ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 34 卷 第 10 期 Vol.34 No.10 2014

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版

中国科学院科学出版基金资助出版

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 34 卷 第 10 期　　2014 年 5 月　(半月刊)

目　　次

前沿理论与学科综述

景观可持续性与景观可持续性科学…… 赵文武,房学宁 (2453)

生态系统服务付费的诊断框架及案例剖析 …… 朱文博,王　阳,李双成 (2460)

湿地植物根表铁膜研究进展…… 刘春英,陈春丽,弓晓峰,等 (2470)

水生生态环境中捕食信息素的生态学效应…… 覃光球,卢豪良,唐振柱,等 (2481)

脊椎动物传播植物肉质果中的次生物质及其生态作用 …… 潘　扬,罗　芳,鲁长虎 (2490)

个体与基础生态

中亚热带天然林土壤 CH_4 吸收速率对模拟 N 沉降的响应 …… 陈朝琪,杨智杰,刘小飞,等 (2498)

塔里木盆地南缘旱生芦苇生态特征与水盐因子关系…… 贡　璐,朱美玲,塔西甫拉提·特依拜,等 (2509)

黄刺玫叶片光合生理参数的土壤水分阈值响应及其生产力分级…… 张淑勇,夏江宝,张光灿,等 (2519)

亚热带杉木和米老排人工林土壤呼吸对凋落物去除和交换的响应…… 余再鹏,万晓华,胡振宏,等 (2529)

施钾提高蚜害诱导的小麦茉莉酸含量和叶片相关防御酶活性…… 王　祎,张月玲,苏建伟,等 (2539)

高浓度 O_3 及太阳辐射减弱对冬小麦 PSⅡ 光合活性及光能耗散的影响 ……

…… 孙　健,郑有飞,吴荣军,等 (2548)

蜡样芽孢杆菌 B3-7 在大田小麦根部的定殖动态及其对小麦纹枯病的防治效果 ……

…… 黄秋斌,张　颖,刘凤英,等 (2559)

有限供水下冬小麦全程耗水特征定量研究…… 张兴娟,薛绪掌,郭文忠,等 (2567)

抗真菌转基因水稻生态适合度评价…… 李　伟,郭建夫,袁红旭,等 (2581)

花生叶片蛋白组对 UV-B 辐射增强的响应 …… 杜照奎,李钧敏,钟章成,等 (2589)

南海南部悬浮颗粒物脂肪酸组成…… 刘华雪,柯常亮,李纯厚,等 (2599)

年龄、集群、生境及天气对鄱阳湖白鹤越冬期日间行为模式的影响…… 袁芳凯,李言阔,李凤山,等 (2608)

[树]麻雀羽再生的能量预算和水代谢散热调节 …… 杨志宏,吴庆明,杨　渺,等 (2617)

低剂量杀虫剂对星豹蛛捕食效应的影响及其机理 …… 李　锐,李　娜,刘　佳,等 (2629)

空心莲子草叶甲对越冬保护的响应与控害效能…… 刘雨芳,王秀秀,李　菲,等 (2638)

种群、群落和生态系统

气候变化对鄱阳湖白鹤越冬种群数量变化的影响…… 李言阔,钱法文,单继红,等 (2645)

不同退耕年限下菜子湖湿地土壤磷素组分特征变化…… 刘文静,张平究,董国政,等 (2654)

查干湖湿地浮游植物与环境因子关系的多元分析 …… 李然然,章光新,张 蕾 (2663)
闽江河口区淡水和半咸水潮汐沼泽湿地土壤产甲烷菌多样性…… 曾志华,杨民和,佘晨兴,等 (2674)
环境及遗传背景对延河流域植物叶片和细根功能性状变异的影响…… 郑 颖,温仲明,宋 光,等 (2682)
衡阳紫色土丘陵坡地植被恢复阶段土壤特性的演变…… 杨 宁,邹冬生,杨满元,等 (2693)
海平面上升影响下广西钦州湾红树林脆弱性评价…… 李莎莎,孟宪伟,葛振鸣,等 (2702)
中国南方 3 种主要人工林生物量和生产力的动态变化…… 杜 虎,曾馥平,王克林,等 (2712)
杉木人工林土壤真菌遗传多样性…… 何苑皞,周国英,王圣洁,等 (2725)
科尔沁固定沙地植被特征对降雨变化的响应…… 张腊梅,刘新平,赵学勇,等 (2737)
黄土丘陵区退耕还林地刺槐人工林碳储量及分配规律…… 申家朋,张文辉 (2746)

景观、区域和全球生态

南亚热带森林演替过程中小气候的改变及对气候变化的响应…… 刘效东,周国逸,陈修治,等 (2755)
黄淮海平原典型站点冬小麦生育阶段的干旱特征及气候趋势的影响…… 徐建文,居 辉,刘 勤,等 (2765)

资源与产业生态

基于 GIS 的山西省矿产资源规划环境影响评价 …… 刘 伟,杜培军,李永峰 (2775)
基于效益分摊的水电水足迹计算方法——以密云水库为例 …… 赵丹丹,刘俊国,赵 旭 (2787)

学术信息与动态

全球土地计划第二次开放科学大会(GLP 2nd Open Science Meeting)会议述评 …… 段宝玲,卜玉山 (2796)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 348 * zh * P * ￥90.00 * 1510 * 36 * 2014-05

封面图说:鄱阳湖越冬的白鹤群——白鹤为国家一级保护动物,世界上白鹤东部种群的迁徙路线是从俄罗斯西伯利亚的雅库特,向南迁飞 5100km 到中国长江下游的鄱阳湖越冬,其中途经俄罗斯的雅纳河、印迪吉尔卡河和科雷马河流域,进入中国后主要停歇地有扎龙、林甸、莫莫格以及双台河口、滦河口、黄河三角洲和升金湖等地。多年的监测表明,世界 90%以上的白鹤种群都在鄱阳湖越冬。越冬初期和末期是白鹤补充能量的关键阶段,因此,研究鄱阳湖国家级自然保护区越冬白鹤种群数量和当地气候变化的相关性具有重要意义。

彩图及图说提供:陈建伟教授 北京林业大学 E-mail:cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201307291975
袁芳凯,李言阔,李凤山,李佳,缪泸君,谢光勇.年龄、集群、生境及天气对鄱阳湖白鹤越冬期日间行为模式的影响.生态学报,2014,34(10):2608-2616.
Yuan F K,Li Y K,LiSF S,Li J,Miao L J, Xie G Y. The influence of age, flock size, habitat, and weather on the time budget and the daily rhythm of wintering Siberian Cranes in Poyang Lake.Acta Ecologica Sinica,2014,34(10):2608-2616.

年龄、集群、生境及天气对鄱阳湖白鹤越冬期日间行为模式的影响

袁芳凯[1],李言阔[1,*],李凤山[2],李 佳[1],缪泸君[1],谢光勇[1]
(1. 江西师范大学生命科学学院, 南昌 330022; 2. 国际鹤类基金会,美国威斯康辛州 53916)

摘要:于 2012 年 1—3 月和 2012 年 12—2013 年 3 月,采用瞬时扫描法研究了鄱阳湖国家级自然保护区越冬白鹤(*Grusleucogeranus*)的昼间时间分配模式和日活动节律,分析了年龄、集群大小、生境类型和天气对白鹤越冬行为的影响。结果表明,白鹤越冬期的主要行为有觅食、警戒、理羽、游走、休息和争斗。其中,觅食是鄱阳湖越冬白鹤主要行为,占其昼间活动时间的 82.94%;警戒占 11.94%,理羽占 3.52%,游走占 1.88%,休息占 0.15%,争斗占 0.02%。白鹤在越冬期间的觅食、游走、休息和争斗行为存在明显的昼间节律性,其中游走、觅食和争斗行为在每天的上午和下午各存在 1 个高峰,休息行为在中午出现一个高峰;警戒和理羽行为则没有显著的昼间节律变化。年龄、集群大小、天气和生境对白鹤的越冬行为具有显著的影响:幼鹤取食的时间显著多于成鹤,而警戒时间则显著的小于成鹤;与家庭群中的个体相比,集体群中的个体取食和争斗时间显著增加,警戒时间显著减少;在天气晴朗时,白鹤的警戒时间显著大于阴天的警戒时间,取食时间则显著少于阴天时白鹤的取食时间;白鹤在大风天气显著增加理羽行为;在有雾的天气会显著增加取食时间,减少警戒时间。在草洲和浅水两种生境中,白鹤的游走和理羽行为存在显著差异,而觅食和警戒行为没有显著的差异,这可能源于草洲和浅水生境相互毗邻,并且具有相同程度的人为干扰。GLM 分析结果表明,年龄和集群大小、年龄和生境、集群大小和天气、集群大小和生境、天气和生境对白鹤昼间时间分配模式的影响存在显著交互效应。

关键词:鄱阳湖;白鹤;时间分配;活动节律;年龄;集群;生境;天气

The influence of age, flock size, habitat, and weather on the time budget and the daily rhythm of wintering Siberian Cranes in Poyang Lake

YUAN Fangkai[1], LI Yankuo[1,*], LI Fengshan[2], LI Jia[1], MIAO Lujun[1], XIE Guangyong[1]
1 *College of Life Science*, *Jiangxi Normal University*, *Nanchang* 330022, *China*
2 *International Crane Fundation*, *Wisconsin* 53916, *USA*

Abstract: Siberian Cranes are the most highly specialized members of the crane family in terms of habitat requirements, morphology, vocalizations, and behavior. This critically endangered species is now found in only two populations: eastern and western. A central population of Siberian Cranes once nested in western Siberia and wintered in India, but there is a high probability that this population has been recently extirpated. It has beenestimated that about 4000 SiberianCranes haveoverwinteredin Poyang Lake in recent years. This lake has been an important wintering site for the cranes.

From January to March, 2012, and from December 2012 to March 2013, we used instantaneous scanning sampling method to observe the wintering behavior of SiberianCraneswintering in the Poyang Lake National Nature Reserve, and we

基金项目:国际鹤类基金会资助(鄱阳湖水鸟以及栖息环境科学研究项目);国家自然基金项目(31000196);国家级自然保护区生态环境十年变化调查与评估(环保重大专项, STSN-7);鄱阳湖科学考察之鸟类资源及其生境动态变化考察(20114ABG01100-1-03)
收稿日期:2013-07-29; **网络出版日期**:2014-02-20
* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: liyankuo@126.com

analyzed the effects of age, flock size, habitat, and weather on their wintering behavior. The results showed that the main behavioralhabits of the wintering cranes included feeding, vigilance, locomotion, grooming, resting, and hting. The cranes spent 81.1% of their daily time feeding, 13.1% being vigilant, 3.8% grooming, 1.7% in locomotion, 0.2% resting, and 0.1% fighting. The cranes showed a distinctive daily rhythm with feeding, locomotion, resting, and fighting, but no significant rhythm with vigilance and grooming behaviors. Feeding, locomotion, and fighting behaviors peakeddaily in the morning and afternoon, while resting behavior peaked in the middle of the day.

The proportion of time engaged in different behaviorsinthe wintering cranes was significantly influenced by age, flock size, weather, and habitat:the juveniles spent significantly more time feeding and less time being vigilant than the adults; flocks of cranes spent significantly more time feeding, significantly less time being vigilant, and significantly more time fighting than the individuals in a family; on sunny days, the cranes spent significantly more time being vigilant and less time feeding than on cloudy days; on windy days the cranes spentsignificantly more time grooming; and on foggy days the cranes spent significantly more time feeding and less time being vigilant. In grassland and shoal habitats, there was no significant difference between the timespent feeding and being vigilant, which may be correlated with the fact that both of these habitats were neighboring and the craneswere confronted with the same degree of human disturbance in both habitats. However, in grassland and shoal habitats there were significant differences in the time spent grooming and in locomotion. The results of a general linear model analysis revealed that, in terms of time spent engaged in different behaviors, there was a significant relationship between age and flock size, age and habitat, flock size and weather, flock size and habitat, and weather and habitat inSiberianCranes.

Key Words: Poyang Lake; siberian crane; time budget; daily rhythms; age; flock size; habitat; weather

白鹤(*Grusleucogeranus*)是鹤形目(Gruiformes)鹤科(Gruidae)的大型涉禽,全球数量 3 500—4 000 只[1],被中国列为国家Ⅰ级重点保护鸟类,IUCN 将其列为极度濒危物种[2-3],主要在我国长江中下游越冬,在西伯利亚繁殖。近年来鄱阳湖区逐渐成为全球白鹤主要的越冬地,几乎整个白鹤全球种群(超过 98%)在该区越冬[1]。对鄱阳湖区白鹤种群的保护和研究对于这一濒危物种全球种群的恢复无疑具有重要的意义。

动物活动节律与时间分配是动物行为学研究的重要内容[4]。群体大小、年龄、天气、生境、人类干扰等因素是影响动物活动节律与时间分配模式的重要因素[5-8]。譬如,集群的增大会导致个体将更多的时间用于取食而减少用于警戒的时间,“稀释效应假说(Dilution effect hypothesis)”、“多眼假说(Many eyes hypothesis)”和“竞争干扰假说(Competition interference hypothesis)”分别从捕食风险和种类竞争强度的角度解释了集群大小对动物时间分配的影响[9-11]。一些鸟类不同年龄段的个体的时间分配模式存在较大的差异[12],幼体通常会花费更多的时间用于觅食和休息[13]。

我国对白鹤的研究主要集中在种群动态、饲养繁殖、生理生化等方面[14-17],对白鹤行为生态的研究主要以笼养白鹤为主[18],野生种群的行为生态研究,尤其是越冬地白鹤行为生态的研究相对较少。对鄱阳湖白鹤越冬行为的研究目前仅见有 Jia 等的研究[19],其研究主要就白鹤食性转换及其对白鹤觅食行为的影响进行了分析。而对鄱阳湖越冬白鹤日活动节律与时间分配的系统研究则未见报道。本研究在鄱阳湖国家级自然保护区开展了白鹤越冬期野外行为观察,分析了白鹤越冬期的活动节律特征和时间分配格局,比较了幼鹤与成鹤、家庭群与集体群在活动节律和时间分配模式上的差异,并比较了白鹤时间分配模式在草洲生境和浅水生境、晴天和阴天的差异,分析了年龄、集群大小、生境类型和天气对白鹤昼间活动的影响,以揭示越冬期白鹤的行为特征,为鄱阳湖区白鹤越冬种群的有效保护和科学管理提供科学的依据。

1　研究地域

鄱阳湖湿地是我国最大的淡水湖泊湿地,也是迁徙水鸟的重要越冬栖息地,位于长江南岸的江西

北部,地理坐标为 115°49′—116°46′E,28°11′—29°51′N,属亚热带湿润季风型气候,热量丰富,雨量充沛,四季分明。年平均气温 17—17.8℃,年际变化不大。南北相差 1℃左右。气温季节性变化明显,年平均降水量 1 636.4 mm[20]。洪水季节,鄱阳湖水位高涨、湖面宽阔。枯水季节,鄱阳湖水位下降,洲滩出露。洪、枯水期的水域面积、水容积相差极大。“高水是湖,低水似河,洪水一片,枯水一线”是鄱阳湖区的自然地理特征。

本研究在鄱阳湖国家级自然保护区(115°54′—116°12′E,29°02′—29°19′N)内的蚌湖、沙湖和洲边湖开展了越冬白鹤的行为观察。保护区位于鄱阳湖的西部,面积 224km^2。鄱阳湖国家级自然保护区记录有鸟类 310 种[21],是白鹤、灰鹤、白头鹤和白枕鹤等珍稀濒危物种的重要越冬地。保护区内越冬白鹤最高数量达 4000 余只,占全球 98%以上[22]。

2 研究方法

2.1 白鹤行为观察

于 2012 年 1—3 月以及 2012 年 12—2013 年 3 月开展了 54d 的野外白鹤行为观察。每天沿蚌湖和沙湖进行踏查,用 10×56 双筒望远镜对白鹤进行搜寻,发现白鹤即停下来进行观察,使用 60 倍单筒望远镜进行观察,使用瞬时扫描法对焦点个体进行行为观察[23],每隔 5min 记录 1 次视野内所有目标个体的行为特征,直到目标个体迁飞以后再沿湖边继续踏查,确定观察对象后,记录观察时间、观察点的经纬度坐标、天气状况、集群大小、生境类型,然后观察并记录白鹤行为。当目标群体由于个体迁入迁出导致群体数量变化时,将焦点群作为一个新的样本,直到所有个体迁飞。观察时间集中在9:00—16:00。

白鹤越冬的基本活动单位是家庭群,常见的是两成一幼,罕见一成一幼或两成无幼,有两只幼鹤的家庭群极少见。成鹤为白色,而幼鹤为金棕色,根据白鹤羽毛的颜色,可以将成鹤和幼鹤区分开,所以将其划分为两个年龄等级:成鹤和幼鹤。将白鹤集群大小分为两种:家庭群(≤3 只)和集体群(>3 只)。定义距离不超过 50m 的个体共同组成一个群体,如果集群较大,选择的观察对象数量一般小于 100 只。该区域白鹤的生境类型主要为草洲和浅水两种。将天气分为晴天和阴天,根据风速分为微风和大风。

参照其他越冬鸟类的行为谱[24-25],在预观察的基础上,将白鹤的越冬行为分为觅食、警戒、游走、理羽、休息以及争斗,其定义详见表 1。

表 1 越冬白鹤行为类型描述

Table 1 Description of wintering behavior of Siberian Crane

行为类型 Behavior types	行为描述 Behavior description
觅食 Feeding	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
警戒 Vigilance	举头环视、扬头走动、远眺等
游走 Locomotion	平头行走或奔跑
争斗 Fighting	直接打斗、追赶和仪式化威胁
理羽 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
休息 Resting	白鹤用单脚或双脚站立不动的行为

2.2 数据分析

以各行为发生频次占总行为频次的百分比测度白鹤的行为时间分配,以各时间段内各类行为发生频次占总行为频次的百分比来测度白鹤的日活动节律[26]。行为数据经过开方反正弦转化达到正态分布后,用 General Linear Model(GLM)检验了年龄、集群大小、生境类型、天气是否对白鹤的昼间时间分布模式具有显著的影响。由于 2011 年冬天草洲生境数据较少,故除日行为节律外的所有分析均基于 2012 年冬天调查数据,观察时间 14565 min,样本量 $n=144$。还研究了各因素间的交互效应对白鹤行为的影响,交互效应显著时,进一步进行了 Multivariate Analysis of Variance(MANOVA)。以 1 个小时为时间间隔,统计每天 9:00—10:00,10:00—11:00,…,15:00—16:00 等各时间段内白鹤各种行为所占的百分比,并以 1d 的观察数据作为 1 个样本,使用卡方分析检验白鹤行为在各时间段是否存在显著性差异,从而检验白鹤的昼间行为是否具有节律性。所有数据整理和分析在 Excel 软件和 SPSS18.0 中进行。

3　结果

3.1　白鹤昼间时间分配

本研究共观察越冬白鹤昼间行为 54d,累计观察时间 29 590 min,共扫描了 5 909 次,扫描了 180 个白鹤群体,包括 114 个家庭群和 66 个集体群,共 57 170 只次。白鹤在越冬期的 6 种主要行为中,觅食和警戒是白鹤的主要越冬行为。白鹤 82.94%的时间用于觅食,11.94%的时间用于警戒。用于理羽、游走、休息和争斗的时间分别为 3.52%、1.88%、0.15%和 0.02%。

3.2　白鹤日活动节律

白鹤的 6 种行为中觅食(x_6^2 = 15.639, P = 0.016)、游走(x_6^2 = 25.540, P = 0.000)、休息(x_6^2 = 14.363, P = 0.026)和争斗(x_6^2 = 13.986, P = 0.030)存在显著的节律性,而警戒(x_6^2 = 11.749, P = 0.068)和理羽(x_6^2 = 11.775, P = 0.067)的节律变化不显著。觅食行为在 10:00—11:00 和 12:00—14:00 有明显的高峰,在 15:00—16:00 还有一个小高峰(图 1),上午觅食高峰高于下午,在 10:00—11:00 时觅食行为达到最高峰,这一时间内觅食行为占 85.4%。争斗行为在 9:00—11:00 和 13:00—14:00 也出现明显的高峰,争斗行为发生的最高峰出现在 9:00—10:00。休息行为在两个觅食高峰之间即 11:00—12:00 达到最高峰。游走行为与觅食行为的日间节律变化基本同步。

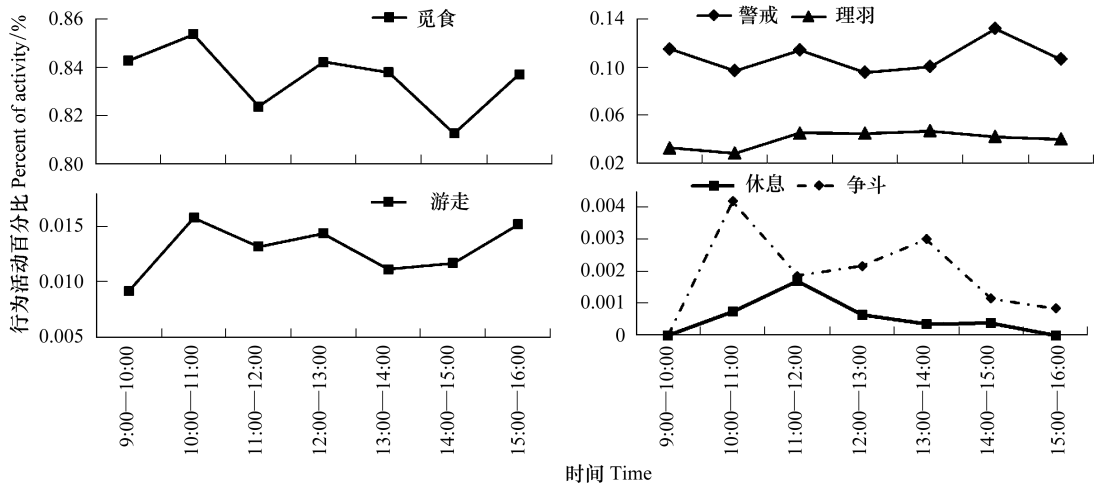


图 1　鄱阳湖越冬白鹤日活动节律

Fig.1　Daily rhythms of wintering Siberian Crane in Poyang Lake

3.3　集群大小对白鹤时间分配的影响

家庭群和集体群对警戒、觅食和争斗行为的时间投入存在显著差异。家庭群用于警戒的时间((12.4±7.9)%, n = 83)显著大于集体群用于警戒的时间((10.2±6.4)%, n = 61)($F_{1,128}$ = 4.973, P = 0.027);家庭群用于觅食行为的时间((81.6±10.7)%)显著低于集体群的觅食时间((84.8±10.1)%)($F_{1,128}$ = 10.309, P = 0.002);家庭群用于游走的时间((2.6±4.9)%)显著高于集体群((0.9±1.2)%)($F_{1,128}$ = 14.172, P = 0.008);家庭群用于争斗的时间((0.0±0.0)%)显著低于集体群((0.1±0.1)%)($F_{1,128}$ = 7.378, P = 0.008);家庭群用于理羽的时间((3.2±3.1)%)低于集体群((4.0±3.3)%)($F_{1,128}$ = 0.628, P = 0.430),但没有显著性差异。家庭群与集体群用于休息的时间没有显著的差异($F_{1,128}$ = 0.166, P = 0.684)。

3.4　年龄对白鹤时间分配的影响

成鹤和幼鹤在警戒、觅食、理羽和争斗行为上存在显著差异,成鹤用于警戒的时间((13.9±5.3)%, n = 80)显著高于幼鹤((8.5±8.3)%, n = 64)($F_{1,128}$ = 26.632, P = 0.000),成鹤用于觅食的时间((79.2±7.1)%)显著低于幼鹤((87.6±11.3)%)($F_{1,128}$ = 35.941, P = 0.000)。幼鹤用于理羽的时间((2.1±2.7)%)显著低于成鹤((4.7±3.1)%)($F_{1,128}$ = 21.368, P = 0.000)。幼鹤用于游走的时间((1.8±4.3)%)低于成鹤((1.9±3.6)%),但差异不显著($F_{1,128}$ = 0.127, P = 0.722)。成鹤争斗水平((0.04±0.11)%)显著高于幼鹤((0.00±0.00)%)($F_{1,128}$ =

7.378,P=0.008)。成鹤和幼鹤用于休息的时间没有显著的差异($F_{1,128}$=2.145,P=0.145)。

3.5 天气对白鹤行为时间分配的影响

天气状况对越冬白鹤行为时间分配具有显著的影响。晴天白鹤用于警戒的时间((12.2±9.0)%,n=50)与阴天((11.1±6.3)%,n=94)不存在显著性差异($F_{1,128}$=2.524,P=0.115);白鹤在晴天的觅食时间((80.4±12.8)%)显著的少于阴天((84.3±8.1)%)($F_{1,128}$=9.247,P=0.003);在晴天的游走时间((3.5±6.0)%)显著高于阴天的游走时间((1.0±1.7)%)($F_{1,128}$=10.876,P=0.001)。白鹤在晴天和阴天用于理羽、休息、争斗的时间均不存在显著差异。

在大风天气,白鹤用于理羽的时间((1.7±2.1)%,n=36)显著多于在微风天气的理羽时间((3.9±2.9)%,n=108)($F_{1,128}$=7.009,P=0.009)。在雾天白鹤的警戒时间((10.5±5.3)%,n=15)显著小于非雾天的警戒时间((13.8±6.4)%,n=129)($F_{1,128}$=8.429,P=0.004),雾天的觅食时间((83.9±7.3)%)则显著的大于非雾天的觅食时间((80.4±8.3)%)($F_{1,128}$=5.305,P=0.022)。

3.6 生境对白鹤行为时间分配的影响

白鹤在草洲生境中的活动比在浅水生境中少,仅记录到 55 个样本,大多数个体在浅水生境中活动,记录到 89 个样本。在两种生境中,仅白鹤用于理羽和游走的时间存在显著差异,用于其它各种行为的时间没有显著的差异(表 2)。

表 2 越冬白鹤草洲生境和浅水生境下行为活动时间分配

Table 2 Time budget of wintering Siberian Crane in differenthabitats

行为 Behavior	时间分配 Activity budget/%		统计检验 Statistics test	
	草洲 Grassland n=55	浅水 Shallow water n=89	$F_{1,128}$	P
警戒 Vigilance	12.03±8.75	11.16±6.33	3.062	0.083
觅食 Feeding	83.88±10.15	82.36±10.14	0.380	0.539
理羽 Grooming	2.60±3.13	4.08±3.17	6.110	0.015
游走 Locomotion	1.39±2.54	2.18±4.55	5.464	0.021
争斗 Fighting	0.02±0.09	0.03±0.08	0.008	0.927
休息 Resting	0.09±0.58	0.19±1.77	0.166	0.684

3.7 集群、年龄、天气和生境对白鹤行为影响的交互效应

根据 MANOVA 分析结果,年龄和集群大小对白鹤警戒、觅食、理羽和争斗行为的影响存在显著的交互效应(表 3)。在家庭鹤中,成鹤的警戒时间显著高于幼鹤($F_{1,140}$=5.734,P=0.018),觅食时间显著低于幼鹤($F_{1,140}$=7.573,P=0.007),理羽行为发生时间显著高于幼鹤($F_{1,140}$=6.421,P=0.012),成鹤的争斗时间与幼鹤没有显著差异($F_{1,140}$=0.005,P=0.941);在集群鹤中,成鹤的警戒时间显著高于幼鹤($F_{1,140}$=21.246,P=0.000),觅食时间显著低于幼鹤($F_{1,140}$=30.143,P=0.000),理羽时间显著高于幼鹤($F_{1,140}$=27.120,P=0.000),争斗行为也显著高于幼鹤($F_{1,140}$=22.357,P=0.000)。对于成鹤,家庭群中成鹤的理羽时间显著低于集群鹤中成鹤($F_{1,140}$=4.245,P=0.041),家庭鹤中成鹤的争斗时间也显著低于集群鹤中的成鹤($F_{1,140}$=22.045,P=0.000);对于幼鹤,家庭鹤中幼鹤的警戒时间显著高于集群鹤中幼鹤的警戒时间($F_{1,140}$=5.769,P=0.018),家庭鹤中幼鹤的觅食时间显著低于集群鹤中幼鹤的觅食时间($F_{1,140}$=7.477,P=0.007)。

年龄和生境对白鹤警戒行为的影响存在显著的交互作用(表 3)。在草洲生境中,成鹤的警戒时间显著高于幼鹤($F_{1,140}$=20.5,P=0.000);在浅水生境中,成鹤的警戒时间显著高于幼鹤($F_{1,140}$=5.840,P=0.017)。成鹤在草洲生境与浅水生境中的警戒时间没有显著差异($F_{1,140}$=1.260,P=0.264)。幼鹤在草洲生境与浅水生境中的警戒时间也没有显著差异($F_{1,140}$=0.010,P=0.908)。

集群大小和天气对觅食与游走行为的影响存在显著交互效应(表 3)。在晴朗天气,家庭鹤的觅食时间显著低于集群鹤($F_{1,140}$=14.207,P=0.000),家庭鹤的游走时间显著高于集群鹤($F_{1,140}$=21.160,P=0.000)。在阴天,家庭鹤与集群鹤的觅食时间没有

显著差异($F_{1,140}=0.081, P=0.776$),游走时间也不存在显著差异($F_{1,140}=21.160, P=0.000$)。家庭鹤在晴天的觅食时间显著小于阴天($F_{1,140}=10.098, P=0.002$),在晴天的游走时间显著大于阴天($F_{1,140}=18.643, P=0.000$)。

集群大小和生境对白鹤觅食行为的影响存在显著交互效应(表 3)。在草洲生境中,家庭鹤与集群鹤的觅食时间不存在显著差异($F_{1,140}=0.800, P=0.373$);在浅水生境中,家庭鹤的觅食时间显著低于集群鹤($F_{1,140}=9.600, P=0.002$)。家庭鹤在草洲生境的觅食时间显著高于浅水生境($F_{1,140}=6.230, P=0.014$)。集群鹤在草洲生境与浅水生境的觅食时间没有显著差异($F_{1,140}=2.780, P=0.098$)。

天气和生境对警戒行为的影响也存在显著交互效应(表 3)。在草洲生境中,白鹤在晴天的警戒时间显著高于阴天($F_{1,140}=11.020, P=0.001$);在浅水生境中,白鹤在晴天与阴天的警戒行为不存在显著差异($F_{1,140}=1.980, P=0.162$)。在晴朗天气,草洲生境中白鹤的警戒时间显著高于浅水生境中白鹤的警戒时间($F_{1,140}=11.130, P=0.001$)。

表 3　因素间在白鹤行为上的交互效应

Table 3　Interaction effect among various factors on the Siberian crane behavior

因素 Factor	警戒 Vigilance	觅食 Feeding	理羽 Grooming	游走 Locomotion	争斗 Fighting	休息 Resting
年龄 × 集群大小 Age ×Flock size	$F_{1,128}=5.953$ $P=0.016$	$F_{1,128}=10.286$ $P=0.002$	$F_{1,128}=5.716$ $P=0.018$	$F_{1,128}=1.652$ $P=0.201$	$F_{1,128}=7.378$ $P=0.008$	$F_{1,128}=0.166$ $P=0.684$
年龄 × 生境 Age×Habitat	$F_{1,128}=4.846$ $P=0.03$	$F_{1,128}=3.367$ $P=0.069$	$F_{1,128}=0.033$ $P=0.856$	$F_{1,128}=0.153$ $P=0.696$	$F_{1,128}=0.008$ $P=0.927$	$F_{1,128}=0.166$ $P=0.684$
集群大小 × 天气 Flock size×Weather	$F_{1,128}=1.751$ $P=0.188$	$F_{1,128}=5.037$ $P=0.027$	$F_{1,128}=0.087$ $P=0.769$	$F_{1,128}=8.426$ $P=0.004$	$F_{1,128}=2.023$ $P=0.157$	$F_{1,128}=0.254$ $P=0.615$
集群大小 × 生境 Flock size×Habitat	$F_{1,128}=3.59$ $P=0.06$	$F_{1,128}=7.614$ $P=0.007$	$F_{1,128}=0.953$ $P=0.331$	$F_{1,128}=2.811$ $P=0.096$	$F_{1,128}=0.008$ $P=0.927$	$F_{1,128}=2.145$ $P=0.145$
天气 × 生境 Weather×Habitat	$F_{1,128}=10.246$ $P=0.002$	$F_{1,128}=2.083$ $P=0.151$	$F_{1,128}=0.067$ $P=0.796$	$F_{1,128}=3.469$ $P=0.065$	$F_{1,128}=1.921$ $P=0.168$	$F_{1,128}=0.254$ $P=0.615$

两级因素除年龄×天气对白鹤行为活动的影响不存在显著交互效应外,其它都具有交互效应,三级因素和四级因素对白鹤行为活动的影响都不存在显著交互效应

4　讨论

4.1　日活动节律

本研究发现,白鹤在越冬期大部分时间被用于觅食和警戒,用于其他行为的时间相对较少,这和黑颈鹤[24-25]、白枕鹤[27]、白头鹤[7]、灰鹤[28]的时间分配模式是一致的。越冬白鹤觅食行为节律明显,呈现出上午、下午觅食高峰的规律性变化。这可能与冬季寒冷且夜晚时间较长有关[27]。因为低温时间越长,维持体温的能量需求越高。经过一晚上的能量消耗,白鹤能量损失很大,所以在上午会出现一个觅食高峰。在下午白鹤必须获得足够的食物进行能量储存,才能维持其夜晚用于抵御恶劣天气及保持恒温所需的能量消耗,所以在下午也出现一个觅食高峰。由于上午的觅食可以在一定程度上缓解白鹤对食物的需求,故下午觅食高峰低于上午,但其持续时间更长,得到能量补充的白鹤,能够更加从容地觅食。

休息行为也具有明显的节律变化,休息高峰出现在上午和下午觅食高峰之间。这种上午、下午觅食高峰,中午休息高峰的节律变化一定程度上反应了白鹤的代谢时间。争斗行为节律变化也很明显,争斗高峰出现的时间接近于觅食高峰,这可能是由于随着觅食活动的增加,白鹤对食物资源的竞争加剧,从而导致争斗高峰与觅食高峰的发生时间比较接近。游走行为也呈现出明显的节律性,因为游走行为一般伴随着觅食行为而进行,故其行为节律与觅食接近同步。理羽和警戒行为没有明显的节律性。这可能源于理羽和警戒行为更容易受环境实时动态的影响。

4.2　集群大小对白鹤行为的影响

本研究发现集群大小对白鹤的越冬行为有重要的影响。集群鹤中个体的觅食时间显著高于家庭鹤,但警戒时间则显著低于家庭鹤。在很多集群取食的鸟类和哺乳动物中,群的增大会导致个体警戒水平的下降和取食时间的增加[29]。在鹤类中这种

集群效应也已经有过很多报道,比如丹顶鹤[30-31]、灰鹤[32]。“捕食假说”是集群效应的常见解释,即随着群体增大,群体发现天敌攻击的概率增加导致群体中成员的警戒水平下降(群体警戒假说)[33-34];随着群体增大,个体被捕食的风险被稀释从而导致个体的警戒水平下降(稀释效应)[35]。竞争干扰假说也是对这种集群效应的一种解释,它认为在食物有限的环境中,随着群体的增大,个体会增加取食速度,以获得更多的食物,这样就增加了个体的觅食活动同时降低了警戒行为[36]。

4.3 年龄对白鹤行为的影响

年龄是影响鹤类行为的重要因素[13]。根据 GLM 分析结果,年龄与集群大小对白鹤的越冬行为存在显著的交互效应,无论在家庭群还是集体群中,成鹤的警戒时间都显著高于幼鹤、觅食时间显著低于幼鹤。幼鹤将更多的时间用于觅食,一方面是因为幼鹤处于生长期,需要更多的能量和营养以满足其自身生长发育的需求,另一方面幼鹤由于缺乏觅食经验,觅食效率低下,不得不花费更多时间用于觅食。成鹤比幼鹤要承担更多的警戒任务,警戒时间的增加也导致了成鹤用于觅食的时间减少。白鹤成年个体和幼体的这种时间分配差异对其幼体的成功越冬是有利的[37-38]。

在家庭群中,没有观察到家庭成员之间的争斗行为。在集体群中,幼鹤的争斗水平明显低于成鹤,这可能是因为幼鹤的领域意识较成鹤弱。幼鹤的觅食包括两种方式,一种是自身取食,另一种是向成鹤乞食或成鹤对其喂食,所以当两个成鹤彼此接近时,幼鹤通常行走于两个成鹤之间,而当两个成鹤分开一定距离后,幼鹤则直接跟随其中一只成鹤,这使得幼鹤和成鹤的游走行为基本一致,不存在显著的差异。

4.4 天气对越冬白鹤行为的影响

本研究发现,天气是影响鄱阳湖白鹤越冬行为的重要因素。白鹤在晴天的觅食时间明显低于阴天,这可能与在温度较低的天气白鹤需要更多的能量来维持自身代谢需求。类似的研究结果也见于黑颈鹤[24]。白鹤在有雾天气的觅食行为显著高于无雾天气,警戒行为显著低于无雾天气。有雾天气的可见度相对较低,白鹤在有雾天气的警戒时扫描的范围减小,面临的干扰减小,导致其用于警戒的时间显著下降,同时伴随着觅食时间的增加。在大风天气白鹤的理羽时间明显高于微风天气里的理羽时间。在鄱阳湖区白鹤经常迎风取食,这与黑颈鹤和丹顶鹤的理羽行为是一致的[24,39]。迎风取食是为了避免由于风吹翻羽毛导致皮肤裸露所造成的能量损失[24]。因此,白鹤在大风天气不得不花费更多时间理羽,以避免皮肤裸露。

4.5 生境对越冬白鹤行为的影响

本研究发现,白鹤在草洲和浅水生境中的觅食行为和警戒行为没有显著的差异,这与 Jia 等对鄱阳湖白鹤行为研究的结果不同[19]。Jia 等发现白鹤在草洲生境的觅食时间显著低于在浅水生境的觅食时间,警戒时间则显著高于浅水生境的警戒时间。Jia 等认为浅水生境是白鹤的理想觅食生境,来自人和其他动物的干扰更少,而在草洲生境中,白鹤与白枕鹤、白头鹤和灰鹤的种间竞争导致白鹤用于警戒的时间增加。

但是在我们的主要研究地区(蚌湖),白鹤在浅水生境中面临的干扰并不比草洲少,渔民经常划船通过浅水区进行捕鱼,引起白鹤警戒;在浅水区,也分布有大量的白琵鹭、苍鹭以及一定数量的白头鹤、白枕鹤和小天鹅,白鹤经常与其它鹤类混群觅食。因此,在浅水生境和草洲生境中,白鹤面临的人为干扰和种间竞争可能与草洲生境并没有明显的差异,这导致白鹤在草洲和浅水生境中的觅食行为和警戒行为没有显著的差异。研究时间的不同以及研究地点人类活动强度的差异可能是导致本研究与 Jia 等不同的原因。

References:

[1] Shan J H, Ma J Z, Li Y K, Qian F W, Tu X B. Population and distribution of the Siberian crane (*Grusleucogeranus*) wintering in the Poyang lakes over the past decade. Zoological Research, 2012, 33(4): 355-361.

[2] Zheng Z X. Birds of the World. Beijing: Science Press, 2002.

[3] Zheng G M. A Checklist on the Classification and Distribution of the Birds of the World. Beijing: Science Press, 2002.

[4] Halle S, Stenaeth N C. Activity Pattens in Small Mammals: An Ecological Approach. New York: Springer-Verlag, 2000.

[5] Caraco T. Time budget and group size: A theory. Ecology, 1979, 60(3): 611-617.

[6] Caraco T. Time budget and group size: A test of theory. Ecology, 1979, 60(3): 618-627.

[7] Jing K, Tang S M, Chen J K, Ma Z J. Wintering ecology oftheHooded Crane in the eastern Tideland of Chongming Island. Chinese Journal of Zoology, 2002, 37(6): 29-34.

[8] Zhou X H, Jiang L, Wang Q, Zhang W, Cheng K, Ding H H. The tolerance of human disturbance on Crested Ibis (*Nipponianippon*) of wardering stage. ActaEcologicaSinica, 2009, 29(10): 5176-5184.

[9] Hamilton D W. Geometry for the selfish herd. Journal of Theoretical Biology, 1971, 31(2): 295-311.

[10] Pulliam H R. On the advantages of flocking. Journal of Theoretical Biology, 1973, 38(2): 419-422.

[11] Beauchamp G. Group-size effects on vigilance: a search for mechanisms. Behavioural Processes, 2003, 63(3): 111-121.

[12] Avilés J M, BednekoffP A. How do vigilance and feeding by common cranes Grusgrus depend on age, habitat, and flock size. Journal of Avian Biology, 2007, 38(6): 690-697.

[13] Wang K, YangX J, Zhao J L, Yu H Z, Min L. Relations of daily activity patterns to age and flock of wintering Black-necked crane (*Grusnigricollis*) at Napa Lake, Shangri-La in Yun′nan. Zoological Research, 2009, 30(1): 74-82.

[14] Zhang T L. The wintering Siberian crane population in Poyang Lakes. Chinese Journal of Wildlife, 1984, 5(4): 58-59.

[15] Yan L, Ding T M. The survey on Siberian crane population wintering in Poyang Lakes of Jiangxi Province. Chinese Journal of Zoology, 1988, 23(4): 34-36.

[16] He C G, Song Y J, Lang H Q, Li H K, Sun X W. Migratory dynamics of Siberian Crane and environmental conditions at its stop-over site. Biodiversity Science, 2002, 10(3): 286-290.

[17] Zhang X L, Yang S Z, Wu Y, Cao Z C, Shan W D. The ecological observation and breeding management of cranes under the conditions of polyculture. Chinese Journal of Wildlife, 2000, (3): 26-28.

[18] Liu D, Tian X H, He X B, Wu N. Behaviors of White Crane in captivity during Wintering. Chinese Journal of Wildlife, 2009, 30(5): 248-251.

[19] Jia Y F, Jiao S W, Zhang Y M, Zhou Y, Lei G C, Liu G H. Diet shift and its impact on foraging behavior of Siberian Crane (*GrusLeucogeranus*) in Poyang Lake. PLoS ONE, 2013, 8(6): e65843.

[20] Wang X H. Poyang Lake Wetland Ecosystem Assessment. Beijing: Science Press, 2004.

[21] Wu Y H, Ji W T. Study on Jiangxi Poyang Lake National Nature Reserve. Beijing: Chinese Forestry Press, 2002.

[22] Li F S, Liu G H, Wu J D. Ecological Study of Wetlands and Waterbirds at Poyang Lake. Beijing: Popular Science Press, 2011.

[23] Altmann J. Observational study of behavior: Sampling methods. Behaviour, 1974, 49(3): 227-267.

[24] Kong D J, Yang X J, Zhong X Y, Dao M B, Zhu Y. Diurnal Time budget and behavior rhythm of wintering Black-necked Crane (*Grusnigricollis*) at Dashanbao in Yunnan. Zoological Research, 2008, 29(2): 195-202.

[25] Li F S, Ma J Z. Behavioral ecology of Black-Necked Crane during winter at Caohai in Guizhou, China. ActaEcologicaSinica, 2000, 20(2): 293-298.

[26] Yi G D, Yang Z J, Liu Y, Zuo B, Zhao J, Hao X L. Behavioral time budget and daily rhythms for wintering *Mergussquamatus*. ActaEcologicaSinica, 2010, 30(8): 2228-2234.

[27] Zhou S C, Zhang M H, Li X M. Time budgets and activity rhythms of *Grusvipio* during the migration season in spring. Journal of Northeast Forestry University, 2005, 33(4): 37-39.

[28] Liu X G, Liu J, Zhang W, Liu N. Activity time assignment and food habit of Grusgrus in late winter in Lashi Lake. Journal of West China Forestry Science, 2009, 38(3): 76-80.

[29] Roberts G. Why individual vigilance declines as group size increases. Animal Behaviour, 1996, 51(5): 1077-1086.

[30] Ge C, Beauchamp G, Li Z, Rands S A. Coordination and synchronisation of anti-predation vigilance in two crane species. PLos One, 2011, 6(10): e26447.

[31] Wang Z, Li Z Q, Beauchamp G, Jiang Z G. Flock size and human disturbance affect vigilance of endangered red-crowned cranes (*Grusjaponensis*). Biological Conservation, 2011, 144(1): 101-105.

[32] Yang Y, Chen W, Jiang W, Yang S, Peng G, Huang T. Effects of group size on vigilance behavior of wintering common cranes. Zoological Research, 2006, 27(4): 357-362.

[33] Powell G V N. Experimental analysis of the social value of flocking by starlings (*Sturnus vulgaris*) in relation to predation and foraging. Animal Behaviour, 1974, 22(2): 501-505.

[34] Delm M M. Vigilance for predators: detection and dilution effects. Behavioral Ecology and Sociobiology, 1990, 26(5): 337-342.

[35] Cresswell W. Flocking is an effective anti-predation strategy in redshanks, Tringatotanus. Animal Behaviour, 1994, 47(2): 433-442.

[36] Clark C W, Mangel M. The evolutionary advantages of group foraging. Theoretical Population Biology, 1986, 30(1): 45-75.

[37] Alonso J A, Alonso J C. Age-related differences in time budgets and parental care in wintering common cranes. Auk, 1993, 110(1): 78-88.

[38] Alonso J C, Bautista L M, Alonso J A. Family-based territoriality vs flocking in wintering common cranes (Grusgrus). Journal of Avian Biology, 2004, 35(5): 434-444.

[39] Lü S C, Chen W H. Influence of environmental factors in overwintering behavior of Red-crowned Crane. Chinese Wildlife, 2006, 27(6): 18-20.

参考文献:

[1] 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.
[2] 郑作新. 世界鸟类名称. 北京: 科学出版社, 2002.
[3] 郑光美. 世界鸟类分类与分布名录. 北京: 科学出版社, 2002.
[7] 敬凯, 唐仕敏, 陈家宽, 马志军. 崇明东滩白头鹤的越冬生态. 动物学杂志, 2002, 37(6): 29-34.
[8] 周学红, 蒋琳, 王强, 张伟, 程鲲, 丁海华. 朱鹮游荡期对人类干扰的耐受性. 生态学报, 2009, 29(10): 5176-5184.
[13] 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.
[14] 张天来. 鄱阳湖畔的越冬白鹤群. 野生动物, 1984, 5(4): 58-59.
[15] 严丽, 丁铁明. 江西鄱阳湖区白鹤越冬调查. 动物学杂志, 1988, 23(4): 34-36.
[16] 何春光, 宋榆钧, 郎惠卿, 李鸿凯, 孙孝维. 白鹤迁徙动态及其停歇地环境条件研究. 生物多样性, 2002, 10(3): 286-290.
[17] 张学礼, 杨守庄, 吴燕, 曹振池, 檀卫东. 鹤类混养散放条件下的生态观察与饲养管理. 野生动物, 2000, (3): 26-28.
[18] 刘丹, 田秀华, 何相宝, 邬楠. 笼养白鹤越冬行为的初步研究. 野生动物杂志, 2009, 30(5): 248-251.
[20] 王晓鸿. 鄱阳湖湿地生态系统评估. 北京: 科学出版社, 2004.
[21] 吴英豪, 纪伟涛. 江西鄱阳湖国家级自然保护区研究. 北京: 中国林业出版社, 2002.
[22] 李凤山, 刘观华, 吴建东. 鄱阳湖湿地和水鸟的生态研究. 北京: 科学普及出版社, 2011.
[24] 孔德军, 杨晓军, 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.
[25] 李凤山, 马建章. 越冬期黑颈鹤个体行为生态的研究. 生态学报, 2000, 20(2): 293-298.
[26] 易国栋, 杨志杰, 刘宇, 左斌, 赵匠, 郝锡联. 中华秋沙鸭越冬行为时间分配及日活动节律. 生态学报, 2010, 30(8): 2228-2234.
[27] 周绍春, 张明海, 李晓民. 白枕鹤春季迁徙行为时间分配及活动规律. 东北林业大学学报, 2005, 33(4): 37-39.
[28] 刘小葛, 刘婧, 张文, 刘宁. 拉市海灰鹤越冬后期的日活动行为时间分配及食性分析. 西部林业科学, 2009, 38(3): 76-80.
[39] 吕士成, 陈卫华. 环境因素对丹顶鹤越冬行为的影响. 生动物杂志, 2006, 27(6): 18-20.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.10 May, 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

Landscape sustainability and landscape sustainability science ····· ZHAO Wenwu, FANG Xuening (2453)

A diagnostic framework of payments for ecosystem services and associated case studies ····· ZHU Wenbo, WANG Yang, LI Shuangcheng (2460)

Progress in research of iron plaque on root surface of wetland plants ····· LIU Chunying, CHEN Chunli, GONG Xiaofeng, et al (2470)

Ecological effects of predator chemical cues in aquatic ecosystem ····· QIN Guangqiu, LU Haoliang, TANG Zhenzhu, et al (2481)

Secondary substances and their ecological effects on seed dispersal in vertebrate-dispersed fleshy fruit plants ····· PAN Yang, LUO Fang, LU Changhu (2490)

Autecology & Fundamentals

Responses of CH_4 uptake rates to simulated N deposition in a nature forest in mid-subtropical China ····· CHEN Chaoqi, YANG Zhijie, LIU Xiaofei, et al (2498)

Ecological characteristics of *Phragmites australis* and their relationship to water-salt indicators in dry habitats of the southern marginal zones of the Tarim Basin, China ····· GONG Lu, ZHU Meiling, TASHPOLAT·Tiyip, et al (2509)

Threshold effect of soil moisture on photosynthetic and physiological parameters in *Rosa xanthina* L. and its photosynthetic productivity classification ····· ZHANG Shuyong, XIANG Jiangbao, ZHANG Guangcan, et al (2519)

Contrasting responses of soil respiration to litter manipulation in subtropical *Mytilaria laosensis* and *Cunninghamia lanceolata* plantations ····· YU Zaipeng, WAN Xiaohua, HU Zhenhong, et al (2529)

Potassium application for increased jasmonic acid content and defense enzyme activities of wheat leaves infested by aphids ····· WANG Yi, ZHANG Yueling, SU Janwei, et al (2539)

Combined effects of elevated O_3 concentration and reduced solar irradiance on photosynthetic activity and energy dissipation of winter wheat ····· SUN Jian, ZHENG Youfei, et al (2548)

Colonization dynamics of *Bacillus cereus* B3-7 on wheat roots and control efficiency against sharp eyespot of wheat ····· HUANG Qiubin, ZHANG Ying, LIU Fengying, et al (2559)

Quantitative study of water consumption characteristics of winter wheat under deficit irrigation ····· ZHANG Xingjuan, XUE Xuzhang, GUO Wenzhong, et al (2567)

Assessment on the ecological fitness of anti-fungal transgenic rice ····· LI Wei, GUO Jianfu, YUAN Hongxu, et al (2581)

A proteomic analysis of *Arachis hypogaea* leaf in responses to enhanced ultraviolet-B radiation ····· DU Zhaokui, LI Junmin, ZHONG Zhangcheng, et al (2589)

Composition of fatty acids from suspended particulate matter in southern South China Sea ····· LIU Huaxue, KE Changliang, LI Chunhou, et al (2599)

The influence of age, flock size, habitat, and weather on the time budget and the daily rhythm of wintering Siberian Cranes in Poyang Lake ····· YUAN Fangkai, LI Yankuo, LI Fengshan, et al (2608)

The energy budget and water metabolism heat regulation of tree sparrows *Passer montanus* of toba compensatory regeneration ····· YANG Zhihong, WU Qingming, YANG Miao, et al (2617)

The effect of low-dose of pesticide on predation of spider and its preliminary mechanisms ····· LI Rui, LI Na, LIU Jia, et al (2629)

Response of the alligator weed flea beetle, *Agasicles hygrophila* (Coleoptera: Chrysomelidae) to overwintering protection and its controlling effect on alligator weed *Alternanthera philoxeroides* (Amaranthacese: Alternanthera) ····· LIU Yufang, WANG Xiuxiu, LI Fei, et al (2638)

Population, Community and Ecosystem

The effect of climate change on the population fluctuation of the Siberian crane in Poyang Lake ····· LI Yankuo, QIAN Fawen, SHAN Jihong, et al (2645)

Characteristics of soil phosphorus fractions in wetlands with various restoration age in caizi lake, Anhui Province ····· LIU Wenjing, ZHANG Pingjiu, DONG Guozheng, et al (2654)

Multivariate analysis of the relations between phytoplankton assemblages and environmental factors in Chagan Lake Wetland ····· LI Ranran, ZHANG Guangxin, ZHANG Lei (2663)

Diversity of methanogen communities in tidal freshwater and brackish marsh soil in the Min River estuary ····· ZENG Zhihua, YANG Minhe, SHE Chenxing, et al (2674)

The influence of environment and phylogenic background on variation in leaf and fine root traits in the Yanhe River catchment, Shaanxi, China ····· ZHENG Ying, WEN Zhongming, SONG Guang, et al (2682)

Changes of soil properties in re-vegetation stages on sloping-land with purple soils in hengyang of Hunan Province, South-central China ····· YANG Ning,ZOU Dongsheng,YANG Manyuan,et al (2693)

Vulnerability assessment on the mangrove ecosystems in qinzhou bay under sea level rise ····· LI Shasha, MENG Xianwei, GE Zhenming, et al (2702)

Dynamics of biomass and productivity of three major plantation types in southern China ····· DU Hu, ZENG Fuping, WANG Kelin, et al (2712)

Fungal diversity in *Cunninghamia lanceolata* plantation soil ····· HE Yuanhao, ZHOU Guoying,WANG Shenjie,et al (2725)

Response of sandy vegetation characteristics to precipitation change in Horqin Sandy Land ····· ZHANG Lamei, LIU Xinping, ZHAO Xueyong, et al (2737)

Characteristics of carbon storage and sequestration of *Robinia pseudoacacia* forest land converted by farmland in the Hilly Loess Plateau Region ····· SHEN Jiapeng, ZHANG Wenhui (2746)

Landscape, Regional and Global Ecology

Forest microclimate change along with the succession and response to climate change in south subtropical region ····· LIU Xiaodong, ZHOU Guoyi, CHEN Xiuzhi, et al (2755)

Drought variations of winter wheat in different growth stages and effects of climate trend in Huang-Huai-Hai Plain, China ····· XU Jianwen,JU Hui,LIU Qin,et al (2765)

Resource and Industrial Ecology

A method of environment assessment of mineral resources planning for shanxi provinces base on GIS ····· LIU Wei, DU Peijun,LI Yongfeng (2775)

A new approach to assess the water footprint of hydropower: a case study of the Miyun reservoir in China ····· ZHAO Dandan, LIU Junguo,ZHAO Xu (2787)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科研工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科研人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933　　CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址: 100085 北京海淀区双清路 18 号　**电　　话**:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@ rcees.ac.cn　**网　　址**: www.ecologica.cn

本期责任副主编　祖元刚　　**编辑部主任**　孔红梅　　**执行编辑**　刘天星　段　靖

生　态　学　报
(SHENGTAI　XUEBAO)
(半月刊　1981 年 3 月创刊)
第 34 卷　第 10 期　(2014 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34　No. 10 (May, 2014)

编　　辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@ rcees.ac.cn
主　　编	王如松
主　　管	中国科学技术协会
主　　办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085
出　　版	科学出版社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717
印　　刷	北京北林印刷厂
发　　行	科学出版社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@ cspg.net
订　　购	全国各地邮局
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044
广告经营许可证	京海工商广字第 8013 号

Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@ rcees.ac.cn
Editor-in-chief	WANG Rusong
Supervised by	China Association for Science and Technology
Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@ cspg.net
Domestic **Foreign**	All Local Post Offices in China China International Book Trading Corporation Add:P.O.Box 399 Beijing 100044, China

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q　　国内外公开发行　　国内邮发代号 82-7　　国外发行代号 M670　　定价 90.00 元