

## 破碎棲地之面積、孤離度與棲地異質度對都市地景之鳥類群聚組成之影響－以台北市公園綠地為例<sup>1</sup>

葛兆年<sup>2</sup> 李培芬<sup>3</sup> 邱祈榮<sup>4</sup>

論文投稿日期：96年10月24日  
第一次修正日期：97年04月07日  
第二次修正日期：97年04月23日  
論文接受日期：97年04月24日

### 摘 要

都市中破碎的森林可能是都市鳥類的棲地島嶼，而這些棲地島嶼的地景結構可能影響著都市鳥類群聚之組成。本研究之目的即以台北市為例，評估都市棲地島嶼如公園綠地，其面積、孤離度及棲地異質度，對鳥類群聚組成所可能產生的影響。研究結果顯示鳥類群聚組成在台北市的公園綠地間有高度的嵌套性(隸屬關係)，而此嵌套性與公園綠地的面積、至台北市主要河川的距離及棲地異質度有關。鳥類在台北市公園綠地間可能有頻繁的移動，這些公園綠地應該可看作是鳥類活動或棲息的棲地網絡。然而，外來種鳥類可能比本地鳥類要更容易適應這種破碎化棲地。公園面積對鳥類群聚似乎有較為廣泛的影響，保育應該以大公園較為優先考量。公園的棲地異質度可能影響某些個別鳥種的分布；提昇公園的棲地異質度可能吸引更多鳥種。河川與公園綠地的相對距離和鳥類尤其是遷徙性鳥類的累聚有關，其應該是影響台北市公園綠地鳥類組成的重要地景。我們建議增加公園綠地中的水資源以吸引遷徙性鳥類，並可提高台北市鳥類棲息地的多樣性。

關鍵詞：都市公園，鳥類群聚，物種組成，嵌套性，面積，孤離度，棲地異質度

1. 本文為國科會研究計畫「都市破碎棲地特性與森林鳥類族群及鳥類群聚組成變動之關係(NSCS-2313-B-054-018)」之部份成果。本研究感謝本刊主編及兩位審稿人提供的寶貴建議，台北市野鳥學會協助鳥類調查，潘孝隆先生、邱雅琦小姐及陳淑玉小姐協助數位化台北市公園地圖、陳淑玉小姐繪製地圖及整理資料等工作，特此一併致謝。
2. 行政院農業委員會林業試驗所森林保護組。E-mail: nien@tfri.gov.tw。
3. 國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所、生命科學系。E-mail: leepf@ntu.edu.tw。
4. 國立臺灣大學森林環境暨資源學研究所。E-mail: esclove@ntu.edu.tw。



## **Influences of Fragment Size, Isolation and Habitat Heterogeneity on Bird Assemblage Composition in Urban Landscapes – A Case Study of Taipei Parks and Green Areas**

**Chao-Nien Koh**

*Division of Forest Protection, Taiwan Forestry Research Institute  
Taipei, Taiwan 10066*

**Pei-Fen Lee**

*Institute of Ecology and Evolutionary Biology, Department of Life Science, National Taiwan University  
Taipei, Taiwan 10617*

**Chyi-Rong Chiou**

*Institute of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University  
Taipei, Taiwan 10617*

### **ABSTRACT**

Urban forest fragments are potential ‘habitat islands’ for urban birds. Landscape structure of the fragments may influence the composition of bird assemblages. Hence, this study assessed the effects of fragment size, isolation and habitat heterogeneity on bird community composition patterns in urban parks (and green areas) in Taipei. Species composition in urban parks showed a high degree of nestedness, which was associated with park areas, distance to the major rivers in Taipei and habitat heterogeneity. The high degree of nestedness in bird assemblages demonstrated that the parks may be a network of habitats among which birds immigrate and emigrate frequently. However, exotic species may adapt to the fragments more easily than the endemic ones. Park area is the main factor that accounts for species accumulation in the urban parks and the green areas. Bird assemblages in smaller parks are subsets of those in larger parks. Therefore, we suggest that preserving large parks be the first priority. In addition to park area, habitat heterogeneity may affect distributions of specific bird species. Increasing the habitat heterogeneity of parks may attract more species to the parks. Accumulation of birds, especially migrant species, is affected by the relative locations of major rivers to the parks. Rivers may be an important landscape for birds in urban areas of Taipei. We recommend adding water resources to parks to attract migrating species, which would enhance avian habitat diversity in Taipei.

Keywords: Urban park, Bird assemblage, Species composition, Nestedness, Area, Isolation, Habitat heterogeneity



## 一、前言

都市中的公園綠地被比喻為建築物海洋中的棲地島嶼(Fernández-Juricic and Jokimäki, 2001)，因此生態學家嘗試利用島嶼生態理論來研究都市的生態現象。例如一些綜合性都市鳥類課題研究，已發現某些公園出現的鳥類種類遵從類似其他破碎棲地的分布模式(Jokimäki, 1999; Fernández-Juricic, 2000; Fernández-Juricic and Jokimäki, 2001)。鳥類一向是環境變遷常用的指標生物，鳥類在都市化效應中亦成為經常探討的素材。歐美的都市鳥類研究大多始自1980年代(Fernández-Juricic and Jokimäki, 2001)，但是至目前為止，這方面的研究多集中在溫帶地區，在人口急速成長且生物多樣性較高的熱帶(包括亞熱帶)地區，一般相信這些地區的都市化對鳥類這些生物應該有更嚴重的影響，但卻很少有人研究。地處亞熱帶的台灣，雖然近幾年也有探討都市景觀對都市鳥類多樣性的研究(如張高雯、張俊彥, 2000；王小璘、涂芳美, 2001；鄭亞嵐、林晏州, 2003)，不過僅針對都市公園鳥類的多樣性如種豐富度、歧異度、均勻度等與景觀結構特性探討其相關性，缺乏對都市鳥類群聚組成的研究。咸信藉由分析鳥類群聚在都市公園綠地的組成與結構，可以讓我們更深入了解影響都市鳥類分布的過程(Patterson, 1990)，進而建議確實有效的保育措施。

嵌套結構(nestedness)是研究及分析生物群聚結構的重要指標之一(Patterson, 1990)，它的出現轉移了原本注意物種豐富度和豐量的焦點，開始重視物種的組成，並且為保護區的設計和管理提供了物種總數之外的另一個考慮因素，也就是物種的組成。它的概念是指物種貧乏地區所出現的群聚是物種豐富地區群聚的子集合，因此嵌套結構的程度就成為測量兩生物群聚之間隸屬程度的指標(Patterson and Atmar, 1986)。嵌套結構幾乎出現在所有不同類群的生物和不同的島嶼棲境類型中(Wright *et al.*, 1998)，都市棲地中的生物群聚也不例外(Bolger *et al.*, 1991; Fernández-Juricic, 2000; Fernández-Juricic, 2004; Platt and Lill, 2006)。Wright *et al.*(1998)並指出個別棲地內的嵌套性與棲地面積及孤離度等地景因素有關。例如，較小及較孤離棲地的生物群聚是較大及較靠近其他生物來源地(source)棲地的子集合。因此嵌套結構應可應用於都市野生動物如鳥類群聚研究，並有助於對群聚組成成因的探討。

台北市在長期的都市發展下，已成為人口密度極高的地區，但她卻擁有環山面水的自然條件，仍然可以輕易見到多種鳥類出現在台北市的綠地中；因此本研究以台北市為例，探討都市最主要的棲地島嶼-公園綠地之鳥類群聚組成，以及公園綠地的地景因素對於鳥類的影響。我們藉由分析都市公園綠地之鳥類群聚間彼此互相嵌套影響的程度，來了解鳥類群聚組成的格局及成因，並可進一步利用於保育生物的工作上。本研究之目的為：探討台北市公園綠地的(1)鳥類群聚間是否有相關性，亦即鳥種的累聚是否有子集合的型式，(2)面積、孤離度及異質度等地景因素對鳥類群聚的影響，(3)面積、孤離度及異質度等地景因素對鳥類不同分群及個別種類的影響。



## 二、研究方法

### (一)樣區概述

本研究以台北市行政區都市綠地系統中之公園綠地(以下簡稱公園)為調查範圍。自台北市公園正射影像圖,以ArcGIS 9.0版數化各公園之範圍等地景因素,取得各公園面積等值。採分層抽樣方法選取樣區:(1)公園依面積分成大(>5.00公頃)、中(1.00-4.99公頃)、小(0.10-0.99公頃)等3級,(2)以上每級中公園依與100公頃以上綠地之最短距離,依各自標準分成遠中近3級,(3)以上每級中公園依公園綠覆率,依各自標準分成高中低3級,(4)以上每級中隨機選取兩個不同區域(行政區)之公園,如此共選取 $3 \times 3 \times 3 \times 2 = 54$ 個公園。因河濱型公園與其他公園的形狀、周圍環境等地景有明顯不同,另選取4個河濱型公園做為樣區,故本研究樣區總共有58個公園(圖一)。

### (二)鳥類調查

在選定之公園中設置穿越線,穿越線與線間隔150公尺,穿越線上每隔150公尺設一取樣點;各公園設置1-10取樣點,視公園面積大小而定。於2006年3月至6月之鳥類繁殖季,每月至各選定之公園調查點調查,每一樣點共調查4次。每天調查2-3個公園,逢機安排各公園調查順序。調查只在天氣良好時進行,自日出至日出後3小時之間完成,每一取樣站停留6分鐘 (Shiu and Lee, 2003),依序記錄目擊或聽到的種類,空中飛掠的鳥類不計,但逗留或盤旋者仍然列入。

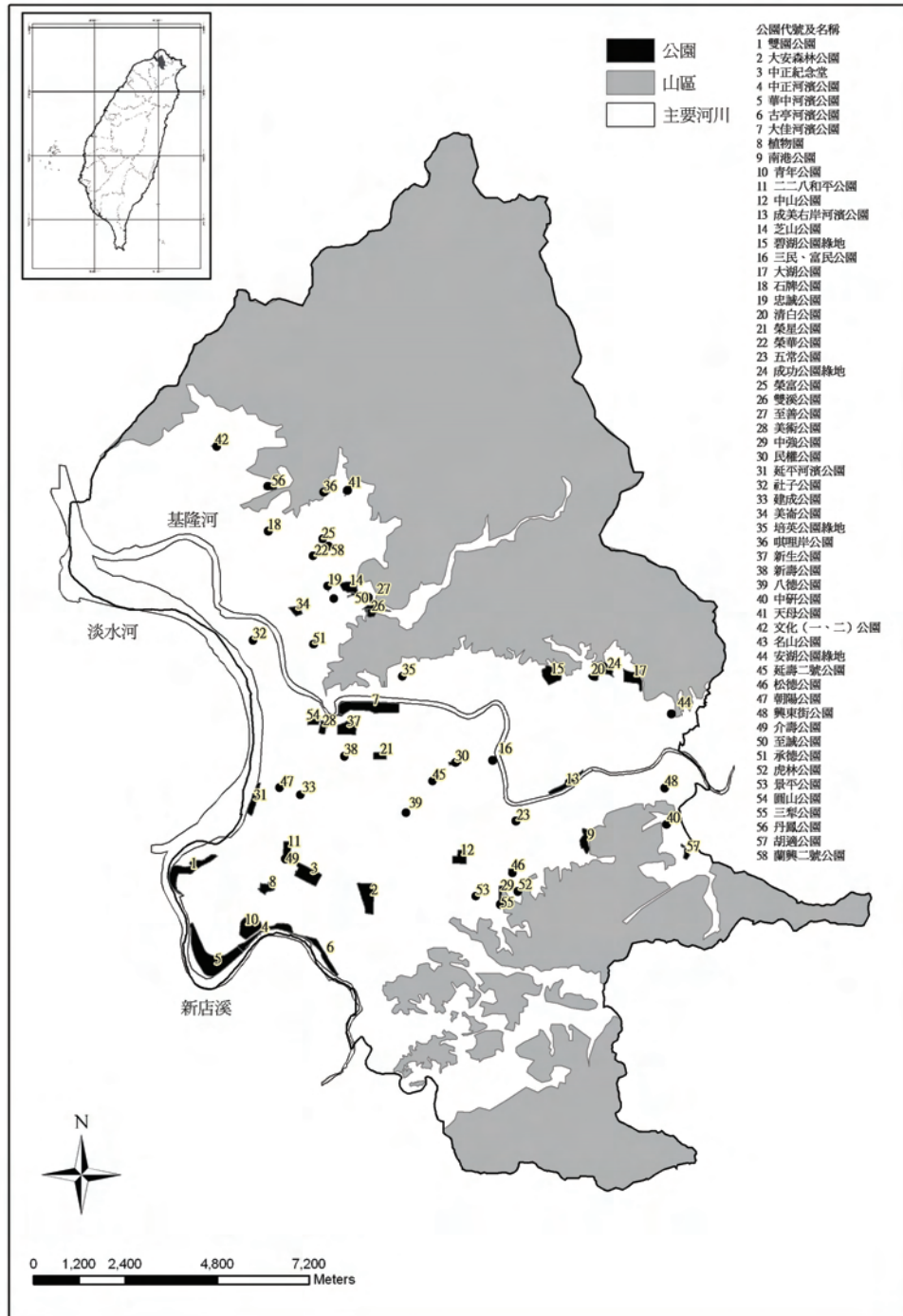
### (三)地景變數

本研究所蒐集之地景變數包括公園之面積、棲地異質度、至主要河川(以下簡稱為河川)之最短距離、至1-10公頃綠地邊界及中心之最短距離、至10-100公頃綠地邊界及中心之最短距離,以及至100公頃以上綠地邊界及中心之最短距離。利用台北市公園正射影像圖電子檔判釋土地使用類型,以ArcGIS數化58個公園外圍邊界,並在ArcInfo中計算其面積。公園內部可能提供生物棲息的棲地分為喬灌木、草地、花圃、建築物及水域等5種,以ArcGIS數化這5種棲地外圍邊界,並在ArcInfo中計算其個別面積。棲地異質度以Shannon指標( $H'$ )(Shannon and Weaver, 1949; Magurran, 2004)代表:

$$H' = -\sum_i (p_i \ln p_i) \quad (1)$$

$p_i$ :第*i*種棲地所佔之面積比例。另外利用ArcView 3.2版中的外掛程式Nearest Features v.3.8a計算公園與河川及面積為1-10公頃、10-100公頃及100公頃以上綠地等之距離。





註：面積<1公頃之公園綠地以圓點表示

圖一 台北市公園綠地取樣之分布圖





#### (四)資料分析

爲了將不同群聚間的嵌套程度量化，以方便進行嵌套結構的比較，生態學家發展出不同模型來計算嵌套結構的量化指數，也就是嵌套指數。在各種不同計算嵌套指數的方法中，較值得注意的是Patterson and Atmar (1986)所提出的 $T$ (Temperature)； $T$ 指數是利用矩陣排列的方式將所得數據排列成矩陣後，與系統中所設定的零模型進行比較，再計算出量化的嵌套指數，最後利用隨機模擬的方式進行嵌套性的顯著性檢驗。與其他模型相比， $T$ 指數的產生包含了群聚與物種，並且可於Patterson和Atmar所寫的Nestedness Temperature Calculator軟體系統 (Atmar and Patterson, 1993; 1995)中直接進行比較，得到結果。Atmar和Patterson之所以將他們的嵌套指數稱爲Temperature，主要是由於他們將嵌套性的組成想像成在某一特定空間中的分子，利用分子的分佈情形來反應物種分佈的隨機性，當溫度高時，分子將會四處游離，此時嵌套的程度也就低；當溫度低時，分子則聚集在一起，此時嵌套程度就高；所以當 $T=0$ 時表示完全嵌套， $T=100$ 時表示完全隨機 (Atmar and Patterson, 1995; Patterson and Atmar, 2000)。

本研究將各公園調查所得之鳥類資料以有無方式列出，各公園依鳥種數排序，且各鳥種依出現的公園數排序後作成矩陣。以Nestedness Temperature Calculator (Atmar and Patterson, 1993; 1995)計算前述矩陣，可得各公園鳥類群聚的嵌套指數。

爲評估公園面積等因素對鳥類群聚組成之影響，將各公園依面積(由大到小)、棲地異質度(由大到小)及至河川等之距離因素(由短至長)各自排序，另將各公園鳥類群聚以嵌套極大化並重新排序，對各因素之排序與鳥類群聚組成之排序進行Spearman rank相關性分析；顯著的相關性表示鳥種依序累聚成群聚的過程可能有受到該因素的影響 (Kadmon, 1995; Honnay *et al.*, 1999; Patterson and Atmar, 2000)。

將鳥類依其居留屬性分群爲留鳥、遷徙性鳥類及外來種鳥類。爲評估公園面積等因素對不同鳥類分群之影響，先將各公園之分群鳥類以嵌套極大化並重新排序，另將各公園依面積等因素各自排序，對各因素之排序與各分群鳥類群聚組成之排序進行Spearman rank相關性分析。

爲評估個別鳥種在公園之出現依公園面積等因素有否嵌套性，先將各公園依面積等因素各自排序，以Mann-Whitney U test (Wilcoxon two-sample rank-sum test) 檢驗個別鳥種在有或未出現公園的排序值是否有差異，表示個別種的出現依公園面積等因素有嵌套性，或是隨機分布 (Simberloff and Martin, 1991; Hecnar and M'Closkey, 1997; Honnay *et al.*, 1999)。本研究中有31種鳥類僅出現在1座或57座以上公園，因其無法提供有關嵌套性的有用資訊，因此不列入個別鳥種的分析(Platt and Lill, 2006)。本研究中除了嵌套指數是以Nestedness Temperature Calculator (Atmar and Patterson, 1993; 1995)進行統計分析以外，其他統計分析皆用SAS Enterprise Guide 4版完成。



### 三、結果

2006年3月至6月，在台北市58個公園共記錄25科67種鳥類，依居留性質分為留鳥37種，遷徙性鳥類22種(包括冬候鳥20種，過境鳥1種及迷鳥1種)，以及外來種8種。

各鳥種在58個公園的出現頻率，大於90%的有白頭翁(*Pycnonotus sinensis*, 58/58)、綠繡眼(*Zosterops japonica*, 57/58)及麻雀(*Passer montanus*, 53/58)，僅出現在一個公園的有29種，各鳥種在58個公園的平均出現率為14.7%(±24.1%)。數量最多的3種是野鴿(*Columba livia*, 3450隻次)、麻雀(2795隻次)及白頭翁(1775隻次)，共佔所有調查隻次的62.2%。雙園公園所調查到的鳥種數最多(40種)，鳥種數最少的是三犁、丹鳳、胡適及蘭興二號公園(4種)。各公園鳥種數平均值為9.8種(±6.4種)。

58個公園的鳥類分布有顯著的嵌套性(T觀察值= 6.17, T期望值= 49.47, SD = 2.55,  $p < 0.001$ , 表一)。與公園鳥類嵌套性有顯著相關的地景變數有公園的面積、棲地異質度、至河川之最短距離、至10-100公頃綠地中心之最短距離，以及至100公頃以上綠地邊界之最短距離。

表一 台北市58座公園綠地中鳥類群聚的嵌套指數T等值，以及鳥類群聚嵌套性與公園地景變數的Spearman rank相關係數

	所有鳥類	留鳥	遷徙性鳥類	外來種鳥類
T觀察值	6.17	9.64	3.83	10.12
T期望值	49.47	60.8	24.08	39.1
標準偏差	2.55	3.16	5.55	7.37
顯著水準	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
公園地景變數				
面積	<b>0.70***</b>	<b>0.63***</b>	<b>0.71 ***</b>	<b>0.38*</b>
棲地異質度	<b>0.31*</b>	0.25	0.24	<b>0.34*</b>
至主要河川之最短距離	<b>0.36***</b>	<b>0.26*</b>	<b>0.53*</b>	0.19
至1-10公頃綠地中心之最短距離	-0.12	-0.08	-0.15	-0.27
至1-10公頃綠地邊界之最短距離	0.06	0.07	0.29	-0.29
至10-100公頃綠地中心之最短距離	<b>-0.28*</b>	-0.20	<b>-0.50*</b>	-0.22
至10-100公頃綠地邊界之最短距離	-0.07	-0.03	0.01	-0.12
至100公頃以上綠地中心之最短距離	-0.12	-0.05	0.07	-0.08
至100公頃以上綠地邊界之最短距離	<b>-0.28*</b>	-0.17	<b>-0.55*</b>	-0.12

註：\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ ，粗體字代表鳥類群聚嵌套性與該項地景變數顯著相關

依居留性質的鳥類分群中，留鳥、遷徙性鳥類及外來種鳥類，其在58個公園的分布皆有顯著的嵌套性，但外來種鳥類的嵌套性最低。公園各項鳥類分群的嵌套性與公園面積皆有顯著相



關，但外來種鳥類的相關性之顯著性較低。除了外來種鳥類以外，公園各項鳥類分群的嵌套性與公園至河川之最短距離也有顯著相關，其中以遷徙性鳥類的相關性有較高的顯著性 ( $p=0.023$ )。

在個別鳥種的嵌套性上，9項公園地景變數中以公園面積的影響最大，有66.7%的鳥種受其影響(表二)；其次分別是公園至河川距離，有47.2%的鳥種受其影響；公園棲地異質度，則有22.2%的鳥種受其影響。

表二 台北市58座公園綠地中個別鳥種之有無出現在公園面積等排序值之差異以Mann-Whitney U test所得之Z值

鳥種	面積	棲地異質度	至河川之最短距離	主要至1-10公頃綠地中心之最短距離	至1-10公頃綠地邊界之最短距離	至10-100公頃綠地中心之最短距離	至10-100公頃綠地邊界之最短距離	至100公頃以上綠地中心之最短距離	至100公頃以上綠地邊界之最短距離	居留屬性
夜鷺	-4.52***	-2.05**	-2.43**	—	-1.97*	1.92*	—	—	—	留鳥
紅鳩	-4.07***	-2.28*	-2.99**	—	—	1.98*	1.65*	2.01*	2.42**	留鳥
五色鳥	-1.72*	-2.26**	—	—	—	-1.71*	—	—	—	留鳥
鵲鳩	-2.56**	-3.00**	—	—	—	—	—	—	2.56**	外來種
翠鳥	-2.13*	-2.40**	—	—	—	—	—	—	—	留鳥
輝棕鳥	-2.72**	-1.77**	—	2.50**	—	1.95*	—	—	2.23*	外來種
磯鶇	-1.94*	—	-2.20*	-1.86*	-1.86*	2.37**	—	—	—	冬候鳥
黃頭鷺	-3.67***	—	-2.41**	—	-2.91**	—	—	—	—	留鳥
黃鶇	-3.35***	—	-3.44***	—	-2.33**	2.30*	—	—	2.91**	冬候鳥
蒼鷺	-2.32*	—	-2.20*	—	-1.66*	2.13*	—	—	2.24*	冬候鳥
斑文鳥	-2.96**	—	-3.18***	—	-2.63**	3.05**	—	—	2.50**	留鳥
褐頭鷓鴣	-2.39**	—	-2.72**	—	-2.27*	2.72**	—	—	2.00*	留鳥
白尾八哥	-2.28*	—	-2.05*	—	—	—	—	1.73*	—	外來種
小雲雀	-2.46**	—	-2.72**	—	—	2.49**	—	—	1.86*	留鳥
大卷尾	-2.81**	—	-2.21*	—	—	—	—	—	—	留鳥
白鶇	-1.77*	—	-2.20*	—	—	2.20*	2.11*	—	—	留鳥
黑領棕鳥	-4.13***	—	-2.84**	—	—	3.21***	—	—	2.53**	外來種
紅冠水雞	-3.64***	—	-1.90*	1.89*	—	2.57**	—	—	2.62**	留鳥
紅尾伯勞	-2.8**	—	-3.02**	—	—	3.32***	—	—	3.53***	冬候鳥
小白鷺	-4.18***	—	—	—	-2.16*	—	-1.96*	—	—	留鳥
樹鶇	-1.68*	—	—	—	—	-1.78*	—	—	—	留鳥
喜鶇	-2.15*	—	—	—	—	2.36**	2.94**	—	2.49**	留鳥
黑冠麻鷺	-1.95*	—	—	—	1.77*	1.90*	1.87*	—	—	留鳥
金背鳩	-1.83*	—	—	—	—	—	—	—	—	留鳥
紅隼	-2.19*	—	—	—	—	2.24*	2.07*	—	—	冬候鳥



表二 台北市58座公園綠地中個別鳥種之有無出現在公園面積等排序值之差異以Mann-Whitney U test所得之Z值（續）

鳥種	面積	棲地異質度	至主要河川之最短距離	至1-10公頃綠地中心之最短距離	至1-10公頃綠地邊界之最短距離	至10-100公頃綠地中心之最短距離	至10-100公頃綠地邊界之最短距離	至100公頃以上綠地中心之最短距離	至100公頃以上綠地邊界之最短距離	居留屬性
綠鳩	-	<b>-2.05*</b>	-	-	-	-	-	-	-	留鳥
野鴿	-	1.74 *	<b>-2.38**</b>	-	-	-	1.86*	-	3.46***	留鳥
紅嘴黑鴨	-	-	2.06*	-	-	<b>-2.01*</b>	-	-	<b>-1.66*</b>	留鳥
白腹秧雞	-	-	-	-	<b>-1.77*</b>	1.68*	1.98*	-	-	留鳥
灰喜鵲	-	-	-	-	1.77*	1.68*	1.98*	-	-	外來種
珠頸斑鳩	-	-	-	-	-	-	-	1.82*	-	留鳥
麻雀	-	-	-	-	-	-	1.88*	-	2.47**	留鳥
家燕	-	-	-	-	-	-	-	-	2.44**	留鳥
小雨燕	-	-	-	-	-	-	-	-	-	留鳥
家八哥	-	-	-	-	-	3.02**	-	-	-	外來種
八哥	-	-	-	-	-	-	-	-	-	留鳥
有顯著差異鳥種之比例(%)	66.7	22.2	47.2	8.3	30.6	61.1	30.6	8.3	44.4	

註：\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ ，粗體字代表鳥種在公園綠地之有出現與未出現，其公園面積等排序值有顯著差異；但距離類變項中當Z值 $> 0$ 時，無法表示孤離度對該鳥種的影響，故不以粗體字顯示其顯著差異。未達顯著水準之Z值以“-”表示。

#### 四、討論

嵌套結構幾乎出現在所有不同類群的生物和不同的島嶼棲境類型中(Wright *et al.*, 1998)，可以說是一種普遍存在的現象，自1990年代以後，歐美國家普遍運用嵌套結構分析於都市(Bolger *et al.*, 1991; Fernández-Juricic, 2000; Fernández-Juricic, 2004; Platt and Lill, 2006)或其他生物群聚研究(Wright *et al.*, 1998)。台北市公園綠地的鳥類群聚具有特別明顯的嵌套性，由Nestedness Temperature Calculator計算台北市公園綠地鳥類群聚矩陣所得之溫度，不論是所有鳥類或各項鳥類分群，其溫度值都比其他都市如西班牙馬德里、芬蘭奧盧及澳洲墨爾本來得低可知(Jokimäki *et al.*, 1996; Fernández-Juricic and Jokimäki, 2001; Platt and Lill, 2006)，說明台北市公園間的鳥類群聚隸屬關係很強，表示本地的鳥類在各公園間可能有頻繁的移動，換句話說，這些公園應該可看作是鳥類活動或棲息的棲地網絡。雖然對本土性的留鳥而言，這些公園聯絡起來就像是都市中的大型生態島嶼，但是由於切割厲害仍可能不利於在森林內部活動的鳥類(interior species)；但對外來種鳥類來說，以牠們的較高溫度值，亦即較為隨機分布的現象來



看，可能對棲地的選擇性較低，反而很容易進入網絡中的各小型棲地，因此我們認為外來種鳥類恐怕遲早會在各公園佔有一席之地。

都市鳥類種豐富度與公園面積之間有極強的正相關(Blake and Karr, 1987; Jokimäki, 1999)。Jokimäki (1999)指出，甚多鳥類，主要是地面築巢的鳥類和典型的森林鳥類，會避開小公園；面積較大的公園可以提供較多樣化的棲地，以容納更多具有不同棲地需求的鳥種。本研究則發現除了鳥類豐富度等多樣性指標之外，公園面積也會影響公園鳥類的累聚：面積較小公園的鳥種組成是較大公園的子集合，通常小公園只有廣泛分布種，大公園則會增加稀有種。有關生物保護區域究竟是要設置一個大面積還是數個小面積的爭論很多，有些研究結果表示數個小型保護區的所有物種數多於一個相同總面積的大保護區中的物種數(Simberloff and Gotelli, 1984; Boecklen, 1997; Honnay *et al.*, 1999)。但在本研究中，較大公園的鳥種多已涵蓋較小公園的鳥種，另外台北市公園並未涵蓋很大的地理區域，小公園的鳥種並不會因為有不同地理區位而出現特別物種，也就是說，小公園缺乏特別的保育價值，因此本研究結果支持大型公園的設置對台北市鳥類群聚保育較為有利；大型公園應當較優先獲得重視及保護。

不過，面積並不是評估公園綠地棲地保育優先順序的惟一考量條件；許多研究表示保護區包含多種棲地要比面積大來得重要(Simberloff and Gotelli, 1984; Honnay *et al.*, 1999)。Worthern *et al.* (1996)也指出，生物群聚的嵌套結構並不是因生物對棲地面積的要求，而是因棲地的多樣化而產生。在本研究中，所有鳥類的累聚與公園的棲地異質度有明顯的相關性，說明公園內有不同性質的棲地確實可能影響鳥類物種組成。不過，棲地異質度對鳥類的影響似乎不如面積的影響來得廣泛：從鳥類分群來看，留鳥及遷徙性鳥類與棲地異質度沒有明顯的相關性；從個別鳥種來看，僅有「夜鷺(*Nycticorax nycticorax*)」等7種鳥對棲地異質度較為敏感。目前看來，個別鳥種對棲地異質度可能有其個別的需求，例如夜鷺偏好在有喬木及草地的水域邊活動；棲地異質度似乎並非多數鳥種共同的選擇要項。

再者，本研究中公園鳥類之嵌套性雖隨公園面積增加而有上升的趨勢，但是嵌套性前10名的公園中，台北植物園及南港公園的面積皆小於10公頃，明顯小於其他8座公園(面積平均值 $30.2 \pm 15.6$ 公頃)，因此應有面積以外之其他因素影響群聚之累聚。我們推測台北植物園的高植物種類多樣性(約1500種植物)及高園齡(約110年)，以及南港公園的大面積水域(約1.6公頃)，皆有可能提高其鳥類群聚之嵌套性(Jokimäki, 1999; Fernández-Juricic, 2000)。因此未來我們將繼續調查及蒐集其他可能的影響因子，期望更全面的了解都市綠地生物群聚的形成過程，以提出更完善的保育建議。

孤立的都市公園可看作是一種島嶼棲地，因此孤離度應該是影響都市鳥類豐富度的重要因素。在本研究中不論是較鄰近的小型綠地或較遠的山區(連續綠地)，與公園鳥類的累聚都沒有相關性或為負相關，表示隔離效應在公園鳥類累聚的過程中並不明顯；這樣的發現與歐洲都市鳥類研究結果類似(Jokimäki, 1999; Fernández-Juricic, 2000)。我們推測台北市街道綠帶的廊道效應，或者台北盆地四周被山區環繞的地景特性，或是台北市公園綠地間距未超越鳥類移動範圍的緣故，皆有可能使得台北市公園的孤離效應無法顯現出來。以胡適公園為例，其臨近雖有



1公頃及10公頃的綠地，但卻有最小的鳥類群聚嵌套性及最低的鳥種豐富度，說明周圍綠地鳥類遷入該公園的作用並不明顯，對該公園鳥類群聚的影響性不大，因此我們推測，台北市公園鳥類群聚形成的過程較缺乏綠地間的隔離效應的作用。不過，從公園周圍綠地對個別鳥種的分布檢測結果來看，卻有森林性鳥類「紅嘴黑鵯(*Hypsipetes madagascariensis*)」的分布與100公頃以上的綠地也就是山區有關；與10-100公頃綠地有關的4種鳥類中，也有3種是森林性鳥類即紅嘴黑鵯、「樹鵲(*Dendrocitta formosae*)」及「五色鳥(*Megalaima oorti*)」。森林性鳥類可能偏好在有較大面積的喬木區活動，因此公園周圍中大型綠地可能對一些森林性鳥類的分布較有影響；在公園綠地增植連續性喬木及維護鄰近山區森林的完整性，應可提供更多的森林鳥類棲地。

公園至河川距離和鳥類群聚組成具有明顯的相關性，也就是說，河川的遠近在公園鳥類的累聚上具有某種程度的效應。尤其遷徙性鳥類的累聚與公園至河川距離的相關性較其他鳥類分群顯著，顯示這些鳥類的分布與河川位置有關。以河濱型公園為例，除了一般公園常見鳥類之外，也有在水域活動的遷徙性鳥類如鷺科、鴨科、鵝科等，這些鳥類可能大部份沿著河川進入公園。再以雙園公園為例，它有最大的鳥類群聚嵌套性及最高的鳥種豐富度，遷徙性鳥種佔45%，應該是受到臨近河川的影響。個別鳥種的分布與河川遠近的檢測，也顯示有44.4%的種類，其分布受到河川遠近的影響。因此，我們認為河川對於台北市公園鳥類群聚應該具有鳥種遷入的作用，其應該是影響台北市公園鳥類群聚的重要地景元素。

台北市的遷徙性鳥類雖然未常久居留，但其停留期長達半年以上且數量可觀，可看作是台北市的重要景觀資源，若能多在公園綠地建造適合遷徙性鳥類活動的棲地如水池、溪流等，將可為台北市多處營造出遷徙性鳥類的特色景觀，並可提高鳥類棲地的多樣性。同時，水資源也具有吸引一般鳥類及孕育鳥類多樣性的功能(Tilghman, 1987; Fernández-Juricic and Jokimäki, 2001)，我們認為在台北市公園中建造水域可以同時吸引遷徙性鳥類及留鳥。因遷徙性鳥類在台北市公園綠地有其重要性，且其主要居留期應在過境期，未來應於主要過境期進行遷徙性鳥類調查，一方面可更確實了解遷徙性鳥類在都市公園綠地的分布與形成過程；再者，在過境期有較多的遷徙性水鳥出現，可蒐集較多水鳥資料，亦有助於探討都市水鳥與水域環境的關係。

## 五、結論與建議

台北市公園綠地間的鳥類群聚組成有高度的嵌套性，不僅整體如此，個別的鳥類分群也都有顯著的嵌套性，表示公園綠地雖然是破碎化的棲地，但對移動能力強的鳥類來說，應該可以在不同公園綠地間活動或棲息，因此這些公園綠地應該可看作是鳥類活動或棲息的棲地網絡。然而，外來種鳥類可能比其他鳥類要更容易適應這種破碎化棲地。

公園綠地間的鳥類群聚組成可能受公園面積所影響，面積大的公園的鳥種涵蓋小公園的大部份鳥種，這可能是因為在較大公園的鳥類有較大族群不易滅絕。既然小公園出現的鳥種，大部份都可在大公園看到，保育應該以大公園較為優先考量。不過，除了面積之外，公園的棲地



異質性也會影響一些鳥種的出現與否，因此改變公園局部的土地利用型態以打破單一棲地比例過高的配置，如增加喬灌木、降低草地面積比例，也是豐富公園鳥類群聚的作法之一。另外，公園內部的植相特性如種類多樣性、層次複雜度，水域的有無或大小等因素，也都可能影響鳥類的分布，尚需要繼續調查及蒐集相關資料，方可提出更完整的公園鳥類保育策略。

台北市的河川明顯影響鳥類在公園綠地的累聚，尤其是遷徙性鳥類所受影響大於其他鳥類分群。這可能是因為遷徙性鳥類從河川遷入公園綠地的機率很高，因此河川應該是影響台北市公園綠地鳥類群聚的重要地景。遷徙性鳥類在台北市停留時間有半年以上，而且數量經常比本地鳥類多，應該可看作是台北市重要的景觀資源之一。建議多在公園綠地建造適合遷徙性鳥類活動的棲地如水池、溪流等，將可為台北市多處營造出遷徙性鳥類的特色景觀。台北市公園綠地鳥類群聚較未受到周圍綠地的影響，可能是因為街道綠色廊帶降低了破碎化棲地常有的孤離效應，或者台北市範圍不大，鳥類可能飛越大部份公園綠地，因此公園綠地與周圍綠地的隔離作用對鳥類群聚的形成應該影響不大。

生物群聚的嵌套結構分析在都市公園綠地這類的破碎棲地有其良好的應用性，但就我們所知，國內缺乏這方面的研究，因此本研究特別運用嵌套結構分析在都市公園綠地的鳥類群聚上，希望能讓國內專家學者了解國際間都市生物多樣性之研究趨勢。由本研究結果來看，嵌套結構的分析確實有助於探討群聚組成的過程；未來，我們將擴大研究範圍至更多公園綠地，應用嵌套結構分析與其他多變數分析等不同方法來統計分析調查資料，並比較所得結果，應可更了解都市公園綠地鳥類群聚的分布與成因。

台北市的公園綠地為鳥類提供了棲身之所，讓市民有接近鳥類、享受自然的樂趣，也為水泥叢林的都市增添了幾許自然氣息，因此公園綠地的棲地經營實有重視的必要。事實上，人類做為都市的主宰者，有絕佳機會參與野生鳥類保育工作，若能對公園綠地這類的棲地經營投注更多的關注與作為，就可以為都市野生鳥類提供更適當的棲境。本研究讓我們初步了解公園綠地在地景層次的面積、孤離度及異質性等因素，對鳥類有不同程度的影響，並且似乎對不同鳥類各有不同的影響，因此公園綠地的棲地經營管理，恐怕要視目標鳥群而有不同的作法。另外，除了公園綠地本身的條件如植相等需要加以研究之外，人類與鳥類的互動更是都市鳥類保育研究不可或缺的一環；總之，我們還需要更多的研究，才能提出有助野生鳥類棲地經營的正確作法，為都市開發與永續發展找到平衡點。

## 參考文獻

1. 王小璘、涂芳美(2001)，由景觀生態學觀點探討都市公園生物多樣性-以台北市大安森林公園為例，「東海學報」，第42期，第115-127頁。
2. 張高雯、張俊彥(2000)，景觀生態結構與鳥類多樣性之相關研究，「興大園藝」，第25卷，第3期，第95-107頁。



3. 鄭亞嵐、林晏州(2003)，都市公園綠地連接度與鳥類群聚關係之研究，「中國園藝」，第49卷，第4期，第395-406頁。
4. Atmar, W. and Patterson, B. D. (1993). The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat, *Oecologia*, 96(3): 373-382.
5. Atmar, W. and Patterson, B. D. (1995). *Nested Temperature Calculator: A Visual Basic Program, including 294 Presence Absence Matrices*, Chicago: Illinois.
6. Blake, J. G. and Karr, J. R. (1987). Breeding birds of isolated woodlots: Area and habitat relationships. *Ecology*, 68(6) 1724-1734.
7. Boecklen, W. J. (1997). Nestedness, biogeographic theory, and the design of nature reserves. *Oecologia*, 112(2): 123-142.
8. Bolger, D. T., Alberts, A. C., and Soulé, M. E. (1991). Occurrence patterns of bird species in habitat fragments; sampling extinction and nested species subsets, *American Naturalist*, 137(2): 155-166.
9. Fernández-Juricic, E. (2000). Bird community composition patterns in urban parks of Madrid: The role of age, size and isolation, *Ecological Research*, 15(4): 373-383.
10. Fernández-Juricic, E. (2004). Spatial and temporal analysis of the distribution of forest specialists in an urban-fragmented landscape (Madrid, Spain): Implications for local and regional bird conservation, *Landscape and Urban Planning*, 69(1): 17-32.
11. Fernández-Juricic, E. and Jokimäki, J. (2001). A habitat island approach to conserving birds in urban landscapes: Case studies from southern and northern Europe, *Biodiversity and Conservation*, 10(12): 2023-2043.
12. Hecnar, S. J. and M'Closkey, R. T. (1997). Patterns of nestedness and species association in pond-dwelling amphibian fauna, *Oikos*, 80(2): 371-381.
13. Honnay, O., Hermy, M., and Coppin, P. (1999). Nested plant communities in deciduous forest fragments: Species relaxation or nested habitats, *Oikos*, 84(1): 119-129.
14. Jokimäki, J. (1999). Occurrence of breeding bird species in urban parks: Effects of park structure and broadscale variables, *Urban Ecosystems*, 3(1): 21-34.
15. Jokimäki, J., Suhonen, J., Inki, K., and Jokinen, S. (1996). Biogeographical comparison of winter bird assemblages in urban environments in Finland, *Journal of Biogeography*, 23(3): 379-386.
16. Kadmon, R. (1995). Nested species subsets and geographical isolation: A case study, *Ecology*, 76(2): 458-465.
17. Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*, Oxford: Blackwell.
18. Patterson, B. D. (1990). On the temporal development of nested subset patterns of species composition, *Oikos*, 59(2): 330-342.
19. Patterson, B. D. and Atmar, W. (1986). Nested subsets and the structure of insular mammalian





- faunas and archipelagos. *Biological Journal of the Linnean Society*, 28(1): 65-82.
20. Patterson, B. D. and Atmar, W. (2000). Analyzing species composition in fragments, *Proceeding of the 4<sup>th</sup> International Symposium*, Bonn, 1-16.
21. Platt, A. and Lill, A. (2006). Composition and conservation value of bird assemblages of urban 'habitat islands': Do pedestrian traffic and landscape variables exert an influence, *Urban Ecosystem*, 9(2): 83-97.
22. Shannon, C. E. and Weaver, W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana: University of Illinois Press.
23. Shiu, H. J. and Lee, P. F. (2003) Assessing avian point-count duration and sample size using species accumulation functions, *Zoological Studies*, 42(2): 357-367.
24. Simberloff, D and Gotelli, N. (1984). Effects of insularization on plant species richness in the prairie-forest ecotone, *Biological Conservation*, 29(1): 27-46.
25. Simberloff, D. and Martin, J. L. (1991). Nestedness of insular avifaunas: Simple summary statistics masking complex species patterns, *Ornis Fennica*, 68: 78-192.
26. Tilghman, N. G. (1987). Characteristics of urban woodlands affecting breeding bird diversity and abundance, *Landscape and Urban Planning*, 14(4): 481-495.
27. Worthen, W. B., Carswell, M. L., and Kelly, K. A. (1996). Nested subset structure of larval mycophagous fly assemblages: Nestedness in a non-island system, *Oecologia*, 107(2): 257-264.
28. Wright, D. H., Patterson, B. D., Mikkelsen, G. M., Cutler, A., and Atmar, W. (1998). A comparative analysis of nested subset patterns of species composition, *Oecologia*, 133(1): 1-20.

