丰容对圈养赤斑羚活动时间分配的影响*

侯晓云[1] 刘振生[1,2] 滕丽微[1,2**] 王爱善[3]

([1]东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨 150040; [2]国家林业局野生动物保护生物学重点实验室, 哈尔滨 150040; [3]上海动物园管理处, 上海 200335)

摘 要 2010年11月—2013年2月,以上海动物园繁殖场内的10只赤斑羚(*Naemorhedus cranbrooki*)为研究对象,分别进行了2次环境丰容和食物丰容,分析了丰容前后对圈养赤斑羚活动时间分配的影响。结果表明:在加入丰容设施后,赤斑羚的卧息和刻板行为明显减少,摄食、移动和修饰行为明显增加,与预期结果一致;进一步增加丰容设施的复杂性后,卧息行为明显减少,移动和修饰行为明显增加,但其他几种行为变化不明显,未达到预期效果。在食物丰容阶段,卧息和其他行为有所减少,站立行为有所增加,但以上3种行为变化都不明显,未达到预期效果。在对丰容设施的利用上,进行食物丰容和增加丰容设施的复杂性有效地促进了赤斑羚对丰容设施的利用,分别使赤斑羚在丰容设施上活动的时间百分比由2.07%和1.44%提高到12.17%和10.83%。首次加入丰容设施后,赤斑羚在丰容设施上主要以站立行为为主;进一步增加环境复杂度后,赤斑羚在此设施上主要行为变为卧息行为。食物丰容前,赤斑羚在丰容设施上主要行为是站立行为;在食物丰容阶段,赤斑羚主要的行为变成了摄食行为。

关键词 环境丰容; 食物丰容; 赤斑羚; 活动时间分配; 圈养

中图分类号 Q958 **文献标识码** A **文章编号** 1000-4890(2014)8-2129-07

Effects of enrichment on activity budgets of captive red goral. HOU Xiao-yun[1], LIU Zhen-sheng[1,2], TENG Li-wei[1,2**], WANG Ai-shan[3] ([1]*College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin* 150040, *China*; [2]*Key Laboratory of Conservation Biology, State Forestry Administration, Harbin* 150040, *China*; [3]*Shanghai Zoo, Shanghai* 200335, *China*). *Chinese Journal of Ecology*, 2014, **33**(8): 2129-2135.

Abstract: In recent years, many zoos have transformed their objectives from pure entertainment to public education, species conservation, and animal welfare, which were mainly accomplished by environmental enrichment. We conducted an enrichment experiment (two environmental enrichments and one feeding enrichments) of 10 captive red gorals (*Naemorhedus cranbrooki*) in Shanghai Zoo Breeding Center, China from November 2010 to February 2013, to analyze the effect of different forms of the enrichments on the activity budgets of red gorals. Ethograms were composed of standing, resting, moving, eating, grooming, stereotypic behavior, and other behaviors. The time on resting ($P<0.01$) and stereotypic ($P<0.05$) behaviors significantly decreased after adding the enrichment equipment firstly, while the time allocated for eating ($P<0.05$), moving ($P<0.01$) and grooming ($P<0.01$) behaviors increased dramatically, which was consistent with our expectations. Then we improved complexity of the environmental enrichment equipment (second environmental enrichment), and the time on resting behavior ($P<0.05$) reduced, whereas the time allocated for moving ($P<0.05$) and grooming ($P<0.01$) behaviors increased significantly. Meanwhile, there was no significant variation in time spending on several other behaviors, which was not identical to our expectations. Resting ($P=0.44$), stereotypic ($P=0.19$), and standing ($P=0.31$) behaviors did not show significant differences at the

* 中央高校基本科研业务费项目(DL13EA01,2572014CA03)和上海市绿化和市容管理局项目(F080401)资助。

** 通讯作者 E-mail: tenglw@gmail.com

收稿日期: 2014-01-06 接受日期: 2014-04-26

feeding enrichment and non-enrichment stages. Feeding enrichment and increasing complexity of environmental enrichment equipment helped red gorals make use of the enrichment equipment effectively. Red gorals added the time resting on the enrichment equipment from 2.07% during the feeding enrichment and 1.44% during the second environmental enrichment to 12.17% and 10.83%, respectively. After we increased the first enrichment equipment, the major activity on the equipment was standing behavior, followed by eating behavior. Nonetheless, the main activity transformed to resting behavior, and the secondary activity was standing behavior when we conducted the second enrichment equipment. Before the feeding enrichment experiment, the major activity of red gorals was standing behavior, followed by grooming behavior. During the feeding enrichment experiment, red gorals showed more time for eating behavior, and less time for standing behavior.

Key words: environmental enrichment; feeding enrichment; red goral; activity budget; captivity.

由于人们对环境资源的过度开发利用,许多野生动物的野外种群数量正在逐渐减少,濒临灭绝。作为野生动物保护的一个重要部分,动物园的角色也从过去传统的娱乐性功能向现代的自然保护性功能转变,更加强调动物园在物种保护、科学研究和保护教育等发面发挥的重要作用(Seidensticker & Doherty,1996)。为了提高动物园中圈养动物的健康状况和福利水平,环境丰容已成为圈养动物日常管理的一个重要组成部分(Mellen & MacPhee,2001)。

圈养环境通常具有以下特征:较高的种群密度、有限的活动空间、较低的捕食压力、定时提供现成的食物、物理屏障阻止内部动物向外扩散和其他动物的迁入(Newberry,1993)。在这样的环境下,动物花费在正常活动上的时间减少了(Swaisgood,2007),就有可能出现一些不正常甚至是有害的行为(Marriner & Drickamer,1994),包括刻板行为、自我伤害行为等,以不正常的频率、强度和持续时间表达的自然行为,例如过度修饰和侵略性行为(示威,恐吓)等(Honess & Marin,2006)。这些不正常的行为会影响动物的展出、繁殖以及物种保护工作。环境丰容已被广泛地应用于减少圈养动物的刻板行为(Quirke *et al.*,2012)。Newberry(1993)把环境丰容概括地定义为"通过改变环境来改善圈养动物的生物学功能"。现在环境丰容研究是利用科学的研究方法了解动物,并为圈养动物提供心理和行为上的需求(Shepherdson,1998)。

许多野生动物由于较低的怀孕率、较高的幼仔死亡率、行为问题、疾病和遗传等因素的影响,大多很难在圈养条件下存活和繁殖(Quirke *et al.*,2012)。赤斑羚(*Naemorhedus cranbrooki*)就是这种典型范例。到目前为止,赤斑羚只在上海动物园繁殖场内饲养和繁殖成功,其他动物园的引入都以失败告终,这为赤斑羚的物种保护和种群扩大及繁殖带来极大的挑战。赤斑羚又名红斑羚,是国家I级重点保护野生动物,被IUCN列为易危(VU),是CITES附录I收录的物种,在我国主要分布于云南西北部和西藏东南部(郑建清,2011)。对于赤斑羚野外生态方面的研究资料非常少,并且多为描述性的记载(吴鹏举,2003;谢燕和张秩通,2005;2005;吴鹏举等,2007)。对于圈养条件下的赤斑羚已经进行了一些研究,包括饲养和繁殖生态(张词祖和周建华,1988;吴锋等,1996;郭文利,2004)、日常及发情期行为(孙立新和盛和林,1989;谢燕,2006)、活动时间分配(郑建清,2011)等方面。这些研究都是以上海动物园繁殖场内赤斑羚种群作为研究对象。实验证明,环境丰容与食物丰容能有效地减少灵长类(李华等,2005;黄志宏等,2007)、肉食动物(吴志勇等,2012)和食草动物中亚洲象(孙伟东等,2013)的刻板行为,增加运动行为,让动物变得更活泼,但是对食草类中偶蹄目动物丰容方面的研究却比较缺乏。

本实验中,假设环境丰容与食物丰容均能减少圈养赤斑羚的刻板行为,减少静止行为(卧息),增加运动行为(走动、跑动等),起到提高圈养赤斑羚福利的作用。本研究,以上海动物园繁殖场中的赤斑羚为对象,设计了环境丰容实验和食物丰容实验:在赤斑羚的活动场中搭建松木木架与水泥管等简单的丰容设施;改变食物的提供方式。观察这些丰容措施是否对赤斑羚日常行为节律和赤斑羚各个行为的时间分布产生影响。比较了不同程度的环境丰容对赤斑羚日常行为节律和行为的时间分布影响的差异。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究对象和地点

实验地区为上海动物园繁殖场,主要以大活动场内的 10 只赤斑羚为研究对象。笼舍分为室内笼舍、室外笼舍和活动场。室内笼舍面积为 16 m^2,设有放置草料、食草动物颗粒料(简称颗粒料)的食槽和水槽;室外笼舍面积为 28 m^2,没有任何设施;活动场的面积为 805 m^2,靠近笼舍一面和对面都设有凉棚,凉棚里有食槽和水槽,大多数时间饲养员会把青草、干草和颗粒料放在靠近笼舍的凉棚里,活动场远离饲养员通道的一面,由几棵高大乔木组成的小型树林,主要是构树(*Broussonetia papyrifera*)和桑树(*Morus alba*),赤斑羚通常在树下休息。饲养员每天 8:30 左右开始打扫笼舍,之后添加干草、青草、树叶和颗粒料等饲料, 14:00 左右第 2 次投食饲料。

1.2 研究方法

1.2.1 丰容设计 丰容实验在外活动场进行,在靠近树林的草地上搭建丰容设施。第 1 批丰容设施于 2010 年 12 月在活动场内建成,为松木搭建的活动平台(图 1),3 个大的平台面积 3 m^2,平均高 1.1 m,之间以 2 根横木相连,供赤斑羚在大平台之间移动。3 个小平台面积 1 m^2,平均高 0.45 m。第 2 批丰容设施于 2013 年 1 月完成,是在第 1 批设施的基础上进行了添加和修改,添加了一个面积 2 m^2、高 2 m 的大平台,以 4 根横木连接一个小平台,横木组成的斜面角度约 30°,适合赤斑羚在上面缓慢攀爬,还添加了 2 个高度为 1 m 的水泥管(图 2)。

食物丰容是改变食物的投放方式,通常的投喂方式是把青草和颗粒料放在凉棚的几个食槽里,在进行食物丰容过程中,把一部分青草和颗粒料放在大平台上,把树叶挂在较高的竹竿上立于大平台旁边,赤斑羚要经过跳跃,攀爬等过程才能吃到食物,增加取食难度。

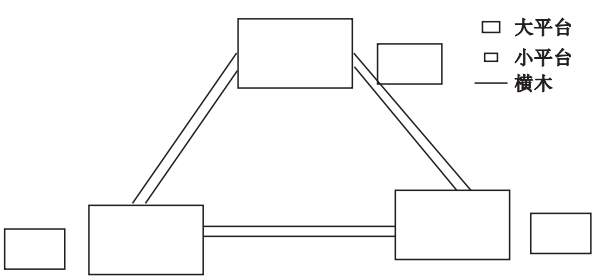


图 1 第 1 批丰容设施结构示意图

Fig. 1 Construction of the first environmental enrichment

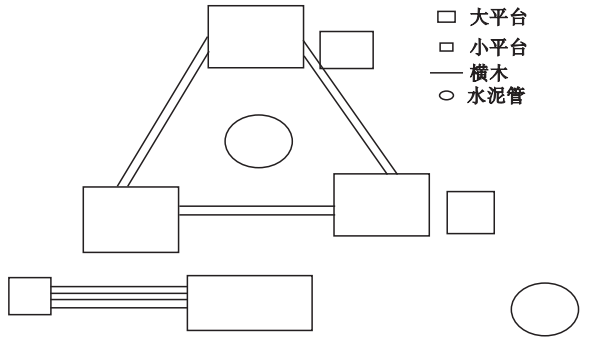


图 2 第 2 批丰容设施结构示意图

Fig. 2 Construction of the second environmental enrichment

1.2.2 数据收集 通过预实验观察及参考有蹄类的有关文献(蒋志刚,2000;孟秀祥等,2007a;孟秀祥等,2007b;龙帅等,2008;郑建清,2011),根据行为特点将圈养赤斑羚的各种行为归纳为 7 种行为类型:

站立行为:赤斑羚四肢着地呈静止站立姿势,凝视某一方向,伴随双耳转动,无其他明显伴随行为。

卧息行为:身体呈躺卧姿势,腹部着地或身体一侧着地,嘴部伴有反刍动作或无。

移动行为:个体发生明显位移,包括水平方向移动和竖直方向移动。

摄食行为:包括取食食槽里的草料和四处采食活动场内的青草及掉落的树叶。

修饰行为:用口部、角或蹄梳理和搔扒身体的毛被,包括伸展身体、哈欠及身体抖动等其他动作。

刻板行为:包括搭蹄凝视、立台和舔刮门框食槽等行为。

其他行为:包括排泄、角斗、嗅闻等出现频率低的行为。

数据的收集分为 5 个阶段:(1)环境丰容前阶段,2010 年 11 月 11—26 日,共记录 160 h;(2)刚加入环境丰容设施后的观察阶段,同时也作为食物丰容实验的对照组,2011 年 1 月 1—8 日,共记录 70 h;(3)食物丰容阶段,2011 年 1 月 11—18 日,共记录 70 h;(4)第 1 次环境丰容(木架)观察阶段,2012 年 6 月 3—14 日,共记录 132 h;(5)第 2 次环境丰容(木架和水泥管)观察阶段,2013 年 2 月 6—18 日,共记录 120 h。根据可分辨个体的要求取 7:00—17:00时间段进行观察记录,采用瞬时扫描取样法记录赤斑羚的行为,扫描时间间隔时间为 5 min。当赤斑羚在木架或水泥管上活动时,记录下它的活动时长以及行为类型。

1.2.3 数据处理 采用 Excel 2007 对所有数据进行汇总处理。环境丰容后阶段数据为第 1 次环境丰容阶段与第 2 次环境丰容阶段数据的平均值。分别对环境丰容前阶段与环境丰容后阶段、食物丰容前阶段与食物丰容阶段以及第 1 次环境丰容阶段与第 2 次环境丰容阶段的行为时间分配的变化进行配对 t 检验,由统计软件 SPSS 19.0 完成。用 Statistica 6.0 对食物丰容前后和第 1 次环境丰容与第 2 次环境丰容扩大阶段赤斑羚在丰容设施上活动的时间变化进行卡方检验,因赤斑羚在丰容设施上没有表现出明显的刻板行为,此处只对 6 个行为类型进行了检验。绘图使用 Origin 8.0 软件完成。

2 结果与分析

2.1 环境丰容前后圈养赤斑羚活动时间分配的变化

在活动场内加入丰容设施后,赤斑羚的卧息行为和刻板行为明显减少(卧息:$t=5.13$, $P<0.01$;刻板:$t=1.39$, $P<0.05$)),摄食行为、移动行为和修饰行为显著增加(摄食:$t=2.09$, $P<0.05$;移动:$t=5.19$, $P<0.01$ 修饰:$t=9.46$, $P<0.01$),站立行为和其他行为增加不明显(站立:$t=0.18$, $P=0.98$;其他:$t=6.82$, $P=0.73$)(图 3)。

第 2 次环境丰容较第 1 次环境丰容,卧息行为明显减少($t=2.33$, $P<0.05$);移动行为和修饰行为显著增加(移动:$t=1.26$, $P<0.05$;修饰:$t=7.41$, $P<0.01$);刻板行为减少不显著($t=1.89$, $P=0.08$);站立行为、摄食行为和其他行为均无显著的变化(站立:$t=0.48$, $P=0.65$;摄食:$t=0.18$, $P=0.86$;其他:$t=0.11$, $P=0.91$)(图 4)。

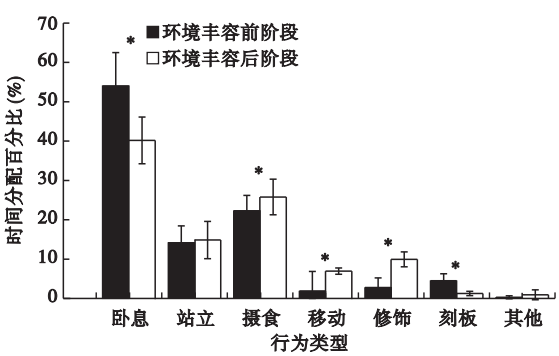


图 3 环境丰容前后圈养赤斑羚的活动时间分配

Fig. 3 Activity budgets of captive red gorals before and after environmental enrichment

$*P<0.05$。

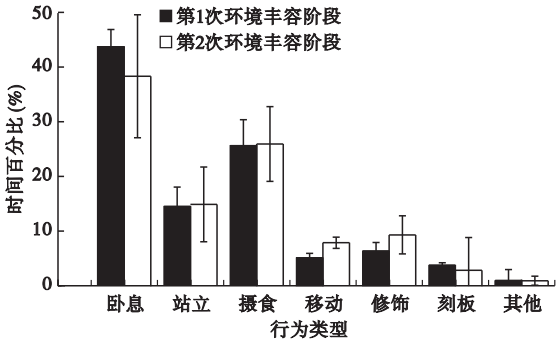


图 4 第 1 次环境丰容和第 2 次环境丰容后圈养赤斑羚的活动时间分配

Fig. 4 Activity budgets of captive red gorals before first and second environmental enrichments

2.2 进行食物丰容后圈养赤斑羚活动时间分配的变化

加入食物丰容后,卧息行为和刻板行为较加入食物丰容前有所减少(卧息:$t=0.83$, $P=0.44$;刻板:$t=1.48$, $P=0.19$),站立行为有所增加($t=1.12$, $P=0.31$),但以上 3 种行为变化均不显著。摄食行为、移动行为、修饰行为和其他行为几乎没有变化(图 5)。

2.3 第 1 次环境丰容和第 2 次环境丰容阶段圈养赤斑羚对丰容设施利用情况比较

加入第 1 批环境丰容设施后,赤斑羚在这些设施上活动时间非常少,仅占昼间总活动时间的 2.07%,在第 2 批丰容设施加入之后,赤斑羚在丰容设施上的活动时间增加到 12.17%。加入第 1 批丰容设施后,赤斑羚在丰容设施上的活动主要以站立行为为主(31.70%),其次是摄食行为(28.30%),卧息行为和修饰行为分别占 17.36% 和 14.00%,移动行为和其他行为比例较小,仅占 6.42% 和 2.26%。在加入第2批环境丰容设施后,赤斑羚在

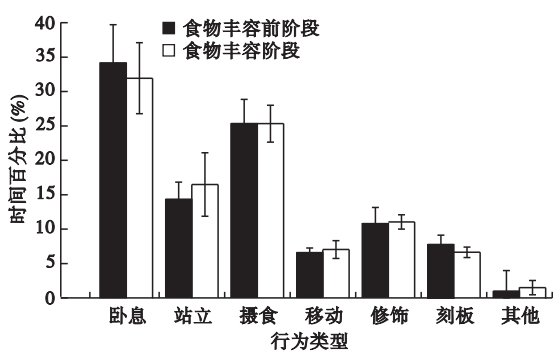


图 5 食物丰容前后圈养赤斑羚活动时间分布

Fig. 5 Activity budgets of captive red gorals before and after feeding enrichment

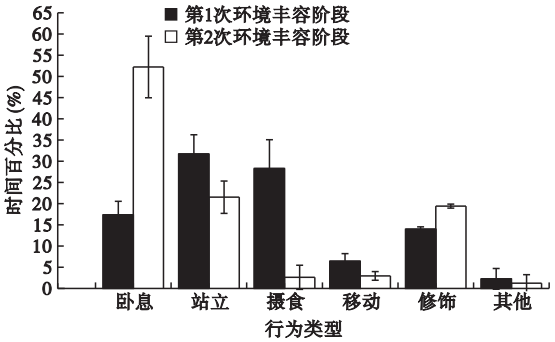


图 6 圈养赤斑羚在丰容设施上活动的时间分配
Fig. 6 Activity budgets of captive red gorals at equipment

此设施上的主要行为是卧息行为(52.23%),其次是站立行为(21.52%),再次是修饰行为(19.41%),摄食行为、移动行为和其他行为分别占2.63%、2.97%和1.26%(图6)。但是这些行为的时间变化并没有明显的差异性($P=0.99$)。

2.4 食物丰容前与食物丰容阶段圈养赤斑羚对丰容设施利用情况比较

在进行食物丰容前,赤斑羚在丰容设施上的活动时间仅占昼间活动总时间的1.44%,而在食物丰容阶段,在丰容设施上的活动增加到10.83%。进行食物丰容前,赤斑羚在丰容设施上主要的行为是站立行为(45.87%),其次是修饰行为(29.36%),再次是移动行为(10.09%),卧息、摄食和其他行为都比较少(1.83%、7.34%和5.50%)。在食物丰容阶段,赤斑羚主要的活动行为变成了摄食行为,占丰容设施上活动时间的53.97%,其次是站立行为(23.57%),再次是修饰行为(12.33%),而卧息行为、移动行为和其他行为占的比例较小(1.47%、5.74%和2.93%)(图7)。但是这些行为的时间变化也没有显著的差异性($P=0.83$)。

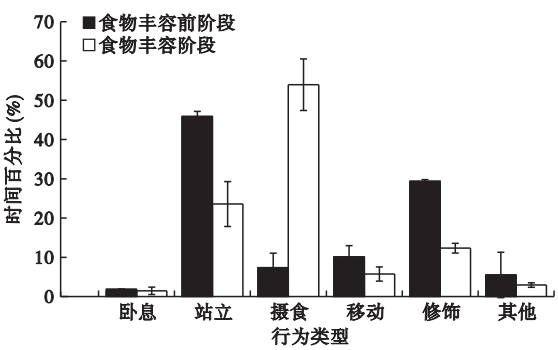


图 7 食物丰容前后圈养赤斑羚在丰容设施上活动时间的分配
Fig. 7 Activity budgets of captive red gorals at equipment before and after feeding enrichment

3 讨 论

3.1 环境丰容对圈养赤斑羚活动的影响

一些研究认为,只要增加圈养动物的活动空间,就可以减少不正常行为(例如刻板行为)的表达,提高动物的福利。但是大多数研究表明,单独增加空间不足以减少不正常行为,还需要改善空间的质量,增加复杂性,提高空间的可利用性(Kopecky & Reinhardt,1991)。研究表明,丰容能够减少静止行为,这种变化有利于提高圈养动物的福利(Baker,1997)。赤斑羚有很好的奔跑跳跃能力,从偶尔发生的受到惊吓后迅速奔跑和敏捷地跳跃到笼舍水泥墙上的动作就能看出,在进行丰容之前,圈内比较平坦,不能提供赤斑羚发生跳跃等行为的场所,而加入的环境丰容设施恰能满足赤斑羚发生此种行为的需要,赤斑羚的移动行为也随之增加了。赤斑羚的刻板行为一般发生在凉棚及笼舍墙壁附近,这些地方受到人为干扰比较大,加入丰容设施后,赤斑羚对活动场中间区域的利用率提高,减少了在凉棚和笼舍墙壁附近的活动,因此刻板行为也有了很大程度的减少。刻板行为的表达是动物对环境压力的行为响应(孟秀祥等,2007c),刻板行为的减少可以说明环境丰容在一定程度上降低了环境压力。运动量的增加也促进了摄食行为的增加,此结果与实验预期相一致。

圈养动物对丰容物品有习惯化现象,即在加入丰容设施一段时间内,动物对设施的利用率很高,之后由于习惯了丰容设施,对其兴趣降低,利用率逐渐降低并趋于平稳,研究证明灵长类对丰容设施的兴趣持续8 d后开始下降(熊博等,2012)。本实验中2次环境丰容数据都是在放入木架和水泥管后,赤斑羚分别适应了3个月和1个月以后才进行观察采集,对适应1个月以后的活动数据进行分析,发现赤斑羚在丰容设施上的各种行为没有明显的变化,赤斑羚对丰容设施的利用已经稳定,因此环境丰容设施对赤斑羚的习惯化的影响基本可忽略。

对2次环境丰容效果进行比较,第2次环境丰容是在第1次环境丰容的基础上增加了物理环境复杂度,但是第2次丰容设施与第1次丰容设施差异并不大,只是添加了几个相似的装置,赤斑羚对于新加入的这些设施的兴趣显然没有对第1次的丰容设施的高,对新加入的丰容设施的适应也更加迅速,因此赤斑羚的摄食和刻板等行为几乎没有变化,第2

次环境丰容对赤斑羚的活动影响并不大。卧息和修饰行为的变化可能是因为气候环境因素的影响。动物一般在热的月份卧息多、摄食少;冷的月份卧息少、摄食多(Little & Sommer,2002)。赤斑羚的野外栖息地与上海在光照、温度和湿度在季节变化上差异很大(郑建清,2011),明显增加的修饰行为可能是因为赤斑羚要去除身上的雪带来的不适感。

3.2 食物丰容对圈养赤斑羚活动的影响

圈养条件下动物的摄食时间非常少,因为提供给他们的食物大多经过加工,并且是在一定的时间段内集中的分布方式。当动物习惯了在1 d中几乎相同的时间和地点的食物提供方式后,其寻找食物的运动和花费在处理食物上的时间减少了(Honess & Marin,2006),并且对提供的食物有很高的期望,每天早晨当饲养员开始打扫邻近赤斑羚笼舍的其他笼舍时,赤斑羚会聚集在靠近被打扫笼舍的一侧的丰容设施上观察饲养员的活动,这种行为是赤斑羚期待被提供食物的一种表现。在观察饲养员的这个时间段内就会表现出一些刻板行为,因为赤斑羚没有机会表达与获取食物有关的自然行为,而在期待食物被送到的时候他们变得即兴奋又焦虑,这些外界刺激都有可能导致动物发展和表达更多刻板行为。食物丰容计划就是鼓励动物通过"工作"来增加对觅食运动和处理食物的时间,同时为动物表现自然的摄食行为提供机会(Schub & Eisenstein,2003)。简单的食物丰容方式就是改变喂食方式尤其是食物的种类和空间分布,打乱动物对提供食物的"习惯"。繁殖场提供给赤斑羚的食物种类比较丰富,所以食物丰容实验只改变了一部分食物的摆放位置,但是在丰容过程中食物仍然是以集中的方式分布,投喂的时间规律也没有变化,还是赤斑羚熟悉的时间段,对比取食放在食槽里的食物,赤斑羚取食这部分食物的难度和处理食物的时间没有增加太多,所以进行食物丰容没有对赤斑羚的活动产生明显的影响。食物丰容阶段赤斑羚的卧息和刻板行为略有减少、站立和移动行为略有增加,但是在统计学上都不显著。

3.3 环境及食物丰容后圈养赤斑羚对丰容设施利用的改变

在笼舍内加入丰容设施,增加空间的复杂性,以增加额外的空间促进动物正常行为的表达和活动的增加(Wilson,1982),同时也让动物能够充分利用空间,并且不同的丰容对动物活动的影响是不同的(Csatádi *et al.*,2008)。在进行食物丰容和增加环境丰容设施的复杂性后,赤斑羚对于丰容设施的利用都有显著的增加,表现为在丰容设施上活动的时间变长,从原来的每天只有少数时间到超过全天的10%以上,在丰容设施上的活动类型也发生了变化。食物丰容前,赤斑羚在丰容设施上的活动主要是站立和修饰行为,停留的时间也比较短,在食物丰容阶段,因为一部分食物被放在平台上,所以赤斑羚在丰容设施上主要是以摄食为主,其次才是站立行为,因为摄食的需要在丰容设施上停留的时间也比较长。在增加丰容设施复杂性方面,第1次环境丰容阶段,赤斑羚在丰容设施上的活动主要是站立和摄食行为,其次是卧息和修饰行为,赤斑羚偶然在丰容设施上趴卧休息,时间也不是很长;在第2次环境丰容阶段,赤斑羚在丰容设施上1/2的时间是卧息行为,其次是站立和修饰行为,经常能观察到赤斑羚在两次投喂食物的中间阶段长时间在丰容设施上休息。在观察中还发现,有特定的1只或几只赤斑羚,在摄食后的休息时间会选择在最高的平台上休息,而其他个体通常的休息地方则是在树荫下。赤斑羚的野外栖息地是海拔2000~4000 m的空旷区或者林缘多岩石的陡坡山地,它生性机警,在观察到危险时会迅速奔跑和躲藏(谢燕和张秩通,2005)。因此在高台上的赤斑羚可能是这个群体的"警戒者",有开阔的视野可以更早的发现危险信号,并做出反应。但是这些丰容措施对赤斑羚各种活动时间变化上的影响并不显著,说明丰容措施对赤斑羚的行为影响有限。

以上丰容实验的设计都较为简单,对于赤斑羚的丰容设计还有很大的提升空间,例如,提供可以更换的丰容设施让赤斑羚保持新鲜感,把食物装进特殊的装置来增加取食难度等。动物园的管理者和饲养人员可以借鉴国外形式多样的丰容方式,为进一步改善赤斑羚的生活环境,提高福利水平,使赤斑羚在圈养条件下减少不正常的行为、增加自然行为的表达,动物园管理者和研究人员还要继续努力。

参考文献

郭文利, 裴恩乐, 李仲逵, 等. 2004. 笼养红斑羚生态生物学的初步观察. 兽类学报, **24**(1): 82-83.

黄志宏, 王兴金, 何梓铭, 等. 2007. 环境丰容对单独圈养黑猩猩行为影响的研究. 野生动物, **28**(6): 19-22.

蒋志刚. 2000. 麋鹿行为谱及PAE编码系统. 兽类学报, **20**(1): 1-12.

李 华, 潘文婧, 刘东强, 等. 2005. 环境丰容对圈养黑猩

猩行为的影响. 北京师范大学学报: 自然科学版, **41**(4): 410-414.
龙 帅, 周材权, 王维奎, 等. 2008. 矮岩羊(*Pseudois schaeferi*)行为谱及 PAE 编码系统. 生态学报, **28**(11): 5632-5640.
孟秀祥, 冯金朝, 周宜君, 等. 2007a. 麝类行为谱的初步建构及行为型的描述性定义. 四川动物, **26**(1): 46-50.
孟秀祥, 杨奇森, 冯祚建, 等. 2007b. 圈养马麝的刻板行为. 东北林业大学学报, **35**(1): 47-48, 57.
孟秀祥, 杨奇森, 冯祚建, 等. 2007c. 兴隆山自然保护区麝场圈养马麝刻板行为的比较. 生态学杂志, **26**(3): 355-358.
孙立新, 盛和林. 1989. 红斑羚和斑羚几种常见行为的比较观察. 动物学杂志, **24**(3): 52-54.
孙伟东, 梁作敏, 尹军力. 2013. 环境丰容对圈养亚洲象行为的影响. 畜牧与兽医, **45**(7): 34-35.
吴鹏举. 2003. 慈巴沟自然保护区内的大中型动物. 野生动物, **24**(4): 44-46.
吴鹏举. 2005. 西藏慈巴沟国家自然保护区主要偶蹄类动物现状、栖息地和保护研究(博士学位论文). 上海: 华东师范大学.
吴鹏举, 张 宏, 张恩迪. 2007. 西藏慈巴沟自然保护区主要偶蹄类动物春季垂直分布和栖息地分化. 生态学杂志, **26**(10): 1569-1573.
吴 锋, 张词祖, 卫士德, 等. 1996. 圈养红斑羚的繁殖生态. 野生动物, **17**(5): 26-28.
吴志勇, 李东涛, 刘道强. 2012. 丰容对圈养华南虎行为影响的初探. 野生动物, **33**(6): 313-314.
谢 燕, 张秩通. 2005. 赤斑羚. 野生动物, **26**(4): 15-16.
谢 燕. 2006. 圈养条件下赤斑羚发情期行为研究(硕士学位论文). 上海: 华东师范大学.
熊 博, 蒋 乐, 施雨洁, 等. 2012. 不同丰容方式对圈养成年山魈行为影响的试验. 四川动物, **31**(5): 790-794.
郑建清. 2011. 圈养条件下赤斑羚夏季昼间行为时间分配及活动规律. 野生动物, **32**(5): 249-251.
张词祖, 周建华. 1988. 红斑羚饲养繁殖生态. 野生动物, **9**(4): 36-37.
Baker KC. 1997. Straw and forage material ameliorate abnormal behaviors in adult chimpanzees. *Zoo Biology*, **16**: 225-236.
Csatádi K, Leus K, Pereboom JJ. 2008. A brief note on the effects of novel enrichment on an unwanted behaviour of captive bonobos. *Applied Animal Behaviour Science*, **112**: 201-204.
Honess PE, Marin CM. 2006. Enrichment and aggression in primates. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, **30**: 413-436.
Kopecky J, Reinhardt V. 1991. Comparing the effectiveness of PVC swings versus PVC perches as environmental enrichment objects for caged female rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Laboratory Primate Newsletter*, **30**: 5-6.
Little KA, Sommer V. 2002. Change of enclosure in langur monkeys: Implications for the evaluation of environmental enrichment. *Zoo Biology*, **21**: 549-559.
Mellen J, MacPhee MS. 2001. Philosophy of environmental enrichment: Past, present, and future. *Zoo Biology*, **20**: 211-226.
Marriner LM, Drickamer LC. 1994. Factors influencing stereotyped behavior of primates in a zoo. *Zoo Biology*, **13**: 267-275.
Newberry RC. 1993. The space-time continuum, and its relevance to farm animals. *Etologia*, **3**: 219-234.
Quirke T, O'Riordan RM, Zuur A. 2012. Factors influencing the prevalence of stereotypical behaviour in captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *Applied Animal Behaviour Science*, **142**: 189-197.
Seidensticker J, Doherty JG. 1996. Integrating Animal Behavior and Exhibit Design. Chicago: The University of Chicago Press.
Swaisgood RR. 2007. Current status and future directions of applied behavioral research for animal welfare and conservation. *Applied Animal Behaviour Science*, **102**: 139-162.
Shepherdson DJ, Mellen JD, Hutchins M. 1998. Second Nature: Environmental Enrichment for Captive Animals. Washington: Smithsonian Institution Press.
Schub T, Eisenstein M. 2003. Enrichment devices for nonhuman primates. *Lab Animal*, **32**: 37-40.
Wilson SF. 1982. Environmental influences on the activity of captive apes. *Zoo Biology*, **1**: 201-209.

作者简介 侯晓云,女,1988 年生,硕士研究生,主要从事动物行为学研究。E-mail: 285005455@qq.com

责任编辑 张 敏