

## 生境变化对升金湖越冬水鸟群落时空动态的影响

宋昀微<sup>1,3</sup>, 周立志<sup>1,2\*</sup>

(1. 安徽大学资源与环境工程学院, 合肥 230601; 2. 湿地生态保护与修复安徽省重点实验室(安徽大学), 合肥 230601; 3. 安徽升金湖国家级自然保护区管理局, 池州 247230)

**摘要:** 湖泊适宜生境对于越冬水鸟群落结构的维持具有重要意义, 觅食生境改变影响水鸟取食集团的组成, 进而影响水鸟群落结构的稳定。对比 2004 与 2015 年 2 个越冬季升金湖水鸟群落结构以及湿地景观变化, 分析了湖泊湿地变化对水鸟群落结构的影响。在 2004 与 2015 年两个越冬季, 分别记录到水鸟 7 目 12 科 41 种 33 775 只和 7 目 12 科 44 种 38 794 只。越冬水鸟种类和总数量有所增加, 虽然优势种群仍为雁鸭类, 但豆雁和白额雁取代了小天鹅、鸿雁和针尾鸭成为优势物种, 前 2 种主要分布地点有赤岸、三千亩、小西湖等地, 后 3 种主要分布在杨岷头、白联圩、舍干、三千亩、沙山等地。沉水植被的退化可能是导致小天鹅、针尾鸭等浅水取食集团和鸿雁等挖掘集团水鸟数量锐减的主要原因, 广阔苔草滩的形成使得啄取集团如豆雁、白额雁和小白额雁等草食性雁类数量明显增加; 湖区大面积渔塘转变为水稻田, 使部分鸭类丧失了适宜的觅食地, 但为白头鹤、豆雁、白额雁等水鸟提供了替代生境。实施植被恢复和加强退化湖泊的生境恢复是维持越冬水鸟群落结构稳定的有效途径。

**关键词:** 越冬水鸟; 群落结构; 取食集团; 栖息地利用; 升金湖

中图分类号: S917.4; Q958.15

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2019)04-0610-08

### Effects of habitat changes on spatio-temporal pattern of the wintering waterbird community at Shengjin Lake

SONG Yunwei<sup>1,3</sup>, ZHOU Lizhi<sup>1,2</sup>

(1. School of Resources and Environmental Engineering, Anhui University, Hefei 230601;

2. Anhui Province Key Laboratory of Wetland Ecosystem Protection and Restoration(Anhui University), Hefei 230601;

3. Buearu of Anhui Shengjin Lake National Nature Reserve, Chizhou 247230)

**Abstract:** Suitable lake habitats played an important role on the stability of waterbirds community structures. The change of foraging habitat affected the composition of waterbird feeding group, and then affected the stability of waterbird community structure. The effects of wetland habitat changes on waterbird community were structure studied in this paper by comparing the differences of waterbird community structure and wetland landscape in Shengjin Lake between the winters of 2014 and 2015. A total of 33 775 waterbirds belonging to 41 species, 12 families in 7 orders were observed in the winter of 2004, and 3 874 waterbirds belonging to 44 species, 12 families in 7 orders were found in the winter of 2015. The results showed the species and the number of wintering waterbirds increased. The dominant populations were Anseriformes in both winters, but the dominant species changed. *Cygnus columbianus*, *Anser cygnoides* and *Anas acuta* were dominant populations in 2004, but *Anser fabalis* and *Anser albifrons* were dominant populations by field observing in 2015. Meanwhile, the habitat sites of dominant populations changed, too. The dominant species in 2004 were found in Chi'an, Sanqianmu and Xiaoxihu, but dominant populations in 2015 were been found in Yang'e'tou, Bailianwei, Shegan, Sanqianmu and Shashan, Degeneration of submerged vegetation cause changes in foraging group from shallow water including *Cygnus columbianus* and *Anas acute* and in digging groups including *Anser cygnoides* ect. It was main reason of population declining for these two birds. The quantity of herbivorous Anseriformes such as *Anser fabalis*, *Anser albifrons* and *Anser erythropus* from pecking groups increased significantly due to the formation of vast *Carex* spp.

收稿日期: 2018-12-06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(31472020)资助。

作者简介: 宋昀微, 硕士研究生。E-mail: 676460339@qq.com

\* 通信作者: 周立志, 博士, 教授。E-mail: zhoulz@ahu.edu.cn

in lake beach. Moreover, suitable habitats for some ducks were lost due to the transformation of numerous ponds to paddy fields, which could provide alternative habitats for *Grus monacha*, *Anser fabalis* and *Anser albifrons* etc. Our study suggested that vegetation restoration and suitable habitat protection are the most effective way for maintaining the stability of wintering waterbird community structure at Shengjin Lake.

**Key words:** wintering waterbirds; community structure; foraging groups; habitat use; Shengjin Lake

长江中下游浅水通江湖泊季节性的水文变化为越冬水鸟提供丰富的食物资源,使其成为东亚—澳大利亚水鸟迁徙通道的重要越冬地<sup>[1-2]</sup>。这里聚集的水鸟数量超过 100 万只<sup>[3-4]</sup>,约占中国东部越冬水鸟总数的 50%,雁鸭类和鹤类总数的 80%在此越冬<sup>[5]</sup>,是全球受胁物种东方白鹤 (*Ciconia boyciana*)、小白额雁 (*Anser erythropus*)、鸿雁 (*Anser cygnoides*) 和白鹤 (*Grus leucogeranus*) 等在东亚地区最重要的越冬地;也是豆雁 (*Anser fabalis*) 和小天鹅 (*Cygnus columbianus*) 在东亚迁徙路线上最重要的越冬地,拥有该迁徙路线上 75% 的种群数量<sup>[2,5]</sup>。经济飞速发展导致该区域湿地的丧失和退化,使得越冬的鸭科鸟类数量下降了 70%<sup>[5]</sup>。

越冬地食物保障是迁徙水鸟安全渡过严酷冬季的必要条件<sup>[6]</sup>,而食物资源的保障取决于生境中食物丰富程度和可获得性等资源的时空配置条件<sup>[7-8]</sup>。食物资源的丰富度包括食物的种类、数量和分布,食物资源的可获得性受水位、基底状态和干扰的影响,这些因素决定水鸟栖息地质量,使其资源利用方式发生变化,进而影响觅食活动和觅食策略等,具体体现在生境选择、数量分布和群落结构的改变<sup>[9]</sup>。

游禽类和涉禽类水鸟是长江中下游湖泊湿地水鸟群落的重要组成部分,二者具有独特的性状和功能,以有效地利用湖泊沉水植物、底栖动物和鱼类等水生生物等重要的食物资源,有效分割食物资源导致其大量聚集<sup>[10]</sup>。越冬栖息地的食物资源、人为干扰等影响着越冬水鸟群落的组成及空间分布,对水鸟集团结构产生影响<sup>[12]</sup>。对水鸟取食集团的研究有助于进一步认识湿地环境变化对水鸟群落结构的影响<sup>[9,12]</sup>。

升金湖是长江中下游具有代表性的浅水通江湖泊,是东亚—澳大利亚迁徙水鸟的重要聚集区,已经列入国际重要湿地。由于人为活动扰动的加剧和湖泊湿地开发不断加大,湖泊退化严重,越冬水鸟适宜生境不断丧失,对越冬水鸟构成严重威胁。本研究通过升金湖 2004 年与 2015 年相隔 11 年间的水鸟调查结果和生境变化对比分析,研究湖泊生境变化对水鸟群落结构时空动态的影响。

## 1 研究区域与研究方法

### 1.1 研究区域

升金湖位于安徽省东至县和贵池区的交界处 (30.25°~30.50°N, 116.92°~117.25°E),是长江南岸的永久性天然浅水通江湖泊,湖区地形多样,湖汊较多<sup>[13]</sup>,湖区水文波动较大,丰水期湖面面积 13 000 hm<sup>2</sup>。自南至北,依次为上湖、中湖和下湖,上湖承接张溪河等来水,湖水经下湖由黄溢河闸注入长江。枯水期水面面积 3 300 hm<sup>2</sup>,形成约 10 000 hm<sup>2</sup> 的季节性草甸和沼泽<sup>[14]</sup>,主要的水生植物有刺苦草 (*Vallisneria natans*)、马来眼子菜 (*Potamogeton wrightii*) 等沉水植物,菱 (*Trapa bispinosa*)、芡 (*Euryale ferox*) 等浮叶植物,异鳞苔草 (*Carex heterolepis*)、陌上萱 (*Carex thunbergii*)、肉根毛茛 (*Ranunculus polii*) 等湿生植物,丰富的食物资源吸引了众多的水鸟前来越冬,因而成为白头鹤 (*Grus monacha*)、东方白鹤、小天鹅、鸿雁、豆雁、小白额雁 (*Anser albifrons*) 等珍稀候鸟的重要越冬地。该湖泊是国内白头鹤最大的种群越冬地,数量最大时超过 450 只<sup>[15]</sup>。该湖泊于 1986 建立升金湖省级水禽自然保护区,1997 年晋升为国家级自然保护区,2015 年被列入国际重要湿地名录。

升金湖流域以农业种植和养殖为主。由于围湖养殖,湖泊周边的人工圩口众多。受到人口快速增长、城市扩张等因素影响,大量圩口的利用模式由养殖鱼塘变为农田种植水稻。为了增加渔业经济效益,1995 年湖区开始实施渔业养殖中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 和草食性鱼类<sup>[19]</sup>,土地利用模式的变化导致湖泊景观发生显著变化,水生植被严重退化。

升金湖国家级自然保护区分为核心区、缓冲区和实验区 (图 1)。核心区主要为升金湖水面,大部分水面用于围网养殖;缓冲区和实验区多为农田和林地,近十年内大量农田被列入基本农田范围,部分区域开展了高标准基本农田建设工程,种植模式由原来的每年种植 1~2 季水稻而冬季抛荒变为现在的水稻和小麦轮作。

### 1.2 研究方法

根据具体地形、地貌和鸟类集群情况,在升金

湖布设 4 条固定监测路线 (图 1), 每条固定路线约 20 km, 2004 年 1 月和 2015 年 1 月均沿这 4 条固定路线开展调查, 并根据每条路线鸟类分布情况, 选择若干观测点进行计数, 每个调查小组一天内沿一条固定路线完成调查。调查采取直接计数法, 借助单筒望远镜 (20-60×80, Swarovski APS80HD) 和双筒望远镜 (8×42, Swarovski) 辨识鸟类, 并计数每个固定路线左右各 1 km 范围内的水鸟种类、数量、行为、小生境类型等。

根据水鸟在越冬地的取食行为和基质<sup>[17]</sup>, 将升金湖越冬的水鸟群落划分为 4 个取食集团, 即捕食集团 (G1), 采取潜水、飞捕或啄取的方式取食水域内的底栖生物和鱼类; 泥滩拾探取集团 (G2), 以拾取、探取的方式取食泥滩、浅水区表层食物; 挖掘集团 (G3), 主要取食浅水和滩涂内植物的根、块茎、种子等地下部分食物; 草滩拾取集团 (G4), 主要采食苔草及草本植物的嫩叶及种子。本研究仅利用 2004 和 2015 年的水鸟监测数据进行分析。

选用 2004 年 1 月 30 日和 2015 年 2 月 13 日两个与水鸟调查大约同期的 Landsat-TM 遥感影像 (Path: 121, Row: 39) 获取升金湖保护区的湖面、渔塘、水田等土地类型变化信息, 利用 2014 年 6 月 10 日 Landsat-TM 遥感影像 (Path: 121, Row: 39) 结合水生植被调查, 获取 2014 年夏季水生植被分布情况。其中 2004 年为 Landsat-TM5 影像, 2014 年为 Landsat-TM7 影像, 2015 年为 Landsat-TM8 影像, 影像数据来源于中国科学院地理空间数据云平台 (<http://www.gscloud.cn/>)。结合研究区域的矢量图层, 运用 ENVI5.0 和 ARCGIS10.1 软件, 对遥感影像进行波段融合、几何校正、图像增强等预处理。在对区域影像预处理后, 以最大似然法进行区域影像的监督分类, 并以监督分类结果为参考, 利用人工目视解译并辅之以野外调查进行精度验证 (精度

达到 80%以上)。

统计 2 次调查中各类生境中水鸟的种类组成, 数量和时间分布, 各取食集团水鸟的种类和数量, 采用 Shannon-Wiener 指数 (H'), 计算各取食集团的水鸟多样性指数。

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

其中,  $p_i$  为物种  $i$  的数量与各取食集团水鸟总数的比值。

$p_i \geq 10\%$  为优势种,  $1\% \leq p_i < 10\%$  为常见种,  $p_i \leq 1\%$  为稀有种, 依次用 “+++”、“++”、“+” 表示<sup>[19]</sup>。按年计算多样性指数, 比较年间变化。

根据遥感数据提取研究区域内湖泊、渔塘、水田 3 种土地利用类型, 绘制成研究区域生境类型图, 统计 3 种生境的面积。

结合 2014 年实地调查和生境类型面积数据, 分析生境类型变化对越冬水鸟种类组成和数量分布的影响。

## 2 结果与分析

### 2.1 越冬水鸟群落种类组成变化

2004 年调查共记录到越冬水鸟 33 775 只, 隶属于 7 目 12 科 41 种 (附表 1), 包括 3 个全球受胁物种: 黑鹳 (*Ciconia nigr*)、鸿雁和白头鹤。有 6 个物种的数量达到国际重要意义的标准 (即大于或等于迁徙路线种群数量的 1%), 分别是: 黑鹳、白琵鹭 (*Platalea leucorodia*)、小天鹅、鸿雁、豆雁和白头鹤。国家 I 级重点保护鸟类两种: 黑鹳和白头鹤, 国家 II 级重点保护鸟类 3 种: 白琵鹭、小天鹅和白额雁。游禽 30 560 只, 隶属于 4 目 4 科 21 种, 优势种为鸿雁、小天鹅和针尾鸭; 涉禽 3 215 只, 隶属于 3 目 8 科 20 种, 优势种为红脚鹬 (*Tringa totanus*)、骨顶鸡 (*Fulica atra*)、白琵鹭和大白鹭 (*Egretta alba*)。

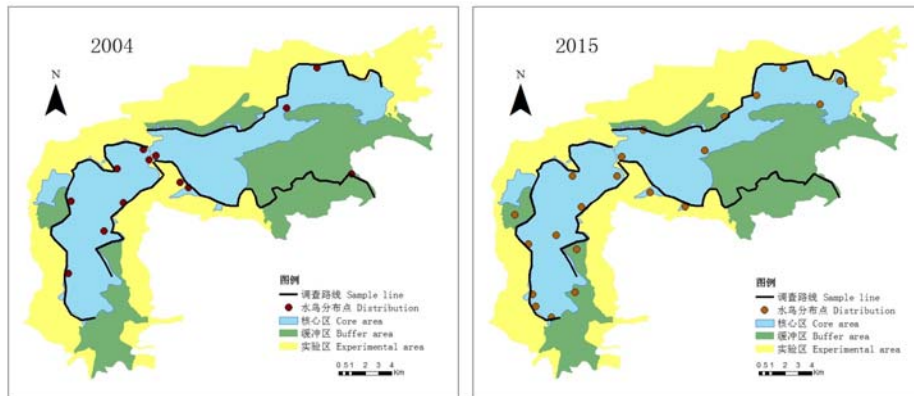


图 1 升金湖 2004 年、2015 年冬季调查路线及水鸟分布点

Figure 1 Survey routes and waterbird distribution at Shengjin Lake in the winter of 2004 and 2015

2015 年调查共记录到越冬水鸟 38 794 只, 隶属于 7 目 12 科 44 种 (附表 1), 包括 6 个全球受胁物种: 卷羽鹈鹕 (*Pelecanus crispus*)、东方白鹳、鸿雁、小白额雁、白枕鹤 (*Grus vipio*) 和白头鹤。有 8 个物种的数量达到国际重要意义的标准, 分别是: 普通鸕鹚、东方白鹳、小天鹅、豆雁、白额雁、小白额雁、罗纹鸭 (*Anas falcata*) 和白头鹤。国家 I 级重点保护野生鸟类两种: 东方白鹳和白头鹤, 国家 II 级重点保护野生鸟类 6 种。游禽 35 314 只, 隶属于 4 目 5 科 25 种, 优势种为豆雁和白额雁; 涉禽

3 480 只, 隶属于 3 目 7 科 19 种, 优势种为苍鹭 (*Ardea cinerea*)、凤头麦鸡 (*Vanellus vanellus*) 和白琵鹭。

2004 年记录到白头鹤 269 只, 有 221 只分布在上湖西侧大洲至烂稻陈的湖滩处; 2015 年记录到白头鹤 204 只, 有 160 只位于上湖东侧小西湖至杨峨头至舍干一线, 其中有 109 只位于白联圩 (稻田) 中 (图 2)。2004 年主要分布在上湖和中湖的核心区, 在上湖核心区集大群; 2015 年分布范围主要在上湖, 在缓冲区内集大群。

表 1 越冬水鸟各取食集团鸟类多样性

Table 1 Comparison of wintering waterbird species and number of guilds

年份 Year	项目 Item	捕食集团 (G1) Predators	泥滩拾探取集团 (G2) Pickers in the mudflat	挖掘集团 (G3) Diggers	草滩拾取集团 (G4) Pickers in the grass
2004	种类 Species	15	12	12	2
	数量 Number	2 160	1 324	26 614	3 086
	$H'$	2.13	1.09	1.67	0.13
2015	种类 Species	17	9	14	4
	数量 Number	7 066	1 180	4 579	25 892
	$H'$	1.82	1.35	1.78	0.74

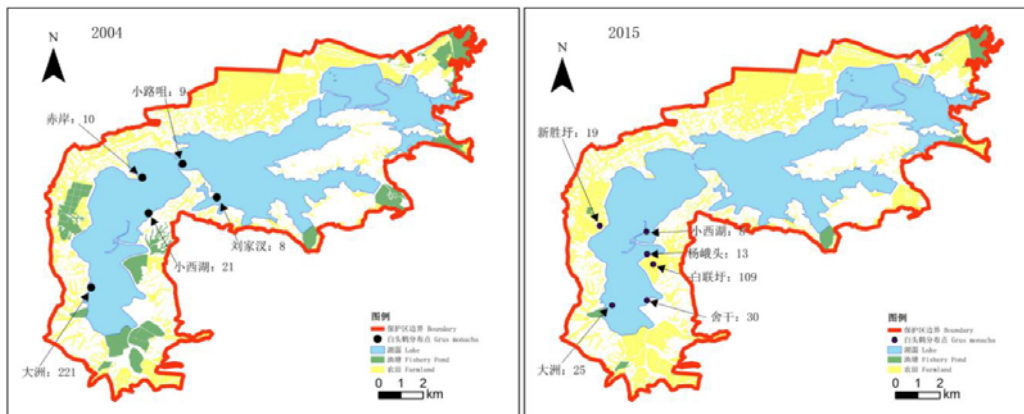
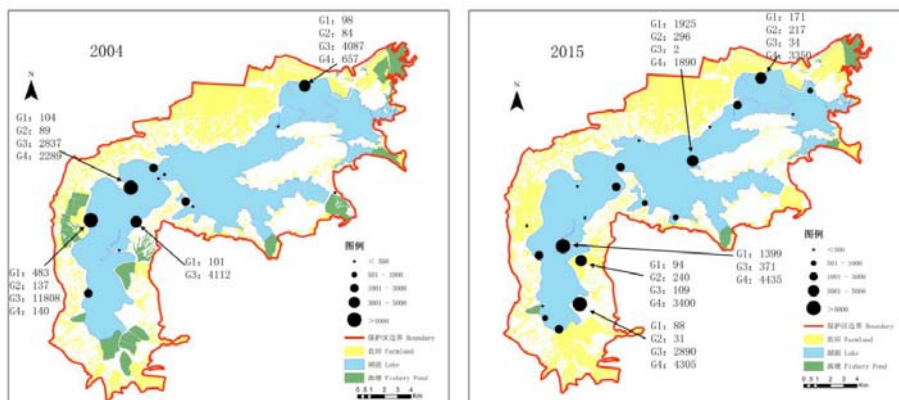


图 2 升金湖 2004 年和 2015 年白头鹤数量和分布对比

Figure 2 Comparison of number and distribution of Hooded Crane in Shengjin Lake Nature Reserve between 2004 and 2015



G1 捕食集团; G2 泥滩拾探取集团; G3 挖掘集团; G4 草滩拾取集团

G1: predators; G2: pickers in the mudflat; G3: diggers; G4: pickers in the grass

图 3 升金湖 2004 年和 2015 年越冬水鸟群落空间分布对比

Figure 3 Comparison of distribution of wintering waterbirds community in Shengjin Lake Nature Reserve between 2004 and 2015



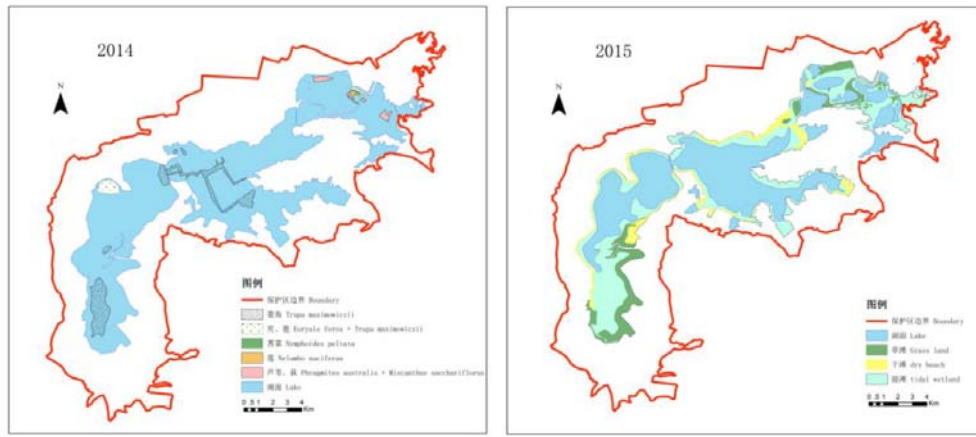


图 4 升金湖 2014 年夏季水草分布和 2015 年冬季湖滩土地类型

Figure 4 Distribution of aquatic vegetation in the summer of 2014 and land-cover in the winter of 2015 at Shengjin Lake

表 2 越冬水鸟各取食集团鸟在 3 种土地类型中的种类和数量变化

Table 2 Comparison of wintering waterbird species and number of guilds among three land types

类型 Types	年份 Year	项目 Item	捕食集团 (G1) Predators	泥滩拾探集团 (G2) Pickers in the mudflat	挖掘集团 (G3) Diggers	草滩拾取集团 (G4) Pickers in the grass
湖面 Lake	2004	种类 Species	14	10	12	2
		数量 Number	1 595	392	26 563	3 086
	2015	种类 Species	17	9	14	4
		数量 Number	7 004	1 180	4 564	24 722
渔塘 Fishery Pond	2004	种类 Species	5	5	3	—
		数量 Number	533	932	51	—
	2015	种类 Species	4	—	1	1
		数量 Number	159	—	15	1 170
农田 Farmland	2004	种类 Species	—	—	—	—
		数量 Number	—	—	—	—
	2015	种类 Species	9	7	2	3
		数量 Number	153	242	128	4 851

2.2 越冬水鸟取食集团变化

2004 年调查捕食集团共有水鸟 15 种、2 160 只；泥滩拾探集团共有水鸟 12 种、1 324 只；挖掘集团共有水鸟 12 种、26 614 只；采食集团共有水鸟 2 种、3 086 只。挖掘集团中的小天鹅、鸿雁和针尾鸭 (*Anas acuta*) 为优势种。

2015 年调查捕食集团共有水鸟 17 种、7 066 只；泥滩拾探集团共有水鸟 9 种、1 180 只；挖掘集团共有水鸟 14 种、4 579 只；采食集团共有水鸟 4 种、25 892 只。草滩拾取集团的豆雁、白额雁和挖掘集团的绿头鸭 (*Anas platyrhynchos*) 为优势种。

2004、2015 年 4 个取食集团的生物多样性指数均为捕食集团 > 挖掘集团 > 泥滩拾探集团 > 草滩拾取集团 (表 1)。捕食集团鸟类数量增长了 3 倍多 (表 1)，主要是普通鸬鹚和红嘴鸥的数量增多。泥

滩拾探集团鸟类数量相对稳定，但其优势种由红脚鹬变为了凤头麦鸡和白腰杓鹬。挖掘集团鸟类数量减少了 82.8%，其中变化较大的为：小天鹅数量下降了近 98.8%，鸿雁数量不足 2004 年数量的 1%，针尾鸭数量下降了约 95%。草滩拾取集团鸟类数量增长了 8.4 倍，主要变化为：豆雁的数量增长了 5.2 倍，白额雁的数量增长了 64.1 倍，新记录到小白额雁 1 478 只、灰雁 10 只。

捕食集团鸟类主要分布区由 2004 年的大洲至横州段变为 2015 年的杨峨头和沙山；泥滩拾探集团鸟类主要分布区由刘家汊变为烂稻陈、白联圩和三千亩；挖掘集团的主要分布区由升金湖的西侧、北侧变为升金湖的东南侧；草滩拾取集团的主要分布区由赤岸、三千亩变为舍干、白联圩、杨峨头和三千亩 (图 3)。

## 2.3 越冬水鸟的栖息地变化

对比两个年份的土地利用图可见, 升金湖东部的的新胜圩、南部的王坝圩、东湖圩、白联圩等大量圩口由渔塘转变为农田(图2、图3)。2004年升金湖湖面面积 11 941 hm<sup>2</sup>、渔塘面积 2 366 hm<sup>2</sup>、水田面积 6 316 hm<sup>2</sup>。2015年湖面面积 11 941 hm<sup>2</sup>、渔塘面积 598 hm<sup>2</sup>、水田面积 8 166 hm<sup>2</sup>。

2004年越冬水鸟几乎全部分布在丰水期湖面范围内, 仅有少量水鸟分布在渔塘中, 水田中无记录; 2015年调查发现丰水期湖面范围仍是越冬水鸟的主要栖息觅食地, 同时大量的雁鸭类、鹤出现在水田中, 渔塘中的水鸟数量依然很少(图3)。

将两年度调查的鸟类数据按照分布地点不同的土地类型划分, 得出4种鸟类集团在3种土地类型中的种类和数量变化(表2)。捕食集团、泥滩拾探集团集团在湖泊中的数量明显增多, 在渔塘中的数量减少, 挖掘集团在湖泊和渔塘中的数量明显减少, 草滩拾取集团在湖泊、渔塘和农田3种生境的数量均增多。2004年调查过程中未记录到农田生境中的水鸟, 2015年调查发现4种取食集团在农田中均有分布。

通过解译2014年6月升金湖遥感影像得出, 挺水及浮水植被覆盖面积约1 003 hm<sup>2</sup>(图2), 其中野菱(*Trapa maximowiczii*)群落 775 hm<sup>2</sup>, 芡(*Euryale ferox*) + 菱群落 117 hm<sup>2</sup>, 莲(*Nelumbo nucifera*) + 芡群落 16 hm<sup>2</sup>, 荇菜(*Nymphoides peltata*)群落 13 hm<sup>2</sup>, 芦苇(*Phragmites australis*) + 荻(*Miscanthus sacchariflorus*)群落 82 hm<sup>2</sup>。通过2014年7月的实地调查发现, 升金湖植被以浮水植被野菱为主, 全湖均由分布, 主要分布于湖泊水体边缘和湖面浅水区域。浮水植被还有水鳖(*Hydrocharis dubia*)、紫萍(*Spirodela polyrrhiza*)和芡实, 零星分布在湖边浅水区和静水湖湾内。挺水植被主要有菰(*Zizania caduciflora*)、芦苇、荻、水烛(*Typha angustifolia*)、莲和蓼(*Polygonum*), 呈带状或零星分布在湖汉的浅水或滩涂区。沉水植物以黑藻(*Hydrilla verticillata*)、轮叶狐尾藻(*Myriophyllum verticillatum*)、黄花狸藻(*Utricularia aurea*)为主, 黑藻分布最广, 伴生在菱群落中, 轮叶狐尾藻和黄花狸藻零星分布在湖边浅水区和渔塘中。

根据升金湖冬季退水后湿生植被的生长情况和水面分布情况将升金湖湖区冬季水鸟栖息地分为湖面、湿滩、干滩和草滩4类(图4), 利用2015年2月13日遥感影像(水位为8.99 m)结合调查当日(水位为9.08 m)记录的小生境, 进行遥感解译, 其中

湖面 5 991 hm<sup>2</sup>、湿滩 3 943 hm<sup>2</sup>、干滩 821 hm<sup>2</sup>、草滩 1 186 hm<sup>2</sup>。

## 3 讨论与结论

### 3.1 食物资源变化对水鸟群落结构的影响

由于升金湖大型沉水植被的消亡, 导致所有以块茎为食的鸟类数量下降<sup>[17]</sup>, 表现在越冬水鸟分布格局和聚集地点的改变。水生生物是水鸟群落结构维持的基础<sup>[17]</sup>, 升金湖自1995年开展围网养殖, 长期过度的渔业养殖导致了沉水植被严重退化, 沉水植被的退化也加速了底栖生物的退化<sup>[21-23]</sup>。沉水植被、底栖生物是升金湖越冬水鸟的主要食物资源, 食物资源的变化导致了以鱼类为食的鸬形目、鸛形目和鸥形目水鸟数量明显增多; 以底栖生物为食的鸬鹚类水鸟数量略有下降; 以沉水植被块茎和种子为食雁鸭类水鸟数量急剧下降; 以苔草等湿生植物嫩叶为食的豆雁、白额雁等水鸟数量快速上升, 成为了升金湖越冬水鸟群落的优势种。

以鸬形目、鸛形目和鸥形目为主的捕食集团鸟类数量均有明显增多, 主要是普通鸬鹚、苍鹭、中白鹭和红嘴鸥等以鱼类为食的鸟类数量增多, 是升金湖内分布最广的集团, 这可能是受到升金湖渔业养殖活动的影响, 2015年调查监测发现普通鸬鹚集团在湖区捕食鱼类, 苍鹭、中白鹭分散在整个升金湖及周边鱼塘, 而红嘴鸥则是成群的跟在捕鱼船只的后面捕食小型鱼类。

升金湖是黑鹳的重要停歇地, 2004年监测到黑鹳17只, 但2015年同期调查未记录到黑鹳, 根据保护区监测记录显示, 2013—2015年每年冬季都只记录到1只黑鹳。2004年调查未记录到东方白鹳, 可能是受水位、天气等多因素影响, 2015年同期调查记录到东方白鹳75只。

泥滩拾探集团主要为鸬形目鸟类, 数量略有下降, 优势种由红脚鸬变为凤头麦鸡, 这可能是由于升金湖的长期围网养殖, 导致大型底栖动物的退化, 致使红脚鸬等以滩涂及浅水区的底栖动物为食的鸬鹚类数量减少, 同时大量渔塘变为农田导致鸬鹚类部分栖息地丧失。

挖掘集团主要是以水生植被的块茎、种子和叶片为食, 是升金湖保护价值最高的集团, 包含了白头鹤、小天鹅、鸿雁等主要保护物种。大型沉水植物的块根块茎等是白头鹤、小天鹅、鸿雁等大型越冬水鸟重要的食物, 这些植物的消失直接影响水鸟的数量分布, 造成该集团鸟类数量锐减<sup>[20]</sup>, 同时大量渔塘转变为农田使得部分鸭类丧失了繁殖地和觅

食地,致使其数量减少。

白头鹤是升金湖主要保护物种之一,在本世纪初期之前升金湖白头鹤的数量一直非常稳定,在2004—2015年之间数量有所下降,但升金湖仍是白头鹤在我国的主要越冬地之一<sup>[3]</sup>。白头鹤的食物资源(刺苦草块茎)的枯竭,迫使白头鹤调整觅食策略,觅食地由泥滩生境向草滩和稻田生境转移,集大群分布地点由保护区核心区湖泊滩涂的沉水植物苦草区转变为缓冲区的水稻田<sup>[24]</sup>。湖区周边稻田人为活动密集,捕食风险大,鹤群向农田中转移觅食点增大了觅食风险,同时觅食模式由家庭模式转变为集群模式,以求在退化的生境中获取最大的觅食收益和最小的捕食风险<sup>[24-25]</sup>。在国外自20世纪70年代就有白头鹤开始利用稻田的记录,这也证明了是由于升金湖自然食物资源的不足导致了白头鹤觅食模式的转变,与国外情况不同的是,升金湖的白头鹤在农田觅食后仍然返回湖泊栖息,这可能是由于湖泊是白头鹤的传统栖息地,人为扰动相对小于稻田,可作为相对安全的夜栖息地和休息地。

小天鹅和鸿雁食性相近,都是以沉水植被块茎为食<sup>[20]</sup>,随着沉水植被的消失,二者的数量锐减。不同的是,鸿雁仅以十几只到几十只的小群体出现在浅水区,而小天鹅则改变了觅食策略,采食水生植被的地上部分,因此在升金湖仍有数百只的小天鹅成群出现。

在大型沉水植物消亡的同时,升金湖冬季形成广阔的苔草滩,吸引了草滩拾取集团的豆雁、白额雁、小白额雁等草食性雁类到升金湖越冬。白额雁单一依赖苔草滩越冬,豆雁除了以苔草为食外,也取食菱角果实等多种食物<sup>[20,26]</sup>,有效的避免了与白额雁之间的竞争,升金湖的菱角面积和苔草草滩的大幅扩张,也可能是近年来豆雁、白额雁数量在升金湖的激增的原因。

### 3.2 景观格局变化对越冬水鸟生境的影响

长江中下游地区湖泊的人为活动强度相对较高,对越冬水鸟的影响较大<sup>[3-4]</sup>。在2004—2014年间升金湖虽然没有发生大范围的围垦,但大量渔塘转变为农田,与此同时,大范围的农田被列入基本农田范围,开展高标准农田建设项目,影响了越冬水鸟的数量和分布。渔塘为鸭类在升金湖繁殖提供场所,同时冬季捕捞后将水放干进行晒塘可以为鸕鹚类提供觅食地,大量渔塘转变为农田使得鸭类丧失繁殖地,鸕鹚类的觅食地减少,导致鸭类和鸕鹚类鸟类数量减少并迫使其由渔塘迁往升金湖浅水区。赤岸、横州原为越冬水鸟分布的主要地点,而

横州处大面积水面变为农田,并修建水泥路面、沟渠等,使生境破碎化,越冬水鸟的天然栖息地丧失;同时渔业养殖导致赤岸等处水生植被退化,食物丰富度降低,导致两处的水鸟数量锐减。

沉水植物消失对草食性水鸟的影响显著<sup>[21]</sup>。沉水植被的退化及渔业养殖的闸门控水等因素导致杨峨头、舍干和三千亩等地形成了大面积的滩涂和草滩,为越冬水鸟提供了觅食地,同时周边圩口内农田的冬季抛荒也为鸟类提供了替代生境,特别是越冬中期苔草资源匮乏时期,保障豆雁和白额雁能够安全越冬,因此以上几处地点变为了水鸟主要集中区域。

渔塘向农田的转变和底栖动物的退化使得鸭类、鸕鹚类的栖息地和食物资源减少,迫使其数量减少,分布地点变化。广阔苔草滩的形成和冬季稻田的抛荒,为豆雁、白额雁等提供了食物,因此草滩拾取集团鸟类数量激增。

### 3.3 越冬水鸟资源保护建议

自2017年下半年至2018年上半年,升金湖实施了全面围网拆除和禁止生产性渔业捕捞活动,湖泊的压力大幅度降低,但越冬水鸟的栖息地保护形势仍然严峻。基于上述鸟类群落的变化特征,为了有效地保护越冬水鸟的栖息地,建议:(1)实施水生植被恢复工程,恢复升金湖的水生植被和底栖生物资源,特别是苦草和马来眼子菜等沉水植物,增加越冬水鸟的食物资源;(2)实施退渔还湖工程,减轻湖泊的生态压力,尽快恢复核心区和缓冲区沉水植被和底栖生物资源,充分发挥核心区对越冬白头鹤等水鸟的保护功能;(3)实施退田还湖工程,改变保护区范围内的农田利用模式,通过土地流转等途径替代水稻种植方式,扩大天然水生植物面积,提升越冬水鸟栖息地质量。

### 参考文献:

- [1] GE Z M, WANG T H, ZHOU X, et al. Changes in the spatial distribution of migratory shorebirds along the Shanghai shoreline, China, between 1984 and 2004[J]. *Emu*, 2007, 107(1): 19-27.
- [2] CAO L, ZHANG Y, BARTER M, et al. Anatidae in eastern China during the non-breeding season: Geographical distributions and protection status[J]. *Biol Conserv*, 2010, 143(3): 650-659.
- [3] 马克·巴特, 陈立伟, 曹垒, 等. 长江中下游水鸟调查报告(2004年1-2月)[M]. 北京:中国林业出版社, 2004.
- [4] 马克·巴特, 雷刚, 曹垒, 等. 长江中下游水鸟调查报告(2005年2月)[M]. 杨琴, 译. 北京:中国林业出版社, 2006.
- [5] ZHANG Y, CAO L, BARTER M, et al. Changing distri-

- bution and abundance of Swan Goose *Anser cygnoides* in the Yangtze River floodplain: the likely loss of a very important wintering site[J]. *Bird Conserv Int*, 2011, 21(1): 36-48.
- [6] HUETTMANN F, CZECH B. As We See It: The steady state economy for global shorebird and habitat conservation[J]. *Endang Species Res*, 2006, 2: 89-92.
- [7] MATUSZAK A, MÖRTL M, QUILLFELDT P, et al. Macrophyte-associated macroinvertebrates as an important food source for wintering waterbirds at Lake Constance[J]. *Limnology*, 2014, 15(1): 69-76.
- [8] TOMÁNKOVÁ I, HARROD C, FOX A D, et al. Chlorophyll-a concentrations and macroinvertebrate declines coincide with the collapse of overwintering diving duck populations in a large eutrophic lake[J]. *Freshw Biol*, 2014, 59(2): 249-256.
- [9] GATTO A, QUINTANA F, YORIO P. Feeding behavior and habitat use in a waterbird assemblage at a Marine wetland in coastal patagonia, argentina[J]. *Waterbirds*, 2008, 31(3): 463-471.
- [10] JING K, MA Z J, LI B, et al. Foraging strategies involved in habitat use of shorebirds at the intertidal area of Chongming Dongtan, China[J]. *Ecol Res*, 2007, 22(4): 559-570.
- [11] BACKWELL P R Y, O'HARA P D, CHRISTY J H. Prey availability and selective foraging in shorebirds[J]. *Animal Behaviour*, 1998, 55(6): 1659-1667.
- [12] 周放. 鼎湖山森林鸟类群落的集团结构[J]. *生态学报*, 1987, 7(2): 176-184.
- [13] 周波. 安徽沿江湖泊白头鹤越冬生态学的初步研究[D]. 合肥: 安徽大学, 2009.
- [14] ZHOU B, ZHOU L Z, CHEN J Y, et al. Diurnal time-activity budgets of wintering Hooded Cranes (*Grus monacha*) in Shengjin Lake, China[J]. *Waterbirds*, 2010, 33(1): 110-115.
- [15] 刘政源. 白头鹤在升金湖越冬习性初步观察[J]. *安庆师范学院学报(自然科学版)*, 2001, 7(4): 79-81.
- [16] 许李林, 徐文彬, 孙庆业, 等. 升金湖植物区系及其群落演变[J]. *武汉植物学研究*, 2008, 26(3): 264-270.
- [17] 陈锦云, 周立志. 安徽沿江浅水湖泊越冬水鸟群落的集团结构[J]. *生态学报*, 2011, 31(18): 5323-5331.
- [18] HOWES J, BAKEWELL D. *Shorebirds Studies Manual*[M]. Kuala Lumpur: AWB Publication, 1989.
- [19] BERTHOLD P, BAUER H G, TOMLINSON T. *Bird migration : a general survey*[M]. Oxford: Oxford University Press on Demand, 2001.
- [20] FOX A D, CAO L, ZHANG Y, et al. Declines in the tuber-feeding waterbird guild at Shengjin Lake National Nature Reserve, China - a barometer of submerged macrophyte collapse[J]. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst*, 2011, 21(1): 82-91.
- [21] 蒙仁宪. 升金湖的水生植物[J]. *安徽大学学报(自然科学版)*, 1979, 3(1): 71-80.
- [22] 刘政源, 徐文彬, 王岐山, 等. 白头鹤在升金湖上湖越冬期环境容纳量的研究[J]. *长江流域资源与环境*, 2001, 10(5): 454-459.
- [23] 项桂娥, 王凯峰. 升金湖湿地资源保护和可持续利用研究[J]. *国土与自然资源研究*, 2005, 1: 42-43.
- [24] ZHENG M, ZHOU L Z, ZHAO N N, et al. Effects of variation in food resources on foraging habitat use by wintering Hooded Cranes (*Grus monacha*)[J]. *Avian Res*, 2015, 6(3): 186-195.
- [25] LI C L, ZHOU L Z, XU L, et al. Vigilance and activity time-budget adjustments of wintering Hooded Cranes, *Grus monacha*, in human-dominated foraging habitats[J]. *PLoS One*, 2015, 10(3): e0118928.
- [26] 赵美娟. 长江中下游流域雁类越冬生态学和种群趋势的研究[D]. 合肥: 中国科技大学, 2017.