

园林鸟类群落的岛屿性格局

陈水华¹, 丁平^{2*}, 郑光美³, 王玉军⁴

(1. 浙江自然博物馆, 杭州 310012; 2. 浙江大学生命科学学院, 杭州 310028;

3. 北京师范大学生命科学学院, 北京 100875; 4. 杭州市森林资源保护管理总站, 杭州 310009)

摘要: 岛屿群落由于受岛屿栖息地特征结构的影响而产生一系列特殊的格局。通过对杭州市园林鸟类群落的研究, 分析了园林鸟类群落的物种数、组成和多度与园林岛屿性状的关系, 从而确定了园林鸟类群落存在如下与园林的岛屿性状有关的格局: (1) 在物种数方面, 在相同的取样面积下, 园林的物种数随园林面积的增大而减少; (2) 在群落组成上, 园林鸟类群落呈现出不完全的嵌套格局, 分布于物种数较少的园林中的物种多数也分布在物种数较多的园林中; (3) 在物种多度方面, 园林鸟类的总密度随面积的增大而减少, 园林鸟类多度的均匀度随着面积的增大而提高。群落的岛屿性格局反映了栖息地的岛屿化对群落的影响, 总称之为群落的岛屿效应。通过比较全年、繁殖季节、越冬季节和迁徙季节群落岛屿性格局的显著性, 分析群落的稳定性与群落岛屿效应之间的关系, 认为两者之间没有必然的联系, 相对非稳定的群落也可导致显著岛屿效应。

关键词: 园林; 鸟类群落; 岛屿栖息地; 岛屿效应

Bird community patterns in response to the island features of urban woodlots in eastern China

CHEN Shui-Hua¹, DING Ping^{2*}, ZHENG Guang-Mei³, WANG Yu-Jun⁴ (1. Zhejiang Museum of Natural History, Hangzhou 310012, China; 2. College of Life Science, Zhejiang University, Hangzhou 310028, China; 3. College of Life Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 4. Hangzhou Forestry Resource Administration Station, Hangzhou 310009, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(4): 657~663.

Abstract: Many studies have demonstrated the changes in the spatial patterns of plant and animal communities with respect to habitat fragmentation. Insular communities tend to exhibit some special patterns in connection with the characteristics of island habitats. In this paper the relationships between richness, assemblage and abundance of bird communities with respect to island features are analyzed in 20 urban woodlots in Hangzhou, China. Field investigations of bird communities, using the line transect method, were conducted from January to December of 1997. Each woodlot was surveyed 16 times during the year. Results indicated that bird richness was higher, per unit area, in the smaller woodlots than the larger, and overall bird density decreased with increasing size of woodlot area. However the evenness of species abundance increased with the area and small woodlots were usually dominated by higher density species and large woodlots by medium density species. Most species occurring in the small woodlots also occurred in larger woodlots, and bird communities among urban woodlots showed a nestedness pattern in assemblage. These patterns implied that the main impacts of woodland habitat fragmentation are: (1) Species are constricted and thus species number will increase at a given sample size; (2) As surface area is decreased the proportion of forest edge species as to interior species will increase; (3) Community abundance will therefore increase per unit area but most individuals will be from a few dominant species; and (4) Overall species diversity will decrease at a habitat level as well as at a region level. These patterns of community in response to the island features were therefore summarized as

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30070131); 浙江省自然科学基金资助项目(M303186)

收稿日期: 2004-05-28; **修订日期:** 2004-12-25

作者简介: 陈水华(1965~), 男, 江西玉山县人, 博士, 研究馆员, 主要从事鸟类群落生态学研究。E-mail: shchen@mail. hz. zj. cn

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: dingpzu@mail. hz. zj. cn

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (No. 30070131) and Zhejiang Provincial Natural Science Foundation (No. M303186)

Received date: 2004-05-28; **Accepted date:** 2004-12-25

Biography: CHEN Shui-Hua, Ph. D., mainly engaged in bird community ecology. E-mail: shchen@mail. hz. zj. cn

“island effects in community”. The underlying processes of such observations are also examined in this paper. Woodlot area, edge ratio, isolation and habitat nestedness were considered as the important factors forming the island effects in community. High heterogeneity between habitats usually contributed most to the maintenance of regional biodiversity, especially in urban woodlots.

Key words: urban woodlot; bird community; island habitat; island effect

文章编号:1000-0933(2005)04-0657-007 中图分类号:Q142,Q958.1 文献标识码:A

MacArthur & Wilson^[1]提出的岛屿生物地理学理论引发了对岛屿生物系统的关注热潮。生态学家在研究中逐渐发现,岛屿的面积、形状、隔离度和岛屿之间的排列组合对岛屿生物群落具有重要的影响,使岛屿生物群落在分布、组成、丰度、多度和种间关系等方面具有与大陆生物群落不同的特征^[1~8]。

鸟类群落一直是岛屿生物地理学主要的研究对象之一,特别是森林片断化对鸟类群落的影响受到了广泛的重视。但到目前为止,岛屿化结构对鸟类群落的影响依然缺乏深入系统的认识。

岛屿化结构对鸟类群落的影响研究尚不全面系统。在群落结构的三项基本特征(物种的组成、丰度和多度)中,岛屿群落的物种丰度和岛屿面积的关系引起了最为广泛的关注,但围绕岛屿群落物种-面积关系的争论也最为激烈。争论多数集中在物种-面积关系的成因解释上^[9~13]。在群落组成方面,研究者发现,小岛屿中的物种数多数也出现在物种相对丰富的大岛屿中^[6,12,14~16]。Patterson & Atmar^[15]把栖息地岛屿群落的组成所呈现出的这一分布格局称为“子集套格局(nested subset pattern)”,或称为嵌套格局(nestedness)。岛屿群落嵌套格局的存在主要是栖息地的岛屿性状对物种分布发生作用的结果^[17]。比较而言,有关岛屿结构对群落多度分布的影响还很少有研究涉及。

对于岛屿性状在多大程度上影响鸟类群落的认识尚不深入。真正的岛屿与大陆上的栖息地斑块在岛屿化程度上差异较大,尤其是那些小尺度的栖息地斑块,能否对鸟类这类扩散能力较强的类群产生影响。斑块状林地的岛屿性状对繁殖鸟类群落的影响已经得到了普遍认同^[16,18,19],小尺度的栖息地斑块对繁殖鸟类,甚至是非繁殖鸟类的影响还有待进一步证实。

城市园林对于城市鸟类来说属于小尺度的斑块栖息地。陈水华等^[20,21]以杭州城市园林鸟类群落为研究对象,分析了岛屿栖息地鸟类群落的物种数格局,以及鸟类对斑块状园林栖息地的选择性,但未对园林的岛屿性状可能对鸟类群落的影响作深入系统的分析。本文拟在此基础上,进一步研究分析杭州园林的鸟类群落在物种组成和物种多度方面的岛屿性特征,对杭州市园林的岛屿性状对鸟类群落的影响进行系统的检验,验证:(1)在小尺度斑块栖息地如城市园林中,鸟类群落在丰度、物种组成和多度方面是否存在岛屿性格局;(2)如果存在上述格局,那么在繁殖季节和非繁殖季节是否存在差异。根据上述结果及参考现有的文献,分析园林鸟类群落呈现岛屿性格局的成因,并在此基础上探讨其生物学意义。

2 研究方法

2.1 杭州市园林样地的选取

园林是城市地区重要的绿化林地,对于城市鸟类来说更是其重要的栖息地类型。由于多数园林为城市建筑或农田所包围,在城市底模中形成了一个“岛屿栖息地”。本研究中的园林包括公园和斑块状林地两类。在杭州市区共选取园林20个(图1),分别是:1.植物园、2.宝石山、3.孤山、4.曲院风荷、5.花港观鱼、6.柳浪闻莺、7.老年公园、8.湖心亭、9.小瀛洲、10.动物园、11.虎跑公园、12.杭州苗圃、13.华丰苗圃、14.庆隆荒林、15.紫荆公园、16.墅园、17.朝晖公园、18.少年宫广场绿化林、19.武林广场绿化林、20.横河公园。这些园林均位于市区范围,面积在0.5hm²至92hm²之间,相距最远的约10km,最近的为200m。

2.2 园林鸟类调查

鸟类调查在1997年1月至12月间进行。根据杭州市的气候和鸟类区系特点,四季的划分为冬季4个月(12、翌年1、2、3月份),春季2个月(4、5月份),夏季4个月(6、7、8、9月份),秋季2个月(10、11月份)。每个园林全年共调查16次,冬夏两季每月1次,春秋两季是鸟类的迁徙季节,每半个月调查1次。全年共计样方320个。调查一般选择晴朗无风的日子,在凌晨至10:00之间进行。鸟类调查采用样带法,样带的长度和宽度,以及所用的时间根据具体园林的大小,鸟类活动的频度,以及植被的稀疏程度等而定,以确保对整个园林进行较为彻底的调查。调查时根据眼见和耳听记录鸟类的种类和数量。从园林上空飞过的鸟类不计在内。

2.3 数据分析

本研究拟从园林鸟类群落的丰度(即物种数)、组成和多度3方面分析与园林岛屿性状的关系。岛屿的面积是岛屿化结构的典型性状。通过多元统计分析园林鸟类群落的物种数、多度与园林面积的相关性,可以验证园林鸟类群落的物种数和多度是否存在随面积而变化的岛屿性格局。通过验证鸟类在各园林的分布是否存在随机性可以确定园林鸟类群落的组成是否与岛屿性

状有关。嵌套格局是岛屿群落组成的常规格局^[17],将验证园林鸟类群落是否也存在嵌套格局。具体方法在下面分别细述。

2.3.1 园林鸟类群落的物种数格局 陈水华等^[20]已经展示了杭州市园林鸟类群落的物种数与面积之间存在显著的回归关系,为了深入分析园林鸟类群落物种数与面积的关系,本文根据鸟类群落稳定性的季节性差异,分别从夏季(繁殖季节)、冬季(越冬季节)和春秋季(迁徙季节)进行进一步分析,将3个季节的物种数与园林面积进行曲线拟合,比较分析相关性的差异;再将3个季节单位面积(半径为100 m的圆作为固定样方,面积为3.14hm²)的物种数与园林面积进行曲线拟合,比较分析相关性的差异。

2.3.2 园林鸟类群落的组成的嵌套结构 鸟类物种在20个园林中的分布格局组成了一个分布矩阵。在此分布矩阵中,将园林从左至右按物种数从多到少排列,将鸟类物种从上至下按出现的园林数从多到少排列。假如物种集中分布在矩阵的左上角,则基本形成嵌套结构的分布特征。但因为嵌套结构是一种非随机的分布格局,它的存在需要验证证实。对于每一物种来说,完全的嵌套结构意味着该物种连续地分布在物种较为丰富的园林中,任何在物种较丰富的园林中的缺失即是对完全嵌套结构的偏离。统计整个矩阵中这样的缺失总数可以反映出偏离完全嵌套结构的程度,或称为嵌套程度。将此总的缺失数与随机模拟所产生的平均缺失数进行比较检验,可以确定非随机嵌套结构存在的显著性^[15]。本文采用 Atmar & Patterson^[22]提出的“温度(temperature)法”。Atmar & Patterson^[22]之所以将他们反映嵌套程度的嵌套指数称为“温度(T)”,主要在于他们以系统(即矩阵)的有序和无序度来反映物种分布的随机性(即嵌套程度)。无序度越高,温度越高,嵌套程度越低。 $T=0$ 表示完全嵌套, $T=100$ 表示完全随机。 T 的计算由 Atmar & Patterson^[23]编写的名为“嵌套温度计算器(Nestedness Temperature Calculator)”的软件进行。按“嵌套温度计算器”要求的格式输入数据,即可产生 T 值、随机模拟的 T 值,以及两者差异的显著性。分别计算全年、繁殖季节、越冬季节和迁徙季节鸟类组成的 T 值,及其显著性。

2.3.3 园林鸟类群落的多度格局 园林鸟类群落的物种多度表示为园林中鸟类的个体数量。从两个方面分析园林鸟类群落的多度格局:(1)每一园林单次调查的鸟类总数量和总密度。将每一园林全年16次、繁殖季节、越冬季节和迁徙季节所做调查的鸟类总物种数和总密度(只/hm²)进行平均得全年和不同季节每一园林单次调查的鸟类总数量和总密度。将它们分别与园林面积进行曲线拟合,求得全年和不同季节每一园林单次调查的鸟类总数量和总密度与面积的关系;(2)物种多度在各园林中分布的均匀性,以及它们与园林面积的关系。物种多度的均匀性以香农-威纳多样性指数中的均匀性指数(E)度量: $E=H/H_{\max}$,其中 H =实测多样性值, $H_{\max}$ =最大多样性值= $\log_2 S$ (S 为群落中物种数)。将各园林全年和不同季节的物种多度均匀性指数与其园林面积进行曲线拟合,求得全年和不同季节物种多度均匀性与面积的关系。

3 结果

3.1 园林鸟类群落的物种数格局

陈水华^[20]的结果说明,杭州市园林鸟类群落的物种数随面积的增大而增大,两者存在显著的回归关系。而物种数密度(单位面积的物种数)则随面积的增大而显著降低。排除了取样面积效应,后者才是真正与园林的岛屿性状相关的格局。进一步从繁殖季节、越冬季节和迁徙季节分析的结果如下:

3个季节的单次调查物种数均随园林面积的增大而增大(图2a),而它们的密度则均随面积的增大而减少(图2b)。将3个季节的单次调查物种数与园林面积进行曲线拟合,其中幂函数均为最佳拟合函数。拟合结果显示,3个季节的单次调查物种数与园林面积均存在极显著的相关性,其中繁殖季节 $F=14.21, p=0.003$;越冬季节 $F=15.90, p=0.002$;迁徙季节 $F=14.56, p=0.002$ 。将3个季节的单次调查单位面积物种数与园林面积进行曲线拟合,幂函数仍均为最佳拟合函数。拟合结果显示,3个季节的单次调查单位面积物种数与园林面积均存在显著的相关性,其中繁殖季节 $F=7.09, p=0.021$;越冬季节 $F=10.74, p=0.007$;迁徙季节 $F=9.74, p=0.009$ 。

3.2 园林鸟类群落组成的嵌套格局

全年在各园林中共观察到的82种鸟类。通过“嵌套温度计算器”求得全年鸟类组成的 $T=12.77$,随机模拟产生的平均 T 值为63.79,标准差为3.41。两者存在显著性差异($p=1.93 \times 10^{-43}$)。这也说明,从全年鸟类组成来看,杭州园林鸟类的分布存在显著的嵌套结构。其它3个季节分析结果分别为:

繁殖季节 $T=9.79$ 标准差=5.61 $p=1.18 \times 10^{-15}$

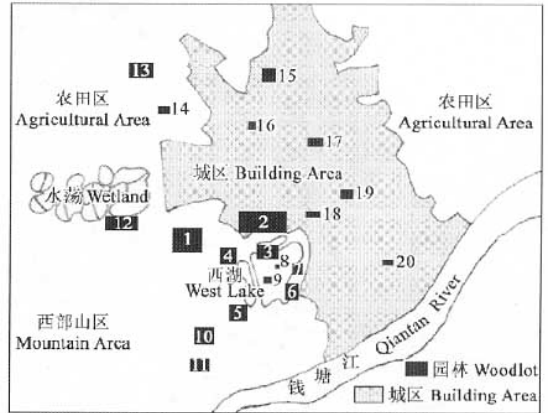


图1 杭州市20个园林样地的分布

Fig. 1 The distribution of 20 woodlot samples surveyed

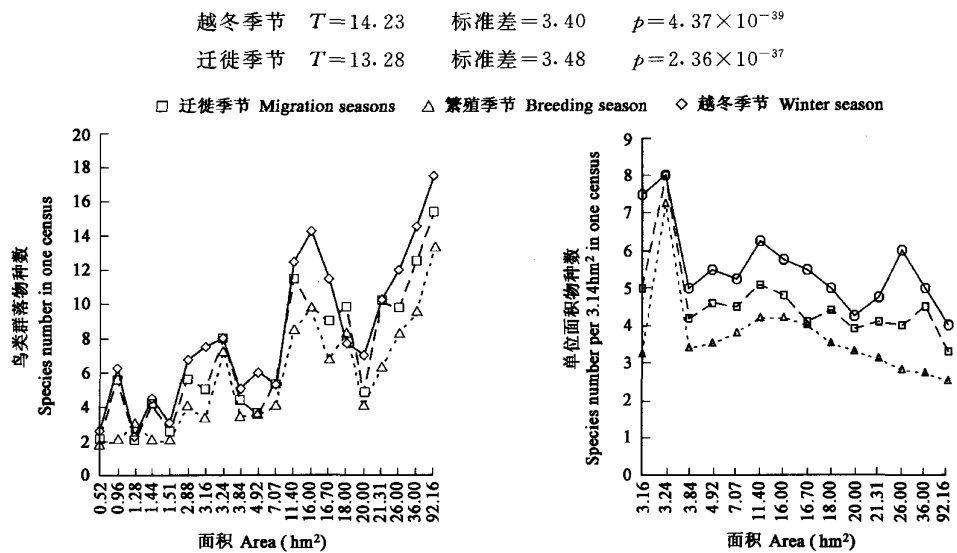


图2 3个季节园林鸟类群落物种数以及单位面积物种数与园林面积的关系比较

Fig. 2 Comparisons of species-area relationship and species density-area relationship among different seasons

3.3 园林鸟类群落的多度

全年和3个季节每一园林单次调查的鸟类总数量与面积的关系(图3a)和总密度与面积的关系(图3b)显示,不论是全年还是不同的季节,杭州市园林鸟类的多度随园林面积的增大而增大,而密度则随面积的增大减少。所有的最佳拟合函数均为幂函数,相关性经 F 检验均达到极显著,每一园林单次调查的鸟类总数量与园林面积的曲线拟合的显著性检验值分别为:

全年 $F=72.73, p<0.001$;繁殖季节 $F=44.75, p<0.001$;越冬季节 $F=78.05, p<0.001$;迁徙季节 $F=53.71, p<0.001$ 。

每一园林单次调查的鸟类总密度与园林面积的曲线拟合的显著性检验值分别为:

全年 $F=65.92, p<0.001$;繁殖季节 $F=41.30, p<0.001$;越冬季节 $F=46.81, p<0.001$;迁徙季节 $F=60.59, p<0.001$ 。

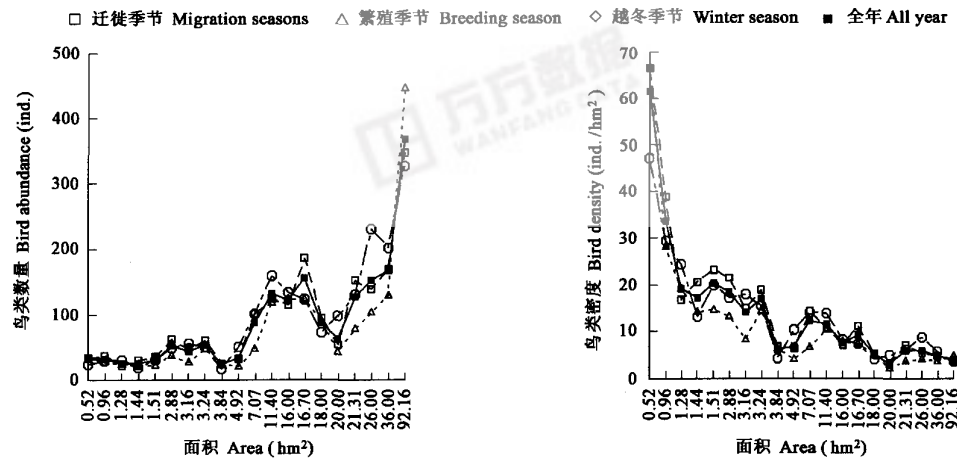


图3 全年和3个季节每一园林单次调查的鸟类数量和密度与面积的关系比较

Fig. 3 Comparisons of the relationship of bird overall abundance and overall density with urban woodlot area among all year and the three seasons

各园林鸟类多度的均匀度与园林面积的关系(图4)显示,全年以及各个季节园林鸟类多度的均匀度均随着面积的增大而

提高。也就是说,大的园林面积中鸟类群落物种的多度相对更为均匀。最佳拟合模型(均为幂函数)的显著性检验显示各个拟合模型均达到了显著的程度,其中全年 $F=25.56, p<0.001$, 迁徙季节 $F=10.31, p=0.005$, 繁殖季节 $F=4.51, p=0.048$, 越冬季节 $F=8.53, p=0.009$ 。

4 讨论

4.1 杭州市园林鸟类群落的岛屿性结构

本研究的结果说明了两点,首先,杭州市园林鸟类群落存在以下与园林的岛屿性结构有关的群落格局。

(1)在相同的取样面积下,园林的物种数随园林面积的增大而减少^[20]。大的园林虽然有较多的物种数,但小园林有更大的物种数密度(单位面积的物种数)。陈水华等^[20]的结果与 Nilsson^[24]在内陆湖泊的水鸟群落和 Loman^[25]在农业地区的栖息地斑块鸟类群落的研究结果相一致。MacArthur & Wilson^[1]提出岛屿生物地理学的平衡理论认为:在岛屿中,物种具有相对较小的种群大小,因而具有相对较高的灭绝率。另一方面,岛屿往往具有较高的隔绝度,物种迁入率较大陆为低。灭绝率与迁入率的动态平衡决定了岛屿的物种数,而高灭绝率和低迁入率则决定了岛屿具有相对较低的物种数。可以说,平衡理论确实揭示了相当部分岛屿物种数格局的成因,但并没有含盖全部的岛屿栖息地,尤其是在“岛屿”的概念泛化之后,“岛屿栖息地”的概念已经包括了大陆上片断化的栖息地。Nilsson^[24]、Loman^[25]和本研究中的岛屿栖息地即属于后一种类型。在这些岛屿栖息地中为什么会出现与平衡理论所预测的不一样的结果?Loman^[25]的解释认为:①小岛屿有更大比例的边界,而边界由于边缘效应往往具有更多的鸟类,小岛屿上的栖息地平均来说适合于更多的鸟类。②由于领域的要求,小岛屿上的种内竞争更为激烈,种内竞争可导致物种数的增加。面积的增加并不意味着所有资源都同比例地增加,某些鸟类所需要的资源如边界、周围栖息地等相对减少,因而限制了物种数的增加。此外,大陆上的许多片断化的栖息地,在隔离度上较真正的岛屿小,主导这些栖息地群落格局的因素主要是物种的迁入和迁出,灭绝的影响很小^[20,21]。较高的流动性可以使这些岛屿栖息地出现更多的物种。

(2)园林鸟类群落在组成上呈现出不完全的嵌套格局,分布于物种数较少的园林中的物种多数也分布在物种数较多的园林中。在小园林中分布的主要是一些广布种,随着面积的增大,对栖息地有特定要求的物种逐渐增多。嵌套结构是一种非随机的有序的结构。这一结构的出现与岛屿栖息地的特征密切相关。在生态学上,存在下列解释:①岛屿物种的选择性灭绝。具有较大的最小面积要求的物种,或者是具有较小种群的物种灭绝的风险较大,这样,物种就可能有序地从不同面积的岛屿生境中消失^[6,26],形成嵌套结构。②岛屿物种的选择性迁入。由于物种扩散能力的差异,扩散能力强的物种将占领多数岛屿,而扩散能力差的物种只能在面积较大岛屿定居,那儿的竞争和灭绝率相对较低^[27]。③岛屿生境呈现嵌套结构。物种分布与生境密切相关,岛屿物种组成的嵌套结构是岛屿生境结构呈现出一系列嵌套结构的结果^[27]。杭州市园林的隔离度较低,物种在园林间的流动性较大,从而大大削弱了选择性灭绝和选择性迁入的影响。杭州市园林鸟类的分布与栖息地结构密切相关^[21],群落的嵌套格局更多是出于栖息地呈现嵌套结构的结果。一般来说,大岛屿具有更高的栖息地多样性,具有某些小岛屿不具有的特定栖息地类型(如内陆水域、沼泽、高山等)和栖息地结构(如面积、至边界距离等),随着面积的缩小,这些特定的栖息地类型和结构随之逐渐丧失,与此相关的一些物种也随之丧失。

杭州市园林鸟类群落的组成的不完全嵌套格局偏离完全的套式结构较远,真正符合嵌套分布的种类(完全分布在物种相对丰富的园林中)只占全部种类的 15.9%,缺失断点数的总和约占到总方阵点数的 23%。与 Patterson^[6]在真正的岛屿鸟类群落中的研究结果(真正符合嵌套分布的种类占全部种类的 24.6%,缺失断点数的总和占到总方阵点数的 20.8%)以及 Blake^[16]在农业地区斑块林地鸟类群落的研究结果(真正符合嵌套分布的种类占全部种类的 48%~53%,缺失断点数的总和占到总方阵点数的 16%~17%)比较显示,斑块林地鸟类群落较接近于完全的嵌套格局,真正的岛屿群落次之,园林的偏离程度最大。这一结果实际上反映了不同类型的“岛屿栖息地”内部栖息地的异质程度。斑块林地之间的结构较为相似,异质性不高,所以群落组成偏离完全嵌套格局不大。而在杭州市的园林中,有小山林、人工绿化林、荒林、旅游公园、市区的社区小公园、苗圃等多种类型,它们之间栖息地结构差异较大,这是杭州市园林鸟类群落组成偏离完全嵌套格局较远的主要原因。

(3)园林鸟类的总密度随面积的增大而减少,其原因和单位面积的物种数随园林面积的增大而减少具有某些相似之处,即

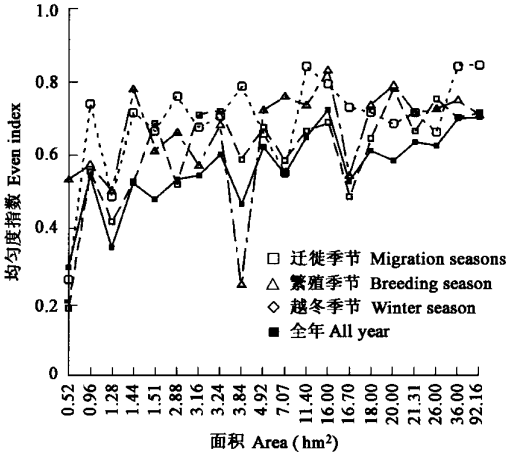


图4 全年和不同季节园林鸟类多度均匀度与园林面积的关系比较
Fig. 4 Comparisons of the relationship of bird abundance evenness with urban woodlot area among all year and the three seasons

小岛屿有更大比例的边界,而边界由于边缘效应往往具有更多的鸟类,小岛屿上的栖息地平均来说适合于更多的鸟类^[25];园林鸟类多度的均匀度随着面积的增大而提高;优势种的比例随园林面积的增大而降低,而中等数量物种的比例随园林面积的增大而提高。随着园林面积的增大,物种数相对增加,所增加的物种主要以中等数量的物种为主,大量中等数量的物种的出现提高园林鸟类多度的均匀度,实质上提高了园林鸟类群落的物种多样性。

其次,杭州市园林鸟类群落的上述格局均显著存在于不同的季节,没有呈现出明显的季节性差异。一般认为,鸟类群落的结构在繁殖季节比较稳定,在越冬季节,尤其是迁徙季节相对散漫。非稳定的群落能否对栖息地的岛屿性结构做出反应?本研究结果是肯定的。群落的稳定性与群落的岛屿性格局之间是否存在必然的联系?本研究结果说明两者之间没有必然的联系。究其原因可知,群落岛屿性格局的存在与否,主要取决于物种与环境的关系,物种与环境关系密切的群落对环境的结构及其变化反应敏感,容易呈现出显著的岛屿性格局,反之则不然。鸟类在迁徙季节和越冬季节个体的流动相对较大,群落的稳定性较低,但不能说明鸟类群落作为一个整体与环境的关系因此不密切。这也说明了群落的稳定性与群落和环境关系的稳定性是不等同的。

4.2 栖息地岛屿化对鸟类群落的影响

岛屿栖息地具有许多共同的结构特征:固有的面积和形状,内部区和边缘区导致的质量不均匀性,与其它同类栖息地间具有一定的隔离度等。这些特征势必会对其中的群落产生影响。群落的岛屿性格局就是栖息地岛屿化对群落产生影响的具体体现。栖息地岛屿化会对群落产生什么影响,这一方面取决于栖息地岛屿化的程度,另一方面取决于群落的物种类别。对于某一特定的岛屿化栖息地来说,不同的生物群落所呈现的格局可能并不相同。但对于某一特定生物群落,比如鸟类群落来说,不同的岛屿化栖息地对其产生的影响有其相似的特征,这一点已在现有的研究中得到了验证^[4~8,14~16,28~31]。根据现有的研究以及我们的研究结果,认为栖息地岛屿化对鸟类群落的影响存在下列共同的特点:

- (1) 栖息地岛屿化有利于提高了单位面积的物种数。
- (2) 栖息地岛屿化可导致边缘种的增加,内部种的减少。
- (3) 栖息地岛屿化可导致鸟类密度的增加,其中优势种鸟类的个体数量占主要部分,从而导致单一岛屿化栖息地物种多样性的下降。
- (4) 栖息地岛屿化在地区水平上将导致总物种数减少,均匀度降低,从而物种多样性下降。岛屿栖息地间异质性的增加有助于地区水平物种多样性水平的提高。

将群落因栖息地的岛屿性结构而呈现的格局称为“群落的岛屿效应(Island effect of community)”。群落岛屿效应的存在与否与该生物类群与栖息地岛屿性结构的相关性有关。对于鸟类这一与栖息地结构密切相关的生物类群来说,栖息地岛屿化势必影响群落的结构特征,从而导致群落岛屿效应的产生。岛屿效应的显著程度与栖息地的岛屿化程度有关,但与群落本身的稳定性没有必然的联系。从结果来看,杭州市园林鸟类群落的岛屿效应与群落的稳定性之间关系不大。在鸟类多样性的保护中,应该警惕任何季节任何程度的栖息地岛屿化倾向。

References:

- [1] MacArthur R H and Wilson E O. *The theory of island biogeography*. Princeton: Princeton University Press, 1967.
- [2] Forman T T, Galli A E and Leck C F. Forest size and avian diversity in New Jersey woodlots with some land use implications. *Oecologia*, 1976, **26**: 1~8.
- [3] Hanski I. Coexistence of competitors in patchy environment. *Ecology*, 1983, **64**(3): 493~500.
- [4] Opdam P, Rijdsdijk G and Hustings F. Bird communities in small woods in an agricultural landscape: effects of area and isolation. *Biological Conservation*, 1985, **34**: 333~352.
- [5] Boecklen W J. Effects of habitat heterogeneity on species-area relationships of forest birds. *Journal of Biogeography*, 1986, **13**: 59~68.
- [6] Patterson B D. The principle of nested subsets and its implications for biological conservation. *Conservation Biology*, 1987, **1**: 323~334.
- [7] Robinson G R, Holt R D, Gaines M S, et al. Diverse and contrasting effects of habitat fragments. *Science*, 1992, **257**: 524~526.
- [8] Wiggins D A and Moller A P. Island size, isolation, or interspecific competition? The breeding distribution of the *Parus* guild in the Danish archipelago. *Oecologia*, 1997, **111**: 255~260.
- [9] Thompson L S. Species abundance and habitat relations of an insular montane avifauna. *The Condor*, 1978, **80**: 1~11.
- [10] Gilbert F S. The equilibrium theory of island biogeography: fact or fiction? *Journal of Biogeography*, 1980, **7**: 209~235.
- [11] Margules C, Higgs A J and Rafe R W. Modern biogeographic theory: Are there any lessons for nature design? *Biological Conservation*, 1982, **24**: 115~128.
- [12] Ambuel B and Temple S A. Area dependent changes in the bird communities and vegetation of southern Wisconsin forests. *Ecology*, 1983, **64**: 1057~1068.

- [13] Williamson M. The MacArthur and Wilson theory today: true but trivial. *Journal of Biogeography*, 1989, **16**:3~4.
- [14] Galli A E, Leck C F and Forman R T. Avian distribution patterns in forest islands of different sizes in central New Jersey. *The Auk*, 1976, **93**:356~365.
- [15] Patterson B D and Atmar W. Nested subsets and the structure of insular mammalian faunas and archipelagos. *Biological Journal of the Linnean Society*, 1986, **28**:65~82.
- [16] Blake J G. Nested subsets and the distribution of birds on isolated woodlots. *Conservation Biology*, 1991, **5**:58~66.
- [17] Chen S H and Wang Y J. Nestedness Pattern of insular community Assemblages and its applications. *Chinese Journal of Ecology*, 2004, **23**(3):81~87.
- [18] Lynch J F and Whigham D F. Effects of forest fragmentation on breeding bird communities in Maryland. USA. *Biological Conservation*, 1984, **28**:287~324.
- [19] Lynch J F. Responses of Breeding bird communities to forest fragmentation. In: Saunders, D. A. Ed. *Nature Conservation: The role of remnants of native vegetation*. NSW: Surry Betty & Sons, 1987. 165.
- [20] Chen S H, Ding P, Zheng G M, *et al.* The richness of island habitat avian communities and their influencing factors. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, **22**: 141~149.
- [21] Chen S H, Ding P, Fang Z Y, *et al.* Selectivity of birds to urban woodlots. *Zoological Research*, 2002, **23**: 31~38.
- [22] Atmar W and Patterson B D. The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat. *Oecologia*, 1993, **96**: 373~382.
- [23] Atmar W and Patterson B D. Nested temperature calculator: a visual basic program, including 294 presence absence matrices. AICS Research, University Park, NM and The Field Museum, Chicago, Ill, 1995.
- [24] Nilsson S G. Are bird communities in small biotope patches random samples from communities in large patches? *Biological Conservation*, 1986, **38**:179~204.
- [25] Loman J and Schantz T V. Birds in a farmland- more species in small than in large habitat island. *Conservation Biology*, 1991, **5**:176~188.
- [26] Patterson B D. On the temporal development of nested subset patterns of species composition. *Oikos*, 1990, **59**:330~342.
- [27] Cook R R and Quinn J F. The influence of colonization in nested species subsets. *Oecologia*, 1995, **102**: 413~424.
- [28] Butcher G S, Niering W A, Barry W J, *et al.* Equilibrium biogeography and the size of nature preserves; an avian case study. *Oecologia*, 1981, **49**:29~37.
- [29] Whitcomb R F, Robbins C S, Lynch J F, *et al.* Effects of forest fragmentation on avifauna of the eastern deciduous forest. In: Burgess R L and Sharpe D M. ed. *Forest island dynamics in man-dominated landscapes*. Springer-Verlag, New York, 1981. 123~205.
- [30] Temple S A. Predicting impacts of habitat fragmentation on forest birds; a comparison of two models. In: Verner J, Morrison M L and Ralph C J, eds. *Wildlife 2000: Modeling Habitat Relationships of Terrestrial Vertebrates*. Madison: University of Wisconsin Press, 1986. 301~304.
- [31] McCollin D. Avian distribution patterns in a fragmented wooded landscape (North Humberside, UK): the role of between-patch and within-patch structure. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 1993, **3**:48~62.

参考文献:

- [17] 陈水华,王玉军. 岛屿群落组成的嵌套结构及其应用. *生态学杂志*, 2004, **23**(3):81~87.
- [20] 陈水华,丁平,郑光美,等. 岛屿栖息地鸟类群落的丰富度及其影响因子. *生态学报*, 2002, **22**(2):141~149.
- [21] 陈水华,丁平,范忠勇,等. 城市鸟类对斑块状园林栖息地的选择性. *动物学研究*, 2002, **23**(1):31~38.