

秦岭川金丝猴群在非移动时的空间结构*

齐晓光¹ 李保国^{1**} Chia L. TAN² 高云芳¹

1. 西北大学生命科学学院, 西安 710069

2. Center for Reproduction of Endangered Species, The Zoological Society of San Diego, P. O. Box 120551, San Diego, CA 92112-0551, USA

摘要 本研究在个体识别的基础上, 采用瞬时扫描取样法 (Instantaneous and scan sampling) 和行为的全事件取样法 (All occurrence sampling), 对秦岭川金丝猴 (*Rhinopithecus roxellana*) 的一个投食群的空间结构进行研究。发现秦岭川金丝猴社群的空间结构是以类似于“家庭”的社会单元为基本单位, 属于同一社会单元的个体主要集中在一棵树上 (占观察频率的 60.6%), 其次是在距离相近的两棵树上 (占 29.1%), 个体间的直线距离通常保持在 0-10 m 之间, 主要是在 0-5 m 之间, 不同的社会单元个体间的空间直线距离主要集中在 10-30 m 之间, 通常是在 20-25 m 之间, 明显大于同一社会单元的个体间的空间直线距离, 这些研究结果可以作为一种野外鉴别猴群社会单元的尺度, 供未来的研究人员参考。通过对空间形状近似圆形的猴群进行分层, 统计表明高社会等级的单元常出现在猴群的内层和中层内侧 ($df = 1$, $\chi^2 = 166.97$, $P < 0.005$), 中社会等级的单元主要出现在猴群的中层 ($df = 1$, $\chi^2 = 21.54$, $P < 0.005$), 而低社会等级的单元出现在猴群的外层 ($df = 1$, $\chi^2 = 12.60$, $P < 0.005$); 等级较高的单元在猴群中占有的空间大小与空间质量也较高, 随着单元社会等级的降低, 其占有空间的大小与质量也随之降低; 变化的猴群空间形状的特征是“流质性”的。空间结构的特征与金丝猴社群的取食、躲避天敌、获得交配等密切相关, 能够使物种在生态位中获得最大收益 [动物学报 50(5): 697-705, 2004]。

关键词 金丝猴 秦岭 空间结构 社会单元 单雄单元

Spatial structure in a Sichuan golden snub-nosed monkey *Rhinopithecus roxellana* group in Qinling Mountains while being in no-locomotion*

QI Xiao-Guang¹, LI Bao-Guo^{1**}, Chia L. TAN², GAO Yun-Fang¹

1. College of Life Science, Northwest University, Xi'an 710069, China

2. Center for Reproduction of Endangered Species, The Zoological Society of San Diego, P. O. Box 120551, San Diego, CA 92112-0551, USA

Abstract Based on the identification of each individual, spatial structure of a provisioned group of golden snub-nosed monkey *Rhinopithecus roxellana* was conducted by instantaneous and scan samplings and all occurrence sampling. We found that the fundamental unit of spatial structure in the monkey group was their social units. Using spatial distance as the judgment of social unit, we found that individuals from the same social unit flock in the same tree or two adjacent trees with high frequencies 60.6% and 29.1% respectively when they are in no-locomotion. The spatial distances between individuals range from 0 to 10 m while their main distribution ranges from 0 to 5 m, which displays a frequency downtrend with the growth of distance. However, we also found that the spatial distances between individuals from different social units mainly range from 10 to 30 m, with the peak between 20 and 25 m, considerably longer than those between individuals from the same social unit. Thus, this research finding could provide a method for the judgment of one-male unit for future surveys of wild *Rhinopithecus roxellana*. When the monkeys were resting and foraging, the spatial

2004-05-15 收稿, 2004-06-29 接受

* 国家自然科学基金 (30370202)、美国圣地亚哥动物学会、美国 Amerman 基金和 Offield 基金、教育部科学技术研究重点项目 (204186) 和陕西省自然科学基金 (2003C129) 资助 [This research was funded by grants from National Natural Science Foundation of China (No. 30370202), Zoological Society of San Diego of USA, Amerman and Offield Foundation of USA, Key Project of Ministry of Education (No. 204186) and Shaanxi Natural Science Foundation (No. 2003C129)]

** 通讯作者 (Corresponding author). E-mail: baoguoli@nwu.edu.cn

© 2004 动物学报 *Acta Zoologica Sinica*

pattern of the group had the appearance of either a circle or an oval. The social units were assigned to one of four concentric circles (layers) that were used to distinguish their relative spatial orientation. The statistics showed that the higher-ranking social units always appeared in the two most central layers ($df = 1$, $\chi^2 = 166.97$, $P < 0.005$). Lower ranking social units appeared most frequently in the outer most layer ($df = 1$, $\chi^2 = 12.60$, $P < 0.005$) and middle ranking units usually located in the middle layers ($df = 1$, $\chi^2 = 21.54$, $P < 0.005$). Higher-ranking units occupied larger and higher quality space. As the rank order of the social unit decreased, the quality and size of the space occupied also decreased. The characteristic shape of the group during movement was fluid. The monkeys' spatial structure was closely related to their socioecological constraints, such as foraging and mating strategies, and predator avoidance [*Acta Zoologica Sinica* 50 (5): 697 - 705, 2004].

Key words Golden snub-nosed monkey, *Rhinopithecus roxellana*, Qinling Mountains, Spatial structure, Social unit, One-male unit, OMU

非人灵长类种群往往是以社群形式存在, 具有一定的社会结构与空间结构。不同的社会结构与空间结构是物种在进化过程中对环境的应答结果, 之间存在着密切的相互关系 (Clutton-Brock, 1974; Janson, 1992), 表现出多样的行为生态对策, 包括取食、躲避天敌、获得交配、栖息地的利用等 (Janson, 1990; Stevenson et al., 1998)。空间结构的特征能够使物种在生态位中获得最大收益 (Janson, 1990)。

关于秦岭川金丝猴 (*Rhinopithecus roxellana*) 社群的空间结构, 解文治和陈服官 (1989)、Zhang et al. (1999b) 以单个个体为观察对象进行过研究, Ren et al. (2001) 对不同年龄性别组在树上的垂直分布有过报道, 但未能与社会结构结合起来进行分析。近年来随着野外研究的不断深入 (Ren et al., 1998; 任仁眉等, 2000; Whitehead and Jolly, 2000), 发现金丝猴群的社会结构由两部分组成, 一部分由多个一雄多雌社会单元 (One-male-units) 构成, 称为 OMU 群, 另一部分由全雄单元 (All-male-units) 构成, 称为 AMU 群。而在社会结构观察的基础上对金丝猴不同社会等级的社会单元水平上的空间结构研究还是空白, 随着个体识别这一技术瓶颈的突破, 在对秦岭川金丝猴一个投食群社会结构观察的基础上 (张鹏等, 2003), 我们对此群休息和取食时的空间结构进行研究, 以探讨秦岭川金丝猴空间特征的行为生态学意义, 并试图以量化的方式应用空间距离作为辨别社会单元的标尺, 探索一种在野外界定社会单元的空间模式。

1 材料和方法

1.1 研究地点

研究地点位于秦岭中段北坡的周至国家级自然保护区内的玉皇庙村 (108°14' - 108°18' E, 33°45' - 33°50' N), 海拔变化范围是 1 500 - 2 890 m。因受地形和海拔的影响, 这里夏短而凉, 冬长而寒, 低温多雨, 光照不足, 属于华北暖温带半湿润山地气候。植被组成为落叶阔叶林 (1 400 - 2 200 m)、针阔混交林 (2 200 - 2 600 m) 和针叶林 (2 600 m 以上)。年平均气温 6.4℃, 最高温度 29.7℃, 最低温度 - 19℃, 降水量 1 000 mm 左右 (Li et al., 2000)。

1.2 观察群

本地区有两群猴子活动, 一群常年在西梁活动, 另一群在东梁活动。我们研究的对象是西梁群。我们对猴群进行招引性投食, 并进行年龄性别组的划分与个体辨别。金丝猴有分离与聚合 (Fission-fusion) 现象, 大群经常分离成数个小群 (Kirkpatrick, 1998; 郭松涛*)。我们于 2002 年 7 月至 2003 年 11 月对其进行了 216 天 1 365 h 的观察。虽然西梁整群整体大约有 110 只个体, 我们研究的是个体数量维持在 80 只左右的一个 OMU 群 (表 1、2)。

张鹏等 (2003) 将它们划分为 8 个一雄多雌社会单元 (One-male units, OMUs), 并通过记录 OMUs 间挑衅 - 屈服过程和单元间优势指数的分析, 计算出此研究群各社会单元间存在的线性等级结构, 之后, 在 2003 年 4 月底群内出现过一次 OMU 的主雄被替换的事件 (Wang et al.**)。在这前后群内各 OMU 的社会等级发生了很大的变化。根据我们的观察, 发现此群内 8 个单元社会等级的情况为: 在黑头被甲板替换以前, 猴群的社会等级关系

* Guo ST, 2004. Foraging and Range Behavior of Qinling Snub-nosed Monkey *Rhinopithecus roxellana*. Master Thesis, Northwest University, Xi'an, China. [郭松涛, 2004. 秦岭金丝猴 (*Rhinopithecus roxellana*) 的采食和家域行为研究. 西北大学硕士学位论文.]

** Wang HP, Tan CL, Li BG, Gao YF, 2004. Resident-male replacement in Sichuan snub-nosed monkeys *Rhinopithecus roxellana* in Qinling, China. Abstract of 19th Congress of International Primatological Society.

表 1 观察时间和群的组成

Table 1 A tally of observation periods and troop composition

| 观察时间 Observation period | 群的组成 Herd composition | 总计 Total |
|--|---|-------------|
| 2002 年 7 月 31 日 - 2002 年 8 月 20 日 July 31 - August 20, 2002 | 8 成年雄性, 26 成年雌性, 8 亚成年雌性, 13 青年猴, 8 婴猴 8 adult males, 26 adult females, 8 sub-adult females, 13 juveniles, 8 infants | 63 |
| 2003 年 3 月 8 日 - 2003 年 4 月 8 日 March 8 - April 4, 2003 | 8 成年雄性, 30 成年雌性, 7 亚成年雌性, 32 青年猴, 3 婴猴 8 adult males, 30 adult females, 7 sub-adult females, 32 juveniles, 3 infants | 80 |
| 2003 年 4 月 14 日 - 2003 年 6 月 3 日 April 14 - June 3, 2003 | 8 成年雄性, 30 成年雌性, 7 亚成年雌性, 32 青年猴, 11 婴猴 8 adult males, 30 adult females, 7 sub-adult females, 32 juvenile, 11 infants | 88 |
| 2003 年 7 月 9 日 - 2003 年 8 月 8 日 July 9 - August 8, 2003 | 8 成年雄性, 27 成年雌性, 7 亚成年雌性, 29 青年猴, 12 婴猴 8 adult males, 27 adult females, 7 sub-adult females, 29 juvenile, 12 infants | 83 |
| 2003 年 9 月 23 日 - 2003 年 11 月 22 日 (September 23 - November 22, 2003) | 9 成年雄性, 33 成年雌性, 11 亚成年雌性, 28 青年猴, 11 婴猴 9 adult males, 33 adult females, 11 sub-adult females, 28 juveniles, 11 infants | 92 |

表 2 社会单元的年龄性别组成*

Table 2 Sex-age composition of each OMU*

| 成年雄猴 Adult male | 成年雌猴 Adult female | 亚成年雌猴 Sub-adult female | 青年猴 Juvenile | 婴猴 Infant | 总数 Total |
|------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| 黑头* Heitou (HT) | 2 只 2 individuals | 1 只 1 individual | 3 只 3 individuals | 1 只 1 individual | 8 |
| 长毛 Changmao (CM) | 3 只 3 individuals | 1 只 1 individual | 7 只 7 individuals | 1 只 1 individual | 13 |
| 8 字头 Bazitou (BZT) | 3 只 3 individuals | 2 只 2 individuals | 5 只 5 individuals | | 11 |
| 井字头 Jingzitou (JZT) | 5 只 5 individuals | 1 只 1 individual | 3 只 3 individuals | 3 只 3 individuals | 13 |
| 秃头 Tutou (TT) | 5 只 5 individuals | | 5 只 5 individuals | 1 只 1 individual | 12 |
| 断指 Duanzhi (DZ) | 5 只 5 individuals | | 4 只 4 individuals | 1 只 1 individual | 11 |
| 刀疤 Daoba (DB) | 4 只 4 individuals | 1 只 1 individual | 4 只 4 individuals | 2 只 2 individuals | 12 |
| 罗盘 Luopan (LP) | 3 只 3 individuals | 1 只 1 individual | | 3 只 3 individuals | 8 |

* 2003 年 4 月 14 日 - 2003 年 6 月 3 日观察记录。

* Recorded on April 14 - June 3, 2003.

为黑头单元 > 长毛单元 > 8 字头单元 > 井字头单元 > 秃头单元 > 断指单元 > 刀疤单元 > 罗盘单元; 黑头被甲板替换以后, 黑头单元从社会等级中消失, 与此同时甲板单元列在等级关系的末尾, 其它单元的等级关系保持不变 (李宏群*)。

1.3 研究方法

观察记录猴群在树上取食和休息时各社会单元在猴群中所处的位置及社会单元内距离最近的个体两两间的直线距离和社会单元间的最近直线距离。距离测定方法为: 标记猴群经常停留的大树、藤、灌木, 并进行编号, 当猴群在这些树上取食和休息时, 随机抽取对象, 记录观察对象在这些树上停留

* Li HQ, 2004. Study on Dominance Hierarchy of Sichuan Snub-nosed Monkeys *Rhinopithecus roxellana*. Master Thesis, Shaanxi Normal University, Xi'an, China. [李宏群, 2004. 秦岭金丝猴 (*Rhinopithecus roxellana*) 一个投食群等级关系的研究. 陕西师范大学硕士学位论文.]

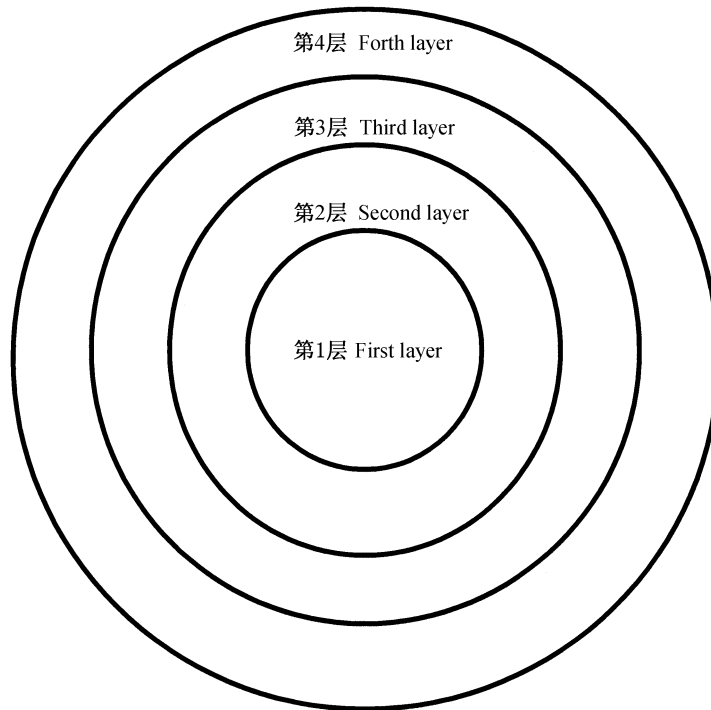


图 1 猴群空间分布层次的假设

第 1 层, 内层; 第 2 层, 中内层; 第 3 层, 中外层; 第 4 层, 外层。从内至外 4 圆半径之比 1 2 3 4, 面积比为 1 4 9 16, 因此第 1 层至第 4 层面积比为 1 3 5 7。

Fig. 1 The hypothesis graph of spatial layers of monkey's herd

First layer, central layer; second layers, mid-central layer; third layers, mid-outer layer; forth layer, outer most layer. The rate of semi-diameter and rate of the area of four concentric circles in the figure is 1 2 3 4 and 1 4 9 16. The rate of the area from first layer to forth layer in the figure is 1 3 5 7.

的位置, 在猴群离开后使用 NEWCON 公司 Laser Range Finder Monocular 1200 测距仪 (误差 0.2%), 分别测量目标两端点 A 与 B 到观测点之间的直线距离, 并记录两距离直线间的夹角 X, 利用三角函数:

$$Y = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos X}$$

求得目标两端点 A、B 之间的直线距离 Y。

假设猴群水平平面的形状是一个标准的圆形, 将圆分割为四个半径等差的同心圆 (图 1), 使猴群的空间位置由内到外分为 1、2、3、4 四层, 各层代表与猴群中心的相应距离。当猴群在树上取食与休息时, 以猴群最密集的中心区域作为圆心, 以距离中心最远的社会单元与猴群中心间的最大距离作为半径, 对猴群所在的区域的半径进行等分; 与假设的同心圆对应, 记录各社会单元在各层出现的频次。因在群内出现过一次一雄多雌单元的主雄被替换的事件, 在这前后群内各社会单元的社会等级发生了很大的变化, 为避免行为发生因果机制的不

对应, 故此只记录主雄替换后猴群休息时各社会单元在圆中各层的空间位置。预期值由假设各社会单元在群内各层随机分布而得, 数据统计采用卡方检验中的适合性检验 (χ^2 检验)。

当猴群在投食区的时候, 采用瞬时扫描取样法 (Instantaneous and scan sampling) (Martin and Bateson, 1993) 每 5 min 扫描每个个体所在的位置, 并纪录各社会单元在投食区内停留的时间。猴群内各社会单元所占有的空间大小不同, 其所利用的空间在质量上也有不同。定义空间性占领行为及空间性屈服与回避行为, 当猴群地面上有此行为发生时, 采用行为的全事件取样法 (All-occurrences recording) (Martin and Bateson, 1993) 对其空间位置和事件进行描述。运用随机取样法 (Ad-libitum recording) (Martin and Bateson, 1993) 记录猴群在树上取食和休息时, 在树上发生的空间性占领行为及空间性屈服与回避行为。

空间性占领行为: 猴群中某一 OMU 为争夺有

效空间或更高质量空间（如食物更丰富、更充足，荫凉、安全的高大的树木等）而对原本占有此空间的 OMU 发起的瞪眼、龇牙等威胁行为或抓打、追逐等攻击行为，并最终占领此空间的行为；或猴群的某一 OMU 在第一时间占有最优有效空间，其它 OMU 对此认同并不进入该空间的行为。

空间性屈服与回避行为：猴群中某一 OMU 主动或被动退让出有效空间或高质量空间给别的 OMU 的行为。

2 结果

2.1 空间结构的基本单位

根据 799 次的观察，当猴群休息时，每一个社会单元都独自集中在一棵树 472 次（占观察次数的 60.6%）、两棵树 227 次（占 29.1%）、三棵树 68 次（占 8.7%）、三棵树以上 11 次（占 1.4%）。同一个 OMU 不在同一棵树的情况下，树间距离 12.36 ± 8.01 m, ($n = 118$)；有两个单元同时停留在同一棵树的情况（21 次，占 2.7%），即使出现这种情况，两个社会单元也会分别处在树的顶层和下层，之间保持一定的距离，否则就会发生冲突；当猴群处在较宽阔的空地时，各个单元会以其雄性为中心聚集在一起。

通过记录当猴群休息时社会单元内部个体间的直线距离 736 次以及各社会单元之间的直线距离 452 次，计算其相隔距离各自出现频次的百分比，结果显示为图 2、图 3。

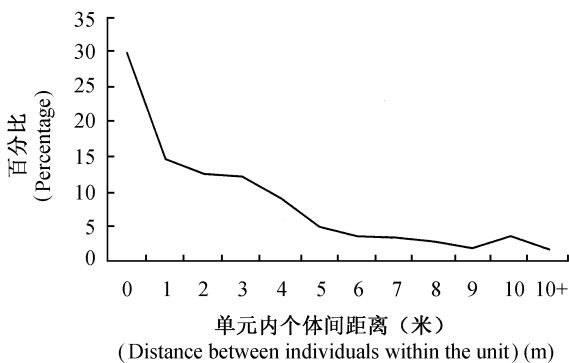


图 2 猴群休息时社会单元内个体间距离

Fig. 2 Distance between individuals within social units when monkeys are resting

由图可以看出，属于同一社会单元的个体间的空间直线距离在 0 - 10 m 之间的情况占多数，而其主要分布在 0 - 5 m 之间，呈频数随距离增长而递减的趋势；而不同的社会单元个体间的空间直线距

离主要集中在 10 - 30 m 之间，峰值出现在 20 - 25 m 之间。

2.2 休息与采食时各单元的空间分布

记录主雄替换后猴群休息时各社会单元在圆中各层的空间位置出现的频数如下（表 3、图 4）。

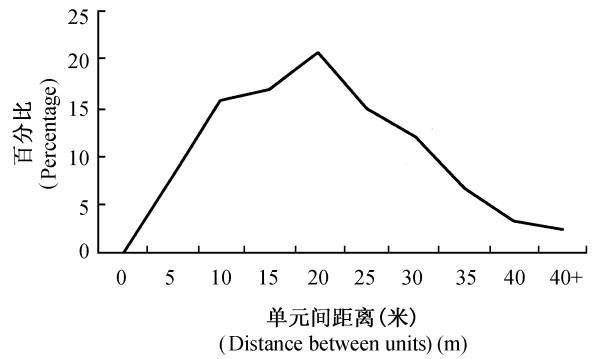


图 3 猴群休息时社会单元间直线距离

Fig. 3 Distance between social units when monkeys are resting

结果发现高社会等级的社会单元常出现在猴群的内层和中层内侧 ($df = 1$, $\chi^2 = 166.97$, $P < 0.005$), 中社会等级的单元出现在猴群中层的频率较高 ($df = 1$, $\chi^2 = 21.54$, $P < 0.005$), 而低社会等级的社会单元常出现在猴群的外层 ($df = 1$, $\chi^2 = 12.60$, $P < 0.005$), 猴群中间两层的密度较大。

2.3 不同社会等级的单元占有空间的差异性

为分析不同社会等级的单元占有空间的差异性，记录各单元间因争夺有效空间而发生的空间性占领行为、空间性屈服与回避行为。结果如图 5。

从图中可以看出，除井字头单元与秃头单元项是非规律性外，金丝猴群内部社会单元间随着社会等级的降低，其空间性占领行为发生的次数也随之减少，而退让与回避行为发生的次数却增加。

2.4 空间分布的形状

经过长期观察，发现猴群空间形状总的特征可以表述为“流质性”。在猴群休息、取食、移动的过程中，其空间形状基本上是近似的圆形或椭圆形，但时常是变化的和不规则的，如同一股流淌的水，会因地形、植被、意外情况等原因随时发生改变。例如当猴群从沟底向坡面上移动时，社会单元间会呈线状按顺序鱼贯而行，走在前面的单元到达顶部时会放慢速度，而后面的单元追上并有秩序的重新组合，形状会恢复圆形甚至变为侧扁形。

社会单元内部的空间形状也是不规律的，但在移动时青年猴与亚成年猴常在树的顶端，成年雄猴

表 3 群内各社会单元在各层出现的频数**
Table 3 Frequency of each unit appearing in different layers of concentric circle**

| | 长毛单元 CM unit | 8 字头单元 BZT unit | 井字头单元 JZT unit | 秃头单元 TT unit | 断指单元 DZ unit | 刀疤单元 DB unit | 罗盘单元 LP unit | 甲板单元 JB unit | 总计 Total |
|--------------------|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | OV EV*** χ^2 df=1 | OV EV*** χ^2 df=1 | OV EV*** χ^2 df=1 | OV EV*** χ^2 df=1 | OV EV*** χ^2 df=1 | OV EV*** χ^2 df=1 | OV EV*** χ^2 df=1 | OV EV*** χ^2 df=1 | OV EV*** χ^2 df=1 |
| 第 1 层 1st layer | 28 4.56 120.49* 10 4.63 6.23* 16 4.56 28.70* 3 2.06 0.43 1 2.25 0.69 2 3.25 0.48 5 4.63 0.03 0 3.88 3.88 65 29.82 41.50 | | | | | | | | |
| 第 2 层 2nd layer | 29 13.69 17.12* 30 13.88 18.72* 23 13.69 6.33* 15* 6.19 12.54* 15* 6.75 10.08* 18 9.75 6.98* 21 13.88 3.65 8 11.63 1.13 159 89.44 54.10 | | | | | | | | |
| 第 3 层 3rd layer | 12 22.81 5.12* 27 23.13 0.65 29 22.81 1.68 12 10.31 0.28 16 11.25 2.00 23 16.25 2.80 32 23.13 3.40 14 19.38 1.49 165 149.06 1.70 | | | | | | | | |
| 第 4 层 4th layer | 4 31.74 24.24* 7 32.38 19.89* 5 31.74 22.53* 3* 14.44 9.06* 4* 15.75 8.77* 9 22.75 8.31* 16 32.38 8.29* 40 27.13 6.10 88 208.69 69.80 | | | | | | | | |
| 总计 Total | 73 73 166.97 74 74 45.49 73 73 59.24 33 33 22.31 36 36 21.54 52 52 18.57 74 74 15.37 62 62 12.60 477 477 167.1 | | | | | | | | |

OV; 实际值. EV; 预期值。

* 实际值与预期值有显著差异 $P < 0.05$; ** 数据选取主雄替代后记录部分; *** 预期值由假设各单元在群内各层随机分布而得。

OV; Observed value. EV; Expected value.

* ; There are difference between observed value and expected value, $P < 0.05$. ** ; Data selected from those observations made after the resident male (HT) was replaced by the new male (JB). *** ; Expected values were calculated based on the hypothesis that each unit appeared in the four layers of the concentric circle randomly.

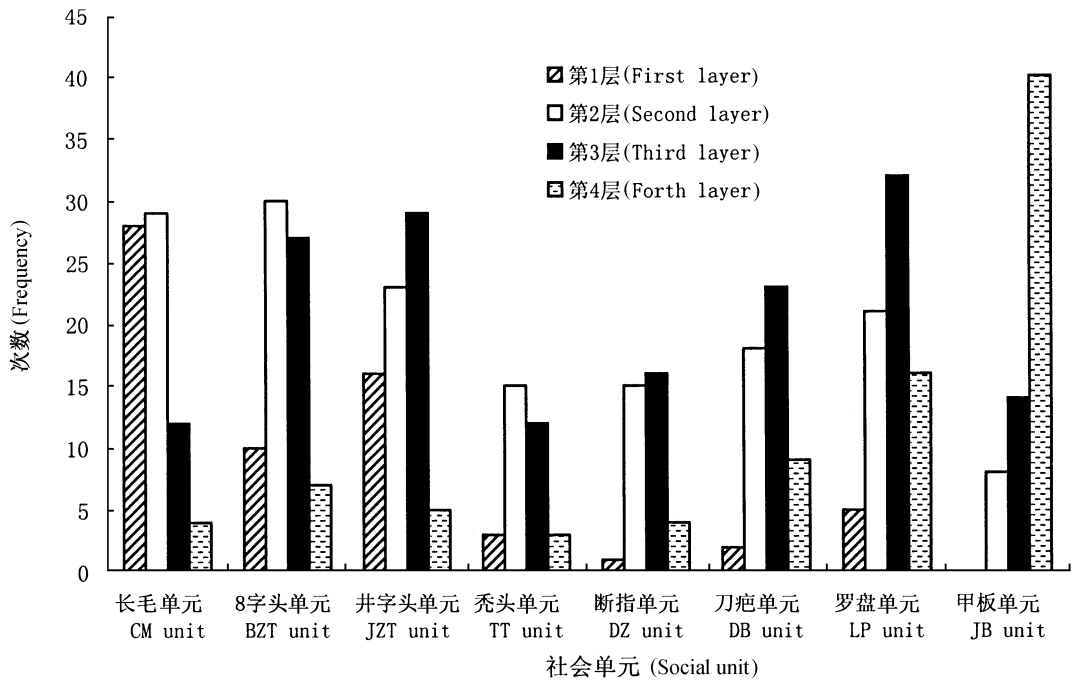


图 4 群内各社会单元在各层出现的频数图

Fig. 4 Frequency of each unit appearing in different spatial layers

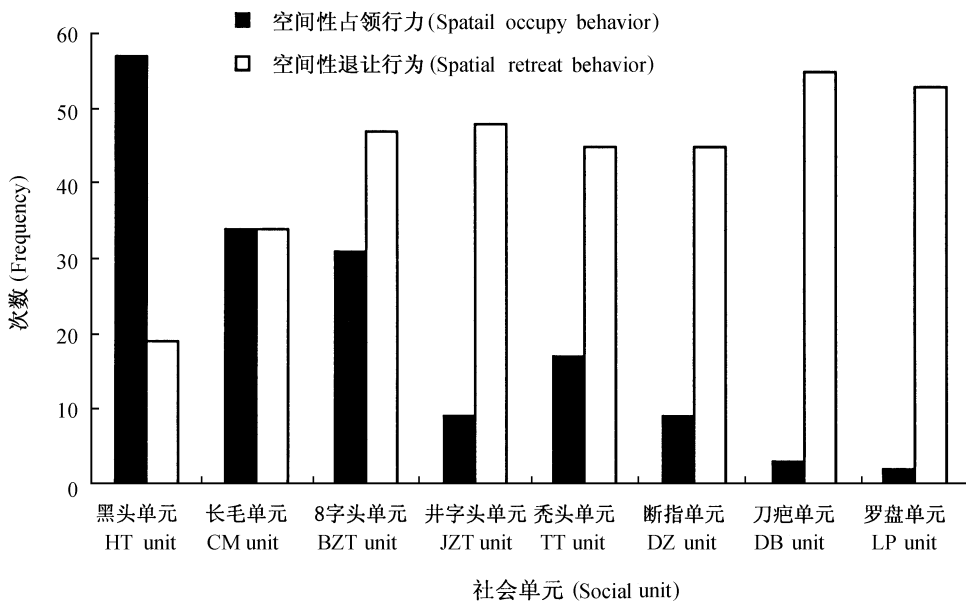


图 5 社会单元间空间占领行为与退让行为统计

Fig. 5 Frequency of spatial occupy and retreat behavior between social units

喜欢在地面或树的中部移动。成年雌猴常出现在单元的最前位，成年雄猴出现在前位、中位、后位，婴猴与年龄较小的青年猴常抱在母猴的怀中。

3 讨论

3.1 空间层次与聚集

非人灵长类的空间聚集作为社群的重要特征之

一，渐渐被人们重视。众所周知很多非人灵长类的栖息地环境都相对比较恶劣，有些非群居种类如倭狐猴 (*Microcebus cf myoxinus*)、赤褐倭狐猴 (*Microcebus rufus*) 的空间行为以单个个体为单位，因此它们在遇到天敌和其它一些困难时就显得势单力薄 (Schwab, 2000; Atsalis, 2000); 面对众多危险，空间聚集作为一种行为生态学方面的进

化在高等灵长类中体现出来, 当青猴 (*Cercopithecus mitis stuhlmanni*) 猴群内的单个个体在周围很近的距离内有很多同伴的时候, 它们的警惕行为就比较少, 反之, 警惕行为就很多 (Treves, 1999)。在对日本猴 (*Macaca fuscata fuscata*) 的研究中发现, 成年雌性、少年猴、一岁的婴猴常活动在靠近猴群中心的部位, 成年雄猴在群内各层次出现的频率是随机的; 雄猴在对整个猴群保护的同时, 增加获得交配的机会也是其目的之一 (Wada and Matsuzawa, 1986)。这样看来非人灵长类的空间聚集的目的是多样的。但是聚集也会带来负面的影响, 绒毛猴 (*Lagothrix lagotricha*) 的空间聚集因为个体间的竞争因素, 会使其单个个体所获得的食物相对减少 (Stevenson, 1998), 这种因素影响了多数非人灵长类的空间行为, 沙漠狒狒 (*Papio cynocephalus ursinus*) 社群在取食栖息地会增加空间扩散面积、而在其移动时又会紧密地聚集 (Cowlishaw, 1999)。因此很多学者认为这种空间聚集是一种付出与收益的平衡, 因为聚集能更好地带来躲避天敌、获得交配等积极因素, 同时也意味着食物由于个体间的竞争而减少 (Terborgh, 1986; Janson, 1988, 1992)。在对多个物种研究之后, 灵长类学家们认为空间聚集是非人灵长类社群存在的重要社会动力 (Social dynamics) 之一 (Altmann, 1980), 因为它能增加猴群内个体间的亲和力 (Social affinity) (Carpenter, 1942)。

秦岭川金丝猴社群空间结构里有两个层次的聚集。一是以个体为单位, 同一社会单元内 OMU 的聚集。个体在这个层次的聚集包括各年龄性别组, 在研究中并没有发现 OMU 内的聚集是严格的以作为“家长”的成年雄性为中心的, 如同多数疣猴亚科灵长类一样, 秦岭川金丝猴 OMU 的空间聚集方式母系亲缘关系表现的相对明显 (Davies and Oates, 1994), 这种亲缘关系在其它非人灵长类中也存在, 如摩尔猕猴 (*Macaca maura*) 的空间特征是母系亲缘关系在猴群移动与休息时比较明显, 而在其取食时相对较弱, 同年龄、性别或社会等级的个体距离比较近 (Matsumura and Okamoto, 1997)。成年雄性在秦岭川金丝猴 OMU 的空间聚集中虽然不是核心位置, 但也有着不可分割的意义, 他们在本单元成员受到别的单元成员威胁和遇到天敌时起着保护整个 OMU 安全的重要作用, 而且也可在本单元内获得更多的交配机会。

秦岭川金丝猴空间结构另一层次的聚集是以

OMU 为单位整个金丝猴社群的空间聚集。这种聚集的组织形式是以高社会等级的社会单元为中心, 其它单元围绕在其周围 (图 5)。天敌是秦岭川金丝猴生存的重大障碍, 苍鹰 (*Accipiter gentiles buteoides*) 经常来捕食幼年猴和婴猴 (Zhang et al., 1999a)。在很多非灵长类的研究中发现, 雄性经常出现在猴群的中部, 并以此对整个猴群起到警戒与保卫作用 (Kappeler, 2000)。通常优势雄性都有很重要的意义, 在黄山短尾猴的社群内, 习惯上被称为猴王的优势雄性在猴群分散时会爬上大树猛烈地摇动树枝, 以召唤其它个体重新集中, 以维持猴群的稳定 (李进华, 1999)。而金丝猴的社会内, 虽然高社会等级 OMU 内的雄性的优势地位明显, 但却不能说它对整个社群起着领导作用 (张鹏等, 2003), 然而这种以高社会等级 OMU 为中心, 低社会等级在外层依次向内集中的空间结构方式, 是否可以说明高社会等级的社会单元对整个社群起着一定的维持整个猴群稳定与安全的领导作用。

综上所述, 非人灵长类社群的空间结构是一种基于受益与付出的平衡, 是反映物种利用特定生态位的重要表征。社群内基本聚集单位间的空间距离是反映物种此平衡点的一种尺度 (Wittenberger, 1980; van Schaik and van Hooff, 1983; Dunbar, 1988), 当天敌危险较大、食物资源丰富时, 基本单位间空间距离短, 反之则长 (Davies and Oates, 1994)。秦岭川金丝猴社群单位空间距离与狮尾狒 (*Theropithecus gelada*) 社群 (Mori and Kawai, 1979) 相比较, 秦岭川金丝猴单元内个体间距离短于狮尾狒, 而单元间距离较狮尾狒长。

3.2 对非移动中猴群各社会单元的界定尺度

如何辨别野生金丝猴群内的社会单元, 是进行金丝猴社群行为与结构研究的前提条件, 但对于未进行个体识别的陌生猴群, 是很难做到的。本研究发现属于同一社会单元的个体在非移动情况下, 主要集中在同一棵树或距离相近的两棵树的频率很高, 且个体间的空间直线距离常在 0 - 10 m 之间, 但主要在 0 - 5 m 之间, 观察频数随距离增长而递减; 而不同的社会单元个体间的空间直线距离主要集中在 10 - 30 m 之间, 峰值出现在 20 - 25 m 之间, 明显长于同一社会单元的个体间的空间直线距离。这样, 在未来对陌生金丝猴群的研究中, 可以此作为一种鉴别猴群社会单元的尺度, 供研究人员参考。

致谢 本研究在野外工作中得到了和田一雄教授、渡边邦夫教授、John Phillips 教授、张鹏、郭松涛、赵大鹏、李银华、吕九全同学等帮助, 以及周至国家级自然保护区何鹏举局长、杨君英科长等的帮助, 谨此致谢。

参考文献 (References)

- Altmann J, 1980. Baboon Mothers and Infants. Cambridge: Harvard University Press.
- Atsalis S, 2000. Spatial distribution and population composition of the brown mouse lemur *Microcebus rufus* in Ranomafana National Park, Madagascar, and its implication for social organization. *American Journal of Primatology* 51: 61 - 78.
- Carpenter CR, 1942. Characteristics of social behavior in non-human primate. *Science* 4: 248.
- Clutton-Brock TH, 1974. Primate social organization and ecology. *Nature* 250: 539 - 542.
- Cowlshaw G, 1999. Ecological and social determinants of behaviour in desert baboon group. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 45: 67 - 77.
- Davies AG, Oates JF, 1994. Colobine Monkey: Their Ecology Behaviour and Evolution. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dunbar RIM, 1988. Primate Social System. Beckenham: Croom Helm.
- Janson CH, 1988. Food competition in brown capuchin monkeys *Cebus apella*: quantitative effects of group size and tree productivity. *Behavior* 105: 53 - 76.
- Janson CH, 1990. Ecological consequences of individual spatial choice in foraging groups of brown capuchin monkeys *Cebus apella*. *Anim. Behav.* 40: 922 - 934.
- Janson CH, 1992. Evolutionary ecology of primate social structure. In: Smith EA, Winterhalder B ed. *Evolutionary Ecology and Human Behavior*. New York: De Gruyter, 95 - 130.
- Kappeler PM, 2000. Primate Males. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kirkpatrick RC, 1998. Ecology and behavior in snub-nosed and douc langurs. In: Jablonski NG ed. *The Natural History of the Doucs and Snub-nosed Monkeys*. Singapore: World Scientific Publishing, 155 - 190.
- Li BG, Chen C, Ji WH, Ren BP, 2000. Seasonal home range changes of the Sichuan snub-nosed monkey *Rhinopithecus roxellana* in the Qinling Mountains of China. *Folia Primatologica* 71: 375 - 386.
- Li JH, 1999. *The Tibetan Macaque Society: A Field Study*. Hefei: Anhui University Press, 88 - 94 (In Chinese).
- Martin P, Bateson P, 1993. *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Matsumura S, Okamoto K, 1997. Factors affecting proximity among members of a wild group of moor macaques during feeding, moving, and resting. *International Journal of Primatology* 18: 929 - 941.
- Mori U, Kawai M, 1979. *Ecological and Sociological Studies of Gelada Baboons*. Tokyo: Kodansha Ltd, 51 - 85, 200 - 217.
- Ren BP, Zhang SY, Wang LX, Liang B, LI BG, 2001. Vertical distribution of different age-sex classes in a foraging group of Sichuan golden monkeys *Rhinopithecus roxellana*. *Folia Primatologica* 72: 96 - 99.
- Ren RM, Yan KH, Su YJ, Zhou Y, Li JJ, 2000. A Field Study of the Society of *Rhinopithecus roxellanae*. Beijing: Beijing University Press (In Chinese).
- Ren RM, Su YJ, Yan KH, Li JJ, Zhu Y, Zhou ZQ, Hu ZL, Hu YF, 1998. Preliminary survey of the social organization of *Rhinopithecus (Rhinopithecus) roxellana* in Shennongjia National Natural Reserve, Hubei, China. In: Jablonski NG ed. *The Natural History of the Doucs and Snub-nosed Monkeys*. Singapore: World Scientific Publishing. 269 - 277.
- van Schaik CP, van Hooft JARAM, 1983. On the ultimate causes of primate social systems. *Behaviour* 85: 91 - 117.
- Schwab D, 2000. A preliminary study of spatial distribution and mating system of pygmy mouse lemurs *Microcebus cf. myoxinus*. *American Journal of Primatology* 51: 41 - 60.
- Stevenson PR, Quinones MJ, Ahumada JA, 1998. Effects of fruit patch availability on feeding subgroup size and spacing patterns in four primate species at Tinigua National Park, Colombia. *International Journal of Primatology* 19: 313 - 324.
- Stevenson PR, 1998. Proximal spacing between individuals in a group of woolly monkeys *Lagothrix lagotricha* in Tinigua National Park, Colombia. *International Journal of Primatology* 19: 299 - 311.
- Terborgh J, 1986. The social systems of New World primates: an adaptationist view. In: Else J, Lee PC ed. *Primate Societies*. Chicago: University of Chicago Press, 358 - 369.
- Treves A, 1999. Vigilance and spatial cohesion among blue monkeys. *Folia Primatologica* 70: 291 - 294.
- Wada K, Matsuzawa T, 1986. A new approach to troop deployment in wild Japanese monkeys. *International Journal of Primatology* 7: 1 - 16.
- Whitehead PF, Jolly C, 2000. *Old World Monkeys*. Cambridge: Cambridge University Press, 496 - 521.
- Wittenberger JF, 1980. Group size and polygamy in social mammals. *American Naturalist* 115: 197 - 222.
- Xie WZ, Chen FG, 1989. An observation on the behaviour, social structure and the spatial distribution of *Rhinopithecus roxellanae*. In: Chen FG ed. *Progress in the Studies of Golden Monkey*. Xi'an: Northwest University Press, 243 - 250 (In Chinese).
- Zhang P, Li BG, Wada K, Tan CL, Watanabe K, 2003. Social structure of a group of Sichuan snub-nosed monkeys *Rhinopithecus roxellana* in the Qinling Mountains of China. *Acta Zoologica Sinica* 49 (6): 727 - 735 (In Chinese).
- Zhang SY, Ren BP, Li BG, 1999a. A juvenile Sichuan golden monkey *Rhinopithecus roxellana* predated by a Goshawk *Accipiter gentiles* in the Qinling Mountains. *Folia Primatologica* 70: 175 - 176.
- Zhang SY, Ren BP, Li BG, Liang B, Wang LX, 1999b. Spatial patten in the foraging group of Sichuan golden monkeys. *Chinese Science Bulletin* 44: 1 369 - 1 372.
- 李进华, 1999. 野生短尾猴的社会. 合肥: 安徽大学出版社, 88 - 94.
- 任仁眉, 严康慧, 苏彦捷, 李进军, 周茵, 2000. 金丝猴的社会. 北京: 北京大学出版社.
- 解文治, 陈服官, 1989. 川金丝猴 (*Rhinopithecus roxellanae* Milne Edwards) 的行为观察和社群结构的配置. 见: 陈服官主编. 金丝猴研究进展. 西安: 西北大学出版社, 243 - 250.
- 张鹏, 李保国, 和田一雄, 谈家伦, 渡边邦夫, 2003. 秦岭川金丝猴一个群的社会结构. *动物学报* 49 (6): 727 - 735.