

海南尖峰岭椰子狸的活动规律

杨海婷^{①②} 颜文博^① 曾治高^{②*} 莫世琴^③ 薛少亮^③
王琦^① 梁春生^③ 黄祝礼^③ 李自力^③ 陆振飞^③
揭英武^③ 莫世亮^③ 朱深强^③

① 陕西理工大学, 陕西省资源生物重点实验室 汉中 723000; ② 中国科学院动物研究所动物生态与保护生物学院
重点实验室 北京 100101; ③ 海南热带雨林国家公园管理局尖峰岭分局 乐东 572542

摘要: 椰子狸 (*Paradoxurus hermaphroditus*) 是国家二级重点保护野生动物, 在中国生物多样性红色名录中被列为濒危 (EN) 级, 当前有关该物种的生态研究资料非常有限。从 2020 年 11 月到 2022 年 10 月在海南尖峰岭采用红外相机陷阱法监测并分析了椰子狸的活动规律。研究期间共获得椰子狸的独立有效照片 637 次, 旱季和雨季分别为 376 次和 261 次。研究结果表明: 海南尖峰岭椰子狸主要营独栖生活 (98.90%), 偶见成对或带崽以小群形式活动。椰子狸的活动受海拔及人类干扰的显著影响, 与海拔高度呈正相关, 而与人类干扰强度呈负相关。椰子狸活动的海拔高度在旱、雨季之间不存在显著差异, 但人类干扰强度对椰子狸活动的影响存在明显的季节差异。在低干扰区, 椰子狸旱季的活动强度显著大于雨季; 而在高干扰区, 旱、雨季差异不明显。旱季高干扰区域椰子狸的活动强度小于低干扰区域, 而雨季椰子狸活动强度不存在区域差异。椰子狸每日主要集中在 19:00 时至次日 6:00 时之间活动, 晨昏各有一个活动高峰, 呈现典型的夜行性, 偶见 (1.73%) 昼间活动。本研究初步掌握了海南尖峰岭椰子狸的活动规律, 为该物种的保护管理提供了基础的科学资料。

关键词: 椰子狸; 活动特征; 活动节律; 红外相机; 人类干扰

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2024) 06-887-10

Activity Regularity of Common Palm Civets in Jianfengling, Hainan, China

YANG Hai-Ting^{①②} YAN Wen-Bo^① ZENG Zhi-Gao^{②*} MO Shi-Qin^③ XUE Shao-Liang^③
WANG Qi^① LIANG Chun-Sheng^③ HUANG Zhu-Li^③ LI Zi-Li^③ LU Zhen-Fei^③
JIE Ying-Wu^③ MO Shi-Liang^③ ZHU Shen-Qiang^③

① Shaanxi University of Technology, Shaanxi Key Laboratory of Bio-Resources, Hanzhong 723000;

② Key Laboratory of Animal Ecology and Conservation Biology, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101;

基金项目 海南省自然科学基金高层次人才项目 (No. 321RC667), 海南国家公园研究院科研项目 (No. KY-24ZK01), 2019 年中央财政林业改革发展资金尖峰岭珍稀濒危野生动植物保护项目[动合 (科) 2020-0312];

* 通讯作者, E-mail: zengzhg@ioz.ac.cn;

第一作者介绍 杨海婷, 女, 硕士研究生; 研究方向: 生态学; E-mail: 714913478@qq.com.

收稿日期: 2024-01-18, 修回日期: 2024-05-20 DOI: 10.13859/j.cjz.202424023

③ *Jianfengling Branch Bureau of Hainan Tropical Rain Forest National Park Service, Ledong 572542, China*

Abstract: [Objectives] The Common Palm Civet *Paradoxurus hermaphroditus* has been recently listed as a Class-II National Key Protected Wildlife in China, assessed as an “Endangered (EN)” species by China’s Red List of Biodiversity. Currently, there is still a lack of research on its field ecology in China. The objectives of this study are to improve the understanding of the grouping pattern and daily activity rhythms of the Common Palm Civets, and investigate the effects of elevation, human disturbances and seasons on their activities in Jianfengling, Hainan, China. **[Methods]** From November 2020 to October 2022, the camera trapping method was used to study the activity pattern of the Common Palm Civet in Jianfengling, and 150 infrared cameras were deployed in areas of high level of animal activity, with cameras spaced at intervals of 500 m or more. Infrared camera data were collected every 4 months. Kernel density estimation was used to plot daily activity rhythms of the species in dry and rainy seasons, and seasonal differences in activity rhythms were analyzed by comparing the overlapping degree of daily activity curves of Common Palm Civets in the dry and rainy seasons. Their activity intensity was expressed as the ratio of the number of valid detections per camera site to the total number of valid detections. The Mann-Whitney *U* test was used to analyze inter-regional and seasonal differences in elevations at the activity sites of Common Palm Civets, and the effects of human disturbance on their activity intensity as well as its seasonal difference. Generalized linear model was used to analyze the effects of elevation and human disturbances on their activity. **[Results]** A total of 637 independent valid photos of the Common Palm Civets were obtained, 376 in the dry season and 261 in the rainy season. The results showed that Common Palm Civets in Jianfengling were predominantly solitary (98.90%), and occasionally in small groups of 2 - 4 ind. Their activities were significantly affected by elevation and human interferences, being correlated positively with elevation and negatively with interference intensities (Fig. 3). The elevations of their activity sites did not differ significantly between the dry and wet seasons, but there were clear seasonal differences in the effects of human disturbance on their activities. Their activity intensities were significantly greater in the dry seasons than in the rainy seasons in areas with low human disturbances ($P < 0.05$), but no obvious difference between the dry and rainy seasons in areas with high human disturbances was found. Their activity intensities in the dry season were less in the high interference area than that in the low interference area ($P < 0.05$), but in the rainy season there was no regional difference in their activity intensities (Fig. 2). The activity time of Common Palm Civets was centered 19:00 - 6:00 every day, and there was a peak of activity in the dawn and dusk, showing typical nocturnal behavior, with occasional daytime activity (1.73%). **[Conclusion]** The Common Palm Civet in Jianfengling was a typical nocturnal animal and mainly lived solitary. Their activity intensities were correlated positively with elevation and negatively with interference intensities.

Key words: *Paradoxurus hermaphroditus*; Activity traits; Activity rhythm; Infrared camera; Human disturbance

椰子狸 (*Paradoxurus hermaphroditus*) 是一种小型食肉动物, 隶属于哺乳纲食肉目灵猫科。在国外, 椰子狸广泛分布于南亚和东南亚

地区 (Wilson et al. 2005, Jennings et al. 2009); 在国内, 椰子狸曾经分布于大陆南缘和海南, 但近年仅在云南边境地区、海南岛中部山区和

广西等地有分布（王应祥等 1981，潘清华等 2007，刘少英等 2019）。因此，中国生物多样性红色名录将其列为濒危（Endangered, EN）级物种（蒋志刚 2021）。2021 年发布的《国家重点保护野生动物名录》将椰子狸的保护级别提升为国家二级重点保护（www.forestry.gov.cn）。

椰子狸栖息在热带和亚热带原始林和次生林等生境中（Duckworth et al. 2016，蒋志刚 2021）。该物种半树栖生活，主要采食各类水果，是森林中种子扩散的重要媒介动物，尤其能扩散大型种子（Grassman 1998，Nakashima et al. 2010a）。当水果资源数量较低时，椰子狸也会捕食小型猎物，如昆虫、蚯蚓、软体动物和小型脊椎动物等（Nakashima et al. 2010b）。尽管椰子狸具有重要的生态作用，但是由于其夜行性的活动特点和较低的种群密度导致野外研究工作难以开展，目前国内关于其野外生态研究还是空白，不利于对该国家级保护野生动物制定相关的保护与管理对策。红外相机陷阱法

（infrared camera trapping）能在不干扰野生动物的情况下全天候 24 h 监测，成为研究热带雨林中稀有和不易观测动物的主要研究方法（Karanth et al. 2004）。因此，本研究在海南热带雨林国家公园管理局尖峰岭分局辖区（简称海南尖峰岭）采用红外相机陷阱法监测椰子狸的活动，并基于采集的影像数据分析其活动规律。

海南尖峰岭包括原尖峰岭国家森林公园和周边林区，有尖峰岭主峰、天池湖和雨林谷等生态旅游景点（图 1），每年吸引来大量游客。通常认为，椰子狸可以栖息在人类定居点附近（Nakashima et al. 2013，Parikesit et al. 2019），但人类干扰是否会影响椰子狸的活动规律未见相关报道。因此，本研究把研究地区划分为人类高干扰区域（简称高干扰区）和人类低干扰区域（简称低干扰区），分析了两类人类干扰区域内椰子狸活动规律的差异，并探讨人类干扰对其活动规律的影响。

国外相关文献认为，椰子狸是独居动物，

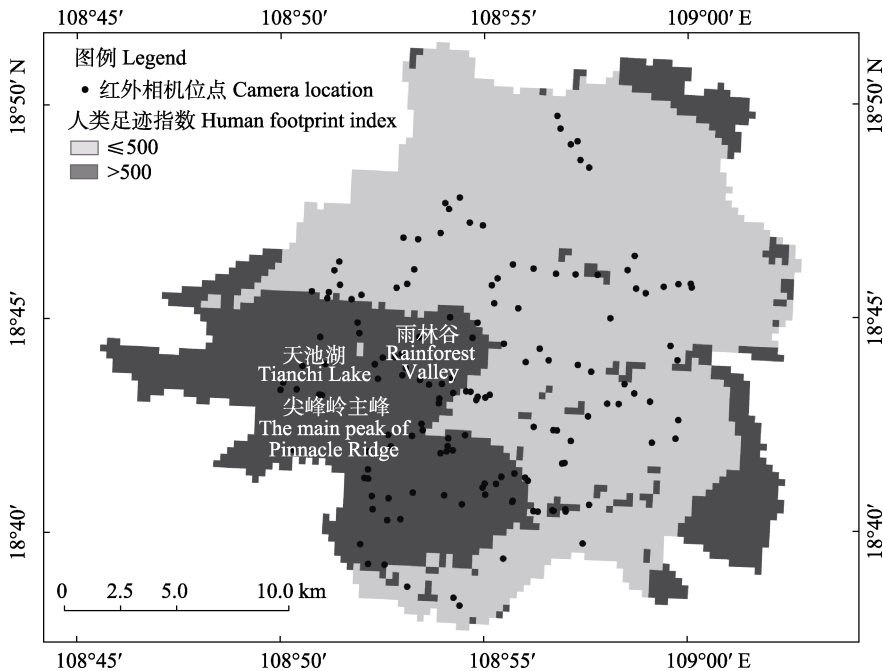


图 1 在海南尖峰岭布设的红外相机位点分布

Fig. 1 Infrared camera locations in Jianfengling, Hainan, China

白天栖息，夜间活动，分布于海拔 2 400 m 以下的生境 (Duckworth 1997, Azlan 2003)。而国内相关文献则认为，其为夜间或晨昏活动，独居或成对出没，多分布于海拔 1 000 m 以下的生境 (潘清华等 2007)。因此，本研究利用红外相机监测的影像数据分析了椰子狸的聚群活动特征和日活动节律模式，探讨了它们在旱季和雨季活动的差异及其活动强度随海拔的变化趋势。

1 研究方法

1.1 研究区域概况

海南尖峰岭位于海南岛西南部 (108°45′ ~ 109°03′ E, 18°38′ ~ 18°52′ N)，总面积 678.44 km² (核心区 505.06 km²，一般控制区 173.38 km²)。该区域地处热带北缘，属热带季风气候，年平均降雨量 2 265.8 mm，年平均气温 24.5 °C。旱雨季明显，雨季为 5 月至 10 月，旱季是 11 月至次年 4 月。此处的植被包括热带山地雨林、热带常绿季雨林、热带半落叶季雨林、热带沟谷雨林、热带稀树草原和山顶苔藓矮林等植被类型。据历史记载，海南尖峰岭分布的哺乳动物有中华穿山甲 (*Manis pentadactyla*)、猕猴 (*Macaca mulatta*)、椰子狸、豹猫 (*Prionailurus bengalensis*) 和巨松鼠 (*Ratufa bicolor*) 等 (李意德等 2002)。

1.2 红外相机的安装和数据收集

2020 年 9 和 10 月在研究区域内布设了 124 台红外相机，2021 年 8 月增加布设了 36 台红外相机，布设位点的间距尽量大于 500 m (图 1)。红外相机的布设位点涵盖了研究地区的热带山地雨林、热带常绿季雨林、热带半落叶季雨林和热带沟谷雨林等主要植被类型。本次研究使用东方红鹰 E3H 和猎科 Ltl-6511 两款红外相机，均设置为全天 24 h 连续工作，每次触发设置为 3 张照片连拍与 1 段 10 ~ 20 s 的视频录像，触发间隔为 1 s，图像分辨率设置为 12 M 像素，视频尺寸设置为 1 080 p。布设的红外相机位点由野外工作人员根据地形和动物活动痕迹等情

况选择，通常布设在有动物经过的兽径，并将相机固定在树干上距离地面 50 ~ 100 cm 处，选择视野开阔且避开太阳直射的方向。每 4 个月回收一次红外相机数据，同时更换电池和存储卡；到 2022 年 11 月完成 6 次数据回收工作。2020 年布设的 126 台红外相机成功回收了 116 台的数据，2021 年布设的 36 台红外相机成功回收了 34 台的数据，共计 150 台红外相机的数据，累计完成 107 110 个相机工作日，共拍摄到照片和视频 347 035 张。

1.3 数据分析

物种鉴定主要依据《中国兽类图鉴》(刘少英等 2019)、《中国兽类野外手册》(Smith 等 2009) 和《中国哺乳动物彩色图鉴》(潘清华等 2007)。提取椰子狸的照片信息(如时间、日期、相机编号等)。将单个红外相机位点上 30 min 内拍摄到同种动物的多张照片与视频合并记为该动物的一次有效探测 (O'Brien et al. 2003, Moo et al. 2018, 余建平等 2019)；首张照片时间记为该动物的本次有效活动时间，单张照片中拍摄的最大动物数量记为本次有效探测的动物数量。

对 2020 年布设的红外相机采用 2020 年 11 月至 2021 年 10 月的照片数据，对 2021 年布设的红外相机采用 2021 年 11 月至 2022 年 10 月的照片数据，以保证所有红外相机的分析数据均为完整一年。研究期间回收的红外相机数据中，获得照片总数 319 044 张，有效照片 20 763 次，相机工作日 45 719 d。

人类足迹指数 (Human footprint index, HFI) 是量化评价人类活动对自然环境影响程度的一种指数 (Sanderson et al. 2002)。本研究采用国际野生生物保护学会 (Wildlife Conservation Society, WCS) 发布的 2020 年全球人类足迹数据 (wchumanfootprint.org)，把研究地区的人类干扰水平划分为低干扰区 (HFI 不超过 500) 和高干扰区 (HFI 超过 500, 图 1)。参考实际调查中认知的及文献中指明的区域干扰状况 (罗文 2004, 莫锦华 2021)，初

步判定研究区域中的居民区、旅游景点区、经济林区、农垦种植区和常见外来人员活动区等地为高干扰区。把此区域与人类足迹指数图层叠加后，确定 HFI 500 为划分高、低干扰区的标准值。海拔数据取自地理空间数据云 (gscloud.cn) 中的 Shuttle Radar Topography Mission Digital Elevation Model 90 Meter 分辨率的海拔高程数据。

选择广义线性模型 (generalized linear model) 的泊松回归分析了海拔和人类干扰对椰子狸活动的影响，分别构建了它们与椰子狸活动强度之间的泊松回归关系图，其中响应变量为椰子狸有效探测数，解释变量为海拔和人类足迹指数。因子间的相关性分析使用 Spearman 检验。

椰子狸的活动强度采用每个相机位点的有效探测数与有效探测总数的比值来表示 (武鹏峰等 2012)，分别统计旱季和雨季椰子狸在高干扰区和低干扰区的活动强度。采用 Mann-Whitney *U* 检验椰子狸活动海拔的区域间及早、雨季间的差异，人类干扰程度对椰子狸活动强度的影响及其影响在旱雨季之间的差异。

采用核密度估计方法 (kernel density estimation) 分析椰子狸旱季和雨季日活动节律的差异 (Ridout et al. 2009)。通过比较椰子狸日活动曲线的重叠系数 (Δ)，确定其旱季和雨季日活动节律的重叠程度， Δ 取值从 0 (无重叠)

到 1 (完全重叠)，在 “activity” 包中对旱、雨季日活动节律差异性进行 Wald test 检验 (Rowcliffe et al. 2014)。本研究统计分析采用 R 4.2.3 软件完成。

2 结果

研究期间共获得椰子狸独立有效照片 637 次，其中旱季 376 次、雨季 261 次。

2.1 椰子狸的聚群活动特征

拍摄到椰子狸 630 次单独活动，占总有效照片数量的 98.90%；仅记录到 7 次椰子狸的聚群活动，其中 3 次为雌性带亚成体活动，集中在雨季的 7 月和 8 月；4 次雌性与雄性成对活动，均发生在旱季 (表 1)。

2.2 海拔和人类干扰对椰子狸空间分布的影响

在空间上，海南尖峰岭椰子狸的活动显著地受海拔高度及人类干扰强度的影响 (表 2，图 2)。椰子狸活动与海拔高度显著正相关，其中在海拔 800 ~ 1 000 m 区域的活动频次最多，而在海拔 400 m 以下区域活动频次较少 (图 2a)；与之相反的是，椰子狸活动与人类足迹指数呈现显著负相关，在 HFI 为 400 ~ 500 的低干扰区域中椰子狸活动频次最多，而在 HFI 大于 600 的区域内椰子狸活动频次较少 (图 2b)。综合分析可知，海南尖峰岭的椰子狸大多在高海拔且人类足迹罕至的区域活动，少见于低海拔且人为干扰大的区域 (图 2)。

表 1 海南尖峰岭椰子狸的聚群活动模式

Table 1 Grouping patterns of *Paradoxurus hermaphroditus* in Jianfengling, Hainan

拍摄日期 (年-月-日) Shooting date (Year-month-date)	拍摄时间 Shooting time	个体数量 (ind) Number of individuals	聚群模式 Grouping patterns
2021-07-12	20:22:48	4	雌性带崽 Female with cubs
2022-08-10	19:43:04	3	雌性带崽 Female with cubs
2021-08-07	20:11:54	3	雌性带崽 Female with cubs
2020-11-27	04:16:02	2	雌雄成对 A male and female pair
2021-03-13	01:10:56	2	雌雄成对 A male and female pair
2022-04-22	05:47:44	2	雌雄成对 A male and female pair
2022-04-28	00:41:40	2	雌雄成对 A male and female pair

表 2 基于广义线性模型分析的海拔和人为干扰对椰子狸空间分布的影响

Table 2 Effects of elevation and human disturbances on spatial distribution of *Paradoxurus hermaphroditus* based on generalized linear model analysis

因子 Factor	估计值 Estimate	标准差 Standard error	Z 值 Z value	P 值 Pr(> z)
截距 Intercept	1.145	0.209	5.465	$4.62 \times 10^{-8*}$
海拔 Elevation	0.002	0.000	10.908	$2.00 \times 10^{-16*}$
人类干扰 Human disturbance	- 0.002	0.000	- 7.344	$2.07 \times 10^{-17*}$

* 表示有显著影响。* indicates a significant impact.

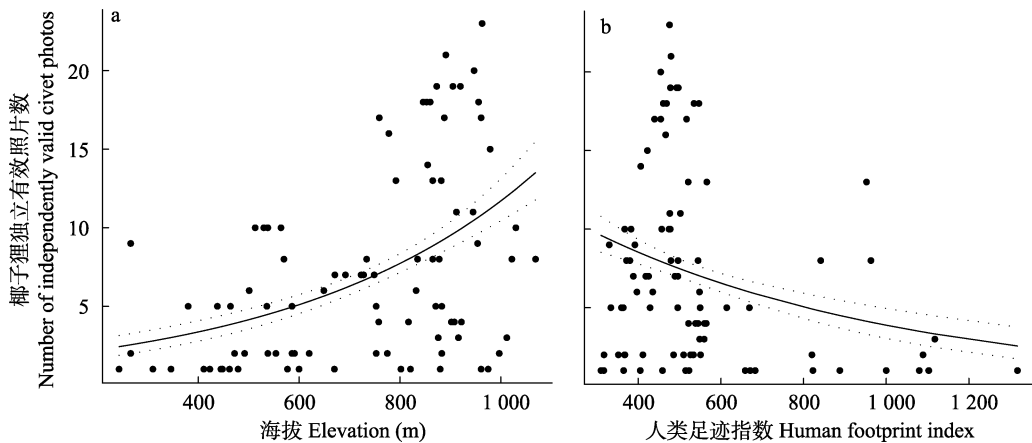


图 2 海拔和人类干扰对椰子狸活动强度的影响

Fig. 2 Effects of elevation and human disturbances on the activity intensity of *Paradoxurus hermaphroditus*

图中虚线表示 95%置信水平下的置信区间。The dashed lines in the figure indicate the confidence intervals at the 95% confidence level.

2.3 椰子狸活动海拔的季节变化

海南尖峰岭椰子狸活动的海拔高度在旱季 [平均值 ± 标准误: (818.82 ± 8.62)m, n = 376] 和雨季 [(829.09 ± 8.93) m, n = 261] 之间没有显著差异 (Z = - 0.854, P > 0.05)。它们活动的海拔高度在高干扰区 [(861.54 ± 7.54) m, n = 198] 比低干扰区 [(816.10 ± 3.94)m, n = 439] 略高, 但两者间差异不显著 (Z = - 1.330, P > 0.05)。高干扰区椰子狸活动的海拔高度在旱、雨季之间没有显著差异 (Z = - 1.043, P > 0.05), 低干扰区椰子狸活动的海拔高度在旱、雨季之间也不存在显著差异 (Z = - 0.61, P > 0.05)。总之, 海南尖峰岭椰子狸的活动没有出现季节性的沿海拔垂直迁移的现象。

2.4 干扰强度对椰子狸活动影响的季节变化

海南尖峰岭人类干扰强度对椰子狸活动的

影响存在明显的季节差异。在旱季, 高干扰区的椰子狸活动强度明显小于低干扰区 (Z = - 2.31, P < 0.05); 而在雨季, 高干扰区和低干扰区的椰子狸活动强度差异不显著 (Z = - 0.94, P > 0.05; 图 3)。在高干扰区, 椰子狸的旱雨季活动强度无明显差异 (Z = - 0.866, P > 0.05); 而在低干扰区, 椰子狸旱季的活动强度显著大于雨季 (Z = - 2.189, P < 0.05; 图 3)。

2.5 日活动节律与时间分配

从日活动节律看, 不论是雨季还是旱季, 椰子狸主要在夜间活动, 晨昏各有一个活动高峰 (图 4)。在雨季, 高干扰区和低干扰区椰子狸的日活动曲线重叠系数很高, 差异不显著 (Δ = 0.878, P > 0.05); 在高干扰区显示出两个活动高峰, 分别是在日出前一个小时的 5:00 时和日落后一个小时的 20:00 时; 而在低干扰

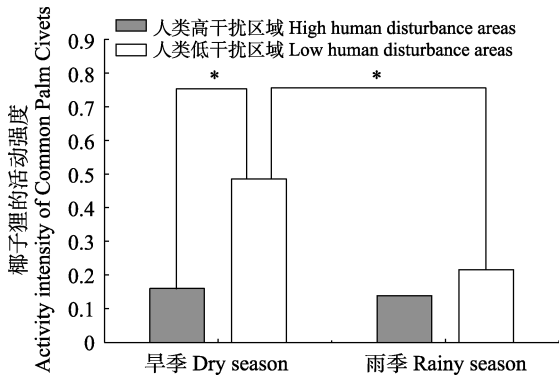


图3 人为干扰和季节变化对海南尖峰岭椰子狸活动强度的影响

Fig. 3 Effects of human disturbances and seasonal changes on the activity intensity of *Paradoxurus hermaphroditus* in Jianfengling, Hainan

* 表示有显著差异。* indicates a significant difference.

区显示出三个活动高峰，除了日出前一个小时的 5:00 时和日落后一个小时的 20:00 时，凌晨的 2:00 时也存在一个活动高峰；而且高干扰区的两个活动高峰密度更明显（图 4a）。在旱季，高干扰区和低干扰区椰子狸的日活动曲线重叠系数也很高，差异不显著 ($\Delta = 0.921, P > 0.05$)；在高干扰区显示出两个活动高峰，分别是在日出前的 3:00 ~ 4:00 时和日落后两个小时的

21:00 时；而在低干扰区日落后椰子狸的活动逐渐增强，到日出前的 3:00 ~ 4:00 时呈现活动高峰，随后活动强度逐渐降低，仅显示出一个活动高峰（图 4b）。

在每日时间分配上，椰子狸的活动主要（98.27%）集中在夜间 19:00 ~ 6:00 时，昼间基本不活动。只拍摄到其在昼间活动 11 次，其中雨季 5 次，均在日出后一小时内出现；旱季 6 次，在日出后和日落前一小时内活动的有 2 次，其余拍摄到的活动在 8:00 时、15:00 时和 17:00 时出现，主要集中在 3、4 月。椰子狸偶见昼间活动的次数仅占总数的 1.73%，呈现典型的夜行性（图 4）。

3 讨论

本研究结果显示，海南尖峰岭椰子狸主要营独居生活，研究期间仅发现 7 次椰子狸的非独居活动，均与其繁殖行为相关：雌雄成对活动发生在旱季，雌性带崽行为发生在雨季。尽管椰子狸可以全年发情（盛和林等 1999），但本研究显示，海南尖峰岭椰子狸主要在旱季发情，到雨季哺育幼崽。野生动物为了提高繁殖成功率，通常会在食物充足的季节繁育后代（刘懿慧等 2023）。海南尖峰岭主要野生乔木

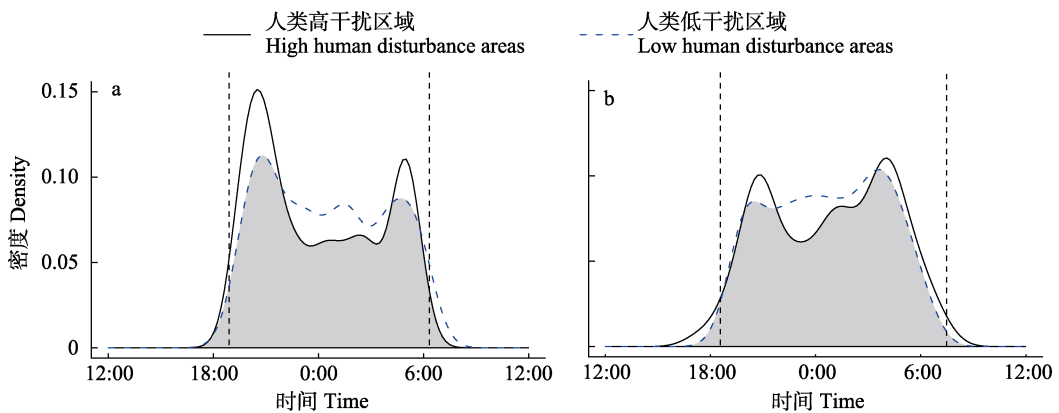


图4 海南尖峰岭椰子狸在雨季 (a) 和旱季 (b) 的日活动节律曲线

Fig. 4 Daily activity rhythms of the *Paradoxurus hermaphroditus* during the rainy season (a) and dry season (b) in Jianfengling, Hainan

图中竖直虚线表示日落、日出时间。The vertical dotted lines in the graph indicate sunset and sunrise times.

水果的成熟期集中在雨季的 7~10 月 (曾庆波等 1989), 因此雨季是尖峰岭椰子狸食物资源最丰富的季节, 可以为其繁育后代提供充足的食物。集群行为可以降低整体对资源的需求 (Janson et al. 1995), 因此, 在旱季食物不充足时椰子狸会偶尔出现成对活动的现象, 可能是为了减少资源的消耗。

海南尖峰岭椰子狸活动频次随着海拔升高而增大, 在 800~1 000 m 区域的活动频次最大。在尖峰岭高海拔区域木本植物物种丰富度相比低海拔区域更大 (吴裕鹏等 2013)。丰富的木本植物既可以为椰子狸提供隐蔽的活动场所, 又可以为其提供充足的食物, 因此椰子狸主要选择在高海拔区域活动。而且, 高海拔区域人类活动较少, 距人类居住点或农业活动区域较远, 大大减轻了人类干扰对椰子狸活动的影响, 促使椰子狸更多地高海拔区域活动。海南尖峰岭椰子狸活动海拔在高干扰区比低干扰区更高, 说明在人类干扰强度较高时, 椰子狸会选择向人类影响较小的高海拔区域活动, 而低干扰区人类影响小, 椰子狸的活动可在低海拔进行。但高、低干扰区椰子狸的活动海拔没有显著差异, 可能是由于尖峰岭高海拔的植物种类更适合椰子狸生活, 且椰子狸对人类活动存在一定的适应性。

人类活动干扰显著地影响了海南尖峰岭椰子狸的活动强度。尖峰岭椰子狸的活动与人类足迹指数呈负相关, 表明强烈的人类活动会干扰椰子狸活动。尖峰岭的人类干扰类型以旅游和农耕为主, 游客活动和农业生产都会使椰子狸栖息地破碎化, 压缩其活动范围, 尽管有研究发现部分食肉动物在一定程度上可以接受与人类共存 (Nickel et al. 2020), 但尖峰岭的椰子狸更倾向于选择人类干扰强度低的区域生活, 在时间尺度上其夜行性特征也可能是一种对人类活动的回避。有研究显示, 游客在自然保护区中活动可能会对区内野生动物产生一定的侵扰 (雷霄等 2013, 赵维娜 2015)。海南尖峰岭的生态旅游发展迅速, 近年来吸引了大量

游客, 特别是旱季春节前后的 1 至 3 月旅游高峰期 (耿松涛等 2017)。旱季也是椰子狸地面活动的主要时期, 这可能是旱季椰子狸在高干扰区活动强度显著小于低干扰区的主要原因。而在雨季椰子狸主要在树冠层活动, 雨季游客数量也较少。椰子狸的活动强度在高干扰区和低干扰区没有显著差异, 显示它可以容忍较低程度的人类活动干扰 (Corlett 1998, Nakabayashi et al. 2014)。

在低干扰区, 椰子狸旱季的活动强度明显高于雨季。椰子狸是机会主义取食者, 主要采食各类水果; 当水果资源数量较低时, 椰子狸也会捕食小型猎物, 如昆虫、蚯蚓、软体动物和小型脊椎动物等 (Nakashima et al. 2013)。雨季的 7~10 月是尖峰岭野生乔木水果的集中成熟期 (曾庆波等 1989)。因此, 推测椰子狸雨季主要在树冠层觅食各类水果, 而到旱季野生水果资源较低时, 它可能更多地下到地面觅食其他小型猎物。本研究布设的红外相机主要拍摄地面活动的动物影像, 这可能是在旱季拍摄到更多的椰子狸活动影像, 从而显示旱季的活动强度更高的主要原因。

海南尖峰岭椰子狸的活动主要集中在每日 19:00 时至次日 6:00 时, 昼间几乎不活动, 呈现典型的夜行性。这可能与椰子狸躲避天敌的习性有关, 椰子狸可能会被其他大中型食肉动物捕食 (Joshi et al. 1995), 海南尖峰岭分布有豹猫等猫科动物, 大中型食肉动物的捕食压力可能导致小型食肉动物呈现夜间活动模式 (尚玉昌 2006, 刘宇等 2019)。例如, 作为对捕食者的反应, 白尾猫鼬 (*Ichneumia albicauda*) 主要在夜间活动, 且在黑暗的野外表现出更高的活动性 (Waser et al. 1985)。另外, 海南尖峰岭地处热带季风气候区, 气温高、降雨量大、湿度大, 小型食肉动物在夜间活动还能够将高温觅食压力和水分丧失降至最低 (Marinho et al. 2018, 刘宇等 2019)。

总之, 本研究表明海南尖峰岭椰子狸主要营独栖生活, 日活动节律呈现典型的夜行性。

海南尖峰岭椰子狸的活动强度既有旱季和雨季的季节差异, 也受到海拔和人类干扰的影响。本研究初步掌握了海南尖峰岭椰子狸的活动规律, 为椰子狸的保护管理提供了基础的科学资料。

致谢 感谢海南热带雨林国家公园管理局尖峰岭分局对本项目研究的大力支持, 特别感谢刘大业、李晓光、李永泽、梁宜三、邓美平、郭义涛和李立文等管护林员对本项目野外监测工作的倾力帮助, 感谢李冬森、欧阳艺宁、张明军和兰天等同学在红外相机数据回收过程中的付出!

参 考 文 献

- Azlan J M. 2003. The diversity and conservation of mustelids, viverrids, and herpestids in a disturbed forest in peninsular Malaysia. *Small Carnivore Conservation*, 29(10): 8–9.
- Corlett R T. 1998. Frugivory and seed dispersal by vertebrates in the Oriental (Indomalayan) Region. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 73(4): 413–448.
- Duckworth J. 1997. Small carnivores in Laos: a status review with notes on ecology, behaviour and conservation. *Small Carnivore Conservation*, 1997(16): 1–21.
- Duckworth J W, Timmins R J, Choudhury A, et al. 2016. *Paradoxurus hermaphroditus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016. [DB/OL]. [2015-03-03]. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T41693A45217835.en>.
- Grassman L J. 1998. Movements and fruit selection of two *Paradoxurinae* species in a dry evergreen forest in southern Thailand. *Small Carnivore Conservation*, 19(1): 25–29.
- Janson C H, Goldsmith M L. 1995. Predicting group size in primates: foraging costs and predation risks. *Behavioral Ecology*, 6(3): 326–336.
- Jennings A P, Veron G. 2009. Family Viverridae (Civets, Genets, and Oyans) // Wilson D E, Mittermeier R A. *Handbook of the Mammals of the World, Volume 1: Carnivores*. Barcelona: Lynx Edicions, 174–232.
- Joshi A R, David Smith J L, Cuthbert F J. 1995. Influence of food distribution and predation pressure on spacing behavior in palm civets. *Journal of Mammalogy*, 76(4): 1205–1212.
- Karant H K U, Nichols J D, Kumar S. 2004. *Photographic Sampling of Elusive Mammals in Tropical Forests*. Washington: Island Press, 229–247.
- Marinho P H, Bezerra D, Antongiovanni M, et al. 2018. Activity patterns of the threatened northern tiger cat *Leopardus tigrinus* and its potential prey in a Brazilian dry tropical forest. *Mammalian Biology*, 89: 30–36.
- Moo S S B, Froese G Z L, Gray T N E. 2018. First structured camera-trap surveys in Karen State, Myanmar, reveal high diversity of globally threatened mammals. *Oryx*, 52(3): 537–543.
- Nakabayashi M, Nakashima Y, Bernard H, et al. 2014. Utilisation of gravel roads and roadside forests by the common palm civet (*Paradoxurus hermaphroditus*) in Sabah, Malaysia. *Raffles Bulletin of Zoology*, 62: 379–388.
- Nakashima Y, Inoue E, Inoue-Murayama M, et al. 2010a. High potential of a disturbance-tolerant frugivore, the common palm Civet *Paradoxurus hermaphroditus* (Viverridae), as a seed disperser for large-seeded plants. *Mammal Study*, 35(3): 209–215.
- Nakashima Y, Nakabayashi M, Sukor J A. 2013. Space use, habitat selection, and day-beds of the common palm civet (*Paradoxurus hermaphroditus*) in human-modified habitats in Sabah, Borneo. *Journal of Mammalogy*, 94(5): 1169–1178.
- Nakashima Y, Sukor J A. 2010b. Importance of common palm civets (*Paradoxurus hermaphroditus*) as a long-distance disperser for large-seeded plants in degraded forests. *Tropics*, 18(4): 221–229.
- Nickel B A, Suraci J P, Allen M L, et al. 2020. Human presence and human footprint have non-equivalent effects on wildlife spatiotemporal habitat use. *Biological Conservation*, 241: 108383.
- O'Brien T G, Kinnaid M F, Wibisono H T. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*, 6(2): 131–139.
- Parikesit, Withaningsih S, Prastiwi W D. 2019. Estimated abundance and distribution of common palm civet (*Paradoxurus hermaphroditus*, Pallas 1777) in the rural landscape of Sukaresmi, West Bandung Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 306(1): 012003.
- Ridout M S, Linkie M. 2009. Estimating overlap of daily activity

- patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 14(3): 322–337.
- Rowcliffe J M, Kays R, Kranstauber B, et al. 2014. Quantifying levels of animal activity using camera trap data. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(11): 1170–1179.
- Sanderson E W, Jaiteh M, Levy M A, et al. 2002. The human footprint and the last of the wild. *BioScience*, 52(10): 891–904.
- Waser P M, Waser M S. 1985. *Ichneumia alhicauda* and the evolution of viverrid gregariousness. *Zeitschrift Für Tierpsychologie*, 68(2): 137–151.
- Wilson D, Reeder D E. 2005. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. 3rd ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 532–628.
- 耿松涛, 李丽, 张成琳. 2017. 森林生态旅游发展模式研究——以海南尖峰岭国家森林公园为例. *林业资源管理*, (5): 129–134.
- 蒋志刚. 2021. 中国生物多样性红色名录. 北京: 科学出版社, 256–257.
- 雷霄, 赵丽倩. 2013. 野生动物类型自然保护区生态旅游活动开展对策探析——以贵州麻阳河国家级自然保护区为例. *林产工业*, 40(2): 53–55.
- 李意德, 陈步峰, 周光益. 2002. 中国海南岛热带森林及其生物多样性保护研究. 北京: 中国林业出版社, 37–49.
- 刘少英, 吴毅. 2019. 中国兽类图鉴. 福州: 海峡书局, 206.
- 刘懿慧, 周宇桥, 周智, 等. 2023. 光照对动物季节性繁殖影响的研究进展. *家畜生态学报*, 44(1): 11–17, 74.
- 刘宇, 缪华, 蒋桂莲, 等. 2019. 云南古林箐省级自然保护区四种哺乳动物日活动节律及活动模式分析. *野生动物学报*, 40(4): 832–839.
- 罗文. 2004. 浅谈尖峰岭自然保护区社区人为干扰活动与管理对策. *热带林业*, 32(3): 15–17.
- 莫锦华. 2021. 海南尖峰岭国家级自然保护区地栖性鸟兽多样性特征及其影响因素研究. 北京: 中国林业科学研究院博士学位论文, 51–53.
- 潘清华, 王应祥, 岩崑. 2007. 中国哺乳动物彩色图鉴. 北京: 中国林业出版社, 141.
- 尚玉昌. 2006. 动物的行为节律. *生物学通报*, 41(10): 8–10.
- 盛和林, 大泰司 纪之, 陆厚基. 1999. 中国野生哺乳动物. 北京: 中国林业出版社, 110–111.
- Smith A T, 解炎. 2009. 中国兽类野外手册. 长沙: 湖南教育出版社, 393–394.
- 王应祥, 徐龙辉. 1981. 椰子狸的一新亚种——海南椰子狸. *动物分类学报*, 6(4): 446–448.
- 吴裕鹏, 许涵, 李意德, 等. 2013. 海南尖峰岭热带林乔灌木层物种多样性沿海拔梯度分布格局. *林业科学*, 49(4): 16–23.
- 武鹏峰, 刘雪华, 蔡琼, 等. 2012. 红外相机技术在陕西观音山自然保护区兽类监测研究中的应用. *兽类学报*, 32(1): 67–71.
- 余建平, 王江月, 肖慧芸, 等. 2019. 利用红外相机公里网格调查钱江源国家公园的兽类及鸟类多样性. *生物多样性*, 27(12): 1339–1344.
- 曾庆波, 丁美华, 邱坚锐. 1989. 海南省尖峰岭十八种热带乔木物候谱. *林业科学研究*, 2(3): 291–295.
- 赵维娜. 2015. 自然保护区生态旅游对野生动物的影响分析. *南方农业*, 9(33): 176–177.