

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 31 卷 第 22 期 Vol.31 No.22 **2011**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 22 期 2011 年 11 月 (半月刊)

目 次

叶冠尺度野鸭湖湿地植物群落含水量的高光谱估算模型	林 川, 宫兆宁, 赵文吉 (6645)
中国水稻潜在分布及其气候特征	段居琦, 周广胜 (6659)
大豆异黄酮浸种对盐胁迫大豆幼苗的生理效应	武玉妹, 周 强, 於丙军 (6669)
黑河中游荒漠绿洲过渡带多枝桤柳对地下水位变化的生理生态响应与适应	张 佩, 袁国富, 庄 伟, 等 (6677)
高寒退化草地甘肃臭草种群分布格局及其对土壤水分的响应	赵成章, 高福元, 石福习, 等 (6688)
基于生态足迹思想的皂市水利枢纽工程生态补偿标准研究	肖建红, 陈绍金, 于庆东, 等 (6696)
基于 MODIS 黄河三角洲湿地 NPP 与 NDVI 相关性的时空变化特征	蒋蕊竹, 李秀启, 朱永安, 等 (6708)
高分辨率影像支持的群落尺度沼泽湿地分类制图	李 娜, 周德民, 赵魁义 (6717)
土壤食细菌线虫对拟南芥根系生长的影响及机理	成艳红, 陈小云, 刘满强, 等 (6727)
基于网络 K 函数的西双版纳人工林空间格局及动态	杨珏婕, 刘世梁, 赵清贺, 等 (6734)
树轮灰度与树轮密度的对比分析及其对气候要素的响应	张同文, 袁玉江, 喻树龙, 等 (6743)
冀北山地阴坡优势树种的树体分维结构	田 超, 刘 阳, 杨新兵, 等 (6753)
帽峰山常绿阔叶林辐射通量特征	陈 进, 陈步峰, 潘勇军, 等 (6766)
不同类型拌种剂对花生及其根际微生物的影响	刘登望, 周 山, 刘升锐, 等 (6777)
一种自优化 RBF 神经网络的叶绿素 a 浓度时序预测模型	仝玉华, 周洪亮, 黄浙丰, 等 (6788)
不同种源麻栎种子和苗木性状地理变异趋势面分析	刘志龙, 虞木奎, 马 跃, 等 (6796)
黄土丘陵区植物叶片与细根功能性状关系及其变化	施 宇, 温仲明, 龚时慧 (6805)
干旱区五种木本植物枝叶水分状况与其抗旱性能	谭永芹, 柏新富, 朱建军, 等 (6815)
火灾对马尾松林地土壤特性的影响	薛 立, 陈红跃, 杨振意, 等 (6824)
江苏省太湖流域产业结构的水环境污染效应	王 磊, 张 磊, 段学军, 等 (6832)
高温对两种卡帕藻的酶活性、色素含量与叶绿素荧光的影响	赵素芬, 何培民 (6845)
江苏省典型干旱过程特征	包云轩, 孟翠丽, 申双和, 等 (6853)
黄土高原半干旱草地地表能量通量及闭合率	岳 平, 张 强, 杨金虎, 等 (6866)
光质对烟叶光合特性、类胡萝卜素和表面提取物含量的影响	陈 伟, 蒋 卫, 邱雪柏, 等 (6877)
铜陵铜尾矿废弃地生物土壤结皮中的蓝藻多样性	刘 梅, 赵秀侠, 詹 婧, 等 (6886)
圈养马麝刻板行为表达频次及影响因素	孟秀祥, 贡保草, 薛达元, 等 (6896)
田湾核电站海域浮游动物生态特征	吴建新, 阎斌伦, 冯志华, 等 (6902)
马鞍列岛多种生境中鱼类群聚的昼夜变化	汪振华, 王 凯, 章守宇 (6912)
基于认知水平的非使用价值支付动机研究	钟满秀, 许丽忠, 杨 净 (6926)
综述	
植物盐胁迫应答蛋白质组学分析	张 恒, 郑宝江, 宋保华, 等 (6936)
沉积物氮形态与测定方法研究进展	刘 波, 周 锋, 王国祥, 等 (6947)
野生鸟类传染性疾病预防研究进展	刘冬平, 肖文发, 陆 军, 等 (6959)
鱼类通过鱼道内水流速度障碍能力的评估方法	石小涛, 陈求稳, 黄应平, 等 (6967)
专论	
IPBES 的建立、前景及应对策略	吴 军, 徐海根, 丁 晖 (6973)
研究简报	
柠条人工林幼林与成林细根动态比较研究	陈建文, 王孟本, 史建伟 (6978)
期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 344 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-11	



封面图说: 滩涂芦苇及野鸭群——中国的海岸湿地, 尤其是长江入海口以北的海岸线, 多为泥质性海滩, 地势宽阔低洼, 动植物资源丰富, 生态类型独特, 为迁徙的鸟提供了丰富的食物和休息、庇护的良好环境, 成为东北亚内陆和环西太平洋鸟类迁徙的重要中转站和越冬、繁殖地。一到迁徙季节, 成千上万的各种鸟类飞临这里, 尤其是雁鸭类数量庞大, 十分壮观。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

孟秀祥, 贡保草, 薛达元, 冯金朝, 杨奇森, 冯祚建. 圈养马麝刻板行为表达频次及影响因素. 生态学报, 2011, 31 (22): 6896-6901.

Meng X X, Gong B C, Xue D Y, Feng J C, Yang Q S, Feng Z J. Stereotypic behavior frequency and the influencing factors in captive Alpine musk deer (*Moschus sifanicus*). Acta Ecologica Sinica, 2011, 31 (22): 6896-6901.

圈养马麝刻板行为表达频次及影响因素

孟秀祥^{1,*}, 贡保草¹, 薛达元¹, 冯金朝¹, 杨奇森², 冯祚建²

(1. 中央民族大学 生命与环境科学学院, 北京 100081; 2. 中国科学院动物研究所, 北京 100080)

摘要: 于 2008 年 6 月至 2009 年 1 月期间, 采用焦点动物取样法, 记录了甘肃兴隆山马麝驯养场的 54 头圈养马麝的刻板行为发生频次, 按性别、年龄及年龄组、繁殖季节、动物来源和繁殖成效等变量区分样本动物, 比较各类别间的刻板行为表达强度。结果表明, 圈养马麝在单位取样时间 (5 min) 内平均表达 (0.084±0.025) 次刻板行为 ($n=54$)。圈舍活动场面积对马麝刻板行为表达强度的效应不显著, 在面积较小圈舍中的马麝刻板行为的表达有较多的趋势。因雌麝的哺乳及育幼等原因, 雌麝的刻板行为发生频次 ((0.07±0.03) 次, $n=31$) 显著低于雄麝 ((0.11±0.04) 次, $n=23$, $P<0.05$), 但雌雄马麝的刻板行为频次均无显著月间差异, 呈连续变化趋势, 从 8 月开始, 雌麝的刻板行为频次逐月攀升至 1 月的最大值 ((0.020±0.012) 次), 而雄麝的刻板行为频次升至 12 月即急剧下降。马麝非交配季节的刻板行为频次 ((0.037±0.017) 次, $n=47$) 显著少于交配季节 ((0.140±0.05) 次, $n=32$)。虽年龄较大的马麝的刻板行为有表达较强的趋势, 但年龄及年龄组对马麝的刻板行为频次的效应均不显著。自繁殖圈养个体的刻板行为发生频次 ((0.10±0.06) 次, $n=15$) 有高于野捕圈养个体 ((0.07±0.02) 次, $n=30$) 的趋势, 但差异不显著 ($P>0.05$)。性不活跃雌麝的刻板行为频次 ((0.17±0.12) 次, $n=10$) 显著地多于性活跃雌麝 ((0.05±0.02) 次, $n=15$, $P<0.05$), 性不活跃雄麝的刻板行为频次 ((0.10±0.04) 次, $n=13$) 高于性活跃雄麝 ((0.06±0.02) 次, $n=9$), 但差异不显著 ($P>0.05$)。

关键词: 马麝 (*Moschus sifanicus*); 圈养; 刻板行为; 行为频次; 影响因素

Stereotypic behavior frequency and the influencing factors in captive Alpine musk deer (*Moschus sifanicus*)

MENG Xiuxiang^{1,*}, GONG Baocao¹, XUE Dayuan¹, FENG Jinchao¹, YANG Qisen², FENG Zuojian²

1 College of Life and Environmental Sciences, Minzu University of China, Beijing 100081, China

2 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China

Abstract: Alpine musk deer (*Moschus sifanicus*) are endangered due to illegal hunting and habitat degradation. Musk deer farming may be an important way to conserve musk deer populations and as a method for the sustainable utilization of musk deer resources, but no studies have been conducted on the stereotypic behavioral of captive musk deer. From June 2008 to January 2009, the stereotypic behavior of captive alpine musk deer was studied at Xinglongshan Musk Deer Farm (XMDF) located in Xinglongshan National Nature Reserve, Gansu Province. A total of 54 musk deer were studied. Focal sampling was used to observe and record the frequencies of stereotypic behaviors (e. g. galloping or to-fro-walking). Stereotypic behavioral differences between specified enclosure populations were explored according to variables such as Range, Age, Age classes, Gender and Reproduction costs. The results showed captive alpine musk deer in XMDF developed and expressed abundant locomotor and oral stereotypic behaviors ((0.084±0.025) times, $n=54$), as a result of stable, artificial concentrate-food provisions. The relatively narrow enclosure area had a direct effect on the development of

基金项目: 国家自然科学基金 (30770286, 31170364); 教育部“新世纪优秀人才支持计划”资助项目 (NCET-08-0596); 中央民族大学“985 工程”项目 (MUC98504-14, MUC98507-08)

收稿日期: 2011-03-27; **修订日期:** 2011-05-30

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: mengxiuxiang2006@hotmail.com

stereotypic behavior, with individuals enclosed in smaller spaces expressing stereotypic behavior more frequently than those in larger areas ($P < 0.05$). The intensity of stereotypic behavior in females ((0.07 ± 0.03) times, $n = 31$) was significantly lower than that of males ((0.11 ± 0.04) times, $n = 23$) owing to the former's lactation experience ($P < 0.05$), and captive bred musk deer ((0.10 ± 0.06) times, $n = 15$) were inclined to demonstrate stereotypic behavior more frequently than those captured from the wild ((0.07 ± 0.02) times, $n = 30$) due to differences in experience, the difference, however, was not significant ($P > 0.05$). No significant difference in duration of behavior was found between months, but musk deer expressed stereotypic behaviors more often during mating season ((0.140 ± 0.05) times, $n = 32$) than non-mating season ((0.037 ± 0.017) times, $n = 47$). Moreover, the stereotypic behaviors expressed by sexually inactive females ((0.17 ± 0.12) times, $n = 10$) was significantly more frequent than sexually active females ((0.05 ± 0.02) times, $n = 15$) ($P < 0.05$), correspondingly, sexually inactive male musk deer expressed stereotypic behavior ((0.10 ± 0.04) times, $n = 13$) more frequently than sexually active males ((0.06 ± 0.02) times, $n = 9$), the difference being insignificant ($P > 0.05$).

Key Words: Alpine musk deer (*Moschus sifanicus*); in captivity; stereotypic behavior; behavioral frequency; influencing factor

由于长期的进化和选择,野生动物的行为模式使其自身能适应其特定环境。自然生境中,动物通过行为协调与环境的关系,积极寻找喜好生境、隐蔽所、采食地及主动避开不利环境。圈养环境为非自然环境,动物不能有效地选择、改变环境,也不能选择影响其活动的环境因子类型和作用方式^[1],因此,圈养环境往往对动物产生胁迫。动物的行为具有可塑性及表达弹性^[2],为对环境刺激作出尽可能最优的反应,动物(尤其是鸟类和兽类)的行为往往被学习过程(通过试错、印痕等)所修饰,而导致其行为结构融合了大量的获得性行为元素,其中即包括刻板行为。

圈养动物表达的刻板行为无明显行为目的和功能,其模式固定且经常反复,在胁迫环境下表达加剧,是动物对环境胁迫的行为适应方式之一^[3]。圈养动物刻板行为的发育和表达强度受圈养空间大小和饲喂制度等因素的影响^[4],此外,还与其性别、年龄及幼年生活史等因素相关,如圈养雄性鼠(*Clethrionomys glareolus*)的刻板行为表达更明显^[5]。Stolba^[1]的研究则表明,雌性动物的哺乳及育幼可相对减少其刻板行为的表达。圈养动物刻板行为的发育和表达对动物的繁殖成效及生产力均会施加负面效应^[6-7]。

马麝(*Moschus sifanicus*)是我国特产的资源动物,被列为国家 I 级重点保护野生动物。除加强其野生种群和栖息地的保护之外,驯养已成为重要的迁地保护(*ex situ* protection)和麝香资源的可持续利用方式^[8]。甘肃兴隆山保护区于 1990 年建立了马麝繁育试验场,进行马麝驯养,虽已初步实现可持续取香及圈养下繁殖,但仍存在诸多问题,其中不乏刻板行为的发育和表达,如自残、食毛、踱步、转圈等,但迄今缺乏对圈养马麝刻板行为的发育机制和影响因素的研究,而相关结果可为麝类动物圈养设施的设计及饲养管理等提供依据,为圈养有蹄类的福利评价提供参考。

基于上述,本研究对甘肃兴隆山麝场圈养马麝的刻板行为进行了长期的大样本取样,并采用比较研究法,按照个体特征区分样本群体,分析了各圈养群体刻板行为的表达特征,并分析了影响因素。

1 研究地区与实验动物

1.1 自然概况

本研究于甘肃兴隆山自然保护区所属的马麝繁育试验场进行。麝场所在地的地理、气候特征及动物饲养管理情况详见文献报道^[9]。研究涉及 3 个马麝圈养区,R1 圈养区内的圈舍活动场面积约为 200 m²,R2 区和 R5 区内圈舍活动场面积约 100 m²,3 个马麝圈养区均为泥质基底。

1.2 样本动物及分组

本研究共涉及 3 个马麝圈养区,即 R1 区(14 头马麝),R2 区(20 头马麝)和 R5 区(20 头马麝)。按 0.5 a 年龄单位进行样本动物的“年龄组”区分(A1 组,1.5 a,9 头;A2 组,2.5—4.5 a,23 头;A3 组,5.5 a 及以上,19

头)。按其繁殖成效进行样本的“性活跃度”区分,将不发情或虽有发情表现,但不与雄麝发生成功交配的雌麝定义为性不活跃雌麝($n=10$ 头),能正常发情、参加交配的归为性活跃雌麝($n=15$ 头),把在发情交配季节雌雄合圈时,不能正常爬跨发情雌麝的雄体定义为性不活跃雄麝($n=13$ 头),反之为性活跃雄麝($n=9$ 头)。此外,按马麝来源将样本划分为圈养繁殖的“自繁圈养马麝”($n=15$ 头)和自幼便从野外生境捕回圈养的“野捕圈养马麝”($n=30$ 头)。

2 研究方法

2.1 行为谱构建及行为取样

一般地,野生动物在其自然生境里无刻板行为发生^[10]。通过对圈养马麝行为的预观察,并与文献报道的麝类行为比较^[11-13],建立圈养马麝的刻板行为谱,并对组成及行为进行定义及描述(表 1)。采用焦点取样法在动物的活动高峰时间段内(06:00—09:00; 16:00—19:00)对动物进行行为取样^[9],每次行为取样持续 5 min。行为取样由同一研究者借助于双筒望远镜进行。

表 1 圈养马麝的刻板行为组成及行为定义
Table 1 The stereotypic behavior of captive alpine musk deer and the behavioral definition

刻板行为 Stereotypic behavior	定义及描述 Definition and description
食异物 Feeding on inedible material	马麝摄食粪便、土石及毛被等非食物类物质,行为表现上同正常的反刍行为型(可见口部运动)有明显差异,可清楚辨识对非食物类物质的摄取、咀嚼及啃啮自身(或其他个体)毛被等行为元素,有时在一定距离内还可听见马麝口部加工非食物类物质的脆响声。
舔 Stereotyped licking)	马麝明显地用舌舔刮门框及木槽等圈舍设施,有时伴随门齿啃啮。
狂奔 Galloping	无明显释放其运动行为的环境刺激,马麝突然中断前发行为而在圈内狂奔,并突兀停止,转而启动毫无相关的后续行为,如摄食、躺卧及站立等。
往返走 To-fro-walking	无明显刺激,马麝来回匀速走动,启动和折返地点相对固定,头颈相对位置恒定,无其他伴随行为,会突兀停止转而启动其他不相关的后续行为,如摄食、躺卧等。
立台 Platform-standing	马麝于圈内凉棚顶、凉台及网墙边缘等较高的突出位置站立并长时凝视,有时伴随身体晃动、原地转圈及交替换步等。
跳墙 Wall-jumping	马麝在圈舍墙面与圈舍基底间垂直猛烈跳跃,起跳点和落点相对固定,未见水平位移,直到明显疲劳而见急促喘息,有时可持续 10 min 以上。
搭蹄凝视 Stereotyped gazing	马麝以后蹄立于圈舍基底,前蹄搭于圈舍活动场墙壁,身体倾斜,头上仰,长时凝视前上方某一固定处。

2.2 数据整理及分析方法

整理行为样本数据,取样时间不足 5min 的行为样本不参与统计分析。按动物个体进行行为型加和,计算各行为的累计发生频次,计算个体每月刻板行为的平均表达频次。有效观察时间共计 108 h。用 Mann-Whitney U Test 检验雌雄马麝间的刻板频次差异,用 Kruskal-Wallis H Test 检验马麝“年龄”及“年龄组”对其刻板行为表达强度的效应。所有分析均在 SPSS10.0 下进行。

3 结果与分析

3.1 刻板行为频次的分布

对刻板行为的发生频次作正态性检验,结果表明数据不具备正态性($K-S: Z=5.342, P<0.01$),经各种正态变换后,数据仍强烈偏离正态分布($P<0.01$)。不对取样动物进行任何区分,在单位取样时间(5 min)内,兴隆山麝场圈养马麝展现(0.084 ± 0.025)次($n=54$)刻板行为。

3.2 各饲养区马麝的刻板行为频次差异

对 3 个饲养马麝圈群(R1, R2, R5)的刻板行为频次进行检验,表明各饲养区马麝的刻板行为频次差异不具显著性(Kruskal-Wallis Test, $df=2, \chi^2=0.217, P=0.897>0.05$)。R1 区马麝刻板行为表达最少(0.03 ± 0.01)次, $n=14$),R2(0.13 ± 0.06)次, $n=20$)和 R5(0.06 ± 0.02)次, $n=20$)较高。由于“饲养区”对马麝刻板行为频次无显著效应,以下结果中将数据予以合并分析。

3.3 刻板行为频次的月变化格局

雌雄马麝刻板行为的月间变化格局如图 1 所示。刻板行为的发生频次在各月间的差异不具备显著性 (Kruskal-Wallis Test, $df=5$, $\chi^2=6.743$, $P=0.240>0.05$)。雌麝在 1 月的刻板行为频次 (0.020 ± 0.012) 次, $n=25$) 比 12 月 (0.011 ± 0.005) 次, $n=25$) 高, 而雄麝则下降趋近 0 值。区分非交配季节 (8、9、10 月) 和交配季节 (11、12、1 月), 季节间比较发现, 繁殖季节对圈养马麝刻板行为频次的效应显著 (Mann-Whitney U Test, $P=0.031<0.05$), 非交配季节的刻板行为 (0.037 ± 0.017) 次, $n=47$) 显著少于交配季节 (0.140 ± 0.05) 次, $n=32$)。

3.4 性别和年龄对刻板行为的影响

雌麝的刻板行为发生频次 (0.07 ± 0.03) 次, $n=31$) 显著低于雄麝 (0.11 ± 0.04) 次, $n=23$) (Mann-Whitney U Test, $P=0.046<0.05$)。年龄对刻板行为的效应不显著 (Kruskal-Wallis H Test, $df=6$, $\chi^2=4.537$, $P=0.604>0.05$)。各年龄雌雄马麝的刻板行为频次分布如图 2 所示。雌雄麝的刻板行为发生频次在年龄分布上的变化趋势存在差异, 在同时从 1.5 a 处开始下降到 2.5 a 后, 2.5 a 到 5.5 a 雄麝的刻板行为发生频次一直呈缓慢上升趋势, 从 5.5 a 开始, 雄麝刻板行为的发生频次开始减少, 到 7.5 a 时达到较低值。对马麝的刻板行为频次进行年龄组内加和并作比较, 发现 A1 组的发生频次 (0.21 ± 0.14) 次, $n=9$) 高于 A2 组 (0.03 ± 0.01) 次, $n=23$) 和 A3 组 (0.10 ± 0.03) 次, $n=19$), 但年龄组对刻板行为频次的效应不显著 (Kruskal-Wallis H Test, $df=2$, $\chi^2=2.234$, $P=0.327>0.05$)。

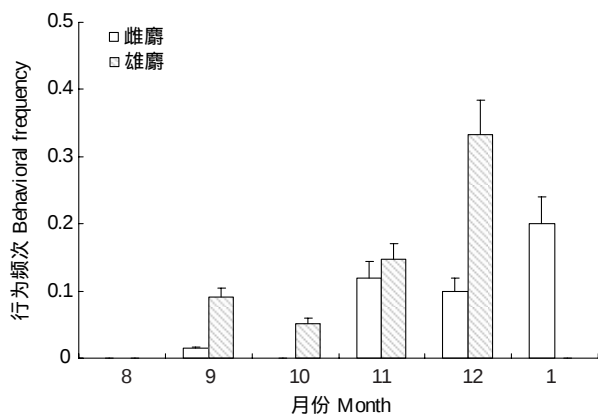


图 1 圈养马麝刻板行为频次的月变化格局

Fig. 1 The monthly distribution of stereotypic behavior in captive alpine musk deer

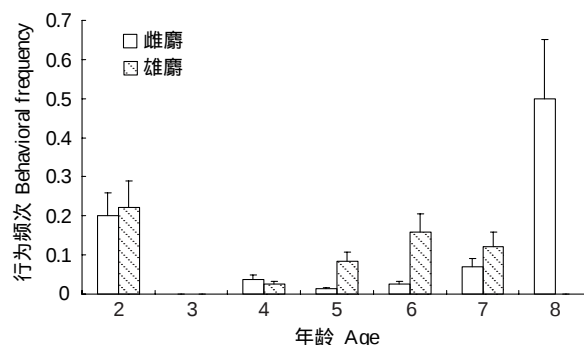


图 2 各年龄组圈养马麝刻板行为频次分布

Fig. 2 The differences of stereotypic behavior of alpine musk deer in age groups

3.5 不同来源圈养马麝的刻板行为

自繁圈养马麝的刻板行为发生频次 (0.10 ± 0.06) 次, $n=15$) 高于野捕圈养马麝 (0.07 ± 0.02) 次, $n=30$), 但因因子“来源”对其刻板行为频次无显著效应 (Wilcoxon Signed Ranks Test, $P=0.638>0.05$)。

3.6 性活跃程度不同的马麝个体的刻板行为

性不活跃雌麝的刻板行为发生频次 (0.17 ± 0.12) 次, $n=10$) 显著地多于性活跃雌麝 (0.05 ± 0.02), $n=15$) (Mann-Whitney U Test, $P=0.029<0.05$), 此外, 性不活跃雄麝表达的刻板行为 (0.10 ± 0.04) 次, $n=13$) 高于性活跃者 (0.06 ± 0.02) 次, $n=9$), 但差异不显著 (Mann-Whitney U Test, $P=0.725>0.05$)。合并雌雄马麝的行为数据, 仅作性活跃度区分, 性不活跃马麝的刻板行为发生频次高于性活跃的马麝, 但差异未达显著水平 ($P>0.05$)。

4 讨论

在圈养环境, 动物的摄食模式及所处环境同野生动物迥然不同, 定时、限饲等因素都将直接导致刻板行为

的发育和表达^[4]。本研究中圈养马麝发育和表达的刻板行为首先与其喂饲方式有关。在自然生境中,野生马麝需分配大量时间和精力于喜好食物的寻找、食物基地间的移动等,其摄食过程也涉及啃摘等精细动作^[11],而在圈养下,马麝的食物主要含精料(玉米、大豆等组成)及加工好的树叶,而且限量、定时喂饲^[9],这使马麝的摄食动机未能充分释放,而最终导致刻板行为的产生,尤其是口部刻板,如摄食异物(即异嗜、食毛等)。与本结果类似,由于定时限饲大量精饲料,圈养长颈鹿(*Giraffa camelopardalis*)频繁地刻板性舔吸围栏^[14]。

圈养环境的面积大小也会诱导圈养动物产生刻板行为^[1-2]。由于圈养环境对动物运动行为(如组成行为类型、强度和时间)的限制,以及对动物逃跑等意图行为表达的直接中止,导致这些行为长久得不到报偿,刻板行为即会被诱导产生和发育^[5]。对许多圈养动物的研究证明,圈养环境面积越小,对动物刻板行为的诱导效应越强。如圈养长颈鹿的踱步等刻板行为的表达强度即与其圈养空间大小直接相关^[4],面积较小环境里的圈养水貂(*Mustela vison*)的自残等刻板行为表达强度及皮质醇浓度均相对较高^[15]。此外,当圈养面积下降时,相对的社群密度上升,这对动物的影响甚至大于圈舍本身面积的影响^[16]。如由于相对较小的圈养面积导致其社群密度过大,圈养马鹿(*Cervus elaphus*)展现频次极多的踱步和头部刻板运动^[17]。

野生马麝的独居性极强,在圈养下被迫组成圈群(一般为5—7只同性同龄圈群),因此圈养本身即会导致其社群密度过大,从而使马麝产生应激,而且面积越小,这种应激越强、刻板行为越多也越频繁。因此,本研究中的圈舍面积较小的R2和R5区内的马麝比面积较大的R1区中的马麝有更频繁的刻板行为表达。另一方面,在本研究中,虽然3个饲养区的面积大小有所差异(R1区为200 m²,R2和R5区为100 m²),但和野生马麝的领域(10—20 hm²)^[12]相比,其圈养个体所占据的平均空间均极小(15—30 m²),因此,圈养空间对刻板行为的相对效应将难于体现,再加之各区的圈养设施配置和饲养管理体系等基本相同,因此,本研究中的各饲养区马麝的刻板行为表达频次虽不尽相同,但无显著差异。

在同样的圈养系统里,虽然雌雄个体均会产生刻板行为,但其表达模式也有性别差异。Schoenecker^[5]报道,圈养雄性鼠(*Clethrionomys glareolus*)更易发育和表达刻板行为,与之类似,本结果表明,圈养雌麝的刻板行为发生频次显著低于雄麝,这可能与雌麝的哺乳、育幼等经历对刻板行为的抵消和降低效应有关,类似的结果也见于一些家畜,如雌性圈养猪在哺乳期间的相关激素水平变化及与幼体的行为相互作用降低了其刻板行为的发生^[1]。在本研究中,雌雄麝的圈养系统完全相同,因此,可以确定,哺乳育幼对雌麝刻板行为的降低效应导致了圈养马麝刻板行为的性间显著差异。

在动物驯养中,通过向动物提供食物及抚摩等行为报偿,可提高动物对人工环境的适应性,并削弱动物对圈养环境的惊惧反应及对饲养管理操作的应激,从而减少了动物的刻板行为发育和表达^[18]。而人为断奶往往突然发生,可对动物的行为产生长期甚至是永久的负面效应,加强其应激并增加刻板行为的发育和表达频次^[19]。在本研究中,野捕马麝的刻板行为发生频次低于自繁马麝,这与二者不同的生活史有关。野捕马麝从野外捕回并由人工哺乳,并且自幼即和同龄幼麝同群圈养,经历和适应了饲养员的人工哺乳及抚触,而自繁马麝由母麝自然哺乳,随后被强制断乳和分圈^[20]。因此,由于自繁马麝经历较多的并发胁迫,导致其刻板行为的表达相对较强。本结果支持了Krohn^[21]的相关论断,即第1个月内随母体长大的食草动物的幼仔比人工哺育长大的幼仔有更强的惊惧反应和更多的刻板行为。

此外,本研究还表明,圈养马麝非交配季节的刻板行为频次显著少于交配季节。除日常的运动、摄食及空间等行为需要外,马麝在交配季节的性行为动机和行为需要均强于非交配季节,而由于麝场的饲养管理(如有计划地合圈配种等),仅部分个体(尤其是雄麝)能得到行为报偿,而相关行为被剥夺或表达强度不够,这必然导致刻板行为的产生和加剧。此外,刻板行为的发育和表达对动物的繁殖成效也会产生非可逆的影响^[6],本研究印证了该结论,性活跃雌雄马麝的刻板行为频次均相对较低。

一般地,圈养动物的圈养时间与其刻板行为的表达强度相关,即动物被圈养时间越长,刻板行为元素越多,表达频次也越多^[1]。在本研究中,亚成体组(1.5 a的A1组)和老龄组(5.5 a及以上的A3组)的刻板行

为表达较多,而成体组(2.5—4.5 a 的 A2 组)的刻板行为表达相对较少。在兴隆山麝场,马麝年龄可基本代表其被圈养时间。亚成体系上年年底(一般于 10 月)分圈群养的新生马麝,由于分群导致的新圈舍环境、与母麝分离(对自繁麝)或与饲养员(对野捕麝)、食物改变等并发因子对刻板行为的诱导及其持续效应,使亚成体马麝的刻板行为发生频次较多。而成体马麝经历了 2—3a 的圈养,对圈养环境的耐受阈值已发生变化,相对适应了饲养管理等因素,因此,成体马麝的刻板行为频次相对较低。而老龄组马麝对圈养环境的耐受渐趋其极限,因此,本研究中年龄最大的老龄组马麝的刻板行为表达频次最多。类似格局也见于圈养家畜,如圈禁年限较长的圈养猪的刻板行为表达强度更大^[1]。

References:

- [1] Stolba A. The Characterization of stereotyped behavior in stalled sows by informational redundancy. *Behavior*, 1983, 87: 157-181.
- [2] Jiang Z G. *Animal Behavior Principles and Species Conservation Methods*. Beijing: Science Press, 2004.
- [3] Mason G J. Stereotypies: a critical review. *Animal Bahaior*, 1991, 41: 1015-1037.
- [4] Tarou L R, Bashaw M J, Maple T L. Social attachment in giraffe: response to social separation. *Zoo Biology*, 2000, 19: 41-51.
- [5] Schoenecker B, Heller K E, Frieimanis T. Development of stereotypies and polydipsia in wild caught bank voles and their laboratory bred offspring: is polydipsia a symptom of diabets mellitus. *Applied Animal Behavior Science*. 2000, 68: 349-357.
- [6] Carlstead K. Effects of captivity on the behavior of wild mammals//Kleiman D G, Allen M E, Thommpson KV, Lumpkin S. *Wild Mammals in Captivity*. The University of Chicago Press, 1996.
- [7] Moller S. Weight gaining and hair chewing in mink kits placed singly or in pairs from September. *Scientifur*, 1991, 15: 21-27.
- [8] Parry-Jones R, Wu J Y. Musk deer farming as a conservation tool in China. *TRAFFIC, East Asia*, 2001.
- [9] Meng X X, Yang Q S, Feng Z J, Preliminary studies on active patterns during summer, autumn and winter seasons in captive alpine musk deer. *Acta Theriologica Sinica*, 2002, 22 (2): 87-97.
- [10] Broom D M. Assessing welfare and suffering. *Behavior Process*, 1991, 25: 117-123.
- [11] Zheng S W, Pi N L. Studies on the ecology of alpine musk deer. *Acta Zoologica Sinica*, 1979, 25 (2): 176-186.
- [12] Green M J B. Scent-marking in the Himalayan musk deer. *Journal of Zoology*, 1987, 1: 721-737.
- [13] Zhang B L. *The Taming and Raising of Musk Deer*. Beijing: China Agriculture Press, 1979.
- [14] Redbo I, Torstensson P, Odberg F O. Factors affecting behavioral disturbances in race-horse. *Animal Science*, 1998, 66: 475-481.
- [15] Hansen S W, Damgaard B M. Stress physiological hemathological, and clinical-chemical status of farm mink placed in groups or singly. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 1991, 41: 355-366.
- [16] Judge P G, DeWaal F B. Conflict avoidance among rhesus monkeys: coping with short-term crowding. *Animal Bahaior*, 1993, 46: 221-232.
- [17] Pollard J C, Littlejohn R P. The effects of pen size on the behavior of farmed red deewr stags confined in yards. *Applied Animal Behavior Science*, 1996, 47: 247-253.
- [18] Bovin X, Nowak R, The presence of the dam affects the efficiency of gentling and feeding on the early establishment of the stock-person-lamb relationship. *Applied Animal Behavior Science*, 2001, 72: 89-103.
- [19] Fraser A F, Broom D M. *Farm animal behavior and welfare*. CAB International, Wallingford, UK, 1990.
- [20] Meng X X, Feng J C, Zhou Y J. Comparative studies on the behavioral patterns between male wild-caught and captive-bred musk deer. *China Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(11): 2084-2087.
- [21] Krohn C C, Foldager J, Mogensen L. Long term effect of colostrum feeding methods on behavior in female diary calves. *Acta Agric Scandinavica*. 1997, 49(1): 57-64.

参考文献:

- [2] 蒋志刚. *动物行为原理与物种保护方法*. 北京: 科学出版社, 2004.
- [9] 孟秀祥, 杨奇森, 冯祚建, 夏霖. 圈养马麝夏秋冬活动格局比较. *兽类学报*, 2002, 22(2): 87-97.
- [11] 郑生武, 皮南林. 马麝的生态研究. *动物学报*, 1979, 25(2): 176-186.
- [13] 张保良. *麝的驯养*. 北京: 农业出版社, 1979.
- [20] 孟秀祥, 冯金朝, 周宜君, 杨奇森, 冯祚建, 夏霖. 幼年哺乳经历对圈养雄性马麝行为格局的效应. *应用生态学报*, 2006, 17(11): 2084-2087.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 22 November, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Hyperspectral estimation models for plant community water content at both leaf and canopy levels in Wild Duck Lake wetland	6645
Potential distribution of rice in china and its climate characteristics	6659
Effects of seed soaking with soybean isoflavones on soybean seedlings under salt stress	6669
Ecophysiological responses and adaptation of <i>Tamarix ramosissima</i> to changes in groundwater depth in the Heihe river basin	6677
<i>Melica przewalskyi</i> population spatial pattern and response to soil moisture in degraded alpine grassland	6688
A study on ecological compensation standard for Zaoshi Water Conservancy Project based on the idea of ecological footprint	6696
Spatial-temporal variation of NPP and NDVI correlation in wetland of Yellow River Delta based on MODIS data	6708
Marshclassification mapping at a community scale using high-resolution imagery	6717
The impact of bacterial-feeding nematodes on root growth of <i>Arabidopsis thaliana</i> L. and the possible mechanisms	6727
Spatial and dynamic analysis of plantations in Xishuangbanna using network <i>K</i> -function	6734
Contrastive analysis and climatic response of tree-ring gray values and tree-ring densities	6743
Fractal structure of dominant tree species in north-facing slope of mountain of northern Hebei	6753
Characteristics of radiation fluxes of an evergreen broad-leaved forest in Maofeng Mountain, Guangzhou, China	6766
Effects of seed-dressing agents on groundnut and rhizosphere microbes	6777
Time series prediction of the concentration of chlorophyll-a based on RBF neural network with parameters self-optimizing	6788
A trend surface analysis of geographic variation in the traits of seeds and seedlings from different <i>Quercus acutissima</i> provenances	6796
Comparisons of relationships between leaf and fine root traits in hilly area of the Loess Plateau, Yanhe River basin, Shaanxi Province, China	6805
An analysis on the water status in twigs and its relations to the drought resistance in Five woody plants living in arid zone	6815
The effect of fire on soil properties in a <i>Pinus massoniana</i> stand	6824
Water-environment effects of industry structure in Taihu Lake Basin in Jiangsu Province	6832
Effect of high temperature on enzymic activity, pigment content and chlorophyll fluorescence of two <i>Kappaphycus</i> species	6845
Analysis on characteristics of a typical drought event in Jiangsu Province	6853
Surface heat flux and energy budget for semi-arid grassland on the Loess Plateau	6866
Effects of light quality on photosynthetic characteristics and on the carotenoid and cuticular extract content in tobacco leaves	6877
Cyanobacterial diversity in biological soil crusts on wastelands of copper mine tailings	6886
Stereotypic behavior frequency and the influencing factors in captive Alpine musk deer (<i>Moschus sifanicus</i>)	6896
Zooplankton ecology near the Tianwan Nuclear Power Station	6902
Diel variations of fish assemblages in multiple habitats of Ma'an archipelago, Shengsi, China	6912
A novel cognitive-based approach to motivation for non-use value	6926
Review	
Salt-responsive proteomics in plants	6936
Research progress on forms of nitrogen and determination in the sediments	6947
Review of research progress of infectious diseases in wild birds	6959
Review on the methods to quantify fish's ability to cross velocity barriers in fish passage	6967
Monograph	
Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services: foundation, prospect and response strategy	6973
Scientific Note	
A comparative study of the spatial-temporal patterns of fine roots between young and mature <i>Caragana korshinskii</i> plantations	6978

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 22 期 (2011 年 11 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 22 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元