

DOI: 10.5846/stxb201902230336

徐雨, 张凯, 窦亮, 杨楠, 王彬, 冉江洪. 繁殖期黄喉雉鹑在景观尺度上的生境选择. 生态学报, 2021, 41(8): 3248-3254.

Xu Y, Zhang K, Dou L, Yang N, Wang B, Ran J H. Landscape-scale habitat selection by Buff-throated Partridges *Tetraophaps szechenyii* during the breeding season. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(8): 3248-3254.

繁殖期黄喉雉鹑在景观尺度上的生境选择

徐 雨¹, 张 凯¹, 窦 亮², 杨 楠³, 王 彬⁴, 冉江洪^{2,*}

1 贵州师范大学生命科学学院, 贵阳 550025

2 四川大学生命科学学院生物资源与生态环境教育部重点实验室, 成都 610065

3 西南民族大学青藏高原研究院, 成都 610041

4 西华师范大学生态研究院, 南充 637002

摘要: 生境选择研究是野生动物保护工作中的一项重要内容。黄喉雉鹑 (*Tetraophaps szechenyii*) 是我国 I 级保护动物, 先前对其生境选择进行过一定研究, 但缺乏对生境选择层次性的考虑和界定。研究遵循学界对生境选择层次性的定义, 从景观尺度 (第 2 级尺度) 调查四川省雅江县帕姆岭黄喉雉鹑在繁殖期的生境选择。通过设置 80 个样点, 运用录音回放技术调查样点 250 m 缓冲半径内黄喉雉鹑的占域情况, 然后通过地形数据和解译卫片提取有关生境变量, 使用逻辑斯蒂回归模型预测影响占域的重要因素。结果显示, 冷杉林、高山栎丛和高山松林的面积占比是决定黄喉雉鹑占域与否的最重要因子。冷杉林和高山栎丛的占比高、高山松林的占比低, 则黄喉雉鹑占域可能性大。该生境选择形式可能与逃避天敌和有利于觅食相关, 建议在未来保护管理中注重对冷杉林和高山栎丛的优先保护。同时, 也需对生境的镶嵌式结构进行保护。

关键词: 植被; 样点法; 空间尺度; 保护; 濒危物种; 鸡形目

Landscape-scale habitat selection by Buff-throated Partridges *Tetraophaps szechenyii* during the breeding season

XU Yu¹, ZHANG Kai¹, DOU Liang², YANG Nan³, WANG Bin⁴, RAN Jianghong^{2,*}

1 School of Life Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550025, China

2 Key Laboratory of Bio-Resource and Eco-Environment of Ministry of Education, School of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610065, China

3 Institute of Qinghai-Tibetan Plateau, Southwest Minzu University, Chengdu 610041, China

4 Institute of Ecology, China West Normal University, Nanchong 637002, China

Abstract: Habitat selection is an important field of research in wildlife conservation. Although there are some quantitative studies on habitat selection by Buff-throated Partridges (*Tetraophaps szechenyii*), a Galliform species legally listed in Category I of the nationally protected animals in China, a natural ordering of selection process has not been considered in the analysis of habitat selection. Following the widely used definition of spatial scales in habitat selection, this study examined landscape-scale (second-order) habitat selection by Buff-throated Partridges during the breeding season in the Pamuling Mountains, Yajiang County, Sichuan. The technique of playback was used to investigate the occupancy of Buff-throated Partridges in 250 m buffer zone around 80 point stations, and the habitat variables of each station were achieved from topographic data and the available digital cartography resolutions. The logistic-regression habitat models showed that the proportions of fir-larch forests, oak thickets and pine forests were the most important predictors for the occupancy of Buff-throated Partridges. It was predicted that Buff-throated Partridges selected preferential sites with higher proportions of fir-

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31301896, 31172105)

收稿日期: 2019-02-23; 网络出版日期: 2021-02-24

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: rjhong-01@163.com

larch forests and oak thickets, but a lower proportion of pine forests as their home ranges. The habitat selection pattern might have important consequences in terms of avoiding predators and gathering food. For the habitat management, it is suggested that fir-larch forests and oak thickets should be given priorities for conservation, and a mosaic of important habitats should be maintained.

Key Words: vegetation; point count; spatial scales; conservation; endangered species; Galliformes

生境是动物赖以生存和繁殖的场所,对种群的存活与延续具有重要的意义^[1]。在长期进化过程中,动物对生境的选择表现出特定的环境适应性,同时也具有一定的尺度依耐性^[2]。根据 Johnson^[3],动物的生境选择遵循 4 个基本层次:第 1 级是对地理区域的选择(区域尺度),第 2 级是在特定区域内对家域的选择(景观尺度),第 3 级是在家域内对不同生境斑块的选择(家域尺度),第 4 级是在特定生境斑块内对觅食、筑巢、夜栖等位点的选择(斑块尺度)。研究物种的生境选择,对探讨生物对环境的适应,以及开展物种保护和管理工

作,具有重要的价值^[4-6]。黄喉雉鹑(*Tetraophasis szechenyii*)隶属鸡形目雉科,是我国特有鸟种,国家 I 级重点保护动物^[7-8]。分布于四川西部、青海南部、云南西北和西藏南部,栖息在海拔 3350—4600 m 之间的针叶林、高山灌丛、草甸及林线以上的岩石苔原地带^[8-9]。对于黄喉雉鹑的生境选择和利用,早期刘少初和次仁、吴毅等、格玛嘉措、Potapov、文陇英等进行过简单的描述性报道^[10-14]。就定量研究而言,Xu 等、Zhang 等、徐雨等、Wang 等从觅食地、夜栖地、巢址和沙浴地等角度对植被偏好及其环境影响因素进行了一定分析^[15-22]。但是,先前研究很少考虑到生境选择的层次性,尤其对植被类型选择的研究而言,如果缺乏对生境选择层次性的考虑,可能会使理解出现偏差^[1,23-24]。

本研究依据 Johnson^[3]对生境选择层次性的定义,从景观尺度上确定黄喉雉鹑在繁殖期的占域情况,然后通过建立生境模型分析占域与植被、地形等环境因子之间关系,以此分析黄喉雉鹑在繁殖期的生境选择形式,探讨该物种对环境的适应性,为物种的生境保护和管理提供一定理论基础。

1 研究方法

1.1 研究地区

研究地位于四川省甘孜藏族自治州雅江县帕姆岭(30°06'N, 101°11'E),海拔 3350—4300 m,面积 50.9 km²。该区域气候属青藏高原亚湿润气候区,分布有 6 种典型植被类型(图 1),即冷红杉林(FF)、针阔混交林(DBCF)、高山松林(PPF)、高山栎丛(OK)、杜鹃灌丛(RS)及草地(AM)。各植被的特征描述如下(均值表示为±标准误):

(1)冷红杉林($n=16$):主要分布于海拔 3350—4100 m,面积占 7.7%。上层乔木盖度(44.0 ± 7.4)%,优势树种为鳞皮冷杉(*Abies squamata*)、大果红杉(*Larix potaninii* var. *macrocarpa*)。林下灌木盖度(33.0 ± 5.1)%,草本盖度(12.5 ± 3.8)%,落叶盖度(50.5 ± 6.7)%。

(2)针阔混交林($n=13$):分布于海拔 3350—3600 m,面积 17.2%。乔木盖度(39.4 ± 4.8)%,优势树种为大果红杉、桦木(*Betula* spp.)、川西云杉(*Picea likiangensis* var. *balfouriana*)等。林下灌木盖度(28.9 ± 4.6)%,草本盖度(14.4 ± 2.9)%,落叶盖度(48.5 ± 4.5)%。

(3)高山松林($n=20$):分布于海拔 3350—3850 m,面积占 29.6%。乔木层盖度(38.3 ± 3.7)%,高山松(*Pinus densata*)为绝对优势种,林下灌木盖度(32.1 ± 4.4)%。由于凋落的松针难以分解,落叶层盖度高达(77.8 ± 5.0)%,草本盖度很低,仅为(5.4 ± 2.2)%。

(4)高山栎丛($n=27$):分布于海拔 3700—4300 m,面积占 27.3%。上层盖度(36.2 ± 6.0)%,川滇高山栎(*Quercus aquifolioides*)是绝对优势种,其他灌木稀少,草本盖度(15.8 ± 3.4)%,落叶盖度(49.4 ± 3.9)%。

(5) 杜鹃灌丛($n=8$): 分布于海拔 3700—4200 m, 面积占 14.1%。盖度(55.1 ± 4.9)%, 包含多种杜鹃, 比如光亮杜鹃(*Rhododendron nitidulum*)、淡黄杜鹃(*Rh. flavoflorum*)等, 其他常见灌木有柳(*Salix* spp.)、金露梅(*Dasiphora fruticosa*)、小檗(*Berberis* spp.)等。草本盖度(39.1 ± 4.4)%, 落叶盖度(24.6 ± 2.7)%。

(6) 草地: 零星分布于上述各种植被之间, 面积很小, 草本盖度 $>80\%$, 以禾本科草本为主。

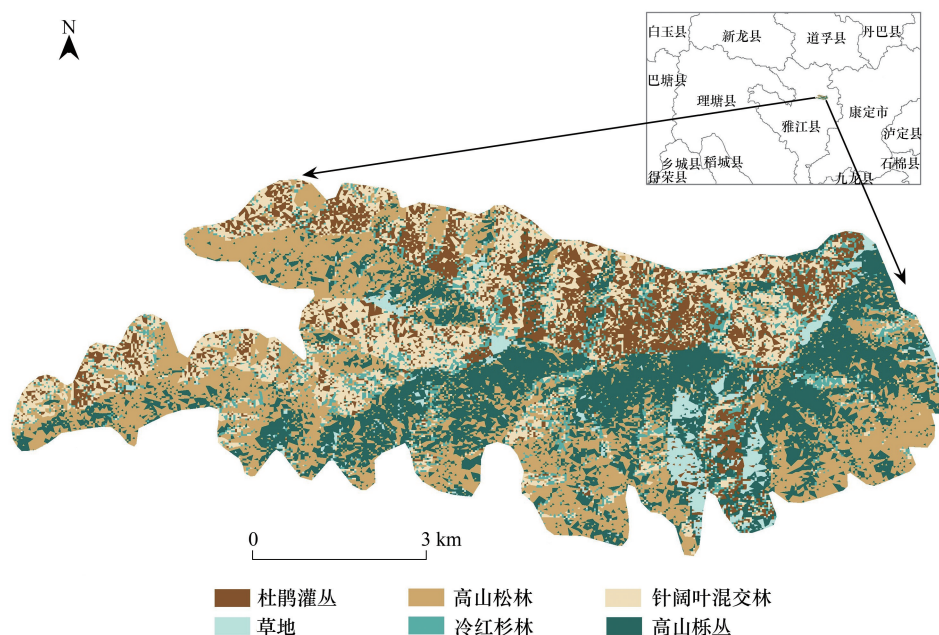


图 1 图示研究区的位置及植被组成

Fig.1 Map showing the location of the study site and vegetation structure

除黄喉雉鹑之外, 研究区还分布有血雉(*Ithaginis cruentus*)、白马鸡(*Crossoptilon crossoptilon*)、高原山鹑(*Perdix hodgsoniae*)等鸡形目鸟类。主要的鸟类天敌有胡兀鹫(*Gypaetus barbatus*)、高山兀鹫(*Gyps himalayensis*)、大鵟(*Buteo hemilasius*)。兽类天敌有豹猫(*Prionailurus bengalensis*)、藏狐(*Vulpes ferrilata*)、黄鼬(*Mustela sibirica*)及香鼬(*M. altaica*)等。

1.2 野外调查

首先, 从研究区中心沿各个主要方位设置调查样带(共设置调查样带 10 条, 每条样带长度为 0.3—5 km, 总长度 22.5 km)。然后, 依据鸟类调查的相关准则^[5]以及黄喉雉鹑的家域值大小^[25], 在每条样带上每隔 250 m 设置 1 个调查样点(共计设置了 84 个样点, 但由于 4 个样点的缓冲半径超出研究区范围, 实际纳入分析的样点为 80 个)。

使用录音回放技术开展调查(录音为一段 40 s 高质量领域鸣叫声; 设备型号: 京华 DVR-892)。调查通常在晴朗天气进行, 调查时间为每日 07:30—11:00 和 14:00—17:40。在调查时, 研究人员(2 人组成)沿样带以大约 2 km/h 速度行进。当到达某一样点, 首先播放录音; 然后, 记录半径 250 m 范围内是否有黄喉雉鹑的应答声。若有应答, 则立即停止回放; 否则, 2 min 间隔后, 重复回放 1 次。研究者在每个样点的停留时间为 10 min。

调查工作于 2009 年 4—6 月开展, 调查每月进行 1 次, 共开展了 3 次调查。

1.3 数据处理和分析

首先, 下载研究区的 Landsat 7 TM 影像图(2009 年 3 月, 分辨率 30 m × 30 m), 使用 ERDAS 8.6 进行监督分类。随后, 导入 ArcGIS 3.2, 使用野外调研中实际获得的 182 个植被经纬度点对分类图进行校正; 以 1:100000 地形图为底图, 提取等高线及赋高程值(等高线间距是 40m), 生成 DEM 图(分辨率 30 m), 求出以样

点为中心 250 m 缓冲半径内的平均高度 (ALT)、平均坡度 (SLP)、平均坡向 (ASP) 及各种植被的面积占比。然后,对所有变量进行 Spearman 相关性分析。若发现两变量间的相关系数绝对值大于或者等于 0.5,则认为变量之间存在一定相关性^[26],在随后模型中仅纳入生物学意义较强或之前研究^[16,18-19]认为重要的变量进入分析。

使用逻辑斯蒂回归模型预测影响黄喉雉鹑占域的重要因素。对某一监测样点,倘若在 3 次调查中至少探测到 1 次黄喉雉鹑的鸣声应答,则认为黄喉雉鹑有占域;否则,视为未占域。在分析中仅纳入单级因子(不考虑因子间二级以上的交互作用),建立不同组合的备选模型(包括零模型)。使用修正 AIC (AIC_c) 评判和选择模型。首先,计算出即各模型的 AIC_c 值与最小 AIC_c 的差,即 ΔAIC_c 。通过比较各模型的 ΔAIC_c 值和 Akaike 权重值 (w_i),确定各模型的优劣程度。若最优模型的 $\Delta AIC_c > 2$,则使用该模型计算参数估计值^[27];否则,对 95% 置信模型 (w_i 由高到低排序后累加值 ≤ 0.95 的模型)进行模型平均^[27-28],然后比较每个变量的相对重要性 (Σw_i) 和 95% 置信区间。如果某一变量相对重要性较大且 95% 置信区间不包含 0 值,则认为该变量对模型的贡献较大^[29]。所有分析在 R 3.5.1^[30] 上进行,模型拟合和模型平均借助 glmulti^[31] 和 MuMIn^[32] 两个插件完成。

2 结果

在纳入分析的 80 个监测样点中,250 m 缓冲半径内发现有黄喉雉鹑出现的样点是 41 个,即,51.3% 的监测样点是黄喉雉鹑的占域点。

Spearman 相关性分析显示,样点 250 m 缓冲半径内高山松林占比与海拔、杜鹃灌丛占比的相关性较高,高山栎丛占比与杜鹃灌丛占比、针阔混交林占比相关性较高(表 1)。基于变量的相对重要性,在随后分析中,剔除海拔、杜鹃灌丛占比和针阔混交林占比 3 个变量。即,最终进入模型分析的变量是坡度、坡向、高山松林占比、草地占比、冷红杉林占比及高山栎丛占比等 6 个。

表 1 生境变量的相关分析

Table 1 Spearman correlation coefficients for habitat variables

变量 Variable	ALT	SLP	ASP	Prop_RS	Prop_PPF	Prop_DBCF	Prop_AM	Prop_FF	Prop_OK
ALT	1.00	-0.05	-0.33	0.24	-0.54	-0.23	0.29	0.09	0.33
SLP		1.00	0.21	0.07	-0.25	0.11	-0.06	0.00	0.03
ASP			1.00	0.12	-0.02	0.42	-0.30	0.24	-0.32
Prop_RS				1.00	-0.68	0.67	0.30	0.44	-0.65
Prop_PPF					1.00	-0.46	-0.31	-0.36	0.35
Prop_DBCF						1.00	0.08	0.54	-0.76
Prop_AM							1.00	0.14	0.00
Prop_FF								1.00	-0.34
Prop_OK									1.00

ALT:海拔 Altitude;SLP:坡度 Degree of slope;ASP:坡向,被分为 2 类,即阴坡 (225—360° 及 0—44°) 和阳坡 (45—224°) Aspect of slope, divided as two categories; colder slope (225—360° and 0—44° and warmer slope (45—224°); Prop_RS:杜鹃灌丛占比 Proportion of rhododendron shrubs; Prop_PPF:高山松林占比 Proportion of pine forests; Prop_DBCF:针阔混交林占比 Proportion of mixed spruce-larch-birch forest; Prop_AM:草地占比 Proportion of grasslands; Prop_FF:冷红杉林占比 Proportion of fir-larch forests; Prop_OK:高山栎丛占比 Proportion of oak thickets

共建立了 64 (2^6) 个逻辑斯蒂回归模型。其中,有多个模型的 $\Delta AIC_c \leq 2$,即没有 1 个最优拟合模型(表 2)。因此,选择 95% 置信备选模型 (w_i 由高到低排序后累加值 ≤ 0.95 的模型)进行模型平均。模型平均的结果显示,3 个变量,即高山松林占比、冷红杉林占比和高山栎丛占比的相对重要性 (Σw_i) 较大,且参数估计值的 95% 置信区间不包含 0 值(表 3)。因此,这 3 个变量是决定黄喉雉鹑生境选择的最重要因子。根据模型平均的预测,无论是阳坡或是阴坡,黄喉雉鹑都偏爱冷红杉林和高山栎丛占比比较高的地方,而不喜好高山松林占比

较高的地方(图2)。

表 2 黄喉雉鹑生境选择预测的 95%置信模型

Table 2 The 95% confidence set of candidate models predicting habitat selection of Buff-throated Partridges					
模型 Model	变量数 <i>k</i>	对数似然值 $\log(L)$	AIC _c	ΔAIC _c	权重 <i>w_i</i>
Prop_PPF+Prop_FF+Prop_OK+ASP	5	-40.96	92.72	0	0.19
Prop_PPF+Prop_FF+Prop_OK	4	-42.14	92.82	0.10	0.19
Prop_PPF+Prop_FF+Prop_OK+Prop_AM	5	-41.79	94.39	1.67	0.08
Prop_PPF+Prop_FF+Prop_OK+SLP	5	-42.01	94.84	2.12	0.07
Prop_PPF+Prop_FF+Prop_OK+ASP+Prop_AM	6	-40.88	94.91	2.19	0.07
Prop_PPF+Prop_FF+Prop_OK+ASP+SLP	6	-40.91	94.97	2.25	0.06
Prop_PPF+Prop_FF	3	-44.66	95.63	2.91	0.05
Prop_PPF+Prop_FF+Prop_OK+Prop_AM+SLP	6	-41.74	96.63	3.91	0.03
Prop_PPF	2	-46.34	96.84	4.12	0.02
Prop_PPF+Prop_FF+Prop_AM	4	-44.16	96.86	4.14	0.02
Prop_PPF+Prop_FF+ASP	4	-44.29	97.12	4.40	0.02
Prop_PPF+Prop_FF+Prop_OK+ASP+Prop_AM+SLP	7	-40.86	97.27	4.55	0.02
Prop_PPF+ASP	3	-45.57	97.46	4.74	0.02
Prop_PPF+Prop_FF+SLP	4	-44.53	97.60	4.88	0.02
Prop_PPF+Prop_OK+ASP	4	-44.54	97.62	4.90	0.02
Prop_PPF+Prop_OK	3	-45.83	97.98	5.25	0.01
Prop_PPF+Prop_AM	3	-46.01	98.34	5.62	0.01
Prop_PPF+Prop_FF+ASP+Prop_AM	5	-43.98	98.77	6.05	0.01
Prop_PPF+SLP	3	-46.31	98.94	6.22	0.01
Prop_PPF+Prop_FF+Prop_AM+SLP	5	-44.13	99.07	6.34	0.01
Prop_PPF+Prop_FF+ASP+SLP	5	-44.24	99.28	6.56	0.01
Prop_PPF+ASP+Prop_AM	4	-45.43	99.39	6.67	0.01
Null	1	-55.43	112.90	20.18	0.00

Prop_FF:冷红杉林占比 Proportion of fir-larch forests;Prop_OK:高山栎丛占比 Proportion of oak thickets;Prop_PPF:高山松林占比 Proportion of pine forests;ASP:坡向,分为阴坡(225—360°及 0—44°)和阳坡(45—224°),设置以阳坡作为参照 Aspect of slope (colder slopes, 225—360° and 0—44° compared to warmer slopes, 45—224°);Prop_AM:草地占比 Proportion of grasslands;SLP:坡度 Degree of slope

表 3 基于模型平均的生境变量参数估计和相对重要性值

Table 3 Model-averaged coefficients and relative importance calculated for variables predicting habitat selection of Buff-throated Partridges					
变量 Variable	估计值 Estimate	标准误 SE	95%置信区间 95% CI		相对重要性 $\sum w_i$
截距 Intercept	-1.13	1.65	-4.37	2.11	
Prop_PPF	-4.82	1.77	-8.28	-1.35	1
Prop_FF	13.98	6.39	1.45	26.51	0.89
Prop_OK	2.55	1.21	0.17	4.93	0.78
ASP	0.86	0.64	-0.40	2.12	0.45
Prop_AM	-4.82	7.29	-19.11	9.46	0.27
SLP	0.03	0.07	-0.11	0.16	0.24

3 结论与讨论

先前研究报道黄喉雉鹑在繁殖期倾向于选择冷红杉林和高山栎丛,而拒绝使用高山松林^[16,18-19]。本研究依据 Johnson^[3]对生境选择层次性的定义,从景观尺度上调查黄喉雉鹑在繁殖期的占域情况,进一步严格地证

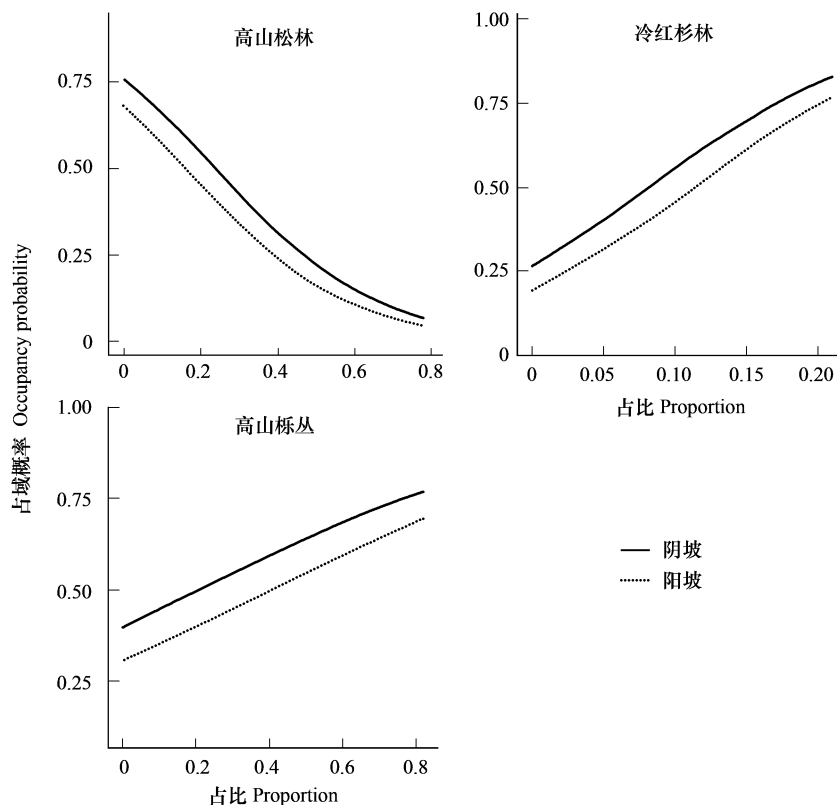


图 2 黄喉雉鹑占域概率及高山松林、冷红杉林、高山栎丛占比的影响

Fig.2 Occupancy probability of Buff-throated Partridges Proportion of pine forests, fir-larch forests and oak thickets

实黄喉雉鹑偏爱冷红杉林和高山栎丛占比高的地方,而不喜好高山松林占比高的地方。

鸟类的生境选择通常与逃避天敌和觅食相关^[5,23,33]。研究区的冷红杉林和高山栎丛同时具有较大乔木郁闭度和林下灌木盖度,选择这两种植被可能有助于躲避天敌。但是,高山松林也具有较大乔木郁闭度和林下灌木盖度,而黄喉雉鹑却不喜好,推测可能是对捕食风险和食物资源权衡的结果。与同域分布的白马鸡等鸡形目鸟类相比较,黄喉雉鹑棕灰色的羽毛本身能降低捕食风险。在这种情况下,黄喉雉鹑在选择生境时可能会重点考虑食物资源的可获得性^[22]。黄喉雉鹑以草食性为主(主要啄食草本的茎叶、果实、种子及根),且啄刨能力不甚强^[8,10,22,34]。高山松林下落叶主要以高山松松针为主,因松针不易分解,致使林下落叶盖度很大,落叶厚度很深,而草本盖度很低,不利于黄喉雉鹑获取食物。比如,果实或种子被落叶层深深地埋藏,将难以被取食。进一步研究有待从植被结构和地被层特征开展定量分析,以此阐述其生境选择的机制。

尽管当前研究揭示冷红杉林和高山栎丛是黄喉雉鹑在繁殖期的重要生境。但是,在同一研究位点,先前研究报道黄喉雉鹑成体夜栖时完全使用冷红杉林,而不选择其他生境;幼体除了使用冷红杉林外,还使用杜鹃灌丛^[15,17]。因此,推测黄喉雉鹑对生境的需求可能存在时间尺度(季节、日)的变化。

就保护管理而言,冷红杉林和高山栎丛作为黄喉雉鹑的重要生境,应该重点受到保护。高山栎是当地居民薪材砍伐的主要对象,尤其应受到管控。考虑到地处高寒地区以及特殊的社会经济状况,当前不可能完全杜绝当地人取材,因此有必要对伐取薪材的时间、地点和规模进行规范,杜绝滥砍滥伐^[18]。同时,鉴于黄喉雉鹑的生境选择具有时间变异性,建议在保护管理和规划工作中维持多样化或镶嵌式的植被结构。在下一步工作中,需对生境面临的主要威胁进行调查,以制定更具针对性的保护策略。

致谢:感谢四川省格西沟自然保护区对野外工作提供的帮助与支持,感谢帕姆岭寺对野外生活给予的照顾和

帮助,感谢岳汉秋和廖立欢对植被解译和 GIS 作图提供的帮助。

参考文献 (References):

- [1] Jones J. Habitat selection studies in avian ecology: a critical review. *The Auk*, 2001, 118(2): 557-562.
- [2] 夏珊珊, 胡大明, 邓玥, 钟雪, 白文科, 张晋东, 王彬, 周材权. 同域分布红腹锦鸡和红腹角雉在不同空间尺度下的生境分化. *生态学报*, 2019, 39(5): 1627-1638.
- [3] Johnson D H. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 1980, 61(1): 65-71.
- [4] 张正旺, 丁长青, 丁平, 郑光美. 中国鸡形目鸟类的现状与保护对策. *生物多样性*, 2003, 11(5): 414-421.
- [5] Sutherland W J, Green R E. Habitat assessment//Sutherland W J, Newton I, Green R E, eds. *Bird Ecology And Conservation: A Handbook of Techniques*. New York: Oxford University Press, 2004: 251-268.
- [6] Tian S, Xu J L, Li J Q, Zhang Z W, Wang Y. Research advances of Galliformes since 1990 and future prospects. *Avian Research*, 2018, 9(1): 32.
- [7] 汪松, 解炎. 中国物种红色名录. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [8] 雷富民, 卢汰春. 中国鸟类特有种. 北京: 科学出版社, 2006.
- [9] 郑光美. 中国雉类. 北京: 高等教育出版社, 2015.
- [10] 刘少初, 次仁. 西藏的雉鹑. *野生动物*, 1993, (2): 18-21.
- [11] 吴毅, 彭基泰, 高红. 雉鹑繁殖生态的研究. *生态学报*, 1994, 14(2): 221-222.
- [12] 格玛嘉措. 白马雪山的珍稀雉类——雉鹑. *云南林业*, 1997, (1): 24-24.
- [13] Potapov R L. Distribution, biology and phylogeny of genus *Tetraophasis* (Elliot, 1872). *The Russian Journal of Ornithology*, 2002, 11: 1051-1066.
- [14] 文隄英, 弓加文, 刘迺发, 景鹏. 四川雅江县四川雉鹑的生活习性. *四川动物*, 2008, 27(3): 426-428.
- [15] Xu Y, Yang N, Wang Y, Yue B S, Ran J H. Roosting behavior and roost selection by Buff-throated Partridges *Tetraophasis szechenyii* during the breeding season. *Zoological Studies*, 2010, 49(4): 461-469.
- [16] Zhang K, Yang N, Xu Y, Ran J H, Lloyd H, Yue B S. Nesting behavior of Szechenyi's Monal-Partridge in treeline habitats, Pamuling Mountains, China. *The Wilson Journal of Ornithology*, 2011, 123(1): 93-96.
- [17] 徐雨, 王彬, 窦亮, 冉江洪, 刘世荣, 李八斤. 四川雉鹑育雏早期雌体与幼体夜栖地的选择. *四川动物*, 2014, 33(5): 641-645.
- [18] Xu Y, Yang N, Wang B, Dou L, Yue H Q, Liu S R, Ran J H. Seasonal habitat use of a rare high-mountain Galliform species, the Buff-throated Partridge (*Tetraophasis szechenyii*). *North-Western Journal of Zoology*, 2016, 12(2): 314-318.
- [19] Xu Y, Wang B, Dou L, Yue H Q, Yang N, Yang L, Liu S R, Ran J H. Estimating density of a rare and cryptic high-mountain Galliform species, the Buff-throated Partridge *Tetraophasis szechenyii*. *Avian Conservation and Ecology*, 2016, 11(1): 10.
- [20] 徐雨, 王彬, 窦亮, 冉江洪, 刘世荣, 岳汉秋, 杨柳, 宗建伟, 李彦娇, 李八斤. 三种同域高山鸡形目鸟类的生境选择. *四川动物*, 2017, 36(3): 258-265.
- [21] Wang B, Xu Y, Zhang B, Wu Y J, He X C, Ran J H, Zeng T. Overlap and selection of dust-bathing sites among three sympatric montane galliform species. *The Auk*, 2018, 135(4): 1076-1086.
- [22] Wang B, Xu Y, Price M, Yang N, Liu W, Zhu B W, Zhong X, Ran J H. Niche partitioning among three montane ground-dwelling pheasant species along multiple ecological dimensions. *Ibis*, 2020, doi: 10.1111/ibi.12842.
- [23] Fierro-Calderón K, Martin T E. Does vegetation change over 28 years affect habitat use and reproductive success? *The Auk*, 2020, 137(1): ukz061.
- [24] Rego F C, Bunting S C, Strand E K, Godinho-Ferreira P. *Applied Landscape Ecology*. New York: Wiley, 2019.
- [25] Yang N, Zhang K, Lloyd H, Ran J H, Xu Y, Du B B, Yue B S, Wang Y, Klaus S. Group size does not influence territory size and overlap in a habituated population of a cooperative breeding Himalayan Galliform species. *Ardea*, 2011, 99(2): 199-206.
- [26] Dormann C F, Elith J, Bacher S, Buchmann C, Carl G, Carré G, Marquéz J R G, Gruber B, Lafourcade B, Leitão P J, Münkemüller T, McClean C, Osborne P E, Reineking B, Schröder B, Skidmore A K, Zurell D, Lautenbach S. Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 2013, 36(1): 27-46.
- [27] Burnham K P, Anderson D R. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*. New York: Springer-Verlag, 2002.
- [28] Anderson D R. *Model Based Inference in the Life Sciences: A Primer on Evidence*. New York: Springer, 2008.
- [29] Grueber C E, Nakagawa S, Laws R J, Jamieson I G. Multimodel inference in ecology and evolution: challenges and solutions. *Journal of Evolutionary Biology*, 2011, 24(4): 699-711.
- [30] R Development Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2018.
- [31] Calcagno V. *Glmulti: Model selection and multimodel inference made easy*. Version 1.0.8. (2020-05-26) [2020-09-15]. <https://cran.r-project.org/web/packages/glmulti/>.
- [32] Bartoň K. *MuMIn: Multi-model inference*. Version 1.43.17. (2020-04-15) [2020-09-15]. <https://cran.r-project.org/web/packages/MuMIn/>.
- [33] Cody M L. *Habitat Selection in Birds*. New York: Academic Press, 1985.
- [34] 于鹏飞, 徐雨, 杨楠, 张凯, 冉江洪, 王楠. 夏秋季四川雉鹑植物类食物资源及其分布. *四川动物*, 2011, 30(1): 74-78.