

105 年度行政院農業委員會林務局林業管理計畫

台灣北部鳳頭蒼鷹利用都市棲地環境研究計畫(三)

Habitat utilization of the Crested Goshawk
(*Accipiter trivirgatus*) in urban environment of
Northern Taiwan

計畫編號：104 林管-1.1-保-09(Z)

計畫主持人：陳恩理

執行單位：台灣猛禽研究會

中華民國 106 年 1 月 30 日



目錄

圖目錄.....	II
表目錄.....	III
摘要.....	1
Abstract.....	3
一、前言.....	5
二、.....	材料與方法
.....	8
三、結果與討論.....	12
四、結論與建議.....	30
五、參考文獻.....	33

圖目錄

圖 1 2016 年台北都會區鳳頭蒼鷹繁殖巢位分布.....	12
圖 2 台北都會區鳳頭蒼鷹獵物種類頻度與都市環境族群豐富度之分布.....	17
圖 3 台北都會區鳳頭蒼鷹之獵物類別隨繁殖階段之變化.....	18
圖 4 台北都會區鳳頭蒼鷹之獵物生物量隨繁殖階段之變化.....	18
圖 5 鳳頭蒼鷹育雛期間各時段之親鳥給食頻度.....	19
圖 6 2016 年 4 巢鳳頭蒼鷹繁殖巢之監控畫面.....	22
圖 7 2016 年鳳頭蒼鷹繁殖監控即時直播專頁.....	22
圖 8 2016 年鳳頭蒼鷹繁殖監控即時直播統計資料.....	23
圖 9 以無線電追蹤 2014 至 2016 鳳頭蒼鷹幼鳥之播遷距離.....	24
圖 12 以無線電追蹤之鳳頭蒼鷹未成鳥個體(環號：5A-00006).....	26
圖 13 以無線電追蹤之鳳頭蒼鷹未成鳥個體(環號：5A-00009).....	26
圖 14 以無線電追蹤之鳳頭蒼鷹未成鳥個體(環號：5A-00010).....	27
圖 15 以無線電追蹤之鳳頭蒼鷹未成鳥個體((環號：4A-00035).....	27

表目錄

表 1 2014 至 2016 年台北都會區鳳頭蒼鷹影像紀錄之食物類別.....	14
表 2 2014 至 2016 年台北都會區鳳頭蒼鷹影像紀錄之獵物種類.....	16
表 3 鳳頭蒼鷹於台北地區族群的食物多樣性指數與食性寬度.....	20
表 4 2016 年台北市區鳳頭蒼鷹巢樹與對照組之各項微棲地特徵.....	28
表 5 2016 年台北市區鳳頭蒼鷹巢樹與對照組之各項巨棲地特徵.....	29

摘要

人類活動與都市化擴張，對生態系造成許多影響與衝擊。但有部分物種因天敵減少、可利用的食物增加等因素，逐漸適應都市化環境。鳳頭蒼鷹 (*Accipiter trivirgatus*) 為台灣地區目前唯一適應都會環境的日行性猛禽，過去於中南部地區的不同研究，已分別探討其食性、巢位選擇等不同面向。近年在台北都會區亦發現穩定的繁殖族群，本研究目的即為探討鳳頭蒼鷹在此區的適應情形，本年度的目標包括(1)繁殖生態及族群分布：監測台北都會區的繁殖鳳頭蒼鷹數量與族群動態。(2)育雛期的食性與親鳥給食頻率：探討鳳頭蒼鷹利用都市生態系的食物資源。(3)鳳頭蒼鷹幼鳥的移動模式：除繁殖成功率以外，追蹤幼鳥的播遷模式，以了解族群擴散的可能性或限制因素等。(4)巢位棲地選擇：以不同尺度探討鳳頭蒼鷹能夠利用都市破碎棲地營巢的棲地因子。

103 至 105 年度，共發現 34 個繁殖巢位，巢間的距離平均為 2.3 公里。產卵期為 3 月中至 4 月初，幼鳥自 6 月開始離巢，三年共有 48 隻幼鳥成功離巢，平均繁殖成功率為 89%。育雛期間，母鳥主要負責在巢區中護雛，公鳥則負責提供食物，以錄影紀錄方式收集有 943 筆食性紀錄：以鳥綱(73.139%)及哺乳綱(17.01%)動物為主，鳥類以麻雀(*Passer montanus*)、鳩鴿科(Columbidae)及八哥屬(Sturnidae)最多，哺乳類以則溝鼠(*Rattus norvegicus*)數量最多。繫放追蹤的幼鳥共 28 隻，其中 14 隻有目擊回收紀錄。以無線電追蹤其中的 5 隻未成鳥個體，發現幼鳥的活動距離隨時間逐漸增加，離巢 6 個月內的平均日間活動距離約 290.5 公尺，總活動範圍約在 1~4 平方平方公里內。分析 2016 年的 11 個巢位發現，巢樹的高度以及巢區樹林的平均面積，是影響鳳頭蒼鷹選擇巢位棲地的重要因子。

監測台北市都會區的鳳頭蒼鷹後發現，族群的繁殖成功率高、並利用鳩鴿科、麻雀等常見鳥類，及外來種的八哥屬為主要食物來源。雖然繁殖成功率高，但都會區內的棲地有限，幼鳥的播遷與存活率可能為影響都會區族群動態的關鍵因素，

包括離巢後的飢餓、撞擊人造物等造成死亡。鳳頭蒼鷹是都會生態系中的指標物種，亦為受民眾注意的明星物種。未來研究除了持續探討族群與個體的生態學等議題，更冀望能透過網路交流，做為適合公民參與科學研究的題材，以應用於台北都會區生態保育的推廣教育。

關鍵詞：鳳頭蒼鷹、繁殖行為、都市化、育雛期、食性

Abstract

Species can successfully use urban landscapes due to higher abundant food resources and lower predation risks. The Crested Goshawk (*Accipiter trivirgatus*) is the only diurnal raptor species with stable and abundant urban residential populations in Taiwan. In breeding seasons from 2014 to 2016, we monitored (1) Distribution of the breeding nests in Taipei City; (2) prey delivery rates and prey items for nestlings by observations and video recordings; (3) movement behavior of fledglings in the urban area; and (4) use multi-scale analyses to understand nest-site selection by goshawks in urban areas.

A total of 34 nests were found in three years, with 89% mean breeding success and 31 fledglings. Adult females spent more than 50% of time in the nests for parental care in the first 3 weeks. Males delivered prey at 3 daily peaks: 5:00 to 8:00 in the morning, 11:00 to 13:00 in the noon and 16:00 to 18:00 in the afternoon. From 943 video records, diets in nestling periods consist of 73.39% birds and 17.01% mammals. Tree Sparrows (*Passer montanus*), doves (Columbidae), starlings (Sturnidae) and brown Rats (*Rattus norvegicus*) were the most frequently prey items. After breeding season, 5 of 28 banded fledglings with radio transmitters, were still tracked until Nonmember 2016. The mean of daily movement was 290.5m, and the short-term home-range were between 1~4 Km². Height of nest trees and size of forest patch were most important factors for nest site selection.

Population of Crested Goshawk in Taipei City shows high breeding success, and takes advantage of the abundant prey items in urban area. However, potential limiting factors include survival of fledglings, or limitation of available habitat. As a top avian predator in Taipei City, Crested Goshawks would provide good samples for environmental education; while continuing monitor on this urbanized population is

needed.

Keywords: *Accipiter trivirgatus*, breeding behavior, diet composition, nestling period, urbanization

一、前言

(一) 都市化對生態的影響

人類活動與都市化的發展，造成了自然環境的破碎化，對野生動物的族群及種類均發生影響，造成都市生物多樣性的降低。過去的生態研究多以自然環境為主，對生態環境受都市化影響的探討相對較少(McDonnell *et al.* 1997)。都市擴張將自然生物棲地改變為人造物如道路、建築等，已成為美國境內物種滅絕的次要因素(Czech 1997)。都市環境周圍即使保留有自然棲地，也多面臨人造物切割而破碎化(fragmentation)，如未有合適的綠地廊道連接，將逐漸改變生態系中的物種組成(Saunders *et al.* 1991, Dooley and Bowers 1998)，包括物種的數量或多樣性改變，與外來種的引入等(Turner 2003)。對都市生態系進行監測，除了解人類活動的影響外，也因監測物種相對容易接觸，適合應用於環境教育，以提升保育意識(Schicker 1986, Rohde and Kendle 1994)。

(二) 都市化對猛禽的影響與適應

猛禽為食物鏈之頂級消費者，對棲地的變動敏感。其存在代表地區生態系的健全，是環境監測的指標物種(Bildstein 2006)。都市的開發造成棲地的破碎化，尤其植物區塊受到人類的干擾及隔離，對於猛禽的活動領域、巢位棲地及食物資源等有極大的衝擊(Newton 1979, Andren 1994)。

另一方面，由於天敵減少或可利用的食物增加，也有物種能逐漸利用並適應人類生活的環境。部分猛禽開始出現於都市，建立穩定成長的族群(Racey and Euler 1983, Bird *et al.* 1996)。包括遊隼(*Falco peregrine*)與紅尾鵟(*Buteo jamaicensis*)等，利用都市裡常出現的野鴿(*Columba livia*)與小型哺乳類等為食(Cade *et al.* 1996, Chace and Walsh 2004)。這些容易捕捉、數量豐富的獵物種類是猛禽能適應都市環境的重要原因之一(Newton 1979)。

(三) 台灣其他地區之猛禽相關研究

台灣的繁殖性猛禽共有 8 種，除了近年始開始出現於台灣，目前族群數量仍在增加中的黑翅鳶以外(謝世達等 2009)，均為森林性猛禽。體型較大者如熊鷹、林鵟、蛇鵟、黑鳶及東方蜂鷹等，因活動範圍廣大或數量稀少，研究樣本蒐集不易(孫元勳 2007、2010，文宏 2005，林文宏、何華仁 2010，劉小如、黃光瀛 2005、2006，劉小如 2010)。除了研究所需的時間較長外，亦不易進行深入的行為研究。

台灣地區的鳳頭蒼鷹(*Accipiter trivirgatus formosae*)為特有亞種，其他亞種分布於中國南部、中南半島、馬來半島、印尼至菲律賓南部，雖然分布範圍廣泛，但相關研究仍十分稀少(劉小如等 2012)。近年在台灣的都會地區，鳳頭蒼鷹的救傷個體、繁殖巢位等紀錄數量逐漸增加，可能代表族群量的成長(林文隆等 2008，何一先 2009)。前人研究包括林文隆等(2008)以中部都會區的族群為對象，以食殘、食繭等收集法研究繁殖期的食性，並監控族群的繁殖成功率。黃光瀛(2004)亦曾探討陽明山國家公園內之鳳頭蒼鷹族群的食性，除同樣以食繭、食殘法收集外，部分巢位並增加人力觀察法，並對不同食性收集方法間之優缺點與完整性進行探討。

本計畫監控台北都會區的鳳頭蒼鷹族群，前兩年成果包括繁殖族群搜尋，以全天候影像監測育雛期的食性，以食物資源探討本種在都會區內的適應狀況。除了食物資源以外，利用都市中有限且破碎的棲地，也是鳳頭蒼鷹能成功適應的主因。在台灣南部的研究發現，高大的樹木、較大的樹林區塊等是鳳頭蒼鷹選擇繁殖巢位的重要因子(胡景程 2008)。本年度除持續進行個體的繫放追蹤，也量化台北市區的繁殖巢位，探討此族群在都會區中使用的棲地環境。除了了解本種在人類活動與破碎化環境的適應及利用狀況外，保育類猛禽所需的樹林區塊、高大喬木等環境因子，也可應用於未來綠地規劃、老樹保存等都市計畫參考。

台北地區人口數量最多，推廣凝聚一個與生態相關的公共議題，讓更多民眾接觸並對生態保育付出行動，力量也最為可觀。猛禽具有許多生態上的保育意義(Simberloff 1998, Sergio et al. 2005, Palomino and Carrascal 2007)，包括：1.保護傘物種：活動棲地較大，對其保育亦同時保育其中的多種生物。2.指標性物種：對棲地的改變敏感，尤其是都市的破碎化，其利用及適應均可為日後都市規劃參考。3.明星物種：利用少數受關

注的物種，讓大眾關心並了解複雜的保育成果。猛禽由於體型較大，於文化中具有正面形象，容易引起關注，為最佳的環境教育題材。本研究除人力調查外，研究過程中包括：使用影像監控繁殖狀況、建立網路平台提供研究資訊、開放民眾交流等工作。期能推廣研究成果、提升民眾保育意識及公民參與生態觀察研究等。

本年度研究的主要目的為：

- (一) 持續監控台北都會區中，鳳頭蒼鷹族群的繁殖狀況，數量、分布等族群狀況。
- (二) 持續累積繁殖巢的影像紀錄，全日監控繁殖巢的食性及活動模式等資料。
- (三) 影像紀錄即時於網路平台播放。在研究過程中，提供民眾資訊與交流，可作為生態教育的素材，提升保育意識。
- (四) 持續進行個體的繫放追蹤，了解個體的活動模式，探討鳳頭蒼鷹在都市中使用的棲地類型與活動範圍。
- (五) 棲地分析及評估。紀錄並量化繁殖巢位的棲地因子，探討鳳頭蒼鷹適應都市環境的可能原因。

二、材料與方法

(一) 研究地區

於台北市區內進行，目標為都會區的鳳頭蒼鷹族群，排除與淺山、丘陵地區連接的地區。主要調查樣區為：植群結構受建築物及道路切割，孤離且不連續的綠地區塊，如公園、校園及行道樹等。

(二) 繁殖族群分布調查

蒐集鳳頭蒼鷹於台灣其他地區之研究狀況，包括繁殖期、棲地利用與目擊紀錄等資料。比對台北都會區內過去紀錄之地點與可能的利用棲地，於 105 年 1 月至 6 月，在鳳頭蒼鷹可能利用環境中，徒步以肉眼搭配 10 倍雙筒望遠鏡搜索區域中的喬木。

發現疑似鷹巢後，除以外觀、巢材的新鮮程度與鳳頭蒼鷹的出現等行為判斷外，另以行為觀察，包括築巢、孵卵、或育雛等確認使用與繁殖階段後記錄鷹巢的座標，並進行繁殖監控。

繁殖成功的計算，自幼鳥可移動至巢外當日，視為成功離巢(Wien 2006)。每巢若至少一隻幼鳥離巢，該巢即視為繁殖成功(Rosenfield *et al.* 2007)。

(三) 繁殖期行為與育雛期食性觀察

繁殖巢位發現時可能為不同的繁殖階段，繁殖期程以發現破裂蛋殼、幼鳥的生長狀況及大小等，以已知的鳳頭蒼鷹孵卵期約 37-39 日，推估其可能的產卵期(蕭慶亮、黃光瀛 1996, Naoroj and Schmitt 2007)。

為避免干擾、驚嚇親鳥，育雛期的食性觀察自幼鳥孵化後 1~3 周開始，至幼鳥離開巢區為止。部分巢位在幼鳥孵化後於巢旁架設高畫質監視器，24 小時監控繁殖行為與食物資源。主要紀錄(1)親鳥給食的時間；(2)親鳥帶回的食物種類，若無法辨識至種(species)，至少記錄食物類別至綱(class)，並利用地面撿拾

的食殘作為輔助的證據。

收集之食性資料，為了解獵物之種類與分配情形，及與先前陽明山地區族群研究結果進行比較。將台北都會區鳳頭蒼鷹族群的食性，計算下列 2 多樣性指數：

(1) Shannon-Wiener 指數(Shannon-Wiener Index)(Shannon and Weaver 1949)：

強調食物之豐度，其指標值越高，則表示食物豐度及歧異程度高，運算公式如下：

$$H' = -\sum_{i=1}^s (P_i) \times (\ln P_i)$$

Pi 表示第 i 物種之數量佔所有個體數量的比例。

(2) 食性棲位寬度(Food Niche Breadth, FNB)(Levins 1968)：其指標值越高，

代表此掠食者的食性越廣，其運算公式如下：

$$FNB = 1 / \sum P_i^2$$

Pi 表示第 i 物種之數量佔所有個體數量的比例。

(四) 即時影像監測

由於目視觀察法耗費人力，且親鳥帶食物進巢後，即不易觀察其種類。本年度增加至 4 組監視器進行繁殖巢的監控，裝設於台灣大學、永樂國小、臺大醫院與復興公園等地，進行全天候監控與完整的食性紀錄。其中永樂國小、台灣大學等兩巢因網路設備的可及性，所觀察之即時影像並同時公開於網路平台，作為環境教育宣導素材。

(五) 個體繫放與追蹤

猛禽能夠適應都市環境，其可能原因包括天敵的減少、食物資源的利用、巢位棲地的適應與繁殖率的提升等(Newton 1979, Bird *et al.* 1996)，對個體進行

活動與繁殖行為等監控研究，可了解猛禽對人類活動棲地的利用偏好與其中的生物多樣性。本年度持續進行繫放作業，於幼鳥滿 4 周後，以金屬環與色環標記個體並進行測量，以利個體後續的行為追蹤。

另外也採用無線電發報器追蹤離巢幼鳥的播遷距離、活動模式等。紀錄包括日間的活動地點、夜棲點等，估計每月份距離巢位的播遷距離。並在每月份進行 1 次全日的活動追蹤，以了解個體在單日內的移動距離與活動範圍。

(六) 巢位棲地因子測量

以 2 種不同尺度探討鳳頭蒼鷹於台北市市區的巢位棲地利用，參考台灣南部鳳頭蒼鷹研究(胡，2008)，分別為微棲地與巨棲地的測量，由於避免在巢樹下的干擾，於本年度的繁殖期後期(6 月)進行測量工作。

微棲地定義為巢樹周圍 0.04 公頃區域(以巢樹為中心，約 10 公尺半徑內之範圍)。測量項目包括巢樹及微棲地內所有樹木的(1)樹高：以手持式雷射測距儀測出樹木至研究者的水平直線距離，再以測高器(Height meter)測量鷹巢距離研究者視線的高度，與研究人員的身高加總之後，便能求出樹木的高度，單位測至 0.1 公尺。(2)樹幹胸高徑：從地表往上 130 公分高處的樹幹胸徑長度，單位測至小數點後一位。(3)樹木密度：記錄樣區內所有喬木(胸高徑 > 5 公分)的數量(棵樹/公頃)。(4)巢樹至最近人造建物的距離。(5)巢樹至最近人行通道的距離。(6)巢樹至最近車道的距離。

巨棲地：以巢樹為中心範圍半徑 150 公尺的區域(約 7 公頃)，以具有喬木的樹林區塊為主，測量樹林面積(m²)、林緣長度(m)、樹林區塊的數量與樹林所占之比例(%)。

使用地理資訊系統(GIS)軟體 QGIS 2.16.1 版進行巨棲地特徵的測量或計算，以軟體中的 Buffer(環域)功能設定以巢樹為中心，半徑 150 公尺之範圍，再數化並計算範圍中的樹林區塊面積。

巨棲地與微棲地均選取對照組，與鳳頭蒼鷹的繁殖棲地進行比較。微棲地的對照組選取方式為：以巢樹為中心的 20 至 200 公尺範圍內，使用亂數表隨機選取角度與距離，抵達該位置後選擇最接近之喬木為隨機樣樹。以相同的微棲地測量方法進行測量。巨棲地的對照組選取方式為：以 GIS 軟體操作，同樣以巢樹為中心，使用亂數表隨機選取一角度，依此角度測輻距巢樹 300 公尺處作為樣區中心，以相同的巨棲地測量方式量化樹林區塊面積。對照組均以二元邏輯迴歸分析中的逐步向前進入法(forward stepwise procedure)與巢位棲地進行比較。

三、結果與討論

(一) 繁殖族群分布

2016 年於台北都會區確認共 11 個繁殖巢，其中 8 個巢區於 2015 年有繁殖，可能為相同繁殖對，2 巢為本年度新發現的巢位。各繁殖巢位的平均距離為 2.3 公里，距離最近的 2 個巢位間僅有 500 公尺(圖 1)。

由於都會區中適合使用的棲地有限(Boggie and Mannan 2014)，都會區猛禽的領域與活動範圍可能也較小。近年的紀錄顯示台北都會區鳳頭蒼鷹族群應有增加，但部分於近年監控的配對卻未發現繁殖現象，可能為個體離開或轉移繁殖棲地，未來仍將持續進行調查。

本研究以前兩年監控的族群為主，配合鳳頭蒼鷹個體的出現紀錄，持續尋找可能活動或繁殖的區域。

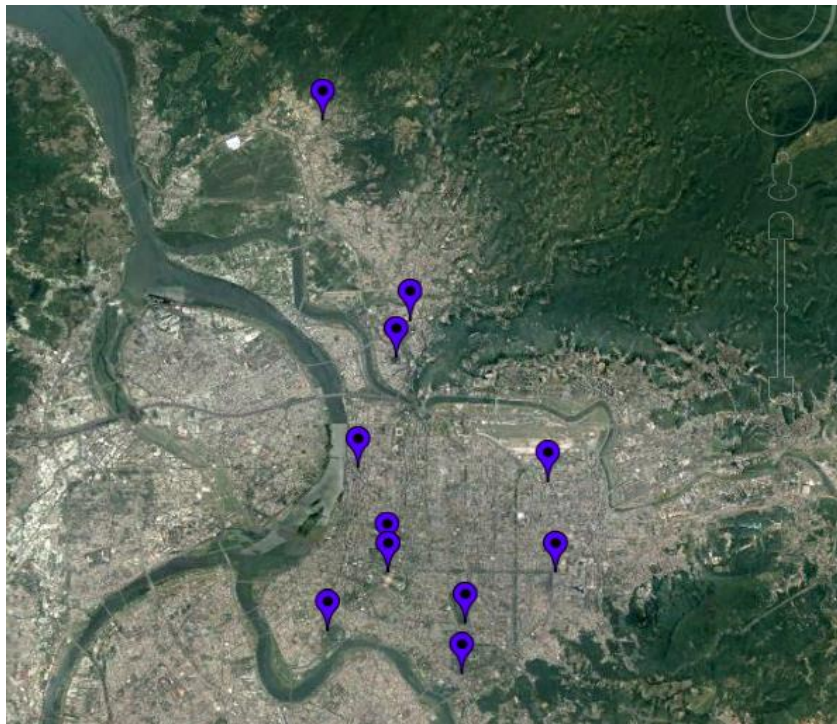


圖 1 2016 年台北都會區鳳頭蒼鷹繁殖巢位分布

(二) 繁殖期與繁殖成功率

台北都會區的鳳頭蒼鷹多數於3月中至4月初之間產卵，4月中至5月初之間幼鳥陸續孵化，達35日齡左右開始離巢。離巢初期的幼鳥尚無法獨立，仍在巢樹周圍停留並由親鳥餵養至少2~3周以上。

2014年共有8巢、14隻幼鳥成功離巢，平均繁殖成功率為88.9%。2015年則監控10巢的繁殖，共17隻幼鳥成功離巢，平均繁殖成功率為80%。2016年的11巢則全數有幼鳥離巢(共18隻)。研究期中(三年)的平均繁殖成功率高達89%。

猛禽能夠利用都會區棲地進行繁殖，除了食物資源的適應為重要原因外(Martell *et al.* 2000)，都市中的天敵數量減少，對猛禽的繁殖成功率亦有正面的影響(Parker 1996)。2年間在台北都會區觀察的鳳頭蒼鷹族群，均有80%以上的繁殖成功率，與過去台中都會區族群的繁殖成功率(89.5%)相近，均遠高於野外族群(58-80%)(陳輝勝 2000，林文隆等 2008)，都市族群的繁殖成功比例較高，也反映在近年穩定上升的族群數量。

過去在台北都會區族群仍觀察到少數的繁殖失敗，在這些繁殖失敗的巢位中並未觀察到蛋殼或雛鳥屍體，造成失敗的原因仍不明。推測可能的原因有：卵未成功孵化，後由親鳥移除；或在孵卵期或雛鳥剛孵化時遭到小型哺乳類、鴉科鳥類等潛在的天敵捕食等。本年度藉由影像監控，則發現大安森林公園其中一隻幼鳥落巢死亡。2016年的救傷資料發現90%的個體為第一齡幼鳥(資料來源：台北市動物保護處)，顯示在幼鳥離巢初期仍有落巢與撞擊等風險。

(三) 育雛期食性、給食頻度、豐富度與食性寬度

以人力目視觀察可記錄親鳥的活動情形與育雛行為，發現在育雛期間，公鳥負責提供食物，母鳥則於巢位護雛及育雛。公鳥捕捉獵物回到巢區時，會將獵物直接帶入巢中(62.4%)、或是將獵物交由母鳥帶回(28.5%)。但限於巢位的高

度與隱蔽性，不易分辨與完整記錄巢位的食性。2015 至 2016 年的繁殖季則各以監視器監控 4 個巢位，進行完整的影像紀錄。

三年間以影像紀錄所收集的食性共有 943 筆，多數(928 筆，98.4%)均可以分辨食物類別至綱。發現在台北都會區的鳳頭蒼鷹族群育雛期間，以鳥綱(73.39%)出現的頻度最高；其次為哺乳綱(17.01%)及爬蟲綱(7.05%，表 1)。

表 1 2014 至 2016 年台北都會區鳳頭蒼鷹影像紀錄之食物類別

	頻度(次)	比例(%)
鳥綱	692	73.39
哺乳綱	160	17.01
爬蟲綱	66	7.05
兩生綱	2	0.24
昆蟲綱	2	0.24
不明	17	2.07
總計	943	100.00

上述的影像紀錄中，共有 579 筆食物可分辨至種。包括 16 種鳥類，出現頻度較多的依序為麻雀(197 隻)、紅鳩(32 隻)、珠頸斑鳩(23 隻)及家八哥(20 隻)等。哺乳類則有 4 種，以溝鼠(146 隻)最多，爬蟲類則有斯文豪氏攀蜥(64 隻)與黃口攀蜥兩種(表 2)。部分鳥類並可由影像分辨出羽鞘或黃色嘴基等幼鳥特徵，紀錄鳳頭蒼鷹捕捉幼鳥個體達 179 隻，佔所有鳥綱獵物之 26.1%。

鳳頭蒼鷹在台北都會區的食物資源以麻雀、鳩鴿科等鳥類及哺乳類的溝鼠為主，均為本區域中最常見的種類。但紅鳩、八哥及樹鵲等食物種類，在台北市區鳥類群聚中所佔的相對數量比例較低(楊明淵，未發表資料)，同樣有豐富族群數量的白頭翁、綠繡眼與紅嘴黑鵯等種類，則相對少見於鳳頭蒼鷹的食物

中(圖 2)，可能表示鳳頭蒼鷹仍有特定偏好獵食的種類。另本研究發現鳳頭蒼鷹捕捉的鳥網獵物中，幼、雛鳥佔 26.1%，前人研究中僅有黃(2004)曾簡述於觀察結果中。幼雛鳥相對成鳥容易捕捉，也可能代表鳳頭蒼鷹的獵食策略，未來可再進一步探討。

因競爭者減少或可利用的食物增加，利用並適應都會環境的物種往往可發展出穩定的族群數量，如麻雀、鳩鴿科與溝鼠等。另外人為引進的外來種如白尾八哥、家八哥、烏領椋鳥等也在台北都會區中逐漸擴張。鳳頭蒼鷹的食物資源除了反映出台北都會區的生態群聚組成，亦可協助抑制這些物種的族群數量。同樣利用公園綠地的黑冠麻鷺，因體型較大，在都會區僅有鳳頭蒼鷹為潛在的天敵，近年亦在台北都會區逐漸擴張。本研究中亦觀察到鳳頭蒼鷹捕食黑冠麻鷺的紀錄。

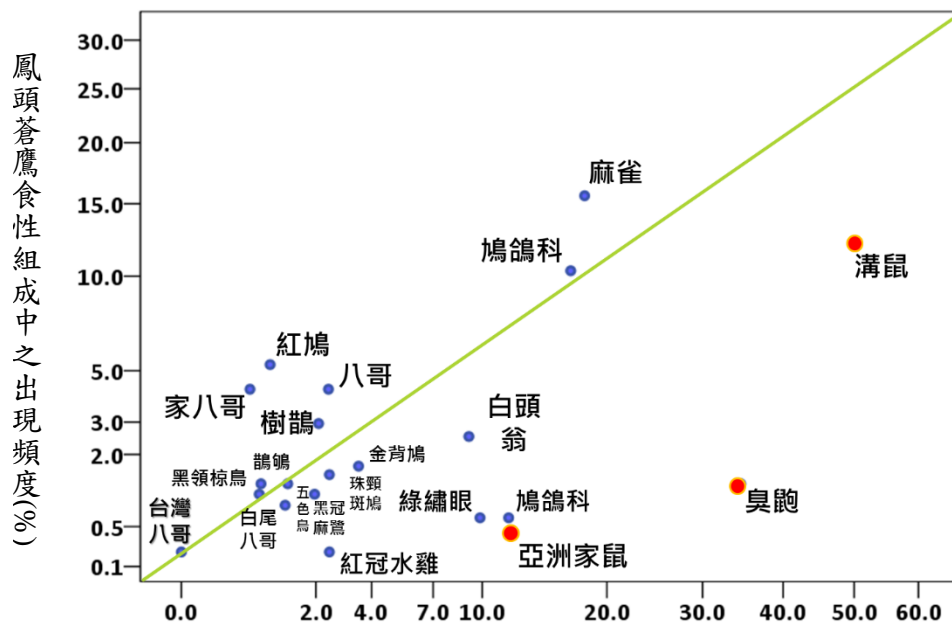
與前人研究相較，台中都會區的族群同樣以麻雀、紅鳩最為主要食物；淺山地區的族群，則以爬蟲綱所佔比例較多(林文隆等 2008)，但台中都會區族群捕捉哺乳類的次數比例較低(6.7%)。陽明山地區的族群則包括麻雀、竹雞、五色鳥、紫嘯鶇等活動較接近山區的種類(黃光瀛 2004)。不同族群間的食性研究，可反映出不同地區間的食物資源差異。

表 2 2014 至 2016 年台北都會區鳳頭蒼鷹影像紀錄之獵物種類

中文名	學名	頻度	比例
黑冠麻鷺	<i>Gorsachius melanolophus</i>	6	0.64%
紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	1	0.11%
野鴿	<i>Columba livia</i>	7	0.74%
金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>	12	1.27%
紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	32	3.39%
珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	23	2.44%
*鳩鴿科	Columbidae	130	13.79%
五色鳥	<i>Megalaima nuchalis</i>	10	1.06%
樹鵲	<i>Dendrocitta formosae</i>	2	0.21%
白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	14	1.48%
綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	6	0.64%
鵲鴿	<i>Copsychus saularis</i>	6	0.64%
八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	1	0.11%
白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	11	1.17%
家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>	20	2.12%
黑領椋鳥	<i>Gracupica nigricollis</i>	5	0.53%
*八哥屬	Acridotheres	26	2.76%
麻雀	<i>Passer montanus</i>	197	20.89%
*不明鳥類		95	10.07%
黃口攀蜥	<i>Japalura polygonata xanthostoma</i>	2	0.21%
斯文豪氏攀蜥	<i>Japalura swinhonis</i>	64	6.79%
溝鼠	<i>Rattus norvegicus</i>	146	15.48%
亞洲家鼠	<i>Rattus tanezumi</i>	2	0.21%

臭鼩	<i>Suncus murinus</i>	3	0.32%
赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus</i>	9	0.95%
*不明哺乳綱		24	2.55%
*不明兩生綱		2	0.21%
*不明蟬科		2	0.21%
*不明蛇類		1	
無法辨識		17	1.80%
總計		943	100%

*表示無法分辨至種



台北都會區中的鳥種相對豐富度(%)

圖 2 台北都會區鳳頭蒼鷹獵物種類頻度與都市環境族群豐富度之分布

幼鳥在巢的 8 周內，將獵物種類依繁殖階段(幼鳥年齡)區分，發現鳥綱獵物的頻度隨繁殖期略減，而哺乳綱獵物則略增；兩生綱則僅出現於繁殖季後期(圖 3)，可能因進入夏季後族群數量較多。與黃(2004)的研究結果相似，但本研究所

記錄的兩生綱、爬蟲綱獵物頻度則遠低於陽明山地區，亦顯示出都會區公園與山區的食物資源差異。另外依黃(2004)方法估計各獵物的生物量，則發現哺乳類(主要為溝鼠)的生物量隨繁殖階段而增加，顯示隨幼鳥體型增加，親鳥亦傾向選擇提供較大體型的獵物餵食(圖 4)。

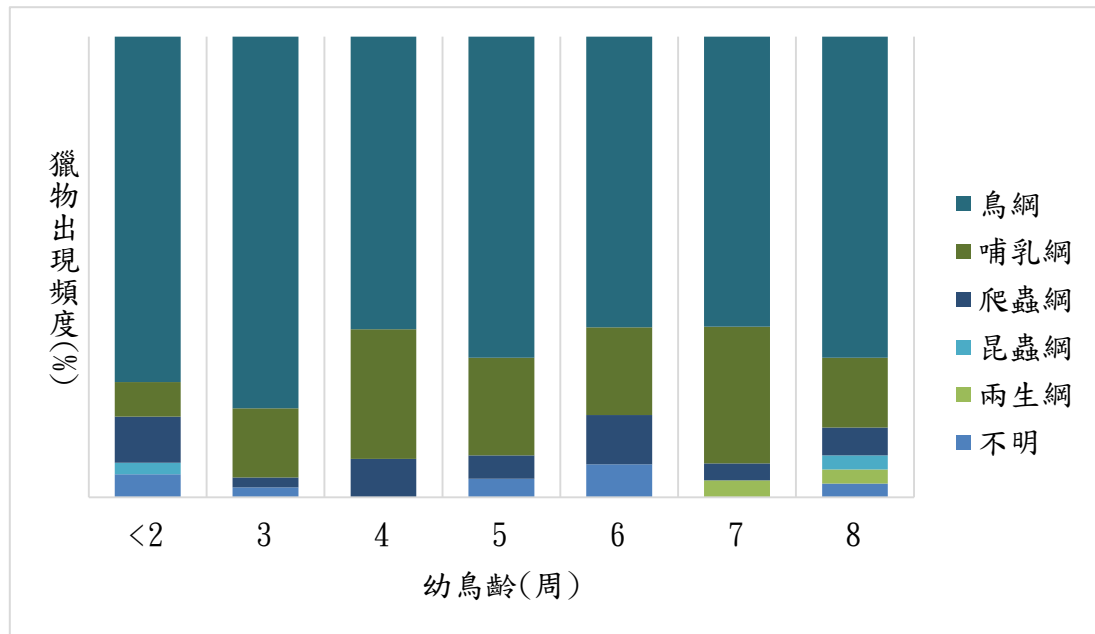


圖 3 台北都會區鳳頭蒼鷹之獵物類別隨繁殖階段之變化

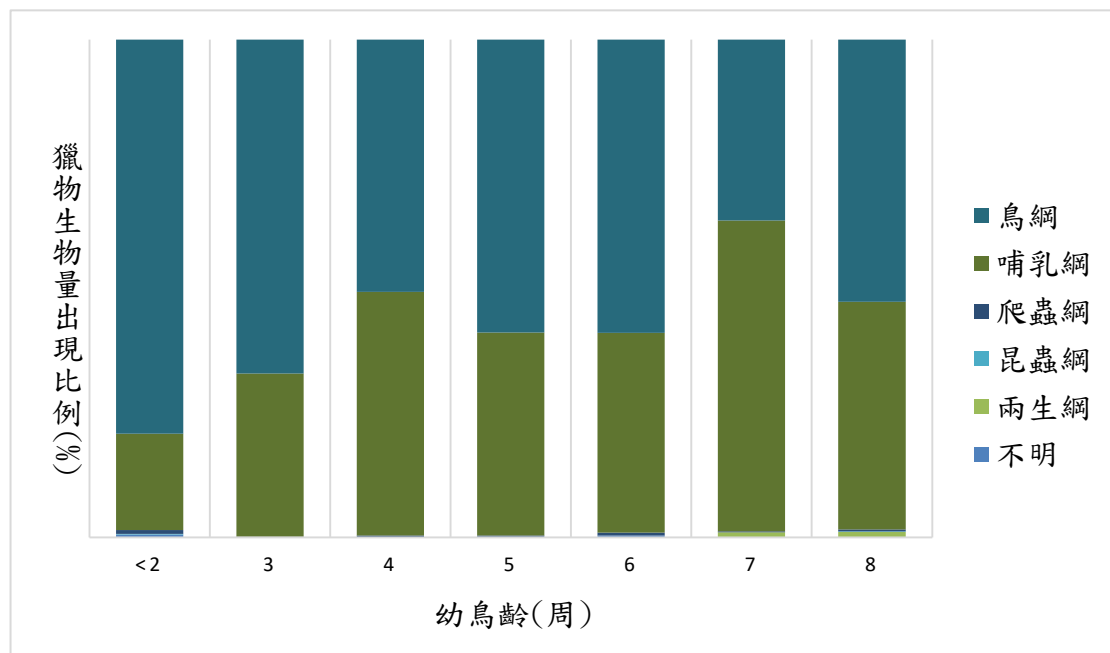


圖 4 台北都會區鳳頭蒼鷹之獵物生物量隨繁殖階段之變化

觀察發現鳳頭蒼鷹在育雛期間，親鳥的日間給食頻度呈現三個高峰：包括 05:00~08:00 間、11:00~13:00 間與 16:00~18:00 間等，又以晨昏的次數較多，可能配合主要獵物如鳥類及鼠類的活動時間。依主要獵物類別區分，鳥綱獵物以 07:00~09:00 間與 16:00~18:00 間的頻度較高；哺乳綱獵物以清晨(05:00~07:00 間)較高；爬蟲綱則於午間(11:00~13:00 間)出現的頻度較高(圖 5)。親鳥在育雛期間的給食頻度亦隨幼鳥年齡略有不同，在孵化 4 周後，給食頻度有逐漸下降的趨勢。

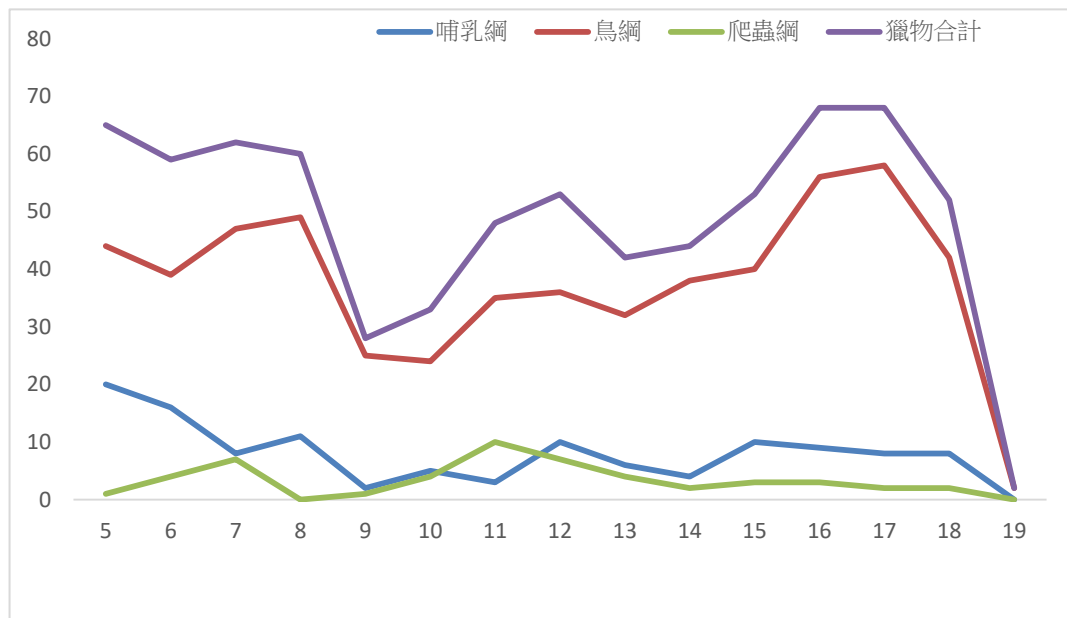


圖 5 鳳頭蒼鷹育雛期間各時段之親鳥給食頻度

台灣地區過去關於鳳頭蒼鷹的食性研究，除了食物種類以外，僅黃(2004)曾討論獵物種類與繁殖期之關聯性，於給食頻度、獵物種類等面向則未進行探討。除了食物資源以外，都會區中包括地景、動植物相與棲地等都是直接受人類的都市規劃影響(Bolen and Flores 1993)。而過去研究多以猛禽的繁殖棲地為主，對於獵食使用棲地的了解有限(Bird 1996, Chace and Walsh 2004)。親鳥的給食頻度、日間及繁殖期的活動高峰等，結合繁殖階段、天候狀況、獵物種類後可初步反映出獵食行為的時間模式。未來配合個體追蹤，可進一步以探究鳳頭

蒼鷹適應都市棲地之空間模式。

合併三年的食性資料，台北都會區鳳頭蒼鷹族群的食物多樣性指數如表 3：Shannon-Wiener 指數為 2.35，食性寬度指數為 7.74，均低於陽明山區的族群(黃 2004)。兩族群的 Shannon-Wiener 指數均不高，顯示鳳頭蒼鷹有特定偏好獵物類別(主要為鳥綱及哺乳綱)，但陽明山地區族群的食性寬度遠高於都會區族群，顯示山區鳳頭蒼鷹族群所獵食的種類較廣泛，種類之間的均勻度較高。都會區族群的獵物則較侷限，多數的食物資源來自於特定的偏好種類。

表 3 鳳頭蒼鷹於台北地區族群的食物多樣性指數與食性寬度

	Shannon-Wiener Index	FNB
台北都會區	2.35	7.74
陽明山地區(黃 2004)	3.02	14.92

過去台灣地區的鳳頭蒼鷹的食性研究，均以食殘法及食繭法為主要收集方法，包括林等(2008)於中部都會區、黃(2004)於台北陽明山地區等地的研究。其餘僅有其他主題研究中蒐集的部分食性資料(陳輝勝 2000，胡景程 2008)。由於不同種類的猛禽，攜帶回巢的食物種類可能有選擇性、或因處理方式不同，需要配合如食繭法、食殘法、目視觀察法等調查方式，以達到最完整的調查紀錄(Rutz 2003)。

黃(2004)除了以食繭、食殘法收集外，亦有少部分以目視觀察法輔助收集資料，其研究結果認為目視觀察法可有效分辨鳳頭蒼鷹食物的類別(綱)，約可達到 80%。若需鑑定至種，則以食殘法最佳。而使用單一方法收集的辨識效果均有不足，需搭配所有收集方法，才能完整的鑑定所有的食物至種。本研究由於在都會區進行，巢位多位於人行步道或車道上方，不易架設食殘及食繭的收集設備。因此採用監視器對巢位進行影像監測，排除人力不足並完成全天候的完

整紀錄，同時減低人力觀察因距離、巢位高度與觀察時間等限制。結果有 98% 的獵物可分辨至綱，其中更有 63% 可分辨至種，顯示以監視器進行鳳頭蒼鷹的食性觀察為可行之研究方式。但目前關於鳳頭蒼鷹的行為研究仍相對缺乏，尤其在都會區中的活動範圍與棲地利用仍不清楚。未來仍須持續結合人力調查，對個體進行追蹤及觀察研究，除了增加研究的深度外，成果亦有助於公民參與研究與教育推廣內容的設計。

(四) 即時影像監測

除了影像紀錄外，本研究持續將繁殖影像畫面於網路同步公開(圖 6)，是台灣日行性猛禽研究首度採用的研究調查方法。

受限於網路與電力的設備需求，在都市中的監控成本相對較低。本年度同步進行 4 組影像監控，未來將選擇容易架設電源及網路設備的地點，持續觀察有穩定繁殖行為的巢位。未來目標仍期望減少架設時間，減低對個體的干擾外，並持續嘗試增加繁殖巢數與監控時間。

生活中能接觸到的活體動物，是推廣自然教育時的最佳教材(林宜君、陳建志 2007)，在都市環境中活動的猛禽，即使是非賞鳥者都可能在生活環境中看到，對不容易接觸野生動物的民眾而言，更能引發關注(Coates 2014)，本年度巢位觀察蒙台北市立太平國小、銘傳國小、國立台灣大學、等單位支援合作，亦成為校園的生命教育範例，增進推廣教育的效果。也因為持續在社群網站進行繁殖監控直播，各巢位均吸引上萬人次觀看，亦有國外觀眾收看。推廣的層級廣泛分布於不同性別、年齡與國籍的觀眾(圖 7、8)。



圖 6 2016 年 4 巢鳳頭蒼鷹繁殖巢之監控畫面

台灣大學(銘傳國小)即時影像

鳳頭蒼鷹繁殖監控 台灣大學、銘傳國小 Crested Goshawk...

鳳頭蒼鷹繁殖即時影像
Crested Goshawk Nest live cams

台灣大學
National Taiwan University

銘傳國小
Mingchuan Elementary school

台灣猛禽研究會
Taiwan Raptor Research Group of Taiwan

行政院農業委員會
林務局 經費補助

鳳頭蒼鷹出現在台灣大學已有多年的紀錄，近年均有穩定的繁殖單位。感謝森資系袁孝維教授的協助，以及校方的配合，我們得以持續觀察這對親鳥的繁殖情況

圖 7 2016 年鳳頭蒼鷹繁殖監控即時直播專頁



圖 8 2016 年鳳頭蒼鷹繁殖監控即時直播統計資料

(五) 個體繫放與追蹤

於 2014 至 2016 年度間進行個體的繫放作業，已標記 11 巢、18 隻幼鳥及 10 隻未成鳥等共 28 隻個體，高達 14 隻有再回收之目擊記錄。其中並選擇 5 隻個體以無線電發報器進行移動追蹤，除 2014 年之救傷收容個體，9 月中野放後，於 11 月 26 日發現死亡外(訊號持續時間為 76 日)，2015 年繫放之另 3 隻個體追蹤至發報器訊號陸續消失，最後追蹤的個體約 2016 年三月。2016 年繫放個體則自二月追蹤至訊號消失(11 月)，追蹤期間為 8 個月。離巢初期幼鳥仍在巢位附近活動，播遷距離隨時間逐漸增加，但仍多在離巢直線距離 2 公里的範圍內(圖 9)。個體每日平均移動距離為 290.5 ± 231 公尺，平均的活動範圍則為 1.46 ± 1.01 平方公里。

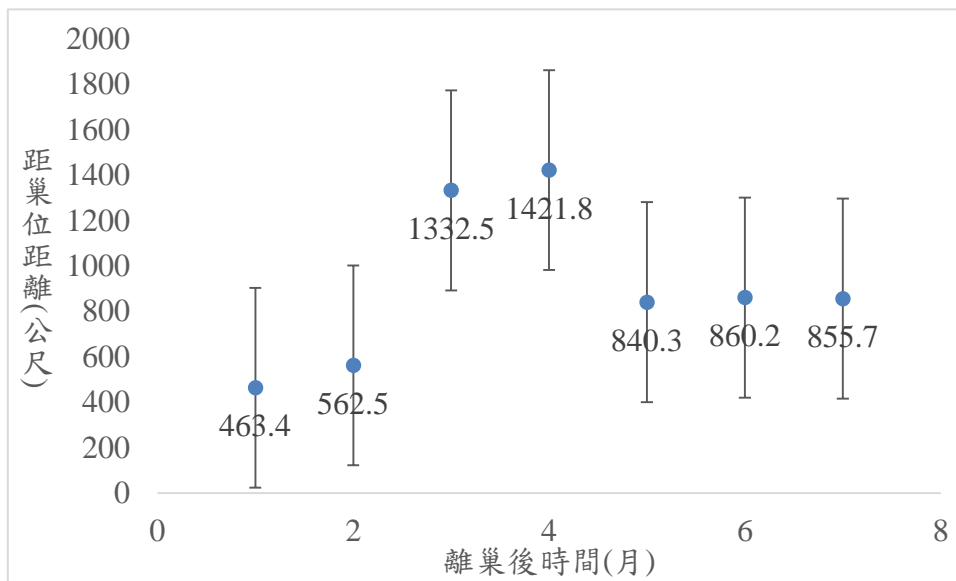


圖 9 以無線電追蹤 2014 至 2016 鳳頭蒼鷹幼鳥之播遷距離

環號 5A-00006 之追蹤個體為第二曆年之未成鳥，經台北野鳥學會救傷中心收容後野放。除期間於芝山公園短暫停留約一個月以外，主要活動以士林區之美崙公園綠地周邊、行道樹為主。活動範圍約 4 平方公里，為追蹤個體中活動範圍最大的個體(圖 12)。環號 5A-00009 為台灣大學的巢中幼鳥，離巢後多在巢區附近移動，於 12 月時始有較長距離移動，但距巢區仍僅 1.8 公里。訊號消失

於敦化南路附近(圖 13)。環號 5A-00009 亦為台灣大學幼鳥，離巢後亦多在校園內綠地移動，11 月開始往大安森林公園移動，停留約 2 周後再沿綠地移動至中正紀念堂，距離巢位約 3 公里。停留此地至訊號消失(圖 14)。環號 4A-00035 為 2015 年永樂國小之離巢幼鳥，2016 年 2 月因飛入建物而被送至台北市動保處。裝設發報器後於出生地野放，追蹤至 11 月訊號消失為止，活動範圍接近行政院、臺大醫院附近。

由於台灣的猛禽多在森林環境活動，繫放後不容易在野外目擊回收。但都會區中可使用的棲地有限，且觀賞與拍攝鳥類的人數增加，本研究繫放的 16 隻個體中，高達 8 隻有目擊回收的紀錄。除了度冬期以外，其中腳環編號 4A-00031 的雄性幼鳥，2014 年 6 月自臺大醫院離巢後，於 2015 年 1 月在永樂國小目擊紀錄，經過調查後並確認繁殖行為，為台灣日行性猛禽研究中，首度成功追蹤幼鳥播遷後至繁殖成功的紀錄。顯示個體只要持續在都市棲地中活動，繫放追蹤的回收率應可高於野外族群。

都會區猛禽由於天敵數量減少，繁殖成功率較高，影響族群動態的關鍵可能在於幼鳥的播遷與存活率。因棲地有限，如族群中的幼鳥持續播遷至相同地區，容易形成「匯集族群」(sink population)，對族群的遺傳多樣性可能有不利影響(Kauffman 2004)。而幼鳥離巢後以及播遷初期的死亡率通常遠高於成鳥，包括被捕食、飢餓與撞擊人造物等，都是都會區猛禽未成鳥所受到的生存威脅(Wiens 2006, Hager 2009)。林等(2008)於台中的救傷個體紀錄亦為未成鳥較多。2014 至 2015 年度在台北都會區亦有幼鳥離巢後死亡或救傷收容記錄。惟有持續繫放及追蹤個體，才能對台北都會區鳳頭蒼鷹的族群有進一步的了解。

對個體進行活動與繁殖行為等監控研究，可了解猛禽對人類活動棲地的利用偏好與其中的生物多樣性。由於鳥類繫放的回收率極低，而猛禽的活動範圍較大，更增加目擊回收的困難度(Bird and Bildstein 2007)。本研究目前有多筆成功的目擊回收，將持續繫放標記個體，並使用無線電發報器追蹤其活動模式。

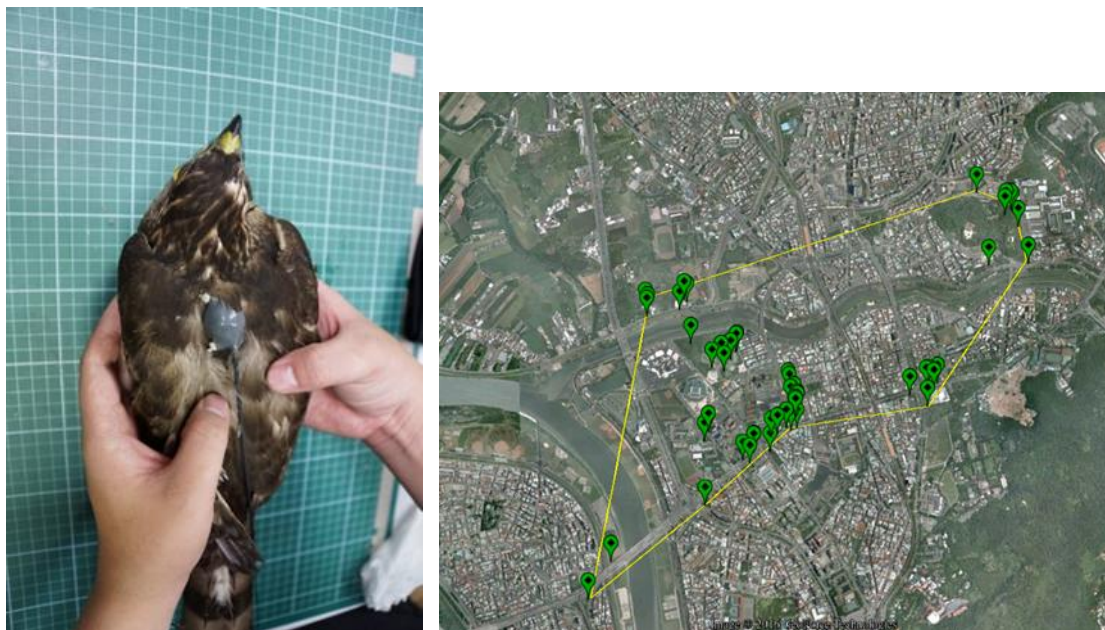


圖 10 以無線電追蹤之鳳頭蒼鷹未成鳥個體(環號：5A-00006)。左圖為 2015 年 4 月之繫放紀錄；右圖為野放後至 2015 年 12 月之活動範圍。



圖 11 以無線電追蹤之鳳頭蒼鷹未成鳥個體(環號：5A-00009)。左圖為 2015 年 6 月離巢前之繫放紀錄；右圖為野放後至 2016 年 3 月之活動範圍。

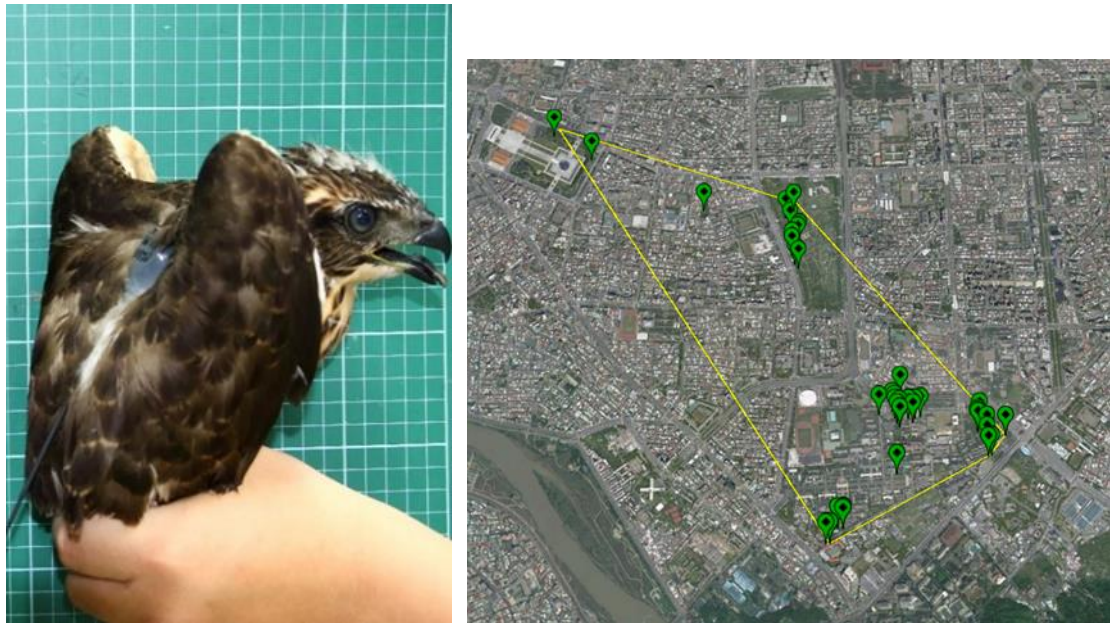


圖 12 以無線電追蹤之鳳頭蒼鷹未成鳥個體(環號：5A-00010)。左圖為 2015 年 6 月離巢前之繫放紀錄；右圖為野放後至 2016 年 1 月之活動範圍。

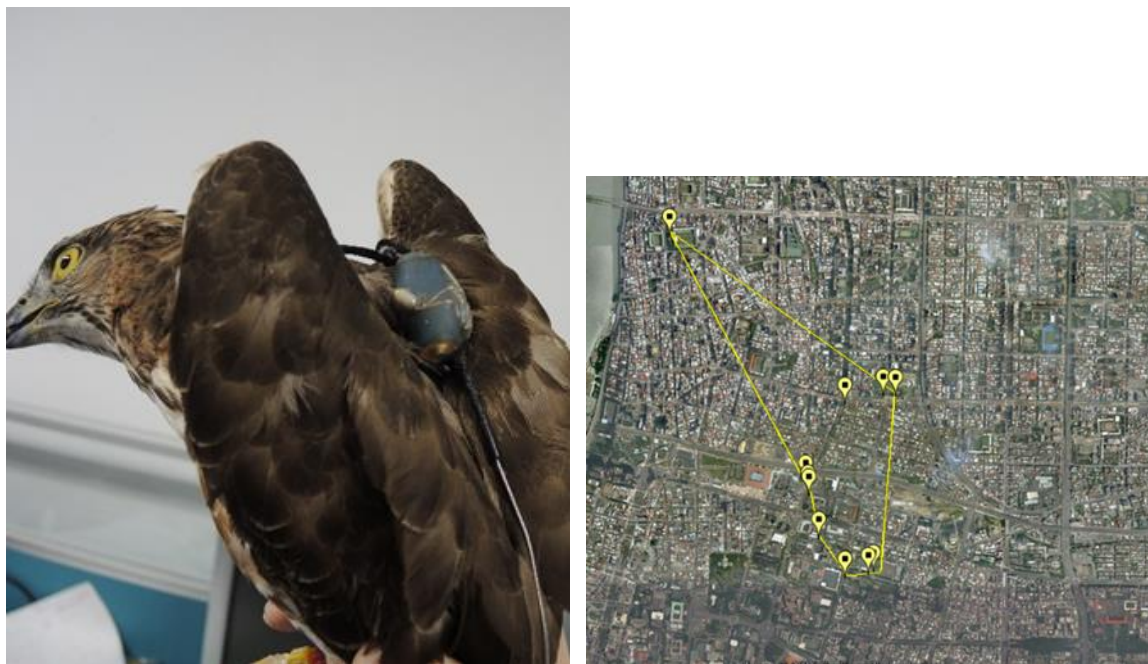


圖 13 以無線電追蹤之鳳頭蒼鷹未成鳥個體(環號：4A-00035)。左圖為 2016 年 2 月之繫放紀錄；右圖為野放後至 2016 年 10 月之活動範圍。

(六) 巢位棲地選擇

微棲地的使用與選擇：以二元邏輯迴歸分析 2016 年鳳頭蒼鷹的巢位選擇 (n=11)，發現在台北市區的棲地中，巢樹高度為最重要的因子($p<0.01$)。與前人在台灣南部的研究相較(胡景程 2008)，巢樹高度同樣為重要的影響因子，但平均樹木高度與樹木密度在本研究中卻不呈現顯著影響。推測原因可能為台北市區的巢位多位於公園或行道樹，同一樹林區塊中多栽種相同的樹種，林相較整齊單純，因此對照組樣樹的林相結構與巢區較為相似。但鳳頭蒼鷹在台灣南北均傾向選擇區域中較高的樹木築巢，且在距道路、建物等因子均不影響鳳頭蒼鷹的巢位選擇。多數位在公園中的巢位與人行步道的距離十分接近，而每年均有築在行道樹的巢位，也常位於車道正上方。顯示藉由選擇較高的樹木築巢，經垂直距離以及濃密的樹葉隔絕後，鳳頭蒼鷹能夠忍受市區人為活動的干擾。

表 4 2016 年台北市區鳳頭蒼鷹巢樹與對照組之各項微棲地特徵

	繁殖巢位(n=11)	對照組(n=11)
巢樹高度(公尺) ^a	15.9±3.9**	12.7±2.6**
巢樹胸高徑(公分)	66.6±27.3	56.3±21.4
平均樹高(公尺)	13.2±1.9	11.8±1.89
平均胸高徑(公分)	44.7±11.1	43.1±6.02
樹木密度(棵/公頃)	236.4±70.1	209.1±71.8
距最近建物距離(公尺)	35.5±36.6	61.3±54.1
距最近人行道距離(公尺)	5.1±6.9	8.1±13.2
距最近車道距離(公尺)	30.1±43.1	79.7±125.9

a: 邏輯迴歸模型篩選之重要因子(Logistic regression, step forward(LR))

**: $p<0.01$

巨棲地的使用與選擇：比較巢區域對照組的棲地因子，包括樹林區塊數量、樹林平均面積與樹林總面積、樹林覆蓋度等等均有顯著差異(表)。經分析模型篩選其中又以樹林平均面積為最重要因子。台北市區鳳頭蒼鷹偏好樹林平均面積較大的棲地，與多數都市猛禽的研究結果相似，樹林區塊的面積較大能提供猛禽更隱密的築巢環境(Sanchez-Zapata and Calvo 1999)。另一方面由於鳳頭蒼鷹的食物多樹為鳥類，都市中的綠地公園具有面積越大的樹林區快，能提供更多種類與數量的鳥類棲息利用，提供鳳頭蒼鷹豐富的食物資源以及合適的獵食環境(Platt 1976)。

本研究藉由邏輯迴歸分析鳳頭蒼鷹各項棲地變因的結果顯示，巢樹高度與巢區樹林區塊的平均面積大小為都會區鳳頭蒼鷹築巢選擇的重要因子。與台灣南部地區的研究結果相似，但有部分微棲地因子的分析結果不同，除了綠地人工種植的植群不同以外，本研究範圍與收集的巢位數量略小亦可能影響。未來仍可擴大研究範圍，增加巢位樣本數後再進一步分析。

表 5 2016 年台北市區鳳頭蒼鷹巢樹與對照組之各項巨棲地特徵

	繁殖巢位(n=11)	對照組(n=11)
樹林區塊數量	3.1±2.1*	5.1±2.5*
樹林區塊平均周長(公尺)	867.5±545.9**	358.4±155.1**
樹林區塊平均面積(平方公尺) ^a	17610.6±14831.9**	3923.3±2483.2**
樹林區塊總面積(平方公尺)	28004.4±11932.5*	16798.1±10117.8*
樹林區塊覆蓋比例(%)	35.4±15.1*	21.3±12.8*

a:邏輯迴歸模型篩選之重要因子(Logistic regression, step forward(LR))

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

四、結論與建議

(一) 繁殖族群分布、繁殖期與繁殖成功率

2016 年於台北都會區確認共 11 個繁殖巢，其中 2 巢為本年度新發現的巢位，巢位間平均距離僅 2.3 公里。顯示族群在台北都會區的分布密度高，可能因棲地有限，或個體的活動範圍較小。三年間台北市區鳳頭蒼鷹的平均繁殖成功率為 89%。多數於 3 月中至 4 月初之間產卵，幼鳥在 4 月中至 5 月初陸續孵化，達 35 日齡左右開始離巢。可能因食物資源的適應、天敵數量減少等因素，都會區族群的繁殖成功率高於其他野外地區。少數繁殖失敗為幼鳥巢落巢。其他的可能原因則包括卵未成功孵化、天敵捕食等，幼鳥離巢後則有撞擊人造物或車輛等造成死亡的風險。

(二) 育雛期食性、給食頻度、豐富度與食性寬度

兩年間以影像紀錄所收集的食性共有 9 巢、943 筆紀錄。579 筆(98%)可以分辨食物類別至綱。以鳥綱(73.39%)出現的頻度最高；其次為哺乳綱(17.01%)及爬蟲綱(7.05%)。

有 579 筆食物可分辨至種，出現頻度較多鳥類的依序為麻雀、紅鳩、家八哥及珠頸斑鳩等。哺乳類以溝鼠、爬蟲類則有斯文豪氏攀蜥最多。影像並發現鳳頭蒼鷹所捕食的鳥類中有 26.1% 的個體為幼雛鳥。顯示鳳頭蒼鷹在台北都會區的食物資源以區域中最常見的種類為主，並可控制鳩鴿科、溝鼠與外來種如家八哥等小型動物的數量。

親鳥的給食頻度在育雛階段中有所不同，幼鳥孵化後 4 周後的給食頻度逐漸下降的趨勢。鳥綱獵物的頻度在中後期略減、哺乳綱獵物則略增；兩生綱則僅出現於繁殖季後期。凡季後期幼鳥體型增加，親鳥也傾向提供較大的獵物餵食。

親鳥的日間給食頻度呈現三個高峰：包括 05:00~08:00 間、11:00~13:00 間與 15:00~18:00 間等。鳥綱獵物以 07:00~09:00 間與 16:00~18:00 間的頻度較高；哺乳綱獵物以 05:00~07:00 間較高；爬蟲綱則常出現於 11:00~13:00 間。

食物多樣性指數 Shannon-Wiener 指數為 2.35，食性寬度指數為 7.74，均低於鄰近之陽明山區族群。顯示鳳頭蒼鷹有特定偏好獵物類別(主要為鳥綱及哺乳綱)，且佔所有食物資源的比例亦較野外族群高。

本年度使用監視器對巢位進行影像監測，排除人力不足並完成全天候的完整紀錄，同時減低人力觀察因距離、巢位高度與觀察時間等限制。結果有 98% 的獵物可分辨至綱，其中更有 63% 可分辨至種，顯示以監視器進行鳳頭蒼鷹的食性觀察為可行之研究方式。

(三) 即時影像監測

本研究連續兩年將繁殖影像畫面於網路同步公開，除了完整監控繁殖狀況外，影像亦吸引上萬人次的瀏覽。對台北都會區的生態保育與推廣而言，將是具有吸引力的明星物種。本年度巢位觀察蒙與學校單位合作，亦成為校園的生命教育範例，增進推廣教育的效果。未來目標將持續搭配不同型態的巢位監測設備，持續紀錄更完整的繁殖行為。

監控都會區的猛禽族群成本相對較低，配合網路交流平台與調查活動的推行等，均為未來的研究方向，希望除持續研究外，亦將配合教育推廣活動等吸引市民的關注，期能以公民參與科學研究的力量，促進在地居民對本種的保育行動及關懷生態意識。

(四) 個體繫放與追蹤

於 2014 至 2016 年度間進行個體的繫放作業，已標記 11 巢、18 隻幼鳥，及 10 隻未成鳥等共 28 隻個體，高達 14 隻有再回收之目擊記錄。其中並選擇 5

隻個體以無線電發報器進行移動追蹤。離巢初期幼鳥仍在巢位附近活動，播遷距離隨時間逐漸增加，但仍多在離巢直線距離 2 公里的範圍內(圖 11)。個體每日平均移動距離為 $290.5.5 \pm 2231$ 公尺，平均的活動範圍則為 1.46 ± 1.01 平方公里。

幼鳥的播遷與存活率可能為影響都會區族群動態的關鍵。本研究除了有良好的目擊回收成果，並有追蹤幼鳥離巢、播遷並繁殖的案例。為台灣日行性猛禽研究中，首度成功追蹤幼鳥播遷後繁殖成功的紀錄。顯示個體只要持續在都市棲地中活動，繫放追蹤的回收率應可高於野外族群。未來將繼續進行繫放及追蹤個體，以對鳳頭蒼鷹利用都會區的行為模式能更加了解。

(五) 巢位棲地選擇

巢樹高度與巢區樹林區塊的平均面積大小為都會區鳳頭蒼鷹築巢選擇的重要因子。台北市區鳳頭蒼鷹偏好樹林平均面積較大的棲地，並選擇較高的樹木築巢。與多數都市猛禽的研究結果相似，樹林區塊的面積較大能提供猛禽更隱密的築巢環境。都市中的綠地公園具有面積越大的樹林區快，能提供更多種類與數量的鳥類棲息利用，提供鳳頭蒼鷹豐富的食物資源以及合適的獵食環境

五、參考文獻

- Andren, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71:355-366.
- Bildstein, K. 2006. *Migrating raptors of the world*. Comstock Pub. Associates. Ithaca, N.Y.
- Bird, D. M., D. E. Varland, and J. J. Negro, editors. 1996. *Raptors in human landscapes*. Academic Press, San Diego, CA.
- Bird, D.M. and K.L. Bildstein. 2007. *Raptor Research and Management Techniques*. Hancock House Publishers, Canada.
- Bolen, E.G. and D. Flores. 1993. *The Mississippi Kite: portrait of a southern hawk*. University of Texas Press, Austin, TX U.S.A.
- Boggie, M. A., & Mannan, R. W. 2014. Examining seasonal patterns of space use to gauge how an accipiter responds to urbanization. *Landscape and Urban Planning* 124:34-42.
- Cade, T. J., M. Martell, P. Redig, G. Septon, and Tordoff, H. 1996. Peregrin falcons in urban North America. Pages 3-13 in D. M. Bird, D. E. Varland, and J. J. Negro, editors. *Raptors in human landscapes*. Academic, San Diego, CA.
- Chace, J. F., and J. J. Walsh. 2004. Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning* 74:46-69.
- Coates, P. S., Howe, K. B., Casazza, M. L., & Delehanty, D. J. 2014. Landscape alterations influence differential habitat use of nesting buteos and ravens within sagebrush ecosystem: Implications for transmission line development. *The Condor* 116(3):341-356.

- Cox, W. A., Pruett, M. S., Benson, T. J., Chiavacci, S. J., & Thompson III, F. R. 2012. Development of camera technology for monitoring nests.
- Czech, B., and Krausman, P. R. 1997. Distribution and causation of species endangerment in the United States. *Science* 277:1116-1117.
- Dooley, J.L., and Bowers, M.A. 1998. Demographic responses to habitat fragmentation: experimental tests at the landscape and patch scale. *Ecology* 79:969–980.
- Hager, S. B. 2009. Human-related threats to urban raptors. *Journal of Raptor Research* 43(3):210-226.
- Kauffman, M. J., Pollock, J. F., & Walton, B. 2004. Spatial structure, dispersal, and management of a recovering raptor population. *The American Naturalist* 164(5):582-597.
- Levins, R. 1968. *Evolution in Changing Environments*. Princeton Univ. Press, Princeton, NJ.
- Martell, M. S., McNicoll, J. L., & Redig, P. T. 2000. Probable effect of delisting of the peregrine falcon on availability of urban nest sites. *Journal of Raptor Research* 34(2):126-132.
- McDonnell, M. j., Pickett, S.T.A., Groffman, P. et al. 1997. Ecosystem processes along all urban-to-rural gradient. *Urban Ecosystems* 1: 21-36.
- Naoroji, R. and N. J. Schmitt 2007. *Birds of prey of the Indian subcontinent*, Om Books International.
- Newton, I. 1979. *Population ecology of raptors*. T. and A. D. Poyser Ltd., Berkhamsted.
- Palomino, D., and L. M. Carrascal. 2007. Habitat associations of a raptor community in a mosaic landscape of central Spain under urban development. *Landscape and Urban Planning*. 83(4): 268-274.

- Parker, J.W. 1996. Urban Ecology of the Mississippi Kite. P45-52 in D. M. Bird, D.E. Varland, and J. J. Negro, editors. *Raptors in human landscapes*. Academic, San Diego, CA.
- Platt, J. B. 1976. Sharp-shinned hawk nesting and nest site selection in Utah. *Condor* 78:102-103.
- Rohde, C.L.E., Kendle, A.D. 1994. *Human Well-Being, Natural Landscapes and Wildlife in Urban Areas: A Review*. English Nature, Peterborough, UK.
- Sanchez-Zapata, J. A., and J. F. Calvo. 1999. Raptor distribution in relation to landscape composition in semi-arid Mediterranean habitats. *Journal of Applied Ecology* 36:254-262.
- Saunders, D.A., Hobbs, R.J. & Margules, C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5:18–32.
- Schicker, L. 1986. Children, wildlife, and residential developments. In: Stenberg, K., Shaw, W. (Eds.), *Wildlife Conservation and New Residential Developments*. University of Arizona, Tucson, AZ, USA, pp. 48–55.
- Sergio, F., C. Scandolaro, L. Marchesi, P. Pedrini, and V. Penteriani. 2005. Effect of agro-forestry and landscape changes on common buzzards (*Buteo buteo*) in the Alps: implications for conservation. *Animal Conservation* 8:17-25.
- Shannon, C.E., and Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management pass in the landscape era? *Biological Conservation* 83:247-257.
- Turner, W.R. 2003. Citywide biological monitoring as a tool for ecology and conservation in urban landscapes: the case of the Tucson Bird Count. *Landscape and Urban Planning* 65:149-166.
- Racey, G. D., and D. L. Euler. 1983. Changes in mink habitat and food selection as

- influenced by cottage development in central Ontario. *Journal of Applied Ecology* 20:387-401.
- Rosenfield, R. N., J. Bielefeldt, J. L. Affeldt, and D. J. Beckmann. 1996. Urban nesting biology of Cooper's hawks in Wisconsin. Pages 41-44 in D. M. Bird, D. E. Varland, and J. J. Negro, editors. *Raptors in human landscapes*. Academic, San Deigo, CA.
- Rutz, C. 2003. Assessing the breeding season diet of goshawks *Accipiter gentilis*: biases of plucking analysis quantified by means of continuous radio-monitoring. *Journal of Zoology*, 259(2): 209-217.
- Wiens, J. D., Noon, B. R., & Reynolds, R. T. 2006. Post-fledging survival of Northern Goshawks: the importance of prey abundance, weather, and dispersal. *Ecological Applications* 16(1):406-418.
- 丁昶升。2010。城市禽影-台北市區的賞鷹經驗。冠羽 203：7-8。
- 汪靜明。2003。環境教育的生態理念與內涵。環境教育學刊 2：9-46。
- 何一先。2009。台北市野鳥學會 1992-2007 年日行性猛禽救傷資料分析。台灣猛禽研究 8：1-9。
- 林宜君、陳建志。2007。台北市立動物園昆蟲館展示設施分析。環境教育學刊 7：81-94。
- 林文宏。2005。台北地區大冠鷲的繁殖生態綜論。台灣猛禽研究 5：31-44。
- 林文宏、何華仁。2010。2004 年福山植物園林鴟繁殖調查。台灣猛禽研究 10：46-61。
- 林文隆、曾惠芸、王穎。2008。鳳頭蒼鷹在都會與森林環境下的繁殖比較。海峽兩岸鳥類學術研討會論文集：73-88。
- 胡景程。2008。台灣南部都市環境鳳頭蒼鷹之巢位選擇。國立屏東科技大學野生動物保育研究所碩士論文。

- 高詮瑞。2010。2010 年大安森林公園鳳頭蒼鷹繁殖行為觀察摘要。冠羽 203: 9。
- 孫元勳。2007。南、北大武山地區熊鷹族群監測與獵捕壓力。農委會林務局保育研究系列 95-02 號。
- 孫元勳。2010。赫氏角鷹生態研究(北屏東及高雄地區)。行政院農業委員會林務局屏東林管處研究報告。
- 陳輝勝。2000。棲地破碎化對墾丁國家公園鳳頭蒼鷹(*Accipiter trivirgatus formosae*)的影響及其生物學研究/1999 年度報告。野鳥 7: 9-24。
- 黃光瀛。2004。陽明山地區四種共域猛禽於繁殖期間之食性研究。國立台灣大學生態學與演化所博士論文。
- 劉小如、黃光瀛。2005。霧峰地區生物多樣性研究 — 東方蜂鷹對森林棲地及資源之利用。行政院農業委員會林務局保育研究系列 93-03 號。
- 劉小如、黃光瀛。2006。台灣中部地區生物多樣性研究 — 東方蜂鷹對森林棲地及資源之利用。行政院農業委員會林務局保育研究系列 94-01 號。
- 劉小如。2010。東方蜂鷹移動模式之衛星追蹤研究。行政院農業委員會林務局保育研究系列 98-04 號。
- 劉小如等。2012。台灣鳥類誌第二版。行政院農委會林務局。
- 謝世達、周大慶、陳建樺。2009。嘉義縣沿海地區黑翅鳶(*Elanus caeruleus*)之族群生態調查計畫-II。行政院農業委員會林務局林業發展計畫。
- 蕭慶亮、黃光瀛。1996。臺灣日行性猛禽。臺灣省立鳳凰谷鳥園。