

文章编号: 1004-2490(2018)06-0670-09

长江口北支凤鲚深水张网渔获种类组成 及其危害性分析

宋 超, 赵 峰, 杨 琴, 冯广朋, 张婷婷, 王思凯, 庄 平

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 农业部东海与远洋渔业资源开发利用重点实验室, 上海 200090)

摘要: 为评估长江口北支水域凤鲚(*Coilia mystus*)深水张网捕捞对凤鲚及其它鱼类的危害性, 2017年6—9月, 在长江口北支水域进行连续8个航次采样, 共采集凤鲚样本11 630尾, 其它鱼类495 440尾。所获鱼类隶属15科26种, 其中海洋性鱼类15种, 河口性鱼类9种, 涠游性鱼类2种。渔获物中凤鲚多为洄游至长江口的繁殖亲体, 而其它鱼类多处于幼鱼阶段。不同采样时间所获第一优势种不同, 其中6月上旬、6月下旬至7月下旬、8月和9月的第一优势种分别为棘头梅童鱼(*Collichthys lucidus*, 91.44%)、小黄鱼(*Larimichthys polyactis*, 90.32%)、龙头鱼(*Harpodon nehereus*, 51.67%)和凤鲚(36.92%)。研究结果表明, 凤鲚深水张网作业不仅对凤鲚繁殖亲体产生重大危害, 对其它重要经济鱼类幼体的损害也很严重, 尤其对小黄鱼和棘头梅童鱼的幼鱼损害最大。为了更好地保护长江口鱼类的繁殖群体和增加补充资源, 建议渔政等管理部门根据不同优势种繁殖群体和幼体在长江口的繁殖和育幼时间及主要分布范围, 限制和调控凤鲚深水张网的作业船只数量、作业时段和区域, 并严格控制网具规格。

关键词: 长江口; 凤鲚; 深水张网; 种类组成; 经济幼鱼危害性分析

中图分类号: S 931 **文献标识码:** A

DOI:10.13233/j.cnki.mar.fish.2018.06.004

长江口是太平洋西岸最大的河口, 是江河之“汇”, 海洋之“源”, 鱼类资源多样性丰富, 是多种鱼类的产卵场和育幼场, 既有终生生活于河口的咸淡水种类, 也有丰富的淡水和海水种类, 以及途经河口的洄游性种类^[1]。凤鲚(*Coilia mystus*)具有洄游习性, 平时分散栖息于近海, 繁殖期间集群洄游至河口咸淡水水域产卵, 至8—9月份产卵后的亲体洄游入海^[2-5]。每年春夏季大量的产卵亲体洄游至长江口从而形成渔汛^[6]。据统计20世纪60—80年代最高年产量达5 281.8 t, 80年代年平均捕捞产量约2 000 t左右, 占到长江口鱼虾类总产量的48.6%, 是长江口重要的经济捕捞对象^[7-9]。然而20世纪90年代以来, 长江口凤鲚资源急剧下降, 1997—2003年年平均捕捞量仅为950 t左右, 最大持续产量也仅为80年

代的60%^[10]; 2003—2011年年平均捕捞量减少至不足500 t, 其中2009—2011年年平均捕捞量仅为100 t左右^[11]。从最近几年的调查监测来看, 长江口凤鲚已基本不能形成渔汛, 长江口凤鲚资源岌岌可危。许多学者指出凤鲚种群的严重衰退除了环境因素外, 渔汛期在长江口水域广泛设置的深水张网对繁殖亲体的捕捞, 在很大程度上降低了凤鲚资源补充量^[12], 也是重要的原因之一。

目前, 在凤鲚的繁殖季节, 长江口水域仍有大量针对凤鲚亲体捕捞的深水张网, 其设置范围已广泛分布于整个长江口水域, 对洄游至此进行产卵的凤鲚亲体造成重大危害。由于深水张网网目尺寸小, 对渔获物的选择性差, 在捕获凤鲚亲体的同时, 也捕获了大量经济鱼类的稚、幼鱼,

收稿日期: 2018-06-04

基金项目: 上海市科技兴农重点攻关项目(2017-02-08-00-07-F00075); 农业财政专项(CJDC-2017-23)

作者简介: 宋 超(1980-) ,男, 博士, 主要从事鱼类生理生态学和生态修复研究。E-mail: songc@ecsf.ac.cn

通信作者: 庄 平, 研究员, E-mail: pzhuang@hotmail.com; 赵峰, 研究员, E-mail: zhaof@ecsf.ac.cn

过度设置该种捕捞网具,势必对鱼类早期资源造成严重损害^[13-15]。尽管许多学者分析了深水张网对渔业资源的影响^[16-17],但未见针对长江口凤鲚深水张网渔获物种类组成和时间变化以及对不同生长期经济幼鱼的损害研究。本研究通过对长江口北支凤鲚深水张网渔获物不同采样时间的种类组成变化分析,旨在探讨深水张网对凤鲚以及其它经济鱼类的损害性,尤其对长江口鱼类繁殖亲体和早期补充资源的影响,为有效保护长江口水域经济鱼类繁殖亲体和幼体资源提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 采样时间与调查方法

2017年6~9月,对长江口北支水域凤鲚深水张网渔获物进行调查采样,调查区域深水张网从南至北的分布范围为31°36'00"N、121°57'00"E至31°39'45"N、121°57'00"E(图1),共设置20顶网,网具规格为网口宽70 m,网口高12 m,网身长80 m,网囊网目最小尺寸为10 mm。通过前期对渔获物的调查分析,同一采样时间,不同网采渔获物的种类组成和生物量差异不显著,故选取位于分布区域中的一顶网(31°37'52.5"N、121°57'00"E)的渔获物为代表进行分析(图1)。每24 h起网一次,分别在每个月份的上旬和下旬的小潮汛各采样1次,所取样本冷冻带回实验室用于种类鉴定、数量统计和基本生物学数据测量。

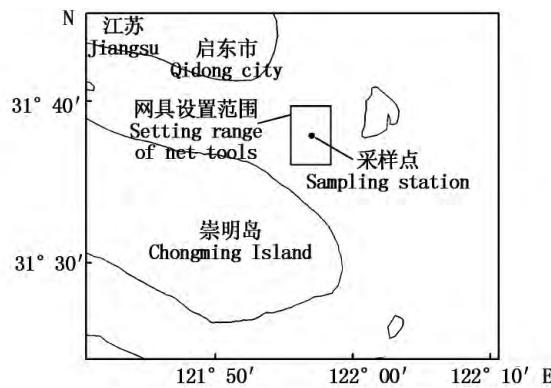


图1 采样站点
Fig. 1 Sampling station

1.2 室内工作

在实验室将采集到的样品进行种类鉴定、分

类计数、称重,并对渔获鱼类进行体长、体质量测定,体长以mm为单位,质量以g为单位。所有样品个体鉴定到种,质量精确到0.1 g,学名参照《拉汉世界鱼类系统名典》^[18]。

1.3 数据处理

采用PINKAS等^[19]的相对重要性指数(index of relative importance IRI)来确定群落的重要种类组成,其中把相对重要性指数百分比大于1的定义为优势种,其计算公式为:

$$IRI = (N + W) \times F \times 100\%$$

式中:N、W、F分别为某一种类的数量百分比、重量百分比和相对出现频率。

单位渔获量用CPUE(catch per unit effort)表示^[20]:

$$CPUE = N_f / N_s$$

损伤率即每捕获1尾目标鱼类对其他非目标鱼类的兼捕数量,其计算公式为:

$$\text{损伤率} = (N_f - N_a) / N_a$$

式中:N_f为渔获物中所有鱼类的总尾数;N_s为渔获N_f所需的网的数量;N_a为渔获物中所获目标鱼类(凤鲚)的尾数。

实验数据采用Excel分析处理。

2 结果与分析

2.1 种类组成

本研究选取长江口北支水域进行采样,采样时间选取凤鲚繁殖期的6~9月,共获得凤鲚11 630尾,其它鱼类495 440尾。所获鱼类隶属15科,共26种,其中海洋性鱼类15种,河口性鱼类9种,洄游性鱼类2种^[1]。从发育阶段来看,除凤鲚、龙头鱼(*Harpodon nehereus*)和拉氏狼牙虾虎鱼(*Odontamblyopus lacepedii*)有成鱼和幼鱼外,其它鱼类的发育阶段均处于幼鱼期。相对重要性指数在1%以上的种类有7种,其中小黄鱼(*Larimichthys polyactis*)的相对重要性指数占比最高,为55.85%,其次为棘头梅童鱼(*Collichthys lucidu*, 24.41%)、黄鳍东方鲀(*Takifugu xanthopterus*, 4.80%)、龙头鱼(4.13%)、凤鲚(4.12%)、焦氏舌鳎(*Cynoglossus joyneri*, 2.01%)和拉氏狼牙虾虎鱼(1.45%),该7种鱼类的相对重要性指数占总捕获鱼类的96.77%(表1)。

表 1 2017 年 6—9 月长江口北支凤鲚深水张网渔获鱼类的组成
**Tab. 1 Fish composition in deepwater stow-net of *C. mystus* in the north branch
of the Yangtze Estuary from June to September in 2017**

种类 Species	相对重要性 指数占比/% Percentage of IRI	体长范围/mm Range of body length	平均体长/mm Mean body length	平均体质量/g Mean body weight	发育阶段 Developmental stage	生态类型 Ecological type
凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	4.12	31~175	91.8	3.5	A/Y	Mi
刀鲚 <i>Coilia ectenes</i>	0.42	62~150	95.8	5.7	Y	Mi
黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	0.16	60~108	88.8	9.5	Y	Ma
鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	0.39	35~100	52.3	1.4	Y	Ma
中华小公鱼 <i>Stolephorus chinensis</i>	0.11	46~75	62.2	2.5	Y	Ma
拉氏狼牙虾虎鱼 <i>Odontamblyopus lacepedii</i>	1.45	67~267	154.3	10.6	A/Y	Es
孔虾虎鱼 <i>Trypauchen vagina</i>	0.25	68~137	91.5	4.4	Y	Es
睛尾蝌蚪虾虎鱼 <i>Lophiogobius ocellicauda</i>	0.00	60~65	62.3	1.7	Y	Es
矛尾虾虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	0.24	56~102	80.3	5.3	Y	Es
中国花鮰 <i>Lateolabrax maculatus</i>	0.16	42~137	81.6	15.3	Y	Es
黄姑鱼 <i>Nibea albiflora</i>	0.08	76~161	111.0	34.1	Y	Ma
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	55.85	34~131	63.3	4.8	Y	Ma
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	24.41	25~141	49.8	3.2	Y	Ma
鮆鱼 <i>Miichthys miiuy</i>	0.06	38~57	46.7	1.9	Y	Ma
多鳞四指马 <i>Eleutheronema rhadinum</i>	0.14	54~133	104.3	34.1	Y	Es
带鱼 <i>Trichiurus japonicus</i>	0.09	161~307	225.3	6.4	Y	Ma
银鲳 <i>Pampus argenteus</i>	0.47	30~110	45.8	3.6	Y	Ma
刺鲳 <i>Psenopsis anomala</i>	0.18	80~115	88.9	21.7	Y	Ma
焦氏舌鳎 <i>Cynoglossus joyneri</i>	2.01	40~210	101.4	5.8	Y	Ma
窄体舌鳎 <i>Cynoglossus gracilis</i>	0.01	158~165	161.7	18.9	Y	Ma
黄鳍东方鲀 <i>Takifugu xanthopterus</i>	4.80	20~130	43.3	5.1	Y	Es
有明银鱼 <i>Salanx ariakensis</i>	0.48	47~131	76.4	1.5	Y	Es
尖海龙 <i>Syngnathus acus</i>	0.01	202~214	208.0	3.4	Y	Ma
龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	4.13	64~190	117.9	8.6	A/Y	Ma
海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>	0.07	135~425	270.0	30.0	Y	Ma
鲹 <i>Liza haematocheila</i>	0.01	87~95	91.0	11.1	Y	Es

注: 发育阶段: Y 表示幼鱼, A 表示成鱼; 生态类型: Ma 表示海洋性鱼类, Es 表示河口性鱼类, Mi 表示洄游性鱼类

Note: Development stage: Y means young stage, A means adult stage; Ecological type: Ma means marine fish, Es means estuarine fish, Mi means migratory fish

2.2 不同时期凤鲚深水张网渔获优势种类组成

表 2 所示, 长江口北支水域不同时期渔获种类组成具有一定的相似性和更替现象。6 月和 7 月份的优势种类组成相对单一, 主要以棘头梅童鱼、小黄鱼 (*Larimichthys polyactis*) 和黄鳍东方鲀为主, 而此阶段捕获凤鲚的数量占比均不足 5%。6 月上旬数量占比 5% 以上的优势种类仅有棘头梅童鱼 1 种, 占比为 91.44%; 6 月下旬至 7 月下旬的优势种类有小黄鱼和黄鳍东方鲀, 其中小黄鱼为第一优势种, 其平均占比为 90.32%; 8 月和 9 月份数量占比 5% 以上的优势种类较多, 有龙头鱼、小黄鱼、棘头梅童鱼、凤鲚、鮆鱼 (*Miichthys miiuy*)、焦氏舌鳎、拉氏狼牙虾虎鱼和矛尾虾虎鱼 (*Chaeturichthys stigmatias*)。其中 8 月份的第一优势种均为龙头鱼, 其平均占比为 51.67%, 而 9 月份第一优势种均为凤鲚, 其平均占比为 36.92%。这表明长江口北支水域凤鲚深水张网捕获鱼类的优势种类组成随捕捞时间发生了明显的种类更替。6 月上旬、6 月下旬至 7 月下旬、8 月和 9 月的第一优势种分别为棘头梅童鱼、小黄鱼、龙头鱼和凤鲚, 不同时间第一优势种数量占总渔获数量的比例也发生了明显的变化。整体来看, 6 月和 7 月份的优势种类以当年繁殖的棘头梅童鱼 (平均体长 28.4 mm, 平均体质量 1.7 g) 和小黄

鱼 (*Miichthys miiuy*)、焦氏舌鳎、拉氏狼牙虾虎鱼和矛尾虾虎鱼 (*Chaeturichthys stigmatias*)。其中 8 月份的第一优势种均为龙头鱼, 其平均占比为 51.67%, 而 9 月份第一优势种均为凤鲚, 其平均占比为 36.92%。这表明长江口北支水域凤鲚深水张网捕获鱼类的优势种类组成随捕捞时间发生了明显的种类更替。6 月上旬、6 月下旬至 7 月下旬、8 月和 9 月的第一优势种分别为棘头梅童鱼、小黄鱼、龙头鱼和凤鲚, 不同时间第一优势种数量占总渔获数量的比例也发生了明显的变化。整体来看, 6 月和 7 月份的优势种类以当年繁殖的棘头梅童鱼 (平均体长 28.4 mm, 平均体质量 1.7 g) 和小黄

鱼(平均体长 54.8 mm, 平均体质量 3.4 g) 幼鱼为主, 其数量多、个体小, 为绝对优势种; 而 8 月份的优势种类以龙头鱼成体为主(平均体长 135.6 mm, 平均体质量 12.7 g), 到了 9 月份凤鲚成为该水域的优势种类, 此时捕获的样品中除亲体(平均体长 119.4 mm, 平均体质量 6.3 g) 外, 幼鱼(平均体长 69.7 mm, 平均体质量 1.6 g) 数量逐渐增多(表 2)。

2.3 不同时期凤鲚深水张网渔获物 CPUE 变化分析

图 2 所示, 长江口北支凤鲚深水张网总渔获物 CPUE 与不同时期第一优势种的 CPUE 变化趋势一致。从 6 月上旬到 7 月下旬, 长江口北支水域总渔获物 CPUE 快速下降, 这主要是由于该时期第一优势种棘头梅童鱼(6 月上旬)和小黄鱼(6 月下旬至 7 月下旬)的渔获量下降的缘故, 第一优势种的 CPUE 由 174 700 尾/网下降至 30 500 尾/网。此阶段第一优势种的体长变化与其 CPUE 变化相反, 平均体长由 6 月上旬的 46.8 mm 增加到 7 月下旬的 71.8 mm。8 月份捕获鱼类总 CPUE 变化与第一优势种的 CPUE 变化一致, 均呈现出上升的趋势, 该时期第一优势种龙头鱼的 CPUE 占总渔获物 CPUE 比例由 8 月上旬的 20.64% 增加至 8 月下旬的 82.69%, 可见总渔获物 CPUE 的增加主要是由该时期第一优势种龙头鱼的 CPUE 增加的缘故。该时期第一优势种龙头鱼的 CPUE 由 8 月上旬的 2 250 尾/网增加至 8 月下旬的 21210 尾/网, 其平均体长也由 8 月上旬的 105.1 mm 增加至 8 月下旬的 135.6 mm。可见, 该时期捕获的龙头鱼均为较大个体类

群, 尤其是 8 月下旬捕获的龙头鱼大多为洄游至长江口水域进行繁殖的个体, 其 CPUE 及个体大小均有明显增加。9 月份总捕获鱼类 CPUE 变化与优势种 CPUE 变化一致, 但与优势种平均体长的变化趋势相反。9 月下旬总渔获物的 CPUE 较 9 月上旬有所上升, 由于该时期第一优势种为凤鲚, 其 CPUE 由 9 月上旬的 1 290 尾/网增加至 9 月下旬的 3030 尾/网, 这主要是由于 9 月下旬捕获的凤鲚样品中有很多的幼体, 其占比由 9 月上旬的 48.9% 增加至 9 月下旬的 60%, 由于幼鱼个体的增多, 致使渔获物中凤鲚的平均体长由 90.8 mm 降低至 88.9 mm。综合不同采样时间总渔获物 CPUE 和第一优势种 CPUE 的变化趋势可见, 总渔获物 CPUE 变化与相应站点第一优势种 CPUE 的变化一致。通过对比不同月份第一优势种的体长变化, 却发现第一优势种 CPUE 的变化与体长的变化呈现出两种趋势, 其中当第一优势种为幼鱼时, 其体长越小, 生长发育期越早, 集中分布密度越大, 越容易被集中捕捞, 其 CPUE 越大, 第一优势种 CPUE 与体长的变化呈现出相反趋势; 但当第一优势种为成体时, 在繁殖时期繁殖亲体聚集在一起进行繁殖, 随着时间推移, 其 CPUE 和体长均呈现出增加的趋势, 变化趋势一致。综合来看, 不同月份间第一优势种 CPUE 与总渔获鱼类 CPUE 变化趋势一致, 而其与第一优势种体长变化的关系和第一优势种的生长期有关, 这表明凤鲚深水张网捕获鱼类的数量是由第一优势种的数量决定的, 第一优势种 CPUE 与第一优势种所处的繁殖期、生长发育期及分布密度相关。

表 2 不同时期凤鲚深水张网渔获种类数量占比 5% 以上的优势种类组成
Tab. 2 Dominant species with the percentage of quantity more than 5% in deepwater stow-net of *C. mystus* with different periods (%)

种类 Species	6 月 June		7 月 July		8 月 August		9 月 September	
	上旬 Early	下旬 Late	上旬 Early	下旬 Late	上旬 Early	下旬 Late	上旬 Early	下旬 Late
凤鲚 <i>C. mystus</i>					13.30	10.76	42.57	31.27
中华小公鱼 <i>S. chinensis</i>							8.91	
拉氏狼牙虾虎鱼 <i>O. lacepedii</i>					10.09		6.93	8.67
矛尾虾虎鱼 <i>C. stigmatias</i>								7.12
小黄鱼 <i>L. polyactis</i>	80.53		93.30	97.13	18.81			
棘头梅童鱼 <i>C. lucidus</i>	91.44				15.14			
鮈鱼 <i>M. miuy</i>							8.67	
焦氏舌鳎 <i>C. joyneri</i>							18.27	
黄鳍东方鲀 <i>T. xanthopterus</i>	9.73							
龙头鱼 <i>H. nehereus</i>					20.64	82.69	24.75	11.46
第一优势种数量占比 Percentage of the most dominant species	91.44	80.53	93.30	97.13	20.64	82.69	42.57	31.27
合计 Total	91.44	90.26	93.30	97.13	77.98	93.45	83.16	85.46

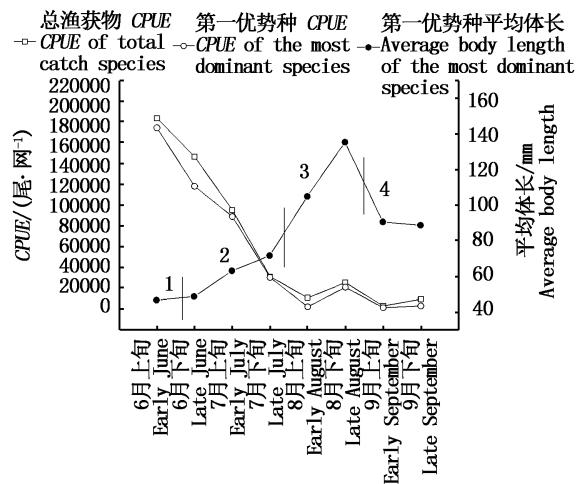


图 2 不同时期凤鲚深水张网 CPUE 与第一优势种体长变化关系

Fig. 2 Relationship between body length of the most dominant species and CPUE of deepwater stow-net of *C. mystus* in different periods

注: 1 为棘头梅童鱼, 2 为小黄鱼, 3 为龙头鱼, 4 为凤鲚
Note: 1: *Collichthys lucidus*, 2: *Larimichthys polyactis*, 3: *Harpodon nehereus*, 4: *Coilia mystus*

2.4 不同时期凤鲚深水张网中凤鲚 CPUE 变化分析

本研究中不同时期捕获凤鲚数量有明显差异。整体来看凤鲚 CPUE 呈现出 3 个相对高峰期, 分别在 6 月下旬、8 月下旬和 9 月下旬。6 月下旬和 8 月下旬的高峰期与凤鲚洄游至长江口的繁殖高峰期相呼应, 该时期捕获的凤鲚均为洄游至长江口进行产卵的亲体^[21-22], 而 9 月上旬, 随着洄游至长江口繁殖的亲体数量减少, 其 CPUE 出现明显降低, 但至 9 月下旬凤鲚 CPUE 又出现明显增加, 这主要是由于在 9 月份捕获凤鲚样品中出现了较多当年生的幼体, 其在渔获物中所占比由 9 月上旬的 46.51% 增加到 9 月下旬 60.00%。该结果也可以从凤鲚的平均体长变化进行反映, 6 月至 7 月份捕获的凤鲚主要为处于繁殖期的成体, 其平均体长为 121.2 mm, 而 8 月份后渔获物中逐渐出现了凤鲚幼体, 8 月至 9 月份凤鲚的平均体长为 83.9 mm。对比图 3 中不同采样时间凤鲚 CPUE 和其平均体长变化趋势可见, 6 月下旬出现第 1 个高峰, 这主要是由于该时期处于凤鲚的繁殖盛期, 有大量的亲体洄游到此进行产卵, 捕获凤鲚均为繁殖亲体, 其平均体长较大, 而 8 月份后凤鲚的渔获量均较高, 其中 8 月下旬和 9

月下旬凤鲚的 CPUE 最高, 这不仅与此时凤鲚的繁殖盛期相吻合, 同时捕获凤鲚样品中出现了大量聚集在长江口水域索饵的幼体, 导致凤鲚的 CPUE 明显增大(图 3)。

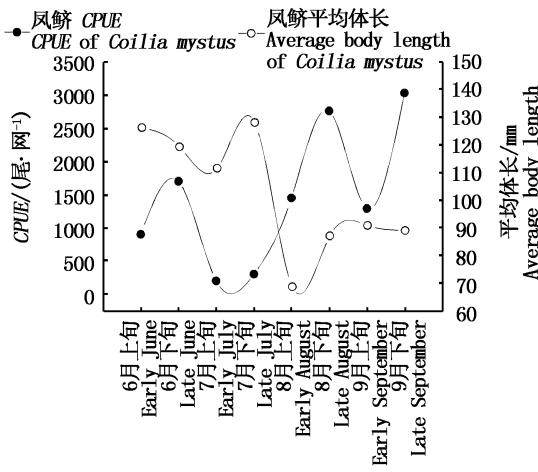


图 3 不同时期凤鲚深水张网中凤鲚 CPUE 与具体长变化关系

Fig. 3 Relationship between body length of *C. mystus* and CPUE of deepwater stow-net of *C. mystus* in different periods

2.5 不同时期凤鲚深水张网凤鲚捕捞对其他优势种类的损伤率分析

长江口北支水域凤鲚深水张网作业除了对繁殖期凤鲚亲体产生影响外, 同时对在此摄食育肥的幼体也有较大危害, 从优势种 CPUE 来看, 6 月至 7 月份渔获物中除凤鲚外的其它优势种 CPUE 很高(图 4), 该时期捕获的主要对象为棘头梅童鱼和小黄鱼幼体。5 月份棘头梅童鱼在长江口水域开始产卵, 6 月上旬大量体长为 46.8 mm 的幼体在此聚集, 成为该时期主要的捕获对象。6 月下旬至 7 月下旬捕获的主要对象为当年产的小黄鱼幼体, 该时期正值小黄鱼的幼鱼期阶段^[23], 大量幼鱼在此育肥并快速生长, 其体长由 6 月下旬的 48.9 mm 增长到 7 月下旬的 71.8 mm, 小黄鱼幼鱼的大量聚集成为该时期主要的捕捞对象。6 月至 7 月份黄鳍东方鲀的渔获量也较大, 其亲体 2-3 月份洄游至长江口水域产卵^[1], 当年产的幼体在此进行摄食并快速生长, 其体长由 6 月上旬的 24.9 mm 增长到 7 月下旬的 46.8 mm, 成为该时期的主要捕获对象。8 月份随着凤鲚 CPUE 增加, 其它优势种类的 CPUE 明显降低, 深水张网捕捞对其他优势种类的损伤率也明显

降低,这主要是8月份后主要捕捞对象如棘头梅童鱼(平均体长增至74.6 mm)、小黄鱼(平均体长增至97.2 mm)和黄鳍东方鲀(平均体长增至94.25 mm)等经过了快速生长期,其个体已较大,游泳能力不断增强,分布范围更广,此时深水张网对上述鱼类的捕捞效率明显降低,而该时期正值龙头鱼的繁殖期,渔获物中出现大量龙头鱼成体,其平均体长达到113.8 mm,多为洄游至此进行产卵的亲体和繁殖后入海洄游前在此进行索饵的成体,其渔获量和体长均较大,为该时期主要的捕捞对象。9月份渔获物中除了龙头鱼外,凤鲚的渔获量逐渐增加,成为9月份主要的优势种类,该时期捕获的凤鲚除了处于繁殖期的成体外,更多的是当年产的凤鲚幼体。9月份总渔获物CPUE和除凤鲚外的其它优势种的CPUE均明显降低,凤鲚CPUE开始增加,并且以当年生幼体占优,该时期凤鲚深水张网对繁殖期的凤鲚亲体及其它优势种类的损伤均较小,但对凤鲚幼体的损害较大。

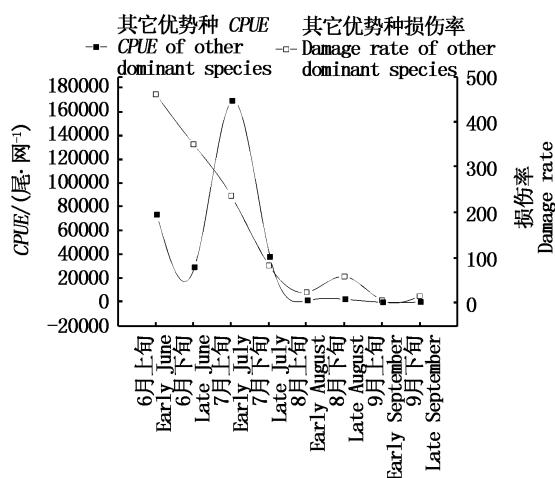


图4 不同时期凤鲚深水张网中除凤鲚外其它优势种CPUE与其损伤率变化关系

Fig. 4 Relationship between CPUE of other dominant species except for *C. mystus* and damage rate of deepwater stow-net of *C. mystus* in different periods

3 讨论

3.1 凤鲚深水张网作业对凤鲚资源的危害

本研究发现,在凤鲚繁殖期早期阶段,深水张网渔获物中凤鲚均为繁殖期的亲体,该时期对凤鲚亲体的捕捞直接危害了后期的资源补充量。从不同时期捕获凤鲚CPUE可知,其在6月下旬

和8月下旬出现了2个高峰,这主要是由于该时期正值凤鲚的繁殖高峰期^[21],有大量的亲鱼洄游至此进行产卵,该时期进行捕捞对凤鲚亲体资源的危害最大,尤其是6月下旬的第一个高峰期。研究发现年龄较大的个体最先洄游至长江口进行产卵^[21],而此时进行捕捞对凤鲚繁殖资源的危害更大,故应降低繁殖季节初期的捕捞强度以利于凤鲚种群补充。9月份渔获物中凤鲚CPUE逐渐增高,这是由于该时期渔获物中出现了较多当年产凤鲚幼体,该时期深水张网主要危害对象为凤鲚幼鱼资源。因此,查明不同时期深水张网对长江口凤鲚资源的捕捞动态,制定合理的捕捞管理措施,有效避开凤鲚亲体集中分布的时期和区域,是保育凤鲚补充资源实现可持续利用的必要前提。

3.2 凤鲚深水张网作业对经济鱼类幼鱼的危害

通过对凤鲚深水张网渔获种类组成分析可见,在不同时期,所获第一优势种的生长期不同,分为幼鱼期和成鱼期,由此可以把深水张网作业对经济鱼类的危害分为两个阶段,其中6~7月份为主要危害经济鱼类幼鱼资源阶段,而8月份为主要危害经济鱼类成鱼资源阶段。6~7月份主要捕捞对象为棘头梅童鱼、小黄鱼和黄鳍东方鲀的幼体,其中棘头梅童鱼4~6月份洄游至长江口进行繁殖,6月份捕获的为平均体长46.8 mm幼鱼;小黄鱼在4月上旬至5月中旬洄游至长江口北侧产卵,6~7月份捕获的均为体长范围34~84 mm的幼体。黄鳍东方鲀2~3月份在长江口咸淡水水域进行产卵,4~5月份大量仔鱼出现于沿岸水域^[11],6~7月份捕获对象为集群栖息于河口咸淡水水域进行摄食育肥的体长发育至31.5 mm的幼体。可见6~7月份捕获的优势种类均为处于快速生长期的幼鱼,其尚有较大的生长潜力,而该时期幼鱼被捕捞后,均作为饲料鱼进行处理,是对早期资源的极大浪费,故在渔业管理上,应根据长江口幼鱼资源的出现时间和生长期对深水张网的作业时间和规模进行限制,以保护长江口幼鱼资源,实现对补充资源的有效保护。8~9月份随着总渔获物CPUE的降低,深水张网捕捞对幼鱼的危害减小。8月份后,捕获的优势种类为龙头鱼,为洄游至长江口水域进行产卵和索饵的成体,尤其是8月下旬对龙头鱼的渔获量较大,其CPUE已达到21210尾·网⁻¹,9月

份后捕获的龙头鱼也较多,此时捕获对象多为产卵后在长江口水域进行索饵的个体。该时期应针对龙头鱼的繁殖规律,对其繁殖群体进行保护,以利资源的可持续利用。

综合来看,凤鲚深水张网作业期间,正值棘头梅童鱼、小黄鱼和黄鳍东方鲀等重要经济鱼类的幼体在长江口摄食育肥的时期^[1],而此时在长江口设置数量庞大、网目较小的深水张网对经济鱼类的补充资源将产生直接危害。本研究通过对凤鲚深水张网中采集的渔获种类分析可知,不同时期捕获的优势种类有明显的差异,其中6~7月份主要渔获物为重要经济鱼类的幼体,而8月份主要捕捞对象为处于繁殖期的龙头鱼和产卵后在长江口水域进行索饵的成体,9月份后渔获物中凤鲚幼体的量逐渐增多。这与葛珂珂等^[24]对鳀鱼网渔获物的分析结果相吻合。4~6月份在长江口水域广泛分布的仔、稚鱼至6~7月份发育为幼鱼,而8~9月份深水张网中凤鲚幼体的量也逐渐增多,因此,深水张网对长江口重要经济鱼类的幼体资源损害极大,尤其对诸如凤鲚、小黄鱼等资源量锐减的鱼类的整个种群结构和资源造成了极大的破坏,严重影响了这些经济鱼类的补充。此外,深水张网中8月和9月份也大量兼捕了舌鳎类和虾虎鱼类,这些鱼类在生态系统中是长江口生态系统食物链的重要环节,是许多经济、珍稀鱼类和其它水生生物重要的饵料资源^[25]。因此,深水张网对长江口许多经济鱼类及其它水生生物的生长和种群补充均产生极为不利的影响。为了更好地维护经济种类资源稳定性,使渔业可持续健康发展,应在长江口北支水域严格控制深水张网的放网时间和范围,并严格限制深水张网的规格,保护重要经济鱼类的产卵场和育幼场。

参考文献:

- [1] 庄 平,王幼槐,李圣法,等. 长江口鱼类 [M]. 上海: 上海科学技术出版社,2006.
- ZHUANG P , WANG Y H , LI S F , et al. Fishes of the Yangtze Estuary [M]. Shanghai: Shanghai Scientific & Technical Publishers , 2006.
- [2] CHENG Q Q , MA C Y , CHENG H P , et al. Mitochondrial DNA diversity of *Coilia mystus* (Clupeiformes: Engraulidae) in three Chinese estuaries [J]. Environmental Biology of Fishes , 2008 , 83(3): 277 – 282.
- [3] HE W P , LI Z J , LIU J S , et al. Validation of a method of estimating age, modelling growth, and describing the age composition of *Coilia mystus* from the Yangtze Estuary, China [J]. ICES Journal of Marine Science , 2008 , 65(9): 1655 – 1661.
- [4] CHEN F , CHENG Q Q. Microsatellite DNA diversity of *Coilia mystus* (Clupeiformes: Engraulidae) in three Chinese estuaries [J]. Iranian Journal of Fisheries Sciences , 2012 , 11(2): 271 – 282.
- [5] CUI Y , WU Y , XU Z L , et al. Potential dietary influence on the stable isotopes and fatty acid composition of migratory anchovy (*Coilia mystus*) around the Changjiang Estuary [J]. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom , 2015 , 95(1): 193 – 205.
- [6] 王焕焕,张 涛,宋 超,等. 长江口凤鲚繁殖群体的年龄结构和生长特性 [J]. 海洋渔业, 2016 , 38(6): 609 – 615.
- WANG H H , ZHANG T , SONG C , et al. Age structure and growth characteristics of reproductive population of *Coilia mystus* in the Yangtze Estuary [J]. Marine Fisheries , 2016 , 38(6): 609 – 615.
- [7] 张国祥,华家栋. 长江口凤鲚资源的变动及其最大持续产量的估算 [J]. 水产科技情报, 1990 (5): 130 – 134.
- ZHANG G X , HUA J D. Resource change and MSY estimation for *Coilia mystus* (Linnaeus) in the Yangtze Estuary [J]. Fisheries Science and Technology Information , 1990 (5): 130 – 134.
- [8] 倪 勇. 长江口区凤鲚的渔业及其资源保护 [J]. 中国水产科学, 1999 , 6(5): 75 – 77.
- NI Y. Fishery resources conservation for *Coilia mystus* in the Changjiang Estuary [J]. Journal of Fishery Sciences of China , 1999 , 6 (5): 75 – 77.
- [9] 施炜纲,王 博. 长江河口区凤鲚的资源状况 [J]. 水生生物学报, 2002 , 26(6): 648 – 653.
- SHI W G , WANG B. Status quo of tapetail anchovy resource in the estuaries of the Yangtze River [J]. Acta Hydrobiologica Sinica , 2002 , 26 (6): 648 – 653.
- [10] 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.
- 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.

- [11] 刘凯,徐东坡,段金荣,等.三峡蓄水后长江口凤鲚汛期生物学特征及捕捞量变动[J].长江流域资源与环境,2013,22(10):1282-1288.
LIU K, XU D P, DUAN J R, et al. Fluctuation of biological characteristics and yield of *Coilia mystus* in fishing season after impoundment of the Three Gorges Dam in Yangtze River Estuary [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2013, 22(10) : 1282 - 1288.
- [12] 张国祥,张雪生.长江口定置张网渔业调查[J].水产学报,1985,9(2):185-198.
ZHANG G X, ZHANG X S. A study on the fisheries of set stow net in the Chang Jiang Estuary [J]. Journal of Fisheries of China, 1985, 9 (2) : 185 - 198.
- [13] 刘尊雷,汤建华,林龙山,等.江苏沿岸定置张网主要渔获组成以及对经济鱼类幼体的损害分析[J].海洋渔业,2009,31(1):16-26.
LIU Z L, TANG J H, LIN L S, et al. Analysis on the species composition of catches together with the injured status of commercial juvenile fishes caught by stow net with double stake along the coastal waters of Jiangsu Province [J]. Marine Fisheries, 2009 ,31 (1) : 16 - 26.
- [14] 张健,蒋瑞,王忠秋.近海张网对黄鲫和小黄鱼的年龄选择性研究[J].海洋渔业,2016,38(5):525-532.
ZHANG J, JIANG R, WANG Z Q. Age selectivity of offshore stow nets for hairfin anchovy *Setipinna taty* and little yellow croaker *Larimichthys polyactis* [J]. Marine Fisheries, 2016 38(5) : 525 - 532.
- [15] 晏磊,杨吝,谭永光,等.黄茅海河口张网网囊网目对凤鲚的选择性研究[J].上海海洋大学学报,2018,27(2):274-283.
YAN L, YANG L, TAN Y G, et al. Study on the selectivity of codend mesh of stow net for *Coilia mystus* in Huangmaohai Estuary [J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2018 ,27(2) : 274 - 283.
- [16] 汪伟洋,张壮丽,叶孙忠.福建张网作业损害经济幼鱼调查报告[J].水产科技情报,1997,24(3):121-125.
WANG W Y, ZHANG Z L, YE Z S. Investigation report on impacts of bag net operation to adolescent commercial fish species in Fujian Province [J]. Fisheries Science and Technology Information, 1997 , 24(3) : 121 - 125.
- [17] 张石天,洪小括.浙南沿岸6种经济种类幼体分布及张网作业对其损害的调查[J].上海海洋大学学报,2012,21(3):403-409.
ZHANG S T, HONG X K. Study on the distribution of larvae of six economic species and the damage of set net on them along southern coast of Zhejiang [J]. Journal of Shanghai Fisheries University , 2012 ,21 (3) : 403 - 409.
- [18] 伍汉霖,邵广昭,赖春福,等.拉汉世界鱼类系统名典[M].基隆:水产出版社,2012.
WU H L, SHAO K T, LAI C F, et al. Latin-Chinese dictionary of fish names by classification [M]. Keelung: Aquatic Publisher , 2012.
- [19] PINKAS L, OLINPHAMT M S, IVERSON I L K. Food habits of albacore, bluefin Tuna, and bonito in California waters [M]. UC San Diego: Library – Scripps Collection , 1971 , (152) : 1 - 105.
- [20] 葛成冈,钟俊生,葛珂珂,等.长江口鳗苗网兼捕鱼类组分分析及其管理建议[J].上海海洋大学学报,2013,22(3):391-397.
GE C G, ZHONG J S, GE K K, et al. Analysis on the composition of by-catch in elver nets and the suggestions on the management of elver nets in Yangtze River Estuary [J]. Journal of Shanghai Ocean University , 2013 22(3) : 391 - 397.
- [21] 毕雪娟.长江口凤鲚繁殖生物学及HSI评估[D].上海:上海海洋大学,2015.
BI X J. The reproductive biology and preliminary assessment of habitat suitability of *Coilia mystus* in the Yangtze Estuary [D]. Shanghai: Shanghai ocean university , 2015.
- [22] 王焕焕.基于耳石微结构的长江口凤鲚生长发育特性研究[D].上海:上海海洋大学,2017.
WANG H H. The study on growth and development of *Coilia mystus* in the Yangtze Estuary based on otolith microstructure [D]. Shanghai: Shanghai ocean university , 2017.
- [23] 李建生,凌建忠,胡芬.长江口近岸水域小黄鱼仔稚鱼时空分布和生长特征[J].海洋渔业,2018,40(4):404-412.
LI J S, LING J Z, HU F. Temporal and spatial distribution and growth characteristics of *Larimichthys polyactis* larvae and juveniles in the coastal waters of the Yangtze River Estuary [J]. Marine Fisheries , 2018 40(4) : 404 - 412.
- [24] 葛珂珂,钟俊生,汤建华,等.长江口鳗苗定置网中仔稚鱼种类组成的初步研究[J].浙江海洋学院学报:自然科学版,2009,28(3):298-302.
GE K K, ZHONG J S, TANG J H, et al. Primarily

- study on species composition of fish larvae and juveniles in elver net of Yangtze River Estuary [J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2009, 28(3): 298–302.
- [25] 罗刚, 庄平, 章龙珍, 等. 长江口中华鲟幼鱼的食物组成及摄食习性 [J]. 应用生态学报, 2008, 19(1): 144–150.
- LUO G, ZHUANG P, ZHANG L Z, et al. Diet composition and feeding habits of juvenile *Acipenser sinensis* in Yangtze River Estuary [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19(1): 144–150.

On species composition and damage of deepwater stow-net catches of *Coilia mystus* in the north branch of the Yangtze Estuary

SONG Chao, ZHAO Feng, YANG Qin, FENG Guang-peng,
ZHANG Ting-ting, WANG Si-kai, ZHUANG Ping

(Key Laboratory of East China Sea and Oceanic Fishery Resources Exploitation and Utilization, Ministry of Agriculture,
East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: To assess the damage of deepwater stow-net to *Coilia mystus* and other commercial fishes in the northern branch of the Yangtze Estuary, a total of 11 630 *C. mystus* and 495 440 other fishes were collected representing 26 species from 15 families, including 15 marine fishes, 9 estuarine fishes and 2 migratory fishes, during 8 consecutive voyages from June to September in 2017. Most of the captured *C. mystus* were breeding parents migrating to the Yangtze Estuary, while most of the other fishes were in the young stage of development. The most dominant species obtained at different periods were different. Among them, the most dominant species in early June, from late June to late July, August and September were *Collichthys lucidus* with the percentage of number of 91.44%, *Larimichthys polyactis* 90.32%, *Harpodon nehereus* 51.67% and *C. mystus* 36.92%, respectively. The results showed that the stretching operation of deepwater stow-net not only caused great harm to the reproduction population of *C. mystus*, but also seriously damaged the larvae of other important economic fishes, especially the larvae of *L. polyactis* and *C. lucidus*. In order to protect the fish recruitment stock and recover fishery resources, it is suggested that the management should be made to limit and control the operational periods and area of deepwater stow-net according to the breeding and rearing time and distribution sites of dominant species in the Yangtze Estuary, and the net size should be strictly controlled.

Key words: Yangtze Estuary; *Coilia mystus*; deepwater stow-net; species composition; analysis on damage to economic juvenile fish