

圈养马麝发情交配后期的日活动格局*

孟秀祥^① 杨奇森^{①**} 冯祚建^① 夏霖^① 蒋应文^② 王培民^②

(^①中国科学院动物研究所 北京 100080; ^②甘肃兴隆山国家级自然保护区 榆中 730117)

摘要: 2001年1月,对46只圈养马麝进行了行为取样,记录了四种行为状态,站立及运动、摄食、反刍、静卧。区分性别和年龄组,比较各组在发情后期的活动格局。在发情末期,马麝呈现多高峰的日活动节律,清晨的活动高峰不明显,故而包含于持续时间极长(07:00~14:30时)的上午活动高峰,另具黄昏(16:30~18:00时)和午夜(21:00~00:30时)活动高峰。发情后期,马麝的活动节律主要受圈养条件、气温和生理状态的影响,摄食高峰的初次出现与喂食时间有关,在喂食前后发生反刍高峰,这是对饲料限量投放的一种适应;为适应冬季夜间的低气温,马麝在夜间趋向于静卧,而在较暖的昼间活动,以减少热量消耗;马麝雌体的发情交配状态影响其活动性,已交配受孕的雌体活动性降低。雄体的活动格局也受年龄和近期交配经历的影响。

关键词: 圈养; 马麝; 发情后期; 活动格局

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2002)06-35-08

Activity Patterns of Captive Musk Deer (*Moschus sifanicus*) during Postrut

MENG Xiu-Xiang^① YANG Qi-Sen^① FENG Zuo-Jian^① XIA Lin^①
JIANG Ying-Wen^② WANG Pei-Min^②

(^①Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences Beijing 100080;

^②Xinglongshan National Nature Reserve Yuzhong, Gansu 730117, China)

Abstract: The post-rut activity patterns of 46 captive musk deer were studied at Xinglongshan National Nature Reserve, Gansu Province during Jan. 2001. Some animals had been captured from the wild at different ages and some were born in captivity. Four behavioral states, standing and locomotion (SL), feeding (FE), ruminating (RU) and bedding (BE) were observed using scan sampling with a 3 minute sampling interval. Sampling was conducted with 10 × 50° binoculars. The activity rhythm of captive musk deer appeared to be multi-modal, namely there were noon and midnight peaks of activity, as well as the well-known dawn and dusk peaks. Activity peaks were influenced by environmental temperature and individual physiological state. In response to lower night-time temperatures and to conserve energy during the post-rut period (mid-winter), musk deer showed higher activity levels during the day and lower at night, with bedding behavior showing the reverse pattern. Pregnant

* 国家自然科学基金项目 (No. 39870137), 中国科学院“九五”重大项目 (No. KZ951-A1-105) 资助;

** 通讯作者;

第一作者介绍 孟秀祥,男,29岁,博士研究生;研究方向:动物生态学。

收稿日期:2001-11-08,修回日期:2002-09-06

females, namely C_2 (2.5 – 5.5 years old) showed lower activity than younger (C_1) and older females (C_3). For females, age and experience of rutting had a strong influence upon their activity patterns (rhythm). The activity peaks of females and males were not synchronous.

Key words: Captive; Alpine musk deer (*Moschus sifanicus*); Activity patterns; Postrut

动物的活动格局可反映动物的活动时间分配^[1],动物通过最优活动格局的选择来实现能量在时间上的最适分配,从而达到对环境的最佳适应^[2]。

马麝 (*Moschus sifanicus*), 属青藏高原及临近地区特有种,主要分布于青藏高原,有孤居、警戒性高等行为特点,在野外要对其进行长时间的行为观察,困难较大,因此,关于马麝活动格局的文献较少,零星的报道也多属定性描述^[3,4],又因马麝发情后期同其分布区的严冬重叠,进行大样本的野外行为观察更为困难,所以此期内马麝的活动格局的量化比较尚未见报道。了解马麝发情交配后期的活动格局,对其个体存活、种群增殖及驯养管理与保护等,都具有重要的意义。

1 材料与方 法

1.1 实验场地及动物 本研究于 2001 年 1 月中旬在甘肃兴隆山国家级自然保护区马麝驯养场(以下简称麝场)进行。麝场位于野生马麝的自然分布区内,场区面积 30 hm²,含麝圈 100 余个,每 5~7 圈相连成排,圈间以砖墙相隔。单圈面积 100 m²,每圈关养马麝 4~6 只。圈舍未配备调温设施。

兴隆山麝场现驯养马麝 200 余头,多源于野生麝自幼捕获或救护饲养,小部分则是自繁后代。马麝饲料由精饲料(人工配制)和粗饲料(在当地采集的新鲜或风干树叶)组成,每日于 07:00 时和 17:00 时饲喂,其余时间中,马麝少受惊扰。每头动物自幼即扎有塑料耳号,行为观察中,再增加佩戴彩色布条于马麝颈间以便快速辨认个体。

在兴隆山,马麝于 11 月开始发情交配,12 月达到交配盛期,1 月进入交配后期。本研究共涉及 46 只马麝,按年龄划分成 3 组,即小于

2.5 龄的 C_1 组(雄体 4 只,雌体 10 只);2.5 到 5.5 龄的为 C_2 组(雄体 5 只,雌体 15 只);年龄大于 5.5 龄的 C_3 组(雄体 4 只,雌体 8 只)。兴隆山麝场采用‘单雄配群雌’的配种制度,初期投入 C_2 组雄体与雌体交配,到后期(1 月)时,投放 C_1 、 C_3 组雄体参加交配。

1.2 观察取样及数据收集 研究动物的夜间行为时,多采用微弱红光进行照明^[6,7],此种方法也可用于有蹄类的夜间行为研究^[8,9]。兴隆山麝场周围有微弱光照(附近的路灯等),在对马麝进行夜间行为取样时,沿用了其弱光辅助观察,实际的行为观察证明微弱光照对马麝的行为无明显影响。

行为观察采用扫描取样和瞬间记录^[10,13],取样间隔 30 min。行为状态^[11,12]定义如下。

站立及运动(standing and locomotion, SL):动物处于直立状态(含站立凝视和走动、打斗、蹭尾、求适等身体发生移动的状态);取食(feeding, FE):动物在饲料槽中取食或啃食零星草皮以及饮水;反刍(ruminating, RU):动物发生完整的反刍行为流(食团回吐、咀嚼、下咽等);静卧(bedding, BE):动物呈卧姿,身体与地面接触,未反刍。

观察时,借助 10×50° 望远镜按动物个体(据耳号和彩色布条进行个体识别)取样,取样间隔 3 d。所有观察记录均由同一人完成。

1.3 数据处理方法 数据按个体取平均值,以每个取样时刻处于某种行为状态的个体占个体总数的比率作为该取样时刻的此种行为的平均比率^[7,14](以下略称:比率)。对原始数据进行反正弦变换并检验转化后数据的正态性,然后选用相应的统计方法。所有数据分析均在 SPSS8.0 环境下进行。

2 结果

2.1 正态性检验 行为比率数据经反正弦变换后,其分布仍极大地偏离正态分布(Kolmogorov-Smirnov test, $P < 0.05$),故所有数据分析均采用非参数检验方法。

2.2 “站立及运动”平均比率比较 如表 1 所示, C_2 组雌性马麝比 C_1 、 C_3 组有较高的站立及运动比率, C_2 组雄体在夜间的站立及运动较 C_1 和 C_3 组高,白昼的情况相反。总的看来,在发情末期,圈养马麝站立及运动的比率在年龄组之间的差别不显著($P > 0.05$)。两性之间在站立及运动行为上的区别极其显著($P < 0.01$): C_1 和 C_3 组雄体夜间低于雌体, C_2 和 C_3 组雄体白昼低于同组雌体。就全天时间分析, C_1 和 C_3 雌体高于雄体, C_2 组情况相反。总的看来,在发情末期,雄体的站立及运动比率($26.15\% \pm 2.06\%$)低于雌体($28.24\% \pm 1.95\%$),而且,差别极为显著。在夜间和白昼两时间段之间的站立及运动,依性别和年龄组的不同,有程度不同的差别。雌性显著倾向于在白昼站立、运动,其中, C_2 和 C_3 两组昼夜间的区别更大; C_1 组雄体白昼的站立及运动高于夜间($P < 0.01$),而 C_2 组情况与之相反。

2.3 “摄食”平均比率比较 圈养马麝年龄组间在摄食率上表现出差别(表 2)。两性 C_1 和

C_3 的摄食比率均比 C_2 组要高,虽然差距无显著意义。雌雄间的 Wilcoxon 检验表明,雌体的摄食率显著地低($P < 0.05$)于雄体,尤其是 C_1 和 C_3 两组($P < 0.01$)。白昼的摄食率均比夜晚高,除 C_1 组和 C_3 组雌体差异未达显著外,其余差别均极显著。

2.4 反刍行为平均发生比率比较 表 3 中出现了统计意义上的 0 值,表明在发情末期,由于雄性马麝的嗅探及追赶等作用,雌性马麝在白昼的反刍多以站立反刍形态出现,而静卧反刍主要发生在夜间。 C_1 组的反刍比率($5.20\% \pm 1.53\%$)高于 C_2 和 C_3 组。两性间比较,雄体比雌体有较高的反刍比率。

2.5 静卧行为平均发生比率比较 表 4 的 Kruskal-Wallis 检验表明, C_2 组雌体在夜间和白昼比 C_1 和 C_3 有高的静卧比率(但 $P > 0.05$, 差异未达显著水平); C_1 组雄体表现相对活跃,有最低的静卧比率($57.29\% \pm 4.46\%$), C_2 和 C_3 组接近, C_3 组略高,但差异均无统计意义($P > 0.05$)。夜间的雄体比雌体活跃一些,静卧较少,白天,除 C_1 组仍维持较高的活动率外, C_2 和 C_3 雄体的静卧率比雌体为高。雌性在白昼比夜间表现更低的静卧率; C_2 组雄体昼夜间的静卧比率无大的变化, C_1 和 C_3 均表现为白天比夜间活跃一些(有更低的静卧比率)。

表 1 站立及运动(SL)行为平均比率及比较

时间段	性别	年龄组				K-W test
		C_1	C_2	C_3	全部	
夜间	F_N	28.33 ± 4.95	22.78 ± 4.76	23.44 ± 4.66	24.85 ± 2.74	ns
	M_N	21.74 ± 5.28	33.33 ± 4.91	22.00 ± 5.07	25.69 ± 2.97	ns
	W-test	**	**	**	**	
白昼	F_D	30.42 ± 4.28	27.50 ± 4.53	36.98 ± 5.35	31.63 ± 2.74	ns
	M_D	34.78 ± 5.39	22.50 ± 4.39	23.00 ± 4.98	26.60 ± 2.88	ns
	W-test	**	**	**	**	
全天	F_T	29.37 ± 3.24	25.14 ± 3.27	30.21 ± 3.64	28.24 ± 1.95	ns
	M_T	28.26 ± 3.85	27.92 ± 3.35	22.50 ± 3.52	26.15 ± 2.06	ns
	W-test	**	**	**	**	
Wilcoxon test	F_T-F_T	ns	**	**	**	
	M_T-M_T	**	**	ns	ns	

数据为百分比; * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, ns $P > 0.05$, F_N 雌性夜间的行为比率; F_D 雌性白天的行为比率; M_N 雌性夜间的行为比率; M_D 雌性夜间的行为比率; F_T 雌性全天的行为比率; M_T 雌性全天的行为比率。下表同。

表 2 摄食(FE)行为平均比率及比较

时间段	性别	年龄组				K-W test
		C ₁	C ₂	C ₃	全部	
夜间	F _N	4.00 ± 1.41	2.50 ± 1.19	3.13 ± 1.36	3.22 ± 0.76	ns
	M _N	10.42 ± 3.66	3.33 ± 1.56	4.17 ± 1.94	5.97 ± 1.50	ns
	W-test	**	*	**	**	
白昼	F _D	5.42 ± 1.90	5.22 ± 2.264	4.69 ± 1.81	5.13 ± 1.09	ns
	M _D	9.00 ± 3.19	5.28 ± 2.01	7.29 ± 2.81	7.22 ± 1.61	ns
	W-test	**	ns	**	**	
全天	F _T	4.69 ± 1.17	3.89 ± 1.17	3.91 ± 1.13	4.17 ± 0.66	ns
	M _T	9.69 ± 2.40	4.26 ± 1.35	5.73 ± 1.70	6.60 ± 1.01	ns
	W-test	**	**	**	**	
Wilcoxon test	F _N -F _D	ns	**	ns	*	
	M _N -M _D	ns	**	*	*	

表 3 反刍(RU)行为平均比率及比较

时间段	性别	年龄组				K-W test	Mann-Whitney test		
		C ₁	C ₂	C ₃	全部		C ₁ -C ₂	C ₁ -C ₃	C ₂ -C ₃
夜间	F _N	3.20 ± 1.50	0.83 ± 0.46	0	1.39 ± 0.56	ns			
	M _N	4.35 ± 2.56	0	0	1.45 ± 0.88	*	ns	**	ns
	W-test	ns	*	ns	*				
白昼	F _D	3.33 ± 1.30	4.17 ± 1.60	4.17 ± 3.16	3.89 ± 1.24	ns			
	M _D	7.00 ± 2.71	5.60 ± 2.95	4.00 ± 1.87	5.53 ± 1.46	ns			
	W-test	**	*	ns	*				
全天	F _T	3.27 ± 0.98	2.50 ± 0.86	2.13 ± 1.63	2.64 ± 0.69	ns			
	M _T	5.73 ± 1.86	2.92 ± 1.57	2.08 ± 1.01	3.58 ± 0.88	ns			
	W-test	ns	*	ns	*				
Wilcoxon test	F _N -F _D	ns	**	**	**				
	M _N -M _D	*	**	**	**				

表 4 静卧(BE)行为平均比率及比较

时间段	性别	年龄组				K-W test
		C ₁	C ₂	C ₃	全部	
夜间	F _N	64.17 ± 5.80	73.89 ± 4.99	73.44 ± 4.72	70.50 ± 3.00	ns
	M _N	62.00 ± 6.94	63.33 ± 5.60	72.92 ± 5.61	66.03 ± 3.53	ns
	W-test	**	**	**	**	
白昼	F _D	60.83 ± 4.38	63.06 ± 4.61	54.17 ± 5.51	59.35 ± 2.80	ns
	M _D	52.17 ± 5.42	66.67 ± 5.20	64.58 ± 5.81	61.27 ± 3.21	ns
	W-test	*	**	*		
全天	F _T	62.50 ± 3.60	68.47 ± 3.45	63.80 ± 3.85	64.92 ± 2.10	ns
	M _T	57.29 ± 4.46	65.00 ± 3.79	68.75 ± 4.04	63.68 ± 2.39	ns
	W-test	**	**	**	**	
Wilcoxon test	F _N -F _D	ns	*	**		
	M _N -M _D	*	ns	**		

2.6 发情后期活动节律和活动高峰 四种行为状态在时间轴上的分布见图 1,可见马麝的各种行为比率峰值交替镶嵌出现,除静卧外,其

余几种行为比率并无长时间的持续,尤其是摄食和反刍,更是相互分离成若干孤立的高峰,在时间轴上的分布呈现强烈的区间性。

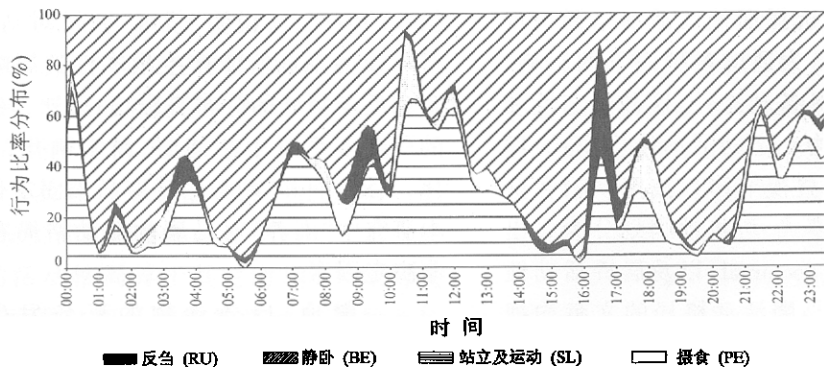


图1 圈养马属发情后期活动格局

图1显示,冬季马属的站立及运动比率与静卧比率的变化并无完全一致,说明单独的SL或BE均不能完全表征马属发情后期的活动性,故我们将摄食(PE)比率、反刍(RU)分别与站立及运动比率(SL)予以加权加和,以描述马属的昼夜活动性(AC),以加和后的全天活动性平均比率($32.11\% \pm 3.01\%$)为截线截取活动高峰时间段(表5),如忽略较短时间段的活动高峰及间断,将马属的活动性水平超过其全天平均水平的时间区间视为活动高峰,则圈养马属在发情后期有三个活动高峰:上午(07:00~14:30时)、黄昏(16:30~18:00时)和午夜(21:00~00:30时),全天活动率为 $32.11\% \pm 3.01\%$ 。

表5 马属繁殖末期活动率分时间段统计

时间段	$\bar{M} \pm S. E. (\%)$	高峰
07:00~14:30	47.99 ± 5.12	上午
16:30~18:00	38.04 ± 7.18	黄昏
21:00~0:30	51.90 ± 3.14	午夜
其余时间	15.22 ± 1.95	
全天平均	32.11 ± 3.01	

区分性别作出活动节律图(图2),从图中可看出,雌雄马属及各年龄组的活动率在时间轴上的格局变化趋势有同步节律性但又不尽相同,即二者的活动高峰并非完全吻合,在时间上有一定的分离,雌雄马属的活动高峰前后伴随出现。

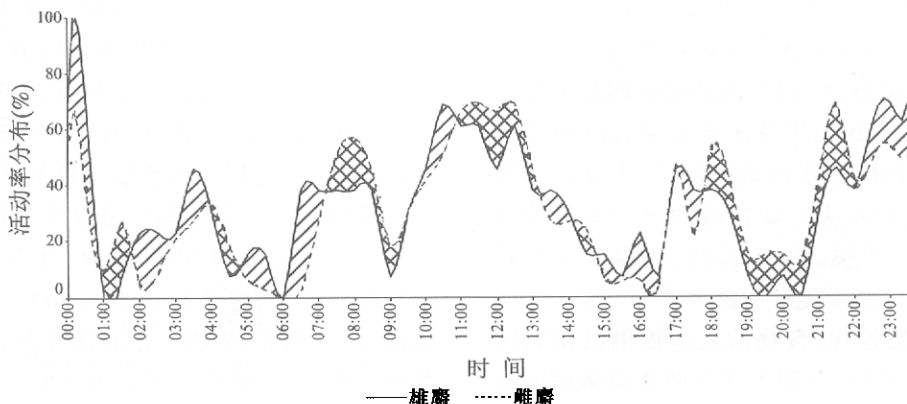


图2 圈养马属发情后期活动高峰分离

3 讨论

3.1 发情末期的活动格局 动物各种行为活动的时间分配(即活动格局)反映了其能量分配

原则,为使其适合度(fitness)达到最大,动物必须采取最佳的能量分配对策,动物通常通过活动格局的优化来实现能量净收益的最大化^[2]。因此,在种群水平上,特定环境中的动物通过进

化稳定对策(ESS)的选择而使其活动格局呈现一定的恒定性,同时,为适应各种因子的影响,动物的活动格局也具备动态性,这种固定性和动态性即构成了动物一定的活动格局模式,即节律性(季节节律和昼夜节律),按照动物在全天的活动时间分配模式,可将动物划分为昼出性(diurnal)、夜出性(nocturnal)以及晨昏活动性(crepuscular)。涉及马麝活动格局的文献均将其活动型描述定义为典型的晨昏型^[3,4],即类似于马鹿(*Cervus elaphus*)的“双峰 24 小时节律(bimodal 24-h rhythm, BMR)”^[16]。在本研究中,马麝的活动曲线在早晨也有一个峰值(图 2),但持续时间短、区间性不强,与随后出现的活动高峰连接成为上午活动高峰(07:00 ~ 14:30 时);黄昏活动高峰时间持续也较短(16:30 ~ 18:00 时),而且活动率水平也相对低;午夜活动高峰跨时间段较长(21:00 ~ 0:30 时),本研究的其它部分显示,圈养马麝在夏季和秋季也具备午夜活动高峰,而且此活动高峰时间段在季节间相对一致。因此,本研究中的圈养马麝在发情末期,其晨昏活动性不强,而呈现出多活动高峰 24 小时日节律(multimodal 24-h rhythm)。

3.2 影响圈养马麝发情末期活动格局的因素

从 ESS 对策角度分析,动物的活动节律是诸多影响因子作用于动物种群层面的结果(是行为适应的产物而非原因),动物的既存活动节律即是特定环境(作用力)下的活动时间分配的最优化对策(能量分配的最优化对策),反映动物在特定环境下的时间-能量关系^[17],并受诸多因子作用。一般地,决定动物活动节律的因子有非生物因子如生境、纬度、海拔、气温等和生物因子如个体生理状态、年龄等^[6]，“圈养条件(如:对动物的惊扰、食物的人为提供以及动物的被驯化状态等)”对圈养动物的活动格局也会产生一定的影响^[18]。

3.2.1 “圈养”对马麝活动格局的影响 在本研究中,饲养员 2 次进麝圈添加饲料仅耗时 10 min,其余时间中,马麝未受惊扰,其活动格局与人为活动关系不大;上午、午夜两个活动高峰与固定的喂饲时间(07:00、17:00 时)之间存在

极大的时间差,说明“投喂饲料”对马麝的活动格局及活动高峰未产生根本性的影响,仅对摄食和反刍高峰的分布有影响;另外,兴隆山麝场的马麝多系野生麝捕归,尚未驯化,更未家畜化,其对“圈养”刺激的反应尚未固定化。因此,本研究中“圈养”对马麝的活动格局有影响,但非决定因素。

一般地,反刍动物的反刍发生于摄食后^[18],而在本研究中,摄食高峰前也有反刍高峰的发生,反刍行为发生比率的峰值即出现于下午的摄食高峰前(16:30 时),这是对圈养下的人为提供饲料的一种适应。当饲料提供不足时,同圈群内个体间存在食物竞争,群内等级相对较高的个体先占据食槽摄食,等级较低的个体在旁静卧或反刍,当高等级个体停止摄食后,后者才开始摄食,如此反复直到食槽内的食料被食殆尽。此时,马麝均采取了同样的对策,即静卧并减少反刍,让瘤胃内继续充满食物以减少饥饿感,直到下午喂料之前。早晨喂料(07:00 时)前,分布有一些不太明显的反刍高峰,喂料后,摄食高峰随即出现,紧接其后,于 08:30 时出现了白天的第一次反刍高峰,之后,再出现了伴生的摄食与活动高峰,然后进入了活动低潮,从正午 13:30 时开始,摄食完全中止,表明此时间段内已无食料。于下午喂料前(16:30 时),出现了反刍的全天峰值(39.13%),于 17:00 时喂料后,出现了摄食高峰。夜间时间段内的摄食和反刍同样有相伴出现的格局。

3.2.2 平均气温对马麝活动格局的影响 本研究实施期与兴隆山的气温最低月(1 月)时间上叠合。在此期间,夜间寒冷,且有地面结冰,白昼相对暖和,温差高达 20 ~ 30℃。麝场并无调温设施,因此,为适应夜间低气温和地面结冰的环境压力,马麝在夜间趋向于减少活动,更多地静卧(68.25% ± 2.32%),以避免于低温环境中过多活动丢失大量热量及避免运动时在冰上滑倒,而将活动(站立及运动、摄食、反刍等)更多地分配在相对较暖和的昼间,因此白昼的静卧比率 60.30% ± 2.12% 较低。因为面临同样的环境低气温压力,雌雄马麝采取的对策有相

似性,其活动曲线的升降走向大体一致,即圈养马麝适应低气温的对策在种群水平上具备一致性,均采取了同样的进化稳定对策(ESS)。野生马鹿也存在类似的活动格局调节^[11]。

3.2.3 发情状态对马麝活动格局的影响 鹿类动物的发情交配期是生命史上的一个特殊阶段,此期的活动格局异于其它时期^[16],发情受孕状态等因素对鹿类动物的活动格局均有影响^[14,19]。

在本研究中,马麝的生理状态对其活动格局有影响,并通过性别间和年龄组间的活动格局的异同表现出来。由于兴隆山麝场采用“单雄配群雌”的配种制度,1月中旬已属配种末期,C₂组中的大部分雌体已经发情、交配完毕,活动性较低,站立及运动等相对较少,而静卧行为比率较高(68.47% ± 3.45%);在1月中旬,初次发情的C₁组和发情时间相对滞后的C₃组老龄雌性马麝正处于陆续发情期,打斗、嗅闻、邀配及追配等行为较多,导致其活动水平高于C₂组雌性,并且常常因此而中断较长持续期的反刍,导致静卧反刍比率偏高或将这种维持正常生理的行为从惯常持续时间较长的“卧式反刍(bedding ruminating)”相应性地调整为单次持续时间极短的“立式反刍(standing ruminating)(具备完整的反刍行为的行为结构)”,按照事先的定义,这种“站立反刍”仍被归为“反刍”;同样,摄食行为也受雄性的影响,表现为摄食中断和替代性摄食,而且,此期的摄食行为往往成为诸种行为序列之间的连接行为,其发生的定时性不强,因此与其它鹿类动物发情期的摄食行为的变化情况^[19]不矛盾,在发情后期,雌性马麝年龄组间的摄食和反刍并无规律性的区别。综合上述,马麝的雌体发情受孕状态影响其活动格局,表现为先期发情的C₂组雌体有较多的静卧、较少的活动。

对马麝雄体,C₂组(前期和盛期的参配雄体的主体)和C₁、C₃组(后期投入的补配雄体)之间的SL、RU和FE并无太大的(显著性意义上的)差别,仅是FE比率显著地低于C₁和C₃,

这是因为繁殖期间,雄体的摄食率会适应性地降低,但性经历更多的C₂组雄体更是将时间和能量用于确定雌马麝的发情状态,搜索、追逐近发情的雌体并与之交配以及向后期参加配种的C₁、C₂组雄性马麝施以炫耀性展示或直接攻击,因此摄食行为比率降低的幅度更大。

在同一饲养种群(即饲养场的区、圈单位群)里,雌雄性马麝间存在相互作用,尤其在发情期间。雄性马麝通过对雌性马麝的求偶炫耀、嗅探及追逐等行为来确定马麝的发情状态,从而完成交配,但对已经发情受孕的雌性马麝而言,雄体的一系列雌性取向的行为即成为干扰因素,对雄体的嗅探和追配等,雌性马麝采取的即时反应往往是长时间的奔逃,而群体水平的对策是避开雄体的活动高峰,但因为马麝活动格局在圈群间相对独立而圈群内相对同步,因此,其两性活动高峰在时间轴上的分布有分离,但不太明显,可以认为这种现象是一种“活动格局协同进化(coevolution of activity patterns, CAP)”。

3.3 对麝场的建议 从图1及3.2.1节分析可知,兴隆山麝场的圈养马麝在正午以后即处于无食料状态,可通过在中午补饲的方法予以避免,即每日饲喂3次:07:00、12:00和17:00时。

在发情末期时,由于大部分雌体均已经受孕,由于同圈雄体的追逐而奔逃,极易造成早期妊娠中止而重新发情参加交配,甚至流产以至当年空怀。因此,饲养员应作好每一只马麝的发情交配记录,当确证雌马麝已受孕,及时将其与雄性马麝分圈饲养,提高妊娠率。

参 考 文 献

- [1] Cohen W E, Reiner R J, Bryant F C *et al.* Daytime activity of White-tailed deer in response to short-duration and continuous grazing. *Southwestern Nat*, 1989, 34:428 ~ 431.
- [2] Zhang E. Daytime activity budgets of the Chinese water deer. *Mammalia*, 2000, 2:163 ~ 172.
- [3] 郑生武. 马麝的生态研究. 动物学报, 1979, 25(2):176 ~ 186.
- [4] 盛和林. 中国鹿类动物. 上海:华东师范大学出版社,

- 1992.72 ~ 82.
- [5] 王香亭. 甘肃兴隆山国家级自然保护区资源本底调查研究. 兰州:甘肃民族出版社, 1996. 1 ~ 53.
- [6] Margulis S W. Relationship among parental inbreeding, parental behavior and offspring viability in old field mice. *Anim Behav*, 1998, **55**:427 ~ 438.
- [7] Wolf J R. Solitary and social play in mild musculus. *J Zool* London, 1981, **195**: 405 ~ 412.
- [8] Komers P E. Timing of estrus in fallow deer is adjusted to the age of available mates. *Am Nat*, 1999, **153**: 431 ~ 436.
- [9] 杜卫国. 圈养马麝母幼关系的初步研究. 兽类学报, 1996, **16**(2):89 ~ 94.
- [10] Altmann J. Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior*, 1974, **49**: 227 ~ 267.
- [11] Bowyer R T. Activity, movement, and distribution of Roosevelt elk during rut. *J Mamm*, 1981, **62**:574 ~ 582.
- [12] Erriksson L Q. Seasonal development of circadian and short-term activity in captive red deer. *Oecologia*, 1981, **48**:64 ~ 70.
- [13] Lehner P N. Handbook of Ethological Methods. London: The Press Syndicate of the University of Cambridge, 1996. 183 ~ 230.
- [14] Relyea R A, Demaris S. Activity of desert mule deer during the breeding season. *J Mamm*, 1994, **75**(4): 940 ~ 949.
- [15] 房继明. 生物统计学中各种检验方法和使用条件的概述. 生态学杂志, 1995, **14**(2):67 ~ 70.
- [16] Georgii B, Schroder W. Home range and activity patterns of male red deer in the alps. *Oecologia*, 1983, **58**:238 ~ 248.
- [17] Harestad A S, Bunnell F L. Home range and body weight—a reevaluation. *Ecology*, 1979, **60**(2): 389 ~ 402.
- [18] Hafez E S E. The Behavior of Domestic Animals. Bailliere, Tindalland Cox, 1962. 52 ~ 100.
- [19] Maher C R, Activity budgets and mating system of male pronghorn antelope at Sheldon national wild life refuge, Nevada. *J Mamm*, 1991, **72**(4): 739 ~ 746.