

盐池湾自然保护区喜马拉雅雪鸡育雏栖息地选择

闫永峰^{1,2}, 包新康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: 2005年4—7月, 采用样方法和直接观察法, 对甘肃省盐池湾自然保护区喜马拉雅雪鸡 (*Tetraogallus himalayensis*) 育雏期的栖息地选择进行了研究。共测量了16个正在觅食、未受到干扰的雪鸡育雏栖息地和14个阴阳坡的对比样方。研究表明, 育雏期的喜马拉雅雪鸡主要选择在海拔3301—3600m之间、中坡及中坡以上的坡位、坡度11—30°之间的灌丛草地活动, 这有利于雏鸟获得足够的食物供应和更好的保护后代。主成分分析表明, 影响雪鸡育雏期栖息地选择的主要因子分为捕食因子和食物因子两类, 其主要因子依次为灌丛长度、物种丰富度、地面异质性以及附近(500m内)的悬崖数量。喜马拉雅雪鸡对育雏栖息地的选择其实是最好的食物资源和最有利于逃避敌害之间的权衡, 即捕食因子与食物因子之间权衡的结果, 这可能是喜马拉雅雪鸡在长期演化过程中形成的一种避免被天敌捕食的行为适应, 是高寒地区鸟类的一种生存策略。

关键词: 喜马拉雅雪鸡; 育雏栖息地; 主成分分析; 权衡

Brooding habitat selection of himalayan snowcock (*Tetraogallus himalayensis*) in the Yanchiwan Nature Reserve, Gansu Province

YAN Yongfeng^{1,2}, BAO Xinkang², LIU Naifa^{2,*}

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

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

Abstract: Himalayan Snowcock (*Tetraogallus himalayensis*), which lived in the cold and arid region, is listed in Category II of the State Key Protected Animals in China as endangered mountain partridge. Previous researches showed that Himalayan Snowcock is stenophagous and the key factor influenced the reproductive population size and the survival of chickling is the growth status of its foraging grass. It's essential to investigate the habitat selection of different life stages, especially the brooding phase, and evaluate habitats quality for species protection. Until now, no report about the brooding habitat selection of Himalayan Snowcock has been found perhaps because it's difficult to investigate the bird living in the steep slope and high mountains where human hardly reaches. From April to July 2005, we conducted a study to investigate the brooding habitat of Himalayan Snowcock by using the methods of direct observation and plot sampling in Yanchiwan Nature Reserve, Gansu Province in China. The brooding site was confirmed when the birds was feeding without being disturbed. Sixteen brood feeding plots and fourteen control plots (30m × 30m) were measured and seventeen factors include altitude, gradient and slope direction of the brooding sites, species abundance, height and cover degree of vegetation, the ground heterogeneity, the number of cliffs within 500 m, etc.. One-way ANOVA, Levene's Test of Equality of Error Variances and Hotelling T² of Multivariate were used to test the difference between two dataset of brooding sites and control sites, and the principal components method of the factor analysis was conducted for the correlating variables. The results showed that Himalayan Snowcock mainly selected the shrub and grassland sites with the height ranges from 3 301 m to 3 600 m, the middle and upper location of slope, and the grade of slope ranging from 11 to 30° for brooding ($P < 0.01$), where the chickling may get enough food and safety for survival. The brooding activities were occurred more in north slope with

基金项目: 国家自然科学基金重点课题资助项目(30530130, 30170138); 中国林业科学研究院野生动植物保护管理资助项目(2003-02)

收稿日期: 2009-10-12; **修订日期:** 2010-02-03

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

good condition of vegetation (56.3%) than in the south cliffside (25.0%), but the difference was not significant ($P > 0.05$). The grade of slope is lower in brooding phase than in nest building phase which is in favor of escaping for chickling with poor running and flying abilities. Based on the principal components analysis, four primary environmental factors of Himalayan Snowcock brooding site section are the height of shrubs, the species richness of surrounding vegetation, the heterogeneity of ground environments, and the number of cliffs within 500m, that is, predation pressure and food supply were the two main factors affecting the brooding habitat selection of the species. These data suggest that the behavior of brooding habitat selection of Himalayan Snowcock is actually a trade-off between food obtaining and prey escaping, which is an adaptive behavior and a life strategy of birds living in severe cold region in high altitude. From the information of brood-habitat selection, we suggest that maintaining abundant food resources and good cover condition are the two vital aspects in protecting the habitat of Himalayan Snowcock.

Key Words: Himalayan Snowcock; brood habitat; the principal components analysis; trade-off

育雏期是雉类生活史中一个十分关键的阶段,因为雉类在出生后前几周的死亡率是其一生之中最高的^[1],而雏鸟存活率的高低直接关系到雉类种群的维持^[2-3]。除了雌鸟的状况之外,影响雉类雏鸟死亡的因素还包括许多其他生态因子,栖息地的质量就是其中之一^[1,4]。开展育雏期栖息地选择的研究,有助于了解雉类对生境的需求,对于探讨雉类的行为适应和生活史对策具有重要意义^[5]。同时,也有助于了解鸟类的育雏行为和环境因子的关系,为濒危鸟类的保护和管理提供科学的依据。

喜马拉雅雪鸡(*Tetraogallus himalayensis*)属于国家二级重点保护动物,是生活在寒旱区的濒危高山鹑类之一。雪鸡的幼鸟不吃动物性食物^[6],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^[7],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^[8],因此,对其栖息地质量的研究和评价就显得格外重要。因其常年栖息于 2000—5000m 以上的高山和亚高山山地,活动在陡峭斜坡等人所难至之处,对其栖息地的研究难度相当大。目前为止,还没有雪鸡育雏栖息地选择方面的研究报道。为此,2005 年的 4—7 月,对喜马拉雅雪鸡繁殖栖息地的主要特征进行了量化研究,试图揭示雪鸡这种自然形成的集合种群的栖息地选择机制和栖息地利用的影响因子,以为野生种群的保护与科学管理提供基础资料。

1 研究区概况

盐池湾自然保护区位于甘肃省肃北蒙古族自治县南部的祁连山区,党河、疏勒河、榆林河、石羊河的上游,95°21'—97°10'E,38°26'—39°52'N 之间,总面积 $1.36 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该区域地处青藏高原气候区高原亚寒带,属高寒及干旱气候区。年平均气温 -0.8°C ,年均降水量 202.5mm。研究地点别盖乡位于保护区的北部,海拔 2600—4100m。具体情况可参见文献^[9]。

2 研究方法

2.1 样地选取

(1) 栖息地样地 对调查中见到的育雏的雪鸡,在其活动未受到惊扰的情况下,先用望远镜观察,待其离去后,依其未受到干扰时的活动地点为中心,设立 $30\text{m} \times 30\text{m}$ 的大样方。一共测量了 16 个育雏栖息地,而对于见到时正在逃逸的、不能确定其准确觅食地点的 15 次育雏行为,则未统计在内。

(2) 对比样地 在育雏雪鸡出现的区域,以山脊为对称点,在阴阳坡的对称位置各设立一个 $30\text{m} \times 30\text{m}$ 的样方,以比较阴阳坡植被参数的差异情况,总共测量了 14 个对比样方。

2.2 数据采集

在每个大样方的中心位置选取一个 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 的小样方,再向四个角抛石块随机各选取一个 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 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。依据雪鸡的栖息地特征,选择性测量了海拔、坡度、坡向、坡位、栖息地类型、物种丰富度、草本盖度、草本密度、地面环境异质性、距悬崖的距离、附近的悬崖数(即 500m 内的悬崖数量)、灌丛等 17 项栖息地参数,并对其中 12 个

参数进行了主因子分析。参数测量采集方法请参见文献^[10]。

2.3 数据处理

数据统计和绘图在 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、坡度、坡位、坡向等的选择情况;分析两组参数之间的差异时,先用 Kolmogorov-Smirnov Z-test 检验数据是否符合正态分布。当数据符合正态分布时,使用独立样本 *t*-检验 (Independent-Samples *T* Test),当样本不符合正态分布时,则使用两独立样本非参数检验 (Two-independent-samples Tests) 中的 Mann-Whitney *U*-检验 (秩和检验) 或两相关样本非参数检验 (Two-Related-Sample Test) 的 Wilcoxon 符号秩和检验 (Wilcoxon Signed Ranks Test)。运用单因素方差分析 (One-way ANOVA)、方差齐性 Levene 检验 (Levene's Test of Equality of Error Variances) 和多变量方差分析 Hotelling T^2 检验 (Hotelling T^2 of Multivariate) 检验两组数据之间的总体差异。采用因子分析的主成分法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 育雏地点的海拔高度

盐池湾喜马拉雅雪鸡育雏栖息地的海拔分布范围是 3128—3549m 之间,对海拔分布的选择性较明显 ($\chi^2 = 24.4$, $df=4$, $P < 0.01$),主要在 3301—3600m 之间进行育雏活动,占总数的 81.3%。

3.2 栖息地类型

在 16 个栖息地中,有 4 个在高山岩石草地,11 个在灌丛草地,1 个在高山草甸。雪鸡对育雏栖息地类型有明显的选择性 ($\chi^2 = 9.875$, $df=2$, $P < 0.01$),说明育雏期的雪鸡倾向于选择在灌丛草地中活动。

3.3 地形因素

雪鸡育雏栖息地对坡向没有明显的选择性 ($\chi^2 = 4.000$, $df=7$, $P > 0.05$)。但野外观察发现,育雏期的雪鸡多在阴坡 (东北、北、西北方向) 上活动 (占总数的 56.3%),以东北的坡向最多 (25.0%);阳坡 (东南、南、西南方向) 上活动则较少 (占总数的 25%),但对阴坡和阳坡的选择性并不明显 ($\chi^2 = 1.923$, $df=1$, $P > 0.05$)。统计表明,阴坡的物种丰富度、草本盖度、草本密度明显高于阳坡 ($Z = -2.410$, $P < 0.05$; $Z = -2.251$, $P < 0.05$; $Z = -2.388$, $P < 0.05$)。阴坡与阳坡植物的总体生长情况有显著的差异 (Wilks's $\lambda = 0.291$, Hotelling's Trace = 2.433, $F = 8.111$, $P < 0.01$) (表 1),这可能是雪鸡育雏期多在阴坡活动的原因之一。

表 1 喜马拉雅雪鸡育雏期栖息地阴坡和阳坡植物参数的比较

Table 1 The comparisons in vegetation variables of the Himalayan Snowcock's habitat during brooding period

植物参数 Variables of vegetable	阴坡 ($n=7$) Northern slope of mountains	阳坡 ($n=7$) Slope facing south	<i>F</i>	<i>P</i>
物种丰富度 Species richness	10.43 $\pm$ 1.27	7.86 $\pm$ 1.07	16.759	0.001
草本盖度 Cover of grasses/%	3.86 $\pm$ 0.38	2.57 $\pm$ 0.79	15.187	0.002
草本密度 Density of grasses/(ind./m ²)	5.42 $\pm$ 0.79	3.00 $\pm$ 1.00	25.500	0.000

野外观察发现,喜马拉雅雪鸡的育雏栖息地无一例外的都选择在中坡及中坡以上的坡位,下坡和中下坡位均没有发现有育雏现象。但在中坡、中上坡和上坡 3 个坡位之间,并不存在明显的选择性 ($\chi^2 = 2.375$, $df=2$, $P > 0.05$),只是上坡位所占的比例较大 (50%)。

育雏栖息地的坡度均在 40° 以下,40° 以上没有发现育雏现象,在 0—10°、11—20°、20—30° 和 30—40° 之间不存在明显的选择性 ($\chi^2 = 1.000$, $df=3$, $P > 0.05$),但在坡度 11—30° 之间所占的比例较多 (62.5%)。而且,喜马拉雅雪鸡育雏期栖息地选择的坡度明显小于巢址选择时的坡度 [(21.31 $\pm$ 9.48)° < (35.25 $\pm$ 5.78)°],差异极显著 ($P < 0.01$)^[10]。

3.4 育雏栖息地选择的主要因子

从表 2 可以看出,前 4 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 80.413%,表明原来 12 个变量反映的信息可由 4 个主成分反映。因此,取前 4 个主成分并计算出其相应的特征向量(表 3)。

从旋转后因子成分矩阵中每个主要成分系数绝对值的大小(表 3)可以看出:第一主成分中,灌丛长度、宽度和密度 3 个参数的相关系数绝对值相对较高(0.892—0.803),这 3 个变量的值,反映了雪鸡育雏期栖息地的灌丛特征,因此将第一主成分定为灌丛特征因子,主要与雪鸡的隐蔽有关,可以认为是避敌因子。在第二主成分中,相关系数绝对值高的只有物种丰富度,反映的是雪鸡的食物种类多样性,称为食物因子;第三主成分中只有地面异质性的绝对值较高,这与雪鸡的避敌隐蔽性有关,也是避敌因子;在第四主成分中,也只有附近悬崖数这一项的相关系数绝对值较高,这与雪鸡遭受天敌捕杀时的逃逸行为有关,归为逃逸因子。在这 4 个主成分中,第一、第三、第四主成分都与雪鸡育雏期间避免被天敌发现和捕杀的隐蔽性和逃逸有关,统称为捕食因子;只有第二主成分与食物有关,是食物因子。4 个主成分中相关系数绝对值最高的依次是:灌丛长度、物种丰富度、地面异质性以及附近的悬崖数。

表 2 盐池湾喜马拉雅雪鸡育雏期栖息地选择各主成分的特征值表
Table 2 The eigenvalues of principle components for habitat selection of the Himalayan Snowcock during rearing period in Yanchiwan

主成分 Principle component	特征值 Eigenvalue	贡献率/% % of Variance	累积贡献率/% Cumulative%
1	4.747	39.558	39.558
2	1.986	16.550	56.108
3	1.634	13.620	69.727
4	1.282	10.686	80.413
5	0.950	7.918	88.331
6	0.541	4.511	92.842
7	0.350	2.919	95.762
8	0.208	1.732	97.493
9	0.152	1.266	98.760
10	0.065	0.543	99.303
11	0.047	0.393	99.696
12	0.036	0.304	100.000

1. 表示第一特征向量, 2. 表示第二特征向量, 3. 表示第三特征向量, 依次类推……

表 3 盐池湾喜马拉雅雪鸡育雏期栖息地选择的旋转后因子成分矩阵
Table 3 Rotated component matrix for habitat of the Himalayan Snowcock during rearing period in Yanchiwan

变量 Variable	特征向量 Eigenvector			
	1	2	3	4
灌丛宽度 Breadth of shrub/cm	0.830	0.334	0.168	0.227
灌丛高度 Height of shrub/cm	0.783	0.429	0.120	-0.129
灌丛长度 Length of shrub/cm	0.892	0.127	0.202	0.218
地面异质性 Heterogeneity of ground environments	0.128	0.013	0.869	0.099
草本密度 Density of grasses/(ind./m ²)	0.529	0.685	-0.289	0.267
物种丰富度 Species richness	0.172	0.916	-0.045	0.160
草本盖度 Cover of grasses/%	0.142	0.750	-0.015	-0.201
草本高度 Height of grasses/cm	0.069	-0.403	0.521	-0.305
灌丛盖度 Cover of shrub/%	-0.601	-0.085	0.594	0.038
灌丛密度 Density of shrub/(ind./m ²)	-0.803	0.165	0.395	-0.175
距悬崖距离 Distance to cliff/m	-0.105	0.488	-0.033	-0.781
附近悬崖数 Number of cliffs	0.248	0.355	-0.014	0.820

4 讨论

育雏期的喜马拉雅雪鸡多选择在中坡及中坡以上的坡位,主要在物种丰富度较高的灌丛草地进行活动,而且坡度相对较缓,这与黄人鑫等^[11]的观察结果相一致。究其原因,一方面与雪鸡的食物资源有关。因为草本植物的特征在雉类育雏期的栖息地中占据着比其它时期更加重要的位置,影响雉类雏鸟死亡率的首要因素是食物资源的丰富程度^[4-5]。对于主要以草本植物为食的雪鸡来说,育雏期栖息地的食物资源就显得尤为重要。在雪鸡育雏期的栖息地选择中,物种丰富度占有特别重要的地位,说明丰富的食物资源更有利于雏鸟的

存活。另一方面,可能与天敌的捕食因素有关。在自然环境中,动物进行任何活动时,都将面临捕食风险的压力,捕食风险是影响动物生存和繁殖的重要因素之一^[12]。雉类育雏期的栖息地选择也同样受到天敌捕食的影响^[4],良好的隐蔽场所有利于雏鸟的存活,降低被天敌捕食的机率^[5]。喜马拉雅雪鸡的天敌主要是猛禽和食肉兽类,食肉兽主要袭击过夜的鸟和孵卵中的雌鸟,在白天捕食雪鸡的主要是猛禽。因此,灌丛在雪鸡育雏期的栖息地选择中占有相当重要的位置,有适宜的灌丛作为隐蔽场所以及高的地面环境异质性,可以避免被天敌发现和捕食。在野外的观察中,几次遇到育雏的雪鸡遭受猛禽攻击的场景,雪鸡无一例外的都选择趴在灌丛下进行躲避的行为。但如果是人走近雪鸡的隐蔽地点进行搜寻时,亲鸟和雏鸟都选择的是逃向悬崖,要么飞走,要么顺着悬崖往下滑动(雏鸟)。由此可见,对天空中的天敌,雪鸡主要是选择利用灌丛进行躲避,而对于地面兽类,雪鸡则选择通过悬崖来逃避。相比较而言,较高的坡位能够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^[13]。因此,选择中坡及中坡以上的坡位、附近有较多的可供逃逸的悬崖、物种丰富度较高的灌丛草地进行育雏活动,其实就是喜马拉雅雪鸡对食物因子和避免捕食的捕食因子之间权衡的结果。这可能是喜马拉雅雪鸡在长期演化过程中形成的一种避免被天敌捕食的行为适应。

在盐池湾,山体的阴面多为良好的草坡,而阳坡悬崖峭壁较多。这也许就是虽然阴坡的植物生长状况明显好于阳坡,雪鸡也多在阴坡活动和育雏,但对阴坡和阳坡的选择性并不明显的原因所在。其实这就是一种权衡:即最好的食物资源和最有利于逃避敌害之间的权衡,也是繁殖和生存之间权衡的结果。生存的要求显然要高于对食物资源的选择,所以,在雪鸡的育雏栖息地选择中,第一位选择的就能躲避敌害的灌丛因子,以防被天敌发现,其次才是食物因子。Bland 和 Temple^[13]对喜马拉雅雪鸡觅食栖息地选择的研究也表明,由于捕食压力的存在,雪鸡宁愿选择在觅食效率差的陡峭斜坡上觅食,而放弃有着最优觅食效率的平面或者略微倾斜地面的栖息地,因为在平面地带它们不能像在陡峭斜坡上一样逃避猛禽的攻击,从而显示出一种在平面地带的高觅食效率和在陡峭地带的低捕食风险之间的权衡。同时,对于在高寒地区生存的动物,其能量的获得较艰难,因此,尽可能在最短的时间和距离内逃脱天敌的捕杀,减少长时间剧烈的逃逸动作所造成的能量损失,可能是高寒地区动物的一个生存策略。对于体型较大的喜马拉雅雪鸡而言,选择较近的悬崖进行滑翔逃逸,无异是最明智的选择。育雏期栖息地的坡度明显小于巢址选择时的坡度,是因为雏鸟的活动能力(包括奔跑能力和飞翔能力)还很差,较小的坡度更有利于迅速活动以躲避天敌。这表明,在不同的生活史阶段或者不同的季节,影响雉科鸟类栖息地选择的主要因子也会有所不同^[14-20],这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栖息地的不同需求^[21]。因此,为了获得足够的食物供应,更好的保护后代,喜马拉雅雪鸡在育雏期多选择在植物种类丰富、隐蔽性较好、附近悬崖较多、坡度较缓的阴坡进行活动、育雏。

栖息地中的隐蔽场所和食物资源的分布几乎决定着动物所有的行为模式和进化方向,获取食物和躲避捕食者是动物生存策略的重要组成部分,动物需要权衡这两种成分以增加其适合度^[12]。雪鸡育雏期栖息地选择的定量分析结果表明,对雪鸡育雏期栖息地选择起决定作用的是防捕食能力(包括避免天敌发现的避敌因子和逃避天敌捕食的逃逸因子)和食物因素(物种丰富度等)。因此,在对喜马拉雅雪鸡进行保护的过程中,要从提供丰富的食物资源和良好的隐蔽条件入手,注意保护好现存的栖息地,适当增加合适密度的灌丛草地的面积,保护好育雏期的草本植物,并加强对栖息地的研究和科学管理。

References:

- [1] Johnsgard P A. The Pheasant of the World: Biology and Natural History. Washington: Smithsonian Institution Press, 1999: 72-75.
- [2] Aldridge C L, Brigham R M. Nesting and reproductive activities of Greater Sage-Grouse in a declining northern fringe population. The Condor, 2001, 103(3): 537-543.
- [3] Larson M A, Clark M E, Winterstein S R. Survival of Ruffed Grouse chicks in northern Michigan. Journal of Wildlife Management, 2001, 65(4): 880-886.
- [4] Hudson P J, Rands M R W. Ecology and Management of Gamebirds. Oxford, UK: BSP Professional Books, 1988: 48-71.
- [5] Xu J L, Zhang X H, Zhang Z W, Zheng G M. Brood habitat characteristics of Reeve's pheasant (*Syrnaticus reevesii*) in Dongzhai National Nature

- Reserve. Zoological Research, 2002, 23(6): 471-476.
- [6] Potapov R. L. Adaptation to mountain conditions and evolution in snowcocks (*Tetraogallus* sp.). Gibier Faune Sauvage, 1992, 9:647-660.
- [7] Liu N F. Isolating mechanism between Tibetan Sonwcock (*Tetraogallus tibetanus*) and Himalay Snowcock (*Tetraogallus himalayensis*) // China Zoological Society. Zoological Studies in China. Beijing: Chinese Forestry Publishing House, 1999: 571-577.
- [8] Liu N F. Breeding behaviour of koslov's snowcock (*Tetraogallus himalayensis koslowi*) in north-western Gansu, China. Game Wildlife, 1994, 11: 167-177.
- [9] 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.
- [10] Yan Y F, Liu N F. The nest-site selection of himalayan snowcock (*Tetraogallus himalayensis*) in the Dongdashan Nature Reserve, Gansu Province. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(8): 4278-4284.
- [11] Huang R X, Liu N F. *Tetraogallus himalyensis* // Lu T C. The Rare and Endangered Gamebirds in China. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press, 1991: 123-139.
- [12] Wei W H, Yang S M, Fan N C, Zhou L. The response of animal's foraging behaviour to predation risk. Chinese Journal of Zoology, 2004, 39(3):84-90.
- [13] Bland J D and Temple S A. Effects of predation-risk on habitat use by Himalayan Snowcock. Oecologia, 1990, 82:187-191.
- [14] Smith, L M, Hupp J W, and Ratti J T. Habitat use and home range of gray partridge in eastern south Dakota. Journal of Wildlife Management, 1982, 46(3):580-587.
- [15] Shi J B, Zheng G M. The seasonal changes of habitats of Elliot's Pheasant. Zoological Research, 1997, 18(3):275-283.
- [16] Chen X Y, Luo L, Liu N F, He D K. Habitat selection of *Alectoris magna* at different life cycle stages in Lanzhou. Chinese Journal of Applied & Environmental Biology, 1998, 4(4):368-373.
- [17] Shi H T, Zheng G M. Study on the relation between habitat selection and diet of Temminck's Tragopan. Zoological Research, 1999, 20(2):131-136.
- [18] Yang Y W, Ding P, Jiang S R, Zhu G Y. Factors affecting habitat used by Elliot's' Pheasant(*Symaticus ellioti*) in mixed coniferous and broadleaf fouests. Acta Zoologica Sinica, 1999, 45(3):279-286.
- [19] Ding P, Li Z, Jiang S R, Zhu G Y. Studies on the factors affecting patch use degree by Elliot's pheasant. Journal of Zhejiang University: Sciences Edition, 2002, 29(1):103-108.
- [20] Zhang. G G, Zhang Z W, Zheng G M, Li X Q, Li J F, Huang L. Spatial pattern and habitat selection of brown eared pheasant in Wulushan Nature Reserve, Shanxi Province. Chinese Biodiversity, 2003, 11(4):303-308.
- [21] Yang W K, Zhong W Q, Gao X Y. A review of studies on avian habitat selection. Arid Zone Research, 2000, 17(3):71-78.

参考文献:

- [5] 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.
- [7] 刘迺发. 西藏雪鸡和喜马拉雅雪鸡的隔离机制//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.
- [9] 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.
- [10] 闫永峰, 刘迺发. 东大山自然保护区喜马拉雅雪鸡(*Tetraogallus himalayensis*)的巢址选择. 生态学报, 2009, 29(8): 4278-4284.
- [11] 黄人鑫, 刘迺发. 暗腹雪鸡//卢汰春. 中国珍稀濒危野生鸡类. 福州: 福建科技出版社, 1991: 123-139.
- [12] 魏万红, 杨生妹, 樊乃昌, 周乐. 动物觅食行为对捕食风险的反应. 动物学杂志, 2004, 39(3):84-90.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 史海涛, 郑光美. 红腹角雉取食栖息地选择的研究. 动物学研究, 1999, 20(2):131-136.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 张国钢, 张正旺, 郑光美, 李晓强, 李俊峰, 黄雷. 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, 2003, 11(4):303-308.
- [21] 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.