

基于面板数据模型的水鸟对湿地景观格局响应

邹丽丽, 陈洪全

盐城师范学院 城市与规划学院, 江苏 盐城 224002

摘要: 由于湿地内的水鸟分布与景观偏好存在相关性, 所以, 选取 2000, 2005, 2009 年的米埔湿地内 15 个分区的水鸟数据和景观格局数据, 构建能充分利用三维数据特征的面板数据模型。结果显示: 湿地面积及边缘长度能最大程度地吸引本区内水鸟栖息; 斑块数量, 最大斑块面积比, 形状指数等也影响水鸟对湿地景观的吸引力。总之, 水鸟适宜在景观类型丰富且景观内斑块面积较为宽广的区域栖息。

关键词: 面板数据模型; 水鸟; 湿地景观

中图法分类号: Q958.118; X503.224

文献标识码: A

文章编号: 1000-2324(2016)06-0917-03

Response of Waterfowls to the Layout of Wetland Landscape Based on Panel Data Model

ZOU Li-li, CHEN Hong-quan

College of City and Planning/Yancheng Teachers University, Yancheng 224002, China

Abstract: There was a correlation between waterfowl distribution and landscape preference, so data of waterfowls and landscape layouts in fifteen areas of Mai Po Wetland in 2000 a, 2005 a and 2009 a were selected to establish the panel data model using fully 3D characteristics. The results showed that the area and length of wetland were able to attract waterfowls to inhabit in this area; numbers of patches, area ratio in the largest patch, the diversity indexes and so on in a wetland landscape impacted waterfowls' selection for habitat. In a word, waterfowls are good at inhabiting in the diversity and wider patches of landscape.

Keywords: Panel data model; shorebird; wetland landscape

近年来, 城市化迅猛发展, 湿地景观格局变化较大, 随之未来也带给湿地水鸟巨大的生存危机。寻求景观格局与水鸟之间的动态响应关系, 逐渐成为当前地理学、生物学和生态学界人士共同研究的一个热点问题^[1]。通过景观格局特征变化分析生物对栖居环境选取, 前人已经多了较多的研究, 也取得了较好的成果^[2]。但是, 从景观格局水平出发, 借助数理统计的思路, 来探讨湿地水鸟与景观格局关系, 暂时还没有一个有效的方法^[3]。为此本文借用经济领域内应用相对较成熟的面板数据模型, 选取相应的景观指数和水鸟数据进行空间相关性探讨^[4], 为保护众多濒危水鸟, 乃至协调整个湿地生态系统, 提供可参考意见。

1 材料与方法

1.1 研究区及数据来源

米埔-后海湾湿地因为地点偏远和行政区划的敏感而避免了过度开发。无大量人为干扰的米埔, 几十年来一直是本区水鸟栖息的天堂, 拥有丰富的底栖动植物资源。以香港米埔湿地为例(如图 1), 通过数理模型来用定量的方法探讨水鸟对于栖息地景观格局变化的响应关系。同时也是其它珍稀濒危物种的重要栖息地, 经停地, 其生态环境保护的意义十分重大, 因此长期以来有关专家对此展开了长期的研究^[5]。

本文水鸟数据来源于香港米埔湿地内后海湾拉姆萨尔湿地水鸟普查计划月统计报告^[6]。该项水鸟数据选自 2000 年至今所有水鸟统计数据; 遥感影像数据选取 2000 年 2 月, 2005 年 3 月和 2009 年 4 月的 Landsat TM 及相应 QB 影像数据; 水鸟数据选取的是 2000 年 2 月, 2005 年 3 月, 2009 年



图 1 香港米埔湿地研究区
Fig.1 Mai Po Wetland Site in Hong Kong

收稿日期: 2016-07-05

修回日期: 2016-08-18

基金项目: 江苏省教育厅项目: 滩涂养殖高氮废水排放量估算及其对近海域富营养化影响研究(61421542002); 江苏省高校自然科学重点项目: 江苏沿海大规模围垦下潮滩沉积动力过程及生态修复研究(14KJA170006)

作者简介: 邹丽丽(1983-), 女, 博士, 讲师, 主要研究方向为湿地生态学、GIS 研究. E-mail: sysuzoulili@126.com

数字优先出版: 2016-09-13 <http://www.cnki.net>

4 月的米埔湿地水鸟统计月报数据。遥感影像 2~4 月遥感影像季节变化不大，地表覆被变化具备可比性，适宜做详细的水鸟对景观特征响应分析。

1.2 面板数据模型

利用面板数据建立模型主要有三个好处：首先由于观测值的增多，可以增加估计量的抽样精度。其次对于固定效应回归模型能得到参数的一致估计量，甚至有效估计^[7]。符合本文的需要，为此，本文选择面板数据模型量化水鸟与景观格局指数的关系。选取的水鸟采样数据与景观格局现状数据彼此对应，故在模型的影响形式上采用固定效应响应方式。

构建面板数据模型的第一步是确定模型的形式，可以通过协方差检验来分析，为此，确定两个假设条件：

假设 1：斜率在不同的横截面样本点上和时间上都相同，但截距不同。

假设 2：截距和斜率在不同的横截面样本点和时间上都相同。

如果不能拒绝假设 2，则选用混合回归模型，不需要进一步的检验。如果拒绝了假设 2，则可以判定模型是变系数或变截距中的一种，需要进一步检验假设 1，则应选变截距模型。如果拒绝了假设 1，则应选择变关系模型。

2 结果与分析

2.1 指标因子选取

香港米埔湿地一共分为 15 个区景观格局变化数据以及相应水鸟统计数据，作为构建面板数据模型的基础，根据水鸟与本研究区 15 个分区的景观格局指数的相关性，以及参考水鸟的生活习性和生理特征对湿地景观的依赖性^[8]，本文选取景观格局指数相关性低于 0.5，且与水鸟数量相关性高于 0.5 的 7 个景观指标构建面板数据模型。主要包括：总面积(TA)，总边缘长度(TE)，斑块数 (NP)，核心斑块面积比 (LPI)，斑块大小 (ACV)，景观形状指标 (SMD)，景观异质性指标 (EAM) 7 个景观格局指标。

所选指标既反映了斑块形状的不规则程度，形状指数的大小或形状的不规则程度等景观特征，这些景观特征不仅影响生物种的发育、扩展、收缩和迁移，同时也影响着物种分布、生产力水平，而且还影响着生物的扩散、动物的觅食以及物质能量的迁移与循环。具有较好的探讨价值。为了消除量纲数据模拟的影响，本文首先对数据进行标准化处理，再对模型进行估计。

2.2 模型设定

实施对这两个假设的检验可以用 F 统计量的计算方法。分别对三种情形的模型采用最小二乘法估计，可以得到三种情形的残差平方和。详见模型检验表 1。

表 1 F 统计量和 H 临界值表
Table 1 F statistics and H critical value

模型形式 Model	方差检验 S 值 S value of variance test	F_1 、 F_2 统计量 Statistics of F_1 and F_2	H_1 、 H_2 临界值 Critical values of H_1 and H_2
变系数模型	$S_1=0.88$	$F_1=0.4885$	$H_1=2.42436$
变截距模型	$S_2=0.91$	$F_2=0.63974$	$H_2=2.25865$
混合回归模型	$S_3=1.51$		

由于统计量 $F_2(0.63974) < H_2(2.25865)$ ，所以接受 H_2 ，检验结束。故应采用混合回归模型，在截距和系数都相同的情况下对水鸟与景观数据进行回归。

2.3 结果与检验

运用面板数据模型，考察了米埔湿地的景观格局分布的 7 个指标对米埔湿地的水鸟的影响及其作用机理和路径依赖，为水鸟在米埔湿地分布具有一定差异性提供了一定的规律。不变参数的面板数据模型如下表 2 所示。

表 2 混合面板数据模型参数及概率 P 值

变量因子 Variable	系数 Coefficient	T 统计量 T-statistics	P 值 Probabilities
C	0.021407	0.555482	0.0489
景观面积 (TA)	0.92038	11.88861	0.0000
边缘长度 (TE)	-0.937458	-9.686446	0.0000
斑块数量 (NP)	0.67498	7.682994	0.0000
最大斑块比 (LPA)	-0.210686	-4.083586	0.0001
斑块大小 (ACV)	0.044194	0.610872	0.0417
形状指数 (SMD)	0.1846	3.735029	0.0002
异质性指数 (EAM)	-0.23726	-4.337461	0.0000
R-squared	0.958592	Prob(F-statistic)	0.00000
Adjusted R-squared	0.951803	Durbin-Watson stat	2.008263
F-statistic	97.00356		

从模型检验结果来看,模型所有系数的显著性水平检验都低于 0.005,符合回归模型的检验要求,另外, R^2 为 0.958,基本上能够反映模型模拟水平较好,模型符合基本要求。从回归系数的权重看:总面积 (TA)、总边缘长度 (TE) 和斑块数 (NP) 是主要影响水鸟空间分布的数量的指标。其中影响最大的 TA,其次是 TE,最后是板块 NP。TA 反映的是水鸟活动空间的大小,TA 越大,水鸟越多,说明水鸟的活动空间是有一定的容纳能力,水鸟存在数量与空间大小成正比。TE 反映水鸟适宜区边缘长度的大小,研究区景观破碎化程度越高,水鸟数量越少,水鸟适宜生在在开阔的,认为干扰较少的区域。例如在 MPST 及 ST 两个区,都是人工养殖的鱼塘,水鸟的数量并不多。而在 DBA 的区域景观类型简单,水鸟数量较多。其余的最大板块面积比 (LPA) 及分维数指数也不同程度影响了水鸟的分布,主要表现为自然景观的大小和类型在不同程度上也吸引了水鸟的栖息。核心板块大小 (ACV)、形状指数 (SMD) 对于水鸟的影响不大。总之,景观面积,边缘长度及斑块数主要影响水鸟的空间分布,其次核心斑块面积比及形状指数略微影响水鸟对栖息地的选择。本文模型模拟结果较好,基本上综合反映了本区水鸟的空间分布特征,模拟结果基本符合水鸟现存状态,与前人研究的部分结论基本相符。

3 结论与讨论

利用面板数据模型模拟水鸟与景观格局指数变化的关系,最终确定的混合回归模型,各项检验结果也证明了模型的精确程度,较高,达到了较好的模拟结果。模型结果显示:总面积、总边缘长度及斑块数量对水鸟的影响最大,能最大程度的吸引本区内水鸟的栖息。水鸟对于景观类型丰富且景观内斑块面积较为宽广的区域栖息,主要原因是水鸟的各种生理特征和生活习性决定水鸟还是需要各种湿地景观的存在。但是对于擅长飞行,且本身活动范围广的水鸟来说,较大较为宽广的斑块大小也是影响水鸟生存和栖息的重要因素。

但由于采集的长时间序列的水鸟及其景观响应数据存在困难,本文仅以 3 期,历时 10 年数据为例,得到相关结果,在后续的研究中,加以搜集和补充。试图获得更多水鸟与景观环境的辩证关系,为今后水鸟的估计和水鸟的保护提供可参考的意见。

参考文献

- [1] 李秀珍,布仁仓,常禹,等.景观格局指标对不同景观格局的反应[J].生态学报,2004,24(1):123-134
- [2] 白军红,欧阳华,杨志锋,等.湿地景观格局变化研究进展[J].地理科学进展,2005,24(4):36-45
- [3] 葛振鸣,王天厚,周晓,等.上海崇明东滩堤内次生人工湿地鸟类冬春季生境选择的因子分析[J].动物学研究,2006,27(2):144-150
- [4] Baltagi BH, Li D. Prediction in the Panel Data Model with Spatial Correlation[J]. Advances in Spatial Science, 2004,1(2):283-295
- [5] Tung F, Roy PS. Landscape dynamics in the Mai Po Ramsar Wetland site[J]. Geoinformatics for Tropical Ecosystems, 2003:539-553
- [6] Carey GJ, Yu YT. Shorebird monitoring at the Mai Po inner deep bay ramsar site: Shorebird Monitoring Report 1999-2000[R]. Hong Kong:Hong Kong Bird Watching Society, 2000
- [7] Martínez Espiñeira R, Lantz V. Environmental Kuznets curves for bird abundance in Canada: an examination of alternative regression models using panel data[J]. Romanische Forschungen, 2010(1):111-113
- [8] Giusti M, Innocenti C, Canese S. Predicting suitable habitat for the gold coral *Savalia savaglia* (Bertoloni, 1819) (Cnidaria, Zoantharia) in the South Tyrrhenian Sea[J]. Continental Shelf Research, 2014,34(12):19-28