

## 研究對象

台灣紫嘯鶇 (*Myiophoneus insulari*) 屬鶇亞科 (*Turdinae*)、嘯鶇屬 (*Myiophoneus*)，為中低海拔溪流常見鳥類。本種全身大致黑色而有藍紫色光澤 (王等, 1991)，雌雄體色相近，普遍分布於海拔高度 150~2100 公尺的山區 (顏, 1994)。

台灣紫嘯鶇繁殖季主要於 3 月至 9 月，一季兩巢的現象相當普遍。配對個體具有明顯領域性 (方, 2004)，並選擇溪流兩旁適當地點築巢。台灣紫嘯鶇除了利用天然環境築巢外，亦會使用房舍、橋樑等人工建築物。築於天然環境的巢位主要在石縫或岩穴間。築於房舍的巢位主要在屋簷下方的橫樑或凸出的平台。築於橋樑的巢位則是在水泥橋面、橋墩，與橫樑三者交接處形成的死角 (王, 1984)。

台灣紫嘯鶇孵卵期約 18 天，育雛期 21 天。一窩的卵數由 2 到 4 個不等，以 3 個最為常見。0 日齡為第一隻雛鳥孵化當天，5 日齡雛鳥眼睛完全張開，15 日齡鳥已有躲避天敵傾向不再對探巢者乞食，20 日齡則為雛鳥離巢時期 (王, 1984)。

王和裴 (1984) 研究本種育雛行為得知孵卵及孵雛之工作由雌鳥擔任，餵食、護巢、清潔等工作則由雙親共同負責。親鳥於育雛期最初幾天每次餵食的時間較長，通常需要 2-3 分鐘之久，有時甚至出現雌雄親鳥同時餵食狀況。而隨著雛鳥成長至四天以後，親鳥餵食時間逐漸減少。隨著雛鳥成長，親鳥餵食次數遞減，但食物體積有逐漸增加的趨勢。親鳥餵食所選擇的食物種類十分廣泛，包括昆蟲、蜘蛛、蚯蚓、青蛙、蜥蜴、蛇、魚等。雛鳥成長早期以小型昆蟲為主，中期以後親鳥會餵食較大型食物。

## 研究樣區

實驗樣區為台北縣石碇鄉的潭邊村、石碇村，以及烏塗村，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*)、白匏子 (*Mallotus paniculatus*)、紅楠 (*Machilus thunbergii*)、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。

研究選擇築巢於河流附近住家、寺廟、橋墩的繁殖巢進行，以方便捕捉、觀察，以及實驗操作。

# 研究方法

## 繁殖概況

2006年於樣區內尋找本種築於橋樑及房舍的巢位，繁殖季（2-8月）每週至少巡視一次巢位。本種重複使用舊巢比例非常高，繁殖季初期親鳥會在舊巢上添加一些新巢材（方，2004），因此新巢材可作為判斷親鳥開始繁殖的依據。每次尋巢時紀錄舊巢上是否有新巢材、蛋數、雛數、雛鳥日齡。若發現時雛鳥已經孵化，則以王及裴（1984）所做的本種雛鳥體重成長曲線，推估雛鳥日齡。

## 親鳥捕捉與標放

於雛鳥孵出後，選擇巢位附近適當地點架設霧網（mist net），捕捉進出巢的親鳥。捕獲個體以彈簧秤及游標尺測量體重、嘴長、全頭長、最大翼長、尾長、跗蹠長等型質，再以3種顏色組合的色環上標，以利辨識個體。親鳥性別以行為作為判定：本種孵蛋、孵雛工作僅由雌鳥負責（王及裴，1984）；鳴唱聲僅雄鳥會發出（方，2004）。

## 錄影器材架設

將錄影機及麥克風固定於巢位上方適當的位置，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）。

## 野外錄音

台灣紫嘯鶇給食聲及溝通聲以固定在巢旁的麥克風連接至錄影器材錄取。本種警戒聲及台灣藍鵲叫聲以指向性麥克風（Sony ECM-MS907）連接錄音器材（Sharp MT-770）錄取。錄取聲音皆以繪聲繪影（Ulead VideoStudio 7）及 Cool Edit 2000（Syntrillium Software Corp.）軟體，以16bit、44Khz-stereo存成wav檔（黃，2001）。

## 親鳥給食聲

於雛鳥 0~11 日齡之間進行錄影，並區分成 6 個階段（0-1 日齡、2-3 日齡、4-5 日齡、6-7 日齡、8-9 日齡、10-11 日齡）。錄影時間為 06:00-09:00 及 15:00-18:00，每巢每階段取 4.5 小時。將影帶轉為電腦檔，並以繪聲繪影軟體進行分析。

親鳥每趟回巢餵食記錄下列事項：(1) 親鳥性別；(2) 親鳥進出巢時間；(3) 食物大小：以親鳥的嘴喙長為度量單位；(4) 親鳥餵食次數：親鳥每趟回巢餵食雛鳥，常無法一次完成。有時帶回食物不只一個，便需要分數次餵食。另外當雛鳥無法一次順利吞下食物，親鳥會將食物取出，以不同角度嘗試餵食數次。(5) 給食聲次數：間隔 0.5 秒以上計為另一次；(6) 給食聲使用時機：分為僅餵食前使用（只在親鳥第一次餵食前發出）、僅餵食過程中使用、餵食前與餵食過程中皆有使用三種；(7) 雛鳥乞食隻數。

計算各雛鳥階段中每隻親鳥的：(1) 給食聲使用頻度(%)：在所有餵食趟數中，有使用給食聲的百分比。(2) 餵食間隔(秒)：該次進巢與上一次離巢的時間間隔（莊，2006）。(3) 給食聲使用時機次數(次/小時)：三種給食聲使用時機平均每小時出現次數。

## 給食聲回播實驗

實驗以巢邊常出現的聲音對雛鳥進行回播，以了解雛鳥是否能正確辨別親鳥給食聲。回播聲音分為台灣紫嘯鶇給食聲、台灣紫嘯鶇溝通聲，以及台灣藍鵲（*Urocissa caerulea*）叫聲。溝通聲通常於本種雌雄親鳥於巢附近相遇時發出。台灣藍鵲可能為本種雛鳥天敵（方，2004），常成群結隊出現於巢位附近，發出連續單音的叫聲。

回播帶利用 Cool Edit 2000 將每種聲音檔案剪為 2 秒長度。給食聲為短促單音，2 秒內包含 5 次叫聲（圖 1-a）。溝通聲在 2 秒內則由多個短促音節組成（圖 1-c）。台灣藍鵲叫聲為短促單音，2 秒包含 5 次叫聲（圖 1-b）。回播前將擴音器（大通 PK-600）固定於巢旁 10 公分處，並以 10 公尺音源線連接至錄音器材進

行聲音播放。回播音量大小控制在 65-70dB（距離喇叭 10 公分）。

每次回播以隨機順序播放三種聲音，但須確定雛鳥停止乞食 1 分鐘後才播放下一種聲音。於雛鳥 4~6 日齡及 11~13 日齡兩階段進行野外實驗，每階段重複三次，每次間隔至少一小時。每巢雛鳥以不同個體的聲音進行回播，並避免親鳥在附近叫警戒聲時操作，因為警戒聲可能抑制雛鳥的乞食行為（Platzen & Magrath, 2004）。每次實驗只記錄第一隻乞食雛鳥的行為，以確定反應是受回播影響，而非受其他雛鳥的乞食行為影響（Leonard & Horn 1998）。所記錄雛鳥行為包括：（1）是否發出乞食聲；（2）張嘴時間；（3）乞食強度：1=無乞食反應；2=張嘴時間小於 1 秒；3=張嘴時間大於 1 秒，頸未完全伸直，身體蹲伏；4=張嘴時間大於 1 秒，頸完全伸長，身體蹲伏；5=張嘴時間大於 1 秒，頸完全伸長，身體直立。

計算每巢每階段雛鳥張嘴時間與乞食強度於 3 次回播的平均值。

### **親鳥警戒聲**

實驗以探巢者當作天敵，探討親鳥護巢時警戒聲隨雛鳥成長的變化。將雛鳥成長分成早（0-5 日齡）、中（6-11 日齡）、晚（12-17 日齡）3 個階段進行觀察。每巢每階段觀察 2 次，每次至少間隔 2 天。每次觀察時探巢者皆為同一人，至巢位正下方後保持不動，待親鳥開始叫警戒聲後，持續錄音 3 分鐘。若同季中同對親鳥在相同巢位繁殖第二巢，以相同方式持續記錄警戒聲。

計算雛鳥早、中、晚三階段，每巢親鳥於 3 分鐘內各類型警戒聲的平均使用次數。分析時皆只比較一隻親鳥發出的警戒聲次數，若兩隻親鳥同時發出警戒聲，只選擇距離探巢者較近、錄音品質較佳的個體加以計算。此外由不同個體發出的各類型警戒聲中，各選取 10 聲，並以 Cool Edit 2000 及 Raven 1.0（Cornell Lab of Ornithology）軟體分析叫聲的最高頻率、最低頻率、頻域，及主頻率。

### **警戒聲回播實驗**

本種於雛鳥於 15 日齡後，在巢內常有伸展、理羽、振翅等動作（王，1984），尤其當親鳥餵食結束剛離開的數分鐘內。雛鳥在巢中的動作可能引起天敵注意，因此若親鳥警戒聲具有警告雛鳥的功能，預期雛鳥在聽到警戒聲後會較不活動。實驗以警戒聲對 15 日齡後的雛鳥進行回播，測試其是否能降低雛鳥的活動。

將錄取各類型警戒聲以 Cool Edit 2000 軟體製作成回播帶。回播帶之內容先以一聲警戒聲為開頭，再加上靜音（silence）至 10 秒鐘，作成一個聲音片段。此 10 秒鐘片段重覆 6 次，完成 1 分鐘的回播帶。回播前將擴音器（大通 PK-600）以竿子固定於巢旁 1 公尺處，並以 10 公尺音源線連接至錄音器材進行聲音播放。回播音量大小控制在 70dB（距離喇叭 1 公尺）。

每種類型警戒聲只回播一次，順序隨機。實驗前操作者先躲在掩蔽物察巢內狀況，當親鳥回巢餵食完成離開 1 分鐘後，才開始播放 1 分鐘的回播帶。每巢雛鳥以不同個體的警戒聲進行回播，並避免親鳥在附近叫警戒聲時操作。

雛鳥反應以錄影機連接攝影器材錄取，並轉成電腦檔案分析。實驗以巢為單位，因為同巢雛鳥的動作可能會互相影響。每次實驗包括回播前 1 分鐘與回播中 1 分鐘兩階段。1 分鐘以 5 秒鐘分成 12 個單位，若 1 單位的 5 秒鐘內有任何雛鳥有動作都只計為 1 次，因此 1 分鐘最多為 12 次。雛鳥動作包括：轉頭（身體未動）、抖動身體、理羽、振動翅膀。以此給分方式計算各巢雛鳥兩階段的動作次數，並進行比較。

## 資料分析

### 第一部分親鳥給食聲

以 repeated measures ANOVA 分析：(1) 親鳥發出給食聲的頻度是否受雛鳥日齡及親鳥性別兩因子影響。(2) 親鳥的餵食間隔是否受雛鳥日齡及發出給食聲兩因子影響。(3) 雛鳥的乞食行為是否受雛鳥日齡及回播聲音類型兩因子影響。檢定結果達顯著水準，再以 Tukey test 進行各組之間的差異比較。百分比資料若不符合常態分佈，分析前先以反正弦轉換。親鳥餵食間隔的時間資料若不符合常態分佈，分析前先以對數轉換。

以 Friedman test 分析三種發出給食聲時機次數是否有差異。檢定結果若達顯著水準，再進行各組之間的無母數多重比較。

以 Mann-Whitney U test 分析築巢於橋墩與房舍親鳥發出給食聲頻度是否有顯著差異。

### 第二部分親鳥警戒聲

以 repeated measures ANOVA 分析不同類型警戒聲的最高音頻、最低音頻、頻域、主要音頻是否有差異。

以 Friedman test 分析雛鳥各階段親鳥護巢發出警戒聲次數是否有差異。檢定結果若達顯著水準，再進行各組之間的無母數多重比較。

以 Wilcoxon signed ranks test 分析：(1) 同對親鳥於第一巢與第二巢護巢時發出警戒聲次數是否有顯著差異。(2) 回播警戒聲與回播中雛鳥動作次數是否有顯著差異。

使用 JMP 5.01 版與 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。