

赣南桃江和九曲河夏季大刺鳅资源现状评估

曾泽国^{1,3}, 王海华^{2*}, 卢新民⁴, 曾庆祥¹, 郭婧¹, 刘德亭¹, 蔡志欢⁴, 郭琴¹,
李燕华², 金斌松⁵

- (1. 赣州市畜牧水产研究所, 江西 赣州 341000; 2. 江西省水产科学研究所, 江西 南昌 330000;
3. 德清县农业技术推广中心, 浙江 湖州 313200; 4. 赣州市农业农村局, 江西 赣州 341000;
5. 杭州师范大学 生命与环境科学学院, 浙江 杭州 311121)

摘要: 大刺鳅(*Mastacembelus armatus*)主要分布于我国南方各大水系,现阶段野生资源急剧减少,已被福建、广东、湖南等省列为重点保护野生水生动物。为了解赣南地区大刺鳅在主要分布水域桃江和九曲河中的资源状况,于2020年夏季对该水域鱼类和大刺鳅资源状况进行了调查,共采集鱼类34种隶属于4目11科31属。调查结果显示:所有样点本土鱼类中黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*)、大刺鳅、鲫(*Carassius auratus*)为优势物种,桃江中外来物种莫桑比克罗非鱼(*Oreochromis mossambicus*)占主要优势;随着水利工程建设、外来物种入侵、栖息生境破坏及过度捕捞,大刺鳅资源量呈显著下降趋势。调查分析表明,修复自然河流生境,恢复洄游通道;增强本土物种保护意识,加强外来物种治理;严格禁捕,科学增殖放流对大刺鳅资源保护具有重要意义。

关键词: 大刺鳅;资源状况;桃江;九曲河;调查

中图分类号: Q959.4

文献标志码: A

文章编号: 2096-3491(2022)05-0445-07

Resource status evaluation of the zig-zag eel (*Mastacembelus armatus*) in Taojiang River and Jiuqu River in southern Jiangxi in summer

ZENG Zeguo^{1,3}, WANG Haihua^{2*}, LU Xinmin⁴, ZENG Qingxiang¹, GUO Jing¹, LIU Deting¹,
CAI Zhihuan⁴, GUO Qin¹, LI Yanhua², JIN Binsong⁵

(1. Ganzhou Animal Husbandry and Fisheries Research Institute, Ganzhou 341000, Jiangxi, China;

2. Fisheries Research Institute of Jiangxi Province, Nanchang 330000, Jiangxi, China;

3. Agricultural Technology Promotion Center of Deqing County, Huzhou 313200, Zhejiang, China;

4. Agricultural and Rural Bureau of Ganzhou, Ganzhou 341000, Jiangxi, China;

5. School of Life and Environmental Science, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311121, Zhejiang, China)

Abstract: *Mastacembelus armatus* is widely distributed in the river systems in the south of China. Due to the dramatic decline in the number, the wild *Mastacembelus armatus* has been listed as a provincial-level protected aquatic animal by Fujian, Guangdong and Hunan provinces. In order to understand the resource status of zig-zag eel (*Mastacembelus armatus*) in the nature waters, a survey was conducted in the summer of 2020 in the Taojiang River and the Jiuqu River, the main distribution waters of the zig-zag eel. A total of 34 species of fishes belonging to 4 orders, 11 families and 31 genera were collected. In all the sampling sites among the native fishes, *Pelteobagrus fulvidraco*, zig-zag eel, and *Carassius auratus* are the dominant species; *Tilapia (Oreochromis mossambicus)*, an exotic species, is dominant in Taojiang River.

收稿日期: 2022-05-24 修回日期: 2022-07-07 接受日期: 2022-10-18

作者简介: 曾泽国(1989-),男,硕士,工程师,从事鱼类资源保护和水产养殖技术研究。E-mail: wuchier89@126.com

* 通讯联系人: 王海华(1971-),男,博士,研究员,从事渔业资源保护与水产养殖技术研究。E-mail: haihuawang998@sina.com.cn

基金项目: 江西省重点研发计划项目(20171ACF60012);赣市科发[2019]27号;赣州市2020年柔性引进人才项目

引用格式: 曾泽国,王海华,卢新民,等. 赣南桃江和九曲河夏季大刺鳅资源现状评估[J]. 生物资源, 2022, 44(5): 445-451.

Zeng Z G, Wang H H, Lu X M, et al. Resource status evaluation of the zig-zag eel (*Mastacembelus armatus*) in Taojiang River and Jiuqu River in southern Jiangxi in summer [J]. Biotic Resources, 2022, 44(5): 445-451.

Due to the construction of hydraulic projects, invasion of exotic species and habitat destruction and overfishing, the resource amount of zig-zag eel shows a significant downward trend. Targeted proposals for the protection of zig-zag eel resources: restoration of natural river habitats, restoration of migratory channels, enhancing the awareness of native species protection and strengthening the management of alien species, strictly prohibiting fishing and scientific enhancement and releasing.

Key words: *Mastacembelus armatus*; resource status; Taojiang River; Jiuqu River; survey

0 引言

大刺鳅(*Mastacembelus armatus*)隶属于鲈形目(Perciformes)刺鳅科(Mastacembelidae)刺鳅属(*Mastacembelus*),俗称粗麻割、石锥等,广泛分布于东南亚地区^[1]。在我国主要分布于南方各大水系中,其中以江西、广东、广西、福建和海南等山区区域的野生资源较为丰富^[2-4]。大刺鳅成年个体主要栖息于有沙石的江河底层,或岸边有水草处,在乱石缝隙中活动^[5,6]。大刺鳅营养价值高,富含多种氨基酸,还具有一定的药用价值,受到广大消费者的青睐,属于较为高档的淡水鱼品种^[7,8]。近年来,由于野生资源缺少保护与规划,各地的大刺鳅被过度捕捞,我国大刺鳅野生资源急剧减少,现已被福建、广东、湖南等省列为重点保护野生水生动物^[2]。目前,对大刺鳅的相关研究主要集中在野生大刺鳅人工驯养、人工繁育技术、养殖技术研究及营养学分析与评价,而对自然水域大刺鳅种群特征和资源现状调查鲜见报告。根据对地方农业农村等相关部门和老渔民走访了解可知,赣南桃江及九曲河大刺鳅为当地地方特色优势种,具有突出的渔业价值,但近年其产量呈现逐年下降趋势。为此,于2020年夏季对历史上大刺鳅广泛分布的赣南地区桃江和九曲河的鱼类资源状况进行了初步调查,以探明大刺鳅在两条河流中的分布情况,为大刺鳅资源的评估、保护和合理利用提供参考。

1 材料和方法

1.1 采样区域及其基本情况

本次调查选择历史上大刺鳅广泛分布的桃江和九曲河为调查区域。桃江,属赣江一级支流,发源于赣粤交界的九连山脉全南县大吉山镇饭池嶂,干流自西南流向东北,流经全南县、龙南县、信丰县、赣县四县,主河道长305 km,源头至龙南县城为上游段,河段长122.7 km;龙南县城至信丰县城为中游段,河段长91.3 km;信丰县城至河口为下游段,河段长91.0 km。上游以低山为主,中、下游除龙南、信丰县城附近有小面积平原外,多为丘陵。流域面积7 864 km²。自上游而下(途经龙南县、信丰县、赣县区)分

别在上江乡、万隆乡、韩坊镇、大埠乡、长洛乡,设置5个采样点。

九曲河,属珠江一级支流,位于江西省南部,自东北流向西南,干流流经寻乌、安远、定南、和平、龙川五县,于广东省和平县下车镇三溪口村流入广东省境,主河道长91.2 km,源头至东风水库为上游段,河段长23.4 km;东风水库至定南县龙塘镇白驹村为中游段,河段长30.3 km;白驹村至三溪口为下游段,河段长37.5 km。江西省境内流域面积1 683 km²。自上游而下(途经安远县、定南县),分别在鹤子镇、龙塘镇、鬼子寨、石头山、九曲乡,设置5个采样点。采样点分布见图1。

桃江和九曲河各设5个采样点,皆为人为干扰破坏较小的区域。调查时间为2020年7—8月。考虑到大刺鳅属于底栖性鱼类,此处调查使用地笼进行捕捞,每个采样点放置5个地笼,每个地笼间隔50 m,地笼大小为10 m×40 cm×40 cm(长×宽×高),捕捞时间为12 h(地笼放置时间在7:00,收获时间在19:00),渔获物使用10%福尔马林溶液固定,带回实验室鉴定和测量。同时走访调查当地渔民,对大刺鳅历年渔获产量进行问卷调查。将鱼类样品福尔马林保存后带回实验室,鉴定到种,测量全长、体长和体重。鉴定参考书籍有:《中国鲤科鱼类志》^[9]《中国淡水鱼类检索》^[10]和《福建鱼类志》^[11]。

1.2 数据分析

使用相对重要性指数(index of relative importance, IRI)综合个体数、生物量和出现频率比较每一种鱼的相对重要性^[12]。其计算公式如下:

$$IRI = [N_i/N + W_i/W] \times F_i \times 100\%$$

其中, N_i 为第*i*种鱼类个体数, N 为鱼类个体总数; W_i 为第*i*种鱼类的生物量, W 为所有鱼类的生物量; F_i 为第*i*种鱼类在样点中的出现频率。在本研究中,将IRI最大的前四种鱼类认定为优势种。使用Satsca 10和Excel 2010对数据进行分析。

2 调查结果

2.1 鱼类组成

此次调查共采集鱼类个体592尾,渔获物总重计17.35 kg。结合各县区农贸综合市场走访调研,

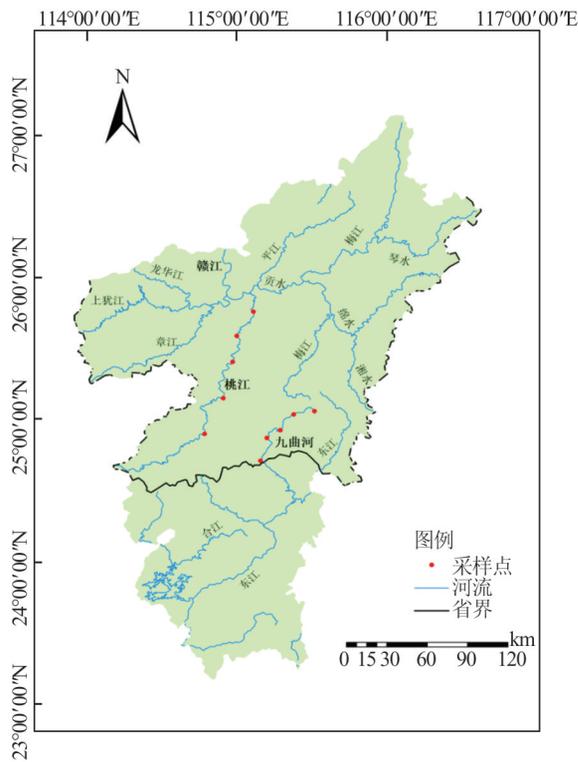


图1 大刺鲃采样点分布示意图

Fig. 1 Schematic diagram of sampling sites of *Mastacembelus armatus*

经鉴定,在桃江和九曲河水域共发现有鱼类34种,隶属于4目11科31属。其中,九曲河渔获物采集获得319尾,计重11.66 kg,共发现有鱼类26种隶属于4目11科24属;桃江渔获物采集获得273尾,计重5.70 kg,共发现有鱼类24种隶属于4目8科22属(表1)。

如图2所示,九曲河中鲤科(Cyprinidae)鱼数量占比最高,其渔获物个体共获得135尾,占到渔获物总数的42.32%,其生物量共计4 097.73 g,占渔获物生物量的35.16%;其次为刺鲃科(Mastacembelidae)和鲮科(Bagridae)鱼,刺鲃科鱼个体数共获得62尾,占到渔获物总数的19.44%,其生物量共计2 002.88 g,占渔获物生物量的17.18%;鲮科鱼个

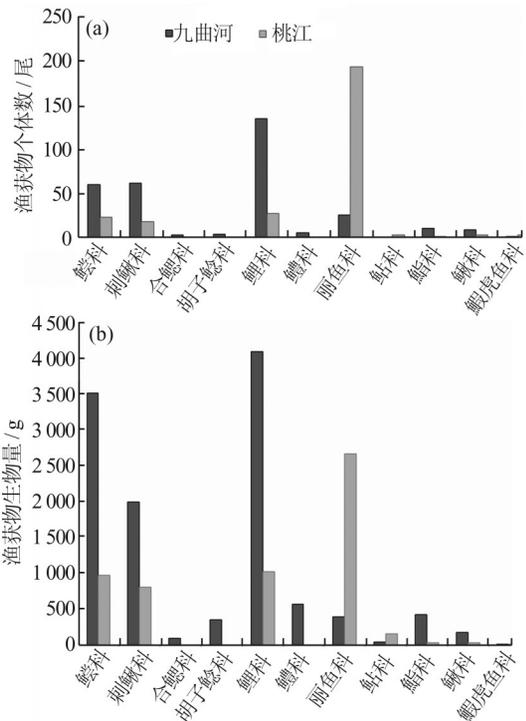


图2 九曲河和桃江渔获物个体数(a)和生物量(b)分布图

Fig. 2 The individual number (a) and biomass (b) of catches from Jiuqu River and Taojiang River

体数共获得60尾,占到渔获物总数的18.81%,其生物量共计3 519.25 g,占渔获物生物量的30.19%。

桃江中(图2),丽鱼科(Cichlidae)鱼数量占比最高,其渔获物个体共获得193尾,占到渔获物总数的69.18%,其生物量共计2 667.6 g,占渔获物生物量的46.80%;其次为鲤科、刺鲃科和鲮科鱼,鲤科科鱼个体数共获得28尾,占到渔获物总数的10.04%,其生物量共计1 024.7 g,占渔获物生物量的17.98%;刺鲃科鱼个体数共获得18尾,占到渔获物总数的6.45%,其生物量共计811.3 g,占渔获物生物量的14.23%;鲮科鱼个体数共获得23尾,占到渔获物总数的8.24%,其生物量共计975.5 g,占渔获物生物量的17.11%。

表1 九曲河和桃江渔获物鱼类物种名录和组成

Table 1 Species list and composition of catches from Jiuqu River and Taojiang River

序号	种类	九曲河					桃江						
		鬼子寨	鹤子镇	九曲乡	龙塘镇	石头山	九曲河鱼类 IRI	大埠乡	韩坊镇	上江乡	万隆乡	长洛乡	桃江鱼类 IRI
鲤科 (Cyprinidae)													
1	马口鱼 (<i>Opsariichthys bidens</i>)		+				0.005 4						0
2	青鱼 (<i>Mylopharyngodon piceus</i>)	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
3	草鱼 (<i>Ctenopharyngodon idellus</i>)	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-

续表

序号	种类	九曲河					九曲河 鱼类 IRI	桃江					桃江鱼 类IRI	
		鬼子 寨	鹤子 镇	九曲 乡	龙塘 镇	石头 山		大埠 乡	韩坊 镇	上江 乡	万隆 乡	长洛 乡		
4	鲮 (<i>Hemiculter Leuciclus</i>)						0						+	0.000 9
5	鳊 (<i>Parabramis pekinensis</i>)						0	+						0.001 8
6	大眼华鳊 (<i>Sinibrama wui</i>)						0	+	+	+	+			0.050 3
7	翘嘴红鲌 (<i>Erythroculter ilishaeformis</i>)				+		0.038 5							0
8	蒙古红鲌 (<i>Erythroculter mongolicus</i>)						0						+	0.011 4
9	兴凯鲌 (<i>Acheilognathus chankaensis</i>)		+	+			0.026 1							0
10	鳊 (<i>Aristichthys nobilis</i>)	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
11	鲢 (<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>)	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
12	鲤 (<i>Cyprinus carpio</i>)			+			0.011 8							0
13	鲫 (<i>Carassius auratus</i>)		+	+	+	+	0.083 6	+	+	+	+	+	+	0.093 3
14	唇鲮 (<i>Hemibarbus labeo</i>)				+		0.006 5							0
15	江西鳊 (<i>Sarcocheilichthys kiangsiensis</i>)						0		+				+	0.006 1
16	侧条厚唇鱼 (<i>Acrossocheilus parallens</i>)		+	+			0.059 6			+				0.001 6
17	黄尾鲮 (<i>Xenocypris davidi</i>)			+	+		0.056 6			+				0.003 5
18	麦穗鱼 (<i>Pseudorasbora parva</i>)		+				0.000 7						+	0.000 9
19	蛇鲃 (<i>Saurogobio dabryi</i>)						0						+	0.001 2
20	银颌须鲃 (<i>Gnathopogon argentatus</i>)						0						+	0.000 9
鲃科 (Cobitidae)														
21	泥鳅 (<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>)		+	+			0.017 1			+	+			0.006 4
鲃科 (Pangasiidae)														
22	大口鲈 (<i>Silurus soldatovi</i>)	+					0.001 3	+	+	+				0.022 5
胡子鲈科 (Clarias)														
23	革胡子鲈 (<i>Clarias gariepinus</i>)			+			0.008 5							0
鲃科 (Bagridae)														
24	黄颡鱼 (<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>)	+	+	+	+	+	0.483 5	+	+	+	+	+	+	0.209 2
25	长须黄颡鱼 (<i>Pelteobagrus eupogon</i>)						0		+	+	+			0.009 1
26	大鳍鲃 (<i>Hemibagrus macropterus</i>)				+		0.001 3		+	+			+	0.018 6
合鳃科 (Synbranchidae)														
27	黄鳝 (<i>Monopterus albus</i>)	+	+	+			0.010 4							0
鲃科 (Serranidae)														
28	大眼鳊 (<i>Siniperca kneri</i>)				+		0.004 7	+					+	0.005 2
29	斑鳊 (<i>Siniperca scherzeri</i>)	+	+	+	+	+	0.029 1							0
30	长身鳊 (<i>Coreosiniperca roulei</i>)	+					0.003 7							0
鳊科 (Ophiocephalidae)														
31	月鳊 (<i>Channa asiatica</i>)		+				0.013 5							0
刺鲃科 (Mastacembelidae)														
32	大刺鲃 (<i>Mastacembelus armatus</i>)	+	+	+	+	+	0.366 2	+	+	+	+	+	+	0.208 3
丽鱼科 (Cichlidae)														

续表

序号	种类	九曲河					桃江						
		鬼子寨	鹤子镇	九曲乡	龙塘镇	石头山	九曲河鱼类 IRI	大埠乡	韩坊镇	上江乡	万隆乡	长洛乡	桃江鱼类 IRI
33	莫桑比克罗非鱼 (<i>Oreochromis mossambicus</i>) 鰕虎鱼科 (Gobiidae)	+			+	+	0.068 9	+	+	+	+	+	1.174 9
34	子陵栉鰕虎鱼 (<i>Ctenogobius giurinus</i>)		+		+		0.002 7			+	+		0.005 0

注:四大家鱼“青草鲢鳙”记录来源于农贸市场记录,不纳入计算 IRI 值;“+”表示该物种有标本被采集,“-”表示该物种无标本被采集;IRI,相对重要性指数

Note: the data of four major Chinese carps were from the farmers' market records, and were not included in the calculation of IRI value; “+” means that some specimens of this species were collected, and “-” means that no specimen of this species was collected; IRI, index of relative importance

2.2 优势物种

使用相对重要性指数 (IRI) 综合种类个体数和生物量以及出现频率 3 个变量来比较每一种鱼类的相对重要性, IRI 值最大的 4 种鱼类确定为优势物种。计算结果显示(表 1), 在九曲河中, 优势物种从高到低依次为: 黄颡鱼(0.483 5) > 大刺鲃(0.366 2) > 鲫(0.083 6) > 莫桑比克罗非鱼(0.068 9), 尤以黄颡鱼和大刺鲃的优势种为明显。在桃江中, 优势物种从高到低依次为: 莫桑比克罗非鱼(1.174 9) > 黄颡鱼(0.209 2) > 大刺鲃(0.208 3) > 鲫(0.093 3), 尤以莫桑比克罗非鱼、黄颡鱼和大刺鲃的优势种更为明显。

2.3 大刺鲃捕捞渔获量

在九曲河和桃江中, 刺鲃科中只有单属单种, 均为大刺鲃(表 1)。九曲河中, 大刺鲃个体数共获得 62 尾, 占到渔获物总数的 19.44%, 其生物量共计 2 002.88 g, 占渔获物生物量的 17.18%, IRI 值为 0.366 2, 列所有鱼类中第二, 为优势种群。桃江中, 大刺鲃个体数共获得 18 尾, 占渔获物总数的 6.45%, 其生物量共计 811.3 g, 占渔获物生物量的 14.23%, IRI 值为 0.208 3, 列所有鱼类中第三, 为优势种群。

2.4 大刺鲃历史捕捞产量

调查期间, 通过走访渔民的形式了解掌握大刺鲃历史捕捞产量。调研结果显示, 大刺鲃产量呈逐年下降、小型化的趋势(图 3)。在 2015 年之前, 九曲河和桃江的专职渔民大刺鲃年捕捞量基本可达到 200 kg/年以上, 1.25 kg/尾以上的大刺鲃成鱼也是常见的。近 5 年来, 大刺鲃渔获物大幅度下降, 2019 年大部分的渔民年捕获量都难以超过 25 kg/年, 0.5 kg 以上的大刺鲃个体更是难寻踪迹, 自然水域中成年个体以 0.3 kg 为主。

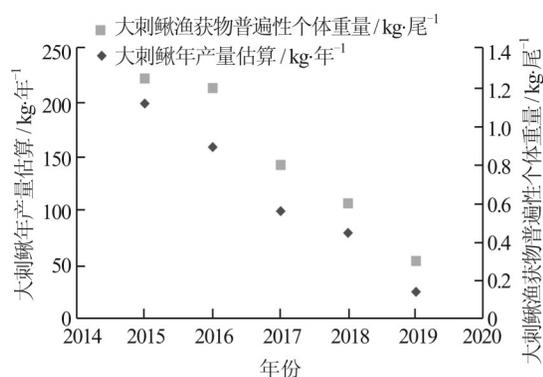


图 3 近 5 年大刺鲃渔获物历史估算

Fig. 3 The estimation of catches (*Mastacembelus armatus*) in recent 5 years

3 讨论

3.1 大刺鲃资源现状和面临的主要威胁

在此次资源调查中, 九曲河的鲤科鱼最多, 占渔获物生物量的 35.16%; 桃江是丽科鱼最多, 占到渔获物总数的 69.18%, 且为单属单种, 即莫桑比克罗非鱼, 其 IRI 值高达 1.174 9, 已成为桃江中的第一优势物种。而在九曲河中, 丽科鱼(莫桑比克罗非鱼)的渔获物量也占到了总渔获物量的 8.15%, 其 IRI 值为 0.068 9, 属于第四优势种群。据当地渔民反映, 九曲河和桃江河流的莫桑比克罗非鱼数量均正在逐年上升, 而其他的鱼类逐年下降。此次调查中发现, 体长 2~5 cm 的莫桑比克罗非鱼幼鱼占到了大多数, 说明莫桑比克罗非鱼在九曲河和桃江中已经实现了自然繁殖, 也有文献报道莫桑比克罗非鱼已经成为珠江流域的优势鱼类^[13]。这将极大程度地威胁地方鱼类种群, 其栖息地区域可能将大幅缩减, 其种群数量可能正在减少。

大刺鲃的生活环境已经受到人为干扰和破坏,导致其野生栖息地不断缩小,野生资源量锐减,群体结构遭到破坏,遗传多样性下降^[7]。目前,桃江和九曲河流域内分别建有中小型水库 145 座和 21 座,并建有众多的山塘和小型引水工程^[8]。水利工程对连续性河流的截流直接造成河流水文特征的改变,使得原有多砾石且湍急的水文特征变成了水库或山塘的相对静态水文特征。大刺鲃多栖息于多砾石流水环境,河流蓄水使得大刺鲃栖息生境受到严重破坏^[5,14]。加之,河流上游常有采砂作业,河流底层砂石的流失直接加剧了其生境碎片化。另外,大刺鲃产粘性卵,产卵高峰期为 7—9 月,相对怀卵量少,且产卵需要附着物^[5]。底栖生境的破坏、水草的减少和不连续的河流生境使得上下游大刺鲃无法交流,直接影响着大刺鲃的繁殖生长。另外,城镇化、土地利用、环境污染等人为干扰,河流生态系统正面临严峻的威胁,大刺鲃的栖息生境退化正在逐年加剧^[15]。

此外,大刺鲃渔业市场备受青睐,成体市场价值可高达 200 元/kg,远高于大部分的养殖鱼类和野生鱼类,受利益驱使,当地渔民采取掠夺式的抓捕。酷渔滥捕也是致使大刺鲃资源日趋下降的重要原因。

3.2 大刺鲃资源保护建议

①修复自然河流生境,恢复洄游通道。河流底部砾石水域是大刺鲃较为重要的栖息生境,应当尽量避免河流上游此类水域的破坏。上游采砂行为可直接破坏大刺鲃栖息环境,对其索饵场所有不可逆的破坏性,建议对大刺鲃生态环境破坏严重的部分采砂场直接给予清理腾退。电站水库的蓄水使得河流截留,直接阻碍了大刺鲃等鱼类的交流繁殖,建议在大刺鲃的繁殖季节,对水库进行生态调度,恢复河流的连通性,以保障其自然繁殖。电站水库增设洄游通道,为大刺鲃繁殖提供场所^[14]。

②增强本土物种保护意识,加强外来物种治理。在桃江中莫桑比克罗非鱼已然成为了最大的优势种群,在九曲河中莫桑比克罗非鱼也是日趋增多,渔获种群位居第四位。2014 年 8 月,莫桑比克罗非鱼被列入《中国外来入侵物种名单(第三批)》。莫桑比克罗非鱼的入侵使得当地水生生态系统愈发地复杂化,本土鱼类种群生态位被侵占严重,部分河段的渔获物更是出现几乎全为莫桑比克罗非鱼的现象。在现今大范围自然水域禁渔禁捕的环境下,建议对外来物种莫桑比克罗非鱼进行治理,否则在无人因素干扰下,莫桑比克罗非鱼种群只会愈发泛滥,本土鱼类种群自然恢复的可能性不大。大刺鲃已被列为福建省保护动物,江西省也可根据当地现状制定相

应的保护措施。

③严格禁捕,科学增殖放流。每年 7—9 月繁殖高峰期应严格禁止捕捞大刺鲃^[5],从源头断绝对大刺鲃的酷渔滥捕。另外,针对大刺鲃日趋增加的市场需求,建议联合科研院所,加大人工繁育的科研力度。以人工繁育的大刺鲃来替换野生大刺鲃,以缓解其市场需求。同时,通过增殖放流的形式,进一步加速大刺鲃等本土鱼类资源的恢复。

参考文献

- [1] Gupta S, Banerjee S. Food, feeding habit and reproductive biology of tire-track spiny eel (*Mastacembelus armatus*): a review [J]. J Aquac Res Dev, 2016, 7(5): 16-25.
- [2] 舒璇,江小璐,杨华强,等.华南地区 7 个大刺鲃野生群体的形态差异分析[J].广州大学学报(自然科学版),2017,16(3):8-14.
Shu H, Jiang X L, Yang H Q. et al. Morphological difference analysis of seven wild populations of *Mastacembelus armatus* in South China [J]. J. GuangZhou Univ (Nat Sci Ed), 2017, 16(3): 8-14.
- [3] 王子彤,张鄂.赣江鱼类物种更新名录[J].生物多样性,2021,29(9):1256-1264.
Wang Z T, Zhang E. An updated list of fish species in Gan river [J]. Biodivers Sci, 2021, 29(9): 1256-1264.
- [4] 曾庆祥,方园,曾学平,等.大刺鲃的生物学特性与人工繁殖技术[J].中国水产,2016(3):70-73.
Zeng Q X, Fang Y, Zeng X P, et al. Biological characteristics and artificial breeding techniques of *Mastacembelus armatus* [J]. China Fish, 2016(3): 70-73.
- [5] 黄永春.汀江大刺鲃食性和繁殖生物学[J].水产学报,1999(S1):1-6.
Huang Y C. Feeding habits and reproductive biology of *Mastacembelus armatus* in Ting river [J]. J Fish China, 1999(S1): 1-6.
- [6] Roberts T S. Artisanal fisheries and fish ecology below the great waterfalls of the Mekong River in southern Laos [J]. Nat Hist Bull Siam Soc, 1993, 41: 31-62.
- [7] 赵子明,刘美剑.我国刺鲃生物学研究进展[J].江苏农业科学,2017,45(4):9-12.
Zhao Z M, Liu M J. Advances in biology of *Mastacembelus armatus* in China [J]. Jiangsu Agr Sci, 2017, 45(4): 9-12
- [8] Wu B, Wang H, Ma B, et al. Estimation of population parameters and stock assessment of *Mastacembelus armatus* in the Taojiang River, Xinfeng County, Jiangxi Province, China [J]. Indian J Anim Res, 2019,10: 18805.
- [9] 伍献文.中国鲤科鱼类志[M].上海:上海人民出版社,1977.

- Wu X W. Fishes of the family cyprinidae from China [M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 1977
- [10] 朱松泉. 中国淡水鱼类检索 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1995.
- Zhu S Q. Retrieval of freshwater fishes from China [M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1995.
- [11] 福建鱼类志编写组. 福建鱼类志 [M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1984.
- Compilation group of Ichthyology of Fujian. Ichthyology of Fujian [M]. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press, 1984.
- [12] Jin B S, Winemiller K O, Shao B, *et al.* Fish assemblage structure in relation to seasonal environmental variation in sub-lakes of the Poyang Lake floodplain, China [J]. *Fish Manag Ecol*, 2019, 26(2): 131-40.
- [13] Gu D E, Yu F D, Yang Y X, *et al.* Tilapia fisheries in Guangdong Province, China: Socio-economic benefits, and threats on native ecosystems and economics [J]. *Fish Manag Ecol*, 2019, 26(2): 97-107.
- [14] 温晓红. 汀江大刺鳅资源的保护及利用 [J]. *中国水产*, 2005(10): 72-73.
- Wen X H. Protection and utilization of *Mastacembelus armatus* resources in Tingjiang River [J]. *China Fish*, 2005(10): 72-73.
- [15] Jin B S, Winemiller K O, Ren W W, *et al.* Basin-scale approach needed for Yangtze River fisheries restoration [J]. *Fish Fish*, 2022, 23(4): 1009-1015.

□

(编辑: 张丽红)