

北京市雾灵山自然保护区豹猫、亚洲狗獾和猪獾的活动节律分析

房新民^{①#} 李建^{②#} 张德怀^② 马壮^②
马志红^① 尹岳琦^③ 滕扬^{④*} 鲍伟东^④

① 北京市密云区雾灵山林场管理处 北京 101506; ② 北京市密云区园林绿化局 北京 101506;
③ 北京林业大学生态与自然保护学院 北京 100083; ④ 北京林业大学生物科学与技术学院 北京 100083

摘要: 活动节律是行为生态学研究的一项重要内容, 了解动物的活动节律是分析物种之间生态位分化、认识种间共存机制的重要内容。本研究借助红外相机技术, 于 2017 年全年对分布于北京市密云区雾灵山自然保护区的豹猫 (*Prionailurus bengalensis*)、亚洲狗獾 (*Meles leucurus*) 和猪獾 (*Arctonyx collaris*) 的活动节律进行比较研究。在 35 个位点布设红外相机, 累计有效工作 8 400 个相机日, 获得豹猫独立有效照片 393 张、亚洲狗獾 682 张、猪獾 797 张。采用非参数核密度估计方法分析 3 种动物的活动节律, 结果显示, 研究区域内 3 种动物的月活动节律随季节变化, 初夏和初秋存在活动高峰。3 种动物的日活动节律存在一定重叠, 但具有各自不同的活动峰值: 豹猫和猪獾在夜间活动强度较大, 但猪獾的活动峰值较豹猫有所推迟, 亚洲狗獾则在昼夜交替时期活动最频繁。3 种动物通过活动节律峰值的差异产生了生态位分离, 从而有利于同域分布下的共存。本研究从活动时间维度的峰值差异认识 3 种动物的活动节律生态位分化, 有助于深入理解同域物种共存机制, 为进一步开展 3 种动物行为生态适应研究、制定栖息地保护对策提供科学依据。

关键词: 同域分布; 时间生态位; 红外相机技术; 活动峰值; 物种共存

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2024) 04-505-09

Activity Pattern Among Sympatric Leopard Cat, Asian Badger and Hog Badger in Wulingshan Nature Reserve, Beijing

FANG Xin-Min^{①#} LI Jian^{②#} ZHANG De-Huai^② MA Zhuang^②
MA Zhi-Hong^① YIN Yue-Qi^③ TENG Yang^{④*} BAO Wei-Dong^④

① Beijing Miyun District Wulingshan Forest Unit, Beijing 101506; ② Beijing Miyun District Bureau of Gardening and Greening, Beijing 101506; ③ School of Ecology and Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083;
④ College of Biological Sciences and Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

基金项目 北京市密云区园林绿化局科研项目 (No. YL2017019) ;

* 通讯作者, E-mail: tengyang970311@163.com;

共同第一作者 房新民, 男, 工程师; 研究方向: 森林保护; E-mail: 564869658@qq.com;

李建, 男, 工程师; 研究方向: 自然保护区管理; E-mail: lijian13716286996@126.com.

收稿日期: 2023-09-28, 修回日期: 2024-01-31 DOI: 10.13859/j.cjz.202423187

Abstract: [Objectives] Activity pattern is an important part of behavioral ecology research. Understanding the activity pattern of wild animals is a prerequisite for analyzing their survival strategies. Beijing Wulingshan Nature Reserve is an important carnivore distribution hotspot with much scientific research value. It will contribute to effective biodiversity management by revealing the co-existence adaptation among the carnivores. **[Methods]** In this study, camera trapping technology was used to study the activity patterns of sympatric Leopard Cat *Prionailurus bengalensis*, Asian Badger *Meles leucurus* and Hog Badger *Arctonyx collaris* distributed in Beijing Wulingshan Nature Reserves. A total of 35 infrared cameras were deployed with 8 400 camera-days during the study period of the whole 2017. Among the independent camera photos, there were 393 for Leopard Cat, 682 for Asian Badger, and 797 for Hog Badger. Using the “activity” and “overlap” packages in R, the non-parametric kernel density approach was used to examine the activity patterns based on the collected data. Using the “CompareCkern” in R Studio and a 500-run round robin test, the overlap coefficients were determined. **[Results]** The results indicated that the annual activity pattern of the three animals changed with seasons in similar patterns and the highest activity peak happened in early autumn (Fig. 2). The overlap factor of the activity patterns between Leopard Cat and Asian Badger were high in spring and autumn ($\Delta = 0.747\ 5$ in spring and $\Delta = 0.772\ 8$ in autumn), while the activity peaks were different (Fig. 3). In spring, the activity peaks of the Leopard Cat appeared in 3:00 - 5:00 and 21:00 - 23:00, while the Asian Badger were more active in 23:00 - 1:00 and 16:00 - 18:00 that were earlier than the Leopard Cat. In autumn, the Leopard Cat had two peaks in 3:00 - 5:00 and 20:00 - 22:00, whereas the Asian Badger only had one peak in 21:00 - 23:00 (Fig. 3). The Leopard Cat and the Hog Badger had similar activity trends in spring and summer, on the contrary, the activity patterns were different in autumn and winter (Fig. 4). The activity patterns of Asian Badger and Hog Badger showed much different in spring, summer and autumn. The activity peak of Asian Badger appeared in 16:00 - 18:00 in spring, 15:00 - 17:00 in summer, and 21:00 - 23:00 in autumn while the Hog Badger was in relatively low activity during the same time periods (Fig. 5). **[Conclusion]** Through the differentiation in activity peaks, these three carnivore species produced a fine scale temporal separation and realized the co-existence of sympatric distribution. This study strengthens the understanding of the coexistence strategies of the three species which provides baseline information for conducting further studies on carnivore behavioral adaptation and planning habitat conservation measures.

Key words: Sympatric distribution; Temporal niche; Camera trapping; Activity peak; Species coexistence

哺乳动物的行为复杂多样, 是行为生态学研究的一项重要内容 (尚玉昌 2006), 通过探查动物活动强度的时空变化及其影响因素, 得以了解动物的行为策略; 分析活动节律还可以了解同域分布相近生态位物种在时间和空间上的利用差异及其共存机制 (Broekhuis et al. 2013, 陈立军等 2019)。因此, 研究动物的行为节律和活动时间分配是分析动物生存策略的重要基础 (Godvik et al. 2009)。胡强等 (2020) 分析比较了四川卧龙自然保护区的赤狐

(*Vulpes vulpes*)、黄喉貂 (*Martes flavigula*) 和豹猫 (*Prionailurus bengalensis*) 的空间分布和日活动节律, 显示 3 种动物通过日活动节律的差异产生了生态位分离; 刘小斌等 (2022) 对陕西佛坪自然保护区豹猫和黄喉貂活动节律及空间分布的研究, 发现二者在时间和空间生态位均出现了分离。由此可见, 体型大小相似、食物种类有重叠的动物, 在维持同域共存方面, 会在某些生态位上出现一定程度分离 (李治霖等 2021)。

豹猫、亚洲狗獾 (*Meles leucurus*) 和猪獾 (*Arctonyx collaris*) 同属于食肉目, 且身体大小相似, 是较为常见的捕食性动物, 分布于欧亚大陆, 常见于我国各省区, 3 种动物在地理分布上存在较大重叠 (蒋志刚等 2015)。以往红外相机调查显示, 在北京松山国家级自然保护区同域分布的这 3 种动物活动节律存在重叠 (张源笙等 2017), 但豹猫和亚洲狗獾的食物组成在主要类群上有差异, 使得彼此维持着共存关系 (范雅倩等 2020)。然而, 针对北京地区捕食性物种相关主题的研究依然欠缺, 另外, 有报道发现北京市豹猫种群的遗传结构存在一定程度的空间分化 (Teng et al. 2022), 是否会影响到不同区域种群的行为生态适应, 是一个值得进一步探究的主题。因此, 为深入理解豹猫、亚洲狗獾和猪獾的同域共存特点, 本研究利用能够直接对比动物活动重叠度的核密度估计方法 (Ridout et al. 2009), 分析 2017 年北京市密云区雾灵山自然保护区红外相机数据, 比较动物的活动节律动态, 以期从活动时间维度认识这 3 种动物的生态位分化, 了解物种对环境的适应, 进而深入理解同域分布食肉目动物的共存机制, 为区域性物种多样性保护提供科学依据。

1 研究方法

1.1 研究地区

北京市雾灵山自然保护区地处北京市密云区东部 ($40^{\circ}34' \sim 40^{\circ}38' \text{ N}$, $117^{\circ}19' \sim 117^{\circ}25' \text{ E}$, 图 1), 总面积 $4\,152.4 \text{ km}^2$ (兰慧等 2016), 区域内发现陆生脊椎动物 22 目 65 科 167 种, 其中兽类 7 目 18 科 32 种 (邢韶华等 2013)。

1.2 红外相机布设

鉴于红外相机布设区域海拔落差小, 植被类型相似, 依据保护区地形和微生境特征, 以及本研究目的, 于 2017 年 1 至 12 月间, 在动物经常活动的林间小道、可作为动物领域标记的岩石和木桩等位置布设 35 台红外相机 (Ltl-6210, 深圳市猎科电子有限公司), 最大化获取动物的活动影像。相机布设间距超过 500 m, 以减少重复拍摄同一只动物的可能性, 另外, 通过动物影像识别去除同一时间段重复拍摄个体数据。相机灵敏度在秋冬季设置为“低”, 春夏季设置为“中”, 以减少误启动和漏拍。相机设置为触发后拍摄一张照片和 30 s 录像, 以保证物种鉴别的准确性和行为内容的完整性, 每隔 90 d 检查相机电量与功能, 及时更换电池和储存卡, 以确保相机能进行 24 h 连续拍摄。

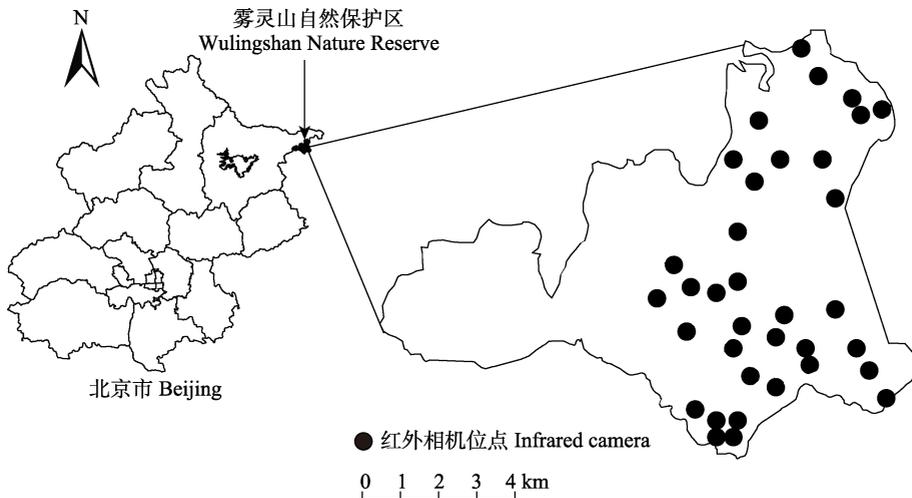


图 1 北京市雾灵山自然保护区地理位置及红外相机位点

Fig. 1 Geographic locations of the Beijing Wulingshan Nature Reserve and infrared camera trapping sites

1.3 数据处理及分析

检查红外相机照片时，首先查看同一位点的相机是否有仅拍摄到1种或2种动物的情况，以区分是否存在分布空间分离的现象。

1.3.1 月活动节律分析 按月统计拍摄动物的照片数量，计算月相对丰富度 (monthly relative abundance index, MRAI) (武鹏峰等 2012)，比较 3 种动物的月活动规律。计算公式如下， $I_{MRA} = 100 (M_{ij}/T_i)$ ，式中， I_{MRA} 为月相对丰富度， T_i 代表第 i 月 ($i = 1, 2 \dots 12$) 所有相机位点的工作日总和， M_{ij} 代表第 i 月动物 j 出现的独立有效照片数。以 30 min 为间隔划定独立有效照片 (O'Brien et al. 2003)。

1.3.2 日活动节律分析 采用非参数核密度估计方法分析日活动节律，假设动物行为以 24 h 为周期循环连续时间分布，其行为事件是在连续时间分布中进行随机取样，核密度估计方法对数据分布不附加任何假定，是一种从数据样本出发研究数据分布特征的方法 (Ridout et al. 2009)。使用 R 中的 activity 和 overlap 包分析物种日活动节律的核密度曲线，使用 compare Ckern 函数计算重叠系数 (Meredith et al. 2014, Rowcliffe 2016)，并对重叠度差异进行显著性检验 (Wald test)，循环检测设定为 500 次。根据当地的气候变化划分四季，3~5 月为春季，6~8 月为夏季，9~11 月为秋季，12 月至次年 2 月为冬季。

2 结果

2.1 月活动节律

2017 年调查期间同一相机位点没有发现仅拍摄到 1 种或 2 种动物的情况，3 种动物均在同一区域活动，没有出现空间分布上的分离。个别相机出现了误启动导致的储存卡存满，但至少能够正常工作 30 d 以上，相机有效工作日总计 8 400 d，共获得豹猫、亚洲狗獾和猪獾 3 种动物独立有效照片数 1 872 张，其中，豹猫 393 张、亚洲狗獾 682 张、猪獾 797 张。通过月相对多度分析 3 种动物的月活动节律，3 种

动物活动节律较为相似，都表现为双峰型 (图 2)，活动强度从冬末初春开始回升，在初夏和初秋季活动较为活跃，且在初秋达到峰值，秋末至冬季又显著降低。

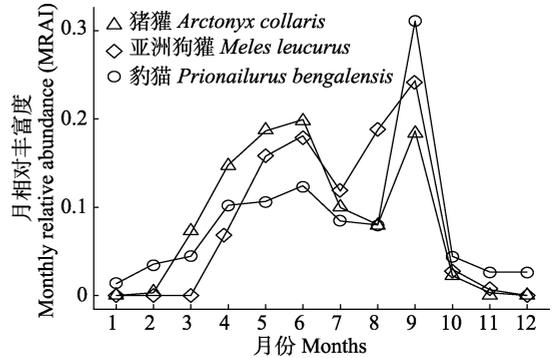


图 2 北京市雾灵山自然保护区豹猫、亚洲狗獾和猪獾的月活动节律

Fig. 2 Monthly activity pattern of Leopard Cat, Asian Badger and Hog Badger at Wulingshan Nature Reserve, Beijing

2.2 日活动节律的季节性差异

豹猫与亚洲狗獾日活动节律在春季和秋季重叠系数 (Δ) 较高 (春季 $\Delta = 0.7457$, 秋季 $\Delta = 0.7728$)，但四季活动节律均存在显著差异 (春季: $W = 0.041$, $P = 0.026$; 夏季: $W = 0.035$, $P < 0.001$; 秋季 $W = 0.038$, $P = 0.022$; 冬季 $W = 0.086$, $P = 0.016$)。豹猫在春季和秋季的活动主要集中在夜间，日活动曲线呈双峰型，春季的活动高峰出现在 3:00 ~ 5:00 时以及 21:00 ~ 23:00 时，秋季则在 3:00 ~ 5:00 时以及 20:00 ~ 22:00 时活动较频繁，夏季 4:00 ~ 6:00 时活动最频繁，冬季活动峰值出现在 11:00 ~ 13:00 时 (图 3)。亚洲狗獾在春季的活动高峰出现在 23:00 时至次日 1:00 时以及 16:00 ~ 18:00 时，夜间活动比豹猫的高峰期提前出现；亚洲狗獾夏季、秋季和冬季的日活动曲线均呈单峰型，夏季在 16:00 ~ 18:00 时活动最频繁，而此时豹猫活动强度最低，秋季在 21:00 ~ 23:00 时活动最频繁；与豹猫相比，亚洲狗獾冬季活动高峰期仍在夜间出现，在 23:00 时至次日 1:00 时活动最活跃 (图 3)。

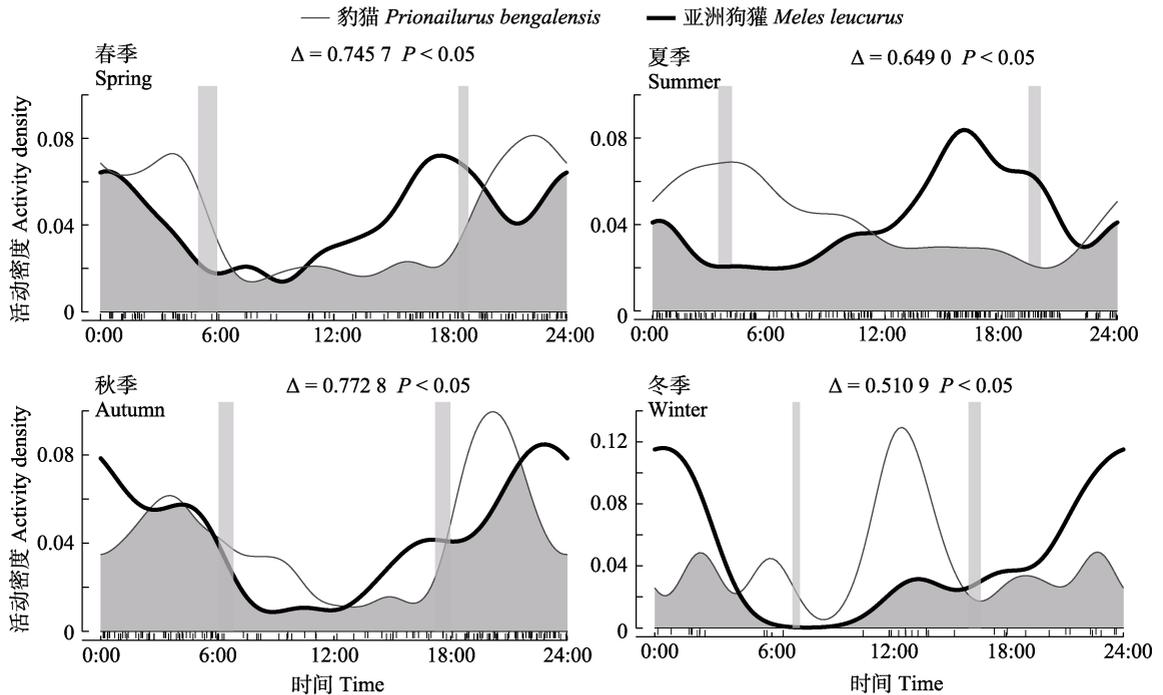


图3 北京市雾灵山自然保护区豹猫及亚洲狗獾不同季节的日活动节律

Fig. 3 Daily activity patterns in different seasons of Leopard Cat and Asian Badger at Wulingshan Nature Reserve, Beijing

图中灰色竖线为日出和日落时间，横坐标上方的短竖线为活动时间记录， Δ 为重叠系数。

The gray vertical lines in the graph show sunrise and sunset times. The short vertical line above the abscissa is the active time recorded by cameras. Δ is the overlap factor.

豹猫与猪獾在春季、夏季的活动相似，重叠系数较高，不存在显著差异（春季： $W = 0.040$ ， $P = 0.300$ ；夏季： $W = 0.039$ ， $P = 0.136$ ），而秋季和冬季的活动节律差异较大，重叠系数较低且存在显著差异（秋季： $W = 0.038$ ， $P < 0.001$ ；冬季： $W = 0.078$ ， $P = 0.032$ ）。秋季，豹猫日活动曲线呈双峰型，在 3:00 ~ 5:00 时以及 20:00 ~ 22:00 时活动较频繁，而猪獾则呈明显的单峰型，峰值出现在 2:00 ~ 4:00 时；冬季，豹猫活动峰值出现在 11:00 ~ 13:00 时，而猪獾则出现在 22:00 ~ 24:00 时，其余时间活动强度较低（图 4）。

亚洲狗獾与猪獾在春季、夏季和秋季的活动节律差异较大，重叠系数较低，存在显著不同（春季： $W = 0.036$ ， $P = 0.030$ ；夏季： $W =$

0.030 ， $P < 0.001$ ；秋季： $W = 0.035$ ， $P = 0.004$ ）。亚洲狗獾春季活动高峰期出现在 16:00 ~ 18:00 时，夏季出现在 15:00 ~ 17:00 时，而此时猪獾的活动强度均偏低；秋季亚洲狗獾活动高峰期较猪獾提前出现，亚洲狗獾在 21:00 ~ 23:00 时，而猪獾则在 2:00 ~ 4:00 时活动最频繁；冬季亚洲狗獾与猪獾活动节律相似，重叠系数较高，但亚洲狗獾在午夜时段活动峰值较高，活动强度较大，并在傍晚 17:00 时前后活动频繁（图 5）。

3 讨论

气候条件和食物资源的季节变化以及动物的生理、生活史周期决定了动物的月活动节律（Zahoor et al. 2021）。从本研究结果来看，北

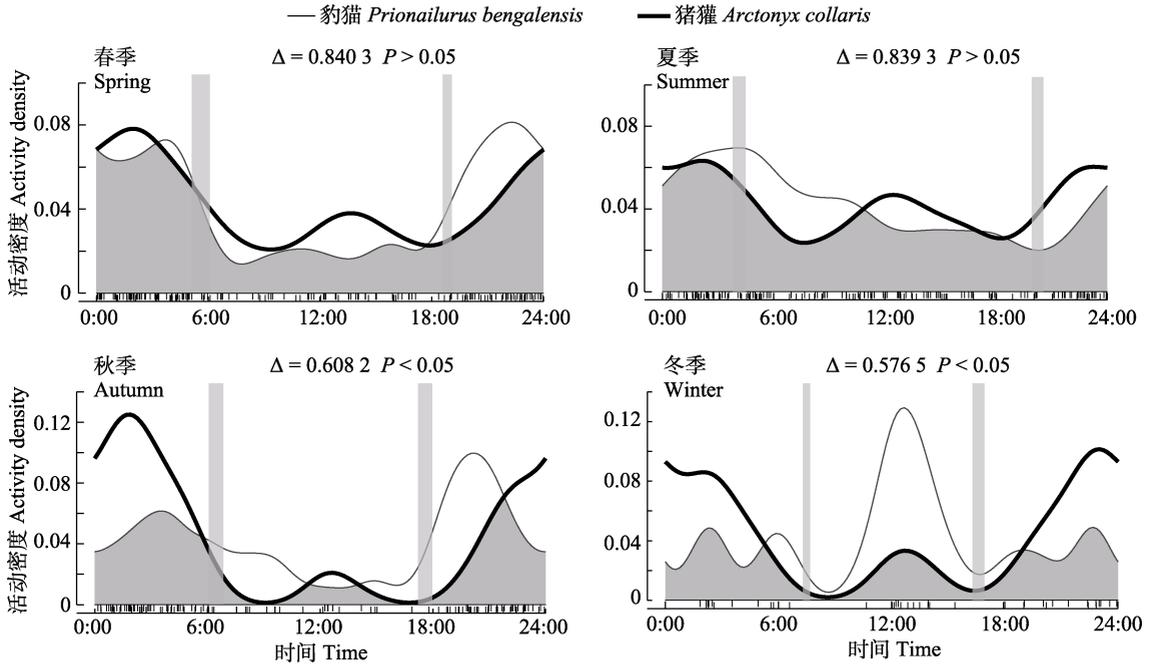


图 4 北京市雾灵山自然保护区豹猫及猪獾不同季节的日活动节律

Fig. 4 Daily activity patterns in different seasons of Leopard Cat and Hog Badger at Wulingshan Nature Reserve, Beijing

图中灰色竖线为日出和日落时间，横坐标上方的短竖线为活动时间记录， Δ 为重叠系数。

The gray vertical lines in the graph show sunrise and sunset times. The short vertical line above the abscissa is the active time recorded by cameras. Δ is the overlap factor.

京雾灵山自然保护区 3 种动物的月活动节律随季节变化存在一定调整，春季随着气候变暖与植物生长，动物的活动逐渐加强；初夏时节气温适宜，食物资源充足，是动物最活跃的时期，加上幼崽出生，种群数量增加，因此，以红外相机拍摄率为指标的相对多度较高。在初秋由于幼崽活动能力增强，同时，动物为储备能量准备过冬，采食活动也随之加强，这些行为及生活史特征都使得动物在初秋季节出现第 2 个活动高峰期。张源笙等（2017）对北京松山国家级自然保护区兽类活动节律的研究发现，豹猫、亚洲狗獾和猪獾在夏季活动较为频繁，豹猫在 7 和 8 月活动强度大，亚洲狗獾和猪獾均在 8 月活动频繁，本研究结果则发现 7 和 8 月活动偏低，不同于松山的结果，显示出区域性差异，也可能与不同研究年份的环境温度有一定联系，尤其是近些年出现的极端温度，可能

对野生动物活动节律产生一定影响。

气温是影响动物日活动节律的重要因素，动物会根据一天中不同时段的气温调整活动节律，展现行为调节的弹性，以避免高温或者低温带来的不利影响（赵联军等 2020）。豹猫在冬季选择在全天内气温相对较高、环境较为暖和的中午作为主要活动时段，以节约能量。类似的活动模式也出现于金猫 (*Catopuma temminckii*)（王渊等 2019）、云豹 (*Neofelis nebulosa*)（Ross et al. 2013）和家猫 (*Felis silvestris catus*)（Piccione et al. 2013）等。在松山自然保护区的研究中发现，豹猫、亚洲狗獾和猪獾都具有明显的晨昏活动习性（张源笙等 2017），本研究结果与其稍有不同，本区域内这 3 种动物仅在春、夏和秋季具有晨昏活动特点，但在冬季表现得不明显，可能是受到气候变暖趋势的影响，具体细节尚需深入开展长期对比研究。

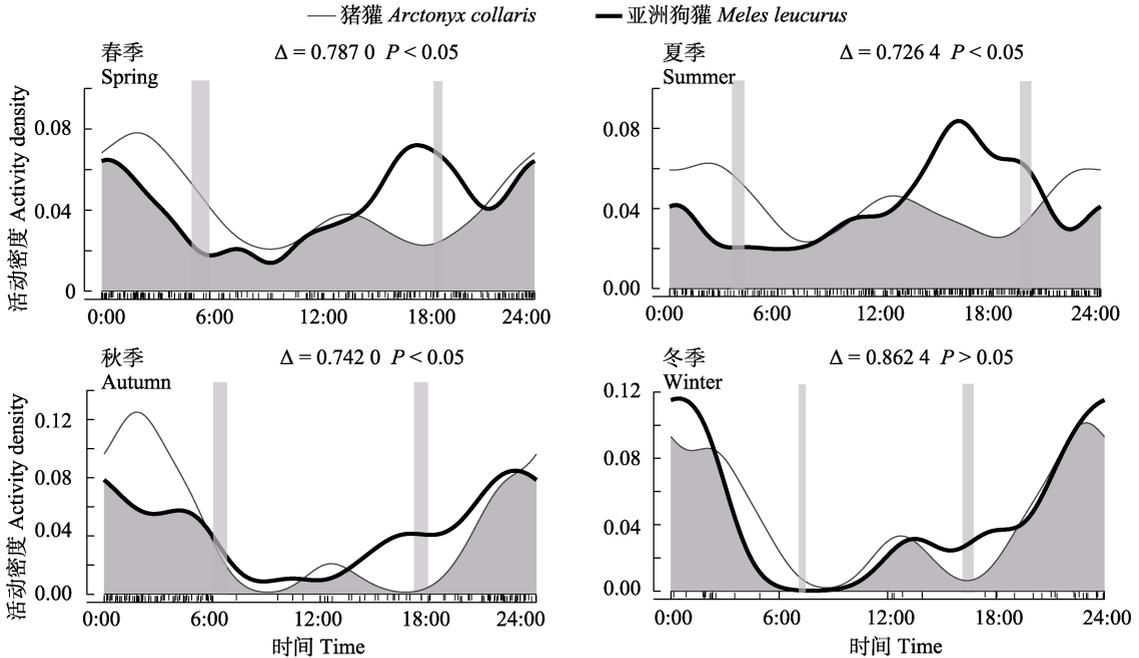


图 5 北京市雾灵山自然保护区亚洲狗獾及猪獾不同季节的日活动节律

Fig. 5 Daily activity patterns in different seasons of Asian Badger and Hog Badger at Wulingshan Nature Reserve, Beijing

图中灰色竖线为日出和日落时间，横坐标上方的短竖线为活动时间记录， Δ 为重叠系数。

The gray vertical lines in the graph show sunrise and sunset times. The short vertical line above the abscissa is the active time recorded by cameras. Δ is the overlap factor.

食物是影响食肉目动物活动的主要因素，如一些猫科动物的日活动节律和捕食对象的活动节律重叠较高 (Marinho et al. 2018)。豹猫主要捕食小型啮齿动物，而啮齿动物大多具有昼伏夜出的活动特点，因此豹猫表现出偏夜行的习性 (杨剑焕等 2022)。崔勇勇 (2013) 对上海地区亚洲狗獾的研究发现，在秋季，亚洲狗獾最早出洞时间可提前至 16:50 时，可能与其秋季食物需求量大有关。本研究中亚洲狗獾的活动高峰在 20:00 ~ 22:00 时，可能是为了减少与猪獾 (活动高峰 23:00 时至次日 1:00 时) 的种间竞争，这与亚洲狗獾和猪獾食物构成及生态习性相近有关，二者具有程度更高的种间竞争，导致在活动时间维度上出现较大分离，符合一般生态理论预测。对日本山口市分布的亚洲狗獾研究发现，其主要在夜间活动，但在春

季，正在繁殖的母獾通常会在白天觅食，且夏、秋两季，受到温度和食物供应的影响，昼间活动也增强 (Tanaka 2005)。在对英国布里斯托尔西北郊区分布的狗獾 (*M. meles*) 研究发现，营养受限的成年个体在较短的夏夜表现出更多的活动 (Cresswell et al. 1988)。本研究中雾灵山保护区食物资源丰富，亚洲狗獾在夏夜活动强度均处于较低水平，减少了与该季节夜间活动强度较高的豹猫和猪獾的遭遇机会，可避免发生直接冲突。动物在时间生态位上的活动差异是降低直接对抗的一个重要途径，相较于空间生态位，时间生态位分化具有弹性大、灵活度高的特点 (Karanth et al. 2017)，当动物在空间分布、营养摄取等方面具有较高相似性时，活动节律的差异可以有效促进物种共存 (Andersen et al. 2020)。本研究中同域分布的

豹猫、亚洲狗獾和猪獾因适宜生境有限, 很难在空间生态位上产生分化, 即使豹猫的食性和习性与其他两个物种差异较大, 彼此主动回避以减少直接对抗带来的应激效应, 是一种有效的行为适应策略。因而, 在时间生态位上的活动高峰期分化成为促进三者同域共存的一个重要方面。

动物活动节律的形成是其生活史周期、种间关系以及环境因子综合作用的结果, 也是动物对生存环境变化所产生的综合适应。通过研究北京市雾灵山自然保护区 3 种食肉目动物的活动节律, 发现尽管 3 种动物活动时间的重叠系数在一些时段较高, 但在活动强度峰值上有差异, 促进了同域分布。本研究为雾灵山保护区的生物多样性保护及同域物种共存机制研究提供了基础资料, 也为栖息地保护和管理提供了科学依据。

参 考 文 献

- Andersen G E, Johnson C N, Jones M E. 2020. Space use and temporal partitioning of sympatric Tasmanian Devils and spotted-tailed quolls. *Austral Ecology*, 45(3): 355–365.
- Broekhuis F, Cozzi G, Valeix M, et al. 2013. Risk avoidance in sympatric large carnivores: reactive or predictive? *The Journal of Animal Ecology*, 82(5): 1098–1105.
- Cresswell W J, Harris S. 1988. The effects of weather conditions on the movements and activity of badgers (*Meles meles*) in a suburban environment. *Journal of Zoology*, 216(1): 187–194.
- Godvik I M R, Loe L E, Vik J O, et al. 2009. Temporal scales, trade-offs, and functional responses in red Deer habitat selection. *Ecology*, 90(3): 699–710.
- Karanth K U, Srivathsa A, Vasudev D, et al. 2017. Spatio-temporal interactions facilitate large carnivore sympatry across a resource gradient. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1848): 20161860.
- 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(1): 30–36.
- Meredith M, Ridout M. 2014. Overlap: estimates of coefficient of overlapping for animal activity patterns. [CP/OL]. [2024-01-29]. <http://CRAN.R-project.org/package=overlap>.
- O'Brien T G, Kinnaird 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.
- Piccione G, Marafioti S, Giannetto C, et al. 2013. Daily rhythm of total activity pattern in domestic cats (*Felis silvestris catus*) maintained in two different housing conditions. *Journal of Veterinary Behavior*, 8(4): 189–194.
- 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.
- Ross J, Hearn A J, Johnson P J, et al. 2013. Activity patterns and temporal avoidance by prey in response to *Sunda* clouded leopard predation risk. *Journal of Zoology*, 290(2): 96–106.
- Rowcliffe M. 2016. Activity: animal activity statistics. [CP/OL]. [2024-01-29]. <http://CRAN.R-project.org/package=activity>.
- Tanaka H. 2005. Seasonal and daily activity patterns of Japanese badgers (*Meles meles anakuma*) in Western Honshu, Japan. *Mammal Study*, 30(1): 11–17.
- Teng Y, Yang J, Ju L F, et al. 2022. Current genetic structure analysis of leopard cats reveals a weak disparity trend in subpopulations in Beijing, China. *Biology*, 11(10): 1478.
- Zahoor B, Liu X H, Wu P F, et al. 2021. Activity pattern study of Asiatic black bear (*Ursus thibetanus*) in the Qinling Mountains, China, by using infrared camera traps. *Environmental Science and Pollution Research International*, 28(20): 25179–25186.
- 陈立军, 束祖飞, 肖治术. 2019. 应用红外相机数据研究动物活动节律——以广东车八岭保护区鸡形目鸟类为例. *生物多样性*, 27(3): 266–272.
- 崔勇勇. 2013. 引入狗獾 (*Meles meles*) 活动规律及行为的研究. 上海: 华东师范大学硕士学位论文.
- 范雅倩, 杨婧, 张洪亮, 等. 2020. 北京松山自然保护区中型捕食动物的食物构成分析. *生物学杂志*, 37(1): 59–62.
- 胡强, 林红强, 戴强, 等. 2020. 卧龙保护区三种中型食肉动物的生态位差异. *动物学杂志*, 55(6): 685–691.
- 蒋志刚, 马勇, 吴毅, 等. 2015. 中国哺乳动物多样性及地理分布. 北京: 科学出版社, 169, 181.

- 兰慧, 金崑. 2016. 红外相机技术在北京雾灵山自然保护区兽类资源调查中的应用. 兽类学报, 36(3): 322-329.
- 李治霖, 多立安, 李晟, 等. 2021. 陆生食肉动物竞争与共存研究概述. 生物多样性, 29(1): 81-97.
- 刘小斌, 赵凯辉, 王勳. 2022. 利用红外相机监测数据分析佛坪国家级自然保护区豹猫和黄喉貂活动节律及空间分布. 动物学杂志, 57(1): 9-18.
- 尚玉昌. 2006. 动物的行为节律. 生物学通报, 41(10): 8-10.
- 王渊, 李晟, 刘务林, 等. 2019. 西藏雅鲁藏布大峡谷国家级自然保护区金猫的色型类别与活动节律. 生物多样性, 27(6): 638-647.
- 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.
- 邢韶华, 鲍伟东, 王清春, 等. 2013. 北京市雾灵山自然保护区综合科学考察报告. 北京: 中国林业出版社, 55-58.
- 杨剑焕, 李敬华, 杨浩炫, 等. 2022. 基于红外相机数据评估华南地区豹猫的种群密度和活动节律. 生物多样性, 30(9): 89-99.
- 张源笙, 蒋健, 蒋万杰, 等. 2017. 北京松山国家级自然保护区兽类活动节律初步研究. 四川动物, 36(4): 460-467.
- 赵联军, 刘鸣章, 罗春平, 等. 2020. 四川王朗国家级自然保护区血雉的日活动节律. 四川动物, 39(2): 121-128.

勘误

对《动物学杂志》2024年59卷第3期第438页至449页发表的论文《四川千佛山国家级自然保护区发现暗褐彩蝠》进行勘误。该文中第441页，左栏讨论第3行，“彩蝠”改为“彩蝠(*K. picta*)”；右栏第6行，“sensu stricto”改为“sensu stricto”；右栏第8行，彩蝠后的“(*P. picta*)”应删去。

本刊网站及知网的电子版文章已更正为正确版本。

特此告知并诚挚地向读者致歉。

本文作者及本刊编辑部

2024年8月1日