

长江禁捕后长江口刀鲚资源特征

马凤娇 杨彦平 方弟安 应聪萍 徐跑 刘凯 殷国俊

CHARACTERISTICS OF *COILIA NASUS* RESOURCES AFTER FISHING BAN IN THE YANGTZE RIVER

MA Feng-Jiao, YANG Yan-Ping, FANG Di-An, YING Cong-Ping, XU Pao, LIU Kai, YIN Guo-Jun

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.7541/2023.2022.0070>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

基于耳石微化学的长江安徽和县江段刀鲚生境履历重建

RECONSTRUCTING HABITAT HISTORY OF *COILIA NASUS* FROM THE HEXIAN SECTION OF THE YANGTZE RIVER IN ANHUI PROVINCE BY OTOLITH MICROCHEMISTRY

水生生物学报. 2017, 41(5): 1054–1061 <https://doi.org/10.7541/2017.132>

洞庭湖中是否存在溯河洄游型刀鲚

ARE THERE STILL ANADROMOUS THE ESTUARINE TAPERTAIL ANCHOVIES *COILIA NASUS* IN DONGTING LAKE?

水生生物学报. 2020, 44(4): 838–843 <https://doi.org/10.7541/2020.100>

刀鲚肌间骨新类型的发现

THE IDENTIFICATION OF NEW TYPES OF INTERMUSCULAR BONES IN *COILIA NASUS*

水生生物学报. 2020, 44(1): 104–111 <https://doi.org/10.7541/2020.013>

刀鲚嗅觉受体基因 *MOR-51D* 克隆、序列分析及组织表达

CLONING, SEQUENCE ANALYSIS AND TISSUES EXPRESSION OF *COILIA NASUS* OLFACTORY RECEPTOR GENE *MOR-51D*

水生生物学报. 2017, 41(1): 33–42 <https://doi.org/10.7541/2017.5>

长江安庆段仔稚鱼群落特征调查研究

THE COMMUNITY CHARACTERISTICS OF LARVAE AND JUVENILE FISH IN THE ANQING SECTION OF THE YANGTZE RIVER

水生生物学报. 2019, 43(6): 1300–1310 <https://doi.org/10.7541/2019.154>

长江靖江段沿岸日本鳗鲡丰度的时间格局及生物学研究

THE TEMPORAL DISTRIBUTION AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF *ANGUILLA JAPONICA* COLLECTED AT THE JINGJIANG SECTION OF THE YANGTZE RIVER

水生生物学报. 2021, 45(2): 397–404 <https://doi.org/10.7541/2021.2020.003>



关注微信公众号，获得更多资讯信息

doi: 10.7541/2023.2022.0070

长江禁捕后长江口刀鲚资源特征

马凤娇¹ 杨彦平² 方弟安^{1,2} 应聪萍¹ 徐跑^{1,2} 刘凯^{1,2*} 殷国俊^{1,2*}

(1. 南京农业大学无锡渔业学院, 无锡 214081; 2. 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, 无锡 214081)

摘要: 研究于2019—2021年对长江口刀鲚(*Coilia nasus*)生物学、资源密度及其时空分布特征等展开调查, 并结合刀鲚生产性捕捞退出前(2017—2018年)的调查结果, 对长江禁捕后长江口水域刀鲚资源恢复效果进行了评估。结果显示, 2021年共采集刀鲚2895尾, 抽样解剖1960尾, 雌雄比为1.87:1, 平均体长和平均体质量分别为(272±32) mm和(91.4±33.4) g, 较2019—2020年分别增加4.41%和37.55%, 较2017—2018年分别显著增加5.84%和22.85% ($P<0.05$); 平均丰满度系数为0.44±0.10, 较2019—2020年增加18.28%, 较2017—2018年增加12.82% ($P>0.05$)。2021年日均调查尾数 N_B 和重量 W_B 分别为170 尾/d和15.56 kg/d, 较2019—2020年分别增长1.09倍和1.48倍; 单网调查尾数 N_t 和重量 W_t 分别为50尾/网和4.56 kg/网, 较2019—2020年分别增长1.24倍和1.69倍, 资源密度呈逐年上升趋势。2020年和2021年长江口刀鲚的洄游时段主要集中在3—4月, 较2019年洄游高峰期提前, 深水水域资源密度显著高于浅水水域($P<0.05$)。研究结果表明, 受前期过度捕捞的影响, 加之长江口其他渔业生产尚未全部退出, 2019年刀鲚专项捕捞退出后, 刀鲚资源并未立即出现恢复趋势。自2021年1月1日起, 长江流域重点水域全面禁捕及长江口禁捕管理政策的实施, 极大减轻了刀鲚捕捞压力, 长江口刀鲚种群生物学规格和资源密度均显著回升, 资源恢复趋势良好, 突出了长江禁捕效果的显著性。建议针对刀鲚等代表性洄游物种开展长期跟踪监测, 掌握长江禁捕期间其资源特征及变动趋势, 支撑长江禁捕效果评估及生物完整性评价。

关键词: 长江禁捕; 生物学特征; 种群结构; 资源特征; 刀鲚

中图分类号: S932.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-3207(2022)10-1580-11



河口是淡水和海洋生态系统的过渡区域, 其特殊生境对河口定居性鱼类和洄游性鱼类有着重要的生态意义^[1-3]。长江口是我国最大的河口生态系统和典型的生态群落交错区, 具有独特的地理条件和生态环境, 孕育了丰富的渔业资源, 是刀鲚(*Coilia nasus*)、鳊鲂(*Anguilla japonica*)等重要鱼类溯河和降海洄游的必经通道, 也是中华绒螯蟹(*Eriocheir sinensis*)等半咸水水生生物重要的栖息和繁殖场所, 对淡水和海水渔业资源有着重要的支撑作用。

刀鲚又名长颌鲚, 俗称刀鱼, 隶属于鲱形目(Clupeiformes)、鲱科(Engraulidae)、鲚属(*Coilia*), 是一种中小型经济洄游型鱼类^[4-9]。刀鲚主要分布

于太平洋的西北部和西部地区, 包括中国的黄渤海、东海近海沿岸水域及通海的江河如长江、黄河、淮河及钱塘江等^[10], 其中以长江流域的产量最高, 禁捕之前曾是长江下游及长江口水域重要的捕捞消费对象^[11]。刀鲚生殖洄游群体于每年春季聚集于长江口, 集群溯江而上进入长江中下游及湖泊中繁殖^[12, 13]。历史上, 刀鲚曾为长江口水域最重要的捕捞对象之一, 1973年最高捕捞量达 392×10^3 kg。但在生态环境持续恶化及高强度长期捕捞等多重因素影响下, 资源量急剧衰退并且逐年下降, 捕捞量锐减至2016年的 3.7×10^3 kg, 与最高捕捞量相比, 降幅达99.06%, 渔汛几近消失^[14, 15]。

收稿日期: 2022-03-01; 修订日期: 2022-04-26

基金项目: 国家重点研发计划(2019YFD0901205); 长江口水域渔业资源调查(JC202104); 刀鲚资源状况及捕捞管理形势研究(CJBYZGL2021-24)资助[Supported by the National Key R & D Program of China (2019YFD0901205); Investigation of Fishery Resources of the Yangtze River Estuary (JC202004); Study on Resources and Fishing Management of *Coilia nasus* (CJBYZGL2021-24)]

作者简介: 马凤娇(1991—), 女, 博士研究生; 主要从事渔业生态学相关研究。E-mail: mafengjiao2019@163.com

通信作者: 刘凯, E-mail: Liuk@ffrc.cn 殷国俊, E-mail: yingj@ffrc.cn *共同通信作者

为了保护和恢复长江刀鲚资源, 农业农村部于2018年12月29日发布《农业农村部关于调整长江流域专项捕捞管理制度的通告》, 规定自2019年2月起, 全面禁止刀鲚天然资源生产性捕捞, 这对遏制刀鲚资源快速衰退、从根本上保护和恢复刀鲚资源至关重要。为巩固和扩大长江禁捕退捕成效, 加强长江口水域禁捕管理, 农业农村部于2020年11月20日发布《农业农村部关于设立长江口禁捕管理区的通告》, 决定延长长江口禁捕范围(122°15'E、31°41'36"N和30°54'N), 设立长江口禁捕管理区。规定自2021年1月1日0时长江口禁捕管理区以内水域, 实行长江流域禁捕管理制度。为跟踪评估刀鲚生产性捕捞退出后其资源恢复效果, 本研究自2019年以来持续开展长江口刀鲚资源调查, 并结合刀鲚生产性捕捞退出前(2017—2018年)的调查结果, 以期掌握长江口刀鲚生物学特征、资源密度及其时空特征等资源参数, 探索生产性捕捞退出及长江流域重点水域全面禁捕后长江口刀鲚种群结构及资源现状, 为刀鲚资源保护及禁捕效果评估积累基础数据。

1 材料与方法

1.1 调查水域与调查时间

长江刀鲚的生产性捕捞已于2019年正式退出, 生产性捕捞退出前(2017—2018年)每年在长江口刀鲚捕捞汛期, 随机从持有刀鲚捕捞许可证的生产船上采集刀鲚样本。生产性捕捞退出后(2019—2021年)每年于刀鲚洄游汛期(3—6月), 利用中国

水产科学研究院淡水渔业研究中心自有科研调查船, 并经上海市农业农村委员会批准, 在长江口崇明水域设置3个调查样区(A水域, 中心经纬度为E121°29'50", N31°31'08"; B水域, 中心经纬度为E121°35'56", N31°30'18"; C水域, 中心经纬度为E121°39'49", N31°30'31"; 图1)。2017—2021年调查网具均为抛定刺网, 网目尺寸4 cm, 网长150 m, 网高12 m, 调查期间每天实际捕捞约2.5h (低潮位时放网, 涨至平潮时收网), 同步采集调查样区水温、水深等环境信息(表1)。调查时段内, 除台风等恶劣天气外, 每天开展刀鲚调查。

1.2 样品采集

采集的刀鲚样本全部进行全长、体长和体质量等表观生物学测量, 精确到1 mm和0.1 g, 并统计刀鲚的调查总重量和尾数。同时随机抽取部分样本进行解剖, 目测法鉴定其性别、性腺发育情况, 按照I—VI期进行划分^[16—18]。

1.3 数据处理和分析

由于体长的全距(最大体长与最小体长的差值)较分散, 为便于分析, 对所测定的刀鲚以20 mm为组距进行分组, 分析其长度组成频率。

刀鲚按照体质量定义体型规格, 体质量 ≥ 100 g为大规格刀鲚, 75—99 g为中等规格刀鲚, 体质量 ≤ 75 g为小规格刀鲚。

采用SPSS 24.0软件拟合体长与体质量之间的幂函数关系: $W=aL^b$, W 为体质量(g), L 为体长(cm), a 、 b 为参数, 其中 a 值表示单位体长时鱼的体质量, b 值可反映鱼体的生长特征, 同时, 配对 T -检验确定

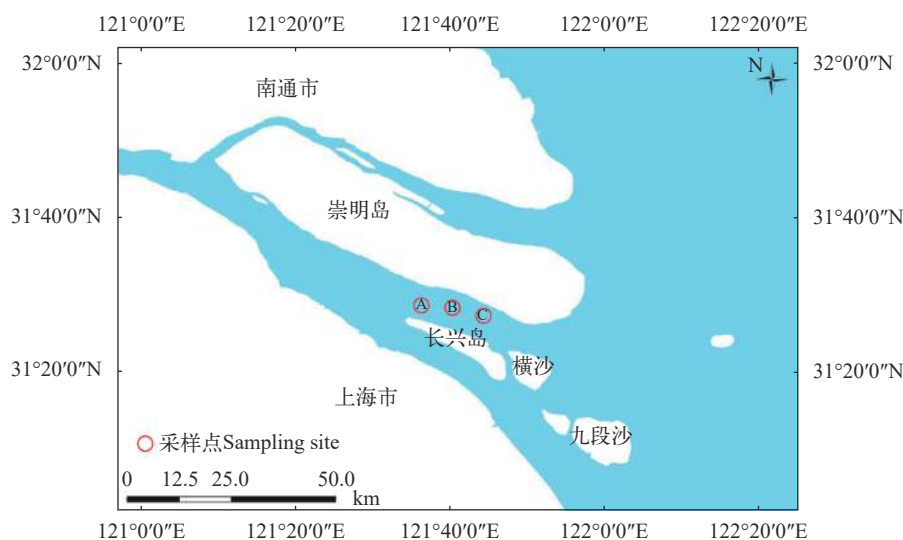


图1 长江口刀鲚调查样区示意图

Fig. 1 Sampling regions for investigation of *Coilia nasus* in the Yangtze River estuary

A. 近洲, B. 河道中线, C. 近岸

A. Near continent, B. Middle channel, C. Near shore

参数 b 与3的显著性差异; 根据 $K=(W/L^3) \times 100$ 计算丰满度(Condition factor), W 为体质质量(g), L 为鱼的体长(cm), K 为丰满度(%)。

单位捕捞努力量(Catch Per Unit Effort, CPUE)是反映资源的丰度变化的重要指标, 单船各时段、各水域刀鲚样本重量以CPUE/kg来表征, 将采集的刀鲚尾数 N_B 和重量 W_B 标准化为日均调查尾数(尾/d)和重量(kg/d), d 为汛期实际作业天数。用 N_i 、 W_i 分别表示单网调查尾数(尾/网)和重量(kg/网)。

采用Excel和SPSS Statistics 24软件处理数据, 计算体长、体质质量、丰满度和资源密度参数的均值(mean $\pm$ SD), 并分析其时间和空间差异, 用 t 检验

表 1 2019—2021年长江口不同调查时段平均水温变化

Tab. 1 The mean water temperature at different sampling periods in the Yangtze River estuary from 2019 to 2021

年份 Year	调查时段 Sampling period	采样时间(月—日) Sampling date (Month—Day)	水温 Water temperature (°C)	
			范围 Range	均值 $\pm$ 标准差 Mean $\pm$ SD
2019	第一时段 1st	3.26—4.01	14.30—16.60	15.22 $\pm$ 0.84
	第二时段 2nd	4.09—4.16	16.00—17.50	16.70 $\pm$ 0.50
	第三时段 3rd	5.24—5.31	23.70—24.10	23.90 $\pm$ 0.16
	第四时段 4th	6.08—6.13	24.40—25.20	24.60 $\pm$ 0.33
2020	第一时段 1st	3.29—4.03	14.15—14.56	14.29 $\pm$ 0.17
	第二时段 2nd	4.13—4.17	15.51—16.84	16.31 $\pm$ 0.57
	第三时段 3rd	6.11—6.17	26.34—28.32	26.63 $\pm$ 1.02
	第四时段 4th	6.24—6.28	26.58—27.68	27.18 $\pm$ 0.41
2021	第一时段 1st	3.17—3.23	13.10—14.24	13.59 $\pm$ 0.48
	第二时段 2nd	4.01—4.07	15.50—16.45	15.92 $\pm$ 0.50
	第三时段 3rd	5.17—5.22	21.20—22.30	21.80 $\pm$ 0.46
	第四时段 4th	5.31—6.06	23.00—24.90	24.10 $\pm$ 0.70

和单因素方差分析进行差异显著性分析, 组间差异显著性使用LSD检验, 显著水平 $P<0.05$, 极显著水平 $P<0.01$ 。其中统计刀鲚体长和体质质量、丰满度及资源密度的时空特征用2019—2021年的数据; 统计刀鲚体长和体质质量、丰满度变化和繁殖生物学特征的年际特征用2017—2021年的数据。

2 结果

2.1 体长、体质质量的变化

时间特征 在专项捕捞退出后, 2019—2021年共采集6105尾刀鲚样本, 体长变幅为103—388 mm, 均值为(262 $\pm$ 40) mm, 优势体长组为(260 $\pm$ 60) mm, 占群体总数的79.57%—92.40%; 体质质量变幅为3.2—256.7 g, 均值为(78.7 $\pm$ 36.5) g (图 2A)。0—75 g 的小规格刀鲚比例由2019年的63.92%减少至2020年的57.64%和2021年的28.98%, 而大规格刀鲚在2021年大幅增加, 相比2019年和2020年分别上升18.24%和18.52% (图 2B)。专项捕捞退出前, 2017—2018年共采集刀鲚342尾, 体长变幅为119—381 mm, 均值为(257 $\pm$ 51) mm, 体质质量变幅为4.9—206.8 g, 均值为(74.4 $\pm$ 42.2) g (表 2)。由ANOVA分析可得, 生产性捕捞退出前(2017—2018年)后(2019—2021年)平均体长和平均体质质量差异显著($P<0.05$), 且2019—2021年显著大于2017—2018年($P<0.05$)。

2019年和2020年刀鲚样本平均体长和平均体质质量随着调查时间的后延, 总体呈显著上升的趋势($P<0.01$)。与之相反, 2021年两项生物学指标随调查时间后延呈逐渐下降的趋势, 且显著大于2019—2020年(图 3)。

空间特征 2019—2021年在刀鲚洄游汛期內3个调查样区水深信息见表 3。同年不同水域平均体长和平均体质质量均存在显著差异($P<0.05$), 以2020年A水域的平均体长为最大, 平均为(275 $\pm$ 36) mm, 2021年B和C水域次之, 2019年C水域的最

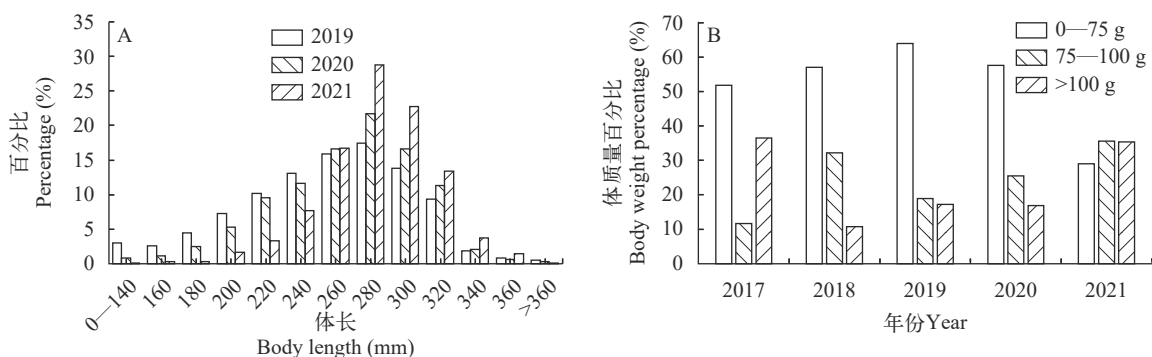


图 2 2017—2021年长江口刀鲚体长与体质质量分布比例

Fig. 2 Percentages of (A) body length, and (B) body weight for *Coilia nasus* in the Yangtze River estuary from 2017 to 2021

表 2 2017—2021年长江口刀鲚生物学参数年间比较

Tab. 2 The comparison of biological parameters of *Coilia nasus* in the Yangtze River estuary from 2017 to 2021

年 Year	样本量 Sample size	全长Total length (mm)		体长Body length (mm)			体重Body weight (g)		
		范围 Range	均值±标准差 Mean±SD	范围 Range	优势组 Dominant group	均值±标准差 Mean±SD	范围 Range	优势组 Dominant group	均值±标准差 Mean±SD
2017	137	132—406	284±74	119—381	180—360(78.83%)	260±71 ^a	4.9—206.8	0—75(51.82%)	81.0±59.5 ^a
2018	205	168—371	277±34	152—318	220—300(86.83%)	255±31 ^a	13.1—136.1	0—75(57.07%)	70.0±24.2 ^{bc}
2019	984	113—406	270±53	103—372	200—320(70.22%)	246±50 ^b	3.2—256.7	0—75(63.92%)	64.1±39.2 ^b
2020	2226	127—397	303±35	113—388	200—320(87.24%)	275±33 ^{ac}	4.3—244.9	0—100(83.11%)	68.8±33.3 ^c
2021	2895	152—414	296±35	131—382	200—320(92.40%)	272±32 ^d	7.8—239.9	>75(71.02%)	91.4±33.4 ^d

注: 不同上标字母表示显著性差异($P<0.05$); 下同
Note: Different superscript letters indicate significant differences ($P<0.05$). The same applies below

小, 平均仅为(233±52) mm。2019—2020年不同水域体质量波动十分明显, C水域显著小于A和B水域($P<0.01$), 而2021年C水域显著大于A和B水域

($P<0.01$; 图 4)。

体长—体质量关系 根据2019—2021年长江口汛期刀鲚体长 L (cm)与体质量 W (g)数据, 在不考虑性别的情况下, 分别拟合出不同年份体长—体质量的幂函数关系式(图 5), 其关系式为:

2019年: $W=0.001 \times L^{3.319}$ ($R^2=0.910$, $n=984$)

2020年: $W=0.001 \times L^{3.164}$ ($R^2=0.882$, $n=2228$)

2021年: $W=0.006 \times L^{2.884}$ ($R^2=0.781$, $n=2895$)

2019—2021年: $W=0.003 \times L^{3.065}$ ($R^2=0.840$, $n=6105$), 经配对 T 检验, 参数 b 与3存在显著差异($P<0.01$), 且 $b>3$, 刀鲚的生长呈正异速生长。

2.2 丰满度的变化

年际分析显示, 长江口刀鲚繁殖群体的平均丰满度系数在各年间差异显著(ANOVA, $P<0.05$),

表 3 2019—2021年长江口刀鲚调查水域水深信息

Tab. 3 Water depth of sampling area of *Coilia nasus* in the Yangtze River estuary from 2019 to 2021

调查样区 Sampling area	水深Water depth (m)		
	2019年	2020年	2021年
A	8.15	8.56	7.03
B	14.96	15.15	12.63
C	27.1	11.28	14.09

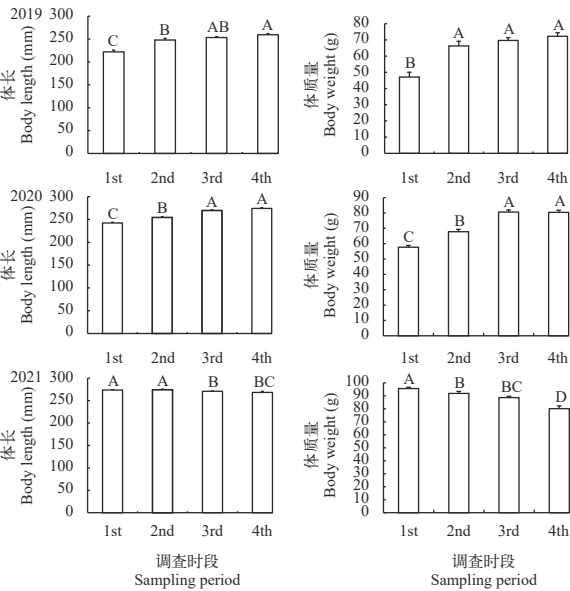


图 3 2019—2021年长江口刀鲚体长和体质量均值时间特征

Fig. 3 The temporal characteristics of mean body length and mean body weight of *Coilia nasus* in the Yangtze River estuary from 2019 to 2021

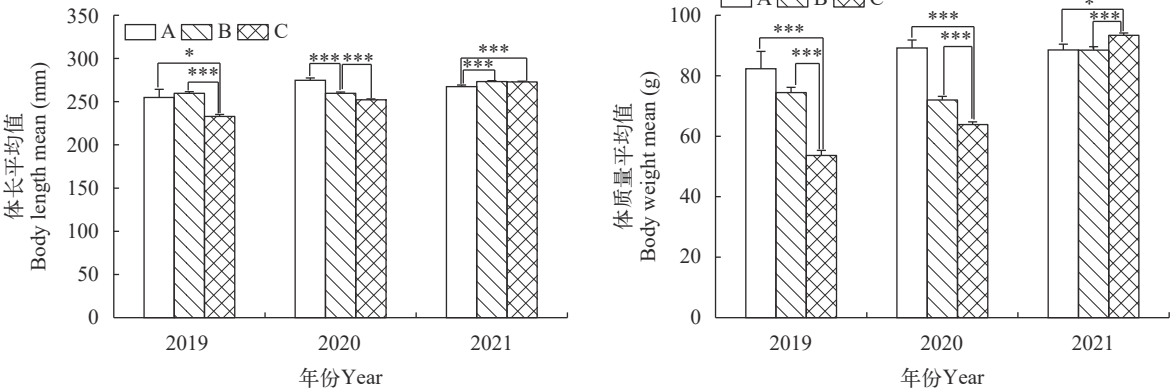


图 4 2019—2021年长江口刀鲚体长和体质量均值空间特征

Fig. 4 The spatial characteristics of mean body length and mean body weight of *Coilia nasus* in the Yangtze River estuary from 2019 to 2021

2019—2021年平均丰满度系数为 0.40 ± 0.09 , 较2017—2018年(0.39 ± 0.06)略有增长, 但未达到显著水平(ANOVA, $P > 0.05$)。时间特征显示, 丰满度系数在相同年份不同时段之间均存在显著性差异(ANOVA, $P < 0.05$)。空间特征显示, 同年各水域间丰满度存在显著性差异(ANOVA, $P < 0.05$; 图6)。

2.3 繁殖生物学特征

性比和性腺发育 2019—2021年随机抽样解剖4626尾刀鲚样本, 其中雌鱼3262尾, 雄鱼1364尾, 雌雄比例为2.39:1, 与理论值1:1存在极显著差异($P < 0.01$)。2017—2021年刀鲚的雌雄比分别为2.17:1、1.97:1、2.17:1、3.25:1和1.87:1。雌雄

个体性腺发育I—VI期的样本均有发现, 卵巢和精巢的发育期以I—III期为主(表4)。

时空特征 在洄游的早期阶段(3—4月), 2019—2021年长江口刀鲚雌雄性腺发育期为I—III期的比例均大于97.34%; 随洄游时间的后延, 性腺发育成熟个体比例增加, 第3、4时段(5—6月)卵巢发育期在IV以上的雌性个体占比在66.67%—81.63%, 而发育至V期的个体比例高至43.42%以上; 而雄鱼精巢发育期在IV—V期的比例也呈增加的趋势, 第4时段比例最高。从不同采样水域来看, 雌雄鱼的性腺发育没有规律性变化, 除2020年所有水域雄鱼个体的精巢发育期为I—III, 其他水域基本

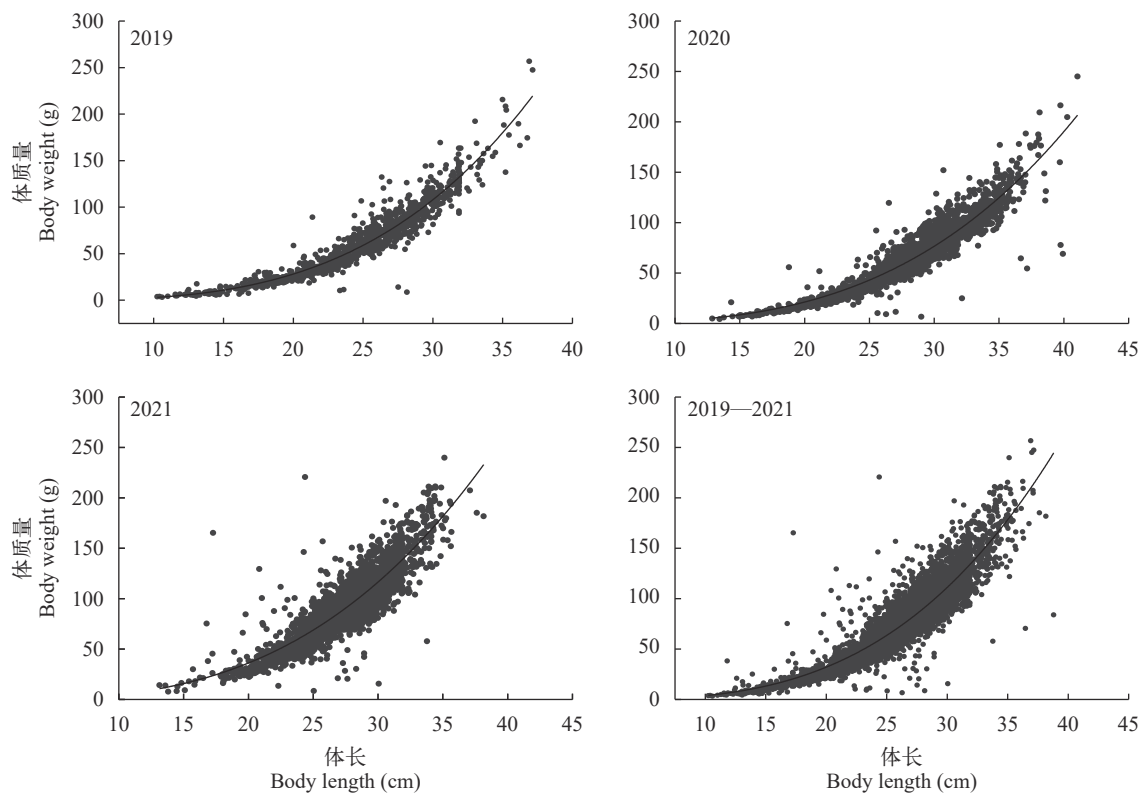


图5 2019—2021年长江口刀鲚体长与体质量关系

Fig. 5 The relationship between body length and body weight of *Coilia nasus* in the Yangtze River estuary from 2019 to 2021

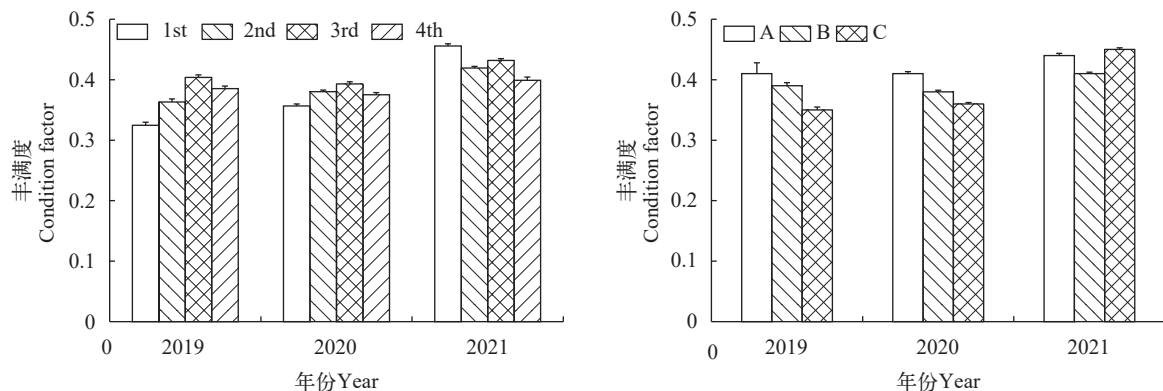


图6 2019—2021年长江口刀鲚繁殖群体的丰满度变化

Fig. 6 The condition factor changes of breeding population of *Coilia nasus* in the Yangtze River estuary from 2019 to 2021

都有性腺发育到 I—V 期的个体(图 7)。

2.4 相对资源密度及其时空特征

时间特征 2019—2021年调查时间为3月中旬至6月底, 作业天数变幅为17—22d, 平均20d; 获得的刀鲚样本总重量变幅为63.07—264.51 kg, 平均为160.24 kg; 日均重量变幅为2.87—15.56 kg/d, 平均为8.70 kg/d; 2020年采集到的刀鲚样本重量较2019年增加了2.43倍, N_B 、 W_B 、 N_I 和 W_I 较2019年分别增加了148.84%、166.90%、146.46%和164.86%; 2021年刀鲚样本重量较2019年和2020年分别增加了4.19倍和1.73倍, N_B 、 W_B 、 N_I 和 W_I 较2020年分别增加了53.00%、103.13%、74.88%和132.65%。长江口汛期刀鲚资源密度各参数变化显示, 各年份间刀鲚样本重量、 N_B 、 W_B 、 N_I 和 W_I 具有一致的变化

趋势, 呈逐年上升的趋势(ANOVA, $P<0.05$; 图 8)。

2021年刀鲚洄游的第1时段水温较低 [(13.59±0.48)°C], CPUE (104.97 kg)分别是第2、第3和第4时段的1.9倍、1.19和6.65倍, 较2019年(第3时段)最高值增加5.05倍, 但各时段 N_B 、 W_B 、 N_I 和 W_I 差异不显著(ANOVA, $P>0.05$)。2020年CPUE的变化与2021年相似, 第1时段CPUE最高, 较2019年各时段增加了2—5倍。2019年各时段 W_B 、 N_I 和 W_I 存在显著性差异(表 5)。从图 9可以看出刀鲚各时段单日调查量随水温变化未呈现出一定的变化规律, 2020年和2021年刀鲚主要集中在3—4月洄游, 而2019年则集中在5月份, 洄游高峰期显著提前。

空间特征 从不同调查水域来看, 2021年C水域刀鲚样本的CPUE分别是A水域和B水域的

表 4 2017—2021年长江口刀鲚繁殖群体性腺发育期比例

Tab. 4 The percentage of gonad development stages of breeding population of *Coilia nasus* in the Yangtze River estuary from 2017 to 2021

性腺发育期 Gonad development stage	2017年		2018年		2019年		2020年		2021年	
	雌F	雄M	雌F	雄M	雌F	雄M	雌F	雄M	雌F	雄M
I	30.26	37.14	18.38	17.39	10.04	31.48	20.18	50.86	8.29	45.01
II	40.79	25.71	33.09	40.58	47.01	56.48	35.69	45.71	28.48	39.74
III	11.84	31.43	22.79	27.54	6.20	6.94	7.26	3.43	15.02	12.02
IV	6.58	2.86	7.35	14.49	4.91	1.85	11.74	0.00	16.98	1.91
V	10.53	2.86	0.00	0.00	30.77	3.24	25.13	0.00	31.22	1.32
VI	0	0.00	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

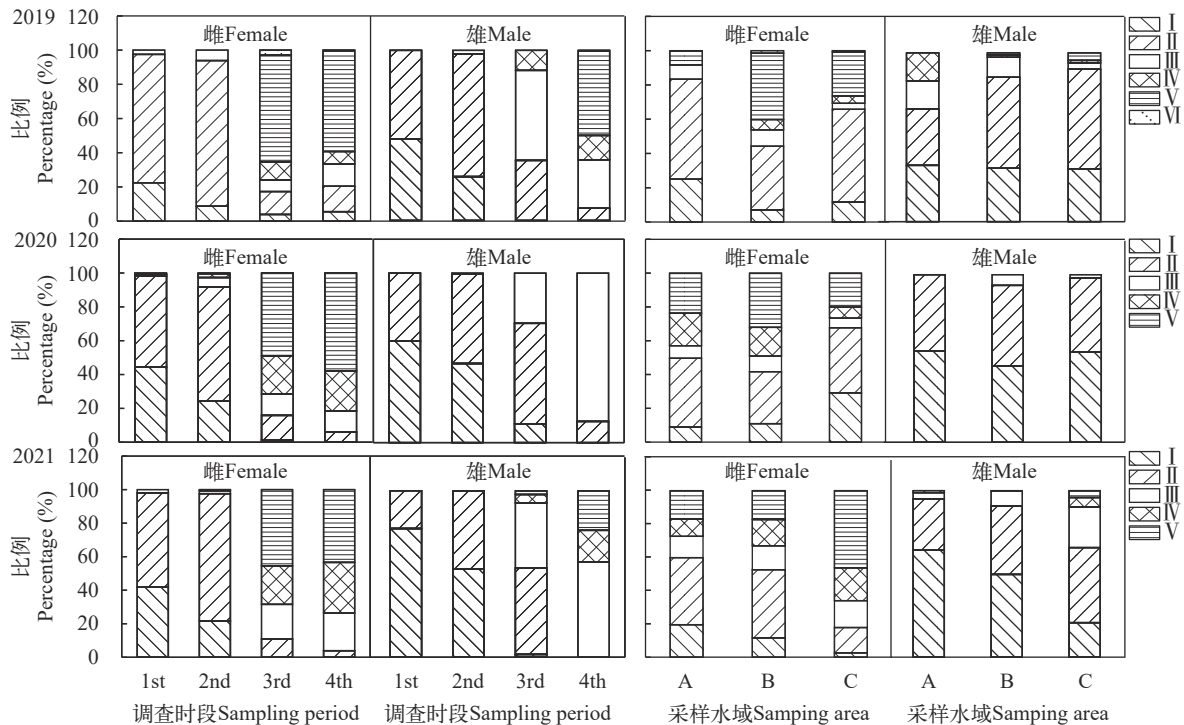


图 7 2019—2021年长江口刀鲚繁殖群体性腺发育期时空特征

Fig. 7 The temporal and spatial characteristics of gonad development stages of breeding population of *Coilia nasus* in the Yangtze River estuary from 2019 to 2021

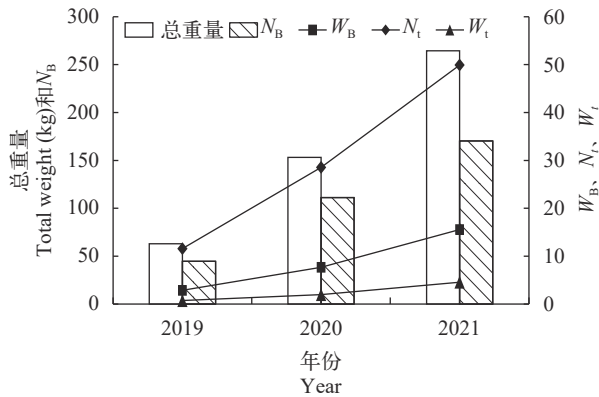


图8 2019—2021年长江口刀鲚资源密度变化

Fig. 8 The resource density change of *Coilia nasus* in the Yangtze River estuary from 2019 to 2021

N_B 、 W_B 、 N_t 和 W_t 分别代表日均调查尾数(尾/d)、日均调查重量(kg/d)、单网调查尾数(尾/网)和单网调查重量(kg/网)

N_B 、 W_B 、 N_t and W_t represent average daily number (ind./d), average daily weight (kg/d), single net number (ind./net) and single net weight (kg/net), respectively

5.42倍和2.14倍,各水域间 N_B 和 W_B 不存在显著差异,而C水域的 N_t 和 W_t 均显著大于A水域(ANOVA, $P>0.05$)。2020年C水域的 N_B 、 W_B 、 N_t 和 W_t 均显著大于其他两个水域,2019年C水域的 N_B 和 W_B 显著高于A水域(表6)。

3 讨论

3.1 长江口刀鲚洄游群体的生物学特征

刀鲚曾是长江下游传统的重要捕捞对象,20世纪70年代刀鲚捕捞量达到峰值,其中1973年捕捞量为有记录的最高值,约为 4142×10^3 kg。但自20世纪90年代以来,受拦河筑坝、水域污染、岸坡硬化、采砂挖沙及过度捕捞等多重因素的影响,刀鲚捕捞

量急剧下滑,2001—2005年均值降至 673×10^3 kg,2011—2013年均值降至 116.6×10^3 kg,此后刀鲚捕捞量维持在极低的水平且波动下降,长江刀鲚资源在40年来几乎走向了枯竭的边缘^[19]。在此期间,与长江刀鲚资源整体衰退趋势基本一致,长江口刀鲚资源急剧下降,最大降幅达99.06%^[5]。本研究结果显示,随着鱼汛后延,2019—2020年长江口刀鲚样本平均体长和平均体质量均显著上升($P<0.001$),表明鱼汛早期阶段洄游的个体规格较小,后期规格增大。长江口水域尚未全面禁捕之前,在调查期间样本规格呈现出逐渐增大的趋势,与历史研究报告的大规格刀鲚通常先行入江洄游的趋势并不一致^[20],这应有两个方面的原因,一是较早洄游的大规格刀鲚会率先被捕捞,加之其在种群中占比较低,因此越向长江口内,捕获到大规格刀鲚的概率越低;二是早期刀鲚经济价值较高,随着时间后延,特别是4月中旬以后,刀鲚价格大幅下降,捕捞意愿下降,捕捞强度减弱^[21—23]。2021年调查结果则与之不同,3月和4月刀鲚群体平均体长和平均体质量显著大于5月和6月,表明大规格个体较早洄游进入长江下游产卵。这应是大规格刀鲚积累了更多的能量储备,在没有生产性捕捞扰动的前提下,可以顺利进入长江口进行生殖洄游所致。

长江口是刀鲚进入长江进行上溯洄游的起点,该水域的水温、水深和盐度等环境因子均可能影响其洄游过程。在生殖洄游期间,刀鲚对能量的需求较高,而水温的高低将直接影响其生理和代谢活动,所以刀鲚的洄游受温度的影响较大^[24]。就性腺发育来看,2019—2021年第1和第2时段水温在 $13.59—16.7^\circ\text{C}$,刀鲚性腺发育期以I—III期为主,占比大于97.34%;随水温的上升($21.8—27.18^\circ\text{C}$),

表5 2019—2021年长江口刀鲚资源密度的时间特征

Tab. 5 Temporal characteristics of resource density of *Coilia nasus* in the Yangtze River estuary from 2019 to 2021

年份 Year	时段 Period	天数 Days	网次 Net number	样本量 Number (ind.)	CPUE Weight (kg)	百分比 Percentage (%)	N_B (尾/d)	W_B (kg/d)	N_t (尾/网)	W_t (kg/网)
2019	1st	6	27	233	10.97	17.39	39 ± 15	1.83 ± 0.41^a	9 ± 3^a	0.41 ± 0.1^a
	2nd	6	31	233	15.45	24.49	39 ± 6	2.57 ± 0.35^{ab}	8 ± 2^a	0.50 ± 0.11^a
	3rd	5	13	298	20.76	32.92	60 ± 17	4.15 ± 1.18^b	23 ± 4^b	1.60 ± 0.29^b
	4th	5	14	220	15.89	25.19	44 ± 14	3.18 ± 0.89^{ab}	16 ± 2^{abc}	1.13 ± 0.16^b
2020	1st	5	25	885	51.09	33.36	177 ± 44^a	10.22 ± 2.44	35 ± 4	2.04 ± 0.26
	2nd	4	20	465	31.52	20.58	116 ± 23^{ab}	7.88 ± 1.35	23 ± 5	1.58 ± 0.33
	3rd	6	18	457	36.83	24.05	76 ± 18^b	6.14 ± 1.4	25 ± 4	2.05 ± 0.32
	4th	5	15	419	33.70	22.01	84 ± 28^{bc}	6.74 ± 2.29	28 ± 6	2.25 ± 0.49
2021	1st	4	18	1098	104.97	39.69	275 ± 184	26.24 ± 19.06	61 ± 24	5.83 ± 0.44
	2nd	4	16	602	55.29	20.90	151 ± 28	13.82 ± 2.68	38 ± 8	3.46 ± 0.71
	3rd	5	15	998	88.46	33.44	200 ± 76	17.69 ± 6.45	67 ± 12	5.90 ± 1.06
	4th	4	9	197	15.79	5.97	49 ± 6	3.95 ± 0.46	22 ± 4	1.75 ± 0.32

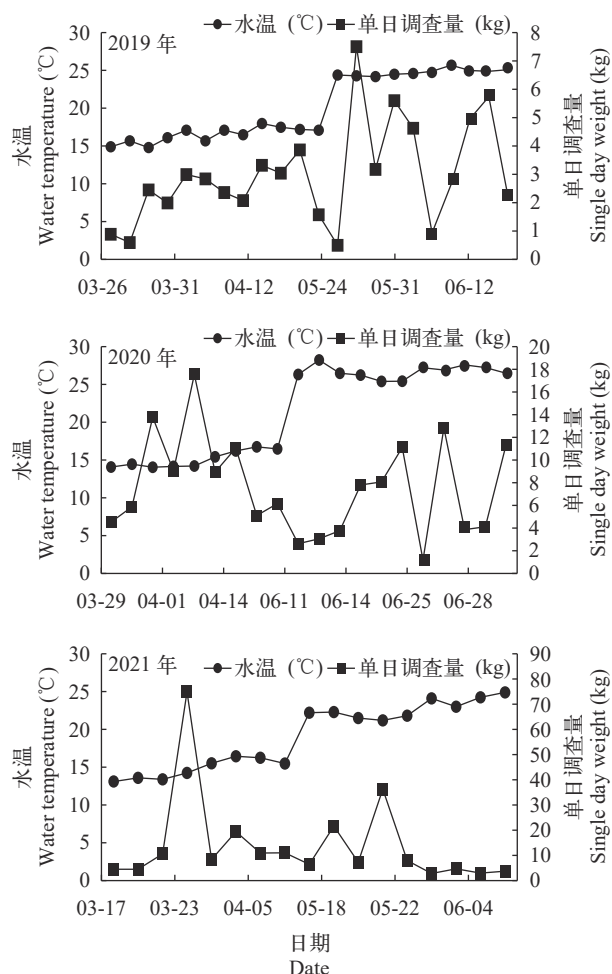


图9 2019—2021年长江口刀鲚汛期单日调查量与水温的关系
Fig. 9 Relationships between single day weight of *Coilia nasus* and water temperature in the Yangtze River estuary from 2019 to 2021

雌鱼卵巢发育期在Ⅳ—Ⅴ期的个体比例显著增加,可见水温的升高加速了性腺发育^[25, 26]。在洄游早期,性腺未成熟个体可能上溯至长江安庆段或鄱阳湖产卵,而后期性腺发育成熟的刀鲚会沿江寻找适宜水域进行繁殖,可能在长江河口段或偏上游的下

游河段产卵^[27, 28]。上述结果表明,长江刀鲚在较长时段内梯次经长江口洄游入江,且性腺发育随着时间后延渐趋成熟,长江刀鲚产卵场并不集中,应主要分散分布于长江下游至鄱阳湖水域,当性腺发育成熟,在水环境条件适合的水域都可以完成繁殖活动^[29]。

3.2 长江口刀鲚洄游群体的种群结构

渔获规格通常是生物学最小型的直接表现,在一定程度上反映了种群结构变化。从整体上来看,2019—2021年长江口刀鲚体长均值较10年前增加了12.62%,体质量均值增加了63.39%,体长240—300 mm的比例由2017—2018年的52.05%上升至59.85%,小规格刀鲚的比例下降,中、大规格刀鲚的比例增加^[30—32],平均丰满度较2017—2018年增加。本研究结果表明自2019年以来,长江口大规格刀鲚比例增加,且体长和体质量显著大于2017—2018年,资源恢复效果良好。近3年刀鲚体重均值逐年增大,且显著大于生产性捕捞退出前(2017—2018年)。尽管2019年刀鲚生产捕捞即已退出,但由于受前期过度捕捞的影响,加之长江口其他渔业生产尚未全部退出,因此2019年刀鲚规格并未立即出现恢复趋势。经过3年的资源养护,加之自2021年1月1日起,长江流域重点水域禁捕及长江口水域全面禁捕,极大减轻了捕捞压力,长江口刀鲚规格即出现极显著增大。

3.3 长江口刀鲚洄游群体的资源密度

与之前的研究结果有所差异,长江口水温变化和资源密度不存在显著的相关关系,资源密度并未随水温的回升而明显增加^[4, 7]。与刀鲚样本规格的变化趋势类似,刀鲚资源密度同样表现出时间特征。2019年整体上随洄游时间的后移呈上升趋势,而2020年和2021年均表现为前高后低的趋势,这同样反映了自2019年刀鲚生产性捕捞退出后,其捕捞压力逐渐消除及资源逐渐恢复的过程。刀鲚资源

表6 2019—2021年长江口刀鲚资源密度的空间特征

Tab. 6 Spatial characteristics of resource density of *Coilia nasus* in the Yangtze River estuary from 2019 to 2021

年份 Year	水域 Sampling area	天数 Days	网次 Net number	样本量 Number (ind.)	CPUE Total weight (kg)	百分比 Percentage (%)	N_B (尾/d)	W_B (kg/d)	N_t (尾/网)	W_t (kg/网)
2019	A	4	11	29	2.39	3.78	7±1 ^a	0.60±0.11 ^a	3±1	0.22±0.06
	B	10	39	454	33.80	53.59	45±8 ^b	3.38±0.55 ^b	12±3	0.87±0.22
	C	8	35	501	26.88	42.61	63±9 ^b	3.36±0.53 ^b	14±4	0.77±0.19
2020	A	4	14	180	16.05	10.48	45±19 ^a	4.01±1.70 ^a	13±3 ^a	1.15±0.30 ^a
	B	8	35	792	57.02	37.23	99±17 ^a	7.13±1.18 ^{ab}	23±3 ^a	1.63±0.28 ^a
	C	8	29	1254	80.08	52.29	157±29 ^b	10.01±1.64 ^b	43±4 ^b	2.76±0.28 ^b
2021	A	4	19	334	29.56	11.18	84±12	7.39±1.05	18±4 ^a	1.56±0.41 ^a
	B	5	17	845	74.74	28.26	169±36	14.95±3.47	50±8 ^{ab}	4.40±0.72 ^{ab}
	C	8	22	1716	160.21	60.57	215±101	20.03±9.97	78±17 ^b	7.28±1.67 ^b

密度在空间上也呈现一定规律, 表现为在深水区域采集的样本尾数、重量、 N_B 、 W_B 、 N_I 和 W_I 显著大于浅水区域, 表明刀鲚在水深大于10 m的水域中分布相对集中, 与之前的研究结果一致^[33, 34]。

3.4 禁捕管理对长江口刀鲚资源的影响

长江口是洄游性物种江海洄游的重要通道, 因此长江口对洄游性物种生活史的整体保护至关重要^[35]。2019年汛期内刀鲚调查总重量和资源密度均低于生产性捕捞退出前, 推测其原因可能三个方面, 一是尽管刀鲚专项捕捞退出, 但长江口其他渔业生产依然存在, 捕捞的影响并未消除; 二是在长江流域重点水域全面禁捕之前, 长江口渔政监管难度极大, 非法捕捞现象并未杜绝; 三是资源恢复需要一定的时间过程, 存在一定的滞后性。自2021年1月1日起, 长江流域重点水域全面禁捕的实施和长江口禁捕管理区的成立, 从根本上消除了禁捕范围内的捕捞压力, 打通了刀鲚的洄游通道, 长江口刀鲚的资源量将会大幅上升。本研究的调查结果证实了这一资源的恢复, 2021年长江口刀鲚调查期内资源密度显著大于2019年和2020年, 逐年成倍增加, 这与鄱阳湖水域刀鲚数量和资源量出现极显著增加的趋势基本一致^[36, 37]。随着长江十年禁渔的全面实施, 可以从根本上缓解渔业资源的捕捞压力, 长江流域包括刀鲚在内的鱼类资源将逐步得以恢复。但考虑到其他人类活动的干扰仍将长期存在, 应针对刀鲚等洄游性物种资源开展长期跟踪监测, 以系统评估资源恢复效果, 支撑渔业主管部门有关行政决策。

参考文献:

- [1] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. *Nature*, 1997, **387**(1): 253-260.
- [2] Dai L B, Hodgdon C, Tian S Q, *et al.* Comparative performance of modelling approaches for predicting fish species richness in the Yangtze River Estuary [J]. *Regional Studies in Marine Science*, 2020(35): 101161.
- [3] Zhai L, Li Z G, Hu Y B, *et al.* Assessment of *Coilia mystus* and *C. nasus* in the Yangtze River Estuary, China, using a length-based approach [J]. *Fishes*, 2022, **7**(95): 1-11.
- [4] 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]. 生态学报, 2012, **31**(12): 3138-3143.]
- [5] Tian S Q, Tian Z Q, Gao C X, *et al.* Analyzing of annual changes for the stock status of *Coilia nasus* in fishing season in Yangtze River Estuary [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2014, **23**(2): 245-250. [田思泉, 田芝清, 高春霞, 等. 长江口刀鲚汛特征及其资源状况的年际变化分析 [J]. 上海海洋大学学报, 2014, **23**(2): 245-250.]
- [6] 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 [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.]
- [7] 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 [J]. *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 [J]. 长江流域资源与环境, 2016, **25**(12): 1850-1859.]
- [8] Ma F, Yang Y, Jiang M, *et al.* Digestive enzyme activity of the Japanese grenadier anchovy *Coilia nasus* during spawning migration: influence of the migration distance and the water temperature [J]. *Journal of Fish Biology*, 2019, **95**(5): 1311-1319.
- [9] Ma F, Yin D, Fang D, *et al.* Insights into response to food intake in anadromous *Coilia nasus* through stomach transcriptome analysis [J]. *Aquaculture Research*, 2020, **51**(7): 2799-2812.
- [10] Yuan C M, Qin A L. Ecological habits and distribution of *Coilia* along the Chinese coast and its changes of output [J]. *Marine Sciences*, 1984, **8**(5): 35-37. [袁传宏, 秦安龄. 我国近海鲚鱼生态习性及其产量变动状况 [J]. 海洋科学, 1984, **8**(5): 35-37.]
- [11] 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.]
- [12] 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. 陈氏棘刺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.]
- [13] Xuan Z Y, Jiang T, Liu H B, *et al.* Are there still anadromous the estuarine tapertail anchovies *Coilia nasus* in Dongting Lake [J]? *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 [J]. 水生生物学报, 2020, **44**(4): 838-843.]
- [14] Ma J, Li B, Zhao J, *et al.* Environmental influences on the spatial-temporal distribution of *Coilia nasus* in the

- Yangtze River Estuary [J]. *Journal of Applied Ichthyology*, 2020, **36**(3): 315-325.
- [15] Xuan Z, Jiang T, Liu H B, *et al.* Mitochondrial DNA and microsatellite analyses reveal strong genetic differentiation between two types of estuarine tapertail anchovies (*Coilia*) in Yangtze River Basin, China [J]. *Hydrobiologia*, 2021, **848**(6): 1409-1431.
- [16] Li Y X, Xie S G, Li Z J, *et al.* Gonad development of an anadromous fish *Coilia ectenes* (Engraulidae) in lower reaches of Yangtze River, China [J]. *Fisheries Science*, 2007, **73**(6): 1224-1230.
- [17] Chen W Y, Li J L, Lian Q P. Histological studies of gonadal development of gonad of *Coilia ectenes* in the Changjiang River [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2006, **30**(6): 773-777. [陈文银, 李家乐, 练青平. 长江刀鲚性腺发育的组织学研究 [J]. 水产学报, 2006, **30**(6): 773-777.]
- [18] 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, 万金娟, 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.]
- [19] Yuan C M. Change and species composition of *Coilia nasus* in the lower reaches of the Yangtze River [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 1988, **23**(3): 12-15. [袁传必. 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.]
- [20] Guan W B, Chen H H. Energy dynamics in anadromous *Coilia nasus* during spawning and overwintering in the Yangtze River Estuary [J]. *Transactions of Oceanology and Limnology*, 2014(4): 35-40. [管卫兵, 陈辉辉. 长江口刀鲚洄游群体和越冬群体能量利用方式 [J]. 海洋湖沼通报, 2014(4): 35-40.]
- [21] 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.
- [22] Li Y X. A Study on the breeding ecology of *Coilia nasus* on the Yangtze River migration [D]. Wuhan: Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, 2009: 26-47. [黎雨轩. 长江洄游性刀鲚的繁殖生态学研究 [D]. 中国科学院水生生物研究所, 2009: 36-47.]
- [23] 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.]
- [24] Liu X J, Wu X P, Ouyang S. A comparative study of some biological and ecological characteristics of *Coilia nasus* in different geographical populations [J]. *Life Science Research*, 2016, **20**(2): 135-139. [刘雄军, 吴小平, 欧阳珊. 不同水域刀鲚的若干生物生态学特性比较研究 [J]. 生命科学研究, 2016, **20**(2): 135-139.]
- [25] 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.]
- [26] Wen H B, Zhang C X, Xu G C, *et al.* Development of gonads in *Coilia nasus* from the Yangtze River and artificial pond [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2009, **44**(4): 111-117. [闻海波, 张呈祥, 徐钢春, 等. 长江刀鲚与池塘人工养殖刀鲚性腺发育的初步观察 [J]. 动物学杂志, 2009, **44**(4): 111-117.]
- [27] 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.
- [28] Xue X P, Peng Y X, Fang D A, *et al.* Preliminary study of *Coilia nasus* spawning grounds at Sutong section in the lower reaches of the Yangtze River [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2021: 1-12. [薛向平, 彭云鑫, 方弟安, 等. 长江下游苏通江段刀鲚(*Coilia nasus*)产卵场的初步研究 [J]. 水产学报, 2021: 1-12.]
- [29] Zhou H M, Fang C L, Fu P F. Investigation of the spawning grounds of *Coilia nasus* in Poyang Lake [J]. *Fisheries Science and Technology Information*, 2015, **42**(3): 140-145. [周辉明, 方春林, 傅培峰. 鄱阳湖刀鲚产卵场调查 [J]. 水产科技情报, 2015, **42**(3): 140-145.]
- [30] 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.]
- [31] 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.]
- [32] Dong W X, Tang W Q, Wang L. Growth characteristics of reproductive population of *Coilia nasus* in the Yangtze River [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2014, **23**(5): 669-674. [董文霞, 唐文乔, 王磊. 长江刀鲚繁殖群体的生长特性 [J]. 上海海洋大学学报, 2014, **23**(5): 669-674.]
- [33] Tong J Q, Chen J H, Gao C X, *et al.* Temporal—spatial distribution of *Coilia nasus* in the Yangtze River Estuary based on habitat suitability index [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2018, **27**(4): 584-593. [佟佳琦, 陈锦辉, 高春霞, 等. 基于栖息地适应性指数的长江口刀鲚时空分布特征 [J]. 上海海洋大学学报, 2018, **27**(4): 584-593.]
- [34] Zhao J, Liu X X, Wu J H, *et al.* Application of zero—inflated model in predicting the distribution of rare fish species: a case study of *Coilia nasus* in Yangtze estuary,

- China [J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2020, **39**(9): 3155-3163. [赵静, 柳晓雪, 吴建辉, 等. 零膨胀模型在珍稀鱼类资源时空分布预测中的应用——以长江口刀鲚为例 [J]. 生态学杂志, 2020, **39**(9): 3155-3163.]
- [35] Li Q, Ma T, Yang H L. Ten—year fishing ban at Yangtze: Systematic protection and governance practice of large river basin [J]. *Science*, 2021, **73**(5): 7-10. [李琴, 马涛, 杨海乐. 长江十年禁渔: 大河流域系统性保护与治理的实践 [J]. 科学, 2021, **73**(5): 7-10.]
- [36] 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.]
- [37] 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.]

CHARACTERISTICS OF *COILIA NASUS* RESOURCES AFTER FISHING BAN IN THE YANGTZE RIVER

MA Feng-Jiao¹, YANG Yan-Ping², FANG Di-An^{1,2}, YING Cong-Ping¹, XU Pao^{1,2}, LIU Kai^{1,2} and YIN Guo-Jun^{1,2}

(1. Wuxi Fisheries College, Nanjing Agricultural University, Wuxi 214081, China; 2. 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)

Abstract: Estuarine tapertail anchovy (*Coilia nasus*) is a valuable migratory fish species and the most representative species in the lower reaches of the Yangtze River, and its resource status have been attracted an increasing amount of attention. In order to effectively track and evaluate the recovery effects of *C. nasus* resource after the national fishing ban strategies, this study carried out an investigation on the spatial-temporal characteristics of biology and resource density of *C. nasus* in the Yangtze River estuary from 2019 to 2021 based on the survey results conducted before the withdrawal of productive fishing (2017—2018). The results showed that a total of 2895 *C. nasus* were collected, and 1960 were dissected in 2021, with a female to male ratio of 1.87:1. The mean body length of (272±32) mm and mean body weight of (91.4±33.4) g, increased by 4.41% and 37.55% compared with 2019—2020, and significantly increased by 5.84% and 22.85% compared with 2017—2018 ($P<0.05$), respectively. The mean fatness of 0.44±0.10 was 18.28% higher than that in 2019—2020 and 12.82% higher than that in 2017—2018 ($P>0.05$). In terms of resource density, the mean daily catch number (N_B) and weight (W_B) in 2021 were 170 ind./d and 15.56 kg/d, 1.09 times and 1.48 times higher than that in 2019—2020, respectively. The number (N_t) and weight (W_t) of single net were 50 ind./net and 4.56 kg/net, 1.24× and 1.69× increase compared with 2019—2020, respectively, and the resource density showed an increasing trend from 2019 to 2021. The migration time of *C. nasus* mainly occurred in March and April in 2020—2021, which was earlier than the peak of migration in 2019. The density of *C. nasus* in deep water was significantly higher than that in shallow water ($P<0.05$). Our study suggested that the recourses of *C. nasus* did not recover immediately in 2019 due to the influence of overfishing in the early stage and the fact that the other fishery production was not completely eliminated. Since January 1st, 2021, the implementation of fishing ban in key waters of the Yangtze River and the Yangtze River Estuary has reduced fishing pressure, and the population biological specifications and resource density of *C. nasus* in Yangtze River estuary have recovered significantly. The resource shows a good tendency towards recovery, highlighting the important role of the fishing ban management policy. This study suggested that long-term follow up monitoring should be carried out on representative migratory species such as *C. nasus* to obtain the resource characteristics during the period of fishing ban in the Yangtze River, and to support the assessment of fishing ban effect and biological integrity evaluation in the Yangtze River.

Key words: Fishing ban in the Yangtze River; Biological characteristics; Population structure; Resource characteristics; *Coilia nasus*