

甘肃东大山自然保护区岩羊生态行为的初步观察

闫永峰^{①②} 王留臣^① 朱杰^③ 倪自银^③ 雒天伟^③ 刘迺发^{①*}

(①兰州大学生命科学学院 兰州 730000;②商丘师范学院生物学系 河南 商丘 476000;

③祁连山国家级自然保护区东大山林场 甘肃 张掖 734000)

摘要 :2004年7月和8月,通过样线调查、野外直接跟踪观察和瞬间取样的方法,对东大山自然保护区岩羊(*Pseudois nayaur*)的种群结构和生态行为进行了初步研究。在观察到的720只岩羊中,719只组成了50个群,最大的群82只,最小的群2只,平均群大小(14.38 ± 15.83)只($n = 50$)。雌雄性比为1:0.63,成年雌体、亚成体和幼体之比是1:0.4:0.24。岩羊的昼间活动中,上午和下午各有一个瞬间觅食高峰,分别在6:30和15:30时,中午有一段较长时间的休息期。通过对一个46只岩羊群连续12 d的野外跟踪观察,发现该岩羊群昼间的活动范围基本上在1.47 km²内。对152个自然死亡的雄性岩羊头骨的分析表明,东大山雄性岩羊的自然死亡年龄在7.5~11.5龄,其中9.5龄是其自然死亡的高峰。

关键词 岩羊 种群结构 生态行为 年龄组成 甘肃 东大山自然保护区

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2006)04-53-07

Preliminary Study on Ecological Behavior of the Blue Sheep in Dongdashan Nature Reserve, China

YAN Yong-Feng^{①②} WANG Liu-Chen^① ZHU Jie^③ NI Zi-Yin^③ LUO Tian-Wei^③ LIU Nai-Fa^①

(① School of Life Science, Lanzhou University, Lanzhou 730000;

② Department of Biology Shangqiu Teachers College, Shangqiu 476000;

③ Dongdashan Forestry Centre of Management Bureau of Qilian Mountain National Nature Reserve, Zhangye 734000, China)

Abstract :Population structure and ecological behavior of the Blue Sheep (*Pseudois nayaur*) in Dongdashan Nature Reserve, Gansu Province of China, were observed with a modified focal and instantaneous sampling method from 12 July and 26 August 2004. Total of 720 Blue Sheep were accumulatively observed. The average herd size was 14.38 ± 15.83 ($n = 50$, range 2 – 82). The ratio of adult females to males was 1:0.63, and the ratio of adult females to sub-adult to young was 1:0.40:0.24. The Blue Sheep showed two instantaneous peaks of feeding activity in early morning (6:30) to afternoon (15:30) respectively. A resting time occurred around noon (12:00 – 14:00). The active range of a group with 46 individuals was as large as 1.47 km² in a period of 12-days at the study area. Based on the analysis of 152 male skulls, the majority of dead males occurred when they are 7.5 – 11.5 years old, with a peak of 9.5 years old.

Key words :Blue Sheep (*Pseudois nayaur*); Population structure; Ecological behavior; Age structure; Gansu; Dongdashan Nature Reserve

岩羊(*Pseudois nayaur*),又称石羊、崖羊、蓝羊和青羊。隶属于偶蹄目(Artiodactyla)牛科(Bovidae)羊亚科(Caprinae),是国家Ⅱ级重点保护动物。国内主要分布于青藏高原及其毗邻地区,包括西藏、云南、四川、青海、甘肃、宁夏、

陕西和内蒙古等^[1],国外见于尼泊尔、巴基斯

* 通讯作者, E-mail: naifaliu@sohu.com;

第一作者介绍 闫永峰,男,博士研究生,副教授,主要从事动物生态学研究, E-mail: yanyf01@sina.com。

收稿日期:2005-12-30,修回日期:2006-04-25

坦、印度和克什米尔^[2,3]。国内外学者主要对尼泊尔^[3-10]、印度^[11,12]、中国的青藏高原^[13-16]、新疆^[17,18]、宁夏贺兰山^[19-33]等地岩羊的生态、保护及管理方面进行了一些研究。邓强^[34]和刘振生^[35]还分别研究了圈养状态下岩羊的繁殖行为和冬季昼间的行为及活动规律。甘肃省东大山自然保护区作为岩羊和甘肃马鹿(*Cervus elaphus kansuensis*)的国际狩猎场,有着丰富的岩羊资源,但迄今尚未见到有关东大山自然保护区岩羊的研究报道。为了更好地保护、管理和利用东大山的岩羊资源,笔者于2004年7月12日至8月26日对东大山岩羊的种群结构和生态行为进行了初步的观察。

1 研究区域概况

东大山自然保护区(图1)位于东经100°45'~100°51',北纬39°00'~39°04'之间。东连龙首山,西望合黎山,北临平山湖草原和阿拉善荒漠,南以张掖盆地与祁连山相望。南北宽约7 km,东西长约9 km。总面积约52 km²。山顶平坦,边缘陡峭,山区各沟道因长期剧烈的切割作用形成高山深谷地形。海拔高度2 200~3 660 m。一般坡度30°左右。东大山气候垂直变化明显,山麓带属于干旱荒漠气候,森林带属半湿润的森林草原气候,林线以上属高寒草甸气候。年降水量200 mm左右,年蒸发量大于2 000 mm。

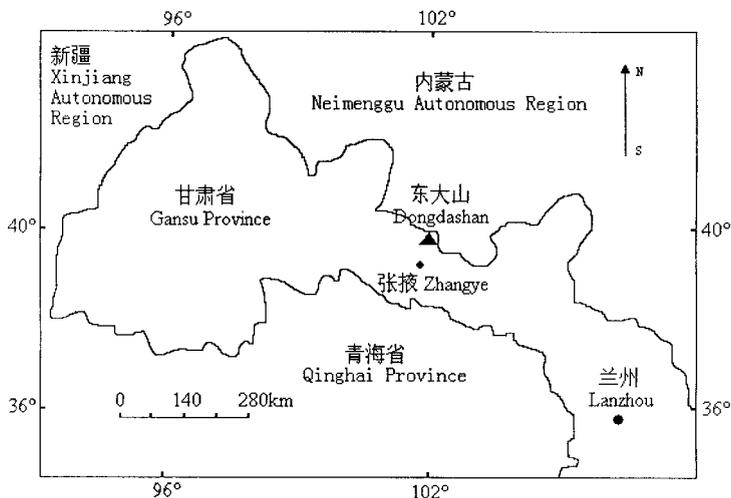


图1 东大山自然保护区地理位置图

Fig.1 The location of Dongdashaan

年平均温度7℃左右,年平均相对湿度52%,无霜期只有4个月左右。东大山的植被分布可参考文献[36]。

2 研究方法

2.1 数据采集 岩羊的种群结构通过样线调查完成,步行速度为1.0~2.0 km/h。发现岩羊后,用20×50和30×望远镜观察,并记录岩羊群的大小、活动地点、时间及海拔高度。根据岩羊的体形和毛色、角的形状和大小,把岩羊分为成雄、成雌、亚成体和幼体,其各自的划分标准

参照王小明的方法^[20]。

采用野外直接跟踪,用望远镜对东大山岩羊的行为和活动地点进行观察记录。采用瞬时扫描取样法^[37]对所观察到的岩羊用SONY DSC-F717数码相机(配增距镜)对岩羊进行多次拍照,记录岩羊的行为状态,以便对瞬间觅食率进行进一步的分析。拍照距离50~400 m。

瞬间觅食率的测定:在岩羊群不受外界惊扰(包括人、牧畜和天敌等)的情况下,每隔5 min对岩羊群进行一次拍照,以确定正在觅食的岩羊个体占该群体总数的百分比。利用数码

相机进行瞬时扫描取样,避免了人为观察记录的误差,而且可以在一瞬间记录多个个体甚至全部个体的活动状态。分析照片时,把头低于肩的岩羊认为是正在觅食的个体,而头高于肩的则认为是非觅食个体(走动或警戒),但正在吃树叶的认为是觅食状态,卧倒的个体认为是在休息状态。在做觅食率分析时,拍摄不清晰的照片不做统计,最后确定 163 张照片用于分析岩羊群的瞬间觅食率。统计照片时,按时间段进行分类,5:01~6:00 时间段的记为 5:30,6:01~7:00 的记为 6:30,以此类推。然后对每个时间段的照片数量用 Kolmogrov-Smirnov Z-test 检验数据是否符合正态分布。经检验符合正态分布,以每个时间段内所有照片的瞬间觅食率的平均数作为该时间段的瞬间觅食率。

活动范围的测定:采用野外直接跟踪,对一个 46 只的岩羊群白天的活动进行了连续 12 d 观察,每隔 2 h 标记一次岩羊的活动地点。标记时先记录下岩羊群所在地点的特征,并用数码相机拍下,待岩羊群离去后,再到该地用 GPS 测定经纬度,标记在保护区 1:25 000 的地图上,并在此地做上明显的标记。最后,在地图上把外围的标记点连成线,打开 GPS 的面积计算,沿外围标记点之间组成的线行走,计算出其面积。同一岩羊群的认定参数:数量、成幼比及部分岩羊身上特殊印记。

岩羊雄性头骨的来源:①护林员在巡山护林中捡到的岩羊头骨记录($n = 47$);②附近牧民放牧时拾到的($n = 59$);③东大山附近地区(张掖市甘州区、山丹县以及内蒙古阿拉善右旗等地)村民和其他人员收集作为装饰品的,且确定是来自于东大山的岩羊头骨($n = 38$);④在调查中发现的($n = 8$)。头骨跨越的时间段为 1997~2004 年。由于雌性岩羊的角较小,而且年轮重叠较大,很难从角上直接获得准确的年龄数据,因此,对岩羊生命表的研究主要集中在雄性^[26]。

岩羊头骨年龄的测定:采用羊亚科动物年轮法(Geist^[38],Bunnell^[39])进行年龄分析测定。

2.2 数据处理 原始数据的统计处理和绘图

采用 Microsoft Excel 工作表进行, Kolmogrov-Smirnov Z 检验和 Mann-Whitney U-检验等在 SPSS for Windows 12.0 上进行。

平均数采用 Mean \pm SD 表示,其中 Mean 为算术平均值,SD 为标准差。

3 结果与讨论

3.1 种群结构 调查中,共观察到岩羊 720 只,其中成年雌性个体 317 只,成年雄性个体 199 只,亚成体 127 只,幼体 77 只(图 2)。岩羊的雌雄性比是 1:0.63,成年雌体、亚成体和幼体之比是 1:0.4:0.24。成体、亚成体和幼体之比是 1:0.25:0.15。由 719 只组成了大小不等的 50 群(图 3),最大的群是 82 只,最小的是 2 只,平均(14.38 \pm 15.83)只。

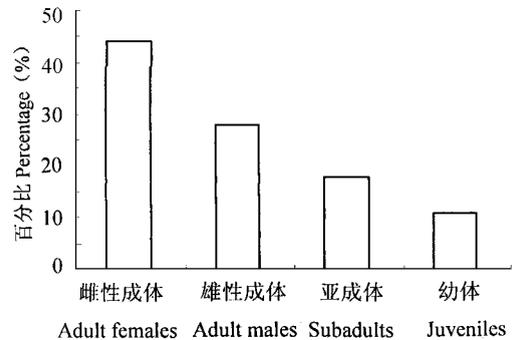


图 2 不同类型岩羊群的个体组成

Fig.2 The composition of the Blue Sheep herds in Dongdashan

东大山岩羊群的平均大小及最大群数目比任让军等^[16]在青海观察的平均数及最大群(平均 31 只,最大群 301 只)小;比 Schaller^[3]西藏羌塘的种群平均数(25.7 只)小,但比其最大群(52 只)要大,但均高于王小明等^[20]在贺兰山的调查结果(平均 5.6 只,最大群 30 只)。可以说东大山岩羊群的大小介于青海和贺兰山之间。集群是动物对自然环境的一种适应现象,有助于减轻捕食的压力^[40,41]。同时,偶蹄类动物在封闭不开阔的栖息环境中维持相对较小的群,而在环境开阔的地带容易聚集形成大群^[28]。青藏高原环境开阔,相反贺兰山却少有开阔地带,东大山则正好介于二者之间,说明岩

羊集群大小的影响因素与环境有很大的关系。但曹丽荣^[28]提出的岩羊集群的大小与观察到集群出现的频率成反比的现象,在东大山岩羊的观察中没有出现。这种差异是由于季节不同造成的还是由于地理差异造成的,有待于做进一步的研究。

东大山岩羊 1:0.63 的雌雄性比与青海^[16]的岩羊(1:0.5)大致相同,与王小明^[20]、梁云媚^[23]对贺兰山春季和夏季岩羊种群调查的雌

雄比(1:1.36, 1:1.2)均有很大差异,但接近于曹丽荣^[27]对贺兰山冬季的调查结果(1:0.73)。影响性比的因素很多,天敌捕食、猎捕、灾变性气候等都能影响岩羊的性比,甚至种群密度、营养、气温、降水量等等也可能会对动物的性比造成一定的影响^[27]。对于东大山来说,捕食压力不大、猎捕的现象也很少,是什么因素在影响着岩羊的性比,需要以后做进一步的研究。

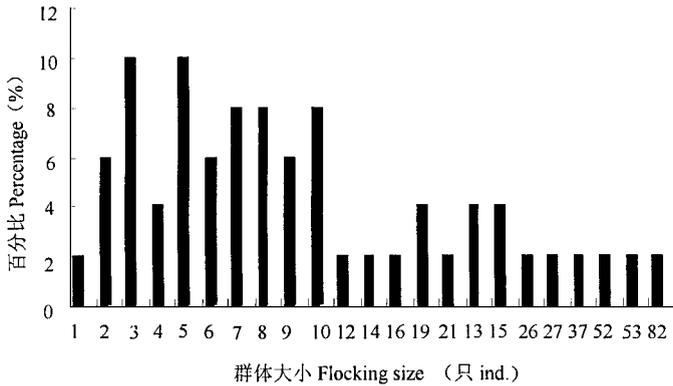


图3 不同大小岩羊群所占总数的百分比

Fig.3 Percentage of each herd sizes in Dongdashan

3.2 活动规律

3.2.1 瞬间觅食率的变化 瞬间觅食率在一天内各个时间段的变化结果见图4。一天之中,上午是 6:30 时的瞬间觅食率最高(91.2%),以后随时间而下降,到 13:30 时下降到最低(0.4%),下午是 15:30 觅食率最高(71%);12:00~14:00 时则是岩羊休息的时间,这一段期间岩羊多在山崖上栖息,一般不进食。观察发现,早上 5:00~6:00 时岩羊群多数处于运动状态,从夜宿栖息地去寻找合适的觅食栖息地;19:30 时之后亦处于运动中,去寻找合适的夜宿栖息地。从全天看,岩羊一天之中瞬间觅食率呈现一种下降的趋势。经过一夜的消化,胃内的食物消化排空,所以在早上找到合适的觅食地后,绝大多数岩羊都进入了取食状态。随着胃内食物的增多和对天敌警惕性的提高,其瞬间觅食率随时间的推移而下降。下午基本上也是一样,午间休息后有一个觅食高峰,然后

随时间而下降。但下午的瞬间觅食率总体上比上午小,这是因为中午的休息时间要短于夜间,进食的欲望没有上午强烈;另一方面,下午的干扰因素也多,所观察到的猛禽在岩羊群上空盘旋的情况多数发生在下午(7次中有5次),所以岩羊群下午的警戒性要高于上午。

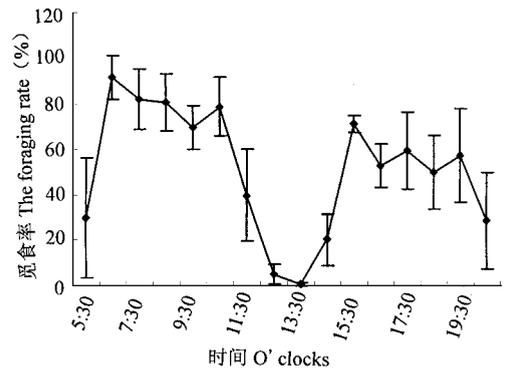


图4 一天内岩羊瞬间觅食率随时间的变化

Fig.4 The instantaneous foraging rate of the Blue Sheep during the day time

这个结果与王小明^[20]所分析的结果基本相同,特别是上午的觅食率都呈一种下降的趋势。下午的觅食走向则与其稍有不同,王小明的研究结果是下午岩羊的觅食活动呈上升趋势,到 19 00 时左右达到高峰。这种差异是研究方法造成的还是两个研究地点岩羊本身的差异,或者是由于观察季节不同造成的,有待于做进一步的研究。

3.2.2 活动范围 对一个 46 只的岩羊群白天的活动进行了连续 12 d 的观察。这是一个混合群,其中雌性 26 只,雄性 10 只,亚成体 7 只,幼体 3 只。对其活动范围标记测量的结果为 1.47 km²。其分布形状见图 5 (图中阴影部分),包括两处季节性水源、多个觅食区和山崖,其活动的线路经过草坡、灌丛地、灌木林地、稀疏林地和山崖。在 12 d 的观察中,曾经有 2 个上午

和 1 个下午未见到该群岩羊在这个区域活动。另外在 3 个下午,有一个 10 只的雄性群在此区域内活动,一次是在山坡的另一边觅食,两次是边觅食边走到此群的附近,最近的距离约有 20 m,但并没有合成一群,并在天黑之前离去。

任青峰^[32]报道,岩羊的活动范围比较固定,考察时在一定的地区观察到的总是同一群岩羊在活动。这次的调查证实了岩羊群昼间的活动确有一定的范围。在测量面积时未考虑山坡的因素,测量的结果基本上接近于平面图上的测量结果,如果把山坡坡度的因素考虑进去的话,那么该群岩羊的活动范围是要远大于 1.47 km² 的。东大山自然保护区 2002 年以来进行了大量的牧业围栏,岩羊这种固定的活动范围是由于牧业围栏造成的,还是其固有的特征,有待于做进一步的研究。

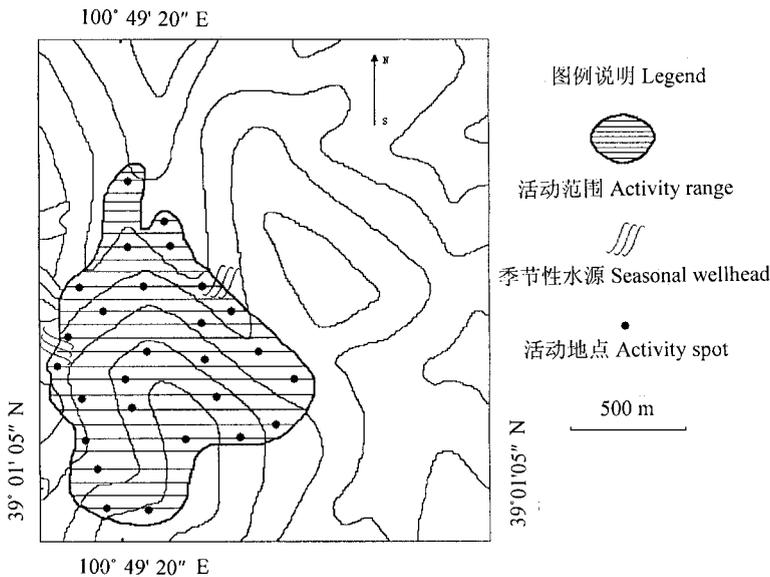


图 5 一个岩羊群的活动范围

Fig.5 The activity range of a Blue Sheep herds

3.3 避敌行为 调查中,共观察到 7 次岩羊群发现猛禽的反应。其中 4 次为雌幼群,2 次为混合群,1 次为雄性群。7 次中有 6 次(占 86%)岩羊群的大小(分别为 3 只、6 只、7 只、9 只、12 只)低于平均群的大小(14.38 只);1 次(占 14%)大于平均群大小,为 16 只。

在岩羊群休息、饮水或觅食的时候,总有一

只体格强壮的岩羊作为“警戒羊”,警戒羊一般站在羊群附近的高处,不停的环视四周和天空,发现天敌或人接近时,即发出一种长而急的“哨音”。听到警戒哨音,羊群即停止觅食,休息的个体也立即站立,昂首翘望或环顾四周。警戒羊领头先跑,其余个体紧随其后。在 7 次出现猛禽的情况中,有 4 次岩羊群是奔跑 to 附近的

山崖上,顺山崖逃走或是在山崖乱石上停留观望;两次是奔跑进入灌木林地或稀疏林地;一次是跑向沟底的乱石堆,然后顺沟底的山崖边逃走。

3.4 自然死亡种群的年龄组成 由于东大山盗猎情况很少,所以在野外拾到的岩羊头骨均可认为是自然死亡的个体,多数是在冬末春初时由于食物不足而导致死亡。对收集及记录下的 152 个雄性头角,进行年龄分析的结果表明:亚成体(4.5 龄以下)占 7.24%,壮年期个体(5.5~9.5 龄)占 59.21%,老年个体(10.5 以上)占 33.55%。死亡率超过 10% 的依次是 9.5 龄(21.71%),10.5 龄(17.76%),8.5 龄(15.13%)。结果见图 6。

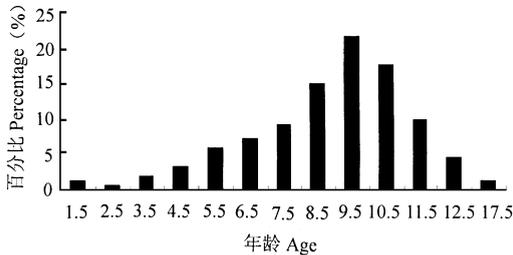


图 6 雄性岩羊自然死亡年龄分布图

Fig. 6 Age distribution of the natural death of the males

东大山雄性岩羊不同年龄组的死亡率,亚成体(7.24%),壮年期(59.21%),老年期(33.55%),与任让军^[16]对青海岩羊的调查结果(3.7%,75%,21%),及梁云媚^[23]对贺兰山岩羊的调查结果(4.8%,75.8%,19.4%)均有所不同,但 Mann-Whitney U-检验结果表明,东大山与二者之间的差异并不显著($P > 0.05$)。东大山岩羊老年期个体的死亡率增加,说明东大山具较好的自然条件和较小的捕食压力,使岩羊的存活年龄有所提高。从图 6 可以看出,东大山雄性岩羊的死亡主要集中在 7.5~11.5 龄(占 73.68%),这与尼泊尔的 Manang、Dhorpatan、巴基斯坦的 Shey、以及青海和贺兰山^[3,4,7,16,20,23]的调查结果也有所不同,大约向后推迟了 2 龄,但死亡高峰仍然是 9.5 龄。可以认为 7.5~11.5 龄是东大山岩羊的自然死亡年龄,其中 9.5 龄

是其自然死亡的高峰。另外,据牧民反应,在捡拾岩羊头骨时,由于太小的头骨价值不大,同时在野外不易保留下来和被人发现,所以 2 龄以下岩羊的死亡率可能要高于统计的数据,这还有待于做进一步的调查。

致谢 在研究中得到了东大山自然保护区管理站副站长沈海岗,林业派出所所长李刚,护林员任文俊、陈峰、张生年、张立飞、王建龙、玛毛、高文斌、曹多智、郝武年、闫斌、章文刚等以及附近牧民与朋友的大力协助和帮忙,并提供了一些资料,陕西师范大学于晓平教授对文章进行了指导,在此深表感谢。

参 考 文 献

- [1] 王应祥. 中国哺乳动物种和亚种分类名录与分布大全. 北京: 中国林业出版社, 2003, 135.
- [2] 谭邦杰. 哺乳动物分类名录. 北京: 中国医学出版社, 1990, 431.
- [3] Schaller G M. Mountain Monarchs: Wild Sheep and Goats of the Himalaya. Chicago: University of Chicago Press, 1977, 425.
- [4] Wegge P. Aspects of the population ecology of blue sheep in Nepal. *J Asian Ecology*, 1979, 1: 10~20.
- [5] Oli M K, Rogers M E. Seasonal pattern in group size and population composition of blue sheep in Manang, Nepal. *J Wildl Manage*, 1996, 60(4): 797~801.
- [6] Wilson P. Ecology and habitat utilization of blue sheep *Pseudois nayaur* in Nepal. *Biological Conservation*, 1981, 21: 55~74.
- [7] Oli M K. Seasonal patterns in habitat use of blue sheep *Pseudois nayaur* (Artiodactyla, Bovidae) in Nepal. *Mammalia*, 1996, 60(2): 187~193.
- [8] Schaller G. Wildlife of the Tibetan Steppe. Chicago: University of Chicago Press, 1998, 373.
- [9] Wilson P. Aspects of reproductive behavior of Bharal (*Pseudois nayaur*) in Nepal. *Z Saugetier*, 1984, 49: 36~42.
- [10] Shrestha R, Wegge P, Koirala R A. Summer diets of wild and domestic ungulates in Nepal Himalaya. *J Zool Lond*, 2005, 266: 111~119.
- [11] Namgail T, Fox J L, Bhatnagar Y V. Habitat segregation between sympatric Tibetan argali *Ovis ammon hodgsoni* and blue sheep *Pseudois nayaur* in the Indian Trans-Himalaya. *J Zool Lond* 2004, 262: 57~63.
- [12] Mishra C, Van Wieren S E, Kenter P, et al. Competition

- between domestic livestock and wild Bharal *Pseudois nayaur* in the Indian Trans-Himalaya. *J Appl Ecol* 2004 **41**: 344 ~ 354.
- [13] Harris R B ,Loggers C O. Status of Tibetan plateau mammals in Yemiugou ,China. *Wildlife Biol* 2004 **10**(2): 91 ~ 99.
- [14] Harris R B ,Miller D J. Overlap in summer habitats and diets of Tibetan Plateau ungulates. *Mammalia* ,1995 **59**: 197 ~ 212.
- [15] Lu X ,Jackson R ,Wang Z. Herd characteristics and habitat use of a blue sheep population in the Qomolangma Nature Reserve. In : Fox J ,Du J eds. Proceeding of the Seventh International Snow Leopard Symposium. Seattle : International Snow Leopard Trust ,1994 97 ~ 103.
- [16] 任让军 余玉群. 青海省玉树、果洛州岩羊的种群及生命表初探. 兽类学报 ,1990 **10**(3): 189 ~ 193.
- [17] 罗宁 ,谷景和. 阿尔金山西段的岩羊资源及其狩猎利用问题的探讨. 见 : 谷景和编. 新疆动物研究. 北京 : 科学出版社 ,1991 ,16 ~ 20.
- [18] Schaller G B ,Li H ,Talipu ,et al. Status of large mammals in Taxkorgan Reserve ,Xinjiang ,China. *Biological Conservation* , 1987 **42** 53 ~ 71.
- [19] 王小明 ,唐绍祥 ,李明. 贺兰山的岩羊. 大自然 ,1996 **6**: 21 ~ 22.
- [20] 王小明 ,李明 ,唐绍祥等. 春季岩羊种群生态学特征的初步研究. 兽类学报 ,1998a **18**(1): 27 ~ 33.
- [21] 王小明 ,刘志霄 ,徐宏发等. 贺兰山岩羊种群生态及保护. 生物多样性 ,1998b **4**(1): 1 ~ 5.
- [22] 任青峰 ,郭宏玲 ,李志刚等. 宁夏岩羊的数量与资源利用. 宁夏农林科技 ,1999 (增刊) 38 ~ 42.
- [23] 梁云媚 ,王小明. 贺兰山岩羊的生命表和春夏季节社群结构的研究. 兽类学报 ,2000 **20**(4): 258 ~ 262.
- [24] 吕海军 ,李志刚 ,翟昊等. 中德合作宁夏贺兰山封山育林育草项目区岩羊监测调查. 宁夏农林科技 ,2000 (增刊): 15 ~ 18.
- [25] 余玉群 ,郭松涛 ,白庆生等. 贺兰山岩羊种群结构的季节性变化. 兽类学报 ,2004 **24**(3): 200 ~ 204.
- [26] 王小明 ,刘振生 ,李新庆等. 贺兰山雄性岩羊种群两个时期生命表的比较. 动物学研究 ,2005 **26**(5): 467 ~ 472.
- [27] 曹丽荣 ,刘振生 ,王小明等. 春冬两季贺兰山岩羊集群特征的比较. 动物学杂志 ,2005a **40**(2): 28 ~ 31.
- [28] 曹丽荣 ,刘振生 ,王小明等. 贺兰山保护区冬季岩羊集群特征的初步分析. 兽类学报 ,2005b **25**(2): 200 ~ 204.
- [29] 刘振生 ,曹丽荣 ,王小明等. 贺兰山岩羊冬季对卧息地的选择. 兽类学报 ,2005 **25**(1): 1 ~ 8.
- [30] 刘振生 ,王小明 ,李志刚等. 贺兰山岩羊冬春季取食生境的比较. 动物学研究 ,2005 **26**(6): 580 ~ 589.
- [31] 刘振生 ,曹丽荣 ,王小明. 宁夏贺兰山岩羊种群的管理与保护. 野生动物 ,2004 **25**(1): 56.
- [32] 任青峰 ,李香兰 ,张惠玲等. 岩羊行为的初步研究. 宁夏农学院学报 ,1999 **20**(1): 19 ~ 26.
- [33] 刘振生 ,王小明 ,李志刚等. 贺兰山岩羊不同年龄和性别昼间时间分配的季节差异. 动物学研究 ,2005 **26**(4): 350 ~ 357.
- [34] 邓强. 岩羊的繁殖行为学研究. 动物科学与动物医学 , 2000 **17**(3): 29 ~ 30.
- [35] 刘振生 ,王小明 ,曹丽荣. 圈养条件下岩羊冬季昼间的行为及活动规律. 东北林业大学学报 ,2005 **33**(1): 41 ~ 43 51.
- [36] 常城 ,刘遵发 ,王香亭. 暗腹雪鸡青海亚种活动规律及雏鸟羽毛生长和成体秋季换羽. 甘肃科学学报 ,1994 **6**(1): 77 ~ 81.
- [37] Altman J. Observational study of behavior. Sampling methods. *Behavior* ,1974 **49** 227 ~ 267.
- [38] Geist V. Validity of horn segment counts in aging big horn sheep. *J Wildl Manage* ,1966 **30** 634 ~ 635.
- [39] Bunnell F. Horn growth and population quality in Dall's sheep. *J Wildl Manage* ,1978 **42**: 764 ~ 775.
- [40] 孙儒泳. 动物生态学原理(第三版). 北京 : 北京师范大学出版社 ,2001 265 ~ 314.
- [41] 尚玉昌. 行为生态学. 北京 : 北京大学出版社 ,1998 ,141 ~ 168.