

DOI: 10.5846/stxb201710251908

张致荣,王爱善,滕丽微,朱建青,何静,刘振生.丰容对圈养雌性岩羊活动时间分配的影响.生态学报,2018,38(20): - .

Zhang Z R, Wang A S, Teng L W, Zhu J Q, He J, Liu Z S. Effect of enrichment on activity budgets of captive female blue sheep. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(20): - .

丰容对圈养雌性岩羊活动时间分配的影响

张致荣¹, 王爱善², 滕丽微^{1,3}, 朱建青², 何 静¹, 刘振生^{1,3,*}

1. 东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨 150040

2. 上海动物园, 上海 200335

3. 国家林业局野生动物保护学重点开放实验室, 哈尔滨 150040

摘要:为了探究环境丰容和食物丰容对岩羊行为和活动节律的影响,于2017年3月—7月,以上海动物园的5只雌性岩羊(*Pseudois nayaur*)为研究对象,设计环境丰容和食物丰容试验,利用瞬时扫描法对岩羊进行行为学观察,分析岩羊丰容前后昼间行为的变化。结果表明:经过环境丰容,岩羊的运动行为和反刍行为显著增加,卧息行为和其他行为显著减少,取食行为无明显变化。在环境丰容基础上,开展食物丰容后,运动行为明显减少,取食行为明显增加。卧息行为有所减少、反刍行为和其他行为有所增加,但变化均不明显。丰容后岩羊的昼间活动节律也发生了变化。取食行为呈现2个高峰期(8:00—11:00和15:00—18:00),取食行为普遍提高;运动行为在13:30—17:30时段较丰容前提前一个小时左右发生;卧息行为有相似的波动规律,但丰容后其昼间发生频次在16:00之前均降低;反刍行为波动最大,呈现出明显的2个高峰期(6:00—9:00和10:00—15:00)。试验表明,在进行环境和食物丰容后,岩羊的活动增加,优化了时间分配,福利状况得到了有效改善。

关键词:环境丰容;食物丰容;岩羊;活动时间分配;行为;圈养

Effect of enrichment on activity budgets of captive female blue sheep

ZHANG Zhirong¹, WANG Aishan², TENG Liwei^{1,3}, ZHU Jianqing², HE Jing¹, LIU Zhensheng^{1,3,*}

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

2. Shanghai Zoo, Shanghai 200335, China

3. Key Laboratory of Conservation Biology, State Forestry Administration, Harbin 150040, China

Abstract: In modern zoos, enrichment is now a well-established management practice and a key component in the care of captive animal populations. In order to transform their objectives from pure entertainment to public education, species conservation, and animal welfare, many zoos have accomplished this through enrichment at different levels. In this study, we conducted environmental and feeding enrichment experiments on 5 captive blue sheep (*Pseudois nayaur*) in Shanghai Zoo, China from March 2017 to July 2017. We used instantaneous sampling methods and analyzed the effect of different forms of enrichment on the activity budgets of captive female blue sheep. We found that the time of motion ($P < 0.01$) and ruminate ($P < 0.01$) behaviors significantly increased after adding enrichment equipment, whereas the time allocated for resting ($P < 0.01$) and other ($P < 0.01$) behaviors decreased dramatically. After feeding enrichment on the basis of environmental enrichment, the time of motion ($P < 0.05$) behavior significantly decreased and feeding ($P < 0.01$) behavior increased dramatically. The time of ruminate ($P = 0.153$) and other ($P = 0.01$) behaviors increased while the time of resting ($P = 0.05$) decreased, but there was no significant variation in time spent on these three behaviors. The daytime activity rhythm of blue sheep changed after enrichment. Feeding behavior increased generally, with the peaks of feeding behavior

基金项目:中央高校基本科研业务费资助项目(2572014CA03, DL13EA01);国家自然科学基金资助项目(31372221);上海市绿化和市容管理局资助项目(JB100404)

收稿日期:2017-10-25; 网络出版日期:2018-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhenshengliu@163.net

were recorded at 8:00—11:00 and 15:00—18:00. Motion behavior occurred an hour earlier than before, in the period of 13:30—17:30, and resting behavior had similar fluctuations, but its daytime frequency reduced before 16:00. Ruminant behavior had the biggest fluctuation, showing two peaks at 6:00—9:00 and 10:00—15:00. The results of our experiment showed that after the enrichment of environment and food, the activities of blue sheep increased, time allocation was optimized, and animal welfare status improved effectively.

Key Words: environmental enrichment; feeding enrichment; blue sheep; activity budget; behavior; captivity

动物园作为野生动物迁地保护的重要场所,布置的环境和设施直接影响动物的行为特征。为了提高动物福利和展出效果,调节活动时间分配,让其呈现一种自然健康的状态,环境丰容和食物丰容已成为降低动物受胁迫程度的主要手段^[1-3],对圈养动物的行为有积极的影响^[4]。丰容是通过环境修饰或丰富食物构成,改善环境质量,增加动物对采食的趣味性,从而提高圈养动物的生物学功能^[5-6]。

通常在野外环境下动物能表达自然的行为,有一个适应的和进化的活动分配。然而,在圈养环境下动物的行为和活动分配有明显的改变^[7-8]。圈养环境中,动物活动空间受限,种群密度较高,定时定量提供现成的食物,缺乏捕食者带来的压力,近亲繁殖机会增加,更没有种群内个体的迁移,并且受到游客频繁的干扰^[5,9]。由于缺乏兴奋刺激,生活枯燥单调,一些行为逐渐减少甚至退化,可能孕育一些异常行为,如刻板行为和自残行为^[10]。这些异常行为占据了其他的行为的表达时间,不利于动物的生理和心理健康。

岩羊(*Pseudois nayaur*),又名崖羊、石羊,隶属于偶蹄目牛科羊亚科岩羊属,是我国Ⅱ级重点保护野生动物,在我国主要分布在西藏、云南、四川、青海、甘肃、宁夏、陕西和内蒙古等地^[11]。岩羊昼间活动时间分配主要受食物数量和质量,不同生长阶段和生理时期的影响^[11]。对野外岩羊行为研究表明,自然条件下,岩羊取食行为时间占比最多,运动行为次之,卧息和其他行为较少^[12-13]。在圈养条件下,岩羊冬季行为时间分配依次是卧息、取食、运动、反刍和其他行为^[14],行为时间分配有明显的不同。已有研究表明,环境丰容和食物丰容能有效减少亚洲象(*Elephas maximus*)^[15]和赤斑羚(*Naemorhedus baileyi*)^[16]的刻板行为,增加了运动行为,呈现出自然的行为状态,但尚未有丰容对岩羊活动时间分配影响的报道。

本研究以上海动物园中的5只雌性岩羊为研究对象,设计开展环境丰容和食物丰容实验,假设两种丰容均可改变圈养岩羊的活动时间分配,减少卧息行为,提高其运动及取食行为,增加积极行为的比例。本次研究对圈养岩羊的丰容效果进行评估和验证,探索对圈养动物进行更好饲养和保护,提高动物福利的方法。

1 研究地区和研究方法

1.1 研究对象和地点

实验对象为上海动物园岩羊展区的5只雌性岩羊。上海动物园地理坐标为31°11'N, 121°21'E,海拔7 m。属亚热带季风气候,四季分明。雨量充沛。岩羊展区东西宽8—12 m,南北长40 m,面积约400 m²。展区中有两座假山,饲养员把青草和精料放置在此处。假山和展区周围有几棵乔木,树种是乌桕(*Sapium sebiferum*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)和桑树(*Morus alba*),岩羊通常在假山旁和树下休息。每天投喂2次,分别是8:30和14:00左右。

1.2 研究方法

1.2.1 丰容设计

环境丰容主要是改造靠近游览区一侧的假山(原来的假山利用率低,躲避穴几乎无实际作用),建双层遮雨喂食平台。底部用水泥做直径150 cm的地面平台,里面高外面低有利于排水;上方140 cm高度建直径150 cm的木质大活动平台,一边和原假山衔接,开口朝向游客,有利于观赏。在其东侧搭建2个1 m²小松木活动平台,分别距地面0.5 m、1 m,西侧搭建1个,距地面0.5 m,小松木活动平台都用松木与双层遮雨喂食平台相

连通, 构成一个回路(图 1)。

食物丰容是改变食物的投喂方式和增加获取难度、时间。将青草, 干草放置在平台上, 岩羊必须攀爬到平台上才能采食到; 悬挂式颗粒料投喂器: 喂食平台正前方的水杉树旁立一木桩, 木桩上端用绳子穿起来, 绳子上悬挂开孔的塑料水桶, 桶里装颗粒料, 供岩羊头部撞击水桶获得颗粒料。



图 1 环境丰容前后岩羊展区

Fig.1 Exhibition area before and after environmental enrichment of blue sheep

1.2.2 行为观察

实验开始前对 5 只雌性岩羊进行个体识别和行为学预观察, 根据已有的研究方法和结果^[14,17-19], 构建圈养岩羊的行为谱(表 1)。

表 1 圈养岩羊行为谱

Table 1 The echogram of captive blue sheep

行为类型 Behavior	描述 Description
运动 Motion	通过四肢身体移动的过程, 包括走动、跑动以及个体间的相互追逐等行为
卧息 Rest	岩羊的腹部或体侧接触地面进行休息的活动, 包括休息和睡眠
取食 Feeding	采食 通过上下唇协同动作, 对食物进行切割、咀嚼、湿润、吞咽等的过程 饮水 通过上下颌摄取水源的行为
反刍 Ruminant	在非睡眠时, 头部高于背中轴, 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
其他 Others	排便 从肛门或尿道将粪便和尿液排除体外的过程 角斗 岩羊相互追逐, 以角相互顶撞 修饰 用舌舔、牙咬、四肢搔身体的某些部位或蹭痒和磨角的过程 发声 通过喉部或口腔发出声音的过程 警戒 四肢接触基底, 支撑身体, 并四处张望, 防止可疑生物靠近的状态 嗅闻 用鼻触、闻自己或其他个体的尿迹、粪迹和擦蹭过的痕迹等的过程

正式数据收集时间为 2017 年 4 月 1 日至 7 月 12 日, 其中 4 月 1 日至 4 月 20 日为环境丰容前观察阶段, 共计 240 h; 5 月 20 日至 6 月 10 日为环境丰容后观察阶段, 共计 240 h, 同时也作为食物丰容实验的对照; 7 月 2 日至 7 月 12 日为食物丰容后观察阶段, 共计 120 h。观察时间为每天 6:00—18:00, 采用瞬时扫描取样法^[20], 记录岩羊的行为, 间隔 5 min 记录 1 次岩羊的状态。

1.2.3 数据处理

所有数据经 Excel 2010 汇总处理。先对环境丰容前每小时的数据进行统计, 即 8:00—8:55 归为一组, 表示为 8:30, 9:00—9:55 归为一组, 表示为 9:30, 其他时间依此类推, 然后计算出各行为的百分比。丰容后的数据, 以每种行为在整个群体中发生的频次除以所有行为发生频次总和得到的百分比来表示此种行为的时间分配比例。采用 SPSS 19.0 分别对环境丰容前后和食物丰容前后的数据进行配对样本 *t* 检验, 比较丰容前后

行为的差异。绘图使用 Origin8 Pro 软件完成。

2 结果

2.1 丰容前圈养岩羊的昼间活动规律

丰容前,1 d 中岩羊有 2 个取食高峰,分别在 8:00—11:00 和 15:00—18:00,运动行为和取食行为有相似的波动规律,卧息行为和取食行为的时间分配恰好相反,但 15:00 之前卧息行为时间分配多于其他行为。其他行为一天中都有发生,几乎无变化(图 2)。

2.2 环境和食物丰容后圈养岩羊的昼间活动规律

环境和食物丰容后,除其他行为外,其他的行为的时间分配都在一段范围内都呈现波动变化。1 d 中有 2 个取食高峰,运动行为也呈现出 2 个高峰,但发生时间比取食行为提前,在 14:30 左右有一些降低。卧息行为和反刍行为有相似的规律,反刍行为发生的时间较卧息行为有所延迟。其他行为变化不明显(图 3)。

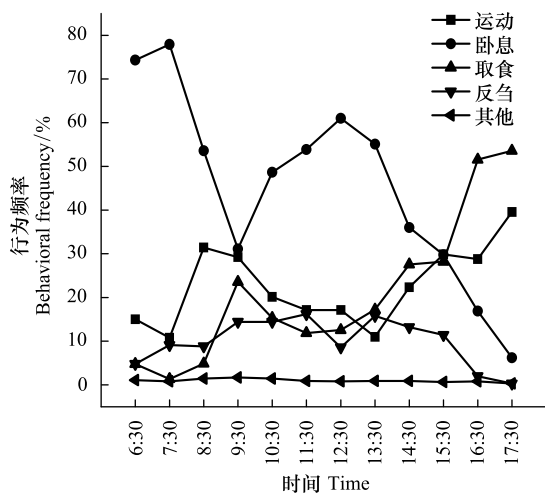


图 2 丰容前圈养岩羊的昼间活动节律

Fig.2 Daytime activity rhythm of captive blue sheep before enrichment

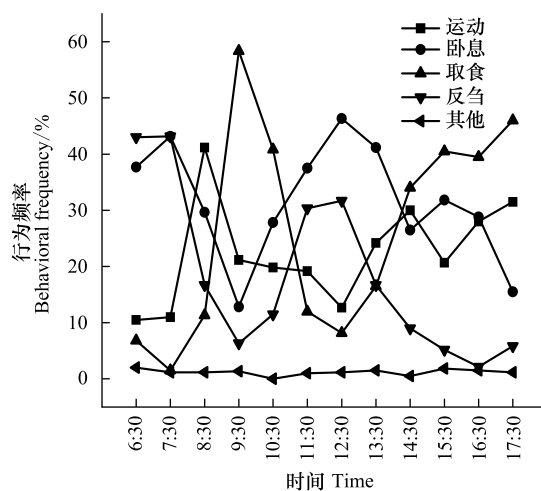


图 3 食物丰容后圈养岩羊的昼间活动节律

Fig.3 Daytime activity rhythm of captive blue sheep after enrichment

2.3 环境和食物丰容前后圈养岩羊的昼间活动节律比较

丰容前后,圈养雌性岩羊昼间运动行为、卧息行为、取食行为和反刍行为存在一定差异。运动行为达到 2 个峰值,在 7:30—11:30 时段,丰容后峰值明显高于丰容前,在 13:30—17:30 时段,丰容后运动行为发生提前 1 h 左右;丰容前后卧息行为有相似的波动规律,但丰容后其昼间发生频次在 16:00 之前均降低;取食行为也呈现 2 个高峰,分别在 8:00—11:00 和 15:00—18:00 之间,取食行为普遍提高;反刍行为波动最大,丰容前在 12:30 时刻出现明显的低谷,丰容后呈现出明显的 2 个高峰,分别在 6:00—9:00 和 10:00—15:00 之间(图 4)。

2.4 丰容前后圈养岩羊活动时间分配的变化

实施环境丰容后,岩羊的运动行为和反刍行为显著增加(运动: $t=2.751, P<0.05$;反刍: $t=6.182, P<0.01$),卧息行为和其他行为显著减少(卧息: $t=4.460, P<0.01$;其他: $t=4.320, P<0.01$),取食行为无明显变化($t=1.254, P=0.225$)(图 5)。

当加入食物丰容后,与环境丰容相比,运动行为减少($t=2.902, P<0.05$),取食行为明显增加($t=2.824, P<0.05$),反刍行为和其他行为显著增加(反刍: $t=2.429, P<0.05$;其他: $t=3.226, P<0.05$),卧息行为有所减少,但变化均不明显($t=1.202, P=0.260$)(图 5)。

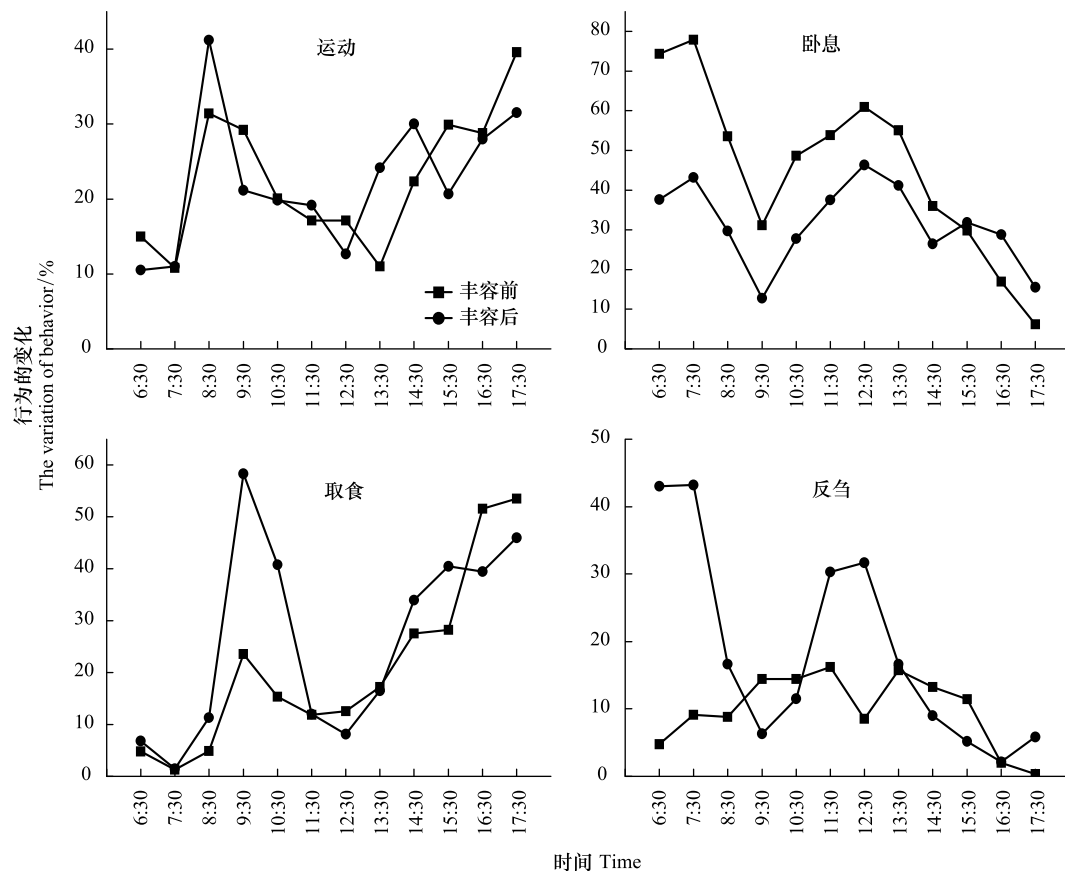


图4 圈养岩羊昼间行为变化

Fig.4 The daytime variation of behavior of captive blue sheep ($n=5$)

3 讨论

3.1 丰容前圈养岩羊的昼间活动规律

动物行为的时间分配不但可以反映出其行为学特征,而且能够反映出一段时间内的自然环境的状态以及食物的可得性^[21-22]。对丰容前圈养岩羊的昼间行为观察表明,其更多的时间是在休息,相对较少的时间用于取食。在野外和散养条件下,食草有蹄类动物将最多的时间用于取食,较少的时间用于休息^[12,23-28]。圈养条件有限的活动空间和定时定量供给的食物是产生这一差异的主要原因。与其他反刍动物一样,上海动物园圈养的岩羊也具有明显的昼活动节律,在 8:00—11:00 和 15:00—18:00 岩羊有 2 个明显的取食高峰。岩羊是典型的晨昏活动型动物,在野外取食的时间多处于 10:00 之前和 16:00 之后^[29],我们的结果与之大体符合,但可能受季节、纬度和海拔的影响。不同点在于圈养条件下,取食时间有所提前和延后^[14],主要原因是动物园饲养员每天投喂食物的时间是固定的,人为的改变了岩羊的取食时间。

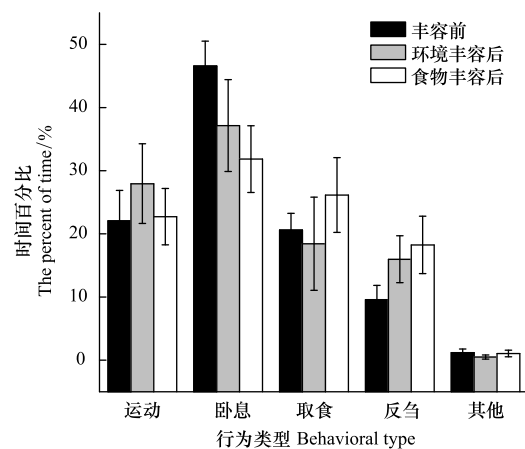


图5 环境丰容和食物丰容前后圈养岩羊活动时间分配

Fig.5 Activity budget of captive blue sheep before and after environmental enrichment and feeding enrichment

3.2 丰容后圈养岩羊的昼间活动规律

环境和食物丰容后岩羊的行为时间分配发生了明显的变化。运动行为和取食行为增多的同时,反刍行为也随之增多。岩羊生活环境的改善,使得其对周围的事物充满好奇,尝试探索和适应新环境,更多的时间用来运动和补充能量,因此用于卧息行为的时间减少。食物丰容只是增加了食物的获取难度和时间,但是投喂的时间每天固定的,所以和以往一样,取食行为仍然有 2 个峰值^[12-13]。岩羊在休息时伴随着反刍,对食物进行进一步加工和处理,深层次消化以提高能量的吸收率,因此卧息行为和反刍行为有相似的波动幅度,这与以往的研究反刍和取食有相似的规律有所不同,但是反刍行为总在取食行为发生一段时间后出现^[27-28,30]。

3.3 丰容对圈养岩羊行为的影响

展区环境丰容在一定程度上改善了岩羊的生活环境,对日常行为有积极的影响。已有研究表明,丰容能够减少动物的静止行为,这种变化有利于提高动物福利^[31]。本研究中环境丰容后岩羊大量时间花费在展区运动,因此卧息的时间减少了。岩羊有很强的攀爬岩石的能力,经常在岩石间活动^[32],之前的假山比较低且设计不科学,不能满足岩羊进行攀爬行为的需求。加入环境丰容设施后,个体间打斗追逐或受到惊吓时,经常从假山的一侧跳上从另一侧跳下,甚至直接从高处跳跃下来,有些个体在松木平台上活动,运动行为明显增加,与实验预期相一致。

圈养状态下,动物自发的取食时间非常少,因为动物园每天按时进行食物供应,几乎不需要搜寻食物,仅需少量时间取食食物。有报道显示,进行食物丰容后,亚洲象^[33]和赤斑羚^[16]取食行为显著增加,饮水和静止行为显著减少。对岩羊实施食物丰容后,取得了相似的结果。以往只是将食物(青草和精料)集中放置在假山旁边的石砌路上,岩羊在假山旁卧息,只要起身就能吃到食物。而丰容实验中将青草放置在假山活动平台上,需要攀爬上去才能吃到食物;将精料用开孔的桶悬挂起来,岩羊头部撞击才能获得,间接增加搜寻和识别食物的时间,从而增加了取食的时间。每天饲养员对展区进行清扫时,岩羊总是集聚在清扫车旁观望,嗅闻车内的食物,对食物的期望值很高,因此如何保持动物对食物的新鲜感也是后续要研究的内容,合理构建岩羊丰容库,进一步改善岩羊的生活环境,以切实提高圈养岩羊的福利水平。

参考文献 (References):

- [1] Mellen J, MacPhee M S. Philosophy of environmental enrichment: past, present, and future. *Zoo Biology*, 2001, 20(3): 211-226.
- [2] Hare V J, Ripsky D, Battershill R, Bacon K, Hawk K, Swaisgood R R. Giant panda enrichment: meeting everyone's needs. *Zoo Biology*, 2003, 22(4): 401-416.
- [3] Shivik J A, Palmer G L, Gese E M, Osthaus B. Captive coyotes compared to their counterparts in the wild: does environmental enrichment help? *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 2009, 12(3): 223-235.
- [4] Shyne A. Meta-analytic review of the effects of enrichment on stereotypic behavior in zoo mammals. *Zoo Biology*, 2006, 25(4): 317-337.
- [5] Newberry R C. The space-time continuum, and its relevance to farm animals. *Etologia*, 1993, 3: 219-234.
- [6] Howells O, Edwards-Jones G. A feasibility study of reintroducing wild boar *Sus scrofa* to Scotland: are existing woodlands large enough to support minimum viable populations. *Biological Conservation*, 1997, 81(1/2): 77-89.
- [7] Matsumoto-Oda A, Oda R. Changes in the activity budget of cycling female chimpanzees. *American Journal of Primatology*, 1998, 46(2): 157-166.
- [8] El Alami A, Van Lavieren E, Rachida A, Chait A. Differences in activity budgets and diet between semiprovisioned and wild-feeding groups of the endangered Barbary macaque (*Macaca sylvanus*) in the central high Atlas mountains, Morocco. *American Journal of Primatology*, 2012, 74(3): 210-216.
- [9] Hosey G R. How does the zoo environment affect the behaviour of captive primates? *Applied Animal Behaviour Science*, 2005, 90(2): 107-129.
- [10] Marriner L M, Drickamer L C. Factors influencing stereotyped behavior of primates in a zoo. *Zoo Biology*, 1994, 13(3): 267-275.
- [11] 刘振生. 岩羊 (*Pseudois nayaur*) 生态学研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2006.
- [12] 刘振生, 王小明, 李志刚, 崔多英, 李新庆. 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.
- [13] 董嘉鹏. 贺兰山岩羊不同性别昼间行为时间分配和活动节律研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2014.
- [14] 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, 51-51.

- [15] 孙伟东, 梁作敏, 尹军力. 环境丰容对圈养亚洲象行为的影响. 畜牧与兽医, 2013, 45(7): 34-35.
- [16] 侯晓云, 刘振生, 滕丽微, 王爱善. 丰容对圈养赤斑羚活动时间分配的影响. 生态学杂志, 2014, 33(8): 2119-2135.
- [17] 蒋志刚. 自然保护野外研究技术. 北京: 中国林业出版社, 2002: 154-154.
- [18] 尚玉昌. 动物行为的研究方法. 生物学通报, 2006, 41(8): 18-20.
- [19] Shi J B, Dunbar R I M, Buckland D, Miller D. Daytime activity budgets of feral goats (*Capra hircus*) on the Isle of Rum: influence of season, age, and sex. Canadian Journal of Zoology, 2003, 81(5): 803-815.
- [20] Altman J. Observational study of behavior: sampling methods. Behavior, 1974, 49(3): 227-267.
- [21] Post W, Baulu J. Time budgets of *Macaca mulatta*. Primates, 1978, 19(1): 125-140.
- [22] Marsh C W. Time budget of tana river red colobus. Folia Primatologica, 1981, 35(1): 30-50.
- [23] 刘昊, 石红艳, 胡锦矗. 四川梅花鹿春季昼夜活动节律与时间分配. 兽类学报, 2005, 24(4): 282-285.
- [24] 刘振生, 吴建平, 滕丽微. 半散放条件下梅花鹿初夏昼间活动节律. 东北林业大学学报, 1999, 27(6): 53-56.
- [25] 王小明, 应韶荃, 夏述忠, 金慧宇. 半圈养条件下秋冬季水鹿行为时间分配的研究. 动物学杂志, 2000, 35(2): 50-53.
- [26] 何利军, 丁由中, 王小明, 夏述忠. 半圈养条件下白唇鹿行为时间分配及活动规律的研究. 生态学杂志, 2001, 20(2): 27-29.
- [27] 刘振生, 吴建平, 滕丽微. 散放条件下春季梅花鹿行为时间分配的研究. 生态学杂志, 2002, 21(6): 29-32.
- [28] 郭松涛, 余玉群, 李保国, 顾正勤, 吐逊江, 王新军. 天山盘羊秋季集群习性和日活动节律初步观察. 兽类学报, 2003, 23(1): 27-30.
- [29] 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.
- [30] 孟秀祥, 杨奇森, 冯祚建, 夏霖, 蒋应文, 王培民. 圈养马麝发情交配后期的日活动格局. 动物学杂志, 2002, 37(6): 35-42.
- [31] Baker K C. Straw and forage material ameliorate abnormal behaviors in adult chimpanzees. Zoo Biology, 1997, 16(3): 225-236.
- [32] 蒋天一, 王小明, 丁由中, 刘振生, 王正寰. 人类游憩行为对岩羊 (*Pseudois nayaur*) 反应行为的影响. 科学通报, 2013, 58(16): 1546-1556.
- [33] Stoinski T S, Daniel E, Maple T L. A preliminary study of the behavioral effects of feeding enrichment on African elephants. Zoo Biology, 2000, 19(6): 485-493.