

## 結果

2006 年 2 至 8 月，於石碇樣區內記錄到 13 對台灣紫嘯鶇繁殖概況（表 1）。其中有 5 對一季成功繁殖 3 巢，另外 4 對至少成功繁殖 2 巢。平均窩卵數為  $2.75 \pm 0.53$  枚/巢，平均雛數為  $2.32 \pm 0.85$  隻/巢。13 個巢位中，有 6 巢位於橋墩；有 7 巢位於房舍。分別針對兩種巢位進行錄影，兩種巢位各錄影 5 巢。共記錄 237 小時，1267 趟餵食，其中雄鳥 614 趟，雌鳥 653 趟。

### 錄影時段與天氣對親鳥餵食頻度之影響

每對親鳥餵食頻度於早上 06:00-09:00 ( $5.1 \pm 1.49$  次/小時) 與下午 15:00-18:00 ( $5.46 \pm 1.52$  次/小時) 之間無顯著差異 (Friedman test,  $n=10$ ,  $P=0.527$ )。此外在所有錄影資料中，每對親鳥餵食頻度於晴天 ( $5.51 \pm 1.84$  次/小時) 與雨天 ( $5.48 \pm 2.07$  次/小時) 之間也無顯著差異 (Friedman test,  $n=9$ ,  $P=0.705$ )。

根據以上結果，以下將同一階雛鳥於早上及下午的錄影資料合併分析。

### 育雛期親鳥給食聲使用頻度之變化

比較 10 對親鳥使用給食聲的頻度是否受親鳥性別及雛鳥日齡（分為 0-1、2-3、4-5、6-7、8-9、10-11 日齡）兩因子影響。分析結果顯示兩因子之間無顯著交互作用 ( $P=0.5154$ )。就親鳥性別因子，雄鳥使用給食聲的頻度 ( $53.36 \pm 30.29\%$ ) 大於雌鳥 ( $41.73 \pm 33.17\%$ )，然未有顯著差異 ( $P=0.0761$ )。但給食聲使用頻度在不同雛鳥日齡間則有顯著的差異 ( $P < 0.0001$ )，親鳥於雛鳥早期發出給食聲的機會較大（圖 2，表 2）。親鳥使用給食聲的頻度於雛鳥 0-1 日齡 ( $73.04 \pm 29.35\%$ )、2-3 日齡 ( $76.71 \pm 20.48\%$ )、4-5 日齡 ( $67.49 \pm 26.88\%$ )，及 6-7 日齡 ( $58.47 \pm 24.18\%$ ) 之間無顯著差異，但顯著高於 8-9 日齡 ( $23.24 \pm 12.15\%$ ) 及 10-11 日齡 ( $11.74 \pm 12.18\%$ )。

根據以上親鳥給食聲使用頻度的變化，以下分析將雛鳥日齡分為 0-3、4-7、

及 8-11 三個階段進行比較。

### 育雛期親鳥給食聲發出次數之變化

在親鳥有使用給食聲的趟數中，平均每趟發出給食聲次數於雛鳥不同日齡間有顯著差異 ( $P < 0.001$ )。隨著雛鳥成長，親鳥每次發出給食聲的平均次數逐漸下降 (圖 3)。親鳥於雛鳥 0-3 日齡間每次發出次數為  $3.11 \pm 2.04$  次、4-7 日齡為  $1.75 \pm 0.56$  次、8-11 日齡為  $1.19 \pm 0.31$  次。

### 親鳥使用給食聲與雛鳥乞食隻數關係

親鳥是否使用給食聲受親鳥回巢後雛鳥立即乞食隻數影響 ( $P < 0.001$ )。若無雛鳥立即乞食，親鳥使用給食聲機會為  $88 \pm 6.91\%$ ；但是只要有一隻雛鳥立即乞食，親鳥使用給食聲機會顯著下降為  $0.11 \pm 7.02\%$ 、兩隻時下降為  $0.07 \pm 2.84\%$  (圖 4)。

### 親鳥使用給食聲的時機

親鳥給食聲使時機中，僅餵食前發出給食聲的次數顯著高於僅餵食過程中及餵食前與過程中皆有 (Friedman test,  $P < 0.001$ )，且於雛鳥 0-3、4-7、8-11 日齡皆然 (圖 5、表 3)。

於雛鳥 0-3 日齡，親鳥僅餵食前發出給食聲的次數為  $1.18 \pm 0.61$  次 (次/小時)，顯著高於僅餵食過程中的  $0.12 \pm 0.23$  次 (次/小時) 及餵食前與過程中皆有的  $0.48 \pm 0.57$  次 (次/小時)。

於雛鳥 4-7 日齡，親鳥僅餵食前發出給食聲的次數為  $1.15 \pm 0.62$  次 (次/小時)，顯著高於僅餵食過程中的  $0.14 \pm 0.16$  次 (次/小時) 及餵食前與過程中皆有的  $0.25 \pm 0.24$  次 (次/小時)。

於雛鳥 8-11 日齡，親鳥僅餵食前發出給食聲的次數為  $0.44 \pm 0.31$  次 (次/小時)，顯著高於僅餵食過程中的  $0.01 \pm 0.03$  次 (次/小時) 及餵食前與過程中皆有

的  $0.11 \pm 0.12$  次 (次/小時)。

### 親鳥發出給食聲與下趟餵食間隔及食物大小關係

比較親鳥的餵食間隔是否受發出給食聲及雛鳥日齡兩因子影響。結果顯示兩因皆有顯著影響，但彼此間沒有顯著交互作用 ( $P=0.9632$ )。親鳥若在餵食前有發出給食聲，則會延長下趟回巢的時間。親鳥上趟餵食前有發出給食聲的餵食間隔為  $1140 \pm 525$  秒，顯著長於沒有發出的  $873 \pm 349$  秒 ( $P=0.0048$ ，圖 7)。而不同雛鳥日齡間，親鳥的餵食間隔也有顯著差異 ( $P=0.0024$ )。雛鳥日齡愈大，親鳥餵食間隔則愈長 (圖 8)。

此外親鳥上一趟餵食中若有發出給食聲，則該趟帶回食物大於 1 嘴喙長的機會 ( $53.38 \pm 24.75\%$ ) 較上一趟沒有發出的機會高 ( $42.69 \pm 19.09\%$ )，但未達顯著差異 ( $P=0.0795$ ，圖 9)。

### 河流背景聲音對給食聲使用的影響

將本種樣區內的巢位分成築巢於橋墩 ( $< 50$  dB) 與房舍 ( $66 \pm 4.3$  dB) 兩種，比較不同背景噪音下親鳥給食聲的使用頻度是否有差別。結果顯示在雛鳥 8-11 日齡時，築巢於橋墩的親鳥給食聲使用頻度為  $22.45 \pm 4.55\%$ ，顯著大於築巢於房舍者的  $10.84 \pm 4.79\%$  (Mann-Whitney  $U$  test,  $P=0.009$ )。而於雛鳥 0-3 日齡及 4-7 日齡，築巢於橋墩的親鳥給食聲使用頻度的平均值皆高於築巢於房舍者，然都未有顯著差異 (圖 6、表 4)。

### 親鳥給食聲對雛鳥回播實驗

比較雛鳥 ( $n=8$  巢) 的乞食行為是否受回播聲音類型 (本種給食聲、溝通聲、台灣藍鵲叫聲) 以及雛鳥日齡 (分為 4-6、11-13 日齡) 兩因子影響。

分析雛鳥張嘴乞食時間顯示，雛鳥日齡之間沒有顯著差別 ( $P=0.3266$ )，但是在回播聲音類型間卻有顯著差異 ( $P < 0.0001$ )。雛鳥對於本種給食聲的張嘴反

應時間為 ( $9.87\pm 0.91$  秒) 顯著高於本種溝通聲 ( $2.26\pm 1.9$  秒) 與台灣藍鵲叫聲 ( $2.2\pm 1.04$  秒)，而溝通聲與藍鵲叫聲之間無顯著差異 (圖 10)。雛鳥日齡與回播聲音類型兩因子之間並無顯著交互作用 ( $P=0.3863$ )。

分析雛鳥乞食強度顯示，雛鳥在 11-13 日齡乞食強度有較 4-6 日齡增強的趨勢，但未達顯著差異 ( $P=0.0595$ )。而在回播聲音類型間，雛鳥乞食強度有顯著的差異 ( $P<0.0001$ )。雛鳥對於本種給食聲的乞食強度 ( $3.8\pm 0.15$ ) 顯著高於本種溝通聲 ( $1.61\pm 0.25$ ) 與台灣藍鵲叫聲 ( $1.86\pm 0.29$ )，而溝通聲與藍鵲叫聲之間無顯著差異 (圖 11)。雛鳥日齡與回播聲音類型兩因子之間並無顯著交互作用 ( $P=0.6529$ )

於雛鳥 4-6 日齡的 21 次(每巢 3 次)回播給食聲的實驗中，只有 3 次(14.28%) 對給食聲有發出乞食聲；雛鳥 11-13 日齡的回播中，只有 6 (28.57%) 次。所有回播 7 巢雛鳥中，只有 3 巢有對回播發出過乞食聲。但是觀察實際親鳥餵食情況顯示，雛鳥 4-6 日齡隨機取樣的 21 次餵食中有 20 (95.23%) 雛鳥會發出乞食聲；雛鳥 11-13 日齡有 18 次 (85.71%) 發出乞食聲。

## 台灣紫嘯鶇警戒聲類型

方 (2004) 研究發現本種至少有兩種類型警戒聲 (圖 12)。警戒聲 I 為單音節哨音 (whistle)，頻率在 4062-6438Hz 間，頻域 2375Hz，主頻率為 5524Hz。警戒聲 II 為單音節粗啞叫聲，頻率在 4851-2408Hz 間，主頻率為 3668Hz。

本研究將警戒聲 I 進一步分析，可以再將其分為 a 及 b 兩種類型，兩類型的最高音頻、最低音頻、頻域、以及主要音頻都有顯著差異 (圖 13、表 5)。

警戒聲 I -a 為高頻往低頻叫的哨音，其音頻在 4758-7040 Hz 間，頻域 2282Hz，主頻率為 5903Hz。警戒聲 I -b 起音較為粗啞，為低頻往高頻叫的哨音，其頻域在 3239-6630 Hz 間，頻域 3390Hz，主頻率為 5737Hz。

警戒聲 I -b 相較於警戒聲 I -a，最高音頻、最低頻率、主要音頻皆較低，但是頻域則較寬。

## 育雛期親鳥護巢時發出警戒聲的變化

比較 2006 年樣區內第一波繁殖的 10 對親鳥顯示，親鳥護巢時發出警戒聲次數於雛鳥早期（0-5 日齡）、中期（6-11 日齡）、晚期（12-17 日齡）之間有顯著差異（Friedman test， $P=0.002$ ）。隨著雛鳥成長，親鳥護巢時發出的警戒聲次數（各種類型警戒聲次數總和）愈多。在雛鳥晚期，親鳥在 3 分鐘內警戒聲次數最多（ $32.1\pm 5.82$  次），且顯著多於早期（ $15.67\pm 6.53$  次）。中期警戒聲次數（ $26.86\pm 7.91$  次）介於早期與晚期之間，但與兩者皆無顯著差異（圖 14）。

## 育雛期親鳥護巢時發出警戒聲類型的變化

比較 2006 年樣區內第一波繁殖的親鳥於護巢時發出的 3 類型警戒聲次數，分別在雛鳥早期（0-5 日齡）、中期（6-11 日齡），及晚期（12-17 日齡）的變化。

結果顯示親鳥警戒聲 I -a 在 3 分鐘內的使用次數，於雛鳥早期（ $11.89\pm 4.82$  次）、中期（ $9\pm 6.31$  次）、晚期（ $7.85\pm 6.5$  次）之間沒有顯著差異（Friedman test， $P=0.587$ ，圖 15）。

警戒聲 I -b 在 3 分鐘內的使用次數，於雛鳥早、中、晚之間有顯著差異（Friedman test， $P=0.01$ ）。隨著雛鳥成長，親鳥護巢時發出警戒聲 I -b 愈多。晚期使用次數（ $22.65\pm 9.21$  次）最多，且明顯高於早期（ $4.67\pm 5.6$  次）。而中期使用次數（ $16.46\pm 11.64$  次）介於早期與晚期之間，但與兩者無顯著差異（圖 16）。

警戒聲 II 在所有觀察的 10 對親鳥中，只有 7 對在雛鳥中期以及晚期有記錄到，雛鳥早期皆不曾發現親鳥使用過。警戒聲 II 在 3 分鐘內的使用次數於雛鳥中期（ $3.5\pm 1.08$  次）與晚期（ $3.43\pm 3.01$  次）之間沒有顯著差異（Friedman test， $P=0.257$ ，圖 17）。

## 親鳥警戒聲於同季內第一巢與第二巢之比較

在樣區內第一波繁殖的 10 對親鳥中，有其中 6 對在相同的巢位繁殖第二

次。結果顯示第一巢與第二巢親鳥護巢時發出的警戒聲次數（各種類型警戒聲次數總和）於雛鳥早期、中期、晚期都無顯著差異（圖 18、表 6）。將三種警戒聲分開來看，第一巢與第二巢親鳥護巢時發出的警戒聲次數於雛鳥早期、中期、晚期也都無顯著差異（圖 19-21、表 7）。

### **親鳥餵食頻度與警戒聲次數**

親鳥的餵食頻度（於雛鳥 0-11 日齡）與警戒聲次數（於雛鳥 12-17 日齡）具有顯著相關性（Spearman rank correlation， $p=0.0417$ ）。餵食頻度愈高的親鳥，護巢時發出的警戒聲次數愈多（圖 22）。

### **親鳥警戒聲對雛鳥回播實驗**

比較回播前 1 分鐘與回播中 1 分鐘雛鳥的動作次數顯示，回播空白帶時無顯著差異（回播前  $9.2\pm 1.9$  次、回播中  $8.5\pm 1.3$  次， $P=0.438$ ）；但回播警戒聲 I -a（回播前  $10.1\pm 2.1$  次、回播中  $3.2\pm 2.3$  次， $P=0.018$ ）、I -b（回播前  $8\pm 2.8$  次、回播中  $2.5\pm 1.7$  次， $P=0.017$ ）、II（回播前  $7.3\pm 2.6$  次、回播中  $2.7\pm 0.9$  次， $P=0.018$ ）時，回播中雛鳥的動作次數皆顯著小於回播前（圖 23）。

將雛鳥轉頭、抖身、理羽、振翅分別來看，各種動作次數在回播警戒聲時皆降低，且理羽及振翅於回播警戒聲中皆未記錄到（表 8）。