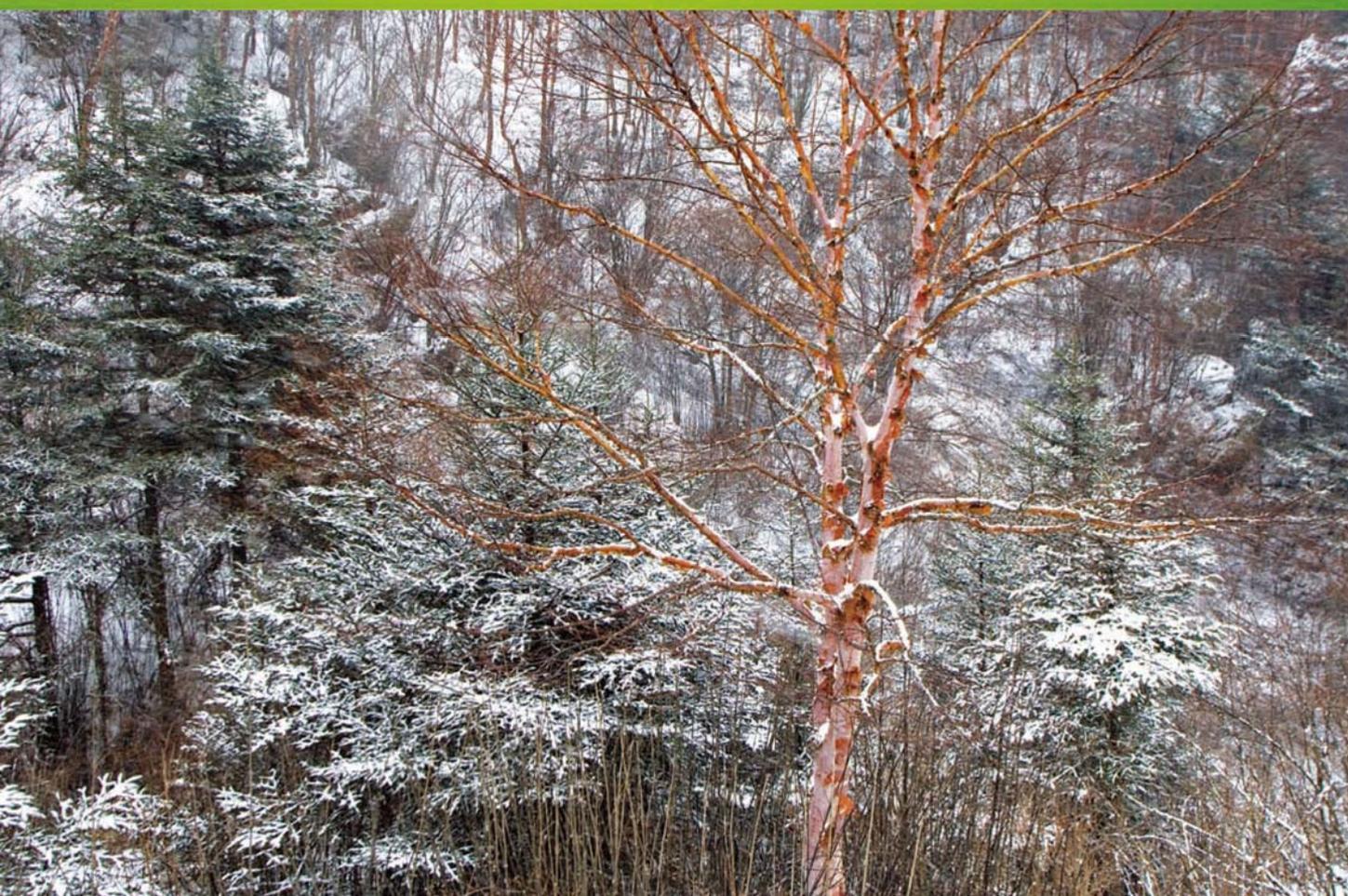


ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

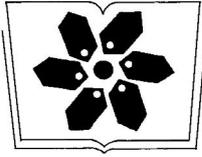
Acta Ecologica Sinica



第34卷 第8期 Vol.34 No.8 2014

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
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 8 期 2014 年 4 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 海洋浮游纤毛虫生长率研究进展..... 张武昌,李海波,丰美萍,等 (1897)
- 城市森林调控空气颗粒物功能研究进展..... 王晓磊,王 成 (1910)
- 雪地生活跳虫研究进展..... 张 兵,倪 珍,常 亮,等 (1922)

个体与基础生态

- 黄河三角洲贝壳堤岛叶底珠叶片光合作用对 CO₂ 浓度及土壤水分的响应.....
..... 张淑勇,夏江宝,张光灿,等 (1937)
- 米楮人促更新林与杉木人工林叶片及凋落物溶解性有机物的数量和光谱学特征.....
..... 康根丽,杨玉盛,司友涛,等 (1946)
- 利用不同方法测定红松人工林叶面积指数的季节动态..... 王宝琦,刘志理,戚玉娇,等 (1956)
- 环境变化对兴安落叶松氮磷化学计量特征的影响 平 川,王传宽,全先奎 (1965)
- 黄土塬区不同土地利用方式下深层土壤水分变化特征 程立平,刘文兆,李 志 (1975)
- 土壤水分胁迫对拉瑞尔小枝水分参数的影响..... 张香凝,孙向阳,王保平,等 (1984)
- 遮荫处理对臭柏幼苗光合特性的影响..... 赵 顺,黄秋娴,李玉灵,等 (1994)
- 漓江水陆交错带典型立地根系分布与土壤性质的关系..... 李青山,王冬梅,信忠保,等 (2003)
- 梭梭幼苗的存活与地上地下生长的关系..... 田 媛,塔西甫拉提·特依拜,李 彦,等 (2012)
- 模拟酸雨对西洋杜鹃生理生态特性的影响..... 陶巧静,付 涛,项锡娜,等 (2020)
- 岩溶洞穴微生物沉积碳酸钙——以贵州石将军洞为例..... 蒋建建,刘子琦,贺秋芳,等 (2028)
- 桂东北稻区第七代褐飞虱迁飞规律及虫源分析..... 齐会会,张云慧,蒋春先,等 (2039)

种群、群落和生态系统

- 鄱阳湖区灰鹤越冬种群数量与分布动态及其影响因素..... 单继红,马建章,李言阔,等 (2050)
- 雪被斑块对川西亚高山两个森林群落冬季土壤氮转化的影响..... 殷 睿,徐振锋,吴福忠,等 (2061)
- 小秦岭森林群落数量分类、排序及多样性垂直格局 陈 云,王海亮,韩军旺,等 (2068)
- 2012 年夏季挪威海和格陵兰海浮游植物群落结构的色素表征 王肖颖,张 芳,李娟英,等 (2076)
- 云南花椒园中昆虫群落特征的海拔间差异分析..... 高 鑫,张立敏,张晓明,等 (2085)
- 人工湿地处理造纸废水后细菌群落结构变化..... 郭建国,赵龙浩,徐 丹,等 (2095)
- 极端干旱区尾间湖生态需水估算——以东居延海为例 张 华,张 兰,赵传燕 (2102)

景观、区域和全球生态

- 秦岭重点保护植物丰富度空间格局与热点地区…………… 张殷波,郭柳琳,王伟,等 (2109)
- 太阳辐射对黄河小浪底人工混交林净生态系统碳交换的影响…………… 刘佳,同小娟,张劲松,等 (2118)
- 黄土丘陵区油松人工林生态系统碳密度及其分配…………… 杨玉姣,陈云明,曹扬 (2128)
- 湘潭锰矿废弃地不同林龄栎树人工林碳储量变化趋势…………… 田大伦,李雄华,罗赵慧,等 (2137)

资源与产业生态

- 湘南某矿区蔬菜中 Pb、Cd 污染状况及健康风险评估…………… 吴燕明,吕高明,周航,等 (2146)

城乡与社会生态

- 北京市主要建筑保温材料生命周期与环境经济效益评价…………… 朱连滨,孔祥荣,吴宪 (2155)
- 城市地表硬化对银杏生境及生理生态特征的影响…………… 宋英石,李锋,王效科,等 (2164)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 276 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 29 * 2014-04



封面图说: 冷杉红桦混交林雪——冷杉是松科的一属,中国是冷杉属植物最多的国家,约 22 种 3 个变种。冷杉常常在高纬度地区至低纬度的亚高山至高山地带的阴坡、半阴坡及谷地形成纯林,或与性喜冷湿的云杉、落叶松、铁杉和某些松树及阔叶树组成针叶混交林或针阔混交林。冷杉具有较强的耐阴性,适应温凉和寒冷的气候,土壤以山地棕壤、暗棕壤为主。川西、滇北山区的冷杉林往往呈混交状态,冷杉红桦混交林为其中重要的类型。雪被对冷杉林型冬季土壤氮转化影响的研究对揭示高山森林对气候变化的响应及其适应机制提供重要的理论支持。

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/stxb201302160271

单继红, 马建章, 李言阔, 钱法文, 涂晓斌. 鄱阳湖区灰鹤越冬种群数量与分布动态及其影响因素. 生态学报, 2014, 34(8): 2050-2060.

Shan J H, Ma J Z, Li Y K, Qian F W, Tu X B. The dynamics and determinants of population size and spatial distribution of Common Cranes wintering in Poyang Lake. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(8): 2050-2060.

鄱阳湖区灰鹤越冬种群数量与分布动态及其影响因素

单继红^{1,2}, 马建章^{1,*}, 李言阔³, 钱法文⁴, 涂晓斌²

(1. 东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨 150040; 2. 江西省野生动植物保护管理局, 南昌 330046;

3. 江西师范大学生命科学学院, 南昌 330026;

4. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所国家林业局森林保护学重点实验室, 北京 100091)

摘要: 1998—2011 年, 采用地面同步调查法开展了鄱阳湖越冬灰鹤种群监测, 并整合 1984—2011 年鄱阳湖国家级自然保护区历年的越冬灰鹤最大种群数量, 分析了鄱阳湖灰鹤越冬种群动态以及影响其数量变化与空间分布的环境因素。结果表明, 近 13 年来鄱阳湖区越冬灰鹤种群平均数量为 $(2\ 335 \pm 651)$ 只, 种群数量呈增长趋势, 2011 年冬季记录到最大种群数量 7 640 只。灰鹤越冬种群数量与 10 月平均最低气温以及 10 月平均气温存在显著正相关, 与 10 月平均最大风速存在显著负相关, 与各月的平均水位没有显著的相关性。每年冬季灰鹤在鄱阳湖呈聚集型分布。大湖池、大莲子湖、三湖、汉池湖、企湖、珠湖、南湖(共青)、大汉湖等 8 个湖泊是灰鹤的重点活动区, $(74.9 \pm 5.6)\%$ 的越冬灰鹤分布在保护区之外。灰鹤的空间分布与滩地面积存在显著的正相关, 与农田面积、人口密度、村庄数量、8 月份初级生产力、11 月份初级生产力等环境因子存在显著负相关。滩地面积是影响灰鹤空间分布的重要因子, 对灰鹤利用频次空间变化的解释率为 15.0%, 与 11 月份初级生产力共同解释了灰鹤年平均群体数量空间变化的 24.6%。如竞争、小生境结构、干扰等局地尺度的环境要素对灰鹤空间分布的影响研究将有助于更全面地认识鄱阳湖越冬灰鹤种群动态的影响机制。

关键词: 鄱阳湖; 灰鹤; 种群数量; 空间分布; 影响因素

The dynamics and determinants of population size and spatial distribution of Common Cranes wintering in Poyang Lake

SHAN Jihong^{1,2}, MA Jianzhang^{1,*}, LI Yankuo³, QIAN Fawen⁴, TU Xiaobin²

1 College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

2 Wildlife Service of Jiangxi Province, Nanchang 330046, China

3 College of Life Science, Jiangxi Normal University, Nanchang 330026, China

4 Key Laboratory of Forestry Protection of State Forestry Administration, Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry Sciences, Beijing 100091, China

Abstract: Poyang Lake has been an important wintering site for Common Cranes. In this paper we monitored the dynamics of population size and spatial distribution of Common Cranes wintering in Poyang Lake during 1998—2011 and analyzed the potential determinants of its population dynamics. This was combined with the monitoring record of the annual maximum number of Common Cranes wintering in the Poyang Lake National Nature Reserve during 1984—2011. We illustrated the changing trend of this Common Crane population over a long time scale, and analyzed the impact of climate variation and water level change on the population size dynamics.

The results showed that the Common Crane population wintering in Poyang Lake significantly increased from 1998 to

基金项目: 国家自然科学基金(31000196); 白鹤 GEF 项目中国项目区(SCWP-China); 环境保护部专项: 国家级自然保护区生态环境十年变化调查与评估(STSN-7)

收稿日期: 2013-02-16; **修订日期:** 2013-09-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jianzhnagma@163.com

2011, with an average population size of 2335 ± 651 and a maximum of 7640 in the winter of 2011. The exponential curve fit well with the population growth trend ($R^2 = 0.808$, $F = 46.234$, $df = 12$, $P = 0.000$). The wintering Common Cranes clustered in the Poyang lakes, with the lakes of Dahuchi, Dalianzihu, Sanhu, Hanchihu, Qihu, Zhuhu, Nanhu (gongqing), and Dachahu being the hotspots used by them. On average, $(74.9 \pm 5.6)\%$ of Common Cranes wintered outside nature reserves.

The spatial distribution of the common crane was significantly positively correlated with the areas of mudflat habitat, and was negatively correlated with areas of agricultural land, human density, village areas, and areas of net primary productivity (NPP) in August and November. The mudflat area was an important factor determining the spatial distribution of Common Cranes, which accounted for 15% of the spatial change in occurrence frequency, and when combined with the NPP factor in November, accounted for 24.6% of the spatial change in the average number of Common Cranes. The results mean that there are still factors which may affect the spatial distribution of Common Crane in Poyang lakes which were not assessed, such as competition, the structure of the microhabitat, and human interference, which maybe contribute to a more comprehensive understanding of the impact mechanisms of crane population dynamics wintering in the Poyang Lake.

In the Poyang Lake National Nature Reserve, the average annual maximum number of Common Cranes was 276 ± 51 ($n = 28$), which showed a significant linear increase ($R^2 = 0.176$, $F = 5.537$, $df = 27$, $P = 0.026$), but there was a drastic annual fluctuation. The results of Pearson correlation analysis indicated that the annual maximum population number of Common Cranes wintering in the Poyang Lake National Nature Reserve was significantly positively correlated with the average air temperature in October ($r = 0.480$, $P = 0.010$, $n = 28$) and the average minimum air temperature in October ($r = 0.480$, $P = 0.010$, $n = 28$), and significantly negatively correlated with the average maximum wind speed in October ($r = -0.450$, $P = 0.016$, $n = 28$).

As for the water level of Poyang Lake, no significant correlation was found between the annual maximum population size of Common Cranes in the Poyang Lake National Nature Reserve and the annual minimum water level ($r = -0.259$, $P = 0.192$, $n = 27$), or the annual maximum water level ($r = -0.373$, $P = 0.051$, $n = 28$). There was also no significant correlation between the population size and the monthly average water level in the wintering period. Although the water level of Poyang Lake in winter was tested and found to significantly change the structural landscape of Poyang Lake wetland, influencing the availability of habitat and food, the water level of those lakes in the nature reserve was largely determined by the artificial aquaculture discharge time and velocity of the lake, which eliminated the influence of water level in Poyang Lake.

Key Words: Poyang Lake; Common Crane; population size; spatial distribution; determinants

灰鹤 (*Grus grus*) 属于我国 II 级重点保护物种^[1]。据估计,全球灰鹤种群数量约 360 000—370 000 只,但是由于一些地区种群在下降,而另一些地区种群可能较稳定或增加,导致灰鹤全球种群动态尚不明确^[2]。苏化龙等^[3]认为中国灰鹤种群数量总数约 5 000—6 000 只,除西藏地区种群稳定,其他地区种群呈减少趋势或不稳定状态。王有辉和王虹^[4]估计我国灰鹤种群在 21 世纪初数量不少于 22 401 只,属于稳定增长型种群。

鄱阳湖地区是灰鹤重要的越冬地。自 20 世纪 80 年代以来,我国研究人员对鄱阳湖越冬灰鹤种群

数量和分布开展了大量的调查工作^[5]。鄱阳湖自然保护区在 1983 年记录到 70 只灰鹤^[5]。纪伟涛等^[6]在鄱阳湖区利用航空调查共记录灰鹤 2 706 只,主要分布在白沙洲自然保护区和鄱阳湖国家级自然保护区。Li 等在 2011 年 12 月的环鄱阳湖鸟类调查中记录到灰鹤 8 408 只,仅在都昌湿地自然保护区的朱袍山就记录到 5 657 只^[7]。这表明鄱阳湖灰鹤种群数量和分布可能存在较大的年际变化。为了全面掌握整个鄱阳湖区越冬灰鹤种群的数量与分布,本研究对鄱阳湖区 77 个湖泊进行了为期 13a 的灰鹤种群监测,同时,还分析了鄱阳湖气候和水位变化与灰鹤

越冬种群数量动态之间的相关性,并探讨了影响灰鹤空间分布的环境因素,以为该物种的有效保护和管理提供必要的基础数据和科学依据。

1 研究地区概况

鄱阳湖是我国最大的淡水湖泊,流域面积 $16.2 \times 10^4 \text{ km}^2$,位于长江南岸,江西北部,地理坐标为 $115^\circ 49' - 116^\circ 46' \text{ E}$, $28^\circ 11' - 29^\circ 51' \text{ N}$ 。该区属亚热带湿润季风型气候,年平均气温 $17 - 17.8 \text{ }^\circ\text{C}$ 。气温季节性变化明显,年平均降水量 $1\ 636.4 \text{ mm}$ 。鄱阳湖是一个季节性吞吐型湖泊,既承接赣江、抚河、信江、饶河、修水五大河的来水,同时水位也受到长江来水的影响。水位年变幅达 $9.79 - 15.36 \text{ m}$,4月进入汛期,呈湖相,7月达最高水位,11月进入枯水期,持续到翌年3月,表现为典型的水陆交替出现的湿地景观^[8]。

鄱阳湖湿地是迁徙水鸟的重要越冬栖息地,已记录的鸟类达310种,其中冬候鸟有155种,夏候鸟107种,是白鹤 (*Grus leucogeranus*)、白头鹤 (*G. monacha*)、白枕鹤 (*G. vipio*)、灰鹤、东方白鹳 (*Ciconia boyciana*)、小天鹅 (*Cygnus columbianus*) 等珍稀濒危鸟类的重要越冬地^[5]。

2 研究方法

2.1 水鸟调查

调查区域包括鄱阳湖区3市13县(市、区)与各自然保护区内的77个子湖泊(图1),由于水位年际变化较大,有些年份个别湖泊与鄱阳湖没有明显界限,因此每年的调查湖泊数在64—77个之间。调查范围跨度整个鄱阳湖区,基本覆盖鄱阳湖区的子湖泊、湖汊和河口。3市13县(市、区)是指南昌、九江、上饶3个设区市,以及南昌市管辖的新建、南昌、进贤县,九江市管辖的庐山区、共青城、瑞昌市,都昌、星子、湖口、彭泽、九江,上饶市管辖的余干县和鄱阳县。

1998—2011年冬季,采用直接观察计数法进行了同步调查。除了2008年冬季的调查时间为2009年2月11—15日,2009年冬季的调查时间为2010年2月25—28日,其他年份的调查主要集中在每年的12月27日到次年的1月13日。每次分40—44个调查组,每个组包括1—2名专业人员和1名向

导,配备1台20—60倍单筒望远镜和1台10×56双筒望远镜,调查人员包括鄱阳湖国家级自然保护区、南矶湿地国家级保护区、都昌候鸟省级自然保护区的工作人员,江西师范大学、江西省林业科学院、江西农业大学等科研院所的研究人员以及鄱阳湖区各县市野生动植物保护站的工作人员。选择利于地面调查的晴朗天气,各组在同一天的上午开始同步地面调查。调查时沿湖边踏查,在无法沿湖边行走的区域,则在鄱阳湖中乘船观察,发现水鸟即停下进行观察统计,记录灰鹤数量。

除了1998—2011年的监测数据,本文根据1984年以来有关鄱阳湖国家级保护区越冬灰鹤种群数量的报道^[5,9-12],整理了1984年冬季以来鄱阳湖国家级自然保护区每年冬季灰鹤的最大种群数量,以分析鄱阳湖国家级自然保护区1984—2011年灰鹤越冬种群动态及其与环境变量的关系。

2.2 环境数据

为了分析环境因子对灰鹤种群数量动态的影响,本文以灰鹤种群数量为因变量,年份为自变量,用曲线回归分析了鄱阳湖区1998—2011年的灰鹤越冬种群动态以及鄱阳湖国家级自然保护区1984—2011年灰鹤越冬种群最大数量的动态变化。本研究利用Pearson相关分析检验了灰鹤越冬种群动态与越冬期各月的平均气温、平均最低气温、月降水量、平均最大风速、丰水期和枯水期各月平均水位等气候和水位变量的相关性。为了分析环境因素对灰鹤空间分布格局的影响,检验了灰鹤空间分布与人口密度、8月份初级生产力、11月份初级生产力、8月份NDVI植被指数、11月份NDVI植被指数、海拔、村庄数量、水体面积、农田面积以及滩地面积的相关性。为消除环境数据普遍存在的空间自相关,在检验相关系数的显著性水平时,本文使用改进的*t*检验方法^[13]。

气象数据引用了《中国地面气候资料年值数据集》和《中国地面气候资料月值数据集》南昌监测站1984—2011年逐月平均气象资料。土地覆盖类型数据来自“保护亚洲白鹤及其它迁徙水鸟并建立迁徙地点网络——鄱阳湖盆地湿地地理信息管理系统”。本研究将土地覆盖类型矢量图层与10km×10km的网格系统叠加,统计每个网格内水体面积、农田面积和滩地面积。地形数据来自美国地质调查局

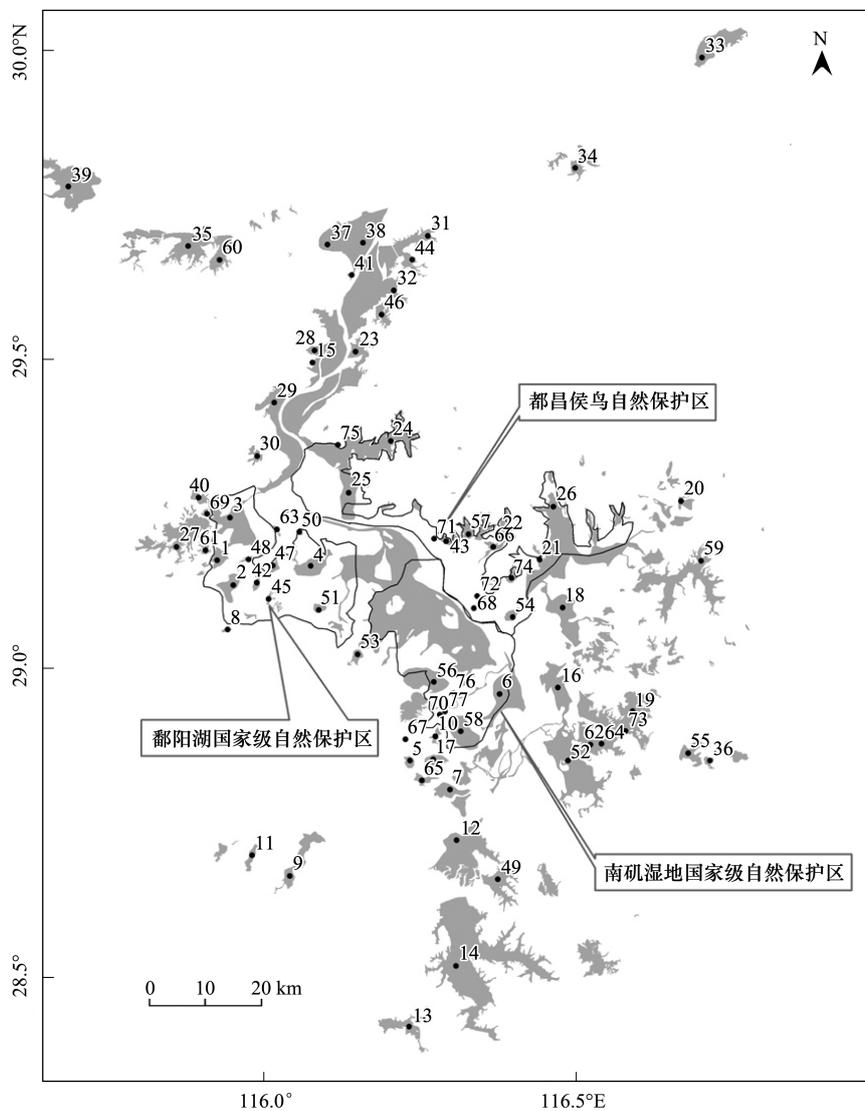


图 1 鄱阳湖区灰鹤越冬种群监测点

Fig.1 Map showing locations of the lakes involved in monitoring the wintering population of the common crane in Poyang Lake (specific lakes are named in the following list)

- 1:沙湖 Shahu; 2:大湖池 Dahuchi; 3:蚌湖 Banghu; 4:大汉湖 Dachahu; 5:西湖(南昌县) Xihu (in Nanchang); 6:东湖 Donghu; 7:程家池 Chengjiachi; 8:菱湖 Linghu; 9:瑶湖 Yaohu; 10:三湖 Sanhu; 11:艾溪湖 Aixihu; 12:金溪湖 Jinxihu; 13:青岚湖 Qinglanhu; 14:军山湖 Junshanhu; 15:珠琳湖 Zhulinhu; 16:南疆湖 Nanjianghu; 17:林充湖 Linchonghu; 18:汉池湖 Hanchihu; 19:大莲子湖 Dalianzihu; 20:企湖 Qihu; 21:长溪湖 Changxihu; 22:花庙湖 Huamiaoahu; 23:高桥湖 Gaoqiaohu; 24:新妙湖 Xinmiaohu; 25:矾山湖 Jishanhu; 26:西湖(都昌县) Xihu (duchang); 27:南湖 Nanhu; 28:梅溪湖 Meixihu; 29:十里湖 Shilihu; 30:蓼花池 Liuhuachi; 31:北港湖 Beiganghu; 32:泊洋湖 Boyanghu; 33:太泊湖 Taibohu; 34:芳湖 Fanghu; 35:赛湖 Saihu; 36:晚湖 Wanhu; 37:芳兰湖 Fanglanhu; 38:鞋山湖 Xieshanhu; 39:赤湖 Chihu; 40:寺下湖 Sixiahu; 41:谷山湖 Gushanhu; 42:常湖池 Changhuchi; 43:砖塘湖 Zhuantanghu; 44:南港湖 Nanganghu; 45:象湖 Xianghu; 46:皂湖 Zaohu; 47:中湖池 Zhonghuchi; 48:朱市湖 Zhushihu; 49:陈家湖 Chenjiahu; 50:梅西湖 Meixihu; 51:蚕豆湖 Candouhu; 52:插旗湖 Chaqihu; 53:大伍湖 Dawuhu; 54:对面山 Duimianshan; 55:湛公湖 Zhangonghu; 56:泥湖 Nihu; 57:南溪湖 Nanxihu; 58:三泥湾 Sanniwan; 59:珠湖 Zhuhu; 60:七里湖 Qilihu; 61:长湖 Changhu; 62:南尖湖 Nanjianhu; 63:苍湖 Canghu; 64:落脚湖 Luojiaohu; 65:南湖(余干县) Nanhu (in Yugan county); 66:输湖 Shuhu; 67:玉丰 Yufeng; 68:周溪泥湖 Zhouxinihu; 69:洲边湖 Zhoubianhu; 70:战备湖 Zhanbeihu; 71:黄金嘴 Huangjinzui; 72:泗山 Sishan; 73:甘泉洲 Ganquanzhou; 74:盘湖 Panhu; 75:马影湖 Mayinghu; 76:北甲湖 Beijiahu; 77:常湖 Changhu

* 加粗的湖泊名为有灰鹤分布记录的湖泊

(U.S. Geological Survey, USGS) 1 km×1 km 数字高程模型 (DEM) 数据。NDVI 指数和初级生产力数据

(NPP) 来自全球土地覆盖数据库 (GLCF) 2000 年 AVHRR Global Production Efficiency Model^[14] 与

2003—2006 年 MODIS Normalized Difference Vegetation Index^[15],数据格式为栅格数据,分辨率为 8 km×8 km,分析时 NPP 数据使用了多年的平均值。人口密度数据来自 National Aggregates of Geospatial Data Collection 分辨率为 2.5'的人口栅格数据。水位数据来源于吴城水位监测站 1984—2011 年的月平均水位数据。本研究以灰鹤平均数量和利用频次作为测度灰鹤空间分布的因变量,将与灰鹤分布存在显著相关性的环境因素作为自变量,进行多元线性回归分析,数据分析在 Spss13.0 中完成。

3 研究结果

3.1 环鄱阳湖区灰鹤种群数量动态

无论是 1998—2011 年的鄱阳湖区越冬灰鹤种群数量动态(图 2)还是 1984—2011 年鄱阳湖国家级自然保护区越冬灰鹤种群最大数量变化(图 3)都表明灰鹤种群数量呈增加趋势。指数增长曲线较好地拟合了 1998—2011 年鄱阳湖区越冬灰鹤种群数量增长趋势($R^2 = 0.808, F = 46.234, df = 12, P = 0.000$),鄱阳湖区灰鹤越冬种群平均大小为(2 335±651)只,最小记录出现 2000 年冬季,仅 140 只,其后数量总

体持续增长,到 2011 年冬季达到 7 640 只,是越冬灰鹤种群数量的最大记录。线性增长模型较好地拟合了鄱阳湖国家级自然保护区越冬灰鹤种群最大数量的动态趋势($R^2 = 0.176, F = 5.537, df = 27, P = 0.026$),但年际波动较大(图 3),平均数量为(276±51)只。如图 3,其灰鹤最大种群数量从 1984 年冬季记录到的 70 只增长到 1987 年的 327 只,出现第 1 个峰值并持续到 1990 年冬季。从 1991 年冬季开始灰鹤种群数量开始降低,到 1994 年冬季数量降低到 65 只。1996 年—2000 年数量相对稳定,为(76±10)只。自 2001 年开始保护区内灰鹤最大数量出现明显的增加,2008 年达到最大记录值,为 1 317 只。

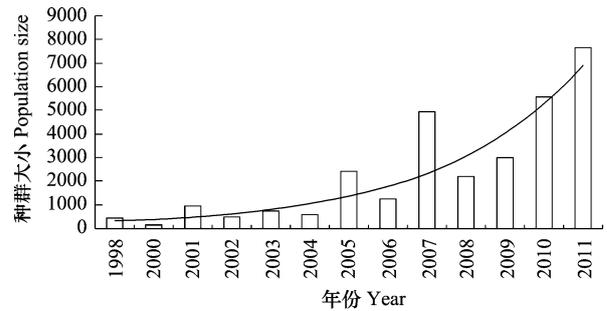


图 2 1998—2011 冬季鄱阳湖区越冬灰鹤种群数量动态
Fig.2 The dynamics of the common crane population size in the Poyang lake surroundings in winter from 1998 to 2011

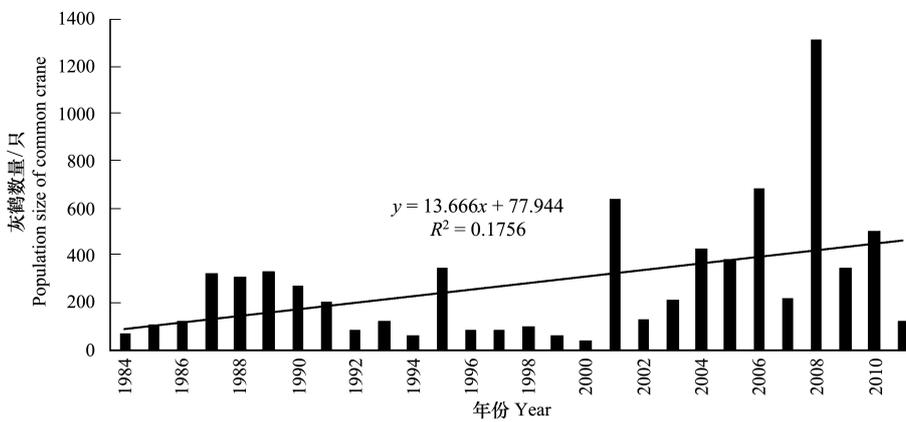


图 3 1984—2011 年鄱阳湖国家级自然保护区越冬灰鹤最大种群数量变化趋势

Fig.3 The dynamic of annual maximum population number of common crane wintering in the Poyang Lake National Nature Reserve from 1984 to 2011

3.2 空间分布

从各湖泊中记录到的灰鹤数量来看,每年冬季灰鹤在鄱阳湖呈聚集型分布(图 4),即在少数湖泊中集群分布,少量个体零星分散在其他湖泊。如 2007 年冬季,69.1%的越冬灰鹤分布在企湖,30.9%

的灰鹤分布在其他 16 个湖泊中,平均每个湖泊(95±46)只。企湖、珠湖、黄金咀和甘泉湖记录到的灰鹤群体数量最大,均有超过 1000 只的记录。其中,企湖灰鹤数量最大记录值为 2007 年冬季的 3 412 只,这也是单个湖泊越冬灰鹤数量的最大值。2010 年企

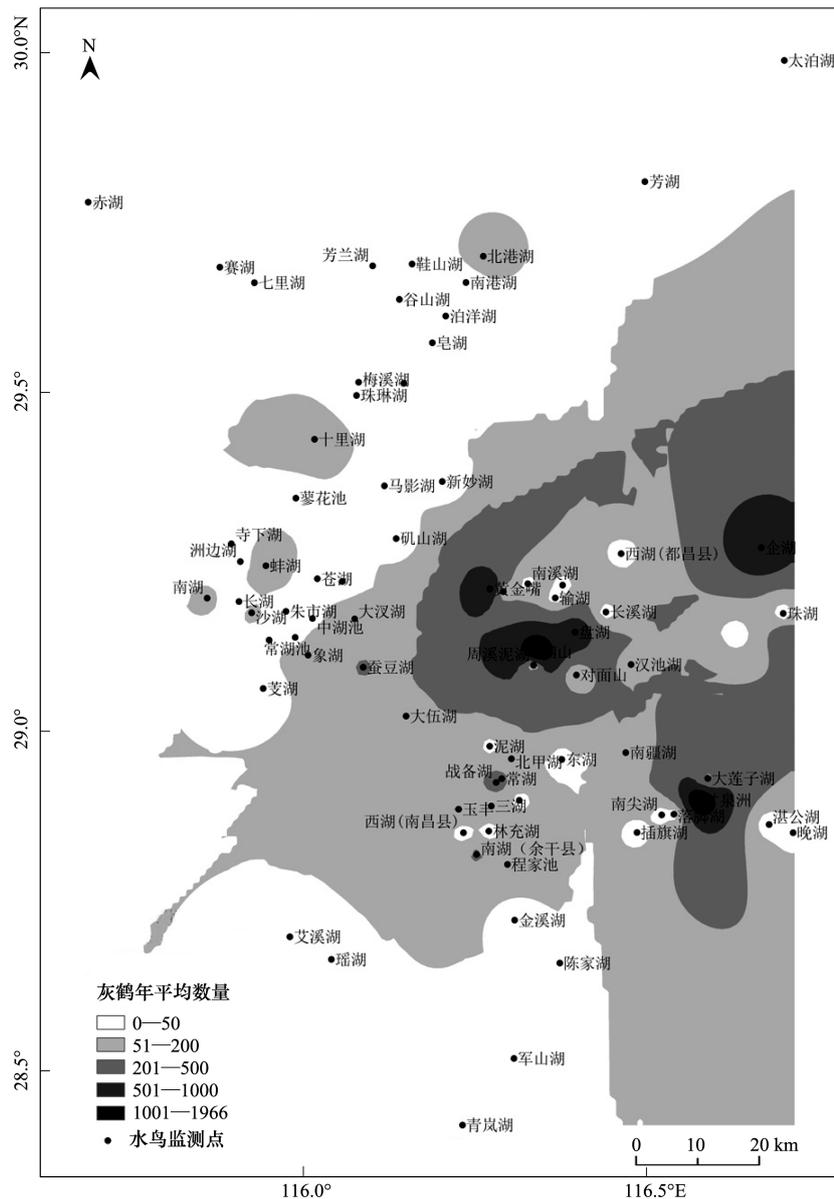
湖灰鹤数量也超过 3 000 只, 2008 年冬季和 2009 年冬季均超过 1 000 只。

在鄱阳湖区的 75 个湖泊监测点, 记录到灰鹤的次数存在较大变化(图 4)。13a 的监测调查中大湖池、大莲子湖、三湖、汉池湖、企湖、珠湖、南湖(共青)、大汉湖等 8 个湖泊超过 6 次被记录有灰鹤分布(图 5), 这些湖泊是灰鹤的重点活动区; 大莲子湖、汉池湖、企湖、珠湖有 11a 被记录到有灰鹤分布, 其中企湖和珠湖的灰鹤群体数量较大, 平均数量分别为 (894 ± 384) 只和 (319 ± 127) 只, 并且年际变化较大, 数量分别为 18—2 412、7—1 248 只。大莲子湖和汉池湖灰鹤数量比较稳定, 平均数量分别为 (158 ± 24) 只、 (153 ± 43) 只。大湖池有 7 次被记录到分布

有较小的灰鹤群体 (27 ± 11 只)。有 26 个湖泊中仅有 1 次被记录有灰鹤活动。

3.3 种群数量变化与气候的相关性

利用 Pearson 相关分析检验了灰鹤种群数量与越冬期各月的平均气温、平均最低气温、平均最大风速、降水天数之间的相关性, 结果表明, 1984—2011 年鄱阳湖国家级自然保护区历年灰鹤越冬种群最大数量仅与 10 月份的气候变量存在显著相关性, 其中, 与 10 月平均最低气温 ($r=0.480, P=0.010, n=28$, 图 6) 和 10 月平均气温 ($r=0.480, P=0.010, n=28$) 存在显著正相关, 与 10 月平均最大风速存在显著负相关 ($r=-0.450, P=0.016, n=28$, 图 7)。



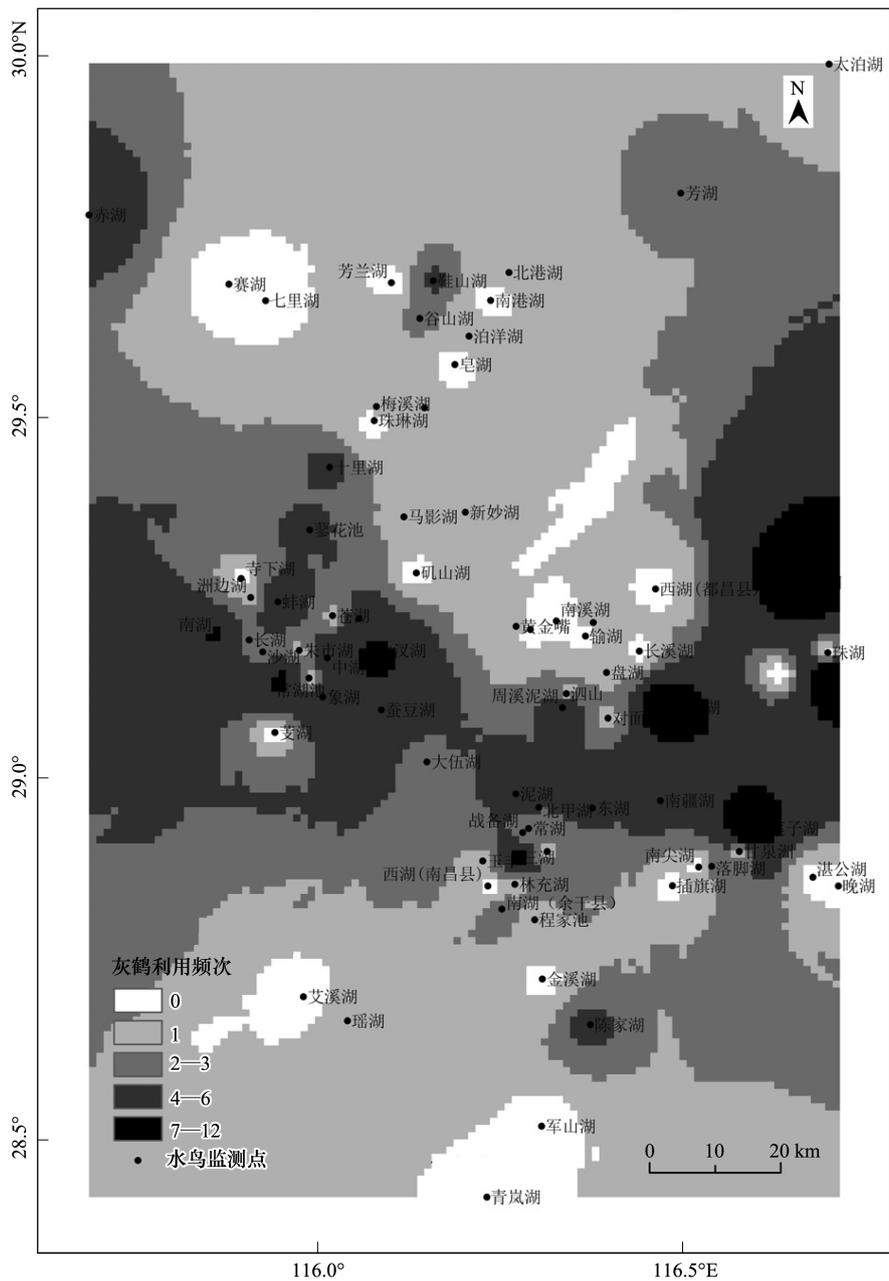


图4 鄱阳湖越冬灰鹤空间分布格局

Fig.4 the distribution of wintering common cranes in Poyang lakes

鄱阳湖国家级自然保护区越冬灰鹤种群最大数量与吴城水位站年最低水位存在显著的负相关($r = -0.507, P = 0.006, n = 28$),但受极端值影响较大,去除极端值的,两者没有显著的相关性($r = -0.259, P = 0.192, n = 28$),与年最高水位没有显著的相关性($r = -0.373, P = 0.051, n = 28$);与越冬初期10月平均水位($r = -0.242, P = 0.215, n = 28$)、11月平均水位($r = 0.014, P = 0.945, n = 28$)没有显著的相关性;与越冬中期12月平均水位($r = -0.310, P = 0.108, n = 28$)、

翌年1月($r = -0.291, P = 0.133, n = 28$)没有显著的相关性;与越冬后期的2月平均水位($r = 0.076, P = 0.757, n = 28$)、3月平均水位($r = -0.271, P = 0.163, n = 28$)也没有显著的相关性;与丰水期7月份平均水位存在显著负相关($r = -0.416, P = 0.028, n = 28$),去除极端值的影响,与7月平均水位没有显著的相关性($r = -0.356, P = 0.068, n = 27$),与6月平均水位($r = -0.130, P = 0.510, n = 28$)及8月平均水位($r = -0.285, P = 0.141, n = 28$)也没有显著的相关性。

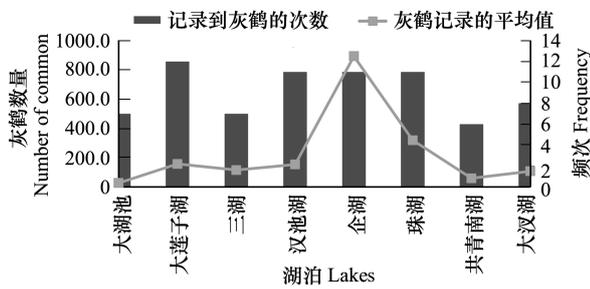


图 5 1998—2011 年冬季鄱阳湖区超过 6 年记录到有灰鹤分布的湖泊中灰鹤被记录次数及其平均灰鹤数量

Fig.5 Frequencies and average number of wintering common cranes in lakes where common cranes were recorded for more than 6 years from 1998 to 2011

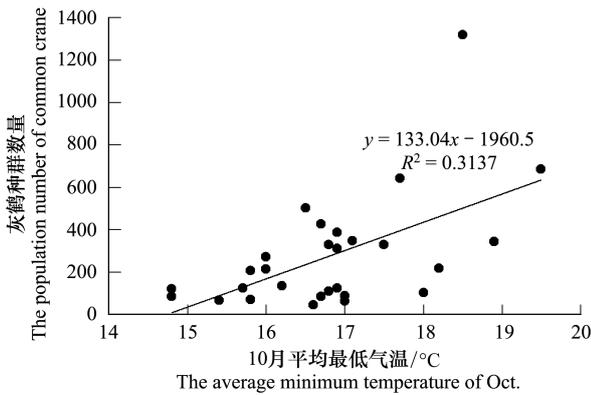


图 6 鄱阳湖国家级自然保护区 1984—2011 年冬季灰鹤越冬种群数量最大数量与 10 月份平均最低气温的相关性

Fig.6 The correlation between the annual maximum numbers of common crane in the Poyang Lake National Nature Reserve and the average minimum temperature of Oct. during 1984—2011

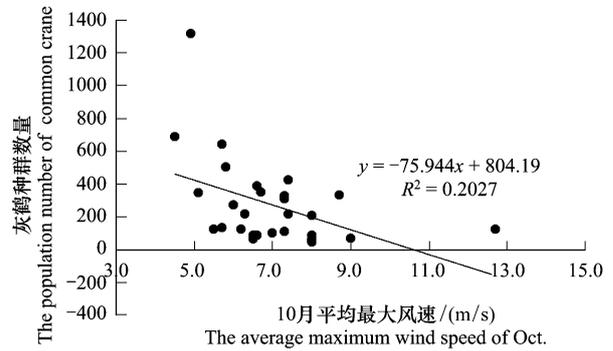


图 7 鄱阳湖国家级自然保护区 1984—2011 年越冬灰鹤种群最大数量与 10 月份平均最大风速的相关性

Fig.7 The correlation between the maximum numbers of common crane in the Poyang Lake National Nature Reserve and the average maximum wind speed of Oct. during 1984—2011

3.4 种群空间分布的影响因素

鄱阳湖区灰鹤利用频次、年平均群体大小与各环节因子的单因素相关分析结果显示(表 1):灰鹤的利用频次与滩地面积呈显著正相关($r = 0.387$, adjusted $P = 0.005$),与村庄数量($r = -0.316$, adjusted $P = 0.014$)呈显著负相关,与农田面积呈显著负相关($r = -0.244$, adjusted $P = 0.040$)。灰鹤的年平均群体数量与滩地面积呈显著正相关,与 8 月份初级生产力、11 月份初级生产力、人口密度、村庄数量、农田面积呈显著负相关;其中,与滩地面积的相关性最强($r = 0.416$, adjusted $P < 0.001$),与村庄数量($r = -0.360$, adjusted $P < 0.001$)、人口密度($r = -0.343$,

表 1 鄱阳湖区灰鹤利用频次、年平均群体大小与环境变量的单因素相关关系

Table 1 Spearman correlation coefficients (r) and significance levels (P and adjusted P) between occurrence frequency, mean annual number of common crane and environment variables

变量 Variable	记录到灰鹤的次数 Occurrence frequency of common crane			灰鹤平均数量 Mean annual number of common crane		
	r	P	调整的 P 值	r	P	调整的 P 值
			Adjusted P			Adjusted P
人口密度 population density	-0.432	0.000	0.372	-0.343	0.000	<0.001
11 月 NDVI 指数 NDVI in Nov.	0.021	0.798	0.821	0.002	0.980	0.798
8 月份 NDVI 指数 NDVI in Aug	-0.140	0.092	0.314	-0.148	0.074	0.082
海拔 Elevation	-0.135	0.104	0.362	-0.143	0.085	0.415
8 月份初级生产力 Npp in Aug	-0.249	0.002	0.150	-0.297	0.000	<0.001
11 月份初级生产力 Npp in Nov	-0.063	0.447	0.159	-0.065	0.437	<0.001
村庄数量 Town count	-0.316	0.000	0.014	-0.360	0.000	<0.001
水体面积 Water area	-0.029	0.728	0.869	-0.043	0.606	0.516
滩地面积 Mudflat area	0.387	0.000	0.005	0.416	0.000	<0.001
农田面积 Agriculture area	-0.244	0.003	0.040	-0.221	0.007	<0.001
农田到湖泊的最小距离 Minimum distance from farmland to lakes	-0.122	0.111	0.112	-0.156	0.096	0.097

adjusted $P < 0.001$)、农田面积($r = -0.221$, adjusted $P < 0.001$)、8月份的初级生产力($r = -0.297$, adjusted $P < 0.001$)的相关性次之,与11月初级生产力($r = -0.065$, adjusted $P < 0.001$)的关系最小。

多元线性回归分析结果显示(表2),滩地面积

是影响灰鹤出现次数空间变化的显著影响因子,解释了不同区域灰鹤利用频次变化的15.0%。11月份初级生产力和滩地面积是显著影响灰鹤年平均数量的空间变化的关键因子,这两个变量对灰鹤平均数量的空间变化的解释率为24.6%。

表2 鄱阳湖区灰鹤利用次数、灰鹤平均数量与环境变量多元线性回归分析模型

Table 2 Multiple regression models of environment variables predicting occurrence frequency and mean number of common crane in Poyang lakes

因变量 Dependent variable	自变量 Independent variable	标准化系数 Standard coefficient	<i>t</i>	<i>P</i>
记录到灰鹤的次数 Occurrence frequency of common crane	滩地面积	0.394	5.147	0.000
灰鹤平均数量 Mean number of common crane	11月份初级生产力	-0.224	-2.935	0.004
	滩地面积	0.386	5.059	0.000

4 讨论

4.1 种群数量动态与环境因素

本研究13a的监测结果表明,近年来鄱阳湖区越冬灰鹤种群数量总体呈增加趋势。2011年冬季记录到灰鹤7640只,是本研究记录到的灰鹤种群最大数量。另一项独立开展的研究也发现2011年冬季鄱阳湖区灰鹤数量超过了8000只^[7]。这表明2011年冬季鄱阳湖区越冬灰鹤种群数量达到近年来的最高值,也是我国越冬灰鹤局部种群的最大记录,这意味着鄱阳湖2011年冬季越冬灰鹤约占全球灰鹤种群数量的2.3%。越冬灰鹤种群数量的这一高峰并非突然性的种群爆发,研究发现从1998年冬季到2011年冬季灰鹤种群数量呈显著的指数型增长,而且鄱阳湖国家级自然保护区1984—2011年的历年越冬灰鹤种群最大数量也表现出显著的线性增长。

鄱阳湖国家级自然保护区1984—2011年越冬灰鹤种群最大数量与越冬初期10月份的平均气温、平均最低气温以及平均最大风速存在显著的相关性。灰鹤种群数量随10月份平均温度和平均最低温度的升高而显著增加,但随10月平均最大风速的增加而显著减少,这意味着越冬初期鄱阳湖区气温和风速可能会影响灰鹤在越冬初期对越冬地的选择决策:在鄱阳湖越冬或是迁往其他地方越冬?

虽然枯水期鄱阳湖的水位对鄱阳湖水域、水陆过渡带、出露草洲的面积和空间配置有直接的影

响^[16],间接影响着灰鹤栖息地的可获得性和食物的丰富度,但是,值得注意的是鄱阳湖国家级自然保护区灰鹤越冬种群最大数量与吴城水位站各月的平均水位却没有显著的相关性。这在很大程度上源于吴城水位监测站测量的是修河的水位,而枯水期鄱阳湖各湖泊的水位高低主要取决于鱼类养殖业人工排放湖水的时间和速度,同时灰鹤统计数据是瞬间数据而水位是月平均数据^[5]。

4.2 空间分布格局与环境因素

鄱阳湖区大规模的农业生产和渔业生产使灰鹤面临较大的生境破坏和人为干扰。湖区畜牧业的快速发展导致大量的湖区洲滩被牛群和羊群所占用,大规模的家禽养殖业也使灰鹤的栖息地受到挤压^[6]。本研究发现灰鹤在鄱阳湖区的分布与人口密度和村庄数量均存在显著的负相关,表明人类干扰在区域尺度上显著地影响着鄱阳湖越冬灰鹤的空间分布。虽然灰鹤对农田生境有一定的利用^[17-18],甚至农田生境相比于草滩生境是灰鹤更适宜的越冬生境^[19],但是本研究中灰鹤的空间分布与农田面积存在显著的负相关,这并不意味着鄱阳湖越冬灰鹤逃避利用农田生境,研究尺度是引起这一矛盾的主要原因^[20]。在微生境尺度,农田收割后残留的农作物为灰鹤越冬提供了较好的食物,灰鹤对农田生境表现出利用偏好^[19,21];但是在大尺度上,农田面积的增加伴随着水域和滩地生境的减小,以及人类干扰强度的增加,造成灰鹤对这些区域利用较少。在小尺

度上,农田生境到水域的距离是影响灰鹤越冬生境选择的重要因子^[17],但是,在本研究中灰鹤栖息的湖泊广泛分布于鄱阳湖区(图 1),越冬期灰鹤在各子湖之间往来迁飞,栖息的湖泊最远直线距离达 152 km,而农田生境又广泛分布于这些湖泊之间,这导致在大尺度上农田生境到水域的最近距离与灰鹤的空间利用没有显著的相关性。

单因素相关分析中,灰鹤利用频次和年平均数量均与滩地面积存在显著正相关,这与鹤类这种涉禽对湿地生境的需求有关^[22-23]。灰鹤在不同地带的年平均数量与 8 月份、11 月份的初级生产力存在显著的负相关,这主要是由于水体及周边滩地生境初级生产力较低,而农田初级生产力相对较高。此外,多元线性回归分析中,虽然滩地面积是影响灰鹤利用频次的显著影响因子,但解释率仅为 15%。同时,11 月份初级生产力和滩地面积对灰鹤平均数量变化的解释率仅为 24.6%。这说明,在探讨灰鹤空间分布格局的成因时,仍有一些可能影响灰鹤空间分布的因素未被涉及,如竞争、小生境结构、干扰等局地尺度的环境要素的影响;对这些因素的研究将有助于更全面地认识鄱阳湖越冬灰鹤种群动态的影响机制。

4.3 就地保护现状与保护建议

目前,鄱阳湖区以越冬候鸟为保护目的的自然保护区主要包括鄱阳湖国家级自然保护区、南矶湿地国家级自然保护区和都昌省级候鸟保护区。从灰鹤的空间分布格局来看,高达(74.9±5.6)%的越冬灰鹤分布在保护区之外。虽然一些县级自然保护区已经得到批准,但经费缺乏和专门保护机构缺失几乎使这些保护区基本处于无管理状态。虽然近年来通过宣传教育、自然保护区建设和候鸟专项保护行动等措施的执行,鄱阳湖区候鸟保护管理工作步入了良性循环。但是,作为灰鹤的重要越冬生境往往又是当地居民开展采砂、渔业捕捞、水产养殖和洲滩畜牧业养殖等生产经营活动的重要场所,是维持生计的重要资源,社区经济发展与灰鹤栖息地保护之间的矛盾仍然是鄱阳湖区越冬灰鹤种群保护工作亟待解决的问题。利用天网或投毒捕杀越冬水鸟的现象也未从根本上消除^[24]。加强保护力度,规范湿地资源开发利用时间、尺度和空间位置,规范当地群众利用资源的方式和数量仍是灰鹤保护工作中的

重点^[25]。

References:

- [1] China Wildlife Propagation Institution for Protection. The Law of Wild Animal Protection of People's Republic of China // Key Wild Animals Under First-Grade State Protection. Beijing: China Legal Press, 1989.
- [2] Delany S, Scott D. Waterbird population estimates. 4th ed. Wageningen: The Netherlands, 2006.
- [3] Su H L, Lin Y H, Li D Q, Qian F W. Status of Chinese cranes and their conservation strategies. Chinese Biodiversity, 2000, 8 (2): 180-191.
- [4] Wang Y H, Wang H. Advance in study of common crane and its present statues in China. Guizhou Science, 2004, 22(3): 67-71.
- [5] Wu Y H, Ji W T. Study on Jiangxi Poyang Lake National Nature Reserve. Beijing: Chinese Forestry Press, 2002.
- [6] Ji W T, Wu Y H, Wu J D, Liu G H, Wu X D, Yi W S, Yu C H. Aerial survey on waterfowls living through winter in Poyanghu River. Jiangxi Forestry Science and Technology, 2006, (3): 36-44.
- [7] Li F S, Wu J D, Harris J, Burnham J. Number and distribution of cranes wintering at Poyang Lake, China during 2011—2012. Chinese Birds, 2012, 3(3): 180-190.
- [8] Wang X H, Fan Z W, Cui L J, Yan B Y, Tan H R. Wetland Ecosystem Assessment of Poyang Lakes. Beijing: Science Press, 2004.
- [9] Li F S, Liu G H, Wu J D. Ecological Study of Wetlands and Waterbirds at Poyang Lake. Beijing: Popular Science Press, 2011.
- [10] Wu J D, Ji W T, Liu G H, Wu X D, Gong L Q, Wang S Q, Gao Y Y, Zou N, Zhan H Y, Luo H, Gao X, Guo Y J, Wang X L, Yang Y. Number and distribution of over-wintering waterbirds in the Poyang Lake by aerial survey. Jiangxi Forestry Science and Technology, 2010, (1): 23-28.
- [11] Zhu Q, Zhan H H, Liu G H, Wu J D, Zhan H Y, Huang Y Z, Huang J, Zhang B, Hu B H, Li Y. Investigation of number and distribution of the waterfowl of Poyang lake in the winter of 2011. Jiangxi Forestry Science and Technology, 2012, (3): 1-9.
- [12] Ji W T, Zeng N J, Wu X D, Wu J D, Wang X L. Aerial survey report on cranes and large size water birds in Poyang lake natural reserve in spring of 1999. Jiangxi Forestry Science and Technology, 2000, (5): 22-25.
- [13] Dutilleul P, Clifford P, Richardson S, Hemon D. Modifying the *t* test for assessing the correlation between two spatial processes. Biometrics, 1993, 49(1): 305-314.
- [14] Prince S, J Small. Global Production Efficiency Model, 2000_npp_latlon. Department of Geography, University of Maryland, College Park, Maryland, 2003.

- [15] Carroll M L, DiMiceli C M, Sohlberg R A, Townshend J R G. 250 m MODIS normalized difference vegetation index. University of Maryland, College Park, Maryland, 2004.
- [16] Liu C L, Tan Y J, Lin L S, Tao H N, Tan H R. The wetland water level process and habitat of migratory birds in Lake Poyang. *Journal of Lake Sciences*, 2011, 23(1): 129-135.
- [17] Li P F, Zhu J, Su H Y, Lu X. Winter ecology of common cranes in Shanxi Province. *Sichuan Journal of Zoology*, 1988, 7(4): 23-24.
- [18] Zhang Y W, Jin L K, Deng J M. Wintering common crane was the first time to be found in Liaoning Province. *Wildlife*, 1993, 7(4): 26-26.
- [19] Zhang W, Liu N, Liu X A. Habitat utilization of common crane (*Grus grus*) during winter in Lashi lake, Yunnan province. *Sichuan Journal of Zoology*, 2008, 27(3): 356-362.
- [20] Zhang M H, Li Y K. The temporal and spatial scales in animal habitat selection research. *Acta Theriologica Sinica*, 2005, 25(4): 395-401.
- [21] Dong R L. The Habitat Selection of Common Crane in Yeyahu Wetland Based on 3S Technology. Thesis; Capital Normal University, 2006.
- [22] Shu Y, Hu Y M, Leng W F, Zhu S Y, Shan K. Habitat selection of red-crowned crane in Yellow River Delta. *Chinese Journal of Ecology*, 2006, 25(8): 954-958.
- [23] Zhang B L, Liu Q X, Song G X. Habitat suitability assessment for wintering Hooded Cranes in Dongtan, Chongming Island. *Journal of Northeast Forestry University*, 2010, 38(7): 85-87.
- [24] Ye Y L. The police of Poyang Lake Nature Reserve destructed an organization of illegally hunting wintering migratory birds. *Wildlife*, 2000, (2): 29-29.
- [25] Guo Y R, Xie L Y, Huang Z Q. The protect countermeasure of wetland based on winter migrant bird's community characteristic. *Journal of Anhui University: Natural Sciences*, 2006, 30(3): 84-90.
- [4] 王有辉, 王虹. 中国灰鹤的现状与研究进展. *贵州科学*, 2004, 22(3): 65-71.
- [5] 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.
- [6] 纪伟涛, 吴英豪, 吴建东, 刘观华, 伍旭东, 易武生, 俞长好. 环鄱阳湖越冬水禽航空调查. *江西林业科技*, 2006, (3): 36-44.
- [8] 王晓鸿. 鄱阳湖湿地生态系统评估. 北京: 科学出版社, 2004.
- [9] 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.
- [10] 吴建东, 纪伟涛, 刘观华, 伍旭东, 龚磊强, 王水清, 高云云, 邹楠, 詹慧英, 罗浩, 高翔, 郭玉江, 王小龙, 杨燕. 航空调查越冬水鸟在鄱阳湖的数量与分布. *江西林业科技*, 2010, (1): 23-28.
- [11] 朱奇, 詹耀煌, 刘观华, 吴建东, 詹慧英, 黄元政, 黄江, 章斌, 胡斌华, 李跃. 2011年冬鄱阳湖水鸟数量与分布调查. *江西林业科技*, 2012, (3): 1-9.
- [12] 纪伟涛, 曾南京, 伍旭东, 吴建东, 王小龙. 1999年春鄱阳湖鹤类 and 大型水禽航空调查报告. *江西林业科技*, 2000, (5): 22-25.
- [16] 刘成林, 谭胤静, 林联盛, 陶海南, 谭晦如. 鄱阳湖水位变化对候鸟栖息地的影响. *湖泊科学*, 2011, 23(1): 129-135.
- [17] 李鹏飞, 朱军, 苏化尤, 卢欣. 山西省灰鹤的冬季生态研究. *四川动物*, 1988, 7(4): 23-24.
- [18] 张跃文, 金连奎, 郑继民. 辽宁首次发现灰鹤越冬群. *野生动物*, 1993, 7(4): 26-26.
- [19] 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.
- [20] 张明海, 李言阔. 动物生境选择研究中的时空尺度. *兽类学报*, 2005, 25(4): 395-401.
- [21] 董瑞伶. 基于3S技术灰鹤冬季生境选择研究——以野鸭湖湿地为例 [D]. 北京: 首都师范大学, 2006.
- [22] 舒莹, 胡远满, 冷文芳, 朱书玉, 单凯. 黄河三角洲丹顶鹤秋冬季生境选择机制. *生态学杂志*, 2006, 25(8): 954-958.
- [23] 张佰莲, 刘群秀, 宋国贤. 崇明东滩越冬白头鹤生境适宜性评价. *东北林业大学学报*, 2010, 38(7): 85-87.
- [24] 叶远麟. 江西鄱阳湖保护区派出所摧毁一个特大毒害珍稀候鸟的团伙. *野生动物*, 2000, (2): 29-29.
- [25] 郭英荣, 谢利玉, 黄志强. 基于群落特征的湿地候鸟保护对策. *安徽师范大学学报: 自然科学版*, 2006, 30(3): 84-90.

参考文献:

- [1] 中国野生动植物保护司. 中华人民共和国野生动物保护法//国家重点保护野生动物名录. 北京: 中国法制出版社, 1989.
- [3] 苏化龙, 林英华, 李迪强, 钱法文. 中国鹤类现状及其保护对策. *生物多样性*, 2000, 8(2): 180-191.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.8 Apr., 2014 (Semimonthly)
CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Growth rates of marine planktonic ciliates; a review ZHANG Wuchang, LI Haibo, FENG Meiping, et al (1897)
- Research status and prospects on functions of urban forests in regulating the air particulate matter
..... WANG Xiaolei, WANG Cheng (1910)
- A review of snow-living Collembola ZHANG Bing, NI Zhen, CHANG Liang, et al (1922)

Autecology & Fundamentals

- Photosynthetic responses to changes in CO₂ concentration and soil moisture in leaves of *Securinega suffruticosa* from shell ridge
islands in the Yellow River Delta, China ZHANG Shuyong, XIA Jiangbao, ZHANG Guangcan, et al (1937)
- Quantities and spectral characteristics of DOM released from leaf and litterfall in *Castanopsis carlesii* forest and *Cunninghamia
lanceolata* plantation KANG Genli, YANG Yusheng, SI Youtao, et al (1946)
- Seasonal dynamics of leaf area index using different methods in the Korean pine plantation
..... WANG Baoqi, LIU Zhili, QI Yujiao, et al (1956)
- Influence of environmental changes on stoichiometric traits of nitrogen and phosphorus for *Larix gmelinii* trees
..... PING Chuan, WANG Chuankuan, et al (1965)
- Soil water in deep layers under different land use patterns on the Loess Tableland ... CHENG Liping, LIU Wenzhao, LI Zhi (1975)
- Water parameters of the branch of *Larrea tridentata* under different soil drought stress
..... ZHANG Xiangning, SUN Xiangyang, WANG Baoping, et al (1984)
- Effects of shading treatments on photosynthetic characteristics of *Juniperus sabina* Ant. seedlings
..... ZHAO Shun, HUANG Qiuxian, LI Yuling, et al (1994)
- Root distribution in typical sites of Lijiang ecotone and their relationship to soil properties
..... LI Qingshan, WANG Dongmei, XIN Zhongbao, et al (2003)
- The survival and above/below ground growth of *Haloxylon ammodendron* seedling
..... TIAN Yuan, TASHPOLAT · Tiyip, LI Yan, et al (2012)
- Effects of simulated acid rain on the physiological and ecological characteristics of *Rhododendron hybridum*
..... TAO Qiaojing, FU Tao, XIANG Xina, et al (2020)
- Karst cave bacterial calcium carbonate precipitation; the Shijiangjun Cave in Guizhou, China
..... JIANG Jianjian, LIU Ziqi, HE Qiufang, et al (2028)
- Migration of the 7th generation of brown planthopper in northeastern Guangxi Zhuang Autonomous Region, and analysis of source
areas QI Huihui, ZHANG Yunhui, JIANG Chunxian, et al (2039)

Population, Community and Ecosystem

- The dynamics and determinants of population size and spatial distribution of Common Cranes wintering in Poyang Lake
..... SHAN Jihong, MA Jianzhang, LI Yankuo, et al (2050)
- Effects of snow pack on wintertime soil nitrogen transformation in two subalpine forests of western Sichuan
..... YIN Rui, XU Zhengfeng, WU Fuzhong, et al (2061)
- Numerical classification, ordination and species diversity along elevation gradients of the forest community in Xiaoqinling
..... CHEN Yun, WANG Hailiang, HAN Junwang, et al (2068)
- Phytoplankton community structures revealed by pigment signatures in Norwegian and Greenland Seas in summer 2012
..... WANG Xiaoying, ZHANG Fang, LI Juanying, et al (2076)
- Analysis of differences in insect communities at different altitudes in *Zanthoxylum bungeanum* gardens, Yunnan, China
..... GAO Xin, ZHANG Limin, ZHANG Xiaoming, et al (2085)
- The bacterial community changes after papermaking wastewater treatment with artificial wetland
..... GUO Jianguo, ZHAO Longhao, XU Dan, et al (2095)

Ecological water requirement estimation of the rump lake in an extreme arid region of East Juyanhai
 ZHANG Hua, ZHANG Lan, ZHAO Chuanyan (2102)

Landscape, Regional and Global Ecology

Spatial distribution patterns of species richness and hotspots of protected plants in Qinling Mountain
 ZHANG Yinbo, GUO Liulin, WANG Wei, et al (2109)

Impacts of solar radiation on net ecosystem carbon exchange in a mixed plantation in the Xiaolangdi Area
 LIU Jia, TONG Xiaojuan, ZHANG Jinsong, et al (2118)

Carbon density and distribution of *Pinus tabulaeformis* plantation ecosystem in Hilly Loess Plateau
 YANG Yujiao, CHEN Yunming, CAO Yang (2128)

Dynamics of carbon storage at different aged *Koelreuteria paniclata* tree in Xiangtan Mn mining wasteland
 TIAN Dalun, Li Xionghua, LUO Zhaohui, et al (2137)

Resource and Industrial Ecology

Contamination status of Pb and Cd and health risk assessment on vegetables in a mining area in southern Hunan
 WU Yanming, LV Gaoming, ZHOU Hang, on storage at different age (2146)

Urban, Rural and Social Ecology

Life cycle assessment and environmental & economic benefits research of important building external insulation materials in Beijing ...
 ZHU Lianbin, KONG Xiangrong, WU Xian (2155)

Effects of urban imperious surface on the habitat and ecophysiology characteristics of *Ginkgo biloba*
 SONG Yingshi, LI Feng, WANG Xiaoke, et al (2164)

《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 杨永兴 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 8 期 (2014 年 4 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34 No. 8 (April, 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 京海工商广字第 8013 号
许 可 证

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

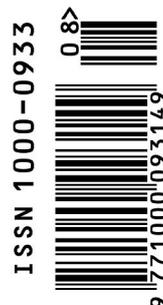
Published by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China

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 All Local Post Offices in China

Foreign China International Book Trading
Corporation
Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行人

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元