



高海拔地区非洲白犀牛昼间行为观察与分析 ——以云南野生动物园为例

王黎明¹ 周杰珑^{1*} 余兵兵¹ 施丽琼¹ 李有龙² 唐杨春²

(1. 西南林业大学生命科学学院, 昆明, 650224; 2. 云南野生动物园, 昆明, 650011)

稿件运行过程

收稿日期: 2018-07-19

修回日期: 2018-10-24

发表日期: 2019-02-10

关键词: 非洲白犀牛;

昼间行为;

分析

Key words: African white rhinoceros;

Daytime behavior;

Analysis

中图分类号: Q958.12

文献标识码: A

文章编号:

2310-1490 (2019) 01-043-08

摘要:

本研究旨在系统了解圈养条件下白犀牛全年昼间行为活动规律。以云南野生动物园2头非洲白犀牛(1雄1雌)为研究对象,采用连续记录法和焦点动物取样法对全年昼间行为进行观察,并记录了发生频次和持续时间,利用EXCEL表和SPSS软件对行为数据进行统计及量化分析。结果表明犀牛行为在时间分配上存在显著差异,犀牛休息时间最多,其次是运动行为;雌雄犀牛的同一行为在同一季节上差异不显著;犀牛平均每天运动和休息行为发生频次最多,持续时间较长;环境因素如天气、游客数量等对犀牛行为发生有一定影响。该研究结果可初步揭示野生动物园非洲白犀牛昼间行为活动规律和行为时间分配,在一定程度上丰富圈养条件下白犀牛行为学研究及迁地保护等基础资料和数据,进一步为白犀牛科学管理、合理饲养和繁殖管理,提升其观赏价值等提供建议和科学依据。

DOI:10.19711/j.cnki.issn2310-1490.2019.01.007

Diurnal Behavior of African White Rhinoceros at High Elevation at Yunnan Wildlife Park

WANG Liming¹ ZHOU Jielong^{1*} YU Bingbing¹

SHI Liqiong¹ LI Youlong² TANG Yangchun²

(1. College of Life Sciences, Southwest Forestry University, Kunming, 650224, China;

2. Yunnan Wildlife Park, Kunming, 650011, China)

Abstract: We studied the behavior of captive white rhinoceros during daytime. We selected two African white rhinoceros (1 male and 1 female) at Yunnan Wildlife Park, observed the annual daytime behavior using the continuous recording and focal animal sampling. We recorded the frequency and duration of behavior. Data were analyzed by EXCEL Table and SPSS Software. Rhino behaviors varied significantly by time of day. Rest accounted for the highest portion, followed by

基金项目: 云南省研发经费投入补助项目(2017YB236&2016YB462)资助; 西南林业大学科技创新项目支持

第一作者简介: 王黎明,女,25岁,硕士研究生;主要从事动物学研究。E-mail: 1030104260@qq.com

* 通讯作者: 周杰珑, E-mail: zhjiel@163.com

exercise behavior. Intra-season behavior profiles of male and female rhinoceros were similar. Exercise and resting behaviors showed the highest frequency and longer duration. Environmental factors such as weather and the number of tourists influenced rhino behavior. We described and analyzed the temporal behavioral patterns and behavioral timing of the African White Rhinoceros in the Safari Park. Our aim was to add to the database of behavior studies and ex situ conservation management of white rhinoceros under captive conditions. Here we offer recommendations for scientific management, rearing, breeding, and promoting the display value of white rhino.

现今世界上共有 5 种犀牛, 即白犀牛(*Ceratotherium simum*)、黑犀牛(*Diceros bicornis*)、印度犀牛(*Rhinoceros unicornis*)、爪哇犀牛(*Rhinoceros sondaicus*)、苏门答腊犀牛(*Dicerorhinus sumatrensis*) 5 种^[1], 它是世界上最大的奇蹄目(Perissodactyla) 动物, 也是第二大陆生动物。主要生存在南部非洲, 只有一小部分在非洲中部和东部^[2]。其中非洲白犀牛是世界现存数量相对较多, 体形最大的犀牛, 堪称“犀牛之王”, 雌性 6~7 岁性成熟, 孕期 16 个月, 繁殖期间隔 2~3 年。犀牛角中含有人体需要的全部氨基酸, 特别是 8 种必需氨基酸, 犀牛皮和犀牛血亦可入药^[2,3-5]。由于人口的增长加上人类肆意砍伐, 导致它的栖息地丧失, 生活空间缩小^[6]。1973 年白犀牛被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约(CITES)》附录 I 中。白犀牛作为一种濒危野生动物, 如今已成为一种观赏动物走进人们的生活, 随着该物种引进数量的增加, 各大动物园对白犀牛的饲养标准、营养^[7]、粪便菌群^[8]、消化代谢及免疫功能^[9]、疾病预防和诊疗等做出了一系列研究^[10], 使得逐渐开始对人工繁殖提高了认识。

近来, 我国动物园对多种动物的圈养研究及行为观察越来越多。如: 2012 年 1 月 13 日到 5 月 8 日, 刘安荣等^[11]采用瞬时扫描法、全事件取样法及目标取样法对昆明动物园 4 只圈养大象(*Elephas maximus*) 的昼间行为时间分配及活动节律进行了观察与分析, 发现雌、雄象的昼间活动规律表现出一定的差异。2007 年广州动物园为恢复提高笼养金钱豹(*Panthera pardus*) 的野性和兽性, 黄志宏等^[12]对试验场的 4 只金钱豹进行了为期近 2 个月的采食过程行为观察, 结果表明, 笼养金钱豹的年龄越大, 越常表现出一系列的刻板行为, 这种行为在采食前表现更为突出, 而采食活体动物能有效地减少刻板行为的发生, 并提高其野性和兽性。1994 年, 谭锋等^[13]报道成年赛加羚羊(*Saiga tatarica*) 的采食饮水、反刍、运动、休息、排泄等行为, 初步揭示了人工驯养成年赛加羚羊昼夜的

活动规律, 并发现赛加羚羊的产羔季节在每年 5~6 月^[14-15]。黄祥明等^[16]在大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*) 妊娠及产仔行为观察中对怀孕产仔大熊猫与假孕大熊猫的类似反应行为做了观察分析, 并表明大熊猫产仔期破羊水次数与每胎产仔只数有关。关于金丝猴(*Rhinopithecus roxellanae*) 的报道, 产于中国四川、云南和陕西, 栖息于海拔 1 500~3 000 m 的高山密林中^[17], Li 等^[18]在前人工作的基础上, 对金丝猴几个行为生态在观察研究的同时, 并对其形成这些行为的原因作初步分析。目前, 圈养条件下白犀牛研究主要涉及解剖学观察、组织学研究、血常规测定、粪便微生物群落分析及繁殖困难研究等; 而对白犀牛的行为规律的系统研究很少, 明确的行为谱也尚未构建。鉴于此, 本研究采用连续记录法和焦点动物取样法对云南野生动物园 2 只非洲白犀牛(1 雄 1 雌) 全年昼间行为进行了观察, 进一步为白犀牛等野生动物迁地保护研究、合理饲养、观赏价值提升及后续行为谱的构建等提供建议和参考依据。

1 研究地概括及研究对象

云南野生动物园位于昆明市东北郊(102°47'41.2"E, 25°05'50.9"N), 地处著名风景区金殿国家森林公园中, 总面积约为 200 hm², 是我国唯一的山地野生动物园, 其中犀牛馆(图 1)建在离海拔 2 081~2 089 m 的大熊猫馆的下方 500 m 处。拥有一个圈舍和一个活动场所, 周围有茂盛的植物, 景色优美。

云南野生动物园 2 头犀牛(1 雌 1 雄)于 2010 年 7 月从位于南非东北部瓦尔河上游高地上, 海拔高度为 1 754 m 的南非约翰内斯堡引进(据云南野生动物园的饲养员介绍这对犀牛从引进至今并未参与过繁殖, 期间有过一次自然发情行为, 时间持续较短)。年龄在 8 岁左右皮肤光滑无毛, 只有耳部和尾部有毛, 皮厚达 3 cm(云南野生动物园从非洲引进白犀牛的资料所知)。犀牛头长达 1.2 m, 鼻梁的皮肤上长出两只奇特

的角，一前一后，一大一小。前角向后弯，长1 m左右，甚至有超过1.5 m的；后角长50 cm以下。它的肩膀由发达的髓棘形成隆起的肩峰，髓棘连接着韧带以支持头部的重量。四肢粗壮有力，前后脚均为3趾。它们白天放出运动场，晚上关进同一舍笼休息。

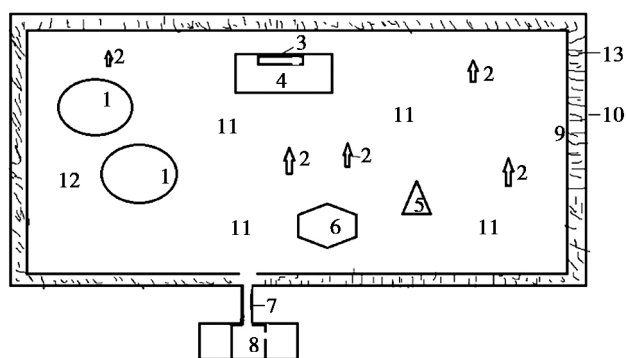


图1 犀牛运动场地示意图

Fig. 1 Sketch of a rhinoceros sports field

- 1. 本杰土堆; 2. 树; 3. 采食区; 4. 遮阳区; 5. 大石头;
- 6. 水塘; 7. 犀牛走道; 8. 犀牛舍; 9. 电网; 10. 护栏;
- 11. 运动区; 12. 躲避区; 13. 绿化带

注：本杰土堆指动物园把大的石墩和废弃的大的树干堆在一起，并用掺有本土植物种子的土壤进行填充，同时在堆内种植蔷薇等多刺、蔓生的保护性植物。为犀牛可以暂时提供了躲避的空间

水塘：位于犀牛舍笼20 m外的直径大约200 cm的大水坑，用于犀牛滚泥，一般夏季1 d 1次、冬季2~3 d 1次，有利于皮肤伤口愈合，预防蚊虫叮咬

Note: Bengoux refers to the zoo where large stone mounds are heaped together with large abandoned trunks and filled with soil mixed with native plant seeds. It provides temporary shelter for rhinos

Reservoirs: Large water holes with a diameter of about 200 cm, which are located about 20 m away from the cage of the rhino, are used for mud rolling of the rhinoceros. They are usually once a day in summer and once every 2-3 days in winter, which is conducive to healing skin wounds and preventing mosquito bites

2 研究方法

2.1 行为取样方法

采用焦点动物取样法(Focal animal sampling) 和连续记录法(Continuous recording) ，于2017年1月到2018年1月进行全年昼间行为学观察和记录(全年犀牛于17: 30回舍笼后，饲养员19: 00投喂1次食物后，据饲养员介绍其夜间基本处于睡眠休息状态且不是夜行动物，因此本研究只选择观察记录昼间行为)。记录犀牛所有行为及其起始和终止时间，始终跟踪研究对象，离开视野范围则暂中断记录“ABS”(Absent) (躲避行为除外)。取样时间9: 00~17: 00，30

min /段，按“小时(h)”统计和合并。此外，同时记录如温度、游客数、云覆盖率、食物等有关因素。

2.2 行为定义和行为谱构建

通过现场1周昼间行为预观察，结合文献报道和饲养员介绍，修改、确认各种行为变量类型并予以定义，构建昼间行为谱；根据各行为的特点，将相关的昼间行为归并为一类，共被归纳为以下9类，同时统一记录标准。

a. 采食行为：野生动物园犀牛用宽且平的唇采食人工投喂的青草或干草，同时用锋利的牙齿撕碎食物、两侧和后部平的磨齿咀嚼食物。

b. 饮水行为：饮用清洁水源，饮水时站立低头，张开平而宽的大嘴喝水。

c. 休息行为：白犀牛性情温和，休息时或保持静立不动，或趴在地上，“趴”多发生在中午阳光明媚，天气晴朗的中午。

d. 运动行为：犀牛的运动行为包括奔跑和行走等。可以短距离高速奔跑，并且可以急速转弯，可用速度进行攻击，发起攻击时犀牛先后退几步进行助跑，然后快速奔跑，腿部很短但肌肉发达，可以支撑庞大的体积，具有很好的平衡感。犀牛胆小易受惊，一般不发起攻击。

e. 排泄行为：白犀有固定地点排便排尿的习性，每次排便它们先进行嗅闻，然后卷尾进行排泄，还在周围树木和障碍物旁排尿和蹭上气味分泌物，用于标记自己的领地。通常情况下，从粪便可追寻白犀的踪迹。

f. 保养行为：如在水塘里进行泥浴，将自身裹上一层稀泥，可以预防伤口感染蚊虫叮咬和降低温度；在树或者石头上蹭痒，使得自身舒服。

g. 躲避行为：躲避行为是动物对外部干扰所产生的行为反应，表现为走到人员无法观察到的障碍物后进行缓解。

h. 社会行为：动物社会行为表现为争斗及社会通讯等，如相互蹭角，嬉戏，追逐，抢食和发出鼻音寻找同伴等。

i. 其他行为：行为发生次数少持续时间短，统一归为其他行为，如踢腿，拌嘴，卷尾，抬头观察等。

2.3 数据处理及统计分析

以每小时行为发生的频次(次/h) 和行为持续时间(min/h) 为基础统计，以某种行为频次或持续时间占总行为频次或持续时间的比例作为某种行为的发生比率(%)，以此分析行为发生时间分配的季节性、性

别等差异以及昼间行为节律, 探讨环境因子对行为发生的影响情况。统计分析前, 采用 Kolmogorov-smirnov Test 检验行为数据分布型, 据其正态性选用相应方法统计分析; 不符合正态分布的数据采用非参数检验进行量化分析。

白犀牛全年昼间行为节律分配格局计算公式: (1年中某天某种行为持续时间/当天总的行为持续时间) 全年观察行为节律之和/全年观察的总的天数 $\times 100\%$ 。

季节性昼间行为频率计算公式: (某季节当天某种行为持续时间的总和/当天总的行为持续时间) 某季节观察行为频率之和/某季节总的观察天数 $\times 100\%$ 。

全年某一时间段内某行为频率计算公式: 白犀牛某时间段某行为发生频次的全年总和/某时间段所有行为发生频次的全年总和 $\times 100\%$ 。

3 结果分析

3.1 雌、雄非洲白犀牛昼间行为时间分配格局

雌性非洲白犀牛昼间绝大部分时间用于休息(47.69%)、运动(23.08%)及采食(19.04%), 而其他6类行为, 如饮水行为、排泄行为、保养行为、躲避行为、社会行为及其他, 时间分配较少, 均在5%以下(图2)。雄性行为时间分配格局类似于雌性, 一天大部分时间都处在休息、运动及采食状态, 其他6类行为时间分配占比也均在5%以下。

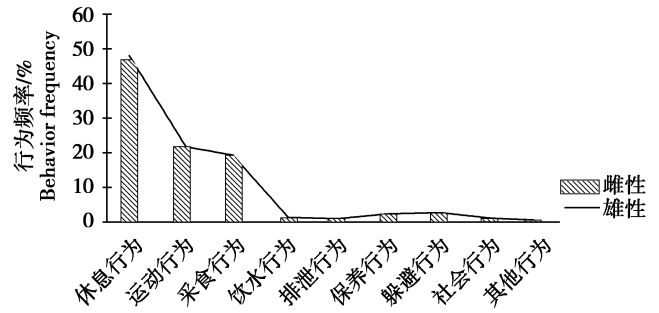


图2 雌、雄非洲白犀牛全年昼间行为时间分配格局

Fig. 2 Time distribution patterns of male and female African white rhinos throughout the day

经 Friedman 检验, 从表1可以看出, 非洲白犀牛在各类行为上时间投入的区别是存在显著差异的。

3.2 雌雄非洲白犀牛季节性昼间行为频率和差异

在不同季节, 雌雄非洲白犀牛有着类似的行为模式, 在时间分配上, 休息行为占比都超过40%; 但略有不同的是, 雌性休息时间最高的是在夏季51.10%、最低的在春季45.35%, 而雄性是在冬季53.29%和秋季42.88%; 运动行为则相对平稳, 变化较小; 雌性采食时间最少在夏季14.91%, 而雄性是在冬季16.45%。其他6类行为所占比例相对较小, 均在5%以下。

经 Mann-Whitney U 检验, 雌雄非洲白犀牛在春夏秋冬四个季节各行为频率均没有显著变化($P > 0.05$) (表2), 表明季节对其行为表现影响不明显。

表1 雌雄非洲白犀牛全年昼间行为时间分配

Tab. 1 Distribution ratio of time between days of female and male African white rhinoceros

行为	休息	运动	采食	饮水	排泄	保养	躲避	社会	其他	P	χ^2
Behavior	Rest	Exercise	Eating	Drinking	Excretion	Maintain	Hide	Social	Others		
雌性 Female	47.69 \pm 8.53	23.08 \pm 8.78	19.04 \pm 6.21	1.40 \pm 0.90	0.85 \pm 0.68	3.09 \pm 2.82	3.24 \pm 2.89	0.93 \pm 0.75	0.69 \pm 0.73	0.00	227.31
雄性 Male	48.12 \pm 8.57	22.33 \pm 8.19	19.51 \pm 7.39	1.26 \pm 0.94	0.92 \pm 0.81	2.89 \pm 2.77	3.29 \pm 3.05	1.02 \pm 0.92	0.67 \pm 0.69	0.00	223.24

表2 雌雄非洲白犀牛各季节昼间行为差异分析

Tab. 2 Analysis of the difference in daytime behavior of male and female African white rhinoceros at different seasons

	春季 Spring		夏季 Summer		秋季 Autumn		冬季 Winter	
	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P
休息 Rest	-2.318	0.330	-1.739	0.89	-1.688	0.101	-1.086	0.318
运动 Exercise	-0.289	0.799	0.076	0.971	-0.178	0.897	-0.192	0.902
采食 Eating	-1.502	0.143	-1.778	0.075	-1.333	0.203	-1.151	0.259
饮水 Drinking	-0.871	0.410	-2.243	0.015	-0.178	0.897	-2.374	0.259
排泄 Excretion	-1.165	0.266	-0.115	0.912	-0.210	0.340	-0.963	0.383

续表 2

	春季 Spring		夏季 Summer		秋季 Autumn		冬季 Winter	
	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P
保养 Maintain	-0.870	0.384	-0.076	0.971	-0.756	0.460	-0.321	0.805
躲避 Hide	-1.193	0.242	-0.076	0.971	-0.134	0.897	-1.604	0.128
社会 Social	-0.468	0.671	-0.681	0.539	-0.233	0.829	-0.447	0.771
其他 Others	-0.542	0.63	-0.759	0.481	-1.116	0.274	-1.604	0.128

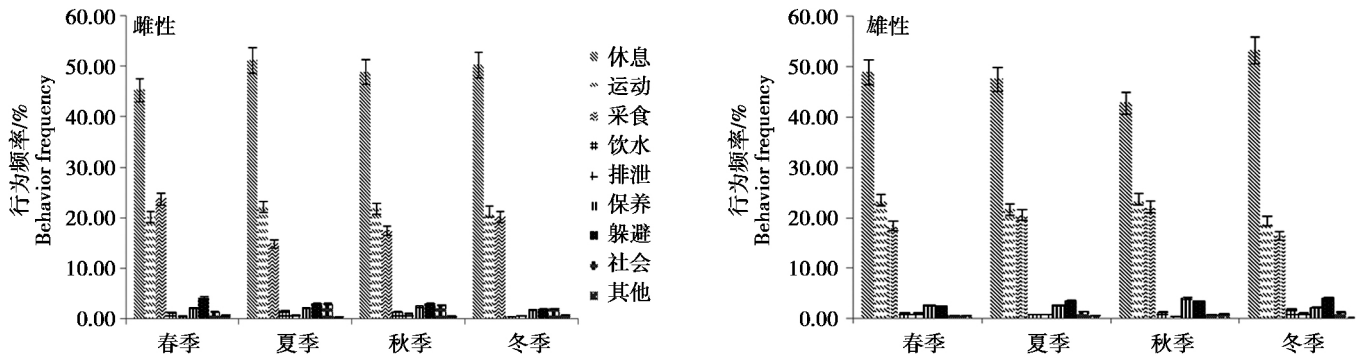


图 3 雌雄非洲白犀牛各季节昼间行为频率变化

Fig. 3 Frequency distribution of seasonal diurnal behavior of female and male African white rhinoceros

3.3 雌雄非洲白犀牛昼间行为节律分析

雌雄非洲白犀牛在休息高峰时段有所不同(图 4), 其中雌性最高峰时段为 11: 00 ~ 12: 00, 下午也保持较高水平, 雄性在 12: 00 ~ 13: 00 和 14: 00 ~ 15: 00 呈现两个高峰时段; 而运动行为、采食行为及其他 5 类行为节律的变化趋势基本一致, 其中运动节

律变化呈近“M”形, 高峰期是 10: 00 ~ 11: 00、16: 00 ~ 17: 00 两个时段; 采食行为集中在上午, 从最高峰 9: 00 ~ 10: 00 开始逐渐下降, 下午变化不大, 趋于平缓, 然后 16: 00 ~ 17: 00 略有上升; 饮水、排泄、保养、躲避、社会行为等其他行为, 一天内次数占比较少, 波动较小, 趋于平缓。

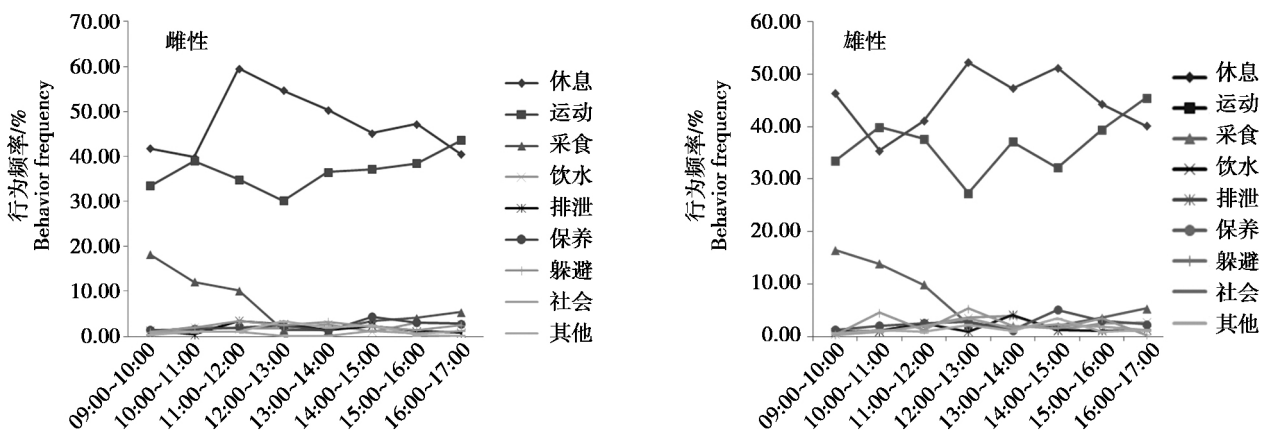


图 4 雌雄非洲白犀牛全年昼间每时间段行为频次比例分布

Fig. 4 Frequency of behavior of female and male African white rhinoceros

雌雄的休息高峰时段相同, 在 14: 00 ~ 15: 00, 雌性休息整天都保持较高水平(图 5 ~ 2), 而运动行为(图 5 ~ 1)、采食行为(图 5 ~ 3)节律上的变化趋势基本一致, 其中运动行为最高峰期是 9: 00 ~ 10: 00

和 15: 00 ~ 16: 00 两个时段; 采食行为集中在上午, 从最高峰 10: 00 ~ 11: 00 开始逐渐下降, 下午变化不大, 趋于平缓, 然后 16: 00 ~ 17: 00 略有上升。

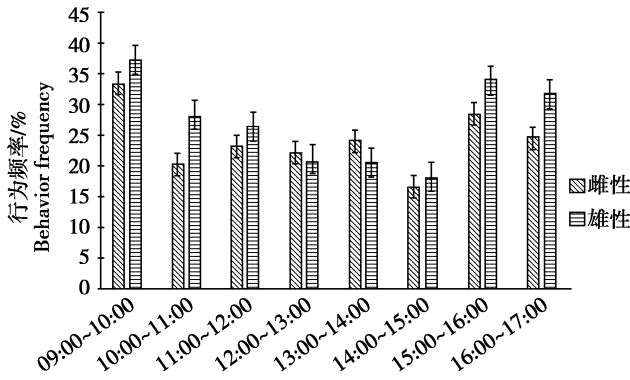


图 5-1 雌雄非洲白犀牛全年昼间行为
每时间段运动行为持续时间比例分布

Fig. 5-1 Proportional distribution of the duration of each day's daytime exercise behavior of male and female African white rhinos

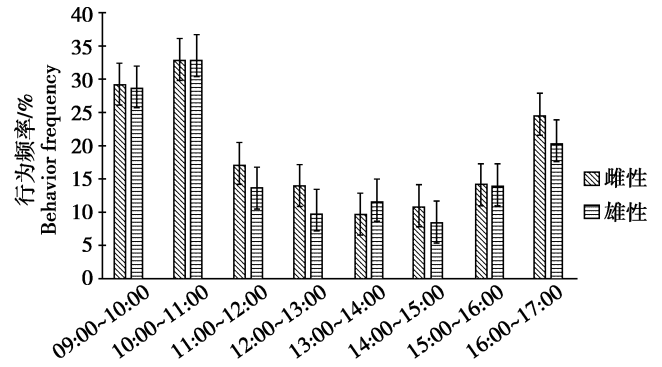


图 5-3 雌雄非洲白犀牛全年昼间行为
每时间段采食行为持续时间比例分布

Fig. 5-3 Proportional distribution of the duration of each day's daytime eat behavior of male and female African white rhino

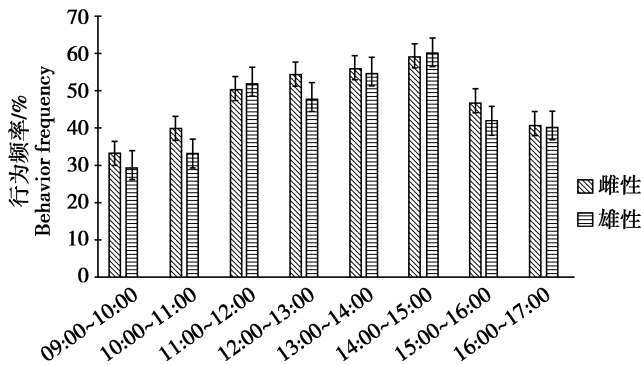


图 5-2 雌雄非洲白犀牛全年昼间行为
每时间段休息行为持续时间比例分布

Fig. 5-2 Proportional distribution of the duration of each day's daytime rest behavior of male and female African white rhinos

3.4 其他环境因素对行为发生的影响

针对非洲白犀牛各环境因素对行为的影响, 经 Wilcoxon 检验可以看出游客数量对犀牛休息、运动和社会行为的影响显著 ($P < 0.05$) (表 3), 温度对犀牛休息、运动、饮水和社会行为的影响显著 ($P < 0.05$), 食物对运动行为影响显著 ($P < 0.05$), 云覆盖率对运动和保养行为影响显著 ($P < 0.05$); 游客数量、温度、食物、云覆盖率对剩余行为影响不显著 ($P > 0.05$)。

4 讨论

本次研究发现, 犀牛昼间行为可归纳为运动、休息、采食、排泄、饮水、保养、躲避、社会及其他行为, 以此我们建立了非洲白犀牛行为谱。同以往非洲

表 3 其他环境因素对犀牛行为发生的影响

Tab. 3 Effect of other environmental factors on rhino behavior

	休息 Rest	运动 Exercise	采食 Eating	饮水 Drinking	排泄 Excretion	保养 Maintain	躲避 Hide	社会 Social	其他 Others
	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
游客人数 Tourist number	0.000	0.000	0.176	0.390	0.361	0.170	0.060	0.000	0.242
温度 Temperature	0.000	0.000	0.385	0.000	0.278	0.188	0.036	0.000	0.136
食物 Food	0.240	0.000	0.184	0.140	0.500	0.010	0.010	0.435	0.548
云覆盖率 Cloud coverage	0.170	0.000	0.370	0.754	0.020	0.000	0.070	0.160	0.479

白犀牛的行为研究报道^[19], 同样观察到了犀牛采食、饮水、休息、运动、排泄、泥浴等行为。但是本研究没有观察到繁殖行为、发情行为, 却增加了躲避、社会和其他行为。为了引进犀牛, 动物园工作人员从 2009 年初就开始准备。经过 2 年, 南非同意云南野生动物园引进犀牛建立种群。为了饲养好犀牛, 云南野生动物园 2 次前往南非约翰内斯堡调研犀牛饲养技

术, 了解犀牛脾性, 与犀牛培养感情。由于犀牛体型庞大、难以接近驯服等原因, 犀牛从引进至今, 7 年多的时间里有过一次短暂的自然发情行为, 时间大概维持了 24 h。但是在圈养条件下又随着云南野生动物园独特的地理位置、气候、环境, 白犀牛至此之后就未正常发情, 也带来了交配及受孕等问题。

据文献报道, 白犀牛的主要栖息地类型为热带和

亚热带草原、(亚)热带稀树草原和灌丛,要求生活的区域地形比较平坦,有灌木作为掩护,同时草场和水源丰富。白犀牛主要是在傍晚、夜间和清晨活动,白天在茂密的丛林或草丛中休息^[20]。本研究结果表明犀牛昼间大部分时间都处于休息状态,可能是由于虽然原产地和云南野生动物园两者海拔高度差不多,但是南非约翰内斯堡属于热带草原气候,而云南昆明属于亚热带高原季风气候,两地生活气候、环境发生改变,导致犀牛的行为在分配时间上存在差异。

本研究发现,犀牛的昼间行为存在明显的节律性,时间分配表现为:休息>运动>采食>躲避>保养>饮水>社会>排泄>其他行为,运动和休息行为占据了犀牛一天大部分的时间,据文献报道,犀牛一天大部分时间都在采食^[20],和我们的结果有所区别,造成这一结果的原因可能是由于犀牛在野外需要自身寻找食物,而在动物园里食物由饲养人员提供。

环境对动物的影响非常大,动物生长的每个生理阶段、生理过程、生产指标都时时刻刻受着环境的影响^[21],在我们的试验中,环境因素对动物行为有一定的影响,如游客人数和温度因素对休息运动行为影响较大,同时对其他的行为也有一定的影响,对进一步如何合理管理白犀牛及游客观赏方面管理具有指导意义。

参考文献:

- [1] 刘元. 地球上的犀牛 [J]. 野生动物, 1997, 18(1): 3–5.
- [2] 刘志伟, 彭克美, 张建宾, 等. 非洲白犀牛心脏的组织学研究 [C] // 中国畜牧兽医学动物解剖学及组织胚胎学分会第十六次学术研讨会论文集, 2010.
- [3] 朱伟伟, 蓝建京. 犀牛角氨基酸组成分析与营养价值评价 [J]. 江苏农业科学, 2013, 41(4): 289–290.
- [4] Wang Y, Xu C H, Wang P, et al. Analysis and identification of different animal horns by a three-stage infrared spectroscopy [J]. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2011, 83(1): 265–270.
- [5] Metrione L C, Penfold L M, Waring G H. Social and spatial relationships in captive southern white rhinoceros (*Ceratotherium simum simum*) [J]. Zoo Biology, 2007, 26(6): 487–502.
- [6] 李国忠, 高桂华, 李志刚. 犀牛的濒危因素分析及研究进展 [J]. 野生动物, 2005, 26(5): 17–18.
- [7] 李佳晶, 马成志, 王宇. 利用日采食量和营养需要量确定白犀牛的日粮标准 [J]. 野生动物学报, 2015, 36(1): 54–57.
- [8] 吴锋. PCR-DGGE 分析白犀牛粪样菌群多样性 [J]. 畜牧与兽医, 2014, 46(10): 43–46.
- [9] 马成志, 李佳晶, 王宇. 圈养白犀牛肠梗阻的诊断与治疗 [J]. 野生动物学报, 2015, 36(3): 334–336.
- [10] 李德中, 丁爱萍, 张龙现, 等. 犀牛慢性腹泻的肠道菌群分析 [J]. 河南畜牧兽医: 综合版, 2012(10): 8–9.
- [11] 刘安荣, 师婧, 周杰珑, 等. 圈养亚洲象春季昼间行为时间分配及活动节律 [J]. 野生动物学报, 2014, 35(4): 371–375.
- [12] 黄志宏, 黎绘宏, 王金金, 等. 金钱豹采食前后行为研究 [J]. 野生动物, 2007, 28(2): 25–27.
- [13] 谭锋, 关超, 魏重涛, 等. 人工驯养成年赛加羚羊的行为观测 [J]. 中药材, 1994, 17(6): 8–12; 52.
- [14] 谭锋, 关超, 张军, 等. 赛加羚羊的分娩行为 [J]. 中药材, 1994, 17(10): 9–11; 54.
- [15] 雍严格, 魏辅文, 叶新平, 等. 佛坪自然保护区野生大熊猫交配行为的观察 [J]. 兽类学报, 2004, 24(4): 346–349.
- [16] 黄祥明, 余建秋, 刘选珍, 等. 大熊猫妊娠及产仔行为观察 [J]. 四川动物, 1999, 18(4): 179–181.
- [17] Wang H P, Tan C L, Gao Y F, et al. A takeover of resident male in the Sichuan snub-nosed monkey *Rhinopithecus roxellanae* in Qinling Mountains [J]. 动物学报, 2004, 50(5): 859–862.
- [18] Li Y M, Stanford C B, Yang Y H. Winter feeding tree choice in Sichuan Snub-Nosed monkeys (*Rhinopithecus roxellanae*) in Shennongjia Nature reserve, China [J]. International Journal of Primatology, 2002, 23(3): 657–675.
- [19] 王蕾, 彭克美, 宋卉, 等. 非洲白犀牛的行为研究 [C] // 中国畜牧兽医学动物解剖学及组织胚胎学分会第十七次学术研讨会论文集(上), 2012.
- [20] 张国贤, 曹天海. 人工饲养条件下非洲白犀牛的饲养与繁殖 [J]. 野生动物, 2010, 31(5): 240–242.
- [21] 杜凤珍. 环境因素对动物的影响 [J]. 养殖技术顾问, 2012(2): 27.

附录 1



雌雄犀牛的休息行为



雌雄犀牛的社会行为



雌雄犀牛的采食行为



雌雄犀牛的保养行为



雌雄犀牛的运动行为



雌雄犀牛的其他行为