

## 卧龙国家级自然保护区水鹿种群密度及分布调查

姚刚<sup>1,2</sup>, 李艳红<sup>1</sup>, 张晋东<sup>1</sup>, 黎大勇<sup>1</sup>, 杨志松<sup>1</sup>, 胡杰<sup>1\*</sup>, 施小刚<sup>3</sup>

(1. 西华师范大学生命科学学院, 西南野生动植物资源保护教育部重点实验室, 四川南充 637009;

2. 贵阳中医学院实验动物研究所, 贵阳 550025; 3. 卧龙国家级自然保护区, 四川汶川 623000)

**摘要:** 了解珍稀动物种群的密度及其分布是开展保护的重要基础。2015年7—8月, 采用样带内粪堆现存量计数法对卧龙国家级自然保护区皮条河-耿达河流域的水鹿 *Rusa unicolor* 种群密度进行了调查, 同时, 结合近年来保护区的生态监测资料, 对保护区水鹿的分布进行了初步分析。结果表明: 水鹿在区内广泛分布, 分布海拔为 1 354 ~ 3 841 m, 其中 95% 的痕迹点分布在海拔 1 600 ~ 3 599 m; 调查区域内水鹿总平均密度为  $(0.25 \pm 0.16)$  只/km<sup>2</sup>; 从皮条河上游往下至耿达河流域, 水鹿的密度呈明显的递减趋势, 水鹿活动痕迹点距居民点距离与其密度存在显著正相关性, 这表明居民点对水鹿的分布有重要影响。

**关键词:** 卧龙国家级自然保护区; 水鹿; 粪堆现存量计数法; 种群密度; 分布

**中图分类号:** Q959.8; Q958.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7083(2017)05-0588-05

## An Investigation on Population Density and Distribution of *Rusa unicolor* in Wolong National Nature Reserve

YAO Gang<sup>1,2</sup>, LI Yanhong<sup>1</sup>, ZHANG Jindong<sup>1</sup>, LI Dayong<sup>1</sup>,

YANG Zhisong<sup>1</sup>, HU Jie<sup>1\*</sup>, SHI Xiaogang<sup>3</sup>

(1. Key Laboratory of Southwest China Wildlife Resources Conservation (Ministry of Education), College of Life Sciences, China West Normal University, Nanchong, Sichuan Province 637009, China; 2. Institute of Laboratory Animal, Guiyang University of Chinese Medicine, Guiyang 550025, China; 3. Wolong National Nature Reserve, Wenchuan, Sichuan Province 623000, China)

**Abstract:** Understanding the population density and distribution of precious animal is an important basis for the implementation of protective measures. From July to August in 2015, the faecal standing crop counting method was used to investigate the population density of sambar deer (*Rusa unicolor*) in the Pitiao and Gengda River basin of Wolong National Nature Reserve. Meanwhile, by combining the ecological monitoring data that collected in recent years, the distribution of sambar deer was analysed preliminarily. The results showed that sambar deer distributed widely in Wolong National Nature Reserve. The altitude distribution of sambar deer ranged from 1 354 m to 3 841 m above sea level, and 95% of the trace points were at an altitude interval of 1 600 – 3 599 m. The average population density of sambar deer was  $0.25 \text{ ind.}/\text{km}^2 \pm 0.16 \text{ ind.}/\text{km}^2$  in the study area. Moreover, the decline trend of sambar deer population density from the upstream of Pitiao River down to Gengda River basin was obviously, and there were significant positive correlation among population density, distance between trace points and residential area, and these indicated that the residential areas had significant influence on the distribution of sambar deer.

**Keywords:** Wolong National Nature Reserve; *Rusa unicolor*; faecal standing crop counting method; population density; distribution

在物种保护中, 动物的种群密度及其分布是制定有效保护策略的重要依据 (Galetti *et al.*, 2009; Brambilla *et al.*, 2011)。水鹿 *Rusa unicolor* 是国家 II 级重点保护野生动物。在 20 世纪 90 年代, 记录

表明全国水鹿的数量约 20 000 头, 然而, 受偷猎、栖息地丧失等影响, 水鹿的数量可能会进一步降低 (盛和林, 1992; 王小明, 盛和林, 1995)。迄今为止, 有关我国水鹿的研究主要涉及生活习性 (袁喜才, 王宝

收稿日期: 2017-02-09 接受日期: 2017-06-21

基金项目: 四川卧龙国家级自然保护区本底资源调查项目 (0702-1441CITC6240-04); 西华师范大学科研创新团队项目 (CXTD2014-3)

作者简介: 姚刚 (1982—), 男, 博士, 研究方向: 动物生态学与保护生物学, E-mail: yaogang901@163.com

\* 通信作者 Corresponding author, 男, 教授, E-mail: hu\_jiebox@163.com

琳,1983)、栖息地选择(王小明等,1998)、时间分配(王小明等,2000)及资源状况(毕肖锋等,2006;张晋东等,2015;程跃红,2016),而针对水鹿的密度调查则较为缺乏(冯利民等,2013)。

卧龙国家级自然保护区内分布有相当数量的水鹿(卧龙自然保护区,四川师范学院,1992)。近年来,有研究人员利用红外相机对保护区内部分区域水鹿的相对丰富度进行了报道,但是并没有对其种群密度进行评估(张晋东等,2015;程跃红,2016),此外,历次科考调查也没有得出保护区内水鹿种群的有效密度(卧龙自然保护区,四川师范学院,1992)。因此,为了更好地对这一物种进行保护,本研究拟对保护区内水鹿种群的密度及其分布进行有效调查,同时探索居民点是否对水鹿种群密度产生影响,以期水鹿种群动态监测与保护提供参考。

## 1 自然概况

卧龙国家级自然保护区始建于1963年,主要保护对象是大熊猫 *Ailuropoda melanoleuca* 等珍稀动物及其自然生态系统。保护区位于四川盆地西缘向青藏高原过渡的高山深谷地带——邛崃山的东南麓,地理位置为  $102^{\circ}52' \sim 103^{\circ}34' E$ 、 $30^{\circ}45' \sim 31^{\circ}25' N$ 。区内最高峰为四姑娘山,海拔6 250 m;最低处为木江坪,海拔仅1 150 m,相对高差达5 100 m。区内气候属于青藏高原气候区,海拔2 000 m处1月平均气温为  $-1.7^{\circ}C$ ,7月平均气温为  $17^{\circ}C$ 。干湿季节明显,年降水量为861.8 mm,降水多集中于5—9月。区内水系发达,主要河流有皮条河、正河、耿达河、中河和西河。区内植被丰富:海拔1 600 m以下为常绿阔叶林,海拔1 600~2 000 m为常绿、落叶阔叶林,海拔2 000~2 600 m为针阔混交林,海拔2 500~3 600 m为寒温带针叶林,海拔3 600~4 400 m为耐寒灌丛和高山草甸,海拔4 500~5 000 m为高山流石滩稀疏植被。优越的自然条件孕育了丰富的动植物资源(卧龙自然保护区,四川师范学院,1992)。

## 2 调查方法

### 2.1 野外调查

2015年7—8月,采用样带内粪堆现存量计数法(Smart *et al.*,2004)对保护区内水鹿的种群密度进行调查。保护区面积较大,且西河、正河等区域夏

季难以进入,因此选择在皮条河和耿达河区域进行调查。在选择样带时,兼顾各种不同的生境,从海拔较高的邓生保护站沿皮条河流域向下至耿达木江坪保护站之间选择了21条样带,样带宽4 m。由于水鹿日迁徙距离较远,活动范围较广(胡锦矗,王西之,1984),并且几乎均匀地分布在常绿阔叶林、常绿落叶阔叶林、针阔混交林、针叶林等不同生境中(卧龙自然保护区,四川师范学院,1992),在进行调查时,样带的记录直接从河谷地带随海拔向上前进直至没有任何水鹿活动痕迹的地方。在调查时使用罗盘保证前进方向基本不变。当遇到水鹿实体或其活动痕迹(如脚印、粪便、卧穴和食迹等)时,利用手持GPS仪(Garmin GPSmap 621sc)记录此处的地理坐标,并记录水鹿的粪堆数,每个粪堆以大于6颗粪粒为准(Smart *et al.*,2004)。

同时,在调查过程中,为了解人为干扰对水鹿分布的影响,用GPS对主要居民点及道路进行了定位。

### 2.2 数据处理

**2.2.1 密度调查** 通过样带的长度、宽度、水鹿的日排便率及粪便在地面的保存时间计算水鹿的相对丰富度,公式如下:水鹿密度 =  $N/L \times W \times D \times R$ ,其中: $N$ 为记录到的粪堆数, $L$ 是样带长度, $W$ 是样带宽度, $D$ 是水鹿日排便堆数, $R$ 是粪便在地面的保存时间。本课题组在成都动物园对2头成年雌性水鹿进行了连续2 d的跟踪观察,其日排便数为9~10堆,这与在完全模拟自然摄食的情况下,水鹿的日排便数为9.5堆相近(Simcharoen *et al.*,2014)。因此,为便于比较,本研究将水鹿的日排便数确定为9.5堆/天。同时,由于没有水鹿粪便在地面保存时间的确切数据,参考了其他鹿科 *Cervidae* 动物粪便在地面的保存时间,约为135 d(Acevedo *et al.*,2010)。

此外,按照调查样带所属保护站区域,对邓生、三道桥、木江坪水鹿种群的密度进行了初步比较,绘制了保护区水鹿资源在不同区域的分布趋势图。

**2.2.2 分布调查** 在此次调查的基础上结合2009—2015年保护区生态监测的成果,提取出水鹿的活动位点506个。利用SPSS 20.0统计水鹿分布的海拔和均值。从最低点海拔1 100 m起,以500 m为间隔,分7个海拔段进行了痕迹点频率的统计,以了解其海拔分布的规律。然后利用ArcGIS 10.0做出全区的水鹿分布图。

**2.2.3 居民点对水鹿分布的影响** 利用 ArcGIS 10.0 分别统计 3 个保护站区域内水鹿痕迹点距居民点距离,采用单因素方差分析(One-Way ANOVA)进行比较。Pearson 相关性分析水鹿密度与水鹿痕迹点距居民点距离的关系。

**3 调查结果**

**3.1 种群密度**

本次共调查样带 21 条(图 1),样带长度为 161.21 km,共发现水鹿粪堆 194 堆。调查样带水鹿的密度为 0.04 只/km<sup>2</sup> ~ 0.76 只/km<sup>2</sup>,总平均密度为(0.25 ± 0.16)只/km<sup>2</sup>(表 1)。从皮条河上游邓生保护站到下游耿达木江坪保护站,水鹿的密度逐渐降低(图 2)。

**3.2 种群分布**

**3.2.1 水平分布** 水鹿在保护区的皮条河、耿达河、中河、西河和正河流域均有分布(图 1),正河流域分布较少,皮条河流域分布相对较多。

表 1 卧龙国家级自然保护区水鹿样带调查统计表  
Table 1 Survey statistics of the belt transects of *Rusa unicolor* in Wolong National Nature Reserve

调查区域 (保护站)	样带数/条	粪堆数/堆	样带长/km	平均水鹿密度/(只/km <sup>2</sup> )
邓生	5	57	37.73	0.35 ± 0.25
三道桥	13	129	103.08	0.25 ± 0.12
木江坪	3	8	20.40	0.09 ± 0.05
合计	21	194	161.21	0.25 ± 0.16

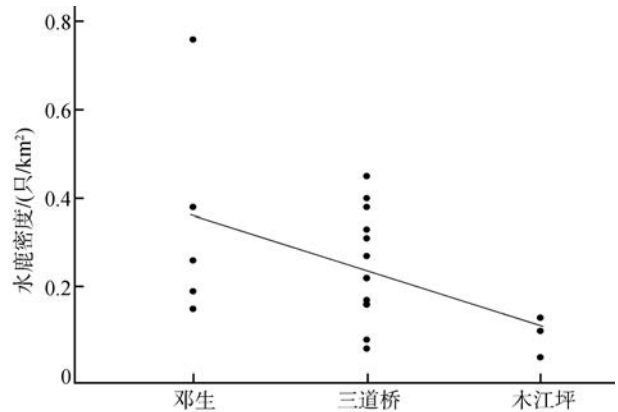


图 2 卧龙国家级自然保护区水鹿资源在不同区域的分布趋势  
Fig. 2 Distribution trend of *Rusa unicolor* in different areas of Wolong National Nature Reserve

**3.2.2 海拔分布** 保护区内水鹿的海拔分布为 1 354 ~ 3 841 m,平均海拔为 2 605.41 m ± 525.54 m。其中 95% 的痕迹点分布在海拔 1 600 ~ 3 599 m; 63.8% 分布在海拔 2 100 ~ 3 100 m(图 3)。

**3.3 居民点对水鹿分布的影响**

单因素方差分析表明:水鹿痕迹点距居民点最近距离在邓生、三道桥和木江坪 3 个区域中的差异有高度统计学意义( $F = 13.865, df = 2, P < 0.001$ )。

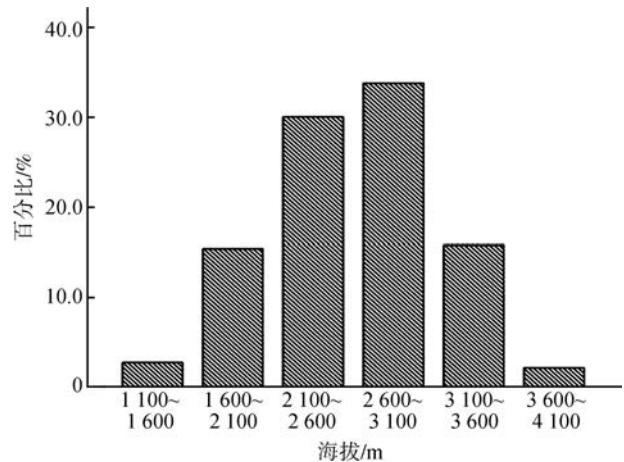


图 3 卧龙国家级自然保护区水鹿痕迹点海拔分布图  
Fig. 3 Trace points altitude distribution map of *Rusa unicolor* in Wolong National Nature Reserve

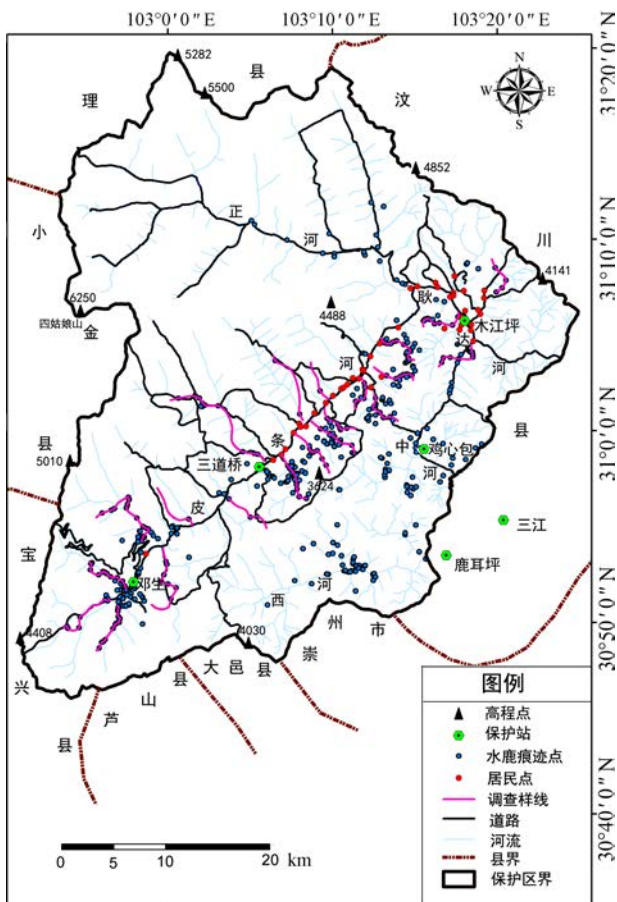


图 1 卧龙国家级自然保护区水鹿痕迹点及调查样线分布图  
Fig. 1 Trace points distribution map of *Rusa unicolor* and line transects in Wolong National Nature Reserve

当方差不齐时,进一步采用 Dunnett T3 进行两两比较,结果表明,水鹿痕迹点距居民点的平均距离依序为:木江坪(1 421.95 m ± 106.72 m) < 三道桥(2 408 m ± 89.10 m) < 邓生(2 933.02 m ± 186.17 m),且三者均存在正相关关系( $P=0.027$ )(表 2)。

表 2 卧龙国家级自然保护区不同区域内水鹿痕迹点距居民点距离的比较  
Table 2 Comparison of distance from *Rusa unicolor's* trace points to residential area among different regions in Wolong National Nature Reserve

保护站	痕迹点数/个	最小值/m	最大值/m	均值/m	标准误
木江坪	28	340.32	2 453.89	1 421.95 <sup>a</sup>	106.72
三道桥	152	448.38	5 350.90	2 408.98 <sup>b</sup>	89.10
邓生	97	432.04	7 783.40	2 933.02 <sup>c</sup>	186.17

注: <sup>a</sup> 木江坪与三道桥保护站间在水鹿痕迹点距居民点距离上的差异有高度统计学意义( $P < 0.01$ ); <sup>b</sup> 木江坪与邓生保护站间的差异有高度统计学意义( $P < 0.01$ ); <sup>c</sup> 邓生与三道桥保护站间的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

Notes: <sup>a</sup> there is an extremely significant different in distance from *Rusa unicolor's* trace points to residential area between Mujiangping and Sandaoqiao protected station ( $P < 0.01$ ); <sup>b</sup> there is an extremely significant different in distance from *Rusa unicolor's* trace points to residential area between Mujiangping and Dengsheng protected station ( $P < 0.01$ ); <sup>c</sup> there is a significant different in distance from *Rusa unicolor's* trace points to residential area between Dengsheng and Sandaoqiao protected station ( $P < 0.05$ ).

#### 4 讨论

水鹿属于典型的林栖动物。研究表明,对密林中的鹿科动物进行数量调查时,采用样带内粪堆计数法间接调查动物的密度是一种非常有效的方法(Smart *et al.*, 2004; Acevedo *et al.*, 2010)。这种方法具体又分为粪堆现存量计数及粪堆累积排泄率计数两种不同的方法。粪堆累积排泄率计数法需要首先清除样带内出现的所有粪便,然后开始计数一定时期内累积的粪堆数,而粪堆现存量计数法不需要在调查开始时清除粪便。因此,在布置较多样带的密度调查中,利用粪堆现存量计数法相对较好(Smart *et al.*, 2004)。

与现有其他区域的研究结果相比,卧龙国家级自然保护区的水鹿资源相对较低。冯利民等(2013)在西双版纳尚勇自然保护区利用样圆清除法调查水鹿的资源现状时得出水鹿的密度为 7.63 只/km<sup>2</sup>。Simcharoen 等(2014)在泰国纳雷松野生生物保护区利用粪便累积率技术调查所得水鹿的密度为 7.5 只/km<sup>2</sup>。虽然本研究的调查方法与他们的不完全相同,但是保护区的水鹿密度与之相差很大,推测

保护区的水鹿密度应低于西双版纳尚勇自然保护区和泰国纳雷松野生生物保护区。虽然早在 20 世纪 80 年代就有针对保护区兽类资源的调查,但当时并没有水鹿确切的数量记载,因此不知道水鹿在保护区的数量变化趋势。我们仅能从已有的研究知道,保护区的水鹿分布较广,但在众多大中型草食动物中其数量并不算最丰富(卧龙自然保护区,四川师范学院,1992)。因此,需要进一步加强保护区水鹿的监测与保护研究。另外,由于保护区地理位置较靠北,水鹿密度较低是否与该地的自然环境相关也需要进一步研究。

随着人口增多,人类需要更多生产及生活的地方,这样就减少了动物的栖息地,动物的数量就会随之相应减少甚至灭绝(Primack, 2010)。诸多研究表明,人为干扰改变了野生动物在栖息地的分布情况,动物通常会避开人为干扰大的地方,如非洲象 *Loxodonta africana* (Blom *et al.*, 2004)、梅花鹿 *Cervus nippon* (Uzal *et al.*, 2013)、驯鹿 *Rangifer tarandus* (郭妍妍等, 2014) 及一些大型草食动物等 (McLoughlin *et al.*, 2011)。即使是林中新开辟的小道,对野生动物也有显著的影响(Blom *et al.*, 2004)。本次调查结果表明,保护区的水鹿在皮条河-耿达河流域自上游向下游具有种群密度减小的趋势,而水鹿痕迹点距居民点的距离也呈现相同的趋势,二者间存在显著的正相关关系,这表明居民点对水鹿的分布有重要的影响。邓生保护站区域地处巴郎山,居民点最少,且全部分布于卧龙至小金的主干公路沿线,虽然此处有较多的游人及放牧活动,但是这些人为影响主要在高山草甸,而水鹿几乎不在高山草甸活动,所以对水鹿的影响相对最小,而该区域水鹿的密度相对最高;位于最下游的耿达木江坪保护站区域的居民点多且较为分散,虽然目前乡民已经搬到山下生活,但是山上依然是他们从事生产生活,如放牧、挖药、种庄稼等的主要地方,因此这一区域对水鹿的影响最大,水鹿密度也最低;位于中段的卧龙保护站区域的居民点较多,但多分布在主干公路沿线,水鹿受干扰程度中等,密度居于二者之间。

此外,正河流域为峡谷地貌,河流两岸均为陡峭的山崖,而水鹿偏好相对平坦的河谷区域 (Simcharoen *et al.*, 2014),这可能是正河流域水鹿仅分布在河谷地带且数量较少的原因。

## 参考文献:

- 毕肖锋, 张春兰, 袁喜才. 2006. 广东省的水鹿资源[J]. 野生动物学报, 27(4): 14-16.
- 程跃红, 张卫东, 彭晓辉, 等. 2016. 卧龙国家级自然保护区热水河温泉周边有蹄类野生动物红外相机监测初报[J]. 农业与技术, 36(1): 178-180.
- 冯利民, 王利繁, 王斌, 等. 2013. 西双版纳尚勇自然保护区野生印支虎及其三种主要有蹄类猎物种群现状调查[J]. 兽类学报, 33(4): 308-318.
- 郭妍妍, 李红亮, 王朋, 等. 2014. 濒危驯鹿(*Rangifer tarandus*)秋季偏好生境的生态特征[J]. 应用与环境生物学报, 20(5): 892-898.
- 胡锦矗, 王西之. 1984. 四川资源动物志(第二卷: 兽类)[M]. 成都: 四川科学技术出版社.
- 盛和林. 1992. 中国鹿类动物[M]. 上海: 华东师范大学出版社.
- 王小明, 盛和林. 1995. 中国水鹿的现状[J]. 野生动物学报, (3): 7-8.
- 王小明, 应韶荃, 宋玉赞. 1998. 水鹿冬季生境选择的初步分析[J]. 兽类学报, 18(3): 168-172.
- 王小明, 应韶荃, 夏述忠, 等. 2000. 半圈养条件下秋冬季水鹿行为时间分配的研究[J]. 动物学杂志, 35(2): 50-53.
- 卧龙自然保护区, 四川师范学院. 1992. 卧龙自然保护区动植物资源及保护[M]. 成都: 四川科学技术出版社.
- 袁喜才, 王宝琳. 1983. 海南岛的水鹿[J]. 野生动物学报, (6): 37-39.
- 张晋东, 李玉杰, 李仁贵. 2015. 红外相机技术在珍稀兽类活动模式研究中的应用[J]. 四川动物, 34(5): 671-676.
- Acevedo P, Ferreres J, Jaroso R, et al. 2010. Estimating roe deer abundance from pellet group counts in Spain: an assessment of methods suitable for Mediterranean woodlands [J]. Ecological Indicators, 10(6): 1226-1230.
- Blom A, van Zalinge R, Mbea E, et al. 2004. Human impact on wildlife populations within a protected central African forest [J]. African Journal of Ecology, 42(1): 23-31.
- Brambilla M, Guitin M, Celada C. 2011. Defining favourable reference values for bird populations in Italy: setting long-term conservation targets for priority species [J]. Bird Conservation International, 21(1): 107-118.
- Galetti M, Giacomini HC, Bueno RS, et al. 2009. Priority areas for the conservation of Atlantic forest large mammals [J]. Biological Conservation, 142(6): 1229-1241.
- Mcloughlin PD, Wal EV, Lowe SJ, et al. 2011. Seasonal shifts in habitat selection of a large herbivore and the influence of human activity [J]. Basic and Applied Ecology, 12(8): 654-663.
- Primack RB. 2010. Essentials of conservation biology (5<sup>th</sup> edition) [M]. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.
- Simcharoen A, Savini T, Gale GA, et al. 2014. Female tiger *Panthera tigris* home range size and prey abundance: important metrics for management [J]. Oryx, 48(3): 370-377.
- Smart JCR, Ward AI, White PCL. 2004. Monitoring woodland deer populations in the UK: an imprecise science [J]. Mammal Review, 34(1): 99-114.
- Uzal A, Walls S, Stillman RA, et al. 2013. Sika deer distribution and habitat selection: the influence of the availability and distribution of food, cover, and threats [J]. European Journal of Wildlife Research, 59(4): 563-572.