

白鹇种群分布与栖息地斑块特征的关系*

郑家文^{1,2} 丁平^{1**} 徐肖江¹ 夏贵荣¹

(¹ 浙江大学生命科学院, 杭州 310012; ² 山东理工大学资源与环境工程学院, 淄博 255049)

【摘要】 为了解白鹇 (*Lophura nycthemera*) 种群分布与栖息地斑块特征之间的关系, 于1998年9月至1999年8月在浙江省古田山自然保护区及其外围地区对白鹇种群进行调查. 通过羽迹法调查并估计斑块内局部种群数量, 分析斑块内植被及景观特征对斑块占有及种群相对密度大小影响. 结果表明, 斑块面积、总盖度、乔木层盖度和灌木层高度等对斑块内有白鹇出现影响显著, 斑块面积大、总盖度及乔木层盖度高、灌木层高度高, 斑块内白鹇出现率高, 斑块面积大则局部种群相对密度也大, 两者间呈极显著正线性相关.

关键词 白鹇 种群密度 栖息地斑块 古田山自然保护区

文章编号 1001-9332(2006)05-0951-03 **中图分类号** Q958.1, Q959.7 **文献标识码** A

Effects of habitat patch on *Lophura nycthemera* population. ZHENG Jiawen^{1,2}, DING Ping¹, XU Xiaojiang¹, XIA Guirong¹ (¹ College of Life Science, Zhejiang University, Hangzhou 310012, China; ² College of Resource and Environmental Engineering, Shandong University of Technology, Zibo 255049, China). -*Chin. J. Appl. Ecol.*, 2006, 17(5): 951 ~ 953.

To understand the relationships between the distribution of *Lophura nycthemera* population and the attributes of habitat patch, this paper investigated the population of *L. nycthemera* in the National Gutian Mountain Natural Reserve and its periphery area in Zhejiang Province from September 1998 to August 1999. The relative population density of *L. nycthemera* in each patch was determined by transect census with collecting molted feathers, and the effects of vegetation and landscape characteristics on the relative population density and patch occupancy were analyzed by statistic methods. The results showed that the occurrence of *L. nycthemera* was significantly affected by patch area, total cover, arbor cover, and shrub height. High frequency occurrence of *L. nycthemera* was observed in the patches with large area, dense total cover, dense arbor cover and high shrub height, and high relative population density was found in large size patches. There was a significant positive linear correlation between relative population density and patch area.

Key words *Lophura nycthemera*, Population density, Habitat patch, Gutian Mountain Nature Reserve.

1 引言

栖息地丧失、面积减少、斑块间片理化加剧引致斑块内或斑块间质量退化并严重威胁着现有生物种群生存^[1,5], 而栖息地丧失与片理化对野生动物影响广受关注^[7,15,16]. 白鹇 (*Lophura nycthemera*) 属国家Ⅱ级保护动物, 对其栖息地选择、食性和种群数量动态方面研究相继开展^[3,4,6,11,18], 而对其野外自然种群与栖息地丧失及片理化关系研究尚无报道. 本研究在了解浙江省古田山自然保护区及其外围白鹇栖息地斑块内局部相对种群数量差异基础上, 结合各栖息地斑块内植被及景观特征调查, 分析斑块特征与局部种群数量间关系, 旨在为该雉类提供更有效保护对策与措施.

2 研究地区与研究方法

2.1 自然概况

研究区位于浙江省开化县古田山自然保护区及其外围区域 (29°10'19.4" ~ 29°17'41.4"N, 118°03'49.7" ~ 118°11'12.2"E), 总面积为 108.9 km². 该地区温暖湿润, 四季分明,

雨水充沛, 年平均气温 15.3 °C, 年降雨量 1 963.7 mm, 属温暖湿润中亚热带季风气候; 植物种类丰富, 具有常绿阔叶林、常绿针阔混交林及人工针叶林等植被类型, 属亚热带常绿阔叶林植被区域^[2].

2.2 研究方法

2.2.1 栖息地斑块划分 为方便野外调查, 根据树种、地形和坡度, 在 1:10 000 植被图上将研究区域划分成面积不等的栖息地小区并编号; 携带小区图进行实地调查, 用海拔仪测各小区海拔, 用多功能指南针测定各小区的坡度和坡向; 在 3~5 个 10 m 半径 (0.03 hm²) 样块内取得植被类型的总盖度、乔木层盖度、灌木层盖度, 乔木层高度和灌木层高度等栖息地植被参数, 其中盖度、树高用目测法估测. 调查结束后, 把植被相同且没有物理或非栖息地生隔离的栖息地小区合并为一个栖息地斑块并编号, 得到白鹇栖息地斑块分布图 (图 1).

* 国家重点基础研究发展计划资助项目 (G2000046805).

** 通讯联系人. E-mail: Dingpzu@mail.hz.zj.cn

2005-06-29 收稿, 2006-02-27 接受.

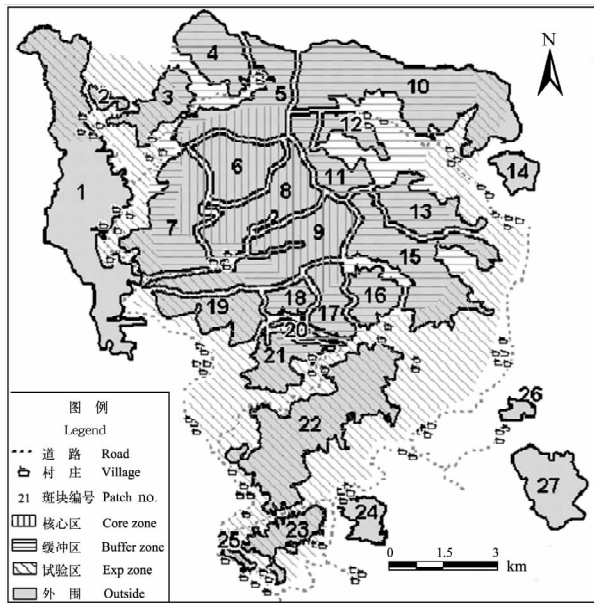


图1 研究区域与斑块系统
Fig.1 Study area and habitat patches system.

2.2.2 斑块内种群相对大小测定 1999年6~9月,以羽迹法对研究区域内栖息地斑块进行样线调查^[12].为平衡调查强度,样线总长尽可能与栖息地斑块周长相等.沿样线以2 km h⁻¹调查速度行走,样线宽度一般为10~20 m,每一条样线重复调查2次.斑块内相对种群密度为:

$$D = F_u / S = F_u / (W \times T) \quad (1)$$

式中, D 为相对种群密度(羽迹数/km²), $D > 0$ 表示在该栖息地斑块内有白鹇出现, $D = 0$ 表示未出现; F_u 为样线内羽迹总数(羽迹数); S 为样线面积(km²); W 为样线宽度(km); T 为样线长度(km).

2.2.3 景观连接度与干扰度指标计算 在缺少白鹇斑块间扩散信息的情况下,参照FRAGSTATS,斑块间的连接程度采用下式计算:

$$I_i = \log \left(\sum_{j=1}^n \sqrt{A_i A_j} / d_{ij} \right) \quad (j \neq i) \quad (2)$$

式中, I_i 为第*i*号斑块与其它所有斑块间的景观连接度指数($I_i \geq 0$,且 I_i 越小表示斑块间的连接度越小, $I_i = 0$ 时表示该斑块与其它斑块已完全隔离), A_j 为第*j*号斑块的面积(km²), d_{ij} 为第*i*号与第*j*号斑块边界之间的最短距离(km).

干扰度衡量人类活动对白鹇栖息环的影响程度,其公式为:

$$D_i = P_i \sum_{j=1}^n R_j / d_{ij} + \sum_{s=1}^m C_s / d_{is} \quad (3)$$

式中, D_i 为*i*号斑块的干扰度($D_i > 0$), P_i 为*i*号斑块中人类活动强度(其中核心区为1,近缓冲期为2,远缓冲期为3,试验区为4,保护区外围为5), R_j 为与*i*号斑块相邻的*j*号村庄的干扰程度(其中1~10户为1,11~50户为2,51~100户为3,100~300户为4,300户以上为5), d_{ij} 为*j*号村庄与*i*号斑块中心之间的距离(km), C_s 为与*i*号斑块相邻的*s*号公路的干扰程度(村级公路为1,村级公路通采石场为2,镇级公路车流量少为3,镇级公路车流量多为4,县级公路为5), d_{is} 为*s*号公路与*i*号斑块中心之间的距离(km), n 和 m 分别为研究区内村庄总数和公路总数.

2.3 数据处理

利用地理信息系统(GIS)软件Arc/Info的空间分析功能和内置脚本编程,根据上述公式自行编程计算斑块的连接度与干扰度.斑块特征变量与斑块占有情况以及与局部种群相对密度大小的统计分析均在Statistica软件环境下完成.

3 结果与分析

3.1 斑块总体特征

共调查了27个斑块,平均斑块面积为2.21 km²,其中面积最大的1号斑块7.75 km²,最小的25号斑块仅0.15 km².各斑块间平均直线隔离90.8 m,其中26与27号斑块隔离最大达635.7 m.斑块内都有良好的植被覆盖,乔木层盖度>60%,植被总盖度>80%.斑块平均海拔为560.7 m,平均坡度为0.31(表1).在所有斑块中有19(70%)个斑块内有白鹇出现,而2、3、4、12、16、20、21及25号等8个斑块未出现白鹇.

表1 斑块特征变量
Table 1 Patch characteristic variables

斑块特征 Patch characteristic	代码 Code	平均值±标准误 Mean±SE	值域 Range
总盖度 Total cover (%)	TC	93.63±0.99	80.00~98.00
乔木层盖度 Arbor cover (%)	AC	85.59±1.67	60.00~95.00
灌木层盖度 Shrub cover (%)	SC	26.48±1.88	5.00~40.00
乔木层高度 Arbor height (m)	AH	10.67±0.75	4.00~18.00
灌木层高度 Shrub height (m)	SH	1.43±0.12	0.50~3.00
植被类型 Vegetation type	VT	-	VT ₁ , VT ₂ , VT ₃
斑块面积 Patch area (km ²)	PA	2.21±0.38	0.15~7.75
海拔 Elevation (m)	PE	560.70±37.94	196.10~931.98
坡度 Slope (°)	PS	0.31±0.02	0.03~0.49
连接度 Connectivity index	PI	3.56±0.26	0.27~5.01
干扰度 Disturbance index	PD	40.83±5.89	9.40~126.32
相对保护区位置 Relative location	PS	-	PS ₁ , PS ₂ , PS ₃ , PS ₄

VT₁:阔叶林 Broadleaf forest; VT₂:针阔混交林 Coniferous and broadleaf mixed forest; VT₃:针叶林 Coniferous forest. PS₁:核心区 Core zone; PS₂:缓冲区 Buffer zone; PS₃:试验区 Experimental zone; PS₄:外围 Outside.下同 The same below.

3.2 植被特征对白鹇的影响

对有白鹇出现的栖息地斑块植被特征进行多因子主成分分析发现(表2),前2个主成分已包含了大部分的信息,累计贡献率达85.38%.第1主成分对总信息贡献率就高达73.21%,且与总盖度、主要植被类型、乔木层盖度和乔木层高度显著相关,主要反映各栖息地斑块植被的生态外貌特征.第2主成分对应特征值为0.73,其对总信息贡献率为12.17%,主要反映灌木层特征.另一方面,用*t*检验(植被类型用χ²检验)比较出现与未出现白鹇的斑块内植被特征差异,得到总盖度($P=0.003$)、乔木层盖度($P=0.008$)和灌木层高度($P=0.005$)存在极显著差异.因此,白鹇对栖息地植

被因素选择主要依据植被生态外貌特征和灌木层高度。

表 2 有白鹇出现的栖息地斑块植被特征主成分分析相关矩阵
Table 2 Principal-component analysis of correlation matrix of habitat vegetation traits measured in occupied patches

变量 Variable	第 1 主成分 PC1	第 2 主成分 PC2
TC	-0.9285	-0.0723
AC	-0.9033	0.2351
SC	0.7040	-0.6546
AH	-0.8634	-0.0622
SH	-0.7858	-0.4277
VT	-0.9251	-0.2338
特征值 Eigenvalue	4.3925	0.7305
累计贡献率 Cumulative variance (%)	73.2087	85.3834

PC: Principal component.

3.3 斑块面积效应

有白鹇出现的栖息地斑块面积平均为 2.74 km², 而未有白鹇出现的斑块平均面积为 0.94 km²; *t* 检验表明有白鹇与未有白鹇出现的斑块面积存在显著差异 ($P < 0.05$)。进一步分析发现, 有白鹇出现的栖息地斑块面积与局部种群大小之间存在极显著的正线性相关 (图 2), 随着栖息地斑块面积扩大, 相对种群密度具有明显的增加趋势。

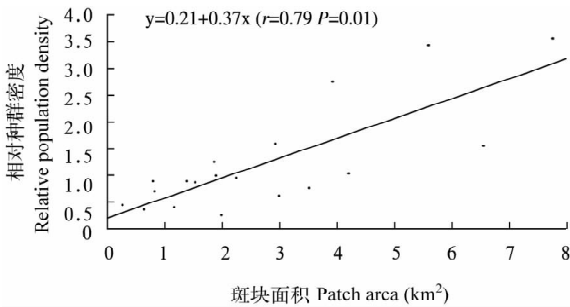


图 2 斑块面积与白鹇相对种群密度的关系

Fig. 2 Linear regression between patch area and relative population density.

3.4 其它斑块特征影响

t 检验 (相对保护区位置用 χ^2 检验) 表明, 斑块的地形特征、连接度、干扰度及斑块所处位置对白鹇出现的均无显著影响, 且斑块特征与有白鹇出现的栖息地斑块内局部种群大小无显著相关关系。

4 讨 论

岛屿生物地理学理论认为, 水域中岛屿及陆域上生境斑块内物种多样性与岛屿面积存在一定关系, 即岛屿面积大则栖息物种多, 这种关系通过物种灭绝与迁入动态维持在相对平衡的水平^[13, 17]。近年来, 集合种群理论与经验研究揭示, 如果单个物种栖息于斑块化的多个相邻生境斑块中, 那么栖息地斑块内局部种群灭绝与重建对整个物种种群存续非常重要^[5, 7, 8, 10]。集合种群理论还认为, 栖息地斑块内局部种群灭绝与重建不仅仅与岛屿生物地理学理论所强调的斑块面积有关, 还与各栖息地斑块间的隔离程度及影响栖息地质量的诸多因子有关^[7, 9, 14]。本研究表明, 破碎化栖息地斑块面积大则白鹇在其间出现的机率高, 维持局部种群也较大。斑块植被特征对白鹇出现的栖息地斑块选择及局部种群

密度均产生不同程度的影响。这在一定程度上支持了经典岛屿生物地理学与集合种群理论中关于斑块特征影响物种种群的一些观点。

因此, 要保护白鹇自然种群, 需要保护好森林植被, 防止其栖息地破坏, 避免造成栖息地丧失与片理化, 从而维持大栖息地斑块内较高的局部种群密度, 减少局部种群灭绝率。

参考文献

- Andrew S, Gunnar JB, Gordon L. 2000. Habitat loss: Ecological, evolutionary and genetic consequences. *Trends Ecol Evol*, **15** (4): 132 ~ 134
- China Vegetation Editorial Committee (中国植被编辑委员会). 1980. The Vegetation of China. Beijing Science Press. 823 ~ 836 (in Chinese)
- Ding P (丁平), Jiang S-R (姜仕仁), Shi B-S (石斌山), et al. 1993. Basic research ecology of silver pheasant in mountainous area in west Zhejiang. *Chin J Zool* (动物学杂志), **27** (3): 20 ~ 23 (in Chinese)
- Ding P (丁平), Zhuge Y (诸葛阳). 1989. The ecology of rare pheasants in the western areas of Zhejiang Province. *J Hangzhou Univ* (Sci Ed) (杭州大学学报·自然科学版), **16** (3): 302 ~ 309 (in Chinese)
- Ferreras P. 2001. Landscape structure and asymmetrical inter-patch connectivity in a metapopulation of the endangered Iberian lynx. *Biol Conserv*, **100** (1): 125 ~ 136
- Gao Y-R (高育仁). 1996. The season activity and aggregating behavior of the silver pheasant in Dinghushan Biosphere Reserve. *Acta Zool Sin* (动物学报), **42** (supp.): 74 ~ 79 (in Chinese)
- Gyllenberg M, Hanski I. 1997. Habitat deterioration, habitat destruction, and metapopulation persistence in a heterogenous landscape. *Theor Popul Biol*, **52** (3): 198 ~ 215
- Hanski I, Simberloff D. 1997. The metapopulation approach, its history, conceptual domain, and application to conservation. In: Hanski I, eds. *Metapopulation Biology, Ecology, Genetics, and Evolution*. San Diego: Academic Press. 5 ~ 26
- Hanski I. 1999. *Metapopulation Ecology*. Oxford: Oxford University Press. 27 ~ 37
- Levins R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. *Bull Ent Soc Am*, **15**: 237 ~ 240
- Li B-H (李炳华), Chen B-H (陈壁辉). 1984. Basic field surveys for geographic distribution and ecology on silver pheasant in Southern Anhui. *Chin J Zool* (动物学杂志), **16** (4): 15 ~ 18 (in Chinese)
- Lu X, Zheng GM. 2001. Habitat selection and use by hybrid white and Tibetan eared pheasants in eastern Tibet during the post-incubation period. *Can J Zool*, **79** (2): 319 ~ 324
- MacArthur RH, Wilson EO. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, **17** (4): 373 ~ 387
- Moilanen A. 1998. Patch occupancy models of metapopulation dynamics: Efficient parameter estimation using implicit statistical inference. *Ecology*, **80** (3): 1031 ~ 1043
- Ney-nifle M, Mangel M. 1999. Habitat loss and changes in the species-area relationship. *Conserv Biol*, **14** (3): 893 ~ 898
- Wilcove DS, Robinson SK. 1990. The impact of forest fragmentation on bird communities in eastern North America. In: Keast A, ed. *Biogeography and Ecology of Forest Bird Communities*. Hague, Netherlands: SPB Academic Publishing. 319 ~ 331
- Williamson M. 1989. The MacArthur and Wilson theory today: True but trivial. *J Biogeogr*, **16**: 3 ~ 4
- Xiong Z-B (熊志斌), Tan C-J (谭成江), Yu D-L (余登利), et al. 2002. Population size and population countermeasures of silver pheasant in Maolan National Nature Reserve, Guizhou Province. *Sichuan J Zool* (四川动物), **21** (4): 244 ~ 247 (in Chinese)

作者简介 郑家文, 男, 1970 年生, 博士研究生, 副教授。主要从事生物保护、景观生态及 3S 技术研究, 发表论文 4 篇。Tel: 0533-2781387, E-mail: zbzjw@sdu.edu.cn

责任编辑 刘丽娟

