

## 贺兰山岩羊 (*Pseudois nayaur*) 集群特征的季节变化

刘振生<sup>1</sup>, 李新庆<sup>2</sup>, 王小明<sup>3,\*</sup>, 李志刚<sup>4</sup>, 胡天华<sup>4</sup>, 翟昊<sup>4</sup>

(1. 东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨 150040; 2. 东莞中学松山湖学校, 东莞 523808;  
3. 华东师范大学生命科学学院, 上海 200062; 4. 宁夏贺兰山国家级自然保护区管理局, 银川 750021)

**摘要:** 2004 年 11 月 ~ 2005 年 10 月, 在贺兰山对岩羊 (*Pseudois nayaur*) 的集群行为进行了研究, 将其集群类型划分为雌性群、雄性群、雌雄群、母仔群、混合群和独羊 6 种类型。共观察到岩羊 1 023 群次, 计 4 866 只次, 平均群大小为 (4.86 ± 2.54) 只, 最大的群为 51 只, 最小的为独羊。其中, 母仔群 459 群 (44.87%) 为最多的集群类型, 其余为混合群 (20.72%)、雄性群 (14.86%)、独羊 (9.09%)、雌雄群 (5.57%)、雌性群 (4.89%)。母仔群出现的频次在 4 个季节均最高, 除母仔群外, 春季雄性群出现的频次最高, 而夏、秋、冬季都是混合群出现的频次最高, 不同类型集群出现频次的季节间差异极显著。在 4 个季节中都以 2 ~ 5 只的群居多, 其出现的频次占各季节群数 50% 以上, 不同季节群大小差异极显著, 而不同集群类型群大小季节间不存在显著差异。除独羊外, 不同季节混合群大小差异极显著, 母仔群、雌性群大小差异显著, 而雄性群、雌雄群大小无显著差异。研究结果显示, 贺兰山岩羊集小群是其显著特点, 随着季节的变化, 其集群类型、集群大小均会发生一定的变化。

**关键词:** 岩羊; 集群类型; 集群大小; 贺兰山

文章编号: 1000-0933(2009)06-2782-07 中图分类号: Q145, Q958 文献标识码: A

## Seasonal variations in group types and sizes of blue sheep (*Pseudois nayaur*) in the Helan Mountains, China

LIU Zhen-Sheng<sup>1</sup>, LI Xin-Qing<sup>2</sup>, WANG Xiao-Ming<sup>3,\*</sup>, LI Zhi-Gang<sup>4</sup>, HU Tian-Hua<sup>4</sup>, ZHAI Hao<sup>4</sup>

1 College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

2 Dongguan Middle School-SSH School, Dongguan 523808, China

3 College of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China

4 Helan Mountain National Nature Reserve of Ningxia, Yinchuan 750021, China

*Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(6): 2782 ~ 2788.

**Abstract:** We studied group types and sizes of blue sheep (*Pseudois nayaur*) in the Helan Mountains from November 2004 to October 2005. Blue sheep groups were observed with KOWA 8 × 42 DCF binoculars and a KOWA TSN-824 M power spotting scope. Groups were classified as female, male, male-female, ewe-lamb, mixed groups, and solitary sheep. A total of 4 866 sheep belonging to 1 023 groups were observed, with a mean group size of 4.86 (SD = 2.54). The largest groups included 51 sheep and the smallest groups were solitary sheep. Ewe-lamb groups were the most frequently encountered, constituting 44.8% of total observations. Mixed-sex groups, male groups and solitary sheep made up 20.72%, 14.68%, and 9.09% respectively of total observations. Male-female and female groups made up 5.57% and 4.89% of total sheep classified. Ewe-lamb groups predominated in all seasons, but frequencies of observed group types varied seasonally ( $P < 0.001$ ). Male groups were more numerous in spring than in other seasons, whereas mixed groups were least in spring,

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目 (30470231、30670309); 中国博士后科学基金资助项目 (2005037496); 国家新世纪优秀人才支持计划 (NCET-08-0753); 国家科技支撑资助项目 (2008BADB0B04); 宁夏回族自治区林业局自选课题资助项目 (2004-01)

收稿日期: 2008-11-02; 修订日期: 2008-12-30

**致谢:** 野外工作得到宁夏贺兰山国家级自然保护区和内蒙古贺兰山国家级自然保护区员工的大力支持, Richard B. Harris 教授对文章写作给予悉心指导, 在此一并致谢。

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xmwang@ecnu.edu.cn

increasing through summer, autumn, and winter. Groups consisting of 2–5 individuals dominated in all seasons, and constituted 50% of total groups observed. Group sizes varied seasonally ( $P < 0.001$ ), but mean group size did not differ seasonally. There were significant seasonal variations in group sizes of mixed-sex ( $P < 0.001$ ), ewe-lamb ( $P < 0.05$ ), and female groups ( $P < 0.05$ ). Seasonal variations in sizes of male and male-female groups were not significant. Small herd sizes are characteristic of the blue sheep in the Helan Mountains.

**Key Words:** blue sheep (*Pseudois nayaur*); group type; group size; Helan Mountains

集群是动物适应特定时间、特定生存环境的行为,也是有蹄类动物的重要特征之一<sup>[1,2]</sup>。集群可以使有蹄类容易发现和逃避天敌,获取更多的资源和配偶,有利于繁殖和降低个体的被捕食风险<sup>[3-5]</sup>。然而,集群也会增加个体之间的竞争,增大疾病传播的机率,对个体和种群生存产生不利<sup>[6]</sup>。对有蹄类动物集群特征的研究有助于了解其种群特征和变化趋势<sup>[7,8]</sup>。因此,集群特征研究在有蹄类动物生态学研究占有重要地位<sup>[4]</sup>。

岩羊(*Pseudois nayaur*)是青藏高原分布最广、数量最多的集群生活的有蹄类之一<sup>[9,10]</sup>。国内外对岩羊集群特征的研究多集中于某些特定季节或集群特征与发情周期的关系<sup>[11-19]</sup>,因而难以深入探讨和分析岩羊的社群特征。为此,2004年11月~2005年10月在宁夏贺兰山国家级自然保护区和内蒙古贺兰山国家级自然保护区对岩羊进行了研究。

## 1 研究地区概况

贺兰山位于银川平原和阿拉善高原之间(北纬 $38^{\circ}21'$ ~ $39^{\circ}22'$ ,东经 $105^{\circ}44'$ ~ $106^{\circ}42'$ ),呈南北走向。贺兰山具有典型的大陆性气候特征,是荒漠与半荒漠草原之间的分界线,全年干旱少雨,气候变化大。年平均气温由下部的 $8.5^{\circ}\text{C}$ 向上递减,降至2900 m处的 $-0.8^{\circ}\text{C}$ ,年均降水量200~400 mm,年均蒸发量为2000 mm,年均无霜期170 d。贺兰山是典型温带山地森林系统,其植被垂直分布明显:山地草原带(1400~1600 m),山地疏林草原带(1600~2000 m),山地针叶林带(1900~3000 m),亚高山灌丛和草甸带(3000~3556 m)<sup>[20,21]</sup>。研究期间贺兰山地区气候条件平稳,没有出现异常和极端的气象条件。

## 2 研究方法

### 2.1 样线设置与调查

2004年11月~2005年10月在贺兰山马莲沟、黄旗沟、苏峪沟、插旗沟、大水沟、哈拉乌、古拉本、镇木关等地共设置样线32条,样线总长496.2 km。根据贺兰山基本上为南北走向的实际情况,分别在贺兰山东坡(宁夏贺兰山国家级自然保护区)设置23条样线,总长度366.9 km;在贺兰山西坡(内蒙古贺兰山国家级自然保护区)设置9条样线,总长度129.3 km,样线覆盖了贺兰山所有的植被类型。根据《宁夏百科全书》的季节划分,按春(4月11日~6月20日)、夏(6月21日~8月10日)、秋(8月11日~10月10日)、冬(10月11日~翌年4月10日)<sup>[22]</sup>4个季节进行调查,每个季节调查1次,样线调查通过步行完成,速度为1.5~2.5 km/h。为避免重复,每条样线走1次,只做单向记录。

借助日本生产KOWA 8×42 DCF双筒望远镜和KOWA TSN-824 M单筒望远镜进行观察,记录岩羊性别、年龄、集群的大小和类型。群的定义参照L'heureux等<sup>[23]</sup>,即将在50 m范围内活动的个体视为一群。根据岩羊体形和毛色以及角的形状和大小,可区分出幼体、亚成体、成年雌性和成年雄性<sup>[15]</sup>,参照Oil和Rogers<sup>[13]</sup>、王小明等<sup>[15]</sup>、李新庆等<sup>[19]</sup>将集群类型划分为雄性群(2只或2只以上成年雄性)、雌性群(2只或2只以上成年雌性)、雌雄群(2只或2只以上成年雄性和雌性)、母仔群(母羊、亚成体和/或幼体)、混合群(成年雌性、雌性、亚成体和/或幼体)和独羊(单个个体)。

### 2.2 数据处理

采用SPSS15.0进行统计分析,不同类型集群出现的频次差异、不同类型集群出现频次的季节差异采用卡

方检验,不同群大小的季节差异、不同季节不同集群平均群大小的差异、不同类型集群大小的季节差异采用 K 个独立样本的 Kruskal-Wallis *H* 检验。文中数据表示为平均值 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm SD$ )。

### 3 结果

#### 3.1 贺兰山岩羊的集群类型

##### 3.1.1 集群类型的频率分布

观察期间,野外直接观察到岩羊 1 023 群次,计 4 866 只次。平均群大小为(4.86 ± 2.54)只,最大的群为 51 只,最小的为独羊。其中,雄性群 152 群(14.86%),645 只次;雌性群 50 群(4.89%),138 只次;母仔群 459 群(44.87%),1 755 只次;雌雄群 57 群(5.57%),176 只次;混合群 212 群(20.72%),2 059 只次;独羊 93 只次(9.09%),其中独雄 65 只次(6.35%),独雌 28 只次(2.74%)。卡方检验结果表明,不同类型集群出现的频次差异极显著( $\chi^2 = 697.32, df = 5, P < 0.001$ )。

##### 3.1.2 集群类型的季节变化

由图 1 可以看出,在各类型群中,母仔群出现的频次在 4 个季节均最高;春季除母仔群外,雄性群出现的频次最高,而夏季、秋季和冬季除母仔群外,都是混合群出现的频次最高;雄性群出现的频次以春季最高,雌性群出现的频次以夏季最高,雌雄群、混合群和独羊出现的频次都以冬季为最高。此外,春季没有观察到雌雄群。卡方检验结果表明,不同类型集群出现频次的季节间差异极显著( $\chi^2 = 163.29, df = 3, P < 0.001$ )。

#### 3.2 集群大小的季节变化

野外工作期间共记录到岩羊:春季 203 群,平均群大小(4.71 ± 3.75)只(1~19 只);夏季 197 群,平均群大小(4.84 ± 5.04)只(1~36 只);秋季 218 群,平均群大小(6.18 ± 7.07)只(1~51 只);冬季 405 群,平均群大小(3.79 ± 2.82)只(1~28 只)。在 4 个季节中都以 2~5 只的群居多,其出现的频次占各季节群数 50% 以上(图 2)。Kruskal-Wallis *H* 检验结果表明,不同季节群大小差异极显著( $\chi^2 = 161.90, df = 3, P < 0.001$ )。

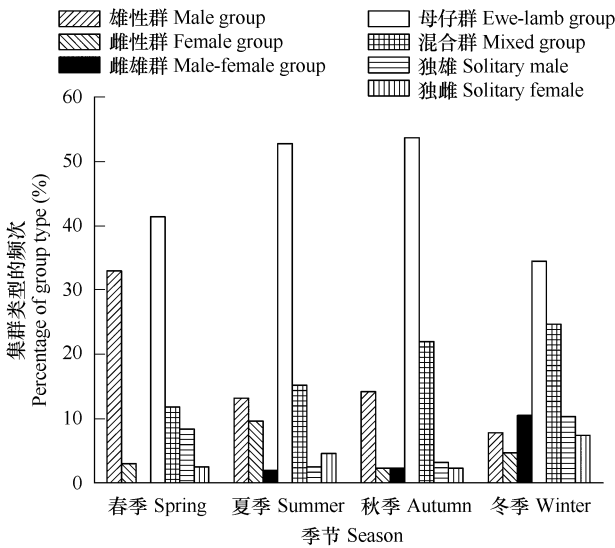


图 1 贺兰山岩羊不同类型集群频次的季节变化

Fig.1 Seasonal percentages of blue sheep group types in the Helan Mountains, November 2004 to October 2005

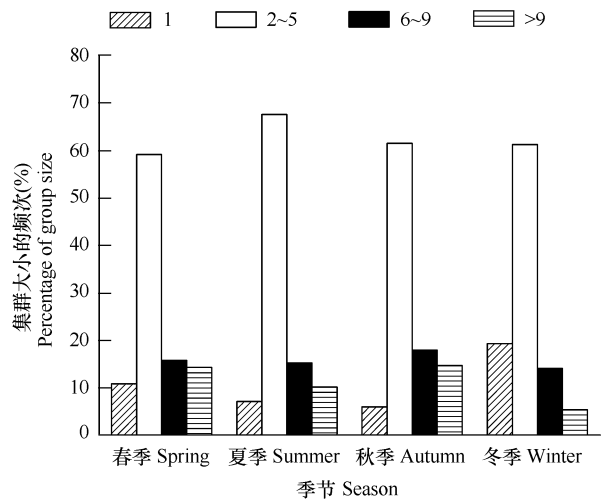


图 2 贺兰山岩羊不同集群大小频次的季节变化

Fig.2 Seasonal percentages of blue sheep groups of different sizes in the Helan Mountains, November 2004 to October 2005

#### 3.3 集群类型和集群大小的关系

##### 3.3.1 不同集群类型群大小的季节变化

在 4 个季节中,混合群均为最大,其中秋季最大((13.96 ± 10.85)只),冬季最小((6.73 ± 3.21)只);雄性群秋季最大((4.77 ± 3.44)只),冬季最小((3.38 ± 1.60)只);雌性群春季最大((3.50 ± 1.22)只),夏季最

小( $2.21 \pm 0.42$ )只;雌雄群夏季最大( $3.25 \pm 1.26$ )只,春季没有雌雄群;母仔群秋季最大( $4.21 \pm 3.06$ )只,冬季最小( $3.27 \pm 1.38$ )只(图3)。Kruskal-Wallis  $H$  检验结果表明,不同季节不同集群类型群大小不存在显著差异( $\chi^2 = 0.75, df = 3, P = 0.862$ )。

### 3.3.2 不同集群类型群大小频次的季节变化

母仔群在春季以3只和2只为主,其它季节都以2只群最多(图4a),不同季节母仔群大小差异显著( $\chi^2 = 8.23, df = 3, P = 0.042$ );雄性群大小出现的频次在4个季节间无显著差异( $\chi^2 = 6.77, df = 3, P = 0.080$ ) (图4b);4个季节雌性岩羊群都较小,绝大多数群都仅由2~4只构成,春季和冬季大于夏季和秋季(图4c),雌性群大小出现的频次差异显著( $\chi^2 = 9.38, df = 3, P = 0.025$ );在4个季节中,混合群中大于9只的群所占频次都是最大,但在冬季频次较其他季节低(图4d),不同季节混和群大小出现的频次差异极显著( $\chi^2 = 36.45, df = 3, P < 0.001$ );夏季和秋季,雌雄群中都是3只群最多;而冬季则是2只群最多(图4e),春季未发现雌雄群,其他3个季节雌雄群大小出现的频次无显著差异( $\chi^2 = 0.57, df = 2, P = 0.754$ )。

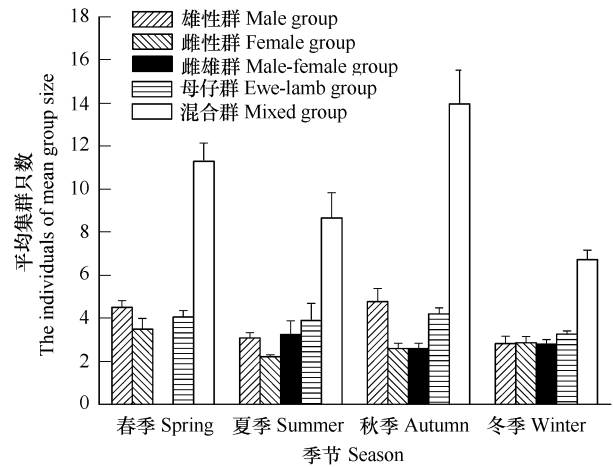


图3 贺兰山岩羊不同集群类型群大小的季节变化  
Fig.3 Seasonal mean size of blue sheep group types in the Helan Mountains, November 2004 to October 2005

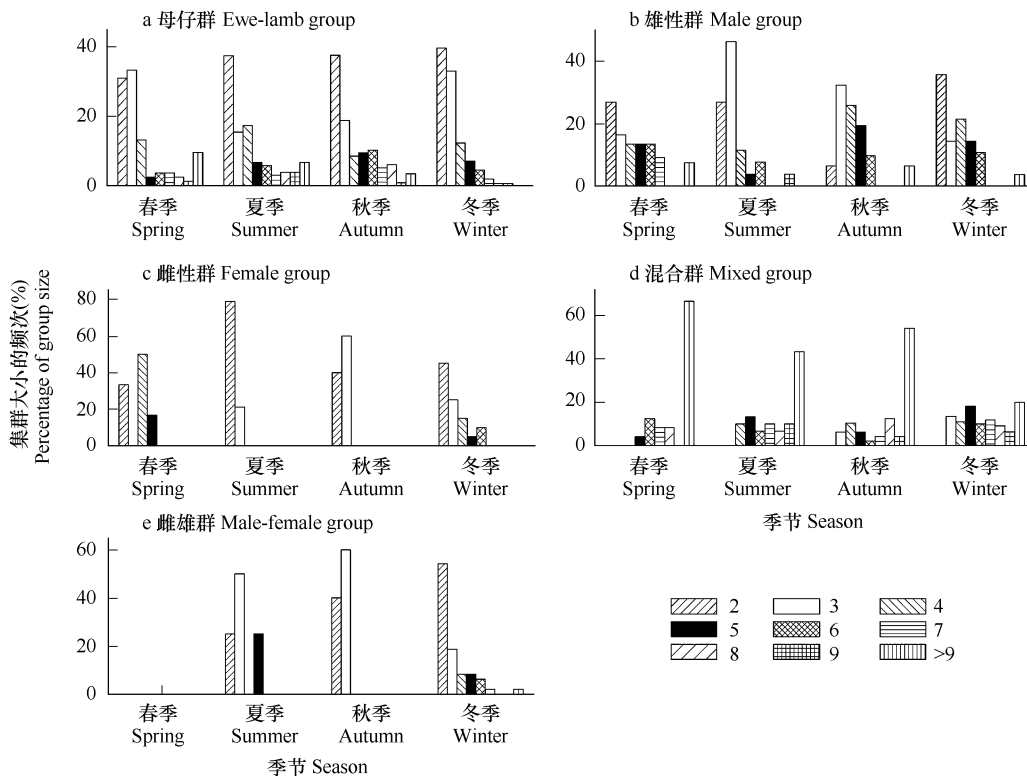


图4 贺兰山岩羊不同群集类型群大小频次的季节变化  
Fig.4 Seasonal percentages of blue sheep group sizes of different types in the Helan Mountains, November 2004 to October 2005

## 4 讨论

影响集群大小的因素有天敌的捕食、食物的可获得性、栖息地结构、种群大小、种群密度制约等<sup>[4,13,24~27]</sup>。

本研究的野外观察结果证实贺兰山岩羊集小群这一基本特征。有研究表明,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<sup>[9,18,28]</sup>,而在环境开阔的地带容易形成大群<sup>[29,30]</sup>,青藏高原环境开阔,岩羊群体较大,在青海冬季给错地区可达到 175 头,杂多地区 165 头<sup>[31]</sup>,而贺兰山却与青藏高原形成很大的反差,山势险峻,开阔地带少,可供岩羊栖息的面积相对较少<sup>[15]</sup>。对捕食者的回避行为也影响着有蹄类的群大小<sup>[4,32,33]</sup>,但从 20 世纪 80 年代起,贺兰山岩羊的天敌狼 (*Canis lupus*)、猞猁 (*Lynx lynx*) 已基本灭绝,虽然赤狐 (*Vulpes vulpes*)、金雕 (*Aquila chrysaetos*)、秃鹫 (*Aegypius monachus*) 等对岩羊的幼体和老弱病残个体还能构成一些威胁,但这种威胁不足以影响到贺兰山岩羊种群的发展,所以天敌捕食对贺兰山岩羊集群几乎没有影响<sup>[10]</sup>。贺兰山植被类型简单、覆盖度低,岩羊食物较缺乏<sup>[34]</sup>,较小的集群可以减少群内个体间对食物的竞争,在其他有蹄类动物的研究中也得出类似结果<sup>[35-38]</sup>。因此在不同季节,贺兰山岩羊不同集群的平均群大小差异不显著(图 3),梁云媚等<sup>[16]</sup>、曹丽荣等<sup>[18]</sup>对贺兰山岩羊春夏季和冬春季的研究也得到了类似的结果。然而,冬季贺兰山岩羊群要小于其它 3 个季节,在温带地区,冬季植物的质量和可利用性都降到了最低点<sup>[39-41]</sup>。因此,冬季岩羊集群较小可能是对食物丰富度季节变化的反应<sup>[13]</sup>。

在对岩羊的研究中,多数研究者并未将独羊作为一种群类型<sup>[9,14,15,17,18,27]</sup>,但也有研究者把独羊作为一种群类型<sup>[11,13]</sup>。按照不同处理方式,岩羊群类型和群大小结果就会出现差异。在贺兰山独羊是一种普遍的形式,在各个季节都可以见到<sup>[14,15,17,18,27]</sup>,因此,把独羊作为一种群类型,比较同一种群中单独个体与集群个体的行为差异,能够帮助人们更好地理解动物社会性的起源、进化和适应意义。

贺兰山岩羊的平均群大小为(4.86 ± 2.54)只,其中春季(4.71 ± 3.75)只,夏季(4.84 ± 5.04)只,秋季(6.18 ± 7.07)只,冬季(3.79 ± 2.82)只。以往的研究结果显示贺兰山岩羊全年的平均群大小为 5.5 只<sup>[15,27]</sup>,春季为 5.6 只<sup>[15,16]</sup>和 5.57 只<sup>[17,18]</sup>,夏季 5.5 只<sup>[16]</sup>,冬季 4.29 只<sup>[17,18]</sup>,均稍高于本次调查的结果,但卡方检验表明这种差异并不显著( $P > 0.05$ )。而在其他岩羊分布区,尼泊尔岩羊的平均群大小为 10.4 ~ 25.0 只<sup>[9,13,42-44]</sup>,在新疆为 18 只<sup>[45]</sup>,在青海为 31 只<sup>[12]</sup>,在西藏为 9.95 ~ 25.7 只<sup>[31,46]</sup>,在四川为 33.2 只<sup>[47]</sup>,均明显高于贺兰山岩羊的平均群大小,因此贺兰山岩羊以集小群为其显著特点。

秋季平均群最大,主要表现在混和群比例较高(图 1),而混合群的平均群大于其他的群类型,秋季混合群也是 4 个季节中最大的。秋季大规模混合群的出现,可能是由于岩羊发情周期的影响。冬季雌雄群和混合群出现的频次最高,因为冬季是发情交配季节,雄性个体为竞争优势地位和潜在的繁殖机会而争斗,形成大的雌雄群或混合群是雄性间竞争的表现,同时较大的雌雄群或混合群也有利于雌性选择最强壮、适合度最大的配偶,以扩大自身适合度<sup>[19]</sup>。

贺兰山岩羊母仔群在 4 个季节都占有最大的比例(图 2),这与其他分布区的岩羊以混合群为主存在明显差异<sup>[13]</sup>。母仔群是羊亚科动物的基本社会单位<sup>[9]</sup>。贺兰山岩羊母仔群较小,以 2 ~ 3 只居多,即通常由 1 只成年母羊带 1 只幼体,1 只亚成体,或幼体、亚成体各 1 只。母仔群的大量存在是导致贺兰山岩羊群较小的一个原因。有蹄类动物中,母仔群的形成通常认为是由于雌性和雄性不同的捕食风险造成的<sup>[19]</sup>。在有蹄类动物中,通常雄性体型大于雌性和未成年个体,雄性面临的捕食风险较小<sup>[48]</sup>,因此雄性选择食物丰富的生境,而雌性在选择生境时,首先选择的是安全性,其次才是营养需求<sup>[33,49]</sup>。在许多有蹄类物种研究中都发现,在采食时雌性对捕食者的回避性高,而雄性面临更大的捕食风险<sup>[50,51]</sup>。雌性带领幼体和亚成体在较差的生境中,减少了后代被捕食的风险,同时也减少了雄性的干扰。当母仔群彼此相遇时,可能形成较大的群体,这是因为母仔群彼此之间的活动节律比较一致,同时较大的群体有利于提高群体警戒性,降低捕食风险<sup>[3,52]</sup>。在冬季许多母仔群甚至不进入混合群参与繁殖<sup>[27]</sup>。

## References:

- [ 1 ] Lian X M, Su J P, Zhang T Z, Cao Y F. Grouping behavior of the Tibetan gazelle (*Procapra picticaudata*) in Hoh Xil region, China. *Biodivers. Sci.*, 2004, 12(5): 488 - 493.
- [ 2 ] Lian X M, Su J P, Zhang T Z, Cao Y F. The characteristics of social group of the Tibetan antelope (*Pantholops hodgsoni*) in the Kekexili region.

- Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(6): 1341—1346.
- [ 3 ] Sun R Y. The principles of animal ecology (3<sup>rd</sup>). Beijing: Beijing Normal University Press, 2001.
- [ 4 ] Jarman R J. The social organization of antelope in relation to their ecology. Behaviour, 1974, 48(1-4): 215—267.
- [ 5 ] Clutton-Brock T H, Guinness F E, Albon S D. Red deer: Behavior and ecology of two sexes. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1982.
- [ 6 ] Beauchamp G, Ruxton G D. Changes in vigilance with group size under scramble competition. Am. Nat., 2003, 161(4): 672—675.
- [ 7 ] McCullough D R. Variation in black-tailed deer herd composition counts. J. Wildl. Manage., 1993, 57(4): 890—897.
- [ 8 ] McCullough D R. What do herd composition counts tell us? Wildl. Soc. Bull., 1994, 22(2): 295—300.
- [ 9 ] Schaller G B. Mountain monarchs: wild sheep and goats of the Himalaya. Chicago: University of Chicago Press, 1977.
- [ 10 ] Wang X M, Schaller G B. Status of large mammals in Inner Mongolia, China. J. East China Normal Univ. (Special Issue of Mammals), 1996, 6: 94—104.
- [ 11 ] Wegge P. Aspects of the population ecology of blue sheep in Nepal. J. Asian Ecology, 1979, 1(1): 10—20.
- [ 12 ] Ren J R, Yu Y Q. A study on the population structure and life table of blue sheep in Yushu and Golog, Qinghai Province. Acta Theriol. Sinica, 1990, 10(3): 189—193.
- [ 13 ] 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.
- [ 14 ] Wang X M, Li M, Tang S X, Liu Z X. A preliminary study of some characters of blue sheep population ecology in spring. Acta Theriol. Sinica, 1998, 18(1): 27—33.
- [ 15 ] Wang X M, Liu Z X, Xu H F, Li M, Li Y G. The blue sheep population ecology and its conservation in Helan Mountain, China. Biodivers. Sci., 1998, 6(1): 1—5.
- [ 16 ] Liang Y M, Wang X M. A study of blue sheep population life table and its group structure of different seasons in Helan Mountain. Acta Theriol. Sinica, 2000, 20(4): 258—262.
- [ 17 ] Cao L R, Liu Z S, Wang X M, Hu T H, Li T, Zhai H, Hou J H. Preliminary study on group characteristics of blue sheep (*Pseudois nayaur*) in spring and early winter in Helan Mountain, China. Chinese J. Zool., 2005, 40(2): 28—33.
- [ 18 ] Cao L R, Liu Z S, Wang X M, Hu T H, Zhai H, Hou J H. Winter group size and composition of blue sheep (*Pseudois nayaur*) in the Helan Mountains, China. Acta Theriol. Sinica, 2005, 25(2): 200—204.
- [ 19 ] Li X Q, Liu Z S, Wang X M, Cui D Y, Li Z G, Hu T H. Group characteristics of blue sheep (*Pseudois nayaur*) during rutting season in the Helan Mountains, China. Acta Theriol. Sinica, 2007, 27(1): 39—44.
- [ 20 ] Di W Z. Plantae Vasculares Helan Mountain. Xi'an: Northwestern University Press, 1987.
- [ 21 ] Wang X M, Li M, Tang S X, Liu Z X, Li Y G, Sheng H L. The study of resource and conservation of artiodactyls in Helan Mountain. Chinese J. Zool., 1999, 34(5): 26—29.
- [ 22 ] Encyclopedist Committee of Ningxia. Encyclopaedia of Ningxia. Yinchuan: Ningxia People's Publishing House, 1998.
- [ 23 ] L'heureux N, Lucherini M, Festa-Bianchet M, Jorgenson J T. Density-dependent mother-yearling association in bighorn sheep. Anim. Behav., 1995, 49(4): 901—910.
- [ 24 ] Habibi K. Group dynamics of the Nubian Ibex (*Capra ibex nubiana*) in the Tuwayiq Canyons, Saudi Arabia. J. Zool. London, 1997, 241(4): 791—801.
- [ 25 ] Schackleton D M, Shank C C. A review of the social behaviour of feral and wild sheep and goats. J. Anim. Sci., 1984, 58(2): 500—509.
- [ 26 ] Le Pendu Y, Briedermann L, Gerard J F, Maublanc M L. Inter-individual associations and social structure of a mouflon population (*Ovis orientalis musimon*). Behav. Proc., 1995, 34(1): 67—80.
- [ 27 ] Yu Y Q, Guo S T, Bai Q S, Li Z G, Hu T H, Lü H J. The seasonal change of blue sheep population structure in Helanshan Mountains. Acta Theriol. Sinica, 2004, 24(3): 200—204.
- [ 28 ] Nievergelt B A. Comparison of rutting behaviour of ungulates and its relation to management. In: Geist V, Walther F. The behaviour of ungulates and its relation to management. Gland: IUCN, 1974, 324—340.
- [ 29 ] Geist V. Mountain Sheep. Chicago: The University of Chicago Press, 1971.
- [ 30 ] Alados C L. Group size and composition of the Spanish ibex *Capra pyrenaica* Schinz in the Sierras of Cazorla and Segura. In: Lovari S. The Biology and Management of Mountain Ungulates. Beckingham, UK: Croom Helm, 1985, 134—147.
- [ 31 ] Kaji K, Ohtaishi N, Miura S, Koizumi T, Kokida K, Wu J Y. Distribution and status of white-lipped deer and associated ungulate fauna in the Tibetan plateau. In: Ohtaishi N, Sheng H L. Deer of China: biology and management. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1993. 147—158.
- [ 32 ] Berger J. Pregnancy incentives, predation constraints and habitat shifts: experimental and field evidence for wild bighorn sheep. Anim. Behav.,

- 1991, 41(1): 61–77.
- [33] Warrick G D, Krausman P R. Foraging behavior of mountain sheep in western Arizona. *J. Wildl. Manage.*, 1987, 51(1): 99–104.
- [34] Liu Z S, Wang X M, Teng L W, Cao L R. Food habits of blue sheep, *Pseudois nayaur* in the Helan Mountains, China. *Folia Zool.*, 2007, 56(1): 13–22.
- [35] von Elsner-Schack I. Seasonal changes in the size of chamois groups in the Ammergau mountains, Bavaria. In: Lovari S. *Biology and management of mountain ungulates*. London: Croom Helm, 1985. 148–153.
- [36] Edge W D, Olson-Edge S L. Population characteristics and group composition of *Capra aegagrus* in Kirthar National Park, Pakistan. *J. Mammal.*, 1990, 71(2): 156–160.
- [37] Maisels F G. Seasonal pattern in grouping pattern of the forest dwelling Cyprus mouflon *Ovis orientalis*. *J. Zool. London*, 1993, 229: 527–532.
- [38] Borkowski J, Furubayashi K. Seasonal and diel variation in group size among Japanese sika deer in different habitats. *J. Zool. London*, 1998, 245(1): 29–34.
- [39] Chen H P, Li F, Luo L Y, Wang H, Ma J Z, Li F. Winter bed-site selection by red deer *Cervus elaphus xanthopygus* and roe deer *Capreolus capreolus bedfordi* in forests of northeastern China. *Acta Theriol.*, 1999, 44(2): 195–206.
- [40] Mautz W W. Sledding on a bushy hillside: the fat cycle in deer. *Wildl. Soc. Bull.*, 1978, 6(1): 88–90.
- [41] Parker K L, Robbins C T. Thermoregulation in mule deer and elk. *Can. J. Zool.*, 1984, 62(7): 1409–1422.
- [42] Wilson P. Ecology and habitat utilization of blue sheep *Pseudois nayaur* in Nepal. *Biol. Conserv.*, 1981, 21(1): 55–74.
- [43] Wilson P. Aspects of reproductive behavior of Bharal (*Pseudois nayaur*) in Nepal. *Z. Säugetier.*, 1984, 49(1): 36–42.
- [44] Schaller G B. *Wildlife of the Tibetan steppe*. Chicago: University of Chicago Press, 1998.
- [45] Luo N, Gu J H. Resources of blue sheep and hunting in the western Aejin Mountain. In: Gu J H. *Animals of Xinjiang*. Beijing: Science Press, 1991. 16–20.
- [46] 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. *Proceeding of the Seventh International Snow Leopard Symposium*. Seattle: International Snow Leopard Trust, 1994. 97–103.
- [47] Schaller G B, Gu B Y. Ungulates in northwest Tibet. *Nat. Geog. Res. and Exp.*, 1994, 10(3): 266–293.
- [48] Jakimchuk R D, Ferguson S H, Sopuck L G. Differential habitat use and sexual segregation in the Central Arctic caribou herd. *Can. J. Zool.*, 1987, 65(3): 534–541.
- [49] Young T P, Isbell L A. Sex differences in giraffe feeding ecology: Energetic and social constraints. *Ethology*, 1991, 87(1-2): 79–89.
- [50] Sukumar R, Gadgil M. Male-female differences in foraging on crops by Asian elephants. *Anim. Behav.*, 1988, 36(4): 1233–1235.
- [51] Prins H H T. *Ecology and behaviour of the African buffalo: Social in equality and decision making*. London: Chapman & Hall, 1996.
- [52] Lu Q B, Wang X M. Group structure and diurnal behavior of Tibetan gazelle during the birth period. *Acta Theriol. Sinica*, 2004, 24(3): 193–198.

#### 参考文献:

- [1] 连新明, 苏建平, 张同作, 曹伊凡. 藏原羚集群行为的初步研究. *生物多样性*, 2004, 12(5): 488–493.
- [2] 连新明, 苏建平, 张同作, 曹伊凡. 可可西里地区藏羚的社群特征. *生态学报*, 2005, 25(6): 1341–1346.
- [3] 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.
- [12] 任军让, 余玉群. 青海省玉树、果洛州岩羊的种群结构及生命表初探. *兽类学报*, 1990, 10(3): 189–193.
- [14] 王小明, 李明, 唐绍祥, 刘志霄. 春季岩羊种群生态学特征的初步研究. *兽类学报*, 1998, 18(1): 27–33.
- [15] 王小明, 刘志霄, 徐宏发, 李明, 李元广. 贺兰山岩羊种群生态及保护. *生物多样性*, 1998, 6(1): 1–5.
- [16] 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.
- [17] 曹丽荣, 刘振生, 王小明, 胡天华, 李涛, 翟昊, 侯建海. 春冬两季贺兰山岩羊集群特征比较. *动物学杂志*, 2005, 40(2): 28–33.
- [18] 曹丽荣, 刘振生, 王小明, 胡天华, 李涛, 翟昊, 侯建海. 贺兰山岩羊冬季集群特征的初步分析. *兽类学报*, 2005, 25(2): 200–204.
- [19] 李新庆, 刘振生, 王小明, 崔多英, 李志刚, 胡天华. 发情交配期贺兰山岩羊的集群特征. *兽类学报*, 2007, 27(1): 39–44.
- [20] 狄维忠. *贺兰山维管植物*. 西安: 西北大学出版社, 1987.
- [21] 王小明, 李明, 唐绍祥, 刘志霄, 李元广, 盛和林. 贺兰山偶蹄类动物资源及保护现状研究. *动物学杂志*, 1999, 34(5): 26–27.
- [22] 宁夏百科全书编撰委员会. *宁夏百科全书*. 银川: 宁夏人民出版社, 1998.
- [27] 余玉群, 郭松涛, 白庆生, 李志刚, 胡天华, 吕海军. 贺兰山岩羊种群结构的季节性变化. *兽类学报*, 2004, 24(3): 200–204.
- [45] 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. *新疆动物研究*. 北京: 科学出版社, 1991. 16–20.
- [52] 鲁庆彬, 王小明. 藏原羚产仔期社群结构与日间行为规律. *兽类学报*, 2004, 24(3): 193–198.