

海州湾北部海域春季渔业资源的群落结构特征*

张 亮^{1,2} 王尽文^{1,2} 任荣珠^{1,2} 张乃星^{1,2} 宿 凯^{1,2}
屈 文^{1,2} 陶卉卉^{1,2} 吕振波³

(1. 山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室 青岛 266061; 2. 国家海洋局北海预报中心
国家海洋局青岛海洋环境监测中心站 青岛 266061; 3. 山东省海洋资源与环境研究院 烟台 264006)

摘要 根据 2012 年 5 月(春季)在海州湾北部海域进行的渔业资源底拖网调查资料,分析了该海域渔业资源群落结构特征。结果表明,该海域共捕获渔业资源种类 51 种(鱼类 33 种、甲壳类 14 种、头足类 4 种),平均渔获量为 24.59 kg/h。优势种类主要为尖海龙(*Syngnathus acus*)、方氏云鳎(*Pholis fangi*)和戴氏赤虾(*Metapenaeopsis dalei*)。渔业生物群落的种类丰度指数 D 在 1.400–3.255 之间,平均为 2.471;多样性指数 H' 在 0.492–2.309 之间,平均为 1.857;均匀度指数 J 在 0.182–0.713 之间,平均为 0.596。本次调查出现鱼类种数比 20 世纪 80 年代记载的鱼类 150 种大幅降低;甲壳类、头足类比相关调查显示甲壳类 19 种、头足类 6 种的结果也有所降低。主要经济鱼类个体质量和数量减少,小型低价值鱼类及戴氏赤虾逐渐成为优势种,且未发现经济鱼类带鱼(*Trichiurus lepturus*),这可能与过度捕捞或其他人为活动扰动有关。

关键词 海州湾北部海域;渔业资源;群落结构

中图分类号 S931 文献标识码 A 文章编号 1000-7075(2014)05-0001-07

海州湾位江苏省与山东省的交界沿岸,海湾面积 876 km²,属典型的开放型海湾。海州湾水质肥沃,生产力高,生物资源丰富,是多种渔业生物优良的产卵场和索饵场(王文海等,1993),历史上曾是中国著名的八大渔场之一(章守宇等,2006)。

海州湾北部靠近日照港岚山港区,近年来,港区码头建设、航道、港池疏浚等工程迅速增加,海洋工程将影响周边海洋环境,渔业资源有可能也受到影响。

目前,关于海州湾海域渔业资源的研究报道十分有限,有的仅对海州湾鱼类多样性及其时空变化进行了研究(苏巍等,2013),其他关于海州湾渔业资源分布特征、群落结构、资源密度和多样性等的研究海域仅位于海州湾南部的连云港附近(唐峰华等,2011)。

本研究分析了海州湾北部海域渔业资源的种类组成及分布,这有助于全面认识海州湾海域渔业资源现状。

1 材料与方法

1.1 采样与分析

青岛海洋环境监测中心站 2012 年 5 月(春季)在海州湾北部海域进行渔业资源调查,共布设 12 个调查站位(图 1)。

调查时租用鲁东港渔 62299 渔船,功率 80 kW。所用网具为单船底拖网,网口 1300 目,网目尺寸 40 mm,网口周长 51.5 m,囊网网目 20 mm。每站拖曳 1 h,平均拖速 2.7 kn。拖曳时,网口宽度约 16 m,每站扫海面积为 0.08 km²。调查范围为海州湾北部日照港岚山港区东南侧 34°55′–35°10′N、119°15′–119°50′E 海域,调查时间为 2012 年 5 月 14–17 日。渔获物按种类记录重量、尾数,样本冰冻保存带回实验室测定生物学数据。

* 海洋公益性行业科研专项(201205036-07)资助。张 亮, E-mail: 36302162@qq.com

收稿日期: 2013-12-19, 收修改稿日期: 2014-06-01

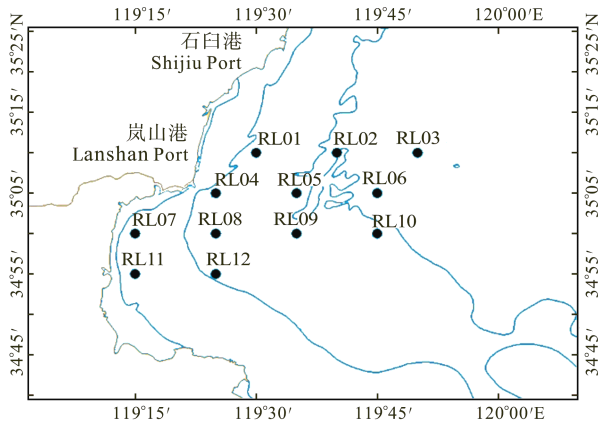


图1 采样站位

Fig. 1 Sampling stations

1.2 评价方法

1.2.1 资源密度 渔业资源密度计算执行中华人民共和国水产行业标准,采用面积法(中华人民共和国农业部,2008)计算各调查站位的资源密度(尾数和重量),按以下公式计算:

$$D = \frac{C}{qa}$$

式中, D 为渔业资源密度,单位为 (ind/km^2) 或 (kg/km^2) ; C 为平均每小时拖网渔获量,单位为 $(\text{ind}/\text{网}\cdot\text{h})$ 或 $(\text{kg}/\text{网}\cdot\text{h})$; a 为每小时网具取样面积,单位为 $(\text{km}^2/\text{网}\cdot\text{h})$; q 为网具捕获率,取值范围为 0-1,其中,中上层鱼类取 0.3,近底层鱼类、虾类和乌贼类取 0.5,底层鱼类、蟹类和蛸类取 0.8。

1.2.2 生态优势度 利用 Pinkas 相对重要性指数 (IRI) 确定种类在群落中的重要性 (Pinkas *et al.*, 1971)。将 IRI 值大于或等于 1000 的种类定义为优势种, IRI 值大于或等于 100 而小于 1000 的种类定义为重要种。

1.2.3 多样性 利用 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') (Shannon, 1949)、Margalef 的种类丰富度指数 (D) (Margalef, 1958) 和 Pielou 均匀度指数 (J') (Pielou, 1975) 来分析渔业资源多样性,公式如下:

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \quad D = \frac{S-1}{\ln N} \quad J' = \frac{H'}{\ln S}$$

式中, S 为种类总数; N 为总尾数; P_i 为 i 种重量占总重量的比例。

2 结果与分析

2.1 渔业资源种类组成

本次调查共捕获渔业种类 51 种,其中,鱼类 33

种,占捕获鱼类总种类数的 64.71%(中上层鱼类 8 种,近底层鱼类 20 种,底层鱼类 5 种);甲壳类 14 种,占 27.45%(虾类 9 种,蟹类 5 种);头足类 4 种,占 7.84%(表 1)。

2.2 数量组成

按重量计,鱼类占 82.75%(中上层鱼类占 55.62%,近底层鱼类占 18.42%,底层鱼类占 8.71%);甲壳类占 9.42%(虾类占 7.88%,蟹类占 1.54%);头足类占 7.83%。按尾数计,鱼类占 64.70%(中上层鱼类占 52.88%,近底层鱼类占 11.75%,底层鱼类占 0.07%);甲壳类占 32.71%(虾类占 32.39%,蟹类占 0.32%);头足类占 2.58%。

2.3 数量分布

调查平均渔获重量为 24.59 kg/h,最高为 RL11 站, 35.90 kg/h,最低为 RL07 站, 13.55 kg/h。超过 30 kg/h 的站两个,依次为 RL11 站 35.90 kg/h 和 RL05 站 33.21 kg/h; 20-30 kg/h 的站 7 个;其余 3 个站小于 20 kg/h,见图 2。

调查平均渔获尾数为 8046.58 ind/h,最高为 RL05 站,达 14844 ind/h,最低为 RL07 站,仅 1858 ind/h。渔获尾数超过 10000 ind/h 的站 4 个,依次是 RL05 站 14844 ind/h、RL03 站 14241 ind/h、RL09 站 11954 ind/h 和 RL11 站 10186 ind/h;渔获尾数在 5000-10000 ind/h 的站 5 个,依次为 RL08 站 8741 ind/h、RL04 站 8691 ind/h、RL02 站 8570 ind/h、RL12 站 7149 ind/h 和 RL01 站 5266 ind/h;渔获尾数低于 5000 ind/h 的站 3 个,依次为 RL06 站 2747 ind/h、RL10 站 2312 ind/h 和 RL07 站 1858 ind/h,见图 3。

2.4 优势种

本次调查优势种有 3 种,为尖海龙、方氏云鲷和戴氏赤虾。重要种有 15 种,依次为短鳍鳊、细纹狮子鱼、黄鲛鲷、长足七腕虾、大泷六线鱼、短蛸、日本枪乌贼、玉筋鱼、疣背宽额虾、矛尾虾虎鱼、长蛸、双喙耳乌贼、莫氏海马、口虾蛄和日本蟳,见表 2。

重量比例超过 1% 的共 15 种,占全部渔获物重量的 93.53%。重量超过 10% 的两种,依次是方氏云鲷 34.82% 和尖海龙 16.44%;重量在 5%-10% 之间的 4 种,依次为黄鲛鲷 8.53%、短鳍鳊 5.48%、戴氏赤虾 5.06%、细纹狮子鱼 5.04%;重量在 1%-5% 的 9 种,依次为短蛸 4.5%、大泷六线鱼 4.27%、长蛸 1.99%、玉筋鱼 1.75%、日本蟳 1.32%、口虾蛄 1.14%、长足七腕虾 1.1%、绿鳍马面鲀 1.09%、蓝点马鲛 1.02%;其余 36 种重量低于 1%。

表 1 海洲湾北部海域渔业资源种类名录
Tab. 1 The species of fishery resources in northern sea area of Haizhou Bay

种类 序号 Species No.	种名 Species name	备注 Remark	种类 序号 Species No.	种名 Species name	备注 Remark	
1	鳀 <i>Engraulis japonicus</i>	中上层鱼类 Pelagic-neritic fish	27	汤氏平鲷 <i>Sebastes thompsoni</i>	底层鱼类 Demersal fish	
2	赤鼻棱鳀 <i>Thryssa kammalensis</i>		28	大泷六线鱼 <i>Hexagrammos otakii</i>		
3	中颌棱鳀 <i>Thryssa mystax</i>		29	石鲷 <i>Kareius bicoloratus</i>		
4	斑鲆 <i>Konosirus punctatus</i>		30	角木叶鲷 <i>Pleuronichthys cornutus</i>		
5	莫氏海马 <i>Hippocampus mohnikei</i>		31	钝吻黄盖鲷 <i>Pseudopleuronectes yokohamae</i>		
6	尖海龙 <i>Syngnathus acus</i>		32	短吻红舌鲷 <i>Cynoglossus joyneri</i>		
7	蓝点马鲛 <i>Scomberomorus nipponius</i>		33	半滑舌鲷 <i>Cynoglossus semilaevis</i>		
8	竹筴鱼 <i>Trachurus japonicus</i>					
9	细纹狮子鱼 <i>Liparis tanakae</i>	近海底层鱼类 Benthopelagic fish	1	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>		甲壳类 Crustacean 14 种, 27.45%
10	多鳞鱈 <i>Sillago sihama</i>		2	戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>		
11	黄尾鲷 <i>Seriola lalandi</i>		3	鹰爪虾 <i>Trachysalambria curvirostris</i>		
12	皮氏叫姑鱼 <i>Johnius belangerii</i>		4	鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>		
13	小黄鱼 <i>Larimichthys polyactis</i>		5	长足七腕虾 <i>Heptacarpus rectirostris</i>		
14	黄姑鱼 <i>Nibea albiflora</i>		6	疣背宽额虾 <i>Latreutes planirostris</i>		
15	银姑鱼 <i>Pennahia argentata</i>		7	日本褐虾 <i>Crangon hakodatei</i>		
16	方氏云鳚 <i>Pholis fangi</i>		8	细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>		
17	玉筋鱼 <i>Ammodytes personatus</i>		9	哈氏和美虾 <i>Nihonotrypaea harmandi</i>		
18	短鳍鲷 <i>Callionymus kitaharae</i>		10	隆背黄道蟹 <i>Cancer gibbosulus</i>		
19	矛尾虾虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	11	日本平家蟹 <i>Heikeopsis japonica</i>	头足类 Cephalopod 4 种, 7.84%		
20	长丝虾虎鱼 <i>Cryptocentrus filifer</i>	12	三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>			
21	绿鳍马面鲀 <i>Thamnaconus modestus</i>	13	日本蛸 <i>Charybdis japonica</i>			
22	星康吉鳗 <i>Conger myriaster</i>	14	双斑蛸 <i>Charybdis bimaculata</i>			
23	长蛇鲻 <i>Saurida elongata</i>	1	日本枪乌贼 <i>Loliolus japonica</i>			
24	太平洋鳕 <i>Gadus macrocephalus</i>	2	双喙耳乌贼 <i>Sepiolo birostrata</i>			
25	黄鲛鳕 <i>Lophius litulon</i>	3	短蛸 <i>Octopus fangsiao</i>			
26	许氏平鲷 <i>Sebastes schlegelii</i>	4	长蛸 <i>Octopus variabilis</i>			

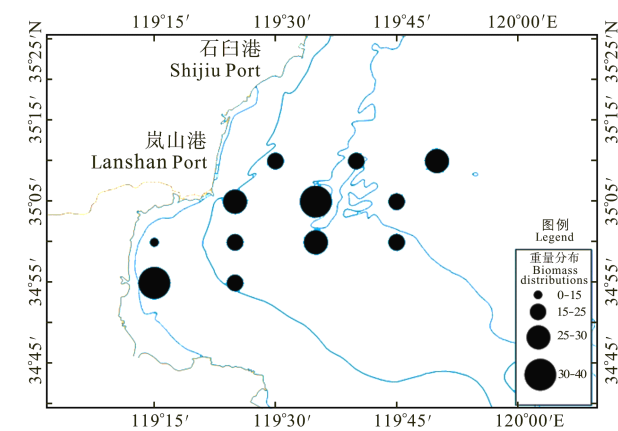


图 2 海洲湾北部海域渔业资源重量分布

Fig. 2 The biomass distribution of fishery resources in northern sea area of Haizhou Bay

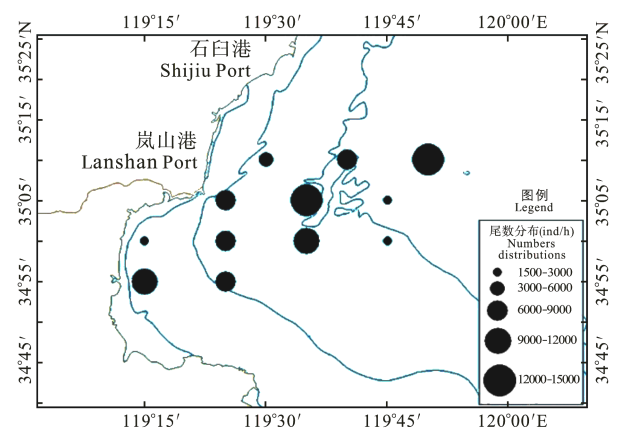


图 3 海洲湾北部海域渔业资源尾数分布

Fig. 3 The amount distribution of fishery resources in northern sea area of Haizhou Bay

表2 海洲湾北部海域主要种类优势组成
Tab. 2 The dominant species in northern sea area of Haizhou Bay

种类 Species	<i>W</i> (%)	<i>N</i> (%)	<i>F</i> (%)	<i>IRI</i>
尖海龙 <i>Syngnathus acus</i>	16.44	36.84	91.67	4883
方氏云鲷 <i>Pholis fangi</i>	34.82	12.77	100.00	4759
戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>	5.06	22.47	100.00	2753
短鳍鳚 <i>Callionymus kitaharae</i>	5.48	3.31	91.67	805
细纹狮子鱼 <i>Liparis tanakae</i>	5.04	1.50	100.00	655
黄鮫鱈 <i>Lophius litulon</i>	8.53	0.02	66.67	570
长足七腕虾 <i>Heptacarpus rectirostris</i>	1.10	5.63	83.33	561
大泷六线鱼 <i>Hexagrammos otakii</i>	4.27	1.53	91.67	532
短蛸 <i>Octopus fangsiao</i>	4.50	0.27	100.00	477
日本枪乌贼 <i>Loliolus japonica</i>	0.83	1.16	100.00	199
玉筋鱼 <i>Ammodytes personatus</i>	1.75	2.18	50.00	197
疣背宽额虾 <i>Latreutes planirostris</i>	0.30	3.03	58.33	194
矛尾虾虎鱼 <i>Chaeturichthys stigmatias</i>	0.66	3.05	50.00	185
长蛸 <i>Octopus variabilis</i>	1.99	0.03	75.00	152
双喙耳乌贼 <i>Sepiolo birostrata</i>	0.51	1.12	91.67	149
莫氏海马 <i>Hippocampus mohnikei</i>	0.30	2.02	50.00	116
口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	1.14	0.22	75.00	102
日本蟳 <i>Charybdis japonica</i>	1.32	0.04	75.00	102

注: *W* 为渔获生物量百分比, *N* 为渔获尾数百分比, *F* 为出现频率, *IRI* 为相对重要性指数

Note: *W*: Percentage of biomass; *N*: Percentage of numbers; *F*: Occurrence frequency; *IRI*: Index of relative importance

尾数比例超过 1% 的共 13 种, 占全部渔获物尾数的 96.62%。尾数超过 10% 的 3 种, 依次为尖海龙 36.84%、戴氏赤虾 22.47%、方氏云鲷 12.77%; 尾数在 5%–10% 之间的 1 种, 为长足七腕虾 5.63%; 尾数在 1%–5% 之间的 9 种, 依次为短鳍鳚 3.31%、矛尾虾虎鱼 3.05%、疣背宽额虾 3.03%、玉筋鱼 2.18%、莫氏海马 2.02%、大泷六线鱼 1.53%、细纹狮子鱼 1.5%、枪乌贼 1.16%、双喙耳乌贼 1.12%; 其余 38 种尾数低于 1%。

优势种中, 尖海龙、方氏云鲷等均为经济价值较

低的种类, 重要种中短鳍鳚、疣背宽额虾、矛尾虾虎鱼等也是经济价值较低的种类。重要种中经济价值较高的口虾蛄和日本蟳, 其相对重要性指数却最低, 而经济价值较高的传统经济鱼类小黄鱼和蓝点马鲛不是优势种, 也不是重要种。

2.5 栖息密度与生物量

调查海域资源栖息密度平均为 $297.24 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$, 以 RL05 站最高, 为 $589.92 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$, RL07 站最低, 为 $65.58 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$, 见图 4; 调查海域资源平均生物

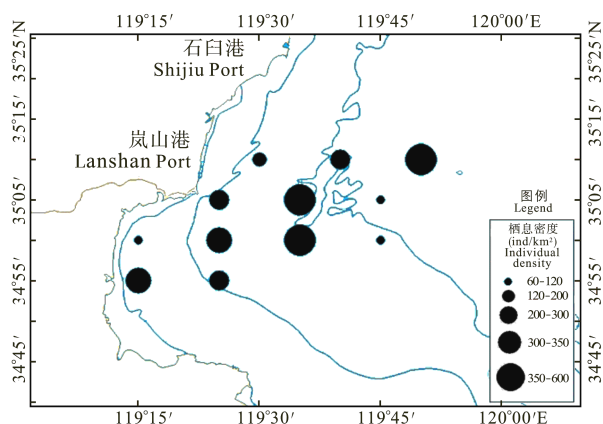


图4 海洲湾北部海域渔业资源栖息密度

Fig. 4 The individual density of fishery resources in northern sea area of Haizhou Bay

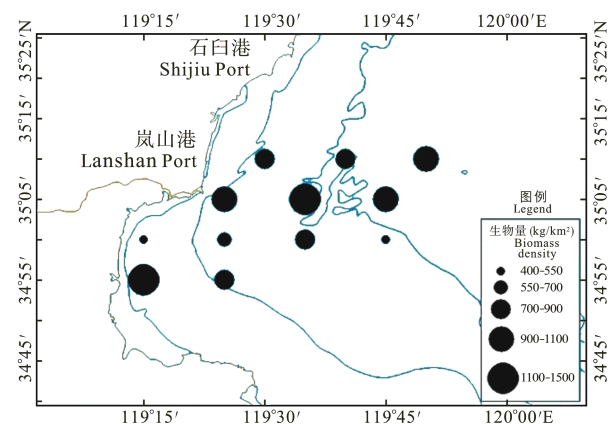


图5 海洲湾北部海域渔业资源生物量

Fig. 5 The biomass density of fishery resources in northern sea area of Haizhou Bay

量为 919.09 kg/km², 以 RL11 站最高, 为 1420.16 kg/km², RL07 站最低, 为 428.34 kg/km², 见图 5。

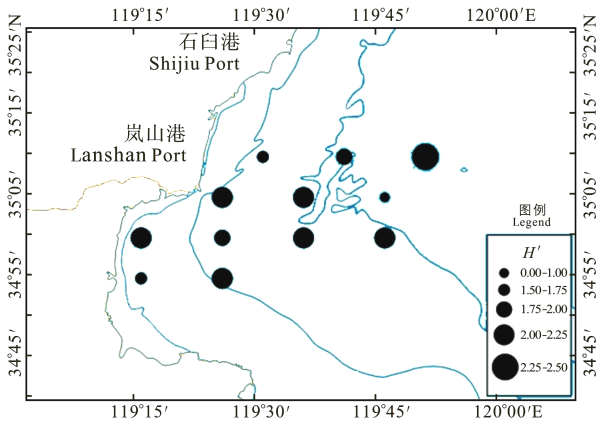


图 6 海洲湾北部海域物种多样性指数分布

Fig. 6 The distribution of Shannon-Wiener diversity index H' in northern sea area of Haizhou Bay

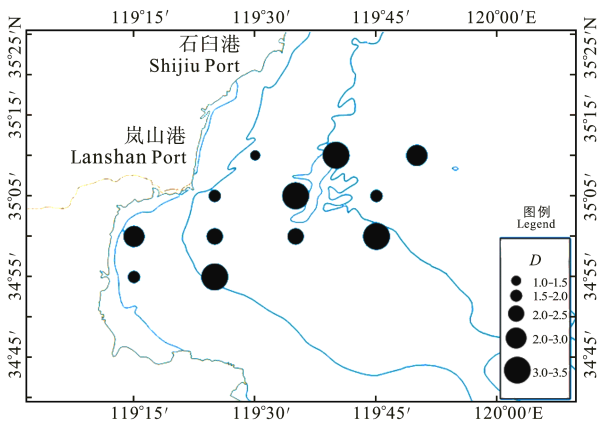


图 7 海洲湾北部海域物种丰富度指数分布

Fig. 7 The distribution of the species richness D in northern sea area of Haizhou Bay

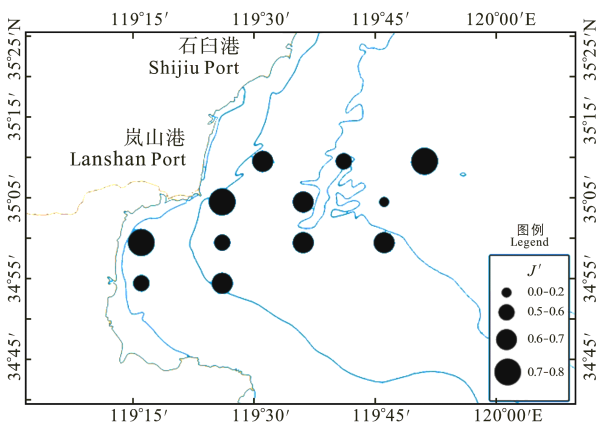


图 8 海洲湾北部海域物种均匀度指数分布

Fig. 8 The distribution of evenness index J' in northern sea area of Haizhou Bay

2.6 多样性

调查海域物种多样性指数在 0.492–2.309 之间, 平均为 1.857, 最高值出现于 RL03 站, 最低值出现于 RL06 站。丰富度指数在 1.400–3.255 之间, 平均为 2.471, 最高值出现于 RL02 站, 最低值出现于 RL01 站。均匀指数在 0.182–0.713 之间, 平均为 0.596, 最高值出现于 RL07 站, 最低值出现于 RL06 站, 见图 6–图 8。

3 讨论

3.1 渔业资源种类变化分析

本次调查出现鱼类 33 种、甲壳类 14 种、头足类 4 种。王文海等(1993)报道的海洲湾海域共有鱼类 150 种; 2011 年在海洲湾海域调查显示的海洲湾共有鱼类 96 种(苏巍等, 2013)及 2006 年、2007 年在山东半岛南部近岸海域调查共捕获鱼类 47 种、甲壳类 19 种、头足类 6 种相比, 本次调查出现鱼类种类数均有较大幅度降低, 甲壳类和头足类也有所降低。

本次调查渔业资源种类与以往调查结果大幅降低, 分析原因一方面可能与本次调查范围仅为海洲湾北部海域, 范围较小, 另一方面可能与近年来渔业资源过度捕捞、海水养殖、污染和富营养、外来物种入侵和生境的破坏等多方面的影响有关。有研究表明, 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, 海洲湾的渔业资源衰退日益严重, 带鱼、小黄鱼等传统经济鱼类目前已难形成渔汛(章守宇等, 2006), 且本次调查, 未发现传统经济鱼类带鱼。

3.2 渔业资源量及分布趋势分析

本次调查结果与以往研究结果(唐峰华等, 2011)比较有所不同。按重量和数量计, 鱼类占比例最大, 超过 60%, 头足类占比例最小, 不足 8%, 未发现贝类。唐峰华等(2011)调查显示, 按重量、数量计, 甲壳类占比例最大, 头足类占比例最小, 且渔获物有贝类。

本次调查海洲湾北部海域春季渔获重量在 13.55 kg/h 35.90 kg/h 之间, 平均为 24.59 kg/h。李涛等 2007 年春季在山东半岛南部近岸海域进行渔业资源底拖网调查发现, 该近岸海域渔业资源量水平较低, 单位网次渔获量仅为 1.3 kg/h, 该结果远低于作者调查结果的最低值。春季是传统的渔业汛期, 渔获量应该处在高位, 分析原因是由于李涛等(2011)春季调查在 4 月上旬, 春季近岸水温尚未升高, 鱼类未至近岸, 从而导致春季渔获量较低, 另外春季更是经过秋冬高强度的

捕捞作业,使春季渔获量更低,这也说明高强度的捕捞活动对渔业资源产生了极大影响。

从本次调查结果看,游泳动物渔获数量、重量的分布高值区在外海和海洲湾底部海域,距离绣针河口和日照港岚山港区均有一定的距离。渔获重量和渔获数量最低站位均为 RL07 号站,该站位位于日照港岚山港区西南侧,北侧为绣针河入海口,绣针河为鲁苏两省交界的一条河流,该河流两侧分布有较多污染企业,每年有大量工业废水和生活污水排入该河流,绣针河是海洲湾污染的主要污染源之一,游泳动物具有回避污染的天性,且海洲湾西北侧近海有大量沿海虾、蟹养殖池分布,虾、蟹养殖也是无机氮和磷的重要来源,因此该站位渔获重量和渔获数量最低可能与陆源污染及近岸养殖有一定关系。

渔获重量最高站位为 RL11 号站,该站位位于海洲湾底部,邻近龙王河河口,龙王河发源于山东省莒南县,于江苏省赣榆县入海,每年向河口及附近海域注入丰富的营养物质,河口区作为咸淡水交汇处,通常是众多鱼类产卵繁殖和仔鱼索饵的良好场所。因此该站位渔获重量最高,渔获数量也超过 10000 ind/h,在调查站位中排第 4。

3.3 优势种及生物量、栖息密度分析

本次调查未发现经济鱼类带鱼,唐峰华等 2008 年在连云港海州湾海域渔场调查同样未发现经济鱼类带鱼(唐峰华等,2011),调查结论这与本次调查结果一致。

优势种方面,唐峰华等 2008 年在连云港海州湾海域渔场调查结果(唐峰华等,2011)和本次调查结果均出现的重要种有尖海龙、矛尾虾虎鱼、口虾蛄、日本蟳等;李涛等 2007 年春季调查山东半岛南部近岸海域渔业资源调查结果(李涛等,2011)和本次调查结果均出现的优势种有方氏云鳎等。

在资源密度方面,唐峰华等春季(5 月)调查尾数资源密度为 324.484×10^3 个/ km^2 ,质量资源密度为 $639.092 \text{ kg}/\text{km}^2$ (唐峰华等,2011)。本次调查海域尾数资源密度比唐峰华等调查结果略低,但在一个数量级,重量资源平均密度比唐峰华等调查结果高。青岛海洋环境监测中心站监测人员于 2009 年 5 月在日照市东南海域进行了渔业资源调查研究,调查海域渔业资源平均资源量为 $402.2 \text{ kg}/\text{km}^2$,本次调查重量资源平均密度为比 2009 年 5 月调查结果高。

3.4 多样性及生态评价

本次调查 RL03 站的多样性指数较低,但 RL03

站的尾数资源密度和重量资源密度却比较高,根据多样性指数生态含义分析可知,在物种数相近的情况下,种类间分布的极不均匀将导致多样性指数偏小(吕振波等,2013),多样性随生物量的增加而降低,这种现象在长江口鱼类群落(单秀娟等,2011)和黄海山东海域(吕振波等,2012)也有发生。

唐峰华等根据 2008 年春、秋两个季度的连云港海州湾海域渔场调查资料,运用多样性指数公式分析统计,分析了该海域渔业资源的多样性等,其中该海域春季渔获物多样性为 0.43–3.42;均匀度为 0.14–0.86;丰富度为 0.76–2.18(唐峰华等,2011)。Shannon-Wiener 多样性指数常被用于评价水体受人为影响的程度,参考《水生生物监测手册》(王德铭等,1993),影响程度可以分成 4 类: $H'=0$,为受人为影响严重; $0 < H' < 1$,为受到重度影响; $H'=1-3$,为受到中度影响; $H' > 3$,为基本没影响。唐峰华等(2011)调查结果为秋季多样性指数稍高于春季,但两季 H' 平均值 $\in (1, 3)$,均为中度污染,个别站点多样性指数偏低,污染情况稍严重。连云港海州湾沿岸具有较多的养殖场,田湾核电站也位于该区域,所以造成该海域受污染的因素,是养殖污染还是海洋工程扰动的结果尚无定论,需要进一步的调查分析。与唐峰华等(2011)的调查结果比较,本次调查多样性指数最低值与之相当,多样性指数最高值比唐峰华等(2011)的调查结果略低;均匀指数与唐峰华等(2011)的调查结果差别不大,丰富度指数比唐峰华等(2011)的调查结果略高。

李涛等 2007 年春季在山东半岛南部近岸海域进行渔业资源底拖网调查调查发现,该海域春季渔获物多样性指数为 2.390,均匀度为 0.662,丰富度为 4.558(李涛等,2011)。与李涛等(2011)的调查结果比较,本次调查多样性指数最高值与之相当;均匀指数平均值与李涛等(2011)的调查结果差别不大,丰富度指数比李涛等(2011)的调查结果低。

本次调查多样性指数 0.492–2.309 之间,最低值出现于 RL06 站,为 0.492,其余站位均大于 1.5,按照《水生生物监测手册》(王德铭等,1993)影响程度分类,海洲湾北部海域受到了轻、中度的人为影响,该海域可能受到了污染,污染原因还需进一步的结合本海域相关水质和沉积物等调查资料分析确定。

参 考 文 献

王文海,夏东兴,高兴辰,等.中国海湾志(第四分册).北京:海洋出版社,1993,354–420

- 王德铭, 王明霞, 罗森源. 水生生物监测手册. 南京: 东南大学出版社, 1993, 34–37
- 中华人民共和国农业部. 建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程, SC/T9110–2007. 北京: 中国农业出版社, 2008, 4
- 吕振波, 李凡, 曲业兵, 等. 2010 年夏季黄河口及邻近海域鱼类群落多样性. 渔业科学进展, 2013, 34(2): 10–18
- 吕振波, 李凡, 徐炳庆, 等. 黄海山东海域春、秋季鱼类群落多样性. 生物多样性, 2012, 20(2): 207–214
- 李涛, 张秀梅, 张沛东, 等. 山东半岛南部近岸海域渔业资源群落结构的季节变化. 中国海洋大学学报, 2011, 41(1/2): 041–050
- 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. 中国水产科学, 2013, 20(3): 624–634
- 单秀娟, 李忠炉, 戴芳群, 等. 黄海中南部小黄鱼种群生物学特征的季节变化和年际变化. 渔业科学进展, 2011, 32(6): 7–15
- 唐峰华, 沈新强, 王云龙. 海州湾附近海域渔业资源的动态分析. 水产科学, 2011, 30(6): 335–341
- 章守宇, 张焕君, 焦俊鹏, 等. 海州湾人工鱼礁海域生态环境的变化. 水产学报, 2006, 30(4): 475–480
- 蔡立哲, 洪华生, 黄玉山. 香港维多利亚港大型底栖生物群落的时空变化. 海洋学报, 1997, 19(2): 65–70
- Margalef R. Information theory in ecology. Gen Syst, 1958, 3: 36–71
- Pielou EC. Ecological Diversity. New York: Wiley, 1975, 165
- Pinkas L, Oliphant MS, Iverson ILK. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in Californian waters. Calif Dep Fish Game Fish Bull, 1971, 152: 1–105
- Shannon CE, Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana, IL: The University of Illinois Press, 1949, 125

(编辑 江润林)

Fishery Resources in Northern Haizhou Bay in Spring

ZHANG Liang^{1,2}, WANG Jinwen^{1,2}, REN Rongzhu^{1,2}, ZHANG Naixing^{1,2},
SU Kai^{1,2}, QU Wen^{1,2}, TAO Huihui^{1,2}, LÜ Zhenbo³

(1. Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Ecology and Environment & Disaster Prevention and Mitigation, Qingdao 266061; 2. North China Sea Marine Forecasting Center of SOA, Qingdao Oceanic Environmental Monitoring Central Station of SOA, Qingdao 266061; 3. Shandong Marine Resource and Environment Research Institute, Yantai 264006)

Abstract In order to track the fishery resources in Haizhou Bay, we conducted preliminary studies on the community structure of fishery resources in the northern area of Haizhou Bay. The data were collected in bottom trawl surveys in May 2012 (spring). In the survey totally 51 species were collected including 33 species of fish, 14 species of crustaceans and 4 species of cephalopods. The range of the biomass distributions of fishery resources was 13.55–35.90 kg/h, with an average of 24.59 kg/h. The range of the number distributions of fishery resources was 1858–14844 ind/h, with an average of 8046.58 ind/h. The individual density of fishery resources was 65.58×10^3 – 589.92×10^3 ind/km², with an average of 297.24×10^3 ind/km². The biomass density of fishery resources was 428.34–1420.16 kg/km², with an average of 919.09 kg/km². The dominant species were *Syngnathus acus*, *Pholis fangi* and *Metapenaeopsis dalei*. There were 15 important species including *Callionymus kitaharae*, *Liparis tanakae*, *Lophius litulon*, *Heptacarpus rectirostris* etc. The species richness (D), Shannon-Wiener diversity index (H') and evenness index (J') were calculated based on the survey data. D was 1.400–3.255, with an average of 2.471; H' was 0.492–2.309, with an average of 1.857; J' was 0.182–0.713, with an average of 0.596. The previous survey in 1980s showed that there were 150 species of fish in Haizhou Bay, therefore since then the diversity of fish species have greatly declined. The numbers of crustaceans and cephalopods species were also decreased compared to data (19 species of crustaceans and 6 species of cephalopods) from other researchers. The biomass and numbers of the main economical species were reduced. Small and low-value fish species and *Metapenaeopsis dalei* have gradually taken over the dominance. Tailfish (*Trichiurus lepturus*), an economical species, was not found. These phenomena may result from over-fishing and/or anthropogenic pollutions.

Key words Northern sea area of Haizhou Bay; Fishery resources; Community structure