

休闲渔船拖网标准化改造前后渔获物中游泳动物群落结构分析

肖祎, 蒋日进, 印瑞, 王静, 陈峰, 钱卫国, 周永东

Analysis of the community structure of nekton in the catch before and after the standardized transformation of the recreational fishing boat trawl

XIAO Yi, JIANG Rijin, YIN Rui, WANG Jing, CHEN Feng, QIAN Weiguo, ZHOU Yongdong

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12024/jsou.20210203311>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

湛江港海域游泳动物群落结构及多样性分析

Analysis of Nekton Community Structure and Diversity in Zhanjiang Harbour Waters

广东海洋大学学报. 2021, 41(2): 103 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-9159.2021.02.014>

温州瓯飞滩邻近海域主要游泳动物群落结构

Community structure of major nekton near Oufei Beach, Wenzhou

中国水产科学. 2017, 24(6): 1332 <https://doi.org/10.3724/SP.J.1118.2017.17123>

基于刺网、地笼的考洲洋游泳动物群落结构和多样性分析

Analysis of community structure and diversity of nekton in Kaozhouyang Bay using gill nets and cages

南方水产科学. 2019, 15(4): 1 <https://doi.org/10.12131/20190009>

长江口横沙浅滩及邻近水域夏季游泳动物群落结构分析

Community structure analysis of swimming species in the Yangtze River estuary Hengsha Shoal and adjacent waters in summer

中国水产科学. 2020, 27(12): 1477 <https://doi.org/10.3724/SP.J.1118.2020.20109>

三峡水库底栖动物群落结构特征及其与蓄水前资料的比较

THE COMMUNITY STRUCTURE OF ZOOBENTHOS IN THE THREE GORGES RESERVIOR: A COMPARISON BEFORE AND AFTER THE IMPOUNDMENT

水生生物学报. 2015, 39(5): 965 <https://doi.org/10.7541/2015.126>

黑龙江中游底栖动物群落结构与水质生物评价

Macrozoobenthos community structure and water quality bioassessment in the mid-reaches of the Heilongjiang River

中国水产科学. 2013, 20(1): 177 <https://doi.org/10.3724/SP.J.1118.2013.00177>

文章编号: 1674-5566(2021)06-1090-11

DOI:10.12024/jsou.20210203311

休闲渔船拖网标准化改造前后渔获物中游泳动物群落结构分析

肖 祎^{1,2,3}, 蒋日进², 印 瑞², 王 静^{1,2,3}, 陈 峰², 钱卫国³, 周永东²

(1. 浙江海洋大学 海洋与渔业研究所, 浙江 舟山 316021; 2. 浙江省海洋水产研究所 农业农村部重点渔场渔业资源科学观测实验站 浙江省海洋渔业资源可持续利用技术研究重点实验室, 浙江 舟山 316021; 3. 浙江海洋大学 水产学院, 浙江 舟山 316022)

摘 要: 为了解休闲渔船体验式拖网标准化改造对乐清湾游泳动物群落结构的影响, 分别在 2016 年网具改造前和 2017 年网具改造后的春、夏季于乐清湾海域进行游泳动物底拖网调查。结合相对重要性指数、种类更替率、生态多样性指数和多元统计分析等方法, 对网具标准化改造前后渔获物中游泳动物的组成进行分析。结果表明: 网具标准化改造前后游泳动物群落组成发生了一定的变化, 2 年春季共有优势种为三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*)、小黄鱼 (*Larimichthys polyactis*), 夏季共有优势种为三疣梭子蟹、小黄鱼、龙头鱼 (*Harpodon nehereus*) 和刀鲚 (*Coilia nasus*)。网具标准化改造后: 春季渔获物中游泳动物的平均丰度由 5.91×10^4 ind./km² 降低至 2.72×10^4 ind./km², 夏季平均丰度由 9.76×10^4 ind./km² 降低到 3.45×10^4 ind./km²; 春季平均生物量由 310.87 kg/km² 提高至 356.07 kg/km², 夏季由 444.90 kg/km² 提高到 515.90 kg/km²; 渔获物中的小黄鱼、花鲈 (*Lateolabrax japonicus*) 和刀鲚等重要经济种的平均体长显著大于改造前, 部分站位的三疣梭子蟹的甲宽和小黄鱼的体长显著增大; 重要经济种的幼体比例降低, 小型饵料生物种类的优势度有所下降。综上所述, 休闲渔船体验式拖网标准化改造对重要经济种类的幼体和饵料生物有一定的保护效果, 有利于对乐清湾渔业资源的可持续利用和生境保护, 但渔获物中幼体数量仍占有较高的比例, 说明网具规格需要进一步改进。该结果可为休闲渔船的管理提供参考。

关键词: 休闲渔船; 体验式拖网; 网具; 标准化改造; 游泳动物; 群落结构

中图分类号: S 972.1 **文献标志码:** A

随着人民生活需求的增长和社会的发展, 我国海洋渔业资源衰退和鱼类资源小型化的问题日益突出^[1]。拖网作业是我国海洋捕捞中最主要的作业方式之一, 受其作业形式和网目尺寸等的影响, 在捕捞过程中会产生严重的兼捕现象, 同时可能会捕获较多幼鱼, 从而阻碍渔业资源的可持续^[2]。

体验式拖网是一种休闲渔船上携带的、供游客进行体验拖网捕捞的网具, 浙江省现有以体验式拖网捕捞作业的海洋休闲渔船 372 艘 (占全省海洋休闲渔船总数的 56%), 但普遍存在网具规格不统一、网目尺寸偏小等问题, 对渔业资源及其生境产生了一定的消极影响。为保护渔业资源的可持续开发和利用, 浙江省在 2017 年 3 月颁

布了《关于使用体验式拖网渔具的休闲渔船过期管理办法》, 规定对使用拖网等渔具的休闲渔船在新伏休制度实施前完成对渔具的标准化改造, 要求降低网具规模, 增大网目尺寸^[3]。虽然相关部门对休闲渔船的渔具管理出台了一系列规定, 但是有关休闲渔船捕捞活动对渔业资源及其生境的影响的研究远未达到商业捕捞科学评估的程度, 同时对网具标准化改造的效果未进行有效评估^[4]。目前我国针对网具选择性开展的研究^[5-7]多基于商业捕捞的理论评估模型, 缺乏对休闲渔业生产实践检验的评价, 而有关休闲渔船的开发对渔业资源的影响的研究更为少见, 因此可能低估了网具标准化改造对游泳生物和水生生态系统的潜在影响。

收稿日期: 2021-02-28 修回日期: 2021-06-29

基金项目: 国家重点研发计划(2020YFD0900805); 浙江省公益性技术应用研究项目(LGN20C190012)

作者简介: 肖 祎(1997—), 女, 硕士研究生, 研究方向为渔业资源生物学。E-mail: 1292278426@qq.com

通信作者: 蒋日进, E-mail: jiangridge@163.com

在受人类活动影响剧烈的海湾、河口和滩涂等区域,休闲渔业的迅速发展可能会加速渔业资源的衰退^[8]。乐清湾是浙江省最大的半封闭式港湾,水质肥沃、饵料生物丰富,是各种水生生物产卵、索饵和育幼的良好区域^[9]。目前乐清市有休闲渔船 15 艘,均以体验式拖网进行捕捞作业^[10]。本研究分析比较乐清湾休闲渔船体验式拖网标准化改造前后渔获物中游泳动物的组成变化,探究网具改造的效果,以为渔业资源养护利用和休闲渔船配套渔具等设施的管理提供科学依据和数据支撑。

1 材料与方法

1.1 数据来源

本研究于休闲渔船体验式拖网标准化改造前的 2016 年 5 月(春季)、8 月(夏季)和网具标准化改造后的 2017 年 5 月(春季)、7 月(夏季),在乐清湾及其邻近海域(27°54' ~ 28°24' N 和 121°54' ~ 121°24' E)利用休闲渔船“浙乐渔休 121 号”进行了渔业资源调查。根据休闲渔船的作业范围和海湾的现状,在乐清湾海域的南、中、北部共设置了 X01 ~ X06 等 6 个站位(图 1)。

调查使用的网具为底层单拖网,网具标准化改造前拖网网囊的最小网目尺寸为 28 mm,拖网上纲长 13.5 m,下纲长 15.5 m;改造后网囊的最小网目尺寸为 54 mm,上纲长 11.5 m,下纲长 13.5 m。渔船功率为 184 kW,2016 年调查拖网时间为 30 min,平均拖速 3.6 kn,2017 年调查拖网时间为 30 min,平均拖速为 4.0 kn,主要集中在调查当天的 6:00 - 19:00 进行作业。渔业资源调查及样品的采集、分析处理按照《海洋调查规范第 6 部分:海洋生物调查》^[11]执行。本文出现的游泳动物包括鱼类、虾蟹类、虾蛄类和头足类,其种类鉴定与分类标准参照《浙江海洋鱼类志》^[12]、《浙江经济虾蟹类》^[13]、《浙江经济头足类》^[14]等,对每一种进行计数和称量。每个站位的渔获物体质量和尾数统一标准化成拖速 3.0 kn、拖网时间 1 h 的值,对原始数据进行标准化处理后进行数据分析。

1.2 数据处理与分析

1.2.1 扫海面积法

根据扫海面积法^[15]对渔获物中游泳动物的

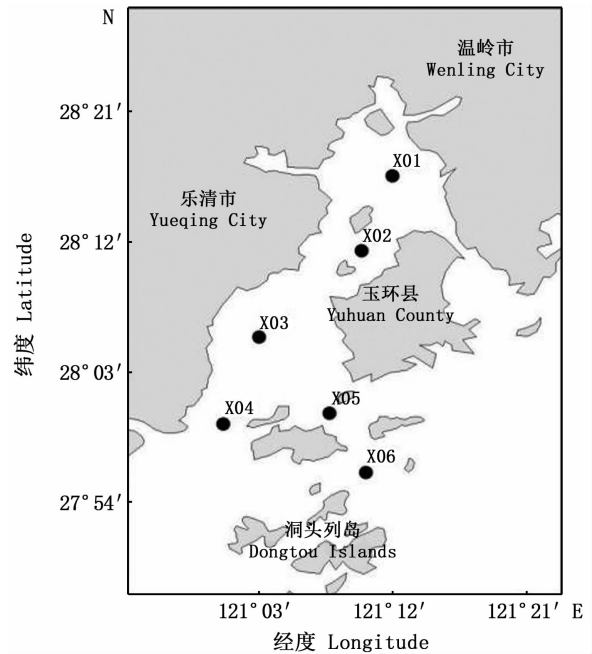


图 1 乐清湾渔业资源调查站位图
Fig. 1 Survey stations of Yueqing Bay fishery resources

资源密度进行估算,公式如下:

$$\rho_i = C_i / a_i \times q \quad (1)$$

$$a_i = D \times L \quad (2)$$

式中: ρ_i 为第 i 站的游泳动物资源密度(尾数: 10^3 ind./ km^2 , 生物量: kg/km^2); C_i 为第 i 站的每小时拖网渔获物中游泳动物数量(尾数: ind./h, 生物量: kg/h); a_i 为第 i 站的拖网每小时扫海面积, km^2/h ; D 为网口水平扩张宽, km ; L 为拖曳距离, 即拖网速度和实际拖网时间的乘积, km ; q 为网具捕获率(捕获率 = 1 - 逃逸率), 本文逃逸率按照经验值取为 0.5。

平均体长计算公式^[16]为

$$L_i = M_i / N_i \quad (3)$$

式中:假设每个站位采集的相同物种的大小类似,每个航次各物种的平均个体体长 L_i , 为该物种的体长之和 (M_i) 与总尾数 (N_i) 之比, $\text{mm}/\text{ind.}$ 。本研究主要比较分析网具改造前后共同出现的几种重要经济种类的平均个体长度。

1.2.2 优势种与常见种

对游泳动物采用相对重要性指数(index of relative importance, IRI)来确定各种类的优势度^[17], 计算公式如下:

$$I_{\text{IRI}} = [(W_i + N_i) \times F_i] \times 10^4 \quad (4)$$

式中: I_{IRI} 为相对重要性指数; W_i 为第 i 种生物的质量占总质量的百分比; N_i 为第 i 种生物的尾数占总尾数的百分比; F_i 为第 i 种生物出现的站位数占总站位数的百分比, 也就是出现频率。

本文划定 $\text{IRI} > 1\ 000$ 的种类为优势种, $100 \leq \text{IRI} \leq 1\ 000$ 的种类为常见种。

1.2.3 种类更替率

应用种类更替率来分析网具改造前后游泳动物种类组成的更替变化^[18]:

$$A = \frac{C}{C + N} \times 100 \quad (5)$$

式中: 更替率 A 是指相同季节网具改造前后比较的种类更替情况, 如 2017 年春季与 2016 年春季相比较, %; C 为两季节间种类增加及减少数, N 为两季节间相同的物种数。 A 的值在 0 ~ 100% 之间, 数值越大, 群落更替越明显, 值为 0 时, 两季节种类完全相同, 数值为 100% 时, 两季节没有共有种类。

1.2.4 群落多样性

本文采用 Margalef 丰富度指数 (R)^[19]、Shannon-Weiner 多样性指数 (H')^[20]、Pielou 均匀度指数 (J')^[21] 和 Simpson 优势度指数 (D)^[22] 分析调查海域的物种多样性, 计算公式如下:

$$R = (S - 1) / \log_2 N \quad (6)$$

$$P_i = n_i / N \quad (7)$$

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad (8)$$

$$J' = H' / \log_2 S \quad (9)$$

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 \quad (10)$$

式中: S 为游泳动物总物种数; N 为游泳动物总个体数; P_i 指的是第 i 种的个体占全部个体数的比例; n_i 是第 i 种鱼类的个体数。

1.2.5 数据处理方法

利用 SPSS 19.0 软件对经标准化处理的数据进行统计分析, 用 Levene 方法对样本观察值进行方差齐性检验之后, 运用单因素方差分析 (one-way analysis of variance, ANOVA) 和 t 检验 (independent samples t-test) 对样本进行显著性检验, 箱式图和站位图分别利用 OriginPro 2021 和 ArcGIS 作图软件进行绘制。

2 结果

2.1 种类组成

春季共采集到游泳动物 63 种, 隶属于 12 目 33 科 (表 1), 其中: 鱼类 39 种, 虾类 11 种, 虾蛄类 1 种, 蟹类 11 种和头足类 1 种。通过对主要鱼类、甲壳类和头足类的相对重要性指数进行统计发现, 2016 年优势种包括三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*)、小黄鱼 (*Larimichthys polyactis*)、刀鲚 (*Coilia nasus*) 和花鲈 (*Lateolabrax japonicus*), 常见种为脊尾白虾 (*Exopalaemon carinicauda*)、日本鲟 (*Charybdis japonica*)、矛尾虾虎鱼 (*Chaeturichthys stigmatias*) 和中华栉孔虾虎鱼 (*Ctenotrypauchen chinensis*) 等; 2017 年优势种为三疣梭子蟹、小黄鱼、龙头鱼 (*Harpodon nehereus*)、哈氏仿对虾 (*Parapenaopsis hardwickii*) 和日本鲟, 常见种为脊尾白虾、刀鲚、白姑鱼 (*Argyrosomus argentatus*)、银鲳 (*Pampus argenteus*) 和六丝钝尾虾虎鱼 (*Amblychaeturichthys hexanema*) 等。网具改造前后共有优势种为三疣梭子蟹和小黄鱼, 共有常见种为脊尾白虾。

夏季共采集到游泳动物 71 种, 隶属于 14 目 36 科 (表 1), 其中: 鱼类 45 种, 虾类 11 种, 虾蛄类 2 种, 蟹类 10 种和头足类 3 种。2016 年优势种包括哈氏仿对虾、三疣梭子蟹、刀鲚和龙头鱼, 常见种为脊尾白虾、葛氏长臂虾 (*Palaemon gravieri*)、锯缘青蟹 (*Scylla serrata*) 等; 2017 年优势种为三疣梭子蟹、小黄鱼、刀鲚和龙头鱼, 常见种为口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*)、哈氏仿对虾、日本鲟、鲩 (*Miichthys miuiy*) 和带鱼 (*Trichiurus lepturus*) 等。网具改造前后共有优势种为三疣梭子蟹、刀鲚和龙头鱼。

比较两年的相对重要性指数 (IRI) 发现, 2017 年调查渔获物中的银鲳、鲩、白姑鱼、口虾蛄和日本鲟的优势度较 2016 年均有所升高。春季, 中华管鞭虾 (*Solenocera crassicornis*) 和哈氏仿对虾的优势度增大, 后者的增幅尤为明显, 花鲈、矛尾虾虎鱼和中华栉孔虾虎鱼的优势度明显降低; 夏季, 刀鲚、鲩和带鱼的优势度提高, 其中带鱼仅在网具改造后出现, 这几种都属于较为重要的经济种, 但存在幼体比例较高的现象。

通过计算种类更替率可得,网具改造前后两年春季之间和两年夏季之间的种类组成有一定的变化,春季间的更替率为 58%,夏季间更替率高达 75%。网具改造后春季增加的种类有中华管鞭虾、日本鼓虾(*Alpheus japonicus*)、锯缘青蟹、大黄鱼(*Larimichthys croceus*)、横带髯鲷(*Hapalogenys mucronatus*)和宽体舌鲷(*Cynoglossus robustus*)等,减少的种类包括火枪乌贼(*Loligo beka*)、日本关公蟹(*Dorippe japonica*)、隆线拳蟹(*Philyra carinata*)、青鳞小沙丁鱼

(*Sardinella zunasi*)和江口小公鱼(*Stolephorus commersonii*)等。夏季新出现的种类包括日本鼓虾、光鲷(*Dasyatis laevigatus*)、鲩、带鱼、银鲳和黄鳍东方鲀(*Takifugu xanthopterus*),减少的种类有无刺小口虾蛄(*Oratosquilla inornata*)、中国明对虾(*Fenneropenaeus chinensis*)、中国毛虾(*Acetes chinensis*)、锯缘青蟹、鲷鱼(*Mugil cephalus*)、皮氏叫姑鱼(*Johnius belengerii*)和黄姑鱼(*Nibea albiflora*)。综上所述,网具经标准化改造后群落结构差异较大,游泳动物种类更替较明显。

表 1 乐清湾游泳动物种类组成及其相对重要性指数

Tab.1 Species composition and relative importance index of swimming animals in Yueqing Bay

物种 Species	春季 Spring		夏季 Summer	
	2016 年	2017 年	2016 年	2017 年
枪形目 Teuthoidea				
杜氏枪乌贼 <i>Loligo duvaucelii</i>	-	-	62.67	126.59
火枪乌贼 <i>Loligo beka</i>	1.62	-	-	-
剑尖枪乌贼 <i>Loligo edulis</i>	-	-	-	1.11
乌贼目 Sepioidea				
曼氏无针乌贼 <i>Sepiella maindroni</i>	-	-	11.03	50.57
口足目 Stomatopoda				
口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	89.11	221.02	203.65	384.00
无刺小口虾蛄 <i>Oratosquillina inornata</i>	-	-	29.47	-
十足目 Decapoda				
中国明对虾 <i>Fenneropenaeus chinensis</i>	-	-	184.66	-
日本囊对虾 <i>Marsupenaeus japonicus</i>	-	-	1.28	-
周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i>	2.66	74.27	95.09	92.07
细巧仿对虾 <i>Parapenaeopsis tenella</i>	49.36	45.34	-	-
哈氏仿对虾 <i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	82.06	2 255.00	4 124.22	482.56
中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i>	-	116.49	158.07	149.90
中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>	103.76	8.19	41.61	-
细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	84.13	40.64	-	3.40
安氏白虾 <i>Exopalaemon annandalei</i>	1.27	2.20	-	0.86
脊尾白虾 <i>Exopalaemon carinicauda</i>	391.12	440.14	620.02	169.94
葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>	7.09	8.26	474.85	10.77
日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>	-	21.75	-	7.43
鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>	11.82	71.33	-	-
三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>	6 458.50	4 041.14	3 037.82	1 996.82
红星梭子蟹 <i>Portunus sanguinolentus</i>	-	-	30.71	-
矛形梭子蟹 <i>Portunus hastatoides</i>	-	5.36	-	-
锯缘青蟹 <i>Scylla serrata</i>	-	84.44	940.45	-
日本鲟 <i>Charybdis japonica</i>	326.85	1 079.27	88.87	340.72
双斑鲟 <i>Charybdis bimaculata</i>	3.32	74.83	-	1.85
日本关公蟹 <i>Dorippe japonica</i>	3.45	-	-	-
隆线强蟹 <i>Eucrata crenata</i>	27.57	63.06	-	1.41
隆线拳蟹 <i>Philyra carinata</i>	4.76	-	-	1.17
豆形拳蟹 <i>Philyra pisum</i>	-	3.19	-	-
中华近方蟹 <i>Hemigrapsus sinensis</i>	-	-	1.26	-
中华绒螯蟹 <i>Eriocheir sinensis</i>	-	8.02	-	2.07
狭颚绒螯蟹 <i>Eriocheir leptognathus</i>	14.87	2.31	7.48	-
真鲨目 Carcharhiniformes				
尖头斜齿鲨 <i>Scoliodon laticaudus</i>	-	-	10.02	-

续表 1

物种 Species	春季 Spring		夏季 Summer	
	2016 年	2017 年	2016 年	2017 年
鲭形目 Myliobatiformes				
光魣 <i>Dasyatis laevis</i>	149.80	-	-	287.71
奈氏魣 <i>Dasyatis navarrae</i>	-	54.06	-	-
鲱形目 Clupeiformes				
青鳞小沙丁 <i>Sardinella zunasi</i>	25.99	-	-	-
斑鲹 <i>Konosirus punctatus</i>	-	-	28.05	0.98
鳓 <i>Ilisha elongata</i>	-	-	70.67	31.40
鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	10.20	8.04	-	-
中华小公鱼 <i>Stolephorus chinensis</i>	-	-	-	1.73
江口小公鱼 <i>Stolephorus commersonii</i>	31.47	-	-	5.10
黄鲫 <i>Setipinna taty</i>	-	3.97	0.64	6.50
中颌棱鳀 <i>Thryssa mystax</i>	-	-	-	101.44
刀鲚 <i>Coilia nasus</i>	1 526.40	578.52	1 007.50	3 008.01
凤鲚 <i>Coilia mystus</i>	22.68	-	14.27	-
鲈形目 Silluriformes				
海鲈 <i>Arius thalassinus</i>	3.92	-	-	-
灯笼鱼目 Myctophiformes				
龙头鱼 <i>Harpodon nehereus</i>	132.29	1 791.96	4 787.57	3 235.41
长蛇鲻 <i>Saurida elongata</i>	-	3.76	0.74	1.32
七星底灯鱼 <i>Benthosema pterotum</i>	1.18	-	-	-
鳗鲡目 Anguilliformes				
日本鳗鲡 <i>Anguilla japonica</i>	-	4.37	-	-
海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>	200.49	84.46	298.31	61.65
鲷形目 Mugiliformes				
鲷鱼 <i>Mugil cephalus</i>	-	-	72.86	-
黑斑多指马鲛 <i>Polydactylus sextarius</i>	-	-	261.68	2.08
四指马鲛 <i>Eleutheronema tetradactylum</i>	-	-	4.69	-
鲈形目 Perciformes				
花鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i>	1 482.40	185.78	129.78	55.13
叫姑鱼 <i>Johnius grypotus</i>	-	-	-	3.72
皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belengerii</i>	-	-	19.42	-
尖头黄鳍牙鲷 <i>Chrysochir aureus</i>	9.36	-	1.41	-
白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i>	119.29	365.46	0.80	225.06
黄姑鱼 <i>Nibea albiflora</i>	-	-	18.67	-
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	-	14.05	-	60.33
小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>	5 380.91	1 950.19	166.38	3 038.01
大黄鱼 <i>Larimichthys croceus</i>	-	48.21	-	8.72
<i>Miichthys miuy</i>	7.03	45.01	-	529.60
鹿斑鲷 <i>Secutor ruconius</i>	-	-	-	1.70
横带髭鲷 <i>Hapalogenys mucronatus</i>	-	18.06	3.36	5.09
日本鰺 <i>Uranoscopus japonicus</i>	-	2.73	-	-
长鳍篮子鱼 <i>Siganus canaliculatus</i>	1.27	-	-	-
小带鱼 <i>Eupleurogrammus muticus</i>	11.32	23.94	-	-
带鱼 <i>Trichiurus lepturus</i>	-	12.70	-	433.93
蓝点马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i>	-	-	-	9.45
银鲳 <i>Pampus argenteus</i>	195.18	479.05	-	458.98
中国鲳 <i>Pampus chinensis</i>	-	-	-	19.24
六丝钝尾虾虎鱼 <i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	-	322.97	-	-
矛尾虾虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	696.88	20.75	4.07	-
髭缟虾虎鱼 <i>Tridentiger barbatus</i>	1.84	2.42	1.15	6.04
中华栉孔虾虎鱼 <i>Ctenotrypauchen chinensis</i>	532.84	53.22	2.69	12.38
拉氏狼牙虾虎鱼 <i>Odontamblyopus lacepedii</i>	-	159.27	0.76	-

续表 1

物种 Species	春季 Spring		夏季 Summer	
	2016 年	2017 年	2016 年	2017 年
鲈形目 Scorpaeniformes				
单棘豹鲂鲷 <i>Daicocus peterseni</i>	-	-	-	0.99
鲷 <i>Platycephalus indicus</i>	4.86	-	1.48	-
鲽形目 Pleuronectiformes				
带纹条鳎 <i>Zebrias zebra</i>	-	-	0.94	-
短吻三线舌鳎 <i>Cynoglossus abbreviatus</i>	24.37	-	-	-
长吻红舌鳎 <i>Cynoglossus lighti</i>	27.90	47.97	6.21	-
宽体舌鳎 <i>Cynoglossus robustus</i>	-	68.01	-	-
鲉形目 Tetraodontiformes				
棕斑兔头鲈 <i>Lagocephalus spadiceus</i>	-	-	-	4.27
黄鳍东方鲈 <i>Takifugu xanthopterus</i>	24.70	-	-	209.65
星点东方鲈 <i>Takifugu niphobles</i>	17.33	-	-	-
暗纹东方鲈 <i>Takifugu obscurus</i>	-	-	1.56	-

注: - 表示该物种未在该季节出现。

Notes: - indicates the species disappear in the season.

2.2 资源密度

根据拖网调查数据可得:2016 和 2017 年春季游泳动物的平均尾数密度分别为 5.91×10^4 、 2.72×10^4 ind./km²,网具改造后降低了 53.98%;平均质量密度为 310.87、356.07 kg/km²,改造后升高了 14.54%;2016 和 2017 年夏季游泳动物的平均尾数密度分别为 9.76×10^4 、 3.45×10^4 ind./km²,降低了 64.65%,平均质量密度为 444.90、515.90 kg/km²,网具改造后升高了 15.96%。分别对 2016 和 2017 年在各调查站位采集的游泳动物尾数密度、质量密度之间进行 *t* 检验,结果显示 2 年的游泳动物尾数密度之间存在显著性差异 ($P=0.011 < 0.05$),重量密度之间差异性不显著 ($P=0.856 > 0.05$)。综上,网具改造后调查海域各站位的游泳动物平均尾数密度显著降低 ($P < 0.05$),平均质量密度明显升高,网具改造后在不影响渔获总质量的同时,能减少对部分游泳动物包括幼体的捕获。

2.3 重要经济种平均体长

春季:2016 年,小黄鱼、花鲈的平均体长分别为 31.83、31.50 mm;2017 年,两鱼种的平均体长为 38.13、55.33 mm。夏季:2016 年,小黄鱼、花鲈、刀鲚的平均体长为 36.80、141.40 和 210.40 mm;2017 年,各鱼种的平均体长分别增加至 88.30、315.50 和 242.00 mm。见图 2。网具标准化改造前后,以上 3 种重要经济种的体长存在差异性,网具改造后鱼种的个体大小显著大于改造前 ($P < 0.05$)。

对两年春季同在 X02 站位捕获的三疣梭子

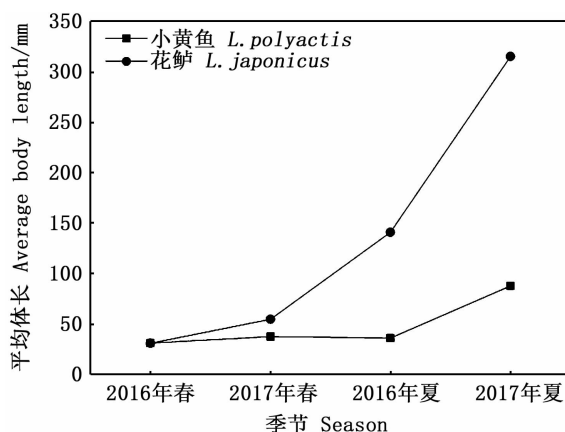


图 2 花鲈和小黄鱼的平均体长变化

Fig. 2 Changes in average body length of *L. japonicus* and *L. polyactis*

蟹和两年夏季同在 X06 站位采集的小黄鱼的体长(甲宽)进行差异性检验,结果表明:2016 和 2017 年三疣梭子蟹的甲宽存在显著性差异 ($P < 0.05$),网具改造后三疣梭子蟹的甲宽显著大于改造前;两年捕获的小黄鱼的体长之间差异性极显著 ($P < 0.01$),网具改造后渔获物中的小黄鱼体长极显著大于改造前。见图 3。

比较网具改造前后重要经济种的幼体比例:春季,花鲈、刀鲚的幼体比例分别降低 25% 和 33%,三疣梭子蟹、小黄鱼和银鲳的幼体比例都较高;带鱼和银鲳只出现在 2017 年夏季,但其幼体比例也较高。对比分析得出,网具标准化改造前后,渔获物中个别重要经济种的幼体比例有所降低,但整体上仍处于较高的水平。

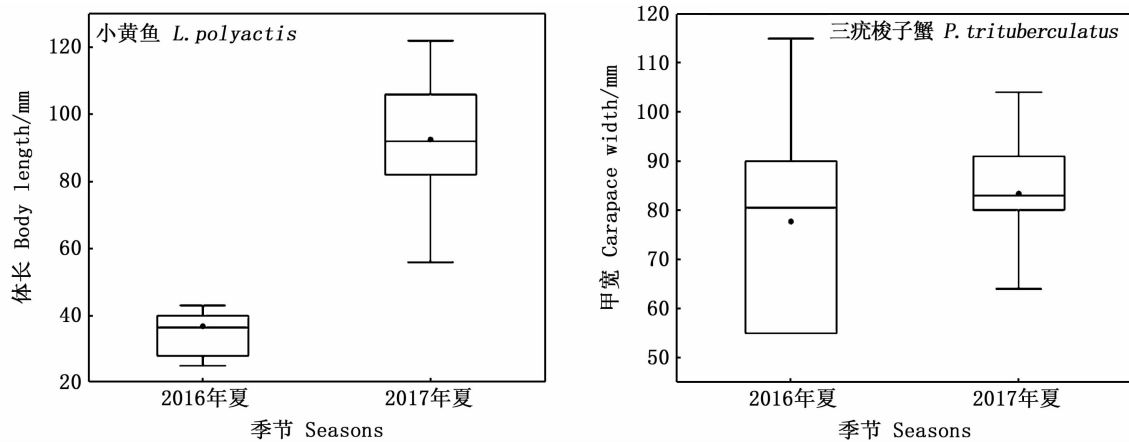


图3 网具改造前后小黄鱼和三疣梭子蟹体长(甲宽)差异的箱式图

Fig. 3 Box diagram of body length(carapace width) difference between *P. trituberculatus* and *L. polyactis* before and after net transforming

2.4 物种多样性

2016 和 2017 年乐清湾海域的游泳动物群落 Shannon-Wiener 多样性指数(H')、Pielou 均匀度指数(J')、Margalef 丰富度指数(R)和 Simpson 优势度指数(D)的变化情况如图 4 所示。计算两年春季的多样性指数得出: H' 为 3.49 和 4.02, J' 为 0.59 和 0.70, R 为 8.73 和 5.21, D 为 0.13 和 0.90;网具经改造后,春季游泳动物除丰富度指

数降低以外,其他 3 个指数均升高。2016 和 2017 年夏季游泳动物物种多样性指数分别为: H' 为 3.01 和 3.88, J' 为 0.54 和 0.66, R 为 7.07 和 8.73, D 为 0.79 和 0.88;网具改造后,夏季游泳动物的多样性呈升高趋势。综上所述可以得出:网具改造后调查海域的渔获游泳动物种类之间的分布均匀性增加,多样性更高。

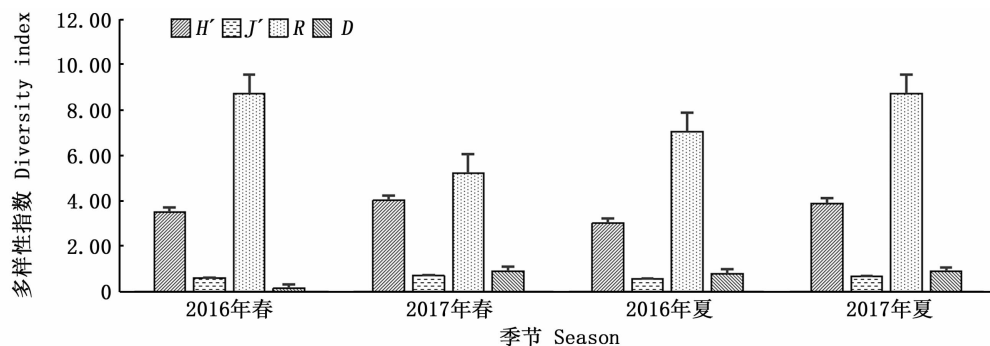


图4 网具标准化改造前后游泳动物多样性指数变化

Fig. 4 Changes in the diversity index of nekton before and after the standardization of nets

3 讨论

3.1 游泳动物的群落结构特征

调查捕获的游泳动物以广温广盐性种类为主,这是由于乐清湾所在区域属于亚热带季风气候,加之瓯江等多条重要河流的汇入使得乐清湾的温盐季节变化幅度较大^[9]。2016 和 2017 年春季、夏季共有优势种为三疣梭子蟹,且优势度较

高。三疣梭子蟹作为广温广盐性种类,在我国近海资源量丰富,在浙江近岸海域的游泳动物群落中同样占有重要地位,这与卢衍尔等^[23]对浙江近海春、夏季蟹类群落结构的研究结果一致。春季优势种还包括小黄鱼,其在冬末春初由外侧海域向近海进行生殖洄游^[24],此后在近岸进行索饵育肥,因此在春末调查期间占有一定的优势地位。2017 年小黄鱼的优势度有所降低,这可能是因

网具的改造使一些更小的幼体得以逃逸,但两年春季捕获的小黄鱼幼体比例仍在95%以上。夏季优势种还包括龙头鱼和刀鲚,其中龙头鱼作为短距离洄游种类,每年7、8月游至长江口及其附近河口海域进行索饵育肥^[25];受捕捞压力和近海海洋环境变化的影响,繁殖力强、性成熟快的龙头鱼逐步取代原有鱼类的地位,成为浙江中南部近海的优势种。刀鲚作为广温低盐性种类,在乐清湾分布广泛,春夏季优势度保持较高的水平,这与夏陆军等^[26]在乐清湾口海域对鱼类群落多样性进行研究的结果相符。

从游泳动物的种类更替情况来看,2016和2017年相同季节间的种类更替率较高且均大于50%,排除不同季节间鱼种的洄游习性和水域环境因素差异等原因,还可能与网具的改造在一定的关系。两年同季节间的物种多样性水平有所提升,说明网具的标准化改造在一定程度上能提高渔获生物的丰富度和均匀度,在海区环境因素变化不大的情况下,这可能是由于网具的改造保护了调查海域的部分饵料生物种类。

与长江口等海域相似^[27],乐清湾夏季游泳动物的种类数和质量密度明显高于春季,休闲渔船经营的黄金时间在夏季^[10],是海洋伏季休渔期,也正是小黄鱼、银鲳和曼氏无针乌贼等重要经济种幼体的索饵期,因此降低幼体比例是改造体验式拖网的根本要求。渔船捕捞的网具类型和网目尺寸的大小对渔获物的组成有显著的影响^[28]。拖网的网具选择性是通过规定网具的最小网囊网目尺寸来控制的,是影响渔获物个体大小的主要因素^[29],且制定网具的改造标准应以重要经济种类为主要依据。对比黄洪亮等^[5]认为拖网网目尺寸至少为65 mm时对东海区带鱼才能实现资源最大化利用的结果,以及宋学锋等^[6]对东海区小黄鱼最佳拖网网目尺寸提出应不小于60 mm的建议可得,乐清湾休闲渔船体验式拖网经标准化改造后的网目仍然偏小。

3.2 网具改造对游泳动物群落结构的影响

网具经标准化改造后,个别物种的幼体比例有所下降,但大部分重要经济种的幼体比例仍然较高。如:春季常见种花鲈的优势度较改造前的春季有所降低,其幼体比例由100%下降至67%。达到性成熟的花鲈在秋季完成产卵后,孵出的幼体在水深较深的海区进行越冬,翌年春季成群的

花鲈幼体则向河口、内湾等近岸进行索饵,幼体比例的降低说明网具的改造对花鲈幼体起到了保护作用^[30]。中华栉孔虾虎鱼和矛尾虾虎鱼在改造后的春季调查中优势度明显下降,说明网具改造后虾虎鱼类小型底层饵料性鱼类也得到了一定的保护。但在网具改造后,渔获物中三疣梭子蟹和小黄鱼的幼体比例均超过80%,仍有绝大多数个体未达到最小可捕规格;渔获物中一些重要经济种的体质量大小甚至不足10 g,严重损害了补充群体的资源。幼体比例较高可能与调查季节有关,春、夏季游泳动物幼体出现频率较高;也可能与拖网自身的特点有关,拖网的主动性强、作业范围广,在作业过程中,网目不能充分地展开,因此易捕获未达到最小可捕规格的幼体^[2]。

结合乐清湾海域渔业资源及其生境的现状和休闲捕捞活动的受众需求,建议如下:(1)参照以往乐清湾渔业资源调查的历史数据,休闲渔船作业应对小黄鱼幼鱼等集中出现的时段进行合理规避,可对不同鱼种进行选择性的捕捞,必要时有关部门可以定期对休闲渔船捕获的渔获物进行抽查,并增强渔船工作人员和游客对资源幼体的保护意识;(2)对休闲渔船携带的体验式拖网进行优化,如在原有的网具上开发并配置渔具选择性装置,利用不同种类可捕规格大小的不同来使幼体被分离出来,可以考虑使用分层设备,如在拖网网囊前部安装一定网目尺寸大小的分隔网片等;(3)进一步增大体验式拖网的网目尺寸,在不影响游客的体验感受的同时,能尽量避免对小型幼体资源的损害。改变网囊网目尺寸是保护渔业资源有效的方式之一,下一步可以在调查海域针对体验式拖网网目选择性进行更深入的研究。良好的渔业管理应该要求渔具捕获大型成体,释放小型幼体^[31]。目前我国休闲渔船的捕捞活动不受伏季休渔制度的制约,尤其是体验式拖网对渔获物的选择性较差,其对渔业资源及水域生态系统的不良影响不容忽视,全面制定渔具标准化刻不容缓。标准化改造拖网渔具是保护渔业环境、保护幼鱼资源的有效措施之一,对海域的生态系统健康以及对渔民来说也是互惠互利的政策,但需要结合其他措施,才能在有效保护和释放幼鱼的前提下体现休闲渔业较好的服务价值和生态价值。

3.3 问题与展望

休闲渔船捕捞活动对渔业资源衰退和水生生态系统改变存在潜在影响,这是在休闲渔船发展过程中我们需要关注的问题,仅对休闲渔船体验式拖网进行标准化改造可能远达不到对渔业资源及其生境进行保护和保证其可持续发展的目标。其次,游客进行体验式捕捞主要以休闲娱乐为目的,对幼鱼资源和生境保护的重要性的认识是相对盲目和匮乏的,建议加强休闲渔船运营人员的产业素质,从而对游客做到保护幼鱼资源和水生生态环境这一观念的普及和监督。此外,建立水产资源自然保护区、使用最小网目尺寸限制、网数限制、捕捞配额等也是休闲捕捞管理的另一个趋势,这些措施的最终目的是使渔业生物得以充分生存和繁殖,维持休闲渔船的可持续发展。

参考文献:

- [1] 刘其根,沈建忠,陈马康,等.天然经济鱼类小型化问题的研究进展[J].上海水产大学学报,2005,14(1):79-83.
- LIU Q G, SHEN J Z, CHEN M K, et al. Advances of the study on the miniaturization of natural economical fish resources [J]. Journal of Shanghai Fisheries University, 2005, 14(1): 79-83.
- [2] 周景宇. 黄海北部底拖网选择优化研究[D]. 大连: 大连海洋大学, 2017.
- ZHOU J Y. Research on structure optimization of the bottom trawl in the north of the Yellow Sea [D]. Dalian: Dalian Ocean University, 2017.
- [3] 关于使用体验式拖网渔具的休闲渔船过渡期管理办法, 浙海渔办函[2017]18号[Z].
- Interim management measures for recreational fishing vessels using experiential trawling gear, Zhejiang Sea Fisheries Office Letter [2017] No. 18[Z].
- [4] COOKES J, COWXI G. The role of recreational fishing in global fish crises[J]. BioScience, 2004, 54(9): 857-859.
- [5] 黄洪亮,唐峰华,陈雪忠,等.夏季东海区带鱼的网具选择性试验研究[J].农业资源与环境学报,2016,33(5):433-442.
- HUANG H L, TANG F H, CHEN X Z, et al. Nets selectivity of capsule size diamond mesh of *Trichiurus haumelain* East China Sea during summer [J]. Journal of Agricultural Resources and Environment, 2016, 33(5): 433-442.
- [6] 宋学锋,陈雪忠,黄洪亮,等.东海区底拖网对小黄鱼的选择性研究[J].上海海洋大学学报,2015,24(3):449-456.
- SONG X F, CHEN X Z, HUANG H L, et al. Selectivity of *Larimichthys polyactis* of bottom trawl in the East China Sea [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2015, 24(3): 449-456.
- [7] 陈仁杰,李显森,樊钢洲,等.黄海双船有翼单囊拖网网囊最小网目尺寸研究[J].大连海洋大学学报,2018,33(2):258-264.
- CHEN R J, LI X S, FAN G Z, et al. Minimal cod-end mesh of a pair trawl in the Yellow Sea [J]. Journal of Dalian Ocean University, 2018, 33(2): 258-264.
- [8] COOKE S J, COWXI G. Contrasting recreational and commercial fishing: Searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments [J]. Biological Conservation, 2006, 128(1): 93-108.
- [9] 张琳琳,蒋日进,印瑞,等.乐清湾主要游泳动物空间生态位及其分化[J].应用生态学报,2019,30(11):3911-3920.
- ZHANG L L, JIANG R J, YIN R, et al. Spatial niche and differentiation of major nekton species in Yueqing Bay, Zhejiang, China [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2019, 30(11): 3911-3920.
- [10] 周永东,吴反修,张洪亮,等.浙江省体验式休闲渔业的经济效益比较分析[J].浙江海洋大学学报(自然科学版),2020,39(1):59-64.
- ZHOU Y D, WU F X, ZHANG H L, et al. Comparative analysis of economic efficiency of experiential recreational fishery in Zhejiang Province [J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2020, 39(1): 59-64.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. GB/T 12763. 6—2007 海洋调查规范第6部分:海洋生物调查[S].北京:中国标准出版社,2008.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of China. GB/T 12763. 6-2007 Specifications for oceanographic survey-Part 6: Marine biological survey [S]. Beijing: Standards Press of China, 2008.
- [12] 赵盛龙,徐汉祥,钟俊生,等.浙江海洋鱼类志[M].杭州:浙江科学技术出版社,2016.
- ZHAO S L, XU H X, ZHONG J S, et al. Zhejiang marine ichthyology [M]. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 2016.
- [13] 宋海棠,俞存根,薛利建,等.东海经济虾蟹类[M].北京:海洋出版社,2006.
- SONG H T, YU C G, XUE L J, et al. East China Sea economic shrimp crabs [M]. Beijing: Ocean Press, 2006.
- [14] 宋海棠,丁天明,徐开达.东海经济头足类资源[M].北京:海洋出版社,2009.
- SONG H T, DING T M, XU K D. Economic cephalopods resources in the East China Sea [M]. Beijing: China Ocean Press, 2009.
- [15] 詹秉义. 渔业资源评估[M]. 北京: 中国农业出版社,

- 1995: 257-261.
- ZHAN B Y. Fishery stock assessment[M]. Beijing: China Agriculture Press, 1995: 257-261.
- [16] 许永久, 俞存根, 张平, 等. 杭州湾-舟山近海春季游泳动物群落结构及与环境因子的关系[J]. 水产学报, 2019, 43(3): 605-617.
- XU Y J, YU C G, ZHANG P, et al. Spring nekton community structure and its relationship with environmental variables in Hangzhou Bay-Zhoushan inshore waters [J]. Journal of Fisheries of China, 2019, 43(3): 605-617.
- [17] PINKAS L, OLIPHANT MS, IVERSON ILK. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters[J]. Fish Bulletin, 1971, 152: 1-105.
- [18] 刘瑞玉. 胶州湾生态学和生物资源[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- LIU R Y. Ecology and living resources of Jiaozhou Bay[M]. Beijing: Science Press, 1992.
- [19] ULANOWICZ R E. Information theory in ecology [J]. Computers & Chemistry, 2001, 25(4): 393-399.
- [20] SHANNON C E, WEAVER W. The mathematical theory of communication[J]. Physics Today, 1950, 3(9): 31.
- [21] TAYLOR L R. Review; Reviewed work; mathematical ecology by E. C. Pielou [J]. Journal of Animal Ecology, 1978, 47(3): 1024.
- [22] 牛翠娟, 娄安如, 孙儒泳, 等. 基础生态学[M]. 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2015.
- NIU C J, LOU A R, SUN R Y, et al. Foundations in ecology [M]. 3rd ed. Beijing: Higher Education Press, 2015.
- [23] 卢衍尔, 张洪亮, 朱文斌, 等. 浙江近海春、夏季蟹类群落结构及其与环境因子的关系[J]. 水生生物学报, 2019, 43(3): 612-622.
- LU K E, ZHANG H L, ZHU W B, et al. Community structure of crabs and its relationship with environmental factors in Zhejiang coast area in spring and summer[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2019, 43(3): 612-622.
- [24] 农牧渔业部水产局. 东海区渔业资源调查和区划[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1987: 339-356.
- Fisheries Bureau, Ministry of Agriculture, Animal Husbandry and Fisheries. Investigation and zoning of fishery resources in DonghaiSea[M]. Shanghai: East China Normal University Press, 1987: 339-356.
- [25] 潘绪伟. 东海区龙头鱼渔业生物学的初步研究[D]. 上海: 上海海洋大学, 2011.
- PAN X W. The primary study on biology of *Harpadon nehereus* in the East China Sea [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2011.
- [26] 夏陆军, 周青松, 俞存根, 等. 乐清湾口海域春秋季节甲壳动物的群落结构特征研究[J]. 海洋科学, 2016, 40(10): 33-42.
- XIA L J, ZHOU Q S, YU C G, et al. The study of community structure of crustaceans in Yueqing Bay during spring and autumn [J]. Marine Sciences, 2016, 40(10): 33-42.
- [27] 李建生, 李圣法, 任一平, 等. 长江口渔场渔业生物群落结构的季节变化[J]. 中国水产科学, 2004, 11(5): 432-439.
- LI J S, LI S F, REN Y P, et al. Seasonal variety of fishery biology community structure in fishing ground of the Yangtze estuary[J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2004, 11(5): 432-439.
- [28] FENBERG P B, ROY K. Ecological and evolutionary consequences of size-selective harvesting: how much do we know? [J]. Molecular Ecology, 2008, 17(1): 209-220.
- [29] MACLENNAND N. Fishing gear selectivity: an overview [J]. Fisheries Research, 1992, 13(3): 201-204.
- [30] 石琼, 范明君, 张勇. 中国经济鱼类志[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2015: 41-43.
- SHI Q, FAN M J, ZHANG Y. Economically important fish in China[M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2015: 41-43.
- [31] 赵奇蕾, 陈新军, 韩博. 国际休闲渔业研究进展[J]. 上海海洋大学学报, 2020, 29(2): 295-304.
- ZHAO Q L, CHEN X J, HAN B. Review on the research of recreational fisheries in the world [J]. 2020, 29(2): 295-304.

Analysis of the community structure of nekton in the catch before and after the standardized transformation of the recreational fishing boat trawl

XIAO Yi^{1,2,3}, JIANG Rijin², YIN Rui², WANG Jing^{1,2,3}, CHEN Feng², QIAN Weiguo³, ZHOU Yongdong²

(1. Marine and Fisheries Research Institute, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316021, Zhejiang, China; 2. Zhejiang Marine Fisheries Research Institute, Key Fishery Resources Scientific Observation and Experimental Station, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Zhejiang Key Research Station of Sustainable Utilization for Marine Fisheries Resources, Zhoushan 316021, Zhejiang, China; 3. School of Fishery, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316022, Zhejiang, China)

Abstract: Trawling activities of recreational fishing boats are part of recreational fishery activities. Fishing gears such as trawls on recreational fishing boats were required by the government to be standardized prior to summer fishing moratorium of 2017. The composition of catches would vary with the change of fishing gear and mesh size, so the standardized transformation of trawl may have a positive effect on fisheries resources and their habitats. To investigate the effects of recreational fishing boat experiential trawl standardized transformation on nekton community structure, bottom trawl surveys on composition of nekton community were conducted in Yueqing Bay. The surveys were conducted in the spring and summer of 2016 before the transformation and the spring and summer of 2017 after the transformation. The difference in average body length of captured nekton samples was tested by T-test. The composition of nekton and the effectiveness of trawl transformation were analyzed by combining some parameters such as index of relative importance, biodiversity index, and species replacement. The results showed that there was difference in species composition of the nekton via the transformation of trawl, with the evident species replacement. *Portunus trituberculatus* and *Larimichthys polyactis* were the mutual dominant species in spring through the reconstruction, and the common species were *Exopalaemon carinicauda*. *P. trituberculatus*, *L. polyactis*, *Harpodon nehereus* and *Coilia nasus* were the mutual dominant species in the summer through the reconstruction. The number of species increased by 22 and decreased by 18, with species replacement rate of 58% among two seasons of spring. During summer, 25 species increased and 29 species decreased, and the replacement rate was 75%. Both replacement rates exceeded 50%. The abundance of nekton reduced but the biomass improved with the standardized transformation. After the transformation of nets, the average abundance of swimming animals in the spring catch decreased from 5.91×10^4 ind./km² to 2.72×10^4 ind./km² and the average abundance in summer from 9.76×10^4 ind./km² reduced to 3.45×10^4 ind./km². The average biomass increased from 310.87 kg/km² to 356.07 kg/km² in spring, and from 444.90 kg/km² to 515.90 kg/km² in summer. The average body length of several important economic species was significantly larger than that before the transformation. *L. polyactis*, *Lateolabrax japonicus* and *C. nasus* were greatly larger after the transformation; the body length of *L. polyactis* and the carapace width of *P. trituberculatus* increased significantly. In addition, the proportion of nekton was still high after the net transformation. In spite of that, the juvenile proportion of some important economic species fell a bit after the transformation. For instance, as the mutual species among spring, the juvenile proportion of *L. japonicus* was 100% and 67% before and after the net transformation, which decreased by 33%. But the proportions of some dominant species such as *P. trituberculatus* and *L. polyactis* were still above 90%. The dominance of prey species declined. For example, the Gobiidae's index of relative importance decreased markedly. The standardized transformation of experiential trawl nets of recreational fishing boats had some protective effect on juvenile of important economic species. This measure was conducive to the sustainable development of fishery resources and the protection of habitats in Yueqing Bay, which promoted the development of recreational fishery to a certain extent. However, in order to protect fishery resources and habitats, the proportion of juvenile in catches still needs to be reduced. At present, the fishing activities of recreational fishing boats in China are not restricted by the system of summer fishing moratorium. Furthermore, the selectivity for catches of experiential trawls is poor. The negative influence on fishery resources and aquatic ecosystems cannot be ignored. Therefore, it is extremely urgent to formulate more scientific and reasonable management methods of recreational fishing gear. The result provides a theoretical basis for the management of recreational fishing boats.

Key words: recreational fishing boat; experiential trawl; trawl; standardized transformation; community structure; nekton