

圈养普氏野马繁殖期的昼间行为时间分配

吉晟男^① 杨亮亮^① 葛兴芳^① 王伯君^① 张文博^① 曹杰^② 王振彪^② 胡德夫^{①*}

① 北京林业大学自然保护区学院濒危物种非损伤研究技术实验室 北京 100083;

② 新疆普氏野马繁育中心 乌鲁木齐 830000

摘要: 2011年4月~8月,在新疆野马繁育中心采用目标动物取样法,研究了圈养普氏野马(*Equus ferus przewalskii*)繁殖期昼间行为时间分配。结果表明:(1)雌雄普氏野马繁殖期采食、饮水和站立行为差异不显著($P > 0.05$),而休息、运动、修饰和其他行为均表现出显著性差异($P < 0.05$)。其中,雄马的休息时间、修饰时间显著低于雌马,运动时间和其他行为时间显著高于雌马。(2)雌雄个体繁殖期除运动、修饰和其他行为节律存在显著差异外($P < 0.05$),其余行为节律则表现出一定的同步性。(3)雌雄野马繁殖期内昼间交配次数比较少,且同一家族群内雌马各自参与交配的日期基本不会重叠,同一天内,雄马与群内两匹以上雌马均有交配的现象十分罕见。

关键词: 普氏野马;圈养;繁殖期;昼间行为时间分配

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2014)01-31-10

Diurnal Activity Time Budget of the Captive Przewalski's Horses during Breeding Season

JI Sheng-Nan^① YANG Liang-Liang^① GE Xing-Fang^① WANG Bo-Jun^①

ZHANG Wen-Bo^① CAO Jie^② WANG Zhen-Biao^② HU De-Fu^{①*}

① *Lab of Non-invasive Research Technology for Endangered Species, College of Nature Conservation, Beijing*

Forestry University, Beijing 100083; ② Xinjiang Centre for Przewalski's horse Breeding and Research, Urumqi 830000, China

Abstract: We observed the diurnal activity rhythm and duration of each behaviors of Przewalski's horses in breeding period and post-breeding period by using focal animal sampling methods during April to August, 2011 at Xinjiang Wild Horse Breeding and Research Center. We tested the differences of time budget spent in each behaviors by male and female and the diurnal activity rhythm between males and females by the One-way ANOVA test. We totally made 14 688 min, valide observations (8 736 min in breeding period and 5 952 min in post-breeding period) and found out (1) during breeding season both males and females same time in feeding, drinking and standing ($P > 0.05$), but males spent less time in resting, grooming and more time in moving and other behavior ($P < 0.05$); (2) The difference in diurnal activity rhythm between males and females were showed in moving, grooming and other behavior ($P < 0.05$), but no difference in the rest activity rhythms between the two genders; (3) Mating behavior was hardly occurred in daytime, and in one family group no any two females were mated by the same male in the same day. That indicated the possibility of one stallion mate with two or more female horses in one family group was very rare.

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 30970545),科技部林业公益性行业项目(201004054);

* 通讯作者, E-mail: hudf@bjfu.edu.cn;

第一作者介绍 吉晟男,男,博士研究生;研究方向:动物生理生态学;E-mail: jishengnan1983@163.com。

收稿日期:2013-04-30,修回日期:2013-07-30

Key words: Przewalski's horse (*Equus ferus przewalskii*); Captive; Breeding season; Diurnal behavior time budget

动物通过行为适应环境,并根据自身的生理状况调整行为,从而形成特定生理条件下的时间分配规律(Flannigan et al. 2002)。动物采食、休息行为时间分配反映动物的能量平衡策略(Willisch et al. 2007)。繁殖期是动物生活中最重要的环节,对动物的行为和生理都存在一定程度的影响,动物通过性激素直接或间接作用于繁殖行为以维系正常的繁殖活动,繁殖行为是繁殖活动的具体表现,也是动物保证繁殖成功延续种族的重要策略。研究繁殖期动物行为时间分配,对于揭示该特殊时期动物能量平衡策略有重要参考价值。

普氏野马(*Equus ferus przewalskii*),又称亚洲野马或蒙古野马,是全世界现存的唯一真正野生马,其野生种群于 20 世纪中叶在中国和蒙古灭绝(Mohr 1971)。普氏野马依靠圈养繁殖得以存活(Ryder 1994)。普氏野马历史分布区重引入的启动项目首先从中国开始,于 1985 年在新疆吉木萨尔县建立了国内第一个普氏野马繁育中心(以下简称野马中心)。经历了 20 余年的圈养繁殖,普氏野马种群得以扩大。普氏野马是季节性繁殖动物,每年 4~6 月为其发情旺季,7~8 月,普氏野马的发情进入尾声,但并未结束(王墨清等 1995)。到目前为止,有关圈养普氏野马繁殖期行为的研究报道十分少见,国内外就普氏野马繁殖生物学特性的相关研究(Boyd et al. 1994,王墨清等 1995,张赫凡等 2002)大多局限在行为的简单描述和幼驹出生死亡的数据统计,还不足以全面系统了解圈养普氏野马的繁殖行为。繁殖期的管护工作直接关系到野马后代延续及种群增加,也是后续放归成败的关键性指标。鉴于此,圈养普氏野马繁殖期的行为观测是十分必要的监测工作。

1 材料与方 法

1.1 研究对象及采样时间 本实验于 2011 年 4~8 月每天观察目标动物的行为,参考王墨清

等(1995)的研究结果,将 2011 年的 4~6 月定义为繁殖期,7~8 月定义为繁殖后期。行为观察对象主要包括 5 个家族群,分别为 ♂ 226 家族群(♀ Z257, ♀ Z264, ♀ Z265, ♀ Z245, ♀ Z266)、♂ 132 家族群(♀ Z113, ♀ Z152, ♀ Z85, ♀ Z158, ♀ Z222)、♂ 188 家族群(♀ Z56, ♀ Z60, ♀ Z76, ♀ Z33, ♀ Z47)、♂ 3311 家族群(♀ Z125, ♀ 105, ♀ Z97, ♀ Z162, ♀ Z146)和 ♂ 3877 家族群(♀ Z203, ♀ 115, ♀ Z156, ♀ Z186, ♀ Z210),从中随机选取 10 匹野马(5 ♀, 5 ♂)(表 1)进行观测。圈养野马完全处于人工管护下,实验期间,正常供应食物和饮水。圈养野马的食物和饮水完全由人工供给,每日饲喂两次,分别为上午 9:00~10:00 时和晚 19:00~20:00 时(北京时间),饲草主要以苜蓿(*Medicago sativa*)为主,冬季添加少量胡萝卜(*Daucus carota*)和玉米(*Zea mays*)粉,饲喂量以 2.5 kg/(次·匹)为标准(2 匹未成年马相当于 1 匹成年马),并定期在草料中添加食盐;每日分时段供水 3 次,水源来自地下井水,每个圈舍内至少设有两个水槽以保证水量充足,供野马随时饮用。上午定时对舍内粪便进行清理,保持圈舍卫生,春秋两季定期对野马体内寄生虫进行驱除。

表 1 观察圈养普氏野马信息

Table 1 Captive *Equus ferus przewalskii* information in experiment

谱系号 Identification	性别 Gender	出生时间(年-月) Born time (Year-month)	父本×母本 Father×mother
Z132	♂	2001-5	Z23×Z29
Z226	♂	2005-5	Z1662×Z1251
Z3311	♂	1999-6	Z1852×Z2864
Z3877	♂	2003-6	Z2397×Z2638
Z188	♂	2003-5	Z1662×Z1208
Z257	♀	2007-5	Z3310×Z156
Z264	♀	2007-5	Z3310×Z53
Z265	♀	2007-5	Z3310×Z163
Z113	♀	2000-4	Z1662×Z33
Z152	♀	2002-4	Z1662×Z76

1.2 行为观察 在实验正式开始前,先进行为期 1 周的预观察。在预观察期,先对目标野马分别进行记录,并参考 Feist 等(1976)、Boyd 等(1994)的行为定义,对繁殖期野马的行为种类进行归类整理。观察者每天在各圈舍外站立和走动,让野马对观察者适应。1 周后野马基本适应观察者在其舍外 10 m 处站立和走动,而其正常活动不受影响。

正式观察期观测时间为 8:00 ~ 20:00 时,根据毛色及臀部编号并借助双筒望远镜(Buschnell 8 × 42)识别个体,观测距离约 50 ~ 100 m,通过目标动物取样法,记录和描述繁殖期雌雄普氏野马的行为;采用以 5 min 为时间间隔的瞬时扫描取样法,统计各主要行为占观察总时间的百分比(Altmann 1974)。遵循 Boyd(1991)拟定的原则,行为发生时间持续 3 s 以上才记录,预观察期已将各类行为记录进行规范统一。所有行为观测由 6 人完成,其中 2 人单独记录观测期间出现的交配行为次数和持续时间。在记录交配行为时,低于 15 s 的交配认为交配失败(Crowell-Davis 2007)。

去除人为干扰和记录时间少于 30 min 的记录后,累计实际观察时间 14 688 min:繁殖期 8 736 min,繁殖后期 5 952 min,平均每月观察 2 937.6 min。

1.3 数据分析 应用 SPSS 20.0 分析软件,对普氏野马繁殖期昼间主要行为时间分配(Mean ± SE)进行显著性分析;按照时间变化统计出各小时内普氏野马繁殖期的昼间行为节律;同时比较繁殖后期与繁殖期数据。数据应用 One-sample Kolmogorov-Smirnov test(K-S 检验)进行正态分布检验,经检验全部数据符合参数分析的条件。运用单因素方差分析(One-way analysis of variance, One-way ANOVA)分别检验雌雄野马繁殖期与繁殖后期主要行为时间分配上的差异。

2 研究结果

2.1 圈养普氏野马繁殖期的主要行为类型

圈养雌雄普氏野马繁殖期的行为,经分析和比

较,确立了以下 7 种主要行为类型,这些主要行为能够反映圈养普氏野马繁殖期的生活状态。据此对圈养雌雄野马繁殖期的行为时间分配进行比较。

采食(feeding):摄取食物进入口中到咀嚼、吞咽的整个过程,这包括对食物进行选择等。采食行为又可分为站立采食,行走采食和卧倒采食。

饮水(drinking):从口伸入水中饮水开始到结束的整个过程。

站立(standing):身体无位移但无休息姿势的单纯站立动作。

休息(resting):一般分为站息(standing resting)和卧息(recumbency)两种方式。站息指个体处于站立的放松状态,眼睛半闭或全闭,耳朵下垂并伸向一侧或部分低垂,嘴唇松弛下垂,后肢处于弯曲松弛状态,四个特征中满足任意两个便视为站息动作发生;卧息又分为侧卧休息和平躺休息。前肢向后蜷缩,后肢向前,肩部离地,一侧臀部触地;身体一侧完全着地,四肢舒展。多为幼体、亚成体和个体成体选择的休息方式。

运动(moving):非摄食状态下发生的移动。

修饰(grooming):分为可以单独进行的自我修饰(self grooming)和可与一个或多个同伴同时进行的相互修饰(mutual grooming)。自我修饰主要分为啃痒、蹭痒和挠痒;相互修饰主要为啃痒。

其他行为(others):标记、警戒、排遗、排泄和通讯等。

2.2 圈养普氏野马繁殖期昼间主要行为的时间分配

2.2.1 雄马繁殖期昼间主要行为的时间分配

雄马昼间主要行为中,采食行为所占时间比例最多,为 52.99% ± 1.44%;其后依次为运动(17.82% ± 0.94%)、休息(12.89% ± 0.84%)和站立行为(12.13% ± 0.64%);饮水、修饰和其他行为所占比例较少,分别为 1.82% ± 0.26%、0.65% ± 0.11%、0.81% ± 0.08% (图 1)。

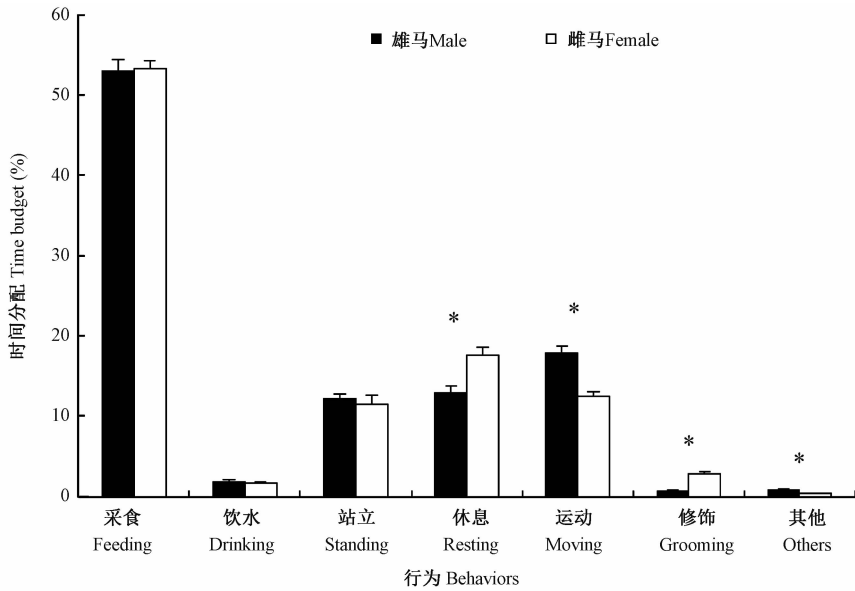


图 1 雌雄野马繁殖期昼间主要行为时间分配的比较

Fig. 1 Comparison of diurnal main behavioral time budget between male and female *Equus ferus przewalskii* in breeding season

带“*”的柱形图表示雌雄野马间该行为时间分配差异显著, $P < 0.05$ 。

Bar with asterisk indicates the behavior time budget of male and female was significantly different, $P < 0.05$.

2.2.2 雌马繁殖期昼间主要行为的时间分配

雌马昼间主要行为中,采食行为所占时间比例最多,为 $53.22\% \pm 1.08\%$;其后依次为休息 ($17.58\% \pm 1.03\%$)、运动 ($12.46\% \pm 0.50\%$)和站立行为 ($11.47\% \pm 1.09\%$);饮水、修饰和其他行为所占比例较少,分别为 $1.65\% \pm 0.15\%$ 、 $2.83\% \pm 0.27\%$ 和 $0.33\% \pm 0.05\%$ (图 1)。

2.2.3 雌雄野马繁殖期昼间主要行为时间分配的比较

雌雄普氏野马繁殖期的主要行为时间分配存在一定的差异(图 2),通过单因素方差分析发现,雌雄野马繁殖期采食 ($F = 0.017$, $P = 0.896$)、饮水 ($F = 0.343$, $P = 0.563$)和站立 ($F = 0.278$, $P = 0.602$)行为差异不显著;休息 ($F = 12.429$, $P = 0.001$)、运动 ($F = 25.315$, $P = 0.000$)、修饰 ($F = 56.418$, $P = 0.000$)和其他行为 ($F = 27.597$, $P = 0.000$),均表现出显著性差异。其中,雄马的休息和修饰时间显著低于雌马,运动和其他行为时间显著高于雌马。

2.3 圈养普氏野马繁殖期昼间主要行为活动节律 在繁殖期内,雌雄野马的采食、饮水、站

立和休息行为节律均不存在显著差异 ($P > 0.05$),而运动、修饰和其他行为节律则存在显著差异 ($P < 0.05$)。

雌雄普氏野马繁殖期内采食曲线波动基本一致(图 2a),二者在昼间均出现了两个明显的采食高峰,分别是 9:00 ~ 10:00 时和 19:00 ~ 20:00 时,采食低谷则略有不同,雄马在 8:00 ~ 9:00 时、15:00 ~ 18:00 时处于采食的低谷期,而雌马在 8:00 ~ 9:00 时、14:00 ~ 15:00 时为其明显的采食低谷,雌马较雄马而言,在午间更早出现明显的采食低谷。雄马在昼间没有明显的饮水高峰期和低谷期,曲线波动较为平缓;而雌马则在 14:00 ~ 15:00 时存在一个明显的饮水高峰,其余时间段的波动情况与雄马类似(图 2b)。雌雄普氏野马繁殖期内站立曲线波动十分相似,表现出一定的站立同步性(图 2c),在昼间共出现两个明显的站立高峰,分别为 8:00 ~ 9:00 时、17:00 ~ 18:00 时,并在 14:00 ~ 15:00 时处于明显的站立低谷期。雌雄野马的休息行为节律基本相似,在 14:00 ~

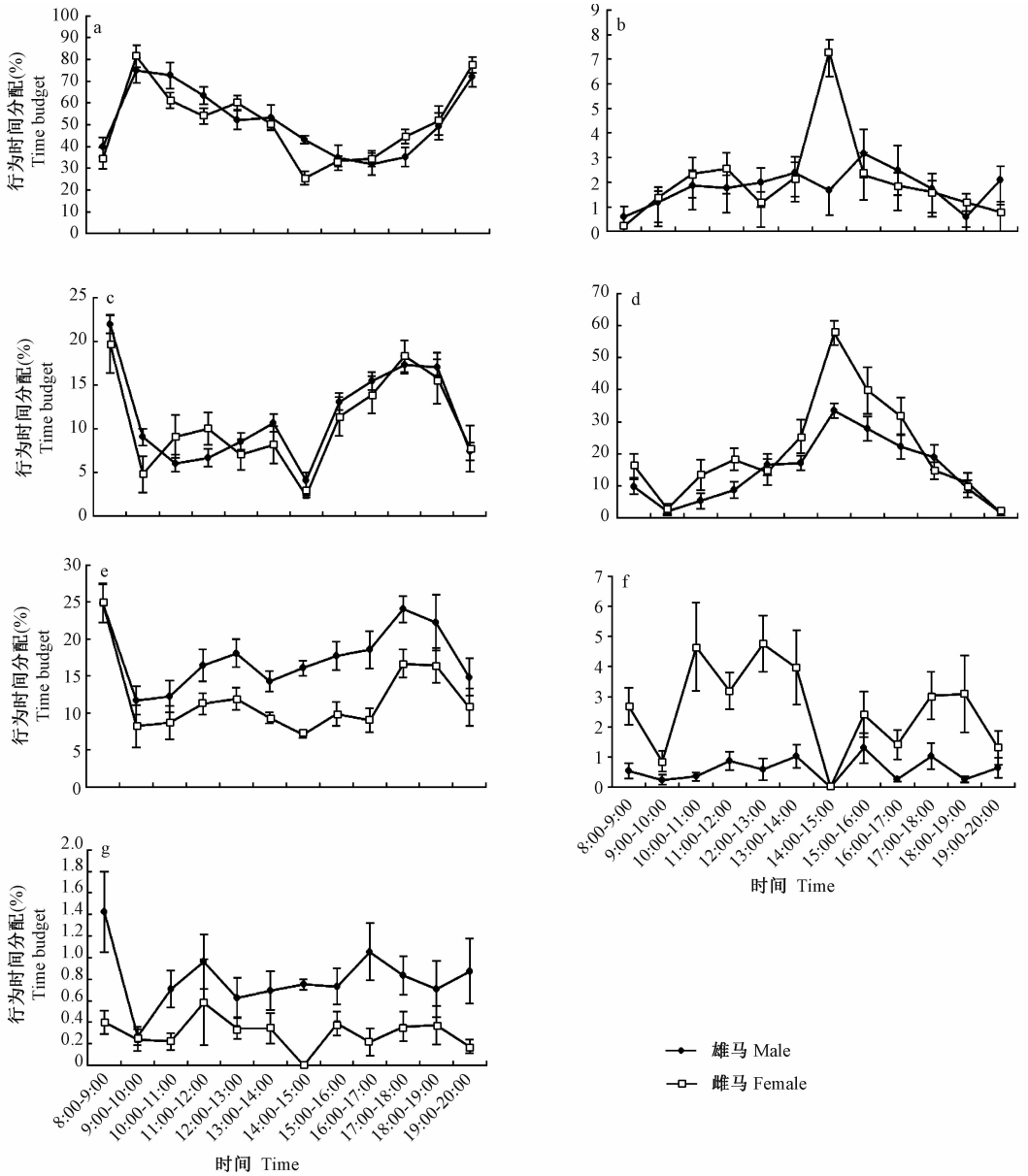


图 2 圈养普氏野马繁殖期昼间主要行为节律

Fig. 2 Diurnal main behavior rhythm of the captive *Equus ferus przewalskii* in breeding season

a. 采食; b. 饮水; c. 站立; d. 休息; e. 运动; f. 修饰; g. 其他.

a. Feeding; b. Drinking; c. Standing; d. Resting; e. Moving; f. Grooming; g. Others.

15:00 时有一个明显的休息高峰,而在 9:00 ~ 10:00 时、19:00 ~ 20:00 时休息时间均处于较低的水平,在个别时段内,雌马休息行为所占的比例要明显高于雄马(图 2d)。

繁殖期内,雌雄野马在 8:00 ~ 9:00 时出现一次明显的运动高峰(图 2e),9:00 ~ 10:00 时是野马中心固定的人工投食时段,运动时间分

配均明显下降,在之后的时间段内,运动曲线变化各有起伏消长,并未发现一定的规律性,总体上,雄马昼间所有时段内运动行为所占的比例均明显高于雌马。在修饰行为节律上,雄马昼间没有明显的修饰高峰期和低谷期,曲线波动较为平缓;而雌马的修饰行为波动变化剧烈,在 10:00 ~ 11:00 时、12:00 ~ 13:00 时出现 2 次十

分明显的修饰高峰,在9:00~10:00时和14:00~15:00时是为修饰行为的低谷期,总体而言,雌马昼间所有时段内修饰行为所占的比例均明显高于雌马(图2f)。雄马昼间共出现3次明显的其他行为高峰,分别为8:00~9:00时、11:00~12:00时和16:00~17:00时,并在9:00~10:00时进入其他行为的低谷期,雄马昼间其他行为的曲线波动较为明显,且所有时段内其他行为所占的比例均明显高于雌马;雌马昼间其他行为的曲线波动则较为平缓,仅在14:00~15:00时处于其他行为的低谷期(图2g)。

2.4 圈养普氏野马繁殖期昼间交配行为统计

共观察到目标雄马(5♂)54次交配,其中可能成功的交配共31次;目标雌马(5♀)共进行了17次交配,其中可能成功的交配共10次(表2),在观察期内并未发现♂3877的昼间交配行为。雌雄野马繁殖期内昼间的交配比较稀少,而且同一家族群内,雄马只在某段时间的特定几天与特定的雌马交配,群内雌马各自参与交配的日期基本不重叠,且一天内雄马与群内两匹雌马交配的现象十分少见。

2.5 圈养普氏野马繁殖期与繁殖后期昼间主要行为时间分配比较

按照4~6月为繁殖期,7~8月为繁殖后期的时段划分,分别统计了雌雄野马于不同阶段昼间主要行为的时间分配比较(图3)。

雄马在繁殖期及繁殖后期采食行为在昼间活动时间中一直占较高的比例,达50%以上,繁殖期内仅站立行为和运动行为高于繁殖后期,运动行为显著高于繁殖后期($F = 21.135$, $P = 0.000$);繁殖期的其余主要行为时间分配均低于繁殖后期,休息行为($F = 4.273$, $P = 0.047$)、修饰行为($F = 5.513$, $P = 0.025$)、其他行为($F = 73.349$, $P = 0.000$)显著低于繁殖后期。

雌马在繁殖期及繁殖后期采食行为在昼间活动的比例同样在50%以上,繁殖期内站立行为、运动行为和修饰行为均高于繁殖后期,运动行为显著高于繁殖后期($F = 8.523$, $P = 0.006$);繁殖期内采食行为、饮水行为、其他行

为均低于繁殖后期,饮水行为和其他行为($F = 19.080$, $P = 0.000$)显著低于繁殖后期;繁殖期与繁殖后期的休息行为基本不变。

3 讨论

在繁殖期内,雄马的运动行为、其他行为明显高于雌马,这可能对于保证雄性普氏野马的繁殖成功率有着重要的意义。动物的频繁移动主要用于巡逻和驱逐对手(刘丙万等2009)。尽管处于人工圈养条件下,我们依然能够观察到群主雄性普氏野马为了避免群内雌马和相邻圈舍的雄马隔栏接触,有时会驱赶雌马使其远离其他雄性;当某个雌性个体离群较远时,群主也会将其圈回群内,随着这种繁殖行为的发生,常会伴随着大量运动行为的发生;同时,群主雄马在完成护群等行为动作之后,往往伴随着排尿标记领地的行为,而且对群内雌马排泄物的标记行为也明显增加。Body(1986)在其对雄马标记行为的研究中发现,雄马于繁殖季节对雌马粪尿的标记频率明显增加。繁殖期雄性普氏野马担负了主要的警戒任务,这也使得雌性从中获益,使其有充足的时间休息,表现为休息时间分配显著高于雄性,这一结果支持了Beauchamp(2003)的观点。

在繁殖期内,雌雄普氏野马始终采取的是能量摄入最优化策略,采食行为始终是雌雄普氏野马的最主要行为,占其昼间活动时间的50%以上,Owen-Smith(1998)在对捻角羚(*Tragelaphus strepsiceros*)的研究中也发现了相似的结果,说明繁殖期普氏野马的行为输出仍然主要集中在维持自身基本生存水平上,将大量的精力投入到能量摄取方面。

由于一雄多雌的交配体制中雄性动物以交配投资为主(von Hardenberg et al. 2000),为了提高自己的繁殖成功率,雄性普氏野马将更多的时间花在了运动、标记等其他行为上,从而压迫了休息时间。据观察,在繁殖后期,随着繁殖及相关行为的减少和消失,雄性普氏野马将更多的时间分配在休息、修饰和其他社交行为上。

表 2 5 个家族群繁殖期昼间交配行为统计

Table 2 Mating behavior occurred in day time at five family groups in breeding season

时间 (年-月-日) Time (Year-month-date)	♂ 226				
	♀ Z257	♀ Z264	♀ Z265	♀ Z245	♀ Z266
2011-04-27					3 (5 s, 10 s, 20 s)
2011-05-03		1 (25 s)			
2011-05-09		3 (5 s, 13 s, 25 s)			
2011-05-13			3 (7 s, 14 s, 35 s)		
2011-05-15	1 (38 s)				
2011-05-17					1 (2 s)
2011-06-02		1 (15 s)			
2011-06-04		2 (30 s, 28 s)			
2011-06-10				3 (3 s, 5 s, 25 s)	
2011-06-12				1 (33 s)	
2011-06-14				1 (35 s)	
2011-06-24		2 (1 s, 30 s)			
2011-06-28	2 (5 s, 35 s)				
			♂ 132		
	♀ Z113	♀ Z152	♀ Z85	♀ Z158	Z222
2011-04-29		1 (5 s)			
2011-05-01				3 (7 s, 7 s, 25 s)	
2011-05-03		1 (35 s)		3 (10 s, 4 s, 5 s)	
2011-05-30					3 (30 s, 30 s, 30 s)
2011-06-02				1 (30 s)	
2011-06-26				1 (30 s)	
			♂ 188		
	♀ Z56	♀ Z60	♀ Z76	♀ Z33	♀ Z47
2011-05-01					1 (10 s)
2011-05-03		2 (5 s, 5 s)			
2011-06-04				1 (5 s)	
2011-06-24	1 (15 s)			1 (30 s)	
2011-07-04		1 (30 s)			
			♂ 3311		
	♀ Z125	♀ Z105	♀ Z97	♀ Z162	♀ Z146
2011-05-23	1 (20 s)				
2011-05-25			1 (30 s)		
2011-06-10	4 (5 s, 8 s, 20 s, 30 s)	1 (15 s)			
2011-06-16		1 (28 s)			
2011-06-18		2 (25 s, 35 s)			

括号外数字代表交配次数, 括号内数字代表单次交配的时间。

The number outside the parentheses represents mating frequency, and figures in brackets represent single mating time.

相互修饰在雌性动物维持彼此间长期的关系中发挥着重要作用 (Arnold et al. 1982), 尤其在灵长类动物中表现更为明显 (Terry 1970, Hutchins et al. 1976)。本研究中发现繁殖期雌

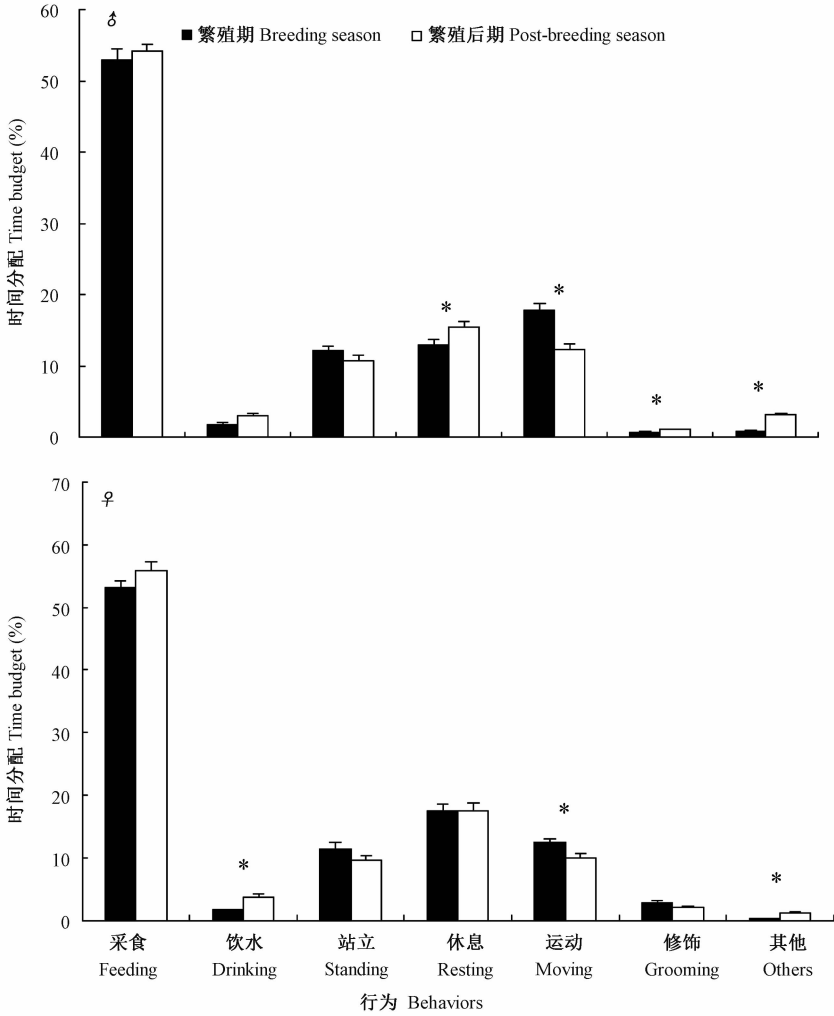


图 3 繁殖期与繁殖后期日间主要行为时间分配

Fig. 3 Diurnal main behavioral time budgets between breeding period and post-breeding period

带“*”的柱形图表示繁殖期与繁殖后期日间该行为时间分配差异显著, $P < 0.05$ 。

Bar with asterisk indicates behavioral time budget between breeding and post-breeding period was significantly different, $P < 0.05$.

马的修饰行为显著高于雄马,且与繁殖后期相比,雌马的修饰行为变化不大。我们认为除上述的原因外,这可能与普氏野马特殊的家庭群组成结构有一定的关系,在家族群内,成年雌马的成员变化相对于雄马和亚成体稳定,首先,雄马可能遭到其他年轻雄马的挑战并取而代之;其次,亚成体在性成熟后会遭到家族群雄马的驱赶;为了避免近交繁殖,人为更替家族群雄马和亚成体的情况也时有发生,因此,家族群雌马彼此间的相处更为长久和密切,同族雌马通过

修饰行为去除寄生虫和梳理毛发的社交形式维持稳定的群内关系。Boyd (1988) 在其研究中发现很多家族群内的雌马存在一定的亲缘关系——同父同母、同父异母或异父同母的姐妹,而雄马的挑选较为严格以避免近交繁殖,因此雄马一般在群内没有任何亲属,他认为这可能是雄马较少参与修饰行为的原因,修饰行为是一种亲属导向的行为。尽管雄马很少参与修饰,但是成年雄马的毛发普遍拥有比雌马更为平滑光泽的外观 (Mackler et al. 1980)。在马

科动物中,毛发的外观与身体状况密切相关(Pollock 1980),光泽的毛发似乎暗示了良好的身体状况,有助于雄马恐吓其他竞争者,雌马也更倾向于与毛发光泽的雄马交配。

动物采食活动节律受很多因素的影响,如高温和寒冷等极端的气候条件都将影响动物的采食活动(Renecker et al. 1990),蚊虫叮咬同样也会干扰动物的采食活动(Hughes et al. 1981)。雌雄普氏野马在繁殖期昼间的采食节律呈明显的晨昏双峰型,即早晨、黄昏分别出现一次高峰,中间出现一次明显的采食低谷,这主要是与圈养条件下繁殖期 9:00~10:00 时、19:00~20:00 时的两次人工投食有明显的关系,再者,尽管繁殖期春季的温度条件较适合于动物的生存,但蚊虫活动频繁,尤其是在午间,这可能是午间采食活动低谷的一个原因。

通过对圈养普氏野马繁殖期交配行为的统计,我们发现雌雄野马繁殖期内昼间的交配行为十分少见,这与 Boyd 等(1988)对普氏野马 24 h 的行为观测以及张赫凡等(2002)对圈养野马多年的记录资料吻合,同样王俊杰等(2009)对放归野马的观察表明,繁殖期仅能观察到交配行为 3~5 次/(匹·月),但据新疆栏养环境条件下 58.2% 的繁殖率(张赫凡等 2002)以及放归野马 38.72% 的平均繁殖率(孟玉萍等 2009)推测,只依靠昼间少数的爬跨次数很难保证雌马的成功受孕(Crowell-Davis 2007),本研究虽然未能观察圈养野马于夜间的交配状况,但我们猜测普氏野马的交配行为可能主要发生在夜间,且次数应比白天明显偏多,Boyd 等(1988)也曾推测,普氏野马绝大部分的交配行为应发生在 4:00~8:00 时。对于食草动物而言,由于夜间光线较暗,视野不如昼间开阔,不易发现夜行性捕食者的行踪,交配风险较大,因而大部分食草有蹄类动物在进化中选择在昼间进行交配(Jennions et al. 1997)。由此可见,普氏野马夜间交配模式的进化意义可能并不存在,近百年来的人工圈养也许削弱了普氏野马对天敌捕食者的警惕性,更改了交配节律,关于普氏野马特殊交配节律的解释有待

于进一步研究,为今后制定野马野化方向提供科学依据。

对于一雄多雌的物种,精子是一种有限的资源,雌性个体通过行为干预、发情异步的生理调节等手段竞争与雄性的优先交配权(Zinner et al. 1994)。整个繁殖期昼间行为的观察中发现,在同一家族群内,雌马各自与群主雄马交配的日期基本不会重叠,且雄马与群内两匹雌马同一天交配的现象十分罕见。这除了受到野马夜间交配模式的影响外,还可能与普氏野马家族群明确的等级制度有关。王墨清等(1995)和陈金良(2008)在观察中发现等级地位高的雌性个体在繁殖期往往会阻挠其他等级地位低的个体接触雄马,甚至干预交配。这与 Asa 等(1979)对家马(*E. caballus*)群繁殖期观察到的现象一致。然而普氏野马不同等级的雌性个体是否存在生理上的发情异步调节还有待于进一步的研究。

新疆普氏野马繁育中心的圈养条件下,仅以围墙或栏杆隔离各繁殖群,这种饲养布局导致群主雄性普氏野马间彼此能够看见或嗅到对方。观察发现,因雌马的存在,各圈舍群主雄性时常发生隔着围栏或围墙打斗,乃至撕咬等相互攻击的行为,在繁殖期,这种争雌行为达到鼎盛(张赫凡等 2002)。Wingfield 等(2001)和 Sapolsky(1992)的研究表明,争雌是导致动物生理应激水平较高的主要原因,长期处于较高水平的应激状态势必不利于动物的健康、体质及繁殖状况(Pottinger 1999)。鉴于此,我们建议改善圈养条件下普氏野马繁殖期的生存环境,具体措施为:扩大或新建繁殖群圈舍场地;加大繁殖群的相隔距离,避免各繁殖群群主雄马的相互干扰;繁殖群间增设障碍物,避免群主雄马间直接相见而发生攻击行为。由此,可以优化圈舍野马的生存环境质量,保证繁殖期成功交配育种的最终目的。

参 考 文 献

- Altmann J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49(3/4): 227-267.

- Arnold G W, Grassia A. 1982. Ethogram of agonistic behaviour for thoroughbred horses. *Applied Animal Ethology*, 8(1/2): 5 - 25.
- Asa C S, Goldfoot D A, Ginther O J. 1979. Sociosexual behavior and the ovulatory cycle of ponies (*Equus caballus*) observed in harem groups. *Hormones and Behavior*, 13(1): 46 - 65.
- Beauchamp G. 2003. Group-size effects on vigilance: a search for mechanisms. *Behavioural Processes*, 63(3): 111 - 121.
- Boyd L. 1986. The marking behavior of male Przewalski horses// Duvall D, Müller-Schwarze M, Silverstein R M. *Chemical Signals in Vertebrates*. New York: Plenum Press, 623 - 626.
- Boyd L E. 1988. Time budgets of adult Przewalski horses: effects of sex, reproductive status and enclosure. *Applied Animal Behaviour Science*, 21(1/2): 19 - 39.
- Boyd L E. 1991. The behaviour of Przewalski's horses and its importance to their management. *Applied Animal Behaviour Science*, 29(1/4): 301 - 318.
- Boyd L E, Carbonaro D A, Houpt K A. 1988. The 24-hour time budget of Przewalski horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 21(1/2): 5 - 17.
- Boyd L, Houpt K A. 1994. Przewalski's Horse: the History and Biology of an Endangered Species. Albany: State University of New York Press, 75 - 272.
- Crowell-Davis S L. 2007. Sexual behavior of mares. *Hormones and Behavior*, 52(1): 12 - 17.
- Feist J D, McCullough D R. 1976. Behavior patterns and communication in feral horses. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 41(4): 337 - 371.
- Flannigan G, Stookey J M. 2002. Day-time time budgets of pregnant mares housed in tie stalls: a comparison of draft versus light mares. *Applied Animal Behaviour Science*, 78(2/4): 125 - 143.
- Hughes R D, Duncan P, Dawson J. 1981. Interaction between Camargue horses and horseflies (*Tabakidae*). *Bulletin of Entomological Research*, 71(3): 227 - 242.
- Hutchins M, Barash D P. 1976. Grooming in primates: implications for its utilitarian function. *Primates*, 17(2): 145 - 150.
- Jennions M D, Petrie M. 1997. Variation in mate choice and mating preferences: a review of causes and consequences. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 72(2): 283 - 327.
- Mackler S F, Dolan J M. 1980. Social structure and herd behavior of *Equus przewalskii* Poliakov, 1881 at the San Diego Wild Animal Park. *Equus (Berlin)*, 2(1): 55 - 69.
- Mohr E. 1971. *The Asiatic Wild Horse*. London: Allen J A Co. Ltd, 124.
- Owen-Smith N. 1998. How high ambient temperature affects the daily activity and foraging time of a subtropical ungulate, the greater kudu (*Tragelaphus strepsiceros*). *Journal of Zoology*, 246(2): 183 - 192.
- Pollock J I. 1980. Behavioural ecology and body condition changes in new forest ponies. *Scientific Publications of the RSPCA*, 6: 1 - 118.
- Pottinger T G. 1999. The impact of stress on animal reproductive activities// Baum P H M. *Stress Physiology in Animals*. Boca Raton, FL: CRC Press, 130 - 177.
- Renecker L A, Hudson R J. 1990. Behavioral and thermoregulatory responses of moose to high ambient temperatures and insect harassment in aspen dominated forests. *Alces*, 26(5): 66 - 72.
- Ryder O A. 1994. Genetic studies of Przewalski's horses and their impact on conservation// Boyd L, Houpt K A. *Przewalski's Horses, the History and Biology of An Endangered Species*. New York: State University Press, 75 - 92.
- Sapolsky R M. 1992. Cortisol concentrations and the social significance of rank instability among wild baboons. *Psychoneuroendocrinology*, 17(6): 701 - 709.
- Terry R L. 1970. Primate grooming as a tension reduction mechanism. *The Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied*, 76(1): 129 - 136.
- von Hardenberg A, Bassano B, Peracino A, et al. 2000. Male Alpine chamois occupy territories at hotspots before the mating season. *Ethology*, 106(7): 617 - 630.
- Willisch C S, Ingold P. 2007. Feeding or resting? The strategy of rutting male Alpine Chamois. *Ethology*, 113(1): 97 - 104.
- Wingfield J C, Romero L M. 2001. Adrenocortical responses to stress and their modulation in free-living vertebrates// Fray J C S, Goodman H M. *Handbook of Physiology: The Endocrine System*. New York: Oxford University Press, 211 - 234.
- Zinner D, Schwibbe M H, Kaumanns W. 1994. Cycle synchrony and probability of conception in female hamadryas baboons *Papio hamadryas*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 35(3): 175 - 183.
- 陈金良. 2008. 放归普氏野马的食物、水源、空间利用及生存对策的研究. 北京: 北京林业大学博士学位论文, 17 - 25.
- 刘丙万, 蒋志刚. 2002. 普氏原羚的采食对策. *动物学报*, 48(3): 309 - 316.
- 孟玉萍, 胡德夫, 何东阳, 等. 2009. 中国新疆放归普氏野马的繁殖状况. *生物学通报*, 44(5): 1 - 4.
- 王俊杰, 胡德夫, 李凯, 等. 2009. 放归普氏野马哺乳期主要行为及其时间分配. *新疆师范大学学报: 自然科学版*, 28(1): 13 - 17.
- 王墨清, 鲁守炜, 张国琪, 等. 1995. 普氏野马的繁殖规律. *甘肃农业大学学报*, 30(2): 148 - 150.
- 张赫凡, 孙立程, 曹杰. 2002. 新疆栏养野马的繁殖状况. *动物学杂志*, 37(6): 70 - 72.