

DOI: 10.5846/stxb201411242338

赵玉泽, 曹婉露, 余进, 王秦韵, 徐基良, 溪波. 基于红外相机技术的白冠长尾雉集群行为研究. 生态学报, 2016, 36(9): - .

Zhao Y Z, Cao W L, Yu J, Wang Q Y, Xu J L, Xi B. Flocking Behavior Analysis of Reeves's Pheasant (*Syrnaticus reevesii*) using Infrared Cameras. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(9): - .

基于红外相机技术的白冠长尾雉集群行为研究

赵玉泽¹, 曹婉露¹, 余进¹, 王秦韵¹, 徐基良^{1,*}, 溪波²

¹ 北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083

² 河南董寨国家级自然保护区, 河南 464236

摘要: 白冠长尾雉 (*Syrnaticus reevesii*) 生性机警, 行为隐蔽, 在野外研究其集群行为较为困难。红外相机技术为解决这一问题提供了有益的工具。为研究白冠长尾雉集群行为及其地理变异, 我们采用红外相机技术在湖北广水平靖关村和河南董寨自然保护区两个地点对其集群行为进行了调查。依据前期无线电遥测的结果, 在两个研究地点分别设置了 1 km×1 km 的样地, 在样地中分别放置了 25 台红外相机进行监测, 野外累计放置了 12412 个相机日, 获得视频 24374 段, 其中有白冠长尾雉的视频有 1361 段。以有集群行为的独立视频数量 (m) 与独立视频数量 (M) 的比表示集群率, 以拍摄到的白冠长尾雉个体数量 (n) 与有集群行为的独立视频数量 (m) 的比代表集群强度。结果表明, 平靖关和董寨两地均是数量为 2 只的群体占比最大, 在平靖关和董寨分别占 68.23%、72.79%, Pearson 卡方检验的结果表明群体大小在两地之间无显著差异 ($\text{Pearson}\chi^2 = 6.522, df=5, P=0.259$), 而集群方式在两地之间则差异显著 ($\text{Pearson}\chi^2 = 46.415, df=4, P<0.001$), 两地均以单性集群为主要集群方式。单因素方差分析结果表明, 集群率在季节间差异不明显。Neu 方法分析发现, 在平靖关, 白冠长尾雉对灌丛和竹林显著偏好, 对针阔混交林、杉木林和乔灌木显著回避; 而在董寨, 其对针阔混交林和针叶林明显偏好, 对杉木林和阔叶林明显回避。

关键词: 白冠长尾雉; 集群行为; 相机陷阱

Flocking Behavior Analysis of Reeves's Pheasant (*Syrnaticus reevesii*) using Infrared Cameras

ZHAO Yuze¹, CAO Wanlu¹, YU Jin¹, WANG Qinyun¹, XU Jiliang^{1,*}, XI Bo²

¹ College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

² Dongzhai National Nature Reserve, Segang, Xinyang City, Henan 464236, China

Abstract: The flocking behavior of animals has long been an important topic in wildlife research. Such information should be helpful to develop a comprehensive understanding of the natural ecology and biology of wildlife, including pheasant species, which should be beneficial to protecting pheasants in the wild. However, some species of pheasants are naturally vigilant with concealed behaviors, making it rather difficult to conduct field studies on their flocking behavior. One such pheasant species is Reeves's pheasant (*Syrnaticus reevesii*), and sparse quantitative information on its flocking behavior in the field has been collected to date. In order to survey the flocking behavior and its geographic variation of Reeves's pheasant, we used camera trapping to monitor the flocking behavior at two sites: Pingjingguan Village, Hubei Province and Dongzhai National Nature Reserve, Henan Province. These infrared cameras were set up in the field from March 2013 to March 2014, which provided an opportunity to understand the annual rhythm of flocking behavior of this pheasant at these two sites. Based on the results of radiotracking studies previously conducted at the same study sites, we established a 1 × 1 km plot in each site, and then placed 25 infrared cameras in each plot. The working days of all cameras added up to 12,

基金项目: 林业公益性行业科研专项 (201404422); 国家自然科学基金项目 (31172115)

收稿日期: 2014-11-24; **网络出版日期:** 2015- -

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xujiliang@bjfu.edu.cn

412 days, and we obtained 24,374 video clips in the field from these cameras. In particular, a total of 1361 of these clips captured Reeves's pheasant, including 525 clips and 836 clips in Dongzhai National Nature Reserve and Pingjingguan Village, respectively. We determined the ratio of the numbers of individual clips showing flocking behavior of the pheasant (m) to the total number of clips (M), and the ratio of the number of pheasants captured by the clips (n) to the total number of clips showing pheasant flocking behavior (m). Our results showed that a flock with two individuals occupied the largest portion of all flocks at these two sites, accounting for 68.23% and 72.79% of the total in Pingjingguan Village and Dongzhai National Nature Reserve, respectively. Three types of flocks, i.e. only-males, only-females, and mixed males-females, occurred in these two sites, and single-sex flocks dominated the flocks in the field, whereas the mixed male-female flocks accounted for only a small portion of the total flocks. In particular, Pearson's chi-squared test showed that there were no significant differences in the numbers of flocks between the two sites, whereas a significant difference was found in flocking types between the two sites. Moreover, the encounter rate of only-female flocks in Pingjingguan Village was higher in summer and autumn, and that of only-male flocks was higher in spring and autumn. Similarly, the only-female flocks in Dongzhai National Nature Reserve appeared occasionally in summer and autumn, and only-male flocks mainly appeared in spring. In addition, the flocking intensity of the whole year reached the peak in the non-breeding period at both study sites. On the other hand, the lowest flocking intensity at Pingjingguan and Dongzhai National Nature Reserve occurred in the breeding period and at the early stage of the breeding period, respectively. In the breeding period, these two study sites showed similar flocking intensities. The peak of the flocking rate of this pheasant in Dongzhai and Pingjingguan occurred in winter and the early stage of the breeding period, respectively. Reeves's pheasant showed a highly significant preference for shrub and bamboo, while avoiding broadleaf mixed forests, fir, and arbor in Pingjingguan Village. It had a highly significant preference for theropencedrymion and coniferous forests, while avoiding fir and broadleaf forests in Dongzhai National Nature Reserve.

Key Words: reeves's pheasant; flocking behavior; camera trapping

集群是鸟类一种重要的行为适应,其具有种间差异,同时受到各种外在因素如气候、食物、竞争、捕食等的影响。对动物集群行为的研究,有助于了解该物种的种群结构、婚配制度以及生活史对策^[1-2]。动物集群带来的利益主要是相比较于个体不容易被捕食者发现、及时发现捕食者、靠集群的力量对付捕食者和减轻捕食压力^[3];其弊端在于易招引天敌注意、容易流行传染病等^[4]。许多雉类在非繁殖季节都具有集群行为^[5],白冠长尾雉(*Syrnaticus reevesii*)也不例外。

白冠长尾雉(*Syrnaticus reevesii*)是我国特有珍稀雉类,隶属鸡形目(Galliformes)雉科(Phasianidae),被列为国家Ⅱ级重点保护野生动物和IUCN 易危种^[6]。属地栖林鸟,生性机警,行为隐蔽,以往在野外研究白冠长尾雉的集群行为具有相当的难度^[1]。红外线触发自动数码相机陷阱技术(Infrared triggered cameras technology, ITFT,以下简称红外相机技术)为解决这一问题提供了有益的工具:相比动物行为学的传统研究方法,红外相机技术具有众多优势,在大型哺乳动物的种群和行为生态学中的研究较为广泛^[7],在鸟类学研究中的应用则相对较少,目前已有研究主要集中于鸟类巢捕食、孵卵节律、亲鸟防御和鸟类多样性监测等方面^[8]。因此,2013年3月至2014年3月,我们利用红外相机,在河南董寨国家级自然保护区与湖北广水平靖关村内对野生白冠长尾雉集群行为进行了研究。

1 研究地区与方法

1.1 研究地区

本研究地点位于河南董寨国家级自然保护区白云保护站(约400 ha)和湖北广水平靖关村(约400 ha),两地直线距离40 km(图1)。

董寨自然保护区(以下简称董寨)位于河南省信阳市南部罗山县境内,介于东经 $114^{\circ}18'—114^{\circ}30'$,北纬 $31^{\circ}28'—32^{\circ}09'$,总面积为 4.68 万公顷,是一个以山区森林珍稀鸟类及其栖息地为主要保护对象的野生动物类型自然保护区。该地区气候温暖湿润,四季分明,年平均气温 15.1°C ,无霜期 227 d,年降水量 1208.7 mm。其植被类型具有明显的南北交汇特征,地带性植被为含有常绿成分的落叶阔叶林。

平靖关位于湖北省随州广水市蔡河镇(以下简称平靖关),介于东经 $113^{\circ}54'09"—113^{\circ}55'21"$,北纬 $31^{\circ}51'03"—31^{\circ}52'40"$,与河南省信阳市浉河区接壤。年平均降水量 865—1070 mm,年日照时长 2009.6—2059.7 h,年平均气温 15.5°C ,无霜期 220—240 d。该地区的植被组成和特征详见赵玉泽等(2013)^[9]。

两个地方相距 40 km,同属大别山系,地质类型相同,地貌相似;降雨量、温度、物候节律、海拔相仿,区别在于管理模式不同。董寨自然保护区属于国家级自然保护区,受到严格保护,植被以次生林为主,无生产经营活动,人为干扰较小;平靖关村为非保护区,没受到严格保护,植被以人工林及砍伐过后的杂灌丛为主,有生产经营活动,尤其平靖关为自留地薪炭林、个体粗放经营,人为干扰较为严重。

1.2 红外相机安放

2013 年 3 月至 2014 年 3 月,在河南董寨国家级自然保护区和湖北平靖关两个地区共安放 50 台 Lti5210A 红外相机。放置规则为:根据以往无线电遥测结果,以白冠长尾雉活动最密集的点为中心点,在董寨和平靖关两个地区分别选取 $1\text{km}\times 1\text{km}$ 的样地(取样强度为 25%),并将该样地划分为 $200\text{m}\times 200\text{m}$ 的网格共 25 个。在每个网格中心 10m^2 区域内放一台红外相机,将相机设置为 1 张 JPG 格式照片 + 20s 视频模式,拍摄时间为每天 4:00—22:00 即白冠长尾雉日活动时间,并统一相机拍摄日期时间等其它设置。由于冬季上山挖草药人员及红外相机丢失数量的增加,当年 11 月至次年 3 月,两个地方均只安放了 13 台相机。

相机位点多选择郁闭度高、林下较开阔且人为干扰较少的乔灌丛,固定在中小型灌木上,离地面约 20—40 cm,为确保视野的开阔性,镜头与地面大致平行。一台相机从 4:00—22:00 正常工作,记为一个相机日,每 1 个月检查和更换一次电池及储存卡。

视频数据信息提取及对连续拍摄视频的处理方法同赵玉泽等(2013)^[9]:在有白冠长尾雉的视频中,对于连续触发的视频,根据目标物种的性别、体型、毛色、尾羽、数量、行为等特征进行判别是否属于同一只(群)。对于依据外形特征不能区分的个体或群体,连续超过 5 分钟^[9]在同一相机位点出现的个(群)体则被定义为一个独立个(群)体进行分析。每一个独立个(群)体记为一个独立视频事件。

1.3 数据处理

在拍摄到白冠长尾雉的视频中,依据其外形特征划分为幼体、亚成体、成年雄性和成年雌性四类群体,为了研究集群方式的性别差异,将拍摄到有成年雄性或成年雌性的视频视为有效视频。根据当地的气候和白冠长尾雉的习性,该地划分为春季(3—5 月)、夏季(6—8 月)、秋季(9—11 月)和冬季(12—2 月),生活史划分为繁殖前期(2 月上旬至 3 月上旬)、繁殖期(3 月下旬至 6 月下旬)和繁殖后期(7 月上旬至 10 月下旬)。

遇见率(Encounter rate, ER)计算公式为:

$$ER = \frac{m}{d} \times 100\% \quad (1)$$

m 为有集群行为的独立视频数量; d 为相机日;比较 ER,将每时间段相机日不同造成的频次差异统一化。

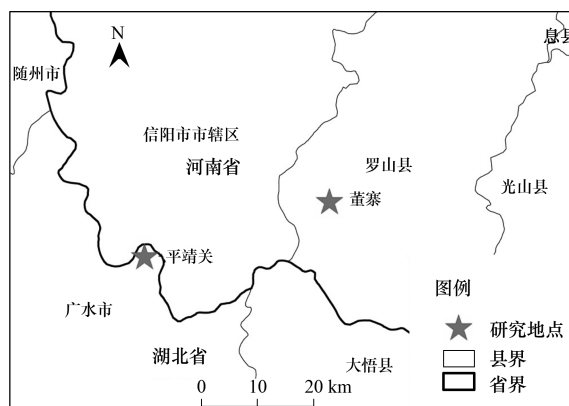


图 1 研究地点位置概况

Fig. 1 The location of the study sites in Henan and Hubei Province

集群率 (Flocking rate, FR) 计算公式为:

$$FR = \frac{m}{M} \times 100\% \quad (2)$$

m 同上, 为有集群行为的独立视频数量; M 为独立视频数量; FR 为集群率, 范围在 0—1 之间, 值越大, 代表集群行为出现的比率越大, $FR = 0$, 表示拍摄的独立视频全为单只活动的个体; $FR = 1$, 则代表拍摄的所有独立视频均有集群行为。

集群强度 (Flocking intension, FI) 计算公式为:

$$FI = \frac{n}{m} \quad (3)$$

n 为拍摄到的白冠长尾雉个体数量; m 同上; FI 为集群强度且 $FI \geq 1$, 值越大, 代表集群趋势越明显, $FI = 1$, 则代表该时间段无集群行为。

1.4 数据分析

利用单因素方差分析分别检验两个地方各自不同季节间集群率的差异, 采用 Pearson 卡方检验比较白冠长尾雉群体数量和集群方式在两地之间的差异。

采用 Neu 等^[10]的方法分析白冠长尾雉群体对不同生境类型的偏好。首先计算各研究地点各生境类型所占面积比例; 随后统计白冠长尾雉的集群行为在不同类型生境中的出现频次, 并使用如下公式计算该物种对每种生境偏好的置信区间:

$$\bar{P}_i - Z(1 - \alpha/2K) \sqrt{\bar{P}_i(1 - \bar{P}_i)/n} \leq P_i \leq \bar{P}_i + Z(1 - \alpha/2K) \sqrt{\bar{P}_i(1 - \bar{P}_i)/n}$$

其中 P_i 代表集群行为在生境 i 中的理论分布比例; Z 代表正态分布临界值; α 代表显著性水平; K 代表同时估计的生境类型数量; $\bar{P}_i$ 代表集群行为在生境 i 中的实际分布比例; n 表示在不同生境中观察到的集群行为频次。

将第 i 种生境所占的面积比例 P_{i0} 同 P_i 相比较, 若 P_{i0} 落入 P_i 的置信区间, 则认为白冠长尾雉对生境 i 的实际利用比例与可利用比例相等, 即既不选择也不回避;

若 $P_{i0} < \bar{P}_i - Z(1 - \alpha/2K) \sqrt{\bar{P}_i(1 - \bar{P}_i)/n}$, 则认为白冠长尾雉集群对生境 i 有显著的偏好;

若 $P_{i0} > \bar{P}_i + Z(1 - \alpha/2K) \sqrt{\bar{P}_i(1 - \bar{P}_i)/n}$, 则认为白冠长尾雉集群显著地回避生境 i 。

所有数据统计分析在 IBM SPSS statistics 20.0 中进行。其中 $P \leq 0.05$ 为显著水平, $P \leq 0.01$ 为极显著差异, $P > 0.05$ 为差异不显著。

2 研究结果

2.1 拍摄概况

2013 年 3 月至 2014 年 3 月, 累计拍摄 12412 个相机日, 其中平靖关 6378 日, 董寨 6034 日。两地共拍摄到视频 24374 段, 其中平靖关 14190 段, 董寨 10184 段, 拍摄到白冠长尾雉视频分别占总视频的 7.75% 和 6.17%。

排除相同个体在同一时间内连续触发的视频, 在平靖关共拍摄到 836 个白冠长尾雉的独立视频, 合计 1171 只次, 其中有 622 个视频内容为单独活动, 占视频总数的 74.40%; 在董寨自然保护区共拍摄到 525 个白冠长尾雉的独立视频, 合计 715 只次, 其中有 389 个视频内容为单独活动, 占视频总数的 74.10%。

2.2 群体的分布特征

2.2.1 群体的数量特征

平靖关和董寨两地集群群体的个体数量分别在 2—6 只和 2—7 只范围内。不同的集群群体中个体数量为 2 只的群体所占比例最大, 分别占总体的 68.23% 和 72.79%。个体数量 4 只及以上的群体集群现象比较少

见,分别占 15.88%和 7.36%(表 1)。

卡方检验结果表明,白冠长尾雉群体数量在平靖关和董寨之间无显著差异($Pearson\chi^2 = 6.522, df = 5, P = 0.259$)。

表 1 两个研究区域内 2013 年白冠长尾雉集群数量及频次

Table 1 The numbers and frequencies of the flocks of Reeves's Pheasants f in the two study sites in 2013		集群数量/只 Number of flocking					
地点 Site		2	3	4	5	6	7
平靖关	频次 Frequency	146	34	18	13	3	—
	比例 Ratio/%	68.23	15.89	8.41	6.07	1.40	—
董寨	频次 Frequency	99	27	6	2	1	1
	比例 Ratio/%	72.79	19.85	4.41	1.47	0.74	0.74

2.2.2 遇见率的月变化

分析不同地点集群率的月变化(图 2),平靖关在秋季遇见率达到最大值,其中 4 月、7 月至 9 月为全年遇见率较大的月份;董寨在春季达到最大值,其中 3 月、5 月和 8 月为遇见率较大的月份。出现集群行为的群体的个体数量主要为 2—4 只,出现频次分别占了总集群次数的 92.96%和 97.06%。

2.3 集群方式

白冠长尾雉有三种集群方式:雄性集群、雌性集群和混合集群,混合集群又有一雄一雌、一雄多雌、多雄一雌和多雄多雌四种方式。其中单性集群为主要集群方式,混合集群频次较少。

在平靖关,雌群在春季和冬季的遇见率较低,从春季到夏季有明显的增加趋势且夏季和秋季的遇见率接近;雄性在夏季和冬季的遇见率较低,与雌性正好相反,从春季到夏季的遇见率明显下降且春季为一年中遇见率最大的季节;混合集群只出现于春、夏、秋季且遇见率很低,拍摄到的视频数量也很少(图 3)。全年拍摄的雌雄群次数比分别为 1:3.08、2.71:1、1.09:1 和 1:3.67。

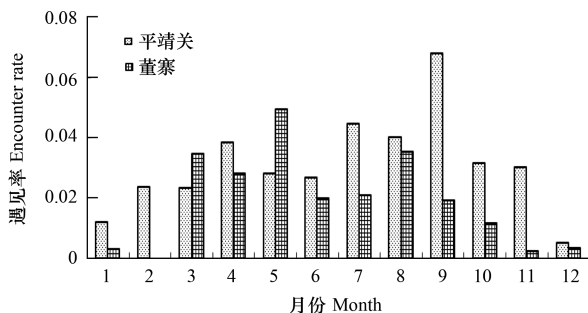


图 2 两个研究区域不同月份白冠长尾雉集群遇见率
Fig. 2 The annual encounter rate of the flocks of Reeves's Pheasants in the two study sites in 2013

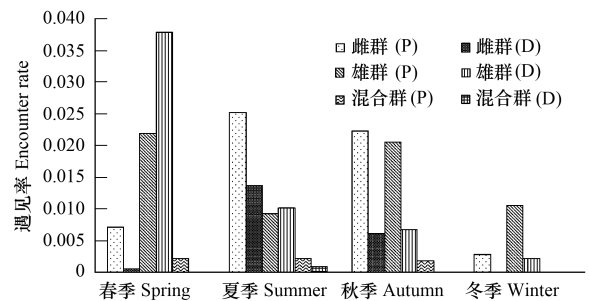


图 3 白冠长尾雉集群方式的季节变化(P、平靖关;D、董寨)
Fig. 3 The seasonal variation of Reeves's Pheasants' flocking behavior (P、Ping jinguan;D、Dong Zhai)

在董寨,雌群集中出现在夏季和秋季,春季很少,冬季没有,在夏季出现较大的遇见率;雄群集中出现在春季且遇见率明显高于其他季节;混合群只在夏季出现且频次数量较低(图 3)。夏季和秋季拍摄到的雌雄群次数比分别为 1.35:1 和 1:1.11。

卡方检验结果表明,白冠长尾雉集群方式在平靖关和董寨之间差异极显著($Pearson\chi^2 = 46.415, df = 4, P < 0.001$)。

2.4 集群率和集群强度

2.4.1 季节差异

不同的季节和地点,白冠长尾雉的集群强度和集群率存在差异(图 4)。平靖关夏季和冬季的集群强度较春季和秋季明显且在春季和夏季之间有一个较明显的增加趋势,夏季达到最大值;董寨四季差异不明显,全年

集群强度变化不大,与平靖关相同,夏季相对较大。在平靖关的集群率夏、秋和冬季相近,冬季达到全年最大值,相比较于平靖关,董寨全年集群率差异不明显。单因素方差分析结果也表明,白冠长尾雉的集群率在平靖关和董寨在季节间均无显著差异(平靖关, $F_3=1.970$, $P=0.197$;董寨自然保护区, $F_3=0.465$, $P=0.715$)。

2.4.2 繁殖期与非繁殖期

两研究地区在非繁殖期的冬季均达到全年最高的集群强度(图5)。平靖关集群强度最低出现在繁殖期;董寨繁殖前期集群强度最小;在繁殖期,两研究地区存在接近的集群强度。平靖关和董寨分别在冬季和繁殖前期达到全年集群率的最高值。

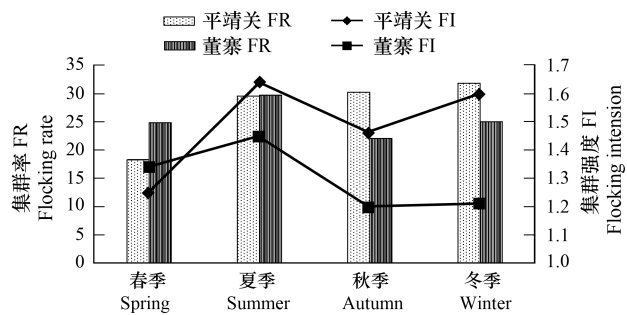


图4 两个研究区域白冠长尾雉集群率和集群强度的季节变化
Fig. 4 The seasonal variations of flocking rate and flocking intensity of Reeves's Pheasant in the two study sites in 2013

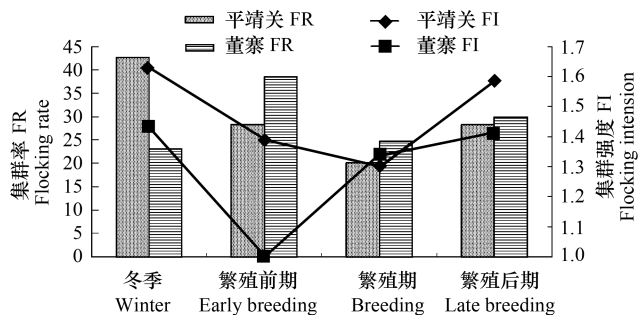


图5 两个研究区域白冠长尾雉集群率和集群强度的繁殖季节变化(EB、繁殖前期;LB、繁殖后期)
Fig. 5 The breeding and non-breeding periods variations of flocking rate and flocking intensity of Reeves's Pheasant in the two study sites in 2013(EB、Early Breeding; LB、Late Breeding)

2.5 集群活动对生境的偏好

在平靖关,白冠长尾雉群体偏好灌丛和竹林,尽量回避针阔混交林、杉木林和乔灌丛,随机利用板栗林(表2)。在董寨,白冠长尾雉的群体偏好针阔混交林和针叶林,回避杉木林和阔叶林,但随机利用灌丛。

表2 白冠长尾雉在两个研究地点对不同生境的偏好

Table 2 The habitat preference of Reeves's Pheasant in the two study sites

地点 Sites	生境 Habitat	面积比例 Area ratio	集群频次 Flocking frequency	集群分布比例 Ratio	置信区间 Confidence interval
平靖关(PJG)	板栗林	0.1754	45	0.2103	$0.1370 \leq p_1 \leq 0.2836$
	灌丛	0.0487	139	0.6495	$0.5637 \leq p_2 \leq 0.7353$
	混交林	0.0809	2	0.0093	$-0.0080 \leq p_3 \leq 0.0266$
	杉木林	0.0318	2	0.0093	$-0.0080 \leq p_4 \leq 0.0266$
	乔木	0.6541	11	0.0514	$0.0117 \leq p_5 \leq 0.0911$
	竹林	0.0091	15	0.07	$0.0241 \leq p_6 \leq 0.1159$
董寨(DZ)	板栗林	0.0019	—	—	—
	灌丛	0.0705	10	0.0741	$0.0148 \leq p_2 \leq 0.1333$
	混交林	0.1106	48	0.3555	$0.2472 \leq p_3 \leq 0.4638$
	杉木林	0.1455	11	0.0815	$0.0196 \leq p_4 \leq 0.1434$
	阔叶林	0.6679	29	0.2148	$0.1218 \leq p_5 \leq 0.3078$
	针叶林	0.005	37	0.2741	$0.1731 \leq p_6 \leq 0.3751$

3 讨论

白冠长尾雉生性机警、行动迅速、反应敏捷,这在一定程度上增加了对其研究的难度。本研究基于红外相机技术对白冠长尾雉进行观测,减少了大量的人为观测且避免了不必要的麻烦。相比传统的野外研究方法,

相机陷阱调查具有无损伤性、持续性、客观性、稳定性等特征^[7],我们的研究也证明,红外相机技术研究适合研究雉类等大型地栖林鸟。

种群利用空间资源的方式分为两大类,分散的利用领域和集群的利用领域^[4]。两种类型各有优缺点,而且也与物种的形态、生理、生态特征有密切联系。对动物集群影响最大的两个因素是:食物和天敌,因此集群的益处主要是易于获取食物或其它资源、利于繁殖、便于隐蔽和获得空间、防御自然界中的危险、避开竞争、易于防御天敌,其弊端在于易招引天敌的注意、易在群体中流行传染病。

本研究结果表明,在平靖关和董寨的白冠长尾雉集群群体的个体数在 2—7 只范围内,且 2—5 只群体所占比例最大,均在 98% 以上,集群遇见率分别在秋季和春季最大。以前在董寨自然保护区的研究发现集群群体的个体数在 2—13 只范围内,2—5 只所占比例 87%,冬季和繁殖前期是集群现象出现的高峰期^[1]。影响此种细微差别可能与食物有关,食物通常在空间和时间上的分布存在差异。拍摄的视频也发现,白冠长尾雉在夏季喜欢固定下来啄食青草,且此时草本植物、山樱桃(*Cerasus tomentosa*)和小叶鼠李(*Rhamnus parvifolia*)等落果资源较为丰富。而冬季则大多数是走动觅食,草籽等落果是其能量的主要来源,所以食物的丰富度在不同的生境类型和不同季节中是不同的。故有人提出,食物在空间和时间上的可利用性方式可能会影响动物的集群大小^[11-13]。也有人认为动物集群个体数量与食物资源的可预测程度有关。食物资源的可预测性高,动物偏向单独或数量小的集群保卫领域;可预测性低,则偏向数量大的集群觅食^[2]。由此也可得出董寨的食物可预测性由低变高发生了改变。不同的物种集群数量也有差异,五鹿山地区褐马鸡(*Crossoptilon mantchuricum*)群体平均个体数为 (6.11 ± 1.04) 只^[14],物种和地区的不同造成其与白冠长尾雉集群个体数量的差异。

雄性集群、雌性集群和混合集群是白冠长尾雉集群的三种方式。单性集群为主要的集群方式,混合集群出现次数很少,尤其在冬季,均为单性集群,性别隔离现象明显。这是因为雌雄个体无论在体型还是羽色方面均有较大差异,雄性个体体型较大且羽毛颜色艳丽,特别是在冬季植被稀少的情况下更容易被天敌发现,因此单性集群对雌性个体来说,是一种对天敌的初级隐蔽防御,也是雌性个体的反捕食策略。雌雄个体的性别隔离现象尤其是混合集群数量较少可能是白冠长尾雉的一种进化稳定策略,而对于雄性个体,这种现象能够提升整个种群的广义适合度,在进化当中对整个种群是有益的。故在混合集群中雄性一般尾随雌性且保持一定距离^[1]。2001 年在董寨研究的结果发现混合群主要集群形式为一雄多雌,且推测该方式为白冠长尾雉的婚配制度,与黑颈长尾雉(*Syrnaticus humiae*)和白颈长尾雉(*S. ellioti*)类似^[15]。

夏季集群行为频次明显低于冬季,与之前的研究^[1]相符,可能是因为夏季植物、果类资源较丰富,而冬季食物资源相对匮乏,相伴寻找食物而带来的集群现象会增多,故夏季白冠长尾雉的集群率较冬季低^[9]。不仅是白冠长尾雉,雉类其他物种集群也存在类似现象。瑞典的研究发现,冬季花尾榛鸡(*Bonasa bonasia*)雌雄通常一雄一雌成对活动,取食树芽的速度更是快于单只的,并借此说明成对时花尾榛鸡之间有互相警戒天敌的作用,且为春季繁殖配对提供了好处^[16]。

白冠长尾雉在不同地点对生境有不同偏好。白冠长尾雉是一种地栖林鸟,集群活动较偏好于混交林、幼林和茶灌^[1],这三类生境食物资源相对较丰富。根据研究结果,在平靖关偏好的生境类型还有竹林,原因可能是红外相机拍摄到的次数很少,且集群个体数量较大,因此造成与先前结论的细微偏差。而在董寨,白冠长尾雉种群除了利用混交林,也较倾向于针叶林生境,其他物种也有此偏好,褐马鸡在冬季也经常利用该生境类型^[17]。可能是因为针叶林有较高的郁闭度,并且林下的绿色植物数量及种类较多。

由于平靖关是非保护区,人为活动和干扰较大且灌丛覆盖度较大,开闾区比董寨自然保护区多,因此较容易在灌丛出现集群,这也是两个地点集群强度存在差异的原因。集群强度较大的鸟类集群行为有利于提高取食的效率和发现天敌的机会,由此可以推测,栖息地的差异性和天敌的捕食压力是决定白冠长尾雉乃至所有雉类集群行为的重要因素。

参考文献 (References):

- [1] 孙全辉, 张正旺, 阮祥峰, 张可银, 朱家贵. 白冠长尾雉集群行为的初步研究. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2001, 37(1): 111-116.
- [2] 张晓辉, 徐基良, 张正旺, 郑光美, 阮祥峰, 谢福录. 河南陕西两地白冠长尾雉的集群行为. 动物学研究, 2004, 25(2): 89-95.
- [3] Carere C, Montanino S, Moreschini F, Zoratto F, Chiarotti F, Santucci D, Alleva E. Aerial flocking patterns of wintering starlings, *Sturnus vulgaris*, under different predation risk. *Animal Behaviour*, 2009, 77(1): 101-107.
- [4] 尚玉昌. 动物行为学. 北京: 北京大学出版社, 2005.
- [5] Johnsgard P A. *The Pheasant of the World: Biology and Natural History*. 2nd ed. Washington: Smithsonian Institution Press, 1999.
- [6] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录 (第二版). 北京: 科学出版社, 2011: 498-501.
- [7] 李勤, 邬建国, 寇晓军, 冯利民. 相机陷阱在野生动物种群生态学中的应用. 应用生态学报, 2013, 24(4): 947-955.
- [8] O'Brien T G, Kinnaird M F. A picture is worth a thousand words: the application of camera trapping to the study of birds. *Bird Conservation International*, 2008, 18(S1): S144-S162.
- [9] 赵玉泽, 王志臣, 徐基良, 罗旭, 安丽丹. 利用红外照相技术分析野生白冠长尾雉活动节律及时间分配. 生态学报, 2013, 33(19): 6021-6027.
- [10] Neu C W, Byers C R, Peek J M. A Technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management*, 1974, 38(3): 541-545.
- [11] Crook J H. The evolution of social organization and visual communication in the weaver birds (*Ploceinae*). *Behaviour*, 1965, 36(2): 128-130.
- [12] Macdonald D W. The ecology of carnivore social behaviour. *Nature*, 1983, 301(5899): 379-384.
- [13] Childress M J, Lung M A. Predation risk, gender and the group size effect: does elk vigilance depend upon the behaviour of conspecifics? *Animal Behaviour*, 2003, 66(2): 389-398.
- [14] 张国钢, 张正旺, 郑光美. 山西五鹿山地区褐马鸡集群行为研究. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2000, 36(6): 817-820.
- [15] 卢汰春. 中国珍稀濒危野生鸡类. 福州: 福建科学技术出版社, 1991: 314-355.
- [16] Swenson J E. Hazel grouse (*Bonasa bonasia*) pairs during the nonbreeding season: mutual benefits of a cooperative alliance. *Behavioral Ecology*, 1993, 4(1): 14-21.
- [17] 刘焕金, 苏化龙, 任建强. 中国雉类—褐马鸡. 北京: 中国林业出版社, 1991.