

浙江诸暨白塔湖国家湿地公园两栖爬行动物多样性研究

杨海炳¹, 许济南², 刘凯怵², 刘宝权²

(1. 诸暨市白塔湖湿地生态研究所, 浙江 诸暨 311835; 2. 浙江省森林资源监测中心, 浙江 杭州 310020)

摘要: 2017-2018年每年的4-8月,在浙江诸暨白塔湖国家湿地公园开展了两栖爬行动物资源调查,并从物种组成、地理区系、保护等级等方面进行了分析。结果表明,湿地公园共有两栖爬行动物3目10科,其中,两栖动物有1目4科8属10种,爬行动物有2目6科13属13种;湿地公园内两栖爬行动物在动物区系成分上具有明显的东洋界特征;存在较多的单属种;爬行动物多样性指数略高于两栖动物。在生物多样性保护价值方面,湿地公园两栖爬行动物体现出典型的平原水网区域的资源特点,并且记录有国家重点保护野生动物1种,浙江省重点保护野生动物2种,中国生物多样性红色名录近危以上物种8种,IUCN濒危等级近危以上物种2种。调查表明湿地公园主要的生态问题是栖息地破碎化和外来物种入侵,为此,提出了妥善处理公园内集体土地;开展野生动物栖息地改造;防控外来物种入侵;开展两栖爬行动物长期监测的建议。

关键词: 白塔湖国家湿地公园;两栖动物;爬行动物;多样性研究

中图分类号: Q958.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3776(2020)04-0037-07

Diversity of Amphibians and Reptiles in Zhejiang Zhuji Baitahu National Wetland Park

YANG Hai-bing¹, XU Ji-nan², LIU Kai-chao², LIU Bao-quan²

(1. Zhuji Baitahu Wetland Ecological Research Institute, Zhuji 311835, China; 2. Zhejiang Forest Resources Monitoring Center, Hangzhou 310020, China)

Abstract: Investigations were implemented on amphibian and reptile resource in Zhuji Baitahu National Wetland Park, Zhejiang province from April to August in 2017 and 2018. The results showed that there were 10 families of 3 orders of amphibians and reptiles in the Park, among them, 10 species of amphibians, from 4 families, 8 genera and 1 order, 13 species of reptiles from 2 orders, 6 families, 13 genera. Analysis on amphibian and reptile resources from the aspects of species composition, geographical flora and protection indicated that both amphibians and reptiles were dominated by the oriental realm species with a single genus. The reptile biodiversity index was higher than amphibian's. Amphibians and reptiles had characteristics of typical plain water network area. One species was listed as national key protected wildlife, 2 species in Zhejiang Province, 8 species were listed as endangered by China red list, and 2 species were listed as endangered by IUCN red list. And the main ecological challenge was habitat fragmentation and invasive species in the Park. Suggestions were put forwarded for better protection such as handling of collective land in the Park, transformation of wildlife habitat, preventing and controlling invasive species, and long-term monitoring of amphibian and reptile species.

Key words: Zhuji Baitahu National Wetland Park; amphibian; reptile; diversity study

浙江诸暨白塔湖国家湿地公园(以下简称白塔湖国家湿地公园)入选浙江省十大“最美湿地”^[1]、浙江省首批省重要湿地名录,是浙江省经济发达地区难得一见的农耕式河网湖泊湿地,是钱塘江流域保存完好的重要湿地之一,于2008年创建为省级湿地公园,2016年成为国家湿地公园。至2017年,白塔湖国家湿地公园的建

收稿日期: 2020-01-09; 修回日期: 2020-06-21

基金项目: 2017年第二批省林业发展和资源保护专项资金

作者简介: 杨海炳, 工程师, 从事林业生态保护、园林绿化工作; E-mail: 154029362@qq.com。通信作者: 刘宝权, 高级工程师, 从事湿地与野生动植物资源调查监测; E-mail: zjhzbq@126.com。

设发展已近十年, 公园界线几经变更, 水域变化及人类活动影响等导致公园现状与历史相比变化较大。两栖爬行动物作为生态环境变化的指示物种^[2], 与湿地关联最紧密, 但白塔湖国家湿地公园对两栖爬行动物的研究却很少, 未开展过全面的调查与研究。因此, 为了更好地掌握白塔湖国家湿地公园野生动物资源的变化情况, 本研究于 2017–2018 年对湿地公园两栖爬行动物进行了专项资源调查和研究, 现报道如下。

1 研究地自然概况

白塔湖国家湿地公园总面积 858.56 hm², 位于浙江省诸暨市东北部, 北连杭州市萧山区, 东接绍兴市柯桥区, 地理位置介于 120°20'06"~120°23'11" E, 29°52'06"~29°54'52" N, 湿地三面环山, 流域总集雨面积 64 km², 内有岛屿 78 个, 地势东南高、西北低, 为诸暨市最大湖畝, 浣山、乌龟山、仙人山等将湖面分割成里湖和外湖。属亚热带季风气候区, 日照丰富, 雨量充沛, 四季分明。多年平均气温 16.4℃, 年平均日照时数 1 896.8 h, 年平均降水量 1 435.1 mm, 年平均蒸发量 851.7 mm, 年平均无霜期 236.4 d。

2 研究方法

2.1 野外调查

调查时间为 2017–2018 年的每年 4–8 月。由于两栖爬行动物的活动高峰期夜间, 仅有部分爬行动物在白天温度较高时活动, 因此调查分白天和夜晚 2 个时段进行。其中, 白天调查时段为 10:00–14:00, 夜间调查时段为 20:00–02:00。在湿地公园内以岛屿为重点进行实地的样线调查, 并以实物采样为准, 共布设 20 条样线, 30 个样点 (图 1)。样线布设依据地形地貌、两栖爬行动物不同类群的生活习性与生境特点设置, 主要沿湖滨及其周边的灌草丛、岛屿内部池塘等复杂生境进行调查。样线长度视地形情况调整, 在生境复杂的地区设置多条短样线; 样线宽度根据视野范围而定。夜晚样线调查通过手电、头灯寻找、辨听两栖鸣声等方法确定区域内两栖动物种类, 采用 GPS 定位动物位置, 对物种及生境进行拍照, 记录个体数量、生境信息等, 对采集的标本进行固定处理、编号、测量、数据录入。

2.2 物种鉴定

物种鉴定依据《浙江动物志》(两栖类爬行类)^[3]、《中国两栖动物检索及图解》^[4]、《中国两栖动物及其分布彩色图鉴》^[5]、中国两栖动物信息系统^[6]、《中国爬行纲动物分类厘定》^[7]、《中国蛇类》^[8]和《中国动物志》^[9]等。物种红色名录等级依据《中国脊椎动物红色名录》^[10], 国家保护等级依据《国家重点保护野生动物名录》^[11], 浙江省重点保护野生动物依据《浙江重点保护野生动物名录》^[12], 区系分析依据《中国动物地理》^[13]。对于野外难以识别或鉴定存疑物种采集个体标本, 用于实验室测定形态数据和分类鉴定。测量工具采用电子数显游标卡尺, 精确到 0.1 mm。标本以 8%~10%福尔马林溶液固定, 回到室内经清水冲洗, 最终以 75%酒精保存。

2.3 分析方法

2.3.1 两栖动物生态类型划分 根据两栖动物成体栖息环境不同, 将其生态类型主要分为水栖型、陆栖型和树

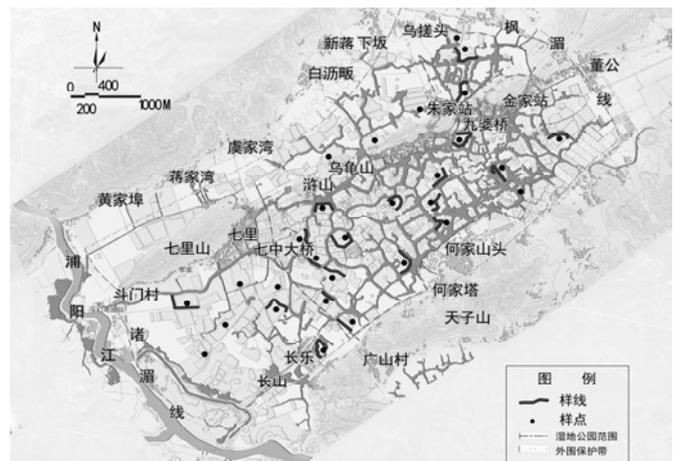


图 1 白塔湖国家湿地公园两栖爬行动物调查样线样点布设图

Figure 1 Distribution of line transects and sample points in Zhujia Baitahu National Wetland Park

栖型^[5]。但由于不同物种成体栖息环境的水流情况、繁殖场、产卵场、蝌蚪与幼体生活环境等也存在差异, 又进一步将水栖型分为静水型与流水型, 将陆栖型分为陆栖-静水型、陆栖-流水型。

2.3.2 物种多样性指数统计 为获取湿地公园生物群落科、属间的物种多样性, 根据蒋志刚^[14]提出的 $G-F$ 指数进行量度, 其中 G 指数计算属内和属间的多样性, F 指数计算科内和科间的多样性, $G-F$ 指数测定科、属水平上的物种多样性, 具体的计算公式为:

(1) F 指数 (D_F) 计算 在一个特定的科的 F 指数 (D_{Fk}) 的计算公式为:

$$D_{Fk} = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

式中, $P_i = S_{ki}/S_k$; S_k 为名录中 k 科中的物种数; S_{ki} 为名录中 k 科 i 属中的物种数; n 为 k 科中的属数。

一个湿地公园的 F 指数计算:

$$D_F = - \sum_{k=1}^m D_{FK}$$

式中, m 为名录中的科数。

(2) G 指数 (D_G) 计算

$$D_G = - \sum_{j=1}^p D_{Gi} = - \sum_{j=1}^p q_j \ln q_j$$

式中, $q_i = S_j/S$; S 为名录中的物种数; S_j 为 j 属中物种数; p 为总属数。

(3) $G-F$ 指数 (D_{GF}):

$$D_{GF} = 1 - D_G/D_F$$

根据上述的公式, 计算湿地公园中两栖爬行动物的 $G-F$ 指数。

3 结果与分析

3.1 物种组成

白塔湖国家湿地公园两栖爬行动物调查结果见表 1。由表 1 可知, 白塔湖国家湿地公园两栖动物有 1 目 4 科 8 属 10 种, 占浙江省两栖类物种总数^[15]的 20.83%, 其中, 蟾蜍科有 1 属 1 种, 姬蛙科有 1 属 2 种, 叉舌蛙科有 2 属 2 种, 蛙科有 4 属 5 种。蛙科是湿地公园两栖动物的主要组成物种, 占公园两栖动物物种总数的 50%。

表 1 白塔湖国家湿地公园两栖爬行动物名录及其保护等级
Table 1 Amphibian and reptile in Zhuji Baitahu National Wetland Park

| 物种名 | 保护等级 | 中国红色名录评估等级 | IUCN 红色名录评估等级 | 地理分布型 | 动物区系 |
|-------------------------------|------|------------|---------------|-------|------|
| 两栖纲 Amphibia | | | | | |
| 无尾目 Anura | | | | | |
| (一) 蟾蜍科 Bufonidae | | | | | |
| 1) 蟾蜍属 <i>Bufo</i> | | | | | |
| 1. 中华蟾蜍 <i>B. gargarizans</i> | 省一般 | LC | LC | Eg | 广布 |
| (二) 姬蛙科 Microhylidae | | | | | |
| 2) 姬蛙属 <i>Microhyla</i> | | | | | |
| 2. 饰纹姬蛙 <i>M. fissipes</i> | 省一般 | LC | LC | Wc | S/C |
| 3. 小弧斑姬蛙 <i>M. heymonsi</i> | 省一般 | LC | LC | Wc | S/C |
| (三) 叉舌蛙科 Dicroglossidae | | | | | |
| 3) 陆蛙属 <i>Fejervarya</i> | | | | | |
| 4. 泽陆蛙 <i>F. multistriata</i> | 省一般 | DD | DD | We | S/C |
| 4) 虎纹蛙属 <i>Hoplobatrachus</i> | | | | | |
| 5. 虎纹蛙 <i>H. chinensis</i> | 国 II | EN | - | Wc | S/C |

表1 续

| 物种名 | 保护等级 | 中国红色名录评估 | IUCN 红色名录评估等级 | 地理分 | 动物区系 |
|-----------------------------------|------|----------|---------------|-----|------|
| (四) 蛙科 Ranidae | | | | | |
| 5) 琴蛙属 <i>Nidirana</i> | | | | | |
| 6. 弹琴蛙 <i>N. adenopleura</i> | 省一般 | LC | - | Sc | O |
| 6) 水蛙属 <i>Hylarana</i> | | | | | |
| 7. 阔褶水蛙 <i>H. latouchii</i> | 省一般 | LC | LC | Se | S/C |
| 7) 侧褶蛙属 <i>Pelophylax</i> | | | | | |
| 8. 黑斑侧褶蛙 <i>P. nigromaculatus</i> | 省一般 | NT | NT | Ea | 广布 |
| 9. 金线侧褶蛙 <i>P. plancyi</i> | 省一般 | LC | LC | E | 广布 |
| 8) 蛙属 <i>Rana</i> | | | | | |
| 10. 镇海林蛙 <i>R. zhenhaiensis</i> | 省一般 | LC | LC | Sd | S/C |
| 爬行纲 Reptilia | | | | | |
| 一 龟鳖目 Testudines | | | | | |
| (一) 鳖科 Trionychidae | | | | | |
| 1) 鳖属 <i>Pelodiscus</i> | | | | | |
| 1. 中华鳖 <i>P. sinensis</i> | | EN | VU | Ea | 广布 |
| 二 有鳞目 Squamata | | | | | |
| (二) 壁虎科 Gekkondiae | | | | | |
| 2) 壁虎属 <i>Gekko</i> | | | | | |
| 2. 多疣壁虎 <i>G. japonicus</i> | 省一般 | LC | LC | Sh | S/C |
| (三) 蜥蜴科 Lacertidae | | | | | |
| 3) 草蜥属 <i>Takydromus</i> | | | | | |
| 3. 北草蜥 <i>T. septentrionalis</i> | 省一般 | LC | LC | E | O |
| (四) 石龙子科 Scincidae | | | | | |
| 4) 石龙子属 <i>Plestiodon</i> | | | | | |
| 4. 中国石龙子 <i>P. chinensis</i> | 省一般 | LC | - | Sm | S/C |
| 5) 蜓蜥属 <i>Sphenomorphus</i> | | | | | |
| 5. 铜蜓蜥 <i>S. indicus</i> | 省一般 | LC | - | We | O |
| (五) 蝰科 Viperidae | | | | | |
| 6) 亚洲蝮属 <i>Gloydius</i> | | | | | |
| 6. 短尾蝮 <i>G. brevicaudus</i> | 省一般 | NT | - | E | 广布 |
| (六) 游蛇科 Colubridae | | | | | |
| 7) 鼠蛇属 <i>Ptyas</i> | | | | | |
| 7. 乌梢蛇 <i>P. dhumnades</i> | 省一般 | VU | - | We | O |
| 8) 链蛇属 <i>Lycodon</i> | | | | | |
| 8. 赤链蛇 <i>L. rufozonatum</i> | 省一般 | LC | LC | Ed | 广布 |
| 9) 晨蛇属 <i>Orthriophis</i> | | | | | |
| 9. 黑眉晨蛇 <i>O. taeniura</i> | 省重点 | EN | - | We | 广布 |
| 10) 锦蛇属 <i>Elaphe</i> | | | | | |
| 10. 王锦蛇 <i>E. carinata</i> | 省重点 | EN | - | Sd | 广布 |
| 11) 滞卵蛇属 <i>Oocatochus</i> | | | | | |
| 11. 红纹滞卵蛇 <i>O. rufodorsatus</i> | 省一般 | LC | - | Eb | 广布 |
| 12) 颈槽蛇属 <i>Rhabdophis</i> | | | | | |
| 12. 虎斑颈槽蛇 <i>Rh. tigrinus</i> | 省一般 | LC | - | Ea | 广布 |
| 13) 环游蛇属 <i>Trimerodytes</i> | | | | | |
| 13. 赤链华游蛇 <i>T. annularis</i> | | VU | - | Sd | O |

注: 保护等级: “国 II”国家二级重点保护动物, “省重点”浙江省重点保护动物, “省一般”浙江省一般保护动物。中国红色名录及 IUCN 红色名录评估等级: EX-灭绝, EW-野外灭绝, CR-极危, EN-濒危, VU-易危, NT-近危, LC-无危, DD-数据缺乏。地理分布型: E-季风区型; Ea-季风区型包括阿穆尔或再延展至俄罗斯远东地区; Eb-季风区型包括乌苏里或再延展至朝鲜及俄罗斯远东); Ed-季风区型包括朝鲜至日本; Eg-季风区型包括乌苏里、朝鲜; Sc-南中国型热带-中亚热带; Sd-南中国型热带-北亚热带; Se-南中国型亚热带-中亚热带; Sh-南中国型中亚热带-北亚热带; Sm-南中国型热带-暖温带; Wc-东洋型热带-中亚热带; We-东洋型热带-温带。动物区系: “O”表示东洋界分布; “C”表示东洋界华中区分布; “S/C”表示东洋界华中区和华南区分布; “广布”东洋界和古北界分布。

白塔湖国家湿地公园爬行动物有 2 目 6 科 13 属 13 种, 占浙江省爬行动物种总数的 14.77%, 其中, 龟鳖目有 1 科 1 属 1 种; 有鳞目有 5 科 12 属 12 种, 分别为壁虎科 1 属 1 种、石龙子科 2 属 2 种、蜥蜴科 1 属 1 种; 蝾螈科 1 属 1 种、游蛇科 7 属 7 种。游蛇科是白塔湖国家湿地公园爬行动物的主要组成物种, 占公园爬行动物种总数的 53.85%。

3.2 优势种

根据调查, 白塔湖国家湿地公园中的两栖动物以静水型为主, 有 8 种, 另有陆栖-静水型 2 种。静水型两栖动物优势种主要为泽陆蛙和金线侧褶蛙, 其中, 泽陆蛙主要分布在农田、静水塘、积雨的临时水坑, 金线侧褶蛙主要分布在水岸边、河流水生植物隐蔽处和水塘, 相比于泽陆蛙更能适应水生环境。

白塔湖国家湿地公园内爬行动物常见种为短尾蝮、铜蜓蜥、多疣壁虎, 其中, 短尾蝮的数量远大于其他爬行动物, 占 54.93%, 为白塔湖国家湿地公园爬行动物优势种。公园内岛屿上的水田、芦苇塘等湿地环境为短尾蝮提供了理想的栖息生境。

3.3 物种多样性指数

白塔湖国家湿地公园中两栖动物单型科物种占物种总数的 25%, 单型属物种占物种总数的 75%; 爬行动物单型科占物种总数的 75%, 单型属物种占物种总数 100%; 两栖动物 $G-F$ 指数计算结果为 0, 爬行动物 $G-F$ 指数计算结果趋近于 0 (表 2), 说明湿地公园内两栖爬行动物多样性水平一般, 存在较多的单属种, 这与白塔湖国家湿地公园属浅水型河网湖泊湿地有关。白塔湖国家湿地公园与浙江山区相比缺少海拔梯度和山地溪流, 生境类型较单一, 无山地流水型、树栖型两栖爬行动物分布。从白塔湖国家湿地公园内爬行动物和两栖动物的多样性指数相比较, 爬行动物略高于两栖动物, 表明白塔湖平原河网湿地区分布的爬行动物种属多样性略好于两栖动物。

表 2 白塔湖国家湿地公园两栖、爬行动物的 F 指数、 G 指数、 $G-F$ 指数
Table 2 F , G and $G-F$ index of amphibian and reptile in Zhuji Baitahu National Wetland Park

| 动物类型 | 科数/科 | 属数/属 | 单型科数/科(占比) | 单型属数/属(占比) | F 指数 | G 指数 | $G-F$ 指数 |
|------|------|------|------------|------------|---------|---------|----------|
| 两栖动物 | 4 | 8 | 1 (25%) | 6 (75%) | 2.025 3 | 2.025 3 | 0 |
| 爬行动物 | 6 | 13 | 4 (75%) | 13 (100%) | 2.639 1 | 2.565 0 | 0.028 1 |

3.4 区系组成

白塔湖国家湿地公园两栖爬行动物以广布种为主, 共计 10 种, 占湿地公园两栖爬行动物种总数的 43.48%; 其中, 东洋界广布种 (O) 有 8 种, 占湿地公园两栖爬行动物种总数的 34.78%; 华中华南区分布种 (S/C) 有 4 种, 占湿地公园两栖爬行动物种总数的 17.39%, 华南区分布种 (C) 仅 1 种, 占湿地公园两栖爬行动物的 4.35%。由此可见, 白塔湖国家湿地公园两栖爬行动物的区系组成主要以广布种成分为主, 东洋界成分也占有一定比例。

3.5 地理分布型

白塔湖国家湿地公园地处中亚热带, 湿润地区, 江南与南岭山地丘陵^[13]。根据动物种的分布区相对集中并与一定的自然地理区域相联系的事实, 把我国陆生脊椎动物的种的分布划分成 9 个分布型。动物的分布型基本反应某一地区的动物区划。白塔湖国家湿地公园的两栖爬行动物包括三个分布型: 南中国型 (S)、东洋型 (W) 和季风型 (E)。湿地公园内两栖爬行动物中季风型 (E) 有中华蟾蜍、北草蜥等 9 种, 占两栖爬行动物总种数的 39.14%; 南中国型 (S) 有弹琴蛙、赤链华游蛇等 7 种, 占两栖爬行动物总种数的 30.43%; 东洋型 (W) 有饰纹姬蛙、乌梢蛇等 7 种, 占两栖爬行动物总种数的 30.43%。根据调查结果, 白塔湖国家湿地公园中两栖爬行动物以季风型成分稍占优势, 东洋型成分和南中国型成分持平, 表明白塔湖国家湿地公园所在区域两栖爬行动物以季风型和南中国型为主, 东洋型有渗透扩散。

3.6 珍稀濒危物种

由表 1 可知, 白塔湖国家湿地公园中两栖动物中有国家级重点保护野生动物 1 种, 为虎纹蛙; 有《IUCN 红色名录》近危物种 1 种, 为黑斑侧褶蛙; 有《中国生物多样性红色名录》濒危物种 1 种, 为虎纹蛙, 近危 1

种,为黑斑侧褶蛙。

爬行动物中有《IUCN 红色名录》易危物种 1 种,为中华鳖;有《中国生物多样性红色名录》濒危物种 3 种,为黑眉晨蛇、王锦蛇、中华鳖,易危物种 2 种,为赤练华游蛇和乌梢蛇;有浙江省重点保护野生动物 2 种,为黑眉晨蛇、王锦蛇。

4 讨论与建议

白塔湖湿地是钱塘江流域保存完好的重要湿地之一,也是诸暨市重要的生态屏障,白塔湖国家湿地公园的建立使得该区域的湿地生态系统得到了全面有效的保护,对防止湿地功能退化、维护湿地生物多样性,保障区域生态安全起到了重要作用。该地区的两栖爬行动物具有典型的平原湿地水网特点,但相关的资源调查和研究仍比较缺乏。本次调查研究对白塔湖国家湿地公园的两栖爬行动物多样性进行了一次较为系统的调查和总结。在调查过程中发现,该湿地公园以往的两栖爬行动物记录存在一定的错误,本研究根据野外调查结合文献资料进行了更正。本次调查共发现湿地公园两栖爬行动物新记录 13 种,超过该湿地公园两栖爬行类物种历史记录数的 50%^[16],证明了系统性生物多样性本底资源调查的重要性。

在生物多样性保护价值方面,白塔湖国家湿地公园两栖爬行动物体现出典型的平原水网区域的资源特点。在动物区系成分上具有明显的东洋界特征,与浙江省部分地区已开展的两栖类调查结果相似^[17-19]。湿地公园记录有国家重点保护野生动物 1 种,IUCN 濒危等级近危以上物种 2 种,中国生物多样性红色名录近危以上物种 8 种,浙江省重点保护野生动物 2 种,体现了较为重要的保护价值。

白塔湖国家湿地公园的建立对该区域野生动物及栖息地的保护意义重大,但目前也存在一些问题亟待解决:

(1) 栖息地破碎化。公园内的岛屿是两栖爬行动物的主要繁殖场所,但大部分岛屿仍属村集体所有土地,已承包到户。当地居民仍在进行耕种和养殖等作业,使得两栖爬行动物的栖息生境变得零散,同时,农药和化肥的使用易导致两栖爬行动物幼体的死亡和畸变;(2) 外来物种入侵。调查发现,湿地公园存在人为放生的外来物种红耳龟 *Trachemys scripta elegans* 和福寿螺 *Pomacea canaliculata*,其中,红耳龟被国际自然保护联盟(IUCN)列为“世界危险的 100 个入侵物种”之一^[20],福寿螺被原国家环保局列入《中国第一批外来入侵物种名单》^[21],盲目放生将导致外来物种入侵风险。

根据本调查研究结果,针对白塔湖国家湿地公园两栖爬行动物的保护提出 4 点建议:(1) 妥善处理公园内集体土地,通过集体土地征收、租赁、置换、地役权、捐赠使用权等多种措施,由湿地公园统一行使土地使用权,用来设立野生动物栖息地,由国家承担湿地生态保护的主体责任,生态效益和社会效益由全民共享;(2) 根据目标物种,选择部分岛屿,通过退耕还湿、退养还滩、清淤底泥堆场保育、微地形改造等措施,开展野生动物栖息地改造,为两栖爬行动物开辟理想的栖息繁育场所;(3) 建立外来生物监控管理系统,防控外来入侵物种。同时加强公众宣传,增强公众对外来有害生物危害的认识,避免因肆意放养、放生造成的外来物种入侵;(4) 根据调查研究结果设置两栖爬行动物长期监测样地样线,加强资源动态与保护成效的监测,及时为湿地公园野生动物资源的科学保护与管理提供决策依据。

参考文献:

- [1] 浙江“最美湿地”“最具物色湿地”评选委员会. 浙江十大“最美湿地”获奖名单[J]. 浙江林业, 2017(2): 1-1.
- [2] 李成, 谢峰, 车静, 等. 中国关键地区两栖爬行动物多样性监测与研究[J]. 生物多样性, 2017, 25(3): 246-254.
- [3] 黄美华, 金贻郎, 蔡春抹, 等. 浙江动物志: 两栖类 爬行类[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1990, 34-93.
- [4] 费梁, 叶昌媛, 黄永昭. 中国两栖动物检索及图解[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2005, 49-181.
- [5] 费梁, 叶昌媛, 江建平. 中国两栖动物及其分布彩色图鉴[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2012, 18-23.
- [6] 中国两栖动物. 中国两栖动物信息系统[EB/OL]. 2018. <http://www.amphibiachina.org/>.
- [7] 蔡波, 王跃招, 陈跃英, 等. 中国爬行纲动物分类厘定[J]. 生物多样性, 2015, 23(3): 365-382.
- [8] 赵尔宓. 中国蛇类: 上[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 2006, 71-99.

- [9] 赵尔宓, 黄美华, 宗愉, 等. 中国动物志, 爬行纲, 第二卷-蛇亚目[M]. 北京: 科学出版社, 1998, 6-19.
- [10] 蒋志刚, 江建平, 王跃招, 等. 中国脊椎动物红色名录[J]. 生物多样性, 2016, 24(5): 500-551.
- [11] 国务院. 关于《国家重点保护野生动物名录》的批复(国函〔1988〕144号)[Z]. 1988.
- [12] 浙江省人民政府办公厅. 《浙江省重点保护陆生野生动物名录》(浙政办发〔2016〕17号)[Z]. 2016.
- [13] 张荣祖. 中国动物地理[M]. 北京: 科学出版社, 2011, 259-281.
- [14] 蒋志刚, 纪力强. 鸟兽物种多样性测度的 G-F 指数方法[J]. 生物多样性, 1999, 7(2): 220-225.
- [15] 陶吉兴. 浙江林业自然资源野生动物卷[M]. 北京: 中国农业科学出版社, 2002: 38.
- [16] 诸暨市白塔湖湿地管理办公室, 浙江林学院园林设计院. 浙江诸暨白塔湖国家湿地公园总体规划(2009~2020)[Z]. 2008.
- [17] 朱曦, 朱浚氲, 肖志成, 等. 浙江龙王山自然保护区两栖爬行动物初步调查[J]. 浙江林学院学报, 2005, 22(4): 420-423.
- [18] 艾为明, 周化斌, 张永普, 等. 浙江省国家重点风景名胜区楠溪江两栖动物资源调查与区系分析[J]. 四川动物, 2010, 29(05): 556-559.
- [19] 陈余钊, 潘锡东, 伊柏峰, 等. 温州地区湿地生态系统脊椎动物物种多样性调查及其保护对策[J]. 浙江林业科技, 2007(03): 62-68, 74.
- [20] LOWE S, BROWNE M, BOUDJELAS S, *et al.* 100 of the world's worst invasive alien species a selection from the global invasive species database[M]. The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 2004: 12.
- [21] 国家环保总局, 中国科学院. 中国第一批外来物种入侵物种名单[EB/OL]. 2003. http://www.gov.cn/gongbao/content/2003/content_62285.htm.