

日照近岸海域春秋季节虾蟹类的种类组成特征

王尽文^{1,2}, 杜明³, 林森^{1,2}, 张绍萍^{1,2}, 蒲思潮^{1,2}, 黄娟^{1,2}, 李凡⁴

(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; 3. 国家海洋局 北海环境监测中心, 山东 青岛 266033; 4. 山东省海洋资源与环境研究院, 山东 烟台 264006)

摘要: 作者根据 2012 年 5 月和 2013 年 11 月对日照近岸海域进行的底拖网调查资料, 分析了该海域虾蟹类的种类组成、优势种和生物多样性。调查海域共捕获虾蟹类 25 种, 根据相对重要性指数计算优势种为 8 种, 其中经济价值较高的中大型虾蟹类 5 种, 分别为: 口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)、戴氏赤虾(*Meraenaopsis dalei*)、鹰爪虾(*Trachypenaeus curvirostris*)、日本蛄(*Charybdis japonica*)和三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)。分别计算了日照近岸海域春、秋季虾蟹类群落的多样性指数(H')、丰富度指数(D)和均匀度指数(J)。该海域虾蟹类群落多样性整体处在较低的水平, 在生物量和丰度上经济较高的中大型虾蟹类物种占据优势。

关键词: 黄海; 日照; 虾蟹类; 物种多样性; 优势种

中图分类号: S931 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2021)01-0076-09

DOI: 10.11759/hyxx/20200404002

日照市海岸线北起甜水河口, 南到绣针河口, 全长 99.6 km。日照市近岸底质多为砾石和砂, 再加上沿岸河流带入的丰富营养物质, 非常适合虾蟹类的生长繁殖。该海域也是多种海洋动物的产卵场、索饵场和传统渔场^[1]。据日照市渔业统计年鉴记载, 日照近岸出现的虾蟹类主要有鹰爪虾(*Trachypenaeus curvirostris*)、鲜明鼓虾(*Alpheus distinguendus*)、日本鼓虾(*Alpheus japonicus*)、脊尾白虾(*Exopalaemon carinicauda*)、葛氏长臂虾(*Palaemon gravieri*)、脊腹褐虾(*Crangon affinis*)、日本蛄(*Charybdis japonica*)、艾氏活额寄居蟹(*Diogenes edwardsii*)等。20 世纪 80 年代以来, 受环境变化和过度捕捞等诸多因素的影响, 黄海传统的经济鱼类资源逐渐衰退, 使虾蟹类生存空间进一步增大, 一些优质虾蟹类资源逐渐取代鱼类资源成为当地渔民的主要捕捞对象。目前对于该海域渔业资源群落结构的研究较多^[2-7], 针虾蟹类资源群落结构研究的文献较少^[8]。作者根据 2012 年 5 月份和 2013 年 11 月份两个季节的底拖网调查结果, 对日照市近岸海域春秋季节虾蟹类种类组成、优势种和多样性特征进行了分析研究, 以期更好地了解该海域的虾蟹类资源状况, 同时也为当地渔业资源的管理和利用提供基础数据。

1 材料与方法

1.1 样品采集和分析

国家海洋局北海预报中心分别于 2012 年 5 月(春季)和 2013 年 11 月(秋季)在日照近岸海域进行了虾蟹类资源调查, 两季调查共布设 41 个站位(图 1)。样品调查和分析按《GB12763.6 海洋调查规范第 6 部分 海洋生物调查》^[9]相关规定执行。种名及分类以《中国海洋生物名录》^[10]为依据。调查船为功率 88.2 kW 的单拖网渔船; 网具为单拖底拖网, 网口 1 300 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。渔获虾蟹类样品在现场鉴定种类, 并记录相关数据, 样本经冰冻保存后带回实验室详细测定生物学数据。

1.2 评价方法

1.2.1 优势种

利用 Pinkas^[11]相对重要性指数(Index of Relative

收稿日期: 2020-04-04; 修回日期: 2020-05-09

基金项目: 国家重点研发计划资助项目(2016YFC1402103); 国家重点研发计划项目(2017YFC1403700)

[Foundation: National Key R & D projects, No. 2016YFC1402103; National Key R & D Projects, No. 2017YFC1403700]

作者简介: 王尽文(1980-), 男, 山东莘县人, 高级工程师, 主要从事海洋生物研究, 电话: 18005320160, E-mail: 1109429515@qq.com; 黄娟, 通信作者, E-mail: huanguan@ncs.mnr.gov.cn

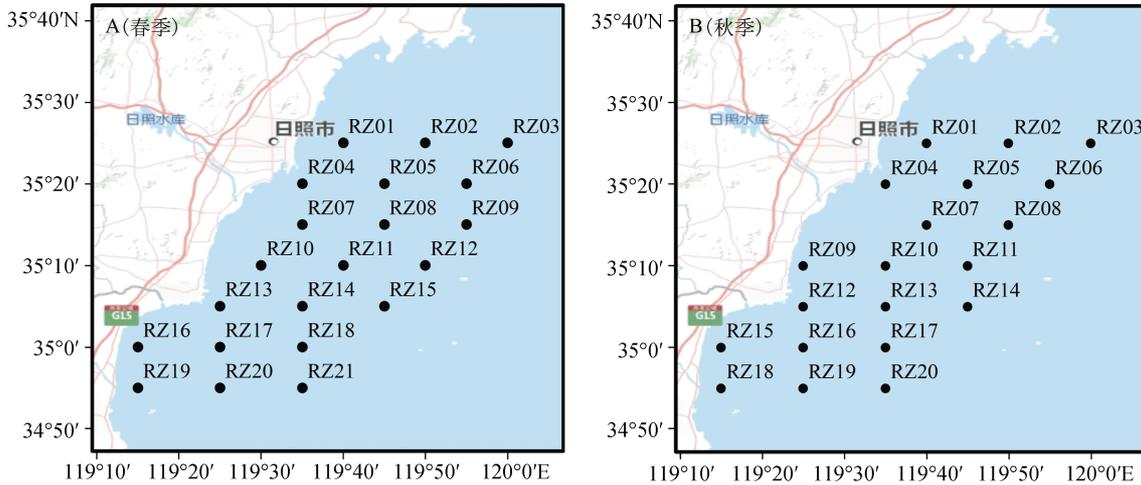


图1 调查站位图

Fig. 1 The location of sampling station

Importance, *IRI*)确定优势种。具体判定参照王雪辉^[12]等的划分标准。*IRI* 值 ≥ 1000 定义为优势种, *IRI* 值在 100~1000 定义为重要种。

$$IRI = (N + W) \times F \quad (1)$$

式(1)中, *N* 为某一虾蟹类的渔获尾数占总尾数的百分比, *W* 为某一虾蟹类渔获质量占总质量的百分比, *F* 为某一虾蟹类出现的站位数占总站位数的百分比。

1.2.2 多样性

利用 Shannon-Wiener 多样性指数 (*H'*)^[13]、Margalef 的种类丰富度指数 (*D*)^[14]和 Pielou 均匀度指数 (*J*)^[15]来分析渔业资源群落生态多样性。

Shannon-Wiener 多样性指数的公式为:

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \quad (2)$$

Margalef 种类丰富度指数计算公式为:

$$D = \frac{S-1}{\ln N} \quad (3)$$

Pielou 物种均匀度指数计算公式为:

$$J = \frac{H'}{\ln S} \quad (4)$$

式(2)~式(4)中: *S* 为样品中的种类总数; *N* 为渔获总尾数; *P_i* 为第 *i* 种渔获物占总渔获物的比例。

2 结果

2.1 种类组成和分布

在两次调查的 41 个站位中, 日照市近岸海域共捕获虾蟹类 25 种(表 1), 分别属于 15 科 22 属。其中对虾科(Penaeidae)出现种类最多, 为 5 种, 占虾蟹

类总种数的 20.00%; 其次为藻虾科(Hippolytidae), 为 4 种, 占总种数的 16.00%; 其他出现较多的还有梭子蟹科(Portunidae)3 种, 占总种数的 12.00%; 鼓虾科(Alpheidae)2 种, 占总种数的 8.00%; 其他 11 个科出现种类均为 1 种, 各占总种数的 4.00%。从属级来看, 对虾属(*Penaeus*)、鼓虾属(*Alpheus*)和蜆属(*Charybdis*)各出现 2 种, 其他 19 属均出现 1 种。春季出现种类数较少, 为 15 种; 秋季出现 22 种, 为春季的 1.47 倍。春季各站位出现种类数分布比较均匀, 各站在 3~11 种, 平均为 6.0 种(图 2A); 秋季各站位出现种类数有由内向外逐渐降低的趋势, 各站在 2~15 种之间, 平均为 9.3 种(图 2B)。两次调查捕获的经济价值较高的物种主要有口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)、戴氏赤虾(*Meraenaopsis dalei*)、日本对虾(*Penaeus japonicus*)、中国对虾(*Penaeus chinensis*)、周氏新对虾(*Metapenaeus joyneri*)、鹰爪虾、日本蜆、三疣梭子蟹(*Portunus trituberculatus*)。

2.2 优势种

两次调查共出现优势种 8 个(表 2), 其中戴氏赤虾和口虾蛄在春秋两季均为优势种。2012 年春季调查共出现优势种 5 个, 依次为戴氏赤虾、长足七腕虾(*Heptacarpus futilirosrtis*)、口虾蛄、日本蜆和疣背宽额虾(*Latreutes planirostris*), 其生物量、丰度分别占虾蟹类总生物量、总丰度的 94.73%和 96.31%。2013 年秋季调查鹰爪虾和三疣梭子蟹相对重要性指数(*IRI*)值明显上升, 和戴氏赤虾、口虾蛄、双斑蜆共同成为该航次的优势种; 该航次优势种生物量、丰度

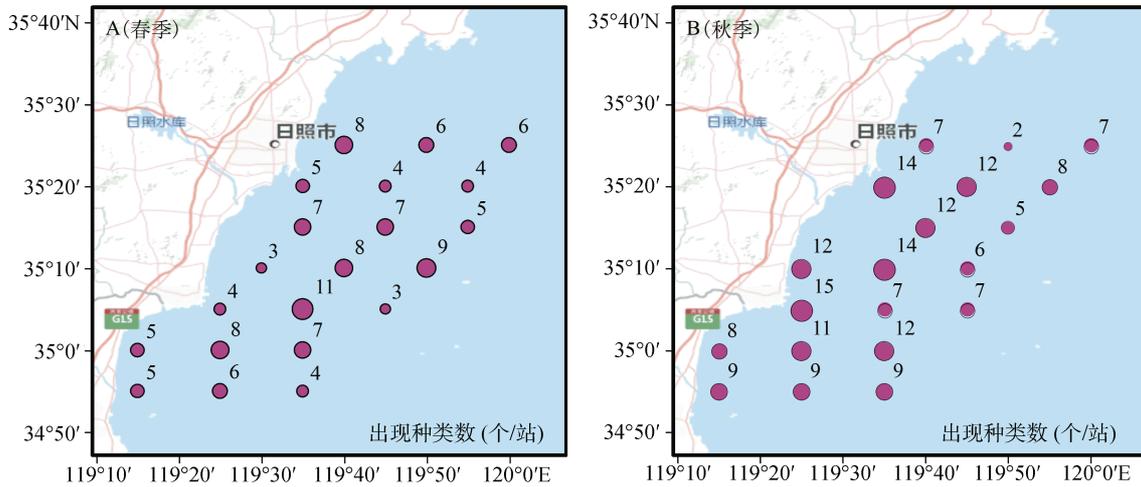


图2 日照近岸海域虾蟹类种类数平面分布

Fig. 2 Horizontal distribution of number of shrimp and crab species in the coastal waters of Rizhao

表1 日照近岸海域虾蟹类种类名录

Tab. 1 List of shrimps and crabs species in the coastal waters of Rizhao

科	属	种名	出现时间(年.月)		
			2012.05	2013.11	
虾蛄科(Squillaidae)	口虾蛄属(<i>Oratosquilla</i>)	口虾蛄(<i>Oratosquilla oratoria</i>)	+	+	
	赤虾属(<i>Metapenaepsis</i>)	戴氏赤虾(<i>Meraenaepsis dalei</i>)	+	+	
	鹰爪虾属(<i>Trachypenaeus</i>)	鹰爪虾(<i>Trachypenaeus curvirostris</i>)	+	+	
对虾科(Penaeidae)	对虾属(<i>Penaeus</i>)	日本对虾(<i>Penaeus japonicus</i>)		+	
		中国对虾(<i>Penaeus chinensis</i>)		+	
		新对虾属(<i>Metapenaeus</i>)	周氏新对虾(<i>Metapenaeus joyneri</i>)		+
鼓虾科(Alpheidae)	鼓虾属(<i>Alpheus</i>)	日本鼓虾(<i>Alpheus japonicus</i>)	+	+	
		鲜明鼓虾(<i>Alpheus distinguendus</i>)	+	+	
螳螂虾科(Upogebiidae)	螳螂虾属(<i>Upogebia</i>)	大螳螂虾(<i>Upogebia major</i>)		+	
海螯虾科(Nephropidae)	细螯虾属(<i>Leptochela</i>)	细螯虾(<i>Leptochela gracilis</i>)	+	+	
褐虾科(Crangonidae)	褐虾属(<i>Crangon</i>)	日本褐虾(<i>Crangon hakodatei</i>)	+	+	
		七腕虾属(<i>Heptacarpus</i>)	长足七腕虾(<i>Heptacarpus futirostris</i>)	+	
		安乐虾属(<i>Eualus</i>)	中华安乐虾(<i>Eualus sinensis</i>)	+	
藻虾科(Hippolytidae)	深额虾属(<i>Latreutes</i>)	疣背宽额虾(<i>Latreutes planirostris</i>)	+	+	
		鞭腕虾属(<i>Lysmata</i>)	红条鞭腕虾(<i>Lysmata vittata</i>)		+
		长臂虾科(Palaemonidae)	长臂虾属(<i>Palaemon</i>)	葛氏长臂虾(<i>Palaemon gravieri</i>)	
卧蜘蛛蟹科(Epiplatidae)	矶蟹属(<i>Pugettia</i>)	四齿矶蟹(<i>Pugettia quadridens</i>)		+	
突眼蟹科(Oregoniidae)	突眼蟹属(<i>Oregonia</i>)	枯瘦突眼蟹(<i>Oregonia gracilis</i>)		+	
关公蟹科(Dorippidae)	拟平家蟹属(<i>Heikeopsis</i>)	日本拟平家蟹(<i>Heikeopsis japonicus</i>)	+	+	
黄道蟹科(Cancridae)	黄道蟹属(<i>Glebocarcinus</i>)	两栖土块蟹(<i>Glebocarcinus amphiaetus</i>)	+		
		日本蜷 (<i>Charybdis japonica</i>)	+	+	
		双斑蜷 (<i>Charybdis bimaculata</i>)	+	+	
梭子蟹科(Portunidae)	梭子蟹属(<i>Portunus</i>)	三疣梭子蟹(<i>Portunus trituberculatus</i>)	+	+	
		强蟹属(<i>Eucrata</i>)	隆线强蟹(<i>Eucrata crenata</i>)		+
玉蟹科(Leucosiidae)	栗壳蟹属(<i>Arcania</i>)	十一刺栗壳蟹(<i>Arcania undecimspinosa</i>)		+	

表 2 日照近岸海域虾蟹类主要物种(*IRI*>100)特征值

Tab. 2 Major(*IRI*>100) shrimps and crabs in the coastal waters of Rizhao

调查时间	种类	<i>W</i>	<i>N</i>	<i>F</i>	<i>IRI</i>	备注
2012.5	戴氏赤虾	46.41	63.67	100.00	11008	优势种
	长足七腕虾	13.47	19.96	80.95	2706	优势种
	口虾蛄	16.39	1.59	76.19	1369	优势种
	日本蜆	15.24	0.65	76.19	1211	优势种
	疣背宽额虾	3.22	10.44	76.19	1040	优势种
	日本褐虾	3.15	1.73	52.38	256	重要种
2013.11	戴氏赤虾	30.07	63.07	100.00	9314	优势种
	鹰爪虾	14.17	6.41	90.00	1853	优势种
	双斑蜆	14.62	6.37	85.00	1785	优势种
	三疣梭子蟹	17.27	0.15	95.00	1655	优势种
	口虾蛄	16.08	5.57	75.00	1623	优势种
	疣背宽额虾	0.60	11.75	50.00	617	重要种
	日本蜆	3.50	0.07	65.00	232	重要种

注: *W*: 虾蟹类生物量百分比; *N*: 虾蟹类尾数百分比; *F*: 虾蟹类出现频率; *IRI*: 相对重要性指数

分别占虾蟹类总生物量、总丰度的 92.21%和 81.57%。戴氏赤虾在春秋两季调查中 *IRI* 值分别为 11 008 和 9 314, 在两航次中均占据绝对优势, 为日照市近岸海域虾蟹类第一优势种。除优势种外, 2012 年春季调查出现重要种 1 个, 为日本褐虾, 其生物量、丰度分别占虾蟹类总生物量、总丰度的 3.15%和 1.73%。2013 年秋季调查出现重要种 2 个, 为疣背宽额虾和日本蜆, 其生物量、丰度分别占虾蟹类总生物量、总丰度的 4.10%和 11.82%。

2.3 生物量、丰度及其时空分布(图 3~图 4)

2012 年春季日照近岸海域虾蟹类生物量为 305 g/h~5 648 g/h(图 3A), 平均为 2 678 g/h, 最高值出现在 RZ07 站, 最低值出现在 RZ15 站; 丰度为 224 个/h~6 503 个/h(图 4A), 平均为 2 799 个/h, 最高值出现在 RZ09 站, 最低值出现在 RZ16 站。调查的 21 个站位中生物量>4 000 g/h 的有 6 个, 其中 5 个站位分布在调查范围的北部海域; 丰度>4 000 个/h 的站位有 6 个, 其中 4 个站位分布在调查范围的北部海域。2013 年秋季日照近岸海域虾蟹类生物量为 792 g/h~34 728 g/h(图 3B), 平均为 12 145 g/h, 最高值出现在 RZ06 站, 最低值出现在 RZ02 站; 丰度为 792 个/h~38 070 个/h(图 4B), 平均为 5 721 个/h, 最高值和最低值的出现站与生物量的出现站相同, 也分别出现在 RZ06 站和 RZ02 站。在秋季调查的 20 个站位中生物量>10 000 g/h 的有 10 个, 其中 7 个站位分布在调查范围的北部海域; 丰度>4 000 个/h 的站位有 9 个,

其中 7 个站位分布在调查范围的北部海域。两次调查结果显示, 调查海域春季和秋季的生物量和丰度均呈南低北高的趋势。从季节变化上看, 调查海域秋季生物量大约为春季的 4.5 倍; 秋季丰度大约为春季的 2.0 倍。

2.4 群落多样性分析(图 5~图 7)

2012 年春季调查多样性指数为 0.06~1.55(图 5A), 平均为 0.92, 最高值出现在 RZ04 站, 最低值出现在 RZ10 站; 均匀度指数为 0.05~0.96(图 6A), 平均为 0.54, 最高值出现在 RZ04 站, 最低值出现在 RZ10 站; 丰富度指数为 0.26~1.26(图 7A), 平均为 0.65, 最高值出现在 RZ14 站, 最低值出现在 RZ10 站。2013 年秋季调查多样性指数为 0.12~2.06(图 5B), 平均为 1.05, 最高值出现在 RZ12 站, 最低值出现在 RZ11 站; 均匀度指数为 0.07~0.76(图 6B), 平均为 0.48, 最高值出现在 RZ12 站, 最低值出现在 RZ11 站; 丰富度指数为 0.15~1.83(图 7B), 平均为 1.03, 最高值出现在 RZ12 站, 最低值出现在 RZ02 站。从季节变化上看, 秋季的多样性指数平均值和丰富度指数平均值大于春季, 均匀度平均值小于春季。

3 讨论

3.1 种类组成和优势种分析

虾蟹类种类组成和分布与其所处海域的水温、溶解氧(DO)、无机盐等要素密切相关。不同的季节种类组成和优势种也各不相同。据文献记载^[16]黄渤

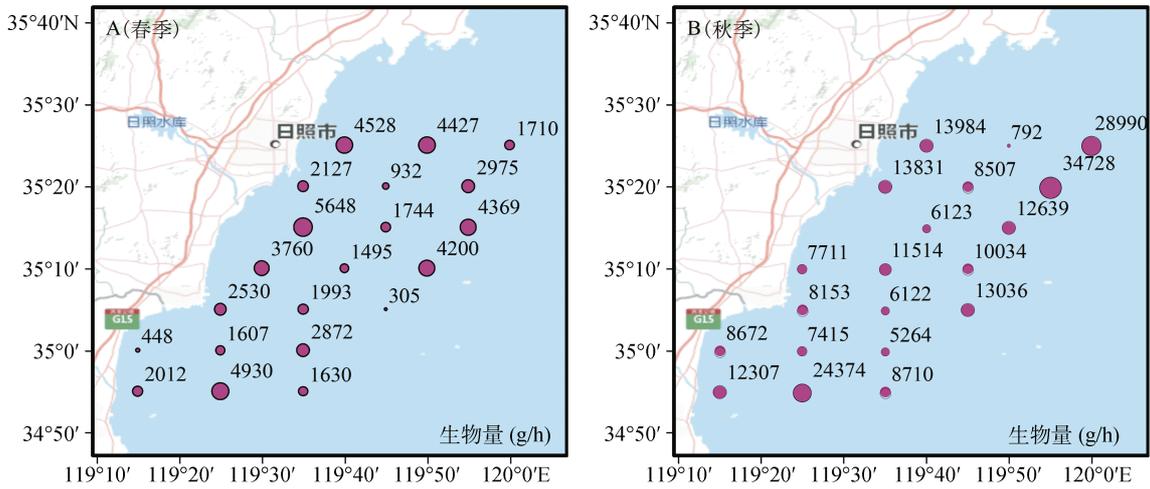


图3 日照近岸海域虾蟹类生物量平面分布

Fig. 3 Biomass distribution of shrimps and crabs in the coastal waters of Rizhao

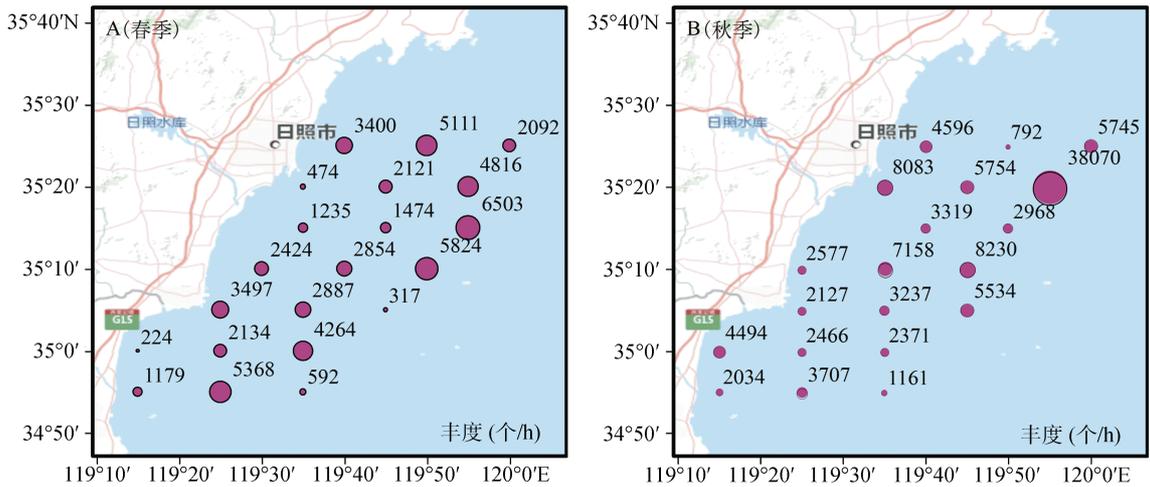


图4 日照近岸海域虾蟹类丰度平面分布

Fig. 4 Amount distribution of shrimps and crabs in the coastal waters of Rizhao

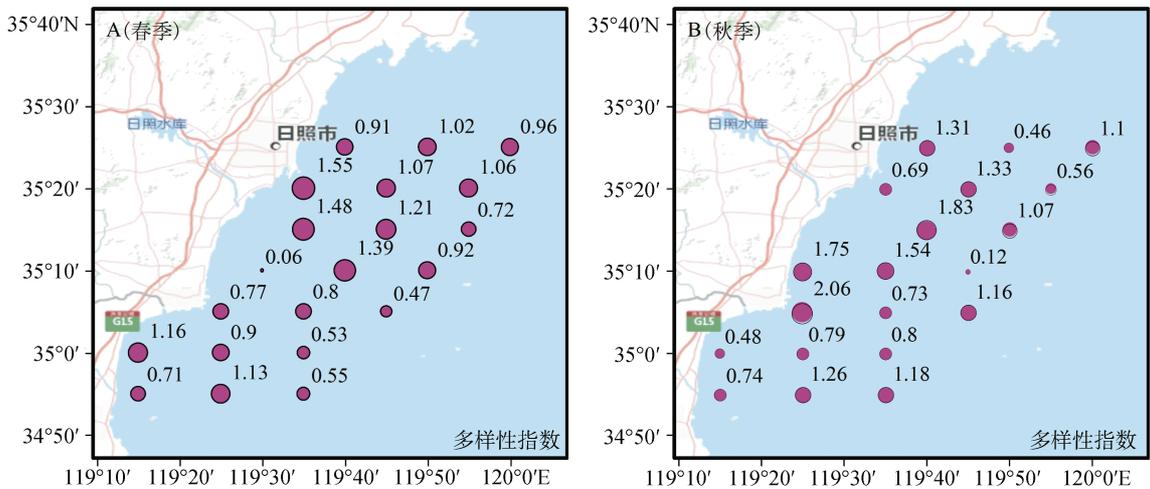


图5 日照近岸海域物种多样性指数分布

Fig. 5 Distribution of Shannon-Wiener diversity index (H') in the coastal waters of Rizhao

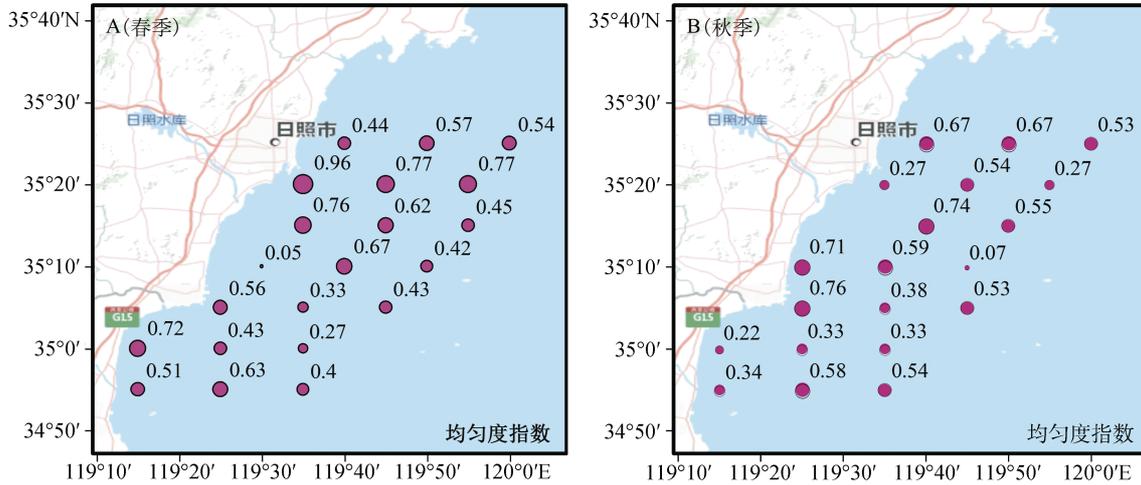


图 6 日照近岸海域物种均匀度指数分布

Fig. 6 Distribution of Pielou's evenness index (J) in the coastal waters of Rizhao

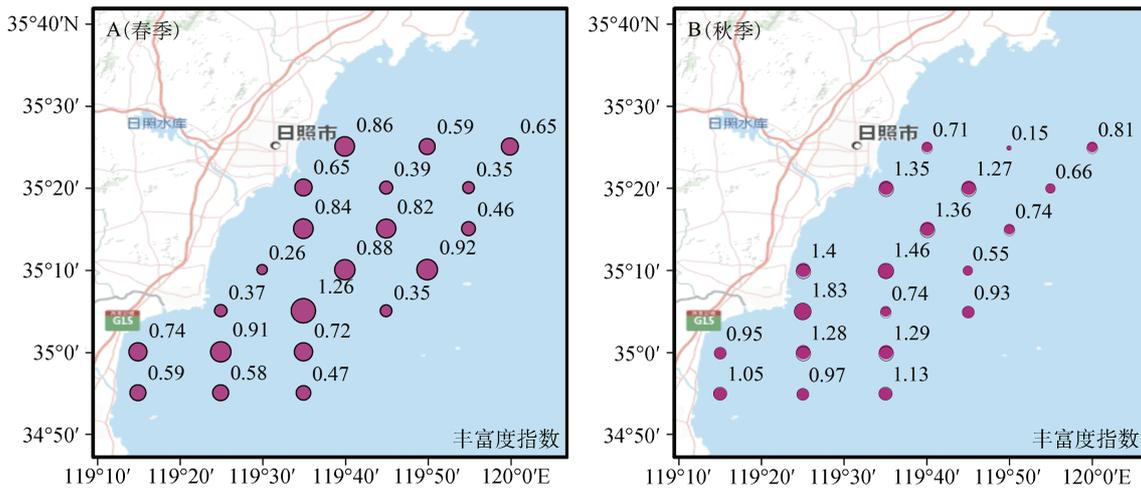


图 7 日照近岸海域物种丰富度指数分布

Fig. 7 Distribution of the species richness (D) in the coastal waters of Rizhao

海共有虾类 60 种、蟹类 90 种；本文春秋两季调查共捕获虾蟹类 25 种，其中虾类 16 种、蟹类 9 种，分别占该海区种类总数的 26.66% 和 10.00%。李涛^[17]等于 2007 年 4 月在山东半岛南部近岸海域共捕获虾蟹类 19 种；李科震^[8]根据 2013~2016 年山东半岛近海作业渔船的渔捞日志统计山东近岸海域有虾类 23 种、蟹类 19 种。3 次调查结果差异的原因主要为调查时间、所用网具和调查范围不同。

在本文的两季调查中，春季出现 15 种，包括虾类 10 种、蟹类 5 种；秋季出现 22 种，包括虾类 14 种、蟹类 8 种；春季各站位出现种类数平均为 6.0 种，秋季平均为 9.3 种；两个指数秋季均高于春季。这一方面是因为春季近岸水域混合水带较宽，海洋生态环境处于不稳定状态有关，另一方面和一些物种的越

冬洄游有关。如本文中仅在秋季捕获的中国对虾在 3、4 月份大都进入渤海，5 月份(本文春季调查时间)在莱州湾、渤海湾等各大河口附近产卵繁殖，11 月底(本文秋季调查时间)又经山东半岛沿岸(本文调查区域)向黄海的南部越冬。所获 25 种虾蟹类中以对虾科种类最多，这和李科震^[8]报道的结果相同。从生态类型上看，日照近岸海域虾蟹类以暖水种和暖温种居多，如戴氏赤虾、中国对虾、周氏新对虾、葛氏长臂虾等，也有少量冷温性种类，如日本褐虾。调查海域虾蟹类区系兼有北温带和热带的点。

20 世纪 90 年代，山东半岛沿海虾蟹类优势种主要为中国对虾、鹰爪虾、周氏新对虾、三疣梭子蟹、日本蛸^[18]、根据本文调查结果，戴氏赤虾和口虾蛄在春秋两季均为优势种，长足七腕虾、日本蛸和疣背宽

额虾为春季优势种, 鹰爪虾、双斑蛳和三疣梭子蟹为秋季优势种。优势种季节更替率为 75.00%。与 20 世纪 90 年代相比, 减少的优势种为中国对虾和周氏新对虾, 增加的优势种为双斑蛳、长足七腕虾和疣背宽额虾。中国对虾曾是中国黄、渤海渔业生产的重要支柱^[19], 本文两季调查中仅在秋季出现, 整个航次仅捕获 7 尾, 已到了濒临灭绝的境地。周氏新对虾仅在秋季出现, 整个航次捕获 434 尾。这两个物种下降的主要原因一方面和调查区域有关, 另一方面为过度捕捞所致。中国对虾和周氏新对虾具有较高的经济价值, 相比于其他种类更容易被过度捕捞; 尤其是中国对虾在游向近岸产卵时, 亲虾常被捕获。有研究表明个体较大的经济物种受人工捕捞的影响大于个体较小的非经济物种, 这种影响会影响到物种的种群结构^[20-21]。双斑蛳、长足七腕虾和疣背宽额虾均为经济价值较低的小型物种, 再加上其较强的环境适应能力, 逐渐成为调查海域的优势种。日照近岸海域虾蟹类优势种的变化也从侧面证明了人类活动对生物群落的影响。8 个优势物种经济价值较高的中大型虾蟹类有口虾蛄、戴氏赤虾、鹰爪虾、日本蛳和三疣梭子蟹。这 5 个物种在春季调查中丰度和生物量分别占总生物量和丰度的 65.93% 和 78.55%, 秋季调查分别占 75.26% 和 63.97%。可见调查海域虾蟹类无论在生物量上还是丰度上, 经济较高的物种仍占据较大优势。

3.2 生物多样性分析

虾蟹类资源由于营养丰富, 历来为水产养殖和海洋捕捞的主要对象。在近岸海域其群落结构更容易受到人为干扰的影响。Shannon-Wiener 多样性指数(H')普遍用来研究群落结构的变化和受人为干扰程度。日照港近岸海域虾蟹类多样性分析表明, 调查海域整体上多样性指数(H')处在一个较低的水平。秋季多样性指数(H')大于春季。这主要是因为春夏季是大部分物种的产卵季节, 此时实施的伏季休渔制度保护了虾蟹的亲体和幼体资源, 经过一个夏季的休养生息, 到了秋季这些补充群体构成了秋季生物资源的主要部分, 使得秋季多样性指数(H')较高。春季则由于经过秋冬两季的捕捞作业, 虾蟹类资源量处在一个相对较低水平(本研究中秋季丰度和生物量均远超春季)。此时海域环境因子也处在一个不稳定状态, 使得春季多样性指数(H')较低。生物多样性除了受物种丰度影响外, 物种所处海域的水温、水深、底

质类型也起很大作用。朱鑫华^[2]等曾报道水温和底质类型之间的相似度为 0.9873。孙婉^[22]等报道海水深度是影响蟹类空间分布的关键因素。虾蟹类在所处的营养链中是一个较低的位置, 其数量变动与上一个营养级和下一个营养级均有较大关系。如多个研究表明毛虾的摄食强度与圆筛藻的数量变动和分布密切相关^[23-25]; 逢志伟^[26]报道虾蟹类的数量变动与高营养级的鱼类存在一定的联系。营养链中这种捕食与被捕食的关系, 也是引起虾蟹类春秋各指数差异的原因之一。总之, 以上因素的叠加是造成了调查海域虾蟹类各指数差异。

参考文献:

- [1] 刘效舜, 吴敬南, 韩光祖, 等. 黄渤海区渔业资源调查与区划[M]. 北京: 海洋出版社, 1990.
Liu Xiaoshun, Wu Jingnan, Han Guangzu, et al. Investigation and division of fishery resources in the Yellow Sea and Bohai Sea[M]. Beijing: China Ocean Press, 1990.
- [2] 朱鑫华, 吴鹤洲, 徐凤山, 等. 黄、渤海沿岸水域游泳动物群落结构时空格局异质性研究[J]. 动物学报, 1994b, 40(3): 243-252.
Zhu Xinhua, Wu Hezhou, Xu Fengshan, et al. The heterogeneity of spatiotemporal patterns of nekton community structure in the coastal waters of Yellow Sea and Bohai Sea[J]. Acta Zoologica Sinica, 1994b, 40(3): 243-252.
- [3] 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.
Wan Ruijing, Jiang Yanwei. Studies on the ecology of eggs and larvae of osteichthyes in the Yellow Sea[J]. Marine Fisheries Research, 1998, 19(1): 60-73.
- [4] 单秀娟, 陈云龙, 戴芳群, 等. 黄海中南部不同断面鱼类群落结构及其多样性[J]. 生态学报, 2014, 34(2): 377-389.
Shan Xiujian, Chen Yunlong, Dai Fangqun, et al. Variations in fish community structure and diversity in the sections of the central and southern Yellow Sea[J]. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(2): 377-389.
- [5] 肖欢欢, 张崇良, 徐宾铎, 等. 黄海中南部近岸海域春季鱼类浮游生物群落空间格局研究[J]. 海洋学报, 2017, 39(8): 34-47.
Xiao Huanhuan, Zhang Chongliang, Xu Binduo, et al. Spatial pattern of ichthyoplankton assemblage in the coastal waters of central and southern Yellow Sea in the spring[J]. Haiyang Xuebao, 2017, 39(8): 34-47.
- [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, 36.

- Wang Jinwen, Tao Huihui, Zhang Naixing, et al. Analysis on the nearshore shallow of fishery in Lanshan harbor Rizhao Port in spring of 2016[J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2018, 34(2): 125-129, 136.
- [7] 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.
- Wang Jinwen, Huang Juan, Zhang Liang, et al. Analysis on the Nearshore Shallow of nekton in Shijiu port in Autumn[J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2020, 36(2): 158-163.
- [8] 李科震. 山东半岛沿海主要虾蟹类资源生物学的研究[D]. 烟台: 烟台大学, 2019.
- Li Kezhen. Study on the Biological Analysis of Resources of the Primary Shrimp and Crab Assemblages in the Coastal of Shandong Peninsula[D]. Yantai: Yantai University, 2019.
- [9] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化委员会. GB/T 12763. 6 海洋生物调查[S]. 北京: 中国标准出版社, 2007: 56-62.
- General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Specifications for oceanographic survey Part6: Marine biological survey GB/T 12763. 3-2007[S]. Beijing: Standards Press of China, 2007: 56-62.
- [10] 刘瑞玉. 中国海洋生物名录[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 903-1066.
- Liu Ruiyu. CheckList of Marine Biota of China Seas[M]. Beijing: Science Press, 2008: 903-1066.
- [11] Pinkas L, Oliphant M S, Iverzon I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in Californian waters[J]. Clif Dep Fish Game Fish Bull, 1971, 152: 1-105.
- [12] 王雪辉, 杜飞雁, 邱永松, 等. 1980-2007年大亚湾鱼类物种多样性、区系特征和数量变化[J]. 应用生态学报, 2010, 21(9): 2403-2410.
- Wang Xuehui, Du Feiyan, Qiu Yongsong, et al. Variations of fish species diversity, faunal assemblage, and abundances in Daya Bay in 1980-2007[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2010, 21(9) : 2403-2410.
- [13] Shannon E C, Weaver W. The Mathematical Theory of Communication[M]. Illinois: Urbana University of Illinois Press, 1949.
- [14] Margalef R. Information theory in ecology[J]. General Systematics, 1958, 3: 36-71.
- [15] Pielou E C. Ecological diversity[M]. New York: Wiley, 1975: 4-49.
- [16] 王红勇, 姚雪梅. 虾蟹生物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.
- Wang Hongyong, Yao Xuemei. Biology of shrimp and crab[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2007.
- [17] 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[J]. 中国海洋大学学报, 2011, 41(1/2): 41-50.
- Li Tao, Zhang Xiumei, Zhang Piedong, et al. Seasonal variation on community structure of fishery resources in the coastal waters of southern Shandong Peninsula[J]. Periodical of Ocean University of China, 2011, 41(1/2): 41-50.
- [18] 吴耀泉, 柴温明. 胶州湾水产经济动物资源及其利用[J]. 海洋科学, 1993, 5(2): 21-23.
- Wu Yaoquan, Chai Wenming. Aquatic economic animal resources and their utilization in Jiaozhou Bay[J]. Marine Sciences, 1993, 5(2): 21-23.
- [19] 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 Haitang, Yu Cungen, Xue Lijian, et al. The economical crabs and shrimps in East China Sea[M]. Beijing: China Ocean Press, 2006.
- [20] Rochet M J, Trenkel V M. Which community indicators can measure the impact of fishery? A review and proposals[J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2003, 60(1): 86-99.
- [21] Greenstreet S P R, Rogers S I. Indicators of the health of the North Sea fish community: Identifying reference levels for an ecosystem approach to management[J]. ICES Journal of Marine Science, 2006, 63(4): 573-593.
- [22] 孙婉, 徐开达, 卢占晖, 等. 春、夏季黄海南部和东海北部蟹类群落结构的分布特征[J]. 浙江海洋大学学报, 2018, 37(6): 475-482.
- Sun Wan, Xu Kaida, Lu Zhanhui, et al. The Spatial Pattern of the Crab Community Structure in Spring and Summer in the Northern East China Sea and the Southern Yellow Sea[J]. Journal of Zhejiang Ocean University, 2018, 37(6): 475-482.
- [23] 康元德. 渤海浮游植物的数量分布和季节变化[J]. 海洋水产研究, 1991, 12: 31-54.
- Kang Yuande. Distribution and seasonal variation of phytoplankton in the Bohai Sea[J]. Marine Fisheries Research, 1991, 12: 31-54.
- [24] 王俊, 康元德. 渤海浮游植物种群动态的研究[J]. 海洋水产研究, 1998, 19(1): 43-52.
- Wang Jun, Kang Yuande. Study on population dynamics of phytoplankton in the Bohai Sea[J]. Marine Fisheries Research, 1998, 19(1): 43-52.
- [25] 王毅波, 孙延瑜, 王彩霞, 等. 夏季渤海网采浮游植物群落和叶绿素 *a* 分布特征及其对渔业资源的影响[J]. 渔业科学进展, 2019, 40(5): 42-51.
- Wang Yibo, Sun Yanyu, Wang Caixia, et al. Distribution of the net-phytoplankton community and chlorophyll-*a* in the Bohai Sea in summer and its impacts on fishery resources[J]. Progress in Fishery Sciences, 2019,

40(5): 42-51.

[26] 逢志伟. 胶州湾虾蟹类群落结构及主要种类渔业生物学特征[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2013.

Pang Zhiwei. Community structure and fishery biological characteristics of shrimp and crab in Jiaozhou Bay[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2013.

Composition of Shrimps and crabs in the coastal waters of Rizhao during spring and autumn seasons

WANG Jin-wen^{1, 2}, DU Ming³, LIN Sen^{1, 2}, ZHANG Shao-ping^{1, 2}, PU Si-chao^{1, 2}, HUANG Juan^{1, 2}, LI Fan⁴

(1. Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Ecology and Environment & Disaster Prevention and Mitigation, Qingdao 266061, China; 2. North China Sea Marine Forecasting Center of SOA, Qingdao Oceanic Environmental Monitoring Central Station of SOA, Qingdao 266061, China; 3. North China Sea Environmental Monitoring Center, State Oceanic Administration, Qingdao 266033, China; 4. Shandong Marine Resource and Environment Research Institute, Yantai 264006, China)

Received: Apr. 4, 2020

Key words: the Yellow Sea; Rizhao City; shrimps and crabs; species diversity; dominant species

Abstract: To understand the species composition and diversity of shrimps and crabs in the coastal waters of Rizhao City, we collected the required data in the bottom trawl surveys in May 2012 and November 2013. We identified a total of 25 species of shrimps and crabs. By the IRI (Index of Relative Importance, IRI) index, *Oratosquilla oratoria*, *Meraenaopsis dalei*, *Trachypenaeus curvirostris*, *Charybdis japonica*, and *Portunus trituberculatus* were ranked as the largest edible dominant species having a high commercial value in the study area. Importantly, we calculated Shannon diversity (H'), Pielou's evenness index (J), and Margalef's species richness diversity (D) of the shrimp and crab communities during spring and autumn seasons. The overall diversity of shrimp and crab communities in the sea area is at a lower level. Moreover, the large edible shrimps and crabs with a high commercial value offer a huge advantage in terms of biomass and abundance.

(本文编辑: 谭雪静)