

文章编号: 1674 - 5566(2012)06 - 1038 - 08

海州湾南部海域虾类群落特征

赵蒙蒙^{1,2}, 徐兆礼¹

(1. 中国水产科学研究院东海水产研究所 农业部海洋与河口渔业重点开放实验室, 上海 200090; 2. 上海海洋大学 海洋科学学院, 上海 201306)

摘要: 根据2009年5月(春)、9月(夏)、12月(冬)3个航次对海州湾南部海域(34.60°~35.00°N, 119.40°~119.90°E)的虾类资源调查资料, 分析了该海域虾类的种类组成、优势种、生态类群、多样性及其季节变化等群落特征。结果表明海州湾南部海域虾类群落具有典型的近海暖温带特征, 隶属黄海南部虾类区系, 其中春季和冬季虾类暖温性显著, 主要优势种有日本鼓虾(*Alpheus japonicas*)、葛氏长臂虾(*Palaemon gravieri*)及戴氏赤虾(*Metapenaeopsis dalei*)等, 夏季暖水性特征相对增高, 以刀额新对虾(*Metapenaeus ensis*)、细巧仿对虾(*Parapenaeopsis tenella*)及鹰爪虾(*Trachypenaeus curvirostris*)为优势种。3个季节共鉴定虾类19种, 其中冬季种类数最多(18种), 同时生物多样性指数(H')最高, k -优势度曲线较平滑, 具有较稳定的群落结构, 而春季和夏季种类数较少(9种), 多样性亦较低。运用聚类和二维非度量标序对该海域虾类群落结构相似性进行分析, 冬季群聚情况较明显, 主要可划分为3个群聚类型, 为近岸组、灌河口组及东面外侧组, 该划分同环境背景间的一致性较好, 具有一定的稳定性。

研究亮点: 海州湾南部海域虾类群落特征鲜有报道, 通过对海州湾南部海域3个季节的虾类资料的分析, 其群落结构各特征及其季节变化得到初步研究, 冬季虾类群落多样性水平最高, 其群聚结构明显, 可划分为3个相对主要且稳定的群聚类型。

关键词: 虾类; 多样性; 群落结构; 海州湾南部海域

中图分类号: S 932.5⁺1

文献标志码: A

海州湾位于中国黄海海岸中南部, 为典型的开敞式海湾, 呈新月形, 是沙质一岩石海岸和泥质海岸的交汇地带, 岸上有众多河流注入, 带来大量的有机质和营养盐类, 海湾中浮游生物资源丰富, 加上浅海辽阔, 光照充足, 成为优良的产卵场, 是我国八大渔场之一^[1]。本文中研究的海域位于海州湾南部, 东西连岛附近, 北面有临洪河注入, 南面有灌河注入, 虾类资源丰富。以前我国对虾类群落特征研究的文章多见于刘瑞玉^[2-3]对黄东海虾类区系的研究, 近年来对东海诸海区虾类的研究颇丰^[4-9], 对于黄海沿海海湾虾类的针对性报道较少, 而海州湾仅见于唐峰华等^[10]对其附近海域渔业资源动态的分析, 对海州湾虾类群落特征与多样性的研究尚未见诸报道。国外对沿海海湾虾类资源的研究较多, 如

CASTREJON 等^[11]对墨西哥湾西南海域对虾的平面与等深线分布特征进行了深入的分析, GUIJARRO 等^[12]对地中海西部 Balearic 群岛附近海域长额虾的分布与种群动力学差异及其与环境因素的关系进行了研究。

本文依据在海州湾南部海域2009年3个航次的虾类资源调查资料并结合水文资料, 对该海域虾类的种类组成、优势种、多样性、区系等群落特征进行了初步的分析, 为其资源的开发和利用提供了一定的基础资料。

1 材料与方法

1.1 调查与采样

数据采用2009年5月、9月和12月苏赣渔03609[#]调查船在海州湾南部海域(34.60°~

收稿日期: 2012-04-28 修回日期: 2012-06-28

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973计划)项目(2010CB428705); 国家自然科学基金(40776077)

作者简介: 赵蒙蒙(1986—), 女, 硕士研究生, 研究方向为海洋生态学。E-mail: zmmwalden@126.com

通讯作者: 徐兆礼, E-mail: xiaomin1957@126.com

35.00°N, 119.40°~119.90°E) 所获得的虾类调查资料。共设 18 个站位(图 1)。采样网具为单拖网(宽 9.5 m, 高 6 m), 网目尺寸范围 1~4 cm, 每一调查站点拖曳 0.5 h, 平均拖速为 2.5 n mile/h, 调查按《海洋水产资源调查手册》^[13] 进行, 虾类鉴定到种, 并对每一种类进行质量称取和个体数计算, 并测定其体长、体重等生物学特征。

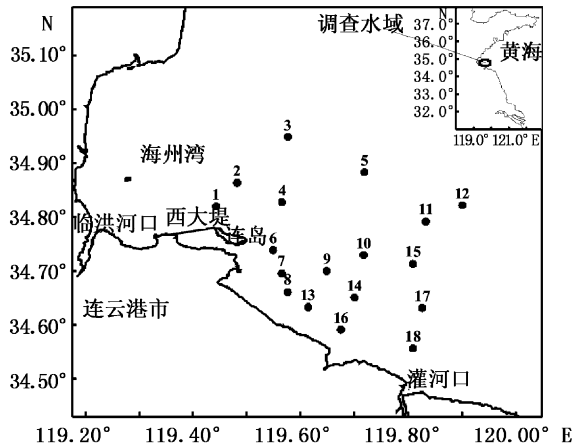


图 1 海州湾南部海域虾类调查站位图

Fig. 1 Location of the sampling stations in the southern Haizhou Bay

1.2 数据处理

1.2.1 相对重要性指数

以相对重要性指数(I_{RI})作为各种类生态优势度的度量指标。

$$I_{RI} = (N + W) \times F^{[14]} \quad (1)$$

式中: I_{RI} 为相对重要性指数; N 为某一种虾类丰度占虾类总丰度的百分比(%); W 为该种虾类生物量占虾类总生物量的百分比(%); F 为该种虾类出现的站位数占调查站位总数的百分比(%)。文中选定 I_{RI} 大于 1 000 的种类为优势种, 100~1 000 的种类为重要种^[15]。

1.2.2 物种多样性指数

以虾类生物量数据来计算不同季节虾类的多样性, 文中采用 Shannon-Wiener 多样性指数^[16]:

$$H' = - \sum (n_i/N) \log_2 (n_i/N) \quad (2)$$

式中: n_i 为第 i 种虾的生物量; N 为所有虾类总生物量。

1.2.3 k -优势度曲线

对调查数据以种的序列(从最优势种排起)

为横坐标, 其累积相对生物量(%)为纵坐标, 且将 x 轴转换为对数轴, 得到 k -优势度曲线, 来直观地反映群落多样性特征^[17]。

1.2.4 等级聚类与非度量标序

利用 Primer 多元统计分析软件(Plymouth, UK)中的等级聚类(CLUSTER)和二维非度量标序(nMDS)程序对海州湾 3 个季节虾类群落进行分析^[18-19]。

以虾类的物种和生物量数据为原始矩阵, 对数据进行标准化, 且平方根转换后得 Bray-Curtis 相似性矩阵, 对该矩阵进行 CLUSTER 聚类和 nMDS 标序, 以 35% 的群落相似性将二者结果叠加, 当 nMDS 分析的压力系数 stress < 0.1 时, 结果基本可信。

对上述聚类分析划分的样品组进行 SIMPER 分析, 将不同种对样品组间非相似性的贡献百分数进行排序, 至累积贡献率达 90%, 从而鉴定出对样品分组起主要作用的种。

2 结果

2.1 种类组成与优势种

调查海域共渔获虾类 19 种, 其中有对虾科 4 属 6 种, 长臂虾科 2 属 5 种(包括 1 未定种), 其它有鼓虾科 1 属 2 种, 藻虾科 2 属 2 种, 樱虾科、玻璃虾科、褐虾科和蛄蛄虾科各 1 种。调查中, 冬季鉴定虾种类数最多, 有 18 种, 春季和夏季各 9 种(表 1)。

春季虾类优势种为日本鼓虾、戴氏赤虾、细巧仿对虾和鲜明鼓虾(*Alpheus distinguendus*), 其中戴氏赤虾所占丰度比率最高(48.53%), 而日本鼓虾生物量比率最高(38.18%), 重要种有鹰爪虾和葛氏长臂虾。

夏季细巧仿对虾优势度高达 4 639, 其丰度比率占总体 50% 以上; 春季的重要种鹰爪虾在夏季成为优势种, 其生物量比率高达 31.05%; 同时刀额新对虾在夏季成为优势种, 其生物量比率约为 45%; 此外日本鼓虾、戴氏赤虾和鲜明鼓虾的优势度较春季显著下降, 不再构成优势种。

冬季日本鼓虾优势度较夏季显著提高, 再次成为优势种, 其丰度和生物量均高达总体的 1/3 左右; 葛氏长臂虾优势度较春夏季有大幅提高, 成为优势种, 另一优势种为脊尾白虾; 同时冬季出现多种重要种, 如须赤虾(*Metapenaeopsis*

barbata)、细螯虾(*Leptochela gracilis*)、疣背宽额虾(*Latreutes planirostris*)、脊腹褐虾(*Crangon affinis*)、伍氏螯蛄虾(*Upogebia wuhsienweni*)等。

由以上可知 3 个季节间虾类的种类组成及其丰度和生物量比率均有显著变化,但各季节均具有明显的优势种(表 1 和图 2)。

表 1 虾类种类组成及相对重要性指数
Tab. 1 The structure of shrimp populations

种名	春季			夏季			冬季		
	N/%	W/%	IRI	N/%	W/%	IRI	N/%	W/%	IRI
刀额新对虾 <i>Metapenaeus ensis</i>	-	-	-	19.18	44.63	3 545	-	-	-
周氏新对虾 <i>M. joyneri</i>	0.02	0.11	1	-	-	-	0.62	1.72	39
鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	5.42	7.93	816	21.28	31.05	1 454	0.21	0.72	5
细巧仿对虾 <i>Parapenaeopsis tenella</i>	12.90	9.37	1 361	53.05	16.54	4 639	9.55	4.06	302
须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	-	-	-	-	-	-	5.52	8.30	154
戴氏赤虾 <i>M. dalei</i>	48.53	29.49	3 468	0.08	0.06	1	4.28	2.45	112
中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i>	-	-	-	0.14	0.01	2	0.16	0.03	2
细螯虾 <i>Leptochela gracilis</i>	0.04	0.02	1	-	-	-	4.98	1.16	307
长臂虾 sp. <i>Palaemon</i> sp.	-	-	-	-	-	-	2.91	1.48	49
葛氏长臂虾 <i>P. gravieri</i>	0.77	1.96	183	1.21	0.67	52	13.74	19.26	2 567
巨指长臂虾 <i>P. macrodactylus</i>	-	-	-	-	-	-	0.52	0.40	31
安氏白虾 <i>Exopalaemon annandalei</i>	-	-	-	-	-	-	1.73	1.18	81
脊尾白虾 <i>E. carincauda</i>	-	-	-	-	-	-	9.56	14.21	1 453
鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>	2.25	12.61	1156	0.85	3.54	49	1.71	6.04	344
日本鼓虾 <i>A. japonicus</i>	29.91	38.18	4 161	3.91	3.41	325	30.98	33.77	5 756
疣背宽额虾 <i>Latreutes planirostris</i>	-	-	-	-	-	-	8.07	0.84	445
鞭腕虾 <i>Hippolytina vittata</i>	-	-	-	0.30	0.08	9	0.04	0.01	0
脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>	0.15	0.32	10	-	-	-	2.92	2.95	196
伍氏螯蛄虾 <i>Upogebia wuhsienweni</i>	-	-	-	-	-	-	2.48	1.41	151
小计		9			9			18	
合计					19				

注:“-”表示该季节调查中未渔获到该种类。

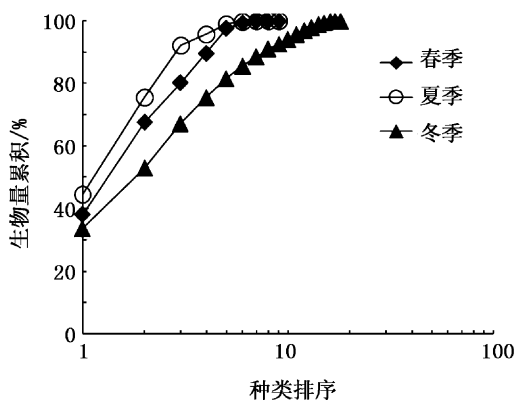


图 2 k -优势度曲线的季节变化图

Fig. 2 k -dominant curves in different seasons

2.2 物种多样性的季节变化

春季的生物量多样性指数(H')平均值为 0.97(0~1.68),夏季最低,为 0.75(0~1.93),冬季最高,为 1.44(0~2.73)。各季节的生物量 k -优势度曲线见图 2,其中冬季该曲线最低,且较

平滑,种间分配较均匀,亦反映出其多样性水平最高,春季其次,而夏季的曲线最高,其多样性水平最低。

2.3 种类的生态类群分析

调查水域水深变化范围较小(5~25 m),属典型的沿岸水体,依据已有相关文献^[2-4, 7-9, 15, 20-21],从适盐性上,所采集虾类主要为近海种(12种)和河口种(5种),外海种仅出现 1种;适温性上看,主要为暖温种(11种),其次暖水种(6种),冷温种仅有 1种。

不同生态类群种类划分见表 2。

2.4 冬季群聚结构和种类数分析

经 Primer 软件分析,春季和夏季由于虾类种类数较少,其群聚结构不明显,而冬季较明显,因而本文对冬季的群聚情况进行了详细地分析。

冬季 3[#]站未渔获到虾类,其他 17 个站虾类生物量数据经 CLUSTER 聚类和 nMDS 标序分析后得图 3,其 MDS 标序的 Stress 系数为 0.07,因

而该点阵结果具有一定的可信度;CLUSTER 结果以 35% 的群落结构相似性划分为 4 组,其平面分布情况结合图 1 可知,调查水域西侧近岸及中部水域的 1[#],2[#],4[#],6[#],7[#],8[#],9[#],10[#],13[#],14[#] 和 16[#] 站为 1 组(近岸组),靠近灌河口一侧的 15[#],17[#] 和 18[#] 站为 1 组(灌河口组),东面外侧 11[#] 和 12[#] 站为 1 组(东面外侧组),而北面中部外侧水域的 5[#] 站,仅渔获伍氏螯蛄虾 1 种,其独立成 1 组(北面外侧组)。

经 SIMPER 分析,西侧近岸及中部水域组所渔获虾类对组内累积相似性贡献率达 90% 的虾类依次有日本鼓虾(62.03%)、脊尾白虾(18.05%)和葛氏长臂虾(11.55%),据表 1 可知三者同为冬季虾类优势种;近灌河口组对组内累积相似性贡献率达 90% 的虾类依次有葛氏长臂虾(66.13%)、脊尾白虾(16.29%)和长臂虾 sp.(8.41%);东面外侧组依次有须赤虾(27.52%)、

细巧仿对虾(19.05%)、戴氏赤虾(14.75%)、葛氏长臂虾(12.05%)、周氏新对虾(12.05%)和脊腹褐虾(8.52%)。

表 2 虾类生态类群划分
Tab.2 The division of the ecological groups of the shrimps

生态类群	冷温种	暖温种	暖水种	小计
河口种		细螯虾 葛氏长臂虾 巨指长臂虾 安氏白虾 脊尾白虾		5
近海种	脊腹褐虾	中国毛虾 鲜明鼓虾 日本鼓虾 疣背宽额虾 鞭腕虾 伍氏螯蛄虾	刀额新对虾 周氏新对虾 细巧仿对虾 鹰爪虾 戴氏赤虾	12
外海种			须赤虾	1
小计	1	11	6	

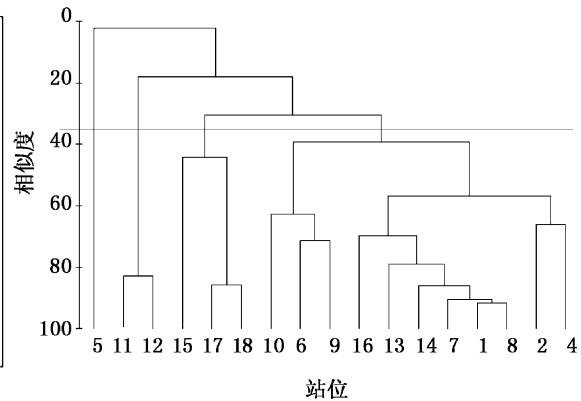
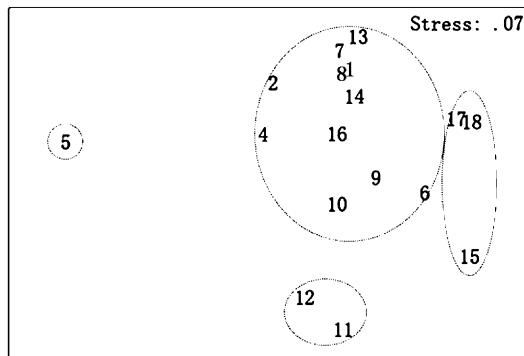


图 3 冬季虾类群落 CLUSTER 与 nMDS 分析结果

Fig.3 The analysis results of CLUSTER and nMDS in winter

其中各组贡献率列第一位的日本鼓虾、葛氏长臂虾和须赤虾的生物量平面分布情况见图 4,其中日本鼓虾生物量较高值出现在西侧近岸水域,葛氏长臂虾高值出现于近灌河口侧的东面水域,而须赤虾仅在东面外侧组出现。

图 5 为冬季虾类种类数的平面分布情况,可见东面外侧组及灌河口组水域虾类种类数最多,而北面外侧组水域虾类种类数最低,近岸组水域种类数亦较低,同聚类分组情况较一致。

3 讨论

3.1 虾类的生态区系特征

据表 1 和表 2 可知,海州湾南部海域虾类具

有显著的近海暖温带区系特征,19 种虾类中有 11 种为暖温种,此外有暖水种 6 种,冷温种 1 种,而 6 种暖水种均为广温性的暖水种,具有黄—东海地方性,或黄—东—南海地方性^[3-4,8,20];从分布水域上看,主要为近海性种类,包括河口种和近海种共 18 种,而外海种仅 1 种。

其中春季虾类以暖温种日本鼓虾和进入浅海产卵的暖水种戴氏赤虾为主,占总丰度 2/3 以上,冷温种脊腹褐虾较少,种类近海性生态特征明显。9 种中有 7 种为近海种和河口种;夏季虾类暖水性明显增加,刀额新对虾、细巧仿对虾及鹰爪虾合计占总体丰度和生物量比例高达 90% 以上,暖温性降低,而冷温种未出现;冬季虾类暖

温性显著上升,11种暖温种占总体资源量近80%,冷温种脊腹褐虾复又出现,且较春季资源

量增多,而冬季虾类暖水性明显下降。

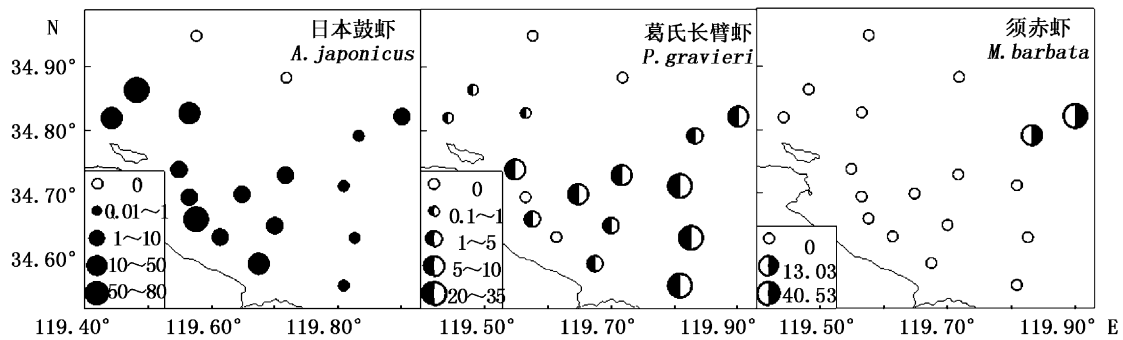


图4 冬季主要虾类生物量平面分布图 (kg/km^2)

Fig. 4 The horizontal distribution of biomass (kg/km^2) for major shrimps in winter

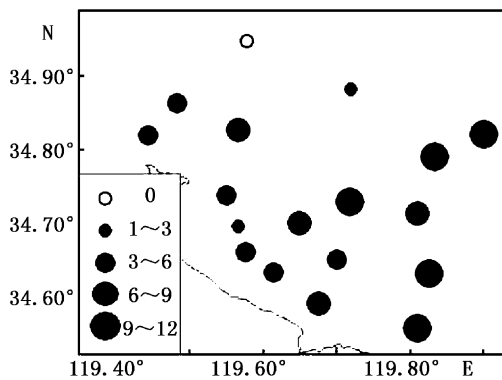


图5 冬季虾类种类数平面分布图

Fig. 5 The horizontal distribution of species number in winter

而同邻近海区相比,虽然海州湾南部海域虾类在东海北部近海均有出现^[4-5,7-8],但据相对重要性指数值(表1)可知,其黄海区系特征更为显著^[2-3,15,11],如以日本鼓虾、葛氏长臂虾和脊尾白虾等暖温种为主,同时冷温种脊腹褐虾资源丰富,黄海常见种伍氏螯蛄虾、疣背宽额虾等有较多出现,而暖水种亦均以戴氏赤虾、鹰爪虾、刀额新对虾、周氏新对虾和细巧仿对虾等能够进入黄海的种类为主,尤其同黄海南部海域保持较高的一致性,具有种类数均以冬季最多等共同点^[15]。其同东海北部近海海域虾类的暖水性特征存在一定差别,其中虽然日本鼓虾、鹰爪虾、细巧仿对虾、葛氏长臂虾、戴氏赤虾等近海广布种在两海域均为优势种^[4-6,8],但暖水性较强且东海北部近海优势度较高的刀额新对虾、周氏新对

虾等在海州湾南部海域优势度较低,哈氏仿对虾(*Parapenaeopsis hardwickii*)、中华管鞭虾(*Solenocera crassicornis*)等甚至未有出现,此外冷温种脊腹褐虾在东海北部近海仅分布到舟山群岛以北海域^[2-4]。

可见,海州湾南部海域虾类在生态区系特征上为典型的近海暖温带区系,隶属黄海南部区系。

3.2 虾类群落多样性的季节变化

海州湾南部海域虾类群落多样性春、夏季较低,而冬季较高(图2)。

其中春季,仅戴氏赤虾和日本鼓虾2种虾类的丰度百分比便近80%,累积生物量近70%,IRI值均大于3000(表1,图2),成为绝对优势种,致使种间分配极不均匀,各多样性指数值较低(2.2节)。同时春季沿岸水系各海洋环境因子变化剧烈^[6,22-23],且据www.remss.com提供的分辨率为9 km的MW + IR OI v3 SST资料可知,调查海域同年3月及4月水温较低,4月仍徘徊在10℃左右,5月调查期间水温才有所上升,平均水温约为18℃,因而适应种较少,亦造成春季多样性较低。

夏季k-优势度曲线最高(图2),多样性水平最低,从曲线上可以看出,前3位,即优势种刀额新对虾、细巧仿对虾和鹰爪虾的生物量累积占总体90%以上,丰度上仅细巧仿对虾1种便占总丰度的50%以上,构成绝对优势种。夏季调查海域除受同年7月中下旬爆发的米氏凯伦藻赤潮^[24]影响外,沿岸径流携带大量污染物入海,造成其水质和饵料基础较差^[25],同时SST资料显示调

查海域同年 8 月为全年水温最高月,平均达 27 ℃ 左右,9 月调查期间温度有所下降,约 25 ℃,以上 3 种暖水种能较好适应,其次为暖温种日本鼓虾, $IRI > 100$,其它 IRI 值均很低(表 1),种间分配极不均匀,因而虾类多样性较低。

而冬季出现种类数增多,达 18 种。第一优势种日本鼓虾在调查水域各采样点出现率极高(图 5),故其 IRI 值虽高达 5 000 以上,但其丰度及生物量百分比均仅占 30% 左右(表 1),因而冬季 k -优势度曲线较平滑,种类间分配较均匀,除 3 种优势种外,重要种多达 8 种。这可能是由于冬季调查水域水质有所好转^[26],且历年来本海域冬季水文环境对比春夏季均较稳定^[25],同年 11 月 SST 均值约为 15 ℃,12 月调查期间底层水温在 8 ℃ ~ 12 ℃ 之间,水温仍较适宜,因而虾类多样性水平较高。

可见调查水域因沿岸水体各环境因子等缘故,冬季虾类群落多样性最高,具有较稳定的群落结构,此外程济生^[15]对黄海无脊椎动物资源调查中亦为冬季虾类种类数最多(22 种),多样性水平最高。

3.3 冬季虾类群落空间格局和环境背景的分析

据群聚分析结果(2.4 节),调查海域冬季虾类群落空间格局上主要分为 3 组,即近岸组,灌河口组和东面外侧组(图 3,图 4),各组在平面分布上同所处水域环境有密切关系。

其中近岸组位于调查水域西侧自北至南近岸水域,其底盐均值 < 25 ,底温 10 ℃ 左右,水深 < 15 m,具有典型的沿岸水体特征,其种类数均在 5 种左右(图 6),对组内累积相似性贡献率达 90% 的为近海及河口暖温种日本鼓虾、脊尾白虾和葛氏长臂虾,另据已有报道^[27],西侧岸线上拐角处附近为田湾核电站一期工程排水口,其 2 台机组满功率运行时,温排水扩散对其附近水域有一定影响,这亦可能是造成该组以近海暖温种日本鼓虾为绝对优势种,生物量值在组内及整个调查水域均最高(图 5)的原因之一。

灌河口组位于调查水域东侧紧邻灌河口(图 1,图 4),其种类较多,10 种左右(图 6),底盐为 25 ~ 29,底温 8 ℃ ~ 10 ℃,均处于主要栖息于沿岸水域的葛氏长臂虾的最适温盐范围^[4],因而其对组内相似性贡献率最高($> 60%$)。除葛氏长臂虾外,灌河口组出现了本文调查中全部河口性

种类,如脊尾白虾、安氏白虾、巨指长臂虾及细螯虾,可见该组所处水域受灌河口径流注入影响较为明显。

东面外侧组位于灌河口组东侧向外水域(图 4),其水深在 20 m 以上,底温在 11 ℃ 以上,盐度 25 以上,其中冬季所有暖水种,即须赤虾、戴氏赤虾、周氏新对虾、细巧仿对虾和鹰爪虾均在该组出现,中以须赤虾生物量值最高,且其仅在该组出现(图 5),对其相似性贡献率最高,同时据测量,所渔获的须赤虾体长范围为 42 ~ 80 mm,平均体长 60 mm,体重 0.8 ~ 5.2 g,平均体重 1.9 g,可见为当年生幼虾,较成虾而言,其适盐性较低^[4],可在低盐度海域生存。此外该组为调查海域出现虾类种类数最多的 1 组(图 6),可能与其所处海域为灌河口径流与外海高盐水的混合区有关,而暖水种集中出现于此组,亦可能是该水域受到直指连云港海域的冬季黄海暖流的西侧支流^[28]一定影响的缘故。

可见,冬季调查水域虾类群落空间格局上的划分同其所处海域环境背景具有较高的一致性,该划分具有一定的稳定性。

陈佳杰,胡剑,柏育材等同志参与海上样品采集,谨致谢忱。特别感谢沈晓氏先生在论文撰写中给予的帮助和支持。

参考文献:

- [1] 王文海,夏东兴,高兴辰,等. 中国海湾志·第四分册·山东半岛南部和江苏省海湾[M]. 北京:海洋出版社,1993:354-420.
- [2] 刘瑞玉. 黄海及东海经济虾类区系的特点[J]. 海洋与湖沼,1959(1):35-42.
- [3] 刘瑞玉. 黄、东海虾类动物地理学研究[J]. 海洋与湖沼,1963(3):230-241.
- [4] 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.
- [5] 陈小庆,俞存根,宋海棠,等. 东海中北部海域虾类群聚结构特征及空间分布[J]. 海洋学研究,2010,28(4):50-58.
- [6] 陈小庆,俞存根,虞聪达,等. 东海中南部外海虾类群落结构特征分析[J]. 水生生物学报,2009,33(4):664-673.
- [7] 宋海棠. 东海虾类的生态群落与区系特征[J]. 海洋科学集刊,2002,44:124-133.
- [8] 宋海棠,丁天明. 东海北部海域虾类不同生态类群分布及其渔业[J]. 台湾海峡,1995,14(1):67-72.
- [9] 宋海棠,俞存根,姚光展. 东海鹰爪虾的数量分布和变动

- [J]. 海洋渔业, 2004(3): 184-188.
- [10] 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[J]. 水产科学, 2011, 30(6): 335-341.
- [11] CASTREJON H, PERERZ-CASTANEDA R, DEFEO O. Spatial structure and bathymetric patterns of penaeoid shrimps in the southwestern Gulf of Mexico[J]. Fisheries Research, 2005, 72: 291-300.
- [12] GUIJARRO B, FANELLI E, MORANTA J, et al. Small-scale differences in the distribution and population dynamics of pandalid shrimps in the western Mediterranean in relation to environmental factors[J]. Fisheries Research, 2012, 119/120: 33-47.
- [13] 黄海水产研究所. 海洋水产资源调查手册[M]. 上海: 上海科技出版社, 1981.
- [14] PINKAS L, OLIPHANT M S, LVERSON I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters[J]. Fish Bulletin, 1970, 152: 1-105.
- [15] 程济生. 黄海无脊椎动物资源结构及多样性[J]. 中国水产科学, 2005, 12(1): 68-75.
- [16] SHANNON E C, WEAVER W. The mathematical theory of communication[M]. Urbana: University of Illinois Press, 1948.
- [17] 党宏月, 黄勃. 一种简单有效的海洋污染监测手段——K-优势曲线[J]. 海洋科学, 1996(1): 2-6.
- [18] CLARKE K R, WARWICK R M. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation[M]. 2nd ed. Plymouth: Plymouth Marine Lab, 2001.
- [19] 周红, 张志南. 大型多元统计软件 PRIMER 的方法原理及其在底栖群落生态学中的应用[J]. 青岛海洋大学学报: 自然科学版, 2003, 33(1): 58-64.
- [20] 黄宗国. 中国海洋生物种类与分布[M]. 北京: 海洋出版社, 2008.
- [21] 刘瑞玉. 中国北部的经济虾类[M]. 北京: 科学出版社, 1954.
- [22] 程济生, 朱金声. 黄海主要经济无脊椎动物摄食特征及其营养层次的研究[J]. 海洋学报: 中文版, 1997, 19(6): 102-108.
- [23] 于非, 张志欣, 刁新源, 等. 黄海冷水团演变过程及其与邻近水团关系的分析[J]. 海洋学报: 中文版, 2006, 28(5): 26-34.
- [24] 中国国家海洋局. 2009 年中国海洋环境质量公报[EB/OL]. [2012-06-27]. <http://www.soa.gov.cn/soa/hygb/hjgb/webinfo/2010/06/1297643967120831.htm>.
- [25] 田慧娟, 杨华, 刘吉堂, 等. 连云港近海海域水质的季节和年际变化[J]. 海洋湖沼通报, 2009(4): 139-144.
- [26] 江苏省海洋环境监测预报中心. 连云港海州湾海域赤潮生消趋势预测[EB/OL]. [2012-06-27]. <http://www.jsocan.cn/webeditor/UploadFile/20091029163424511.pdf>.
- [27] 孙恋君, 王凤英, 朱晓翔. 田湾核电站温排水环境影响遥感调查[J]. 中国辐射卫生, 2011, 20(3): 330-332.
- [28] 苏育嵩. 黄、东海地理环境与环流系统分析—长江口及济州岛邻近海域综合调查研究报告(第二章)[J]. 青岛海洋大学学报, 1989, 19(s1): 145-158.

Community characteristics of shrimps in the southern Haizhou Bay

ZHAO Meng-meng^{1,2}, XU Zhao-li¹

(1. Key and Open Laboratory of Marine and Estuary Fisheries, Ministry of Agriculture of China, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China; 2. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Based on the data of shrimp resources sampled in the inshore waters in the southern Haizhou Bay (34.60° – 35.00°N, 119.40° – 119.90°E) in May (spring), September (summer) and December (winter), 2009, the shrimp species composition, dominant species, ecological groups, diversity, and seasonal variety of the community were analyzed. The results showed that the shrimp community here possessed typical inshore warm-temperate characteristics as part of the Southern Yellow Sea. With *Alpheus japonicas*, *Palaemon gravieri*, *Metapenaeopsis dalei* as major dominant species, the shrimp community in spring and winter had got remarkable warm-temperate characteristics, while in summer the warm-water characteristic was increased with *Metapenaeus ensis*, *Parapenaeopsis tenella* and *Trachypenaeus curvirostris* as dominant species. 19 species of shrimps were identified in the survey, with 18, 9 and 9 species in winter, spring and summer, respectively. In winter, the diversity index (H') of biomass for shrimps was the highest, and its k-dominant curve went more smoothly, while the indexes were lower in spring and summer, which suggested the community structure in winter was more steady. With the CLUSTER and nMDS analysis, the division of shrimp communities in winter was relatively obvious, with three main assemblages, which were inshore assemblage, Guan Estuary assemblage and eastern outside assemblage. This division was relatively stable as the assemblages were in great conformity with the environment background.

Key words: shrimps; diversity; community structure; the southern Haizhou Bay