

研究報告

鳳頭蒼鷹 (*Accipiter trivergatus*) 於鑲嵌森林地景中之食性及與共域台灣松雀鷹 (*A. vergatus*) 之區隔

黃光瀛¹ 劉小如² 林曜松³

【摘要】本研究以目視法，食殘法以及食糞法於 1995 年至 2002 年間在北台灣相嵌森林地景環境中收集 11 個鳳頭蒼鷹 (*Accipiter trivergatus*) 巢之 621 個獵物樣本進行分析。結果顯示食物組成中哺乳類及鳥類總共貢獻 61.7% 的數量及 96.8% 的總生物量。雖然鳥類在食物樣本數量上最多 (42.5%)，但他們的總生物量 (45.4%) 仍較哺乳類少 (51.4%)。哺乳類中的地棲鼠類與赤腹松鼠，鳥類中的五色鳥、麻雀、領角鴉及紫嘯鶇，爬蟲類中的黃口攀蜥及印度挺蜥以及昆蟲類的熊蟬為最常記錄的食物物種。相較於共域的台灣松雀鷹 (*Accipiter virgatus*) 而言，鳳頭蒼鷹有較高的獵物多樣性及食性寬度，也獵食較重的獵物。兩種猛禽之獵物在棲地中的空間分佈、可獲取性及活動靈活程度有所差異。

【關鍵詞】獵物組成、食性、鳳頭蒼鷹、*Accipiter trivergatus*

Research paper

Diet of Crested Goshawk (*Accipiter trivergatus*) in A Mosaic Forest and Diet Segregation with Sympatric Besra Sparrowhawk (*A. vergatus*)

Kuang-Ying Huang¹ Lucia Liu Severinghaus² Yao-Sung Lin³

【Abstract】 We recorded 621 prey items by direct observation, food remains and pellets collected from 11 Crested Goshawk (*Accipiter trivergatus*) nests in a Northern Taiwan mosaic forest landscape from 1995-2002. Mammals and birds contributed 61.7% of prey items and 96.8% of prey biomass. Although birds were the most common prey items (42.5%), they contributed less in prey biomass composition (45.4%) than mammals (51.4%). The prey items with high frequencies included rordents and *Callosciurus erythraeus* among mammals, *Megalaima oorti*, *Passer montanus*, *Otus lettia* and *Myiophoneus insularis* among birds, *Japalura polygonata*, and *Sphenomorphus indicus* among reptiles, and *Cryptotympanp holsti* among insects.

1. 陽明山國家公園管理處

Yangmingshan National park, Taipei, Taiwan.

2. 中央研究院生物多樣性研究中心

Research Center for Biodiversity, Academia Sinica, Taipei, Taiwan.

3. 台灣大學生態暨演化生物學研究所

Institute of Ecology and Evolutionary Biology.

Contrary to the sympatric Besra Sparrowhawk (*Accipiter virgatus*), Crested Goshawk had higher prey diversity and appeared to preyed on species heavier in weight. Prey spatial distribution, availability and their mobility also differ between these two congeneric species.

【Key words】Prey composition, Diet analysis, Crested Goshawk, *Accipiter trivirgatus*

一、前言

猛禽 (raptor) 是陸域生態系中具三度空間活動力的高級消費者，以其他動物 (特別是脊椎動物) 為主食 (Newton, 1979)，與陸域其他食性的鳥類如植食者 (herbivore)、食種子者 (granivore)、食果實者 (frugivore)、食蜜者 (nectarivore)、雜食者 (omnivore) 及食蟲者 (insectivore)，構成生態系中鳥類重要分工組成，透過食物網的相互連結，維持系統的衡定 (Wiens, 1989)。近年來的研究顯示猛禽不但是該生態體系的指標物種 (Hunter, 1990)，更是增加該生態系生物多樣性的重要因子 (Sergio *et al.*, 2006)。研究這些營養位階頂級掠食者食性之連結可以瞭解棲地生產力對生態系統構造與穩定的影響 (Arim and Jaksic., 2005)。在世界 306 種屬鷹鷂目 (Falconiformes) 的日行性猛禽中 (del Hoyo *et al.*, 1994)，台灣目前已有紀錄者有 33 種 (林文宏, 2006)。鳳頭蒼鷹 (*Accipiter trivirgatus*) 棲息於中低海拔森林中，築巢於森林上層，是重要且相對普遍的森林性猛禽 (王嘉雄等, 1991)。

雖然國外最早研究猛禽食性之目的在於調查牠們對家畜禽及供作狩獵用動物 (game species) 的危害，而後來發現研究猛禽的食性除可瞭解該種猛禽的棲位外，也可知牠們如何與整個棲地環境中群聚結構的相關連結，更可提供獵物分布，普遍程度，獵物習性等訊息 (Marti, 1987)。量化猛禽食性常包括各類食物頻次比率，食物生物量以及食物的多樣性。然而相較於其他的鳥類而言，猛禽具有許多特性導致野外資料收集研究不易，例如族群密度低且活動範圍廣大，除繁殖季外多單獨活動等。即便如此，國際仍有相當報告，唯多集中在蒼鷹、遊隼 (*Falco peregrinus*) 等明星物種 (Toyne,

1998; Thrailkill, *et al.*, 2000; Rogers *et al.*, 2005; Ellis *et al.*, 2004; Olsen *et al.*, 2004)。台灣地區則少有日行性猛禽的研究，其中關於食性有台灣松雀鷹 (*Accipiter virgatus*) 及東方蜂鷹 (*Pernis ptilorhyncus*) 等 (Huang *et al.*, 2004a, b)。僅 Huang *et al.* (2006) 有描述鳳頭蒼鷹的食性資料，尚未見國內外其他有系統性之研究文獻，資料相當缺乏。

以生物多樣性保育為主軸，確保生物資源之有效維護與管理為現階段林業永續經營政策之重要工作項目 (顏仁德, 2005)，其目標是維繫森林生態系統的生產力，群聚的結構及物種的豐富度。這樣以整體生態系為基礎作考量的林業經營也是一種有利的猛禽保育策略 (Reynolds *et al.*, 2006)。本研究目的的主要在於瞭解棲息於台灣北部低海拔森林中鳳頭蒼鷹的食性，建立於此環境中食物鏈連結，藉以探討本物種在該森林棲地環境中維繫物種的豐富度所扮演的角色，同時可透過森林性猛禽食性組成分析，作為日後低海拔森林養分能量流研究、森林永續經營管理及生物多樣性保育工作之參考依據。

二、材料與方法

(一) 研究地區

我們於 1995 年至 2002 年 4 月至 8 月鳳頭蒼鷹的繁殖期間，於臺灣北部陽明山區至山麓進行本研究。研究地區鄰近台北市近郊，地屬基隆河支流南磺溪流域，坡向以南坡及西坡為主，平均坡度 < 30°。當地屬亞熱帶氣候，海拔界於 50 m 至 750 m，平均年雨量 3500 mm，年均溫 19°C (陳文恭等, 1983)。植被組成為楠榕為主之次生林，植被因坡向受季風影響而不同，地形與氣象因素對植被的影響甚為重大 (黃

增泉, 1983)。優勢樹種包括紅楠 (*Machilus thunbergii*)，榕樹 (*Ficus reusa*)，江某 (*Schefflera octophylla*)，山黃麻 (*Trema orientalis*) 及相思樹 (*Acacia confuse*) 等。研究地區除闊葉林外鑲嵌著人工針葉林、園藝苗圃、草地及開墾地及農宅聚落與別墅 (圖 1)。這多樣的地景提

供了許多動物覓食繁殖的棲地。當地鳥類紀錄有 123 種。繁殖期間在此活動的鳥種則有 46 種、哺乳類 30 種，爬蟲類中有 36 種蛇類及 14 種蜥蜴、兩生類 23 種、以及至少 600 種昆蟲 (陽明山國家公園動物資料庫, 2007)。

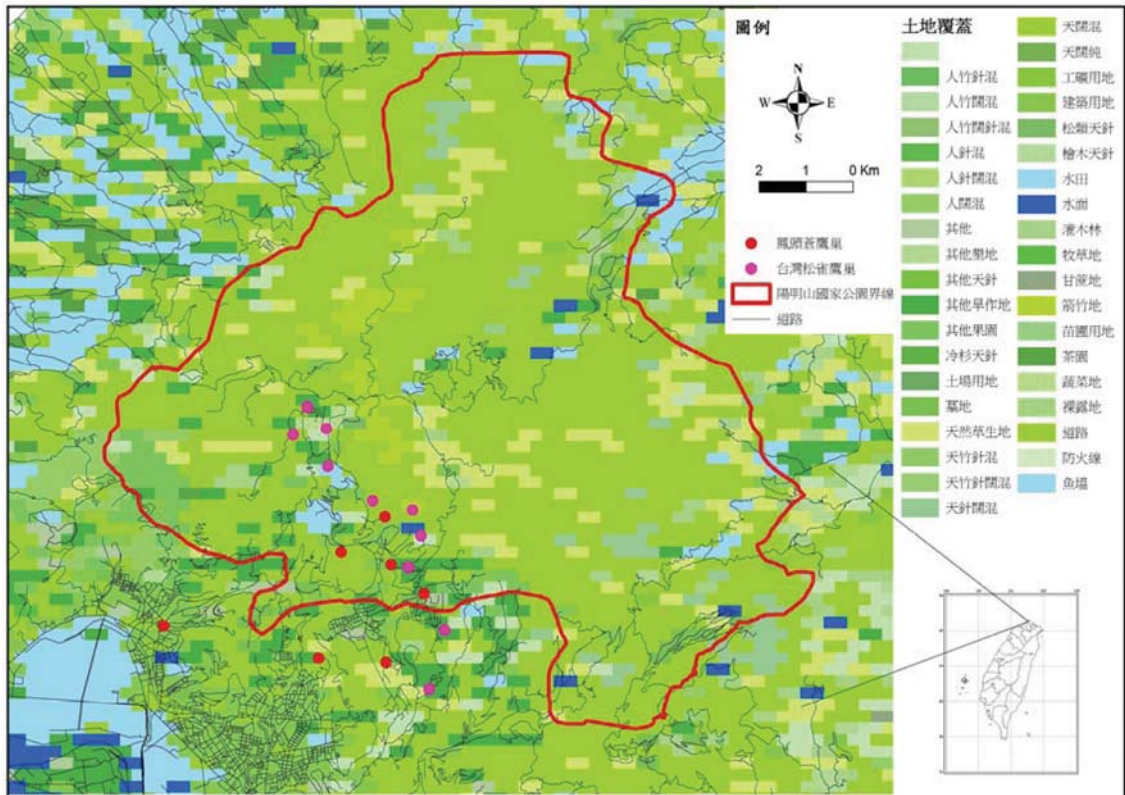


圖 1. 試驗研究地區植被覆蓋圖。鳳頭蒼鷹巢區及台灣松雀鷹巢區以不同顏色圓點標示

Fig. 1. The vegetation types in study area, northern Taiwan. The nest sites of Crested Goshawk and Besra Sparrowhawk are showed with different color dots.

(二) 研究物種

鳳頭蒼鷹在生物地理學上屬舊北區的物種，共 11 個亞種，分布於喜馬拉雅山以東、印度、斯里蘭卡、中國南部、海南島、中南半島、蘇門達臘、婆羅洲與臺灣，但不包括呂宋島與中國東南沿海，台灣為其地理分布的邊緣。臺灣鳳頭蒼鷹亞種 (*A. t. formosae*) 為台灣特有亞種猛禽，亦為該種體型最大的亞種

(Wattel, 1973; del Hoya, 1994)。♀體長 48 cm，體重 563.0 ± 29.8 g，♂體長 42 cm，體重 352.3 ± 13.9 g (Huang *et al.*, 2006)。分布由平地到海拔約 2500 公尺左右的山區，棲息環境包括原始林地及中度干擾零碎地景的環境，而近年來更有向高度開發的都會綠地擴散的傾向，但仍以低海拔的闊葉林環境較為普遍易見。

松雀鷹 (*Accipiter virgatus*) 在世界上分布

地區大多與鳳頭蒼鷹重疊 (del Hoya *et al.*, 1994; Wattel, 1973)，台灣松雀鷹 (*A. v. fuscipectus*) 亦為台灣特有亞種，♀體長 36 cm，體重 224.5 ± 14.3 g，♂體長 32 cm，體重 124.2 ± 6.0 g。對於研究地區共域之台灣松雀鷹之食性，我們參考 Huang *et al.* (2004b) 在同地區同時期、同方法收集的資料，進行兩者討論與分析。

(三) 食物樣本的收集方法

以往研究猛禽食性由最早的胃內容物法，即捕殺解剖或收集意外死亡鷹隻檢視其胃內容殘骸，直到最近系統性研究方法 (Marti, 1987)，才使我們對於猛禽的食性有更進一步的瞭解。本研究使用三種方法在鳳頭蒼鷹巢區食性的研究，包括直接觀察法 (direct observation) (Redpath *et al.*, 2001; Real, 1996)，食殘法 (food remains) (Rutz, 2003; Real, 1996)；以及食糞法 (pellets) (Redpath *et al.*, 2001; Sabo and Laybourne, 1994; Simmons *et al.*, 1991)。

直接觀察法的採樣與辨識

我們於鷹巢 30 公尺內搭設偽裝帳，依巢樹附近地形、地物、坡度等條件使觀察點儘量接近鷹巢水平的角度或俯角，以利觀察。以單筒望遠鏡 (25*77) 以及雙筒望遠鏡 (10*40) 觀察記錄。獵物紀錄包括由親鳥帶回巢內，以及由雄鳥帶回巢區附近傳遞給雌鳥，以及幼鳥離巢後於巢區自行捕捉的少數獵物。

記錄所帶回之獵物種 (species)，如不確定種則記錄到綱 (class) 並記錄體型大小，描述形態。而有若干嚙齒類成幼個體差異頗大，在生態棲位上可能屬不同的功能群，則把牠們分列。有一部分獵物或因親鳥進巢太快，或因鳥隻及枝條角度阻擋觀測者不能成功辨別至種類，此以幼鳥及雛鳥居多，則依體形大小分列區別。

用目視直接觀察法雖是比較直接的食性記錄方式 (Redpath *et al.*, 2001)，但是仍受限於親鳥傳遞太快、餵食幼鳥時阻擋視線、食物太小及經過拔毛等處理帶回巢時只見肉團等因

素，使得並非每一次事件均能記錄到食物及類型；而且如應用在猛禽繁殖期，還可能有親鳥選擇性將較大的獵物帶回育幼的偏差 (Rutz, 2003)，故所觀測到的食物可能不代表該種猛禽繁殖期的所有食物種類，此外，本法也是相當耗費現場人力的方式。

食殘法的採樣和辨識

我們鋪一個 10 公尺×10 公尺的收集網 (0.3×0.3 公分粗的網絲)，將其置於每個巢下方，以收集掉下來來的食殘。食殘包含羽毛、骨頭、下顎、牙齒、軟毛和皮膚、未吃完的部份、和昆蟲外骨骼。每隔一至三天我們由網內及巢區林床地面上收集食殘。每一至七天我們爬到樹上，收集留在巢內的食殘。由於鳳頭蒼鷹在幼鳥離巢前，會持續添加新鮮枝葉材料至巢中。我們反覆翻找檢查巢內細枝和樹葉縫中之食殘，以免遺漏。

我們貯存每個巢收集的食殘，並於密封的封口袋清楚地標示日期和巢的編號。辨識每項食物後，貯存這些封口袋於冰箱中，作為證據標本，標本置放於陽明山國家公園。研究地區之動物種類以陽明山國家公園動物標本室所收集的標本以及文獻紀錄作為比對參考資料基礎，建構了獵物辨別的檢索表，喙形及顏色、跗蹠骨、飛羽和尾羽的顏色和形狀，鳥類羽毛的顏色和其它特徵，昆蟲外殼的特殊特徵，哺乳動物的骨骼、毛皮等。記錄方式為所有食殘採集後均清除，避免下次重覆計數。我們根據 Rutz (2003) 以食殘計算食物的方法，當每次從收集獵物的部份軀體可以拼湊成一個個體時，我們考量他們只屬於單一個體。例如，當我們發現食殘間有同種鳥類的一支左腳和一支右腳時，我們記錄為一隻鳥類，除非腳大小特徵明顯屬於不同個體。

食糞法採樣和辨識

每次我們採集食殘時，同時尋找食糞。食糞也各別地貯存於密封的封口袋中，及標示清

楚的日期和巢區。鷹隻吐出的食糞以水軟化和清洗，用手指和鑷子梳理開來，然後再烘乾 (Sabo and Laybourne, 1994)。食糞通常為羽毛、骨頭、毛、昆蟲的外骨骼和爬蟲類的鱗片等難以消化的部分。藉由檢索表的輔助，在可見的食糞範圍中，辨別各項食物，並以放大鏡輔助辨識。我們記錄每個食糞的內容物和計算食糞數。我們依據 Marti (1987) 的方法，推測食糞中發現的食物項目。

在食糞辨識中，我們以 Redpath 等 (2001) 為依據，即假設在相同食糞中的同一物種食物碎片，將其當成同一個食物個體；當同一種食物碎片在不同食糞樣本中，其屬於不同的個體。我們得到每種食物的平均生物量，由博物館的標本、參考書籍或我們捕獲的少量個體，以獲得他們的平均重量。食物樣本中，我們無法辨識到種時，記錄它的綱別和依它們體型區分為大型、中型、小型之等級。

由於每一種類別食物均有其與他類食物不同的特性，以致使用三種方法去觀測時，所得結果食物種類及頻次有些許差異存在，而所計算之生物量也就會略有不同；而鷹巢之間，也會因其個體習性差異，築巢的立地微環境不同等因素而有不同採樣結果。由於 3 種方法中沒有任何一種方法能夠完整的呈現猛禽的所有食物 (Lewis *et al.*, 2004)，本研究綜合 3 種方法所記錄的食物加總來分析，以使食物遺漏降至最低。所得結果分別計算出食物種類頻次及生物量，並依結果算出食性的多樣性指數與寬度 (Marti, 1987; Huang *et al.*, 2004b)。

(四) 食物的分析

食物組成分析

本研究所探討之鳳頭蒼鷹食性組成，除了瞭解牠們獵物種類、比例及選擇偏好；在食性成份特性的分析方面，參考 Marti (1987) 猛禽食性研究。鳳頭蒼鷹獵物之組成，即各種獵物之頻次與所佔生物量，包括獵物的種類，屬性(綱)，獵物的比例，獵物的多樣性(包括豐度、優勢度及寬廣度)，以探討該種猛禽的棲位

(niches) 及對群聚 (community) 的供獻。另外，就共域同屬相似種臺灣松雀鷹種間的比較，分析牠們在食物資源利用模式上有無差異，如何區隔，以探討猛禽共域性的食性競合情形。其重疊值依

$$O_{ik} = \frac{\sum P_{ij} P_{jk}}{\sqrt{\sum P_{ij}^2 P_{jk}^2}} \quad (\text{Pianka, 1973}) \text{ niche overlap}$$

measure value 計算: O_{jk} 為 j 鷹 (鳳頭蒼鷹) 及 k 鷹 (臺灣松雀鷹) 食性棲位重疊值; P_{ij} 為獵物 i 在所有 j 鷹食物資源中所佔的頻次比率; P_{ik} 為獵物 i 在所有 k 鷹食物資源中所佔的頻次比率，測量值介於 0 (無食物資源重疊) 與 1 (食物資源完全重疊)。臺灣松雀鷹獵物則依據同時同地區研究之 Huang *et al.* (2004b) 食性資料。

食性組成是依據收集到獵物頻次及生物量來計算呈現。依獵物的分類屬性分成哺乳類，鳥類，爬蟲類，兩生類及昆蟲 (無脊椎動物) 等大類，以下再細分種型。每種獵物之重量係現場拾獲巢中掉落新鮮完整未被肢解之獵物測量，或於當地採集同類物種測量體重，或現場依體型大小估計並參考文獻而得。有些食物如齧齒類雖屬同種 (或同屬)，但由於成幼體體型差異過大，則依大小定義種型，估計不同重量值；少部分食物只能分別至大類，無法辨別至種型，則統歸於一種型，並依大小估計重量值。每種獵物的總生物量係紀錄頻次乘以獵物重量。再將各種類型的獵物頻次及生物量分別加總，計算不同大類獵物組成。

獵物多樣性分析及食性寬度

為了解鷹種獵物的種類及分配情形，以及對食物資源的重疊情形，本研究選擇了 3 種常用的指數 (1) 獵物的多樣性指數 (Shannon-Wiener Index); (2) 獵物的歧異與優勢 (dominance) 指數 (Simpson Index); 以及 (3) 食性棲位寬度 (food niche breadth, FNB)。雖然這些指數有使用上的假設及限制，但仍為猛禽食性研究所廣泛使用 (Marti, 1987; Marti *et al.*, 1993)。

Shannon-Wiener Index (Shannon, 1948)

Shannon-Wiener Index 主要是用以強調獵物種的豐富度 (richness)，當 Shannon-Wiener Index 的指標值高表示獵物豐富度及歧異程度高，其運算之公式說明如下：

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

P_i 表第 i 物種之數量佔所有個體數的比例

Simpson's Index (Simpson, 1949)

可估算優勢度。各食物中，各物種的數量比例各不相同，通常有部份種類所佔的比例很大，是為一偏好種，有些種類的比例則較低。Simpson's Index (D) 為非母數分析，多加權於常見種。D 值介於 0 至 1 之間。當 D 值越大表示偏好種多，代表歧異度低，而習慣上常以 1-D 來表示，即 1-D 值越高，歧異度越高。Simpson's Index 也可看作是優勢度指數或集中指數。公式為

$$D = \sum P_i^2$$

P_i 表第 i 物種之數量佔所有個體數的比例

食性寬度 (food niche breadth FNB) (Levins, 1968)

食性寬度的計算依 Levins (1968) 公式：

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

P_i 表第 i 物種之數量佔所有個體數的比例，其值愈大表示食性愈廣。

三、結果

出現頻度

我們於 1995 至 2002 年鳳頭蒼鷹之繁殖季節 4 月至 8 月間進行觀測記錄，其中 5 月、6 月、7 月為繁殖核心月份，約略代表孵卵期、幼雛在巢期、離巢擴散之繁殖 3 階段，包含絕大部分觀測樣本。在研究期間 7 個巢區 11 個繁殖巢 (active nests) 中，採目視法 (462 筆)、食殘法 (111 筆) 以及食繭法 (148 筆)，總共記錄 621 筆獵物，以觀察到的獵物類別 (綱) 頻度而言，共觀察到哺乳綱 119 隻次 (19.2%)、鳥綱 264 隻次 (42.5%)、爬蟲綱 169 隻次 (27.2%)、兩生綱 18 隻次 (2.9%) 以及昆蟲綱 51 隻次

(8.2%) (表 1)。以觀察到的獵物種類而言，哺乳綱共觀察到 8 種類型、鳥綱觀察到 24 種類型、爬蟲綱 6 種類型、兩生綱 1 種類型以及昆蟲綱 2 種類型 (表 1)。

鳳頭蒼鷹不同獵物類別的生物量組成

將每一獵物種類的體重乘以該種頻次，計算其得到之每物種生物量，所得結果顯示，哺乳類佔 51.4%、鳥類佔 45.2%、爬蟲類 1.9%、昆蟲類 0.5%、及兩生類 0.8% (表 1)。其中中大型鼠佔 21.9% 為最多，其次為大型赤腹松鼠佔 15.7%，中型鼠 11.6%，領角鴉 7.9%，紫嘯鵒 6.0%，五色鳥 5.9%、中型鳥 5.8% 及竹雞 4.7%。以上 8 類型食物共佔約八成的生物量。

食物類別於繁殖季之月份變化情形

如以各食物類別於繁殖季之月份變化情形來探討，若將繁殖季分為前期 (5 月及 5 月以前)、中期 (6 月)、後期 (7 月及 7 月以後)，鳳頭蒼鷹所捕食的食物類別頻次組成於月份間有明顯不同 ($\chi^2=67.198$, $df=8$, $p < 0.01$) (圖 2)。昆蟲類於後期所佔頻次比前期、中期明顯增加。鳳頭蒼鷹所捕食的食物生物量來看，月份間生物量組成不同，但改變並不顯著 ($\chi^2=16.48$, $df=8$, $0.01 < p < 0.05$)。哺乳類到後期增加、鳥類則有減少、使得這兩種主要食物所佔比例拉大。昆蟲類於後期所佔頻次及生物量比前期、中期均明顯增加 (圖 2)。

獵物多樣性指數分析

鳳頭蒼鷹之食物 3 種多樣性指數如表 2。繁殖季整體 Shannon-Wiener Index 為 3.02；繁殖季整體 Simpson's Index (1-D) 為 0.93；其總 FNB 為 14.92，顯示鳳頭蒼鷹獵物豐富多樣，但所捕食獵物的種類廣泛，食物種類之間平均度高。雖多以各種小型哺乳類及鳥類為主食，也兼食其他種食物。綜言之，繁殖中期 (6 月) 的食物種類及豐富度均最高。

表 1. 鳳頭蒼鷹之食物種類・樣本次數與頻次及生物量之比率

Table 1. The taxa, percent numbers and biomass of Crested Goshawk prey samples in northern Taiwan

食 物 種 類	次 數	頻次(%)★	生物量(%)
哺乳類 Mammals	119	19.2	51.4
錢鼠 <i>Suncus murinus</i>	3	0.5	0.3
台灣鼯鼠 <i>Mogera insularis</i>	3	0.5	0.3
#赤腹松鼠(大) <i>Callosciurus erythraeus</i> (medium to large)	25	4.0	15.7
#赤腹松鼠(中) <i>Callosciurus erythraeus</i> (medium)	1	0.2	0.4
#赤腹松鼠(小) <i>Callosciurus erythraeus</i> (small)	3	0.5	0.6
#*鼠(中大) <i>Rat</i> (medium to large)	42	6.8	21.9
#*中鼠(中) <i>Rat</i> (medium)	37	6.0	11.6
#*小鼠(小) <i>Rat</i> (small)	5	0.8	0.5
鳥類 Birds	264	42.5	45.4
白頭翁 <i>Pycnonotus sinensis</i>	7	1.1	0.5
小彎嘴 <i>Pomatorhinus rufic</i>	2	0.3	0.2
五色鳥 <i>Megalaima oorti</i>	35	5.6	5.9
竹雞 <i>Bambusicola thoracica</i>	9	1.4	4.7
虎皮鸚鵡 <i>Melopsittacus undulatus</i> l	1	0.2	0.1
紅嘴黑鵯 <i>Hypsipetes madagascariensis</i>	5	0.8	0.4
家燕 <i>Hirundo rustica</i>	2	0.3	0.1
珠頸斑鳩 <i>Streptopelia chinensis</i>	8	1.3	2.8
白腹秧雞 <i>Amaurornis phoenicurus</i>	1	0.2	0.2
麻雀 <i>Passer montanus</i>	28	4.5	1.1
綠繡眼 <i>Zosterops japonica</i>	5	0.8	0.1
領角鴉 <i>Otus bakkamoena</i>	21	3.4	7.9
紅鳩 <i>Streptopelia tranquebarica</i>	6	1.0	1.3
繡眼畫眉 <i>Alcippe morrisonia</i>	2	0.3	0.1
台灣藍鵲 <i>Urocissa caerulea</i>	2	0.3	1.0
金背鳩 <i>Streptopelia orientalis</i>	3	0.5	1.6
鴿子 <i>Columba livia</i>	5	0.8	3.4
紫嘯鵯 <i>Myiophoneus insularis</i>	19	3.1	6.0
粉紅鸚嘴 <i>Paradoxornis webbiana</i> s	1	0.2	0.0
鵪鶉 <i>Coturnix coturnix</i>	4	0.6	0.3
虎鵪 <i>Zoothera dauma</i>	1	0.2	0.3
*鳥(中大) <i>Bird</i> (medium to large)	8	1.3	1.3
*鳥(中) <i>Bird</i> (medium)	79	12.7	5.8
*鳥(小) <i>Bird</i> (small)	10	1.6	0.4
爬蟲類 Reptiles	169	27.2	1.9
*蜥蜴 Unidentified Lizard6	62	10.0	0.7
印度挺蜥 <i>Sphenomorphus indicus</i>	30	4.8	0.3
黃口攀蜥 <i>Japalura polygonata</i>	73	11.8	0.8
麗文石龍子 <i>Eumeces elegans</i>	2	0.3	0.0
守宮 <i>Gekko hokouensis</i>	1	0.2	0.0
*小蛇 Unidentified Snake	1	0.2	0.0
兩生類 Amphibia	18	2.9	0.8
*蛙 Unidentified Frog	18	2.9	0.8
昆蟲類 Insects	51	8.2	0.5
*昆蟲 Unidentified Insect	6	1.0	0.0
熊蟬 <i>Cryptotympana holsti</i>	45	7.2	0.5
總和	621	100.0	100.0

#體型差異大分別記錄； *無法辨認至種； ★總生物量 47850.8g

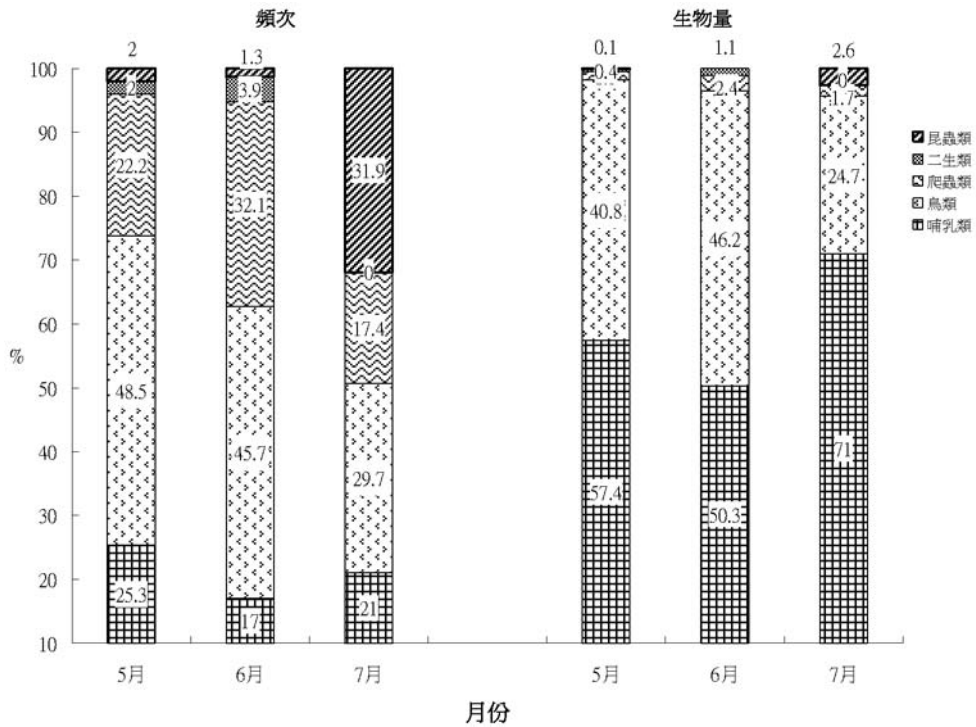


圖 2. 鳳頭蒼鷹不同月份中獵物類別之頻次及所佔生物量的比率

Fig. 2. The Crested Goshawk Prey composition of frequency and biomass among months in northern Taiwan.

表 2. 鳳頭蒼鷹食物樣本數、種類數與食物多樣性指數值及食性寬度

Table 2. Crested Goshawk prey samples, taxa, diversity index and food niche breadth (FNB) among months in northern Taiwan

月 份	樣本數	種類數	Shannon-Wiener Index H'	Simpson's Index (1-D)	FNB
五月及五月以前	99	24	2.72	0.91	11.25
六月	384	35	2.90	0.92	13.19
七月及七月後	138	26	2.54	0.87	7.48
總計	621	41	3.02	0.93	14.92

共域同屬種的重疊度

我們將鳳頭蒼鷹與台灣松雀鷹兩種共域鷹種依Pianka公式計算食性重疊值為0.67，顯示如以獵物種類頻次面向去探討，兩共域鷹種有相當高的獵物種類重疊性。

四、討論

鳳頭蒼鷹獵物的組成及空間分佈

鳳頭蒼鷹的食物中以小型哺乳類 (*Rattus* 屬為主之鼠類) 及赤腹松鼠為主要的獵物組成，佔生物量一半。赤腹松鼠是森林中常見的物種，而 *Rattus* 屬的鼠類多半分佈於農耕地及聚

落附近。由野外觀察得知，鳳頭蒼鷹經常出沒及棲息於森林與開闢農地交界地帶，此一活動範圍與獵物的棲地正好吻合，推論可能是埋伏伺機獵食這些鼠類。歐美並無鳳頭蒼鷹的分布，但蒼鷹 (*A. gentilis*) 在歐洲則與鳳頭蒼鷹非常近緣而略大，又在類似環境扮演同功的角色，其獵物之生物量組成以鳥類約佔 70%，而小型哺乳類佔 30% (Toyne, 1998)。在美洲之蒼鷹則其食物中鳥類與哺乳類比例各半 (Watson, 1998)，顯見同類猛禽於不同地區食性不一樣，棲息地之潛在動物資源分布狀況及可獲取性 (availability) 會反映到這類猛禽的食物組成中。以 *Rattus* 屬為主的鼠類佔鳳頭蒼鷹獵物相當的比例，但並未見於蒼鷹哺乳類獵物名單中，可能是台灣零碎化環境中這些鼠類的普及擴散到郊區林野，以及近年鳳頭蒼鷹為何可以擴散到城市之公園綠地中的可能原因之一。食物中鳥類的組成共有至少 21 種可分辨至種的鳥類。其中以鴿鳩科、五色鳥、領角鴉、竹雞、麻雀與紫嘯鸚所佔頻次較高。鴿鳩科中的家鴿、珠頸班鳩、紅鳩以及麻雀、白頭翁、綠繡眼等為農墾地及聚落附近分布的鳥種，而領角鴉、金

背鳩、五色鳥與竹雞主要棲息在森林中，至於紫嘯鸚則分布在溪流附近，顯示鳳頭蒼鷹可在各種環境類型中捕食。在獵物的分佈上，比重最大的一群來自主要活動於地面上的鼠類、竹雞、鸕鶿與虎鵝等物種 (22.5% 以上)；棲息於森林灌叢層之小彎嘴與繡眼畫眉；中上層之紅嘴黑鵝與五色鳥；以及分佈於森林各層之台灣藍鵲與領角鴉等。其他食物例如黃口攀蜥於樹上及地面活動，印度挺蜥則生活在地面上，蛙在地面，而熊蟬棲息於樹上。可見鳳頭蒼鷹捕食高度由地面到樹冠層，地面活動的物種佔相當比率。虎皮鸚鵡的出現具外來物種散佈的指標意義，鸕鶿野外並不常見，可能是由養殖場所獵取，鳳頭蒼鷹捕捉猛禽領角鴉的紀錄不少 (頻次 3.4%，生物量 7.9%)。相較於歐洲美洲各地的蒼鷹食性，台灣的鳳頭蒼鷹獵物組成多了蜥蜴，蛙及熊蟬，獵物種類數較蒼鷹或多 (Toyne, 1998) 或少 (Watson, 1998)，但是食性寬度均較大部分地區蒼鷹來得寬 (Marti *et al.*, 1993)，顯示位於亞熱帶地區生物物種多樣性較溫帶地區為高，近似種的猛禽的食性選擇也來得多樣。

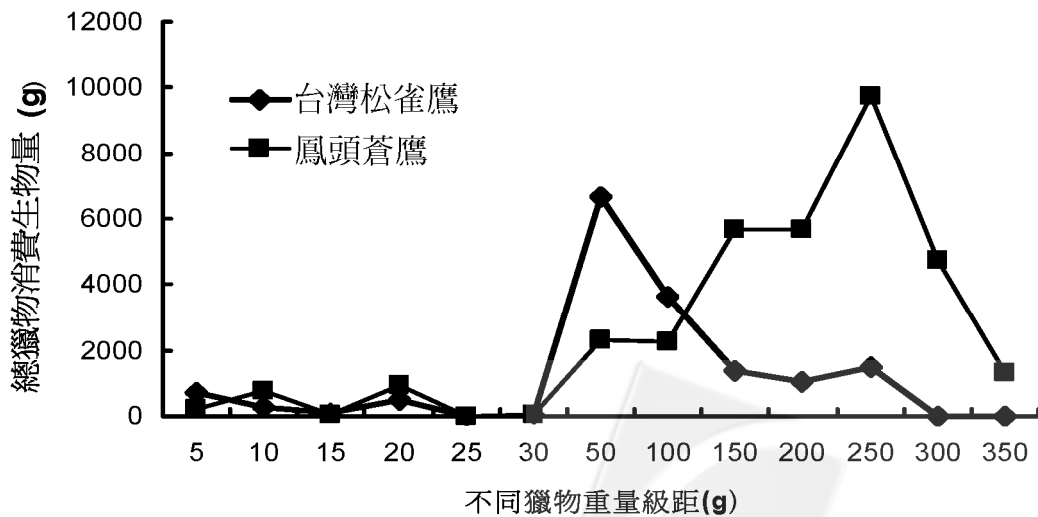


圖 3. 鳳頭蒼鷹與台灣松雀鷹捕食之獵物重量級距與所捕食之該級距獵物總生物量

Fig. 3. The prey grade in body weight and total biomass consumed by Crested Goshawk and Besra Sparrowhawk in northern Taiwan.

獵物的活動靈活程度

倘若將獵物依據活動的靈活程度及位移能力來分類，將其分為弱（緩動者，例如蛙，昆蟲）、中等（於地面上或樹幹表上快速移動者，例如鼠類，黃口攀蜥，赤腹松鼠，蜥蜴類等）、強（具飛行避敵能力者，例如所有鳥類，熊蟬及蝙蝠）的獵物種類。鳳頭蒼鷹主要捕食活動力中等獵物有 288 筆 (46.3%) 及活動力強獵物 309 筆 (49.8%) 的獵物次數，其頻次比率略等，活動力弱的獵物 24 筆 (3.9%) 最少，顯示牠在棲位功能上 (guild) 為捕捉快跑運動或會飛行的獵物。以獵物靈活程度分類之比率與美洲的蒼鷹以及美洲古柏氏鷹 (*Accipiter cooperii*) 較接近 (Roth and Lima, 2006)，而與歐洲的蒼鷹捕捉較多靈活的獵物不同 (Toyne, 1998)。鳳頭蒼鷹亦有別於台灣松雀鷹絕大部分捕食會飛行的獵物 (87.9%)，少部分捕捉活動力中等之獵物 (9.6%) (Huang *et al.*, 2004b)。於鳳頭蒼鷹巢所記錄的獵物個體有部分幼鳥及幼鼠，顯示與該屬其他成員一樣具有投機捕食者之習性。

與同屬台灣松雀鷹及蒼鷹的食性的比較

比較同一地區的台灣松雀鷹食性 (Huang *et al.*, 2004b) 可發現雖然為同屬共域的猛禽，食性也都以鳥類及哺乳類為主食，但進一步分析比較，彼此之間的食性卻有所不同。首先，強調獵物豐度 (richness) 及歧異程度的 Shannon-Wiener Index 值在鳳頭蒼鷹 (3.02) 大於台灣松雀鷹 (2.16)；而總獵物 Simpson's Index (1-D) 於台灣松雀鷹小 (0.80)，鳳頭蒼鷹較大 (0.93) (Huang *et al.*, 2004b)，顯示鳳頭蒼鷹較不偏好或集中於某些種類的食物。此兩種指數在月份間以台灣松雀鷹差異 (Huang *et al.*, 2004b) 較鳳頭蒼鷹大，顯示繁殖期間鳳頭蒼鷹的食物豐富度高而且不集中特定種類，而食性隨月份而變化較台灣松雀鷹小。食性寬度 (FNB) 鳳頭蒼鷹 (14.92) 遠較台灣松雀鷹 (5.01) 寬廣，其值比歐洲大部份地區之同屬近似種蒼鷹為高，也大於絕大部分已知食性寬度的其他猛禽 (Martí,

1993)；顯示鳳頭蒼鷹為食性寬廣的猛禽。

與台灣松雀鷹消費獵物重量級距之區隔

雖然鳳頭蒼鷹及台灣松雀鷹依 Pianka 公式計算食性重疊高達 0.67，顯示有很高的獵物重疊性，在鳳頭蒼鷹 41 種類別食物及松雀鷹 30 種類別食物中，有 20 種類別獵物同時被這兩鷹種所捕食。其中以五色鳥、麻雀、黃口攀蜥及熊蟬最多。但將獵物分成不同重量級距並估算兩鷹種於各重量級距所消費之獵物總生物量 (圖 3) 得知重量上有明顯的區分。兩鷹種均消費輕重量級距的獵物，但台灣松雀鷹以消費 30-50 公克重之獵物生物量為主，更重的獵物消費量逐漸遞減；而鳳頭蒼鷹消費級距由 30-50 公克獵物逐漸遞升，以 200-250 公克級距之獵物消費生物量最多。兩者在獵物重量級距之消費總生物量上有所區隔，明顯降低了重疊性。類似結果在 Garcia *et al.* (2005) 共域澤鶯屬的研究上亦發現雖兩種澤鶯食性有所重疊，但在獵物物種上及重量級距上仍有區隔。

在自然環境下鷹種食性專一程度及依時節變化之彈性與該鷹種生活史特性有關外，也關係到鷹種對其獵物族群的影響力 (Steenhof, 1988)。鳳頭蒼鷹獵物中有相當數量的赤腹松鼠。由於鳳頭蒼鷹食性寬廣，專一程度不高的習性，且能隨時節而變化。經營森林中鳳頭蒼鷹族群，可調節赤腹松鼠的數量，達到林業管理上生物防治的效果，減少赤腹松鼠對林木造成的危害 (郭寶章, 1984)，符合林業永續經營政策。在兩種共域鷹屬 (*Spizaetus*) 猛禽研究中，Nijman (2004) 發現牠們對棲地選擇有所不同，牠們之所以共同存在是人類對森林的干擾而成較開闊的地景所致。而鳳頭蒼鷹巢區比較靠近都會區多樣相嵌的環境，這可能是除了食物因素外，牠比台灣松雀鷹適應零碎地景，以致在這類型環境下較為優勢而普遍的原因。

五、參考文獻

王嘉雄、吳森雄、黃光瀛、楊秀英、蔡仲晃、

- 蔡牧起、蕭慶亮(1991) 台灣野鳥圖鑑。台灣野鳥資訊社。274 頁。
- 林文宏(2006) 猛禽觀察圖鑑。遠流出版社。216 頁。
- 陳文恭、蔡清彥(1983) 陽明山國家公園之氣候。陽明山國家公園管理處。60 頁。
- 黃增泉(1983) 陽明山國家公園植物生態景觀資源。陽明山國家公園管理處。59 頁。
- 郭寶章、姜家華(1984) 溪頭營林區松鼠為害造林木實況之分析—兼論臺大實驗林之松鼠為害概況。林業叢刊。台灣大學農學院實驗林管理處。16 頁。
- 顏仁德(2005) 林業新思維：經理森林滿甲子，永續資源興萬世—60 週年局慶談林務局的過去、現在與展望。臺灣林業 31:1-8。
- 陽明山國家公園網站動物資源資料庫 <http://animal.ymsnp.gov.tw/default.asp>
- Arim M. and F. M. Jaksic (2005) Productivity and food web structure: association between productivity and link richness among top predators. *Journal of Animal Ecology* 74:31-40.
- del Hoyo, J., A. Elliott and J. Sargatal (1994) Handbook of the Birds of the World. Vol. 2. New World Vultures to Guinea fowl. Lynx Editions, Barcelona. 638 p.
- Ellis, D. H., C. H. Ellis, B. A. Sabo, A. M. Rea, J. Dawson, J. K. Fackler, C. T. Larue, T. G. Grubb, J. Schmitt, D. G. Smith and M. Kery (2004) Summer diet of the peregrine falcon in faunistically rich and poor zones of Arizona analyzed with capture-recapture modeling. *Condor* 106:873-886.
- Garcia, J. T. and B. E. Arroyo (2005) Food-niche differentiation in sympatric Hen Harriers *Circus cyaneus* and Montagu's Harriers *Circus pygargus*. *Ibis* 147:144-154.
- Hunter, M. L. 1990 Wildlife, forests, and forestry: principles of managing forests for biological diversity. Prentice-Hall, Inc. NJ. 370pp.
- Huang, K. Y., Y. S. Lin and L. L. Severinghaus (2004a) Nest provisioning of the Oriental Honey-Buzzard (*Pernis ptilorhynchus*) in Northern Taiwan. *Journal of Raptor Research* 38: 367-371.
- Huang, K. Y., Y. S. Lin and L. L. Severinghaus (2004b) The diet of Besra Sparrowhawk (*Accipiter virgatus*) in Yangmingshan Area, Northern Taiwan. *Taiwania* 49:149-158.
- Huang, K. Y., Y. S. Lin and L. L. Severinghaus (2006) Comparison of three common methods for studying the diet of nestlings in two Accipiter species. *Zoological Studies* 45: 234-243
- Levins, R. (1968) Evolution in changing environments. Princeton Univ. Press, Princeton, NJ. 120 p.
- Lewis, S. B., M. R. Falter and K. Titus (2004) A comparison of 3 methods for assessing raptor diet during the breeding season. *Wildlife Society Bulletin* 32:373-385.
- Marti, C. D. (1987) Raptor food habits studies. In: Giron Pendleton, B. A., B. A. Millsap, K. W. Chine and D. M. Bird (eds.). Raptor Management Techniques Manual. pp. 67-80. National Wildlife Federation., Washington, D.C.
- Marti, C. D., E. Korpimäki and F. M. Jaksic (1993) Trophic structure of raptor communities: a three-continent comparison and synthesis. In: Power, D. M. (ed.). *Current Ornithology*. pp. 47-137. Plenum Press, New York.
- Newton, I. (1979) Population ecology of raptors. Poyser, London. 399 pp.
- Nijman, V. (2004) Habitat segregation in two congeneric hawk-eagles (*Spizaetus bartelsi* and *S. cirrhatus*) in Java, Indonesia. *Journal of Tropical Ecology* 20:105-111.
- Olsen J, S. Debus, A. B. Rose and G. Hayes

- (2004) Breeding success, cliff characteristics and diet of peregrine falcons at high altitude in the Australian Capital Territory. *Corella* 28:33-37.
- Pianka, P. S. (1973) The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4:53-74.
- Real, J. (1996) Biases in diet study methods in the Bonelli's Eagle. *Journal of Wildlife Management* 60:632-638.
- Redpath, S. M., R. Clarke, M. Madders and S. J. Thirgood (2001) Assessing raptor diet: comparing pellets, prey remains, and observational data at Hen Harrier nests. *Condor* 103:184-188.
- Reynolds, R. T., R. T. Graham and D. A. Jr. Boyce (2006) An ecosystem-based conservation strategy for the Northern Goshawk. *Studies in Avian Biology* 31:299-311
- Rogers, A. S., S. DeStefano and M. F. Ingraldi (2005) Quantifying Northern Goshawk diets using remote cameras and observations from blinds. *Journal of Raptor Research* 39:303-309.
- Roth T. C. and S. L. Lima (2006) Predatory behavior and diet of wintering male Cooper's Hawks in a rural habitat. *Journal of Raptor Research* 40: 287-290
- 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* 259:209-217.
- Sabo, A. B. and R. C. Laybourne (1994) Preparation of avian material recovered from pellets and as prey remains. *Journal of Raptor Research* 28:192-193.
- Sergio, F., I. Newton, L. Marchesi and P. Pedrini (2006) Ecologically justified charisma: preservation of top predators delivers biodiversity conservation. *Journal of Applied Ecology* 43:1049-1055.
- Shannon, C. E. (1948) The mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* 27:379-423, 623-656. July and October, 1948. Reprinted in: Shannon, C. E. and W. Weaver. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois press, Urbana and Chicago. 1963:pp.29-125.
- Simmons, R. E., D. M. Avery and G. Avery (1991) Biases in diets determined from pellets and remains: correction factors for a mammal and bird-eating raptor. *Journal of Raptor Research* 25:63-67.
- Simpson, E. H. (1949) Measurement of diversity. *Nature* 163:688.
- Steenhof, K. and M. N. Kochert (1988) Dietary responses of three raptor species to changing prey densities in a natural environment. *Journal of Animal Ecology* 57:37-48.
- Thraillkill, J. A., L. S. Andrews and R. M. Claremont (2000) Diet of breeding Northern Goshawks in the Coast Range of Oregon. *Journal of Raptor Research* 34:339-340.
- Toyne, E. P. (1998) Breeding season diet of the Goshawk *Accipiter gentilis* in Wales. *Ibis* 140:569-579.
- Wattel, J. (1973) *Geographical Differentiation in the genus Accipiter*. Nuttall ornithological club. Cambridge, MA. 231p.
- Watson, J. W., D. W. Hays, S. P. Finn and P. Meehan-Martin (1998) Prey of breeding northern goshawks in Washington. *Journal of Raptor Research* 32: 297-305
- Wiens, J. A. (1989) *The ecology of bird communities Vol. 1. Foundations and Patterns*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 539 p.