

1976年以来丹顶鹤在我国的分布变迁 及就地保护状况

林远锋¹, 鲁长虎^{1*}, 许 鹏¹, 崔 鹏², 张文文²

(1. 南京林业大学生物与环境学院, 江苏 南京 210037; 2. 生态环境部南京环境科学研究所, 江苏 南京 210042)

摘要:【目的】了解近40年来丹顶鹤(*Grus japonensis*)在我国的主要分布情况及变化,探讨我国现阶段丹顶鹤的就地保护状况,分析丹顶鹤分布变迁的可能原因,为今后丹顶鹤的保护和研究提供理论基础。【方法】基于1976年《中国鸟类分布名录》中记述我国丹顶鹤的分布情况,通过文献查询、部门咨询等方式,系统搜集丹顶鹤的历史分布资料,将分布信息按照时间顺序进行分类,分析丹顶鹤繁殖地、越冬地分布的时空变化特征,比较不同时间阶段丹顶鹤保护区的就地保护成效。【结果】自1976年以来,我国丹顶鹤新的分布地在多个省区逐渐增加,截至2019年,有丹顶鹤分布记录的自然保护区达119个,分布在16个省区,丹顶鹤繁殖与越冬分布界限也发生了改变。其中,丹顶鹤繁殖分布区由以往广泛分布于我国东部区域转换为现在集中分布的繁殖地所在自然保护区,丹顶鹤越冬分布区由以往长江中下游的多地分布转换为现在的三地分布,即盐城湿地珍禽国家级自然保护区、黄河三角洲国家级自然保护区、辽河口国家级自然保护区。目前,全国已建立57个丹顶鹤保护区,国家级、省级、县级自然保护区的数量分别为30、18、9个,各占总数的52.6%、31.6%、15.8%。【结论】近40年来,我国丹顶鹤种群的新分布时有报道,其分布现状已经发生了较大变化。由此推测,人为因素的干扰与自然气候的变化是导致丹顶鹤分布变迁的主要原因,自然保护区的管理、其他突发事件也共同影响着丹顶鹤的分布。

关键词: 丹顶鹤; 自然保护区; 时空分布; 就地保护

中图分类号: Q958.1; S718.6

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)06-0200-09



Distribution changes and *in situ* conservation of red-crowned cranes(*Grus japonensis*) in China since 1976

LIN Yuanfeng¹, LU Changhu^{1*}, XU Peng¹, CUI Peng², ZHANG Wenwen²

(1. College of Biology and the Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Nanjing Institute of Environmental Sciences, Ministry of Ecology and Environment, Nanjing 210042, China)

Abstract: 【Objective】The distribution range of the red-crowned crane (*Grus japonensis*) across China over the past 40 years has been collected to explore the current situation of the *in situ* conservation of red-crowned cranes in China and to analyze possible reasons for the change in the red-crowned crane distribution over a long time. This research provides a relevant theoretical basis for the conservation of red-crowned cranes as well as research on red-crowned cranes in the future. 【Method】The distribution of red-crowned cranes in China was first recorded in the “Checklist on the distribution of the birds of China” in 1976. Based on this report, a combination of methods, including a literature search (published and unpublished documents) and department consultations, was used to systematically collect the distribution data of red-crowned cranes in China and classify that data chronologically. The spatial and temporal distribution characteristics of the reproduction and wintering range of red-crowned cranes were analyzed, and the *in situ* conservation efficacy of red-crowned crane nature reserves in different time periods was compared. 【Result】The research reveals a gradual distribution expansion of red-crowned cranes since 1976 that is currently found in new areas in many provinces and

收稿日期 Received: 2020-12-07

修回日期 Accepted: 2021-07-30

基金项目: 国家自然科学基金项目(31670432); 生态环境部生物多样性调查、观测和评估项目(2019-2-3-7)。

第一作者: 林远锋(1769751961@qq.com)。* 通信作者: 鲁长虎(luchanghu@njfu.com.cn), 教授, ORCID(0000-0002-8607-7134)。

引文格式: 林远锋, 鲁长虎, 许鹏, 等. 1976年以来丹顶鹤在我国的分布变迁及就地保护状况[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2021, 45(6): 200-208. LIN Y F, LU C H, XU P, et al. Distribution changes and *in situ* conservation of red-crowned cranes(*Grus japonensis*) in China since 1976[J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2021, 45(6): 200-208. DOI: 10.12302/j.issn.1000-2006.202012013.

regions of China. By 2019, the distribution of red-crowned cranes was recorded in 119 nature reserves across 16 provinces and regions in China. This caused a change in the boundaries of their reproduction and wintering range. The red-crowned cranes are widely distributed in eastern China but are now centralized in nature reserves where breeding sites for red-crowned cranes are located. The red-crowned cranes used to winter in many places in the middle and lower reaches of the Yangtze River in China but now winter in three main areas: the Yancheng Wetland Rare Birds National Nature Reserve, the Yellow River Delta National Nature Reserve, and the Liaohekou National Nature Reserve. Currently, a total of 57 red-crowned crane nature reserves have been established across China, of which 52.6%, 31.6% and 15.6% are national-level, provincial-level, and city-level (including county-level), respectively.【Conclusion】The distribution area of the red-crowned crane population in China has changed greatly over the past 40 years since it was first recorded in 1976. It is speculated that human disturbances and changes in the natural climate are the main reasons for the distribution change of red-crowned cranes; at the same time, the management of nature reserves and some additional incidents may also have affected the distribution of red-crowned cranes.

Keywords: red-crowned crane (*Grus japonensis*); natural reserve; spatio-temporal distribution; *in situ* conservation

丹顶鹤 (*Grus japonensis*) 是我国 I 级重点保护野生动物^[1], 世界自然保护联盟 (IUCN) 濒危物种 (EN)^[2]。总体上, 丹顶鹤分为岛屿种群与大陆种群, 岛屿种群只分布在日本北海道^[3], 是不迁徙种群; 大陆种群是迁徙种群, 又分为东部种群和西部种群, 主要分布在中国、俄罗斯、蒙古国、朝鲜。近年来, 我国野生丹顶鹤遭到毒杀^[4]、栖息地被破坏^[5]等多种威胁, 西部种群数量下降极为明显^[6], 其保护状态与濒危形势仍然严峻。对于濒危动物的保护, 需以就地保护与迁地保护相结合的形式展开, 而就地保护主要以保护地的形式保护野生动物及其栖息地^[7], 系统分析丹顶鹤的就地保护状况对其有效保护有着重大意义。

对我国丹顶鹤自然种群的研究内容主要集中在致危因素^[4]、栖息地选择^[5]、种群动态变化^[6]等方面。张艳红等^[8]研究发现, 在丹顶鹤主要繁殖地——扎龙国家级自然保护区, 1979—2000 年间沼泽湿地面积不断减少, 居民用地面积、农业用地面积均在增加。张婷婷等^[9]研究发现, 2000—2015 年间丹顶鹤重要繁殖地沼泽湿地面积急剧减少, 主要转化为耕地、水体等, 大幅增加的耕地面积主要来自沼泽湿地、草地等。20 世纪 90 年代以来, 在丹顶鹤最大越冬地——盐城湿地珍禽国家级自然保护区, 养殖塘面积、农田面积增加, 苇滩面积、盐蒿滩面积减少, 丹顶鹤有向人为干扰较小的核心区集中分布的趋势^[10]。总的来看, 对于丹顶鹤的时空分布变化, 大多局限于短时间、小尺度的认识与研究, 在长时间尺度上研究丹顶鹤在我国分布变迁的文献报道甚少。由于国内对丹顶鹤分布的调查研究是在 20 世纪 70 年代中后期逐步开始的, 并且郑作新^[11]在 1976 年对我国丹顶鹤的分布状况作了初步归纳, 故将 1976 年、1986 年、1996 年、2006

年 4 个年份作为时间节点, 每隔 10 a 对丹顶鹤的分布变化情况进行分析。笔者以丹顶鹤历史分布地以及所在自然保护区为研究对象, 通过部门咨询、文献查询等方式较为精确地搜集和梳理丹顶鹤在我国的历史分布信息, 系统揭示我国丹顶鹤自 1976 年以来的地理分布状况, 在长时间尺度上综合分析丹顶鹤分布变迁的原因及其就地保护成效, 为今后丹顶鹤的保护和研究提供新的理论依据。

1 材料与方法

1.1 分布资料来源

由于丹顶鹤在我国历年分布状况较为复杂, 且早期丹顶鹤研究资料较为缺乏, 为获取更多有效信息, 结合文献检索的方式收集资料, 即在中文数据库和 Web of Science 数据库中输入“鹤类”“丹顶鹤”“red-crowned crane”“crane”“*Grus japonensis*”与“分布”“越冬”“迁徙”“繁殖”关键词相互组合, 并按年份进行检索, 检索过程中先剔除会议记录、报纸、年鉴、专利等信息, 再以鹤类综述论文为参照主体, 以防止丹顶鹤研究文献的漏选; 然后对相似或重复的研究进行筛选优化; 最后, 对有丹顶鹤分布的片段单独进行标记, 进一步选出涉及丹顶鹤分布的相关文献。为使数据具有较为准确的参考性, 在所有搜索结果中筛选出有丹顶鹤实地调查的数据, 其他的仅作为次要参考。另外, 结合网络检索和部门咨询等方式记录各保护区中有丹顶鹤分布记录的信息, 针对性地分析丹顶鹤在我国主要分布区域的变化情况。网络检索以我国丹顶鹤就地保护单位的介绍及官方媒体的报道为主要参考, 丹顶鹤保护区参考来源于生态环境部官网 (<https://www.mee.gov.cn/>) 公布的全国自然保护区名录等相关资料, 部门征询对象主要是各保护区野外监测专业机构。

1.2 数据处理

以丹顶鹤历史分布地和自然保护区为主要研究对象,先将查阅的信息、资料、数据记录到 Excel 中进行筛选,然后将丹顶鹤分布信息按照时间顺序进行分类,最后对 1976—1985 年、1986—1995 年、1996—2005 年、2006—2019 年丹顶鹤在我国各省区的主要分布情况作出归纳。另外,由于丹顶鹤在不同分布地和不同时间阶段会有不同的生态分布类型(如繁殖、迁徙停歇、越冬等多种分布类型),且早期丹顶鹤分布数据丢失或不全,综合分析起来较为困难,故主要对丹顶鹤的总体分布进行阐述,而对于丹顶鹤的生态分布类型(主要为繁殖地、越冬地),仅针对主要分布地或区域进行归纳。对于

丹顶鹤自然保护区,则根据自然保护区建立的时间、级别、数量进行划分与统计。

2 结果与分析

2.1 1976—1985 年丹顶鹤繁殖地与越冬地主要分布情况

1976 年,郑作新^[11]在《中国鸟类分布名录》中记述了当时丹顶鹤在我国的分布情况,即丹顶鹤原分布区域仅限于黑龙江、辽宁、河北、江苏、江西和台湾的少数地区。1977—1985 年间,丹顶鹤新的分布地在其他地区陆续被发现,有资料报道的丹顶鹤新分布地增加 29 处^[1,12-23](表 1)。

表 1 中国丹顶鹤历年地理分布记录资料来源

Table 1 Geographical distribution records of red-crowned cranes in China over the years					
年代 year	地点名称 name of the place	资料来源 source of information	年代 year	地点名称 name of the place	资料来源 source of information
1980	辽宁鸭绿江湿地	鸭绿江口湿地规划报告 ^①	2000	天津古海岸与湿地	古海岸与湿地保护区科考报告 ^①
1981	云南纳帕海	王紫江等 ^[12]	2000	黑龙江安邦河保护区	安邦河保护区科考报告 ^①
1983	江苏如东县	施泽荣等 ^[13]	2000	黑龙江乌苏里江	拟建乌苏里江保护区报告 ^①
1984	山东长山列岛	纪加义等 ^[14]	2000	黑龙江八岔岛保护区	八岔岛保护区科考报告 ^①
1984	山东日照沿海	纪加义等 ^[14]	2000	黑龙江大沾河湿地	大沾河保护区科考报告 ^①
1984	山东黄河三角洲	纪加义等 ^[14]	2000	内蒙古荷叶花水禽湿地	内蒙古自然保护区名录 ^①
1984	上海崇明县	施泽荣等 ^[13]	2000	内蒙古胡列也吐湿地	内蒙古自然保护区名录 ^①
1984	黑龙江嫩噜河下游	马逸清等 ^[15]	2000	黑龙江乌伊岭保护区	乌伊岭保护区科考报告 ^①
1984	黑龙江洪河保护区和黑龙江下游	马逸清等 ^[15]	2001	黑龙江库尔滨河保护区	库尔滨河保护区科考报告 ^①
1984	黑龙江七星河流域	马逸清等 ^[15]	2001	天津北大港湿地	北大港湿地科考报告 ^①
1984	黑龙江阿布沁河下游和兴凯湖低地	马逸清等 ^[15]	2001	黑龙江翠北湿地	翠北湿地科考报告 ^①
1984	山东东南部	纪加义等 ^[14]	2001	黑龙江珍宝岛湿地	珍宝岛湿地科考报告 ^①
1984	内蒙古达里诺尔	段文瑞等 ^[16]	2001	河南黄河湿地	河南黄河湿地保护区科考报告 ^①
20 世纪 80 年代初期	吉林洮尔河与霍林河下游	具诚等 ^[17]	2001	山东蓬莱艾山	蓬莱艾山科考报告 ^①
1985	吉林松花江三湖	松花江三湖科考报告 ^①	2001	黑龙江多布库尔保护区	多布库尔保护区科考报告 ^①
1985	江苏高邮湖	晏安厚 ^[18]	2001	内蒙古双合尔山湿地	内蒙古自然保护区名录 ^①
1985	江苏灌南县	施泽荣等 ^[13]	2002	内蒙古青山保护区	青山保护区科考报告 ^①
1985	江苏灌云县	施泽荣等 ^[13]	2002	河北红松洼保护区	红松洼保护区科考报告 ^①
1985	安徽石臼湖	石臼湖科考报告 ^①	2002	河北衡水湖保护区	衡水湖保护区科考报告 ^①
1985	吉林包拉温都	包拉温都科考报告 ^①	2002	内蒙古额尔古纳湿地	额尔古纳湿地科考报告 ^①
1985	河南黄河故道	马逸清等 ^[15]	2002	吉林查干湖	查干湖科考报告 ^①
1985	内蒙古霸王河	内蒙古自然保护区名录 ^①	2002	河北白洋淀湿地	白洋淀湿地科考报告 ^①
20 世纪 80 年代初期	江苏邵伯湖	晏安厚 ^[18]	2003	山西运城湿地	运城湿地科考报告 ^①
20 世纪 80 年代初期	安徽城东湖	陆健健 ^[19]	2003	吉林珲春东北虎保护区	珲春东北虎保护区科考报告 ^①
20 世纪 80 年代初期	安徽菜子湖	陆健健 ^[19]	2004	江苏新沂骆马湖湿地	骆马湖科考报告 ^①
20 世纪 80 年代初期	内蒙古乌拉盖湿地	陆健健 ^[19]	2004	黑龙江红星湿地	红星湿地保护区科考报告 ^①

表 1(续)

年代 year	地点名称 name of the place	资料来源 source of information	年代 year	地点名称 name of the place	资料来源 source of information
20 世纪 80 年代初期	黑龙江平阳河湿地	平阳河湿地科考报告 ^①	2004	内蒙古额尔古纳	额尔古纳科考报告 ^①
20 世纪 80 年代初期	黑龙江三环泡	三环泡科考报告 ^①	2004	吉林波罗湖	波罗湖科考报告 ^①
20 世纪 80 年代初期	黑龙江乌马河紫貂 保护区	乌马河紫貂保护区 科考报告 ^①	2004	黑龙江凤凰山	凤凰山科考报告 ^①
20 世纪 80 年代中期	吉林雁鸣湖	雁鸣湖科考报告 ^①	2004	内蒙古锡林郭勒盟草原	锡林郭勒盟草原科考报告 ^①
1986	黑龙江连环湖水禽 湿地	黑龙江省自然保护区名录 ^①	2005	河北南大港湿地	南大港湿地科考报告 ^①
1986	内蒙古辉河流域	马逸清等 ^[15]	2005	辽宁辽阳金宝湾保护区	金宝湾保护区科考报告 ^①
1988	吉林图们江流域	杨兴家等 ^[20]	2005	内蒙古阿鲁保护区	阿鲁保护区科考报告 ^①
1988	内蒙古科尔沁保护区	科尔沁保护区鸟类 资源汇编 ^①	2005	辽宁凌河口湿地	凌河口湿地科考报告 ^①
1988	江苏洪泽湖湿地	刘伶等 ^[10]	2005	山东昆崙山保护区	昆崙山保护区科考报告 ^①
1989	内蒙古呼伦湖	呼伦湖科考报告 ^①	2005	黑龙江东方红保护区	东方红保护区科考报告 ^①
1989	黑龙江傲宝山湿地	黑龙江省自然保护区名录 ^①	2005	河南濮阳黄河湿地	濮阳黄河湿地科考报告 ^①
1989	江苏启东长江口北支	启东长江口调查综合报告 ^①	2005	陕西石门山	石门山科考报告 ^①
20 世纪 80 年代末期	黑龙江友谊保护区	友谊保护区科考报告 ^①	2006	河南新乡黄河湿地	新乡黄河湿地科考报告 ^①
1991	湖北梁子湖湿地	梁子湖湿地科考报告 ^①	2006	黑龙江小北湖保护区	小北湖保护区科考报告 ^①
1991	内蒙古兴安盟科右中旗	段文瑞等 ^[21]	2006	黑龙江南大肚子沟	黑龙江省自然保护区名录 ^①
1992	黑龙江茂山野生动物林	黑龙江省自然保护区名录 ^①	2006	黑龙江新青白头鹤保护区	新青白头鹤保护区科考报告 ^①
1993	内蒙古新巴尔虎黄羊 保护区	黄羊保护区规划报告 ^①	2007	黑龙江绰纳河保护区	绰纳河保护区科考报告 ^①
1995	陕西黄河湿地	吴家炎等 ^[22]	2008	黑龙江北安保护区	北安保护区科考报告 ^①
1996	黑龙江虎口湿地	虎口湿地科考报告 ^①	2008	黑龙江友好保护区	友好保护区科考报告 ^①
1996	黑龙江凉水保护区	凉水保护区科考报告 ^①	2008	江苏云台山保护区	云台山保护区动植物名录 ^①
1996	江苏大丰麋鹿保护区	大丰麋鹿保护区科考报告 ^①	2008	江苏宿迁骆马湖湿地	宿迁骆马湖湿地调查报告 ^①
1997	辽宁北票鸟化石保 护区	北票鸟化石保护区 科考报告 ^①	2008	江苏泉山保护区	泉山保护区动物名录 ^①
1997	黑龙江中华秋沙鸭保 护区	中华秋沙鸭保护区科考 报告 ^①	2008	黑龙江大佳河	三江平原夏季丹顶鹤数量统计 ^①
1998	内蒙古小河沿湿地	内蒙古自然保护区名录 ^①	2008	内蒙古古日格斯台保护区	古日格斯台保护区科考报告 ^①
1998	江苏涟溱湖黄嘴白鹭 保护区	涟溱湖黄嘴白鹭保护区科 考报告 ^①	2008	黑龙江东升保护区	东升保护区科考报告 ^①
1998	辽宁蛇岛老铁山	蛇岛老铁山科考报告 ^①	2009	黑龙江太平沟保护区	太平沟保护区科考报告 ^①
1998	内蒙古阿鲁科尔沁保 护区	阿鲁科尔沁保护区科考 报告 ^①	2009	黑龙江拉林河口湿地	拉林河口湿地科考报告 ^①
1998	内蒙古图牧吉保护区	图牧吉保护区科考报告 ^①	2009	山东黄水河河口保护区	黄水河河口保护区科考报告 ^①
1998	黑龙江勤得利 鲟鲤鱼保护区	勤得利鲟鲤鱼保护区 科考报告 ^①	2009	山东莱州湾保护区	莱州湾保护区科考报告 ^①
1998	河南庞寨	郑光美 ^[1]	2011	山东前三岛保护区	前三岛保护区汇编资料 ^①
1998	黑龙江大庆小黑山保护区	黑龙江省自然保护区名录 ^①	2011	黑龙江茅兰沟保护区	茅兰沟保护区科考报告 ^①
1999	黑龙江哈拉海	李晓民 ^[23]	2013	山东大泽山保护区	大泽山保护区科考报告 ^①
1999	黑龙江南瓮河	南瓮河科考报告 ^①	2014	吉林双辽白鹤保护区	金容材 ^②
2000	黑龙江山口保护区	山口保护区科考报告 ^①	2014	黑龙江龙凤湿地	郭玉民 ^③

注:资料来源于①生态环境部南京环境科学研究所自然保护区研究中心保存的历年来自然保护区综合考察报告;②、③金容材等、郭玉民等《迁徙的鹤类与水鸟快讯》(2014)。The data are from: ① The comprehensive investigation report of nature reserves in the database of Nature Reserves Research Center of Nanjing Institute of Environmental Science, Ministry of Ecology and Environment;②,③ The data are from the JIN R C et al., GUO Y M et al. in “Cranes and Waterbirds Migration Briefs (2014)”.

2.1.1 繁殖地

自1980年以来,在中国东北地区,丹顶鹤繁殖地的集中分布区为洪河自然保护区和黑龙江下游沿岸地区、七星河流域、嘟噜河下游、阿布泌河下游和兴凯湖低地、乌裕尔河流域、洮尔河和霍林河下游等地^[15]。其中,七星河流域曾有着丹顶鹤最大繁殖群体,黑龙江下游沿岸地区为我国丹顶鹤繁殖分布最北限^[15];1981—1990年,丹顶鹤在我国繁殖地的逗留时间为每年的4—9月,繁殖地丹顶鹤逗留时间与温度相关^[24]。1983年4月,在辽宁省锦县沼泽的芦苇(*Phragmites australis*)丛中发现了丹顶鹤繁殖地^[25]。1984—1985年,在内蒙古自治区克什克腾旗达里诺尔地区的岗更诺尔湖畔,发现了丹顶鹤的繁殖地,从而将丹顶鹤繁殖区向西推到了116°23'E^[16]。另外,根据自然保护区综合考察报告显示(表1),20世纪80年代初期,内蒙古的乌拉盖湿地、黑龙江的平阳河、乌马河紫貂保护区、三环泡湿地均是丹顶鹤的繁殖地。

2.1.2 越冬地

1976年3月,在云南省,丹顶鹤越冬地分布区在昭通地区,在1980—1981年的冬季,丹顶鹤越冬地的分布区位于云南省中甸纳帕海附近的沼泽地中^[12]。1983—1985年,江苏省盐城沿海滩涂是丹顶鹤的越冬地^[13]。1983年,江苏省南通市的如东县有丹顶鹤越冬分布^[13]。1984年,上海市的崇明县有丹顶鹤越冬分布^[13]。1984—1985年冬季,在山东省,丹顶鹤的越冬分布区为日照沿海地区^[14]。1985年1月,江苏省淮阴市的灌南县、灌云县(现属连云港)有丹顶鹤越冬分布^[13]。1977—1985年期间,丹顶鹤越冬地的最北分布区是山东省东南部沿海地区^[14],江苏盐城滨海湿地是丹顶鹤主要越冬地^[13]。20世纪80年代初期,江苏苏北的邵伯湖、高邮湖^[18]和安徽的城东湖、菜子湖、石臼湖^[7, 19]是丹顶鹤的越冬地。

2.2 1986—1995年丹顶鹤繁殖地与越冬地主要分布情况

1986—1995年期间,有资料报道的丹顶鹤新分布地增加15处(表1)。

2.2.1 繁殖地

截至1989年底,除东北三省外,在内蒙古自治区,丹顶鹤的主要繁殖地有:呼伦贝尔盟辉河流域,兴安盟科右中旗、扎赉特旗、哲里木盟扎鲁特旗,赤峰市达里诺尔^[21]。1989—1995年,在辽宁省,辽河口保护区是丹顶鹤的繁殖地^[26]。另外,根据自然保护区综合考察报告显示(表1),自20世纪80

年代中期以来,吉林的雁鸣湖湿地,黑龙江的连环湖水禽湿地、友谊保护区、茂山野生动物林场、傲宝山水禽湿地,内蒙古的呼伦湖自然保护区、科尔沁自然保护区是丹顶鹤的繁殖地。

2.2.2 越冬地

1995年,陕西省黄河湿地是丹顶鹤的越冬地^[22]。1987年以后,山东省黄河三角洲保护区有丹顶鹤越冬分布^[27]。1986—1995年,丹顶鹤在江苏盐城的越冬分布范围较以往大大缩小,主要集中分布于盐城市的射阳县、大丰县、东台县^[10],其中,1987年1月,在低温环境(-12℃)下,盐城保护区越冬丹顶鹤表现为集群分布,集群量达237只^[28]。另外,根据自然保护区综合考察报告显示(表1),20世纪80年代末期,江苏省的启东长江口北支自然保护区、洪泽湖湿地是丹顶鹤的越冬地。

2.3 1996—2005年丹顶鹤繁殖地与越冬地主要分布情况

1996—2005年,有资料报道的丹顶鹤新分布地增加54处(表1)。

2.3.1 繁殖地

20世纪90年代中后期,丹顶鹤繁殖分布区主要集中于我国东北地区的三江平原、兴凯湖地区、嫩江中下游地区,而丹顶鹤在吉林省的分布范围较以往缩小,繁殖分布区位于向海水库与霍林河下游的狭小区域^[29]。1996—1998年,在辽宁省,辽河口保护区是丹顶鹤的繁殖地^[26]。1999年6月,在黑龙江省,丹顶鹤在哈拉海湿地有繁殖分布^[23]。在吉林向海自然保护区,气候变化导致丹顶鹤栖息生境发生变化,丹顶鹤在向海保护区的分布点由2000年的15个减少到2003年的2个^[30]。另外,根据自然保护区综合考察报告显示(表1),20世纪90年代末期,黑龙江的大庆小黑山自然保护区,内蒙古的小河沿湿地、荷叶花水禽湿地、胡列也吐湿地、双合尔山湿地是丹顶鹤的繁殖地。

2.3.2 越冬地

1996—2005年,江苏省盐城滨海湿地是丹顶鹤的越冬地^[10],吕士成等^[31]发现,在低温条件下,地表有冻土层出现,越冬期丹顶鹤移向潮间带觅食,同时,温度变化影响了丹顶鹤的迁徙分布。1998—2003年,山东省黄河三角洲自然保护区是丹顶鹤的越冬地^[32]。1998年1月,在陕西省黄河湿地发现有1只丹顶鹤在觅食^[33]。2000年冬季,江西省鄱阳湖湿地是丹顶鹤的越冬地^[7]。另外,根据自然保护区综合考察报告显示(表1),20世纪90年代末期,江苏的大丰麋鹿自然保护区、涟漪

湖黄嘴白鹭自然保护区、新沂骆马湖湿地自然保护区是丹顶鹤的越冬地。

2.4 2006—2019 年丹顶鹤繁殖地与越冬地的主要分布情况

2006—2019 年,有资料报道的丹顶鹤新分布地增加 22 处(表 1)。

2.4.1 繁殖地

相比以往,丹顶鹤在我国东部的繁殖分布范围发生了较大的变化,丹顶鹤繁殖分布区由以往广泛分布于我国东部区域转换为集中分布在繁殖地所在自然保护区^[9],主要分布于:①三江平原,包括兴凯湖、七星河、平阳河、三环泡、友谊、洪河、八岔岛、三江、挠力河自然保护区;②松嫩平原,包括哈拉海、图牧吉、向海、莫莫格、龙凤湿地、扎龙、乌裕尔河自然保护区;③呼伦贝尔草原,包括辉河自然保护区。在我国东北地区,气候变化将导致丹顶鹤繁殖适生区域减少,驱使丹顶鹤的核心分布区域向西和向北移动^[34]。2017 年 4 月,在江苏盐城保护区首次记录到丹顶鹤在野外繁殖,盐城保护区成为了我国丹顶鹤繁殖地的最南端,也是丹顶鹤在全球最低纬度的繁殖地^[35]。2019 年 5 月,在山东黄河三

角洲保护区首次发现丹顶鹤繁殖个体,使得之前该保护区有丹顶鹤繁殖的传闻得到了证实^[36]。

2.4.2 越冬地

2006—2019 年,江苏盐城湿地珍禽保护区是丹顶鹤的越冬地^[6]。2011 年冬季,在辽宁辽河口保护区首次发现丹顶鹤越冬后,我国丹顶鹤越冬界限再往北移到了辽河口保护区^[37]。2016 年 1 月,在山东黄河三角洲越冬的丹顶鹤数量超过了 100 只,黄河三角洲保护区已成为全国第二大的丹顶鹤越冬地,未来可能成为丹顶鹤新的重要越冬地^[38]。相比以往,2006—2019 年丹顶鹤在我国的越冬分布范围发生了较大改变,丹顶鹤越冬分布区由以往在我国长江中下游的多地分布转换为现在的三地分布,即辽河口保护区、黄河三角洲保护区、江苏盐城湿地珍禽自然保护区。

2.5 丹顶鹤的就地保护状况

1976—2019 年,我国有丹顶鹤分布记录的自然保护区有 119 个(表 1)。其中,国家级、省级、县市级自然保护区数量分别为 59、43、17 个,各占总数的 49.6%、36.1%、14.3%,分布在全国 16 个省级行政区(图 1)。

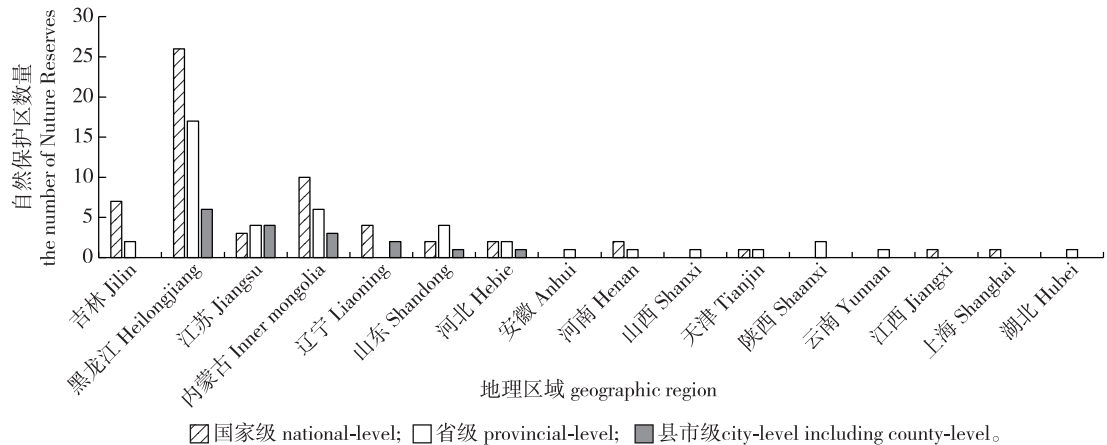


图 1 1976—2019 年我国有丹顶鹤分布记录的自然保护区数量与分布

Fig.1 The number and distribution of Nature Reserves with red-crowned cranes recorded in China from 1976 to 2019

在这些有丹顶鹤分布记录的保护区中,从 1979 年开始,全国逐步建立了 57 个以保护丹顶鹤及其栖息地为主的保护区^[39]。其中,国家级、省级、县市级自然保护区数量分别为 30、18、9 个,各占总数的 52.6%、31.6%、15.8%,分布在我国 10 个省级行政区。丹顶鹤主要繁殖地、迁徙停歇地、越冬地分别建立了 38、13、6 个丹顶鹤保护区,建立时间主要集中在 1986—2005 年(图 2)。

一方面,我国大陆丹顶鹤西部种群数量在锐减^[6]。盐城湿地珍禽保护区作为丹顶鹤最大越冬

地,在过去的 10 多年里,由于互花米草入侵、沿海围垦、风力发电等影响,盐城保护区丹顶鹤种群动态及栖息地质量发生了较大变化^[10]。丹顶鹤数量由 1982 年的 230 只增加到 2000 年的 1 128 只^[40],丹顶鹤越冬种群数量在 1991—2000 年间呈现出增加趋势,2000 年后丹顶鹤种群数量在持续下降,近 6 年(2012—2018 年)数量维持在 400~600 只之间^[6]。另一方面,丹顶鹤适宜栖息地质量逐渐恶化^[5,9]。2000—2015 年,我国 18 个丹顶鹤重要繁殖分布的自然保护区沼泽湿地面积共减少了 1

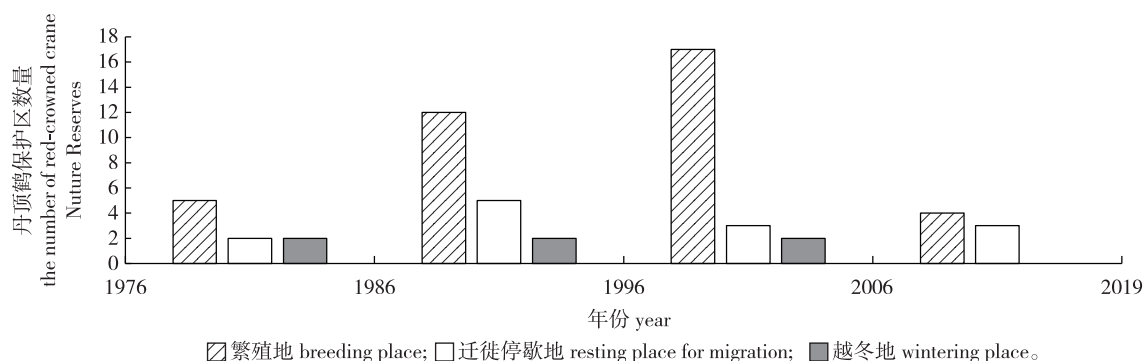


图2 1976—2019年我国建立的丹顶鹤自然保护区数量与分布

Fig.2 The number and distribution of red-crowned crane Nature Reserve established in China from 1976 to 2019

400.5 km², 耕地面积增加了 1 085.4 km²[9]。1976—2018 年莫莫格自然保护区沼泽湿地面积在大幅度减小, 湿地破碎化趋势在加剧[41]。此外, 有研究报道, 1999—2013 年期间我国野生丹顶鹤死伤数量累计 174 只, 每年大约有 2.1% 的种群由于人为干扰而丧失[4]。总的来看, 虽然全国建立了 57 个丹顶鹤保护区, 并且覆盖于丹顶鹤主要迁徙分布区域, 但从丹顶鹤种群动态及栖息地质量变化来看, 栖息地保护与管理水平需要进一步提高。

3 讨论

人为因素的干扰是导致丹顶鹤分布变迁的重要原因之一[10]。刘伶等[10]研究发现, 苏北地区丹顶鹤越冬栖息地分布点大幅减少, 这与丹顶鹤栖息地分布点周围的土地利用方式改变及人为干扰有关; 吕士成[40]也发现, 受大规模的养殖活动、围垦开发等人为干扰活动的影响, 盐城保护区丹顶鹤越冬生境面积大幅减少, 丹顶鹤越冬分布格局由以往的连续分布转化成现在的点状分布。吴庆明等[42]在辽河口保护区调查中发现, 丹顶鹤均采取远离的方式回避油田、居民区等干扰因素。在黄河三角洲保护区, 部分农田、油井等人为干扰严重的地区不适宜丹顶鹤生存[43]。由此可见, 复杂且多样的人为干扰活动是丹顶鹤适宜栖息地面积减少、栖息范围受限的重要原因。

自然气候的变化是导致丹顶鹤分布变迁的另一重要原因[34, 44-45]。吴伟伟等[34]运用最大熵模型预测发现, 在气候变化情景下, 丹顶鹤繁殖地分布范围将缩小且向高纬度扩展。气候变化会对丹顶鹤的栖息生境、食物获得性、生理变化、繁殖生境、行为活动等产生影响[31, 46-47], 进而驱使丹顶鹤的分布发生变迁。钱法文[48]认为天然降水的减少导致了内蒙古东北部与松嫩平原的湿地水位下降, 对

丹顶鹤的生存造成较大威胁。同时, 天然降水量的增加会导致湿地水位上升, 湿地生态环境中底栖动物种类随之发生改变, 丹顶鹤的觅食进而受到影响[47]。受极端恶劣气候的影响, 东北地区面临的干旱问题尤为显著[44], 恶化的栖息环境会使得丹顶鹤的分布范围受限[9]。气温的变化对丹顶鹤迁徙有着直接影响, 例如, 在中国东北地区, 霜冻、降雪等天气在每年 10 月中旬经常出现, 此时, 繁殖地丹顶鹤的觅食能力降低, 10 月下旬, 丹顶鹤会向温度适宜、食物资源丰富的南方迁飞[46]。

丹顶鹤的分布变迁也与自然保护区的管理有关[49]。20 世纪 80 年代以来, 我国建立的丹顶鹤保护区实施了更加严格的管理措施, 例如, 扎龙保护区在 2001 年实施了生态补水、核心区移民等政策后, 该保护区丹顶鹤繁殖种群的数量有所增加, 并偏离聚集分布[49]。盐城湿地珍禽保护区在 2011 年对各功能区的管理范围进行了调整[50], 并加大了生态补偿力度, 这可能是导致越冬丹顶鹤向核心区集中分布的原因之一。另外, 自 20 世纪 70 年代后期以来, 丹顶鹤新发现的分布地陆续有报道[10, 13, 16, 23], 这可能与自然保护区野外监护巡视范围的扩大、监测设备的完善有关, 但在全国范围内, 对于少数地区, 丹顶鹤历史分布记录受监测范围的影响程度可认为是短时间尺度的小影响。其他突发事件的影响, 如 1998 年在内蒙古科尔沁右翼中旗发生百年一遇特大洪水, 导致原有的丹顶鹤栖息地被淤泥覆盖[51], 此后科尔沁保护区再未记录到繁殖丹顶鹤。2001 年在黑龙江省扎龙保护区核心区发生的大火, 致使丹顶鹤向其他区域或保护区迁移[49]。另外, 在每年的迁徙季节, 少数丹顶鹤在迁徙途中因各种原因而迷失在野外, 或成为当地迷鸟而迁移到其他区域中[12], 如丁长青等[52]认为陕西记录到的丹顶鹤是迷鸟。

自黑龙江省扎龙自然保护区建立后^[49],我国丹顶鹤的保护发展发生了历史性的转变。少数保护区也在圈养丹顶鹤的人工繁育、驯化放飞上取得了较大成就^[49],为缓解我国丹顶鹤野生种群的濒危状况提供了技术支撑。1986—2005年期间,丹顶鹤新的分布地在全国多个地区逐步发现,其分布现状已初步明确,故建立丹顶鹤保护区的需求愈加迫切。内蒙古、黑龙江、辽宁位于丹顶鹤主要迁徙路线上^[2],是丹顶鹤的热点分布区域,故建立的丹顶鹤保护区较其他省份多。在所有建立的丹顶鹤保护区中,国家级自然保护区覆盖范围广,且涉及多个省区,这为丹顶鹤跨省迁徙的有效保护提供了保障;但从另一方面看,部分自然保护区由于成立时间相对较晚,各方面的管理经验不足,各大保护区的管理制度与资金投入也存在较大差异,这些不可忽视的潜在问题亟须解决。当前我国丹顶鹤西部种群濒危状况仍然严峻^[6],这给丹顶鹤的就地保护工作带来了挑战与思考。为此,在未来研究工作中,期待学者们进一步探讨影响丹顶鹤野外种群濒危因素的主次关系,建议加强对丹顶鹤重要栖息地的保护与修复,以及通过建立国家公园、廊道的形式拓展丹顶鹤栖息地。

参考文献(reference):

- [1] 郑光美. 中国濒危动物红皮书鸟类[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [2] IUCN. IUCN red list of threatened species [EB/OL]. 2017. [2021-10-01]. <http://www.iucnredlist.org/>.
- [3] SU L Y, ZOU H F. Status, threats and conservation needs for the continental population of the red-crowned crane[J]. Chin Bir, 2012, 3(3): 147-164. DOI:10.5122/cbirds.2012.0030.
- [4] 周大庆, 徐网谷, 刘影, 等. 1999—2013年我国野生丹顶鹤死亡数量及其对野生种群的影响[J]. 四川动物, 2014, 33(4): 597-604. ZHOU D Q, XU W G, LIU Y, et al. Red-crowned cranes injured or killed in China in 1999-2013 and its impact on the wild population[J]. Sichuan J Zool, 2014, 33(4): 597-604. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7083.2014.04.022.
- [5] 张婷婷, 彭昭杰, 周大庆, 等. 我国丹顶鹤栖息地选择研究进展[J]. 动物学杂志, 2019, 54(1): 134-144. ZHANG T T, PENG Z J, ZHOU D Q, et al. Research progress on habitat selection of red-crowned crane (*Grus japonensis*) in China[J]. Chin J Zool, 2019, 54(1): 134-144. DOI: 10.13859/j.cjz.201901017.
- [6] 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[J]. 四川环境, 2018, 37(6): 154-159. ZHANG Y N, ZHAO Y Q, CHEN H, et al. Analysis on population change of red-crowned cranes in its wintering habitat Yancheng during 1983-2017[J]. Sichuan Environ, 2018, 37(6): 154-159. DOI: 10.14034/j.cnki.schj.2018.06.026.
- [7] 王治良. 中国鹤类地理分布与就地保护[D]. 南京: 南京师范大学, 2006. DOI:10.7666/d.y980618.
- [8] 张艳红, 何春光. 基于GIS扎龙自然保护区丹顶鹤适宜生境动态变化[J]. 东北林业大学学报, 2009, 37(4): 43-45. ZHANG Y H, HE C G. Dynamic change of suitable habitat for red-crowned crane in Zhalong Natural Reserve based on GIS[J]. J Northeast For Univ, 2009, 37(4): 43-45. DOI: 10.3969/j.issn.1000-5382.2009.04.015.
- [9] 张婷婷, 彭昭杰, 张昊楠, 等. 2000—2015年丹顶鹤重要繁殖地景观格局变化研究[J]. 生态学报, 2019, 39(10): 3770-3776. ZHANG T T, PENG Z J, ZHANG H N, et al. Landscape dynamics of the important breeding habitats of the red-crowned crane during 2000-2015[J]. Acta Ecol Sin, 2019, 39(10): 3770-3776. DOI: 10.5846/stxb201804280963.
- [10] 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[J]. 生态学报, 2018, 38(3): 926-933. LIU L, LIU H Y, LI Y F, et al. Dynamic changes in population size and habitat distribution of wintering red-crowned crane in northern Jiangsu Province[J]. Acta Ecol Sin, 2018, 38(3): 926-933. DOI: 10.5846/stxb201611022231.
- [11] 郑作新. 中国鸟类分布名录[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 1976. ZHENG Z X. Checklist on the distribution of the birds of China [M]. 2nd ed. Beijing: Science Press, 1976.
- [12] 王紫江, 吴金亮. 鹤类在云南的分布数量及预测[J]. 云南大学学报(自然科学版), 1987, 9(2): 190-192.
- [13] 施泽荣, 吴凌祥. 丹顶鹤越冬习性[J]. 野生动物, 1987, 8(1): 20-21. SHI Z R, WU L X. Wintering habit of red crowned crane [J]. Chin Wildl, 1987, 8(1): 20-21. DOI: 10.19711/j.cnki.issn2310-1490.1987.01.008.
- [14] 纪加义, 于新建. 山东省鹤类的分布与数量[J]. 山东大学学报(自然科学版), 1988, 23(4): 106-109.
- [15] 马逸清, 李晓民. 我国丹顶鹤资源的现状[J]. 国土与自然资源研究, 1990, 11(1): 62-64.
- [16] 段文瑞, 杜向东. 丹顶鹤在达里诺尔的繁殖记录[J]. 动物学杂志, 1987, 22(3): 15.
- [17] 具诚, 蒋劲松. 吉林省鹤类的分布与数量[J]. 吉林林业科技, 1988(6): 27.
- [18] 晏安厚. 丹顶鹤在苏北越冬[J]. 动物学杂志, 1986(5): 31-32.
- [19] 陆健健. 中国湿地[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1990. LU J J. Wetlands in China[M]. Shanghai: East China Normal University Press, 1990.
- [20] 杨兴家, 吴志刚, 崔光吾. 图们江下游的珍稀脊椎动物[J]. 动物学杂志, 1994, 29(5): 42-46. YANG X J, WU Z G, CUI G W. Rare vertebrates of the lower Tumen River[J]. Chin J Zool, 1994, 29(5): 42-46.
- [21] 段文瑞, 凤凌飞, 杜向东. 内蒙古的鹤类[J]. 内蒙古大学学报(自然科学汉文版), 1991(1): 41-45.
- [22] 吴家炎, 方树森, 朱润美. 陕西黄河湿地及其珍稀水禽[J]. 野生动物学报, 1998(3): 4-6.
- [23] 李晓民. 黑龙江省又发现一个新的丹顶鹤繁殖地[J]. 动物学研究, 1999, 20(4): 246. LI X M. A new breeding ground for red-crowned cranes has been discovered in Heilongjiang Province[J]. Zool Res, 1999, 20(4): 246. DOI: 10.3321/j.issn: 0254-5853.1999.04.015.
- [24] 彭丽潭, 吴军, 唐旭清. 气候变化对丹顶鹤种群在繁殖地逗留时间的影响分析[J]. 生态与农村环境学报, 2014, 30(3): 280-288. PENG L T, WU J, TANG X Q. Impact of climate change on stay of red-crowned cranes in their breeding habitat[J]. J Ecol Rural Environ, 2014, 30(3): 280-288. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4831.2014.03.002.
- [25] 姚丽文. 丹顶鹤在辽宁省的繁殖记录[J]. 动物学研究, 1984, 5(2): 180.
- [26] 胡远满, 舒莹, 李秀珍, 等. 辽宁双台河口自然保护区丹顶鹤繁殖生境变化及其繁殖容量分析[J]. 生态学杂志, 2004, 23(5): 7-12. HU Y M, SHU Y, LI X Z, et al. Change of red-crowned crane breeding habitat and the analysis of breeding capacity in

- Shuangtaihekou National Nature Reserve[J]. Chin J Ecol, 2004, 23(5): 7-12. DOI: 10.3321/j.issn:1000-4890.2004.05.002.
- [27] 赛望道, 刘建. 湿地生境变化对黄河三角洲越冬鹤类分布的影响[G]//中国动物科学研究—中国动物学会第十四届会员代表大会及中国动物学会 65 周年年会论文集. 北京: 中国林业出版社, 1999: 513-516.
- [28] 施泽荣. 自然状态下环境对越冬丹顶鹤集散行为的影响[J]. 国土与自然资源研究, 1990(1): 59-61. DOI: 10.16202/j.cnki.tnrs.1990.01.014.
- [29] 马志军, 王子健, 汤鸿霄. 丹顶鹤在中国分布的现状[J]. 生物学通报, 1997, 32(12): 4-6.
- [30] 何春光, 盛连喜, 郎惠卿, 等. 向海湿地丹顶鹤迁徙动态及其栖息地保护研究[J]. 应用生态学报, 2004(9): 1523-1526. HE C G, SHENG L X, LANG H Q, et al. Migration dynamics of *Grus japonensis* in recent years spring and conservation of its habitat in Xianghai Nature Reserve [J]. Chin J Appl Ecol, 2004(9): 1523-1526. DOI: 10.13287/j.1001-9332.2004.0320.
- [31] 吕士成, 陈卫华. 环境因素对丹顶鹤越冬行为的影响[J]. 野生动物, 2006, 27(6): 18-20. LU S C, CHEN W H. Influence of environmental factors on overwintering behavior of red-crowned crane [J]. Chin Wildl, 2006, 27(6): 18-20. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0127.2006.06.006.
- [32] 张希画, 郝迎东. 黄河三角洲自然保护区鹤类种类、数量动态监测初步分析[J]. 山东林业科技, 2012, 42(4): 25-28. ZHANG X H, HAO Y D. A preliminary analysis on dynamic monitoring of species and quantity of cranes in the Yellow River Delta Nature Reserve[J]. J Shandong For Sci Technol, 2012, 42(4): 25-28. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2724.2012.04.007.
- [33] 于晓平, 钟凌, 王晓卫, 等. 陕西省黄河湿地水禽迁徙规律初步研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2003, 31(S2): 127-131. YU X P, ZHONG L, WANG X W, et al. Migration of waterfowls at Yellow River wetland in Shaanxi [J]. J Shaanxi Nor Univ (Nat Sci Ed), 2003, 31(S2): 127-131.
- [34] 吴伟伟, 顾莎莎, 吴军, 等. 气候变化对我国丹顶鹤繁殖地分布的影响[J]. 生态与农村环境学报, 2012, 28(3): 243-248. WU W W, GU S S, WU J, et al. Impact of climate change on distribution of breeding sites of red-crowned crane in China[J]. J Ecol Rural Environ, 2012, 28(3): 243-248. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4831.2012.03.004.
- [35] 央视网. 盐城首次发现丹顶鹤自然繁殖, 破全球最低纬度位置记录[EB/OL]. 2017. [2017-05-11]. <http://www.cankaoxiaoxi.com/china/20170511/1982476.shtml>.
- [36] 黄河三角洲首次记录到丹顶鹤野外自然繁殖[EB/OL]. 大众日报. [2019-06-11]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1636054200844676921&wfr=spider&for=pc>.
- [37] 盘锦越冬丹顶鹤数量增加[EB/OL]. 东北新闻网. [2015-12-16]. http://jiangsu.china.com.cn/html/2015/lnnews_1216/3045875.html.
- [38] 新华社. 黄河三角洲自然保护区成全国第二大丹顶鹤越冬地[EB/OL]. 2016. [2016-02-13]. <http://news.cntv.cn/2016/02/13/ARTIyFPzKupTj7aXf8DcyNY160213.shtml>.
- [39] 生态环境部. 2017 年全国自然保护区名录[EB/OL]. 2017. [2019-05-14]. <http://www.mee.gov.cn/ywzg/zrstbh/zrbhdjg/201905/P020190514616282907461.pdf>.
- [40] 吕士成. 盐城沿海滩涂丹顶鹤的分布现状及其趋势分析[J]. 生态科学, 2008, 27(3): 154-158. LYU S C. Current distribution of red crown crane and its development trends in Yancheng Coastal Marshes[J]. Ecol Sci, 2008, 27(3): 154-158. DOI: 10.3969/j.issn.1008-8873.2008.03.006.
- [41] 刘宇轩, 王翠珍. 基于 LANDSAT 数据的湿地动态变化特征研究: 莫莫格保护区[J]. 哈尔滨师范大学(自然科学学报), 2016, 32(3): 112-118. LIU Y X, WANG C Z. The research on the wetland dynamic change characteristics of Momoge Nature Reserve based on the LANDSAT data[J]. Nat Sci J Harbin Norm Univ, 2016, 32(3): 112-118. DOI: 10.3969/j.issn.1000-5617.2016.03.027.
- [42] 吴庆明, 邹红菲, 金洪阳, 等. 丹顶鹤春迁期觅食栖息地多尺度选择——以双台河口保护区为例[J]. 生态学报, 2013, 33(20): 6470-6477. WU Q M, ZOU H F, JIN H Y, et al. A multi-scale feeding habitat selection of red-crowned crane during spring migration at the Shuangtaihekou Nature Reserve, Liaoning Province, China [J]. Acta Ecol Sin, 2013, 33(20): 6470-6477. DOI: 10.5846/stxb201302040237.
- [43] 宋晓龙, 李晓文, 白军红, 等. 黄河三角洲国家级自然保护区生态敏感性评价[J]. 生态学报, 2009, 29(9): 4836-4846. SONG X L, LI X W, BAI J H, et al. The ecological sensitivity evaluation in Yellow River Delta National Natural Reserve [J]. Acta Ecol Sin, 2009, 29(9): 4836-4846. DOI: 10.3321/j.issn:1000-0933.2009.09.030.
- [44] 李玉文, 王国贵. 扎龙湿地气候变化特征分析[J]. 黑龙江气象, 2009, 26(2): 1-2, 15. LI Y W, WANG G G. Zhalong wetland analysis of climate change [J]. Heilongjiang Meteorol, 2009, 26(2): 1-2, 15. DOI: 10.3969/j.issn.1002-252X.2009.02.001.
- [45] 韩会庆, 张娇艳, 马庚, 等. 气候变化对生态系统服务影响的研究进展[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2018, 42(2): 184-190. HAN H Q, ZHANG J Y, MA G, et al. Advances on impact of climate change on ecosystem services[J]. J Nanjing For Univ (Nat Sci Ed), 2018, 42(2): 184-190. DOI: 10.3969/j.issn.1000-2006.201706007.
- [46] 杨宇博. 扎龙自然保护区丹顶鹤对农田生境利用研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2016. YANG Y B. Utilization analysis of farmland habitat by red-crowned cranes in Zhalong Nature Reserve [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2016.
- [47] 赵越, 赵国辉, 李晓民. 洪河湿地夏季丹顶鹤觅食生境初步研究[J]. 国土与自然资源研究, 2014(1): 86-88. ZHAO Y, ZHAO G H, LI X M. A preliminary study on foraging habitat of red-crowned crane in summer in Honghe wetland [J]. Territ Nat Resour Study, 2014(1): 86-88. DOI: 10.3969/j.issn.1003-7853.2014.01.032.
- [48] 钱法文. 中国鹤类保护现状调查[J]. 森林与人类, 2005(5): 31-38.
- [49] 冯晓东. 基于丹顶鹤保护的扎龙自然保护区保护成效研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2013. FENG X D. Conservation effects assessment of Zhalong Nature Reserve based on red-crowned crane protection [D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2013.
- [50] 刘力维. 江苏盐城湿地珍禽国家级自然保护区范围调整研究[J]. 环境科学与管理, 2013, 38(10): 95-99. LIU L W. Study on range adjustment of Jiangsu Yancheng Wetland Rare Birds National Reservation Zone [J]. Environ Sci Manag, 2013, 38(10): 95-99. DOI: 10.3969/j.issn.1673-1212.2013.10.021.
- [51] 杨勇, 于有忠, 朱艳房, 等. 科尔沁国家级自然保护区湿地现状及保护对策[J]. 内蒙古林业调查设计, 2005, 28(2): 3-5. YANG Y, YU Y Z, ZHU Y F, et al. Present situation of wetland in Keerqin National-level Natural Preserves and its conservation counter measures [J]. Inner Mongolia For Inve Desi, 2005, 28(2): 3-5. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6993.2005.02.001.
- [52] 丁长青, 金学林, 钟凌. 陕西合阳黄河湿地鸟类的初步调查[G]//中国鸟类学研究——第四届海峡两岸鸟类学术研讨会论文集. 北京: 中国林业出版社, 2000: 356.

(责任编辑 王国栋)