

# 赣江下游丰城段鱼类早期资源现状调查

郭琴<sup>1,2</sup>, 高雷<sup>1</sup>, 潘文杰<sup>1</sup>, 欧阳珊<sup>2</sup>, 陈大庆<sup>1</sup>, 刘绍平<sup>1</sup>, 段辛斌<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. 南昌大学生命科学学院, 江西 南昌 330031)

**摘要:**对赣江鱼类早期资源调查, 可为赣江鱼类资源保护以及水利工程生态调度提供科学依据。2017年5-6月, 在赣江丰城段使用圆锥网采集鱼卵和弼网采集仔鱼, 对鱼类早期资源种类组成、产卵规模和产卵场进行分析。结果显示, 调查期间共采集鱼卵11 215粒, 仔鱼12 645尾, 隶属于4目、8科、36种, 其中产漂流性卵鱼类24种。估算调查期间通过丰城段卵苗径流量为 $66.66 \times 10^8$ 粒(尾), 其中鱼卵径流量 $63.84 \times 10^8$ 粒, 鱼苗径流量 $2.82 \times 10^8$ 尾; “四大家鱼”卵苗径流量为 $0.11 \times 10^8$ 粒(尾), 其中鱼卵径流量 $0.07 \times 10^8$ 粒, 鱼苗径流量 $0.04 \times 10^8$ 尾。调查期间出现3次产卵高峰, 集中在6月上、中旬。各类群鱼卵数量呈现出不同的时间动态, 银鮡(*Squalidus argentatus*)产卵高峰期主要出现在5月, 银鲴(*Xenocypris argentea*)、鳊(*Parabramis pekinensis*)、赤眼鲮(*Squaliobarbus curriculus*)以及“四大家鱼”则主要出现在6月。研究表明, 峡江水利枢纽运行后, 邻近峡江水利枢纽的巴邱“四大家鱼”产卵场消失, 但其下游的仁和、新干产卵场保存较完整, 在离坝较远的大洋洲镇江段调查发现一处新的“四大家鱼”产卵场。建议开展生态调度及增殖放流活动, 以保护赣江鱼类资源。

**关键词:**赣江下游; 丰城江段; 鱼类资源; 四大家鱼; 产卵场

**中图分类号:** S932.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2020)06-0106-07

赣江是入鄱阳湖五大河流之首, 具有复杂的淡水生物群落, 是鄱阳湖水系的重要水生生物栖息地和繁殖场所, 对鄱阳湖以及长江的水生生物资源保护与维持具有重要意义 (Liu et al, 2017)。赣江是“四大家鱼”、鲌(*Tenualosa reevesii*)等洄游性鱼类的重要栖息地和繁殖场, 历史上分布有12处“四大家鱼”产卵场 (田见龙, 1989; 郭治之和刘瑞兰, 1995)及3处鲌产卵场 (刘乐和等, 1979)。

近年来, 由于过度捕捞、水利工程建设和水体污染等因素的影响, 赣江中下游鱼类资源呈下降趋势 (苏念等, 2012)。万安水利枢纽运行后, 原有的12处“四大家鱼”产卵场中, 至2009年已有9处消失或严重萎缩 (刘彬彬等, 2009; 邹淑珍等, 2010a; 2010b)。随着石虎塘、峡江水利枢纽运行, 赣江中下游水文情势将发生明显改变。然而, 目前对该水域鱼类早期资源的基础资料极少。为此, 本研究在

赣江丰城江段开展鱼类早期资源调查, 评价赣江中下游鱼类早期资源及产卵场现状, 旨在为鱼类资源保护以及水利工程生态调度提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 采样时间和断面

采样时间为2017年5月8日至6月30日。采集断面选择在赣江丰城市拖船镇(115.668°E, 28.155°N), 上距峡江水利枢纽约100 km, 下距鄱阳湖约164 km(图1)。

### 1.2 采样方法

使用圆锥网在两岸表层水中采集鱼卵, 圆锥形网具的网目0.5 mm, 网口面积 $0.19 \text{ m}^2$ , 后接圆柱形集卵器, 网目0.5 mm; 每天采集2次(8:00-10:00、15:00-17:00), 每次持续15 min。使用弼网在距离两岸5 m处不间断采集仔鱼, 定置网网目0.5 mm, 网口面积 $0.53 \text{ m}^2$ , 后接收集网箱, 网目0.5 mm, 网具规格长×宽×高=40 cm×30 cm×30 cm, 每天收集2次(8:00和15:00)(Duan et al, 2009)。使用GPS12XLC记录采集点坐标, LS45A型流速仪测定网口流速, YSI PROO DO测定水温(WT)、溶氧量(DO), 萨氏盘测定透明度。水位、流量来自全国水雨情信息网 (<http://xxfb.hydroinfo.gov.cn/index.html>) 樟树水文站数据。

收稿日期: 2018-07-08

**基金项目:**国家重点研发计划(2018YFD0900801); 国家自然科学基金(51579247, 31602161); 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:**郭琴, 1993年生, 女, 硕士研究生, 研究方向为渔业资源与环境保护研究。E-mail: 474170541@qq.com。高雷为共同第一作者。

**通信作者:**段辛斌。E-mail: duan@yfi.ac.cn

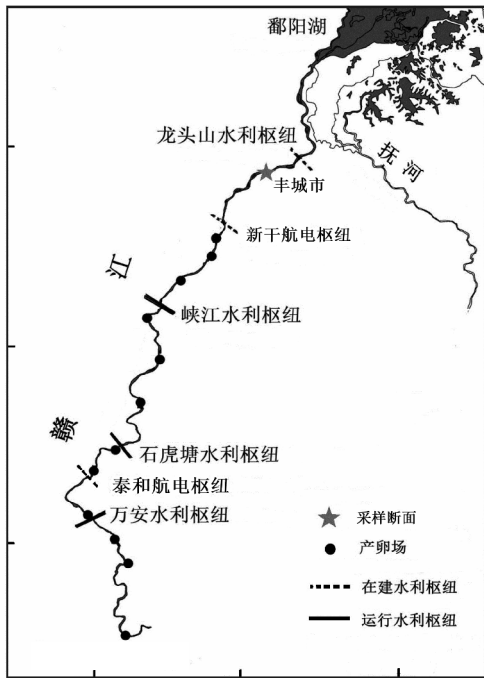


图 1 赣江采样点

Fig.1 Map of sampling sites in Ganjiang River

### 1.3 样本处理及鉴定

现场采集的鱼卵, 观察、记录其发育期, 并利用形态学特征鉴定仔鱼种类(易伯鲁等, 1988; 曹文宣等, 2007)。对无法鉴定种类的仔鱼及鱼卵, 用 95% 的乙醇保存, 带回实验室采用线粒体细胞色素 B 基因鉴定(高雷, 2014)。

### 1.4 数据处理

1.4.1 产卵规模估算 一昼夜流经采集点江段的鱼卵、仔鱼总径流量( $B_m$ ), 是 24 h 内各次定时采集的鱼卵、仔鱼流量之和( $\sum M$ )与前后两次采集时间内计算出的鱼卵、仔鱼之和( $\sum M'$ )的总和, 即:

$$B_m = \sum M + \sum M' \quad (1)$$

式①中, 一次定时采集的断面鱼卵、仔鱼流量( $M$ )按下式求出:

$$M = (Q/q) \cdot m \cdot C \quad (2)$$

式②中:  $Q$  为采集点段面的平均流量( $\text{m}^3/\text{s}$ );  $q$  为流经网内的水流量( $\text{m}^3/\text{s}$ );  $m$  为断面固定点一次采集到的鱼卵、仔鱼数量(粒, 尾);  $C$  为断面鱼卵、仔鱼流量系数。

鱼卵、仔鱼流量系数( $C$ )是断面各采集点的鱼卵、仔鱼平均密度( $\bar{D}$ )与常规采集点的鱼卵、仔鱼密度( $d$ )之比, 即:

$$C = \bar{D}/d \quad (3)$$

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^n d_i/n \quad (4)$$

式④中:  $\sum_{i=1}^n d_i/n$  为采集断面所设各点密度之和;  $n$  为采集断面所设点的数量。

式①中, 两次采集之间非采集时间内, 流经断面的鱼卵、仔鱼径流量  $M'$  采用差补法来计算, 即:

$$M' = t'/2(M_1/t_1 + M_2/t_2) \quad (5)$$

式⑤中:  $t'$  表示前后两次卵苗采集的间隔时间;  $t_1, t_2$  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、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, 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:

$$L = V \times T \quad (6)$$

式⑥中:  $L$  为鱼卵的漂流距离(m);  $V$  为调查江段水流速度(m/s);  $T$  为胚胎发育经历时间(s)。

## 2 结果与分析

### 2.1 种类组成

调查期间赣江下游丰城江段共采集鱼卵 11 215 粒, 仔鱼 12 645 尾, 隶属于 4 目、8 科、36 种(鱼卵 21 种、仔鱼 22 种)。其中, 鲤科鱼类最多, 有 22 种, 占种数的 61.1%; 其次是鳅科, 有 7 种, 占 19.4%; 鱖科、鲃科、鲮科、真鲈科和鳢科均为 1 种, 各占 2.8%。产漂流性卵鱼类有 24 种, 占 66.7%(表 1)。

采集的鱼卵中, 银鮡(*Squalidus argentatus*)数量最多, 占 48.1%; 其次是银鲫(*Xenocypris argentea*), 占 23.4%, 鳊(*Parabramis pekinensis*)占 5.4%, 赤眼鳟(*Squaliobarbus curriculus*)占 3.8%, “四大家鱼”占 5.6%; 其中鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)占 3.2%, 鳙(*Aristichthys nobilis*)占 2.1%, 草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)仅占 0.3%(图 2)。

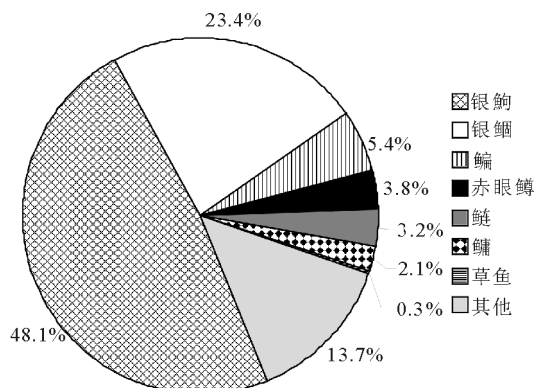


图 2 2017 年 5 - 6 月赣江丰城断面采集鱼卵数量组成  
Fig.2 Relative composition of fish eggs by species in the Fengcheng section of Ganjiang River (May - June 2017)

### 2.2 鱼类早期资源时间动态

调查期间,鱼卵平均密度为 34.43 粒/100 m<sup>3</sup>,仔鱼平均密度为 5.36 粒/100 m<sup>3</sup>。赣江鱼类繁殖期主要出现在 6 月上、中旬,繁殖高峰期分别为 6 月 7 日、13 日和 18 日(图 3 - a),对应鱼卵密度分别为

79.58、176.75 和 1 067.90 粒/100 m<sup>3</sup>。“四大家鱼”出现两次产卵高峰,分别在 6 月 13 日和 28 日(图 3 - b),鱼卵密度分别为 1.91 和 0.18 粒/100 m<sup>3</sup>。鱼卵和“四大家鱼”卵密度出现高峰期与流量高峰期时间吻合。

表 1 2017 年 5 - 6 月赣江丰城断面鱼类早期资源种类组成

Tab.1 Species composition of early stage fish resources in the Fengcheng section of Ganjiang River (May - June 2017)

鱼 类	鱼卵	仔鱼	鱼 类	鱼卵	仔鱼
<b>I 鲤形目 Cypriniformes</b>			<b>鳅科 Cobitidae</b>		
鲤科 Cyprinidae			23.花斑副沙鳅▲ <i>Parabotia fasciata</i>		+
1.马口鱼▲ <i>Opsariichthys bidens</i>		+	24.江西副沙鳅▲ <i>Parabotia kiangsiensis</i>		+
2.草鱼▲ <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	+	+	25.漓江副沙鳅▲ <i>Parabotia lijiangensis</i>		+
3.赤眼鳟▲ <i>Squaliobarbus curriculus</i>	+	+	26.双斑副沙鳅▲ <i>Parabotia bimaculata</i>		+
4.鳊▲ <i>Parabramis pекinensis</i>	+	+	27.中华沙鳅▲ <i>Botia superciliaris</i>		+
5.鲃▲ <i>Megalobrama skolkovii</i>	+		28.薄鳅属▲ <i>Leptobotia</i> sp.		+
6.鲮▲ <i>Hemiculter leucisculus</i>	+		29.长薄鳅▲ <i>Leptobotia elongate</i>		+
7.贝氏鲮▲ <i>Hemiculter bleekeri</i>		+	<b>II 颌针鱼目 Beloniformes</b>		
8.寡鳞飘鱼▲ <i>Pseudolaubuca engraulis</i>		+	鳊科 Hemiramphidae		
9.飘鱼▲ <i>Pseudolaubuca sinensis</i>	+	+	30.间下鳊 <i>Hyporhamphus intermedius</i>		+
10.翘嘴鲌▲ <i>Culter alburnus</i>		+	<b>III 鲇形目 Siluriformes</b>		
11.鲢▲ <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	+	+	鲇科 Siluridae		
12.鳙▲ <i>Aristichthys nobilis</i>	+		31.鲇 <i>Silurus asotus</i>		+
13.银鲃▲ <i>Squalidus argentatus</i>	+	+	鲢科 Bagridae		
14.蛇鲃▲ <i>Saurogobio dabryi</i>	+		32.黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidisco</i>		+
15.吻鲃▲ <i>Rhinogobio typus</i>	+		<b>IV 鲈形目 Perciformes</b>		
16.鲤 <i>Cyprinus capio</i>		+	真鲈科 Percichthyidae		
17.银鲌▲ <i>Xenocypris argentea</i>	+	+	33.鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>		+
18.似鳊▲ <i>Pseudobrama simony</i>	+		鰕虎鱼科 Gobiidae		
19.高体鳊鲂 <i>Rhodeus ocellatus</i>		+	34.子陵吻鰕虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>		+
20.宜昌鰕鲇▲ <i>Gobiobotia filifer</i>	+		35.粘皮鰕鰕虎鱼 <i>Mugilogobius myxodermus</i>		+
21.南方长须鰕鲇▲ <i>Gobiobotia longibarba meridionalis</i>	+		鳢科 Channidae		
22.鰕鲇属▲ <i>Gobiobotia</i> sp.	+	+	36.乌鳢 <i>Channa argus</i>		+

注:“▲”代表产漂流性卵鱼类,“+”代表采集到。

Note:“▲” species with pelagic eggs, “+” species collected

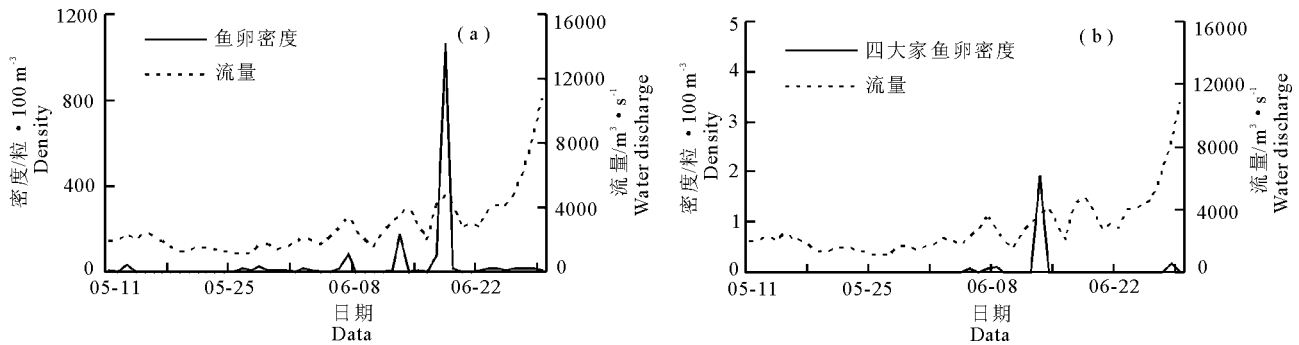


图 3 2017 年 5 - 6 月赣江丰城断面鱼卵漂流密度时间变化

Fig.3 Daily variation in the density of drifting eggs in the Fengcheng section of Ganjiang River (May-June 2017)

不同鱼类的产卵时间存在明显差异,银鲃主要在 5 月中、下旬繁殖,银鲌主要在 6 月上、中、下旬繁殖,鳊主要在 6 月中、下旬繁殖,赤眼鳟主要在 6 月上旬繁殖,“四大家鱼”在 6 月上旬开始产卵,高峰期为 6 月中旬。不同时段赣江丰城江段主要种类

的鱼卵数量百分比见图 4。

### 2.3 卵苗径流量及产卵场

2017 年丰城江段卵苗径流量为  $66.66 \times 10^8$  粒(尾),其中鱼卵  $63.84 \times 10^8$  粒,仔鱼  $2.82 \times 10^8$  尾。鱼卵中以银鲌的径流量最大,为  $0.84 \times 10^8$  粒;其次

是银鮡,为  $0.60 \times 10^8$  粒;赤眼鳟和鳊的径流量分别为  $0.11 \times 10^8$  粒和  $0.12 \times 10^8$  粒。

“四大家鱼”产卵总规模为  $0.07 \times 10^8$  粒,其中鲢  $0.05 \times 10^8$  粒,占总规模的 63.70%;鳙其次,为  $0.02 \times 10^8$  粒,占 33.83%;草鱼极少,仅  $0.18 \times 10^6$  粒,占 2.46%;未采集到青鱼鱼卵。仔鱼中,以贝氏鲮的规模最大,为  $0.76 \times 10^8$  尾(表 2)。

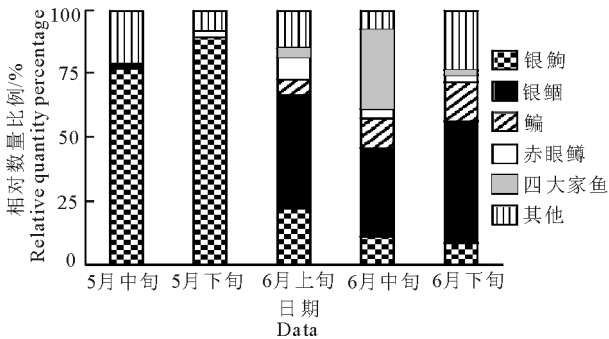


图 4 2017 年赣江丰城断面主要种类鱼卵的数量百分比时间动态

Fig.4 Egg percentage of dominant species collected from the Fengcheng section of Ganjiang River (2017)

表 2 2017 年 5-6 月赣江丰城断面主要鱼类鱼卵和仔鱼径流量

Tab.2 Recruitment quantities of eggs and larvae for dominant species in the Fengcheng section of Ganjiang River (May - June in 2017)

种类	资源量		
	鱼卵/ $\times 10^8$ 粒	仔鱼/ $\times 10^8$ 尾	合计
子陵吻鰕虎鱼	-	0.71	0.71
贝氏鲮	-	0.76	0.76
银鲮	0.84	-	0.84
银鮡	0.60	0.06	0.66
鳊	0.12	0.05	0.17
赤眼鳟	0.11	0.14	0.25
四大家鱼	0.07	0.04	0.11

丰城以上江段产卵场主要集中在洲上乡-峡江水利枢纽坝下江段。其中,银鮡和银鲮产卵场分布广泛,主要分布在洲上乡至界埠镇江段,产卵总规模分别为  $50.39 \times 10^6$  和  $78.99 \times 10^6$  粒;鳊产卵场主要集中在巴邱镇江段,产卵规模为  $7.38 \times 10^6$  粒。“四大家鱼”产卵场主要分布在大洋洲镇-仁和镇江段,产卵规模较小,为  $7.30 \times 10^6$  粒(表 3)。

2.4 水文环境

调查期间,赣江流量在 6 月 4 日、10 日、16 和 22 日前后出现洪峰。流量日均最大值出现在 6 月 29 日,为  $10\ 800\ m^3/s$ ;最小值在 5 月 25 日,仅有  $1\ 060\ m^3/s$ ;为  $(2\ 769 \pm 1\ 865)\ m^3/s$ 。水温(WT)范围在  $23.8 \sim 28.6^\circ C$ ,平均值为  $(26.3 \pm 0.9)^\circ C$ 。透

明度(SD)与流量呈负相关关系( $r = -0.760$ ),最大值在 5 月 31 日,为  $68.5\ cm$ ;最小值在 6 月 29 日,为  $15.5\ cm$ ;平均值为  $(45.7 \pm 14.4)\ cm$ (图 5)。

表 3 2017 年丰城以上江段鱼类产卵场与资源量

Tab.3 Locations and recruitment amount for each spawning ground of the upper Fengcheng (2017)

种类	位置	规模/ $10^6$ 粒	总规模/ $10^6$ 粒
银鮡	洲上乡-双塘村	5.83	50.39
	大洋洲镇-莒洲	24.63	
	界埠镇-沂江县	9.60	
	仁和镇-青草湾	5.01	
	富口村-窑背村	5.32	
鳊	巴邱镇附近	7.38	7.38
银鲮	洲上乡-永泰镇	48.00	78.99
	荷浦乡	14.02	
	界埠镇-沂江县	16.97	
四大家鱼	大洋洲镇	1.78	7.30
	新干界埠镇	2.36	
	仁和镇	3.16	

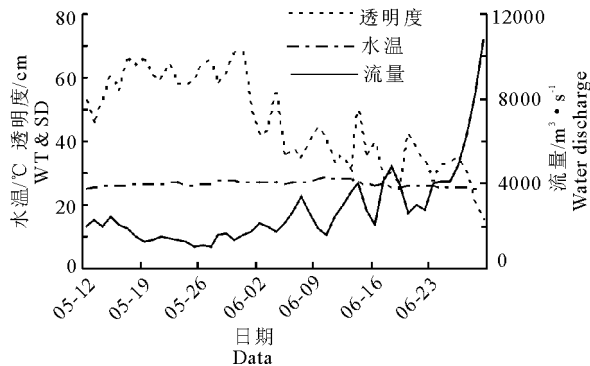


图 5 2017 年 5-6 月赣江丰城断面水文环境因子日变化  
Fig.5 Daily variation of environmental parameters in the Fengcheng section of Ganjiang River (May - June 2017)

3 讨论

3.1 不同时期和江段的鱼类资源量变化

本研究调查到鱼卵苗 38 种,多于汉江中下游襄樊-沙洋县江段(16 种)和沙洋县江段(21 种)(李修峰等,2006;万力等,2011),少于长江中下游监利江段(51 种)、洪湖江段(2014 年 41 种、2015 年 38 种)和安庆至靖江江段(56 种)种类数(李世健等,2011;郭国忠,2017;Peng et al,2016)。优势种方面,与 2009 年刘彬彬等(2009)对赣江的调查结果一致,主要为银鮡、银鲮、鳊、子陵吻鰕虎鱼,但与汉江中下游(万力等,2011)、长江中下游江段(李世健等,2011;Peng et al,2016)优势种存在明显的差异(表 4)。赣江丰城段卵苗径流量与长江洪湖和汉江中游建坝前襄樊-沙洋县江段相比明显较低(李修峰等,2006)。

20世纪60年代,赣江峡江、新干江段“四大家鱼”苗天然产量曾高达 $25 \times 10^8$ 尾,80年代降至 $13 \times 10^8$ 尾,20世纪末已经降至2000万尾左右,2009年通过新干段“四大家鱼”卵苗径流量仅600万粒(尾)(刘彬彬等,2009)。本研究显示,通过丰城断面

的“四大家鱼”卵苗径流量为1100万粒(尾),相比20世纪规模已明显下降,尽管比刘彬彬等(2009)的调查结果高,但鉴于其调查周期明显偏短(仅一个月),因而并不能充分说明目前“四大家鱼”早期资源量已经升高。

表4 赣江、汉江及长江中下游江段鱼类早期资源种类及数量

Tab.4 Dominant species composition and quantities of fish eggs and larvae in Ganjiang River, Hanjiang River, and the middle and lower Yangtze River

年份	地点	种类数	卵苗总量/ $10^8$ 粒	优势种	数据来源
2004	汉江襄樊-沙洋	16	163.26*	-	李修峰等,2006
2009	汉江沙洋	21	5.66*	蛇鮈、双斑副沙鳅	万力等,2011
2009	赣江新干	-	0.93	鮠亚科、鮠亚科、四大家鱼、鰕虎鱼科	刘彬彬等,2009
2010	长江监利	51	-	太湖短吻银鱼、鳙、贝氏鳙	李世健等,2011
2012-2013	长江安庆-靖江	56	-	贝氏鳙、银鲴、鳊	Peng et al,2016
2014	长江洪湖	41	1201.1	贝氏鳙、鳊、太湖新银鱼、子陵吻鰕虎鱼	郭国忠,2017
2015	长江洪湖	38	1642.06		郭国忠,2017
2017	赣江丰城	38	66.66	银鮈、银鲴、鳊、子陵吻鰕虎鱼	本研究

注:\*代表鱼卵总量。

Note: \* total number of fish eggs.

### 3.2 水文条件对鱼类繁殖盛期及繁殖时间的影响

鱼类的繁殖特征是其内源性繁殖周期和外源性环境条件(如水温、流量等)相结合的产物,不同鱼类的产卵行为对环境因子的要求也有所不同(Li et al,2013)。对于“四大家鱼”等产漂流性卵的鱼类来说,水温是影响其产卵繁殖极为重要的因子,水位上涨是其繁殖活动的重要诱因(易伯鲁等,1988)。以往的研究表明,“四大家鱼”在水温 $20 \sim 24^\circ\text{C}$ 、持续涨水 $0.5 \sim 2$  d时出现繁殖盛期(易伯鲁等,1988;柏海霞等,2014)。本次研究中,6月赣江丰城江段流量明显增大时,大部分鱼类明显出现产卵高峰,其中“四大家鱼”在流速 $0.75 \sim 0.85$  m/s、温度 $23.8^\circ\text{C}$ 、涨水2 d后出现产卵高峰,这与以往学者的研究结果一致(柏海霞等,2014;Hu et al,2015)。

鱼类特定的繁殖季节是其对环境条件长期适应性进化的结果(殷名称,1995)。鱼类早期资源的时间动态直接反映其繁殖时间,对渔业资源的管理和保护具有重要意义(King,2007)。5月,赣江丰城江段流量偏低,鱼类繁殖种类少,主要为对繁殖条件要求较低且产卵时间跨度长的银鮈(李修峰等,2005);6月,随着赣江流量增大,“四大家鱼”、银鲴、鳊、赤眼鳟等对水温、水流条件要求相对较高的鱼类进入繁殖盛期;这种繁殖时间的分化反映了鱼类对赣江中下游生境的适应。

### 3.3 水利枢纽工程对鱼类产卵场分布的影响

历史记录赣江中下游有12处“四大家鱼”等鱼类的产卵场(田见龙,1989)。峡江水利枢纽蓄水后,

坝上原有的9个产卵场消失,坝下尚存巴邱、仁和、新干3处产卵场(邹淑珍等,2010a)。本研究表明,峡江水利枢纽运行后,邻近水利枢纽的巴邱“四大家鱼”产卵场消失,但下游的仁和、新干产卵场保存较完整,在离坝较远的大洋洲镇江段新调查到一处产卵场;此外,峡江巴邱镇至樟树永泰镇江段还分布有银鮈、银鲴、鳊等一些繁殖过程对水文条件要求较低的经济鱼类产卵场。

万安、石虎塘和峡江水利枢纽等工程的运行均在一定程度上改变了大坝上、下江段的流量、水位、水温、流速等水文环境因子,进而影响附近江段产卵场的分布和规模(邹淑珍等,2010a;2010b)。目前,赣江下游新干航电枢纽与龙头山水利枢纽已经分别于2015年和2016年进入建设阶段,蓄水后将导致峡江水利枢纽坝下江段水文条件发生改变,影响该江段的鱼类产卵场和资源量。

### 3.4 赣江鱼类资源保护对策与建议

近年来,赣江流域多个水利枢纽建设、非法采砂和过度捕捞给该江段鱼类资源造成了严重影响,资源衰退趋势明显(郭治之和刘瑞兰,1995)。为了保护赣江鱼类资源,建议在鱼类繁殖时期利用水利枢纽开展生态调度,模拟河流自然水文过程(King,2007),促进“四大家鱼”等重要经济鱼类的产卵活动,以降低水利枢纽运行带来的不利影响;此外,目前赣江禁渔水域除涉及保护区的江段外,范围仅为赣江河口段,建议扩大赣江禁渔水域范围,以降低捕捞强度。

## 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.
- 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.
- 高雷, 2014. 长江口南支鱼类早期资源多样性与时空格局研究[D]. 武汉: 中国科学院水生生物研究所.
- 郭国忠, 2017. 长江中游洪湖江段鱼类早期资源研究[D]. 重庆: 西南大学: 11-24.
- 郭治之, 刘瑞兰, 1995. 江西鱼类的研究[J]. 南昌大学学报(理科版), 19(3): 222-232.
- 李世健, 陈大庆, 刘绍平, 等, 2011. 长江中游监利江段鱼卵及仔稚鱼时空分布[J]. 淡水渔业, 41(2): 18-24.
- 李修峰, 黄道明, 谢文星, 等, 2005. 汉江中游银鮡的繁殖生物学[J]. 水利渔业, 25(2): 23-24.
- 李修峰, 黄道明, 谢文星, 等, 2006. 汉江中游产漂流性卵鱼类产卵场的现状[J]. 大连水产学院学报, 21(2): 105-111.
- 刘彬彬, 吴志强, 胡茂林, 等, 2009. 赣江中游四大家鱼产卵场现状初步调查[J]. 江西科学, 27(5): 662-666.
- 刘乐和, 吴国犀, 邱顺林, 1979. 赣江鲌鱼产卵场调查[J]. 淡水渔业, (3): 6-10.
- 苏念, 李莉, 徐哲奇, 等, 2012. 赣江峡江至南昌段鱼类资源现状[J]. 华中农业大学学报, 31(6): 756-764.
- 田见龙, 1989. 万安大坝截流前赣江鱼类调查及渔业利用意见[J]. 淡水渔业, (1): 33-39.
- 万力, 蔡玉鹏, 唐会元, 等, 2011. 汉江中下游产漂流性卵鱼类早期资源现状的初步研究[J]. 水生态学杂志, 32(4): 53-57.
- 易伯鲁, 余志堂, 梁秩燊, 等, 1988. 葛洲坝水利枢纽与长江四大家鱼[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社.
- 殷名称, 1995. 鱼类生态学[M]. 北京: 中国农业出版社: 116-121.
- 邹淑珍, 吴志强, 胡茂林, 等, 2010a. 峡江水利枢纽对赣江中游鱼类资源影响的预测分析[J]. 南昌大学学报(理科版), 34(3): 259-293.
- 邹淑珍, 吴志强, 胡茂林, 等, 2010b. 赣江石虎塘航电枢纽工程对鱼类的影响[J]. 桂林理工大学报, 30(2): 267-271.
- Duan X, Liu S, Huang M, et al, 2009. Changes in abundance of larvae of the four domestic Chinese carps in the middle reach of the Yangtze River, China, before and after closing of the Three Gorges Dam[J]. Environmental Biology of Fishes, 86(1): 13-22.
- Hu M L, Zhou H M, Wu Z Q, et al, 2015. The effect of dams on the larval abundance and composition of four carp species in key river systems in China[J]. Environ Biol Fish, 98: 1201-1205.
- King M G, 2007. assessment and management[J]. Fisheries biology, (2): 197-197.
- 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.
- Liu X J, Hu X Y, Ao X F, et al, 2017. Community characteristics of aquatic organisms and management implications after construction of Shihutang Dam in the Gangjiang River, China[J]. Lake and Reservoir Management, (3): 1-16.
- Peng R, Hu H, Song Y Q, et al, 2016. The spatial pattern of larval fish assemblages in the lower reach of the Yangtze River: potential influences of river-lake connectivity and tidal intrusion[J]. Hydrobiologia, 766(1): 365-379.

(责任编辑 万月华)

## Status of Early Stage Fish Resources in the Fengcheng Section of Lower Ganjiang River

GUO Qin<sup>1,2</sup>, GAO Lei<sup>1</sup>, PAN Wen-jie<sup>1</sup>, OUYANG Shan<sup>2</sup>,  
CHEN Da-qing<sup>1</sup>, LIU Shao-ping<sup>1</sup>, DUAN Xin-bin<sup>1</sup>

(1. Yangtze River Fisheries Research Institute of Chinese Academy of  
Fisheries Science, Wuhan 430223, P.R. China;

2. School of Life Sciences, Nanchang University, Nanchang 330031, P.R. China)

**Abstract:** The Ganjiang River is one of the five largest rivers flowing into Poyang Lake. It provides important habitat and breeding grounds for migratory fish species including the four major Chinese carps and *Tenualosa reevesii*. Historical records of spawning grounds in Ganjiang River include 12 locations for the four major Chinese carps and 3 locations for *Tenualosa reevesii*. However, the hydrology of Ganjiang River was severely altered by water conservancy hub operations at Shihutang and Xingan. There is little basic information on early stage fish resources, especially in the middle and lower reaches of Ganjiang River. In this study, we investigated early stage fish resources in those sections, aiming to provide a scientific basis for protecting fish resources and ecological regulation of water conservancy projects in Ganjiang River. From May to June 2017, fish eggs and larvae were sampled in the Fengcheng section of lower Ganjiang River using conical nets and macroplankton nets on separate occasions. Species composition, spawning scale and spawning grounds of early stage fish resources were analyzed. A total of 11 215 eggs and 12 645 larvae were collected in the Fengcheng section, belonging to 8 families and 4 orders. Among them, Cyprinidae was the dominant taxa, accounting for 61.1% of the total species, followed by Cobitidae (19.4%). Of the identified species, the number of fish species with drifting eggs was 24, accounting for 66.7% of the total species. The total recruitment of eggs and larvae during the investigation were estimated at  $63.84 \times 10^8$  and  $2.82 \times 10^8$ , respectively. Recruitment of the four major Chinese carps was  $0.07 \times 10^8$  eggs and  $0.04 \times 10^8$  larvae. During the surveys, spawning peaked three times, primarily in early and middle June. The quantities of eggs and larvae for different taxa presented obvious temporal variation. *Squalidus argentatus* peaked in May, and *Xenocypris argentea*, *Parabramis pekinensis*, *Squaliobarbus curriculus* and the four major Chinese carps peaked in June. Our study shows that the number of spawning grounds has decreased. Spawning grounds of the four major Chinese carps in Baqiu disappeared after construction and operation of Xiajiang hydropower project, spawning grounds in Renhe and Xingan were well preserved, and a new spawning ground for the four major Chinese carps, far from the dam, was found in the Dayangzhou reach. We recommend ecological operation of the reservoir so as to produce flows appropriate for fish spawning and development of early life stage pelagic species. Furthermore, fish release and continuing ecological research will strengthen protection of fish resources in Ganjiang River.

**Key words:** Ganjiang River; Fengcheng section; fish resources; four major Chinese carps; spawning grounds