

半散放东北虎产仔行为的初步观察

张明海¹ 张常智^{1*} 刘丹^{1,2}

(1 东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨, 150040)

(2 黑龙江东北虎林园, 哈尔滨, 150027)

摘要: 1999年4月至2003年6月, 采用随机取样法、扫描取样法和目标取样法对黑龙江东北虎林园半散放条件下12只成年雌性东北虎的产仔行为进行观察。结果表明, 半散放雌性东北虎的产仔行为可分为9种: 站立、行走、躺卧、嗅闻、努责、梳理、生产、亲仔和舔食。雌性东北虎的躺卧和亲仔行为时间最长, 分别为42.9%和34.5%; 躺卧、努责和亲仔行为发生频率较高, 分别为21.1%、16.9%和24.6%。单因素方差分析表明, 不同雌性东北虎个体间躺卧、亲仔等行为有显著差异; 不同年份雌性成年东北虎的站立、躺卧、梳理等产仔行为也具有显著差异。相关分析显示, 躺卧行为与亲仔行为 ($r_s = 0.602, P < 0.05$)、梳理行为 ($r_s = 0.589, P < 0.05$) 均呈负相关。

关键词: 东北虎; 产仔行为; 时间分配; 半散放

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000 - 1050 (2006) 03 - 0255 - 07

Preliminary study on parturition behavior of semifree-ranging Amur tigers (*Panthera tigris altaica*)

ZHANG Minghai¹, ZHANG Changzhi^{1*}, LIU Dan^{1,2}

(1 College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin, 150040, China)

(2 Heilongjiang Amur Tiger Park, Harbin, 150027, China)

Abstract: Using *ad libitum*, scanning, and focal animal sampling methods, we studied the parturition behavior of 12 semifree-ranging female Amur tigers (*Panthera tigris altaica*) at Heilongjiang Amur Tiger Park in Harbin from April 1999 to June 2003. Nine types of behaviors were identified: standing, stepping, lying, sniffing, abdominal contraction, grooming, birthing, licking kittens, licking (not kittens) and eating. The behaviors that accounted for most of the total time budget during the parturition period were lying and licking kittens, 42.9% and 34.5%, respectively. The behaviors that occurred most frequently were licking kittens (24.6%), lying (21.1%), and abdominal contraction (16.9%). Using one-way ANOVA, we determined that female Amur tigers are different in the amount of time they spend lying and licking kittens. There were also significant differences in standing, lying, and grooming behaviors of female Amur tigers in different years. Spearman Rank correlation showed negative correlations between lying vs licking kittens ($r_s = 0.602, P < 0.01$) and lying vs grooming ($r_s = 0.589, P < 0.05$).

Key words: Amur tiger (*Panthera tigris altaica*); Parturition behavior; Semifree-ranging; Time budget

东北虎 (*Panthera tigris altaica*) 隶属食肉目 (Carnivora)、猫科 (Felidae), 国家 I 级保护动物, 被国际自然和自然资源联盟 (IUCN) 列为濒危级 (EN), 被濒危物种国际贸易联盟公约组织 (CITES) 列于附录 1 (盛和林等, 1999)。目前, 我国野生东北虎的数量仅有 12~20 只 (于孝臣等, 2000; 李丹等, 2001), 而人工饲养种群数量已到 1 000 只以上, 其中黑龙江东北虎林园的饲养种群

为 300 只左右。我国已经具备了对人工饲养东北虎种群野化训练, 并放归到自然中去的条件。而野化训练和放归自然的一个不可缺少的重要环节, 就是对东北虎开展行为学方面的研究。由于半散放东北虎产仔行为是其行为模式的重要组成部分, 因此, 本次研究将为东北虎野化训练、放归自然技术的研究以及野生东北虎种群的恢复提供理论依据和基础资料。

基金项目: 美国内政部鱼和野生动物管理局老虎与犀牛保护基金 (98210 - G - 191)

作者简介: 张明海 (1961 -), 男, 博士, 教授, 主要从事大型哺乳动物生态与濒危物种的保护生物学研究。

收稿日期: 2005 - 09 - 10; 修回日期: 2006 - 04 - 28

通讯作者, correspondence author, E-mail: zhangchangzhiZCZ@126.com

国有关东北虎的研究,主要集中在分布和数量、饲养繁殖、生理生化、疾病防治等方面(赵广英等,1993,1994,1995;吴宪忠等,1994;刘昕晨,1994;杨雪冬等,1995;赫俊峰等,1997;白秀娟,2004;刘进辉,2004;张于光等,2003,2004;胡泽民等,2004;张勤文,2004),对东北虎的行为也做了一些研究(刘丽,1995;刘树光等,2000;藤丽微等,2002,2003a,2003b,2003c;刘振生等,2002a,2002b,2003a,2003b,2004),但对东北虎的产仔行为尚未见系统的研究报告。目前,半散放饲养作为人工饲养东北虎放归野外的一个重要步骤正在该园中进行,此时如能够加强对半散放东北虎产仔行为的研究,提高半散放产仔成功率,则可增大东北虎野化的成功率。为此,笔者于1999年4月到2003年6月对半散放东北虎的产仔行为进行了初步观察研究,旨在检验假设:半散放东北虎的各种产仔行为在时间和频次上是否存在显著性差异。

1 研究地点

黑龙江东北虎林园位于哈尔滨市松花江北岸的松北新区,地理坐标为东经 $126^{\circ}02'$,北纬 $45^{\circ}49'$,占地面积 144 hm^2 。属温带大陆性季风气候,其特点是四季分明,夏季清凉湿润,冬季寒冷干燥。年平均气温 3.0°C ,年降水量 500 mm 左右,平均风速 3 m/s ,无霜期 120 d ,年平均日照 $2\ 630\text{ h}$ 。目前虎林园常年半散放围栏内东北虎有 100 多只,半散放围栏的面积为 50 hm^2 ,围栏高 4.5 m ,围栏内植被以灌木丛和草本为主,兼有少量乔木,其植被组成主要包括杨(*Populus* spp.)、柳(*Salix* spp.)、暴马丁香(*Prunella reticulata* var. *mandshurica*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、榛子(*Corylus heterophylla*)、苔草(*Carex* spp.)、莎草(*Cyperus* spp.)和羊草(*Lolium perenne* spp.)等。

雌性东北虎产仔的环境条件:产房长 4.8 m ,宽 3.2 m ,高 3.5 m ;产房门对面有一长 2.2 m ,宽 1.8 m 的窗户。在产仔期间,窗户都用窗帘遮住。产床为放在靠近窗户一侧的长为 3.5 m ,宽为 2.2 m ,高为 0.3 m 的木板。

2 研究方法

研究对象为 12 只成年、性成熟、健康的雌性东北虎,皆为经产虎。我们采用闭路电视监控系统

进行全程观察,并利用摄像机记录雌虎在产房中的整个产仔过程和各种行为。

在正式观察之前,采用随机取样法观察东北虎并记录各种行为,熟悉和掌握东北虎的行为和活动规律。采用扫描取样法每间隔 5 min 纪录雌虎的行为状态,参考蒋志刚(2000)建立的动物行为分类编码系统(PAE),将东北虎的产仔行为区分为站立、行走、躺卧、嗅闻、努责、梳理、生产、亲仔和舔食等 9 种。采用目标取样法,对每只东北虎的所有特定的产仔行为进行观察和全部记录,记录行为发生的频率和每类行为持续的时间。此外,考虑到有些雌虎产仔时两胎或三胎相隔或延续的时间太长等情况,记录从雌虎产仔前 30 min 起开始,到产仔后 30 min 结束。

本次共观察产仔东北虎 23 头次,观察时间累计 $194\ 373\text{ s}$,观察到各类行为共计 $3\ 571$ 次。所有统计分析借助EXCEL和SPSS10.0软件完成,在进行参数检验前先用Kolmogorov-Smirnov和F-max分别检验数据正态性和方差的均一性,参数统计方法为单因素方差分析及相关分析,显著水平设置为 $\alpha = 0.05$ 。

3 结果与分析

结果表明,东北虎的各种产仔行为在时间和频次上存在显著性差异,并在此基础上得出几点结论。

3.1 半散放东北虎的行为谱

通过观察记录 $3\ 571$ 次产仔行为,辨识出雌虎的 9 种产仔行为类型,并根据蒋志刚(2000)的PAE编码系统做详细划分,现描述如下。

1) 站立:雌虎四肢接触基底并支持身体,静止不动。站立时可能会伴随着嗅闻、努责、梳理、生产、亲仔、舔食等行为的发生,当这些行为发生的时间小于 2 s 时,仍归为站立行为。

产床上站立:雌虎站立在产床上静止不动。

产床外站立:雌虎站立在产床外静止不动。

2) 行走:雌虎在产房中行走。在行走时也可能出现站立,当站立的时间小于 2 s 时,仍归为行走行为。

产床上行走:雌虎在产床上行走。

产床外行走:雌虎在产床外行走。

3) 躺卧:分为产床上躺卧,产床外躺卧。躺卧时可能会伴随着嗅闻、努责、梳理、生产、亲仔、舔食等行为,当这些行为发生的时间小于 2 s

时，仍归为躺卧行为。

产床上躺卧：雌虎在产床上躺卧。

产床外躺卧：雌虎在产床外躺卧。

4) 嗅闻行为：雌虎用鼻贴近或接触，嗅闻自己的身体、产床、产床上的羊水及仔虎等。

站立嗅闻：雌虎站立，将头低下，用鼻嗅闻产床、仔虎及羊水等。

行走嗅闻：雌虎在行走过程中将头低下，鼻贴近产床，嗅闻产床及羊水等。

躺卧嗅闻：雌虎在躺卧情况下，用鼻贴近产床、仔虎及羊水等。

5) 努责行为：雌虎分娩前间断性地突然腹部收缩用力，分为站式努责，半蹲式努责，侧卧努责，仰卧努责和趴卧努责。

站式努责：站着努责。

半蹲式努责：半蹲着努责。

侧式努责：采取四肢伸向身体的前侧，体和头一侧接触基底的姿势努责。

仰卧努责：雌虎采取四肢向上，背部接触基底的姿势努责。

趴卧努责：雌虎采取前肢向前伸，后肢蜷于身下，整个腹部接触基底的姿势努责。

6) 梳理行为：雌虎用舌舔自己的乳区、阴部、臀部、四肢和尾等。主要是舔干阴部周围的羊水，保持清洁，添仔虎的背毛，添干仔虎身上的羊水等。

梳理脸部：雌虎用舌舔前爪，然后再用前爪擦洗脸部。

梳理乳区：雌虎侧卧，用舌从上向下舔自己的乳区，舔干乳区周围的背毛，清洗干净，同时留下幼虎能识别的气味。

梳理阴部：雌虎半蹲或侧卧，一脚抬高，头后转而伸于两脚之间，并用舌舔阴部。

梳理臀部：雌虎侧卧或半蹲，将头转向身后，用舌顺毛由前向后添自己的臀部。

梳理四肢：雌虎顺毛向舔其前肢或后肢的动作。

梳理尾部：雌虎顺毛向舔其尾部的行为。

7) 生产：雌虎最后一次努责到产出仔虎或胎盘，可分为站立，蹲或躺卧生产。包括：

产仔：雌虎产出仔虎。

产胎盘：雌虎产出胎盘。

8) 亲子行为：分为舔仔、叼仔和引导幼仔等行为。

舔仔：雌虎用舌舔仔虎的头、躯干、四肢等部位。

叼仔：雌虎咬住仔虎，将其叼起，并移动改变仔虎的位置。

引导仔虎：雌虎用舌，四肢及尾拨弄仔虎，引导仔虎靠近雌虎。

9) 舔食行为：雌虎舔食胎衣、地板、羊水以及咬掉脐带等。

舔食胎衣：雌虎舔食刚出生的仔虎的胎衣。

舔羊水：雌虎用舌舔流在地板上的羊水。

咬掉脐带：雌虎用臼齿咬掉与仔虎相连的脐带。

3.2 半散放东北虎产仔行为发生的时间和频次分配

通过对 23 头次东北虎产仔行为的系统观察，雌虎在产床上躺卧，侧卧努责和舔仔行为发生频率较高，分别为 20.4%、13.5% 和 21.5%，总和达所有行为频次总和的 50% 以上。从时间分配角度看，雌虎在产床上躺卧及舔仔时间相对较长，分别为 40.6% 和 33.4%，其次是各种梳理行为，如梳理四肢 (5.2%)，梳理阴部 (3.2%) (图 1，表 1)

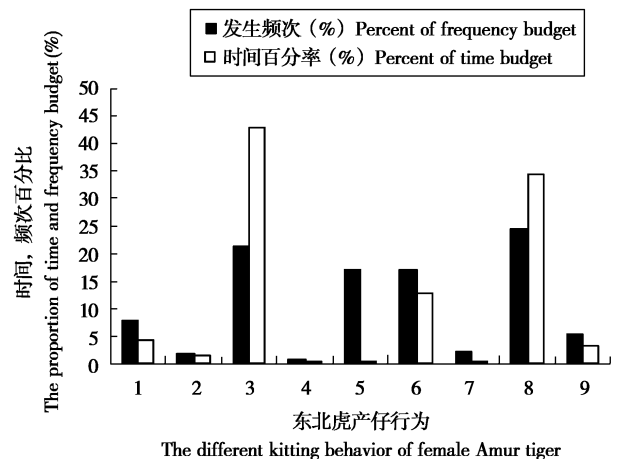


图 1 东北虎产仔时间、频次分配

1: 站立; 2: 行走; 3: 躺卧; 4: 嗅闻; 5: 努责; 6: 梳理; 7: 生产; 8: 亲仔; 9: 舔食

Fig. 1 Time and frequency budget of various parturition behavior of Amur tigers. 1: Standing; 2: Stepping; 3: Lying; 4: Sniffing; 5: Abdominal contraction; 6: Grooming; 7: Birthing; 8: Licking kittens; 9: Licking (not kittens) and eating

3.3 半散放雌性东北虎产仔行为比较

用单因素方差分析检验不同雌性东北虎产仔行为的差异，结果表明个体因子对成年雌性东北虎躺卧 ($F=3.633$, $P<0.05$) 行为影响显著；对亲仔行为 ($F=5.812$, $P<0.01$) 影响极显著；对其

他7种行为 ($F = 0.494 \sim 2.633$, $P < 0.05$) 影响不显著。

用单因素方差分析检验不同年份雌性东北虎产仔行为的差异, 结果表明年份因子对成年雌性东北虎站立 ($F = 4.850$, $P < 0.05$)、躺卧 ($F = 4.191$, $P < 0.05$) 和梳理 ($F = 5.765$, $P < 0.05$)

行为影响显著 (表2); 对其他6种行为 ($F = 0.261 \sim 1.945$, $P < 0.05$) 影响不显著。

在整个产仔过程中, 雌性东北虎所表现出的各种行为都彼此相互联系。相关性分析表明躺卧行为与亲子行为负相关 ($r_s = 0.602$, $P < 0.05$), 躺卧行为与梳理行为负相关 ($r_s = 0.589$, $P < 0.05$)。

表1 半散放东北虎各类产仔行为发生频率及持续时间

Table 1 Time and frequency budget of various kittening behavior on female Amur tigers

行为 Behavior	发生频次 (%) Percent of frequency	时间百分率 (%) Percent of time budget
产床上站立 Standing on the bed for parturition	7.4	3.6
产床外站立 Standing off the bed for parturition	0.5	0.5
产床上行走 Stepping on the bed for parturition	1.1	0.3
产床外行走 Stepping off the bed for parturition	0.6	1.1
产床上躺卧 Lying on the bed for parturition	20.4	40.6
产床外躺卧 Lying off the bed for parturition	0.7	2.3
站立嗅闻 Sniffing while standing	0.4	0.2
行走嗅闻 Sniffing while stepping	0.4	0.2
躺卧嗅闻 Sniffing while lying	0.1	0.0
站式努责 Abdominal contraction while standing	0.3	0.0
蹲式努责 Abdominal contraction while half-squatting	2.3	0.0
侧式努责 Abdominal contraction with four limbs stretching out	13.4	0.3
仰卧努责 Abdominal contraction with back on the ground	0.6	0.0
趴卧努责 Abdominal contraction with four limbs under his body	0.3	0.1
梳理脸部 Grooming face	0.5	0.3
梳理乳区 Grooming udder	1.7	0.7
梳理阴部 Grooming pubes	3.1	3.2
梳理臀部 Grooming buttocks	2.0	1.4
梳理四肢 Grooming limbs	7.2	5.2
梳理尾部 Grooming rump	2.6	2.0
产仔 Giving birth to a cub	1.9	0.3
产胎盘 Giving birth to placenta	0.1	0.0
舔仔 Licking a cub	21.6	33.4
叼仔 Holding a cub in mouth	2.7	1.0
引导仔虎 Leadding a cub	0.3	0.1
舔食胎衣 Lapping amnia	1.26	1.28
舔羊水 Lapping amniotic fluid	3.7	1.7
咬断脐带 Gnaw off umbilical cord	0.2	0.1

表2 不同年份产仔行为比较

Table 2 Comparison of various kittening behavior of Amur tigers during different years

行为类型 Types of behaviors	2000年 Year 2000	2001年 Year 2001	2003年 Year 2003	F值 F-Value
站立 Standing	25.938 ± 6.898	50.718 ± 5.811	43.685 ± 4.084	4.850 *
行走 Walking	0.780 ± 0.342	1.668 ± 1.342	2.395 ± 1.634	0.314
躺卧 Lying	6.280 ± 0.974	4.723 ± 1.202	2.558 ± 0.645	4.191 *
嗅闻 Sniffing	0.232 ± 0.1630	0.19 ± 0.122	0.19 ± 0.445	1.468
努责 Abdominal contraction	0.278 ± 0.086	0.437 ± 0.056	0.315 ± 0.066	1.311
梳理 Grooming	27.560 ± 8.832	9.068 ± 2.649	8.504 ± 0.849	5.765 *
生产 Birthing	0.212 ± 0.614	0.487 ± 0.070	0.547 ± 0.234	0.863
亲仔 Licking kittens	32.172 ± 7.4730	29.307 ± 6.070	38.14 ± 5.505	0.582
舔食 Licking (not kittens) and eating	5.502 ± 2.615	3.728 ± 2.596	2.028 ± 0.374	1.945

* $0.01 < P < 0.05$; ** $P < 0.01$

4 讨论

目前,关于东北虎产仔行为的系统报道甚少,其主要原因可能是由于雌虎产仔时,必须在安静、光暗、没有任何惊扰的情况下进行,这样给人为观察带来不便。将闭路监视系统应用于东北虎的繁殖行为的观察和研究,不仅可以避免人为干扰所引起的雌虎不良的应激反应如惊恐不安而造成难产、乳汁减少、弃仔甚至食仔等严重后果,而且还可以有助于了解并掌握东北虎产仔过程,提高顺产率与仔虎的成活率。

在本文所研究的 12 只 (23 头次) 半散放雌性东北虎中, 每只雌性东北虎每次产仔数为 3~5 只, 每次繁殖间隔为 1~2 年。除 36 号外 (36 号雌性东北虎在 2000 年一年内产仔 2 次), 多数个体为每年产仔 1 次。而在野外, 每只东北虎每次产仔数为 1~5 只, 通常 2 仔, 每隔 2~3 年繁殖 1 次 (汪松, 1988), 半散放东北虎产仔频次及平均每只每次产仔数量的增多现象表明, 我国东北虎已经适应人工饲养条件。

在长期的自然进化过程中, 物种为了最大限度地提高自身的适应度而形成了一系列繁殖对策。Alock (2001) 将用于繁殖活动的投入划分为繁殖代价和繁殖努力, 繁殖代价是指动物进行繁殖活动而带来的体内资源消耗、生理压力增大、生长受到限制、被捕食或寄生的风险提高等方面的负面影响, 使繁殖的适合度降低。繁殖努力通常分为育仔努力和交配努力。育仔努力是指进行建巢、保护和喂养后代等活动所需的花费, 它直接影响后代的适合度。交配努力是动物为吸引配偶或竞争配偶而产生的形态学适应。在野外, 雌虎用于照顾幼仔的时间为 2~3 年 (汪松, 1988); 在虎林园, 哺乳期结束后 100 d 左右雌虎和幼仔将被隔离, 这样就人为地减小雌性东北虎的育仔努力。此外我们还为东北虎提供高质量的食物。从能量的角度看, 东北虎摄入的能量加大而用于每只后代的繁殖投入减少, 为了提高自身的适合度, 东北虎增加了产仔频次及每次繁殖后代的数量。

从频率分配看, 雌虎在产床上躺卧、侧卧努责和舔仔行为发生频率比较高, 分别为 20.4%、13.5% 和 21.5%, 总和为所有行为频次总和的 50% 以上。因此, 这 3 种行为应该是东北虎产仔的典型行为; 从时间分配来看, 躺卧行为 (42.9%), 亲仔行为 (34.5%) 时间较长。在记

录过程中, 频率计数和时间计数的结果有很多不同之处, 其原因在于有些行为尽管发生频率较高, 但持续时间较短, 虽然在频率百分比中很高, 却难以在时间分配中明显表现出来, 如雌虎叼仔的行为常有发生 (2.7%), 但总持续时间并不长 (仅为 1.0%), 该行为发生的频次高于时间所占的比例。与叼仔行为相似的还有舔食和站立行为。这些行为说明雌虎产仔时的不安和烦躁。其可能的原因一是东北虎的遗传本性; 二是人类对东北虎的干扰; 三是东北虎因领域减少所致 (在野外, 东北虎的领域很大。而在半散放条件下, 东北虎生活在一个相对狭小的范围, 它们之间的等级序位表现得更加明显, 造成在产仔中表现出相应的不安与烦躁)。舔仔行为和躺卧行为无论在时间分配上还是频次分配上均表现出较高的比例。作者认为, 舔仔是雌虎产仔过程中的最重要行为, 因为它对维持并加强雌虎母幼之间的联系, 加深母幼关系和相互识别有重要作用 (Doty, 1986)。Levy 等 (1999) 报道分娩后的母羊如果母子分离 36 h, 母性行为会减弱。此外舔仔还可以帮助幼仔自我修饰, 清除幼仔身上的异味同时母兽的唾液还有标记作用。至于雌虎表现出较多的躺卧行为, 主要由于在产仔期消耗大量能量所致。

本研究观察记录的半散放雌性东北虎产仔期用于休息的时间为 42.9%, 与半散放东北虎全年活动的分配 (刘振生, 2002) 相比, 用于休息的时间增加 (半散放全年为 32.5%), 说明产仔期的雌性东北虎将大部分精力用于产仔。与笼养东北虎时间分配相比 (藤丽微等, 2003c), 半散放产仔期的东北虎用于休息的时间减少 (笼养条件下睡眠约为 53.1%, 卧息约为 22.1%), 反映出在笼养与半散放两种不同饲养方式下东北虎行为上发生了改变。产生这一差异的原因可能同笼养东北虎的活动空间狭小, 从而将大部分时间用于休息以及笼养东北虎适应笼养生活相关。此外, 本研究得出的休息时间 (42.9%) 与藤丽微 (2003b) 所研究的半圈养条件下东北虎繁殖期的休息时间 44.7% 基本一致。

总体上看, 产仔行为在不同个体间, 不同年份间差异较大, 动物的行为特征也和动物的形态特征及生态特征一样, 不仅同时受到遗传和环境两个方面的影响, 而且也是在长期进化过程中通过选择形成的 (尚玉昌, 2001)。在长期的进化过程中, 动物由于遗传和环境发生了变化, 进而形成了动物外

在行为的表现。在不同年份,可能由于东北虎食物营养水平、饲养管理、环境、气候等的不同,其外在某些行为差异就十分明显。而对不同雌性东北虎来讲,因自身情况(遗传本性、营养状况、性成熟年龄、产仔时年龄等)的不同,其外在行为也会存在一定的差异。

躺卧行为同亲仔行为呈负相关,躺卧行为同梳理行为也呈现出相关。最适能量分配原理预测:如果能量供给限制,有机体不能同时使自身的各项功能达到最大,例如把有限的能量分给某一项功能,如生长或繁殖,那么就减少其他功能所能获得的能量如防卫功能,结果使有机体的各项功能在能量上的分配会面临一个权衡,使得自身各个功能在能量分配上经历不可避免的“争斗”,这就是能量分配(Manuel, 1999)。东北虎在产仔期也存在着类似能量分配的问题,即东北虎在把能量用于幼仔以提高幼体的存活率与把能量用于自身以获得终身的最大适合度之间存在着能量分配权衡。从能量分配的角度,我们可以把东北虎的产仔行为分类,一类行为是把能量留给自己,另一类把能量分配给后代。躺卧行为是把能量分配给自己的主要行为,而亲仔行为则是把能量分配给后代的主要行为。因此,躺卧行为同亲仔行为之间存在着一定的负相关。本文的这一研究结果也从一个侧面证明了 Manuel (1999) 有关能量分配观点。

通过对半散放东北虎产仔行为的研究,笔者认为,提供满足东北虎各种产仔行为需要的野外产仔场所、降低人为饲养幼虎的强度,改变进食方式、增加必要的捕食训练是今后开展野化训练的重要工作。

致谢:感谢朱丽华、邓浩、孔维尧、马云龙、王晓彬、李言阔、崔多英等对本研究的支持和帮助。

参考文献:

- Alcock J. 2001. *Animal behavior* (7th). Massachusetts: Sinauer associates, Inc.
- Bai X J. 2004. ISSR fingerprint for manchurian tigers in captivity. *Acta Theriologica Sinica*, **24** (1): 90-92. (in Chinese)
- Doty R L. 1986. Odor-guided behavior in mammals. *Experientia*, **42**: 4271.
- Jiang Z G. 2000. Behavior coding and ethogram of the PAE David Deer. *Acta Theriologica Sinica*, **20** (1): 1-12. (in Chinese)
- Levy F R, Cervais V, Kindermann M, Litterio P, Porter R. 1999. Effects of early post-partum separation on maintenance of maternal responsiveness and selectivity in parturient ewes. *Applied Animal Behaviour Science*, **63**: 3-10.
- Li T, Jiang J S, Wu Z G, Han X D, Wu J C, Yang X J. 2001. Survey on Amur Tiger in JILIN province. *Acta Theriologica Sinica*, **21** (1): 1-6. (in Chinese)
- Liu X C, Zhao G Y, Song H D, Yang X D. 1994. Amino acid analysis of kidneys of eight Siberian tigers. *Chinese Wildlife*, **15** (1): 29-31. (in Chinese)
- Liu J H, Tan L Q, Wang S L, Yu L H, Zhou Y L. 2004. Study on histology and morphology of stomach and small intestine of a North-Eastern Tiger. *Journal of Economic Animal*, **8** (1): 22-25. (in Chinese)
- Liu Z S, Li F, Teng L W, Zhou X Y. 2002a. Time budget of semifree-ranging Amur Tigers (*Panthera tigris altaica*). *Zoological Research*, **23** (5): 389-393. (in Chinese)
- Liu Z S, Ma J Z, Teng L W. 2002b. Behavioral differences of male and female Amur Tiger (*Panthera tigris altaica*) in captivity. *Zoological Research*, **23** (4): 284-287. (in Chinese)
- Liu Z S, Ma J Z, Teng L W. 2002b. Behavioral differences of male and female Amur Tiger (*Panthera tigris altaica*) in captivity. *Zoological Research*, **23** (4): 284-287. (in Chinese)
- Liu Z S, Li F, Teng L W, Liu D, Su W L. 2003b. Mating behavior of captive Amur Tigers (*Panthera tigris altaica*). *Chinese Journal of Zoology*, **38** (1): 49-52. (in Chinese)
- Liu Z S, Ma J Z, Teng L W. 2003b. Time budget of young Amur tiger in captivity. *Acta Ecologica Sinica*, **23** (8): 1548-1553. (in Chinese)
- Manuel C Molles. 1999. *Ecology: concepts and applications*. Beijing: China science press.
- Teng L W, Li F, Liu Z S, Zhang Q J. 2002. Behavior and activity rhythm of captive Amur tiger in spring. *Journal of Northeast Forestry University*, **30** (6): 78-80. (in Chinese)
- Teng L W, Li F, Liu Z S. 2003a. Time budget of behavior and activity rhythm between male and female Amur tigers (*Panthera tigris altaica*) under enclosed habitat. *Acta Theriologica Sinica*, **23** (2): 93-97. (in Chinese)
- Teng L W, Liu Z S, Li F, Jiang G S, Liu X Y, Guo Y R. 2003b. Time budget of breeding behaviors of Amur tiger in Heilongjiang Amur tiger Park. *Chinese Journal of Ecology*, (6): 53-56. (in Chinese)
- Teng L W, Song Y L, Liu Z S, Wang X M, Wang Y Z. 2003c. Time budget of behavior of Amur tiger (*Panthera tigris altaica*) in captivity. *Acta Theriologica Sinica*, **23** (1): 1-5. (in Chinese)
- Xu X Z, Liu X C, Zhao G Y. 1997. The determination of amino acids in the liver of *Panthera tigris altaica* temminck. *Heilongjiang Journal of Animal Science and Veterinary Medicine*, (2): 9-10. (in Chinese)
- Zhang Y G, Li D Q, Xiao Q M, Rao L Q, Zhang X W. 2004. Genetic diversity of microsatellite loci in captive Amur tigers. *Hereditas*, **26** (5): 620-624. (in Chinese)
- Zhang Y G, Li D Q, Rao L Q, Xiao Q M, Liu D. 2003. Identification of polymorphic microsatellite DNA loci and paternity testing of Amur tigers. *Acta Zoologica Sinica*, **49** (1): 118-123. (in Chinese)
- Zhao G Y, Liu X C, Zhao S Q, Yu X L, Qu F L. 1995. The determined of *Panthera tigris altaica* blood compositions. *Chinese Journal of Zoology*, **30** (5): 38-41. (in Chinese)
- 于孝臣, 孙宝刚, 孙海义, 美国生, 周宣滨. 2000. 黑龙江省东北虎的分布和种群数量. *野生动物*, **21** (2): 14-16.
- 白秀娟. 2004. 圈养东北虎 ISSR 指纹分析初报. *兽类学报*, **24** (1): 90-92.
- 刘昕晨, 赵广英, 宋惠东, 杨雪冬, 于晓龙, 赵淑琴, 王海燕, 梅全林, 屈凤林, 栾中善. 1994. 八只东北虎肾中氨基酸的分析. *野*

- 生动物, **15** (1): 29-31.
- 刘丽. 1995. 东北虎相残行为初步分析. 野生动物, **16** (1): 23-25.
- 刘进辉, 谭理琦, 王水莲, 喻林华, 周玉林. 2004. 东北虎胃与小肠组织形态结构的研究. 经济动物学报, **8** (1): 22-25.
- 刘树光, 肖井贵, 杨守庄, 曹振池, 张爱生. 2000. 野生动物园东北虎繁殖行为初步观察. 野生动物, **21** (3): 35-37.
- 刘振生, 李枫, 滕丽微, 周晓禹. 2002a. 半散放东北虎行为活动时间的分配. 动物学研究, **23** (5): 389-393.
- 刘振生, 马建章, 滕丽微. 2002b. 笼养东北虎雌雄行为差异的比较. 动物学研究, **23** (4): 284-287.
- 刘振生, 李枫, 滕丽微, 刘丹, 苏伟林. 2003a. 饲养条件下东北虎交配行为的观察. 动物学杂志, **38** (1): 49-52.
- 刘振生, 马建章, 滕丽微. 2003b. 人工饲养东北虎幼虎的行为时间分配. 生态学报, **23** (8): 1548-1553.
- 刘振生, 滕丽微, 李枫, 毕肖峰, 王平. 2004. 笼养和半散放东北虎行为时间分配及活动规律差异的比较. 生态学杂志, **23** (1): 20-23.
- 许宪祝, 刘昕晨, 赵广英. 1997. 东北虎肝中氨基酸的测定. 黑龙江省畜牧兽医, (2): 9-10.
- 李彤, 蒋劲松, 吴志刚, 韩晓东, 吴景才, 杨兴家. 2001. 吉林省东北虎的调查. 兽类学报, **21** (1): 1-6.
- 吴宪忠, 张明海, 高忠信, 翟中亮, 赵玉峰, 刘伟新, 于立国, 慕保国. 1994. 黑龙江省境内东北虎数量分布现状. 野生动物, **17** (3): 17-20.
- 汪松主编. 1988. 中国濒危动物红皮书——兽类. 北京: 科学出版社, 120.
- 张于光, 李迪强, 饶立群, 肖启明, 刘丹. 2003. 东北虎微卫星 DNA 遗传标记的筛选及在亲子鉴定中的应用. 动物学报, **49** (1): 118-123.
- 张于光, 李迪强, 肖启明, 饶立群, 张学文. 2004. 饲养东北虎的微卫星变异研究. 遗传, **26** (5): 620-624.
- 张勤文. 2004. 东北虎肺心病的病理学检查. 中国兽医科技, **34** (10): 69-70.
- 尚玉昌. 2001. 行为生态学. 北京: 北京大学出版社, 1.
- 杨雪冬, 赵广英, 刘昕晨, 许宪祝, 宋惠东, 于晓龙, 梅全林, 赵淑琴, 王海燕, 屈凤林. 1995. 八只东北虎肾、肝中蛋白质的分析. 野生动物, **18** (2): 33-35.
- 赵广英, 刘昕晨, 许宪祝, 梅全林, 杨雪冬, 赵淑琴, 于晓龙, 屈凤林, 栾中善, 王海燕. 1993. 东北虎血清中元素 Na 和 Ca 含量的测定. 国土与自然资源研究, (2): 53-54.
- 赵广英, 刘昕晨, 杨雪冬, 赵淑琴, 于晓龙. 1994. 东北虎脾中氨基酸的测定. 黑龙江省畜牧兽医, (2): 29-31.
- 赵广英, 刘昕晨, 赵淑琴, 于晓龙, 屈凤林. 1995. 东北虎血液成分的测定与分析. 动物学杂志, **30** (5): 38-41.
- 胡泽民, 郭建华, 叶晓文. 2004. 东北虎胰腺炎的诊断与治疗. 中国兽医杂志, **40** (9): 29-30.
- 盛和林, 大泰司纪之, 陆厚基. 1999. 中国野生哺乳动物. 北京: 中国林业出版社, 132-133.
- 蒋志刚. 2000. 麋鹿行为谱及 PAE 编码系统. 兽类学报, **20** (1): 1-12.
- 赫俊峰, 于孝臣, 史玉明. 1997. 东北虎历史分布区的历史变迁及种群变动. 林业科技, **22** (1): 28-30.
- 滕丽微, 李枫, 刘振生, 张清靖. 2002. 笼养东北虎春季行为及活动规律观察. 东北林业大学学报, **30** (6): 78-80.
- 滕丽微, 李枫, 刘振生. 2003a. 非笼养雌雄东北虎的行为时间分配和活动节律的比较. 兽类学报, **23** (2): 93-97.
- 滕丽微, 刘振生, 李枫, 姜广顺, 刘丹, 周晓禹, 郭玉蓉. 2003b. 半圈养条件下东北虎繁殖期的行为时间分配. 生态学杂志, **22** (6): 53-56.
- 滕丽微, 宋延龄, 刘振生, 王晓明, 王延忠. 2003c. 笼养东北虎行为的时间分配. 兽类学报, **23** (1): 1-5.