

細部計畫名稱：利用遙測與 GIS 探討瀕危物種八色鳥之棲地喜好與分布

利用遙測與 GIS 探討瀕危物種八色鳥之棲地喜好與分布

Habitat Preference and Distribution Prediction of Vulnerable Fairy Pitta (*Pitta nympha*) in Taiwan by Remote Sensing and GIS

李培芬¹

白梅玲¹

林瑞興¹

Pei-Fen Lee¹

Mei-Ling Bai¹

Ruey-Shing Lin¹

摘要

八色鳥為台灣的夏候鳥，在國際鳥盟的亞洲紅皮書中屬於瀕危物種。在台灣，農委會公告為珍貴稀有保育類。國際鳥盟推估其全球的族群數量約在 1 萬隻以下，近年來適合八色鳥的棲息地因為受到人類的開發壓力，而大量減少，因此其保育工作刻不容緩。本計畫之目的在於利用已完成之初步預測模式和調查分布資料，以遙測影像資訊和 GIS 整合與空間分析，針對八色鳥之巨觀棲地需求進行分析，找出八色鳥在台灣繁殖之棲地需求特徵，完成分布預測模式開發，做為林務局在考量八色鳥保育上之參考。

現有的八色鳥調查樣點數共 9,829，以台灣的 1×1 km 網格系統統計，分布於 2,160 個網格內。其中，有八色鳥的網格為 510 個，出現地點廣泛但零星地分布於台灣低海拔丘陵地帶。雲林縣林內與斗六丘陵是已知分布最為集中且密度較高的區域，石門水庫與台中縣市交界處，也略多於其他地區。5 種分布預測模式(Logistic regression, GARP, Discriminant Function, MaxCDF, ANN) 中，以 GARP 的預測準確度最高，達 85%，其餘的約 72%，若以 KAPPA 值而言，GARP 達 0.70，其餘模式的數值僅在 0.30 間，若以 0.4 為界線，顯示這些模式中，GARP 的預測能力較佳。不過，各模式使用的變數數量均不多，而且一致性亦高，顯見這些預測模式有一定之效能。

目前已知八色鳥的分布幾乎不在現有保護區系統範圍內，顯示台灣現有的保護區系統範圍無法有效保護到八色鳥的棲息地。如果有必要，政府保育部門應該認真考慮在重要分布區域，設立八色鳥的保護區。同時，由於現有之分布區域亦落在私有地，未來這些區域若有開發案時，環保署與農委會林務局應該嚴格把關。

關鍵詞：稀有種、棲地喜好、遷移性鳥類、夏候鳥、台灣

¹國立台灣大學生態學與演化生物學研究所 Institute of Ecology and Evolutionary Biology National Taiwan University email: leepf@ntu.edu.tw

ABSTRACT

Fairy Pitta (*Pitta nympha*) is a summer migratory bird to Taiwan. The species was listed as vulnerable condition by BirdLife International and was designated as a conservation species in Taiwan due to its small population size (< 10000 worldwide). The breeding grounds of the Fairy Pitta have been highly impacted by habitat deterioration, resulted from the clearance, fragmentation, and degradation of subtropical and tropical forests in recent years. The purpose of this study is to apply a distribution dataset of Fairy Pitta to predict the islandwise distribution pattern by a remote sensing and GIS approach.

A total of 9829 sampling points based on playback-response were obtained. Using a 1 x 1 km grid system, the data were scattered among 2160 grids, of which Fairy Pitta occurring in 510 grids. The low elevation (< 1000 m a.s.l.) mountainous regions are the major habitat for this species. Currently known hotspots include Linnei and Douliu of Yunlin County, Shihmen Dam of Taoyuan County and the junction between Taichung City and Taichung County. Among the 5 prediction models (logistic regression, genetic algorithm for rule set prediction (GARP), discriminant function, MaxCDF and artificial neural network (ANN)) we used, GARP was the 'best' model in terms of total accuracy (85%) and KAPPA statistics (0.7). However, all the models are consistent because they used similar variables in the prediction process and produced similar spatial maps.

Currently, the distribution of Fairy Pitta is out of the boundaries of Taiwan's nature protection system (national park, nature reserve, wildlife refuge and important wildlife habitat). We suggest Government should setup a strict protection habitat for Fairy Pitta if necessary in the future. In addition, since most of the current distribution of the bird is in private lands, we also recommend that Environmental Protection Administration and Council of Agriculture (Forest Bureau) should take extra caution in Environmental Assessment processes if these areas were planned for further development.

Keywords: Vulnerable species, Habitat preference, Migratory species, Summer visitor, Taiwan

一、前言

八色鳥 (*Pitta nympha*) 為台灣的夏候鳥 (王嘉雄 1991), 全世界的分布主要為亞洲地區 (BirdLife International 2001), 夏季的分布緯度最高可到韓國、日本, 冬季則在婆羅洲一帶活動 (BirdLife International 2001)。在國際鳥盟 (Birdlife International) 的亞洲紅皮書中屬於瀕危物種 (vulnerable), 在 IUCN 的紅皮書中也隸屬於相同的等級, 在華盛頓公約 (CITES) 中, 亦為附錄二之物種 (BirdLife International 2000), 禁止國際間之任何交易行為。在台灣, 在缺乏資訊之下, 農委會依據野生動物保育法公告為珍貴稀有保育類野生動物。國際鳥盟推估其全球的族群數量約在 1 萬隻以下 (Lambert and Woodcock 1996, BirdLife International 2001), 近年來適合八色鳥的棲息地因為受到人類的開發壓力, 而大量減少, 造成八色鳥的保育工作刻不容緩。

這種情形也發生在台灣。從 2000 年以來，陸續有許多的工程開發案與八色鳥保育上的衝擊。例如過去的中二高砂石開採，以及湖山水庫開發案等（尤少彬等 2004），均是非常明顯的案例。目前，在各界的努力下，湖山水庫開發區與附近，被劃定為重要野鳥棲地（中華民國野鳥學會 2001）。

有關八色鳥之研究，在國際上並不多，目前僅有一些同屬之物種研究，如 Gretton et al. 1993、Round 1995、Woodall 1997、Erritzoe and Erritzoe 1998、Zimmermann and Noske 2003。反倒是國內因為前述開發與保育衝突之課題，台灣有了一些研究成果（如 Severinghaus et al. 1991，劉孝伸 1993，張進隆 1995，張永福 1999，雲林野鳥學會 2001，林瑞興 2002、2004，林瑞興等 2002）。首先，現已發現調查八色鳥的最佳時機在五月，採用方法是以 playback-response，由專人赴野外，於適當時機和地點播放預錄的八色鳥叫聲，藉由野外八色鳥的回叫，來判斷其存在。目前在雲林縣湖本村約 400 公頃的研究區中也發現，只要有回叫，約有 60% 以上的機會可以發現八色鳥的巢（林瑞興，私人通訊）。在全島的分布上，於 2001 年，在遙測計畫中，運用已建好之台灣野生動物分布和環境因子資料庫，在資料解析度為 2×2 公里下，以 rule-based model 開發出八色鳥的預測分布模式。特生中心林瑞興研究員運用這個預測分布模式，委請全國各地的鳥友們，在 2001 和 2002 年 5 月間密集調查各個區域的八色鳥蹤跡，發現在 300 多個 2×2 公里網格內，至少有 150 個會有八色鳥的出現。在微棲地的選擇上，植被覆蓋良好、離水距離近、蚯蚓量均是影響八色鳥的可能因子。

雖然過去我們曾在農委會遙測小組的研究補助下成功開發一套分布預測系統，經由野外補充調查獲得不錯的驗證，整個精準度約達 50%。這個模式曾協助農委會暫時解除是否設立八色鳥保護區之壓力，也為國家節省了將近 10 多億可能的支出。但是，截至目前為止，我們對於八色鳥的棲地需求所知有限，前述之分布預測模式仍約有 40% 的不準度，且有許多區域，如宜蘭山區，仍無法被預測出來。加上，外界對於在湖山水庫中能否藉由人為方式，設置人工替代棲地一事仍有疑慮，導致林務局和環保署無法同意讓湖山水庫工程有進一步之開發。

因此，本研究之目的在於利用已完成之初步預測模式，以及已完成之調查分布資料，利用遙測影像之資訊和 GIS 整合與空間分析之能力，針對八色鳥之巨觀和微觀棲地需求，進行分析，以找出八色鳥在台灣繁殖之棲地需求特徵，並完成更精準之分布預測模式開發，以做為林務局在考量八色鳥保育上之參考依據，進而促成湖山水庫之開發，並達成保育和開發並重之最高目標。

二、材料與方法

本研究以台灣本島為範圍，整理已知的八色鳥分布，藉由生態與環境因子資料庫之輔助，運用統計數理模式，預測八色鳥的分布。

2.1 整理現有已知分布資料

由台灣地區野生動物分布資料庫中取得已知分布之網格位置與編號，並由與特

生中心之合作中取得 2002 和 2003 年所調查之位置和出現分布紀錄。這些資料均是以 playback-response 方式調查(Johnson et al. 1981, Marion et al. 1981, Bibby et al. 1992, Gibbs and Melvin 1993, Burger and Lawrence 2001, Prescott 2003)，以 GPS 記錄，為點狀的分布資料，資料總筆數 9829。

為了能進行分布預測，擬將資料轉為網格資料，預計包括 500×500 公尺、1×1 公里和 2×2 公里三種網格系統。不過，由於野外的觀察顯示，八色鳥的出現可以在 400~500 公尺遠處偵測到，500×500 公尺將無法真正反應八色鳥的出現情形。而且，2×2 公里所得到結果，又與 1×1 公里之結果類似，因此，以下的結果均以 1×1 公里之結果呈現。

2.2 生態與環境因子圖層製作

從過去的研究資訊顯示，八色鳥的出現可能與海拔、植被覆蓋、地形、溫量指數、總雨量、都市化程度等有關，由於現有之環境因子為 2×2 公里網格，並不吻合本研究所需，因此，本研究重新數化相關圖層，或由資料生產機構取得較精細尺度之資料，完成各種生態與環境因子上述圖層之建置，並製成 1×1 公里和 2×2 公里之網格系統。

在海拔高度上將以農林航空測量所生產的 40×40 公尺 DTM 為製作來源，以 ERDAS Imagine 計算，計算之因子將包括平均海拔、最高海拔、最低海拔、環境異質性(每一個網格內變異係數)。地形上屬於山谷和較陰暗之處為八色鳥可能棲地之喜好區，因此，本因子亦將以 DTM 為對象，藉由 GIS 軟體之助找出山谷和陰暗處(Hillshade)，並計算每一個網格內的面積比例。

植群覆蓋圖取自 SPOT 影像之分類與林務局第三次森林調查之成果，化簡成主要林型。NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)之運算，由全島 2002 年年初之 SPOT 影像，計算其相對之 NDVI 值，做為代表。本研究亦曾使用 MODIS 影像進行 NDVI 之計算，由於其解析度較粗，並不吻合本研究設定之要求，故不擬採用。

溫量指數將由 12 個月的月均溫經過網格化後，以溫量指數之計算方式(每一個網格之溫度值減去 5 後，再加總 12 個月)製成。

社經指數以都市化程度和人口密度為代表，都市化程度係依據孫志鴻等(1988)所建議之公式運算。人口密度則以 2002 年的各鄉鎮人口統計為基礎，計算單位面積下之人口數。

本研究亦利用 GIS 計算各種距離變數，包括：到達主要河流之最近距離(Nearest distance to river, 單位: m)、到達海岸線最近距離(Nearest distance to sea, 單位: m)、到達海拔 3000 公尺及其以上區域之最近距離 (Distance_to_3000m, Nearest distance to 3000 m and above areas, 單位: m)、到達道路(鐵路、國道、省道、縣道等主要道路)最近距離(Nearest distance to roads, 單位: m)、到達主要城市之最近距離(Nearest distance to major cities)等。

2.3 巨觀棲地喜好之探討

分別以八色鳥分布區和可能不分布區，利用上述之生態與環境因子資料圖層

套疊，利用統計軟體 (SAS 與 SYSTAT)，分析有八色鳥出現區域與沒有出現區域之特性，再以統計 (主要為 T-test，若資料不吻合常態分布，則用 Mann-Whitney U Test) (Zar 1995)，檢定其差異是否有明顯的差異。據此，選出可能用來作為預測分布模式的變數。

2.4 分布預測模式

本研究用 rule-based model 和 spatial statistical model 進行。前者採用出現區之環境因子為基礎，利用交集之方法，逐一淘汰掉不合適之區域後，得到八色鳥可能的分布範圍圖，本研究使用 Dettmers and Bart (1999)所建議之方法。而 spatial statistical model 將以 Logistic Regression model、Discriminant Function 為主。此外我們也增加了兩個人工智慧的模式：GARP (Genetic Algorithm for Rule Set Prediction)與 ANN (Artificial Neural Network)。

這些模式的預測方式，大致上仍沿用分布區和未分布區之資訊，分布區可以視為是生物的生態區位 (niche)，藉由以環境因子為基礎變數，預測某一個網格內之出現機率，進而利用期望值法導出是否出現之判斷 (Peterson 2001)。有了這些模式之後，再用一些資料來進行模式建構之區域的八色鳥分布情形，做為驗證。模式的評估除了使用傳統的預測精準度外，亦計算其 KAPPA 值。並以 2 X 2 contingency table 比較 GARP 與 Logistic Regression 兩個模式的差異。

2.5 八色鳥保育狀態之探討

利用八色鳥的分布情形與最佳預測模式，配合全島之保護區系統分布圖 (包括國家公園、自然保留區、野生動物保護區和野生動物重要棲息環境)，於 GIS 下，檢視目前的保護狀況。最後，針對本研究所發現之成果，探討台灣八色鳥棲地需求情形，提供林務局做為保育決策上之參考。

三、結果

3.1 現有已知分布資料

2001 至 2002 年八色鳥調查樣點數共 9,829，以台灣地區 1×1 km 網格系統統計，分布於 2,160 個網格內，佔總網格數的 26.2%。其中，記錄有八色鳥的網格為 515 個，佔有調查網格的 23.8%，出現地點廣泛但零星地分布於台灣低海拔丘陵地帶，但南北兩端出現記錄相對偏低。

若以較嚴謹的方式評估八色鳥的相對數量評估，在篩選調查日期及調查點數後，原 2,160 個 1×1 km 網格，餘 1,223 個符合標準，其中 372 個有八色鳥出現 (30.4%)。八色鳥相對數量分別以各網格內調查點記錄有八色鳥的百分比和各調查點八色鳥平均記錄數量來表示。無論由調查點記錄有八色鳥的百分比及各調查點八色鳥平均記錄數量來看，在 1×1 km 解析度下，雲林縣林內與斗六丘陵是目前已知八色鳥分布最為集中且密度較高的區域，此外，石門水庫與台中縣市交界處，也略多於其他地區。

3.2 生態與環境因子圖層製作

台灣地區的生態與環境因子，是記錄台灣環境現況的重要資訊，並可作為生物分布預測的重要參考資訊。過去，這些資料散佈各處，1997 年時，曾經彙整過。本研究在現有的基礎上，配合正在執行的其他計畫（生態工法資訊蒐集及資料庫建置—地理資訊系統應用於全國性生態工法資料庫之規劃研究），除了修正與更新過去資料空間解析度的問題外，亦加入新的因子。

在原有生態與環境因子資料的更新方面，本研究針對原已建立的生態與環境因子資料庫，利用所取得的較高解析度資料，重新計算各圖層的相關數值，建立這些環境因子資料圖層。如重要生態分區資料，包括以生態區域為基礎之植群圖、生態分區圖。植群圖的資訊取材自英文版的台灣植物誌，而生態分區圖則由台灣大學森林暨環境資源學系蘇鴻傑教授的相關研究報告劃製。此二圖的空間解析度並不佳，但作為本研究之大尺度的研究，則尚屬適合。

本研究目前所完成的生態與環境因子資料庫的資料更新工作，在 GIS 圖層上，已達 50 張以上，包括住家分布、住家覆蓋率、道路、道路密度、DTM（平均、最大值、最小值、標準差、變異性）、森林分布、森林覆蓋率、土地覆蓋圖、稜線位置、稜線密度、坡度（平均、最大值、最小值、標準差）、NDVI（依據 2002 年 SPOT 衛星影像計算而得，包括平均、最大值、最小值、標準差）等。

3.3 巨觀棲地喜好

藉由各調查地點八色鳥的出現狀況與當地地景(巨觀)棲地特徵的相關性，找出最能解釋八色鳥分布的巨觀棲地特徵與建立統計模式。這些因子大致上可分成 5 大類：地形、氣候、距離因子、人類干擾、森林與植被等。資料顯示，八色鳥的棲地喜好上，以低海拔山區為主，尤其是 1000 公尺以下的丘陵地，地形相對陡峭，區域內海拔高差大，有高植被覆蓋（76.9%），但卻非原始性森林（自然度中等），溫度上，年均溫約 22.1°C，5 月時達 25°C 以上，年總雨量中等，缺水期短，且缺水量亦少。距離高海拔區域、主要城市、幹道與海岸線稍遠，離河流區域近。所在區域開發較少，但離人類居住區頗近，道路密度相對低。

本研究分析八色鳥分布之海拔範圍與空間分布、年總雨量、年均溫、溫濕指數之關係，及八色鳥分布區域與地形因子（DTM_mean、DTM_Std、Slope_mean 與 Ridge_density）之空間關係，統計資料顯示八色鳥出現區域在自然度、與到海拔 3000 公尺區域、到城市區域、到河流、到國、省、縣級道路與到海岸線距離之分布特性具有一定之環境特徵。

3.4 分布預測模式

5 種模式所得到的較佳模式，其預測準確度、KAPPA 值與預測變數，如表 1。GARP 的預測準確度最高，可達 85%，其餘的模式則在 72% 間，但是，除了 GARP 的 KAPPA 值超過 0.4，達 0.70，其餘模式的數值僅在 0.30 間，若以 0.4 為界線，顯示這些模式中，只有 GARP 的預測具有較佳的能力。

表 1、本計畫所採用的預測模式與評估

Model	Accuracy (%)	Kappa	Variables
Logistic regression	63	0.22	Distance_to_3000m, Slope_range, Temp05, RoadDensity
Discriminant analysis	71	0.31	Distance_to_3000m, Slope_range, Temp06, NDVI_std
MaxCDF	73	0.32	Distance_to_3000m, Distance_to_sea, DTM_max, Slope_mean, Temp_PC1
GARP	85	0.70	Distance_to_3000m, DTM_Std, Temp_mean
ANN	73	0.32	Distance_to_3000m, DTM_Std, Temp_mean

從各模式使用的變數來看，數量均不多，而且一致性亦高。變數中，到達海拔 3000 公尺及其以上區域之最近距離 (Distance_to_3000m) 是共同的變數，其次是地形因子，如坡度 (Slope_range, Slope_mean) 或 DTM (DTM_max, DTM_Std)，溫度因子 (Temp_mean, Temp05, Temp06, Temp_PC1) 亦是共同因子。比較不同的是 Logistic Regression 多了道路密度 (RoadDensity)，Discriminant Function 用了 NDVI (NDVI_SD)，而 MaxCDF 則有到達海岸之最近距離 (Distance_to_sea)。

各種模式預測空間分布結果顯示 Logistic regression 與 GARP 預測八色鳥的分布預測機率，大致上，其型態相似。Logistic Regression, GARP, Discriminant Function, MaxCDF 與 ANN 的預測分布顯示台灣的低海拔山區是八色鳥的主要分布帶。比較 GARP 與 Logistic Regression 的預測結果，兩者的共通性達 85.3% (共同出現網格數 5138，不出現網格數 26903)。因此，雖然 Logistic Regression 的 KAPPA 值偏低，仍具有相當的正確性。同樣的情形，也可適用於其他的模式。

比較 GARP 預測八色鳥在台灣之分布與實際已知的分布，顯示預測的範圍遠大於目前已知者，除了在台灣南端有些區域 GARP 的模式無法掌握到外，大致上，GARP 的預測有一定的準確性。

3.5 八色鳥保育狀態之探討

已知八色鳥分布圖與現行各類保護區套疊後發現，八色鳥幾乎不在現有保護區系統範圍內，即使加入預測的模式 (以 GARP 的預測為準)，八色鳥的預測分布區域被保護到的情形仍是有限。顯示台灣現有的保護區系統範圍無法有效保護到八色鳥的棲息地。

四、討論

整體而言，本研究已達到研究之預定目標：完成完整之環境因子圖層，至少 50 張、完成八色鳥棲地喜好分析、完成兩種分布預測模式。在已完成的 5 種預測

模式中，以 GARP 的結果最佳，預測圖也能涵蓋現有的已知分布情形，此圖亦可以作為八色鳥在台灣分布的代表。當然，每一種預測均有其不準度，因此，使用上仍須謹慎。

GARP 的預測結果比較寬，其他統計模式的結果比較細緻些，但是，KAPPA 值並不高。這點若以八色鳥的資料來源情況與模式預測方式而論，應屬合理。主要問題在於原先調查點的分布上，特生中心執行全島的調查時，調查點大多選在預先認定八色鳥可能會出現的區域，亦即本省的低海拔陡坡地；導致許多紀錄中為沒有出現 (absence) 的資料，多半也落在低海拔陡坡地。由於 GARP 只用出現資料 (presence data)，把出現的資料對比於全台灣，從其中找出符合出現位置特徵的環境；相較其他方法則都在比較出現與不出現的資料，也就是在"已預先認定八色鳥可能會出現的區域"中努力找出出現與不出現的差異。這兩者型態上的差異，是不同尺度的問題，因此 GARP 的預測結果會比較寬，其他統計模式的空間預測則會顯得較細碎；而且，後者的預測上，因為資料上限制，較為困難，因此 KAPPA 值也比較低 (Brotons et al. 2004)。

目前八色鳥在台灣分布很可能是處於未飽和的狀態，也因此會有些網格處於今年有出現、去年沒有出現，或是反之的情形。這對候鳥是很可能發生的，由於候鳥大多具有高遷徙死亡率，以及渡冬棲地可能有被破壞的情形，因此，在棲地的運用上，可能無法完全進駐所有可能的棲地。如果這樣推論正確，則 GARP 的預測方式應該會比較合理。

不同模式所選擇的變數並不完全相同，這反應出各個模式的特徵。在變數選擇上，各模式預設的分布/環境梯度關係都不同，找出不同的變數幾乎是必然的結果。由於各變數的相關性及資料間的隨機差異，同一方法使用不同的隨機樣品，選出的變數也都會有一些出入。不過，就變數的特性與屬性上，以八色鳥的各個模式而言，本研究所選出的較佳模式的變數，在環境特質上，應可算是有一致的結果。例如，若以相關係數大於 0.8 來看，Slope_range、Slope_mean、DTM_Std、DTM_max 都算同一種地形類群因子，而 Temp05、Temp06、Temp_mean、Temp_PC1 則為同一溫度群的變數，比較特別的有 RoadDensity、NDVI_Std、Distance_to_sea。

五、保育策略之建議

就保育上而言，現有保護區因為並沒有涵蓋八色鳥的分布範圍，因此，將無法保護到八色鳥的棲息地。如果有保育八色鳥的必要性，政府保育部門應該認真考慮在重要分布區域（例如本研究所發現的分布熱點，或以預測分布來看，可以選擇連續性、面積大的棲息地），設立八色鳥的保護區，如野生動物保護區或野生動物重要棲息環境，以妥善保護這種稀有性動物。

目前已知八色鳥的分布熱點多在水庫集水區附近。基本上，這些區域因為水源區的保護，八色鳥可以得到一定程度的保護。但是，由於八色鳥出現的區域很多位於私有地上，目前的趨勢顯示，許多的區域仍會有開發壓力。一旦開發，將會造成棲地的破碎化，一旦森林的覆蓋低於一定的程度，將可能會對八色鳥的族群

造成一定之衝擊。從 GARP 的模式預測顯示，目前在台灣仍有大面積的潛在棲地，一如前述，這些區域若是私有地，將來遭受開發的壓力將非常大，未來若有開發案時，環保署與農委會林務局應該嚴格把關。

持續性的研究仍是必須的，這些研究不僅可以提升台灣在八色鳥方面的研究水準與知名度，幫助國際形象的提昇，也可以作為進一步保護八色鳥的重要資訊來源。有關未來進一步的研究，大致可以包括族群生物學（全島族群量估算、巢位選擇、生殖策略、微棲地喜好）、其他生物之關係（如食物來源、掠食者）、生態系（國際合作：東亞地區的分布、度冬與繁殖區區域調查）等。

六、謝詞

本研究由農委會遙測計畫（計畫編號：94 農科-11.4.1-科-a1(2)）補助，特此致謝。

七、參考文獻

- 中華民國野鳥學會。2001。台灣野鳥重要棲地手冊。中華民國野鳥學會，台北。
- 王嘉雄、吳森雄、黃光瀛、楊秀英、蔡仲晃、蔡牧起、蕭慶亮。1991。台灣野鳥圖鑑。亞舍圖書有限公司，台北。
- 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局，台中。
- 林瑞興。2002。台灣八色鳥(*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，南投。
- 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局，台中。
- 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。
- 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，台北。
- 張永福。1999。桃園縣石門水庫鳥類生態調查報告。野鳥 7: 87-92。
- 張進隆。1995。八色鳥在雙溪的繁殖記錄。野鳥 4: 81-83。
- 劉孝伸。1993。關於八色鳥巢的一些資料。中華飛羽 6(12): 41-42。
- Bibby, C. J., Burgess, N. D. and Hill, A. H. 1992. Bird census techniques. - Academic Press, London.
- BirdLife International. 2000. Threatened birds of the world. - BirdLife International, Cambridge.
- BirdLife International. 2001. Threatened birds of Asia: the BirdLife International Red Data Book. - BirdLife International, Cambridge.
- Brotons, L., Thuiller, W., Araujo, M. B., and Hirzel, A. H. 2004. Presence-absence

- versus presence-only modeling methods for predicting bird habitat suitability. – *Ecography* 27:437-448.
- Burger, A. E., and Lawrence, A. D. 2001. Census of Wedge-tailed Shearwaters *Puffinus pacificus* and Audubon's Shearwaters *P. lherminieri* on Cousin Island, Seychelles using call-playback. - *Mar. Ornithol.* 29: 57-64.
- Dettmers, R. and Bart, J. 1999. A GIS modeling method applied to predicting forest songbird habitat. *Ecological Applications* 9:152-163.
- Erritzoe, J. and Erritzoe, H. B. 1998. *Pittas of the world*. - The Lutterworth Press, Cambridge.
- Gibbs, J. P. and Melvin, S. M. 1993. Call-response surveys for monitoring breeding waterbirds. - *J. Wildl. Manage.* 57: 27-34.
- Gretton, A., Kohler, M. Lansdown, R. V. Pankhurst, T. J. Parr, J. and Robson, C. 1993. The status of Gurney's pitta *Pitta gurneyi*, 1987-1989. - *Bird Conserv. Int.* 3: 351-367.
- Johnson, R. R., Brown, B. T. Haight, L. T. and Simpson, J. M. 1981. Playback recordings as a special avian censusing technique. – *Stud. Avian Biol.* 6: 68-75.
- Lambert, F. and Woodcock, M. 1996. *Pittas, Broadbills and Asities*. Pica Press, Sussex.
- Marion, W. R., O'Meara, T. E. and Maehr, D. S. 1981. Use of playback recordings in sampling elusive or secretive birds. – *Stud. Avian Biol.* 6: 81-85.
- Peterson, T. 2001. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. *The Condor* 103:599-605.
- Prescott, D. R. C. 2003. The use of call playbacks for censusing Loggerhead Shrikes in Southern Alberta. - Alberta Species at Risk Report No. 67, Fish and Wildlife Division, Alberta Sustainable Resource Development, Edmonton, Alberta.
- Round, P. D. 1995. On the seasonality and distribution of Gurney's Pitta *Pitta gurneyi*. - *Forktail* 11: 155-158.
- Severinghaus, L. L., C. T. Liang, S. R. Severinghaus, and L. C. Lo. 1991. The distribution, status and breeding of Fairy Pitta (*Pitta nympha*) in Taiwan. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica* 30: 41-47.
- Woodall, P. F. 1997. Seasonal and diurnal variation in the calls of the Noisy Pitta *Pitta versicolor*, Eastern Whipbird *Psophodes olivaceus* and Green Catbird *Ailuroedus crassirostris* in Brisbane Forest Park, Queensland. - *Emu* 97: 121-125.
- Zar, J. H. 1995. *Biostatistical analysis*, 4th ed. - Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Zimmermann, U. M., and Noske, R. A. 2003. Breeding biology of the Rainbow Pitta, *Pitta iris*, a species endemic to Australian monsoon-tropical rainforests. - *Emu* 103: 245-254.