

海南东寨港水鸟多样性的动态变化研究

林艺婷¹⁾ 卢刚²⁾ 蔡挺²⁾ 张熙斌³⁾ 冯尔辉^{3)†}

(1)北京师范大学生物多样性与生态工程教育部重点实验,生命科学学院,北京;
2)海口雷州湿地研究所,海南海口; 3)海南东寨港国家级自然保护区管理局,海南海口)

摘要 为了解海南东寨港国家级自然保护区水鸟多样性的现状及其季节动态变化,以便为海南省的生物多样性保护管理提供科学依据,本研究于2021年1月—2022年12月,利用分区直数法对该保护区及周边区域的水鸟进行了为期2年的月度调查,并与该保护区以往的调查数据进行了对比分析.结果显示:本次调查共记录水鸟6目13科72种,总数量62 703只次;水鸟物种多样性的季节变化趋势由多到少依次为冬季、秋季、春季、夏季;不同生境的水鸟多样性存在明显差异,其中滩涂红树林和养殖塘是研究区2种最重要的鸟类生境.对比不同历史时期的调查结果,发现东寨港水鸟种类和数量以及优势种类发生了明显变化.建议海南东寨港国家级自然保护区今后应对水鸟资源开展长期调查和监测,制定有针对性的保护管理措施,并因地制宜地开展生态修复工作.

关键词 水鸟;物种多样性;季节动态;保护;红树林;海南

中图分类号 Q958.1

DOI: 10.12202/j.0476-0301.2023260

海南东寨港自然保护区(后文简称东寨港)成立于1980年,是我国第一个以红树林及其湿地生态系统为主要保护对象的自然保护区,1986年晋升为国家级自然保护区,1992年被确定为我国首批国际重要湿地.作为海南省一个重要的水鸟栖息地^[1],东寨港的鸟类生存状况一直受到关注.自1980年代以来,曾有多项涉及海南鸟类多样性^[2-5]或者东寨港鸟类多样性^[6-9]的研究项目开展.近年来,随着全球气候变化、自然环境和人为活动的改变,东寨港水鸟多样性也发生了一定程度的变化.然而,除了每年1月份的海南越冬水鸟同步调查和黑脸琵鹭(*Platalea minor*)的同步调查^[10]之外,近10年来东寨港尚未开展系统性的鸟类多样性调查工作.

有研究表明,不同类型生境的鸟类多样性会存在明显差异^[11].因此,选择具有典型代表性的栖息地,在全年的不同季节开展鸟类多样性的调查和监测,有利于摸清东寨港水鸟多样性的组成及其变化规律.为此,本研究利用分区直数法对该保护区及其周边区域的水鸟进行了为期2年的调查,并将本次调查结果与该保护区以往的调查数据进行了对比.本研究的主要目标是:通过对东寨港不同季节的鸟类多样性进行系统调查,掌握物种组成及其季节变化趋势,从而为海南鸟类多样性的保护与栖息地管理提供科学依据.

1 研究区概况

东寨港国家级自然保护区位于海南岛的东北部,地理坐标为110°32'~110°37'E,19°51'~20°01'N,总面积3 337.6 hm²,其中核心区面积1 635.0 hm²、缓冲区面积1 167.1 hm²、实验区面积535.5 hm²[7].当地属于典型热带季风气候,年平均气温23.8℃,年降雨量1 700 mm,雨季多台风.该保护区的红树林面积达2 180 hm²,有滩涂和微咸沼泽地,海湾内水深一般<4 m^[8].东寨港湿地植被主要由红树植物和人工林组成,价值较高的植物有红海榄(*Rhizophora stylosa*)、椰子树(*Cocos nucifera*)、木麻黄(*Casuarina equisetifolia*)、黄槿(*Hibiscus tiliaceus*)、苦楝(*Melia azedarach*)、秋茄(*Kandelia obovata*)等^[12].

本次调查区域包括海南东寨港国家级自然保护区的塔市片区、三江片区、石路片区、桂南片区和罗豆片区及保护区周边的下塘人工湿地(图1),主要生境包括近海与海岸湿地(红树林沼泽、潮间淤泥海岸、浅海水域)、沼泽湿地(草本沼泽)和人工湿地(稻田、养殖塘)等多种不同类型.其中下塘的生境以养殖塘为主(面积占80%),并有草本沼泽(占20%);塔市大坝、石路和罗豆湿地的生境为红树林+潮间带滩涂(50%)和养殖塘(50%);桂南湿地则为草本沼泽(60%)和养殖塘(40%);塔市海上和三江海上的生境

† 通信作者:冯尔辉(1985—),林业工程师.研究方向:红树林生物多样性保护. E-mail: onlyonefengerhui@163.com

收稿日期:2023-12-22

是红树林、潮间带滩涂和浅水海域;三江湿地的生境由红树林(50%)、养殖塘(30%)和水稻田(20%)组成。



图1 海南东寨港国家级自然保护区及其周边的调查样区分布

2 研究方法

2.1 野外调查 野外调查工作于2021年1月—2022年12月进行。按《全国第二次陆生野生动物资源调查技术规程》^[13]和《生物多样性观测技术导则 鸟类》^[14]的要求,采用分区直数法,选择合适的潮位时间,每月开展1次水鸟调查。陆地样区采用步行调查,海上样区采用乘船调查。

鸟类的物种分类系统参见郑光美院士^[15]主编的《中国鸟类分类与分布名录(第四版)》,水鸟的定义参考刘金等^[16]的标准,国家重点保护野生鸟类依据2021年发布的《国家重点保护野生动物名录》^[17],鸟类保护等级依据世界自然保护联盟(IUCN)红色名录的评级标准^[18]。鸟类的居留型参考Lewthwaite等^[19]发表的论文,优势种的定义为鸟类个体数占调查区域鸟类总数>5%的物种。

2.2 数据分析 鸟类物种多样性指标包括Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀度指数^[20]。其中,Shannon-Wiener指数计算公式为

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

Pielou指数为

$$J = H' / \ln S, \quad (2)$$

式中 P_i 为第 i 种的个体数占比, S 为水鸟物种数。

数据处理和作图均在R 3.6.3中完成。不同调查样区间鸟类群落多样性指数利用R中的“Vegan”包进行计算,鸟类群落间的差异检验采用ANOSIM (Analysis of similarities)计算。

3 结果

3.1 物种多样性 调查期间共记录到水鸟6目13科72种(详见附件),以鸻形目、鹬形目和雁形目为主要类群,分别有42种(占水鸟物种总数的58.33%)、13种(18.06%)和9种(12.50%);发现东寨港鸟类新记录3种,分别是绿头鸭(*Anas platyrhynchos*)(2022年11月下塘2只)、黑腹军舰鸟(*Fregata minor*)(2021年11月塔市海上1只)及长嘴半蹼鹬(*Limnodromus scolopaceus*)(2021年10月下塘1只,11月下塘和桂南各1只)。

野外调查期间记录到国家一级重点保护野生动物1种,为黑脸琵鹭,共46只次。2021年1—3月和11—12月在下塘稳定监测到4只黑脸琵鹭;2022年1—4和10—11月在下塘均监测到黑脸琵鹭,其中越冬个体4只,其他季节最高观测数量达6只(2月)。在塔市海上样区也监测到黑脸琵鹭1只(2022年7月)。调查发现国家二级重点保护野生动物17种,包括栗树鸭(*Dendrocygna javanica*)、半蹼鹬(*Limnodromus semipalmatus*)、白腰杓鹬(*Numenius arquata*)、黑腹军舰鸟、白琵鹭(*Platalea leucorodia*)等。此外,还观测到海南省重点保护野生鸟类61种,被列入IUCN红色名录的濒危(EN)物种1种,为黑脸琵鹭;近危(NT)物种7种,分别是半蹼鹬、白腰杓鹬、黑尾塍鹬(*Limosa limosa*)、斑尾塍鹬(*Limosa lapponica*)、灰尾漂鹬(*Tringa brevipes*)、红颈滨鹬(*Calidris ruficollis*)和弯嘴滨鹬(*Calidris ferruginea*)。

3.2 水鸟优势种及其种群数量 2021—2022年度开展的24次野外调查,共记录到鸟类数量62 703只次,其中2021年合计33 474只次,2022年29 229只次。在水鸟中,个体数量占比最高的是鸻形目,计28 719只次,占鸟类总数量的45.80%。其次是鹬形目23 938只次,占38.18%;雁形目9 751只次,占15.55%;鹬形目、鸻形目、鳾鸟目的个体数量相对较少。

水鸟优势种有5种,按数量多少排序分别是白鹭(*Egretta garzetta*),计12 284只次;灰翅浮鸥(*Chlidonias hybrida*),6 761只次;黑翅长脚鹬(*Himantopus himantopus*),6 382只次;大白鹭(*Ardea alba*),5 350只次;白眉鸭(*Spatula querquedula*),4 441只次。

3.3 居留型和季节动态 在所记录到的72种水鸟中,有留鸟14种,占19.44%。具有迁徙习性的候鸟合

计 58 种, 占 80.56%。其中: 冬候鸟 46 种, 占 63.89%; 夏候鸟 2 种, 占 2.78%; 旅鸟 10 种, 占 13.89%。

调查结果显示, 东寨港水鸟种数的季节变化趋势由多到少依次为 1—2 月和 12 月(冬季)、9—11 月(秋季)、3—5 月(春季)、6—8 月(夏季), 详见图 2。

东寨港水鸟数量呈现出明显的季节动态, 整体趋势与水鸟多样性的变化规律相似, 水鸟数量最高峰出现在 11—12 月, 见图 2。

3.4 水鸟分布特征 研究发现, 东寨港各个监测样区的水鸟分布呈现不均匀的特点。其中, 下塘湿地的水鸟种类最为丰富, 其次是三江湿地, 石路湿地鸟类种类最少。从数量上看, 下塘湿地的水鸟数量最多, 塔

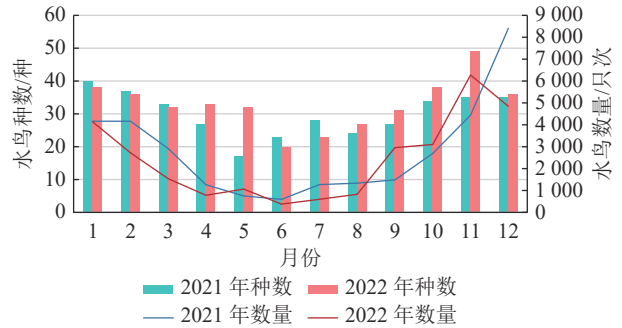


图 2 海南东寨港 2021 和 2022 年水鸟种类与数量的动态变化

市大坝次之, 石路湿地水鸟数量最少(表 1)。

表 1 2021 和 2022 年海南东寨港各监测样区的水鸟群落结构参数

地区	水鸟种数(S)/种		水鸟数量(N)/只次		多样性指数(H')		均匀度指数(J)	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
下塘	50	51	14 591	10 661	2.56	2.44	0.89	0.86
塔市大坝	25	25	6 449	4 638	1.64	1.6	0.67	0.69
石路	17	12	856	708	2.29	1.83	0.87	0.78
桂南	27	33	1 390	2 353	2.44	2.7	0.88	0.91
塔市海上	21	23	1 603	1 779	1.9	1.86	0.78	0.76
三江海上	25	25	3 127	3 624	2.4	2.36	0.88	0.88
三江湿地	31	39	2 545	4 437	2.56	2.06	0.89	0.76
罗豆	20	21	2 913	1 029	1.26	1.14	0.5	0.42
总计	63	63	33 474	29 229	2.92	2.87	0.92	0.91

总体来看, 各个调查样区之间鸟类的分布存在显著差异(ANOSIM, $R=0.317$, $P=0.001$, $n=187$)(图 3)。其中: 生境类型相似的样区更可能记录到相似的鸟类种类和数量, 如三江海上和塔市海上; 不同生境类型的样区, 如罗豆和下塘的鸟类多样性具有较大差异。

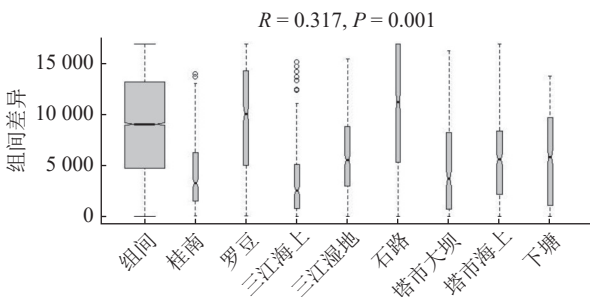


图 3 海南东寨港鸟类调查样区间的鸟类物种差异

4 讨论

4.1 东寨港的鸟类多样性 将本次调查与以往的调查结果[3, 6, 8-9]相比较, 可以看出东寨港鸟类近 40 a 来的一些变化趋势, 主要体现在: 1) 水鸟种类先减少后

增加。1980 年后二三十年间有较大幅度的减少, 例如 1980 年记录水鸟种数 63 种, 1997—1998 年和 2009—2011 年记录水鸟种数仅 37 和 39 种, 但是 2015 年水鸟种数增加至 45 种, 2020—2021 年继续增加并达到新高(72 种)。鸭科、秧鸡科、鹭科、鸻科、鹬科、鸥科都呈现出与水鸟总种数量相似的变化趋势, 而军舰鸟科和贼鸥科是本次调查的新增记录(表 2)。

2) 鸟类数量也呈现出先减少后增加的趋势。3) 优势种类的组成有所变化。1980 年代的优势种是绿翅鸭(*Anas crecca*)、苍鹭(*Ardea cinerea*)、池鹭(*Ardeola bacchus*)、白鹭、白骨顶(*Fulica atra*)、环颈鸻(*Charadrius alexandrinus*); 1990 年代的优势种是苍鹭、大白鹭、白鹭、环颈鸻、红脚鹬(*Tringa totanus*)、青脚鹬(*Tringa nebularia*)等; 2009—2011 年的优势种是苍鹭、白鹭、池鹭、白眉鸭、青脚鹬、红脚鹬、绿翅鸭等; 2015 年的优势种是蒙古沙鸻(*Charadrius mongolus*)、铁嘴沙鸻(*Charadrius leschenaultii*)、白鹭、池鹭、琵嘴鸭(*Spatula clypeata*)、黑尾膝鹬、青脚鹬、红脚鹬; 本次调查的优势种是白鹭、灰翅浮鸥、

黑翅长脚鹬、大白鹭、白眉鸭。深圳湾、香港米浦水鸟群落出现相似的动态变化^[21]。有关这种变化的原因还有待进一步探讨。

4.2 鸟类的季节变化 鸟类季节变化的最重要原因是迁徙鸟类的动态变化^[11]。本研究发现,东寨港水鸟种类和数量均为越冬季最多,春迁季相对减少,繁殖季达到最低值,秋迁季逐渐增多,因此季节变化趋势由多到少依次为冬季、秋季、春季、夏季,这与邹发生等^[6]、冯尔辉等^[8]、梁振辉等^[9]的历史调查情况相符。东寨港水鸟的季节动态变化与海南其他地区相似^[22-23],但与广西山口、广东雷州半岛等地的红树林湿地存在一定差异^[24-25]。其原因可能与东亚—澳大利西亚迁徙路线上水鸟对各地红树林湿地的利用存在明显的时间差异有关^[26]。

4.3 不同区域生境的鸟类偏好 鸟类的数量和空间利用状况直接反映其对栖息地的选择^[27]。东寨港各监测样区的水鸟存在明显差异,反映了水鸟对不同类型栖息地的选择和利用。下塘自2000年左右已是东寨港主要的水鸟栖息地。该样区涵盖大面积的养殖塘,吸引了大量鸬鹚、雁鸭类、鹭类栖息。该地鸟类多样性之所以最高,很可能与生境多样以及为水鸟提供了人工栖息地^[28-29]有关。

4.4 湿地修复对鸟类多样性的影响 三江湿地曾经养殖鱼塘泛滥,严重破坏了当地的水生态环境。自2009年该湿地启动生态修复项目以来,共清退鱼塘170 hm²,种植红树133 hm²,鸟类的栖息地逐渐得到恢复。我们观测到三江湿地目前的生境为人工红树林(50%)、养殖塘(30%)和稻田(20%),栖息的鸟类以鸬鹚类和鹭类为主,也有较多的雁鸭类和秧鸡类,反映出湿地修复对鸟类多样性产生了积极影响。

4.5 黑脸琵鹭的生存现状 东寨港是世界濒危物种黑脸琵鹭的重要越冬地之一。自1987年11月首次在东寨港出现26只黑脸琵鹭^[2]以来,该物种连续数年在该保护区出现过,但数量逐渐减少^[10, 30]。直至2021年,东寨港稳定监测到4只越冬个体,占海南岛越冬个体总数量(106只)的3.8%^[10]。2022年累计有7个月均记录到黑脸琵鹭,最高记录数量6只(2月)。特别值得注意的是,2000年之前,所有黑脸琵鹭皆记录于东寨港的沿海滩涂上,而2000年之后,黑脸琵鹭仅出现在东寨港之外的下塘养殖塘区域,距离内海约200 m^[10]。可能是因为下塘为养鸭塘,有黑脸琵鹭利用的食物资源,同时水位适合黑脸琵鹭觅食;而沿海滩涂甚少记录到黑脸琵鹭可能与人工种植红树林挤占光滩、缩小了该物种的有效觅食区域有关。

4.6 保护与管理建议 为加强东寨港红树林湿地鸟

类多样性的保护管理,特提出如下建议:

1)坚持进行长期的鸟类巡护与调查监测,掌握种群动态变化的趋势;

2)加强下塘水鸟及其栖息地的监管和保护力度,并制定应对禽流感的措施和应急预案^[31-32];

3)应考虑到光滩对水鸟栖息的重要性^[33],建议保留原有的滩涂,为多种类型的水鸟创造良好的取食环境。

5 结束语

海南东寨港调查共记录72种水鸟,隶属于6目13科。国家以及重点保护野生动物1种(黑脸琵鹭);国家二级重点保护野生动物17种,包括栗树鸭、半蹼鹬、白腰杓鹬、黑腹军舰鸟等。水鸟优势种为白鹭、灰翅浮鸥、黑翅长脚鹬、大白鹭、白眉鸭。居留型以冬候鸟为主,水鸟种类和数量出现明显的季节变化,由多到少依次为冬季、秋季、春季、夏季。不同类型生境的水鸟多样性存在明显差异,其中滩涂红树林和养殖塘是研究区2种最重要的鸟类生境。

与历史时期相比,东寨港的水鸟种类和数量及优势种类发生了明显变化。东寨港是濒危物种黑脸琵鹭重要的越冬地之一,越冬的数量较往年增多。2021年,东寨港稳定监测到4只越冬个体,占海南岛越冬个体总数量(106只)的3.8%;2022年累计7个月均记录到黑脸琵鹭,最高记录数量6只(2月)。

建议海南东寨港国家级自然保护区对水鸟资源开展长期调查和监测,根据不同生境的鸟类特点制定有针对性的保护管理措施,并因地制宜地开展受损生态系统的生态修复。

6 参考文献

- [1] LAZELL J D. Birds and mammals of Hainan Island[J]. *Journal of Mammalogy*, 1985, 66(1): 204
- [2] 邓巨燮,关贵勋,卢柏威,等.广东省及海南重要鸟类资源现状调查[J]. *生态科学*, 1989, 8(2): 60
- [3] 关贵勋,邓巨燮.华南红树林潮滩带的鸟类[J]. *中山大学报论丛*, 1990(2): 66
- [4] 张国钢,梁伟,刘冬平,等.海南岛沿海越冬水鸟及其保护[J]. *Chinese Birds*, 2010, 1(3): 204
- [5] 程成,谢乔,李飞,等.海南岛红树林湿地的水鸟多样性[J]. *动物学杂志*, 2019, 54(5): 636
- [6] 邹发生,宋晓军,陈康,等.海南东寨港红树林湿地鸟类多样性研究[J]. *生态学杂志*, 2001, 20(3): 21
- [7] 常弘,毕肖峰,陈桂珠,等.海南岛东寨港国家级自然保护区鸟类组成和区系的研究[J]. *生态科学*, 1999, 18(2): 53

- [8] 冯尔辉,陈伟,廖宝文,等.海南东寨港红树林湿地鸟类监测与研究[J].热带生物学报,2012,3(1):73
- [9] 梁振辉,冯尔辉,李隆飞,等.2015年海南东寨港红树林湿地鸟类调查[J].热带林业,2018,46(2):43
- [10] 李飞,卢刚,冯尔辉,等.海南岛黑脸琵鹭越冬种群的变化与保护策略[J].湿地科学,2021,19(6):667
- [11] 段智钊,牛晓楠,熊晴帆,等.广东省惠州市建成区湿地鸟类多样性及保护热点区域分析[J].林业与环境科学,2021,37(6):22
- [12] 李苑菱,陈宗铸,雷金睿,等.海口市东寨港红树林湿地植物多样性研究[J].热带林业,2019,47(2):48
- [13] 郝二虎,王志臣,王维胜,等.全国第二次陆生野生动物资源调查总体思路[J].野生动物学报,2014,35(2):238
- [14] 中华人民共和国环境保护部.生物多样性观测技术导则鸟类:HJ 710.4-2014[S].北京:中国环境科学出版社,2015
- [15] 郑光美.中国鸟类分类与分布名录[M].4版.北京:科学出版社,2023
- [16] 刘金,阙品甲,张正旺.中国水鸟的物种多样性及其国家重点保护等级调整的建议[J].湿地科学,2019,17(2):123
- [17] 国家林业和草原局 农业农村部.国家重点保护野生动物名录 2021 年第 3 号公告 [EB/OL]. (2021-02-01)[2023-12-20].<https://www.forestry.gov.cn/main/5461/20210205/122418860831352.html>
- [18] IUCN. The IUCN red list of threatened species [EB/OL]. (2023-01)[2023-12-20]. <https://www.iucnredlist.org/en>
- [19] LEWTHWAITE R W, LI F, CHAN B P L. An annotated checklist of the birds of Hainan Island, China[J]. Journal of Asian Ornithology, 2021, 37: 6
- [20] MAGURRAN A E. 生物多样性测度 [M]. 张峰,译.北京:科学出版社,2011
- [21] 林石狮,田穗兴,王英永,等.2007—2011年深圳湾鸟类多样性组成和结构变化[J].湿地科学,2017,15(2):163
- [22] 邹发生,宋晓军,陈康,等.海南清澜港红树林湿地鸟类初步研究[J].生物多样性,2000,8(3):307
- [23] 杨灿朝,蔡燕,梁伟,等.海南北黎湾和后水湾湿地水鸟的季节动态、物种丰富度和种间相关性[J].生物多样性,2009,17(3):226
- [24] 韦江玲,孙仁杰,刘文爱,等.广西山口红树林湿地鸟类多样性研究[J].亚热带资源与环境学报,2020,15(1):1
- [25] 邹发生,杨琼芳,蔡俊钦,等.雷州半岛红树林湿地鸟类多样性[J].生态学杂志,2008,27(3):383
- [26] 邹业爱,牛俊英,汤臣栋,等.东亚—澳大利西亚迁徙路线上鹤形目水鸟适宜生境变化:以崇明东滩迁徙停歇地为例[J].生态学杂志,2014,33(12):3300
- [27] WANG W J, FRASER J D, CHEN J K. Wintering waterbirds in the middle and lower Yangtze River floodplain: changes in abundance and distribution[J]. *Bird Conservation International*, 2017, 27(2): 167
- [28] 赵锦霞,刘昊,张利权.崇明东滩越冬鸟类在养殖塘的空间分布[J].动物学研究,2008,29(2):212
- [29] CHENG C Y, LIU J J, MA Z J. Effects of aquaculture on the maintenance of waterbird populations[J]. *Conservation Biology*, 2022, 36(15):13913
- [30] 张国钢,梁伟,刘冬平,等.黑脸琵鹭在海南岛的越冬地及其保护[J].林业科学,2006,42(1):96
- [31] MARTELLI L, FORNASIERO D, SCARTON F, et al. Study of the interface between wild bird populations and poultry and their potential role in the spread of Avian Influenza[J]. *Microorganisms*, 2023, 11(10): 2601
- [32] GUINAT C, VALENZUELA A C, VAUGHAN T G, et al. Disentangling the role of poultry farms and wild birds in the spread of highly pathogenic Avian Influenza virus in Europe[J]. *Virus Evolution*, 2022, 8(2): [veac073](https://doi.org/10.1093/ve/veac073)
- [33] MA Z J, CHOI C Y, GAN X J, et al. Achievements, challenges, and recommendations for waterbird conservation in China's coastal wetlands[J]. *Avian Research*, 2023, 14: 100133

Dynamic changes in waterbird diversity at Dongzhai Harbor in Hainan

LIN Yiting¹⁾ LU Gang²⁾ CAI Ting²⁾ ZHANG Xibin³⁾ FENG Erhui³⁾

(1)MOE Key Laboratory For Biodiversity Science And Ecological Engineering, College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing, China;

2)Haikou Duotan Wetlands Institute, Haikou, Hainan, China; 3)Hainan Dongzhai Harbor National Nature Reserve, Haikou, Hainan, China)

Abstract A zonal synchronous survey was conducted from January 2021 to December 2022 at Hainan Dongzhaigang Harbor National Nature Reserve, to examine waterbird diversity, seasonal dynamic changes and trend of changes, to provide scientific and technical support for biodiversity conservation and habitat management. A total of 72 species, 13 families, 6 orders of waterbirds were recorded, out of 62 703 waterbirds recorded. The seasonal changes of species diversity was winter > autumn > spring > summer. Significant differences were noted in the diversity and seasonal dynamics of waterbird in different habitats; tidal mangroves and breeding ponds were found to be the two most important habitats. Human disturbance and habitat change were important factors affecting the survival of wintering waterbirds. We suggest that conservation measures and ecological restoration strategies be formulated according to the characteristics of bird communities in different habitats, ecological restoration be carried out according to local conditions. Longer term investigations are needed.

Keywords waterbird; species diversity; seasonal dynamics; protection; mangrove; Hainan

【责任编辑:武 佳】