

DOI: 10.5846/stxb201706131074

邵明勤, 龚浩林, 戴年华, 植毅进, 徐宁, 卢萍. 鄱阳湖围垦区藕塘中越冬白鹤的时间分配与行为节律. 生态学报, 2018, 38(14): - .

Shao M Q, Gong H L, Dai N H, Zhi Y J, Xu N, Lu P. Study on time budgets and behavioral rhythm of wintering Siberian Cranes in a lotus pond reclamation area in Poyang Lake. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(14): - .

鄱阳湖围垦区藕塘中越冬白鹤的时间分配与行为节律

邵明勤^{1,*}, 龚浩林¹, 戴年华², 植毅进¹, 徐宁¹, 卢萍²

¹ 江西师范大学生命科学学院, 南昌 330022

² 江西省科学院生物资源研究所, 南昌 330096

摘要: 2016 年 12 月—2017 年 3 月, 采用瞬时扫描法研究了鄱阳湖围垦区藕塘生境中白鹤 *Grus leucogeranus* 越冬期的行为, 本研究共扫描 2560 次, 23219 只次, 包括 18031 只次成鹤和 5188 只次幼鹤。结果表明, 觅食 (41.78%)、警戒 (25.02%)、修整 (15.00%) 和休息 (10.84%) 是白鹤越冬期的主要行为。与自然生境相比, 藕塘生境中白鹤主要采取多休息和修整的策略来节省能量支出。成鹤的觅食行为 (35.29%) 显著低于幼鹤 (62.42%) ($F_{1,12} = 45.977$, $P < 0.01$), 警戒行为 (28.66%) 则显著高于幼鹤 (10.26%) ($F_{1,12} = 38.975$, $P < 0.01$)。家庭群成鹤觅食行为 (43.96%) 极显著高于非家庭群成鹤 (27.04%) ($F_{1,12} = 60.169$, $P < 0.01$)。家庭群成鹤需要喂食幼鹤, 它们花费更多的时间觅食补充能量的消耗。行为节律上, 白鹤各时段觅食行为占总行为的比例均较高, 11:00—11:59 出现明显高峰, 占总行为的 48.64%。警戒行为为无明显的低谷和高峰。成鹤在各时段的觅食行为比例均明显低于幼鹤, 成鹤和幼鹤的觅食曲线变化趋势相似, 即觅食比例的升高和降低比较同步。成鹤在各时段的警戒行为和修整行为比例均明显高于幼鹤, 成幼鹤的休息行为比例在各时段差别不大, 均在 14:00—14:59 有个明显的高峰。家庭群成鹤的觅食行为比例几乎在各时段均明显高于非家庭群, 家庭群成鹤的修整行为和休息行为在大部分时段均低于非家庭群成鹤。因此家庭群成鹤采取多取食, 少休息和修整的策略提高自身适合度, 同时保证对后代的抚育。

关键词: 藕塘生境; 白鹤; 鄱阳湖; 时间分配; 行为节律

Study on time budgets and behavioral rhythm of wintering Siberian Cranes in a lotus pond reclamation area in Poyang Lake

SHAO Mingqin^{1,*}, GONG Haolin¹, DAI Nianhua², ZHI Yijin¹, XU Ning¹, LU Ping²

¹ College of Life Science, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, China

² Institute of Biological Resources, Jiangxi Academy of Science, Nanchang 330096, China

Abstract: Poyang Lake, Jiangxi Province, is the largest lake in China. Many waterbirds inhabit its wetlands, including endangered species such as the Siberian Crane (*Grus leucogeranus*), of which 95% of known individuals occur in the area. This species is currently listed in the First Category of National Key Protected Wildlife Species in China and among the critically endangered, according to the IUCN; its global population numbers 3500—4000 individuals. Many cranes once foraged in Poyang Lake's natural habitat during winter, but an increasing number have begun foraging in adjacent artificial wetlands, such as rice paddies and lotus ponds. Since the winter of 2012, less than 100 cranes had been foraging in the Wuxing lotus pond reclamation area, but by the winter of 2016, this number had surged to more than 1,000 individuals. With no information available on how long it took these cranes to adapt to this artificial habitat, what their time budget and behavior rhythms within it were, and what factors affected their wintering behavior. Therefore, from December 2016 to March 2017, instantaneous scan-sampling methods were used in—to our knowledge—the first research of its type in Chinese

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31560597) 资助

收稿日期: 2017-06-13; **网络出版日期:** 2018-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: 1048362673@qq.com

artificial wetlands on the wintering behavior of Siberian Cranes in a lotus pond reclamation habitat in Poyang Lake. A total 2,560 times and 23,219 individual-time (18,031 individual-time for adults and 5,188 individual-time for subadults) were scanned. Seven behavioral activities were recognized: foraging, resting, grooming, vigilance, social, flying, and locomotion. Major behaviors included foraging (41.78%), vigilance (25.02%), grooming (15.00%), and resting (10.84%). Siberian Cranes in lotus pond habitats conserved energy by spending more time resting and grooming. Adult vigilance ($F_{1,12} = 38.975$, $P < 0.01$) was significantly greater than subadult vigilance, while adult foraging ($F_{1,12} = 45.977$, $P < 0.01$) was significantly less than subadult foraging. Foraging behaviors of adults in family groups were significantly higher than those of adults in non-family groups were, with more time required for foraging to offset the energy consumption of subadult feeding. Cranes maintained high foraging frequencies in each period, with peaks occurring between 11:00 and 11:59 (about 48.64% of the total behavior) in the morning. There were no obvious peaks or troughs in timing spent on vigilance behaviors, with the proportion of adults foraging, lower than that of subadults during each time period, and with the proportion of adults and subadults foraging increasing or decreasing at similar times. During each time period, the proportion of adults performing vigilance or grooming behaviors was greater than that of subadults. No obvious differences were apparent in the timing of adult and subadult resting behaviors, with both peaking between 14:00 and 14:59. During each time period, the proportion of adults foraging in family groups was almost always higher than that of adults in non-family groups. During most time periods, the proportion of individuals grooming and resting in family groups was usually lower than that of adults in non-family groups. Adults in family groups spent more time feeding than they did on resting or grooming behaviors, improving overall fitness, and ensuring nurture.

Key Words: Lotus pond habitat; Siberian Cranes; Poyang Lake; time budget; behavioral rhythm

动物时间分配与活动节律是动物行为学研究的重要内容^[1]。研究动物时间分配与活动节律有助于了解动物的生活习性、生理和生态需求^[2-3]。国内有关水鸟时间分配和行为节律研究较多,如鹤形目(东方白鹤 *Ciconia boyciana*、白琵鹭 *Platalea leucorodia*)、鹤形目(灰鹤 *Grus grus*、白鹤 *Grus leucogeranus*)等^[4-6]。研究显示,鸟类会在不同群体大小、年龄、天气因素、生境类型以及人类干扰的情况下改变其时间分配与行为节律,以适应不同环境^[7-8]。天气晴朗、人为干扰会增加白鹤的警戒行为,集群白鹤较单个白鹤花费更多时间用于觅食,白鹤的幼鹤和成鹤行为时间分配存在显著差异^[8-10]。

国内外鹤形目的研究包括灰鹤、白鹤、白头鹤 *Grus monacha* 等。研究内容涉及繁殖生态^[11]、数量与分布^[12]、食性^[13]、生境利用^[14]等。白鹤隶属于鹤形目(Gruiformes)鹤科(Gruidae),全球数量约 3500—4000 只,为中国珍稀大型涉禽,国家 I 级重点保护鸟类,IUCN 将其列为极度濒危物种^[15-16]。目前对白鹤的研究较少,主要集中在数量与分布、觅食地特征等^[16-17]。白鹤越冬期的行为研究较少,研究地区为鄱阳湖自然生境^[8]。有关人工生境(藕塘)中白鹤的越冬期行为还未见报道。藕塘生境中的白鹤主要取食残留在底泥中的藕和其他植物的根茎,食物种类组成与自然生境有较大区别。动物在不同环境下,会有不同的行为节律,有最适时间分配和行为节律的个体可以增加适合度,在自然选择中是有利的。白鹤在藕塘生境中如何分配不同的行为获得最大适合度,是本文关注的焦点。研究白鹤越冬期的主要行为及其节律,有利于了解白鹤在不同环境中的适应对策,也可以了解白鹤的生存状况,为白鹤的保护提供理论依据。鄱阳湖五星垦殖场创建于 1962 年,由鄱阳湖围垦而成。现总面积 52 km²,有耕地(藕田、稻田等)面积超过 3000 hm²。自 2012 年冬季,陆续有白鹤在五星垦殖场觅食,数量由几十只增加至 2016 年冬季的 1000 只左右,约占鄱阳湖越冬白鹤总数的 1/4 以上。本研究对鄱阳湖围垦区藕塘生境中白鹤越冬期的行为(觅食、警戒、休息、行走等)进行了系统观察,目的在于:(1)了解藕塘生境中白鹤越冬期各行为的时间分配与节律及其越冬期的行为对策;(2)掌握藕塘生境中成鹤和幼鹤的行为对策的差异;(3)比较家庭群与非家庭群中成鹤的行为差异。本文的研究结果可为鄱阳湖人工湿地中白鹤越冬种群的保护提供重要的科学依据。

1 研究地区

鄱阳湖(115°49′—116°46′E,28°11′—29°51′N)位于长江中游和下游交界处,长江南岸,江西北部,是中国第一大淡水湖。鄱阳湖属典型的亚热带季风气候,夏季盛行偏南风,炎热多雨;冬季盛行偏北风,气温低而降雨少;年平均气温 17.6℃,年平均降水量 1450—1550 mm,多集中于 4—6 月,年日照时数 1258.8—1794.5 h,年平均相对湿度 68%—74%。鄱阳湖每年枯水期间广阔的洲滩次第露出,湿地植被开始发育,湖泊水深也开始变浅,为鄱阳湖的越冬候鸟提供了大量的食物和良好的越冬环境^[4,17]。本次研究地区五星垦殖场毗邻鄱阳湖畔,大量的稻田和藕塘生境吸引了白鹤、白枕鹤(*Grus vipio*)、灰鹤、小天鹅、鹤鹑(*Tringa erythropus*)、泽鹒(*Tringa stagnatilis*)、反嘴鹒(*Recurvirostra avosetta*)、鸿雁(*Anser cygnoides*)、黑水鸡(*Gallinula chloropus*)等水鸟来此越冬。本次研究地点位于五星垦殖场第二十一大队周边的藕塘中(图 1)。每年藕塘收获后留有大量根茎,为白鹤提供了丰富的食物资源,吸引了大量的白鹤(最多有 1000 只左右)在此越冬,是目前发现白鹤数量最多的人工生境。白鹤白天在藕塘觅食,晚上在湖区如林充湖等夜栖。本文观测地点选在视野开阔、白鹤数量最多且易于观察的两个藕塘,人为活动干扰主要为每日 9:00—10:30 和 14:30—16:00 时间段内,有 6—20 名拍鸟爱好者。

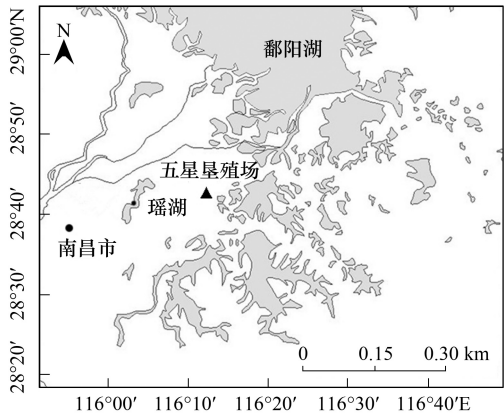


图 1 研究地点的区域图(标记为研究地区)
Fig.1 The survey area of study area(means study area)

2 研究方法

2.1 调查方法

2016 年 12 月—2017 年 3 月,借助 SWAROVSKI(20—60×)单筒望远镜,采用瞬时扫描法对鄱阳湖围垦区藕塘生境中白鹤的行为进行观察,每 5 分钟记录 1 次成鹤与幼鹤的行为类别^[8],每次记录 6—10 个个体的行为。为减少数据误差,本次行为数据收集主要为 2 名具有丰富野外工作和行为记录经验的人员。记录前经过 2 天白鹤行为预观察培训。根据当地冬季日出日落时间的实际情况,观察时间为每天的 07:30—17:00,合计观察 31 d。本次记录了家庭群(携带幼鹤)(9923 只次)和非家庭群(未携带幼鹤)(8108 只次)中成鹤的行为。本文将白鹤的越冬期的行为分为觅食、休息、修整、警戒、社会、飞行、行走 7 类(表 1)。

表 1 白鹤越冬期行为分类与定义

Table 1 Description of various behavior types of the Siberian Cranes during wintering period	
行为类型 Behavior types	行为描述 Behavior description
觅食 Foraging	注视水中并啄取水生植物,低头寻找食物,吞咽食物以及成鹤喂食和幼鹤乞食的过程
休息 Resting	白鹤用单脚或双脚站立不动的行为
修整 Grooming	包括啄理羽毛,涂脂,清洁,用爪挠抓头部及颈前部分,用喙啄跗跖及足,振翅,抖,蓬羽
警戒 Vigilance	举头环视、扬头走动、远眺等
社会 Social	直接打斗、追赶和仪式化威胁
飞行 Flying	振翅飞离地面于空中产生一段位移
行走 Locomotion	平头行走或奔跑

2.2 数据处理

以各行为发生频次占总行为频次的百分比,测度行为时间分配。以各时间段内(以 1 h 为单位,即 7:00—

7:59、8:00—8:59、……、16:00—16:59、17:00……) 各类行为发生频次占总行为频次的百分比,来测度日活动节律。时间分配和活动节律都以每天平均值计算。采用 Kolmogorov—Smirnov 检验数据的正态性,若符合或能转换成正态分布的因素,则使用单因素方差分析(one-way ANOVA) 检验越冬各时期主要行为分配的差异。文中显著性水平设置为 $\alpha=0.05$ 。所有数据统计分析借助 SPSS 20.0 和 Excel 2007 完成。

3 结果

3.1 白鹤越冬期行为时间分配

3.1.1 总体越冬期行为时间分配

本研究共扫描 2560 次,23219 只次,包括 18031 只次成鹤和 5188 只次幼鹤。觅食(41.78%)、警戒(25.02%)、修整(15.00%)和休息(10.84%)是白鹤的主要行为(图 2)。

3.1.2 成鹤和幼鹤行为时间分配

成鹤和幼鹤行为时间分配差异较大,成鹤的觅食行为(35.29%)显著低于幼鹤(62.42%) ($F_{1,12}=45.977$, $P<0.01$, $n=31$),警戒行为(28.66%)显著高于幼鹤(10.26%) ($F_{1,12}=38.975$, $P<0.01$, $n=31$),其他行为无显著差异(图 3)。

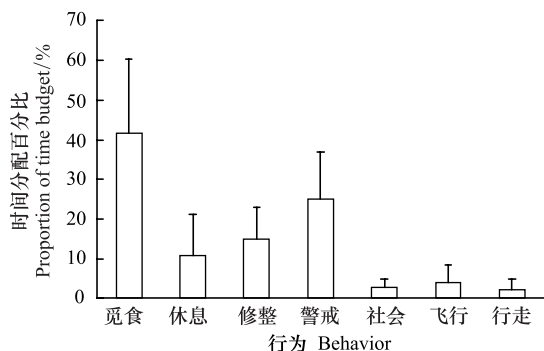


图 2 鄱阳湖围垦区藕塘中白鹤行为分配

Fig. 2 Time budgets of Siberian Cranes in a lotus pond reclamation area in Poyang Lake

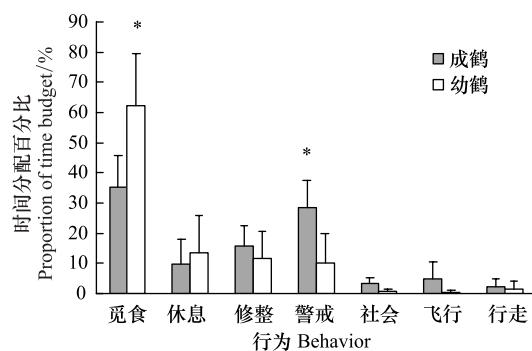


图 3 鄱阳湖围垦区藕塘中白鹤成、幼体行为分配

Fig. 3 Time budgets of adult and juvenile Siberian Cranes in a lotus pond reclamation area in Poyang Lake

数据为平均值±标准误; * 代表组间显著差异

3.1.3 不同集群成鹤行为时间分配

家庭群成鹤觅食行为(43.96%)极显著高于非家庭群成鹤(27.04%) ($F_{1,12}=60.169$, $P<0.01$, $n=31$)。修整行为(12.46%)极显著低于非家庭群成鹤(17.31%) ($F_{1,12}=35.530$, $P<0.01$, $n=31$) (图 4)。

3.2 白鹤行为节律

3.2.1 白鹤总行为节律

本研究可作为节律分析的有效数据为 25 d(12 月份 2 d,1 月份 9 d,2 月份 7 d,3 月份 7 d)。白鹤各时段觅食行为占总行为的比例均较高,11:00—11:59 出现明显高峰,占总行为的 48.64%。9:00—9:59 和 14:00—14:59 出现两个小低谷,分别为 38.13%,37.37%。警戒行为无明显的低谷和高峰,从 8:00(26.54%)开始上升至 10:00(29.57%),后持续下降至 14:00(22.68%)后再有上升趋势。修整行为昼间各时段变化不大,修整高峰出现在 7:00—7:59 占 19.96%。休息行为低峰和高峰出现在 8:00—10:00 和 14:00—14:59,分别占 2.26% 和 13.69% (图 5)。

3.2.2 成鹤和幼鹤的行为节律

成鹤在各时段的觅食行为比例均明显低于幼鹤,两条觅食曲线的波动不大,幼鹤和成鹤觅食行为在各时段的比例分别维持在 65% 和 35% 左右。幼鹤的觅食曲线波动幅度较成鹤稍大,但曲线的形状非常相似,即小高峰和低谷基本同步。成鹤在各时段的警戒行为和修整行为比例均明显高于幼鹤,成鹤和幼鹤的警戒行为曲

线波动均较小。成鹤和幼鹤的修整行为曲线波动较大,在 11:00—11:59 有一个共同的小低谷。成鹤和幼鹤的休息行为比例在各时段差别不大,曲线形状也较相似,均在 14:00—14:59 有个明显的高峰(图 6)。

3.2.3 不同集群成鹤的行为节律

家庭群成鹤的觅食行为比例几乎在各时段均明显高于非家庭群成鹤,两条曲线均波动不大。家庭鹤和非家庭鹤的觅食行为比例分别在 45% 和 30% 左右。家庭鹤和非家庭鹤的警戒行为比例在各时段均在 35% 左右。非家庭群成鹤的警戒行为高峰在上午(10:00—10:59)和傍晚,而家庭群成鹤的高峰在中午(13:00—13:59)和傍晚。家庭群成鹤的修整和休息行为在大部分时段均低于非家庭群成鹤(图 6)。

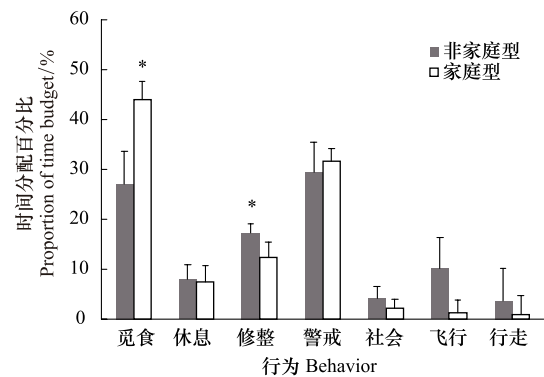


图 4 鄱阳湖围垦区藕塘中家庭群与非家庭群成体白鹤行为分配
Fig.4 Time budgets of adult Siberian Cranes between family and non-family in a lotus pond reclamation area in Poyang Lake
数据为平均值±标准误; * 代表组间显著差异

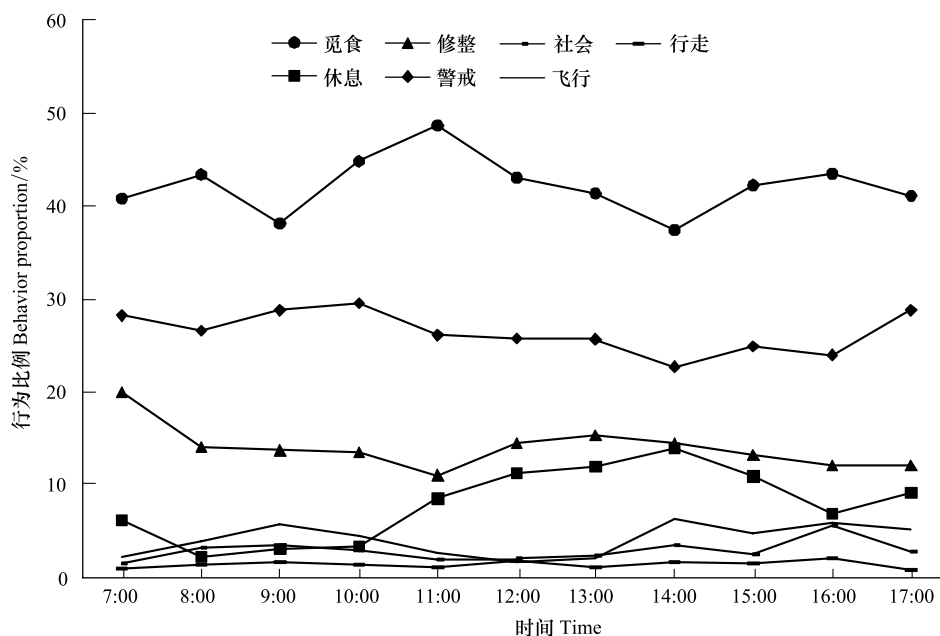


图 5 鄱阳湖围垦区藕塘中白鹤行为节律

Fig.5 The overall behavior rhythm of Siberian Cranes in a lotus pond reclamation area in Poyang Lake

4 讨论

4.1 白鹤行为分配

4.1.1 白鹤总行为分配

鸟类行为时间分配是对所处生活环境条件的适应,也是体现影响动物行为的重要指标^[5]。本研究中的白鹤觅食行为(41.78%)低于鄱阳湖自然生境中的白鹤(83.94%)^[8]和稻田生境中的灰鹤(64.09%)^[5]以及云南纳帕海和大山包保护区黑颈鹤(*Grus nigricollis*)(76.81%和 53.05%)^[18-19],可能因为藕塘生境与自然生境的食物组成不同,藕塘中的白鹤只需要花费较少的时间就可以获得足够的能量。白鹤警戒行为(25.02%)较鄱阳湖自然生境中白鹤的警戒行为(11.94%)高出一倍^[8],这主要因为藕塘生境的人为活动(观鸟及摄影爱好者一般约 6—20 人)较为频繁,白鹤需要花费更多的警戒时间。本研究白鹤的修整行为(15.00%)远远高于鄱

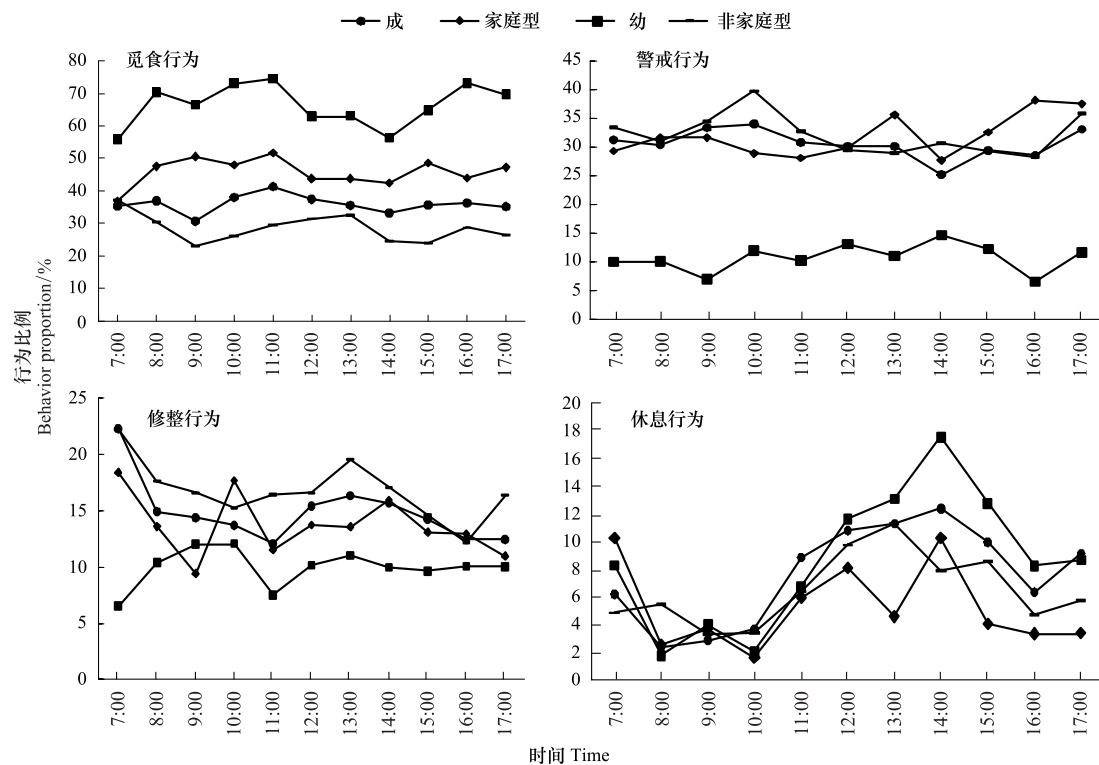


图6 鄱阳湖围垦区藕塘中白鹤的主要行为节律

Fig.6 The main behavior rhythm of Siberian Cranes in a lotus pond reclamation area in Poyang Lake

阳湖自然生境中白鹤的修整行为(3.52%),也高于鄱阳湖稻田生境中的灰鹤(7.37%)^[5,8],这可能因为藕塘生境中淤泥较多,白鹤在觅食过程中容易沾染羽毛,导致修整行为比例升高。本文中白鹤的休息行为(10.84%)远高于鄱阳湖自然生境中的白鹤(0.15%)、鄱阳湖稻田生境中的灰鹤(0.12%)和其他鹤类^[5,8-10,20]。因此,本研究藕塘生境中白鹤主要采取多休息和修整的策略来节省能量支出,达到自身最大的适合度,这与其他鹤类或其他生境中的白鹤主要以多取食、少休息或修整的越冬期行为策略不同^[5,8-10,21]。

4.1.2 白鹤的行为差异

灰鹤的幼鹤缺乏生活经验,需要花费更多时间觅食,甚至需要成鹤进行辅食,且需要成鹤在旁警戒周围环境^[20-21]。本研究发现,白鹤幼鹤较成鹤也花费更多的觅食时间,原因可能有两个:(1)幼鹤处于生长发育期,需要更多的能量;(2)幼鹤觅食经验不足,觅食成功率低,需要多次觅食来补偿食物的总获取量。研究表明,幼鹤在警戒行为上花费更少的时间,这种差异与江苏盐城保护区和云南拉市海灰鹤以及鄱阳湖自然生境中白鹤的越冬期行为中研究结果相同^[8,20-21]。群体大小会影响鹤类的取食和警戒时间分配,通常群体越大,警戒行为比例越低,取食行为比例越高。因此,家庭群中的成鹤较集群中的成鹤有更低的取食行为和更高的警戒行为^[8,20]。本文研究结果与之相反,家庭群成鹤较非家庭群成鹤花费更多的觅食时间,这是因为家庭群成鹤需要喂食幼鹤,因此消耗了大量的能量,它们花费更多的时间觅食来弥补这些能量的消耗。此外,本次研究中的家庭群与集群距离很近,属于集群鹤中的一部分,家庭群也可得益于群体效应,因此家庭群成鹤的取食行为没有下降,也不需要太多的警戒行为。家庭鹤属于集群鹤的一部分,同属于一个群体,因此本研究中家庭群成鹤和非家庭型成鹤警戒行为没有显著差异。

4.2 白鹤的越冬期行为节律

早晚出现高峰的觅食行为有利于鹤类等大型涉禽更好的应对夜间的能量消耗,觅食行为常在上午和下午各出现一个高峰^[22],甚至出现3个觅食高峰^[8]。本研究发现,白鹤一天中仅在上午(11:00—11:59)出现1个觅食高峰期,其他时间无明显高峰,该高峰出现时间与鄱阳湖自然生境中白鹤的上午高峰相同^[8]。本研究中

白鹤的觅食行为比例基本上都保持在 43% 左右,高峰也未达到 50%,因此白鹤采取各时段保持稳定取食比例的策略来达到其最大适合度。鄱阳湖大汉湖区白鹤的取食在一天中也无明显节律^[10]。白鹤的休息行为在觅食行为趋向低谷时呈明显上升现象,休息高峰期(14:00—14:59)正好是觅食的低谷期,与草洲生境中的白鹤类似,可能是能量暂时获得满足,个体进行休息和消化食物^[8]。

幼鹤全天各个时段的觅食行为比例均远高于成鹤,两者在各时段相差约 30%—40%。尽管成鹤的觅食曲线波动较小,无明显的高峰低谷,但成鹤和幼鹤在各个时段的觅食比例高低的变化趋势基本一致,即成鹤和幼鹤的比例同步上升或下降。这是因为幼鹤在觅食过程中不断向成鹤乞食,因此幼鹤在觅食比例高时,成鹤需要不断寻找食物满足幼鹤的能量需求。一天中成鹤警戒行为的各个时段曲线相对幼鹤都呈持续走高现象,这也是成鹤的警戒行为高于幼鹤的原因之一。幼鹤觅食时成鹤需要加强警惕,确保幼鹤在安全的环境下觅食。成鹤和幼鹤的休息高峰一致,都在 14:00—14:59,较鄱阳湖自然生境中白鹤休息高峰 11:00—11:59 有所推迟^[8]。这可能因为鄱阳湖自然生境中白鹤觅食比例高,能在一天中更早的时候取得足够的食物,然后进行休息和消化食物^[8]。非家庭群成鹤大部分时段的觅食行为比例均低于家庭群成鹤,而修整和休息在大部分时段高于家庭群成鹤,这与家庭群成鹤需要花费大量的觅食时间来弥补辅食消耗的能量有关。因此家庭群中的成鹤采取多取食,少休息和修整的策略提高自身的适合度,同时保证对后代的抚育。

参考文献(References):

- [1] Halle S, Stenseth N C. Activity Patterns in Small Mammals: An Ecological Approach. New York: Springer-Verlag, 2000.
- [2] 蒋志刚. 动物行为原理与物种保护方法. 北京: 科学出版社, 2004.
- [3] Belovsky G E, Slade J B. Time budgets of grassland herbivores: body size similarities. *Oecologia*, 1986, 70(1): 53-62.
- [4] 郭宏. 鄱阳湖东方白鹤及两种雁类越冬生态的初步研究[D]. 南昌: 江西师范大学, 2016.
- [5] 蒋剑虹, 戴年华, 邵明勤, 黄志强, 卢萍. 鄱阳湖区稻田生境中灰鹤越冬行为的时间分配与觅食行为. *生态学报*, 2015, 35(2): 270-279.
- [6] 邵明勤, 郭宏, 胡斌华, 余冠军. 鄱阳湖南矶湿地国家级自然保护区 3 种涉禽行为比较. *湿地科学*, 2016, 14(4): 458-463.
- [7] 葛晨. 人类干扰下的野生鸟类警戒行为研究[D]. 南京: 南京大学, 2012.
- [8] 袁芳凯, 李言阔, 李凤山, 李佳, 缪沪君, 谢光勇. 年龄、集群、生境及天气对鄱阳湖白鹤越冬期间行为模式的影响. *生态学报*, 2014, 34(10): 2608-2616.
- [9] 王宇嘉, 范巍巍, 李晓民. 吉林莫莫格白鹤春季行为研究. *野生动物*, 2012, 33(2): 67-70.
- [10] 张琼, 钱法文. 鄱阳湖越冬白鹤家庭行为. *动物学杂志*, 2013, 48(5): 759-768.
- [11] 郭玉民, 钱法文, 刘相林, 徐纯柱, 马建章. 小兴安岭白头鹤繁殖习性初报. *动物学报*, 2005, 51(5): 903-908.
- [12] 王有辉, 王虹. 中国灰鹤的分布与数量现状. *四川动物*, 2003, 22(1): 35-38.
- [13] 赵雨云, 马志军, 陈家宽. 崇明东滩越冬白头鹤食性的研究. *复旦学报: 自然科学版*, 2002, 41(6): 609-613.
- [14] 张文, 刘宁, 刘小葛. 云南省拉市海越冬灰鹤的生境利用研究. *四川动物*, 2008, 27(3): 356-362.
- [15] 郑光美. 世界鸟类分类与分布名录. 北京: 科学出版社, 2002.
- [16] 单继红, 马建章, 李言阔, 钱法文, 涂晓斌. 近十年来鄱阳湖区越冬白鹤种群数量与分布. *动物学研究*, 2012, 33(4): 355-361.
- [17] 孙志勇, 黄晓凤. 鄱阳湖越冬白鹤觅食地特征分析. *动物学杂志*, 2010, 45(6): 46-52.
- [18] 王凯, 杨晓君, 赵健林, 余红忠, 闵龙. 云南纳帕海越冬黑颈鹤日间行为模式与年龄和集群的关系. *动物学研究*, 2009, 30(1): 74-82.
- [19] 孔德军, 杨晓君, 钟兴耀, 道美标, 朱勇. 云南大山包黑颈鹤日间越冬时间分配和活动节律. *动物学研究*, 2008, 29(2): 195-202.
- [20] 李忠秋, 王智, 葛晨. 盐城灰鹤(*Grus grus*)越冬种群动态及行为观察. *动物学研究*, 2013, 34(5): 453-458.
- [21] 李学友, 杨洋, 杨士剑, 江望高, 彭贵鸿. 云南拉市海灰鹤的越冬行为初步观察. *动物学杂志*, 2008, 43(3): 65-70.
- [22] 仓决卓玛, 杨乐, 李建川. 西藏黑颈鹤越冬期昼间行为的时间分配. *野生动物杂志*, 2008, 29(1): 15-20.