

石臼港近岸海域春季鱼卵仔稚鱼调查研究

王尽文^{1,2}, 黄娟^{1,2*}, 陶卉卉^{1,2}, 吴凤从^{1,2}, 宿凯^{1,2}, 屈文^{1,2}

(1. 山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室, 山东青岛 266061; 2. 国家海洋局北海预报中心, 山东青岛 266061)

摘要 [目的] 探明石臼港近岸海域春季鱼卵仔稚鱼的种类组成、优势种、数量组成和分布情况, 分析其群落结构的年际变化趋势。[方法] 于2016年5月(春季)在石臼港区近岸海域用大型浮游生物网拖网所采集的鱼卵仔稚鱼调查资料, 分析了该海域的鱼卵仔稚鱼的种类组成和生态类型特征; 结合历史调查数据, 分析该海域鱼卵仔稚鱼的演替趋势。[结果] 此次调查该海域共采集到鱼卵13种, 其中鲈形目(Perciformes)6种, 鲱形目(Clupeiformes)3种, 鲹形目(Pleuronectiformes)2种, 鰺形目(Mugiliformes)、鮋形目(Scorpaeniformes)各1种; 所获仔稚鱼2种, 鰺形目和鲈形目各1种。调查海域鱼卵平均密度为0.30 ind./m³, 仔稚鱼平均密度为0.01 ind./m³, 鱼卵优势种为绯鲷(*Callionymus beniteguri*), 仔稚鱼优势种为鲈(*Liza haematocheilus*)。[结论] 与历史资料相比, 此次调查海域鱼卵仔稚鱼的种类组成和优势种变化较大, 资源量大幅度下降。

关键词 日照港; 鱼卵仔稚鱼; 种类组成; 优势种

中图分类号 S932.4 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2020)21-0091-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.21.024

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Investigation on Ichthyoplankton in Offshore Area of Shijiu Port in Spring

WANG Jin-wen^{1,2}, HUANG Juan^{1,2}, TAO Hui-hui^{1,2} et al (1. Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Ecology and Environment & Disaster Prevention and Mitigation, Qingdao, Shandong 266061; 2. North China Sea Marine Forecasting Center of State Oceanic Administration, Qingdao, Shandong 266061)

Abstract [Objective] The species composition, dominant species, quantity composition and distribution of ichthyoplankton in spring in the offshore area of Shijiu Port were studied, and the interannual change trend of community structure was also discussed. [Method] In May (spring) of 2016, the investigation data of fish eggs, larvae and juveniles collected by using large plankton net trawling in the offshore area of Shijiu Port were analyzed. The species composition and ecological type characteristics of fish eggs, larvae and juveniles in this area were discussed. The succession trend of fish eggs, larvae and juveniles in this area was analyzed based on the historical investigation data. [Result] 13 species of fish eggs were collected in the offshore area in the investigation, including 6 species of Perciformes, 3 species of Clupeiformes, 2 species of Pleuronectiformes, 1 species of Mugiliformes, 1 species of Scorpeniformes. Among 2 species of larvae and juveniles collected, there were 1 species of Perciformes and 1 species of Mugiliformes. The average density of fish eggs in the investigated sea area was 0.30 ind./m³, the average density of larvae and juveniles was 0.01 ind./m³. The dominant species of fish eggs was *Callionymus beniteguri*, and the dominant species of larvae and juveniles was *Liza haematocheilus*. [Conclusion] Compared with the historical data, the species composition and dominant species of ichthyoplankton in the investigated sea area had great changes, and the resources had significantly declined.

Key words Rizhao Port; Ichthyoplankton; Species composition; Dominant species

日照市东海岸的石臼港位于我国著名的海州湾渔场北部。港区附近海域海洋生物资源十分丰富, 是日照市海水养殖的重要水域, 也是大竹蛭、文昌鱼等多种野生动物的保护区。目前, 关于石臼港及其相邻海域的渔业资源研究多有报道^[1-6]。这些研究大多集中在渔业资源中游泳动物种类、资源量、优势种、年季变化、时空变化、影响因子等。关于海州湾鱼卵和仔稚鱼的生态调查报道多年来一直较为匮乏^[7-8], 尤其对于石臼港区近岸海域小范围海域鱼卵、仔稚鱼群落的研究更是稀少。笔者通过2016年5月在石臼港近岸海域的调查资料, 对该海域的鱼卵和仔稚鱼的种类组成、优势种、数量组成和分布情况进行研究, 并结合历史资料探讨该海域鱼卵仔稚鱼种类组成和优势种的变化, 旨在为该海域渔业资源保护和评估提供基础依据。

1 材料与方法

1.1 采样与样品鉴定

基金项目 国家重点研发计划项目(2017YFC1403700, 2016YFC1402103); 山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室2018年度开放基金项目(201802)。

作者简介 王尽文(1980—), 男, 山东莘县人, 高级工程师, 从事海洋环境监测与评价研究。*通信作者, 教授级高级工程师, 硕士, 从事海洋环境监测预报研究。

收稿日期 2020-03-01; **修回日期** 2020-04-03

年5月(春季)在石臼港附近海域进行鱼卵仔稚鱼调查, 共布设12个监测站位, 如图1所示。鱼卵、仔稚鱼调查根据GB 12763.6《海洋调查规范第6部分: 海洋生物调查》的有关要求执行。此次调查采用的船只单拖渔船, 渔船的功率为88.2 kW, 拖网速度保持在2 kn左右, 表层水平拖网时间为10 min; 样品采集使用大型浮游生物网, 网口直径80 cm, 网衣长280 cm。采集的鱼卵仔稚鱼样品用5%甲醛溶液固定保存后, 带回实验室进行样品鉴定、记录和分析。

1.2 评价方法

1.2.1 栖息密度

鱼卵、仔稚鱼密度的计算公式如下:

$$G=N/V$$

式中, G 为单位体积海水中鱼卵或仔稚鱼个体数, 单位为粒/m³或ind./m³; N 为全网鱼卵或仔稚鱼个体数, 单位为粒或尾(ind.); V 为滤水量, 单位为m³。

1.2.2 生态优势度 利用Pinkas等^[9]相对重要性指数(IRI)确定优势种。将IRI值≥1 000的种类定义为优势种。

2 结果与分析

2.1 种类组成和生态类型

2.1.1 种类组成 调查海域鱼卵仔稚鱼共出现13个品种, 所获鱼卵13种(表1), 隶属5目11科, 其中鲈形目(Perci-

formes)6 种, 占总种数的 46. 15%; 鲱形目 (Clupeiformes) 3 种, 占总种数的 23. 08%; 鲈形目 (Pleuronectiformes) 2 种, 占总种数的 15. 38%; 鲻形目 (Mugiliformes)、鲉形目 (Scorpaeni-

formes)各 1 种, 均占总种数的 7. 69%。所获仔稚鱼 2 种, 隶属 2 目 2 科, 鲻形目和鲈形目各 1 种。

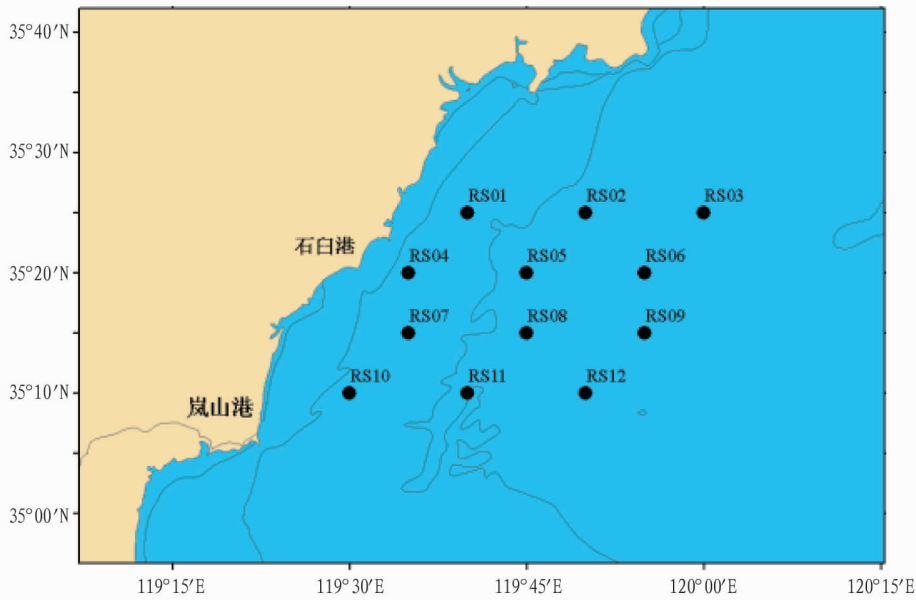


图 1 采样站位
Fig. 1 Sampling stations

2.1.2 生态类型。此次调查所采集的鱼卵均为浮性卵、所采集的鱼卵仔稚鱼的亲体适温性以暖温种(T)较多, 共 7 种, 占总种数的 53. 84%; 暖水种 (WW) 6 种, 占总种数的 46. 16%。此次调查未发现亲体为冷温种 (CT) 的鱼卵仔稚鱼。从空间生态类型来看, 所采集的鱼卵仔稚鱼的亲体中底层、近底层鱼类 (De) 8 种, 占总种数的 61. 54%; 中上层鱼类 (Pe) 5 种, 占总种数的 38. 56%。万瑞景等^[7] 1987 年在海州湾海域鱼卵仔稚鱼调查时, 所获鱼卵仔稚鱼的亲体亦为暖温种, 中底层、近底层鱼类较多, 与此次调查结论相同。但是, 此次调查未采集到万瑞景等报道的亲体为冷温种的鱼卵仔稚鱼, 这主要是因为冷温种鱼类产卵期大多集中在秋冬季。

表 1 石臼港区鱼卵仔稚鱼种类名录
Table 1 The species list of fish eggs, larvae and juveniles in Shijiuport

种名 Species name	鱼卵 Eggs	仔稚鱼 Larvae and juveniles	生态类型 Ecological types
鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	+		浮性卵, 暖水种, Pe
斑鲈 <i>Konosirus peunclatus</i>	+		浮性卵, 暖水种, Pe
远东拟沙丁 <i>Sardinops sagaxp</i>	+		浮性卵, 暖温种, Pe
鲈 <i>Liza haematocheilus</i>	+	+	浮性卵, 暖温种, De
牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	+		浮性卵, 暖温种, De
三线舌鲷 <i>Cynoglossus trigrammus</i> Gunther	+		浮性卵, 暖温种, De
带鱼 <i>Trichiurus lepturus</i>	+		浮性卵, 暖温种, De
白姑鱼 <i>Argyrosomus argentatus</i> Houttuyn	+		浮性卵, 暖水种, De
鲱 <i>Callionymus beniteguri</i>	+		浮性卵, 暖温种, De
鲈 <i>Pneumatophorus japonicus</i>	+	+	浮性卵, 暖水种, Pe
蓝点马鲛 <i>Scomberomorus niphonius</i>	+		浮性卵, 暖水种, Pe
小黄鱼 <i>Pseudosciaena polyatis</i>	+		浮性卵, 暖温种, De
鲻 <i>Platycephalus indicus</i>	+		浮性卵, 暖水种, De

2.2 数量组成和分布

2.2.1 数量组成。此次调查共采集鱼卵 1 125 粒, 其中鲱街 701 粒, 占总卵数的 62. 31%; 蓝点马鲛 79 粒, 占总卵数的 7. 02%; 鳀 40 粒, 占总卵数的 3. 56%; 鲈 16 粒, 占总卵数的 1. 42%; 小黄鱼 14 粒, 占总卵数的 1. 24%; 带鱼 12 粒, 占总卵数的 1. 07%; 牙鲆 9 粒, 占总卵数的 0. 80%; 鲈和白姑鱼均 4 粒, 占总卵数的 0. 36%; 鲻 3 粒, 占总卵数的 0. 27%; 斑鲈、三线舌鲷和远东拟沙丁均 1 粒, 占总卵数的 0. 09%。

此次调查期间共采集仔稚鱼 24 尾, 其中鲈 23 尾, 占总卵数的 95. 83%; 鲈 1 尾, 占总卵数的 4. 17%。

2.2.2 数量和空间分布。此次调查结果表明, 鱼卵每网平均数量为 93. 75 粒/站, 平均密度为 0. 30 ind. /m³, 仔稚鱼每网平均数量为 2. 0 尾/站, 平均密度为 0. 01 ind. /m³。调查期间鱼卵和仔鱼的数量分布不均匀 (图 2、图 3)。其中鱼卵以 RS07 号站位最高, 为 0. 87 ind. /m³, 此次调查 RS10 站位未采集到鱼卵, 其余 10 个站位鱼卵平均密度依次为 RS11 号站 0. 73 ind. /m³, RS04 号站 0. 59 ind. /m³, RS05 号站 0. 40 ind. /m³, RS01 号站 0. 36 ind. /m³, RS03 号站 0. 31 ind. /m³, RS08 号站 0. 29 ind. /m³, RS06 号站 0. 04 ind. /m³, RS09 号站 0. 03 ind. /m³, RS02 号站 0. 02 ind. /m³, RS12 号站 0. 02 ind. /m³。以 RS02、RS12 号站位最低, 为 0. 02 ind. /m³。仔稚鱼调查中, 有 3 个站位采集到了仔稚鱼, 在 RS08 号站位仔稚鱼密度出现最高值 (0. 006 ind. /m³), 其次为 RS02 号站 0. 003 ind. /m³; RS11 号站最低, 为 0. 001 ind. /m³。从空间分布来看, 此次调查鱼卵、仔稚鱼平均密度呈南高北低, 近岸高远海低的特点。5 月份的石臼港近岸海域受黄海北部冷水团和青岛外海冷水团的共同影响, 水温呈自近岸向外海, 自北向南逐渐降低。此次

调查发现鱼卵仔稚鱼的平均密度分布和水温呈正相关。水温越高,鱼卵仔稚鱼的平均密度越大。

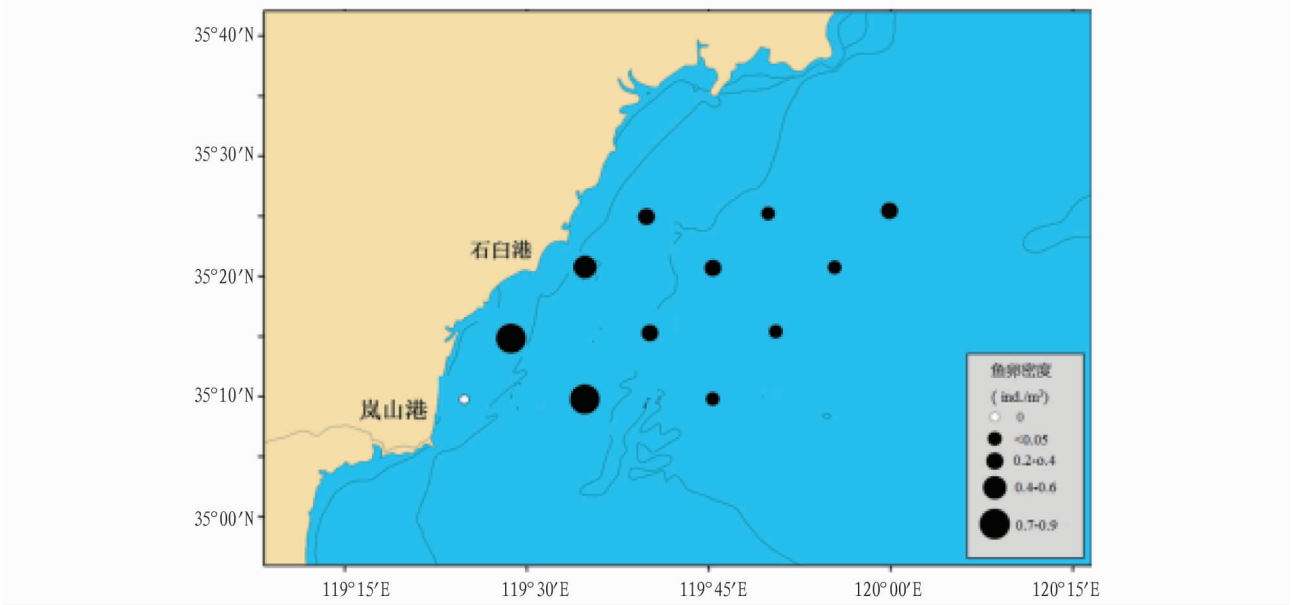


图 2 石臼港区鱼卵密度分布
Fig.2 Density distribution of fish eggs in Shijiu Port area

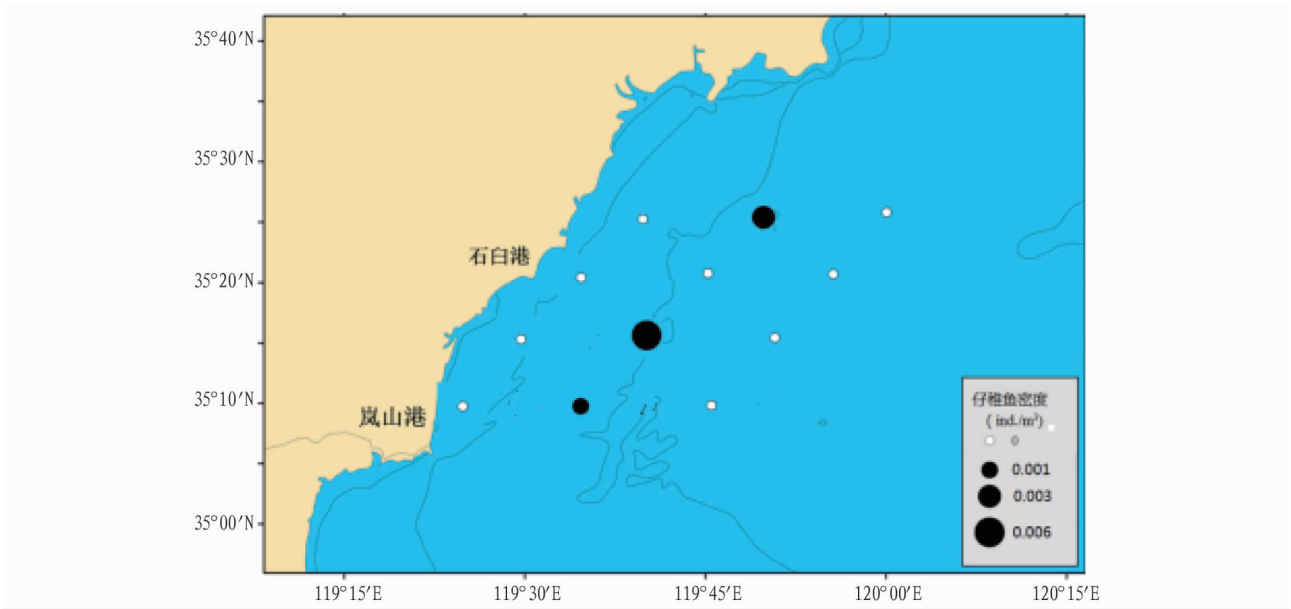


图 3 石臼港区仔稚鱼密度分布
Fig.3 Density distribution of larvae and juveniles in Shijiu Port area

2.3 优势种 此次调查鱼卵主要优势种为绯鲌,绯鲌鱼卵的平均密度为 0.19 ind./m³,最高值出现在 RS07 号站;仔稚鱼优势种为鲈,其中鲈仔稚鱼平均密度为 0.01 ind./m³,最高值出现在 RS08 号站。此次调查绯鲌鱼卵生态优势度为 5 711.96。其余 12 鱼卵优势度依次为蓝点马鲛 351.00、鲹 237.35、鲈 59.17、带鱼 26.75、小黄鱼 10.33、牙鲆 6.67、鲈 6.00、鲻 4.50、白姑鱼 3.00、斑鲆 0.75、三线舌鲷 0.75、远东拟沙丁 0.75;鲈仔稚鱼和鲈仔稚鱼生态优势度分别为 1 597.49 和 34.74。由此可见,此次调查绯鲌鱼卵和鲈仔稚鱼占据绝对优势。

3 讨论

3.1 种类组成的演替趋势分析 此次调查出现鱼卵仔稚鱼

共 13 种。万瑞景等^[7-8]报道 80 年代有 67 种硬骨鱼类在黄海产卵繁殖,5 月份有 18 种鱼类在黄海区进行产卵繁殖。此次调查鱼卵仔稚鱼种类比 20 世纪 80 年代降低了 27.78%。通过对比发现此次调查所获鱼卵仔稚鱼种类也有较大差异。万瑞景等^[7-8]在 1987 年 5 月在胶州湾海域采集到的较多的种类,如多鳞鳕(*Sillago sihama*)、长蛇鲻(*Saurida elongata*)、鳅鱼(*Misgurnus anguillicaudatus*)、竹荚鱼(*Trachurus japonicus*)、高眼鲷(*Cleisthenes herzensteini*)等,但此次调查均未采集到。究其原因,一方面可能与此次调查位置距岸较近,调查区域较小有关,另一方面可能与近年来港口建设、渔业养殖、陆源排污导致产卵场等栖息地的破坏有

关。研究表明,黄渤海区的渔业资源在经历了多年的开发利用后,多数主要经济品种资源量明显下降,有些甚至几近绝迹^[10]。

3.2 栖息密度及分布趋势分析 一般来说,鱼卵仔稚鱼的栖息密度和分布受水温、营养盐、潮流和潮汐等多个因子的影响。此次调查表明,鱼卵平均密度为 0.30 ind./m³,仔稚鱼平均密度为 0.01 ind./m³。据万瑞景等^[7-8]的调查结果,黄海鱼类的产卵期大多集中在 5~8 月,5 月中旬几乎整个海州湾渔场都会有鱼卵分布,密集中心的站卵量达 1 万余粒,仔稚鱼也达 19.3 尾/站。青岛海洋环境监测中心站监测人员于 2009 年 5 月亦在工程海域进行了鱼卵、仔稚鱼的调查研究,结果显示 2009 年 5 月石臼港近岸海域鱼卵平均密度为 1 145.7 粒/站,仔稚鱼平均密度为 2.1 尾/站。与 20 世纪 80 年代相比,此次调查鱼卵、仔稚鱼数量大幅度下降,鱼卵数量仅约占 1/100~1/60,仔稚鱼数量约占 10%。与 2009 年相比鱼卵数量约为其 1/12,仔稚鱼数量相差不大。鱼卵栖息密度的大幅下降也从侧面证明了近年来由于捕捞过度、环境污染以及产卵场等栖息地的破坏,海州湾的渔业资源衰退日益严重的事实。

此次调查 RS10 站位未采集到鱼卵,该站位位于日照港岚山港区北作业区内,站位北面为山东省日照港岚山港区北作业区一期码头和日照港岚山港区北作业区堆场及护岸工程,东面为山东省日照港岚山港区北作业区一期码头工程港池。以上工程在建设和运营时产生的污染物势必会对 RS10 站位附近海域的生态环境产生影响,如潮流场改变、悬浮物浓度增加等。因此,该站位未采集到鱼卵仔稚鱼样品可能与港口建设产生的陆源污染有一定关系。

3.3 优势种变化分析 鉴于优势种对决定整个群落的特性和功能上所起的重要作用。当一个群落中优势种变化以后,整个生物群落都将随之改变。同样地,当一个种群中优势种的种类越多,群落结构越稳定,反之亦然。此次调查鱼卵主要优势种为鲱鱼,仔稚鱼优势种为鲛,且二者占有绝对优势。万瑞景等^[7-8]在 1987 年 5 月在黄海近岸产卵场进行调查,结果显示鳀科鱼卵占绝对优势,占航次总卵量的 98.82%;主要鱼种为鳀鱼,占总卵量的 94.19%,除鳀科鱼卵外,鳀科的多鳞鳀和鲱科的远东拟沙丁鱼鱼卵也占有较大比重;仔稚鱼优势种为鳀科鱼类仔鱼,占仔稚鱼总获量的 81.73%。青岛海洋环境监测中心站于 2009 年 5 月在日照港附近海域进行的调查显示鱼卵优势种为鳀鱼卵,占总卵量的 89.92%;仔稚鱼优势种为长蛇鲻仔鱼,占仔稚鱼总获量的 81.73%。此次调

查鳀鱼卵仅占总卵量的 3.56%。通过对比 3 次调查结果发现,石臼港海域的鱼卵仔稚鱼优势种类已从 20 世纪 80 年代的鳀科、鳀科和鲱科逐渐转变为鲱科,由多种共存逐渐转为单种为主。优势种的种类也发生了变化,作为黄东海食物网中的关键种鳀鱼已不再是石臼港附近海域的优势种,其地位已经被鲱取代。

4 结论

此次调查共采集到鱼卵仔稚鱼 13 个品种,隶属 5 目 11 科,其中鲈形目 6 种,鲱形目 3 种,鲷形目 2 种,鲹形目、鲈形目各 1 种;所获仔稚鱼 2 种,隶属于 2 目 2 科,鲹形目和鲈形目各 1 种。此次调查所采集的鱼卵均为浮性卵;从鱼类的适温类型来看,所采集的鱼卵仔稚鱼的亲体以暖温种(T)为主。从空间生态类型来看,所采集的鱼卵仔稚鱼的亲体以中底层、近底层鱼类(De)为主。

调查海域鱼卵平均密度为 0.30 ind./m³,仔稚鱼平均密度为 0.01 ind./m³。此次调查鱼卵主要优势种为鲱鱼,平均密度为 0.19 ind./m³;仔稚鱼优势种为鲛,平均密度为 0.01 ind./m³。石臼港近岸海域优势种类已从 20 世纪 80 年代的鳀科、鳀科和鲱科逐渐转变为鲱科,且优势种有多种共存逐渐向单种为主转变的趋势。作为黄东海食物网中的关键种鳀鱼已逐渐被鲱取代。

与 20 世纪 80 年代相比,调查海域的鱼卵仔稚鱼在种类组成、优势种上变化较大,资源量大幅下降。这可能与近年来港口建设、渔业养殖、陆源排污导致产卵场等栖息地的破坏和人类的过度捕捞有关。

参考文献

- [1] 金显仕. 山东半岛南部水域春季游泳动物群落结构的变化[J]. 水产学报, 2003, 27(1): 19-24.
- [2] 王尽文, 黄娟, 孙滨, 等. 石臼港区近岸海域春季游泳动物群落结构浅析[J]. 海岸工程, 2020, 39(3): 224-230.
- [3] 王尽文, 黄娟, 张亮, 等. 石臼港近岸海域秋季游泳动物群落结构浅析[J]. 广西科学院学报, 2020, 36(2): 158-163.
- [4] 苏巍, 薛莹, 任一平. 海州湾海域鱼类分类多样性的时空变化及其与环境因子的关系[J]. 中国水产科学, 2013, 20(3): 624-634.
- [5] 张亮, 王尽文, 任荣珠, 等. 海州湾北部海域春季渔业资源的群落结构特征[J]. 渔业科学进展, 2014, 35(5): 1-7.
- [6] 王尽文, 陶卉卉, 张乃星, 等. 2016 年春季日照港岚山港区近岸海域渔业资源浅析[J]. 广西科学院学报, 2018, 34(2): 125-129, 136.
- [7] 万瑞景, 姜言伟. 渤、黄海硬骨鱼类鱼卵与仔稚鱼种类组成及其生物学特征[J]. 上海水产大学学报, 2000, 9(4): 290-297.
- [8] 万瑞景, 姜言伟. 黄海硬骨鱼类鱼卵、仔稚鱼及其生态调查研究[J]. 海洋水产研究, 1998, 19(1): 60-73.
- [9] PINKAS L, OLIPHANT M S, LVERSON I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in Californian waters[J]. Fish Bull, 1971, 152: 1-105.
- [10] 鹿珑. 黄渤海区海洋渔业可持续发展研究[D]. 天津: 天津大学, 2015.

(上接第 90 页)

- [19] 聂鸿涛, 姜力文, 郑梦鸽, 等. 大竹蛏高通量转录组测序数据组装和分析[J]. 大连海洋大学学报, 2017, 32(6): 658-663.
- [20] ZHAO H, LI Q Z, LI J, et al. The study of neighboring nucleotide compo-

sition and transition/transversion bias[J]. Science in China series C: Life sciences, 2006, 49(4): 395-402.

- [21] 田义珂, 王彩虹, 白牡丹, 等. 基于梨贝壳烯氧化酶基因 *PpKO* 序列的功能性 SNP 标记[J]. 园艺学报, 2012, 39(10): 1876-1884.