

玉山國家公園熊鷹繁殖育幼監測及科 普書籍出版計畫

Yushan National Park Mountain Hawk Eagle Breeding Monitoring and Popular Science Book Publication Project Proposal

受委託單位：國立屏東科技大學

計畫主持人：孫元勳特聘級研究員

計畫期程：中華民國 113 年 1 月至 114 年 3 月

計畫經費：新臺幣 166 萬元

內政部國家公園署玉山國家公園管理處委託辦理

中華民國 114 年 3 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目錄

壹、前言	4
貳、研究方法	6
一、 研究地區	6
二、 捕捉、繫放與追蹤	6
三、 活動範圍計算	7
四、 飛行速度	7
五、 繁殖個體每小時移動距離	7
六、 繁殖習性調查	7
七、 幼鷹擴散模式	9
八、 玉山國家公園熊鷹族群估算	9
九、 統計分析	11
參、結果	12
一、 捕捉及繫放	12
二、 活動範圍(MCP)	12
(一) N1931	12
(二) N1930	14
(三) N2105	15
(四) N2009	16
(五) N2303	18
(六) N2311	20
三、 熊鷹幼鳥擴散期間的飛行速度變化	21
四、 年月間活動模式差異	24
五、 繁殖監測	26
(一) 中之關對	27

(二) 庫哈諾辛對.....	30
(三) 獅子尾山對.....	31
六、玉山國家公園族群估算.....	32
肆、討論	33
一、活動範圍(MCP).....	33
二、熊鷹幼鳥擴散期間的飛行速度變化.....	35
三、年月間活動模式的差異.....	36
四、繁殖監測.....	37
柒、參考資料	41
捌、附錄	45

摘要

本研究至今於南橫公路周邊繫放 8 隻熊鷹(*Nisaetus nipalensis*)，其中僅 7 隻有進行發報器追蹤。2024 年有 3 個巢同時繁殖：(1)中之關巢(N1930/2008)由 2021 至 2024 年連續繁殖，僅 2022 年繁殖失敗，第三號巢樹依舊是五葉松(*Pinus morrisonicola*)，巢臺高約 20 公尺、胸徑約 90 公分、坡度 $50.3^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ 。為配合育雛直播，未對其幼鳥裝設發報器，僅進行型質量測與腳環(A28)繫放；(2)庫哈諾辛山巢：確定於 2023 年懷疑的點位繁殖，海拔 2,250 公尺的雲杉(*Picea morrisonicola*)巢樹，胸徑約 115 公分、 $41.5^{\circ} \pm 2.4^{\circ}$ 、巢臺高約 35 公尺，但幼鳥最終因梅雨期間食物供給過少而夭折，推測與當年降雨量較多有關聯，且後續該巢位的公鳥 N2105 透過定位點判斷已死亡，並且之後由漂泊中的年輕公鳥 N2311 取代其領地；(3)獅子尾山巢：N1931 由 2019 年追蹤至今追蹤時間已 6 年，是目前追蹤熊鷹時間最久的個體，2024 年建立領地且首度繁殖，巢樹為赤皮(*Quercus gilva* Blume)，巢高約 18 公尺，坡度 $47^{\circ} \pm 1.7$ 。由於育雛期間出現激烈攻擊行為，考慮人鳥安全，未繫放幼鳥。透過定位點顯示熊鷹個體以原始林與闊葉林為主要。而高速俯衝飛行的速度隨年齡與日俱增。我們的結果顯示熊鷹公鳥在幼鳥破殼後而逐漸提高移動量至離巢前為最高峰，且同時逐漸減少回巢次數。在玉山國家公園內海拔 800-3,000 公尺區域推斷約有 233-280 隻熊鷹棲息。另已經完成解說圖書的初版編排。

關鍵字: 熊鷹、活動範圍、繁殖、幼鳥擴散、飛行速度、解說圖書。

壹、前言

熊鷹分布於亞洲，屬鷹科冠鷹屬(*Nisaetus*)。目前有 2 個亞種，分布於日本(*N. n. orientalis*) 與中國東南、臺灣、中南半島 (*N. n. nipalensis*) 及印度西南。成年熊鷹後枕部有短或長冠羽，翅膀寬圓，跗蹠被毛且密布橫斑，具深色喉央線，胸腹部具深褐色縱斑，下腹至尾下覆羽佈滿橫斑，尾羽具 5 條黑色橫斑，有粗壯的趾爪 (del Hoyo *et al.* 1994；Severinghouse *et al.* 2012)。熊鷹亞種間的冠羽長度差異頗大，其中日本亞種多短冠羽(九州南部除外)，斯里蘭卡亞種多長冠羽。在臺灣，熊鷹大多有著短冠羽，近似日本亞種。近年發現兩種羽冠並存一地的情形(林文宏 2007，洪孝宇等 2014，山崎亨 2012)。洪孝宇等(2014)收集繫放、攝影與圈養個體的照片，發現長冠型熊鷹約占三成左右。形態上，猛禽屬於性別反錯型 (Reversed sexual dimorphism) —母鳥體型較公鳥大，特別是獵捕敏捷的獵物如鳥類的猛禽，公母差異更加明顯 (Newton 1979)。母熊鷹體重約 3 公斤是公熊鷹(約 2 公斤)的 1.5 倍(孫元勳、謝季恩 2020)。

熊鷹主要棲息於海拔 300-2,800 公尺的森林，因為棲息地減縮、非法獵捕，目前主要分布在中央山脈的深山區，尤其在人為活動頻繁的本島西部山區的海拔分布模式明顯高於東部山區(孫元勳 2007)。林文宏(2004)表示，全島熊鷹族群應低於 500 隻。後有孫元勳(2007)以臺東縣大竹溪和金崙溪兩處集水區的熊鷹繁殖密度(9.4 平方公里/對)、繁殖海拔分布(600-2,700 公尺)、活動範圍內有過半數天然林、八成活動範圍有配對等條件，推算全島有 540 對。玉山國家公園占地約 1,031.2 平方公里，是國內陸域面積最大的國家公園，以 8-9 平方公里棲息一對熊鷹估計有 53-86 對，約占全島族群的七分之一(孫元勳、謝季恩 2020)。

往昔我們對熊鷹生態習性的認知來自十餘年前的低海拔樣區(臺東和高屏地區)，透過 VHF 發報器初步收集熊鷹的活動範圍、活動模式和育雛食性(孫元勳 2007，孫元勳、黃永坤 2010)，而在多年後隨著科技發展，採用 GPS/GSM 太陽能衛星追蹤發報器進行熊鷹繫放追蹤，對臺灣熊鷹活動範圍有全新的認識，以固有領域的成熊鷹而言約介於 13-23 平方公里之間(孫元勳 2023^a)，因此認為過往在臺灣低海拔區域追蹤的活動範圍資料低估了實際情況。而過往也對離巢幼鳥或亞成鳥的遊蕩行為或播

遷狀況在過往因為追蹤器材技術問題並未多加著墨，直到孫元勳(2023^a)同樣透過衛星追蹤發報器連續繫放離巢幼鳥與捕捉亞成遊蕩個體才能開啟熊鷹幼鳥的追蹤。

熊鷹位於食物鏈頂層，由低海拔的臺東縣達仁鄉、加羅坂與屏東縣枋山溪(Sun *et al.* 2009) 的 4 個巢區的育雛食性得知，有近 4 成獵物為大赤鼯鼠(*Petaurista philippensis*)和白面鼯鼠(*P. lena*)，其他哺乳類依序為赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)，臺灣獼猴(*Macaca cyclopis*)，鼬獾(*Melogale moschata*)，黃鼠狼(*Mustela sibirica*)和黃喉貂(*Martes flavigula*)；鳥類占兩成左右，以藍腹鵲(*Lophura swinhoii*)居多，其次是深山竹雞(*Arborophila crudigularis*)和小型貓頭鷹等(孫元勳 2007，孫元勳、黃永坤 2010)。而根據孫元勳(2023^a)在玉山國家公園南部的南橫公路周邊進行熊鷹育雛食性調查顯示育雛期含有高比例的山羌(*Muntiacus reevesi* *Micrurus*)其中以小山羌為主，透過生物量計算來看僅山羌貢獻約五成，以單一物種所提供的生物量而言為最高。這或許與近年野外山羌族群大幅成長有關(翁國精，未發表資料)，該地區(中之關)在地面相機所拍攝的山羌次數也為區域內最常見物種，對機會主義型覓食的熊鷹食性組成的影響值得探究。特別是不受控的草食獸族群會影響森林更新、底層鳥類多樣性的議題一直受到關注(Tilghman 1989, Crystal-Ornelas *et al.* 2021)。

長期對固定物種甚至固定個體的持續監測是生態保育所需的基礎資料的重要來源，本計畫延續前期(2019-2020 年)熊鷹生態習性調查工作，持續對熊鷹進行生態層面研究，補強對熊鷹的認知。並提供玉山國家公園管理處研究的生態照片、解說圖書撰寫所需素材。

貳、研究方法

一、 研究地區

本研究以玉山國家公園南部園區南橫公路梅山口、禮觀、中之關、天池和埡口(圖 1)，這些地區的海拔介於 1,100-2,700 公尺，沿線超過 3,000 公尺的高山包括庫哈諾辛山(3,115 公尺)、塔關山(3,222 公尺)和關山嶺山(3,167 公尺)。

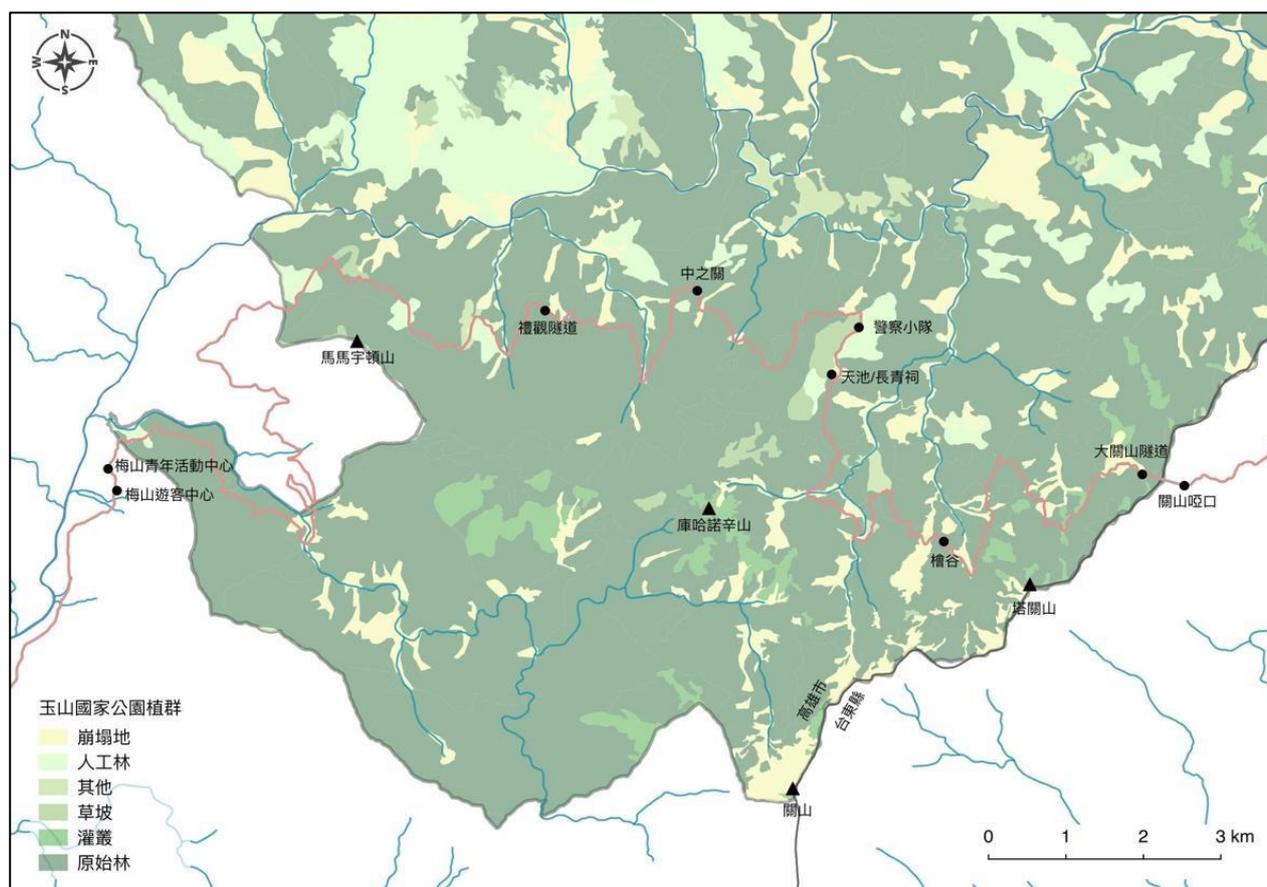


圖 1. 研究地區南橫公路沿線。

二、 捕捉、繫放與追蹤

選擇展望良好處架設腳套型陷阱，待目標出現後開啟。陷阱旁設置 1-3 臺 4G 自動相機監控並回傳目標出現在陷阱的即時影像。捕獲個體在測量身體形質，抽血(性別鑑定)，跗蹠套上鋁製色環，以鐵氟龍細帶將 50 或 60 公克 GSM/GPS 太陽能衛星發報器(WT-300 Eagle, Vulture ; Koeco, Inc.)背負在熊鷹背部後隨即野放，預計正常使用期限約為 2 年。重量占熊鷹體重 3-4%的發報器設定在電力充足(>3.9V)下，於

每日的 5 或 6 時至 18 或 19 時每小時定位座標、飛行速度與飛行高度。定位點誤差平均 8.1 ± 8.73 公尺($n=977$) (孫元勳、謝季恩 2020)。性別鑑定使用血液樣本委請屏科大野生動物疾病生態研究室進行檢測。檢驗方法利用鳥類性染色體上的高保留性 CHD 基因(Chromo-helicase- DNA Binding 1)進行檢測。針對 CHD 基因序列設計專一引子對(primer)，以分子生物 PCR 反應來擴增基因片段，再以膠體電泳法分析擴增產物大小，若出現一條為公鷹，二條為母鷹。

三、 活動範圍計算

以定位點座標計算最小凸多邊形(Minimum convex Polygon，下稱 MCP) (Redpath 1995, Wolfe and Hayden 1996)。熊鷹年齡初判參考陳輝勝(1990)，繫放過程中記錄換羽模式搭配影像拍攝判斷。年間差異原則上以個體繫放日之隔日起計算至當年度 12 月 31 日，隔年 1 月 1 日再重新計算至當年度 12 月 31 日。

四、 飛行速度

由於追蹤之發報器具有時速紀錄功能，將飛行時速小於每小時 3 公里提取進行分析，並在不同個體間比對。本項以擴散階段個體為分析對象。並以每年 9 月起始，每月為時間單位進行組間比對。N2311 於 2023 年 12 月繫放，樣本數不足，暫時不予以分析。

五、 繁殖個體每小時移動距離

以每小時間定位點距離差進行平均計算，以每月為組間(12 個月)進行比對，長年連續繁殖的個體也分析年間差異。

六、 繁殖習性調查

(一) 巢位搜尋

主要透過持續追蹤親鳥的衛星發報器定位點判斷繁殖巢位。依照熊鷹繁殖坐巢的習性來看，通常在 2 月中旬前可得知 2024 年度的繁殖巢位，將呈現點位密集的現象。為了避免過早進入巢區使親鳥棄巢，因此將等到幼鳥孵化 1-2 周後，約為 4 月初

至中旬以後進行實地探查可得知孵卵期是否已成功進入孵雛階段，後續再安排上樹進行巢邊自動相機架設，監測該年度繁殖育幼的食性與幼鳥的生長狀況協助判斷繫放日期，並同時記錄巢樹種類，測量胸徑、樹高、巢臺離地高度、巢臺離樹冠距離及巢體尺寸。

巢位環境資料採用該巢位追蹤個體定位點進行巢位周邊如坡度、坡向蒐集。期中巢位對於坡度部分為探討是否有偏好，因此對個體由該年度活動範圍進行計算，

(二) 繁殖行為

找到繁殖巢位後，在巢邊架設 4G 自動相機，監看食物種類及親鳥行為。繁殖季各階段定義如下：孵蛋期為熊鷹母鷹產卵之後在巢中孵蛋(公鷹在母鷹短暫外出時會入巢代孵)。孵雛期(brooding)：雛鳥孵化到不再需要母鷹為其抱雛的時期；育雛期(nestling)：親鳥餵養雛鳥(含孵雛期)直到幼鷹離巢。離巢中(fledgling)：幼鷹離開巢臺仍回巢睡覺的階段；離巢(fledged)：幼鷹不再回巢睡覺的階段，這個階段幼鷹偶而回巢覓食。

此外，為了解熊鷹育雛獵物的選擇，研究者在中之關巢區周邊以研究者主觀選擇獸徑或是可能有動物出沒之場所裝設 3 臺自動相機；另於庫哈諾辛山一帶也架設 7 臺自動相機，由海拔 1,800 公尺開始每上升海拔 100 公尺架設，直至海拔 2,400 公尺(圖 2)。以照片有效張數作為獵物數量指標(AI)，亦即出現 1 隻以上的動物照片不以事件來計算 OI 值(裴家騏等 1997)，而是以實際數量表示。AI 值當作獵物選擇的可利用量，而獵物組成占比作為利用量。若探尋到其他巢位，也會在巢區周邊架設自動相機監測不同巢位之間的地面獵物組成。在此將把中之關對往年的資料合併統整呈現。

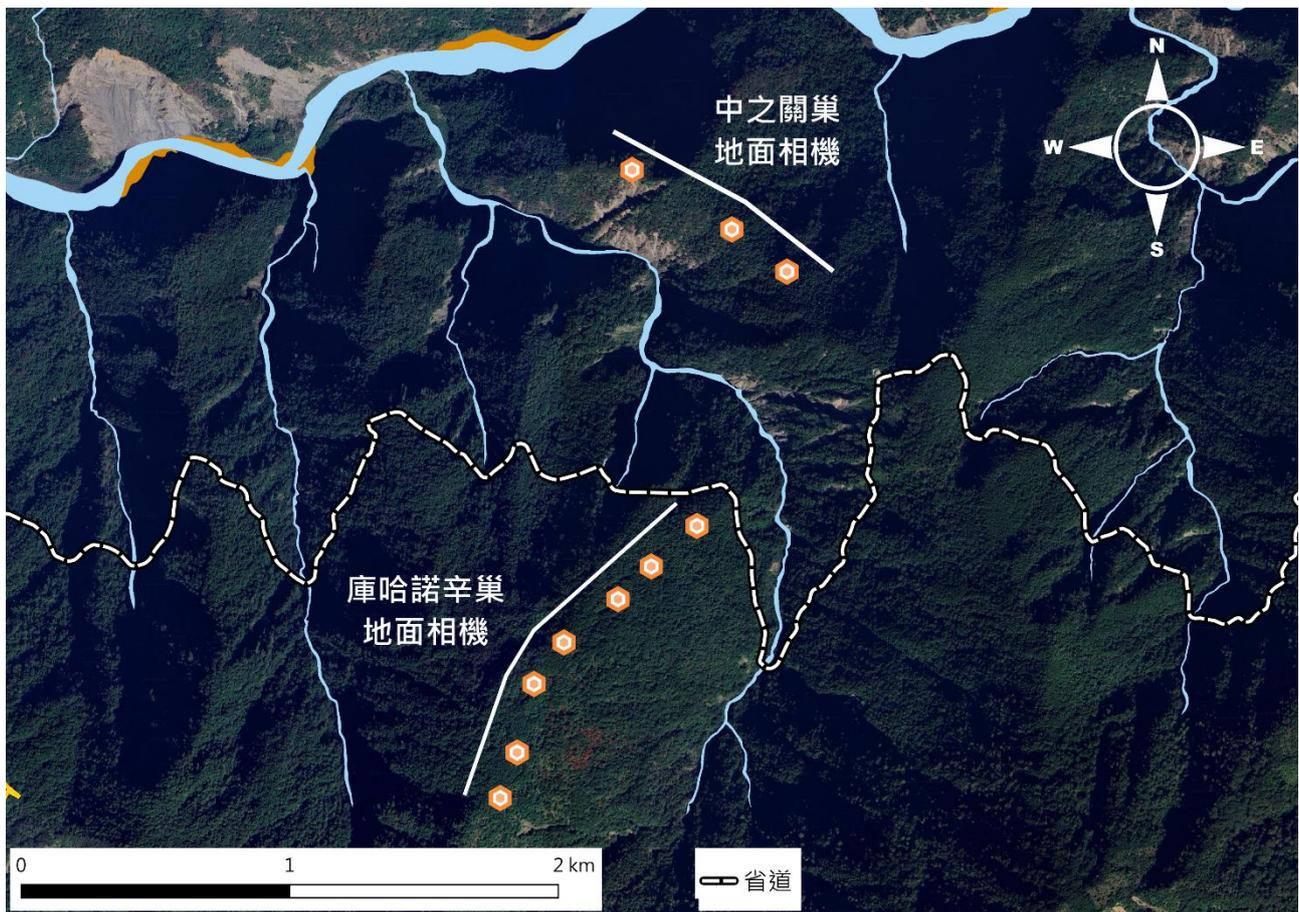


圖 2. 南橫公路中之關周邊自動相機位置圖。

七、 幼鷹擴散模式

熊鷹幼鷹孵化後第 56-60 天(幼鷹尾羽長至一半長左右)，研究者上樹將幼鷹帶至地面繫放並讓其背負與親鳥同型的太陽能衛星發報器，再放回巢內。追蹤期間將透過自動相機和衛星追蹤定位點與巢之距離，記錄雛鳥首度離巢日及分析其與親鳥間的相關位置。猛禽幼鷹擴散模式多屬於離開又折返的漸進式漂泊，何時視為正式漂泊日，學界雖有不同定義(CadahIA *et al.* 2007)，本研究因使用 GPS 定位的緣故，以相對簡單的標準—幼鷹首次離開親鳥活動範圍界定。

八、 玉山國家公園熊鷹族群估算

以下引述玉山國家公園官方網站所述—「全區以玉山主峰為中心，延及中央山脈南段部份山系，幅員遼闊，涵括南投、嘉義、高雄、花蓮四縣市，東起馬利加南山、南抵關山、西至楠溪林道、北達郡大山」，占地 1,031.2 平方公里，是臺灣陸域面積最大的國家公園。為了估算玉山國家公園內的熊鷹族群數，在此透過 QGIS

3.34 透過全臺 20 公尺 DEM 圖層將海拔 ≥ 800 公尺至 ≤ 3000 公尺範圍內擷取，再透過由農業部林業暨自然保育署於民國 98 年啟動後至 103 年完成調查之「第四次全國森林資源調查」圖層進行切割，篩選出玉山國家公園海拔界於 800 公尺-3,000 公尺之間的森林覆蓋區域面積，再透過團隊於南橫公路沿線區域所掌握的熊鷹領域所得出的估計值進行族群推估。

該調查對林型分類數「林地 FL」類型有包含以下：

1. 針葉樹林型
2. 闊葉樹林型
3. 針闊葉樹混淆林
4. 竹林
5. 竹闊混淆林
6. 竹針混淆林
7. 竹針闊混淆林
8. 待成林地(指因此對於林地中之廢耕地、伐木跡地、森林火災跡地等，如有稚樹天然更新或新植造林地，仍可歸為森林類別者)

該調查對經營使用分類定義如下：

1. 無台帳圖
 - 1.1 林相鬱閉無人為干擾林相 (a)
 - 1.2 林相稀疏，由次生陽性樹種組成 (b)
2. 有台帳圖
 - 2.1 無引種，由原生種在再造(半天然林) (c)
 - 2.2 有引種
 - 2.2.1 造林木覆蓋率達 30%，新植未滿 6 年，近十年有補植或撫育。
 - 2.2.1.1 位於林木經營區或森林育樂區(生產性人工林) (d)
 - 2.2.1.2 位於自然保護或國土保安區(保護性人工林) (e)
 - 2.2.2 近十年無撫育紀錄且造林覆蓋率未達 30%
 - 2.2.2.1 在 30 年內(經改造天人林) (b)

2.2.2.2 在 30 年以上(天然林) (a)

定義：

a. 原生林(Primary forests)

指沒有明顯的人類活動跡象及生態過程未受重大干擾且由當地原生樹種所組成的森林。

b. 經改造天然林(Modified natural forests)

指有明顯人類活動跡象，由當地原生樹種自然更新的森林。

c. 半天然林(Semi-natural forests)

指以除草、施肥、疏伐、擇伐等造林方法輔助林分天然更新達到精緻與集約化經營的森林；其更新係由當地原生樹種以天然下種、播種、栽植、或萌蘖等輔助性再生方式建造。

d. 生產性人工林(Productive forest plantations)

指以林木或其它非林木生產價值為目的，經由引進種（有時為原生樹種）種植或播種所營造之森林。

e. 保護性人工林(Protective forest plantations)

以提供森林公益功能為目的，經由引進種（有時為原生樹種）種植或播種所營造之森林。

九、 統計分析

繁殖個體每小時移動距離以 ANOVA 分析探討，並以 Tukey HSD 進行事後檢定個體於不同年份、月份之移動量差異，若違反變異數同質性原則(即 Levene 檢定 $p < 0.05$)則採用 Brown-Forsythe 檢定，事後檢定改由 Dunnett's T3 事後檢定。顯著水準設為 $p < 0.05$ 。

參、結果

一、捕捉及繫放

2023 年 12 月繫放本計畫最後一隻熊鷹：6 曆年左右的亞成年公熊鷹(N2311)。雛鷹部分，本年度雖然觀察發現中之關巢(N1930/N2008)、庫哈諾辛巢(N2105)及梅蘭林道巢的親鳥(N1931)各育有一雛，但為配合直播作業，中之關巢的幼鳥僅有腳環繫放(環號：A28)，未使用衛星追蹤器，庫哈諾辛巢幼雛夭折，梅蘭林道巢親鳥出現危險的攻擊行為未予以繫放。其中，N2008 的衛星訊號早在 2022 年 4 月就斷訊(只運作 4 個月)，N2105 與 N2311 分別再 2024 年的 6 月 3 日與 8 月 25 日接連斷訊，截至目前為止共計繫放 8 隻熊鷹，衛星追蹤其中 5 隻。分別敘述如下：

二、活動範圍(MCP)

(一) N1931

於 2019 年 9 月捕獲，藉由羽色與體重判斷為 4 曆年(3 歲餘)母鳥。2024 年進入 9 曆年(8 歲餘)，外觀接近成年，是目前追蹤最久的個體。2019-2022 年的追蹤期間，活動範圍最北可至位於阿里山鄉一帶的北霞山，最東擴散至接近埡口與雲峰區域，最南可至靠近那瑪夏區周邊山麓(圖 3)，總體點位的 MCP 可達 628 平方公里；以年度細分，第 1 年(2019)的 MCP 僅 245 平方公里，第 2 年度(2020)累積達到 456 平方公里，第 3 年度(2021)擴增至 573 平方公里，之後第 4 年度(2022)、5 年度(2023)(表 1)則持平，2023 年活動範圍有縮小跡象，盤據在獅子尾山西側的山谷。2024 年 1 月 1 日起更為集中，進入繁殖階段，至 12 月 31 日的 MCP 限縮至約 26 平方公里。

表 1. 2019-2024 年，衛星追蹤 N1931 期間的當年度及累加活動範圍(MCP)的比較。

年齡(期間)	MCP(平方公里)
第 4 曆年(2019 年 9-12 月)	245
第 5 曆年(2020 年 1-12 月)	456
第 6 曆年(2021 年 1-12 月)	573
第 7 曆年(2022 年 1-12 月)	346
第 8 曆年(2023 年 1-12 月)	196
第 9 曆年(2024 年 1-12 月)	26

2024年2月3日起，N1931的活動點位集中於梅山口部落外圍的山谷右側，且定位點出現集中一處山溝的孵蛋模式。研究團隊在4月初進行巢位探查，確定巢中有一隻雛鷹。N1931為團隊首次於南橫捕捉繫放的個體，也是團隊首次追蹤遊蕩個體擁有自有領域繁殖的紀錄。於2024年度1月起至6月的50% AKDE僅有0.0002平方公里，7至12月共有0.002平方公里，兩者相差10倍(圖4)。

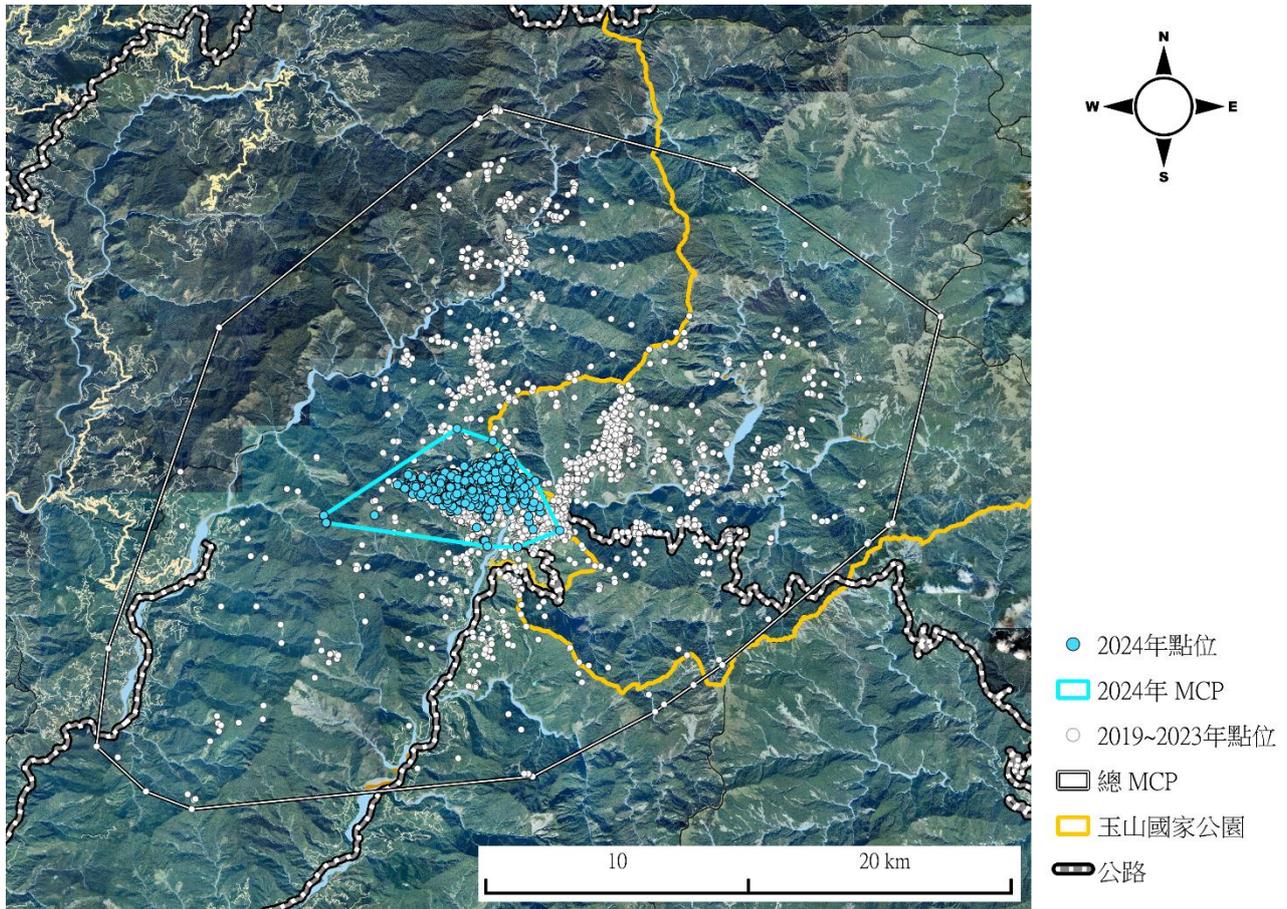


圖 3. 2019-2024 年，南橫地區母熊鷹(N1931)的活動範圍的變化。

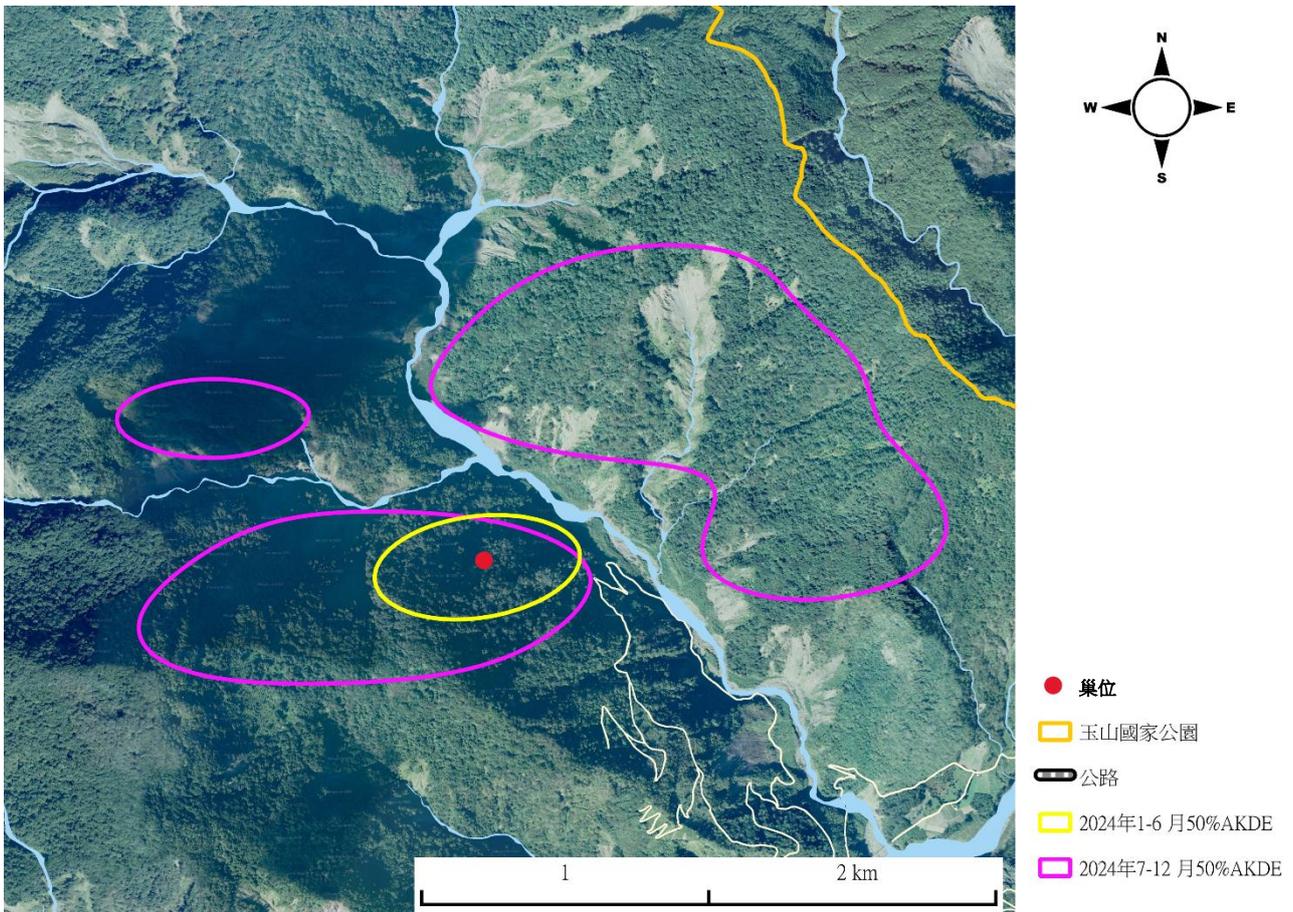


圖 4. 2023-2024 年，南橫地區母熊鷹(N1931)落腳在獅子尾山西南側山谷。

(二) N1930

2020 年 6 月繫放的亞成年母鳥。由體重、羽毛斑紋與虹膜色判斷為 6 曆年(5 歲餘)，追蹤至今已 10 曆年(9 歲餘)的成年個體。本年度的活動範圍不出歷年的累加活動範圍(18 平方公里)之內(表 2)。今年 12 月期間定位點已向過往活動範圍東側集中，推測 2025 年若有繁殖可能該巢位將位於該區域(圖 5)。N1930 的配偶(N2008)早於 2022 年 4 月失去聯繫，活動範圍參見附錄 3。

表 2. 2020-2024 年，衛星追蹤 N1930 期間的當年度及累加活動範圍(MCP)的比較。

年齡(期間)	MCP(平方公里)
第 6 曆年(2020 年 6-12 月)	14
第 7 曆年(2021 年 1-12 月)	13
第 8 曆年(2022 年 1-12 月)	12
第 9 曆年(2023 年 1-12 月)	14
第 10 曆年(2024 年 1-12 月)	14

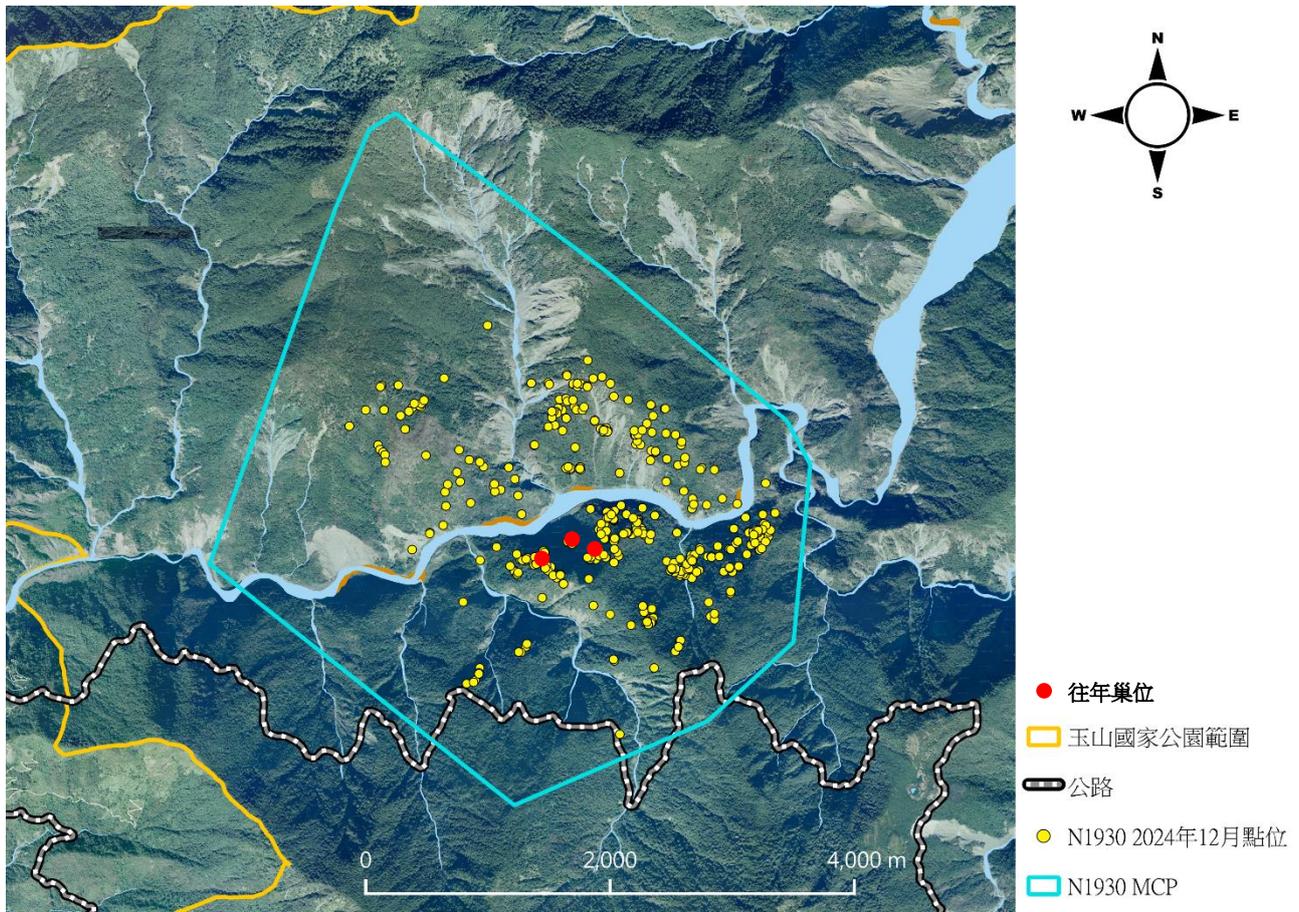


圖 5. 中之關母熊鷹(N1930)2024 年 12 月的 MCP 及歷年的巢位分布。

(三) N2105

2022 年 3 月 8 日繫放的成年公鳥，捕獲時年齡至少 11 曆年。N2105 的活動範圍盤據於庫哈諾辛北面山谷，與中之關對之間透過南橫公路為界，累計至 2024 年 6 月 3 日共蒐集 4,243 筆定位點，活動範圍達到 25 平方公里(圖 6)。然而，除了一度跨越庫哈諾辛山稜線，向南方的關山第 119 林班地短暫飛行之外，2023 年至 2024 年的活動範圍並未外溢(表 3)，僅在庫哈諾辛山腰處與南橫公路上方之間區域活動。2024 年 1 月 1 日至 6 月 3 日活動範圍集中在核心巢區(11 平方公里)。然而該個體最終於 6 月 3 日起定位資訊於中之關停車西北方不遠山坡處斷訊。此後，該領域由 2023 年 12 月繫放之亞成個體 N2311 接管其領域(詳見該章節之「六、2311」)，推斷 N2105 已死亡。

表 3. 2022-2024 年，衛星追蹤 N2105 期間的當年度及累加活動範圍(MCP)的比較。

年齡(期間)	MCP(平方公里)
第 11 曆年(2022 年 3-12 月)	23
第 12 曆年(2023 年 1-12 月)	8
第 13 曆年(2024 年 1-6 月)	11

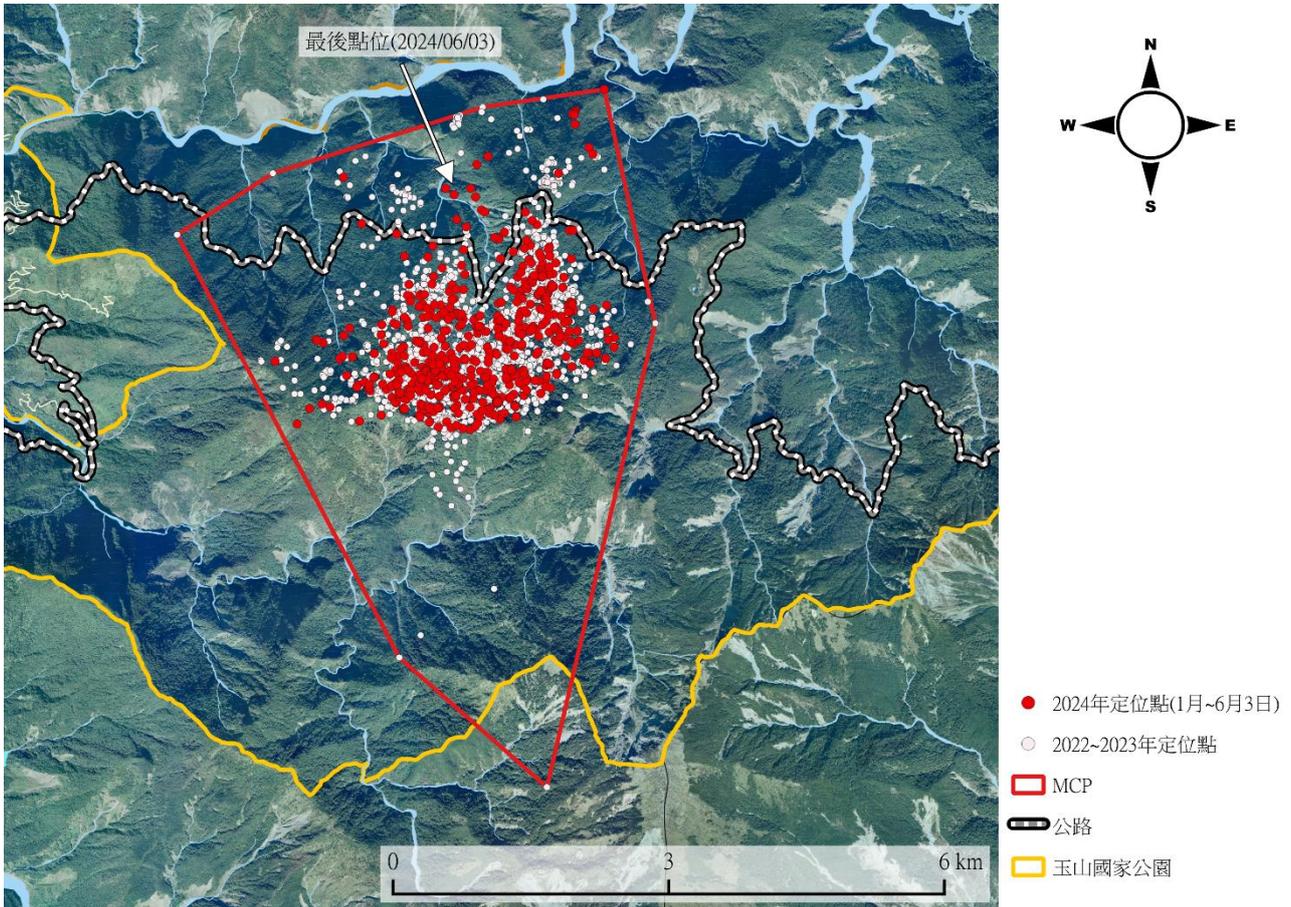


圖 6. 庫哈諾辛山公熊鷹(N2105)本年度及曆年的活動範圍。

(四) N2009

N1930 於 2021 年生下的幼鳥。繫放當年至 2024 年 12 月 30 日，共計收集 4,627 筆定位點，總活動面積廣達 935 平方公里(圖 7)。N2009 主要在中央山脈以西區域遊蕩，最遠擴散距離達 23 km。2024 年 10 月 23 日時定位點海拔出現在 4,306 公尺(飛行時速：每小時 45 公里)，其他日期的去處最低 666 公尺。在第 2 曆年就達到目前年度最大的活動範圍(739 km²)，之後逐年遞減(表 2)。2024 年 7 月 4 日-7 月 6 日其進入 N1931 的活動範圍內，但離巢區核心地有段距離。N2009 其他靠近 N1931 今年活動範

圍邊界的距離平均 1.2 ± 1.1 km (n=24)，最靠近的距離僅 100 公尺。在擴散期能看見其點位分布會趨避已有領域佔據者之區域(圖 7)。第 4 曆年活動範圍甚至高於第 3 曆年，因此目前似乎尚未找到合適的領地，於 11-12 月期間，仍然在玉穗山、魔界腕山、荖濃山、庫哈諾辛山、馬馬宇頓山、烏夫冬山、鐵本山與關山區域出沒，這兩個月的 MCP 達 397 km²(圖 7)。

表 2. 2021-2024 年，衛星追蹤南橫地區熊鷹(N2009)各曆年累計的 MCP。

年齡(期間)	MCP(km ²)
第 1 曆年(2021 年 6-12 月)	33
第 2 曆年(2022 年 1-12 月)	739
第 3 曆年(2023 年 1-12 月)	437
第 4 曆年(2024 年 1-12 月)	593

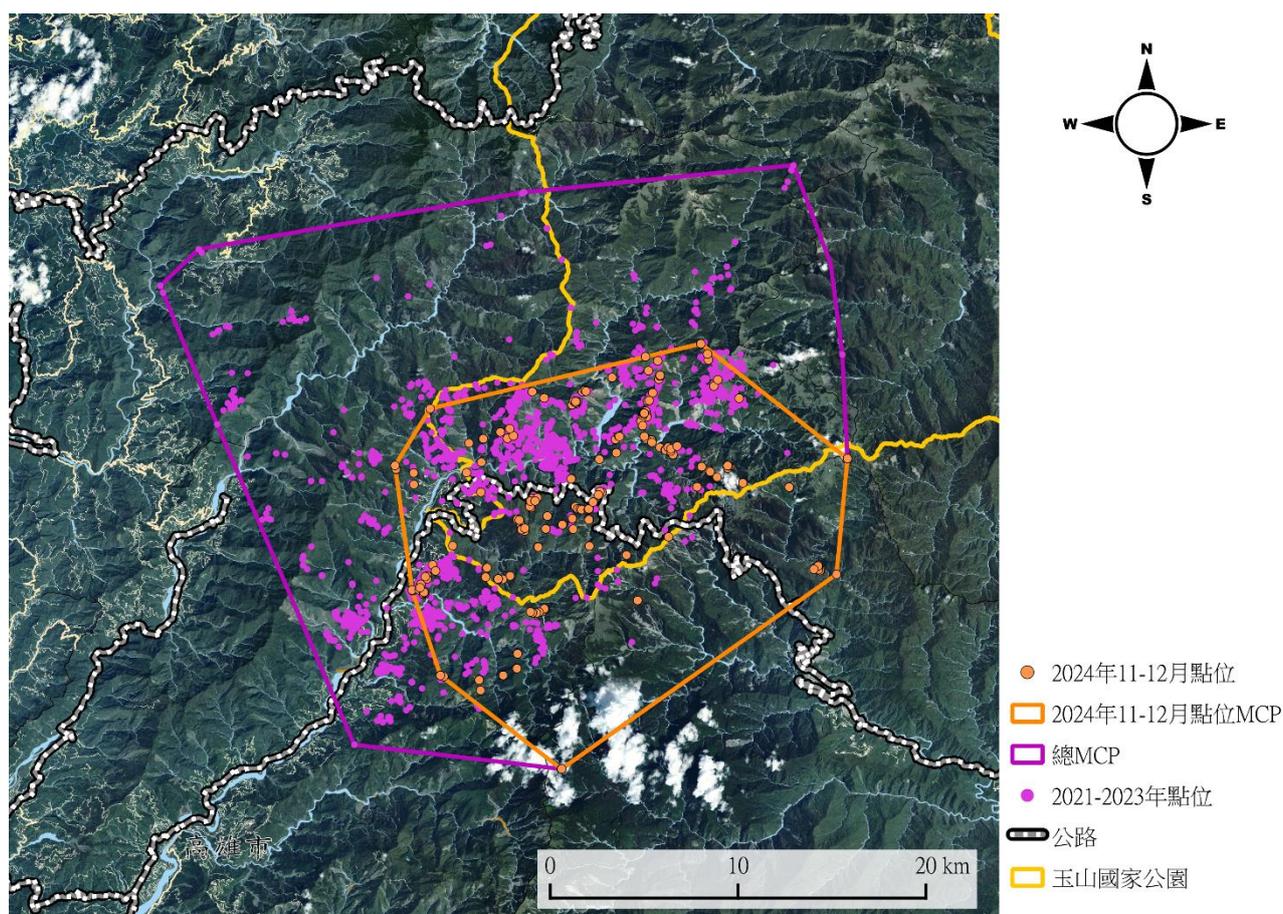


圖 7. 2021 年繫放的中之關熊鷹幼鳥(N2009)擴散期間的活動點位。2024 年 7 月 6 日最新位置在 N1931 今年度活動範圍的邊緣。

(五) N2303

N1930 於 2023 年生下的第二隻幼鳥，衛星追蹤至 2024 年 6 月 18 日(之後無訊號)，電力仍舊充足(4.09 volt)，進入無基地臺訊號之區域的可能性較低，疑發報器已經故障。追蹤期間收集 5,628 筆定位，活動範圍 836 平方公里(圖 8)。N2303 在 2024 年 2 月 3 日至 2 月 11 日在臺東大崙溪一帶棲息，距離關山鎮僅 7-8 公里；2 月 12 日則往更為靠近關山鎮的本古山與初來山稜線棲息直至 16 日。N2303 擴散期間的海拔區間介於 443-3,340 公尺，最遠離巢 35 公里左右。

N2303 擴散至臺東後，主要坐落在大崙溪中下游的集水區，並在此形成明顯的據點以此據點向周圍擴散探索，最遠可向西探索至大崙溪源頭一帶，然而目前沒有向西跨越回中央山脈的情形發生。N2303 最後一筆定位點(6 月 18 日)於當日 8 時起由大崙溪上游集水區飛往位於關山東側的馬斯博爾溪，並再向東北方轉往哈里博松溪，於中午 12 時靠近戒茂斯山一帶，短短 5 小時距離飛行約 20 公里，跨越 3 個集水區域。

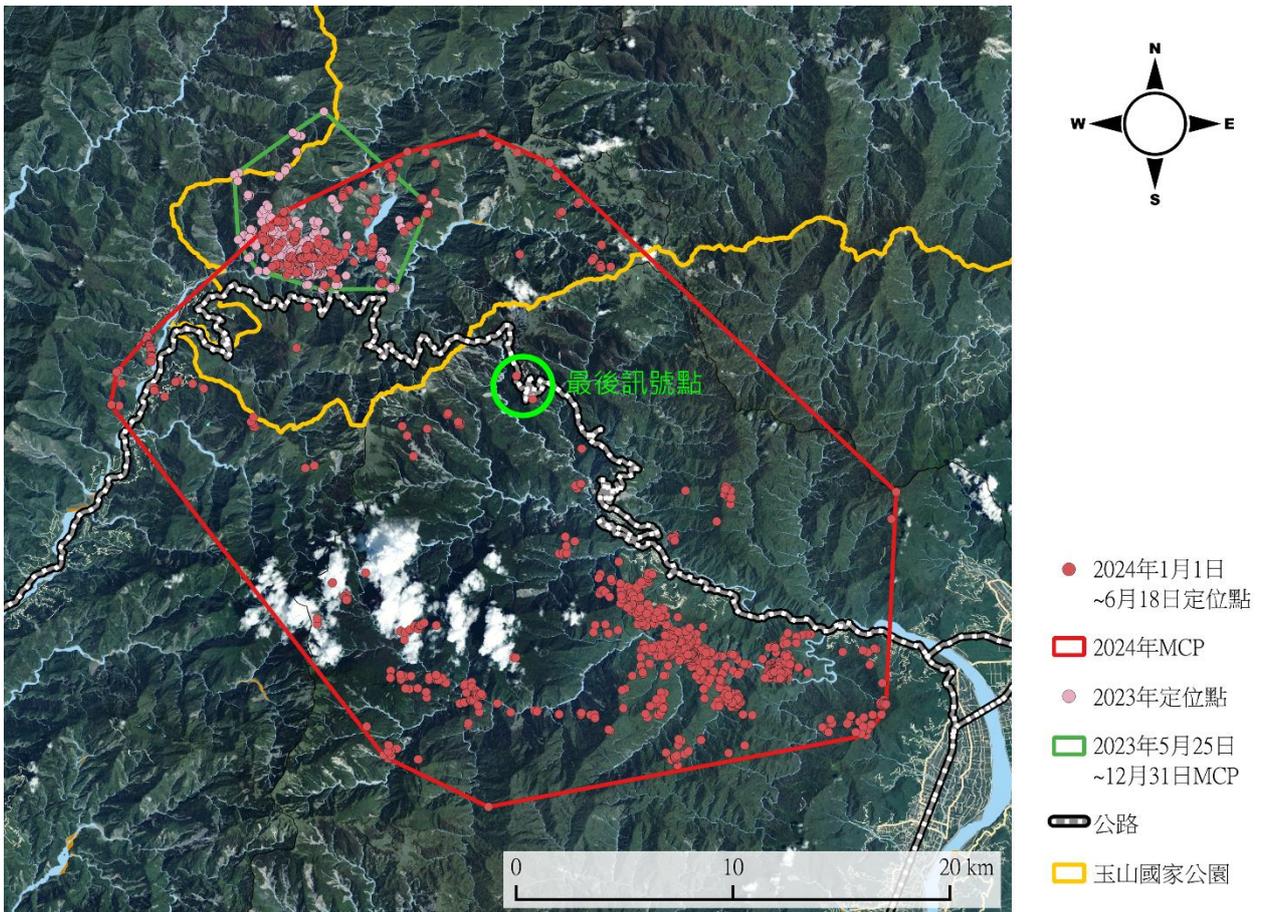


圖 8. 2023 年 5 月繫放的中之關熊鷹幼鳥(N2303)擴散一年期間的活動點位。

(六) N2311

2023年12月26日繫放的5曆年亞成年公鳥。其在繫放初期棲息於中之關步道周邊森林數日，後轉往天池上方稜線活動，一日內僅有小幅度的移動。2024年1月13日起方有大幅度的擴散，北至魔界腕山一帶，南至小關山林道的神池周邊，目前收集3,088筆定位，活動範圍約359平方公里。N2311在魔界腕山東側、烏夫冬山西側與天池下方集水區有暫時的落腳地。2024年6月25日12點起由魔界腕山朝南方飛行(圖9)，以飛行均速每小時38公里(n=3)進入庫哈諾辛山公鳥(N2105)的核心巢區，疑似取代已失聯數月的N2105的地盤，期間僅2024年7月7日至7月10日飛往烏夫冬山西側與馬馬宇頓山一帶逗留，之後便再度返回領域。目前發報器疑似因充電不足(3.8 volt)，處於斷訊階段，最後定位點為8月9日，當時仍然位於該領域中。

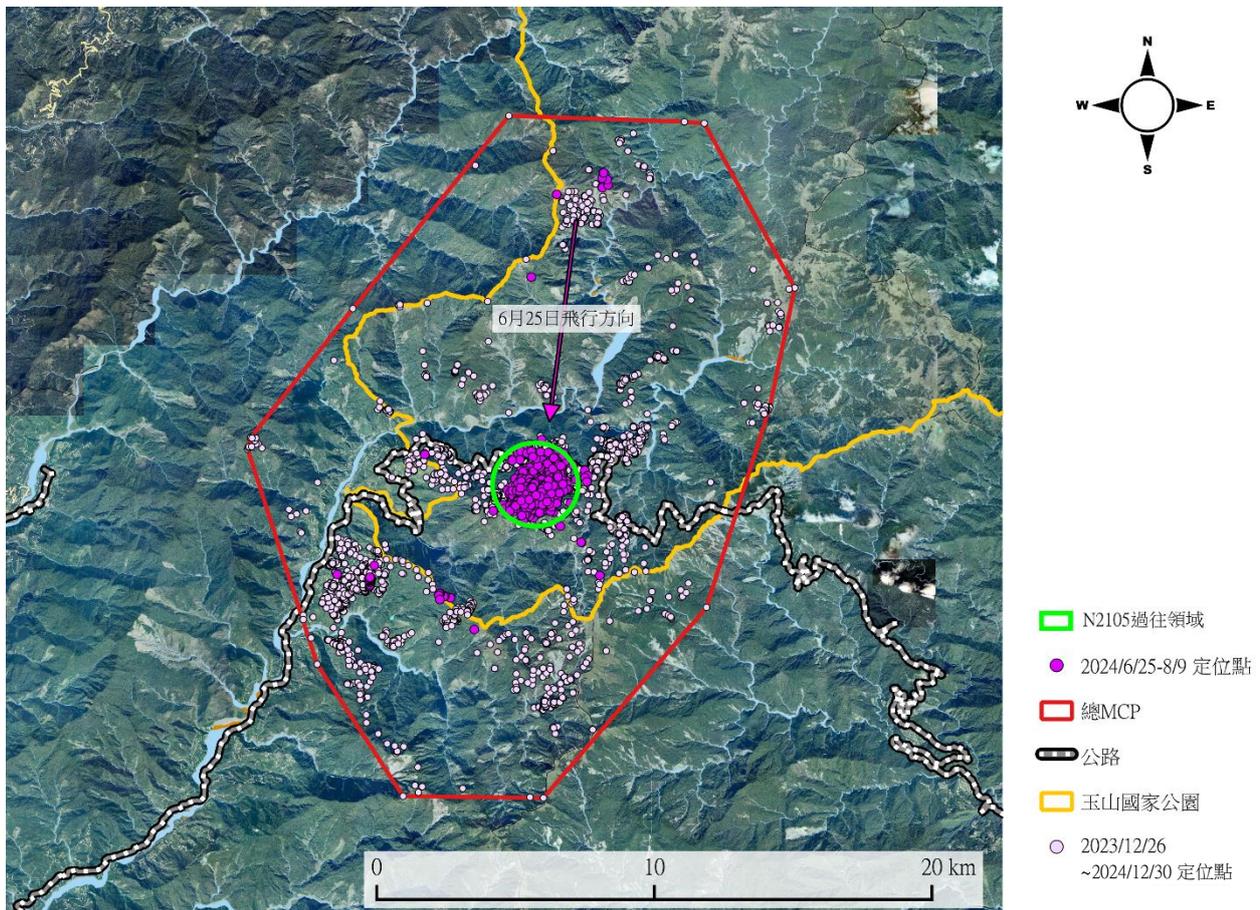


圖9. 亞成年公熊鷹(N2311)於2024年6月25日起棲息於N2105的核心巢區。疑似取代已失聯數月的N2015的領地。

三、熊鷹幼鳥擴散期間的飛行速度變化

野外熊鷹最常出現的拍翅滑行的時速介於每小時 30-35 公里(圖 10)。基本上，鳥類的高速飛行來自俯衝。若以時速每小時 50 公里以上界定為俯衝飛行時，發現追蹤 4 曆年(2021-2024 年)的熊鷹幼鳥(N2009)在離巢擴散期間的飛行速度有成長趨勢，於離巢 20 個月達到高峰(84 km/h)，至於追蹤已 1 年的 N2303，於離巢 4 個月就已達到高峰(74 km/h)，與 N2009 離巢 5 個月的時速(68 km/h)相差不遠(圖 11)。

兩隻雌性熊鷹幼鳥若與其他年齡更大的個體比較時，可以發現飛行速度低於較成熟的個體(圖 12)。例如，2019 年繫放的 4 曆年雌性亞成鳥(N1931)，在第 5 曆年達到高峰(每小時 102 公里)，2020 年繫放的已接近成年的 6 曆年雌性亞成鳥(N1930)在第 7 曆年起每年皆可見到時速上百公里的俯衝飛行表現。

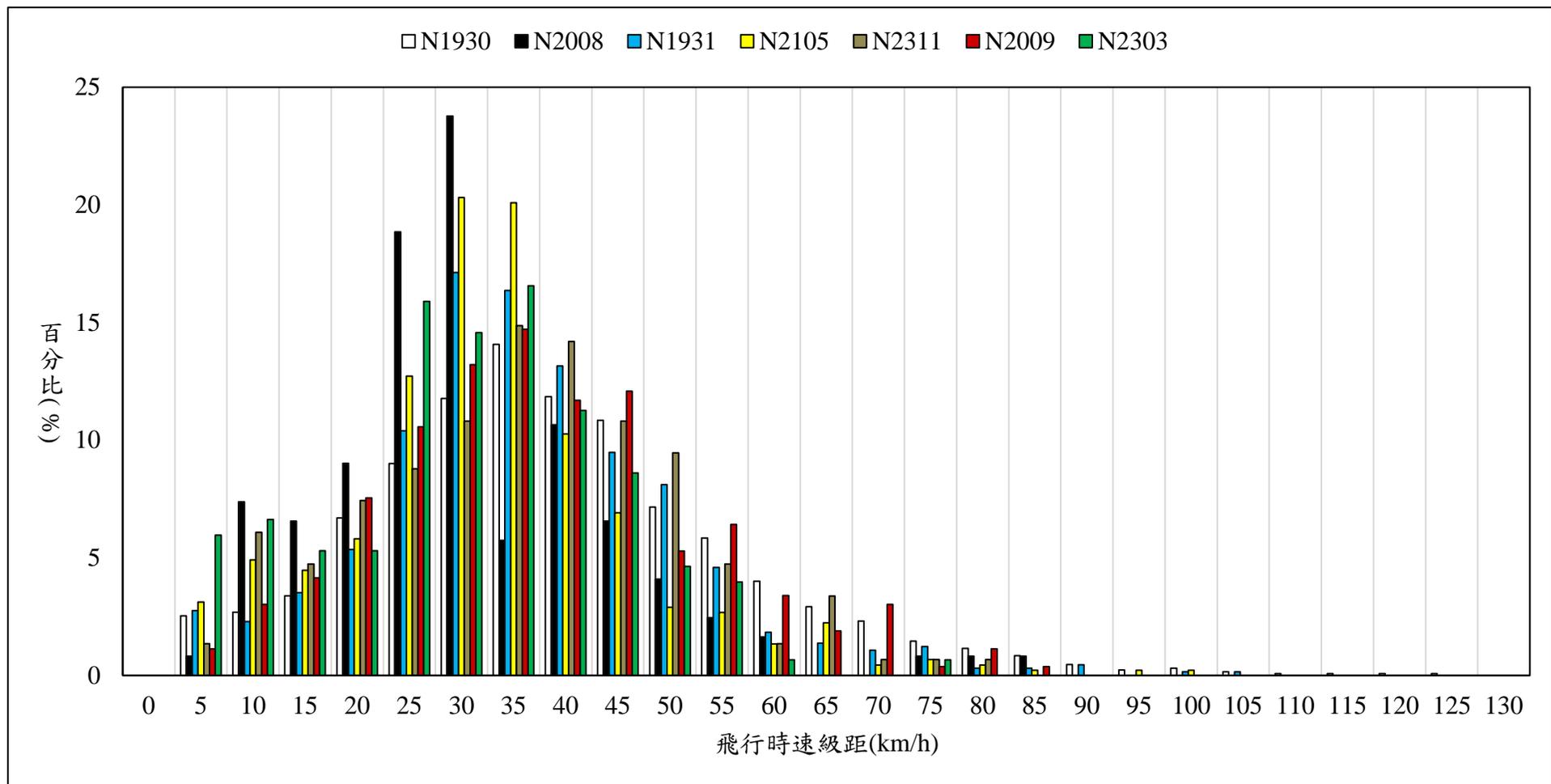


圖 10. 2019-2024 年間，衛星追蹤南橫熊鷹的飛行速度之分布圖。

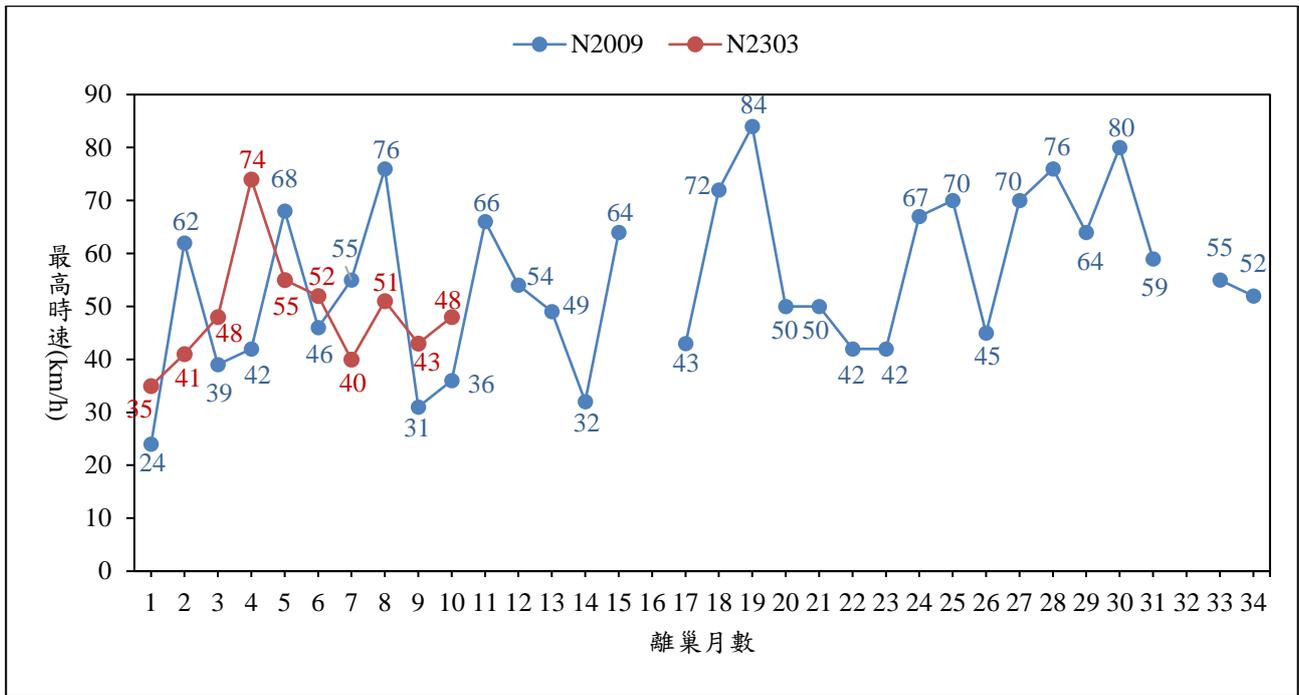


圖 11、南橫兩隻熊鷹幼鳥(N2009、N2303)離巢後最大飛行時速的成長情形。

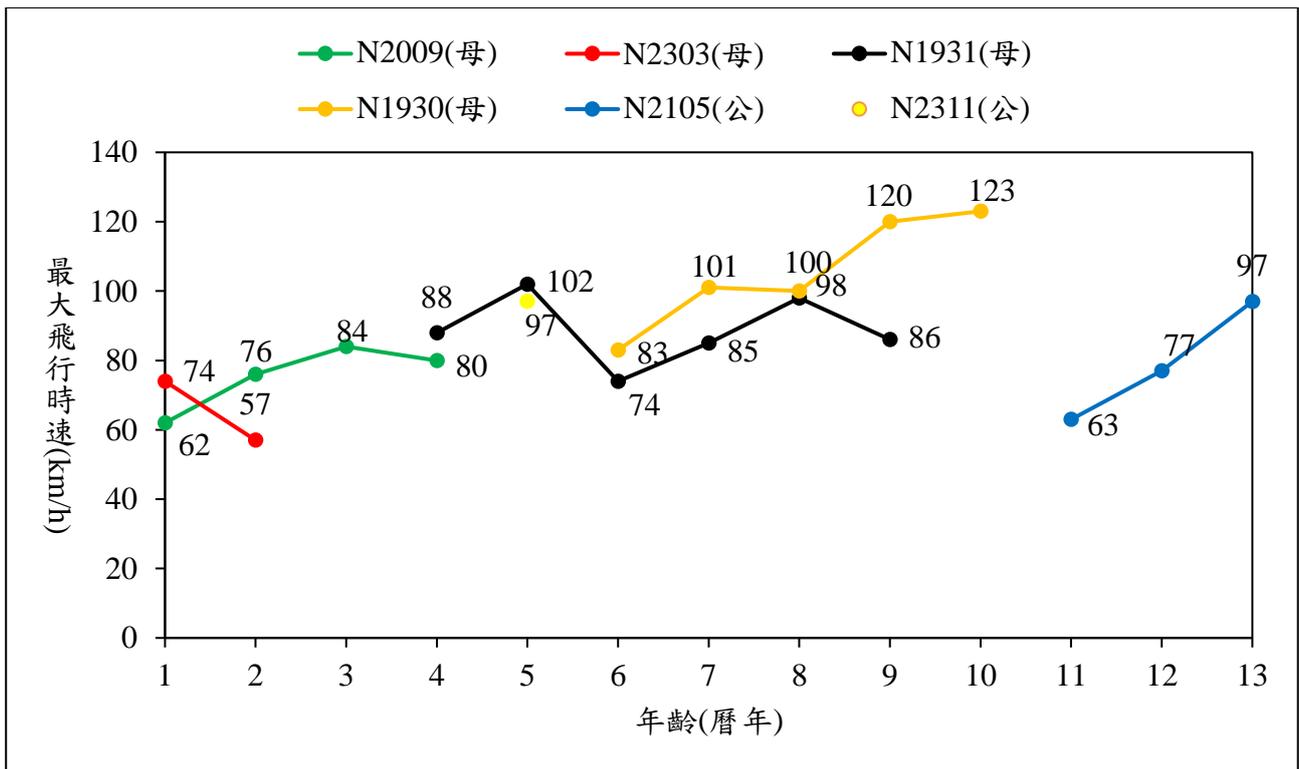


圖 12. 南橫地區不同年齡和性別的熊鷹的最大飛行時速之比較。庫哈諾辛成年公鳥(N2015)追蹤首年以 11 曆年為基準。

四、年月間活動模式差異

由於 N1931 為首年繁殖，因此僅以 2024 年度作為資料來源，平均移動距離由於違反變異數同質性($p < 0.05$)原則，因此採用 Brown-Forsythe 檢測，顯示月間具有顯著差異($df=11, F=12.47, p < 0.05$)，年度平均 0.67 ± 0.46 公里，顯示以 10 月的每小時移動量為最高(1.17 ± 0.71 公里)，4 月為最低(0.16 ± 0.3 公里)，在事後檢定(Dunnett's T3)中，2 月至 5 月沒有顯著差異，直至 6 月有較明顯的增加，逐漸回到孵卵期前(1 月期間)的水準(圖 13)。

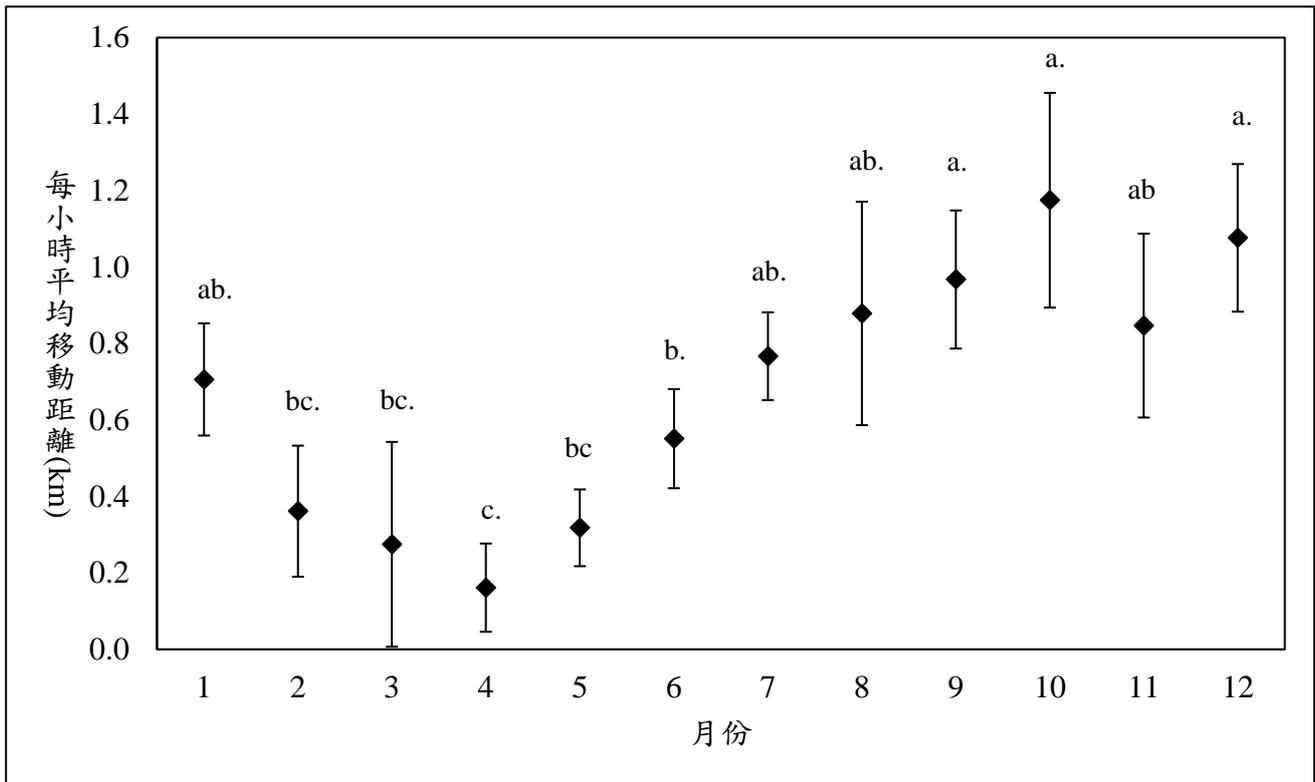


圖 13、2024 年，南橫熊鷹(N1931)每月每小時移動距離(上下界為 95%信賴區間)。

N1930 由於 2021 年起至 2024 年每年皆連續繁殖，雖然於 2022 年繁殖失敗告終，但也一同納入分析。顯示期活動模式在年間具有顯著差異($F=9.9, df=3, p < 0.05$)，以繁殖失敗的 2022 年具有高的每小時平均移動距離，其次為 2024 年，2021 年與 2023 年則為最低(圖 14)，4 年平均 0.57 ± 0.75 公里。月間亦有顯著差異($F=66.4, df=11, p < 0.05$)，在月間以 12 與 1 月為最高(0.76 ± 0.72 公里、 0.73 ± 0.72 公里)，由 1 月進入 2 月活動量呈現斷崖式的降落(圖 15)，顯示孵蛋期對其造成的影響，最低為 3 月(0.28 ± 0.91 公里)，其次為 4 月(0.33 ± 0.79 公里)。

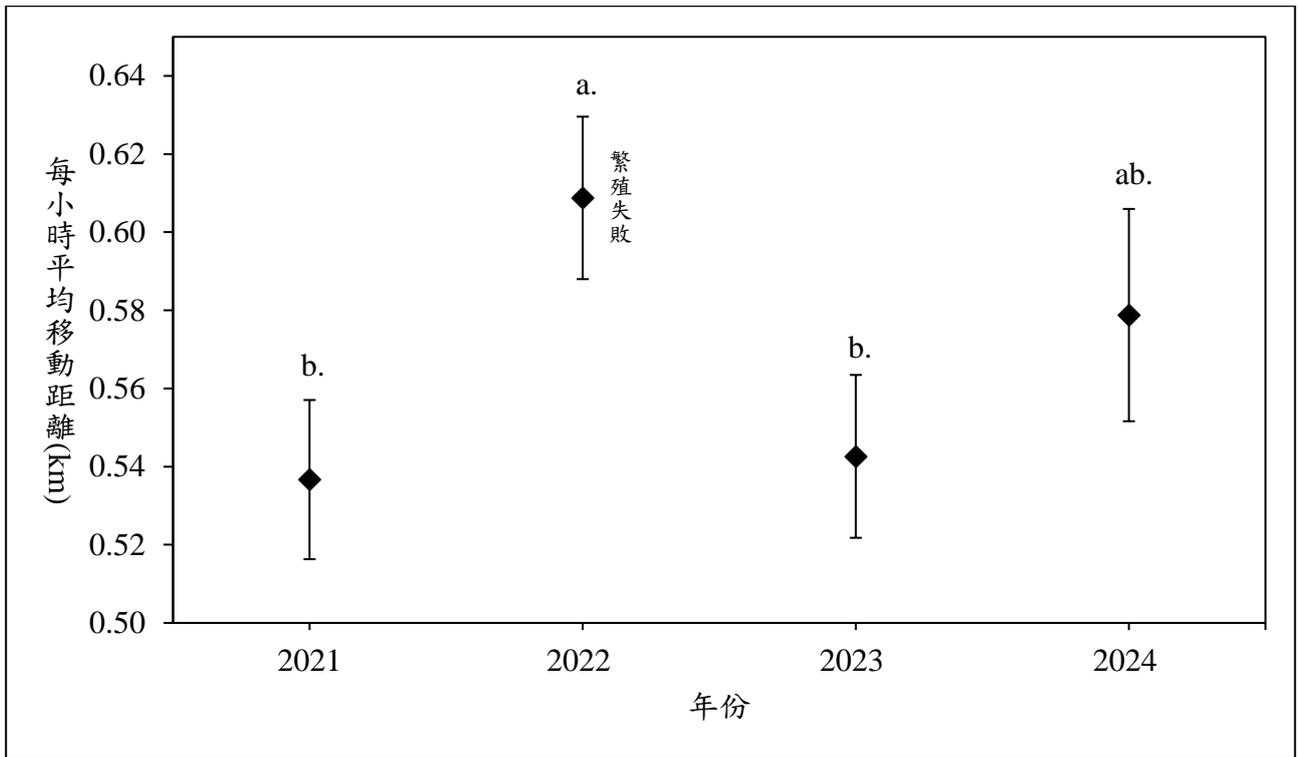


圖 14、2021-2024 年，南橫熊鷹(N1930)平均每年每小時移動距離(上下界為 95%信賴區間)。

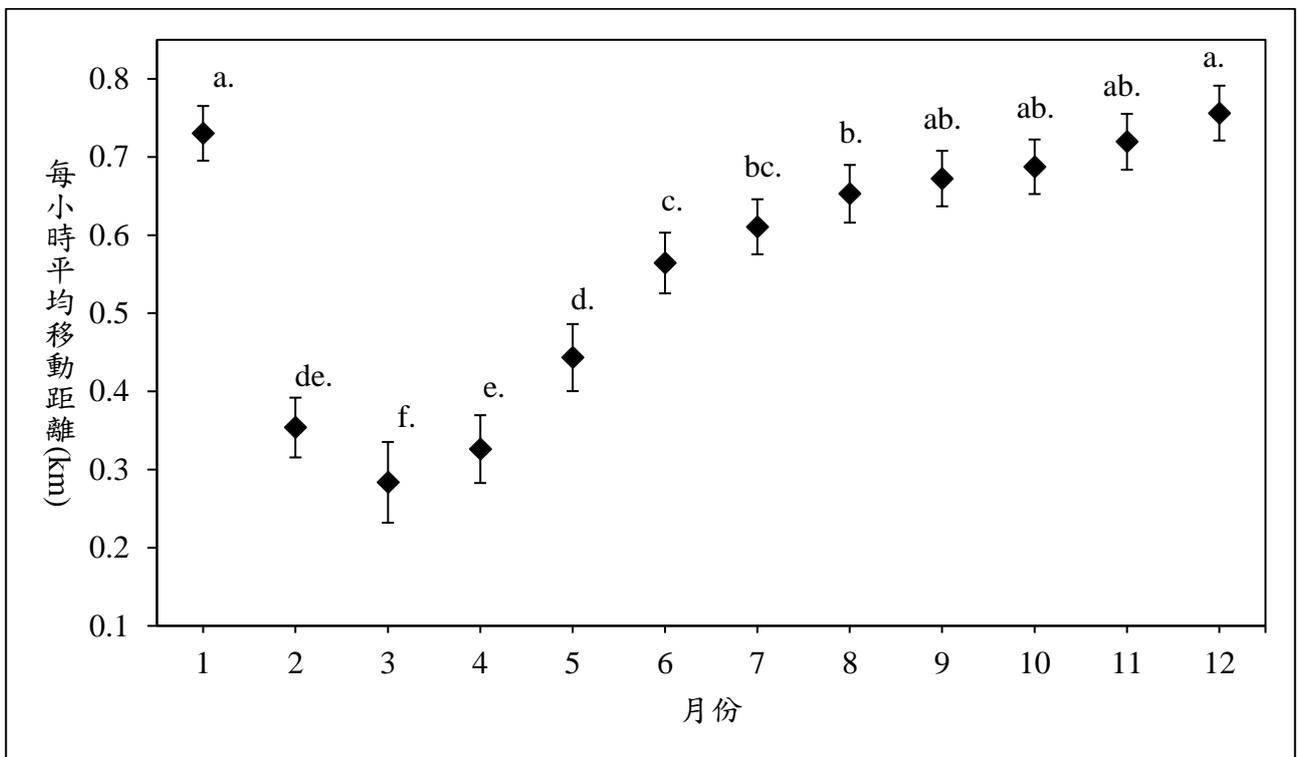


圖 15、N1930 於 2021-2024 年之每小時移動距離(上下界為 95%信賴區間)。

公鳥 N2105，在此僅取定位品質較好的 2023 年，雖然該年我們並未對其進行實際探巢作業，但依照 2024 年的定位點狀態與確實有進行繁殖地來看，2023 年理應也有進行繁殖。而在 2023 年度月間的每小時平均移動距離具有顯著差異($F=3.42$, $df=11$, $p<0.05$) (0.59 ± 0.57 km)，整年都維持相對高的水準(圖 16)，移動距離最低峰於 10-11(0.49 ± 0.59 km、 0.47 ± 0.46 km)月，最高是 1 與 6 月(0.71 ± 0.63 km、 0.69 ± 0.58 km)。

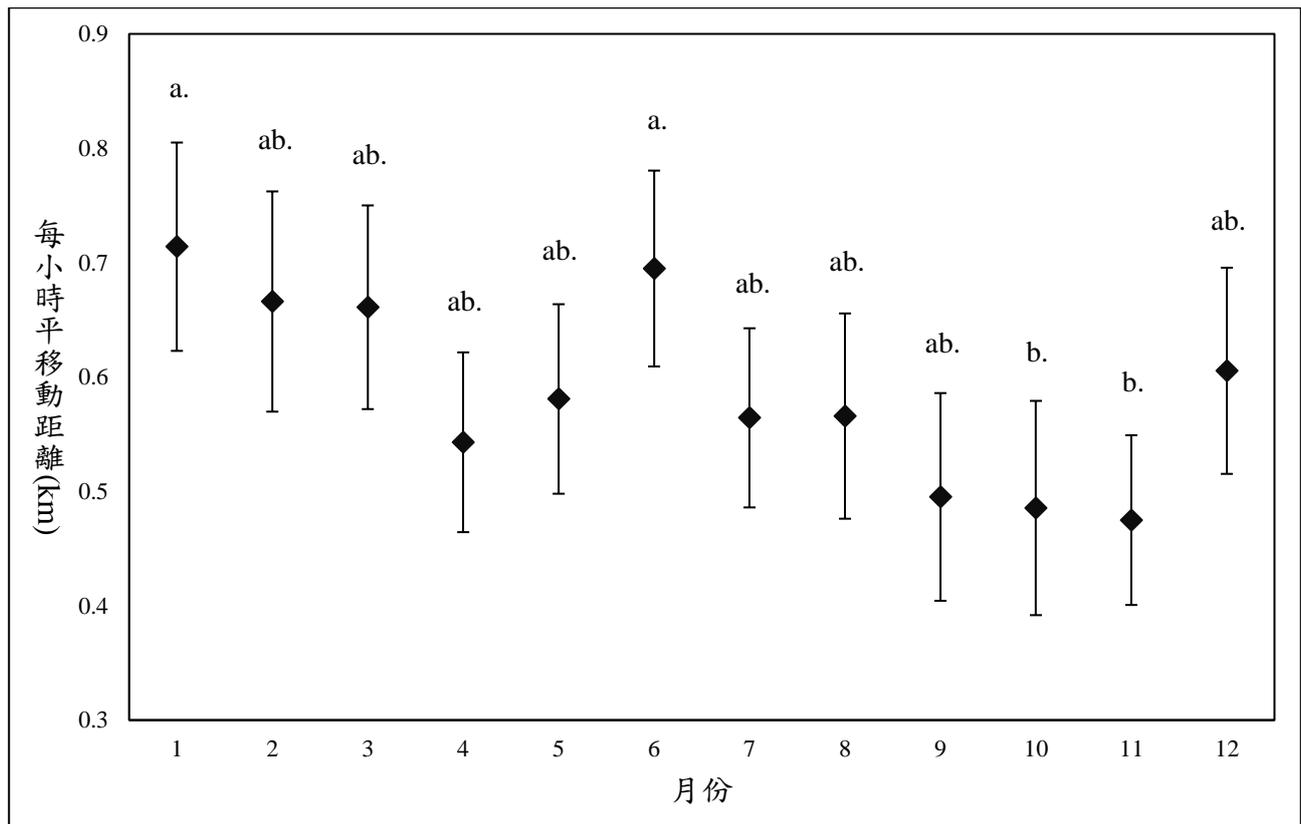


圖 16、南橫熊鷹(N2105)於 2023 年每小時平均移動距離。

五、繁殖監測

2024 年觀測 3 對熊鷹繁殖，分別是 2021 年至今年年連續繁殖的中之關對(N1930 & N2008)與 N2105 及首度繁殖的 N1931。分別描述如下：

(一) 中之關對

根據 2023 年中之關繁殖對在 1 月期間公鳥(N2008)回巢次數來看，是佔其中最高(統計至 1-5 月)，可達 56 趟次，而同月份母鳥(N1930)有 96 次，之後 2-5 月公鳥回巢次數隨月份過去而逐漸減少(由 32 趟次減少至 2 趟次)。

母鳥(N1930)於 2024 年 2 月 13 日出現點位集中現象，巢位轉移至二號巢東側約 600 公尺處，進入孵卵期。為了避免干擾，4 月初進行探巢作業，發現巢位坐落在一棵五葉松，巢臺高約 20 公尺，巢樹胸徑(DBH)礙於其生長於單側為懸崖的陡坡上，粗略目測約 90 公分寬，然而放眼望去此樹為周邊最大徑樹木。

取巢位周邊定位點密集的半徑 10 公尺區域，坡度平均 $50.3^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ ，中位數 50° (n=213) (表 4)。巢位周邊的平均坡度顯著高於其 AKDE 95 與 50 範圍內的平均坡度。往年(2021、2023)的巢位坡度僅 2021 年巢位坡度與 AKDE 50 範圍內坡度沒有顯著差異，其餘皆高於周邊環境坡度。而在 2021、2023 與 2024 年度的巢位坡度也逐年遞增，且具有顯著差異(表 5)。

表 4. N1930 各年度巢位與環境坡度

範圍	坡度	樣本數
AKDE 95	36.4	600
AKDE50	41.5	100
2021 年	43.5	563
2023 年	49.7	538
2024 年	50.3	213

表 5. N1930 各年度巢位與環境坡度差異分析

組別		P-value	分析法
AKDE 95	AKDE50	<0.05	T-test
	2021 年	<0.05	Welch's T
	2023 年	<0.05	Welch's T
	2024 年	<0.05	Welch's T
AKDE50	2021 年	0.07	Welch's T
	2023 年	<0.05	Welch's T
	2024 年	<0.05	Welch's T
	2021 年	<0.05	Welch's T
	2023 年	<0.05	Welch's T
	2024 年	<0.05	Welch's T
	2023 年	<0.05	Welch's T
	2024 年	<0.05	Welch's T

研究員 2024 年 4 月 13 日進行探巢作業時，該巢位已孵出小鷹，以定位點推測的孵蛋日(2 月 13 日)算起，加上 N1930 前兩次平均 48 日孵蛋期，推估 4 月 1 日孵化。該巢位於 4 月 29 日進行巢邊相機架設(距離巢邊約 3 公尺)，但隔日開始因親鳥對該相機進行攻擊導致畫面偏移，直至 5 月 20 日才再度進行架設調整與補強結構，同時間進行幼鳥繫放(環號 A28)，為配合直播作業，並未讓其背負發報器追蹤(附錄 2)；同日，也與梁皆得導演團隊合作，在距離巢樹約 40 公尺遠的監視器系統架設，該系統可進行畫面轉動與鏡頭伸縮取景功能，並將該巢位於 5 月 30 日正式上線，以小熊鷹—「莎倫」之名進行對外公開直播育雛(附錄 3)，之後於 6 月 12 日因系統電力因素下線，最終於 6 月 16 日確定結束直播，直播天數 12 日間觀看數達到 145,324 人次，而位在巢位周邊的自動相機仍正常運作。直播期間透過公民科學紀錄育雛食性紀錄，在系統斷線後以巢邊自動相機紀錄。由於「莎倫」仍偶有回巢活動與在巢內進食的行為，因此位在巢位周邊的自動相機目前仍進行監測中。在 6 月 11 日首度踏出巢體外(Day 72)，朝主幹處探索，往後探索的距離逐漸加長。6 月 16 日研究人員在巢區周邊作業發現幼鳥在巢體上方約 3 公尺處的樹梢，顯示已具有短距離飛行能力。A28 在 7 月 5 日透過巢邊相機監控最後一次在巢臺邊過夜(Day 96)。

食性分析方面，由於巢邊相機架設之初遭親鳥攻擊，導致角度偏移現象而無法進行紀錄。在此，僅取監視系統成功運作錄取畫面(2024 年 5 月 28 日，後臺系統測試階段，尚未直播上線)至直播結束(2024 年 6 月 12 日)與透過巢邊自動相機接續至 2024 年 7 月 11 日期間進行食性紀錄，並結合 2021 年中之關對的育雛食性紀錄。

若單以今年度而言，共紀錄 11 筆，以白面和大赤鼯鼠略多(表 6)。由於 2023 年度資料尚未進行完整分析，因此僅將今年與 2021 年資料(附錄 4)合併來看不論在筆數或生物量而言皆以山羌為最高，白面鼯鼠為次高(表 7)。

透過 N1930 衛星追蹤的點位，分析 2021-2024 年四個繁殖季築巢期的來巢時段偏好。取每年 11 月開始到下蛋日前之點位，若點位與巢位距離小於 20 公尺，則視為在巢內的點位，共有 5,370 個定位點，其中 122 點在巢內。回巢次數最多時段為 9 點，占總回巢點位的 27%，次之為 8 點，占總回巢點位的 16%(圖 17)。

表 6、2024 年(2024 年 5 月 28 日至 6 月 12 日)中之關熊鷹育雛食性

類群	物種	數量	重量(g)	總和(g)	重量參考來源
哺乳類	山羌	2	2,450	4,900	Pei, 1996
	大赤鼯鼠	3	1,300	3,900	TaiEOL ¹
	白面鼯鼠	3	1,200	3,600	TaiEOL ¹
	鼬獾	1	1370	1,370	TaiEOL ¹
鳥類	臺灣紫嘯鶇	1	123	123	臺灣鳥類誌 第二版(下)
爬蟲類	臺灣中國石龍子	1	41	41	Zhu, 2023

註¹：為中研院架設之網站「台灣生命大百科 TaiEOL(<https://taieol.tw/>)」。

表 7、合併 2021 年(孫元勳, 2022)與 2024 年中之關繁殖對熊鷹育雛之食性組成

重量參考來源	物種	總重量 g (%)	筆數 n (%)
Pei, 1996	山羌	26,950 (54.47)	11 (23.40)
TaiEOL ²	大赤鼯鼠	6,500 (13.14)	5 (10.64)
TaiEOL ²	白面鼯鼠	6,000 (12.13)	5 (10.64)
臺灣鳥類誌 第二版(上)	藍腹鷓	3,988 (8.06)	4 (8.51)
TaiEOL ²	赤腹松鼠	3,500 (7.07)	7 (14.9)
TaiEOL ²	鼬獾	1,370 (2.77)	1 (2.13)
臺灣鳥類誌 第二版(下)	臺灣紫嘯鶇	369 (0.75)	3 (6.38)
del Hoyo, 1996 ^b	家鴿	268 (0.54)	1 (2.13)
臺灣鳥類誌 第二版(上)	臺灣竹雞	234 (0.47)	1 (2.13)
del Hoyo, 1996 ^a	褐鷹鴉	200 (0.4)	1 (2.13)
臺灣鳥類誌 第二版(下)	白耳畫眉	47 (0.09)	1 (2.13)
Zhu, 2023	臺灣中國石龍子	41 (0.08)	1 (2.13)
Norval <i>et al.</i> , 2011	斯文豪氏攀蜥	14 (0.03)	1 (2.13)
	種類不明 ³		5 (10.64)
總和		49,481	47

註¹：2021 年資料(孫元勳, 2022)在此已重新調整物種之單位重量，此為較新數據。

註²：為中研院架設之網站「台灣生命大百科 TaiEOL(<https://taieol.tw/>)」

註³：種類不明資料不列入重量占比之計算。

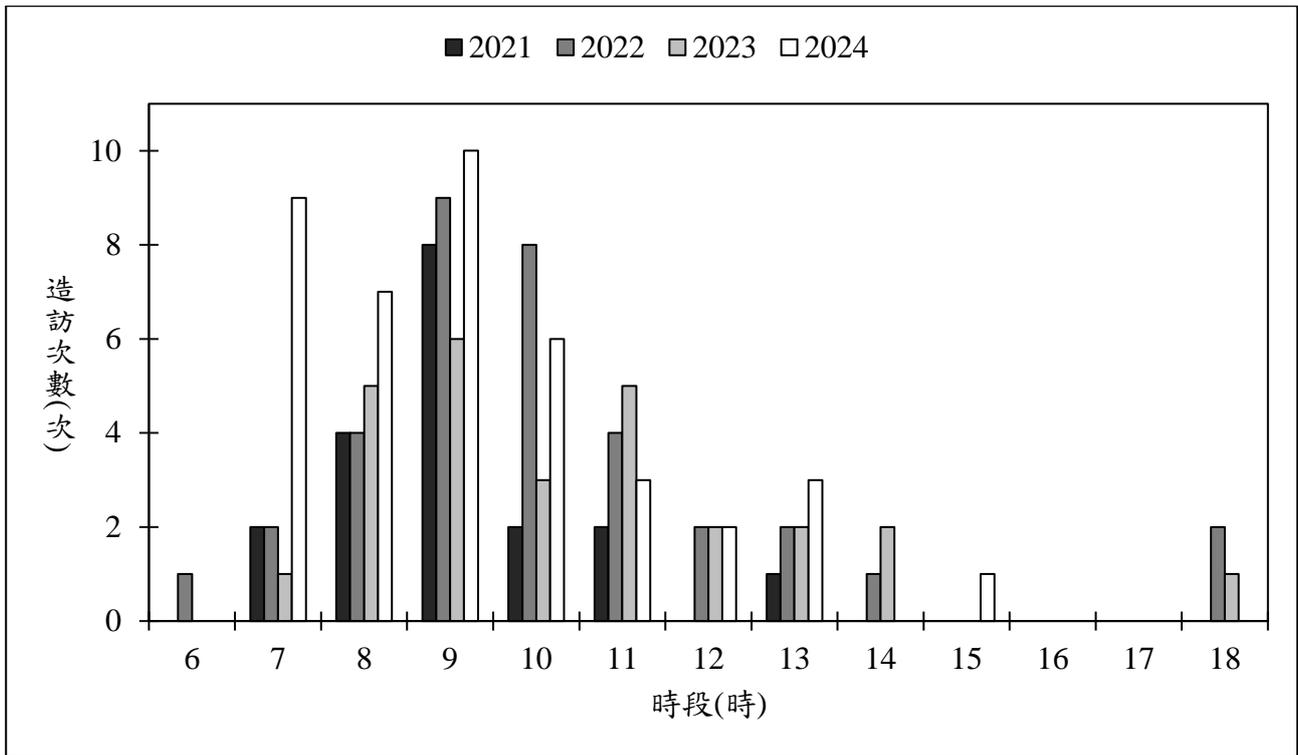


圖 17. 2021-2024 年，中之關母熊鷹(N1930)築巢期間造訪巢樹次數的時段變化。

(二) 庫哈諾辛對

公鳥 N2105 的定位點位於 2024 年 2 月 17 日起出現集中現象，然而該個體為公鳥，點位集中現象不若母鳥明顯。4 月 13 日研究員進行遠觀探巢作業，確認已進入孵雛期，若以 2 月 17 日為下蛋日，推算孵化日期為 4 月 5 日。研究員於 5 月 16 日進行巢邊自動相機架設(附錄 3)。該巢海拔 2,250 公尺，與去年懷疑的點位相同，位於庫哈諾辛山北面山腰處，屬於針闊葉林。實際到訪該巢位周邊有相當多粗估約 30-40 公尺級的高聳巨木，巢樹為雲杉(*Picea morrisonicola*)，巢高粗估約 35 公尺，胸高直徑約為 115 公分，一旁約 5 公尺處另有一棵胸高直徑 145 公分的巨木。取巢位半徑 10 公尺區域的定位點來看，平均坡度 $41.5^{\circ} \pm 2.4^{\circ}$ ，中位數 $42.5^{\circ}(n=24)$ (表 8)；在 AKDE 95% 與 AKDE 50% 環境坡度雖無顯著差異，不過巢位坡度仍然顯著較高(表 9)。

然而，由相機架設完畢至在 5 月 27 日這段梅雨期間，親鳥僅帶回一條標蛇(*Achalinus* sp.)回巢，27 日下午幼鳥不幸死亡。隔日見母鳥叨回一隻腐爛已久僅剩皮囊的山羌殘骸，5 月 29 日透過錄像影片見母鳥將幼鳥屍體進行拔羽，但未有將幼鳥屍體回收現象。

表 8. N2105 巢位與環境坡度

範圍	坡度(°)	樣本數
AKDE 95	36.2	510
AKDE50	36.5	150
巢區	41.5	24

表 9. N2105 巢位與環境坡度差異分析

組別		P-value	分析法
AKDE 95	AKDE50	0.6	T-test
	巢區	<0.05	Welch's T
AKDE50	巢區	<0.05	Welch's T

(三) 獅子尾山對

2024 年邁入第 9 曆年的 N1931 首次繁殖，2 月 7 日開始孵卵。研究員在 4 月 5 日進行巢位探查，確定已進入孵雛期，推測孵化日為 3 月 26 日(Day 50)。之後研究者於 4 月 16 日進行巢邊相機架設，架設過程研究團隊人員在此首次遭受親鳥 N1931 攻擊，翅膀拍到隊員的頭盔。

N1931 使用的巢樹為赤皮，巢高約 18 公尺，由於其生長在極為陡峭的微地形中，該地坡度相對周邊環境的平均坡度要陡上許多，樹基生長位置的坡度粗估約 70°-80°，除了該樹基部以外別無其它可供人員穩固站立的腳點(樹基部成 L 型向上斜生)，因此僅以肉眼大略判定巢樹胸高直徑約有 60 公分。取周邊密集點位分析坡度平均 47° ± 1.7°，中位數 46°(n=338)(表 11)，顯著高於周邊環境坡度(表 12)。

表 11. N1931 年度巢位與環境坡度

範圍	坡度(°)	樣本數
AKDE 95	33.6	500
AKDE50	39	30
巢區	47	338

表 12. N1931 巢位與環境坡度差異分析

組別		P-value	分析法
AKDE 95	AKDE50	<0.05	T-test
	巢區	<0.05	Welch's T
AKDE50	巢區	<0.05	Welch's T

相機架設隔日遭到親鳥攻擊導致拍攝角度歪斜，於 4 月 30 日重新上樹進行角度調整與補強。然而，此次當隊員才上到樹的半途即遭受 N1931 的無數次俯衝襲擊，隊員多次暫時撤退後再上巢作業，並總是於人員到達距離巢位一半處開始進行高強度俯衝襲擊(直接衝撞或伸爪飛越隊員上方不到 3 公尺處)，鑒於人員安全考量，取消巢邊相機角度調整作業，改由巢外約 15 公尺處架設相機監視(附錄 3)，由於架設位置遙遠而無法鑑識巢內獵物組成。該相機在 5 月 17 日因電力不足而斷訊，無法確定該幼鳥離巢日期，同時也因 N1931 過於兇悍，考量人鳥安全，未進行繫放作業。

六、玉山國家公園族群估算

根據「材料方法」篇章所提及的條件中，玉山國家公園有 813.7 平方公里屬於海拔 800 公尺-3,000 公尺的區域。該區域中林型以針葉樹林型為最大宗(369.7 km², 45.4%)，其次為闊葉樹林型(294.9 平方公里, 36.24%)與針闊葉樹混淆(136.4 km², 16.76%)，以上三者占整體 98.43%(圖 18a.)；在各經營使用分類中以原生林佔絕大多數(607.1 平方公里, 74.6%)(圖 18b.)。因此，透過我們在荖濃溪上游一段面積約 53 平方公里的集水區，約略掌握 5、6 對熊鷹棲息，據此推算的繁殖密度每對約為 8.8-10.6 平方公里，以此數值換算後可以得知玉山國家公園範圍於海拔 800 公尺-3,000 公尺區域約可供 154-185(77-93 對)隻成年熊鷹棲息。依照何錦尚(2007)的調查結果來看，亞成年熊鷹的數量約佔所有熊鷹紀錄的 3.4 成左右，因此依比例計算可得知亞成年個體約有 79-95 隻，合併後推測玉山國家公園區域有 233-280 隻熊鷹棲息。

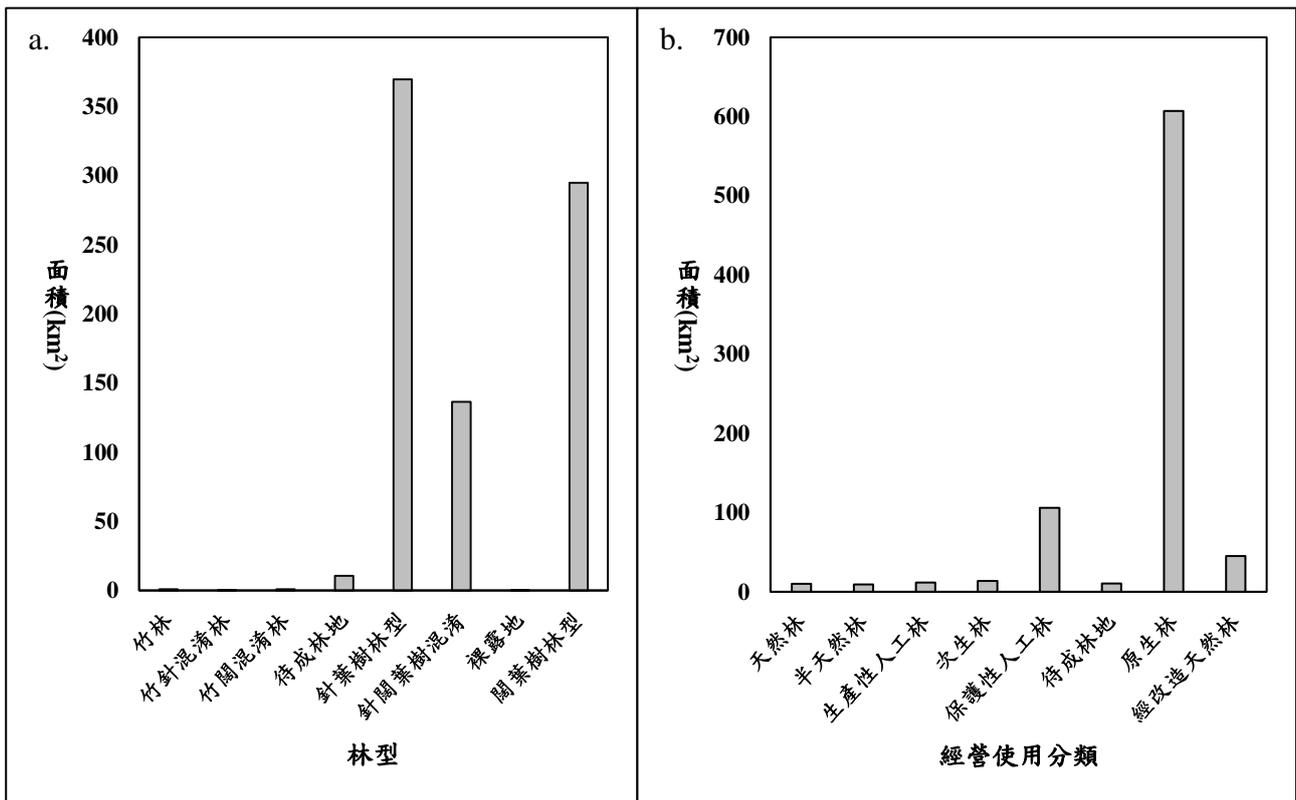


圖 18、玉山國家公園海拔 800 公尺~3,000 公尺林型(a.)與經營使用分類面積(b.)。

肆、討論

一、活動範圍(MCP)

臺灣熊鷹相關科學性調查近年透過科技的發展獲得了相當豐碩的資料，由於過往受限追蹤技術限制導致擴散個體追蹤時長較短，且定位筆數較低(孫元勳 2007，孫元勳、黃永坤 2010)，無法確實掌握熊鷹幼鳥的擴散過程與領域建立的過程，如今透過太陽能衛星追蹤發報器可獲得相當長期、大量且精準的定位資料。確認可以透過追蹤母鳥甚至是公鳥定位點進行巢位判定。也藉此確認 N1931 於 2024 年度在獅子尾山首次繁殖建立領域，為首度追蹤從漂泊中的亞成個體建立領域的案例。

透過 N2009 與 N2303 的擴散模式，得知離巢幼鳥在第 2 曆年開始就會積極向外探索；另一筆離巢幼鳥的擴散紀錄是 2022 年孫元勳(2023)於宜蘭區域繫放之幼年母熊鷹，離巢當年於 11 月因遭獸夾因素進行救傷，期間 MCP 僅累積 2.5 平方公里，於 2023 年 1 月進行野放後，該年度 MCP 已累計有 443.4 平方公里，至 2024 年甚至已有 763 平方公里(孫元勳，未發表資料)。顯示離巢幼鳥擴散期間所涵蓋之面積廣大，甚至遠遠超出國家公園範圍外。由於遊蕩個體經常需要面對全新的地景(Campioni *et al.*, 2012)，可能具有較高的死亡率，且面對熊鷹羽毛在黑市有相當高昂的價格(孫元勳，2005、2006、2007，孫元勳、黃永坤 2010)，甚至在年輕個體相對族群僅有約 34% 的占比下(何錦尚 2007)，卻有相對成熟的個體有更高的被捕獲率(孫元勳 2007)。顯示遊蕩個體所面臨的風險可能較高。

中之關庫哈諾辛公熊鷹(N2105)的最後一筆定位點僅更新至 6 月 3 日，推測已死亡，因此 6 月 25 日 N2311 迅速的佔據其領地至 8 月斷訊。此為過往未有紀錄熊鷹之領域替代事件(孫元勳 2007、2023^{a,b}，孫元勳、黃永坤 2010)。在猛禽中通常遊蕩個體的年齡相對已具有領域者更為年輕，然而即便是眾多遊蕩個體中也可能具有不同的個體優勢，在出現領域空缺的情形下更具主導地位的個體通常會優先取得該領域(Tapia & Zuberogoitia, 2018)，由於繁殖個體的領域空缺與新進個體的填補時間差、首次繁殖的年齡與領域佔據率可以用來衡量遊蕩個體(Floater)的族群健康度(Zuberogoitia *et al.*, 2009)，從 N2105 領域被快速 N2311 佔用的情況來看，可以當作未來衡量玉山國家公

園熊鷹族群健康度的參考。惜 N2311 發報器目前處於斷訊狀態，也未能確認 2024 年末至 2025 年初期間點位是否有因繁殖階段的開始產生的集中現象，需倚賴在該區域進行目視調查才能確認。

在取得活動範圍後透過 QGIS 3.34 進行定位點與「第四次全國森林資源調查」圖層抽取，可以得知目前追蹤的熊鷹個體不論以固有領域或是仍然在飄泊的個體絕大部分皆以闊葉型樹林占比最高(Ave. 65.58±16.4)，除了 N2105 因海拔因素相對有較高針葉型樹林之外，幾乎都有近 60%以上的占比(圖 19a)，然而，在位於這些個體活動範圍內的各林型佔比以針葉樹林型為最高(45.4%)其次為闊葉樹林型(36.2%)，顯示熊鷹對闊葉型樹林有所偏好；森林的經營使用類型而言，除了 N1931 由於分布海拔較低導致原始林利用僅 46.4%之外，其餘個體對原始林的使用皆占了 60%以上，N2105 甚至到了 98.8%(圖 19b.)，顯示熊鷹對於原始林的偏好，不過整體的利用與玉山國家公園的森林經營使用類型占比相似，這與位於南北大武山(孫元勳 2007)的結果而言多數追蹤個體周邊環境位於原始林也相似。井上剛彥等(1998)認為，日本熊鷹對原始林雖然選擇度較高，但並不完成排斥人工林，不過日本熊鷹對於高自然度的森林仍有較高利用，尤其是具有天然植被的地景結構(伊藤健彥等 2004)，總體而言不論臺灣或是日本熊鷹對於原始林的偏好較高，但也不排斥一定程度使用人工干擾區。

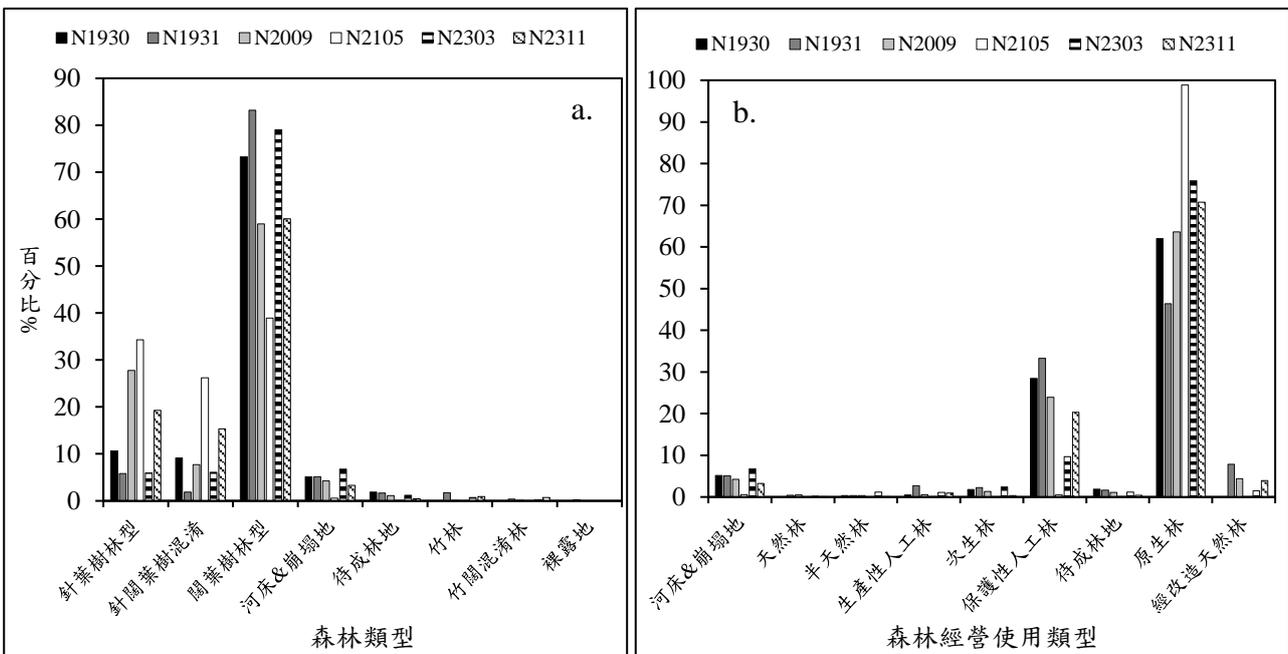


圖 19、南橫熊鷹於 MCP 內所佔環境類型百分比；(a.)森林類型與(b.)森林經營使用類型。N2008 由於與 N1930 為配偶，僅以 N1930 代表之。

二、熊鷹幼鳥擴散期間的飛行速度變化

年輕熊鷹的俯衝飛行速度低於成年熊鷹，此意味俯衝飛行速度可能是熊鷹展現狩獵技巧的指標；當成熟的個體具有更充足的肌肉量與經驗，具有更高的飛行技巧，進而對狩獵效率提升，也可能展現在最高時速中。金鷲(*Aquila chrysaetos*)的亞成個體擴散平均飛行時速約為每小時 36 公里，大多介於每小時 20~40 公里之間(Torgeir et al. 2016)。在 Bruderer 等人(2001)對多種鳥類的飛行速度統整中，猛禽滑翔(flap-gliding flight)時速大多介於 20~50 km/h 之間，這個數值與本研究的結果相似。因此我們所紀錄到多筆相對高速的飛行定位可能是用於狩獵時的俯衝飛行。由於猛禽狩獵可能仰賴高速俯衝的能力，而後緊接著為劇烈的減速動作，最高飛行時速可能是個體在狩獵能力的展現，也可能是飛行能力的指標之一。一隻被長期目視觀察的日本的金鷲的離巢個體在一個月內與其親鳥的飛行能力已經相當，然而狩獵能力並未獲得提升(根本理 et al. 2005)。對比 2020 年研究員在南橫公路周邊山區稜線看見白色身影的猛禽於空中高速衝向山谷處，比對定位點應為當時已 5 曆年的 N1931。目前 N2009 與 N2303 最高時速仍未有超過時速 100 公里的紀錄，似乎顯示年齡對飛行技巧發展的重要性；然而，在我們追蹤的幾隻成年熊鷹雄鳥中目前尚未有出現超過百公里以上的時速，是否存在兩性的差異仍有待未來樣本數的增加以利探討。

依賴翱翔飛行(Soaring)的鳥類飛行時仍受到外在因素影響，主要包含由地形引起的上升氣流(Murgatroyd et al. 2018)、熱氣流(Hedenström 1993)，這些氣流的產生通常與地形相關，如同位於西班牙伊比利半島的白腹隼鷲(*Aquila fasciata*)在平坦區域中的飛升能力顯得較差(Caro et al. 2011)，而在小尺度方面有研究表明鳥類飛行加速度與渦流(Turbulence)具有正相關性，且取決於當地風速(Laurent et al. 2021)。因此，飛行表現的差異除了個體間的自身差異，也可能包含個體擴散到的環境條件有關連，進而產生出不同程度的飛行模式，又或是不同季節而產生的飛行策略差異，這可能與食物來源有相關性。例如位於希臘東北部的短趾雕(*Circaetus gallicus*)在繁殖季前後期會因應獵物活動差異而產生不同策略模式(Bakaloudis et al. 2010)。因此也可能各別的熊鷹亞成鳥環境條件變化時，也展現不同的飛行模式。

三、年月間活動模式的差異

本研究兩隻熊鷹母鳥因為繁殖因素在月份間的移動模式類似，均以 2-4 月為最低，尤其是 3 或 4 月(2022 年 N1930 繁殖失敗是例外)。就性別而言，孵卵與育雛主要由母鳥執行，移動距離較短；而相對於這時期母鳥的低移動模式，公鳥 N2105 在 4-6 月期間逐步增加移動距離量，這可能是由於 4 月初雛鳥孵化後隨著時間過去，幼雛對食物量的需求逐漸增高，進而增加公鳥因狩獵需求而產生的移動量，尤其到 6 月幼鳥處於即將離巢階段，是繁殖期間最高移動量的期間。母鳥在 6 月後也有相對 5 月較明顯的移動距離增幅，主要是該時期的幼鳥已不須母鳥守護所造成。然而過往追蹤以母鳥資料較為完整，缺乏完整且足量的公鳥資料，對於公母鳥育雛期間的分工目前還較難以看出。

除了 2023 年公鳥回巢次數隨孵化後逐漸減少。而同樣於 2023 年，本團隊在玉山國家管理處範圍外的其他監測資料中(宜蘭的某處巢位，未發表資料)，公母鳥於 1 月回巢次數近乎相等(公：78、母：77)，然而公鳥也隨著月份過去而逐漸減少，同樣也於 5 月大幅減少(n=9)，6 月更低(n=2)，相對該巢位母鳥 5 月有 108 趟次、6 月期間仍有 56 次回巢。顯示即使於不同地區，公鳥都於 5-6 月大幅度減少回巢次數，這與 N2105 在 5-6 月公鳥每小時平均移動距離逐漸增加的現象似乎不謀而合，這可能佐證獵捕作業主要仍然由公鳥負責，此與位於義大利的胡兀鷲(*Gypaetus barbatus*)和金鵟(*Aquila chrysaetos*)的繁殖行為結果相似，在孵化後公鳥降低於巢內的活動占比(Bassi *et al.* 2016)。

N2105 在 2024 年度繁殖以失敗告終，回顧該年度 5-6 月移動距離而言(圖 20)，也確實未見有隨月份過去而增加移動量之情形，根據中央氣象局 CODIS 系統(<https://codis.cwa.gov.tw/StationData>)，位於南天池測站(C1V190)資料顯示 2024 年 4-6 月期間雨量豐沛(346.5 mm)，尤其 5 月 28 日為最大日降雨量發生日期(大雨持續至 6 月初，6 月 2 日為 6 月最大日降雨量)，這是該巢雛鳥死亡的後一天(27 日死亡)；相對 2023 年同期平均僅約 192.8 毫米，這可能回應了為何 N2105 於 5 月起並未有提升移動量的現象，主要可能是由於頻繁的降雨導致難以進行狩獵無法提供足量食物回巢給幼

鳥，進而引起繁殖失敗現象，有關該巢位的繁殖狀況討論將移至後續章節進行描述。而以上結果顯示高降雨量對熊鷹育雛的危害。

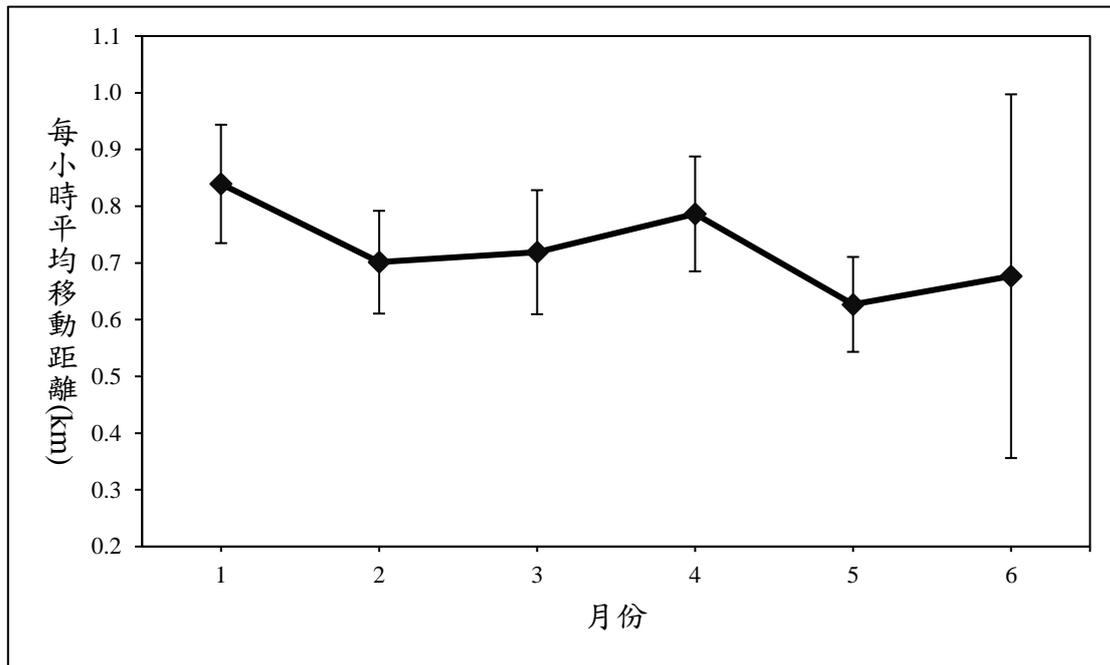


圖 20、N2105 於 2024 年 1-6 月每小時移動量(上下界為 95%信賴區間，6 月樣本數較低(n=12)，因此造成較大的 95%信賴區間範圍)。

四、繁殖監測

彙整中之關對的育雛食性組成，不論是紀錄筆數或是生物量，皆以山羌最高，次高為兩種飛鼠，此與 20 年餘之前在大竹溪與枋山溪進行的食性觀察有頗大的出入，這些地區通常以兩種飛鼠(大赤鼯鼠與白面鼯鼠)為主食，其中在大竹溪巢的觀察中甚至不見獵物山羌(孫元勳 2007)，而枋山溪巢則僅有 1 筆山羌紀錄(孫元勳、黃永坤 2010)。另外，宜蘭員山鄉的熊鷹育雛觀察結果顯示，在孵卵期間(2023 年 2 月 12 日~3 月 30 日)親鳥提供的獵物有 31.6%(n=6)是山羌，但在之後 78 日育雛期飛鼠卻占了 51%(白面鼯鼠與大赤鼯鼠各 8 筆)(孫元勳 2023^b)。中之關巢對於山羌的高利用量是過往所無觀察到之情形，研究者在整個研究期間亦甚少聽見夜間的飛鼠鳴叫；於當地耆老訪問得知過往相當容易於公路沿線看見飛鼠，時過境遷，現今已難以恢復過往盛況，顯示當地飛鼠豐度似乎相對不高，也代表熊鷹的食性反映了當地物種的組成。另外，可能也與巢位海拔有一定程度的關聯，在王穎與王敏男(1988)對林業人員的

訪查顯示當海拔落在 1,000~2,000 公尺的區間為山羌目擊頻度最高的海拔區間，該份報告同樣整理了由 1929 至 1988 年不同研究對山羌垂直分布的概況，主要也同樣落在 1,000-2,000 公尺的區間，這正好是中之關巢位海拔的所在區間。

過往孫元勳(2007)於大竹溪、枋山溪的巢位監測，大赤鼯鼠佔了 42.6%，白面鼯鼠僅 14.8%，這些巢位都落在海拔 700-800 公尺左右的位置，而本研究位於南橫公路周邊的中之關巢對於兩種飛鼠的利用量則相當，經驗而言這個海拔區間屬於大赤鼯鼠與白面鼯鼠皆會存在的範圍，然而隨著海拔的上升大赤鼯鼠的相對豐度會逐漸降低，因此差異或許與海拔落差有關，中之關對這 4 年的 4 次營巢地皆落在 1,100-1,300 公尺，屬於白面鼯鼠較易出沒的環境，可能造成了相對較高的利用筆數。

該繁殖對以 2021 年 2 月 12 日出現點位集中當年成功繁殖；2022 年於 2 月 23 日出現點位集中，但該年失敗；2023 年該集中模式提早至 2 月 4 日且成功繁殖；至 2024 年則延後至 2 月 13 日出現點位集中。這或許顯示去年的繁殖成功與否可能導致隔年的下蛋日，由於失敗年不需要耗費更多能量育雛，在該年度以儲蓄足夠能量，因此隔年度的下蛋日略為提前。身體條件較好的雌性個體通常會較快達到產蛋的最低營養儲備閾值(Gorman *et al.* 2008)，2022 年 4 月繁殖失敗後理應相對其他成功繁殖的年度有更多時間進行能量儲備，可能也因此讓 2023 年的下蛋日期提早。

庫哈諾辛巢位如同前面章節已先提及的在首年度進行觀察即以失敗告終，除了前章節所提及的雨量因素之外，也可能有與溫度、潛在獵物分布範圍相關。孫元勳(2007)過往對熊鷹獵人的訪查中提到，位處海拔較高的巢位相對低海拔區域更晚孵化，甚至有 5 月仍在孵蛋的紀錄。從我們透過定位點與巢位觀測的相機架設過程來看，該巢幼鳥的發育速率也確實略慢於獅子尾山(N1931)與中之關(N1930)巢位，較早產卵的個體通常會有較高的繁殖成功表現(Verhulst & Nilsson 2008)，而同時間巧遇梅雨氣候，可能造成公鳥狩獵的困難度以及母鳥要幫幼鳥保溫無法外出打獵，期間僅帶回一隻標蛇或許是導致幼鳥營養不良的主要因素。另外，王思懿(2014)透過 LPT95%與 MaxKappa 進行多種保育類的海拔熱點分析，該報告中有身為熊鷹食性清單之一的山羌、臺灣獼猴、鼯鼠、黃喉貂與長鬃山羊，其分佈熱點大致落在海拔

1,400-1,800 公尺區間，皆無超過海拔 2,000 公尺。顯示高海拔的庫哈諾辛巢位成功育雛的難度相對可能更高。

由 N1931 首度育雛的獅子尾山巢位，因其兇猛的性格使團隊在上巢作業過程遭遇困難而使得無法獲得完整育雛食性資料與進行幼鳥繫放。此也是過往團隊前所未遇的情形。對比我們在中之關對(N1930 與 N2008)於 2021、2023 與 2024 年的巢上作業皆沒有進行攻擊人員事件，僅僅於人員離開後的隔日嘗試對巢邊相機進行攻擊(距離 1-3 公尺)；庫哈諾辛巢位亦同，甚至沒有對巢邊相機攻擊(距離約 1 公尺)；而位於宜蘭的 4 個熊鷹繁殖對也不見其對上巢人員與巢邊相機(2-3 公尺)攻擊情況(邱嘉德，私人通訊)，以上提及的繁殖對的年齡皆大於 N1931，顯示攻擊行為可能與年齡較無關聯，更多的可能來自於個體差異，然而 N1931 身為母鳥，其發動攻擊的結果與孫元勳(2007)對獵人訪查結果相同，於一個繁殖對中由體型較大的母鳥所為。

N1931 強悍的性格在人員到達巢樹周邊就已約略展現。人員在準備期間牠就持續盤旋於巢邊且不停鳴叫，這與過往聽聞獵人經驗似乎也是攻擊度較高的行為展現(孫元勳，私人通訊)。當人員首度上巢至巢位邊作業約略 5 分鐘即突然無預警展開直接的攻擊，而當日直至作業結束皆位有再度發起俯衝或是直接衝撞的現象。至 4 月 30 日位調整相機角度再度回巢作業，而此次不同以往的發動了難以計數的俯衝與 1 次明確的對研究人員的直接攻擊，顯示攻擊強度更勝以往。Knight & Temple(1986)分別對小型鳴禽的育雛時期進行單次、重複造訪，顯示親鳥防禦行為在重複造訪的組別中會隨造訪次數顯著增加。這或許能解釋為何 N1931 在初次展現攻擊行為僅有 1 次，而研究人員數日後再度上巢位其攻擊強度明顯增加，甚至使人員無法正常作業。

另外，是否不同環境條件協助提供不同個體展現出攻擊行為？N1931 的營巢地位於一片崩壁中的一塊地勢陡峭的「孤島」，植被相對周邊林相完好地區較為稀疏，再加上其巢樹赤皮的樹勢在樹冠層處較為裸露，這可能提供了立體的空間可供其進行高速俯衝。位於枋山鄉 2004-2010 年的 4 處熊鷹營巢地的巢位鬱閉度落在 68.5~91.3%(82.1 ± 10.1%, n=4)(孫元勳、黃永坤 2010)。我們雖未對南橫地區的 3 處

巢位進行鬱閉度調查，但由現場直觀而言，獅子尾山巢位的開闊度相當高，且遠遠高於中之關與庫哈諾辛巢位。

柒、參考資料

- 山崎亨。2012。日本熊鷹的分布與生態。台灣猛禽研究 12：15-27。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威。2012。台灣鳥類誌 第二版 (上)。中央研究院。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威。2012。台灣鳥類誌 第二版 (下)。中央研究院。
- 井上剛彦、山崎亨、中西幸司。1998。クマタカ・その保護管理の考え方クマタカ生態研究グループ。21 頁。
- 王思懿。2014。臺灣陸域保育類哺乳動物的空間分布預測、保護區涵蓋及熱點分析。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所學位論文。70 頁。
- 王穎、王敏男。1989。臺灣山羌之生態及行為研究。行政院農業委員會 77 年生態研究第 018 號。
- 伊藤健彦、三浦直子、恒川篤史。2004。GIS を活用した岩手県におけるクマタカの分布域推定。GIS-理論と応用，12(1)：67-72。
- 何錦尚。2007。臺東赫氏角鷹生態行為、棲地環境與族群分佈研究計畫。行政院農委會林務局保育研究系列 95-14 號。87 頁。
- 林文宏。2004。熊鷹。臺灣受威脅鳥種(方偉宏主編)。中華民國野鳥學會鳥類保育研究叢刊。80-82 頁。
- 林文宏。2007。長冠型熊鷹存在於臺灣的確認與初探。台灣猛禽研究，(7)：62-67。
- 洪孝宇、黃永坤、孫元勳。2014。臺灣熊鷹的冠羽多型性初探。台灣猛禽研究 15：1-10。
- 孫元勳。2005。南北大武山熊鷹族群、生態與獵捕壓力。行政院農委會林務局保育研究系列 93-04 號。
- 孫元勳。2006。南、北大武山地區赫氏角鷹族群監測與獵捕壓力。行政院農業委員會林務局保育研究系列 94-02 號。
- 孫元勳。2007。南、北大武山地區熊鷹族群監測與獵捕壓力。行政院農委會林務局保育研究系列 95-02 號。94 頁
- 孫元勳。2023^a。110-112 年度玉山國家公園猛禽生態棲地及繁殖育幼行為監測暨科普書文稿收集。內政部營建署玉山國家公園管理處。

- 孫元勳。2023^b。熊鷹族群生態與保育：期末報告。行政院農業委員會林務局林業發展計畫 111 年度單一計畫。
- 孫元勳、黃永坤。2010。赫氏角鷹生態調查(北屏東及高雄縣地區)。行政院農委會林務局屏東林區管理處保育研究系列 98R23 號。
- 孫元勳、謝季恩。2020。108-109 年度玉山國家公園熊鷹族群生態與周邊布農部落之關聯計畫(成果報告書)。內政部營建署玉山國家公園管理處。
- 根本理、本田智明、高橋誠、竹内正人、杉山喜則。2005。巢外育雛期初期におけるイヌワシ幼鳥の飛翔能力の発達について。総合政策 7：77-92。
- 陳輝勝。1990。熊鷹(*Spizaetus nipalensis*)。臺灣珍稀動植物(農委會主編)。14-17 頁。
- 裴家騏、陳朝圳、吳守從、滕民強。1997。利用自動照相設備與地理資訊系統研究森林野生動物族群之空間分布。中華林學季刊 30(3)：279-289。
- Bakaloudis, D. E. 2010. Hunting strategies and foraging performance of the short-toed eagle in the Dadia-Lefkimi-Soufli National Park, north-east Greece. *Journal of Zoology*, 281(3), 168-174.
- Bassi, E., Trotti, P., Brambilla, M., Diana, F., Sartirana, F., Galli, L., & Pedrotti, L. 2017. Parental investment in two large raptors breeding in a high prey density area. *Journal of Ornithology*, 158, 549-559.
- Bewley, G., Laurent, K., Fogg, B., Ginsburg, T., Halverson, C., Lanzone, M., ... & Winkler, D. 2021. Turbulence explains the accelerations of an eagle in natural flight. In *APS Division of Fluid Dynamics Meeting Abstracts* (pp. F14-003).
- Bruderer, B., & Boldt, A. 2001. Flight characteristics of birds: I. Radar measurements of speeds. *Ibis*, 143(2), 178-204.
- C Crystal-Ornelas, R., Brown, J. A., Valentin, R. E., Beardsley, C., & Lockwood, J. L. 2021. Meta-analysis shows that overabundant deer (Cervidae) populations consistently decrease average population abundance and species richness of forest birds. *The Condor*, 123(4), duab040.
- CadahIA, L., LOPEz-LOPEz, P., Urios, V., & Negro, J. J. 2007. Estimating the onset of dispersal in endangered Bonelli's Eagles *Hieraetus fasciatus* tracked by satellite telemetry: a comparison between methods.
- Campioni, L., Lourenço, R., Delgado, M. D. M., & Penteriani, V. 2012. Breeders and floaters use different habitat cover: should habitat use be a social status-dependent strategy?. *Journal of Ornithology*, 153, 1215-1223.
- Caro, J., Ontiveros, D., Pizarro, M., & Pleguezuelos, J. M. 2011. Habitat features of settlement areas used by floaters of Bonelli's and Golden Eagles. *Bird Conservation International*, 21(1), 59-71.

- del Hoyo, J. (Ed.). 1996^a. Handbook of the Birds of the World, Vol. 5: Barn Owls to Hummingbirds
- del Hoyo, J. (Ed.). 1996^b. Handbook of the Birds of the World, Vol. 4: Sandgrouse to Cuckoos.
- del Hoyo, J., Elliott, A., & Sargatal, J. 1994. Handbook of the birds of the world. Lynx Edicions. Barcelona, vol. 2. New world vultures to guineafowl.
- Gorman, K. B., Esler, D., Flint, P. L., & Williams, T. D. 2008. Nutrient-reserve dynamics during egg production by female greater scaup (*Aythya marila*): relationships with timing of reproduction. *The Auk*, 125(2), 384-394.
- Hedenström, A. 1993. Migration by soaring or flapping flight in birds: the relative importance of energy cost and speed. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 342(1302), 353-361.
- Knight, R. L., & Temple, S. A. 1986. Why does intensity of avian nest defense increase during the nesting cycle?. *The Auk*, 103(2), 318-327.
- Murgatroyd, M., Photopoulou, T., Underhill, L. G., Bouten, W., & Amar, A. 2018. Where eagles soar: Fine-resolution tracking reveals the spatiotemporal use of differential soaring modes in a large raptor. *Ecology and Evolution*, 8(13), 6788-6799.
- Newton, I. 1979. Population ecology of raptors. T & AD Poyser.
- Norval, G., Mao, J. J., & Slater, K. 2011. Notes on the reproduction of the Swinhoe's tree lizard, *Japalura swinhonis* Günther, 1864, (Squamata: Agamidae) from southwestern Taiwan. *Herpetol Notes*, 4, 319-324.
- Nygård, T., Jacobsen, K. O., Johnsen, T. V., & Systad, G. H. 2016. Dispersal and survival of juvenile golden eagles (*Aquila chrysaetos*) from Finnmark, Northern Norway. *Journal of Raptor Research*, 50(2), 144-160.
- Pei, K. 1996. Post-natal growth of the Formosan Reeves' Muntjac *Muntiacus reevesi micrurus*. *Zoological Studies Taipei*, 35, 111-117.
- Redpath, S. M. 1995. Habitat fragmentation and the individual: tawny owls *Strix aluco* in woodland patches. *Journal of Animal Ecology*, 652-661.
- Severinghause, L. L., T. S. Ding, W. H. Fang, W. H. Lin, M. C. Tsai, and C. W. Yen. 2012. The avifauna of Taiwan. 2nd edition. Forest Bureau, Council of Agriculture. Taipei, Taiwan.
- Tapia, L., & Zuberogoitia, I. 2018. Breeding and nesting biology in raptors. *Birds of Prey: Biology and conservation in the XXI century*, 63-94.
- Tilghman, N. G. 1989. Impacts of white-tailed deer on forest regeneration in northwestern Pennsylvania. *Journal of Wildlife Management*. 53 (3): 524-532.

- Verhulst, S., & Nilsson, J. Å. 2008. The timing of birds' breeding seasons: a review of experiments that manipulated timing of breeding. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1490), 399-410.
- Wolfe, A., & Hayden, T. J. 1996. Home range sizes of Irish mountain hares on coastal grassland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* (pp. 141-146). Royal Irish Academy.
- Zhu, W. 2023. Tail bifurcation in Chinese blue-tailed skink *Plestiodon chinensis* (Gray, 1839). *Biodiversity Observations*, 13, 270-272.
- Zuberogoitia, I., Martínez, J. A., Azkona, A., Martínez, J. E., Castillo, I., & Zabala, J. 2009. Using recruitment age, territorial fidelity and dispersal as decisive tools in the conservation and management of peregrine falcon (*Falco peregrinus*) populations: the case of a healthy population in Northern Spain. *Journal of Ornithology*, 150, 95-101.

捌、附錄

附錄 1、南橫地區熊鷹與林鵟繫放資料與量測形質

鳥種	ID	色環	性別	年齡 (曆年)	體重(g)	體長 (cm)	全頭長 (cm)	喙長 (cm)	喙高 (cm)	跗蹠長 (cm)	跗蹠長徑 (cm)	自然翼長 (cm)	尾長 (cm)	繫放日期
林鵟	B1926	左白	雌	1 st	1,550 ¹	-	9.7	3.6	-	9.9	-	-	20	2020.05.08
熊鷹	N1931	左藍	雌	4 th	3,100	70.0	9.8	3.6	2.4	11.5	-	51.5	35.5	2019.09.29
熊鷹	N1930	右白	雌	6 th	3,350 ²	76.0	1.1	3.6	2.7	13.1	-	50	30.2	2020.06.11
熊鷹	N2009	左綠	雌	1 st	1,950 ³	-	9.7	3.2	2.5	12.8	1.5	33.3	17.5	2021.05.26
熊鷹	N2008	左紅	雄	5 th	2,259	66.6	9.1	3.5	2.5	11.6	1.3	45.7	32.5	2022.01.26
熊鷹	N2105	-	雄	>11 th	2,301	67.2	9.8	3.5	2.4	11.4	1.3	47.4	33.8	2022.03.08
熊鷹	N2303	左黃 A02	雌	1 st	1,865 ¹	-	9.9	3.3	2.3	11.6	1.4	34.5	18.5	2023.05.25
熊鷹	N2311	左黃 A21	雄	6 th	2,240	70.8	10	3.9	2.6	12.7	1.6	47	31.4	2023.12.26
熊鷹	-	左黃 A28	雌	1 st	1,483 ¹	-	8.7	3.6	2.2	12	1.5	27	11	2024.05.20

註¹七週左右的雛鳥體重。

註²以秤重 3600 g 扣除嗉囊內鼓起的肉量(250 g)。

註³八週左右的雛鳥體重。

附錄 2、2024 年度中之關對(N1930&N2008)所生之幼鳥「莎倫(A28)」



附錄 3、研究花絮



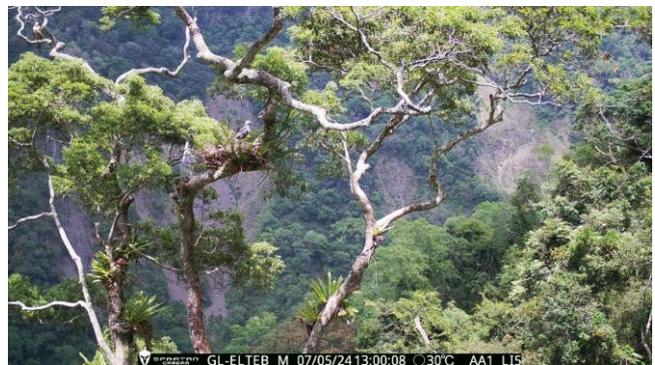
獅子尾山巢幼鳥(2024/4/17)



庫哈諾辛巢幼鳥(2024/5/16)



中之關巢相機架設作業(2024/4/29)



獅子尾山巢架設於巢位遠處的自動相機
(2024/5/7)



遭熊鷹攻擊角度偏移的自動相機恰巧
拍攝到 N1930 停棲(2024/5/13)



庫哈諾辛探巢行程(2024/5/16)



庫哈諾辛巢探過程(2024/5/16)



獅子尾山探巢行程(2024/4/17)



死亡的庫哈諾辛幼鳥(2024/5/28)



庫哈諾辛幼鳥被親鳥拔毛(2024/5/29)



中之關巢邊自動相機(2024/6/3)



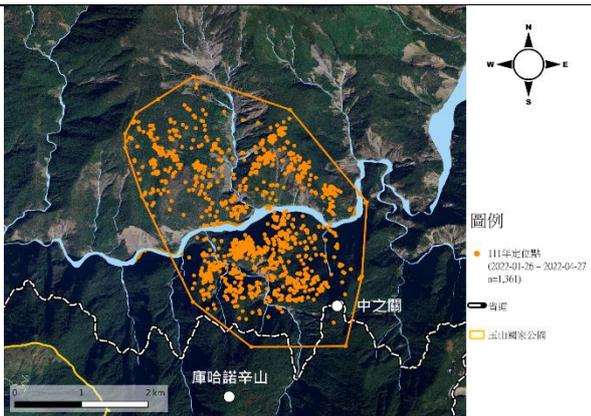
直播畫面(2024/6/10)



直播畫面(2024/6/11)



直播畫面(2024/6/23)



2022年1-4月，公熊鷹 N2008(N1930 的配偶)的活動地點。

附錄 4、2021 年中之關巢位育雛食性組成

類群	物種	重量(g)	數量(%)	生物量 g (%)
哺乳類	山羌	2,000	9 (25.00%)	18,000 (54.53%)
	大赤鼯鼠	1,200	2 (5.56%)	2,400 (7.27%)
	白面鼯鼠	1,500	2 (5.56%)	3,000 (9.09%)
	赤腹松鼠	500	7 (19.44%)	3,500 (10.6%)
	種類不明	-	1 (2.78%)	-
	小計		21 (58.33%)	26,900(81.5%)
鳥類	藍腹鷓	1,100	4 (11.11%)	4,400 (13.33%)
	臺灣竹雞	500	1 (2.78%)	500 (1.51%)
	臺灣紫嘯鶇	230	2 (5.56%)	460 (1.39%)
	白耳畫眉	42	1 (2.78%)	42 (0.13%)
	家鴿	500	1 (2.78%)	500 (1.51%)
	褐鷹鴉	200	1 (2.78%)	200 (0.61%)
	種類不明	-	1 (2.78%)	-
	小計		11 (30.56%)	6,102 (18.49%)
爬蟲類	斯文豪氏攀蜥	6	1 (2.78%)	6 (0.02%)
無法辨識	-	-	3 (8.33%)	-

附錄 5-1、審查意見回覆和辦理情形

期中報告會議時間：113 年 4 月 30 日（星期二）14 時 00 分

地點：玉山國家公園管理處 3 樓第 1 會議室

委員	審查意見	處理與回覆
陳委員炤 杰：報告書	自動相機點位(p.8) 之佈置須說明清楚一些。	遵照辦理
	圖 8 把重要地名放上去，比較看得懂。	遵照辦理
	表 1 應改為圖。	遵照辦理
	P.20 那瑪夏鄉應為那瑪夏區。	遵照辦理
	透過新的研究資料，以現有穩定區域，熊鷹是否以集水區為單位，期末報告可否再重新評估一次玉山國家公園範圍內約有幾對熊鷹。	遵照辦理
	巢位選擇是否有特定樹種或特徵、地形坡向等?	後續補上
陳委員炤 杰：科普書	P.17 爪哇鷹鵰無箭頭。	遵照辦理
	年年添新衣章節之換羽描述不易看懂，建議可以加上圖示。	遵照辦理
	P.59 熊鷹叫聲可否有網路連結，可聽到叫聲。	遵照辦理
	P.64、P.72 圖示太學術，建議重畫成簡單圖示。	遵照辦理
薛委員美 莉：科普書	P.5(前身為林務局) 建議更改為(前身為林務局，以下簡稱林業保育署)。後續文中提及只需寫林業保育署，以求統一。	遵照辦理
	P.8「透過翻譯」，建議寫出年代以了解其歷史。	遵照辦理
	P.17 圖說文字模糊，應注意其印製效果。	遵照辦理
	P.18 提及北國，建議將北國之區域加以說明。	遵照辦理

委員	審查意見	處理與回覆
	P.5 末段提到國土綠網計畫，建議可提及玉山國家公園管理處的相互協力，進行熊鷹保育。	遵照辦理
	建議書中可有一頁面放置不同齡期的熊鷹照片。	遵照辦理
處內委員審查意見：報告書	研究追蹤是否可初步看出雌雄鳥性成熟年齡有別。	目前僅有 N1931 進入繁殖期，其餘個體也僅有 N2311 為公鳥。但公鳥可能較早熟，亦有文獻紀錄公鳥較快離巢，惟目前樣本數不多，尚無法有定論。
處內委員審查意見：科普書	科普書是否有潤稿者，協助筆者潤稿。	後續會進行潤稿
	目錄建議前後相近，如有小標題者，建議均有小標題。	遵照辦理
	目錄：浪鷹姊 Uli 小章重複、年年添新衣與鷹王傳聞於內文中順序對調。	遵照辦理
	建議文中帶出玉山國家公園對熊鷹的生態意義及代表性。	遵照辦理
	書籍中建議加上玉山國家公園地圖，或增加玉山國家公園全園區有標示山頭、景點及公路的地圖，以利讀者瞭解玉管處南部園區的相對位置。	遵照辦理
	下列細節請再確認修改： 1. 臺→臺。 2. P.14「神奇似邂逅」用語可再調整。 3. P.18”噪眉”有錯別字。	遵照辦理

委員	審查意見	處理與回覆
	<p>4. P.19 帝雉圖說不清楚。</p> <p>5. P.38 「踩油門地底」，應為「踩油門到底」。</p> <p>6. P.71 「分床而睡或許也能降低夫妻間傳染疾病的風險」是否有更多佐證根據，建議可以再補充。</p> <p>7. P.87 圖片臺灣第二大的黑眉錦蛇如何證明其為第二大，或建議修改用語。</p> <p>8. P.94 土肉桂具殺菌、抗腫瘤成分之說明建議不用寫，科普書籍不適合寫療效。</p> <p>9. P.109 圖說(天生或教養?)，P.128(讀者有注意到母熊鷹有何異樣嗎?) 建議圖說不要加上問句。</p> <p>10. 圖說部分有直有橫，建議調整一致，部分有圖說無圖。</p> <p>11. 書籍章節編排建議用大字或特殊字體，以利篇章區隔。</p>	

附錄 5-2、審查意見回覆和辦理情形

期中報告會議時間：113 年 8 月 20 日（星期二）10 時 00 分

地點：玉山國家公園管理處 3 樓第 1 會議室

委員	審查意見	處理與回覆
陳炤杰： 報告書	P.4 應為 2 個亞種。	遵照辦理。
	P.5 草食獸降低底層植被，是否影響熊鷹獵物。	回覆委員，這種情形不無可能。
	P.7 MCP、P.8 AKDE 研究方法應放在一起。	遵照辦理。
	P.9 圖二建議標出巢位。	自動相機位置可標註巢樹，為保育其巢樹位置避免曝光，將另行提供，不放在報告書中。
	P.10 表 1 逐年、第一年逐月變化也加入。	謝謝委員建議。
	P.12 建議可以透過熊鷹活動範圍，重估玉山有多少對或多少隻熊鷹。	遵照辦理。
	表 5、6 中國石龍子名稱請統一。	遵照辦理。
	P.27 熊鳥應為雄鳥。	遵照辦理。
	P.28 第一句翼面積上升、翼負重下降、展弦比下降，請確認是否正確。	回覆委員，翼面積上升提升展弦比與翼負重。
	P.39 庫哈諾辛幼鳥為何被親鳥拔毛？	通常會將死亡個體進行資源回收
陳炤杰： 科普書	P.22、23 圖有缺箭頭。	遵照辦理。
	P.110 胸高直徑及胸圍用語建議確認。	遵照辦理。
	P.119 蛋 69X51 公分，請確認尺寸。	遵照辦理。

委員	審查意見	處理與回覆
	P.134 圖片藍色不清楚。	科普書中照片不清楚處將再取捨，P.134 圖片顏色不清楚處將重新製圖
	P.145 圖說為 Aping，畫面為林鵬，請確認。	遵照辦理。
	書籍內容豐富，然缺一個主軸，建議可用年度推進 2019 年至 2024 年呈現生活史變化，求偶(Ibu)-育雛(Uli)-離巢-成家(Aping)。	遵照辦理。
薛美莉： 報告書	報告中的單位請統一，如 km ² 或平方公里等。	遵照辦理
	P.20 圖 12 飛行時速級距是否有單位？	回覆委員，單位為時速，已更新，謝謝委員。
	P.21 「最高時速」「最大飛行時速」是否相同的單位？或者有不同的估算方式。	回覆委員，單位相同。
	本計畫長期追蹤熊鷹繁殖與活動模式對於熊鷹相關研究有極大的進展，建議在期末報告中加入熊鷹保育策略。	謝謝委員建議。
薛美莉： 科普書	封面玉山國家公園管理處的 logo 不清楚，建議美編修正，另序言、處長序、作者序及編輯頁也請在設計時加入。	遵照辦理。
	P.36、37 大卷尾圖與熊鷹之關聯請再加強補充或調整排版。	遵照辦理。

委員	審查意見	處理與回覆
處內委員審查意見： 報告書	報告書學名書寫方法請再確認（學名命名者不用斜體）。	遵照辦理。
	圖 14 之 N1311 僅有一個點，請再確認資料。	當時該個體僅追蹤 1 個月，因此僅有 1 點。
	表 5 大赤鼯鼠生物量計算錯誤，請再確認。	遵照辦理。
	<p>(一) 下列細節請再確認修改：</p> <p>1.P.3 倒數第 8 行，由於育雛期間出現間→由於育雛期間出現。</p> <p>2.台→臺。</p>	遵照辦理。
處內委員審查意見： 科普書	<p>科普書內文應傳達正確性，作者推論描述建議加上參考/引用文獻，如 P.12 成為指標案件、P.118 衛生考量、P.121 B 胖沒有打獵活、P.153 山羌的食物、P.154 水鹿族群如雨後春筍般暴增等)；另擬人化用詞也應儘量減少。</p>	遵照辦理。
	<p>「人為干擾」、「研究干擾」、「騷擾」、「誘捕」等用詞(如 P.111、112、116、118、141 等)，宜更加謹慎，避免讀者對於研究有誤解。</p>	遵照辦理。

委員	審查意見	處理與回覆
	<p>部分照片模糊，請確認是否有其他照片可取代。部分抱著熊鷹之人物照片建議刪除(如 P.52、58、133 等)，圖說應儘量符合書中主題(P.116)。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>書中圖片需取得授權，並可於附錄放上圖照索引。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>報告書及科普書繫放資料不同，建議重新確認一致。科普書附錄繫放資料部分以”?”呈現，建議與報告書一樣使用”-“，並加註未有資料原因。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>建議書籍可加作者介紹，以利閱讀內文的時序。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>內文中原住民姓名請以羅馬拼音表示，如 Ibi 大哥、Salung。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>P.104-105 獵物圖中有山豬、白鼻心、黃喉貂，是否為熊鷹獵物，請再確認。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>P.71 鳥音頻譜圖。頻譜圖對於多數讀者或是非音樂科班、非聲景工作者，真的很難有意義，因為通常看不懂，沒有辦法看到圖就能哼出旋律，即便有孫老師的文字敘述輔助，都是需要借助想像力的。建議是否可以放上 Q R code 連結音檔（如果有的話應該很棒），讓</p>	<p>遵照辦理。</p>

委員	審查意見	處理與回覆
	<p>讀者在閱讀時就可以馬上知道～～喔～是這樣叫的（對讀者來說會比較有趣，因為是即時經驗到老師當時的情境）。</p>	
	<p>因為封面之後通常是蝴蝶頁，且「致謝」、「把書獻給誰、以此書追念」的頁面，通常是放在蝴蝶頁的隔頁、書名頁之前。本書作者姓名建議統一放在版權頁，不於封面呈現。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>書名頁、目錄底色建議不要跟封面一模樣，如此顏色略重，建議可呈現版畫原始模樣，或者如致謝頁面一樣的處理模式。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>建議可增加仿羽跟真羽擺在一起的照片，讓讀者能夠比較。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>圖說形式略多，有的壓在圖上、有的標示編號、有的在右下有的在左、有的畫線區隔敘述。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>建議可增加本書的主角一張滿版或跨頁滿版的特寫圖(如 P.68 黃魚鴉之特寫)。</p>	<p>遵照辦理。</p>
	<p>全書僅 P.29 為 2 欄呈現，建議改為不分欄。</p>	<p>遵照辦理。</p>

委員	審查意見	處理與回覆
	<p>(二) 下列細節請再確認修改：</p> <p>12. 台→臺。</p> <p>13. 封面書背請寫單位全銜「內政部 國家公園署玉山 國家公園管理 處」。</p> <p>14. P.11「持有鷹羽者有方有話語權」→「持有鷹羽者有方有話語權」。</p> <p>15. P.16「不能不忽視日治期間」→「不能忽視日治期間」。</p> <p>16. P.22-23 圖片箭頭混亂或無標示，請再檢視。</p> <p>17. P.25「藪鳥(黃胸藪眉)」，新名舊名順序請再確認。</p> <p>18. P.30 照片、P.41 照片「大雪山森林遊樂區」→「大雪山國家森林遊樂區」。</p> <p>19. P.51 不速之客之用詞建議修改，因為黑熊亦為生態系中生物。</p> <p>20. P.54「只能不確定是否名花有主」→「只是不確定是否名花有主」。</p> <p>21. P.60 圖下左一誤植為 Ibu，應為</p>	<p>遵照辦理。</p>

委員	審查意見	處理與回覆
	<p>Uli。</p> <p>22. P.70 第二行「廚餘」，是否也可用「餘食」殘存的食物，比較合適?</p> <p>23. P.73 第一行「壽山公園」還是「壽山國家自然公園」?</p> <p>24. P.79 下方圖，Toro 下方的梅仔，圖說說明兩者是不同客體，但只有一個數據(藍點)?</p> <p>25. P.114 倒數第四行「九年一毛」→「九牛一毛」。</p> <p>26. P.122 倒數第一行多「，」。</p> <p>27. P.141 第一行「是家中么女」，多「是」。</p> <p>P153 第二段第四行「臺灣山羊」須修改為「臺灣野山羊」或「臺灣長鬃山羊」?</p>	

附錄 5-3、審查意見回覆和辦理情形

期中報告會議時間：114 年 1 月 22 日（星期三）14 時 00 分

地點：玉山國家公園管理處 3 樓第 1 會議室

委員	審查意見	處理與回覆
陳炤杰：報告書	報告書及科普書中有關於熊鷹年紀表示方式有「曆年、歲、年」等混用方式，建議統一寫法，並可於科普書中說明曆年的定義。	遵照辦理
	報告書 P.146 曆年亞成鳥，熊鷹約 4 曆年即有繁殖能力，有關於亞成鳥的判定方式為何？	亞成鳥係以外觀判斷，熊鷹在具繁殖年齡時可能外型尚未變成成鳥，因此仍判斷為亞成鳥
	玉山園區熊鷹族群估算在本次報告中補充，是一個相當好的嘗試，本次計算方式以集水區及繁殖密度 8.8-10.6 平方公里推估，是否考慮將熊鷹活動範圍或林型等因子納入估算。	謝謝委員，目前已透過本研究追蹤個體偏好之環境類型篩選出玉山國家公園該類型的地景面積。
陳炤杰：科普書	科普書籍參考資料的學名請斜體，Newton 的排序位置錯誤請調整，缺何錦尚文獻引用。	遵照辦理
	科普書籍 P.22 鳳頭鷹鵬分布位置之文字有菲律賓，不過分布範圍地圖未框到菲律賓。	遵照辦理
	科普書籍 P.159 「巨嘴鴨」應為「巨嘴鴉」。餘用字建議如註記。	遵照辦理
	科普書籍描述 Uli 為 Ibu 的第一胎，如何判斷建議可以補充，是否書寫為大姊、二姊、么妹，請再衡酌。	遵照辦理
薛美莉：報告書	報告中有關單位如公尺、m 等請統一	遵照辦理
	P.5 最後一句提到本處，應修正為「玉山國家公園管理處」	遵照辦理

委員	審查意見	處理與回覆
	<p>參考文獻的格式請統一</p>	<p>遵照辦理</p>
	<p>摘要 P.3 中倒數第二行建議加上「海拔 800-3,000 公尺」</p>	<p>遵照辦理</p>
	<p>P.23 圖 13 及 P.24 圖 14 每小時移動距離似乎有所差異，其原因為何？</p>	<p>圖 13 為月間差異，圖 14 為各年間差異。</p>
	<p>簡報中捕食時間圖建議放置於成果報告書中，可與 P.29(圖 17)相配合說明</p>	<p>遵照辦理</p>
<p>薛美莉：科普書</p>	<p>書名頁建議可以加上撰稿群。</p>	<p>遵照辦理</p>
	<p>霍奇森氏第一次出現時是否就描述其英文名及其為熊鷹之研究學者，以利後續直接稱呼其名。</p>	<p>遵照辦理</p>
	<p>P.17 中可否將熊鷹、林鵟及尼泊爾熊鷹以等比例表示(可採去背處理)。</p>	<p>遵照辦理</p>
	<p>P.47 中圖中的不同顏色的點，符號代表的意義，建議在圖說中標上。</p>	<p>遵照辦理</p>
	<p>P.46、48 中出現 m、公尺，建議統一。</p>	<p>遵照辦理</p>

委員	審查意見	處理與回覆
	P.165「林務局的前身」應修正為「前身為林務局」。	遵照辦理
	P.81 圖可否加上 n=?以確定有幾隻進行計算。	遵照辦理
	P.46「今改組為林業及自然保育署」建議修正為「2023年改組為農業部林業及自然保育署」。	遵照辦理
	P.73 圖說建議改為「熊鷹的各式叫聲及其音頻」。	遵照辦理
處內委員審查意見	報告書中 P.10 植群係利用第四次全國森林資源調查圖層，建議也可參考南部園區植群調查資料。	謝謝委員建議
	繁殖監測除食性外，亦可以補充其育雛行為，如夜晚伴睡、雛鳥保暖、公母鳥繁殖期與非繁殖期定位距離等、公母鳥孵蛋育雛期間的分工、幼鳥離巢後親鳥的餵食行為、親鳥是否會帶領幼鷹學飛等，因為有架設相機，應該有累積許多資訊，建議可補充在研究報告書中。。	謝謝委員建議
	熊鷹及林鵰之捕捉繫放所上的發報器研究結束後是否能卸除。	若有再度捕捉可人工卸除
	考量封面以何華仁老師純淨版畫風格與顏色，建議此封面不放處徽(書背與封底摺頁處已放)。	遵照辦理

委員	審查意見	處理與回覆
	封面破折號所用字形與書法字體較不搭，是否能嘗試改成手寫。	遵照辦理
	折書口處徽位置建議往上移，不壓住版畫鳥爪位置。	遵照辦理
	版權頁建議加入著作權揭示文字，圖片提供處之鳥居龍藏請再確認	遵照辦理
	亞成鳥、生育能力(熊鷹公母性成熟等介紹)或許可以用「小知識小欄位在書籍旁邊標註」。	遵照辦理
	鳥音描述如有音檔，建議在書籍中提供 QR code 連結至音檔，讓讀者更能理解。	遵照辦理
	部分圖片解析度可否再提升？如 P.87、88、93(圖說顏色也需加深)、95、106、115。	遵照辦理
	””(英文寫法)建議改「」(中文寫法)，詳註記。	遵照辦理
	文中林保署之各森林遊樂區，應為「國家森林遊樂區」。	遵照辦理
	P.20 圖片係對應 P.19 文字有閱讀切割感。P.37 圖文亦不連貫。	遵照辦理
	P.27 兩者差距達 1.4 倍左右，係多 1.4 倍或比例 1.4 倍？建議修改以利讀者閱讀，如「母鳥體型是	遵照辦理

委員	審查意見	處理與回覆
	<p>公鳥的 1.4 倍左右」，同樣松雀鷹及黑鳶皆可修改為「臺灣松雀鷹母鳥體型是公鳥的 1.6 倍左右」、「黑鳶母鳥體型是公鳥的 1.1 倍左右」。</p>	
	<p>P.36 圖片係全書唯一轉 90 度排版，是否能修改為全書一致。</p>	遵照辦理
	<p>P.47 圖片內的文字字形與全書不同，是否能夠修改為全書一致。</p>	遵照辦理
	<p>P.58 Salung 的圖說如知道時間及年齡建議可以加入(類似 Uli 及 Talimua 的圖說)。</p>	遵照辦理
	<p>P.71 應為秋風掃「落」葉。</p>	遵照辦理
	<p>P.80 檢定的 P 值通常表示方法為 $P < 0.01$，圖片之 $P = 0.01$ 是否正確，請再確認。</p>	遵照辦理
	<p>P.168 圖片是否由簡報 P.29 圖片替代。</p>	遵照辦理
	<p>餘修改建議詳如附件註記(研究報告書、科普書籍)。</p>	遵照辦理