

云南塔城滇金丝猴掘食行为的初步研究

任宝平 李明 魏辅文*

(中国科学院动物研究所, 动物生态学与保护生物学重点实验室, 100101 北京)

摘要: 2006年3月至2007年5月, 我们对云南塔城一个滇金丝猴群进行了连续跟踪, 旨在调查其生境利用情况。在此期间, 我们发现滇金丝猴在地面有掘土行为。通过照片分析, 发现滇金丝猴的这种掘食行为旨在获取某种植物地下球茎。后分别在两个地点采用焦点动物行为记录法对这种掘食行为进行了记录。通过比较单次掘食行为的持续时间、掘食行为的发生频次以及掘取成功率, 我们发现这些指标在不同年龄-性别组个体间的差异明显。成年雄猴的成功率明显高于其它两组; 在单次掘食行为的时间花费上, 成年雄猴和雌猴之间无差别, 而亚成年个体表现为用时短和变换挖掘地点频繁的特点。就雄猴而言, 成年有助于掘食成功。同时发现, 带新生仔的雌猴也会下地采掘, 但尚无成功采食纪录。进食植物球茎的过程中未发现分享块茎行为, 但有抢食表现。

关键词: 滇金丝猴; 掘食行为; 植物球茎

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-1050 (2008) 03-0237-05

Preliminary study on digging and eating underground plant corms by wild Yunnan snub-nosed monkeys at Tacheng, Yunnan, China

REN Baoping, LI Ming, WEI Fuwen*

(Key Laboratory of Animal Ecology and Conservation Biology, Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: We followed a free-ranging group of Yunnan snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) at Tacheng, Yunnan, March 2006 to May 2007, to investigate its habitat use. We observed some individuals excavating for something on the ground along the daily travel pathway. Further investigation using photography revealed that such behavior resulted in obtaining plant corms. We used multi-focal animal sampling to investigate sex-age class differences in digging behavior. We compared time-spent for each digging bout and acquisition rate of corms, frequency of digging behaviors among different age-sex classes. Adult males obtained plant corms more easily than other age-sex categories. We found no significant differences between adult males and adult females in time-spent digging. Subadult males showed a distinct digging pattern, with shorter time-spent and more frequent site-transfer than adult males and females. Monkeys did not share corms with others, although some individuals displayed scramble behavior. An adult female with its new born was also observed to dig for the corm, but no acquisition was recorded.

Key words: Digging; *Rhinopithecus bieti*; Underground corms

采食植物地下块根/茎在地栖性灵长类动物中多有报道。有些用手刨土寻找, 比如狒狒 (*Papio* spp. DeVore and Hall, 1965; Richard, 1985) 和日本猴 (*Macaca fuscata*, Iguchi and Izawa, 1990), 有些会利用一些简单工具掘取植物地下根茎, 如卷尾猴 (*Cebus apella*, de A Moura and Lee, 2004), 而且这种挖掘行为也用于觅食土中的昆虫和寻找水源 (Jolly, 1985; Schick and Toth, 1993)。

滇金丝猴 (*Rhinopithecus bieti*) 属于叶食性疣猴, 但已特化成典型的食地衣者 (Kirkpatrick *et al.*, 1998; Xiang *et al.*, 2007), 主要取食长松萝 (*Usnea longissima*)。当然, 其食物组成并非这么单一, 随季节变化它们还会采食其它植物的叶、芽、花和果实等 (Ding and Zhao, 2004; Xiang *et al.*, 2007)。观察发现, 它们时常有剥离死树树皮或捣毁朽木残桩的行为, 可能在觅食其中的动物幼虫

基金项目: 国家重点基础研究发展计划项目 (2007CB411600); 国家基金重点资助项目 (30630016); 国家自然科学基金资助项目 (30470310); 美国大自然保护协会中国部资助项目

作者简介: 任宝平 (1972-), 男, 助研, 博士, 主要从事动物行为生态学研究. E-mail: renbp@ioz.ac.cn

收稿日期: 2007-11-29; **修回日期:** 2008-03-12

* 通讯作者, corresponding author, E-mail: weifw@ioz.ac.cn

(Yang and Zhao, 2001; Ding and Zhao, 2004)。我们在调查该物种生境利用过程中,发现滇金丝猴有时会在地面挖掘泥土,猴群离开后常在地上留下许多深浅不一的坑洞(图 1a)。这种行为在其它猴群也有发现(Grueter *et al.*, unpublished)。那么滇金丝猴在挖掘什么呢?2006 年 6 月 16 日,我们跟随猴群在一个地点首次发现一只猴子刨出一种球状物,并看到其将掘出物吃下。由于当天未带相机没有照片确认,但在该地点记录了 5 只个体的挖掘过程。2007 年 5 月 4 日,在另一地点,我们拍到了其掘出物的照片(图 1b)。至此,滇金丝猴这种掘

食行为的掘出物有一个确凿证据。

1 研究地点和方法

1.1 研究地点和研究猴群概况

研究地点设在云南省维西县塔城乡响古箐(N27°37'57"~27°40'08", E99°20'18"~99°23'09")。这是一个由 360 多只滇金丝猴组成的大群(Liu *et al.*, 2007)。该猴群是国内目前最容易观察和跟踪的野生滇金丝猴群。只要能找到猴群,一般能够在 50 m 远处做到无干扰的观察。



a. 刨过的地面 Dug ground



c. 进食 Eating



b. 找到块茎状物 Found a corm



d. 成年母猴和其幼猴刨土搜寻
An adult female with her infant

图 1 植物球茎状物的挖掘和进食过程及母婴下地掘食行为(b 中红圈示掘出物)

Fig 1 Digging and eating the plant corm by an adult male and digging behavior of adult female with her infant (Plant corm marked in the picture b)

我们从 2006 年 3 月开始跟踪定位响古箐猴群以调查其栖息地利用方式,并一直持续至 2007 年 6 月。我们一般在 08:00 左右找到猴群,使用手持 GPS 定位仪记录猴群移动路线上的一些特征点(如进食停留点、午休点、当天夜宿点等),18:00 前后猴群跟踪过程结束。

1.2 行为观察和记录方法

在我们跟踪猴群的整个过程中,发现猴子在其行进路线上一些没有竹子的地方有掘土行为。这些

地点一般视野宽阔。这群猴子已基本适应人的存在:观察者在 10 m 之外自由走动不会迫使猴子离开。并非所有猴子都下地挖掘食物,挖掘行为实施个体的数目一般受到个体的社会等级和猴群在空间散布情况以及占据挖掘地点社单元大小因素影响,每次挖掘为个体很少超过 10 只。如该地点一个大家单元(one-male unit; Liu *et al.*, 2007)或两三个小家庭单元占有,只有这些家庭成员才能挖掘。因此,在观察点对有限的个体同时

同步做完整行为记录是可行的。这种行为记录方法，我们称之为多焦点动物行为取样法（Ren *et al.*, 2003）。记录内容包括挖掘个体的年龄和性别，挖掘块茎成功与否，单次挖掘行为持续的时间等。时间花费计算使用腕表（Casio: PRC-50）。

对挖掘行为计算单元定义如下：一个观察个体每挪动一个地点重新挖掘，即视为一个完整行为过程。如果一个个体挖掘一个地点后离开，不再挖掘，视为一次完整的挖掘过程。所有个体停止挖掘，记录结束。

对于年龄-性别组的划分：年龄主要根据其个体体型大小和经常与之在一起的其它个体间比较以及是否在家庭群或全雄群中等信息获得。比如，如果是一个亚成年雄猴或者少年雄猴，那么它只能和其它雄猴一起在全雄群中，不会和雌猴在一起。性别划分主要以其所属社会基本组成单元群为依据，再结合形体大小、有无婴幼儿将成年雌雄性和亚成年雄性区别开来。成年后年龄无法确认，故不再区分。

关于掘食成功率，是指同一性别-年龄组球茎获得次数和所有个体掘食行为发生频次之间的比率。整体成功率则指获得球茎的次数占掘食行为发生总次数的百分比。

1.3 统计方法

卡方检验用以比较不同年龄-性别组个体之间在行为发生频次上的差异大小。单因素方差分析（one-way ANOVA test）用来检验不同年龄-性别组个体在一个掘食行为过程中花费时间长短的差异；如果有差异，再利用 Dunnett T3 检验寻找造成这种差异的因素。检验显著水平 0.05。时间统计结果表示为均值 \pm 标准差形式，单位：分钟。

2 结果

2.1 滇金丝猴地面掘食行为及掘出物

目前，就我们所掌握的信息，滇金丝猴发掘行为出现的地点并不多，是否出现掘食行为取决于猴群何时经过该处。每次经过，猴群都会留下 10 ~ 20 个坑洞，由于从未看到过掘出物是什么，所以此前没有详细的行为记录结果。我们曾对 10 个滇金丝猴挖掘的小坑进行深挖掘，均没有挖到什么。在 2006 年 6 月 16 日上午，我们观察到一只猴子挖出一个球状物，但由于距离远，肉眼无法确定究竟是真菌团还是植物球茎。因为看到其掘出物的形

状，所以在该地点记录了其掘食过程。2007 年 5 月 4 日 09:21，我们利用照相机获得了一只成年雄猴从土中刨出一个奶黄色近圆形植物球茎，并清楚看到它将刨出物吃下的过程。目前我们还没有找到这种球茎，不能确定其所属植物种类以及究竟是根还是茎。为了方便叙述，在本文中我们采用植物球茎或球茎。至此，我们可以确定滇金丝猴挖掘到的是一种可食的植物球茎。而挖掘中未见到有个体借助任何工具，如树枝、石头等物，全部利用双手刨挖。

在全雄单元中，经常在挖掘雄性个体旁边会有一只亚成年雄猴或少年雄猴紧挨挖掘者，看其掘土，并有抢食举动，但都被拒绝，未见攻击行为。当一个个体获得球茎后仅见到其独自享用过程，尚未见到与其它个体分享的情况。年轻雄猴会挨坐在挖到块茎的个体旁，看其吃完后才离开。没有看到成年雄猴和成年雌猴一起挖掘的情形。

2.2 找寻植物球茎的个体年龄-性别组差异和获得成功率

对滇金丝猴掘土搜寻植物球茎的调查，详细记录到行为过程的目前仅有 2 次，分别位于两个地点。共记录到 14 只猴子掘土，34 个完整掘食行为过程，观察时间 134 min。下地但没有实施挖掘的个体没有统计。在这 14 个个体中，成年雌猴（包括记录到 1 次母幼组合）掘食 5 次，其它均为全雄单元中个体（仅限亚成体和成体），掘食 29 次。未记录到家庭雄猴掘食行为。

2.2.1 不同年龄-性别组个体挖掘行为的地点变换次数比较

2006 年 6 月记录到 5 个个体的挖掘过程：一个个体单次掘食行为持续时间最短 3 min，最长 14 min。掘到球茎 1 个。从猴群停留开始到再无个体挖掘共 37 min；2007 年 5 月在另一处记录到 9 个个体的掘食过程：一个个体单次掘食行为持续时间最短的 1 min，最长的 17 min。掘到球茎 3 个。猴群停止移动开始到所有个体停止挖掘持续约 97 min；统计结果见表 1。掘食行为的换位次数或者重复出现次数在不同年龄-性别组个体之间存在明显的差异：亚成年雄性远高于成年雄猴和雌猴（卡方检验： $\chi^2 = 144.7$, $df = 2$, $P = 0.000$ ）。成年雄猴两只各仅挖掘 1 次，其它两只各换位 2 次，即挖掘 3 次/每只；成年雌猴两只各仅挖掘 1 次，1 只换位 2 次（挖掘 3 次）。

表 1 不同年龄-性别组滇金丝猴在两个挖掘地点挖掘次数

Table 1 Corm excavations of Yunnan snub-nosed monkeys at two different sites and dates

年龄-性别组 Age-sex class	2006 年 6 月 16 日 June 16, 2006		2007 年 5 月 4 日 May 4, 2007	
	个体数 Number of animals	挖掘次数 Number of digging	个体数 No. of animals	挖掘次数 No. of digging
成年雄 Adult male	1	3	3	5
亚成年雄 Subadult male	3	8	4	13
成年雌 Adult female	1	1	2	4
总计 Total	5	12	9	22

2.2.2 不同年龄性别组成员挖掘球茎的成功率和花费时间比较

不同年龄-性别组个体挖掘植物球茎的成功率和掘食行为平均持续时间见表 2。由表 2 可以看出, 这些统计到的个体掘取地下植物球茎的成功率

不高, 约 31%, 基本上由成年雄猴获得, 亚成年雄猴挖掘到 1 次, 雌猴目前尚未有获得球茎的记录。各不同年龄-性别组个体在掘取植物球茎的成功率上存在显著的差异 (卡方检验: $\chi^2 = 107.1$, $df = 2$, $P = 0.000$)。

表 2 滇金丝猴挖掘植物球茎成功率和花费时间

Table 2 Success rate and mean time of tuber acquisition of Yunnan snub-nosed monkeys, Tacheng Yunnan

年龄-性别组 Age-sex class	个体数 (只) Number of animals	块茎数 (块) Number of tubers	挖掘成功率 Percentage of acquiring tubers	平均花费时间 (min) Mean time (min)
成年雄猴 AM	4	3	75 %	9.3 ± 2.5 ($n = 8$)
亚成年雄猴 SM	7	1	14 %	5.2 ± 2.6 ($n = 21$)
成年雌猴 AF	3	0	0	8.8 ± 5.1 ($n = 5$)
合计 Total	14	4	31 %	6.7 ± 3.5 ($n = 34$)

个体年龄和性别主要依据形体大小和所在基本社群单元 (家庭和全雄单元) 的不同划分。时间表示为均值 \pm 标准差 (单位: min), 括号内为样本数。

Age-sex classes were categorized by body size and types of social units. AM: adult male; SM: subadult male; AF: adult female. Time format is displayed by mean \pm standard deviation in minutes, sample size in the parentheses.

从不同年龄-性别组个体在一次掘食行为过程中所花费的时间来看, 不同组别间存在显著差异 (one-way ANOVA test: $F_{2,31} = 6.571$, $P = 0.004$)。利用 Dunnett T3 检验发现, 这种差异是由亚成年雄猴行为持续时间过短所致 ($P = 0.006$), 而成年雄猴与成年雌猴的时间花费上没有差别 ($P = 0.996$)。也就是说, 亚成年雄猴在单次掘食行为中花费的时间要比成年个体短。

3 讨论

在野生猴群中, 滇金丝猴掘食行为并不少见, 但对该行为及其掘出物是什么尚未见报道, 这可能与直接的行为观察过于困难有关 (Xiang *et al.*, 2007)。相似的, 人们从滇金丝猴剥离朽木树皮的行为推测这是在觅食动物幼虫 (Yang and Zhao, 2001; Ding and Zhao, 2004), 但终究找到的是什么并无确切证据。所以, 目前尚缺乏滇金丝猴动物性食物组成方面的资料。

我们本次调查结果显示, 滇金丝猴这种地面挖掘行为是在采食, 挖掘对象是某种植物球茎。猴群

离开后, 我们曾在猴子挖过的地方用小铲子刨过, 没有找到任何类似物。由此可知, 这种植物球茎产量不高, 不易获得。从其挖掘这种地下球茎的地点看, 挖掘地点比较固定, 考虑到其很低的获得率, 尤其是青年猴, 不排除球茎的获得带有一定的偶然性。

我们初步的统计结果显示成年雄猴挖掘球茎的成功率较成年雌猴和亚成年雄猴高。成年雄猴在一个地点挖掘所花费的时间远比亚成年个体长, 相反后者则是频繁变换挖掘点, 提示成年有利于提高球茎的获得率, 而且球茎的获得可能与经验有关。基于此点, 可以初步认为亚成体在此行为上具有不成熟性。尽管两次调查中均未记录到成年雌猴掘到块茎, 但其单次挖掘持续时间与成年雄性之间没有显著差异。这提示, 长时间在一个地点挖掘可能是行为成熟的表现, 没有少年猴或更小的个体单独掘食也从侧面支持掘食行为可能是一个成年个体的采食行为。很明显, 行为成熟有利于提高植物球茎的获得率。本研究结果中未记录到成年雌猴掘到球茎, 也可能因为: 1) 在地面上活动的雌性本身就少,

从事掘食行为的几率低；2) 在掘食球茎上存在不熟练因素；3) 雌雄猴之间明显的性二型特征，提示雌猴弱小的挖掘力量也会影响其掘食的成功率。目前，因为没有滇金丝猴地栖性和地面活动个体性比方面的研究结果，对于雌猴是否比雄猴在地面活动少尚需进一步的研究来验证。

尽管挖掘植物根/茎在日本猴被认为是一种少见的觅食行为，但的确存在 (Iguchi and Izawa, 1990)。地下根/茎高的营养价值 (Hatley and Kappelman, 1980; de A Moura and Lee, 2004) 也使日本猴挖掘能力在不断增强 (Iguchi and Izawa, 1990)。如果地面活动比树上承担风险大成立，那么我们看到的带幼仔雌猴下地掘食则反映出滇金丝猴对这种植物球茎很高的喜食程度。就单次挖掘行为持续时间来看，日本猴单次挖掘持续时间 (36~48 s)，远比滇金丝猴的短。这与日本猴所挖掘的植物根/茎容易获得 (Iguchi and Izawa, 1990) 有关。据报道，生活在非洲稀树草原上的狒狒 (*Papio* spp.) 喜欢掘食草根，这种草根在其食谱中占有相当大的分量 (Richard, 1985)，它们挖掘草根常常会花费数小时，而且是主动寻找采食 (DeVore and Hall, 1965)。很明显，滇金丝猴所掘食的植物球茎在其食谱中所占份量是很有限的，很低的获得率可能也是滇金丝猴每次挖掘持续时间缩短的原因。滇金丝猴单次挖掘持续时间远比狒狒短。但是，滇金丝猴的掘食方式基本上是随机的，只有猴群经过这些地点的时候才会出现掘食行为。而且，能否实施挖掘行为还受猴群不同组成单元的空间散布方式和社会等级 (Liu *et al.*, 2007) 的影响，只有正好位于掘食地点的个体才有机会挖掘，而因为空间分布不能接近这些地点的个体则没有机会。这对于一个群体来说这种行为的发生是一定的，即每次经过总会有几个个体实施挖掘行为；对于每一个个体来说，因为不能确定每次猴群经过这些地点时自己在空间的散布位置，那么每个有挖掘能力的个体的挖掘机会可以认为是均等的。鉴于此种情况，对这些挖掘个体的行为调查，基本上就能

够反映整个群体的挖掘情况。当然，这种行为发生是否具有季节性也还是个悬而未决的问题。本次调查只有两个地点，这种小样本也可能对滇金丝猴掘食行为表现的个体差异产生一定影响。

参考文献：

- DeVore I, Hall K R L. 1965. Baboon ecology. In: DeVore I ed. *Primate Behavior, Field Studies of Monkeys and Apes*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 20-52.
- de A Moura A C, Lee P C. 2004. Capuchin stone tool use in Caatinga dry forest. *Science*, **306**: 1909.
- Ding W, Zhao Q K. 2004. *Rhinopithecus bieti* at Tacheng, Yunnan: diet and daytime activities. *Int J Primatol*, **25**: 583-589.
- Hatley T, Kappelman J. 1980. Bears, pigs and Plio-Pleistocene hominids: a case for the exploitation of belowground food resources. *Human Ecol*, **8**: 371-387.
- Iguchi M, Izawa K. 1990. Digging and eating of underground plant-parts by wild Japanese monkeys (*Macaca fuscata*). *Primates*, **31** (4): 621-624.
- Jolly A. 1985. *The Evolution of Primate Behavior*, 2nd ed. New York: Macmillan Publishing Company, 45-71.
- Kirkpatrick C R, Long Y C, Zhong T, Xiao L. 1998. Social organization and range use in the Yunnan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus bieti*). *Int J Primatol*, **19**: 13-51.
- Liu Z H, Ding W, Grueter C C. 2007. Preliminary date on the social organization of black-and-white snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus bieti*) at Tacheng, China. *Acta Theriologica Sinica*, **27** (2): 120-122.
- Ren B P, Zhang S Y, Xia S Z, Li Q F, Liang B, Lu M Q. 2003. Annual reproductive behavior of *Rhinopithecus roxellana*. *Int J Primatol*, **24** (3): 575-589.
- Richard Alison F. 1985. *Primate in Nature*. New York: W. H. Freeman and Co.
- Schick K D, Toth N. 1993. *Making Silent Stones Speak*. New York: Simon and Schuster.
- Xiang Z F, Huo S, Xiao W, Quan R C, Grue ter C C. 2007. Diet and feeding behavior of *Rhinopithecus bieti* at Xiaochangdu, Tibet: adaptations to a marginal environment. *Am J Primatol*, **69**: 1141-1158.
- Yang S J, Zhao Q K. 2001. Bamboo leaf-based diet of *Rhinopithecus bieti* at Lijiang, China. *Folia Primatol*, **72**: 92-95.