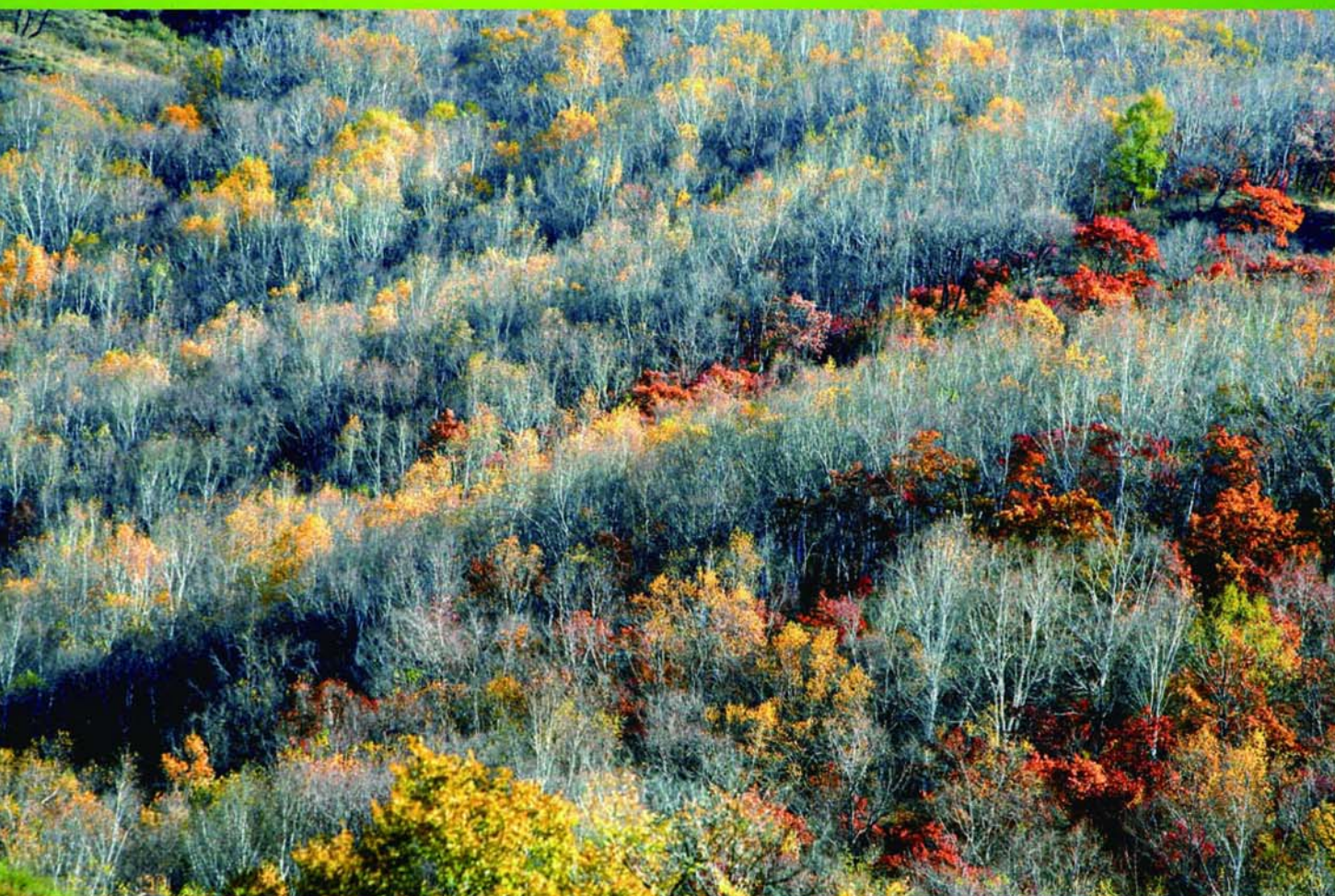


ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

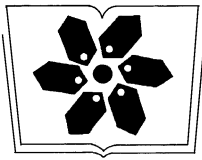
Acta Ecologica Sinica



第31卷 第16期 Vol.31 No.16 **2011**

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 31 卷 第 16 期

2011 年 8 月 (半月刊)

目次

人工和天然湿地芦苇根际土壤细菌群落结构多样性的比较·····	汪仲琼,王为东,祝贵兵,等 (4489)
不同土壤水分下山杏光合作用光响应过程及其模拟·····	郎莹,张光灿,张征坤,等 (4499)
不同颜色遮阳网遮光对丘陵茶园夏秋茶和春茶产量及主要生化成分的影响·····	秦志敏,付晓青,肖润林,等 (4509)
镉胁迫对烟草叶激素水平、光合特性、荧光特性的影响·····	吴坤,吴中红,邵付菊,等 (4517)
条浒苔和缘管浒苔对镉胁迫的生理响应比较·····	蒋和平,郑青松,朱明,等 (4525)
盐胁迫对拟南芥和盐芥莲座叶芥子油苷含量的影响·····	庞秋颖,陈思学,于涛,等 (4534)
长期双季稻绿肥轮作对水稻产量及稻田土壤有机质的影响·····	高菊生,曹卫东,李冬初,等 (4542)
基于水量平衡下灌区农田系统中氮素迁移及平衡的分析·····	杜军,杨培岭,李云开,等 (4549)
苏北海滨湿地互花米草种子特征及实生苗生长·····	徐伟伟,王国祥,刘金娥,等 (4560)
基于 AnnAGNPS 模型的三峡库区秭归县非点源污染输出评价·····	田耀武,黄志霖,肖文发 (4568)
镉污染对不同生境拟水狼蛛氧化酶和金属硫蛋白应激的影响·····	张征田,庞振凌,夏敏,等 (4579)
印度洋南赤道流区水体叶绿素 a 的分布及粒级结构·····	周亚东,王春生,王小谷,等 (4586)
长江口滩涂围垦后水鸟群落结构的变化——以南汇东滩为例·····	张斌,袁晓,裴恩乐,等 (4599)
应用鱼类完整性指数 (FAII) 评价长江口沿岸碎波带健康状况·····	毛成贵,钟俊生,蒋日进,等 (4609)
基于渔业调查的南极半岛北部水域南极磷虾种群年龄结构分析·····	朱国平,吴强,冯春雷,等 (4620)
水稻模型 ORYZA2000 在湖南双季稻区的验证与适应性评价·····	莫志鸿,冯利平,邹海平,等 (4628)
旱地农田不同耕作系统的能量/碳平衡·····	王小彬,王燕,代快,等 (4638)
宁夏黄灌区稻田冬春休闲期硝态氮淋失量·····	王永生,杨世琦 (4653)
太湖沉积物有机碳与氮的来源·····	倪兆奎,李跃进,王圣瑞,等 (4661)
日偏食对乌鲁木齐空气可培养细菌群落的影响·····	马晶,孙建,张涛,等 (4671)
灰飞虱与褐飞虱种内和种间密度效应比较·····	吕进,曹婷婷,王丽萍,等 (4680)
圈养马来熊行为节律和时间分配的季节变化·····	兰存子,刘振生,王爱善,等 (4689)
塔里木荒漠河岸林干扰状况与林隙特征·····	韩路,王海珍,陈加利,等 (4699)
珍稀植物伯乐树一年生更新幼苗的死亡原因和保育策略·····	乔琦,秦新生,邢福武,等 (4709)
垃圾堆肥复合菌剂对干旱胁迫下草坪植物生理生态特性的影响·····	多立安,王晶晶,赵树兰 (4717)
CLM3.0-DGVM 中植物叶面积指数与气候因子的时空关系·····	邵璞,曾晓东 (4725)
基于生态效率的辽宁省循环经济分析·····	韩瑞玲,佟连军,宋亚楠 (4732)
专论与综述	
土壤食物网中的真菌/细菌比率及测定方法·····	曹志平,李德鹏,韩雪梅 (4741)
生态社区评价指标体系研究进展·····	周传斌,戴欣,王如松,等 (4749)
问题讨论	
不同胁迫条件下化感与非化感水稻 PAL 多基因家族的差异表达·····	方长甸,王清水,余彦,等 (4760)
研究简报	
钦州湾大型底栖动物生态学研究·····	王迪,陈丕茂,马媛 (4768)
人工恢复黄河三角洲湿地土壤碳氮含量变化特征·····	董凯凯,王惠,杨丽原,等 (4778)
基于地统计学丰林自然保护区森林生物量估测及空间格局分析·····	刘晓梅,布仁仓,邓华卫,等 (4783)
晋西黄土区辽东栎、山杨树干液流比较研究·····	隋旭红,张建军,文万荣 (4791)
小兴安岭典型苔草和灌木沼泽 N ₂ O 排放及影响因子·····	石兰英,牟长城,田新民,等 (4799)



封面图说: 在长白山麓低海拔地区的晚秋季节,成片的白桦林用无数根白色的树干、树枝烘托着林冠上跳动的金黄色叶片,共生的柞木树冠用更浓重的颜色显示了它的存在,整个山梁层林尽染,秋意浓浓。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

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.
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.

长江口滩涂围垦后水鸟群落结构的变化 ——以南汇东滩为例

张 斌¹, 袁 晓², 裴恩乐², 牛俊英¹, 衡楠楠¹, 王天厚^{1,*}

(1. 华东师范大学生命科学院, 上海市城市化过程与生态恢复重点实验室, 上海 200062; 2. 上海市野生动物保护管理站, 上海 200233)

摘要:近年来长江口滩涂湿地高强度的促淤围垦对生物多样性保育造成了严重影响。2006 至 2010 年在南汇东滩进行了水鸟调查, 研究围垦后堤内环境的快速演替过程对水鸟的群落结构的影响。通过分析鸕鹚类、雁鸭类和鹭类 3 类主要水鸟类群, 结果表明鸕鹚类的总数量呈严重下降趋势 (ANOVA, $P=0.009$), 而雁鸭类和鹭类总数量在上升 (ANOVA, $P=0.015$; $P=0.00$); 在种类数量方面, 鸕鹚类和雁鸭类差异不显著 (ANOVA, $P=0.597$; $P=0.523$), 鹭类种类数变化极显著 (ANOVA, $P=0.00$)。同时, 通过对水鸟的栖息地选择因子偏好的分析, 发现滩涂减少是鸕鹚类数量下降的主要因素, 而大型水产养殖塘和芦苇增加是雁鸭类和鹭类数量增加的重要原因。为此提出相应海岸带湿地管理建议。

关键词:滩涂湿地; 围垦; 栖息地退化; 生境偏好; 生态保育

Change of waterbird community structure after the intertidal mudflat reclamation in the Yangtze River Mouth: a case study of NanHui Dongtan area

ZHANG Bin¹, YUAN Xiao², PEI Enle², NIU Junying¹, HENG Nannan¹, WANG Tianhou^{1,*}

1 Shanghai Key Laboratory of Urban Ecology, School of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China

2 Department of Wildlife Protection Administration, Shanghai 200233, China

Abstract: Recently, the intensive coastal engineering in Yangtze River Mouth have put a serious influence on biodiversity conservation. In this region, some coastal engineering like intertidal mudflat reclamation were undertaken in many sites. The engineering of reclamation is to build a seawall on the intertidal mudflat to stop tidal wave flowing into the enclosed area. With the disappearance of tidal wave, a series of environmental succession took place which made the environment inside seawall evolve to the terrestrial type in a short period. In addition to anthropogenic effects, these former coastal wetlands were transformed into other forms of artificial wetlands, including rice paddies, fishing ponds, salt work, reservoirs and irrigations. In order to know whether waterbirds adapted to the great changes of environment and how the intertidal mudflat reclamation influenced the structure of waterbirds, we carried out the waterbirds survey in Nanhui Dongtan coastal area of Yangtze River Mouth from 2006 to 2010. The waterbirds were divided into three groups: shorebirds (Charadriiformes), waterfowls (Anseriformes) and egrets and herons (Anseriformes). We recorded 45 species of shorebirds, 24 of waterfowls and 15 of egrets and herons. And the dominant species were Red-necked Stint (*Calidris ruficollis*) in shorebirds group, Eurasian Wigeon (*Anas falcata*), Falcated Duck (*Anas penelope*) in waterfowls group, Little Egret (*Egretta garzetta*) and Cattle Egret (*Bubulcus ibis*) in egrets and herons group. The study results indicated that the shorebirds abundance declined quickly after reclamation (ANOVA, $P=0.009$) and waterfowls and egrets including herons increased steadily (ANOVA, $P=0.015$; $P=0.000$). However, the species diversities of shorebirds and waterfowls did not

基金项目: 上海市科学技术委员会资助项目编号 (10dz1200703; 10dz1211000; 2010BAK69B14)

收稿日期: 2010-09-19; 修订日期: 2011-01-13

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

appear a significant change (ANOVA, $P=0.645$; $P=0.523$) while the species diversity of egrets and herons increases significantly (ANOVA, $P=0.000$). The traditional reclamation mainly destroyed natural intertidal mudflat that provides rich food resources for shorebirds foraging. The loss of prefer habitat led to the sharp decrease of shorebirds abundance. But, this way might do good to waterfowls and egrets and herons. At the same time, some important species like Whistling Swan (*Cygnus bewickii*) and Bean Goose (*Anser cygnoides*) were not observed in 2009. We also investigated the occurrence frequency of representative species in different habitats from the large scale. The waterbirds habitats were classified into five types: deep water, shallow water, vegetation, mudflat and dry land. After analyzing waterbirds habitat selection and environmental factors impacting their selection with cluster analysis, we can find out the following significant correspondences between waterbirds and the key factors: the shorebirds abundance declined due to the loss of mudflat, and waterfowls, egrets and herons increased as large fish ponds with reed bed were formed after the reclamation. The recommendations about management coastal wetlands in this area have been made in our research: (1) Human disturbance should be reduced, particularly, the resident building should be avoided to develop in the surround area and tourism activity should be controlled properly; (2) Prefer habitats for shorebirds should be resorted since this area is one of the important staging sites for migratory shorebirds, and we recommend encouraging local community to develop rice paddies or ecological fish ponds rather than intensive ones to preserve some bare mudflats for shorebirds.

Key Words: mudflat wetland; reclamation; habitat degradation; habitat selection; ecological conservation

长江口位于海洋、陆地和河流三大生态系统的交汇作用区,是全球 50 大生态敏感区之一^[1]。上游所携带的大量泥沙孕育了河口丰富的滩涂资源,形成了独特的自然资源和环境特征,是典型的河口型湿地生态系统^[2,3]。长江口处于“东亚-澳大利亚”候鸟迁徙路线上,在每年春秋迁徙季节都有数十万只鸕鹚类在此停歇^[4],同时其良好的栖息环境也吸引了大量的雁鸭类来此越冬^[5]。众多学者认为长江口滩涂湿地是国际性迁徙候鸟的重要停息地和觅食地^[6-7]。不断淤积形成的南汇东滩、九段沙和崇明东滩等湿地为这些迁徙的水鸟提供良好的栖息场所^[7]。

近年来上海市为平衡建设用地,在长江口沿岸进行了大规模高强度的促淤围垦工程^[8]。而南汇东滩最近一次的促淤围垦始于 2000 年,结束于 2005 年。促淤围垦后滩涂失去潮汐作用,抛荒滩涂的快速旱化及人为土地利用的增加造成了中高潮滩涂湿地面积的不断减少^[9],带来了环境污染及生态平衡失调等一些的负面影响^[10]。许多学者分别从生态系统^[11]、植被群落结构^[12]和底栖生物群落^[13]等结构角度分析滩涂围垦所造成的影响。而水鸟是滩涂湿地生态系统的关键物种,起到湿地健康与否的指示性作用^[14]。围垦后以滩涂植被和底栖生物为食的水鸟对堤内环境的剧烈变化能否适应,以及环境变化与水鸟的群落结构变化存在的何种联系,目前尚未有人研究。本文通过调查南汇东滩 2005 年围垦堤合拢后水鸟群落结构变化(2006—2010 年)变化和水鸟栖息地偏好分析,讨论围垦后环境变化对水鸟群落结构的影响,分析总结关键环境因子,为今后上海市滩涂围垦提供具有科学依据的关键物种保育对策。

1 研究区域

南汇东滩位于长江口和杭州湾之间,其北侧为长江口南槽,南侧为杭州湾,本研究区域位置在 $N30^{\circ}50'—31^{\circ}09'$, $E121^{\circ}50'—121^{\circ}58'$,北起大治河,南至芦潮港,面积在 55km^2 左右。南汇东滩属于北亚热带季风性气候,温和湿润,年均气温为 $15—16^{\circ}\text{C}$ 。南汇东滩一直处于淤涨的状态,广阔的滩涂为上海市提供了大量的土地资源,是滩涂围垦的重要区域。该区域也为迁徙的水鸟提供了丰富的食物资源和停歇地。但近年来的促淤围垦直接导致了该区域的天然滩涂湿地消失,围垦后的区域一般先采取自然抛荒,人为干预后土地一般被用作养殖水面、农田和居住区等。

2 研究方法

2.1 水鸟调查方法

2.1.1 水鸟群落调查

在 2006 年 1 月至 2009 年 12 月,选择鸬鹚类调查时间为春秋季节迁徙期,3—5 月和 8—11 月份;雁鸭类调查时间为越冬期,11 月至 4 月份;鹭类为 4 月至 11 月份。调查为每月 1 次,1 次调查 1d,由 3—4 人组成的考察组在每月中旬全天进行调查,遭遇恶劣天气会调整为推后 1d 调查或提前 1d,其有效调查时间在 6 h 左右,水鸟迁徙高峰期则会在该月月末增加调查 1 次。使用器械有双筒望远镜(8 倍)2 台、单筒望远镜(16—52 倍)1 台、野外调查车 1 辆及鸟类野外鉴定手册,记录和统计南汇东滩水鸟种类和数量,调查路线见(图 1)。对由前向后、由左向右飞过的鸟类计数;而由后向前、由右向左飞的鸟类不予计数。

2.1.2 水鸟栖息地偏好调查

南汇东滩水鸟栖息地偏好调查于 2009 年 10 月—2010 年 5 月进行,调查时间段选为,秋季迁徙期:2009 年 11 月 5 日—11 月 15 日;冬季越冬期:2009 年 12 月 25 日—1 月 4 日;春季迁徙期:2010 年 3 月 27 日—4 月 10 日;2010 年 4 月 19 日—4 月 24 日,每日的有效调查时间为 6 h 左右。调查使用设备为双筒望远镜(8 倍)4 台、单筒望远镜(16—52 倍)1 台、自行车 3 辆和鸟类野外鉴定手册。依照水鸟栖息地偏好分析^[7,15],将生境分为:深水区、浅水区、滩涂、植被和旱地 5 类大尺度生境(图 1)。

深水区 包括人工景观水体、养殖水体和河道等,将其定义为平均水深大于 50 cm 的水域,以滴水湖:30°53′58.84″N, 121°56′12.15″;河道:30°57′11.09″N, 121°57′30.01″E 等为典型代表。

浅水区 包括湿地自然水系,水产养殖水体和低洼积水区域等。水深可分为 0—5 cm、5—15 cm 和 15—50 cm 的不同类群的水鸟集中区,但由于考虑到本研究着重从宏观大尺度分析水鸟栖息地选择,因此将其统一归为水深小于 50 cm 的浅水区域,以抛荒水体 30°55′05.74″N, 121°58′13.78″E 等为典型代表;

滩涂 包括堤外天然泥滩、堤内湿润泥地和围垦后尚未旱化的泥滩,以围垦堤外滩涂:30°52′06.09″N, 121°56′18.71″E 及堤内湿润地:30°53′58.15″N, 121°57′59.22″E 等为典型代表;

植被 包括芦苇、互花米草和海三棱藨草,以及一些陆生植被如碱蓬等,以抛荒植被:30°53′58.15″N, 121°57′59.22″E 为典型代表;

旱地 包括道路、农田和旱化后的抛荒泥地等,以农田:30°55′38.68″N, 121°57′01.25″E 为典型代表;

统计水鸟所在样方的种类、数量,统计 5 种生境中出现的水鸟的种类数量,计算每种生境的出现频率。

2.2 统计方法

数据利用 Spss 11.5 统计分析,全文在进行方差分析(One-way ANOVA)时,先进行方差齐性检验和正态分布检验数据方差不齐或不是正态分布时进行数据转换,将数据进行去对数处理或平方根转化^[16-17]。根据水鸟在 5 种生境种的出现频率,对水鸟生境偏好进行聚类分析,使用欧氏距离法来测量各个样本间的距离,将

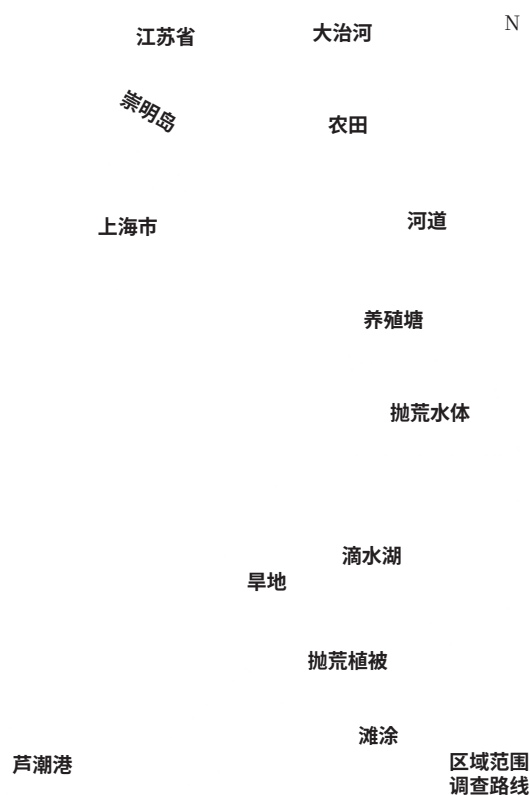


图 1 南汇东滩区域及调查路线

Fig. 1 The study area in NanHui Dongtan

水鸟进行初始分类,终调整到 3 个分类。

画图及图片处理采用 ArcGIS 9.2 和 EXCEL 2003。

3 结果分析

3.1 水鸟群落组成

在 2006 年 1 月至 2009 年 12 月调查期间记录到鸕鹚类 45 种、雁鸭类 24 种和鹭类 15 种(表 1)。其中包括记录重要物种有黑脸琵鹭 (*Platalea minor*)、小天鹅 (*Cygnus bewickii*)、黄嘴白鹭 (*Egretta eulophotes*)、鸿雁 (*Anser cygnoides*)、白额雁 (*A. albifrons*)、鸳鸯 (*Aix galericulata*)、花脸鸭 (*Anas formosa*)、罗纹鸭 (*A. falcata*) (数量超过全球 1% 标准)和小杓鹬 (*Numenius minutus*)。红颈滨鹬 (*Calidris ruficollis*) 为鸕鹚类的优势种,占到整体数量的 47.83%;雁鸭类的优势种为罗纹鸭 (*A. falcata*)、赤颈鸭 (*A. penelope*)、赤膀鸭 (*A. strepera*),分别占到总体数量的 43.48%、28.60% 和 11.20%;白鹭 (*E. garzetta*) 和牛背鹭 (*Bubulcus ibis*) 为鹭类的优势种。

表 1 水鸟数量调查结果(以平均数和标准误表示)
Table 1 The waterbird scensuses in the study area (The data presented as Mean and S. E.)

鸟种 Species	2006		2007		2008		2009	
	平均值 Mean	标准误 S. E.	平均值 Mean	标准误 S. E.	平均值 Mean	标准误 S. E.	平均值 Mean	标准误 S. E.
雁鸭类								
小天鹅 <i>Cygnus bewickii</i>	3.20	3.20	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
鸿雁 <i>Anser cygnoides</i>	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
豆雁 <i>A. fabalis</i>	1.20	1.20	0.20	0.20	1.40	1.40	0.00	0.00
白额雁 <i>A. albifrons</i>	0.00	0.00	4.40	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00
赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>	1.60	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
翘鼻麻鸭 <i>T. tadorna</i>	1.40	1.40	0.00	0.00	0.60	0.60	0.20	0.20
鸳鸯 <i>Aix galericulata</i>	2.80	2.80	0.40	0.40	0.00	0.00	8.60	8.60
赤膀鸭 <i>Anas strepera</i>	9.60	8.13	15.40	7.81	37.50	18.42	409.20	148.15
罗纹鸭 <i>A. falcata</i>	1.20	0.73	303.00	224.16	431.00	171.26	1153.80	301.69
赤颈鸭 <i>A. penelope</i>	138.60	73.06	221.20	73.89	253.00	192.25	572.80	217.10
绿头鸭 <i>A. platyrhynchos</i>	6.00	3.67	3.50	2.57	0.20	0.20	1.40	0.98
斑嘴鸭 <i>A. poecilorhyncha</i>	44.40	31.59	10.25	6.14	3.80	3.10	49.60	25.16
琵嘴鸭 <i>A. clypeata</i>	2.40	2.40	13.60	6.67	28.80	16.88	23.80	12.78
针尾鸭 <i>A. acuta</i>	2.20	1.96	3.00	1.67	16.40	15.90	2.40	1.29
白眉鸭 <i>A. querquedula</i>	15.20	9.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60
花脸鸭 <i>A. formosa</i>	0.00	0.00	1.20	1.20	0.00	0.00	0.60	0.40
绿翅鸭 <i>A. crecca</i>	171.00	68.68	48.00	35.83	40.60	28.41	20.40	11.34
红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i>	0.40	0.40	2.80	2.80	2.00	1.10	11.40	6.63
凤头潜鸭 <i>A. fuligula</i>	17.00	11.25	31.40	12.68	70.40	33.34	13.00	3.06
斑背潜鸭 <i>A. marila</i>	4.60	3.89	2.20	1.36	10.40	9.91	1.80	1.80
斑脸海番鸭 <i>Melanitta fusca</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20
白秋沙鸭 <i>Mergus albellus</i>	0.40	0.40	0.00	0.00	0.40	0.40	1.40	0.75
红胸秋沙鸭 <i>M. serrator</i>	0.40	0.40	0.00	0.00	0.80	0.58	0.20	0.20
普通秋沙鸭 <i>M. merganser</i>	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
鸕鹚类								
大沙锥 <i>Gallinago megala</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.18
扇尾沙锥 <i>G. gallinago</i>	0.80	0.72	1.60	1.00	0.20	0.18	11.80	8.45
黑尾塍鹬 <i>Limosa limosa</i>	25.80	9.93	22.60	14.73	9.60	5.87	13.80	8.74
斑尾塍鹬 <i>L. lapponica</i>	5.00	4.25	0.80	0.72	0.40	0.22	8.60	4.84
小杓鹬 <i>Numenius minutus</i>	0.60	0.54	0.60	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00
中杓鹬 <i>N. phaeopus</i>	9.00	5.04	2.40	1.93	9.00	3.56	17.80	9.21
白腰杓鹬 <i>N. arquata</i>	10.40	8.64	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	1.56
大杓鹬 <i>N. madagascariensis</i>	8.80	4.93	0.00	0.00	1.20	0.66	3.20	2.09

续表

鸟种 Species	2006		2007		2008		2009	
	平均值 Mean	标准误 S. E.	平均值 Mean	标准误 S. E.	平均值 Mean	标准误 S. E.	平均值 Mean	标准误 S. E.
鹤鹑 <i>Tringa erythropus</i>	0.80	0.72	0.20	0.18	10.40	5.69	0.20	0.18
红脚鹑 <i>T. totanus</i>	5.60	3.33	2.60	1.73	5.20	2.07	12.00	8.33
泽鹑 <i>T. stagnatilis</i>	14.00	5.91	27.80	8.22	9.20	3.50	25.60	19.89
青脚鹑 <i>T. nebularia</i>	9.60	4.13	29.60	10.33	85.80	31.96	82.20	25.94
白腰草鹑 <i>T. ochropus</i>	1.40	0.46	0.00	0.00	0.40	0.36	1.40	0.67
林鹑 <i>T. glareola</i>	2.60	2.11	32.20	9.54	18.80	9.27	10.80	6.59
翘嘴鹑 <i>Xenus cinereus</i>	15.40	6.07	1.40	1.25	5.60	3.58	7.00	2.55
矶鹑 <i>Tringa hypoleucos</i>	1.40	0.61	8.60	4.73	1.60	0.61	2.00	0.85
灰尾[漂]鹑 <i>Heteroscelus brevipes</i>	1.40	1.25	0.40	0.36	3.40	2.60	6.40	4.33
翻石鹑 <i>Arenaria interpres</i>	3.40	1.71	4.20	1.84	0.20	0.18	1.20	0.52
长嘴半蹼鹑 <i>Limnodromus scolopaceus</i>	0.00	0.00	2.00	1.79	0.00	0.00	0.00	0.00
半蹼鹑 <i>L. semipalmatus</i>	1.40	1.25	0.60	0.36	1.00	0.89	0.00	0.00
大滨鹑 <i>Calidris tenuirostris</i>	123.40	95.30	0.40	0.36	0.00	0.00	1.80	1.07
红腹滨鹑 <i>C. canutus</i>	0.40	0.36	0.00	0.00	0.40	0.36	0.00	0.00
三趾鹑 <i>C. alba</i>	76.80	62.09	0.40	0.22	0.40	0.36	7.00	3.66
小滨鹑 <i>C. minuta</i>	0.20	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
红颈滨鹑 <i>C. ruficollis</i>	243.60	97.71	1600.00	1328.72	62.80	36.00	33.40	14.83
青脚滨鹑 <i>C. temminckii</i>	0.60	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
长趾滨鹑 <i>C. subminuta</i>	1.20	1.07	2.60	1.43	21.60	8.63	2.00	1.23
尖尾滨鹑 <i>C. acuminata</i>	24.60	17.92	21.40	12.08	12.40	4.53	3.80	2.97
黑腹滨鹑 <i>C. alpina</i>	258.60	197.31	2.40	1.73	19.20	7.94	42.00	34.52
弯嘴滨鹑 <i>C. ferruginea</i>	1.00	0.45	1.80	1.61	1.20	0.52	0.20	0.18
阔嘴鹑 <i>Limicola falcinellus</i>	7.80	4.78	1.00	0.40	1.00	0.89	3.80	3.40
红颈瓣蹼鹑 <i>Phalaropus lobatus</i>	89.20	75.79	5.80	4.75	0.60	0.54	0.20	0.18
水雉 <i>Hydrophasianus chirurgus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.36
黑翅长脚鹑 <i>Himantopus himantopus</i>	8.00	4.71	67.80	30.02	20.80	8.24	9.80	2.47
反嘴鹑 <i>Recurvirostra avosetta</i>	0.20	0.18	2.60	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00
金[斑]鸻 <i>Pluvialis dominica</i>	2.00	1.79	5.00	3.61	1.40	1.04	2.00	1.13
灰斑鸻 <i>P. squatarola</i>	12.20	10.02	0.60	0.36	0.20	0.18	0.40	0.36
剑鸻 <i>Charadrius hiaticula</i>	0.20	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
长嘴剑鸻 <i>Charadrius placidus</i>	0.00	0.00	1.20	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00
金眶鸻 <i>C. dubius</i>	11.20	4.34	11.60	3.76	70.60	31.34	20.80	5.57
环颈鸻 <i>C. alexandrinus</i>	248.80	210.70	14.60	5.99	36.20	27.72	60.40	25.38
蒙古沙鸻 <i>C. mongolus</i>	13.60	4.71	13.00	8.55	2.80	1.25	7.60	3.74
铁嘴沙鸻 <i>C. leschenaultii</i>	6.40	2.54	0.80	0.52	2.80	1.66	32.40	23.98
灰头麦鸡 <i>Vanellus cinereus</i>	0.40	0.22	0.00	0.00	0.40	0.36	0.80	0.44
普通燕鸻 <i>Glareola maldivarum</i>	0.00	0.00	4.20	3.54	1.20	1.07	60.20	41.19
未知鸻鹬类 Unkown species	8404.00	3446.65	2826.00	1669.46	4.00	3.58	0.00	0.00
鹭类								
白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	22.00	8.81	128.80	55.77	304.80	122.69	356.80	78.82
黄嘴白鹭 <i>E. eulophotes</i>	0.20	0.18	9.00	5.64	8.20	2.57	7.20	3.29
大白鹭 <i>E. alba</i>	4.20	2.34	18.00	6.58	9.00	2.76	20.60	6.12
中白鹭 <i>E. intermedia</i>	3.40	1.04	1.40	0.88	4.40	1.56	4.20	1.07
牛背鹭 <i>Bubulcus ibis</i>	5.60	2.63	11.20	4.61	7.00	1.38	24.40	6.86
苍鹭 <i>A. rdea cinerea</i>	1.40	1.25	0.80	0.33	13.20	2.75	15.00	3.83
草鹭 <i>A. purpurea</i>	1.40	1.04	33.20	26.24	4.75	2.92	113.60	47.81
池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>	0.00	0.00	0.40	0.22	0.20	0.18	1.20	0.66
绿鹭 <i>Butorides striatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.40
夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.33	2.20	0.72
黄苇鹡 <i>Ixobrychus sinensis</i>	0.00	0.00	4.80	2.86	20.00	6.46	19.20	9.51
栗苇鹡 <i>I. cinnamomeus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.40	0.80	0.33

续表

鸟种 Species	2006		2007		2008		2009	
	平均值 Mean	标准误 S. E.	平均值 Mean	标准误 S. E.	平均值 Mean	标准误 S. E.	平均值 Mean	标准误 S. E.
黑[苇]鸭 <i>I. flavicollis</i>	0.20	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
大麻鸭 <i>Botaurus stellaris</i>	0.20	0.18	0.20	0.18	1.80	0.72	1.80	1.21
黑脸琵鹭 <i>Platalea minor</i>	0.00	0.00	1.20	1.07	6.00	1.41	0.60	0.36

鸟类的命名系统参照“A Complete Checklist of Species and Subspecies of the Chinese birds”^[18]

3.2 群落结构变化

统计结果显示南汇东滩水鸟群落结构具有显著差异。雁鸭类每年的总数量呈上升趋势($df=3;f=4.743;P=0.015$,图2)。根据单因素方差LSD法两两比较表明,2009年雁鸭类总数与2006、2007和2008相比较差异显著($P=0.003;P=0.006;P=0.016$),其中2009年的雁鸭类总数是2005年的3.5倍。数据显示雁鸭类总数量这几年增加速度较快。但在种类数方面差异不显著($df=3;f=778;P=0.523$)。

从图3和方差分析可以得出,南汇东滩的鸕鹚类数量急剧下降且差异显著($df=3;f=5.476;P=0.009$)。LSD法两两比较表明,2006年的鸕鹚类总数与2008年和2009年的总数相比差异极显著($P=0.003;P=0.006$),其中2006年的总数分别是2008和2009年的22.9倍和19.5倍,表明近年来南汇东滩的鸕鹚类总数量下降极其迅速,而种类数方面差异不显著($df=3;f=5.97;P=0.645$)。鹭类在种类和总数量方面来看,差异都是极显著(种类: $df=3,f=13.068,P=0.00$;总数量: $df=3,f=14.179,P=0.00$),从图4可以看出其种类数和总数量都是趋于增长趋势。

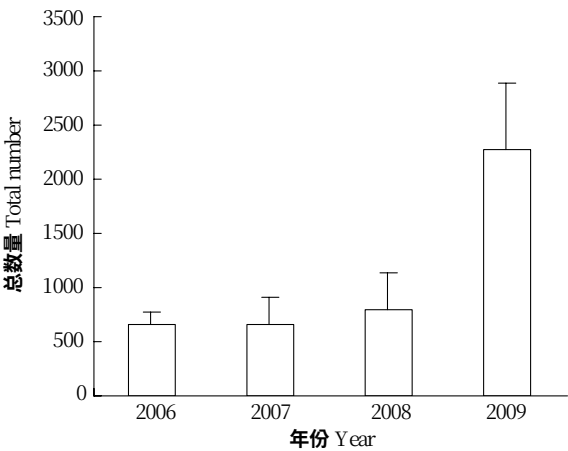


图2 雁鸭类总数量年际变化(平均值±标准误)

Fig. 2 Variation of total number of waterfowls during the different years (Mean±S. E.)

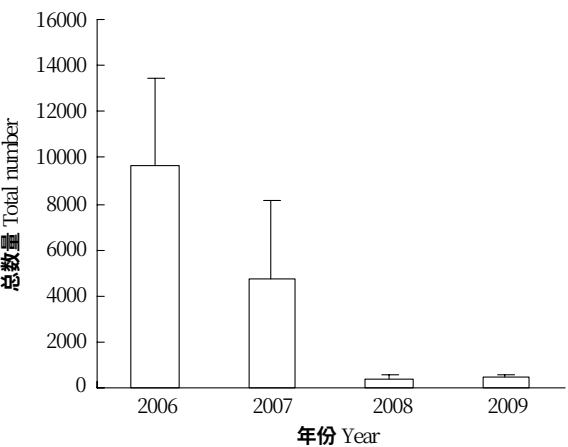


图3 鸕鹚类总数量年际变化(平均值±标准误)

Fig. 3 Variation of total number of shorebirds during the different years (Mean±S. E.)

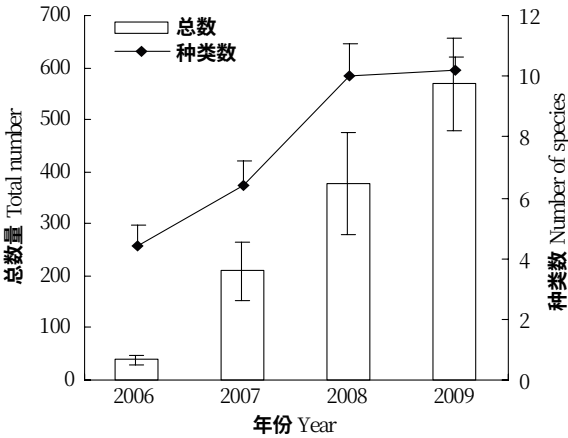


图4 鹭类种类数和总数量年际变化(平均值±标准误)

Fig. 4 Variation of species and total number of egrets and herons during the different years (Mean±S. E.)

3.3 水鸟大尺度栖息地偏好分析

根据2009年12月—2010年5月水鸟调查,从鸕鹚类、雁鸭类和鹭类中选择优势种及一些关键物种作为

这 3 类水鸟的代表物种。统计 19 种水鸟在各类大尺度生境中出现的频率(表 2),运用聚类分析方法分析 3 类水鸟的栖息地偏好。得出南汇东滩鸕鹚类、雁鸭类和鹭类的大尺度栖息地偏好(图 5)。

表 2 代表种在各生境中的出现率
Table 2 Occurrence frequency of representative species in different habitats

种类 Species	生境出现频率 Occurrence frequency in different habitats/%				
	深水区 Deep water	浅水区 Shallow water	泥滩 Mudflat	植被 Vegetation	旱地 Dry land
赤膀鸭 <i>Anas strepera</i>	84.99	9.47	0.00	5.53	0.00
罗纹鸭 <i>A. falcate</i>	91.07	5.37	0.00	3.55	0.00
赤颈鸭 <i>A. Penelope</i>	84.29	7.30	0.41	7.99	0.00
斑嘴鸭 <i>A. poecilorhyncha</i>	90.70	8.14	0.78	0.39	0.00
琵嘴鸭 <i>A. clypeata</i>	93.10	3.45	0.00	3.45	0.00
针尾鸭 <i>A. acuta</i>	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
绿翅鸭 <i>A. crecca</i>	83.62	11.86	0.00	4.52	0.00
黑尾塍鹬 <i>Limosa limosa</i>	0.00	57.97	36.23	5.80	0.00
黑腹滨鹬 <i>Calidris alpine</i>	0.00	15.13	67.11	16.45	1.32
青脚鹬 <i>Tringa nebularia</i>	0.00	8.72	87.66	2.13	1.49
林鹬 <i>T. glareola</i>	0.00	3.57	91.07	3.57	1.79
翘嘴鹬 <i>Xenus cinereus</i>	0.00	30.00	56.25	13.75	0.00
红颈滨鹬 <i>Calidris ruficollis</i>	0.00	2.21	94.29	2.76	0.74
黑翅长脚鹬 <i>Himantopus himantopus</i>	0.00	82.69	13.46	1.92	0.00
环颈鸻 <i>Charadrius alexandrinus</i>	0.00	2.92	91.97	4.38	0.73
白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	0.00	55.60	4.38	32.69	7.34
大白鹭 <i>E. alba</i>	0.00	6.21	5.52	85.52	2.76
牛背鹭 <i>Bubulcus ibis</i>	0.00	55.56	13.58	25.93	4.94
苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	0.00	13.86	7.23	77.11	1.81

第一类全部是鸕形目鸟类,由泽鹬、青脚鹬、林鹬、翘嘴鹬、红颈滨鹬和环颈鸻组成。主要集中在滩涂及堤内湿润地,作为其取食地和栖息地。

第二类由赤膀鸭、罗纹鸭、赤颈鸭、斑嘴鸭、琵嘴鸭、针尾鸭和绿翅鸭组成,主要集中在深水区 and 浅水区。根据野外调查发现雁鸭类主要出现水面大且水深的区域,而水产养殖塘正好为其提供了适宜的栖息环境。

第三类以鹭类和个体大的鸕鹚类为主,由黑尾塍鹬、黑翅长脚鹬、白鹭、苍鹭和大白鹭组成。这几种水鸟在体型上基本偏大,主要分布在浅水区域和泥滩地。涉禽的形态与其生境选择的具有一定关系^[19],小型个体的鸕鹚类具有较短的跗,这限制了其能在较深的水域摄食,但大个体的鸕鹚类,如黑翅长脚鹬(*Himantopus himantopus*)具有较长的跗,在浅水区出现的频率较高。

4 讨论

生境的退化或栖息地的减少是导致生物群落结构退化的重要原因^[20],河口滩涂栖息地的损失可能影响全球水鸟群落结构变化的主要因素^[21]。近年来南汇东滩进行了高强度的围垦工程^[5]。由于围垦中在自然滩涂上筑上一道海堤,堤内湿地失去了潮汐作用,使土体脱盐速度逐渐加快^[22],土壤湿度和盐度发生变化剧烈^[12],开始向旱地类型方向演替。加上人为的在围垦堤内进行排水,其加剧了堤内湿地的演替,这使得短短几年时间可以完成原本很长时间的演替过程。滩涂逐渐由旱地所代替,植被也向陆生植被发展。天然的滩涂湿地环境开始退化,水鸟的栖息环境受到了很大的影响。

南汇东滩水鸟栖息地选择分析结果表明,鸕鹚类主要偏好于泥滩及一部分浅水区。自然状态下,鸕鹚类大多数分布于自然滩涂^[7],但围垦后堤外泥滩基本上完全消失,多数鸕鹚类一般会选择围垦堤内积水泥滩裸地^[23]。Davis 和 Smith^[24]研究结果也表明,裸地和浅水区是鸕鹚类出现最频繁的生境。围垦大堤合拢之初,

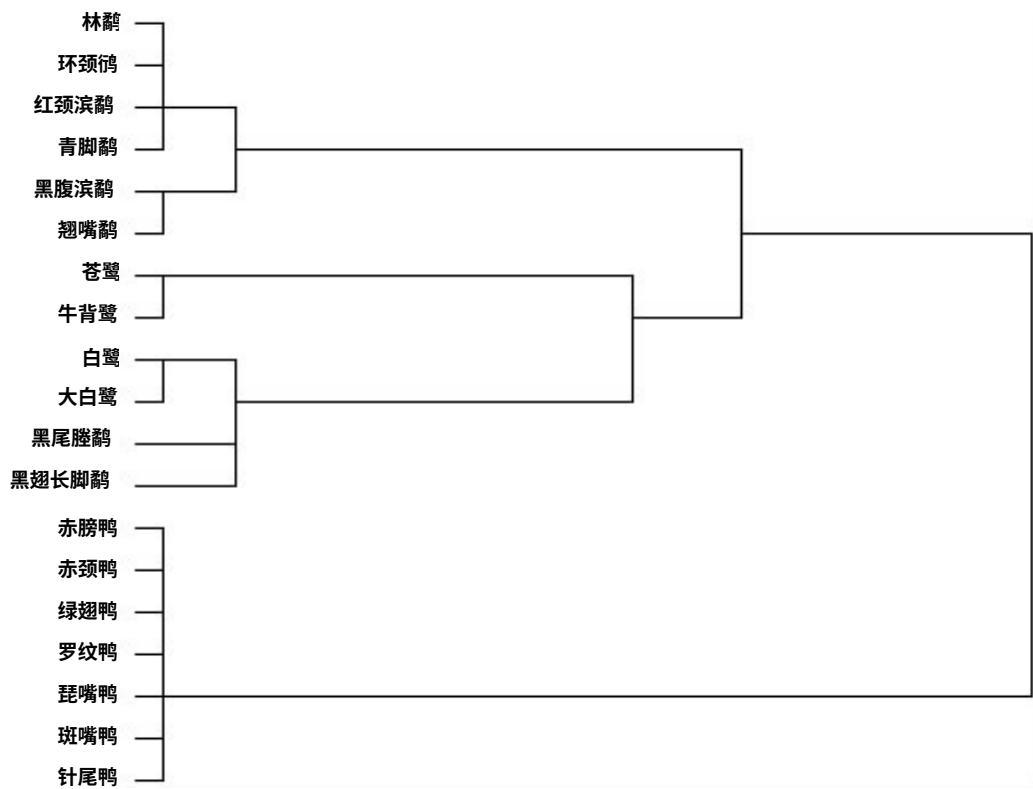


图 5 水鸟栖息地偏好聚类分析

Fig. 5 Cluster analysis on waterbirds habitat selection

堤内尚保持着大量的湿润泥滩,为鸕鹚类提供了丰富的螺类和贝类等食物资源^[23],2006 年滩涂未全部旱化,围垦堤内成片的湿润滩地为鸕鹚类提供了开阔且连续的栖息地,并在当年记录到鸕鹚类单次最高数量记录达到 21286 只。但随着堤内滩涂旱化加速以及人为干扰增多,使得堤内鸕鹚类栖息地丢失及破碎化加重,导致南汇东滩鸕鹚类逐年大规模的减少,2009 年的单次最高记录仅为 800 只。虽然大面积的养殖水面为雁鸭类提供了良好的栖息地,但由于养殖塘的一般水深都较深,水的深度限制着鸕鹚类栖息和觅食^[25],只有大型个体的鸕鹚类能在较浅的水域出现^[23],大多数鸕鹚类不会偏好于水位较深的养殖塘作为栖息地。因此,我们认为围垦后滩涂快速旱化和土地利用开发利用加快导致的泥滩面积减少,是造成鸕鹚类数量急剧下降的重要因素。

雁鸭类数量的快速增长与其栖息地偏好有关,一般会选择深水区 and 一部分浅水区作为其栖息地。根据近年来野外调查发现围垦后土地很大一部分被用作为具有大明水面的养殖塘,这些水位较深的养殖塘适宜雁鸭类取食、栖息^[13],唐剑^[26]等也认为较深的河道和鱼塘成为雁鸭类的重要栖息地。对于雁鸭类这类在南汇东滩越冬的水鸟来说,养殖塘中的螺类和植被的根茎也为其提供了丰富的食物资源^[27]。同时野外调查发现大量的养殖水面周围分布着成片的、斑块状的芦苇,这为雁鸭类提供了良好隐蔽的条件。因此,可以认为围垦后养殖水面及一些人工湿地的出现是导致南汇东滩越冬雁鸭类增加的重要原因。但随着人为干扰的加大,一些重要种类在南汇东滩已经消失,如在 2009 年未曾记录到重要物种小天鹅 (*Cygnus bewickii*) 和鸿雁 (*Anser cygnoides*) 等。围垦后过度的人为干扰也影响到水鸟栖息地的质量,需要控制频繁的人类活动。

鹭类栖息地偏好于具有繁茂植被、清洁水源的环境^[28],其中水产养殖塘也是鹭类主要偏好的栖息地之一。养殖塘为鹭类提供了丰富的食物资源,成片的、斑块状的芦苇成为其隐蔽条件。鹭类的食性较宽,既吃植物又食昆虫^[29],南汇东滩围垦后大量农田的出现也为鹭类提供了丰富的食物资源,其一定程度上增加了鹭类的种类数量。所以围垦后对垦区进行适度的农业的开发利用对鹭类是有一定益处的。

综上所述雁鸭类及鹭类得总数量呈快速的上升趋势,而鸬鹚类的总数量下降严重。因此围垦主要对鸬鹚类造成较大影响,从生态保育的角度考虑,今后的围垦主要是对鸬鹚类的保护为主,其中为其提供有效良好的栖息地颇为重要。例如,围垦后对养殖塘进行适当的改造,增加裸露泥滩的比例,或在鸬鹚类春秋迁徙期增加稻田的水量,保持泥土湿润。同时,也要减少人为捕杀和污染等干扰因素。

References:

- [1] Maff L, Oviedo G, Larsen P B. Indigenous and Traditional Peoples of the World and Ecoregion Conservation: An Integrated Approach to Conserving the World's Biological and Cultural Diversity. WWF Research Report. Gland: WWF International and Terralingua, 2000: 145-145.
- [2] Shi Z, Chen J Y. Morphodynamics and sediment dynamics on intertidal mudflat in China (1961—1994). Continental Shelf Research, 1996, 16 (15): 1909-1926.
- [3] Shen H T, Zhang C, Mao Z C. Patterns of variations in the water and sediment fluxes from the Changjiang River to the estuary. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2000, 31(3): 287-294.
- [4] Ge Z M, Wang T H, Yuan X, Zhou X, Shi W Y. Use of wetlands at the mouth of the Yangtze River by shorebirds during spring and fall migration. Journal of Field Ornithology, 2006, 77(4): 347-356.
- [5] Ge Z M, Wang T H, Zhou X, Zhao H, Shi W Y. Factor-analysis on habitat-selection of the avian community at the artificial Wetlands Behind the Chongming Dongtan seawall during winter and spring. Zoological Research, 2006, 27(2): 144-150.
- [6] Barter M, Wang T H. Can waders fly non-stop from Australia to China?. Stilt, 1990, 20: 43-43.
- [7] Wang T H, Qian G Z. Shorebirds in the Yangtze River Estuary and Hangzhou Bay. Shanghai: East China Normal University Press, 1988: 16-19.
- [8] Li J F, Dai Z J, Ying Wu R R, Fu G, Xu H G Analysis on the development and evolution of tidal flats and reclamation of land resource along shore of Shanghai City. Journal of Natural Recourses, 2007, 22(3): 361-371.
- [9] Li G D, Zhou Y X, Tian B. Shanghai estuarine and coastal wetlands change analysis based on remote sensing and GIS. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 2008, 38(2): 319-323.
- [10] Feng L H, Bao Y X. Negative influence of reclamation on tidal flats and strategys for sustainable development. Marine Sciences, 2004, 28(4): 76-77.
- [11] Mao Y W, Li Y, Cao D, Zhou L C, Shi W Y, Wang T H. Health assessment on coastline wetland ecosystem of Chongming Dongtan. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2007, 16(Z2): 101-106.
- [12] 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.
- [13] Hu Z Y, Li H H, Bao Y X, Ge B M. Biodiversity comparison of macrobenthic communities at tidal flat of Lingkun Island. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(4): 1498-1507.
- [14] Wang Q, Lu X G. Application of water bird to monitor and evaluate wetland ecosystem. Wetland Science, 2007, 5(3): 274-281.
- [15] Zhao P, Yuan X, Tang S X, Wang T H. Species and habitat preference of waterbirds at the eastern end of Chongming Island (Shanghai) in winter. Zoological Research, 2003, 24(5): 387-391.
- [16] Deng W H, Gao W. Comparison of bird species richness and individual abundance among different forest edges. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25 (11): 2804-2810.
- [17] Elphick C S. Functional equivalency between rice fields and seminatural wetland habitats. Conservation Biology, 2000, 14(1): 181-191.
- [18] Zheng Z X. A Complete Checklist of Species and Subspecies of the Chinese Birds. Beijing: Science Press, 2000.
- [19] Zhou H, Zhong Y K, Zhao P, Ge Z M, Wang T H. Niche analysis of wintering waterbirds at the eastern end of Chongming Island (Shanghai). Chinese Journal of Zoology, 2005, 40(1): 59-65.
- [20] Sun R Y. Principles of Animal Ecology. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001: 417-418.
- [21] Reinert S E, Mello M J. Avian community structure and habitat use in a southern new England estuary. Wetlands, 1995, 15(1): 9-19.
- [22] Zhang Q, Cui X H, Xia L, Zhu Y, Zhang Q F. Characteristics of vegetation and soil in embankment area of Shanghai Lingang New Town about 60 years. Journal of Zhejiang Forestry College, 2008, 25(6): 698-704.
- [23] Tang C J, Lu J J. A study on ecological characteristics of community of the migrating waders in wetlands insides cofferdam near the Pudong national airport. Chinese Journal of Zoology, 2002, 37(2): 27-33.
- [24] Davis C A, Smith L M. Ecology and management of migrant shorebirds in the Playa Lakes region of Texas. Wildlife Monograph, 1998, (140): 44-45.
- [25] Goss-Custard J D, Warwick R M, Kibby R. Towards predicting wading bird densities from predicted prey densities in a post-barrage Severn

Estuary. Journal of Applied Ecology, 1991, 28(3): 1004-1026.

- [26] Tang J, Lu C H, Yuan A Q. The species composition, abundance and distribution in habitat of geese and ducks in the eastern Hongzehu wetland natural reserve. Chinese Journal of Zoology, 2007, 42(1): 94-101.
- [27] Qian G Z, Zhu J X. A community study on wild ducks wintering in Tai-Hu Lake with reference to seasonal succession and basis of community kinetic. Journal of East China Normal University (Natural Science Edition), 1980, (3): 39-57.
- [28] Dai Y L. A field investigation of the population structure and habitat of the umbrette at Shibanya village, Chongqing. Journal of Chongqing Normal University (Natural Science Edition), 2002, 19(1): 57-61.
- [29] Zhou L Z, Song Y J, Ma Y. Breeding biology of the three herons in Zipeng Mountains. Chinese Journal of Zoology, 1998, 33(4): 34-38.

参考文献:

- [5] 葛振鸣, 王天厚, 周晓, 赵平, 施文彧. 上海崇明东滩堤内次生人工湿地鸟类冬春季生境选择的因子分析. 动物学研究, 2006, 27(2): 144-150.
- [7] 王天厚, 钱国桢. 长江口杭州湾鸻形目鸟类. 上海: 华东师范大学出版社, 1988: 16-19.
- [8] 李九发, 戴志军, 应铭, 吴荣荣, 付桂, 徐海根. 上海市沿海滩涂土地资源围垦与潮滩发育演变分析. 自然资源学报, 2007, 22(3): 361-371.
- [9] 李贵东, 周云轩, 田波, 刘志国, 郑宗生. 基于遥感和 GIS 的上海市滩涂湿地资源近期变化分析. 吉林大学学报: 地球科学版, 2008, 38(2): 319-323.
- [10] 冯利华, 鲍毅新. 滩涂围垦的负面影响与可持续发展策略. 海洋科学, 2004, 28(4): 76-77.
- [11] 毛义伟, 李胤, 曹丹, 周立晨, 施文彧, 王天厚. 崇明东滩沿海湿地生态系统健康评价. 长江流域资源与环境, 2007, 16(Z2): 101-106.
- [12] 葛振鸣, 王天厚, 施文彧, 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.
- [13] 胡知渊, 李欢欢, 鲍毅新, 葛宝明. 灵昆岛围垦区内外滩涂大型底栖动物生物多样性. 生态学报, 2008, 28(4): 1498-1507.
- [14] 王强, 吕宪国. 鸟类在湿地生态系统监测与评价中的应用. 湿地科学, 2007, 5(3): 274-281.
- [15] 赵平, 袁晓, 唐思贤, 王天厚. 崇明东滩冬季水鸟的种类和生境偏好. 动物学研究, 2003, 24(5): 387-391.
- [16] 邓文洪, 高玮. 次生林不同类型森林边缘的鸟类物种丰富度及个体多度比较. 生态学报, 2005, 25(11): 2804-2810.
- [18] 郑作新. 中国鸟类种和亚种分类名录大全. 北京: 科学出版社, 2000.
- [19] 周慧, 仲阳康, 赵平, 葛振鸣, 王天厚. 崇明东滩冬季水鸟生态位分析. 动物学杂志, 2005, 40(1): 59-65.
- [20] 孙儒泳. 动物生态学原理. 北京: 北京师范大学出版社, 2001: 417-418.
- [22] 张群, 崔心红, 夏楠, 朱义, 张庆费. 上海临港新城近 60 a 筑堤区域植被与土壤特征. 浙江林学院学报, 2008, 25(6): 698-704.
- [23] 唐承家, 陆健健. 围垦堤内迁徙鸻鹬群落的生态学特性. 动物学杂志, 2002, 37(2): 27-33.
- [26] 唐剑, 鲁长虎, 袁安全. 洪泽湖东部湿地自然保护区雁鸭类种类组成、数量及生境分布. 动物学杂志, 2007, 42(1): 94-101.
- [27] 钱国桢, 朱家贤. 太湖野鸭的动物群落学. 华东师范大学学报(自然科学版), 1980, (3): 39-57.
- [28] 戴怡龄. 重庆石板埡村鹭类种群结构及栖息地初步调查. 重庆师范学院学报(自然科学版), 2002, 19(1): 57-61.
- [29] 周立志, 宋榆钧, 马勇. 紫蓬山区三种鹭繁殖生物学研究. 动物学杂志, 1998, 33(4): 43-47.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.31 ,No. 16 August ,2011(Semimonthly)

CONTENTS

A comparative study on the diversity of rhizospheric bacteria community structure in constructed wetland and natural wetland with reed domination	WANG Zhongqiong, WANG Weidong, ZHU Guibing, et al (4489)
Light response of photosynthesis and its simulation in leaves of <i>Prunus sibirica</i> L. under different soil water conditions	LANG Ying, ZHANG Guangcan, ZHANG Zhengkun, et al (4499)
Effects of colour shading on the yield and main biochemical components of summer-autumn tea and spring tea in a hilly tea field	QIN Zhimin, FU Xiaoqing, XIAO Runlin, et al (4509)
Effects of cadmium on the contents of phytohormones, photosynthetic performance and fluorescent characteristics in tobacco leaves	WU Kun, WU Zhonghong, TAI Fujun, et al (4517)
Comparative physiological responses of cadmium stress on <i>Enteromorpha clathrata</i> and <i>Enteromorpha linza</i>	JIANG Heping, ZHENG Qingsong, ZHU Ming, et al (4525)
Effects of salt stress on glucosinolate contents in <i>Arabidopsis thaliana</i> and <i>Thellungiella halophila</i> rosette leaves	PANG Qiuying, CHEN Sixue, YU Tao, et al (4534)
Effects of long-term double-rice and green manure rotation on rice yield and soil organic matter in paddy field	GAO Jusheng, CAO Weidong, LI Dongchu, et al (4542)
Nitrogen balance in the farmland system based on water balance in Hetao irrigation district, Inner Mongolia	DU Jun, YANG Peiling, LI Yunkai, et al (4549)
Seed characteristics and seedling growth of <i>Spartina alterniflora</i> on coastal wetland of North Jiangsu	XU Weiwei, WANG Guoxiang, LIU Jin'e, et al (4560)
Assessment of non-point source pollution export from Zigui county in the Three Gorges Reservoir area using the AnnAGNPS model	TIAN Yaowu, HUANG Zhilin, XIAO Wenfa (4568)
Effects of Cadmium pollution on oxidative stress and metallothionein content in <i>Pirata subpiraticus</i> (Araneae: Lycosidae) in different habitats	ZHANG Zhengtian, PANG Zhenling, XIA Min, et al (4579)
The distribution of size-fractionated chlorophyll a in the Indian Ocean South Equatorial Current	ZHOU Yadong, WANG Chunsheng, WANG Xiaogu, et al (4586)
Change of waterbird community structure after the intertidal mudflat reclamation in the Yangtze River Mouth: a case study of NanHui Dongtan area	ZHANG Bin, YUAN Xiao, PEI Enle, et al (4599)
Application of fish assemblage integrity index (FAII) in the environment quality assessment of surf zone of Yangtze River estuary	MAO Chengze, ZHONG Junsheng, JIANG Rijin, et al (4609)
Population age structure of Antarctic krill <i>Euphausia superba</i> off the northern Antarctic Peninsula based on fishery survey	ZHU Guoping, WU Qiang, FENG Chunlei, et al (4620)
Validation and adaptability evaluation of rice growth model ORYZA2000 in double cropping rice area of Hunan Province	MO Zhihong, FENG Liping, ZOU Haiping, et al (4628)
Coupled energy and carbon balance analysis under dryland tillage systems	WANG Xiaobin, WANG Yan, DAI Kuai, et al (4638)
The nitrate-nitrogen leaching amount in paddy winter-spring fallow period	WANG Yongsheng, YANG Shiqi (4653)
The sources of organic carbon and nitrogen in sediment of Taihu Lake	NI Zhaoxui, LI Yuejin, WANG Shengrui, et al (4661)
Effect of partial solar eclipse on airborne culturable bacterial community in Urumqi	MA Jing, SUN Jian, ZHANG Tao, et al (4671)
Comparative study on density related intra- and inter-specific effects in <i>Laodelphax striatellus</i> (Fallen) and <i>Nilaparvata lugens</i> (Stål)	LÜ Jin, CAO Tingting, WANG Liping, et al (4680)
Behavior rhythm and seasonal variation of time budget of sun bear (<i>Helarctos malayanus</i>) in captivity	LAN Cunzi, LIU Zhensheng, WANG Aishan, et al (4689)
Disturbance regimes and gaps characteristics of the desert riparian forest at the middle reaches of Tarim River	HAN Lu, WANG Haizhen, CHEN Jiali, et al (4699)
Death causes and conservation strategies of the annual regenerated seedlings of rare plant, <i>Bretschneidera sinensis</i>	QIAO Qi, QIN Xinsong, XING Fuwu, et al (4709)
Effects of municipal compost extracted complex microbial communities on physio-ecological characteristics of turfgrass under drought stress	DUO Lian, WANG Jingjing, ZHAO Shulan (4717)
Spatiotemporal relationship of leaf area index simulated by CLM3.0-DGVM and climatic factors	SHAO Pu, ZENG Xiaodong (4725)
Analysis of circular economy of Liaoning Province based on eco-efficiency	HAN Ruiling, TONG Lianjun, SONG Yanan (4732)
Review and Monograph	
The fungal to bacterial ratio in soil food webs, and its measurement	CAO Zhiping, LI Depeng, HAN Xuemei (4741)
Indicators for evaluating sustainable communities: a review	ZHOU Chuanbin, DAI Xin, WANG Rusong, et al (4749)
Discussion	
Differential expression of <i>PAL</i> multigene family in allelopathic rice and its counterpart exposed to stressful conditions	FANG Changxun, WANG Qingshui, YU Yan, et al (4760)
Scientific Note	
Ecology study on the benthic animals of QinZhou Bay	WANG Di, CHEN Pimao, MA Yuan (4768)
Change characteristics of soil carbon and nitrogen contents in the Yellow River Delta soil after artificial restoration	DONG Kaikai, WANG Hui, YANG Liyuan, et al (4778)
Estimation and spatial pattern analysis of forest biomass in Fenglin Nature Reserve based on Geostatistics	LIU Xiaomei, BU Rencang, DENG Huawei, et al (4783)
Study on sap flow in forest of <i>Quercus liaotungensis</i> and <i>Populus davidiana</i> by using the TDP method	SUI Xuhong, ZHANG Jianjun, WEN Wanrong (4791)
N ₂ O Emission and its driving factors from typical marsh and shrub swamp in Xiaoxing'an Mountains, Northeast China	SHI Lanying, MU Changcheng, TIAN Xinmin, et al (4799)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

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 31 卷 第 16 期 (2011 年 8 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 16 2011

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	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
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 70.00 元