

# 秦皇岛七里海潟湖湿地非繁殖期鸟类多样性

戴宇飞<sup>1</sup>, 吴福星<sup>1</sup>, 赵丽媛<sup>1</sup>, 雷威<sup>2</sup>, 曾千慧<sup>3</sup>, 王先艳<sup>1</sup>

(1. 自然资源部第三海洋研究所、福建省海洋生态保护与修复重点实验室, 福建 厦门 361005;

2. 国家海洋环境监测中心, 辽宁 大连 116023; 3. 山东大学威海分校海洋学院, 山东 威海 264209)

**摘要:**2016年9月至2017年4月,采用样线法和可变大小样方法相结合,对七里海潟湖湿地非繁殖期鸟类进行了调查研究。调查共记录到鸟类13目27科60种,其中雀形目鸟类10科14种,占物种总数的23.33%;非雀形目鸟类17科46种,占物种总数的76.67%。湿地水鸟数量占全部鸟类总数的95.11%,水鸟类群主要为鸥类、雁鸭类、鹤鹑类和鹭类。鸟类居留类型主要为旅鸟和夏候鸟,分别占物种总数的35.00%和33.33%。鸟类区系方面,以古北界鸟类和广布种鸟类为主,分别占物种总数的63.33%和26.67%。经统计,鸟类多样性指数、均匀度指数和丰富度指数的平均值分别是1.86、0.39和2.31。七里海潟湖湿地位于东亚—澳大利西亚迁徙路线上,是重要的鸟类迁徙停歇地和觅食地,鸟类尤其是水鸟资源丰富,应当受到关注和保护。

**关键词:**海洋生物学;湿地生态;鸟类;生物多样性;鸟类区系;七里海潟湖

DOI: 10.3969/J. ISSN. 2095-4972. 2019. 04. 012

中图分类号: P735

文献标识码: A

文章编号: 2095-4972(2019)04-0569-09

滨海湿地是联系海洋和陆地生态系统的过渡地带,同时也是地球上最富生产力的生态系统之一,它不仅为人类的生产、生活提供丰富的物产资源,而且能够为人类提供必要的生态屏障<sup>[1]</sup>。潟湖湿地是重要的滨海湿地类型之一,其地处海陆交互作用地带,在保护生物多样性、调节径流、防洪蓄水、控制污染、调节气候、美化环境等方面有着重要作用<sup>[2]</sup>。

湿地鸟类是湿地野生动物中最具代表性的类群,是湿地生态系统的重要组成部分,其种群数量和空间分布反映着湿地环境的变迁<sup>[3]</sup>。渤海湾湿地是东亚—澳大利西亚候鸟迁徙的重要驿站,同时也是许多珍稀物种越冬的重要生境。广阔的滨海湿地为上百种、数量超过千万只的迁徙鸟类提供了优良的中途停歇地和觅食地,使其补充所需的能量储备得以继续飞行<sup>[4]</sup>。

秦皇岛七里海潟湖是秦皇岛市昌黎黄金海岸国家级自然保护区的主要保护对象之一,同时也是渤海湾湿地的重要组成部分。然而,近年来工业、农业的快速发展所带来的潟湖萎缩、水体污染和生物多

样性降低等问题日趋严重,使得潟湖湿地生态环境正面临着严峻的考验<sup>[5-7]</sup>。目前,关于七里海潟湖及其邻近海域的生物多样性研究主要有浮游植物群落和大型底栖动物群落结构特征研究<sup>[8-9]</sup>,而有关该地区的鸟类多样性研究尚不多见。因此,本研究通过开展七里海潟湖湿地非繁殖期鸟类调查研究,了解并掌握该地区的鸟类物种组成、群体数量及多样性指数等信息,为七里海潟湖湿地生态修复工程实施提供必要的基础生态数据和科学依据。同时,该研究结果有助于提高公众对七里海潟湖、秦皇岛地区乃至整个渤海湾鸟类及其栖息地的保护意识,对维持我国滨海湿地生态系统的可持续发展以及推进全国生态文明建设具有重要意义。

## 1 研究区概况及方法

### 1.1 研究区概况

七里海潟湖位于秦皇岛市昌黎县东南沿海新开口附近,地理坐标为39°34'30" N, 119°17'15" E(图1),东北隅有潮汐通道与海相连,属于半封闭式潟

收稿日期: 2018-10-14

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目(2016J05078); 国家海洋局第三海洋研究所基本科研业务费专项资金资助项目(海三科2015023); 国家海洋局海域管理技术重点实验室开放基金资助项目(201704)

作者简介: 戴宇飞(1986—),男,博士,助理研究员;E-mail: daiyupei@tio.org.cn

通讯作者: 王先艳(1982—),男,博士,副研究员;E-mail: wangxianyan@tio.org.cn

湖。该地区属于暖温带半湿润大陆性季风气候,光照充足、四季分明、冬暖夏凉、干湿相宜。潟湖地处咸淡水交互地带,海洋生物资源丰富,植被以芦苇群落和盐地碱蓬群落为主,近岸多为树林密布的湿地和沼泽,自然生态环境比较优越,是诸多旅鸟、候鸟的最佳过往或栖居之地,在沿海湿地类型中具有较强的典型性和代表性<sup>[10]</sup>。

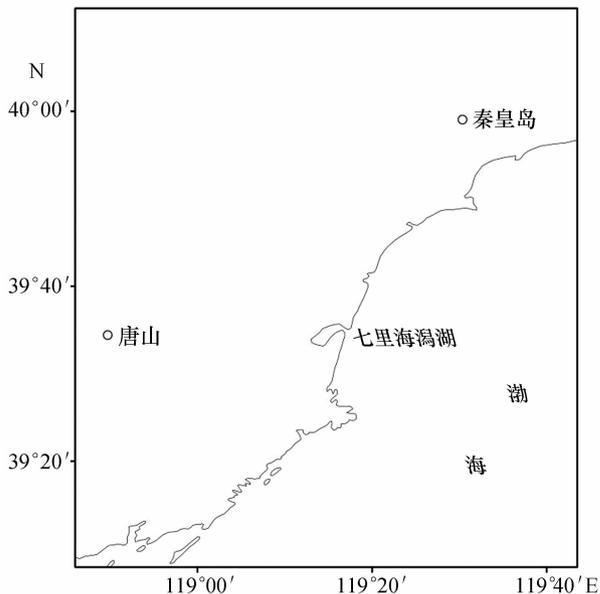


图1 七里海潟湖地理位置

Fig. 1 Geographic location of Qilihai Lagoon

## 1.2 鸟类调查方法

2016年9月至2017年4月,在七里海潟湖湿地开展非繁殖期鸟类调查研究。具体调查时间:第一次2016年9月25—27日,第二次2016年10月28—30日,第三次2016年12月9—11日,第四次2017年4月14—16日。本次调查采用样线法和可变大样方法<sup>[11-14]</sup>,样线设置每条长度2~3 km,研究人员以约1.5 km/h的速度行进,记录样线左右两侧50 m范围内看到的所有鸟类种类和数量;样方设置根据调查现场能见度和可接近度等实际情况,选取不同大小、不同形状的样方,统计样地范围内观察到的所有鸟类种类和数量。具体调查区域和路线如图2所示,包括潟湖、养殖池塘、河口滩涂、潮间带及周边林地和农田等不同生境。在早上日出后或傍晚日落前的2~3 h内进行调查统计,借助双筒望远镜(SWAROVSKI SLC 10×42)、单筒望远镜(LEICA APO-TELEVID 82)和长焦距镜头照相机(Canon EOS-1D Mark IV 配置 Canon EF 100~400 mm f/4.5~5.6L IS II USM)进行观测和记录。鸟类分类依据《中国鸟类分类与分布名录(第三版)》<sup>[15]</sup>,鸟类居留类型和地理区系依据《北戴河鸟类图志》<sup>[16]</sup>。

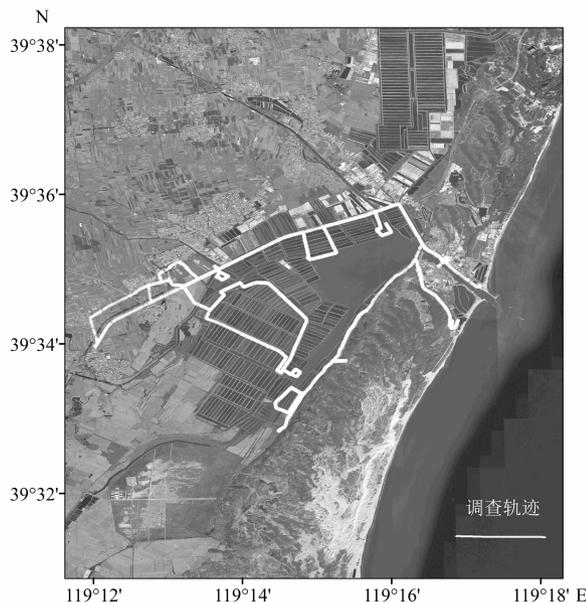


图2 调查区域及路线

Fig. 2 Survey areas and routes

## 1.3 数据分析

利用 Shannon-Weaver 多样性指数<sup>[17]</sup>、Pielou 均匀度指数<sup>[18]</sup>和 Margalef 丰富度指数<sup>[19]</sup>来评价七里海潟湖湿地非繁殖期的鸟类群落多样性。计算公式如下:

Shannon-Weaver 多样性指数:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i \quad (1)$$

式(1)中: $H'$ 为多样性指数; $s$ 为记录到的鸟类物种总数量; $P_i$ 为第*i*种的个体数量与所有物种个体总数的比值。

Pielou 均匀度指数:

$$J' = H'/H_{\max} \quad (2)$$

式(2)中: $J'$ 为均匀度指数; $H'$ 为多样性指数; $H_{\max}$ 为多样性指数的最大值( $\log_2 s$ )。

Margalef 丰富度指数:

$$D = (s - 1) / \log_2 N \quad (3)$$

式(3)中: $D$ 为丰富度指数; $s$ 为鸟类物种总数量; $N$ 为所有物种个体总数量。

## 2 结果与分析

### 2.1 鸟类物种组成

2016年9月至2017年4月,七里海潟湖湿地共记录到鸟类13目27科60种,数量累计12 138只次(表1)。其中,雀形目鸟类有10科14种,占全部物种总数的23.33%;非雀形目鸟类有17科46种,占物种总数的76.67%。湿地水鸟共计38种,累计数量达到11 545只次,占全部鸟类总数的

95.11%。累计数量过百的水鸟物种有 8 种,按照数量由大到小的顺序依次是红嘴鹈 (*Chroicocephalus ridibundus*) 7 906 只次、翘鼻麻鸭 (*Tadorna tadorna*) 1 205 只次、反嘴鹈 (*Recurvirostra avosetta*) 1 099 只次、黑尾鹈 (*Larus crassirostris*) 230 只次、青脚鹈 (*Tringa nebularia*) 211 只次、白鹭 (*Egretta garzetta*) 172 只次、斑尾塍鹈 (*Limosa lapponica*) 129 只次、鹈

鸭 (*Bucephala clangula*) 121 只次(表 1)。除雀形目外,其他非湿地水鸟物种还有环颈雉 (*Phasianus colchicus*)、山斑鸠 (*Streptopelia orientalis*)、灰斑鸠 (*Streptopelia decaocto*)、珠颈斑鸠 (*Streptopelia chinensis*)、白尾鹞 (*Circus cyaneus*)、戴胜 (*Upupa epop*)、红隼 (*Falco tinnunculus*) 和燕隼 (*Falco subbuteo*)。

表 1 七里海潟湖湿地非繁殖期鸟类物种组成

Tab. 1 Bird species in the Qilihai Lagoon wetland during non-breeding seasons

序号	物种名	保护级别			居留类型	地理区系	累计数量/只次			
		IUCN	CITES	三有保护鸟类			9月	10月	12月	4月
—	鸡形目									
1	雉科									
(1)	环颈雉 ( <i>Phasianus colchicus</i> )	LC			留	古	4	—	—	—
二	雁形目									
2	鸭科									
(2)	豆雁 ( <i>Anser fabalis</i> )	LC		√	冬	古	2	—	—	—
(3)	翘鼻麻鸭 ( <i>Tadorna tadorna</i> )	LC		√	冬	古	—	553	610	42
(4)	绿头鸭 ( <i>Anas platyrhynchos</i> )	LC		√	留	古	6	—	—	—
(5)	斑嘴鸭 ( <i>Anas poecilorhyncha</i> )	LC		√	夏	东	6	—	—	—
(6)	鹈鸭 ( <i>Bucephala clangula</i> )	LC		√	冬	古	—	21	100	—
三	鸊鷉目									
3	鸊鷉科									
(7)	小鸊鷉 ( <i>Podiceps ruficollis</i> )	LC		√	夏	广	4	3	3	—
(8)	凤头鸊鷉 ( <i>Podiceps cristatus</i> )	LC		√	旅	广	—	—	5	—
四	鸽形目									
4	鸠鸽科									
(9)	山斑鸠 ( <i>Streptopelia orientalis</i> )	LC		√	留	广	7	11	—	2
(10)	灰斑鸠 ( <i>Streptopelia decaocto</i> )	LC		√	留	广	2	—	—	—
(11)	珠颈斑鸠 ( <i>Streptopelia chinensis</i> )	LC		√	留	东	1	2	—	—
五	鹤形目									
5	鹤科									
(12)	灰鹤 ( <i>Grus grus</i> )	LC	II		冬	古	—	—	26	—
六	鹬形目									
6	蛎鹬科									
(13)	蛎鹬 ( <i>Haematopus ostralegus</i> )	NT		√	夏	古	—	—	—	3
7	反嘴鹬科									
(14)	黑翅长脚鹬 ( <i>Himantopus himantopus</i> )	LC		√	夏	广	—	—	—	15
(15)	反嘴鹬 ( <i>Recurvirostra avosetta</i> )	LC		√	夏	古	2	1 088	—	9



续表 1

序号	物种名	保护级别			居留类型	地理区系	累计数量/只次			
		IUCN	CITES	三有保护鸟类			9月	10月	12月	4月
15	戴胜科									
(43)	戴胜 ( <i>Upupa epop</i> )	LC		√	夏	广	1	4	—	4
十一	佛法僧目									
16	翠鸟科									
(44)	普通翠鸟 ( <i>Alcedo atthis</i> )	LC		√	夏	广	3	—	—	—
十二	隼形目									
17	隼科									
(45)	红隼 ( <i>Falco tinnunculus</i> )	LC	II		留	古	2	2	2	—
(46)	燕隼 ( <i>Falco subbuteo</i> )	LC	II		旅	古	2	—	—	—
十三	雀形目									
18	伯劳科									
(47)	棕背伯劳 ( <i>Lanius schach</i> )	LC		√	旅	东	—	2	—	—
19	鸦科									
(48)	喜鹊 ( <i>Pica pica</i> )	LC		√	留	古	10	29	9	2
(49)	小嘴乌鸦 ( <i>Corvus corvus</i> )	LC			旅	古	—	6	—	—
20	燕科									
(50)	家燕 ( <i>Hirundo rustica</i> )	LC		√	夏	广	115	—	—	—
21	鹎科									
(51)	白头鹎 ( <i>Pycnonotus sinensis</i> )	LC		√	留	东	1	—	—	—
22	柳莺科									
(52)	褐柳莺 ( <i>Phylloscopus fuscatus</i> )	LC		√	旅	古	5	—	—	—
(53)	黄眉柳莺 ( <i>Phylloscopus inornatus</i> )	LC		√	旅	古	—	—	—	8
23	鹀科									
(54)	北红尾鹀 ( <i>Phoenicurus auroreus</i> )	LC		√	夏	古	—	—	—	2
(55)	黑喉石 ( <i>Saxicola maurus</i> )	LC			夏	古	5	13	—	2
24	雀科									
(56)	麻雀 ( <i>Passer montanus</i> )	LC			留	广	169	92	67	—
25	鹌鹑科									
(57)	黄鹌鹑 ( <i>Motacilla tschutschensis</i> )	LC		√	旅	古	1	—	—	—
(58)	白鹌鹑 ( <i>Motacilla alba</i> )	LC		√	夏	古	2	—	—	—
26	燕雀科									
(59)	燕雀 ( <i>Fringilla montifringilla</i> )	LC		√	留	古	—	—	—	1
27	鹀科									
(60)	白头鹀 ( <i>Emberiza leucocephalos</i> )	LC		√	旅	古	1	—	—	—
合计							1 713	3 804	2 450	4 171

注:《世界自然保护联盟》(IUCN)红色名录等级中“EN”表示濒危等级,“NT”表示近危等级,“LC”表示低度关注。按《濒危野生动植物物种国际贸易公约》(CITES)附录标注,国家重点保护等级可分为I级、II级。“√”表示隶属“三有保护鸟类”即《国家保护的、有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物名录》。居留类型中“夏”表示夏候鸟,“冬”表示冬候鸟;留表示“留鸟”,旅表示“旅鸟”;地理区系中“古”表示古北界,“东”表示东洋界,“广”表示广布种。

## 2.2 鸟类区系组成

调查记录到的 60 种鸟类按居留类型可分为留鸟、夏候鸟、冬候鸟和旅鸟,其中以旅鸟和夏候鸟居多,分别占鸟类物种总数的 35.00% 和 33.33%。

鸟类地理区系上,古北界物种数量最多,占鸟类物种总数量 63.33%;其次是广布种,占总数量的 26.67% (表 2)。

表 2 七里海潟湖湿地非繁殖期鸟类区系组成

Tab. 2 Avian fauna in the Qilihai Lagoon wetland during non-breeding seasons

项目	物种数量/种				占比/%
	古北界	东洋界	广布种	总计	
留鸟	5	2	3	10	16.67
夏候鸟	7	2	11	20	33.33
冬候鸟	9	—	—	9	15.00
旅鸟	17	2	2	21	35.00
总计	38	6	16	60	100.00
占比/%	63.33	10.00	26.67	100.00	

注:“—”表示没有数据。

## 2.3 珍稀濒危鸟类

调查记录到国家二级重点保护鸟类 4 种,分别为鹤形目鹤科的灰鹤 (*Grus grus*)、隼形目隼科的红隼和燕隼以及鹰形目鹰科的白尾鹞。同时,上述 4 种鸟类还同时被列入濒危野生动植物种国际贸易公约 (CITES)。依据世界自然保护联盟 (IUCN) 濒危物种红色名录,记录到全球濒危物种 (EN) 1 种,即大杓鹬 (*Numenius madagascariensis*); 全球近危物种 (NT) 5 种,分别是蛎鹬 (*Haematopus ostralegus*)、黑尾塍鹬 (*Limosa limosa*)、斑尾塍鹬、白腰杓鹬 (*Munienus arquata*) 和红腹滨鹬 (*Calidris canutus*)。此外,

还有 50 种鸟类被列入国家保护的有益的或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物 (三有保护鸟类)。

## 2.4 鸟类多样性指数

经统计,七里海潟湖湿地非繁殖期鸟类的多样性指数、均匀度指数和丰富度指数的平均值分别是 1.86、0.39 和 2.31。鸟类物种数、多样性指数、均匀度指数和丰富度指数均以 9 月份最高,物种数和丰富度指数以 12 月份最低,多样性指数和均匀度指数以 4 月份最低。各月份的鸟类群落多样性指标值如表 3 所示。

表 3 七里海潟湖湿地非繁殖期鸟类多样性指标

Tab. 3 Indexes of bird diversity in the Qilihai Lagoon wetland during non-breeding seasons

月份	物种数量/种	个体数量/只	多样性指数	均匀度指数	丰富度指数
9	42	1 713	2.98	0.55	3.82
10	25	3 804	2.09	0.45	2.02
12	15	2 450	1.72	0.44	1.24
4	27	4 171	0.64	0.13	2.16
	平均值		1.86	0.39	2.31

## 2.5 鸟类分布情况

鸥类和雁鸭类常常集大群在潟湖北侧的河口区和水产养殖塘区活动。鸻鹬类一般集群在潮间带及低潮区的开阔滩涂上活动。鹭科鸟类通常集小群在人类干扰较小的滩涂或者水位合适的养殖塘边活动。此外,喜鹊 (*Pica pica*)、家燕 (*Hirundo rustica*)

和麻雀 (*Passer montanus*) 等伴人居鸟类则广泛分布在潟湖沿岸的田地、树林、居民房区以及水产养殖塘岸边。

## 2.6 讨论

2.6.1 鸟类资源状况 七里海潟湖湿地本次调查共记录到鸟类 13 目 27 科 60 种,占秦皇岛地区野生

鸟类物种总数量(504种)的11.90%<sup>[20]</sup>。其中,湿地水鸟数量占全部鸟类总数量的95.11%,水鸟类群主要为鸥类和雁鸭类,其次是鸻鹬类和鹭类。水鸟优势种为红嘴鸥,占记录到的全部水鸟总数量的68.50%,其他常见的水鸟种类还有反嘴鹬、翘鼻麻鸭、青脚鹬、白鹭和黑尾鸥等。因本次调查区域涉及潟湖附近的林地和农田等,所以除水鸟外,还记录到一些雀形目鸟类。

鸟类居留类型主要为旅鸟和夏候鸟,分别占物种总数量的35.00%和33.33%,其中多数水鸟种类在本地区迁徙途中停歇或繁殖。鸟类区系方面,以古北界鸟类和广布种鸟类为主,分别占物种总数量的63.33%和26.67%,这与保护区南端的滦河口湿地的鸟类多样性调查结果相一致<sup>[21]</sup>。古北界鸟类物种数量(38种)明显多于东洋界物种数量(6种),原因是七里海潟湖湿地的地理位置处在古北界华北区,在本地繁殖的鸟类多数为古北种,同时其又位于东亚—澳大利西亚鸟类迁徙通道上,古北种的许多旅鸟和冬候鸟在此湿地停歇或越冬。迁徙鸟类以涉禽和游禽等水鸟物种最为丰富,尤其是鸻形目和雁形目的水鸟物种多为古北种。

**2.6.2 鸟类组成多样性** 秋季(9、10月)和春季(4月)迁徙期调查记录到的鸟类物种数量要明显高于冬季(12月)。冬季的鸟类多样性指数和丰富度指数均较低,分别仅为1.72和1.24。该结果趋势与滦河口湿地的鸟类多样性指数趋势相似,原因是七里海潟湖湿地与滦河口湿地同处纬度较高、气候较为寒冷地区,但又位于东部沿海鸟类南北迁徙通道的中段,所以留鸟和冬候鸟较少、旅鸟较多,冬季的鸟类多样性相对较低<sup>[21]</sup>。春季的鸟类丰富度指数(2.16)要高于冬季的数值(1.24),然而,冬季的鸟类多样性指数和均匀度指数(1.72和0.44)却明显高于春季的数值(0.64和0.13)。原因在于鸟类多样性指标数值除了与调查记录到的鸟类物种数量和个体数量有关,还与各种鸟类数量占有物种总数量的比值密切相关。尽管春季记录到的鸟类物种数量和个体数量均较高,其中红嘴鸥单个物种数量却占到全部物种总数量的92.42%,直接影响了多样性指标的数值。虽然冬季七里海潟湖湿地的鸟类多样性相对较低,但除一定数量的鸭科和鸥科鸟类外,还有部分鹬科和鹤科鸟类也在本地越冬。

**2.6.3 鸟类分布特征** 湿地鸟类,尤其是水鸟物种,依赖于湿地而生存。湿地环境直接影响水鸟的物种组成和分布,进而影响鸟类群落结构。七

里海潟湖湿地的中低潮区多开辟成为虾或海参的人工养殖塘,吸引了部分水鸟在此地觅食。潟湖北侧的河口区作为咸淡水交汇处,鱼、虾、蟹和贝类等食物资源丰富,为水鸟提供了良好的觅食条件,尤其是在海水退潮和涨潮过程中,成为大量鸥类和雁鸭类物种摄食和休息的主要场所。当海水干潮时,河口区出现大面积的开阔滩涂,这里成为鸻鹬类集群觅食和活动的主要场所。由此可见,湿地水鸟的种类和数量会随着海水潮汐变化而发生改变。

## 2.7 保护建议

结合本次调查研究结果,提出以下保护建议:

①根据调查结果,潟湖北侧的河口区是鸟类分布最为密集的区域,但在调查过程中发现退潮后的滩涂上留有一些塑料垃圾,应该加强监督和管理,尽量减少该区域内的人类活动,严格控制污染源。

②虽然冬季潟湖湿地的鸟类多样性相对较低,但仍有一定数量的红嘴鸥、翘鼻麻鸭、鹊鸭等水鸟在此地越冬,本次调查还记录到灰鹤这样的珍稀物种,所以应该进一步开展公众科普宣传教育,加强冬季越冬鸟类的保护力度。

③七里海潟湖湿地是青脚鹬、斑尾塍鹬、反嘴鹬等鸻鹬类水鸟重要的迁徙停歇地和补食地,建议春、秋季在重点区域,如河口区滩涂区,设置观测点,长期开展鸟类监测工作,及时掌握鸟类物种及其数量的动态变化,为迁徙鸟类的保护和管理提供一定的科学依据。

## 3 结论

(1)根据2016年9月至2017年4月的鸟类调查结果,七里海潟湖湿地共记录到鸟类13目27科60种,鸟类居留类型主要为旅鸟和夏候鸟,鸟类区系主要为古北界鸟类和广布种,湿地水鸟数量占全部鸟类总数量的95.11%,水鸟类群主要为鸥类、雁鸭类和鸻鹬类。

(2)相比于春、秋两季,潟湖湿地冬季的水鸟种类最少,鸟类丰富度也最低,这与七里海潟湖湿地所处的地理位置和气候温度变化相关。然而,冬季雁鸭类分布相对较多,并且有鹤类和猛禽类等珍稀物种在此地越冬或迁徙过境,所以应该加强宣传和保护。

(3)七里海潟湖湿地位于东亚—澳大利西亚迁徙路线上,是重要的鸟类迁徙停歇地和觅食地,鸟类尤其是水鸟资源丰富,应当受到关注和保护。

## 参考文献:

- [1] 庄晨辉. 湿地与水鸟[M]. 北京: 中国林业出版社, 2009.
- [2] 杨会利, 袁振杰, 高伟明. 七里海泻湖湿地演变过程及其生态环境效应分析[J]. 湿地科学, 2009, 7(2): 118-124.
- [3] 陈小麟. 福建省滨海湿地水鸟[M]. 北京: 高等教育出版社, 2012.
- [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.
- [5] 高杰, 高敏, 赵志红, 等. 1987—2015年七里海泻湖湿地景观格局变化及驱动力分析[J]. 水生生态学杂志, 2018, 39(4): 8-16.
- [6] 洛昊, 段新玉, 金照光, 等. 昌黎黄金海岸国家级自然保护区海上范围与功能调整研究[J]. 海洋环境科学, 2015, 34(6): 885-890.
- [7] 王建伟, 霍玉兵, 李晶. 秦皇岛七里海泻湖水面上钻探取样及勘察成果分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2018, 45(4): 73-77.
- [8] KOU C H, ZHANG Q T, HANG Y U, et al. Community characteristics of macrobenthos community in Changli Gold Coast National Nature Reserve of Hebei in China[J]. Marine Science Bulletin, 2017, 19(2): 38-50.
- [9] 洛昊, 冯志权, 金照光, 等. 昌黎保护区浮游植物的群落结构特征及变化趋势[J]. 大连海洋大学学报, 2015, 30(2): 207-210.
- [10] 刘亚柳, 金照光. 昌黎黄金海岸自然保护区七里海泻湖湿地生态系统退化分析与修复对策[J]. 吉林地质, 2010, 29(2): 127-136.
- [11] 方文珍, 陈志鸿, 陈小麟, 等. 厦门滨海湿地冬季鸟类群落多样性研究[J]. 海洋科学, 2007, 31(1): 10-16.
- [12] REYNOLDS R T, SCOTT J M, NUSSBAUM R A. A variable circular-plot method for estimating bird numbers[J]. Condor, 1980, 82(3): 309-313.
- [13] SUTHERLAND W J, NEWTON I, GREEN R. Bird ecology and conservation[M]. New York: Oxford University Press, 2004.
- [14] VERNER J, RITTER L V. A Comparison of transects and spot mapping in oak-pine woodlands of California[J]. Condor, 1988, 90(2): 401-419.
- [15] 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.
- [16] 刘学忠, 曹木吉, 范怀良, 等. 北戴河鸟类图志[M]. 河北: 河北教育出版社, 2011.
- [17] SHANNON C E, WEAVER W, WIENER N. The mathematical theory of communication[M]. Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- [18] PIELOU E C. Ecological diversity[M]. New York: John Wiley and Sons, 1975.
- [19] MARGALEF D R. Information theory in ecology[J]. General Systems, 1958, 3: 36-71.
- [20] 高宏颖. 秦皇岛地区鸟类资源调查报告[J]. 河北科技师范学院学报, 2015, 29(1): 81-85.
- [21] 张玉峰, 徐全洪, 高士平, 等. 河北滦河口湿地鸟类多样性调查[J]. 四川动物, 2010, 29(2): 244-248.

## Bird diversity in the Qilihai Lagoon wetland of Qinhuangdao during non-breeding seasons

DAI Yu-fei<sup>1</sup>, WU Fu-xing<sup>1</sup>, ZHAO Li-yuan<sup>1</sup>, LEI Wei<sup>2</sup>, ZENG Qian-hui<sup>3</sup>, WANG Xian-yan<sup>1</sup>

(1. Third Institute of Oceanography, MNR, Fujian Provincial Key Laboratory of Marine Ecological Conservation and Restoration, Xiamen 361005, China; 2. National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023, China; 3. Marine College, Shandong University at Weihai, Weihai 264209, China)

**Abstract:** Bird diversity in the Qilihai Lagoon wetland of Qinhuangdao was investigated with line transects and variable circular-plot methods during non-breeding seasons from September 2016 to April 2017. A total of 60 species belonging to 13 orders and 27 families were recorded. Among the 60 species, 14 species in 10 families were Passeriformes, accounting for 23.33% of the total. The other 46 species in 17 families accounted for 76.67% of the total. Waterfowl population made up 95.11% of all the species and most of them were gulls and ducks, followed by

waders and herons. For the residential types, passing migrants and summer migrants were the most abundant species, accounting for 35.00% and 33.33% of the total, respectively. In the avian fauna, Palearctic realm species and widespread species accounted for 63.33% and 26.67% of the total, respectively. Based on the statistical analysis, Shannon-Weaver diversity index, Pielou evenness index and Margalef richness index averaged 1.86, 0.39 and 2.31, respectively. The Qilihai Lagoon wetland, located on the east Asia-Australasia migration route, is an important stopover and foraging site for migrating birds, especially for waterfowls. Thus, it should necessarily be concerned and protected.

**Key words:** marine biology; wetland ecology; bird; biodiversity; avian fauna; Qilihai Lagoon

**DOI:** 10.3969/J. ISSN. 2095-4972. 2019. 04. 012

(责任编辑:王 静)