

广西弄岗穗鹛不同季节的觅食地选择

杨 岗¹, 陆 舟¹, 余辰星¹, 蒋爱伍², 蒙渊君³, 周 放^{1,*}

(1. 广西大学 动物科学技术学院, 广西 南宁 530005; 2. 兰州大学 生命科学学院, 甘肃 兰州 730000;
3. 广西弄岗国家级自然保护区管理局 广西 龙州 532400)

摘要: 2010年7—9月(雨季)和2010年11月—2011年2月(旱季), 在广西弄岗国家级自然保护区采用样线法和样方法对弄岗穗鹛 (*Stachyris nonggangensis*) 觅食地选择进行研究。主成分分析表明, 雨季的乔木层因素和落叶及草本层因素、旱季的地形地貌因素以及草本与灌木层因素是其觅食地的主要特征。圆形分布统计分析显示, 雨季和旱季其觅食地多位于中缓坡。与对照样方的差异性检验显示, 弄岗穗鹛雨季偏好乔木盖度低的生境, 旱季则偏好中、下坡位、灌木高度较高且落叶厚度大的生境。两个季节觅食地的比较显示, 其旱季觅食地处于较低海拔, 且多位于中、下坡位; 旱季草本盖度小于雨季, 而落叶盖度和落叶厚度则大于雨季。逻辑斯蒂回归分析表明: 弄岗穗鹛雨季觅食地选择以海拔、坡度以及落叶盖度等3个变量为综合考量, 而旱季则以坡位、乔木盖度、草本盖度以及落叶厚度等4个变量为综合考量。

关键词: 弄岗穗鹛; 觅食地选择; 因子分析; 逻辑斯蒂回归分析

中图分类号: Q14; Q915.865 **文献标志码:** A **文章编号:** 0254-5853-(2012)05-0433-06

Seasonal feeding site selection of the Nonggang Babbler (*Stachyris nonggangensis*) in Nonggang, Guangxi, China

YANG Gang¹, LU Zhou¹, YU Chen-Xing¹, JIANG Ai-Wu², MENG Yuan-Jun³, ZHOU Fang^{1,*}

(1. College of Animal Science and Technology, Guangxi University, Nanning 530005, China; 2. School of Life Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 3. Nonggang National Nature Reserve of Guangxi province, Longzhou 532400, China)

Abstract: We investigated the feeding sites of the Nonggang Babbler (*Stachyris nonggangensis*) during three time periods (July–September, 2010; November–December, 2010; January–February, 2011) in Nonggang National Nature Reserve, Guangxi, China with the line transect method and sampling method. Principal component analysis of the data identified that the feeding sites in the rainy season were dominated by factors consisting of tree layer, the layer of fallen leaves and the herb layer; whereas the feeding sites in the dry season were dominated by factors dependant on terrain, herb layer and shrub layer. The results of a circular distribution analysis showed that the Nonggang Babbler preferred feeding sites with a gentle slope in both the rainy season and dry season. The tests of differences of the variables between used and control plots indicated that with low arbor coverage in the rainy season, whereas with a low slope position, high shrub and thick fallen leaves in the dry season. In comparison with the rainy season, the feeding sites in the dry season tended to be at lower altitude, to have a lower slope position, lower grass coverage, and to be covered with a larger and thicker bed of fallen leaves. A logistic regression analysis suggested that altitude, slope, and shatter cover were the most important factors influencing feeding site selection in the rainy season. Slope position, arbor cover, grass cover, and the thickness of the shatter cover were the most important factors influencing feeding site selection in the dry season.

Key words: Nonggang Babbler (*Stachyris nonggangensis*); Feeding-site selection; Factor analysis; Logistic regression analysis

弄岗穗鹛 (*Stachyris nonggangensis*) 为画眉科 (Timaliidae) 鸟类, 是由中国学者发现并命名的鸟类新种 (Zhou & Jiang, 2008)。栖息于喀斯特季雨林中, 除繁殖季节 (4—6 月) 成对外, 其余时间集成小群;

收稿日期: 2012-03-12; 接受日期: 2012-07-11

基金项目: 国家自然科学基金 (30970381) 和广西自然科学基金 (2010GXNSFB013044) 资助项目

*通信作者 (Corresponding author), E-mail: zhouloufang@gxu.edu.cn

第一作者简介: 杨岗, 男, 硕士研究生, 研究方向为动物资源保护。E-mail: wild_bird@126.com

主要在森林下层以跳跃方式活动, 仅在受到惊扰和转移时作短距离飞行; 通过翻动岩石缝隙和地面的落叶, 以搜寻蠕虫、昆虫及其幼虫以及软体动物等为食, 是典型的森林下层鸟类(Zhou & Jiang, 2008)。由于其分布狭窄, 数量稀少, 被列为全球近危物种(IUCN, 2010)。

在不同的研究尺度上, 物种的丰富度和分布模式会有所不同(Johnson, 1980), 在不同的时间尺度上, 动物会选择不同的资源(Wiens, 1986; Miller et al, 1999; Zhang et al, 2003; Yang et al, 2011), 了解动物在不同时间和空间尺度的变化反应, 对制定相应的生态研究和监测方案十分重要(Addicott et al, 1987; Kie et al, 2002)。同时, 从多个尺度研究并收集栖息地数据资料, 在资源管理上也是十分必要的(Boyce et al, 2003)。作为栖息地的一部分, 觅食地是动物获取食物资源的重要场所, 其质量直接关系到动物的生存和繁衍(Liu et al, 2008)。由于弄岗穗鹛是近几年才发现的新种, 因此对于其栖息地选择等情况的了解还很缺乏。弄岗穗鹛的觅食地有哪些特征? 在觅食地选择上是否存在季节性差异以及在哪些方面表现差异? 了解这些将对制定针对弄岗穗鹛的有效保护措施提供科学依据。

1 研究地区与方法

1.1 研究地区

广西弄岗国家级自然保护区位于 $E106^{\circ}42'28'' \sim 107^{\circ}04'54''$, $N22^{\circ}13'56'' \sim 22^{\circ}39'09''$, 地处中国南部, 地跨广西崇左市的龙州和宁明两县, 由陇呼、弄岗、陇山相互隔离的三大片林地组成, 总面积 $10\,077.5\text{ hm}^2$ 。保护区属典型喀斯特地貌, 地貌类型为峰丛深切园洼地槽谷地形, 有峰丛洼地和峰丛谷地, 境内海拔一般为 $300 \sim 600\text{ m}$ 。气候属北热带季风气候, 年均气温 $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, 年降雨量 $1\,150 \sim 1550\text{ mm}$, 干、湿季节区分明显, 80%的降雨量集中在 5—9 月。保护区内由于岩溶发育, 渗漏通道良好, 兼之地形有利于径流排泄, 所以地表水系极不发育, 只有一些季节性小溪, 以及雨季谷地中一些短暂的壅水或池塘。保护区的森林植被保存较好, 森林覆盖率 $>90\%$, 主要属于北热带喀斯特季节性雨林(Deng et al, 1988)。本研究选择在弄岗穗鹛种群数量较大的弄岗保护站(弄岗片区)进行。

1.2 研究方法

1.2.1 数据收集 2010 年 6—9 月(雨季)和 2010

年 11 月—2011 年 2 月(旱季), 在弄岗保护站沿巡山护林路线设置 8 条样线, 每条样线 $2 \sim 3\text{ km}$, 调查时间 $7:00 \sim 18:00$, 每日调查 $1 \sim 2$ 条样线, 每个季节每条样线重复 3 次以上。使用 GPS 对弄岗穗鹛的觅食点进行定位, 成群觅食时, 则以群体觅食活动集中的区域定位。以 GPS 测定的方位为中心, 设置 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的大样方作为利用样方, 根据保护区的生境特点, 测量样方参数包括: 海拔、坡向、坡度、坡位、乔木均高、乔木盖度、灌丛均高、灌丛盖度、草本均高、草本盖度、藤本多度、落叶盖度、落叶厚度以及裸岩比例等 14 个参数。海拔通过 GPS 测量; 坡向和坡度用指北针测量; 坡位指取食点所在山坡的位置, 分为下、中、上坡位, 取值分别为 1、2、3(Xu et al, 2002); 乔木和灌木的高度根据已知高度的参照物进行目测; 乔木、灌木和草本的盖度、落叶盖度以及裸岩比例通过目测估计; 藤本多度根据目测样方中藤本植物的数量, 分为少、中、多, 取值分别为 1、2、3。在大样方的中心和四角设置 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 的小样方共 5 个, 在小样方中用卷尺测量草本的高度, 取其均值做为大样方草本的平均高度, 在小样方中各取 3 个点用卷尺测量落叶厚度, 求均值获得大样方落叶厚度。沿样线, 每行进约 200 m , 无弄岗穗鹛觅食活动的地方设置一个 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 的样方, 作为对照样方。两个季节各设置利用样方 35 个, 对照样方 50 个, 在对照样方中测量与利用样方相同的参数。

1.2.2 数据处理 用圆形分布统计方法(circular distribution)分析坡向和坡度(Zar, 2010), 采用 Rayleigh's test 分析利用样方坡向和坡度是否存在集中趋势, 若存在, 则采用求平均角期望区间的方法得出弄岗穗鹛对坡向和坡度的选择性。采用 Watson's U^2 test 分析坡向和坡度在利用样方和对照样方之间以及雨、旱季之间是否存在差异。分析其余参数的差异性时, 先用 Kolmogorov-Smirnov test 检验数据是否符合正态分布, 当数据符合正态分布时, 使用独立样本的 t -test, 当数据不符合正态分布时, 使用 Mann-Whitney U -test。对弄岗穗鹛觅食地特征进行因子分析(factor analysis), 采用提取主成分(principal components)法, 通过相等最大值(equamax)法获得旋转后的因子负荷矩阵, 其余选项均用默认值。对各参数进行 Spearman 相关分析, 如果参数间相关系数的绝对值 $r \leq 0.5$ 时, 视为不相关, 参数予以保留; 若参数相关, 用单变量的逻辑

斯蒂回归检验参数的重要性,保留具有较高对数似然比值的参数,但要兼顾其生物学意义(Boyce & McDonald, 1999),保留的参数用二元逻辑斯蒂回归的向前逐步法分析,筛选影响觅食地选择的生态因子,有关选项使用默认值。数据采用 mean±SD 表示,数据处理均在 Microsoft Excel 2003 和 SPSS 17.0 for Windows 统计软件上完成。

2 结 果

2.1 觅食地特征

弄岗穗鹛雨季、旱季觅食地利用样方各变量比较见表 1,觅食地利用样方 14 个变量的主成分分析结果见表 2。

雨季有 6 个主成分的特征值>1,累计贡献率达 76.594%。其中,第一个主成分中乔木盖度和灌木均高的因子负荷系数绝对值较大,第三个主成分中海拔和乔木均高的因子负荷系数绝对值较大,这两个主成分反映上层植被和海拔条件;第二个主成分的落叶及草本盖度起主要影响作用,与弄岗穗鹛的觅食活动有关;第四个主成分的藤本多度、草本均高和灌木盖度起主要影响作用,反映弄岗穗鹛觅食地中、下层植被条件;裸岩比例和落叶厚度,坡向和

坡度分别在第五个主成分和第六个主成分中起主要影响作用,反映地形地貌条件。

旱季有 6 个主成分的特征值>1,累计贡献率达 72.499%。坡位和海拔在旱季第一个主成分中起主要作用,裸岩比例和坡度在第二个主成分中起主要影响作用,反映觅食地的地形地貌条件;草本均高和灌木盖度,藤本多度和乔木均高,乔木盖度和草本盖度分别在第三、第四和第五个主成分中起主要影响作用,反映觅食地的植被条件;坡向和落叶盖度在第六个主成分中起主要影响作用,反映落叶层条件。

2.2 觅食地选择

从表 3 可以看出,雨季、旱季弄岗穗鹛觅食坡向无明显的集中趋势;在坡度上,雨季活动于 7°~27°,旱季活动于 4°~24°的缓坡生境。与对照样方相比,雨季弄岗穗鹛觅食生境乔木盖度显著<对照样方(表 1);旱季觅食地坡位、灌木均高、落叶厚度与对照样方相比存在显著或极显著差异,弄岗穗鹛偏好中、下坡位,觅食生境灌木均高、落叶厚度>对照样方。

由于两个季节利用样方和对照样方存在显著差异的参数较少,因此两个季节均将所有参数进行

表 1 弄岗穗鹛雨季、旱季觅食地利用样方和对照样方、利用样方之间的变量比较(mean±SD)
Tab. 1 Variable comparisons between used plots and control plots, and comparisons between of used plots in the rainy and dry seasons of the Nonggang Babbler (mean±SD)

变量 Variables	雨季 Rainy season				旱季 Dry season				利用样方: 雨季 vs 旱季 Rainy season used plots vs Dry season used plots	
	利用样方 Used plots	对照样方 Control plots	t/U- test		利用样方 Used plots	对照样方 Control plots	t/U- test		t/U	df
			t/U	df			t/U	df		
AL (m)	278.77±79.91	241.08±55.71	-1.643		230.80±65.54	237.68±87.08	-0.395	83	-2.479*	
SP	1.83±0.51	1.78±0.76	-0.607		1.31±0.58	1.82±0.60	-3.894**		-3.925**	
HA (m)	9.35±2.62	9.08±2.11	-0.162		9.87±2.68	9.63±3.08	-1.089		-1.353	
CA (%)	63.60±14.54	71.22±13.97	-2.493*		63.60±11.94	59.68±15.02	-1.103		-0.201	
HS (m)	1.08±0.33	1.20±0.53	-1.011		1.30±0.44	1.11±0.45	-2.137*		-2.204*	
CSHR (%)	28.20±16.20	33.66±19.24	-1.036		26.77±16.62	27.38±19.49	-0.161		-0.495	
HG (m)	0.46±0.19	0.42±0.23	-1.372		0.40±0.18	0.39±0.17	-0.479		-1.178	
CG (%)	27.69±15.27	32.04±21.02	-1.047	83	18.40±12.28	23.67±21.12	-0.336		2.803**	68
LA	1.34±0.68	1.44±0.71	-0.814		1.60±0.88	1.40±0.70	-0.903		-1.215	
CSHA (%)	35.34±17.40	45.14±23.01	-1.774		47.94±22.05	45.96±23.64	-0.425		-2.420*	
TS (cm)	3.59±0.80	3.52±0.95	-1.173		6.08±1.36	4.39±1.35	-5.044**		-6.145**	
PB (%)	37.11±20.04	31.56±27.70	-1.791		36.51±20.89	29.50±23.31	-1.749		0.123	68

AL: 海拔 Altitude; SP: 坡位 Slope positions; HA: 乔木均高 Height of arbor; CA: 乔木盖度 Cover of arbor; HS: 灌木均高 Height of shrub; CSHR: 灌木盖度 Cover of shrub; HG: 草本均高 Height of grasses; CG: 草本盖度 Cover of grasses; LA: 藤本多度 Liana abundance; CSHA: 落叶盖度 Cover of shatter; TS: 落叶厚度 Thickness of shatter; PB: 裸岩比例 Proportion of barerock。

“t/U”栏的斜体数据为 t 检验值 (The italic data in column t/U is result of t-test)。*: P<0.05; **: P<0.01。

表 2 弄岗穗鹛雨季、旱季觅食地变量的主成分分析结果

Tab. 2 Principal component analysis of variable results for used plots of the Nonggang Babbler in the rainy and dry seasons

变量 Variables	主成分 Component											
	雨季 Rainy season						旱季 Dry season					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
AL	0.090	-0.037	0.917	0.025	-0.114	0.046	0.735	-0.098	0.203	0.237	-0.280	-0.068
AS	0.085	-0.155	0.110	-0.014	0.135	0.855	0.000	-0.036	-0.018	-0.191	0.340	0.751
SP	-0.541	0.090	0.441	0.345	-0.311	0.025	0.895	0.100	-0.205	0.128	-0.074	0.104
SL	0.296	-0.384	0.186	0.189	0.210	-0.618	0.274	0.779	-0.147	0.197	0.156	-0.211
HA	-0.254	0.257	0.770	0.159	0.286	-0.091	0.129	0.166	0.303	0.650	-0.250	0.206
CA	0.826	0.093	0.112	0.084	-0.187	-0.298	-0.156	0.250	-0.075	0.277	0.763	0.046
HS	0.745	-0.190	-0.199	0.168	-0.047	0.281	-0.572	-0.235	-0.401	0.270	0.178	-0.324
CSHR	0.341	0.358	-0.252	-0.639	-0.025	0.230	0.300	-0.373	-0.661	0.159	0.146	-0.040
HG	0.032	0.322	0.162	0.669	0.107	-0.340	0.164	-0.179	0.810	0.090	0.179	0.028
CG	-0.300	0.785	0.085	0.239	-0.248	-0.091	-0.104	-0.077	0.166	-0.307	0.617	-0.017
LA	0.291	0.148	-0.025	0.794	-0.137	0.124	-0.075	0.086	0.193	-0.679	-0.042	0.159
CSHA	-0.130	-0.830	-0.110	-0.045	-0.261	0.016	-0.097	-0.072	-0.069	-0.220	0.358	-0.681
TS	-0.110	0.215	0.083	-0.102	0.680	-0.024	0.422	-0.437	0.313	0.485	0.176	0.267
PB	0.006	-0.151	-0.064	0.057	0.870	0.065	-0.078	0.854	0.160	-0.133	0.027	0.252
贡献率(%) Proportion of Variance	14.417	13.717	13.206	12.69	11.928	10.636	15.078	13.451	11.786	11.502	10.682	10.000
累计贡献率(%) Cumulative proportion	14.417	28.134	41.34	54.03	65.958	76.594	15.078	28.528	40.315	51.817	62.499	72.499

AS: 坡向 Aspects: SL: 坡度 Slope。其余英文缩写同表 1 (The rest of the abbreviations are the same as in Tab. 1)。

表 3 弄岗穗鹛雨季、旱季对坡向和坡位的选择

Tab. 3 Aspect and slope choice of the Nonggang Babbler in the rainy season and dry seasons

变量 Variables	季节 Season	利用样方 Used plots				利用样方 vs 对照样方 Used plots vs Control plots	
		Rayleigh's test (Z)	P	平均角 Mean angle($\bar{\alpha}$)	平均角 95%可置信区间 The 95% confidence interval	Watson's U^2 test (U^2)	P
坡向 Aspects	雨季 Rainy season	0.130	>0.05	—	—	0.069	>0.05
	旱季 Dry season	0.322	>0.05	—	—	0.037	>0.05
坡度 Slope	雨季 Rainy season	33.736	<0.01	17°	7~27°	0.098	>0.05
	旱季 Dry season	33.575	<0.01	14°	4~24°	0.081	>0.05

$Z_{0.05, 35}=2.975$, $Z_{0.01, 35}=4.521$; $U^2_{0.05, 35, 50}=0.187$.

Spearman 相关检验, 结果显示雨季的草本盖度和落叶盖度, 旱季的海拔和坡位的相关系数>0.5, 经单变量逻辑斯蒂回归检验, 雨季的落叶盖度, 旱季的坡位保留, 分别与其他参数一起进行逻辑斯蒂回归分析, 结果显示(表 4)雨季海拔、坡度及落叶盖度这 3 个变量进入模型, 其区分利用样方和对照样方的判别率达到 75.3%。旱季坡位、乔木盖度、草本盖

度及落叶厚度这 4 个变量进入模型, 其区分利用样方和对照样方的判别率达到 83.5%。

两个季节觅食地坡向的差异性不显著($U^2_{35,35}=0.043<0.186$, $P>0.05$), 坡度的差异性也不显著($U^2_{35,35}=0.139<0.186$, $P>0.05$), 觅食海拔和坡位旱季较雨季时低, 旱季觅食地灌木高度, 落叶盖度和落叶厚度>雨季, 草本盖度<雨季 (表 1)。

表 4 弄岗穗鹛雨季、旱季觅食地选择的逻辑斯蒂回归分析结果

Tab. 4 Logistic regression analysis results for feeding site selection of the Nonggang Babbler in the rainy and dry seasons

季节 Season	变量 Variables	回归系数 Coefficient(B)	标准误 SE	Wald 统计量 Wald statistics	显著性 Sig.
雨季 Rainy season	海拔 AL	-0.014	0.005	8.695	0.003
	坡度 SL	0.072	0.025	8.432	0.004
	落叶盖度 CS	0.031	0.013	5.819	0.016
	常数 Constant	1.230	1.108	1.232	0.267
旱季 Dry season	坡位 SP	2.602	0.681	14.578	0.000
	乔木盖度 CA	-0.048	0.024	3.858	0.050
	草本盖度 CG	0.046	0.022	4.380	0.036
	落叶厚度 TS	-1.401	0.339	17.053	0.000
	常数 Constant	5.575	2.426	5.282	0.022

3 讨 论

3.1 觅食地特征与选择

雨季弄岗穗鹛觅食生境乔木盖度在主成分分析的第一个主成分中贡献最大(表 2), 利用样方乔木盖度显著<对照样方(表 1)。弄岗穗鹛选择盖度低的生境, 可能与雨季时森林内部潮湿闷热有关, 它们偏向选择空旷透风的环境。第二个主成分的落叶盖度和草本盖度贡献较大, 这 2 个变量直接与其觅食有关。弄岗穗鹛主要在地表和岩石上翻开落叶觅食, 草本层茂密, 盖度高, 将影响其活动, 早晨草本植物、灌丛上有露水, 它们觅食一段时间后会到裸露的岩石或树枝上理羽, 下层植被茂密时增大了其羽毛接触露水的机率, 这也是其选择较低的下层植被盖度的原因之一。

旱季弄岗穗鹛觅食地分析中坡位和海拔, 裸岩比例和坡度分别在第一和第二个主成分中贡献较大, 反映弄岗穗鹛觅食地的地形地貌特征, 即其多觅食于较低海拔的中、下坡位, 且有一定裸岩比例的缓坡生境。旱季林区内干燥, 特别是 1、2 月份时, 有的区域土壤表层干结, 一些草本植物因干旱而枯萎, 与对照样方相比, 弄岗穗鹛选择落叶较厚的区域觅食, 较厚的落叶层, 保水性较好, 藏于落叶土壤层内的无脊椎动物更为丰富, 其选择中、下坡位, 可能也是因为中、下坡位相对湿润, 食物相对丰富。

觅食样方与对照样方相比, 雨季仅乔木盖度 1 个变量, 旱季仅坡位、灌木均高和落叶厚度 3 个变量存在显著差异, 可推测适宜弄岗穗鹛觅食的生境较多。觅食样方和对照样方的逻辑斯蒂回归分析表

明, 雨季有 3 个变量进入模型(表 4), 其区分利用样方和对照样方的判别率达到 75.3%, 旱季有 4 个变量进入模型, 其区分利用样方和对照样方的判别率达到 83.5%, 因此推测弄岗穗鹛雨季选择觅食地是对海拔、坡度和落叶盖度综合考量的结果, 旱季觅食地选择是对坡位、乔木盖度、草本盖度和落叶厚度的综合考量。

3.2 觅食地季节变化

两个季节觅食地的草本层和落叶层变量有较大差异, 这与植被的季相变化有关, 旱季一些草本植物凋零枯萎, 草本盖度较雨季时小; 落叶增多, 落叶盖度和落叶厚度则明显>雨季。

有调查发现, 多种画眉科鸟类冬季存在不同程度垂直迁移现象(Fu et al, 2011), 我们的调查显示旱季弄岗穗鹛的活动海拔高度显著<雨季, 据此可推测其为有一定垂直迁移行为的鸟类。调查过程中发现, 白喉扇尾鹛(*Rhipidura albicollis*)也有垂直迁移现象, 旱季时白喉扇尾鹛更多的出现在海拔相对低的森林中, 而雨季很少观察其到低海拔区域活动。黑颈长尾雉(*Syrmaticus humiae*)的研究指出, 其季节性垂直迁移与温度选择有关(Li et al, 2010), 在弄岗保护区, 旱季较高海拔的地方更为干燥, 食物也相对匮乏, 低海拔区域落叶土壤层相对湿润, 可获得食物更多, 弄岗穗鹛的垂直迁移可能与食物因素有关。

喀斯特森林旱季、雨季的湿度变化较大, 根据野外观察, 弄岗穗鹛在觅食地选择上与湿度有一定关系, 雨季多选择在相对干燥, 土壤层粘度较小的生境中觅食, 较少在湿度大, 土壤粘度高的生境觅食, 可能是因为在这样的环境中羽毛容易粘湿弄脏,

其需要花费更多的时间和能量在理羽和清洁上。旱季时,林区内干燥,其更多在落叶层湿度较大的生境中觅食,虽然没有专门调查觅食地的食物丰富度,但旱季对弄岗穗鹛觅食后的落叶层翻动,发现落叶层比较湿润,土壤动物较多,而非觅食生境的落叶土壤层干燥,食物较少。

3.3 觅食地选择策略

一些研究者认为,动物栖息地选择是由取食收益决定的(Storch, 1993; Langvatn & Hanley, 1993);也有研究者指出捕食风险对动物栖息地选择的影响(Ferguson et al., 1988)。弄岗穗鹛主要选择林下植被稀疏,林下空旷,且坡度平缓的生境,据观察,它们时常在小块区域内集小群连续觅食超过两个小时,其翻动枯叶所发出的“沙,沙”声,在较远处即能听见。其不甚畏人,保持安静时通常能在距离 5 m 左右进行观察,但受到惊扰时,群体会快速往密林处转移,觅食间隙,弄岗穗鹛会到灌丛盖度

大的隐蔽场所歇息,可推测,弄岗穗鹛觅食时以获取食物为优先考虑,歇息时则回避风险,以安全性为优先选择。有护林员曾观察到黄腹鼬(*Mustela kathiah*)扑食弄岗穗鹛,笔者也曾观察到一只黄腹鼬在弄岗穗鹛觅食区域附近活动,有时离其 1 m 时,弄岗穗鹛才躲闪,但群体并没有明显逃离躲避,也没有发出警戒声,黄腹鼬伴随弄岗穗鹛觅食,可能是为了抢夺弄岗穗鹛翻出的食物,从而减少觅食投入,也可能是伺机扑食弄岗穗鹛,然而弄岗穗鹛却没有表现出警戒行为;野外观察还发现赤腹松鼠(*Callosciurus flavimanus*)有时会在鸟类混群活动的范围及周边活动,曾观察到一只赤腹松鼠伴随一只绿嘴地鸫(*Phaenicophaeus tristis*)达 2~3 min,哺乳动物与鸟类之间的关系有待进一步研究。

致谢: 野外工作得到广西弄岗国家级自然保护区全体工作人员的支持和帮助,在此表示感谢。

参考文献:

- Addicott JF, Aho JM, Antolin MF, Padilla DK, Richardson JS, Soluk DA. 1987. Ecological neighborhoods: Scaling environmental patterns [J]. *Oikos*, **49**(3): 340-346.
- Boyce MS, McDonald LL. 1999. Relating populations to habitats using resource selection functions [J]. *Trends Ecol Evol*, **14**(7): 268-272.
- Boyce MS, Mao JS, Merrill EH, Fortin D, Turner MG, Fryxell J, Turchin P. 2003. Scale and heterogeneity in habitat selection by elk in Yellowstone National Park [J]. *Ecoscience*, **10**(4): 421-431.
- Deng ZQ, Hu CG, Li KY, Su ZM, Zhao TL, Huang QC. 1988. Report on comprehensive survey of Nonggang Reserve, Guangxi [J]. *Guihaia*, (Additamentum 1): 1-214. [邓自强, 胡长庚, 李克因, 苏宗明, 赵天林, 黄庆昌. 1988. 广西弄岗自然保护区综合考察报告. 广西植物, (增刊一): 1-214.]
- Ferguson SH, Bergerud AT, Ferguson R. 1988. Predation risk and habitat selection in the persistence of a remnant caribou population [J]. *Oecologia*, **76**(2): 236-245.
- Fu YQ, Zhang ZW, Chen BP, Ling ZW. 2011. Winter Habitat Characteristics of Red-winged Laughing thrush at Laojunshan National Nature Reserve in China [J]. *Chn J Zool*, **46**(5): 48-54. [付义强, 张正旺, 陈本平, 凌征文. 2011. 四川老君山自然保护区红翅噪鹛冬季栖息地特征. 动物学杂志, **46**(5): 48-54.]
- IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). 2010. IUCN Red List of Threatened Species [EB/OL]. <http://www.iucnredlist.org>.
- Johnson DH. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference [J]. *Ecology*, **61**(1): 65-71.
- Kie JG, Bowyer RT, Nicholson MC, Boroski BB, Loft ER. 2002. Landscape heterogeneity at differing scales: effects on spatial distribution of mule deer [J]. *Ecology*, **83**(2): 530-544.
- Langvatn R, Hanley TA. 1993. Feeding-patch choice by red deer in relation to foraging efficiency [J]. *Oecologia*, **95**(2): 164-170.
- Li W, Zhou W, Liu Z, Li N. 2010. Habitat selection change of Mrs. Hume Pheasant (*Syrnaticus humiae*) in Dazhongshan during the year [J]. *Zool Res*, **31**(5): 499-508. [李伟, 周伟, 刘钊, 李宁. 2010. 云南大中
- 山黑颈长尾雉栖息地选择周年变化. 动物学研究, **31**(5): 499-508.]
- Liu Z, Zhou W, Zhang RG, Xie YC, Huang QW, Wen YY. 2008. Foraging sites selection of green peafowl (*Pavo muticus imperator*) in different seasons in Shiyangjiang Valley of upper Yuanjiang drainage, Yunnan [J]. *Biod Sci*, **16**(6): 539-546. [刘钊, 周伟, 张仁功, 谢以昌, 黄庆文, 文云燕. 2008. 云南元江上游石羊江河谷绿孔雀不同季节觅食地选择. 生物多样性, **16**(6): 539-546.]
- Miller DA, Hurst GA, Leopold BD. 1999. Habitat use of eastern wild turkeys in central Mississippi [J]. *J Wild Manage*, **63**(1): 210-222.
- Storch I. 1993. Habitat selection by capercaillie in summer and autumn: is bilberry important? [J]. *Oecologia*, **95**(2): 257-265.
- Wiens JA. 1986. Spatial scale and temporal variation in studies of shrub steppe birds [M] // Diamond J, Case T J. Community Ecology. New York: Harper & Row, 154-172.
- Xu JL, Zhang XH, Zhang ZW, Zheng GM. 2002. Brood habitat characteristics of Reeve's pheasant (*Syrnaticus reevesii*) in Dongzhai national nature reserve [J]. *Zool Res*, **23**(6): 471-476. [徐基良, 张晓辉, 张正旺, 郑光美. 2002. 白冠长尾雉育雏期的栖息地选择. 动物学研究, **23**(6): 471-476.]
- Yang G, Pan HP, Xu L, Zhou F, Huang JX. 2011. Winter feeding sites selection of White-browed Hill Partridge [J]. *Zool Res*, **32**(5): 556-560. [杨岗, 潘红平, 许亮, 周放, 黄家喜. 2011. 白眉山鹧鸪冬季觅食地选择. 动物学研究, **32**(5): 556-560.]
- Zar JH. 2010. Biostatistical Analysis. 5th Edition. [M]. New Jersey, USA: Prentice Hall, 605-668.
- 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]. *Biod Sci*, **11**(4): 303-308. [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.]
- Zhou F, Jiang AW. 2008. A new species of Babbler (Timaliidae: *Stachyris*) from the Sino-Vietnamese Border Region of China [J]. *Auk*, **125**(2): 420-424.