

洪雅县人工林赤腹松鼠活动范围及栖息地利用

宋鹏飞^① 曹晓莉^② 祁明大^③ 任娟^① 孔令雪^① 贾岗^④ 郭聪^{①*}

(^① 四川大学生命科学学院 成都 610064; ^② 四川洪雅县林业局 洪雅 620360;

^③ 四川洪雅县林场 洪雅 620364; ^④ 四川眉山市眉山中学校 眉山 620020)

摘要:2009年3~8月期间,通过观察并利用无线电遥测等方法对洪雅县林场赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)的活动范围和栖息地利用进行了研究。研究结果显示,赤腹松鼠的最小凸多边形(minimum convex polygon, MCP)巢域面积为 $(1.90 \pm 0.59) \text{ hm}^2$, 95%和60%固定核法(fixed kernel, FK)巢域面积分别为 $(1.06 \pm 0.19) \text{ hm}^2$ 和 $(0.16 \pm 0.03) \text{ hm}^2$ 。处在求偶高峰期的雄鼠会显著地扩大活动范围。栖息地利用的研究结果表明,赤腹松鼠对栖息地因子有明显的选择性,倾向在坡度大、灌木生长繁茂、靠近人居和水源及有藤本植物覆盖的区域活动。

关键词:赤腹松鼠;无线电遥测;活动范围;栖息地利用

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2010)04-52-07

Home Range and Habitat Use of Red-bellied Squirrels in Planted Forest of Hongya County

SONG Peng-Fei^① CAO Xiao-Li^② QI Ming-Da^③ REN Juan^①

KONG Ling-Xue^① JIA Gang^④ GUO Cong^{①*}

(^① College of Life Sciences, Sichuan University, Chengdu 610064; ^② The Forest Bureau of Hongya County, Hongya County 620360;

^③ The Forest Farm of Hongya County, Hongya County 620364; ^④ The Middle School of Meishan City, Meishan 620020, China)

Abstract: Field observation and radio telemetry were used to study the home range and habitat use of red-bellied squirrels (*Callosciurus erythraeus*) in planted forest of Hongya County in Sichuan Province during March to August in 2009. The results indicated that the average home range size were $1.90 \pm 0.59 \text{ hm}^2$ by minimum convex polygon method, $1.06 \pm 0.19 \text{ hm}^2$ by 95% fixed kernel method and $0.16 \pm 0.03 \text{ hm}^2$ by 60% fixed kernel method. The male squirrels expanded their home range significantly during the peak courtship period. The favorite habitats of the squirrels were the places with steeper slope gradient, higher shrub and liana cover, close to resident of human and water source.

Key words: *Callosciurus erythraeus*; Radio telemetry; Home range; Habitat use

赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)隶属于啮齿目松鼠科丽松鼠属,该物种为树栖型生物,分布广泛,亚种繁多,食性复杂,具有很强的适应能力。主要栖息于热带和亚热带森林,以混交林和针叶林中较常见。近年来,我国一些地区出现赤腹松鼠对人工针叶林危害的报道,在有的地区已成为重大森林害虫^[1-4]。

对于动物活动范围和栖息地利用的研究,

主要解决的是动物活动面积大小以及选择在哪些区域活动的问题,这一直是行为生态学研究关注的焦点,且为害鼠防治新技术的开发研究所重

基金项目 国家科技部 973 项目(No. 2007CB109106);

* 通讯作者, E-mail: guocong@gmail.com;

第一作者介绍 宋鹏飞,男,硕士研究生;研究方向:保护生物学; E-mail: huahuaniu824@163.com。

收稿日期:2010-01-04, 修回日期:2010-04-21

视。在日本和台湾地区, Tamura 等人采用直接观察的方法对赤腹松鼠的活动范围进行研究, 发现其活动面积会因性别、生境等不同而存在差异^[5]。陈恩伦和刘彦芳等人在台湾地区人工针叶林、天然阔叶林和人工阔叶混交林等多种植被类型中的研究表明, 赤腹松鼠在不同的生境中存在分布差异^[6-7]。而国内对赤腹松鼠的研究主要围绕危害防治方面开展^[8-10], 缺乏对其在人工针叶林中的活动范围和栖息地利用方面的研究。

作者在洪雅县林场通过野外观察并利用无线电遥测对赤腹松鼠的空间活动范围和生境选择偏好进行了研究, 为今后提出更好的防治策略和预测种群动态提供基础参考资料。

1 研究地区概况

研究地点位于洪雅县槽渔滩镇境内(29°52′~29°53′N, 103°07′~103°08′E), 海拔为976~1 222 m。该区域属亚热带湿润型气候, 年降水量1 435.5 mm, 年平均气温16.6℃。根据当地气候条件, 将3~5月划为春季, 6~8月划为夏季。经调查, 森林植被主要以柳杉(*Cryptomeria fortunei*)和杉木(*Cunninghamia lanceolata*)的人工林为主, 也有少量的次生阔叶林和灌丛植被。阔叶树有野槭树(*Toxicodendro succedaneum*)、板栗树(*Castanea mollissima*)等。灌木以西南山茶(*Camellia pitardii*)、忍冬(*Lonicera japonica*)和花楸(*Sorbus pohuashanensis*)为主。地表植被主要是蕨类和苔藓。

2 研究方法

2.1 无线电追踪 以新鲜苹果为诱饵, 用活捕笼(26 cm×14 cm×14 cm)捕捉赤腹松鼠。活捕笼放置地点选择在有赤腹松鼠活动痕迹或经常观察到赤腹松鼠个体活动的区域内。捕捉时间从2009年3月1日开始, 8月15日结束。捕获赤腹松鼠后记录捕获日期、个体的性别、繁殖状况、体重(g)、体长(cm)及尾长(cm)等基本参数, 并在其颈部佩戴发射器(频率在165~171 MHz之间的自制单级发射器)。为了减少

抓捕对其造成的影响, 在捕获当日于捕获地进行原地放归。每个发射器重约7.5 g。接收器型号为ICOM IC-R20, 使用折叠式天线(两单元八木天线), 信号接收的直线距离在150 m左右。采用三角定位法或直接目测定位确定个体的位置, 用手持GPS对其进行精确定位。三角定位的具体方法为, 在研究区内设置固定点, 在其中两个信号效果最好的固定点上选择信号最强的方向作为目标个体的方向, 并用罗盘测量角度, 两条射线的交点即为个体的位置。为了减少几何误差和个体活动带来的误差, 夹角尽量接近90°, 且在3 min之内完成定位^[11]。作者对赤腹松鼠进行全天追踪, 6:00~20:00时每隔2~4 h定位一次。

2.2 生境因子测量 利用样线法调查研究区内赤腹松鼠栖息地利用的情况。在研究区域内设置间距为200 m的样线5条, 样线长度1~3 km。在样线上每隔100 m布设一个大小为10 m×10 m的固定样方, 样线范围覆盖了研究区域的所有植被类型、地形条件以及捕捉和追踪赤腹松鼠的范围。在样方内记录乔木高度、盖度、数量及胸径, 灌木高度、盖度及数量, 草本高度及盖度, 有无藤本覆盖和水源, 坡向、坡位、坡度及人居距离等15个参数。经过反复走样线观察发现, 在赤腹松鼠经常活动的区域会留下明显的活动痕迹(啃食痕迹的落果、剥落的树皮等), 每天检查样方内是否有松鼠近期活动的痕迹。若有, 则认为该样方近期被利用, 记录为利用样方。另外, 借助无线电遥测技术, 应用三角定位法确定赤腹松鼠的活动位点, 若位点落在固定样方内, 也记录为利用样方。在3~8月调查期间未观察到赤腹松鼠个体或活动痕迹的样方视为对照样方。

样方内乔木盖度、乔木数量、灌木数量以目测为主; 乔木高度、灌木高度借助已知高度的参照物进行目测; 选择一株中等大小的灌木测其长短径, 取其平均值求出圆面积, 乘以样地内灌木株数, 再除以样地面积得到灌木盖度; 乔木胸径用卷尺测量; 用65式军用罗盘仪上的坡度计测量样方所在山坡的坡度。将10 m×10 m样

方的每条对角线都 4 等分,在 1/4 和 3/4 处各取一个 1 m × 1 m 的小样方,共取 4 个,然后测量每个小样方中的草本高度和草本盖度,取其均值作为 10 m × 10 m 样方中草本植物的特征。计数型数据:有无藤本植物覆盖、坡向、坡位、有无水源、人居距离,进行等级划分。根据样方内是否存在水源(小水沟)分为有或无。样方内的乔木或者灌木之间有藤本植物相连或者覆盖的记录为有藤本覆盖,否则为无。坡位分为上(坡的上三分之一)、中(坡的中三分之一)、下(坡的下三分之一)3 个标准。用 65 式军用罗盘仪测量样方的坡向并划分为北(337.5° ~ 360°、0° ~ 22.5°)、东北(22.5° ~ 67.5°)、东(67.5° ~ 112.5°)、东南(112.5° ~ 157.5°)、南(157.5° ~ 202.5°)、西南(202.5° ~ 247.5°)、西(247.5° ~ 292.5°)、西北(292.5° ~ 337.5°)8 个等级。用 GPS 测量样方中心距最近居民点的距离,分为 3 个等级,即 < 500 m、500 ~ 1 000 m 和 > 1 000 m。

2.3 数据分析 利用 ArcView 3.3 扩展模块 Animal Movement 的最小凸多边形法(minimum convex polygon, MCP)和固定核法(fixed kernel, FK)分别计算活动区面积。最小凸多边形法是利用每个个体所有追踪点,连接最外围的点形成凸多边形估算巢域面积,没有考虑个体对巢域的利用率。固定核法是根据追踪点的分布状况和密度估算巢域面积的一种方法,使用 LSCV(least squares cross validation)作为平滑因子,其余参数为默认值^[12]。95% 固定核法的准确性较高,可较为真实地反映个体对巢域的使用状况^[13],60% 固定核法用于确定其核心区。巢域重叠率的计算公式为 $Mc^2 / (Ma \times Mb)$,其中 Ma 和 Mb 分别为 A、B 2 个体在某一个时间段内的 MCP 巢域面积, Mc 为相应时间段内两个个体巢域重叠部分的面积^[14]。考虑到佩戴发射器初期的赤腹松鼠行为会出现异常,为了避免这些干扰因素对结果的影响,在计算巢域面积时舍去放归后 2 d 收集到的位点。

利用统计软件 SPSS 13.0 分析各变量的差

异,先用 One-Sample Kolmogorov-Smirnov Z 检验计量型数据是否符合正态分布。当数据符合正态分布时,使用独立样本 t -检验;当数据不符合正态分布时,使用 Mann-Whitney U 检验。对于计数型数据,运用卡方检验进行分析。各变量在描述时采用 Mean ± SE 表示。

3 结果

3.1 活动区面积 作者在野外共捕获了 17 只赤腹松鼠(12 雄,5 雌),其中 5 只由于天敌或者人为捕杀未能收集数据。雄性睾丸下垂率 100%,雌性外观没有怀孕及哺乳迹象。追踪时间最短 9 d,最长 25 d,共收集遥测点 918 个(表 1)。

雄性 MCP 巢域面积为 $(2.12 \pm 0.68) \text{ hm}^2$, 95% FK 巢域面积为 $(1.13 \pm 0.22) \text{ hm}^2$, 60% FK 巢域面积为 $(0.18 \pm 0.03) \text{ hm}^2$;雌性 MCP 巢域面积为 $(0.84 \pm 0.34) \text{ hm}^2$, 95% FK 巢域面积为 $(0.67 \pm 0.14) \text{ hm}^2$, 60% FK 巢域面积为 $(0.09 \pm 0.01) \text{ hm}^2$ 。雌雄之间 MCP 巢域面积($t = 0.80$, $df = 10$, $P = 0.44$), 95% FK 巢域面积($t = 0.92$, $df = 10$, $P = 0.38$)和 60% FK 巢域面积($t = 1.20$, $df = 10$, $P = 0.26$)均没有显著差异。

春季雄性 MCP 巢域面积为 $(1.24 \pm 0.39) \text{ hm}^2$, 95% FK 巢域面积为 $(0.99 \pm 0.21) \text{ hm}^2$, 60% FK 巢域面积为 $(0.14 \pm 0.02) \text{ hm}^2$;夏季雄性 MCP 巢域面积为 $(4.16 \pm 1.76) \text{ hm}^2$, 95% FK 巢域面积为 $(1.48 \pm 0.57) \text{ hm}^2$, 60% FK 巢域面积为 $(0.26 \pm 0.08) \text{ hm}^2$ 。雄性春夏之间 MCP 巢域面积($t = -1.61$, $df = 2.21$, $P = 0.25$), 95% FK 巢域面积($t = -1.04$, $df = 8$, $P = 0.33$)和 60% FK 巢域面积($t = -1.92$, $df = 8$, $P = 0.09$)均没有显著差异。

捕获日期为 3 月初和 7 月末的 4 只雄性赤腹松鼠(ID 分别为:3、4、13、14)的 MCP 巢域面积为 $(4.31 \pm 0.96) \text{ hm}^2$, 95% FK 巢域面积为 $(1.83 \pm 0.28) \text{ hm}^2$, 60% FK 巢域面积为 $(0.26 \pm 0.05) \text{ hm}^2$;其他时期捕获的 6 只雄性个体的 MCP 巢域面积为 $(0.66 \pm 0.20) \text{ hm}^2$, 95% FK

表 1 赤腹松鼠巢域
Table 1 Home range of *Callosciurus erythraeus*

编号 ID	性别 Sex	遥测时间段(月-日) Telemetry period (Month-Date)	追踪点数 Points	体重(g) Body mass	MCP (hm ²)	95% FK (hm ²)	60% FK (hm ²)
3	♂	3-05 ~ 3-15	48	293	2.33	1.44	0.18
4	♂	3-06 ~ 3-24	81	357	3.12	2.01	0.22
5	♂	3-14 ~ 4-01	48	227	0.52	0.56	0.09
6	♂	3-19 ~ 4-08	64	470	0.72	0.80	0.08
7	♂	3-31 ~ 4-09	46	302	0.78	0.89	0.22
8	♂	5-13 ~ 5-24	71	512	0.88	0.82	0.12
9	♂	5-16 ~ 5-24	56	322	0.34	0.38	0.07
10	♂	6-30 ~ 7-21	99	316	0.71	0.58	0.13
11	♀	7-10 ~ 8-02	93	278	0.51	0.53	0.09
12	♀	7-15 ~ 8-05	108	399	1.14	0.80	0.08
13	♂	7-25 ~ 8-11	101	373	6.52	2.53	0.41
14	♂	7-25 ~ 8-11	103	304	5.26	1.33	0.24
平均值 ± 标准误 Mean ± SE			76.50 ± 6.88	346.08 ± 23.57	1.90 ± 0.59	1.06 ± 0.19	0.16 ± 0.03

MCP: 最小多边形巢域; FK: 固定核巢域。MCP: Minimum convex polygon home range; FK: Fixed kernel home range.

巢域面积为 $(0.67 \pm 0.08) \text{ hm}^2$ 60% FK 巢域面积为 $(0.12 \pm 0.02) \text{ hm}^2$ 。3 月初和 7 月末捕获的雄性赤腹松鼠的 MCP 巢域面积 ($t = 3.78$, $df = 3.04$, $P = 0.03$) 95% FK 巢域面积 ($t = 4.00$, $df = 3.50$, $P = 0.02$) 和 60% FK 巢域面积 ($t = 2.96$, $df = 8$, $P = 0.02$) 均显著大于其他时期捕获雄性个体的面积。

个体巢域之间存在不同程度的重叠(图 1), 全部个体巢域的平均重叠率为 26%。其中雄性的巢域重叠率为 30%。3 号与 4 号、6 号与 7 号在追踪的过程中均发现它们栖息在同一个巢内, 其巢域重叠率均达到 60% 以上, 推测为同一家族。捕获到的 11 号和 12 号雌性松鼠巢域没有发生重叠。

3.2 生境选择 本次研究获得利用样方 68 个, 对照样方 50 个。春季获得利用样方 63 个, 夏季获得利用样方 57 个, 其中 52 个利用样方重复, 故将春夏间获得的利用样方合并与对照样方进行分析。利用 One-Sample Kolmogorov-Smirnov Z 检验计量型数据, 其中乔木胸径和坡

度呈正态分布, 用独立样本 t -检验进行差异分析; 其余为非正态分布, 用 Mann-Whitney U 检验进行差异分析。分析结果显示, 灌木高度、灌木盖度、灌木数量及坡度在对照样方和利用样方间存在显著差异, 表明赤腹松鼠偏好在坡度较大和灌木较为繁茂的区域活动(表 2)。对坡向、坡位、有无藤本植物覆盖、有无水源、人居距离等计数型数据进行频次分析和卡方检验分析, 结果表明, 赤腹松鼠偏好在靠近人居且有水源分布和藤本植物覆盖的区域活动, 对坡位和坡向没有明显选择性(表 3)。

4 讨论

动物的活动范围又称巢域, 是动物进行取食、营巢及繁殖等正常活动的整个区域^[15]。Tamura 等人在台湾热带季风林和日本温带混交林两个生境截然不同的地区研究赤腹松鼠的活动范围, 得到的结果是两种生境中雄性的 MCP 巢域面积和重叠率均大于雌性^[5], 这与其他松鼠科动物的研究结果类似, 如美国西部灰

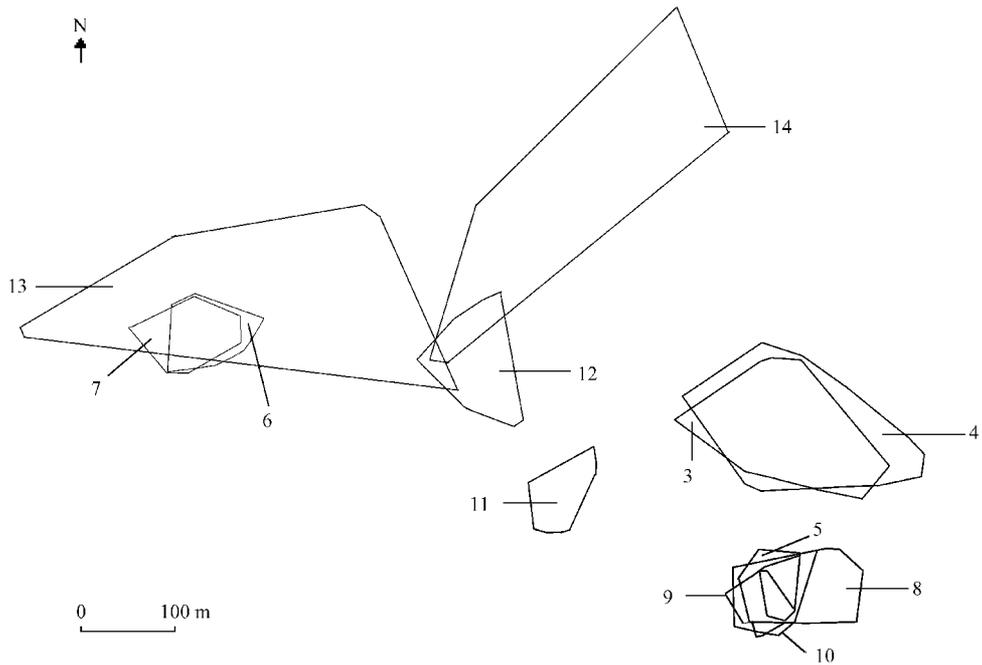


图 1 赤腹松鼠 MCP 活动范围示意图

Fig. 1 The sketch map of minimum convex polygon home range for *Callosciurus erythraeus*

3 ~ 14 代表追踪个体的编号,与表 1 一致。3 to 14 indicate red bellied squirrel numbers corresponding to those in Table 1.

表 2 赤腹松鼠利用样方和对照样方中生境因子的比较

Table 2 Comparison of habitat variables in sites used by *Callosciurus erythraeus* and random sites

变量 Variables	利用样方 Used sites (n = 68)	对照样方 Random sites (n = 50)	t 值* t value	Z 值* Z value	P 值 P value
乔木胸径 Tree diameter at the breast height (cm)	17.60 ± 0.64	17.71 ± 0.76	-0.11		0.91
乔木高度 Tree height (m)	11.15 ± 0.33	11.89 ± 0.40		-1.92	0.06
乔木盖度 Tree coverage (%)	76.25 ± 1.55	78.10 ± 1.22		-0.42	0.67
乔木数量 Number of trees	15.09 ± 1.28	14.70 ± 1.33		-0.16	0.87
灌木高度 Shrub height (m)	1.90 ± 0.14	0.88 ± 0.15		-4.51	0.00
灌木盖度 Shrub coverage (%)	13.13 ± 1.63	3.34 ± 0.97		-5.08	0.00
灌木数量 Number of shrub	9.54 ± 1.17	2.94 ± 0.87		-4.95	0.00
草本高度 Herb height (cm)	20.81 ± 0.77	19.00 ± 1.04		-1.66	0.10
草本盖度 Herb coverage (%)	19.19 ± 1.47	18.00 ± 1.23		-0.07	0.95
坡度 Slope degree (°)	33.38 ± 1.09	25.55 ± 1.15	4.88		0.00

* t value: Independent-Samples t Test; Z value: Mann-Whitney U Test.

表 3 赤腹松鼠生境因子的分布频次及卡方检验

Table 3 Distribution frequency and Chi-Square Test of ordinal variables in habitat selection of *Callosciurus erythraeus*

因子 Habitat factors	等级 Class	频次 Frequency	
		利用样方 Used sites	对照样方 Random sites
坡位 Slope position	上 Upper part of slope	19	15
	中 Middle part of slope	34	21
	下 Lower part of slope	15	14
		卡方检验 $\chi^2 = 0.85$ $df = 2$ $P = 0.65$	
水源 Water	有 Existence	25	9
	无 None	43	41
		卡方检验 $\chi^2 = 4.07$ $df = 1$ $P = 0.04$	
藤本 Liana	有 Existence	32	11
	无 None	36	39
		卡方检验 $\chi^2 = 6.77$ $df = 1$ $P = 0.009$	
坡向 Slope aspect	北 North	5	5
	东北 Northeast	5	10
	东 East	13	10
	东南 Southeast	13	4
	南 South	10	9
	西南 Southwest	6	4
	西 West	7	4
	西北 Northwest	9	4
		卡方检验 $\chi^2 = 7.38$ $df = 7$ $P = 0.39$	
距人居距离 (m) Distance to resident of human	< 500	27	13
	500 ~ 1 000	37	22
	> 1 000	4	15
		卡方检验 $\chi^2 = 12.63$ $df = 2$ $P = 0.002$	

松鼠 (*Sciurus griseus*)^[16] 和奇立卡瓦狐松鼠 (*S. nayaritensis*)^[17]。而本次研究结果显示,赤腹松鼠雌雄间的 MCP 和 FK 巢域面积差异不显著,雄性间 MCP 巢域有重叠而雌性之间无重叠。这种不一致可能是研究区域不同造成,另外,本次研究的对象为森林害鼠,当地居民常常在研究区域内对赤腹松鼠进行捕杀,捕杀到佩戴项圈的赤腹松鼠的情况时有发生,本次研究的样本数及观察时间因此受到影响,更为精确和全面的结果尚需进一步研究。

雄性赤腹松鼠春夏季的巢域面积差异不显著,但作者发现在 3 月初和 7 月末捕获的雄性个体的巢域面积显著大于其他时期捕获的雄性个体,这应该与赤腹松鼠的繁殖期有关。董岚等解剖观察赤腹松鼠繁殖状况发现,雄鼠可能全年都有繁殖能力,而雌鼠的繁殖高峰出现在

4 月和 8 月^[18]。本研究在雌鼠繁殖高峰前期捕获的雄鼠巢域面积大,可能是因为捕获到的个体正处在求偶的高峰期,扩大活动范围,从而增加遇见雌体的机会。

赤腹松鼠广泛分布于东洋界长江流域及其以南地区,主要栖息于热带与亚热带森林中,以混交林、针叶林较为常见。本次研究在亚热带湿润型气候的人工针叶林中进行,主要树种为柳杉和杉木。陈恩伦在台湾溪头、杉林溪两地各选取了 5 个 18 ~ 25 年生的柳杉林地进行了赤腹松鼠分布调查,比较两地赤腹松鼠分布差异后认为,赤腹松鼠倾向于选择植被覆盖率高、植物种类丰富度高的环境栖息^[6]。刘彦芳在对台湾南仁山地区天然阔叶林区、人造樟树 (*Cinnamomum camphora*) 林区和相思树 (*Acacia confusa*)、银合欢 (*Leucaena leucocephala*) 人造混

合林 3 种林型内赤腹松鼠分布的研究后认为,赤腹松鼠倾向于选择林木密度高,树冠覆盖率较高,胸高直径在 15 cm 以下的中、小型树木生长的环境^[7]。而本次研究显示,赤腹松鼠喜好选择在灌木盖度较高(高度约 2 m)且数量较多的区域活动,对乔木的盖度、高度、胸径和数量没有明显选择,这可能与研究区域的生境类型过于单一有关。人工林中乔木树种单一,能够提供的食物资源有限,而林下灌木可以为其提供丰富的食物,从而保证赤腹松鼠生存所必需的能量供给。Setoguchi 和蔡红霞等对赤腹松鼠食性研究也发现其食物组成除了各种乔木的叶、果实和种子以外,还包括林下灌木的野果和嫩叶^[4,19]。同时,本研究显示,为了满足饮水需要,赤腹松鼠倾向选择有水源的区域活动。

赤腹松鼠偏好选择有藤本覆盖的区域活动,这可能是因为藤本植物能够为其提供活动的通道和避敌的掩护。作者曾观察到赤腹松鼠以较粗的藤条为路径在陡崖边活动。另外还观察到其采食猕猴桃(*Actinidia chinensis*)的行为,可见藤本植物也是其食物来源之一。选择坡度大的生境,这与阿伯特松鼠(*S. aberti*)^[20]和墨西哥赤腹松鼠(*S. aureogaster*)^[21]相似,陡峭的地形有助于其在受到威胁时迅速往坡的上方或下方移动从而躲避天敌的捕食。本次研究表明,赤腹松鼠倾向于选择较为靠近人居的区域活动,这种行为特性可能与其对周边环境的长期适应性有关。在人工林中,村民采茶、砍伐等活动频繁,赤腹松鼠已对人类的这些无害行为表现出一定的适应性。

参 考 文 献

- [1] 朱曦. 浙江玲珑山马尾松松鼠危害情况调查. 浙江林学院科技通讯, 1982, (2): 42-45.
- [2] 郭宝章. 台湾松鼠之生物学特性及其危害与控制. 台北: 农委会林业特刊第 33 号, 1990, 8-58.
- [3] 冉江洪, 刘少英. 四川省人工林鼠害调查初报. 四川动物, 1999, 18(1): 33-34.
- [4] 蔡红霞, 冉江洪, 张家平, 等. 赤腹松鼠危害季节性变化与食性的初步探讨. 四川林业科技, 2001, 22(3): 21-24.

- [5] Tamura N, Hayashi F, Miyashita K. Spacing and kinship in the Formosan squirrel living in different habitats. *Oecologia*, 1989, 79: 344-352.
- [6] 陈恩伦. 溪头、杉林溪松鼠分布差异与生育地因子之关系. 台湾: 台湾大学森林研究所硕士学位论文, 1988, 5-56.
- [7] 刘彦芳. 南仁山地区赤腹松鼠族群和棲地利用之研究. 台湾: 屏东科技大学野生动物保育研究所硕士学位论文, 2003, 7-21.
- [8] 朱永淡, 张卫阳, 朱曦. 赤腹松鼠对林木剥皮危害的初步研究. 兽类学报, 1990, 10(4): 276-281.
- [9] 徐玮, 冉江洪. 赤腹松鼠及其危害防治的研究. 四川林业科技, 2004, 25(4): 16-21.
- [10] 冉江洪, 徐玮, 蔡红霞, 等. 赤腹松鼠生物学特性初步研究. 四川林业科技, 2005, 26(6): 8-13.
- [11] Kenward R E. A Manual for Wildlife Radio Tagging (2001). London: Academic Press, 2001: 147-200.
- [12] Worton B J. Kernel method for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, 1989, 70(1): 164-168.
- [13] Seaman D E, Powell R A. An evaluation of the accuracy of kernel density estimator for home-range analysis. *Ecology*, 1996, 77(7): 2075-2085.
- [14] 杨建东, 张泽钧, 李明, 等. 蜂桶寨自然保护区小熊猫巢域初步研究. 兽类学报, 2006, 26(1): 13-17.
- [15] 尚玉昌. 动物行为学. 北京: 北京大学出版社, 2005, 281-286.
- [16] Linders M J, West S D, Haegen W M V. Seasonal variability in the use of space by western gray squirrels in south-central Washington. *Journal of Mammalogy*, 2004, 85(3): 511-516.
- [17] Pasch B, Koprowski J L. Sex differences in space use of Chiricahua fox squirrels. *Journal of Mammalogy*, 2006, 87(2): 380-386.
- [18] 董岚, 纪岷, 徐伟, 等. 人工林赤腹松鼠危害与繁殖关系的初步研究. 四川动物, 2009, 28(2): 197-201.
- [19] Setoguchi M. Food habits of red-bellied tree squirrels on a small island in Japan. *Journal of Mammalogy*, 1990, 71(4): 570-578.
- [20] Edelman A J, Koprowski J L. Selection of drey sites by Abert's squirrels in an introduced populations. *Journal of Mammalogy*, 2005, 86(6): 1220-1226.
- [21] Ramos-Lara N, Cervantes F A. Nest-site selection by the Mexican red-bellied squirrel (*Sciurus Auregaster*) in Michoacan, Mexico. *Journal of Mammalogy*, 2007, 88(2): 495-501.