

北京市麻雀体质水平沿城市化梯度的变化

索明俐[#], 张淑萍^{**}, 覃筱燕, 高静, 张靖若, 李洪昌

(中央民族大学生命与环境科学学院, 北京 100081)

摘要:麻雀是城市和乡村均有分布的鸟类物种。快速的城市化正在使城市麻雀的栖息地和食物资源大量减少。以北京市为例,研究了麻雀的体质水平沿城市化梯度的变化,以期为我国城市化过程中的鸟类保护提供参考。研究表明城市高层楼房居民区、低层楼房居民区以及大学校园中麻雀的体质指数显著低于郊区环境,而城市公园和平房居民区麻雀的体质水平则与郊区环境的差异较小。随采样点城市化水平的提高,麻雀的体质水平呈下降趋势,高度城市化的环境导致麻雀的体质水平下降。在城市化过程中,增加城市公园的数量及居民区的植被覆盖量可为麻雀等鸟类提供必要的生活资源,从而实现城市化过程中的生物多样性保护。

关键词:城市; 麻雀; 体质; 北京

中图分类号: Q959.7; Q958.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7083(2012)05-0778-04

Variation in Body Condition Levels of *Passer montanus* Populations along an Urban Gradient in Beijing

SUO Ming-li[#], ZHANG Shu-ping^{**}, QIN Xiao-yan, GAO Jing, ZHANG Jing-ruo, LI Hong-chang

(College of Life and Environmental Science, Minzu University of China, Beijing 100081, China)

Abstract: Tree sparrow is a widespread species in urban and rural environments in China. Since rapid urbanization is decreasing the food resources and habitats of tree sparrows, we hypothesized that urbanization would induce a decrease in body condition levels of this species. To test this hypothesis we compared the body condition indices of tree sparrow populations in five urban and two rural habitats in Beijing and analyzed the relationship between body condition index and the degree of urbanization. Results show that the body condition indices of tree sparrow populations were strongly and negatively correlated with the degree of urbanization of the habitat. Average body condition index of sparrows from high-rise residential areas and a university campus were significantly lower than that of from rural areas, suggesting that tree sparrows living in highly urbanized areas showed lower body condition level than that of rural areas. However, the average body condition indices of birds from an urban park and bungalow residential area was not significantly different with that of birds at rural sites and differed significantly from that of birds at two of the other urban sites. Food scarcity resulted from vegetation loss in urbanization may be main reasons to explain all the results, therefore we suggest that vegetation reservation should be paid more attentions in the process of urbanization.

Key words: urban; tree sparrow; body condition; Beijing

全球范围快速发展的城市化正在成为改变自然环境、引起原生物种快速减少的主要驱动力之一 (Marzluff, 2001)。麻雀是城市和乡村均有分布的鸟类物种,人类环境的变化与该物种的生存密切相关。中国的首都北京是近二十年来快速城市化的典型地区。高楼大厦的崛起、城市干道的修建等城市化过程使自然植被和适合麻雀营巢的低矮建筑大量丧失,这些因素导致城市麻雀的栖息地和食物资源大量减少而影响麻雀的生存 (Zhang *et al.*, 2008)。了

解城市化过程中麻雀生存状况的变化,可为我国城市化过程中的鸟类保护提供参考。

在城市化对鸟类种群生存的影响方面,国外已有对家麻雀 *Passer domesticus*、红领带鹀 *Zonotrichia capensis*、乌鸫 *Turdus merula* 等物种开展的多项研究工作 (Ruiz *et al.*, 2002; Peach & Vincent, 2006; Liker *et al.*, 2008), 而我国的研究则相对缺乏。由于全球各地的城市化方式以及受城市化影响的鸟类物种均存在差异,因此有必要对我国的情况进行评估。

收稿日期: 2012-03-24 **接受日期:** 2012-05-23 **基金项目:** 国家自然科学基金 (30900181); 中央民族大学 985 工程项目 (MUC98504-14、MUC 98507-08); 国家大学生创新试验计划 (NMOE200911009)

作者简介: 索明俐,女,硕士研究生,研究方向:鸟类生态学 [#]共同第一作者 ^{*}通讯作者 Corresponding author, E-mail: springzsp@sina.com

已有的研究以中性粒细胞与淋巴细胞的比值 (H:L) (Ruiz *et al.*, 2002)、种群数量 (Peach & Vincent, 2006)、皮质酮水平 (Bonier *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2011) 以及体质指数 (Liker *et al.*, 2008) 作为鸟类生存健康状况评价指标。在几种评价指标中, 体质指数 (body condition index) 是将鸟类的体重和跗蹠长综合来反映鸟类个体健康状况的指标, 与血液指标和种群参数等指标相比, 该指数更直接地反映了鸟类个体及种群的健康状况, 且对采样个体无损伤。鉴于此, 本文以体质指数为评价指标, 分析了北京城市化程度与麻雀健康水平间的相关性, 以期了解鸟类物种受城市化影响的机理以及不同类型的城市环境对鸟类生存的意义。

1 研究方法

1.1 采样方法

将北京市的环境分为郊区居民区、城区公园、城区校园、低层楼房居民区、平房居民区、高层楼房居民区 6 种环境类型分别采样, 以进行不同土地利用类型间的比较。城区各功能区的采样点分别为玉渊潭公园 (Y, 城区公园)、中央民族大学 (M, 城区校园)、甘家口社区 (G, 低层居民区)、西直门南小街社区 (X, 平房居民区) 以及世纪城社区 (S, 高层楼房居民区), 郊区采样点为顺义区张喜庄 (Z) 和丰台区王佐镇 (W)。采样季节分为夏季 (5 ~ 7 月, 繁殖期) 和冬季 (11 ~ 1 月, 越冬期)。采用迷网捕捉麻雀, 于 2008 年和 2009 年的夏季和冬季分别在 7 个采样点采集成年麻雀个体, 各样点样本数见表 1。对已捕

捉的个体进行脚环标记, 避免重复采样。

1.2 城市化水平的量化方法

目前多数城市化影响鸟类多样性的研究结果认为建筑、硬化道路和植被覆盖是 3 个影响鸟类分布的主要环境因子, 其中建筑和硬化道路反映了城市化的程度, 而植被覆盖则反映了鸟类的食物与栖息条件 (Bolger *et al.*, 1997; Marzluff *et al.*, 2001; Shochat *et al.*, 2006)。我们采用 Liker 等 (2008) 提出的“城市化分数”作为采样点城市化水平的指标。计算方法如下: 首先采用 GPS 确定采样点的地理坐标, 以此坐标周围 1 km × 1 km 区域为环境因子测量区。选取能够清晰分辨测量区内建筑、道路及植被覆盖的卫星影像, 将此影像以 10 × 10 栅格均等划分为 100 个栅格, 记录每个栅格中建筑、硬化道路和植被覆盖 3 种土地覆盖类型的得分。得分值的计算方法如下: 建筑 (无建筑: 0 分, 建筑覆盖 < 50% : 1 分, 建筑覆盖 > 50% : 2 分); 主干道 (无主干道: 0 分, 有主干道: 1 分); 植被覆盖 (无植被: 0 分, 植被覆盖 < 50% : 1 分, 植被覆盖 > 50% : 2 分)。根据以上分数计算下列 5 个变量: 100 个栅格的平均建筑密度得分、建筑覆盖 > 50% 的栅格数、出现道路的栅格数、平均建筑密度得分、植被覆盖 > 50% 的栅格数。以每个采样点为对象, 以上 5 种得分变量为变量进行主成分分析, 提取累计贡献率大于 95% 的一组变量为主分量, 每个采样点的主成分分数为城市化分数。高城市化分数解释为植被面积下降而建筑和硬化道路面积上升。本研究 7 个采样点的城市化分数见表 1。

表 1 各采样点的样本量及栖息地特征
Table 1 Sample size and habitat characteristics of the capture sites

捕捉点	样本量 (n)	平均建筑 面积得分	建筑面积大于 50% 的格子数	平均植被 密度得分	植被密度大于 50% 的格子数	主干道的 格子数	城市化分数
世纪城社区 (S)	76	1.81	81	0.67	10	41	1.506
西直门南小街 (X)	80	1.78	70	1.19	19	20	0.632
甘家口社区 (G)	72	1.67	67	1.10	17	21	0.583
民族大学 (M)	69	1.42	53	1.17	30	18	0.142
玉渊潭公园 (Y)	80	0.78	29	1.34	47	10	-0.722
王佐 (W)	84	0.95	38	1.54	59	14	-0.793
张喜庄 (Z)	80	0.20	4	1.49	57	9	-1.348

1.3 体质指数的计算方法

捕获麻雀后, 使用弹簧秤和游标卡尺测量每个麻雀个体的体重和跗蹠长。以体重为因变量, 跗蹠长为自变量进行最小平方回归分析 (least squares linear regression), 所得残差为体质指数 (Schulte-Hostedde *et al.*, 2005)。

1.4 数据统计方法

对体质指数数据进行 K-S 检验后确定符合正态分布 ($P < 0.05$), 采用 GLM 模型以体质指数为因变量, 以采样点、性别、采样季节、采样年份以及各因子的交互作用为因子建立模型, 分析以上因子对麻雀体质指数的影响。采用 Turkey's HSD 检验进行采样

点类型间的配对差异检验。采用 spearman 相关分析检验采样点麻雀体质指数平均值与城市化分数的相关性。

2 结果

影响麻雀体质指数变化的 GLM 分析结果显示麻雀体质指数在采样点间有显著变化 ($df = 6, F = 7.87, P < 0.001$), 而在性别 ($df = 1, F = 0.92, P = 0.33$)、季节 ($df = 1, F = 1.537, P = 0.21$)、采样年度 ($df = 1, F = 1.01, P = 0.31$) 以及采样点与另外 3 个变量的交叉间(采样点 \times 性别 $df = 6, F = 0.85, P = 0.52$; 采样点 \times 季节 $df = 6, F = 1.17, P = 0.32$; 采样点 \times 采样年 $df = 6, F = 0.48, P = 0.82$) 均无显著变化。

城区 5 个采样点的体质指数均值均低于郊区采样点(图 1)。在城区与郊区采样点间,甘家口(G)、民族大学(M)以及世纪城(S)采样点均与两个郊区采样点(W,Z)存在显著差异,玉渊潭公园(Y)仅与一个郊区采样点存在显著差异,西直门南小街(X)与郊区采样点无显著差异(图 1,表 2)。在城区采样点间,甘家口社区显著低于玉渊潭公园和西直门南小街(图 1,表 2),民族大学显著低于西直门南小街。郊区采样点间无显著差异(图 1,表 2)。

各采样点麻雀的体质指数均值与采样点城市化分数间呈显著负相关关系($r = -0.796, n = 7, P = 0.032$,图 2)。

3 讨论

本文的研究结果表明城市高层楼房居民区、低层楼房居民区以及大学校园中麻雀的体质水平显著低于郊区环境,而城市公园和平房居民区麻雀的体质水平则与郊区环境的差异较小,随采样点城市化水平的提高,麻雀的体质水平呈下降趋势,高度城市化的环境导致麻雀的体质水平下降。本研究的结果与国外对家麻雀 *Passer domesticus*、乌鸫 *Turdus merula*

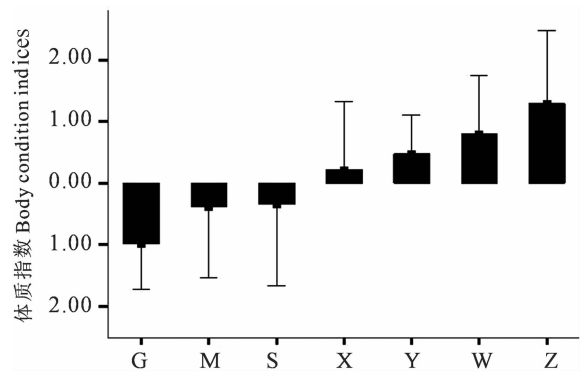


图 1 各采样点麻雀体质指数(平均值 \pm 标准差)
Fig. 1 The body condition indices of tree sparrows in each capture sites(mean \pm SD)

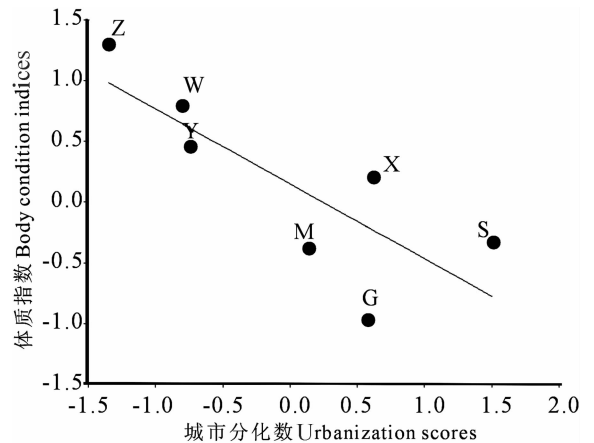


图 2 采样点麻雀种群体质指数均值与城市化分数的关系
Fig. 2 The relationship between mean values of body condition indices of tree sparrow populations in capture sites and urbanization scores of capture sites

以及红领带鹀 *Zonotrichia capensis* 的研究结果基本一致(Ruiz *et al.*, 2002;Partecke *et al.*, 2006;Liker *et al.*, 2008)。

高城市化分数解释为植被面积下降而建筑和硬化道路面积上升,麻雀体质指数与城市化分数呈显著负相关的结果说明植被面积的下降与麻雀体质水平降低密切相关。鸟类的营养水平直接影响其体质水平,麻雀在非繁殖期的食物主要是杂草种子,繁殖期还需有大量昆虫哺育幼鸟(Kei *et al.*, 1973; Pinnowski & Wieloch, 1973)。城市化程度的增加减少了植被面积,使植物种子和昆虫的数量下降(McIntyre *et al.*, 2001),进而可能导致城市麻雀食物资源短缺。Vincent(2005)的研究发现伦敦家麻雀幼鸟的体重及繁殖成效与巢址周围的植被面积正相关。由此可见,城市栖息地中食物相对缺乏可能是导致城市麻雀体质水平低于郊区的原因之一。

此外,皮质酮是脊椎动物碳水化合物、脂类以及蛋白质代谢的重要调节因子,皮质酮可通过促进糖

表 2 7 个样点间麻雀体质指数多重比较的显著性值

Table 2 The significance values of multiple comparisons among body condition of tree sparrows in seven capture sites

	城区采样点 Urban sites					郊区采样点 Suburban sites	
	X	G	M	S	Y	Z	W
X		0.000	0.048	0.122	0.988	0.115	0.938
G			0.418	0.440	0.017	0.000	0.000
M				1.000	0.541	0.000	0.002
S					0.688	0.000	0.009
Y						0.037	0.627
Z							0.709

原异生作用将外周组织中的蛋白质转化为糖类物质而使动物获得所需能量,长期高水平的皮质酮可引起动物身体消瘦,体质水平下降(Holmes & Phillips, 1976; Harvey *et al.*, 1984; Dallman *et al.*, 1993; Marra & Holberton, 1998; Romero *et al.*, 2004)。对红石燕 *Petrochelidon pyrrhonota*、鹌鹑 *Coturnix coturnix* 和家燕 *Hirundo rustica* 的研究已证实长期高水平的皮质酮可导致体质水平下降(Sockman & Schwabl, 2001; Hayward & Wingfield, 2004; Brown *et al.*, 2005; Saino *et al.*, 2005)。对北京市麻雀的基础皮质酮水平沿城市化梯度的变化研究发现麻雀的基础皮质酮水平与城市化水平正相关(Zhang *et al.*, 2011),因此城市鸟类基础皮质酮水平升高也可能通过抑制个体的生长而导致体质水平下降。

本研究表明,麻雀虽然是一种适应人类环境的鸟类物种,但高度的城市化环境也不利于它们的生存。生活在高层楼房居民区、低层楼房居民区以及大学校园中的麻雀体质水平较低,而城市公园和平房居民区由于其植被覆盖及建筑结构与郊区相似而适于麻雀生存,生活在其中的麻雀体质水平较高。因而在城市化过程中,增加城市公园的数量及居民区的植被覆盖量并增加草本及灌木植物的丰富性可为麻雀等鸟类提供必要的食物来源,从而实现城市化过程中的生物多样性保护。

4 参考文献

- Bolger DT, Scott TA, Rotenberry JT. 1997. Breeding bird abundance in an urbanizing landscape in coastal southern California[J]. *Conservation Biology*, 11: 406 ~ 427.
- Bonier F, Martin PR, Sheldon KS, *et al.* 2007. Sex-specific consequences of life in the city[J]. *Behavior Ecology*, 18(1): 121 ~ 129.
- Brown CR, Brown MB, Raouf SR, *et al.* 2005. Effects of endogenous steroid hormone levels on annual survival in cliff swallow[J]. *Ecology*, 86: 1034 ~ 1046.
- Dallman MF, Strack AM, Akana SF, *et al.* 1993. Feast and Famine: Critical Role of Glucocorticoids with Insulin in Daily Energy Flow[J]. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 14: 303 ~ 347.
- Harvey S, Phillips JG, Rees A, *et al.* 1984. Stress and adrenal function [J]. *Experiment Zoology*, 232: 633 ~ 646.
- Hayward LS, Wingfield JC. 2004. Maternal corticosterone is transferred to avian yolk and may alter offspring growth and adult phenotype[J]. *General and Comparative Endocrinology*, 135: 365 ~ 371.
- Holmes WN, Phillips JG. 1976. The adrenal cortex in birds[A]. In: Chester-Jones I, Henderson I (ed). *General and comparative endocrinology of the adrenal cortex*[M]. New York: Academic Press: 293 ~ 420.
- Kei W. 1973. Investigations on food of House-and tree Sparrows in a ceal-growing area during winter[A]. In: Kendeigh SC, Pinowski J (ed). *Productivity, population dynamics and systematics of granivorous birds*[M]. PWN, Warsaw: 253 ~ 261.
- Liker A, Papp Z, Bókony V, *et al.* 2008. Lean birds in the city: body size and condition of house sparrows along the urbanization gradient [J]. *Journal of Animal Ecology*, 77: 789 ~ 795.
- Marra PP, Holberton RL. 1998. Corticosterone levels as indicators of habitat quality: effects of habitat segregation in a migratory bird during the non-breeding season[J]. *Oecologia*, 116: 284 ~ 292.
- Marzluff J. 2001. Worldwide urbanization and its effects on birds [A]. In: Marzluff J, Donnelly, Bowman (ed). *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*[M]. Norwell (MA), Kluwer: 19 ~ 47.
- McIntyre NE, Rango J, Fagan WF, *et al.* 2001. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment[J]. *Landscape and Urban Planning*, 52: 257 ~ 274.
- Partecke J, Schwabl I, Gwinner E. 2006. Stress and the city: urbanization and its effects on the stress physiology in European blackbirds[J]. *Ecology*, 87: 1945 ~ 1952.
- Peach W, Vincent K. 2006. Environmental causes of the decline of urban House Sparrows: a review of the evidence[J]. *Journal of Ornithology*, 147: 19.
- Pinowski J, Wieloch M. 1973. Energy flow through nestlings and biomass production of House Sparrow and tree sparrow populations in Poland [A]. In: Kendeigh SC, Pinowski J (ed). *Productivity, population dynamics and systematics of granivorous birds* [M]. Proceedings of general meeting of the Working Group on Granivorous Birds. IBP, PT Section: 151 ~ 163.
- Romero LM. 2004. Physiological stress in ecology: lessons from biomedical research[J]. *Trends in Ecology and Evolution*, 19: 249 ~ 255.
- Ruiz G, Rosenmann M, Novoa FF, *et al.* 2002. Hematological parameters and stress index in Rufous-collared Sparrows dwelling in urban environments[J]. *Condor*, 104: 162 ~ 166.
- Saino N, Romano M, Ferrari RP. 2005. Stressed mothers lay eggs with high corticosterone levels which produce low-quality offspring [J]. *Journal of experimental zoology*, 303A: 998 ~ 1006.
- Schulte-Hostedde AI, Zinner B, Millar JS, *et al.* 2005. Restitution of mass-size residuals: validating body condition indices[J]. *Ecology*, 86(1): 155 ~ 163.
- Shochat E, Warren PS, Faeth SH, *et al.* 2006. From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology[J]. *Trends in Ecology and Evolution*, 21: 186 ~ 191.
- Sockman KW, Schwabl H. 2001. Plasma corticosterone in nestling American kestrels: effects of age, handling stress, yolk androgens, and body condition[J]. *General and Comparative Endocrinology*, 122: 205 ~ 212.
- Vincent KE. 2005. Investigating the causes of the decline of the urban house sparrow *Passer domesticus* population in Britain[D]. PhD thesis, De Montfort University, Leicester, UK.
- Zhang S, Zheng G, Xu J. 2008. Habitat use of urban tree Sparrows in the process of urbanization[J]. *Frontiers of Biology in China*, 3: 122 ~ 128.
- Zhang S, Lei F, Liu S, *et al.* 2011. Variation in baseline corticosterone levels of Tree Sparrow (*Passer montanus*) populations along an urban gradient in Beijing, China[J]. *Journal of Ornithology*, 152(3): 801 ~ 806.