



執行機關(計畫)識別碼：0009011701

行政院農業委員會林務局110年度林業發展計畫執行成果 報告

計畫名稱：**草鴉衛星追蹤及棲地利用(四)** (第4年/全
程4年)
(英文名稱) **Satellite Tracking and Habitat
Use of Australasian Grass-Owl (4)**

計畫編號：110林發-09.1-保-17(1)

全程計畫期間：自 107年4月1日 至 110年12月31日
本年計畫期間：自 110年1月1日 至 110年12月31日

計畫聯絡人：蔡若詩
執行機關：國立嘉義大學

摘要

草鴉 (*Tyto longimembris*) 在 IUCN 列為無危(LC)物種，但在臺灣屬於稀有留鳥，並列為瀕臨絕種保育類野生動物。由於草鴉的棲息環境和人類活動區域高度重疊，物種在生存上受到嚴重的威脅。因此，了解草鴉的活動範圍及移動模式，並分析其棲地利用狀況，將有利於草鴉的保育策略制定。2018 年至 2021 年共追蹤 29 隻草鴉。所有個體中，日棲點總移動距離最長者為 920.8 公里。日棲點單日移動距離最高為 90.2 公里，單一個體平均單夜活動範圍最大可達 10.9 ± 31.2 平方公里，整體活動範圍最大的 95%MCP 活動範圍達 1325 平方公里，顯示草鴉的活動範圍非常大。根據日棲點每天移動的距離，發現雌草鴉時常更換日棲點，雄草鴉則常連續使用 2 天以上，公母鳥整體更換的日棲點 93.6% 都在 2 公里範圍內，僅雌鳥偶爾會進行長距離移動。草鴉個體的活動範圍會隨著年齡的增長產生變化，離巢幼鳥活動範圍小，離巢一個多月後開始擴散，成熟之個體在繁殖季時，首次進入繁殖的雌鳥會四處找尋合適配偶，活動範圍明顯變大，配對後孵蛋中雌鳥活動範圍幾乎降為 0，雛鳥期雌鳥也會開始帶食物回巢，即使雛鳥離巢後仍會留在巢區活動。雄鳥負責捍衛築巢棲地，雄鳥也因要提供食物時常返回巢位而活動範圍變小。繁殖結束後公母鳥仍會呈現配對狀態，但隔年是否重新尋找配偶，目前資料尚不足。草鴉的夜間活動高峰在入夜後即開始，雄鳥在下半夜活動頻度相對較低，雌鳥則沒有明顯差異。在繁殖棲地選擇上，皆是利用白茅 (*Imperata cylindrica* (L.)) 優勢的草生地，植物多樣性較日棲點低。在日棲點的土地利用類型上，以農耕地的使用比例最高 ($22.9 \pm 20.9\%$)，軍事基地次之 ($17.7 \pm 26.8\%$)。夜間活動點則以農耕地和軍事基地使用比例較高，分別佔 $24.2 \pm 20.4\%$ 和 $23.1 \pm 28.4\%$ 。

關鍵字：衛星追蹤、移動模式、活動範圍、棲地利用

Abstract

Australasian Grass-Owl (*Tyto longimembris*) is listed as Least Concern globally by IUCN. However, it is a rare resident species in Taiwan, and is facing serious threats due to the overlapping of its habitat and human disturbance. Understanding home range and the movement pattern of endangered species can provide critical information for conservation, especially in the context of habitat use in human disturbed habitats. We satellite-tracked 22 individuals from 2018-2020 in Southern Taiwan. The longest tracking days were 434 days. Total movement of daily roost sites were 920.8 km while the largest daily movement was 90.2 km. The average night home range was 10.9 ± 31.2 km². The largest 95% MCP for overall activity was 1325 km², indicating that the home range of Australasian Grass-Owl is quite large. In general, females changed roost site more often than males, and 93.6% of the time the movement between roost sites were less than 2 km. The adult females moved around during pre-breeding season looking for territorial males, and thus had larger home range during that period. The home range for adult males in nonbreeding season is larger than in breeding season, and become even smaller after mating. The activity pattern of Grass-Owl peaked right after the dusk. The males were not as active for the latter half of the night but the females showed no difference across the night. Grass-Owl picked *Imperata cylindrica* (L.) for their breeding sites, which have lower vegetation diversity compared to roosting sites. For habitat use of roosting site, agriculture land has the highest percentage ($22.9 \pm 20.9\%$) and followed by military land ($17.7 \pm 26.8\%$). Similar results were found for night activity habitat use, and agriculture land ($24.2 \pm 20.4\%$) and military land ($23.1 \pm 28.4\%$) had the highest percentage.

Keywords: satellite tracking, movement pattern, home range, habitat use.

目錄

摘要.....	I
Abstract	II
目錄.....	III
圖目錄.....	V
表目錄.....	VII
一、前言.....	1
二、研究目的.....	2
三、研究材料及方法.....	4
(一) 研究物種.....	4
(二) 研究方法.....	5
1. 繫放個體.....	5
2. 衛星發報器選擇及設定.....	6
3. 移動距離及活動範圍.....	10
4. 夜間活動追蹤.....	11
5. 小尺度日棲點植群調查.....	12
6. 大尺度日棲點與夜間活動點棲地類型比較.....	13
四、結果與討論.....	17
(一) 繫放個體追蹤概況.....	17
1. 濁水溪區.....	17
2. 曾文溪區.....	18
3. 新化地區.....	18
4. 沙崙農場區.....	19
5. 岡山機場區.....	19
6. 月世界區.....	20

7. 燕巢區.....	20
8. 屏東機場區.....	20
9. 荖濃溪區.....	23
(二) 移動模式及活動範圍.....	28
1. 個體年齡對活動範圍的影響.....	33
2. 日棲點移動距離在性別與季節上的變化.....	34
3. 活動範圍的季節性變化.....	38
4. 日棲點利用模式.....	40
(三) 夜間活動追蹤.....	43
1. 夜間活動範圍及移動模式.....	44
2. 夜間活動高峰與行為模式.....	50
(四) 小尺度日棲點植群調查.....	52
(五) 大尺度日棲點和夜間活動點棲地比較.....	55
五、結論與建議.....	60
六、參考文獻.....	61
附錄一、衛星發報器照片.....	64
附錄二、植被調查工作照.....	65
附錄三、白天活動點位環境照.....	66
附錄四、夜間活動點位環境照.....	68
附錄五、繁殖巢位環境照.....	70

圖目錄

圖 1、草鴉基本形質測量	5
圖 2、草鴉以雙肩背包式固定法背負衛星發報器	6
圖 3、10x10 公尺樣格中植被垂直遮蔽度測量位置示意圖	13
圖 4、植被垂直遮蔽度測量	13
圖 5、22 隻草鴉活動分區圖	24
圖 6、脫落的衛星發報器	24
圖 7、22 隻草鴉衛星追蹤 MCP100 活動範圍	29
圖 8、22 隻草鴉衛星追蹤 MCP95 活動範圍	30
圖 9、成鳥黃 K8 與幼鳥黃 E4 的活動範圍	33
圖 10、藍 134 不同時期活動範圍	34
圖 11、日棲點單日移動距離	36
圖 12、日棲點累進移動距離	37
圖 13、雌鳥藍 145 月活動範圍	38
圖 14、雌鳥藍 89 月活動範圍	39
圖 15、雌鳥藍 173 月活動範圍	39
圖 16、雄鳥藍 129 月活動範圍	40
圖 17、雌鳥日棲點移動距離類別百分比(♀表示野放時為成鳥)	42
圖 18、雄鳥日棲點移動距離類別百分比(♂表示野放時為成鳥)	42
圖 19、草鴉日棲點重複使用天數比例	43
圖 20、2 小時排程面積佔 1 小時排程面積比例分布圖	44
圖 21、草鴉單夜移動距離	45
圖 22、雄性藍 129 及雌性藍 173 非繁殖季單夜活動範圍	46
圖 23、雄性藍 129 及雌性藍 173 繁殖季單夜活動範圍	46
圖 24、雄性藍 129 繁殖中單夜活動範圍及移動路徑	47

圖 25、雄鳥夜間各時段活動百分比.....	50
圖 26、雌鳥夜間各時段活動百分比.....	51

表目錄

表 1、衛星發報器規格表	9
表 2、土地利用類型分類及其依據	14
表 3、2017-2021 年草鴉繫放個體資料與追蹤資訊.....	25
表 4、2018-2021 年 22 隻草鴉移動距離及活動範圍	31
表 5、雌鳥日棲點移動距離類別百分比	41
表 6、雄鳥日棲點移動距離類別百分比	41
表 7、平均 1 小時排程和 2 小時排程面積比較	43
表 8、草鴉夜間移動距離及活動範圍 (不計野放前 15 天)	48
表 9、草鴉不同繁殖季節夜間追蹤成果(不計野放前 15 天)	49
表 10、夜間行為類別百分比	51
表 11、樣格內之穿越線調查優勢植物百分比、平均高度及平均垂直遮蔽度 ..	53
表 12、草鴉日棲點平均土地利用類型百分比	56
表 13、草鴉日棲點各類土地利用面積占總使用面積百分比	57
表 14、草鴉夜間活動點平均土地利用類型百分比	58
表 15、草鴉夜間活動點各類土地利用面積占總使用面積百分比	59

一、前言

草鴉(*Tyto longimembris*)在臺灣屬於稀有留鳥，為華盛頓公約(CITES) 附錄 II 之鳥種，在野生動物保育法的《保育類野生動物名錄》中屬第一級瀕臨絕種之保育類野生動物(行政院農業委員會林務局，2019)。台灣族群屬於特有亞種 *T. l. pithecops*，金門則有另一個亞種 *T. l. chinensis* 分布。對於全臺草鴉的族群量，方偉宏(2005)於台灣受脅鳥種圖鑑裡提到全台少於 100 隻，而曾翌碩(2011b)估計介於 300-500 隻。但這些數據僅由特定地區的調查進行推估，缺乏系統性調查。因此目前對於草鴉在臺灣的族群數量並無確切之資料。

草鴉屬於淺山生態系中的物種，主要分布於低海拔丘陵及平原地區。因其主要利用的環境為開闊的非森林棲地，生活環境與人類的活動重疊性高，因此受到人為影響程度極深。草鴉數量稀少且生性隱密，過去曾有嚴重的獵捕壓力，有接近一半的紀錄來自標本或鳥店販售(方偉宏，2005)。野外實際觀察甚少，過去僅有少數的巢區繁殖觀察及食性研究(曾翌碩等，2008)。對其生態習性、棲地利用等了解均有限。此外，低海拔丘陵及平原地區的土地利用變化相對迅速，草鴉對日棲點的需求及土地利用變化對此物種的影響為何，皆是現階段保育策略規劃的重要關鍵。

方偉宏(2005)曾提到臺灣草鴉分布侷限在彰化及南投以南，海拔 500 公尺以下濃密的草生環境。而在過去的救傷和觀察記錄(曾翌碩，2018、蔡若詩等，2017、蔡若詩，2018)中，包括新北市的田寮洋，宜蘭的四季，花蓮的玉里，台中的大肚及沙鹿，彰化的八卦山，南投的廬山、仁愛、名間和貓羅溪，嘉義的水上、鹿草，台南的東山、新化、龍崎、玉井、楠西、大內、新市、南區、歸仁、西港、山上、安定、善化，高雄的岡山、林園、小港、鼓山、燕巢、大樹、高樹、大寮、旗山、六龜，以及屏東的屏東市、萬巒、新埤、滿州和恆春等都有紀錄。另外邱嘉德(私人通訊，2018)曾於 2012 年透過回播方式調查宜蘭

三星地區，發現蘭陽溪的河灘草生地亦有草鴉之分布，顯示草鴉在臺灣分布之廣。

近年來研究人員試著利用回播方式進行草鴉的調查，以提高此隱密鳥種在調查時的偵測機會，並評估偵測率(曾翌碩等，2008；曾翌碩，2010；孫元勳等，2013；蔡若詩等，2017；蔡若詩，2018)。蔡若詩等(2017)在 2015-2017 年於南部地區以占據模型為架構設計草鴉的長期監測系統，以了解草鴉在地區尺度上的分布樣貌，並在 2018 年利用同一套系統在中部地區展開調查(蔡若詩，2018)，初步認定八掌溪以南之區域為草鴉分布的熱點，而透過發現點位的棲地分析，了解大尺度地景與占據分布的關係。但在實際的棲地利用上，因占據模型的樣區尺度(2x2km)限制，僅能獲得粗略的關連性。因此透過個體層級了解活動範圍、日棲點利用、微棲地選擇等生物學資訊，將有助於進一步探討草鴉的棲地偏好。

在瀕危物種的保育上，了解活動範圍內的棲地狀況及可利用資源是擬定保育策略上的重要步驟。進一步可藉由增加合適棲地或避免對物種有危害的土地利用變化，作為物種保育的棲息地管理方向 (Balbontin, 2005)。本計畫利用衛星發報追蹤技術，瞭解草鴉在臺灣細尺度的分布情形，並透過個體角度分析草鴉的活動範圍及棲地利用情況，藉由長期累積的資料進一步探討草鴉的季節性移動模式。

二、研究目的

掌握物種的活動範圍及活動模式，是了解動物習性及活動狀況的重要基礎。自 1960 以來，研究人員即利用特高頻發報器(Very High Frequency, VHF)了解動物活動模式、領域和大小等重要資料(Kenward, 2000)。然而對草鴉而言，由於其活動範圍大，移動距離超過 VHF 追蹤器所能有效傳送訊號的範圍，且山

區發報器訊號易因屏障造成追蹤不易(曾翌碩, 2010)。近年來, 衛星發報器技術蓬勃發展, 大大提高研究人員蒐集動物移動資料的能力(Tomkiewicz et al. 2010)。透過衛星追蹤可以得到個體在不同時間下的空間分布資料, 這些點位資料提供研究動物移動的基本元素。藉由整合點位及環境因子資料(包含土地利用、干擾因子等), 我們可以檢測動物與這些環境因子關係(Fujita et al. 2004)。

雖然衛星追蹤的技術發展提供研究人員新的研究方向, 但發報器研究仍有其限制及潛在的問題(Cooke et al. 2004, Hebblewhite and Haydon 2010)。例如相對高的器材單價以及相應產生的小樣本問題, 將會影響研究成果的解釋性(Fieberg et al. 2010, Hebblewhite and Haydon 2010)。此外, 隨著可取樣頻度的提高, 也需要有合適的分析技術來處理點位資料的空間自相關(autocorrelations)問題(Fieberg et al. 2010, Tomkiewicz et al. 2010)。總而言之, 若能有合適的設計及分析策略, 並考量物種特殊的生態特性, 衛星追蹤將是了解物種生態及棲地利用的利器(Sokolov 2011)。

本計畫全程目標：

1. 評估衛星追蹤技術在草鴉研究的發展性
2. 利用衛星追蹤了解草鴉的活動範圍
3. 了解東方草鴉棲地利用的特性及與地景的關係
4. 調查不同尺度草鴉繁殖巢位的棲地特性

本年度(110)目標：

1. 持續了解草鴉日棲點及夜間活動點的棲地特性差異
2. 了解草鴉幼鳥的擴散狀況
3. 探討草鴉棲地利用特性及與地景的關係
4. 探討草鴉不同尺度的繁殖巢位棲地特性
5. 探討干擾對繁殖巢位選擇之影響

三、研究材料及方法

(一) 研究物種

草鴉屬於鴉形目(Strigiforms)草鴉科(Tytonidae)草鴉屬(*Tyto*)。廣泛分布於新幾內亞、東南亞、澳洲、中國南方及印度。臺灣之族群屬特有亞種(劉小如等, 2012; 丁宗蘇等, 2020; Clements et al., 2015)。在臺灣本島以西南部低海拔丘陵及平原有較多的觀察記錄, 過去認為草鴉主要棲息於開闊但人煙稀少的非森林棲地, 包括惡地形、河灘地高莖草叢、竹林草生地交界區、甘蔗田、廢耕田地、果園邊緣、軍事基地及機場等(方偉宏, 2005; 曾翌碩和林文隆, 2010; 曾翌碩, 2011b), 偏好丘陵地形中崎嶇難行, 高莖草本與灌木叢生且視野良好之處(劉小如等, 2012)。但蔡若詩及曾翌碩(2018)透過衛星發報器追蹤發現, 草鴉的日棲點均在小面積的鑲嵌式地景之草生地, 這些棲息地點常鄰近人類活動區域。草鴉已知的食物種類以小型哺乳類為主, 如臺灣野兔(*Lepus sinensis formosus*)、月鼠(*Mus caroli*)、小黃腹鼠(*Rattus losea*)、赤背條鼠(*Apodemus agrariusi*)、鬼鼠(*Bandicota indica*)、刺鼠(*Niviventer coxingi*)和鼯鼯(*Soricidae*), 其他包含蜥蜴、青蛙、甲蟲、白蟻, 甚至有少數鳥類的獵食紀錄(Lin et al., 2007; 曾翌碩等, 2008; 曾翌碩, 2010; 曾翌碩和林文隆, 2010)。於 10 至 3 月間求偶與產卵, 1 至 5 月育雛, 每巢產蛋數 3-4 枚, 平均孵化期約 32-42 天, 雛鳥約 42 天離巢, 並持續於巢區附近活動 1 個月左右(曾翌碩和林文隆, 2010)。非繁殖期時, 約入夜半小時至一小時才開始活動, 直接從日棲點飛往覓食區, 覓食區為不連續點狀分布, 單夜可能在不同的覓食區之間往返, 日棲點與覓食區的距離可能超過十公里, 活動至凌晨四時返回日棲點便不再離開(曾翌碩和林文隆, 2010)。

(二) 研究方法

1. 繫放個體

繫放及上發報器個體以救傷個體為主，主要與台南市野生動物保育學會及台中市野生動物保育學會合作，協助通報合適本研究目標的個體。若有機會，也會與全國其他救傷單位合作，找尋合適上發報器個體，並不限制研究個體的來源地點及機構。除了救傷個體的繫放，在追蹤過程如發現草鴉巢位，亦將於巢位捕捉成鳥及幼鳥，幼鳥僅選擇離巢後的幼鳥上發報器，若為巢內雛鳥則僅上腳環。個體取得後先進行基本形質測量(圖 1)並上一數字色環，並依體重、體型大小、及羽毛斑點區分性別，再依羽色判定成幼鳥。然後將衛星發報器以雙肩背包式固定法安裝於草鴉背部(圖 2)。衛星發報器加上綁繩及腳環的重量控制在草鴉個體體重的 5% 以內。發報器安裝完成後將草鴉置於室內籠舍練習飛行，觀察發報器是否位移以及其適應狀況，確認沒問題後才進行野放。野放地點以原地野放為原則，但若原發現地點不合適草鴉，則考慮地緣關係另尋找合適棲地進行野放。



圖 1、草鴉基本形質測量



圖 2、草鴉以雙肩背包式固定法背負衛星發報器

2. 衛星發報器選擇及設定

a. 發報器類型

發報器選擇上主要考量重量、充電方式、定位精準度及資料傳送方式等。草鴉體重約 380-580g，發報器重量應控制在 5% 以下才不會影響草鴉的行動力。而草鴉習性與其他常利用發報器進行研究的日行性猛禽不同，晝伏夜出，日間大部份於草叢中休息，太陽能發報器充電效率極易受影響。考量以上要點，市面上合適的發報器並不多，四年來共採用 Biotrack Pinpoint 系列電池式發報器、Ecotone 系列太陽能發報器以及 Druid OMNI 3G 太陽能發報器三款：

- (1) Biotrack Pinpoint GPS/Argos 系列：此系列發報器的優勢在於發報器重量較有彈性，重量在 10-18g 之間。為電池型發報器，使用全球定位系統(Global Positioning System; GPS)定位，並利用 Argos 衛星

傳送訊號回基地台，再透過解碼過程取得點位資料。然當電力耗盡後即失去所有功能，且野放後無法透過電腦檢視電力狀態。Pinpoint 的定位精準，但偶爾會有定位錯誤發生，而產生極大的偏差或定位失敗，因此需要一一檢視每筆資料。

Pinpoint 電池式發報器設定需連結電腦作業，包括設定定位時間的期程、下載衛星軌跡，以及將發報器啟動等。在野放後即無法再修改發報器定位排程。每當累積 3 點 GPS 定位座標後，便能透過 Argos 系統回傳資料。

- (2) Ecotone GPS/GSM 系列：此類型發報器重量介於 10-17g 之間，以太陽能為電力來源，同樣使用 GPS 定位，並利用全球行動通訊系統(Global System for Mobile Communications; GSM)，透過電信訊號基地台回傳定位資料和電力狀態，因此可即時掌握發報器的充電狀況。Ecotone 系列發報器的定位精準度佳，大部分的點位誤差都在 20 公尺，平均誤差距離約 40 公尺內(魏心怡，2018)。

Ecotone 太陽能發報器，是靠磁鐵激活開機，無須連結電腦即可設定定位排程。因此在野放前僅需確認開機與否，之後再直接於電腦系統上進行定位排程的設定，並透過 GSM 系統傳送排程資料至發報器即可。也因此個體野放後仍可以透過系統修改排程。在電力充足的情況下，每累積 4 點定位就會回

傳資料，但當電力不足時，則僅累積 GPS 點位但不傳送訊號，直到太陽能充電至足夠電量才一次傳送過往點位。

- (3) Druid Debut OMNI 3G GPS/GSM 系列：此款發報器重量約 15g，以太陽能為電力來源。使用 GPS 定位，並利用 GSM 回傳定位資料和電力狀態，可即時掌握發報器的充電狀況。依手冊說明 GPS 精度可至 5m。

OMNI 3G 太陽能發報器，可利用手機 APP 開機及設定，無須連結電腦即可設定定位排程。之後的排程設定，可透過手機 APP 進行調整，或利用電腦連接至網頁進行定位排程的設定，再透過 GSM 系統傳送排程資料至發報器。個體野放後仍可以透過系統修改排程，點位資料及環境資料的回傳間隔可彈性調整，目前可以多種排程交替使用。此外，當電力充足或處於飛行狀況時，可自動開啟 Boost 模式，自動調整增加定位的頻度。在設定及使用上頗具優勢。

經過 2018 年的測試，以 Ecotone 系列太陽能發報器系統相對穩定。但考量 Ecotone 系列採 3G 訊號傳遞資料，在臺灣逐步拆除 3G 訊號基地台的情況下，Ecotone 系列可能不再適用。而 Pinpoint 系列電池型發報器雖然品質較不穩定，但其定位排程的靈活度對探討物種夜間移動和季節間的變化極有幫助，因此在 2019-2020 年主要採用 Pinpoint 系列發報

器。然而 2020 年所購買的 Pinpoint 系列發報器穩定性不佳，不同發報器間的表現差異甚大，因此 2021 年同時選用 Pinpoint 系列和 Druid 公司新款的 Debut OMNI 3G 款式降低風險。Debut OMNI 3G 雖與 Ecotone 系列同為 3G 型的太陽能發報器，但宣稱在電量充滿的狀況下可定位 1000 個 GPS 點。三款的發報器功能特色如表 1。

表 1、衛星發報器規格表

廠牌	Biotrack	Ecotone			Druid
型號	Pinpoint 350	Crex	KITE-L	Crex 300	Debut OMNI 3G
重量	12g、15g、17g	14g(±10%)	18g(±10%)	18g(±10%)	15g
體積 (mm ³)	38x28x14	30x20x14	58x27x18	58x27x18	50x24x12
電力	電池型	太陽能充電	太陽能充電	太陽能充電	太陽能充電
傳輸	GPS / Argos	GPS / GSM	GPS / GSM	GPS / GSM	GPS/GSM
排程設定	僅野放前設定	野放後可調整	野放後可調整	野放後可調整	野放後可調整

b. 發報器排程

由於三款發報器的設計差異，可收集到的資料也有所不同。利用可以靈活設定排程的 Pinpoint 350 來追蹤夜間每小時的移動路徑，但為避免電池式的 Pinpoint 350 快速耗盡電源，因此僅於每周五進行夜間追蹤。追蹤時間於日落後開始，並於日出前結束。根據台灣每個月的日落和日出時間變化，定位排程配置為 9-11 月追蹤晚上 19-5 點，12-1 月追蹤 18-6 點，2-4 月追蹤 19-5 點，5-8 月追蹤 20-4 點，每個小時

定 1 個點。除了週五之外，其餘時間僅定位中午 12 時之日棲點，以了解每日的移動狀態。

而在 Ecotone 系列太陽能發報器的規劃上，為了能迅速掌握野放後發報器的狀況，因此野放時先設定一天 4 個定位點(02、08、14、20 時)加快資料的回傳，經過幾天確認發報器狀況沒有問題時，再透過電腦系統修改排程為每日 08、20 時記錄點位，希望透過太陽能充電，能進行較長時間的追蹤。另外，若發報器的充電狀況良好，亦嘗試每 3 小時一個定位點，掌握個體的夜間活動狀況。

Druid Debut OMNI 3G 的太陽能發報器，目前主要用於探討幼鳥的擴散情形。野放後先設定一天 2 個定位點(08、20 時)，在最節省電力的狀況下掌握其日棲點及夜間移動的狀況，並希望能有較長的追蹤時間。若發報器的充電狀況良好，也會嘗試增加定位的頻度。

3. 移動距離及活動範圍

利用每隻個體衛星追蹤點位之日棲點計算總移動距離、平均單日移動距離，並透過 R 程式計算活動範圍及活動核心。活動範圍以所有點位進行最小凸多邊形法(Minimum convex polygon, MCP)和固定核心估計法(Fixed Kernel Method, FK)計算，以 100%MCP 代表活動範圍，以 50%FK 代表其活動熱區。最小凸多邊形法(MCP)是根據個體所有定位點畫出一個凸多邊形，來計算個體之總活動範圍。其限制於無法依靠定位點的密度劃出活動範圍，因此容易受到少數偏離定位點影響面積形狀，且將動物未利用過地區一併劃入，導致 MCP 畫出的活動範圍有高估情況

(Anderson, 1982)。固定核心估計法(FK)為依據動物活動分布密度評估活動範圍的方法，畫出其活動範圍內較頻繁使用地區，普遍認為比 MCP 更精確(Worton, 1995)。但因 FK 計算需要較多點位數，因此僅以追蹤天數超過 30 天之個體進行計算日棲點的 50%FK 活動熱區。正射影像圖來源為國土測繪中心公開通用版電子地圖 WMS 服務 http://maps.nlsc.gov.tw/S_Maps/wms。

在追蹤的過程中發現有些草鴉時常更換日棲點，有些則固定使用同樣幾個點。為了了解草鴉日棲點利用模式，將每天日棲點的移動距離依以下距離段分為 5 類，計算每個類別次數佔總次數的百分比。

- a. 0-10 公尺:定位誤差，實質個體沒有移動
- b. 10-100 公尺:同一塊草生地更換位置
- c. 100-2,000 公尺:移動到其他鄰近草生地
- d. 2,000-10,000 公尺:離開原棲地到周圍合適棲地
- e. 10,000-100,000 公尺:進行長距離移動

4. 夜間活動追蹤

根據前兩年的追蹤經驗，草鴉通常於入夜後才開始行動，並在日出前即停止活動，因此夜間追蹤時間根據每月的日出日落時間進行調整。9-11 月追蹤晚上 19-5 點，12-1 月追蹤 18-6 點，2-4 月追蹤 19-5 點，5-8 月追蹤 20-4 點。透過整夜每小時的追蹤以估算草鴉每晚的移動距離和活動範圍，活動範圍以 100%MCP 表示，進一步探討性別和季節間的差異。

將夜間活動每小時的移動距離小於 10 公尺定義為無移動，移

動 10 公尺以上為活動狀態，透過草鴉每個小時移動與否，了解草鴉的活動模式和活動高峰，以了解草鴉是否隨季節間的夜晚長度變化而調整活動時間。

5. 小尺度日棲點植群調查

為了能夠瞭解草鴉實際日棲點利用的棲地環境植被型態，先將所有日棲點點位標定於 Google Earth 中，並選定半徑 10 公尺圓內有超過 3 個定位點的圓為一個調查樣方。於調查樣方內選定一個 10x10 公尺樣格進行穿越線調查，每 1 公尺記錄一筆植物 (Bonham, 1989)，每 5 公尺記錄一筆植物高度，每個樣格共 100 筆植物及 20 筆植物高度。此外，分別於樣格的四角及中心位置測量植被垂直遮蔽度(圖 3)，於距離 5 公尺位置以水平視角檢視測量點垂直高度 0-33 公分、34-66 公分、67-99 公分、100-133 公分、134-166 公分、167-199 公分、200-233 公分、234-266 公分、267-299 公分及 300 公分以上的植被遮蔽度，每一高度段皆用 0-100% 來表示遮蔽程度，愈密數值愈大，最後將每個高度段的遮蔽百分比相加，以表示該測量點的總遮蔽度，每個測量點最高累積遮蔽度為 1000%，共計每個樣格記錄 9 筆植被垂直密度。最後計算每一種植物的出現頻率百分比，分析樣格中的優勢物種植物，並求得穿越線上植被的平均高度及平均垂直遮蔽度，以了解草鴉所重複利用的日棲點棲地特徵。

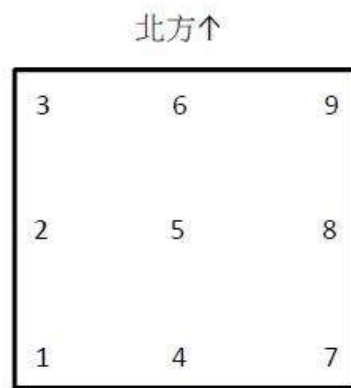


圖 3、10x10 公尺樣格中植被垂直遮蔽度測量位置示意圖



圖 4、植被垂直遮蔽度測量

6. 大尺度日棲點與夜間活動點棲地類型比較

利用許皓捷（2016）所繪製的土地利用圖層（解析度 5x5 公尺），透過地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）計算日棲點和夜間活動點半徑 100 公尺緩衝區（Buffer）範圍所含的 11 種土地利用類型面積，可初步了解日棲點的土地利用類型和

夜間活動點的差異性。(土地利用圖層資料來源取自『國土利用調查成果資訊網』及『臺灣現生天然植群圖』。『國土利用調查成果資訊網』之資料來源主要為 2004-2005 年之影像,『臺灣現生天然植群圖』則依據 2004-2009 年「國家植群多樣性調查及製圖計畫」的現生天然植群分布調查結果繪製而成(許皓捷, 2016)。其分類如表 2 所示。)

表 2、土地利用類型分類及其依據

土地利用類型	代碼	資料來源	備註
建構物與人工鋪面	BD	臺灣現生天然植群圖： 建地 國土利用調查成果資訊網： 畜禽舍、農業附帶設施、苗圃、交通使用土地、堤防、水利構造物、防汛道路、建築使用土地(不包含殯葬設施)、公共設施使用土地、文化設施、遊樂場所、體育場所、礦業相關設施、土石相關設施、鹽業相關設施	BD: building 以大尺度之野生動物棲地利用觀點,任何形式之建築物、堤防或交通設施,均無法被大部分野生動物使用,因此歸為一類。 交通使用土地包含機場跑道旁之廣大綠地,但原始圖層無法區分。 文化設施包含自然地景、動植物園,但原始圖層無法區分。
裸露地	BL	臺灣現生天然植群圖： 岩壁與碎石坡、海岸岩壁植群、天然裸露地、人工裸露地 國土利用調查成果資訊網： 土場、水稻沙洲灘地、礦場、土石採取場、裸露地、災害地、營建剩餘土石方、空置地	BL: bare land 災害地位於山區者,多為裸露地。
灌叢	BU	臺灣現生天然植群圖： 針闊葉灌叢 國土利用調查成果資訊網： 伐木跡地、灌木荒地	BU: bush

土地利用 類型	代碼	資料來源	備註
農耕地	FF	臺灣現生天然植群圖： 耕地 國土利用調查成果資訊網： 稻作、旱作	FF: farm field
森林	FO	臺灣現生天然植群圖： 針葉林、針闊葉混淆林、闊葉 林、人工林 國土利用調查成果資訊網： 天然林、人工林	FO: forest
公園綠地	GS	國土利用調查成果資訊網： 公園綠地廣場	GS: greenspace 綠地可能是樹林(如台北植 物園)，以可能是大面積人 工鋪面(如中正紀念堂)，故 自成一類。
草生地	MD	臺灣現生天然植群圖： 草本植群 國土利用調查成果資訊網： 廢耕地、牧場、防火線、殯葬設 施、草生地、災害地	MD: meadow 殯葬設施包含墓地、殯儀 館、納骨塔等，但以墓地 最多。墓地多為草生地。 災害地係指低海拔地區以 發生災害之地區。一般而 言位於內陸平地之災害地 多為荒草地。
果園	OC	國土利用調查成果資訊網： 果樹、鳳梨田	OC: orchard
水體	WB	臺灣現生天然植群圖： 水域 國土利用調查成果資訊網： 河道(不包括堤防、溝渠，寬度5 公尺以上)、蓄水池(包括水庫、 湖泊及埤塘等)	WB: waterbody 不包含海域
濕地	WL	國土利用調查成果資訊網： 水產養殖、鹽田、濕地、災害地	WL: wetland 災害地位於沿海地區者，

土地利用 類型	代碼	資料來源	備註
			多因海水倒灌造成，故視為濕地。
軍事用地	ML	國土利用調查成果資訊網： 軍事用地	ML: military 軍事用地有多樣地景，如營舍、軍港、機場跑道等多為人工建物，但野外教練場多為樹林及草地，原始圖層無法區分，故自成一類。

四、結果與討論

(一) 繫放個體追蹤概況

本計畫自 2018 年 1 月至 2021 年 12 月期間分別利用岡山機場、屏東機場、台南機場、嘉義機場四個機場通報的救傷個體，共 25 隻次 22 隻個體(一隻重複回收 3 次)，並於野外繫放 8 隻次 7 隻草鴉個體(1 隻重複捕捉)，其中 1 隻為巢內雛鳥未上發報器。整合曾翌碩(2018)兩筆草鴉追蹤資料，累計追蹤 13 隻雄鳥、17 隻雌鳥(表 3)。所有追蹤個體共 16 隻於異地野放，2 隻鄰地(原捕獲地鄰近區域)，12 隻原地野放。其中藍 85、藍 99、藍 97、藍 76、藍 178、藍 113、藍 128 和黃 E3 野放後未回傳訊號或追蹤少於 30 天，因此不納入分析討論。其餘 22 隻個體衛星發報器追蹤時間最長的個體為 434 天，最短為 30 天。累積有效紀錄共 4,830 個定位點，2,303 筆日棲點紀錄。

以下根據追蹤至少 30 天的 22 隻個體進行追蹤狀況概述，而依野放後草鴉活動熱區可分為濁水溪區、曾文溪區、新化區、沙崙農場區、岡山機場區、月世界區、燕巢區、屏東機場區和荖濃溪區(圖 5)，依區域介紹追蹤成果；

1. 濁水溪區

藍 199 為嘉義水上機場中網個體，為目前分布最北邊的追蹤個體。在 2020 年 3 月於八掌溪畔野放後，藍 199 於立即返回水上機場棲息，直到 6 月往北飛到彰化芳苑，最後選擇在濁水溪南岸棲息。追蹤期間可見藍 199 進行了數次長距離移動至台南新化，然後再返回濁水溪，單日移動高達 90.2 公里，移動能力為所有追蹤個體之冠。然而在 2020 年 10 月 18 日濁水溪南岸發生野火，藍

199 被迫更換棲息地，再次返回水上機場棲息，最終發報器掉落於機場而失去音訊。

2. 曾文溪區

黃 E9 活動於曾文溪下游，捕獲時腹部有消退的孵卵斑，顯示前陣子有孵蛋行為。根據黃 E9 的日棲點找尋其繁殖巢位，發現其幼鳥皆已離巢，但仍於巢位附近活動。

3. 新化地區

藍 62 於新化野放後即往新化市區移動，並日棲在農耕地鑲嵌的草生地上，最後更進入人口較為密集的仁德區，是所有個體中，棲息在人為干擾最頻繁的個體。由於藍 62 的兩個月追蹤過程一直持續在移動，加上為異地野放，因此尚無法判斷其主要棲息地。

藍 100 於野放後一直沿著鹽水溪活動。其配戴的發報器為太陽能款 Ecotone Crex，該發報器充電狀況為所有個體中最佳，推測因其主要活動區域以巴拉草居多，短草的環境下發報器白天可充電的機會較高。在追蹤 5 個月後將發報器排程修改增加定位數，以累積夜間活動點位，但後來因發報器定位頻度過高，導致電力無法負荷而停止運作。而曾翌碩(私人通訊，2021)透過猛禽棲架觀察草鴉，曾於 2021 年 5 月發現藍 100 仍於新化區活動，年齡至少為第四曆年。

藍 115 透過救傷系統曾在特生急救站留置 5 個月，且右眼失明，藍 115 於新化木架山大草原野放後，主要活動於新化區，由於是異地野放，加上僅追蹤一個月，追蹤過程持續移動，尚無法

判斷藍 115 的主要棲息地。

4. 沙崙農場區

藍 145 與藍 115 同日在新化木架山大草原野放，於第六天開始離開野放地，曾沿著鹽水溪活動數日，最後移動至沙崙農場棲息。藍 145 為追蹤最久的個體，追蹤時間涵蓋 2 個繁殖季，曾短暫移動到大內和玉井後再返回沙崙農場，活動範圍極廣。2019 年一次移動到白河地區後，未再返回沙崙農場，而選擇於大內築巢。由於藍 145 配戴的發報器為太陽能型，因此築巢後便無法充電而失去訊號。於 2019 年 12 月發現藍 145 棄巢，三隻雛鳥死亡，死亡原因不明。而在 2020 年 4 月，鳥友發現藍 145 已返回沙崙農場棲息，並未繼續留在繁殖巢區活動。

5. 岡山機場區

岡山機場區共有藍 89、藍 173 和藍 129 三隻個體在周圍活動，藍 89 為 2018 年野放之個體，追蹤時間長達 1 年，藍 173 和藍 129 為 2019 年年中繫放，與藍 89 追蹤時間無重疊，追蹤時間皆為 7 個月。

藍 89 於關廟外環道路旁野放，4 天後短暫失去訊號，再收到訊號時已飛離野放地，並沿著鹽水溪飛至台灣歷史博物館周圍棲息達一個月，最後移動至高雄岡山空軍基地棲息，雖然偶爾會飛至高雄科學園區棲息數日，但大部分時間都在岡山機場中。由於藍 89 僅定位日棲點，因此無法了解其夜間活動情形，

藍 173 和藍 129 於異地野放後快速回到原捕捉地岡山機場，但藍 173 選擇機場北邊廢耕地棲息，藍 129 則棲息在機場中，彼

此棲息地沒有明顯重疊，直到繁殖季才稍有變化。藍 173 於繁殖季開始往外移動，最後選擇在燕巢地區築巢；藍 129 移動到岡山機場後，晚上時常離開機場覓食，並有幾次前往彌陀漁港周圍活動，是少數記錄到海邊活動的個體，但主要的活動區域仍在機場中。

6. 月世界區

金 652 野放後，是唯一棲息在高雄月世界的個體，主要活動在二仁溪的河灘草生地，但因追蹤時間過短，無法提供更多棲地資訊。

7. 燕巢區

追蹤藍 173 時發現其於燕巢進行繁殖，由於 173 的發報器為電池式，因此在其電池沒電，且時序為雛鳥孵化多時後，於繁殖巢位進行捕捉，意外捕獲藍 148 公成鳥。根據追蹤結果，藍 148 應為藍 173 之配偶，但藍 148 並未每天都回繁殖巢位，推測可能因時序為繁殖後期，不需要天天送食物給雛鳥和母鳥。並發現藍 148 時常更換日棲點，棲息位置離巢位可達 400 公尺以上。

8. 屏東機場區

高屏河流域大面積草生地環境適合草鴉棲息，因此在屏東機場中網之個體大部分會就近野放，因此並未見到像岡山機場區域的長距離移動，且個體很快地建立自己的活動領域。

藍 139 於大樹和山靶場野放，2 天後飛回當初中網的屏東機場，之後都在機場附近活動，白天在河灘草生地棲息，晚上則進到屏東機場的南場活動。藍 139 斷訊時間為 2019 年 1 月，然而根據孫元勳和洪孝宇(2021)以猛禽棲架記錄夜間猛禽，曾於 2021 年

7月拍到藍 139 利用棲架休息，位置仍在 2019 年的主要活動區域。由於藍 139 野放時已是成鳥狀態，因此年齡為第 5 曆年以上。

藍 126 於高屏溪舊鐵橋旁野放後，白天棲息在河灘草生地，晚上則常到屏東機場的北場活動，跟藍 139 主要活動區域重疊度不高。藍 126 最後再次於屏東機場中網並死亡，追蹤時間為 53 天，但因太陽能發報器時常斷訊，因此累積的資料不多。

藍 112 野放後主要移動到屏東機場的東北方濕地環境，在追蹤的點位中，鮮少進到機場活動，後來亦移動到高屏溪棲息，但活動核心主要仍在東北方濕地。

藍 134 亦於高屏溪舊鐵橋旁野放，棲息地同樣在河灘草生地中，晚上大部分在屏東機場內覓食，主要也在機場北場活動，與藍 126 的活動重疊度高。而在 2018 年底時，該區域的河灘草生地失火，藍 134 移棲到高屏溪較上游的位置，最後發現發報器脫落(圖 6)。根據繩子的斷面判斷為自然斷裂。由於藍 134 野放後不到一年，顯示目前採用的 2mm 鐵弗龍繩造成草鴉永久背負發報器的機率極低。2020 年 11 月藍 134 再次於屏東機場中網，腳有些微拉傷，在確認其傷癒後才再次配戴發報器進行追蹤，並發現藍 134 已進入繁殖，然而因發報器故障，訊號於 17 天後中斷。

黃 K9 為巢區捕獲的個體，根據追蹤資料判斷，與藍 134 為配對狀態。由於黃 K9 繫放時腹部有明顯孵卵斑，正值孵蛋階段，過大的干擾導致其棄巢繁殖失敗。於 2021 年 1 月再次於巢位附近捕獲，舊的發報器已脫落，重新配戴發報器，於 2021 年 2 月

找尋巢位時發現藍 134 和黃 K9 同時從巢位中飛出，巢內沒有繁殖跡象，兩個體皆仍配戴著發報器，但發報器天線已經被破壞。黃 K9 於追蹤 44 天後再次斷訊，而在 3 月底和藍 134 同時中機場鳥網，黃 K9 死亡，藍 134 無礙。將黃 K9 肝臟送檢測多重農藥 321 項和多重鼠藥 13 項，驗出撲滅鼠 (Bromadiolon) 0.035ppm、伏滅鼠 (Flocoumafen) 0.041ppm 和可滅鼠 (Brodifacoum) 0.259ppm，雖然鼠藥並非造成黃 K9 死亡的原因，但體內可滅鼠的濃度已經相當高，顯示屏東機場周圍有使用老鼠藥的狀況，須持續關注鼠藥利用的議題。

將身體無礙的藍 134 更換身上的發報器後野放，然而該發報器 1 天後未再傳送任何訊號。但在 2021 年 12 月底藍 134 再次於機場中網，身上的發報器已脫落，顯示藍 134 已知如何卸除發報器，然而因 134 第一次野放時為亞成鳥，是目前追蹤最久的個體，至少第四曆年。為了解亞成鳥和成鳥間的差異，因此仍重新配戴發報器持續追蹤。藍 191 於 2019 年 11 月才野放，追蹤時間與屏東機場區其他個體並無重疊，野放當晚即進到機場活動，顯示中網並未造成草鴉捨棄其原活動範圍。藍 191 在 2020 年 1 月疑似發報器脫落或進入繁殖狀態，為避免可能在孵蛋干擾其繁殖，在 3 月初才前往停止移動的點位調查。在距點位約 15 公尺處發現一個巢位，巢內有三隻死亡已久的幼鳥，且已經長出飛羽，因僅剩骨骸，所以無法判斷其死亡原因。在整個搜尋過程並未見到藍 191，但洪孝宇(私人通訊，2021)於 2020 年 9 月曾目擊藍 191 於原本巢位附近飛出，顯示藍 191 仍持續在附近活動。

金 202 野放後並未停留在屏東機場周圍活動，而是立刻移棲

到高屏溪下游段，晚上則會飛到和發工業區覓食，於追蹤 1 個月後斷訊。金 202 的日棲點位固定，日棲點植被已覆蓋整片銀膠菊，非典型的白茅環境，但整體隱蔽性佳。

藍 143 為機場中網個體，根據歷史救傷紀錄，該個體最早於 2019 年 7 月進入救傷系統，2020 年 1 月曾再次中機場鳥網，而 2021 年 11 月為第三次中鳥網，並第一次為牠配戴衛星發報器。藍 143 主要活動於屏東機場南場，和藍 134 的活動範圍沒有重疊。

9. 荖濃溪區

藍 172 為岡山機場中網但異地野放的個體，野放開始快速的移動找尋棲息地，曾於一個晚上從新市飛經山上、大內、玉井，然後回到新化，單夜移動距離高達 51.9 公里，最後則選在屏東的隘寮溪和荖濃溪棲息。藍 172 並未像藍 173 和藍 129 般返回岡山機場棲息，而是另外找尋一個新的棲息地，推測可能因藍 172 仍為亞成個體，須建立自己新的活動領域，或者岡山機場本來就不是牠的原棲息地，因此無須刻意返回。

黃 K8 和黃 E4 於同一個巢區捕獲，根據黃 E4 的換羽狀況推測為離巢不久的幼鳥，透過追蹤資料發現，黃 E4 大部分都在巢位附近活動，而成鳥黃 K8 的日棲點與黃 E4 相近，晚上則離開巢位活動，但中途會再折返回巢位，推測黃 K8 應為黃 E4 的親鳥，中途返回巢位的原因可能是帶食物回來給離巢幼鳥食用。

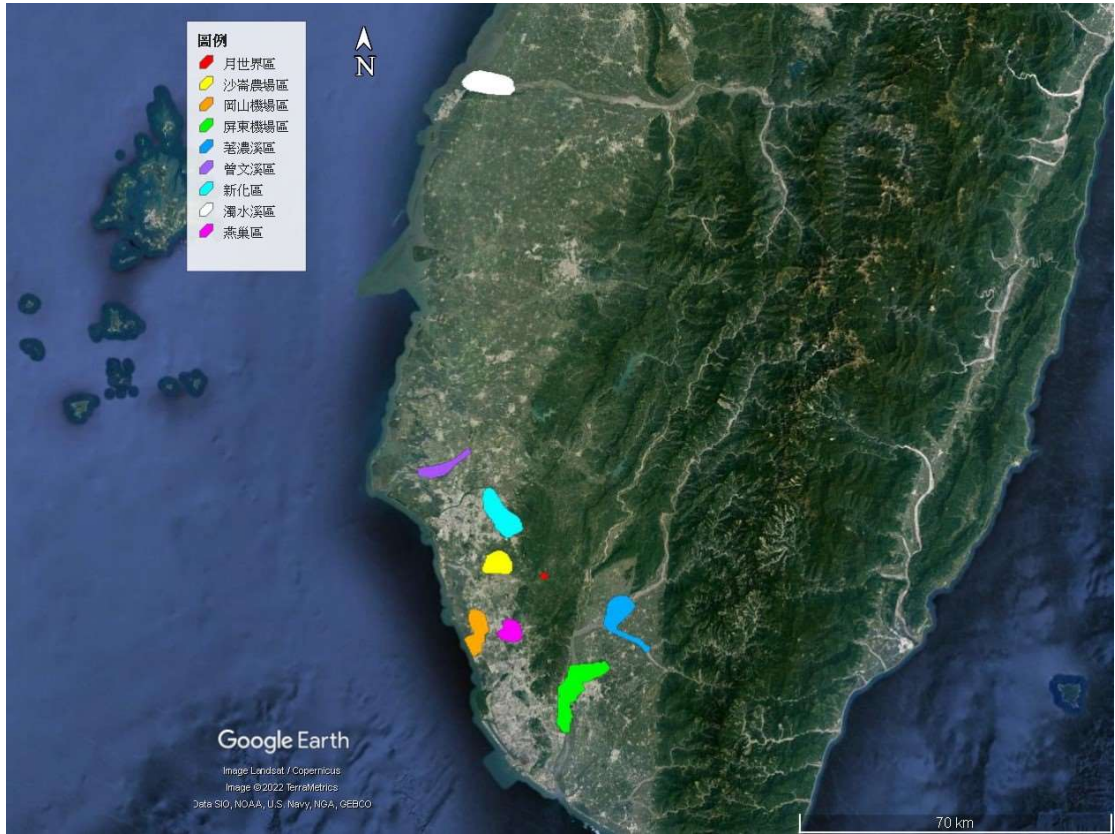


圖 5、22 隻草鴉活動分區圖



圖 6、脫落的衛星發報器

表 3、2017-2021 年草鴉繫放個體資料與追蹤資訊

編號	追蹤期間	發報器型號	性別/年齡	捕獲地點	野放地點	排程(時)	追蹤天數	定位天數	點位數	追蹤結果
藍 85	2017.10.25 - 2017.11.11	Pinpoint 240	公/成鳥	屏東	虎崗靶場	06、12、16	18	18	36	失去訊號
藍 99	2017.11.08 - 2017.12.04	Pinpoint 240	公/成鳥	台南	虎崗靶場	07、20、24	27	16	33	失去訊號
藍 62	2018.01.30 - 2018.03.27	Crex	公/亞成鳥	岡山	虎崗靶場	08、20	57	56	110	失去訊號
藍 97	2018.04.01 - 2018.04.01	Pinpoint 240	公/亞成鳥	屏東	虎崗靶場	08、20、24	0	0	0	無訊號
藍 89	2018.05.04 - 2019.05.17	Pinpoint 350	母/亞成鳥	岡山	關廟外環道	8	358	317	318	失去訊號
藍 76	2018.05.12 - 2018.05.29	Pinpoint 350	母/亞成鳥	岡山	關廟外環道	08、24	17	17	32	失去訊號
藍 100	2018.09.22 - 2019.03.01	Crex	母/亞成鳥	屏東	關廟外環道	08、20	162	159	366	失去訊號
藍 145	2018.10.15 - 2019.12.22	KITE-L	母/亞成鳥	台南	新化大草原	08、20	434	318	618	失去訊號
藍 115	2018.10.15 - 2018.11.14	Crex 300	母/亞成鳥	岡山	新化大草原	08、20	31	31	77	失去訊號
藍 139	2018.10.23 - 2019.01.15	Crex	公 /成鳥	屏東	和山靶場	08、20	85	46	128	失去訊號
藍 126	2018.12.13 - 2019.02.03	KITE-L	母/亞成鳥	屏東	高屏舊鐵橋	08、20	53	22	35	中網死亡
藍 134	2018.12.26 - 2019.08.13	Crex	公/亞成鳥	屏東	高屏舊鐵橋	08、20	231	147	298	發報器脫落
	2020.11.23 - 2020.12.10	Pinpoint 350	公/成鳥	屏東	高屏舊鐵橋	12、週五晚上每小時	18	18	45	失去訊號
	2021.03.28 - 2021.03.30	Pinpoint 350	公/成鳥	屏東	高屏舊鐵橋	12、週五晚上每小時	3	3	6	失去訊號
	2021.12.28 - 2022.01.21	Pinpoint 350	公/成鳥	屏東	高屏舊鐵橋	12、週五晚上每小時	25	25	73	發報器脫落
藍 178	2019.02.04 - 2019.02.09	Crex 300	母/成鳥	岡山	關廟外環道	08、20	6	6	20	失去訊號
藍 112	2019.02.09 - 2019.05.27	KITE-L	母/亞成鳥	屏東	高屏舊鐵橋	08、20	108	56	133	失去訊號
藍 173	2019.05.12 - 2019.11.25	Pinpoint 350	母/亞成鳥	岡山	田寮月世界	12、週五晚上每小時	198	197	490	失去訊號

編號	追蹤期間	發報器型號	性別/年齡	捕獲地點	野放地點	排程(時)	追蹤天數	定位天數	點位數	追蹤結果
藍 129	2019.06.28 - 2019.12.27	Pinpoint 350	公/成鳥	岡山	田寮月世界	12、週五晚上每小時	183	182	462	失去訊號
藍 113	2019.10.13 - 2019.10.24	Pinpoint 350	公/成鳥	屏東	田寮月世界	12、週五晚上每小時	12	12	21	死亡
藍 172	2019.10.13 - 2020.01.08	Pinpoint 350	公/亞成鳥	岡山	田寮月世界	12、週五晚上每小時	88	88	212	失去訊號
藍 191	2019.11.22 - 2020.02.13	Pinpoint 350	母/成鳥	屏東	高屏舊鐵橋	12、週五晚上每小時	85	85	234	失去訊號
藍 148	2019.12.26 - 2020.03.14	Pinpoint 350	公/成鳥	燕巢	燕巢	12、週五晚上每小時	80	79	213	失去訊號
藍 175	2020.01.02	-	幼鳥	燕巢	燕巢	-	-	-	-	-
藍 199	2020.03.31 - 2020.11.15	Pinpoint 350	母/亞成鳥	水上	水上	12、週五晚上每小時	251	248	391	發報器脫落
金 202	2020.04.03 - 2020.05.03	Crex	公/亞成鳥	屏東	高屏舊鐵橋	08、20	31	25	48	失去訊號
金 652	2020.06.26 - 2020.07.31	Pinpoint 350	母/亞成鳥	岡山	田寮月世界	12、週五晚上每小時	36	24	30	失去訊號
黃 K9	2020.09.27 - 2020.11.04	Pinpoint 350	母/成鳥	屏東	高屏舊鐵橋	12	39	37	54	失去訊號
	2021.01.21 - 2021.03.06	Pinpoint 350	母/成鳥	屏東	高屏舊鐵橋	12、週五晚上每小時	45	44	109	中網死亡
黃 E3	2021.01.21 - 2021.01.25	Pinpoint 350	公/成鳥	屏東	高屏舊鐵橋	12、週五晚上每小時	5	5	21	失去訊號
藍 128	2021.03.03 - 2021.03.15	Pinpoint 350	母/亞成鳥	岡山	田寮月世界	12、週五晚上每小時	13	13	17	失去訊號
藍 143	2021.11.29 - 2022-01-31	Pinpoint 350	公/成鳥	屏東	高屏舊鐵橋	12、週五晚上每小時	64	54	142	持續中

編號	追蹤期間	發報器型號	性別/年齡	捕獲地點	野放地點	排程(時)	追蹤天數	定位天數	點位數	追蹤結果
黃 E4	2021.12.15 - 2022.01.15	Dubet OMNI 3G	母/亞成鳥	屏東	高樹	08、20	32	25	40	發報器脫落
黃 K8	2021.12.15 - 2022.01.31	Pinpoint 350	母/成鳥	屏東	高樹	12、週五晚上每小時	48	39	114	持續中
黃 E9	2021.12.28 - 2022.01.31	Pinpoint 350	母/成鳥	台南	西港	12、週五晚上每小時	35	27	84	持續中

(二) 移動模式及活動範圍

2018-2021 年追蹤超過 30 天的 22 隻個體中，追蹤最久為藍 134，長達 656 天，但實際定位天數僅 193 天。而定位天數最多者為藍 145，追蹤時間涵蓋兩個繁殖季，總日棲點移動距離達 364.7 公里。然而，總移動距離最長者為藍 199，追蹤時間為 251 天，日棲點累積總移動距離為 920.8 公里，總活動範圍甚至達 1369.4 平方公里(表 4)，亦為所有個體之冠。藍 115、金 202 和黃 E4 追蹤時間較短，移動距離分別為 22.9 公里、9.7 公里和 5 公里。但總移動距離最短者為黃 K9，定位天數 81 天僅移動 0.6 公里，顯示草鴉在日棲點的利用上有明顯的個體差異。

以 MCP100 表示野放後所有的活動面積(圖 7)，以 MCP95 表示主要活動區域(圖 8)，發現藍 89、藍 145、藍 173、藍 129 和藍 172 這 5 隻個體的 MCP100 及 MCP95 面積差異甚大。其中藍 89、藍 173、藍 129 和藍 172 主要是減少了野放初期的移動範圍，由於這幾隻個體皆是異地野放，在野放後至找到主要活動區域過程中，有許多區域僅為探索或經過，直至找到合適棲地後，活動範圍變化減少，因此推測野放地點也是影響移動模式和活動範圍的因子之一。

從追蹤都超過一年的藍 145 和藍 134 活動範圍上的差異來看，發現野放地點和追蹤時間長短雖然會影響草鴉的移動模式，但整體活動範圍的變化還是可以透過性別、年齡及季節等不同面向來歸納出其模式，以下分成四點進行探討: 1. 個體年齡是否影響活動範圍大小；2. 日棲點移動距離是否有性別或季節性變化；3. 活動範圍是否有性別或季節性變化；4. 日棲點利用模式是否與性別有關。

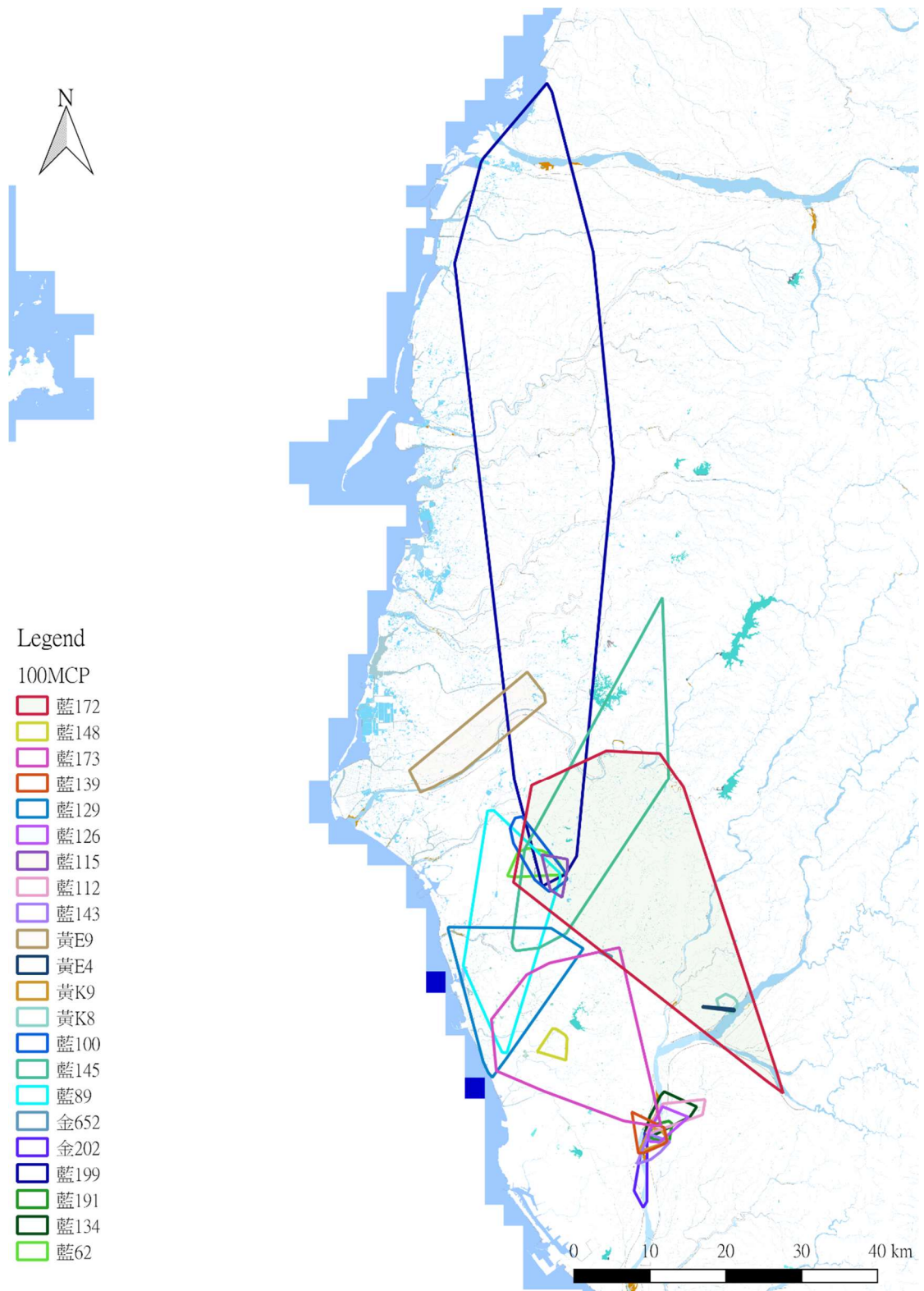


圖 7、22 隻草鴉衛星追蹤 MCP100 活動範圍

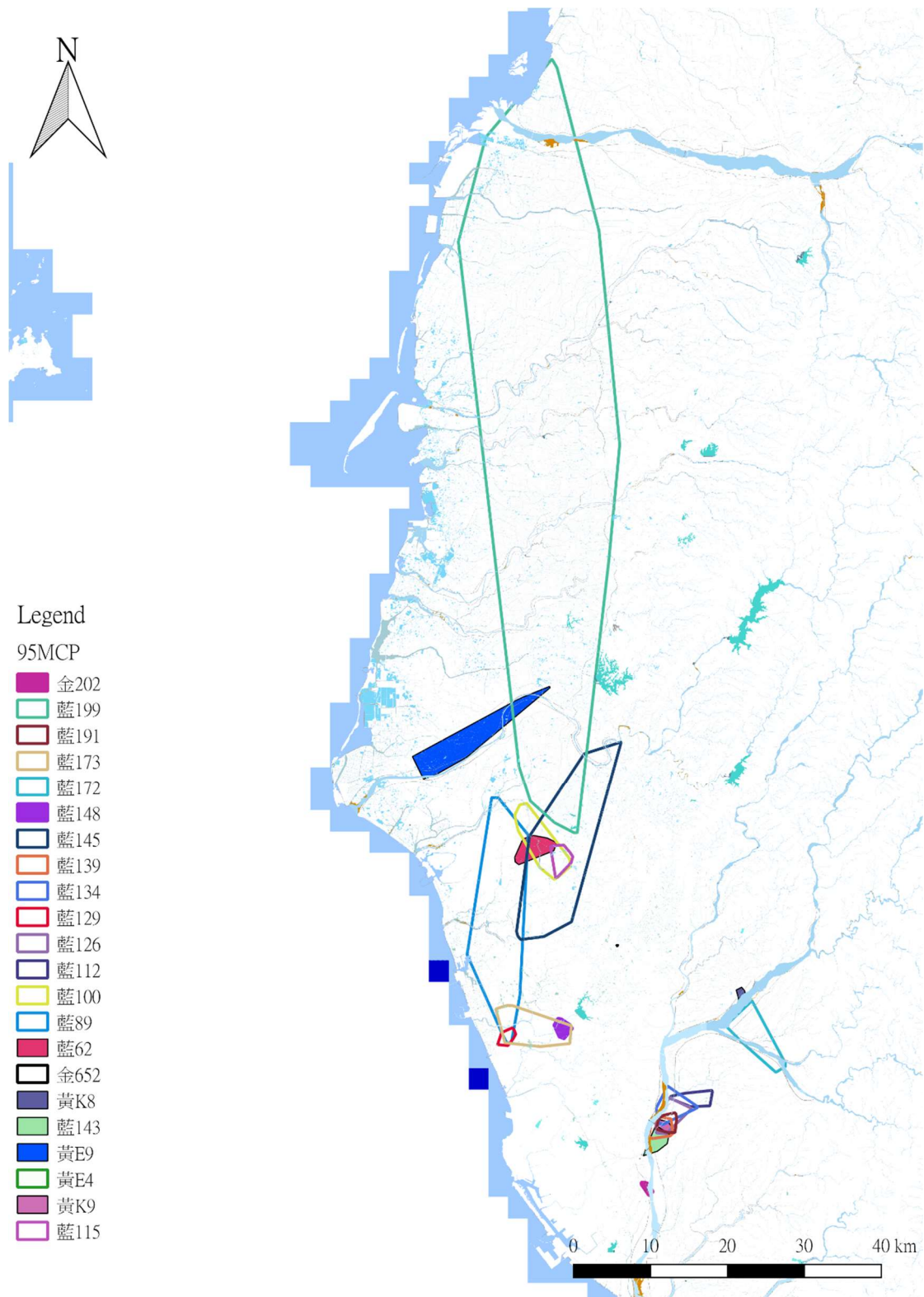


圖 8、22 隻草鴉衛星追蹤 MCP95 活動範圍

表 4、2018-2021 年 22 隻草鴉移動距離及活動範圍

編號	性別/成幼	野放方式	日棲點總移		平均單日移	單日最大移	總活動範圍	主要活動範圍	主要日棲點熱
			日棲點數	動距離(km)	動距離(km)	動距離(km)	MCP100(km ²)	MCP95(km ²)	區 FK50 (km ²)
藍 62	公/亞成	異地	55	38.1	0.7±0.9	3.2	19.6	12.3	3.3
藍 89	母/亞成	異地	317	240.2	0.7±2.3	26.4	226.0	158.0	32.1
藍 100	母/亞成	異地	156	86.1	0.6±0.8	3.8	32.8	32.1	12.8
藍 145	母/亞成	異地	299	364.7	1.3±4.5	46.2	405.4	167.5	24.7
藍 115	母/亞成	異地	30	22.9	0.8±0.7	2.2	12.0	7.6	3.8
藍 139	公/成	鄰地	42	12.1	0.3±0.8	3.6	14.9	6.5	1.6
藍 126	母/亞成	原地	13	5.3	1.0±1.2	2.5	12.6	11.3	0.003
藍 134J	公/亞成	原地	144	25.8	0.2±0.6	3.6	20.8	12.2	2.1
藍 134A	公/成	原地	43	2.3	0.04±0.12	0.6	6.0	4.4	0.01
藍 112	母/亞成	原地	56	21.6	0.3±0.9	4.5	17.7	7.9	2.6
藍 173	母/亞成	異地	197	191.2	1.0±2.6	24.0	336.0	36.2	19.5
藍 129	公/成	異地	182	44.5	0.2±1.1	7.8	191.4	3.3	0.007
藍 172	公/亞成	異地	88	117.3	1.3±4.7	39.5	718.9	29.1	20.7
藍 191	母/成	原地	85	51.4	0.6±0.7	2.1	5.8	5.1	0.9
藍 148	公/成	原地	79	36.1	0.5±0.8	3.7	10.1	3.8	0.6
藍 199	母/亞成	鄰地	246	920.8	3.7±12.8	90.2	1369.4	1325.0	635.6
金 202	公/亞成	原地	24	9.7	0.4±1.3	6.1	9.9	1.4	0.0001
金 652	母/亞成	異地	23	2.1	0.03±0.05	1.5	0.4	0.005	0.19
黃 K9	母/成	原地	79	0.6	0.01±0.01	0.1	5.8	3.2	0.00005

編號	性別/成幼	野放方式	日棲點總移		平均單日移 動距離(km)	單日最大移 動距離(km)	總活動範圍 MCP100(km ²)	主要活動範圍 MCP95(km ²)	主要日棲點熱 區 FK50 (km ²)
			日棲點數	動距離(km)					
藍 143	公/成	原地	51	0.8	0.02±0.04	0.3	7.9	6.6	0.01
黃 E4	母/亞成	原地	28	5.0	0.03±0.05	0.2	0.8	0.1	-
黃 K8	母/成	原地	39	0.7	0.02±0.04	0.2	4.5	1.5	0.004
黃 E9	母/成	原地	27	42.2	0.55±1.13	4.2	89.9	48.1	27.5

1. 個體年齡對活動範圍的影響

根據同巢的母成鳥黃 K8 和幼鳥黃 E4 的互動發現，黃 E4 離巢後仍在巢位 A 附近活動，但活動範圍小，離巢後一個多月開始往外擴散至 B(圖 9)。母鳥黃 K8 於幼鳥離巢後仍會提供食物一段時間，白天日棲在幼鳥附近，且幼鳥擴散後仍在巢位附近活動，活動範圍較幼鳥大。

藍 134 追蹤時間從 2018 年的亞成鳥階段至 2021 年成鳥繁殖，雖然並非持續性的追蹤，但從圖 10 可見亞成鳥階段的活動範圍較廣。造成活動範圍差異的原因除了可能是年齡的影響外，亦可能是其他外在因素影響所致，包括藍 134 亞成鳥追蹤期間高屏溪曾發生大火燒掉大片草原，因此藍 E134 移棲到比較上游的位置，但晚上仍會前往機場內覓食，因此活動範圍變大。另一個影響因子為發報器的定位頻度改變，由於兩個階段所使用的發報器為不同款式，提供的夜間活動點位頻度差異可能影響整體活動範圍的評估。

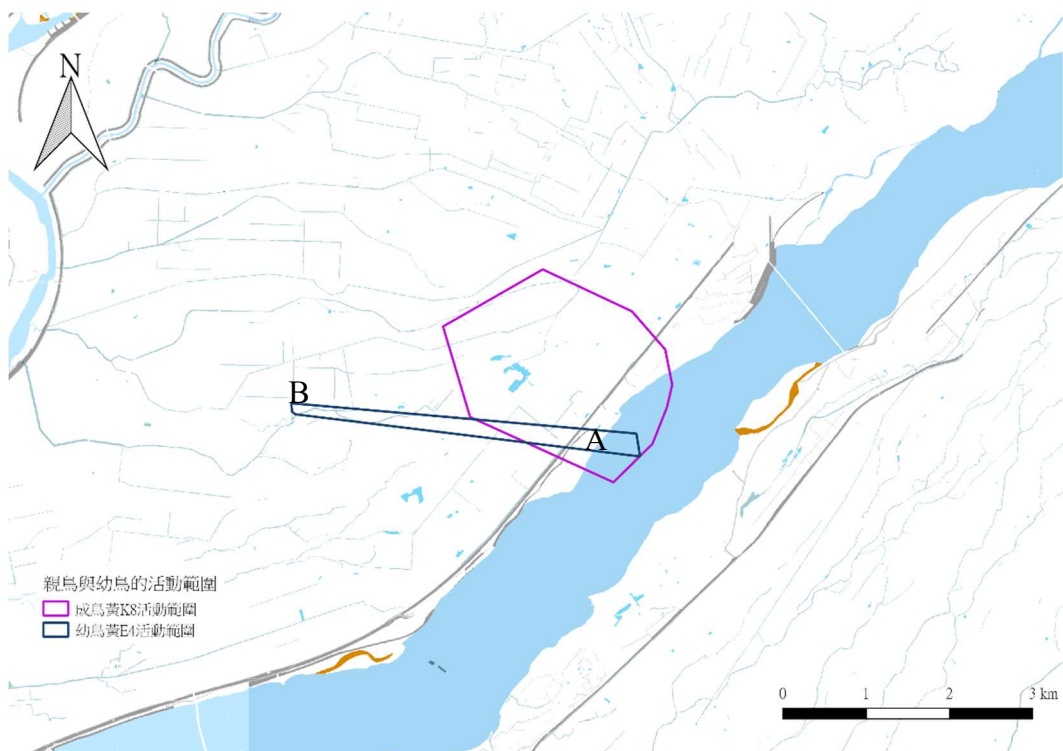


圖 9、成鳥黃 K8 與幼鳥黃 E4 的活動範圍

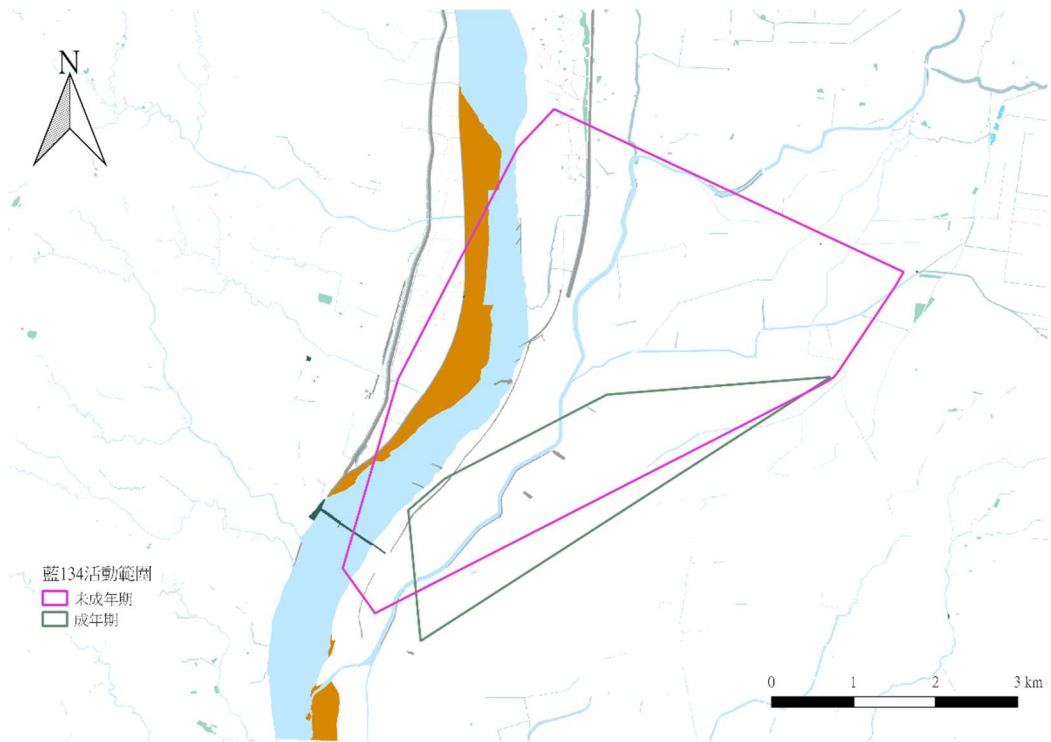


圖 10、藍 134 不同時期活動範圍

2. 日棲點移動距離在性別與季節上的變化

透過日棲點單日的移動距離，我們發現在非原捕獲地野放的草鴉個體，例如藍 89、藍 173、藍 129 和藍 172 等，會有一段快速移動期(圖 11)，在這段時間內頻繁做較長距離的日棲點移動。這段期間可能是在尋找原棲地，也可能是找尋新的合適棲息環境。而在原捕獲地野放的個體皆未發現此現象。另外根據追蹤超過半年的個體資料發現，當亞成雌鳥藍 89、藍 145、藍 173 和藍 199 進入繁殖季(8 月中至隔年 4 月)時，繁殖前期皆有明顯的長距離移動(圖 12)，直到進入繁殖後，便幾乎不再移動(例如 2019 年的藍 145 和藍 173)。若沒有配對成功，繁殖季可能會有多次長距離移動(例如 2018 年藍 89、藍 145 和 2020 年的藍 199)。進入非繁殖季後，則幾乎不再做長距離的日棲點移動，但仍會近距離更換日棲點。因此，雖然樣本數仍不多，但我們發現成鳥與亞成鳥的日棲點移

動模式大不相同，而雄鳥與雌鳥也有明顯差異。雄成鳥藍 129 和雄亞成藍 172 在快速移動期結束後，兩隻個體即分別固定在岡山機場和隘寮溪棲息，不管是繁殖季或非繁殖季皆未有長距離日棲點移動的情形，僅會近距離更換日棲點位置。而目前所收集到的雌成鳥個體追蹤時間尚不長，提供的資訊不多。黃 K9 追蹤初期為繁殖狀態，因此極少移動，但後期不再繁殖後，仍固定和藍 134 棲息在相同位置，推測草鴉若在配對狀況下，即使該繁殖季已結束繁殖，仍會成對持續留在巢區。但根據藍 145 母鳥的觀察紀錄，其繁殖季結束後便離開了牠的繁殖巢區，是否因繁殖失敗或可能喪偶導致她離開巢區，又或草鴉並非固定終身配對，仍需更多樣本數才能做進一步的討論。

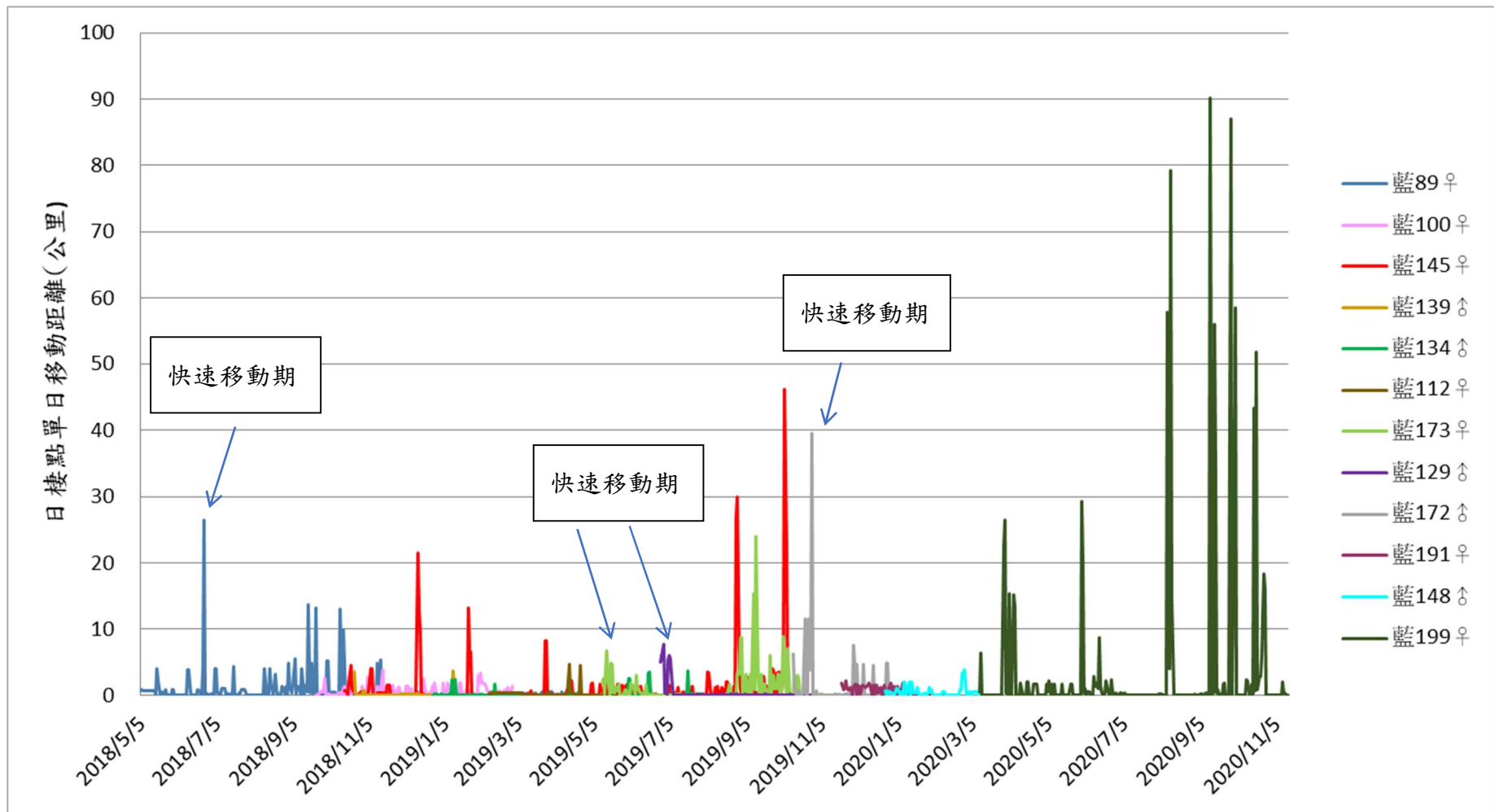


圖 11、日棲點單日移動距離

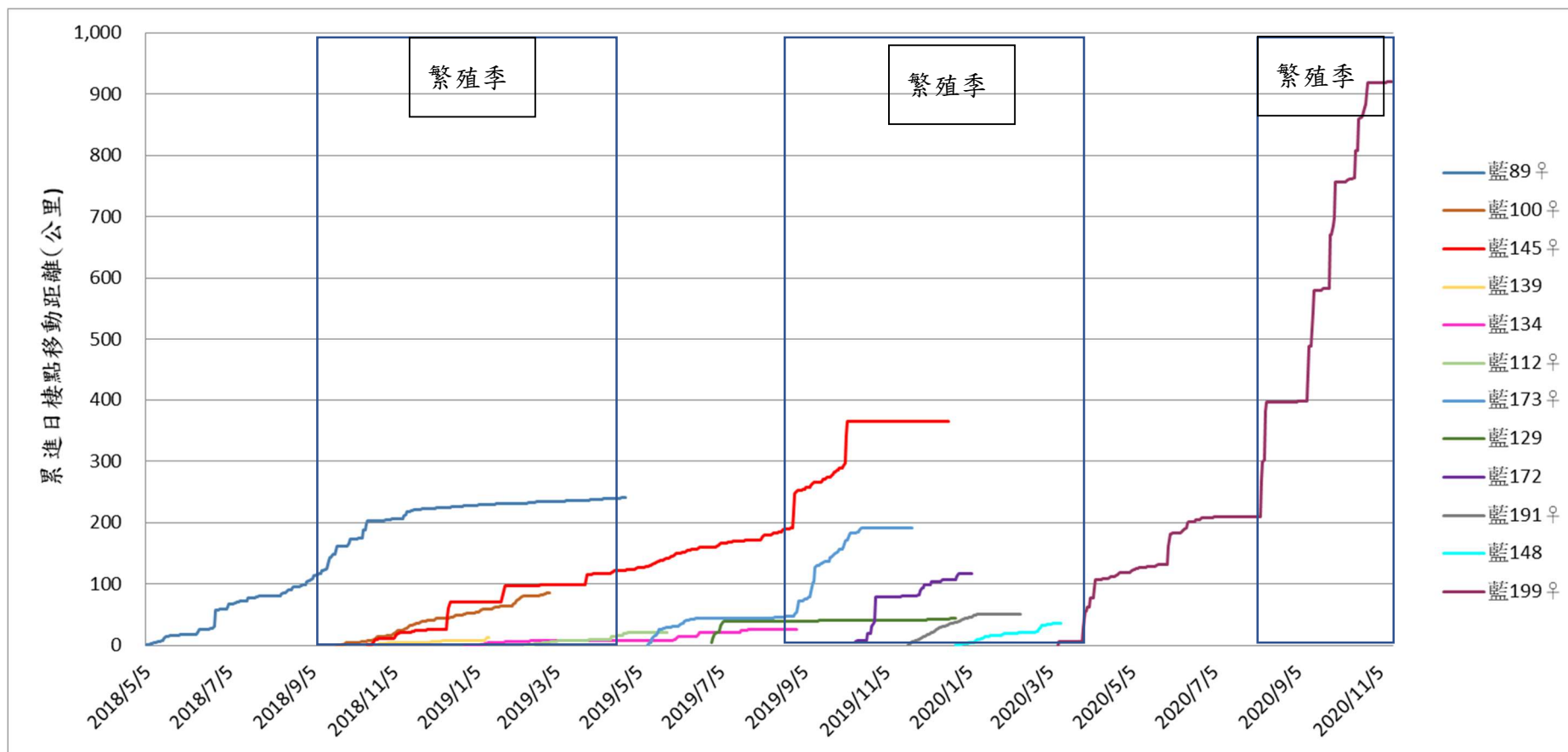


圖 12、日棲點累進移動距離

3. 活動範圍的季節性變化

透過每月 MCP100 活動範圍資料可發現，雌鳥藍 145 於 8 月活動範圍即變大(圖 13)，以日棲點移動距離判斷為 8 月底開始長距離移動。藍 89 和藍 173 則是從 9 月活動範圍才明顯變大(圖 14、15)。由於每年 9 月至隔年 4 月是草鴉繁殖季，且實際探查發現藍 145 和藍 173 於 2019 年 11 月已在繁殖孵蛋中，顯示雌鳥在進入繁殖季時，繁殖前期的活動範圍會明顯變大，若配對成功後即負責育雛，因此 2019 年 11 月的藍 145 和藍 173 月活動範圍為 0 平方公尺；而雄鳥藍 129 進入岡山機場棲息後，並沒有像雌鳥般於繁殖前期大範圍移動，反而在進入繁殖季後活動範圍縮小(圖 16)，經過實地探查日棲點發現，藍 129 已經入繁殖狀態，且配對雌鳥為非追蹤之個體。

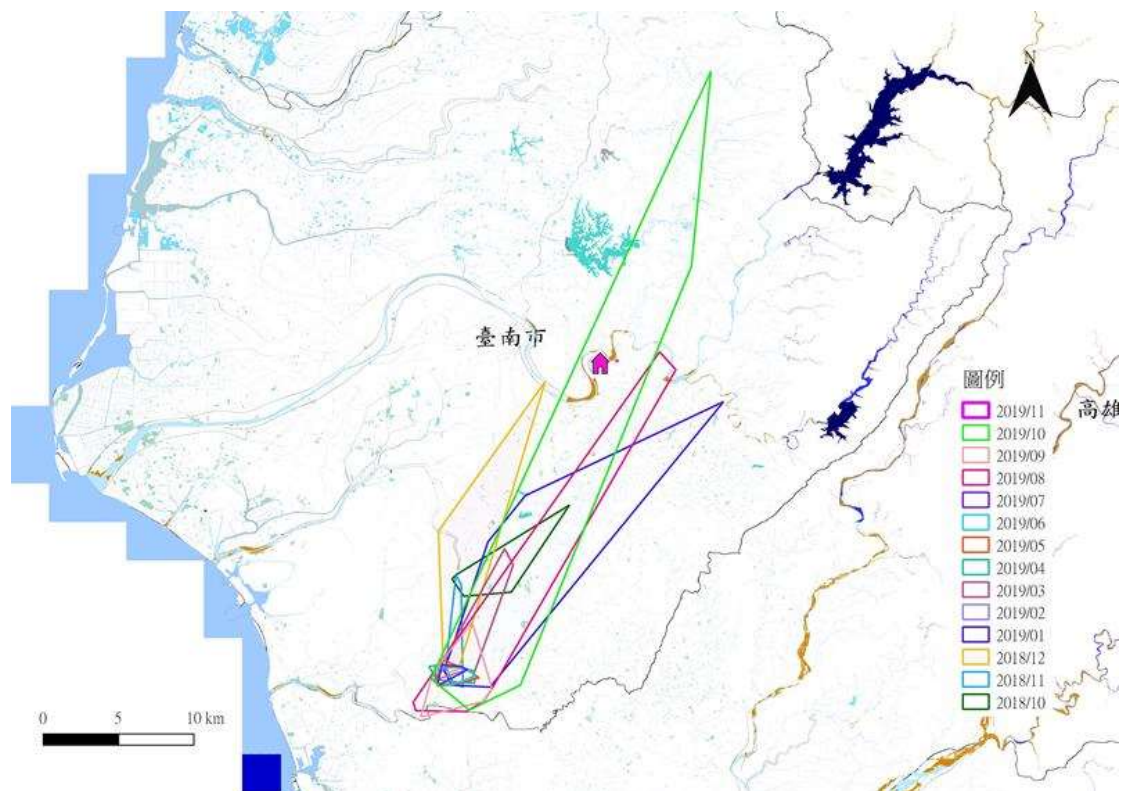


圖 13、雌鳥藍 145 月活動範圍

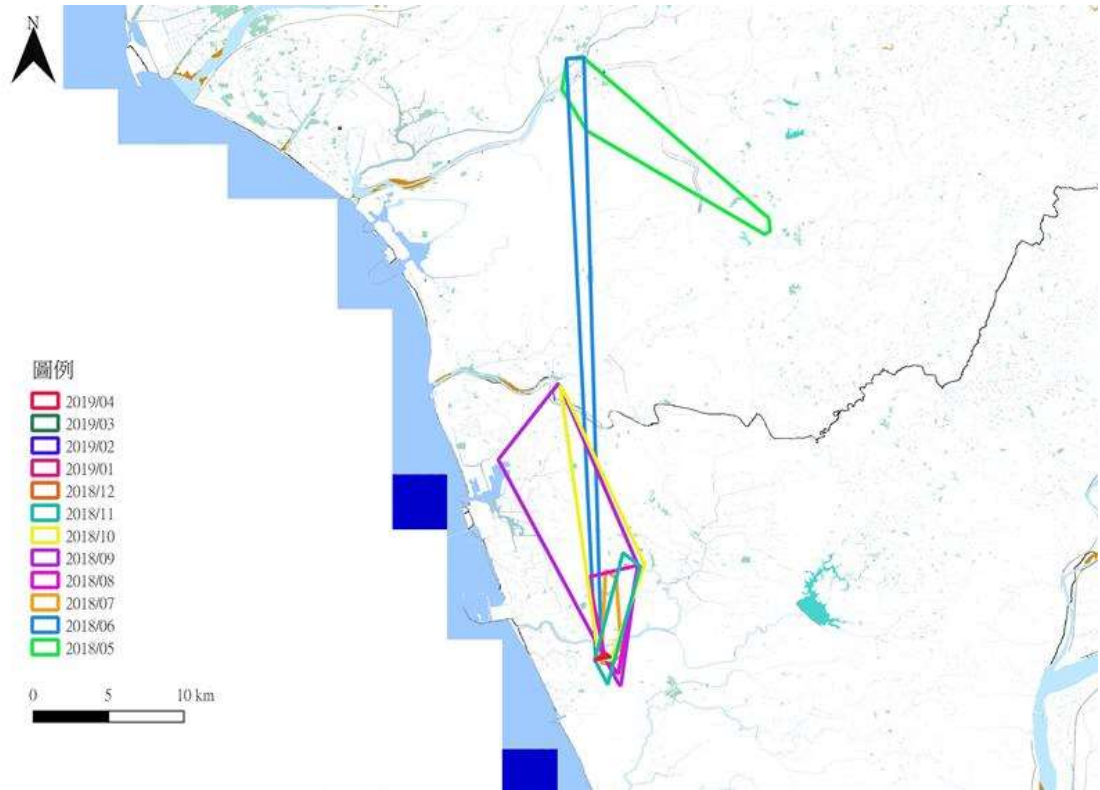


圖 14、雌鳥藍 89 月活動範圍

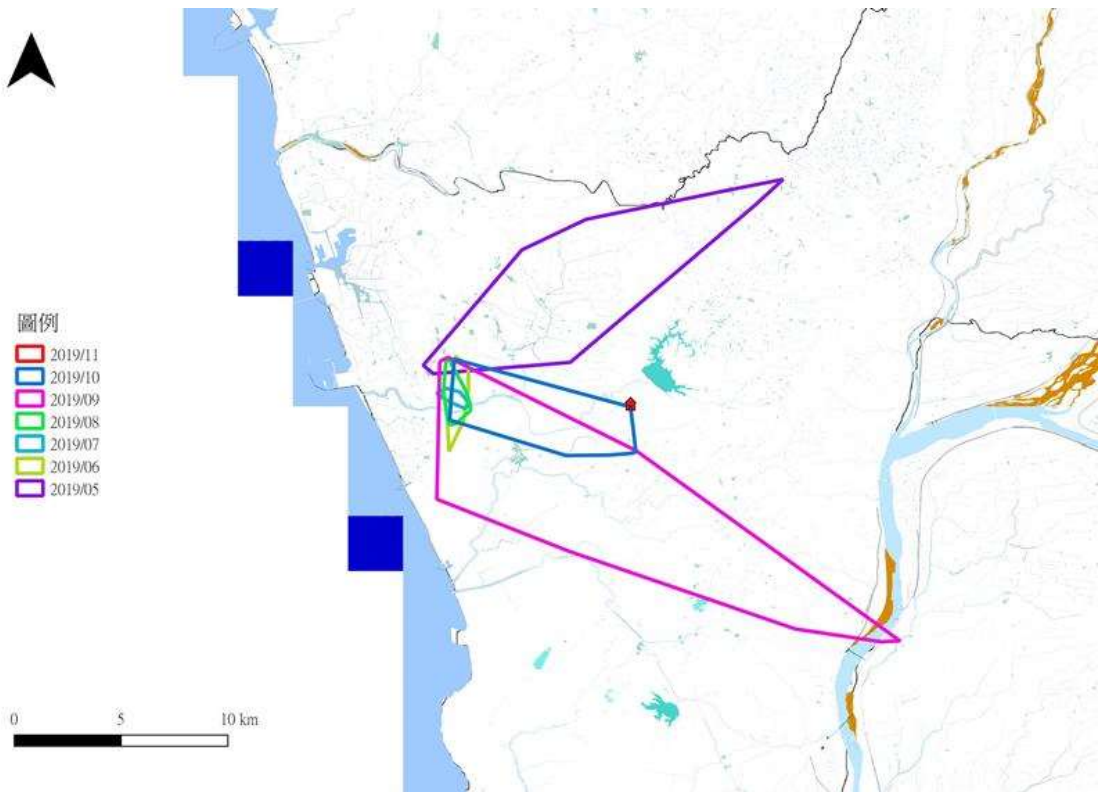


圖 15、雌鳥藍 173 月活動範圍

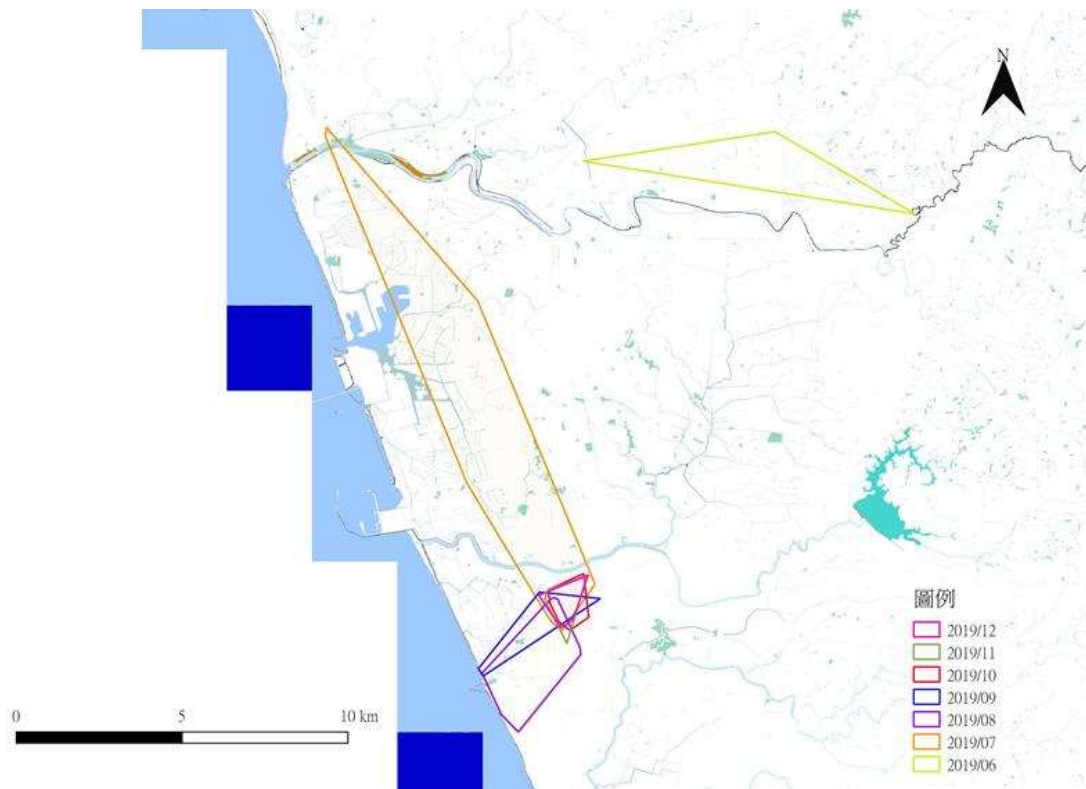


圖 16、雄鳥藍 12 月活動範圍

4. 日棲點利用模式

在不納入異地野放所造成的快速移動期資料情況下，比較追蹤超過 2 個月的個體。透過計算每個日棲點移動距離類別次數佔總次數的百分比，我們試著歸納出草鴉日棲點的利用模式，並探討此模式在性別間的差異。雌鳥日棲點移動距離，以 0-10m、10-100m 及 100-2,000m 三類所占的比例較高，平均分別為 37.2%、27.7.2%及 28.1%。前三類加總比例占全部類別次數的 93.0%。而 2,000-10,000m 及 10,000-100,000m 所占的比例很低(表 5、圖 17)。雄鳥整體日棲點利用狀況與雌鳥類似，日棲點移動距離在 2 公里以內的比例也達 95%。但雄鳥 0-10m、10-100m 及 100-2,000m 三類所各占的比例則與雌鳥略為不同，分別占 60.1%、15.7% 及 19.3% (表 6、圖 18)。雖然雄鳥在 2,000-10,000m 此類仍有 5% 的比例，但 10,000-100,000m 類別則為零，是與雌鳥最大的差異。若比較草

鴉的日棲點短距離移動(在同一棲地內，包含 0-10m 及 10-100m)所占比例，雄性所占百分比略高於雌性(75.7%：64.9%)。至於成鳥與亞成鳥的日棲點利用模式是否存在差異，仍需更多符合條件個體的資料。

比較連續追蹤超過 3 個月的個體，從成鳥的日棲點連續重複使用(移動距離小於 10 公尺)天數佔總天數的比例來看，發現雌鳥日棲點僅使用一天的比例較雄鳥高(圖 19)。雄鳥則常連續使用同一個日棲點多日，即使在非繁殖季時期，也曾記錄同一個點使用 19 天以上(藍 129)，或者同樣幾個日棲點輪流利用(藍 148)。

表 5、雌鳥日棲點移動距離類別百分比

	藍 89	藍 173	藍 100	藍 145	藍 112	藍 199	藍 191	黃 K9	平均
0-10m	40.5	49.2	25.9	7.0	2.0	47.5	42.9	82.4	37.2±24.0
10-100 m	8.8	19.9	26.6	47.7	78.0	17.3	6.0	17.6	27.7±22.5
100-2,000 m	42.6	17.1	42.0	34.6	16.0	22.8	50.0	0.0	28.1±15.8
2,000-10,000 m	6.8	12.7	5.6	7.8	4.0	5.6	1.2	0.0	5.5±3.7
10,000-100,000 m	1.4	1.1	0.0	2.9	0.0	6.8	0.0	0.0	1.5±2.2

表 6、雄鳥日棲點移動距離類別百分比

	藍 62	藍 134	藍 172	藍 139	藍 148	藍 129	藍 143	平均
0-10m	36.1	58.6	69.0	60.0	36.4	77.6	82.6	60.1±17.1
10-100 m	13.9	25.9	5.6	30.0	9.1	10.0	15.2	15.7±8.4
100-2,000 m	36.1	11.5	15.5	6.7	50.6	12.4	2.2	19.3±16.2
2,000-10,000 m	13.9	4.0	9.9	3.3	3.9	0.0	0.0	5.0±4.7
10,000-100,000 m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

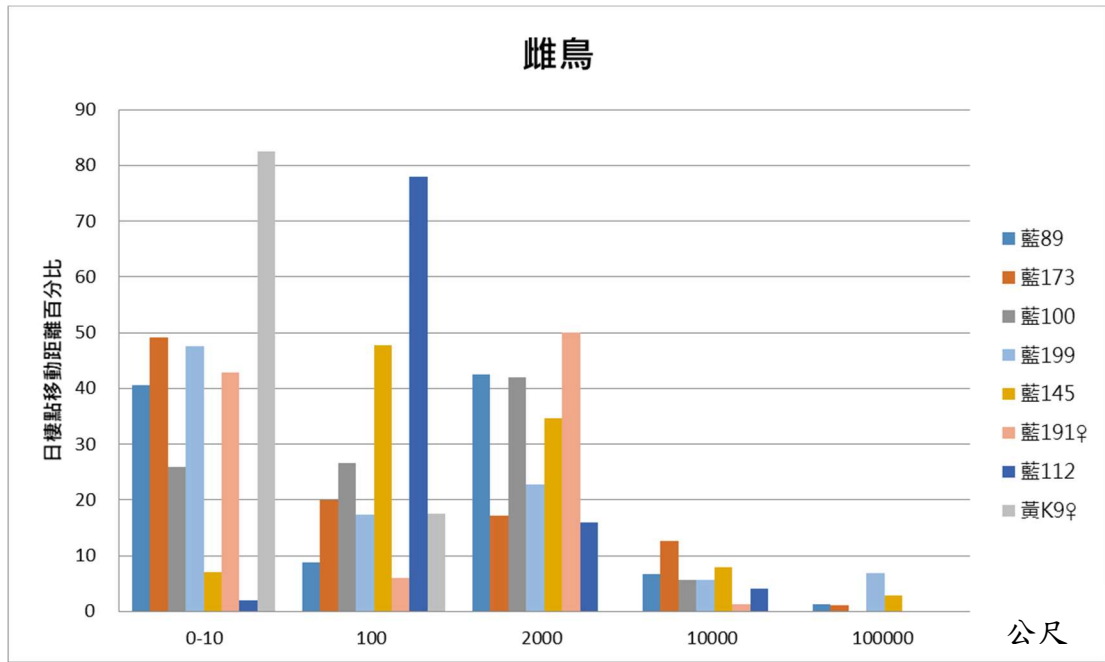


圖 17、雌鳥日棲點移動距離類別百分比(♀表示野放時為成鳥)

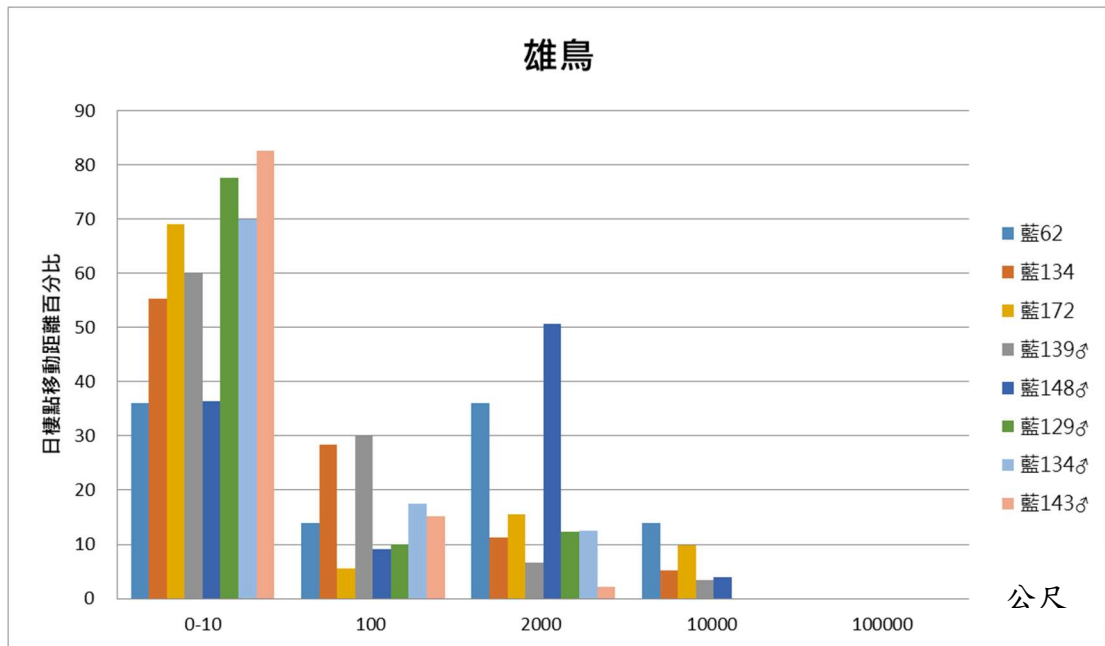


圖 18、雄鳥日棲點移動距離類別百分比(♂表示野放時為成鳥)

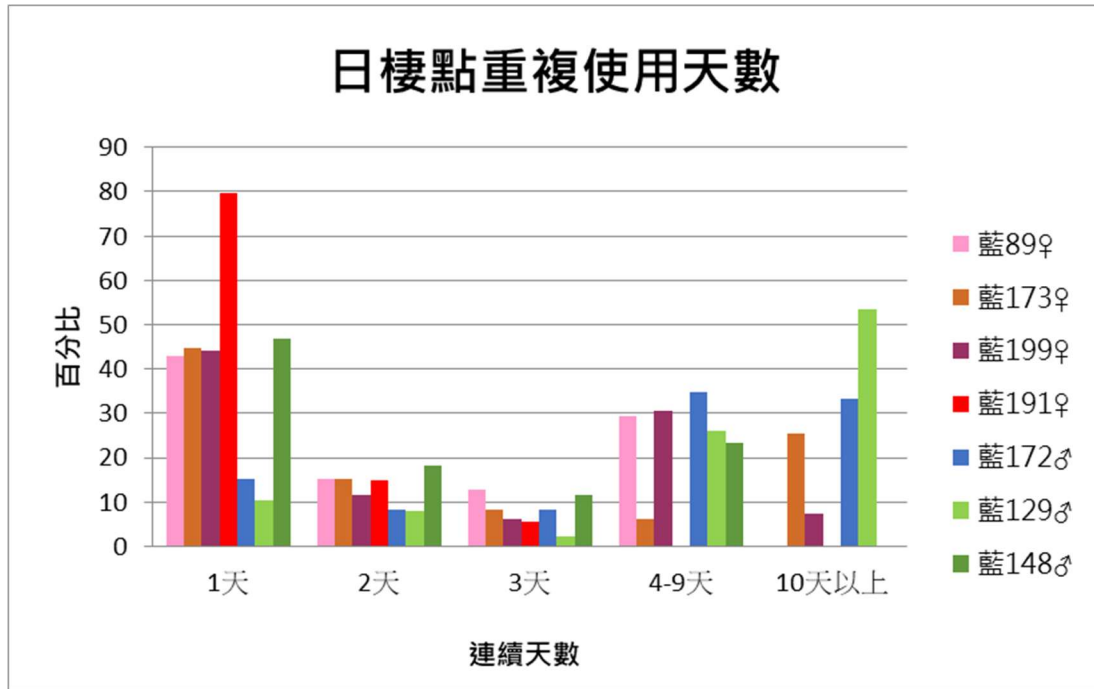


圖 19、草鴉日棲點重複使用天數比例

(三) 夜間活動追蹤

夜行性的草鴉過去在追蹤及觀察上有許多困難，有關夜間活動的資料不多，主要皆是巢內的繁殖紀錄。為能了解草鴉單夜的活動範圍和移動模式，需先掌握何種定位頻度才能有效估算草鴉的夜間活動範圍，因此比較 1 小時 1 定位點和 2 小時 1 定位點的排程追蹤得到的活動範圍面積差異。結果顯示 1 小時排程的活動範圍明顯較大(表 7)，且 2 小時排程僅有 26% 的活動範圍可達到 1 小時的面積的 90% 以上(圖 20)。顯示若以 2 小時排程進行追蹤，會明顯低估草鴉的活動範圍。也因此，藍 100 以 3 小時定位 1 次的活動範圍將不列入夜間活動範圍的分析討論。

表 7、平均 1 小時排程和 2 小時排程面積比較

	藍 173	藍 129	藍 172	藍 191	藍 148	藍 199
平均 1 小時排程 單夜面積(km ²)	4.2±16.5	0.5±0.7	17.7±49.3	1.1±0.9	0.7±0.9	10.9±31.2

平均 2 小時排程 單夜面積(km ²)	3.4±13.8	0.3±0.4	11.0±28.2	1.0±0.9	0.5±0.6	8.7±25.9
-------------------------------------	----------	---------	-----------	---------	---------	----------

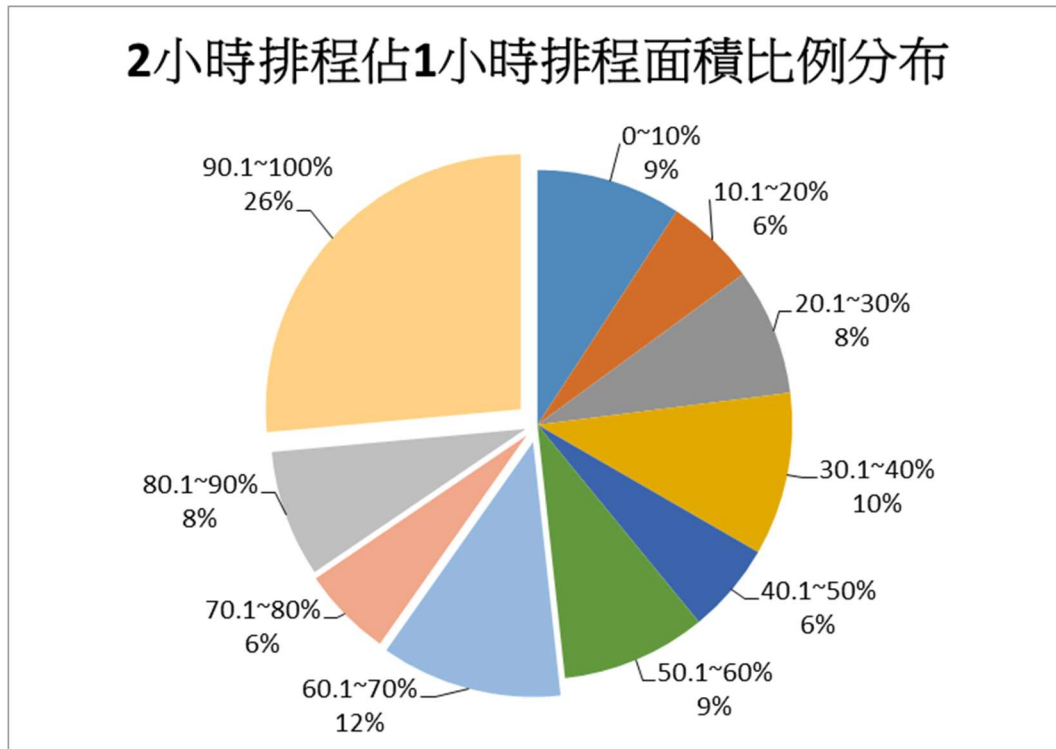


圖 20、2 小時排程面積佔 1 小時排程面積比例分布圖

1. 夜間活動範圍及移動模式

從每周五的單夜移動距離可看出草鴉夜間活動範圍個體差異極大(表 8)，且異地野放的個體在野放初期除了會長距離改變日棲點外，夜間活動亦會長距離移動(圖 21)，可能在找尋其合適棲地。另外也發現進入繁殖季的雄鳥藍 129 及雌鳥藍 173 之單夜活動範圍有明顯差異。非繁殖季時，雄鳥跟雌鳥活動範圍重疊度低(圖 22)，進入繁殖季後，雌鳥在繁殖前期活動範圍先變大，四處找尋配偶，其先探勘燕巢區，亦前往另一草鴉分布熱區屏東機場，也曾進到岡山機場，最後則選擇於燕巢區配對(圖 23)，築巢後晚上即不再移動。從追蹤的日棲點及夜間活動點可發現，藍 173 總共探查目前已知的繁殖熱區燕巢區 4 次，屏東機場區 1 次，岡山機場至少 8 次，才決定在燕巢區配對，顯示雌鳥在找尋配偶上是有進行選擇的，且每探查完一個點後幾乎會返回原棲息地，數日後再次離

開探查。雄鳥則是配對後活動範圍稍微變小(表 9)，從夜間移動路徑可發現雄鳥一個晚上即來回巢位至少三次(圖 24)，顯示雄鳥是主要的食物提供者，此結果與一般巢區觀察的現象吻合(曾志成，2015)。然而夜間活動模式受到季節及性別影響甚多，以上結果均僅利用少數個體做出推論，在不同地區或棲地的草鴉是否有同樣的結果，仍需更多樣本驗證。

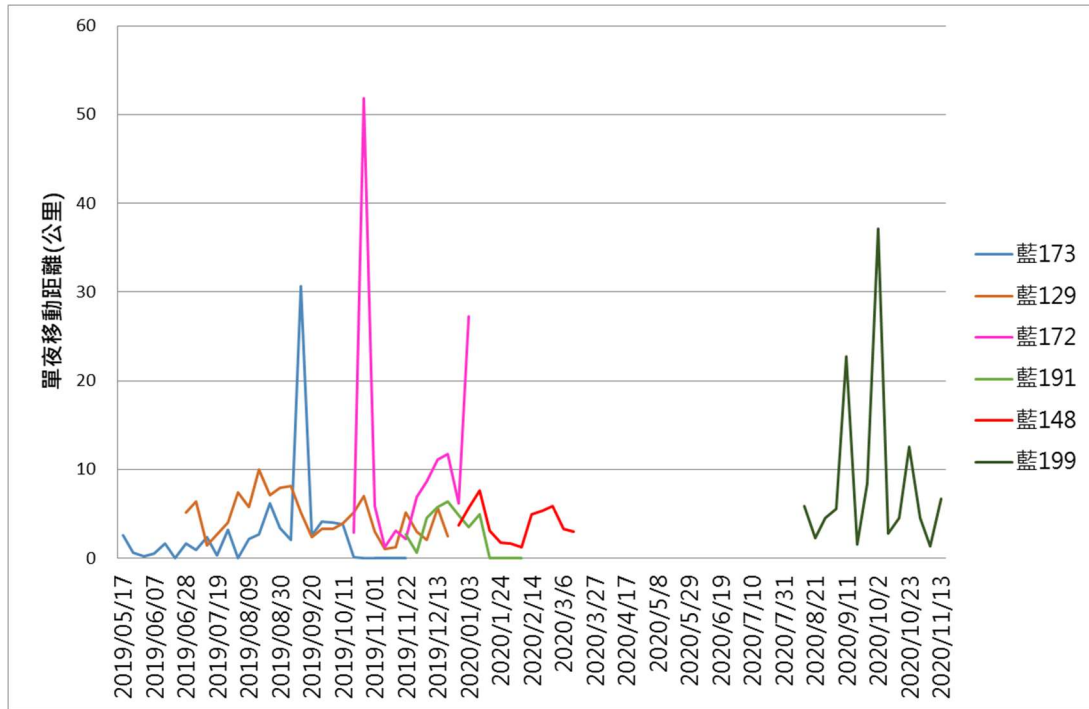


圖 21、草鴉單夜移動距離

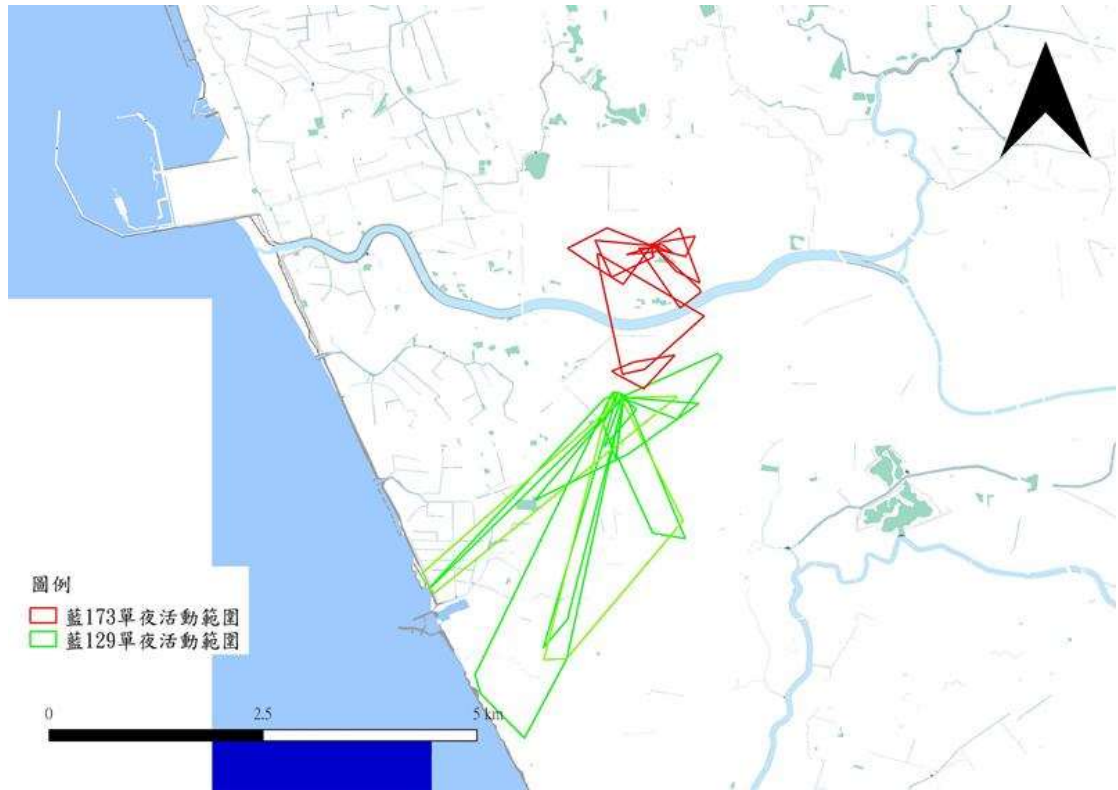


圖 22、雄性藍 129 及雌性藍 173 非繁殖季單夜活動範圍

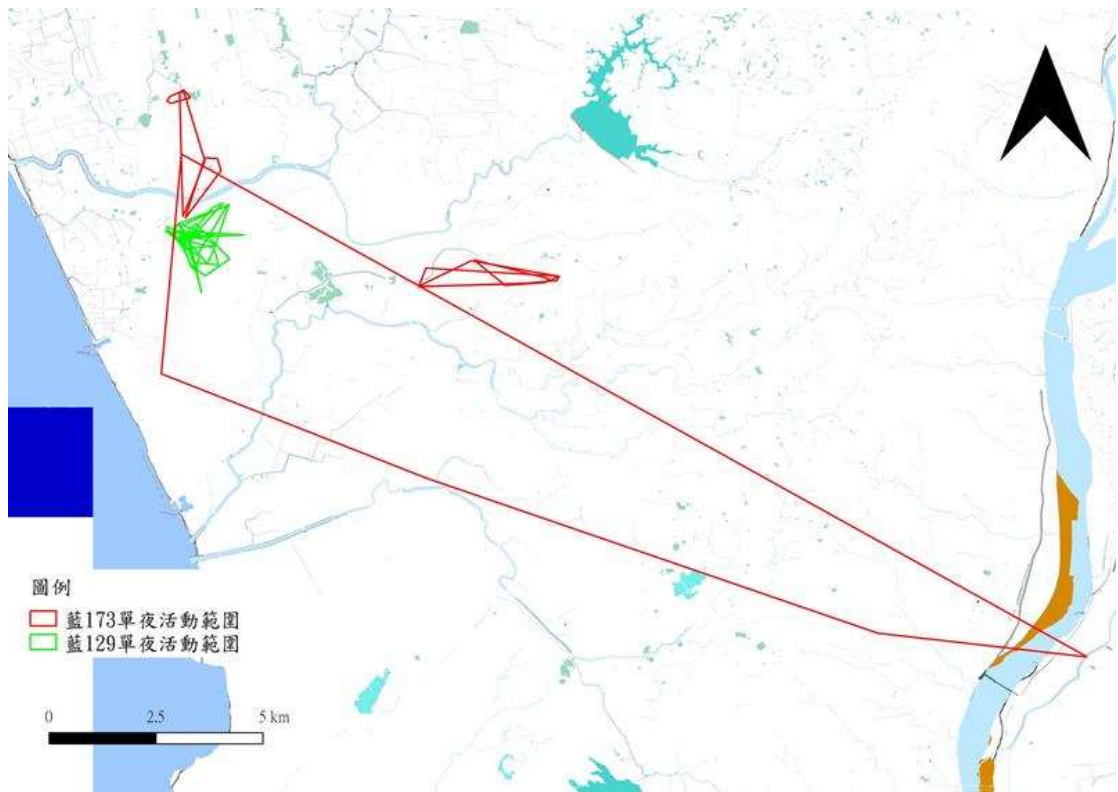


圖 23、雄性藍 129 及雌性藍 173 繁殖季單夜活動範圍



圖 24、雄性藍 129 繁殖中單夜活動範圍及移動路徑

表 8、草鴉夜間移動距離及活動範圍(灰色底表示野放時為成鳥)

編號	最大單夜移動距離 km	平均單夜移動距離 km	平均單夜活動範圍 km ²
藍 199	37.2	8.6±9.5	10.9±31.2
藍 173	30.6	3.7±6.4	4.0±16.1
藍 191	6.4	4.2±2.0	1.1±0.9
黃 K9	7.2	4.0±2.3	0.5±0.5
黃 K8	8.8	4.6±3.1	1.0±1.0
黃 E9	15.1	9.0±4.0	3.6±4.9
藍 172	51.9	8.4±7.1	3.2±5.7
藍 129	10.0	4.7±2.4	0.5±0.7
藍 148	7.6	3.9±1.9	0.7±0.9
藍 134	10.8	7.9±2.8	1.3±0.6
藍 143	8.0	5.0 ±2.1	0.6± 0.5

表 9、草鴉不同繁殖季節夜間追蹤成果(不計野放前 15 天)

編號	平均單日移動距離 km				平均單夜移動距離 km				平均單夜活動範圍 km ²			
	非繁殖季	繁殖前期	繁殖中	繁殖後期	非繁殖季	繁殖前	繁殖中	繁殖後期	非繁殖季	繁殖前	繁殖中	繁殖後期
藍 199	1.0±3.7	5.5±16.0	-		-	8.6±9.6	-	-	-	10.9±31.2	-	-
藍 173	0.19±0.47	2.9±4.4	0	-	1.7±1.7	7.3±9.6	0.06±0.02	-	0.16±0.24	11.2±25.8	0	-
藍 191	-	0.95±0.6	0	-	-	5.1±1.0	0.04±0	-	-	1.5±0.8	0	-
黃 K9				0.01±0.01				4.0±2.3				0.5±0.5
黃 K8				0.02±0.04				4.6±3.1				1.0±1.0
黃 E9				0.55±1.13				9.0±4.0				3.6±4.9
藍 172	-	0.5±1.5	-	-	-	8.4±7.1	-	-	-	3.2±5.7		-
藍 129	0.02±0.04	0.03±0.05	0.05±0.17	-	6.2±2.4	4.9±2.2	3.6±1.9	-	0.7±0.82	0.7±0.78	0.3±0.31	-
藍 148	-	-	-	0.47±0.76	-	-	-	3.9±1.8	-	-	-	0.74±0.87
藍 134				0.04±0.12				7.9±2.8				1.3±0.6
藍 143				0.02±0.04				5.0 ±2.1				0.6± 0.5

2. 夜間活動高峰與行為模式

彙整追蹤超過3個月的6隻個體之夜間活動範圍資料，剔除繁殖時期雌鳥不活動的階段，進行活動高峰的分析。結果發現雄鳥主要活動高峰在上半夜，下半夜的活動頻度稍微降低(圖 25)，但在雌鳥中並無明顯趨勢，甚至有些個體在天亮前仍活動頻繁(圖 26)。從個別資料檢視結果發現，由於雄鳥常重複利用日棲點，因此會提前結束活動返回日棲點。反之，雌鳥更換日棲點頻繁，可發現雌鳥常在天快亮前，直接找一個新的日棲點棲息，也因此日出前可能仍有一波活動高峰。

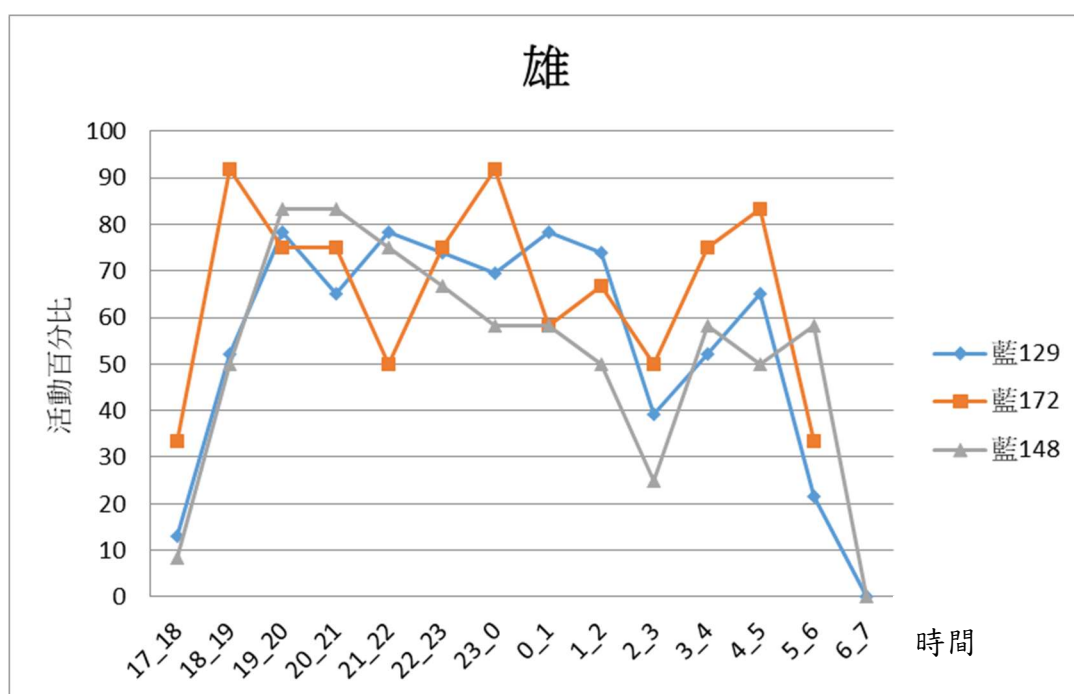


圖 25、雄鳥夜間各時段活動百分比

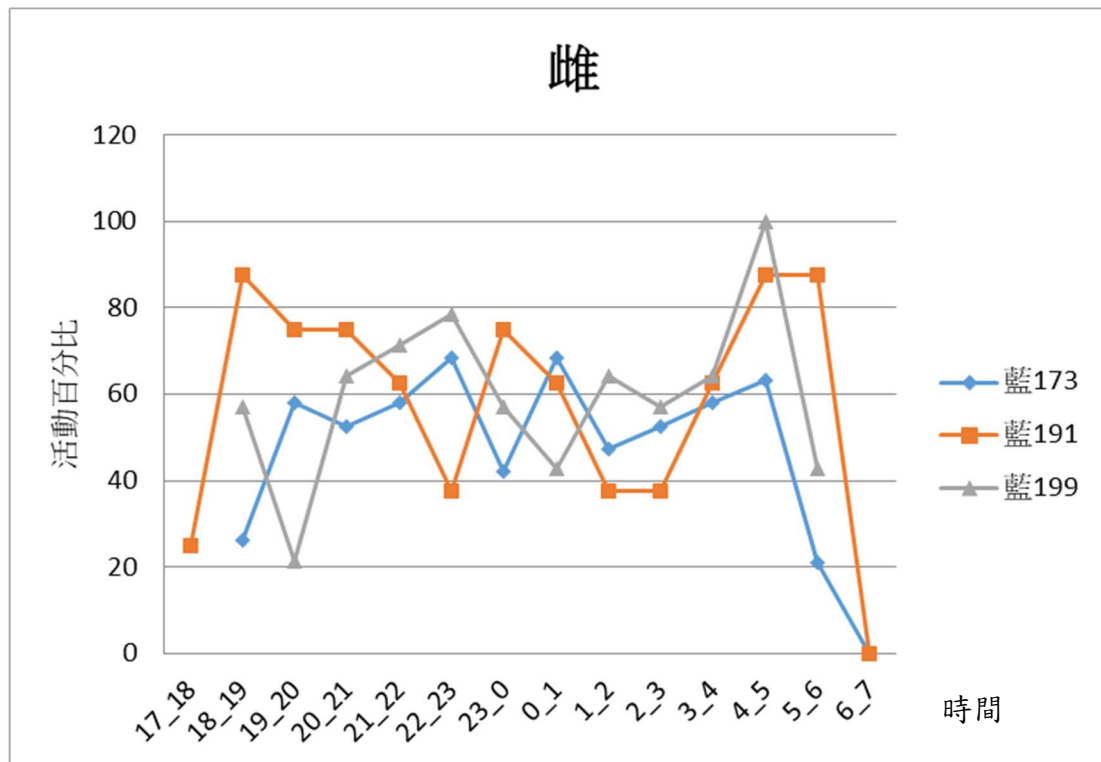


圖 26、雌鳥夜間各時段活動百分比

此外，根據夜間每小時移動的距離，將草鴉的夜間行為分為三種類別:1)待在巢內休息；2)於巢外但移動距離小於 10 公尺；3)巢外移動 10 公尺以上。發現草鴉平均 $53.3 \pm 17.2\%$ 的時段會在巢外移動超過 10 公尺以上，而有 $24.5 \pm 18.9\%$ 的時段是在巢外停留 (表 10)。未來將持續蒐集夜間行為資料，並結合當下所利用棲地，從行為的角度探討草鴉的棲地利用情形。

表 10、夜間行為類別百分比

行為類別百分比	173	129	172	191	148	199	整體平均 (n=87)	標準差
巢內休息	33	31	6.7	10	27	10	22.3	20.2
巢外停留	22	13	27	41	28	31	24.5	18.9
巢外移動 10m 以上	45	55	67	48	45	59	53.3	17.2

(四) 小尺度日棲點植群調查

在半徑 10 公尺的調查樣方設置 10x10 公尺樣格，於樣格內進行穿越線調查，每個樣格至少包含 1 個日棲點，以掌握確切草鴉利用的植被類型，此外，為能了解不同區域草鴉利用的植被類型差異，從 2018-2020 年的日棲點皆列入調查，樣格規劃時盡量每隻個體選擇至少 3 個樣區，但部分樣格考量安全問題而捨棄，總共選取 50 個樣格進行調查。

檢視優勢種超過 50% 的樣格發現，草鴉日棲點植被主要優勢物種依序為白茅、長穎星草(*Cynodon nlemfuensis*)和巴拉草(*Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf)三種。大部分個體之樣格植被單純，優勢物種占總比例超過 80% 達 28 個(表 11)。以三大優勢種的樣格來看，植被平均高度依序為白茅(96±22 公分)、巴拉草(87±36 公分)和長穎星草(82±20 公分)。

在垂直遮蔽度上，當樣區植被愈密，遮蔽度數值愈高，且當植被的高度愈高，數值也會累加更高。以樣格 145-1 為例，99% 由高度 277±38 公分的象草組成，9 個測量點的平均累加垂直遮蔽度達 607±129%，是所有樣格之冠。以三大優勢物種的樣格來看，以白茅累加的遮蔽度最高(260±70%)、巴拉草次之(213±74%)，長穎星草第三(193±51%)，顯示白茅相較於其他兩種優勢植物來說，隱蔽性較佳，有利於草鴉之棲息。

在 2020 年收集了 3 個繁殖巢位的植群資料，發現繁殖巢位皆是利用白茅優勢草生地，且白茅佔的比例皆在 80% 以上，草高平均 116±6 公分，垂直遮蔽度為 345±12%，相較一般日棲點隱蔽性較高。

在夜間活動點位的植被調查上，則發現草鴉除了會在草生地、農耕地及機場內覓食外，也會在於魚塭區活動，由於無法掌握草鴉實際利用的位置，因此無法進行植被測量。

表 11、樣格內之穿越線調查優勢植物百分比、平均高度及平均垂直遮蔽度

樣區編號	白茅	巴拉草	長穎星草	大黍	大花咸豐草	南美蟛蜞菊	象草	兩耳草	蔓蟲豆	毛梗雙花草	平均高度(cm)	平均垂直遮蔽度(%)	總體
089-1	85										92±18	264±74	平均樣區高度 96±22cm 平均樣區垂直 遮蔽度 260±70%
089-2	68										86±22	173±90	
089-3	95										91±11	229±39	
089-5	92										110±14	303±35	
089-6	78										93±18	256±20	
089-7	76										111±19	283±40	
089-8	81										121±31	297±42	
062-4	68										85±35	116±82	
062-7	63										95±15	227±36	
145-2	74										106±31	341±59	
145-8	67										52±32	147±87	
115-1	89										92±37	238±74	
115-4	88										106±11	321±23	
115-5	55										95±30	316±32	
076-1	64										81±54	301±57	
173-7	90										146±42	313±94	
139-3	48				44						78±21	252±22	
139-1	85										118±13	306±24	
126-1	72										71±23	199±38	
191-2	100										130±29	424±109	
172-2	81										55±22	164±71	
199-1	58										107±31	241±48	
145-3		47	25								47±22	144±54	平均樣區高度 87±36cm 平均樣區垂直 遮蔽度 213±74%
100-1		89									114±22	204±40	
100-5		90									49±20	83±46	
100-2		89									61±25	263±55	
062-1		42						25			85±31	219±69	
076-2		87									153±17	328±50	
076-4		45	30								101±62	248±111	
129-8	28		49								94±22	219±38	平均樣區高度
100-3			94								58±18	113±56	82±20cm

樣區編號	白茅	巴拉草	長穎星草	大黍	大花咸豐草	南美蟛蜞菊	象草	兩耳草	蔓蟲豆	毛梗雙花草	平均高度(cm)	平均垂直遮蔽度(%)	總體
100-7			84								63±29	183±22	平均樣區垂直遮蔽度 193±51%
062-6			95								64±16	192±20	
062-2			81								56±13	112±51	
062-8			68								69±18	155±30	
145-4			99								79±13	177±42	
145-6			95								98±25	199±70	
145-7			92								104±11	289±43	
145-9			99								79±13	189±34	
129-6			72								110±147	214±70	
172-1			100								115±16	270±64	
062-5				94							162±35	380±68	平均樣區高度 107±39cm
145-5				84							81±28	142±74	平均樣區垂直遮蔽度
145-11				32				21			78±78	143±111	222±112%
100-8					77						62±28	223±131	平均樣區高度 78±16cm
173-1					50				44		93±18	220±25	平均樣區垂直遮蔽度 222±2%
202-1						100					106±13	365±76	平均樣區高度 90±16cm
191-1	31					59					74±26	322±87	平均樣區垂直遮蔽度 344±22%
199-5	14							86			109±14	260±32	
145-1							99				277±38	607±129	-
145 巢	83										107±45	329±64	平均樣區高度 116±6cm
191 巢	98				2						120±15	352±77	平均樣區垂直遮蔽度
K9 巢	90				10						120	355±35	345±12%

(五) 大尺度日棲點和夜間活動點棲地比較

比較2018-2020年草鴉主要活動區域的日棲點和夜間活動點位在半徑100公尺緩衝區的土地利用類型差異，日棲點利用以農耕地的比例較高(22.9±20.9%)，軍事基地次之(17.7±26.8%)(表12)。但主要使用的棲地類型在個體間有不小的差異。以岡山機場個體為例，其土地利用類型即以軍事基地最高(藍89、藍129)。若是主要棲息在河灘草生地者，則水體或裸露地的比例就會增加(藍126、藍139、藍172和金202)。特別的是，棲息位置周圍若為鳳梨田，則果園的比例就會增加(藍126、藍134)。

然而若計算單一個體使用的每種土地利用類型占其使用的總面積比值，會發現某些棲地類型所占面積比例並不高(表13)，但因該個體重複利用而加重該棲地類型的重要性。例如藍89和藍127使用軍事基地的比例分別為74.4%和92.7%，但軍事基地所占面積僅為藍89總使用面積的40.9%，而占藍129總使用面積也只有41.2%，顯示藍89和藍129重複利用軍事基地的狀況明顯。又例如藍112的總使用面積中，農耕地和果園分別占42.8%和34.3%，但在實際使用上，藍112高達80%使用農耕地，在果園利用上僅占13%，明顯低於面積所占的比值。

從夜間活動點位來看，仍以農耕地使用的比例最高(24.2±20.4%)(表14)。而軍事基地使用的比例比白天高(23.1±28.4%)。而在個體單一土地利用類型面積占總使用面積比例上，雖然仍可看出草鴉重複使用農耕地(藍148使用農耕地比例為30.9%，但農耕地面積僅占總面積16.9%)和軍事基地(藍129於夜間活動使用軍事基地占86.9%，但軍事基地面積僅佔62.9%)，但整體並未像日棲點明顯(表15)，顯示草鴉在日棲點的棲地類型較為固定(每隻各有差異)，但晚上活動時會利用較多樣的棲地類型。

表 12、草鴉日棲點平均土地利用類型百分比

	62	89	100	112	115	126	129	134	139	145	148	172	173	191	199	652	202	平均
BD	5.2	9.1	13.1	0.9	1.3	3.7	1.6	0.4	9.9	6.0	15.1	1.7	11.5	3.0	3.0	5.5	21.2	6.6±5.7
BL	1.7	10.9	21.3	4.2	11.4	39.2	0.5	3.4	76.0	38.0	1.8	0.6	9.9	3.2	3.2	18.0	11.8	15.0±19.2
BU	2.5	0.0	0.0	0.2	0.0	4.1	0.0	5.7	1.8	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9±1.6
FF	34.4	1.5	30.7	80.0	7.5	0.1	1.5	17.5	2.3	41.7	32.2	23.4	48.0	16.5	16.5	0.0	34.8	22.9±20.9
FO	8.1	0.2	4.3	0.0	11.0	0.0	0.3	0.0	1.0	1.7	34.1	1.1	1.1	1.2	1.2	19.8	1.8	5.1±8.8
GS	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3±0.7
MD	29.5	2.5	21.7	0.0	15.6	0.0	1.7	0.0	0.0	2.7	5.5	15.7	5.0	43.8	43.8	23.4	0.0	12.4±14.7
OC	10.2	0.2	4.5	13.0	13.3	49.7	0.3	52.0	0.4	3.7	9.1	22.6	0.9	1.2	1.2	23.0	0.0	12.1±15.9
WB	1.7	0.5	4.1	1.4	6.8	0.0	0.2	0.1	4.5	3.7	1.0	34.8	1.7	0.6	0.6	10.4	30.4	6±10.1
WL	1.3	0.1	0.2	0.2	0.2	3.2	1.2	5.8	0.0	0.0	1.3	0.0	3.1	1.3	1.3	0.0	0.0	1.1±1.5
ML	5.5	74.4	0.1	0.0	32.8	0.0	92.7	15.2	1.3	1.5	0.0	0.0	18.4	29.2	29.2	0.0	0.0	17.7±26.8

表 13、草鴉日棲點各類土地利用面積占總使用面積百分比

	62	89	100	112	115	126	129	134	139	145	148	172	173	191	199	652	202	平均
BD	6.7	10.5	13.9	3.6	1.3	3.0	11.4	1.6	10.0	10.2	14.0	4.9	10.4	8.6	8.6	5.5	7.3	7.7±3.8
BL	1.3	22.4	10.0	13.7	9.6	26.9	4.4	6.8	49.5	31.4	3.0	2.2	12.4	10.6	10.6	16.1	44.5	16.2±13.9
BU	3.5	0.0	0.1	0.8	0.0	9.8	0.0	5.0	2.9	0.1	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4±2.6
FF	30.1	8.6	35.9	42.8	6.9	0.5	13.5	18.3	3.0	26.7	26.0	24.8	28.9	22.6	22.6	0.0	25.4	19.8±12.2
FO	4.8	1.4	4.9	0.0	14.0	0.0	2.7	0.0	4.8	5.7	13.1	4.0	4.0	5.1	5.1	25.4	0.5	5.6±6.3
GS	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1±3.2
MD	27.6	9.5	24.2	0.0	14.9	0.0	13.6	0.0	0.0	7.5	13.4	21.1	7.7	26.9	26.9	14.0	0.0	12.2±10
OC	14.4	1.8	6.5	34.3	15.7	47.4	2.3	46.2	1.6	9.2	24.7	14.9	3.0	4.0	4.0	20.0	0.0	14.7±14.8
WB	1.4	1.9	4.0	3.6	5.2	0.0	1.7	0.4	8.3	1.7	1.6	28.1	4.5	2.3	2.3	19.1	22.3	6.4±8.2
WL	1.8	0.9	0.1	1.1	0.3	12.3	9.1	3.7	0.0	0.0	4.3	0.0	2.7	4.7	4.7	0.0	0.0	2.7±3.4
ML	8.4	40.9	0.3	0.0	32.1	0.0	41.2	18.1	6.2	6.2	0.0	0.0	25.1	15.3	15.3	0.0	0.0	12.3±14.1

表 14、草鴉夜間活動點平均土地利用類型百分比

	62	100	112	115	126	129	134	139	145	148	172	173	191	199	202	平均
BD	11.5	23.1	3.7	9.9	2.8	2.4	2.6	4.2	9.1	13.1	9.1	11.4	1.5	0.8	13.2	7.9±5.9
BL	2.0	11.7	5.3	12.8	11.1	1.7	8.1	35.6	47.3	2.9	4.8	5.9	0.0	11.3	18.6	11.9±12.7
BU	1.6	0.3	2.2	0.0	6.7	0.0	4.4	2.7	0.1	0.0	1.1	0.4	1.6	0.0	1.9	1.5±1.8
FF	38.1	34.4	67.7	7.8	9.2	3.7	14.0	5.3	24.8	30.9	8.4	64.9	1.6	15.2	37.0	24.2±20.4
FO	4.9	2.3	0.5	15.5	0.0	0.8	0.0	1.9	1.5	12.3	1.7	1.0	0.0	2.0	0.5	3±4.5
GS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	1.5	2.7	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.4±0.8
MD	23.6	15.7	0.0	18.7	0.0	0.6	0.1	0.0	1.8	27.2	19.0	2.7	0.1	42.7	0.0	10.2±13
OC	10.5	7.4	15.1	14.0	36.8	0.8	18.9	12.0	8.8	8.6	18.8	3.0	10.5	2.2	17.5	12.3±8.6
WB	1.5	4.4	3.7	2.8	0.0	0.6	3.0	0.5	1.1	1.3	36.1	0.8	0.7	0.9	11.3	4.6±8.8
WL	0.6	0.1	0.2	0.0	0.9	2.6	0.9	0.0	0.0	3.7	0.1	1.1	0.1	3.0	0.0	0.9±1.2
ML	5.8	0.5	1.5	18.4	31.8	86.9	47.9	36.2	2.8	0.0	0.7	8.0	83.8	21.9	0.0	23.1±28.4

表 15、草鴉夜間活動點各類土地利用面積占總使用面積百分比

	62	100	112	115	126	129	134	139	145	148	172	173	191	199	202	平均
BD	13.1	18.1	3.5	8.8	2.9	6.3	3.9	2.0	10.2	16.0	10.1	12.0	2.1	1.3	10.6	8.1±5.2
BL	2.5	10.7	6.2	12.8	10.7	4.0	9.0	22.3	29.8	4.1	4.9	6.1	0.0	10.9	26.6	10.7±8.6
BU	2.0	0.6	3.3	0.0	7.4	0.0	5.9	3.9	0.3	0.0	1.8	0.6	2.6	0.0	2.8	2.1±2.2
FF	37.8	35.4	60.2	8.7	10.1	13.4	19.6	5.6	31.7	16.9	10.9	52.4	2.9	14.6	32.3	23.5±16.8
FO	3.5	3.2	0.9	14.4	0.0	3.4	0.0	1.5	4.1	11.9	3.0	1.8	0.0	3.5	0.1	3.4±4.1
GS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	2.6	1.9	0.1	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.6±1
MD	20.4	18.1	0.0	16.7	0.0	1.2	0.2	0.0	4.4	28.5	19.4	3.8	0.2	30.9	0.0	9.6±11
OC	11.0	9.1	20.0	16.2	35.4	3.1	21.5	11.8	9.7	15.9	23.6	6.3	12.8	4.0	17.7	14.5±8.2
WB	1.5	3.6	3.2	3.1	0.0	1.1	4.3	0.9	1.1	1.6	25.4	1.9	1.1	1.7	10.0	4.0±6.2
WL	0.8	0.1	0.3	0.0	1.0	4.6	0.6	0.0	0.1	5.0	0.3	2.5	0.2	6.2	0.0	1.4±2
ML	7.4	1.0	2.4	19.3	31.5	62.9	35.0	49.4	6.6	0.0	0.5	9.9	78.2	26.7	0.0	22.0±24.1

五、結論與建議

本計畫自 2018 年至 2021 年共繫放 29 隻草鴉，並追蹤 28 隻個體，發現草鴉在繁殖季與非繁殖季之間有明顯活動變化。個體的活動範圍會隨著年齡的增長產生變化，離巢幼鳥活動範圍小，離巢一個多月後開始擴散。成熟之個體在繁殖季時，首次進入繁殖的雌鳥會四處找尋合適配偶，活動範圍明顯變大，配對後孵蛋中雌鳥活動範圍幾乎降為 0，離巢期雌鳥會開始外出帶食物回巢，即使離巢後仍會留在巢區活動。雄鳥負責捍衛築巢棲地，雄鳥也因要提供食物時常返回巢位而活動範圍變小。繁殖結束後公母鳥仍會呈現配對狀態，但隔年是否重新尋找配偶，目前資料尚不足。

目前發現繁殖巢位的植被類型主要為白茅，且較日棲點的植被為單一，顯示草鴉可能偏好使用白茅築巢，但對於一般日棲點，只要草高和遮蔽度夠高，皆可能利用。而日棲點和夜間活動的棲地類型差異上，不管是白天或夜晚，草鴉使用農耕地的比例皆是最高，軍事基地次之，但夜晚使用軍事基地的比例會增加。

從近四年的野放追蹤亦發現，當異地野放時，草鴉常會有一段長距離移動期，可能為尋找原棲地或新的合適棲地，而此現象在原地野放個體皆未出現。顯示異地野放的草鴉初期需要消耗較多的能量在尋找棲息地上。為能改善草鴉在傷癒初期仍需進行長距離移動的狀況，建議未來在野放時盡量選擇離原棲地較近的地方進行。此外，個體野放後仍可見其返回中網的機場活動，顯示中網並未造成草鴉捨棄原棲息地，但也凸顯鳥網對草鴉生存的持續威脅。

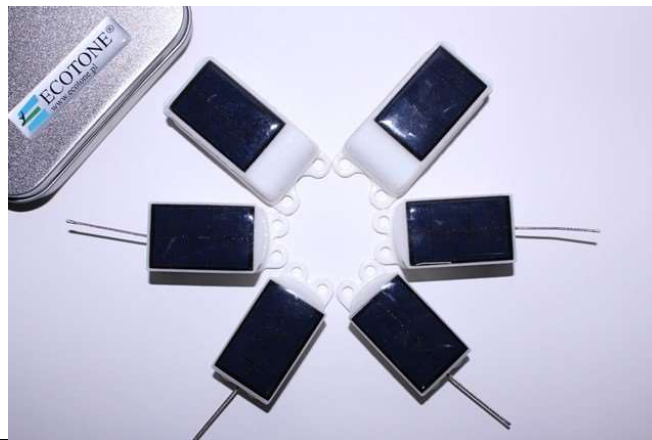
六、參考文獻

- Anderson, D. J., 1982. The home range: a new non-parametric estimation technique. *Ecology* 63:103-112.
- Balbontín, J., 2005. Identifying suitable habitat for dispersal in Bonelli's eagle: An important issue in halting its decline in Europe. *Biological Conservation* 126:74-83.
- Bonham, C.D. 1989. *Measurements for Terrestrial Vegetation*. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Clements, J.F., Schulenberg, T.S., Iliff, M.J., Roberson, D., Fredericks, T.A., Sullivan, B.L., Wood, C.L., 2015. *The Clements checklist of birds of the world*. In. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Cooke, S. J., S. G. Hinch, M. Wikelski, R. D. Andrews, L. J. Kuchel, T. G. Wolcott, and P. J. Butler. 2004. Biotelemetry: a mechanistic approach to ecology. *Trends in Ecology & Evolution* 19:334-343.
- Fieberg, J., J. Matthiopoulos, M. Hebblewhite, M. S. Boyce, and J. L. Frair. 2010. Correlation and studies of habitat selection: problem, red herring or opportunity? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365:2233-2244
- Fujita, G., G. Hong-Liang, M. Ueta, O. Goroshko, V. Krever, K. Ozaki, N. Mita, and H. Hebblewhite, M., and D. T. Haydon. 2010. Distinguishing technology from biology: a critical review of the use of GPS telemetry data in ecology. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365:2303-2312.
- Hebblewhite M., Haydon D. T. 2010. Distinguishing technology from biology: a critical review of the use of GPS telemetry data in ecology. *Phil. Trans. R. Soc. B* 365, 2303–2312.

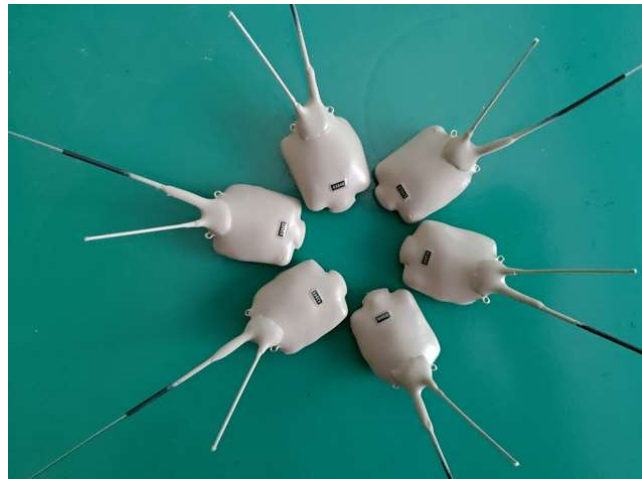
- Kenward, R. E. 2000. A manual for wildlife radio tagging. Academic Press.
- Lin, W.-L., Wang, Y., Tseng, H.-Y., 2007. Initial investigation on the diet of Eastern Grass Owl (*Tyto longimembris*) in Southern Taiwan. *Taiwania* 52, 100-105.
- Sokolov, L. V. 2011. Modern telemetry: New possibility for ornithology. *Biology Bulletin* 38: 885-904.
- Tomkiewicz, S. M., M. R. Fuller, J. G. Kie, and K. K. Bates. 2010. Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365:2163-2176.
- Worton, B. J., 1995. Using Monte Carlo simulation to evaluate kernel-based home range estimators. *Journal of Wildlife Management* 59:794-800.
- 行政院農業委員會林務局，2019。保育類野生動物名錄。台北，臺灣。
- 孫元勳、林世忠、林昆海，2013。草鴉野外調查方法之研究。行政院農業委員會林務局。台北，臺灣。
- 孫元勳和洪孝宇，2021。高屏地區草鴉活動區域基礎調查及潛在威脅評估計畫。行政院農業委員會林務局屏東林區管理處。屏東，臺灣。
- 許皓捷，2016。台灣環境因子 GIS 資料庫_2016 年版。台南，臺灣。
- 曾志成，2015。野外草鴉繁殖調查報告。鳥語第 325 期。高雄，臺灣。
- 曾翌碩、詹芳澤、謝仲甫，2008。室內圈養環境下東方草鴉的鳴叫模式。2008 動物行為暨生態研討會。
- 曾翌碩，2011a。台灣地區的東方草鴉族群現況(摘要)。2011 海峽兩岸鳥類論壇。中華民國野鳥學會。
- 曾翌碩，2011b。草鴉-東方草鴉的野外族群現況觀察評論。貓頭鷹研究資訊站。
<http://blog.yam.com/birdmap/article/41990692>
- 曾翌碩，2010。草鴉在臺灣的現況與研究回顧。臺灣林業 36，19-24。

- 曾翌碩和林文隆，2010。台灣的貓頭鷹。台中縣野鳥救傷保育學會。台中，臺灣。
- 曾翌碩、姚正得、曾志成、林世忠，2008。臺灣南部地區東方草鴉在育雛期間的食性分析。特有生物研究 10，1-6。
- 曾翌碩，2018。透過地方代表物種-草鴉帶動農村再造之多元樣貌。行政院農業委員會林務局。台北，臺灣。
- 方偉宏，2005。台灣受脅鳥種圖鑑。貓頭鷹出版社。台北，臺灣。
- 蔡若詩、林世忠、林昆海，2017。臺灣東方草鴉族群長期監測系統建立（三）。行政院農業委員會林務局。台北。臺灣。
- 蔡若詩，2018。臺灣中部地區東方草鴉分布監測計畫。行政院農業委員會林務局。台北。臺灣。
- 蔡若詩、曾翌碩，2018。草鴉衛星追蹤及棲地利用。行政院農業委員會林務局。台北。臺灣。
- 劉小如、丁宗蘇、方偉宏、林文宏、蔡牧起、顏重威，2012。台灣鳥類誌。行政院農業委員會林務局。台北，臺灣。
- 丁宗蘇、吳森雄、吳建龍、阮錦松、林瑞興、楊玉祥、蔡乙榮，2020。2020年台灣鳥類名錄。中華民國野鳥學會。台北，臺灣。
- 魏心怡，2018。臺灣黑鳶(*Milvus migran*)幼鳥的播遷、播遷、活動範圍與棲地利用。國立屏東科技大學野生動物保育研究所。屏東。臺灣。

附錄一、衛星發報器照片



Ecotone 太陽能發報器



Pinpoint 350 電池式發報器



Druid OMNI 3G

附錄二、植被調查工作照



植物物種調查及高度測量



垂直遮蔽度測量

附錄三、白天活動點位環境照



白茅草生地



利用巴拉草的日棲點



台糖牧草



兩耳草環境

附錄四、夜間活動點位環境照



農耕地



魚塢



海堤外側草生地



沙灘上草生地

附錄五、繁殖巢位環境照



草鴉巢位環境



利用白茅的巢位



草鴉蛋及食殘



草鴉幼鳥



藍 145 從巢位中飛出



黃 K9 與藍 134 一同從日棲點飛出