

# 狗獾夜间活动节律是受人类活动影响而形成的吗? 基于青海湖地区的研究实例

李 峰<sup>1,2</sup> 蒋志刚<sup>1\*</sup>

1 (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)

2 (江苏大学附属第四人民医院, 江苏镇江 212001)

**摘要:** 青海湖地区是目前已知的狗獾分布海拔最高点。为了解狗獾在青藏高原严酷生态环境下的生活史特点, 并验证是否人类干扰造成了狗獾夜行性的假说, 我们利用红外相机技术, 结合无线电遥测和野外调查研究了青海湖湖东地区亚洲狗獾(*Meles leucurus*)的种群密度、洞穴口的行为及活动节律。结果表明: (1)研究地区狗獾的平均种群密度为 $1.2 \pm 0.6$ 只/ $\text{km}^2$ , 其分布受食物丰富度的影响; (2)狗獾基本在夜间活动, 出洞时间集中在20:00–23:00之间, 而回洞时间则集中在清晨4:00–7:00之间, 23:00–4:00之间是狗獾的活动高峰; (3)狗獾离洞前行为主要是警戒行为, 回洞穴时的行为主要是嬉戏行为, 其他行为较少见, 表达具有特定的时间性; (4)人类活动对于狗獾活动没有显著性影响( $P < 0.05$ )。

**关键词:** 行为, 青藏高原, 警戒行为, 活动节律, *Meles leucurus*

## Is nocturnal rhythm of Asian badger (*Meles leucurus*) caused by human activity? A case study in the eastern area of Qinghai Lake

Feng Li<sup>1,2</sup>, Zhigang Jiang<sup>1</sup>

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

2 The 4th Affiliated Hospital of Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212001

**Abstract:** The Qinghai Lake area is the known highest place with Asian badger (*Meles leucurus*) distribution in the world. In order to test the hypothesis that human interference caused the nocturnal activity rhythm of badgers, we used infrared cameras in complementary of telemetry of radio collared two badgers to record activity rhythm of badgers at the entrances of their setts in the eastern shore of Qinghai Lake. We also estimated the population density and recorded the behaviors expressed by the badgers with infrared cameras and other conventional field investigations. The results showed: (1) through infrared camera records and sett density estimation, the average badger densities in this area were  $1.2 \pm 0.6$  badgers/ $\text{km}^2$  and being influenced by food abundance. (2) the most common behavior expressed by badgers at sett entrances was vigilance behavior when badger emerged from the setts, followed by the play behavior when badgers returned to setts. (3) badgers mainly emerged from the setts between 20:00–23:00 and returned to the sett between 4:00–7:00 in the following morning. Their activity peak focused between 23:00–4:00. Human activity had no influence on the nocturnal activity rhythm of badgers.

**Key words:** infrared camera, Tibetan Plateau, vigilance, activity rhythm, badger

胆小的夜行性动物的行为研究是一个难以解决的问题。红外相机的出现让研究者在无人干扰

的前提下, 记录野生动物行为, 为研究胆小的或是夜行性动物行为提供了手段(Stewart *et al.*, 1997)。

收稿日期: 2013-08-29; 接受日期: 2014-11-30

基金项目: 国家自然科学基金(31372175)

\* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: jiangzg@ioz.ac.cn

红外相机技术不仅可以节省时间,提高工作效率,同时可减少不同观察者之间的主观偏差。另外,利用红外相机技术还能够解决夜行性动物的种群密度估计的问题。在野外可以利用红外相机记录每个洞穴中的动物数量,然后根据当地的洞穴密度推算出动物的种群密度(Rowcliffe *et al.*, 2008)。相对标记-重捕方法而言,利用这种方法估算动物种群密度,劳动强度小,易于操作,准确性较高,尤其适用穴居动物。

狗獾原为一个种, Wilson和Reeder(2005)将其分为欧洲狗獾(*Meles meles*)和亚洲狗獾(*Meles leucurus*)两个种。亚洲狗獾在中国的分布很广泛,除了台湾和海南省外,其余各省均有分布(冯祚建, 1986; 张荣祖, 1997; 潘清华等, 2007)。但近30年来,由于滥捕滥猎及栖息地的破碎化,狗獾的数量锐减,2000年我国将其列入《国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》(国家林业局, 2000)。亚洲狗獾在上海地区濒临灭绝(郝辉等, 2009),上海市将其列为市重点保护野生动物,并开展了狗獾重引入的研究(郝辉, 2009; 谢志刚, 2011)。

狗獾是夜行性或晨昏型活动的动物。欧洲狗獾的活动节律存在着季节性差异(Kowalczyk *et al.*, 2003),其日活动强度同样表现出季节性变化(Do Linh San *et al.*, 2007)。对亚洲狗獾的日活动节律研究表明,其每日活动只出现一个活动高峰,且成体和亚成体之间存在着显著差异(谢志刚, 2011)。

在青海湖地区只生存着一种狗獾——亚洲狗獾。该地区是目前已知的狗獾分布海拔最高的地点。在这里,狗獾是生态系统的捕食者,作为为数不多的食肉动物之一,对于维持生态系统食物链完整有重要作用。但是,目前我们对狗獾的行为节律还知之甚少。Kowalczyk等(2000)认为人为因素干扰造成了狗獾夜行性活动节律。青海湖地区是重要的牧区,放牧强度高。该地区草地牧业实施季节性轮牧制度,草场分为夏季牧场和冬季牧场,人类活动的季节性差异为检验是否人为因素干扰造成了狗獾夜行性活动节律这一假说提供了一个理想的实验地点。为了了解狗獾的活动节律及在洞口表现的行为并探讨其夜间活动节律是否由人类干扰造成等问题,我们采用红外相机技术在青海湖冬季牧场进行了研究和分析。

## 1 方法

### 1.1 研究地区概况

青海湖位于青藏高原东部,是中国最大的内陆咸水湖。青海湖地区具有典型的高原大陆性气候,并受青海湖的大湖效应影响(倪绍祥, 2002)。湖区日照强烈,冬寒夏凉,暖季短暂,冷季漫长,春季多大风和沙暴;雨量偏少,雨热同季,干湿季分明。青海湖地区的主要哺乳动物有:雪豹(*Panthera uncia*)、棕熊(*Ursus arctos*)、狼(*Canis lupus*)、藏狐(*Vulpes ferrilata*)、高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*)、普氏原羚(*Procapra przewalskii*)、藏原羚(*P. picticaudata*)、旱獭(*Marmota bobak*)等。珍稀鸟类主要有黑颈鹤(*Grus nigricollis*)、天鹅(*Cygnus cygnus*)、藏雪鸡(*Tetrastrogallus tibetanus*)等(蒋志刚, 2004; Li *et al.*, 2012)。

我们的研究地点位于青海湖湖东地区的温性草原上(36°36' N, 100°47' E, 图1),是当地牧民的冬季草场,放牧时间从10月至次年5月,此时存在着较强的人类活动影响;而在夏季(6-9月)则不放牧,人类活动影响很小。

### 1.2 狗獾洞穴识别与红外相机布设

在2009年4月至2010年10月,我们通过3种方法对青海湖湖东地区近100 km<sup>2</sup>面积内的狗獾洞穴进行了调查:(1)在当地猎人带领下寻找;(2)通过家庭访问方式寻找当地人牧场中的狗獾洞穴;(3)通过样线法寻找。发现洞穴后,根据洞穴周围动物的排泄物来区别狗獾洞穴与藏狐洞穴。一般地,在狗獾洞穴的附近有一处粪便集中的地方;而藏狐排出的粪便则是散布在洞穴出口周围。此外,藏狐洞穴出口处常有猎物残余物,如骨头、毛发等。

当确定狗獾洞穴后,我们在距离洞口3 m处架设红外相机(专利号: 201220110671.X),红外相机放置时间从前一天的下午6:00至次日早上8:00。狗獾每次进出洞活动会触发红外相机记录一段10 s的录像,当红外相机连续被触发后会连续录像。架设红外相机时确保一个洞穴的所有出口都被覆盖,计数每个洞穴中狗獾的数目。我们对52个洞穴中的狗獾数目进行了监测。

在进行狗獾行为监测时,选择了洞穴规模比较大(洞穴规模标准参照MacDonald *et al.*, 2004)的洞口进行监测。这样的洞穴中生活的狗獾往往不止一

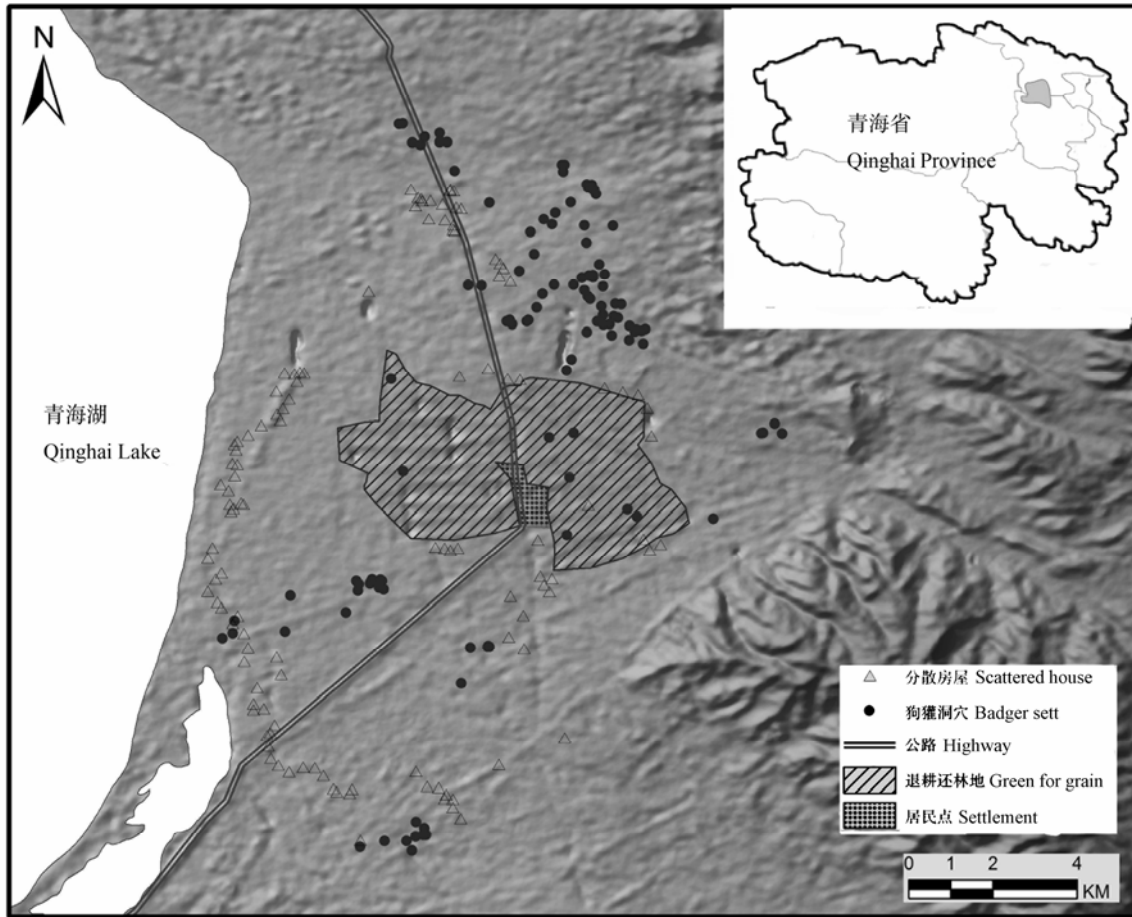


图1 青海湖地区狗獾研究地点

Fig. 1 Distribution of badger (*Meles leucurus*) in the study area on the eastern shore of the Qinghai Lake area, China

只, 利用红外相机不仅可以观察到其个体行为, 而且可以观察到其社会行为。每天放置5台红外相机记录狗獾的行为。由于在青海湖地区狗獾只在某一特定时间(如哺乳期)固定利用某洞穴, 其他时间则并不固定, 因此如果连续3 d在一个洞穴未监测到狗獾出没, 即换另一有狗獾活动痕迹的洞穴继续监测。在整个监测期间, 一共监测了10个洞穴。

### 1.3 估计狗獾种群密度

根据狗獾洞穴所处的植被特点, 我们把景观划分为3种类型: (1)沙漠草原交错带, 有沙漠和草原两种生境; (2)防风固沙带, 主要为人工种植的沙棘(*Hippophae rhamnoides*); (3)温性草原, 指远离沙漠5 km以上的温性草原。分别测算了这3种景观中狗獾的种群密度; 还通过样带法调查了3种生境中狗獾的主要食物沙蜥(*Phrynocephalus vlangalii*)的密度。

如果相邻狗獾洞穴口之间的距离大于25 m, 则认为分别是独立洞穴的出口(MacDonald *et al.*, 2004)。根据狗獾洞穴密度和每个洞穴中狗獾的平均数目确定狗獾种群密度。

### 1.4 洞口行为与进出洞时间

通过回看录像, 以连续5 s作为一个时间段, 识别狗獾的行为。将这些行为划分为以下10类: (1)理毛; (2)警戒: 头高于肩部, 眼光四顾; (3)嬉戏: 两只个体之间互动; (4)快速奔回洞穴; (5)蹲坐: 前肢直立, 后肢弯曲接触地面; (6)哺乳; (7)卧息; (8)挖掘洞穴: 把洞穴中的土推出洞口; (9)衔草: 把干草衔回洞穴; (10)采食。

根据红外相机记录的时间来判断狗獾进出洞口的时间及在洞口前的行为。出洞时间是指从狗獾在洞口出现到离开洞穴的时间, 进洞时间即从狗獾到达洞口到进入洞口的时间。另外, 我们还给两只

狗獾佩戴了无线电颈圈, 接收到无线电信号作为狗獾出洞穴时间, 而无线电信号消失作为狗獾进入洞穴时间。2009 年 4 月至 2010 年 10 月采用红外相机监测了狗獾进出洞穴时间。2009 年 6-7 月和 2010 年 5-7 月还利用了无线电遥感技术监测狗獾进出洞时间。

### 1.5 数据分析

采用卡方检验分析人类活动是否影响狗獾进出洞穴的时间, 狗獾进出洞穴的时间及在不同季节活动高峰的差异性采用 *t*-检验来分析。所有数据分析在 SPSS 20 下进行。

## 2 结果

### 2.1 狗獾种群密度的估计

红外相机的记录显示, 在青海湖湖东地区同一洞穴中居住的狗獾均不多于 3 只, 平均为  $1.40 \pm 0.70$  只/洞穴。在靠近沙漠的草原中分布的狗獾洞穴密度为 2.9 个/ $\text{km}^2$ , 狗獾密度为  $4.1 \pm 2.0$  只/ $\text{km}^2$ ; 在远离沙漠超过 5 km 的草地中洞穴的密度是 0.7 个/ $\text{km}^2$ , 狗獾密度为  $1.0 \pm 0.5$  只/ $\text{km}^2$ ; 而在防风固沙带中, 狗獾洞穴密度只有 0.47 只/ $\text{km}^2$ , 狗獾密度为  $0.7 \pm 0.3$  只/ $\text{km}^2$ 。最终根据不同生境的面积加权计算得出, 在青海湖湖东地区狗獾的种群密度为  $1.2 \pm 0.6$  只/ $\text{km}^2$ 。

同时, 我们发现狗獾的主要食物沙蜥在沙漠交错带中密度最高, 达到  $1,050 \pm 105$  只/ $\text{km}^2$ , 草地中次之, 达到  $340 \pm 28$  只/ $\text{km}^2$ , 而在弃耕地中只有  $70 \pm 12$  只/ $\text{km}^2$ 。

### 2.2 狗獾在洞口的行为

狗獾在洞口表现出 10 种行为, 共被记录到 469 次。其中警戒行为最常见, 占 35.2%, 其次是嬉戏行为(28.1%)、理毛(7.5%)、衔草(1.4%)、蹲坐(1.1%)、卧息(1.1%)、哺乳(0.6%)、采食(0.6%)、快速奔回洞穴(0.2%)(图2)。挖掘洞穴频次虽然达到 24.2%, 但是仅有两个观察日记录到该行为, 因此仍然作稀有行为来处理。警戒行为主要发生在出洞穴时, 而嬉戏行为则发生在返回洞穴时, 哺乳行为主要发生在 4 月。当狗獾受到干扰时, 会快速奔回洞穴。

在人为干扰少的夏季, 共记录到狗獾出洞穴 31 次, 其中白天出洞所用时间占 12.9%, 夜间占 87.1%; 而在人类影响比较大的冬季, 共记录到狗獾出洞穴 56 次, 白天出洞所用时间占 8.9%, 晚上出

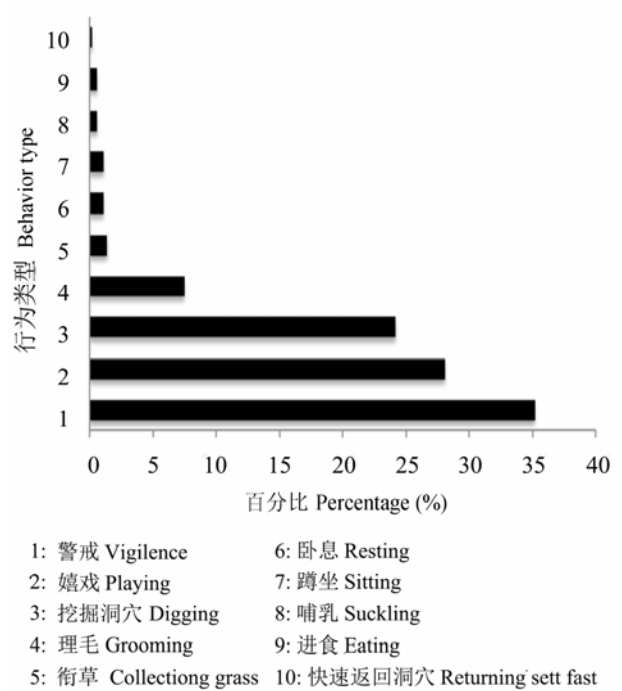


图2 青海湖湖东地区狗獾在洞穴前行为频次分析  
Fig. 2 Behavior analysis of Asian badger at entrances of their setts in the eastern shore of Qinghai Lake area, China

洞占 91.1%, 二者差异不显著 ( $\chi^2 = 0.07, P = 0.79$ )。狗獾在夏季的出洞穴时间稍早于冬季, 其活动高峰在两个季节中无显著性差异 ( $\chi^2 = 2.34, P = 0.15$ )。返回洞穴时间因为记录频次较少, 未进行分类比较。这一结果表明, 无论是否存在人为干扰, 狗獾都是以夜间活动为主。

### 2.3 狗獾活动节律

共记录到狗獾出洞 87 次, 入洞 46 次。进一步分析表明, 在 20:00-23:00 这个时间段出洞频次最高, 3 个小时中每小时出洞频次分别占总频次的 27.2%(20:00-21:00), 21.0%(21:00-22:00) 和 13.6%(22:00-23:00); 而在其他时间段里, 每小时出洞频次占总频次的比例均低于 10%。狗獾入洞的时间主要集中在凌晨 4:00-7:00 这一时间段内, 在这 3 个小时中每小时进洞频次分别占总频次的 16.3%(4:00-5:00)、16.3%(5:00-6:00) 和 20.9% (6:00-7:00)。

狗獾的活动高峰在晚上 23:00 到次日凌晨 4:00 之间(图3)。去除一些不常见的行为如刨土、衔草等(这些行为发生的频率低, 但是持续时间长), 狗獾出洞时长为  $96 \pm 71$  s, 而进入洞穴的时长为  $59 \pm 33$  s。

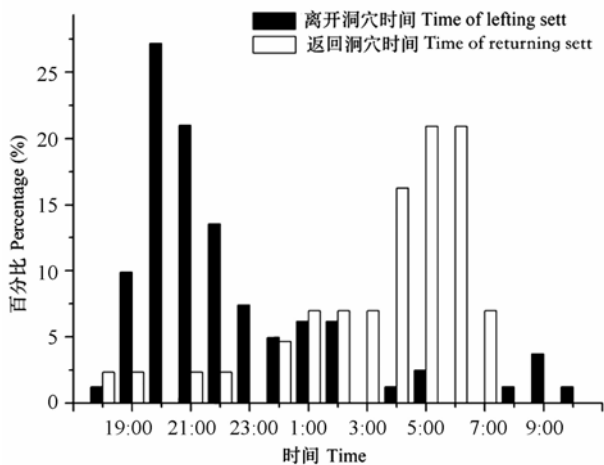


图3 狗獾进出洞穴时间的分布

Fig. 3 Time distribution of badger emerging from a sett and returning to the sett in Qinghai Lake area, China

因为狗獾出洞时会观察周围环境, 所以出洞所用时间显著高于进洞所用时间( $t = 2.35$ ,  $df = 76$ ,  $P = 0.02$ )。

### 3 讨论

对于狗獾这种夜行性的动物而言, 直接调查其种群密度的难度大, 而利用单个洞穴中狗獾的数量及洞穴密度来估算其种群密度比直接调查或是标记-重捕等技术调查更容易实现(Roper, 1993; Lara-Romero *et al.*, 2011)。青海湖地区狗獾密度远低于英国低地的狗獾密度, 而与西班牙(Revilla *et al.*, 2001)、意大利(Remonti *et al.*, 2006)的狗獾密度相近。捕杀和栖息地丧失(Virgos & Casanovas, 1999)以及食物资源不足(Kowalczyk *et al.*, 2003; Henner *et al.*, 2004)是造成西班牙和意大利狗獾密度低的原因。在英国, Kruuk和Parish(1981)的研究也表明狗獾的密度与生境中蚯蚓生物量存在着强正相关性。我们在研究地点没有发现蚯蚓, 分析狗獾的粪便也没有发现蚯蚓的残余物(Li *et al.*, 2013)。本研究地区狗獾密度低的原因主要是由于气候恶劣, 可利用食物资源少, 导致狗獾的环境容纳量低。我们的结果表明, 食物是决定狗獾密度的一个主要因素, 在青海湖狗獾分布区的沙草交错带, 狗獾食物最丰富, 狗獾密度也最高。

在低海拔地区, 狗獾在19:00–22:00出洞, 在2:00–4:00返回洞穴(谢志刚, 2011)。与之相比, 青海湖湖东地区的狗獾出洞穴时间要晚1 h左右, 而返

回洞穴时间则要晚2–3 h。这可能与当地的地理环境有关。青海湖地区平均海拔3,000 m, 日落时间要晚于低海拔地区。Kowalczyk等(2003)的研究还发现狗獾活动的时间长度与蚯蚓的丰度成负相关: 蚯蚓的丰度高, 狗獾活动时间则短; 蚯蚓的数量少, 狗獾活动时间则延长。因此, 狗獾在青海湖地区的活动时间长可能是因为当地环境恶劣, 食物资源匮乏, 需要花费更多时间寻找食物。

另外, 冬季记录的狗獾出洞穴次数高于夏季, 洞穴选择也相对比较固定, 可能是因为夏季是狗獾的扩散季节, 狗獾对于洞穴选择并不固定, 所以红外相机的记录次数也相应减少。然而, Rodriguez(1996)对西班牙Doilaun国家公园狗獾的研究表明, 其活动节律不受外界气候的影响, 而是受活动时间长度的影响。

狗獾在洞穴前的行为以警戒行为最常见, 并且主要发生在出洞穴之时, 说明从洞穴中出来对于狗獾来说是一个危险的活动, 需要花比较长的时间来确定洞穴外环境是否安全。狗獾离开洞穴后, 没有受外界干扰时会一直活动到清晨。中途很少返回。在两年监测期间, 红外相机只监测到3次狗獾出洞后中途返回洞穴的情况, 根据狗獾返回洞穴的速度, 我们推测是因为受到了干扰。这一结果证实了狗獾一天内的活动节律只有一个高峰(Goszcynski *et al.*, 2005), 与Harris(1982)和Martin(1995)研究得出的出现多个活动高峰的结果不一致。

本文的研究结果并不支持人为干扰造成了狗獾夜行性活动节律的假说(Kowalczyk *et al.*, 2000)。我们所研究的狗獾活动的区域是牧民的冬牧场, 在草青期间几乎没有牧民活动, 但是在这一时间段内狗獾仍主要在夜间活动。狗獾的夜行性行为可能是长期进化的结果。

**致谢:** 感谢青海湖湖东种羊场花青加、桑杰加在野外工作中给予的大力帮助。感谢本研究组李春旺博士、李忠秋博士、胡军华博士、李春林博士、汤宋华等提供的帮助。

### 参考文献

- Do Linh San E, Ferrari N, Weber JM (2003) The badger (*Meles meles* L.) in the Swiss Jura: trapping success, demographic parameters and ectoparasites. *Revue suisse de Zoologie*, **110**, 565–580.

- Feng ZJ (冯祚建) (1986) *Mammals in Tibet* (西藏哺乳动物). Science Press, Beijing. (in Chinese)
- Goszczynski J, Jedrzejewska B, Jedrzejewski W (2000) Diet composition of badgers (*Meles meles*) in a pristine forest and rural habitats of Poland compared to other European populations. *Journal of Zoology*, **250**, 495–505.
- Harris S (1982) Activity patterns and habitat utilization of badgers (*Meles meles*) in suburban Bristol: a radio tracking study. *Symposia of the Zoological Society of London*, **49**, 301–323.
- Henner CM, Chamberlain MJ, Leopold BD, Burger LW (2004) A multi-resolution assessment of raccoon den selection. *Journal of Wildlife Management*, **68**, 179–187.
- Jiang ZG (蒋志刚) (2004) *Przewalski's Gazelle* (中国普氏原羚). China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese)
- Kowalczyk R, Bunevich AN, Jedrzejewska B (2000) Badger density and distribution of setts in Białowieża Primeval Forest (Poland and Belarus) compared to other Eurasian populations. *Acta Theriologica*, **46**, 395–408.
- Kowalczyk R, Zalewski A, Jedrzejewska B, Jedrzejewski W (2003) Spatial organization and demography of badgers (*Meles meles*) in Białowieża Primeval Forest, Poland, and the influence of earthworms on badger densities in Europe. *Canadian Journal of Zoology (Revue Canadienne De Zoologie)*, **81**, 74–87.
- Kruuk H, Parish T (1981) Feeding specialization of the European badger (*Meles meles*) in Scotland. *Journal of Animal Ecology*, **50**, 773–788.
- Lara-Romero C, Virgós E, Revilla E (2011) Sett density as an estimator of population density in the European badger *Meles meles*. *Mammal Review*, **42**, 78–84.
- Li CW, Jiang ZG, Ping XG, Cai J, You ZQ, Li CQ, Wu YL (2012) Current status and conservation of the endangered Przewalski's gazelle (*Procapra przewalskii*), endemic to the Qinghai-Tibetan Plateau, China. *Oryx*, **46**, 145–153.
- Li F, Luo Z, Li C, Li C, Jiang Z (2013) Biogeographical patterns of the diet of Palearctic badger: is badger an earthworm specialist predator? *Chinese Science Bulletin*, **58**, 2255–2261.
- Martin R, Rodriguez A, Delibes M (1995) Local feeding specialization by badgers (*Meles meles*) in a Mediterranean environment. *Oecologia*, **101**, 45–50.
- Neal EG (1986) *The Natural History of Badgers*. Croom Helm, London.
- Ni SX (倪绍祥) (2002) *Monitoring and Prediction of Grasshopper Around Qinghai Lake District* (环青海湖地区草地蝗虫遥感监测与预测). Shanghai Science and Technology Press, Shanghai. (in Chinese)
- Pan QH (潘清华), Wang YX (王应祥), Yan K (岩崑) (2007) *A Field Guide to the Mammals of China* (中国哺乳动物彩色图鉴). China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese)
- Remonti L, Balestrieri A, Prigioni C (2006) Factors determining badger *Meles meles* sett location in agricultural ecosystems of NW Italy. *Folia Zoologica*, **55**, 19–28.
- Revilla E, Palomares F, Delibes M (2001) Edge-core effects and the effectiveness of traditional reserves in conservation: Eurasian badgers in Donana National Park. *Conservation Biology*, **15**, 148–158.
- Rodriguez A, Delibes M (1992) Food-habits of badgers (*Meles meles*) in an arid habitat. *Journal of Zoology*, **227**, 347–350.
- Rodriguez A, Martin R, Delibes M (1996) Space use and activity in a mediterranean population of badgers *Meles Meles*. *Acta Theriologica* **41**, 59–72.
- Roper TJ. (1994) The European badger *Meles meles*—food specialist or generalist. *Journal of Zoology*, **234**, 437–452.
- Rowcliffe JM, Field J, Turvey ST, Carbone C (2008) Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology* **45**, 1228–1236.
- State Forestry Administration, PRC (2000) *Checklist of State Protected Beneficial Wild Animals or Wild Animals of Important Economic and Scientific Values* (国家保护的有益的或者具有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录). Decree No. 7. <http://www.forestry.gov.cn/main/3094/content-459921.html>. (in Chinese)
- Stewart P, Ellwood DSA, MacDonald DW (1997) Remote video-surveillance of wildlife—an introduction from experience with the European badger (*Meles meles*). *Mammal Review*, **27**, 185–204.
- Virgos E, Casanovas JG (1999) Environmental constraints at the edge of a species distribution, the Eurasian badger (*Meles meles* L.): a biogeographic approach. *Journal of Biogeography*, **26**, 559–564.
- Wilson DE, Reeder DM (2005) *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. 3rd edn. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. and London.
- Xie ZG (谢志刚) (2011) *Ecological Studies of Badger (Meles meles) in Shanghai* (上海地区狗獾生态学研究). East China Normal University, Shanghai. (in Chinese)
- Zhang RZ (张荣祖) (1997) *Distribution of Mammalian Species in China* (中国哺乳动物分布). China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese)