

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

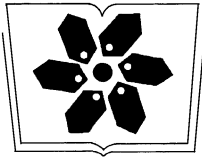
Acta Ecologica Sinica



第33卷 第13期 Vol.33 No.13 **2013**

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 33 卷 第 13 期 2013 年 7 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 强度干扰后退化森林生态系统中保留木的生态效应研究综述..... 缪宁,刘世荣,史作民,等 (3889)
- AM 真菌对重金属污染土壤生物修复的应用与机理..... 罗巧玉,王晓娟,林双双,等 (3898)

个体与基础生态

- 东灵山不同林型五角枫叶性状异速生长关系随发育阶段的变化..... 姚婧,李颖,魏丽萍,等 (3907)
- 不同温度下 CO₂ 浓度增高对坛紫菜生长和叶绿素荧光特性的影响..... 刘露,丁柳丽,陈伟洲,等 (3916)
- 基于 LULUCF 温室气体清单编制的浙江省杉木林生物量换算因子..... 朱汤军,沈楚楚,季碧勇,等 (3925)
- 土壤逐渐干旱对菖蒲生长及光合荧光特性的影响..... 王文林,万寅婧,刘波,等 (3933)
- 一株柠条内生解磷菌的分离鉴定及实时荧光定量 PCR 检测..... 张丽珍,冯利利,蒙秋霞,等 (3941)
- 一个年龄序列巨桉人工林植物和土壤生物多样性..... 张丹桔,张健,杨万勤,等 (3947)
- 不同饵料和饥饿对魁蚶幼虫生长和存活的影响..... 王庆志,张明,付成东,等 (3963)
- 禽畜养殖粪便中多重抗生素抗性细菌研究..... 祁诗月,任四伟,李雪玲,等 (3970)
- 链状亚历山大藻赤潮衰亡的生理调控..... 马金华,孟希,张淑,等 (3978)
- 基于环境流体动力学模型的浅水草藻型湖泊水质数值模拟..... 李兴,史洪森,张树礼,等 (3987)

种群、群落和生态系统

- 干旱半干旱地区围栏封育对甘草群落特征及其分布格局的影响..... 李学斌,陈林,李国旗,等 (3995)
- 宁夏六盘山三种针叶林初级净生产力年际变化及其气象因子响应..... 王云霓,熊伟,王彦辉,等 (4002)
- 半干旱黄土区成熟柠条林地土壤水分利用及平衡特征..... 莫保儒,蔡国军,杨磊,等 (4011)
- 模拟酸沉降对鼎湖山季风常绿阔叶林地表径流水化学特征的影响..... 丘清燕,陈小梅,梁国华,等 (4021)
- 基于改进 PSO 的洞庭湖水源涵养林空间优化模型..... 李建军,张会儒,刘帅,等 (4031)
- 外来植物火炬树水浸液对土壤微生物生态系统的化感作用..... 侯玉平,柳林,王信,等 (4041)
- 崇明东滩抛荒鱼塘的自然演替过程对水鸟群落的影响..... 杨晓婷,牛俊英,罗祖奎,等 (4050)
- 三峡水库蓄水初期鱼体汞含量及其水生食物链累积特征..... 余杨,王雨春,周怀东,等 (4059)
- 元江鲤种群遗传多样性..... 岳兴建,邹远超,王永明,等 (4068)

景观、区域和全球生态

- 中国西北干旱区气温时空变化特征..... 黄蕊,徐利岗,刘俊民 (4078)
- 集水区尺度下东北东部森林土壤呼吸的模拟..... 郭丽娟,国庆喜 (4090)
- 增氮对青藏高原东缘高寒草甸土壤甲烷吸收的早期影响..... 张裴雷,方华军,程淑兰,等 (4101)
- 基于生态系统服务的广西水生态足迹分析..... 张义,张合平 (4111)
- 深圳市景观生态安全格局源地综合识别..... 吴健生,张理卿,彭建,等 (4125)

庐山风景区碳源、碳汇的测度及均衡..... 周年兴,黄震方,梁艳艳 (4134)

气候变化对内蒙古中部草原优势牧草生长季的影响 李夏子,韩国栋,郭春燕 (4146)

民勤荒漠区典型草本植物马蔺的物候特征及其对气候变化的响应..... 韩福贵,徐先英,王理德,等 (4156)

血水草生物量及碳贮量分布格局..... 田大伦,闫文德,梁小翠,等 (4165)

5 种温带森林生态系统细根的时间动态及其影响因子 李向飞,王传宽,全先奎 (4172)

资源与产业生态

干旱胁迫下 AM 真菌对矿区土壤改良与玉米生长的影响..... 李少朋,毕银丽,陈咄圳,等 (4181)

城乡与社会生态

上海环城林带保健功能评价及其机制..... 张凯旋,张建华 (4189)

研究简报

北京山区侧柏林林内降雨的时滞效应 史 宇,余新晓,张佳音 (4199)

采伐剩余物管理措施对二代杉木人工林土壤全碳、全氮含量的长期效应
..... 胡振宏,何宗明,范少辉,等 (4205)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 326 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 35 * 2013-07



封面图说: 岳阳附近的水源涵养林及水系鸟瞰——水源涵养林对于调节径流,减缓水、旱灾害,合理开发利用水资源具有重要的生态意义。洞庭湖为我国第二大淡水湖,南纳湘、资、沅、澧四水,北由岳阳城陵矶注入长江,是长江上最重要的水量调节湖泊。因此,湖周的水源涵养林建设对于恢复洞庭湖调节长江中游地区洪水的功能,加强湖区生物多样性的保护是最为重要的举措之一。对现有防护林采取人为干扰的调控措施,改善林分空间结构,将有利于促进森林生态系统的正向演替,为最大程度恢复洞庭湖水源林生态功能和健康经营提供重要支撑。

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/stxb201207110978

杨晓婷, 牛俊英, 罗祖奎, 张美, 汤臣栋, 王天厚. 崇明东滩抛荒鱼塘的自然演替过程对水鸟群落的影响. 生态学报, 2013, 33(13): 4050-4058.

Yang X T, Niu J Y, Luo Z K, Zhang M, Tang C D, Wang T H. The impact of natural succession process on waterbird community in a abandoned fishpond at Chongming Dongtan, China. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(13): 4050-4058.

崇明东滩抛荒鱼塘的自然演替过程对水鸟群落的影响

杨晓婷¹, 牛俊英^{1,2}, 罗祖奎³, 张 美¹, 汤臣栋⁴, 王天厚^{1,*}

(1. 华东师范大学生命科学学院, 上海市城市化过程与生态恢复重点实验室, 上海 200062;

2. 焦作师范高等专科学校, 焦作 400051; 3. 凯里学院环境与生命科学院, 凯里 556011;

4. 上海崇明东滩鸟类国家级自然保护区管理处, 上海 202183)

摘要: 人工湿地抛荒的现象普遍存在, 但针对抛荒后的自然演替过程对水鸟群落影响的研究较少。于 2007、2008、2011 年对崇明东滩自然抛荒的人工鱼塘水鸟群落展开调查, 探究抛荒后的自然演替过程对水鸟群落结构及不同水鸟类群的影响。3a 累计观察到水鸟 59 种 12819 只, 隶属 6 目 12 科。其中抛荒前最多, 共 53 种 11001 只; 抛荒第 1 年 22 种 1673 只; 抛荒第 4 年最少, 9 种 145 只。鱼塘抛荒后水鸟种类和数量下降剧烈, 物种多样性先上升再下降, 均匀度逐年上升, 优势度先下降再上升。方差分析结果表明, 5 个群落特征都存在极显著年度差异 ($P_1 < 0.01$; $P_2 < 0.01$; $P_3 < 0.01$; $P_4 = 0.003$; $P_5 < 0.01$)。非参数检验结果表明, 不同类群水鸟的种类和数量逐年下降趋势明显, 且年际差异极显著。即抛荒后的自然演替过程对水鸟群落产生了不利影响。建议采取人工管理措施防止旱化, 增加环境异质性, 恢复水鸟群落多样性。

关键词: 抛荒鱼塘; 自然演替; 水鸟群落; 崇明东滩

The impact of natural succession process on waterbird community in a abandoned fishpond at Chongming Dongtan, China

YANG Xiaoting¹, NIU Junying^{1,2}, LUO Zukui³, ZHANG Mei¹, TANG Chendong⁴, WANG Tianhou^{1,*}

1 Shanghai Key Laboratory of Urbanization and Ecological Restoration, School of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China

2 Jiaozuo Teachers College, Jiaozuo 400051, China

3 School of Environment and Life Sciences, Kaili University, Kaili 556011, China

4 Shanghai Chongming Dongtan National Nature Reserve Administration Division, Shanghai 202183, China

Abstract: In recently years, the artificial wetlands such as fishponds and rice pads have become the main habitats type for waterbird due to the decrease of natural wetland. Such phenomenon exists generally in Yangtze River coastline since the coast wetlands were reclaimed during last decade. However, part of artificial wetlands in these areas is being abandoned by local farmers in the reasons of labour cost increasing and aquatic product price decreasing comparatively. Some studies concluded that the abandonment of fishpond caused the deterioration of soil and water quality, and the decrease of benthic animals. However there are few studies about the influence of natural succession after the abandonment on waterbird community. Chongming Dongtan National Nature Reserve is one of the international wetland (Ramsar Site) for waterbird conservation, where we selected the abandoned fishpond as our research area to undertake the waterbird studies in 2007, 2008 and 2011, aiming to the impact of rapid succession after abandonment on waterbird community structure, and raising relative recommendations on the further management of these abandoned fish ponds for local government.

In a total of 12819 waterbirds of 59 species were observed in the three years, which belonged to 6 Orders and 12

基金项目: 科技部支撑项目 (2010BAK69B14); 上海市科学技术委员会资助项目 (10dz1200703, 10dz1211000, 12231204703)

收稿日期: 2012-07-11; 修订日期: 2013-02-22

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: thwang@bio.ecnu.edu.cn

Families. Among the total, in the year of 2007, pre-abandonment period, we counted 11001 waterbirds of 53 species, with the most abundance and richness value in our study years; in the year of 2008, the first year of fishponds abandoned period, we counted 1673 waterbirds of 22 species; in the year of 2011, the fourth year of fish ponds abandoned period, we only counted 145 waterbirds of 9 species; which indicated the waterbirds abundance and richness dropped dramatically after the fishpond was abandoned. The study results of variance analysis showed that the richness, abundance, species diversity, evenness and dominance of waterbird community all had highly significant differences among years ($P_1 < 0.01$; $P_2 < 0.01$; $P_3 < 0.01$; $P_4 = 0.003$; $P_5 < 0.01$). The result of non-parametric test described that, the richness and abundance of different waterbird groups had highly significant differences among years.

The findings of this study suggested that waterbird abundance and richness had the dropping trend, meanwhile water level and the percentage of water area decreased and vegetation coverage increased; the species diversity increased as well as the percentage of mudflat; the evenness had the same increasing trend as vegetation coverage, but opposite trend presented in the water level and the percentage of water area. The results also indicated that different waterbird groups such as waterfowls and shorebirds reacted variously to the different environment factors, for instance, the abundance and richness of shorebirds have risen rapidly in the first year of fish pond abandoned while the other groups decreased obviously.

In order to raise the conservation value of these fishponds abandoned in this Ramsar Site, we recommend undertaking proper management measures in these areas to prevent the drought as well as increasing the heterogeneity of habitat for the waterbird conservation.

Key Words: abandoned fishpond; natural succession; waterbird community; Chongming Dongtan

由于人类活动的影响,湿地受损或功能退化已成为全球性的普遍现象,并对湿地的生物多样性带来巨大威胁。水鸟是在生态上依赖湿地生存的鸟类,对环境的变化又相对敏感,因此可以视为环境变化的指示剂^[1]。近年来,随着围垦的加重和天然湿地的恶化,人工湿地成为水鸟利用的重要湿地类型^[2]。然而,在建造各种人工湿地的同时,也普遍存在着将湿地抛荒的现象^[3-5]。许多研究表明,鱼塘抛荒可导致土壤和水质的变化,水生底栖动物的减少^[3,6]等。

崇明东滩自然保护区地处“东亚—澳大利亚”候鸟迁徙路线的中部,是迁徙水鸟停歇、补充能量的重要中转站和良好的越冬地,也是国际重要湿地。然而近年来,崇明东滩湿地的环境条件发生了明显变化,外来植物的入侵和对各种类型湿地的抛荒等,都在改变着水鸟的适宜栖息地。本文试图从 3a 的时间跨度上比较鱼塘的自然演替过程对水鸟数量、种类、多样性、均匀度、优势度等群落特征的影响,以及不同水鸟类群对崇明东滩鱼塘抛荒后自然演替的反应,分析引起以上变化的原因,从而客观评价环境变化的影响,提出对抛荒鱼塘水鸟多样性保护的管理措施。

1 研究区域概述

崇明东滩位于长江入海口,三面环水,北面是长江口北支水道末端,南面是北港水道,东面是长江口滨海区域,地理坐标为 $31^{\circ}25' - 31^{\circ}28'N, 121^{\circ}50' - 122^{\circ}05'E$ 。该地地势平坦,高程在 4.2 m 以下。受长江径流和外海潮流的影响,水温条件变化明显,季节性较强。本研究地点选择在靠近崇明东滩保护区核心区的 98 大堤内区域,属于上海实业(集团)有限公司(简称上实公司)管理下的生态化养殖鱼塘,总面积 399 hm^2 ,具体位置见图 1。2008 年 5 月抛荒后,人员、设备撤离,水位完全依赖于降水^[7]。失去人工管理后,水体理化性质改变迅速,土壤呈明显旱化和盐渍化,加拿大一枝黄花(*Solidago decurrens*)等旱生植物出现并逐渐侵入原有的芦苇带。在几年时间内该区域的非生物因子和生物因子都发生了迅速的变化,是一个快速演替的过程^[8]。

2 研究方法

2.1 野外调查

由于该地区水鸟组成以旅鸟和冬候鸟为主,因此本次的水鸟群落调查只在春季、秋季和冬季进行。根据

春、秋季节水鸟迁徙物候学以及水鸟的繁殖情况,季节划分如下^[9]:秋季(8月中旬—11月初),冬季(11月初—翌年3月中旬),春季(3月中旬—5月中旬)。

调查分为3个时间段,即:2007年9月中旬—2008年5月中旬为抛荒前的计数,2008年9月中旬—2009年5月中旬为抛荒第1年的计数,2011年9月中旬—2012年5月中旬为抛荒第4年的计数。每间隔10—18d进行1次野外调查。抛荒前和抛荒第1年每个季节各调查6次;抛荒第4年秋季由于天气原因共进行调查5次,冬季、春季各调查6次,3个时间段共调查53次。每次调查选择晴天的上午,从日出开始持续约4h,根据情况以2—4人为1组,步行沿鱼塘塘埂行进,借助双筒望远镜(×8)和单筒望远镜(×32),记录鱼塘内的所有水鸟种类和数量。样方内惊飞的水鸟被记录,飞过的水鸟不做记录。

考察研究区域的生境条件,选择水位、水面面积比例、光滩面积比例、植被盖度、人为干扰等5项,每个季节调查1次。水位为样方边缘、中间等4—5点水位的平均值,水面面积比例为没有植被分布的明水面面积占样方总面积的比例,光滩面积比例为湿润的光滩或浅滩面积占样方总面积的比例。人为干扰分为4级:1级,干扰很少,<1人/每次调查,无机动车通过;2级,干扰较少,2—3人/每次调查,无机动车通过;3级,干扰较大,5—7人/每次调查,机动车较少;4级,干扰很大,定期有大量人为干扰,机动车较多^[10]。

2.2 数据处理

物种多样性指标采用 Shannon-Wiener 指数计算: $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$, 运算时取数次调查的平均值, S 为种类数, P_i 为第 i 种在总体中的个体比例。均匀度指标采用 Pielou 指数: $J = H'/H_{\max}$, $H_{\max}$ 为最大多样性值, $H_{\max} = \ln S$, S 为该样方的总物种数。优势度指标采用 Simpson 指数计算: $C = \sum_{i=1}^S (P_i)^2$ 。数据在分析时先进行正态分布检验, 如果不符合则进行平方根转换。对符合正态分布的数据用重复测量的单因素方差分析 (Repeated measure one-way ANOVA)^[11] 来比较 3a 内抛荒鱼塘的水鸟群落特征的年际差异。满足方差齐性的数据运用 LSD 的方法, 不满足方差齐性的用 Games-Howell 的方法进行多重比较。对转换后仍不符合正态分布的数据运用 Kruskal-Wallis H 法^[12] 进行非参数检验, 分析不同水鸟类群种类和数量的年际变化。非参数检验和方差分析通过 SPSS17.0 软件进行统计分析。文中数据采用平均值±标准差 (Mean±SD) 表示, $P < 0.05$ 即认为差异显著, $P < 0.01$ 认为差异极显著。

3 结果

3.1 水鸟群落特征的年际变化

3.1.1 种类的年际变化

3年调查共记录到水鸟59种, 其中留鸟3种, 夏候鸟9种, 冬候鸟27种, 旅鸟20种。分别隶属于6目12科, 其中鸮形目1种, 鸱形目1种, 鸱形目12种, 雁形目14种, 鹤形目3种, 鸱形目28种。抛荒前共观察到水鸟53种(图2), 占3a记录到的水鸟总数的89.83%。与抛荒第1年和抛荒第4年相比, 分别有21和44种水鸟只出现在抛荒前。抛荒第1年记录到水鸟38种(图2), 占64.41%。与抛荒前相比, 有6种水鸟只出现在抛荒第1年, 全部属于鸱类; 与抛荒第4年相比, 有30种水鸟只出现在抛荒第1年。抛荒第4年记录到水鸟9种(图2), 占15.25%; 与抛荒前相比, 没有只出现在抛荒第4年的水鸟种类; 与抛荒第1年相比, 有2种水鸟只出现在抛荒第4年, 分别是草鹭 (*Ardea purpurea*) 和牛背鹭 (*Bubulcus ibus*)。

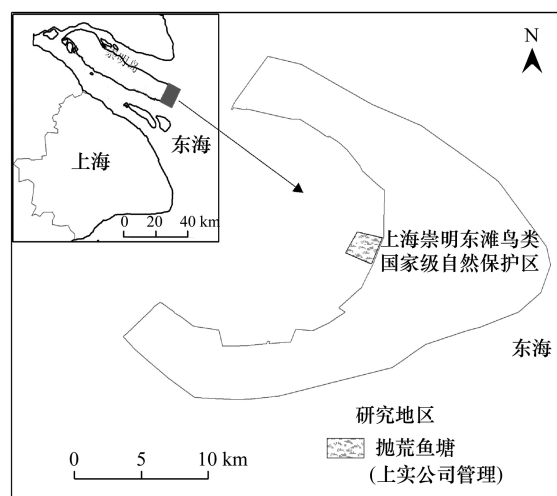


图1 研究区域示意图

Fig.1 Location of the study area

方差分析的结果表明,水鸟种类的年度差异极显著($F=48.91$, $df_1=2$, $df_2=50$, $P<0.01$)。水鸟种类的均值比较结果显示,抛荒前水鸟种类最多,抛荒第1年次之,抛荒第4年的水鸟种类最少。多重比较的结果表明,抛荒前与抛荒第4年、抛荒第1年与抛荒第4年的水鸟种类差异极显著($P<0.01$, $P<0.01$),但抛荒前与抛荒第1年的水鸟种类无显著差异($P=0.088$, 表1)。

3.1.2 数量的年际变化

调查期间,该研究区域内共观察到水鸟 12819 只,其中抛荒前 11001 只,占 85.82%;抛荒第1年 1673 只,占 13.05%;抛荒第4年 145 只,占 1.13% (图2)。在

所有观察到的水鸟中,鸬鹚目 251 只,鹈形目 37 只,鸬形目 1636 只,雁形目 9232 只,鹤形目 666 只,鸬形目 997 只。水鸟数量的年度差异极显著($F=10.67$, $df_1=2$, $df_2=50$, $P<0.01$)。水鸟数量均值比较的结果显示,抛荒前水鸟数量最多,抛荒第1年次之,抛荒第4年的水鸟数量最少。多重比较的结果表明,抛荒前与抛荒第1年的水鸟数量差异显著($P=0.19$),抛荒前与抛荒第4年、抛荒第1年与抛荒第4年水鸟数量差异极显著($P=0.007$, $P<0.01$, 表1)。

3.1.3 物种多样性的年际变化

3a 的物种多样性指标 Shannon-Wiener 指数的平均值分别为 1.969, 2.051 和 0.479。抛荒第1年的物种多样性最高,抛荒前次之,抛荒第4年最低。表明抛荒后水鸟多样性先经过短暂的丰富期,然后迅速下降。方差分析结果表明,抛荒不同时间的物种多样性存在极显著差异($F=114.180$, $df_1=2$, $df_2=50$, $P<0.01$)。多重比较结果表明,抛荒前与抛荒第4年、抛荒第1年与抛荒第4年的物种多样性差异极显著($P<0.01$, $P<0.01$),抛荒前与抛荒第1年的物种多样性无显著差异($P=0.479$, 表1)。

表1 水鸟群落特征多重比较结果

Table 1 The results of multiple comparison of waterbird community characters

年份 Year	数量 Abundance		种类 Richness		多样性指数 Shannon-Wiener index (H')		均匀度指数 Evenness index (J)		优势度指数 Dominant index (C)	
	均值差 Mean Difference		均值差 Mean Difference		均值差 Mean Difference		均值差 Mean Difference		均值差 Mean Difference	
		P		P		P		P		P
2007-08	518.22 *	0.019	4.06	0.088	-0.08	0.479	-0.09 *	0.025	0.02	0.801
2008-11	84.42 **	0.000	10.73 **	0.000	1.57 **	0.000	-0.08	0.113	-0.44 **	0.000
2011-07	-602.64 **	0.007	-14.78 **	0.000	-1.49 **	0.000	0.17 **	0.001	0.42 **	0.000

3.1.4 均匀度的年际变化

均匀度指标 Pielou 指数的平均值分别为 0.730, 0.823 和 0.899。说明虽然抛荒后水鸟种类有所下降,但数量在每种间的分配较均匀。方差分析结果表明,抛荒不同时间的均匀度存在极显著差异($F=6.811$, $df_1=2$, $df_2=43$, $P=0.003$)。多重比较的结果表明,抛荒前与抛荒第4年的均匀度差异极显著($P=0.001$),抛荒前与抛荒第1年的均匀度差异显著($P=0.025$),抛荒第1年与抛荒第4年无显著差异($P=0.113$, 表1)。

3.1.5 优势度的年际变化

3 年的优势度指标 Simpson 指数的平均值分别为 0.211, 0.192 和 0.630。理论上均匀度越大,优势度越小,但由于抛荒第4年物种数较少,造成其优势度显著大于其他年份。方差分析结果表明,抛荒不同时间的优势度存在极显著差异($F=33.141$, $df_1=2$, $df_2=50$, $P<0.01$)。多重比较的结果表明,抛荒前与抛荒第4年、抛荒第1年与抛荒第4年的优势度差异极显著($P<0.01$, $P<0.01$),抛荒前与抛荒第1年无显著差异($P=$

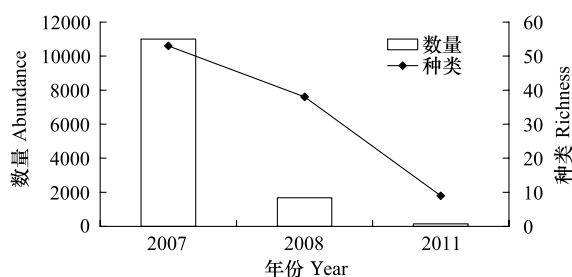


图2 水鸟数量、种类的年际变化

Fig. 2 The yearly changes of abundance and richness

2007 年为抛荒前, 2008 年为抛荒第 1 年, 2011 年为抛荒第 4 年

0.801, 表1)。

3.2 不同水鸟类群种类和数量的年际变化

3.2.1 水鸟群落组成的变化

抛荒前共观察到水鸟 53 种,其中有 22 种(41.51%)是鸕形目水鸟,其次是雁形目 14 种(26.42%)和鸕形目 12 种(22.64%),鹤形目 3 种(5.66%),鹬形目和鸕形目各 1 种(1.89%)。全年观察到的水鸟数量为 11001 只,其中雁形目 8706 只,占总数的 79.14%;鸕形目 1095 只,占 9.95%;鸕形目、鸕形目和鹬形目数量不足 5%;鸕形目 37 只,仅占总数的 0.34%(图 3, 图 4)。

抛荒第 1 年共观察到水鸟 38 种,其中鸕形目 22 种(57.89%),鸕形目 8 种(21.05%),雁形目 4 种(10.53%),鹤形目 3 种(7.89%),鹬形目 1 种(2.63%)。该年共观察到水鸟 1673 只,其中鸕形目最多,为 530 只,占总数的 31.68%;其次为鸕形目 459 只和雁形目 455 只,分别占 27.44% 和 27.20%;鸕形目和鹬形目数量较少,分别为 170 只和 59 只,占总数的 10.16% 和 3.53%。鸕形目水鸟在全年没有发现(图 3, 图 4)。

抛荒第 4 年共观察到水鸟 9 种,种类最多的为鸕形目 4 种(44.44%);其次为雁形目水鸟 2 种(22.22%);鹬形目、鸕形目和鸕形目水鸟各 1 种(11.11%)。全年共观察到水鸟 145 只,其中数量最多的是雁形目 71 只,占总数的 48.97%;其次为鸕形目 39 只,占总数的 26.90%;鸕形目 23 只和鸕形目 11 只,分别占总数的 15.86% 和 7.59%;鹬形目水鸟数量最少,全年仅记录到 1 只,占 0.69%。鸕形目水鸟在全年没有发现(图 3, 图 4)。

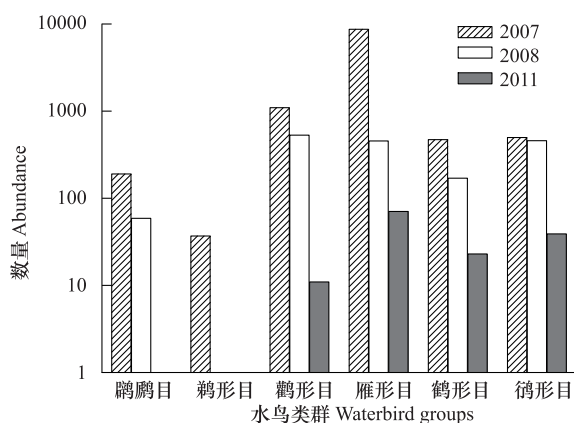


图 3 不同类群水鸟数量变化(由于数量级差别较大,对纵坐标轴进行非等间距处理)

Fig. 3 The change of abundance of different waterbird groups

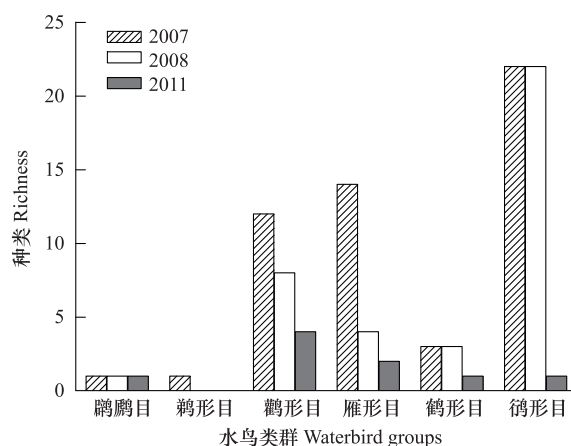


图 4 不同类群水鸟种类变化

Fig. 4 The change of richness of different waterbird groups

3.2.2 不同水鸟类群种类和数量的变化

调查期间共记录到鹬形目 1 种 251 只。抛荒前数量最多,共 191 只;其次为抛荒第 1 年,共 59 只;数量最少的年份是抛荒第 4 年,仅记录到 1 只(表 2)。非参数检验结果表明,鹬形目水鸟数量的年际差异极显著($X^2=34.245$, $df=2$, $P<0.01$)。

鸕形目水鸟 1 种 37 只。全部出现在抛荒前,抛荒后未曾记录到(表 2)。非参数检验结果表明,鸕形目水鸟数量的年际差异显著($X^2=8.240$, $df=2$, $P=0.016$)。

鸕形目 12 种 1636 只。抛荒前最多,共观察到 12 种 1095 只;抛荒第 1 年 8 种 530 只;抛荒第 4 年观察到的鸕形目水鸟种类和数量最少,为 4 种 11 只(表 2)。非参数检验结果表明,鸕形目水鸟数量的年际差异极显著($X^2=33.594$, $df=2$, $P<0.01$),种类年际差异极显著($X^2=33.902$, $df=2$, $P<0.01$)。

雁形目 14 种 9232 只。其中抛荒前最多,共观察到 14 种 8706 只;抛荒第 1 年次之,为 4 种 455 只;抛荒第 4 年仅观察到 2 种 71 只(表 2)。非参数检验结果表明,雁形目水鸟数量的年际差异极显著($X^2=17.997$,

$df=2$, $P<0.01$), 种类的年际差异极显著 ($X^2=33.902$, $df=2$, $P<0.01$)。

表 2 不同水鸟类群种类和数量的变化情况
Table 2 The changes of different waterbird groups

水鸟类群 Waterbird groups		2007		2008		2011	
		数量	%	数量	%	数量	%
鸬鹚目 <i>Podicipediformes</i>	数量 Abundance	191	76.10	59	23.51	1	0.40
	种类 Richness	1		1		1	
鹈形目 <i>Pelecaniformes</i>	数量	37	100	0	0	0	0
	种类	1		0		0	
鹤形目 <i>Ciconiiformes</i>	数量	1095	66.93	530	32.40	11	0.67
	种类	12		8		4	
雁形目 <i>Anseriformes</i>	数量	8706	94.30	455	4.93	71	0.77
	种类	14		4		2	
鹤形目 <i>Gruiformes</i>	数量	473	71.02	170	25.53	23	3.45
	种类	3		3		1	
鸨形目 <i>Charadriiformes</i>	数量	499	50.05	459	46.04	39	3.91
	种类	22		22		1	

鹤形目 3 种 666 只。抛荒前和抛荒第 1 年 3 种均有出现,总数量分别为 473 只和 170 只;抛荒第 4 年仅观察到黑水鸡 (*Gallinula chloropus*) 1 种 23 只(表 2)。非参数检验结果表明,鹤形目水鸟数量的年际差异极显著 ($X^2=35.158$, $df=2$, $P<0.01$)。

鸨形目 28 种 997 只。抛荒前共记录到鸨形目水鸟 22 种 499 只,其中包括鸨类 14 种 192 只,鸥类 8 种 307 只;抛荒后第 1 年 22 种 459 只,其中包括鸨类 20 种 451 只、鸥类 2 种 8 只;抛荒第 4 年仅观察到沙锥 (*Gallinago* sp.) 1 种 39 只(表 2)。非参数检验结果表明,鸨形目水鸟数量的年际差异极显著 ($X^2=27.307$, $df=2$, $P<0.01$), 种类的年际差异极显著 ($X^2=35.084$, $df=2$, $P<0.01$)。

4 讨论

4.1 影响水鸟群落变化的因素分析

本研究结果表明,抛荒后水鸟数量和种类均呈逐年下降趋势,物种多样性在抛荒后先上升再下降,均匀度逐年上升,优势度先下降再上升。与此同时,该区域的水位、水面面积比例、光滩面积比例、植被盖度、人为干扰等在几年时间内都发生了较大幅度的变化(表 3)。仅就变化趋势而言,水鸟数量、种类的变化趋势与水位水面面积比例的变化趋势相同,而与植被盖度的变化趋势相反;物种多样性与光滩面积比例变化趋势相同;均匀度与植被盖度的变化趋势相同,而与水位、水面面积比例的变化趋势相反;优势度与光滩面积比例的变化趋势相反;5 个水鸟群落指标与人为干扰的变化趋势均不相同。

表 3 鱼塘生境因子的变化
Table 3 The changes of habitat factors

年份 Year	水位/cm Water level	水面面积比例/% Percentage of water area	光滩面积比例/% Percentage of mudflat	植被盖度/% Vegetation coverage	人为干扰 Human disturbance
2007	50—100	30	40	20	3
2008	10—20	20	60	40	1
2011	0—10	5	0	80	1

许多研究表明,湿地水鸟的空间分布主要受资源可利用性、人为干扰和生境因子等多种因素的影响,并直接影响湿地空间水鸟环境容纳量^[13-14]。湿地类型的改变会对水鸟群落的分布和分配产生很大影响^[15]。不同的水深^[4,16]水分布^[17]和水位变化^[18]能影响水鸟的分布情况。水面和光滩面积比例的逐渐减少,以及植被盖

度的逐渐增加,都标志着该区域的自然演替和逐渐旱化过程。干旱能导致底栖动物的密度下降^[17],能直接导致水鸟食物资源的短缺。而植被密度的增加会使许多水鸟无法站立栖息^[19],造成水鸟栖息的有效湿地面积的减少^[21]。一般认为人为干扰会对鸟类密度和多样性造成负面影响^[21-22],但有些水鸟已经适应了水产养殖活动带来的干扰^[23],并对规律性的干扰或人为活动具有一定的依赖性,因此不可一概而论。

4.2 影响不同类群水鸟种类和数量变化的因素分析

在群落组成方面,抛荒前和抛荒第1年以鹳形目水鸟种类最多,抛荒第4年则以鸻形目水鸟种类最多,鴈形目种类急剧减少。数量最多的水鸟类群则由抛荒前的雁形目变为抛荒第1年的鸻形目,抛荒第4年又以雁形目水鸟为最多。水鸟的主要种类和数量发生的剧烈变化,说明不同的因素对适应不同栖息生境的水鸟的影响不同。

水位和水面面积比例的变化对鸻形目水鸟的影响最大。普通鸬鹚(*Phalacrocorax cabro*)属于潜水鸟类,需要一定的水深和水面面积,养殖的鱼类也能为其提供充足的食物资源^[24],而抛荒后的环境不适合鸻形目水鸟的生存,因此鸻形目只在抛荒前有记录。鸻形目、雁形目、鸻形目水鸟具有相似的生境需求,喜好水位较深、具有大明水面且存在斑块状芦苇的养殖塘^[10],因此抛荒前以雁鸭类数量占优势。鸻形目水鸟多为涉禽,主要分布在浅水区域和泥滩地^[25]。抛荒前鱼塘维持着较高水位,人为干扰也相对强烈,但由于鱼类等食物资源相对充足,且某些种类的鸻形目水鸟已经适应了一定程度的人为干扰,其种类和数量在3a中是最多的。抛荒后由于水位的下降,出现了一定面积的浅水区和光滩,植被盖度的增加提供了一定的隐蔽条件,使鸻形目水鸟在数量上占了优势;但由于食物资源等其他条件的变化,鸻形目水鸟的种类和数量比抛荒前都有所下降。随着自然演替的进行,到抛荒第4年仅发现少量鸻形目水鸟。鴈形目鸬鹚类喜好浅水位和光滩,主要食物为底栖动物^[26-27];鸬鹚科水鸟喜好深水位,主要食物为鱼类^[28]。抛荒前的生境不利于涉禽的栖息觅食,因此鸬鹚类数量和种类较少;而高水位和充足的鱼类为鸬鹚科提供了适宜的生境,在种类和数量上均属3a中最多的。抛荒第1年,水位的下降致使光滩面积比例增大,这有利于鸬鹚类的栖息和觅食,因此鸬鹚类在数量和种类上相对于抛荒前都有所增加;而这时的生境已不适于鸬鹚类,因此数量和种类都有很大下降。到抛荒第4年,持续的旱化使得底栖动物减少,从而影响到鸬鹚类的食物,仅发现少量沙锥,鸬鹚类没有发现。

综上所述,抛荒不仅造成水鸟群落种类和数量等呈现明显的下降趋势,还对不同类群水鸟产生了不同影响。从本研究结果来看,造成这种现象的主要原因是生境因子的变化。除此之外,全球迁徙水鸟的动态变化也会造成不同季节水鸟群落结构的变化,这对本文的研究结果存在一定的影响。在本文的研究基础上,可以在后续研究中进一步探讨抛荒后自然演替对水鸟群落影响的季节差异,因而根据水鸟迁徙的不同特征在不同季节对人工湿地采取不同管理措施,以达到更好的动态保育效果。

5 崇明东滩抛荒的管理建议

本研究结果表明,在鱼塘抛荒后水位、水面面积比例、光滩面积比例、植被盖度、人为干扰等生境因子都发生了较大幅度的变化。环境的迅速变化虽然在刚开始的一段时间内造成了水鸟物种多样性的上升,但随着旱化程度的加剧,物种多样性显著下降。而水鸟群落数量、种类数的剧烈下降,更说明了抛荒后的自然演替过程对水鸟群落的不利影响。

为了提高该抛荒鱼塘的水鸟多样性,恢复水鸟数量,充分发挥其水鸟保育的重要作用,需要采取人工管理措施防止旱化的加剧。具体建议如下:(1)冬季:冬季为水鸟的越冬期,以雁鸭类为主,为了吸引雁鸭类水鸟应营造足够的明水面^[10],通过人工调控维持一定的水位。植被在决定环境的自然结构上有重要的作用^[29],针对雁鸭类对人为干扰较为敏感的特点^[30],需要保留一定的植被为水鸟提供隐蔽场所^[31]。(2)春秋季节:春季和秋季是候鸟的迁徙期,就崇明东滩来说,以鸬鹚类的种类和数量为最多。为了迎合鸬鹚类水鸟的生境需求,春季和秋季需要营造具有低植被盖度、充足光滩面积和水位较浅的生境^[32-33]。考虑到春季部分越冬水鸟的残留和秋季冬候鸟逐渐增加的趋势^[34],建议保留一定的深水区域,以增加环境异质性,提高物种多样性^[35-36]。

References:

- [1] Qian G Z, Cui Z X, Wang T H. Waders (*Charadiiformes*) community of the Changjiang River estuary and the Hangzhou Bay. *Acta Zoologica Sinica*, 1985, 31(1): 96-97.
- [2] Czech H A, Parsons K C. Agricultural wetlands and waterbirds: a review. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology*, 2002, 25(S2): 56-65.
- [3] Céréghino R, Ruggiero A, Marty P, Angélibert S. Biodiversity and distribution patterns of freshwater invertebrates in farm ponds of a south-western French agricultural landscape. *Hydrobiologia*, 2008, 597(1): 43-51.
- [4] Wright J P, Flecker A S, Jones C G. Local vs. landscape controls on plant species richness in beaver meadows. *Ecology*, 2003, 84(12): 3162-3173.
- [5] García C B, Troncoso W, Sánchez S, Perdomo L. Contribution to vital statistics of a guppy *Poecilia reticulata* Peters (Pisces: Cyprinodontiformes: Poeciliidae) pond population in Santa Marta, Colombia. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 2008, 3(3): 335-339.
- [6] Towatana P, Voradaj C, Panapitukkul N. Changes in soil properties of abandoned shrimp ponds in southern thailand. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2002, 74(1): 45-65.
- [7] Luo Z K. Waterbird responses to pond abandonment at the early stage and their diet analysis at Chongming Dongtan, China [D]. Shanghai: East China Normal University, 2010.
- [8] Sun R Y. Principles of Animal Ecology. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001.
- [9] Wang T H, Qian G Z. Waders (*Charadiiformes*) community of the Changjiang River estuary and the Hangzhou Bay. Shanghai: East China Normal University, 1988.
- [10] Niu J Y, Heng N N, Zhang B, Yuan X, Wang T H. Waterbird habitat-selection during winter and spring in reclaimed coastal wetlands in Nanhui Dongtan, Shanghai. *Zoological Research*, 2011, 32(6): 624-630.
- [11] Ren B H, Wang Z L, Lu J Q. Effects of age on nest-building of *Mus musculus*. *Sichuan Journal of Zoology*, 2011, 30(6): 940-944.
- [12] Liu G K, Zhou C Q, Yang Z S, Long S, Pan L, Wang W K, You Y Q, Zeng G W, Geng S S. Diurnal activity rhythm and time budgets of the Dwarf Blue Sheep (*Pseudois schaeferi*) in Zhubalong Nature Reserve. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(4): 972-981.
- [13] Tafta O W, Haiga S M. Landscape context mediates influence of local food abundance on wetland use by wintering shorebirds in an agricultural valley. *Biological Conservation*, 2006, 128(3): 298-307.
- [14] Goss C J D, Stillman R A, West A D, Caldow R W G, McGrorty S. Carrying capacity in overwintering migratory birds. *Biological Conservation*, 2002, 105(1): 27-41.
- [15] Green A J, Hamzaoui M E, Mohammed A E A, Franchimont J. The conservation status of Moroccan wetlands with particular reference to waterbirds and to changes since 1978. *Biological Conservation*, 2002, 104(1): 71-82.
- [16] Colwell M A and Taft O W. Waterbird communities in managed wetlands of varying water depth. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology*, 2000, 23(1): 45-55.
- [17] Jenkins K M, Boulton A J. Detecting impacts and setting restoration targets in arid-zone rivers: aquatic micro-invertebrate responses to reduced floodplain inundation. *Journal of Applied Ecology*, 2007, 44(4): 823-832.
- [18] Kloskowski J, Green A J, Polak M, Bustamante J, Krogulec J. Complementary use of natural and artificial wetlands by waterbirds wintering in Doñana, south-west Spain. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2009, 19(7): 815-826.
- [19] Wang T H, Wen X J, Shi J Y, Su Y X, Yang L. HSBC Wetland Management Training Manual. Hong Kong: The Copyright of World Wide Fund for Nature Reserve, 2003: 86-89.
- [20] Ge Z M, Wang T H, Shi W Y, Zhao P. Secondary succession characteristics of vegetations on reclaimed land inside Chongming wetland seawall. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2005, 16(9): 1677-1681.
- [21] Caruso B S. Effectiveness of braided, gravel-bed river restoration in the upper Waitaki basin, New Zealand. *River Research and Applications*, 2006, 22(8): 905-922.
- [22] Armitage A R, Jensen S M, Yoon J E, Ambrose R F. Wintering shorebird assemblages and behavior in restored tidal wetlands in southern California. *Restoration Ecology*, 2007, 15(1): 139-148.
- [23] Middleton B A. Nonequilibrium dynamics of sedge meadows grazed by cattle in southern Wisconsin. *Plant Ecology*, 2002, 161(1): 89-110.
- [24] Fonteneau F, Paillisson J M, Marion L. Relationships between bird morphology and prey selection in two sympatric Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* subspecies during winter. *Ibis*, 2009, 151(2): 286-298.
- [25] Zhang B, Yuan X, Pei E L, Niu J Y, Heng N N, Wang T H. Change of waterbird community structure after the intertidal mudflat reclamation in

- the Yangtze River Mouth: a case study of Nanhui Dongtan area. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(16): 4599-4608.
- [26] Kendall M A, Burrows M T, Southward A J, Hawkins S J. Predicting the effects of marine climate change on the invertebrate prey of the birds of rocky shores. *Ibis*, 2004, 146(S1): 40-47.
- [27] Hou S L. Research progress of shorebirds. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2009, 37(32): 15873-15874, 15881-15881.
- [28] Wang Q X, Xiao H, Wang Z Q, Hu C E, Cai Q W. Study on the distribution and species composition of birds (*Laridae*) in Hongjiannao wetland, Shaanxi Province. *Sichuan Journal of Zoology*, 2011, 30(2): 239-242.
- [29] Trisal-Domínguez C, Fernández-Aláez C, García-Criado F. Habitat selection and sampling design for ecological assessment of heterogeneous ponds using macroinvertebrates. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2009, 19(7): 786-796.
- [30] Luo Z K, Yue F, Wu F Q, Lou L G, Shu S, Wang T H. Characteristics of avian communities in winter in Shahu of Hubei Province, China. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 28(7): 1361-1367.
- [31] Yue X, Zhang K J. Preliminary research of the migrant population of the black-faced spoonbill *Platylea minor* in Dongtan wetland of Chongming Island, Shanghai. *Journal of East China Normal University: Natural Science*, 2006, (6): 131-136.
- [32] Davis C A, Smith L M. Ecology and management of migrant shorebirds in the playa lakes region of Texas. *Wildlife Monographs*, 1998, 140: 1-45.
- [33] Ge Z M, Wang T H, Shi W Y, Zhou X. Seasonal change and habitat selection of shorebird community at the south Yangtze River Mouth and north Hangzhou Bay. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(1): 40-47.
- [34] Pei E L, Yuan X, Tang C D, Ma Q, Chen X Z, Liu Y Y. Study on the waterbird communities during southward migration in Shanghai. *Journal of Fudan University: Natural Science*, 2007, 46(6): 906-912.
- [35] Vadas R L, Vadas R L, Orth D J. Habitat use of fish communities in a Virginia stream system. *Environmental Biology of Fishes*, 2000, 59(3): 253-269.
- [36] Benton T G, Vickery J A, Wilson J D. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key?. *Trends in Ecology and Evolution*, 2003, 18(4): 182-188.

参考文献:

- [1] 钱国桢, 崔志兴, 王天厚. 长江口、杭州湾北部的鸕形目鸟类群落. *动物学报*, 1985, 31(1): 96-97.
- [7] 罗祖奎. 崇明东滩水鸟对鱼塘抛荒早期阶段的反应及食物因子分析 [D]. 上海: 华东师范大学, 2010.
- [8] 孙儒泳. 动物生态学原理. 北京: 北京师范大学出版社, 2001.
- [9] 王天厚, 钱国桢. 长江口杭州湾鸕形目鸟类. 上海: 华东师范大学出版社, 1988.
- [10] 牛俊英, 衡楠楠, 张斌, 袁晓, 王天厚. 上海市南汇东滩围垦后海岸带湿地冬春季水鸟生境选择. *动物学研究*, 2011, 32(6): 624-630.
- [11] 任宝红, 王振龙, 路纪琪. 年龄对小鼠筑巢的影响. *四川动物*, 2011, 30(6): 940-944.
- [12] 刘国库, 周材权, 杨志松, 龙 帅, 潘 立, 王维奎, 游于群, 曾国伟, 耿山山. 竹巴笼矮岩羊昼间行为节律和时间分配. *生态学报*, 2011, 31(4): 972-981.
- [20] 葛振鸣, 王天厚, 施文斌, 赵平. 崇明东滩围垦堤内植被快速次生演替特征. *应用生态学报*, 2005, 16(9): 1677-1681.
- [25] 张斌, 袁晓, 裴恩乐, 牛俊英, 衡楠楠, 王天厚. 长江口滩涂围垦后水鸟群落结构的变化——以南汇东滩为例. *生态学报*, 2011, 31(16): 4599-4608.
- [27] 侯森林. 鸕鹚类研究进展. *安徽农业科学*, 2009, 37(32): 15873-15874, 15881-15881.
- [28] 汪青雄, 肖红, 王中强, 胡彩娥, 蔡启文. 陕西红碱淖湿地鸕科鸟类组成及分布的研究. *四川动物*, 2011, 30(2): 239-242.
- [30] 罗祖奎, 岳峰, 吴法清, 楼利高, 舒实, 王天厚. 湖北沙湖冬季鸟类群落特征. *生态学杂志*, 2009, 28(7): 1361-1367.
- [31] 袁晓, 章克家. 崇明东滩黑脸琵鹭迁徙种群的初步研究. *华东师范大学学报: 自然科学版*, 2006, (6): 131-136.
- [33] 葛振鸣, 王天厚, 施文斌, 周晓. 长江口杭州湾鸕形目鸟类群落季节变化和生境选择. *生态学报*, 2006, 26(1): 40-47.
- [34] 裴恩乐, 袁晓, 汤臣栋, 马强, 陈秀芝, 刘雨邑. 上海沿江沿海湿地南迁水鸟群落的动态变化. *复旦学报: 自然科学版*, 2007, 46(6): 906-912.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 13 Jul. ,2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- A review of ecological effects of remnant trees in degraded forest ecosystems after severe disturbances MIAO Ning, LIU Shirong, SHI Zuomin, et al (3889)
- Mechanism and application of bioremediation to heavy metal polluted soil using arbuscular mycorrhizal fungi LUO Qiaoyu, WANG Xiaojuan, LIN Shuangshuang, et al (3898)

Autecology & Fundamentals

- Changes of allometric relationships among leaf traits in different ontogenetic stages of *Acer mono* from different types of forests in Donglingshan of Beijing YAO Jing, LI Ying, WEI Liping, et al (3907)
- The combined effects of increasing CO₂ concentrations and different temperatures on the growth and chlorophyll fluorescence in *Porphyra haitanensis* (Bangiales, Rhodophyta) LIU Lu, DING Liuli, CHEN Weizhou, et al (3916)
- Research on biomass expansion factor of chinese fir forest in Zhejiang Province based on LULUCF greenhouse gas Inventory ZHU Tangjun, SHEN Chuchu, JI Biyong, et al (3925)
- Influence of soil gradual drought stress on *Acorus calamus* growth and photosynthetic fluorescence characteristics WANG Wenlin, WAN Yinjing, LIU Bo, et al (3933)
- Isolation, identification, real-time PCR investigation of an endophytic phosphate-solubilizing bacteria from *Caragana korshinskii* Kom. roots ZHANG Lizhen, FENG Lili, MENG Qixia, et al (3941)
- Plant's and soil organism's diversity across a range of *Eucalyptus grandis* plantation ages ZHANG Danju, ZHANG Jian, YANG Wanqin, et al (3947)
- Effects of diet and starvation on growth and survival of *Scapharca broughtonii* larvae WANG Qingzhi, ZHANG Ming, FU Chengdong, et al (3963)
- Multidrug-resistant bacteria in livestock feces QI Shiyue, REN Siwei, LI Xueling, et al (3970)
- Physiological regulation related to the decline of *Alexandrium catenella* MA Jinhua, MENG Xi, ZHANG Shu, et al (3978)
- Numerical simulation of water quality based on environmental fluid dynamics code for grass-algae lake in Inner Mongolia LI Xing, SHI Hongsen, ZHANG Shuli, et al (3987)

Population, Community and Ecosystem

- Influence of enclosure on *Glycyrrhiza uralensis* community and distribution pattern in arid and semi-arid areas LI Xuebin, CHEN Lin, LI Guoqi, et al (3995)
- The interannual variation of net primary productivity of three coniferous forests in Liupan Mountains of Ningxia and its responses to climatic factors WANG Yunni, XIONG Wei, WANG Yanhui, et al (4002)
- Soil water use and balance characteristics in mature forest land profile of *Caragana korshinskii* in Semiarid Loess Area MO Baoru, CAI Guojun, YANG Lei, LU Juan, et al (4011)
- Effect of simulated acid deposition on chemistry of surface runoff in monsoon evergreen broad-leaved forest in Dinghushan QIU Qingyan, CHEN Xiaomei, LIANG Guohua, et al (4021)
- A space optimization model of water resource conservation forest in Dongting Lake based on improved PSO LI Jianjun, ZHANG Huiru, LIU Shuai, et al (4031)
- Allelopathic effects of aqueous extract of exotic plant *Rhus typhina* L. on soil micro-ecosystem HOU Yuping, LIU Lin, WANG Xin, et al (4041)
- The impact of natural succession process on waterbird community in a abandoned fishpond at Chongming Dongtan, China YANG Xiaoting, NIU Junying, LUO Zukui, et al (4050)
- Mercury contents in fish and its biomagnification in the food web in Three Gorges Reservoir after 175m impoundment YU Yang, WANG Yuchun, ZHOU Huaidong, et al (4059)

- Microsatellite analysis on genetic diversity of common carp, *Cyprinus carpio*, populations in Yuan River
 YUE Xingjian, ZOU Yuanchao, WANG Yongming, et al (4068)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Research on spatio-temporal change of temperature in the Northwest Arid Area HUANG Rui, XU Ligang, LIU Junmin (4078)
- Simulation of soil respiration in forests at the catchment scale in the eastern part of northeast China
 GUO Lijuan, GUO Qingxi (4090)
- The early effects of nitrogen addition on CH₄ uptake in an alpine meadow soil on the Eastern Qinghai-Tibetan Plateau
 ZHANG Peilei, FANG Huajun, CHENG Shulan, et al (4101)
- Analysis of water ecological footprint in Guangxi based on ecosystem services ZHANG Yi, ZHANG Heping (4111)
- The integrated recognition of the source area of the urban ecological security pattern in Shenzhen
 WU Jiansheng, ZHANG Liqing, PENG Jianet al (4125)
- Carbon sources and storage sinks in scenic tourist areas: a Mount Lushan case study
 ZHOU Nianxing, HUANG Zhenfang, LIANG Yanyan (4134)
- Impacts of climate change on dominant pasture growing season in Central Inner Mongolia
 LI Xiazi, HAN Guodong, GUO Chunyan (4146)
- Phenological Characteristics of Typical Herbaceous Plants (*Lris lacteal*) and Its Response to Climate Change in Minqin Desert
 HAN Fugui, XU Xianying, WANG Lide, et al (4156)
- Biomass and distribution pattern of carbon storage in *Eomecon chionantha* Hance
 TIAN Dalun, YAN Wende, LIANG Xiaocui, et al (4165)
- Temporal dynamics and influencing factors of fine roots in five Chinese temperate forest ecosystems
 LI Xiangfei, WANG Chuankuan, QUAN Xiankui (4172)

Resource and Industrial Ecology

- Effects of AMF on soil improvement and maize growth in mining area under drought stress
 LI Shaopeng, BI Yinli, CHEN Peizhen, et al (4181)

Urban, Rural and Social Ecology

- Health function evaluation and exploring its mechanisms in the Shanghai Green Belt, China
 ZHANG Kaixuan, ZHANG Jianhua (4189)

Research Notes

- Time lag effects of rainfall inside a *Platycladus Orientalis* plantation forest in the Beijing Mountain Area, China
 SHI Yu, YU Xinxiao, ZHANG Jiayin (4199)
- Long-term effects of harvest residue management on soil total carbon and nitrogen concentrations of a replanted Chinese fir
 plantation HU Zhenhong, HE Zongming, FAN Shaohui, et al (4205)

《生态学报》2013 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,300 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 彭少麟

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 33 卷 第 13 期 (2013 年 7 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 13 (July, 2013)

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	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
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
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	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
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	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
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	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		

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