW013 was captured and released twice during the study period

No.	Location	Date	Sex	Age	Banding number	Weight (g)	BL (cm)	FA (cm)	TA (mm)	WL (cm)	Transmitter
1	Turtle Is.	2021/8/10	F	A	BATTW050	340	16.2	13.0	6.5	97.2	wearing
2	Turtle Is.	2021/8/11	F	A	BATTW009	365	18.2	13.5	6.6	88.0	not wearing
3	Turtle Is.	2021/8/11	M	SA	BATTW010	230	18.8	12.2	6.1	61.0	not wearing
4	Turtle Is.	2021/8/11	F	A	BATTW008	335	18.5	13.0	6.9	82.0	not wearing
5	Turtle Is.	2021/8/11	M	SA	BATTW011	238	17.3	12.2	6.4	89.0	not wearing
6	Turtle Is.	2021/10/19	M	A	BATTW012	390	21.0	13.6	6.8	98.4	wearing
7	Hualien	2022/4/18	M	A	BATTW013*	400	22.5	13.7	6.8	97.6	wearing
8	Hualien	2022/7/20	F	SA	BATTW048	217	15.2	11.7	5.9	93.6	not wearing
9	Hualien	2022/7/20	F	A	BATTW047	376	23.0	13.7	6.8	99.0	wearing
10	Hualien	2022/7/20	M	A	BATTW013*	427	22.5	13.7	6.8	97.6	re-wearing

註：F：雌性，M：雄性；A：成體，SA：亞成體。BL：體長；FA：前臂長，TA：尾長，WL：翼展長。
 Note: F: Female, M: Male; A: Adult, SA: Sub-adult. BL: Body length; FA: Forearm length, TA: Tail length, WL: Wingspan length.

表 3 2021 年和 2022 年間分別於宜蘭龜山島和花蓮地區捕獲之 4 隻臺灣狐蝠的衛星發報器標放追蹤結果，*雄性成體 BATTW013 在研究期間被捕獲過兩次

Table3. Satellite transmitter tracking of four Formosan flying foxes (*Pteropus dasymallus formosus*) captured in Turtle Island of Yilan and Hualien during 2021 and 2022, respectively

*The adult male BATTW013 was captured and released twice in April and July, 2022

Banding number	Sex	Body weight (g)	Study sites	Captured /released date	Days of Tracking period and N	Home range (km ²)	Day roost range (km ²)	Longest straight distance in tracking period / a single day (km)
BATTW050	F	340	Turtle Island	2021/08/10 2021/08/11	25 (186)	1.2	0.086	1.6 / 0.97
BATTW012	M	390	Turtle Island	2021/10/19 2021/10/20	14 (48)	2.4	0.246	2.8 / 1.77
BATTW013*	M	400	Hualien	2022/04/18 2022/04/23	64 (193)	14.8	0.892	5.5 / 4.29
BATTW013*	M	427	Hualien	2022/07/20 2022/07/21	103 (311)	7.8	0.892	4.9 / 3.65
BATTW047	F	376	Hualien	2022/07/20 2022/07/21	85 (98)	5.2	0.763	3.4 / 2.27

註：F：雌性，M：雄性。活動範圍面積（km²）根據衛星有效定位點（N）數據，採用 100%最小凸多邊形法（MCP 100）計算

Note: F: Female, M: Male. Home range (km²) is calculated using 100% MCP (MCP 100) from the data of effective positioning points (N) by Satellite