

DOI: 10.19663/j.issn2095-9869.20210119001

http://www.yykxjz.cn/

姜涛, 杨健, 轩中亚, 陈修报, 刘洪波. 长江禁渔对鄱阳湖溯河洄游型刀鲚资源恢复效果初报. 渔业科学进展, 2022, 43(1): 24–30

JIANG T, YANG J, XUAN Z Y, CHEN X B, LIU H B. Preliminary report on the effects of resource recovery on anadromous *Coilia nasus* in Poyang Lake under the national 10-year fishing ban. Progress in Fishery Sciences, 2022, 43(1): 24–30

# 长江禁渔对鄱阳湖溯河洄游型 刀鲚资源恢复效果初报\*

姜涛<sup>1</sup> 杨健<sup>1,2</sup> 轩中亚<sup>2</sup> 陈修报<sup>1</sup> 刘洪波<sup>1</sup>

(1. 中国水产科学研究院长江中下游渔业生态环境评价与资源养护重点实验室 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 江苏 无锡 214081; 2. 南京农业大学无锡渔业学院 江苏 无锡 214081)

**摘要** 实施好长江10年禁渔是国家“十四五”工作中的一项重要内容,有效跟踪和客观评价禁渔效果业已成为当下的重大需求。长江刀鲚(*Coilia nasus*)是长距离溯河洄游型鱼类,在自海入江繁殖洄游过程中所受渔捞压力非常大,资源量已岌岌可危。长江禁渔已于2019年启动实施,以刀鲚为代表聚焦禁渔前后固定生境及相近渔季,对刀鲚资源群体及渔获量开展比较研究,可有效追踪和评价长江禁渔对珍稀濒危鱼类种群数量恢复的效果。本研究基于长达7年间的禁渔前(2014—2018年)、后(2019—2020年)同期采样监测数据,开展了长江禁渔的效果追踪和评价研究。结果显示,禁渔前(2014—2018年)溯河洄游型刀鲚单位捕捞努力量渔获量(catch per unit effort, CPUE)仅为 $(0.81 \pm 1.73) \times 10^{-5}$  ind./ $(\text{h} \cdot \text{m})$  [即 $(1.13 \pm 2.42)$  ind./d],数量占比仅为 $(1.42 \pm 2.41)\%$ ;而禁渔后(2019—2020年)刀鲚CPUE高至 $(66.14 \pm 69.74) \times 10^{-5}$  ind./ $(\text{h} \cdot \text{m})$  [即 $(92.60 \pm 97.64)$  ind./d],较禁渔前增长约82倍;数量占比亦增至 $(60.56 \pm 40.87)\%$ ,较前者增长约43倍。本研究首次表明,受益于已实施2年的长江禁渔战略,鄱阳湖洄游刀鲚数量恢复的效果已经凸显。

**关键词** 长江禁渔;刀鲚;鄱阳湖;资源恢复;效果评价

中图分类号 Q176; S917.4 文献标识码 A 文章编号 2095-9869(2022)01-0024-07

在国家长江大保护战略格局下,实施好长江10年禁渔已成为《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》中“推动绿色发展,促进人与自然和谐共生”的重要内容。2019年2月1日起,农业农村部已停止发放长江刀鲚(*Coilia nasus*)、凤鲚(*C. mystus*)、中华绒螯蟹

(*Eriocheir sinensis*)专项捕捞许可证,禁止上述3种天然资源的生产性捕捞。这标志着刀鲚等3种经济水生生物的禁渔已先期开始。根据中央总体部署,自2020年1月1日开始,长江更全面进入10年禁渔期。与此相适应,有效跟踪和客观评价禁渔国策的效果业已成为当下国家的重大需求之一。

\* 农业农村部农业财政专项(CJDC-2017-22)、国家自然科学基金面上项目(31372533)、中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(2016PT01; 2021JBFM14; 2017JBFR02; 2018GH14)和农业农村部948计划(2014-S6)共同资助 [This work was supported by Agricultural Financial Special Support Fund (CJDC-2017-22), National Natural Science Foundation of China (31372533), Central Public-Interest Scientific Institution Based Research Fund (2016PT01; 2021JBFM14; 2017JBFR02; 2018GH14), and “948” Program of the Ministry of Agriculture (2014-S6)]. 姜涛, E-mail: jiangt@ffrc.cn

① 通讯作者: 杨健, 研究员, E-mail: jiany@ffrc.cn

收稿日期: 2021-01-19, 收修改稿日期: 2021-02-06

刀鲚是我国一种名贵溯河洄游型鱼类。由于常年过度捕捞等因素的影响,刀鲚资源已岌岌可危,被认为是长江生态大保护的“旗舰种”之一,也应该是禁渔措施中重要的受益种之一。值得注意的是,由于刀鲚资源种群组成非常复杂,不同种群存在混栖的现象。加之十分相似的外形特征,为准确评估溯河洄游型刀鲚的数量带来了极大困难。由于缺乏有效地甄别不同种群的手段,加之资源岌岌可危的现状,作为长江刀鲚重要产卵场之一的鄱阳湖曾一度被认为只有淡水定居型刀鲚(主要为短颌鲚 *C. brachygnathus*),已无溯河洄游型刀鲚分布,该型刀鲚只能上溯洄游到安徽江段(张敏莹等, 2005; Li *et al.*, 2007)。所幸地是耳石微化学技术作为一种研究鱼类洄游生态学最为有效的工具,被广泛地应用于洄游鱼类生境履历反演和生活研究(Arai *et al.*, 2018; Khumbanyiwa *et al.*, 2018; Jiang *et al.*, 2019),也是佐证刀鲚洄游与否及其分布区范围最客观有效的方法之一(Yang *et al.*, 2006; 姜涛等, 2013; Jiang *et al.*, 2014、2017)。根据耳石微化学结果,结合上颌骨的表型特征,将长江刀鲚种群精确地区分为溯河洄游/淡水定居型长颌鲚、溯河洄游/淡水定居型短颌鲚以及陆封型湖鲚(*C. nasus taihuensis*) 5种生态表型(姜涛等, 2020)。同时,基于该技术,已证实鄱阳湖(据长江口约 1000 km)中有溯河洄游型刀鲚(俗称长江刀鲚)的存在(姜涛等, 2013),并发现湖区庐山市周边水域(以原星子县麻头池到都昌县刘家山湖区为主)分布有该生态型刀鲚的产卵场(Jiang *et al.*, 2017)。此外,还需要注意的是刀鲚的生殖洄游具有回归性(Jiang *et al.*, 2014、2016; Zhu *et al.*, 2017),即特定种群的亲鱼会精确地洄游到其起源的产卵场进行繁殖(McDowall, 2001),换言之,相应的群体组成相对稳定。结合鄱阳湖溯河洄游型刀鲚需要自长江口入长江,再上溯进入鄱阳湖繁殖的固定洄游路径,对产卵场水域的该洄游型亲鱼数量与淡水定居型刀鲚的渔获组成等进行长期监测的数据,无疑是最能体现刀鲚溯河洄游过程中所受渔捞压力和对长江禁捕国策效果响应的指标。

本研究以刀鲚为代表性鱼种,基于 2014—2020 年相近的采样季在鄱阳湖上述产卵场及周边水域的溯河洄游型及淡水定居型刀鲚的捕获数量、单位捕捞努力量渔获量(catch per unit effort, CPUE)和溯河洄游型刀鲚资源量占比的监测数据,特别是通过长江禁渔前(2014—2018)与禁渔后(2019—2020)的比较,追踪鄱阳湖溯河洄游型刀鲚数量恢复与否及其与长江禁渔之间的关系,以期有效跟踪和客观评价禁渔国策的

重大需求提供客观依据。

## 1 材料与方法

于 2014—2020 年 5—10 月间刀鲚的捕捞季(其中 2019、2020 年为科研渔业特许捕捞),在鄱阳湖产卵场及周边水域(含火焰山、刘家山、落星墩、老爷庙等,图 1)进行刀鲚个体采样调查。调查方式为租用渔船,于第 1 天下午布放丝网至第 2 天上午收网,调查统计全部刀鲚渔获物。单张网长为 50 m、网目为 2 cm、网高为 1.2 m。下网数量为 16~20 张,连接成一体的单网。

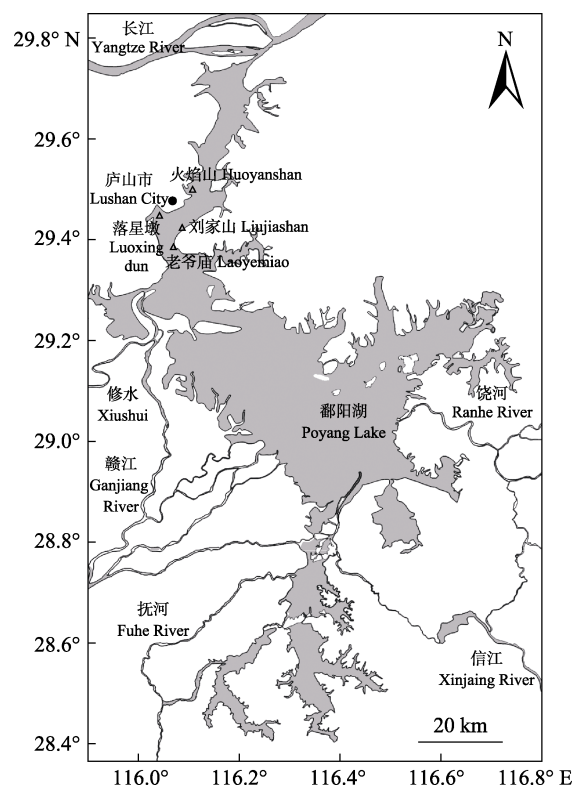


图 1 鄱阳湖庐山水域调查点分布

Fig.1 Distribution of study area of Poyang Lake in Lushan City

虽然长江流域刀鲚具有不同的形态型(长颌鲚、短颌鲚、湖鲚)、生态型(溯河洄游型、淡水定居型、陆封型)和生态表型(溯河洄游型长颌鲚、淡水定居型长颌鲚、溯河洄游型短颌鲚、淡水定居型短颌鲚、陆封型湖鲚)之分(姜涛等, 2020),但经作者观察,鄱阳湖内长颌鲚大都为溯河洄游型个体,且未在上述水域发现淡水定居型长颌鲚。因此,本研究从每年采样中随机选取 2 尾长颌鲚个体,进行耳石微化学分析,来确认其是否为洄游型个体。耳石前处理及分析方法参考姜涛等(2016、2020)。耳石元素锶(Sr)钙(Ca)比按惯

例标准化为  $Sr/Ca \times 10^3$  进行分析和比较。根据之前的研究,以耳石  $Sr/Ca$  结果中是否同时具有  $<3$  和  $>3$  的阶段来验证是否为洄游型个体(Yang *et al.*, 2006; 姜涛等, 2013、2021)。

此外,由于调查所用丝网的特殊性,通常渔获物以刀鲚为主,偶尔能捕获到其他鱼类;因此,在经耳石微化学抽样确认后,本研究以长颌鲚数量来统计溯河洄游型刀鲚的渔获量。刀鲚渔获总量则为长颌鲚与短颌鲚的数量之和。溯河洄游型刀鲚的渔获量占比的计算法如下:

溯河洄游型刀鲚渔获百分比(%)=

$$\frac{\text{长颌鲚(ind.)}}{\text{长颌鲚+短颌鲚(ind.)}} \times 100\% \quad (1)$$

为了更好地比较调查期间刀鲚资源的变动,亦为了去除捕捞强度的影响,本研究还计算了相关的 CPUE。由于传统 CPUE 计算方式会受到渔船作业类型、船只功率、调查方式等的影响,导致存在多种 CPUE 表达形式(陶雅晋等, 2019)。为适应长江刀鲚传统的丝网捕捞方式以及已有的渔业资源调查报告相比较,本研究中 CPUE 计算方式分别如下:

$$\text{CPUE [ind./}(h \cdot m)\text{]} =$$

$$\frac{\text{长颌鲚(n)}}{\text{[捕捞时间(h)} \times \text{网长(m)]}} \quad (2)$$

$$\text{CPUE [ind./}(d)\text{]} =$$

$$\frac{\text{长颌鲚(ind.)}}{\text{[捕捞时间(d)]}} \quad (3)$$

本研究只计算同期捕获的长颌鲚和短颌鲚。对于渔民协助预留长颌鲚但无短颌鲚数量记录的情况不参与本研究计算。

## 2 结果

2014—2020 年 7 年的相近渔获季,在鄱阳湖采样水域共捕获溯河洄游型刀鲚(长颌鲚) 1042 尾,短颌鲚 34,534 尾,二者比例约为 3:100。其中,以 2016 和 2017 年捕获到的长颌鲚最少,各为 3 尾。2019 年开始,研究水域捕获的长颌鲚数量突增至 246 尾,2020 年 5 月达到 704 尾。耳石微化学分析结果显示,所抽取的长颌鲚标本耳石自核心至边缘有明显的变化,具体表现为核心及周边区域的低值区( $<3$ ),中间部分的高值区( $>3$ ),以及边缘部分的低值区( $<3$ ),均为典型的溯河洄游生态表型(图 2)。

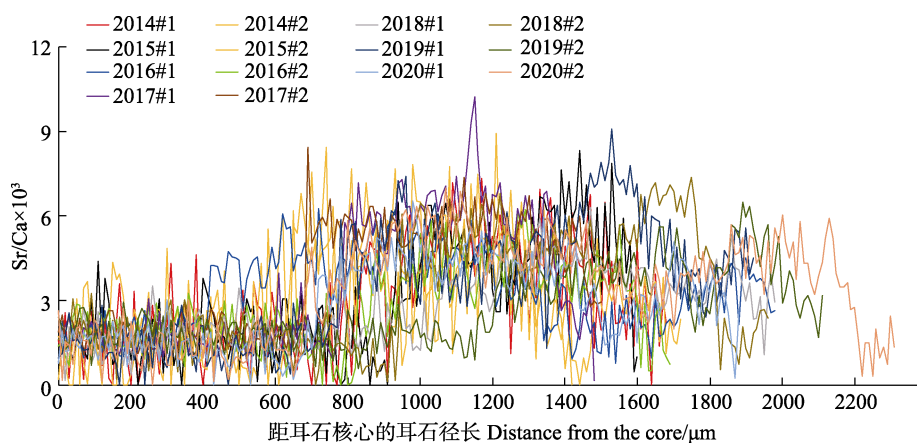


图 2 2014—2020 年鄱阳湖庐山市周边水域刀鲚(长颌鲚)耳石自核心至边缘的锶钙比值变化

Fig.2 The fluctuation of Sr to Ca ratios from the core to the edge in the otolith of *C. nasus* (long supermaxilla-type) caught waters around the Lushan City waters in the Poyang Lake from 2014 to 2020

在调查的 4 个重点水域中,以刘家山和火焰山捕获的长颌鲚数量最多,分别为 556 和 479 尾,其次为老爷庙(仅 7 尾),而落星墩未发现长颌鲚。此外,调查期间,刘家山和火焰山水域刀鲚成熟度较高,多数为 IV 期,部分个体可达 V 期,甚至刘家山水域还发现有 VI 期雄性个体(图 3)。与之相比,老爷庙水域长颌鲚繁殖度整体较低(III~IV 期)。

为更好地比较各年份长颌鲚所占渔获比例,计算了每年和每个水域长颌鲚渔获百分比。结果显示,鄱阳湖庐山市周边水域刀鲚渔获百分比自 2014 年

(5.68%)开始下降,而 2015—2017 年分别为 0.09%、0.08%和 0.14%,至 2018 年开始上升(1.16%),于 2019 和 2020 年突增至 31.66%和 92.03%,分别约为 2018 年的 27 和 79 倍、2015—2017 年的 369、412、232 倍和 1071、1197、676 倍(图 4a)。相应的 CPUE 数据显示,2014—2018 年仅为  $(0.27 \pm 0.37) \sim (3.16 \pm 3.89) [\times 10^{-5}, \text{ind./}(h \cdot m)]$ ,而 2019 和 2020 年达  $(26.43 \pm 12.50)$  和  $(125.71 \pm 80.27) [\times 10^{-5}, \text{ind./}(h \cdot m)]$  分别约为 2014—2018 年的 8、88、99、99、9 和 40、419、469、469、41 倍(图 4b)。整体比较禁渔前(2014—2018 年)、后(2019—2020 年)数据,溯河

洄游型刀鲚 CPUE 自 $(0.81 \pm 1.73) [\times 10^{-5}, \text{ind.}/(\text{h} \cdot \text{m})]$  [即 $(1.13 \pm 2.42) \text{ ind.}/\text{d}$ ]突增 82 倍至 $(66.14 \pm 69.74) [\times 10^{-5}, \text{ind.}/(\text{h} \cdot \text{m})]$  [即 $(92.60 \pm 97.64) \text{ ind.}/\text{d}$ ], 而数量占比也从 $(1.42 \pm 2.41)\%$ 猛增至 $(60.56 \pm 40.87)\%$ , 较前者增长约 43 倍。在所涉

及 4 个调查水域中, 以刘家山水域长颌鲚渔获百分比最高, 达 4.55%, 其余依次为火焰山水域(2.89%)、老谷庙水域(0.27%), 落星墩水域暂未捕获长颌鲚。

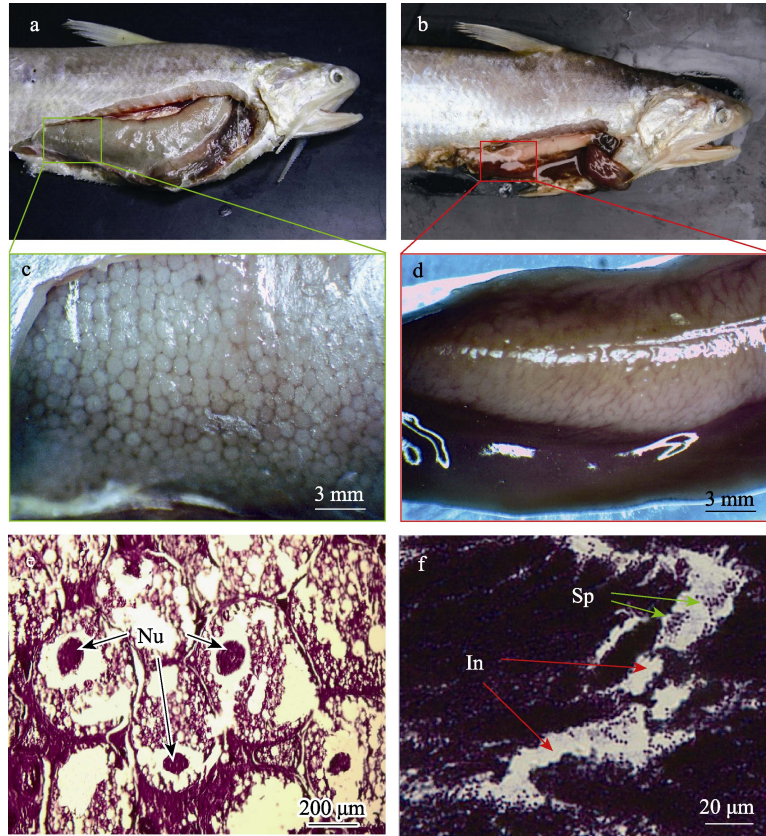


图 3 鄱阳湖庐山水域所获的成熟刀鲚(长颌鲚)

Fig.3 Fully mature *C.nasus* (long supermaxilla-type) collected from the water around Lushan City in the Poyang Lake, China

a: V 期雌鱼; b: VI 期雄鱼; c: 卵巢无脂肪附着且充满成熟卵细胞; d: 精巢;  
e: 卵细胞(Nu: 细胞核); f: 贮精囊, 可见残余精子(Sp)

a: Female with stage V gonad; b: A spent stage (stage VI) male which had already released the sperm;  
c: Ovary was cling to no fat tissue and filled with obvious mature oocytes; d: Spent testis; e: Oocyte, showing the shifting nucleus (Nu); f: Seminal vesicles, showing a few residual spermatozoa (Sp) after ejaculation

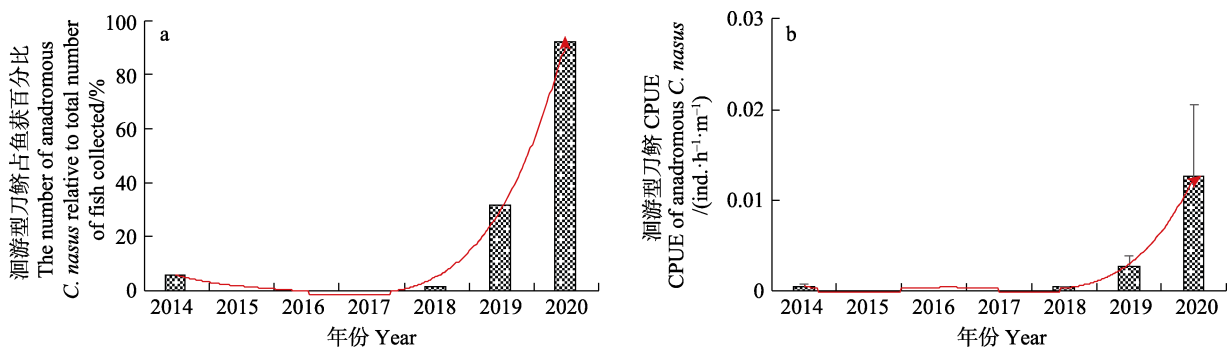


图 4 2014—2020 年鄱阳湖庐山市周边水域洄游型刀鲚(长颌鲚)渔获百分比(a)以及洄游型刀鲚 CPUE (b)

Fig.4 Gain percentage of fish (a) and CPUE of anadromous *C. nasus* (long supermaxilla-type) (b) from 2014 to 2020 around the Lushan City waters in the Poyang Lake

### 3 讨论

作为“长江三鲜”之首的溯河洄游型刀鲚,近年来价格也一直处于每千克数千元的高位(体长>40 cm的大个体甚至达近5万元/尾),因此,一直以来是长江沿线渔民高强度渔获的对象种之一。由此导致的酷渔滥捕等原因,使得资源量锐减几近枯竭(郭弘艺等,2016)。相应的资源群体在鄱阳湖为代表的传统长江刀鲚重要生境水域一度“销声匿迹”。本研究于2014—2020年间随机抽取的每年2尾长颌鲚耳石微化学结果显示,不同于淡水定居型刀鲚稳定低于3的耳石锶钙比值特征,这些长颌鲚个体均具有一段稳定高于3(距核心410~2190 μm)的生活史阶段,即对应其曾有长江口半咸水或口外海水生境洄游生活史(Yang *et al.*, 2006; 姜涛等, 2013)履历的特征。考虑到在之前的调查中,鄱阳湖水域长颌鲚均为洄游型个体(姜涛等, 2013; Jiang *et al.*, 2017),且鄱阳湖也未发现有陆封型的湖鲚(袁传宓等, 1980)或淡水定居的长颌鲚个体(姜涛等, 2020)。因此,本研究中的长颌鲚标本应该全为溯河洄游型长颌鲚的生态表型个体。除此之外,由于鄱阳湖庐山市周边水域未有洄游型短颌鲚群体的报道,之前的研究结果也显示,此处均为淡水定居型短颌鲚群体(姜涛等, 2013; Jiang *et al.*, 2017),由此可见,该水域刀鲚种群主要由溯河洄游型长颌鲚群体和淡水定居型短颌鲚群体组成。

总体来看,7年间所捕获溯河洄游型长颌鲚以刘家山和火焰山数量最多,老爷庙较少(仅7尾),落星墩水域则暂未发现长颌鲚。其中,刘家山至火焰山水域已被证实属其较为固定的产卵场(Jiang *et al.*, 2017),而老爷庙水域所发现个体繁殖度较低,故应该主要起洄游通道的作用。比较2014年至今所研究水域洄游型长颌鲚资源量的变动(图4),不难发现,自2019年国家实施刀鲚先期禁渔开始至2020年长江10年全面禁捕过程中,上述水域洄游型长颌鲚捕获量出现了极为显著地增长,禁渔后(2019—2020年)较禁渔前(2014—2018年)的CPUE和溯河洄游型长颌鲚数量占比分别激增了82和43倍。这明显反映出,一旦去除了以往长江口及下游干流江苏、安徽、江西江段对溯河洄游型刀鲚高强度捕捞的不利影响,作为具有溯河回归洄游习性的特定刀鲚资源种群可以迅速出现响应式的恢复,目前,已初步呈现出自海沿江返回其“母湖”繁殖的亲鱼群体资源量增加的效果。

值得注意的是,通过对2014和2015年连续2年在鄱阳湖庐山市周边水域采集到的高繁殖度亲鱼的调查验证(图3),证实了该水域(以庐山市麻头池到都

昌县刘家山湖区为主)为长江溯河洄游型刀鲚的产卵场(Jiang *et al.*, 2017)。而这也是近期长江沿线该生态表型刀鲚唯一被确切定位的产卵场。此外,溯河入鄱阳湖繁殖的刀鲚在经长江口、江苏段和安徽段过程中,无摄食鱼、虾现象,而一旦入湖,亲鱼均开始摄食这些大型游泳动物(姜涛等, 2018)。相似情况多发生于长距离河海洄游型鱼类身上,如日本鳗鲡(*Anguilla japonica*)(Chow *et al.*, 2010)、太平洋鲑(*Oncorhynchus spp.*)(Wilson *et al.*, 2014)。这种摄食/能量利用对策也确保了鄱阳湖刀鲚溯河洄游“回归性”的形成和维持。这也显示出鄱阳湖刀鲚群体对长江下游干流、长江口乃至口外沿海(如黄海)刀鲚资源种群有着重要的资源补充作用(Jiang *et al.*, 2016)。由此来看,本研究基于上述湖中产卵场及周边水域7年间溯河洄游型及淡水定居型刀鲚的渔获量、CPUE和前者的资源量占比的监测,来追踪鄱阳湖溯河洄游型刀鲚数量恢复与否的状况及其与长江禁渔之间的关系有合理性、客观性和可靠性。然而,需要注意的是拟建的鄱阳湖大型水利枢纽工程所建拦水闸位置位于屏风山和长岭山之间,距离长江干流仅27 km(Li, 2009; 陈炼钢等, 2020)。虽然,该水利工程以保水为主要目的,计划每年4—8月保持鄱阳湖与长江间的“江湖联通”(叶群等, 2021),但是闸口环境能否确保鱼类顺利通过,将直接影响洄游型刀鲚亲鱼能否回到鄱阳湖内的产卵场繁殖,鄱阳湖产卵场和洄游型刀鲚分布区等关键栖息地的功能可否维系,以及鄱阳湖孵化起源的刀鲚资源补充量能否入江下海等一系列决定资源种群命运的重要事项。因此,该水利工程及相关设施在设计 and 建设时,需要高度重视保持其有效的江湖连通性。

本研究首次表明,虽然长江禁渔战略从2019年才开始,至2020年全面禁渔仅进行了近2年的时间,但对鄱阳湖长江刀鲚数量恢复的作用已经凸显。刀鲚以其独特的海—江—湖洄游习性和生境范围广的特征,无疑可以作为长江野生水生生物资源恢复和保护效果评价的“模式”生物和“旗舰”物种。值得注意的是与鄱阳湖类似,洞庭湖也一度被认为已无溯河洄游型刀鲚群体的分布(廖伏初等, 2002),但在近年的调查发现了溯河洄游型个体的踪迹(轩中亚等, 2020)。随着国家10年禁渔国策的深入,以长江干流及主要通江湖泊等一些重点水域包括洄游型刀鲚在内的经济鱼类及其他水生生物的资源势必能得到恢复。因此,在今后的研究和调查中,需要进一步应用鱼类耳石微化学等先进的手段,持续跟踪各种经济鱼类资源量的恢复过程及客观评价资源种群和关键生境(如“三场一通道”等)的恢复效果,同时,对比长江不

同江段资源量变动情况, 从而为长江珍稀特有鱼类的保护, 经济鱼类资源的复壮, 长江大保护的推动和长江经济带生态文明的建设提供有效依据并做出贡献。

## 参 考 文 献

- ARAI T, CHINO N. Opportunistic migration and habitat use of the giant mottled eel *Anguilla marmorata* (Teleostei: Elopomorpha). *Scientific Reports*, 2018, 8: 5666
- CHEN L G, CHEN L M, XU Y F, *et al.* Ecological water level for proposed hydraulic construction locking Lake Poyang based upon wintering waterfowls habitat modelling. *Journal of Lake Sciences*, 2020, 32(5): 1519–1528 [陈炼钢, 陈黎明, 徐祎凡, 等. 基于越冬水鸟生境模拟的拟建鄱阳湖水枢纽生态控制水位探讨. *湖泊科学*, 2020, 32(5): 1519–1528]
- CHOW S, KUROGI H, KATAYAMA S, *et al.* Japanese eel *Anguilla japonica* do not assimilate nutrition during the oceanic spawning migration: Evidence from stable isotope analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 2010, 402: 233–238
- GUO H Y, ZHANG X G, TANG W Q, *et al.* Temporal variations of *Coilia nasus* catches at Jingjiang section of the Yangtze River in fishing season in relation to environmental factors. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2016, 25(12): 1850–1859 [郭弘艺, 张旭光, 唐文乔, 等. 长江靖江段刀鲚捕捞量的时间变化及相关环境因子分析. *长江流域资源与环境*, 2016, 25(12): 1850–1859]
- JIANG T, LIU H B, HUANG H H, *et al.* Migration patterns and habitat use of the tapertail anchovy *Coilia mystus* in the Oujiang River Estuary and the Zhujiang River Estuary, China. *Acta Oceanologica Sinica*, 2019, 38: 35–40
- JIANG T, LIU H B, LI M M, *et al.* Investigation on shrimp feeding of *Coilia nasus* during its anadromous migration along the Yangtze River. *Journal of Lake Sciences*, 2018, 30(2): 458–463 [姜涛, 刘洪波, 李孟孟, 等. 溯河洄游长江刀鲚(*Coilia nasus*)摄食虾类的调查. *湖泊科学*, 2018, 30(2): 458–463]
- JIANG T, LIU H B, LU M J, *et al.* A possible connectivity among estuarine tapertail anchovy (*Coilia nasus*) populations in the Yangtze River, Yellow Sea, and Poyang Lake. *Estuaries and Coasts*, 2016, 39: 1762–1768
- JIANG T, LIU H B, LU M J, *et al.* The comparison of different pre-treatment methods for acquiring otolith annuli of *Coilia nasus*. *Progress in Fishery Sciences*, 2016, 37(2): 62–67 [姜涛, 刘洪波, 卢明杰, 等. 几种前处理方法所获刀鲚(*Coilia nasus*)耳石年轮的效果比较. *渔业科学进展*, 2016, 37(2): 62–67]
- JIANG T, LIU H B, SHEN X Q, *et al.* Life history variations among different populations of *Coilia nasus* along the Chinese Coast inferred from otolith microchemistry. *Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University*, 2014, 59(2): 383–389
- JIANG T, LIU H B, XUAN Z Y, *et al.* Classification of ecomorphotypes of *Coilia nasus* from the middle and lower reaches of the Yangtze River Basin. *Journal of Lake Sciences*, 2020, 32(2): 518–527 [姜涛, 刘洪波, 轩中亚, 等. 长江中下游流域刀鲚(*Coilia nasus*)生态表型的划分. *湖泊科学*, 2020, 32(2): 518–527]
- JIANG T, LIU H B, XUAN Z Y, *et al.* Similarity of microchemical “fingerprints” between the pectoral fin ray and otolith of *Coilia nasus*. *Progress in Fishery Sciences*, 2021, 42(1): 100–107 [姜涛, 刘洪波, 轩中亚, 等. 刀鲚胸鳍条和耳石微化学“指纹”相似性研究. *渔业科学进展*, 2021, 42(1): 100–107]
- JIANG T, YANG J, LU M J, *et al.* Discovery of a spawning area for anadromous *Coilia nasus* Temminck et Schlegel, 1846 in Poyang Lake, China. *Journal of Applied Ichthyology*, 2017, 33(2): 189–192
- JIANG T, ZHOU X Q, LIU H B, *et al.* Two microchemistry patterns in otoliths of *Coilia nasus* from Poyang Lake, China. *Journal of Fisheries of China*, 2013, 37(2): 239–244 [姜涛, 周昕期, 刘洪波, 等. 鄱阳湖刀鲚耳石的两种微化学特征. *水产学报*, 2013, 37(2): 239–244]
- KHUMBANYIWA D D, LI M M, JIANG T, *et al.* Unraveling habitat use of *Coilia nasus* from Qiantang River of China by otolith microchemistry. *Regional Studies in Marine Science*, 2018, 18: 122–128
- LI J. Scientists line up against dam that would alter protected wetlands. *Science*, 2009, 326(5952): 508–509
- LI Y X, XIE S G, LI Z J, *et al.* Gonad development of an anadromous fish *Coilia ectenes* (Engraulidae) in lower reach of Yangtze River, China. *Fisheries Science*, 2007, 73(6): 1224–1230
- LIAO F C, HE W, HUANG X R, *et al.* Studies on present situation and change trend of Dongting Lake fishery resources and environment. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2002, 26(6): 623–627 [廖伏初, 何望, 黄向荣, 等. 洞庭湖渔业资源现状及其变化. *水生生物学报*, 2002, 26(6): 623–627]
- MCDOWALL R M. Diadromy, diversity and divergence: implications for speciation processes in fishes. *Fish and Fisheries*, 2001, 2(3): 278–285
- TAO Y J, FENG B, YI M R, *et al.* A novel approach to unit standardization of CPUE for multiple types of fishing gear based on fishing port sampling surveys. *Progress in Fishery Sciences*, 2019, 40(2): 15–24 [陶雅晋, 冯波, 易木荣, 等. 基于渔港抽样调查不同捕捞方式 CPUE 单位标准化新方法. *渔业科学进展*, 2019, 40(2): 15–24]
- WILSON S M, TAYLOR J J, MACKIE T A, WILLMORE W G, *et al.* Oxidative stress in Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) during spawning migration. *Physiological and Biochemical Zoology*, 2014, 87(2): 346–352
- XUAN Z Y, JIANG T, LIU H B, *et al.* Are there still anadromous the estuarine tapertail anchovies *Coilia nasus* in Dongting Lake. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2020, 44(4): 838–843 [轩中亚, 姜涛, 刘洪波, 等. 洞庭湖中是否存在溯河洄游型刀鲚. *水生生物学报*, 2020, 44(4): 838–843]
- YANG J, ARAI T, LIU H, *et al.* Reconstructing habitat use of

- Coilia mystus* and *Coilia ectenes* of the Yangtze River Estuary, and of *Coilia ectenes* of Taihu Lake, based on otolith strontium and calcium. *Journal of Fish Biology*, 2006, 69(4): 1120–1135
- YE Q, JI Y, WU P J, *et al.* Impacts of Poyang Lake Hydraulic Project on hydrodynamics and residence time in lake area. *Water Resource and Power*, 2021, 39(2): 13–17 [叶群, 计勇, 吴培军, 等. 鄱阳湖水利枢纽对湖区水动力及滞留时间的影响. *水电能源科学*, 2021, 39(2): 13–17]
- YUAN C M, QIN A L, LIU R H, *et al.* On the classification of the anchovies, *Coilia*, from the lower Yangtze River and the southeast coast of China. *Journal of Nanjing University* (Natural Sciences), 1980(3): 67–82 [袁传宓, 秦安龄, 刘仁华, 等. 关于长江中下游及东南沿海各省的鲚属鱼类种下分类的探讨. *南京大学学报: 自然科学版*, 1980(3): 67–82]
- ZHANG M Y, XU D P, LIU K, *et al.* Studies on biological characteristics and change of resource of *Coilia nasus*. *Resources Environment in the Yangtze River Basin*, 2005, 14(6): 694–698 [张敏莹, 徐东坡, 刘凯, 等. 长江下游刀鲚生物学及最大持续产量研究. *长江流域资源与环境*, 2005, 14(6): 694–698]
- ZHU G L, WANG L J, TANG W Q, *et al.* Identification of olfactory receptor genes in the Japanese grenadier anchovy *Coilia nasus*. *Genes and Genomics*, 2017, 39: 521–532

(编辑 马瑾艳)

## Preliminary Report on the Effects of Resource Recovery on Anadromous *Coilia nasus* in Poyang Lake Under the National 10-Year Fishing Ban

JIANG Tao<sup>1</sup>, YANG Jian<sup>1,2①</sup>, XUAN Zhongya<sup>2</sup>, CHEN Xiubao<sup>1</sup>, LIU Hongbo<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Fishery Eco-Environment Assessment and Resource Conservation in Middle and Lower Reaches of the Yangtze River, Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery, Wuxi, Jiangsu 214081, China;

2. Wuxi Fisheries College, Nanjing Agricultural University, Wuxi, Jiangsu 214081, China)

**Abstract** The implementation of the 10-year fishing ban in the Yangtze River is an important issue in the 14<sup>th</sup> Five-Year Plan of China, and the effective tracking and objective evaluation of its effects has become a major national demand. *Coilia nasus* is a long-distance migratory fish found in the Yangtze River. This fish has suffered from heavy fishing pressure during its spawning migration from the sea to the river, making its populations very vulnerable. The fishing ban on *C. nasus* in the Yangtze River was launched early in 2019 and has benefited the species for nearly two years; this includes the aforementioned 10-year ban, in place since 2020. Utilizing *C. nasus* as the representative species, a comparative study on the catch quantities before and after the start of national fishing ban strategies in fixed habitats and similar fishing seasons can undoubtedly effectively track and evaluate the effect of the policy on population recovery in the Yangtze River. Therefore, this study investigated the effects of the aforementioned ban on fishing in the Yangtze River by analyzing catch amount, catch per unit effort (CPUE), and the ratios of anadromous to freshwater resident individuals from the spawning ground and adjacent waters in Poyang Lake. Data were gathered from the same fishing season in the 7-year period before (2014—2018) and after (2019—2020) the fishing ban. The results showed that from 2014 to 2018, the CPUE of anadromous *C. nasus* was  $(0.81 \pm 1.73) [\times 10^{-5}, \text{ind.}/(\text{h} \cdot \text{m})]$ , with anadromous individuals comprising only  $(1.42 \pm 2.41)\%$ . In contrast, from 2019 to 2020, CPUE increased to  $(66.14 \pm 69.74) [\times 10^{-5}, \text{ind.}/(\text{h} \cdot \text{m})]$ , an approximate  $82 \times$  increase. In this period, the ratio increased to  $(60.56 \pm 40.87)\%$ , an approximate  $43 \times$  increase compared with 2014—2018. These results indicate for the first time that the quantity of anadromous *C. nasus* in Poyang Lake shows a tendency towards recovery, benefiting from national fishing ban strategies that have only been in place for two years.

**Key words** Fishing ban in the Yangtze River; *Coilia nasus*; Poyang Lake; Resource recovery; Effect evaluation

① Corresponding author: YANG Jian, E-mail: jiany@ffrc.cn