

# 生境因子对海南五指山白鹇和红原鸡分布的影响

尹为治<sup>①</sup> 李佳灵<sup>①②\*</sup> 刘辉<sup>③</sup> 王友强<sup>①</sup> 方正<sup>①</sup> 饶晓东<sup>③</sup>

① 海南热带雨林国家公园管理局五指山分局 五指山 572299; ② 海南大学生态与环境学院 海口 570228;

③ 海南大学林学院 海口 570228

**摘要:** 为了解白鹇 (*Lophura nycthemera whiteheadi*) 亚种与红原鸡 (*Gallus gallus jabouillei*) 亚种的生境选择。利用 2018 年 9 月至 2020 年 9 月在海南热带雨林国家公园五指山片区东北部获得的红外相机数据, 分析生境因子对同域分布的白鹇和红原鸡分布的影响。结果显示, 白鹇偏好低地雨林和山地雨林, 红原鸡偏好次生林和低地雨林; 白鹇分布的海拔、坡向较均匀; 红原鸡分布海拔呈单峰, 旱季分布海拔峰值 575.8 m, 雨季分布海拔峰值 497.7 m, 偏好阳坡; 白鹇坡度选择呈双峰型, 旱季其选择坡度峰值为 19.7°和 34.5°, 雨季峰值为 20.1°和 34.3°; 红原鸡旱季选择坡度呈单峰, 峰值 35.7°, 雨季呈双峰, 峰值 12.5°和 35.1°; 白鹇和红原鸡二者温度选择均呈单峰型, 旱季二者峰值均为 20.3 °C, 雨季白鹇峰值为 22.2 °C, 红原鸡峰值为 26.1 °C。两物种海拔的生态位重叠度最低, 旱季和雨季, 二者海拔因子上的生态位重叠度分别为 0.375 1 和 0.353 2, 温度和坡向的生态位重叠度较高。本研究结果表明, 白鹇的环境适应性优于红原鸡, 二者主要通过对海拔的选择来实现生态位分化, 其他环境因子中也存在不同程度的分化特征。

**关键词:** 五指山片区; 白鹇 *whiteheadi* 亚种; 红原鸡 *jabouillei* 亚种; 生境因子

中图分类号: Q958.1 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2022) 04-544-10

## Effects of Habitat Factors on the Distribution of Silver Pheasant and Red Junglefowl in Wuzhishan of Hainan Province

YIN Wei-Zhi<sup>①</sup> LI Jia-Ling<sup>①②\*</sup> LIU Hui<sup>③</sup> WANG You-Qiang<sup>①</sup>  
Fang Zheng<sup>①</sup> RAO Xiao-Dong<sup>③</sup>

① Wuzhishan Division of Hainan Tropical Rainforest National Park Bureau, Wuzhishan 572299;

② College of Ecology and Environment, Hainan University, Haikou 570228;

③ College of Forestry, Hainan University, Haikou 570228, China

**Abstract: [Objectives]** The Silver Pheasant (*Lophura nycthemera whiteheadi*) and Red Junglefowl (*Gallus*

**基金项目** 海南省自然科学基金项目 (No. 320RC506), 2021 年生态保护与恢复——动物多样性监测项目;

\* 通讯作者, E-mail: 270393033@qq.com;

**第一作者介绍** 尹为治, 男, 林业工程师; 研究方向: 生态学; E-mail: 276171494@qq.com。

收稿日期: 2021-08-10, 修回日期: 2022-04-06 DOI: 10.13859/j.cjz.202204007

*gallus jabouillei*) are two Galliformes birds distributed in the Wuzhishan of Hainan Province. The present study aims to reveal the effects of habitat factors on the distribution of these two sympatric birds. **[Methods]** We set up 50 infrared cameras and obtained data from September 2018 to September 2020 in the northeast of Wuzhishan of Hainan Tropical Rainforest National Park (see Fig. 1). The chi-square goodness of fit test was used to analyze the influence of the number of infrared camera monitoring points on the observation value, Mann-Whitney  $U$  test was used to analyze the differences in resource utilization between species and within different seasons, and Friedman test was used to analyze the difference of vegetation resource utilization among species. Niche breadth and niche overlap were calculated using "shannon" and "morisita" of the Spaa package in R 4.1.1. **[Results]** The results showed that there were significant differences in the utilization of various types of vegetation resources between two species in different seasons ( $\chi^2 = 76.324$ ,  $df = 4$ ,  $P < 0.05$ ). The Silver Pheasant preferred tropical lowland rainforest and tropical montane rainforest, while the Red Junglefowl preferred secondary forest and tropical lowland rainforest (Table 1). There were significant differences in altitude distribution between the two species in dry season ( $U = 11\ 507.00$ ,  $Z = -4.588$ ,  $P < 0.05$ ) and rainy season ( $U = 15\ 199.00$ ,  $Z = -7.739$ ,  $P < 0.05$ ). The Red Junglefowl had a single peak altitude distribution, with a peak of 575.8 m in the dry season and 497.7 m in the rainy season and preferred sunny slopes (Fig. 2). In dry season, the slope distribution of the two species was significantly different ( $U = 12\ 414.00$ ,  $Z = -3.743$ ,  $P < 0.05$ ). There was no significant difference in slope distribution between the two species in rainy season ( $U = 26\ 030.00$ ,  $Z = -0.556$ ,  $P > 0.05$ ). The peak slopes of the Silver Pheasant were 19.7° and 34.5° in the dry season, and the peaks slopes were 20.1° and 34.3° in the rainy season. As to the Red Junglefowl, there was a single peak in the dry season of 35.7°, with double peaks in the rainy season of 12.5° and 35.0° (Fig. 4). During dry season, there was no significant difference in the aspect distribution of the two species ( $U = 15\ 678.50$ ,  $Z = -0.688$ ,  $P > 0.05$ ). In the rainy season, the aspect distribution of the two species was significantly different ( $U = 22\ 060.00$ ,  $Z = -3.296$ ,  $P < 0.05$ ), the Silver Pheasant was evenly distributed in the slope direction, and the Red Junglefowl mainly moved on the sunny slope (Fig. 5). There was significant difference in temperature selection of the two species in dry season ( $U = 12\ 088.00$ ,  $Z = -4.042$ ,  $P < 0.05$ ) and rainy season ( $U = 19\ 478.50$ ,  $Z = -4.900$ ,  $P < 0.05$ ). The temperature selections of the two species were both unimodal, with peaks both at 20.3 °C in dry season, and 22.2 °C of Silver Pheasant, 26.1 °C of Red Junglefowl in rainy season (Fig. 3). The niche overlap of the two species at altitude was the lowest (0.375 in the dry season and 0.353 in the rainy season), and being higher in temperature and slope (Table 2). **[Conclusion]** Our results indicated that the environmental adaptability of Silver Pheasant being better than that of Red Junglefowl. Niche differentiation of Silver Pheasant and Red Junglefowl can be realized mainly through the choice of altitude. There are also different degrees of differentiation characteristics in other environmental factors.

**Key words:** Wuzhishan District of Hainan Tropical Rainforest National Park; Silver Pheasant *Lophura nycthemera whiteheadi*; Red Junglefowl *Gallus gallus jabouillei*; Habitat factors

生境分化是同域分布动物最为普遍和重要的生态位分化形式 (Schoener 1974), 同域分布的鸡形目物种生境选择具有差异, 而同一物种

的生境利用也存在季节变化 (徐雨等 2017)。同属于鸡形目 (Galliformes) 雉科 (Phasianidae) 的白鹇 (*Lophura nycthemera whiteheadi*) 亚种

与红原鸡 (*Gallus gallus*) *jabouillei* 亚种在海南热带雨林国家公园五指山片区同域分布。目前,对白鹇生态位特征研究较丰富(陈俊豪等 2009, 刘鹏等 2012, 晏鸣霄等 2021), 高育仁等(1995)对白鹇 *whiteheadi* 亚种的生活习性、繁殖习性、日活动节律及种群动态等方面开展研究。关于红原鸡的生态位特征研究, 如袁玲等(2009a)对海南大田保护区红原鸡夜栖地利用进行研究, 袁玲等(2009b)对海南大田保护区红原鸡 *jabouillei* 亚种巢址特征研究, Nishida 等(2000)对泰国、老挝和越南的红原鸡亚种 *gallus*、*spadiceus* 和 *jabouillei* 进行生态学研究。余辰星等(2011)对桂西南喀斯特地区白鹇、红原鸡及其他 5 种雉类, 开展植被类型和坡位等的生态位特征研究。王方等(2020)在云南省新平县哀牢山南段对白鹇和红原鸡的活动节律开展研究。

白鹇在我国分布有 9 个亚种(郑作新等 1978, 谭耀匡等 1981, 郑光美 2017), *whiteheadi* 亚种是我国特有的白鹇海岛亚种, 主要栖息于海拔 200 ~ 1 200 m 范围的山地雨林、沟谷雨林和山地常绿林、热带季雨林以及人工林等生境(高育仁等 1995)。红原鸡在我国分布有 2 个亚种, 栖息于海拔 1 850 m 以下的热带及南亚热带地区的雨林、季节性雨林、针阔混交林、次生常绿阔叶林、稀树灌丛草地和经济作物区及农耕地边缘等生境中(杨岚 2000, 郑光美 2017)。

Lack(1933)发现, 鸟类通过识别特定的生境因子而主动选择生活环境。因此掌握生境因子对鸟类分布的影响, 有助于优化保护措施。虽然前人已对白鹇(高育仁等 1995, 陈俊豪等 2009, 刘鹏等 2012)和红原鸡(Nishida et al. 2000, 袁玲等 2009a)生境选择进行研究, 然而不同研究区域和物种, 必定存在生境选择的差异。本研究旨在揭示生境因子对海南热带雨林国家公园五指山片区的白鹇 *whiteheadi* 亚种与红原鸡 *jabouillei* 亚种的影响。利用 2018 年 9 月至 2020 年 9 月在海南五指山腹地系统性架设红外相机所获数据, 分析五指山片区白鹇

*whiteheadi* 亚种和红原鸡 *jabouillei* 亚种在不同季节对不同生境的选择, 以探讨二者生态位分化规律, 为制定有效保护和科学管理方案提供参考。

## 1 研究方法

### 1.1 研究区域概况

海南热带雨林国家公园五指山片区(以下简称“五指山片区”)总面积 529.3 km<sup>2</sup>(109°23'47" ~ 109°47'08" N, 18°42'35" ~ 18°59'00" E)。本研究区域主要在五指山片区东北部(18°48'59" ~ 18°59'07" N, 109°32'03" ~ 109°43'19" E), 属热带季风气候, 年平均气温为 20.5 ~ 22 °C, 5 至 10 月为雨季, 11 月至次年 4 月为旱季, 年降雨量为 2 307.9 ~ 2 488.3 mm, 海拔为 250 ~ 1 867 m(符国瑗等 1995), 全年日照时数 1 700 ~ 1 900 h(孙玉军等 1999)。主要植被类型为低地雨林、山地雨林、热带亚高山矮林、热带山顶灌丛及次生林(杨小波等 1994)。

### 1.2 数据收集

自 2018 年 2 月开始, 利用 ArcGIS 10 将研究区域划分为 132 个 1 km × 1 km 网格, 结合野外观察经验, 选取其中 50 个网格布设 50 台红外相机(易安卫士 L710-940), 根据实际情况调整监测位置点, 并记录海拔、坐标及植被类型等生境信息。本研究利用 2018 年 9 月至 2020 年 9 月红外相机所获得照片数据进行分析。下载地理空间数据云([www.gscloud.cn](http://www.gscloud.cn))的 ASTER GDEM 30M 分辨率高程数据, 利用 ArcGIS 10 软件分析红外相机监测点的坡度和坡向等生境区域数据, 研究区域红外相机监测点分布见图 1。

### 1.3 数据分析

**1.3.1 资源等级** 将单一监测点 30 min 内拍摄的同一种照片记为 1 张独立有效照片, 获得白鹇和红原鸡独立有效照片数分别为 669 张和 255 张。为便于量化分析, 依据实际情况将植被、海拔、坡度、坡向和温度等生境因子进行分组。

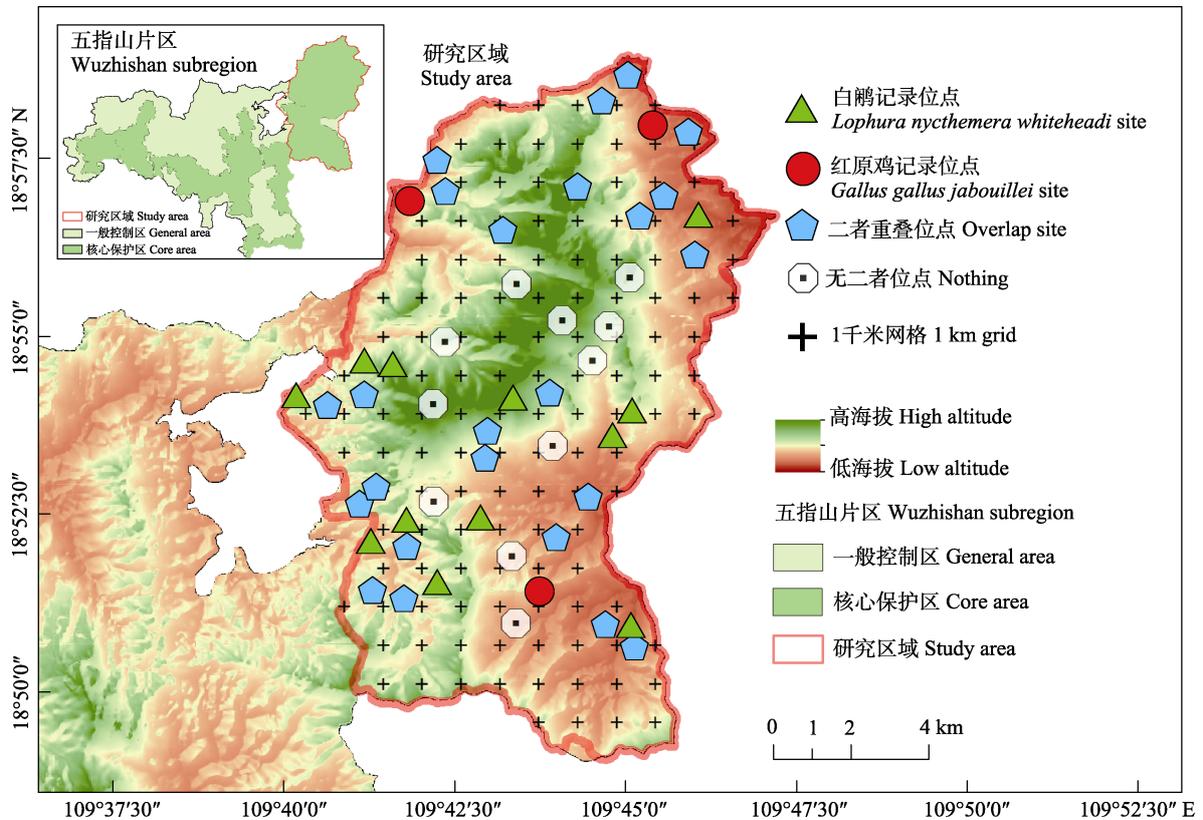


图1 研究区域红外相机监测点分布图

Fig. 1 Distribution of monitoring points in the study area monitoring points in the study area

植被类型：分为人工林、次生林、热带低地雨林、热带山地雨林和热带亚高山矮林。

海拔：读取红外相机安装时的 GPS 显示值，安装范围在海拔 300 ~ 1 600 m 之间。

坡向与坡度：利用 30 m 分辨率高程数据及 ArcGIS 软件，依据 ArcGIS 对高程数据处理的结果，将监测点区域坡向分为阴坡（1 ~ 45, 316 ~ 360）、半阴坡（46 ~ 90, 271 ~ 315）、半阳坡（91 ~ 135, 226 ~ 270）和阳坡（136 ~ 180, 181 ~ 225）；实际安装红外相机位置的坡度值范围在 0° ~ 40° 之间。

温度：利用红外相机的温度监测功能，在每张独立有效照片上读取温度值，温度范围在 6 ~ 35 °C 之间。

季节：每年 5 月至 10 月为雨季，11 月至次年 4 月为旱季。

**1.3.2 生态位测度** 以一个实际观测值中的白鹇与红原鸡的独立有效照片数量为一个组，如一个海拔值（或坡度值、温度值、植被类型及坡向的赋值）中白鹇与红原鸡独立有效照片数量为一组，采用 R 语言的 spaa 程序包的“shannon”公式和“morisita”公式分别计算生态位宽度和生态位重叠度。

**1.3.3 分析方法** 用 SPSS 22 软件及 R 4.1.1 软件的 ggplot2 程序包制作相关分析图，用卡方拟合优度检验，判断各生境因子的独立有效照片数与相应生境因子的红外相机监测点数是否相关。用 Mann-Whitney U 检验分析种间及种内不同季节各资源利用的差异性。

## 2 结果

经卡方拟合优度检验，仅旱季时，红原鸡

对植被类型的选择与红外相机监测点数相关 ( $\chi^2 = 5.585, df = 3, P > 0.05$ )。其他各生境因子中独立有效照片数与相应生境因子监测点数均无关联。

### 2.1 植被类型

白鹇对人工林、次生林、热带低地雨林、热带山地雨林和热带亚高山矮林 5 种类型植被均有利用, 红原鸡则利用除亚高山矮林之外的其他 4 种类型植被 (表 1)。旱季白鹇主要利用低地雨林, 独立有效照片数占比为 52.29%, 山地雨林仅占比 16.99%。雨季白鹇主要向山地雨林扩散, 此时低地雨林与山地雨林独立有效照片占比分别为 36.91% 和 43.53%。旱季红原鸡主要分布在低地雨林 (47.66%), 而到雨季时, 红原鸡向次生林扩散, 此时次生林独立有效照片占比 62.84%。

经 Friedman 检验, 白鹇和红原鸡在不同季节中, 对各类型植被资源的利用均差异显著 ( $\chi^2 = 76.324, df = 4, P < 0.05$ )。白鹇主要分布在山

地雨林和低地雨林, 红原鸡主要分布在次生林和低地雨林。白鹇不同季节对各类型植被资源利用的差异不显著 ( $U = 55\ 528.00, Z = -0.005, P > 0.05$ )。雨季时, 白鹇与红原鸡对各植被类型资源利用的差异显著 ( $U = 11\ 382.50, Z = -10.781, P < 0.05$ )。因旱季红原鸡分布受监测点数影响较大, 不作分析。

### 2.2 海拔

白鹇分布于海拔 ( $859 \pm 370$ ) m, 红原鸡于海拔 ( $622 \pm 210$ ) m。白鹇旱季和雨季海拔分布差异不显著, 旱季 ( $840 \pm 393$ ) m, 雨季 ( $875 \pm 348$ ) m,  $U = 52\ 162.00, Z = -1.360, P > 0.05$ 。红原鸡雨季海拔分布较旱季更低, 且差异显著, 旱季 ( $639 \pm 218$ ) m, 雨季 ( $609 \pm 204$ ) m,  $U = 6\ 524.50, Z = -2.428, P < 0.05$ 。旱、雨季白鹇与红原鸡海拔分布差异均显著, 旱季  $U = 11\ 507.00, Z = -4.588, P < 0.05$ , 雨季  $U = 15\ 199.00, Z = -7.739, P < 0.05$ 。白鹇无论旱季、雨季, 在各个海拔梯度分布均匀 (图 2)。红原鸡在旱季

表 1 白鹇与红原鸡在不同季节对植被类型的利用情况

Table 1 Utilization of vegetation types of Silver Pheasant and Red Junglefowl in different seasons

| 植被类型<br>Vegetation types               | 白鹇 <i>Lophura nycthemera whiteheadi</i>          |                       |  |                       | 红原鸡 <i>Gallus gallus jabouillei</i>              |                       |  |                       |
|--|--|-----------------------|--|-----------------------|--|-----------------------|--|-----------------------|
|  | 旱季 Dry season                                    |                       | 雨季 Rainy season                                  |                       | 旱季 Dry season                                    |                       | 雨季 Rainy season                                  |                       |
|  | 独立有效照片数<br>Number of independent effective photo | 百分比<br>Percentage (%) | 独立有效照片数<br>Number of independent effective photo | 百分比<br>Percentage (%) | 独立有效照片数<br>Number of independent effective photo | 百分比<br>Percentage (%) | 独立有效照片数<br>Number of independent effective photo | 百分比<br>Percentage (%) |
| 人工林<br>Planted forest                  | 27   | 8.82                  | 12   | 3.31                  | 20   | 18.69                 | 3  | 2.03                  |
| 次生林<br>Secondary forest                | 24   | 7.84                  | 55   | 15.15                 | 27   | 25.23                 | 93   | 62.84                 |
| 热带低地雨林<br>Tropical lowland rain forest | 160  | 52.29                 | 134  | 36.91                 | 51   | 47.66                 | 40   | 27.03                 |
| 热带山地雨林<br>Tropical montane rain forest | 52   | 16.99                 | 158  | 43.53                 | 9  | 8.41                  | 12   | 8.11                  |
| 热带亚高山矮林<br>Tropical sub-alpine forest  | 43   | 14.05                 | 4  | 1.10                  | 0  | 0.00                  | 0  | 0.00                  |
| 总计 Total                               | 306  | 100.00                | 363  | 100.00                | 107  | 100.00                | 148  | 100.00                |

时, 主要在海拔 575.8 m 附近的区域形成分布高峰, 而雨季, 主要集中在海拔 497.7 m 附近。

### 2.3 温度

温度随季节而变化, 所以仅比较相同季节白鹇与红原鸡的温度选择差异。白鹇活动的温度范围在  $(21.63 \pm 4.03)^\circ\text{C}$ , 红原鸡活动的温度范围在  $(23.54 \pm 4.14)^\circ\text{C}$ 。旱季时, 白鹇与红原鸡的温度选择分别为  $(19.40 \pm 4.04)^\circ\text{C}$  和  $(21.36 \pm 4.06)^\circ\text{C}$ , 差异显著,  $U = 12\ 088.00$ ,  $Z = -4.042$ ,  $P < 0.05$ 。雨季时, 二者温度选择分别为  $(23.51 \pm 2.90)^\circ\text{C}$  和  $(25.11 \pm 3.41)^\circ\text{C}$ , 差异同样显著,  $U = 19\ 478.50$ ,  $Z = -4.900$ ,  $P < 0.05$ 。根据旱季和雨季白鹇与红原鸡在不同温度时的分布密度 (图 3), 旱季时, 白鹇和红原鸡均在  $20.3^\circ\text{C}$  左右达到活动高峰, 但白鹇在

$14.4^\circ\text{C}$  存在一个小高峰。雨季时, 白鹇的活动高峰在  $22.2^\circ\text{C}$ , 红原鸡的活动高峰在  $26.1^\circ\text{C}$ 。

### 2.4 坡度

白鹇坡度分布范围为  $(18.64 \pm 7.86)^\circ$ , 红原鸡坡度分布范围为  $(16.47 \pm 5.17)^\circ$ 。白鹇旱季和雨季坡度选择分别为  $(19.46 \pm 8.68)^\circ$  和  $(17.95 \pm 7.03)^\circ$ , 差异显著,  $U = 50\ 621.00$ ,  $Z = -1.992$ ,  $P < 0.05$ 。红原鸡旱季和雨季坡度选择分别为  $(15.43 \pm 5.98)^\circ$  和  $(17.22 \pm 4.36)^\circ$ , 差异显著,  $U = 6\ 380.50$ ,  $Z = -2.687$ ,  $P < 0.05$ 。旱季时, 白鹇与红原鸡坡度分布差异显著 ( $U = 12\ 414.00$ ,  $Z = -3.743$ ,  $P < 0.05$ ), 雨季时, 二者坡度分布差异不显著 ( $U = 26\ 030.00$ ,  $Z = -0.556$ ,  $P > 0.05$ )。根据分布密度 (图 4), 白鹇旱季在坡度  $19.7^\circ$  和  $34.5^\circ$  左右呈现双高峰,

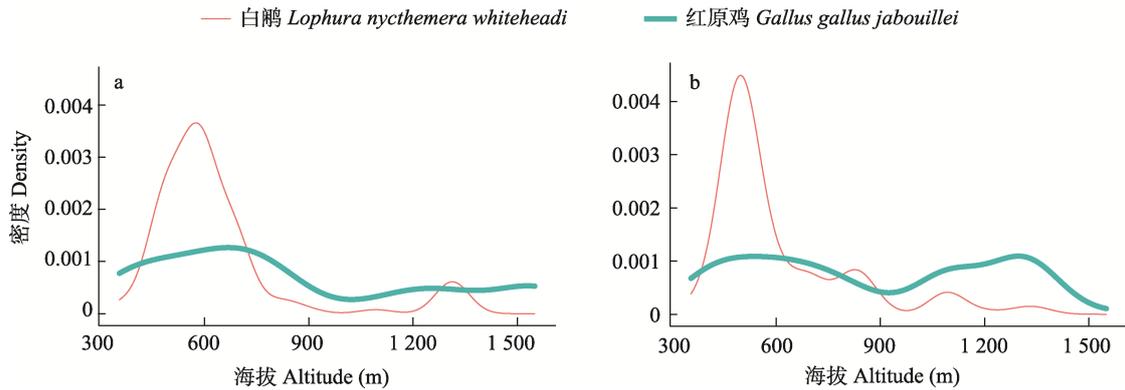


图 2 白鹇与红原鸡旱季 (a) 和雨季 (b) 海拔分布情况

Fig. 2 Altitude distribution of Silver Pheasant and Red Junglefowl in dry season (a) and rainy season (b)

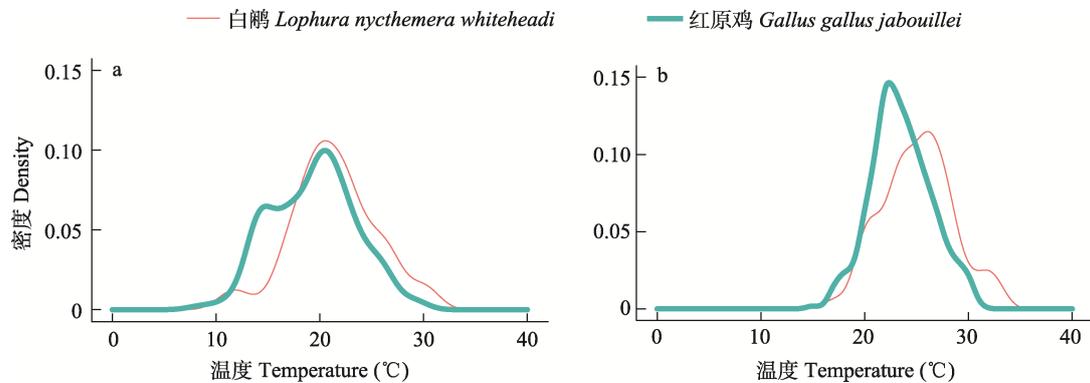


图 3 白鹇与红原鸡旱季 (a) 和雨季 (b) 温度利用情况

Fig. 3 Temperature utilization of Silver Pheasant and Red Junglefowl in dry season (a) and rainy season (b)

但旱季坡度 19.7°分布密度更大, 雨季在 20.1°和 34.3°左右呈现双高峰。红原鸡旱季时, 坡度分布上较均匀, 仅在坡度 35.7°中出现较大分布密度。雨季时, 分布高峰出现在 12.5°和 35.1°。

### 2.5 坡向

分布密度表明(图 5), 白鹇在各坡向上分布较平均, 各坡向独立有效照片百分比分别为, 阴坡 21.68%, 半阴坡 30.64%, 阳坡 20.03%, 半阳坡 27.65%。红原鸡主要多在阳坡活动, 各坡向独立有效照片百分比为, 阴坡 25.49%, 半阴坡 21.18%, 半阳坡 5.49%, 阳坡 47.84%。白鹇在不同季节坡向分布差异不显著 ( $U = 51944.50, Z = -1.495, P > 0.05$ ), 但红原鸡在不同季节坡向分布差异显著 ( $U = 5821.00, Z =$

$-3.881, P < 0.05$ )。旱季时, 白鹇与红原鸡坡向分布差异不显著 ( $U = 15678.50, Z = -0.688, P > 0.05$ ), 雨季时, 白鹇与红原鸡坡向分布差异显著 ( $U = 22060.00, Z = -3.296, P < 0.05$ )。

### 2.6 生态位宽度与重叠度

雨季时, 白鹇温度选择的生态位宽度低于红原鸡, 其他 4 项生境因子的生态位宽度均大于红原鸡。白鹇在坡向的生态位宽度旱季低于雨季外, 其他 4 项生境因子中生态位宽度旱季均高于雨季。红原鸡在除植被类型的其他 3 项生境因子中的生态位宽度旱季均高于雨季。在生态位重叠度比较上, 两物种在旱季时, 除植被类型因子外的其他 4 项生境因子中, 生态位重叠度均大于雨季。其中, 温度和坡向的生态位重叠度较高, 海拔上的重叠度最低(表 2)。

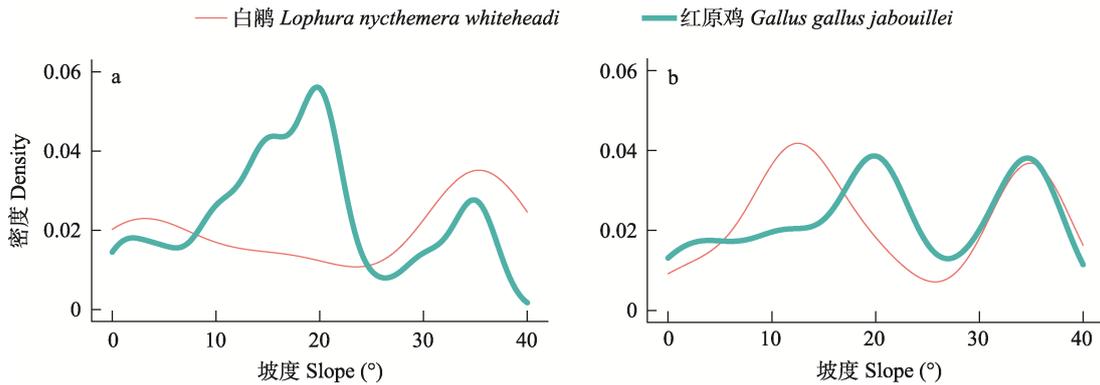


图 4 白鹇与红原鸡旱季 (a) 和雨季 (b) 坡度分布情况

Fig. 4 Slope distribution of Silver Pheasant and Red Junglefowl in dry season (a) and rainy season (b)

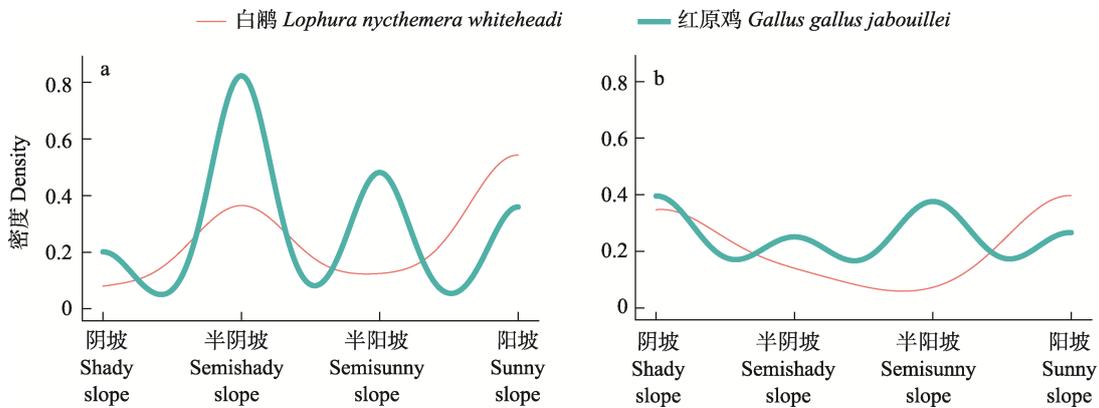


图 5 白鹇与红原鸡旱季 (a) 和雨季 (b) 坡向分布情况

Fig. 5 Aspect distribution of Silver Pheasant and Red Junglefowl in dry season (a) and rainy season (b)

表 2 白鹇与红原鸡生态位宽度及生态位重叠度

Table 2 Niche breadth and niche overlap of *Lophura nycthemera whiteheadi* and *Gallus gallus jabouillei*

| 生境因子 Habitat factors  | 生态位宽度 Niche breadth                     |                    |                                     |                    | 生态位重叠度 Niche overlap |                    |
|-----------------------|---|--------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
|                       | 白鹇 <i>Lophura nycthemera whiteheadi</i> |                    | 红原鸡 <i>Gallus gallus jabouillei</i> |                    | 旱季<br>Dry season     | 雨季<br>Rainy season |
|                       | 旱季<br>Dry season                        | 雨季<br>Rainy season | 旱季<br>Dry season                    | 雨季<br>Rainy season |                      |                    |
| 植被类型 Vegetation types | 1.330                                   | 1.178              | -                                   | 0.928              | -                    | 0.560              |
| 海拔 Altitude           | 2.841                                   | 2.801              | 2.315                               | 2.107              | 0.375                | 0.353              |
| 坡向 Aspect             | 1.268                                   | 1.366              | 1.112                               | 1.078              | 0.802                | 0.772              |
| 坡度 Slope              | 2.528                                   | 2.346              | 2.034                               | 1.857              | 0.534                | 0.531              |
| 温度 Temperature        | 2.738                                   | 2.454              | 2.686                               | 2.565              | 0.872                | 0.865              |

### 3 讨论

生态位分化是生态相似种共存的关键 (Lush et al. 2017)。研究表明, 白鹇与红原鸡的生境选择表现出一定程度的分化特征。

#### 3.1 白鹇与红原鸡生态位特征

白鹇较之红原鸡在植被类型的利用上, 具有更好的适应性, 甚至亚高山矮林中也有白鹇活动。白鹇多分布在低地雨林和山地雨林。红原鸡多分布在次生林和低地雨林中, 符合“红原鸡多生活于热带及亚热带地区的次生林、灌木林、橡胶林及竹林等”的习性 (胡日查等 2010)。雨季时, 白鹇主要分布在低地雨林和山地雨林, 红原鸡多集中于次生林中。在海拔分布上, 江西武夷山白鹇分布海拔范围在 300 ~ 1 900 m (程松林 2009); 江西官山白鹇集中分布区为海拔 300 ~ 500 m 和 1 000 ~ 1 200 m (陈俊豪等 2009); 浙江大磐山白鹇对海拔为 600 ~ 900 m 的生境具有较为明显的倾向性 (邵晨等 2005); 云南哀牢山红原鸡在 600 ~ 1 000 m 范围内活动较频繁 (王方等 2020)。本次研究中, 白鹇在海拔 300 ~ 1 600 m 之间均有分布, 且分布较均匀。红原鸡在海拔 300 ~ 1 400 m 均有分布, 但旱季主要在海拔 575.8 m 附近, 雨季集中在海拔 497.7 m 附近, 表现出季节垂直迁移现象 (格玛嘉措等 1999, 徐言朋等 2007, 刘鹏 2011)。白鹇和红原鸡对海拔选择的生态位重叠度无论在旱季

(0.375) 或雨季 (0.353) 均较低。说明二者主要通过海拔上的选择差异, 而形成不同的生态位分化特征。

在坡度选择上, 邵晨等 (2005) 认为, 浙江大磐山白鹇对坡度为 30° ~ 45° 的生境具有较为明显的倾向性, 陈俊豪等 (2009) 认为, 江西官山白鹇主要选择 10° ~ 30° 的阳坡及半阳坡, 刘鹏 (2011) 认为, 江西官山白鹇偏好阳坡和半阴半阳坡, 李生强 (2017) 认为, 在弄岗和花坪保护区白鹇对坡向的选择不明显, 红原鸡偏好半阴半阳坡及阴坡。熊志斌等 (2003) 认为, 贵州茂兰保护区白鹇的坡向选择不明显, 坡度偏好 0° ~ 30°。韩婉诗 (2014) 认为, 湖南九龙江白鹇对坡度、坡向的选择, 随季节变化而变化。可见白鹇对坡度、坡向的选择因生境和季节的不同而存在一定差异。本研究中, 白鹇在坡度 0 ~ 40° 之间的生境均有分布, 坡度选择呈双峰形态。红原鸡旱季坡度选择更均匀, 仅在 35.7° 形成较大分布密度, 雨季时坡度选择呈双峰, 坡向选择上, 红原鸡更偏好阳坡。研究中发现, 白鹇和红原鸡雨季时在阴坡的活动均有增多, 而坡向通过影响土壤水热及植物分布格局 (李生强 2017, 牛钰杰等 2017), 从而影响到动物的分布。雨季时海南气温较高, 一方面为了避免阳光直射温度过高, 另一方面阴坡植物多样性丰富 (陈北光等 1995), 地面食物较易获得, 故而在阴坡活动。白鹇和红原鸡坡向生态位重叠度高于坡度生态位重叠度,

表明二者对坡度的选择差异较坡向更大。

红外相机所记录的环境温度具有一定参考意义 (Welbourne et al. 2016)。吕盛寒 (2019) 认为, 福建武夷山白鹇在  $-4 \sim 28$  °C 均有活动, 最适活动环境温度为 20 °C。龚笑飞等 (2020) 认为, 20 ~ 25 °C 为浙江牛头山白鹇活动的最适宜环境温度。陈启荣等 (2003) 认为, 红原鸡生长最适宜生长温度为 21 ~ 26 °C。本次研究中, 白鹇活动的温度范围在 8 ~ 31 °C 之间, 旱季最适温度为 20.3 °C, 雨季最适温为 22.2 °C。红原鸡活动的温度范围在 11 ~ 33 °C 之间, 旱季最适温为 20.3 °C, 雨季最适温为 26.1 °C。虽然二者温度生态位重叠度较高, 但并不能说明二者在温度选择上具有激烈竞争, 因为, 无论在旱季或是雨季, 二者温度选择上均表现显著差异, 猜测其主要通过选择不同的日活动节律等, 避免因生态位重叠度较高而带来的种间竞争。

通过生态位宽度及生态位重叠度的分析, 白鹇较红原鸡具有更好的环境适应性。两物种旱季的生态位宽度普遍高于雨季, 这或许是因为白鹇 4 月下旬开始出现新生雏鸟 (高育仁等 1995), 红原鸡繁殖高峰期 3 ~ 5 月 (杨岚 2000), 而相对集中的栖息, 更加有利于提升雏鸟的成活率。两物种在旱季的生态位重叠度同样高于雨季, 可能的解释是, 白鹇与红原鸡的食性、繁殖习性等偏好的差异导致, 雨季是食物更加丰富和充足的时期, 为避免种间竞争, 选择不同的生境。而旱季, 由于食物相对缺乏, 不得不扩大生境选择。

综上所述, 较之红原鸡, 白鹇具有更好的适应性, 二者存在一定的种间竞争关系, 但白鹇与红原鸡通过在不同季节对生境因子的选择差异, 实现生态位分化, 避免激烈的种间竞争, 保障同区域内长期共存。

### 3.2 保护建议

研究物种生态位特征, 有助于物种保护工作 (Pasinelli 2007)。依据上述研究结果, 结合保护工作的实际, 提出几点保护建议: 1. 两种

雉类在人工林均极少分布, 加强对五指山片区植被保护, 避免人工林侵蚀天然林, 对其生境保护有重要意义; 2. 依据两种雉类的生态位特征, 在开展生态旅游建设时, 尽量避开其集中分布的区域, 减少这些区域游览驻足点的设置, 或者在不同的季节开放不同的游览线路及驻足点, 以减少人为干扰; 3. 本次仅针对有限的生境因子开展生态位特征的研究, 今后仍需开展更为全面的研究, 继续加强与科研单位的合作, 摸清两种雉类其他生境因子的生态位特征, 为制定切实可行的保护计划, 提供更全面的数据支撑。

### 参 考 文 献

- Lack D. 1933. Habitat selection in birds: with special reference to the effects of afforestation on the Breckland avifauna. *Journal of Animal Ecology*, 2(2): 239–262.
- Lush L, Ward A I, Wheeler P. 2017. Dietary niche partitioning between sympatric brown hares and rabbits. *Journal of Zoology*, 303(1): 36–45.
- Nishida T, Rerkamnuaychoke W, Tung D G, et al. 2000. Morphological identification and ecology of the Red Jungle Fowl in Thailand, Laos and Vietnam. *Nihon Chikusan Gakkaiho*, 71(5): 470–480.
- Pasinelli G. 2007. Nest site selection in middle and great spotted woodpeckers *Dendrocopos medius* & *D. major*: implications for forest management and conservation. *Biodiversity and Conservation*, 16(4): 1283–1298.
- Schoener T W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185(4145): 27–39.
- Welbourne D J, Claridge A W, Paull D J, et al. 2016. How do passive infrared triggered camera traps operate and why does it matter? Breaking down common misconceptions. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 2(2): 77–83.
- 陈北光, 苏志尧. 1995. 广东八宝山常绿阔叶林物种多样性分析. *华南农业大学学报*, 16(4): 32–36.
- 陈俊豪, 黄晓凤, 鲁长虎, 等. 2009. 白颈长尾雉与白鹇秋冬季空间生态位比较. *生态学杂志*, 28(12): 2546–2552.
- 陈启荣, 李道劲. 2003. 红原鸡演化中心地与驯养始源地的探究 // 中国畜牧兽医学会. 家禽研究最新进展——第十一次全国

- 家禽学术讨论会论文集. 长春: 吉林科学技术出版社, 504-508.
- 程松林. 2009. 凝冻灾害对江西武夷山白鹇种群的生态影响. 野生动物, 30(6): 314-316.
- 符国瓊, 冯绍信. 1995. 海南五指山森林的垂直分布及其特征. 广西植物, 15(1): 57-69.
- 高育仁, 余德群. 1995. 白鹇海南亚种的生态和现状. 动物学研究, 16(4): 353-358.
- 格玛嘉措, 董德福, 龙文祥. 1999. 白马鸡生态习性的初步观察. 动物学杂志, 34(1): 26-28.
- 龚笑飞, 程晓云, 曹华, 等. 2020. 社群性别结构对遂昌牛头山白鹇活动节律的影响. 丽水学院学报, 42(5): 31-36.
- 韩婉诗. 2014. 湖南九龙江国家森林公园白鹇生境选择的季节变化. 长沙: 中南林业科技大学硕士学位论文.
- 胡日晷, 满初日嘎, 赵建国, 等. 2010. 红色红原鸡及其研究进展. 中国家禽, 32(1): 45-48.
- 李生强. 2017. 广西弄岗和花坪保护区鸟兽多样性的比较研究——基于红外相机数据. 桂林: 广西师范大学硕士学位论文.
- 刘鹏. 2011. 官山自然保护区四种雉类的生境选择. 南京: 南京林业大学硕士学位论文.
- 刘鹏, 黄晓凤, 顾署生, 等. 2012. 江西官山自然保护区四种雉类的生境选择差异. 动物学研究, 33(2): 170-176.
- 吕盛寒. 2019. 基于红外相机技术对福建武夷山自然保护区白鹇 (*Lophura nycthemera*)、黄腹角雉 (*Tragopan caboti*) 时空利用行为的研究. 厦门: 厦门大学硕士学位论文.
- 牛钰杰, 周建伟, 杨思维, 等. 2017. 坡向和海拔对高寒草甸山体土壤水热和植物分布格局的定量分解. 应用生态学报, 28(5): 1489-1497.
- 邵晨, 胡一中. 2005. 白鹇的夜栖息地选择及夜栖息行为. 浙江林学院学报, 22(5): 562-565.
- 孙玉军, 王效科, 王如松. 1999. 五指山保护区生态环境质量评价研究. 生态学报, 19(3): 365-370.
- 谭耀匡, 吴至康. 1981. 贵州白鹇的一新亚种——白鹇榕江亚种. 动物学研究, 2(4): 301-306.
- 王方, 叶思达, 汤永晶, 等. 2020. 云南哀牢山南段红原鸡与白鹇活动节律及种间关系. 野生动物学报, 41(3): 641-647.
- 熊志斌, 余登利, 谭成江, 等. 2003. 茂兰自然保护区白鹇种群数量与栖息地保护. 贵州大学学报自然科学版, 20(2): 200-204.
- 徐言朋, 郑家文, 丁平, 等. 2007. 官山白颈长尾雉活动区域海拔高度的季节变化及其影响因素. 生物多样性, 15(4): 337-343.
- 徐雨, 王彬, 窦亮, 等. 2017. 三种同域高山鸡形目鸟类的生境选择. 四川动物, 36(3): 258-265.
- 晏鸣霄, 孙楠, 顾伯健, 等. 2021. 同域分布的绿孔雀与白鹇时空生态位分化. 四川动物, 40(2): 150-158.
- 杨岚. 2000. 红原鸡 *Gallus gallus* 在中国的分布与习性 // 中国野生动物保护协会. 中国鸟类学研究——第四届海峡两岸鸟类学术研讨会文集. 北京: 中国林业出版社, 121-124.
- 杨小波, 林英, 梁淑群. 1994. 海南岛五指山的森林植被 I. 五指山的森林植被类型. 海南大学学报: 自然科学版, 12(3): 220-236.
- 余辰星, 杨岗, 李东, 等. 2011. 桂西南喀斯特山地雉类的生态分布和空间生态位分析. 动物学研究, 32(5): 549-555.
- 袁玲, 张春兰, 张海, 等. 2009a. 海南红原鸡繁殖期夜栖地的选择. 四川动物, 28(5): 652-657.
- 袁玲, 张春兰, 张海, 等. 2009b. 红原鸡海南亚种的巢址特征. 动物学研究, 30(4): 457-462.
- 郑光美. 2017. 中国鸟类分类与分布名录. 3 版. 北京: 科学出版社, 1-15.
- 郑作新, 谭耀匡, 卢汰春, 等. 1978. 中国动物志: 鸟纲 第四卷 鸡形目. 北京: 科学出版社, 140-147.