

# 鳥類紅皮書資料庫探源： 桃園臺地埤塘鳥類多樣性之調查 (子計畫)

## Avian Community and Species Richness in Taoyuan Metropolitan Areas, Taiwan



方偉達\* 林憲文<sup>2</sup> 方偉宏<sup>3</sup> 周睿鈺<sup>4</sup>

Wei-Ta Fang\*, Shien-Wen Lin, Wei-Hong Fang, and Jui-Yu Chou

中華大學休閒遊憩規劃與管理學系專任助理教授

東海大學景觀學研究所研究生

臺灣大學醫事檢驗暨生物技術學系專任副教授

陽明大學生命科學系暨基因體科學研究所博士候選人

<sup>1</sup>Dept. of Leisure and Recreation Management, Chung Hua University

<sup>2</sup>Dept. of Landscape Architecture, Tunghai University

<sup>3</sup>Dept. of Clinical Laboratory Sciences and Medical Biotechnology, National Taiwan University

<sup>4</sup>Faculty of Life Sciences and Institute of Genome Sciences, National Yang-Ming University

### 摘要

臺灣桃園埤塘鳥類大規模調查，係於2003年冬季開始，在2003年11月至2004年2月共計調查桃園埤塘冬季鳥類調查共計調查45座埤塘。期間登記180筆紀錄，94種鳥，15,053隻(次)鳥類。依據全年調查記錄，桃園臺地埤塘鳥類全年共計119種，多屬於都市鳥種。本計畫調查由美國德州農工大學生態博士方偉達及前中華民國野鳥學會理事長林憲文主持，調查物種由前亞洲鳥類調查主席、前中華民國野鳥學會副理事長方偉宏進行鑑定，並登錄於中華民國野鳥學會鳥類資料庫，期間資料庫主持人方偉宏進行《臺灣受脅鳥種》(方偉宏, 2004)、《臺灣鳥類全圖鑑》(方偉宏, 2008)之撰寫。為了解區域鳥況，方偉達及張尊國(2004)「桃園臺地埤塘景觀生態設計初探」以6座埤塘鳥類調查資料，以分析人類活動對鳥類生態環境的影響，研究顯示埤塘周圍農地經過重劃，鄰近為機場、住宅及道路，埤塘鳥類數量受到人為活動的影響，鳥類總數較少。在調查的埤塘中，人為用地上埤塘較小的埤塘，鳥類生態最豐富，以蘆竹鄉的大竹2支18號池為例，2003年11月15日調查鳥類相計有20種，數量580隻。在冬季調查94種鳥中，其中冬候鳥佔48%，留鳥佔鳥種43%，過境鳥佔5%，遠鳥佔1%，遠鳥佔3%，以12月的種類及數量最多。在微棲地方面，以水域(含水域上空及水域灘地)及岸邊累計種數最多，隻數則互有消長。在累計數量方面，留鳥佔總隻次69%，冬候鳥佔29%，遠鳥佔1%，過境鳥及遠鳥合計佔1%，排名前十大數量最多的鳥佔鳥總數74%，依序為夜鶯(留鳥)、小白鶯(留鳥)、蒼鶯(冬候鳥)、白頭翁(留鳥)、麻雀(留鳥)、大白鶯(冬候鳥)、紅鳩(留鳥)、綠繡眼(留鳥)、小環頸鴉(冬候鳥)、小翠鴉(留鳥)；其餘84種數量較少的鳥佔鳥總數36%。其中23種鳥累計調查數量在100隻次以上，40種鳥累計調查數量在10隻次以下。部分埤塘在調查過程中，看到較為稀有的鳥類，例如橫山大埤斑背潛鴨(鈞鴨)、八角塘池鶯、後湖池紅頭潛鴨(磯鴨)、土豐潭灰椋鳥、風櫃口黑枕藍鶺鴒、下陰影窩池翅翅樹鶯、湖邊埤臺灣小鶯、坡瓜埤內藍尾鶺鴒、草埔黃小鶯、大竹2支18號池和王屋池外斑點鵲等。在多樣性的分析中，較為稀有的鳥種往往影響甚微，惟其重要性極高，可藉由地理資訊系統予以登錄及分析(Lin et al. 2008)。學者依據前述研究心得，分析國內外文獻，探討冬季鳥類及植被調查方法，以及使用空間統計方法，配合地理資訊系統繪繪鳥類分布、生態梯度和微棲地排列圖形。依據上述鳥類調查研究之論文(含研討會論文)，計有28篇。

### 研究方法

#### (一) 鳥類抽樣調查方法

美國野生動物學會(1996)「野生動物棲地研究及管理技術手冊」(p.13)在分析大區域尺度範圍調查方法，提出8種調查區域抽樣設計，分為：(1)簡單隨機抽樣，(2)系統抽樣，(3)分層隨機抽樣，(4)群集抽樣，(5)點抽樣，(6)穿越線及圓圈法，(7)穿越線及貫越線法，(8)道路抽樣法。其中(1)~(4)為抽樣設計，(5)~(8)為抽樣調查方法。簡單隨機抽樣均為均質調查區域所用之方法，由於桃園臺地係屬西北向地帶，隨調查之地形，形成不同分區。因此抽樣設計依地形屬性，以分層隨機抽樣較為適宜。依據行政院環境保護署(2003)公告的「動物生態評估技術規範」，鳥類調查方法可分為重複抽樣法、數目法、航空照片、空載方法、應答器、穿越線法及圓圈法，進行鳥類、數量估計、根據特性，達所有之應答器、穿越線法及圓圈法，其間道路及小徑、成直線穿越線法、應答器、穿越線法及圓圈法，其間道路及小徑、成直線穿越線法，因此本研究排除隨機抽樣、系統抽樣、應答器、穿越線法及圓圈法，而採用層隨機抽樣、圓圈法及道路穿越線調查，以同步精確計算鳥類種類及數量(行政院環境保護署, 2003)。

#### (二) 鳥類多樣性分析法

埤塘鳥類多樣性是描述埤塘鳥類種類及數量的多寡，計算結果區分為多樣性指數(diversity index)及均勻度指數(evenness index)。本研究分析冬季埤塘單月指數，以了解鳥類過境及地區適棲時空之分布。

##### (1) Shannon-Wiener 多樣性指數(H')

反映族群內鳥種的豐富度及個體數在種間分配均勻程度，對稀有鳥種的變動較為敏感。若H'值愈大，則表示種數愈多，或是種間分配比較均勻。

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

S: 族群中所記錄到之鳥類種數

P<sub>i</sub>: 族群中第i種鳥類所佔的數量百分比

##### (2) Shannon-Wiener 均勻度指數(J)

$$\text{Shannon 均勻度指數}(J) = H'/H_{\max} = H'/\ln S$$

S: 族群中所記錄到之鳥類種數

H': Shannon-Wiener 多樣性指數的值

H<sub>max</sub>: 鳥類種數取自然對數(lnS)

##### (3) Simpson 優勢度指數(C)

$$C = \frac{\sum_{i=1}^S (N_i/N)^2}{S}$$

N<sub>i</sub>: 族群中第i種鳥類之個體數

N: 族群中所有鳥種之個體數

##### (4) Simpson 多樣性指數(D)

$$D = 1/C$$

C: Simpson 優勢度指數

### ABSTRACT

The avian survey detected ninety-four species in 45 point-count locations associated with line transect of the investigation. In Taoyuan, forty-five species (48%) were wintering migrants, forty species (43%) were permanent residents. Five short-transit species (5%) were encountered on the farm-pond sites, one species (1%) was not present at the site previously, defined "missing", and three species (3%) were escaped from captivity. The total number of species in the winter seasons in the study area varied from a low of in the February to a high of December. We found greater species richness in wintering migrants (48%) compared with permanent residents (45%). In the microhabitat scale, the species in water regime (vertical structure from water table to aerial space) and waterfront edge were encountered most frequently. In addition, Avian individual frequencies of occurrence were surveyed. We found significantly higher abundances of ten species, accounted for 74% of the entire species abundance, such as: Black-crowned Night-Heron (*Nycticorax nycticorax*) (occurrence frequency 2,363, occurrence rate of 15.7%, resident species), Little Egret (*Egretta garzetta*) (occurrence frequency 1,883, occurrence rate of 12.5%, resident species), Grey Heron (*Ardea cinerea*) (occurrence frequency 1,829, occurrence rate of 12.2%, wintering migrant species), Light-vented Bulbul (*Pycnonotus sinensis*) (occurrence frequency 1,575, occurrence rate of 10.5%, resident species), Eurasian Tree Sparrow (*Passer montanus*) (occurrence frequency 1,125, occurrence rate of 7.7%, resident species), Great Egret (*Casmerodius alba*) (occurrence frequency 726, occurrence rate of 4.8%, wintering migrant species), Red Collared-dove (*Streptopelia tranquebarica*) (occurrence frequency 509, occurrence rate of 3.4%, resident species), Japanese White-eye (*Zosterops japonica*) (occurrence frequency 504, occurrence rate of 3.3%, resident species), Little Ringed Plover (*Charadrius dubius*) (occurrence frequency 316, occurrence rate of 2.1%, wintering migrant species), and Little Grebe (*Tachybaptus ruficollis*) (occurrence frequency 304, occurrence rate of 2%, resident species), respectively. Other kinds of avian abundance, 84 species, were accounted for the total abundance of 36%. There were 23 species of which above 100 individuals were detected in the entire survey records, fewer than 10 individuals of 40 species were detected throughout the survey. Some rare species were included as follows: Black-eared Kite (*Milvus lineatus*) (1,1), Chinese Pond Heron (*Ardeola bacchus*) (1,1), Fairy Pitta (*Pitta nympha*) (1), Formosan Magpie (*Urocissa caerulea*) (2), Formosan Whistling Thrush (*Myiophonus insularis*) (2), Greater Scaup (*Aythya marila*) (1, 2, 16), Grey-headed Lapwing (*Vanellus cinereus*) (1), Striated Heron (*Butorides striata*) (2), Temminck's Stint (*Calidris temminckii*) (4), (\*) = Number has been detected.



### (三) 鳥類空間統計分析

鳥類在空間棲息的微棲地環境，依劉小如(2001)分析臺灣海岸地環境生態敏感區鳥類調查，以群集分析較為適宜。依鳥類棲息的屬性，可分為同功群(functional groups)之相似度高的鳥類群集棲性(guild)

#### (1) 群集分析

群集分析是一種數值的分類法，它是按照分類類別，將分布於量空間的點予以分類，使得分類後的群集具有同質性。群集分析法是根據樣本觀測值依其相似性或同質性，使得群內個體間的差異性最小而群間之個體差異性最大，以進行分類的一種方法。本研究運用統計軟體SAS 8.0 for windows (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 執行華德法(Ward's method)階層分析，華德法將n個樣本分為n群集，以最小的樣本優先合併，由相似性最高的兩個群集合併成一個新的群集，逐漸歸併至所有樣本成爲一最大的群集。研究求得群集之間距離平方和誤差ESS(Error sum of squares)，再合併新群集求得距離平方和誤差增量IESS(Increment error sum of squares)，IESS越小表示樣本相似度越高。其中第i群落的距離平方和誤差ESS可表示爲：

$$ESS_i = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p (x_{jk} - \bar{x}_k)^2$$

N表示i群集中的樣本點數， $\bar{x}_k$ 表示第i群集、j樣本點k得點，表示第i群集k得點之平均值。則從第i群到第g群總距離平方和誤差(Total ESS)爲：

$$ESS = \sum_{i=1}^n ESS_i$$

當U及V兩個群集合併爲另一個新群集時，其距離平方和誤差增量，IESS爲：

$$IESS = \frac{(\bar{x}_U - \bar{x}_V)^2}{\left(\frac{1}{n_U} + \frac{1}{n_V}\right)}$$

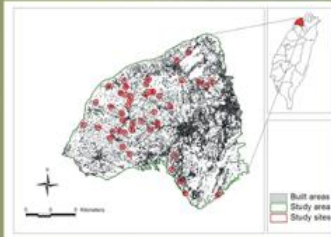
其中 $\sqrt{(\bar{x}_U - \bar{x}_V)^2}$ 爲U、V兩群集的中心距離， $n_U$ 、 $n_V$ 爲U、V兩群集的樣本點個數。之後，將群集分析後的結果與各鳥類平均出現落點圖層，並以地理資訊系統(GIS, Geographic Information System)進行疊圖分析，以求合理解釋分析結果。

#### (2) 疊圖分析

使用群集分類的結果產生地理資訊系統新影像，用於後續進一步疊圖分析，疊圖分析係透過疊合及布林運算式，將45座埤塘調查鳥類及微棲地(水域、岸邊、喬木、灌木、濕草地)資料作整合，以多種資料來源產生新的圖層；並以疊圖與屬性資料交叉分析方式，找出最佳埤塘微棲地空間位。

### (四) 材料

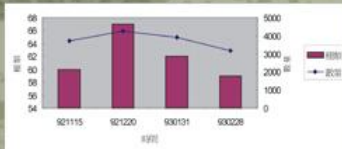
本研究區依面積區分大型埤塘(≥1公頃)628座，經分層抽樣篩選調查，選擇都市邊緣2公里以外的農業埤塘共計45座；包括大型埤塘(≥1公頃)43座，小型埤塘(＜1公頃)2座，以爲實驗設計比較。研究時間以冬季(11月~2月)鳥類調查爲主，在日出後至早上8點之前進行冬季(11月~2月)45座池塘鳥類同步調查，調查日期爲92年11月15日、92年12月20日、93年1月31日、93年2月28日。爲了避免重複計數，分爲9組，每組調查5座池塘，每座池塘停留時間30分鐘，合計調查樣區爲45座，位置詳如圖一。



圖一 桃園埤塘研究區位圖

## 結果及分析

桃園埤塘冬季鳥類調查共計調查45座埤塘、180筆紀錄，共記錄到94種鳥。其中冬候鳥佔48%，留鳥佔鳥種43%，過境鳥佔5%，迷鳥佔1%，遠鳥佔3%，以12月的種類及數量最多，合計調查鳥數量爲15,053隻次(圖二)。在微棲地方面，以水域(含水域上空及水域灘地)及岸邊累計種類最多，隻數則互有消長(圖三)。在累計數量方面，留鳥佔總隻次69%，冬候鳥佔29%，遠鳥佔1%，過境鳥及迷鳥合計佔1%，排名前十大數量最多的鳥佔鳥總數74%，依序爲：覆鵝(留鳥)、小白鷺(留鳥)、蒼鵝(冬候鳥)、白頭翁(留鳥)、麻雀(留鳥)、大白鷺(冬候鳥)、紅鳩(留鳥)、綠繡眼(留鳥)、小環頸鴉(冬候鳥)、小鸞鷗(留鳥)；其餘84種數量較少的鳥佔鳥總數36%。其中23種鳥累計調查數量在100隻次以上，40種鳥累計調查數量在10隻次以下。



圖二 埤塘調查鳥類種類及數量圖



圖三 微棲地冬季鳥類種類及數量趨勢

### (一) 遠徙狀態分析

在調查中，候鳥種類雖然比留鳥多，但是數量偏低，留鳥中水岸鳥居於優勢，但是都市鳥類(如白頭翁及麻雀)亦有增高的趨勢。依照優勢種排名分析，總數1000隻次以上的留鳥爲：覆鵝(2,363)(16%)、小白鷺(1,883)(13%)、白頭翁(1,575)(10%)及麻雀(1,125)(7%)；優勢種冬候鳥僅有蒼鵝，共計調查1,829隻次(佔12%)。候鳥數量不如預期，數量不及臺灣海岸地區冬候鳥的一半(60.2%) (劉小如, 2001)。在四個調查月分來說，埤塘鳥類在12月種類及數量都達到高峰；留鳥及候鳥種類及數量都居冬季之冠。尤其12月留鳥較11月增加400隻，造成總數量增加，此外1月及2月埤塘候鳥較12月爲少，2月埤塘留鳥亦大幅度減少。埤塘12月留鳥大幅增加的原因，係因爲92年12月20日風速強勁且天氣陰濕，麻雀(409)、白頭翁(396)多避於埤塘岸林；洋燕(219)等則避風低翔，顯見埤塘冬季鳥類數量受到留鳥地區(島內)漂移(drift)及候鳥季節遷徙(migration)影響，造成鳥類結構變化。又例如十二月的候鳥高峰以鴨科(小水鴨102)居多，鵝科居次；留鳥夜鵝則較十一月時減少。

### (二) 棲位狀態分析

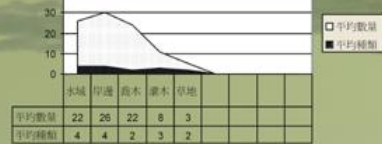
分析鳥類在農間棲位落點(空中、水面、灘地、岸邊、林喬、林灌、林草)，並求得平均落點值，以平均落點進行華德法群集分析，根據樹狀圖(圖四)，將平均落點值依相似度差異(低標)分爲7個群集，分別爲水鳥(9種)、空中鳥(10種)、林草鳥(6種)、林灌鳥(13種)、林喬鳥(20種)、水岸鳥(22種)、灘地鳥(岸鳥)(14種)；若採取高標可區分爲4個群集(空中鳥、林草鳥、林灌鳥及林喬鳥合併爲陸鳥)，分別爲水鳥(9種)、陸鳥(49種)、水岸鳥(22種)、灘地鳥(岸鳥)(14種)，埤塘鳥類以陸鳥種類佔據半數以上，四個月間種類數變化不大，惟隻數不若水岸鳥龐大(如鶯科)。



四 群集分析結果樹狀圖，標準化距離0.25(低標)分爲7個群集，0.75(高標)分爲4個群集。

### (三) 棲位多樣性分析

埤塘陸鳥種類雖然比水鳥多，但是以單一埤塘而言，水域及岸邊鳥類之平均鳥種及數量皆比水鳥、灌木及草地區域來得多，尤其岸邊平均數量26隻，種類4種，居於微棲地之冠。以45埤塘累計隻次計算，1月出現於45埤塘水域鳥種(42種)居於高峰，其 Shannon-Wiener 多樣性指數爲2.85，Simpson 多樣性指數爲0.92，爲各月之冠；Shannon-Wiener 均勻度指數亦屬均勻(0.76)；如果以鳥類出現微棲地的頻數而論，以岸邊平均數量最高，在岸邊平均種類亦高，如圖。由此可知，埤塘鳥類在岸邊及水域呈現聚集趨勢，由於水域避開人爲干擾，以鴨科居多，池塘邊岸雖偶有人爲干擾，以鶯科居多，其單位體積生物量(Biomass)亦較其他的棲地爲高。因此，增加水面或陸地與陸地微棲地間的邊緣(如灘地、岸邊)，可增加鳥類種類及數量(方偉達等, 2004b)。



## 討論及建議

桃園埤塘提供生產、生活、生態的功能，但是因爲其爲人工挖掘，並非自然形成，其敏感環境、微氣候調節、變遷消長及過渡棲地之重要生態價值向來被忽略(Fang 2005b; 2006; 2007a,b,c; 方偉達, 2003; 林裕彰等, 2004; 方偉達, 2006b; 方偉達, 2006a; 楊智賢等, 2007)。本研究保護鳥類多樣性，並兼顧保護稀有性鳥類，惟保育生物學涉及明星物種保育和生物多樣性保育孰重孰輕的問題(Peck 1998)。究竟是要保護快要絕種的物種的埤塘？還是要保護具有多樣性物種的埤塘呢？此外，鳥類棲地開放生態旅遊，會不會造成生態影響(Klein et al. 1995)？此爲值得深思的問題，作者亦希望能夠很快發現答案。

在調查中，作者亦發現40年來因爲都市重劃及農地重劃結果，導致座落於重劃區的埤塘生態不復往日(方偉達等, 2004a)，以小規模度的單一埤塘來說，因爲人爲修飾，導致砌石、水泥、瓷磚及單調鋪設充斥埤塘邊岸，亦影響單一埤塘生態環境。埤塘邊岸種類、數量及單位生物量最高，與鳥類生態學主張的面積效應(Area effect)無關，與水域及陸地重疊的邊緣效應(Edge effect)有關。McAlpine and Eyre(2002)指出小區域棲地變異程度，比地景指標影響鳥類來得多，他們認爲景觀生態面積極指無法顯示區域鳥類多寡，面積大不一定鳥類多，二者無因果關係(causality)。

本研究認爲水域邊緣的植被豐富度及泥灘地空間，爲鳥類種類、數量及單位生物量較多的主因。Ashkenazi and Dimentman(1998)研究以色列北部池岸，認爲池岸蘆葦係爲鳥類聚集的原因，棲地多樣化的環境，鳥類的種類也越多。以鳥類的敏感度來說，鴨科因爲長途遠徙的關係，經常保持警戒狀態，其他冬季候鳥(鶯科、鴨科)則沒有類似鴨科容易受到驚嚇的警戒行爲，又例如夜鵝、蒼鵝較不懼人類干擾(Brown et al. 2001; Skagen et al. 2000)，因此，依據水鳥及水岸鳥對人類適應性關係，由「埤塘核心/灘地/邊岸」，可列出「鴨科/鶯科/鶯科/鶯科」的微棲地生態梯度(ecological gradient)(Fang 2005a)。因此不當的堤岸整建工程，壓縮埤塘邊緣，鋪設水泥、瓷磚路面，將影響鳥類多樣性。爲強化埤塘生態功能，建議保留埤塘邊岸最適生態微棲地空間，以增加鳥類生態環境系統多樣性。本研究係以個別埤塘尺度分析鳥類及埤塘微棲地關係，藉以提供埤塘生態規劃之參考。