

# 三峡库区丰都江段鱼类早期资源现状研究

赵雯<sup>1,2</sup>, 高雷<sup>1</sup>, 段辛斌<sup>1</sup>, 郑永华<sup>2</sup>, 陈大庆<sup>1</sup>, 刘绍平<sup>1</sup>

(1. 中国水产科学研究院 长江水产研究所, 湖北 武汉 430223;

2. 西南大学水产学院, 重庆 北碚 400715)

**摘要:** 探究三峡库区丰都江段鱼类早期资源现状, 评估长江上游梯级水库群联合调度对鱼类早期资源的影响, 可为三峡库区渔业资源管理和保护措施制定提供科学依据。2018 年 5-7 月, 在三峡库区丰都江段利用圆锥网在左岸、江心和右岸进行鱼卵、鱼苗逐日取样调查。结果显示, 调查期间共采集鱼卵 7 426 粒、鱼苗 15 461 尾, 隶属于 5 目、10 科、40 种(鱼卵 16 种, 仔鱼 36 种), 其中产漂流性卵鱼类 19 种。估算通过丰都断面的卵苗径流量为  $290.55 \times 10^8$  粒(尾), 其中鱼卵  $89.84 \times 10^8$  粒, 鱼苗  $200.71 \times 10^8$  尾; 四大家的卵苗总径流量为  $2.24 \times 10^8$  粒(尾), 其中鱼卵  $0.95 \times 10^8$  粒, 鱼苗  $1.29 \times 10^8$  尾。调查期间出现 3 次产卵高峰, 集中在 5 月下旬和 6 月下旬。各类仔鱼数量呈现出不同的时间动态, 太湖新银鱼(*Neosalanx taihuensis*)、吻鰕虎鱼属(*Rhinogobius* sp.)、鲤(*Cyprinus carpio*)主要出现在 5 月, 四大家鱼以及宜昌鳊鲃(*Gobiobotia filifer*)主要出现在 6 月。研究表明, 三峡库区靠近库尾段的鱼类早期资源丰富, 库尾江段仍存在四大家鱼产卵场。

**关键词:** 三峡库区; 丰都江段; 鱼类早期资源

**中图分类号:** S932.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2021)02-0049-07

三峡大坝是目前世界上规模最大的水电工程, 自 2003 年 6 月蓄水后形成巨大的河道型水库, 具有防洪、发电、航运等巨大的综合效益, 极大地助力中国经济发展(长江水利委员会, 1997)。然而, 水流的拦截作用导致库区河段内淤积了大量的泥沙, 改变了长江干流水文情势, 将库区内的急流水环境改变为缓慢的流水环境, 使库区内喜急流水的鱼类被迫向上游或库区支流迁移, 改变了鱼类群落结构, 并对长江鱼类特别是产漂流性卵鱼类的繁殖产生了明显影响(Gao et al., 2010)。

为了解三峡水库形成后库尾江段及库区鱼类早期资源现状, 2007-2014 年, 许多学者对长江上游、库尾洛碛断面、库区丰都江段等相继开展了鱼类早期资源调查(姜伟, 2009; 唐锡良, 2010; 母红霞, 2014; 王红丽等, 2015)。调查表明, 三峡库区蓄水后, 库区内鱼类资源仍然得到了很好的补充, 长江上游成为一些重要经济鱼类繁殖的主要区域(Mu et

al., 2014); 产漂流性卵鱼类在长江上游进行繁殖, 其卵、苗、幼鱼通过“生态通道”下行到三峡水库生长育幼(母红霞, 2014)。

自 2014 年起, 为优化水能资源配置, 同时促进长江上游鱼类自然繁殖, 上游梯级水库群开始实施了联合调度, 但目前关于三峡水库内鱼类早期资源的调查较少。本研究于 2018 年的 5-7 月在三峡库区丰都江段开展鱼类早期资源调查, 旨在了解该江段鱼类早期资源现状, 为评估长江上游梯级水库群联合调度对三峡库区早期资源的影响提供基础数据, 也为制定三峡库区渔业资源的管理和保护措施提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 样点设置

2018 年 5-7 月, 在长江丰都江段丰都县( $107^{\circ}74'95''E, 29^{\circ}88'87''N$ )开展鱼类早期资源调查, 采样点位于三峡大坝上游 429 km、重庆市下游 170 km(图 1)。

### 1.2 采样方法

采样方法参考胡兴坤等(2019)。使用网口面积  $0.19 \text{ m}^2$ 、网长 2.5 m、网目 0.5 mm 的圆锥网, 在长江左岸、江心和右岸进行鱼卵和仔鱼采集, 每次采集 15 min, 每天上午和下午各采样 1 次。样品采集过程中, 利用 LS45Alibvcgvcy 型流速仪测定网口流

收稿日期: 2019-04-22

基金项目: 国家重点研发计划资助(2018YFD0900903); 农业部项目“长江中上游重要渔业水域主要经济物种产卵场及洄游通道调查”。

作者简介: 赵雯, 1994 年生, 女, 硕士研究生, 研究方向为渔业资源与环境。E-mail: 383050713@qq.com; 高雷为共同第一作者。

通信作者: 郑永华, 副教授, 主要从事渔业资源研究。E-mail: zhyh3000@163.com

速,同时记录水温、溶解氧和透明度数据。流量和水位采用中国长江三峡集团有限公司(<http://www.ctg.com.cn/sxjt/sqqk/index.html>)公布的三峡水库入库数据。

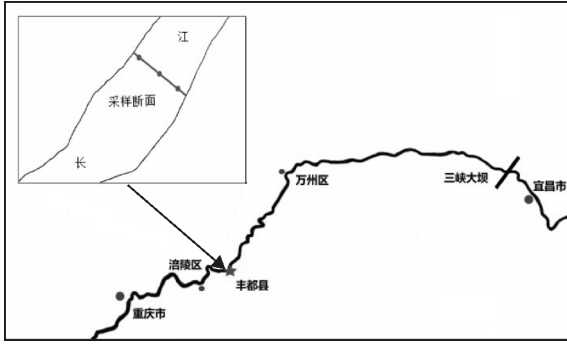


图1 2018年三峡库区丰都江段采样点设置

Fig.1 Location of the sampling sites for the early stage fish resource survey in the Fengdu section of TGR in 2018

### 1.3 样本鉴定

所采集的鱼苗在 LZ-60 奥林巴斯体式解剖镜下分类鉴定。参考相关文献,通过仔鱼色素的分布、肌节数目等形态特征进行种类鉴定(殷名称,1996;曹文宣等,2007)。选取大卵(直径>4 mm)采用分子生物学技术,通过线粒体 DNA 细胞色素 b 鉴定种类(卞晓东等,2007)。

### 1.4 数据处理

1.4.1 产卵规模估算 调查期间,漂流经过采样断面的鱼卵、仔鱼总量的计算方法参照易伯鲁等(1988a),计算公式如下:

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{m}{v \times a \times t} \quad (1)$$

$$M = Q \times \bar{D} \times T \quad (2)$$

式中: $\bar{D}$ 表示断面卵苗平均密度; $n$ 为采集断面设点数量; $m$ 表示一次采集的断面鱼卵、仔鱼数量(粒或尾); $v$ 表示江水流速(m/s); $a$ 表示网口面积( $m^2$ ); $t$ 表示采集时间(s); $i$ 表示第*i*个采样点卵苗密度(个/ $m^3$ ); $M$ 表示单位时间通过采集断面的卵苗径流量; $Q$ 表示采集断面的江水径流量( $m^3/s$ ); $T$ 表示单位时间。两次采集之间的非采集时间内,流经断面的鱼卵和仔鱼径流量( $M'$ )采用差补法计算,公式如下:

$$M' = t'/2 (M_1/t_1 + M_2/t_2) \quad (3)$$

式中: $t'$ 表示前后两次采集之间的间隔时间; $t_1$ 、 $t_2$ 表示前后两次采集的持续时间; $M_1$ 、 $M_2$ 表示前后两次采集的鱼卵和仔鱼数量。

1.4.2 产卵场位置 根据采集鱼卵的发育时期,并结合调查江段水流速度来计算鱼卵的漂流距离,由

此推算出产卵场位置。

计算公式如下:

$$L = V \times T \quad (4)$$

式中: $L$ 表示鱼卵的漂流距离(m); $V$ 表示调查江段面水流速度(m/s); $T$ 表示胚胎发育所经历的时间(s)。

1.4.3 数据分析 数据采用 Excel 进行统计、分析与做图;图片处理使用 Photoshop。

## 2 结果与分析

### 2.1 种类组成

2018年在丰都江段采集到鱼卵7426粒,仔鱼1.54万尾,隶属于5目、10科、40种(鱼卵16种,仔鱼36种)。鲤科鱼类最多,有28种,占总种数的70.0%;其次是鳅科3种,占7.5%;平鳍鳅科2种,占5.0%;鰕虎鱼科、鲇科、鲢科、沙塘鳢科、鱖科、鮡科和银鱼科均为1种,均占2.5%。产漂流性卵鱼类有19种,占总种类数的47.5%。

鱼卵以贝氏鲮(*Hemiculter bleekeri*)的数量最多,占鉴定总数的79.96%;其次是鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)和草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*),分别占9.06%和3.66%。仔鱼以太湖新银鱼(*Neosalanx taihuensis*)数量最多,占总捕捞量的44.76%,其次是吻鰕虎鱼属(*Rhinogobius* sp.)和贝氏鲮,分别占25.18%和13.94%。

### 2.2 鱼类早期资源时间动态

2018年调查期间,丰都江段鱼卵平均密度为9.92粒/100  $m^3$ ,主要出现在5月下旬及6月下旬,高峰期分别出现在5月23-25日、6月23日、6月28-29日,密度分别为109.29粒/100  $m^3$ 、16.75粒/100  $m^3$ 、22.15粒/100  $m^3$ (图2)。

仔鱼平均密度为21.50尾/100  $m^3$ ,主要出现在5月下旬和7月初,苗讯分别在5月26-27日、6月29日至7月1日,密度分别为119.44尾/100  $m^3$ 、108.56尾/100  $m^3$ (图3)。

2018年调查期间,丰都江段四大家鱼卵平均密度为0.09粒/100  $m^3$ ,主要出现在5月下旬和6月下旬,高峰期分别在5月23-25日、6月23-25日、6月28-29日,密度分别为0.97粒/100  $m^3$ 、0.19粒/100  $m^3$ 、0.20粒/100  $m^3$ (图4)。

四大家鱼仔鱼平均密度为0.11尾/100  $m^3$ ,主要出现在6月下旬和7月初,苗讯分别在6月30日和7月2日,密度分别为1.51尾/100  $m^3$ 和2.07尾/100  $m^3$ (图5)。

表1 2018年三峡库区丰都江段鱼卵和仔鱼种类组成

Tab.1 Fish species composition of eggs and larvae in the Fengdu section of the TGR in 2018

序号	种类	鱼 卵		仔 鱼	
		数量/粒	占比/%	数量/尾	占比/%
<b>鲤形目 Cypriniformes</b>					
鲤科 Cyprinidae					
1	贝氏鲮 <sup>▲</sup> <i>Hemiculter bleekeri</i>	415	79.96	2156	13.94
2	鳊 <sup>▲</sup> <i>Parabramis pekinensis</i>	2	0.39		
3	宽鳍鱮 <i>Zacco latypus</i>	1	0.19	1	0.01
4	鲮 <sup>▲</sup> <i>Hemiculter leucisculus</i>	1	0.19	207	1.34
5	寡鳞飘鱼 <sup>▲</sup> <i>Pseudolaubuca engraulis</i>			247	1.60
6	银飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>			13	0.08
7	鲢 <sup>▲</sup> <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	47	9.06	60	0.39
8	银鮡 <sup>▲</sup> <i>Squalidus argentatus</i>	4	0.77	232	1.50
9	吻鮡 <sup>▲</sup> <i>Rhinogobio typus</i>	2	0.39	46	0.30
10	草鱼 <sup>▲</sup> <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	19	3.66	19	0.12
11	鲤 <i>Cyprinus carpio</i>			87	0.56
12	宽口光唇鱼 <i>Acrossocheilus monticolus</i>			13	0.08
13	华鳊 <i>Sarcocheilichthys sinensis</i>			2	0.01
14	大鳍鱮 <i>Acheilognathus macropterus</i>			2	0.01
15	青鱼 <sup>▲</sup> <i>Mylopharyngodon piceus</i>	2	0.39	8	0.05
16	鲫 <i>Carassius auratus</i>			89	0.58
17	鳙 <sup>▲</sup> <i>Aristichthys nobilis</i>	1	0.19	3	0.02
18	鳊 <sup>▲</sup> <i>Elopichthys bambusa</i>	14	2.70	60	0.39
19	银鲌 <sup>▲</sup> <i>Xenocypris argentea</i>			5	0.03
20	蛇鮡 <sup>▲</sup> <i>Saurogobio dabryi</i>			112	0.72
21	宜昌鳅鮠 <sup>▲</sup> <i>Gobiobotia filifer</i>	1	0.19	72	0.47
22	圆筒吻鮡 <sup>▲</sup> <i>Rhinogobio cylindricus</i>	6	1.16		
23	铜鱼 <sup>▲</sup> <i>Coreins heterodon</i>	2	0.39		
24	马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>			130	0.84
25	似鳊 <sup>▲</sup> <i>Pseudobrama simoni</i>			182	1.18
26	鮠属 <i>Culter</i> sp.			262	1.70
27	高体鳊 <i>Rhodeus ocellatus</i>			76	0.49
28	麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>			39	0.25
鳅科 Cobitidae					
29	花斑副沙鳅 <sup>▲</sup> <i>Parabotia fasciata</i>			1	0.01
30	紫薄鳅 <sup>▲</sup> <i>Leptobotia purpurea</i>			23	0.15
31	薄鳅属 <i>Leptobotia</i> sp.	1	0.19	52	0.34
平鳍鳅科 Balitoridae					
32	犁头鳅 <i>Lepturichthys fimbriata</i>			115	0.74
33	中华金沙鳅 <sup>▲</sup> <i>Jinshaia sinensis</i>	1	0.19		
<b>鲇形目 Siluriformes</b>					
鲇科 Bagridae					
34	黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>			25	0.16
鲇科 Siluridae					
35	鲇 <i>Silurus asotus</i>			8	0.05
<b>鲈形目 Perciformes</b>					
鲈科 Serranidae					
36	鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>			67	0.43
鰕虎鱼科 Gobiidae					
37	吻鰕虎鱼属 <i>Rhinogobius</i> sp.			3893	25.18
塘鳢科 Eleotridae					
38	沙塘鳢 <i>Odontobutis obscura</i>			21	0.14

续表 1

序号	种类	鱼 卵		仔 鱼	
		数量/粒	占比/%	数量/尾	占比/%
<b>颌针鱼目 Belontiiformes</b>					
<b>鱖科 Hemiramphidae</b>					
39	间下鱖 <i>Hyporhamphus intermedius</i>			15	0.10
<b>鲑形目 Salmoniforme</b>					
<b>银鱼科 Salangidae</b>					
40	太湖新银鱼 <i>Neosalanx taihuensis</i>			6920	44.76
	未鉴定种类	6907	93.00	198	1.28
	总 计	7426	100	15461	100

注:▲代表产漂流性卵鱼类。

Note: ▲represents the fish species with pelagic eggs.

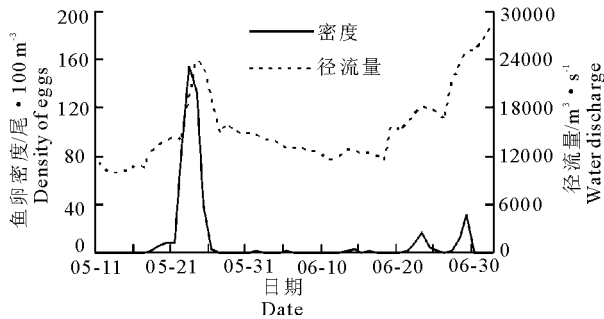


图2 2018年三峡库区丰都江段鱼卵密度的日变化  
Fig.2 Daily variation in fish egg density in the Fengdu section of TGR of 2018

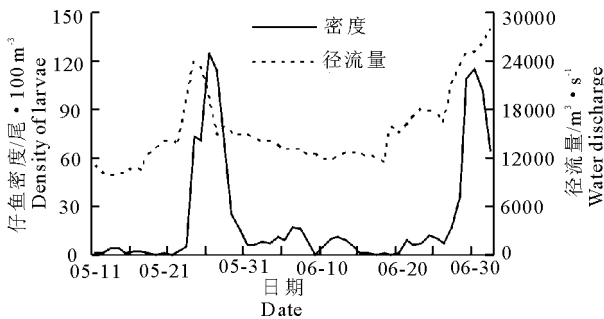


图3 2018年三峡库区丰都江段仔鱼密度的日变化  
Fig.3 Daily variation in fish larvae density in the Fengdu section of TGR of 2018

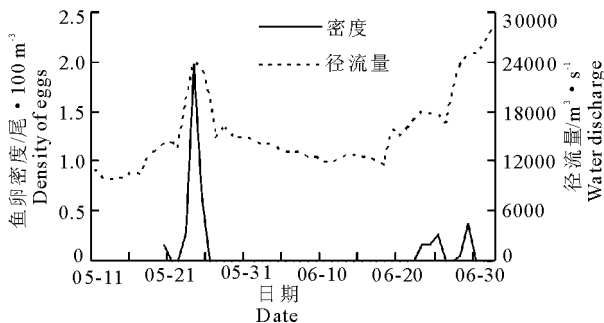


图4 2018年三峡库区丰都江段四大家鱼卵鱼密度的日变化  
Fig.4 Daily variation in egg density of the four major Chinese carps in the Fengdu section of TGR of 2018

对不同月份仔鱼种类组成的分析表明,不同种类仔鱼主要出现时间存在明显差异。太湖新银鱼和贝氏鲮在各月份的占比均较高;其中,太湖新银鱼集中出现于5月下旬至6月上旬,贝氏鲮集中出现于6月中旬及以后,鳊虎鱼科主要出现在5月中上旬,鲤集中出现于5月中旬,鲃属在6月中旬后开始出现(图6)。

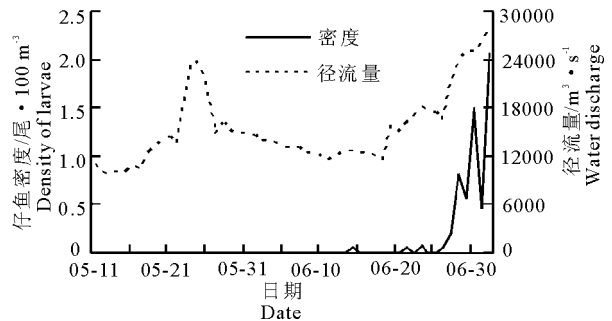


图5 2018年三峡库区丰都江段四大家鱼仔鱼密度的日变化  
Fig.5 Daily variation in larvae density of the four major Chinese carps in the Fengdu section of TGR of 2018

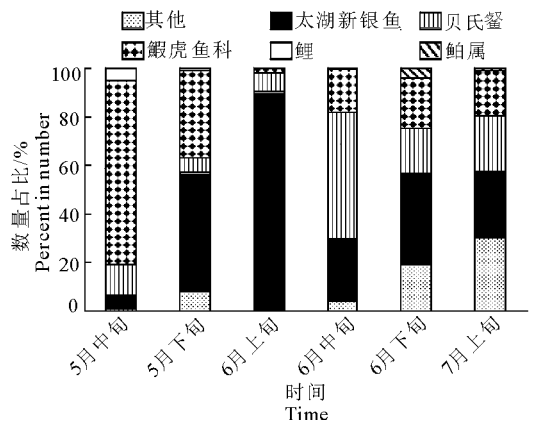


图6 2018年三峡库区丰都江段仔鱼相对丰度  
Fig.6 Relative abundance percentage composition of larvae collected in the Fengdu section of TGR from May to July of 2018

## 2.3 卵苗径流量及产卵场

2018年调查期间,估算通过丰都江段卵苗径流量合计为 $290.55 \times 10^8$ 粒(尾);其中,四大家鱼为 $2.24 \times 10^8$ 粒(尾),鳊为 $1.26 \times 10^8$ 粒(尾)。四大家鱼的鱼卵总规模为 $0.95 \times 10^8$ 粒,其中鳊 $0.67 \times 10^8$ 粒,占四大家鱼总规模的70.54%;草鱼其次,为 $0.24 \times 10^8$ 粒,占25.82%;青鱼 $0.02 \times 10^8$ 粒,占2.33%;鳙的捕捞量较少,仅 $0.01 \times 10^8$ 粒,仅占1.31%。仔鱼中,以太湖新银鱼和吻鰕虎鱼属规模最大,分别为 $89.91 \times 10^8$ 尾和 $50.17 \times 10^8$ 尾,丰都江段重要经济鱼类的卵、苗径流量见表2。四大家鱼产卵场主要分布于涪陵区和涪陵珍溪镇,产卵规模分别为 $0.60 \times 10^8$ 粒和 $0.24 \times 10^8$ 粒。

表2 2018年丰都江段重要经济鱼类卵苗径流量

Tab.2 Egg and larvae runoff of important economic fish species in the Fengdu section of TGR from May to July of 2018

种类	资源量/ $10^8$		
	鱼卵/粒	仔鱼/尾	合计
鱼卵+仔鱼	89.84	200.71	290.55
太湖新银鱼		89.91	89.91
吻鰕虎鱼属		50.17	50.17
鳊	0.21	1.05	1.26
四大家鱼	0.95	1.29	2.24

## 2.4 水文环境

调查期间,丰都江段长江流量在5月23日和7月2日前后出现两次较大洪峰。流量最大值出现在7月2日,为 $28\,000\text{ m}^3/\text{s}$ ;最小值在5月13日,为 $9\,800\text{ m}^3/\text{s}$ 。测定水温在 $21.0 \sim 25.0^\circ\text{C}$ ,平均值为 $(22.30 \pm 0.99)^\circ\text{C}$ 。透明度的最大值在5月17日,为85 cm,最小值在6月24日,为28 cm,平均值为 $(48.49 \pm 16.71)\text{cm}$ (图7)。

表3 三峡库区丰都江段鱼类早期资源种类及数量

Tab.3 Species composition and quantity of fish eggs and larvae in the Fengdu section of TGR in different years

年份	地点	种类数	卵苗总量/ $10^8$	优势种	数据来源
2007	江津	-	37	-	段辛斌,2008
2009	江津	35	26.8	鲢鱼属、鳊属、中华沙鳅、长薄鳅、子陵吻鰕虎鱼	唐锡良,2010
2011	洛碛	46	121.9	鲢鱼属、鳊属、银鮡、花斑副沙鳅	母红霞,2014
2012	洛碛	43	71.8		
2014	丰都	50	116.35	太湖新银鱼、子陵吻鰕虎鱼、鳊属、宜昌鳅鲃	王红丽等,2015
2018	丰都	40	290.55	太湖新银鱼、吻鰕虎鱼属、鳊属、寡鳞鲃	本研究

用,也说明了三峡库区鱼类早期资源丰富,这对三峡库区鱼类资源的补充有重要作用。

## 3.2 环境条件影响鱼类的集中产卵时间

水温、流量等外界因子是影响鱼类繁殖时间的主要因素(Li et al,2013)。鱼类繁殖受水温等环境影响,在不同的区域范围内表现出繁殖时间、初次性

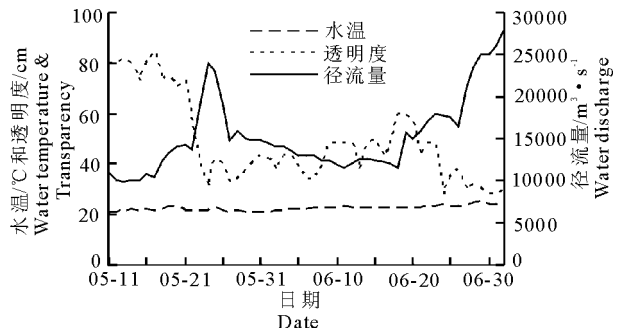


图7 2018年三峡库区丰都江段水文环境因子日变化

Fig.7 Daily variation in hydrological environment factors in the Fengdu section of TGR of 2018

## 3 讨论

### 3.1 三峡库区鱼类早期资源丰富

三峡库区鱼类早期资源量大、种类丰富。本研究调查到鱼类40种,与2011年和2012年三峡库尾洛碛江段的46种和43种(母红霞,2014)及丰都江段的50种(王红丽等,2015)相近,多于长江上游江津江段的35种(唐锡良,2010)。优势种方面,三峡库区与长江上游存在明显差异,长江上游江津江段与珞璜江段优势种主要为寡鳞鲃(*Pseudolaubuca engraulis*)、贝氏鲮(*Hemiculter bleekeri*)、中华沙鳅(*Sinibotia supercilialis*)、长薄鳅(*Leptobotia elongata*)等产漂流性卵鱼类,三峡库区优势种为子陵吻鰕虎鱼(*Rhinogobius giurinus*)、太湖新银鱼(*Neosalanx taihuensis*)、鲤(*Cyprinus carpio*)等产粘(沉)性卵鱼类(表3)。2007-2014年,通过库尾及库区江段的卵苗径流量 $(71.2 \sim 121.9) \times 10^8$ 粒(尾),明显高于上游江津段 $(26.8 \sim 37.0) \times 10^8$ 粒(尾),说明上游孵化的仔鱼对库区有一定的补充作

成熟年龄和个体大小等不同(黎明政,2012)。因此,鱼类繁殖时间随环境变化而变化。本研究中,5月下旬,随着长江丰都江段流量明显增大,仔鱼集中出现,大部分鱼类进入繁殖期,其中四大家鱼在流量 $19\,000 \sim 24\,000\text{ m}^3/\text{s}$ ,温度 $22.4^\circ\text{C}$ 、涨水2 d后达到产卵高峰。

在本研究中,5月中旬丰都江段流量小、水温偏低、鱼类繁殖种类较少,卵苗密度低,主要为产粘性卵的鲤、沉性卵的太湖新银鱼等;5月下旬及6月,随着流量和水温增加,大多数鱼类进入繁殖期,鱼类物种数明显增加,四大家鱼、铜鱼(*Coreins heterodon*)、宜昌鳅鲃等产漂流性卵的鱼类出现,其中四大家鱼作为典型的漂流性鱼类,与流量呈正相关,一定的水文环境下能发生产卵行为(黎明政,2012)。在6-7月,大多数鱼类丰度升高,为黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)、鳊(*Siniperca chuatsi*)等肉食性鱼提供了充足的饵料,这与前期学者的研究结果一致(黎明政等,2010;柏海霞等,2014)。

### 3.3 三峡库区仍存在四大家鱼产卵场

三峡水库蓄水前,四大家鱼上溯至上游,或在目前的库区段繁殖,前期的调查结果表明,1986年上游分布有11个产卵场(易伯鲁等,1988b);2002-2003年云阳至江津江段有数个产卵场(段辛斌等,2008)。近年来的研究发现,长江上游江津段逐渐成为上游四大家鱼主要产卵江段(段辛斌,2008;唐锡良,2010);此外,虽然原分布于库区江段的部分产卵场被淹没,但在三峡库尾江段仍有四大家鱼产卵场,如峡口江段和涪陵江段(母红霞,2014;王红丽等,2015)。本研究也表明,三峡库区涪陵江段仍然存在四大家鱼产卵场。

## 4 小结与建议

(1)三峡库尾及其邻近库区内鱼类早期资源丰富,对库区鱼类资源的补充及三峡水库生态系统的维护发挥了重要作用,三峡库尾及其邻近库区内仍存在四大家鱼产卵场。

(2)在实施航道整治等涉水工程建设时,应注重生态修复和保护,以降低工程建设对鱼卵和仔鱼的影响,保证鱼类资源的有效补充。

(3)应继续开展长江上游梯级水库群联合生态调度,通过调节下泄流量,在繁殖季节为鱼类繁育提供合适的水文条件;加强鱼类早期资源的基础研究,对其资源变动情况进行科学评价。

### 参考文献

柏海霞,彭期冬,李翀,等,2014.长江四大家鱼产卵场地形及其自然繁殖水动力条件研究综述[J].中国水利水电科学研究院学报,12(3):249-257.

卞晓东,张秀梅,肖永双,等,2007.线粒体DNA序列在沙氏下鱥鱼卵鉴别上的应用[J].中国海洋大学学报(自然

科学版),37(S1):111-116.

长江水利委员会,1997.三峡工程生态环境研究[M].武汉:湖北科学技术出版社:45-53.

曹文宣,常剑波,乔晔,等,2007.长江鱼类早期资源[M].北京:中国水利水电出版社.

段辛斌,2008.长江上游鱼类资源现状及早期资源调查研究[D].武汉:华中农业大学.

段辛斌,陈大庆,李志华,等,2008.三峡水库蓄水后长江中游产漂流性卵鱼类产卵场现状[J].中国水产科学,15(4):523-532.

胡兴坤,高雷,杨浩,等,2019.长江中游黄石江段鱼类早期资源现状[J].长江流域资源与环境,28(1):60-67.

姜伟,2009.长江上游珍稀特有鱼类国家级自然保护区干流江段鱼类早期资源研究[D].武汉:中国科学院水生生物研究所.

黎明政,姜伟,高欣,等,2010.长江武穴江段鱼类早期资源现状[J].水生生物学报,34(6):1211-1217.

黎明政,2012.长江鱼类生活史对策及其早期生活史阶段对环境的适应[D].武汉:中国科学院水生生物研究所.

母红霞,2014.长江三峡水库库尾江段及三峡坝下鱼类早期资源生态学研究[D].武汉:中国科学院水生生物研究所.

唐锡良,2010.长江上游江津江段鱼类早期资源研究[D].重庆:西南大学.

王红丽,黎明政,高欣,等,2015.三峡库区丰都江段鱼类早期资源现状[J].水生生物学报,39(5):954-964.

易伯鲁,余志堂,梁秩桑,等,1988a.长江干流草、青、鲢、鳙四大家鱼产卵场的分布、规模和自然条件[C]//葛洲坝水利枢纽与长江四大家鱼.武汉:湖北科学技术出版社.

易伯鲁,余志堂,梁秩桑,等,1988b.葛洲坝水利枢纽建成后长江干流四大家鱼产卵场的现状及工程对家鱼繁殖影响的评价[C]//葛洲坝水利枢纽与长江四大家鱼.武汉:湖北科学技术出版社.

殷名称,1996.鱼类早期生活史阶段的自然死亡[J].水生生物学报,20(4):363-372.

Gao X, Zeng Y, Wang J, et al, 2010. Immediate impacts of the second impoundment on fish communities in the Three Gorges Reservoir[J]. Environmental Biology of Fishes, 87(2):163-173.

Li M Z, Gao X, Yang S, et al, 2013. Effects of environmental factors on natural reproduction of the four major Chinese carps in the Yangtze River, China[J]. Zoological Science, 30: 296-303.

Mu H X, Li M Z, Liu H Z, et al, 2014. Analysis of fish eggs and larvae flowing into the Three Gorges Reservoir on the Yangtze River, China[J]. Fisheries Science, 80: 505-515.

## Status of Early Stage Fish Resources in Fengdu Section of the Three Gorges Reservoir Area

ZHAO Wen<sup>1,2</sup>, GAO Lei<sup>1</sup>, DUAN Xin-bin<sup>1</sup>, ZHENG Yong-hua<sup>2</sup>, CHEN Da-qing<sup>1</sup>, LIU Shao-ping<sup>1</sup>

(1. Yangtze River Fisheries Research Institute of Chinese Academy of

Fisheries Science, Wuhan 430223, P.R. China;

2. College of Fisheries, Southwest University, Chongqing 400715, P.R. China)

**Abstract:** The abundant fishery resources in Three Gorges Reservoir (TGR) play an important role in maintaining the stability of the Yangtze River ecosystem. However, the intense human activities in the TGR have been affecting habitat continually, and the size and biodiversity of fishery resources is threatened. In this study, we explored the status of early stage fish resources in the Fengdu section of the TRG area and assessed the impact of operating the cascaded reservoirs in the upper Yangtze River on early stage fish. The results provide a scientific basis for the formulation of fishery resource management and protection measures in the TGR. From May to July 2018, a daily survey of fish eggs and larvae was conducted on the left bank, center and right bank of the Fengdu section of TGR using conical nets. A total of 15 461 larvae and 7 426 eggs were collected during the investigation, and 40 fish species belonging to 10 families and 5 orders (16 species of fish eggs and 36 species of fish larvae) were identified, with absolute dominance by Cyprinidae (28 species), accounting for 70.0% of the total fish species, followed by Cobitidae (7.5%). The number of fish species with drifting eggs was 19, accounting for 47.5% of the total species. The total recruitment of eggs and larvae during the investigation were estimated at  $290.55 \times 10^8$ , including  $89.84 \times 10^8$  eggs and  $200.71 \times 10^8$  larvae; and total recruitment of the four major Chinese carps were estimated at  $2.24 \times 10^8$ , including  $0.95 \times 10^8$  eggs and  $1.29 \times 10^8$  larvae. During the surveys, there were three spawning peaks, and they occurred in late May and late June. The quantities of larvae for different taxa presented obvious temporal variation, *Neosalanx taihuensis*, *Rhinogobius* sp., *Cyprinus carpio* mainly appeared in May, the four major Chinese carps, and *Gobiobotia filifer* mainly appeared in June. This study shows that there are abundant early stage fish resources in the TGR near the tail section of the reservoir, and there are still spawning grounds of the four major Chinese carps at the end of the TGR.

**Key words:** Three Gorges Reservoir; Fengdu section; early stage fish resource