

# 藏东南地区羚牛和鬃羚栖息地利用的种间关系

吴鹏举 郭光普 张恩迪

( 东莞理工学院工程技术研究院 东莞 523808; 华东师范大学生命科学学院 上海 200062;  
同济大学生命科学与技术学院 上海 200092)

**摘要:**从2001年12月到2002年7月,在西藏东南部的慈巴沟自然保护区随机选择样线起始点,采用机械布点法设置了187个10 m ×10 m的固定样方,记录了样方所在的植被类型与海拔、坡度等9个数量化因子,并分别在冬、春、夏三季检查样方是否被羚牛(*Budorcas taxicolor*)和鬃羚(*Capricornis sumatraensis*)利用。冬季,羚牛最喜爱杜鹃针叶林,而鬃羚仅喜爱箭竹针叶林。对9个数量化因子的判别分析表明,冬季,羚牛与鬃羚之间在栖息地利用上没有显著性差异。春季,羚牛最喜欢箭竹针叶林,其次是针阔混交林,而鬃羚最喜爱针阔混交林,其次是箭竹针叶林;判别分析显示种间达到了显著性差异;其中,坡度、坡向和水源距离3个因子的种间差异最显著。夏季,羚牛最喜爱高山草甸,鬃羚对针阔混交林、箭竹针叶林和杜鹃针叶林都喜爱;判别分析显示种间达到了显著差异,其中,海拔、隐蔽度、郁闭度、乔木密度和箭竹密度5个因子的种间差异最显著。本文从动物行为模式、食性和选择因子尺度等方面讨论了羚牛与鬃羚栖息地分化的机理及其共存的机制。

**关键词:** 羚牛;鬃羚;栖息地利用;种间关系;季节变化

**中图分类号:** Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2009)04-64-06

## Study on Interspecific Relationship of Habitat Use by *Budorcas taxicolor* and *Capricornis sumatraensis* in South East Tibet, China

WU Peng-Ju GUO Guang-Pu ZHANG En-Di

( Engineering Technology Research Institute, Dongguan University of Technology, Dongguan 523808;  
School of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai 200062;  
School of Life Science and Technology, Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** Interspecific relationship of habitat use by Takin (*Budorcas taxicolor*) and Serow (*Capricornis sumatraensis*) was studied in South East Tibet, China between December 2001 and July 2002. A total of fourteen transects were set randomly along Cibagou Valley in the Cibagou National Nature Reserve, and 187 sample plots (10 m ×10 m) were set every 250 m apart from the bottom to top position of the transects, the vegetation types of plots were recorded, and other 9 habitat quantitative parameters of them including altitudes and slopes, etc, were also measured. We have also checked if there were new tracks of Takin or Serow in winter, spring and summer, respectively. Vanderploeg and Scavia's selectivity index was used to assess Takin and Serow's habitat selection and found that Takin mostly preferred fargesia-coniferous forests while Serow mostly preferred fargesia-coniferous forests in winter. A discriminant analysis for 9 quantitative factors showed there was no significant difference between the habitat selection of Takin and Serow. In

**基金项目** 麦克阿瑟基金会(The John D. and Catherine T. MacArthur Foundation, USA) 和国际野生动物保护学会(Wildlife Conservation Society) 提供研究资助;

**第一作者介绍** 吴鹏举,男,博士,研究方向:行为生态学和应用生态学;E-mail: pengjuwu @126.com.

**收稿日期:** 2008-12-04, **修回日期:** 2009-05-25

spring, Takin most preferred fargesia-coniferous forest, followed by broad-conifer mixed forest while Serow preferred theropencedrymion mostly, followed by fargesia-coniferous forest; the discriminant analysis for 9 quantitative factors showed significant differences between Takin and Serow, and the interspecific differences in selection on slope degree, slope aspect and distances from water were most significant. In summer, Takin mostly preferred Alpine meadow shrubs, while Serow mostly preferred theropencedrymion, followed by fargesia-coniferous forests and rhododendron-coniferous forests; the discriminant analysis for 9 quantitative factors showed significant differences between Takin and Serow, and the interspecific differences in altitude, shelter, cover canopy, arbor density, bamboo density and vegetable type were most significant. Their coexistence mechanism and reasons for differentiation were discussed through food, behavior and other aspects.

**Key words:** Takin (*Budorcas taxicolor*); Serow (*Capricornis sumatraensis*); Habitat use; Interspecific relationship; Seasonal changes

栖息地是动物生存和繁衍的场所,同域分布的不同动物在激烈的竞争压力下,会对异质环境资源趋于分割而避免直接竞争,以实现共存<sup>[1]</sup>。尽管种间竞争对动物栖息地选择的影响可能发生在过去,但会通过遗传固定下来并依然在现在起着作用<sup>[2]</sup>。同域分布的偶蹄类动物种间关系主要是竞争关系<sup>[3]</sup>,而且一般存在着直接的食物竞争。因此,探讨竞争与共存的关系是偶蹄类研究的重要内容<sup>[4]</sup>。偶蹄类动物对栖息环境的不同选择,如植物类群和树龄<sup>[5]</sup>、覆盖物和食物<sup>[6]</sup>、食物种类与部位<sup>[7,8]</sup>、微环境<sup>[2]</sup>等,可以减缓竞争而实现共存。在垂直变化大的山地,海拔及随之变化的其他生态因子成为偶蹄类动物竞争与共存的重要因素,如欧洲 Carlit 山区的比利牛斯臆羚(*Pyrenean chamois*)、欧洲盘羊(*Ovis musimon*)和臆羚(*Rupicapra rupicapra*) 3种偶蹄类动物占据着不同的垂直地带,重叠较小,这样就避免了直接竞争<sup>[9]</sup>。但在具有明显季节变化的山地,两种具有不同迁移特点的动物,如何利用山地栖息环境,以及在不同时空条件下的共存机制是值得深入探讨的。羚牛(*Budorcas taxicolor*)与鬃羚(*Capricornis sumatraensis*)是分布在山地森林地带的大中型偶蹄类动物,一般有羚牛分布的地方都有鬃羚伴生,它们具有不同的迁移习性。从2001年12月到2002年7月,笔者在藏东南察隅县的慈巴沟国家级自然保护区对羚牛和鬃羚冬、春、夏三季的栖息地进行了调查研究,分析了它们在不同季节对山地栖息环境的利用与

分化情况,探讨了两种动物的共存机制。

## 1 研究地区

慈巴沟国家级自然保护区位于西藏自治区东南部察隅县的中西部,其地理坐标为东经 96.833°~97.183°,北纬 28.417°~29.117°。区内和周边 10 km 内均无人居住。慈巴沟自然保护区处于喜马拉雅山与横断山呈“T”型交汇处的地区,地势北高南低,地形垂直变化大,南部最低海拔为 1 580 m,北部山峰大多在 5 000 m 左右。慈巴沟(娄巴曲)从南至北横贯整个保护区。根据察隅县气象站(海拔 2 300 m)记录,年平均气温 12 左右,全年降水 800 mm 以上,3~9 月潮湿多雨,而 10 月至翌年 2 月降雨明显偏少。随着山地高度的变化,温度和降水等呈现出明显的垂直变化特征,受此影响,当地植被也呈现出明显的垂直分布特征。根据慈巴沟自然保护区植被分布规律和本次研究的特点,将其分为 5 个垂直分布植被带<sup>[10]</sup>:云南松林(*pinus yunnanensis* forest, PF),分布在海拔 1 600~2 500 m 的山坡上;针阔混交林(theropencedrymion, TH),分布在 2 000~2 700 m;针叶林(*coniferous forest*, CF)介于海拔 2 700~4 000 m 之间,根据其下层植被的特点,又分为箭竹-针叶林(*fargesia-coniferous forest*, FCF)和杜鹃-针叶林(*rhododendron-coniferous forest*, RCF)两种植被类型;高山草甸和灌丛(*alpine meadow and shrub*, AMS),在海拔 3 800~4 300 m 混合分布,4 300 m 以上为高山草甸。

## 2 研究方法

鉴于研究区域属于高山峡谷地形特征,地势险要,本次研究采用了设立固定样方的方法,并在不同季节检查羚牛和鬃羚较为新鲜的活动痕迹。具体做法是:沿着慈巴沟随机选择起始点,向着垂直于等高线的方向从低到高采用机械布点的方法每隔 250 m 设置 10 m × 10 m 的固定样方,本次研究共设定 187 个样方。在每个样方内,记录植被类型、海拔、坡度、坡向、距水源的距离、乔木密度、灌木密度、箭竹密度、郁闭度和隐蔽度等;并在春、夏两季分别测量和记录样方的郁闭度和隐蔽度。郁闭度调查方法为测量植被上层(树冠)对林下层的遮荫度,即沿样方对角线步行,测出两个对角线上被遮蔽的长度,然后求其平均数来衡量郁闭度;隐蔽度调查方法是在样方的中点目测(结合步测)4 个方向的可视距离,然后求其平均数来衡量隐蔽度。从 2001 年 12 月至 2002 年 7 月,即在冬、春、夏三季,分别检查每个样方内是否有羚牛和鬃羚近期活动的痕迹,包括足迹、粪便、卧迹和擦迹等。若有,便被认为该样方近期被其利用,并记录。

对于大尺度属性数据——植被类型的分析,采用了 Vanderploge 选择系数和 Scavia 选择指数进行分析,其计算公式如下: $W_i = (r_i / P_i) / (r_i / P_i)$ ;  $E_i = (W_i - 1/n) / (W_i + 1/n)$ , 式中, $W_i$  为选择系数, $E_i$  为选择指数, $i$  表示植被类型, $n$  为植被类型总数, $P_i$  为环境中具  $i$  植被类型的样方数占总样方的比例, $r_i$  为羚牛或鬃羚所选择具有  $i$  植被类型的样方数占总选择样方的比例。 $E_i$  的值介于 -1 和 +1 之间, $E_i < 0$  表示动物对  $i$  植被类型避开, $E_i > 0$  为动物对  $i$  植被类型喜爱。

对 9 个量化因子,首先运用 SPSS 11.5 对羚牛与鬃羚在冬、春、夏三季栖息地利用的综合差异及分离程度进行判别分析。而对这两种动物对每一个因子利用的差异按以下方式进行分析:先利用单个样本 Kolmogorov-Smirnov Test 检

验数据是否呈正态分布,若数据不符合进行参数分析的条件( $P < 0.05$ ),则利用非参数估计中的 2 个独立样本的 Mann-Whitey  $U$  检验进行检验分析。

## 3 结果

### 3.1 羚牛和鬃羚冬季对栖息地因子利用性比较

通过计算和分析羚牛与鬃羚对植被的 Vanderploge 和 Scavia 选择指数发现:羚牛在冬季喜爱杜鹃针叶林、箭竹针叶林和针阔混交林,其中对杜鹃针叶林的选择性最高,回避高山灌丛草甸和云南松林;而鬃羚在冬季仅喜爱箭竹针叶林,回避针阔混交林、高山灌丛草甸和云南松林(表 1)。

通过对另外 9 个量化因子的判别分析发现,冬季,羚牛和鬃羚之间对 9 个栖息地因子的利用没有显著性差异( $F = 0.74$ ,  $df_1 = 45$ ,  $df_2 = 15\ 641.164$ ,  $P = 0.901$ ;  $\chi^2 = 3.541 < \chi^2_{P=0.05} = 16.92$ ,  $P = 0.939$ ,  $df = 9$ )。通过分别对每个量化因子进行 Mann-Whitey  $U$  检验(表 2),表明羚牛和鬃羚冬季仅有海拔 1 个因子的差异接近显著水平( $P = 0.059$ ),进一步分析发现,羚牛主要栖息在 3 100 ~ 3 400 m 的中高海拔地区,而鬃羚主要栖息在 2 800 ~ 3 200 m 之间。

### 3.2 羚牛和鬃羚春季对栖息地因子利用性比较

通过计算分析羚牛与鬃羚对植被的 Vanderploge & Scavia 选择指数发现:羚牛春季最喜欢在箭竹针叶林活动,其次是针阔混交林,回避云南松林、杜鹃针叶林和高山灌丛草甸;而鬃羚春季选择的范围扩大,最喜爱针阔混交林,其次是箭竹针叶林,回避云南松林、杜鹃针叶林和高山灌丛草甸(表 1)。

通过对另外 9 个量化因子的判别分析发现,春季羚牛与鬃羚之间对 9 个栖息地因子的利用有显著性差异( $F = 2.803$ ,  $df_1 = 45$ ,  $df_2 = 6\ 421.265$ ,  $P < 0.01$ ;  $\chi^2 = 20.691 > \chi^2_{P=0.05} = 16.92$ ,  $df = 9$ )。其中,在 61 个样方中,74.4% (29/39) 正确判别为羚牛的,72.8% (16/22) 正确判别为鬃羚的,对二者生境利用差异贡献较大的因子有水源、坡度和坡向等。通过分别对每

表 1 羚牛和鬃羚冬、春、夏季对植被的选择性

Table 1 Vegetations selectivity of *Budorcas taxicolor* and *Capricornis sumatraensis* in winter, spring and summer in Cibagou Nature Reserve, Tibet

季节 Season	植被类型* Vegetation type	$P_i$	$r_i$		$E_i$		选择性 Selectivity**	
			羚牛 Takin	鬃羚 Serow	羚牛 Takin	鬃羚 Serow	羚牛 Takin	鬃羚 Serow
冬季 Winter	PF	12	0	0	- 1.00	- 1.00	AD	AD
	TH	25	6	2	0.17	- 0.15	PR	AD
	FCF	70	20	25	0.26	0.53	PR	PR
	RCF	56	18	6	0.31	- 0.01	PR	AD
	AMS	24	0	0	- 1.00	- 1.00	AD	AD
春季 Spring	PF	12	1	1	- 0.32	- 0.16	AD	AD
	TH	25	6	7	0.20	0.42	PR	PR
	FCF	70	26	11	0.40	0.16	PR	PR
	RCF	56	6	3	- 0.20	- 0.36	AD	AD
	AMS	24	0	0	- 1.00	- 1.00	AD	AD
夏季 Summer	PF	12	0	0	- 1.00	- 1.00	AD	AD
	TH	25	0	5	- 1.00	0.20	AD	PR
	FCF	70	1	15	- 0.77	0.23	AD	PR
	RCF	56	11	12	0.29	0.26	PR	PR
	AMS	24	8	1	0.51	- 0.53	PR	AD

\* PF, TH, FCF, RCF 和 AMS 分别是云南松林、针阔混交林、箭竹针叶林、杜鹃针叶林和高山灌丛草甸的英文缩写; \*\* PR 和 AD 分别表示喜爱和避开。

\* PF, TH, FCF, RCF and AMS are the abbreviations of the *Pinus yunnanensis* forest, *Theropencedrymion*, *Fargesia*-coniferous forest, *Rhododendron*-coniferous forest and Alpine meadow and shrub respectively. \*\* PR and AD are the abbreviations of the preference and avoidance respectively.

表 2 羚牛和鬃羚在冬春夏 3 个季节的两两统计检验

Table 2 Mann-Whitney U test between *Budorcas taxicolor* and *Capricornis sumatraensis* among three seasons in Cibagou Nature Reserve, Tibet

变量 Variable	冬季 Winter			春季 Spring			夏季 Summer		
	Mann-Whitney U	Z	P	Mann-Whitney U	Z	P	Mann-Whitney U	Z	P
海拔 Altitude	542.5	- 1.889	0.059	343.5	- 1.285	0.199	50.5	- 5.130	0.000
坡度 Slope degree	693.0	- 0.344	0.730	270.5	- 2.391	0.017	235.0	- 1.746	0.081
坡向 Aspect	665.0	- 0.629	0.529	285.5	- 2.160	0.031	320.5	- 0.175	0.861
离水源的距离 Distance from water	638.5	- 0.901	0.367	215.5	- 3.208	0.001	315.0	- 0.275	0.783
郁闭度 Canopy cover	669.5	- 0.582	0.560	426.0	- 0.045	0.964	176.5	- 2.840	0.005
乔木密度 Shelter	647.5	- 0.808	0.419	363.0	- 0.992	0.321	114.5	- 3.956	0.000
隐蔽度 Arbor density	700.5	- 0.263	0.793	355.0	- 1.114	0.265	122.0	- 3.855	0.000
灌木密度 Shrub density	717.5	- 0.088	0.930	346.0	- 1.258	0.208	269.5	- 1.133	0.257
箭竹密度 Bamboo density	655.0	- 0.832	0.406	349.5	- 1.238	0.216	201.5	- 2.967	0.003

个数量化因子进行 Mann-Whitney U 检验(表 2), 发现羚牛与鬃羚春季对坡度、坡向和水源距离 3 个因子的利用差异达到显著水平或极显著水平。对比发现,在坡度上,羚牛春季主要选择中

等坡度,鬃羚选择平缓坡;在坡向上,羚牛多选择西坡(225°~ 315°)和南坡(135°~ 225°),而鬃羚主要选择南坡;在水源距离上,羚牛活动范围选择距离水源较远的地方,而鬃羚活动范围距

离水源较近的地方。

**3.3 羚牛和鬃羚夏季对栖息地因子利用性比较** 通过计算分析羚牛与鬃羚对植被的 Vanderploeg & Scavia 选择指数发现:在夏季,羚牛最喜欢高山灌丛草甸,其次是杜鹃针叶林;而鬃羚选择的范围进一步扩大,喜爱针阔混交林、箭竹针叶林和杜鹃针叶林,回避高山草甸地区和云南松林(表 1)。

通过对另外 9 个数量化因子的判别分析发现,夏季,羚牛与鬃羚之间对 9 个栖息地因子的利用没有显著性差异 ( $F = 4.135$ ,  $df_1 = 45$ ,  $df_2 = 5369.223$ ,  $P < 0.01$ ;  $\chi^2 = 38.126 > \chi^2_{P=0.01} = 21.67$ ,  $df = 9$ ), 在 53 个样方中, 80% (16/20) 正确判别为羚牛的, 90.9% (29/33) 正确判别为鬃羚的, 对二者栖息地利用差异贡献较大的因子有海拔、隐蔽度、箭竹密度、乔木密度和郁闭度等。通过分别对每个数量化因子进行 Mann-Whitney  $U$  检验(表 2), 发现羚牛和鬃羚在海拔、隐蔽度、郁闭度、乔木密度和箭竹密度 5 个因子的利用上达到了极显著差异。在海拔上, 羚牛夏季选择高海拔地区 ( $> 3400$  m), 而鬃羚主要选择中低海拔 (2200 ~ 3300 m); 在郁闭度上, 夏季羚牛选择开阔的地方, 而鬃羚对较为郁闭的地方利用较多; 在隐蔽度上, 羚牛选择视野开阔的地方 ( $> 30$  m), 而鬃羚选择视野隐蔽的地方 (0 ~ 19 m); 在乔木密度上, 羚牛选择树木稀疏的地方 (0 ~ 4 株/样方), 而鬃羚选择树木较密的地方 (10 ~ 14 株/样方); 在箭竹密度上, 羚牛选择没有竹子的地方, 鬃羚选择竹子较为稀疏的地方。

## 4 讨论

竞争排斥原理认为, 生态上相同的两个物种不能在同一地区内共存, 如果生活在同一地区内, 由于剧烈竞争, 它们之间必然出现栖息地、食性、活动时间或其他特征上的生态位分化<sup>[11]</sup>, 并且由于相互竞争, 导致其微生境利用方式存在种间差异<sup>[2]</sup>。羚牛和鬃羚同域分布在西藏慈巴沟自然保护区, 具有不同的迁移习性、集群模式、食物和取食方式<sup>[12, 13]</sup>。

冬季是资源短缺的季节, 偶蹄类生存空间会受到很大的压缩。慈巴沟自然保护区的羚牛和鬃羚冬季在空间上具有很大的重叠, 对栖息地利用方式也具有很大相似性。但羚牛对分布在中高海拔的杜鹃针叶林选择性最大, 而鬃羚对分布在中低海拔的箭竹针叶林选择性最大, 这样的差别可能是羚牛与鬃羚冬季共存机制之一, 即通过海拔及植被上的不同选择, 避免空间上的直接接触。除此之外, 属于广食性动物的羚牛, 能够耐受低质量的食物, 加上羚牛的运动能力强, 取食地要求不太专一<sup>[14]</sup>, 能在杜鹃针叶林内以各种枝条、树叶、树皮等为食, 而孤居的鬃羚对食物选择性相对较小, 对取食地选择也较为专一, 主要在箭竹针叶林内取食, 对食物种类的不同选择可能是羚牛和鬃羚冬季减缓直接竞争的适应。所以, 羚牛和鬃羚在食物短缺的冬季在小尺度上具有相似的因子选择, 但在大尺度上和食物种类上差别较大, 这可能是它们冬季共存的原因。

从冬季后期或春季开始, 慈巴沟自然保护区高海拔处积雪逐渐增多, 而低海拔处植物开始换青, 羚牛和鬃羚都有下迁的趋势, 这一点与四川省青川县唐家河自然保护区的研究不同<sup>[15]</sup>。此间, 羚牛与鬃羚在空间的重叠增加, 对植被的选择比春季接近。但它们对其他因子的选择性差异有所增加, 如坡度、坡向和水源距离, 这可能说明羚牛与鬃羚尽管在空间植被大尺度因子及食物种类选择上接近, 但对小尺度因子的选择分化较大, 这种微生境差异是二者共存的适应。除此之外, 在这个季节, 野外观察发现羚牛的取食时间为 11:00 ~ 18:00 时<sup>[13]</sup>, 而鬃羚则在晨昏活动<sup>[16]</sup>, 这也说明取食时间的不同可能是它们春季减少直接竞争的行为适应。

5 月中旬之后, 慈巴沟自然保护区的羚牛全部上迁到 3800 m 以上的高海拔地区, 主要

Groves P, Wu J. A social ungulate in dense habitat: group size and habitat use of the golden takin. *Proc. 2<sup>nd</sup> world conf. Mt. Ungulates* 1998, 47 ~ 58.

活动在高山灌丛草甸,主要以新发嫩草为食,小部分时间到林线附近的杜鹃针叶林活动,而鬃羚的垂直活动范围虽然有所扩大,但远低于林线高度。这样它们在垂直空间上脱离了接触,没有了直接的竞争。数据对比也发现,夏季鬃羚对大多数因子选择范围都高于冬春,这也说明了羚牛冬春季的竞争对鬃羚栖息地的压缩。

限于研究区域地势险要和行走极其困难,本次研究设置样方总量偏少,对样方内动物活动痕迹的检查频次较少,未获得秋季相关数据,这些限制了对两种动物共存机制的深入分析和探求,对此,需要未来研究进一步深化。

**致谢** 本研究得到国际野生生物保护学会(WCS) George B Schaller 博士的指导和帮助,调研过程中承蒙西藏自治区林业厅、林芝地区林业局、察隅县林业局和慈巴沟自然保护区工作人员的积极协助,在此深表感谢。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 赵晓爱,赵亮,康玲.生态群落物种共存的进化机制.生物多样性,2001,9(1):8~17.
- [ 2 ] Morrison M L, Marcot B G, Mannan R W. Wildlife Habitat Relationships: Concepts and Application. Wisconsin: The University of Wisconsin Press, 1992, 3~15.
- [ 3 ] Putman R J. Competition and Resource Partitioning in Temperate Ungulate Assemblies. London: Chapman and Hall, 1996.
- [ 4 ] Bagchi S. Assembly rules in large herbivores: a null model analysis of local and regional diversity patterns of ungulates in dry tropical forests of western India. 动物学报, 2006, 52(4): 634~640.
- [ 5 ] Hemani M R, Watkinson A R, Dolman P M. Population densities and habitat associations of introduced muntjac *Muntiacus reevesi* and native roe deer *Capreolus capreolus* in a lowland pine forest. *Forest Ecology and Management*, 2005, 215: 224~238.
- [ 6 ] Borkowski J, Ukalska J. Winter habitat selection by red and roe deer in pine-dominated forest. *Forest Ecology and Management*, 2008, 255: 468~475.
- [ 7 ] 李玉柱, 萧前柱, 陈化鹏. 黑龙江省胜山林场冬季驼鹿、马鹿和狍的种间关系. 兽类学报, 1992, 12(2): 110~116.
- [ 8 ] 于孝臣, 秋岩明, 宁波. 原麝和斑羚冬季种间关系的研究. 林业科技, 2000, 25(2): 41~44.
- [ 9 ] González G. Seasonal fluctuations in the spatial distribution of chamois and moufflons on the Carlit Massif, Pyrenees. In: Lovari S ed. *The Biology and Management of Mountain Ungulates*. London: Croom Helm Ltd, 1985, 117~123.
- [ 10 ] 吴鹏举, 张恩迪. 西藏慈巴沟自然保护区鬃羚生境选择的季节性变化. 兽类学报, 2004, 24(1): 6~12.
- [ 11 ] 孙儒泳. 动物生态学原理. 北京: 北京师范大学出版社, 1996, 1~317.
- [ 12 ] 吴鹏举. 藏东南察隅河上游流域大中型兽类动物资源现状和保护. 自然资源学报, 2006, 21(4): 584~589.
- [ 13 ] 吴鹏举, 张恩迪. 西藏慈巴沟自然保护区羚牛集群现象初探. 四川动物, 2006, 25(3): 516~518.
- [ 14 ] 曾治高, 宋延龄, 钟文勤等. 秦岭羚牛的食性. 动物学杂志, 2001, 36(3): 36~44.
- [ 15 ] 吴华, 胡锦鑫. 四川唐家河羚牛、鬃羚、斑羚春冬季生境选择比较研究. 生态学报, 2001, 21(10): 1628~1634.
- [ 16 ] 陈壁辉. 鬃羚的生态调查. 动物学杂志, 1979, 14(3): 5~7.