

# 降雨、繁殖月份及雛數對台灣紫嘯鶇餵食雛鳥行為之影響

## Effects of Rainfall, Breeding Month, and Brood Size on Food Provision in the Formosan Whistling Thrush(*Myiophoneus insularis*)

黃書彥<sup>1,\*</sup> 許詩涵<sup>2</sup> 王穎<sup>3</sup>

Shu-Yen Huang<sup>1,\*</sup>, Shih-Han Hsu<sup>2</sup> and Ying Wang<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 行政院農業委員會特有生物研究保育中心 南投縣集集镇民生東路1號

<sup>2</sup> 行政院農業委員會林業試驗所 台北市南海路53號

<sup>3</sup> 國立台灣師範大學生命科學系 台北市汀州路四段88號

<sup>1</sup> Endemic Species Research Institute, Jiji, Nantao, Taiwan

<sup>2</sup> Taiwan Forest Research Institute, Taipei, Taiwan

<sup>3</sup> Department of Life Science, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

\*通訊作者：shuyung2001@tesri.gov.tw

\*Corresponding author: shuyung2001@tesri.gov.tw

### 摘要

本研究於2006年3~8月期間，針對新北市石碇區內的9巢台灣紫嘯鶇(*Myiophoneus insularis*)進行錄影。共記錄了468次親鳥餵食，雛鳥食物的辨識率為51.75%，以蚯蚓及鱗翅目幼蟲所占比例最高。雛鳥食物組成受降雨及繁殖月份影響。錄影時間內平均降雨量愈多的巢，親鳥帶回的蚯蚓比例愈高；但鱗翅目幼蟲則愈低。而於3-4月繁殖的親鳥帶回食物以蚯蚓為主；5-6月則以鱗翅目幼蟲及蟬為主要。親鳥的餵食頻度及帶回食物大小於晴天及雨天之間沒有差別，但會受到巢中雛數影響。雛數較多的巢中，親鳥餵食每隻雛鳥的頻率顯著較低，但帶回較大的食物頻度較高。

## Abstract

The study was carried out in Shiding District, New Taipei City from March to August in 2006. A total of 468 feeding trips were recorded from 9 broods of the Formosan Whistling Thrush (*Myiophonus insularis*) by videotaping. The nestling diet was dominated by earthworms and caterpillars, and was affected by rainfall and breeding month. As the average precipitation per hour rose during taping, the proportion of earthworm brought by parents increased, while the proportion of caterpillar decreased. Earthworm was the main nestling diet in March-April, then switched to caterpillars and cicadas in May-June. Feeding rate and prey size were affected by brood size. Feeding rate for each nestling dropped as the brood size increased, but each nestling obtained larger prey more frequently.

**關鍵詞：**台灣紫嘯鶇、餵食行為、降雨、繁殖月份、雛數

**Key words :** *Myiophonus insularis*, food provision, rainfall, breeding month, brood size

收件日期：2012 年 11 月 20 日

接受日期：2013 年 02 月 19 日

Received: November 20, 2012

Accepted: February 19, 2013

## 緒 言

在晚熟型的鳥類中，雛鳥需經由親代的餵養才能逐漸成長。因此親鳥提供的食物資源是影響雛鳥生長的重要關鍵，食物不足會造成雛鳥營養不良及體重過輕，進而降低了雛鳥的生長速率、免疫力及存活率(Magrath 1991; Birkhead *et al.* 1999; Hoi-Leitner *et al.* 2001)。

親鳥提供食物的多寡與品質可以表現在其餵食頻率(provisioning rate)及給予雛鳥食物組成(nestling diet)上，並受到親鳥性別、雛鳥日齡、雛數、氣候及季節影響(Royama 1966; Johnson and Best 1982; Goodbred and Holmes 1996; Hoset *et al.* 2004; Barba *et al.* 2009;

Conner *et al.* 2005; Bortolotti *et al.* 2011)。釐清這些因子與育雛行為的關係，有助於了解親鳥如何調整餵食行為，以適應不同的情況條件。

台灣紫嘯鶇(*Myiophonus insularis*)屬於雀形目(Passeriformes)、鶇科(Muscicapidae)、鶇亞科(Turdinae)、嘯鶇屬(*Myiophonus*)，為台灣特有種留鳥。王及裴(1984)曾於新北市石碇區，針對紫嘯鶇育雛行為進行初步研究。紫嘯鶇繁殖期為 3-9 月，配對的親鳥會沿著河岸選擇適當的岩壁、石穴、橋樑、屋簷等地方築巢。育雛行為除孵蛋及孵雛由雌鳥單獨擔任外，其他工作由雌雄共同分擔。雛鳥孵化至離巢約 21 天，期間雄鳥與雌鳥的餵食次數及帶回食物大小兩者無明顯差異。而隨著雛鳥成長至中後期，親鳥餵食的次數遞減，但食物的體積有逐

漸增加趨勢。雛鳥食物種類相當廣泛，以昆蟲及蚯蚓最為常見，蛙、蛇等大型食物偶亦可見。

上述研究提供了基礎的紫嘯鶇繁殖資訊，但就雛鳥食性的觀察上，係以目視觀察，食物可辨識率僅 22.7%，且只就親鳥性別及雛鳥日齡對於親鳥餵食頻率的影響進行探討。本研究係以錄影方式進行觀察，以提高觀察效率及食物辨識率，並針對降雨量、雛數及繁殖月份探討(1)雛鳥食物組成是否因降雨量及繁殖月份不同而有改變。(2)紫嘯鶇親鳥餵食頻率是否因降雨量、雛數及繁殖月份不同而有差異。

## 材料與方法

### 一、研究地點

實驗樣區為新北市石碇區的潭邊里、石碇里，以及烏塗里，海拔 100-150 公尺。樣區內植被以低海拔闊葉林為主，優勢植物為山黃麻(*Trema orientalis*)、雀榕(*Ficus superba*)、九重吹(*Pongamia pinnata*)、白袍子(*Mallotus paniculatus*)、紅楠(*Machilus thunbergii*)及筆筒樹(*Cyathea lepifera*)等。此外樣區內也有許多當地居民的墾地，種有蔬菜、竹子、茶樹、柚子等作物。

### 二、錄影及記錄方式

選擇河流附近住家、寺廟及橋墩的繁殖巢進行研究，以方便捕捉及觀察。攝影設備於孵卵期或育雛早期架設，以讓親鳥有適應時間，避免影響正常餵食行為。架設時將錄影機及麥克風固定於巢位附近適當的位置，再以同軸電纜線將訊號連接至掩蔽物內的錄影器材(Sony TRV340、Sony TRV740、JVC GR-D94U)。於雛鳥孵化後架設霧網捕捉親鳥，並在跗蹠骨套上色環，做為個體辨識之依據。

台灣北部低海拔山區的紫嘯鶇主要有兩個繁殖高峰，第一波於 3-4 月，第二波於 5-6 月(王 1984)。為使不同雛數樣本在不同時間能儘量分配平均，我們於 3-4 月中選擇 2 窩雛數為 2 隻及 2 窩雛數為 3 隻的巢進行觀察；於 5-6 月中選擇 3 窩雛數為 2 隻、1 窩雛數為 3 隻及 1 窩雛數為 4 隻的巢進行觀察。另為排除雛鳥日齡及雌鳥孵雛(孵化約一週後完全停止)對餵食頻率可能造成的影響，我們只選取雛鳥 7-8 及 9-10 日齡兩個階段的資料進行分析。由於晨昏時段為紫嘯鶇餵食高峰(王及裴 1984)，因此錄影時間選在 06:00-08:00 及 16:00-18:00 進行。每階段至少錄取 4 小時，每巢至少共 8 小時進行分析。

每趟餵食記錄回巢的親鳥個體、帶回食物大小及種類。親鳥個體以色環進行辨識。食物大小以親鳥嘴長做為估算依據，並分成較大食物及較小食物兩類。「較大食物」定義為長度超過親鳥嘴長(> 1 bill length)之獵物；「較小食物」定義為長度短於親鳥嘴長(< 1 bill length)之獵物。

### 三、資料分析

#### (一) 雛鳥食物組成

以 Pearson correlation 分析不同巢間的降雨量差異，是否與特定食物種類出現機會相關。降雨量差異以各巢錄影時間內平均降雨量(mm/hr)計算。食物種類出現機會，以該種類在各巢所占食物組成比例(%)計算。百分比資料以 arcsine 轉換後再進行統計分析。降雨資料根據中央氣象局石碇觀測站每小時累積降雨為準。

以 Chi-square 的同質性檢定分析雛鳥食物是否有月份上差異。將繁殖月份分為第一波繁殖(3-4 月)及第二波(5-6 月)兩組，分別檢定各巢食物組成於同一波之間及不同波之間有無

差異。

## (二) 親鳥餵食頻率

以 t-test 分析雌鳥與雄鳥的餵食頻率 (trips/hr) 是否有差別。若無差別則將所有資料一起以 paired t-test 分析親鳥餵食頻率於晴天或雨天時是否有差異。將每巢錄影資料以小時單位，依各單位內有無累積降雨，區分為晴天及雨天兩組。降雨資料根據中央氣象局石碇觀測站每小時累積降雨為準。

以 Two-way ANOVA 分析雛數及繁殖月份是否影響(1)親鳥餵食整巢雛鳥頻率(trips/hr)、(2)餵食每隻雛鳥頻率(trips/hr/nestling)及(3)餵食每隻雛鳥較大食物頻率(> 1 bill trips/hr/nestling)。雛數分為雛數等於 2 及大於 2(3 或 4 隻)兩組。月份依據紫嘯鵝第一波及第二波繁殖時間，分為 3-4 月及 5-6 月兩組。

資料以 SPSS/Windows 13.0 統計軟體來進行資料分析，文中若無特別註明，平均值皆以  $\text{mean} \pm \text{SD}$  表示。

## 結 果

### 食物組成

在所有觀察的 9 個巢中，其中 1 巢因為角度及光線關係，只能區分出食物大小，而食物種類辨識出的比例只有 16.21%，因此不放入食物組成分析中。其餘 8 巢共記錄了 400 次親鳥餵食，其中 207 次能夠清楚辨別食物種類，整體辨識率為 51.75%。在所有餵食紀錄中，食物大於親鳥嘴長的有 184 次，占全部的 46%。將觀察紀錄分成食物大於或小於親鳥嘴長兩組來看，小於嘴長的紀錄中只能辨別出 71 次食物種類，辨識率為 33.49%；但就大於親鳥嘴長的紀錄中能辨別出 136 次，辨識率達 73.91%。

在所有可辨識的食物中，以蚯蚓比例最高

占 24.39%，鱗翅目幼蟲次之，為 19.27% (表 1)。直翅目昆蟲及螳螂在多數巢中都有出現，分別占 10.4% 及 8.27%。蟬及蜘蛛則於少數巢中相當豐富，分別占 7.28% 及 6.05%，其中蟬只在 5 月及 6 月的巢中出現。其他節肢動物包括竹節蟲、蝶、蛾、蜻蛉、白蟻、蜉蝣、蜚蠊及蜈蚣等，共占 18.18%。脊椎動物包含有蛙類、壁虎、草蜥及攀蜥，共占 5.08%。軟體動物最少，包含蛞蝓及蝸牛，只占 1.1%。

### 降雨對食物組成的影響

所有觀察錄影的巢中，每小時平均降雨量範圍於 0-1.67mm 之間。分析所有親鳥帶回的食物種類中，只有蚯蚓與鱗翅目幼蟲比例與降雨量間有顯著相關性。當錄影時間內平均降雨量愈多的巢，親鳥帶回食物中的蚯蚓比例也愈高 ( $r^2=0.929$ ,  $n=8$ ,  $p<0.001$ , 圖 1)；但帶回鱗翅目幼蟲比例則愈低 ( $r^2=0.68$ ,  $n=8$ ,  $p=0.012$ , 圖 1)。

### 繁殖月份對食物組成的影響

將紫嘯鵝的食物組成分為蚯蚓、鱗翅目幼蟲、蟬及其它 4 類。檢視紫嘯鵝第一波繁殖的 4 巢顯示，彼此間的食物組成無顯著差異 ( $\chi^2=10.962$ ,  $p=0.09$ )；而第二波繁殖的 4 巢間也無顯著差異 ( $\chi^2=13.962$ ,  $p=0.124$ )。分別將第一波 4 巢合併及第二波 4 巢合併後，比較第一波與第二波繁殖巢的食物組成，結果顯示兩者間的食物組成有顯著差異 ( $\chi^2=36.469$ ,  $p<0.001$ )。檢視圖 2 可發現，早期的巢食物以蚯蚓為主，而後期以鱗翅目幼蟲及蟬為主，其中蟬只在 5 月後出現。

### 降雨對餵食頻率影響

由於研究樣本中有 1 巢錄影時間內皆無降雨，因此只對其餘 8 對親鳥進行分析。比較同

對親鳥餵食頻率顯示，不論在晴天(t-test, n=16,  $p=0.945$ )或是雨天(t-test, n=16,  $p=0.42$ )，雌雄親鳥間的餵食頻率皆無顯著差異。將所有親鳥不分性別一起分析，比較降雨對餵食頻率影響，結果顯示每隻親鳥於晴天每小時平均餵食  $2.27 \pm 0.7$  次，與雨天的  $2.74 \pm 1.32$  次無顯著差異(paired t-test, n=16,  $p=0.083$ )。此外親鳥於晴天每小時平均餵食較大食物  $0.86 \pm 0.49$  次，與雨天的  $0.88 \pm 0.67$  次亦無顯著差異(paired t-test, n=16,  $p=0.919$ )。

#### 雛數及繁殖月份對餵食頻率影響

針對雛數及繁殖月份對親鳥(1)餵食整巢雛鳥頻率、(2)餵食每隻雛鳥頻率及(3)餵食每

隻雛鳥較大食物頻率的 Two-way ANOVA 分析結果如表 2，兩因子交互作用及繁殖月份對三種餵食表現皆無顯著影響。但在繁殖季早期親鳥對每隻雛鳥餵食頻率有較高的趨勢(n=18,  $p=0.058$ )，於 3-4 月每隻雛鳥平均每小時獲得親鳥  $1.14 \pm 0.35$  次餵食，高於 5-6 月的  $0.92 \pm 0.24$  次。

雛數對於親鳥餵食整巢雛鳥頻率亦無顯著差異( $p=0.2$ )。然雛數大於 2 的巢，親鳥餵食每隻雛鳥的頻率為每小時  $0.82 \pm 0.14$  次，顯著低於雛數為 2 的  $1.15 \pm 0.34$  次(n=18,  $p=0.015$ )；但餵食每隻雛鳥較大食物頻率為每小時  $0.4 \pm 0.08$  次，顯著高於雛數為 2 的  $0.25 \pm 0.11$  次(n=18,  $p=0.012$ )。

表 1. 2006 年石碇地區 8 巢紫嘯鶇雛鳥(7-10 日齡)食物種類組成

Table 1. The diet of 8 Formosa Whistling Thrush broods with 7-10 day-old nestling in Shrding District in 2006. "-" means failure to identify a certain kind of food item

Food items	Percentage(%) of food items								average
	#1 <sup>Mar.</sup>	#2 <sup>Apr.</sup>	#3 <sup>Apr.</sup>	#4 <sup>Apr.</sup>	#5 <sup>May.</sup>	#6 <sup>June.</sup>	#7 <sup>June.</sup>	#8 <sup>June.</sup>	
Earthworm	22.86	56.26	28.56	49.78	28.99	-	5.55	3.13	24.39
Lepidopteran larvae	17.14	6.24	23.81	5.85	21.74	41.17	19.45	18.75	19.27
Cicadas	-	-	-	-	7.25	17.65	8.33	25.00	7.28
Praying mantis	5.72	-	4.76	17.57	14.50	5.87	8.33	9.38	8.27
Orthopteran	25.71	6.24	4.76	-	7.25	11.77	5.55	21.87	10.40
Spider	2.85	6.24	14.29	-	-	-	25.00	-	6.05
Other arthropods	14.29	25.01	23.81	11.72	20.27	11.77	16.67	21.87	18.18
Mollusks	-	-	-	8.79	-	-	-	-	1.10
Vertebrates	11.42	-	-	6.30	-	11.77	11.12	-	5.08

\* 註：「-」表示資料中未辨別出該類食物

表 2. 雛數及繁殖月份對紫嘯鶇親鳥餵食整巢雛鳥、每隻雛鳥及較大食物頻率影響之二因子變異數分析 (\*,  $p < 0.05$ )

**Table 2.** The results of two-way ANOVA for the effects of brood size and month on feeding rate (trips/hr), feeding rate per nestling (trips/hr/nestling) and larger food feeding rate per nestling (>1bill trips/hr/nestling) in the Formosa Whistling Thrush

	feeding rate		feeding rate per nestling		larger food feeding rate per nestling	
	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Brood	1.5	0.2	7.65	0.015*	8.23	0.012*
Month	1.21	0.3	4.28	0.058	0.66	0.4
Brood × Month	1.14	0.3	0.05	0.7	0.21	0.6

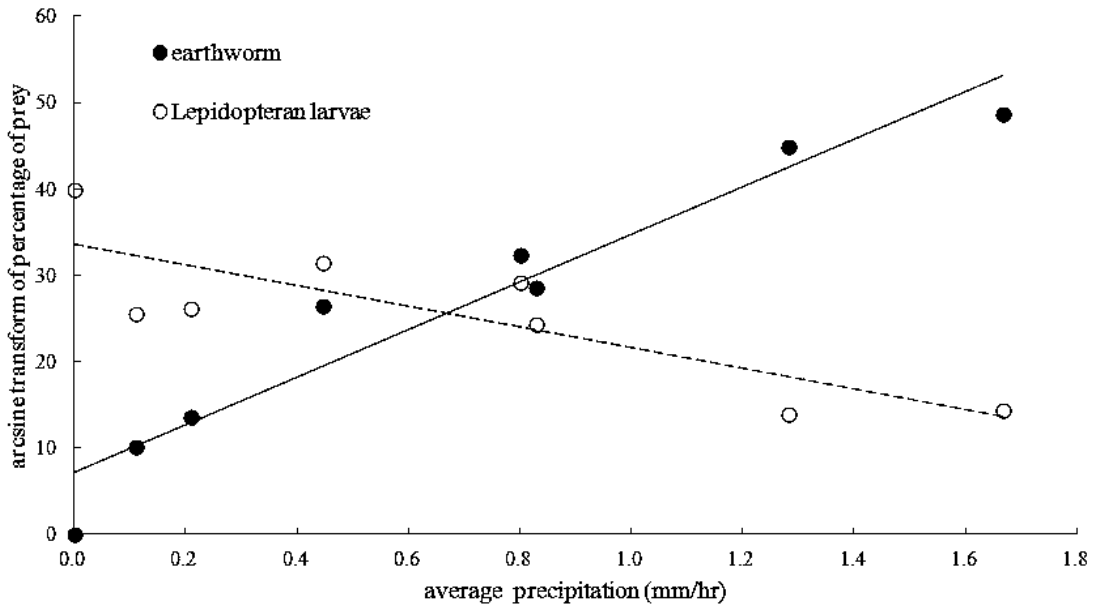


圖 1. 紫嘯鶇錄影時間內各巢平均降雨量與雛鳥食物中蚯蚓及鱗翅目幼蟲比例關係。

**Fig.1.** Relationship between average precipitation per hour and percentage of earthworm and Lepidopteran larvae in the diet of the Formosa Whistling Thrush nestling.

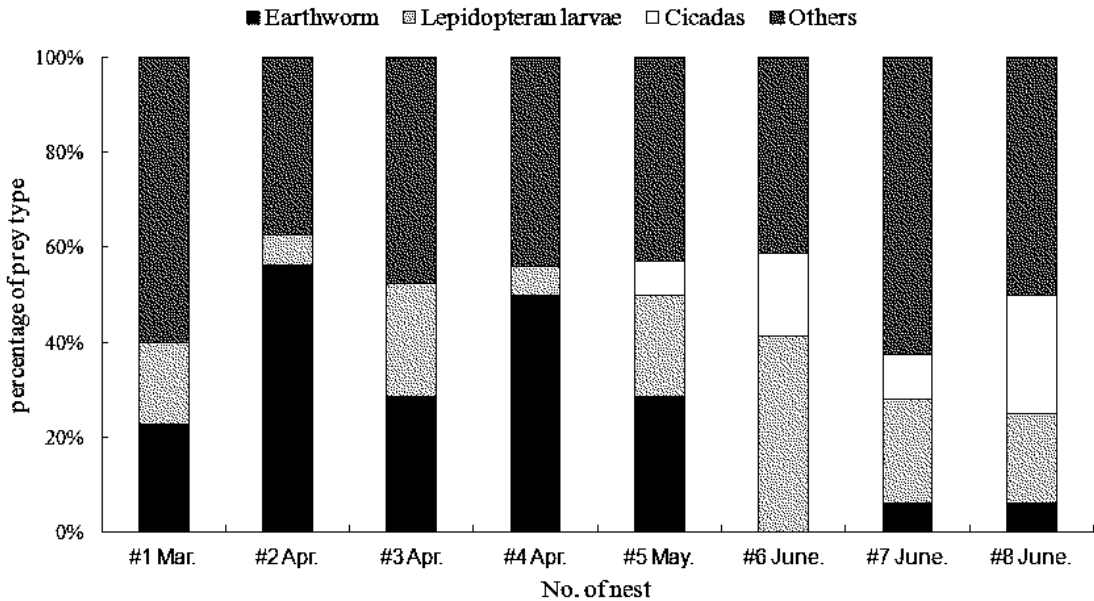


圖 2. 2006 年石碇地區 8 巢紫嘯鶇雛鳥(7-10 日齡)食物大之種類組成。

Fig.2. The diet of 8 broods with 7-10 day-old Formosa Whistling Thrush nestling in Shrding District in 2006.

## 討 論

王及裴(1984)曾以望遠鏡觀察 8 巢紫嘯鶇育雛行為，親鳥帶回食物的辨識度為 22.7%。相較於此，本研究運用錄影裝置觀察，食物的總辨識度提高為 51.75%。但在食物小於親鳥嘴長情況下，辨識度仍只有 33.49%，原因為樣本中的巢位上方大多難以架設錄影器材，而以側面攝影時，親鳥若由背對鏡頭方向進入，常只能拍到非常短暫含有嘴喙的畫面，再加上食物越小露出嘴喙的部分也越少，辨識的難度因此大為提高。

根據本研究及過去石碇地區(王及裴 1984)

與武陵地區(孫 2004、2005)的研究報告顯示，本種雛鳥的食物種類相當豐富，包含有環節動物(蚯蚓)、節肢動物(昆蟲、蜈蚣、蜘蛛、蝦、蟹)、脊椎動物(蜥蜴、蛇、蛙、蟾蜍、魚、老鼠、蝙蝠)及軟體動物(蝸牛、蛞蝓)。本研究與過去石碇研究相比，昆蟲雖皆為最主要食物，但王及裴(1984)研究中以小飛蟲(蚊子、瓢蟲、白蟻、蜉蝣等)為主；而本研究則以鱗翅目幼蟲、直翅目昆蟲、螳螂及蟬等較大昆蟲為主要。原因除了觀察方式造成的辨識度差異外，也與觀察的雛鳥日齡不同有關。王及裴(1984)研究包含雛鳥 0-21 日齡，並發現小飛蟲等小型獵物在雛鳥早期 0-6 日齡比例最高，晚期 14-21

日齡次之，中期 7-13 天最少。而本研究僅觀察雛鳥中期的 7-10 日齡，處於小飛蟲比例最低，大型食物較多時段，是以本研究小飛蟲比例低於上述 4 類主要昆蟲，僅包含在其它節肢動物類中呈現。

而在與武陵地區比較中，昆蟲亦為雛鳥最主要食物，但在兩生類的比例，武陵地區則明顯高於石碇地區。可能原因為武陵地區紫嘯鵝於 5-6 月進入繁殖期，而 6 月剛好是此區最優勢蛙類梭德氏赤蛙大量出現於河床的時間點(吳 2005)，青蛙可能因此成為相當容易獲得的食物來源。而在蚯蚓的比例上，兩地皆呈現有些巢高有些巢低的不穩定現象，這種情形可能與育雛期間的降雨情況有關，王及裴(1984)曾提出持續性的降雨可能增加鳥類捕捉蚯蚓的機會。

在雛鳥以蚯蚓為主食的烏鶇(*Turdus merula*)及八色鶇(*Pitta nympha*)研究中(Török and Ludvig 1988; Chamberlain *et al.* 1999; Lin *et al.* 2007)，於降雨較多的月份，蚯蚓在雛鳥食物中的比例較乾季時高。蚯蚓在潮濕的土壤中最為活躍，而當表面土壤乾燥時其會降低活動、進行休眠，或是鑽到較深的土壤中(Edwards and Bohlen 1996)。這樣的習性使得蚯蚓在下雨潮濕時較容易被鳥類捕捉。本研究有相似情形，平均降雨量愈高的巢，蚯蚓在紫嘯鵝雛鳥食物中的比例也愈高。但這樣的線性關係只能解釋樣本中最高 1.67mm/hr 範圍內的平均降雨量。鳥類捕捉蚯蚓應有一個最適的降雨量，超過或低於最適值蚯蚓在食物中的比例都會降低。未來可收集降雨量範圍更廣的資料，進一步釐清降雨量與鳥類捕捉蚯蚓之間的關係。

鱗翅目幼蟲是本種雛鳥另一項主要食物來源，但其出現時機與蚯蚓剛好相反。平均降雨量愈高的巢，鱗翅目幼蟲在食物中比例愈

低。有些鱗翅目幼蟲在下雨時會降低活動或停止取食(Kamata and Igarashi 2004)，因此可能直接增加了親鳥捕捉的困難。此外根據烏鶇的研究，親鳥捕捉蚯蚓效率要比其他無脊椎動物來的高(Török and Ludvig 1988)。因此也可能當降雨環境潮濕時，親鳥優先捕捉蚯蚓，而間接降低了捕捉鱗翅目幼蟲。

育雛期間的降雨會造成一些食蟲性鳥類餵食頻率下降(Johnson and Best 1982; Freitag *et al.* 2001; Conner *et al.* 2005)，進而影響雛鳥的成長或存活(Evans *et al.* 1997; Radford *et al.* 2001; Geiser *et al.* 2008)。但降雨對紫嘯鵝餵食頻度並無造成降低現象，可能因本種的食物種類相當多樣，親鳥能因應環境變化捕捉不同獵物，如雨天時昆蟲活動可能降低，但能轉以捕捉潮濕環境中較多的蚯蚓、蛙類等取代。

此外許多研究都顯示季節會影響親鳥餵食頻度(Goodbred and Holmes 1996; Naef-Daenzer *et al.* 2000; Barba *et al.* 2009; Bortolotti *et al.* 2011)，本研究結果也呈現出繁殖季早期餵食頻度較高的趨勢，但可能因樣本數不足未達統計上的顯著差異。結果中也顯示雛鳥食物種類在不同月份具有差異，3-4 月以蚯蚓為主要；5-6 月轉以鱗翅目幼蟲及蟬。未來除增加樣本數外，若配合監測環境中潛在獵物資源的族群變化，便能進一步探討季節與親鳥食物選擇間的關係。

鳥類的雛數愈多時，親鳥的餵食頻率也會愈高(Haggerty 1992; Wright *et al.* 1998; Chamberlain *et al.* 1999; Rauter *et al.* 2000; 莊 2006)。但在一些鳥類中，雖然親鳥餵食整巢雛鳥的頻率增加，但每隻雛鳥被餵食的頻率卻降低了(Johnson and Best 1982; Naef-Daenzer and Keller 1999; MacColl and Hatchwell 2003; Barba *et al.* 2009)。本種有相似情況，在雛數大

於 2 的巢中，親鳥餵食每隻雛鳥的頻率顯著較低。此外本研究也發現，雛數較多的巢中，親鳥給予每隻雛鳥較大食物的頻度也較高。這種現象可能顯示紫嘯鶇會以餵食較大的食物進行補償。當雛數愈多時，親鳥花在育雛的能量消耗也愈大，並造成親鳥體重減輕及免疫力下降(Merilä and Wiggins 1997; Nordling *et al.* 1998)。此外親鳥的餵食頻率愈高，也增加了巢位被天敵發現的機會(Martin *et al.* 2000)。因此選擇捕捉較大獵物而不顯著增加餵食頻率，能降低往返於巢位與覓食地間的能量消耗，也可相對減少被天敵掠食的風險。紫嘯鶇為燕雀目鳥類中體型較大型者，其有能力捕捉獵物的大小要比小型種類來得廣，因此對於以獵物大小調整餵食頻率應更具有彈性。

本研究僅利用親鳥嘴喙長度區分食物大小，因此只能粗略假設大於親鳥嘴長的食物，平均來說比小於嘴長的提供更多能量。但相同長度的不同生物，可能因形狀的差異有著不同的體積，且不同生物在相同重量下所能提供的養分也有差別(Wright *et al.* 1998)，因此本研究雖能掌握親鳥的餵食頻度，但對於實際提供雛鳥多少能量有分析上限制。本種雛鳥食物種類繁多，未來需將不同類型獵物的營養進行量化，並提高食物的辨識率及輔以雛鳥形值資料，才能更進一步探討親鳥餵食行為與繁殖成功率之間的關係。

## 謝 誌

本研究感謝蕭明堂學長給予撰寫上的寶貴意見，以及碩士班期間師大野生動物實驗室夥伴於野外工作的協助，謹此一併誌謝。

## 引用文獻

- 王穎。1984。台灣特有種紫嘯鶇的生態研究。國家科學委員會研究報告。
- 王穎、裴家騏。1984。紫嘯鶇育雛行為之初步研究。師大生物學報 19:83-92。
- 吳聲海。2005。武陵地區長期生態監測暨生態模式建立：兩生類生活史及食性研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處。
- 莊美貞。2006。青背山雀雛鳥乞食行為之探討。國立台灣師範大學生命科學系碩士論文。
- 孫元勳。2004。櫻花鉤吻鮭天敵之研究(二)。內政部營建署雪霸國家公園管理處。
- 孫元勳。2005。武陵地區長期生態監測暨生態模式建立—溪流鳥類群聚生態監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處。
- Barba, E., F. Atiénzar, M. Marín, J. S. Monrós and J. A. Gil-Delgado. 2009. Patterns of nestling provisioning by a single-prey loader bird, Great Tit (*Parus major*). *Bird Study* 56: 187-197.
- Bortolotti, L. E., V. B. Harriman, R. G. Clark and R. D. Dawson. 2011. Can changes in provisioning by parent birds account for seasonally-declining patterns of offspring recruitment? *Canadian Journal of Zoology* 89: 921-928.
- Brickle, N.W. and D. G. C. Harper. 1999. Diet of nestling Corn Buntings *Miliaria calandra* in southern England examined by compositional analysis of faeces. *Bird Study* 46: 319-329.
- Chamberlain, D. E., B. J. Hatchwell and C. M. Perrins. 1999. Importance of feeding ecology to the reproductive success of Blackbirds *Turdus merula* nesting in rural habitats. *Ibis* 141: 415-427.

- Conner, R. N., D. Saenz, R. R. Schaefer, J. R. McCormick, D. C. Rudolph and D. B. Burt. 2005. Rainfall, El Niño and reproduction of red-cockaded woodpeckers. *Southeastern Naturalist* 4(2): 347-354.
- Edwards, C. A. and P. J. Bohlen. 1996. *Biology and ecology of earthworms*. Third edition. Chapman & Hall, London.
- Evans, A. D., K. W. Smith, D. L. Buckingham and J. Evans. 1997. Seasonal variation in breeding performance and nestling diet of Cirl Buntings *Emberiza cirlus* in England. *Bird Study* 44: 66-79.
- Freitag, A., A. Martinoli and J. Urzelai. 2001. Monitoring the feeding activity of nesting birds with an autonomous system: Case study of the endangered Wryneck *Jynx torquilla*. *Bird Study* 48: 102-109.
- Geiser, S., R. Arlettaz and M. Schaub. 2008. Impact of weather variation on feeding behaviour, nestling growth and brood survival in Wrynecks *Jynx torquilla*. *Journal of Ornithology* 149: 597-606.
- Goodbred, C. O. and R. T. Holmes. 1996. Factors affecting food provisioning of nestling Black-throated Blue Warblers. *Wilson Bulletin* 108: 467-479.
- Haggerty, T. M. 1992. Effects of nestling age and brood size on nestling care in the Bachman's Sparrow (*Aimophila aestivalis*). *American Midland Naturalist* 128: 115-125.
- Hoi-Leitner, M., M. Romero-Pujante, H. Hoi and A. Pavlova. 2001. Food availability and immune capacity in serin (*Serinus serinus*) nestlings. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 49: 333-339.
- Hoset, K. S., Y. Espmark, A. Moksnes, T. Haugan, M. Ingebrigtsen and M. Lier. 2004. Effect of ambient temperature on food provisioning and reproductive success in snow bunting *Plectrophenax nivalis* in the high arctic. *Ardea* 92: 239-246.
- Johnson, E. J. and L. B. Best. 1982. Factors affecting feeding and brooding of gray catbird nestlings. *The Auk* 99: 148-156.
- Kamata, N. and Y. Igarashi. 2004. Influence of rainfall on feeding behavior, growth, and mortality of larvae of the beech caterpillar, *Quadricalcarifera punctatella* (Motschulsky) (Lep., Notodontidae). *Journal of Applied Entomology* 118: 347-353.
- 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: 355-361.
- MacColl, A. D. C. and B. J. Hatchwell. 2003. Sharing of caring: Nestling provisioning behaviour of long-tailedtit, *Aegithaloscaudatus*, parents and helpers. *Animal Behaviour* 66: 955-964.
- Magrath, R. D. 1991. Nestling weight and juvenile survival in the Blackbird, *Turdus merula*. *Journal of Animal Ecology* 60: 335-351.
- Martin, T. E., J. Scott and C. Menge. 2000. Nest predation increases with parental activity: Separating nest site and parental activity effects. *Proceeding of the Royal Society B* 267: 2287-2293.
- Merilä, J. and D. A. Wiggins. 1997. Mass loss in breeding Blue Tits: The role of energetic stress. *Journal of Animal Ecology* 66: 452-

460.

Naef-Daenzer, B. and L. Keller. 1999. The foraging performance of Great and Blue Tits (*Parus major*, *Parus caeruleus*) in relation to caterpillar development and its consequences for nestling growth and fledging weight. *Journal of Animal Ecology* 68: 708-718.

Naef-Daenzer, L., B. Naef-Daenzer and R. G. Nager. 2000. Prey selection and foraging performance of breeding Great Tits (*Parus major*) in relation to food availability. *Journal of Avian Biology* 31: 206-214.

Nordling, D., M. S. Andersson, S. Zohari and L. Gustafsson. 1998. Reproductive effort reduces specific immune response and parasite resistance. *Proceeding of the Royal Society B* 265: 1291-1298.

Radford, A. N., R. H. McCleery, R. J. W. Woodburn and M. D. Morecroft. 2001. Activity patterns of parent Great Tits *Parus major* feeding their young during rainfall. *Bird Study* 48: 214-220.

Rauter, C. M., P. A. Brodmann and H. U. Reyer. 2000. Provisioning behaviour in relation to food availability and nestling food demand in the Water Pipit *Anthus spinoletta*. *Ardea* 88: 81-90.

Royama, T. 1966. Factors governing feeding rate, food requirement and brood size of nestling Great Tits *Parus major*. *Ibis* 108: 313-347.

Török, J. and É. Ludvig. 1988. Seasonal changes in foraging strategies of nesting Blackbirds (*Turdus merula* L.). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 22: 329-333.

Wright, J., C. Both, P. A. Cotton and D. Bryant.

1998. Quality vs. quantity: Energetic and nutritional trade-offs in parental provisioning strategies. *Journal of Animal Ecology* 67: 620-634.

