

城市化对城市麻雀栖息地利用的影响: 以北京市为例

张淑萍^{1,2} 郑光美^{1*} 徐基良³

1 (北京师范大学生命科学学院, 北京 100875)

2 (中央民族大学生命与环境科学学院, 北京 100081)

3 (北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083)

摘要: 本文以北京市为例研究了城市化水平不同的8个区域中麻雀(*Passer montanus*)的数量分布现状以及影响麻雀分布的栖息地因子。结果表明,越冬期和繁殖期的麻雀数量均与城市化程度呈显著的负相关关系;城市化程度高的城市中心商业区、高层居民区和城市主干道中的麻雀数量均很少;城市化程度较低的城乡结合区、公园、城市的平房区及古建筑区域中麻雀数量均较多;高校校园和低层楼房居民区,虽然城市化程度相对较高,但由于植被较丰富,麻雀数量也较多。平房面积、针叶树数量、阔叶树数量、空调数量、高层楼房的面积、硬化地面的面积、人流量及车流量是影响麻雀栖息地利用的重要因素。其中平房面积、针叶树、阔叶树、空调的数量增加,可为麻雀提供栖息条件而有利于麻雀的利用;硬化地面的面积、高层楼房的面积、人流量及车流量的增加,由于减少了杂草等麻雀的食物来源并增加了干扰,不利于麻雀的利用。结果表明,虽然麻雀是一个适应人类生活环境的物种,但在快速的城市化变迁中,它已表现出对高度城市化环境的不适应。在城市的规划与建设中,应考虑到为以麻雀为代表的城市鸟类提供生存必要的植被和繁殖场所,构建人鸟和谐共存的生态城市。

关键词: 城市化, *Passer montanus*, 栖息地利用, 北京

Habitat use of urban tree sparrows in the process of urbanization: Beijing as a case study

Shuping Zhang^{1,2}, Guangmei Zheng^{1*}, Jiliang Xu³

1 College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875

2 College of Life and Environmental Sciences, Central University for Nationalities, Beijing 100081

3 College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083

Abstract: The tree sparrow (*Passer montanus*) is a dominant species of urban bird communities. With the development of urbanization, the habitats and food resources of tree sparrows are likely to decrease. Can the urban tree sparrow adapt to changes in the urban environment? To answer this question, we studied the habitat use of tree sparrows in eight types of urban areas in Beijing. The results showed that the number of both breeding and wintering tree sparrows decreases with increasing urbanization. The habitat use of tree sparrows, analyzed by discriminant analysis, was positively correlated with the number of brick bungalows, coniferous and broad-leaved trees, and air conditioners, whereas it was negatively correlated with the area of high buildings and hardened roads, and people and automobile flux. This indicates that the tree sparrow is not adaptable to rapid urbanization, although in general it is an adaptable species. Urban planning should take into consideration birds such as tree sparrows.

Key words: urbanization, tree sparrow, *Passer montanus*, habitat use, Beijing

城市化是指由原来相对自然的土地向城市用地转化的过程。随着世界各地工业建设和经济的迅速发展, 城市化进程正以空前的速度推进, 其特点是: 人造景观尤其是建筑、硬化路面逐渐取代了自然景观, 人工林地和草坪取代了自然林地, 高层建筑代替了低层建筑(Fernandez-Juricic & Jokimaki, 2001)。鸟类是城市生态系统的重要组成部分, 其生存状况反映了城市生态系统的稳定性。麻雀(*Passer montanus*)是人类居住区鸟类群落中的优势物种。高楼大厦的崛起、城市干道的修建、城市地面的硬化、人工绿地的扩展、工业开发区的兴建使天然植被和适合麻雀营巢的低矮建筑大量丧失, 这些因素均可能导致城市麻雀的栖息地和食物资源大量减少。城市麻雀是否能适应快速变化的城市环境? 城市化是否对麻雀的栖息地利用产生影响? 这些问题均值得我们探讨。本文以城市化进程较快的北京市为例, 研究了城市麻雀的栖息地利用状况和主要的影响因素。研究结果可为城市生物多样性保护、城市生态系统稳定性的维持以及建成生态城市提供重要依据。

国内外已在城市鸟类群落生态学方面开展了许多工作, 其中多数是将城市公园作为适宜鸟类生存的斑块, 研究公园面积、隔离度、连接度以及公园本身生境构成等因素对鸟类群落的影响(Tilghman, 1987; Diamond, 1988; Rottenborn, 1999; Haire & Bock, 2000; Fahrig, 2001; Odell, 2001; Fernandez-Juricic & Jokimaki, 2001; 陈水华等, 2002a, b; Fernandez, 2004)。近来一些学者开始从多个空间尺度沿城市化梯度研究复杂的城市化环境对鸟类分布及多样性的影响, 其结果均表明城市化使鸟类群落多样性呈下降的趋势(Bolger, 1997; Blair, 2001; Melles & Glenn, 2003; Kevin *et al.*, 2004)。与群落水平的研究相比, 在物种水平上的城市鸟类研究工作还十分欠缺, 目前仅见对乌鸦(*Corvus brachyrhynchos*)、喜鹊(*Pica pica*)、大山雀(*Parus major*)和灌丛鸦(*Aphelocoma californica*)的种群数量动态的研究(Marzluff, 2002; Hiroshi *et al.*, 2005)。我国在物种水平上的城市鸟类生态学研究尚为空白, 因此针对具体物种, 研究城市化环境对鸟类的影响十分必要。

1 研究方法

1.1 取样方法

在北京市区及城乡结合区, 沿城市化梯度选择代表不同土地利用类型的区域作为研究区。研究区包括以下8个类型: 城市商业区、高层居民区、城区主干道两侧、低层居民区、高校校园、城区平房及古建筑区、公园、城乡结合区。

以天安门广场为中心, 长安街为横轴, 天安门—故宫延长线为纵轴, 将北京市五环以内的城区分为4个区域。在每个区域内以有代表性和便于调查为原则选取研究样区。每种研究区类型在全市共选择5–10个研究样区。样区分布和名称见图1和表1。

选择可能影响城市麻雀栖息地利用的4个方面的13个因子为栖息地变量, 见表2。

1.2 数据采集方法

于2005年1–8月, 对麻雀越冬期和繁殖期的数量和栖息地组成进行了样地调查。越冬期的调查时间为2005年1–3月, 繁殖期的调查时间为2005年4–8月。数量调查采用相对数量调查法, 即在良好的天气条件下, 每日8: 00–12: 00和14: 00–18: 00在研究样区内, 沿能够穿越整个样区的2–3条线路(线路间的间隔大于100 m)匀速行进, 在确定无人为干扰的情况下记录遇见麻雀的数量, 使用GPS定位麻雀活动中心点的地理坐标作为利用样地的中心。在距活动点150 m以外区域, 随机选取调查中未遇见麻雀的生境, 使用GPS定位地理坐标作为对照样地的中心。每两个样地中心的间隔大于150 m(使用GPS测量)。每个样区的调查时间限定为1 h。数量调查完成后, 根据GPS提供的数据, 分别以麻雀活动点和对照点为圆心, 做50 m半径(使用GPS测量)的圆作为利用样地和对照样地, 测量栖息地变量的值。在每个研究样区中随机选择10–15个样地。

面积变量及距道路的距离采用GPS的面积测量功能测算, 即在开启GPS面积测量功能的状态下手持GPS围绕需测区域匀速走一圈回到原点, GPS即可给出此圈内的面积值。距离测量可使用GPS的距离测量功能测量, 即在开启GPS距离测量功能的状态下手持GPS沿两点间的直线距离从起点到终点匀速行走, 到达终点时GPS可给出两点间的距离。

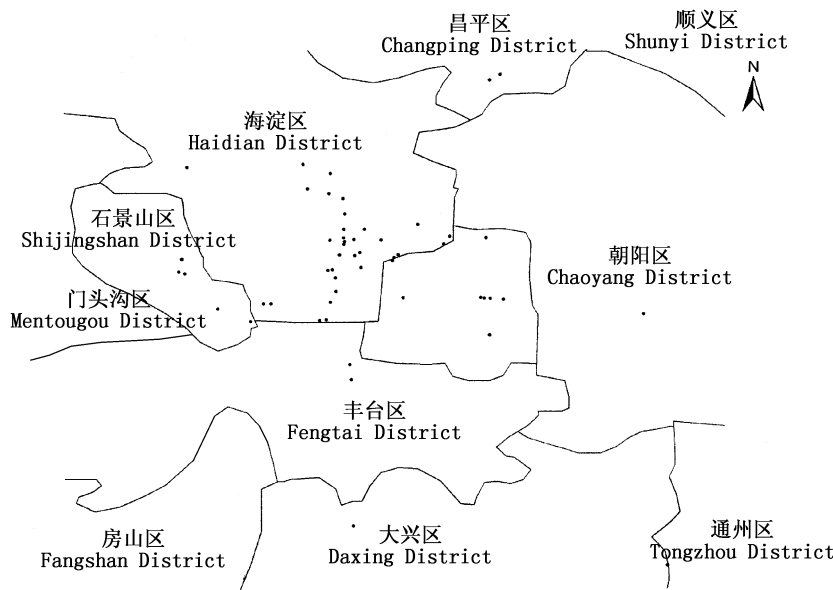


图1 研究样区的分布概况
Fig. 1 The distribution of the study sites in Beijing

表1 研究样区概况
Table 1 Type of the study areas and the localities of the study sites

研究区类型 Type of the study areas	样地位置 Study sites
城乡结合区 Suburban area	高碑店西店村和方家村、大兴小营一村、八宝山、丽泽南水头庄南里 Xidian and Fangjia villages of Gaobeidian, Xiaoying Village of Daxing District, Ba- baoshan, and Nanshitouzhuan Nanli
公园 Park	紫竹院、玉渊潭、植物园、圆明园、海淀公园、颐和园、天坛公园、地坛公园 Zizhuyuan Park, Yuyuantan Park, Botanical Garden, Yuanmingyuan Park, Haidian Park, the Summer Palace, Tiantan Park, and Ditan Park
高校校园 University campus	北京大学、北京师范大学、中国人民大学、北京交通大学、北京理工大学、北京外国 语大学、首都师范大学、北京工业大学、中央财经大学 Peking University, Beijing Normal University, Renmin University of China, Beijing Jiaotong University, Beijing Institute of Technology, Beijing Foreign Studies University, Capital Normal University, Beijing University of Technology, and Central University of Finance and Economics
低层居民区 Low building area	魏公村小区、北京舞蹈学院西侧、官园北礼士路、东管头前街、中国农业科学院 Weigongcun community, West of Beijing Dance Academy, Guanyuan, Dongguantou Street, and the Chinese Academy of Agricultural Sciences
高层居民区 Tower area	天通苑小区、301医院住宅区、韦伯豪住宅区、莲花小区、官园团结社区 Tiantongyuan residential quarter, Residential area of 301 Hospital, Weibohao community, Lianhua community, and Tuanjie community
商业区 Commercial area	西单、朝阳门南小街、玉泉东市场、城乡贸易中心、中关村、海淀图书城、王府井步 行街、金融街 Xidan, Nanxiaoje, Yuquan market, Chengxiang Trade Center, Zhongguancun, Haidian Books Market, Wangfujing Street, and Finance Avenue
主干道 Main road	车公庄大街、鼓楼大街、五棵松、花园桥、中关村大街、清华西路、魏公村路 Chegongzhuang Avenue, Gulou Avenue, Wukesong, Huayuanqiao, Zhongguancun Ave- nue, Qinghua West Avenue, and Weigongcun Road
城区平房及古建筑区 Brick bungalow area	东单、北京协和医院、东管头前街、莲花小区西、中山公园 Dongdan, Peking Union Medical College Hospital, Dongguantou Street, West of Lianhua community, and Zhongshan Park

表2 麻雀栖息地因子类型及含义
Table 2 Types and description of the habitat factors of tree sparrows (*Passer montanus*)

因子分类 Types of the factors	因子 Factors	因子含义 Descriptions of the factors
城市化因子 Urbanization factors	人工草坪面积 Area of lawn	指城市中人工种植修补的由单一品种组成的草坪的面积。这种草坪不产生麻雀可食的种子, 可能对麻雀不利。 The planted lawn comprising single species which supplies no food for tree sparrows
	高层楼房面积 Area of high buildings	指高于6层的高层楼房的面积 The area of high buildings higher than six floors
	硬化地面面积 Area of pavements	指由沥青或水泥砖铺砌的地面面积 The area of the lands paved by bitumen or cement bricks
	城市化因子平均值 The average value of urbanization factors	取3个城市化因子的平均值用以衡量城市化的总体特征 城市化因子平均值=(人工草坪面积+硬化地面面积+高层楼房面积)/3 The average value of urbanization factors=(Area of lawn+ Area of high buildings + Area of pavements)/3
食物条件因子 Food factors	杂草面积 Area of weeds	指自然生长的草坪, 物种多样性高, 能产生种子, 因此可为麻雀提供食物。 The area of natural lawn comprising weeds which supply seeds to feed tree sparrows
	食堂饭店数量 Number of cafeterias and restaurants	指城区的小型饭店和学生食堂等。这些区域洒落的食物和垃圾桶中的剩饭可成为麻雀的食物。 The number of cafeterias and restaurants distributed in urban area, around which there are trash bins, which can provide food for tree sparrows.
栖息条件因子 Habitat factors	灌木面积 Area of shrubs	指株高低于1m的灌木丛, 麻雀可在此停歇。 This shrub is composed of frutexes lower than 1 m
	针叶树数量 Number of conifer trees	据调查, 越冬期麻雀在针叶树上夜宿。 According to our investigation, tree sparrows roost in conifer trees in winter.
	阔叶树数量 Number of broad-leaved trees	阔叶树可为麻雀提供栖息场所。 Broad-leaved trees can provide shelters for tree sparrows
	平房及低层楼房面积 Area of low buildings	指民用平房、古建筑以及低于或等于6层的楼房。这些建筑有孔洞或空调机箱, 可为麻雀提供巢址。 Low buildings include brick bungalows, ancient buildings and the buildings lower than six floors. These buildings have holes where tree sparrows can build nests
	空调数量 Number of air conditioners	指空调室外机的数量。据调查, 麻雀可以在空调室外机中筑巢。 The number of out-window machines of air conditioners used as nest sites by tree sparrows
人类活动程度因子 Human disturbance factors	距道路距离 Distance to main roads	指调查点距主干道的距离 The distances from study sites to the main roads
	人流量 People flux	指在调查点周围10 min内经过的行人的数量 Number of pedestrians passing by the study sites in 10 min
	车流量 Vehicle flux	指在调查点周围10 min内经过的机动车的数量 Number of locomotory automobiles passing by the study sites in 10 min

数量变量采取直接计数法。

越冬期和繁殖期均随机抽取10%的样地进行6次麻雀数量的重复调查, 以检测麻雀调查数据的可靠程度。将重复调查数据输入PRESENCE软件中计算单季节探测率(single season detection probability), 本文要求探测率大于80%时认为样地调查数据有效(Mackenzie *et al.*, 2002; Tyre *et al.*, 2003)。

按照样地中有无麻雀, 将样地分为利用样地和对照样地两种类型; 按照样地中麻雀的数量, 将所有利用样地分为两种利用等级, 10只(含10只)以上为高利用等级, 命名为等级I, 10只以下为低利用等级, 命名为等级II。

1.3 数据分析方法

采用Pearson相关分析计算样地的麻雀数量与城市化因子平均值的相关性。各类型研究区的麻雀数量采用平均每样区1 h内记录的麻雀数。采用逐步

判别分析法分析越冬期和繁殖期利用样地和对照样地以及两种利用等级的样地栖息地变量的差异,得出影响麻雀栖息地利用和利用程度差异的主要因子。逐步判别分析前,首先对所有变量在利用样地和对照样地间以及两种利用等级的样地间进行独立样本的*t*-检验,具有显著差异的变量进入逐步判别分析。在对变量进行均值比较和判别分析前,首先对数据做标准化处理,使变量符合正态分布。数据分析采用SPSS11.0软件。

2 研究结果

使用PRESENCE软件对6次重复调查的数据进行分析,得出越冬期麻雀的探测率为89.3%,繁殖期麻雀的探测率为90.1%,两期的探测率值均大于80%,认为各样方的数据有效可用于后续分析。

对所有样地的麻雀数量与城市化因子平均值进行的相关性分析(表3)表明,越冬期和繁殖期样地的麻雀数量与城市化因子平均值均呈显著负相关。由图2可看出在城市化因子平均值高的城市中心商业区、高层居民区和城市主干道中,麻雀数量均很少;在城市化因子平均值较低的城郊区、公园、城区平房及古建筑区中,麻雀数量均较多;城市化因子平均值较高的高校校园和低层楼房居民区中,麻雀数量也相对较高。多数研究区中越冬期到繁殖期的麻雀数量较稳定。公园中越冬期与繁殖期的麻雀数量差值较大,越冬期高于繁殖期。

逐步判别分析的结果表明:在越冬期(表4-6),平房面积、针叶树数量、空调数量、硬化地面的面积、人流量及车流量是影响麻雀栖息地利用的重要因素;其中平房面积、针叶树数量、空调数量的增加有利于麻雀对栖息地的利用;而硬化地面的面积、人流量及车流量的增加不利于麻雀的利用。在繁殖期(表4-6),平房面积、针叶树数量、阔叶树数量、空调数量、硬化地面的面积及人流量是影响繁

殖期麻雀栖息地利用的重要因素。其中平房面积、针叶树数量、阔叶树数量、空调数量的增加有利于麻雀的利用;硬化地面的面积、人流量的增加不利于麻雀的利用。

对利用等级I和等级II样地的变量进行的逐步判别分析(表4、5、7)表明,阔叶树数量、针叶树数量是影响越冬期麻雀对栖息地利用的主要因素。这两个因素的增加有利于麻雀对栖息地的利用;针叶树的数量和高层楼房的面积是影响繁殖期麻雀对栖息地利用程度的主要因素,针叶树数量的增加有利于繁殖期麻雀对栖息地的利用,而高层楼房面积的增加不利于麻雀的栖息(表4、5、7)。

3 讨论

各类型研究区麻雀数量的比较表明:城市化水平高的区域不适合麻雀的生存,而城市化水平低的区域适合麻雀的生存。城区麻雀的分布呈明显的不均匀性,基本分布趋势是沿城市化梯度的增加,麻雀数量降低。Kevin等(2004)对San Diego以及陈水华等(2002b)对杭州市鸟类群落的分析认为,家麻雀(*Passer domestics*)和树麻雀应是适应城市环境的鸟种。但我们的研究结果则说明,在北京城区树麻雀虽然能适应城市公园、低层居民区等城市化程度低的环境,但对城市商业区、高层居民区等高度城市化的环境明显不适应。

对各研究区越冬期和繁殖期的麻雀数量比较发现,在8个研究区中除公园以外,其他7个研究区两季的麻雀数量均差异不大。主要有两方面的原因:一方面是由于冬季麻雀集群容易观察到,繁殖期麻雀分散繁殖导致记录数量的偏差。另一方面,由于麻雀的巢址主要为建筑物屋顶的瓦片下、墙上的洞等建筑中的孔洞(Ruan & Zheng, 1991; Pinowska & Pinowski, 1999),繁殖期公园缺乏建筑物孔洞而使麻雀选择公园周围的居民区等地繁殖。第三,由于

表3 麻雀数量与城市化因子平均值的相关性分析
Table 3 The correlation analysis between tree sparrow numbers and the average values of urbanization factors

	相关系数 Correlation coefficient	显著性值 Significance	样本量 Sample size
越冬期 Wintering period	-0.208	0.000	381
繁殖期 Breeding period	-0.227	0.000	373

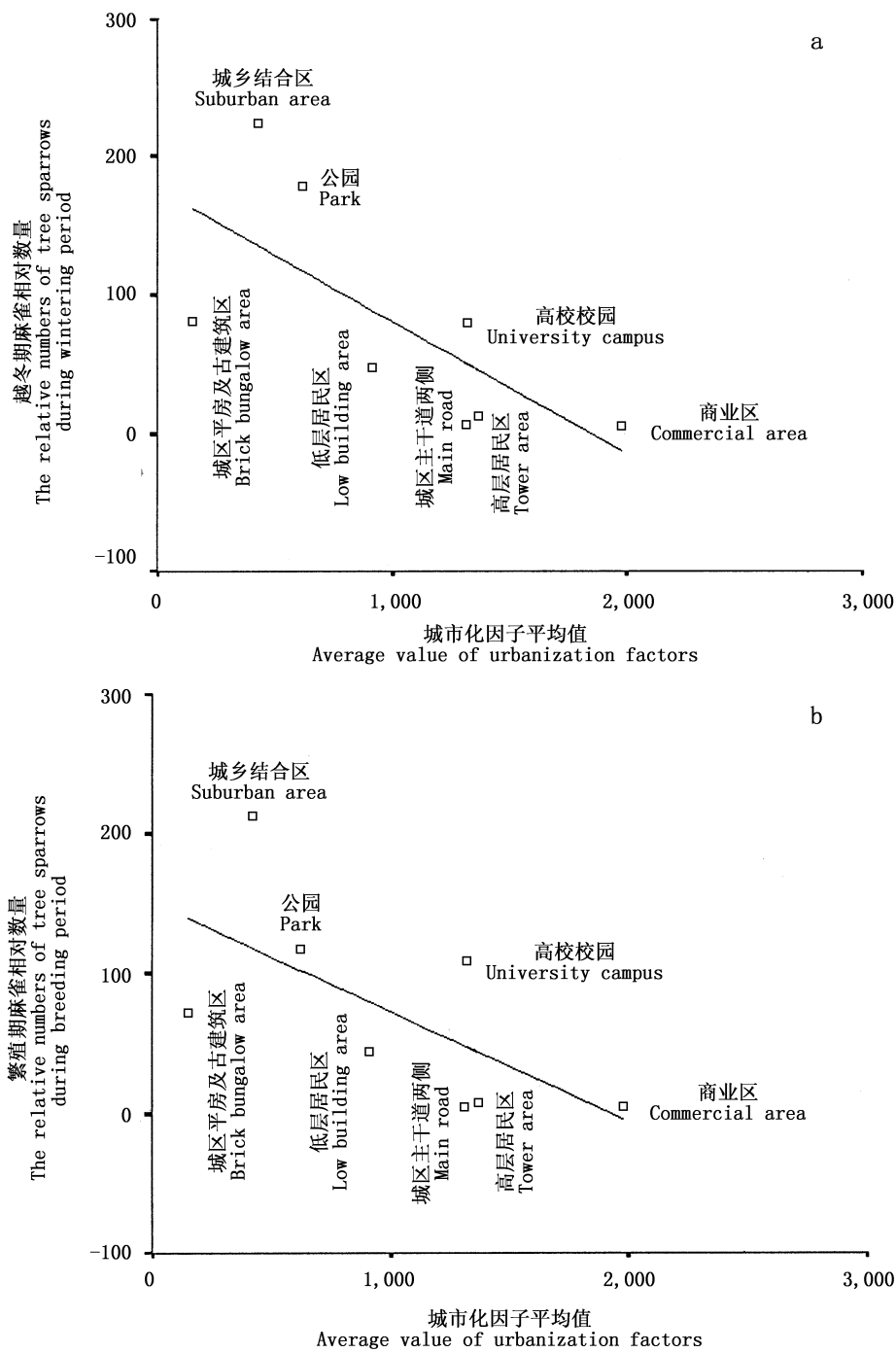


图2 越冬期和繁殖期各研究区麻雀数量随城市化因子平均值变化的趋势

Fig. 2 The changes of the numbers of tree sparrows with the average values of urbanization factors of all land use types during wintering and breeding period

冬季麻雀的食物主要为杂草种子(Robertson, 1983; Torok, 1990), 公园有大量的植物种子而吸引周边麻雀集群觅食。这也说明公园可成为冬季周边区域麻雀的食物基地。

越冬期平房、针叶树和空调是麻雀的主要停歇场所(Ruan & Zheng, 1991; Fletcher *et al.*, 1992; Pinowska & Pinowski, 1999), 所以这三个因素对麻雀的栖息地利用产生正效应; 硬化地面的增加使冬季

表4 利用样地、对照样地以及两种利用等级的样地的13个栖息地变量的标准化均值(±标准误)
Table 4 The standardized mean values (±SE) of 13 habitat variables of used plots, control plots and two grades of plots

栖息地变量 Habitat variables	利用样地和对照样地间 Used and control plots				利用等级I和利用等级II的样地间 Grade I and Grade II plots			
	越冬期 Wintering period		繁殖期 Breeding period		越冬期 Wintering period		繁殖期 Breeding period	
	利用样地 Used plots	对照样地 Control plots	利用样地 Used plots	对照样地 Control plots	利用等级I Grade I	利用等级II Grade II	利用等级I Grade I	利用等级II Grade II
	n=252	n=129	n=238	n=135	n=106	n=275	n=102	n=271
杂草面积(m ²) Area of weeds	-0.069 ±0.025	-0.149 ±0.018	-0.068 ±0.025	-0.149 ±0.018	0.030 ±0.066	-0.131 ±0.013	-0.066 ±0.053	-0.102 ±0.018
人工草坪面积(m ²) Area of lawn	0.054 ±0.078	-0.154 ±0.074	0.102 ±0.080	-2.237 ±0.065	0.180 ±0.126	-0.050 ±0.069	0.136 ±0.129	-0.053 ±0.067
灌丛面积(m ²) Area of shrubs	-0.048 ±0.057	0.076 ±0.123	-0.077 ±0.049	0.128 ±0.133	-0.133 ±0.067	0.004 ±0.070	-0.237 ±0.054	0.026 ±0.069
硬化地面面积(m ²) Area of pavements	-0.023 ±0.074	0.528 ±0.107	-0.043 ±0.074	0.559 ±0.105	-0.251 ±0.116	0.179 ±0.072	-0.149 ±0.123	0.193 ±0.073
平房及低层楼房面积(m ²) Area of low buildings	0.059 ±0.073	-0.410 ±0.009	0.025 ±0.071	-0.342 ±0.046	-0.077 ±0.091	-0.092 ±0.062	0.067 ±0.117	-0.139 ±0.057
高层楼房面积(m ²) Area of high buildings	-0.075 ±0.063	0.352 ±0.116	-0.062 ±0.064	0.325 ±0.115	-0.203 ±0.074	0.193 ±0.078	-0.237 ±0.067	0.191 ±0.077
阔叶树数量(n) Number of broad-leaved trees	0.111 ±0.074	-0.214 ±0.079	0.174 ±0.077	-0.322 ±0.063	0.353 ±0.161	-0.098 ±0.058	0.381 ±0.165	-0.114 ±0.056
针叶树数量(n) Number of conifer trees	0.226 ±0.094	-0.214 ±0.042	0.244 ±0.094	-0.306 ±0.037	0.530 ±0.147	-0.073 ±0.073	0.539 ±0.149	-0.085 ±0.071
距道路距离(m) Distance to main roads	-0.260 ±0.035	-0.312 ±0.049	-0.263 ±0.034	-0.307 ±0.051	-0.215 ±0.059	-0.280 ±0.035	-0.204 ±0.064	-0.289 ±0.033
空调数量(n) Number of air conditioners	0.198 ±0.085	-0.074 ±0.078	0.185 ±0.084	-0.048 ±0.082	0.045 ±0.097	0.052 ±0.078	-0.057 ±0.091	0.112 ±0.077
食堂饭店数量(n) Number of cafeterias and restaurants	-0.050 ±0.000	0.144 ±0.194	-0.050 ±0.000	0.142 ±0.192	-0.050 ±0.000	0.046 ±0.096	-0.050 ±0.000	0.044 ±0.094
人流量(n) People flux	-0.252 ±0.024	0.474 ±0.163	-0.272 ±0.014	0.503 ±0.163	-0.292 ±0.019	0.131 ±0.086	-0.327 ±0.010	0.125 ±0.084
车流量(n) Vehicle flux	-0.203 ±0.048	0.308 ±0.137	-0.152 ±0.078	0.212 ±0.086	-0.255 ±0.087	0.081 ±0.078	-0.365 ±0.006	0.097 ±0.079

麻雀的主要食物来源杂草的面积减少, 从而不利于麻雀的摄食, 因此对麻雀栖息地利用产生负效应。人流量和车流量的负效应说明虽然麻雀是伴人生活的鸟类, 但它们还是要回避城市化所带来的巨大的人流与车流。

与越冬期相比, 繁殖期产生正效应的变量除平房、针叶树、空调外, 还增加了阔叶树。平房的孔洞和空调室外机可为麻雀提供巢址, 针叶树和阔叶树则可为麻雀提供栖息场所和食物, 特别是喂养幼鸟的昆虫、蜘蛛等蛋白质食物(楚国忠和郑光美, 1982; Pinowska & Pinowski, 1999)。

对两种利用等级的样地变量的逐步判别分析结果反映了植被在决定麻雀数量方面的重要性。栖息地和食物是越冬期麻雀的主要生活需求, 因此植被丰富的区域可为更多的麻雀提供栖息条件和食物来源, 植被稀少的区域只能为少数麻雀提供生活

必需条件。在繁殖期, 巢址、食物、栖息场所是麻雀的主要需求, 对巢址的需求尤为重要。建筑物上的孔洞、空调的室外机是麻雀的主要巢址。城市的高层楼房为混凝土浇筑而成、外表又被玻璃、金属等材料修饰得非常平滑, 在这种建筑物上很难找到麻雀可以利用的孔洞。加之最近修建的高层建筑多数采用中央空调, 建筑物外没有小型室外机。因此高层建筑由于缺乏麻雀繁殖的巢址而不利于麻雀的繁殖。

商业区、主干道以及高层居民区由于人流量、车流量、硬化路面面积、高层楼房面积均很高, 同时缺乏针叶树、阔叶树、平房、以及空调室外机这些与麻雀的栖息、觅食、营巢有关的生境条件而不利于麻雀的生存, 因此麻雀数量极低。与之相比, 城郊区、公园、城市平房及古建筑区由于存在建筑物孔洞、植被等利于麻雀生存的条件而有利于麻

表5 利用样地和对照样地间以及两种利用等级的样地间的13个栖息地变量独立样本 t -检验的显著性值

Table 5 The significant values of independent sample t -test for all habitat variables

栖息地变量 Habitat variables	利用样地和对照样地间 Between used and control plots		利用等级I和利用等级II的样地间 Between Grade I and Grade II plots	
	越冬期 Wintering period	繁殖期 Breeding period	越冬期 Wintering period	繁殖期 Breeding period
杂草面积 Area of weeds	0.032*	0.031*	0.000**	0.155
人工草坪面积 Area of lawn	0.080	0.004**	0.108	0.001**
灌丛面积 Area of shrubs	0.300	0.086	0.300	0.736
硬化地面面积 Area of pavements	0.000**	0.000**	0.004**	0.001**
平房及低层楼房面积 Area of low buildings	0.000**	0.000**	0.902	0.095
高层楼房面积 Area of high buildings	0.001**	0.002**	0.007**	0.007**
阔叶树数量 Number of broad-leaved trees	0.005**	0.000**	0.001**	0.000**
针叶树数量 Number of conifer trees	0.000**	0.000**	0.000**	0.000**
距道路距离 Distance to main roads	0.401	0.474	0.355	0.068
空调数量 Number of air conditioners	0.035*	0.049*	0.962	0.120
食堂饭店数量 Number of cafeterias and res- taurants	0.180	0.183	0.580	0.174
人流量 People flux	0.000**	0.000**	0.008**	0.000**
车流量 Vehicle flux	0.000**	0.003**	0.025*	0.005**

* $P<0.05$; ** $P<0.01$

表6 越冬期和繁殖期麻雀利用样地和对照样地变量的逐步判别分析

Table 6 The stepwise discriminant analysis of the tree sparrow's habitat variables during wintering and breeding periods between the used plots and control plots

变量 Variable	标准化判别系数 Standardized discriminant coefficients	Wilk's λ	显著性 P
越冬期 Wintering period			
人流量 People flux	-0.435	0.904	0.000
硬化地面的面积 Area of pavements	-0.482	0.846	0.000
平房及低层楼房面积 Area of low buildings	0.559	0.809	0.000
针叶树数量 Number of conifer trees	0.447	0.775	0.000
空调数量 Number of air conditioners	0.405	0.744	0.000
车流量 Vehicle flux	-0.268	0.730	0.000
繁殖期 Breeding period			
人流量 People flux	-0.533	0.884	0.000
硬化地面面积 Area of pavements	-0.597	0.815	0.000
阔叶树数量 Number of broad-leaved trees	0.338	0.779	0.000
空调数量 Number of air conditioners	0.406	0.761	0.000
平房面积 Area of low buildings	0.413	0.741	0.000
针叶树数量 Number of conifer trees	0.403	0.709	0.000

表7 越冬期和繁殖期利用等级I和等级II样地变量的逐步判别分析
Table 7 The stepwise discriminant analysis of the tree sparrow's habitat variables during wintering and breeding periods between the type I and type II plots

变量 Variable	标准化判别系数 Standardized discriminant coefficients	Wilk's λ	显著性 P
越冬期 Wintering period			
阔叶树数量 Number of broad-leaved trees	0.728	0.923	0.000
针叶树数量 Number of conifer trees	0.640	0.877	0.000
繁殖期 Breeding period			
针叶树数量 Number of conifer trees	0.679	0.966	0.000
高层楼房面积 Area of high buildings	-0.677	0.939	0.000

雀的生存, 麻雀数量较高。高校校园、低层楼房居民区的城市化综合因子值虽然较高, 但与商业区和高层居民区相比, 还有一定数量的麻雀分布在这两种区域中。孟雪松等(2004)对北京市城区各功能区植物物种丰富度的调查表明, 公园、高校校园、低层居民小区是城区植物丰富度较高的区域, 公园、高校校园植物的总种数占城区五环内植物总种数的50% 以上。与商业区、主干道以及高层居民区相比, 北京的高校校园由于大多有较丰富的植被、室外空调机和旧建筑物孔洞, 可在一定程度上满足麻雀的生存需要, 因而具有较多数量的麻雀。低层居民区的楼房由于大多数是20世纪80年代的旧建筑, 外表有孔洞和室外空调机, 且大多有针叶树和阔叶树的分布, 因此也有一定数量麻雀的分布。这两种区域仍然适合于麻雀的生存。

城区麻雀的数量沿城市化梯度下降的趋势说明, 城市化正在对城市麻雀的生存产生影响。城市化严重的城市商业区、主干道以及高层居民区由于缺乏植被、巢址、食物等麻雀赖以生存的必需条件而基本不适于麻雀的生存。城市商业区、主干道以及高层居民区是北京城市现代化的产物也是城市现代化的重要标志, 因此适于麻雀生存的城区低矮的平房区和低层居民区还将被大厦林立的商业区和主干道取代, 城郊区也将会因为城区的扩展而被高速公路和高层塔楼居民区蚕食。随着城市化进程的加剧, 城区适合麻雀分布的区域必将越来越少。虽然麻雀是一个适应人类生活环境的物种, 但在快速的城市化变迁中, 麻雀已表现出对高度城市化环境的不适应。

参考文献

Blair RB (2001) Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the United States: is urbanization creating a homogenous fauna? In: *Biotic Homogenization* (eds. Lockwood JL, McKinney ML), pp. 33–56. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.

Bolger DT (1997) Breeding bird abundance in an urbanizing landscape in coastal southern California. *Conservation Biology*, **11**, 406–421.

Chen SH (陈水华), Ding P (丁平), Fan ZY (范忠勇), Zheng GM (郑光美) (2002a) Selectivity of birds to urban woodlots. *Zoological Research* (动物学研究), **23**, 31–38. (in Chinese with English abstract)

Chen SH (陈水华), Ding P (丁平), Zheng GM (郑光美), Zhuge Y (诸葛阳) (2002b) The richness of island habitat avian communities and the influencing factors. *Acta Ecologica Sinica*(生态学报), **22**, 141–149. (in Chinese with English abstract)

Chu GZ (楚国忠), Zheng GM (郑光美) (1982) A study of tree sparrows' food in breeding period. *Zoological Research* (动物学研究), **3**, 371–383. (in Chinese with English abstract)

Diamond JM (1988) Urban extinction of birds. *Nature*, **333**, 393–394.

Fahrig L (2001) How much habitat is enough? *Biological Conservation*, **100**, 65–74.

Fernandez-Juricic E, Jokimaki JA (2001) Habitat island approach to conserving birds in urban landscapes: case studies from southern and northern Europe. *Biodiversity and Conservation*, **10**, 2023–2043.

Fernandez J (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**, 17–32.

Fletcher MR, Jones SA, Grieg-Smith PW, Hardy AR (1992) Population density and breeding success of birds. In: *Pesticides, Cereal Farming and the Environment* (eds.

- Grieg-Smith P, Frampton G & Hardy T). The Boxworth Project, London.
- Haire SL, Bock CE (2000) The role of landscape and habitat characteristics in limiting abundance of grassland nesting songbirds in an urban open space. *Landscape and Urban Planning*, **48**, 65–82.
- Hashimoto H, Natuhara Y, Morimoto Y (2005) A habitat model for *Parus major minor* using a logistic regression model for the urban area of Osaka, Japan. *Landscape and Urban Planning*, **70**, 245–250.
- Kevin R, Andrew V, Douglas T (2004) Avian assemblages along a gradient of urbanization in a highly fragmented landscape. *Biological Conservation*, **115**, 451–462.
- Mackenzie DI, Nichols JD, Lachman GB, Royle A, Langtimm CA (2002) Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, **83**, 2248–2255.
- Marzluff JM (2002) Avian ecology and conservation in an urbanizing world. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Melles S, Glenn S (2003) Urban bird diversity and landscape complexity: species and environment associations along a multiscale habitat gradient. *Conservation Ecology*, **7** (online)
- Meng XS (孟雪松), Ouyang ZY (欧阳志云) (2004) Composition of plant species and their distribution patterns in Beijing urban ecosystem. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **24**, 2200–2206. (in Chinese with English abstract)
- Odell EA (2001) Songbird and medium-sized communities associated with exurban development in Pitkin County, Colorado. *Conservation Biology*, **15**, 1143–1150.
- Pinowska B, Pinowski J (1999) Selected aspects of breeding biology in the tree sparrow in South Korea. *Acta Zoologica Cracoviensia*, **42**, 435–446.
- Robertson KD (1983) Finches feeding on aphids in late autumn. *British Birds*, **76**, 538.
- Rottenborn SC (1999) Predicting the impacts of urbanization on riparian bird communities. *Biological Conservation*, **88**, 289–299.
- Ruan X, Zheng G (1991) Breeding ecology of the tree sparrow (*Passer montanus*) in Beijing. In: *Nestling Mortality of Granivorous Birds due to Microorganisms and Toxic Substances* (eds. Pinowski J, Kavanagh B, Gorski W), pp. 99–109. PWN, Warsaw.
- Tilghman NG (1987) Characteristics of urban woodlands affecting breeding bird diversity and abundance. *Landscape and Urban Planning*, **14**, 481–495.
- Torok J (1990) The impact of insecticides on the feeding of the tree sparrows (*Passer montanus*) in orchards during the parental care period. In: *Granivorous Birds in the Agricultural Landscape* (eds. Pinowski J, Summers-Smith JD), pp. 199–210. PWN, Warsaw.
- Tyre AJ, Tenhumberg B, Field SA, Niejalke D, Parris K, Possingham HP (2003) Improving precision and reducing bias in biological survey: estimation false-negative error rates. *Ecological Applications*, **13**, 1790–1801.

(责任编辑: 张正旺 责任编辑: 闫文杰)