

半散养状态下东北虎交配行为的观察

乔征磊¹ 张洪海^{1*} 王晓明²

(1 曲阜师范大学生命科学学院, 曲阜 273165) (2 东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨 150040)

摘要: 在 2006~2007 年, 采用行为取样法对泰山东北虎园 7 只 (3 雌, 4 雄) 半散养状态下 (园区占地面积 20 000 m²) 的东北虎的交配活动进行了为期 22 d 的观察, 旨在了解无人干扰下东北虎的交配过程及其交配模式。结果显示: 东北虎在交配过程中无锁结现象, 雄虎通常在一次爬跨多次抽动后即出现射精。在 1 h 内出现 2 次射精次数的比例占总射精次数的 74.0%。东北虎的交配模式属于 Dewsbury 分类系统中的第 11 种, 即无锁结、有抽动、单次插入、多次射精。交配期内, 每只雌虎平均日邀配 28 ± 3 次, 平均邀配持续时间为 20.0 ± 1.2 s; 每只雄虎平均日爬跨 14 ± 1 次。平均抽动持续时间为 20.9 ± 0.5 s, 平均交配持续时间为 45.2 ± 1.3 s。

关键词: 东北虎; 交配行为; 交配模式

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-1050 (2008) 03-0274-06

Copulatory behavior of semifree-ranging Amur tigers (*Panthera tigris altaica*)

QIAO Zhenglei¹, ZHANG Honghai^{1*}, WANG Xiaoming²

(1 College of Life Science, Qufu Normal University, Qufu 273165, China)

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

Abstract: We used behavioral sampling to investigate mating behavior and copulatory patterns of 7 semi-free-ranging Amur tigers (*Panthera tigris altaica*; 4 males, 3 females) housed in a 2 ha enclosure at the Taishan Amur Tiger Park. We observed no copulatory locks during 22 days of observation; males usually ejaculated following a single intromission after several thrusts. Approximately 74% of ejaculations within a 1-hour period were repeated ejaculations. Amur tigers had a copulatory pattern with no lock, thrusting, multiple intromission, and a single ejaculation, consistent with No. 11 in Dewsbury's copulatory-patterned system. Females averaged 28 ± 3 sexual solicitations/day, lasting 20.0 ± 1.2 seconds. Males averaged 14 ± 1 mounts of females/day. The mean duration of thrusting was 20.9 ± 0.5 seconds, and the mean mating duration was 45.2 ± 1.3 seconds.

Key words: Amur tiger (*Panthera tigris altaica*); Copulatory pattern; Mating behavior

繁殖是动物生活史的重要组成部分, 对繁殖行为的研究一直是动物生态学的重要研究内容。了解动物的繁殖参数对发展合理的保护策略至关重要; 制定广泛的保护计划就必须了解这一物种的繁殖参数在不同地区和不同亚种间的变化信息 (Kerley *et al.*, 2003)。动物交配体制的进化是繁殖生物学的核心问题, 是理解动物婚配制度和性选择的关键 (李保国和赵大鹏, 2005)。交配行为是动物在进化过程中形成的基本特征之一, 对动物种群的繁衍和发展具有极其重要的作用 (刘振生等, 2003)。

交配模式在哺乳动物物种中变异很大, 但在特定物种的不同个体中是固定的。交配模式的种间变异性和种内稳定性与物种的繁殖生理、形态特征和社会结构有关。理解物种交配模式之间的差异以及交配模式与物种其它特征之间的关系, 将有助于理解行为和繁殖系统进化的过程和适应意义 (Dewsbury, 1972)。

东北虎 (*Panthera tigris altaica*) 也叫西伯利亚虎, 是国家 I 级重点保护动物, 属食肉目、猫科、豹属。这一地处最北方的虎亚种面临苛刻的环境条

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30370218); 新世纪优秀人才支持计划 (NCET-07-0507); 山东省优秀中青年科学家奖励基金 (2005BS02005)

作者简介: 乔征磊 (1980-), 男, 硕士研究生, 主要从事动物生态与管理以及野生动物资源保护方面的研究。

收稿日期: 2007-11-15; **修回日期:** 2008-03-06

* 通讯作者, corresponding author, E-mail: zhanghonghai67@126.com

件,包括严酷的冬天和低密度的猎物 (Miquelle *et al.*, 1999)。在我国,建国以来由于生境的破坏、人为捕杀和生物链的破坏,东北虎的数量锐减,已处于濒危状态,现已被国际自然及自然资源保护联盟 (IUCN) 列为濒危级 (EN) 动物,被濒危动植物种国际贸易公约组织 (CITES) 列于附录 I (盛和林等, 1999)。对东北虎繁殖行为的研究将是遏制其数量锐减这一问题的关键突破口。近十几年来,有关东北虎行为生态学的研究,国内外学者相继做了大量的工作,包括对不同性别东北虎行为差异的研究 (刘振生等, 2002), 笼养条件下东北虎行为的研究 (滕丽微, 2001; Teng *et al.*, 2002), 东北虎繁殖行为的研究 (赵云华等, 1992; 刘树光等, 2000; Kerley *et al.*, 2003; 张明海等, 2006) 以及对幼虎行为的研究 (于洪伟, 2006)。对东北虎交配行为的研究仅见刘振生等 (2003), 东北虎交配模式的研究尚未见报道; 对其他虎亚种交配行为的研究也仅见仲阳康等 (2006)。Dewsbury (1972) 按是否有锁结、是否抽动、是否多次插入以及是否多次射精这 4 大特征提出哺乳动物交配模式的基本框架, 共计 16 种可能的模式。把 1 h 内可以射精 2 次或 2 次以上作为多次射精的标准。根据此模式, 他提出虎的交配模式为无锁结、单次插入、多次射精, 没有指出是否抽动。

本文就长期饲养在一起的雌雄东北虎在不受人为控制下的交配行为和交配模式进行了研究。通过对雌雄东北虎各项交配参数的分析, 旨在全面了解东北虎在自然状态下的交配过程, 同时完善并明确东北虎的交配模式。另外, 还探讨了雌虎交配对象数目对交配行为和各种主要交配参数的影响。通过

对 1 雌 1 雄和 1 雌 2 雄的邀配模式、交配模式和各项交配参数的研究, 揭示雌性东北虎的交配对象数目对交配行为的影响。

1 材料与方法

1.1 研究对象

2006 年 4 月至 2007 年 7 月, 对泰山东北虎园的 7 只 (3 雌, 4 雄) 有交配史的东北虎的交配行为进行了研究。该园位于泰山脚下, 其地理位置为 117°36'E, 36°10'N。气候属于暖温带半湿润季风气候, 水热资源丰富, 年均日照时数 2 527.9 h, 年平均气温 13.0℃, 平均降水量 675.3 mm。

虎园共有成年东北虎 12 只 (6 雄, 6 雌)。虎圈共有 16 个, 圈与圈之间以及虎圈与活动场 (或展笼) 和操纵室之间通过配有滑轮控制的铁门相通; 操纵室又与饲料室和饲养员宿舍相通。虎圈内为水泥地面, 每个圈内都有一个水槽, 部分圈内有产栏。08:30 ~ 09:00 将虎放到活动场和展笼供参观, 16:30 ~ 17:30 收到圈内饲喂, 食物主要包括猪肉和牛肉, 夹杂部分猪肝和牛肝, 每只成年虎每天只喂 1 次, 每次 10 斤左右, 妊娠期相应加量。本研究中的 7 只东北虎个体均于 2002 年引自中国横道河子猫科动物饲养繁育中心, 呼名 (见表 1) 为出生地所起。我们观察了: 1) 雌虎 247 号和雄虎 212 号、214 号的交配, 观察期间, 还有另外两只未参与交配的雄虎在一个活动场内; 2) 雌虎 216 号和雄虎 246 号的交配, 观察期间, 在这两只虎的活动场内, 没有其他虎; 3) 雌虎 226 号和雄虎 214 号、210 号交配, 观察期间, 也有另外两只未参与交配的雄虎在一起, 研究对象具体信息见表 1。

表 1 研究对象概况

Table 1 Data on experimental subjects

呼名 Name	性别 Sex	年龄 Age	交配日期 Mating Dates	交配对象 Mate
216 号 No. 216	雌 Female	5	2006. 9. 30 - 2006. 10. 6	246 号 No. 246
247 号 No. 247	雌 Female	5	2006. 9. 16 - 2006. 9. 23	212 号和 214 号 No. 212 and 214
226 号 No. 226	雌 Female	6	2007. 1. 4 - 2007. 1. 10	214 号和 210 号 No. 214 and 210
246 号 No. 246	雄 Male	5	同 216 号 as No. 216	216 号 No. 216
212 号 No. 212	雄 Male	5	同 217 号 as No. 247	247 号 No. 247
214 号 No. 214	雄 Male	5, 6	同 247 号和 226 号 as No. 247 and 226	247 号和 226 号 No. 247 and 226
210 号 No. 210	雄 Male	6	同 226 号 as No. 226	226 号 No. 226

1.2 研究方法

本研究采用行为取样法 (behavior sampling) (周小平等, 2005), 利用录像机 (索尼 NP-F750) 对半散放东北虎在活动场的交配行为进行记录。记录从东北虎出现邀配行为开始, 到当次交配完全结束, 雌雄虎分离时为止, 无论邀配后是否发生爬跨都将此记为一个行为事件。每天的观察时间从 08:30 ~ 09:00 虎放出时开始, 到 16:30 ~ 17:30 虎收回时结束。根据性别、体型、毛色、条纹和生活方式等对个体进行识别 (刘振生等, 2003)。另外, 参考仲阳康等 (2006) 对华南虎交配行为的定义将东北虎的交配行为定义如下:

邀配 (sexual solicitation): 雌虎引起雄虎注意后小跑一段距离, 伏地, 尾部自由放下, 呈待配姿势等待雄性爬跨。

跟随 (follow): 雌虎发出邀配吸引雄虎注意后, 雄虎尾随雌虎等待机会爬跨。

爬跨 (mounting): 雌虎呈待配姿势, 雄虎从后面爬到其背上, 雌虎尾偏开, 露出阴部, 雄虎后躯前躬, 臀部上下移动, 将生殖器插入雌虎阴道内。

抽动 (deep thrust): 雄虎将生殖器插入雌虎阴道后, 臀部前后运动。

射精 (ejaculating): 雄虎生殖器在雌虎阴道内抽动后射出精液。此时雄虎停止抽动, 并保持短暂时间, 同时发出哼哼声。

分离 (detachability): 雄虎射精后, 雌虎回头呈攻击状, 雄虎迅速离开雌虎, 到一边休息, 雌虎则走动或打滚。

1.3 数据处理

参照任宝平等 (2002) 的数据处理方法, 根据录像内容, 按不同个体、交配期的不同天数对东

北虎的邀配、爬跨、抽动、射精等主要交配行为进行统计, 形成单一个体的目标动物取样结果, 摘录出相关内容; 再利用 SPSS11.0 软件包进行相关处理。用单因素方差分析比较不同个体在各交配参数间的差异。如果没有特别标注, 则为双尾检验, 显著性水平 $\alpha = 0.05$ 。处理的数据包括: 交配持续时间 (即从爬跨到两者分开为止的持续时间)、邀配持续时间、抽动持续时间、射精持续时间、交配间隔、爬跨间隔、射精间隔、邀配次数、爬跨次数、抽动次数、射精次数、邀配成功率、交配成功率等。数据记录为平均值 \pm 标准误 (Mean \pm SE), 时间和成功率都保留一位小数。

2 结果

本研究共观察半散放东北虎 7 只 (3 雌, 4 雄), 观察时间共计 22 d, 184 h, 实际录像时间为 81 h, 在录像中观察到各种交配表现共计 1 981 次。

2.1 邀配

交配过程中, 雌雄虎都存在邀配行为。雌虎是交配行为的积极发动者, 具有明显的邀配行为和特定的邀配模式。有时雌虎虽然主动触闻雄虎, 也抬尾露阴但并非邀配, 观察发现此时如果雄虎靠近并试图爬跨常被拒绝。整个交配期, 每只雌虎平均日邀配 26 ± 3 次, 平均邀配持续时间为 20.0 ± 1.2 s。不同雌虎的邀配次数 ($F_{2,21} = 4.542$, $P < 0.05$) 差异显著, 平均邀配持续时间 ($F_{2,605} = 0.338$, $P > 0.05$) 和邀配成功率 ($F_{2,21} = 1.274$, $P > 0.05$) 差异不显著。说明参与交配的雄虎数目对雌虎的邀配次数有显著影响, 对雌虎的邀配持续时间和邀配成功率影响不显著。各雌虎的平均日邀配次数、成功次数和平均邀配持续时间见表 2。

表 2 雌性东北虎的邀配参数

Table 2 Number of sexual solicitations, successes, and duration of female Amur tigers

呼名 Name	数值分类 Data classification	邀配次数 Sexual solicitations	成功次数 Successes	邀配持续时间 (s) Sexual solicitation duration (s)
216 号 No. 216	均值 Mean \pm SE	17.8 \pm 2.1	13.5 \pm 2.6	19.2 \pm 1.8
	观察次数 Observations (n)	142	108	142
247 号 No. 247	均值 Mean \pm SE	34.6 \pm 5.8	30.6 \pm 6.2	19.9 \pm 1.9
	观察次数 Observations (n)	242	214	242
226 号 No. 226	均值 Mean \pm SE	31.7 \pm 4.7	26.7 \pm 5.3	21.7 \pm 2.7
	观察次数 Observations (n)	222	187	222

在交 过程中, 有意交配 雄虎往往 主动, 始 跟随在雌 左右, 但很 邀配。雄虎 邀配表

现为主动触 雌虎, 在雌 睡眠或长 间卧息时 扰使之 束休息, 此 一旦雌虎 配, 便立即

跨，甚至有时会不经雌邀配强行跨。在交配期（一般为正式交配的1~2 d）和期（一般为正式交配最后1~2 d），当雌虎配时，雄虎一般不立爬跨，待雌多次邀配才开始爬。在交配期，雌虎邀后雄虎都积极爬跨。

4只雄虎整个交配期共邀配16次，其中引起爬跨2次，由于数据太少，本文仅作为一种交配行为交待，在数据处理上未做进一步分析。

2.2 雄虎的交配参数和交配模式

整个交配期内，雄虎平均日爬跨 14 ± 1 次，抽动 12 ± 1 次，射精 11 ± 1 次。不同个体在平均日爬跨次数（ $F_{4,35} = 1.540, P > 0.05$ ），抽动次数（ $F_{4,35} = 1.165, P > 0.05$ ）和射精次数（ $F_{4,35} =$

$1.556, P > 0.05$ ）差异均不显著。所有雄虎的平均日交配成功率为 $85.2 \pm 3.3\%$ 。不同个体的平均日交配成功率（ $F_{4,35} = 0.614, P > 0.05$ ）差异不显著。所有雄虎交配期内的平均抽动持续时间为 20.9 ± 0.5 s；平均爬跨间隔为 $1\,503.3 \pm 63.5$ s，平均射精间隔为 $1\,862.7 \pm 109.5$ s。不同个体的平均抽动持续时间（ $F_{4,454} = 0.668, P > 0.05$ ）和平均射精持续时间（ $F_{4,367} = 0.394, P > 0.05$ ）无显著差异，平均爬跨间隔（ $F_{4,469} = 4.698, P < 0.05$ ）差异显著。说明参与交配的雄虎数目对雄虎自身的爬跨、抽动和射精次数、抽动和射精持续时间，以及交配成功率没有显著影响，对爬跨间隔影响显著。雄虎的各项交配参数见表3。

表3 雄性东北虎的交配参数
Table 3 Mating behavior of male Amur tigers

繁殖参数 Breeding parameter	数值分类 Data classification	246号 No. 246	212号 No. 212	214号* No. 214	214号※ No. 214	210号 No. 210
爬跨次数 Mounting	均值 Mean ± SE	13.5 ± 2.6	19.0 ± 3.8	11.6 ± 2.4	16.6 ± 3.2	10.1 ± 2.1
	观察次数 Observations (n)	108	133	81	116	71
抽动次数 Deep thrusts	均值 Mean ± SE	12.0 ± 2.7	16.6 ± 4.4	10.1 ± 2.5	15.1 ± 3.6	8.1 ± 2.3
	观察次数 Observations (n)	96	125	71	106	57
射精次数 Ejaculations	均值 Mean ± SE	11.0 ± 2.7	16.6 ± 4.0	8.9 ± 2.5	13.7 ± 3.4	7.0 ± 2.3
	观察次数 Observations (n)	88	116	62	96	49
抽动持续时间 (s) Deep thrust duration	均值 Mean ± SE	20.3 ± 1.1	21.5 ± 1.1	20.5 ± 1.3	21.9 ± 1.2	19.3 ± 1.4
	观察次数 Observations (n)	96	125	71	106	57
爬跨间隔 (s) Mounting interval	均值 Mean ± SE	1289.6 ± 111.2	1461.3 ± 105.7	2023.9 ± 216.2	1263.1 ± 95.6	1738.0 ± 230.7
	观察次数 Observations (n)	100	126	74	109	61
射精间隔 (s) Ejaculating interval	均值 Mean ± SE	1752.7 ± 281.2	1749.8 ± 234.3	2095.8 ± 239.7	1978.9 ± 185.2	1777.0 ± 257.6
	观察次数 Observations (n)	80	100	61	83	44

和※表示214号与两只不同雌虎配对的数据。“”和“※” indicate that data of No. 214’s mated with 2 different female tigers.

东北虎在交配中无锁结，有明显的抽动，一次交配即达到射精的比例为90.3%，为单次插入，另外交配期间1 h内两次射精的比例占总射精次数的74.0%，为多次射精型，因此本文提出东北虎

的交配模式属于Dewsbury分类系统中的第11种（无锁结、有抽动、单次插入、多次射精）类型。

2.3 交配的发生时间和持续时间

东北虎的交配在一天中比较均匀，其中上午

(8:30~10:30) 和下午 (14:00~16:30) 相对较多, 中午 (11:00~14:00) 相对较少。平均交配持续时间为 45.2 ± 1.3 s, 平均交配间隔为 $1\,694.2 \pm 86.5$ s (表 4); 不同雌雄虎的平均交配持续时间 ($F_{4,454} = 0.142$, $P > 0.05$) 和平均交配间隔 ($F_{4,402} = 1.627$, $P > 0.05$) 差异均不显著。这说明参与交配的雄虎数目对东北虎的交配持续时间和交配间隔影响不显著。

表 4 东北虎的交配时间和交配间隔 (秒)
Table 4 Mating duration and intervals of male-female dyads of Amur tiger (seconds)

雌虎 × 雄虎 F × M	数值分类 Data classification	交配持续时间 Mating duration	交配间隔 Mating interval
	均值		
216 号 × 246 号 No. 216 × No. 246	Mean ± SE 观察次数 Observations (n)	45.4 ± 2.8 96	1570.4 ± 175.6 87
247 号 × 212 号 No. 247 × No. 212	均值 Mean ± SE 观察次数 Observations (n)	43.8 ± 2.2 125	1582.0 ± 154.4 108
247 号 × 214 号 No. 247 × No. 214	Mean ± SE 观察次数 Observations (n)	45.5 ± 3.2 71	2156.4 ± 245.5 66
226 号 × 214 号 No. 226 × No. 214	均值 Mean ± SE 观察次数 Observations (n)	45.7 ± 2.5 106	1548.2 ± 166.8 92
226 号 × 210 号 No. 226 × No. 210	均值 Mean ± SE 观察次数 Observations (n)	46.7 ± 4.2 57	1798.6 ± 279.9 50

另外, 雌虎在交配后, 常出现打滚现象, 研究发现, 交配后打滚和交配成功率之间成显著的正相关 ($R = 0.610$, $P = 0.03$), 但相关系数不高。

3 讨论

东北虎交配时采用哺乳动物中典型的腹背式 (Dixon, 1998)。雌虎趴伏于地, 雄虎从雌虎后面骑跨到雌虎身上, 前躬后屈, 将阴茎直接插入雌虎阴道内, 无试探性触碰。雌雄虎都具有特定的邀配模式, 但雄虎的邀配频次远少于雌虎。观察发现, 雌虎无意交配时, 雄虎很难强迫雌虎, 导致雄虎一般不主动邀配, 这可能是导致雄虎邀配率低的一个原因。

本实验中的东北虎是 1 雌多雄和 1 雌 1 雄的组群方式, 其交配行为和交配模式的研究有助于了解该物种的繁殖方式, 但由于样本量的限制, 数据尚不充分, 有待进一步研究。

本研究中所有半散放东北虎的平均抽动持续时间和交配成功率都远大于刘振生等 (2003) 的报道。由于所研究东北虎的饲养模式相同, 记录方式

上, 刘振生等 (2003) 利用的是中国科学院动物研究所研制的 SJ-1 型电子事件记录器, 本实验采用的是摄录的方式, 因此具有可比性。本研究地点气候属暖温带半湿润季风气候, 年平均气温 13.0°C ; 刘振生等 (2003) 的研究地点属温带大陆性季风气候, 年平均气温只有 3.0°C 。因此, 较低的气温和干燥的气候可能是导致东北虎平均抽动持续时间和交配成功率较低的一个原因。另外, 本实验中东北虎的交配是在活动场内 (超过 $2\,000\text{ m}^2$) 自发进行, 没有任何人为因素影响; 刘振生等 (2003) 报道的东北虎的交配在围栏内进行, 由饲养员根据雌虎的发情状况人为控制进行。因此, 人为影响可能也是造成东北虎平均抽动持续时间和交配成功率较低的一个原因。本实验中, 不同雄性个体的平均抽动持续时间和平均日交配成功率差异均不显著, 说明个体差异可能不是影响东北虎抽动持续时间和交配成功率的一个因素。

致谢: 感谢泰山东北虎园许振禄经理及其全体职工的支持与关心; 饲养员高崇涛、王明在东北虎个体

鉴别和生活方面提供了无私的帮助，在此表示衷心的感谢。

参考文献：

- Dewsbury D A. 1972. Patterns copulatory behavior in male mammals. *Quarterly Review of Biology*, **7** (1): 1–33.
- Dixson A F. 1998. Primate Sexuality. Oxford: Oxford University Press.
- Kerley L L, Goodrich J M, Miquelle D, Smimov E, Quigley H B, Homocker M G. 2003. Reproductive parameters of wild females Amur (Siberian) tigers (*Panthera tigris altaica*). *Journal of Mammalogy*, **84** (1): 288–298.
- Li B G, Zhao D P. 2005. Female multiple copulations among wild Sichuan snubnosed monkeys (*Rhinopithecus roxellana*) in Qinling, China. *Chinese Science Bulletin*, **50** (10): 1–3. (in Chinese)
- Liu S G, Xiao J G, Yang S Z, Cao Z C, Zhang A S. 2000. Preliminary observation on breeding behaviors of Amur tiger in wild animal park. *Chinese Wildlife*, **21** (3): 35–37. (in Chinese)
- Liu Z S, Li F, Teng L W, Liu D, Su W L. 2003. Mating behavior of captive Amur tiger (*Panthera tigris altaica*). *Chinese Journal of Zoology*, **38** (1): 49–51. (in Chinese)
- Liu Z S, Ma J Z, Teng L W. 2002. Behavioral differences of male and female Amur tiger (*Panthera tigris altaica*) in captivity. *Zoological Research*, **23** (4): 284–287. (in Chinese)
- Miquelle D G, Merrill W T, Dunishenko Y M, Smimov E N, Quigley H B, Pikunov D G, Hornocker M G. 1999. A habitat protection plan for the Amur tiger: developing political and ecological criteria for a viable land-use plan. In: Seidensticker J, Christie S, Jackson P eds. In Riding the Tiger: Tiger Conservation in Human-Dominated Landscapes. Cambridge: Cambridge University Press, 273–295.
- Ren B P, Xia S Z, Li Q F. 2002. Male copulatory patterns in captive Sichuan snub-nosed monkeys. *Acta Zoologica Sinica*, **48** (5): 577–584. (in Chinese)
- Sheng H L, Ohtaishi N, Lu H J. 1999. The Mammals of China. Beijing: Chinese Forestry Press, 132–133. (in Chinese)
- Teng L W. 2001. A study on the behavioral models of Amur tiger in captivity. Northeast Forestry University, Dissertation for the Degree of Master, 1–38. (in Chinese)
- Teng L W, Li F, Liu Z S. 2002. Behavior observation of Amur tiger (*Panthera tigris altaica*) in captivity. *Journal of Forestry Research*, **13** (3): 241–244.
- Yu H W. 2006. The research on the behavior of Amur tiger cub in captivity. Northeast Forestry University, Dissertation for the Degree of Master, 1–34. (in Chinese)
- Zhang M H, Zhang C Z, Liu D. 2006. Preliminary study on parturition behavior of semifree-ranging Amur tiger (*Panthera tigris altaica*). *Acta Theriologica Sinica*, **26** (3): 255–261. (in Chinese)
- Zhao Y H, Liu Y L, Zeng D S. 1992. Observation of breeding behaviors of captive Amur tiger. *Chinese Wildlife*, **12** (3): 54–56. (in Chinese)
- Zhong Y K, Pei E L, Xiong C P, Zhou H, Gao Y Y, Wang T H. 2006. Mating behavior of the captive south China tigers (*Panthera tigris amoyensis*). *Acta Theriologica Sinica*, **26** (3): 307–310. (in Chinese)
- 于洪伟. 2006. 圈养东北虎幼仔行为研究. 东北林业大学硕士学位论文, 1–34.
- 仲阳康, 裴恩乐, 熊成培, 周慧, 高媛媛, 王天厚. 2006. 圈养华南虎交配行为的初步观察. 兽类学报, **26** (3): 307–310.
- 任宝平, 夏述忠, 李庆芬. 2002. 圈养雄性川金丝猴交配模式. 动物学报, **48** (5): 577–584.
- 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): 37–37.
- 刘振生, 马建章, 滕丽微. 2002. 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. 2003. 饲养条件下东北虎交配行为的观察. 动物学杂志, **38** (1): 49–51.
- 李保国, 赵大鹏. 2005. 雌性秦岭金丝猴的多次交配行为. 科学通报, **50** (10): 1052–1054.
- 张明海, 张常智, 刘丹. 2006. 半散放东北虎产仔行为的初步观察. 兽类学报, **26** (3): 255–261.
- 周小平, 王鹏彦, 张和民. 2005. 圈养大熊猫行为研究及其方法. 成都: 四川科学技术出版社, 20–21.
- 赵云华, 刘永利, 曾德生. 1992. 人工饲养东北虎繁殖行为的观察. 野生动物, **13** (3): 54–56.
- 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.
- 滕丽微. 2001. 笼养条件下东北虎行为模式的研究. 东北林业大学硕士学位论文, 1–38.