

三峡水库香溪河鱼类群落结构特征及历史变化*

王佳成^{1,2}, 廖传松¹, 连玉喜^{1,3}, 林小满^{1,2}, 张闫涛^{1,4}, 毕永红¹, 刘家寿¹, 叶少文^{1**}

(1: 中国科学院水生生物研究所, 淡水生态与生物技术国家重点实验室, 武汉 430072)

(2: 中国科学院大学, 北京 100049)

(3: 安庆师范大学, 安庆 246133)

(4: 大连海洋大学, 大连 116023)

摘要: 由于自然和人为因素的影响, 三峡水库鱼类资源一直在发生变化, 为掌握三峡水库蓄水后典型支流香溪河鱼类群落的现状及历史变化, 于2020年7月—2021年4月使用多网目复合刺网和地笼对香溪河鱼类群落进行实地采样, 并结合历史数据进行比较分析。研究期间共采集到鱼类55种, 隶属于7目14科, 鲤科鱼类种类数最多, 以杂食性鱼类和湖泊定居性鱼类为主, 优势种为贝氏鲮(*Hemiculter bleekeri*)、短颌鲮(*Coilia brachygnathus*)、似鳊(*Pseudobrama simoni*)和翘嘴鲌(*Culter alburnus*), 其相对重要性指数(*IRI*)分别为5502、3828、2567和1109。鱼类物种多样性指数在春季最高, 夏季最低。刺网单位捕捞努力量渔获个体数和单位捕捞努力量渔获量在夏季最高, 冬季最低。与三峡水库蓄水前相比, 香溪河鱼类中长江上游特有鱼类减少4种, 外来鱼类增加3种。湖泊定居性种类持续增加, 喜流水性种类减少, 鱼类优势种发生较大变动。2020—2021年香溪河鱼类组成与1987年的相似性指数为0.29, 与2012—2013年的相似性指数为0.53, 反映三峡水库蓄水前后香溪河鱼类群落结构差异明显。建议加强河流自然生境修复、保护土著鱼类并严格防控外来鱼类, 以促进鱼类资源多样性恢复, 维护水域生态系统稳定。

关键词: 鱼类群落; 历史变化; 三峡水库; 香溪河; 蓄水影响

Characteristics and historical changes of fish community structure in Xiangxi River, Three Gorges Reservoir, China*

Wang Jiacheng^{1,2}, Liao Chuansong¹, Lian Yuxi^{1,3}, Lin Xiaoman^{1,2}, Zhang Yantao^{1,4}, Bi Yonghong¹, Liu Jiashou¹ & Ye Shaowen^{1**}

(1: State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, P.R.China)

(2: University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P.R.China)

(3: Anqing Normal University, Anqing 246133, P.R.China)

(4: Dalian Ocean University, Dalian 116023, P.R.China)

Abstract: Fish resources in the Three Gorges Reservoir have been continuously changing due to both natural and anthropogenic influences. In order to understand the current status and historical changes of fish community in Xiangxi River, a typical tributary of the Three Gorges Reservoir, fish samplings were conducted in the river using multi-mesh gillnets and trap nets from July 2020 to April 2021, and the data was compared with historical data. A total of 55 fish species belonging to 7 orders and 14 families were collected during the study period, with Cyprinidae having the largest number of fish species. The fish community was dominated by omnivorous and limnicolous species, and the dominant species were *Hemiculter bleekeri*, *Coilia brachygnathus*, *Pseudobrama simoni* and *Culter alburnus*, with their respective index of relative importance (*IRI*) values of 5502, 3828, 2567 and 1109 respectively. The diversity index of fish community was the highest in spring and the lowest in summer. The number of individuals caught per u-

* 2023-02-01 收稿; 2023-05-04 收修改稿。

国家自然科学基金项目(32072983, 51679230)和国家重点研发计划项目(2019YFD0900603)联合资助。

** 通信作者; E-mail: yeshw@ihb.ac.cn。

nit fishing effort (NPUE) and the biomass caught per unit fishing effort (BPUE) by gillnets were the highest in summer and the lowest in winter. Four upper-Yangtze endemic fish species were not collected and three exotic fish species were found in Xiangxi River compared with before impoundment of the Three Gorges Reservoir. The number of lacustrine sedentary species tended to increase, while the number of riverine species decreased, resulting in a significant change in the dominant fish species. The similarity index of fish composition in Xiangxi River from 2020–2021AD was 0.29 compared with 1987AD, and 0.53 compared with 2012–2013AD, reflecting obvious changes in fish community structure before and after impoundment of the Three Gorges Reservoir. It is suggested to strengthen the restoration of natural river habitats, protect native fish species, and strictly control alien species, so as to promote the recovery of fish diversity and maintain the stability of aquatic ecosystems.

Keywords: Fish community; historical changes; Three Gorges Reservoir; Xiangxi River; impoundment impact

三峡水库位于长江上游,地理条件优越,拥有丰富的鱼类资源,是许多珍稀和特有鱼类生长、繁殖的栖息地,同时也是我国四大家鱼天然产卵场的分布区域^[1-2]。三峡大坝于1997年11月截流,2003年开始试蓄水运行,并于2009年竣工。自建坝蓄水以来,库区水文情势发生显著变化,如库区江段水位上升、水深增加和流速减缓等方面。库区原有的河流生境转变为缓流和静水等生境,加上渔业捕捞、环境变化和外来物种等因素对鱼类资源的影响,与20世纪70年代相比,三峡库区鱼类资源出现了衰退趋势^[3-4]。

香溪河是三峡库区湖北境内的最大长江支流,近年来,三峡水利工程对香溪河的鱼类资源造成了严重影响。同时,香溪河上游兴建了大量小型水电站,使得河流连通性进一步降低,部分河段频繁出现断流现象,对一些鱼类的生存构成了严重威胁^[5]。高强度的渔业捕捞也是影响香溪河鱼类资源的一个重要因素,解崇友等^[6]对香溪河鱼类资源的开发情况进行了评估,认为香溪河鱼类资源存在过度开发的现象。此外,沿岸城镇和采矿业的发展造成香溪河的水质污染和外来鱼类的进入,都在不同程度上对香溪河鱼类群落结构和多样性造成了影响^[7]。

三峡水库建成后香溪河鱼类组成已发生了显著的变化。在水库蓄水之前,何长才^[8]于1987年共记录到39种鱼类,其中以喜流水性鱼类种类为主,包括圆口铜鱼 *Coreius guichenoti*、青石爬鮡 *Euchiloglanis davidi* 和四川爬岩鳅 *Beaufortia szechuanensis* 等长江上游特有鱼类。蓄水后,邵晓阳等^[9]于2005年调查了香溪河渔获物,发现贝氏鲮 *Hemiculter bleekeri*、蒙古鲌 *Culter mongolicus* 和翘嘴鲌 *Culter alburnus* 等喜静水性鱼类占据较高比例,已初步形成优势种群,表明香溪河鱼类优势类群逐渐由河流型向静水型转变。赵莎莎等^[10]于2012–2013年对香溪河的鱼类资源进行了调查,发现光泽黄颡鱼 *Pseudobagrus nitidus*、瓦氏黄颡鱼 *Pelteobagrus vachelli* 和鲢 *Hypophthalmichthys molitrix* 等鱼类成为优势种,鱼类群落结构较三峡水库成库前变化明显。连玉喜等^[11]于2013年通过水声学探测和渔获物调查手段,评估了香溪河春季和秋季的鱼类时空分布特征,发现贝氏鲮和似鲮 *Pseudobrama simoni* 等小型鱼类分布广泛,并占据了较高的生物量比例。

随着三峡水库蓄水时间的增加,对鱼类资源的影响也逐渐加深。为了掌握长时间蓄水后三峡水库鱼类资源的变化规律,本研究选择库区典型支流香溪河为研究区域,于2020–2021年进行了鱼类群落季度采样,同时对1987年的蓄水前数据和2012–2013年的蓄水后数据进行了比较分析,以阐明不同蓄水阶段的鱼类群落变化特征。本研究还旨在为长江十年禁渔的效果评估提供基础数据支撑。

1 材料与方法

1.1 研究区域

香溪河位于湖北省西北部,距离三峡大坝38 km,发源于神农架林区,流经兴山县和秭归县,在秭归县香溪镇北岸汇入长江干流。香溪河是三峡库区坝首最长的支流,其干流总长度为94 km,流域面积3099 km²。该地区属于亚热带季风气候,春夏季节雨水充沛,7–8月份为洪水季节。三峡工程建设后,三峡水库于2003年6月蓄水至135 m,于2010年10月蓄水至175 m,香溪河流域内秭归县香溪镇至兴山县昭君镇河段水位提升,水面变大,水体流速减缓,该河段形成回水区,成为库区典型库湾^[7,12]。本研究区域为香溪河河口至中上游段,共设有4个鱼类群落采样点,分别位于香溪镇、峡口镇、昭君村和古洞口水库(图1)。采样时间为2020年7月–2021年4月,按季节进行采样。

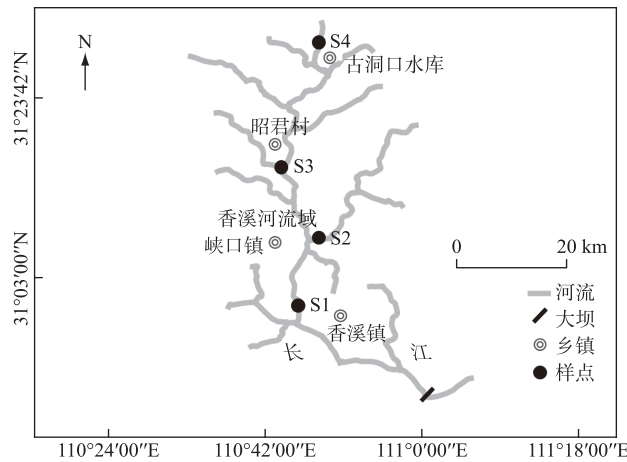


图 1 三峡水库香溪河地理位置和鱼类采样点分布

Fig.1 Geographical location of Xiangxi River in the Three Gorges Reservoir and distribution of fish sampling sites along the river

1.2 采样方法

鱼类群落采样使用多网目复合刺网(multi-mesh gillnets)和地笼(trap nets)。多网目复合刺网由 12 种网目规格(2a=1.0、1.6、2.0、2.5、3.1、4.0、4.8、6.0、7.5、8.5、11.0、12.0)组成,浮网高度为 5 m,沉网高度为 2 m,网长均为 30 m。每个采样点使用 3 条沉网、3 条浮网和 3 个地笼(0.2 m×0.2 m×10 m,网目为 1.5 cm),网具沿岸平行布设。每次下午 18:00—19:00 下网,次日早晨 6:00—7:00 收网,间隔时间为 12 个小时。对所有采集到的渔获物进行分类统计。

1.3 样品处理

将采集到的渔获物鉴定到物种水平,按鱼类种类记录样本数量,并测量各尾鱼的体长和体重,体长精确至 0.1 mm,体重精确至 0.01 g。测量完成后,尽可能将活体原地放生,对于死亡个体进行深度掩埋等无害化处理。对于现场难以鉴定的物种,保存后带回室内进一步确认。鱼类物种鉴定和生态类型划分主要参考《中国动物志 硬骨鱼纲 鲤形目(中卷)》《中国动物志 硬骨鱼纲 鲤形目(下卷)》和《四川鱼类志》^[13-15]。

1.4 历史数据

收集并整理了三峡水库蓄水前(1987 年)和蓄水后(2012—2013 年)的香溪河鱼类资源调查资料(表 1),将不同时期的鱼类数据进行比较分析。

表 1 香溪河不同时期鱼类调查资料及调查方法

Tab.1 Fish survey data and methods in different periods in Xiangxi River

调查时期	调查区域	渔具类型	数据来源
1987 年 7—8 月	未具体说明	未具体说明	[8]
2012—2013 年	高阳镇、峡口镇和香溪镇	普通刺网、地笼	[10]
2013 年 5—11 月	高阳镇、峡口镇、屈原乡和香溪镇	复合刺网、地笼	[11]
2020 年 7 月—2021 年 4 月	古洞口水库、昭君村、峡口镇、香溪镇	复合刺网、地笼	本研究

1.5 数据分析

1.5.1 鱼类物种优势度分析 通过计算各种鱼的相对重要性指数值(index of relative importance, IRI),以反映它们在渔获物中的优势度特征。该指数综合数量百分比、重量百分比和出现频率的信息^[16],计算公式为:

$$IRI_i = (%N_i + %W_i) \times %F_i \tag{1}$$

$$%N_i = N_i / \sum N \tag{2}$$

$$\% W_i = W_i / \sum W \quad (3)$$

式中, IRI_i 为第 i 种鱼的相对重要性指数, $\% N_i$ 、 $\% W_i$ 分别为全年渔获物中该种鱼的数量百分比和重量百分比, F_i 为该种鱼在全年被调查到的频率。

将 IRI 值大于 1000 的鱼类划为优势种, IRI 值在 100~1000 之间的鱼类划为常见种, IRI 值在 10~100 之间的鱼类划为一般种, IRI 值小于 10 的鱼类划为偶见种。

1.5.2 单位努力捕获量分析 采用刺网的单位捕捞努力量渔获个体数 (number per unit effort, $NPUE$, ind./ $(m^2 \cdot 12 h)$) 和单位捕捞努力量渔获生物量 (biomass per unit effort, $BPUE$, g/ $(m^2 \cdot 12 h)$) 作为鱼类资源量的衡量指标^[17]。

$$NPUE = \frac{N}{S \cdot T} \quad (4)$$

$$BPUE = \frac{B}{S \cdot T} \quad (5)$$

式中, N 为渔获物个体数 (ind.), B 为渔获物重量 (g), S 为刺网面积 (m^2), T 为刺网采样时间 (h)。

1.5.3 鱼类群落多样性分析 采用 Shannon-Wiener 多样性指数 (H')、Margalef 丰富度指数 (D')、Pielou 均匀度指数 (J') 和 Simpson 指数 (λ') 描述香溪河鱼类群落多样性特征^[18-20], 计算公式分别为:

$$D' = (S-1) / \ln N \quad (6)$$

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \quad (7)$$

$$J' = H' / \ln S \quad (8)$$

$$\lambda' = 1 - \sum P_i^2 \quad (9)$$

式中, S 为鱼类物种数, N 为群落总个体数, P_i 为第 i 种鱼占群落总个体数的比例。

1.5.4 相似性指数分析 采用 Jaccard's 相似性指数 (JSI)^[21] 分析香溪河 3 个时期 (建坝前:1987 年; 建坝蓄水后:2012-2013 年、2020-2021 年) 的鱼类群落相似性, 计算公式为:

$$JSI = j / (a + b - j) \quad (10)$$

式中, a 为 A 时期调查到的鱼类物种数, b 为 B 时期调查到的鱼类物种数, j 为 2 次调查中共有鱼类的物种数。若 $0 < JSI < 0.25$, 表明 2 次调查的种类极不相似; 若 $0.25 \leq JSI < 0.50$, 表明 2 次调查的种类中等不相似; 若 $0.50 \leq JSI < 0.75$, 表明 2 次调查的种类中等相似; 若 $0.75 \leq JSI < 1$, 表明 2 次调查的种类极相似^[22]。

2 结果与分析

2.1 鱼类物种组成

调查期间共采集到鱼类 55 种, 隶属于 7 目 14 科。其中, 鲤科鱼类种类数最多, 为 36 种, 占 65.45%; 其次为鲮科和真鲈科, 各 3 种, 分别占 5.45%; 其他科鱼类共 11 种, 共占 23.65%。同时, 调查到长江上游特有鱼类长薄鳅 *Leptobotia elongata*、厚颌鲂 *Megalobrama pellegrini* 和裸腹片唇鲃 *Platyismacheilus nudiventris*, 占 7.27%; 调查到外来鱼类短颌鲚 *Coilia brachygnathus*、施氏鲟 *Acipenser schrenckii*、太湖新银鱼 *Neosalanx taihuensis*、团头鲂 *Megalobrama amblycephala* 和尼罗罗非鱼 *Oreochromis niloticus*, 占 9.09% (附表 I)。

2.2 鱼类生态类型

生态类型上, 以杂食性和湖泊定居性鱼类为主, 种类数分别为 33 种和 34 种, 分别占 60.00% 和 61.82%; 滤食性鱼类和江湖洄游性鱼类较少, 种类数分别为 1 种和 7 种, 分别占 1.82% 和 12.73% (图 2)。

2.3 优势鱼类组成

香溪河的优势种鱼类为贝氏鲮、短颌鲚、似鳊和

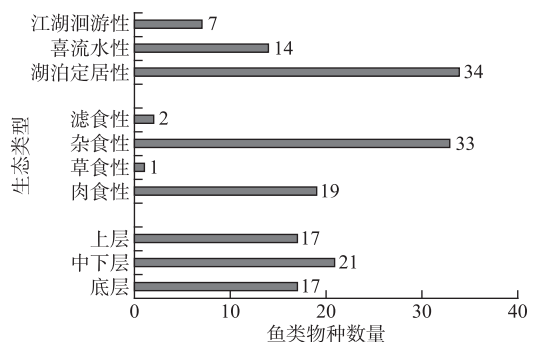


图 2 香溪河鱼类生态类型组成现状
Fig.2 Compositions of fish ecological type in Xiangxi River

翘嘴鲌, 它们的相对重要性指数值 (*IRI*) 分别为 5502、3828、2567 和 1109, 占渔获物总数量的百分比分别为 16.18%、21.30%、10.19% 和 8.87%, 占渔获物总重量的百分比分别为 38.84%、16.98%、15.48% 和 2.23%。常见种包括飘鱼 *Pseudolaubuca sinensis*、银鮡 *Squalidus argentatus*、蛇鮡 *Saurogobio dabryi*、光泽黄颡鱼 *Pelteobagrus nitidus*、鳊 *Hemiculter leucisculus* 和张氏鳊 *Hemiculter tchangi*, 占渔获物总数量的百分比分别为 7.67%、2.80%、2.49%、2.15%、2.05% 和 3.03%, 占渔获物的总重量百分比分别为 1.90%、4.19%、3.17%、3.24%、3.11% 和 2.52% (表 2)。

表 2 香溪河优势鱼类和常见鱼类组成、体长和体重分布*

Tab.2 Composition, length and weight distribution of dominant and common fish in Xiangxi River

物种	<i>IRI</i>	数量占比/%	重量占比/%	体长范围/mm	平均体长/mm	体重范围/g	平均体重/g
贝氏鳊	5502	16.18	38.84	56.0~145.0	107.9±15.1	3.20~23.93	9.21±3.76
短颌鲚	3828	21.30	16.98	83.0~331.0	213.9±44	3.89~131.86	27.38±134.12
似鳊	2567	10.19	15.48	28.4~177.0	112.8±21.8	2.95~900.00	15.80±16.13
翘嘴鲌	1109	8.87	2.23	115.0~451.5	240.0±70.6	5.53~488.90	91.67±92.09
飘鱼	956	7.67	1.90	128.0~308.0	249.8±41.8	7.88~179.90	92.96±38.10
银鮡	699	2.80	4.19	62.0~170.0	113.2±21.9	3.66~58.36	15.39±11.33
蛇鮡	566	2.49	3.17	60.0~222.0	145.4±29.0	4.30~64.10	20.28±12.18
光泽黄颡鱼	539	2.15	3.24	75.7~165.2	127.4±17.7	2.50~31.20	15.25±6.05
鳊	388	2.06	3.11	92.5~205.0	125.8±23.7	3.83~76.22	15.24±12.83
张氏鳊	278	3.03	2.52	86.3~200.0	149.0±26.5	4.82~62.50	27.69±14.12

* 仅列出相对重要性指数 (*IRI*) 全年排名前 10 的鱼类。

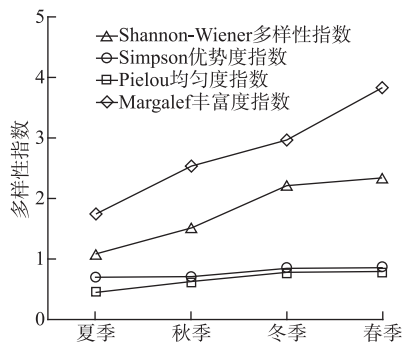


图 3 香溪河鱼类物种多样性指数季节变化

Fig.3 Seasonal variations in diversity indices of fish community in Xiangxi River

2.4 物种多样性的季节性变动

调查期间, 香溪河鱼类物种多样性存在明显的季节差异 (图 3), 其中, Shannon-Wiener 多样性指数范围为 1.09~2.34, Simpson 优势度指数范围为 0.70~0.86, Pielou 均匀度指数范围为 0.45~0.80, Margalef 丰富度指数范围为 1.75~3.83。物种多样性指数均表现为春季最高、夏季最低 (图 3)。

2.5 单位捕捞努力量渔获量的季节性变动

调查期间, 夏季 *NPUE* 值最大, 平均值为 0.44 ind./($m^2 \cdot 12 h$), 冬季 *NPUE* 值最小, 平均值为 0.04 ind./($m^2 \cdot 12 h$); 夏季 *BPUE* 最高, 平均值为 11.07 g/($m^2 \cdot 12 h$), 冬季 *BPUE* 值最小, 平均值为 2.42 g/($m^2 \cdot 12 h$) (图 4)。

2.6 鱼类历史变化

2.6.1 鱼类组成的历史变化 三峡水库蓄水前, 1987 年共调查到鱼类 39 种, 隶属于 4 目 9 科。其中, 鲤科鱼类 25 种, 占总种类数的 64.10%; 其次是条鳅科和腹吸鳅科鱼类, 各 3 种, 分别占 7.69%; 其他科鱼类共 8 种, 占 20.52% (附表 I)。鱼类组成包

括短体荷马条鳅 *Homatula potanini*、龙口副原吸鳅 *Paraprotomyzon lungkowensis*、四川爬岩鳅等 8 种长江上游特有鱼类, 占 20.51%。此外, 还记录了短吻间银鱼 *Hemisalanx brachyrostratis* 和麦穗鱼 *Pseudorasbora parva* 共 2 种外来鱼类, 占 5.13% (附表 I)。

三峡水库蓄水后, 2012—2013 年间共调查到鱼类 58 种, 隶属于 5 目 12 科, 其中鲤科鱼类 34 种, 占 58.62%; 沙鳅科和鲢科鱼类各 4 种, 分别占 6.90%; 其他科鱼类共 16 种, 共占 27.58%。鱼类组成包括长薄鳅、红唇薄鳅 *Leptobotia rubrilabris*、张氏鳊和圆口铜鱼共 4 种长江上游特有鱼类, 占 6.90%。记录了太湖新银鱼 *Neosalanx taihuensis*、团头鲂 *Megalobrama amblycephala* 和麦穗鱼共 3 种外来鱼类, 占 5.17% (附表 I)。

本研究调查结果与建坝前相比, 显示香溪河鱼类物种数增加了 16 种, 其中鲤科鱼类增加 11 种, 真鲂科

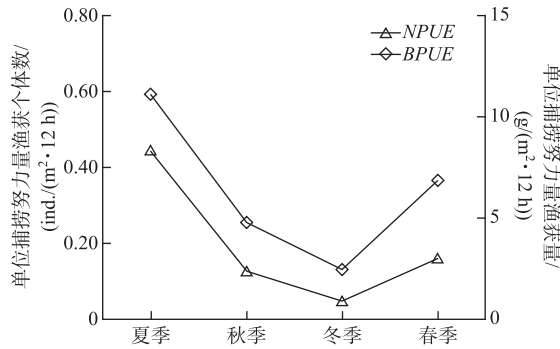


图 4 香溪河刺网单位捕捞努力量渔获量季节变化(92 网次)

Fig.4 Seasonal variations in the catch per unit effort by the gillnets in Xiangxi River

鱼类增加 3 种,条鳅科和鮡科各减少 3 种,且长江上游特有鱼类减少 4 种,外来鱼类增加 3 种;与建坝后 2012—2013 年相比,鱼类物种数减少了 3 种,其中条鳅科和沙鳅科鱼类均减少 3 种,鲤科鱼类增加 2 种,且外来鱼类增加 2 种。

不同历史时期香溪河鱼类种类组成相似性结果表明,2020—2021 年与 1987 年相比,鱼类种类相似性指数为 0.29,为中等不相似;2012—2013 年与 2020—2021 年相比,鱼类种类相似性指数为 0.53,为中等相似(表 3)。

表 3 香溪河不同时期的鱼类组成及相似性指数

Tab.3 Fish composition and similarity indices for different periods in Xiangxi River

科	鱼类物种数			1987 vs. 2012—2013 年		2012—2013 vs. 2020—2021 年		1987 vs. 2020—2021 年	
	1987 年	2012—2013 年	2020—2021 年	共有数	相似性指数	共有数	相似性指数	共有数	相似性指数
鲤科	25	34	36	13	0.28	26	0.59	13	0.27
鳊科	0	0	1	0	—	0	0	0	0
鲟科	0	0	1	0	—	0	0	0	0
银鱼科	1	1	1	0	0	1	1	0	0
亚口鱼科	0	1	1	0	0	1	1	0	0
花鳅科	1	2	2	1	0.50	2	1	1	0.50
条鳅科	3	3	0	0	0	0	0	0	0
腹吸鳅科	3	0	0	0	0	0	—	0	0
沙鳅科	0	4	1	0	0	1	0.25	0	0
爬鳅科	0	1	0	0	0	0	0	0	—
鲇科	1	2	1	1	0.50	1	0.50	1	1
鲢科	2	4	3	1	0.20	3	0.75	1	0.25
鳊科	2	0	0	0	0	0	—	0	0
合鳃鱼科	0	1	0	0	0	0	0	0	—
鱖科	0	0	1	0	—	0	0	0	0
真鲈科	0	2	3	0	0	2	0.67	0	0
虾虎鱼科	1	3	2	0	0	2	0.67	0	0
沙塘鳢科	0	0	1	0	—	0	0	0	0
丽鱼科	0	0	1	0	—	0	0	0	0
合计	39	58	55	16	0.20	39	0.53	16	0.29

2.6.2 鱼类生态类型的历史变化 在生态类型方面,1987 年香溪河鱼类以喜流水性、杂食性和底层鱼类为

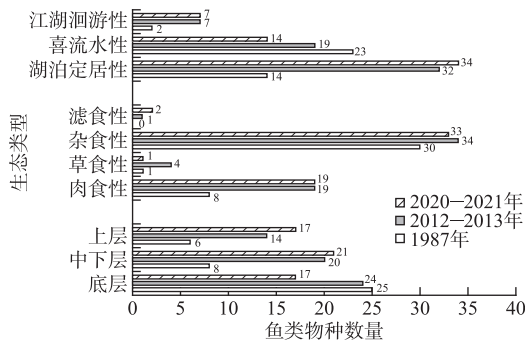


图5 香溪河不同时期的鱼类生态类型组成

Fig.5 Compositions of fish ecological type for different periods in Xiangxi River

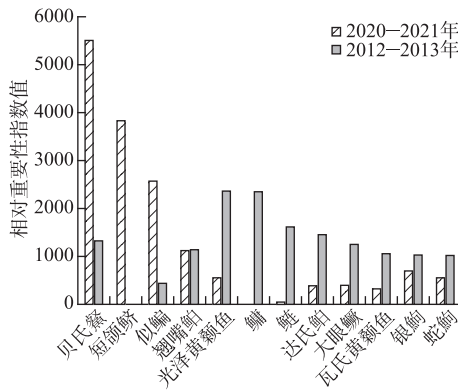


图6 香溪河鱼类相对重要性指数及优势种的历史变化

Fig.6 Historical variations in the index of relative importance and dominant species of fish in Xiangxi River

征^[24-25],与鲤科鱼类生态适应性强且分布范围广有关。外来鱼类的进入也是导致香溪河鱼类物种丰富度增加的原因之一。蓄水导致的水环境变化改变了库区原有的生态系统结构与功能,从而产生空缺的生态位,为外来物种入侵提供了机会^[26]。本研究发现外来物种有太湖新银鱼、尼罗罗非鱼、施氏鲟和短颌鲚等,其中,尼罗罗非鱼和施氏鲟为三峡水库周边的养殖品种^[26],已逃逸至库区局部水域。太湖新银鱼是静水性鱼类,以浮游动物为主要饵料食物,三峡水库蓄水后为其生长提供丰富的饵料资源和适宜的生存环境,在库区形成了一定规模的种群^[27-28]。短颌鲚过去主要分布于长江中下游,现已成为香溪河鱼类优势物种之一,相关研究表明短颌鲚种群在三峡水库正处于快速增长期,需要高度关注短颌鲚带来的生态影响^[29-30]。此外,蓄水前数量较多的齐口裂腹鱼、勃氏高原鳅和短体荷马条鳅在本次香溪河鱼类资源调查中未采集到,这些鱼类难以适应三峡水库蓄水后剧烈的环境变化,其种群面临数量急剧减少甚至消亡的处境^[31]。

3.2 香溪河鱼类生态类型及变化

蓄水前后,香溪河鱼类的生态类型组成也发生了剧烈变化。蓄水前香溪河鱼类群落以喜流水性鱼类和底层鱼类为主,蓄水后转变为以湖泊定居性鱼类和中下层鱼类为主。蓄水后,三峡水库水位提升,流速减缓,原有的河流型水体向湖泊型水体转变^[32],水环境的剧烈变化导致喜流水性鱼类难以继续生存,种群规模

主,占总种数的百分比分别为 58.97%、76.92% 和 64.10%;2012—2013 年鱼类以湖泊定居性、杂食性和底层鱼类为主,分别占 55.17%、58.62% 和 41.38%;2020—2021 年鱼类以湖泊定居性、杂食性和中下层鱼类为主,分别占 61.82%、60.00% 和 38.18%。总体而言,三峡水库蓄水后,香溪河鱼类群落表现为湖泊定居性鱼类种类数量迅速增加,喜流水性鱼类逐渐减少;杂食性鱼类一直占据优势地位,肉食性鱼类数目明显增加;上层鱼类和中下层鱼类逐渐增加,底层鱼类逐渐减少(图 5)。

2.6.3 鱼类优势种的历史变化 蓄水前,1987 年香溪河鱼类资源以齐口裂腹鱼 *Schizothorax prenanti*、泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus*、圆口铜鱼、中华纹胸鮡 *Glyptothorax fukiensis* 和勃氏高原鳅 *Triplophysa bleekeri* 等种类占据数量优势;蓄水后,2012—2013 年的优势种转变为光泽黄颡鱼、鳊 *Aristichthys nobilis*、鲢、达氏鲃 *Culer dabryi*、贝氏鲮、大眼鳊 *Siniperca kneri*、翘嘴鲃、瓦氏黄颡鱼、银鲃和蛇鲃;2020—2021 年优势种再次发生变化,主要为贝氏鲮、短颌鲚、似鳊、翘嘴鲃,其优势度更为集中(图 6)。

3 讨论

3.1 香溪河鱼类物种组成及变化

三峡水库蓄水后,香溪河鱼类群落结构发生了明显变化。表现为鱼类物种丰富度增加,其中鲤科鱼类种类数增幅最大。在蓄水前,香溪河仅记录鲤科鱼类 25 种^[8],在蓄水后的 2012—2013 年和 2020—2021 年调查中分别记录到了 34 种和 36 种。随着蓄水时间的推移,鲤科鱼类的种类比例逐渐增加,这种现象在三峡库区大宁河同样存在^[23]。鲤科鱼类占据优势地位是我国淡水鱼类区系组成的主要特征

不断缩小^[10],是喜静水的湖泊定居性鱼类取代喜流水性鱼类成为优势种的重要原因。底层鱼类减少可能与饵料生物资源的垂直分布变化有关。三峡水库蓄水之后,上层水体水温较高、光照强,浮游生物量相对较高,为中上层鱼类提供了丰富的饵料资源;底层水体的环境改变和饵料生物资源相对匮乏,可能是影响底层鱼类组成和分布变化的重要原因^[11,32],有待进一步深入研究。此外,肉食性鱼类的物种丰富度较蓄水前明显增加,对贝氏鲶、短颌鲚和似鳊等小型鱼类种群起到一定程度的捕食抑制作用。

3.3 香溪河鱼类物种多样性和资源量

鱼类群落多样性指数能够反映鱼类群落种类组成和结构特征,Shannon-Wiener 多样性指数和 Margalef 丰富度指数数值越高,表明鱼类群落结构越复杂,并且稳定性程度越高^[33-34];Pielou 均匀度指数越高,则表明群落中各物种的数量更均匀,鱼类群落多样性通常受到自然和人为因素的综合影响^[35]。在本研究中,Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数和 Margalef 丰富度指数均低于赵莎莎等^[10]于2012—2013年调查的结果,这表明香溪河鱼类群落结构趋向简单化,稳定性有所下降。一方面,随着蓄水时间增加,喜流水性鱼类种类数目不断减少,鱼类多样性降低;另一方面,目前的4种优势鱼类占据了较高的数量和生物量比例,优势度更为集中,鱼类群落均匀度呈下降趋势。本研究调查结果显示,单位捕捞努力量渔获个体数和单位捕捞努力量渔获量的季节变化明显,春夏季相对高于秋冬季,原因在于春夏季水温较高,饵料生物资源相对丰富^[36],且该期间是多数鱼类的繁殖季节,幼鱼数量较多^[37],因此鱼类总数量和生物量高于秋冬季,该结果也与采用水声学方法获取的三峡水库鱼类季节分布结果相符^[11,38]。

3.4 香溪河鱼类资源保护建议

三峡水库成库蓄水后,香溪河鱼类群落结构和多样性发生了显著变化,为了有效保护库区鱼类资源,提出以下3个方面的建议:(1)加强对河流生境的修复。香溪河上游建有数量众多的小型水电站,电站取水导致河段断流现象频发^[39],严重威胁着鱼类生存,因此建议拆除香溪河流域一定数量的小型水电站,修复上游水域自然生境,以扩大鱼类的栖息地范围。(2)加强对土著鱼类的保护。当前,长江流域施行“十年禁渔”政策,为三峡库区鱼类资源的保护提供了制度保障,建议在渔业资源监测过程中更加关注土著鱼类的种群规模和分布区域,对于资源极少的种群及时开展保育措施,同时在香溪河上游流水性鱼类集中分布的水域设立栖息地保护区。(3)严格防控外来鱼类。三峡水库蓄水后出现生态位空缺,加速了外来鱼类入侵。目前,短颌鲚是香溪河的优势鱼类,相关研究表明短颌鲚已成功定殖并扩张至整个三峡库区,有必要通过定向捕捞等方式阻止其种群进一步扩散^[40],同时应加强外来鱼类入侵风险评估,结合综合防控措施阻止外来鱼类进入和扩张,维护水生生物多样性和水域生态系统的稳定。

4 附录

附表 I 见电子版(DOI: 10.18307/2023.0636)。

5 参考文献

- [1] Chen DQ, Liu SP, Duan XB *et al.* A preliminary study of the fisheries biology of main commercial fishes in the middle and upper reaches of the Yangtze River. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2002, **26**(6): 618-622. [陈大庆, 刘绍平, 段辛斌等. 长江中上游主要经济鱼类的渔业生物学特征. 水生生物学报, 2002, **26**(6): 618-622.]
- [2] 王珂. 三峡库区鱼类时空分布特征及与相关因子关系分析[学位论文]. 北京: 中国水利水电科学研究院, 2013: 17-46.
- [3] Duan XB, Chen DQ, Liu SP *et al.* Studies on status of fishery resources in Three Gorges Reservoir reaches of the Yangtze River. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2002, **26**(6): 605-611. [段辛斌, 陈大庆, 刘绍平等. 长江三峡库区鱼类资源现状的研究. 水生生物学报, 2002, **26**(6): 605-611.]
- [4] Wu Q, Duan XB, Xu SY *et al.* Studies on fishery resources in the Three Gorges Reservoir of the Yangtze River. *Freshwater Fisheries*, 2007, **37**(2): 70-75. [吴强, 段辛斌, 徐树英等. 长江三峡库区蓄水后鱼类资源现状. 淡水渔业, 2007, **37**(2): 70-75.]
- [5] Wu NC, Tang T, Zhou SC *et al.* Impacts of cascade small run-of-river dams on river ecosystem functions in the Xiangxi River system. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2021, **30**(6): 1458-1465. [吴乃成, 唐涛, 周淑娟等. 香溪河梯级小水电站对河流生态系统功能的影响. 长江流域资源与环境, 2021, **30**(6): 1458-1465.]
- [6] Xie CY, Hu ZC, Cai RY *et al.* Assessment of the growth of eight dominant fish species and their resource development in important tributaries of the Three Gorges Reservoir area. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2019, **26**(3): 504-511. DOI: 10.3724/SP.J.1118.2019.

18391. [解崇友, 胡佐灿, 蔡瑞钰等. 三峡库区重要支流 8 种优势鱼类生长及其资源开发现状评估. 中国水产科学, 2019, 26(3): 504-511.]
- [7] Hui Y, Zhang XH, Chen ZJ *et al.* Present situation and strategy about the natural environment of the Xiangxi River basin. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2000, 9(1): 28-34. [惠阳, 张晓华, 陈珠金. 香溪河流域资源环境状况及开发策略探讨. 长江流域资源与环境, 2000, 9(1): 28-34.]
- [8] He CC. Investigating on Xiangxi River fishery resource. *Hubei Fishery*, 1990, 3: 84-85. [何长才. 香溪河鱼类资源调查. 湖北渔业, 1990, 3: 84-85.]
- [9] Shao XY, Li DF, Cai QH. The composition of the fish community in Xiangxi bay and resources evaluation. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2006, 30(1): 70-74. [邵晓阳, 黎道丰, 蔡庆华. 香溪河鱼类群落组成及资源评价. 水生生物学报, 2006, 30(1): 70-74.]
- [10] Zhao SS, Ye SW, Xie SG *et al.* The current situation of fishery resources in the Three Gorges Reservoir and advices on the management. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2015, 39(5): 973-982. DOI:10.7541/2015.127. [赵莎莎, 叶少文, 谢松光等. 三峡水库香溪河鱼类资源现状及渔业管理建议. 水生生物学报, 2015, 39(5): 973-982.]
- [11] Lian YX, Huang G, Godlewska M *et al.* Hydroacoustic assessment of spatio-temporal distribution and abundance of fish resources in the Xiangxi River. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2015, 39(5): 920-929. DOI: 10.7541/2015.121. [连玉喜, 黄耿, Godlewska M 等. 基于声学探测的香溪河鱼类资源时空分布特征评估. 水生生物学报, 2015, 39(5): 920-929.]
- [12] 连玉喜. 三峡水库鱼类时空分布格局及影响因素研究[学位论文]. 武汉: 中国科学院水生生物研究所, 2016.
- [13] 丁瑞华. 四川鱼类志. 成都: 四川科学技术出版社, 1994: 117-522.
- [14] 乐佩奇. 中国动物志. 硬骨鱼纲, 鲤形目(下卷). 北京: 科学出版社, 2000: 1-661.
- [15] 陈宜瑜. 中国动物志. 硬骨鱼纲, 鲤形目(中卷). 北京: 科学出版社, 1998: 1-531.
- [16] Pinkas L. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish Bulletin*, 1971, 152.
- [17] Ying R, Jiang L, Yin FM *et al.* Analysis of community structure and diversity of nekton in Kaozhouyang Bay using gill nets and cages. *South China Fisheries Science*, 2019, 15(4): 1-10. DOI: 10.12131/20190009. [应锐, 蒋力, 尹芳敏等. 基于刺网、地笼的考洲洋游泳动物群落结构和多样性分析. 南方水产科学, 2019, 15(4): 1-10.]
- [18] Pielou EC. *Mathematical Ecology*. New York, USA: John Wiley, 1977: 1-385.
- [19] Shannon CE. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 1948, 27(3): 379-423.
- [20] Margalef DR. Information theory in ecology. *General Systems*, 1958, (3): 36-71.
- [21] Jaccard P. The distribution of the flora in the alpine zone. *New Phytologist*, 2010, 11(2): 37-50.
- [22] Bai JP, Huang G, Jiang CJ *et al.* Characteristics and historical changes of the fish assemblage in the Danjiangkou Reservoir. *Biodiversity Science*, 2020, 28(10): 1202-1212. DOI: 10.17520/biods.2020009. [白敬沛, 黄耿, 蒋长军等. 丹江口水库鱼类群落特征及其历史变化. 生物多样性, 2020, 28(10): 1202-1212.]
- [23] Yang F, Yao WZ, Deng HT *et al.* The current situation of fish resources in the Daning River after the impoundment of the Three Gorges Reservoir. *Freshwater Fisheries*, 2013, 43(4): 51-57. [杨峰, 姚维志, 邓华堂等. 三峡库区蓄水后大宁河鱼类资源现状研究. 淡水渔业, 2013, 43(4): 51-57.]
- [24] 张平. 不同鲤群体的形态差异比较及 RAPD 扩增分析[学位论文]. 南京: 南京农业大学, 2009: 24-38.
- [25] 从婷婷. 崇明岛内河鱼类群落物种多样性及食性研究[学位论文]. 上海: 华东师范大学, 2021: 17-49.
- [26] Ba JW, Chen DQ. Invasive fishes in Three Gorges Reservoir area and preliminary study on effects of fish invasion owing to impoundment. *J Lake Sci*, 2012, 24(2): 185-189. DOI: 10.18307/2012.0203. [巴家文, 陈大庆. 三峡库区的人侵鱼类及库区蓄水对外来鱼类入侵的影响初探. 湖泊科学, 2012, 24(2): 185-189.]
- [27] Peng LG, Shen JZ, Ji FF *et al.* Spatiotemporal distribution of *Neosalanx taihuensis* in Xiaojiang River of Three Gorges Reservoir. *Journal of Hydroecology*, 2021, 42(5): 103-109. DOI:10.15928/j.1674-3075.202105150148. [彭乐根, 沈建忠, 吉芬芬等. 三峡库区小江太湖新银鱼时空分布. 水生态学杂志, 2021, 42(5): 103-109.]
- [28] Gong WB, Wu L, Cheng F. A comparative study on reproductive characteristics of the spring and autumn spawning stocks of *Neosalanx taihuensis* Chen in the Three Gorges Reservoir. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2010, 34(5): 1065-1068. DOI: 10.3724/SP.J.1035.2010.01065. [龚望宝, 吴朗, 程飞等. 三峡水库太湖新银鱼春季和秋季繁殖群体的繁殖生物学特征比较. 水生生物学报, 2010, 34(5): 1065-1068.]
- [29] Yang LY, Lv HJ, Fu M *et al.* Age and growth characteristics of *Coilia nasus* in the Three Gorges Reservoir region. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2022, 46(1): 17-28. DOI: 10.7541/2021.2021.082. [杨丽亚, 吕红健, 付梅等. 三峡库区短颌鲢年龄和生长特性的研究. 水生生物学报, 2022, 46(1): 17-28.]
- [30] Chen ZY, Tao YX, Ye Q *et al.* Age structure, growth characteristics and genetic diversity of newly-established population of shortjaw anchovy (*Coilia brachygnathus*) in the Three Gorges Reservoir area. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2022, 53(2): 430-439. DOI: 10.11693/hyh20210900217. [陈轶聿, 陶怡曦, 叶勤等. 三峡库区短颌鲢(*Coilia brachygnathus*)新建种群的年龄结构、生长特征及遗传多样性分析. 海洋与湖沼, 2022, 53(2): 430-439.]

- [31] 赵莎莎. 三峡水库香溪河库湾大眼鲈种群的渔业生物学与资源管理对策研究[学位论文]. 北京: 中国科学院大学, 2016.
- [32] Zheng BH, Zhang Y, Fu G *et al.* On the assessment standards for nutrition status in the Three Gorge Reservoir. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2006, **26**(6): 1022-1030. [郑丙辉, 张远, 富国等. 三峡水库营养状态评价标准研究. 环境科学学报, 2006, **26**(6): 1022-1030.]
- [33] Ma KP, Liu CR, Liu YM. Measures of biological community diversity II. Methods for measuring β -diversity. *Biodiversity Science*, 1995, **3**(1): 38-43. [马克平, 刘灿然, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 II. β 多样性的测度方法. 生物多样性, 1995, **3**(1): 38-43.]
- [34] Xiaog MT, Wang PZ, Ye SW *et al.* Spatio-temporal characteristics of the phytoplankton community and assessment of fish productivity in the Danjiangkou Reservoir, the water source for the South-to-North Water Diversion Project, China. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2021, **28**(6): 715-727. DOI: 10.12264/JFSC2021-0242. [熊满堂, 王普泽, 叶少文等. 丹江口水库浮游植物群落时空特征及其鱼产力评估. 中国水产科学, 2021, **28**(6): 715-727.]
- [35] Zhang MY, Xu DP, Duan JR *et al.* Primary studies on structure of fishery community and species diversity in Changshu section of the Yangtze River. *Ecological Science*, 2007, **26**(6): 525-530. [张敏莹, 徐东坡, 段金荣等. 长江常熟江段渔业群落结构及物种多样性初步研究. 生态科学, 2007, **26**(6): 525-530.]
- [36] Qiu GS, Tu M, Ye D *et al.* General investigation of eutrophication for tributaries in TGP reservoir area. *Yangtze River*, 2008, **39**(13): 1-4, 106. [邱光胜, 涂敏, 叶丹等. 三峡库区支流富营养化状况普查. 人民长江, 2008, **39**(13): 1-4, 106.]
- [37] Zhao W, Gao L, Duan XB *et al.* Status of early stage fish resources in Fengdu Section of the Three Gorges Reservoir Area. *Journal of Hydroecology*, 2021, **42**(2): 49-55. DOI: 10.15928/j.1674-3075.201904220101. [赵雯, 高雷, 段辛斌等. 三峡库区丰都江段鱼类早期资源现状研究. 水生态学杂志, 2021, **42**(2): 49-55.]
- [38] Ren YQ, Chen DQ, Liu SP *et al.* Spatio-temporal distribution of fish in the Pengxi River arm of the Three Gorges Reservoir. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, **32**(6): 1734-1744. DOI: 10.5846/stxb201103010249. [任玉芹, 陈大庆, 刘绍平等. 三峡库区澎溪河鱼类时空分布特征的水声学研究. 生态学报, 2012, **32**(6): 1734-1744.]
- [39] Liao C, Yu J, Wang J *et al.* Trends and mechanisms behind the invasion of *Coilia brachygnathus* (Actinopterygii, Engraulidae) in one of the world's largest reservoirs. *Hydrobiologia*, 2022, **849**(13): 2919-2932. DOI: 10.1007/s10750-022-04896-8.
- [40] Wu NC, Tang T, Zhou SC *et al.* Impacts of cascade small run-of-river dams on river ecosystem function in the Xiangxi River System. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2021, **30**(6): 1458-1465. [吴乃成, 唐涛, 周淑婵等. 香溪河梯级小水电站对河流生态系统功能的影响. 长江流域资源与环境, 2021, **30**(6): 1458-1465.]

附表 I 香溪河鱼类种类组成、生态类型及历史变化

Attached Tab.I Historical variation of composition, ecotypes of fish species in Xiangxi River

种类	生态类型	时期		
		1987 年	2012-2013 年	2020-2021 年
鲱形目 Clupeiformes				
鳀科 Engraulidae				
1.短颌鲚 ^b <i>Coilia brachygnathus</i>	L;C;U			+
鲟形目 Acipenseriformes				
鲟科 Acipenseridae				
2.施氏鲟 ^b <i>Acipenser schrenckii</i>	L;O;B			+
胡瓜鱼目 Osmeriformes				
银鱼科 Salangidae				
3.太湖新银鱼 ^b <i>Neosalanx taihuensis</i>	L;C;U		+	+
4.短吻间银鱼 ^b <i>Hemisanlx brachyrostratis</i>	L;C;U	+		
鲤形目 Cypriniformes				
亚口鱼科 Catostomidae				
5.胭脂鱼 <i>Myxocyprinus asiaticus</i>	P;O;L		+	+
花鲈科 Cobitidae				
6.泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	L;O;B	+	+	+
7.大鳞副泥鳅 <i>Paramisgurnus dabryanus</i>	L;O;B		+	+
条鲈科 Nemacheilidae				
8.长条鲈 <i>Noemacheilus longus</i>	P;O;B		+	
9.小体高原鲈 <i>Triplophysa minuta</i>	P;O;B		+	
10.横纹南鲈 <i>Schistura fasciolata</i>	P;O;B		+	
11.红尾荷马条鲈 <i>Homatula variegata</i>	P;O;B	+		
12.短体荷马条鲈 ^a <i>Homatula potanini</i>	P;O;B	+		
13.勃氏高原鲈 <i>Triplophysa bleekeri</i>	P;O;B	+		
沙鲈科 Botidae				
14.中华沙鲈 <i>Sinibotia superciliaris</i>	L;O;B		+	
15.长薄鲈 ^a <i>Leptobotia elongata</i>	P;O;B		+	+
16.红唇薄鲈 ^a <i>Leptobotia rubrilabris</i>	L;O;B		+	
17.武昌副沙鲈 <i>Parabotia banarescui</i>	P;O;B		+	
腹吸鲈科 Gastromyzontidae				
18.龙口副原吸鲈 ^a <i>Paraprotomyzon lungkowensis</i>	P;O;B	+		
19.四川爬岩鲈 ^a <i>Beaufortia szechuanensis</i>	P;O;B	+		
爬鲈科 Balitoridae				
20.犁头鲈 <i>Lepturichthys fimbriata</i>	P;O;B		+	
鲤科 Cyprinidae				
21.宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	P;O;U	+	+	+
22.马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	P;O;U	+	+	+
23.青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>	P;C;L		+	+
24.草鱼 <i>Ctenopharyngodon idella</i>	RL;H;L	+	+	+

25. 赤眼鲮 <i>Squaliobarbus curriculus</i>	L;O;U		+		+
26. 鲮 <i>Elopichthys bambusa</i>	RL;C;U	+		+	+
27. 湖北圆吻鲮 <i>Xenocypris argentea</i>	L;O;L				+
28. 黄尾鲮 <i>Xenocypris davidi</i>	RL;H;L			+	
29. 似鲮 <i>Pseudobrama simoni</i>	RL;O;L			+	+
30. 鲮 <i>Aristichthys nobilis</i>	RL;C;U			+	+
31. 鲮 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	RL;F;U			+	+
32. 中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>	L;O;L	+			+
33. 高体鲮 <i>Rhodeus ocellatus</i>	L;O;L	+		+	+
34. 彩石鲮 <i>Rhodeus lighti</i>	L;O;L			+	
35. 彩副鲮 <i>Acheilognathus imberbis</i>	L;O;L			+	
36. 大鳍鲮 <i>Acheilognathus macropterus</i>	L;O;L			+	+
37. 兴凯鲮 <i>Acanthorhodeus chankaensis</i>	L;O;L				+
38. 翘嘴鲮 <i>Culter alburnus</i>	L;C;U			+	+
39. 蒙古鲮 <i>Culter mongolicus</i>	L;C;U			+	+
40. 达氏鲮 <i>Culter dabryi</i>	L;C;U			+	+
41. 红鳍原鲮 <i>Cultrichthys erythropterus</i>	L;C;U				+
42. 贝氏鲮 <i>Hemiculter bleekeri</i>	L;O;U			+	+
43. 鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	L;O;U	+		+	+
44. 张氏鲮 ^a <i>Hemiculter tchangii</i>	L;O;U			+	+
45. 鲮 <i>Parabramis pekinensis</i>	L;H;L			+	+
46. 团头鲮 ^b <i>Megalobrama amblycephala</i>	L;H;L			+	
47. 厚颌鲮 ^a <i>Megalobrama pellegrini</i>	P;O;L				+
48. 飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>	RL;O;U				+
49. 寡鳞飘鱼 <i>Pseudolaubuca engraulis</i>	RL;O;U			+	
50. 麦穗鱼 ^b <i>Pseudorasbora parva</i>	L;O;L	+		+	+
51. 银鲮 <i>Squalidus argentatus</i>	L;O;L			+	+
52. 点纹银鲮 <i>Squalidus wolterstorffi</i>	L;O;L			+	
53. 蛇鲮 <i>Saurogobio dabryi</i>	P;O;B	+		+	+
54. 光唇蛇鲮 <i>Saurogobio gymnocheilus</i>	P;O;B			+	+
55. 裸腹片唇鲮 ^a <i>Platysmacheilus nudiventris</i>	P;O;B				+
56. 短须颌须鲮 <i>Gnathopogon imberbis</i>	P;O;L	+			+
57. 长蛇鲮 <i>Saurogobio dumerili</i>	P;O;L				+
58. 吻鲮 <i>Rhinogobio typus</i>	L;O;B				+
59. 云南盘鲮 <i>Discogobio yunnanensis</i>	P;O;B	+			
60. 嘉陵颌须鲮 ^a <i>Gnathopogon herzensteini</i>	P;O;L	+			
61. 片唇鲮 <i>Platysmacheilus exiguus</i>	P;O;B	+			
62. 乐山小鰾鲮 <i>Microphysogobio kiatingensis</i>	P;O;B	+		+	
63. 棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	L;O;B	+		+	+
64. 铜鱼 <i>Coreius heterodon</i>	P;O;L			+	+
65. 圆口铜鱼 ^a <i>Coreius guichenoti</i>	P;O;L	+		+	
66. 鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	L;O;B	+		+	+

67. 鲫 <i>Carassius auratus</i>	L;O;L	+	+	+
68. 宽口光唇鱼 ^a <i>Acrossocheilus monticola</i>	L;O;U	+		
69. 多鳞白甲鱼 <i>Onychostoma macrolepis</i>	P;O;B	+		
70. 泸溪直口鲮 <i>Rectoris luxiensis</i>	P;O;B	+		
71. 花鲮 <i>Hemibarbus maculatus</i>	L;C;B	+		
72. 齐口裂腹鱼 ^a <i>Schizothorax prenanti</i>	P;O;B	+		
73. 南方鳅鮯 <i>Gobiobotia meridionalis</i>	P;C;B	+		
74. 拉氏鲢 <i>Rhynchocypris lagowskii</i>	P;O;B	+		
鲇形目 Siluriformes				
鲇科 Siluridae				
75. 鲇 <i>Silurus asotus</i>	L;C;B	+	+	+
76. 大口鲇 <i>Silurus meridionalis</i>	L;C;B		+	
鲿科 Bagridae				
77. 光泽黄颡鱼 <i>Pelteobagrus nitidus</i>	L;C;L		+	+
78. 黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	L;C;B		+	+
79. 瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachellii</i>	L;C;B	+	+	+
80. 长须黄颡鱼 <i>Pelteobagrus longirostris</i>	P;C;B		+	
81. 凹尾拟鲿 <i>Pseudobagrus emarginatus</i>	L;C;B	+		
鲢科 Sisoridae				
82. 中华纹胸鲃 <i>Glyptothorax fukiensis</i>	P;O;B	+		
83. 青石爬鲃 ^a <i>Euchiloglanis davidi</i>	P;O;B	+		
合鳃鱼目 Syngnathiformes				
合鳃鱼科 Syngnathidae				
84. 黄鳍 <i>Monopterus albus</i>	L;C;B		+	
颌针鱼目 Beloniformes				
鱻科 Hemiramphidae				
85. 间下鱻 <i>Hyporhamphus intermedius</i>	RL;C;U			+
鲈形目 Perciformes				
真鲈科 Percichthyidae				
86. 斑鳊 <i>Siniperca scherzeri</i>	L;C;L			+
87. 大眼鳊 <i>Siniperca kneri</i>	L;C;L		+	+
88. 鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>	L;C;L		+	+
虾虎鱼科 Gobiidae				
89. 波氏吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius cliffordpopei</i>	P;C;B		+	+
90. 子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	P;C;B		+	+
91. 褐吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius brunneus</i>	P;C;B		+	
92. 神农吻虾虎 <i>Rhinogobius shennongensis</i>	P;C;B	+		
沙塘鳢科 Odontobutidae				
93. 中华沙塘鳢 <i>Odontobutis sinensis</i>	L;O;B			+
丽鱼科 Cichlidae				
94. 尼罗罗非鱼 ^b <i>Oreochromis niloticus</i>	L;O;B			+

注：^a-长江上游特有鱼类；^b-外来物种；P-喜流水性；L-湖泊定居性；RL-江湖洄游性；C-肉食性鱼类；O-杂食性鱼类；H-草食性鱼类；U-上层鱼类；L-中下层鱼类；B-底层鱼类。+表示该物种出现在本次调查中。