

DOI: 10.5846/stxb201606231229

刘鹏, 张微微. 官山自然保护区白颈长尾雉季节性生境选择. 生态学报, 2017, 37(18): 6005-6013.

Liu P, Zhang W W. Seasonal changes in habitat selection of *Syrnaticus ellioti* in Guanshan National Nature Reserve. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37(18): 6005-6013.

官山自然保护区白颈长尾雉季节性生境选择

刘 鹏¹, 张微微^{2,*}

1 江西省林业科学院, 南昌 330013

2 江西农业大学林学院, 江西农业大学野生动植物资源保护研究中心, 南昌 330045

摘要: 2009 年 10 月至 2010 年 11 月, 2015 年 7 月至 11 月在江西官山自然保护区对白颈长尾雉不同生活史阶段的(繁殖期、育雏期、繁殖后期)生境选择进行了比较研究。调查了 6 条样线上的 126 个样方, 选取与其生境相关的 17 个因子进行了观察与测量。研究表明, 不同生活史阶段各生境选择样方负荷绝对值较大的因子在各主成分中的序位不尽相同, 即生境选择的主要生态因子随生活史阶段而变化。卡方检验及单因素方差分析, 结果显示, 各生活史阶段, 白颈长尾雉对林型、坡向、坡度、灌木高度、草本高度和水源距离 6 个生态因子上无显著差异($P \geq 0.05$), 其余 11 个生态因子两两之间存在显著差异或极显著差异。典则判别结果显示, 白颈长尾雉在不同生活史阶段在生境选择上存在一定程度的重叠, 又有较为明显的差异。逐步判别表明, 在不同生活史阶段, 白颈长尾雉生境选择差异上有一系列的生态因子发挥作用, 依照贡献值的大小依次为草本数量、落叶层盖度、乔木盖度、海拔和乔木数量, 由这 5 个变量构成的方程对生境选择差异的正确区分率为 80.3%。繁殖期和越冬期食物条件是影响白颈长尾雉生境选择的主要因素, 而育雏期则为隐蔽条件。

关键词: 白颈长尾雉; 生境选择; 判别分析; 官山自然保护区

Seasonal changes in habitat selection of *Syrnaticus ellioti* in Guanshan National Nature Reserve

LIU Peng¹, ZHANG Weiwei^{2,*}

1 Jiangxi Academy of Forestry, Nanchang 330013, China

2 College of Forestry, Institute of Wildlife Resources Conservation, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China

Abstract: Habitat selection of Elliot's pheasant (*Syrnaticus ellioti*) was studied in spring, summer, autumn and winter in Guanshan National Nature Reserve, Jiangxi, China, from October 2009 to November 2010 and July to November 2015. Seventeen ecological factors were measured across 126 sites used by *S. ellioti* by direct observation in six sampling transects. We identified 27 sites used in spring, 46 used in summer, and 53 used in autumn and winter. The results of principal component analysis revealed that the key factors influencing the habitat selection of *S. ellioti* differed as the seasons changed: six principal components explained 77.54% of the total variance in habitat selection during spring, and the first principal component, accounting for 19.88% of the variance, was positively related to herbage coverage, herbage quantity, and herbage height; seven principal components explained 74.68% of the total variance in habitat selection during summer, and the first principal components, accounting for 14.56% of the variance, was positively related to arbor quantity; and seven principal components explained 78.02% of the total variance in habitat selection during autumn and winter, and the first principal component, accounting for 18.29% of the variance, was positively related to shrub coverage, herbage coverage, herbage species, and herbage quantity. Six ecological factors (vegetation type, slope orientation, slope degree,

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31360521); 江西省科技计划项目(2013BBG70004, 2013BAB214013); 江西省教育厅项目(GJJ13277)

收稿日期: 2016-06-23; **网络出版日期:** 2017-04-25

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhangweiwei_nefu@163.com

shrub height, herbage height, and distance to water) had no significant effect on habitat selection ($P \geq 0.05$). Other ecological factors showed significant differences between any two seasons, as determined by the X^2 test and one-way ANOVA. The Fisher linear function discriminated *S. ellioti* seasonal habitats as follows: $F_{\text{spring}} = -0.043 \times \text{Herbage quantity} + 0.088 \times \text{Leaf litter coverage} + 0.241 \times \text{Arbor coverage} + 0.039 \times \text{Elevation} - 0.043 \times \text{Arbor quantity} - 21.787$; $F_{\text{summer}} = -0.024 \times \text{Herbage quantity} + 0.119 \times \text{Leaf litter coverage} + 0.272 \times \text{Arbor coverage} + 0.039 \times \text{Elevation} - 0.024 \times \text{Arbor quantity} - 27.629$; $F_{\text{autumn and winter}} = 0.099 \times \text{Herbage quantity} + 0.159 \times \text{Leaf litter coverage} + 0.208 \times \text{Arbor coverage} + 0.031 \times \text{Elevation} + 0.099 \times \text{Arbor quantity} - 22.895$. The canonical scores revealed that the habitat selection of *S. ellioti* showed clear differences but also some overlap at different life stages. Stepwise discriminant analysis revealed that herbage quantity, leaf litter coverage, arbor coverage, elevation, and arbor quantity were the critical factors distinguishing habitat selection during the different seasons. The predicted classification accuracy of the model was 80.3%. Availability of food was the primary factor influencing the habitat selection of *S. ellioti* during the breeding and wintering seasons; however, availability of shelter was the main factor during the brood period.

Key Words: *Syrmaticus ellioti*; habitat selection; discriminant analysis; Guanshan Nature Reserve

鸟类的生境(栖息地)是个体、种群或群落在某一生活史阶段所占据的环境类型,是其各种生命活动的场所^[1]。鸟类对生境的选择表明可供选择的生境之间存在差异,而这些有差异的生境为鸟类提供了不同的生态环境,从而影响着它们的生存与繁衍^[1]。伴随着气候的更替,多数鸟类完成一个完整的生活史动态过程中,鸟类对生境的选择亦相应变化^[2]。因此,鸟类生境选择的时间动态研究同样必要和重要^[3]。研究显示,雉类在不同季节、不同生活史阶段对生境的选择与利用有所变化,其对生境的利用不是均匀的,存在时间与空间上的差异变化^[4-10]。如黑颈长尾雉(*Syrmaticus humiae*)在越冬期和繁殖期喜欢在阳坡活动,而夏季喜欢在阴坡活动^[9];褐马鸡(*Crossoptilon mantchuricum*)春、冬季多选择林缘灌丛地,夏季则很少在林缘灌丛地活动^[10];石鸡(*Alectoris chukar*)不同生活史阶段对坡度、海拔高度、地面环境异质性、植物丛密度差异性显著^[5]。

白颈长尾雉(*Syrmaticus ellioti*)为我国特有鸟类,国家 I 级重点保护动物,被 IUCN 列为濒危物种^[11-13],我国繁殖种群大约不到 10000 繁殖对^[14]。该物种分布于长江以南的华东和华南地区,由于其听觉敏锐、性胆小、谨慎且机警,在野外直接观察到的机会很少^[13]。对于白颈长尾雉的生境选择和利用已有一些相关的研究报道,也有学者对白颈长尾雉生境的季节性变化进行研究^[4,6,8,15],但尚缺乏全年白颈长尾雉生境选择的变异研究。

生境破坏对濒危雉类造成严重威胁^[15],本研究以官山自然保护区为研究地,因其是国内白颈长尾雉最主要集中分布地之一,植被群落结构完整,原生性强,人为干扰很低^[17]。本文通过对动物所利用生境的参数定性或定量分析,深入理解动物生境参数的相互关系^[18]。拟探讨白颈长尾雉不同季节和生活史阶段对生境因子的选择特点及其差异,为了解白颈长尾雉在不同生活史阶段下对生境的需求,保护及重点保护区域的划分提供科学依据。

1 研究地点

江西官山自然保护区(28°30'N—28°40'N, 114°19'E—114°45'E)位于江西西北部的宜春市,地跨宜丰、铜鼓两县,地处九岭山西段。区内最低海拔 200m,最高海拔 1480m,总面积 11500.5hm²。属中亚热带温暖湿润气候区,年均气温 16.2℃,年均降水量 1950—2100mm。保护区森林覆盖率达 93.8%,地形地貌复杂。研究区域植被以常绿阔叶林和落叶阔叶林为典型,还有发育良好针阔混交林、针叶林、竹林等植被类型。

2 研究方法

2.1 采样方法

调查时间为 2009 年 10 月—2010 年 11 月,2015 年 7 月—11 月 经过野外观察和社区访问,了解白颈长尾

雉的分布信息,参照官山自然保护区的地形图和林相图,以自然保护区东河站为中心,在其周围选取 6 条长度 2.8—5.0km 不等的小路作为固定样线,样线宽度为 25m,样线覆盖了所有生境类型。调查在雉类早晚活动高峰期(6:00—10:00;15:00—19:00)进行,以 2km/h 左右的速度行进,发现白颈长尾雉的实体或羽毛后,将该点作为其活动点,并用 GPS 定位。以活动点为中心,设置 10m×10m 的大样方,在大样方内的中心及四角取 5 个 1m×1m 小样方,记录样方里的 17 种生态因子包括:海拔、坡向、坡度、乔木盖度、乔木种类、乔木数量、灌木盖度、灌木种类、灌木数量、灌木高度、草本盖度、草本种类、草本数量、草本高度、落叶层盖度、水源距离和林型。每月对样线进行调查,每条样线早晚至少各调查 1 次。

因子的选取、测量方法参考张国钢等^[10]、刘鹏等^[13,17](表 1)。参考石建斌和郑光美^[4]、徐言朋等^[19]划分方法及结合官山自然保护区白颈长尾雉实际情况和采样数据,将 3—5 月份划为繁殖期(春季),6—8 月份划为育雏期(夏季),11 月至次年 2 月划为繁殖后期(秋冬季)。



图 1 研究区域样线设置
Fig.1 Map of study area and transects location

表 1 研究区域生态因子的定义和描述

Table 1 Definitions and descriptions of habitat variables

变量 Variables	定义和描述 Definition and description
海拔 Elevation/m	用 GPS 直接测定高度
坡度 Slope degree/(°)	罗盘仪记录白颈长尾雉的实体或痕迹的所在地的坡面倾斜度
坡向 Slope orientation/(°)	划分 3 种类型:以正北方向为 0°,沿逆时针方向记数。阳坡(157.5°—247.5°)、阴坡(337.5°—67.5°)和半阴半阳坡(67.5°—157.5°和 247.5°—337.5°)
乔木盖度 Arbor coverage/%	在 10m×10m 范围内对乔木盖度测量
乔木种类 Arbor species	在 10m×10m 范围内记录乔木种类
乔木数量 Arbor quantity	在 10m×10m 范围内记录乔木数量
灌木盖度 Shrub coverage/%	在 10m×10m 范围内对灌木盖度测量
灌木种类 Shrub species	在 10m×10m 范围内记录灌木种类
灌木数量 Shrub quantity	在 10m×10m 范围内记录灌木数量
灌木高度 Shrub height	测量在 10m×10m 样方中灌木的平均高度
草本盖度 Herbage coverage/%	测算 10m×10m 样方中 4 个角和中心点 5 个 1m×1m 小样方的草本覆盖度,取平均值作为 10m×10m 样方的草本盖度
草本种类 Herbage species	测算 10m×10m 样方中 4 个角和中心点 5 个 1m×1m 小样方的草本种类,取平均值作为 10m×10m 样方的草本种数
草本数量 Herbage quantity	测算 10m×10m 样方中 4 个角和中心点 5 个 1m×1m 小样方的草茎数目,取平均值作为 10 m×10 m 样方的草本数量
草本高度 Herbage height	测算 10m×10m 样方中 4 个角和中心点 5 个 1m×1m 小样方的草本高度,取平均值作为 10m×10m 样方的草本高度
落叶层盖度 Leaf litter coverage	测算 10m×10m 样方中 4 个角和中心点 5 个 1m×1m 小样方的落叶盖度,取平均值作为 10 m×10 m 样方的落叶层盖度
水源距离 Distance to water/m	水源包括水沟、水渠、池塘及水库等。由于研究地点水源较为丰富,对水源距离的测算采用估算方法,即估算白颈长尾雉实体或痕迹到水源的直线距离
林型 Vegetation type	根据优势乔木的种类,分为阔叶林、针阔混交林、针叶林三大类

2.2 数据统计

(1) 采用主成分分析方法确定影响各季节生境选择的主要生态因子, 对林型和坡向 2 种非数值型因素分别赋值(阔叶林、针阔混交林、针叶林分别赋值 1、2、3; 阳坡、阴坡、半阴半阳坡分别赋值 1、2、3)^[20]。(2) 利用卡方检验(Chi-Square)分析林型和坡向 2 种非数值型生态因子的选择上是否存在差异; 采用 Kolmogorov Smirnov Z-检验对 15 个数字型因子进行正态分布检验^[13], 对不符合正态分布的因子经转换后, 再做正态性检验^[17]。当数据符合正态分布时, 采用单因素方差分析 LSD(方差齐性)或 Thamhane's T^2 (方差不齐)多重比较方法, 找出差异显著性因子。然后对这些因子通过逐步判别分析(系统默认方法)^[21], 进一步确定各季节间利用样方特征的判别因子。

3 结果

野外调查样方共 126 个, 其中繁殖期 27 个, 育雏期 46 个, 繁殖后期 53 个。

3.1 白颈长尾雉各个季节生境选择的主要生态因子

春季, 前 6 个因子特征值累积贡献率达到 77.54%。第 1 主成分贡献率达到 19.88%, 相关系数绝对值较大的为草本盖度(0.811)、草本数量(0.766)和草本高度(0.713), 反映了繁殖期白颈长尾雉对生境食物有着很高的要求。第 2 个主成分中载荷系数绝对值较大的是灌木种类(0.894), 第 3 个主成分载荷系数绝对值较大的是乔木种类(0.748)和乔木数量(0.776), 第 4 个主成分载荷系数绝对值较大的是灌木高度(0.710)和林型(0.886), 第 5 个主成分载荷系数绝对值较大的是水源距离(0.888), 第 6 个主成分载荷系数绝对值较大的是坡向(0.751)和乔木盖度(-0.703)。

夏季, 前 7 个因子特征值累积贡献率达到 74.66%。第 1 主成分贡献率达到 14.56%, 相关系数绝对值较大的为乔木数量(0.764), 反映了育雏期白颈长尾雉对生境隐蔽性有着很高的要求。第 2 主成分中载荷系数绝对值较大的是乔木盖度(0.781)、灌木盖度(0.751)和草本数量(0.786), 第 3 主成分载荷系数绝对值较大的是灌木数量(0.846), 第 4 主成分载荷系数绝对值较大的是坡度(0.797)和水源距离(0.796), 第 5 个主成分载荷系数绝对值较大的是坡向(0.857), 第 6 主成分载荷系数绝对值较大的是草本高度(0.822), 第 7 主成分载荷系数绝对值较大的是林型(0.781)。

秋冬季, 前 7 个因子特征值累积贡献率达到 78.02%。第 1 主成分贡献率达到 18.29%, 相关系数绝对值较大的为灌木盖度(0.723)、草本盖度(0.863)、草本种类(0.893)和草本数量(0.871), 反映了白颈长尾雉越冬期与繁殖期同样对生境食物同样有很高的要求。在第 2 主成分中载荷系数绝对值较大的是灌木种类(0.865)和灌木数量(0.909), 第 3 主成分载荷系数绝对值较大的是灌木高度(0.749), 第 4 主成分载荷系数绝对值较大的是落叶层盖度(0.838), 第 5 主成分载荷系数绝对值较大的是乔木种类(0.854), 第 6 主成分载荷系数绝对值较大的是乔木数量(0.814), 第 7 主成分载荷系数绝对值较大的水源距离(-0.817)。

3.2 白颈长尾雉不同季节间生态因子选择上的差异

卡方分析表明, 白颈长尾雉在不同季节上对坡向和林型上无显著差异(表 3)。

单因素方差分析表明, 在 15 个数量型生态因子中, 白颈长尾雉在不季节间对坡度、灌木高度、草本高度和水源距离 4 个生态因子上无显著差异, 其余 11 个生态因子差异显著或极显著, 繁殖期与育雏期差异显著或极显著的因子数为 6, 育雏期与越冬期差异显著或极显著的因子为 7 个, 繁殖期与越冬期差异显著或极显著的因子为 3 个, 见表 4。在典则系数的散布图上可以看出白颈长尾雉在不同季节间的生境选择具有一定的重叠和分离(图 2), 较高比例(80.3%)的正确判别率也支持了这种差异性。逐步判别分析表明在区分白颈长尾雉不同季节间的生境选择方面有一系列生态因子发挥作用, 季节间的判别函数方程分别为:

$$F_{\text{繁殖期}} = -0.043 \times \text{草本数量} + 0.088 \times \text{落叶层盖度} + 0.241 \times \text{乔木盖度} + 0.039 \times \text{海拔} - 0.043 \times \text{乔木数量} - 21.787$$

$$F_{\text{育雏期}} = -0.024 \times \text{草本数量} + 0.119 \times \text{落叶层盖度} + 0.272 \times \text{乔木盖度} + 0.039 \times \text{海拔} - 0.024 \times \text{乔木数量} - 27.629$$

$$F_{\text{越冬期}} = 0.099 \times \text{草本数量} + 0.159 \times \text{落叶层盖度} + 0.208 \times \text{乔木盖度} + 0.031 \times \text{海拔} + 0.099 \times \text{乔木数量} - 22.895$$

表 2 白颈长尾雉不同季节生境选择主成分特征向量
Table 2 The results of principal component analysis of ecological factors in used plots of *Symaticus ellioti* at different seasons

变量 Variables	主成分 Components														秋冬季 Autumn and Winter						
	春季 Spring							夏季 Summer							1	2	3	4	5	6	7
海拔 Elevation/m	-0.141	0.459	0.206	-0.411	0.410	0.430	0.448	0.144	0.348	0.287	-0.501	0.037	0.008	0.005	0.112	-0.047	0.106	-0.303	0.805	-0.177	
坡向 Slope orientation/(°)	-0.284	0.061	0.225	0.259	-0.048	0.751	-0.018	0.158	0.093	0.145	0.857	0.129	0.052	0.100	0.142	-0.663	0.372	0.113	0.115	0.022	
坡度 Slope degree/(°)	0.074	-0.141	0.765	0.003	0.067	-0.193	0.036	0.171	-0.175	0.797	0.022	0.146	0.028	0.390	-0.054	0.646	-0.002	0.229	0.066	0.250	
乔木盖度 Arbor coverage/%	-0.387	-0.185	0.229	0.079	0.031	-0.706	0.208	0.781	-0.281	0.020	-0.005	-0.134	-0.318	0.083	0.376	0.168	0.376	-0.114	0.027	0.674	
乔木种类 Arbor specie	-0.009	0.182	0.748	-0.121	0.095	0.082	0.627	-0.187	-0.071	0.069	0.067	0.266	-0.339	0.015	0.165	-0.026	-0.049	0.854	0.123	0.046	
乔木数量 Arbor quantity	-0.343	0.207	0.776	0.123	-0.137	0.241	0.764	-0.052	-0.076	0.260	-0.161	-0.034	-0.074	-0.039	-0.016	0.171	-0.129	0.343	0.814	0.188	
灌木盖度 Shrub coverage/%	0.593	0.343	-0.026	-0.170	0.450	0.212	-0.099	0.751	0.301	0.080	0.067	0.249	0.295	0.723	0.344	0.280	0.026	0.013	-0.294	-0.147	
灌木种类 Shrub specie	-0.031	0.894	-0.121	0.032	-0.301	0.098	-0.179	0.285	0.678	0.083	-0.121	-0.292	-0.344	0.192	0.865	-0.117	-0.180	0.044	0.120	0.158	
灌木数量 Shrub quantity	0.018	0.806	0.293	0.003	0.236	0.148	0.069	-0.023	0.846	-0.101	-0.053	0.053	0.023	0.038	0.909	0.058	-0.075	0.044	-0.007	-0.164	
灌木高度 Shrub height	0.074	-0.063	0.442	0.710	0.140	0.284	0.518	0.037	0.143	-0.170	-0.273	0.438	0.267	0.019	0.155	0.749	0.236	-0.221	0.188	-0.112	
草本盖度 Herbage coverage/%	0.811	-0.230	-0.167	-0.064	-0.195	0.031	-0.610	0.569	0.153	0.082	0.202	0.190	0.068	0.863	-0.196	-0.092	-0.184	0.026	0.039	0.066	
草本种类 Herbage specie	0.644	0.476	0.211	0.094	-0.349	-0.130	-0.187	0.130	0.654	0.284	0.092	-0.072	0.080	0.893	0.220	-0.004	0.075	-0.136	0.071	0.142	
草本数量 Herbage quantity	0.766	0.207	-0.074	0.129	-0.173	-0.148	-0.310	0.786	0.220	0.095	0.092	-0.065	0.292	0.871	0.111	0.075	-0.053	0.055	0.000	0.241	
草本高度 Herbage heigh	0.713	-0.079	-0.010	0.040	0.299	0.056	-0.046	0.057	-0.119	0.148	0.144	0.822	-0.192	-0.102	-0.200	0.300	0.630	0.241	-0.051	0.092	
落叶层盖度 Leaf litter coverage	-0.678	0.376	-0.088	0.434	0.262	-0.029	0.647	0.013	-0.049	-0.305	0.346	-0.344	0.090	-0.056	-0.101	-0.185	0.838	-0.052	0.014	0.027	
水源距离 Distance to water/m	-0.129	-0.081	0.073	-0.007	0.888	-0.081	0.067	-0.035	0.260	0.796	0.083	-0.012	-0.100	-0.249	0.197	0.074	0.058	-0.021	0.019	-0.817	
林型 Vegetation type	-0.051	0.047	-0.186	0.886	-0.131	-0.016	-0.087	0.118	-0.075	-0.045	0.051	-0.132	0.781	0.046	0.139	0.173	-0.325	-0.666	0.273	0.177	
贡献率 Percent of variable/%	19.88	14.08	13.62	10.65	10.15	9.16	14.56	13.81	12.51	10.06	8.47	7.82	7.43	18.29	12.52	10.28	9.73	9.39	9.20	8.61	
累计贡献 Cumulative percent of variable	19.88	33.96	47.58	58.23	68.38	77.54	14.56	28.37	40.88	50.94	59.41	67.23	74.66	18.29	30.81	41.09	50.82	60.21	69.41	78.02	

表 3 不同生活史间白颈长尾雉在对坡向和林型选择上的卡方检验

Table 3 χ^2 test of slope orientation and vegetation type selection at different life cycle stages

$\chi^2(P)$	坡向 ($df=2$)		林型 ($df=2$)	
	春季 Spring	夏季 Summer	春季 Spring	夏季 Summer
夏季 Summer	0.518(0.772)		0.988(0.610)	
秋冬季 Autumn and Winter	0.775(0.677)	0.073(0.964)	0.144(0.930)	1.054(0.590)

* $P<0.05$, * * $P<0.01$

表 4 白颈长尾雉不同季节单因素多重比较

Table 4 Multiple comparisons of One-Way ANOVA on quantitative factors of *Syrnaticus ellioti* at different at different seasons

变量 Variables	季节 (I)	季节 (J)	均值差 Mean difference (I-J)	标准误 Std. error	P	均值 (mean +sd)		
						SP	SU	AW
海拔 Elevation/m	SP	SU	-14.750	36.281	0.969	542.54±153.81	563.43±134.98	493.19±73.33
	AW	SU	-69.867	22.200	0.007**			
坡度 Slope degree/(°)	SP	SU	-2.752	3.395	0.419	19.88±16.09	22.14±13.53	19.23±13.26
	AW	SU	-3.694	2.822	0.193			
乔木盖度 Arbor coverage/%	SP	SU	-13.217	2.925	0.000**	67.78±12.14	80.02±10.43	72.16±17.00
	AW	SU	-12.738	3.240	0.001**			
乔木种类 Arbor specie	SP	SU	0.647	0.374	0.086	4.86±1.36	4.15±1.52	4.91±1.56
	AW	SU	-0.090	0.364	0.805			
	AW	SU	0.737	0.310	0.019*			
乔木数量 Arbor quantity	SP	SU	-0.799	1.318	0.546	12.73±4.21	13.53±5.47	15.65±5.43
	AW	SU	-2.653	1.285	0.041*			
	AW	SU	1.854	1.096	0.093			
灌木盖度 Shrub coverage/%	SP	SU	-13.639	4.643	0.014*	39.55±17.47	55.32±21.38	48.54±26.48
	AW	SU	-7.470	4.965	0.357			
	AW	SU	-6.169	4.764	0.485			
灌木种类 Shrub specie	SP	SU	-1.337	0.463	0.015*	6.12±1.33	7.59±2.71	6.67±3.42
	AW	SU	-0.211	0.505	0.966			
	AW	SU	-1.126	0.586	0.163			
灌木数量 Shrub quantity	SP	SU	-10.563	3.901	0.008**	25.82±11.71	36.24±18.76	28.48±15.78
	AW	SU	-1.832	3.804	0.631			
	AW	SU	-8.731	3.242	0.008**			
灌木高度 Shrub height	SP	SU	0.1948	0.1922	0.313	2.14±0.92	1.94±0.74	1.96±0.75
	AW	SU	0.2013	0.1874	0.285			
	AW	SU	-0.0065	0.1597	0.968			
草本盖度 Herbage coverage/%	SP	SU	-2.323	6.960	0.739	46.85±32.12	51.21±26.19	36.78±27.55
	AW	SU	11.689	6.787	0.088			
	AW	SU	-14.012	5.785	0.017*			
草本种类 Herbage specie	SP	SU	-2.384	0.824	0.016*	4.25±1.50	6.61±4.97	7.18±6.64
	AW	SU	-2.289	0.915	0.044*			
	AW	SU	-0.095	1.159	1.000			
草本数量 Herbage quantity	SP	SU	-61.616	11.474	0.000**	26.05±16.39	91.20±73.37	42.00±42.57
	AW	SU	-13.126	6.971	0.179			
	AW	SU	-48.490	12.638	0.001**			
草本高度	SP	SU	-1.08857	1.57614	0.870	10.97±6.64	12.41±5.77	12.47±9.09

续表

变量 Variables	季节 (I)	季节 (J)	均值差 Mean difference (I-J)	标准误 Std. error	P	均值 (mean +sd)		
						SP	SU	AW
Herbage height		AW	-0.60867	1.80457	0.982			
	AW	SU	-0.47990	1.48478	0.984			
落叶层盖度	SP	SU	-10.322	5.708	0.213	58.17±24.85	67.60±20.64	80.06±13.04
Leaf litter coverage		AW	-22.110	5.096	0.000 **			
	AW	SU	11.788	3.597	0.005 **			
水源距离	SP	SU	7.669	7.667	0.687	63.92±27.09	55.24±36.11	72.71±53.30
Distance to water/m		AW	-14.373	9.380	0.340			
	AW	SU	22.042	9.283	0.058			

SP:繁殖期(春季 spring),SU:育雏期(夏季 summer),AW:繁殖后期(秋冬季 Autumn and Winter); * $P<0.05$, ** $P<0.01$

依照贡献值的大小依次为草本数量、落叶层盖度、乔木盖度、海拔和乔木数量 5 个生态因子,由此可知这 5 个生态因子是不同季节间生境选择差异的关键因子(表 5)。

表 5 白颈长尾雉不同季节生态因子的逐步判别分析

Table 5 Stepwise discriminant analysis of ecological factors used by *Syrnaticus ellioti* in different seasons

变量 Variables	Fisher's linear			Wilk's λ	F	P
	繁殖期 Spring (-21.787)	育雏期 Summer (-27.629)	越冬期 Autumn and Winter (-22.895)			
草本数量 Herbage quantity	-0.043	-0.024	0.099	0.811	14.336	0.000
落叶层盖度 Leaf litter coverage	0.088	0.119	0.159	0.669	13.604	0.000
乔木盖度 Arbor coverage/%	0.241	0.272	0.208	0.604	11.554	0.000
海拔 Elevation/m	0.039	0.039	0.031	0.555	10.268	0.000
乔木数量 Arbor quantity	-0.043	-0.024	0.099	0.517	9.299	0.000

4 讨论

4.1 白颈长尾雉不同季节生境选择特征

已有研究表明,食物因素是野生动物生境选择的三大要素之一,直接影响着野生动物对生境的选择^[22]。鸡形目鸟类一般喜欢选择食物较为丰富的区域活动^[13,23],食物是影响白颈长尾雉生境利用的重要因素^[24],本研究表明,草本盖度、草本数量、草本种类和高度在各季节主成分中载荷量相对较大(表 2)。在繁殖季节白颈长尾雉生境选择中,食物因素是其繁殖季节生境选择最主要的因素。这与杨月伟等人的研究结果一致^[7]。在繁殖季节,白颈长尾雉需要丰富的食物,以保证其完成配对、产卵与孵化的过程。选择食物丰富的生境,可以减少白颈长尾雉,尤其是雌雉在孵化时因长时间寻找食物而带来的危险。在第 2 主成分中灌木种类载荷量相对较大,说明繁殖期对灌木有选择性,可以为白颈长尾雉提供保护作用,这与其他研究中结果相符^[25-26]。白颈长尾雉繁殖季节筑巢于地面,较为适中的草本盖度、草本高度与乔木盖度与灌木盖度可为白颈长尾雉提供隐蔽条件(表 4),能及时的观察与发现空中与地面上的天敌。水源是雉类繁殖期的偏好生境因子之一^[27],以往研究结果表明雉类繁殖期对于水源远近的选择并不相同^[27-28],这可能与各研究地水源分布的情况及季节差异有关。本研究中距水源距离仅位于第 5 主成分,说明春季白颈长尾雉对水源依赖性并不强,这是因为研究地点春季雨水较多^[29],且溪流遍布,水源对其生境选择的限制作用较小,并且春季植物新鲜的嫩芽和叶含水量较高,也可减少其对水源的依赖。

有关研究显示,黑颈长尾雉育雏期生境选择的主要因素是食物因素^[30],本调查研究发现,灌木数量与乔

木盖度、灌木盖度、草本种类分别在第 1 主成分中和第 2 主成分中所占的载荷量较大,说明白颈长尾雉在育雏期首先考虑的是隐蔽因素。良好的隐蔽场所有利于雏鸟的存活,可降低被天敌捕食的几率。另外,该时期食物条件丰富,容易获取,因此表现出对生境选择的食物条件限制作用较小。这是因为动物在取食和避免被天敌捕食之间存在着一个权衡^[31]。育雏期,白颈长尾雉对草本盖度的要求最高(51.21 ± 26.19)%,在其他的雉类育雏期研究中也显示类似的结果^[32-33]。草本盖度高,除了本身可提供多种种子供鸟类取食外,还为多种昆虫生存创造了条件^[32],而昆虫则是雉类雏鸟最主要的食物资源^[34]。已有的一些研究表明,无脊椎动物的丰富度与草本层植物的发育状况相关^[35-36]。

食物因素是白颈长尾雉越冬期生境选择最主要的因素^[8,19],白颈长尾雉在该时期对食物因素的需求最高。灌木盖度、草本盖度、草本种类和草本数量在第 1 主成分中所占的载荷量相对较大,这与研究地点同域分布的勺鸡研究结果一致^[17]。也有研究显示,白颈长尾雉越冬期生境选择中灌木层因子的作用大于草本层因子;这可能是研究地点的林型几乎为人工杉木^[8],隐蔽条件较差导致的。白颈长尾雉在越冬期形成大小不同的群体,以集群的方式活动,有和白鹇混群现象。这种集群的方式生活,可以及时发现天敌,有效的抵御天敌并减轻自身被捕食的压力。因此,冬季隐蔽条件并非是影响该时期白颈长尾雉生境选择的主要因素。白颈长尾雉对乔木盖度(72.16 ± 17.00)%和灌木盖度(48.54 ± 26.48)%要求并不是很高,过高盖度的生境对白颈长尾雉是不利的,一是随着盖度逐渐升高,林下灌草层变得稀疏,二是盖度越高,林下小生境的温度就越低^[37],白颈长尾雉便会逐渐退出这个生境。相反,太低的盖度对隐蔽程度要求较高的白颈长尾雉也是不利的。

4.2 白颈长尾雉不同季节生境选择差异

不同季节影响白颈长尾雉生境选择的生态因子不尽相同(表 2),典则判别函数图显示,在繁殖期、育雏期和繁殖后期 3 个生活史阶段,白颈长尾雉在生境选择上存在一定程度的分离,逐步判别分析结果也表明,白颈长尾雉在不同生活史中的生境选择还是存在较大差异的(表 5)。在不同的季节和生活史阶段,鸟类对生境类型的选择取决于季节性变化的植被因素和鸟类在不同生活史阶段对生境的不同需求^[1]。此外,不同的生活阶段,白颈长尾雉自身生理状况等因素也会发生相应的变化,对生境的选择对策也会随之发生一定程度的改变。同时,典则判别函数图也显示,官山自然保护区白颈长尾雉在生境选择上存在一定的重叠,这是因为从繁殖期到越冬期生境条件是一个逐步变化的过程,包括温度、降雨量及其他自然因素的变化。因此,白颈长尾雉在不同生活史阶段生境变化是渐变的过程而非割裂式的。

逐步判别分析显示,白颈长尾雉在 3 个生活史阶段生境选择的差异主要表现在草本数量、落叶层盖度、乔木盖度、海拔和乔木数量等 5 个因子上。育雏期在草本数量上极显著地高于繁殖期和繁殖后期($P \leq 0.001$)。草本层的丰富度对于育雏期来说是非常重要的,这与白冠长尾雉(*Syrnaticus reevesii*)、黑颈长尾雉育雏期生境选择的结果一致^[32-33]。在越冬期,白颈长尾雉常取食坚果类食物^[4],而繁殖期,许多灌木的新生芽可供白颈长尾雉取食^[4],减少了白颈长尾雉对草本数量的要求。徐言朋等研究显示,在不同季节白颈长尾雉呈现不同的海拔分布^[19],关季白颈长尾雉于冬分布与海拔的研究结果不一,这应与研究地区的环境差异有关。水坞山区海拔高度较低(200—600m)的原因^[6,8],而乌岩岭的海拔区域虽然较高,但由于低海拔区域干扰较大,高海

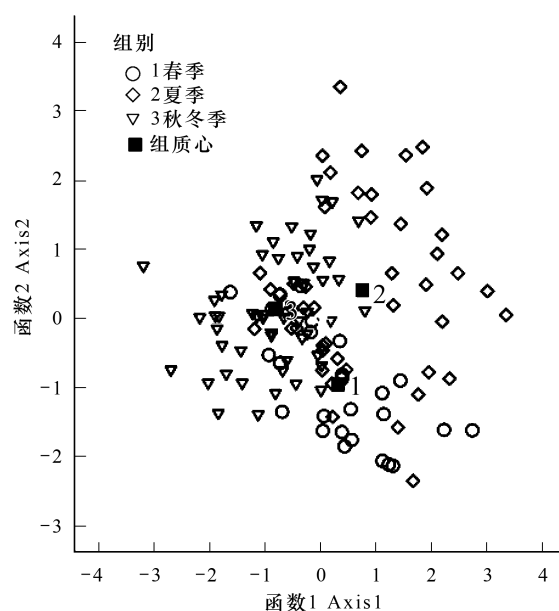


图 2 白颈长尾雉不同季节生境选择的判别分析结果

Fig.2 Scatter diagram of habitat selection by *Syrnaticus ellioti* in different seasons

拔区域干扰相对较小,所以白颈长尾雉主要栖居在 1000—1200m 的区域^[4]。本文研究结果发现白颈长尾雉海拔在各个时期尽管差异不显著,但仍有所差异,育雏期最高,繁殖期次之,繁殖后期最低。气温在低海拔比在高海拔要高,较低的海拔有利于白颈长尾雉抵御寒冷,而且海拔较低的地方食物丰富度也较高。

总体而言,与繁殖期、繁殖后期相比,白颈长尾雉在育雏期对乔木盖度、灌木盖度的要求较高。在繁殖期与繁殖后期白颈长尾雉把食物条件作为首选因素,而育雏期把隐蔽条件作为首选因素,这与在不同生活史阶段,白颈长尾雉面临的主要问题不尽相同有关,其选择的一些因子及其序位在一定程度上反映了此时期白颈长尾雉的一些特殊需求。

参考文献 (References):

- [1] 杨维康, 钟文勤, 高行宜. 鸟类栖息地选择研究进展. 干旱区研究, 2000, 17(3): 71-78.
- [2] 杨芳, 贺达汉. 生境破碎化对生物多样性的影响. 生态科学, 2006, 25(6): 564-567.
- [3] 杨勇, 温俊宝, 胡德夫. 鸟类栖息地研究进展. 林业科学, 2011, 47(11): 172-180.
- [4] 石建斌, 郑光美. 白颈长尾雉栖息地的季节变化. 动物学研究, 1997, 18(3): 275-283.
- [5] 陈小勇, 罗兰, 刘乃发, 何德奎. 兰州大石鸡不同生活史阶段栖息地选择的初步研究. 应用与环境生物学报, 1998, 4(4): 368-373.
- [6] 杨月伟, 丁平, 姜仕仁, 诸葛阳. 针阔混交林内白颈长尾雉栖息地利用的影响因子研究. 动物学报, 1999, 45(3): 279-286.
- [7] 赵彦民, 李春秋, 吴跃峰, 武明录, 刘敬泽, 唐葆贞, 刘秉武. 河北围场黑琴鸡生境选择的研究. 动物学报, 1997, 43(增刊): 80-83.
- [8] 丁平, 李智, 姜仕仁, 诸葛阳. 白颈长尾雉栖息地小区利用度影响因子研究. 浙江大学学报: 理学版, 2002, 29(1): 103-108.
- [9] 李伟, 周伟, 刘钊, 李宁. 云南大中山黑颈长尾雉栖息地选择周年变化. 动物学研究, 2010, 31(5): 499-508.
- [10] 张国钢, 张正旺, 杨凤英, 李世广. 山西五鹿山自然保护区褐马鸡栖息地的选择. 林业科学, 2010, 46(11): 100-103.
- [11] BirdLife International. Species factsheet: *Syrnaticus ellioti*. [2016-09-08]. <http://www.birdlife.org>.
- [12] IUCN. The IUCN red list of threatened speciesTM. Version 3.1. [2016-09-08]. <http://www.iucnredlist.org>.
- [13] 刘鹏, 黄晓凤, 顾署生, 鲁长虎. 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, 2012, 33(2): 170-176.
- [14] Brazil M. Birds of East Asia: Eastern China · Taiwan · Korea · Japan · Eastern Russia. Christopher Helm, London: Princeton University Press, 2009.
- [15] 陈俊豪, 黄晓凤, 鲁长虎, 姚小华, 余泽平. 白颈长尾雉与白鹇秋冬季空间生态位比较. 生态学杂志, 2009, 28(12): 2546-2552.
- [16] Zhou C F, Xu J L, Zhang Z W. Dramatic decline of the vulnerable Reeves's pheasant *Syrnaticus reevesii*, endemic to central China. Oryx, 2015, 49(3): 529-534.
- [17] 刘鹏, 顾署生, 黄晓凤, 鲁长虎, 姚小华, 余泽平. 官山自然保护区勺鸡冬季栖息地选择. 江西农业大学学报, 2011, 33(6): 1257-1262.
- [18] 赵青山, 楼晓强, 孙悦华. 动物栖息地选择评估的常用统计方法. 动物学杂志, 2013, 48(5): 732-741.
- [19] 徐言朋, 郑家文, 丁平, 蒋萍萍, 蔡路昀, 黄晓凤, 姚小华, 徐向荣, 余泽平. 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, 2007, 15(4): 337-343.
- [20] 李旭, 刘钊, 周伟, 白冰. 云南楚雄恐龙河保护区绿孔雀春季栖息地选择和空间分布. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2016, 40(3): 87-93.
- [21] 卢纹岱. SPSS 统计分析(第四版). 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [22] Barbraud C, Lepley M, Mathevet R, Mauchamp A. Reedbed selection and colony size of breeding purple herons *Ardea purpurea* in southern France. IBIS, 2002, 144(2): 227-235.
- [23] 李宏群, 廉振民, 陈存根. 陕西黄龙山自然保护区褐马鸡春季栖息地的选择. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2008, 36(4): 228-234.
- [24] 丁平, 杨月伟, 李智, 姜仕仁, 诸葛阳. 白颈长尾雉栖息地的植被特征研究. 浙江大学学报: 理学版, 2001, 28(5): 557-562.
- [25] Robertson P A. Does nesting cover limit abundance of ring-necked pheasants in North America?. Wildlife Society Bulletin, 1996, 24(1): 98-106.
- [26] 贾非, 王楠, 郑光美. 白马鸡繁殖早期栖息地选择和空间分布. 动物学报, 2005, 51(3): 383-392.
- [27] Lu X, Zheng G M. Habitat selection and use by a hybrid of white and Tibetan eared pheasants in eastern Tibet during the post-incubation period. Canadian Journal of Zoology, 2001, 79(2): 319-324.
- [28] 季婷, 贾陈喜, 蒋迎昕, 孙悦华. 莲花山斑尾榛鸡春季栖息地选择. 动物学杂志, 2005, 40(1): 49-53.
- [29] 刘信忠, 吴和平. 江西官山自然保护区科学考察与研究. 北京: 中国林业出版社, 2005.
- [30] 原宝东, 鲁长虎, 程志营, 蒋爱伍. 广西金钟山片段化生境中黑颈长尾雉夏季栖息地选择. 生态学杂志, 2014, 33(4): 1047-1052.
- [31] Bland J D, Temple S A. Effects of predation-risk on habitat use by Himalayan Snowcocks. Oecologia, 1990, 82(2): 187-191.
- [32] 贝永建, 张伟才, 李汉华, 黄秉明. 再引入黑颈长尾雉育雏行为和育雏地选择. 四川动物, 2008, 27(1): 92-94, 98.
- [33] 徐基良, 张晓辉, 张正旺, 郑光美. 白冠长尾雉育雏期的栖息地选择. 动物学研究, 2002, 23(6): 471-476.
- [34] 贝永建, 赖洁玲, 李桂芬, 李汉华, 黄秉明, 吴龙敦. 再引入黑颈长尾雉夏季栖息地选择. 动物学杂志, 2010, 45(4): 59-64.
- [35] Tschamke T, Greiler H J. Insect communities, grasses, and grasslands. Annual Review of Entomology, 1995, 40(1): 535-558.
- [36] Morris D L, Thompson III F R. Effects of habitat and invertebrate density on abundance and foraging behavior of brown-headed cowbirds. The Auk, 1998, 115(2): 376-385.
- [37] Althoff D P, Storm G L, Dewalle D R. Daytime habitat selection by cottontails in central Pennsylvania. The Journal of Wildlife Management, 1997, 61(2): 450-459.