

計畫名稱：96 年斗六丘陵（包括湖山水庫）八色鳥族群數量調查

（英文名稱）：Annual survey of the Fairy Pitta (*Pitta nympha*) population in Douliou Hill areas - 2007

計畫編號：130-3

全程計畫期間：96 年 5 月 1 日至 100 年 12 月 31 日

本年計畫期間：96 年 5 月 1 日至 96 年 12 月 31 日

計畫主持人：林瑞興

## 一、摘要

本研究之目的欲藉由八色鳥族群調查及年間族群數量變化比較、八色鳥繁殖成功率估算與八色鳥潛在天敵調查，了解八色鳥族群現況及環境變動之影響。八色鳥族群調查調查時間為 2007 年 4 月 27 日至 5 月 29 日。地點為阿里山事業區第 61 至 73 林班；繁殖成功率及潛在天敵調查在 4-7 月八色鳥繁殖期間於大浦溪上游部分非林班地進行。族群調查共進行 315 個調查點，計 567 個點/次的數量調查，記錄至少 155 隻八色鳥，在湖山水庫範圍則記錄 28 隻。八色鳥在斗六丘陵地區的分布，以北邊的 61-63 林班地明顯的較少，而 64-67 林班與 71-73 林班則是八色鳥平均數量較多的區域。年間差異分析發現，2005 年、2006 年和 2007 年的八色鳥記錄數量皆顯著少於 2004 年，此年間差異主要發生在前期，尤其是非固定樣區內八色鳥數量的減少。若由各分區來看，61-63 林班與 68-70 林班八色鳥數量減少明顯，相對的 64-67 林班與 71-73 林班的八色鳥數量較為穩定。繁殖期間共記錄有效巢數 33 巢，整體繁殖成功率為 32.23%。其中造成八色鳥繁殖失敗的主因為天敵掠食。八色鳥主要的天敵組成包括蛇類（20%， $n = 4$ ）、臺灣獼猴（45%， $n = 9$ ）、中型哺乳動物（20%， $n = 4$ ）以及猛禽（大冠鷲，5%， $n = 1$ ）。與 2006 年繁殖調查資料相比，2007 年有較低之繁殖成功率，天敵組成也有所差異。

## Abstract

In order to monitor the effects of Hushan Dam on the Fairy Pitta (*Pitta nympha*) population, an annual survey using a constant method at the Hushan Reservoir and its neighboring areas between late-April and mid-May of 2007 was conducted and then the yearly population fluctuations of Fairy Pitta between 2004 and 2007 were analyzed. Also, the reproductive success and nesting predators of Fairy Pitta were investigated at Huben village in Linnei Township from April to July. In total, 567 investigations were conducted from 315 stations and a total 155 pittas were detected. Of these, 28 pittas were detected within the range of Hushan Reservoir. The densities

of Fairy Pitta at the forest compartments 61-63 is less than the forest compartments 64-67 and the forest compartments 71-73. The population sizes were similar for the years of 2005, 2006 and 2007. However, the sizes of these years were significantly less than that of the year 2004. The main differences were coming from decreasing numbers at non-constant site, in which forest compartments 61-63 and 68-70 of Ali Mountain district of the Taiwan Forest Bureau were most significant. By contrast, forest compartments 64-67 and 71-73 had a more stable population size. In 2007, 33 effective nests were recorded and the Mayfield reproductive success was 32.23%. Depredation was the most important factor to the nest failure. Among 18 incidents, *Macaca cyclopis* contributed 45% ( $n = 9$ ), following by the snake (20%,  $n = 4$ ), other mammals (20%,  $n = 4$ ) and raptors (*Spilornis cheela*, 5%,  $n = 1$ ). The composition of recorded nest predators in 2007 was different from those recorded in 2006. Also, the reproductive success of Fairy Pitta in 2007 was lower than 2006. These results indicated the nest success and predators of Fairy Pitta fluctuated among years.

**關鍵詞：** Hushan Reservoir, Fairy Pitta, reproductive success

## 二、計畫目的

八色鳥族群存續面臨的主要問題，在於其繁殖地與度冬區受到人為開發壓力，而繁殖成功率亦是可能影響八色鳥族群延續的重要因素。影響繁殖成功率的因子包括了孵化失敗、親鳥棄巢、天敵掠食 (predation) 以及短期的氣候變動等。其中，天敵是大多數燕雀目鳥類繁殖失敗的主因之一。

湖山水庫業於 2006 年 8 月開始施工，亟需持續監測區內八色鳥族群數量變動，以了解水庫工程施作對八色鳥族群的影響並釐清導致族群數量變動可能原因。此外，本研究也將藉由八色鳥繁殖成功率調查及分析各類天敵對其繁殖失敗的影響來評估八色鳥的族群現況。

## 三、重要工作項目及實施方法

### (一) 八色鳥族群數量及分布調查

利用特有生物研究保育中心於 2004 至 2006 年建立之湖山水庫淹沒區、集水區及鄰近地區八色鳥族群數量調查樣區 (林瑞興 2004, 2005a, 2006)，調查本年八色鳥族群數量及分布情形。調查範圍為湖山水庫及鄰近地區面積約 2,650ha，包括 6 個固定樣區 72 個調查點、非固定樣區 152 個調查點及大埔溪

樣區 91 個調查點 (圖 1)，共計 315 個調查點。

調查技術則應用錄放反應法 (playback, 林等 2002; Lin *et al.* 2007), 調查人員在調查時攜帶一組錄放器材 (隨身聽、6w 喇叭、訊號線及 5 分鐘八色鳥錄音帶)、記錄表、相片基本圖及 GPS (Global Position System Receiver) 等器材, 於抵達調查點後播放叫聲 5 min, 傾聽八色鳥回應的叫聲並判斷其距離, 距離區分為 50 m、50 至 100 m 及 100 m 以上等三種, 同一時刻出現不同叫聲, 則代表不同的個體。由於天候不佳會明顯影響鳥類活動及調查人員的判斷能力 (Bibby *et al.* 1992), 因此本調查盡量在能見度佳、無雨或小雨及風速在微風以下的天候條件下進行。野外調查時間為 4 月下旬至 5 月下旬, 每日清晨 05:30 至 10:00 進行。調查頻度與 2004 至 2006 年調查相同。固定樣區進行 2 次調查, 2 次調查選在八色鳥抵達研究區並於白日開始鳴叫的 1 週後與第 2-3 週間進行。2 次調查行進路線相異, 以降低時間效應。非固定樣區調查則於 4 月下旬至 5 月下旬間進行, 各調查點進行 1 次。大埔溪樣區則於 4 月下旬至 5 月下旬間, 進行 3 次調查。

## (二) 八色鳥年間族群數量與分布變化比較

監測八色鳥族群數量變動為長期目標之一。因此, 本計畫將利用本年八色鳥族群調查結果與 2004、2005 及 2006 特有生物研究保育中心調查結果進行比較, 以探討 2004 至 2007 年間工作範圍內八色鳥族群數量及分布變動, 尤其 2006 年湖山水庫相工程已開始施行, 八色鳥族群數量變化的監測是亟需瞭解的。由於調查日期對調查結果有顯著的影響, 年間比較將依各調查點進行日期區分後, 利用無母數統計方法 Mann-Whitney U-test 或 Kruskal-Wallis test (Zar 1984) 比較年間及區域間數量變化。

## (三) 八色鳥繁殖成功率調查

2007 年 4-7 月八色鳥繁殖季期間, 於林內鄉湖本村大埔溪集水區, 面積約 390ha 的範圍內進行八色鳥繁殖研究。以隨機步行的方式, 配合觀察八色鳥親鳥啣巢材築巢與餵食雛鳥等繁殖行為, 以縮小鳥巢可能出現範圍, 並搜尋潛在築巢位置, 與於過去經驗中常出現的鳥巢築巢位置找尋鳥巢 (Martin and Geupel 1993)。找到使用中確定有繁殖的鳥巢後, 首先進行 GPS (Global Position System Receiver) 定位與拍照記錄, 確認巢期、巢內蛋數或雛鳥數量。

為獲得八色鳥繁殖結果的直接證據, 利用數位監視攝影機 (ESDR400H, EverFocus Electronics Corporation, Hsi-Chih, Taipei, Taiwan) 每秒鐘拍攝 5 個畫

面，24hr 持續記錄鳥巢狀態。數位攝影機分兩部分架設，於距離鳥巢巢口外 1 m 左右，設置具有紅外線夜視功能的攝影鏡頭，主機儀器與電池放置於距離鳥巢 10-100 m 處，避免儀器運轉聲音以及更換電池的動作驚擾巢中親鳥。也可以減少人為活動靠近鳥巢引來天敵 (Thompson *et al.* 1999; Sabine *et al.* 2005)。架設數位攝影機之後，每 2 日更換電池並檢測影像內容，確認巢內雛鳥狀況，直至雛鳥離巢或是此巢失敗。根據拍攝到的影像畫面資料，進行鳥巢天敵物種判定。

有些鳥巢位置過高、巢附近無支點或主機架設後可能被溪水沖毀等，環境狀況不許可架設攝影機；這些無法直接攝影獲得影像資料的鳥巢，以每 1-3 日巡巢一次的方式記錄繁殖狀況，並記錄鳥巢最終情形。巡巢時需記錄時間日期、巢期以及雛鳥數量狀況，直到雛鳥成功離巢或繁殖失敗，以估計鳥類繁殖成功率。為避免巡巢過程留下氣味或痕跡吸引天敵，每次盡量採取不同路線接近巢，並使用望遠鏡在距離鳥巢一段距離外觀察巢內狀況，避免直接接觸鳥巢，也可減少人為干擾導致親鳥棄巢 (Martin *et al.* 1997)。

除了攝影的畫面記錄可以明確的得知鳥巢的最終結果外，其餘鳥巢則可依據結束繁殖後鳥巢周圍的跡象來判定其命運；針對判別為繁殖失敗的鳥巢，進一步藉由個別特徵，決定其導致失敗之因素或可能之天敵類別。當鳥巢因為豪雨、強風、颱風等天候因素失敗時，現場應會遺留下掉落或壓毀的鳥巢、泡在水中的蛋；若是被天敵掠食，則依殘留之碎蛋殼、鳥類屍體、被破壞的鳥巢、巢四周環境被破壞的痕跡輔助判斷可能造訪的天敵類型。

#### (四) 八色鳥繁殖成功率估算

使用 Mayfield estimator 分別計算產卵期 (Laying)、孵卵期 (Incubation)、育雛期 (Nestling) 以及整體的繁殖成功率 (Mayfield 1961, 1975)，分別表示各個繁殖時期鳥類的繁殖成功率，避免將鳥巢二分法劃分為成功失敗所造成的估計偏差，以期估算的結果更能貼近事實。

Mayfield estimator 使用鳥巢總觀察日數 (OBS, the total number of observation days) 與繁殖失敗的鳥巢總數兩個數值作為基準，估算鳥類的繁殖成功率。每個鳥巢的觀察日數定義為鳥巢被研究人員調查到有繁殖行為 (巢中有蛋或雛鳥) 並記錄的日期起至鳥巢繁殖結束之日。

$$OBS = \frac{LASTACTIVE + LASTCHECK}{2} - DAYFOUND$$

- LASTACTIVE：鳥巢最後活動日，為巡巢發現鳥巢繁殖失敗或幼鳥離巢時，回推上一個鳥巢有效活動之日期。
- LASTCHECK：最後巡巢日，為最後確認鳥巢淨空或是被破壞的日期。
- DAYFOUND：鳥巢發現日期，定義為發現巢中有蛋或是雛鳥之日期，由於部分八色鳥築巢後不會立即進行繁殖行為，會視食物條件量而決定其產卵時機，這種情況在繁殖季初期，尚有許多繁殖機會時尤其明顯，因此找到鳥巢之日無法被視為鳥巢正式繁殖記錄日。

使用上述公式，可以降低鳥巢觀察天數估算上的誤差。當鳥巢有架設攝影機記錄觀察，由攝影資料可以獲得確切的鳥巢結束時間點時，使用最正確的鳥巢觀察天數，捨棄估算值。

獲得每個鳥巢的觀察天數後，將所有鳥巢觀察天數加總，則可得到鳥巢總觀察天數 (observation days) (Manolis *et al.* 2000；Hazler 2004)。由上述數值可算出鳥巢每日天敵掠食率 (DSR, Daily Survival Rate)。

$$DPR = 1 - \frac{\text{no. of predated nests}}{\text{no. of observation days}}$$

由於 Mayfield estimator 倚賴鳥巢觀察天數作基準來估算每日繁殖成功率，因此必須排除無法判定繁殖觀察天數的未知狀態鳥巢。當鳥巢的使用狀態不明、從未觀察到有繁殖行為或受到人為干擾棄巢失敗的鳥巢，皆無法列入估算。

#### 四、結果與討論

##### (一) 八色鳥族群數量及分布調查

###### 1. 調查點的時空分布

本年度八色鳥族群調查日期由 4 月 27 日至 5 月 29 日結束，3 個調查人員，不含踏勘，合計進行 21 個工作天的野外調查，總計 315 個調查點，其中包括固定樣區、非固定樣區及大埔溪樣區等三種類型。每個固定樣區有 12 個調查點，6 個固定樣區共 72 個調查點，每點調查 2 次。非固定樣區則有 152 個調查點，每點調查 1 次。另外，大埔溪樣區有 91 個調查點，每點調查 3 次。

非固定樣區 152 個調查點在 4 月 27 日至 5 月 15 日間進行 (表 1)，所有的調查點皆在 5 月 15 日前完成。固定樣區方面，本年度第 1 次調查於 4 月

27日至5月3日間進行，第2次調查則在5月8日至5月13日進行，各樣區2次調查時間差異在9至11日間（表1）；固定樣區第1次調查於八色鳥抵達後並於日間開始鳴叫的1週內進行。大埔溪樣區的3次調查分別於4月28日至5月3日、5月10日至5月15日和5月25日至5月29日進行（表1）。

因部分調查點重新選定與部分調查樣點年間差異，各林班地內與湖山水庫預定地內的調查點數與前四年稍有些微不同。湖山水庫預定地範圍內調查點數為45點，平均每百公頃10.1個調查點；各林班地調查點數，除與大埔溪樣區交集的66、67和68林班之調查點數達27至40點，平均每百公頃11.48至23.24個點外，其餘林班調查點數在13至19點，平均7.70至11.63個點間（表2）。

## 2. 八色鳥族群調查結果

固定樣區、非固定樣區及大埔溪樣區調查結果如表1。非固定樣區的152個調查點共記錄60隻八色鳥。6個固定樣區兩次調查間調查數量有所不同，有的減少有的增加，八色鳥數量減少的樣區包括斗六東溪南、土地公坑樣區、和崙尾坑樣區，其中以土地公坑樣區的八色鳥數量由12隻下降至4隻最為明顯，八色鳥數量增加的樣區包括斗六大圳、斗六東溪北和北勢坑樣區，其中以斗六東溪北與北勢坑樣區分別增加3隻最為明顯；樣區間調查結果差異頗大，斗六東溪北樣區12點調查曾記錄到15隻的八色鳥，而北勢坑樣區亦有僅發現2隻的記錄。大埔溪樣區三次調查結果，分別為44、45及30隻，有隨日期推進而逐漸減少的趨勢；另若僅取各調查點第一次調查結果統計，則本年度於湖山水庫及其鄰近地區，315個調查點共記錄八色鳥155隻。至於在湖山水庫範圍，若同樣取各調查點的第一次調查結果，則45個調查點中有18個調查點有發現八色鳥，記錄有28隻（表2、圖3）。

取各點第一次調查結果，各調查點記錄數量在0至3隻間，在315個調查點中有114（36.19%）個點有發現八色鳥，其中記錄1隻的有77（24.44%）個點，記錄2隻有33（10.48%）個點，記錄3隻有4（1.27%）個點。

圖2為各調查點第一次調查結果，由於大埔溪樣區樣點密度較高，因此其發現八色鳥的點數亦較多，為避免樣點數過多造成混淆，以各林班的平均數量和發現機率來看八色鳥分布狀況，發現本年調查結果不論平均數量、發現機率皆以64林班地為最高（表2）。

## 3. 八色鳥數量在空間上的比較

為了分析湖山水庫預定地及其鄰近地區，八色鳥族群數量是否有空間上的差異，將研究區域劃分為：(1) 湖山水庫範圍內、外，(2) 61 - 67 林班(南)與 68 - 73 林班(北)，(3) 61 - 63 林班、64 - 67 林班、68 - 70 林班與 71 - 73 林班等組別，並分別比較八色鳥數量的差異。

由於調查日期對調查結果有顯著的影響 (林 2004)，在進行不同區域八色鳥數量的比較時，必須控制調查日期。再者，因為各調查點八色鳥記錄數量，並非呈現常態分布。將調查日期區分為前期、中期與後期，前期為 4 月 28 日至 5 月 7 日，中期為 5 月 8 日至 5 月 17 日，後期則為 5 月 18 日至 5 月 27 日，並利用 Mann-Whitney *U*-test (用於檢驗兩組間數值是否有差異) 及 Kruskal-Wallis test (用於檢驗兩組以上數值是否有差異，當  $p < 0.05$  則判定為組間有顯著差異) 等無母數統計法，比較組間數量上的差異。

分析結果發現，(1) 湖山水庫範圍內、外在前期 (*U*-test,  $U = 3336$ ,  $p = 0.47$ ) 與中期 ( $U = 3745.5$ ,  $p = 0.25$ ) 時皆沒有顯著的數量差異；後期無水庫內調查資料，不能進行比較。(2) 61 - 67 林班與 68-73 林班在前期 (*U*-test,  $U = 4552$ ,  $p = 0.93$ )、中期 ( $U = 4785.5$ ,  $p = 0.18$ ) 和後期 ( $U = 392$ ,  $p = 0.062$ ) 皆沒有顯著的數量差異。(3) 61 - 63 林班、64 - 67 林班、68 - 70 林班與 71 - 73 林班在前期有顯著的數量差異 (K-W test,  $df = 3$ ,  $H = 10.22$ ,  $p = 0.017$ )，兩兩比較後發現，61 - 63 林班與 64 - 67 林班有明顯差異 (*U*-test,  $U = 779.5$ ,  $p = 0.002$ )，61 - 63 與 71 - 73 林班亦有明顯差異存在 (*U*-test,  $U = 406$ ,  $p = 0.014$ )，其他林班地間則無明顯差異，以平均數量來看，61 - 63 林班 ( $0.17 \pm 0.47$ ) 明顯小於 64 - 67 林班 ( $0.61 \pm 0.75$ ) 與 71 - 73 林班 ( $0.64 \pm 0.93$ )；中期並無顯著差異 (K-W test,  $df = 3$ ,  $H = 2.19$ ,  $p = 0.53$ )，而後期僅能進行 64 - 67 林班與 68 - 70 的比較，結果亦沒有顯著的數量差異 (*U*-test,  $U = 392$ ,  $p = 0.062$ )。

就湖山水庫內外而言，湖山水庫預定地內前期與中期的平均八色鳥數量與水庫以外區域相差無幾 (表 4)。以南 (61 - 67 林班)、北 (68 - 73 林班) 區塊來說，前期與中期的八色鳥平均數量並無明顯差異。若由北至南的四個區域來看，前期在 61 - 63 林班地的八色鳥平均數量明顯低於 64 - 67 林班地和 71 - 73；中期與後期各分區的八色鳥平均數量則無明顯差異。

以八色鳥的空間分布而言，2007 年八色鳥在斗六丘陵地區的分布，以北邊的 61 - 63 林班地明顯的較少，而 64 - 67 林班與 71 - 73 林班則是八色鳥平均數量較多的區域。

## (二) 年間族群變動

### 1. 年間族群整體數量變化

根據經濟部水利署中區水資源局委託行政院農委會特有生物研究保育中心於 2004 年至 2006 年的調查結果(林瑞興 2004, 林瑞興 2005, 林瑞興 2006)與本年調查結果比較, 若僅以整體數量而言(僅統計三種不同調查的第一次調查結果), 本年度調查記錄總數量(155 隻)與 2006 年(162 隻)和 2005 年(156 隻)八色鳥記錄總數量相去不遠, 但是 2005 年至 2007 年皆大約較 2004 年(222 隻)少了約 1/3。

依據 2004 年的分期方式, 將調查日期區分為前、中與後期, 前期為 4 月 28 日至 5 月 7 日, 中期為 5 月 8 日至 5 月 17 日, 後期則為 5 月 18 日至 5 月 27 日, 並利用 Kruskal-Wallis test 比較年間數量上的差異, 若有差異再以 Mann-Whitney  $U$  test 兩兩檢定, 瞭解其中差異狀況。

依分期來看, 調查前期的八色鳥數量有顯著年間差異 ( $H = 17.12, p = 0.001$ ), 兩兩比較結果發現 2005 年 ( $U = 33837.5, p = 0.001$ )、2006 年 ( $U = 36137.5, p < 0.01$ )、2007 年 ( $U = 27658, p < 0.001$ ) 與 2004 年的八色鳥數量皆有明顯年間差異存在, 而 2005 年與 2006 年間差異 ( $U = 46476, p = 0.49$ )、2005 年與 2007 年間 ( $U = 36089.5, p = 0.70$ ) 和 2006 年與 2007 年間 ( $U = 40252.5, p = 0.28$ ) 則沒有顯著年間差異存在; 以平均數量來看, 2005 年 ( $0.55 \pm 0.83$ )、2006 年 ( $0.55 \pm 0.74$ ) 和 2007 年 ( $0.50 \pm 0.76$ ) 前期的八色鳥平均數量皆較 2004 年少, 表示 2005 年、2006 和 2007 年前期的調查發現的八色鳥數量皆明顯低於 2004 年。中期的八色鳥數量年間差異在顯著水準邊緣 ( $H = 6.94, p = 0.07$ )。而後期的八色鳥數量年間差異亦在顯著水準邊緣 ( $H = 7.17, p = 0.07$ )。因此不論就整體數量或是分期來看, 2005 年、2006 年和 2007 年的八色鳥調查數量都顯著少於 2004 年。

就不同樣區類型而言, 大埔溪前期 ( $H = 7.07, p = 0.07$ ) 與中期 ( $H = 7.01, p = 0.07$ ) 的八色鳥數量年間差異在顯著水準邊緣, 後期 ( $H = 5.73, p = 0.13$ ) 的八色鳥數量年間差異未達顯著水準。固定樣區的八色鳥數量在調查前期 ( $H = 0.52, p = 0.92$ ) 與中期 ( $H = 3.82, p = 0.28$ ) 均無顯著的年間差異。非固定樣區的八色鳥數量在前期有顯著年間差異 ( $H = 19.62, p < 0.001$ ); 兩兩比較後發現, 2005 年 ( $U = 5781, p < 0.001$ )、2006 年 ( $U = 6072, p < 0.01$ ) 和 2007 年 ( $U = 13054, p = 0.02$ ) 與 2004 年之間有顯著差異存在; 以平均數量來看, 2005 年 ( $0.47 \pm 0.82$ )、2006 年 ( $0.50 \pm 0.72$ ) 和 2007 年 ( $0.32 \pm 0.55$ )

調查發現八色鳥數量皆較 2004 年 ( $0.99 \pm 1.12$ ) 來得低，表示 2005 年、2006 年、2007 年非固定樣區前期發現的八色鳥數量顯著低於 2004 年。中期年間差異未達顯著水準 ( $H = 6.9$ ,  $p = 0.08$ )；後期樣本數低，未進行比較。

上述結果顯示，2005 年、2006 年和 2007 年的八色鳥記錄數量顯著少於 2004 年，此年間差異主要發生在前期，而前期八色鳥數量的減少來自於固定樣區外八色鳥數量的下降，尤其是非固定樣區內八色鳥數量的減少。

## 2. 年間整體分布變化

2004 年的空間分區分期比較結果 (圖 4) 顯示，不論(1) 湖山水庫內、外、(2) 61 - 67 林班與 68 - 73 林班和(3) 61 - 63 林班、64 - 67 林班、68 - 70 林班和 71 - 73 林班都沒有顯著的數量差異；而 2005 年的空間分區分期比較結果 (圖 4) 則顯示前期時(1) 湖山水庫內平均八色鳥數量高於湖山水庫外，(2) 68 - 73 林班的八色鳥數量較 61 - 67 林班來得高，(3) 68 - 70 林班與 71 - 73 林班的八色鳥數量皆較 61-63 林班來得高；2006 年與 2004 年相似，所有分區分期比較皆無顯著差異 (圖 4)；2007 年的空間分期比較結果顯示，北邊的 61 - 63 林班的八色鳥數量顯著低於 64 - 67 林班和 71 - 73 林班 (圖 4)。

相較於 2004 年與 2006 年八色鳥數量在整個調查區域呈現平均分布的狀態，2005 年八色鳥數量分布則主要在偏南邊的 68 - 73 林班地，而 2007 數量分布則是以 64 - 67 林班地與 71 - 73 林班較多。

## 3. 分區年間族群數量變化

不同分區方式的前期與中期的年間差異統計檢定結果詳見表 5，為讓年間差異在空間上呈現，而將表 5 結果彙整後以圖像呈現 (圖 5)。

### (1) 水庫內外

以湖山水庫預定地範圍來看，八色鳥數量在前期 ( $H = 1.73$ ,  $p = 0.63$ ) 與中期 ( $H = 1.73$ ,  $p = 0.63$ ) 皆無顯著年間差異 ( $H = 4.38$ ,  $p = 0.22$ )；後期樣本數低，未進行比較。湖山水庫外在前期有顯著的年間變異 ( $H = 18.24$ ,  $p < 0.001$ )，兩兩比較發現，2005 年 ( $U = 26154$ ,  $p < 0.001$ )、2006 年 ( $U = 27621$ ,  $p < 0.01$ ) 和 2007 年 ( $U = 20478$ ,  $p < 0.001$ ) 與 2004 年有顯著年間差異存在，以平均數量來看，2005 年 ( $0.50 \pm 0.77$ )、2006 年 ( $0.55 \pm 0.76$ ) 和 2007 年 ( $0.48 \pm 0.73$ ) 調查發現八色鳥數量皆較 2004 年 ( $0.89 \pm 1.08$ ) 來得低，表示 2005 年、2006 年和 2007 年前期發現的八色鳥數量顯著低於 2004 年；中期則無顯著的年間差異 ( $H = 6.56$ ,  $p = 0.09$ )。

上述結果顯示前期時湖山水庫內的八色鳥數量是較為穩定的，年間差異並不顯著，但水庫外的區域則有顯著的年間變動存在，且 2005 年、2006 年和 2007 年都明顯低於 2004 年。

## (2) 南北分區

以南（68 - 73 林班）北（61 - 67 林班）區塊來看，61 - 67 林班前期的八色鳥數量年間差異未達顯著水準（ $H = 6.49$ ， $p = 0.09$ ）；中期（ $H = 6.29$ ， $p = 0.10$ ）與後期（ $H = 4.30$ ， $p = 0.23$ ）皆無顯著年間差異。

68 - 73 林班在前期有顯著年間差異（ $H = 12.39$ ， $p < 0.01$ ），兩兩比較發現，前期僅 2004 年與 2006 年之間（ $U = 4152$ ， $p = 0.002$ ）和 2004 年與 2007 年之間（ $U = 3646.5$ ， $p = 0.005$ ）有顯著年間差異，以平均數量來看，2006 年（ $0.44 \pm 0.56$ ）和 2007 年（ $0.52 \pm 0.80$ ）調查記錄八色鳥數量較 2004 年（ $1.00 \pm 1.13$ ）低，表示 2006 年與 2007 年前期發現的八色鳥數量皆顯著低於 2004 年；中期的八色鳥調查數量有顯著年間差異（ $H = 11.38$ ， $p = 0.01$ ），兩兩比較發現，2004 年與 2005 年之間（ $U = 3012.5$ ， $p = 0.001$ ）和 2005 年與 2007 年之間（ $U = 2516$ ， $p = 0.02$ ）有顯著差異，以平均數量來看，2005 年（ $0.20 \pm 0.50$ ）調查記錄八色鳥數量較 2004 年（ $0.71 \pm 1.12$ ）和 2007 年（ $0.44 \pm 0.71$ ）低，顯示 68 - 73 林班於 2005 年中期發現的八色鳥數量顯著低於 2004 年和 2007 年；後期的年間數量差異則未達顯著水準（ $H = 5.98$ ， $p = 0.11$ ）。

## (3) 四分區

以北至南四個分區來看，61 - 63 林班前期的八色鳥數量有顯著的年間差異（ $H = 17.58$ ， $p = 0.001$ ），兩兩比較發現，2004 年調查記錄八色鳥數量與 2005 年（ $U = 700$ ， $p = 0.001$ ）、2006 年（ $U = 704$ ， $p = 0.003$ ）和 2007 年（ $U = 477$ ， $p < 0.001$ ）有顯著差異，以平均數量來看，2005 年（ $0.33 \pm 0.67$ ）、2006 年（ $0.37 \pm 0.71$ ）和 2007 年（ $0.17 \pm 0.47$ ）調查發現八色鳥數量較 2004 年（ $1.27 \pm 1.35$ ）來得低，表示 2005 年、2006 年和 2007 年調查記錄八色鳥數量顯著低於 2004 年；中期的八色鳥數量年間差異不顯著（ $H = 5.79$ ， $p = 0.12$ ）；後期因調查樣本數過低，未進行比較。

64 - 67 林班在前期（ $H = 0.82$ ， $p = 0.84$ ）、中期（ $H = 4.83$ ， $p = 0.19$ ）與後期（ $H = 4.95$ ， $p = 0.18$ ）皆無顯著的年間差異。

68 - 70 林班前期八色鳥數量的有顯著的年間差異（ $H = 12.57$ ， $p < 0.01$ ），兩兩比較發現，2004 年與 2006 年（ $U = 1633$ ， $p < 0.01$ ）、2007 年（ $U$

= 1350,  $p < 0.01$ ) 調查記錄八色鳥數量有顯著差異, 以平均數量來看, 2006 年( $0.43 \pm 0.57$ )與 2007 年( $0.41 \pm 0.66$ )調查發現八色鳥數量較 2004 年( $1.09 \pm 1.17$ )來得低, 即 2006 年、2007 年調查記錄八色鳥數量顯著低於 2004 年; 而中期 ( $H = 5.60$ ,  $p = 0.13$ ) 與後期 ( $H = 5.58$ ,  $p = 0.13$ ) 的八色鳥數量年間差異皆不顯著。

71 - 73 林班前期 ( $H = 2.51$ ,  $p = 0.47$ ) 與中期 ( $H = 5.52$ ,  $p = 0.14$ ) 的八色鳥數量無顯著的年間差異; 後期因樣本數過少無法進行比較。

上述結果顯示 71 - 73 林班與 64 - 67 林班的八色鳥數量較為穩定, 不論哪一期的年間數量差異皆不顯著, 而 61 - 63 林班與 68 - 70 林班則是八色鳥數量有明顯年間差異的區域, 68 - 70 林班的八色鳥數量自 2004 年後就逐漸減少, 而 61 - 63 林班八色鳥記錄數量年間差異是四個分區中最明顯的。

#### 4. 年間差異探討

以第一次調查記錄數量來說, 八色鳥的數量自 2004 年的 222 隻下降至 2005 年的 155 隻後, 2006 年 (162 隻) 與 2007 年 (156 隻) 的記錄數量即未有顯著變化。Sherry and Holmes (1995) 針對遷徙鳥類在年生活週期中各階段會面臨的主要問題提供一概念模型, 指出候鳥族群數量變動受度冬區、遷徙過程和繁殖區的族群變動所調控, 某一環節的調控機制除影響該環節外, 也會對下一環節的族群數量產生影響, 並呈現一個循環; 而瞭解確認造成族群變動的過程是那一時期非常重要 (Holmes 2007), 但在目前八色鳥相關研究成果尚無法確認到底哪一環節最為關鍵, 且遷徙過程和度冬區的族群變動不明之下, 僅能針對繁殖區擬定八色鳥族群存續保育策略。而遷徙性候鳥繁殖區最重要的關鍵就是族群的生產力 (Fecundity) (Newton 2004, Rodenhouse 2003), 這對維持族群數量相當重要 (Holmes 2007, Newton 1998), 生產力與食物量、天敵、氣候和其他族群密度依賴因子有關, 尤其維持繁殖地的棲地面積與品質非常關鍵。

湖山水庫導水路施工工程自去年八月開始進行, 而本年度湖山水庫範圍內的八色鳥數量並未與其他年度有明顯差異, 這是否顯示導水路相關工程施工對於八色鳥族群數量不影響? 2006 年開始的施工工程的影響性, 未必立刻反應在 2007 繁殖前期的調查數量上, 若是經由改變食物量、天敵和其他族群密度相關依賴因子, 進而降低八色鳥族群生產力, 這是無法由回播調查發現的, 因此本年八色鳥數量並未較 2006 年減少, 並不能表示施工干擾對於八色鳥沒有影響, 但至少依本年度調查發現, 抵達本區的八色鳥數量並沒有因為工程施

作而減少；評估繁殖棲地改變或消失對於候鳥族群的影響，不僅需針對繁殖區生產力進行評估，也要瞭解繁殖地族群變動對於候鳥族群變動的影響程度(Newton 2004)，且繁殖地與度冬地影響候鳥族群動態的程度是會隨著時間變化(Newton 2004)。礙於人力與物力，無法對斗六丘陵地區進行全面的八色鳥繁殖狀況研究，目前僅於大埔溪樣區進行繁殖成功率相關研究，因此大埔溪樣區進行的八色鳥繁殖成功率與天敵之研究，對於評估八色鳥族群變動是至關重要。

南北分區八色鳥數量比較結果顯示，前期僅 68 - 73 林班有年間差異(2004 顯著大於 2005 年、2006 年、2007 年)，中期亦僅 68 - 73 林班有年間差異(2005 年顯著低於 2004 年、2007 年)；而四個分區年間比較結果顯示，僅前期時 61 - 63 林班地(2004 年顯著大於 2005 年、2006 年、2007 年)與 68 - 70 林班地(2004 年顯著大於 2005 年、2006 年、2007 年)有顯著年間差異，也就表示 64 - 67 林班與 71 - 73 林班地的前期八色鳥數量是較為穩定的。由於環境資源是有限的，若八色鳥佔據領域時會先選擇環境中的較佳棲地，當這些棲地都被填滿後，才會退而求其次選擇次佳棲地，當八色鳥數量減少時，在次佳棲地的數量會先減少，而較佳棲地內的動物數量則較為穩定，則可以說 64 - 67 林班與 71 - 73 林班是較佳棲地，不過這是在上述前提之下，目前尚無法確定八色鳥佔領領域的。僅就四年的調查結果而言，無庸置疑的，64 - 67 林班與 71 - 73 林班是斗六丘陵地區八色鳥數量較為穩定的地方。

然而斗六丘陵地區的 61 - 63 林班地與 67 - 80 林班地的八色鳥數量逐年減少則頗為令人擔心，未來在湖山水庫(71 - 73 林班地)動工面積逐漸增加的情況下，其所剩溪谷適宜環境的面積勢必會隨之減少，將無法提供相同數量八色鳥的繁殖需求，在水庫預定地範圍內的八色鳥數量減少是必然的，雖然湖山水庫的開發是否會影響八色鳥存續，仍屬未知，不過若湖山水庫範圍鄰近區域適宜棲地的品質在動工期間已逐漸低落，導致水庫周遭環境的承载力下降，那斗六丘陵地區的八色鳥族群數量大幅減少幾乎是可以預見的，為避免此種情形發生，尋求替代棲地與進行棲地復育刻不容緩。

欲評估湖山水庫影響程度、尋求替代棲地和進行棲地復育，除了需要持續進行斗六丘陵地區八色鳥族群監測外，有必要瞭解八色鳥的棲地選擇；目前有關八色鳥棲地選擇相關研究，目前僅有針對巢位棲地需求(林瑞興 等 2006)與巨觀棲地選擇(林瑞興 2005b)，尚未有領域層級的棲地需求之研究，未來有必要進行領域層級的棲地選擇研究，瞭解領域面積需求與棲地特色，以選擇替代棲地並擬定棲地復育方針。

### (三) 八色鳥繁殖成功率

### 1. 八色鳥繁殖調查

2007年5月3日至2007年7月6日於樣區內總共記錄到44巢八色鳥鳥巢，確認有使用記錄者33巢（12巢成功，21巢失敗）。八色鳥所需產卵天數3.5天，孵卵天數平均為14天，平均育雛期為13天。八色鳥每巢蛋數在1-6個，每巢平均蛋數 $4.36 \pm 0.22$ 個（ $n=22$ ），八色鳥蛋本年的孵化率為75%，每巢幼雛數在1-6隻，平均每巢雛鳥數 $3.44 \pm 0.33$ 隻（ $n=16$ ），每巢離巢雛鳥數2-6隻，平均每巢離巢幼鳥數 $3.67 \pm 0.38$ 隻（ $n=12$ ）。與2006年的八色鳥繁殖資料比較（表6），發現2007年調查到的八色鳥有效使用巢較2006年多出7巢；而每巢的平均蛋數（ $t=1.13, p=0.27$ ）、孵化率以及每巢平均雛鳥數（ $t=0.90, p=0.38$ ）皆稍低於2006年，但並無顯著差異。

### 2. 八色鳥繁殖成功率估算

本年（2007）調查結果，有使用紀錄之八色鳥巢數33巢（以巢中確認有蛋或幼鳥為基準）。每個繁殖時期的鳥巢每日存活率分別為，產卵期的鳥巢每日存活率 $96.61 \pm 4.62\%$ （失敗巢數2巢，總觀察天數59.0天），孵卵期的鳥巢每日存活率為 $95.38 \pm 2.45\%$ （失敗巢數13巢，總觀察天數281.5天），育雛期的鳥巢每日存活率為 $96.32 \pm 2.89\%$ （失敗巢數6巢，總觀察天數163.0天），整體鳥巢每日存活率為 $95.82 \pm 1.75\%$ （失敗巢數21巢，總觀察天數502.0天）。比較2006年與2007年八色鳥的繁殖成功率發現，2007年的整體繁殖成功率（32.23%）低於2006年（51.04%），此外在2007年育雛期的繁殖成功率（68.73%）亦低於2006年（89.14%）（表7、表8）。

分析本年造成八色鳥繁殖失敗的原因，包括下列幾項：天敵掠食（65%， $n=13$ ）、短期氣候變動（10%， $n=2$ ）、親鳥棄巢（5%， $n=1$ ）、孵化失敗（10%， $n=2$ ）、以及雛鳥在無外力影響下掉出巢外（10%， $n=2$ ）。此外，有7個鳥巢來不及確認繁殖狀況，即被臺灣獼猴破壞，因此無法列入影響繁殖成功與否的估算。總結上述所有原因，造成八色鳥繁殖失敗的主因為天敵掠食（圖6）。

### 3. 數位攝影記錄

攝影機的架設與否，對於八色鳥鳥巢的繁殖成功率無顯著影響（表9）。2006年有架設攝影機的鳥巢日繁殖成功率為 $98.30 \pm 1.35\%$ （失敗巢數6巢，總觀察天數352.5天），無攝影機架設的鳥巢日繁殖成功率為 $95.98 \pm 3.86\%$ （失敗巢數4巢，總觀察天數99.5天）。2007年有架設攝影機的鳥巢日繁殖成功率為 $96.62 \pm 1.35\%$ （失敗巢數16巢，總觀察天數473.5天），無架設

攝影機的鳥巢日繁殖成功率為  $82.46 \pm 13.96\%$  (失敗巢數 5 巢, 總觀察天數 28.5 天), 惟觀察天數過少, 造成重大的估算誤差, 2007 年資料不易進行比較。

#### (四) 八色鳥潛在天敵種類

##### 1. 八色鳥繁殖行為攝影記錄

2007 年繁殖季共架設攝影機記錄 26 巢八色鳥的繁殖過程, 拍攝到 10 巢幼鳥成功離巢, 其餘為繁殖失敗。其中拍到部份的天敵掠食畫面, 分別有錦蛇 (*Elaphe taeniura*) 與大頭蛇 (*Boiga kraepelini*) 掠食八色鳥蛋, 以及食蟹獾 (*Herpestes urva*)、大冠鷲 (*Spilornis cheela*) 與白鼻心 (*Paguma larvata taiwana*) 掠食雛鳥。加上 2006 年的資料, 目前累積 12 筆確切的八色鳥天敵資料 (表 10)。

##### 2. 八色鳥鳥巢天敵組成分析

檢視 2006 年與 2007 年的研究結果, 發現有些許的差異。2006 年八色鳥蛋與雛鳥面臨天敵種類, 以蛇類 (76.92%,  $n = 10$ ) 為最主要, 其次為臺灣獼猴 (*Macaca cyclopsis*) (15.38%,  $n = 2$ ) 或中型哺乳動物 (食蟹獾 (*Herpestes urva*) 或白鼻心, 7.69%,  $n = 1$ ); 而 2007 年的天敵種類較為多樣化, 除了蛇類 (20%,  $n = 4$ ) 外, 還有臺灣獼猴 (45%,  $n = 9$ )、中型哺乳動物 (20%,  $n = 4$ ) 以及猛禽 (大冠鷲, 5%,  $n = 1$ ) (圖 7)。八色鳥為珍貴稀有的鳥種, 2006 年與 2007 年兩年僅記錄到 56 筆有效的鳥巢繁殖資料, 資料量的累積十分艱辛, 在資料分析上容易有誤差產生。八色鳥天敵調查受限於環境、與人力物力的負荷, 兩年資料結果差異甚鉅。因此, 若能進行長期調查, 必能累積足夠的資料量與理想的資料品質, 更真實反應在臺灣低海拔丘陵環境中八色鳥的繁殖狀況。

根據拍攝到的影像畫面、鳥巢被破壞的情形以及掠食現場遺跡等線索, 可以推測天敵的種類。除了拍攝到的畫面外, 藉由鳥巢被掀開破壞、鳥巢中的碎裂蛋殼以及鳥巢周圍的細碎蛋殼等遺跡, 可以推測鳥巢是被何種類型天敵所掠食。例如: 赤背松柏根 (*Oligodon formosanus*) 咬破蛋殼舔食蛋液所剩下的半破碎蛋殼, 即是很典型理想的推測依據。綜合推斷八色鳥的天敵組成, 主要分成四大群: 蛇類、中大型哺乳類 (白鼻心、鼬獾以及食蟹獾)、臺灣獼猴與猛禽 (大冠鷲)。另外, 依當地環境生物相推測可能之天敵還有鳳頭蒼鷹 (*Accipiter trivirgatus*)、鼬獾 (*Melogale moschata subaurantiaca*)、螞蟻以及鼠類。雖然可以用現場遺留的跡象推測可能的天敵種類, 唯推測方法仍不

比錄影資料來的可信，以螞蟻掠食雛鳥為例，螞蟻以蠶食的方式一點一滴將雛鳥支解運走最終巢會被淨空，而蛇類進入巢中吞食雛鳥亦會留下空巢，上述兩種天敵掠食所遺留下來的皆是一個乾淨且完整的空巢，稍有不慎推測潛在天敵的結果，將會與真實發生事件有差異。因此，八色鳥的生活史研究需要進行多年長期的研究以累積足夠的資料。

## 五、結論

湖山水庫本體工程施工在即，所影響的範圍及程度將更加廣泛，因此持續進行斗六丘陵地區八色鳥族群監測及生活史研究以瞭解湖山水庫施工期間族群變動狀況應有其必要性，除此之外，亦需要進行領域層級的棲地選擇研究，瞭解八色鳥領域面積大小與其內棲地特色，以利選擇替代棲地，並擬定棲地復育方針。

## 六、參考文獻

- 尤少彬、吳聲海、林瑞興。2004。湖山水庫及鄰近地區八色鳥棲地調查與保育對策研究。經濟部水利署中區水資源局。
- 林瑞興。2002。臺灣八色鳥(*Pitta nympha*)生態學研究—族群分布之推估。行政院農業委員會特有生物研究保育中心 91 年度試驗研究計畫成果報告。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- 林瑞興、劉寶華、許富雄、徐慶勳、李培芬。2002。生殖季初期播放鳴聲用於調查八色鳥(*Pitta nympha*)的有效性。2002 年生物多樣性保育研討會論文集 248-258 頁。
- 林瑞興。2004。九十三年湖山水庫及鄰近地區八色鳥(*Pitta nympha*)族群數量調查。經濟部水利署中區水資源局。
- 林瑞興。2005a。九十四年湖山水庫及鄰近地區八色鳥(*Pitta nympha*)族群數量調查。經濟部水利署中區水資源局。
- 林瑞興。2005b。臺灣低海拔地區八色鳥分布及巨觀棲地分析。經濟部水利署中區水資源局。
- 林瑞興。2006。95 年斗六丘陵(包括湖山水庫)八色鳥族群數量調查。經濟部水利署中區水資源局。
- 林瑞興、鄭錫奇、李德旺、劉建男、何東輯、黃美秀、蔣鎮宇。2006。瀕危野生動物繁殖技術及復育技術之研究。行政院農業委員會特有生物研究保育中

心 95 年度試驗研究計畫成果報告。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。

雲林縣野鳥學會。2001。阿里山事業區第 61-73 林班八色鳥(*Pitta nympha*)族群分布調查。行政院農委會林務局。

Bibby, C. J., N. D. Burgess and D. A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press, London, UK.

Hazler K.R. 2004. Mayfield logistic regression: a practical approach for analysis of nest survival. Auk 121: 707-716.

Holmes, R. T. 2007. Understanding population change in migratory songbirds: long-term and experimental studies of Neotropical migrants in breeding and wintering areas. Ibis 149 (s2): 2-13.

Lin, R. S., P. F. Lee, T. S. Ding and Y. T. K. Lin. 2007. Effectiveness of playbacks in censusing the Fairy Pitta (*Pitta nympha*) during the breeding season in Taiwan. Zoological Studies 46: 242-248.

Manolis, J. G., D. E. Andersen and F. J. Cuthbert. 2000. Uncertain nest fates in songbird studies and variation in Mayfield estimation. Auk 117: 615-626.

Martin, T. E. 1993. Nest predation among vegetation layers and habitat types: revising the dogmas. American Naturalist 141: 897-913.

Martin, T. E., C. Paine, C. J. Conway, W. M. Hochachka, P. Allen and W. Jenkins. 1997. BBIRD field protocol. Montana Cooperative Wildlife Research Unit, University of Montana, Missoula, USA.

Mayfield, H.F. 1961. Nesting success calculated from exposure. Wilson Bulletin 73: 255-261.

Mayfield, H. F. 1975. Suggestions for calculating nest success. Wilson Bulletin 87: 456-466.

Newton, I. 1998. Population limitation in birds. Academic Press Limited, London, UK.

Newton, I. 2004. Population limitation in migrants. Ibis 146: 197-226.

Rodenhouse, N. L., Sillett, T. S., Doran, P. J. and R. T. Holmes. 2003. Multiple density-dependence mechanisms regulate a migratory bird population during the

breeding season. *Proceeding of the Royal Society B: Biology Science* 270: 2105-2110.

Sabine, J. B., J. M. Meyers and S. H. Schweitzer. 2005. A simple, inexpensive video camera setup for the study of avian activity. *Journal of Field Ornithology* 76: 293-297.

Sherry, T. W. and R. T. Holmes. 1995. Summer versus winter limitation of populations: What are the issues and what is the evidence? Pp85-120. In *Ecology and management of Neotropical migratory birds*. T. E. Martin and D. M. Finch. Oxford University Press. Oxford, USA.

Thompson III, F. R., W. Dijak, and D. E. Burhans. 1999. Video identification of predators at songbird nests in old fields. *Auk* 116: 259-264.

Zar, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. 2nd edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. New Jersey, USA.

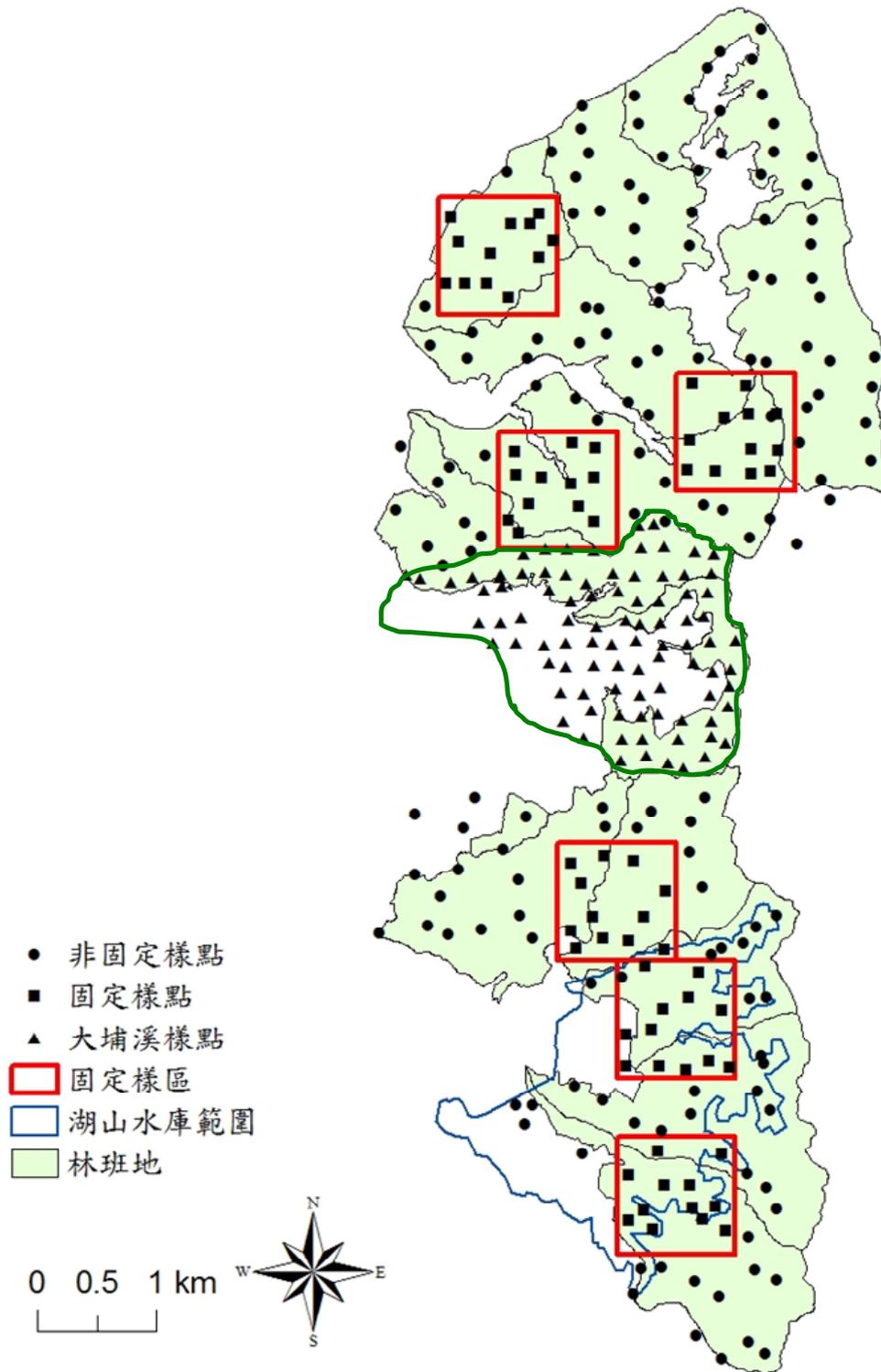


圖 1. 湖山水庫及鄰近地區八色鳥(*Pitta nympha*)族群數量調查固定樣區、非固定樣區及大埔溪樣區相對位置圖。六個固定樣區由北至南分別為：斗六大圳、斗六東溪北、斗六東溪南、北勢坑、土地公坑及崙尾坑。綠色線條範圍為大埔溪樣區。固定樣區及大埔溪樣區外的調查範圍泛稱為非固定樣區。藍色線條範圍為湖山水庫預定地。

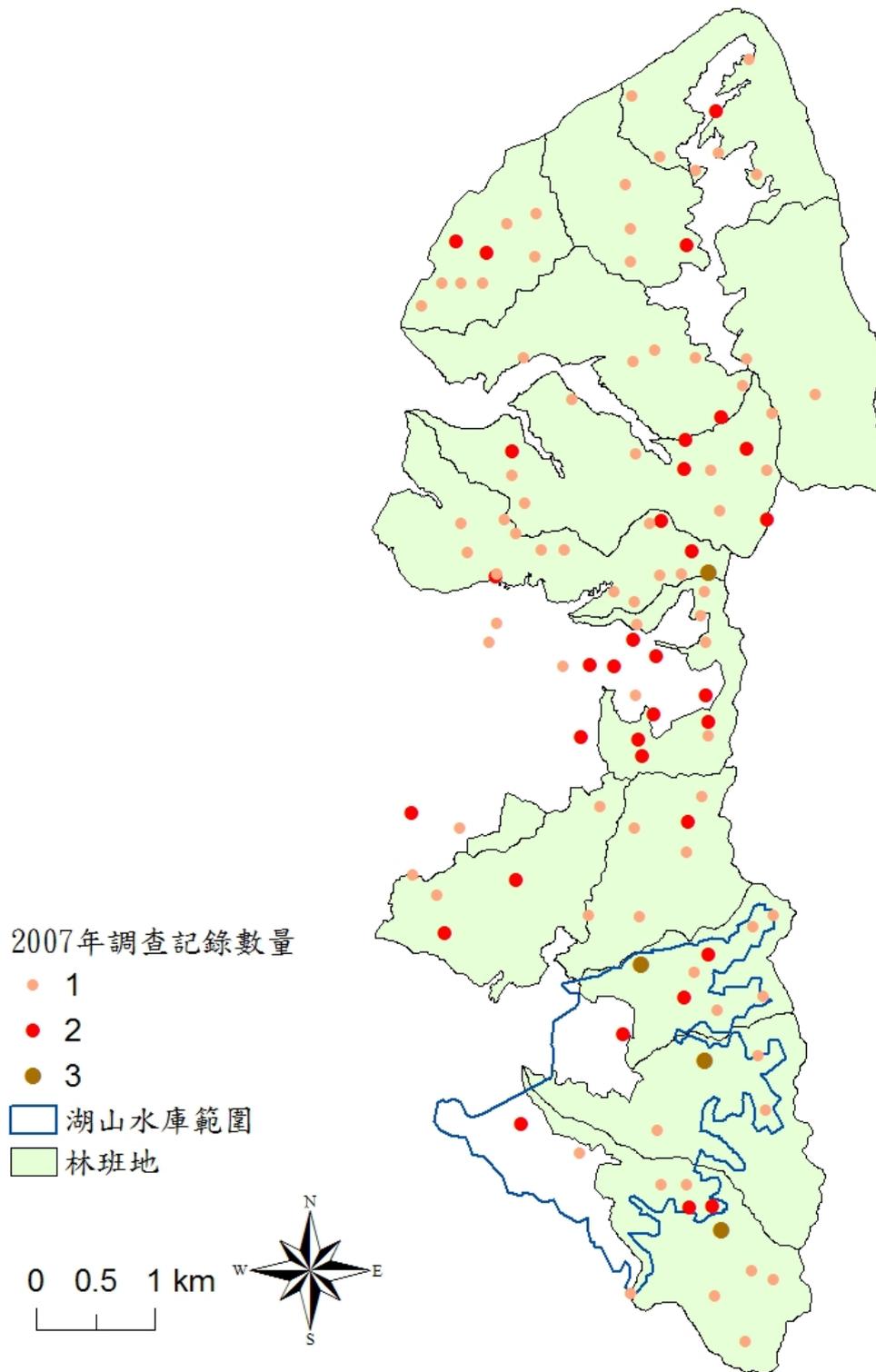


圖 2. 2007 年調查樣區第一次調查八色鳥(*Pitta nympha*)記錄地點與數量之分布。

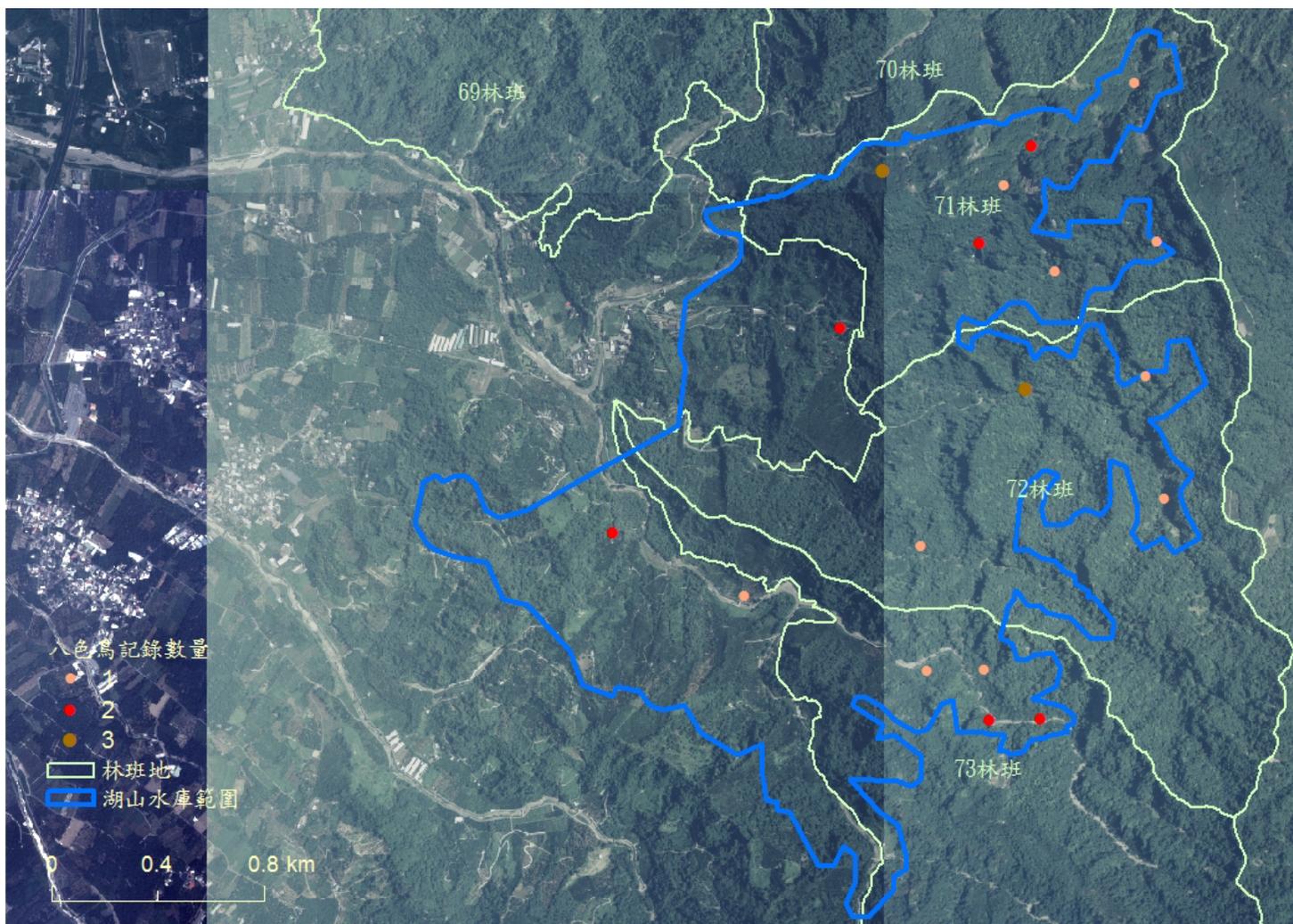


圖 3. 2007 年湖山水庫預定地內八色鳥(*Pitta nympha*)第一次調查記錄地點與數量分布。

(A) 前期 (依不同空間分類)



(B) 中期 (依不同空間分類)



圖 4. 2004 年至 2007 年空間數量差異檢驗結果示意圖。差異檢定乃針對該年的縱向分類單元進行；若該分區的八色鳥數量顯著較多以淺灰色表示，若該分區並不顯著較低或較高以淺灰帶點表示，若該分區調查點數量太少或分布不平均則以深灰色表示；因後期不同空間的差異檢驗皆不顯著或無法進行檢驗，故未放入。

(A) 前期 (依不同空間分類)

2004年				2005年				2006年				2007年			
固定樣區	湖山水庫內	61-67林班	61-63林班	湖山水庫內	61-67林班	61-63林班	64-67林班	湖山水庫內	61-67林班	61-63林班	64-67林班	湖山水庫內	61-67林班	61-63林班	64-67林班
			64-67林班												
非固定樣區	湖山水庫外	68-73林班	68-70林班	湖山水庫外	68-73林班	68-70林班	湖山水庫外	68-73林班	68-70林班	湖山水庫外	68-73林班	68-70林班	湖山水庫外	68-73林班	68-70林班
大埔溪樣區			71-73林班			71-73林班			71-73林班			大埔溪樣區			71-73林班

(B) 中期 (依不同空間分類)

2004年				2005年				2006年				2007年			
固定樣區	湖山水庫內	61-67林班	61-63林班	湖山水庫內	61-67林班	61-63林班	64-67林班	湖山水庫內	61-67林班	61-63林班	64-67林班	湖山水庫內	61-67林班	61-63林班	64-67林班
			64-67林班												
非固定樣區	湖山水庫外	68-73林班	68-70林班	湖山水庫外	68-73林班	68-70林班	湖山水庫外	68-73林班	68-70林班	湖山水庫外	68-73林班	68-70林班	湖山水庫外	68-73林班	68-70林班
大埔溪樣區			71-73林班			71-73林班			71-73林班			大埔溪樣區			71-73林班

圖 5. 年間數量差異檢驗結果示意圖。某分區四年皆為白色表示沒有顯著年間差異，某分區某一年的八色鳥數量顯著較多以淺灰色表示，顯著較少以白色表示，某分區並不顯著較低或較高以淺灰帶點表示；如前期時，湖山水庫內四年色塊皆為白色，表示前期湖山水庫內的八色鳥數量無顯著年間差異，而前期時，2004 年 68-73 林班內為淺灰色，2005 年為淺灰色帶點白色，2006 年為白色，2007 年亦為白色，表示 2004 年該區八色鳥數量顯著大於 2006 年與 2007 年，但與 2005 年間無顯著差異；因後期不同空間的年間差異檢驗皆不顯著或無法進行檢驗，故未放入。

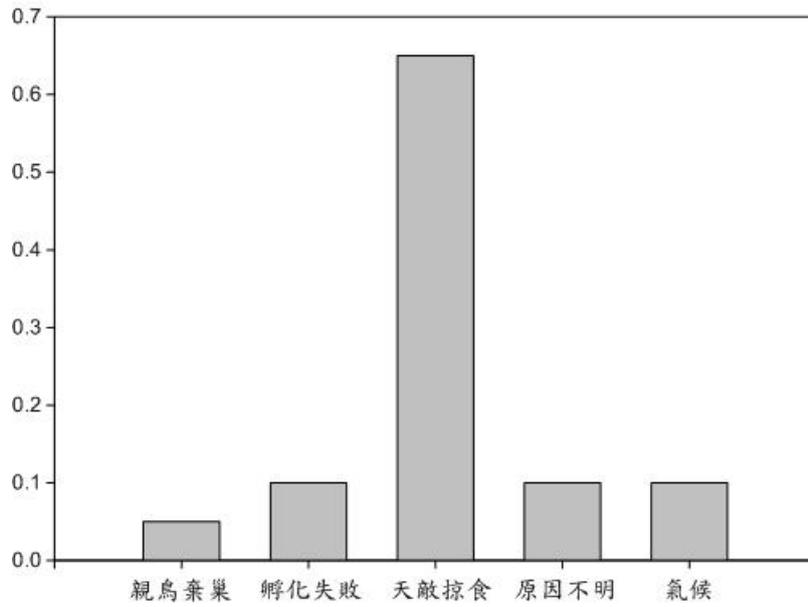


圖 6. 八色鳥繁殖失敗之原因。

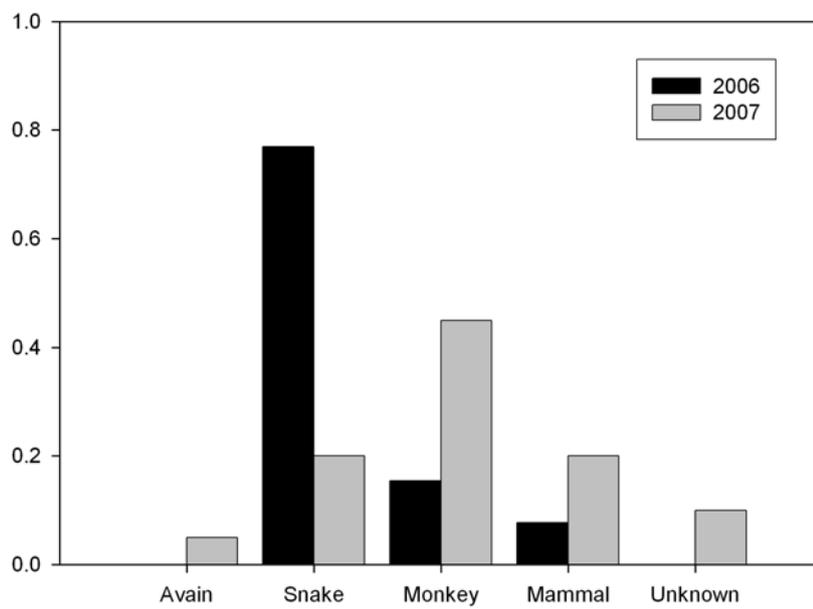


圖 7. 2006 年與 2007 年雲林縣湖本村八色鳥鳥巢天敵組成。

表 1. 2004 至 2007 年湖山水庫及鄰近地區八色鳥(*Pitta nympha*)族群數量各樣區調查日期、調查點數量及八色鳥記錄數量

類型	樣區名稱	2004 年						2005 年						2006 年						2007 年																
		第一次調查		第二次調查		第三次調查		第一次調查		第二次調查		第三次調查		第一次調查		第二次調查		第三次調查		第一次調查		第二次調查		第三次調查												
		調查日期	調查點數	調查數量	調查日期	調查點數	調查數量	調查日期	調查點數	調查數量	調查日期	調查點數	調查數量	調查日期	調查點數	調查數量	調查日期	調查點數	調查數量	調查日期	調查點數	調查數量	調查日期	調查點數	調查數量											
固定樣區	斗六大圳	0508 <sup>a</sup>	12	8	514	12	11		428	12	9	507	12	13		426	12	12	506	12	7		427	12	10	508	12	11								
	斗六東溪北	509	12	1	516	12	2		429	12	4	511	12	9		427	12	8	507	12	9		428	12	12	509	12	15								
	斗六東溪南	515	12	3	523	12	4		430	12	5	508	12	5		0428 <sup>d</sup> 429	12	14	508	12	7		430	12	6	510	12	5								
	北勢坑	504	12	14	0514 <sup>b</sup> 516	12	5		503	12	9	514	12	3		504	12	6	511	12	11		503	12	2	512	12	5								
	土地公坑	501	12	5	508	12	7		502	12	17	517	12	4		0502 <sup>e</sup> 503	12	8	510	12	5		501	12	12	511	12	4								
	崙尾坑	429	12	16	513	12	12		501	12	10	0515 <sup>c</sup> 517	12	2		501	12	5	509	12	7		502	12	9	513	12	3								
小計		72	47		72	41			72	54		72	36			72	53		72	46			72	51		72	43									
非固定樣區	0429-527	151	110					0428-519	151	65					0426-511	151	69					0427-515	152	60												
大埔溪樣區	0427-429	87	65	0511-513	85	51	0525-527	86	26	0429-502	88	37	0508-514	86	33	0524-527	90	24	0429-501	91	40	0512-514	91	23	0525-528	91	12	0428-503	91	44	0510-515	90	45	0525-529	90	30
總計		310	222		157	92		86	26		311	156		158	69		90	24		314	162		163	69		91	12		315	155		162	88		90	30

<sup>a</sup> 0508 代表 5 月 8 日，其餘依此類推；<sup>b</sup> 本樣區 12 個調查點，8 個於 5 月 14 日進行，4 個於 5 月 16 日進行。<sup>c</sup> 本樣區 12 個調查點，3 個於 5 月 15 日進行，9 個於 5 月 17 日進行；<sup>d</sup> 本樣區 12 個調查點，2 個於 4 月 28 日進行，10 個於 4 月 29 日進行；<sup>e</sup> 本樣區 12 個調查點，1 個於 5 月 2 日進行，11 個於 5 月 3 日進行。

表 2. 湖山水庫及 61 至 73 林班範圍內第一次調查的調查點密度、平均數量與發現機率

類型	面積 (公頃)	2004 年					2005 年					2006 年					2007 年					
		調查 點數	調查點 密度	鳥 數量	平均數量 (mean ± SD)	發現 機率	調查 點數	調查點 密度	鳥 數量	平均數量 (mean ± SD)	發現 機率	調查 點數	調查點 密度	鳥 數量	平均數量 (mean ± SD)	發現 機率	調查 點數	調查點 密度	鳥 數量	平均數量 (mean ± SD)	發現 機率	
湖山水庫	435	43	9.9	30	0.70±0.94	0.44	44	10.1	32	0.73±1.11	0.39	43	9.9	18	0.42±0.55	0.4	45	10.34	28	0.62±0.78	0.4	
61	233.7	21	8.9	8	0.38±0.81	0.24	18	7.7	6	0.33±0.59	0.28	16	6.8	4	0.25±0.45	0.25	18	7.70	2	0.11±0.32	0.11	
62	154.2	14	9.1	11	0.79±1.25	0.36	15	9.7	4	0.27±0.70	0.13	17	11	8	0.47±1.01	0.29	16	10.38	6	0.38±0.5	0.38	
63	139.9	13	9.3	17	1.31±1.38	0.62	13	9.3	7	0.54±0.88	0.31	14	10	5	0.36±0.50	0.36	13	9.29	5	0.38±0.65	0.31	
64	128.2	13	10.1	7	0.54±0.97	0.31	13	10.1	8	0.62±0.77	0.46	14	10.9	15	1.07±1.00	0.64	13	10.14	11	0.85±0.69	0.69	
65	201.3	17	8.4	13	0.77±0.83	0.53	17	8.4	7	0.41±0.62	0.35	18	8.9	7	0.39±0.78	0.28	18	8.94	9	0.5±0.71	0.39	
林	66	261.4	31	11.9	10	0.32±0.79	0.16	30	11.5	15	0.50±0.78	0.37	29	11.1	22	0.76±0.87	0.48	30	11.48	16	0.53±0.73	0.4
班	67	199.4	32	16	22	0.69±1.03	0.41	37	18.6	16	0.43±0.77	0.3	38	19.1	19	0.5±0.69	0.39	40	20.06	21	0.53±0.75	0.4
地	68	116.2	27	23.2	28	1.04±1.09	0.59	29	25	15	0.52±0.74	0.38	28	24.1	10	0.36±0.49	0.36	27	23.24	10	0.37±0.69	0.26
69	187.2	15	8	13	0.87±0.83	0.6	15	8	10	0.67±0.82	0.47	15	8	8	0.53±0.83	0.33	15	8.01	6	0.4±0.74	0.27	
70	162.7	13	8	11	0.85±1.52	0.31	14	8.6	11	0.79±0.89	0.5	13	8	7	0.54±0.52	0.54	13	7.99	7	0.54±0.66	0.46	
71	137.6	9	6.5	6	0.67±0.87	0.44	14	10.2	17	1.21±1.25	0.64	15	10.9	7	0.47±0.64	0.4	16	11.63	12	0.75±0.93	0.5	
72	223.6	18	8.1	5	0.28±0.58	0.22	18	8.1	6	0.30±0.66	0.22	19	8.5	5	0.26±0.45	0.26	19	8.50	6	0.32±0.75	0.21	
73	209.7	19	9.1	22	1.16±1.13	0.53	18	8.6	12	0.67±1.09	0.39	18	8.6	6	0.33±0.49	0.33	18	8.58	13	0.73±0.89	0.5	
林班地外	-	68	-	49	0.72±0.88	0.47	58	-	22	0.38±0.72	0.29	60	-	39	0.65±0.78	0.48	59	-	31	0.53±0.80	0.34	

註：調查點密度=調查點數/每百公頃；平均數量=鳥數量/點數；發現機率=發現調查點數/調查點數

表 3. 2004 至 2007 年不同樣區在不同時期的調查點數、鳥數量及平均數量(mean ± SD)

類別	2004 年									2005 年									2006 年									2007 年								
	前期			中期			後期			前期			中期			後期			前期			中期			後期			前期			中期			後期		
	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量			
固定樣區	36	35	0.97±1.25	96	49	0.51±1.02	12	4	0.33±0.65	84	67	0.80±0.98	60	23	0.38±0.72	-	-	-	96	69	0.72±0.82	48	30	0.63±0.94	-	-	-	72	51	0.71±0.88	72	30	0.59±0.87	-	-	-
非固定樣區	73	72	0.99±1.12	50	21	0.42±0.76	28	17	0.61±1.03	125	59	0.47±0.82	23	5	0.22±0.52	3	1	0.33±0.58	135	67	0.50±0.72	16	2	0.13±0.50	-	-	-	76	25	0.32±0.55	76	35	0.46±0.66	-	-	-
大埔溪樣區	87	65	0.75±0.93	85	51	0.60±0.92	86	26	0.30±0.60	88	37	0.42±0.64	86	33	0.38±0.67	90	24	0.27±0.56	91	40	0.44±0.65	91	23	0.25±0.51	91	12	0.13±0.37	91	44	0.48±0.59	90	45	0.5±0.80	90	30	0.33±0.67
總數量	196	172	0.88±1.07	231	121	0.52±0.93	126	47	0.37±0.72	297	163	0.55±0.83	169	61	0.36±0.67	93	25	0.27±0.55	322	176	0.55±0.74	155	55	0.34±0.69	91	12	0.13±0.37	239	120	0.50±0.76	238	110	0.51±0.78	90	30	0.33±0.67

表 4. 2004 年、2005 年和 2006 年水庫內外、61-67 林班與 68-73 林班以及 61-63 林班、64-67 林班、68-70 林班和 71-73 林班在不同時期的調查點數、鳥數量與平均數量(mean ± SD)

類型	2004								2005								2006								2007											
	前期				中期				後期				前期				中期				後期				前期				中期				後期			
	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量	調查點數	鳥數量	平均數量			
湖山水庫內	<u>28</u>	<b>22</b>	0.79±1.00	<u>31</u>	<b>18</b>	0.58±0.81	<u>4</u>	<b>3</b>	0.75±0.96	<u>35</u>	<b>32</b>	0.91±1.17	<u>29</u>	<b>5</b>	0.17±0.38	<u>1</u>	<b>0</b>	-	<u>36</u>	<b>18</b>	0.50±0.56	<u>28</u>	<b>12</b>	0.43±0.79	-	-	-	<u>35</u>	<b>22</b>	0.63±0.91	<u>33</u>	<b>12</b>	0.36±0.65	-	-	-
湖山水庫外	<u>168</u>	<b>150</b>	0.89±1.08	<u>200</u>	<b>103</b>	0.52±0.95	<u>122</u>	<b>44</b>	0.36±0.72	<u>262</u>	<b>131</b>	0.50±0.77	<u>140</u>	<b>56</b>	0.40±0.71	<u>92</u>	<b>25</b>	0.27±0.56	<u>286</u>	<b>158</b>	0.55±0.76	<u>127</u>	<b>43</b>	0.34±0.67	<u>91</u>	<b>12</b>	0.13±0.37	<u>204</u>	<b>98</b>	0.48±0.73	<u>205</u>	<b>111</b>	0.54±0.79	<u>90</u>	<b>30</b>	0.33±0.67
61-67 林班	<u>65</u>	<b>59</b>	0.91±1.16	<u>119</u>	<b>44</b>	0.37±0.71	<u>43</u>	<b>16</b>	0.37±0.73	<u>146</u>	<b>72</b>	0.49±0.77	<u>58</u>	<b>27</b>	0.47±0.78	<u>27</u>	<b>7</b>	0.26±0.53	<u>168</u>	<b>96</b>	0.57±0.81	<u>37</u>	<b>13</b>	0.35±0.63	<u>26</u>	<b>4</b>	0.15±0.37	<u>109</u>	<b>54</b>	0.50±0.72	<u>101</u>	<b>60</b>	0.59±0.83	<u>28</u>	<b>3</b>	0.11±0.42
68-73 林班	<u>71</u>	<b>71</b>	1.00±1.13	<u>68</u>	<b>48</b>	0.71±1.12	<u>41</u>	<b>15</b>	0.37±0.78	<u>95</u>	<b>70</b>	0.74±0.95	<u>71</u>	<b>14</b>	0.20±0.50	<u>27</u>	<b>8</b>	0.30±0.61	<u>93</u>	<b>41</b>	0.44±0.56	<u>78</u>	<b>31</b>	0.40±0.80	<u>27</u>	<b>1</b>	0.04±0.19	<u>83</u>	<b>43</b>	0.52±0.80	<u>85</u>	<b>37</b>	0.44±0.71	<u>26</u>	<b>11</b>	0.42±0.81
61-63 林班	<u>22</u>	<b>28</b>	1.27±1.35	<u>24</u>	<b>8</b>	0.33±0.76	<u>3</u>	<b>0</b>	-	<u>45</u>	<b>15</b>	0.33±0.67	<u>1</u>	<b>2</b>	-	-	-	-	<u>46</u>	<b>17</b>	0.37±0.71	<u>1</u>	<b>0</b>	-	-	-	-	<u>29</u>	<b>5</b>	0.17±0.47	<u>18</u>	<b>8</b>	0.44±0.51	-	-	-
64-67 林班	<u>43</u>	<b>31</b>	0.72±1.01	<u>95</u>	<b>36</b>	0.38±0.70	<u>40</u>	<b>16</b>	0.40±0.74	<u>101</u>	<b>57</b>	0.56±0.81	<u>57</u>	<b>25</b>	0.44±0.76	<u>27</u>	<b>7</b>	0.26±0.53	<u>122</u>	<b>79</b>	0.65±0.83	<u>36</u>	<b>13</b>	0.36±0.64	-	-	-	<u>80</u>	<b>49</b>	0.61±0.75	<u>83</u>	<b>52</b>	0.63±0.88	<u>28</u>	<b>3</b>	0.11±0.42
68-70 林班	<u>46</u>	<b>50</b>	1.09±1.17	<u>40</u>	<b>27</b>	0.68±0.97	<u>30</u>	<b>7</b>	0.23±0.50	<u>57</u>	<b>36</b>	0.63±0.79	<u>36</u>	<b>9</b>	0.25±0.60	<u>25</u>	<b>7</b>	0.28±0.61	<u>54</u>	<b>23</b>	0.43±0.57	<u>42</u>	<b>18</b>	0.43±0.86	<u>27</u>	<b>1</b>	0.04±0.19	<u>44</u>	<b>18</b>	0.41±0.66	<u>48</u>	<b>24</b>	0.5±0.80	<u>26</u>	<b>11</b>	0.42±0.81
71-73 林班	<u>25</u>	<b>21</b>	0.84±1.07	<u>28</u>	<b>21</b>	0.75±1.32	<u>11</u>	<b>8</b>	0.73±1.19	<u>38</u>	<b>34</b>	0.90±1.13	<u>35</u>	<b>5</b>	0.14±0.36	<u>2</u>	<b>1</b>	-	<u>39</u>	<b>18</b>	0.46±0.56	<u>36</u>	<b>13</b>	0.36±0.72	<u>26</u>	<b>4</b>	0.15±0.37	<u>39</u>	<b>25</b>	0.64±0.93	<u>37</u>	<b>13</b>	0.35±0.59	-	-	-

表 5. 前期與中期之不同空間分區之年間八色鳥數量差異檢定結果(年間差異以 Kruskal-Wallis test 進行檢定, 若有顯著差異或顯著邊緣再以 Mann-Whitney *U* test 進行兩兩比較之檢定)

組別	名稱	前期														中期													
		年間差異		兩兩比較												年間差異		兩兩比較											
				2004 vs.2005		2004 vs. 2006		2004 vs. 2007		2005 vs. 2006		2005 vs. 2007		2006 vs. 2007				2004 vs. 2005		2004 vs. 2006		2004 vs. 2007		2005 vs. 2006		2005 vs. 2007		2006 vs. 2007	
<i>H</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>H</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>	<i>U</i>	<i>p</i>		
1	固定樣區	0.52	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.82	0.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	非固定樣區	19.62	***	5781	***	6072	**	13054	*	7930.5	0.32	4953.5	0.53	5703.5	0.11	6.90	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	大埔溪樣區	7.07	0.07 <sup>#</sup>	4494	*	4595	*	4562.5	*	3939	0.82	3955.5	0.87	4156	0.96	7.01	0.07 <sup>#</sup>	4020	0.17	4546	*	4002	0.53	4224.5	0.23	3666	0.46	3567.5	0.06 <sup>#</sup>
2	水庫內	1.74	0.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.38	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	水庫外	18.24	***	26154	***	27621	**	20478	***	35659	0.26	26866	0.91	30747	0.24	6.56	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	61-67林班	6.49	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.29	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	68-73林班	12.39	**	3778.5	0.15	4152	**	3646.5	**	4996	0.08	4425	0.11	3892	0.91	11.38	*	3012.5	**	3032.5	0.07 <sup>#</sup>	3173.5	0.22	2471	0.11	2516	*	3135.5	0.45
4	61-63林班	17.58	**	700	**	704	**	477	***	977.5	0.55	712.5	0.33	773.5	0.12	5.79	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	64-67林班	0.82	0.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.83	0.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	68-70林班	12.57	**	1579	0.05 <sup>#</sup>	1633	**	1350	**	1706	0.26	1432	0.16	1244	0.64	5.60	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	71-73林班	2.51	0.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.52	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

\*表示  $p < 0.05$ ; \*\* 表示  $p < 0.01$ ; \*\*\*表示  $p < 0.001$ ; #表示在顯著邊緣

表 6. 2006 與 2007 年雲林縣湖本村境內八色鳥之鳥巢繁殖概況

年	巢數	蛋數 (巢數)	孵化率	雛鳥數(巢數)	離巢數(巢數)
2006	26	4.65 ± 0.15 (17)	88.1%	4.00 ± 0.25 (12)	3.44 ± 0.33 (16)
2007	33	4.36 ± 0.22 (22)	75.0%	3.44 ± 0.33 (16)	3.67 ± 0.38 (12)

表 7. 2006 與 2007 年雲林縣湖本村，八色鳥不同繁殖階段的鳥巢總觀察天數與失敗巢數

	Observation Days				No. of Fail Nests			
	Lay.	Inc.	Nestl.	Total	Lay.	Inc.	Nestl.	Total
2006	43.5	193.5	175	439	-	9	2	11
2007	59.0	281.5	163	502	2	13	6	21

表 8. 2006 與 2007 年雲林縣湖本村八色鳥每日繁殖成功率與繁殖成功率

	Nest Daily Survival Rate <sup>a</sup> (%)				Survival Rate <sup>b</sup> (%)			
	Lay.	Inc.	Nestl.	Total	Lay.	Inc.	Nestl.	Total
2006	-	95.34 ± 2.97	98.86 ± 1.57	97.49 ± 1.46	-	53.84	89.14	51.04
2007	96.61 ± 4.62	95.38 ± 2.45	96.32 ± 2.89	95.82 ± 1.75	88.63	54.08	68.73	32.23

a. 鳥巢日存活率 (DSR, Nest Daily Survival Rate)

總繁殖期 (Total) DSR : (1-失敗鳥巢總數/總觀察天數)

產卵期的 (Lay, Laying) DSR : (1-產卵期失敗鳥巢總數/產卵期總觀察天數)

孵卵期的 (Inc., Incubation) DSR : (1-孵卵期失敗鳥巢總數/孵卵期總觀察天數)

育雛期的 (Nestl., Nestling) DSR : (1-育雛期失敗鳥巢總數/育雛期總觀察天數)

b. 繁殖成功率 (Survival Rate) = DSR<sup>d</sup>, d 為繁殖所需天數。

表 9. 攝影機架設與鳥巢繁殖結果

	DSR <sup>a</sup> (%)	總觀察天數	總觀察鳥巢數	失敗鳥巢數
2006 年				
有架設攝影機	98.30 ± 1.35	352.5	18	6
無架設攝影機	95.98 ± 3.86	99.5	8	4
2007 年				
有架設攝影機	96.62 ± 1.35	473.5	26	16
無架設攝影機	82.46 ± 13.96	28.5	7	5

表 10. 數位攝影機紀錄八色鳥遭遇天敵掠食事件列表 (Y: young, E: egg)

Nest_ID	Date	Predators	contents
06JKC083	2006/05/15	赤背松柏根 ( <i>Oligodon formosanus</i> )	E
06RSL032	2006/05/23	大頭蛇 ( <i>Boiga kraepelini</i> )	Y
06JKC094	2006/06/03	紅斑蛇 ( <i>Dinodon rufozonatum</i> )	Y
06JKC111	2006/06/21	南蛇 ( <i>Ptyas mucosus</i> )	E
06JKC111	2006/06/21	南蛇 ( <i>Ptyas mucosus</i> )	E
06JKC110	2006/06/28	南蛇 ( <i>Ptyas mucosus</i> )	E
06JKC110	2006/06/29	南蛇 ( <i>Ptyas mucosus</i> )	E
07JKC083	2007/05/31	食蟹獾 ( <i>Herpestes urva</i> )	Y
07RSL026	2007/05/31	錦蛇 ( <i>Elaphe taeniura</i> )	E
07JKC113	2007/06/22	大頭蛇 ( <i>Boiga kraepelini</i> )	E
07RSL033	2007/06/27	大冠鷲 ( <i>Spilornis cheela</i> )	Y
07JKC116	2007/07/17	白鼻心 ( <i>Paguma larvata taivana</i> )	Y