

北京市门头沟区松鼠亚科物种监测

吉晟男^① 邓怀庆^② 范鹏来^③ 刘若爽^④
赵志平^① 肖能文^{①*} 刘学聪^{⑤*}

① 中国环境科学研究院国家环境保护区域生态过程与功能评估重点实验室 北京 100012;
② 贵州师范大学生命科学学院 贵阳 550001; ③ 中国计量大学生命科学学院 杭州 310018;
④ 北京师范大学环境学院 北京 100875; ⑤ 中国科学院大学生命科学学院 北京 100049

摘要: 松鼠科松鼠亚科 (Sciurinae) 物种对植物种子的传播具有重要的作用, 是影响森林生态平衡的重要动物类群之一, 在中国分布广泛。2016年11月至2017年11月, 采用样线法和红外相机监测法进行了北京门头沟区松鼠亚科物种调查。共布设了33条样线, 72个相机位点, 样线总长度205 km, 相机累计有效工作日5 059 d。调查到松鼠亚科动物4种, 其中北京市门头沟区分布新记录1种, 即松鼠 (*Sciurus vulgaris*), 中国特有种1种, 即岩松鼠 (*Sciurotamias davidianus*)。松鼠亚科这4个物种在有些区域同域分布, 相对丰富度指数最高为岩松鼠, 其次为松鼠和北花松鼠 (*Tamias sibiricus*), 最低的是隐纹花松鼠 (*Tamiops swinhoei*)。松鼠亚科4物种的活动时间具有明显差异, 表明其时间生态位分化明显。本研究基本摸清了北京市门头沟区松鼠亚科动物的分布与资源状况, 为此类动物后续的常规监测和保护管理提供了基础信息。

关键词: 松鼠亚科; 红外相机; 物种多样性; 松鼠

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2020) 03-289-08

The Monitoring Research of Sciurinae Species in Mentougou District, Beijing

Ji Sheng-Nan^① Deng Huai-Qing^② Fan Peng-Lai^③ Liu Ruo-Shuang^④
Zhao Zhi-Ping^① Xiao Neng-Wen^{①*} Liu Xue-Cong^{⑤*}

① State Environmental Protection Key Laboratory of Regional Ecological Processes and Functions Assessment, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012; ② Guizhou Normal University, School of Life Sciences, Guiyang 550001;
③ College of Life Sciences, China Jiliang University, Hangzhou 310018; ④ School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875; ⑤ College of Life Sciences, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: The species of the subfamily Sciurinae are widely distributed in China, which play an important role in the dispersal of plant seeds and are considered an important animal group to maintain the ecological

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31700408), 生态环境部生物多样性保护专项 (No. 2017HB2096001006);

* 通讯作者, E-mail: xiaonw@163.com, xuecongliu@ucas.ac.cn;

第一作者介绍 吉晟男, 男, 副研究员; 研究方向: 动物生态学; E-mail: jisn@craes.org.cn。

收稿日期: 2019-10-29, 修回日期: 2020-04-03 DOI: 10.13859/j.cjz.202003002

balance in forest ecosystems. From November 2016 to November 2017, we used line transect and camera-trapping methods to survey the Sciurinae species in Mentougou District, Beijing. Thirty-three line transects and 72 camera-trapping stations were established in total. The length of all line transects was 205 km and the total camera-trapping efforts accumulated to 5 059 camera-days. Four Sciurinae species were identified, among which *Sciurus vulgaris* is a new record for Mentougou District, Beijing, and *Sciurotamias davidianus* is a species endemic to China. *S. davidianus* has the highest relative abundance, followed by *Sciurus vulgaris* and *Tamias sibiricus*, and *Tamiops swinhoi* the lowest. The four squirrel species occur sympatrically in some areas, and competition among species is likely reduced due to the difference in their activity time. This research elucidated the distribution and abundance of Sciurinae species in Mentougou District of Beijing, providing basic information for their subsequent monitoring and protection management.

Key words: Sciurinae; Infrared camera; Species diversity; *Sciurus vulgaris*

物种多样性是生物多样性的主要结构和功能单位,是人类社会生存和发展的基础。开展野生动物物种多样性的监测,可以使人们更好地了解区域内物种的种群动态,以更好地保护生物多样性(马克平 2011)。传统的兽类调查监测以样线、样方法为主(Stephens et al. 2006),以看到的动物实体或痕迹进行调查,但野外兽类调查遇见率较低,对调查者野外动物识别能力要求较高(Li et al. 2010),对于一些种群数量较少或夜间活动种类很难调查(O'Connell et al. 2011)。红外相机拍摄方法作为一种非损伤性的物种调查和记录技术,已广泛应用于野生动物研究(张履冰等 2014)。近年来,红外相机技术在我国得到了较好的应用和发展,成为评估生物多样性保护成效的重要方法之一(肖治术等 2017)。虽然红外相机存在易被野生动物发现,产生大量无效照片及设备丢失和损坏的缺点(张履冰等 2014),但通过红外相机监测数据,可以挖掘准确的数据和丰富的野生动物信息(李晟等 2014,刘雪华等 2018),成为构建长期的、系统的野生动物监测体系的有效手段。当前大量学者采用红外相机技术进行野生动物多样性和物种相对丰富度的调查(Campos-Candela et al. 2018)。

北京市门头沟区陆生哺乳动物的调查和研究开始于 20 世纪 60 年代。1964 年,北京大学生物系报道了北京地区 30 种陆生哺乳动物的

分布,21 种在门头沟区有明确分布。1984 年,张洁报道了北京地区陆生哺乳动物 41 种,包括在门头沟区有明确分布的 17 种。1994 年,高武等依据文献资料和实物标本,编写了《北京脊椎动物检索表》,记录了门头沟区有分布的陆生哺乳动物 30 种。2002 年,陈卫等通过实地调查、查阅文献和标本,编写了《北京兽类志》,记录了在门头沟区有分布的 32 种。前人研究表明,门头沟区陆生哺乳动物多样性较高,以古北界成分为多,其动物区系组成与所在地理位置相一致,门头沟区属于古北界华北区,同时东洋界物种也容易沿太行山渗透。

当前,对门头沟区陆生哺乳动物的调查仍很不充分。小型陆生哺乳动物的调查相对较多,但是几乎所有的调查都集中在西部的东灵山(包括其南麓的小龙门林场)和百花山两个区域,对于其他区域的调查几乎空白(傅必谦等 1992,房继明等 1995,郭天宇等 2000,宋杰等 2001,马杰等 2003,李宏俊等 2004,曹殿起等 2008,李龙建等 2008)。这些研究表明,岩松鼠(*Sciurotamias davidianus*)和北花松鼠(*Tamias sibiricus*)在门头沟西部山区较为常见;2003 年,隐纹花松鼠(*Tamiops swinhoi*)在门头沟西部的东灵山首次发现(路纪琪等 2004)。红外相机自动拍摄法在大中型陆生哺乳动物的调查中有独特优势,但基本没有被引入到门头沟区陆生哺乳动物的调查(苗宝河等

2011)。另外，门头沟区退耕还林和生态修复工程的实施，对于陆生哺乳动物群落结构以及分布的积极影响缺乏评估。因此，本研究基于红外相机监测技术，结合样线调查，对北京市门头沟区的中型哺乳动物松鼠亚科动物进行了调查监测，以弥补以前的调查不足，为该亚科动物的分布及资源状况评价提供基础资料。

1 研究地点及方法

1.1 研究区域概况

门头沟区位于北京市西部，地处太行山山脉和燕山山脉结合部，东西长 62 km，南北宽 34 km，总面积 1 455 km²。地势总体上呈西北高、东南低的阶梯状倾斜，最高海拔在西部的东灵山（2 303 m），最低海拔在东南部的永定河出境处（70 m）。永定河是域内最大河流。本区气候属于暖温带半湿润半干旱季风型气候，四季分明。门头沟区植被类型沿海拔梯度变化明显。植被在海拔 1 000 m 以下主要是落叶阔叶灌木林，海拔 1 000 ~ 1 600 m 之间主要是落叶阔叶林，海拔 1 600 ~ 1 900 m 之间主要是针阔混交林，海拔 1 900 m 以上主要是亚高山草甸。

1.2 研究方法

首先对全国陆域面积按 10 km × 10 km 进行网格划分和编号，以调查区域面积不低于 25% 网格面积即视为工作网格的原则，门头沟区共涉及 17 个工作网格，全部纳入调查范围。根据物种的活动规律和敏感性，主要采用样线调查法、红外相机自动拍摄法进行调查。基于地形地貌以及可达性和安全性等可操作性因素，各调查方法的位点设置确保覆盖所有工作网格以及各网格内的不同生境类型和海拔段，同时考虑覆盖网格内的更多区域。

样线调查：一个不完整网格（58804360）布设样线 1 条，其余每个网格布设样线 2 条，共布设样线 33 条（图 1），所有样线的长度大于 3 km，大多数样线的长度大于 5 km，样线总长度 205 km。每条样线调查 1 ~ 3 次，调查

时记录所观察到的物种、数量、生境及海拔等信息。

红外相机自动拍摄：在 4 个不完整或部分区域属于城区的网格（58804360、59004340、59104340、59204350）各安装红外相机 2 台，其余每个网格安装 3 ~ 7 台，共安装红外相机 72 台（图 1）。其中 68 台相机设置为每次触发后 1 min 内拍照 3 次，其他相机设置为 1 min 内连续摄像 10 s。调查期间丢失相机 12 台，回收一次数据后另外丢失 2 台，另有 3 台未正常工作，其余 55 台均正常。每台相机回收数据 1 ~ 3 次（包含回收一次数据丢失的 2 台）。

1.3 数据处理

每台相机每个物种的拍摄间隔 30 min 以上视为独立有效照片，每个物种在每个调查方格中的相对密度用物种相对多度指数（relative abundance index, RAI）表示，即某一物种的独立有效照片数占相机总捕获天数的百分比。根据活动发现时间将松鼠亚科物种活动时间分为 6 个时间段（每 3 h 为 1 个时间段），5:00 ~ 8:00 时、8:00 ~ 11:00 时、11:00 ~ 14:00 时、14:00 ~ 17:00 时、17:00 ~ 20:00 时和 20:00 ~ 23:00 时，根据每个活动时间中该物种活动时间段占该物种总活动时间比例，分析其活动时间分配特点。

2 结果

2.1 物种多样性现状

本次调查获得陆生哺乳动物的分布（地理分布、海拔分布、生境分布）、数量、生境状况、威胁因素和保护现状等大量原始资料。样线调查中获得具有代表性的生境照片 417 张和陆生哺乳动物活动痕迹照片 222 张。红外相机监测中累计有效拍摄日 5 059 d，大中型陆生哺乳动物有效拍摄或触发次数 2 285 次（拍照设置：拍摄 2 225 次，物种照片 4 119 张；摄像设置：拍摄 60 次，视频 60 段），独立有效拍摄次数 1 914 次。统计分析样线调查记录及红外相机拍摄数据，共确定北京市门头沟区大中型陆生哺乳动物 16 种，隶属 5 目 10 科 16 属，其中

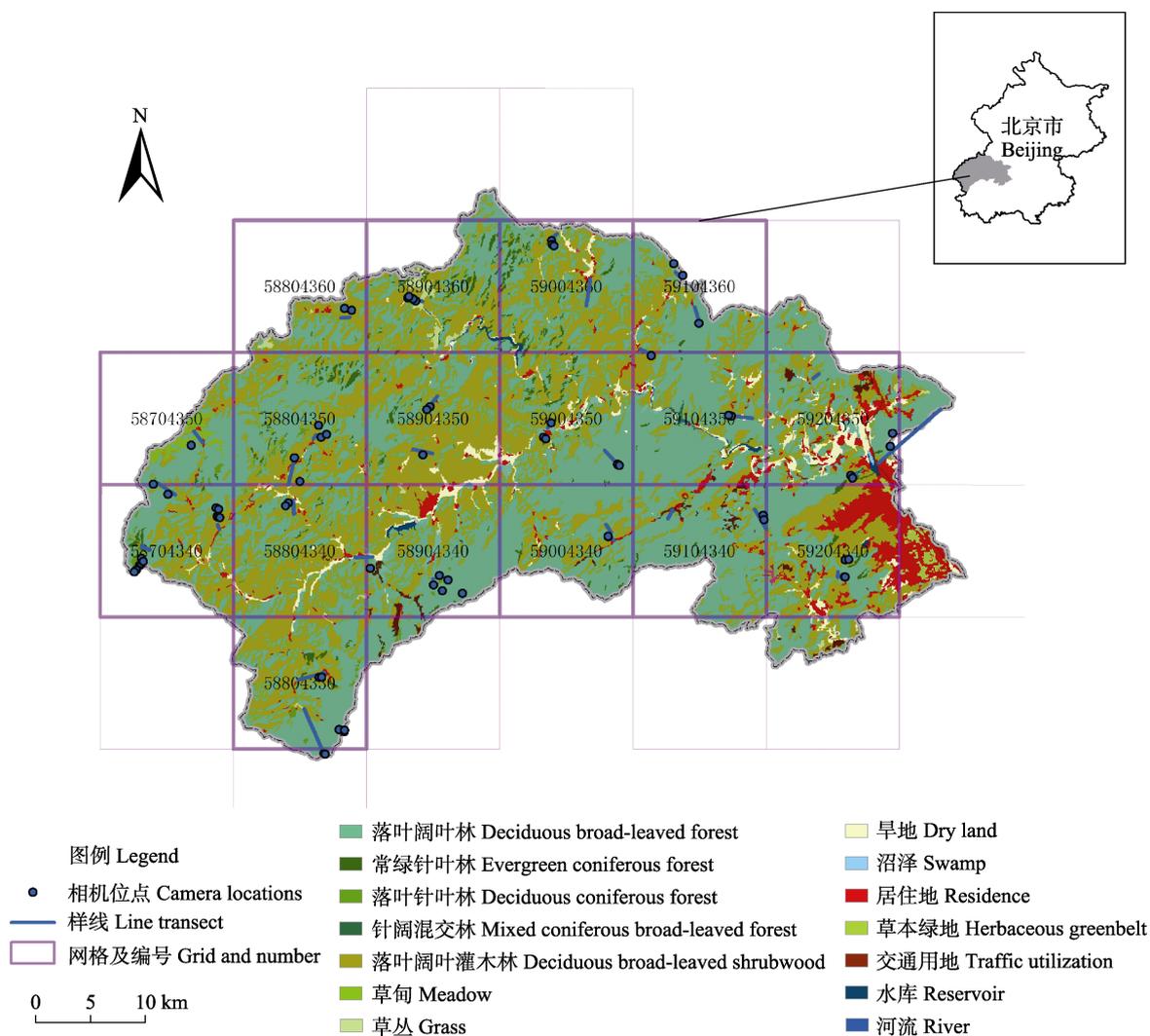


图 1 北京市门头沟区松鼠亚科动物调查样线及红外相机位点分布图

Fig. 1 The locations of line transects and camera-trapping stations in Mentougou District, Beijing

松鼠亚科 4 属 4 种，分别为松鼠 (*Sciurus vulgaris*)、岩松鼠、北花松鼠和隐纹花松鼠。在松鼠亚科物种中，样线调查中只发现岩松鼠 1 种，红外相机 4 种物种均有拍摄。其中门头沟区新记录物种 1 种，即松鼠 (图 2)，是近危种 (NT)，中国特有物种 1 种，即岩松鼠，是无危种 (LC)。

2.2 松鼠亚科物种的分布及密度

对松鼠亚科物种分布及相对密度分析可见，物种分布最广、数量最多的为岩松鼠，在 16 个网格中有分布，占总网格数的 94.1%



图 2 红外相机拍摄到的松鼠

Fig. 2 *Sciurus vulgaris* captured by camera-trapping

(16/17); 隐纹花松鼠数量最少, 分布最为狭窄, 仅占总网格数的 11.8% (2/17) (图 3)。北花松鼠和松鼠分布及数量居中, 分别占据了 6 个和 5 个网格。在 58701350 网格中松鼠亚科 4 物种均有发现, 证明其具有同域分布的特征。

2.3 松鼠亚科物种的活动时间分配

松鼠科动物一般都是昼行性动物。在样线调查中, 共发现岩松鼠 29 次, 最早观察到的时间为 9:24 时, 最晚时间为 17:27 时, 红外相机拍摄到岩松鼠活动的最早时间为 4:24 时, 最晚为 19:24 时, 主要活动时间集中在 8:00 ~ 10:00 时。其他 3 种松鼠亚科动物在样线调查中没有看到实体, 只在红外相机监测照片中发现。根据照片拍摄时间, 松鼠最早的活动时间为 5:31 时, 最晚为 23:33 时, 主要活动时间集中在 8:00 ~ 10:00 时, 但夜间也有活动; 北花松鼠最早的活动时间为 5:47 时, 最晚为 17:34 时, 主要活动时间集中在 14:00 ~ 16:00 时; 隐纹花松鼠

最早的活动时间为 5:43 时, 最晚为 18:40 时, 主要活动时间集中在 5:00 ~ 7:00 时。松鼠亚科 4 物种中, 松鼠已经不是典型的昼行性动物, 在夜间也进行活动, 且各物种的主要活动高峰有所分离 (图 4)。

2.4 栖息地干扰情况

门头沟区陆生哺乳动物受到多种人为活动的影响, 主要包括放牧、狩猎、旅游开发、矿山开发、公路建设等 (图 5)。在门头沟区大部分区域, 人为活动影响程度不高, 即植被基本保持原有状态, 对野生动物的栖息繁衍影响不大; 但在个别局部区域, 人为活动的影响程度较高, 野生动物的栖息繁衍受到一定程度影响。

其中, 放牧是最为广泛的一个影响因素。放牧的牲畜一般是羊, 是少数山区居民的主要经济来源之一, 在实施退耕还林和生态修复工程后, 这些居民对放牧的依赖度变强。由于门头沟区属于特大城市的郊区, 旅游资源丰富,

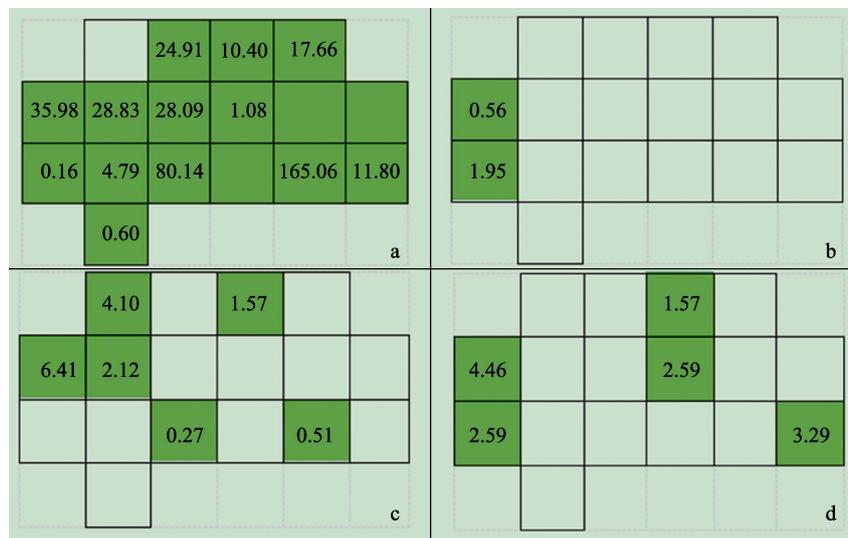


图 3 松鼠亚科 4 物种在调查样区的分布及相对密度

Fig. 3 The distribution and relative density of four Sciurinae species in the sample survey area

a. 岩松鼠; b. 隐纹花松鼠; c. 北花松鼠; d. 松鼠。

a. *Sciurotamias davidianus*; b. *Tamiops swinhoei*; c. *Tamias sibiricus*; d. *Sciurus vulgaris*.

绿色代表有分布; 数字为物种相对多度指数 (RAI) 数值; 图中各方格与调查网格位置一致。

Green color represents species distribution. Numbers stand for relative abundance index (RAI); The square position is consistent with the survey grid.

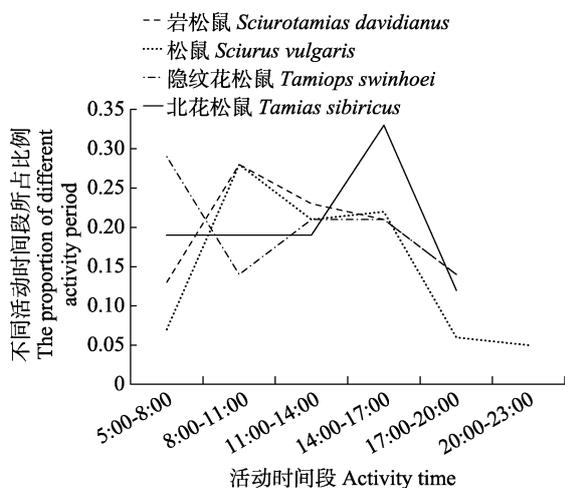


图 4 松鼠亚科 4 物种活动时间分配

Fig. 4 Time budget of four squirrel species

旅游开发较为常见，但旅游开发和游客活动的影响一般只局限于旅游景点周围，对野生动物的栖息和繁衍影响有限。狩猎是一个较为普遍

和严重的影响因素，特别是在冬季。在有些网格的调查过程中，发现在整条兽道上都有用于狩猎的铁套，这些铁套大小不等，可延绵几千米以上，对野生动物的直接威胁很大。

矿山开发也是一个威胁因素，特别是在某些局部区域。虽然生态修复工程实施以来，多数煤矿已经陆续被关闭，但大台煤矿一直在生产，作为一家大型煤矿企业，对当地社会经济有着特殊贡献，但对当地生态环境也造成了一定的影响。

3 讨论

3.1 松鼠的发现

松鼠体型较小，长着毛茸茸的长尾巴，其脸颊内侧具有颊囊，前后肢间无皮翼，耳壳发达，头上及背上的颜色从淡红色、棕色、红色到黑色，胸腹部的皮毛一般为白色（图 2）。松鼠在北京市门头沟区的首次发现为该物种在中

		放牧（弱） Grazing (weak)		偷猎（弱） Poaching (weak)	
旅游开发（弱） Tourism (weak)	放牧（弱） Grazing (weak) 旅游开发（弱） Tourism (weak)	放牧（弱） Grazing (weak) 偷猎（弱） Poaching (weak) 矿产开发（弱） Mining (weak)	放牧（弱） Grazing (weak)	放牧（中） Grazing (middle)	偷猎（弱） Poaching (weak) 旅游开发（弱） Tourism (weak)
放牧（弱） Grazing (weak)	放牧（弱） Grazing (weak)	放牧（弱） Grazing (weak) 偷猎（中） Poaching (middle) 旅游开发（弱） Tourism (weak)	放牧（弱） Grazing (weak)	放牧（弱） Grazing (weak) 矿产开发（中） Mining (middle)	旅游开发（弱） Tourism (weak)
	旅游开发（弱） Tourism (weak) 公路建设（弱） Highway (weak)				

图 5 北京市门头沟区陆生哺乳动物威胁因素分布和强度（图中各方格与调查网格位置一致）

Fig. 5 The distribution and intensity of threats to terrestrial mammals in Mentougou District, Beijing (The square position is consistent with the survey grid)

国的分布增添了新的分布区。在门头沟区松鼠和北花松鼠都较为常见，岩松鼠在该地区最为常见，几乎每个网格都有分布。在我们的样线调查中，只调查到 1 种松鼠亚科动物，而红外相机拍摄到 4 种，说明红外相机除能够用来监测大中型兽类或地栖型鸟类，也可以用于经常下地活动的树栖型动物的监测。

3.2 松鼠亚科物种活动节律

在小兴安岭林区秋冬季节松鼠日活动节律研究中发现，松鼠秋季日活动时间约为 (9.10 ± 1.03) h，冬季日活动时间为 (4.62 ± 0.51) h，不同季节活动时间差异明显，但取食时间均占到总活动时间的 80% 以上（李俊生等 2003）。对于同域分布的相近物种，生态位的重叠往往会形成种间竞争。生活于云南高黎贡山的白尾梢虹雉 (*Lophophorus sclateri*) 与血雉 (*Ithaginis cruentus*) 的食物生态位重叠指数达 0.598，食物种类和取食部位的分化是它们得以同域分布和长期共存的基础（罗旭等 2016）。在北京门头沟区松鼠亚科 4 物种具有同域分布的特征，在网格 58701350 中都有分布，在部分网格中具有 2 或 3 种的分布。为避免严重的种间竞争，其生态位也发生了相对分化，即主要活动时间有了明显分离，岩松鼠主要为白昼活动，有上午的 1 个活动高峰；松鼠活动高峰期和岩松鼠相似，但松鼠除了在白天活动外，夜间也有活动；北花松鼠的主要活动高峰期在下午；隐纹花松鼠主要在白天活动，主要活动时间在早上有 1 个高峰期。由此可见，4 种同域分布的松鼠亚科物种，在活动时间上发生了生态位的分离，松鼠已经不是典型的昼行性动物，在夜间也活动。

3.3 保护空缺

门头沟区属于典型的多山地区，人口密度低，植被状况一直相对较好。退耕还林和生态修复工程实施以来，原来不多的梯田基本改种了林木，主要包括果树、香椿 (*Toona sinensis*) 和华山松 (*Pinus armandii*)，目前这些区域的植被恢复良好，已基本没有非法林木砍伐现象，

生物多样性较高，但当前门头沟区只有一个自然保护区，即位于西南部的百花山国家级自然保护区，该保护区覆盖了 1 个网格的大部分和其他 2 个网格的各一小部分，虽然东灵山附近区域在规划中属于百花山国家级自然保护区，但是并未实施实际的保护管理。调查结果显示，百花山国家自然保护区的外围区域也具有较高的陆生哺乳动物多样性，无论是物种数量还是其密度都是如此，甚至比保护区内更高，特别是门头沟区东南端的九龙山林场。但门头沟区的保护区外所有区域都没有在强制性法律法规的保护之下。

列入《国家重点保护野生动物名录》的珍稀濒危物种中华斑羚 (*Naemorhedus griseus*) 的大部分分布区都在保护区之外，与前面提到的应纳入管护范围的高生物多样性区域高度重叠，应该是门头沟区亟待重点保护的物种。同时，中华斑羚分布区也基本覆盖易危物种豹猫 (*Prionailurus bengalensis*) 的多数种群和猪獾 (*Arctonyx collaris*) 的主要分布区。

北京门头沟区地处纬度较高，陆生哺乳动物多样性相对不算太高，虽然多数区域人为干扰的影响程度较弱，但依然存在，特别是狩猎对野生动物的威胁较大。门头沟区陆生哺乳动物多样性的分布不均匀，有些区域拥有不低于百花山国家级自然保护区的物种多样性。基于调查结果，建议扩大百花山国家级自然保护区保护范围，将与保护区相邻的具有较高物种多样性的区域纳入保护范围。同时建立和加强物种监测，确定物种的种群动态和活动规律，为进一步保护提供基础数据。

参 考 文 献

- Campos-Candela A, Palmer M, Balle S, et al. 2018. A camera - based method for estimating absolute density in animals displaying home range behaviour. *Journal of Animal Ecology*, 87(3): 825-837
- Li S, Wang D, Gu X, et al. 2010. Beyond pandas, the need for a standardized monitoring protocol for large mammals in Chinese

- nature reserves. *Biodiversity and Conservation*, 19(11): 3195–3206.
- O'Connell A F, Nichols J D, Käranta K U. 2011. *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. New York: Springer.
- Stephens P A, Zaumyslova O Y, Miquelle D G, et al. 2006. Estimating population density from indirect sign: track counts and the Formozov-Malyshev-Pereleshin formula. *Animal Conservation*, 9(3): 339–348.
- 北京大学生物系. 1964. 北京动物调查. 北京: 北京出版社.
- 曹殿起, 李淑芬, 庄国良, 等. 2008. 北京市东灵山地区小型兽类组成的初步调查. *中国媒介生物学及控制杂志*, 19(2): 158–159.
- 陈卫, 高武, 傅必谦. 2002. 北京兽类志. 北京: 北京出版社.
- 房继明, 赵欣如, 宋杰, 等. 1995. 北京小龙门林场夏季小型鼠类群落结构及其年变化. *北京师范大学学报*, 31(1): 63–64.
- 傅必谦, 陈卫, 高武. 1992. 百花山鼠类群落结构及其与环境的关系. *北京师范学院学报*, 13(4): 69–77.
- 高武, 陈卫, 傅必谦, 等. 1994. 北京脊椎动物检索表. 北京: 北京出版社.
- 郭天宇, 许荣满, 潘凤庚. 2000. 北京东灵山地区鼠类群落结构的研究. *中国媒介生物学及控制杂志*, 11(1): 11–15.
- 李宏俊, 张知彬, 王玉山, 等. 2004. 东灵山地区啮齿动物群落组成及优势种群的季节变动. *兽类学报*, 24(3): 216–221.
- 李俊生, 马建章, 宋延龄. 2003. 松鼠秋冬季节日活动节律的初步研究. *动物学杂志*, 48(1): 33–37.
- 李龙建, 李淑芬, 庄国良, 等. 2008. 北京市门头沟灵山地区鼠种群落构成. *首都公共卫生*, 2(1): 6–8.
- 李晟, 王大军, 肖治术, 等. 2014. 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. *生物多样性*, 22(6): 685–695.
- 刘雪华, 武鹏峰, 何祥博, 等. 2018. 红外相机技术在物种监测中的应用及数据挖掘. *生物多样性*, 26(8): 850–861.
- 路纪琪, 张知彬. 2004. 隐纹花松鼠在北京的发现. *动物学杂志*, 39(4): 49.
- 罗旭, 吴太平, 黄安琪. 2016. 云南高黎贡山两种同域分布雉类冬季的食物分析及取食策略. *生态学杂志*, 35(4): 1003–1008.
- 马杰, 阎文杰, 李庆芬, 等. 2003. 东灵山辽东栎林啮齿动物群落组成及多样性. *动物学杂志*, 38(6): 37–41.
- 马克平. 2011. 监测是评估生物多样性保护进展的有效途径. *生物多样性*, 19(2): 125–126.
- 苗宝河, 张文波, 杨科, 等. 2011. 利用红外感应自动照相机对北京市王平矿区鸟兽的快速调查. *北京师范大学学报*, 47(3): 289–291.
- 宋杰, 毕中霖, 张正旺, 等. 2001. 北京小龙门林场夏季啮齿类的群落结构及其年变化. *北京师范大学学报*, 37(2): 255–259.
- 肖治术, 李学友, 向左甫, 等. 2017. 中国兽类多样性监测网的建设规划与进展. *生物多样性*, 25(3): 237–245.
- 张洁. 1984. 北京地区的兽类区系及生态地理特征. *兽类学报*, 4(3): 187–195.
- 张履冰, 崔绍朋, 黄元骏, 等. 2014. 红外相机技术在我国野生动物监测中的应用: 问题与限制. *生物多样性*, 22(6): 696–703.