

贺兰山岩羊不同年龄和性别昼间时间分配的季节差异

刘振生^{1,2}, 王小明^{1,*}, 李志刚³, 崔多英¹, 李新庆¹

(1. 华东师范大学 生命科学学院, 上海 200062; 2. 东北林业大学 野生动物资源学院, 黑龙江 哈尔滨 150040;
3. 宁夏贺兰山国家级自然保护区管理局, 宁夏 银川 750021)

摘要: 2003年11月—2004年10月在宁夏贺兰山国家级自然保护区苏峪口国家森林公园, 在每个月的11—20日采用瞬时扫描取样法, 利用SJ-1型电子事件记录器观察记录岩羊的取食、休息、运动、站立和其他行为。冬季每天的观察时间为8:00—17:00, 春、秋季为7:00—18:00, 夏季为6:00—20:00。采用非参数估计中的2个相关样本的Wilcoxon检验、2个独立样本的Mann-Whitney *U*检验和K个独立样本的Kruskal-Wallis *H*检验对岩羊不同性别、年龄以及季节变化进行了比较。结果表明, ①岩羊行为的年时间分配, 取食行为最高[(63.49 ± 7.82)%];其次是休息[(19.32 ± 6.79)%];运动和站立较低[分别占(8.03 ± 0.91)%和(6.66 ± 0.57)%];其他行为所占比例最低[(2.67 ± 0.34)%];一年中7月取食行为最低, 休息最高;而在2月取食最高, 运动、站立和其他行为变化不大。②春夏秋3个季节的昼间取食行为均呈现2个(清晨和黄昏)明显高峰;冬季1天中取食均达到60%以上, 其他行为明显高于另外3个季节。③不同年龄年取食行为:成体和亚成体 > 幼体;休息:成体和亚成体 < 幼体;运动和站立:幼体 < 成体和亚成体;亚成体的运动高于成体, 而站立低于成体。④不同性别月取食行为:雄性在2月最高, 其余月份均低于70%;而雌性虽然也是2月最高, 但从11月一次年2月均超过70%;休息行为雌雄接近;运动行为雄性高于雌性。贺兰山岩羊的昼间时间分配与许多温带蹄类动物一样, 食物数量和质量的变化的变化以及岩羊自身不同的生长阶段和生理时期是决定其昼间时间分配的主要因素。

关键词: 岩羊; 活动节律; 时间分配; 贺兰山

中图分类号: Q959.842 **文献标识码:** A **文章编号:** 0254–5853 (2005) 04–0350–08

Seasonal Variation of Diurnal Activity Budgets by Blue Sheep (*Pseudois nayaur*) with Different Age-sex Classes in Helan Mountain

LIU Zhen-sheng^{1, 2}, WANG Xiao-ming^{1, *}, LI Zhi-gang³, CUI Duo-ying¹, LI Xin-qing¹

(1. School of Life Sciences, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 2. College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China; 3. Helan Mountain National Nature Reserve, Yinchuan 750021, China)

Abstract: The daytime activity budgets of blue sheep (*Pseudois nayaur*) in Suyukou National Park, Helan Mountain, were studied from November 2003 to October 2004. Blue sheep's activities were recorded by instantaneous and scan sampling methods. We observed feeding, lying, moving, standing and other behaviors from the 10th to 20th days every month with a SJ-1 Event Recorder. Data were collected from 8:00–17:00 in winter, from 7:00–18:00 in spring and autumn, and from 6:00–20:00 in summer. We used the non-parametric Wilcoxon test to compare differences in the time budgets between male and female sheep. Mann-Whitney *U* and Kruskal-Wallis *H* tests were used to test activity budgets among age classes. A Kruskal-Wallis *H* test was also used to make comparisons of time budgets among ecological seasons. Feeding was the principal activity of blue sheep and accounted for 63.49 ± 7.82% of their activities. Lying was the second principal activity, accounting for 19.32 ± 6.79% of their activities. The remaining time was devoted to the other three activities (standing, moving, and other behaviours). The percentage of daytime spent feeding reached its highest level in February, and reached its lowest level in July. Sheep decreased their time spent lying to its highest level in July. During

* 收稿日期: 2005–03–02; 接受日期: 2005–05–12

基金项目: 国家自然科学基金(30470231); 教育部跨世纪优秀人才培养计划; “十五”“211工程”重点学科建设项目; 上海市重点学科(生态学)基金和东北林业大学优秀青年教师创新项目资助计划

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

three seasons (spring, summer and autumn), blue sheep showed a morning and evening peak of feeding. Feeding remained at relatively higher levels (over 60%) in winter. Sheep spent a relatively higher percentage of time in other activities in winter than any other seasons. Adult and subadult sheep forage more than did kids; lambs spent more time in lying than did adult and subadult sheep; adult and subadult sheep devoted more time to moving and standing than did kids; kids spent more time standing than did adults. In February, the percentage of daytime spent feeding by male and female sheep reached its highest level. Feeding time spent by males remained a relatively constant level (< 70%) in other months. However, time spent feeding by females remained at high levels (> 70%) from November in 2003 to February in 2004. There was not a significant difference in the percentage of daytime spent lying between males and females. Male sheep spent more time moving than did females. Like other temperate ungulates, quality and quantity of forage plants, growth and physiological phases all contributed to the daytime activity budgets of blue sheep.

Key words: Blue sheep (*Pseudois nayaur*); Activity rhythm; Time budget; Helan Mountain

野生动物的生活主要被分为休息和活动, 并且都具有明显的节律性 (Nielsen, 1984)。这种节律既是野生动物本身进化适应的一部分 (Aschoff, 1958), 又是对环境因素变化的一种适应 (Cloudsley-Thompson, 1961; Risenhoover, 1986; Shi et al, 2003)。它是动物最优取食时间、社群活动和环境压力之间综合作用的结果 (Aschoff, 1963)。目前有 3 种学说解释动物的节律现象: ①受内源因子的影响 (Hastings, 1960); ②受外源因子 (环境因素) 的控制; ③同时受到内源因子和外源因子的控制 (Boy & Duncan, 1979; Nielsen, 1984; Pépin et al, 1991)。

野生动物行为的变化规律是与其能量的获得和保存密切联系的 (Belovsky & Slade, 1986), 因此各种行为之间的转换可以看作是对食物数量和质量变化的一种适应 (Owen-Smith, 1979)。分析一个物种不同年龄、性别是如何分配时间和能量给不同行为的, 是研究行为策略的一种常用的方法 (Belovsky & Slade, 1986; Turner, 1979)。了解食草动物昼夜和季节性的活动规律是评价其取食策略的必要手段 (Cederlund et al, 1989)。

岩羊 (*Pseudois nayaur*) 是一种典型的高山动物, 栖息于海拔 2 500—5 500 m 的高原、高山裸岩或山谷间草地 (Schaller, 1977)。有关岩羊的活动节律, 只有 Wang et al (1998a) 对其春季活动节律有过报道, 但没有考虑年龄和性别因素。由于不同年龄和性别的动物个体维持生长和繁殖所需要的能量不同, 其活动节律也会有所变化 (Clutton-Brock et al, 1982, 2002; Coulson et al, 2001; Duncan, 1980)。因此, 本文对贺兰山岩羊不同年龄和性别昼间活动节律的季节差异进行了一年的研究。

1 研究地区和方法

1.1 研究地区自然概况

贺兰山位于银川平原和阿拉善高原之间 (38° 21'—39°22'N, 105°44'—106°42'E), 是一条南北走向的山脉, 海拔高度一般为 2 000—3 000 m。有关贺兰山的气候条件、植被分布、地理特征等见相关报道 (Di, 1987; Tian, 1996; Wang et al, 1998a)。

1.2 研究方法

1.2.1 研究地点的选择及个体识别 研究地点选择在宁夏贺兰山国家级自然保护区苏峪口国家森林公园内。观察路线为松涛山庄至苏峪口管理站共 9 km 的距离。这一带有岩羊 200 只左右, 分别活动在两侧的沟谷、山坡和小的岔沟内。根据岩羊角的形状 (大小、弯曲度以及残缺情况)、体形大小、毛色、身体上的疤痕等区分岩羊的性别和年龄 (Liang & Wang, 2000; Ren & Yu, 1990; Wang et al, 1998a, b)。

1.2.2 行为观测及定义 2003 年 11 月—2004 年 10 月对岩羊的昼间时间分配进行了观察。由于受到研究时间的限制, 观察时间选择在每个月的 11—20 日。冬季每天的观察时间为 8:00—17:00, 春、秋季为 7:00—18:00, 夏季为 6:00—20:00。能够经常追踪并被识别的岩羊有 14 只, 包括 3 只雄性成体、4 只雌性成体、4 只亚成体和 3 只幼体。它们主要在石灰窑一带活动, 活动范围比较集中, 且这一带地势相对平坦, 比较容易被观察。通常情况下, 并不是每天都能够追踪和详细记录到所有的个体。因此当观察进行 5 d 后, 整理获得的数据, 确定还有哪些个体没有被观察和记录, 然后利用剩余的 5 d 追踪观察和记录这些个体, 确保每个个体被观察和记录的持续时间不少于 2 d。

采用瞬时扫描取样法 (Altmann, 1974), 使用中国科学院动物研究所研制的 SJ-1 型电子事件记录器 (Jiang, 1999) 每隔 10 min 记录一次观察到的岩羊个体的年龄阶段、性别和行为状态。观察距离一般为 20~150 m, 利用 8×42 倍 KOWA 双筒望远镜和 40~60 倍 KOWA 单筒望远镜进行跟踪观测。当观察对象为岩羊群时, 则依据从远到近、从左到右的顺序对群体中每个个体的行为逐一扫描并记录。

根据笔者的实际观察和前人 (Bruno & Lovari, 1989; Maher, 1991; Moncorps et al, 1997; Shi et al, 2003; Wang et al, 1998a) 研究羊亚科动物时对其行为类型的划分, 把岩羊的行为类型分为休息 (腹部、背部或体侧接触基底, 眼睛睁开或闭上)、运动 (通过四肢使身体向前移动的过程, 包括走动和跑动)、站立 (四肢接触基底, 并支撑身体, 保持静止不动的状态)、取食 (上下唇协同动作, 对食物进行切割、咀嚼、湿润、吞咽等的过程)、反刍 (在非睡眠时, 头部高于背中线, 对食物进行逆呕、再咀嚼、再吞咽等过程, 可清楚地看到食物团在食道中的上下运动) 和其他 (包括饮水、排便、修饰、嗅闻、繁殖、警戒和发声等)。虽然对反刍动物来说反刍是一种非常重要的行为, 但由于反刍通常伴随着岩羊的休息和站立等发生; 同时当岩羊休息时, 较高的植被或屏蔽物挡住了观察者的视线, 难以准确记录其反刍行为, 所以本文未对岩羊的反刍进行记录和分析。

1.2.3 数据处理及统计分析 对收集的数据按不同季节 (春季, 4月11日—6月20日; 夏季, 6月21日—8月10日; 秋季, 8月11日—10月10日; 冬季, 10月11日—4月10日) (Encyclopedist Committee of Ningxia, 1998) 不同性别 (雄性成体和雌性成体)、不同年龄阶段 (成体、亚成体和幼体) 分别统计, 不同季节的数据按小时合并, 即 8:10—9:00 归为一组, 表示为 8:30, 9:10—10:00 归为一组, 表示为 9:30, 其余依此类推。不同性别和不同年龄阶段的按月份进行统计。最后依据不同年龄阶段的数据合并计算出岩羊各种行为的月时间分配, 依据不同性别和不同年龄阶段的数据合并计算出岩羊雄性成体、雌性成体、亚成体和幼体各种行为的昼间时间分配。

统计分析采用非参数统计法: 不同性别的比较用 2 个相关样本的 Wilcoxon 检验, 成体和亚成体、成体和幼体、亚成体和幼体之间的比较用 2 个独立

样本的 Mann-Whitney *U* 检验, 不同季节和不同年龄阶段的比较用 *K* 个独立样本的 Kruskal-Wallis *H* 检验 (Shi et al, 2003)。

2 结果

2.1 年各行行为所占时间比率和月变化

岩羊年取食行为所占时间最高, 为 (63.49 ± 7.82)%; 其次是休息, 为 (19.32 ± 6.79)%; 运动和站立较低, 分别占 (8.03 ± 0.91)% 和 (6.66 ± 0.57)%; 其他行为所占比例最低, 为 (2.67 ± 0.34)%。

岩羊一年中不同月份各种行为所占时间也有变化 (图 1): 7 月取食行为最低, 休息最高; 而在 2 月取食最高, 运动、站立和其他行为变化不大。

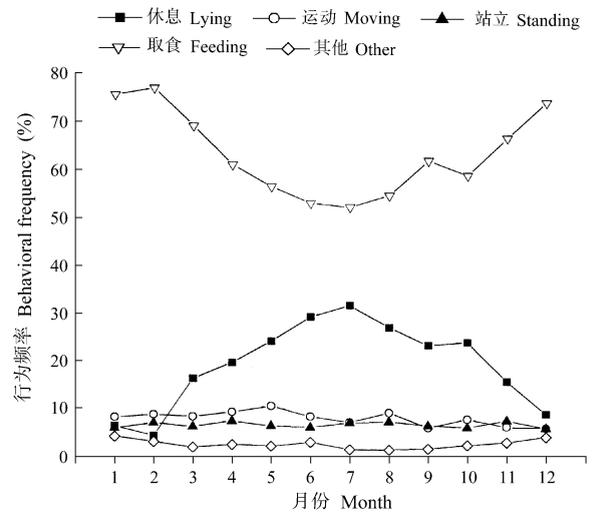


图 1 贺兰山岩羊各种行为的月时间分配

Fig. 1 Monthly daytime activity budgets of blue sheep in Helan Mountain

2.2 昼间活动节律的季节变化

岩羊春、秋季昼间活动节律相似 (图 2), 取食高峰出现在 7:00—9:00 和 16:30—19:00, 休息高峰出现在 11:00—14:30。这 2 个季节的运动、站立和其他行为的变化较小, 仅春季的运动在 7:30 和 15:30 有 2 个小的峰。夏季的昼间活动规律与春、秋季相比, 其取食和休息高峰出现的时间基本一致, 但所占时间却发生了较大变化, 取食时间更加集中于 6:00—10:30 和 18:00—20:00, 而在 11:00—16:30 则主要用于休息。春夏秋 3 个季节的昼间取食行为均呈现 2 个 (清晨和黄昏) 明显高峰。冬季 1 天中取食所占时间均达到 60% 以上; 其他行为所占时间明显高于另外 3 个季节。

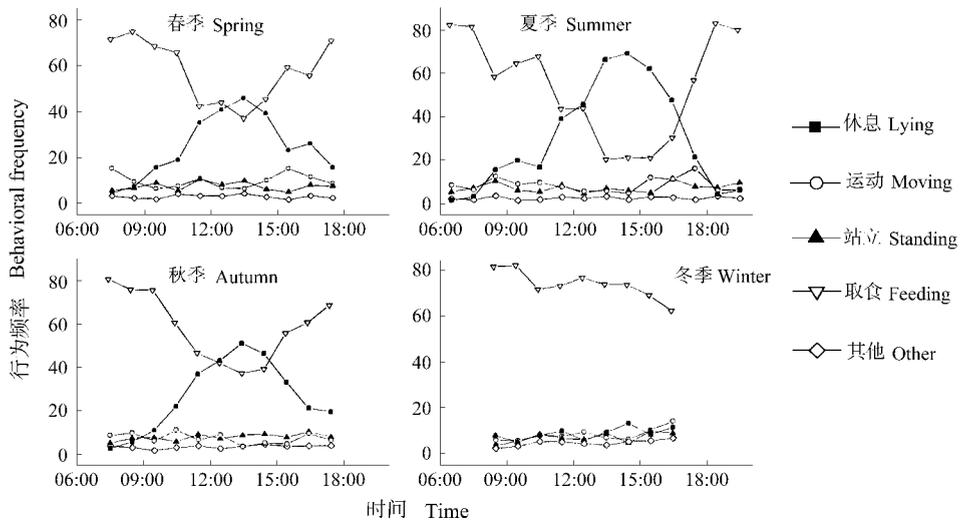


图 2 不同季节贺兰山岩羊的昼间活动节律

Fig. 2 Seasonal daytime activity rhythm of blue sheep in Helan Mountain

Kruskal-Wallis H 检验表明季节因素对岩羊取食 ($Z = 8.658$, $m = 14$, $P = 0.034$) 和休息 ($Z = 8.137$, $n = 14$, $P = 0.043$) 行为所占时间影响显著, 对其他行为 ($Z = 19.211$, $n = 14$, $P = 0.000$) 影响极显著, 而对运动 ($Z = 5.245$, $n = 14$, $P = 0.155$) 和站立 ($Z = 0.743$, $n = 14$, $P = 0.863$) 影响不显著。

2.3 年各行为所占时间比率的年龄差异

岩羊年取食行为所占时间: 成体和亚成体分别为 (64.28 ± 1.71)% 和 (66.26 ± 2.40)%, 幼体为 (59.92 ± 4.05)% (图 3)。月取食行为所占时间: 各年龄阶段最多的均在 12 月—次年 2 月, 成体和亚成体在所有月份均超过 50%, 而幼体 6—8 月则

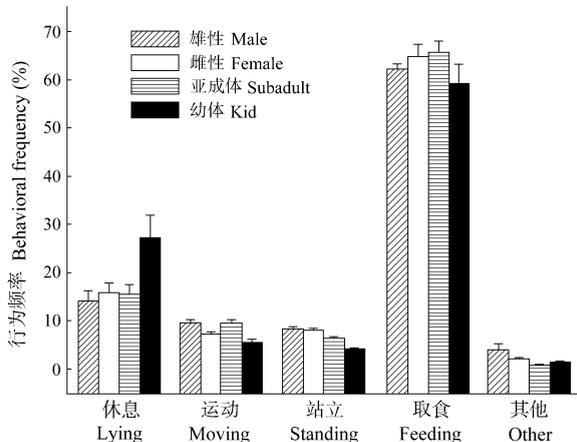


图 3 贺兰山岩羊不同年龄和性别的各种行为的年时间分配

Fig. 3 Daytime activity budgets of different age-sex classes of blue sheep in Helan Mountain

低于 50% (图 4)。

年休息所占时间: 成体和亚成体分别为 (14.99 ± 2.00)% 和 (15.65 ± 1.99)%, 幼体为 (27.33 ± 4.71)% (图 3)。月休息所占时间: 幼体最多的月份是 5—10 月, 成体是 7 和 9 月, 亚成体则是 7 月; 各年龄阶段最少的月份均为 2 月 (图 4)。

年运动和站立所占时间: 幼体 [分别为 (5.82 ± 0.79)% 和 (4.71 ± 0.28)%] 都明显低于成体和亚成体 [分别为 (8.55 ± 0.55)% 和 (8.51 ± 0.31)%] 和亚成体 [分别为 (9.73 ± 0.71)% 和 (6.76 ± 0.38)%]; 亚成体的运动高于成体, 而站立低于成体 (图 3)。月运动和站立所占时间: 幼体在 6—11 月一直明显低于成体和亚成体 (图 4)。

Kruskal-Wallis H 检验表明, 不同年龄阶段岩羊的取食和休息差异不显著, 而运动、站立和其他行为差异极显著。

Mann-Whitney U 检验表明, 幼体和亚成体的运动、站立和其他行为差异极显著, 幼体和成体的运动和站立差异极显著, 亚成体和成体的站立和其他行为差异极显著 (表 1)。

2.4 月各行为所占时间比率的性别差异

从图 3 中可以看出, 月取食行为所占时间: 雄性在 2 月最高, 为 71.39%, 其余月份均低于 70%, 而雌性虽然也是 2 月最高 (78.49%), 但从 11 月—次年 2 月均超过 70%。雄性最低的是 4 月 (58.00%) 和 5 月 (59.95%), 雌性则出现在 5—7 月

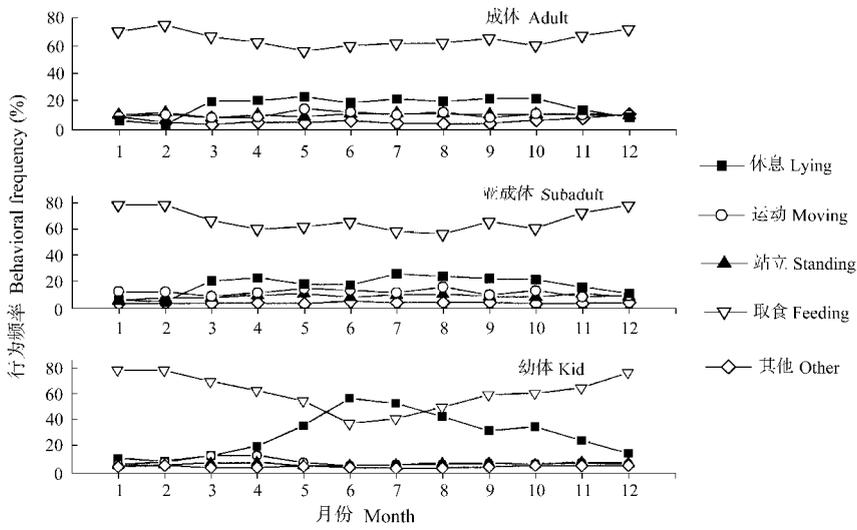


图 4 贺兰山岩羊不同年龄阶段各种行为的月时间分配变化

Fig. 4 Comparison of monthly variation in daytime activity budgets of different age classes in Helan Mountain

表 1 贺兰山岩羊不同年龄阶段各种行为比较

Tab. 1 Comparison of various behavior types in different age classes of blue sheep in Helan Mountain

行为 Behavior	幼体与亚成体 Kid - Subadult		亚成体与成体 Subadult - Adult		成体与幼体 Adult - Kid		不同年龄阶段 Different age classes	
	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P
	休息 Lying	-1.617	0.114	-0.346	0.755	-1.790	0.078	4.005
运动 Moving	-3.032*	0.001	-1.212	0.242	-2.830*	0.004	12.382*	0.002
站立 Standing	-3.293*	0.000	-3.003*	0.002	-4.159*	0.000	24.065*	0.000
取食 Feeding	-1.184	0.242	-0.375	0.713	-0.780	0.443	1.453	0.484
其他 Other	-2.455*		-3.176*	0.001	-1.559	0.128	12.370*	0.002
	Mann-Whitney U 检验						Kruskal-Wallis H 检验	

* $P < 0.01$, $n = 12$.

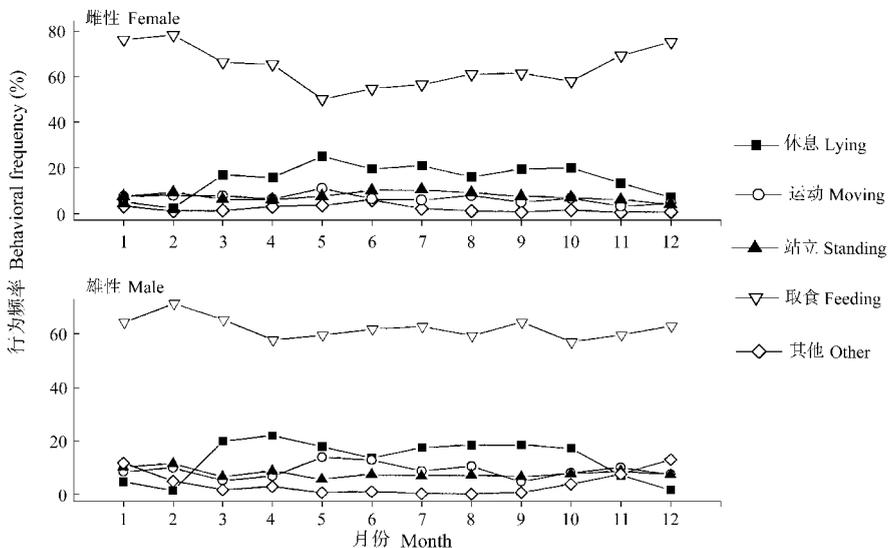


图 5 贺兰山岩羊雌雄性月各行为时间分配的变化

Fig. 5 Comparison of monthly variations in daytime activity budgets of male and female blue sheep in Helan Mountain

(50.83% ~ 57.47%), 其他月份雌雄接近 (图 5)。

月休息行为所占时间: 雌雄接近, 分别为 (15.89 ± 2.03)% 和 (14.09 ± 2.15)% (图 3)。雌性最高的月份是 5 月 (25.53%), 最低的是 2 月 (1.57%); 雄性最高的是 4 月 (22.36%), 最低的也是 2 月, 为 2.59% (图 5)。

月运动行为所占时间, 雄性高于雌性 [(9.65 ± 0.80)% > (7.46 ± 0.49)%], 尤其 5—8 月和 10—12 月雄性更是明显高于雌性 (图 5)。站立和其他行为所占时间, 雌雄在各月中的分布比较均匀, 只是雄性的其他行为在 11—次年 1 月较高 (9.08% ~ 14.57%), 而雌性则在 6 月较高, 达到 6.56% (图 5)。

Wilcoxon 检验表明雌雄岩羊的取食 ($Z = -1.177, n = 12, P = 0.239$) 休息 ($Z = -1.490, n = 12, P = 0.136$) 站立 ($Z = -0.628, n = 12, P = 0.530$) 和其他行为 ($Z = -0.746, n = 12, P = 0.456$) 差异不显著, 但运动 ($Z = -2.511, n = 12, P = 0.012$) 差异极显著。

3 讨论

作为反刍动物, 岩羊与其他温带反刍动物一样具有相似的昼间活动规律 (图 1)。即在春、夏或秋季出现 2 个或 3 个取食高峰, 而在大部分的月份里, 它们每天用大量的时间取食和休息, 而其他行为则仅占其行为时间分配的一小部分 (Chen et al, 1997; Clutton-Brock et al, 1982; Green & Bear, 1990; Guan & Gao, 1999; Guo, 2003; Guo et al, 1993; Liu et al, 1999, 2001, 2002; Moncorps et al, 1997; Shi et al, 2003)。Shi et al (2003) 认为反刍动物通常呈现出一个取食—休息—取食的规律, 但每天 24 小时内并不平均分配。对生活在温带地区的贺兰山岩羊而言, 在春、夏和秋季的 2 个 (晨昏) 取食高峰 (图 2) 可能是对这 3 个季节相对充足的食物资源的一种适应, 或者是对这 3 个季节日照时间增加的一种适应。而到了冬季, 岩羊的取食行为所占时间比例则表现为持续较高、变化较小的特征 (图 2)。在岩羚羊 (*Rupicapra pyrenaica*) (Bruno & Lovari, 1989) 欧洲野牛 (*Bison bonasus*) (Cabon-Raczynska et al, 1987) 马鹿 (*Cervus elaphus*) (Georgii, 1981) 黄羊 (*Procapra gutturosa*) (Guan & Gao, 1999) 欧洲盘羊 (*Ovis musimon*) (Moncorps et al, 1997) 和山羊 (*Capra hircus*) (Shi

et al, 2003) 等许多温带有蹄类动物中也有这样的趋势。

有蹄类的活动规律是受自身能量需求、食物数量和质量的变化而变化的 (Defler, 1995; Green & Bear, 1990; Moncorps et al, 1997; Shi et al, 2003)。在冬季, 贺兰山岩羊取食的大部分植物的数量和质量都降到最低点, 大风和积雪也增加了其能量的消耗 (Liu et al, 2004), 这些因素都迫使岩羊将昼间大部分时间用于取食 (图 2)。Sorensen & Taylor (1995) 对不同性别、不同年龄的白尾鹿 (*Odocoileus virginianus*) 的研究也证实了这一结论。对冬季取食时间增加, 有 3 种解释: 一种认为主要是由于在寒冷的冬季, 用于调节体温的消耗增加所致 (Moen, 1973); 另一种则认为只是由于冬季植物的数量和质量降低, 动物需要取食更多的食物来维持营养和能量摄入的平衡 (Clutton-Brock et al, 1982); 还有一种认为冬季食物的通过率和消化率降低是导致取食时间逐渐增加的根本原因 (Robbins, 1983)。

由于体重的差别, 同一物种的雄性、雌性、亚成体和幼体的行为时间分配也可能存在一定的差异 (Bunnell & Gillingham, 1985)。就取食行为所占时间比率而言, 目前对有蹄类的研究得到了 3 种不同的结果: 雄性少于雌性 (Clutton-Brock et al, 1982; Moncorps et al, 1997) 雄性高于雌性 (Gross et al, 1995) 雌雄之间无显著差异 (Liu et al, 1999, 2001, 2002; Zhang, 2000)。贺兰山岩羊雌雄之间除了运动有差异以外, 休息、站立、取食和其他行为差异均不显著。其原因可能是岩羊两性在繁殖策略上存在差异所致。在发情交配期 (11—12 月), 雄性取食和休息减少, 运动、站立和其他行为增加 (图 5); 雌性在产仔期 (5—7 月) 的取食和休息则明显降低, 站立和其他行为明显增加 (图 5)。

贺兰山岩羊不同年龄阶段的个体在运动、站立和其他行为存在显著差异。幼体的运动和站立要少于成体和亚成体, 尤其是在 5—7 月刚出生的时间段内 (图 4)。这与幼体不需要担任警戒, 而且身体弱小需要更多的时间休息有关。但是, 幼体花费在其他行为的时间要多于亚成体, 与成体接近 (图 4)。这可能与母幼之间的密切联系有关, 幼体对母体的亲昵行为是母体长期投资的一种短期回报 (Kang & Zhang, 2001)。

致谢：实验过程中得到宁夏贺兰山国家级自然保护区管理局侯建海局长和内蒙古贺兰山国家级自

然保护区管理局马振山局长及两个保护区全体员工的大力支持，谨致深切谢意。

参考文献：

- Altmann J. 1974. Observational study of behavior : Sampling methods [J]. *Behaviour* , **49** (3): 227 - 267 .
- Aschoff J. 1958. Tierische periodik unter dem einfluss von zeitgebern [J]. *Z. Tierpsychol.* , **15** : 1 - 30 .
- Aschoff J. 1963. Comparative physiology : Diurnal rhythms [J]. *Annu. Rev. Physiol.* , **25** : 581 - 600 .
- Belovsky GE , Slade JB. 1986. Time budgets of grassland herbivores : Body size similarities [J]. *Oecologia (Berlin)* , **70** : 53 - 62 .
- Boy V , Duncan P. 1979. Time-budgets of Camargue horses : I. Developmental changes in the time-budgets of foals [J]. *Behaviour* , **71** (3 - 4): 187 - 201 .
- Bruno E , Lovari S. 1989. Foraging behaviour of adult female Apennine chamois in relation to seasonal variation in food supply [J]. *Acta Theriol.* , **34** : 513 - 523 .
- Bunnell DJ , Gillingham MP. 1985. Foraging behaviour : Dynamics of dining out [A]. In : Hudson RJ , White RG. Bioenergetics of Wild Herbivores [M]. Boca Raton : CRC Press. 53 - 75 .
- Cabon-Raczynska K , Krasinska M , Krasinski ZA , Wojcik JM. 1987. Rhythm of daily activity and behaviour of European bison in the Bialowieza forest in the period without snow cover [J]. *Acta Theriol.* , **32** : 335 - 372 .
- Cederlund GA. 1989. Activity patterns in moose and roe deer in a north boreal forest [J]. *Holarct. Ecol.* , **12** : 39 - 45 .
- Chen LW , Feng ZJ , Cai P , Li YB , Chen HJ , Jiang ZG. 1997. Studies on the diurnal activities and time budgets of przewalski's gazelle [J]. *Acta Theriol. Sinica* , **17** (3): 172 - 183 . [陈立伟 , 冯祚建 , 蔡平 , 李永波 , 陈洪舰 , 蒋志刚. 1997. 普氏原羚昼间行为时间分配的研究. 兽类学报, **17** (3): 172 - 183 .]
- Cloudsley-Thompson JL. 1961. Rhythmic Activity in Animal Physiology and Behaviour [M]. New York : Academic Press .
- Clutton-Brock TH , Coulson TN , Milner-Gulland EJ , Thomson D , Armstrong HM. 2002. Sex differences in emigration and mortality affect optimal management of deer populations [J]. *Nature* , **415** (7): 633 - 637 .
- Clutton-Brock TH , Guinness FE , Albon SD. 1982. Red Deer : Behaviour and Ecology of Two Sexes [M]. Edinburgh : Edinburgh University Press .
- Coulson T , Catchpole EA , Albon SD , Morgan BJT , Pemberton JM , Clutton-Brock TH , Crawley MJ , Grenfell BT. 2001. Age , sex , density , winter weather , and population crashes in soay sheep [J]. *Science* , **292** (25): 1528 - 1531 .
- Defler TR. 1995. The time budget of a group of wild wooly monkeys (*Lagothrix lagotricha*) [J]. *Int. J. Primatol.* , **16** (1): 107 - 120 .
- Di WZ. 1987. Plantae Vasculares Helan Mountain [M]. Xian : North-western University Press. 20 - 22 . [狄维忠. 1987. 贺兰山维管植物. 西安 : 西北大学出版社. 20 - 22 .]
- Duncan P. 1980. Time-budgets of Camargue horses : II . Time-budgets of adult horses and weaned sub-adults [J]. *Behaviour* , **72** : 26 - 49 .
- Encyclopedist Committee of Ningxia. 1998. Encyclopaedia of Ningxia [M]. Yinchuan : Ningxia People's Publishing House. 34 . [宁夏百科全书编撰委员会. 1998. 宁夏百科全书. 银川 : 宁夏人民出版社. 34 .]
- Georgii B. 1981. Activity patterns of female red deer (*Cervus elaphus* L.) in the Alps [J]. *Oecologia* , **49** : 127 - 136 .
- Green RA , Bear GD. 1990. Seasonal cycles and daily activity patterns of rocky mountain elk [J]. *J. Wildl. Manag.* , **54** (2): 272 - 279 .
- Gross JE , Demment MW , Alkon PU , Kotzman M. 1995. Feeding and chewing behaviours of Nubian ibex : Compensation for sex related differences in body size [J]. *Funct. Ecol.* , **9** : 385 - 393 .
- Guan DM , Gao ZX. 1999. Seasonal time budget of daily activity in Mongolian gazelle [J]. *Chinese Wildlife* , **20** (2): 32 - 33 . [关东明 , 高中信. 1999. 黄羊日活动时间分配的季节变化. 野生动物, **20** (2): 32 - 33 .]
- Guo FZ , Gao XB , Hou YB. 1993. Foods , diurnal rhythms and social behaviour of argali during summer season at Yanchiwan , Gansu Province [J]. *Acta Zool. Sinica* , **39** (4): 392 - 398 . [郭方正 , 高学斌 , 侯玉宝. 1993. 甘肃盐池湾盘羊夏季食性日活动时间节律及社群行为的研究. 动物学报, **39** (4): 392 - 398 .]
- Guo YS. 2003. Daily activity rhythm and time budget of Sichuan sika deer [J]. *Acta Theriol. Sinica* , **23** (2): 104 - 108 . [郭延蜀. 2003. 四川梅花鹿的昼夜活动节律与时间分配. 兽类学报, **23** (2): 104 - 108 .]
- Hastings JW. 1960. Biochemical aspects of rhythms : Phase shifting by chemicals [J]. *Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology* , **25** : 131 - 144 .
- Jiang ZG. 1999. Real time recording of ethological data [A]. In : China Zoological Society. Zoological Studies in China [C]. Beijing : Chinese Forestry Publishing House. 702 - 707 . [蒋志刚. 1999. 动物行为的实时记录. 见 : 中国动物学会. 中国动物科学研究. 北京 : 中国林业出版社. 702 - 707 .]
- Kang AL , Zhang ED. 2001. Behavioral observations on the mother/off-spring relationship in Takins in captivity [J]. *Chinese J. Zool.* , **36** (2): 19 - 22 . [康蔼黎 , 张恩迪. 2001. 饲养条件下羚牛母幼行为的初步研究. 动物学杂志, **36** (2): 19 - 22 .]
- Liang YM , Wang XM. 2000. A study of blue sheep population life table and its group structure of different seasons in Helan Mountain [J]. *Acta Theriol. Sinica* , **20** (4): 258 - 262 . [梁云媚 , 王小明. 2000. 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, **20** (4): 258 - 262 .]
- Liu ZS , Cao LR , Zhai H , Hu TH , Wang XM. 2004. Winter habitat selection by red deer (*Cervus elaphus alxaicus*) in Helan Mountain , China [J]. *Zool. Res.* , **25** (4): 403 - 409 . [刘振生 , 曹丽荣 , 翟昊 , 胡天华 , 王小明. 2004. 贺兰山区马鹿对冬季生境的选择性. 动物学研究, **25** (5): 403 - 409 .]
- Liu ZS , Wu JP , Teng LW. 1999. Diurnal activity rhythm of semi-free sika deer during early summer [J]. *Journal of Northeast Forestry University* , **27** (6): 53 - 56 . [刘振生 , 吴建平 , 滕丽微. 1999. 半散放条件下梅花鹿初夏日间活动节律. 东北林业大学学报, **27** (6): 53 - 56 .]
- Liu ZS , Wu JP , Teng LW. 2002. Time budget and behavior pattern of semi free *Cervus nippon* in spring [J]. *Chinese Journal Ecology* , **21** (6): 29 - 32 . [刘振生 , 吴建平 , 滕丽微. 2002. 散放条件下春季梅花鹿行为时间分配的研究. 生态学杂志, **21** (6): 29 - 32 .]
- Liu ZS , Zhou XY , Teng LW. 2001. Behavioral ecology of sika deer in spring in semi-natural area [J]. *J. Fores. Res.* , **12** (3): 205 - 208 .
- Maher CR. 1991. Activity budgets and mating system of male pronghorn antelope at Sheldon National Wildlife Refuge , Nevada [J]. *J. Mammal.* , **72** (4): 739 - 744 .
- Moen AN. 1973. Wildlife Ecology : An Analytical Approach [M]. San

Francisco : W H Freeman and Co.

- Moncorps S , Bousses P , Reales D , Chapuis J. 1997. Diurnal time budget of the mouflon (*Ovis musimon*) on the Kerguelen archipelago : Influence of food resources , age , and sex [J]. *Can. J. Zool.* , **75** : 1828 - 1834.
- Nielsen ET. 1984. Relation of behavioural activity rhythms to the changes of day and night : A revision of views [J]. *Behaviour* , **89** (3) : 147 - 173.
- Owen-Smith N. 1979. Assessing the foraging efficiency of a large herbivore , the kudu [J]. *S. Afr. J. Wildl. Res.* , **9** : 102 - 110.
- Pépin D , Abegg C , Richard C. 1991. Diurnal activity patterns within female herds around parturition time [J]. *Can. J. Zool.* , **69** : 776 - 782.
- Ren JR , Yu YQ. 1990. A study on the population structure and life table of blue sheep in Yushu and Golog , Qinghai Province [J]. *Acta Theriol. Sinica* , **10** (3) : 189 - 193. [任军让 , 余玉群. 1990. 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 , **10** (3) : 189 - 193.]
- Risenhoover KL. 1986. Winter activity patterns of moose in interior Alaska [J]. *J. Wildl. Manag.* , **50** : 727 - 734.
- Robbins CT. 1983. *Wildlife Feeding and Nutrition* [M]. New York : Academic Press.
- Schaller GM. 1977. *Mountain Monarchs : Wild Sheep and Goats of the Himalaya* [M]. Chicago : University of Chicago Press.
- Shi JB , Dunber RIM , Buckland D , Miller D. 2003. Daytime activity budgets of feral goats (*Capra hircus*) on the Isle of Rum : Influence of season , age , and sex [J]. *Can. J. Zool.* , **81** : 803 - 815.
- Sorensen VA , Taylor DH. 1995. The effect of seasonal change on the group size , group composition , and activity budget of white-tailed deer , *Odocoileus virginianus* [J]. *Ohio. J. Sci.* , **95** : 321 - 324.
- Tian LS. 1996. *Vegetation of East Slope in Helan Mountain* [M]. Huhehaote : Inner Mongolia University Press. 3 - 9. [田连恕. 1996. 贺兰山东坡植被. 呼和浩特 : 内蒙古大学出版社. 3 - 9.]
- Turner DC. 1979. An analysis of time-budget by roe deer (*Capreolus capreolus*) in an agricultural area [J]. *Behaviour* , **71** : 246 - 290.
- Wang XM , Li M , Tang SX , Liu ZX. 1998a. A preliminary study of some characters of blue sheep population ecology in spring [J]. *Acta Theriol. Sinica* , **18** (1) : 27 - 33. [王小明 , 李明 , 唐绍祥 , 刘志霄. 1998a. 春季岩羊种群生态学特征的初步研究. 兽类学报 , **18** (1) : 27 - 33.]
- Wang XM , Liu ZX , Xu HF , Li M , Li YG. 1998b. The blue sheep population ecology and its conservation in Helan Mountain , China [J]. *Chinese Biodiversity* , **6** (1) : 1 - 5. [王小明 , 刘志霄 , 徐宏发 , 李明 , 李元广. 1998. 贺兰山岩羊种群生态及保护. 生物多样性 , **6** (1) : 1 - 5.]
- Zhang ED. 2000. Daytime activity budgets of the Chinese water deer [J]. *Mammalia* , **64** (2) : 163 - 172.

“东亚现代人史前迁徙的遗传学研究”取得新进展

东亚现代人的史前迁徙一直是人类学界颇多争议的问题之一。以前的遗传学研究揭示了东亚南方和北方人群在遗传背景上存在一定的差异，但如何解释这种遗传差异以及它同东亚现代人史前迁徙路线的关系是大家争论的焦点。

昆明动物研究所“引进国外杰出人才”计划获得者、副所长宿兵研究员领导的研究小组采用父系遗传的 Y 染色体的遗传标记，对 40 个东亚南北方代表群体，共 2332 个男性个体进行了系统的比较分析。他们的研究表明，南方群体的 Y 染色体单倍型较北方群体更为丰富，并存在南方群体特有的单倍型，而北方群体仅有部分南方群体具有的 Y 染色体单倍型。据此，他们的研究结论是：东亚南方群体是祖先群体，北方群体是在约 25 000—30 000 年以前从南方迁移到北方的。换言之，由非洲起源的东亚现代人最早到达东亚的南部，他们最初的迁徙路线是由南向北。

该项研究成果于 2005 年 7 月 14 日发表于美国人类遗传学杂志 (*American Journal of Human Genetics*)