

DOI: 10.12264/JFSC2024-0329

禁捕初期鄱阳湖刀鲚出入湖时序特征及环境影响因子

杨彦平¹, 王生², 轩中亚¹, 马凤娇³, 彭乐根², 文嗣鑫², 沈迎东¹, 刘凯¹

1. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 农业农村部淡水渔业和种质资源利用重点实验室, 江苏 无锡 214081;
2. 江西省水生生物保护救助中心, 江西 南昌 330096;
3. 南京农业大学无锡渔业学院, 江苏 无锡 214081

摘要: 为掌握禁捕初期鄱阳湖刀鲚(*Coilia nasus*)繁殖群体及幼鱼出入湖时序特征, 支撑刀鲚资源养护和鄱阳湖生物完整性评价, 为鄱阳湖刀鲚栖息地识别积累数据, 2023 年 4—10 月刀鲚出入湖汛期, 在鄱阳湖江湖通道湖口水域设置固定站位, 跟踪监测刀鲚繁殖群体入湖和幼鱼出湖资源动态, 分析刀鲚出入湖时序特征及环境影响因子。就入湖群体而言, 4—7 月单位捕捞数量变幅为 19~971 ind./ $(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$, 均值为 $(294\pm 201)\text{ ind./}(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$; 单位捕捞重量变幅为 0.83~84.25 kg/ $(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$, 均值为 $(25.92\pm 18.10)\text{ kg/(1000 m}^2\cdot\text{h})$; 体长变幅为 150.6~382.1 mm, 均值为 $(298.2\pm 29.1)\text{ mm}$; 体质量变幅为 10.6~238.1 g, 均值为 $(89.9\pm 29.8)\text{ g}$; 雌雄比例为 2.2 : 1, 性腺发育至 I—V 期的个体比例依次为 0.09%、46.01%、38.00%、13.84%和 2.06%。时间特征显示, 5 月为刀鲚繁殖群体入湖高峰期, 单位捕捞数量和重量分别为 $(514\pm 168)\text{ ind./}(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$ 和 $(47.04\pm 16.08)\text{ kg/(1000 m}^2\cdot\text{h})$, 极显著高于其他月份($P<0.01$), 体长、体质量随洄游汛期后移呈极显著减小($P<0.01$), 其中 5 月体长均值最大 $[(301.5\pm 26.4)\text{ mm}]$, 7 月最小 $[(292.2\pm 30.6)\text{ mm}]$; 4 月体质量均值最大 $[(98.5\pm 34.0)\text{ g}]$, 7 月最小 $[(82.0\pm 25.2)\text{ g}]$; 同期雌性个体比例持续上升, 雄性比例持续下降, 性腺发育至 II 期的个体比例由 4 月的 81.14%下降至 7 月的 22.22%, III 期及以上个体比例则由 4 月的 18.77%上升至 7 月的 77.78%。就出湖群体而言, 7—10 月单位捕捞数量变幅为 11~8571 ind./ $(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$, 均值为 $(1316\pm 1908)\text{ ind./}(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$ 。时间特征显示出湖高峰期为 7 月和 9 月, 其中 7 月单位捕捞数量均值最大, 为 $(2845\pm 2940)\text{ ind./}(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$; 其次为 9 月, 单位捕捞数量均值为 $(1769\pm 1862)\text{ ind./}(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$; 10 月最小, 单位捕捞数量均值为 $(285\pm 327)\text{ ind./}(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$ 。环境因子分析显示鄱阳湖刀鲚幼鱼出湖群体单位捕捞数量的时序变化与水位差之间的变化趋势一致。研究结果表明, 鄱阳湖刀鲚汛期提前, 持续时间延长, 种群小型化趋势改善, 资源恢复趋势明显。

关键词: 刀鲚; 幼鱼; 时序特征; 资源现状; 环境因子

中图分类号: S931

文献标志码: A

文章编号: 1005-8737-(2025)03-0387-09

刀鲚(*Coilia nasus*)又称长颌鲚, 是长江流域典型的洄游性鲚属(*Coilia*)鱼类, 曾为长江流域最为名贵的鱼类^[1-2]。每年春季由海入江并分批沿江上溯至长江干流及通江支流、湖泊中繁殖, 从而形成渔汛, 历史上刀鲚最高捕捞量记录为 4142 t (1973 年)^[3]。20 世纪 90 年代起, 受拦河筑坝、水域污染、过度捕捞等因素影响, 长江刀鲚资源急

剧衰退; 21 世纪初期, 其资源进一步锐减, 至 2010—2013 年, 年均捕捞量仅为 116.6 t, 相比最高记录值下降 97.18%, 渔汛几近消失^[4], 洄游范围也大幅缩短^[5], 渔汛和繁殖高峰明显推迟, 同时种群结构低龄化、小型化趋势突出^[6]。为加强长江刀鲚资源养护, 缓解其资源衰退趋势, 根据农业农村部[2018] 5 号通告, 自 2019 年 2 月 1 日

收稿日期: 2024-10-17; 修订日期: 2025-01-17.

基金项目: 江西省重点水域长颌鲚重要栖息地调查项目(NY2022-C0901); 中国水产科学研究院中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(2024XT1003, 2023TD11).

作者简介: 杨彦平(1989—), 男, 博士, 助理研究员, 研究方向鱼类生态学. E-mail: yangyp@ffrc.cn; 王生, 共同第一作者.

通信作者: 刘凯, 研究员, 研究方向鱼类生态学. E-mail: liuk@ffrc.cn

起, 停止发放刀鲚专项捕捞许可证, 禁止其天然资源的生产性捕捞。为进一步保护长江水生生物资源, 2019 年 12 月 27 日, 农业农村部发布了[2019] 4 号通告, 长江流域重点水域自 2021 年 1 月 1 日起实行暂定期 10 年的全面禁捕。自此长江进入十年禁渔期, 刀鲚作为区域代表性物种^[7], 在评价生物完整性、识别栖息地方面具有重要作用。

鄱阳湖作为长江流域最大的通江湖泊, 是长江刀鲚的主要产卵场之一^[8], 在长江刀鲚繁殖、肥育等方面发挥重要功能^[9]。每年 4—8 月为长江刀鲚主要繁殖期, 期间长江刀鲚溯河而上经湖口由江入湖, 寻找适宜的繁殖产卵场所; 秋冬季节, 鄱阳湖中繁殖肥育后的幼鱼经江湖通道由湖入江, 进行降海洄游^[10]。目前, 针对鄱阳湖刀鲚资源现状的研究主要集中于长江禁渔前^[8,11-13], 针对长江禁渔后鄱阳湖刀鲚资源现状的相关研究极少, 特别是鄱阳湖刀鲚幼鱼资源特征, 未见报道。据此, 本研究在鄱阳湖江湖通道湖口水域布设固定站位, 跟踪长江刀鲚繁殖群体入湖和幼鱼出湖群体时序特征, 旨在掌握禁捕初期鄱阳湖刀鲚出入湖资源现状及时序特征, 进一步分析资源变动与水文因子间的相关关系, 为鄱阳湖生物完整性评价及制定长江刀鲚资源养护措施提供数据支撑, 也为摸

清鄱阳湖“三场一通道”栖息地现状积累基础数据。

1 材料与方法

1.1 站位布局及方法

2023 年 4—7 月刀鲚生殖洄游汛期, 在鄱阳湖江湖通道湖口水域布设 1 个固定站位(116°13'E, 29°45'N, 图 1), 持续开展鄱阳湖刀鲚入湖群体资源监测, 网具为流刺网(网长 125 m, 网高 2.8 m, 网目 4 cm), 每天根据气象条件作业 1~2 网次。

2023 年 7—10 月鄱阳湖刀鲚幼鱼出湖高峰期内, 在鄱阳湖江湖通道湖口水域布设 1 个固定站位(116°12'E, 29°44'N, 图 1), 开展刀鲚幼鱼出湖群体资源监测, 每月监测 1 频次, 每频次持续 7~10 天, 网具为定置张网(网口长 30 m, 网衣长 50 m, 网目 2 mm), 每天作业 1 网次, 每次投放时间不少于 12 小时。

所有调查工作在获得江西省农业农村主管部门的许可下依法、依规进行。

1.2 样本处理

现场采集的刀鲚繁殖群体测定生物学信息, 指标主要包括体长、体质量等, 精确到 0.1 mm 和 0.1 g, 解剖目视观察并记录性别、性腺发育期。测定、解剖样本依据如下: 当单日样本量少于 50 尾

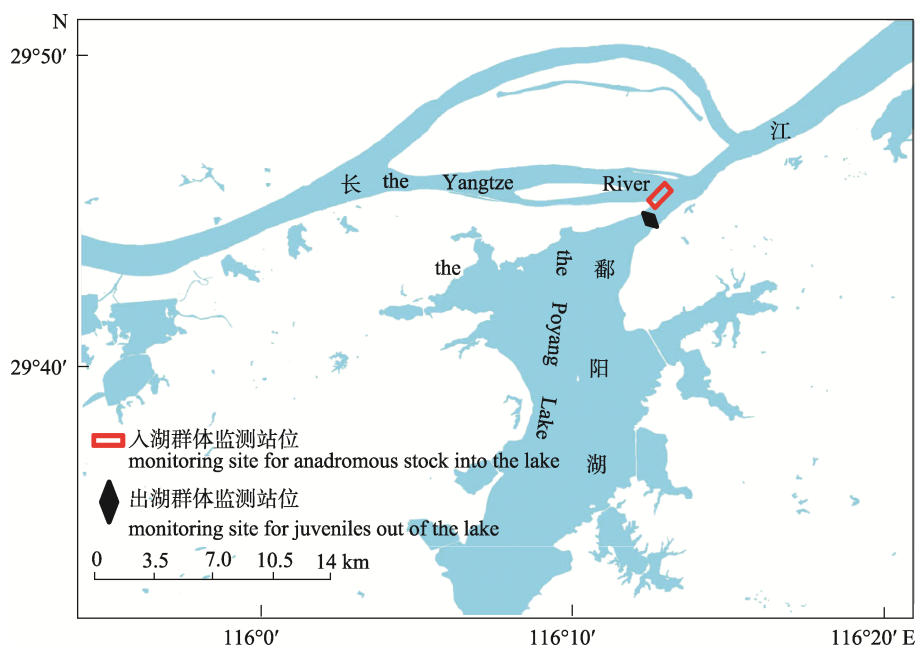


图 1 刀鲚采样位点示意图

Fig. 1 Sketch of sampling sites of *Coilia nasus*

时, 全部测定生物学指标并解剖记录性别、发育期; 当单日样本量介于 50~100 尾时, 至少测定、解剖样本总量的 4/5; 当单日样本量大于 100 尾时, 至少测定、解剖样本总量的 1/2。同期记录样本总数量、总重量等信息。

现场统计鄱阳湖刀鲚幼鱼样本数量。鄱阳湖与长江干流的水位关系与刀鲚幼鱼出湖密度密切相关, 因此分别选取鄱阳湖星子站和长江干流九江站水位数据, 重点分析刀鲚幼鱼出湖群体资源密度变化与湖口水域水位变化的相关关系, 水文站数据来自江西省水利厅官网(<http://www.jxsl.gov.cn/>)和长江水文网(<http://www.cjh.com.cn>)。

1.3 数据处理

1.3.1 样本结构组成 体长、体质量组距划分参考马凤娇等^[3], 以 20 mm 为体长组距、20 g 为体质量组距进行分组分析。

1.3.2 饱满度 根据 $K=(W/L^3) \times 100\%$ 计算饱满度(fullness), W 为体质量(g), L 为体长(cm), K 为丰满度(%)。

1.3.3 单位捕捞量 标准化为每 1000 平方米网具面积 1 小时捕捞的刀鲚数量或重量, 单位分别为 ind./($1000\text{m}^2 \cdot \text{h}$)和 kg/($1000\text{m}^2 \cdot \text{h}$)。

本研究中刀鲚繁殖群体入湖群体生物学测定样本经颌骨/头长>1 初步筛选, 剔除左颌骨或右颌骨/头长<1 的样本, 利用 Excel 及 SPSS 完成数据处理、分析, ANOVA 完成组间差异分析。

2 结果与分析

2.1 刀鲚入湖群体表观生物学特征

2023 年刀鲚入湖群体体长变幅为 150.6~382.1 mm, 均值为 298.2 ± 29.1 mm; 优势组为 260~340 mm, 样本量占总测定样本量的 83.65%; 体质量变幅为 10.6~238.1 g, 均值为 89.9 ± 29.8 g, 优势组为 55~135 g, 样本量占总测定样本量的 82.0% (表 1)。

时间特征显示, 随着洄游汛期的后移, 刀鲚入湖群体体长、体质量逐渐减小, 其中 5 月入湖群体体长均值最大(301.5 ± 26.4 mm), 7 月最小(292.2 ± 30.6 mm), 除 4 月和 5 月无显著差异外, 其他月份之间均呈极显著差异($P<0.01$)(图 2); 体

量均值最大出现于 4 月(98.5 ± 34.0 g), 最小出现于 7 月(82.0 ± 25.2 g), 除 6 月和 7 月呈显著差异($P<0.05$)外, 其他各月之间均呈极显著差异($P<0.01$)

表 1 刀鲚入湖群体体长、体质量分布
Tab. 1 Distribution of body length and weight for anadromous population of *Coilia nasus*

体长/cm body length	数量 quantity	比例/% percentage	体质量/g weight	数量 quantity	比例/% percentage
<200	6	0.10	<15	1	0.02
200~220	49	0.85	15~35	102	1.77
220~240	141	2.44	35~55	483	8.37
240~260	397	6.88	55~75	1354	23.45
260~280	891	15.43	75~95	1540	26.68
280~300	1308	22.66	95~115	1221	21.15
300~320	1693	29.33	115~135	619	10.72
320~340	937	16.23	135~155	296	5.13
340~360	318	5.51	155~175	109	1.89
360~380	32	0.55	175~195	40	0.69
≥380	1	0.02	≥195	8	0.14

注: 方框标记为比例>10%的体长、体重优势组。
Note: The predominant groups of body length and weight were marked with box.

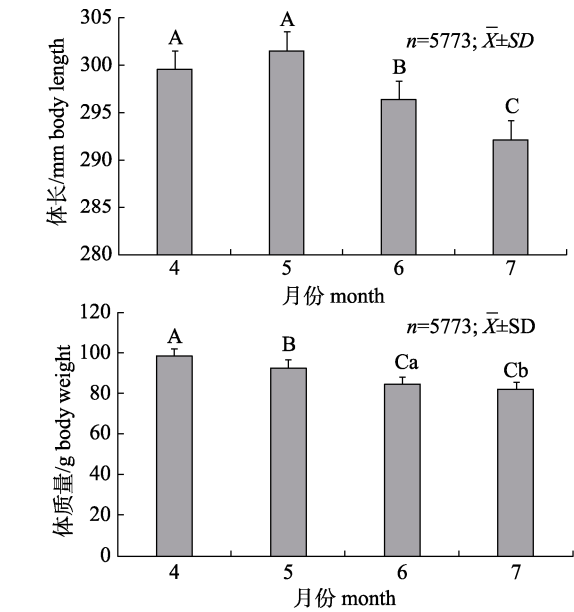


图 2 刀鲚入湖群体体长、体质量时序特征
不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$); 不同小写字母表示差异显著($P<0.05$).

Fig. 2 Temporal characteristics of body length and weight for anadromous population of *Coilia nasus*
Different capital letters indicate extremely significant difference between months ($P<0.01$); and different lowercase letters indicate significant difference between months ($P<0.05$).

(图 2)。同期, 4—6 月肥满度也随汛期后移呈逐月下降趋势, 其中 4 月均值最大为 0.354, 6 月最小为 0.314, 而 7 月均值为 0.321, 大于 6 月, 小于 4 月和 5 月, 各月间均呈极显著差异($P<0.01$) (图 3)。

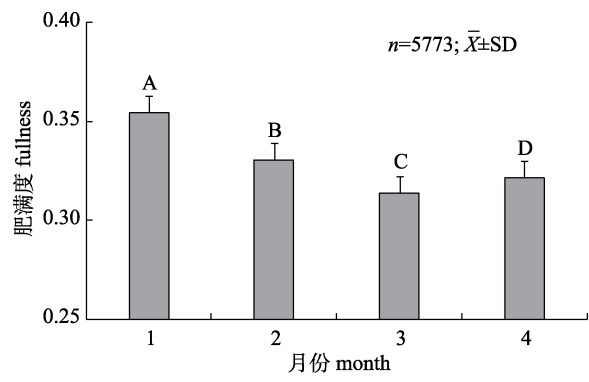


图 3 刀鲚入湖群体肥满度时序特征
不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$).
Fig. 3 Temporal characteristics of fullness for anadromous population of *Coilia nasus*
Different capital letters indicate extremely significant difference between two months ($P<0.01$).

2.2 刀鲚入湖群体繁殖生物学特征

2.2.1 性别比例 现场随机抽样解剖刀鲚样本共 5773 尾, 其中雌性 3979 尾, 雄性 1794 尾, 雌雄比例为 2.2 : 1。时间特征显示性别比例变幅为 1.1~7.8, 随洄游汛期后移, 雌性个体比例持续上升, 雄性比例持续下降(图 4)。

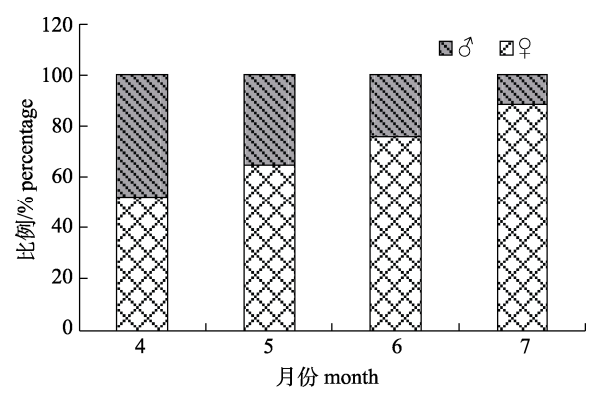


图 4 刀鲚入湖群体性别比例特征
Fig. 4 Temporal characteristics of sex ratio for anadromous population of *Coilia nasus*

2.2.2 性腺发育期 总体而言, 鄱阳湖刀鲚入湖群体性腺发育期主要以 II、III 期为主, 占总解剖样本量的 84.01%, 仅发现 I 期个体 5 尾。时间特

征显示, 洄游早期, 主要以 II 期为主, 个体比例高达 81.14%, 进入 5 月后, II 期个体比例大幅下降, III 期个体比例大幅上升; 7 月, III 期及以上个体比例较 4 月(18.77%)明显增加, 高达 77.78%, 其中 V 期个体比例为 10.22%, 6 月、7 月未发现 I 期个体(表 2)。整体而言, 性腺发育至 I—V 期的个体比例依次为 0.09%、46.01%、38.00%、13.84%和 2.06%。

表 2 刀鲚入湖群体性腺发育时序特征
Tab. 2 Temporal characteristics of gonad development stages for anadromous population of *Coilia nasus* %

性腺发育期 gonad development stage	月份 month			
	4	5	6	7
I	0.09	0.19	0.00	0.00
II	81.14	39.73	42.06	22.22
III	16.32	51.27	38.84	31.80
IV	2.45	8.67	17.13	35.76
V	0.00	0.15	1.96	10.22

2.3 刀鲚入湖群体资源特征

监测期间单位捕捞数量变幅为 19~971 ind./ (1000 m²·h), 均值为 294±201 ind./ (1000 m²·h); 单位捕捞重量变幅为 0.83~84.25 kg/(1000 m²·h), 均值为 25.92±18.10 kg/(1000 m²·h)。时间特征显示, 4 月 1 日(监测首日)即有批量刀鲚繁殖群体入湖, 单位捕捞量分别为 99 ind./ (1000 m²·h)和 9.27 kg/ (1000 m²·h), 最大值出现于 6 月 2 日(图 5); 5 月为入湖高峰期(图 5), 两项指标分别为 514±168 ind./ (1000 m²·h)和 47.04±16.08 kg/(1000 m²·h), 极显著($P<0.01$)高于其他月份。6 月、7 月入湖群体资源极显著下降($P<0.01$)。

2.4 刀鲚幼鱼出湖群体资源特征及环境影响因子

监测期间共采集幼鱼 73532 尾, 单位捕捞数量变幅为 11~8571 ind./ (1000m²·h), 均值为 1316±1908 ind./ (1000m²·h)。其中 7 月单位捕捞数量均值最大为 2845±2940 ind./ (1000m²·h), 极显著地高于 8 月和 10 月($P<0.01$); 其次为 9 月, 单位捕捞数量为 1769±1862 ind./ (1000m²·h); 10 月最小, 为 285±327 ind./ (1000m²·h)(图 6)。

选择星子水文站与湖口水文站水位的差值分析刀鲚幼鱼出湖群体单位捕捞数量与环境因子间

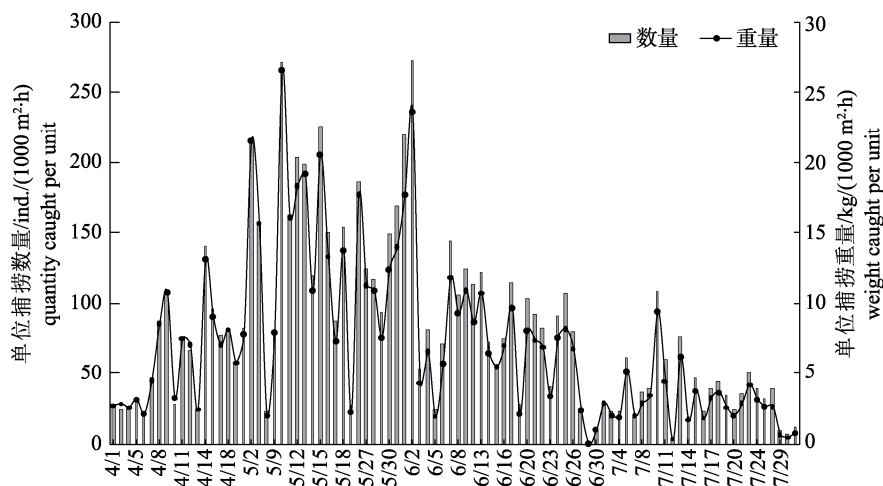


图5 鄱阳湖刀鲚入湖群体单位捕捞量时序特征

Fig. 5 Temporal trend in catch per unit effort for anadromous *Coilia nasus* into the Poyang Lake

的相关关系。结果显示水位差变幅为 0.03~0.42 m, 均值为 0.15 m, 幼鱼群体出湖单位捕捞数量时序变化与水位差之间变化趋势基本一致(图 7)。

3 讨论

3.1 鄱阳湖刀鲚入湖群体资源现状

鄱阳湖作为刀鲚传统产卵场,在其生殖洄游过程中发挥重要的生态功能^[14-15]。准确掌握刀鲚入湖群体渔汛特征和资源现状,对于评价生物完整性、识别刀鲚关键栖息地具有重要意义。本研究结果显示,长江禁捕后鄱阳湖刀鲚入湖群体单位捕捞数量和重量均显著高于禁捕前的 2019 年[定置刺网, 3 ind./($1000\text{ m}^2\cdot\text{h}$)和 0.17 kg/($1000\text{ m}^2\cdot\text{h}$)]^[8]、2020 年[定置刺网, 47 ind./($1000\text{ m}^2\cdot\text{h}$)和 2.91 kg/($1000\text{ m}^2\cdot\text{h}$)]^[8]及禁捕第一年 2021 年[定置刺网: 6 ind./($1000\text{ m}^2\cdot\text{h}$)和 0.43 kg/($1000\text{ m}^2\cdot\text{h}$), 数据未发表]鄱阳湖调查结果。这些差异一方面反映了当前刀鲚资源良好恢复的态势;另一方面,受刀鲚资源年间的自然波动影响,研究结果存在一定差异;再者,2022—2023 年鄱阳湖低枯水位^[16],导致刀鲚栖息生境大幅萎缩,水域相对资源密度增大,可能也是造成上述结果差异的一个重要原因。有学者对 2013—2014 年鄱阳湖湖口、都昌、余干水域刀鲚研究结果显示体长、体质量均值相比上世纪 90 年代和 2012 年均显著减小,体长、体质量优势组范围大幅缩小^[11];对 2020 年鄱阳湖湖口、濂溪区、

庐山市等水域刀鲚群体的研究结果显示体长、体质量相比 2013—2014 年研究结果有所增加,但小型化的趋势依然明显^[12]。本研究中,体长、体质量均值较 2013—2014 年研究结果分别上升 24.88%和 113.62%,较 2020 年研究结果分别上升 13.30%和 61.6%,体长、体质量优势组范围增大,大规格个体比例明显增加。研究结果表明,现阶段随着捕捞压力消失,水生生物栖息、繁殖生存空间更多^[17],刀鲚单位捕捞量明显上升,渔获规格显著增大,大规格个体比例增加,小型化、简单化趋势明显改善。

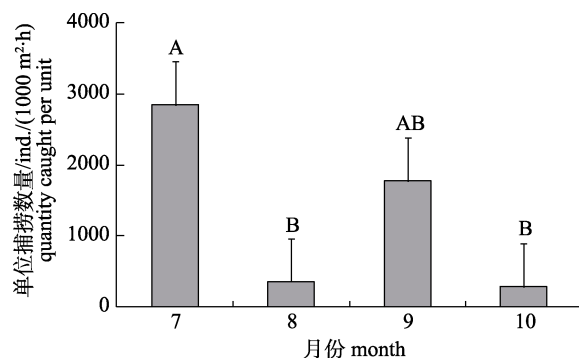


图6 鄱阳湖刀鲚幼鱼出湖群体单位捕捞数量时序特征

不同大写字母表示差异极显著($P<0.01$)。

Fig. 6 Temporal trend in the quantity caught per unit effort for juvenile *Coilia nasus* out of the Poyang Lake
Different capital letters indicate extremely significant difference between two months ($P<0.01$).

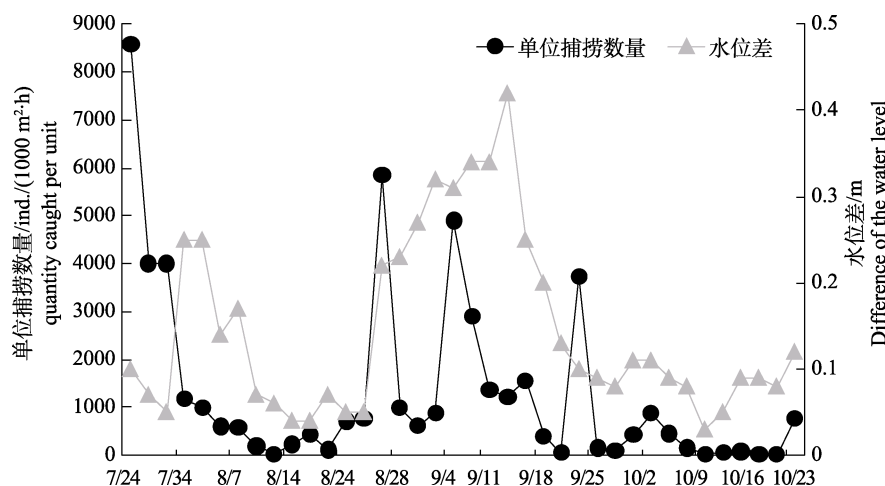


图 7 鄱阳湖刀鲚幼鱼出湖群体单位捕捞数量与水位差之间的关系

Fig. 7 The relationship between quantity caught per unit effort and difference of water level for juvenile *Coilia nasus* out of the Poyang Lake

3.2 鄱阳湖刀鲚入湖群体资源时序特征

有学者研究显示鄱阳湖刀鲚入湖群体渔汛最早出现于 4 月初,持续至 7 月前后^[18]。王生等^[11]研究表明相比上世纪 70 年代,刀鲚入湖群体渔汛推迟至 4 月中下旬,汛期持续时间也大幅缩短至 2 月左右,且高峰期出现于 6 月。本研究中,监测首日(4 月 1 日)即采集到一定数量的刀鲚入湖群体,汛期一直持续至 7 月末,这与袁传宓^[18]的研究结果保持一致。进一步分析显示,刀鲚入湖高峰期为 5 月,其次为 6 月,这与王生等^[11]研究结果存在差异。研究结果表明随着捕捞压力消失,刀鲚洄游通道畅通,资源恢复趋势良好,相比本世纪初,汛期提前,持续时间延长。孔赤平等^[19]对 2020—2021 年 4—7 月鄱阳湖湖口、都昌等水域刀鲚群体研究显示体长、体质量随汛期后移呈先下降后上升变化趋势;而本研究结果显示鄱阳湖刀鲚入湖群体体长、体质量随着洄游时间的后移,呈极显著下降趋势($P < 0.01$)。该差异一方面与样本数量、调查时段、作业强度等密切相关;另一方面可能是因为大规格群体率先洄游,小规格群体洄游启动时间相对较晚。本研究与马凤娇等^[3]的研究结果一致,肥满度时序变化特征也验证了这一结果,表现为 4—6 月肥满度依次减小,各月间呈极显著差异($P < 0.01$),这与高小平等^[12]的研究结果一致。

3.3 鄱阳湖刀鲚幼鱼资源现状及出湖时序特征

幼鱼的生长发育是鱼类种群再生能力的基础,其数量及资源现状对鱼类种群资源变动具有重要影响^[20]。每年刀鲚繁殖群体进入鄱阳湖后性腺快速成熟并完成繁殖活动,经过约 70 天从受精卵逐渐生长发育成幼鱼^[21]。王生等^[11]研究显示鄱阳湖湖口刀鲚幼鱼出湖群体单位捕捞努力量渔获量最大值出现于 10 月,最小值出现于 11 月,9 月未监测到刀鲚幼鱼。研究者进一步推算鄱阳湖刀鲚幼鱼的产卵时间介于 5—6 月^[11],这与本研究部分结果一致。本研究结果分析显示,幼鱼出湖高峰期有 2 个,分别为 7 月和 9 月,表明当年鄱阳湖刀鲚可能出现 2 个繁殖高峰期,参考体长与日龄相关关系^[11]推测这 2 个高峰期分别介于 5—6 月和 7—8 月。如前所述,刀鲚资源明显恢复,大量繁殖群体批次入湖后性腺快速发育成熟并繁殖。

3.4 鄱阳湖刀鲚幼鱼出湖群体环境影响因子

鄱阳湖刀鲚繁殖后,受产卵场水域距离湖口相对位置及水流流速的影响,距离湖口较近的鱼卵仔鱼随湖水流出鄱阳湖进入长江干流继续漂流发育,距离湖口较远的则在鄱阳湖孵化、发育。与鱼卵仔鱼相比,幼鱼具有较强的游泳能力,可在鄱阳湖选择相对适宜的水域索饵和生长发育;随着时间推移并在适合的江湖水位关系条件下,刀鲚幼鱼随着鄱阳湖退水而进入长江,进一步完

成江海洄游过程, 因此, 幼鱼的出湖时序特征与鄱阳湖及长江干流水文特征关系密切。长江水文网数据显示, 7月17日—19日受台风影响, 鄱阳湖水系发生30~60 mm降雨过程, 23日赣江下游、抚河下游发生10 mm降雨过程; 9月15日—18日, 受鄱阳湖南部降雨影响, “五河”合成流量最大达到7450 m³/s, 两次降雨导致鄱阳湖出湖径流量增大。进一步分析鄱阳湖星子水位与长江干流九江站水位差, 结果显示7月24日、9月18日前后出现2个水位差峰值, 这与鄱阳湖刀鲚幼鱼出湖群体资源密度的时序变化趋势基本一致, 表明鄱阳湖退水期的流速是影响鄱阳湖刀鲚幼鱼出湖的关键因素之一。

4 结论

本研究首次对长江禁捕后鄱阳湖刀鲚出入湖群体资源现状及环境影响因子进行了系统分析, 其中针对刀鲚入湖群体汛期持续调查近4个月, 汛期明显提前, 入湖高峰期出现于5月, 入湖群体渔获规格、资源规模大幅上升, 反应出现阶段刀鲚资源明显恢复的态势; 同时, 渔获规格、雌雄比例的时序特征进一步确证了刀鲚大规格个体及雄性个体率先洄游的生态习性; 出湖群体高峰期出现于7月和9月, 鄱阳湖退水期流速是影响刀鲚幼鱼出湖特征的关键因素之一。上述研究结果为鄱阳湖生物完整性评价和刀鲚资源养护提供了重要支撑, 也为鄱阳湖刀鲚重要栖息地功能判别及繁殖规模评估等积累数据。

参考文献:

- [1] Jiang T, Li H, Yang J, et al. Reappearance of anadromous *Coilia nasus* in the Xiangjiang River, Hunan Province[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2023, 30(12): 1409-1416. [姜涛, 李鸿, 杨健, 等. 湖南湘江重现溯河洄游型刀鲚[J]. 中国水产科学, 2023, 30(12): 1409-1416.]
- [2] Hu Y H, Jiang T, Liu H B, et al. Habitat histories of different ecomorphotypes of *Coilia nasus* from the Yalu River in Dandong City of Liaoning Province based on otolith microchemical analysis[J]. Marine Fisheries, 2023, 45(3): 278-290. [胡玉海, 姜涛, 刘洪波, 等. 基于耳石微化学分析的丹东鸭绿江刀鲚不同生态表型生境履历的研究[J]. 海洋渔业, 2023, 45(3): 278-290.]
- [3] Ma F J, Yang Y P, Fang D A, et al. Characteristics of *Coilia nasus* resources after fishing ban in the Yangtze River[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2022, 46(10): 1580-1590. [马凤娇, 杨彦平, 方弟安, 等. 长江禁捕后长江口刀鲚资源特征[J]. 水生生物学报, 2022, 46(10): 1580-1590.]
- [4] Dai P, Yan Y, Zhu X Y, et al. Status of *Coilia nasus* resources in the national aquatic germplasm resources conservation area in the Anqing section of the Yangtze River[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2020, 27(11): 1267-1276. [代培, 严燕, 朱孝彦, 等. 长江刀鲚国家级水产种质资源保护区(安庆段)刀鲚资源现状[J]. 中国水产科学, 2020, 27(11): 1267-1276.]
- [5] Liu K, Duan J R, Xu D P, et al. Present situation of *Coilia nasus* population features and yield in Yangtze River estuary waters in fishing season[J]. Chinese Journal of Ecology, 2012, 31(12): 3138-3143. [刘凯, 段金荣, 徐东坡, 等. 长江口刀鲚渔汛特征及捕捞量现状[J]. 生态学杂志, 2012, 31(12): 3138-3143.]
- [6] Zhang M Y, Xu D P, Liu K, et al. Studies on biological characteristics and change of resource of *Coilia nasus* schlegel in the lower reaches of the Yangtze River[J]. Resources and Environment in the Yangtze 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[J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(6): 694-698.]
- [7] Jiang T, Yang J, Liu H B, et al. Study on resource dynamics of *Coilia nasus* from Duchang waters in Poyang Lake based on otolith microchemistry before and after implementation of Yangtze River fishing ban[J]. South China Fisheries Science, 2024, 20(3): 18-26. [姜涛, 杨健, 刘洪波, 等. 基于耳石微化学的长江禁捕前后鄱阳湖都昌水域刀鲚群体动态变化研究[J]. 南方水产科学, 2024, 20(3): 18-26.]
- [8] Wu J M, Li L K, Cheng P L, et al. Species identification and resource dynamics of *Coilia nasus* in the Poyang Lake[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2021, 28(6): 743-750. [吴金明, 李乐康, 程佩琳, 等. 鄱阳湖刀鲚的鉴定与资源动态研究[J]. 中国水产科学, 2021, 28(6): 743-750.]
- [9] Zhang T L, Li Z J. Fish resources and fishery utilization of Lake Poyang[J]. Journal of Lake Sciences, 2007, 19(4): 434-444. [张堂林, 李钟杰. 鄱阳湖鱼类资源及渔业利用[J]. 湖泊科学, 2007, 19(4): 434-444.]
- [10] Wang S, Fang C L, Zhou H M, et al. The appearance and catches of juvenile *Coilia coilia* from Hukou in Poyang Lake[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2017, 45(10): 122-124. [王生, 方春林, 周辉明, 等. 鄱阳湖湖口刀鲚幼鱼出现的时间及渔获量[J]. 江苏农业科学, 2017, 45(10): 122-124.]
- [11] Wang S, Fang C L, Zhou H M, et al. Changes in the fishing season and daily catch of *Coilia ectenes* in Poyang Lake[J].

- Journal of Hydroecology, 2017, 38(6): 82-87. [王生, 方春林, 周辉明, 等. 鄱阳湖刀鲚的渔汛特征及渔获物分析[J]. 水生态学杂志, 2017, 38(6): 82-87.]
- [12] Gao X P, Wu J M, Kong C P, et al. Biological characteristics of tapertail anchovy *Coilia nasus* breeding population in Poyang Lake[J]. Chinese Journal of Fisheries, 2022, 35(2): 42-46. [高小平, 吴金明, 孔赤平, 等. 鄱阳湖刀鲚繁殖群体生物学特征[J]. 水产学杂志, 2022, 35(2): 42-46.]
- [13] Xuan Z Y, Yang Y P, Hua Z, et al. Preliminary study for using otolith $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ to track the natal origin and reconstructing the early life history habitats of *Coilia nasus* from the Poyang Lake[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2024, 31(10): 1218-1229. [轩中亚, 杨彦平, 华忠, 等. 基于耳石 Sr 同位素反演鄱阳湖刀鲚出生起源及早期发育阶段生境履历的初步研究[J]. 中国水产科学, 2024, 31(10): 1218-1229.]
- [14] Wu B, Fang C L, Zhang Y P, et al. Biological parameters and growth feature of reproductive population of tapertail anchovy *Coilia nasus* in Poyang Lake[J]. Fisheries Science, 2016, 35(2): 142-146. [吴斌, 方春林, 张燕萍, 等. 鄱阳湖刀鲚繁殖群体生物学参数及生长特性的初步分析[J]. 水产科学, 2016, 35(2): 142-146.]
- [15] Jiang T, Yang J, Xuan Z Y, et al. Preliminary report on the effects of resource recovery on anadromous *Coilia nasus* in Poyang Lake under the national 10-year fishing ban[J]. Progress in Fishery Sciences, 2022, 43(1): 24-30. [姜涛, 杨健, 轩中亚, 等. 长江禁渔对鄱阳湖溯河洄游型刀鲚资源恢复效果初报[J]. 渔业科学进展, 2022, 43(1): 24-30.]
- [16] Yao S M, Fan D F, Luan H L, et al. Recent extreme flood and drought hydrological situation in Poyang Lake and countermeasures[J]. Journal of Changjiang River Scientific Research Institute, 2024, 41(12): 171-179. [姚仕明, 范达福, 栾华龙, 等. 鄱阳湖近年极端洪枯情势分析及应对策略[J]. 长江科学院院报, 2024, 41(12): 171-179.]
- [17] Yang H L, Shen L, He Y F, et al. Status of aquatic organisms resources and their environments in the Yangtze River system (2017—2021)[J]. Journal of Fisheries of China, 2023, 47(2): 3-30. [杨海乐, 沈丽, 何勇凤, 等. 长江水生生物资源与环境本底状况调查(2017—2021)[J]. 水产学报, 2023, 47(2): 3-30.]
- [18] Yuan C M. Reproductive migration of *Coilia nasus*[J]. Bulletin of Biology, 1987, 22(12): 1-3. [袁传宓. 刀鲚的生殖洄游[J]. 生物学通报, 1987, 22(12): 1-3.]
- [19] Kong C P, Xu Q, Huang P, et al. Biology of the breeding population of *Coilia Coilia* in Poyang Lake[J]. Jiangxi Fishery Science and Technology, 2024(4): 55-60. [孔赤平, 许群, 黄平, 等. 鄱阳湖刀鲚繁殖生物学特征[J]. 江西水产科技, 2024(4): 55-60.]
- [20] Zhu W B, Cui G C, Hu C L, et al. Effects of environmental factors on growth and distribution of young chub mackerel *Scomber japonicus* along the coast of Zhejiang in spring[J]. Oceanologia Et Limnologia Sinica, 2021, 52(6): 1448-1455. [朱文斌, 崔国辰, 胡翠林, 等. 环境因子对浙江沿岸春季日本鲈(*Scomber japonicus*)幼鱼生长、分布的影响[J]. 海洋与湖沼, 2021, 52(6): 1448-1455.]
- [21] Zhu D L. Observation on natural reproduction and embryonic development of *Coilia nasus*[J]. Fisheries Science and Technology Information, 1992, 19(2): 49-51. [朱栋良. 长江刀鱼的天然繁殖与胚胎发育观察[J]. 水产科技情报, 1992, 19(2): 49-51.]

Temporal characteristics and environmental impact factors of *Coilia nasus* migration into and out of the Poyang Lake during the early period of the fishing ban

YANG Yanping¹, WANG Sheng², XUAN Zhongya¹, MA Fengjiao³, PENG Legen², WEN Sixin², SHEN Yingdong¹, LIU Kai¹

1. Key Laboratory of Freshwater Fisheries and Germplasm Resources Utilization, Ministry of Agriculture and Rural Affairs; Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, China;
2. Jiangxi Aquatic Animal Protection and Rescue Center, Nanchang 330096, China;
3. Wuxi Fisheries College, Nanjing Agricultural University, Wuxi 214081, China

Abstract: To research the timing of the breeding population and juveniles of *Coilia nasus* into or out of the Poyang Lake in the early period of the fishing ban, support the conservation of the resources and identification of the habitat of *Coilia nasus* in Poyang Lake, a fixed station was set up in the Hukou region during its fishing season from April to October in 2023. The resource dynamics of the breeding population in the lake and juveniles out of the lake were tracked and monitored. Both the timing and the environmental impact factors were then analyzed. In terms of the breeding population in the lake, the range of quantity caught per unit from April to July was 19~971 ind./($1000\text{ m}^2\cdot\text{h}$), with an average of $(294\pm 201)\text{ ind./}(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$. Correspondingly, the range of weight caught per unit was 0.83~84.25 kg/($1000\text{ m}^2\cdot\text{h}$), with an average of $(25.92\pm 18.10)\text{ kg/(1000 m}^2\cdot\text{h})$. The range of body length was 150.6~382.1 mm, with an average of $(298.2\pm 29.1)\text{ mm}$. The range of body weight was 10.6~238.1 g, with an average of $(89.9\pm 29.8)\text{ g}$. The ratio of male to female was 2.2 : 1, and the proportion of gonadal development from Stage I to V was in the order of 0.09%, 46.01%, 38.00%, 13.84%, and 2.06%. The results showed that May was the peak period for the breeding population moving into the lake. The mean values of quantity and weight caught per unit were $(514\pm 168)\text{ ind./}(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$ and $(47.04\pm 16.08)\text{ kg/(1000 m}^2\cdot\text{h})$, respectively. These were significantly higher than those of other months ($P<0.01$). The body length and body weight decreased significantly along with the migration during the fishing season ($P<0.01$). The maximum of the average body length occurred in May $(301.5\pm 26.4)\text{ mm}$, and the minimum was recorded in July $(292.2\pm 30.6)\text{ mm}$. For body weight, the maximum and minimum were in April $(98.5\pm 34.0)\text{ g}$ and July $(82.0\pm 25.2)\text{ g}$, respectively. In the same period, the proportion of females continued to increase, and males decreased. For gonadal development, the proportion of individuals for Stage II decreased from 81.14% in April to 22.22% in July and increased from 18.77% in April to 77.78% in July for Stage III. In terms of the population moving out of the lake, the range of quantity caught per unit was 11~8571 ind./($1000\text{ m}^2\cdot\text{h}$) from July to October, with an average of $(1316\pm 1908)\text{ ind./}(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$. Timing showed that the peak period was in July and September, and the mean value of quantity caught per unit in July was $(2845\pm 2940)\text{ ind./}(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$, followed by September $(1769\pm 1862)\text{ ind./}(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$. Meanwhile, the minimum of the average quantity caught per unit was $(285\pm 327)\text{ ind./}(1000\text{ m}^2\cdot\text{h})$ in October. Environmental factors analysis showed that the quantity caught per unit for the juvenile population out of Poyang Lake was consistent with the trend of water level difference. The results show that the fishing season of *Coilia nasus* in Poyang Lake was advanced, and the duration was prolonged. Furthermore, the miniaturization of the population improved, and the resource recovery was substantial.

Key words: *Coilia nasus*; juveniles; temporal characteristics; stock status; environmental factors

Corresponding author: LIU Kai. E-mail: liuk@ffrc.cn