

滇金丝猴 (*Rhinopithecus bieti*) 食性的分析

吴宝琦

(中国科学院昆明动物研究所, 昆明 650107)

关键词 滇金丝猴; 摄食行为; 食物类型; 寄生虫

内 容 提 要

由野外大猴群摄食行为观察、捕获个体摄食偏好度观察、它们粪便的显微鉴定及定量分析、消化能力测定和寄生虫鉴定等五方面证据汇聚的信息表明: 滇金丝猴的主要食物是被子植物类型; 而曾被误认为是其主食的冷杉等寒带裸子植物叶则几乎不是其食物。故滇金丝猴应更适应热带亚热带被子植物环境而非高山寒温带云冷杉植物群; 故该种猴现代高山分布成因需深入研究。鉴于研究现状, 本文特别把方法学问题提到一个不宜忽略的位置上。

引 言

滇金丝猴 (*Rhinopithecus bieti*) 是中国特有灵长类动物; 已被列入国际濒危动物红皮书 (IUCN, 1988)。然而作为该动物生物学特性的重要方面的食性, 近百年来国际上只有这样记载: “食物: 花蕾、叶子和竹笋等” (Elliot, 1913; Allen, 1938; Napier *et al.*, 1967)。近十年, 国内一些学者纷纷报道 *R. bieti* 主要吃冷、云杉嫩叶、花苞和叶芽苞, 也食少量松萝, 主要证据是: 在 *R. bieti* 活动过的冷杉林内地面存在大量“食弃的杉枝尖” (李致祥等, 1981; 木文伟等, 1982; 白寿昌等, 1988)。其中除李致祥等述及 *R. bieti* 边食冷杉叶边丢外, 列举的其余实物和行为证据均不支持他们自己的结论。例如李致祥等图片(可视为一抽样)所示5枝“食弃的杉枝尖”约80%“食用部分”完好无损, 明显违背动物能量摄入与消耗平衡的原理; 木文伟等对在白马雪山捕获的一只幼猴, 当即在该栖息地做择食观察, 记录表明它厌恶冷杉而喜食马豆草和松萝; 白寿昌等的记录表则标明禾本科草类在 *R. bieti* 粪便中残留量居首位。

信息论认为对有重要意义的事件不可让一条脆弱单一的信息通道来传递; 排除三类基本干扰(控制干扰、自然干扰或噪音、主观干扰)就必须“滤波”; 用完全不同通道传递同一个信息, 再把各种结果加以对比分析是一条普遍的滤波原理, 在获取正确而可靠的重要信息上有良好记录(金国凡, 1983)。作者依据这一原理构想和实施的 *R. bieti* 食性信息获取和滤波结论已概括于本文内容提要; 内容的展开则请见后文。

时间、地点和研究对象

除对笼养猴的观察及实验在结果部分详述,野外考察时间分别是1986年5—7月,1987年3—6月,1988年8—11月。野外视觉观察猴群时间,86年30.1小时,后两年累计260多小时。考察区域均是滇西北德钦县白马雪山叶日区域(向北约30公里即是西藏),面积约250平方公里,属金沙江水系,地图详见吴宝琦等(1988)。逐年尾随的 *R. bieti* 的群大小及它们的家域都明显有异,有可能是三个相对独立但有所交流的群,分别为1986年188只;1987年269只;1988年,很大的群(无机会很好计数)。1987年在历时1个月逐日尾随那一群过程中,在冷杉林内随机抽取了它们的粪粒400多粒,这代表该群在冷杉林中食物总体。

方 法

部分方法难与结果分离故结合结果叙述。其余方法叙述如下。

一、*R. bieti* 大群林内观察方法

世界上非人灵长类环球分布带中,似以滇川藏相交汇的横断山脉区域完全集中大褶皱大高差陡峭的地形地貌和寒冷多雪的气候这两类最严苛的栖息条件,最难攀援涉越。国外已报道的灵长类各属野外生态学和行为研究方法难直接施于 *R. bieti*。仰鼻猴属 (*Rhinopithecus*) 各个种已有野外研究(刘诗峰,1959;胡锦矗等,1980;史东仇等,1982;李贵辉等,1986;李致祥等,1981;木文伟等,1982;白寿昌等,1987,1988;陈服官等,1983;解文治等,1989;谢家骅等,1982)均又缺乏严谨的生态学和行为研究方法,特征是: 1. 无技术步骤及其细节; 2. 无功能可靠性论证;或 3. 干脆免述方法。其中解文治等所谓“隐蔽深入群中”、“隐蔽潜入猴群然后现身”,据该文末述及的“金丝猴是很机警的动物”看,不可能做到;据行为抽样原则(详见本文讨论),它不是科学方法。故他们论文主要结果无法重复。

通过“尝试和错误”摸索,作者逐年建立对 *R. bieti* 做林内近距行为有效观察的四项方法,规范且易重复。现简述如下:

1. 后上侧弱粘法: 保持高于 *R. bieti* 大群约50米高度、偏后角度和约150—200米距离,借小山嶂背和各层树冠遮挡尾随之(不宜自坡下位尾随之)。不要求做采食、运动和社会关系等行为观察,但求不被反察觉。故名。目的和效果: 能连续终日尾随,在大比例地图放大作业图上绘制漫游路线、采食和过夜地点,至考察结束时这些线、点即包络得猴群家域或季节性家域并可求其面积;能在尾随同时做粪便和已知所食植物抽样;能当猴群自界于两小山嶂之间凹沟林内水平移向较远一个且较裸露的小山嶂时,隔沟持望远镜详察移动全过程,从容地逐个计数全群所含个体,得群大小(绝对数字),有时能做上述不要求的行为观察并抽样(吴宝琦等,1988)。

2. 贴近法: 基于法 1, 当猴群坡上位林下出现较多小山嵴分岔和小巉岩群时, 躬身轻跑或爬行, 忌直线式; 最近可贴至距猴群边缘个体后上方约 60—90 米。目的和效果: 能由 8 倍望远镜或 210 毫米像机镜头分辨出殿后猴子指、鼻等细部及动作细节; 可做这些个体行为细节有效抽样, 并随猴群沿水平方向移远而失效。此后恢复法 1。

3. 反迎法: 基于法 1, 尾随至猴群坡上位地面较连续平缓较少深冲沟且林下灌木阻力较小时, 由那里 (有时走出森林上限) 迂回至猴群欲水平移往之方向所指前方约 150—200 米的小山嵴分岔顶面树丛中俯卧 (此小山嵴应可由其反侧缘迅速下行上撤), 待其移来。主要对前锋个体行为细节做有效抽样, 距离以由约 80 米渐缩至约 40 米为宜。至此距离难保持时即迅速沿小山嵴反侧悄然向上位撤离躲开, 切忌挡其通道。此后恢复法 1。有时猴群分几小股并进, 可能会有一小股突然从对面高于观察者的岩背顶上出现, 则宜立即升高抽样位置, 不宜留恋原低位置。

4. 侧切法: 基于反迎法, 若 *R. bieti* 群取道观察点之突兀巨岩侧下翼呈水平鱼贯移行, 则不必上撤, 而更临飞崖突岩缝隙中, 借枝茎曲伸勾斗之小树 (栎、杜鹃) 遮蔽, 静息无声, 让猴群“切”过; 目的和效果: 主要对猴群侧缘个体行为细节做有效抽样, 距离稳定在约 40—60 米。*R. bieti* 群移动模式见另文 (吴宝琦等, 1988)。之后恢复法 1。

除上述 *R. bieti* 群移动情形外, 对逗留情形另具体处理。若逗留地点林下坡势缓和, 宜用法 1 圈行测其分散面积, 间用方法 2 贴近做边缘部分个体行为抽样; 若林下坡势急陡, 则不宜测面积而同时兼用法 1—3; 若逗留地点临渊背崖, 宜用法 1 做高崖鸟瞰或隔“岸”遥观, 忌自下位贴近之。

二、*R. bieti* 粪便显微鉴定和计量方法

所据原理和定量分析方法已在另文中表述过 (吴宝琦等, 1989); 此处仅涉及定性方法:

从前述 *R. bieti* 群粪粒大样本中用抽签方法取 50 粒, 分别浸泡、搅散、沉淀和淹水; 重复操作直至水清。用滴管打匀, 每吸残渣液 1 滴制 1 张临时水封片, 计制 3000 余张。镜鉴记录。此法可留住长度约 1 毫米的寄生线虫幼虫和细小得多的棘口吸虫卵。

结 果

一、摄食行为和食物类型

(一) 野外 *R. bieti* 大群

1986—1988 年三年观察结果分冷杉林内外两大类场合归纳如下:

1. 林外

大猴群在林外活动的地点可分为五类: ①悬崖, ②草坡, ③冲沟, ④流石滩, ⑤疏林 (树间距达十几至几十米)。与猴群保持 150—300 米距离, 高崖隐蔽鸟瞰, 猴群全貌常一览眼底: 群分散面无规则, 约占地 1—2 万平方米, 似不比林中分散面积 (吴宝琦等, 1988)

大。整群常一次持续滞留活动于这类地点中 1—2 小时；几乎全天候活动，阴、晴、浓雾、寒风、冷雨或小雪皆难影响之；唯骄阳当顶时它们活跃程度降低。

做行为抽样。焦点动物法 (Altmann, 1974; Martin, and Bateson, 1986; SCNP *et al.*, 1981) 结果：一成年猴常蹲坐于极小一片草滩中，一次拔食草约 20 分钟而不挪位；主要为当地原生草被之禾本科和莎草科诸种类；草被高约 30—50 厘米；*R. bieti* 在 5 月份草被返青前甚至仅能食到枯草！或在几丛高约 2 米之被子植物灌木上辗转攀折，摘食树叶、嫩芽和嫩枝尖，约 15—30 分钟。扫描法(引文同焦点动物法)结果：若大猴群各个体类似地分散在陡坡各位置，如小沟沿、沟底、各大小裸岩上下左右前后，所食项目与焦点法结果一致。其它行为此处略述。

R. bieti 大群总是倾群造访这类林外地点，并每天常有 1—4 次之多，时间长的累计 5—9 小时/天；进入或移离此类林外地点，作者观察到，*R. bieti* 大群有一次性在林外移行行程超过 1500 米表现。此间除未见 *R. bieti* 食用柏类外，其余各种灌木均属被子植物门，都矮小稀疏；草被常发达，都富含粗蛋白，仅单子叶植物纲即逾 70 种，绝大多数为动物喜食或可食者，包含了世界广布成分、泛热带区系成分、热带亚洲至热带非洲区系成分(吴征镒等, 1987)。

2. 林内

R. bieti 大群造访的林型几乎都是 3700—4100 米的冷杉林、栎林、栎-冷杉混交林和一些树种相当混杂的树林；较少造访 3400—3800 米的云杉、桦及山杨树林。上段林型林下优势木为杜鹃树，其它种被子植物灌木间杂其间，枝条修长、叶皆细小，每年 12 月至次年 5 月，林下视线可远及百米，而 6 月至 11 月，视线常受限于 70 米或更短距离内。下段林型林下灌木颇丰且密，藤本和箭竹可见。上段海拔乔木多高 10—20 米者；下段海拔乔木则多高 30—50 米者。共同地，两段海拔林内都因乔木树冠遮蔽，光背景幽暗呈多层次变化，使林内具有灰箱性质。

R. bieti 在此间活动时间也许比在林外长。又因其今日视野中容不得人类观察者或走近者，它们行为细节的有效抽样甚难。故林内 *R. bieti* 食性是其食性问题最后关键。交替运用作者建立的上述四项林内有效观察方法，1987 和 1988 年有幸累计约 2.6 小时(计 30 余次，占视觉观察总时数约 1%) 完成摄食行为近距离有效抽样。分两类情形归纳如下。

(1) 冷杉树上

① 幼年以上个体常折断尺余长杉枝并惯将枝的叶背一面(其条形扁平叶背阳面)翻转朝上，用手指择出枝叉间附生的枝状(松萝等)和片状(梅衣等)地衣食入。几乎未见其手指主动触向短枝上端呈簇生状的冷杉叶；其时，簇生冷杉叶之嫩叶簇位于枝的下面即背向猴体，比翻转前较不利于被选择。

② 偶见其摘下具簇生嫩叶的约 3—7 厘米长一段枝尖，然后啃食断口端皮部。但此种行为仅占全部有效(即可分辨)摄食行为抽样的极低比例。

上述采食之后都弃枝于树下。每事后至其树下抽样察看，冷杉嫩枝上的簇生叶芽和嫩叶约 80—90% 以上完好无损，与李致祥等的抽样结果(见引言)一致，结合其攀折-选择行为模式，似可说 *R. bieti* 几乎不食用冷杉叶。但地上的约 3—7 厘米短小嫩枝尖中，断口附近约 0.5—1 厘米一段无杉树皮者(确常有啃迹)竟达约 70—80%，却与上述行为抽

样结果出入甚巨,故尚不敢言 *R. bieti* 常啃食冷杉嫩枝皮。

(2) 冷杉树下

① 食灌木叶模式: 尚未见食各种大叶杜鹃树叶等。对其余各种被子植物灌木, *R. bieti* 面对修长但杂乱伸出的枝条坐在坡上位地面,一手拉住一条细枝使弯向猴体,另一手随之握此弯枝向枝梢方向一拉,脱入掌中一把叶子,一次送入口中。或在灌木的坡下位,以后肢立起身体,常伸臂拉折或折断枝条后顺势蹲坐摘叶食入。

② 食草模式: 扯下单子叶纲草叶片食入;刨食草根时,叉腿坐地或跪爬在地,拨开草丛将手探下,把葡伏草茎连根拉起,双手扯拉,逐段摄入,或一手把持逐段咬扯断摄入。双子叶纲草稀少,但见食此类草时多取蹲位,双手拨弄探择草冠叶子,缓慢地逐片摄入。

(二) 捕获的 *R. bieti* 个体

其他研究者对在德钦、维西两县刚捕获的 *R. bieti* 即时投喂原栖息地几类型植物,不给人类粮食或其加工品,故其结果真实地反映 *R. bieti* 在野外对各类型植物的偏好度,见表 1。对捕获一年后的笼养个体,作者再做类似实验,将被别的学者喂了一年的玉米窝

表 1 5 只捕获的滇金丝猴对几类新鲜植物的摄食偏好度

The feeding preferential degrees for several fresh plants by 5 individuals of *R. bieti* who were captured

个体数	性别	年龄	饲喂食物类型	接受(+) 拒绝(-)	原栖息地	时间、地点	来源
1	?	幼	冷杉 (<i>Abies</i> sp.) 嫩叶等 松萝 (<i>Usnea</i>) 马豆草(学名?)	---+ ++++ +++++	德钦县,白马雪山,叶日区域。	原栖息地森林。一捕到该猴即实验。	木文伟等(1982)。表述形式本文改为表格。
1 3	♀ ♂、♀	幼 成	冷杉嫩叶等 松萝 竹 (<i>Sinarundinaria</i> -) 叶 桃 (<i>Prunus persica</i> -) 叶	---- ++++ +++++ +++++	维西县,攀天阁区域。	1987 年初夏,从原栖息地转运往昆明的全过程中。一捕到即开始实验。	据邹汝金(私人通讯)。

表 2 3 只 1987 年上半年捕获的滇金丝猴一年后对几类新鲜植物的食物偏好度

After one year, the feeding preferential degrees for several plants by 3 individuals of *R. bieti* who were captured in the first half of 1987

个体数	性别	年龄	饲喂植物类型	接受(+) 拒绝(-)	原栖息地	实验地点、时间
1	♀	幼	冷杉嫩叶、叶芽苞 云杉 (<i>Picea</i>) 嫩叶等 梅衣科 (<i>Parmeliaceae</i>) 松萝科 (<i>Usneaceae</i>) 禾本科 (<i>Grammineae</i>) 莎草科 (<i>Cyperaceae</i>) 苜蓿属 (<i>Medicago</i>) 三叶草属 (<i>Trifolium</i>)	---- ---- +++++ +++++ +++++ +++++ +++++	维西县,攀天阁区域。	昆明动物研究所。 1988年6月;12月。 1989年1月。
1 1	♀ ♂	成 成	冷杉嫩叶、叶芽苞 云杉嫩叶、叶芽苞 梅衣科 松萝科	---- ---- +++++ +++++		昆明动物园。 1988年6月。

头、膨化饲料、葵花籽、饼干撤掉,换喂裸子植物叶(冷、云杉)、被子植物叶(禾草和莎草等)、和地衣(松萝、梅衣),结果是:其择食被子植物的偏好稳定不变;地衣次之;拒食冷、云杉叶的行为同样稳定不变,见表2。作者的实验结果同时显示,本所的 *R. bieti* 经喂昆明几类草后,其粪即恢复为与野外 *R. bieti* 粪一样的粒形(小板栗状)或条形(分节清晰,易断离为上述粒形)和色泽(黑色或墨绿色且表面润泽光亮),一次根治因喂上述不当食物(高淀粉、高油脂和植物纤维缺如)所致的连续数月泄肚、形容枯槁、全臀毛粘结成块、臀部皮肤裸露和粪便稀糊灰白病状。

二、粪便显微鉴定和食物类型

(一) 野外 *R. bieti* 大群的主要食物类型

对由方法一节所述野外 *R. bieti* 粪粒定性组样本鉴定结果,其食物含八个类型,见表3。其中粪残留量居前者无疑是其主要食物类型:

1. 单子叶植物纲 主要为禾本科和莎草科。残留组织显微结构见图版 I 之 1。
2. 地衣植物门 在临时水封片中展开得很好的绝大多数是片状地衣残留形态。残留组织显微结构见图版 I 之 2。
3. 被子植物门 树皮、嫩枝、残叶和叶芽等。其中小茎梗残留组织显微形态见图版 I 之 3。

表3 叶日区域冷杉林内滇金丝猴冬季粪的食物显微鉴定
The micro-identification on diet of *R. bieti* from its excrements in
Abies sp. woods of Yeri area in winter

残留食物类型	组织形态学特征		50号样品中的残留度
	×10,	×40,	
单子叶纲 (Monocotyledoneae)	残叶呈条状;叶脉平行。在叶细胞和维管表面,具几类硅质棘刺突。见图版 I 之 1。		+++++
地衣门 (Lichenes)	具显著菌丝,多相缠绕成菌丝团。见图版 I 之 2。		+++++
蕨类或菊科?	形为小尖片,细胞细密,边缘伸出数根长于小尖片之细丝。		++---
	×2, ×4, ×6,		
树木碎块	1.薄;约0.5~1mm;具密集细孔。甚似木栓组织。 2.厚;约1~4mm;有的为小茎或根须半残形态;有的则似半残之栎果果皮。均易辨认。见图版 I 之 3。		++++-
华山松 (<i>Pinus armandii</i>) (硬种皮)	此残留硬种皮,几可拼接出完整松子外形。此为俗称松子“壳”。		+-----
冷杉 (<i>Abies</i> sp.) 叶	半残叶完好度较高,叶宽约2~3mm,长约2~10mm;尖钝圆;叶背两条气孔带不时可辨。		+-----
落叶松 (<i>Larix</i>) 叶	半残叶呈线形,细,长约近15mm。		+-----
碎石子	坚硬,形状不规则,为椭球形者直径约1~3mm。		+-----

(二) *R. bieti* 消化能力测定和主次食物排序

对表3所示结果,赵其昆猜“*R. bieti* 可能完全消化吸收了 *Abies* sp. 和 *Picea* sp.

叶”。故作者复到 *R. bieti* 原栖息地采集单子叶纲、地衣门和这两属裸子植物所谓食用部位叶新鲜样品,冰筒携回;对上述本所 *R. bieti* 个体做消化能力测定。混合分批投入食盒。已述各 *R. bieti* 个体摄食偏好行为在它身上再度重演:每次迅速食净前两类样品而始终坚拒冷、云杉;每当它食完草和地衣后均不再添加,故可充分观察到其在长时间内一方面置未食的冷、云杉叶样品于不顾,另一方面一直在套间笼舍内外间饥饿哀鸣,辗转反侧不已;至次日晨计时逾 16 小时,前视之,食盒已扑地,冷、云杉叶芽嫩尖已脏兮兮抛撒满地,捡聚再称,几与投放时等重! 掸其吻以塞入,遇其舌强烈抵吐,挤入之少许可见其痛苦地快嚼环转于口中;时视己手背,已齿印累累。此强烈的行为反应无疑表明这是 *R. bieti* 根深蒂固的本性,非人强为能改之。各测定值均取干重值记录,见表 4。

表 4 I 只滇金丝猴消化能力的测定(平均值,毫克)

The determination of digestive ability on an individual of *R. bieti*
(average value, mg.)

	禾本科和莎草科	梅衣科和松萝科	冷杉、云杉的嫩叶和芽苞
混合饲喂量	13000	10000	5700
摄入量	6200	4800	2700
粪中植物组织残留量	75	50	12
残留量/摄入量 (Q)	0.0121	0.0104	0.0044
消化和吸收能力 (1 - Q)	0.9879	0.9896	0.9956

进一步检查的各类型粪残留植物组织大小形态均与野外 *R. bieti* 的粪样本一致。这否定了完全消化吸收猜想。并揭示任何类型植物都消化吸收不完全。因此作者定义一类型植物在粪中残留系数为 Q, 消化吸收能力系数为 (1 - Q); 再设平均残留量为 \bar{X} , 平均消化吸收量为 \bar{Z} , 平均食入量为 \bar{Y} 。则动物的摄入、消化吸收、残留量之间对各类型植物有如下比例关系

$$\bar{Y} \propto (1/Q) \cdot \bar{X} \quad (1)$$

$$\bar{Y} \propto [1/(1 - Q)] \cdot \bar{Z} \quad (2)$$

野外猴群的 Q 值实际不能测得。故表 4 中各 Q 值是否代表野外猴, 需考虑有否变异性或变异性对代表性的容许性。*Rhinopithecus* sp. 胃底皆有分隔, 胃底胃体存在大量杆菌和球菌, 是对特殊食物的适应, 体内环境行为调节是摄食行为首要因素(彭燕章等, 1983)。对该对照猴粪粒抽样分析, 以冷、云杉残留叶重量/粪粒重量值, 同野外猴群粪粒同类项平均值比较, 被测猴粪比值为 0.006; 野外猴群粪比值的众数为 0, 中位数为 0.009, 算术平均数为 0.010, 全距为 0.040 - 0 = 0.040。由此知道 0.006 属于野外 *R. bieti* 冷杉叶粪残留比率较常见情况之一。由其摄食偏好度无变异(前文), 知道该被测猴对各大类型植物摄取的重量的比例与野外猴群平均情况一致。据此知该被测猴的 $Q_{冷、云杉叶} = 0.0044$ 应略低于野外猴群平均值, 但属于野外猴群中一些个体的 Q 值。因为高的 Q 值导致 \bar{Y} 低估, 低的 Q 值导致 \bar{Y} 高估, 鉴于以前国内研究者全部倾向于 *R. bieti* 主食 *Abies* sp. 和 *Picea* sp. 看法, 故幸而将此对照猴的低 $Q_{冷、云杉叶}$ 值用于估算野外猴群 $\bar{Y}_{冷、云杉叶}$ 只会高估, 从而具有保

守代表性。另外,极缺纤维的冷、云杉叶的Q值易比其它富含纤维的被子植物叶的Q值更不真实地测低从而占 \bar{Y} 高估的便宜。故下列野外 *R. bieti* 大群平均食入量估算方程

$$\bar{Y}_{\text{冷杉叶}} = (1/0.0044) \cdot \bar{X}_{\text{冷杉叶}} \quad (3)$$

$$\bar{Y}_{\text{单子叶草}} = (1/0.0121) \cdot \bar{X}_{\text{单子叶草}} \quad (4)$$

$$\bar{Y}_{\text{地衣类}} = (1/0.0104) \cdot \bar{X}_{\text{地衣类}} \quad (5)$$

成立。由野外 *R. bieti* 粪 \bar{X} , 作计算和统计检验(吴宝琦等,1989),结果是,含 269 个体的 *R. bieti* 群下雪季节在白马雪山冷杉林内食入的冷杉叶平均为单子叶草的 7~9%, 地衣类的 4~5%, (草+地衣)的 2.7~3.4%; 故如与其余七类型食物平均摄入量之和相比,则必定低于 1%。

综合林内外情况, *R. bieti* 主次食物类型排序为:

1. 雪季(头年 10~11 月份至次年 5~6 月)

单子叶纲草 \geq 地衣门 \geq 被子植物门嫩树皮茎芽和干坚果实籽 \geq 双子叶纲草(高山分布很少) \gg 华山松籽(一般仅分布到海拔 2900 米) \gg 冷杉属叶(四季常绿、蓄量遥居首位、唾手可得)、落叶松针叶、碎石子(这三类应被视为随别的食物带入口中)。

2. 雨季(7 月至 10 月)

单子叶纲草 \geq 地衣门 \geq 被子植物门嫩树皮茎芽和浆果水果 \geq 双子叶纲草(分布如上述) \gg 华山松籽(分布如上述) \gg 冷杉属叶(分布蓄量如上述)、碎石子(摄入情况如上述)。

三、*R. bieti* 的寄生虫和它的摄食空间层次

1. 寄生蚤 (*Vermipsylla paralla rhinopithecina*, 李贵真,1985)

该种蚤是 *R. bieti* 自己的且是整个灵长目有自己跳蚤的首次记录,同属蚤其它种和亚种寄生有蹄类动物(李贵真,1985;柳支英,1986)。跳蚤是在地面有较固定窝穴动物的寄生虫,其卵仅产在宿主窝穴堆积屑中且其蛆形幼虫仅以有机残物为生度过生活史头 2~3 周,蛹期常 1~2 周(李贵真,1956;柳支英,1986)。故能使其物种延续的有效寄附周期约为一个月。以往有学者(Morris, 1967)认为非人灵长类营游荡生活而不定居,故无真正是自己的(同它相伴演化的)跳蚤。作者对 *R. bieti* 大群漫游的研究结果(吴宝琦等,1988;另文,准备中)却表明, *R. bieti* 群对大多数过夜地点和觅食地点重访频率为几次至十几次/1月,多次落在有效寄附周期内。故 *V. paralla rhinopithecina* 证明 *R. bieti* 地栖性已有一段历史(地质历史),其频繁利用较固定的地面过夜地点和觅食地点也是有一段地质年代的习性。

2. 寄生线虫和吸虫

野外 *R. bieti* 几乎每粒粪都有大量寄生线虫幼虫,见图版 I 之 4。应作者请求,左仰贤进一步鉴定,另发现相对少的棘口吸虫卵。左仰贤据寄生虫学判断, *R. bieti* 必常食入地面食物、生水或螺类等,线虫还可由地面活动的 *R. bieti* 皮肤钻入。故此鉴定结果也证明 *R. bieti* 在冷杉林中常在地面活动和觅食。

维西县野外 *R. bieti* 尸体胃内存在大量毛首线虫成虫 (*Trichocephalus rhinopithecus* sp. nov.) (侯意谛等,1989),证明维西县的 *R. bieti* 与其北邻德钦县的 *R. bieti*

有一致的地面觅食和活动习性。

小结和讨论

一、林栖胆怯灵长类行为抽样和检验问题

国际灵长类行为学界普遍头痛此类灵长类行为抽样和检验;它们善闪避难接近,甚碍正确行为信息获取。为阐明应有批判性观点,应先简述国外珍视国内鲜知之观察性的行为测量或记录八法(Altmann, 1974; Martin and Bateson, 1986)之最基本点如下。

1. *Ad Libitum* 抽样: 对于记录什么和何时记录无系统性约束。此法用于初步观察,或者对不常见但重要的事件的记录。

2. *Sociometric Matrix Completion* 抽样: 用于对社会关系基底事件结算。设计一些行为元素如‘梳理(整饰)’、‘被梳理(被整饰)’、‘胜’、‘负’、…等等,配成元素对(二元组): ‘梳理-被梳理’、‘胜-负’…等等。此法用于对选定的一对个体在每一元素对上不对等关系评价;通常认为对等往来是不可能结局。如,在自发的许多次争斗中,个体A胜B的次数不太可能与B胜A的次数持平。

3. *Focal Animal* 抽样: 汉语谓焦点动物法。观察一个体或一个体对或一很小社会单位在一段持续时间内的所有行为事件或状态并记录之。

4. *All Occurrences of Some Behavior* 抽样: 记录各行为模式出现频率(次数/时间)、每次出现持续时间长度(如同脉冲宽度)、和每次出现的起止时刻。

5. *Sequence* 抽样: 一个抽样 *Session* 开始于一相互作用之始,如实记录各不同行为模式(Pattern)及它们依次出现顺序,每一抽样 *Session* 一直持续到该相互作用序列终结或被打断为止;下一个抽样 *Session* 再从一相互作用出现开始。例如猴个体A侵犯B → B迁怒于C → C去勾结D → …(实际记录尽可能全用符号,否则既跟不上其发展,也不利于后来统计)。又例如如果一只雄鸟求偶夸耀(有特定姿态)移动含有几种不同行为 patterns(如A, B和C),其中每一种与别种互为不相容事件(一次只出现一种),其相互作用序列即可简单记为 ABAAACBABAACB…; 等等。

6. *One-Zero* 抽样: 每一抽样 *Session* 等分为许多小区间,在每一小区间终了的刻度上(on a beep),用‘1’或‘0’记录刚过去这个小区间内‘是’或‘否’出现了某项行为 pattern。用于测量某行为 pattern 所落入的那些小区间占该 session 全部小区间数的比例。例如,有一个30分钟记录 session,等分为120个区间(每个15秒),测得某行为 pattern 落入(跨越)其中50个,则其比数为 $50/120 = 0.42$ 。

7. *Instantaneous* 抽样: 把一观察 session 等分为许多短区间,在每个短区间终了刻度上(on a beep,也叫做取样点),记录某行为 pattern 是否正进行或发生。例如把一30分钟长度的记录 session 等分为120份(15秒/份),有120个取样点;如果在该 session 中欲记录的某行为 pattern 碰在40个取样点上,则其被取样的比数在该 session 中为 $40/120 = 0.33$ 。

8. *Scan* 抽样: 汉语谓扫描抽样。每隔一定时间就迅速扫描一次一组行为 subjects

(例如一类特别活动或睡眠)并立即记录。每一个体都应被扫描到,如有个体被遗漏,用于解释一群动物的某类活动特征的统计就会出现偏差。

作者认为,上述八抽样(或叫记录或叫测量)方法除法 1 外,皆要求:(1)事先设计恰当抽样方案和相应数理统计方案;(2)研究对象(也可是人)在按方案分配的时间地点被看到足够多回(即 session)数;(3)群(也可是人群)内个体能识别即个体 A、B、C、...不可混淆;(4)被观察者(也可是人)许观察者接近至有效抽样距离而不改变其自然的或正常的行为。此四条件缺一不可,亦实可谓四原则。Martin & Bateson(1986)承认:经验表明野外行为记录条件极少理想者,高度定量行为数据难得。勿庸细述,干扰性地接近动物偶满足原则(2)、(3),但致行为数据反常。故原则(4)是科学测量行为起码前提。作者之 *R. bieti* 观察四法仅仅在作者提出的测量四原则与 Altmann(1974)、Martin & Bateson(1986)测量法之间搭一必不可少桥。这只是问题一面。在他们测量法与行为统计推断结果之间还须搭另一必不可少桥即其集大成者为 Siegel, (1956) 的非参数统计之假设检验。这是问题另一面。解答行为问题三位一体:接近、测量、检验。只知其一者难逃陷阱。

二、林栖胆怯灵长类主要食物类型摄入量估算方法问题

国际灵长类行为学者至今主要沿用如下两类野外观察记录法:尽可能近地终日尾随 1 只动物(焦点法),记下其所食植物物种、部位、回次、速率和时间等;事后观察者模仿采集称重以求其摄入量 (Struhsaker, 1975; Hladik, 1977; Clutton-Brock, 1977)。如此解决摄入量很难逃上节讨论所说陷阱。仅对 1 林栖个体言,就受扰于①在一群动物中随机分配焦点动物可能并非易事,这起码需前面讨论指出的条件(3);②识别的焦点个体长时间地或频繁地消失在观察者视野以外会造成统计偏畸;③摄食细节的低辨识度造成采食种类错误统计项。因此弄清几只林栖胆怯个体一段时间摄食量更难。显然此类方法并不象许多西方学者相信的那么好。据 Siegel, (1956),行为总体参数总是缺乏的,如果测量水平低于间隔量表而采用参数统计,就会“增加信息”,产生畸变。近年 Chivers, *et al.*(1986)用动物园个体作方法学探索,仍似有问题(吴宝琦等,1989)。

作者的方法应是全新的,它只求逼近一种真实但确易逼近的测量目标即,某动物群全部个体一小段时期(例如 1 个月)对植物类型而非植物物种的平均食入量;测量的分辨率放宽到门、纲、目、科、属单位而不是种。这令 Q 值易于测得;从而统计值常数 Q 奠定此种逼近的参数基础。由作者的 Q 和 $(1 - Q)$ 定义,动物运动量大小、个体生命历程中各时期食谱中物种条目之波动,均不能显著改变 Q 值。现生 *R. bieti* 食物地理适应宽度仍可回归到其至少是地质年龄为 325 TYBP 的可能祖先——富民(隶属今昆明)河上洞金丝猴 (Szalay and Delson, 1979) 所处的热带亚热带被子植物类型; *Rhinopithecus* 属内物种分化史时间应该短于 2.5×10^6 年(叶智彰等, 1987)即 Szalay and Delson (1979) 绝对年龄表中的第四纪的 2 倍;如前所述,滇、黔、川三种金丝猴的胃解剖性状和胃内菌群生态学特征在偌长地质年代中如此保守以至无甚种间变异。因此,勿庸言同一物种之野外和笼养

R. bieti 的体内消化环境对摄食行为调节(食物类型及各类型摄取量分配)、及代表该物种消化能力在一极短演化阶段上的稳定性之Q值会有什么显著变异。实验证明, 尽管受到不恰当饲养的人为干扰, 一年后重新模拟其野外基本食物环境时, 已被歪曲的体内消化环境仍能以令人惊讶的速度可靠复原。实验表明, 粪形和色泽对比可做为 *R. bieti* (乃至别种动物) 之野外食性与饲养下食性变异程度依据; 在同样胶片、像机、光圈和速度下拍摄并在同样条件下冲印出的彩色照片, 利于这种鉴定; 在两者最吻合时, 即可开始所需Q值的测试。如果用于测定Q值的是一小组符合野外群组成比例的成幼雌雄的几只个体, 就能测得更逼真反映野外群的Q平均值。这一点当无疑虑。

三、*R. bieti* 的一般栖性、食性、和与此两者关联的该物种演化现状问题

1. *R. bieti* 的一般栖性问题

在作者第一次指出 *R. bieti* 曾在海拔 4170 米距森林边缘 150 多米远草甸上留有大量粪便(吴宝琦等, 1988)以前, 从未有过关于 *R. bieti* 在森林外部生活的报道。人们普遍相信 *R. bieti* 是树栖灵长类, 离不开森林。本研究结果进一步从多方面证明, *R. bieti* 不仅不是所谓典型树栖灵长类, 且不能算纯粹林栖灵长类; 它主要是地栖和半林栖的灵长类: 非常适应林带外部的地面生活, 即使在林内也常见群内全部个体频繁地在地面活动。

应特别提到, “*R. bieti* 有自己的跳蚤 *V. paralla rhinopithecica*” 是李贵真对蚤类学的一重要贡献, 也是对灵长类学的重要贡献。据 Traub, R. (1980, 1981) 的协同演化论, 蚤目系统与宿主系统为平行演化, 蠕形蚤属 *Vermipsylla* 是一类寄生于牛科、马科和鹿科三科有蹄类或食草类(许多野生)的寄生蚤, 并与这三科食草类协同演化(柳支英, 1986)。*Vermipsylla* sp. 既与寄主的生态学特征相适应, 又与它们的同属种保持属的解剖、生理和生态学共同属性。故该属蚤本质上一直沿着寄生于中大型食草哺乳动物的方向演化; *V. paralla rhinopithecica* 正具有这一本质; 本研究揭示的 *R. bieti* 地栖性、草食性正符合这三科食草类生理和生态学特征, 故 *V. paralla rhinopithecica* 与 *R. bieti* 的关系汇入 *Vermipsylla* 属与其草食类寄主协同演化的主流已经有相当一段地质史。反过来说, *R. bieti* 的地栖性和草食性是两个古生态学特征, 今仍如故。在非人灵长类的系统发育分枝上, 蠕形蚤属 *Vermipsylla* sp. 若用于指证灵长目定居于地面较固定居所演化的开始阶段, 应能溯至相当于仰鼻猴属物种分化初期的年代。

2. *R. bieti* 的食性问题

基于作者的方法, 本研究结果表明: (1) *R. bieti* 主要食物类型是被子植物, 其中主要是草类; 单子叶纲的叶和茎尤重要, 嫩树皮次之。(2) 地衣是 *R. bieti* 的另一主要食物类型。随着季节变换, 地衣的摄入比例可以与被子植物中的草食入比例相上下。(3) *R. bieti* 相当厌恶食用冷杉叶。

从摄食行为看, *R. bieti* 频繁地到林外觅食, 在林内则频繁地在地面觅食。从摄食空间层次看, *R. bieti* 主要活动于地面和低树层次觅食。这既决定于上述食物类型构成, 也反映了它保持这种构成的具体方式。 *R. bieti* 当然有高树觅食行为, 但这行为是

从属于其基本食物类型构成,迄今未成为主流。从林内 *R. bieti* 粪便分析结果看,结论也是一样的,且它特别解除了对 *R. bieti* 食冷杉叶的最后支持。摄食偏好度、寄生线虫结果诸节,显示:德钦维西两县 *R. bieti* 食性一致,故结果中的 *R. bieti* 食物类型排序似可反映整个滇西北至藏东南种群。其中值得一提的是,侯意谛等(1989)的结果能排除 *R. bieti* 粪便中寄生线虫幼虫系粪便排出体外后污染的可能性。于是知道 *R. bieti* 从胃到肛门的那段消化管均严重受累于体内寄生虫,是它地面和灌木食谱最丰富的又一力证,同时再次证明德钦维西两县 *R. bieti* 种群在这方面是一致的。

这里进一步讨论松科植物(包括冷杉属等)作为 *Rhinopithecus* sp. 食物的营养学问题。Davison, G.W.H. (1982) 提出松属可能供给贫乏的营养和大量难消化的树脂(松香),故不应是川金丝猴 *Rhinopithecus roxellanae* 的基本食物。稍与之不同的是 *R. bieti* 栖息的林型中优势树种是冷杉属,但作者仍然类似地提出 *R. bieti* 相当厌恶食用冷杉叶的可能原因:冷杉叶为革质、叶表皮细胞壁厚、叶表面具厚角质层、叶内一对粗大树脂道占去叶横切面相当大空间(高信曾,1978);冷杉属树脂理化性质相似:内含冷杉油 18—35%、树脂酸 65—80%、少量果酸、丹宁和碱(云南植物研究所,1973)。冷杉叶组织内的化学成份应可说明其本身难被 *R. bieti* 利用;化学成份中哪一项最令 *R. bieti* 避食?尚需做诸化学成份分离提取及各对家兔(亦为食草类)生理影响再说。至于何原因致使地面留下不少冷杉嫩叶簇,恐需更多近距有效行为抽样资料;各种树栖小哺乳动物(如松鼠和树鼩)未尝不可列入行为观察对象之列。

3. 与上述两问题关联的 *R. bieti* 演化现状问题

由李致祥等(1981)报道并广为引证的 *R. bieti* 主食冷杉叶食性和典型树栖性,易得更错误推论:*R. bieti* 已高度专化为冷杉叶食性猴。众所周知现代云冷杉植物群(区系)只有极局限分布;其宏观地理带中云冷杉林早就经历着植被自然演替和古人类学会用火以来的变迁而断裂出比比皆是大至几十公里宽,小至几百米宽的旷野。因此最易产生的一种错误思路是:*R. bieti* 物种或区域种群的分布由云冷杉植物群内的一个个有关森林边缘来界定,仅仅由卫星森林遥感图或大比例航测图,就在室内说,幸存的现生 *R. bieti* 分布区总面积就是那么大,因为这里连不起来,那里跨不过去,南边又太热,各猴群必已多互隔离,各群间基因交流或已不可能,一派物种衰退景象。它最可能在基础科学上产生的坏影响是,在古生物学(对 *R. bieti* 亚化石和化石)及在现生动物区系或区划(对 *R. bieti* 可能幸存种群及其亲、近缘种)两方面放弃对已知现生 *R. bieti* 分布区以西至中国与尼、锡、不、印、缅边界,以南至中国与老、越边界专门而合乎生态学水准的普查。在正兴起的灵长类保护学科方面最易产生和已产生的不良影响是:夸大 *R. bieti* 演化的专化和分布局限性及隔离性,开脱种群普查不足和人类开垦威胁之责,更导致消极或错误的保护对策认识和决策及其实施。

据方宗熙(1985),动物隐性致死基因甚多,且有害基因广泛存在于野生动物中,大部分突变是有害的。裴文中(1974)提出:一动物物种自然衰退有三根本内因即,自身食物高度专化,生殖衰退,抵抗力低。但这两位学者的正确总结显然不能支持上述错误前提产生的逻辑结论。首先,本研究表明 *R. bieti* 的食物并不专化,其可利用的食物资源非常广泛地分布至赤道两侧南北纬各约 30 度,主要属于热带亚热带多雨潮湿的被子植物环境类

型。就此言, *R. bieti* 对热带亚热带多雨潮湿的被子植物环境应比对寒冷的云冷杉植物群更适应; 换言之, *R. bieti* 不可能仅分布于云冷杉植物群。其次, *R. bieti* 基因交流能力应是强的, 它的地栖性和很强的地面移动能力(如全群一次性轻易穿越 1.5 公里无树木带的能力), 使 *R. bieti* 各群基因交流仍可处在活跃状态下。第三, *R. bieti* 上百至近三百个体组成的群为隐性致死和有害基因的表达提供了大缓冲池。第四, 在体内和体外寄生虫侵害下, 看到的是仍在平衡发展的协同演化。第五, 在严寒风雪中(1987 年 4—5 月)作者看到和近距离听到降生不久的婴猴及在雨季(1986 年 7 月)看到群内一批活泼健壮的幼猴(3—6 月龄), 表明: *R. bieti* 在雪季产仔; 仔能顺利度过酷寒成活。彭燕章等(1985)经功能形态学途径得到的结论是, *Rhinopithecus* sp. 是最进化旧大陆猴, 占据着叶猴与长臂猿之间中间位置且仍在与类人猿平衡演化中。本研究结论与之殊途同归。鉴于此, 也限于篇幅, 现生 *R. bieti* 种群高山分布成因, 作者拟另文探讨。

致 谢

本研究受中国科学院基金资助。白马雪山自然保护区管理所给予协作帮助。和顺进和赵其昆先生分别参加 1987 年度全部和部分野外考察。胡志浩和左仰贤教授分别给予植物学和寄生虫学的指导。刘正华教授给予最真挚精神支持并亲手帮助作者清洗数以百计的实验器皿。科达此里、嘎玛蒂此里南吉是作者最真诚有效的野外向导和困难克服者。王立松先生指导作者入地衣学之门。昆明动物园鲜汝伦工程师和谢道真师傅为作者部分实验提供便利。李永材和贲昆龙教授准许作者自由使用云南大学生物系神经生理实验室和本所免疫室高值仪器。谨此深致谢忱。

(1989 年 5 月 24 日收稿)

参 考 文 献

- 云南植物研究所, 1973. 云南经济植物, 351—352. 云南人民出版社, 昆明。
 方宗熙, 1985. 遗传学(第五版), 科学出版社, 北京。
 木文伟等, 1982. 白马雪山东坡滇金丝猴、活动路线和食性的初步观察. 兽类学报, 2: 125—131。
 史东仇等, 1982. 金丝猴生态的初步研究. 动物学研究 3: 105—110。
 白寿昌等, 1987. 白马雪山自然保护区滇金丝猴数量分布及种群结构的初步观察. 动物学研究, 8: 413—418。
 白寿昌等, 1988. 滇金丝猴的数量分布及食性调查. 动物学研究, 9(增刊): 67—75。
 叶智彰等, 1987. 金丝猴解剖, 云南科技出版社, 昆明。
 刘诗峰, 1959. 秦岭金丝猴初步调查报告. 西北大学学报(3): 19—26。
 陈服官等, 1983. 秦岭地区金丝猴的群体行为与生态习性的观察. 兽类学报, 3(2)。
 吴征镒等主编, 1987. 云南植被, 1—949. 科学出版社, 北京。
 吴宝琦等, 1988. 一个滇金丝猴群生态行为的初步观察. 动物学研究, 9: 373—384。
 吴宝琦等, 1989. 滇金丝猴雪季粪便中食物类型的定量分析. 动物学研究, 10(增刊): 101—109。
 李贵真, 1985. 云南西北部滇金丝猴一新蚤记述. 动物学研究, 6: 243—248。
 李贵真等, 1956. 蚤类学概论, 1—152. 人民卫生出版社, 北京。
 李贵辉等, 1986. 金丝猴的食性研究. 动物世界, 3: 6—8。
 李致祥等, 1981. 滇金丝猴的分布和食性. 动物学研究, 2: 9—16。
 金国凡, 1983. 控制论与科学方法论, 38—71. 科学普及出版社, 北京。
 胡锦涛等, 1980. 大熊猫、金丝猴等珍稀动物生态生物学研究. 南京师范学院学报(自然科学版), (2): 1—29。
 侯意涛等, 1989. 滇金丝猴毛首线虫一新种记述. 动物学研究, 10: 40—50。
 柳文英等, 1986. 中国动物志, 昆虫纲, 蚤目, 1—1334. 科学出版社, 北京。
 高信曾主编, 1978. 植物学(形态解剖部分), 1—185. 人民教育出版社, 北京。

- 徐国钧等,1986. 中药材粉末显微鉴定,1—810. 人民卫生出版社,北京。
- 谢家骅等,1982. 黔金丝猴生态初步调查. 梵净山科学考察集,215—221。
- 彭燕章等,1983. 金丝猴胃的研究. 动物学研究, 4: 168—175。
- 彭燕章等,1985. 仰鼻猴属的系统分类地位. 兽类学报,5: 173—181。
- 解文治等,1989. 川金丝猴的行为观察和社群结构的配置. 金丝猴研究进展,243—250。
- 裴文中,1974. 大熊猫发展简史. 动物学报,20: 188—190。
- Allen, G. M., 1938. The mammals of China and Mongolia. In: *Natural History of Central Asia*. Vol. XI Part 1. 229—305. Ed. W. Granger. American Museum of Natural History, New York.
- Altmann, J., 1974. Observational study of behavior: Sampling methods. *Behaviour* 49: 227—267.
- Chivers, D. J. *et al.*, 1986. Natural and synthetic diets of Malayan gibbons. In: *Primate Ecology and Conservation*, Vol. 2. 39—56. Eds. J. G. Else *et al.* Cambridge Press, London.
- Clutton-Brock, T. H., 1977. Methodology and measurement. In: *Primate Ecology: Studies of Feeding and Ranging Behaviour in Lemurs, Monkeys and Apes*. 585—590. Ed T. H. Clutton-Brock Academic Press, London, New York, San Francisco.
- Davison, G. W. H., 1982. Convergence with terrestrial Cercopithecines by the monkey *Rhinopithecus roxellanae*. *Folia Primatol.* 37: 209—215.
- Elliot, D. G., 1913. *A Review of the Primate*. 3: 102—108. American Museum of Natural History, New York.
- Hladik, C. M., 1977. A comparative study of the feeding strategies of two sympatric species of leaf monkeys: *Presbytis senex* and *Presbytis emellus*. In: *Primate Ecology: Studies of Feeding and Ranging Behaviour in Lemurs, Monkeys and Apes*. 323—353. Ed. T. H. Clutton-Brock, Academic Press, London, New York, San Francisco.
- IUCN, 1988. 1988 *IUCN Red List of Threatened Animals*, xvii-xviii, 9. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, U. K.
- Martin, P. and P. Bateson, 1986. *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*. 1—200. Cambridge Univ. Press. Cambridge, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney.
- Morris, D. 1967. *The Naked Ape*. Dell publishing Co. Inc., New York.
- Napier, J. R. and P. H. Napier, 1967. *A Handbook of Living Primate*. Academic Press, London, New York.
- Siegel, S., 1956. *Nonparametric Statistic for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Struhsaker, T. T., 1975. *The Red Colobus Monkey*. Chicago Univ. Press, Chicago.
- Subcommittee on Conservation of Natural Populations *et al.*, 1981. *Techniques for the Study of Primate Population Ecology*. 132—134. National Academy Press, Washington D. C.
- Szalay, F. S. and E. Delson, 1979. *Evolutionary History of the Primate*. 1—580. Academic Press, New York.

SURVEY AND ANALYSIS OF FEEDING HABITS OF *RHINOPITHECUS BIETI**

Wu Baoqi

(Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica, Kunming 650107)

Key words *Rhinopithecus bieti*; Feeding behavior; Types of diets; Parasites

Abstract

1. Four methods have been developed for following and closing with the group (s) of *Rhinopithecus bieti* and the author had taken the normal behavioral samples in the field. It is especially indicated, however, that measuring behavior is only one of the three important aspects of answering behavioral questions. The other two should be, (1) answering how one can close with the subject (s), and going into details of his approaching procedures; (2) testing

* This research was supported by a grant from the Science Foundation of Academia Sinica.

his hypothesis by an appropriate statistical test. Not a single one of the three aspect can be dispensed with answering any behavioral question.

2. A key parameter Q was founded standing for the ratio of one type of vegetable between residues in dung (X) and food taken by animals (Y), and further, a formula $\bar{Y} = (1/Q)\bar{X}$ was founded for reliably calculating the average volumes of types of herbivorous diets taken by a group of *R. bieti* in the wild during a period. The Q should be the best parameter of today for study of the amounts of herbivorous food taken by monkeys in the wild.

3. Through feeding behavior surveyed in wild and captivities and its excrements identification, the principal diets for *Rhinopithecus bieti* were classified as three types as follows: (1) Leaves and stems of Monocotyledoneae, especially Gramineae which has parallel vascular bundles and prickles; (2) Some species in Lichens which has hyphae interwinded each other and coming into mycelium; (3) Small buds, barks, stems and fruits of angiospermous trees. However, for the first time, leaves of *Abies* sp., *Picea* sp., and other conifers are not considered as diets for *R. bieti*. For these reasons, *R. bieti* has more adapted humidly tropical and subtropical angiosperm environment than vegetational zones of *Abies* and *Picea* in high and cold or snowy mountains. According to the results, *R. bieti*'s principal habits should be terrestrial and its evolutionary stage has been shifting from the tropical forest into the open woodland and grassland. Therefore, the causes of formation of this monkey's distribution in high and cold or snowy mountains needs more research.

图 版 说 明

滇金丝猴的主要食物和寄生线虫显微照片。全部样品由一包括 269 个个体的滇金丝猴群在 1987 年 5 月间 (仍在降雪季节中, 漫游于冷杉林内时) 所排粪粒之一 400 多粒的大样本中抽取。

The micro-pictures of principal diets and parasitic nematode of *Rhinopithecus bieti*. All sampled from more than 400 pieces of excrements excreted by a large group of *R. bieti* which includes 269 individuals dwelt in *Abies* forest during May (but in snowy season), 1987.

1. 单子叶纲的叶片及其平行维管束和各类型棘刺突($\times 10$)。

The leaves and their parallel vascular bundles and types of prickles in Monocotyledoneae ($\times 10$).

2. 左图: 大量菌丝相互缠绕形成的菌丝团, 是地衣的真菌部分($\times 10$);

右图: 左图的局部放大, 伸出的菌丝清晰可辨($\times 40$)。

Left: A lot of hyphae interwinded each other and coming into a mycelium which is a part of lichens ($\times 10$);

Right: An enlargement of a part of left and extended hyphae can be seen clearly ($\times 40$).

3. 被子植物之一小茎梗($\times 2$)。

A small stem of Angiosperm ($\times 2$).

4. 一种寄生线虫的幼虫, 体长平均约 1mm, 仅可辨出其体内消化管($\times 10, \times 40$)。

A species of parasitic nematode (the larva). The average length of its body is about 1mm. Only its digestive tract in the body can be seen ($\times 10, \times 40$).

