秦岭周至自然保护区斑羚夏冬季生境选择利用

边 坤[1] 王开锋[1*] 刘楚光[1] 司开创[2] 朱代博[2] 王志军[2]
([1]陕西省动物研究所, 西安 710032; [2]陕西省周至国家级自然保护区管理局, 陕西周至 710400)

摘 要 2014 年 2 月、2014 年 12 月—2015 年 1 月和 2015 年 6—7 月,在陕西省周至自然保护区,采用样带法对斑羚冬季和夏季生境选择进行研究。结果表明,斑羚夏季对 14 种生境因子有选择性,而在冬季斑羚对 16 种生境因子有选择性。夏冬季斑羚对植被类型、坡位、海拔、坡度、郁闭度、乔木大小、乔木距离、灌木密度、灌木距离、灌木盖度、草本盖度、草本种类、距隐蔽物距离和距人为干扰距离的选择存在显著差异。逻辑斯蒂回归分析表明,坡向、坡位、乔木大小、乔木距离、灌木大小、隐蔽级、距隐蔽物距离、距人为干扰距离是斑羚夏季生境选择的主导因子。坡向、坡位、郁闭度、乔木距离、灌木大小、灌木距离、草本种类、隐蔽级、距水源距离是斑羚冬季生境选择的主导因子。

关键词 斑羚; 生境选择; 秦岭; 回归分析

Habitat selection by *Naemorhedus goral* during summer and winter in the Zhouzhi Nature Reserve of Qinling Mountain.

BIAN Kun[1], WANG Kai-feng[1*], LIU Chu-guang[1], SI Kai-chuang[2], ZHU Dai-bo[2], WANG Zhi-jun[2] ([1]*Shaanxi Institute of Zoology*, *Xi'an* 710032, *China*; [2]*Zhouzhi National Nature Reserve Administration Bureau*, *Zhouzhi* 710400, *Shaanxi*, *China*).

Abstract: Goral habitat selection was observed and analyzed in this study using belt-transect methods at Zhouzhi Nature Reserve in Shaanxi Province in winter (February 2014 and December 2014 to January 2015) and summer (June 2015 to July 2015). We established 23 belt transects to collect goral habitat selection information. In summer, goral preferred areas with the following attributes: conifer forest, grassland and gravel, high altitude (>1900 m), upper slope position, high slope gradient (>20°) and sunny slope, short tree dispersion (<4 m), big tree size (>60 cm), tall shrub (>1.2 m), 30%-45% shrub overage, high herbage overage (>40%), short distance to hides (<5 m), moderate hiding cover (>30%), and long distance to human disturbance (>1 km). In winter, goral preferred areas with the following attributes: broadleaf forest, moderate altitude (1500-1900 m), lower slope position, 10°-20° slope gradient and sunny slope, low canopy (<20%), moderate tree dispersion (<6 m), tall shrub (>1.2 m), low shrub density (<5 trees · 20 m^{-2}), 1-2 m shrub dispersion, 15%-30% shrub overage, moderate herbage overage (>20%), 5 or more herbage species, moderate hiding cover (>30%), short distance to water sources (<1 km) and short distance to human disturbance (<1 km). Binary Logistic regression results showed that eight factors controlled goral habitat selection in summer: slope direction, slope position, tree size, tree dispersion, shrub size, hiding cover, distance to hides, and distance to human disturbance. In winter, nine factors controlled the habitat selection: slope direction, slope position, canopy, tree dispersion, shrub size, shrub dispersion, herbage species, hiding cover, and distance to water sources.

Key words: goral; habitat selection; Qinling Mountain; regression analysis.

陕西省科学院青年人才培养专项(2013K-33)资助。
收稿日期: 2015-09-21 接受日期: 2016-04-06
*通讯作者 E-mail: wkf3231185@163.com

生境选择或者栖息地选择是动物生态学中经常涉及到的问题,其含义是指动物个体对生境或栖息地的非随机利用,进而影响个体生产力和适合度等一系列反应(Block *et al.*,1993)。随着自然环境的不同,动物个体能够通过生境选择来满足自身的生存需要(Henley *et al.*,2007)。动物个体在不同环境下,生境选择特点的不同,体现了其对自然环境变化的适应性。

斑羚(*Naemorhedus goral*)别名青羊、麻羊,属于偶蹄目(Artiodactyla)、牛科(Bovidae)、斑羚属(*Nemorhaedus*)动物。斑羚是典型的林栖有蹄类,在我国广泛的分布于东北、华北、西北、华南及西南等地,国外分布于俄罗斯西伯利亚、朝鲜、缅甸、印度和尼泊尔等地(王宗伟等,1962;汪松,1998;Wilson *et al.*,2005)。斑羚是国家Ⅱ级保护动物,在IUCN的红色名录中属于近危(NT)(Duckworth *et al.*,2008;Smith *et al.*,2008),在CITES中列入附录Ⅰ(国家林业局,2009;陈宜瑜等,2011),在中国物种红色名录中评价为濒危级(EN)(冯祚建等,1984,1986;尹秉高等,1993;Shackleton,1997;Schaller *et al.*,2000)。

国内学者对于斑羚已经进行了一些相关研究,主要有种群数量分布(陈蓉伯等,1999)、种间关系(于孝臣等,2000)、行为学研究(孙立新等,1989)、食性研究(吴建平等,2005;张维等,2006)、家域和生境选择(吴华等,2001;吴华等,2002;王勃等,2008;吴建平等,2008;申定健等,2009;陈伟等,2013)。但是关于陕西秦岭斑羚的研究较少,仅有零星报道(武鹏峰等,2012;贾晓东等,2014;李晟等,2014)。在前期对斑羚的生境选择研究中,显示斑羚大多倾向选择阳坡、隐蔽条件好、食物资源丰富的生境,冬季气温寒冷时选择低海拔的阔叶林、夏季气温升高时选择海拔较高的针阔混交林和针叶林(吴华等,2001;吴华等,2002;吴建平等,2008;申定健等,2009;陈伟等,2013)。

为了研究秦岭地区斑羚生境选择的特点,探讨不同季节中斑羚生境选择机制的变化,作者于2014年2月、2014年12月—2015年1月、2015年6—7月,在周至国家级自然保护区对斑羚夏冬季生境选择进行了研究,旨在为斑羚的保护和管理工作提供理论依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究区概况

本研究在位于陕西秦岭中部北麓的周至自然保护区进行。周至自然保护区地理范围介于107°45′33″E—108°18′53″E、33°42′45″N—33°54′00″N,面积56393 hm^2。保护区东与小王涧林场为邻,西与老县城保护区接壤,南以秦岭主脊与天华山、观音山、佛坪等自然保护区为界,北与厚珍子、小王涧林场相连;是秦岭保护区群中唯一一个完全位于秦岭北坡的保护区。保护区最高海拔2896.5 m,最低海拔980 m,气候处于暖温带向北亚热带过渡的南缘,年平均气温6.4~8.4 ℃,年降水量为600~1100 mm。保护区植被覆盖率达90%以上,大致可分为中低山典型落叶阔叶林带、中山落叶阔叶林带、亚高山针叶林带3种垂直分布带。

1.2 研究方法

作者分别在周至自然保护区的板房子、安家岐和小王涧等地设置样带。具体路线根据当地实际情况进行选择,样带宽度20 m。在冬季共设置11条样带,总长度约为176 km;在夏季共设置12条样带,总长度约为220 km。当样带内发现的斑羚足迹、粪便及卧息地等新鲜活动痕迹(依据足迹完整和清晰程度、粪便气味和粪便颗粒表面是否光洁等)时,设置生境样方并记录海拔、坡度、坡位、坡向、植被类型、地表状况、郁闭度、乔木大小、乔木密度、乔木距离、灌木大小、灌木密度、灌木距离、灌木盖度、草本盖度、草本种类、距水源距离、距人为干扰距离、距隐蔽物距离、隐蔽级等生境因子。同时在距离生境样方大约300 m外,没有发现斑羚活动痕迹的生境随机设置对照样方,生境样方和随机样方测量内容一致。本次调查共测定87个夏季生境样方、87个夏季对照样方和75个冬季生境样方、75个冬季对照样方。

以斑羚新鲜活动痕迹为中心,设置以下3种独立样方,1个1 m×1 m小样方(斑羚活动痕迹中心),1个20 m×20 m正方形样方,2个相互垂直的2 m×10 m长方形样方。在20 m×20 m样方的每1/4小样方(10 m×10 m)中心设置1个1 m×1 m样方。数据采集方法参考张明海等(1990)、吴华等(2000)和刘振生等(2005)的测量方法,并结合当地生境实际设定本次调查生境因子,各生境因子的测定方法和划分标准具体如下:

海拔:整个 20 m×20 m 样方所处地的海拔。

坡度:利用 65 式军用罗盘仪测量整个 20 m×20 m 样方所处地的坡度。

坡向:利用 65 式军用罗盘仪测定整个 20 m×20 m 样方所处地的坡向,分为 3 类:阳坡(S67.5°E~S22.5°W)、半阴和半阳坡(N22.5°E~S67.5°E、S22.5°W~N67.5°W)和阴坡(S67.5°W~N22.5°E)。

坡位:整个 20 m×20 m 样方所处地的坡位,分为 3 类即:下坡位(山谷和坡下部)、中坡位、上坡位(山顶和坡上部)。

植被类型:以植被的生长型外貌或以优势种命名,分为 3 类:阔叶林、针阔混交林、针叶林。

地表状况:指中心小样方所处的地表形态特征,分为 4 类:土壤、岩石、草地和碎石。

郁闭度:整个 20 m×20 m 样方的郁闭度,分为<10%、10%~20%、20%~30%、30%~40%、>40% 5 个等级。

乔木大小:在每个 10 m×10 m 正方形样方中,离中心点最近的一棵乔木的平均胸径,分为<20、20~40、40~60、60~80、>80 cm 5 个等级。

乔木密度:在 2 个 2 m×10 m 长方形样方中测得的乔木平均数量(株),分为<2 株、2~4 株、>4 株 3 个等级。

乔木距离:在每个 10 m×10 m 正方形样方中,离中心点最近的一棵乔木的平均距离,分为<2、2~4、4~6、>6 m 4 个等级。

灌木大小:在每个 10 m×10 m 正方形样方中,离中心点最近的一棵灌木的平均株高,分为<0.4、0.4~0.8、0.8~1.2、>1.2 m 4 个等级。

灌木密度:在 2 个 2 m×10 m 长方形样方中测得的灌木平均数量(株),分为<5、5~10、>10 株 3 个等级。

灌木距离:在每个 10 m×10 m 正方形样方中,离中心点最近的一棵灌木的平均距离,分为<1、1~1.5、1.5~2、>2 m 4 个等级。

灌木盖度:整个 20 m×20 m 样方中测得的灌木盖度,分为<15%、15%~30%、30%~45%、>45% 4 个等级。

草本盖度:在每个 1 m×1 m 样方中草本的平均盖度,分为<20%、20%~40%、40%~60%、>60% 4 个等级。

草本种类:在每个 1 m×1 m 样方中草本的平均种类,分为<4 种、4~7 种、>7 种 3 个等级。

隐蔽级:在中心小样方树立一个 1 m 的木杆,在周围东、南、西、北 4 个方向距离中心 20 m 处测量木杆的平均隐蔽度,即木杆隐蔽长度占总长度的百分比,然后计算平均值,分为<30%、30%~60%、>60% 3 个等级。

距隐蔽物距离:测量中心小样方到最近隐蔽物等的直线距离,如山丘、巨石等,分为<2、2~5、>5 m 3 个等级。

距水源距离:样方到水源的垂直距离(包括溪水、泉水和河水等),分为<0.5、0.5~1、>1 km 3 个等级。

距人为干扰距离:样方到人为干扰源的垂直距离(包括道路、居民点和林业作业点等),分为<0.5、0.5~1、>1 km 3 个等级。

1.3　数据处理

将采集到的数据录入 Excel 表格中进行整理,然后利用 SPSS Statistics 20 软件进行分析。采用 Loehle 和 Rittenhouse(1982)与刘振生等(2005)的方法分析斑羚夏季和冬季分别对 20 个生境因子的选择性差异。先利用卡方适合度检验斑羚不同季节对生境因子选择差异,检验时以随机样方中各分类类型出现的频次为期望值,再利用 Loehle 和 Rittenhouse(1982)的生境选择系数 P(habitat selectivity index,P)分析斑羚对某分类类型因子的偏好或回避。生境选择系数 P 的计算公式如下:

$$P=\frac{o_i-e_i}{o_i+e_i}$$

其中,$o_i=m_i/m$,$e_i=n_i/n$,m_i是生境样方在一个因子的 i 类型上出现的个数,m 是生境样方总数,n_i是随机样方在一个因子的 i 类型上出现的个数,n 为随机样方总数。P 值在-1~1:P 值在 0~1 时,表示选择;P 值接近 0 时,表示随机选择;P 值在-1~0 时,表示不选择。

利用卡方(Chi-square)统计对名词型生境因子(坡向、坡位、植被类型、地表状况)进行检验,分析斑羚夏季和冬季选择差异。采用非参数估计中的两个独立样方的 Mann-Whitey U 检验对夏冬季斑羚在海拔、坡度、郁闭度、乔木大小、乔木密度、乔木距离、灌木大小、灌木密度、灌木距离、灌木盖度、草本盖度、草本种类、隐蔽级、距隐蔽物距离、距水源距离、距人为干扰距离等 16 个数字型生境因子上的选择差异。

分别对夏季和冬季具有差异性的变量进一步采

用 Binary Logistic 回归进行分析,确定在斑羚生境选择上起重要作用的生境因子。Logistic 回归分析采用 Forward conditional 法建立回归模型,对各多分类无序变量设置哑变量,以系统默认设置(Indicator)进行比较,$P \leqslant 0.05$ 作为选入水准。

2 结果与分析

2.1 斑羚夏季生境选择因子的一般特征

经过分析,夏季斑羚对 20 个生境因子中的 14 个生境因子具有选择性。夏季斑羚偏好选择上坡位和阳坡,植被类型偏爱针叶林、地表状况喜欢草地和碎石,海拔>1900 m,坡度>20°,乔木大小>60 cm,乔木距离<4 m,灌木大小>1.2 m,距人为干扰距离>1 km,距隐蔽物距离<5 m,隐蔽级>30%,草本盖度>40%,灌木盖度 30%~45%的生境(表 1)。而对郁闭度($\chi^2 = 4.777$, $df = 4$, $P > 0.05$)、乔木密度($\chi^2 = 1.753$, $df = 2$, $P > 0.05$)、灌木密度($\chi^2 = 3.466$, $df = 2$, $P > 0.05$)、灌木距离($\chi^2 = 6.107$, $df = 3$, $P > 0.05$)、草本种类($\chi^2 = 4.888$, $df = 2$, $P > 0.05$)、距水源距离($\chi^2 = 4.655$, $df = 2$, $P > 0.05$)等 6 个生境因子没有选择性。

2.2 斑羚冬季生境选择因子的一般特征

经过分析,冬季斑羚对 20 个生境因子中的 16 个生境因子具有选择性。冬季斑羚偏好选择下坡位和阳坡,植被类型偏爱阔叶林,海拔 1500~1900 m,坡度 10°~20°,郁闭度<20%,乔木距离<6 m,灌木大小>1.2 m,灌木密度<5 株,灌木距离 1~2 m,灌木盖度 15%~30%,草本盖度>20%,草本种类>4 种,隐蔽级>30%,距水源距离<1 km,距人为干扰距离<1 km的生境(表 2)。而对地表状况($\chi^2 = 5.029$, $df = 3$, $P > 0.05$)、乔木大小($\chi^2 = 6.139$, $df = 4$, $P > 0.05$)、乔木密度($\chi^2 = 4.141$, $df = 2$, $P > 0.05$)和距隐蔽物距离($\chi^2 = 5.366$, $df = 2$, $P > 0.05$)等 4 个生境因子没有选择性。

2.3 斑羚夏冬季生境因子选择性比较

斑羚夏冬季名词型变量的卡方检验表明,秦岭北坡斑羚夏冬季 2 季在坡位($\chi^2 = 41.941$, $df = 2$, $P < 0.01$)和植被类型($\chi^2 = 66.438$, $df = 2$, $P < 0.01$)2 个因子上存在显著差异。通过 Mann-Whitey U 检验数字型生境因子发现,斑羚夏冬季生境选择在乔木密度、灌木大小、隐蔽级和距水源距离上差异不显著($P > 0.05$),而其余数字型生境因子差异显著(表 3)。对比斑羚夏季和冬季生境选择特点发现:在坡

表 1 秦岭周至自然保护区斑羚夏季 14 个生境因子的选择特征

Table 1 Characteristics of 14 ecological factors on habitat selection by goral during summer in Zhouzhi Nature Reserve of Qinling Mountain

生境因子	类型	观测值频次	期望值频次	生境选择系数 P	选择性*
坡向	阳坡	51	26	0.3247	S
	半阴和半阳坡	19	38	−0.3333	NS
	阴坡	17	23	−0.1500	NS
	$\chi^2 = 35.104$, $df = 2$, $P < 0.01$				
坡位	上坡位	51	15	0.5455	S
	中坡位	21	48	−0.3913	NS
	下坡位	15	24	−0.2308	NS
	$\chi^2 = 104.963$, $df = 2$, $P < 0.01$				
植被类型	针叶林	49	18	0.4627	S
	针阔混交林	28	32	−0.0667	RS
	阔叶林	10	37	−0.5745	NS
	$\chi^2 = 73.592$, $df = 2$, $P < 0.01$				
地表状况	土壤	15	22	−0.1892	NS
	岩石	24	30	−0.1111	NS
	草地	27	19	0.1739	S
	碎石	21	16	0.1351	S
	$\chi^2 = 8.358$, $df = 3$, $P < 0.05$				
海拔(m)	<1500	19	32	−0.2549	NS
	1500~1900	16	27	−0.2558	NS
	1900~2300	41	20	0.3443	S
	>2300	11	8	0.1579	S
	$\chi^2 = 32.938$, $df = 3$, $P < 0.01$				
坡度(°)	<10	11	22	−0.3333	NS
	10~20	25	40	−0.2308	NS
	20~30	29	15	0.3182	S
	>30	22	10	0.3750	S
	$\chi^2 = 38.592$, $df = 3$, $P < 0.01$				
乔木大小(cm)	<20	2	17	−0.7895	NS
	20~40	44	40	0.0476	RS
	40~60	17	22	−0.1282	NS
	60~80	13	4	0.5294	S
	>80	11	4	0.4667	S
	$\chi^2 = 47.272$, $df = 4$, $P < 0.01$				
乔木距离(m)	<2	31	20	0.2157	S
	2~4	53	12	0.6308	S
	4~6	2	22	−0.8333	NS
	>6	1	33	−0.9412	NS
	$\chi^2 = 195.345$, $df = 3$, $P < 0.01$				
灌木大小(m)	<0.4	10	32	−0.5238	NS
	0.4~0.8	35	42	−0.0909	RS
	0.8~1.2	12	10	0.0909	RS
	>1.2	30	3	0.8182	S
	$\chi^2 = 259.692$, $df = 3$, $P < 0.01$				
灌木盖度(%)	<15	10	23	−0.3939	NS
	15~30	34	36	−0.0286	RS
	30~45	34	16	0.3600	S
	>45	9	12	−0.1429	NS
	$\chi^2 = 28.459$, $df = 3$, $P < 0.01$				
草本盖度(%)	<20	2	6	−0.5000	NS
	20~40	24	39	−0.2381	NS
	40~60	28	19	0.1915	S
	>60	33	23	0.1786	S
	$\chi^2 = 17.047$, $df = 3$, $P < 0.01$				
隐蔽级(%)	<30	21	45	−0.3636	NS
	30~60	51	33	0.2143	S
	>60	15	9	0.2500	S
	$\chi^2 = 26.618$, $df = 2$, $P < 0.01$				
距隐蔽物距离(m)	<2	42	10	0.6154	S
	2~5	36	22	0.2414	S
	>5	9	55	−0.7188	NS
	$\chi^2 = 149.782$, $df = 2$, $P < 0.01$				
距人为干扰距离(km)	<0.5	18	31	−0.2653	NS
	0.5~1	46	42	0.0455	RS
	>1	23	14	0.2432	S
	$\chi^2 = 11.618$, $df = 2$, $P < 0.01$				

*S:选择; RS:随机选择; NS:不选择。

表 2　秦岭周至自然保护区斑羚冬季 16 个生境因子的选择特征

Table 2　Characteristics of 16 ecological factors on habitat selection by goral during winter in Zhouzhi Nature Reserve of Qinling Mountain

生境因子	类型	观测值频次	期望值频次	生境选择系数 P	选择性*
坡向	阳坡	46	33	0.1646	S
	半阴和半阳坡	13	22	−0.2571	NS
	阴坡	16	20	−0.1111	NS
		$\chi^2=9.603, df=2, P<0.01$			
坡位	上坡位	8	17	−0.3600	NS
	中坡位	29	28	0.0175	RS
	下坡位	38	30	0.1176	S
		$\chi^2=6.934, df=2, P<0.05$			
植被类型	针叶林	3	16	−0.6842	NS
	针阔混交林	23	39	−0.2581	NS
	阔叶林	49	20	0.4203	S
		$\chi^2=59.177, df=2, P<0.01$			
海拔(m)	<1500	10	21	−0.3548	NS
	1500~1900	56	20	0.4737	S
	1900~2300	8	24	−0.5000	NS
	>2300	1	10	−0.8182	NS
		$\chi^2=89.329, df=3, P<0.01$			
坡度(°)	<10	5	6	−0.0909	RS
	10~20	49	26	0.3067	S
	20~30	17	25	−0.1905	NS
	>30	4	18	−0.6364	NS
		$\chi^2=33.962, df=3, P<0.01$			
郁闭度(%)	<10	8	5	0.2308	S
	10~20	43	22	0.3231	S
	20~30	15	23	−0.2105	NS
	30~40	5	12	−0.4118	NS
	>40	4	13	−0.5294	NS
		$\chi^2=34.942, df=4, P<0.01$			
乔木距离(m)	<2	10	3	0.5385	S
	2~4	42	25	0.2537	S
	4~6	22	17	0.1282	S
	>6	1	30	−0.9355	NS
		$\chi^2=57.397, df=3, P<0.01$			
灌木大小(m)	<0.4	12	16	−0.1429	NS
	0.4~0.8	28	40	−0.1765	NS
	0.8~1.2	19	16	0.0857	RS
	>1.2	16	3	0.6842	S
		$\chi^2=61.496, df=3, P<0.01$			
灌木密度(culms · $20\ m^{-2}$)	<5	53	35	0.2045	S
	5~10	15	27	−0.2857	NS
	>10	7	13	−0.3000	NS
		$\chi^2=17.360, df=2, P<0.01$			
灌木距离(m)	<1	9	18	−0.3333	NS
	1~1.5	20	8	0.4286	S
	1.5~2	41	25	0.2424	S
	>2	5	24	−0.6552	NS
		$\chi^2=70.261, df=3, P<0.01$			
灌木盖度(%)	<15	27	23	0.0800	RS
	15~30	36	28	0.1250	S
	30~45	11	17	−0.2143	NS
	>45	1	7	−0.7500	NS
		$\chi^2=10.242, df=3, P<0.05$			
草本盖度(%)	<20	37	47	−0.1190	NS
	20~40	22	17	0.1282	S
	40~60	13	10	0.1304	S
	>60	3	1	0.5000	S
		$\chi^2=8.498, df=3, P<0.05$			
草本种类	<4	24	38	−0.2258	NS
	4~7	41	30	0.1549	S
	>7	10	7	0.1765	S
		$\chi^2=10.477, df=2, P<0.01$			
隐蔽级(%)	<30	20	52	−0.4444	NS
	30~60	46	22	0.3529	S
	>60	9	1	0.8000	S
		$\chi^2=109.874, df=2, P<0.01$			
距水源距离(km)	<0.5	30	17	0.2766	S
	0.5~1	29	20	0.1837	S
	>1	16	38	−0.4074	NS
		$\chi^2=26.728, df=2, P<0.01$			
距人为干扰距离(km)	<0.5	35	26	0.1475	S
	0.5~1	31	15	0.3478	S
	>1	9	34	−0.5814	NS
		$\chi^2=38.564, df=2, P<0.01$			

* S:选择; RS:随机选择; NS:不选择。

位上,夏季选择上坡位,冬季选择下坡位;在植被类型上,夏季选择针叶林,冬季选择阔叶林;在海拔、坡度、郁闭度、乔木大小、灌木密度、灌木盖度、草本盖度、草本种类和距人为干扰距离上,夏季选择高于冬季;在乔木距离、灌木距离和距隐蔽物距离上,夏季选择低于冬季。

2.4　斑羚夏冬季生境因子回归分析

对分析出具有差异性的 14 个斑羚夏季生境选择因子(海拔、坡向、坡位、植被类型、地表状况、坡度、乔木大小、乔木距离、灌木大小、灌木盖度、草本盖度、隐蔽级、距隐蔽物距离、距人为干扰距离)和 16 个斑羚冬季生境选择因子(海拔、坡向、坡位、植被类型、坡度、郁闭度、乔木距离、灌木大小、灌木密度、灌木距离、灌木盖度、草本盖度、草本种类、隐蔽级、距水源距离、距人为干扰距离),再 Logistic 回归分析,结果显示分别有 8 个因子(坡向、坡位、乔木大小、乔木距离、灌木大小、隐蔽级、距隐蔽物距离、距人为干扰距离)与斑羚夏季生境选择具有显著相关性($P<0.05$),9 个因子(坡向、坡位、郁闭度、乔木距离、灌木大小、灌木距离、草本种类、隐蔽级、距水

源距离)与斑羚冬季生境选择具有显著相关性($P<0.05$)(表4)。

表3 秦岭周至自然保护区斑羚夏冬季生境选择16个生态因子的特征

Table 3 Characteristics of 16 ecological factors in habitat plots of goral during summer and winter in Zhouzhi Nature Reserve of Qinling Mountain

变量	夏季样方	冬季样方	Mann-Whitey *U* tests Z	*P*
海拔(m)	1966.72±46.87	1686.81±31.88	−4.583	<0.01
坡度(°)	21.78±2.08	18.40±4.89	−2.588	<0.05
郁闭度(%)	40.44±18.85	17.60±4.13	−7.797	<0.01
乔木大小(cm)	46.34±5.19	37.57±8.24	−3.241	<0.05
乔木密度(trees · 20 m^{-2})	2.00±1.16	1.97±1.12	−0.281	0.779
乔木距离(m)	2.27±0.12	3.43±0.14	−5.522	<0.01
灌木大小(m)	0.97±0.16	0.87±0.58	−1.157	0.247
灌木密度(trees · 20 m^{-2})	7.39±3.60	4.21±2.36	−6.656	<0.05
灌木距离(m)	1.31±0.39	1.70±0.39	−6.309	<0.01
灌木盖度(%)	29.29±13.12	19.15±11.36	−5.188	<0.01
草本盖度(%)	51.97±12.18	23.48±10.58	−7.492	<0.05
草本种类	7.14±5.44	5.08±2.28	−8.839	<0.01
隐蔽级(%)	63.48±1.82	60.64±1.83	−1.111	0.267
距隐蔽物距离(m)	2.51±0.22	6.37±1.37	−8.205	<0.01
距水源距离(km)	0.70±0.76	0.61±0.43	−0.871	0.384
距人为干扰距离(km)	1.54±0.64	0.95±0.49	−6.099	<0.01

数值为平均值±标准误。

表4 秦岭周至自然保护区斑羚夏冬生境变量的回归分析

Table 4 Binary Logistic analysis of habitat selection by goral during summer and winter in Zhouzhi Nature Reserve of Qinling Mountain

因子	夏季				
	B	标准误	*Wald*	*OR*	*P*
坡向	−	−	9.646	−	0.008
坡位	−	−	6.300	−	0.043
乔木大小	−0.073	0.029	6.284	0.929	0.012
乔木距离	1.000	0.314	10.151	2.719	0.001
灌木大小	−4.586	1.729	7.036	0.010	0.008
隐蔽级	−0.060	0.025	5.705	0.942	0.017
距隐蔽物距离	0.676	0.219	9.541	1.965	0.002
距人为干扰距离	2.901	1.330	4.759	2.183	0.029
因子	冬季				
	B	标准误	*Wald*	*OR*	*P*
坡向	−	−	3.676	−	0.031
坡位	−	−	4.736	−	0.034
郁闭度	0.116	0.039	8.899	1.123	0.003
乔木距离	0.961	0.315	9.290	2.615	0.002
灌木大小	−3.367	1.311	6.594	0.034	0.010
灌木距离	3.115	0.919	11.485	2.527	0.001
草本种类	−0.399	0.204	3.815	0.671	0.041
隐蔽级	−0.052	0.019	7.342	0.949	0.007
距水源距离	2.678	1.050	6.500	4.554	0.011

3 讨 论

动物生存在自然环境中首要有3个要素:食物、水和隐蔽条件(马建章等,1990),此外动物生存的环境不仅能躲避捕食者的捕杀,还要能抵御恶劣气候的影响(陈化鹏等,1992),所以动物个体必然会选择最适合自己的生境。

斑羚生性胆小,对于人类和捕食者十分警觉,在其他地区的斑羚研究中也有相似的现象,这属于野生偶蹄类动物的一个显著特征(Danilkin *et al.*, 1996;吴华等,2002;王勃等,2008;申定健等,2009)。此外,在其他有蹄类动物中这种现象也较为常见,如马鹿(*Cervu elaphus*)(常弘等,1988;吴华等,2000)、水鹿(*Cervu unicolor*)(王小明等,1998)、北山羊(*Capra ibex*)(边坤等,2011)等。在现有研究中,虽然斑羚全年多数情况下尽量远离人为干扰强度大的地区,但是根据不同季节环境的变化,斑羚对人为干扰强度的适应选择也是不同的。斑羚通常是冬季进行交配,春末夏初产仔,夏季为了躲避人为干扰和危险,母斑羚会携带幼仔选择海拔较高、坡度较大、上坡位和针叶林地区。而在冬季由于气候寒冷和积雪,高海拔山顶斑羚食物减少,迫使斑羚进入到低海拔、坡度较缓、下坡位和阔叶林地区觅食,从而使得冬季斑羚距离人为干扰距离要小于夏季的选择,即斑羚在生存条件恶劣的情况下,提高了对人为干扰强度的忍耐性。

随着不同季节食物资源的变化,野生动物也会做出相应的选择适应(Rettie *et al.*, 2000)。斑羚食性较广,取食植物种类多样。相比于冬季,斑羚夏季在灌木盖度、灌木密度、草本盖度和草本种类等体现食物因子上,食物的可利用性和质量更为良好。夏季食物资源丰富使得斑羚在日常活动中有更大的选择空间,对于人为干扰等不利因素可以更好地进行避让。相反的冬季食物资源相对夏季较差,斑羚进入低海拔、接近人为干扰的地区来获取食物。因为冬季食物资源对于有蹄类动物有着十分重要的作用,食物资源是有蹄类动物在冬季生境选择中首要考虑的因素(McCorquodale, 2003)。斑羚这种从高海拔地区向低海拔地区的季节性迁移方式也体现了其对食物资源的适应性,许多偶蹄类动物都具有这种季节性的分布变化(Gonzalez, 1985;曾治高等, 2001;吴鹏举等,2004)。

秦岭斑羚生境的隐蔽条件受到多种因子的影

响:乔木密度、乔木大小、乔木距离、灌木大小、灌木距离、隐蔽级和距隐蔽物距离等,这些因子相互影响的结果反映了斑羚生境隐蔽性的优劣。夏季秦岭植被茂密,斑羚有很大的选择空间去挑选隐蔽条件更好的生境,表现在斑羚倾向于选择乔木较大、距离乔木较近、灌木大小较高和距隐蔽物较近的生境。在冬季由于食物和温度的限制,斑羚进入阔叶林带中活动。而阔叶林和部分灌木冬季落叶,很大程度上降低了斑羚的隐蔽条件。虽然冬季斑羚也倾向于选择乔木距离较近、灌木大小较高、距离灌木较近的生境,但是综合来看冬季斑羚的隐蔽条件相比于夏季要差。冬季斑羚被发现的机率较夏季要高,在我们的野外调查和当地走访中,都体现这一现象。

周至保护区四季变化明显,夏冬季气温变化大,海拔和坡向也反映了动物生境选择中温度的影响(吴华等,2002)。夏季气温高,斑羚选择高海拔生境,虽然也选择阳坡,但是夏季森林郁闭度高,斑羚在每天中午时分大多选择郁闭度高的地方休息,所以斑羚不会受到高温的影响。在冬季,斑羚选择低海拔和阳坡则可以获得更多的热量,保持体温。

周至保护区斑羚夏季虽然多选择在上坡位、高海拔地区,但水源对斑羚的限制性不大。当地居民多有养牛习惯,夏季会把牛散养在山上,居民在山上低洼处、泉水处修建简易蓄水池收集泉水和雨水,同时夏季降水量多,斑羚不会受到水源因素的制约。而在冬季,降雪和温度降低,高海拔处水面结冰,斑羚会选择低海拔地区距离水源较近的生境。但是斑羚对于水源的选择情况,在不同地区有所区别。在四川竹巴笼保护区冬季斑羚选择高海拔、上坡位或山脊地区,结果距离水源距离较远(>1000 m)(申定健等,2009)。周至保护区斑羚冬季选择低海拔、下坡位,距离水源较近的生境,这一特点和四川唐家河保护区斑羚的生境选择相似(吴华等,2001;吴华等,2002)。这种结果可能受不同的气候条件和地理特征所影响。

秦岭当地斑羚的主要天敌有金钱豹(*Panthera pardus*)、黑熊(*Ursus thibetanus*)和金雕(*Aquila chrysaetos*)等,此外还存在偷猎现象,每年都会在偷猎案件中发现斑羚的尸体。近年来,随着生态旅游的兴起,秦岭地区普遍发展出爬山避暑、户外穿越等产业活动。这种行为极大地干扰了斑羚的生存条件,为了保护好秦岭斑羚的生存环境,建议当地政府部门采取以下措施:(1)对当地野生动物盗猎行为进行严厉打击,加强保护区偷猎排查,杜绝猎杀野生动物行为的发生;(2)在旅游季节加强对进山旅游人员的登记管理,增加日常巡逻次数,防止游客私自进入保护区核心区域;(3)增加法律法规和野生动物保护意识宣传,严禁在保护区内进行上山采药、盗砍树木和开采矿石等行为,减少对保护区自然环境的干扰破坏;(4)对保护区当地居民进行技术培训和政策扶持,增加居民收入来源途径,提高居民收入水平,减少其对保护区野生动植物资源的要求。

致　谢　感谢周至国家级自然保护区管理局李维昊站长、董新建、郭斌等对野外工作和生活的支持和帮助,感谢董杨兵等向导在野外的帮助。

参考文献

边　坤, 刘楚光, 王开锋, 等. 2011. 甘肃马鬃山北山羊春季卧息地的选择. 四川动物, **30**(4): 633-637.

常　弘, 肖前柱. 1988. 带岭地区马鹿冬季对生境的选择性. 兽类学报, **8**(2): 81-88.

陈化鹏, 高中信. 1992. 野生动物生态学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社.

陈蓉伯, 刘凤英, 田　椙, 等. 1999. 大青山地区斑羚(*Naemorhedus goral*)的数量分布. 内蒙古大学学报: 自然科学版, **30**(2): 227-229.

陈　伟, 胡锦矗, 谌利民, 等. 2013. 唐家河国家级自然保护区斑羚夏季生境选择研究. 内江师范学院学报, **28**(6): 21-25.

陈宜瑜, 魏江春, 郑光美, 等. 2011. 中国生物物种名录. 北京: 科学出版社.

冯祚建, 蔡桂全, 郑昌琳. 1984. 西藏哺乳类名录. 兽类学报, **4**(4): 341-358.

冯祚建, 蔡桂全, 郑昌琳. 1986. 西藏哺乳类. 北京: 科学出版社.

国家林业局. 2009. 中国重点陆生野生动物资源调查. 北京: 中国林业出版社.

贾晓东, 刘雪华, 杨兴中, 等. 2014. 利用红外相机技术分析秦岭有蹄类动物活动节律的季节性差异. 生物多样性, **22**(6): 737-745.

李　晟, 张晓峰, 陈　鹏, 等. 2014. 秦岭南坡森林有蹄类群落组成与垂直分布特征. 动物学杂志, **49**(5):633-643.

刘振生, 王小明, 李志刚, 等. 2005. 贺兰山岩羊冬春季取食生境的比较. 动物学研究, **26**(6): 580-589.

马建章, 贾竞波. 1990. 野生动物管理学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社.

申定健, 郑合勋, 王　淯, 等. 2009. 四川省巴塘县矮岩羊与斑羚冬季生境比较. 生态学报, **29**(5): 2320-2330.

孙立新, 盛和林. 1989. 红斑羚和斑羚几种常见行为的比较观察. 动物学杂志, **24**(3): 52-54.

汪　松. 1998. 中国濒危动物红皮书(兽类). 北京: 科学出版社.

王　勃, 张　君, 胡锦矗. 2008. 四川蜂桶寨自然保护区斑

羚春季生境选择. 四川动物, **27**(2): 269-272.
王小明, 应韶荃, 宋玉赞. 1988. 水鹿冬季生境选择性的初步分析. 兽类学报, **18**(3): 168-172.
王宗伟, 汪 松, 陆长坤, 等. 1962. 中国牛科动物的分类分布和利用. 生物学报, (5): 24-30.
吴 华, 胡锦矗, 陈万里, 等. 2000. 唐家河自然保护区鬣羚春冬季对生境的选择. 动物学研究, **21**(5):355-360.
吴 华, 胡锦矗. 2001. 四川唐家河扭角羚、鬣羚、斑羚春冬季生境比较研究. 生态学报, **21**(10): 1627-1633.
吴 华, 张泽均, 胡锦矗. 2002. 唐家河自然保护区斑羚春冬季对生境的选择. 华东师范大学学报: 自然科学版, **6**(2): 92-96.
吴建平, 单继红, 王志平. 2005. 小兴安岭通河林区斑羚冬季食性分析. 动物学杂志, **40**(4): 40-44.
吴建平, 张 勇, 付东风, 等. 2008. 原麝与斑羚冬季家域的对比. 东北林业大学学报, **36**(1): 58-60.
吴鹏举, 张恩迪. 2004. 西藏慈巴沟自然保护区鬣羚生境选择的季节性变化. 兽类学报, **24**(1): 6-12.
武鹏峰, 刘雪华, 蔡 琼, 等. 2012. 红外相机技术在陕西观音山自然保护区兽类监测研究中的应用. 兽类学报, **32**(1): 67-71.
尹秉高, 刘务林. 1993. 西藏珍稀野生动物与保护. 北京: 中国林业出版社.
于孝臣, 秋岩明, 宁 波. 2000. 原麝和斑羚冬季种间关系的研究. 林业科技, **25**(2): 41-44.
曾治高, 钟文勤, 宋延龄, 等. 2001. 秦岭羚牛的采食行为. 动物学杂志, **36**(6): 25-28.
张明海, 萧前柱. 1990. 冬季马鹿采食生境和卧息生境选择的研究. 兽类学报, **10**(3): 175-183.
张 维, 王 文, 唐 珞, 等. 2006. 黑龙江龙口自然保护区斑羚冬季食性分析. 东北林业大学学报, **34**(3): 43-44.
Block WM, Brennan LA. 1993. Current Ornithology 11. The Habitat Concept in Ornithology: Theory and Applications. New York: Plenum Press.
Danilkin A, Hewison AJM. 1996. Behavioral Ecology of Siberian and European Roe Deer. New York: Springer Press.
Duckworth JW, MacKinnon J. *Naemorhedus goral*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008.
Gonzalez G. 1985. Seasonal Fluctuations in the Spatial distribution of Chamois and Moufflons on the Carlit Massif, Pyrenees// Sandro L. The Biology and Management of Mountain Ungulates. London: Croom Helm Ltd: 117-123.
Henley SR, Ward D, Schmidt I. 2007. Habitat selection by two desert-adapted ungulates. *Journal of Arid Environments*, **70**: 39-48.
Loehle C, Rittenhouse LR. 1982. An analysis of forage preference indices. *Journal of Range Management*, **35**: 316-319.
McCorquodale SM. 2003. Sex-specific movements and habitat use by elk in the Cascade Range of Washington. *Journal of Wild Management*, **60**: 729-741.
Rettie WJ, Messier F. 2000. Hierarchical habitat selection by woodland caribou: Its relationship to limiting factors. *Ecography*, **23**: 466-478.
Schaller G, Zhang ED, Lü Z. 2000. An Ecological Survey of the Medog Area in the Yarlung Tsangpo Great Canyon National Reserve, Tibet. Wildlife Conservation Society.
Shackleton DM. 1997. Wild Sheep and Goats and Their Relatives: Status Survey and Conservation Action Plan for Caprinae. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN. 390.
Smith AT, Xie Y. 2008. A Guide to the Mammals of China. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
Wilson DE, Reeder DM. 2005. Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed.). Washington: Smithsonian Institution Press.

作者简介 边 坤,男,1985年生,助理研究员,研究方向为动物生态学。E-mail: biankun@ms.xab.ac.cn
责任编辑 张 敏