

圈养雌性马麝发情交配格局同行为发生频次的关系

孟秀祥^{1,2,3}, 杨奇森², 冯祚建², 徐宏发³

(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; 3 华东师范大学生命科学院)

摘要: 于 2004年 8月~2005年 1月, 采用焦点取样连续记录法, 对甘肃兴隆山自然保护区马麝繁育中心的雌性马麝 *Moschus sifanicus* 进行了行为取样。按雌麝的发情格局, 将样本动物区分为正常发情和不发情个体, 并对两类雌麝在非交配季节(6~10月)和交配季节(11月~翌年 1月)的行为格局分别进行了比较分析。结果表明, 正常发情和不发情雌麝的总体行为格局并无大的差异, 但在非交配季节, 正常发情雌麝的运动频次显著多于不发情雌麝, 后者的摄食频次较多, 此外, 雌麝(仅为正常发情)在交配季节有蹭尾行为的表达, 正常发情雌麝的蹭尾行为频次显著多于不发情雌麝(无此行为表达, 频次为 0值)。本研究结果可为圈养雌麝的发情格局的预测及区分提供参考。

关键词: 马麝; 雌性; 发情; 行为频次; 季节

中图分类号: Q959.8 Q958.12 文献标识码: A 文章编号: 1000-7083(2008)04-0520-04

Relationship between Estrus Patterns and Behavioral Frequencies of Captive Female Alpine Musk Deer

MENG Xiuxiang^{1,2,3}, YANG Qisen², FENG Zuo-jian², XU Hong-fa³

(1. College of Life and Environment Sciences, Central University for Nationalities, Beijing 100081, China

2. Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences; 3. College of Life Science, East China Normal University)

Abstract During August 2004 to February 2005, the focal sampling and all-occurrence method were used to quantify the behavioral patterns of captive female alpine musk deer (*Moschus sifanicus*) in Xinglongshan Musk Deer Farm, Gansu Province. The objectives were to differentiate females with normal estrus and without estrus, and to compare the behavioral frequencies so as to decide the potential differences. The results indicated that in non-mating season (between Jun to Oct), females with normal estrus demonstrated behavior more frequently than females without estrus, and the latter expressed feeding more frequently. Moreover, during mating season (between Nov to Jan next year), the females with normal estrus expressed tail-pasting, therefore, the frequency of which was more than females without estrus. The above behavioral differences could be used as the behavioral criteria to differentiate coming estrus patterns of captive female alpine musk deer. The results of present study would have benefit for the increasing of successful mating and gestation of female musk deer and reducing the cost of the musk deer farming.

Key words *Moschus sifanicus*, female, estrus pattern, behavioral duration, season

麝类动物 *Moschus* spp 是珍贵资源动物, 雄性均可分泌麝香。中国是世界麝类资源最丰富的国家之一。因生境丧失和历史上的过度利用等原因, 中国的野生麝种群现已濒危, 所有麝类动物已全部被列入国家四级重点保护动物名录, 并被列为 CITES (Convention on International Trade in Endangered Species) 附录 II 物种。除通过建立自然保护区等措施加强对其野生种群和栖息地的就地保护 (*in situ* protection) 外, 驯养作为异地保护 (*ex situ* protection) 有效方式之一, 已成为繁育、保护和可持续利用麝类资源的重要措施 (Hames 1999)。我国从 1958 年开始麝类驯养, 迄今已有几十年历史, 虽已初步实现驯养麝

的圈养下繁殖和人工取香, 但长久以来, 麝类动物驯养中仍存在繁殖低下和雌麝怀孕率低等问题。

马麝 *Moschus sifanicus* 分布于我国的青藏高原及周边地区, 现已濒危。为保护和繁育马麝种群及可持续利用麝香, 甘肃兴隆山自然保护区于 1990 年在马麝的自然栖息地环境建立了养殖试验场, 开始马麝的圈养繁育。经十余年的发展, 该麝场已发展到一定规模, 存栏马麝近 300 头, 并已初步实现了马麝的圈养环境下繁殖和可持续活体取香。在长期的马麝驯养实践中发现, 圈养雌性马麝具有多样化的发情格局, 单次发情、多次无规律发情及不发情个体同时存在于驯养种群, 而后两类雌麝基本不能顺利

收稿日期: 2007-10-18

致谢: 感谢兴隆山保护区管理局及所属麝场对本研究的大力支持!

地完成交配和受孕,终而导致繁殖失败。上述问题的存在严重影响了马麝的成功驯养、繁育和保护。

由于环境变化的季节性,野生马麝具有明显的发情交配同步性,多于 11月至次年 2月进行繁殖交配 (Meng *et al.*, 2003)。蒋应文 (1998)记述了雌性马麝的发情表现,韩增胜等 (2003a b)报道了圈养林麝 *Moschus berezovskii* 的繁殖生理和生殖调控,但尚无关于圈养马麝发情交配比较性行为预测的报道。为探究具不同发情格局的圈养雌麝的行为差异,本研究采用比较研究法,对甘肃兴隆山的圈养雌性马麝的总体行为进行取样分析,并确定各类群的行为组成和预测指标,其结果对降低圈养马麝的空怀率有参考价值。

1 材料和方法

1.1 实验动物

本研究在甘肃兴隆山保护区所属麝场进行,麝场所在地的地理、气候特征及麝场的圈舍情况参见文献 (孟秀祥等, 2002)。行为取样涉及 51 头成年 (2 岁以上) 圈养雌性马麝,其中 42 头为正常发情雌麝,9 头为不发情雌麝。

1.2 行为型及行为取样

参照文献对麝类动物行为的研究和记述 (张保良, 1979; 郑生武, 1979; 杜卫国, 盛和林, 1998; 蒋应文, 1998; Homes, 1999),并结合对甘肃兴隆山麝场马麝行为的预观察,建立圈养雌性马麝的取样行为谱,各行定义如下:

静卧 (bedding): 马麝处于静止的清醒卧姿,无反刍; 站立凝视 (standing-alert): 动物呈静立姿势,眼睛凝视刺激源或其他个体,无其它明显伴随行为; 运动 (Locomotor): 动物发生明显的各种强度的身体位移,无其它伴随行为; 摄食 (ingesting): 动物个体进食、饮水等; 反刍 (ruminating): 动物表达典型的反刍行为序 (食团回吐、咀嚼、下咽等); 蹭尾 (tail rubbing): 麝在树桩、墙壁、门框等突起物表面蹭擦尾阴部; 尿粪标记 (urinating-defecating): 相对固定的行为型,个体完全或部分展现刨地、排尿和排粪便及掩盖粪便等行为元素; 环境探究 (environmental sniffing): 动物展现明显可辨的用鼻吻部探究圈舍基底或目标物的动作,持续时间 2 s 以上; 尾阴探究 (anogenital sniffing): 动物嗅闻另一个体的尾阴部,有时伴随舌舔; 自我指向 (self-directed): 行为指向行为发出者自身,含口部梳理 (self-grooming)、蹄搔扒 (self-scrate-

hing) 及身体抖动 (shaking body) 等; 亲和 (amicable interaction): 个体间发生无明显攻击意向的身体接触性活动,如理毛 (grooming)、嗅舔 (licking) 等行为; 冲突 (conflict interaction): 一个体指向另一个体的有明显侵犯意图的行为,有或无直接身体接触,按方式和强度细分为威胁 (threatening)、进攻 (attacking)、防御 (defending)。

因甘肃兴隆山的圈养马麝的交配行为始于 11 月中旬 (蒋应文, 1998; Meng *et al.*, 2003),本研究定义其非交配季节 (non-mating season) 为 8~10 月,交配季节 (mating season) 为 11 月~翌年 1 月。于圈养马麝的活动高峰时间段内对其行为进行取样 (孟秀祥等, 2002)。行为观察用 10×50 倍望远镜协助肉眼进行。采用焦点取样 (focal sampling) 和连续记录 (all-occurrence recording) 的方法对动物进行行为取样 (Altmann, 1974),每次行为取样持续 5 min,记录目标动物各行为型的发生频次。所有行为取样由同一名研究者完成。

1.3 数据整理及分析方法

整理行为取样数据,按动物个体进行行为类加和,计算各行为的发生频次。区分交配季节与非交配季节,采用 Wilcoxon Signed Rank Test 比较正常发情和不发情雌麝的行为发生频次的差异。所有数据分析均在 SPSS 10.0 下进行。

2 结果

2.1 正常发情和不发情雌麝在非交配季节的行为发生频次

在非交配季节,具不同发情格局的雌麝在非交配季节的总体行为格局并无大的差异 (图 1)。在非交配季节,正常发情雌麝的运动频次 (0.76 ± 0.30) 显著多于不发情雌麝 (0.56 ± 0.20) ($P < 0.05$)。不发情雌麝的摄食频次 (1.89 ± 0.28) 和卧息 (4.60 ± 2.60) 多于正常发情雌麝 (摄食: 1.04 ± 0.40 卧息: 2.72 ± 1.23),前一行为差异显著 ($P < 0.05$),后一行为差异未达显著水平 ($P > 0.05$)。此外,雌麝在非交配季节均无蹭尾行为的表达 (均为 0 值),冲突行为的表达也较少,二者在上述行为的差异均不显著 ($P > 0.05$)。

2.2 正常发情和不发情雌麝在交配季节的行为发生频次

具不同发情格局的雌麝在交配季节的行为发生频次如图 2 所示。正常发情雌麝在交配季节有蹭尾

行为的表达,其行为频次(0.10 ± 0.05)显著多于不发情雌麝(无此行为表达,频次为 0值)($P = 0.049 < 0.05$)。二者在其它行为的差异均未达显著水平($P > 0.05$)。

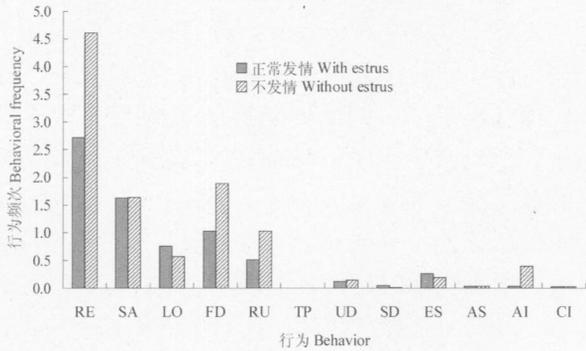


图1 单次和多次动情雌麝在非交配季节的行为频次分布

Fig. 1 Behavioral frequencies of females with single and multi estrus during non-mating season

(注 Note: BE: 卧息, bedding; SA: 站立凝视, standing-alert; LO: 运动, locomotor; IN: 摄食, ingesting; RU: 反刍, ruminating; TP: 蹭尾, tail-pasting; UD: 尿粪标记, urinating defecating; SD: 自我指向, self-directed; ES: 环境探究, environmental sniffing; AS: 尾阴探究, anogenital sniffing; AI: 亲和, amicable interaction; CI: 冲突, conflict interaction. 下同 The same meanings in the following figures)

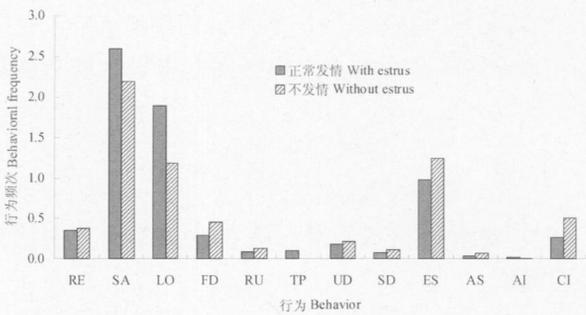


图2 单次和多次动情雌麝在交配季节的行为频次分布

Fig. 2 Behavioral frequencies of females with single and multi estrus during mating season

3 讨论

圈养动物所处环境的影响因子的类型和作用方式不同于野生生境,其圈养社群内的社会作用、圈舍环境、饲养管理及个体的营养状况和生理状态等均可对圈养动物的行为格局发生效应 (Orihuela 2000)。哺乳育幼期是动物生活史中的特殊时期,动物在该时间段内的行为模式、能量及时间分配有别于其他生命史阶段 (Berger 1992)。麝是小型有蹄类动物,其日常代谢强度和能量需求相对较高 (Green 1987),尤其在其哺乳育幼期 (林忠等, 1995 杜卫国, 盛和林, 1998)。

本工作表明,甘肃兴隆山麝场的不发情雌麝表达较多的卧息和摄食,而正常发情雌麝表达较少的摄食和较多的运动行为。由于本研究中所定义的非交配季节(6~10月)正处于马麝的哺乳育幼期,因此,正常发情雌麝和不发情雌麝间的行为差异与其不同的生理状态有密切关系。

动物的繁殖需付出能量和资源投资,并因动物种群和环境而异,且会对翌年繁殖产生影响 (Bunnell 1982 Festa-Bianchet 1988)。按照资源分配理论,处于哺乳期的个体将减少高能耗行为的表达,并增加食物摄入以补充在怀孕、哺乳和育幼期间损失的能量 (Hill et al, 2003)。此外,分布于北方山区的动物也需于非交配季节为即将到来的繁殖作能量蓄积准备,并使动物有足够的能量和脂肪度过食物相对匮乏的严酷冬季 (Berger 1992)。在本研究中,非交配季节和哺乳季节部分重叠,且正常发情个体一般均为上年繁殖成功个体 (Meng et al, 2003),由于怀孕期和哺乳期的消耗,正常发情个体的能量损耗相对较大,但由于麝场对圈养麝进行较充足的人为补饲及对部分幼麝实行人工哺乳,因此正常发情个体雌麝并不一定要付出更多的能量和时间投资,即可完成能量恢复和储备而顺利进入下一次发情,因此本研究中的正常发情雌麝的摄食并无明显的增加。此外,由于有蹄类动物的食物摄入量取决于摄食时间和摄食效率 (Spalinger & Hobbs 1992),而摄食效率弹性极大,其变动直接影响动物的实际食物摄入和生理状况 (Ruckstuhl et al, 2003)。此外,不同的能量需求状态下动物的摄食效率显著不同,如雌性盘羊 *Ovis canadensis* 和斑马 *Equus burchelli* 个体间的摄食效率均有较大的差异 (Neuhaus & Ruckstuhl 2002), Berger (1992) 也报道了雌性盘羊可提高摄食效率,从而在不延长摄食时间的情况下增加其食物摄入。同样的调节机制也存在于圈养麝,如圈养林麝在哺乳期的摄食效率会有所上升 (林忠等, 1995 杜卫国, 盛和林, 1998)。由于本研究记录的是摄食行为发生频次而非持续时间,也未考察摄食效率的变动,因此正常发情和不发情雌麝的摄食差异尚有待进一步研究确定。此外,本研究结果还表明,正常发情雌麝的运动行为发生频次多于不发情雌麝,这可能同前者的哺乳育幼活动有关,期间的母幼间行为及哺乳雌麝对幼麝的管护等将直接增加雌麝的运动行为的释放。

嗅通讯 (olfaction communication) 是动物重要的通讯方式之一。凭藉富含嗅信息的气味传递,动物可完成领域标识、等级显示、斥退竞争对手和异性吸

引等功能。由于孤居和生境郁闭, 马麝个体间主要通过粪尿标记、尾腺 (caudal gland)、跗腺 (interdigital gland) 等进行嗅觉及化学通讯 (Shrestha 1998), 其中, 尾腺分泌物对于麝的领域标记及个体识别等具有重要意义 (Green, 1987)。野生麝通过展现蹭尾行为, 在草茎、树枝等表面 (即“油桩”) 蹭擦其尾阴部, 在基底留下气味浓烈的腊质油斑, 履行通讯功用 (郑生武, 1979; 王小明等, 1987)。圈养麝也有蹭尾行为的表达, 在圈养环境, 麝也能在墙壁和门框等突起物表面蹭擦并留下分泌物。长期以来, 蹭尾行为均被定义为雄麝的特征性标记行为 (郑生武, 1979; Homes 1999)。

本研究结果显示, 兴隆山麝场的雌性马麝也有蹭尾行为发生, 但仅限于正常发情雌麝于交配季节表达。实际观察发现, 往往是经产的正常发情雌麝在其发情交配旺期, 于交配间隙展现此行为, 而且雌性马麝的蹭尾方式和表达强度也异于雄麝, 雌麝蹭尾时, 用后臀靠近蹭擦基底, 如门框和圈墙等, 尾阴部轻轻接触蹭尾点, 蹭尾次数相对较少, 而且单次蹭尾的持续时间也较短, 有时仅轻触一下即停止蹭擦。而雄麝蹭尾时, 其尾和蹭擦基底有较长时间的紧密接触, 并有明显的上下或左右蹭擦动作, 其蹭尾的平均时间和频次均远高于雌麝。杜卫国和盛和林 (1998) 报道, 哺乳期的雌性林麝和其幼麝间有尾部蹭擦行为的表达, 但该行为属母幼间行为, 不同于本文探讨的蹭尾行为, 对其行为机制和功能尚需开展进一步的研究, 以判断是否为麝类动物 (或仅为马麝) 在特定时间段内的正常行为表达, 或是在圈养下的异常行为发育, 如是后者, 则需考察是否在雄麝也有类似情况发生, 同正常的雄麝蹭尾行为的功能和机制有何差异。

综合上述, 甘肃兴隆山麝场的正常发情和不发情雌麝的总体行为格局并无大的差异, 但在非交配季节, 正常发情雌麝的运动频次显著多于不发情雌麝, 后者的摄食频次较多, 此外, 正常发情雌麝在交配季节有蹭尾行为的表达。在马麝驯养实践中, 可考察雌麝在非交配季节的运动和摄食频次, 及在交配季节是否有蹭尾行为的表达, 以预测在发情交配季节的发情格局, 即雌麝是否能正常发情。

4 参考文献

杜卫国, 盛和林. 1998. 林麝哺乳期的时间分配和行为研究 [J]. 兽

- 类学报 18(1): 21~ 26
- 韩增胜, 杨长锁, 李青旺, 等. 2003a 林麝同期发情技术的研究 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 31(5): 136~ 138.
- 韩增胜, 杨长锁, 李青旺, 等. 2003b 林麝生殖生理和繁殖性能观察研究 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 31(6): 103~ 106.
- 蒋应文. 1998 驯养马麝的繁殖与行为观察 [J]. 动物学杂志, 33(4): 39~ 41.
- 林志, 徐宏发, 盛和林. 1995 林麝妊娠期和哺乳期的能量代谢特征 [J]. 兽类学报, 15(2): 98~ 105.
- 孟秀祥, 杨奇森, 冯祚建. 2002 圈养马麝夏秋冬活动格局比较 [J]. 兽类学报, 22(2): 87~ 98.
- 王小明, 龚继恩, 李建国. 1987 林麝的一些生物学资料 [J]. 四川动物, 6(3): 42~ 44.
- 张保良. 1979 麝的驯养 [M]. 农业出版社.
- 郑生武. 1979 马麝的生态研究 [J]. 动物学报, 25(2): 176~ 186.
- Alman J. 1974 Observational study of behavior sampling methods [J]. Behavior 49: 227~ 267.
- Beger J. 1992 Facilitation of reproductive synchrony by gestation adjustment in gregarious mammals: a new hypothesis [J]. Ecology 13(1): 323~ 329.
- Bunnell FL. 1982 The lambing period of mountain sheep: synthesis hypothesis and tests [J]. Can J Zool 60: 1~ 14.
- Festa-Bianchet M. 1988 Age-specific reproduction of bighorn ewes in Alberta, Canada [J]. J Mamm, 69(1): 157~ 160.
- Green MJB. 1987. Scent-marking in the Himalayan musk deer [J]. J Zool 1: 721~ 737.
- Hill RA, Barrett L, Gaynor D, et al. 2003. Day length, latitude and behavioral flexibility in baboons [J]. Behav Ecol Sociobiol 53(5): 278~ 286.
- Homes V. 1999 On the Scent-conserving musk deer: the uses of musk and Europe's role in its trade [M]. TRAFFIC Europe.
- Meng XX, Yang QS, Feng ZJ, et al. 2003 The temporal estrous patterns of female bighorn musk deer in captivity [J]. Appl Anim Behav Sci 82: 75~ 85.
- Neuhaus P, Ruckstuhl KE. 2002. The link between sexual dimorphism, activity budgets, and group cohesion: the case of the plains zebra [J]. Can J Zool 80: 1437~ 1441.
- Orihuela A. 2000. Some factors affecting the behavioral manifestation of estrus in cattle: a review [J]. Appl Anim Behav Sci 70: 1~ 16.
- Ruckstuhl KE, Festa-Bianchet M, Jorgenson JT. 2003. Bite rates in Rocky Mountain bighorn sheep: effects of season, age, sex and reproductive status [J]. Behav Ecol Sociobiol 54: 167~ 173.
- Shrestha MN. 1998. Animal welfare in the musk deer [J]. Appl Anim Behav Sci 59: 245~ 250.
- Spalinger DE, Hobbs NT. 1992. Mechanisms of foraging in mammalian herbivores: new models of functional response [J]. Am Nat 140: 325~ 348.