

云南无量山黑长臂猿对植物种子的传播作用

范鹏飞^{1,2,3} 黄蓓³ 蒋学龙^{3*}

(1 大理学院东喜马拉雅资源与环境研究所, 大理 671000) (2 大理学院生命科学与化学学院, 大理 671000)

(3 中国科学院昆明动物研究所, 昆明 650223)

摘要: 2005 年 9 月至 2006 年 4 月, 对无量山一群黑长臂猿进行观察, 研究黑长臂猿在植物种子传播中的作用。观察记录黑长臂猿一天的排便次数并收集粪便。通过直接观察和收集长臂猿粪便确定长臂猿取食的果实种类。以森林中采集的果实种子为对照标本, 对粪便中的种子进行鉴定, 并记录各种种子的数量, 测量其长度、宽度和重量。结果表明观察期间黑长臂猿共取食 31 种果实, 其中有 1 种在被取食时尚未成熟, 另有 2 种果实的种子在取食后遭到破坏, 还有 1 种植物的种子不能被长臂猿吞食而得不到传播, 黑长臂猿可为 27 种植物传播种子。黑长臂猿个体平均每天排便 2 次, 粪便的平均湿重为 22.7 g, 每份粪便平均含有 1 种植物的种子; 在不包含小种子 (直径 < 3 mm) 的情况下, 平均每份粪便中含有 12 粒种子。总的来说, 黑长臂猿是有效的种子传播者。

关键词: 黑长臂猿; 种子传播; 无量山

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-1050 (2008) 03-0232-05

Seed dispersal by black crested gibbons (*Nomascus concolor*) in the Wuliang Mountains, Central Yunnan

FAN Pengfei^{1,2,3}, HUANG Bei³, JIANG Xuelong^{3*}

(1 Institute of Eastern-Himalaya Biodiversity Research, Dali University, Dali 671000, China)

(2 College of Life Science and Chemistry, Dali University, Dali 671000, China)

(3 Kunming Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223, China)

Abstract: Gibbons are the main frugivores in the forests of Southeast Asia, and consequently have long been considered to be good seed dispersers. The purpose of this study was to describe seed dispersal patterns of the black crested gibbon (*Nomascus concolor*). We studied one well habituated free-ranging gibbon group over 8 months in Wuliang Mountain, Central Yunnan. When a gibbon defecated, the time and individual were noted and the feces were collected when possible. We tried to collect the whole feces, but it was very difficult because of the high canopy and the steep terrain. Seed species found in feces were identified by comparing them with seeds collected from trees in which gibbons fed. When entire defecations were obtained, we noted the species and counted the number of seeds larger than 3 mm. We also measured weight, length and width of each seed larger than 3 mm. We collected 60 entire feces; mean weight of wet feces was 22.7 g. Each feces contained one seed species and 12 seeds larger than 3 mm. Individual gibbons defecated on average twice daily. Gibbons consumed seeds of 31 species and dispersed seeds of 27 of these. The largest seeds we documented in feces were of *Symplocos ramosissima*, averaging 21.2 mm long and 12.7 mm wide. Fruits with elongated seeds (high ratio of length/width) were more likely to be dispersed than round seeds (low ratio of length/width).

Key words: Black crested gibbon (*Nomascus concolor*); Seed dispersal; Wuliang Mountain

灵长类动物的日常活动会对其生境中的森林结构和多样性产生重要的影响 (Bourlière, 1985), 比如一些植物通过灵长类取食其果实从而借助这些动物的移动传播种子 (Julliot, 1996)。种子传播是植物与取食其果实的动物间相互作用的一个动态

过程 (Howe and Smallwood, 1982)。动物在取食果实的时候, 将部分种子吞食, 并通过移动将其传播到其它地方。许多灵长类动物都会不同程度地起到对植物种子的传播作用 (Chapman, 1995; Julliot, 1996; Stevenson, 2000; McConkey, 2000; Knogge

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30370270); 大理学院博士启动基金; 国家重点基础研究发展计划 (973 计划) (2003CB415103); 中国科学院知识创新工程重要方向资助项目 (KSCX2-SW-119)

作者简介: 范鹏飞 (1981-), 男, 博士, 主要从事野外黑长臂猿行为和生态学研究. E-mail: fanpf1981@gmail.com

收稿日期: 2007-12-06; **修回日期:** 2008-04-01

* 通讯作者, corresponding author, E-mail: jiangxl@mail.kiz.ac.cn

and Heymann, 2003)。长臂猿是一种选择性非常强的果食性灵长类，并且在取食多数果实的时候并不破坏果实内的种子，因此长臂猿被认为是优秀的种子传播者 (McConkey, 2000)。但是到目前为止，仅有 McConkey (2000) 对一种杂种长臂猿 (*Hylobates mulleri* × *agilis*) 在种子传播中的作用进行了研究。

研究灵长类对种子的传播需要长时间的野外观察。首先，必须清楚研究对象取食植物果实后，是否吞食种子，种子是否被破坏。其次，必须获得研究对象排泄粪便的时间，每天排泄粪便的次数以及收集粪便。最后，对粪便内的种子进行萌发实验，观察种子的萌发时间和发芽率是否受到动物消化的影响。由于难以获得以上数据，灵长类对种子传播的相关工作在国内还未见报道。

黑长臂猿 (*Nomascus concolor*) 主要分布于中国云南，属国家一级重点保护动物。现存 4 个亚种中景东亚种 (*N. c. jingdongensis*) 和滇西亚种 (*N. c. furogaster*) 为云南特有，指名亚种 (*N. c. concolor*) 亦主要分布于云南。无量山是景东亚种的唯一分布区。在无量山，大部分的黑长臂猿生活在海拔 2 000 ~ 2 650 m 的中山湿性常绿阔叶林和半湿润常绿阔叶林中 (Jiang *et al.*, 2006)。无量山黑长臂猿食物中包括相当数量的植物果实，初步观察表明，它们对这些果实的采食具有选择性。经过近两年的跟踪，观察者已经能够在 15 m 左右对一群黑长臂猿进行近距离观察，这使研究者可以就黑长臂猿采食果实的种类进行识别并收集长臂猿的粪便，从而了解长臂猿在植物种子传播中的作用。本文拟通过对这群黑长臂猿 8 个月的野外观察，以了解黑长臂猿传播种子的能力。

1 研究地点和方法

1.1 研究地点和对象

研究地点位于云南省中部无量山国家级自然保护区西坡大寨子 (24°21'N, 100°42'E)。2005 年 4 月至 2006 年 3 月，该地点降雨量为 1 607 mm，其中 96% 的降雨集中在 5 ~ 10 月的雨季。年平均温度 16.2℃，最低温度 -2℃，最高温度 31℃ (Fan and Jiang, 2008)。

5 群黑长臂猿分布在该地区近 10 平方公里的中山湿性常绿阔叶林和半湿润常绿阔叶林中 (范鹏飞和蒋学龙, 2007)。从 2003 年 9 月开始对其中两个群体 (G2 和 G3) 进行每个月 10 ~ 20 d 的行为

生态学观察，2004 年 10 月选择 G3 作为主要观察对象，该群于 2005 年 3 月习惯研究人员的近距离观察。从该月开始对 G3 进行了连续 14 个月的行为学观察，其中本研究的内容从 2005 年 9 月开始，至 2006 年 4 月结束。研究期间，G3 由 1 只成年雄性、2 只成年雌性、1 只亚成年雄性、1 只青年雄性和两只婴猿组成。由于两只婴猿尚未独立，本研究不包括婴猿的行为。

1.2 行为观察和粪便采集

在研究群体习惯化后，每月在野外跟踪群体 6 ~ 13 d。每天早晨主要根据群体鸣叫声、群体过夜地以及其它线索寻找研究群体 (Fan and Jiang, 2008)。在找到群体后，以 5 min 为时间间隔对所见到的个体进行扫描观察 (Altman, 1974)，每次扫描持续 1 min，记录个体持续时间超过 5 s 的行为。观察到个体取食，即记录其取食物种名称和取食部位；观察到个体排便，立即记录排便的个体和时间，并寻找粪便。由于 (1) 黑长臂猿的粪便呈黄色，与森林里枯枝落叶的颜色相似；(2) 长臂猿主要在大树上活动，下落的粪便容易碰到树枝而被拦截，或碰成小碎块；(3) 研究地点的坡度较大，粪便掉到地面后还可能滚动相当远的距离；这些因素增加了寻找粪便的难度，所以找到粪便的成功率并不高。

将从粪便内收集的种子与野外采集的种子进行比对与鉴定，记录粪便内种子的种类和数量，以及是否被破坏，并测量粪便中长度超过 10 mm 的种子的长径和短径。对于那些种子小 (直径小于 3 mm) (McConkey, 2000)、数量大的种子 (特指无花果属的种子)，我们不对其进行精确计数。因此在分析粪便中种子的数量时，不包括直径小于 3 mm 的种子的数量。观察期间如果连续几天对群体进行全天观察，根据观察到的群体取食某种果实的时间和其种子在粪便中首次出现的时间，估计种子经过黑长臂猿消化的时间 (McConkey, 2000)。

只有完整收集的粪便被用来分析粪便中种子的数量和种类，只有全天跟踪的数据被用来分析一天中个体排粪的次数。所有数据运用 SPSS11 软件进行分析。用卡方检验黑长臂猿排泄粪便的时间是否均匀分布在一天中的各时间段。

2 结果

2.1 种子特征

研究期间，共观察到黑长臂猿取食 31 种植物

的果实,其中有1种在被取食时尚未成熟,另有2种果实的种子在取食后遭到破坏,27种果实的种子在黑长臂猿取食多汁的果肉时被吞食。所有被吞食的种子经过黑长臂猿的消化道后都没有被破坏,其中种子长度超过10 mm的有4种:青江藤 *Celastrus hindsii* (0.8 g, 18.4 × 6.9 mm, 长宽比: 2.7, $n = 10$)、买麻藤 *Gnetum montanum* (1.9 g, 19.5 × 12.0 mm, 长宽比: 1.6, $n = 26$)、多花山矾 *Symplocos ramosissima* (2.2 g, 21.2 × 12.7 mm, 长宽比: 1.7, $n = 10$) 和四棱蒲桃 *Syzygium tetragonum* (0.8 g, 17.2 × 6.4 mm, 长宽比: 2.7, $n = 10$)。唯一一种既未被黑长臂猿吞食也未被破坏的种子是南酸枣 *Choerospondias axillaria* (1.9 g, 18.9 × 15.2 mm, 长宽比为 1.2, $n = 52$)。

2.2 粪便排泄时间

研究期间共观察到群体内5个个体排粪181次,其中成年雄性在25个全天观察中排粪42次,两个成年雌性分别在28 d中排粪49次和在21 d中排粪31次,亚成年雄性在20 d中排粪26次,青年雄性在23 d中排粪33次。黑长臂猿从07:00开始至17:00都有排泄粪便的行为发生,但粪便排泄的时间并不是均匀分布在一天中的不同时间段 ($X^2 = 64.7$, $P = 0.000$)。粪便排泄在一天中出现两个高峰,第1个高峰出现在09:00 (19.3%),

第2个高峰出现在14:00 (16.0%) (图1)。

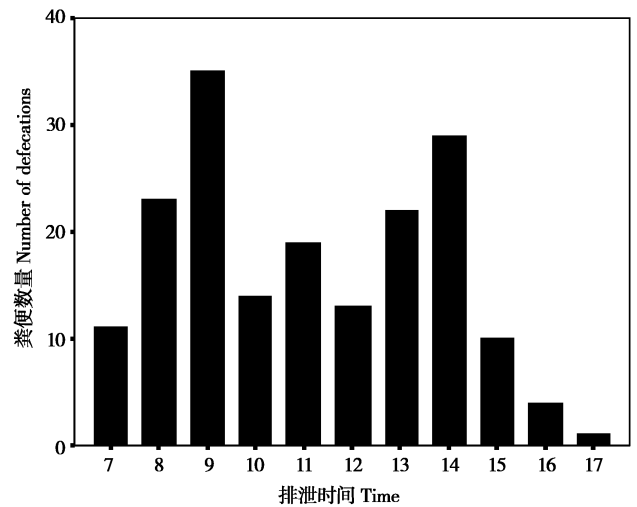


图1 黑长臂猿一天中排泄粪便的时间分布图

Fig. 1 Temporal distribution of defecations of black crested gibbons during daylight hours, Wuliang Mountains, Yunnan, September 2005 – April 2006

2.3 一天中个体排便次数

每一个体日排便次数不一 (表1)。不同个体平均每天排便2次 (范围: 1~4次, $SD = 1$ 次, $n = 117$)。从表1可以看出一天中观察到个体排便1次的情况最多。一天中个体排便最多可以达到4次,但这种情况只有3 d。

表1 不同黑长臂猿个体每天排粪的次数

Table 1 Number of droppings during daylight hours by different black crested gibbon group members, Wuliang Mountains, Yunnan, September 2005 – April 2006.

		排便次数 Number of feces				总数 Total
		1	2	3	4	
个体 Individual	成年雄性 Male	12	9	4		25
	成年雌性 A female A	12	12	3	1	28
	成年雌性 B female B	16	2	1	2	21
	亚成年雄性 Sub-adult male	15	4	1		20
	青年雄性 Juvenile male	15	6	2		23
总数 Total		70	33	11	3	117

2.4 粪便 特征

在观察到的181次粪便排泄事件中,我们只成功找到了60份完整粪便。粪便的平均湿重为22.7 g (范围: 1.7~84.6 g, $SD = 14.6$ g),每份粪便平均含有1种植物的种子 (范围: 0~5种, $SD = 1.3$, $n = 60$)。在不包含小种子 (直径 < 3 mm) 的情况下,平均每份粪便中含有12粒种子 (范围: 0~189粒, $SD = 28.3$ 粒, $n = 60$)。

2.5 种子通过消化道的时间

在整个研究期间,仅有6次可以确定种子通过黑长臂猿消化道的时间。6次的时间分别为23 h、23 h、26 h、26 h、45 h和100 h。平均时间为40.5 h。

3 讨论

种子传播的最有效方式就是将种子吞食,然后在不伤害种子的条件下,通过动物的排便将其带到远离母树的地方 (McConkey, 2000)。但是有些果

食性的灵长类经常破坏和取食种子 (Davies, 1991; Norconk *et al.*, 1997; Overdorff and Strait, 1998; McConkey, 2000)。虽然黑长臂猿取食的果实种类不多, 在本次调查中, 仅有 3 种果实的种子遭到破坏, 并且吞食的 27 种果实的种子在经过消化道后没有受到明显的破坏, 这说明黑长臂猿至少能对 27 种植物种子起到传播作用。

McConkey (2000) 认为长臂猿只有在无法将果实的营养部分与种子分离的情况下才吞食大的种子, 但我们的观察发现在黑长臂猿吞食的长度大于 10 mm 的 4 种植物种子中, 至少有 2 种 (多花山矾和四棱蒲桃) 果肉与种子容易分离, 并且我们也观察到黑长臂猿有时将这 2 种果实的果肉与种子分离, 仅仅取食果肉。为什么黑长臂猿还要吞食这些大的种子, 其原因尚不清楚, 有待于进一步深入研究。

Chapman (1995) 认为长形的种子容易被动物吞食, 因为它们容易通过动物的消化道, 这个观点在杂交长臂猿研究中已得到证实 (McConkey, 2000)。我们研究的黑长臂猿也有此选择倾向, 黑长臂猿所吞食的 4 种最大的种子都是长形的, 长宽比较大 (最小为 1.6, 最大为 2.7)。虽然南酸枣种子的体积并不比买麻藤和多花山矾的种子大, 重量也与买麻藤种子相当, 甚至比多花山矾种子轻, 可能是它的种子呈偏球形 (长宽比为 1.2), 在野外没有观察到黑长臂猿吞食南酸枣的种子。

在本研究中, 虽然我们仅有 6 次确定种子经过黑长臂猿消化道的时间, 但与其它 3 种长臂猿比较, 发现种子在黑长臂猿消化道内的时间明显长于白眉长臂猿 *Hoolock hoolock* (11 ~ 20 h, Ahsan, 1994) 和白掌长臂猿 *Hylobates lar* (21 h, Idani, 1986)。如果除掉最长的 100 h, 黑长臂猿的消化时间与杂交长臂猿 (27.8 h, McConkey, 2000) 的消化时间基本相同。

通过与杂交长臂猿 (McConkey, 2000) 比较, 黑长臂猿粪便的平均重量稍大于杂交种长臂猿粪便的重量 (22.7 g/21.8 g), 每天的排便次数也稍高于杂交种 (2 次/1.4 次), 并且粪便中种子的数量明显多于杂交种 (12 粒/6.8 粒), 但是每份粪便中含有种子的种类数稍低 (1 种/2.2 种), 这主要与长臂猿取食果实种类有关。杂种长臂猿取食至少 160 种果实, 并且吞食其中 77 种果实的种子 (McConkey, 2000), 而我们的研究群体仅仅取食 31 种果实, 吞食 27 种果实的种子。

综上所述, 黑长臂猿的采食行为的确会帮助一些植物传播种子, 而且数量不菲, 所以仅从传播种子的数量上来说黑长臂猿是一个有效的种子传播者。但本研究目前仅涉及到黑长臂猿传播种子的种类和数量, 黑长臂猿对种子的传播距离、传播模式、萌发时间和发芽率的影响等内容仍有待于更进一步的研究。

致谢: 本研究得到景东无量山哀牢山国家级自然保护区李忠林局长、李江林副局长、谢有能主任、刘长铭及张忠华等同志的帮助, 在此一并致谢; 同时也特别感谢两位野外工作助手刘业昆和刘业勇同志所给予的帮助。

参考文献:

- Ahsan M F. 1994. Behavioural ecology of the hoolock gibbon (*Hylobates hoolock*) in Bangladesh. Ph. D. thesis. Cambridge: University of Cambridge, 380.
- Altmann J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behavior*, **49**: 227 - 265.
- Bourlière F. 1985. Primate communities: their structure and role in tropical ecosystems. *Int J Primatol*, **6**: 1 - 26.
- Chapman C A. 1995. Primate seed dispersal: coevolution and conservation implications. *Evol Anthropol*, **4**: 74 - 82.
- Davies A G. 1991. Seed-eating by red leaf monkeys (*Presbytis rubicunda*) in Dipterocarp forest of Northern Borneo. *Int J Primatol*, **12**: 119 - 144.
- Fan P F, Jiang X L. 2007. Population viability analysis for black crested gibbon (*Nomascus concolor jingdongensis*) in Dazhaizi at Mt. Wuliang, Yunnan, China. *Acta Ecol Sinica*, **27** (2): 620 - 626. (in Chinese)
- Fan P F, Jiang X L. 2008. Sleeping sites, sleeping trees, and sleep-related behaviors of black crested gibbons (*Nomascus concolor jingdongensis*) at Mt. Wuliang, Central Yunnan, China. *Am J Primatol*, **70** (2): 153 - 160.
- Howe H F, Smallwood J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Ann Rev Ecol Syst*, **13**: 201 - 228.
- Idani G. 1986. Seed dispersal by pygmy chimpanzees (*Pan paniscus*): a preliminary report. *Primates*, **27**: 441 - 447.
- Jiang X L, Luo Z H, Zhao S Y, Li R Z, Liu C M. 2006. Status and distribution pattern of black crested gibbon (*Nomascus concolor jingdongensis*) in Wuliang Mountains, Yunnan, China: implication for conservation. *Primates*, **47**: 264 - 271.
- Julliot C. 1996. Seed dispersal by red howling monkeys (*Alouatta seniculus*) in the tropical rain forest of French Guiana. *Int J Primatol*, **17**: 239 - 258.
- Knogge C, Heymann E W. 2003. Seed dispersal by sympatric tamarins, *Saguinus mystax* and *Saguinus fuscicollis*: diversity and characteristics of plant species. *Folia Primatol*, **74**: 33 - 47.

- McConkey K R. 2000. Primary seed shadow generated by gibbons in the rain forests of Barito Ulu, central Borneo. *Am J Primatol*, **52**: 13–29.
- Norconk M A, Wertis C, Kinzey W G. 1997. Seed predation by monkeys and macaws in Eastern Venezuela: preliminary findings. *Primates*, **38**: 177–184.
- Overdorff D J, Strait S G. 1998. Seed handling by tree prosimian primates in southeastern Madagascar: implications for seed dispersal. *Am J Primatol*, **45**: 69–82.
- Stevenson P R. 2000. Seed dispersal by woolly monkeys (*Lagothrix lagotherica*) at Tinigua national park, Colombia: dispersal distance, germination rates, and dispersal quantity. *Am J Primatol*, **50**: 275–289.
- 范鹏飞, 蒋学龙. 2007. 无量山大寨子黑长臂猿种群生存力分析. *生态学报*, **27** (2): 620–626.

书 讯

《A Guide to the Mammal of China》出版

有 Andrew T. Smith、解焱主编的《A Guide to the Mammal of China》(中国兽类野外手册) 英文版已有 Princeton University Press 出版。合著者: Robert S. Hoffmann, Darrin Lunde, John Mackinnon, Don E. Wilson and W. Chris Wonzencraft。这本书详细描述了除广泛分布于全球的海洋哺乳动物以外的在中国分布的所有哺乳动物, 共 556 种。它全面描述了每个物种的突出鉴定特征、地理分布, 自然历史、分类备注、保护状况、参考文献, 每个物种都给出其拉丁学名、英文名、中文名和汉语拼音。每个物种都附有分布图, 包含了每个物种的文献记录点, 并附有主要哺乳动物精细的彩色手绘图。汪松教授是这本书的主要推动者, 提供了大量老一代中国兽类分类学家的手稿, 并编写此书中的中国哺乳动物的历史介绍。该手册由世界权威的专家共同合作编写而成, 这些国际专家同时有着长期在中国开展研究的经验, 其中 Andrew Smith, John MacKinnon, Robert S. Hoffmann 曾在中国工作多年。这本书的编写过程也是第一次非常全面地将中国兽类分类学研究和世界接轨, 解决了许多长期令人混淆的分类问题, 对中国兽类分类研究和野外调查都将起到里程碑似的促进作用。解焱从 20 世纪 90 年代就开始建立和发展的数据信息系统——中国物种信息服务 (CSIS, <http://www.baohu.org>) 为该书每个物种提供了详细的记录点分布图, 这些数据也为解决很多分类上的问题提供了极大的帮助。除了科学上的重要意义之外, 该书物种图片由一位年轻的罗马画家 Federico Gemma 绘制, 他现在已经是一位著名的自然艺术家。这本手册的制作非常精美, 令人爱不释手。《中国兽类野外手册》不仅是自然保护区工作人员、研究人员、保护工作者的理想参考书籍, 任何一个对中国丰富的哺乳动物感兴趣的人也可以从中受益。目前作者正在组织翻译, 希望中文版本将在年底或者明年年初出版, 届时将对中国的兽类保护和保护区管理工作发挥更加重要的作用。

(本刊编辑部)