

三种犬科动物春季洞穴特征

张洪海¹, 窦华山¹, 翟红昌¹, 吴牧仁²

(1. 曲阜师范大学生命科学学院, 曲阜 273165; 2. 达赉湖国家级自然保护区, 扎赉诺尔 021400)

摘要: 2004 年 4 月 ~ 2005 年 6 月在内蒙古达赉湖国家级自然保护区对 20 个狼穴、27 个赤狐洞穴、33 个沙狐洞穴进行测量调查, 结果如下: 3 种犬科动物洞穴的洞口朝向无显著差异, 赤狐和沙狐洞穴在洞口倾角、洞口直径、第一洞道长度 3 个特征上无显著差异, 洞口直径可作为判别狼穴与其它两者洞穴的依据。影响狼春季洞穴选择的前 3 位主要因子是隐蔽、人为干扰和水源。影响赤狐春季洞穴选择的前 3 位主要因子是地形、水源、和人为干扰。影响沙狐春季洞穴选择的前 3 位主要因子是微气候、人为干扰和食物。通过对 3 种犬科动物春季洞穴生境选择的比较发现: 3 种动物洞穴都有远离人为干扰, 提高隐蔽性的趋势; 不同的是赤狐和狼的洞址都靠近水源, 沙狐洞址则远离水源; 3 种动物在地形及坡位选择上也存在差异, 赤狐和狼的洞穴多位于平地, 而沙狐洞穴多位于坡地的坡顶, 且洞穴周围啮齿类数量显著大于赤狐洞穴和狼穴。柳灌丛、干旱苇塘、高草坡地分别是赤狐、狼、沙狐偏爱的生境类型。3 种犬科动物中洞穴生态位宽度最大的是狼 (0.5051), 其次为赤狐 (0.4292), 最小为沙狐 (0.2591)。其中狼与赤狐洞穴空间生态位重叠指数较高, 达到了 0.4692, 沙狐与赤狐洞穴空间生态位重叠指数最低, 只有 0.2356。

关键词: 狼; 赤狐; 沙狐; 洞穴; 生境选择; 空间生态位

文章编号: 1000-0933(2006)12-3980-09 **中图分类号:** Q143 **文献标识码:** A

Characteristics of dens in spring of three species of canids

ZHANG Hong-Hai¹, DOU Hua-Shan¹, ZHAI Hong-Chang¹, WU Mu-Ren² (1. College of Life Science, Qufu Normal University, Qufu 273165, China; 2. Dala Lake National Nature Reserve, Zhalaizuo, 021400, China). Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(12): 3980 ~ 3988.

Abstract: This study investigated the selection of dens of three species of canids from March to June of 2005 in the prairie of eastern Inner Mongolia. 80 dens, included 20 wolf dens, 27 red fox dens and 33 corsac fox dens, were measured. Through principal component analysis, Independent-samples T Test and Chi-square statistic analysis, we found: The entrance direction has no significant difference among them. The angle of dens entrance, diameter of dens entrance and length of the first chunnel has no significant difference between red fox and corsac fox also. But the angle of wolf dens entrance was less than others, and wolf dens has the biggest entrance. Wolves often locate their dens in dry reed pond of near the water source and far from human disturbance. Den sites are characterized by better sheltering class and flattest slope. Result of principal component analysis showed that the first 3 principal components explained 83.080 % of the total variance among all habitat variables. According to absolute value of coefficient, the 3 components were classified separately as sheltering class factor, disturbance factor and water factor. Sheltering class factor is the chief factor in den site selection. Red fox preferred to den in the flat willow bosk with better sheltering class, which far from human disturbance and near the water source. Result of principal component analysis showed that the first 3 principal components explained 80.659 % of the total variance among all habitat variables. According to absolute value of coefficient, the 3 components were classified separately as landform factor, water factor and disturbance factor. Landform class

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30370218)

收稿日期: 2006-03-02; **修订日期:** 2006-09-11

作者简介: 张洪海 (1967 ~), 男, 山东平度人, 博士, 教授, 主要从事动物生态学及野生动物保护学研究. E-mail: zhanghonghai67@126.com

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhanghonghai67@126.com

Foundation item: The project was financially supported by National Natural Science Foundation of China (No. 30370218)

Received date: 2006-03-02; **Accepted date:** 2006-09-11

Biography: ZHANG Hong-Hai, Ph. D., Professor, mainly engaged in ecology & conservation biology. E-mail: zhanghonghai67@126.com

factor is the chief factor in den site selection. Most of corsac fox dens locate in the top slope with high grass and far from human disturbance. The distance between den and water source is about 2200m. Density of rodent is high around corsac fox dens. Result of principal component analysis showed that the first 3 principal components explained 81.343 % of the total variance among all habitat variables. According to absolute value of coefficient, the 3 components were classified separately as microclimate factor, disturbance factor and food factor. Microclimate factor class factor is the chief factor in den site selection. Better sheltering class and keeping away from human disturbance is common requirement of three species of canids. The main difference between corsac fox dens and others are the distance to water source and Slope location. Dry reed pond is the first option to wolf, red fox prefer to den in the flat willow bosc, and corsac fox like to breeding pups in Sloping field with high grass. The spatial nich of dens could be ranked in decreasing order of width as follows: wolf, red fox, corsac fox. The overlap of spatial niche between wolf and red fox is remarkable, and the overlap between red fox and corsac fox is inapparent.

Key words: wolf (*Canis lupus*); red fox (*Vulpes vulpes*); corsac fox (*Vulpes corsac*); Den; habitat selection; spatial nich

洞穴对于一些动物的繁殖来讲,具有躲避敌害、保护幼仔、维持稳定微气候等重要作用。繁殖期洞穴的生境是物种对所处的环境因子综合评价后作出的最佳选择,能充分反映各个环境因子对此物种的重要性。狼、赤狐、沙狐在内蒙古东部草原上同时存在,赤狐和沙狐都以小型啮齿类为主要食物,兼食鸟类及昆虫等^[1-5],而根据高中信等人对内蒙古东部地区狼食性的分析,兔类和鼠类在食物中出现的频次分别为 17.3 % 及 19.1 %^[6];三者属竞争关系。另外,三者之间存在着捕食与被捕食的关系:高中信等在新巴尔虎右旗的狼穴中发现了赤狐及沙狐的残余物^[6];据相关文献报道,狼是赤狐及沙狐的天敌,赤狐又经常猎食沙狐,且掘沙狐洞吃其幼崽^[7]。3 种犬科动物存在复杂的关系,在一个地区又能共存,而对于它们的空间生态位差异问题,尚未有人进行系统研究。因此,对于这 3 种犬科动物春季洞穴的研究,有助于积累基础资料,为野生动物的保护和管理提供依据。另一方面,洞穴空间生态位分化的研究,也是对生态位分化及种间竞争理论的尝试性探索。

1 研究地区自然概况

达赉湖国家级自然保护区,位于内蒙古自治区东北部,呼伦贝尔盟西部,北邻俄罗斯联邦,南与蒙古国相接,处于中、蒙、俄三国边境交界处。北纬 47°45'50"~49°20'20";东经 116°50'10"~118°10'10"。保护区总面积 740000hm²。嘎拉达白辛站位于保护区中部,面积约 120000hm²,总体属于湖滨冲积平原,属中温带大陆型气候,干燥,少雨多风。植被类型主要有草甸草原、干草原、沙生植被、盐生植被、草甸植被、沼泽植被等。该站附近主要兽类有狼 (*Canis lupus*)、赤狐 (*Vulpes vulpes*)、沙狐 (*Vulpes corsac*)、草兔 (*Lepus capensis*)、草原黄鼠 (*Citellus dauricus*) 等。鸟类主要是为数众多的雁鸭类和鸥类。曾一度作为狼重要食物的黄羊 (*Procapra gutturosa*)、旱獭 (*Marmota bobak*) 已基本绝迹。保护站所辖范围内共有居民近 50 户,其中近 40 户以放牧为业,其余居民以打鱼为生。

2 研究方法

2.1 洞穴的确定

通过深入的民访及实地考察,确定调查工作主要在保护区的嘎拉达白辛管护站开展。用排查法找出研究地区内的可能分布的洞穴,通过足迹、粪便、毛发、气味、抓痕及动物实体判断洞穴的归属。本次研究共确认有效沙狐洞穴 33 个;赤狐洞穴 27 个;狼穴 20 个。

2.2 生境因子的测量

在因子的选取、划分和测定方面参考张洪海等、贾竞波等、张明海等的测定方法^[8-10],对确定洞穴的洞口朝向、洞口倾角、洞口直径、直洞深度进行测量作为洞穴特征指标;其余作为洞穴选择的生境因子进行测定,各项目生态因子及测定方法如下:

(1) 生境类型 根据生境结构资源类型的分布状况将研究地区划分为以下 9 种等级型生境类型:湖岸裸地、沙化草地、碱蓬草甸、干草原、高草阔地、沙地沙坨、高草坡地、干旱苇塘、柳灌丛。

(2) 人为干扰距离 干扰源主要指居民点、放牧点、铺砌道路等人为干扰较为频繁的地区。用 GPS 测算

洞穴到干扰源的直线距离。

(3) 水源距离 指河流、湖泊、沼泡等,用 GPS 测算洞穴到水源的直线距离。

(4) 食物丰盛度 以啮齿类的有效洞口平均密度来测度。测量时根据鼠洞口是否有新鲜出口,洞壁是否光滑等迹象来判断是否为有效洞口。测定洞口密度时,以洞穴为中心,在东南西北 4 个方向上,于洞穴周围 200m 范围内,在各个方向分别作 20m × 20m 的样方 2 个,每个方向的 2 个样方中心分别距洞穴 60m 和 160m 左右,统计样方内的有效鼠洞数目。最后以 8 个样方测定结果求平均值作为有效洞口平均密度。

(5) 隐蔽度 在洞口树立 1m 标尺,距离 20m 从东南西北 4 个方位观测,记录标尺的可见长度,求均值,则隐蔽度 = 1m - 均值。

(6) 坡高 指坡底部到坡顶部的相对高度。研究地区的坡高一般在 0.5 ~ 3m 之间。

(7) 坡向 根据洞穴所处的坡向情况,用电子罗盘划分为 3 种类型。划分标准:阳坡: S67.5°E ~ S22.5°W; 半阳坡: N22.5°E ~ S67.5°E 和 S22.5°W ~ N67.5°W; 阴坡: N67.5°W ~ N22.5°E。

(8) 坡位 根据洞穴所处的位置,将其划分为 5 类:顶坡位;上坡位,即坡上部 1/3;中坡位,即坡中部 1/3;下坡位,即坡下部 1/3;平地。

(9) 坡度 指洞穴所处的坡度。测定时,对于一些台阶式不规则坡面,以洞穴所处的局部小坡面坡度记录。

(10) 洞口朝向 规定阳面为东南,正南,西南;半阳面为正东和正西;阴面为东北,正北和西北。

(11) 洞口倾角 指洞口开挖的方向与水平面的夹角。

(12) 洞口直径 指洞口长(或高)与宽的均值。

(13) 直洞深度 即第一洞道的长度。

2.3 数据分析方法

采用 Independent-samples *t* test 分析法对物种间生境因子的差异进行分析,对于分类变量列出分布频次并采用卡方(Chi-square)统计进行显著性检验,具体步骤参照李春喜等^[11]及吴建平^[12]相关文献,在此不再赘述。采用多元统计分析方法中主成分分析法对 3 种犬科动物各自洞穴生境选择数据进行处理分析。在主成分分析前,先将非数量化的生态指标数量化,构成数字矩阵,根据数字矩阵计算出样本相关矩阵,求出相关矩阵的特征根和特征向量。根据特征根和特征向量求出各主成分及贡献率。

空间生态位宽度的计算使用香农-威纳多样性指数为基础的生态位宽度指数^[13]。计算公式如下:

$$\text{生态位宽度指数 } (B_i) = [\lg \sum N_{ij} - (1 / \sum N_{ij}) (\sum N_{ij} \times \lg N_{ij})] / \lg r$$

式中, B_i 为物种 i 的生态位宽度指数; N_{ij} 为物种 i 在第 j 生境类型中的洞穴数量; r 为生境类型总数。 B_i 的变动范围从 0 到 1,当 $B_i = 0$ 时,表示在 r 种类型生境中,仅有一种生境类型出现该物种洞穴; $B_i = 1$ 时,表示该物种在 r 种生境类型中均有出现。

空间生态位重叠计算使用 Pianka 计算公式^[14,15]:

$$\text{生态位重叠指数 } (C_{ij}) = \sum P_{ik} \times P_{jk} / (\sum P_{ik}^2 \times \sum P_{jk}^2)^{1/2}$$

式中, P_{ik} 为物种 i 在第 k 种生境类型的洞穴数量与物种 i 在所有生境类型中洞穴数量之比; P_{jk} 为物种 j 在第 k 种生境类型的洞穴数量与物种 j 在所有生境类型中洞穴数量之比。 C_{ij} 的范围是从 0 到 1,当 $C_{ij} = 0$ 时,物种 i 的洞穴与物种 j 的洞穴分布在完全不同的生境类型,当 $C_{ij} = 1$ 时,物种 i 的洞穴与物种 j 的洞穴分布在完全相同的生境类型。

这里要说明的是,上面提及的空间生态位宽度、空间生态位重叠指数并不是真正意义上的动物的空间生态位宽度、空间生态位重叠指数,而是利用此方法找出一指标变量,作为分析 3 种动物对生境利用现状及区别的依据。

应用 SPSS12.0 统计分析软件对数据分析,图使用 Excel2003 绘制。

3 结果

3.1 3 种犬科动物春季洞穴特征及比较

沙狐与赤狐在洞穴的数量型特征因子上无显著差异,狼与其它两者在洞口倾角、洞口直径这两项特征上有极显著差异(见表 2),狼穴的洞口倾角较小,洞口直径最大,且赤狐的第一洞道长度要大于狼(见表 1)。通过对分类变量——洞口朝向的卡方(Chi-Square)显著性检验说明三种动物的洞口朝向无显著差异(见表 2)。

3.2 3 种犬科动物春季洞穴的生境选择

3.2.1 狼春季洞穴的生境选择 对春季 20 个狼穴的各生境变量进行因子分析的主成分分析表明:前 3 个特征值的累计贡献率已得到 83.080%,可以较好的反映狼穴的生境特征,因此只对前 3 个主成分进行分析,不再考虑其他主成分。第一主成分特征值为 5.071,贡献率达到 56.345%,其中载荷系数绝对值较大的是隐蔽(0.964)、坡高(0.946)、生境类型(0.894)、坡度(0.877)、坡向(0.743)、坡位(0.737),这说明在隐蔽较好的情况下,狼喜选择低缓坡,坡位低,坡向阳的洞址;反之,在隐蔽较差的情况,狼穴多位于高陡坡,坡位高,坡向阴的位置。这一切都是为了提高洞穴的隐蔽度,因此将此主成分命名为隐蔽因子。第二主成分特征值为 1.296,贡献率达到 14.401%,其中载荷系数绝对值较大的是干扰(0.903)、坡位(0.476),狼穴多在干扰距离较远的下坡位,因此将其命名为干扰因子。第三主成分特征值为 1.110,贡献率达到 12.334%,其中载荷系数绝对值较大的是水源(0.745)、坡向(0.513),因此将其命名为水源因子。

3.2.2 赤狐春季洞穴的生境选择 对春季 27 个赤狐穴的各生境变量进行因子分析的主成分分析表明:前 3 个特征值的累计贡献率已得到 80.659%,可以较好的反映赤狐春季洞穴的生境特征,因此只对前 3 个主成分进行分析,不再考虑其他主成分。第一主成分特征值为 3.716,贡献率达到 41.289%,其中载荷系数绝对值较大的是坡高(0.971)、坡位(0.833)、坡度(0.792)、坡向(0.792),赤狐洞穴多处于平地,避开起伏较大的坡地,平地的坡向在处理时作阳坡处理,因此将此主成分命名为地形因子。第二主成分特征值为 2.303,贡献率达到 25.588%,其中载荷系数绝对值较大的是水源(0.880)、生境类型(0.740)、隐蔽(0.654),在离水源较近的生境中,有大片的苇塘和灌丛,隐蔽级较高,因此将其命名为水源因子。第三主成分特征值为 1.240,贡献率达到 13.782%,其中载荷系数绝对值较大的是干扰(0.577)和坡位(0.485),说明远离干扰的赤狐穴多位于平地或下坡位,反之则坡位较高,因此将其命名为干扰因子。

3.2.3 沙狐春季洞穴的生境选择 对春季 33 个沙狐穴的各生境变量进行因子分析的主成分分析表明:前 3 个特征值的累计贡献率已得到 81.343%,可以较好的反映沙狐春季穴的生境特征,因此只对前 4 个主成分进行分析,不再考虑其他主成分。第一主成分特征值为 3.478,贡献率达到 38.641%,其中载荷系数绝对值较大的是坡位(0.891)、水源(0.880)、坡高(0.778),沙狐洞穴多出现在地势有起伏的环境中,处于上坡或顶坡,且离水源较远,生境质量因缺水而较差的位置,这都与微气候有关,因此将此主成分命名为微气候因子。第二主成

表 1 3 种犬科动物洞穴特征

Table 1 Characters of three species of canids 'dens			
变量 Variables	狼 Wolf	赤狐 Red fox	沙狐 Goesac fox
洞口倾角 (°)	11.45 ±13.36	27.29 ±23.06	33.09 ±21.05
洞口直径 (cm)	40.53 ±7.86	27.29 ±4.68	26.84 ±6.46
第一洞道长度 (cm)	127.75 ±139.16	180.15 ±108.65	132.33 ±71.98
洞口朝向频次	阳 11(55.00%)	6(22.22%)	16(48.49%)
	半阳 6(30.00%)	11(40.74%)	7(21.21%)
	阴 3(15.00%)	10(37.04%)	10(30.30%)

洞口倾角 Angle of den entrance;洞口直径 Diameter of den entrance;
第一洞道长度 Length of the first chunnel;洞口朝向频次 Frequency of
entrance direction;阳 Sunny;半阳 Half sunny;阴 Shady

表 2 3 种犬科动物洞穴特征比较

Table 2 The compare of character of three species of canids 'dens			
项目 Item	洞口倾角 Angle of den entrance	洞口直径 Diameter of den entrance	第一洞道长度 Length of the first chunnel
沙狐-赤狐 Corsal fox-Red fox			
Mann-Whitney U	399.000	431.500	333.500
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.489	0.835	0.096
沙狐-狼 Corsal fox-Wolf			
Mann-Whitney U	110.000	41.000	249.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000 **	0.000 **	0.137
赤狐-狼 Red fox-wolf			
Mann-Whitney U	117.000	12.000	173.500
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.001 **	0.000 **	0.038 *
3 种犬科动物洞口朝向卡方显著性检验 Chi-square-test of three species of canids 'den entrance		$\chi^2 = 7.581$ df = 4 $p = 0.108 > 0.05$	

分特征值为 1.889,贡献率达到 20.990%,其中载荷系数绝对值较大的是干扰(0.709)、坡度(0.776),沙狐洞穴多位于距离干扰较远,地形复杂的位置,因此将其命名为干扰因子。第三主成分特征值为 1.279,贡献率达到 14.213%,其中载荷系数绝对值较大的是食物(0.784)和隐蔽(0.406),说明在植被较矮,隐蔽较差的生境中啮齿类较多,因此将其命名为食物因子。

3.3 3 种犬科动物春季洞穴选择比较分析

3.3.1 数量型因子独立样本 *T* 检验 狼与赤狐春季洞穴选择在坡度、水源、食物 3 个因子上有显著差异。狼穴较赤狐洞穴所处的坡度较大,距离水源较赤狐为远,啮齿类密度较低。

沙狐与其它两者的春季洞穴选择在坡高、水源、隐蔽、食物 4 个因子上有极显著差异。沙狐洞穴所处的坡位较高,坡高较大,隐蔽较差。沙狐洞穴多处于远离水源的高草坡地,所处位置往往是小型啮齿类动物密度较高的地段。(见表 3)

表 3 3 种犬科动物春季洞穴选择数量型生境因子比较

Table 3 The compare of habitat factors in den sites used by three species of canids						
项目 Item	干扰	坡度	坡高	食物	隐蔽	水源
狼-赤狐 Mann-Whitney U	251.000	195.000	207.000	190.000	194.500	103.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.681	0.024 *	0.085	0.047 *	0.093	0.000 **
狼-沙狐 Mann-Whitney U	301.500	260.000	164.000	20.000	17.500	162.500
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.599	0.098	0.002 **	0.000 **	0.000 **	0.002 **
赤狐-沙狐 Mann-Whitney U	350.000	411.000	85.000	74.500	13.000	151.500
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.149	0.430	0.000 **	0.000 **	0.000 **	0.000 **

狼-赤狐 Wolf-Red fox; 狼-沙狐 Wolf-Corsac fox; 赤狐-沙狐 Red fox-Corsac fox; 干扰 Human disturbance; 坡度 Slopedegree; 坡高 Slope height; 食物 Food abundance; 隐蔽 Sheltering class; 水源 Distance to water source

3.3.2 分类变量的卡方 (Chi-Square) 显著性检验

三者在生境类型选择上存在极显著差异。沙狐洞穴多位于高草坡地,其次为沙地沙垞;赤狐洞穴多位于柳灌丛,其次为干旱苇塘;狼洞穴多位于干旱苇塘,其次为沙地沙垞。沙狐与其它两者在坡位选择上存在极显著差异:沙狐洞穴多位于顶坡,其次为上坡;赤狐洞穴多位于平地;狼洞穴多位于平地,其次为下坡和中坡。三者在坡向选择上无显著差异(见表 4)。

3.4 3 种犬科动物空间生态位宽度及空间生态位重叠指数

3.4.1 3 种犬科动物空间生态位宽度

使用香农-威纳多样性指数为基础的生态位宽度指数,计算结果如下:

狼空间生态位宽度 = 0.5051

赤狐空间生态位宽度 = 0.4292

沙狐空间生态位宽度 = 0.2591

3.4.2 3 种犬科动物洞穴空间生态位重叠指数

狼-赤狐洞穴空间生态位重叠指数 = 0.4692

狼-沙狐洞穴空间生态位重叠指数 = 0.3126

赤狐-沙狐洞穴空间生态位重叠指数 = 0.2356

4 讨论

4.1 3 种犬科动物的洞穴特征

狼穴只在春季供繁殖使用,在不同生境类型中狼穴形状不尽相同,第一洞道长度变异也较大。狼在沙质或土质坡地中可挖掘常规型洞穴,洞道最长可达 6m;在干旱苇塘中洞道长度大大缩短,个别甚至不足 10cm,且大部分为地上洞穴,其可能原因有二:首先苇塘远离人为干扰,且隐蔽较好,平均植被高度 1 m 以上,微气候适宜稳定,没必要挖掘较深洞穴;其次苇塘地下水位较高,向下挖掘 40cm 左右就有水涌出,不适合构建地下洞

穴。狼的洞穴特征较为稳定的是洞口直径,在 40cm 左右,和张洪海等的研究结果类似^[16]。狼穴洞口多朝阳,很少朝阴,有利于狼仔接受光照。另外,在狼穴附近均发现较为固定的排便地点和中小型阔地,固定的排便地点和母狼生产初期不能远离洞穴有关,而中小型阔地与幼狼的玩耍活动、接受光照有关。

表 4 3 种犬科动物春季洞穴选择名词型生境因子比较

Table 4 Distribution frequency and Chi-Square-test of ordinal variables in habitat selection of three species of canids 'dens during spring							
因子 Factor	项目 Item	狼 Wolf		赤狐 Red fox		沙狐 Corsac fox	
		频次 Frequency	百分率 Percentage (%)	频次 Frequency	百分率 Percentage (%)	频次 Frequency	百分率 Percentage (%)
坡位	平地	12	60. 00	22	81. 48	3	9. 09
	下坡	3	15. 00	2	7. 41	1	3. 03
	中坡	3	15. 00	0	0. 00	2	6. 06
	上坡	1	5. 00	1	3. 70	4	12. 12
	顶坡	1	5. 00	2	7. 41	23	69. 70
狼-赤狐 Wolf-Red fox: $\chi^2 = 5. 555$ $df = 4$ $p = 0. 235$							
狼-沙狐 Wolf-Corsac fox: $\chi^2 = 27. 003$ $df = 4$ $p = 0. 000$ * *							
赤狐-沙狐 Red fox-Corsac fox: $\chi^2 = 35. 973$ $df = 4$ $p = 0. 000$ * *							
坡向	阳	14	70. 00	24	88. 89	29	87. 88
	半阳	4	20. 00	3	11. 11	3	9. 09
	阴	2	10. 00	0	0. 00	1	3. 03
狼-赤狐 Wolf-Red fox: $\chi^2 = 3. 871$ $df = 2$ $p = 0. 148$							
狼-沙狐 Wolf-Corsac fox: $\chi^2 = 2. 681$ $df = 2$ $p = 0. 262$							
赤狐-沙狐 Red fox-Corsac fox: $\chi^2 = 0. 881$ $df = 2$ $p = 0. 644$							
生境类型	湖岸裸地	0	0. 00	0	0. 00	0	0. 00
	沙化草地	0	0. 00	0	0. 00	0	0. 00
	碱蓬草甸	0	0. 00	0	0. 00	0	0. 00
	干草原	0	0. 00	0	0. 00	0	0. 00
	高草阔地	0	0. 00	0	0. 00	1	3. 03
	沙地沙垞	5	25. 00	0	0. 00	3	9. 09
	高草坡地	3	15. 00	4	14. 81	28	84. 85
	干旱苇塘	11	55. 00	7	25. 93	1	3. 03
	柳灌丛	1	5. 00	16	59. 26	0	0. 00
狼-赤狐 Wolf-Red fox: $\chi^2 = 18. 638$ $df = 8$ $p = 0. 000$ * *							
狼-沙狐 Wolf-Corsac fox: $\chi^2 = 29. 586$ $df = 8$ $p = 0. 000$ * *							
赤狐-沙狐 Red fox-Corsac fox: $\chi^2 = 42. 323$ $df = 8$ $p = 0. 000$ * *							

坡位 Slope location;平地 Flat;下坡 Lower slope;中坡 Middle slope;上坡 Upper slope;顶坡 Top slope;坡向 Slope direction;阳 Sunny slope;半阳 Half sunny slope;阴 Shady slope;生境类型 Habitat type;湖岸裸地 Bare lakeshore;沙化草地 Degraded pasture;碱蓬草甸 Suaeda glauca meadow;干草原 Steppe;高草阔地 Open flat with high grass;沙地沙垞 Sand dune;高草坡地 Sloping field with high grass;干旱苇塘 Dry reed pond;柳灌丛 Willow bosk

春季繁殖期赤狐有固定洞穴,而繁殖期外,赤狐只有临时洞穴或根本无洞穴。在内蒙古东部地区赤狐喜使用狗獾废旧洞穴,赤狐自掘洞穴往往较为简单,不但洞口数量较少,洞道长度及复杂度都有明显降低。赤狐的洞口朝向基本呈随机分布,但这并不否定光照对幼狐成长的重要性,在我们的研究区域,赤狐洞穴多位于平地,无论洞口朝何方位,在洞口附近幼狐都可接受光照。繁殖洞穴洞口数均大于两个,较多的洞口有利于幼狐或成狐遇危险时及时躲进洞穴。本次调查赤狐洞穴洞口直径为 27. 29 ±4. 68cm,与周文扬等在青藏高原的研究结果(平均宽 26. 48cm,高 26. 35cm)基本吻合^[17]。

沙狐一年四季均有洞穴,但由于功能不同,其洞穴特征也有所不同。临时洞穴主要用于休息、躲避敌害,其结构简单,往往只有一个洞口,洞道多为直线或稍有曲折。繁殖洞穴较为复杂,洞口较多(2~6),洞道较深,

且多拐弯。沙狐的繁殖洞穴多选用狗獾或赤狐遗弃洞穴,很少自己挖掘。赤狐和沙狐在体形上差异显著,但在洞穴直径上无显著差异,这与沙狐和赤狐都喜利用狗獾废洞有关。

5.2 3种犬科动物的春季洞穴选择

3种犬科动物在洞穴选择的9个生境因子中较为一致的是坡向和干扰。达赉湖地区春季的气候特点是干旱多大风,以西北风为最多风向,在3种动物的分娩期4月份,温度常在0℃以下。每种动物都有70%以上的洞穴位于阳坡,有利于保持稳定的微气候,这是对当地恶劣气候的一种适应。狼、赤狐、沙狐受到人类活动的直接威胁,对人类定居点相当敏感,另外居民点附近的牧羊犬对赤狐和沙狐的生存也构成了极大威胁:犬类不但可以掘洞杀死狐狸幼仔,还能直接威胁成狐。因此,3种犬科动物洞穴距人为干扰源平均距离都在1200m以上。沙狐对于草原道(非铺砌道路)并不回避,个别洞穴距道路距离只有45m,夜间调查时,在草原道路两侧经常可发现沙狐,这与沙狐的一种重要食物资源——五趾跳鼠有关。当地夜间活动的小型啮齿类主要有五趾跳鼠、黑线仓鼠和长爪沙鼠。而个体最大的五趾跳鼠夜间有较大的活动范围,由于草原道缺少植被、土质较硬,对于跳跃式行进的跳鼠特别有利,它经常利用草原道作为自己的觅食活动路线,同为夜行性的沙狐由此被吸引到草原道附近。

隐蔽是和干扰紧密相关的一生境因子,较好的隐蔽一定程度可抵消干扰带来的不利影响。从隐蔽级上看,多数狼和赤狐洞穴都位于隐蔽级较高的生境中,这点与国内外的研究结果类似^[16,18~26]。而沙狐洞穴的隐蔽级明显偏低,但比较来看,沙狐洞穴仍处于局部小生境中隐蔽级较高的地段,并且地势起伏较大,可一定程度上弱化植被矮而稀疏带来的消极影响。因此,3种犬科动物都有选择隐蔽级较高的地点作为自己的巢址的趋势。

3种犬科动物洞穴选择中对水源的要求有较大差异。狼和赤狐洞穴距水源距离远小于沙狐。尽管狼和赤狐洞穴在水源距离上有差异,但其均值都在500m以内。沙狐洞穴多分布在远离水源(距水源距离均值达到2223m),上坡位,较为干旱的生境中,说明沙狐偏爱湿度较小,干旱的微气候条件,其对水源的依赖性大大降低。沙狐如此回避水源的有以下几个原因:首先,靠近水源处人类、家畜密度较大,干扰升级;其次,水源附近人为干扰较小的地段由狼和赤狐占据,被捕食的风险增加,沙狐和赤狐洞穴洞口直径近似,赤狐一旦发现沙狐洞穴极易进入捕食幼仔,在远离水源、天敌不易达到的位置建筑洞穴,一定程度上可以避免天敌的捕食;再次,靠近水源处多为沼泽植被,植被高度和密度较大,不利于沙狐及时发现、躲避敌害。考虑到沙狐较小的体型及有限的活动范围,其繁殖期是否直接饮水值得怀疑。狼和赤狐对沙狐的捕食及竞争在沙狐洞穴选择上起到了什么样的作用,在不存在狼和赤狐的地区沙狐是否还是一味回避水源值得探讨。

从调查结果中食物一项上来看,沙狐洞穴附近鼠洞密度较大,赤狐洞穴附近鼠洞密度较小,这与洞穴所处生境中啮齿类的种类有关。沙狐洞穴所在的高草坡地、沙地沙垅主要的啮齿类是达斡尔鼠兔、长爪沙鼠和草原黄鼠,而达斡尔鼠兔、长爪沙鼠都有复杂的洞群和较多的洞口数量,这就造成调查结果中沙狐洞址附近啮齿类数量偏高。赤狐洞穴多位于柳灌丛和干旱苇塘,主要的啮齿类是麝鼠,麝鼠洞穴位于水源附近,洞口数较达斡尔鼠兔、长爪沙鼠为少,且由于植被复杂,不易发现,因此调查结果中赤狐洞穴附近鼠洞密度偏低。本次食物调查针对的是小型啮齿类,未包括鸟类、昆虫,如果把鸟类、昆虫计算在内,赤狐所在生境的食物度应该较高。狼穴附近鼠洞密度较小,这和狼主食家畜,啮齿类并不是重要食物有关。

3种动物洞穴所处的生境类型均存在显著差异。狼对生境类型的选择呈双峰状,选择最多的生境类型为干旱苇塘,其次为沙地沙垅;如果隐蔽级上来看,柳灌丛要优于两者,而高草坡地也要优于沙地沙垅,但这两者并未得到狼的偏爱,分析其原因在于生境类型的面积。尽管柳灌丛、高草坡地隐蔽级较高,但其多呈小片斑块状分布,每块面积往往不足是1hm²,最大只达到7hm²左右,对于活动范围较广、体形较大、群体性的狼来说,在小片斑块间穿梭容易暴露,不利于洞穴的隐蔽。狼穴所在苇塘面积都较大,平均在4km²左右,在面积小于1km²的苇塘内只发现狼的卧迹,没有洞穴;而沙地沙垅呈大片连续性分布,面积达到了几十平方公里以上,由于沙质松软,交通工具无法进入,这样洞穴被人类发现的可能性就大大降低。狼在选择洞址时不但考察生境

类型的质量,还要考虑生境类型的广度和连续性。在当地由于湖水连年后撤,大片季节性淹没的柳灌丛和苇塘成为永久性旱地,其中鸟类、昆虫数量较高,而这种新生的斑块状栖息地很快被赤狐占据,有 85.2% 的赤狐洞穴分布于此。而沙狐则只能选择远离水源的高草坡地。湖岸裸地、沙化草地、碱蓬草甸、干草原四种生境类型中无任何洞穴分布,原因如下:湖岸裸地植被、食物、隐蔽极度缺乏,且有被淹没风险,不适于作为洞址;沙化草地、碱蓬草甸、干草原多为放牧区,牲畜较多,人为干扰较大,也不适合作为洞址。

3 种动物洞穴空间生态位宽度的计算结果表明:狼具有较强的适应性,可在不同生境中挖掘洞穴,繁殖后代,翻译出其空间生态位宽度较大,这也是狼可全世界广泛分布的原因之一;赤狐的空间生态位宽度仅次于狼,说明其也是一广适性物种。沙狐的空间生态位宽度最小,其洞穴多分布在干旱缺水生境中,这在一定程度上说明沙狐为一特化物种。

狼与赤狐洞穴空间生态位重叠指数较大,这可能与狼的食物组成与后者差别较大有关,本研究区,狼 90% 以上的食物是大中型家畜,小型啮齿类只占很小比例,即在食物上与赤狐竞争并不激烈,因此在空间生态位上允许有较大重叠。沙狐与赤狐空间生态位重叠指数较小,表明两者洞穴倾向于分布在不同的生境中,并暗示两者之间可能潜在较强食物竞争或捕食关系。

References:

- [1] Sheng H L, Noriyuki O, Lu H J. Wild mammal of China. China forestry Press, 1999.
- [2] Bao W D, Li X J, Shi Y. Comparative analysis of food habits in carnivores from three area of Beijing. Zoological Research, 2005, 26(2): 118 ~ 122.
- [3] Hockman J G, Chapman J A. Comparative feeding habits of red foxes and gray foxes in Maryland. Am. Mid. Nat, 1983, 110: 276 ~ 285.
- [4] Scott T G. Dietary patterns of red and gray foxes. Ecology, 1955, 36: 366 ~ 367.
- [5] Theberge J B, Wedeles C H R. Prey selection and habitat partitioning insympatric coyote and red fox populations, southwest Yukon. Can. J. Zool, 1989, 67: 1285 ~ 1290.
- [6] Gao Z X, Ma J Z, Zhang H H, et al. Inner Mongolia Wolf Food habits. Acta Theriologica Sinica, 1996, 16(2): 95 ~ 99.
- [7] Ma Y Q. Mammals of Heilongjiang Province. Harbin: Heilongjiang Province Technological Publication, 1986. 231 ~ 241.
- [8] Jia J B, Xiao Q Z. Home range of red foxes in the west suburbs of Harbin. Acta Theriologica Sinica, 1990, 10(4): 268 ~ 275.
- [9] Zhang H H, Zhang M H, Wang X H, et al. Denning selection by red fox during the breeding period in northeastern Inner Mongolia. Acta Theriologica Sinica, 1999, 19(3): 176 ~ 182.
- [10] Zhang M H, Gao Z X, Gong S P, et al. The selection of dens in spring of the corsac fox (*Vulpes corsac*) in the prairie of eastern Inner Mongolia. Acta Theriologica Sinica, 2002, 22(4): 284 ~ 290.
- [11] Li C X, Wang Z H, Wang W L. Biostatistics. Science Publication, 2000. 75 ~ 80.
- [12] WU J P, ZHOU L L, MU L Q. Summer habitat selection by Siberian musk deer (*Moschus moschiferus*) in Tonghe forest area in the Lesser Khingan Mountains. Acta Theriologica Sinica, 2006, 26(1): 44 ~ 48.
- [13] Yan Z C, An J Y, Yu Y X. Preliminary study on the geographical niche and overlap group of mosquitoes. Zoological Research, 1997, 18(3): 293 ~ 297.
- [14] Pianka E R. Evolutionary Ecology. First edition. New York: Harper and Row, 1974.
- [15] Fu H P, Wu X D, Yang Z L, et al. Comparing of Niche for Rodent Species in Alashan Desert Region of Inner Mongolia. Chinese Journal of Zoology, 2004, 39(4): 27 ~ 34.
- [16] Zhang H H, Li F, Li X X, et al. Preliminary study on structure of the wolf dens in eastern Inner Mongolia. Journal of Northeast Forestry University, 1999, 27(2): 35 ~ 38.
- [17] Zhou W Y, Wei W H. Activity rhythms and distribution of natal dens for red foxes. Acta Theriologica Sinica, 1995, 15(4): 267 ~ 272.
- [18] Boyd D K, Ream R R, Pletscher D H, et al, Variation in denning and parturition dates of a wild gray wolf, *Canis lupus*, in the Rocky Mountains. Canadian Field-Naturalist, 1993, 107(3): 359 ~ 360.
- [19] Burton R. Wolves breeding in northeast Greenland. Polar Record, 1990, 26: 334.
- [20] Gucci P, Mech L D. Selection of wolf dens in relation to winter territories in northeastern Minnesota. Journal of Mammalogy, 1992, 73(4): 899 ~ 905.
- [21] Mech L D, Packard J M. Possible use of wolf, *Canis lupus*, den over several centuries. Canadian Field-Naturalist, 1990, 104(3): 484 ~ 485.
- [22] Theuerkauf J, Rouys S, Jedrzejewski W. Selection of den, rendezvous, and resting sites by wolves in the Bialowieza Forest, Poland. Canadian Journal of Zoology, 2003, 81(1): 163 ~ 167.
- [23] Thiel R P, Hall W H, Schultz R N. Early den digging by wolves, *Canis lupus*, in Wisconsin. Canadian Field-Naturalist, 1997, 111(3): 481 ~ 482.

- [24] Thiel R P, Merrill S, Mech L D. Tolerance by denning wolves, *Canis lupus*, to human disturbance. *Canadian Field-Naturalist*, 1998, 112(2): 340 ~ 342.
- [25] Zhang H H, Li F, Gao Z X. An analysis on the spacing pattern and habitat selection of wolf dens in the eastern region of Inner Mongolia. *Acta Theriologica Sinica*, 1999, 19(2): 101 ~ 106.
- [26] Zhang H H. Research on the habitat selection of wolves' dens in eastern Inner Mongolia. *Journal of Qufu Normal University*, 1999, 25(3): 85 ~ 88.

参考文献:

- [1] 盛和林, 大泰司纪之, 陆厚基. 中国野生哺乳动物. 中国林业出版社, 1999.
- [2] 鲍伟东, 李晓京, 史阳. 北京市三个区域食肉类动物食性的比较分析. *动物学研究*, 2005, 26(2): 118 ~ 122.
- [6] 高中信, 马建章, 张洪海, 等. 内蒙古东部地区狼的食性初探. *兽类学报*, 1996, 16(2): 95 ~ 96.
- [7] 马逸清, 等. 黑龙江省兽类志. 哈尔滨黑龙江科学技术出版社, 1986. 231 ~ 241.
- [8] 贾竞波, 萧前柱. 哈尔滨西郊赤狐冬季巢区的初步研究. *兽类学报*, 1990, 10(4): 268 ~ 275.
- [9] 张洪海, 张明海, 王秀辉, 等. 内蒙古东部草原地区赤狐繁殖期对洞穴的选择. *兽类学报*, 1999, 19(3): 176 ~ 182.
- [10] 张明海, 高中信, 龚世平, 等. 内蒙古东部草原沙狐春季洞穴选择. *兽类学报*, 2002, 22(4): 284 ~ 290.
- [11] 李春喜, 王志和, 王文林. 生物统计学(第二版). 北京: 科学出版社, 2000. 75 ~ 80.
- [12] 吴建平, 周玲玲, 穆立蕾. 小兴安岭通河林区原麝夏季对生境的选择. *兽类学报*, 2006, 26(1): 44 ~ 48.
- [13] 颜忠诚, 安继尧, 虞以新. 蚊虫地理生态位及其重叠群划分的初步研究. *动物学研究*, 1997, 18(3): 293 ~ 297.
- [15] 傅和平, 武晓东, 杨泽龙, 等. 内蒙古阿拉善荒漠主要啮齿动物生态位测度比较. *动物学杂志*, 2004, 39(4): 27 ~ 34.
- [16] 张洪海, 李枫, 李修善, 等. 内蒙古东部地区狼洞穴构造的初步研究. *东北林业大学学报*, 1999, 27(2): 35 ~ 38.
- [25] 张洪海, 李枫, 高中信. 狼穴空间格局及生境选择的分析. *兽类学报*, 1999, 19(2): 101 ~ 106.
- [26] 张洪海. 内蒙古东部地区狼的洞穴生境选择研究. *曲阜师范大学学报*, 1999, 25(3): 85 ~ 88.