

陕西黄龙山自然保护区褐马鸡 春季栖息地的选择

李宏群^{1,2}, 廉振民^{1,3}, 陈存根⁴

(1 陕西师范大学 生命科学学院, 陕西 西安 710062; 2 长江师范学院 生命科学系, 重庆 408003;

3 延安大学 生命科学学院, 陕西 延安 716000; 4 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

【摘要】【目的】了解褐马鸡(*Crossoptilon mantchuricum*)春季栖息地的特征, 为保护褐马鸡栖息地、维持种群发展提供依据。【方法】于2006-04~05, 在陕西黄龙山林区, 采用样带法对褐马鸡春季觅食地和休息地选择进行了研究, 测定了9条样带上褐马鸡栖息地54个觅食地和28个休息地样方及54个对照样方的20个生态因子。【结果】在地形和距离因素方面, 褐马鸡多偏向低海拔、下坡位、小坡度、距离水源和林间小路较近以及隐蔽级较小的地方觅食; 中午休息地多选择在半阴半阳坡、坡度较小、距离林间小路较远以及隐蔽级较大的地方。在地植被因素方面, 觅食地内乔木和灌木种类要少, 乔木最大高度和最大胸径较大, 乔木与灌丛密度、草本高度较低以及食物丰富度较大; 休息地内乔木层盖度较大, 灌丛密度和高度以及草本高度较小。逐步判别分析结果表明, 对觅食地选择, 与水源最近距离、乔木密度、乔木最大高度、灌木种类、灌丛密度和食物丰富度6个因子的判别能力最强, 由这6个变量构成方程的判别准确率达96.29%, 可以较好地将近觅食地样方与对照样方分开; 对休息地选择, 坡度、坡向、与林间小路距离、灌丛密度、隐蔽级和乔木层盖度6个因子的判别能力最强, 由这6个变量构成方程的判别准确率达92.68%, 可以较好地将近休息地样方与对照样方分开。【结论】与水源最近距离、乔木密度、乔木最大高度、灌木种类、灌丛密度和食物丰富度是觅食地选择的关键因子; 坡度、坡向、与林间小路距离、灌丛密度、隐蔽级和乔木层盖度是休息地选择的关键因子。

【关键词】陕西黄龙山; 褐马鸡; 觅食地; 休息地; 逐步判别分析

【中图分类号】Q958.12

【文献标识码】A

【文章编号】1671-9387(2008)04-0228-07

Foraging-sites and day-roosting selection of brown eared pheasant (*Crossoptilon mantchuricum*) in spring in Huanglong Mountains, Shaanxi Province

LI Hong-qun^{1,2}, LIAN Zhen-min^{1,3}, CHEN Cun-gen⁴

(1 College of Life Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China; 2 Department of Life Science, Yangtze

Normal University, Chongqing 408003, China; 3 College of Life Science, Yanan University, Yanan, Shaanxi 716000, China;

4 College of Resource and Environmental Science, Northwest A & F Universities, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】The research was to know habitat selection of brown-eared pheasant(*Crossoptilon mantchuricum*). 【Method】Foraging-sites and day-roosting were investigated in Huanglong Mountains of Shaanxi Province during April and May of 2006. Fifty-four foraging-sites and twenty day-roosting used by brown eared pheasant and fifty-four random plots were measured during 9 transects crossing the entire

* [收稿日期] 2007-04-17

[基金项目] 陕西省林业厅科技项目(08-0102); 国际泥沙研究培训中心项目(2005-01-05)

[作者简介] 李宏群(1973—), 男, 陕西蓝田人, 讲师, 博士, 主要从事鸟类生态学。

[通讯作者] 廉振民(1955—), 男, 陕西礼泉人, 教授, 博士生导师, 主要从事生态学及生物多样性研究。

E-mail: lzml169@yau.edu.cn

study area.【Result】The results showed that brown-eared pheasant preferred foraging in areas where they were characterized by lower altitude and slope location, smaller slope degree, close to trail and water source, fewer type of trees, smaller density of trees, bigger maximal diameter of trees, higher upmost height of trees, fewer type of shrub, smaller density of shrub, more abundance of food, bigger cover-age of trees, smaller cover of shrub and sheltering class; Brown-eared pheasant like roosting in area where they were characterized by half sunny and half shady slope, smaller slope degree, far to trail and water source, bigger density and average height of shrub, bigger cover-age of trees and sheltering class. Comparing foraging-sites with random plots, distance to water source, density of trees, upmost height of trees, type of shrub, density of shrub and abundance of food were critically factors to discriminate foraging-sites and random plots. The overall classification model developed from those six variables was successful to distinguish used sites from random ones at probability of 96.29%; Slope degree, slope aspect, distance to road, sheltering class and cover of trees were critically factors to discriminate day roosting and random plots. The overall classification model developed from those six variables was successful in distinguishig used sites from random ones at probability of 92.68%.【Conclusion】From the results, it was found that distance to water source, density of trees, upmost height of trees, type of shrub, density of shrub and abundance of food were critical factors in selecting foraging-sites while slope degree, slope aspect, distance to road, sheltering class and cover of trees were crucial in day-roosting.

Key words: Huanglong Mountains of Shaanxi Province; *Crossoptilon mantchuricum*; foraging-site; day-roosting; stepwise discriminant analysis

褐马鸡(*Crossoptilon mantchuricum*)为我国特有珍稀鸟类,国家一级重点保护野生动物,也属世界易危鸟类之一^[1-3]。目前,褐马鸡分布区很狭窄,主要分布于山西吕梁山、陕西黄龙山、河北小五台山和北京东灵山等地的局部地区^[2,4]。由于地理屏障(黄河)和自然植被(太行山植被)的破坏,褐马鸡分布区已被严重分割成3个区域,分别形成3个地理种群,即山西吕梁山脉的中部种群、河北与北京地区的东部种群和陕西的西部种群^[4-5]。调查证实,陕西黄龙山林区是褐马鸡的原产地^[6]。历史上由于山区移民剧增,大量垦荒,导致森林环境恶化,使褐马鸡种群几乎消失殆尽,且一直未被发现,致使动物学界认为褐马鸡在陕西已灭绝^[6]。1998年徐振武等^[7]发现,陕北黄龙山林区有褐马鸡种群,其分布区位于黄土高原南缘的黄龙山腹地,涉及黄龙、宜川两县和韩城市5个乡镇,面积4万多 hm^2 ,种群数量近2000只。

栖息地(或生境)(Habitat)指动物生活的周围环境,即指动物个体、种群或群落在其生长、发育和分布地段,各种生态环境因子的总和。对鸟类而言,栖息地就是个体、种群或群落在其某一生活史阶段(比如繁殖期、越冬期)所占据的环境类型,是其各种生命活动的场所^[8-9]。栖息地的质量直接影响动物的地理分布、种群密度和繁殖成功率^[10]。因此,栖

息地的研究早已成为鸟类生态学研究的重要方面^[9]。目前,对该物种栖息地选择和利用的研究已有报道^[11-12],但其对春季褐马鸡栖息地选择的研究还不够细致,对陕西褐马鸡西部种群的研究更是空白。本研究于2006-04~05在陕西省黄龙山自然保护区,对褐马鸡栖息地选择和利用进行了研究,分析了褐马鸡栖息地选择特征,以期了解褐马鸡的生境需求,对保护褐马鸡的栖息地、维护其种群发展提供依据。

1 研究区概况与方法

1.1 研究区自然概况

陕西延安黄龙山褐马鸡自然保护区,位于延安市的黄龙、宜川两县交界处,地处陕北黄土高原东南部的黄龙山腹地,鄂尔多斯苔原向斜南缘与渭北二级苔原接壤处,地理坐标为 $109^{\circ}38' \sim 110^{\circ}12' \text{E}$, $35^{\circ}28' \sim 36^{\circ}02' \text{N}$,南北宽39.5 km,东西长36.6 km,垂直分布范围为海拔962.6~1783.5 m,相对高差820.9 m,总面积1942 km^2 ,林地面积为1682 km^2 。研究区设在保护区的核心区北寺山林区,总面积为447 hm^2 ,该区境内人口密度较小,交通闭塞,地形起伏,沟壑纵横。该区雨热同季,四季分明,年平均气温 8.6°C ,极端最低气温为 -22.5°C ,最高气温为 36.7°C ,年平均降雨量611.8 mm,多集中在

7~9 月,年蒸发量 856.5 mm,属于大陆性暖温带半湿润气候类型。有关保护区的植被见文献[6]。

1.2 数据收集

于 2006-04~05 进行褐马鸡栖息地研究。将褐马鸡的栖息地分为觅食地和休息地两类。一般将有褐马鸡大量觅食痕迹或者卧过痕迹的地方定为 1 个样方,具体为以其活动集中地为样方的中心,选取 1 个 10 m×10 m 的大样方、4 个 5 m×5 m 的中样方和 5 个 1 m×1 m 的小样方,测量各种栖息地参数。小样方是将 10 m×10 m 样方的每条对角线都四等分,在 1/4、1/2 和 3/4 处各取 1 个 1 m×1 m 的小样方,共取 5 个;中样方是将大样方 4 等分。觅食地共 54 个样方,休息地共 28 个样方。各生境环境变量测定方法如下。

(1)海拔(AL):样地中心所处的海拔高度,用 GPS 测定。

(2)坡度(SD):整个 10 m×10 m 样方所处地的坡度。

(3)坡向(SA):整个 10 m×10 m 样方所在山坡正对的坡向,分为阴坡(N67.5W~N22.5E)、半阴半阳坡(N22.5E~S67.5E 和 S22.5W~N67.5W)和阳坡(S22.5W~S67.5E),取值分别为 1,2,3。

(4)坡位(SL):估计样方所处的位置,可划分为上坡位(山顶或坡上部)、中坡位(山腰或坡中部)和下坡位(山谷、沟底或坡下部),取值分别为 1,2,3。

(5)与水源最近距离(DW):水源包括水沟、水渠、小河、池塘及泉水等,通过目测估计。

(6)与林间小路距离(DR):林间小路为森林中护林员、农民常经过的道路,通过目测估计。

(7)与林缘距离(DE):样方中心与森林边缘的距离。

(8)乔木层盖度(CT):整个 10 m×10 m 样方的乔木层盖度。

(9)乔木的种类(TT)、密度(DT)、最大高度(UHT)、最大胸径(MDT):10 m×10 m 样方中的乔木种类、数量、最大高度、最大胸径。

(10)灌木层盖度(CS):灌木层在地面投影面积的比例。

(11)灌木的种类(TS)、密度(DS)和高度(HS):10 m×10 m 样方中的灌木种类、数量和 4 个中样方的平均高度。

(12)草本层盖度(CG):5 个 1 m×1 m 小样方的草本层盖度,取其平均值。

(13)草本高度(HG):5 个 1 m×1 m 小样方草

本高度的平均值。

(14)食物丰富度(AF):指漆树果、松子或草籽等落果以及可食用动物性食物的丰富度,根据取食面积和翻动程度可分为无、少、一般和多 4 级,相应的取值为 1,2,3,4。

(15)隐蔽级(SC):在样方中心树立一个高 1 m 的木杆,在其周围东南西北 4 个方向距离中心 20 m 处测量可见木杆长度占木杆总长度的比例,并计算平均值。

(16)森林类型:以油松为主针叶林(油松比例>70%)、针阔混交林和以栎类、桦类为主阔叶林(阔叶林比例>70%)。

为保证对照样方的随机性,采用系统样方方格抽样法^[13],测定了同样的生境变量。具体方法为:在研究区域内,不同海拔每隔 200 m 设置一条样线,共 9 条,按每 200 m 设置一个样方,使对照样方的抽取面积基本覆盖整个研究区域。根据研究区的面积和形状,共设 54 个对照样方。对照样方测量的参数与利用区相同。

1.3 数据分析

对利用组和对照组生境变量的差异进行比较,先用 Kolmogorov Smirnov Z 检验数据是否符合正态分布。如果原始数据符合正态分布,则使用独立样本的 *t* 检验;如果原始数据不符合正态分布,则使用 Mann-Whitney *U* 检验。利用所有差异性显著($P<0.05$)的变量进入后续分析。利用 Spearman correlation 判断显著性变量之间的相关性,当两变量之间的相关系数 ρ 的绝对值 ≥ 0.60 时,则取生态学意义比较重要的变量进入下面的分析^[14]。采用逐步判别分析(Stepwise discriminant analysis)的方法对剩余栖息地变量予以筛选,以确定影响褐马鸡栖息地选择的关键因子,其中,Wilk's λ 表示贡献值的大小;标准判别系数表示标准化方程系数。各变量在描述时采用“Mean±SD”表示,其中 Mean 为算术平均值,SD 为标准差。

数据用 SPSS for Windows(13.0)软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 褐马鸡对觅食地、休息地地形和距离因素的选择结果

2006-04~05,在野外共发现 54 个褐马鸡觅食地和 28 个休息地。对褐马鸡觅食地样方、休息地样方与对照样方各生态因子的比较,结果见表 1。表 1

表明,觅食地样方海拔、坡位、坡度、与水源最近距离、与林间小路距离以及隐蔽级与对照样方存在显著或极显著差异,说明褐马鸡对觅食地的选择多偏向低海拔、下坡位、小坡度、距离水源和林间小路较近以及隐蔽级较小的地方。同时,对觅食地样方与对照样方进行 χ^2 检验,得出褐马鸡觅食地倾向针阔混交林($\chi^2=79.190,df=2,P=0.000<0.05$)。

表 1 褐马鸡春季觅食地、休息地与对照样方生态因子的比较

变量 Variable	觅食地样方 Foraging sample (n=54)	休息地样方 Day roosting (n=28)	对照样方 Control sample (n=54)	觅食与对照 Foraging and control		休息与对照 Day roosting and control	
				Z 值 Z-value	t 值 t-value	Z 值 Z-value	t 值 t-value
AL/m	1 243.94±101.43	1 374.75±118.24	1 341.83±114.99		-4.691**		1.214
SL	1.61±0.86	2.18±0.905	2.13±0.89	-3.00**			0.235
SA	1.33±0.51	1.75±0.52	1.43±0.66	-0.454		-2.725**	
SD	19.44±10.92	17.21±7.76	25.12±8.80		-2.980**		-4.012**
DW/m	84.79±40.07	119.82±74.22	120.09±93.23	-2.556*		-0.514	
DR/m	26.32±30.73	104.46±131.39	49.65±34.38	-4.070**		-4.104**	
DE/m	271.44±307.44	274.82±20.91	213.89±193.08	-0.092		-1.331	
TT	1.61±0.99	2.36±1.19	2.50±1.18	-3.974**		-0.913	
DT	0.45±0.42	1.14±0.94	1.22±0.54		-8.248**	-1.037	
MDT/cm	25.65±9.63	19.90±5.30	18.78±5.63		4.526**		0.872
UHT/m	12.09±4.23	10.06±2.78	10.11±2.53		2.938**		-0.095
TS	3.29±1.09	4.71±0.90	4.87±1.18	-6.334**		-1.037	
DS	6.55±4.36	24.14±11.13	31.13±24.83	-7.927**		-1.956*	
HS/m	1.78±0.34	1.35±0.34	1.76±0.24		0.481		-6.248**
HG/cm	13.72±4.18	14.29±4.34	17.19±6.42		-3.330**		-2.152*
AF	3.19±0.62	2.21±0.42	2.29±0.60	-6.297**		-0.566	
CT/%	0.57±0.15	0.56±0.15	0.48±0.16	-2.713**			2.189*
CS/%	0.32±0.22	0.44±0.17	0.48±0.16		-4.453**		-1.292
CG/%	0.41±0.15	0.51±0.18	0.47±0.18		-1.819		0.853
SC	0.29±0.21	0.47±0.17	0.37±0.18		-2.162*		2.457*

注(Notes): * $P<0.05$, ** $P<0.01$;a Mann-Whitney U -test;b Independent samples t -test.

2.2 褐马鸡对觅食地、休息地植被因素的选择结果

表 1 表明,觅食地样方乔木种类、密度、最大高度、最大胸径以及盖度,灌木种类、密度以及盖度,草本高度和食物丰富度等均与对照样方存在显著或极显著差异,说明褐马鸡选择觅食地要求乔木和灌木种类较少,乔木最大高度和最大胸径较大,乔木与灌丛密度和草本高度较小以及食物丰富度较大。

休息地样方乔木层盖度、灌木密度和高度以及草本高度与对照样方存在显著或极显著差异,说明褐马鸡选择休息地要求乔木盖度较大,灌丛密度和高度以及草本高度较小。

2.3 影响褐马鸡栖息地选择的主要因子

2.3.1 觅食地选择 对觅食地与对照样方差异显著的 16 个变量进行相关分析,根据相关系数绝对值均大于 0.6,剔除海拔、坡位、乔木最大胸径、与林间

休息地样方坡向、坡度、与林间小路距离及隐蔽级与对照样方存在显著或极显著差异,说明褐马鸡休息地多选择在半阴半阳坡、坡度较小、距离林间小路较远以及隐蔽级较大的地方。同时,对休息地样方与对照样方进行 χ^2 检验,得出褐马鸡休息地倾向针叶林($\chi^2=10.589,df=2,P=0.005<0.05$)。

小路距离、灌丛盖度以及隐蔽级等 6 个变量,将其余 10 个变量全部纳入逐步判别分析,选择出影响褐马鸡觅食地选择的主要因素,结果见表 2。由表 2 可知,在区分觅食地样方和对照样方时,与水源最近距离、乔木密度、乔木最大高度、灌木种类、灌丛密度和食物丰富度 6 个因子的判别能力最强。标准化的典型判别函数为 $y=-0.538\times$ 与水源最近距离 $+0.907\times$ 乔木密度 $-0.342\times$ 乔木最大高度 $+0.543\times$ 灌木种类 $+0.480\times$ 灌丛密度 $-0.339\times$ 食物丰富度。由这 6 个变量构成的方程判别准确率达 96.29%,可以较好地将觅食地样方与对照样方分开。

2.3.2 休息地选择 对休息地样方与对照样方差异显著的 8 个变量进行相关分析可知,仅有灌丛密度与灌木高度之间相关系数绝对值大于 0.6,于是

剔除灌木高度变量,将其余 7 个变量全部纳入逐步判别分析,选择出影响褐马鸡休息地选择的主要因素,结果见表 3。由表 3 可知,在区分休息地样方和对照样方时,坡度、坡向、与林间小路距离、灌丛密度、隐蔽级和乔木层盖度 6 个因子的判别能力最强。

表 2 褐马鸡繁殖季节觅食地与对照区变量的逐步判别分析结果

Table 2 Consequence of the stepwise discriminant analysis of habitat variables between the used samples and control samples of brown eared pheasant during the spring 2006			
参数 Variable	Wilk's λ	标准判别系数 Coefficient	显著性值 <i>P</i> Sig
与水源最近距离 Distance to water source	0.609	−0.538	0.000
乔木密度 Density of trees	0.390	0.907	0.000
乔木最大高度 Upmost height of trees	0.313	−0.342	0.000
灌木种类 Type of shrub	0.266	0.543	0.000
灌丛密度 Density of shrub	0.239	0.480	0.000
食物丰富度 Abundance of food	0.219	−0.339	0.000

表 3 褐马鸡繁殖季节休息地与对照区变量的逐步判别分析结果

Table 3 Consequence of the stepwise discriminant analysis of habitat variables between the used samples and control samples of brown-eared pheasant during the spring 2006			
参数 Variable	Wilk's λ	标准判别系数 Coefficient	显著性值 <i>P</i> Sig
坡度 Slope degree	0.833	−0.500	0.000
坡向 Slope aspect	0.770	0.570	0.000
与林间小路距离 Distance to road	0.703	0.597	0.000
灌丛密度 Density of shrub	0.611	−0.370	0.000
隐蔽级 Sheltering class	0.565	0.621	0.000
乔木层盖度 Cover of trees	0.532	0.493	0.000

3 讨 论

3.1 食物因子对觅食地选择的影响

已有研究表明,食物、隐蔽性和水源是野生动物生境选择的三大要素,直接影响着野生动物对生境的选择^[15]。有报道认为,鸡形目鸟类一般喜欢选择动物性食物较丰富的区域活动^[16-17]。褐马鸡的食性很杂,主要以植物性食物为主。据统计,褐马鸡的食物有 80 余种,其中植物性食物有 50 多种,动物性食物近 20 种^[18]。在陕西省黄龙山,繁殖季节褐马鸡主要选择针阔混交林,显然这种林型能够满足褐马鸡此时对动植物食物的需要。因为在黄龙山林区,针阔混交林中非常普遍的植物为山核桃(*Juglans cathayensis*)、漆树(*Toxicodendron vernicifluum*)和连翘(*Forsythia suspense*),山核桃的果实在潮湿的地面第 2 年很容易生虫(群众交谈);漆树种子含有丰富的脂肪,在树下残留有上年的许多种子;连翘在当地是一种优势灌丛,在春季其根部有许多嫩芽,这些正好补充繁殖季节褐马鸡对营养的需求。而阔叶林也有这种现象,但在 4~5 月份,黄龙山气候还很冷,植物刚吐新芽,隐蔽性低,褐马鸡也不选

标准化的典型判别函数为 $y = -0.500 \times \text{坡度} + 0.570 \times \text{坡向} + 0.597 \times \text{与林间小路距离} - 0.370 \times \text{灌丛密度} + 0.621 \times \text{隐蔽级} + 0.493 \times \text{乔木层盖度}$ 。由这 6 个变量构成的方程判别准确率达 92.68%,可以较好地将休息地样方与对照样方分开。

择。因此,春季褐马鸡一般喜欢隐蔽性较高且动物性食物较丰富的针阔混交林。所以褐马鸡春季首选食物丰富的地方觅食,乔木和灌丛种类少,说明其取食有指示物种。

3.2 捕食压力对栖息地选择的影响

捕食压力对动物选择不同的栖息地有明显的影 响,动物可以通过选择有效避免捕食者的栖息环境来降低被捕食的风险^[19]。在黄龙山地区褐马鸡的天敌主要可分为 2 类:一类为天空的天敌,如鸢类、鹰类及隼类;另一类就是小型兽类,如豹猫(*Prionailurus bengalensis*)、狗獾(*Melesmeles*)和黄鼬(*Mustela sibirica*)等。躲避地面的食肉动物,褐马鸡惟一的办法就是逃避,觅食时大部分时间用于觅食,其警戒的时间缩短,为了逃避敌害,必须提前发现敌害,所以其选择乔木和灌木密度较小的生境,这样其视野开阔,可以远距离随时发现天敌的到来,以便及时采取对策。通过观察发现,褐马鸡都是提前发现敌情逃跑,如果情况紧急,它们小跑一段,然后起飞,乔木密度小正好有利于起飞并滑翔较远的距离;为了躲避鹰类和隼类,它们通常选择乔木盖度较大、乔木最大高度大的林下觅食,因为在其低头觅食

时,警惕性较低,乔木盖度较大,正好可以减少它们警惕的投资。说明乔木盖度较大是褐马鸡觅食地选择的一个重要指标。这一点与白冠长尾雉对栖息地的选择相一致^[20-21]。在此休息期间,褐马鸡可以通过阳光补充体热并护理羽毛,同时,它们也放松对天敌的警惕,因此多选择坡度小、坡向为半阴半阳坡、与林间小路距离较远、灌丛密度小、隐蔽级和乔木盖度较大的针叶林。坡度小有利于躺卧,半阴半阳坡防止阳光曝晒,与林间小路距离较远减少人为干扰,灌丛密度小便于提前发现敌害,隐蔽级和乔木盖度较大增加隐蔽性。

3.3 水对栖息地选择的影响

水是动物生活所必需的资源物质,也是其最重要的生存条件之一^[22]。有研究认为,鸡形目许多物种的栖息地选择均与水源密切相关^[23-25]。研究区气候受大陆季风影响显著,夏季炎热,阳光充足,降水复杂多变。在春季,研究区内气候干燥,水源多为一些永久性的泉水或溪流。同时,在此季节,褐马鸡多以含水量相对较低的草本植物和干果为主要食物,觅食地距离这些水源较近,特别是较大溪流附近的地面较软而且草本和无脊椎动物较丰富,因此水源附近成为繁殖对的偏好生境之一。这与贾非等^[25]研究白马鸡繁殖早期繁殖对的出现概率与距水源距离负相关的结论一致。但水源也是褐马鸡天敌经常光顾的地方,所以褐马鸡在休息时,将休息地选择在远离水源的地方。

[参考文献]

[1] 郑作新,谭耀匡,卢汰春,等. 中国动物志(鸟纲)[M]. 北京:科学出版社,1978:182-186.
Zheng Z X, Tan Y K, Lu T C, et al. Fauna sinica, aves (Vol. IV; Galliformes)[M]. Beijing: Science Press, 1978: 182-186. (in Chinese)

[2] 郑光美,王歧山. 褐马鸡[C]//汪松. 中国濒危动物红皮书(鸟类). 北京:科学出版社,1998:242-243.
Zheng G M, Wang Q S. Brown eared pheasant[C]//Wang S. China red data book of endangered animals. Beijing: Science Press, 1998: 242-243. (in Chinese)

[3] IUCN. The 2000 IUCN red list of threatened animals[M]. Switzerland and Cambridge, UK: INCN Gland. 2000.

[4] 张正旺,张国钢,宋杰. 褐马鸡的种群现状与保护对策[C]//中国鸟类学会,台北市野鸟学会,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,2000:50-53.
Zhang Z W, Zhang G G, Song J. The status of brown eared pheasant (*Crossoptilon mantchuricum*) and suggestions for conservation[C]//China Ornithological Society, Wild Bird So-

ciety of Taipei, China Wildlife Conservation Association. Studies on Chinese Ornithology: In Commemoration of the 4th Ornithological Symposium of Mainland and Taiwan, China. Beijing: China Forestry Publishing House, 2000: 50-53. (in Chinese)

[5] Zhang Z W, Zheng G M, Zhang G G, et al. Distribution and population status of brown-eared pheasant in China [M]. UK: World Pheasant Association, 2002: 91-96.

[6] 李宏群,廉振民,陈存根,等. 陕西黄龙山林区褐马鸡春季觅食地选择的研究 [J]. 动物学杂志, 2007, 42(4): 61-67.
Li H Q, Lian Z M, Chen C G, et al. Feeding sites selection of Brown-eared pheasant in spring in Huanglong Mountains, Shaanxi Province[J]. Chinese Journal of Zoology, 2007, 42(4): 61-67. (in Chinese)

[7] 徐振武,雷颖虎,金学林,等. 陕北黄龙山林区发现褐马鸡种群 [J]. 西北农业大学学报, 1998, 26(4): 113-114.
Xu Z W, Lei Y H, Jin X L, et al. The rediscovery of Brown-eared pheasant in forested area of Northern Shaanxi Province [J]. Journal of Northwest Agricultural University, 1998, 26(4): 113-114. (in Chinese)

[8] 杨维康,钟文勤,高行宜. 鸟类栖息地选择研究进展 [J]. 干旱区研究, 2000, 17(3): 71-78.
Yang W K, Zhong W Q, Gao X Y. A review of studies on avian habitat selection [J]. Arid Zond Research, 2000, 17(3): 71-78. (in Chinese)

[9] 张正旺,郑光美. 鸟类栖息地选择研究进展 [C]//中国动物学会. 中国动物科学研究. 北京:中国林业出版社, 1999: 1099-1104.
Zhang Z W, Zheng G M. A review of studies on avian habitat selection [C]//China Zoological Society. Study on Chinese Zoology. Beijing: China Forestry Publishing House, 1999: 1099-1104. (in Chinese)

[10] Cody M L. Habitat selection in birds [M]. Orlando: Academic Press, 1985.

[11] 张国钢,张正旺,郑光美,等. 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 [J]. 生物多样性, 2003, 11(4): 303-308.
Zhang G G, Zhang Z W, Zheng G M, et al. Spatial pattern and habitat selection of Brown-eared pheasant in Wulushan Nature Reserve, Shanxi Province [J]. Chinese Biodiversity, 2003, 11(4): 303-308. (in Chinese)

[12] 张国钢,郑光美,张正旺,等. 山西芦芽山褐马鸡越冬栖息地选择的多尺度研究 [J]. 生态学报, 2005, 25(5): 952-957.
Zhang G G, Zheng G M, Zhang Z W, et al. Scale-dependent wintering habitat selection by Brown-eared pheasant in Luyashan Nature Reserve of Shanxi, China [J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(5): 952-957. (in Chinese)

[13] 张洪海,马建章. 紫貂冬季生境的偏好 [J]. 动物学研究, 1999, 20(5): 355-359.

[14] Zhang H H, Ma J Z. Habitat preference of sables in winter [J]. Zoological Research, 1999, 20(5): 355-359. (in Chinese)

[14] Lahaye W S, Cutierrez R J. Nest sites and nesting habitat of

the Northern Spotted Owl in northwestern California [J]. Condor, 1999, 101: 324-330.

[15] 宋延龄, 杨亲二, 黄水青. 物种多样性研究与保护 [M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1998.

Song Y L, Yang Q E, Huang S Q. Bio-diversity research and conservation [M]. Hangzhou: Zhejiang Technology and Science Publishing House, 1998. (in Chinese)

[16] 石建斌, 郑光美. 白颈长尾雉栖息地的季节变化 [J]. 动物学研究, 1997, 18(3): 275-283.

Shi J B, Zheng G M. The seasonal changes of habitats of Elliot's Pheasant [J]. Zoological Research, 1997, 18(3): 275-283. (in Chinese)

[17] 杨月伟, 丁平, 姜仕仁, 等. 针阔混交林内白颈长尾雉栖息地利用的影响因子研究 [J]. 动物学报, 1999, 45(3): 279-286.

Yang Y W, Ding P, Jiang S R, et al. Factors affecting habitat used by Elliot's Pheasant (*Symaticus ellioti*) in mixed coniferous and broadleaf forests [J]. Acta Zoologica Sinica, 1999, 45(3): 279-286. (in Chinese)

[18] 刘振山. 褐马鸡习性简介 [J]. 生物学教学, 2001, 26(1): 17-18.

Liu Z S. Introduction of brown eared pheasant [J]. Biology Teaching, 2001, 26(1): 17-18. (in Chinese)

[19] Houtman R, Dill L M. The influence of predation risk on diet-selectivity: a theoretical analysis [J]. Evolutionary Ecology, 1998, 12: 251-262.

[20] 丁平, 诸葛阳. 白颈长尾雉生态研究 [J]. 生态学报, 1988, 8(1): 44-50.

Ding P, Zhuge Y. The studies on ecology of Elliot's Pheasant (*Symaticus ellioti*) [J]. Acta Ecologica Sinica, 1988, 8(1): 44-50. (in Chinese)

[21] 丁平, 杨月伟, 李智, 等. 白颈长尾雉栖息地的植被特征研究 [J]. 浙江大学学报: 理学版, 2001, 28(5): 557-562.

Ding P, Yang Y W, Li Z, et al. Vegetation characteristics of habitats used by Elliot's Pheasant [J]. Journal of Zhejiang University: Sciences Edition, 2001, 28(5): 557-562. (in Chinese)

[22] 孙儒泳. 动物生态学原理 [M]. 3 版. 北京: 北京师范大学出版社, 2001: 71.

Sun R Y. Principles of animal ecology [M]. 3rd ed. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001: 71. (in Chinese)

[23] 丁平, 李智, 姜仕任, 等. 白颈长尾雉栖息地小区利用度影响因子研究 [J]. 浙江大学学报: 理学版, 2002, 29(1): 103-108.

Ding P, Li Z, Jiang S R, et al. Studies on the selection of roosting sites of Elliot's Pheasant [J]. Journal of Zhejiang University: Science Edition, 2002, 29(1): 103-108. (in Chinese)

[24] Lu X, Zheng G M. Habitat use of Tibetan Eared pheasant *Crossoptilon harmani* flocks in the non-breeding season [J]. Ibis, 2002, 144: 17-22.

[25] 贾非, 王楠, 郑光美. 白马鸡繁殖早期栖息地选择和空间分布 [J]. 动物学报, 2005, 51(3): 383-392.

Jia F, Wang N, Zheng G M. Habitat selection and spatial distribution of white eared-pheasant *Crossoptilon crossoptilon* during early breeding period [J]. Acta Zoologica Sinica, 2005, 51(3): 383-392. (in Chinese)

(上接第 227 页)

[17] 汪玲玲. 冬虫夏草多糖发酵研究 [D]. 广州: 华南农业大学, 2003.

Wang L L. Studies on fermentation of polysaccharide from *Cordyceps sinensis* [D]. Guangzhou: South China Agriculture University, 2003. (in Chinese)

[18] 李永泉, 吴炬, 花立明, 等. 白阿魏菇菌丝体多糖分离纯化工

艺的优化和结构分析 [J]. 兰州大学学报: 自然科学版, 2003, 39(4): 50-54.

Li Y Q, Wu J, Hua L M, et al. Optimum isolation and purification and structural analysis of polysaccharides from *Pleurotus nebrodensis* mycelium [J]. Journal of Lanzhou University: Natural Science Edition, 2003, 39(4): 50-54. (in Chinese)