

红腹锦鸡和红腹角雉活动节律 ——基于红外相机监测数据

刘小斌^① 韦伟^{②③#} 郑筱光^② 赵凯辉^① 何少文^① 周文良^{②④*}

① 陕西佛坪国家级自然保护区 佛坪 723400; ② 中国科学院动物研究所动物生态与保护生物学国家重点实验室 北京 100101;

③ 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 南充 637009; ④ 北京师范大学生命科学学院,

生物多样性与生态工程教育部重点实验室 北京 100875

摘要: 红腹锦鸡 (*Chrysolophus pictus*) 和红腹角雉 (*Tragopan temminckii*) 均为国家 II 级重点保护鸟类。作为两种同域分布的物种, 其生态位重叠程度及竞争机制尚不明确。为了探究上述问题我们从 2012 年 7 月至 2014 年 11 月, 在陕西省佛坪国家级自然保护区的 9 条样线上布设 52 台红外相机对这两种雉类的集群现象、日活动节律、季节性活动规律和最适活动温区进行研究。研究表明: (1) 红腹锦鸡和红腹角雉每年 8 月下旬开始集群, 到第二年的 3、4 月份集群结束, 冬季集群最为频繁, 而夏季则分散在其各自活动区单独活动。(2) 二者皆为昼行性鸟类, 活动高峰均出现在清晨和傍晚, 但时间生态位存在明显分化: 红腹锦鸡有两个活动高峰, 分别为 7:00 时和 17:00 时; 红腹角雉活动高峰为 6:00 时、9:00 时和 18:00 时。(3) 对两种雉类活动频次的季节性差异分析发现, 春季活动最频繁, 其后依次是秋季、夏季和冬季。(4) 红腹锦鸡和红腹角雉选择在接近当月平均气温的时间段出来活动, 红腹锦鸡活动的温度范围在 -4℃ 到 19℃, 红腹角雉的活动温度范围是 -1℃ 到 22℃; 但不同季节间略有差异, 两种雉类在秋冬季大多选择在高于当月平均气温的时间段出来活动, 而在夏季的活动温度则要略低于当月平均气温。观测数据证实了两种雉类有通过错峰活动减少生态位重叠导致的竞争的现象, 但并未见到二者间有明显的适应性温区分化。

关键词: 红外相机技术; 红腹锦鸡; 红腹角雉; 活动节律; 最适活动温度

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2017) 02-194-09

Activity Rhythms of Golden Pheasant (*Chrysolophus pictus*) and Satyr Tragopan (*Tragopan temminckii*) Revealed by Infrared-triggered Cameras

LIU Xiao-Bin^① WEI Wei^{②③#} ZHENG Xiao-Guang^② ZHAO Kai-Hui^①
HE Shao-Wen^① ZHOU Wen-Liang^{②④*}

① *Foping National Nature Reserve, Foping* 723400; ② *Key Laboratory of Animal Ecology and Conservation Biology, Institute of Zoology,*

* 通讯作者, E-mail: zhouwenliang59@163.com;

第一作者介绍 刘小斌, 男, 工程师; 研究方向: 自然保护区管理和野生动物保护; E-mail: 1104103227@qq.com。

共同第一作者 韦伟, 男, 讲师; 研究方向: 保护生物学; E-mail: weidamon@163.com。

收稿日期: 2016-07-03, 修回日期: 2016-12-03 DOI: 10.13859/j.cjz.201702002

Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101; ③ Ministry of Education Key Laboratory of Southwest China Wildlife Resources Conservation, China West Normal University, Nanchong 637009; ④ Ministry of Education Key Laboratory for Biodiversity Science and Ecological Engineering, College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: Golden Pheasant (*Chrysolophus pictus*) and Satyr Tragopan (*Tragopan temminckii*) are two protected pheasant species (class II) in China. As two sympatric species, the degree of their niche overlap and competition is still unclear. From July 2012 to November 2014, we set 52 infrared camera traps on 9 line transects (Fig. 1) to study the flock situation, daily activity pattern, seasonal activity rhythm and the optimal temperature selection of these two pheasants in Foping Nature Reserve, Shaanxi Province. The results show: (1) The flock behaviour of the two pheasant occurred mainly in winter, starting from late August and ending in next March or April (Table 1). (2) The two pheasant had similar daily activity patterns with two peaks in the morning and evening, however, with obvious differentiation in time niche. Golden Pheasant had one activity peak at 7:00 in the morning and another peak at 17:00. Satyr Tragopan had two activity peaks at 6:00 and 9:00 in the morning, and one peak at 18:00 in the evening (Fig. 2). (3) By analyzing seasonal activity patterns of these two pheasant, we found that both of them were most active in spring (March to May), while followed by autumn (September to November), summer (June to August) and winter (December to February) (Fig. 3). (4) The favourite temperature of the activities of the two pheasant were close to the average temperature in this month, with the activity temperature range of Golden Pheasant from -4°C to 19°C , whereas Satyr Tragopan from -1°C to 22°C (Fig. 4). Their activity temperatures were normally higher than the average temperature of the fall and winter, however, slightly lower than the average temperature in the summer. The divergence of their activity peak periods might help these two sympatric species to avoid niche overlap, but we did not see obvious temperature adaptive differentiation between these two pheasant.

Keywords: Camera trap; Golden Pheasant, *Chrysolophus pictus*; Satyr Tragopan, *Tragopan temminckii*; Activity rhythm; Optimal temperature

红腹角雉 (*Tragopan temminckii*) 和红腹锦鸡 (*Chrysolophus pictus*) 同属鸡形目雉科, 是国家 II 级重点保护的两种鸡形目鸟类 (汪松等 1998)。红腹角雉主要分布在中国西南部和印度等地海拔 1 000 至 3 500 m 的区域; 而红腹锦鸡则主要分布在以甘肃和陕西南部的秦岭地区为核心的西南地区, 分布海拔为 500 ~ 2 500 m。二者均营地面取食, 以植物的种子、果实、花和叶为食, 在分布区域、分布海拔和食性方面均存在较大的重叠 (何少文等 1994, 史海涛等 1999)。

这两种雉类均为珍稀濒危物种, 对于它们的生态学研究, 主要集中在食性、觅食行为、声谱分析、孵卵和育雏、种群和群落密度及栖

息地和生境选择等方面 (何少文等 1994, 丁长青等 1996, 姜仕仁等 1996, 余志刚等 1997, 史海涛等 1998, 1999, 丛培昊等 2008a, b, 王德良等 2009, Wu et al. 2010), 研究方法则主要是采用样线法、样方法和样点法等进行人工实地考察。由于受野外复杂地形和气候状况影响, 上述方法往往存在较大的局限性。相比之下, 红外相机技术能很好地克服时间、地形和气候因素的影响, 已广泛应用于野生动物长期监测、物种丰富度调查和活动节律等研究领域 (李晟等 2014, 肖志术等 2014a, b, 周文良等 2014), 但针对雉类专项研究中监控相机手段却很少涉及, 仅 Li 等 (2010) 对卧龙和王朗雉类的研究及赵玉泽等 (2016) 对大别山

白冠长尾雉 (*Syrnaticus reevesii*) 集群现象的研究。秦岭是古北界和东洋界的分界线, 从雉类多样性分布来看, 南坡分布的雉类种数要明显高于北坡 (余玉群等 2000)。自 2012 年 7 月起我们利用红外相机对秦岭南坡佛坪国家级自然保护区的红腹锦鸡和红腹角雉进行监测, 拟探究这两种雉类日活动节律、行为模式、行为季节分配和活动温度的差异, 以期为进一步深入研究其生态位重叠情况和竞争机制提供重要的基础资料。

1 研究区域概况

陕西佛坪国家级自然保护区 (33°33' ~ 33°46'N, 107°41' ~ 107°55'E) 总面积 29 240 hm², 属于亚热带和暖温带的过渡地带, 春季雨水较少, 夏秋两季降雨量较多, 冬季干冷 (孟茹等 2013)。根据佛坪保护区气候特点, 将 3 ~ 5 月份划分为春季, 6 ~ 8 月份为夏季, 9 ~ 11 月份为秋季, 12 月到次年 2 月为冬季。

保护区内雉类资源丰富, 除红腹角雉和红腹锦鸡外, 同域分布的雉类还有血雉 (*Zthaginis cruentus*)、白冠长尾雉、勺鸡 (*Pucrasia macrolopha*)、环颈雉 (*Phasianus colchicus*)、灰胸竹鸡 (*Bambusicola thoracica*) 等 (巩会生等 1997)。据文献记载, 红腹锦鸡为本区域优势雉类, 分布海拔为 1 040 ~ 2 150 m, 红腹角雉分布海拔为 1 200 ~ 2 750 m, 二者在垂直空间分布上重叠很大, 且食性和觅食方式均非常相似 (余玉群等 1990)。保护区内其他雉类, 如血雉分布海拔高 (2 130 ~ 2 800 m), 环颈雉 (1 040 ~ 1 600 m)、灰胸竹鸡 (1 100 ~ 1 300 m) 和白冠长尾雉 (1 040 ~ 1 200 m) 分布海拔均较低, 与红腹角雉和红腹锦鸡在垂直分布上均重叠很少, 仅勺鸡分布海拔在 1 700 ~ 2 300 m, 与二者分布重叠较大, 但保护区内勺鸡数量相对较少 (余玉群等 1990)。

2 研究方法

2.1 红外相机布设

2012 年 7 月至 2014 年 11 月, 依据佛坪国家级自然保护区三官庙保护站内不同的地形和生境特征, 结合雉类经常活动或有明显痕迹处 (如粪便、足迹或羽毛遗落物等) 选取 9 条样线布设 52 台红外相机 (HC600, Reconyx, USA), 根据样线长度每条样线 3 ~ 8 台 (图 1), 相邻相机间隔距离 500 m 左右。其中, 22 台于 2012 年 7 月布设, 30 台于 2013 年 9 月布设。相机布设在海拔 1 543 ~ 2 108 m 间, 每隔 4 个月更换一次电池和储存卡。

相机工作模式统一设置为连拍 10 张, 每张照片时间间隔为 1 s, 拍摄时间间隔为 3 min, 红外相机设置为全天候监测并能很好记录拍摄时的时间、温度等信息。相机固定在树干上, 布设高度为 0.5 ~ 1.5 m, 记录所布设相机编号及布设地点的小地名、坐标位点、坡度、坡向、乔木盖度、灌木盖度、水源距离、竹种类型及盖度等背景信息。

2.2 数据处理分析

将拍摄的照片按相机编号建立文件夹来进行归类, 通过 CameraBase 1.6 软件对照片进行整理分析。将同时间同地点连续拍摄的照片归为同一个触发事件, 每个触发事件选取一张有效照片, 与相邻 20 min 内拍摄到的照片进行比对。通过数量、性别和大小等信息判断是否为同一群体, 若为同一群体则记为同一个触发事件, 取一张有效照片代表这一次独立捕获事件。记录下每张有效照片拍摄的日期、时间和温度等信息, 在 Microsoft Excel 2013 (Microsoft Cooperation, USA) 上进行数据统计, 计算两种雉类的相对丰富度, 从而分析其日活动节律、不同季节分布活动格局和活动温度的选择。

相对丰富度 (relative abundance index, I_{RA}): $I_{RA} = (T_{ij}/N_i) \cdot 100\%$, 式中, T_{ij} 表示 i 物种在第 j 时间段 ($j = 1 \dots 24$) 出现的独立捕获事件次数, N_i 为 i 类动物的总独立捕获事件次数。不同季节的相对丰富度指数 (seasonal relative abundance index, I_{SRA}): $I_{SRA} = (S_{ij}/N_j) \cdot 100\%$, 式中, S_{ij} 代表 i 季节 (i 分别为春、夏、秋、冬)

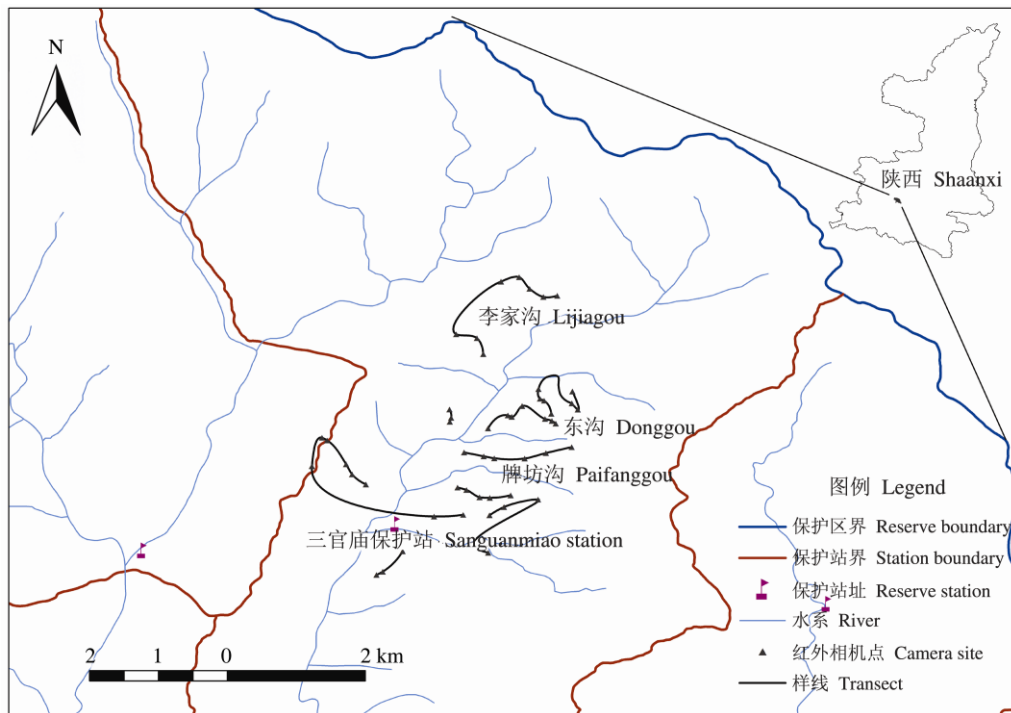


图 1 红外相机布设位点

Fig. 1 The location of infra-red cameras sites in Foping National Nature Reserve

动物 j 出现的独立捕获事件次数, N_j 代表 j 动物总独立捕获事件次数 (Azlan et al. 2006, 武鹏峰等 2012)。

所有数据用 SPSS 21.0 分析软件先采用单样本 K-S (one-sample kolmogorov-smirnov test) 进行正态性检验, 符合正态分布则采用 t 检验, 如不符合正态分布, 则用卡方检验。采用最小显著差 (least significant difference, LSD) 法对不同季节红腹锦鸡和红腹角雉的活动节律进行多重比较分析。

3 研究结果

3.1 红腹锦鸡和红腹角雉的性比及集群行为

野外调查期间, 红外相机共拍摄红腹锦鸡照片 675 张, 为 52 次独立捕获事件, 红腹角雉照片 1 536 张, 为 105 次独立捕获事件, 勺鸡照片 97 张, 为 10 次独立捕获事件, 血雉、白冠长尾雉、环颈雉和灰胸竹鸡由于分布海拔、栖息地利用等的差异, 均未拍摄到。共监测到

红腹锦鸡 69 只, 雌雄比例为 1 : 1.16, 大多数时间是单独活动, 偶尔会结雄性群 (3 次) 或雌性群 (8 次), 未拍摄到雌雄混群。红腹角雉个体数为 149, 雌雄比例为 1 : 0.75, 相机记录单一雄性活动 39 次, 单一雌性活动 45 次, 雄性群和雌性群分别为 5 次和 9 次, 一雌一雄、一雌多雄和多雄多雌分别为 3 次、2 次和 2 次, 未拍摄到一雄多雌的集群现象 (表 1)。

红腹锦鸡的集群现象自 8 月下旬开始到第二年的 3 月份结束, 主要集中在春、秋、冬这三个季节, 其中冬季结群频次最高 (主要集中在 1 月份), 占冬季相机观测次数的 36% (4/11), 夏季大多数分散在其活动区单独活动。红腹角雉的集群现象与红腹锦鸡类似, 也是从 8 月下旬开始到次年 4 月份结束, 但 11 月、12 月未观察到集群现象, 雌雄混合集群主要集中在春季 3、4 月份。

3.2 两种雉类日活动节律

根据时间段相对丰富度分析发现, 红腹锦

表 1 佛坪国家级自然保护区红外相机拍摄到红腹锦鸡和红腹角雉及其性别比例

Table 1 Occurrence by sex of Golden Pheasant and Satyr Tragopan photographed in Foping National Nature Reserve

	红腹锦鸡 Golden Pheasant	红腹角雉 Satyr Tragopan
单一雄性 Single male	25	39
单一雌性 Single female	16	45
雄性群 Males group	3	5
雌性群 Females group	8	9
一雌一雄 Monogamous	0	3
一雌多雄 Polyandrous	0	2
一雄多雌 Polygamous	0	0
多雄多雌 Mixed Group	0	2
雄/雌 Male/Female	37/32	64/85

鸡和红腹角雉主要为昼行性活动，在 21:00 ~ 5:00 时之间基本没有活动，两种雉类在清晨和傍晚均出现活动高峰，午间活动频率下降（图 2）。

红腹锦鸡自凌晨 5:00 时开始活动量逐渐上升，在 7:00 时（7 次）达到波峰后开始下降，在 10:00 时（6 次）有个小波峰，中午很少有活动，下午 13:00 时开始活动，17:00 时（6 次）达到傍晚活动最高峰。红腹角雉也是从凌晨 5:00 时开始活动，但是它在清晨有两个活动高峰，分别是 6:00 时（13 次）和 9:00 时（14 次），而在红腹锦鸡的活动高峰期间则活动有所下降；从 11:00 时至 17:00 时这段时间活动很少，傍晚活动高峰在 18:00 时（13 次）左右。

3.3 季节性活动变化

经单样本 K-S 检验分析发现，红腹角雉的有效照片数（即独立捕获次数）量符合正态分布，且在季节间存在极显著差异。在春季（3 ~ 5 月）活动最为频繁，相对丰富度指数为 42.9%（45/105），其中，3 月份活动最为频繁，然后逐渐降低；秋季（9 ~ 11 月）其次，相对丰富度

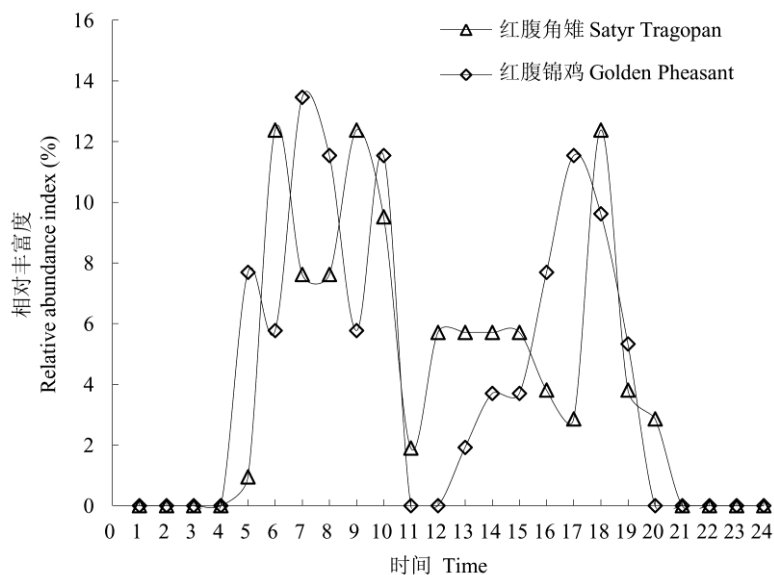


图 2 佛坪保护区两种雉类日活动节律

Fig. 2 The daily activity patterns of two Pheasant at Foping National Nature Reserve

指数 37.1% (39/105), 夏季 (6~8 月) 和冬季 (12 月到次年 2 月) 活动较少, 分别占 15.2% (16/105) 和 4.7% (5/105) (图 3)。多重比较检验结果显示, 春季与夏季以及春季与秋季间活动频次存在显著差异 ($P < 0.05$), 而春季与秋季间没有显著差异 ($P > 0.05$)。

红腹锦鸡也是在春季 (3~5 月份) 活动频次最高, 相对丰富度指数 32.7% (17/52), 其中, 3 月和 5 月份活动频次较高, 4 月份活动相对较少; 夏季和秋季均为 23.1% (12/52); 冬季 (12 月到次年 2 月) 活动频次最低, 为 21.2% (11/52) (图 3)。但多重比较检验结果显示, 红腹锦鸡不同季节间活动频次没有显著差异 ($P > 0.05$)。

3.4 温度对两种雉活动的影响

根据气象观测数据显示, 三官庙辖区内年平均温度 8.6℃, 最高温为 8 月, 均温 18.9℃, 最低温为 1 月, 均温 -3.2℃。气象监测站 (位于三官庙保护站) 在每天 1:30、7:30、13:30 和 17:30 时 4 个时间点测量当地温度, 早晨 7:30 时温度最低, 为当日的最低温, 13:30 时气温最高, 为当日最高温, 平均温度为 4 个时间点的

均温。

红外相机监测数据分析发现, 红腹锦鸡 (52 次) 和红腹角雉 (105 次) 的活动节律与温度相关, 红腹锦鸡活动的温度范围在 -4℃ 到 19℃, 红腹角雉的活动温度范围是 -1℃ 到 22℃, 一年中二者活动的温度基本接近于当月平均气温 (图 4)。这两种雉类在 11 月到次年 3 月偏向于在高于当月平均气温的时间点出来活动; 在 1 月份时尤为明显, 此时红腹角雉的平均活动温度要高于当月平均高温, 红腹锦鸡的活动温度也接近于当月的平均高温。在 4 月份到 10 月份, 红腹角雉活动的温度均略低于当月的平均温度, 9 月份时接近当月平均低温; 红腹锦鸡 4 月份和 8 月份活动温度略高于当月平均气温, 5 月份和 10 月份的活动温度接近当月的平均低温。

4 讨论

研究发现, 红腹锦鸡和红腹角雉在冬、春季喜欢集群, 而夏季则更多单独活动, 这与雉类的觅食、繁殖以及躲避敌害等行为密切相关。冬季低温寒冷, 大多数地方被积雪覆盖, 食物

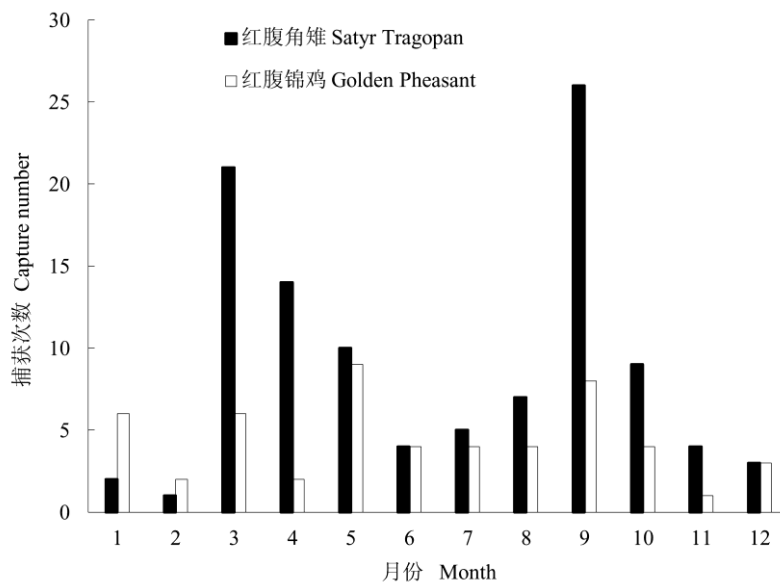


图 3 佛坪保护区两种雉类年活动规律

Fig. 3 The annual activity patterns of two Pheasants in Foping National Nature Reserve

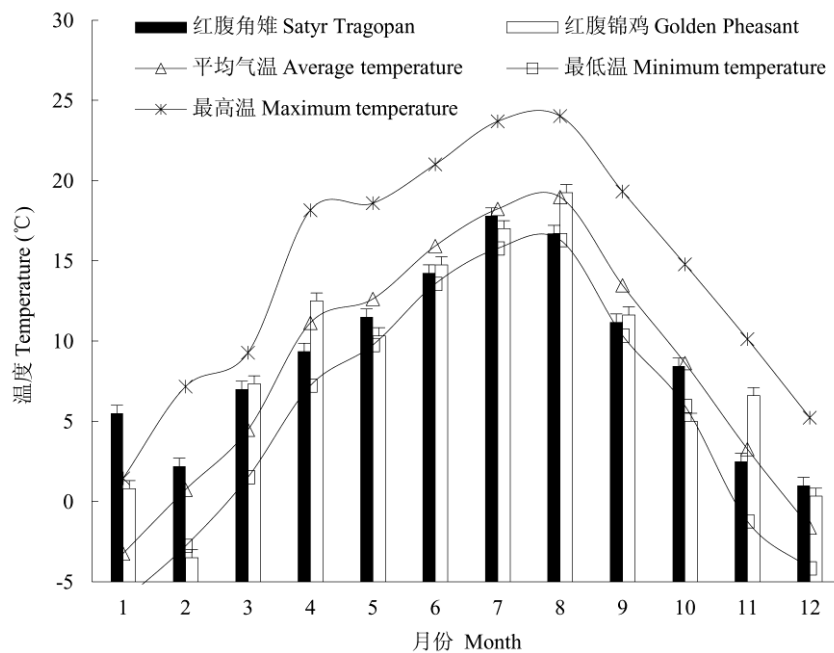


图 4 佛坪保护区两种雉类最适温度选择

Fig. 4 The optimum temperature select of two Pheasants in Foping National Nature Reserve

资源相对匮乏，雉类集群通过团体合作能够更好地找到食物（张正旺等 1996，张晓辉等 2004）。同时，草本植物枯萎，落叶阔叶林郁闭度降低，丧失了这些天然的隐蔽条件，雉类不得不通过集群来及时发现并躲避敌害（王德良等 2009）。春季是其繁殖交配的季节，此时雉类大量集群则主要是因为繁殖的需要（余志刚等 1997），监测数据表明，红腹锦鸡和红腹角雉雌雄混群现象多发生在这个时期，这与之前雉类繁殖和集群模式的研究结果相类似（丁长青等 2000，张国钢等 2003，丛培昊等 2008b，鲜方海等 2008）。夏季草木茂盛，食物资源丰富，也刚好是雉类繁殖产卵后抚育后代的季节，此时食物很容易获得，雉类大多分散在自己的巢域附近单独活动，少有集群现象（王中裕等 1997）。

对不同时间段拍摄到的两种雉类有效照片统计分析表明，红腹锦鸡和红腹角雉的活动均有明显的节律性，营昼行性活动，在上午和傍晚各有一个活动高峰。但是二者的活动高峰在

出现时间上略有偏移，红腹角雉在上午 6:00 和 9:00 时有两个活动高峰，而红腹锦鸡的上午活动最高峰是 7:00 时，此时红腹角雉的活动频率降到上午最低。红腹锦鸡傍晚的活动高峰是在 17:00 时左右，与贵州仙人山地区的红腹锦鸡活动节律相似（邵晨 1997），而红腹角雉则相对推迟了一个小时。这种活动高峰的时间偏移，使得这两种食性、取食方式等相同的同域分布的物种出现了生态位的分离，从而降低了二者间竞争的激烈程度（崔鹏等 2008）。

对不同季节拍摄的红腹锦鸡和红腹角雉照片分析发现，这两种雉类在春季活动都最为频繁，其后依次是秋季、夏季和冬季。但是在春季不同月份间也存在差异。红腹角雉 3 月份活动频率最高，5 月最低；红腹锦鸡 3 月、5 月活动频繁，而 4 月份活动明显减少。这可能与雉类的繁殖活动有关，我们对同一地区勺鸡繁殖行为观察发现，其交配季节是在 3 月底到 4 月中旬，此时活动最为频繁，4 月中下旬开始产卵，然后开始孵卵，孵卵期间雌鸟基本不出巢。

红腹锦鸡 4 月份活动减少, 可能与雌鸟产卵、孵卵等行为相关。贵州宽阔水地区红腹锦鸡 3 月底 4 月初开始发情, 4 月中旬达到发情高峰, 持续 3~5 d 后进入产卵期(余志刚等 1997)。秦岭地区红腹锦鸡繁殖活动可能略有提前, 这可能与当年的气候温度变化有关, 后期我们会对这一问题进行继续研究。红腹角雉 5 月份活动才减少, 4 月下旬到 5 月下旬是其孵卵繁殖期, 与四川老君山地区的红腹角雉孵卵繁殖时间相同(丛培昊等 2008b)。冬季拍摄到的照片最少, 一方面是因为此时草木枯萎、大雪覆盖, 郁闭度降低, 雉类为了躲避天敌而大多在郁闭度较高的巴山木竹(*Arundinaria fargesii*) 林内活动或者进入茂密的灌丛环境而使得红外相机难以捕获照片(余玉群等 1990, 刘鹏等 2011)。同时, 食物也是影响雉类栖息地利用的重要因素(鲜方海等 2008), 在佛坪保护区的冬季, 红腹锦鸡经常在早晚到林缘、路边、农耕地集群取食, 但由于我们相机布设在林地或山脊, 因而冬季照片数量较少。

通过对两种雉类活动的温度分析发现, 外界气温可能也是影响雉类活动的重要原因, 红腹锦鸡活动的温度范围在 -4°C 到 19°C , 红腹角雉的活动温度范围是 -1°C 到 22°C 。红腹锦鸡和红腹角雉选择在接近当日平均气温的时间段出来活动, 夜间气温太低, 中午气温太高雉类都很少出来活动。在 11 月份到次年的 2 月份, 这段时间外界气温太低, 雉类出来活动的温度要比当日的平均温度略高, 甚至要在温度达到当日最高温时才出来活动。

红外相机对秦岭地区雉类活动的研究目前尚属首次, 通过研究我们对秦岭地区红腹锦鸡和红腹角雉的日活动节律、不同季节活动规律、集群现象和对活动温度的选择有了初步的了解, 为这两种珍稀雉类的保护及其生态学研究提供了重要的基础资料。

致谢 本研究得到陕西佛坪国家级自然保护区工作人员的大力支持和协助, 在野外数据采集过程中得到了刁鲲鹏、王小林、何义文等的协

助, 尤其是中国科学院动物研究所的聂永刚老师在数据处理和文章写作上给予帮助, 在此表示最诚挚的谢意。

参 考 文 献

- Azlan J M, Sharma D S K. 2006. The diversity and activity patterns of wild felids in a secondary forest in Peninsular Malaysia. *Oryx*, 40(1): 36-41.
- Li S, William J M, Wang D J, et al. 2010. The use of infrared-triggered cameras for surveying phasianids in Sichuan Province, China. *Ibis*, 152(2): 299-309.
- Wu B, Li T, Yu X. 2010. Winter diet and digestive tract of the Golden Pheasant (*Chrysolophus pictus*) in the Qinling Mountains, China. *Chinese Birds*, 1(1): 45-50.
- 丛培昊, 郑光美. 2008a. 四川老君山地区红腹角雉的夜栖行为和夜栖地选择. *生物多样性*, 16(4): 332-338.
- 丛培昊, 郑光美. 2008b. 红腹角雉 (*Tragopan temminckii*) 的孵卵和育雏行为研究. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 44(4): 405-410.
- 崔鹏, 康明江, 邓文洪. 2008. 繁殖季节同域分布的红腹角雉和血雉的觅食生境选择. *生物多样性*, 16(2): 143-149.
- 丁长青, 巩会生, 赵雷刚, 等. 2000. 秦岭南麓不同地区红腹锦鸡繁殖密度的比较研究//中国鸟类学会, 台北市野鸟学会, 中国野生动物保护协会. 中国鸟类学研究——第四届海峡两岸鸟类学术研讨会文集. 北京: 中国林业出版社, 34-37.
- 丁长青, 梁伟, 巩会生, 等. 1996. 红腹锦鸡的冬季生态研究//中国鸟类学会, 台北市鸟类学会, 中国野生动物保护协会. 中国鸟类学研究. 北京: 中国林业出版社, 261-264.
- 巩会生, 阮英琴, 杨兴中. 1997. 佛坪自然保护区的鸟类. *四川动物*, 16(3): 118-121, 123-126.
- 何少文, 巩会生. 1994. 红腹锦鸡的越冬生态观察. *动物学杂志*, 29(6): 47-48.
- 姜仕仁, 丁平, 李建华, 等. 1996. 红腹锦鸡鸣声声谱分析. *动物学研究*, 17(4): 403-409.
- 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.
- 刘鹏, 顾署生, 黄晓凤, 等. 2011. 官山自然保护区勺鸡冬季栖息地选择. *江西农业大学学报*, 33(6): 1257-1262.
- 孟茹, 田耀平, 孟凯. 2013. 2002 - 2011 年佛坪县气象要素变化特

- 征及主要气象灾害. 现代农业科技, (21): 238–239.
- 邵晨. 1997. 红腹锦鸡越冬生态研究. 浙江农业大学学报, 23(1): 52–54.
- 史海涛, 郑光美. 1998. 红腹角雉的食性研究. 动物学研究, 19(3): 225–229.
- 史海涛, 郑光美. 1999. 红腹角雉取食栖息地选择的研究. 动物学研究, 20(2): 131–136.
- 汪松, 郑光美, 王岐山. 1998. 中国濒危动物红皮书: 鸟类. 北京: 科学出版社.
- 王德良, 辜娇峰, 何平. 2009. 八大公山红腹角雉对植被因素选择的分析. 山东大学学报: 理学版, 44(3): 17–21.
- 王中裕, 张宏杰, 王琦. 1997. 秦岭中段红腹锦鸡冬季的生态观察. 汉中师范学院学报: 自然科学版, 15(2): 47–51.
- 武鹏峰, 刘雪华, 蔡琼, 等. 2012. 红外相机技术在陕西观音山自然保护区兽类监测研究中的应用. 兽类学报, 32(1): 67–71.
- 鲜方海, 喻晓钢. 2008. 四川唐家河保护区内野生红腹锦鸡生物学特性及繁殖习性研究. 四川动物, 27(6): 1175–1178.
- 肖治术, 李欣海, 姜广顺. 2014a. 红外相机技术在我国野生动物监测研究中的应用. 生物多样性, 22(6): 683–684.
- 肖治术, 李欣海, 王学志, 等. 2014b. 探讨我国森林野生动物红外相机监测规范. 生物多样性, 22(6): 704–711.
- 余玉群, 吴建平, 郭松涛, 等. 2000. 秦岭北坡雉类种群密度和群落结构的初步研究. 生物多样性, 8(1): 60–64.
- 余玉群, 张陕宁, 巩会生. 1990. 佛坪自然保护区雉类分布和密度的初步调查. 野生动物, 57(5): 16–18.
- 余志刚, 蒋鸿, 梁伟. 1997. 红腹锦鸡繁殖生态研究. 动物学杂志, 32(1): 42–45.
- 张国钢, 张正旺, 郑光美, 等. 2003. 山西五鹿山褐马鸡不同季节的空间分布与栖息地选择研究. 生物多样性, 11(4): 303–308.
- 张晓辉, 徐基良, 张正旺, 等. 2004. 河南陕西两地白冠长尾雉的集群行为. 动物学研究, 25(2): 89–95.
- 张正旺, 倪喜军, 梁伟, 等. 1996. 华北地区野生环颈雉集群行为的研究. 动物学报, 42(增刊): 112–118.
- 赵玉泽, 曹婉露, 余进, 等. 2016. 基于红外相机技术的白冠长尾雉集群行为研究. 生态学报, 36(3): 1–8.
- 周文良, 潘涛, 李斌, 等. 2014. 利用红外相机对安徽天马国家级自然保护区鸟兽的初步调查. 生物多样性, 22(6): 776–778.