

DOI: 10.3724/SP.J.1118.2020.20130

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

代培¹, 严燕², 朱孝彦², 田佳丽¹, 马凤娇¹, 刘凯¹

1. 农业农村部长江下游渔业资源环境科学观测实验站, 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 江苏 无锡 214081;
2. 安庆市水产技术推广中心站, 安徽 安庆 246001

摘要: 长江刀鲚(*Coilia nasus*)国家级水产种质资源保护区安庆段(简称“保护区”)位于刀鲚洄游区间的上段, 生态环境优良, 为掌握其刀鲚资源现状, 于2018年4—7月进行调查研究, 结果显示, 保护区刀鲚资源密度分别为 (0.09 ± 0.07) 尾/ (10^4 m^3) 和 (4.46 ± 3.43) g/ (10^4 m^3) ; 刀鲚体长优势组为250~300 mm, 体重优势组为<50 g。整体上, 保护区刀鲚资源现状不容乐观, 刀鲚小型化趋势明显。刀鲚洄游的时间特征显示, 长江安庆段刀鲚主要洄游期为4月初至7月, 高峰期为5月中旬至6月下旬, 洄游后期刀鲚规格有增大趋势。空间上, 刀鲚资源密度表现为保护区核心区高于实验区。此外, 刀鲚性别和性腺发育情况抽样结果显示, 整体上刀鲚雌雄比为1.02:1, 但时间上雌雄比变幅较大, 早期雄性个体较多, 后期雌性个体较多, 雌雄性腺主要发育期均为III期, 6月开始出现发育至V期的个体; 此外本研究捕获到摄食刀鲚, 其数量占比为6.38%。本研究积累了长江禁捕前保护区刀鲚资源的系统数据, 旨为后期刀鲚资源恢复评估和保护区管理提供重要依据。

关键词: 刀鲚; 国家级水产种质资源保护区; 资源现状; 时空特征; 长江

中图分类号: S932

文献标志码: A

文章编号: 1005-8737-(2020)11-1267-10

刀鲚(*Coilia nasus*)隶属于鲱形目(Clupeiformes)鲱科(Engraulidae)鲱属(*Coilia*), 主要分布于西北太平洋沿岸。刀鲚具有典型的生殖洄游特性, 每年初春, 由海洋进入长江进行生殖洄游, 产卵完成后返回近海育肥^[1]。由于能形成稳定渔汛且具有较高的经济价值, 刀鲚一直以来都是长江口及长江下游重要的捕捞及消费对象。20世纪70—80年代, 上海市、江苏省及安徽省刀鲚年均捕捞量为2904 t, 其中1973年最高, 约为4142 t^[2]。20世纪90年代, 在长江流域水利工程过度兴建、水环境持续恶化及长期高强度捕捞等因素影响下, 刀鲚捕捞量持续大幅下滑。2001—2005年刀鲚平均捕捞量急剧下降至673 t, 相比于20世纪70年

代, 降幅为76.83%^[3]; 2010—2013年平均捕捞量进一步下降, 为116.6 t, 其相比于20世纪90年代, 降幅为86.40%, 相比于20世纪70年代, 降幅达95.98%, 渔汛几近消失^[4]。

为保护刀鲚的重要栖息地, 遏制刀鲚资源急剧衰退的趋势, 2012年12月7日, 农业农村部公告成立长江刀鲚国家级水产种质资源保护区, 保护区总面积为190415 hm², 保护区由两块区域组成, 分别位于长江河口区和长江安庆段。其中长江安庆段位于长江安庆段新洲水域, 该段保护区总面积约7135 hm², 其中核心区面积约3811 hm², 实验区面积约3324 hm²。在实施资源保护措施的同时, 长江刀鲚资源现状^[2, 5-6]、遗传特征^[7-8]、生

收稿日期: 2020-05-11; 修订日期: 2020-06-04.

基金项目: 国家重点研发计划项目(2019YFD0901203); 农业农村部财政专项(CJDC-2017-22); 三峡工程运行安全综合监测系统项目(2019-10-160).

作者简介: 代培(1991-), 女, 硕士, 研究方向为鱼类生态学. E-mail: 1376720970@qq.com

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

理生化^[9-10]、洄游机理^[11-12]及人工繁育^[13]等科学研究也逐步开展。袁传宓^[2]最早对长江中下游刀鲚资源现状展开调查,之后相关研究多集中在刀鲚捕捞量^[14]、生物学^[5]及繁殖生物学特征^[15]等方面,研究水域包括长江口^[14]、长江下游部分江段^[5, 16-17]。

本研究基于长江全面禁捕这一背景,针对长江刀鲚国家级水产种质资源保护区(安庆段)开展刀鲚资源现状调查,以期掌握该河段刀鲚资源密度、生物学及其时空特征,研究结果可为后期长江禁渔效果及刀鲚资源恢复效果的科学评估积累资料。

1 材料与方 法

1.1 采样点的设置与调查时间

在保护区水域设置 4 个调查样区开展刀鲚资源调查,其中 1#~3#位于保护区核心区,4#位于实验区(图 1)。根据通航和 水位变化情况,各样区具体调查时间有所差异,1#为 4 月 28 日—7 月 10 日,2#为 5 月 17 日—7 月 17 日,3#为 4 月 11 日—7 月 29 日,4#为 4 月 11 日—7 月 12 日。此外受天气等因素的影响,部分日期未开展调查。

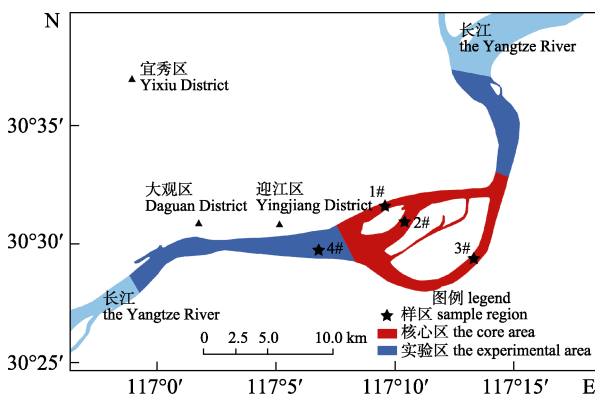


图 1 刀鲚资源调查样区示意图
Fig. 1 Sketch of sampling regions for investigation of *Coilia nasus*

1.2 调查方法

调查网具为流刺网,由 2 层衬网和 1 层内网组成,网长为 200 m,网高为 2.8 m,内网网目尺寸为 3 cm,衬网网目尺寸为 28 cm,调查期间,将流刺网一端固定于一艘渔船,另一艘渔船完成下网并固定网具的另一端,以顺水方向开始拖网,

记录拖捕距离,拖行速度在 2 km/h 左右,每天上午和下午各开展一次调查。

1.3 样本处理

现场采集的刀鲚样本全部进行表观生物学测量,同时每个调查日抽取 3~4 个网次的全部样本进行解剖,记录其性别、性腺发育情况^[18]和胃的充塞度,充塞度^[19]的级别分别为:0 级:空胃;1 级:胃中有少量食物;2 级:食物占胃的 1/2;3 级:食物占胃的 3/4;4 级:食物充塞全部的胃;5 级:胃膨胀,抽样样本数共计 1826 尾(表 1)。

表 1 解剖刀鲚样本数量信息表

Tab. 1 Sample information of anatomic *Coilia nasus*

时间 time	捕获样本 数/尾 captured individuals	抽样样本 数/尾 sampled individuals	抽样 占比/% percentage
4 月 下半月 April the second half of April	59	53	89.83
5 月 上半月 May the first half of May	185	131	70.81
下半月 the second half of May	692	356	51.45
6 月 上半月 June the first half of June	1129	538	47.65
下半月 the second half of June	519	356	68.59
7 月 上半月 July the first half of July	319	248	77.74
总计 total	2903	1682	57.94

1.4 数据处理与分析

本研究中,(1)刀鲚尾数密度=(单网捕获数量/网具的过水体积) $\times 0.49 \times 10000 \text{ m}^3$,单位为尾/ (10^4 m^3) ;(2)刀鲚生物量密度=(单网捕获重量/网具的过水体积) $\times 0.49 \times 10000 \text{ m}^3$,单位为 $\text{g}/(10^4 \text{ m}^3)$;其中,网具过水体积=网长 \times 网高 \times 拖网距离,0.49 为捕捞系数 (0.7×0.7) ^[20-21]。数据分析和处理利用 Excel 及 SPSS 完成,其中统计刀鲚密度及生物量空间特征时用 5 月 17 日—7 月 10 日的数据;统计渔获规格、繁殖生物学特征和摄食情况的时间特征用 4 月 16 日至 7 月 15 日的数据。

2 结果与分析

2.1 资源密度

调查期内于 4 个样区共捕获刀鲚 2954 尾、152.16 kg。其中空网 69 次, 捕获尾数最多的网次出现在 6 月 13 日的 3#, 共 69 尾, 重 3.84 kg。整体上, 保护区刀鲚尾数密度变幅为 0~0.32 尾/(10⁴ m³), 均值为(0.09±0.07)尾/(10⁴ m³), 生物量密度变幅为 0~15.91 g/(10⁴ m³), 均值为(4.46±3.43)g/(10⁴ m³)。

2.1.1 时间特征 长江安庆段刀鲚主要洄游时间为 4 月初至 7 月下旬, 整体上刀鲚尾数及生物量密度的时间特征均表现为先升高后下降, 最大值均出现在 5 月 27 日, 分别为 0.32 尾/(10⁴ m³)和 15.91 g/(10⁴ m³), 资源密度较高的时间段出现在 5 月中旬至 6 月下旬。为进一步细分变动趋势, 将

一个月分为上半月和下半月统计刀鲚资源密度, 结果显示, 刀鲚尾数及生物量密度均值在 5 月下半月最高, 分别为(0.18±0.19)尾/(10⁴ m³)和(9.26±9.33)g/(10⁴ m³), 6 月上半月次之, 分别为(0.15±0.10)尾/(10⁴ m³)和(7.79±5.48)g/(10⁴ m³)。各样区刀鲚资源密度的时间特征整体趋势一致, 但高峰期的持续时间有所差异(图 2, 图 3)。

2.1.2 空间特征 各样区刀鲚资源密度的空间特征表现一致, 最大值均出现在 2#, 分别为(0.17±0.20)尾/(10⁴ m³)和(9.41±9.76) g/(10⁴ m³), 其显著高于其他 3 个样区(P<0.05), 最小值均出现在 4#, 分别为 (0.03±0.03) 尾/(10⁴ m³) 和 (1.63±1.46) g/(10⁴ m³), 显著低于其他 3 个样区(P<0.05) (图 4)。

2.2 渔获规格

调查期间刀鲚样本全长变幅为 179.45~377.86 mm, 均值为(274.28±23.31) mm; 体长变幅

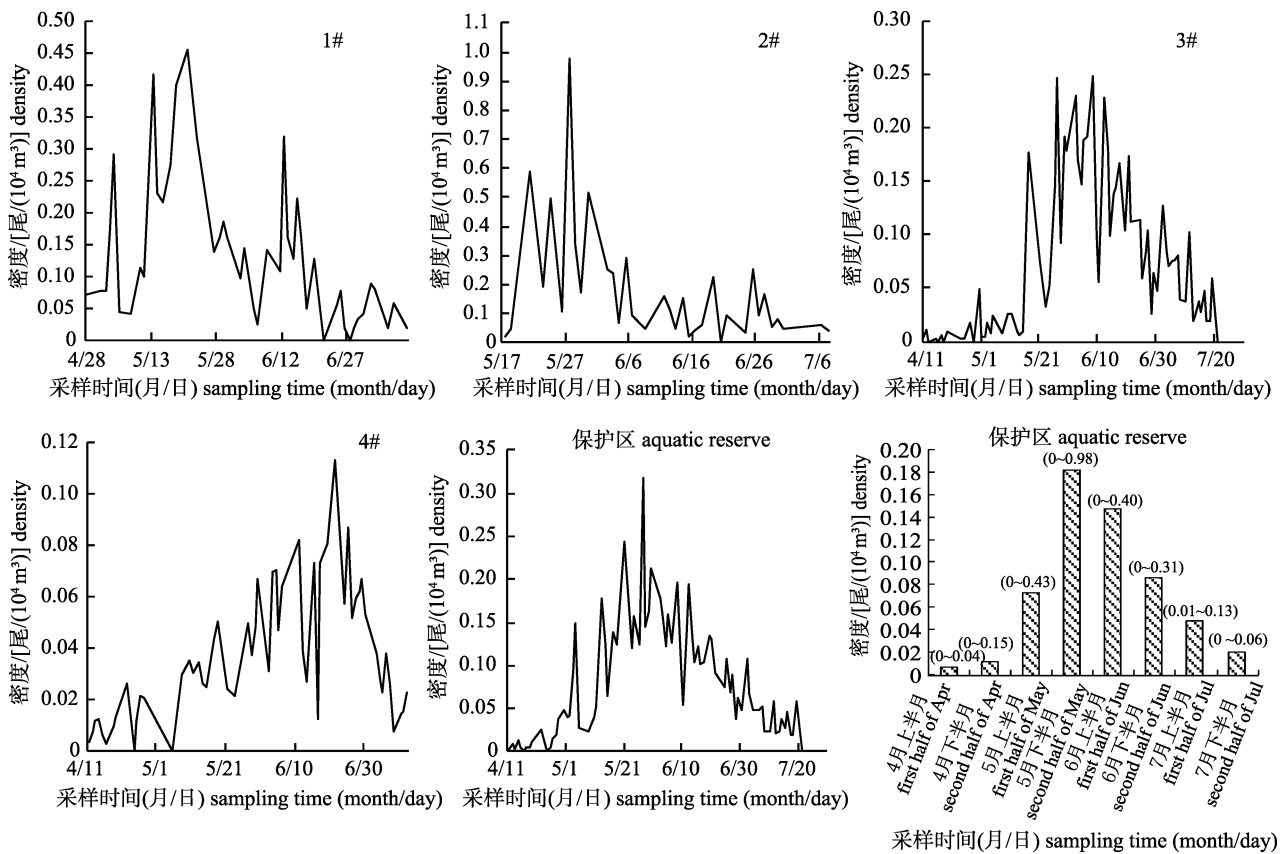


图 2 保护区刀鲚尾数密度的时间特征

柱形图为尾数密度平均值, 其上方括号内数值代表各时段刀鲚单网密度变幅。

Fig. 2 Temporal characteristics of the number density of *Coilia nasus* in the aquatic reserve
The column chart means the average density, and the values in square brackets denote the variation in the density of *Coilia nasus* net at each period.

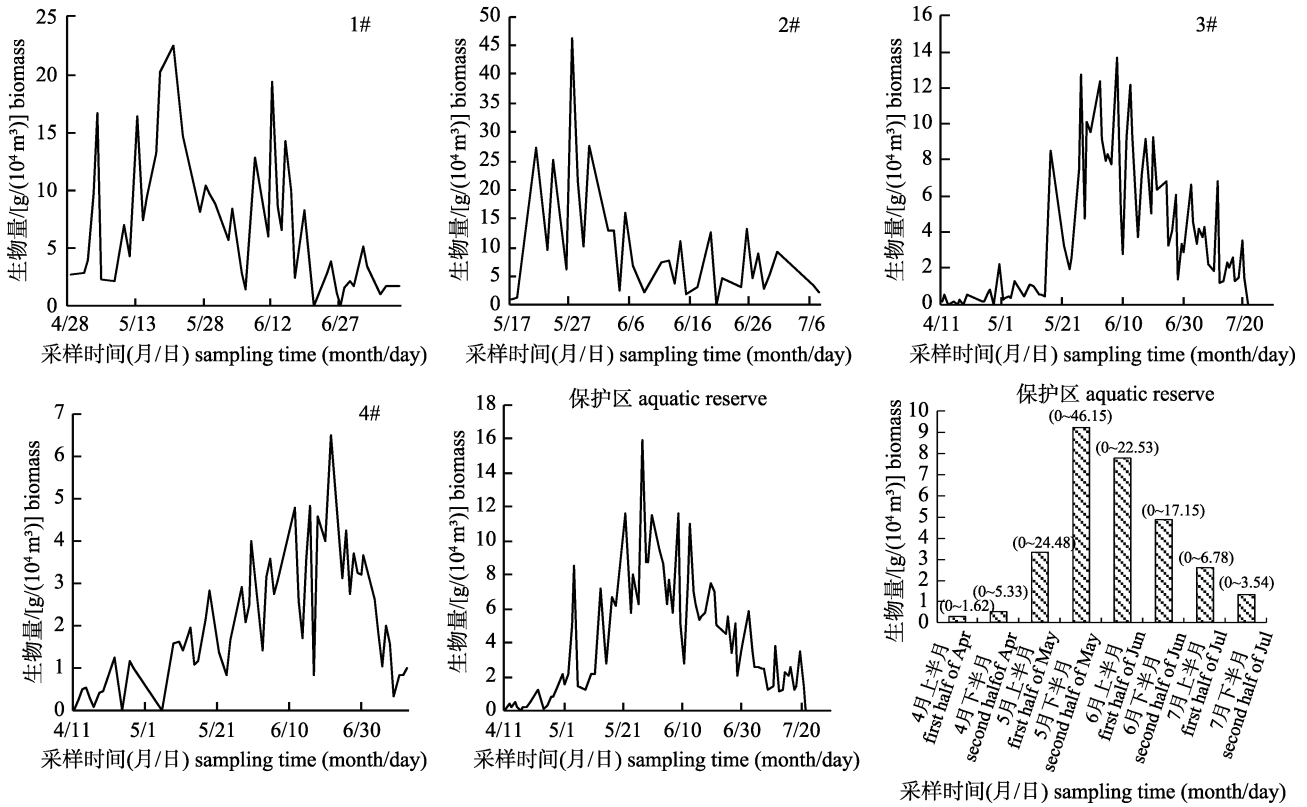


图 3 保护区刀鲚生物量密度的时间特征

柱形图为尾数密度平均值, 其上方括号内数值代表各时段刀鲚单网密度变幅.

Fig. 3 Temporal characteristics of the biomass density of *Coilia nasus* in the aquatic reserve
The column chart means the average density, and the values in square brackets denote the variation in the density of *Coilia nasus* net at each period.

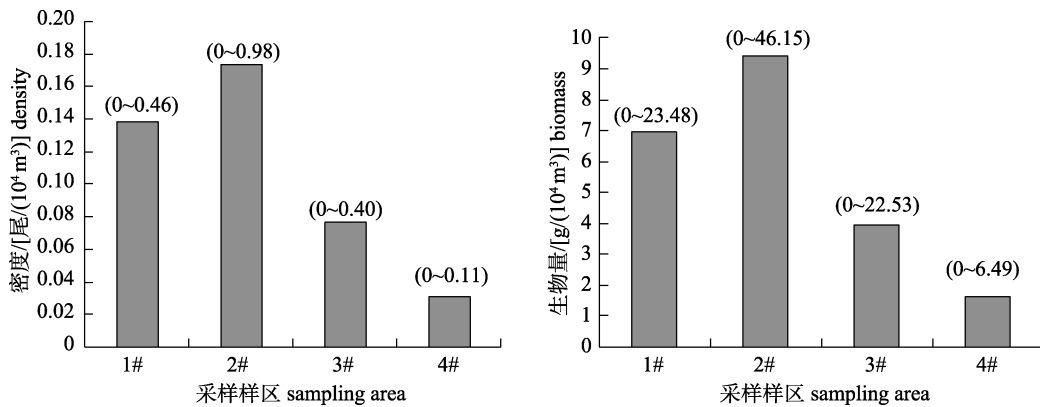


图 4 保护区刀鲚资源密度的空间特征

柱形图为生物量平均值, 其上方括号内数值代表各样区刀鲚单网密度/生物量变幅.

Fig. 4 Spatial characteristics of the density of *Coilia nasus* in the aquatic reserve
The column chart means the average biomass, and the values in square brackets denote the variation in the density/biomass of *Coilia nasus* net at each sampling areas.

为 162.41~351.00 mm, 均值为(253.17±22.30) mm; 体重变幅为 15.74~157.22 g, 均值为(52.98±16.15) g。所有个体两侧颌骨长均大于头长, 其中左颌骨/头

长的变幅为 1.00~1.86, 均值为(1.18±0.07), 右颌骨/头长的变幅为 1.00~1.58 mm, 均值为(1.17±0.06) mm。将所有捕获的刀鲚样本按体长和体重

进行分组, 其中体长分为 <200 mm、200~250 mm、250~300 mm 和 ≥ 300 mm 4 个组, 体重分为 <50 g、50~75 g、75~100 g 和 ≥ 100 g 4 个组。统计上述各分组渔获数量占总渔获数量的百分比, 结果显示, 体长优势组为 250~300 mm 组, 其占比为 53.90%, 其次是 200~250 mm 组, 占比为 43.68%; 体重优势组为 <50 g 组, 占比为 47.25%, 其次为 50~75 g 组, 占比为 43.67%。

2.2.1 时间特征 调查期间, 刀鲚样本渔获规格总体呈上升趋势。就体长组而言, 4 月下半月至 5 月上半月体长优势组为 200~250 mm, 5 月下半月至 7 月上半月体长优势组为 250~300 mm; 大规格组 (≥ 300 mm) 占比一直较低, 但其在 4 月下半月至 7 月上半月整体上呈上升趋势, 7 月下半月占比最高(6.67%)。就体重组而言, 4 月上半月至 5 月下半月优势组为 <50 g 组, 6 月上半月 50~75 g 组比

例开始上升, 并于 6 月上半月和 7 月上半月最高, 为优势组, 75~100 g 组和 ≥ 100 g 刀鲚数量占比整体上均呈上升趋势(图 5)。

2.2.2 空间特征 4 个样区刀鲚样本体长和体重的优势区间均相似, 体长组表现为各采样水域 90% 以上的刀鲚体长介于 200~300 mm 之间, 其中 1# 体长优势组为 200~250 mm, 占比为 54.94%, 2#、3# 和 4# 体长优势组为 250~300 mm, 其占比分别为 51.12%、55.87% 和 57.23%, ≥ 300 mm 组在 4# 占比最高, 为 2.06%, 在 3# 最低, 为 1.45%; 体重组表现为, 4 个样区刀鲚体重绝大部分都低于 75 g, 其中 1# 至 3# 体重优势组为 <50 g, 占比分别为 56.85%、46.27% 和 46.63%, 4# 体重优势组为 50~75 g, 占比为 46.31%, ≥ 100 g 的数量较少, 其中 4# 占比最高, 为 1.70%, 3# 最低, 为 0.62% (图 6)。

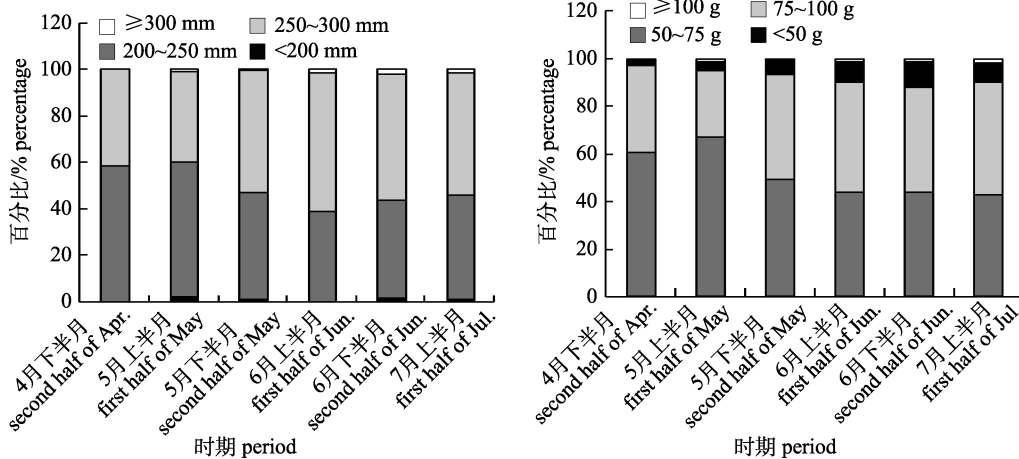


图 5 保护区刀鲚渔获规格的时间特征

Fig. 5 Temporal characteristics of the specifications of *Coilia nasus* in the aquatic reserve

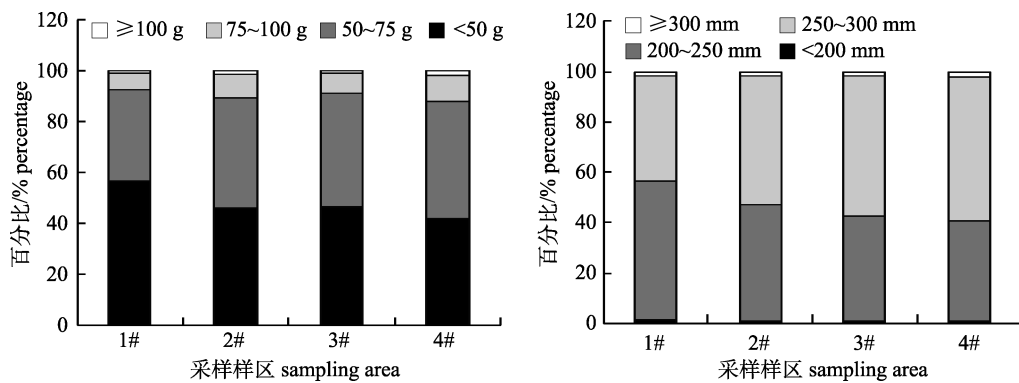


图 6 保护区刀鲚渔获规格的空间特征

Fig. 6 Spatial characteristics of the specifications of *Coilia nasus* in the aquatic reserve

2.3 性比及性腺发育特征

调查期间共抽样解剖 1682 尾刀鲚样本，雌雄比为 1.02 : 1；雌雄个体性腺发育至 I 至 V 期的样本均有发现，卵巢和精巢的主要发育期均为 III 期，其个体数量占比分别为 44.72%和 35.64%，卵巢和精巢发育至 V 期的个体均最少，占比分别为 7.82%和 6.45%。

就时间特征而言，刀鲚雌雄比表现为上升的趋势，其中 4—5 月雌雄比小于 1，6—7 月雌雄比大于 1，雌雄比的最大值出现在 7 月上半月，为 1.70，最小值出现在 5 月上半月，为 0.32 (图 7)；性腺发育的时间特征则表现为，整体上，雌雄性腺发育均表现为随洄游时间的后移，发育成熟度高的个体数占比越高，雌雄性腺的发育特征也存在一定差异，其中卵巢的主要发育期为 III 期和 IV 期，其占比分别为 44.72%和 26.67%，而精巢的主要发育期为 II 期和 III 期，占比分别为 29.67%和 35.64%，雌雄发育至 V 期的个体在 6 月开始出现，其个体数占比的最大值均出现在 7 月上半月，分别为 27.27%和 41.11% (图 8)。

2.4 摄食情况

调查期间刀鲚胃充塞度在 0~5 级均有出现 (图 9)，其中充塞度为 0 级的刀鲚数量占比为

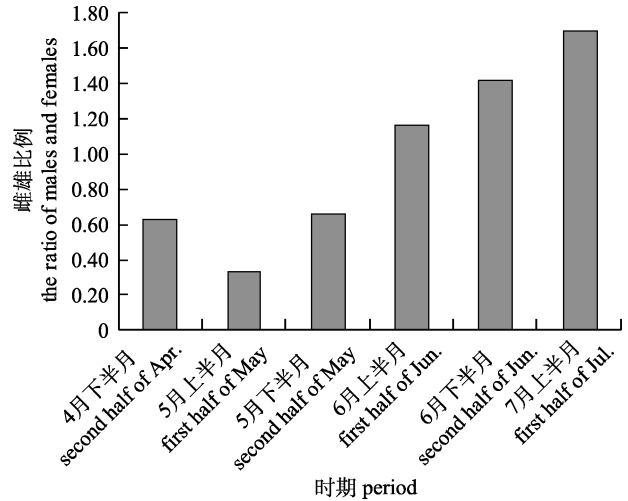


图 7 保护区刀鲚雌雄比的时间特征
Fig. 7 Temporal characteristics of the ration of males and females of *Coilia nasus* in the aquatic reserve

93.62%，在有胃含物的刀鲚中，其胃的充塞度主要以 1 级和 2 级为主，占比分别为 2.65%和 2.59%，4 级和 5 级个体数极少，占比分别为 0.25%和 0.38%。统计不同时间段不同充塞度的刀鲚个体数占比情况，整体上，随洄游时间的后移刀鲚摄食率呈上升趋势，摄食率在 7 月上半月最高，为 27.59%，此外，充塞度为 4 级和 5 级的个体数占比均在 7 月上半月最高，分别为 2.76%和 1.38%。

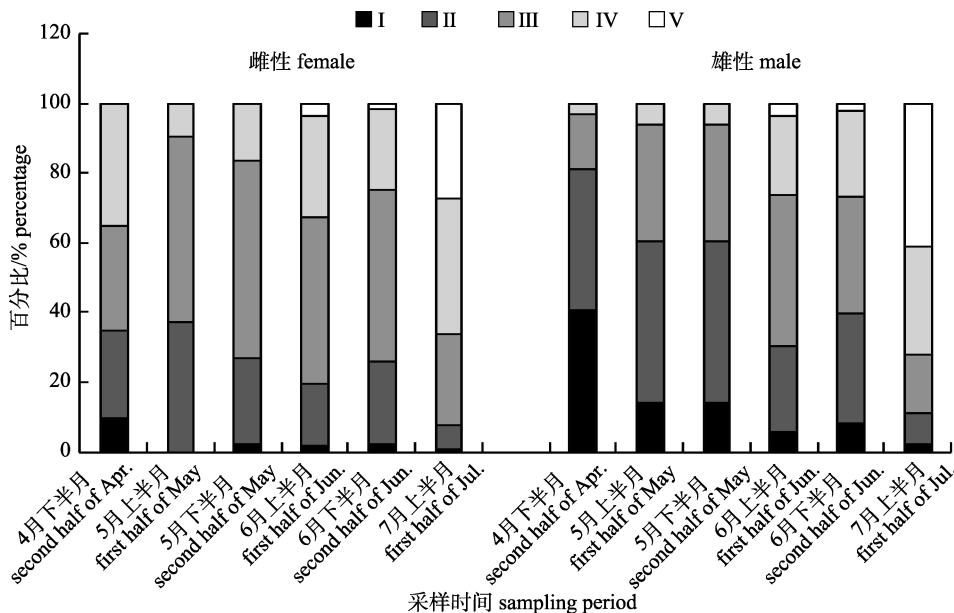


图 8 保护区刀鲚性腺发育情况的时间特征
Fig. 8 Temporal characteristics of gonad development of *Coilia nasus* in the aquatic reserve

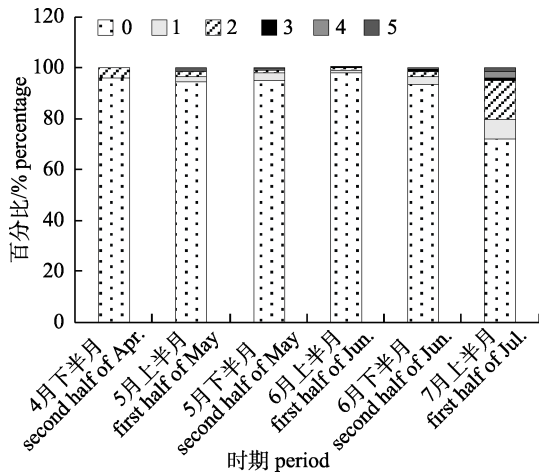


图 9 保护区刀鲚胃充塞度的时间特征

Fig. 9 Temporal characteristics of the stomach fullness indices of *Coilia nasus* in the aquatic reserve

3 讨论

3.1 刀鲚资源现状

刀鲚作为长江下游及长江口典型的江海洄游性鱼类,自 20 世纪 70 年代起其捕捞量达到峰值后开始下降^[2],21 世纪初其资源进一步衰退,几乎不能形成明显的渔汛^[4]。历史数据显示,刀鲚资源的枯竭速率在其洄游区间的上段表现更为明显^[3],因此调查水域刀鲚资源变动更能反映刀鲚资源的整体变化趋势。在总捕捞量水平上,本研究在调查周期内总捕捞量为 152.16 kg,低于 1993—2002 年长江下游的单船汛期总产量(393.14 kg),在单网捕获数量和重量上,保护区水域上述两项指标分别为 4.34 尾和 0.22 kg,低于 2006 年安徽无为为段(6.23 尾和 0.4 kg)^[17]。此外本研究中刀鲚的空网数较多,占比为 10.15%。保护区水域以小规格个体占优,其中刀鲚体重均值较 1973 年长江下游刀鲚下降了 54.99%^[2],较 2006 年安徽无为为段下降了 44.31%^[17];就规格分组而言,1993—2002 年长江下游体长 >300 mm 的刀鲚数量占比为 29.29%,体重 >100 g 个体数占比高于 29.19%^[5],而本研究中上述体长和体重组占比仅为 1.56% 和 0.99%,并且本研究捕获刀鲚体重的最大值仅为 157.22 g。渔获量和渔获规格指标比较分析结果显示,保护区水域刀鲚资源现状不容乐观,刀鲚小型化趋势明显。21 世纪初,随着刀鲚资源不断衰

退,其价格大幅攀升,尽管管理部门采取了缩短捕捞时间、减少专项捕捞证数量等保护措施,但在高额利润的刺激下,刀鲚捕捞强度并未实际下降,加之长江流域生态环境恶化、人类扰动不断增强,刀鲚呈现出资源衰退、个体小型化的趋势。2019 年 12 月,农业农村部发布公告,自 2019 年 2 月 1 日起,停止发放刀鲚专项捕捞许可证,禁止刀鲚天然资源生产性捕捞,这对于刀鲚资源保护与恢复具有积极意义。

3.2 刀鲚资源时空特征

每年 2 月中旬刀鲚洄游群体向长江口聚集,等到水温适宜时开始上溯^[14],在水文情势及捕捞压力影响下,每年各江段刀鲚洄游高峰期有所差异,本研究中,长江安庆段刀鲚的主要洄游时间为 4 月初—7 月底,其中洄游高峰期为 5 月中旬至 6 月下旬,这与 2006 年安徽无为江段调查结果相类似^[17];与刀鲚捕捞量类似,刀鲚渔获规格的时间特征也具有规律性,整体上随洄游时间的后移呈上升趋势。一方面这与刀鲚的洄游习性相关,随着水温的逐渐升高,上溯群体数量上升;另一方面,2018 年刀鲚专项捕捞尚未停止,长江安徽段刀鲚专项捕捞许可时段为 4 月 27 日—5 月 26 日,而此前长江口水域及长江江苏段已递次开捕,捕捞胁迫造成了洄游区间上段的资源偏低。随着下游河段逐渐停捕,该河段的资源密度及渔获规格均呈现上升趋势。

就空间特征而言,保护区水域有江心洲分布,其将长江干流分成了南汊、北汊和夹江,受各分汊水文及生态环境的影响,刀鲚资源分布也表现出一定的空间特征,其中刀鲚资源密度表现为位于夹江的 2# 显著高于位于北汊和南汊的 1# 和 3#,这应与其不在主航道、基本无外界干扰有较大关系。4# 位于 3 条分汊前的上游段,其资源密度显著低于各分汊,这可能与该水域范围宽阔有关。刀鲚规格的空间特征不明显,仅有 4# 刀鲚规格表现出大于 2# 和 3# 的趋势,这与 4# 位于刀鲚经 3 条分汊后的汇合水域、水文情势与其余样区存在显著差异有关。

3.3 刀鲚繁殖生物学特征及摄食情况

已有研究表明,在洄游至长江的刀鲚群体中,

早期雄鱼多于雌鱼,后期雌鱼数量增多,进入产卵场后雌雄比多在 1:1 左右^[1, 22],本研究结果与之一致,雌雄比在 5 月上半月最低,7 月上半月最高。就性腺发育而言,随洄游时间后移刀鲚性腺发育成熟度高的个体数占比越高,6 月雌雄发育至 V 期的个体开始出现,这也类同于已有报道^[15, 18]。由此可见,在洄游早期,刀鲚生殖群体的繁殖水域可能在长江安庆段更偏上游的河段或者鄱阳湖;随着时间的推移,其繁殖水域呈现出下移趋势。推测其原因可能有两个方面,一是刀鲚群体差异,二是水温上升加快了性腺发育速度。这一结果从侧面说明,刀鲚和一般的洄游性鱼类在繁殖习性上有所区别,其环境选择性较弱,产卵场相对分散,就繁殖水域的选择而言,自身发育的影响应大于环境条件的影响。

多数洄游鱼类都是利用洄游前积累在脂肪中的能量来维持生殖洄游及自身发育,一般在洄游过程中不摄食^[23-24],早期的研究结果也认为和多数洄游鱼类相似,刀鲚在洄游过程中不摄食^[1, 25],但姜涛等^[26]研究认为刀鲚洄游至鄱阳湖前不摄食,但进入鄱阳湖产卵场后会开始摄食。本研究中捕获刀鲚摄食的数量占比为 6.38%,胃充塞度至 4~5 级的个体也有发现,占比较小,为 0.63%。与姜涛的研究结果有所差异,这可能有两方面原因,一是样本数量差异显著,二是本研究将颌骨大于头长作为是洄游型刀鲚的区分依据,并未经过耳石指纹元素验证^[27],不能排除定居型刀鲚对结果产生干扰。但本研究的结果值得关注,后续可针对刀鲚摄食生态学开展进一步研究。

3.4 刀鲚资源保护建议

历史资料报道刀鲚产卵场分布于长江安庆段至鄱阳湖^[28],长江刀鲚国家级水产种质资源保护区安庆段位于刀鲚洄游区间的上段,核心区自然岸线较多,植被丰富,分流区和汇流区有较多洄水区分布,是刀鲚较为理想的繁殖场,该河段对于刀鲚洄游群体而言,主要发挥的是繁育功能。本次调查所示 7 月雌雄刀鲚性腺发育均以 V 期个体数量占比最高,表明保护区水域刀鲚繁殖时间应在 7 月初以后,这也辅证了历史报道。在长江全面禁捕的背景下,保护区内捕捞压力将基本消

除,但其他人类活动产生的影响仍将长期存在,如岸线固化、船舶运输、水域污染等仍需关注,应进一步加强敏感期渔政管护,同时针对刀鲚生殖群体和索饵群体开展调查监测,以跟踪评估刀鲚资源恢复效果。

参考文献:

- [1] Yuan C M. Spawning 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.]
- [2] Yuan C M. The resources and population composition and causes of *Coilia nasus* in the middle and lower reaches of the Yangtze River[J]. Chinese Journal of Zoology, 1988, 23(3): 12-15. [袁传宓. 长江中下游刀鲚资源和种群组成变动状况及其原因[J]. 动物学杂志, 1988, 23(3): 12-15.]
- [3] Shi W G, Zhang M Y, Liu K, et al. Stress of hydraulic engineering on fisheries in the lower reaches of the Yangtze River and compensation[J]. Journal of Lake Sciences, 2009, 21(1): 10-20. [施炜纲, 张敏莹, 刘凯, 等. 水工工程对长江下游渔业的胁迫与补偿[J]. 湖泊科学, 2009, 21(1): 10-20.]
- [4] Xu P, Xu G C, Liu K, et al. The Germplasm Resources and Artificial Regeneration Techniques of *Coilia nasus* in the Yangtze River[M]. Beijing: Science Press, 2016: 187-189. [徐跑, 徐刚春, 刘凯, 等. 长江刀鲚种质资源及人工繁育技术[M]. 北京: 科学出版社, 2016: 187-189.]
- [5] Jiang M, Zhang X Z, Yang Y P, et al. Effects of *Acanthosentis cheni* infection on microbiota composition and diversity in the intestine of *Coilia nasus*[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2019, 26(3): 577-585. [姜敏, 张希昭, 杨彦平, 等. 陈氏棘棘虫感染对洄游型刀鲚肠道微生物群落的影响[J]. 中国水产科学, 2019, 26(3): 577-585.]
- [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] Cheng Q Q, Wen J E, Wang Y L, et al. Genetic diversity and genetic differentiation between *Coilia ectenes* and *Coilia ectenes taihuensis* inferred from cytochrome *b* gene segment sequence of mitochondrial DNA[J]. Journal of Lake Sciences, 2006, 18(4): 425-430. [程起群, 温俊娥, 王云龙, 等. 刀鲚与湖鲚线粒体细胞色素 *b* 基因片段多态性及遗传关系[J]. 湖泊科学, 2006, 18(4): 425-430.]
- [8] Yang Q L. Phylogenetic analysis of genus *Coilia* in China

- and molecular phylogeography of *C. nasus* and *C. mystus*[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2012. [杨巧莉. 中国鲚属鱼类进化关系及刀鲚、凤鲚的分子系统地理学研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2012.]
- [9] Liu K, Duan J R, Xu D P, et al. Biochemical components and energy density in muscles of *Coilia mystus*, *C. ectenes* and *Enctenes taihuensis* in spawning season in the lower reaches of Yangtze River[J]. Chinese Journal of Zoology, 2009, 44(4): 118-124. [刘凯, 段金荣, 徐东坡, 等. 长江下游产卵期凤鲚、刀鲚和湖鲚肌肉生化成分及能量密度[J]. 动物学杂志, 2009, 44(4): 118-124.]
- [10] Xu G C, Tang X, Zhang C X, et al. First studies of embryonic and larval development of *Coilia nasus* (Engraulidae) under controlled conditions[J]. Aquaculture Research, 2011, 42(4): 593-601.
- [11] Zhu G L, Wang L J, Tang W Q, et al. *De novo* transcriptomes of olfactory epithelium reveal the genes and pathways for spawning migration in Japanese grenadier anchovy(*Coilia nasus*)[J]. PLoS ONE, 2014, 9(8): e103832.
- [12] Wang M Y, Yang J, Xu P, et al. Molecular cloning and expression analysis of aquaporin-1 from the *Coilia nasus* under high-salinity conditions[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2017, 24(3): 449-458. [王美垚, 杨健, 徐跑, 等. 刀鲚水通道蛋白 1 的分子克隆及高盐作用下的表达分析[J]. 中国水产科学, 2017, 24(3): 449-458.]
- [13] Xu G C, Wan J J, Gu R B, et al. Morphological and histological studies on ovary development of *Coilia nasus* under artificial farming conditions[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2011, 18(3): 537-546. [徐钢春, 王金娟, 顾若波, 等. 池塘养殖刀鲚卵巢发育的形态及组织学研究[J]. 中国水产科学, 2011, 18(3): 537-546.]
- [14] 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.]
- [15] He W, Li J L. Study on the development law of *Coilia nasus* in the Yangtze River[J]. China Fisheries, 2006(5): 70-72. [何为, 李家乐. 长江刀鲚性腺发育规律的研究[J]. 中国水产, 2006(5): 70-72.]
- [16] Guo H Y, Shen L H, Tang W Q, et al. Distribution characteristics and temporal and spatial changes of *Coilia nasus* catches at Jingjiang section of the Yangtze River in fishing season based on the data from fishing log[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2014, 23(5): 774-781. [郭弘艺, 沈林宏, 唐文乔, 等. 基于渔捞日志的长江靖江段刀鲚渔获量的时空特征分析[J]. 上海海洋大学学报, 2014, 23(5): 774-781.]
- [17] Wan Q, Lai N Y, Li F, et al. Analysis on the change of reproductive population composition of *Coilia ectenes* in Wuwei section of Anhui in Yangtze River[J]. Journal of Hydroecology, 2009, 30(4): 60-65. [万全, 赖年悦, 李飞, 等. 安徽无为长江段刀鲚生殖洄游群体年龄结构的变化分析[J]. 水生态学杂志, 2009, 30(4): 60-65.]
- [18] He W, Li J L, Jiang Z J. Cytological observation on the gonad of *Coilia ectenes* in Yangtze River[J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2006, 15(3): 292-296. [何为, 李家乐, 江芝娟. 长江刀鲚性腺的细胞学观察[J]. 上海水产大学学报, 2006, 15(3): 292-296.]
- [19] Yin M C. Fish Ecology[M]. Beijing: China Agriculture Press, 1993: 171-185. [殷名称. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社, 1993: 171-185.]
- [20] Liu K, Zhang M Y, Xu D P, et al. Studies on resource change and MSY of *Coilia mystus* in the Yangtze River estuary[J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2004, 13(4): 298-303. [刘凯, 张敏莹, 徐东坡, 等. 长江口凤鲚资源变动及最大持续产量研究[J]. 上海水产大学学报, 2004, 13(4): 298-303.]
- [21] Shi W G, Wang B. Status quo of tapertail anchovy resource in the estuaries of the Yangtze River[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2002, 26(6): 648-653. [施炜纲, 王博. 长江河口区凤鲚的资源现状[J]. 水生生物学报, 2002, 26(6): 648-653.]
- [22] Zheng F, Guo H Y, Tang W Q, et al. Age structure and growth characteristics of anadromous populations of *Coilia nasus* in the Yangtze River[J]. Chinese Journal of Zoology, 2012, 47(5): 24-31. [郑飞, 郭弘艺, 唐文乔, 等. 溯河洄游的长江刀鲚种群的年龄结构及其生长特征[J]. 动物学杂志, 2012, 47(5): 24-31.]
- [23] Kiessling A, Lindahl K, Kiessling K. Energy utilization and metabolism in spawning migrating Early Stuart sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*): The migratory paradox[J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2004, 61(3): 452-465.
- [24] Bernatchez L, Dodson J. Relationship between bioenergetics and behavior in anadromous fish migrations[J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1987, 44(2): 399-407.
- [25] Yuan C M, Qin A Q, Liu R H, et al. On the classification of the anchovies, *Coilia*, from the lower Yangtze River and the southeast coast of China[J]. Journal of Nanjing University (Natural Sciences), 1980, 16(3): 67-82. [袁传宓, 秦安黔, 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[J]. 南京大学学报(自然科学版), 1980,

- 16(3): 67-82.]
- [26] Jiang T, Liu H B, Li M M, et al. Investigation on shrimp feeding *Coilia nasus* during its anadromous migration along the Yangtze River[J]. 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[J]. 湖泊科学, 2018, 30(2): 458-463.]
- [27] Li M M, Jiang T, Chen T T, et al. Otolith microchemistry of the estuarine tapertail anchovy *Coilia nasus* from the Anqing section of the Yangtze River and its significance for migration ecology[J]. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37(8): 2788-2795. [李孟孟, 姜涛, 陈婷婷, 等. 长江安庆江段刀鲚耳石微化学及洄游生态学意义[J]. 生态学报, 2017, 37(8): 2788-2795.]
- [28] 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[J]. Journal of Applied Ichthyology, 2017, 33(2): 189-192.

Status of *Coilia nasus* resources in the National Aquatic Germplasm Resources Conservation Area in the Anqing Section of the Yangtze River

DAI Pei¹, YAN Yan², ZHU Xiaoyan², TIAN Jiali¹, MA Fengjiao¹, LIU Kai¹

1. Scientific Observing and Experimental Station of Fishery Resources and Environment in the Lower Reaches of the Changjiang River, Ministry of Agriculture and Rural Affairs; Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, China;
2. Anqing Aquatic Technology Promotion Center Station, Anqing 246001, China

Abstract: The national aquatic germplasm resources conservation area of *Coilia nasus* in the Anqing Section of the Yangtze River (“conservation area” for short) is located at the upper section of the migration interval of *C. nasus*, with a favorable ecological environment. To understand the current status of *C. nasus* resources, an investigation was conducted from April to July 2018. The results showed that *C. nasus* resource densities in the conservation area were $(0.09 \pm 0.07) \text{ ind}/(10^4 \text{ m}^3)$ and $(4.46 \pm 3.43) \text{ g}/(10^4 \text{ m}^3)$, and the dominant body length and weight of *C. nasus* were 250–300 mm and <50 g, respectively. Generally, *C. nasus* resource status in the conservation area was not optimistic, and *C. nasus* miniaturization was observed during the investigation. The temporal characteristics of *C. nasus* showed that the migration period was from early April to July in the Anqing section of the Yangtze River, and the peak period was from mid May to late June. Furthermore, *C. nasus* abundance showed an increasing trend in the late migration period. Spatially, *C. nasus* density in the core conservation area was higher than that in the experimental area. In addition, the gender and development stages of sampling results show that the ratio of males to females was 1.02 : 1, but the range was larger; the males developed earlier, and females developed later. The main development stage of testes and ovaries were III, and gonad development for stage V began in June. In this study, *C. nasus* with gastric contents of 6.38% were found. This study documented systematic *C. nasus* data in the Yangtze River pre-fallow reserve, which will provide an important basis for the recovery assessment of this species and conservation management in the future.

Key words: *Coilia nasus*; National Aquatic Germplasm Reserve; resource status; spatio-temporal characteristics; the Yangtze River

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