

云南大中山黑颈长尾雉栖息地选择周年变化

李伟, 周伟*, 刘钊, 李宁

(西南林学院 保护生物学学院, 云南省森林灾害预警与控制重点实验室, 云南 昆明 650224)

摘要: 采用比较利用和可利用栖息地的方法, 分别对云南大中山黑颈长尾雉秋冬季、春季和夏季栖息地展开调查。 χ^2 检验和 Bonferroni 置信区间分析结果表明, 黑颈长尾雉不同季节均偏向选择常绿阔叶林, 偏向选择或回避选择的乔木、灌木和草本的种类不尽相同。利用和可利用样方差异性检验显示, 不同季节对地形因素的选择性不明显, 仅夏季距水源距离一个因子差异显著; 植被因子中, 春季差异显著的仅有乔木层盖度因子, 夏季有乔木密度、乔木层盖度、落叶层盖度和草本层盖度等 4 个因子, 秋冬季有乔木层盖度、草本层盖度和藤本密度等 3 个因子。主成分分析表明, 不同季节利用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, 即栖息地选择的主要生态因子随季节发生变化。单因素方差分析和逐步判别分析表明, 秋冬季与春季栖息地特征较接近, 而与夏季差别较大。

关键词: 黑颈长尾雉; 栖息地选择; 生态因子; 样方比较; 哀牢山
中图分类号: Q959.725; Q958.113 **文献标志码:** A **文章编号:** 0254-5853-(2010)05-0499-010

Habitat selection change of Mrs. Hume Pheasant (*Syrmaticus humiae*) in Dazhongshan during the year

LI Wei, ZHOU Wei*, LIU Zhao, LI Ning

(Faculty of Conservation Biology in Southwest Forestry College, and Key Laboratory of Forest Disaster Warning and Control in Yunnan Province, Kunming 650224, China)

Abstract: Habitat selection of Mrs. Hume Pheasant (*Syrmaticus humiae*) was studied respectively in fall and winter, spring and summer in Dazhongshan in Yunnan Province by the methods of used and available plots. The results of χ^2 test and Bonferroni confidence interval showed that the pheasant prefer to select broadleaf evergreen forest as habitat category throughout the year, although the dominant species of tree, shrub or herb in habitat differed in seasons. The tests of differences of the factors between used and available plots indicated that there was no obvious selection for the terrain factors in the whole year except the factor of distance to the water in summer. Among all the vegetation factors that the significant different ones were listed as canopy tree coverage in spring; canopy tree density, canopy tree coverage, leaf litter coverage and herb coverage in summer; canopy tree coverage, herb coverage and liana density in autumn and winter. The results of principal component analysis of the factors in used plots revealed that the factors with large loads in principal components differed in different seasons, in other words, the key factors of habitat selection differed with seasons. One-way ANOVA and stepwise discriminant analysis validated that the features of habitat were similar between spring and autumn and winter with comparison to summer.

Key words: Mrs. Hume Pheasant (*Syrmaticus humiae*); Habitat selection; Ecological factors; Comparison of plots; Ailaoshan

黑颈长尾雉(*Syrmaticus humiae*)由于数量稀少, 分布范围狭窄, 被列为国家 I 级重点保护野生动物。近年对其生态学研究主要集中在人工繁殖种群再引入的扩散方式(Bei et al, 2005)、夜栖地选择(Jiang

et al, 2006)、巢址选择(Chen et al, 2006a)、育雏地选择(Bei et al, 2008)和产卵孵化行为(Chen et al, 2006b), 以及野生种群春季栖息地选择与利用(Li et al, 2006; Liu et al, 2008)等。雉类在不同季节和生活

收稿日期: 2010-03-25; 接受日期: 2010-07-05

基金项目: 国家林业局 2009 年珍稀濒危物种调查监管项目资助和云南省重点学科野生动植物保护与利用项目 (XKZ200904)

*通讯作者(Corresponding author), E-mail: weizhouyn@163.com

史的不同阶段对栖息地选择利用不是均匀的,存在时间与空间上的差异和变化(Shi & Zheng, 1997; Shi & Zheng, 1999; Yang et al, 1999; Zhang et al, 2003, 2005a)。为全面了解野生黑颈长尾雉生活史各阶段的生境需求和栖息地变化特点开展此项研究。

1 研究地与研究方法

1.1 研究地概况

大中山系哀牢山国家级自然保护区南华片区的主要组成部分之一,位于云南楚雄州南华县西南(100° 44' 28" —100° 57' 42" E, 24° 43' 32" —25° 01' 10" N),总面积 25 327 hm²,以保护亚热带中山湿性常绿阔叶林森林生态系统为主要目标,属中国西部暖温带季风气候类型。年均温约 11℃,最冷月均温 5℃,极端温度-8℃,无霜期约半年。四季不分明。年均降雨量 140 mm,干湿季分明,雨季(5—10 月)降雨量约占全年降雨量的 87%—89%,年相对湿度约 86%。植被基带为高原亚热带北部常绿阔叶林类型,因海拔变化兼有南北成分特点。海拔 1 500 m 以下为河谷稀树灌丛及云南松(*Pinus yunnanensis*)林;海拔 1 500—2 400 m 为常绿和落叶阔叶次生林及云南松林,秋冬季和春季放牧活动频繁;海拔 2 400 m 以上为原生中山常绿阔叶林及人工华山松(*P. armandi*)林,放牧活动稀少。研究地常绿阔叶林面积占 48.0%,云南松林 40.9%,华山松人工林 5.6%,落叶阔叶林 5.5%。常绿阔叶林中乔木多丛生,藤本植物丰富,枯立木和倒木多,草本和灌木层不甚发达(Wang, 2000)。

1.2 样方调查

分别于 2005 年 11—12 月、2006 年 3—4 月和 7—8 月对云南大中山黑颈长尾雉的秋冬季(越冬期)、春季(繁殖期)和夏季(育雏期)栖息地选择展开调查研究。

采用比较利用和可利用栖息地(Used and available plots)的方法,以雉类的活动痕迹(取食痕迹、粪便、羽毛等)为中心,标记栖息地利用大样方(10 m×10 m),在大样方中心和四角分别设置 1 m×1 m 小样方共 5 个(Young et al, 1991)。以大样方测度地形、乔木、灌木和藤本植物等的信息,以小样方测度草本和落叶层的信息,共测量和记录 20 个栖息地生态因子(表 1、表 2 和表 6)。同时,以利用样方中心为参照点,通过随机数字表确定可利用样方的中心,设置相同大小的可利用样方(Fowler et

al, 1998)。随机数字表每一单元由 5 位数字构成,以前 3 位数字作为利用和可利用样方中心点之间的方位夹角(0—999°);后 2 位数字作为两者中心点间的距离(0—99 m)。当前 3 位数的数值超过 360 时,以该值减去 360 的整倍数后的余值(0—360°)作为方位角。以正北为 0° 起点,顺时针旋转罗盘,使指针指到方位角值,此时的方向即为可利用样方的位置方向(Brennan et al, 1987)。在可利用样方测量的因子和方法同利用样方。

1.3 数据分析

定性因子(nominal variable)指定性描述的生态因子,包括栖息地类型,优势乔木、灌木和草本种类等因子。采用 χ^2 检验和 Bonferroni 置信区间分析雉类对这些因子的选择性(Neu et al, 1974),如果 χ^2 检验表明雉类个体对资源的利用存在显著性差异,然后根据 Bonferroni 不等式判断动物对这一资源的喜好程度。计算公式如下:

$$r_i \pm z_{\alpha/2k} \times \sqrt{r_i(1-r_i)/n}$$

α 为显著性水平, k 为资源数, Z 为显著性水平为 α 时标准正态分布 $|Z|$ 值, n 为样本大小,即动物个体总数。当 p_i 落在 Bonferroni 置信区间内, r_i 与 p_i 不存在显著差异,表明动物对资源 i 随机选择;当 $p_i \leq r_i - Z_{\alpha/2k} \times [r_i(1-r_i)/n]^{1/2}$ 时, r_i 显著大于 p_i , 表明动物偏好资源 i ; 而当 $p_i \geq r_i + Z_{\alpha/2k} \times [r_i(1-r_i)/n]^{1/2}$ 时, r_i 显著小于 p_i , 表明动物回避资源 i 。

定量因子(quantitative variable)指数值型的可量或可数因子。(1)比较利用和可利用样方。坡向和坡度因子采用圆形统计方法;乔木层、灌木层、草本层和落叶层盖度等 4 个百分点型因子量先作反正弦函数转换为角度型变量,然后与其他 10 个定量因子一起,采用独立样本的 t 检验(正态分布)或非参数 Mann-Whitney U 检验(非正态分布)。(2)各季节利用样方比较。采用单因素方差分析 LSD(方差齐性)或 Tamhane'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,进一步确定区分各季节利用样方特征的判别因子。(3)栖息地选择因子。用最大方差旋转法,对各季节利用样方的定量因子作主成分分析,确定影响各季节栖息地选择的主要生态因子,比较这些因子的季节性差异(Fowler et al, 1998)。数据处理均在 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 13.0 for Windows 统计软件上完成。

2 结果与分析

春季设置利用和可利用样方各 30 个, 夏季 25 个, 秋冬季 20 个。

2.1 栖地类型与植物选择

对常绿阔叶林、落叶阔叶林、云南松林和华山松林等栖息地类型的 χ^2 检验结果显示, 黑颈长尾雉在不同季节对栖息地均存在明显的选择性, Bonferroni 置信区间分析结果表明, 在不同季节, 黑颈长尾雉个体均偏向选择常绿阔叶林作为栖息地(表 1), 所有利用样方均分布于此林型中。

在春季, 黑颈长尾雉对于优势乔木和优势草本种类存在显著选择性, 但对优势灌木不存在选择性。在夏季, 对优势乔木、灌木和草本种类均存在显著选择性。在秋冬季, 对优势乔木、灌木和草本种类均存在显著的选择性。每一季节偏向选择或回避选择的乔木、灌木和草本的种类不尽相同(表 2)。

2.2 地形与植被因素选择

不同季节利用样方的坡向和坡度均是随机分布的(春季 $n=30$, $R_{0.05}=0.315$, $R_1=0.222$, $P_1>0.05$; $R_2=0.089$, $P_2>0.05$; 夏季 $n=25$, $R_{0.05}=0.344$, $R_1=0.228$, $P_1>0.05$; $R_2=0.217$, $P_2>0.05$; 秋冬季 $n=20$, $R_{0.05}=0.385$, $R_1=0.061$, $P_1>0.05$; $R_2=0.276$, $P_2>0.05$)。与可利用样方的坡向和坡度相比, 黑颈长尾雉在春季 ($n_1=n_2=30$, $U^2_{0.05}=0.187$, $U^2_1=0.110$, $P_1>0.05$; $U^2_2=0.064$, $P_2>0.05$)、夏季($n_1=n_2=25$, $U^2_{0.05}=0.187$, $U^2_1=0.135$, $P_1>0.05$; $U^2_2=0.128$, $P_2>0.05$)和秋冬季

($n_1=n_2=20$, $U^2_{0.05}=0.187$, $U^2_1=0.026$, $P_1>0.05$; $U^2_2=0.090$, $P_2>0.05$)对坡向和坡度这两个定性因子的选择均不明显。

利用与可利用样方相比较, 对海拔、距空旷地、水源和道路距离等 4 个与地形相关的定量因子只有在夏季距水源距离差异显著, 利用样方较可利用样方远离水源。对与植被相关的 10 个定量因子的比较结果显示, 在春季仅乔木层盖度因子差异显著; 在夏季, 差异显著或极显著的有乔木密度, 乔木层、落叶层和草本层盖度等 4 个因子; 在秋冬季, 差异显著或极显著的有乔木层盖度、草本层盖度和藤本密度等 3 个因子(表 3)。

2.3 选择的主要生态因子

对利用样方生态因子的主成分分析结果表明, Bartlett 球形检验 P 值均小于 0.001, 均适合做主成分分析; 春季和夏季的前 6 个主成分及秋冬季的前 5 个主成分的特征值均大于 1, 累计贡献率均超过 75%, 包含了不同季节栖息地利用生态因子的大部分信息, 但每一季节负荷绝对值较大的因子在各主成分中的序位不尽相同(表 4)。

2.4 栖息地季节变化比较

单因素方差分析结果表明, 在利用样方的 16 个定量因子中, 仅坡向、坡度、落叶层盖度和藤本密度等 4 个因子的季节性差异不显著($df=2, 72$; $F_1=2.944$, $P_1=0.059$; $F_2=1.832$, $P_2=0.168$; $F_3=0.787$, $P_3=0.459$; $F_4=0.508$, $P_4=0.604$), 其余 12 个因子差异

表 1 云南大中山黑颈长尾雉不同季节对栖息地类型的选择比较

Tab. 1 Comparisons on selectivity to habitat categories by Mrs. Hume's Pheasant in different seasons

季节 Season	栖息地类型 Habitat category	利用样方 Used plots (利用率, %) (Usage, %)	可利用样方 Available plots (可利用率, %) (Availability, %)	Bonferroni 置信区间 Confidence interval	χ^2 , df
春季 Spring	常绿阔叶林 Broadleaf evergreen forests	30(100)	14.40(48.0)	30±0 ^a	32.32 ^{**} , 3
	云南松林 Pine <i>Pinus yunnanensis</i> forests	0.03(0.1)	12.27(40.9)	0.03±0.354 ^b	
	华山松林 Pine <i>P. armandi</i> forests	0.03(0.1)	1.68(5.6)	0.03±0.354 ^b	
	落叶阔叶林 Broadleaf deciduous forests	0.03(0.1)	1.65(5.4)	0.03±0.354 ^b	
夏季 Summer	常绿阔叶林 Broadleaf evergreen forests	25(100)	12(48)	30±0 ^a	26.93 ^{**} , 3
	云南松林 Pine <i>Pinus yunnanensis</i> forests	0.03(0.1)	10.23(40.9)	0.03±0.326 ^b	
	华山松林 Pine <i>P. armandi</i> forests	0.03(0.1)	1.40(5.6)	0.03±0.326 ^b	
	落叶阔叶林 Broadleaf deciduous forests	0.03(0.1)	1.38(5.4)	0.03±0.326 ^b	
秋冬季 Autumn and winter	常绿阔叶林 Broadleaf evergreen forests	20(100)	9.60(48.0)	20±0 ^a	21.55 ^{**} , 3
	云南松林 Pine <i>Pinus yunnanensis</i> forests	0.02(0.1)	8.18(40.9)	0.02±0.295 ^b	
	华山松林 Pine <i>P. armandi</i> forests	0.02(0.1)	1.12(5.6)	0.02±0.295 ^b	
	落叶阔叶林 Broadleaf deciduous forests	0.02(0.1)	1.10(5.4)	0.02±0.295 ^b	

a: 偏向选择 Resource of preference; b: 回避选择 Resource of avoidance; **: $P<0.01$ 。

表 2 云南大中山黑颈长尾雉不同季节对优势植物的选择性
 Tab. 2 Selectivity to dominant plant species by Mrs. Hume's Pheasant in different seasons

季节 Season	优势类群 Category	优势植物物种 Dominant plant species	利用样方 Used plots (利用率, %) (Usage, %)	可利用样方 Available plots (可利用率, %) (Availability, %)	Bonferroni 置信区间 Confidence interval	χ^2 , df
春季 Spring	优势乔木 DCT	虎皮楠 <i>Daphniphyllum oldhami</i>	13.13(43.8)	5.63(18.8)	13.13 ±4.611 ^a	16.81 ^{**} , 5
		绒毛山胡椒 <i>Lindera nacusua</i>	3.75(12.5)	9.38(31.3)	3.75 ±3.074 ^b	
		栓皮栎 <i>Quercus variabilis</i>	3.75(12.5)	3.75(12.5)	3.75 ±3.074 ^c	
		元江栲 <i>Castanopsis orthacantha</i>	1.88(6.3)	3.75(12.5)	1.88 ±2.250 ^c	
		厚叶石栎 <i>Lithocarpus pachyphyllum</i>	3.75(12.5)	5.63(18.8)	3.75 ±3.074 ^c	
	优势灌木 DSH	柃木 <i>Eurya japonica</i>	3.75(12.5)	1.88(6.3)	3.75 ±3.074 ^c	0.06, 1
		厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	18.75(62.5)	19.41(64.7)	18.75 ±4.5 ^c	
		滇山杨 <i>Populus bonatii</i>	11.25(37.5)	10.59(35.3)	11.25 ±4.5 ^c	
		梳齿悬钩子 <i>Rubus pectinarius</i>	4.62(15.4)	9(30)	4.62 ±3.354 ^b	
		糙叶斑鸠菊 <i>Vernonia aspera</i>	4.62(15.4)	9(30)	4.62 ±3.354 ^b	
优势草本 DH	疏叶蹄盖蕨 <i>Athyrium dissitifolium</i>	13.85(46.2)	3(10)	13.85 ±4.634 ^a	43.96 ^{**} , 3	
	滇红腺蕨 <i>Diacalpe christensenae</i>	6.92(23.1)	9(30)	6.92 ±3.916 ^c		
	大理茶 <i>Camellia taliensis</i>	5(20)	0.03(0.1)	5 ±4.120 ^a		
	多变石栎 <i>Lithocarpus variolosum</i>	6(24)	1(4)	6 ±4.399 ^a		
	木果石栎 <i>Lithocarpus xylocarpus</i>	2(8)	4(16)	2 ±2.794 ^c		
	多穗石栎 <i>Lithocarpus polystachyus</i>	4(16)	5(20)	4 ±3.776 ^c		
夏季 Summer	优势乔木 DCT	厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	4(16)	3(12)	4 ±3.776 ^c	1063.34 ^{**} , 13
		华山松 <i>Pinus armandii</i>	0.03(0.1)	3(12)	0.03 ±0.326 ^b	
		旱冬瓜 <i>Alnus nepalensis</i>	0.03(0.1)	3(12)	0.03 ±0.326 ^b	
		厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	20(80)	10(40)	20 ±4.120 ^a	
		滇山杨 <i>Populus bonatii</i>	3(12)	10(40)	3 ±3.347 ^b	
		大理茶 <i>Camellia taliensis</i>	1(4)	3(12)	1 ±2.018 ^c	
	优势灌木 DSH	多变石栎 <i>Lithocarpus variolosum</i>	0.03(0.1)	1(4)	0.03 ±0.326 ^b	56.16 ^{**} , 5
		鸭脚黄连 <i>Mahonia flavida</i>	0.03(0.1)	1(4)	0.03 ±0.326 ^b	
		蒙自蹄盖蕨 <i>Athyrium mengtzeense</i>	2(8)	1(4)	2 ±2.794 ^c	
		疏叶蹄盖蕨 <i>Athyrium dissitifolium</i>	4(16)	1(4)	4 ±3.776 ^c	
优势草本 DH	复叶耳蕨 <i>Arachniodes sp.</i>	2(8)	2(8)	2 ±2.794 ^c	228.5 ^{**} , 16	
	滇红腺蕨 <i>Diacalpe christensenae</i>	2(8)	1(4)	2 ±2.794 ^c		
	大叶冷水花 <i>Pilea martini</i>	2(8)	7(28)	2 ±2.794 ^b		
	紫茎泽兰 <i>Eupatorium adenophorum</i>	2(8)	4(16)	2 ±2.794 ^c		
	友水龙骨 <i>Polypodium amoenum</i>	5(20)	1(4)	5 ±3.120 ^a		
	蛇莓 <i>Duchesnea indica</i>	0.025(0.1)	2(8)	0.03 ±0.326 ^b		
	糙叶斑鸠菊 <i>Vernonia aspera</i>	0.025(0.1)	3(12)	0.03 ±0.326 ^b		
	木果石栎 <i>Lithocarpus xylocarpus</i>	5(25)	2(10)	5 ±4.040 ^c		
优势乔木 DCT	厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	1(5)	2(10)	1 ±2.033 ^c	112.71 ^{**} , 11	
	多变石栎 <i>Lithocarpus variolosus</i>	5(25)	2(10)	5 ±4.040 ^c		
	大理茶 <i>Camellia taliensis</i>	5(25)	3(15)	5 ±4.040 ^c		
	元江栲 <i>Castanopsis orthacantha</i>	0.02(0.1)	3(15)	0.02 ±0.295 ^b		
	厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	12(60)	7(35)	12 ±4.570 ^a		
优势灌木 DSH	滇山杨 <i>Populus bonatii</i>	2(10)	7(35)	2 ±2.799 ^b	107.06 ^{**} , 9	
	大理茶 <i>Camellia taliensis</i>	2(10)	1(5)	2 ±2.799 ^c		
	南亚耳蕨 <i>Polystichum tacticopterum</i>	7(35)	4(20)	7 ±4.450 ^c		
优势草本 DH	紫茎泽兰 <i>Eupatorium adenophorum</i>	2(10)	1(5)	2 ±2.799 ^c	599.93 ^{**} , 16	
	糙叶斑鸠菊 <i>Vernonia aspera</i>	1(5)	2(10)	1 ±2.033 ^c		
	崖爬藤 <i>Trastigma obtectum</i>	3(15)	0.02(0.1)	3 ±3.331 ^c		
	梳齿悬钩子 <i>Rubus pectinarius</i>	1(5)	3(15)	1 ±2.033 ^c		
	短肠蕨 <i>Allantodia sp.</i>	0.02(0.1)	2(10)	0.02 ±0.295 ^b		

DCT: Dominant canopy tree; DH: Dominant herb; DSH: Dominant shrub; ^c 随机选择 Random selection to habitat resource. 其他缩写同表 1 (The other abbreviation are the same as Tab. 1).

表 3 不同季节黑颈长尾雉利用与可利用样方生态因子比较

Tab. 3 Comparisons of ecological factors between used and available plots of *Syrmaticus humiae* in different seasons

生态因子 Ecological factor	春季 Spring					夏季 Summer					秋冬季 Autumn and winter				
	利用样方 Used plots (n=30)	可利用样 Available plots (n=30)	t-test (two-tailed)/ Mann-Whitney Test			利用样方 Used plots (n=25)	可利用样方 Available plots (n=25)	t-test (two-tailed)/ Mann-Whitney Test			利用样方 Used Plots (n=20)	可利用样方 Available plots (n=20)	t-test (two-tailed)/ Mann-Whitney Test		
			t/z	df	P			t/z	df	P			t/z	df	P
AL(m)	2395.4±3.31	2393.1±4.57	0.40	58	0.694	2412.4±2.86	2407.8±4.93	0.81	38.5	0.424	2384.1±14.73	2381.9±14.56	-0.47		0.636
DOS(m)	12.9±1.75	10.7±2.00	0.80	58	0.425	6.3±0.57	4.5±0.77	1.81	48	0.077	18.0±2.70	21.0±4.67	-0.5	30.4	0.589
CTD (棵 /100 m ²)	24.5±2.38	21.8±2.86	0.72	58	0.476	37.5±3.78	24.5±4.70	2.15	48	0.037*	25.8±2.38	18.4±4.06	1.58	38.0	0.121
TCTC(°)	60.6±1.36	56.2±1.51	2.14	58	0.037*	72.1±1.42	58.4±2.90	4.25	48	1E-04**	76.1±1.44	54.3±5.77	3.67	21.3	0.001**
AHCT (m)	7.7±0.43	8.2±0.53	-0.75	58	0.457	8.1±0.69	9.8±0.77	-1.62	48	0.112	8.8±0.48	7.8±0.99	0.84	27.5	0.406
SHD (棵 100 m ²)	30.9±3.33	23.7±3.00	1.60	57	0.116	41.1±3.12	32.0±4.64	1.64	42	0.109	7.9±1.08	8.9±1.24	-0.6	38	0.547
TSC(°)	23.7±2.40	21.5±2.78	0.60	58	0.554	26.9±1.35	26.1±3.06	0.26	33	0.801	16.4±3.54	24.1±2.88	-1.7	38	0.102
AHS (m)	1.7±0.09	1.6±0.11	0.94	57	0.35	1.7±0.04	1.6±0.06	0.88	48	0.384	1.7±0.07	1.6±0.10	1.04	38	0.306
DSW(m)	37.7±2.99	38.7±3.00	-0.02		0.987	68.4±8.52	44.5±5.74	2.33	42.1	0.025*	29.4±2.99	25.6±4.32	0.72	38	0.474
DSR (m)	4.6±0.83	5.3±1.36	-0.71		0.477	5.0±0.64	4.9±0.80	0.02	48	0.985	23.5±3.63	16.8±2.67	1.5	38	0.142
ACCT (cm)	39.5±3.15	46.7±8.48	-0.11		0.912	35.8±2.23	44.4±5.03	-1.56	48	0.126	41.5±3.1	36.9±4.8	0.81	38	0.421
THC(°)	7.2±2.31	11.4±2.84	-1.11		0.266	5.1±1.88	25.3±3.41	-4.38		1E-05**	15.5±3.48	33.3±6.73	-2.3	28.5	0.026*
LC (棵 /100 m ²)	3.3±0.98	2.4±0.91	-1.17		0.244	2.7±0.78	3.9±1.14	-1.00		0.31	4.0±0.69	0.1±0.07	-5.6		2E-08**
TLLC(°)	63.7±1.72	60.2±2.30	-1.42		0.156	64.6±2.41	52.8±2.51	3.37	48	0.002**	67.5±2.39	55.6±5.44	1.99	26	0.057

ACCT: 乔木平均胸围Average circumference of canopy tree; AHCT: 乔木平均高度Average height of canopy tree; AHS: 灌木平均高度Average height of shrub; AL: 海拔Altitude; CTD: 乔木密度Canopy tree density; DOS: 距空旷地的距离Distance to open spaces; DSR: 距道路的距离Distance to road; DSW: 距水源的距离Distance to water; LC: 藤本密度Liana density; SHD: 灌木密度Shrub density; TCTC: 转换的乔木层盖度Transformed canopy tree coverage; THC: 转换的草本层盖度Transformed herb coverage; TLLC: 转换的落叶层盖度Transformed leaf litter coverage; TSC: 转换的灌木层盖度Transformed shrub coverage。 *P<0.05; **P<0.01。

表 4 云南大中山不同季节黑颈长尾雉利用样方生态因子主成分分析结果

Tab. 4 The results of principal component analysis of ecological factors in used plots of *Syrmaticus humiae* in different seasons

生态因子 Ecological factor	主成分 Principal components																	
	春季 Spring					夏季 Summer					秋冬季 Autumn and Winter							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	
转换的乔木层盖度 TCTC	0.85	-0.02	-0.07	0.22	-0.09	-0.06	0.09	0.31	0.62	-0.19	0.13	0.42	-0.10	0.21	-0.04	0.58	0.23	
距水源距离 DSW	0.69	0.24	0.08	-0.51	-0.01	-0.06	0.05	0.03	0.05	-0.76	0.07	0.15	0.14	0.62	0.26	-0.37	-0.41	
转换的落叶层盖度 TLLC	0.57	0.02	-0.19	0.36	0.31	0.52	0.02	0.21	0.74	-0.11	0.35	-0.15	-0.25	0.77	0.10	-0.02	-0.02	
转换的灌木层盖度 TSC	-0.08	0.89	-0.04	-0.07	0.08	0.17	-0.03	0.90	0.05	0.04	-0.07	0.11	0.19	0.43	-0.58	-0.52	-0.08	
灌木密度 SHD	0.14	0.88	-0.25	-0.10	0.12	0.10	0.14	0.82	0	-0.33	0.09	-0.02	0.21	0.23	-0.74	-0.43	0.08	
海拔 AL	0.43	0.57	-0.18	0.10	0.38	0.27	0.68	0.05	0.29	-0.19	-0.09	0.44	0.14	0.07	0.94	-0.05	-0.05	
乔木平均高度 AHCT	0.17	-0.11	0.81	-0.02	0.23	-0.14	-0.90	-0.07	0.12	-0.05	0.01	0.17	-0.87	0.10	0.16	0.31	-0.07	
乔木平均胸围 ACCT	-0.11	-0.31	0.77	-0.11	-0.28	-0.19	-0.93	0	-0.12	0.01	-0.13	0.11	-0.93	-0.03	0	-0.08	0.04	
坡度 SL	-0.31	0.08	0.56	0.23	-0.31	0.05	-0.17	-0.01	-0.17	0.09	-0.11	0.87	0.55	-0.54	0.24	-0.30	0.04	
乔木密度 CTD	0.49	0.32	-0.53	-0.06	0.15	0.47	0.51	0.33	0.44	0.40	0.26	-0.24	0.73	0.47	0.18	0.38	0.10	
距空旷距离 DOS	0.32	0.20	-0.01	0.79	-0.08	-0.25	0.56	-0.18	0.40	0.23	0.42	0.02	0.20	0.06	0.12	0.12	0.82	
藤本密度 LC	0	-0.33	-0.12	0.68	0.28	0.18	0.09	-0.04	0.13	0.79	0.07	0.28	0.50	-0.19	-0.12	0.51	-0.51	
距道路距离 DSR	-0.10	-0.06	0.36	0.53	0.25	0.06	0.16	0.04	0.06	0.15	0.86	-0.25	-0.02	-0.54	0.34	-0.03	-0.29	
坡向 AS	-0.22	0.1	0.03	0.11	0.87	-0.10	0.01	-0.69	-0.14	-0.1	-0.22	0.07	-0.11	-0.21	-0.39	0.12	0.76	
转换的草本层盖度 THC	-0.35	-0.27	0.11	-0.18	-0.62	-0.37	0.03	-0.32	-0.07	0.35	-0.69	-0.20	-0.22	-0.85	0.18	-0.16	0.07	
灌木平均高度 AHS	-0.17	0.14	-0.04	-0.08	-0.08	0.91	0.15	-0.10	0.82	0.34	-0.23	-0.17	0.06	0	0.18	0.71	0.03	
特征值 Eigenvalue	2.41	2.41	2.15	1.94	1.82	1.73	2.85	2.37	2.14	1.89	1.76	1.50	2.99	2.90	2.33	2.09	1.87	
贡献率																		
Explained variance(%)	15.1	15.1	13.4	12.1	11.4	10.8	17.8	14.8	13.4	11.8	11.0	9.40	18.7	18.1	14.6	13.1	11.7	
累计贡献率																		
Cumulative variance(%)	15.1	30.2	43.6	55.7	67.1	77.9	17.8	32.6	46.0	57.8	68.8	78.2	18.7	36.8	51.4	64.5	76.2	
P(Bartlett's Test)	<0.001					<0.001					<0.001							

英文缩写同表 3 (The abbreviations are the same as Tab. 3)。

均显著或极显著,秋冬季与夏季利用样方差异显著或极显著的因子较多(12个),夏季与春季的其次(9个),秋冬季与春季的最少(5个)。在这12个因子中,

3个时段相互之间均有差异的因子仅有乔木密度、乔木层盖度和灌木密度等3个(表5)。

表5 云南大中山黑颈长尾雉各季节利用样方定量因子间单因素多重比较
Tab. 5 Multiple comparisons of One-Way ANOVA on quantitative factors in used plots of *Syrmaticus humiae* among seasons

因子 Factor	季节 I Season I	季节 J Season J	平均值差 Mean Difference	标准误 Std. Error	P	因子 Factor	季节 I Season I	季节 J Season J	平均值差 Mean Difference	标准误 Std. Error	P
海拔 AL (LSD)	AW	SP	-11.32	10.59	0.29	乔木层盖 度 CTC (Thamhane)	AW	SP	15.53	1.98	0.00**
	AW	SU	-28.35	11.01	0.01*		AW	SU	67.94	1.59	0.00**
	SP	SU	-17.03	9.94	0.09		SP	SU	52.40	1.52	0.00**
乔木平均胸 围 ACCT (Thamhane)	AW	SP	2.06	4.42	0.95	乔木平均高 度 AHCT (Thamhane)	AW	SP	1.06	0.64	0.28
	AW	SU	-30.60	3.42	0.00**		AW	SU	-27.07	2.28	0.00**
	SP	SU	-32.66	3.46	0.00**		SP	SU	-28.13	2.27	0.00**
距水源距离 DSW (Thamhane)	AW	SP	-8.30	4.23	0.16	灌木密度 SHD (Thamhane)	AW	SP	7.54	1.08	0.00**
	AW	SU	-39.02	9.03	0.00**		AW	SU	6.17	1.08	0.00**
	SP	SU	-30.72	9.03	0.01*		SP	SU	-1.38	0.05	0.00**
距空旷地距 离 DOF (Thamhane)	AW	SP	5.13	3.22	0.32	灌木平均高 度 AHS (Thamhane)	AW	SP	-0.01	0.11	1.00
	AW	SU	11.74	2.76	0.00**		AW	SU	-25.26	1.35	0.00**
	SP	SU	6.61	1.84	0.00**		SP	SU	-25.25	1.35	0.00**
距道路距 离 DSR (Thamhane)	AW	SP	18.93	3.72	0.00**	灌木层盖度 SC (LSD)	AW	SP	-7.29	4.25	0.09
	AW	SU	18.53	3.69	0.00**		AW	SU	-24.71	4.42	0.00**
	SP	SU	-0.40	1.05	0.97		SP	SU	-17.42	3.99	0.00**
乔木密度 CTD (Thamhane)	AW	SP	25.56	2.38	0.00**	草本层盖度 HC (LSD)	AW	SP	8.34	3.63	0.02*
	AW	SU	-11.68	4.46	0.04*		AW	SU	10.41	3.77	0.01*
	SP	SU	-37.24	3.78	0.00**		SP	SU	2.06	3.40	0.55

英文缩写和标记含义同表3和表4 (The abbreviations and meanings of symbols are the same as Tab. 3 and Tab. 4).

按照贡献率大小,判别黑颈长尾雉各季节利用样方的因子依次为乔木层盖度、灌木密度、乔木平均高度、距道路距离、距水源距离、灌木层盖度和灌木平均高度等8个因子,正确判别率达100%。第1、2个判别函数区分各季节利用样方效果均极显著,它们的贡献率分别为90.3%和9.7%(表6)。以这2个判别函数建立的判别分类图表明,各季栖息地利用样方均能完全分开,没有重叠错判样方,其中秋冬季与春季利用样方较接近,而它们与夏季利用样方均相距较远(图1),这与单因素方差分析结果相吻合。

3 讨论

3.1 利用样方的选择

地形因素不是影响黑颈长尾雉对栖息地选择的主要因子。差异性检验结果显示,与地形因素相关的坡向、坡度、海拔、距空旷地、距道路和距水源距离等6个因子中,仅距水源距离1个因子,黑颈长尾雉在夏季有明显的选择性,利用样方较可利用样方远离水源。其余5个因子在不同季节的选择

性均不明显(表3)。

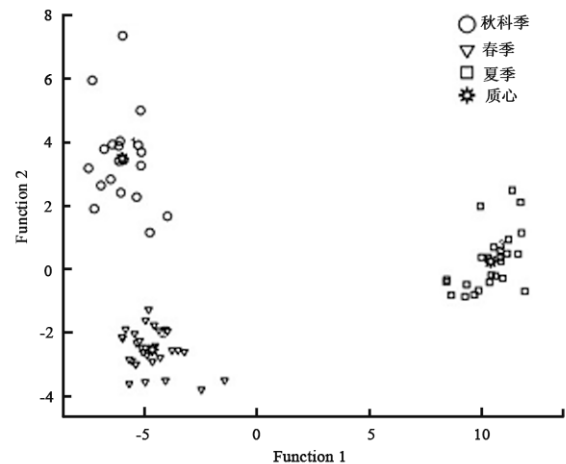


图1 黑颈长尾雉各季节利用样方判别分类图
Fig. 1 The scatter plot of discrimination of used plots of *Syrmaticus humiae* among seasons

利用与可利用样方间的差异主要在植被因素。差异性检验结果显示,有时利用与可利用样方间植被因素差异只在一个因子(表3)。这表明,在大中山黑颈长尾雉的分布区植被外观是极为相似和均

匀的, 适宜黑颈长尾雉栖息的潜在分布区是广泛的。然而, 植被因素差异的这一因子决定着样方所处的栖息地类型, 不是最适宜的栖息地类型, 黑颈长尾雉将不选择。

3.2 最适宜栖地类型

无论何季节, 黑颈长尾雉均选择常绿阔叶林作为栖息地(χ^2 检验结果和表 1), 即任何季节常绿阔叶林都是黑颈长尾雉的最适宜栖息地, 这与 2005 年和 2008 年观察结果一致(Li et al, 2006; Liu et al, 2008)。而在常绿阔叶林周围的华山松人工林和落叶阔叶林, 均未发现黑颈长尾雉利用。这可能与华山松人工林和落叶阔叶林等类型的植被提供的林分稀疏、郁闭度低, 隐蔽条件差, 不能满足黑颈长尾雉对隐蔽、食物等基本生存条件的需求(Liu et al, 2008)。而广西岑王老山再引入种群育雏期多在靠近林缘和林间公路的次生林中活动, 很少在原生性常绿阔叶林中活动(Bei et al, 2008), 这可能与其栖息地选择策略有关, 次生林中食物丰富, 其选择的首要因素是食物条件, 因野化时间短, 对天敌和人类干扰敏感度不高, 而弱化了对栖息地隐蔽性条件要求。褐马鸡(*Crossoptilon mantchuricum*)冬季栖息地类型主要为针叶林或针阔混交林, 在繁殖期对落叶阔叶林和灌丛的利用率显著增加, 而对针叶林和针

阔混交林的利用率有所减少(Zhang et al, 2003, 2005a, 2005b)。换言之, 褐马鸡在同一季节不只利用一种植被类型, 而是利用着多种类型; 在季节间, 仅是对多种植被类型的利用率不同而已。黑颈长尾雉与白颈长尾雉(*Syrmaticus ellioti*)为同一属的物种, 但它们对栖息地植被类型的选择也不相同。白颈长尾雉冬季栖息地的植被类型包括针叶林、阔叶林和针阔混交林(Shi & Zheng, 1997)。对栖息地植被类型选择的差异, 是由于不同属的物种进化中产生的分化, 或者同属不同物种因分布地理纬度带的差异导致物种在进化过程中形成的种间选择差异; 还是由于人类活动, 小尺度范围内植被类型在近期发生了结构变化, 迫使雉类快速适应, 出现选择多种植被类型的现象。无论属于哪一种原因, 今后均值得关注, 这对于栖息地植被的管理将有指导作用。

3.3 栖息地季节变化

虽然在不同季节常绿阔叶林均是黑颈长尾雉的最适宜栖息地, 但在不同季节, 其栖息地特征确实存在变化。乔木层盖度、灌木密度、乔木平均高度、距道路距离、距水源距离、灌木层盖度和灌木平均高度等 8 个因子是判别黑颈长尾雉不同季节栖息地特征的主要判别因子(表 6)。

表 6 云南大中山黑颈长尾雉各季节利用样方间定量因子的逐步判别分析结果
Tab. 6 The results of stepwise discriminant analysis of quantitative factors in used plots of *Syrmaticus humiae* among seasons

变量 Variables	判别函数系数		Wilks' Lambda	F	P
	Function 1	Function 2			
转换的乔木盖度 TCTC	-0.880	0.249	0.042	811.781	4.1E-50**
灌木密度 SHD	-0.014	0.903	0.018	228.109	9.4E-61**
乔木平均高度 AHCT	0.797	0.400	0.010	204.411	1.1E-66**
乔木密度 CTD	0.483	0.639	0.005	231.976	4.5E-76**
距道路距离 DSR	-0.078	0.498	0.004	214.385	4.5E-78**
距水源距离 DSW	0.374	0.206	0.003	187.591	1.8E-77**
转换的灌木层盖度 TSC	-0.198	-0.544	0.003	169.289	5.3E-77**
灌木平均高度 AHS	0.382	0.184	0.002	155.711	1.7E-76**
Wilks' Lambda	0.002	0.141	—	—	—
χ^2, df, P	411.54, 16, 1.4E-77**	134.08, 7, 8.8E-26**	—	—	—
特征值 Eigenvalue	56.42	6.08	—	—	—
贡献率 Explained variance(%)	90.3	9.7	—	—	—
累计贡献率 Cumulative variance(%)	90.3	100.0	—	—	—

英文缩写和标记含义同表 3 (The abbreviations and meanings of symbols are the same as Tab. 3)。

秋冬季与春季栖息地特征较相似, 而它们与夏季栖息地特征差异较大(表 5, 表 6, 图 1)。这一结

果与不同季节的气候和植物季节相的相似程度有关。秋冬季与春季气候特征相似, 均为旱季, 故植

物群落外貌较相似;而夏季处于雨季,植物群落外貌发生明显变化,草本和灌木生长旺盛,阔叶林郁闭,所以与秋冬季和春季有着质的差异。

3.4 栖息地选择策略

栖息地特征的季节变化与黑颈长尾雉的功能活动、环境资源和气候等的季节性变化密切相关。其生活史不同阶段对生境需求有差异,所以栖息地选择的侧重点不尽相同。每一季节主成分中负荷绝对值高的因子序位及其组合不同(表4),反映了黑颈长尾雉在不同季节对生态因子的优先选择序及其组合。这在很大程度上就是不同季节该雉对栖息地生态因子选择策略具体的体现。

3.4.1 隐蔽性是栖息地的必备条件 在繁殖期、育雏期和越冬期,隐蔽条件均是黑颈长尾雉选择栖息地的必备条件。在各期的利用与可利用样方间,乔木层盖度均有显著差异(表3)。单因素方差分析表明,在有差异的12个因子中,三个时段相互之间均有差异的因子仅有乔木密度、乔木层盖度和灌木密度等3个因子(表5)。而它们均是与隐蔽性最直接的因子,增强了隐蔽性就降低了天敌的威胁,增加了安全性。尽管隐蔽性是黑颈长尾雉栖息地选择的必备条件,但在不同时期,隐蔽性的实质和生物学意义不尽相同。繁殖期隐蔽条件有利于雉类安全产卵和孵化,躲避猛禽类天敌,降低巢卵捕食率。这与对其他雉类的研究结果相一致(Bowman & Harris, 1980; Gregg et al, 1994; Chen et al, 2006)。在育雏期,黑颈长尾雉家族群偏向选择远离空旷地的常绿阔叶林,乔灌木层浓郁茂密,乔木层盖度高,这样可以有效减少猛禽类天敌对雏鸟的捕食伤害:因为在一些生境的边缘地带,雏鸟很容易被天敌发现,从而导致存活率降低(Nally & Bennett, 1997)。越冬期的黑颈长尾雉偏向选择高大的灌木厚皮香(*Ternstroemia gymnanthera*),因在乔木层盖度条件不理想的情况下,厚皮香灌木也可以为其提供安全隐蔽的环境。此外,黑颈长尾雉选择远离空旷地的森林内部活动,可进一步减少被猛禽类天敌捕食威胁。

3.4.2 满足不同生长期的食物需求 虽然本研究未做食性的专项研究,但据文献资料,通常无脊椎动物的丰富度与草本层植物的发育状况相关(Morris & Thompson, 1998)。草本除了本身的叶片可供黑颈长尾雉取食外,还为多种昆虫的生存提供了良好的条件。

在不同季节,黑颈长尾雉偏爱选择的草本植物不同(表2),常常是其选择的食物种类。繁殖期野外观察发现,黑颈长尾雉就喜啄食疏叶蹄盖蕨(*Athyrium dissitifolium*)的叶子,在附近还发现了其约20堆新鲜粪便,其中有大量未消化的绿色植物纤维。育雏期,该雉喜食蕨类友水龙骨(*Polypodium amoenum*)、崖豆藤(*Millettia* sp.)幼叶、红菇(*Russula* sp.)和落叶层下的土壤动物(蚯蚓、线虫和虫蛹等)。由于夏季雨水多,常绿阔叶林林内湿度大,落叶层盖度的分解速度快,为植物和土壤动物的生长发育提供了腐殖质和养料(He, 2002),进而为黑颈长尾雉提供了丰富的植物性和动物性食物,可满足雏鸟生长发育的营养需求。越冬期,黑颈长尾雉的主要食物为松鼠类动物取食时弄落在林内地面上的崖豆藤和壳斗科(如高山栲 *Castanopsis delavayi*)的落果。黑颈长尾雉和松鼠之间形成了一种偏利关系,实现了资源的充分利用和生态位的分化。对白颈长尾雉的研究也得到类似的结果,一些雀形目鸟类啄食猕猴桃(*Actinidia chinensis*)时会将熟透的果实弄落地面,落地的猕猴桃又被白颈长尾雉和黄腹角雉(*Tragopan caboti*)啄食(Shi & Zheng, 1997)。

3.4.3 季节性因子细微差异与适应 从总体上说,大尺度的栖息地选择主要是对隐蔽条件的要求,小尺度的栖息地选择主要是为了获取更为丰富的食物。但不同季节,黑颈长尾雉面临的次要矛盾不尽相同,其选择的一些因子及其序位或多或少反映了此时期的物候特点或黑颈长尾雉自身的一些特殊需求。

秋冬季和春季,黑颈长尾雉偏向选择向阳的东南坡(表4),因为当地秋冬季和春季的气温低(Wang, 2000),而向阳坡能提供温暖的微环境气候,而且,向阳坡日照时间长,利于繁殖期卵的孵化,这一点与广西岑王老山种群研究结果一致(Chen et al, 2006a)。夏季,黑颈长尾雉喜欢在阴坡活动,因为夏季气温高、湿度大,阴坡的草本种类、盖度和食物种类明显高于阳坡。阴坡的无脊椎动物以雉类取食的环节动物和多足动物为主,而阳坡则以蚁类和蝇类昆虫为主(Shi & Zheng, 1999)。据差异性检验结果,与可利用样方相比,黑颈长尾雉秋冬季利用样方中的藤本密度高,而草本层盖度低。这也是黑颈长尾雉的一种选择适应,因在越冬期草本食物资源缺乏,它主要以藤本植物掉落在林内地面上的各种落果和种子为食。这一点与其他雉类相似(Shi &

Zheng, 1997; Yang et al, 1999; Ding et al, 2001; Zhang et al, 2003)。

黑颈长尾雉有季节性垂直迁移现象, 秋冬季和春季栖息地海拔相对于夏季的要低一些(表 3)。这种季节性海拔高度变化, 实际也与温度选择有关: 因通过栖息地选择, 尤其是越冬期的栖息地选择, 可以节省体温调节的能量投入(Rickman et al, 2005)。

3.4.4 与人类活动区保持一定距离 人为干扰也是影响当地黑颈长尾雉繁殖期栖息地选择的重要因素之一(Li et al, 2006; Liu et al, 2008), 它喜欢在人为干扰较小的时间和地段活动。牧业是当地仅次于农业的主要生产项目, 以放养经营为主, 兼以圈养。保护区周边村民春季多在保护区内放牧牲畜, 放牧区域与黑颈长尾雉的栖息地重叠, 放牧时间集中在 13: 00—17: 00。这段时间很难见到黑颈长尾雉活动, 春季观察期仅见到 1 次。由于放牧时段的人畜干扰大, 黑颈长尾雉可能静息或已经隐蔽起来,

而且放牧活动还破坏了黑颈长尾雉的草本食物资源。类似情况同样见于广西黑颈长尾雉(Liu, 1991)。所以, 远离空旷地成为其栖息地选择的要素之一, 秋冬季的情况也大致如此。夏季雨水丰富, 草本植物生长旺盛。保护区周边村庄的牧草基本能自给自足, 居民很少进入保护区放牧, 黑颈长尾雉分布区的人为干扰在全年中最小。下午 13: 00—17: 00 这段时间内黑颈长尾雉的遇见率较春季高, 夏季观察期共遇见过 7 次。因此, 在今后自然保护区管理工作中, 要加强禁牧管理, 积极探讨自然保护区与周边社区共管共赢模式。

致谢: 野外工作得到了哀牢山国家级自然保护区南华管理局全体工作人员的支持和帮助, 西南林学院覃家理副教授和杨比伦教授帮助鉴定植物标本, 一并表示谢意!

参考文献:

- Bei YJ, Chen WC, Li HH, Huang CM. 2008. Brooding behavior and brooding habitat selection of reintroduced *Syrnaticus humiae*[J]. *Sichuan J Zool*, **27**(1): 92-98.(in Chinese with English abstract). [贝永建, 陈伟才, 李汉华, 黄乘明. 2008. 再引入黑颈长尾雉育雏行为和育雏地选择. *四川动物*, **27**(1): 92-98.]
- Bei YJ, Li HH, Huang CM, Yu TL, Wu LD. 2005. Study of population dispersion of *Syrnaticus humiae* after restocking in Cenwanglaoshan Nature Reserve [J]. *J Guangxi Normal Univ: Nat Sci Ed*, **23**(4): 85-88. [贝永建, 李汉华, 黄乘明, 庾太林, 吴龙敦. 2005. 岑王老山再引进黑颈长尾雉(*Syrnaticus humiae*)种群扩散的研究. *广西师范大学学报: 自然科学版*, **23**(4): 85-88.]
- Bowman GB, Harris LD. 1980. Effects of spatial heterogeneity on ground nest depredation [J]. *J Wildl Manage*, **44**(4): 806-813.
- Brennan LA, Block WM, Gutierrez RJ. 1987. Habitat use by mountain quail in northern California [J]. *Condor*, **89**: 56-14.
- Chen WC, Li HH, Yu TL. 2006a. Nest site selection of black-necked long-tailed pheasant (*Syrnaticus humiae*)[J]. *Sichuan J Zool*, **25**(3): 584-588.(in Chinese with English abstract). [陈伟才, 李汉华, 庾太林. 2006a. 黑颈长尾雉的巢址选择. *四川动物*, **25**(3): 584-588.]
- Chen WC, Li HH, Yu TL. 2006b. Laying eggs and incubation behavior of *Syrnaticus humiae* [J]. *J Guangxi Normal Univ: Nat Sci Ed*, **24**(2): 93-96.(in Chinese with English abstract). [陈伟才, 李汉华, 庾太林. 2006b. 再引入黑颈长尾雉的产卵、孵卵行为. *广西师范大学学报: 自然科学版*, **24**(2): 93-96.]
- Ding P, Yang YW, Li Z, Jiang SR, Zhuge Y. 2001. Vegetation characteristics of habitats used by Elliot's pheasant [J]. *J Zhejiang Univ: Nat Sci Ed*, **28**(5): 557-562.(in Chinese with English abstract). [丁平, 杨月伟, 李智, 姜仕仁, 诸葛阳. 2001. 白颈长尾雉栖息地的植被特征研究. *浙江大学学报: 自然科学版*, **28**(5): 557-562.]
- Fowler J, Cohen L, Jarvis P. 1998. *Practical Statistics for Field Biology* [M]. 2nd ed. West Sussex: Open University Press.
- Gregg MA, Crawford JA, Drut MS, DeLong AK. 1994. Vegetation cover and predation of sage grouse nests in Oregon [J]. *J Wildl Manage*, **58**(1): 162-166.
- He GX. 2002. Degeneration of soil fertility in pure Chinese fir succession [J]. *J Zhejiang Forest Coll*, **19**(1): 100-103.(in Chinese with English abstract). [何光训. 2002. 连栽杉木林地土壤肥力退化的症结. *浙江林学院学报*, **19**(1): 100-103.]
- Jiang AW, Zhou F, Lu Z, Han XJ, Sun RJ, Li XL. 2006. Roost-site Selection of Mrs Hume's Pheasant (*Syrnaticus humiae*) in Guangxi, China [J]. *Zool Res*, **27**(3): 249-254.(in Chinese with English abstract)[蒋爱伍, 周放, 陆舟, 韩小静, 孙仁杰, 李相林. 2006. 广西黑颈长尾雉对夜宿地的选择. *动物学研究*, **27**(3): 249-254.]
- Li W, Zhou W, Zhang XY, Cao M, Zhang RG. 2006. Spring foraging sites of three pheasants at Nanhua part in Ailaoshan National Nature Reserve [J]. *Zool Res*, **27**: 495-504.(in Chinese with English abstract)[李伟, 周伟, 张兴勇, 曹明, 张仁功. 2006b. 哀牢山国家级自然保护区南华片三种雉类春季取食地利用比较. *动物学研究*, **27**(5): 495-504.]
- Liu XH, Zhou F, Pan GP, Lai YM, Liu ZM. 1991. Breeding habitat of *Syrnaticus humiae burmannicus* [J]. *Acta Zool Sin*, **37**(3): 332-333.(in Chinese with English abstract)[刘小华, 周放, 潘国平, 赖月梅, 刘自民. 1991. 黑颈长尾雉繁殖习性的初步研究. *动物学报*, **37**(3): 332-333.]
- Liu Z, Zhou W, Zhang Q, Li JX, Li N, Zhang RG. 2008. The Selection and Plant Community Characteristics of Foraging Sites for Hume's Pheasant (*Syrnaticus humiae*) in Nanhua Part of Ailaoshan National Nature Reserve [J]. *Zool Res*, **29**(6): 646-652.(in Chinese with English abstract)[刘钊, 周伟, 张庆, 李金祥, 李宁, 张仁功. 2008. 哀牢山自然保护区南华片黑颈长尾雉春季觅食地植物群落特征与选择. *动物学研究*, **29**(6): 646-652.]
- Morris DL, Thompson III FR. 1998. Effects of habitat and invertebrate density on abundance and foraging behavior of brown-headed cowbirds [J]. *Auk*, **115**(2): 376-385.
- Nally RM, Bennett AF. 1997. Species-specific predictions of the impact of habitat fragmentation: Local extinction of birds in the Boxironbark

- forests of Central Victoria, Australia [J]. *Biol Conserv*, **82**(2): 147-155.
- Neu CW, Byers CR, Peek JM. 1974. A technique for analysis of utilization-availability data [J]. *Journal of Wildlife Management*, **38**: 541-545.
- Rickman TH, Bobette J, Cluck DR, Richter DJ, Tate KW. 2005. Night roost habitat of radiotagged northern goshawks on Lassen National Forest, California [J]. *J Wildl Manage*, **69**(4): 1737-1742.
- Shi HT, Zheng GM. 1999. Study on the relation between habitat selection and diet of temminck's tragopan [J]. *Zool Re*, **20**(2): 131-136.(in Chinese with English abstract). [史海涛, 郑光美. 1999. 红腹角雉取食栖息地选择的研究. *动物学研究*, **20**(2): 131-136.]
- Shi JB, Zheng GM. 1997. The seasonal changes of habitats of Elliot's Pheasant [J]. *Zool Res*, **18**(3): 275-283.(in Chinese with English abstract). [石建斌, 郑光美. 1997. 白颈长尾雉栖息地的季节变化. *动物学研究*, **18**(3): 275-283.]
- Wang YK. 2000. Integrated Investigation Report on Dazhongshan Provincial Natural Reserve. Nanhua County[R]. Nanhua: Nanhua Forest Bureau.(in Chinese)[王裕康. 2000. 云南哀牢山北段南华大中山国家级自然保护区综合科学考察报告. 南华林业局.]
- Yang YW, Ding P, Jiang SR, Zhuge Y. 1999. Factors affecting habitat used by Elliot's pheasant in mixed coniferous and broadleaf forest [J]. *Acta Zool Sin*, **45**: 279-286.(in Chinese with English abstract)[杨月伟, 丁平, 姜仕仁, 诸葛阳. 1999. 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*, **45**(3): 279-286.]
- Young L, Zheng GM, Zhang ZW. 1991. Winter movements and habitat use by Cabot's Tagopans in Southeastern China [J]. *The Ibis*, **133**: 121-126.
- Zhang GG, Zheng GM, Zhang ZW, Guo JR, Wang JP, Gong SL. 2005b. Habitat factors influencing the population density and flock size of brown eared pheasant [J]. *Biodiver Sci*, **13**(2): 162-167.(in Chinese with English abstract) [张国钢, 郑光美, 张正旺, 郭建荣, 王建平, 宫树龙. 2005b. 栖息地特征对褐马鸡种群密度和集群行为的影响. *生物多样性*, **13**(2): 162-167.]
- Zhang GG, Zhang ZW, Zheng GM, Li XQ, Li JF, Huang L. 2003. Spatial pattern and habitat selection of brown eared pheasant in Wulushan Nature Reserve, Shanxi Province [J]. *Biodiver Sci*, **11**(4): 303-308.(in Chinese with English abstract) [张国钢, 张正旺, 郑光美, 李晓强, 李俊峰, 黄雷. 2003. 山西五鹿山褐马鸡不同季节的空间分布与栖息地选择研究. *生物多样性*, **11**(4): 303-308.]
- Zhang GG, Zheng GM, Zhang ZW, Guo JR, Wang JP, Gong SL. 2005a. Scale-dependent wintering habitat selection by brown-eared pheasant in Luyashan Nature Reserve of Shanxi, China [J]. *Acta Ecol Sin*, **25**(5): 952-957.(in Chinese with English abstract) [张国钢, 郑光美, 张正旺, 郭建荣, 王建平, 宫树龙. 2005a. 山西芦芽山褐马鸡越冬栖息地选择的多尺度研究. *生态学报*, **25**(5): 952-957.]