

江苏南部沿海越冬水鸟群落结构及多样性分析

王玄^{1,2}, 崔鹏³, 丁晶晶^{1,2*}, 常青⁴

(1.江苏省林业科学研究院,江苏南京 211153;2.江苏盐城滨海湿地国家定位观测研究站,江苏盐城 224000;3.生态环境部南京环境科学研究所,江苏南京 210042;4.南京师范大学生命科学学院,江苏南京 210023)

摘要:【目的】江苏南部沿海不仅是鸟类迁徙路线上鸕鹚类重要的停歇地,还是众多雁鸭类等水鸟重要的越冬地。对江苏南部沿海越冬鸟类的种群动态及其生境利用状况进行调查,为越冬鸟类及其越冬地的生境管理提供参考。【方法】采用样点法结合样线法对江苏南部包括东台条子泥、如东小洋口、通州湾、吕四港、启东黄金海滩的沿海滩涂、河口、围湖、高潮栖息地等区域进行调查,依据调查区域内水鸟栖息地分布及活动特点,对越冬水鸟群落结构和各调查区域越冬水鸟的多样性进行分析。【结果】共记录江苏南部沿海越冬水鸟41种35353只鸟类个体,隶属于6目10科;雁形目占总个体数的52.50%,鸕鹚目占总个体数的33.02%;人工鱼塘和泥质滩涂生境内越冬水鸟个体数均超过1万只,高于米草滩涂、滩涂围湖和芦苇塘等生境;从物种数来看,江苏南部沿海越冬的雁鸭类物种数高于越冬的鸕鹚类;在多样性指数上,东台条子泥越冬的水鸟物种多样性最高,其次为吕四港、黄金海滩、小洋口、通州湾。【结论】在自然湿地退化的背景下,人工湿地作为鸟类越冬的替代生境,起到了越来越重要的作用,合理调控的人工生境为越冬水鸟提供了栖息地;互花米草的入侵对江苏南部越冬水鸟产生了复杂的生态影响,芦苇群落生境破碎化以及侵占泥质滩涂等都将使雁鸭类和鸕鹚类赖以生存的栖息地不断减少,互花米草的快速扩增,对沿海鸟类群落数量及分布的负面影响逐渐显现。

关键词:沿海湿地;水鸟;群落结构;越冬;栖息生境

中图分类号:Q958.5; S718

文献标志码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号:1000-2006(2021)05-0178-07



Community structure and diversity of overwintering waterfowls in south coast of Jiangsu Province

WANG Xuan^{1,2}, CUI Peng³, DING Jingjing^{1,2*}, CHANG Qing⁴

(1. Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China; 2. Yancheng Wetland Ecosystem Research Station of Jiangsu Province, Yancheng 224000, China; 3. Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Ecology and Environment, Nanjing 210042, China; 4. College of Life Sciences, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Abstract: 【Objective】The south coast of Jiangsu Province is not only an important stopover site for waders on the migration way, but also a crucial overwintering sites for many waterfowls birds such as geese and ducks. Recently, the intensive coastal engineering at south coast of Jiangsu Province put a serious influence on biodiversity conservation. 【Method】The study was conducted from middle to late January 2019. Based on the distribution and activity characteristics of waterfowl habitats in the survey area, the sample point method combined with the sample line method was used to investigate areas along beaches, estuaries, lakes and high tide habitats. The vital areas investigated comprised Tiaozini, Xiaoyangkou, Tongzhou Bay, Lyusi Harbor and Gold Beach. The community structure and diversity of overwintering waterfowls were analyzed. 【Result】A total of 41 species 35353 individual of waterfowls were recorded, which belonged to 6 Orders and 10 families. Anseriformes accounted for the largest number of species, accounting for 52.50% of the total number, followed by plovers, accounting for 33.02%. The results showed that Xiaoyangkou and Tiaozini areas were the

收稿日期 Received:2020-04-28

修回日期 Accepted:2021-02-24

基金项目:江苏省林业科学研究院自主科研项目(BM2018022);生态环境部生物多样性调查、观测和评估项目(2019-2023)。

第一作者:王玄(xuanzaiwang@163.com)。*通信作者:丁晶晶(sunshinedjj@163.com),副研究员。ORCID(0000-0003-0972-215X)。

引文格式:王玄,崔鹏,丁晶晶,等.江苏南部沿海越冬水鸟群落结构及多样性分析[J].南京林业大学学报(自然科学版),2021,45(5):178-184.WANG X, CUI P, DING J J, et al. Community structure and diversity of overwintering waterfowls in south coast of Jiangsu Province[J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2021, 45(5): 178-184. DOI:10.12302/j.issn.1000-2006.202004058.

research focus because of the high number of species and individuals of overwintering waterfowls. In terms of habitat, the number of overwintering waterfowls in artificial fish ponds and tidal mudflats was more than 10 000, which was higher than that in *Spartina alterniflora* flat, marine reclamation land and reed ponds. In terms of species number, the number of anseriformes in the south coast of Jiangsu Province was higher than that of waders overwintering; in terms of diversity index, Tiaozini had the highest number of waterfowls overwintering, followed by Lyusi Harbor, Gold Beach, Xiaoyangkou, Tongzhou Bay. 【Conclusion】With continuous loss and degradation of natural wetlands, artificial wetland, as an alternative habitat, plays an increasingly important role for waterfowls to overwinter. Compared to natural wetlands, reasonably managed artificial habitats provide a better choice for overwintering waterfowls. The invasion of *Spartina alterniflora* has a complex ecological impact on overwintering waterfowls. The fragmentation of reed community and the encroachment of mud flat will reduce the habitat for waterfowls. The rapid expansion of *Spartina alterniflora* has gradually negatively affected the number and distribution of coastal bird communities.

Keywords: coastal wetland; waterfowls; community structure; overwintering; habitat

沿海湿地优越的自然条件,为鸟类的迁徙、繁衍和越冬提供了良好的生态环境。江苏南部沿海不仅是候鸟的中转站,还是迁徙候鸟理想的越冬地^[1]。鸕鹚类和雁鸭类的鸟类觅食主要依赖天然潮间带的湿地,同时也依赖人工潮上带湿地,高潮位时海水将潮间带滩涂淹没,迫使雁鸭类和鸕鹚类飞往附近的潮上带生境(如养鱼塘、养虾塘等)停歇^[2-3]。每年春秋迁徙季节途经该区域的鸟类有上百种、数量超过千万只^[4],但江苏南部沿海越冬水鸟的报道较少,同时,由于经济发展和人口压力,江苏沿海地区的促淤围垦使得沿海土地利用方式发生了改变^[5],现存湿地仍面临不同程度的丧失和退化,越冬鸟类群落结构及栖息现状将受影响。江苏盐城东台条子泥区已列入世界自然遗产地,成为江苏首个世界自然遗产地,也是全球第2块潮间带湿地遗产。近年来受海洋动力影响,条子泥滩涂受海水侵蚀较为严重,本研究通过对江苏南部沿海越冬鸟类的种群动态及其生境利用状况进行分析,了解越冬鸟类的种群状况,为越冬鸟类及其越冬地的生境管理提供科学参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

江苏南部沿海属南暖温带向北亚热带的过渡地带,为长江下游冲积平原,处于海陆相过渡地带,年均气温 15 ℃,年均降水量 850~1 280 mm,年均日照 1 900~2 250 h。调查区域南端起点为南通的启东(121.927 907°E, 31.701 419°N),北端终点设在盐城的条子泥(120.964 997°E, 32.880 936°N),调查途经南通如东等地。调查区域包括南通启东的黄金沙滩、吕四港口、通州湾、如东的小洋口和盐城东台的条子泥。

江苏南部沿海越冬水鸟利用生境主要由泥质

滩涂、碱蓬滩和米草滩、围湖、鱼塘、芦苇塘等组成。泥质滩涂是天然湿地,低潮位时为无植被生长的光滩,碱蓬滩和米草滩分布在海堤外侧至中、高潮位的潮间带上,高潮位时海水可淹没该区域;围湖为大堤外侧围成的海水湖泊,围湖内的水位受潮汐影响较小;鱼塘和芦苇塘位于沿海大堤内侧,以广阔明水面为主,水面外围生长有灌木和芦苇。启东的黄金沙滩及其周边区域主要生境包括海水围湖、米草滩;吕四港生境包括港口附近的泥质滩涂和大唐电厂附近的围湖;通州湾生境主要为滩涂围湖及下海通道两侧的泥质滩涂;小洋口生境包括泥质滩涂、闸口内的碱蓬滩和堤内的鱼塘;条子泥生境主要为泥质滩涂、碱蓬滩和堤内鱼塘。

1.2 研究方法

2019年1月中下旬,以江苏南部沿海地区雁鸭类、鸕鹚类、鹭科鸟类等为主要类群,开展滨海湿地越冬水鸟种类组成、数量动态及栖息地选择的调查。依据涨潮时间和天气状况每天调查2~3个样点,调查采用样点法与样线法相结合的方法,借助双筒望远镜、单筒望远镜对区域内水鸟进行观测,依据调查区域内水鸟栖息地分布及活动特点,对物种密度较高的河口、围湖、浅滩和高潮栖息地等区域用样点法进行记录。相邻两个样点之间采用样线法调查,记录样线两侧的水鸟种类及数量。样点半径视开阔程度确定,样点间距不小于500 m,采用直接计数法记录。样点样线调查中均使用GPS记录轨迹及位置,使用ZEISS单筒望远镜(20×60倍)和ZEISS双筒望远镜(10×42倍)观察,使用佳能相机(Canon 5 DIV)对观测到的鸟类进行记录,辅助集群数量的估计。物种鉴定参照《中国鸟类野外手册》^[6],鸟类分类地位及学名和中文名依据《中国鸟类分类与分布名录(第3版)》^[7]。

1.3 数据处理

按照鸟类不同种群数量占鸟类统计总数的百

分比(P)来确定优势种和数量级:将 $P < 0.1\%$ 的定为罕见种^[8]; $0.1\% \leq P < 1\%$ 的定为稀有种; $1\% \leq P < 10\%$ 的定为常见种; $P \geq 10\%$ 的定为优势种。物种多样性指标采用 Shannon-Wiener 指数(H')进行计算: $H' = -\sum_{i=1}^S (P_i) (\ln P_i)$ 。式中: S 为群落内的物种数, P_i 为物种 i 的个体数与所有物种的总个体之比;均匀度指数采用 Pielou 均匀度指数(E), $E = H'/\ln S$;优势度采用 Berger-Parker 优势度指数(D), $D = N_{\max}/N$, N_{\max} 为优势种的个体数, N 为全部物种的个体数。

2 结果与分析

2.1 江苏南部沿海越冬水鸟群落组成

经调查(表1),江苏南部沿海共记录41种35353只鸟类个体,隶属于6目10科。

表1 江苏南部沿海越冬水鸟分类及组成

Table 1 The category and diversity of overwintering waterfowls in south coast of Jiangsu Province

目 Order	科数 families number	种数 species number	种数	个体数	个体数
			占比/% species number percentage	个体数 individual number	占比/% individual number percentage
雁形目 Anseriformes	1	17	41.46	18 562	52.50
鸻形目 Charadriiformes	5	15	36.59	11 674	33.02
鹬形目 Podicipediformes	1	4	9.76	1 017	2.88
鹈形目 Pelecaniformes	1	3	7.32	793	2.24
鹤形目 Gruiformes	1	1	2.44	2 962	8.38
鳾鸟目 Suliformes	1	1	2.44	345	0.98

由表1看出,个体数量最多的是雁形目鸟类,共计17种18562只个体,占总个体数的52.50%;其次为鸻形目鸟类,共计15种11674只个体,占总个体数的33.02%。其中,属于国家一级重点保护的鸟类有1种,为黑嘴鸥(*Saundersilarus saundersi*);属于国家二级重点保护的鸟类有4种,为斑头秋沙鸭(*Mergellus albellus*)、角鹬(*Podiceps auritus*)、黑颈鹬(*P. nigricollis*)和白腰杓鹬(*Numenius arquata*);属国家保护的有重要生态、科学和社会价值的陆生野生动物名录的鸟类38种;属中日候鸟保护协定的鸟类有29种;属中澳候鸟保护协定的鸟类有7种。属世界自然保护联盟(International Union for Conservation of Nature, IUCN)公布“物种红色名录”中濒危等级为近危

(near threatened)种的鸟类有3种,分别为:罗纹鸭(*Mareca falcata*)、蛎鹬(*Haematopus ostralegus*)和白腰杓鹬(*Numenius arquata*);易危种(vulnerable species)的鸟类有2种,为黑嘴鸥(*Saundersilarus saundersi*)和红头潜鸭(*Aythya ferina*);低度关注(least concern)的鸟类有37种。

根据居留型划分,江苏南部沿海越冬水鸟中冬候鸟有21种,占物种数的51.22%;留鸟有15种,占物种数的36.59%;既属于留鸟又属于冬候鸟的有4种,占物种数的9.76%。此外,黑天鹅在中国鸟类分类与分布名录中尚未记录,属于逃逸物种。根据分布型划分,江苏南部沿海越冬的水鸟中广布种鸟类有31种,占物种数的75.61%;属于古北界的鸟类有9种,占物种数的21.95%;另外,逃逸黑天鹅(*Cygnus atratus*)的分布型属于大洋洲界。

2.2 江苏南部沿海越冬水鸟分类及名录

经调查发现(表2),江苏南部沿海共记录到越冬雁鸭类17种,隶属1科6属,统计到的个体数有18562只。鸭属的种类最多,有8种,占鸭科物种数的47.06%,个体数为12084只,占鸭科总数的65.10%。其次为潜鸭属,有4种,占鸭科物种数的23.53%,个体数为5483只,占鸭科总数的29.54%。其他雁鸭类详见表2。江苏南部沿海记录到的雁鸭类中,罗纹鸭(*Mareca falcata*)在IUCN名录中属于近危物种,其他雁鸭类均属低度关注物种。江苏南部沿海越冬的雁鸭类中优势种有斑嘴鸭(*A. zonorhyncha*)和红头潜鸭(*Aythya ferina*)。

越冬鸻形目鸟类共记录到15种,隶属于5个科,个体总数为11674只。鹬科记录到的个体数最高,个体数为4457只,占鸻形目个体总数的38.18%;其次为鸥科鸟类,个体数为3855只,占鸻形目个体总数的33.02%。记录到的鸻形目中,黑嘴鸥在IUCN名录中属易危物种,蛎鹬和白腰杓鹬属于近危物种。该地区越冬鸻鹬类中,优势种为白腰杓鹬。

除雁鸭类和鸻鹬类,调查中还记录到鹤形目1科1种2962只个体,占调查鸟类总数的8.38%;鹬形目1科4种1017只个体,占调查鸟类总数的2.88%;鹈形目1科3种793只个体,占调查鸟类总数的2.24%;最后为鳾鸟目1科1种345只个体,占调查鸟类总数的0.98%(表2)。

表 2 江苏南部沿海越冬水鸟名录
Table 2 The category of overwintering waterfowls in south coast of Jiangsu Province

目科 Order and family	种 species	数量等级 level of number	保护等级 protection level	目科 Order and family	种 species	数量等级 level of number	保护等级 protection level
雁形目 Anseriformes				鸕鹚科 Podicipedidae	凤头鸕鹚 <i>Podiceps cristatus</i>	++	Δ
鸭科 Anatidae	斑嘴鸭 <i>Anas zonorhyncha</i>	+++			小鸕鹚 <i>Tachybaptus ruficollis</i>	++	
	绿头鸭 <i>A. platyrhynchos</i>	++	Δ		角鸕鹚 <i>Podiceps auritus</i>	+	Δ II
	针尾鸭 <i>A. acuta</i>	+	Δ		黑颈鸕鹚 <i>P. nigricollis</i>	±	Δ II
	绿翅鸭 <i>A. crecca</i>	+	Δ	鹤形目 Pelecaniformes			
	琵嘴鸭 <i>Spatula clypeata</i>	++	Δ■	鹭科 Ardeidae	白鹭 <i>Egretta garzetta</i>	++	
	罗纹鸭 <i>Mareca falcata</i>	++	ΔNT		苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	+	
	赤颈鸭 <i>M. penelope</i>	++	Δ		中白鹭 <i>A. intermedia</i>	+	Δ
	赤膀鸭 <i>M. strepera</i>	+	Δ	鹤形目 Charadriiformes			
	翘鼻麻鸭 <i>Tadorna tadorna</i>	+	Δ	反嘴鹬科 Recurvirostridae	反嘴鹬 <i>Recurvirostra avosetta</i>	++	Δ
	普通秋沙鸭 <i>Mergus merganser</i>	+	Δ		黑翅长脚鹬 <i>Himantopus himantopus</i>	±	Δ
	斑头秋沙鸭 <i>Mergellus albellus</i>	±	Δ II	鹤科 Charadriidae	环颈鹤 <i>Charadrius alexandrinus</i>	++	
	红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i>	+++	Δ VU		灰斑鹤 <i>Pluvialis squatarola</i>	+	Δ■
	凤头潜鸭 <i>A. fuligula</i>	++	Δ		凤头麦鸡 <i>Vanellus vanellus</i>	±	Δ
	斑背潜鸭 <i>A. marila</i>	+	Δ	蛎鹬科 Haematopodidae	蛎鹬 <i>Haematopus ostralegus</i>	++	Δ NT
	帆背潜鸭 <i>A. valisineria</i>	±		鸬科 Laridae	红嘴鸥 <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	++	Δ
	黑天鹅 <i>Cygnus atratus</i>	±			普通燕鸥 <i>Sterna hirundo</i>	++	Δ■
	灰雁 <i>Anser anser</i>	±			灰背鸥 <i>Larus schistisagus</i>	++	Δ
鹤形目 Gruiformes					黑尾鸥 <i>L. crassirostris</i>	+	
秧鸡科 Rallidae	白骨顶 <i>Fulica atra</i>	++			黑嘴鸥 <i>Saundersilarus saundersi</i>	+	VU I
鲑鸟目 Suliformes				鹬科 Scolopacidae	白腰杓鹬 <i>Numenius arquata</i>	+++	Δ■ NT II
鸬鹚科 Phalacrocoracidae	普通鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	+			中杓鹬 <i>N. phaeopus</i>	±	Δ■
鸬鹚目 Podicipediformes					黑腹滨鹬 <i>Calidris alpina</i>	++	Δ■
					红颈滨鹬 <i>C. ruficollis</i>	+	Δ■

注:保护等级为列入中日(Δ)、中澳(■)候鸟保护协定鸟类名录的鸟种。The list of birds species is on the bilateral agreement consultative between China with Japan (Δ), Australia (■). II.国家二级保护鸟类 The second level of national protect birds;NT.近危物种 near threatened species;VU.易危物种 vulnerable species。+++。优势种 dominant;+。常见种 common;+。稀有种 rare;±。罕见种 seldomly seen。

2.3 江苏南部沿海调查区越冬水鸟的多样性分析

江苏南部调查区域越冬水鸟多样性指数见表 3。

表 3 江苏南部 5 个调查区域越冬水鸟多样性指数

Table 3 The diversity index and the numbers of overwintering waterfowls in five surveyed areas of the south coast of Jiangsu Province

地点 site	种数 species number	个体数 individual number	多样性 指数(H') diversity index	均匀度 指数(E) evenness index	优势度 指数(D) dominance index
黄金海滩 Gold Beach	22	5 227	2.29	0.74	0.25
吕四港 Lyusi Harbor	25	5 045	2.46	0.76	0.61
通州湾 Tongzhou Bay	20	4 161	1.70	0.57	0.83
小洋口 Xiaoyangkou	20	7 193	1.78	0.60	0.64
条子泥 Tiaozini	28	13 727	2.68	0.80	0.26

由表 3 看出,条子泥地区越冬水鸟多样性指数、物种数和个体数均最高(28 种 13 727 只个体),通州湾地区越冬水鸟多样性指数、物种数和个体数均最低(20 种 4 161 只个体)。各调查地物种数大小排序为条子泥>吕四港>黄金海滩>小洋口>通州湾;个体数大小排序为条子泥>小洋口>黄金海滩>吕四港>通州湾;多样性指数大小排序为条子泥>吕四港>黄金海滩>小洋口>通州湾;均匀度指数大小排序为条子泥>吕四港>黄金海滩>小洋口>通州湾;优势度指数大小排序为通州湾>小洋口>吕四港>条子泥>黄金海滩(表 3)。

从越冬地生境类型来看,记录到水鸟种数从大到小依次为鱼塘(29 种)、泥质滩涂(24 种)、芦苇塘(22 种)、滩涂围湖(12 种)、米草滩涂(2 种);各调查地水鸟个体数从大到小依次为鱼塘、泥质滩涂、芦苇塘、滩涂围湖、米草滩涂;水鸟多样性指数从高到低依次为鱼塘、泥质滩涂、滩涂围湖、芦苇塘、米草滩涂(表 4)。

表4 江苏南部5种越冬生境下水鸟多样性指数
Table 4 The diversity index and the numbers of overwintering waterfowls in five surveyed habitats of the south coast of Jiangsu Province

生境 habitat	种数 species number	个体数 individual number	H'	E	D
芦苇塘 reed pond	22	6 492	1.90	0.60	0.75
米草滩涂 spartina flat	2	53	0.09	0.14	0.98
泥质滩涂 mud flat	24	10 985	2.31	0.73	0.61
滩涂围湖 lake	12	4 342	1.92	0.73	0.71
人工鱼塘 fish pond	29	13 481	2.46	0.93	0.68

注: H' 多样性指数 diversity index; E 均匀度指数 evenness index; D 优势度指数 dominance index。

经调查发现(表5), 鸕鹚类和雁鸭类对越冬栖息生境的选择不同, 鸕鹚类只在泥质滩涂和人工鱼塘内有记录, 泥质滩涂记录10种8 978只鸕鹚类个体, 人工鱼塘内记录6种2 498只鸕鹚类个体。雁鸭类除了米草滩生境内没有分布外, 其他4种生境内均有分布, 其中人工鱼塘内种类数和个体数最多, 共记录14种8 341只个体; 其次为芦苇塘生境中, 共记录13种5 091只个体; 再次为滩涂围湖内, 共记录10种3 672只个体; 最后为沿海泥质滩涂上, 共记录9种1 457只个体。

表5 江苏南部沿海5种生境下鸕鹚类和雁鸭类的分布
Table 5 Distribution of plover and anseriformes in five surveyed habitats of south coast of Jiangsu Province

生境 habitat	鸕鹚类 charadriiformes		雁鸭类 anseriformes	
	种数 species number	个体数 individual number	种数 species number	个体数 individual number
芦苇塘 reed pond	0	0	13	5 091
米草滩 spartina flat	0	0	0	0
泥质滩涂 mud flat	10	8 978	9	1 457
滩涂围湖 lake	0	0	10	3 672
人工鱼塘 fish pond	6	2 498	14	8 341

3 讨论

3.1 越冬水鸟的生境选择及需求

水鸟的种群数量及分布是衡量湿地生态环境

的重要指标之一^[9]。受体型、喙长、腿长等因素的影响, 水域面积、水深条件等决定了不同类型水鸟的觅食生境。本次记录到的水鸟物种组成与上海崇明东滩^[10]及江苏盐城地区^[11-12]调查结果相似, 鸕鹚目鸟类主要分布在沿海的自然潮间带, 退潮后和涨潮前泥质滩涂内鸕鹚类物种多样性指数和优势度指数显著高于其他物种, 而涨潮后鸕鹚类多选择人工鱼塘等生境作为高潮期的短暂停歇地^[13-14]。此外, 反嘴鹬偏好选择河口地带作为主要的觅食栖息地。雁鸭类如斑嘴鸭、绿头鸭等不同于鸕鹚类, 主要分布在鱼塘、芦苇塘等有大量浅水区域的生境, 而翘鼻麻鸭、琵嘴鸭等由于喙的结构及取食习惯的原因, 偏好在涨潮时随潮水移动快速取食。调查显示, 江苏南部沿海的越冬雁鸭类偏好选择人工鱼塘、芦苇塘和滩涂围湖内栖息。因此保持高的生境异质性将有利于提高江苏南部沿海滩涂迁徙及越冬鸟类的物种多样性^[15]。在自然湿地退化的背景下^[16], 人工湿地作为鸟类越冬的替代生境, 起到了越来越重要的作用^[17], 这一现象与黄河三角洲和福建兴化湾等越冬鸟类栖息地选择相似^[18-19]。食物资源是影响鸟类数量和分布的决定因素, 生境内食物丰富度直接影响鸟类的组成及数量^[20, 26]。人工鱼塘和芦苇塘等人工湿地为越冬水鸟提供了较适宜的栖息环境, 人工鱼塘和芦苇塘等栖息地内水生植物和无脊椎动物等资源丰富, 成为水鸟重要的食物来源。

3.2 互花米草对鸟类群落分布的影响

互花米草的入侵对江苏南部越冬水鸟产生了复杂的生态影响, 互花米草湿地生境植被较为密集, 食物多样性和丰富度较低, 不适宜鸕鹚目水鸟及其他雁鸭类鸟类的生存^[21]。此外, 互花米草种群扩散迅速, 导致当地芦苇群落生境破碎化, 如不加以控制, 米草生境将取代芦苇生境, 对赖以生存的雁鸭类、苇莺类以及震旦鸭雀等种群影响较大^[22]。本次越冬调查中, 互花米草滩涂中仅记录到鹭科鸟类, 且数量占比较低。互花米草生境中鸟类的多样性指数最低, 优势度指数最高, 表明互花米草滩涂不具备为多种鸟类提供栖息地的条件, 另有研究表明, 鹭科鸟类偏向于出现在具有一定植被盖度且同时拥有合适水深的大水面的生境^[23], 并非互花米草生境。此外, 对于本次越冬调查中重点调查的鸕鹚类和雁鸭类, 米草滩生境内均无记录, 研究结果与周边地区调查结果相似^[24]。互花米草的快速扩增, 改变了本地植物群落的结构, 显著降低了沿海鸟类的栖息地质量, 对沿海鸟类等类

群的负面影响逐渐显现^[21]。

3.3 围垦及渔业生产对区域鸟类群落多样性的影响

沿海滩涂的围垦引起的生境变化影响水鸟对栖息地的利用^[25]。虽然过度围垦会导致区域内鸟类群落多样性降低,但是合理的垦后利用方式将对区域鸟类多样性保护发挥积极的作用。有研究表明,生境的可利用性和人为干扰是影响鸟类空间分布的重要因素^[20,26]。人工湿地生境对于区域鸟类多样性保护也具有重要作用,但对大多数鸕鹚类来说,围垦堤内外的人工湿地仅作为高潮期停歇地而非觅食场所^[23]。滩涂的过度围垦,导致依赖自然潮间带栖息和觅食的鸟类个体数量将由于适宜生境资源的不断减少而呈现减少趋势。此外,自然潮间带及堤坝上的人为活动将影响鸕鹚类等水鸟的空间分布和区域内种群数量。围垦区虾塘、蟹塘几乎无植被,且人为干扰较大,因此几乎没有发现雁鸭类的存在。与围垦区虾塘、蟹塘相比,芦苇水塘植被盖度较高,芦苇水塘生境内雁鸭类和依赖芦苇灌丛的鹭鸟数量相对较为丰富^[27]。因此,滩涂围垦后在合理的利用下,一定程度上可以有效缓解潮间带缺失引起的高潮停歇地不足,并为游禽和部分涉禽提供了自然潮间带所不具有的栖息生境^[28]。

为有效保护江苏南部滨海湿地上的鸟类多样性,应加强对该区域滩涂资源的保护与可持续利用。在滩涂围垦过程中尽量保留足够数量和面积的高潮停歇地,同时注重围垦区人工湿地系统的营造和管理,如加强对围垦滞留区这一特殊人工湿地的水位管理,建设植被盖度较低的围垦区鱼虾塘、水库等,以便为水鸟尤其是濒危珍稀水禽提供高潮停歇地和越冬场所,同时建设以芦苇群落占优势的人工湿地系统如芦苇湿地,为依赖芦苇灌丛和较大浅水水面的雁鸭类提供适宜的越冬生境。

参考文献 (reference):

- [1] CUI P, WU Y, DING H, et al. Status of wintering waterbirds at selected locations in China [J]. *Waterbirds*, 2014, 37 (4): 402-409. DOI: 10.1675/063.037.0407.
- [2] PENG H B, ANDERSON G Q A, CHANG Q, et al. The intertidal wetlands of southern Jiangsu Province, China-globally important for Spoon-billed Sandpipers and other threatened waterbirds, but facing multiple serious threats [J]. *Bird Conserv Int*, 2017, 27 (3): 305-322. DOI: 10.1017/s0959270917000223.
- [3] 阮得孟, 孙勇, 程嘉伟, 等. 盐城自然保护区新洋港河口不同生境冬季鸟类群落组成及其梯度变化 [J]. *生态学报*, 2015, 35 (16): 5437-5448. NGUYEN D, SUN Y, CHENG J W, et al. Winter bird community structure and gradient change in different habitats at Xinyanggang Estuary, Yancheng Nature Reserve [J]. *Acta Ecol Sin*, 2015, 35 (16): 5437-5448. DOI: 10.5846/stxb201405211044.
- [4] 陈克林, 杨秀芝, 吕咏. 鸕鹚类鸟东亚-澳大利西亚迁飞路线上的重要驿站: 黄渤海湿地 [J]. *湿地科学*, 2015, 13 (1): 1-6. CHEN K L, YANG X Z, LYU Y. Vital stopover of shorebirds migration on the east Asian-Australasian flyway: wetlands of Yellow Sea and Bohai Sea [J]. *Wetl Sci*, 2015, 13 (1): 1-6. DOI: 10.13248/j.cnki.wetlandsci.2015.01.001.
- [5] WANG F, WALL G. Mudflat development in Jiangsu Province, China: practices and experiences [J]. *Ocean Coast Manag*, 2010, 53 (11): 691-699. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2010.10.004.
- [6] 约翰·马敬能 (John Mackinnon), 卡伦·菲力普斯 (Karen Phillipps). 中国鸟类野外手册 [M]. 卢何芬, 译. 长沙: 湖南教育出版社, 2000. MACRINNON J, PHILIPPS K. A field guide to the birds of China [M]. LU H F, translate. Changsha: Hunan Education Publishing House, 2000.
- [7] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录 [M]. 3 版. 北京: 科学出版社, 2017. ZHENG G M. A checklist on the classification and distribution of the birds of China checklist on the classification and distribution of the birds of China [M]. 3rd ed. Beijing: Science Press, 2017.
- [8] HOWES J. Shorebird studies manual [Z]. Kuala Lumpur: Asian Wetland Bureau, 1989.
- [9] 王强, 吕宪国. 鸟类在湿地生态系统监测与评价中的应用 [J]. *湿地科学*, 2007, 5 (3): 274-281. WANG Q, LYU X G. Application of water bird to monitor and evaluate wetland ecosystem [J]. *Wetl Sci*, 2007, 5 (3): 274-281. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5948.2007.03.012.
- [10] 张姚, 谢汉宾, 曾伟斌, 等. 崇明东滩人工湿地春季水鸟群落结构及其生境分析 [J]. *动物学杂志*, 2014, 49 (4): 490-504. ZHANG Y, XIE H B, ZENG W B, et al. Analysis on the waterbird community structure and its habitat on the artificial wetlands in spring in Chongming Dongtan, China [J]. *Chin J Zool*, 2014, 49 (4): 490-504. DOI: 10.13859/j.cjz.201404004.
- [11] 曹铭昌, 刘威, 刘彬, 等. 盐城滨海湿地及水鸟栖息地保护 [J]. *环境生态学*, 2019, 1 (1): 74-79. CAO M C, LIU W, LIU B, et al. Yancheng costal wetland and waterfowls' habitat protection [J]. *Environ Ecol*, 2019, 1 (1): 74-79. DOI: 2096-6830 (2019) 01-0074-06.
- [12] 吴剑峰, 乔金石, 田密, 等. 南通和连云港沿海地区鸟类群落组成及分析 [J]. *湖北农业科学*, 2012, 51 (22): 5126-5130. WU J F, QIAO J S, TIAN M, et al. The community composition of avian fauna at the coastal areas in Nantong and Lianyungang [J]. *Hubei Agric Sci*, 2012, 51 (22): 5126-5130. DOI: 10.3969/j.issn.0439-8114.2012.22.042.
- [13] 侯森林, 余晓韵, 鲁长虎. 盐城射阳河口春季鸕鹚类与大型底栖动物关系 [J]. *生态学杂志*, 2013, 32 (10): 2735-2743. HOU S L, YU X Y, LU C H. Relationships between shorebirds and macrobenthos in Sheyang estuary of Yancheng reserve, east China in spring [J]. *Chin J Ecol*, 2013, 32 (10): 2735-2743. DOI: 1000-4890 (2013) 10-2735-09.
- [14] LILLEYMAN A, FRANKLIN D C, SZABO J K, et al. Behavioural responses of migratory shorebirds to disturbance at a high-tide roost [J]. *Emu-Austral Ornithol*, 2016, 116 (2): 111-118. DOI: 10.1071/MU14070.
- [15] 吴倩倩, 梁宗锁, 刘佳佳, 等. 中国生境片段化对生物多样性影响研究进展 [J]. *生态学杂志*, 2017, 36 (9): 2605-2614. WU Q Q, LIANG Z S, LIU J J, et al. Effects of habitat fragmentation on biodiversity in China [J]. *Chin J Ecol*, 2017, 36 (9): 2605-2614.

- DOI:10.13292/j.1000-4890.201709.012.
- [16] 赵衡,闫旭,王富强,等.基于PSR模型的三门峡库区湿地生态系统健康评价[J].水资源保护,2020,36(4):21-25.ZHAO H,YAN X,WANG F Q, et al.Assessment on ecosystem health of Sanmenxia Reservoir wetland based on PSR model[J].Water Resources Protection,2020,36(4):21-25. DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2020.04.004.
- [17] LI D L,CHEN S H,LLOYD H,et al.The importance of artificial habitats to migratory waterbirds within a natural/artificial wetland mosaic, Yellow River Delta, China[J].Bird Conserv Int,2013,23(2):184-198.DOI:10.1017/s0959270913000099.
- [18] MULWA R K,NEUSCHULZ E L,BÖHNING-GAESE K, et al. Seasonal fluctuations of resource abundance and avian feeding guilds across forest-farmland boundaries in tropical Africa[J]. Oikos,2013,122(4):524-532. DOI:10.1111/j.1600-0706.2012.20640.x.
- [19] 王战宁.福建兴化湾西岸越冬水鸟多样性与生境选择研究[D].福州:福建师范大学,2011.WANG Z N.The study of winter waterbirds' diversity and habitat selection in the west Xinghua Bay, Fujian Province [D]. Fuzhou: Fujian Normal University,2011.
- [20] 孙孝平,张银龙,曹铭昌,等.黄河三角洲自然保护区秋冬季水鸟群落组成与生境关系分析[J].生态与农村环境学报,2015,31(4):514-521.SUN X P,ZHANG Y L,CAO M C, et al. Structure of waterfowl community in relation to habitat in the Yellow River Delta nature reserve in autumn migratory and wintering periods[J].J Ecol Rural Environ,2015,31(4):514-521. DOI:10.11934/j.issn.1673-4831.2015.04.011.
- [21] 陈潘,张燕,朱晓静,等.互花米草入侵对鸟类的生态影响[J].生态学报,2019,39(7):2282-2290.CHEN P,ZHANG Y,ZHU X J, et al.Ecological effects of invasion by the smooth cordgrass *Spartina alterniflora* on birds[J].Acta Ecol Sin,2019,39(7):2282-2290. DOI:10.5846/stxb201801110089.
- [22] 马强,吴巍,汤臣栋,等.崇明东滩湿地互花米草治理对鸟类及底栖动物多样性的影响[J].南京林业大学学报(自然科学版),2017,41(1):9-14.MA Q,WU W,TANG C D, et al.Effects of habitat restoration on the diversity of bird and macrobenthos in the Chongming Dongtan wetland[J].J Nanjing For Univ (Nat Sci Ed),2017,41(1):9-14. DOI:10.3969/j.issn.1000-2006.2017.01.002.
- [23] 周家俊.基于GIS技术的白鹭生境选择研究[D].南京:南京林业大学,2011.ZHOU J J.Habitat selection of egrets based on GIS technology[D].Nanjing:Nanjing Forestry University,2011.
- [24] 张燕,孙勇,鲁长虎,等.盐城国家级珍禽自然保护区互花米草入侵后三种生境中越冬鸟类群落格局[J].湿地科学,2017,15(3):433-441.ZHANG Y,SUN Y,LU C H, et al.Pattern of wintering bird community in three habitats after invasion of *Spartina alterniflora* in Yancheng National Nature Reserve[J].Wetl Sci,2017,15(3):433-441. DOI:10.13248/j.cnki.wetlandsci.2017.03.017.
- [25] 颜凤,李宁,杨文,等.围填海对湿地水鸟种群、行为和栖息地的影响[J].生态学杂志,2017,36(7):2045-2051.YAN F,LI N,YANG W, et al.Effects of reclamation on wetland waterbird populations, behaviors and habitats[J].Chin J Ecol,2017,36(7):2045-2051. DOI:10.13292/j.1000-4890.201707.003.
- [26] ZHARIKOV Y,MILTON D A.Valuing coastal habitats:predicting high-tide roosts of non-breeding migratory shorebirds from landscape composition[J].Emu-Austral Ornithol,2009,109(2):107-120. DOI:10.1071/MU08017.
- [27] 张美,牛俊英,杨晓婷,等.上海崇明东滩人工湿地冬春季水鸟的生境因子分析[J].长江流域资源与环境,2013,22(7):858-864.ZHANG M,NIU J Y,YANG X T, et al.Environmental impact on the waterbird distribution during winter and spring at the artificial wetlands in Chongming Dongtan, Shanghai[J].Resour Environ Yangtze Basin,2013,22(7):858-864. DOI:1004-8227(2013)07-0858-07.
- [28] 张斌,袁晓,裴恩乐,等.长江口滩涂围垦后水鸟群落结构的变化:以南汇东滩为例[J].生态学报,2011,31(16):4599-4608.ZHANG B,YUAN X,PEI E L, et al.Change of waterbird community structure after the intertidal mudflat reclamation in the Yangtze River Mouth;a case study of Nanhui Dongtan area[J].Acta Ecol Sin,2011,31(16):4599-4608.

(责任编辑 王国栋)