

长江下游浅水湖泊石臼湖鱼类资源现状及变化趋势

朱迪¹, 杨志¹, 唐会元¹, 万力¹, 朱玉蓉²

(1. 水利部中国科学院水工程生态研究所, 水利部水工程生态效应与生态修复重点实验室, 武汉 430079;
2. 华中农业大学水产学院, 农业动物遗传育种与繁育教育部重点实验室, 农业部淡水生物繁育重点实验室, 武汉 430070)

摘要:根据2012-2013年对石臼湖水质和鱼类资源开展的2次调查数据,研究石臼湖水质、鱼类资源现状及演变趋势。采用水质单因子评价方法、营养状态质量指数,结合经济合作与发展组织(OECD)富营养湖泊判断标准,研究石臼湖、姑溪河、塘沟河、清水河的水质和富营养化状况;通过商业捕捞的渔获物调查,收集石臼湖和姑溪河鱼类资源数据,分析河网区鱼类种类组成、渔获物结构等渔业资源现状。结果表明,石臼湖及毗邻水域存在一定程度的水污染,且湖区受水量变化影响低于河流区,总体水质状况符合地表水环境质量Ⅲ~Ⅳ类,为富营养状态。石臼湖分布鱼类110种,2012-2013年共调查到54种;其中,石臼湖38种,固城湖33种,姑溪河51种。石臼湖、固城湖和姑溪河主要经济鱼类(数量和重量均超过1%的种类)分别有13、11和9种。石臼湖鱼类主要以鲤[*Cyprinus (Cyprinus) carpio*]、鲫(*Carassius auratus*)、鲃(*Silurus asotus*)等适应静、缓流生境的鱼类为主,并以鲮(*Hemiculter leucisculus*)、鲫、棒花鱼(*Abbotina rivularis*)等小型鱼类或小规格个体鱼类(<1 000 g)为主;湖区天然渔业资源呈衰退趋势,由于和长江下游干流相通,姑溪河鱼类种类数高于湖区,但其生物量远低于湖区;渔业资源的分布状况与水质状况无明显相关性,与河湖的连通性有关;受枯水期水量偏少、上游和周边来水污染以及高密度水产养殖的影响,石臼湖水质出现氮、磷和有机污染物超标等问题。宜采取源头控污、限制养殖、渔民转产以及人工增殖等措施,保护石臼湖水质,恢复天然渔业资源。

关键词:浅水湖泊;石臼湖;水质;鱼类资源

中图分类号:S932 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2016)02-0034-08

长江中下游地区湖泊纵横交错,面积占地表面积的1/8,是我国淡水湖泊主要分布区域之一(史小丽等,2007)。受第三季风的影响,由长江泛滥冲击而成,湖盆浅平,不形成温跃层,是典型的浅水湖泊(陈宜瑜等,1995)。与长江连接形成独具特色的江河复合生态系统,具有生产力高、水生高等植被丰富、沿岸带生态环境发达等特点(杨达源等,2000);由于江湖生态环境差异及每年受季风影响,出现了明显的汛期和水位涨落,形成了具有特色的江湖洄游鱼类,如鲢、鳙、草鱼、青鱼、赤眼鳟、鳊等,也是我国主要的经济鱼类(常剑波等,1999)。

近年来,受到湖面萎缩、水产养殖、水体污染等人类活动影响,造成长江中下游浅水湖泊水质下降、鱼类资源衰退,对湖区水生态环境造成了一定的影响(朱迪等,2008;李琴等,2010)。本研究于2012-

2013年对石臼湖及毗邻水域展开2次调查,研究石臼湖鱼类资源现状,并结合水环境资源状况和湖区经济发展,分析其演变趋势。

1 研究区域

石臼湖位于长江右岸水阳江入江河道尾间(118°46'16" ~ 118°51'16"E, 31°26'7" ~ 31°44'32"N),分属江苏省高淳、溧水和安徽省当涂3县,汇水面积约960 km²(图1)。该湖纳皖南山区水阳江青弋江上游以及湖区溧水区新桥河、天生桥河等周边地区来水,湖水经三汊河、塘沟河、运粮河、姑溪河,从安徽省当涂县金柱关汇入长江,长江汛期高水时江水倒灌入湖,为过水性、吞吐型和季节性的湖泊。湖区水资源主要依赖地表径流和湖面降水补给,多年平均水位6.97 m,干旱季节湖泊面积最小为21 400 hm²,雨季时最大面积为34 000 hm²。由于湖泊周围有较多的居民居住,湖内各水域的污染受人为影响较大,渔业与养殖、工业废水、生活污水等因素构成了石臼湖水环境问题的主要原因(王荣娟等,2011)。石臼湖水质和鱼类资源调查具体站点设置见表1。

收稿日期:2014-10-27

基金项目:三江口三汊河闸、塘沟河闸工程水生态调查评价专题项目;三峡工程与环境监测系统项目(SX[2010]-009)。

作者简介:朱迪,女,1978年生,博士,副研究员,主要从事鱼类生态学及保护生物学研究。E-mail:zhudi@mail.ihe.ac.cn

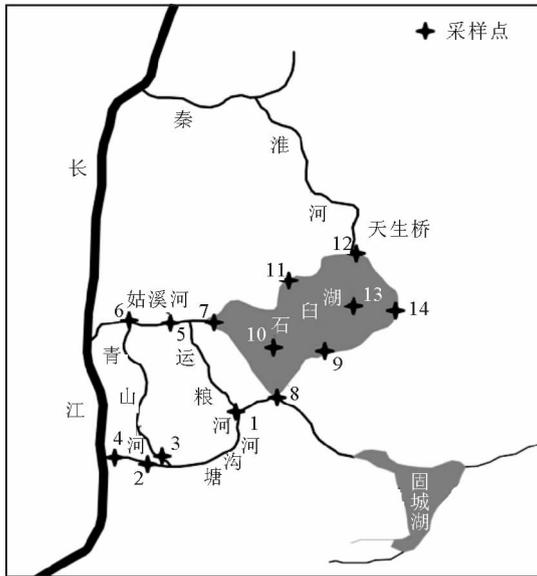


图 1 石臼湖地理位置及采样点分布

Fig. 1 Location of Shijiu Lake and distribution of sampling sites

表 1 水质采样点编号与位置

Tab. 1 Location of the water quality sampling sites

编号	站点名	位置
1	塘沟河	运粮河与塘沟河交汇
2	蜈蚣渡	清水河与青山河交汇
3	青山河	青山河入清水河口
4	清水河口	清水河入长江河口
5	大花津	姑溪河与运粮河交汇
6	当涂	姑溪河入长江河口
7	三汊河河口	三汊河入湖附近湖湾
8	塘沟河河口	塘沟河入湖附近湖湾
9	蛇山	蛇山区
10	下湖心	湖区西部湖心
11	博望	博望镇长流村湖区
12	天生桥	天生桥湖湾
13	上湖心	湖区东部湖心
14	和凤	和凤镇湖湾

注: 1~6 号样点位于河流或河口, 7~14 样点位于湖区或湖湾。

Note: Sampling sites No. 1-6 are in rivers and No. 7-14 in Shijiu

Lake.

2 方法

2.1 采样与测定方法

水样采取、灌瓶、固定、保存按《水库渔业资源调查规范》(SL 167-96) 进行; 测试分析采用国家标准《水和废水分析方法》(2002) 规定的标准, 测定指标包括透明度 (SD)、总磷 (TP)、氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$)、亚硝酸盐氮 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、总氮 (TN)、叶绿素 (Chl-a)、高锰酸钾 (COD_{Mn}) 等。

2.2 水质与营养状态评价

(1) 地表水环境质量标准 (GB3838-2002) 单因

子评价方法 (河流不考虑 TN) (国家环境保护总局, 2002);

(2) 营养状态质量指数 (Nutrition Quality Index, NQI) (郑金秀等, 2014) 计算公式如下:

$$\text{NQI} = C_{\text{COD}}/C'_{\text{COD}} + C_{\text{TN}}/C'_{\text{TN}} + C_{\text{TP}}/C'_{\text{TP}}$$

式中: C_{COD} 、 C_{TN} 、 C_{TP} 为水体化学需氧量、总氮、总磷的测量浓度; C'_{COD} 、 C'_{TN} 、 C'_{TP} 为 III 类水质的化学需氧量、总氮和总磷的评价标准 (国家环境保护总局, 2002); 其中, $C'_{\text{COD}} = 20.0 \text{ mg/L}$; $C'_{\text{TN}} = 1.0 \text{ mg/L}$; $C'_{\text{TP}} = 0.2 \text{ mg/L}$ 。

$\text{NQI} > 3$ 表示水体富营养化, $2 \leq \text{NQI} \leq 3$ 表示中营养水平, $\text{NQI} < 2$ 表示贫营养水平。

(3) 富营养湖泊的判断标准为: 总磷 (TP) 平均浓度大于 0.035 mg/L ; 叶绿素 (Chl-a) 平均浓度大于 0.008 mg/L ; 平均透明度 (SD) 小于 3 m (OECD, 1982)。

2.3 鱼类调查

在 2012-2013 年对石臼湖进行了大量文献调研、渔业部门和渔民走访以及现场调查工作; 在 2012 年 9-10 月、2012 年 12 月至 2013 年 1 月对石臼湖及毗邻水域的渔业资源进行现场调查, 上述累计调查时间为 167 d, 调查渔获物 249 船次。调查中发现, 石臼湖主要使用渔具为定置刺网 (网目 $2 \sim 10 \text{ cm}$, 网高 $2 \sim 5 \text{ m}$, 网长 $80 \sim 130 \text{ m}$) 和虾笼 ($35 \text{ cm} \times 45 \text{ cm}$), 辅以饵料、扳罾、撒网等。

将收集的渔获物进行分类鉴定, 分别测量体长 (mm)、体重 (g), 记录个体健康状况。使用 8% 的福尔马林溶液浸泡处理鱼类标本, 带回在实验室进行再次鉴定并保存。

3 结果

3.1 水质指标

分平水期 (10 月) 和枯水期 (12 月) 对河流区以及石臼湖区各采样点的氨氮、硝酸盐氮、总磷、总氮、叶绿素和高锰酸钾等水体理化指标进行对比分析 (图 2)。

3.1.1 氨氮 枯水期河流采样点的氨氮 ($\text{NH}_3\text{-N}$) 显著高于湖区, 平水期氨氮值均显著低于枯水期, 河流氨氮平均值 0.278 mg/L , 湖区氨氮平均值为 0.256 mg/L 。

3.1.2 亚硝酸盐氮 平水期亚硝酸盐氮显著高于枯水期。枯水期各站点平均值为 0.008 mg/L , 姑溪河大花津最高, 为 0.019 mg/L 。平水期总平均值为 0.05 mg/L , 河流区平均值为 0.099 mg/L , 当涂姑溪

河点最高,为 0.194 mg/L;石臼湖湖区平均值为

0.007 mg/L,蛇山最高,为 0.037 mg/L。

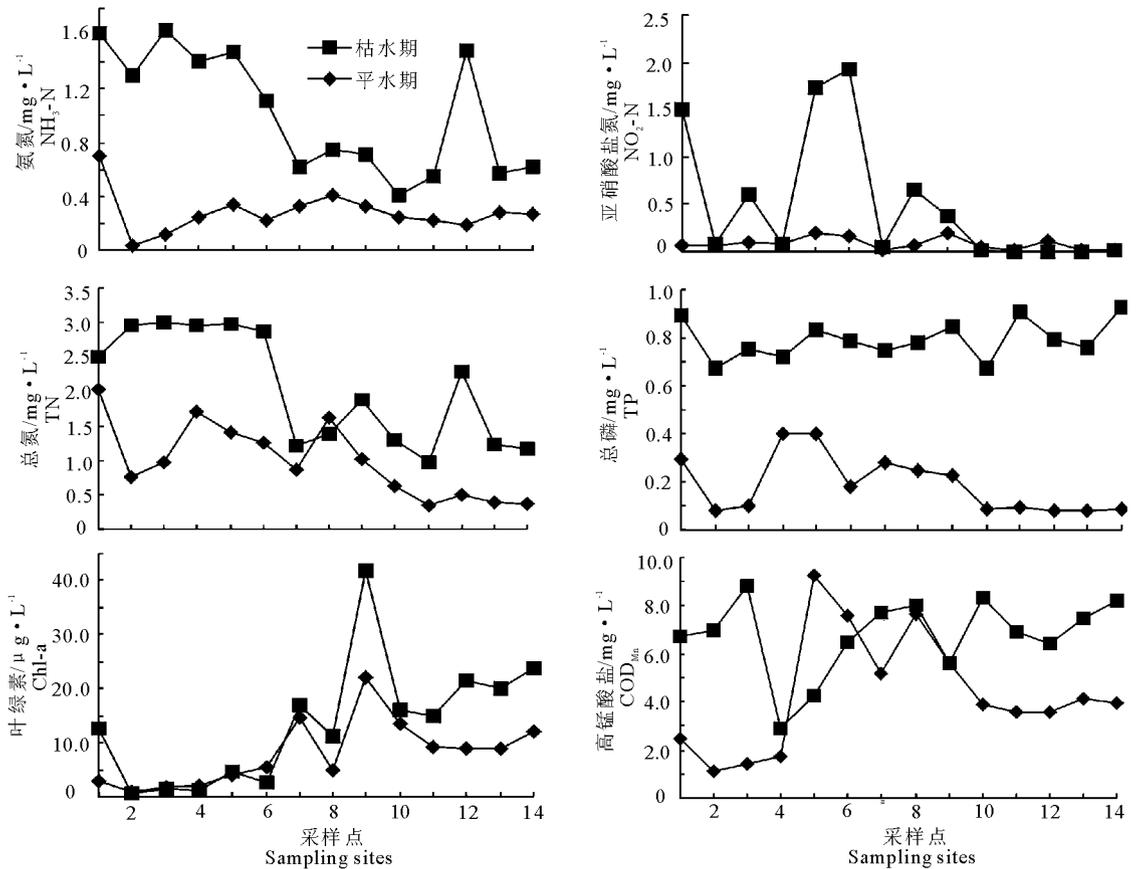


图2 水质指标测定结果

Fig. 2 Water quality parameter values for each sampling site

3.1.3 总氮 枯水期总氮(TN)显著高于平水期。在枯水期,河流平均值为 2.88 mg/L,湖区平均值为 1.47 mg/L;在平水期,河流平均值为 1.36 mg/L,湖区平均值为 0.537 mg/L。

3.1.4 总磷 枯水期总磷(TP)含量河流区与湖泊区无显著差异,均值分别为 0.078 mg/L 和 0.082 mg/L;在平水期,湖区显著低于河流,均值分别为 0.011 mg/L 和 0.024 mg/L。

3.1.5 叶绿素 河流区的叶绿素(Chl-a)浓度在枯水期与平水期无显著差异;但在湖泊区,枯水期的叶绿素浓度明显高于平水期。

3.1.6 高锰酸盐 枯水期显著高于平水期。枯水期,最高值出现在蜈蚣渡,为 8.80 mg/L,最低值在清水河口,为 2.92 mg/L,平均值为 6.78 mg/L;平水期,高锰酸盐指数平均值为 4.37 mg/L,最低值在清水河,为 1.12 mg/L,最高值出现在姑溪河,为 9.27 mg/L。

3.2 水质总体评价

采用地表水环境质量标准(GB3838-2002)单因子评价方法(河流不考虑 TN 因子),结果表明,在平

水期,除姑溪河、姑溪河、塘沟河入湖口等样点 COD_{Mn} 超标(图 2)外,河流及湖区采样点基本符合地表水环境质量标准(GB3838-2002)Ⅲ类水标准。在枯水期,湖区除天生桥氨氮超标外(图 2),基本符合地表水环境质量Ⅲ类标准;塘沟河、清水河、青山河、姑溪河等河流状态采样点基本符合地表水环境质量标准(GB3838-2002)Ⅳ类水标准。总体上看,石臼湖水质为Ⅲ~Ⅳ类。

3.3 营养状况评价

根据水质检测结果,石臼湖湖区的平均总磷浓度 0.082 mg/L、平均叶绿素 a 浓度为 20.82 $\mu\text{g/L}$;平均透明度为 0.38 m,均超过富营养湖泊标准(OECO,1982),石臼湖为富营养型湖泊。

河流区营养状态质量指数(NQI) = $1.66 + 3.5 + 1.67 = 6.86$,河流区也处于富营养化状态。

3.4 鱼类资源

3.4.1 鱼类种类组成 据《中国湖泊志》(王苏民,1998)记载,石臼湖 1998 年以前共有鱼类 60 种;据《长江鱼类》(水生生物研究所鱼类研究室,1976)记载,长江下游分布鱼类 102 种。李琴和矫新明

(2010)调查发现, 长江江苏段共有鱼类 108 种, 其中 53 种在渔获物中的出现率很低, 已处于濒危或临近濒危程度。综合以上资料及现场调查结果, 在石臼湖、姑溪河共有鱼类 110 种, 隶属 13 目、25 科、71 属(表 2); 其中石臼湖 91 种、姑溪河 110 种。在

110 种鱼类中, 鲤形目共 36 属、60 种, 是本江段的主要构成类群, 占 54.55%; 鲇形目次之, 共有 6 属、13 种, 占 11.82%。

在本次调查中, 共采集到鱼类 54 种, 其中石臼湖 38 种, 固城湖 33 种, 姑溪河 51 种。

表 2 石臼湖、固城湖以及姑溪河鱼类分类构成

Tab. 2 Community structure of fishery resources in Shijiu Lake, Gucheng Lake and Guxi River

目 Order	科 Family	属 Genus	种 Species	比例/% Proportion
鲟形目 Acipenseriformes	鲟科 Acipenseridae	1	1	0.91
	匙吻鲟 Polyodontidae	1	1	0.91
鲱形目 Clupeiformes	鳀科 Engraulidae	1	2	1.82
	鲱科 Clupeidae	1	1	0.91
鲑形目 Salmoniformes	银鱼科 Salangidae	3	5	4.55
鳗鲡目 Anguilliformes	鳗鲡科 Anguillidae	1	1	0.91
鲤形目 Cypriniformes	胭脂鱼科 Catostomidae	1	1	0.91
	鳅科 Cobitidae	5	5	4.55
	鲤科 Cyprinidae	36	60	54.55
鲇形目 Siluriformes	鲇科 Siluridae	1	2	1.82
	胡子鲇科 Clariidae	1	1	0.91
	鲿科 Bagridae	4	10	9.09
鲮形目 Cyprinodontiformes	鲮科 Cyprinodontidae	1	1	0.91
颌针鱼目 Beloniformes	鱈科 Hemirhamphidae	1	1	0.91
合鳃鱼目 Symbranchiformes	合鳃鱼科 Symbranchidae	1	1	0.91
鲈形目 Perciformes	鲈科 Serranidae	2	5	4.55
	塘鳢科 Eleotridae	3	3	2.73
	鰕虎鱼科 Gobiidae	1	2	1.82
	斗鱼科 Belontiidae	1	1	0.91
	鳢科 Channidae	1	2	1.82
	刺鲃科 Mastacembeloidae	1	1	0.91
鲉形目 Scorpaeniformes	杜父鱼科 Cottidae	1	1	0.91
鲾形目 Pleuronectiformes	舌鲷科 Cynoglossidae	1	1	0.91
鲑形目 Tetrodontiformes	鲑科 Tetrodontidae	1	1	0.91
总 计		71	110	100.00

石臼湖曾分布有国家 I 级保护水生野生动物中华鲟 (*Acipenser sinensis*)、白鲟 (*Psephurus gladius*)、白鱠豚 (*Lipotes vexillifer*) 等。根据当地渔政资料记载, 1992 - 2005 年在石臼湖及毗邻河流曾有中华鲟的误捕记录; 国家 II 级保护水生野生动物胭脂鱼 (*Myxocyprinus asiaticus*) 以及松江鲈 (*Trachidermus fasciatus*) 主要分布在姑溪河河口以及长江干流江段, 在湖区没有相关记载; 鲟 (*Macrurus reevesii*) 和鳊 (*Luciobrama macrocephalus*) 在石臼湖历史上也曾有分布, 由于目前长江干流的分布数量已极少, 因此在湖区也几乎绝迹。

3.4.2 渔获物结构 (1) 陈家桥 - 新桥河大桥 - 蛇山湖区 2012 - 2013 年在该区共调查到鱼类 33 种, 16 798 尾, 重 707 218 g (表 3)。数量比例和重量比例均超过 1% 的鱼类有棒花鱼 *Abbotina rivularis* (Basilewsky)、鲈 *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky)、

鲫 *Carassius auratus* (Linnaeus)、黑鳍鳊 *Sarcocheilichthys nigripinnis* (Günther)、似鳊 *Pseudobrama simoni* (Bleeker)、鲤 *Cyprinus (Cyprinus) carpio* Linnaeus、短颌鲚 *Coilia brachygnathus* Kreyenberg et Pappenheim、鲇 *Silurus asotus* Linnaeus、翘嘴鲌 *Culter alburnus* Basilewsky、黄颡鱼 *Pelteobagrus fulvidraco* (Richardson)、红鳍原鲌 *Cultrichthys erythropterus* (Basilewsky)、蒙古鲌 *Erthroculter mongolicus* (Basilewsky) 共计 12 种, 其它 23 种鱼类数量和重量比例分别占 24.06% 和 25.37%。

(2) 湖阳大桥 - 湖阳镇湖区 2012 - 2013 年在该区共调查到鱼类 34 种, 14 558 尾, 重 586 160.2 g (表 4)。数量和重量比例均超过 1% 的鱼类有鲤、鲫、翘嘴鲌、鲇、红鳍原鲌、圆吻鲴 *Distocheodon tumirostris* Peter、鲈、黄颡鱼共计 8 种, 其它 26 种鱼类的数量和重量比例分别为 18.91% 和 27.94%。

(3) 固城湖 2012 - 2013 年在固城湖共调查到鱼类 33 种, 2104 尾, 重 94 711.5 g (表 5)。数量和重量比例均超过 1% 的鱼类有鲫、红鳍原鲌、翘嘴鲌、蒙古鲌、鲇、短颌鲚 *Coilia brachygnathus* Kreyen-

berg et Pappenheim、黄颡鱼、鲮、银鲌鱼 *Pseudolaubuca sinensis* Bleeker、棒花鱼、子陵吻鲈鱼 *Rhinogobius giurinus* (Rutter) 共计 11 种, 其它 22 种鱼类数量和重量比例分别为 17.48% 和 37.96%。

表 3 陈家桥 - 新桥河大桥 - 蛇山湖区渔获物结构

Tab. 3 Species composition of fish caught in area of CJQ-XQH-SSH of Shijiu Lake

种类 Species	数量/尾 Individuals	比例/% Proportion	重量/g Weight	比例/% Proportion
棒花鱼 <i>Abbotina rivularis</i>	2724	16.22	13689.7	1.94
鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	2413	14.36	19368.4	2.74
鲫 <i>Carassius auratus</i>	1460	8.69	51764.5	7.32
黑鳍鳊 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	1312	7.81	8847.1	1.25
鲤 <i>Cyprinus (Cyprinus) carpio</i>	804	4.79	212349.6	30.03
似鳊 <i>Pseudobrama simoni</i>	774	4.61	11298.6	1.60
短颌鲚 <i>Coilia brachygnathus</i>	1376	8.20	35878.0	5.08
鲇 <i>Silurus asotus</i>	521	3.10	48834.0	6.91
翘嘴鲌 <i>Culter alburnus</i>	452	2.69	23549.2	3.33
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	342	2.04	17835.4	2.52
红鳍原鲌 <i>Cultrichthys erythropterus</i>	336	2.00	40137.5	5.68
蒙古鲌 <i>Erthroculter mongolicus</i>	241	1.43	44046.2	6.23
其它鱼类	5220	24.06	251126.6	25.37
合计	16798	100	707218.8	100

表 4 湖阳大桥 - 湖阳镇湖区渔获物结构

Tab. 4 Species composition of fish caught in area HYDQ-HYZ of Shijiu Lake

种类 Species	数量/尾 Individuals	比例/% Proportion	重量/g Weight	比例/% Proportion
鲫 <i>Carassius auratus</i>	5466	37.55	131194.6	22.38
鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	1968	13.52	14656.4	2.50
圆吻鲂 <i>Distoechodon tumirostris</i>	1472	10.11	16744.4	2.86
红鳍原鲌 <i>Cultrichthys erythropterus</i>	948	6.51	18465.6	3.15
鲤 <i>Cyprinus (Cyprinus) carpio</i>	688	4.73	154523.8	26.36
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	540	3.71	9868.0	1.68
翘嘴鲌 <i>Culter alburnus</i>	498	3.42	54806.8	9.35
鲇 <i>Silurus asotus</i>	224	1.54	22151.2	3.78
其它鱼类	2754	18.91	163749.4	27.94
合计	14558	100	586160.2	100

表 5 固城湖渔获物结构

Tab. 5 Species composition of fish caught in Gucheng Lake

种类 Species	数量/尾 Individuals	比例/% Proportion	重量/g Weight	比例/% Proportion
红鳍原鲌 <i>Cultrichthys erythropterus</i>	335	15.92	8906.7	9.40
短颌鲚 <i>Coilia brachygnathus</i>	232	11.03	4276.8	4.52
鲫 <i>Carassius auratus</i>	207	9.84	14513.3	15.32
棒花鱼 <i>Abbotina rivularis</i>	200	9.51	1697.7	1.79
鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	199	9.46	2232.1	2.36
蒙古鲌 <i>Erthroculter mongolicus</i>	157	7.46	7712.2	8.14
子陵吻鲈鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	116	5.51	954.8	1.01
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	111	5.28	3809.7	4.02
银鲌鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>	88	4.18	1795.5	1.90
鲇 <i>Silurus asotus</i>	58	2.76	4548.9	4.80
翘嘴鲌 <i>Culter alburnus</i>	33	1.57	8319.2	8.78
其它鱼类	368	17.48	35944.6	37.96
合计	2104	100	94711.5	100

(4) 姑溪河 2012 - 2013 年在姑溪河共调查到鱼类 51 种, 10 101 尾, 重 390 989.8 g (表 6)。数量和重量在渔获物中所占比例均超过 1% 的鱼类有

鲤、银飘鱼、鲫、翘嘴鲌、鲇、鳊、鳊 *Siniperca chuatsi* (Basilewsky)、黄尾鲴 *Xenocypris davidi* Bleeker、红鳍原鲌共计 9 种。

表 6 姑溪河渔获物结构

Tab. 6 Species composition of fish caught in Guxi River

种类 Species	数量/尾 Individuals	比例/% Proportion	重量/g Weight	比例/% Proportion
银飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>	5052	50.01	22086.8	5.65
鳊 <i>Hemiculter leucisculus</i>	1336	13.23	10477.2	2.68
鲫 <i>Carassius auratus</i>	489	4.84	21686.4	5.55
黄尾鲴 <i>Xenocypris davidi</i>	256	2.53	6613.2	1.69
鲤 <i>Cyprinus (Cyprinus) carpio</i>	231	2.29	190426.4	48.70
翘嘴鲌 <i>Culter alburnus</i>	193	1.91	21287.3	5.44
鲇 <i>Silurus asotus</i>	151	1.49	13620.7	3.48
红鳍原鲌 <i>Cultrichthys erythropterus</i>	128	1.27	5477.2	1.40
鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>	106	1.05	7148.0	1.83
其它鱼类	2159	21.38	92166.6	23.58
合 计	10101	100	390989.8	100

3.4.3 鱼类资源特征 调查结果表明, 石臼湖主要以适应静、缓流生境的鱼类为主, 也有部分洄游性种类, 如四大家鱼、赤眼鳟等; 石臼湖渔业产量也较高, 但鱼类多样性不高; 石臼湖鱼类个体组成以鳊、鲫、棒花鱼等小型鱼类或小规格个体鱼类为主。鱼类资源特征如下:

(1) 鱼类组成以杂食性鱼类为主, 藻类和水生植物食性鱼类、底栖无脊椎动物食性鱼类也具有一定比例。由于评价区域大部分时间段内为静、缓流水生境, 因此对环境变化适应能力较强的杂食性鱼类在渔获物中处于优势地位。

(2) 鱼类资源呈现出小型化趋势。湖区鱼类群体主要由 50 g 以下的小型鱼类或幼鱼组成, 个体以小型规格 (< 1 000 g) 为主。调查区域中能够长成较大规格的鱼类如四大家鱼、翘嘴鲌、红鳍原鲌、鳊等在渔获物中也具有一定的数量。

(3) 鱼类种类组成以适应静、缓流生境的鱼类为主, 主要渔获物对象以鳊、鲫、鲤、翘嘴鲌、红鳍原鲌等为主。在洪水季节由于水位上涨、河湖连通性较好, 鲢、鳙、赤眼鳟等适应流水型鱼类可以溯河而上进入石臼湖。

(4) 珍稀、特有以及洄游性鱼类的种类不多, 且中华鲟等珍稀、特有鱼类在湖区的数量极少或缺失。洄游性鱼类中除江湖洄游性鱼类如四大家鱼以及河道洄游性鱼类如赤眼鳟等鱼类外, 河海洄游性鱼类仅有刀鲚、鳊在湖区还有分布, 但已经数量极少, 在本次调查中没有发现。

(5) 从空间分布上看, 姑溪河鱼类种类数高于湖区, 而湖区则差别不大。近年来, 石臼湖地区发生

过严重的干旱, 绝大部分湖区干涸, 湖区水面不断萎缩。在这种情况下, 除少部分耐受性鱼类如乌鳢、鲇等以及某些定居性鱼类可以在湖中完成生活史外, 其它绝大部分鱼类已经在湖区丧失了续存空间, 因此可以认为, 湖区天然鱼类资源的补充主要来自长江干流。

4 讨论

4.1 石臼湖水质富营养化成因

从评价结果看, 石臼湖及毗邻水域的水生态状况不容乐观, 污染较严重, 且均达到富营养状态。主要问题为氮、磷和有机污染物过多。从季节上看, 平水期水质状况优于枯水期, 这与枯水期水量偏少有关, 枯水期水量的减少使水体稀释污染物的能力下降, 污染程度增加; 而湖泊区水量尽管也有所减少, 但水量变化对其水质影响没有河流区明显。于忠华等(2010)认为石臼湖作为长江下游的通江湖泊, 受季节水量吞吐影响, 湖面变化较大, 枯水季节湖面萎缩, 水质污染风险较大; 刘涛等(2011)发现石臼湖、固城湖总氮 TN 呈显著上升趋势, 与湖区经济发展过快、第二产业偏重、湖泊上游来水污染、水产养殖有关。本研究认为在相对较封闭的水面进行高密度的水产养殖, 是造成石臼湖区水质富营养化的主要原因之一。

4.2 鱼类资源分布与水环境的关系

根据本次调查结果, 湖区鱼类产量高于河流区域, 但种类明显少于姑溪河, 这可能是由于姑溪河鱼类以长江干流天然鱼类为主, 而湖区鱼类以人工养殖鱼类为主。水质分析显示, 湖区水质状况好于支

流,这种现象可能跟支流水量较小、污染输入不能有效稀释有关,石臼湖鱼类资源的分布并没有表现出与水环境质量明显的相关性。通江湖泊鱼类种类多样性普遍高于阻隔湖泊,加强湖泊的连通性是保护鱼类资源的有效手段(茹辉君等,2008)。因此,保持石臼湖与长江干流的连通性、维持适宜的湖区面积,是石臼湖鱼类资源可持续发展的重要因素,而水环境的改善亦有助于改善鱼类生存环境,提高鱼类品质。

4.3 围网养殖对天然渔业资源的影响

石臼湖鱼类种类较为丰富,作为通江湖泊,与长江下游鱼类种类组成具有很高的相似性(王苏民等,1998)。20世纪60年代末,由于天然渔业捕捞不能满足社会需求,石臼湖开始了人工养殖历史。之后,由初期的粗养转变为粗精养相结合,1996年开始围网养殖,养殖品种以鲤、鲫、四大家鱼、中华绒毛蟹、鳊、乌鳢等为主。近10年来,中华绒螯蟹养殖面积和产量迅猛增长,2010年养殖面积已占湖区的30.5%。目前,石臼湖主要渔获物为鲤、鲫、鲂、四大家鱼类,多为养殖种类。大面积的人工养殖不仅是水体富营养化的成因,也加快了天然渔业的衰退进程(李琴等,2010)。张堂林等(2008)通过对长江中下游4个湖泊鱼类和渔业模式的研究,认为发展湖泊渔业的关键是优化渔业结构,着重解决渔业利用和资源保护的矛盾。

4.4 水生态保护措施

石臼湖鱼类种类较为丰富,产量也较高,大面积的围网养殖,不仅造成了湖区水污染风险增大,生物多样性下降,湿地生态功能受损,更加快了天然渔业资源衰退(李天淳,2006;于忠华等,2010;秦伯强等,2013)。应采取系列保护和限制措施,如在鱼类相对较丰富的姑溪河开展河流性鱼类增殖;逐步降低水产围网养殖密度,减少人工投喂,降低水污染的风险;划分湖区开发保留区,建立湿地保护区;对湖区渔民实施转产转业,限制高污染船舶进入湖区;加强湖区及上游来水周边地区工业污水排放及周边城镇面源污染管理等。

参考文献

常剑波,曹文宣,1999. 通江湖泊的渔业意义及其资源管理对策[J]. 长江流域资源与环境,8(2):153-157.

- 陈校辉,2007. 长江江苏段水生生物调查与研究[D]. 南京:南京农业大学.
- 陈宜瑜,许蕴珩,1995. 洪湖水生生物及其资源开发[M]. 北京:科学出版社.
- 范成新,羊向东,史龙新,等,2005. 江苏湖泊富营养化特征、成因及解决途径[J]. 长江流域资源与环境,14(2):218-223.
- 国家环境保护总局. 2002. 地表水环境质量标准(GB 3838-2002)[M]. 北京:中国环境科学出版社.
- 国家环境保护总局. 2002. 水和废水监测分析方法(4版)[M]. 北京:中国环境科学出版社:354-364.
- 胡本龙,1996. 固城湖渔业生物资源现状及建议[J]. 水产养殖,(5):29.
- 湖北省水生生物研究所鱼类研究室,1976. 长江鱼类[M]. 北京:科学出版社.
- 李琴,矫新明,2010. 长江江苏段渔业资源衰退的原因及保护对策探讨[J]. 长江大学学报(自然科学版),7(1):49-52.
- 李天淳,高鸣远,2006. 江苏省主要湖泊水功能区划与水质达标分析[J]. 河海大学学报,34(6):632-634.
- 刘涛,揣小明,陈小峰,等,2011. 江苏省西部湖泊水环境演变过程与成因分析[J]. 环境科学研究,24(9):995-1002.
- 茹辉君,刘学勤,黄向荣,等,2008. 大型通江湖泊洞庭湖的鱼类物种多样性及其时空变化[J]. 湖泊科学,20(1):93-99.
- 史小丽,秦伯强,2007. 长江中下游地区湖泊的演化及生态特性[J]. 宁波大学学报,20(2):221-226.
- 王荣娟,张金池,2011. 石臼湖湿地水环境质量评价[J]. 湿地科学与管理,7(2):26-28.
- 王苏民,窦鸿身,陈克造,等,1998. 中国湖泊志[M]. 北京:科学出版社.
- 于忠华,刘海滨,张涨,2010. 石臼湖流域江苏段生态环境驱动因素分析[J]. 水资源保护,26(6):70-74.
- 曾祥琮,1990. 长江水系渔业资源[M]. 北京:海洋出版社.
- 张堂林,李钟杰,郭青松,2008. 长江中下游四个湖泊鱼类与渔业研究[J]. 水生生物学报,32(2):167-177.
- 郑金秀,陈明秀,胡菊香. 2014. 苏皖交界河网区后生浮游动物群落结构及其影响因子分析[J]. 水生态学杂志,35(6):53-60.
- 中华人民共和国水利部. 1996. 水库渔业资源调查规范(SL 167-96)[S].
- 朱迪,常剑波,2008. 长江中下游浅水湖泊鱼类生物完整性年际变化[J]. 生态学报,24(12):2761-2767.

(责任编辑 万月华)

Status and Trend of Fishery Resources and Water Quality in Shijiu Lake on the Lower Yangtze River

ZHU Di¹, YANG Zhi¹, TANG Hui-yuan¹, WAN Li¹, ZHU Yu-rong²

- (1. Key Laboratory of Ecological Impacts of Hydraulic-Projects and Restoration of Aquatic Ecosystem of Ministry of Water Resources, Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources and Chinese Academy of Sciences. Wuhan 430079, P. R. China;
2. College of Fisheries, Key Laboratory of Agricultural Animal Genetics, Breeding and Reproduction of Ministry of Education, Key Laboratory of Freshwater Animal Breeding, Ministry of Agriculture, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, P. R. China)

Abstract: The shallow lakes in the middle and lower Yangtze River basin form a unique, complex ecosystem connected with the Yangtze River and it supports many fish species that migrate between lakes and rivers. Shijiu Lake, located in the lower reaches of Shuiyang River, flows into Yangtze River in Dangtu County of Anhui Province and is connected to the Sancha, Tanggou, Yunliang and Guxi Rivers. In this study, the status and trend of water quality and fishery resources in Shijiu Lake and adjacent rivers were investigated in 2012 – 2013. The water quality status and trophic status of Shijiu Lake and the Guxi, Tanggou and Qingshui Rivers were evaluated by combining single factor evaluation with the Nutrient Quality Index (NQi) and lake eutrophication standards as proposed by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). The species composition, community structure and fishery resource status were evaluated in the river-lake network, especially in Shijiu lake and Guxi river, by analyzing data from commercial fishing and data collected in this investigation. Field investigation of fishery resources in Shijiu Lake and adjacent waters was carried out from September to October, 2012, and from December 2012 to January 2013. All fish were identified, body length and body weight measured and specimens were preserved in 8% formalin for further laboratory analysis. The water quality status of Shijiu Lake and adjacent waters are Class III – IV according to the Surface Water Environment Quality Standard and Shijiu Lake and Guxi River are eutrophic. The total fishery resource in Shijiu Lake consists of 110 species, according to data collected previously, and 54 species were found during the 2012 – 2013 field investigation: 38 species in Shijiu Lake, 33 in Gucheng Lake and 51 in the Guxi River. The primary fish species by both number and weight (>1% of the fish caught) included 13, 11 and 9 species, respectively, in Shijiu Lake, Gucheng Lake and Guxi River. The species in Shijiu Lake were mostly those that prefer static and slow water, such as *Cyprinus (Cyprinus) carpio* Linnaeus, *Carassius auratus* (Linnaeus) and *Silurus asotus* Linnaeus and smaller species (<1 000 g) such as *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky), *Carassius auratus* (Linnaeus) and *Abbotina rivularis* (Basilewsky). The fishery resources in Shijiu Lake and adjacent waters are tending toward degradation and, while the fish species richness was higher in Guxi River than in the lake, the biomass was far lower. The distribution of fish species in the lake was not related to spatial variation of water quality, but the aquatic system is being affected by its connection with the Yangtze River. The decreased water volume in Shijiu Lake during the dry season is exacerbating the problems of excessive inputs of nitrogen, phosphorus and organic pollutants, upstream runoff and high density aquaculture. To protect the water quality and restore the fishery resources in Shijiu Lake, pollution sources must be controlled and the scale of aquaculture restricted by implementing artificial breeding programs.

Key words: shallow lake; Shijiu Lake; water quality; fishery resource