

非人灵长类动物睡眠地点的选择与利用

王 铭, 赵大鹏, 张 剑, 李保国

(西北大学生命科学学院, 西安 710069)

摘要: 睡眠行为在非人灵长类动物的生活史中占有十分重要地位。关于非人灵长类睡眠地点选择与利用的研究是灵长类行为生态学领域的核心课题之一。本文回顾以往的研究, 总结了非人灵长类动物睡眠地点选择的三个主要影响因素, 即捕食压力引起的安全因素, 睡眠地点的舒适因素和卫生因素; 分别对非人灵长类睡眠地点选择的三种主要形式进行了初步的成因讨论, 对未来的研究方向进行探索性地展望。

关键词: 非人灵长类; 睡眠地点; 选择; 应用

中图法分类号: 981 文献标识码: A 文章编号: 1000-3193(2009) 04-0383-08

1 前言

睡眠是动物维持个体生命活动周期所必须的行为之一, 在动物生活史中占据十分重要的地位^[1-3]。睡眠对于灵长类是一个普遍而又耗时的行为, 人类一生大约三分之一的时间都处于睡眠状态; 非人灵长类动物睡眠消耗的时间通常占其生活史的一半或者更多^[4,5]。

关于灵长类动物睡眠地点的研究是灵长类行为生态学领域的核心课题之一, 最早可追溯到二十世纪五十年代, Buxton^[6] 和 Lumsden^[7] 在对疣猴属 (*Colobus* sp.)、长尾猴属 (*Cercopithecus* sp.) 和狒狒属 (*Papio* sp.) 的睡眠行为的研究中做了最初的探索, 其中关于树种的选择、睡眠位置等研究成果对于以后的睡眠地点研究具有重要的指导意义, 同时也是灵长类动物睡眠地点研究史中的重要里程碑。睡眠地点选择的成因的探索, 从早期的躲避捕食压力^[8-9] 和抵御不利自然环境^[10], 到睡眠地点的舒适性和卫生角度^[11], 再到出于社会因素的选择^[12], 其研究的广度和深度得到长足地发展。

本文对当前非人灵长类睡眠地点选择的研究做了初步的总结, 对于睡眠地的类型、位置选择的原因进行了归纳, 针对主要的选择假说展开分析讨论, 总结了影响对于睡眠地点选择的主要因素, 为生物保护工作提供最基础的信息。

2 睡眠地点选择的主要影响因素

2.1 安全因素

安全因素一直是灵长类动物睡眠地点选择的第一要素。睡眠地点的选择直接影响到个

收稿日期: 2008-12-02; 定稿日期: 2009-03-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(30770375; 30630016)

作者简介: 王铭(1982-), 男, 西北大学生命科学学院硕士研究生, 主要从事灵长类行为学研究。

通讯作者: 李保国, E-mail: baoguo@nwu.edu.cn

体的存亡。在早期的研究中,Devore 和 Hall^[8]在报道中指出狒狒属(*Papio* sp.)为躲避美洲豹等动物的捕食压力通常会选择高大树木的枝权作为休眠地点。例如,几内亚狒狒(*Papio papio*)夜晚休息的位置会选择离开树干一段距离,经常会选择树干分岔的末端作为休息地点,以便在发现捕食者时能有更多的时间躲避危险^[9]。Hamilton^[13]研究指出:狒狒属睡眠地点的选择偏好与个体遭受的捕食压力有着紧密联系,它们会优先选择更为安全的地点作为睡眠地点。Anderson^[14]研究发现:几内亚狒狒如果受到捕食者的威胁,现有的睡眠地点将会被废弃,新的睡眠地点将取而代之,即便旧的睡眠地点还会被利用,也仅是被作为临时的休息地点。

在随后的研究中,安全因素的选择除了在地点选择上,在其他方面的研究也有进展。例如,笼养红腹娟毛猴(*Sagunius labiatus*)不仅会选择安全的睡眠地点,并且在进入睡眠前的时期内会增加警惕性和减少声音^[15]。Caine 等^[15]推测这种提高警惕性的行为主要是用以减少捕食者所带来的被捕食压力。

Tenaza 和 Tilson^[16]研究指出:非人灵长类栖息树木种类的有效选择可以使捕食者难以靠近。在 Siberut 岛对克氏长臂猿(*Hylobates klossii*)及门岛叶猴(*Presbytis potenziani*)的研究对比中发现,两种都会选择高大的树木作为睡眠地点,克氏长臂猿会更多地选择藤蔓植物作为睡眠地点,同时发现:门岛叶猴被猎杀的数字要高出克氏长臂猿许多,这表明:安全睡眠地点的竞争可以直接影响到种群的数量。Fruth 和 Hohmann^[17]的研究指出:倭黑猩猩(*Pan paniscus*)会将巢穴修筑在高大树木的上部,这种行为被解释为反捕食策略的体现。

非人灵长类睡眠地点的选择不仅仅是为其提供保护而产生的一种临时行为反应,而且是在被捕食者攻击时发出警报或躲避危险时将风险降至最低的一种行为适应。Reichard^[18]研究指出,白掌长臂猿(*Hylobates lar*)为了避免给捕食者留下其特殊的气味,很少会连续重复利用同一睡眠地点。相反,有些灵长类会重复利用同一睡眠地点,可以更有效地对抗捕食者,也可以更有效地从睡眠地点逃离,这一点在 Fan 和 Jiang^[19]对无量山黑长臂猿(*Nomascus concolor jingdongensis*)的研究中得到验证。然而,在种内和种间的对比中,由捕食压力而导致个体消失还很难被确定,这其中包括了栖息地非常极端的气候变化因素,睡眠地点因捕食压力导致的安全策略还很难被直接观察和证实,需要进一步的观察的论证^[20]。

2.2 舒适因素

舒适性作为非人灵长类睡眠地点的选择是重要影响因素之一,在早期的研究中已有发现。一些非人灵长类动物会选择崖壁作为睡眠地点以躲避不理想的自然条件从而在夜间更有效地保存自身的热量,例如黑猩猩(*Pan troglodytes*)会选择适合搭建巢穴的地点以躲避不利的风和雨水影响^[21-22,10]。

随后,舒适性对于睡眠地点选择影响研究得到了更深远的发展。在 Caine 等^[15]的研究中,笼养红腹娟毛猴(*Sagunius labiatus*)在对睡眠地点选择时,首先会选择噪音更少的地点作为睡眠地点。Heymann^[23]指出:野生髭狨(*Saguinus mystax*)常常选择能有效躲避雨水和寒冷的树和树洞作为睡眠地点。卷尾猴(*Cebus apella*)会选择在相对较为宽大的叶子上休息,选择叶子的原因是相对狭窄细长的树干,在叶子上休息更舒适^[24]。

2.3 卫生因素

卫生因素在睡眠地点选择研究中也具有重要的影响意义,其中最主要的影响因素为灵长类体表携带及睡眠地点的寄生虫所产生的选择压力。在现有的报道中灵长类物种的某些

行为被认为是对减少寄生虫侵害的适应^[25,26,23],例如猩猩(*Pongo pygmaeus*)会每晚修筑新的巢穴来避免可能出现的寄生虫带来的危害^[10];研究中发现草原狒狒(*Papio cynocephalus*)通过使用较多不同的睡眠地点及避免频繁使用某一个睡眠地点来减少寄生虫感染,尽量避免与粪便接触或与其保持一定距离来减少被寄生虫感染的几率,在选择睡眠地点时会避开离粪便较近或卫生条件较差的地点^[26]。灵长类动物会周期性地更换睡眠地点或选择枝端在流动水流上方的树枝以保持睡眠地点的环境卫生,避免寄生虫对个体的侵害^[14]。

Davies 和 Dye^[27]研究发现,灵长类动物处于同一睡眠地点的种群大小也是影响疾病传染的重要因素之一,灵长类种群会通过调节个体在睡眠地点的分布来降低个体被疾病传染的几率。此外,外界环境中蚊虫类对灵长类个体的叮咬对于睡眠地点的选择也是重要的影响因素,较低的疾病传染率不仅仅与灵长类动物的较小体型有关,而且与睡眠地点的环境因素也有关系,例如髭狨(*Saguinus mystax*)会选择树洞或有密集植被的地方睡眠,以降低引诱剂扩散从而减少其暴露给蚊虫的程度^[23]。

3 灵长类动物睡眠地点选择的多样性

灵长类动物对睡眠地点的选择呈现出多样化,表现为树栖型、洞穴型和地栖型。这些特点都是灵长类不同的自然进化特点决定的(表1)。

表1 非人灵长类的睡眠地点

Tab. 1 Sleeping site in non-human primates

睡眠地点(Sleeping site)	物种举例(Species examples)	参考文献(References)
1. 地栖		
地面(Ground)	日本猴(<i>Macaca fuscata</i>)	Takahashi, 1997 ^[12]
2. 树栖		
树枝(Tree Branch)	卷尾猴(<i>Cebus apella</i>) 克氏长臂猿(<i>Hylobates klossii</i>) 白掌长臂猿(<i>Hylobates lar</i>) 无量山黑长臂猿(<i>Nomascus concolor</i>) 东黑白疣猴(<i>Colobus guereza</i>) 帽猴(<i>Macaca radiata</i>) 长尾叶猴(<i>Semnopithecus entellus</i>) 黑乌叶猴(<i>Trachypithecus johnii</i>) 滇金丝猴(<i>Rhinopithecus bieti</i>) 草原狒狒(<i>Papio cynocephalus</i>) 几内亚狒狒(<i>Papio papio</i>) 蜘蛛猴(<i>Ateles geoffroyi</i>)	Zhang, 1995 ^[24] Tenaza and Tilson, 1985 ^[16] Reichard, 1998 ^[18] Fan and Jiang, 2007 ^[19] von Hippel, 1998 ^[47] Ramakrishnan and Coss, 2001 ^[29] Ramakrishnan and Coss, 2001 ^[29] Ramakrishnan and Coss, 2001 ^[29] Liu and Zhao, 2004 ^[48] Hausfater and Meade, 1982 ^[26] Hamilton, 1982 ^[13] Chapman, 1989 ^[33]
3. 穴居		
树洞(Tree Hole)	倭狐猴(<i>Microcebus murinus</i>) 巴西夜猴(<i>Aotus vociferans</i>) 髭狨(<i>Saguinus mystax</i>) 鞍背狨(<i>Saguinus fuscicollis</i>)	Radespiel et al. 1998 ^[49] Puertas et al. 1995 ^[50] Heymann, 1995 ^[23] Heymann, 1995 ^[23]
石洞(Stone Cave)	白头叶猴(<i>Trachypithecus leucocephalus</i>)	Huang et al. 2003 ^[51]
巢(Nest)	苏门达腊猩猩(<i>Pongo pygmaeus abelii</i>) 黑猩猩(<i>Pan troglodytes</i>) 倭黑猩猩(<i>Pan paniscus</i>)	Sugardjito, 1983 ^[52] Goodall, 1962 ^[21] Fruth and Hohmann, 1993 ^[17]

3.1 树栖型

一些非人灵长类选择树木作为睡眠地点。首先,出于安全考虑,灵长类喜欢选择一些不易为地面捕食者发现的地点作为睡眠场所。夜间活动的哺乳动物捕食者多为地面活动,所以高处的树冠层是灵长类夜间较少被捕食者发现和躲避捕食压力的适宜地点^[14, 28, 18, 29—30, 19]。

其次,非人灵长类的睡眠地点因地形限制、群体特性等原因会选择独自进入睡眠地点,由于个体独处会产生诸如被捕食、个体易暴露、不便于社会活动等负面影响,所产生的这些不利条件促使独处个体主动寻找群体,个体用于寻找群体所花费的时间和能量因睡眠地点选择不同而产生差异,选择睡眠地点时,能较少地消耗个体寻找群体所需的时间和能量也是重要的选择因素^[31]。当灵长类物种清晨集聚时,会彼此间理毛或从事其他一些社会性活动^[32]。因此,选择一个可供两个以上个体理毛、玩耍或休息的舒适、宽松的枝权可以供给灵长类物种一些适应性利益。Chapman^[33]在研究中指出:蜘蛛猴(*Ateles geoffroyi*)个体睡眠地点的反复使用是为了第二天群体的集结及活动。除了便于社会活动的选择,灵长类会选择便于取食的树木作为睡眠地点。在Fan和Jiang^[19]的研究中,无量山黑长臂猿(*Nomascus concolor jingdongensis*)不仅会选择便于次日清晨群体彼此接触的树木作为睡眠地点,其睡眠地点的选择与重要的食物分布地点成明显正相关,证明食物分布对于该种灵长类的睡眠地点选择有重要影响。

再次,在生育期出于保护婴猴的需要,灵长类动物在睡眠地点选择上也有所变化,相对于婴猴出生之前的睡眠地点,会选择更为安全、舒适的睡眠地点,婴猴的安全相对于其他因素会成为优先选择。Reichard^[18]指出:白掌长臂猿(*Hylobates lar*)在婴猴出生后会选择更高更安全的树枝作为睡眠地点;对于婴猴来说,对雨的防护是很重要的影响因素^[34],因此,在雨季或者雨水较多的时候,睡眠地点相对于其他时候的会选择枝叶更为茂密的位置。

此外,需要指出的是:曾有过极少数非人灵长类物种的个体会从睡眠地点跌落到地面致残、致死的报道^[14],提出过树枝的承重力与灵长类动物的体型、质量之间产生安全选择的因素。在随后的研究中,Mario等^[35]对毛冠卷尾猴(*Cebus apella nigritus*)的研究发现:该种会主动避免选择脆弱或不结实的树枝作为睡眠地点以降低摔伤的可能性。

3.2 穴居型

利用洞穴或筑窝穴做为睡眠地点是灵长类动物在长期进化中形成的一种有效的自我保护方式。首先,隐藏在窝穴或树洞中是躲避被捕食的有效对策,例如黑猩猩(*Pan troglodytes*)筑窝穴最主要的影响因素是捕食压力,黑猩猩会把睡眠地点选择在高大树木的上部,集体聚集睡眠,以降低被捕食的风险^[36]。此外,穴居功能与个体相对较小的灵长类物种有紧密联系,早期对马达加斯加狐猴属(*Lemuridae* sp.)的研究中得到证明^[37]:窝穴或树洞是小型灵长类睡眠地点的主要选择,对于体形较大的灵长类动物,树洞内部空间的大小是主要的限制因素。

其次,光能效应也是选择穴居的重要影响因素。选择窝穴作为睡眠地点可以保护自身免受雨、雪淋打或不利的阳光照射,如大猩猩(*Gorilla gorilla*)因为光周期影响,在冬天会更多地选择地面穴居,而在夏天则选择在树木上筑穴^[38];在潮湿的季节会选择在树上筑窝穴,而在旱季会更多选择在地面筑窝^[39]。此外,选择窝穴可以从中获得其他效益,对于个体较小的灵长类,选择窝穴居住的方式可以获得相对大的表面(容积)比而在睡眠或不利天气条件下减少能量损耗^[37, 40, 41]。从而可以预测,由于如上原因,选择窝穴或树洞可能在独居灵长类

物种间更为普遍,因为它们缺少与同种其他个体拥抱获得能量的机会,选择窝穴作为睡眠地点可以更有效地保持个体自身的能量。这一推论需进一步的实践研究来验证。

再次,窝穴或树洞的选择在功能上可能与物种的生活史特点有关,这些特殊的生活史与婴猴的发育状态相关^[41-43]。如维氏冕狐猴(*Propithecus verreauxi*)的婴猴不能紧抓母体的体毛,他们的母亲常常会选择在这个时段将婴猴放在窝穴或树洞中以增加婴猴的存活率^[37]。Kappeler^[5]系统总结后指出:灵长类动物基于婴猴因素对窝穴或树洞的选择在功能上与成体不同,对窝穴或树洞的使用在功能上是各异的。Kappeler 通过系统发生重建研究,揭示了较原始的灵长类更多为夜间独居活动,单次产仔一个,而且产仔后会将其放入窝穴或树洞中,待其发育到一定阶段后再将它们带离,决定它们会更多地选择穴居方式。

总之,对于白天活动的非独居灵长类,它们倾向于不选用穴巢或树洞,而相对较小的灵长类个体为避免捕食和获得光能利益可能倾向于选用窝穴或树洞作为躲避所。

3.3 地栖型

选择地栖方式相对于树栖和穴居方式而言较为特殊,这与选择这种方式的灵长类动物所处的特殊地理环境和特殊的社群结构有直接关系,其代表种是位于日本群岛的日本猴(*Macaca fuscata*),它们在冬季会选择大规模(50—150个或更多)的集群拥坐行为^[12]。日本猴之所以选择这种方式,首先与日本猴的庞大猴群数量有直接关系,相对于有限空间里单位空间的猴群密度也相对较高。其次,当地冬天恶劣的温度条件也是重要的影响因素,个体通过互相挤抱方式来保存热量,这是非常有效地抵御寒冷天气的途径。再次,特殊的社群结构是决定性因素。日本猴的特殊社会结构、种群内部的特殊关系,决定不同单元间的个体可以近距离接触。上述因素导致日本猴选择地面作为睡眠地点^[44]。与之相较,秦岭地区分布的川金丝猴(*Rhinopithecus roxellana*),抵御寒冷的天气也采取相互抱团的方式,但是由于其社群结构的特殊关系,个体相互抱团只限于单元内,参与抱团的个体数量较少;与此同时,该物种在捕食压力等因素的影响下会选择更为安全的树上作为睡眠地点^[45]。

4 小结

至今为止,大量的野外研究涵盖了灵长类睡眠活动的主要基础数据,例如:睡眠地点、睡眠时间、从睡眠恢复到白天活动的行为等^[14,28,46],而对于其睡眠习性、睡眠地点在生态和进化方面的研究相对不足,有待进一步深入^[4,5]。对于大部分非人灵长类来说,睡眠地点在一定程度上成为一种潜在的限制性资源。在初期研究中,睡眠地点的选择被认为是应对被捕食压力、食物分布以及对家域的防卫;随着研究的进一步深入,睡眠地点的舒适性、卫生性、及相应的社会功能性影响因素也被逐渐提出和论证。

目前,类人猿穴居方面的研究相对较为深入和透彻,生态条件(例如窝穴覆盖时间约束等)和社会关系(如个体、单元间的相互距离等)常常用来有效地解释该物种在睡眠地点上的选择。相对于类人猿穴居的研究,树栖物种的研究虽然广泛,但由于野外观察条件的限制等因素,尚有一些问题有待解决。首先,在较为熟悉的类人猿中,大多数物种选择较为适宜的穴居方式的同时,为什么会有少数类人猿选择其他的栖息方式,而放弃穴居方式;其次,在相对较少研究的原猴亚目中,部分的物种选择和利用窝穴和树洞作为睡眠地点的成因尚不清楚,需进一步深入研究。另外,在非活动时,即在睡眠地点睡眠时,灵长类动物是如何度过

的(特别是地栖灵长类)。最后,在进化上,是否有证据显示,我们人类的祖先也曾经广泛地采用穴居的方式?在现生人类中,是否还有少数人群拥有类似洞穴的床。这些问题在灵长类和人类进化上具有重要意义,有待进一步深入研究。

参考文献:

- [1] Hartske KM. Sleep in insects and nonmammalian vertebrates[A]. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC eds. *Principles and Practice of Sleep Medicine*(3rd ed.) [M]. Philadelphia: W. B. Saunders, 1994, 95-104.
- [2] Tobler I. Phylogeny of sleep regulation[A]. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC eds. *Principles and Practice of Sleep Medicine*(3rd ed.) [M]. Philadelphia: W. B. Saunders, 2000, 72-81.
- [3] Rattenborg NC, Amlaner CJ. Phylogeny of sleep[A]. In: Lee-Chiong TL, Sateia MJ, Carskadon MA eds. *Sleep Medicine*[M]. Philadelphia: Hanley and Belfus, 2002, 7-22.
- [4] Fruth B, McGrew WC. Resting and nesting in primates: behavioral ecology of inactivity[J]. *Am J Primatol*, 1998, 46: 3-5.
- [5] Kappeler PM. Nests, tree holes, and the evolution of primate life histories[J]. *Am J Primatol*, 1998, 46: 7-33.
- [6] Buxton AP. Further observations of night-resting habits of monkeys in a small area on the edge of the Semliki Forest, Uganda[J]. *Am J Primatol*, 1951, 20: 31-32.
- [7] Lumsden WHR. The night-resting habits of monkeys in a small area on the edge of the Semliki Forest, Uganda. A study in relation to the epidemiology of sylvan yellow fever[M]. *J Anim Ecol*, 1951, 20: 11-30.
- [8] DeVore I, Hall KRL. Baboon ecology. In: DeVore I ed. *Primate Behavior: Field Studies of Monkeys and Apes*[M]. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1965, 20-52.
- [9] Bert J, Ayats H, Martino A, et al. Le Sommeil Nocturne Chez Le Babouin *Papio*[J]. *Folia Primatol*, 1967, 6: 28-43.
- [10] MacKinnon J. The behaviour and ecology of wild orang-utans(*Pongo pygmaeus*)[J]. *Anim Behav*, 1974, 22: 3-74.
- [11] Whitten AJ. The role of ants in selection of night trees by gibbons[J]. *Biotropica*, 1982, 14: 237-238.
- [12] Takahashi H. Huddling relationships in night sleeping groups among wild Japanese macaques in Kinkazan Island during winter [J]. *Primates*, 1997, 38: 57-68.
- [13] Hamilton WJ. Baboon sleeping site preferences and relationships to primate grouping patterns[J]. *Am J Primatol*, 1982, 3: 41-53.
- [14] Anderson JR. Ethology and ecology of sleep in monkeys and apes[J]. *Adv Stud Behav*, 1984, 14: 165-229.
- [15] Caine NG, Potter MP, Mayer KE. Sleeping site selection by captive tamarins(*Saguinus labiatus*)[J]. *Ethology*, 1992, 90: 63-71.
- [16] Tenaza R, Tilson RL. Human predation and Kloss's gibbons(*Hylobates klossii*) sleeping trees in Siberut Island, Indonesia[J]. *Am J Primatol*, 1985, 8: 299-308.
- [17] Fruth B, Hohmann G. Ecological and behavioral aspects of nest building in wild bonobos(*Pan paniscus*)[J]. *Ethology*, 1993, 94: 113-126.
- [18] Reichard U. Sleeping sites, sleeping places, and presleep behavior of gibbons(*Hylobates lar*)[J]. *Am J Primatol*, 1998, 46: 35-62.
- [19] Fan PF, Jiang XL. Sleeping sites, sleeping trees, and sleep-related behaviors of black crested gibbons at Mt. Wuliang, Central Yunnan, China[J]. *Am J Primatol*, 2007, 69:1-12.
- [20] Isbell LA. Predation on primates: Ecological patterns and evolutionary consequences[J]. *Evol Anthropol*, 1994, 3: 61-71.
- [21] Goodall J. Nest building behavior in the free ranging chimpanzee[M]. *Ann NY Acad Sci*, 1962, 102: 455-467.
- [22] Reynolds V. *Budongo: A Forest and Its Chimpanzees*[M]. London: Methuen, 1965.
- [23] Heymann E. Sleeping habits of tamarins, *Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis* (Mammalia; Primates; Callitrichidae) in northeastern Peru[J]. *J Zool*, 1995, 237: 211-226.
- [24] Zhang SY. Sleeping habits of brown capuchin monkeys(*Cebus apella*) in French Guiana[J]. *Am J Primatol*, 1995, 36: 327-335.
- [25] Freeland WJ. Pathogens and the evolution of primate sociality[J]. *Biotropica*, 1976, 8: 12-24.

- [26] Hausfater G, Meade BJ. Alternation of sleeping groves by yellow baboons(*Papio cynocephalus*) as a strategy for parasite avoidance [J]. *Primates* , 1982 , 23 : 287-297.
- [27] Davies CR , Dye CM. Malaria infection rate of Amazonian monkeys increases with sleeping group size [M]. *Brit Ecol Soc Bull* , 1991 , 22 : 39-44.
- [28] Anderson JR. Sleep , sleeping sites , and sleep-related activities : awakening to their significance [J]. *Am J Primatol* , 1998 , 46 : 63-75.
- [29] Ramakrishnan U , Coss RG. Strategies used by bonnet macaques(*Macaca radiata*) to reduce predation risk while sleeping [J]. *Primates* , 2001 , 42 : 193-206.
- [30] Lima SL , Rattenborg NC, Lesku JA , et al. Sleeping under the risk of predation [J]. *Anim Behav* , 2005 , 70 : 723-736.
- [31] Terboghi J , Janson CH. The socioecology of primate groups [J]. *Ann Rev Ecol Syst* , 1986 , 17 : 111-135.
- [32] Kinzey WG, Wright PC. Grooming behavior in the titi monkeys(*Callicebus torquatus*) [J]. *Am J Primatol* , 1982 , 3 : 267-275.
- [33] Chapman CA. Spider monkey sleeping sites : Use and availability [J]. *Am J Primatol* , 1989 , 18 : 53-60.
- [34] Aquino R , Encarnacion F. Characteristics and use of sleeping sites in *Aotus*(Cebidae : Primates) in the Amazon lowlands of Peru [J]. *Am J Primatol* , 1986 , 11 : 319-331.
- [35] Mario DB , Estela ML , Maria CB. Sleeping site preferences in tufted capuchin monkeys(*Cebus apella nigritus*) [J]. *Am J Primatol* , 2000 , 50 : 257-274.
- [36] Pruetz JD , Schiel M , Waller M. Arboreal nesting an anti-predator adaptation by Savanna chimpanzees (*Pan troglodytes verus*) in Southeastern Senegal [J]. *Am J Primatol* , 2008 , 70 : 393-401.
- [37] Martin RD. Adaptive radiation and behaviour of the Malagasy lemurs [M]. *Phil Trans R Soc (London)* , 1972 , 264 : 320-352.
- [38] Krusen EL , Tara SS , Kyle B , et al. Nest building in captive *Gorilla gorilla gorilla* [J]. *Inter J Primatol* , 2001 , 24 : 1.
- [39] Remis MJ. Nesting behavior of lowland gorillas in the Dzanga-Sangha Reserve , Central African Republic : Implications for population estimates and understandings of group dynamics [M]. *Tropics* , 1993 , 2 : 245-255.
- [40] Vincent F. Thermoregulation and behavior in two sympatric galagos : An evolutionary factor [A]. In : Chivers D , Joysey K eds. *Recent Advances Primatology (VOL. III)* [M]. London : Academic Press , 1978 , 181-187.
- [41] Eisenberg JF. The Mammalian Radiations [M]. Chicago : University of Chicago Press , 1981.
- [42] Sauer E. Mother-infant relationship in galagos and the oral child transport among primates [J]. *Folia Primatol* , 1967 , 7 : 127-149.
- [43] Hediger H. Nest and home [J]. *Folia Primatol* , 1977 , 28 : 170-187.
- [44] Zhang P , Watanabe K. Extra-large cluster formation by Japanese macaques (*Macaca fuscata*) on Shodoshima Island , Central Japan , and related factors [J]. *Am J Primatol* , 2007 , 69 : 1-12.
- [45] Zhang P , Li BG , Watanabe K. Use of forest strata by Sichuan snub-nosed monkeys *Rhinopithecus roxellana* in spring and winter in Qinling Mountains , China [J]. *Acta Zool Sinica* , 2006 , 52 : 429-436.
- [46] Anderson JR. Sleep-related behavioural adaptations in free-ranging anthropoid primates [J]. *Sleep Med Rev* , 2000 , 4 : 533-537.
- [47] von Hippel FA. Use of sleeping trees by black and white Colobus monkeys(*Colobus guereza*) in the Kakamega Forest , Kenya [J]. *Am J Primatol* , 1998 , 45 : 281-290.
- [48] Liu ZH , Zhao QK. Sleeping sites of *Rhinopithecus bieti* at Mt. Fuhe , Yunnan [J]. *Primates* , 2004 , 45 : 241-248.
- [49] Radespiel U , Cepok S , Zietemann V , et al. Sex-specific usage patterns of sleeping sites on grey mouse lemurs (*Microcebus murinus*) in Northwestern Madagascar [J]. *Am J Primatol* , 1998 , 46 : 77-84.
- [50] Puertas P; Aquino R; Encarnacion F. Sharing of sleeping sites between *Aotus vociferans* with other mammals in the Peruvian Amazon [J]. *Primates* , 1995 , 36 : 281-287.
- [51] Huang CM , Wei FW , Li M , et al. Sleeping cave selection , activity patterns and time budget of white-headed langurs [J]. *Int J Primatol* , 2003 , 24 : 813-824.
- [52] Sugardjito J. Selecting nest-sites of Sumatran orangutans , *Pongo pygmaeus abelii* in the Gunung Leuser National Park , Indonesia [J]. *Primates* , 1983 , 24 : 467-474.

An Overview on Selection and Usage of Sleeping Sites in Non-Human Primates

WANG Ming, ZHAO Da-peng, ZHANG Jian, LI Bao-guo

(College of Life Sciences, Northwest University, Xi'an 710069)

Abstract: Sleeping behavior is a necessary life-sustaining activity for non-human primates, but is especially important in the life history of these animals because they spend approximately half of their lifetime sleeping. After a retrospective literature overview, we found that security(imposed by predation pressure), comfort and sanitation are the main factors affecting the selection and utilization of sleeping site by non-human primates. Non-human primates generally display three different choices of sleep site selection, which include arboreal, ground and nesting. By way of conclusion we discuss the differences between species and related environmental effects. The present paper also provides several promising directions for further research.

Key words: Non-human primates; Sleeping site; Selection; Usage