

东大山自然保护区喜马拉雅雪鸡 (*Tetraogallus himalayensis*) 的巢址选择

闫永峰^{1,2}, 刘迺发^{2,*}

(1. 商丘师范学院生命科学系, 河南商丘 476000; 2. 兰州大学生命科学学院, 兰州 730000)

摘要:2004 和 2005 年的 4 ~ 7 月, 采用样方法和直接观察法, 对甘肃省东大山自然保护区喜马拉雅雪鸡 (*Tetraogallus himalayensis*) 的巢址选择进行了研究。共测量 36 个巢址。研究表明, 喜马拉雅雪鸡的巢主要分布于 2601 ~ 3000 m 之间, 多在高山岩石草地和裸露岩石区、突出大石下和灌木下或草丛中、中坡及中坡以上的坡位、坡度 26° ~ 40° 之间的阳坡和半阳坡上营巢。主成分分析表明, 影响巢址选择的主要因子可分为捕食因子和食物因子两类, 其主要因子依次为灌丛高度、距悬崖的距离、草本盖度、灌丛密度和物种丰富度; 作为捕食因子与食物因子权衡的结果, 其巢址选择有利于喜马拉雅雪鸡的野外生存。此外, 悬崖环境 (距悬崖的距离和 500m 内的悬崖数) 在巢址选择中起到重要作用, 这可能与雪鸡的避敌方式及飞翔能力较差有关。

关键词:喜马拉雅雪鸡; 巢址选择; 主成分分析; 权衡

文章编号: 1000-0933(2009)08-4278-07 中图分类号: Q145.1, Q958.1 文献标识码: A

The nest-site selection of himalayan snowcock (*Tetraogallus himalayensis*) in the Dongdashan Nature Reserve, Gansu Province

YAN Yong-Feng^{1,2}, LIU Nai-Fa^{2,*}

1 Department of Life Science, Shangqiu Normal University, Shangqiu 476000, China

2 School of Life Science, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(8): 4278 ~ 4284.

Abstract: From April to July, 2004 and 2005, the nest-site selection of the Himalayan Snowcock (*Tetraogallus himalayensis*) was investigated by the direct observation and plot sampling method in the field, at the Dongdashan Nature Reserve in Zhangye, Gansu Province. Totally 36 nests were measured in the field work. The Himalayan Snowcock exhibited a preference to a relative place (2601 — 3000 m elevation), a mountainous grassland with rocks, a bare rock zone, a thicket grass, and a place beneath a overhanging rock and shrubs, where was over the mountainside and the gradient ranged from 26°—40° on sunny slopes and semi-sunny slopes. Based on the principal components analysis, predation and food were the two main factors affecting the nest-site selection of the species. The primary factors in the following order: the height of shrubs, the distances to cliff, the cover degrees of grass, the density of shrubs and species diversity. We concluded that, as a result of trade-off between two main factors, the nest-site selection in our study is of great benefit to the Himalayan Snowcock to survival. Furthermore, the cliff factor (the distances to cliff and cliff number in 500m) takes on obvious effect on nest-site selection, this maybe related to the escaping pattern and weak flying ability of Himalayan Snowcock.

Key Words: himalayan snowcock; nest-site selection; the principal components analysis; trade-off

基金项目:国家自然科学基金重点课题资助项目 (No. 30530130, 30170138); 中国林业科学研究院野生动植物保护管理资助项目 (No. 2003-02)

收稿日期: 2009-01-28; 修订日期: 2009-05-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: naifaliu@sohu.com

鸟类巢址选择是研究鸟巢以及鸟巢周围地区的生态因子在鸟类选择巢址过程中的作用和地位,从而揭示鸟类选择该处筑巢的原因和主导因素,对保护和利用鸟类资源具有重要的理论和实践意义^[1],同时也是繁殖栖息地选择研究的重点。相关研究表明,鸟类巢址质量的高低与其繁殖成功率有直接的关系^[2~6]。因此,研究鸟类的巢址选择,对保护、管理和利用鸟类资源具有重要的理论和现实意义。

喜马拉雅雪鸡(*Tetraogallus himalayensis*),又称暗腹雪鸡或高山雪鸡,隶属于鸟纲、鸡形目、雉科、雪鸡属(*Tetraogallus*),是生活在寒旱区的濒危高山鹑类之一。全球 80% 以上的种群分布于中国,是国家二级重点保护动物^[7]。雪鸡是鸡形目中唯一幼鸟不吃动物性食物的类群^[8],甚至喜马拉雅雪鸡的成鸟也不吃动物性食物,是狭食性鸟类^[9];影响其幼鸟存活和繁殖种群大小的一个主要限制因素就是牧草的生长状况^[10],因此,对其栖息地质量的研究和评价就显得格外重要。由于喜马拉雅雪鸡的栖息环境恶劣,研究难度很大,以往对其栖息地选择的研究较少,一般为描述性的观察报道^[10~16]。基于以上因素,2004 年和 2005 年的 4~7 月,对喜马拉雅雪鸡繁殖栖息地的主要特征进了定量研究,试图揭示雪鸡栖息地选择的机制和栖息地利用的影响因子,以期对野生种群的保护与科学管理提供基础资料。

1 研究区概况

东大山自然保护区位于甘肃省张掖市境内,100°45'~100°51'E,39°00'~39°04'N,南北宽约 7 km,东西长约 9 km,总面积约 52 km²,海拔高度 2200~3660 m,坡度一般在 30°左右。具体情况可参考闫永峰^[17]。

2 研究方法

2.1 样地选取

统计的巢址来源有 3 个方面:一是当年的新巢 8 个;二是发现并经当地牧民或护林员确认的往年的旧巢 11 个;三是当地牧民和护林员帮助找到的往年的旧巢 17 个,一共 36 个;对于年代较长、不能明确认定的另外 3 个旧巢则未统计在内。在找到雪鸡巢址后,以巢址为中心,按随机方向打 30m×30m 的大样方。

2.2 数据采集

在每个大样方的中心位置选取一个 2 m×2 m 的小样方,然后以向四个角抛石块的方法,在四个角的方向随机各选取一个 2 m×2 m 的小样方,石块抛到悬崖下边的小样方则不再测量。人不能到达的地方,与相似环境对比后记录估测值。因雪鸡是植食性的,植被情况反应其潜在的食物资源,通常也被视为最重要的环境因子^[18~20],所以依据雪鸡的栖息地特征,选择性测量了 21 项生境参数,并对其中 15 个参数进行了主因子分析。

统计的生境参数有:

①海拔高度、经纬度在巢中心用 GPS 测定。

②巢址地形分为高山岩石草地、裸露岩石区、灌丛草地和高山草甸。

③巢的位置以巢的中心点位置记录,分为突出大石下、灌木下或草丛中和地面浅洞穴。

④坡度、坡向、坡位用坡度仪测量坡度。坡向依北、东北、东、东南、南、西南、西、西北,分别赋值 1、2、3、4、5、6、7、8;坡位是依巢中心所在的位置分为下坡位、中下坡位、中坡位、中上坡位和上坡位,分别赋值为 1、2、3、4、5。没有坡的此 3 项均记做 0。

⑤距悬崖的距离测量巢中心到最近一个悬崖边的直线距离(m)。

⑥距草地的距离测量巢中心到最近一片草地的直线距离(m)。

⑦悬崖数量是指距巢中心 500 m 内的悬崖数量。

⑧隐蔽度是以一根 40 cm 长,带 10 个醒目刻度的木棒代替,平放在雪鸡巢内离地面 5 cm 高的地方,从东南西北各 5 m 处以 50 cm 的高度平视、以及从正上方处看时,计录木棒被遮挡的比例(%) (人不能到达的地方,则估计一个数值)作为隐蔽度,然后取其平均值,依 10% 为间隔分为 10 个等级,即小于 10%、10%~20%、20%~30%、30%~40%、40%~50%、50%~60%、60%~70%、70%~80%、80%~90%、90%以上,分别取值为 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。

⑨地面环境异质性,以地面大石块(边长或高大于 10 cm)、石洞、土坑及灌丛的体积多样性来表示,体积

以最接近的几何体体积公式计算;用 Shannon-Weaner 指数 $H = - \sum P_i \cdot \ln P_i$ 计算体积多样性指数,式中 P_i 为 i 体积段占样地总体积段的比例^[21]。分为 6 个等级,即 0~1,1~2,2~3,3~4,4~5 和大于 5,分别取值 1,2,3,4,5,6。

⑩物种丰富度,即大样方内的植物物种数。

⑪植物覆盖度(%),在小样方的对角线上,过交叉点拉两条长 100 cm 并有长度标记的线,记录植物所占的 1 cm 格数,二者平均值为小样方的植物覆盖度。然后取五个小样方的平均值作为大样方中草本植物的盖度(下同)。

⑫草本盖度依 10% 为间隔分为 5 个等级,即小于 20%、20%~30%、30%~40%、40%~50% 和 50% 以上,分别取值为 0、1、2、3、4。

⑬草本密度(株/m²),在小样方内,过中心点拉对角线记录 1 m 米尺下所覆盖的植物株数,再除以 0.015, (1.5 cm),取二对角线的平均值。草本密度按 100 为间隔划分为 6 个等级,即 0~100、100~200、200~300、300~400、400~500 和 500/m² 以上,分别取值为 1,2,3,4,5,6。

⑭草本高度(cm),按 10 cm 为间隔划分为 6 个等级,即 0~10、10~20、20~30、30~40、40~50 和 50 cm 以上,取值 1、2、3、4、5、6。

⑮灌丛的长度、宽度和高度是测量大于 10 cm 灌丛的长宽高(cm)。

⑯灌丛密度(株/m²),统计样地内高度大于 10 cm 的灌丛的数量,然后除以样方面积。

⑰灌丛盖度以椭圆形面积公式 $S = 1/4 \pi \cdot a \cdot b$ 计算,式中 a 、 b 分别是灌丛的长轴和短轴。

⑱植物最高是测量的小样方内灌丛或草本的最大高度(cm)。

2.3 数据处理

数据统计在 Microsoft Excel 工作表中进行,其中地面环境异质性在 MATLAB7.0 软件上进行,运用 SPSS 12.0 处理数据。应用 χ^2 检验分析雪鸡栖息地对海拔、地形、巢位、坡度、坡位、坡向等的选择情况;采用因子分析(Factor Analysis)的主成分法(Principal components)对栖息地的相关变量进行主成分分析。

数据采用 Mean $\pm$ SD 表示,其中 Mean 为算术平均值,SD 为标准差。

3 结果与分析

3.1 营巢地点的海拔高度

测量到的雪鸡巢的最低海拔是 2650 m,最高位于 3401 m。对海拔分布有明显的选择性($\chi^2 = 25.5$, $df = 8$, $P < 0.01$),2601~3000 m 之间较多,占东大山雪鸡巢址总数的 83.3% ($n = 36$, 下同)。相对于东大山 2200~3660 m 的山体海拔来说,其巢址多位于山体的中段和中下段,即 5/15~8/15 之间。

3.2 巢址的地形特征

东大山雪鸡对地形有显著的选择性($\chi^2 = 15.50$, $df = 2$, $P < 0.01$),雪鸡巢址在高山岩石草地和裸露岩石区出现的机率较多(分别占 52.8% 和 44.4%),灌丛草地只占 2.8%,高山草甸上未发现有营巢现象。

3.3 营巢位置的选择

东大山雪鸡对营巢位置有一定的选择性($\chi^2 = 8.167$, $df = 2$, $P < 0.05$),在突出大石下(52.8%)、灌木下或草丛中(33.3%)两类地点的选择机率较多,在地面浅洞穴营巢的只占 13.9%。

3.4 巢的坡位、坡度、坡向

东大山雪鸡巢址均出现在中坡及以上的坡位。显然,雪鸡在 5 个坡位选择上是有明显差异的,即选择中坡以上的坡位。但在中坡(19.4%)、中上坡(47.2%)和上坡(33.3%)3 个坡位之间的选择性并不明显($\chi^2 = 4.167$, $df = 2$, $P > 0.05$)。

营巢地点的坡度较大,为 $35.25^\circ \pm 5.78^\circ$, 20° 以下的山坡没有营巢。对坡度的选择性显著($\chi^2 = 32.44$, $df = 6$, $P < 0.01$),多在 $26^\circ \sim 40^\circ$ 之间(占 86.1%);

雪鸡巢址多数选择在阳坡和半阳坡的方向,在东南(25%)、南(33.3%)和西南(19.4%)较多。在北、西北两个方向都没有营巢,对其余方向有明显的选择性($\chi^2 = 13.33, df = 5, P < 0.05$)。

3.5 巢址选择的主要因子

从表1可以看出,前5个主成分的特征值均大于1,其累积贡献率(即累计方差百分比)达76.2%,表明原来15个变量反映的信息可由5个主成分(3.579+3.058+2.181+1.537+1.082≈11.437个变量)反映。因此,取前5个主成分并计算出其相应的特征向量(表2)。

从旋转后因子成分矩阵(Rotated Component Matrix)中每个主要成分系数绝对值的大小可以看出:第一主成分中,灌丛高度、植物最高、灌丛宽度和长度的相关系数绝对值相对较高(0.869~0.760),这4个变量的值,反映了雪鸡巢址的植物特征,因此将第一主成分定为植物特征因子,主要与雪鸡的隐蔽性有关。在第二主成分中,相关系数绝对值较高的是距悬崖的距离、地面异质性、隐蔽度和附近悬崖的数量,这四项反应了雪鸡巢址的地形特征,主要与雪鸡避免被捕杀及方便逃逸有关,为地形因子或者避敌因子;第三主成分中,草本盖度与草本密度的相关系数明显高于其他,这两项与雪鸡的食物有关,所以第三主成分代表的是食物因子;第四主成分主要支配灌丛密度与灌丛盖度,可以认为是灌丛因子,这也与雪鸡的避敌隐蔽性有关,也可以认为是避敌因子;在第五主成分中,只有植物的丰富度较高,与雪鸡的食物有关,归为食物因子。在这5个主成分中,第一、二、四主成分中无

表1 东大山喜马拉雅雪鸡巢址选择各主成分的特征值表
Table 1 The eigenvalues of principle components for nest-site selection of the Himalayan Snowcock in Dongdashaan

主成分 Principle component	特征值 Eigenvalue	贡献率 (%) % of variance	累积贡献率 Cululative (%)
1	3.579	23.861	23.861
2	3.058	20.390	44.250
3	2.181	14.542	58.792
4	1.537	10.244	69.036
5	1.082	7.213	76.249
6	0.849	5.661	81.909
7	0.594	3.960	85.869
8	0.555	3.699	89.569
9	0.462	3.079	92.647
10	0.416	2.775	95.422
11	0.327	2.177	97.599
12	0.135	0.898	98.497
13	0.110	0.736	99.233
14	0.070	0.470	99.703
15	0.045	0.297	100.000

1:表示第一特征向量 First eigenvector, 2:表示第二特征向量 Second eigenvector, 3:表示第三特征向量,依次类推 Third eigenvector

表2 东大山雪鸡巢址选择的旋转后因子成分矩阵

Table 2 Rotated component matrix for nest-site of the Himalayan Snowcock in Dongdashaan

变量 Variable	特征向量 Eigenvector				
	1	2	3	4	5
灌丛高度 Height of shrub(cm)	0.869	0.132	0.048	0.052	-0.061
植物最高 Height of vegetable(cm)	0.813	-0.182	0.043	0.081	0.017
灌丛宽度 Breadth of shrub(cm)	0.763	-0.075	-0.203	0.160	0.442
灌丛长度 Length of shrub(cm)	0.760	-0.035	-0.241	0.312	0.336
草本高度 Height of grasses(cm)	0.593	0.309	0.341	-0.129	-0.217
距悬崖距离 Distance to cliff(m)	-0.091	-0.780	0.048	-0.141	-0.044
地面异质性 Heterogeneity of ground environments	-0.047	0.740	-0.319	0.071	-0.235
隐蔽度 Degree of cover-up	-0.089	0.732	-0.250	-0.090	0.135
附近悬崖数 Number of cliffs	0.049	0.713	0.274	0.197	0.227
草本盖度 Cover of grasses(%)	-0.012	-0.089	0.949	0.069	0.060
草本密度 Density of grasses(ind./m ²)	-0.072	-0.081	0.894	-0.059	0.075
距草地距离 Distance to grasses(m)	-0.090	0.421	-0.575	-0.322	-0.085
灌丛密度 Density of shrub(ind./m ²)	0.079	0.124	0.119	0.914	0.056
灌丛盖度 Cover of shrub(%)	0.163	0.091	-0.022	0.908	0.018
物种丰富度 Species richness	0.112	0.152	0.193	0.038	0.891

论是植物特征,还是地形特征、灌丛因子、避敌因子,其实都与雪鸡繁殖期间的隐蔽性和逃逸性有关,统称为捕食因子;只有第三和第五主成分与食物有关,是食物因子。由此可以看出,东大山自然保护区喜马拉雅雪鸡对巢址的选择,首先考虑的是地形的隐蔽性和遇天敌捕食时逃逸的便利性等与避免捕食有关的捕食因子,其次才是食物因子。5个主成分中相关系数绝对值最高的是:灌丛高度、距悬崖的距离、草本盖度、灌丛密度和物种丰富度。

4 讨论

4.1 营巢地点的海拔高度

雪鸡的营巢地点选择在山体相对位置的中段和中下段,可能是由于海拔较高的地方气温较低,不利于卵的孵化,雪鸡为减少能量投入,尽可能选择海拔较低而温度较高的地点营巢;但一般情况下,在一定的范围内,雪鸡有频繁访问较高海拔地区的倾向,因为高海拔地区可提供更多的陡峭斜坡和更广泛的悬崖,向下滑翔逃亡的可能性也就比较大^[22]。而海拔较低的地区人类干扰和猎捕风险相对较大,雪鸡为躲避天敌(主要是猛禽)的捕杀和人类的干扰与猎捕,又必须选择较高的地点营巢。由此可见,雪鸡营巢地点的选择其实是一种权衡的结果:即最少的能量投入和最有利于逃避敌害之间权衡的结果,也是繁殖和生存之间权衡的结果。

4.2 地形和巢位的选择

高山岩石草地、裸露岩石区、灌丛草地与高山草甸相比,最大的区别就是地面的异质性较高,利于雪鸡的隐蔽。虽然高山草甸上雪鸡食物在地面上所占的比例要高于前3种地形,但很容易被空中或地面的天敌所发现,其危险性相对要大的多。从雪鸡对前3种地形较多的选择上,可以认为隐蔽程度是巢址选择的主导因素。在较多的食物量和安全的隐蔽环境之间,雪鸡显然选择了后者。

雪鸡对巢位的选择也是为了更好的隐蔽性。显然,突出大石块、灌木下或草丛中的隐蔽性要远远大于地面浅洞穴,被空中猛禽发现的几率会小得多,即使被发现了也不会有太大的危险,因为在有隐蔽物遮挡的情况下猛禽是不会轻易发起攻击的,否则会导致其受伤。但突出的石块、灌木和草丛也遮挡了雪鸡自身的部分视线,不易发现地面兽类的袭击,这可能是雪鸡多在悬崖上营巢的原因之一。

4.3 对坡位、坡度、坡向的选择

如果说海拔高度的选择是考虑繁殖能量的投入与躲避天敌、人类捕杀和干扰之间权衡的结果的话,那么雪鸡对坡位的选择则只是考虑了后者。对一个山坡来说,其相对的海拔落差不会太大,一般只有百米甚至几十米的落差,小范围的海拔落差不会对气温有太大的影响,繁殖能量投入的差异可以忽略不计。因此雪鸡对坡位的选择,只是有利于躲避天敌的捕食和人类的干扰及猎捕。当然也可能与食物有一定的关系,因为在一定海拔高度内,高山植物群落的多样性指数和均匀度随海拔高度的升高而增加^[23]。

雪鸡的飞翔方式有两种:一是利用山谷风进行滑翔;二是在天敌偷袭等情况下的应急振翅飞翔^[12]。即使在应急振翅飞翔的情况下,雪鸡的起飞也需要一定的坡度和助跑,在平地上很难起飞。发现危险时,雪鸡总是向上坡快速直线攀登,迫不得已才起飞滑翔。坡度大显然有利于它在危险情况下的紧急起飞逃避。同时,坡度大的地方人类的活动和牧畜的干扰也较小,猎人和兽类的活动速度也受到一定限制。在研究区域,喜马拉雅雪鸡的天敌主要是食肉兽类和猛禽,如香鼬、狐、雪豹和金雕等,食肉兽在繁殖期危害较大,主要袭击过夜的鸟和孵卵中的雌鸟^[11]。因此,雪鸡选择较大的坡度能够减少其它动物和人类的干扰,并有利于在危险情况下紧急逃避。但坡度太大的地方,由于雨水的冲刷,土壤保留的少,草本植物的生长受到一定的限制,这又影响到了雪鸡的觅食,因此,既使在悬崖上营的巢,其附近也一定有草坡,以供其觅食。据观察,悬崖的两侧附近都有一个或两个草坡,坡度一般大于30°,草坡的植物覆盖度较高,一般大于50%,同时还有一定数量稀疏的灌木丛,其高度略高于雪鸡。总之,雪鸡对坡度的选择其实也是逃避风险和觅食效率之间权衡的结果。另外,雪鸡把巢建在悬崖峭壁的陡坡上,还可以抵挡风雨^[13]。

雪鸡在阳坡或半阳坡上营巢,这与刘迺发^[11]和Ma^[13]的调查结果一致。雪鸡对坡向的选择主要是有利于繁殖期温度的提高。在同样条件下,由于太阳的照射,阳坡的温度总是要高于阴坡。相对较高的温度显然

有利于减少雪鸡在孵化过程中的能量投入,也有利于雪鸡卵的孵化。同时,东大山山体阳坡裸岩陡崖分布较多,是喜马拉雅雪鸡营巢的适宜环境,阴坡比较平缓,裸岩分布少,并分布有云杉林,不利于营巢^[24]。鸡形目其它种类也有在阳光比较充足的地方营巢繁殖的选择性^[25~27]。

4.4 影响巢址选择的主要因子分析

由于栖息地中各种因子对动物的作用不同,因此,分析其内在特征,找出影响选择行为的关键因子就成了栖息地研究的一项重要内容^[28]。在鸡形目鸟类中,许多种类的雌鸟都具有选择巢址的习性,营巢地质量的优劣将直接影响到孵化成功率和繁殖期的种群密度^[2,29]。虽然,食物和隐蔽条件是影响鸟类栖息地利用的基本因素^[30],但鸟类一般在选择巢址时是极重视安全的^[31],隐蔽性是雉类巢址选择的关键因素^[32~33]。研究结果表明,捕食因子在雪鸡巢址选择中占据了首要地位,说明雪鸡在巢址选择过程中,首先考虑的是避免被天敌捕食的捕食因子,其次才是食物因子,这与 Bland 和 Temple^[22]对喜马拉雅雪鸡觅食栖息地选择的研究结果一致。在主成分因子中,灌丛都占据了很大的份量,说明灌丛在雪鸡巢址选择中有相当重要的作用。虽然雪鸡也取食少量的灌丛茎、叶作为食物,但在巢址选择中灌丛的主要作用是有益于雪鸡的隐蔽,即与避免捕食有关。茂密的灌丛环境会为雉类的生存提供隐蔽场所^[32~44],但是过于茂密的遮挡物又会阻碍它们的行动,不利于躲避天敌和观察环境^[32]。因此选择合适的灌丛密度、能够遮挡其身体的灌丛长度、宽度和高度对雪鸡的巢址选择就显得非常重要。雉科其它鸟类的研究也证明了灌木在巢址选择中的隐蔽保护作用^[27,35~39],因此,灌木是雉科鸟类繁殖期适宜生境的一种关键植被类型。雪鸡巢址选择中另一个与捕食有关的因子是逃避天敌。雪鸡飞翔能力差,飞行的距离有限,在逃避天敌捕杀的过程中,能够在尽可能短的飞行距离和时间内找到可以隐蔽的场所就显得非常重要,所以在雪鸡的巢址选择中,距悬崖的距离和 500 m 内悬崖的数量就成为其巢址选择的一个很重要的因素。总体来说,喜马拉雅雪鸡巢址的选择是对栖息地的捕食因子和食物因子之间权衡的一种结果,通过权衡两种因子来增加其适合度;相对于别的雉类,雪鸡在巢址选择中增加了对逃逸场所(即距悬崖的距离和 500 m 内悬崖数量)的选择,或者说其对悬崖有更多的偏爱,这可能与其生存环境、避敌方式及飞翔能力较差有关。

References:

- [1] Ding C Q, Zheng G M. The nest site selection of the Yellow-bellied tragopan. *Acta Zool Sin*, 1997, 43 (1): 27—33.
- [2] Jenkins D A, Watson and G. R. Miller. Population studies on Red Grouse in North East Scotlan. *J. Anim. Erol.*, 1963, 32:317—376.
- [3] Rands M R W. The effect of nest site selection on nest predation in Gray Partridges and Red-legged Partridges. *Ornis Scandinavica*, 1988, 19:35—40.
- [4] Jackson S L, Hik D S, Rockwell R F. The influence of nesting habitat on reproductive success of the Lesser Snow Goose. *Can. J. Zool.*, 1988, 66:1699—1703.
- [5] Crabtree R L, Broome L S, Wolfe M L. Effect of habitat characteristics on Gadwall nest predation and nest site selection. *J. Wildl. Mgmt.*, 1989, 53:129—137.
- [6] Robertson G Y. Factors affecting nest site selection and nesting success in the Common eider *Somateria mollissima*. *Ibis*, 1995, 137:109—115.
- [7] Wang S, Xie Y. China Species Red List. Beijing: Higher Education Press, 2004. 223
- [8] Potapov R. Adaptation to mountain conditions and evolution in snowcocks (*Tetraogallus* sp.). In: Perdix VI. first international symposium on partridges, quails and francolins, M. Bitkan, G. R. Potts, N. J. Aebischer & S. D. Dowell, eds. *Gibier Faune Sauvage*, 1992, 9:647—660.
- [9] Liu N F. Isolating mechanism between Tibetan Sonwcock (*Tetraogallus tibetanus*) and Himalay Snowcock (*Tetraogallus himalayensis*). In: China Zoological Society. *Zoological studies in China*. Beijing: Chinese Forestry Publishing House, 1999. 571—577.
- [10] Liu N F. Breeding behaviour of koslov's snowcock (*Tetraogallus himalayensis koslowi*) in north-western Gansu, China. *Game Wildlife*, 1994, 11: 167—177.
- [11] Liu N F, Wang XT. Study of breeding ecology of Himalayan Snowcock, *Tetraogallus himalayensis*. *Zool Res*, 1990, 11(4): 299—302.
- [12] Huang R X, Ma L, Shao H G, Jiang T. Preliminary studies on the ecology and biology of the Himalayan Snowcock in MT. Tian, Xinjiang. *Journal of Xinjiang University*, 1990, 7(3): 71—76.
- [13] Ma L. The breeding ecology of the Himalayan snowcock (*Tetraogallus himalayensis*) in the Tian Shan Mountains (China). *Gibier Faune Sauvage*, 1992. 9:625—632.
- [14] Chang C, Liu N F, Wang X T. Reproduction and food of Himalayan Snowcock, *Tetraogallus himalayensis*. *Acta Zoological Sinica*, 1993, 39(1): 107—108.

- [15] Mayers J. Studies of the ecology of Himalayan Snowcock (*himalayensis*) in Hunza. World Pheasant Assoc J, 1985, 10:72—86.
- [16] Дементьев Г П и др. Птицы Советского Союза IV. Москва:Советская Наука,1952. 180—199.
- [17] Yan Y F, Zhu J, Zhai X L, Ni Z Y, Liu N F. Sexual differences in foraging frequency and vigilance behaviour of the Himalayan Snowcock in breeding season. Chinese Journal of Zoology, 2007, 42(6):48—52.
- [18] James F C. Ordinations of habitat relations among breeding birds. Wilson Bull., 1971. 83:215—236.
- [19] Rotenberry J T, Wiens J A. Habitat structure, patchiness, and avian communities in North American Steppe vegetation: A multivariate analysis. Ecology, 1980, 61:1228—1250.
- [20] Mills G S, Dunning J B, Bates J M. The relationship between breeding bird density and vegetation volume. Wilson Bull, 1991, 103:468—478.
- [21] Chen X Y, Luo L, Liu N F, He D K. Habitat selection of *Alectoris magna* at different life cycle stages in Lanzhou. Chin J Appl Environ Biol, 1998, 4(4):368—373.
- [22] James D Bland, Stanley A. Temple. Effects of predation-risk on habitat use by Himalayan Snowcock. Oecologia, 1990, 82:187—191.
- [23] He L X, Liu B H. Study on diversity of plant community in alpine-cold meadow at different altitude. Chinese Qinghai Journal of Animal and Veterinary Sciences, 2005, 35(5), 1—4.
- [24] Chang C, Liu N F, Wang X T. The movement rule, feather growth and moult of the Himalayan Snowcock, *Tetraogallus himalayensis koslowi*. J Gansu Sci, 1994, 6(1):77—81.
- [25] Liu N F. Ecology of Przhevalski's rock partridge (*Alectoris magna*). Gibier Faune Sauvage, 1992, 9:605—615.
- [26] Zhang Z W, Liang W, Sheng G. Study on the nest site selection of Daurian Partridge. Zool Res, 1994, 15(4):37—43.
- [27] Yang F Y, Wang R Q, Zhang J, Li S G, Qiu F C. S Study on the nest site choosing of *Crossoptilon mantcuricum* in Shanxi. Journal of Shanxi University(Nat. Sci. ed.), 2001, 24(2):151—154.
- [28] Gao W, Wang H T, Sun D T. The habitat and nest-site selection of Jankowski's bunting. Acta Zoologica Sinica, 2003, 23(4):665—672.
- [29] Jones A M. Nesting habitat of Capercaillie in Scottish plantation. In: Hudson and Lovel eds. Grouse 1984, World Pheasant Association, Reading. UK, 1984. 301—316.
- [30] Root R B. The niche exploitation pattern of the Blue-grav Gnatcatcher. Ecol Monogr, 1967, 37:317—350.
- [31] Johnsgard P A. Pheasants of the World. Oxford: Oxford University Press, 1986.
- [32] Lu Xin, Zheng Guangmei. Reproduction ecology of Tibetan Eared Pheasant (*Crossoptilon harmani*) in scrub environment, with special reference to the effect of food. Ibis, 2003. 145:657.
- [33] Nguyen L P, Hanr J, Parker G H. Nest site characteristics of Eastern Wild Turkeys in Central Ontario. Northeastern Naturalist, 2004, 11:255.
- [34] Smith S A, Stewart N J, Gates J E. Home ranges, habitat selection and mortality of ring-necked pheasants (*Phasianus colchicus*) in North-central Maryland. American Midland Naturalist, 1999. 141:185.
- [35] Robertson P A. Does nesting cover limit abundance of ring-necked pheasant in North America. Wildlife Society Bulletin, 1996, 24:98—106.
- [36] Lu X, Zheng G M. Habitat selection and use by a hybrid of white and Tibetan pheasants in eastern Tibet during the post-incubation period. Canadian Journal of Zoology, 2001, 79:319—324.
- [37] Lu X, Zheng G M. Habitat use of Tibetan eared pheasant *Crossoptilon harmani* flocks in the non-breeding season. Ibis, 2002, 144:17—22.
- [38] Jia F, Wang N, Zheng G M. Habitat selection and spatial distribution of white eared-pheasant *Crossoptilon crossoptilon* during early breeding period. Acta Zool Sin, 2005, 51(3):383—392.
- [39] Long S, Zhou C Q, Wang W K, Wei W, Hu J C. The habitat and nest-site selection of Common Pheasants in Spring and Summer in Nanchong, China. Zoological Research, 2007, 28(3):249—254.

参考文献:

- [1] 丁长青,郑光美. 黄腹角雉的巢址选择. 动物学报,1997. 43(1):27~33.
- [7] 汪松,解焱. 中国物种红色名录. 北京:高等教育出版社,2004. 223.
- [9] 刘迺发. 西藏雪鸡和喜马拉雅雪鸡的隔离机制. 见:中国动物学会. 中国动物科学研究. 北京:中国林业出版社,1999. 571~577.
- [11] 刘迺发,王香亭. 高山雪鸡繁殖生态研究. 动物学研究,1990,11(4):299~302.
- [12] 黄人鑫,马力,邵红光,姜涛. 新疆高山雪鸡的生态和生物学的初步研究. 新疆大学学报(自然科学版),1990,7(3):71~76.
- [14] 常城,刘迺发,王香亭. 暗腹雪鸡的繁殖及食性. 动物学报,1993,39(1):107~108.
- [17] 闫永峰,朱杰,翟兴礼,倪自银,刘迺发. 高山雪鸡繁殖期觅食和警戒行为的性别差异. 动物学杂志,2007,42(6):48~52.
- [21] 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.
- [23] 贺连选,刘宝汉. 不同海拔高度的高寒草甸植物群落多样性的研究. 青海畜牧兽医杂志,2005,35(5):1~4.
- [24] 常城,刘迺发,王香亭. 暗腹雪鸡青海亚种活动规律及雏鸟羽毛生长和成体秋季换羽. 甘肃科学学报,1994,6(1):77~81.
- [26] 张正旺,梁伟,盛刚. 斑翅山鹑巢址选择的研究. 动物学研究,1994,15(4):37~43.
- [27] 杨凤英,王汝清,张军,李世广,邱富才. 褐马鸡巢址选择的初步研究. 山西大学学报(自然科学版),2001,24(2):151~154.
- [28] 高玮,王海涛,孙丹婷. 栗斑腹鸡的栖息地和巢址选择. 生态学报,2003,23(4):665~672.
- [38] 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.
- [39] 龙帅,周村权,王维奎,皖薇,胡锦鑫. 南充雉鸡的巢址选择和春夏季栖息地选择. 动物学研究,2007,28(3):249~254.