

# 環境昆蟲量對五色鳥(*Megalaima nuchalis*)幼鳥生長與存活之影響

## Effects of arthropod abundance on nestling growth and survival of Taiwan Barbets (*Megalaima nuchalis*)

葛兆年<sup>1</sup> 許詩涵<sup>1</sup> 鄭惟仁<sup>1</sup> 陳銘瑄<sup>1</sup> 黃尹宣<sup>1</sup> 葉耕帆<sup>1</sup> 張靖<sup>1</sup> 羅英元<sup>2\*</sup>

Chao-Nien Koh<sup>1</sup>, Shih-Han Hsu<sup>1</sup>, Wei-Jen Cheng<sup>1</sup>, Ming-Huang Chen<sup>1</sup>,  
Yin-Hsiang Huang<sup>1</sup>, Keng-Fan Yeh<sup>1</sup>, Ching Chang<sup>1</sup> and Ying-Yuan Lo<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 林業試驗所森林保護組 10066 台北市中正區南海路 53 號

<sup>2</sup> 特有生物研究保育中心動物組 55244 南投縣集集鎮民生東路 1 號

<sup>1</sup> Department of Forest Protection, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei

<sup>2</sup> Division of Zoology, Endemic Species Research Institute, Nantou

\*通訊作者: danny@tesri.gov.tw

\*Corresponding author: danny@tesri.gov.tw

## 摘 要

環境食物資源量影響幼鳥的生長與存活，都市地區可能因節肢動物量較自然環境低，造成都市裡的野生幼鳥存活率較低。本研究調查都市公園綠地及自然環境兩地的五色鳥幼鳥離巢率及失敗原因、環境昆蟲量、親鳥餵食昆蟲頻率、幼鳥生長速度等，發現都市公園綠地可利用的昆蟲量較少、親鳥餵食幼鳥昆蟲頻率較低、幼鳥生長較緩慢、夭折占離巢失敗比例較高，以及幼鳥體型差異較大的繁殖窩有較低餵食昆蟲頻率及較易發生夭折。本研究推測昆蟲為五色鳥幼鳥生長的關鍵食物，都市公園綠地的昆蟲量不足可能造成五色鳥幼鳥生長遲緩及夭折率提高，建議利用棲地經營管理增加都市地區公園綠地的昆蟲資源，並杜絕對昆蟲及其棲地的破壞。

## Abstract

Food abundance in the environment influences nestling growth and survival in birds. In urbanized areas, nestling survival is likely to decrease due to low arthropod abundance. We investigated the fledgling success rate of the Taiwan Barbet (*Megalaima nuchalis*) and the causes of fledgling failure in an urban green space and a natural habitat. In the two sites, arthropod abundance, arthropod provision rates by parents, nestling growth states were recorded. The results show the less arthropod abundance, the lower arthropod provision rate, slower nestling growth and more premature death of nestlings in the urban green space. Furthermore, the clutch with nestlings of distinct body size differences had lower arthropod food provision rate and more premature deaths. The results indicate that arthropods are a vital food resource for nestling growth of Taiwan Barbet. Insufficient arthropod abundance in the habitat will likely cause slow growth and premature death of nestlings. To enhance arthropod abundance in urban green space, appropriate habitat management is needed, and any damage to the arthropod community and its habitat should be prevented.

**關鍵字：**五色鳥、餵食頻率、離巢、都市綠地

**Keywords：**Taiwan Barbet, food provision rate, fledge, urban green space

收件日期：2013 年 04 月 25 日

接受日期：2013 年 08 月 05 日

Received: April 25, 2013

Accepted: August 5, 2013

## 前 言

都市化(urbanization)快速改變環境的地貌是眾所周知的事實(McDonnell and Pickett 1990),並且都市住宅密集對野生動物已產生負面影響(Peterson *et al.* 2007)。都市化除了影響鳥類群聚、數量及多樣性之外(Marzluff 2001),就個體層次而言,也影響其體型、身體狀況以及繁殖表現。雖然都市化對鳥類個體有正面或負面影響的研究結果並不一致,例如捕食壓力一般認為會下降,但在部分都市地區卻

發現仍會面臨不同於野外的掠食者,如家貓(*Felis catus*)等(Lepczyk *et al.* 2003; Thorington and Bowman 2003; Beckerman *et al.* 2007);天然食物資源可能較缺乏,但人為提供的食物卻也補償都市鳥類所需(Marzluff *et al.* 2001),然而已有一些報告明確指出都市化對鳥類繁殖表現產生的影響,例如使產卵日提早(Crick *et al.* 2002)、繁殖成功率下降(Schnack 1991)、窩卵數較少或幼鳥體重較輕(Newhouse *et al.* 2008; Chamberlain *et al.* 2009)等。影響都市鳥類繁殖的可能因素包括噪音、空氣或毒物污

染、食物資源、缺乏植被、人為干擾等(Peach *et al.* 2008)，其中，食物資源被認為是影響都市地區鳥類繁殖表現不同於自然環境下的重要因素(Chace and Walsh 2004; Chamberlain *et al.* 2009)。例如，棲息於英國都市區域之家麻雀(*Passer domesticus*)因缺乏無脊椎動物做為食物來源，而造成幼鳥存活率低、體重較輕(Peach *et al.* 2008)；北美的叢鴉(*Aphelocoma coerulescens*)也被認為因節肢動物食物量的差異，造成郊區族群的幼鳥死亡率較高(Shawkey *et al.* 2004)。McIntyre (2000)回顧以往相關研究指出節肢動物量在都市地區比較少，可能原因包括棲地的切割及減少(Pyle *et al.* 1981)、污染、殺蟲劑的使用(Shawkey *et al.* 2004)等，而節肢動物是許多鳥類幼鳥的關鍵食物來源，因此都市地區鳥類繁殖失敗率的增加可能與節肢動物量的不足有關。

五色鳥屬於鷺鬚科(Capitonidae)擬鷺屬(*Megalaima*)，為台灣特有種(Feinstein *et al.* 2008)，廣泛分布於全台中低海拔，常見於闊葉林、次生林或都市綠地之樹冠層活動(Koh and Lu 2009; Lin *et al.* 2010)，身體翠綠，保護色良好。五色鳥是一級巢洞者(Primary cavity nester)，會在枯立木或生立木上的枯枝部位打洞做巢。由於繁殖期間在巢洞中產卵、育雛，並不容易直接觀察，過往對五色鳥的繁殖生物學資料較為缺乏。何(1990)在陽明山地區調查五色鳥繁殖行為，結果顯示五色鳥自3月底開始築巢、8月下旬結束繁殖活動，但關於繁殖成功率等繁殖表現並未有進一步探討。Lin *et al.* (2010)則在台北植物園進行五色鳥繁殖生物學研究，記錄了窩卵數、幼鳥數、孵化率以及幼鳥離巢率等資料，其結果發現幼鳥離巢率(45.4±13.7%)和同為擬啄木屬之 *M. viridus* 及 *M. rubricapilla* 相較明顯偏低(分別為 75.7%及

75.0%) (Yahya 1988)，而離巢失敗的幼鳥，有 27.2%的比例是在巢中夭折死亡，之後親鳥會將死亡的個體唧出巢外。但我們在陽明山地區的初步觀察中卻發現，該地區五色鳥離巢失敗之幼鳥並無如此高比例夭折死亡的現象(葛等 2012)，造成此差異之原因為何有待研究。

台北植物園位於都市地區，其五色鳥族群可能面臨不同於自然環境的生存壓力，例如幼鳥被餵食的昆蟲較少，幼鳥被天敵捕食的比例較自然環境低等(葛等 2012)，故本研究比較台北植物園五色鳥族群與自然環境族群的幼鳥成長狀況的差異，並探討其離巢失敗之幼鳥有較高比例為夭折死亡的現象，是否因昆蟲資源差異所造成，以期提供都市綠地經營管理之建議。

## 材料與方法

### 一、設置樣區

選定台北植物園(121.51018E, 25.031834N)及陽明山地區(中國童子軍陽明山活動中心內)(121.54808E, 25.15825N)為調查樣區，分別代表都市綠地以及自然環境之棲地類型。台北植物園面積約 8 ha，海拔約 15 m，富涵多樣植物資源，收集植物種類超過 2,000 種；陽明山樣區占地約 6 ha，海拔約 520 至 570m，區內主要樹種為相思樹(*Acacia confusa* Merr.)及紅楠(*Machilus thunbergii* Sieb. et Zucc.)、青剛櫟(*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb. ex Murray) Oerst.)等該區域之原生優勢物種，另外尚有柳杉(*Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don.)及楓香(*Liquidambar formosana* Hance)等人工栽植樹種(葛等 2012)。

### 二、昆蟲資源調查

在 2012 年 3 月至 9 月五色鳥繁殖期間，於兩樣區內分別設置 3 個馬氏網(Malaise trap)，架設位置為樹冠層。每個月收集 1 次樣本，於實驗室內進行種類鑑定(至少分類至目)，並記錄螳螂目(Mantodea)、直翅目(Orthoptera)、鞘翅目(Coleoptera)、半翅目(Hemiptera)、竹節蟲目(Phasmida)等五色鳥育雛期會餵食的種類之數量，作為環境可利用之昆蟲資源量。

### 三、尋找巢洞及觀察五色鳥幼鳥在巢表現

在 2010-2012 年間於台北植物園觀察記錄樣區內五色鳥繁殖表現，陽明山樣區則於 2011 年起開始觀察。試驗期間以步行方式分別在兩樣區尋找五色鳥個體及其繁殖巢洞。尋獲巢洞後記錄其位置，並考量不破壞五色鳥巢洞，不直接測量幼鳥的體重及跗蹠長等資料，故藉由非入侵式的方法，以連接於長桿上之針孔型攝影機觀察各項成長特徵發育的狀況。五色鳥幼鳥一般第 8-10 天可看到雙翅羽鞘、第 11-14 天眼睛開始睜開、第 12-17 天後頸綠羽冒出、第 17-20 天眼睛完全打開、第 21-25 天可看到臉部及頸部藍紅兩色羽毛、第 27-30 天可看到紅色眼先。其中，後頸綠羽是可最清楚辨認的發育特徵，故選用後頸綠羽來判斷幼鳥發育的速度。另於巢洞附近安裝監視器材作為觀察之輔助，以追蹤幼鳥離巢失敗之原因。

### 四、育雛期餵食觀察

幼鳥孵出後，在不干擾五色鳥的距離下以望遠鏡觀察親鳥餵食，記錄餵食頻率(次/小時)、食物種類等，食物種類分為果實、昆蟲、無法辨識等 3 類。每次觀察時間 2 小時，約於上午 8:15-10:15 進行。每巢觀察 4-12 小時，相同鳥對在同一繁殖季內育雛 2 巢以上，則合

併計算之。

## 五、資料分析

所有取得之資料除了敘述統計外，以 student's *t* test 比較兩樣區餵食頻率、幼鳥生長狀況之差異等，而窩內幼鳥體型異同與夭折與否的獨立性，以及其昆蟲餵食頻率的差異，分別以費氏精確檢定(Fisher exact test)和 Mann-Whitney U test 檢定之，另以簡單線性回歸分析檢視餵食頻率及幼鳥生長狀況之相關性。

## 結 果

### 一、環境昆蟲量

2012 年馬氏網調查發現五色鳥可利用的昆蟲資源量在陽明山樣區會隨季節有所波動，3 月份數量最低，之後起逐月增加，至 6 月份到達高峰，而台北植物園樣區則較無顯著的起伏(圖 1)；整體而言，環境中五色鳥可利用的昆蟲種類，其數量在陽明山地區大於台北植物園。

### 二、育雛期餵食組成及餵食頻率

於 2011-2012 年間，分別在台北植物園及陽明山觀察五色鳥族群育雛期之餵食狀況。合計在台北植物園觀察 12 對五色鳥，共計 17 巢、總觀察時數 182 小時，以及陽明山 21 對五色鳥，共計 22 巢、總觀察時數 182 小時。總計觀察到 1274 筆餵食紀錄，其中 1164 筆(占 91.4%)能夠順利辨識餵食的食物類別。

在台北植物園地區，育雛期餵食組成中，果實的比例(佔 50.5%)略高於昆蟲，餵食昆蟲的種類以半翅目、鞘翅目為主；在陽明山地區，育雛期餵食組成則以昆蟲的比例較高(占

67.4%)，餵食昆蟲的種類以螳螂目、直翅目為主，且種類更為多樣，包含螳螂目、竹節蟲目、蜚蠊目等在台北植物園未曾記錄的餵食種類。就餵食頻率(次/小時)而言，台北植物園族群育雛期平均餵食頻率為每小時  $3.6 \pm 1.3$  次、平均果實餵食頻率為每小時  $1.9 \pm 0.7$  次、平均昆蟲餵食頻率為每小時  $1.3 \pm 0.7$  次(以上  $n = 12$ )；陽明山族群育雛期平均餵食頻率為每小

時  $3.5 \pm 1.0$  次、平均果實餵食頻率為每小時  $1.1 \pm 0.8$  次、平均昆蟲餵食頻率為每小時  $2.3 \pm 0.8$  次(以上  $n = 21$ ) (表 1)。結果顯示兩地區五色鳥族群的平均餵食頻率沒有顯著差異( $t$  test,  $p = 0.79$ )，但平均果實餵食頻率在植物園樣區高於陽明山樣區( $t$  test,  $p < 0.01$ )，而平均昆蟲餵食頻率則是陽明山樣區高於植物園樣區( $t$  test,  $p < 0.01$ )。

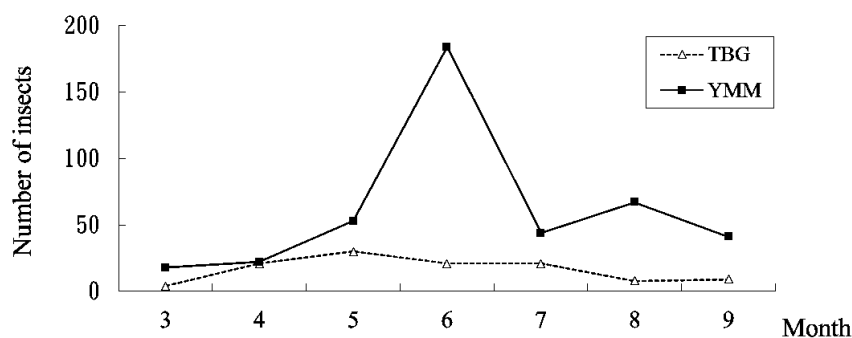


圖 1. 五色鳥繁殖期各月份在台北植物園及陽明山地區各以 3 個馬氏網調查之昆蟲資源量(TBG：台北植物園；YMM：陽明山)。

**Fig. 1.** Monthly abundance of insects collected from Taipei Botanical Garden (TBG) and Yang-Ming Mountain (YMM), each of which was placed with three Malaise traps during the Taiwan Barbet's breeding season.

表 1. 台北植物園及陽明山地區五色鳥育雛期餵食頻率(次/小時)之比較

**Table 1.** Comparisons of food provision rates (times/hr) of Taiwan Barbets between Taipei Botanical Garden and Yang-Ming Mountain

	Taipei Botanical Garden (n=12/182 hr)	Yang-Ming Mountain (n=21/182 hr)	$t^*$	$p$
Fruits	$1.9 \pm 0.7$	$1.1 \pm 0.8$	2.88	<0.01
Insects	$1.3 \pm 0.7$	$2.3 \pm 0.8$	3.76	<0.01
Unidentified	$0.5 \pm 0.4$	$0.1 \pm 0.1$	4.86	<0.01
Total	$3.6 \pm 1.3$	$3.5 \pm 1.0$	0.26	0.79

\*student's  $t$  test

### 三、餵食頻率與幼鳥發育時間之相關性

於 2011-2012 年間觀察兩樣區幼鳥後頸綠羽出現的日齡。結果顯示台北植物園幼鳥長出後頸綠羽平均日齡是  $16.6 \pm 2.1$  天 ( $n=14$ )，在陽明山是  $14.2 \pm 1.3$  天 ( $n=21$ )，代表台北植物園幼鳥後頸綠羽發育所需天數顯著較長 ( $t$  test,  $p < 0.01$ )、生長較為緩慢。

我們分析幼鳥被餵食頻率與長出後頸綠羽日齡的相關性，結果顯示後頸綠羽發育日齡和果實餵食頻率及總餵食頻率皆無相關，但和昆蟲餵食頻率有顯著相關 ( $n=30$ ,  $r^2=0.23$ ,  $p < 0.01$ )，當餵食昆蟲頻率越高，則長出後頸綠羽的所需天數越少(圖 2)。

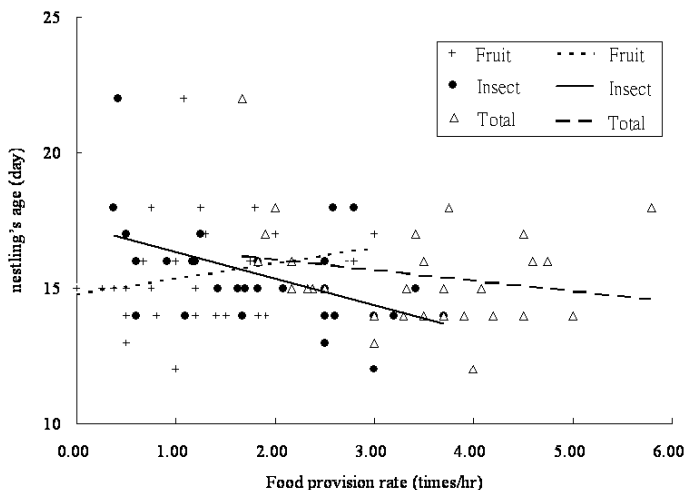


圖 2. 五色鳥幼鳥被餵食頻率與長出後頸綠羽日齡之相關性。

**Fig. 2.** Relationship between parent food provision rate of Taiwan Barbet and the nestling's age as the first green feather emerged on its back neck. ( $n = 30$ , fruit provision rate and nestling's age:  $r^2 = 0.05$ ,  $p=0.22$ ; insect provision rate and nestling's age:  $r^2 = 0.23$ ,  $p < 0.01$ ; total food provision rate and nestling's age:  $r^2 = 0.05$ ,  $p=0.25$ )

### 四、幼鳥離巢失敗原因及比例

2011-2012 年台北植物園及陽明山兩地的幼鳥離巢失敗率分別為 42.3% (30/71) 及 53.5% (69/129)。台北植物園幼鳥離巢失敗原因大多為夭折 (60.0%,  $n=18$ )，有一半以上發生在日齡 5 至 12 天之間，其次為氣候因素 (13.3%，

$n=4$ )；陽明山地區幼鳥則絕大多數都是被捕食 (91.3%,  $n=63$ )，有一半以上發生在日齡 12 至 23 天之間，夭折率僅有 2.9% ( $n=2$ ) (圖 3)，以卡方檢定結果顯示兩樣區五色鳥幼鳥離巢失敗原因有顯著不同 (Chi-square test,  $\chi^2=76.919$ ,  $p < 0.01$ )。

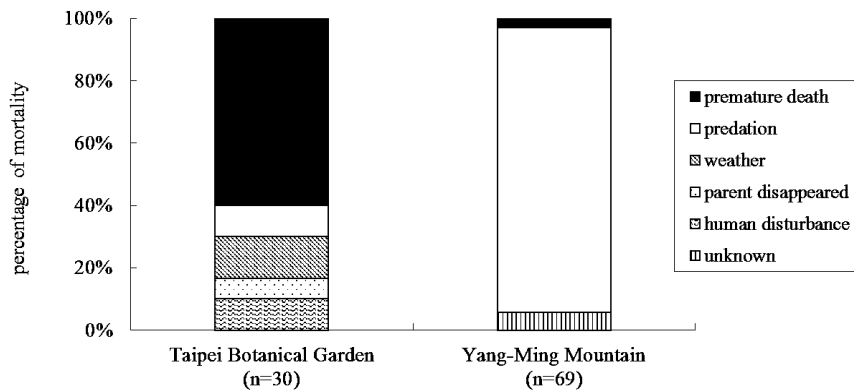


圖 3. 台北植物園及陽明山地區五色鳥幼鳥離巢失敗之原因。

Fig. 3. Causes of nestling mortality of Taiwan Barbets in Taipei Botanical Garden and Yang-Ming Mountain.

### 五、幼鳥體型異同與夭折及昆蟲餵食頻率

2010-2012 年於兩樣區以針孔型攝影機觀察幼鳥體型，在可確實分辨巢內幼鳥體型相對大小、並排除因氣候、天敵及人為干擾等因素而繁殖失敗窩次的條件下，共記錄 9 窩幼鳥體型有明顯大小不同，其中 2 窩幼鳥可全部成功離巢、7 窩僅部分離巢；27 窩幼鳥體型大小相當，其中有 23 窩可全部成功離巢、4 窩部分離巢。經費氏精確檢定顯示，幼鳥是否能全部離巢和窩內幼鳥是否同體型大小有關 ( $p < 0.01$ )，亦即幼鳥體型不同的窩次較不易全部成功離巢，較易發生夭折，且夭折之幼鳥為體型較小者。再比較幼鳥不同體型及同體型窩次的平均昆蟲餵食頻率，前者(每小時  $0.5 \pm 0.5$  次,  $n = 4$ )顯著低於後者(每小時  $1.9 \pm 0.9$  次,  $n = 26$ ) (Mann-Whitney U test,  $Z = -2.747$ ,  $p < 0.01$ )。

### 討 論

食物資源的豐富度或品質被認為是影響鳥類繁殖表現的重要因子，假如環境食物資源充足，不僅成鳥可產下較多卵，幼鳥可能成長較快、離巢較早、體重較重、跗蹠較長，甚至影響成長後的繁殖狀態好壞(Nour *et al.* 1998; Searcy *et al.* 2004; Liker *et al.* 2008; Newhouse *et al.* 2008)。由於昆蟲含有較豐富蛋白質(Johnson 1993)，對幼鳥生長有所助益，不僅提高生長速度，亦提高其免疫力(Birkhead *et al.* 1999; Reynolds *et al.* 2003)，因此昆蟲對幼鳥是非常重要的食物來源，在缺乏昆蟲資源或餵食昆蟲較少的狀況下，幼鳥會有死亡率高、體重較輕等現象(Tremblay *et al.* 2005)。鳥類的繁殖起始時間是否處於昆蟲發生期也經常是影響繁殖成功的重要因素(Rossmann *et al.* 2007)，任何影響食物資源多寡的環境因子，例如降雨量、氣候等，都可能影響鳥類的繁殖表現(Lin *et al.* 2007)。

就五色鳥而言，台北植物園的可利用昆蟲

量比陽明山少。都市綠地常因人為的經營管理、美化及安全性的考量下，植被可能不如自然環境豐富，甚至因除草、施灑農藥等因素，造成昆蟲或其他無脊椎動物等食物來源較為缺乏(Liker *et al.* 2008; Peach *et al.* 2008)。例如我們曾掃網調查台北植物園地面昆蟲，發現有除草作業的月份，直翅目昆蟲量大幅減少(葛，未發表資料)，明顯可見人為經營管理影響環境中的昆蟲量。再者，都市綠地因生態島嶼之故，昆蟲資源受限在植被豐富的小範圍內，綠地以外的昆蟲資源相對稀少，故都市五色鳥能覓食昆蟲的範圍會比自然環境來的小。而兩地可利用昆蟲資源量的差異可能反映在親鳥餵食昆蟲頻率的不同。

本研究證實五色鳥在育雛期需要相當比例的昆蟲做為食物來源。在陽明山以昆蟲餵食頻率較高、果實餵食頻率較少，在台北植物園則相反，但兩樣區五色鳥育雛期的總餵食頻率並無差異，表示兩樣區幼鳥雖然獲得的食物總量相當，食物組成及得到的營養成分並不一致，陽明山地區的五色鳥幼鳥所獲得蛋白質的量應較台北植物園豐富，這差異可能造成兩地區幼鳥有不同的生長速度。台北植物園族群幼鳥出現後頸綠羽所需的天數較陽明山長，表示台北植物園族群幼鳥可能生長速度較緩慢，而後頸綠羽出現的天數，和昆蟲餵食頻率有顯著相關，符合餵食昆蟲可提高幼鳥生長速度的假說(Tremblay *et al.* 2005)，說明了昆蟲是五色鳥幼鳥生長發育的關鍵性食物，應是提供了五色鳥生長發育所需的蛋白質。2012 年調查發現陽明山地區五色鳥可利用的昆蟲量在 6 月份數量達到高峰，同時記錄到該地區 17 窩五色鳥幼鳥孵化時間，其中 14 窩在 5-7 月間孵化，代表主要育雛期間大多處於昆蟲資源量較高峰的狀態，兩者在時間上的一致性亦支持昆蟲對五

色鳥幼鳥生長的重要性。

在都市地區雖然有許多人為提供的食物來源，甚至能提供鳥類度冬所需、幫助鳥類在繁殖季提早產卵，但天然食物的缺乏，仍舊使得鳥類繁殖表現下降，包括幼鳥體重較輕、死亡率較高等(Mennechez and Clergeau 2006; Chamberlain *et al.* 2009)。雖然親鳥會適時調整餵食頻率、覓食範圍或是改變食物組成來因應環境食物資源不足的狀況，但仍不足維持繁殖表現(Tremblay *et al.* 2005; Mennechez and Clergeau 2006)。這些狀況皆和本研究結果相似，台北植物園五色鳥可能以較多的果實來維持相當的餵食次數，但離巢失敗的幼鳥仍有很高的比例夭折死亡。不僅如此，本研究中陽明山地區的平均窩卵數( $3.6 \pm 0.8$ ,  $n=44$ )顯著高於台北植物園( $3.1 \pm 0.6$ ,  $n=23$ ) ( $t$  test,  $p < 0.01$ )，亦符合在食物資源不足的環境，鳥類會降低其窩卵數的假說(Lack 1947; Monaghan and Nager 1997)。再者，我們發現幼鳥有明顯體型大小不同的窩次，與體型相同的窩次相比，前者幼鳥較不易全部成功離巢，且通常是體型較小者在窩內夭折死亡，並且其昆蟲餵食頻率亦顯著較低，此項結果支持缺乏昆蟲資源或餵食昆蟲較少時，幼鳥死亡率較高的假說(Tremblay *et al.* 2003; Shawkey *et al.* 2004; Peach *et al.* 2008)。

除了食物資源外，尚有許多因素可能影響鳥類繁殖表現，包括巢洞品質、疾病、污染等都有可能直接影響五色鳥的繁殖表現。我們初步測量了巢樹及巢洞形質，例如巢洞深度、洞口傾角、樹冠等，以檢測台北植物園是否可能因適合樹木不足而降低巢洞品質，但測量結果發現除了台北植物園平均巢洞高度顯著比陽明山高之外( $t$  test,  $p < 0.01$ )，其他各項形質並無顯著差異(葛，未發表資料)。而是否會因都市污染的因素或化學藥劑的施灑，造成都市公園



綠地產下的幼鳥體質狀況不佳，在目前考量不破壞巢洞的情況下並無法直接對幼鳥進行免疫測試，因此尚無法驗證。綜合以上結果，我們推測富含蛋白質的昆蟲對五色鳥幼鳥生長發育而言是相當重要的食物資源，而台北植物園昆蟲資源較少及五色鳥親鳥餵食昆蟲較少可能是造成該地離巢失敗之幼鳥有較高比例夭折死亡的原因。未來將進一步以人為餵食幼鳥試驗，驗證五色鳥幼鳥取食昆蟲比例多寡是否影響其生長狀況。

此外，本研究發現生活在自然環境的陽明山五色鳥族群，其幼鳥死亡幾乎是因為蛇類的捕食，試驗期間多次發現臭青公(*Elaphe carinata*)捕食五色鳥幼鳥，此樣區內亦曾目擊眼鏡蛇(*Naja atra*)、黑眉錦蛇(*Orthriophis taeniura friesi*)、過山刀(*Zaocys dhumnades*)、紅斑蛇(*Dinodon rufozonatum*)等蛇類，而這些蛇類都會捕食鳥類。相較於陽明山有許多潛在的掠食者，台北植物園五色鳥幼鳥被天敵捕食的比例偏低，幾乎不受蛇類捕食的威脅。可見都市公園綠地在人為經營管理之下可以降低天敵捕食導致野鳥繁殖失敗的比例，但也可能因除草除病蟲等作業而影響野鳥賴以存活的食物資源。昆蟲及其他無脊椎動物不僅是鳥類的覓食對象，同時也是許多生物的食物來源，建議在不違背安全性、景觀美化等都市綠地的經營考量下，仍應加強營造更豐富的植被環境、減少干擾，以更貼近自然的策略進行管理，以提升無脊椎動物的蘊含量，提供各類生物覓食所需，為都市野生鳥類營造更適合的生存環境，也為都市開發與野生物的生存尋求最佳平衡點。

## 謝 誌

本研究承蒙行政院農業委員會科技計畫補助(計畫編號：100 農科-8.2.1-森-G8)，林業試驗所台北植物園及財團法人中華民國童子軍陽明山活動中心提供研究樣區及電力等後勤支援，特此一併感謝。

## 引用文獻

- 何玉輝。1990。陽明山國家公園五色鳥之生物學研究。國立臺灣大學動物學研究所碩士論文，58 頁。
- 葛兆年、羅英元、許詩涵、鄭惟仁、黃尹宣、黃文伯。2012。陽明山五色鳥(*Megalaima nuchalis*)繁殖生物學。國家公園學報 22 (2): 1-7。
- Beckerman, A. P., M. Boots and K. J. Gaston. 2007. Urban bird declines and the fear of cats. *Animal Conservation* 10(3): 320-325.
- Birkhead, T. R., F. Fletcher and E. J. Pellatt. 1999. Nestling diet, secondary sexual traits and fitness in the zebra finch. *Proceedings of the Royal Society B* 266: 385-390.
- Chace, J. F. and J. J. Walsh. 2006. Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and urban planning* 74(1): 46-69.
- Chamberlain, D. E., A. R. Cannon, M. P. Toms, D. I. Leech, B. J. Hatchwell and K. J. Gaston. 2009. Avian productivity in urban landscapes: a review and meta-analysis. *Ibis* 151(1): 1-18.
- Crick, H. Q. P., R. A. Robinson, G. F. Appleton, N. A. Clark and A. D. Rickard. 2002. Investigation into the causes of the decline of Starlings and House Sparrows in Great Britain. BTO Research Report No. 290.
- Feinstein, J., X. Yang and S. H. Li. 2008. Molecular

- systematics and historical biogeography of the Black-browed Barbet species complex (*Megalaima oorti*). *Ibis* 150(1): 40-49.
- Johnson, R. D. 1993. Effects of diet quality on the nestling growth of a wild insectivorous passerine, the House Martin *Delichon urbica*. *Functional Ecology* 7: 255-266.
- Koh, C. N. and F. C. Lu. 2009. Preliminary investigation on nest-tree and nest-cavity characteristics of the Taiwan Barbet in Taipei Botanical Garden. *Taiwan Journal of Forest Science* 24(3): 213-219.
- Lack, D. 1947. The Significance of Clutch-size. *Ibis* 89(2): 302-352.
- Lepczyk, C. A., A. G. Mertig and J. Liu. 2003. Landowners and cat predation across rural-to-urban landscapes. *Biological Conservation* 115: 191-201.
- Liker, A., Z. Papp, V. Bókony and A. Z. Lendvai. 2008. Lean birds in the city: body size and condition of house sparrows along the urbanization gradient. *The Journal of animal ecology* 77(4): 789-795.
- Lin, R. S., C. T. Yao, and P. F. Lee. 2007. The diet of Fairy Pitta *Pitta nympha* nestlings in Taiwan as revealed by videotaping. *Zoological studies* 46(3): 355-361.
- Lin, S. Y., F. C. Lu, F. H. Shan, S. P. Liao, J. L. Weng, W. J. Cheng and C. N. Koh. 2010. Breeding biology of the Taiwan Barbet (*Megalaima nuchalis*) in Taipei Botanical Garden. *The Wilson Journal of Ornithology* 122: 681-688.
- Marzluff, J. M. 2001. Worldwide urbanization and its effects on birds. *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*. pp. 19-47. Kluwer Academic Press, Dordrecht, the Netherland.
- Marzluff, J. M., K. J. McGowan, R. Donnelly and R. L. Knight. 2001. Causes and consequences of expanding American Crow populations. *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. Kluwer Academic Publishers, Boston, pp.331-364.
- McDonnell, M. J. and S. T. A. Pickett. 1990. Ecosystem structure and function along urban-rural gradients: an unexploited opportunity for ecology. *Ecology* 71(4): 1232-1237.
- McIntyre, N. E. 2000. Ecology of urban arthropods: a review and a call to action. *Annals Entomological Society of America* 93(4): 825-835.
- Mennechez, G. and P. Clergeau. 2006. Effect of urbanisation on habitat generalists: starlings not so flexible? *Acta Oecologica* 30(2): 182-191.
- Monaghan, P. and R. G. Nager. 1997. Why don't birds lay more eggs? *Trends in Ecology & Evolution* 12(7): 270-274.
- Newhouse, M. J., P. P. Marra and L. S. Johnson. 2008. Reproductive success of House Wrens in suburban and rural landscapes. *The Wilson Journal of Ornithology* 120(1): 99-104.
- Nour, N., D. Currie, E. Matthysen, R. Van Damme and A. A. Dhondt. 1998. Effects of habitat fragmentation on provisioning rates, diet and breeding success in two species of tit (great tit and blue tit). *Oecologia* 114(4):

522-530.

- Peach, W. J., K. E. Vincent, J. A. Fowler and P. V. Grice. 2008. Reproductive success of house sparrows along an urban gradient. *Animal Conservation* 11(6): 493-503.
- Peterson, M. N., M. J. Peterson, T. R. Peterson and J. Liu. 2007. A household perspective for biodiversity conservation. *Journal of wildlife management* 71: 1243-1248.
- Pyle, R., M. Bentzien and P. Opler. 1981. Insect Conservation, *Annual Review of Entomology* 26: 233-258.
- Reynolds, S. J., S. J. Schoech and R. Bowman. 2003. Diet quality during pre-laying and nestling periods influences growth and survival of Florida scrub-jay (*Aphelocoma coerulescens*) chicks. *Journal of Zoology* 261(3): 217-226.
- Rossmann, E., K. Höntsch, N. Blaum and F. Jeltsch. 2007. Reproductive success and nestling diet in the Lesser Spotted Woodpecker (*Picoides minor*): the early bird gets the caterpillar. *Journal of Ornithology* 148(3): 323-332.
- Schnack, S. 1991. The breeding biology and nestling diet of the blackbird *Turdus merula* L. and the song thrush *Turdus philomelos* C. L. Brehm in Vienna and in an adjacent wood. *Acta Ornithologica* 26: 305-314.
- Searcy, W. A., S. Peters and S. Nowicki. 2004. Effects of early nutrition on growth rate and adult size in song sparrows *Melospiza melodia*. *Journal of Avian Biology* 3: 269-279.
- Shawkey, M. D., R. Bowman and G. E. Woolfenden. 2004. Why is brood reduction in Florida scrub-jays higher in suburban than in wildland habitats? *Canadian Journal of Zoology* 82(9): 1427-1435.
- Thorington, K. K. and R. Bowman. 2003. Predation rate on artificial nests increases with human housing density in suburban habitats. *Ecography* 26: 188-196.
- Tremblay, I., D. W. Thomas, M. M. Lambrechts, J. Blondel and P. Perret. 2003. Variation in blue tit breeding performance across gradients in habitat richness. *Ecology* 84: 3033-3043.
- Tremblay, I., D. Thomas, J. Blondel, P. Perret and M. M. Lambrechts. 2005. The effect of habitat quality on foraging patterns, provisioning rate and nestling growth in Corsican Blue Tits *Parus caeruleus*. *Ibis* 147(1): 17-24.
- Yahya, H. S. A. 1988. Breeding biology of barbets, *Megalaima* spp. (Capitonidae : Piciformes) at Periyar Tiger Reserve, Kerala. *Journal of the Bombay Natural History Society* 85: 493-511.

