

doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2024.01.012

## 云南白马雪山自然保护区有蹄类动物活动节律及影响因素初步研究

马运军, 提布, 江次农布, 杨建强, 斯那劳丁, 木艳春, 张鹏万, 史岩, 和雁南,  
和春菊, 扎史品初, 马金林, 扎巴都吉  
(云南白马雪山国家级自然保护区管护局, 云南 迪庆 674208)

**摘要:** 动物活动节律是了解动物生存策略和科学管护的基础, 为探究白马雪山保护区有蹄类活动节律及影响因素, 于 2020 年 6 月—2022 年 6 月在云南白马雪山国家级自然保护区布控 74 台红外相机, 对比分析白马雪山保护区德钦叶日、维西塔城片区有蹄类动物的活动节律及人为活动影响。为掌握白马雪山保护区有蹄类动物日活动节律及科学制定生物多样性保护措施提供科学数据支持。

**关键词:** 有蹄类; 日活动节律; 人为活动; 白马雪山

中图分类号: S759.9; Q959.842 文献标识码: A 文章编号: 1671-3168(2024)01-0063-06

引文格式: 马运军, 提布, 江次农布, 等. 云南白马雪山自然保护区有蹄类动物活动节律及影响因素初步研究[J]. 林业调查规划, 2024, 49(1): 63-68. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2024.01.012

MA Yunjun, Tibu, Jiangci Nongbu, et al. Activity Rhythm and Influencing Factors of Ungulates in Baima Snow Mountain Nature Reserve of Yunnan[J]. Forest Inventory and Planning, 2024, 49(1): 63-68. doi:10.3969/j.issn.1671-3168.2024.01.012

## Activity Rhythm and Influencing Factors of Ungulates in Baima Snow Mountain Nature Reserve of Yunnan

MA Yunjun, Tibu, Jiangci Nongbu, YANG Jianqiang, Sina Laoding, MU Yanchun,  
ZHANG Pengwan, SHI Yan, HE Yannan, HE Chunju, Zhashi Pinchu, MA Jinlin, Zhaba Duji  
(Administration of Baima Snow Mountain National Nature Reserve, Deqen, Yunnan 674208, China)

**Abstract:** Animal activity rhythm is the basis for understanding animal survival strategies and scientific management and protection. In order to explore the activity rhythm and influencing factors of ungulates in Baima Snow Mountain Nature Reserve, 74 infrared cameras were deployed in the Baima Snow Mountain National Nature Reserve of Yunnan to compare and analyze the activity rhythm and human activities of ungulates in Yeri of Deqen and Tacheng of Weixi, to provide scientific data support for mastering the daily activity rhythm of ungulates in Baima Snow Mountain Reserve and scientifically formulating biodiversity protection measures.

**Key words:** ungulates; diurnal activity rhythm; human activity; Baima Snow Mountain

活动节律作为动物行为生态学研究的重要内容, 对阐明生物群落的物种间竞争及共存机制起着

非常重要的作用<sup>[1]</sup>, 通过探查动物活动强度的时空变化及其规律的影响因素等可了解动物的生存行为

收稿日期: 2023-02-15.

第一作者: 马运军(1992-), 男, 云南香格里拉人, 助理工程师. 主要从事自然保护区建设与管理方面的工作. Email: 18908870052@163.com



贡 2 条样线上的 15 台相机视频长度为 20 s, 叶日区域的 20 台相机视频长度为 15 s, 塔城区域的 40 台相机视频长度为 10 s。每台相机安装完毕后, 记录坐标位置、生境等信息, 以方便后期准确找到相机位置进行电池、内存卡更换及数据分析。每隔 3—6 个月更换一次电池及内存卡, 取回红外相机后根据每台相机编号建立相应文件夹进行影像资料的储存以备后期整理分析。

## 1.2 数据分析

利用红外相机照片分拣软件提取每台红外相机拍摄照片上记录的信息(物种、数量、拍照时间), 进行物种鉴定, 生成 Excel 表格, 统计相机有效工作日。将 24 h 作为动物活动的一个有效周期, 同一物种在 30 min 内拍到的多张照片记作 1 张独立有效照片<sup>[18-19]</sup>, 有效照片在不同时段的数量反映动物活动的频繁度(动物日活动节律)。统计各物种的独立有效照片数及各物种在不同月份拍到的有效照片数、拍到每个物种的位点数。利用 R 软件 iNEXT 软件包(2016 年), 分别绘制出兽类物种累积曲线图, 估算白马雪山保护区 2020 年 6 月—2022 年 6 月内红外相机所记录到的全部兽类物种的物种多样性。南北片区物种活动节律的重叠分析采用核密度估计法, 比较南北片区物种日活动节律的重叠系数, 导入 overlap 包, 用 densityPlot() 函数绘制单物种核密度曲线图, 用 overlapEst() 函数计算重叠系数, 选用 adjust=1 计算 Dhat( $\Delta 4$ )。用  $P$  值检验成对物种活动节律曲线差异的显著性。

## 2 结果分析

### 2.1 物种统计及分析

经过统计相机工作 19 725 d, 共拍摄 42 891 张照片, 其中独立有效照片为 4 350 张。拍摄到兽类独立有效照片 2 932 张, 占独立有效照片总数的 67.40%, 兽类动物共 32 种, 其中国家一级重点保护野生动物有滇金丝猴(*Rhinopithecus bieti*)、豺(*Cuon alpinus*); 国家二级重点保护野生动物有亚洲黑熊(*Ursus thibetanus*)、狼(*Canis lupus*)、黄喉貂(*Martes flavigula*)、赤狐(*Vulpes vulpes*)、豹猫(*Prionailurus bengalensis*)、小熊猫(*Ailurus fulgens*)、果子狸(*Paguma larvata taivana*)、猕猴(*Macaca mulatta*)、中华斑羚(*Naemorhedus griseus*)、高山麝(*Moschus chrysogaster*)、林麝、毛冠鹿、中华鬃羚。拍摄到鸟类独立有效照片

791 张, 占独立有效照片总数的 18.10%, 共有 44 种, 其中国家一级保护鸟类有斑尾榛鸡(*Bonasa sewerzowi*); 国家二级保护鸟类有白腹锦鸡(*Chrysolophus amherstiae*)、红腹角雉(*Tragopan temminckii*)、白马鸡(*Crossoptilon crossoptilon*)、四川雉鹑(*Tetraophasis szechenyii*)、血雉(*Ithaginis cruentus*)、大噪鹛(*Garrulax maximus*)、橙翅噪鹛(*Garrulax elliotii*)、棕噪鹛。

2020 年 6 月—2022 年 6 月白马雪山保护区兽类物种累计曲线如图 2 所示。

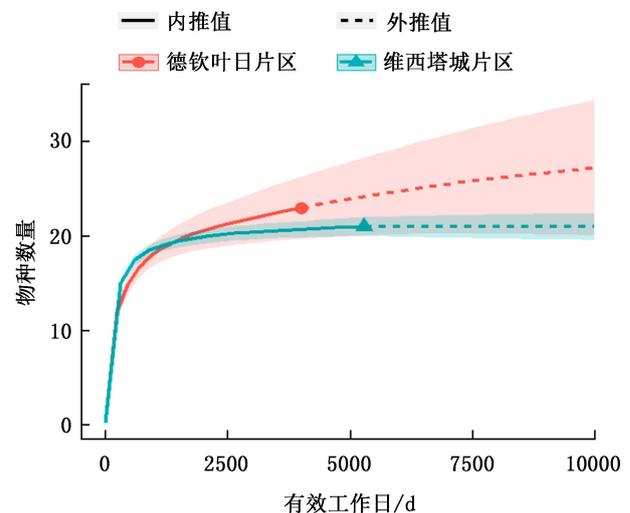


图 2 2020 年 6 月—2022 年 6 月白马雪山保护区兽类物种累计曲线

Fig. 2 Accumulated curve of animal species in Baima Snow Mountain Nature Reserve from June 2020 to June 2022

兽类物种累计曲线显示, 德钦叶日片区处于缓慢上升趋势, 说明相机工作时长还不够, 若延长相机监测时间物种可能继续增多。维西塔城片区在相机工作日达到 2 500 d 后兽类物种趋于饱和, 物种累计曲线已基本无变化, 这说明相机台数及相机工作天数已足够, 研究数据较有代表性和充分说服力。

### 2.2 不同片区有蹄类日活动节律对比分析

白马雪山保护区有蹄类林麝、中华鬃羚和毛冠鹿均为晨昏活动, 具体拍摄位点数及独立有效照片统计见表 1。

拍摄到林麝照片的位点共 41 个, 其中德钦叶日片区 22 个, 维西塔城片区 19 个; 获得林麝独立有效照片 277 张, 其中德钦叶日片区 129 张, 维西塔城片区 148 张。拍摄到毛冠鹿的位点共 42 个, 其中德钦叶日片区 24 个, 维西塔城片区 18 个; 获得毛冠

表 1 白马雪山保护区不同片区独立有效照片与位点数统计

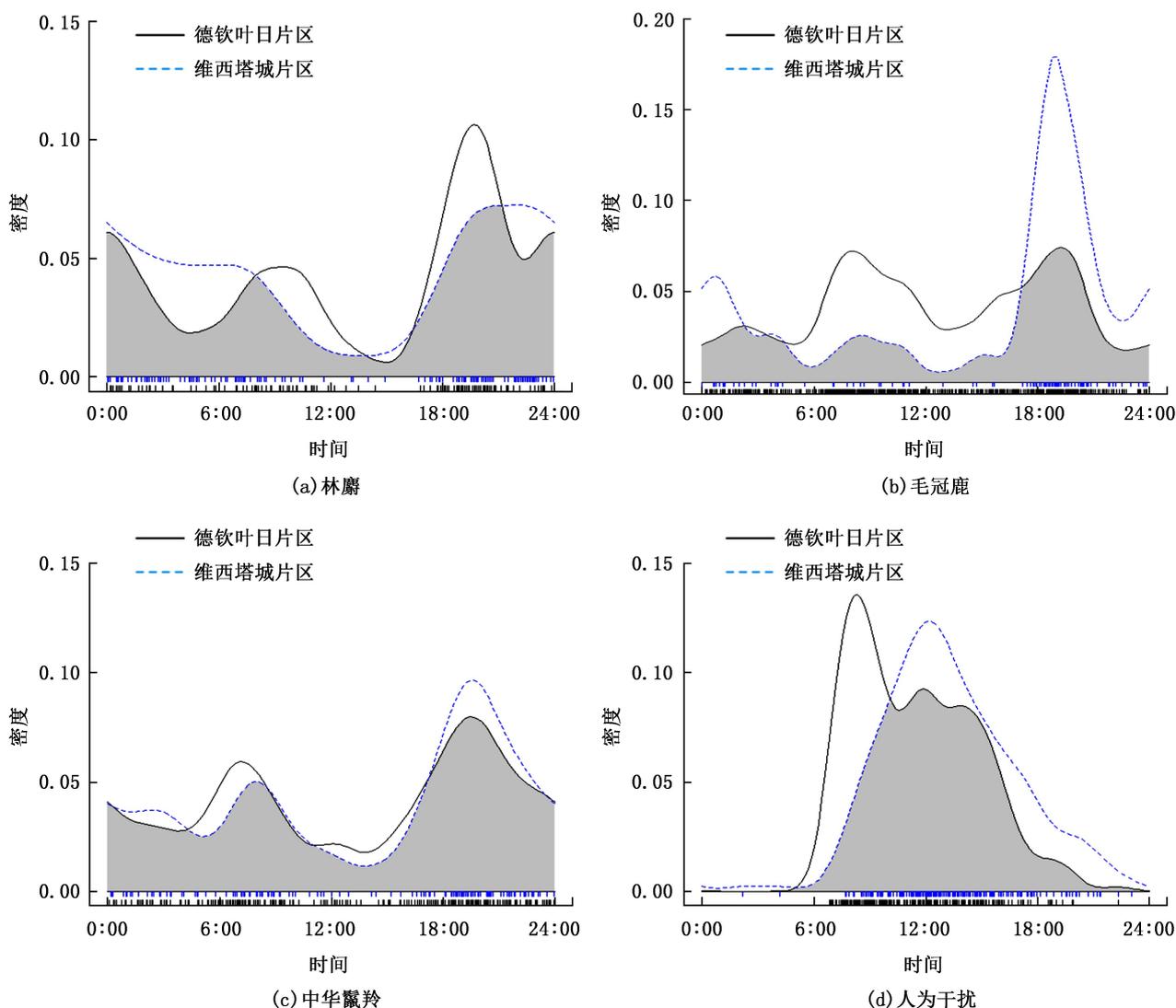
Tab.1 Statistics of independent and effective photos and location points in different areas of Baima Snow Mountain Nature Reserve

区域	林麝		毛冠鹿		中华鬣羚		人为干扰	
	照片 /张	位点 /个						
德钦叶日片区	129	22	683	24	262	26	262	21
维西塔城片区	148	19	116	18	143	25	206	26
合计	277	41	799	42	405	51	468	47

鹿独立有效照片 799 张,其中德钦叶日片区 683 张,维西塔城片区 116 张。拍摄到中华鬣羚的位点共 51 个,其中德钦叶日片区 26 个,维西塔城片区 25 个;获得中华鬣羚的独立有效照片 405 张,其中德钦叶日片区 262 张,维西塔城片区 143 张。

白马雪山保护区不同片区有蹄类动物活动节律曲线比较情况见图 3。

不同片区林麝日活动节律重叠率 0.807,不同时间段日活动节律存在差异 ( $P=0.011$ )。德钦叶日片区林麝日活动节律表现为 3 个高峰,分别出现在 9:30—10:30、20:30—21:30、23:30—0:30。维西塔城片区林麝日活动节律呈现双峰型,分别出



注:灰色为重叠区域。

图 3 2020 年 6 月—2022 年 6 月白马雪山保护区不同片区有蹄类动物及人为活动节律曲线比较  
Fig. 3 Rhythm curves comparison of ungulates and human activity in different areas of Baima Snow Mountain Nature Reserve from June 2020 to June 2022

现在 7:30—8:00、21:00—22:00。维西塔城片区林麝早上活动高峰先于德钦叶日片区,傍晚则相反。

不同片区毛冠鹿日活动节律重叠率 0.610,不同时间段日活动节律差异极显著( $P < 0.001$ )。2 个片区毛冠鹿日活动节律均呈现 3 个活动高峰,出现时间段基本相同,分别为 3:00—4:00、8:30—9:30、19:30—21:30。凌晨和傍晚维西塔城片区的活动高峰先于北片区,早上则相反。维西塔城片区毛冠鹿活动时间主要集中在傍晚,其他时间段活动较少,德钦叶日片区除 3 个活动高峰外,其他时间段毛冠鹿活动也较多。

不同片区中华鬣羚日活动节律重叠率 0.912,不同时间段日活动节律无差异( $P = 0.561$ )。不同片区中华鬣羚日活动节律均呈双峰型,分别出现在 8:00—9:00、20:00—21:00。早上德钦叶日片区中华鬣羚活动高峰先出现,傍晚出现活动高峰的时间一致。

白马雪山保护区有蹄类动物活动时间与人为干扰活动时间重叠小,有蹄类动物活动有明显回避现象。对比人为干扰活动节律与林麝、毛冠鹿、中华鬣羚日活动节律发现,德钦叶日片区人为干扰活动节律与毛冠鹿活动节律重叠最大,重叠率为 0.599,其余均小于 0.5,差异达极显著( $P < 0.001$ )。人为干扰活动集中出现在 9:00—17:00,此时间段林麝、毛冠鹿、中华鬣羚活动明显减少,人为干扰活动节律出现高峰时,是林麝、毛冠鹿、中华鬣羚全天内活动最少的时间段。

### 2.3 人为干扰及比较

拍摄到人为干扰活动的位点共 47 个,其中德钦叶日片区 21 个,维西塔城片区 26 个;获得人为干扰活动独立有效照片 486 张,其中德钦叶日片区 262 张,维西塔城片区 206 张。经统计,德钦叶日片区人为干扰活动以村民采集林下产品松茸等食用菌为主,拍摄到村民活动独立有效照片 249 张,占人为干扰活动独立有效照片总数的 95.0%;放牧干扰活动独立有效照片 13 张,占比 5.0%。维西塔城片区拍摄到村民活动独立有效照片 116 张,占比 56.3%;放牧干扰活动独立有效照片 90 张,占比 43.7%,维西塔城片区放牧干扰占比明显高于德钦叶日片区。不同片区人为干扰日活动节律重叠率为 0.750,不同时间段间日活动节律有差异( $P < 0.001$ )。德钦叶日片区日活动节律高峰出现在 9:30—10:30,早于维西塔城片区(12:00—13:00)。

## 3 讨论与结论

白马雪山保护区黄喉貂、狼、黑熊、豺等物种分布较广且数量较多,本次布设相机拍到黄喉貂、黑熊、狼、豺独立有效照片分别为 273、56、44、12 张。这些食肉动物必然会给有蹄类动物带来被捕食压力,影响有蹄类动物的活动节律。有蹄类动物活动节律受人为干扰活动、被捕食压力、食物及气候等因素影响,形成一定的活动节律是有蹄类动物适生存环境,合理利用资源的必然结果<sup>[2-3,5]</sup>。

本研究结果显示白马雪山保护区内有蹄类动物的日活动节律具有晨昏性,林麝<sup>[7]</sup>、毛冠鹿<sup>[8]</sup>、中华鬣羚<sup>[9]</sup>等大部分有蹄类动物活动节律研究结果一致。日出前和日落后是白马雪山保护区有蹄类动物的活动高峰期,中午出现活动低谷期。中午有蹄类动物活动减少的结论与李明富等<sup>[20]</sup>对扭角羚的日活动模式研究结果相同,原因可能是中午气温较高不适合有蹄类动物取食活动。同时研究结果显示野生动物有明显回避人为活动的现象,中午是人为干扰活动最强时段,人类的生产活动对保护区内大多数野生动物的活动都会产生影响<sup>[21]</sup>,这也极有可能是导致中午有蹄类动物活动曲线出现低谷的重要原因。

同一物种不同片区活动节律存在一定差异,这与南北片区海拔差异及人为干扰活动有一定关系。不同片区的海拔差导致适合有蹄类动物活动的气温出现时间不同,所以其活动节律出现差异。同时,不同片区人为干扰活动高峰期不同也导致片区内物种活动节律不同。

林麝、毛冠鹿、中华鬣羚等有蹄类动物的季节活动节律存在差异<sup>[22]</sup>,本研究中维西塔城片区数据为完整的一年数据,德钦叶日片区由于受冬季降雪影响,只有 3—11 月份的数据(缺失冬季数据),2 条样线只有 10 月份到次年 6 月份的数据(缺失夏季数据),同一位点布控时间未形成完整周期的数据,可能对分析结果造成一定影响。从物种累计曲线也可以看出若德钦叶日片区增加相机数或延长布控时间,物种数量还可能增加,研究数据会更具说服力。

**致谢:**感谢大理大学东喜玛拉雅研究院黄志旁和房以好老师对论文撰写的指导,李军杰为数据分析提供帮助。

### 参考文献:

[1] 刘小斌. 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[J]. 动物学杂志, 2022, 57(1): 9-18.
- [2] 尚玉昌. 动物的行为节律[J]. 生物学通报, 2006(10): 8-10.
- [3] 张世卿. 动物的节律性活动[J]. 天中学刊, 1995, 10(1): 49-53.
- [4] SHI J B, DUNBAR R I M, BUCKLAND D, et al. Daytime activity budgets of feral goats (*Capra hircus*) on the Isle of Rum: Influence of season, age, and sex[J]. Canadian Journal of Zoology, 2003, 81(5): 803-815.
- [5] 段利娟. 王朗自然保护区大熊猫及其同域物种活动节律及栖息地利用研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2014.
- [6] 石江艳. 人为干扰下白冠长尾雉及其同域分布的兽类活动节律分析[D]. 北京: 北京林业大学, 2020.
- [7] 贾晓东, 刘雪华, 杨兴中, 等. 利用红外相机技术分析秦岭有蹄类动物活动节律的季节性差异[J]. 生物多样性, 2014, 22(6): 737-745.
- [8] 刘明星, 朱必清, 王语洁, 等. 四川白河国家级自然保护区毛冠鹿(*Elaphodus cephalophus*)活动节律及季节变化[J]. 四川林业科技, 2021, 42(2): 27-32.
- [9] 冯彬, 胡露, 赵姗姗, 等. 同域分布中华鬣羚与中华斑羚时空生态位特征[J]. 生态学报, 2022, 42(13): 5275-5284.
- [10] 赵晨光, 何明超, 苏晋芬, 等. 基于红外相机技术对中华斑羚活动节律的研究[J]. 野生动物学报, 2022, 43(1): 32-37.
- [11] 何兴成, 付强, 吴永杰, 等. 水鹿的群体结构和活动节律分析[J]. 兽类学报, 2019, 39(2): 134-141.
- [12] 官天培, 龚明昊, 胡婧, 等. 小鹿秋季利用人工盐场的节律[J]. 动物学杂志, 2015, 50(2): 169-175.
- [13] 章书声, 鲍毅新, 王艳妮, 等. 基于红外相机技术的黑麂活动节律[J]. 兽类学报, 2012, 32(4): 368-372.
- [14] SHAMOON H, MAOR R, SALTZ D, et al. Increased mammal nocturnality in agricultural landscapes results in fragmentation due to cascading effects[J]. Biological Conservation, 2018(226): 32-41.
- [15] 黄凯, 万雅琼, 李佳琦, 等. 四川白河国家级自然保护区鸟兽红外相机监测[J]. 生物多样性, 2021, 29(4): 554-559.
- [16] 马国飞, 杨万吉, 王晓菊, 等. 神农架国家公园鸟兽多样性的红外相机调查[J]. 四川动物, 2021, 40(5): 581-590.
- [17] 云南省林业厅, 迪庆州人民政府, 白马雪山国家级自然保护区管理局, 等. 白马雪山国家级自然保护区[M]. 昆明: 云南民族出版社, 2003.
- [18] O'CONNELL A F, NICHOLS J D, KARANTH K U. Camera traps in animal ecology: Methods and analyses[M]. New York: Springer, 2011.
- [19] O'BRIEN T G, KINNAIRD M F, WIBISONO H T. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape[J]. Animal Conservation, 2003(6): 131-139.
- [20] 李晟, 王大军, 肖治术, 等. 红外相机技术在我国野生动物研究与保护中的应用与前景[J]. 生物多样性, 2014, 22(6): 685-695.
- [21] 李明富, 李晟, 王大军, 等. 四川唐家河自然保护区扭角羚冬春季日活动模式研究[J]. 四川动物, 2011, 30(6): 850-855.
- [22] 贾晓东, 刘雪华, 杨兴中, 等. 利用红外相机技术分析秦岭有蹄类动物活动节律的季节性差异[J]. 生物多样性, 2014, 22(6): 737-745.

责任编辑: 陈旭