

灰胸薮鹀活动区的无线电遥测研究

孔赤平^{1,2}, 吴永恒^{1,2}, 向明³, 付义强^{2*}

(1. 新疆农业大学动物科学学院, 乌鲁木齐 830052; 2. 乐山师范学院生命科学学院, 西南山地濒危鸟类保护四川省高校重点实验室, 四川乐山 614004; 3. 广西大学动物科学技术学院, 南宁 530005)

摘要: 2016年1—2月和6—8月, 分别在四川省峨眉山和四川老君山国家级自然保护区, 利用无线电遥测技术对灰胸薮鹀 *Liocichla omeiensis* 非繁殖季和繁殖季活动区进行了初步研究。结果表明: 灰胸薮鹀非繁殖季的平均活动区面积为 $9\,659\text{ m}^2 \pm 975\text{ m}^2$ (95% FK), 平均核心区面积为 $2\,542\text{ m}^2 \pm 263\text{ m}^2$ (60% FK) ($n=4$); 繁殖季的平均活动区面积为 $13\,040\text{ m}^2 \pm 6\,003\text{ m}^2$ (95% FK), 平均核心区面积为 $1\,581\text{ m}^2 \pm 1\,362\text{ m}^2$ (60% FK) ($n=2$)。非繁殖季遥测个体间的活动区重叠百分率基本在 50% 以上; 而配偶间的活动区重叠面积在 70% 以上。该现象可能与是否配对、领域行为及栖息地质量有关。此外, 还发现灰胸薮鹀的日活动具有节律性, 雌鸟和雄鸟分别在早、晚和早、中、晚各有 1 个活动高峰期。

关键词: 灰胸薮鹀; 无线电遥测; 活动区; 峨眉山; 四川老君山国家级自然保护区

中图分类号: Q958; Q959.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7083(2018)04-0381-06

The Home Range of *Liocichla omeiensis* by Radio Tracking

KONG Chiping^{1,2}, WU Yongheng^{1,2}, XIANG Ming³, FU Yiqiang^{2*}

(1. College of Animal Science, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China; 2. Sichuan Institute Key Laboratory for Protecting Endangered Birds in the Southwest Mountains, College of Life Science, Leshan Normal University, Leshan, Sichuan Province 614004, China; 3. College of Animal Science and Technology, Guangxi University, Nanning 530005, China)

Abstract: Home ranges of Emei Shan *Liocichla (Liocichla omeiensis)* during non-breeding season (from January to February) and breeding season (from June to August) were studied using radio tracking technique in 2016 in Mount Emei and Sichuan Laojunshan National Nature Reserve, respectively. The results showed that, in non-breeding season, the home-range estimates with Fixed Kernel (60%, 95%) were $2\,542\text{ m}^2 \pm 263\text{ m}^2$ and $9\,659\text{ m}^2 \pm 975\text{ m}^2$ ($n=4$), and those in breeding season were $1\,581\text{ m}^2 \pm 1\,362\text{ m}^2$ and $13\,040\text{ m}^2 \pm 6\,003\text{ m}^2$ ($n=2$), respectively. The percent overlapping home ranges between individuals were largely over 50% in non-breeding season, and between the mates were more than 70%. This phenomenon was probably linked to the pairing, territorial behaviors and habitat quality. In addition, *L. omeiensis* exhibited obvious diurnal-movement rhythm. The female and male had 2 (i.e. morning and evening) and 3 (i.e. morning, noon and evening) activity peaks, respectively.

Keywords: *Liocichla omeiensis*; radio tracking technique; home range; Mount Emei; Sichuan Laojunshan National Nature Reserve

活动区是栖息地中动物个体或种群取食、婚配、育雏等活动的区域 (Burt, 1943)。动物对活动区的

利用, 是其空间利用行为的一种体现, 能够揭示该种群的空间结构模式, 是了解种群与环境关系的重要

收稿日期: 2018-02-14 接受日期: 2018-05-15

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31272330); 乐山师范学院科研创新团队建设计划项目

作者简介: 孔赤平, 男, 硕士研究生, 研究方向: 鸟类生态学, E-mail: kongchiping@126.com

* 通信作者 Corresponding author, E-mail: fyq512@126.com

基础(Uhía & Briones, 2002; Febrer *et al.*, 2006)。开展动物的活动区研究,对于了解濒危珍稀物种的行为生态及栖息地,并依此制定科学的保护与管理对策具有重要意义。

灰胸薮鹛 *Liocichla omeiensis* 隶属于雀形目 Passeriformes 噪鹛科 Leiothrichidae 薮鹛属 *Liocichla*, 是我国特有的珍稀鸟类之一(郑光美, 2017)。该鸟种群数量稀少,分布区域狭小,仅偶见于四川省中南部及云南省东北部有限的山区森林中,被世界自然保护联盟(IUCN)列为易危(VU)物种(约翰·马敬能等, 2000; 雷富民, 卢汰春, 2006; IUCN, 2017)。迄今,关于灰胸薮鹛的研究主要集中在繁殖生态、栖息地选择及分子生物学等方面(Fu *et al.*, 2011, 2016; Yang *et al.*, 2017),未见其活动区的研究报告。为深化对该物种的认识,2016年1—2月和6—8月,利用无线电遥测技术在四川省峨眉山和四川老君山国家级自然保护区,对灰胸薮鹛的活动区进行了初步研究,旨在探明灰胸薮鹛非繁殖季和繁殖季活动区大小、重叠情况及个体的日活动节律。

1 研究区域

繁殖季和非繁殖季的野外工作地点分别设在四川老君山国家级自然保护区二堰坪(海拔 1 500 ~ 1 600 m)和峨眉山伏虎寺一带(海拔 400 ~ 500 m)。在四川老君山国家级自然保护区,灰胸薮鹛的繁殖种群密度相对较高,但没有发现稳定的越冬地。在峨眉山虽然找到稳定的越冬种群,但繁殖季节因游客多、干扰太大而不适合开展监测活动。因此本研究在两地开展。

四川老君山国家级自然保护区(103°57' ~ 104°04'E, 28°39' ~ 28°43'N)位于四川省宜宾市屏山县境内,总面积约 35 km²,海拔 900 ~ 2 009 m。保护区地处全球生物多样性保护热点的凉山山系。属亚热带湿润性季风气候,全年雨量充沛,年均降水量 > 1 500 mm,年均气温 12 ~ 14.7 °C,平均相对湿度 > 85% (Fu *et al.*, 2011)。生境类型包括原生林、次生林和人工林。优势树种包括丝栗栲 *Castanopsis fargesii*、木荷 *Schima superba*、山茶 *Camellia japonica*、桉木 *Eurya japonica*、糖槭 *Acer saccharum* 及杜鹃 *Rhododendron simsii*。在繁殖季,与灰胸薮鹛同域分布的

常见鸟种包括棕噪鹛 *Garrulax berthemyi*、红翅噪鹛 *Trochalopteron formosus*、红嘴相思鸟 *Leiothrix lutea*、强脚树莺 *Horornis fortipes*、金色鸦雀 *Suthora verreauxi* 等(杨杰, 2007)。

峨眉山风景区(103°15' ~ 103°28'E, 29°31' ~ 29°38'N)位于四川省峨眉山市境内,面积 154 km²,最高峰海拔 3 099 m,山脚海拔 500 ~ 600 m。风景区处于四川盆地边缘,属亚热带季风气候,年均降水量 1 500 ~ 2 000 mm,相对湿度在 80% 以上,年均气温 17.3 °C。植被呈明显垂直分布:1 500 m 以下为常绿阔叶林带;1 500 ~ 2 000 m 为常绿落叶阔叶混交林带;2 000 ~ 2 500 m 为针阔混交林带;2 500 m 以上为寒温性针叶带。优势树种有白辛树 *Pterostyrax psilophyllus*、木瓜红 *Rehderodendron macrocarpum*、鸡爪枫 *Acer palmatum*、稠李 *Prunus padus*、润楠 *Machilus pingii* (谷海燕, 李策宏, 2006)。在非繁殖季,与灰胸薮鹛同域分布的常见鸟种包括红嘴相思鸟、白颊噪鹛 *Garrulax sannio*、画眉 *Garrulax canorus*、白头鹎 *Pycnonotus sinensis*、紫啸鸫 *Myophonus caeruleus*、灰喉鸦雀 *Sino-suthora alphonsianus*、棕脸鹟莺 *Abroscopus albogularis*、蓝鹀 *Emberiza siemsseni* 等。

2 研究方法

2.1 野外捕捉与标记

在灰胸薮鹛活动频繁的区域布设粘网,利用录音回放诱捕。每小时查看 1 次,防止鸟在网上悬挂时间过长而受伤。捕捉到灰胸薮鹛野生个体后,快速测量体质量等形态学指标,并为其戴上彩色塑料脚环(方便辨认),采用背带法佩带发射频率为 150 ~ 151 MHz、电池设计寿命 3 个月的无线电发射器(Biotrack Ltd, UK)。捕捉到的灰胸薮鹛的平均体质量是 32.6 g ± 1.2 g ($n=6$, 30.7 ~ 34.0 g),发射器质量约 1 g,低于灰胸薮鹛体质量的 3%,对其活动不会造成影响。佩带发射器在 15 min 内完成,然后原地释放捕捉个体。

2.2 无线电遥测

无线电遥测借助三元 Yagi 天线和 TRX-1000s 无线电接收器(Wildlife Materials Inc, USA),利用三角定位法对标记个体遥测定位(Kenward, 2000)。遥测在日出后和日落前进行。每只个体每日至少遥测

8次,时间间隔约1h。此外,还对部分个体进行了夜间遥测,以确定其夜栖地点。为减少由于动物移动所引起的误差,在最短时间内(小于5min)完成每组位点的定位,方位角的夹角保持 $45^{\circ} \sim 135^{\circ}$ (Kenward,2000)。

2.3 数据分析

2.3.1 活动区面积及日活动性 在ArcGIS 10.2中,首先将遥测位点的经纬度坐标全部转换成直角坐标,输出坐标系为“WGS 1984 UTM Zone 48N”。将转换好的直角坐标导入R 3.23中计算活动区面积,利用adehabitatHR包中的MCP函数和Kernel函数,即100%最小凸多边形法(minimum convex polygon, MCP)和95%固定核空间法(fixed kernel, FK),并用60%FK法所求得的活动面积作为每只个体的核心活动区面积(邱阳等,2009)。在使用固定核空间法计算活动区和核心区的面积时,均使用最小二乘交互检验(least squares cross validation)作为平滑因子(smoothing factor)(Gitzen & Millspaugh, 2003; Gitzen *et al.*, 2006)。计算活动区面积一般要求个体的合格位点数超过30组(Litvaitis *et al.*, 1987; Seaman *et al.*, 1999; Laver & Kelly, 2008)。此外,测量相邻2个遥测位点间的平均距离,并绘制遥测个体的日活动距离变化曲线(刘阳,2006)。

繁殖季捕捉的2只灰胸薮鹀(B1 ♂和B2 ♀)为1对配偶,在遥测过程中找到了它们的巢,根据灰胸薮鹀产卵和孵卵的节律可以推算出它们的孵卵期和育雏期。分别计算了B1 ♂孵卵期和育雏期的活动区面积;由于B2 ♀在遥测10d(处于孵卵期)后,因发射器信号故障无法定位,只计算了其孵卵期活动区面积。

2.3.2 活动区重叠 参考Fieberg和Kochanny(2005)的方法,计算灰胸薮鹀活动区面积(95%FK法)的重叠情况。在R 3.23中利用adehabitatHR包中的kernel overlap函数,选择“method = HR”计算活动区重叠百分率,公式为: $HR[i, j] = A[i, j] / A[i]$ 。其中 $A[i, j]$ 是2只个体活动区重叠面积, $A[i]$ 是动物i的家域面积(Calenge, 2006)。

数据采用平均数±标准误(Mean ± SE)表示。由于样本量小,故没有对原始数据做统计学分析。

3 研究结果

共遥测6只灰胸薮鹀。其中,非繁殖季4只(2♂2♀),繁殖季2只(1♂1♀)。遥测总天数非繁殖季31d,繁殖季59d,共获取6组有效位点数据。

3.1 活动区面积

灰胸薮鹀非繁殖季平均活动区面积为 $19\,148\text{ m}^2 \pm 3\,904\text{ m}^2$ (100% MCP)、 $9\,659\text{ m}^2 \pm 975\text{ m}^2$ (95% FK),平均核心区面积为 $2\,542\text{ m}^2 \pm 263\text{ m}^2$ (60% FK)($n=4$)。其中,雄鸟平均活动区面积为 $21\,610\text{ m}^2 \pm 2\,507\text{ m}^2$ (100% MCP)、 $10\,472\text{ m}^2 \pm 144\text{ m}^2$ (95% FK),平均核心区面积为 $2\,745\text{ m}^2 \pm 143\text{ m}^2$ (60% FK)($n=2$);雌鸟平均活动区面积为 $16\,685 \pm 3\,896\text{ m}^2$ (100% MCP)、 $8\,846\text{ m}^2 \pm 431\text{ m}^2$ (95% FK),平均核心区面积为 $2\,338\text{ m}^2 \pm 144\text{ m}^2$ (60% FK)($n=2$),非繁殖季每只个体的活动区和核心区活动面积如表1所示。

表1 灰胸薮鹀非繁殖季的活动区和核心区面积
Table 1 Home range size and core area size of *Liocichla omeiensis* during non-breeding season

个体编号* Code	有效点位数 Valid points	100% MCP/m ²	95% FK/m ²	60% FK/m ²
N1 ♂	233	19 837	10 371	2 644
N2 ♀	229	19 440	9 151	2 440
N3 ♂	142	23 383	10 574	2 846
N4 ♀	132	13 930	8 541	2 236

注: *使用“季节+序号+性别”进行个体标识, N表示非繁殖季, B表示繁殖季;下同

Notes: * Use “season + sequence number + sex” for individual identification, N represents non-breeding season, B represents breeding season; the same below

雄鸟(B1 ♂)繁殖季活动区面积为 $28\,075\text{ m}^2$ (100% MCP)、 $17\,285\text{ m}^2$ (95% FK),核心区面积为 $2\,544\text{ m}^2$ (60% FK);雌鸟(B2 ♀)繁殖季活动区面积为 $13\,930\text{ m}^2$ (100% MCP)、 $8\,541\text{ m}^2$ (95% FK),核心区面积为 $2\,236\text{ m}^2$ (60% FK);B1 ♂和B2 ♀在繁殖季平均活动区面积为 $21\,721\text{ m}^2 \pm 8\,986\text{ m}^2$ (100% MCP)、 $13\,040\text{ m}^2 \pm 6\,003\text{ m}^2$ (95% FK),平均核心区面积为 $1\,581\text{ m}^2 \pm 1\,362\text{ m}^2$ (60% FK)($n=2$)。雄鸟(B1 ♂)孵卵期活动区面积和核心区面积大于雌鸟(B2 ♀),并且发现B1 ♂进入育雏期后的活动区面积变小(表2)。

表 2 灰胸薮鹛繁殖季的活动区和核心区面积

Table 2 Home range size and core area size of *Liocichla omeiensis* in breeding season

个体编号 Code	繁殖阶段 Breeding stages	有效位点数 Valid points	100% MCP/m ²	95% FK/m ²	60% FK/m ²
B1 ♂	孵卵期	153	25 473	9 764	2 474
	育雏期	174	14 635	6 937	1 626
B2 ♀	孵卵期	114	15 367	8 795	618

3.2 活动区的重叠

非繁殖季遥测的 4 只个体,两两之间的活动区重叠百分率基本在 50% 以上。在遥测过程中,发现 N1 ♂ 和 N2 ♀ 可能为一对配偶,它们不仅白天的大部分时间在一起活动,晚上也在同一竹枝上夜栖,而这对灰胸薮鹛活动区重叠面积比例在 70% 以上(表 3)。

表 3 非繁殖季遥测个体活动区的重叠指数(95%FK)
Table 3 Overlap index of radio tracking individuals by means of 95% Fixed Kernel in non-breeding season

个体编号 Code	N1 ♂	N2 ♀	N3 ♂	N4 ♀
N1 ♂	—	80.0%	55.6%	51.1%
N2 ♀	70.6%	—	54.9%	51.0%
N3 ♂	48.1%	53.9%	—	67.7%
N4 ♀	54.8%	61.9%	83.3%	—

注: 对角线上、下方数值分别 A[x, y]/A[y], A[x, y]/A[x]; 下同

Note: The figures above and below the diagonal represent A[x, y]/A[y], A[x, y]/A[x], respectively; the same below

繁殖季捕捉到 1 对配偶(B1 ♂ 和 B2 ♀),由于雌鸟只有孵卵期的遥测数据,因此,只计算孵卵期

2 只个体之间的活动区面积重叠指数。结果表明,二者重叠指数亦在 70% 以上(表 4),与非繁殖季的 N1 ♂ 和 N2 ♀ 情况类似。

表 4 繁殖季遥测个体活动区的重叠指数(95%FK)
Table 4 Overlap index of radio tracking individuals by means of 95% Fixed Kernel in breeding season

个体编号 Code	B1 ♂	B2 ♀
B1 ♂	—	71.2%
B2 ♀	79.0%	—

3.3 个体的日活动性

对繁殖季的 B1 ♂ 共进行了 23 个全天遥测, B2 ♀ 进行了 4 个全天遥测。结果发现, B1 ♂ 虽然有 3 个活动高峰期,但在各时间段内的位移距离波动不大。B2 ♀ 的日活动有 2 个高峰期,分别在 10:00—11:00 和 15:00—16:00; 对非繁殖季的 N1 ♂ 和 N2 ♀ 均进行了 5 个全天遥测。N1 ♂ 具有 3 个高峰期,分别出现在 09:00—10:00、13:00—14:00 和 16:00—17:00。N2 ♀ 有 2 个高峰期,分别出现在 09:00—10:00 和 17:00—18:00(图 1)。

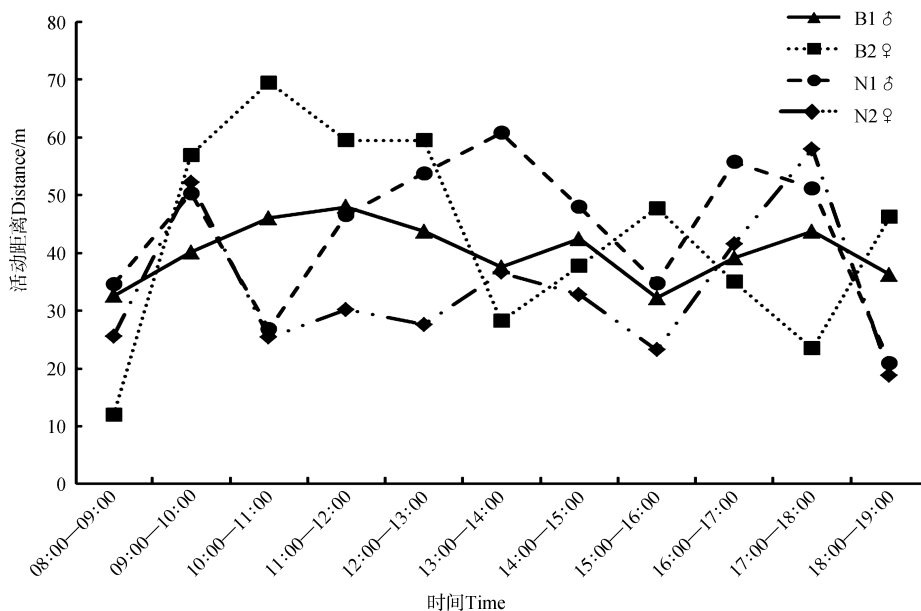


图 1 不同灰胸薮鹛个体的日活动距离变化
Fig. 1 Fluctuation of daily movement of different *Liocichla omeiensis* individuals

4 讨论

在非繁殖季,食物相对匮乏,鸟类需要扩大觅食范围以满足基本的能量需求。如,黄腹角雉 *Tragopan caboti* 夏季的活动区明显小于冬春季(孙悦华,郑光美,1992);白颈长尾雉 *Syrmaticus ellioti* 冬季的月活动面积最大,繁殖期变小(蔡路昀等,2007)。本研究结果显示,灰胸薮鹀繁殖季的活动区面积大于非繁殖季,但核心区面积小于非繁殖季。在非繁殖季,野外工作点位于峨眉山伏虎寺周围,该寺庙的厨房有一条暗水沟通向庙外,每天有大量的食物残渣(如米粒、面条及蔬菜等)排出。另外,伏虎寺还有投喂野鸟的传统。非繁殖季遥测的4只灰胸薮鹀主要在此处活动。丰富且集中的食物可能是本研究中灰胸薮鹀非繁殖季活动区面积小于繁殖季的主要原因。例如,当停止对大山雀 *Parus major* 人工投食后,所有遥测个体的活动区面积均增大(van Overveld & Matthysen,2010)。而灰胸薮鹀繁殖季的核心活动区面积小于非繁殖季,则可能与其繁殖期领域防卫压力有关。在老君山二堰坪,丰富的灌丛与竹林是灰胸薮鹀、红嘴相思鸟、棕噪鹛及红翅噪鹛等鸟类理想的繁殖栖息地。推测繁殖季激烈的种内与种间竞争,可能会压缩生态位相近鸟类的领域空间。

本研究结果表明,灰胸薮鹀不同个体之间的活动区重叠程度较高。其中,非繁殖季灰胸薮鹀个体间的活动区重叠百分率基本在50%以上,该现象也见于褐马鸡 *Crossoptilon mantchuricum* (王国栋,2006)。N1 ♂和N2 ♀活动区重叠百分率在70%以上,它们在一起夜栖,猜测可能为配偶关系。有研究证实,灰胸薮鹀的姐妹种——黄痣薮鹀 *Liocichla steerii* 在非繁殖季亦维持配偶关系(罗柳墀,1987),灰胸薮鹀可能也具有该特性。在繁殖季遥测的1对灰胸薮鹀(B1 ♂和B2 ♀)确定为配偶关系,其活动区重叠百分率亦在70%以上。从野外观察来看,灰胸薮鹀配偶多成对活动,共同承担领域防卫及繁殖后代的任务,这是其活动区重叠百分率较高的主要原因。李景瑞(2005)也发现,在同一领域内出现的海南孔雀雉 *Polyplectron katsumatae* 雌鸟和雄鸟活动区重叠面积很大,并且活动点经常交错在一起。

大量研究表明:鸟类的日活动具有显著的节律

性(Rave & Baldassarre,1989;易国栋等,2010;钟雪等,2013)。许多野生鸟类晨昏各有1个觅食高峰期(柴璐艳等,2014;宋文宇等,2017)。在行为时间分配上,通常雌雄鸟有差异(徐纯柱等,2006;高志瑾等,2011;张延君等,2012)。本研究发现,灰胸薮鹀雌鸟在早、晚各有1个活动高峰期,可能主要与觅食活动有关;而雄鸟在早、中、晚各有1个活动高峰期,除了与觅食活动相关外,可能还与雄鸟担任主要的领域防卫任务有关。此外,还发现灰胸薮鹀繁殖期和非繁殖期的日活动节律大体相似,结合灰胸薮鹀配偶间的活动区重叠大,加之非繁殖季灰胸薮鹀具有典型的鸣唱歌声(Fu *et al.*,2013),表明该鸟在非繁殖季(如越冬期)可能存在领域行为,这在画眉科鸟类十分罕见。未来有必要进一步对灰胸薮鹀非繁殖季的活动节律及其成因展开深入研究。

致谢:四川老君山国家级自然保护区为本研究提供了大力支持,陈文才参与了部分野外工作;戴波和姜尚灵老师分别对遥测及数据分析给予了很多指导与帮助;周博、思超、杨培培、雷红梅、曾兰义等人开展了大量前期工作,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

- 蔡路昀,徐言朋,蒋萍萍,等. 2007. 白颈长尾雉的活动区和日活动距离[J]. 浙江大学学报(理学版), 34(6): 679-683.
- 柴璐艳,赵璐玲,纪维雯,等. 2014. 城市白颊噪鹛群体非繁殖季节的行为节律及时间分配[J]. 四川动物, 33(1): 66-70.
- 高志瑾,田秀华,巩万里. 2011. 灰雁繁殖期的行为日节律及时间分配[J]. 野生动物学报, 32(6): 319-323.
- 谷海燕,李策宏. 2006. 峨眉山常绿落叶阔叶混交林的生物多样性及植物区系初探[J]. 植物研究, 26(5): 618-623.
- 雷富民,卢汰春. 2006. 中国鸟类特有种[M]. 北京:科学出版社.
- 李景瑞. 2005. 海南孔雀雉(*Polyplectron katsumatae*)的活动区和栖息地利用研究[D]. 北京:北京师范大学.
- 刘阳. 2006. 白冠长尾雉(*Syrmaticus reevesii*)雌鸟活动区及扩散行为的无线电遥测研究[D]. 北京:北京师范大学.
- 罗柳墀. 1987. 溪头地区薮鸟的生物学研究[D]. 台北:国立台湾师范大学生物学研究所.

- 邱阳, 崔本杰, 敖飞成, 等. 2009. 褐头鹪巢址选择和活动区的初步研究[J]. 四川动物, 28(4): 572-574.
- 宋文字, 韩联宪, 邓章文. 2017. 紫水鸡非繁殖期日节律与时间分配[J]. 动物学杂志, 52(2): 217-226.
- 孙悦华, 郑光美. 1992. 黄腹角雉活动区的无线电遥测研究[J]. 动物学报, 38(4): 385-391.
- 王国栋. 2006. 山西芦芽山自然保护区褐马鸡活动区及春季扩散的研究[D]. 北京: 北京师范大学.
- 徐纯柱, 郭玉民, 赵文阁. 2006. 白头鹤孵卵后期的行为节律观察[J]. 动物学杂志, 41(3): 43-47.
- 杨杰. 2007. 四川老君山自然保护区鸟类群落结构及多样性研究[D]. 成都: 四川大学.
- 易国栋, 杨志杰, 刘宇, 等. 2010. 中华秋沙鸭越冬行为为时间分配及日活动节律[J]. 生态学报, 30(8): 2228-2234.
- 约翰·马敬能, 卡伦·菲利普斯, 何芬奇. 2000. 中国鸟类野外手册[M]. 长沙: 湖南教育出版社.
- 张延君, 高剑富, 田秀华. 2012. 笼养疣鼻天鹅孵化期行为时间分配与日节律的性别差异[J]. 东北林业大学学报, 40(1): 82-85.
- 郑光美. 2017. 中国鸟类分类与分布名录(第三版)[M]. 北京: 科学出版社.
- 钟雪, 窦亮, 杨本清, 等. 2013. 笼养绿尾虹雉繁殖季节的日行为节律和时间分配[J]. 四川动物, 32(4): 521-525.
- Burt WH. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals [J]. Journal of Mammalogy, 24 (3): 346-352.
- Calenge C. 2006. The package “adehabitat” for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals [J]. Ecological Modelling, 197(3-4): 516-519.
- Febrer K, Jones TA, Donnelly CA, et al. 2006. Forced to crowd or choosing to cluster? Spatial distribution indicates social attraction in broiler chickens [J]. Animal Behaviour, 72(6): 1291-1300.
- Fieberg J, Kochanny CO. 2005. Quantifying home-range overlap: the importance of the utilization distribution [J]. Journal of Wildlife Management, 69(4): 1346-1359.
- Fu YQ, Chen BP, Dowell SD, et al. 2016. Nest predators, nest-site selection and nest success of the Emei Shan Liocichla (*Liocichla omeiensis*), a vulnerable babbler endemic to south-western China [J]. Avian Research, 7(3): 161-166.
- Fu YQ, Dowell SD, Zhang ZW. 2011. Breeding ecology of the Emei Shan Liocichla (*Liocichla omeiensis*) [J]. Wilson Journal of Ornithology, 123(4): 748-754.
- Fu YQ, Dowell SD, Zhang ZW. 2013. Emei Shan Liocichla: population, behavior and conservation [J]. Chinese Birds, 4(3): 260-264.
- Gitzen RA, Millsaugh JJ, Kernohan BJ. 2006. Bandwidth selection for fixed-kernel analysis of animal utilization distributions [J]. Journal of Wildlife Management, 70 (5): 1334-1344.
- Gitzen RA, Millsaugh JJ. 2003. Comparison of least-squares cross-validation bandwidth options for kernel home-range estimation [J]. Wildlife Society Bulletin, 31(3): 823-831.
- IUCN. 2017. The IUCN red list of threatened species[EB/OL]. (2017-03)[2018-04-1]. <http://www.iucnredlist.org>.
- Kenward RE. 2000. A manual for wildlife radio tagging [M]. London: Academic Press.
- Laver PN, Kelly MJ. 2008. A critical review of home range studies [J]. Journal of Wildlife Management, 72 (1): 290-298.
- Litvaitis JA, Major JT, Sherburne JA. 1987. Influence of season and human-induced mortality on spatial organization of bobcats (*Felis rufus*) in Maine [J]. Journal of Mammalogy, 68(1): 100-106.
- Rave DP, Baldassarre GA. 1989. Activity budget of green-winged teal wintering in coastal wetlands of Louisiana [J]. Journal of Wildlife Management, 53(3): 753-759.
- Seaman DE, Millsaugh JJ, Kernohan BJ, et al. 1999. Effects of sample size on kernel home range estimates [J]. Journal of Wildlife Management, 63(2): 739-747.
- Uhía E, Briones MJI. 2002. Population dynamics and vertical distribution of enchytraeids and tardigrades in response to deforestation [J]. Acta Oecologica, 23(6): 349-359.
- van Overveld T, Matthysen E. 2010. Personality predicts spatial responses to food manipulations in free-ranging great tits (*Parus major*) [J]. Biology Letters, 6(2): 187-190.
- Yang AL, Chen D, Wang PC, et al. 2017. Characterization of novel microsatellite markers of the Emei Shan Liocichla using restriction site-associated DNA sequencing [J]. Avian Research, 8(2): 115-122.