

## 东洞庭湖 4 种濒危鹤类近 30 年种群动态及栖息地景观格局变化\*

周延<sup>1,2</sup>, 靖磊<sup>2,3</sup>, 贾亦飞<sup>2</sup>, 雷刚<sup>4</sup>, 姚毅<sup>5</sup>, 吕偲<sup>2</sup>, 陈安平<sup>6\*\*</sup>, 雷光春<sup>2\*\*</sup>

(1: 南京林业大学南方现代林业协同创新中心生物与环境学院, 南京 210037)

(2: 北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083)

(3: 中南林业科技大学林学院, 长沙 410004)

(4: 世界自然基金会, 北京 100089)

(5: 湖南省东洞庭湖国家级自然保护区管理局, 岳阳 414000)

(6: 美国科罗拉多州立大学生物学系, 柯林斯堡 80523)

**摘要:** 东洞庭湖是 4 种濒危鹤类: 白头鹤 (*Grus monacha*)、白枕鹤 (*G. vipio*)、白鹤 (*G. leucogeranus*) 和灰鹤 (*G. grus*) 的越冬地, 但尚无东洞庭湖越冬鹤类种群动态及栖息地变化的系统研究。本研究调查收集了近 30 年来东洞庭湖 4 种鹤类的种群状况, 并选取相应越冬季的东洞庭湖卫星图片, 提取不同时期东洞庭湖湿地景观格局数据, 分析鹤类种群动态与湿地景观格局之间的关联。结果表明: 近 30 年来, 东洞庭湖 4 种濒危鹤类种群数量均呈不同程度的下降。目前 4 种鹤类集中分布于采桑湖、丁字堤一带, 灰鹤种群数量尚维持有二百余只, 而白头鹤、白枕鹤和白鹤仅有不足 10 只的零星分布。1999—2000 年后东洞庭湖水域及泥滩面积迅速下降并快速破碎化是导致鹤类种群下降的重要原因。未来应从保护及恢复东洞庭湖鹤类栖息地入手, 加大鹤类保护, 逐渐恢复东洞庭湖鹤类种群。

**关键词:** 东洞庭湖; 白鹤; 白头鹤; 白枕鹤; 灰鹤; 种群; 栖息地

## Population dynamics of four endangered cranes and landscape patterns of habitats in the East Dongting Lake during recent 30 years

ZHOU Yan<sup>1,2</sup>, JING Lei<sup>2,3</sup>, JIA Yifei<sup>2</sup>, LEI Gang<sup>4</sup>, YAO Yi<sup>5</sup>, LV Cai<sup>2</sup>, CHEN Anping<sup>6\*\*</sup> & LEI Guangchun<sup>2\*\*</sup>

(1: Co-Innovation Center for Sustainable Forestry in Southern China, College of Biology and the Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, P.R.China)

(2: School of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, P.R.China)

(3: School of Forestry, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, P.R.China)

(4: World-Wide Fund for Nature, Beijing 100089, P.R.China)

(5: Administration Bureau of Hunan East Dongting Lake National Nature Reserve, Yueyang 414000, P.R.China)

(6: Department of Biology, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523, USA)

**Abstract:** As the wintering site for four endangered cranes, hooded crane (*Grus monacha*), white-naped crane (*G. vipio*), siberian crane (*G. leucogeranus*) and common crane (*G. grus*), the East Dongting Lake was seldom studied for understanding the population dynamics of the cranes and habitat changes. In this study, the populations of four cranes in the East Dongting Lake during the past 30 years was collected, and the satellite images of the East Dongting Lake over winter were selected to extract the wetland landscape pattern in different wintering seasons. We analyzed the relationship between crane population dynamics and wetland landscape pattern change. The results showed that the population numbers of four endangered cranes in the East Dongting Lake decreased in the past 30 years. At present, four species of cranes are concentrated in the Caisang Lake and Dingzidi. The number of grey crane population is still more than 200, while the number of hooded crane, white-naped crane and siberian crane is only less

\* 江苏高校优势学科建设工程项目 (PAPD) 资助。2019-03-05 收稿; 2019-03-29 收修改稿。周延 (1982~), 男, 博士; E-mail: zhouyan.eco@foxmail.com.

\*\* 通信作者; E-mail: apchen1111@gmail.com, leiguangchunbjfu@gmail.com.

than 10. From the wintering season of 1999–2000, the area of open water and mudflat of the East Dongting Lake declined and fragmented rapidly, which mainly induces the decline of crane populations. The crane populations in the East Dongting Lake should be restored via protecting and restoring habitats of crane in the future.

**Keywords:** East Dongting Lake; siberian crane; hooded crane; white-naped crane; common crane; population; habitat

鹤类 (crane) 是一类大型水禽, 在动物分类系统中属于鸟纲 (Aves)、鹤形目 (Gruiformes)、鹤科 (Gruidae)。全球现存鹤类 15 种, 我国是拥有鹤种最多的国家, 共有 9 种鹤在我国有分布记录<sup>[1]</sup>。我国政府历来十分重视保护鹤类, 将丹顶鹤 (*Grus japonensis*)、白鹤 (*G. leucogeranus*)、白头鹤 (*G. monacha*)、黑颈鹤 (*G. nigricollis*) 和赤颈鹤 (*G. antigone*) 列为中国国家一级保护动物; 将白枕鹤 (*G. vipio*)、灰鹤 (*G. grus*)、沙丘鹤 (*G. canadensis*) 和蓑羽鹤 (*Anthropoides virgo*) 列为中国国家二级保护动物。以保护鹤类为主的各类保护地已有 40 余处, 分布在 20 个省和直辖市, 总面积约为 7984000 hm<sup>2</sup>, 约占国土总面积的 0.83%<sup>[2]</sup>。经过多年研究, 已基本摸清了上述 9 种鹤在我国繁殖地、停歇地和越冬地的大致分布, 并了解其迁徙节律<sup>[3]</sup>。但对鹤类种群动态监测和研究尚不充分, 鲜少在较长时间尺度上对某一特定越冬地的鹤类种群动态进行研究<sup>[4-5]</sup>。

洞庭湖是长江中下游流域最重要的候鸟越冬区之一。洞庭湖候鸟的种类和数量繁多、珍稀濒危程度高, 每年在洞庭湖越冬的候鸟可达 20 万只<sup>[6]</sup>, 其中尤以东洞庭湖水鸟数量最为丰富, 每年在东洞庭湖国家级自然保护区越冬水鸟数量在 8 万~15 万只之间<sup>[7]</sup>。近年来受人类活动, 尤其是杨树和芦苇种植影响, 洞庭湖水鸟适宜栖息地面积缩小, 栖息地质量下降, 严重威胁洞庭湖越冬水鸟<sup>[6, 8]</sup>, 导致洞庭湖水鸟物种丰度和种群数量大幅下降, 林鸟比例大幅上升<sup>[9]</sup>。鸟类尤其是水鸟对同一块栖息地的选择有较长的持续性<sup>[10]</sup>, 而洞庭湖鸟类栖息生境景观格局近年来总体上趋于破碎, 生境形状向简单且扁平化形态转变, 生境格局呈复杂化变化趋势, 极不利于水鸟越冬种群的保持<sup>[11]</sup>。鹤类作为大型水禽, 对环境资源要求较高, 因而对栖息地变化非常敏感<sup>[12]</sup>, 可作为湿地生态系统环境变化的重要指示水鸟。东洞庭湖保护区是我国鹤类越冬分布的重要地区, 历史上共记录到丹顶鹤、白鹤、白头鹤、白枕鹤和灰鹤 5 种越冬鹤类, 其中丹顶鹤在 19 世纪初已在长江中下游绝迹<sup>[13-14]</sup>。其余 4 种鹤类在东洞庭湖保护区的分布状况和种群动态仍未有详细研究。本研究于 2000—2001 年、2001—2002 年、2011—2012 年以及 2012—2013 年 4 个冬候鸟越冬期对东洞庭湖保护区的越冬鹤类进行实地监测, 并结合历史文献资料及公开观鸟记录, 以阐明东洞庭湖湿地越冬鹤类近 30 年来种群动态。鹤类种群动态同时受栖息地自然变迁和人为活动影响<sup>[15-16]</sup>, 在长江中下游湖泊群, 自然变迁和人为活动共同决定的湿地利用类型变化是反映鹤类栖息地面积状况的最有效指标<sup>[17-18]</sup>。本研究根据搜集和调查到的鹤类多年种群动态数据, 选取相应越冬季的东洞庭湖卫星图片, 提取不同时期东洞庭湖湿地景观格局数据, 分析鹤类种群动态与湿地景观格局之间的关联, 为合理管理东洞庭湖湿地、有效保护 4 种濒危鹤类提供可靠依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

湖南东洞庭湖国家级自然保护区 (29°00′~29°38′N, 112°43′~113°14′E) 位于长江中下游荆江江段南侧, 地处湖南省东北部岳阳市境内, 总面积 19 万公顷, 主要保护东洞庭湖特有湿地生态系统和生物多样性。保护区成立于 1982 年, 1992 年加入“国际重要湿地公约”, 被列为我国首批加入“国际重要湿地公约”的 6 个国际重要湿地之一, 1994 年经国务院批准升格为国家级自然保护区。东洞庭湖自然保护区位于中亚热带向北亚热带过渡气候区, 受洞庭湖水体影响, 为典型温和湿润气候。多年平均气温为 17℃, 年均降水量在 1200~1300 mm 之间, 全年无霜期 258~275 天<sup>[19]</sup>。鹤类越冬期 (10 月至翌年 3 月) 月平均气温为 9.5℃, 极端最低气温为 -11.8℃。

### 1.2 鹤类数据收集及处理

在东洞庭湖保护区设置采桑湖、丁字堤、红旗湖—白湖、春风和天鹅沟 5 条调查样线, 样线长度介于 2~5 km 之间。于 2000—2001 年、2001—2002 年、2011—2012 年以及 2012—2013 年鹤类越冬季期间, 每月顺序对 6 条样线各调查一次。调查时, 使用单筒望远镜和双筒望远镜分别对样线两侧进行观察, 记录所有观察到的

鹤类,采用直接计数法记录鹤类数量.检索东洞庭湖保护区管理局、中国鸟类记录中心和中国观鸟记录中心等网站,并检索1985年以来公开出版的期刊、书籍,查阅历年观鸟公开记录及公开出版物中记录到的东洞庭湖鹤类分布及数量.东洞庭湖内采桑湖、丁字堤、红旗湖—白湖、春风、天鹅幽等鹤类主要栖息区域中,如同一越冬季同一栖息地内有多笔鹤类记录,则选择其种群数量最多的记录用于分析.

### 1.3 湿地景观格局

本研究选择1989—2014年4幅具有代表性的东洞庭湖鹤类越冬季的美国陆地资源卫星(LANDSAT/TM/8-OLI-TIRS)数据(分辨率为30 m),下载于USGS Global Visualization Viewer(<http://glovis.usgs.gov/>).根据长江水利委员会水文局发布的城陵矶水文站逐日数据(8:00),本研究选取的所有遥感影像对应水位在20.57~22.01 m之间(表1).使用ENVI 5.3软件对遥感影像进行预处理,并按照边界对研究区域进行图像截取,然后在ArcGIS 10.2中进行人工目视解译.本研究尝试多种波段组合后,选择741波段区分水体、泥滩和植被,该波段组合图像具有兼容中红外、近红外及可见光波段信息的优势,清晰度高,干扰信息少,不同类型的边界清晰.在此基础上选择432波段区分草滩地、芦苇地和杨树林地,该波段组合为近红外合成,叶绿素在此波段反射的能量大,植被在近红外波段反射率特别高,不同植被会明显表现为深浅不同的红色.解译时将东洞庭湖湿地利用类型划分为5类,分别是水域、泥滩地、草滩地、杨树林地和芦苇地.数据解译后,依据2013年4月洞庭湖杨树和芦苇分布的实地勘查与走访结果,结合Google Earth高分辨率遥感影像与1:10000地形图数据对解译结果进行校正.依据东洞庭湖已有的湿地景观格局变化研究<sup>[20-21]</sup>,选用各类型湿地总面积和平均斑块面积用于衡量东洞庭湖湿地景观格局,为了避免由于水位变化造成的面积偏差,将水域和泥滩地合并成一类进行分析.

表1 东洞庭湖遥感影像及对应水位

Tab.1 Dates of satellites images and water levels in the East Dongting Lake

序号	卫星类型	轨道号	日期	年份	水位/m
1	TM4-5	123-40	1989-01-26	1988—1989年	21.44
2	TM4-5	123-40	1995-12-05	1995—1996年	21.49
3	TM4-5	123-40	2000-02-26	1999—2000年	21.06
4	TM4-5	123-40	2004-12-13	2004—2005年	21.96
5	TM4-5	123-40	2007-02-05	2006—2007年	20.57
6	TM4-5	123-40	2011-01-15	2010—2011年	22.01
7	8-OLI-TIRS	123-40	2014-01-23	2013—2014年	21.10

## 2 结果与分析

### 2.1 东洞庭湖鹤类种群动态

近30年来,东洞庭湖4种濒危鹤类种群数量均呈不同程度的下降.其中白头鹤种群数量在1990—1991年以前可保持在100只以上,顶峰时期为1989—1990年的159只,但目前已下降到10只(2017—2018年),期间4次全湖调查仅记录到2~4只.白枕鹤种群数量在1986—1987年达到峰值(157只),在1995—1996年之前常年保持在数十只至上百只,但之后种群数量急剧下降,2017—2018年记录到6只,2000—2001年和2012—2013年两次全湖调查未记录到白枕鹤个体.白鹤种群数量最高记录为62只(1991—1992年),2003—2004年后,东洞庭湖白鹤种群数量最高为2016—2017年的3只,近10年来,有超过一半的越冬季无白鹤目击报道,2011—2012年全湖调查亦未记录到白鹤.灰鹤是东洞庭湖地区最大的鹤类种群,灰鹤在1990s初期种群数量曾达420只,本研究中4次全湖调查均调查到近百只及以上灰鹤,2017—2018年报道有200只灰鹤,但其种群数量也呈下降趋势(表2).

### 2.2 东洞庭湖鹤类分布

全湖鹤类调查的5条样线中,丁字堤样线和采桑湖样线均记录到3种鹤类,丁字堤记录个体数量最多,达全湖记录个体数量的68.3%,采桑湖次之,为26.9%.灰鹤以丁字堤为主要分布区域,4次全湖调查在丁字

堤共记录到 459 只,占全部记录数量的 71.7%,采桑湖记录到 178 只,占全部记录数量的 27.8%,剩余记录均发生在红旗湖-白湖,仅 3 只. 白头鹤在 4 次全湖调查中均仅记录到 2~4 只,丁字堤记录数量占 72.7%,剩余记录均在采桑湖. 白枕鹤在东洞庭湖分布数量较少,仅于 2001—2002 年在丁字堤记录到 3 只. 但白鹤在丁字堤无记录,4 次全湖调查共记录到白鹤 34 只,其中采桑湖 4 只,红旗湖-白湖 19 只,天鹅洲 11 只(表 3).

### 2.3 湿地景观格局

近 30 年来,东洞庭湖水域和泥滩面积下降较为明显,2013—2014 年较 1988—1989 年下降了 20.4%,其余 3 种湿地草滩、芦苇地和杨树林地均出现了不同程度的增长,草滩增长了 14.5%,芦苇地增长了 9.7%,杨树林地增长较快,增幅达 6.2 倍(表 4). 同时期内,东洞庭湖各类型湿地出现了不同程度的破碎化,其平均斑块面积均在 2004—2005 年达到最低值,除芦苇外,其余 4 种湿地类型在 2013—2014 年的平均斑块面积均低于 1988—1989 年(表 5).

表 2 东洞庭湖 4 种鹤类种群变化

Tab.2 Population dynamics of four crane species wintering in the East Dongting Lake

调查时间	白头鹤	白枕鹤	白鹤	灰鹤	资料来源
1985—1986 年	59	6	2	20	桂小杰 <sup>[22]</sup>
1986—1987 年	120	157	16	57	桂小杰 <sup>[22]</sup>
1988—1989 年	110	36	16	—	王岐山 <sup>[23]</sup>
1989—1990 年	159	72	57	—	王岐山 <sup>[23]</sup>
1990—1991 年	106	32	23	—	王岐山 <sup>[23]</sup>
1991—1992 年	28	24	62	420	王岐山 <sup>[23]</sup>
1992—1993 年	87	103	37	420	王岐山 <sup>[23]</sup>
1993—1994 年	22	89	22	407	王岐山 <sup>[23]</sup>
1994—1995 年	53	72	24	198	王岐山 <sup>[23]</sup>
1995—1996 年	49	48	61	—	王岐山 <sup>[23]</sup>
1997—1998 年	—	—	1*	—	中国鸟类记录中心 <sup>[24]</sup>
2000—2001 年	2	—	30	84	本次调查
2001—2002 年	3	3	2	162	本次调查
2002—2003 年	1*	—	—	8	中国鸟类记录中心 <sup>[25-26]</sup>
2003—2004 年	4	2	13	80	中国鸟类记录中心 <sup>[27-29]</sup>
2004—2005 年	4	—	—	50	中国鸟类记录中心 <sup>[30]</sup>
2005—2006 年	—	—	2	4	中国鸟类记录中心 <sup>[31-32]</sup>
2006—2007 年	—	—	2	4	中国鸟类记录中心 <sup>[33-34]</sup>
2007—2008 年	1	3	—	13	中国鸟类记录中心 <sup>[35-36]</sup>
2009—2010 年	—	—	—	6	中国鸟类记录中心 <sup>[37]</sup>
2010—2011 年	—	—	—	6	中国鸟类记录中心 <sup>[38]</sup>
2011—2012 年	4	5	—	105	本次调查;中国鸟类记录中心 <sup>[39]</sup>
2012—2013 年	2	—	2	302	本次调查
2014—2015 年	—	—	—	32	中国观鸟记录中心 <sup>[40]</sup>
2015—2016 年	—	—	—	13	中国观鸟记录中心 <sup>[41]</sup>
2016—2017 年	2	4	3	12	中国观鸟记录中心 <sup>[42-43]</sup>
2017—2018 年	10	6	—	200	中国观鸟记录中心 <sup>[44-45]</sup>

\* 标数据为观鸟爱好者提交时未标明详细数量,仅以 1 代表目击到该种鹤类.

## 3 讨论

### 3.1 东洞庭湖鹤类种群及分布

本研究获取的各类鹤类数据中,公开出版物记录数据主要由保护区人员为主开展调查,与本次鹤类调查均在东洞庭湖全区域开展,基本可反映调查所处鹤类越冬东洞庭湖鹤类种群状况. 历次全湖调查表明,

表3 东洞庭湖越冬季4种鹤类分布

Tab.3 Distribution of four crane species in the East Dongting Lake during wintering seasons

调查样线	白头鹤	白枕鹤	白鹤	灰鹤	白头鹤	白枕鹤	白鹤	灰鹤
	2000—2001年				2001—2002年			
采桑湖	—	—	2	6	3	—	2	27
丁字堤	2	—	—	78	—	3	—	135
红旗湖—白湖	—	—	17	—	—	—	—	—
春风	—	—	—	—	—	—	—	—
天鹅函	—	—	11	—	—	—	—	—
	2011—2012年				2012—2013年			
采桑湖	—	—	—	12	—	—	—	133
丁字堤	4	—	—	77	2	—	—	169
红旗湖—白湖	—	—	—	3	—	—	2	—
春风	—	—	—	—	—	—	—	—
天鹅函	—	—	—	—	—	—	—	—

表4 越冬季东洞庭湖湿地利用类型变化

Tab.4 Wetland land use changes in the East Dongting Lake during wintering seasons

时间	面积/hm <sup>2</sup>			
	草滩	芦苇地	杨树林地	水域和泥滩
1988—1989年	32748.5	16794.5	355.3	42239.2
1995—1996年	31896.2	19753.0	575.5	39912.8
1999—2000年	33190.3	16025.0	261.4	42660.9
2004—2005年	34187.9	17500.6	474.4	39974.6
2006—2007年	36557.4	18357.6	2072.1	35150.4
2010—2011年	36993.4	18260.4	2396.1	34487.7
2013—2014年	37513.5	18421.2	2568.6	33634.2

表5 越冬季东洞庭湖不同湿地类型平均斑块面积

Tab.5 Mean patch size (MPS) of different wetland use types in the East Dongting Lake during wintering seasons

时间	平均斑块面积/hm <sup>2</sup>				
	草滩	芦苇	杨树林地	泥滩	水域
1988—1989年	1162.07	118.86	876.32	330.20	1541.91
1995—1996年	613.54	143.71	731.31	346.78	499.53
1999—2000年	771.63	88.17	471.04	355.99	1146.39
2004—2005年	287.22	79.26	115.06	110.05	211.98
2006—2007年	1523.34	258.84	524.05	456.40	853.61
2010—2011年	725.09	239.58	289.92	195.93	472.24
2013—2014年	892.94	170.99	541.62	307.79	662.81

东洞庭湖鹤类多分布于采桑湖和丁字堤,达95%以上(表3)。同时,根据观鸟爱好者在各记录网站发表的鹤类数据,其调查区域多以采桑湖和丁字堤为主,调查时间多在湖南东洞庭湖国家级自然保护区每两年举办的东洞庭湖观鸟赛期间,与历次全湖调查时间接近,且观察人员较多,调查力度大于标准水鸟调查力度,其记录的鹤类种群数量大体可反映东洞庭湖鹤类种群状况。

白头鹤在我国越冬地主要分布在安徽升金湖、江西鄱阳湖、湖北龙感湖及东洞庭湖等长江中下游湖泊。

东洞庭湖白头鹤种群数量从 1990s 之前的百余只下降到目前的 10 只左右. 其他湖泊中, 升金湖越冬白头鹤数量在 1980s—1990s 较为稳定, 保持在 400~500 只左右, 但近年来呈明显下降趋势, 2014—2015 年越冬白头鹤数量不足百只<sup>[5, 23]</sup>; 鄱阳湖越冬白头鹤数量在 1980s—1990s 在 100 只左右浮动, 2012—2013 年增长到 557 只<sup>[23, 46]</sup>; 龙感湖越冬白头鹤数量较多, 一直到 2002—2003 年还有 500 只左右<sup>[47]</sup>. 我国白枕鹤和白鹤越冬种群集中分布在鄱阳湖, 少量分布在东洞庭湖及升金湖. 1980s—1990s 鄱阳湖越冬白枕鹤可达 3000 只以上, 白鹤可达 2000 只以上; 东洞庭湖及升金湖越冬白枕鹤在百只上下浮动, 其中升金湖多时可达 600 只以上; 东洞庭湖越冬白鹤数量稳定在数十只, 升金湖仅有零星分布<sup>[5, 23]</sup>. 近年来, 鄱阳湖越冬白枕鹤已不足千只, 白鹤数量也呈下降趋势, 升金湖越冬白枕鹤不足 50 只<sup>[5, 46]</sup>. 本研究表明东洞庭湖越冬白枕鹤和白鹤近年来仅有零星分布. 灰鹤越冬种群在我国分布较为广泛, 其中长江中下游地区以东洞庭湖和鄱阳湖为主, 1980s—1990s 东洞庭湖种群可达 400 只以上, 鄱阳湖种群在百只上下浮动<sup>[23]</sup>. 近年来鄱阳湖灰鹤种群波动较剧烈, 呈明显上升趋势, 2012—2013 年记录到八百余只<sup>[46]</sup>, 2011—2012 环鄱阳湖共记录到七千多只<sup>[48]</sup>, 而东洞庭湖种群多时约为 200 只.

上述统计表明, 东洞庭湖历史上一直是鹤类的传统越冬地, 但白头鹤和白枕鹤越冬种群近年来迅速下降, 其种群数量不足 10 只. 东洞庭湖过去作为白鹤越冬地的有效补充, 和鄱阳湖一起成为绝大部分中国越冬白鹤的越冬地, 但近年来白鹤数量已极为稀少. 以东洞庭湖作为长江中下游主要越冬地的灰鹤, 其种群数量也呈下降趋势. 此外, 东洞庭湖鹤类分布极为集中, 九成以上分布于相邻的丁字堤和采桑湖一带, 对环境的变化非常敏感, 这两个区域的任何改变都将导致东洞庭湖仅存的鹤类种群发生剧烈波动. 未来需对东洞庭湖鹤类栖息地进行有效管理, 切实维持并提高越冬鹤类种群数量.

### 3.2 东洞庭湖鹤类栖息地

鹤类以湿地为主要栖息地, 湿地大面积丧失、破碎化及质量下降是我国越冬鹤类面临的最主要威胁<sup>[49]</sup>. 长江中下游越冬鹤类种群数量与泥滩地面积呈正相关, 与农田等人为干扰较严重景观的面积呈负相关<sup>[48]</sup>. 由于湿地破坏, 长江中下游鹤类种群锐减<sup>[17, 50]</sup>. 以东洞庭湖湿地为例, 过去 30 年间, 受渔业生产和杨树芦苇种植影响, 水域及泥滩面积渐趋萎缩, 水域更是支离破碎, 水域平均斑块面积在 2013—2014 年仅为 1988—1989 年的 43.0%, 泥滩平均斑块面积也下降了近 10%. 这些变化导致鹤类与人类活动区域更为接近, 更易受人类活动影响, 是越冬鹤类种群下降的主要原因<sup>[51-52]</sup>. 尤其在 1999—2000 年之后, 杨树林地面积出现了快速增长, 至 2006—2007 年, 增幅近 8 倍, 而同期水域及泥滩面积迅速下降, 破碎化更趋严重, 2004—2005 年水域平均斑块面积不及 1999—2000 年的两成, 同期泥滩平均斑块面积也下降了近七成, 与 1999—2000 年之后东洞庭湖越冬鹤类种群急剧萎缩相一致(表 2). 近年来, 洞庭湖区开展“退林还湿”工作后, 超过 300 万株杨树被砍伐, 杨树林地面积有下降趋势, 湿地恢复面积近 10 万亩(1 亩=666.67 m<sup>2</sup>)<sup>[53-54]</sup>, 有利于东洞庭湖越冬鹤类的种群恢复. 洞庭湖区同时开展了“退田还湖”工作, 显著增加了水鸟优势种数量<sup>[55]</sup>, 同样有利于越冬鹤类的种群恢复.

在鹤类传统栖息地面积萎缩的大背景下, 现有鹤类种群逐渐利用非传统栖息地越冬, 如鄱阳湖白鹤因浅滩食物匮乏, 转而以草洲为主要觅食区域<sup>[56]</sup>; 白头鹤、灰鹤在日本及欧洲均被报道有逐渐适应农田景观的现象<sup>[49, 57]</sup>. 而在东洞庭湖, 湖区周边人口密集, 人类生产生活活动程度较高, 鹤类目前集中于干扰较少的丁字堤—采桑湖一带泥滩湿地越冬. 红旗湖—白湖、天鹅凼和春风等区域, 芦苇种植等人类活动较多, 并不利于鹤类栖息. 因此, 加大东洞庭湖鹤类保护力度, 还需从保护及恢复东洞庭湖鹤类栖息地入手, 减少人类活动对鹤类的干扰, 逐渐恢复东洞庭湖鹤类种群.

致谢: 感谢湖南省东洞庭湖国家级自然保护区管理局在野外调查工作中给予的帮助.

## 4 参考文献

- [1] Su HL, Lin YH, Li DQ *et al.* Status of Chinese cranes and their conservation strategies. *Chinese Biodiversity*, 2000, **8** (2): 180-191. [苏化龙, 林英华, 李迪强等. 中国鹤类现状及其保护对策. 生物多样性, 2000, **8**(2): 180-191.]
- [2] Yang ZF, Wang QS. Current status of crane protection in China. *Wuyi Science Journal*, 2000, **16**: 182-186. [杨兆芬, 王岐山. 中国鹤类保护现状. 武夷科学, 2000, **16**: 182-186.]

- [ 3 ] Wang ZL. Geographical distribution and in situ conservation of cranes in China [Dissertaion]. Nanjing: Nanjing Normal Universtiy, 2006. [王治良. 中国鹤类地理分布与就地保护[学位论文]. 南京: 南京师范大学, 2006.]
- [ 4 ] Zhang YN, Zhao YQ, Chen H *et al.* Analysis on population change of red-crowned cranes in its wintering habitat Yancheng during 1983-2017. *Sichuan Environment*, 2018, **37**(6): 154-159. [张亚楠, 赵永强, 陈浩等. 1983—2017年间丹顶鹤在盐城越冬地的种群变化分析. 四川环境, 2018, **37**(6): 154-159.]
- [ 5 ] Ye XK, Dong B, Wang C *et al.* Effects of spatiotemporal changes of Shengjin Lake Wetland on the dynamics of wintering cranes population. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2018, **27**(1): 63-69. [叶小康, 董斌, 王成等. 升金湖湿地时空演变对越冬鹤类种群动态的影响. 长江流域资源与环境, 2018, **27**(1): 63-69.]
- [ 6 ] Guan L, Jing L, Lei JL *et al.* Distribution of wintering waterbirds and assessment of their habitat in Dongting Lake, China. *Journal of Beijing Forestry University*, 2016, **38**(7): 64-70. [关蕾, 靖磊, 雷佳琳等. 洞庭湖鸟类资源分布及其栖息地质量评估. 北京林业大学学报, 2016, **38**(7): 64-70.]
- [ 7 ] Guan L. Potential impact of changed hydrology regime on food resource and distribution of wintering geese in Dongting Lake, China [Dissertation]. Beijing: Beijing Forestry University, 2015. [关蕾. 水文情势变化对洞庭湖雁类食物资源和分布的影响[学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2015.]
- [ 8 ] Xiang HY. Correlation research between overwintering migratory birds and environmental factors in East Dongting Lake [Dissertation]. Changsha: Hunan University, 2016. [向泓宇. 东洞庭湖越冬候鸟与环境因子的相关性研究[学位论文]. 长沙: 湖南大学, 2016.]
- [ 9 ] Deng XJ, Mi XQ, Niu YD *et al.* Birds resource in poplar forest of Dongting Lake and its ecological environment of primordial marshland. *Research of Agriculture Modernization*, 2008, **29**(1): 108-111. [邓学建, 米小其, 牛艳东等. 洞庭湖杨树林及原生湿地生态环境中鸟类的群落结构. 农业现代化研究, 2008, **29**(1): 108-111.]
- [ 10 ] Coulson JC. A review of philopatry in seabirds and comparisons with other waterbird species. *Waterbirds*, 2016, **39**(3): 229-240.
- [ 11 ] Li T, Qi ZX, Wang K *et al.* Spatio-temporal dynamics and mechanism of avian biodiversity hotspots in Dongting Lake region during 1990-2013. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2017, **26**(11): 1902-1911. [李涛, 齐增湘, 王宽等. 1990—2013年来洞庭湖区鸟类生物多样性热点区时空动态及变动机理. 长江流域资源与环境, 2017, **26**(11): 1902-1911.]
- [ 12 ] Peng WJ, Dong B, Ye XK *et al.* Research on rare cranes population response to land use change of nature wetland. *Science of Surveying and Mapping*, 2018, **43**(5): 81-86. [彭文娟, 董斌, 叶小康等. 自然湿地鹤类数量对土地利用变化的响应. 测绘科学, 2018, **43**(5): 81-86.]
- [ 13 ] Hunan East Dongting Lake National Nature Reserve Administration, Bird list. 2019-01-28. <http://www.dongting.org>.
- [ 14 ] He YH ed. Historical changes of endangered birds in China. Changsha: Hunan Science & Technology Press, 1994. [何业恒. 中国珍稀鸟类的历史变迁. 长沙: 湖南科学技术出版社, 1994.]
- [ 15 ] Wang Y, Na XD, Zang SY. Suitability of red-crowned crane habitat for 4 periods in Songnen Plain under disturbance of human activities. *Wetland Science*, 2018, **16**(3): 438-444. [王筠, 那晓东, 臧淑英. 人类活动干扰下4个时期松嫩平原丹顶鹤栖息地适宜性研究. 湿地科学, 2018, **16**(3): 438-444.]
- [ 16 ] Liu L, Liu HY, Li YF *et al.* Dynamic changes in population size and habitat distribution of wintering red-crowned crane in northern Jiangsu Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, **38**(3): 926-933. [刘伶, 刘红玉, 李玉凤等. 苏北地区丹顶鹤越冬种群数量及栖息地分布动态变化. 生态学报, 2018, **38**(3): 926-933.]
- [ 17 ] Liu P, Sun ZY, Liu J *et al.* Research status and conservation strategy on bird in Poyang Lake. *Chinese Journal of Wildlife*, 2017, **38**(4): 675-681. [刘鹏, 孙志勇, 刘俊等. 鄱阳湖鸟类研究现状与保护对策. 野生动物学报, 2017, **38**(4): 675-681.]
- [ 18 ] Wang C, Dong B, Zhu M *et al.* Habitat selection of wintering crane in Shengjin Lake wetland. *Chinese Journal of Ecology*, 2018, **37**(3): 810-816. [王成, 董斌, 朱鸣等. 升金湖湿地越冬鹤类栖息地选择. 生态学杂志, 2018, **37**(3): 810-816.]
- [ 19 ] Zhou Y, Jing L, Yang M *et al.* Soil Properties and ecosystem respiration dynamics of mudflat in Lake Dongting at different exposure duration level. *J Lake Sci*, 2018, **30**(6): 1664-1671. DOI: 10.18307/2018.0618. [周延, 靖磊, 杨萌等. 不同出露时间下洞庭湖洲滩土壤及生态系统呼吸特征. 湖泊科学, 2018, **30**(6): 1664-1671.]
- [ 20 ] Jing L, Lu C, Xia Y *et al.* Effects of hydrological regime on development of *Carex* wet meadows in East Dongting Lake, a

- Ramsar Wetland for wintering waterbirds. *Scientific Reports*, 2017, 7: 41761.
- [21] Zhao SQ, Fang JY, Chen AP *et al.* Land use/cover in Dongting Lake area between 1955-1998. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2002, 11(6): 536-542. [赵淑清, 方精云, 陈安平等. 洞庭湖区近 50 年土地利用/覆盖的变化研究. 长江流域资源与环境, 2002, 11(6): 536-542.]
- [22] Gui XJ. Wintering cranes in East Dongting Lake//Heilongjiang Forestry Department ed. International conservation and research of cranes. Beijing: China Forestry Press, 1990; 34-35. [桂小杰. 东洞庭湖越冬的鹤类//黑龙江省林业厅编. 国际鹤类保护与研究. 北京: 中国林业出版社, 1990; 34-35.]
- [23] Wang QS. Wintering cranes in the middle and lower reaches of the Yangtze River//China Project Office, Wetland International ed. Wetland and waterfowl protection. Beijing: China Forestry Press, 1998; 125-131. [王岐山. 长江中下游越冬鹤类//湿地国际——中国项目办事处编. 湿地与水禽保护. 北京: 中国林业出版社, 1998; 125-131.]
- [24] Birdtalker.net. Observation record No.302. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=302>.
- [25] Birdtalker.net. Observation record No.73. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=73>.
- [26] Birdtalker.net. Observation record No.127. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=127>.
- [27] Birdtalker.net. Observation record No.3478. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=3478>.
- [28] Birdtalker.net. Observation record No.1808. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=1808>.
- [29] Birdtalker.net. Observation record No.1793. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=1793>.
- [30] Birdtalker.net. Observation record No.2842. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=2842>.
- [31] Birdtalker.net. Observation record No.5173. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=5173>.
- [32] Birdtalker.net. Observation record No.5780. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=5780>.
- [33] Birdtalker.net. Observation record No.8282. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=8282>.
- [34] Birdtalker.net. Observation record No.8295. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=8295>.
- [35] Birdtalker.net. Observation record No.12626. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=12626>.
- [36] Birdtalker.net. Observation record No.12627. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=12627>.
- [37] Birdtalker.net. Observation record No.22329. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=22329>.
- [38] Birdtalker.net. Observation record No.27236. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=27236>.
- [39] Birdtalker.net. Observation record No.31388. 2019-01-28. <http://www.szbird.org.cn/birdtalker.net/reportview.asp?id=31388>.
- [40] China Bird Report. Observation record No.201501050001. 2019-01-28. [http://www.birdreport.cn/report\\_/report?id=594](http://www.birdreport.cn/report_/report?id=594).
- [41] China Bird Report. Observation record No.201602160004. 2019-01-28. [http://www.birdreport.cn/report\\_/report?id=7713](http://www.birdreport.cn/report_/report?id=7713).
- [42] China Bird Report. Observation record No.2017020600013. 2019-01-28. [http://www.birdreport.cn/report\\_/report?id=13179](http://www.birdreport.cn/report_/report?id=13179).
- [43] China Bird Report. Observation record No.2017070500003. 2019-01-28. [http://www.birdreport.cn/report\\_/report?id](http://www.birdreport.cn/report_/report?id)



- = 18297.
- [44] China Bird Report. Observation record No.2017121200003. 2019-01-28. [http://www.birdreport.cn/report\\_/report?id=20387](http://www.birdreport.cn/report_/report?id=20387).
- [45] China Bird Report. Observation record No.2018011200009. 2019-1-28. [http://www.birdreport.cn/report\\_/report?id=21473](http://www.birdreport.cn/report_/report?id=21473).
- [46] Liu GH, Jin JF, Li FS *et al.* Number and distribution of large waterfowls at Poyang Lake in winter of 2012. *Jiangxi Forestry Science and Technology*, 2014, **42**(1): 39-43, 51. [刘观华, 金杰锋, 李凤山等. 2012年冬季鄱阳湖大型越冬水鸟数量与分布. 江西林业科技, 2014, **42**(1): 39-43, 51.]
- [47] Ge JW, Cai QH, Hu HX *et al.* Studies on resources of wetland waterfowls in Hubei Province, China. *Journal of Natural Resources*, 2004, (3): 285-292. [葛继稳, 蔡庆华, 胡鸿兴等. 湖北省湿地水禽资源研究. 自然资源学报, 2004, (3): 285-292.]
- [48] Shan JH, Ma JZ, Li YK *et al.* The dynamics and determinants of population size and spatial distribution of Common Cranes wintering in Poyang Lake. *Acta Ecologica Sinica*, 2014, **34**(8): 2050-2060. [单继红, 马建章, 李言阔等. 鄱阳湖区灰鹤越冬种群数量与分布动态及其影响因素. 生态学报, 2014, **34**(8): 2050-2060.]
- [49] Jiao SW. Habitat selection and foraging strategy of hooded crane on migration route in China [Dissertation]. Beijing: Beijing Forestry University, 2015. [焦盛武. 白头鹤在中国迁徙路线上的栖息地选择和觅食策略研究[学位论文]. 北京: 北京林业大学, 2015.]
- [50] Chen LN, Dong B, Peng WJ *et al.* Study on the change of landscape pattern on habitat environment of wintercranes in Shengjin Lake nature wetland. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2018, **27**(3): 556-563. [陈凌娜, 董斌, 彭文娟等. 升金湖自然湿地越冬鹤类生境适宜性变化研究. 长江流域资源与环境, 2018, **27**(3): 556-563.]
- [51] Ge C. Wild birds' vigilance behavior under human disturbance [Dissertation]. Nanjing: Nanjing University, 2012. [葛晨. 人类干扰下的野生鸟类警戒行为研究[学位论文]. 南京: 南京大学, 2012.]
- [52] Zhao SQ, Fang JY, Chen AP *et al.* Dynamics of waterfowl habitats in the Eastern Dongting Lake Nature Reserve between 1989 and 1998. *Journal of Natural Resources*, 2003, **18**(6): 726-733. [赵淑清, 方精云, 陈安平. 东洞庭湖保护区1989~1998年水禽栖息地动态研究. 自然资源学报, 2003, **18**(6): 726-733.]
- [53] Jing L, Lu C, Zhou Y *et al.* Spatio-temporal characteristics of the expansion of poplar plantation in West Dongting Lake wetland, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2016, **27**(7): 2039-2047. [靖磊, 吕偲, 周延等. 西洞庭湖湿地杨树人工林扩张的时空特征. 应用生态学报, 2016, **27**(7): 2039-2047.]
- [54] Duan XJ, Shi WY, Zhou M. Destroying of 3 million trees of *Populus euramericana* in Dongting Lake. *Country, Agriculture and Farmers(A)*, 2018, **33**(2): 33-35. [段羨菊, 史卫燕, 周勉. 当年“疯狂种”如今“全面砍”——洞庭湖300万棵欧美黑杨树“覆灭”记. 农村·农业·农民(A版), 2018, **33**(2): 33-35.]
- [55] Li LP, Zhong FS, Wang DL. Influence of lake recovery on bird communities in Dongting Lake Wetlands. *Sichuan Journal of Zoology*, 2012, **31**(1): 64-67, 70. [李丽平, 钟福生, 王德良. 退田还湖对洞庭湖湿地鸟类的影响. 四川动物, 2012, **31**(1): 64-67, 70.]
- [56] Jia YF, Jiao SW, Zhang YM *et al.* Diet shift and its impact on foraging behavior of Siberian Crane (*Grus leucogeranus*) in Poyang Lake. *PLoS One*, 2013, **8**(6): e65843.
- [57] Guzmán JM, García AS, Amado CC *et al.* Influence of farming activities in the Iberian Peninsula on the winter habitat use of common crane (*Grus grus*) in areas of its traditional migratory routes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1999, **72**(3): 207-214.