

三峡库区小江太湖新银鱼时空分布

彭乐根¹, 沈建忠¹, 吉芬芬¹, 邱龙辉¹, 张三峰¹, 胡 莲², 邹 曦², 唐会元²

(1. 华中农业大学水产学院, 湖北 武汉 430070;

2. 水利部中国科学院水工程生态研究所, 水利部水工程生态效应与生态修复重点实验室, 湖北 武汉 430079)

摘要:三峡水库形成后鱼类群落结构发生了根本性的改变, 浮游动物食性的太湖新银鱼(*Neosalanx taihuensis*)成为了库区优势种。为探究三峡库区太湖新银鱼种群生长规律, 2019 年 1-12 月, 每月下旬在三峡库区小江 6 个采样断面使用银鱼捕捞专用拖网进行了调查, 应用单位捕捞努力量渔获量(Catch Per Unit Effort, CPUE)测度太湖新银鱼种群的时空分布特征。结果显示, 2019 年太湖新银鱼在三峡库区小江的时空分布特征明显。时间动态上, 太湖新银鱼种群生物量的周年变化为先升后降, 3 月开始迅速增长, 在 4 月达到最高值(2 080.08 kg/km²), 随后逐步下降, 7 月捕捞旺季过后, 生物量明显下降; 空间分布上, 太湖新银鱼春季繁育的稚幼鱼最先出现在上游的渠口和养鹿断面, 之后下移, 主要集中在高阳断面(867.16 kg/km²), 其次是黄石和双江断面, 而长江断面太湖新银鱼分布最少(7.13 kg/km²)。研究表明, 太湖新银鱼时空分布特征主要由种群繁殖特征及库区水文情势决定, 其种群在 4 月快速增长, 与小江 5 月蓝藻密度急剧上升可能存在关联。建议在种群快速增长前, 对三峡库区小江太湖新银鱼的繁殖群体进行捕捞, 尤其是在 3 月的渠口和养鹿断面, 可以起到较好的控制效果。

关键词:三峡库区; 小江; 太湖新银鱼; 时空分布

中图分类号:Q145 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2021)05-0103-07

太湖新银鱼(*Neosalanx taihuensis*)隶属于胡瓜鱼目(Osmeriformes)、银鱼科(Salangidae)、新银鱼属(*Neosalanx*), 为一年生鱼类, 终生生活在相对静水的湖泊、水库等水体中, 主要以浮游动物为食, 个体完成繁殖后便死亡(解玉浩和解涵, 1997)。原产于江苏太湖的太湖新银鱼由于具有较高的营养和经济价值, 在 20 世纪 70 年代末首次被引进云南滇池并获得巨大经济效益后, 全国掀起了在大中型湖泊水库移植太湖新银鱼的热潮, 但在其移植取得巨大成功的同时, 所带来的生态问题也日益凸显。作为外来种的太湖新银鱼, 侵占了土著鱼类的生态位, 导致本土鱼类濒临灭绝(Qin et al, 2007; 刘红艳等, 2016)。研究表明, 浮游动物食性鱼类数量增多, 将导致水体中浮游动物数量减少, 造成对浮游植物的牧食压力下降, 浮游植物生物量因此增加(Lazzaro, 1987; Reynolds, 1994); 太湖新银鱼作为典型的浮游

动物食性鱼类, 其数量增多, 摄食作用导致浮游动物群落小型化, 不利于藻类的控制, 成为生物操纵需要控制的对象(Zhang et al, 2005; 胡翠林, 2014; 冯钟等, 2018)。

小江也称澎溪河, 位于三峡库区腹地, 是库区北岸流域面积最大的河流, 自 2003 年库区蓄水水位达 135 m 后, 小江水位抬升, 水域面积增大, 长江干流回水顶托作用导致水流变缓, 营养盐易富集, 水华频繁发生(潘晓洁等, 2015)。三峡水库建成前, 虽偶有银鱼被捕捞记录, 但未形成一定规模的可捕捞种群。库区蓄水后, 水文条件改变, 太湖新银鱼资源明显增多, 现已成为库区主要捕捞鱼类(巴家文和陈大庆, 2012)。国内学者目前对三峡库区太湖新银鱼生长、繁殖等生物学方面的研究较多(龚望宝等, 2010; Wu et al, 2011; Gong et al, 2013), 但关于库区内太湖新银鱼时空分布格局的研究尚未见报道。

本研究于 2019 年 1-12 月对三峡库区典型支流小江太湖新银鱼逐月开展资源调查, 以期了解种群生物量的时空分布特征及其成因, 探究太湖新银鱼种群生长与三峡库区小江蓝藻水华暴发之间的关联, 为后续科学管理小江太湖新银鱼种群以及减缓水华发生提供科学依据和理论参考。

收稿日期: 2021-05-15
基金项目: 国家重大水利工程建设基金(12620200600018J003)。
作者简介: 彭乐根, 1995 年生, 男, 硕士研究生, 研究方向为鱼类生态学。E-mail: plg@webmail.hzau.edu.cn
通信作者: 沈建忠, 1964 年生, 男, 教授, 主要从事渔业资源与生态环境研究。E-mail: jzsh@mail.hzau.edu.cn

1 材料与方法

1.1 样点设置

本次研究在小江回水区设置 5 个采样断面(图 1),从上游至下游按照周边乡镇地名依次称为渠口(31°08′11″N, 108°29′12″E)、养鹿(31°04′56″N, 108°33′57″E)、高阳(31°05′48″N, 108°40′22″E)、黄石(30°59′44″N, 108°42′58″E)及双江(30°57′53″N, 108°42′03″E);另在小江汇入长江干流的河口处设置 1 个采样断面,此处称为长江(30°56′49″N, 108°38′53″E)。

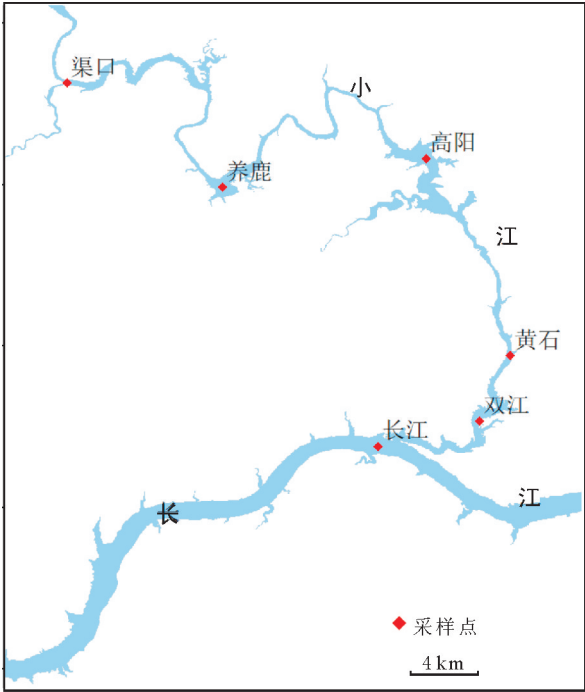


图 1 三峡库区小江调查采样断面

Fig.1 Location of sampling sections in Xiaojiang River of Three Gorges Reservoir

1.2 采样方法

2019 年 1-12 月对小江回水区 6 个采样断面的太湖新银鱼进行逐月调查,每月 25 号前后进行采样工作。采样调查所用网具为当地渔民提供的银鱼捕捞专用拖网,拖网左右距离约 15 m,侧边宽为 4 m,网目为 2~3 mm。作业时由 2 艘机动船左右平行牵引拖网,拉直并排匀速行驶。拖网每次作业时间为 2 h,行驶距离约为 2 km。每个采样断面拖网作业 3 次,每次捕捞作业结束后,现场称量太湖新银鱼的生物量。

1.3 数据处理

本研究以单位捕捞努力量渔获量(Catch Per Unit Effort, CPUE)评估太湖新银鱼种群生物量的

变化情况,以银鱼拖网作业 1 km² 水域面积所捕捞的太湖新银鱼生物量来表示其时空分布情况,计算公式如下:

$$CPUE_i = W_i / S \tag{1}$$

式中: W_i 为第 i 次拖行所捕获太湖新银鱼的生物量(kg); S 为拖网单次作业所覆盖的水域面积,通过计算, $S=0.03 \text{ km}^2$;以 3 次 CPUE 的均值反映太湖新银鱼时空分布情况。

以渠口(5.76 km²)、养鹿(4.47 km²)、高阳(6.82 km²)、黄石(2.41 km²)及双江(3.81 km²)的水域面积作为权数(长江断面无法统计水域面积),计算得到 1-12 月加权平均数,以此表示太湖新银鱼生物量的时间动态变化;以 1-12 月 CPUE 数据进行算术平均所得均值,表示各断面太湖新银鱼生物量的空间分布情况。

2 结果与分析

2.1 太湖新银鱼生物量的时间分布特征

太湖新银鱼在小江分布呈现明显的时空变化(表 1)。其中,渠口与养鹿的太湖新银鱼 CPUE 时间变化上基本一致,1-2 月 CPUE 数值较低,3 月开始快速增长,最大值出现在 4 月,分别为 1 955.56 kg/km² 和 3 644.44 kg/km²,5 月快速下降,6 月生物量仅为 0.16 kg/km² 和 0.28 kg/km²,其后生物量一直处于较低水平;而其他 4 个断面的太湖新银鱼生物量快速增长和高峰出现时间较渠口和养鹿断面延后 1~2 个月。高阳和黄石断面在 3 月开始有所增长,但 4 月才出现快速增长;而双江和长江干流断面在 4 月略有增长,至 5 月出现快速增长。这 4 个断面的太湖新银鱼生物量峰值持续至 7 月下旬,在 8 月下旬明显下降,其后生物量持续处于较低水平,但 11 月和 12 月生物量相对于 10 月有所提高。从整个调查江段来看(图 2),3 月下旬太湖新银鱼生物量开始快速增长,4 月处于最高水平,5-7 月维持较高生物量,8 月迅速下降,至 10 月下旬降至全年最低,11 月开始小幅度上升,11-12 月的生物量水平与 1-2 月基本相近。

2.2 太湖新银鱼生物量的空间分布特征

小江太湖新银鱼的空间分布特征也十分明显(表 1)。其中,太湖新银鱼 1-2 月主要分布在高阳和双江断面,CPUE 显著大于渠口、养鹿及长江断面($P<0.05$)。而 3 月渠口和养鹿断面 CPUE 显著大于其他断面($P<0.05$),特别是渠口断面太湖新银鱼生物量陡然上升至 1 473.29 kg/km²,主要是出现

表1 2019年1-12月小江各采样断面太湖新银鱼拖网单位捕捞努力量渔获量

Tab.1 The CPUE of *N. taihuensis* at various sampling sections in Xiaojiang River from late January to late December 2019

月 份	不同采样断面的 CPUE/kg·km ⁻²					
	渠 口	养 鹿	高 阳	黄 石	双 江	长 江
1	0.51±0.27 ^D	1.91±0.72 ^C	34.00±10.34 ^A	10.22±2.90 ^B	17.38±4.28 ^{AB}	0.04±0.03 ^E
2	0.59±0.22 ^C	2.93±0.48 ^B	12.63±5.95 ^A	5.75±0.87 ^{AB}	11.69±4.80 ^A	0.13±0.04 ^D
3	1473.29±140.75 ^A	478.41±142.91 ^B	46.70±9.65 ^C	28.06±7.50 ^C	4.97±1.78 ^D	0.26±0.08 ^E
4	1955.56±760.64 ^A	3644.44±1109.67 ^A	2466.67±865.38 ^A	1588.89±591.50 ^A	51.67±31.83 ^B	3.18±2.55 ^C
5	258.58±128.63 ^C	295.78±93.40 ^{BC}	2422.22±1166.30 ^A	688.89±136.99 ^B	766.67±347.48 ^B	27.33±1.96 ^D
6	0.16±0.04 ^D	0.28±0.14 ^D	3822.22±2177.38 ^A	102.87±75.72 ^C	695.04±136.63 ^B	27.50±4.84 ^C
7	4.09±1.62 ^D	19.20±8.57 ^C	1472.22±727.54 ^A	1222.22±342.47 ^A	540.00±191.85 ^B	21.84±5.01 ^C
8	62.22±28.59 ^A	38.89±14.99 ^A	106.11±43.47 ^A	37.78±2.08 ^A	98.15±22.38 ^A	1.94±1.71 ^B
9	0.54±0.41 ^{CD}	21.55±7.27 ^A	2.01±1.37 ^{BC}	12.73±6.24 ^A	8.66±6.86 ^{AB}	0.24±0.15 ^D
10	0.27±0.20 ^B	0.30±0.18 ^B	3.56±0.53 ^A	1.10±0.55 ^{AB}	4.50±0.37 ^A	0.63±0.38 ^B
11	6.84±6.03 ^A	2.86±0.43 ^A	7.78±0.84 ^A	11.34±10.40 ^A	11.39±1.96 ^A	2.37±0.31 ^A
12	0.26±0.19 ^B	8.65±6.83 ^A	9.78±2.08 ^A	13.78±10.41 ^A	19.79±13.11 ^A	0.13±0.12 ^B

注:不同上标大写字母表示各月份采样断面存在显著性差异($P<0.05$)。

Note: Different superscripts indicate significant differences in sampling section monthly values($P<0.05$).

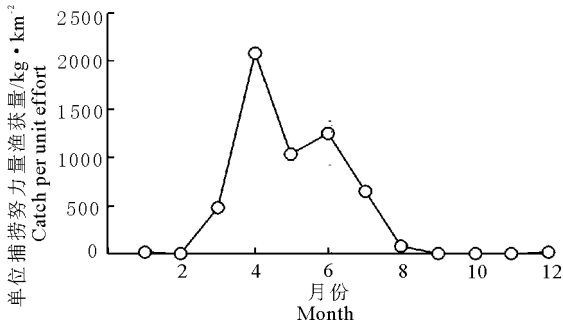


图2 小江太湖新银鱼 CPUE 的时间变化

Fig.2 Monthly change in the *N. taihuensis* CPUE in Xiaojiang River

了大量的太湖新银鱼稚幼鱼,其他断面虽也有稚幼鱼分布,但数量相对较少,因此生物量虽有所上升,但变化相对不大。4月下旬,在高阳和黄石也出现大量的太湖新银鱼幼鱼,此时太湖新银鱼主要分布在渠口、养鹿、高阳和黄石断面,这些断面 CPUE 显著大于双江和长江断面 ($P<0.05$),其中以养鹿断面丰度最高。5-6月,高阳断面太湖新银鱼生物量丰富,CPUE 显著大于其他断面 ($P<0.05$),而7月高阳和黄石显著大于其他断面 ($P<0.05$)。在进入8月后,小江各断面太湖新银鱼分布均匀,除长江断面外,其余断面 CPUE 均无显著性差异 ($P>0.05$),但生物量有明显下降。其后(9-12月)太湖新银鱼 CPUE 更是下降至 20 kg/km^2 以下,10月的 CPUE 则不足 5 kg/km^2 ;9月养鹿和黄石断面太湖新银鱼分布较多,显著大于渠口、高阳及长江3个断面 ($P<0.05$);而10月双江和高阳断面 CPUE 显著大于渠口、养鹿及长江断面 ($P<0.05$);11月各断面太湖新银鱼分布比较均匀,CPUE 均无显著性差异

($P>0.05$);进入12月,渠口和养鹿断面太湖新银鱼 CPUE 显著低于其他断面 ($P<0.05$)。

整体上看(图3),从上游渠口至下游小江汇入长江河口处,除高阳断面高于其他断面外,总体呈现递减的变化趋势,其中高阳太湖新银鱼 CPUE 最高,为 867.16 kg/km^2 ;其次为养鹿、渠口断面,分别为 376.27 kg/km^2 、 313.58 kg/km^2 。长江断面与小江各采样断面相比,其太湖新银鱼 CPUE 明显低得多,全年均值仅为 7.13 kg/km^2 。

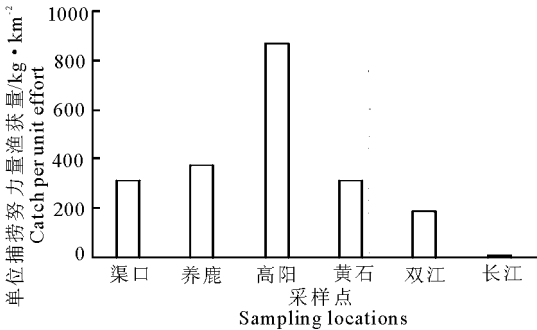


图3 小江太湖新银鱼 CPUE 的空间分布

Fig.3 Spatial distribution of *N. taihuensis* CPUE in Xiaojiang River

3 讨论

3.1 太湖新银鱼时空分布特征及其成因

有研究表明,太湖新银鱼在天鹅洲故道、丹江口水库、三峡库区等水域均存在两个繁殖群体,分别为1-5月(春群)和9-11月(秋群),以春群为主要繁殖群体(Gong et al, 2009; 龚望宝等, 2010; 杨战伟等, 2012)。

从2019年1-12月小江太湖新银鱼种群生物量时间动态来看,也存在两个生物量增长期(图2),分别为3-4月和11月;其中,3-4月增长最为明显,银鱼生物量从6.92 kg/km²(2月)增长至2 080.08 kg/km²(4月),而11月的增长不明显,仅从2.02 kg/km²(10月)增至9.26 kg/km²(12月)。从渔获物个体组成来看(图4),小江太湖新银鱼种群生物量增长期可见新出现的小型个体,尤其是3-4月的渔获物以小个体的稚幼鱼为主,而且最先出现在上游的渠口、养鹿江段,然后下移至高阳和黄石,再至双江。由此推断,太湖新银鱼的产卵场可能在上游的渠口和养鹿,之后随水流逐渐迁移至条件更为优越的高阳断面。渠口及养鹿断面的水较浅,底质为沙砾(段鹏翔等,2015),消落带坡度较小,遍布杂草,沿岸水生植物茂盛,为太湖新银鱼所产的粘性卵提供了良好的孵化条件;而且渠口和养鹿断面浮游动物资源丰富(彭建华等,2014),可以为孵化后的幼鱼提供充足的适口性饵料。太湖新银鱼体型小,鳍条尚不发达,活动能力弱,属于集群静水定居性鱼类,易受径流的影响。

太湖新银鱼在渠口、养鹿断面繁殖后,稚幼鱼随径流逐渐向下游扩散,主要集中在高阳断面(表1),该断面位于小江中游江段,水面宽广,库湾较多,受长江回水顶托作用,形成了一个流速较慢的大水面,有利于太湖新银鱼摄食生长。5-6月太湖新银鱼生物量有一定程度下降,可能与以下两个原因有关:一是春群亲本产卵后立即死亡,而繁殖部分的后代尚未达到捕捞规格;二是小江5-6月降水较多,径流量大,上游渠口、养鹿断面仅捕获寥寥几尾太湖新银鱼,而且河道狭窄的黄石江段太湖新银鱼生物量较4月有明显下降,从而导致了5-6月CPUE加权平均数的计算结果偏小。7月小江水域禁渔期结束,进入捕捞季,太湖新银鱼因其较高的经济价值成为高阳当地重要捕捞对象,导致太湖新银鱼生物量从6月的1 244.77 kg/km²迅速下降至8月的73.95 kg/km²。长江断面太湖新银鱼生物量远低于小江各江段(图3),主要是该断面位于小江汇入长江干流处,两条河流交汇时,水文特征复杂,暗流急缓结合,水体剧烈扰动引起底泥再悬浮,泥沙含量增大(马尉斌等,2019),从而导致水体透明度降低,浮游生物资源匮乏,太湖新银鱼食物保障程度低。特别是在三峡库区夏季低水位运行期间,库区水流较快,水文特征无异于天然河道,而活动能力较弱的太湖新银鱼难以抵御水流侵袭。

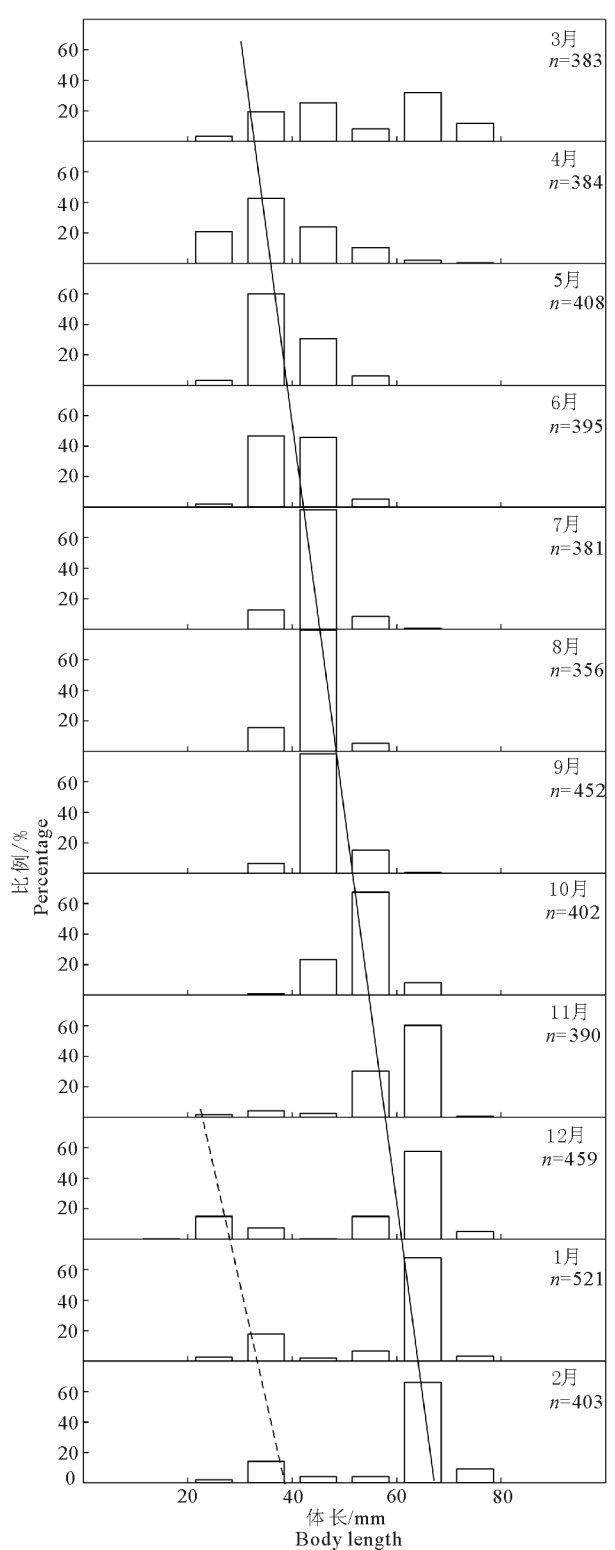


图4 小江太湖新银鱼体长百分比

Fig.4 Accumulation histogram of body length percentage of *N. taihuensis* in Xiaojiang River

3.2 太湖新银鱼种群生长与水华暴发的关联性

三峡水库蓄水后,长江干流水体的顶托作用使得小江水流变缓、水体滞留时间延长、营养盐更容易富集,浮游植物和浮游动物生物量也因此得以增长,

这为太湖新银鱼提供了丰富的饵料生物资源及适宜的生存环境。因此,太湖新银鱼很快在小江形成了能自然繁衍的稳定种群,成为三峡库区优势种类。然而,银鱼作为典型的浮游动物食性鱼类,其种群的快速增长会对浮游动物群落和浮游植物群落产生怎样的影响,与三峡库区小江蓝藻水华发生是否具关联性值得探讨。

研究表明,浮游动物食性鱼类通过摄食作用引起的下行效应对浮游动物的密度和生物量及群落结构演替有着重要影响(Zhang et al, 2005; 冯钟等, 2018),而太湖新银鱼对大型枝角类具有高度的摄食选择性(过龙根, 2005),在其种群快速增长时期对浮游动物高强度的摄食压力会导致浮游动物群落结构小型化(董云仙和王忠泽, 2013),因此会减弱浮游动物对浮游植物的控制效果(Carpenter et al, 1985; 陈济丁等, 1995)。2013–2016年,小江高阳断面4–5月频繁发生蓝藻水华,其中毒害作用较大的微囊藻是蓝藻水华暴发期间的优势种(袁玉洁等, 2018)。根据2019年小江浮游生物监测数据(未发表)表明,1–3月浮游植物密度水平较低,优势藻类为硅藻、隐藻,蓝藻密度仅为 0.45×10^6 个/L;4月蓝藻开始增长,密度为 19.29×10^6 个/L,增长了近42倍,取代硅藻、隐藻成为小江优势藻类;5–8月蓝藻持续增长,在浮游植物群落中占有绝对优势,于8月达到峰值,密度高达 83.57×10^6 个/L。小江太湖新银鱼3月开始增长,各断面银鱼生物量都有不同程度的增加,4月快速增长(表1)。而监测显示,3月浮游动物生物量为28.93 mg/L,至6月生物量仅为1.13 mg/L,下降了96.09%,但浮游动物总体密度却由3月的21 173.39个/L增至26 808.23个/L,增长了26.61%。因此推断太湖新银鱼种群在3–4月的快速增长,导致了浮游动物生物量的急剧下降和群落结构的小型化,而大型浮游动物生物量的下降,导致对藻类的控制作用减弱,而4–5月水温的提高和营养盐的增加,蓝藻的增长加速,因此,小江蓝藻水华不可避免暴发。高阳是太湖新银鱼分布最多的断面,CPUE为867.16 kg/km²;也是浮游植物密度最高的断面,藻类密度高达 51.25×10^6 个/L。

太湖新银鱼种群与浮游植物在增长时期及空间分布方面可能存在一定的关联性,但太湖新银鱼种群增长对水华暴发的影响究竟有多大以及这两者之间相互作用机制目前尚未得到证实,有待进一步研究。

志谢:感谢华中农业大学水产学院谢鹏、邱龙辉、康志鹏、路娟力、凌晓东、赵金发、郝想军、张三峰的野外采样协助;感谢水利部中国科学院水工程生态研究所胡莲、万成炎、邹曦、朱稳对采样的指导和帮助!

参考文献

- 巴家文,陈大庆,2012.三峡库区的入侵鱼类及库区蓄水对外来鱼类入侵的影响初探[J].湖泊科学,24(2):185–189.
- 陈济丁,任久长,蔡晓明,1995.利用大型浮游动物控制浮游植物过量生长的研究[J].北京大学学报(自然科学版),31(3):373–382.
- 董云仙,王忠泽,2013.程海浮游动物种群特征与数量的周年变化[J].水生态学杂志,34(3):17–24.
- 段鹏翔,杨志,唐会元,等,2015.小江拟尖头鲌的年龄、生长、繁殖及其资源开发状况研究[J].水生生物学报,39(4):695–704.
- 冯钟,赵帅营,陈丽,等,2018.抚仙湖浮游动物群落分布特征及其影响因子分析[J].云南师范大学学报(自然科学版),38(5):56–65.
- 龚望宝,吴朗,程飞,等,2010.三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[J].水生生物学报,34(5):1065–1068.
- 过龙根,2005.大型浅水富营养湖泊—巢湖的渔业生态学研究[D].武汉:中国科学院研究生院(水生生物研究所):97–113.
- 胡翠林,2014.洱海外来鱼类摄食及浮游生物生态学研究[D].武汉:华中农业大学:32–45.
- 解玉浩,解涵,1997.银鱼科鱼类的分类分布和种群生态[J].水产学杂志,10(2):11–19.
- 刘红艳,李存耀,熊飞,2016.入侵地和原产地太湖新银鱼群体遗传结构[J].水产学报,40(10):1521–1530.
- 马尉斌,陈秋禹,尹德良,等,2019.三峡水库支流汝溪河河口水体汞的时空变化特征[J].环境科学,40(5):2211–2218.
- 潘晓洁,黄一凡,郑志伟,等,2015.三峡水库小江夏初水华暴发特征及原因分析[J].长江流域资源与环境,24(11):1944–1952.
- 彭建华,郑志伟,张志永,等,2014.三峡水库澎溪河库湾枝角类的种类组成与时空分布[J].水生态学杂志,35(6):31–37.
- 杨战伟,李钟杰,刘家寿,等,2012.丹江口水库太湖新银鱼不同繁殖群体的繁殖特征比较[J].淡水渔业,42(5):58–62.
- 袁玉洁,朱梦玲,万成炎,等,2018.三峡水库小江回水区水华期间环境因子对微囊藻丰度的影响[J].水生态学杂志,39(6):16–22.

- Carpenter S R, Kitchell J F, Hodgson J R, 1985. Cascading trophic interactions and lake productivity[J]. *BioScience*, 35(10): 634 – 639.
- Gong W B, Li H T, Xie S Q, et al, 2009. Two spawning stocks of icefish *Neosalanx taihuensis* revealed from annual reproductive cycle analyses[J]. *Fisheries Science*, 75(5): 1157 – 1165.
- Gong W B, Wu L, Xie S Q, et al, 2013. Variation in early growth of *Neosalanx taihuensis* between two populations above and below the Three Gorges Dam, China [J]. *Journal of Freshwater Ecology*, 28(1): 139 – 146.
- Lazzaro X, 1987. A review of planktivorous fishes: their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts [J]. *Hydrobiologia*, 146(2): 97 – 167.
- Qin J H, Xu J, Xie P, 2007. Diet overlap between the endemic fish *Anabarilius grahami* (Cyprinidae) and the exotic noodlefish *Neosalanx taihuensis* (Salangidae) in Lake Fuxian, China[J]. *Journal of Freshwater Ecology*, 22(3): 365 – 370.
- Reynolds C S, 1994. The ecological basis for the successful biomanipulation of aquatic communities[J]. *Archiv fur Hydrobiologie*, 130(1): 1 – 33.
- Wu L, Liu J S, Wang X L, et al, 2011. Identification of individuals born in different spawning seasons using otolith microstructure to reveal life history of *Neosalanx taihuensis*[J]. *Fisheries Science*, 77(3): 321 – 327.
- Zhang X, Xie P, Li Y, et al, 2005. Present status and changes of the phytoplankton community after invasion of *Neosalanx taihuensis* since 1982 in a deep oligotrophic plateau lake, Lake Fuxian in the subtropical China[J]. *Journal of Environmental Sciences*, 17(3): 389 – 394.

(责任编辑 万月华)

Spatiotemporal Distribution of *Neosalanx taihuensis* in
Xiaojiang River of Three Gorges Reservoir

PENG Le-gen¹, SHEN Jian-zhong¹, JI Fen-fen¹, QIU Long-hui¹,
ZHANG San-feng¹, HU Lian², ZOU Xi², TANG Hui-yuan²

(1.College of Fisheries, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070,P.R.China;
2.Key Laboratory of Ecological Impacts of Hydraulic-Projects and Restoration of Aquatic Ecosystem
of Ministry of Water Resources, Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources
and Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430079,P.R.China)

Abstract: Impoundment of Three Gorges Reservoir resulted in fundamental changes in the fish community structure and *Neosalanx taihuensis*, which preys on zooplankton, has become the dominant species. Understanding growth characteristics of the *N. taihuensis* population in Xiaojiang River will be helpful for managing *N. taihuensis*. From late January to late December 2019, monthly investigations of *N. taihuensis* were conducted at six sampling sections in Xiaojiang River using an appropriate trawl net, with five sections in the back water area of Xiaojiang River and one in the cove where Xiaojiang River flows into the Yangtze River. We analyzed the spatiotemporal distribution characteristics of *N. taihuensis* population, using catch per unit effort (CPUE), and explored the relationship of *N. taihuensis* population growth with blue-green algae blooms in the river. The objective was to provide scientific evidence for managing the *N. taihuensis* population and controlling blue-green algae blooms. During 2019, there was an obvious pattern in the spatiotemporal distribution of the *N. taihuensis* population in Xiaojiang River. Temporally, the biomass of the *N. taihuensis* population initially increased and then decreased. A rapid increase in biomass began in March, peaked in April at 2 080.08 kg/km² and then gradually decreased, especially in July after the fishing season. Spatially, *N. taihuensis* juveniles from the spring spawning first appeared in the Qukou and Yanglu sections, and then moved downstream to the Gaoyang, Huangshi and Shuangjiang sections. The highest *N. taihuensis* CPUE occurred in the Gaoyang section (867.16 kg/km²), and was lowest in the Xiaojiang River cove at Yangtze River (7.13 kg/km²). The spatiotemporal distribution of *N. taihuensis* population was primarily determined by the breeding characteristics of *N. taihuensis* and the hydrological regime in Three Gorges Reservoir. In Xiaojiang River, the rapid growth of the *N. taihuensis* population in late April may be related to the sharp rise of cyanobacteria density in May. Therefore, to more effectively control the *N. taihuensis* population, we suggest harvesting the breeding population in March before spawning leads to rapid population growth, especially in the Qukou and Yanglu sections.

Key words: Three Gorges Reservoir; Xiaojiang River; *Neosalanx taihuensis*; spatiotemporal distribution