

吕泗渔场沿岸海域春夏季虾类群落特征

徐 捷, 陈佳杰, 徐兆礼*

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

摘要: 为研究吕泗渔场沿岸海域虾类群落结构特征, 利用 2010 年春季(5 月)和夏季(9 月)在吕泗渔场沿岸海域开展渔业资源调查获取的资料, 分析了虾类的种类组成、多样性空间分布及群落结构特征, 并对其影响因素进行探讨。结果表明: 吕泗渔场沿海海域春夏两季共出现虾类 18 种, 其中春季 11 种, 夏季 15 种; 春季优势种为葛氏长臂虾、日本鼓虾和鲜明鼓虾, 夏季优势种为哈氏仿对虾和中华管鞭虾。研究表明: 吕泗渔场沿岸海域虾类春季以暖温性生态类群为主, 夏季以暖水性生态类群为主。吕泗渔场沿岸虾类种类数和多样性指数较高的站位主要集中在调查海域的外侧。运用聚类和多维标度对群落结构的相似性进行分析, 结合水深等环境因子对吕泗渔场沿岸海域虾类的群聚类型进行了讨论, 吕泗渔场沿岸虾类群落结构季节变化明显、空间差异显著, 水团变化、地形、水深是导致吕泗渔场沿岸海域春夏季虾类群落结构时空差异的主要原因。

关键词: 虾类; 种类组成; 多样性; 群落结构; 吕泗渔场

中图分类号: S 931.4

文献标志码: A

吕泗渔场位于江苏省沿岸以东海域, 是我国最大的渔场之一。本研究地点为江苏省如东沿岸海域, 位于渔场内侧。受长江口冲淡水以及多条沿岸径流影响, 再加上特有的潮沟地形条件和由此形成的湍急的潮流, 该水域饵料生物繁多, 不仅是鱼类, 也是虾类索饵、产卵、繁育的良好场所。

我国早期对虾类的研究主要集中在分类方面, 董聿茂等^[1-3]和刘瑞玉^[4-5]分别研究了我国东海虾类的分类和区系特征。20 世纪 80 年代开始, 有关虾类资源的研究报道大量出现, 宋海棠等^[6-7]和陈小庆等^[8-10]的研究覆盖了整个东海虾类资源分布以及生态群落区系特征, 但上述研究主要是 30 m 等深线以外海域, 而有关等深线以内的报道不多。吕泗渔场沿岸 30 m 等深线内仅有虾类资源分布^[11-12], 而有关虾类群落结构及种类生态适宜性的研究没有报道。

本实验采用 2010 年在吕泗渔场沿岸海域开展的渔业资源调查资料, 运用相似性分析研究该

海域虾类的种类组成、优势种、多样性的时空分布以及群落结构特征, 讨论吕泗渔场沿岸虾类群落结构与环境的关系, 并与我国沿岸典型暖温带及亚热带海域虾类群落结构进行比较, 有助于丰富我国不同海域虾类地理区系方面的知识, 对于认识我国沿海虾类资源动态变化有一定的科学意义, 并为该海域虾类资源的合理利用提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 调查地点和采样方法

在苏北浅滩吕泗渔场海域(32°00'N ~ 32°50'N, 121°40'E ~ 122°00'E)分别进行春季(5 月 8—12 日)和夏季(9 月 4—10 日)2 个航次的渔业资源调查, 2 次调查分别设 12 个拖网站(图 1)。调查船为苏如渔 04416#, 船体长度 27.6 m, 宽度 5.4 m, 主机功率 198.53 kW, 采用单拖网(15 m(宽) × 5 m(高)), 网目范围 2 ~ 5 cm, 拖网长度

收稿日期: 2014-01-26 修回日期: 2014-05-28

资助项目: 国家重点基础研究发展项目(2010CB428705); 国家自然科学基金(41176131)

通信作者: 徐兆礼, E-mail: xiaomin@sh163.net

35 m,网板规格 1.1 m(长)×0.7 m(宽),每站拖曳约 0.5 h,平均拖速 3.4 节,调查按《海洋水产资源调查手册》^[13]进行。对渔获物中虾类进行分品种渔获重量和尾数统计,记录网产量。

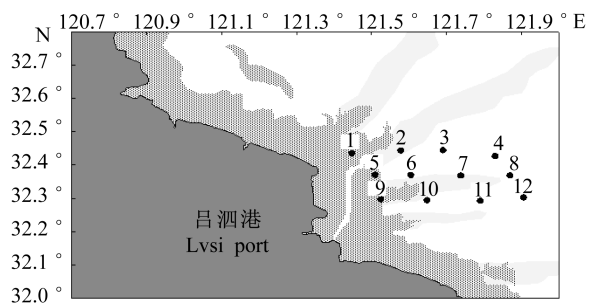


图 1 调查站位分布
Fig. 1 Sampling station

1.2 数据处理方法

物种更替率计算 物种更替率(alternation fraction):

$$R = \left(1 - \frac{c}{a + b - c} \right) \times 100\%$$

式中, a 、 b 分别为相邻月份的物种数, c 为相邻月份共同的物种数^[14], R 为物种更替率。

生物多样性计算 虾类多样性分析,采用香农-威纳(Shannon-Wiener)多样性指数(H'),在虾类生态学研究中,重量多样性和尾数多样性具有不同的生物学含义^[15],因此本研究不同站位虾类多样性指数值分别采用重量和尾数计算,计算公式如下,

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

式中, H' 为物种多样性指数值; S 为虾类总种数; P_i 为第*i*种的个体质量和尾数(n_i)与总重量和尾数(N)的比值(n_i/N)。

群落结构相似性 为了分析群落结构,需要运用聚类分析方法,考察不同季节不同站位群落的相似性。由于群落中的大个体物种由优势种和常见种组成,不同群落之间的差异,主要通过优势种和常见种个体数差异反映。基于这一生态学原理,为了减少稀有种对群落相似性分析的干扰,在聚类分析前首先剔除出现率低,重要性较低的种类,即将资源密度百分比 $\leq 5.00\%$ 且出现率 $\leq 8.33\%$ 的种类剔除,对剩下的种类,以尾数密度为指标,站位为样本。采用类平均法进行Q型聚类

分析,计算前采用对数变换对原始数据矩阵进行处理,平衡优势种和非优势种在群落中的作用,再建立距离系数矩阵,计算欧式距离,最后采用类平均法进行聚类分析,并作出聚类树状图。对数变化和欧氏距离计算公式如下,

$$\text{对数变换: } x'_{ij} = \ln \{ x_{ij} \}$$

$$\text{欧氏距离: } d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

式中, x_{ij} 为第*i*站位的第*j*种的尾数密度; d_{ij} 为第*i*站位和第*j*站位之间的距离; x_{ik} 为第*i*站位的第*k*种的尾数密度; x_{jk} 为第*j*站位的第*k*种的尾数密度。

聚类、标序分析及多样性分析均由 PRIMER 5.0 软件包^[16-19]完成,在相似性系数的基础上,用非参数多维标序技术(NMDS)作二维标序。

2 结果

2.1 虾类种类组成

在 2 次拖网调查中共鉴定出虾类 18 种,其中,5 月调查出现 11 种,9 月出现 15 种(表 1)。2 个月份共有种有周氏新对虾(*Metapenaeus joyneri*)、哈氏仿对虾(*Parapenaeopsis hardwickii*)、葛氏长臂虾(*P. gravieri*)、细指长臂虾(*Palaemon tenuidactylus*)、中国毛虾(*Acetes chinensis*)、脊尾白虾(*Palaemon carincauda*)、日本鼓虾(*Alpheus japonicus*)和鲜明鼓虾(*A. distinguendus*)。脊腹褐虾(*Crangon affinis*)、疣背宽额虾(*Latreutes planirostris*)和细螯虾(*Leptochela gracilis*)仅在 5 月出现,细巧仿对虾(*P. tenella*)、巨指长臂虾(*P. macrodactylus*)、中华管鞭虾(*Solenocera crassicornis*)、安氏白虾(*Exopalaemon annandalei*)、日本囊对虾(*Marsupenaeus japonicus*)、水母虾(*Latreutes mucronatus Stimpson*)和鞭腕虾(*Lysmata vittata*)仅在 9 月出现。季节更替率(R)反映 2 个季节物种更替百分比。由表 1 计算可得,2 个月份虾种更替率为 56%。

在 5 月,葛氏长臂虾是第 1 优势种,其尾数比例占虾类总尾数的 52.76%,重量比例占了 64.03%。另外,日本鼓虾和鲜明鼓虾数量较多,且出现率在 50% 以上,是常见种。在 9 月,哈氏仿对虾是第 1 优势种,其重量为虾类总数的 66.88%,尾数占 56.47%,远远高于其他虾类物

种,出现率 100%。其次中华管鞭虾和葛氏长臂 14.35%,所以也是常见种。虾尾数比例较高,分别占总尾数 16.43% 和

表 1 吕泗渔场沿岸海域虾类种类组成与出现率 (%)

Tab.1 Species composition and occurrence frequency (%) of shrimps in the coastal water in the Lvsu fishing ground

种名 species	5 月 May			9 月 Sept.		
	W%	N%	出现率/% occurrence frequency	W%	N%	出现率/% occurrence frequency
周氏新对虾 <i>M. joyneri</i>	0.55	0.22	25.00	1.43	0.73	16.67
哈氏仿对虾 <i>P. hardwickii</i>	0.31	0.40	50.00	66.88	56.47	100.00
细巧仿对虾 <i>P. tenella</i>				0.36	1.65	25.00
葛氏长臂虾 <i>P. gravieri</i>	64.03	52.76	91.67	9.28	14.35	91.67
细指长臂虾 <i>P. tenuidactylus</i>	0.67	1.62	41.67	2.30	7.14	58.33
巨指长臂虾 <i>P. macrodactylus</i>				0.10	0.19	8.33
中华管鞭虾 <i>S. crassicornis</i>				15.08	16.43	100.00
中国毛虾 <i>A. chinensis</i>	0.27	1.41	41.67	0.06	0.27	8.33
脊尾白虾 <i>P. carincauda</i>	0.53	0.18	8.33	2.32	1.36	58.33
安氏白虾 <i>E. annandalei</i>				0.27	0.72	25.00
日本囊对虾 <i>M. japonicus</i>				1.51	0.31	25.00
脊腹褐虾 <i>C. affinis</i>	0.23	0.27	25.00			
疣背宽额虾 <i>L. planirostris</i>	0.84	3.07	75.00			
细螯虾 <i>L. gracilis</i>	0.77	2.87	91.67			
水母虾 <i>L. mucronatus</i> Stimpson				0.08	0.27	8.33
鞭腕虾 <i>L. vittata</i>				0.02	0.12	8.33
日本鼓虾 <i>A. japonicus</i>	11.92	17.67	91.67	0.31	0.54	25.00
鲜明鼓虾 <i>A. distinguendus</i>	19.26	17.57	100.00	0.28	0.19	8.33

注“W%”是该种占在总重量的百分比,“N%”是该种占总尾数的百分比。下同

Notes:“W%” means weight percentage of species in the fish,“N%” means individual percentage of species in the fish,the same below

2.2 物种数的平面分布

吕泗渔场沿岸海域 5 月和 9 月平均每个站位出现虾类种数分别为 7 种和 5 种(图 2)。

5 月,调查水域外侧平均每个站位出现虾类 9 种,沿岸内侧平均出现 6 种,其中,外侧的 8 号站位出现物种数最多,为 10 种,靠岸的 6 号站位出现虾类种数最少,为 4 种;9 月,各个站位虾类种

类数差别较小,范围在 4~6 种,分布较为均匀,但种类出现最多的还是位于调查海域外侧的 8 号站位,为 6 种。总体上看,2 个月份吕泗渔场沿岸海域虾类种类分布规律大体相同,都是调查海域外侧站位种类数居多,5 月虾类种类分布呈现沿岸向外侧海域逐渐递增之势,而 9 月则不明显(图 2)。

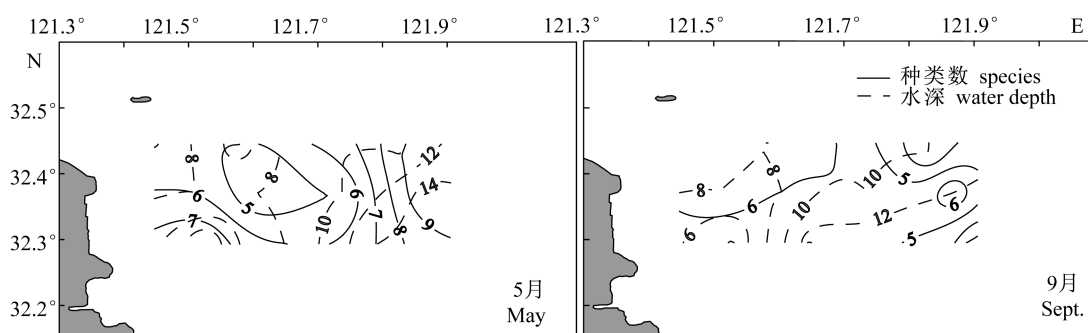


图 2 吕泗渔场沿岸海域虾类种数分布

Fig.2 Distribution of shrimp species in the coastal water of Lvsu fishing ground

2.3 多样性的平面分布

指数(H')分布见图3。

5月和9月调查海域 Shannon-Wiener 多样性

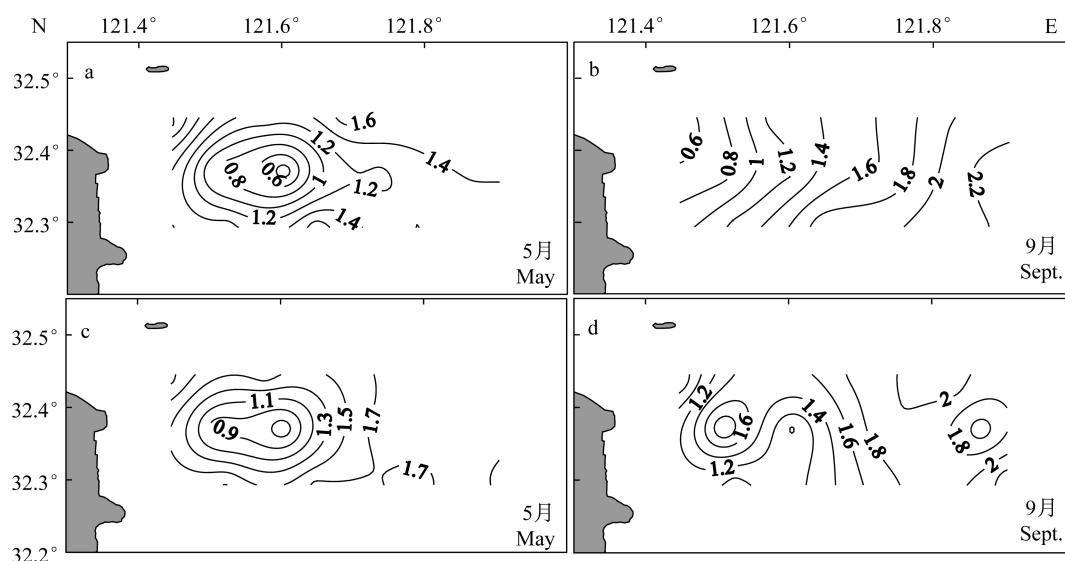


图3 吕泗渔场沿岸海域虾类多样性指数(H')值分布

a, b. 重量(H'); c, d. 尾数(H')

Fig. 3 Distribution of shrimp diversity (H') in the coastal water of Lvsì fishing ground

a, b. weight(H'); c, d. number(H')

5月,重量多样性指数(H')平均值为1.33(0.28~2.22),尾数多样性指数(H')平均值为1.57(0.55~1.93),调查海域外侧重量和尾数多样性指数相对较高(图3-a, 3-c);9月,重量多样性指数(H')平均值为1.55(0.48~2.25),尾数多样性指数(H')平均值为1.58(0.61~2.31),和5月一样,重量和尾数多样性指数较高区域集中分布于调查外侧海域(图3-b, 3-d)。

从上述的分析对比可以发现,9月无论是重量还是尾数多样性指数都要比5月份高。另外,

从虾类多样分布趋势来看,2个季节调查海域虾类多样性分布规律相同,无论是重量还是尾数多样性指数均由内侧向外侧海域呈逐渐递增之势。

2.4 水深对种类数和多样性指数的影响

虾类种数与水深分布有着密切的联系,从表2可以发现,无论是5月还是9月,均是水深10~20 m海域虾类种数多于10 m以内海域。5月,10 m以内海域出现虾类7种,10~20 m海域出现11种。9月,10 m以内海域9种,10~20 m海域为13种(表2)。

表2 不同水深虾类多样性指数(H')值的变化

Tab. 2 Diversity of shrimps in different water depth

月份 month	< 10 m (depth)			10 ~ 20 m (depth)		
	种数 species	重量(H') weight	尾数(H') individual	种数 species	重量(H') weight	尾数(H') individual
5月 May	7	1.02	1.29	11	1.44	1.67
9月 Sept.	9	1.51	1.57	13	1.56	1.59

5月和9月虾类多样性指数随水深变化相同。5月,不同水深海域均为尾数多样性指数高于重量多样性指数;9月,随着虾类种数增多,多样性指数也有所上升,无论是10 m以内还是

10~20 m海域,虾类尾数多样性指数均高于重量多样性指数。2个月份呈现另一相同规律是随着水深加深,虾类重量多样性指数和尾数多样性指数都会随之上升,这与种数的分布规律相同。由

此可以认为,水深 10 ~ 20 m 海域为虾种密集区域,多样性指数往往较高,其中尤以 5 月最为明显。

2.5 虾类聚类、排序结果分析

根据吕泗渔场沿海海域 2 个月份调查站位对虾类的群落属性作聚类分析(图 4),横轴代表聚类距离,纵轴代表调查站位。吕泗渔场调查海域 12 个站位,5 月站位以 S1 ~ S12#标注,9 月站位以 A1 ~ A12#标注,2 个季节站位相同。

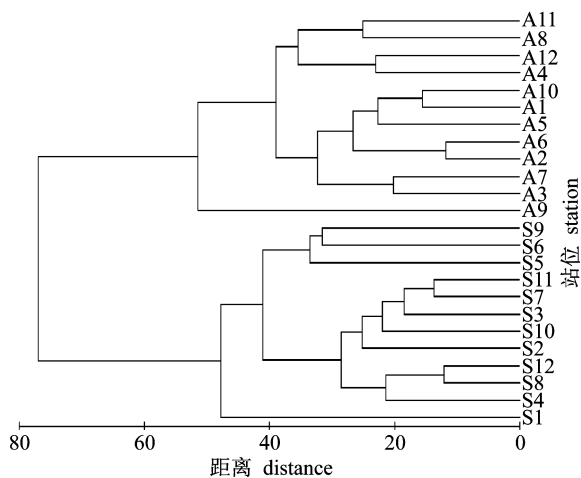


图 4 虾类聚类谱系图

Fig. 4 The result of cluster analysis

聚类的结果能较好地影射出吕泗渔场沿海海域虾类群落结构。每个站位虾种的群落结构越相似,其相聚的距离越近。从图 4 可看出,在 52.4 距离系数水平上,A1 ~ A12#聚为 A 组,表明 9 月这 12 个站位内部生态属性组成较为相似。在 48.7 距离系数水平上,S1 ~ S12#聚为 B 组,表明 5 月份 12 个站位虾类的生态属性组成较相似。A、B 2 组在 78.8 的距离系数上再聚合,表明 2 组相似性明显较低,由此可以认为虾类组成呈明显的季节变化。

吕泗渔场沿海海域春夏季虾类各站位聚类和 NMDS 排序分析结果基本一致(图 5)。检验 NMDS 分析结果的好坏可以用胁强系数(stress)来衡量,胁强系数为 0.08(图 5),通常认为,在 stress < 0.1 的情况下,NMDS 分析的结果具有很好的代表性,可以与聚类分析的结果相互对照。这样得出的分析结论更具有实际生态学意义。聚类和 NMDS 排序的结果都显示了吕泗渔场沿海海域虾类群落季节变化趋势和区系平面分布的差异。

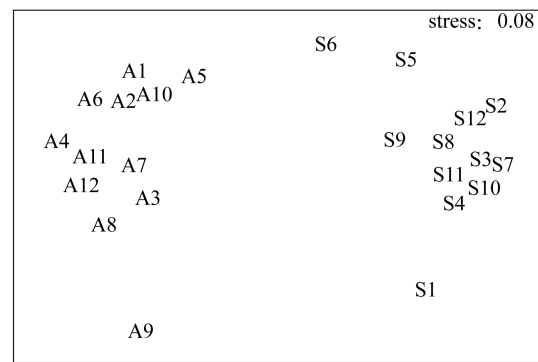


图 5 各站位虾类群落的非参数多变量标序分析

Fig. 5 NMDS analysis of shrimps at each sampling station

3 讨论

3.1 吕泗渔场沿岸海域虾类群落结构特征

吕泗渔场沿岸海域虾类种类组成的季节交替变化显著,5 月—9 月的物种更替率高达 56.00%,可见该海域虾类群落结构季节差异明显。5 月,吕泗渔场沿岸海域虾类主要以暖温性的葛氏长臂虾、日本鼓虾和鲜明鼓虾为主。9 月,随着季节交替,海域环境发生改变,物种大量更替,暖水种(又称亚热带种,适温范围 20 ~ 25 °C)大量出现,诸如暖水性的哈氏仿对虾和中华管鞭虾迅速成为吕泗渔场沿岸海域的主要优势种。5 月优势群体暖水种(适温范围 15 ~ 20 °C)无论是重量还是尾数,比例都大幅下降,其中春季第一优势种葛氏长臂虾在重量和尾数百分比上均大幅下滑,虽然也为夏季的常见种,但优势明显降低(表 1),春季的其他暖温性优势种诸如日本鼓虾和鲜明鼓虾几乎消失。

总而言之,春季虾类群落结构特征呈现暖温种为主,而夏季虾类群落结构特征呈现暖水种为主。2 个季节虾类群落结构差异较大,这与聚类和 NMDS 的结果一致,吕泗渔场沿岸海域虾类群落结构随季节不同而有较明显的变化。从上述相似性分析的结果可以说明,吕泗渔场沿岸海域虾类群落结构组成随季节不同而有明显的变化规律。而造成群落差异的主要原因就是春夏季海域环境的巨大反差,根据本次调查,春季吕泗渔场沿岸海域水温一般波动于 14 ~ 18 °C 之间,为暖温性种适温分布范围,而夏季调查水温范围波动于 22 ~ 26 °C 之间,这一区间更趋向于东海以南亚热带海水温度区系,已不再适合暖温种生长,巨大的

温差影响了虾类的栖息环境,从而引起群落结构巨变。

3.2 吕泗渔场沿岸海域水文特征及其对虾类生态适宜性的影响

春夏交替,吕泗渔场沿岸海域虾类群落结构特征呈现暖温种向暖水种过渡,这与海域环境的改变关系密切。吕泗渔场地处暖温带和亚热带交接区域,受到不同季节影响而水团变化复杂,因此海域环境因子变化幅度较大。依据本次调查温度数据,5月水体表层温度为14.5~17.1℃,底层温度为14.4~17.0℃,水体表层盐度为30.5~31.1,底层盐度为30.6~31.5;9月,水体表层温度为23.0~26.3℃,底层温度为22.1~24.7℃,水体表层盐度为25.3~26.8,底层盐度为25.4~27.4。该海域2季水温变化幅度14.4~26.3℃,盐度变化幅度为25.3~31.5,温度和盐度变化幅度都很大,所以5月和9月虾类共有种以广温广盐性为主,比如葛氏长臂虾、哈氏仿对虾、周氏新对虾、细指长臂虾、日本鼓虾和鲜明鼓虾等。

5月,在西北季风的作用下,吕泗渔场沿岸海域主要受到苏北沿岸流的影响,因而海域环境属于暖温带海域特征。主要虾种以暖温性种葛氏长臂虾、日本鼓虾和鲜明鼓虾,其他种类也基本由暖温种构成,甚至有温水种出现,比如脊腹褐虾。这一时期,虾类区系特征基本与黄海以南沿海调查虾类种类组成结构相似,从江苏北部海州湾^[20-21],大丰、东台以及如东海域^[11-12]调查结果来看,暖温性的葛氏长臂虾、日本鼓虾和鲜明鼓虾都大量出现,甚至在东海南部椒江口海域,葛氏长臂虾也是主要优势种^[22]。

9月,吕泗渔场气候为东南季风特征,苏北沿岸流影响明显减小,受到高温水系台湾暖流顶托影响^[23],长江口径流冲淡水可以影响吕泗渔场近海环境,再加上6—8月为黄、东海雨季^[24],所以海域环境具有高温偏低盐的特征,种类交替非常明显,从区系特征来看更趋向于南部亚热带海域特征。主要种以暖水性广盐种哈氏仿对虾、中华管鞭虾、巨指长臂虾以及暖水性低盐种细巧仿对虾、安氏白虾、日本囊对虾、水母虾和鞭腕虾等构成(表1)。种类组成特别是优势种的组成与南方水系虾类群落结构基本一致^[22]。该季虾类主要2大关键种哈氏仿对虾和中华管鞭虾在南部海域都为重要优势种,符合亚热带海域区系虾类群落结

构共同特征。研究发现,哈氏仿对虾繁殖期一般在5—9月,渔获捕捞高峰期出现在秋季^[25],本次调查9月恰好是哈氏仿对虾的高峰期,其重量和尾数比例都最高(表2),这与调查的群落结构一致。中华管鞭虾繁殖期在6—8月,高峰期8—10月^[26],所以秋季也是沿海中华管鞭虾捕捞旺季。葛氏长臂虾为5月第1关键种,虽然其在9月也是常见种,但随着水温的进一步升高,难以适应较高温的水体环境,逐渐离开沿岸,向外海移动,数量比例大幅下降。

总而言之,随着季节交替,吕泗渔场沿岸海域水团变化复杂,由此引起的海域环境改变对虾类的种类组成影响很大,结构特征呈现暖温种向暖水种过渡。

3.3 吕泗渔场沿岸海域虾类种数和多样性指数平面分布特征

吕泗渔场沿岸海域虾类种数和多样性指数平面分布有一定的特征(图2)。

从2个季节虾类种类数平面分布来看。5月,海域外侧种类较多,沿岸内侧种类较少,沿岸向外侧移动虾类种类数呈逐渐递增之势。9月,虾类种数有所上升,各站位间种数差异不大,平面分布较为均匀,不过种类出现最多的为外侧的8号站。因此,综合2个季节虾类种类平面分布特征来看,越往外侧区域移动往往是种类密集的海域,2个季节规律基本一致。因此,可以认为调查外侧海域,即吕泗渔场中心位置是种类密集的海域。

比较5月和9月虾类的多样性平面分布特征,尽管2个季节都有绝对优势种出现,5月为葛氏长臂虾,9月为哈氏仿对虾,所以2个季节虾类的尾数多样性指数和重量多样性指数都不是很高。9月无论是重量多样性指数还是尾数多样性指数都要比5月高。由此可见,9月是虾类资源捕捞的高峰,而5月主要是虾类产卵季节,5月到9月是虾类的主要索饵肥育季节。

综上所述,2个季节种类数和多样性指数较高的都是外侧水域。因此可以推测,调查水域虾类种数和多样性指数平面分布特征的形成与地形、水深等外部因素有着密切的联系。

3.4 吕泗渔场沿岸地形对虾类种类组成和多样性指数的影响分析

吕泗渔场沿岸地貌为辐射状沙脊群,海底地

形主要由潮沟和沙脊相间分布构成,沙脊宽度由外海向中心逐渐变宽,潮沟则由外海向中心逐渐变狭变浅,呈辐射状向外延伸。因此,海底地面并不平坦,地势较高的为沙脊,地势较低的是潮沟,导致调查海域不同站位水深差异十分明显。海域环境受海底沙脊潮沟地形影响、复杂的底质引起水流和潮波的多样化,同时也产生了不同的生境,饵料生物非常丰富,水体环境非常适合虾类生长,因此本次调查发现不少虾种,多样性指数也较为丰富。

表 3 显示,2 个月份虾类种数出现较多的地方往往是水域较深的外侧区域,从平面分布来看(图 2),调查水域范围虾类种类分布呈现由西向东逐渐递增之势。

虾类种类组成以及多样性指数平面分布的差异对虾类群落结构影响明显。从 2 个季节虾类群落结构空间分布来看,群落结构按站位分布也有一定的规律。结合等级聚类和 NMDS 分析结果,在 41.7 的距离水平上,聚类分析的结果可以分为 4 组:第一组为 A4、A8、A11 和 A12,第二组为 A1、A2、A3、A5、A6、A7、A9 和 A10,第三组为 S5、S6 和 S9,第四组为 S2、S3、S4、S7、S8、S10、S11 和 S12,第一组和第二组为 9 月调查站位,第三和第四组为 5 月调查站位,其中第二组和第三组站位基本位于西部沿岸一侧,第一和第四组站位大多位于东部外侧海域,由此可以说明虾类群落结构在调查海域东部和西部有较明显的差异,呈两级分化趋势。

综上所述,吕泗渔场沿岸海域虾类种类数分布格局与潮沟系统地形地貌密切相关。沿岸浅滩主要由沙脊构成,受地形阻挡的影响,虾类往往难以翻越到达沙脊水域,致使沿岸沙脊水域里的虾类种类数总体上明显小于沙脊外侧潮沟处的种类数,虾类种类数由内向外呈现逐渐增多的特征。而多样性指数跟种类数密切相关,种类数越多,多样性指数往往也就越高。所以导致 2 个季节多样性指数较高也都是外侧海域,与种类数的平面分布规律一致。由此可见,外侧海域,即吕泗渔场中心位置是虾类主要的肥育场。

周进、叶金清、孙鲁峰、田丰歌等同志参加海上样品采集和标本鉴定;沈晓民先生在论文写作中给予很大的帮助,谨致谢忱。

参考文献:

- [1] Dong Y M, Hu Y Y, Wang B Y. A report on shrimps of Zhejiang coast III [J]. Chinese Journal of Zoology, 1986, 21(5): 4 - 6. [董聿茂, 胡莫英, 汪宝永. 浙江沿海游泳虾类报告 III. 动物学杂志, 1986, 21(5): 4 - 6.]
- [2] Dong Y M, Hu Y Y. A report on shrimps of Zhejiang coast II [J]. Chinese Journal of Zoology, 1980, 15(2): 20 - 24. [董聿茂, 胡莫英. 浙江沿海游泳虾类报告 II. 动物学杂志, 1980, 24(2): 20 - 40.]
- [3] Dong Y M, Yu Y Y, Hu Y Y. A report on shrimps of Zhejiang coast I [J] Chinese Journal of Zoology, 1959, 3(9): 389 - 394 [董聿茂, 虞研原, 胡莫英. 浙江沿海游泳虾类报告 I. 动物学杂志, 1959, 3(9): 389 - 394.]
- [4] Liu R Y. Notes on the economic Macrurous Crustacean fauna of the Yellow Sea and the East China Sea [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1959, 2(1): 35 - 42. [刘瑞玉. 黄海及东海经济虾类区系的特点. 海洋与湖沼, 1959, 2(1): 35 - 42.]
- [5] Liu R Y. Zoogeographical studies on the macrurous crustacean fauna of the Yellow Sea and the East China Sea [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1963, 5(3): 230 - 244. [刘瑞玉. 黄、东海虾类动物地理学研究. 海洋与湖沼, 1963, 5(3): 230 - 244.]
- [6] Song H T, Yao G Z, Yu C G, et al. Composition and distribution of shrimp species in the East China Sea [J]. Acta Oceanologica Sinica, 2003, 1(sup 1): 8 - 12. [宋海棠, 姚光展, 俞存根, 等. 东海虾类的种类组成和数量分布. 海洋学报, 2003, 1(增刊): 8 - 12.]
- [7] Song H T. The ecological colony and fauna characteristics of East China Sea shrimp [J]. Studia Marina Sinica, 2002, 6(44): 124 - 133. [宋海棠. 东海虾类的生态群落与区系特征. 海洋科学集刊, 2002, 6(44): 124 - 133.]
- [8] Chen X Q, Yu C G, Yu C D, et al. Community characteristics of shrimps in the offshore waters of the mid-southern East China Sea [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2009, 33(4): 664 - 673. [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. 水生生物学报, 2009, 33(4): 664 - 673.]
- [9] Chen X Q, Yu C G, Song H T, et al. Structural characteristics and spatial distribution of the shrimp population in the mid-north East China Sea [J]. Journal of Marine Sciences, 2010, 28(4): 50 - 58.

- [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. 海洋学研究,2010,28(4):50-58.]
- [10] Chen X Q, Yu C G, Yu C D, *et al.* Spatial distribution of shrimp assemblages in the offshore waters of the mid-Southern East China Sea [J]. Journal of Zhejiang Ocean University: Natural Science,2010,29(4):318-324. [陈小庆,俞存根,虞聪达,等. 东海中南部外海虾类组成特征分析. 浙江海洋学院学报:自然科学版,2010,29(4):318-324.]
- [11] Que J L, Kang W, Xu Z L, *et al.* Distribution of Hoplocarida and Decapoda shrimps in spring and winter in the middle area of Subei shoal [J]. Marine Fisheries,2012,34(3):301-307. [阙江龙,康伟,徐兆礼,等. 苏北浅滩中部海域春秋季节十足目和十足目虾类分布特征. 海洋渔业,2012,34(3):301-307.]
- [12] Que J L, Ke C, Xu Z L. Effects of topography and tidal current of sand ridge and tidal creek system in North Jiangsu shoal of East China on the distribution of shrimps [J]. Chinese Journal of Ecology,2013,32(3):661-667. [阙江龙,柯昶,徐兆礼,等. 苏北浅滩沙脊潮沟地形和潮流对虾类分布的影响. 生态学杂志,2013,32(3):661-667.]
- [13] Yellow Sea Fisheries Research Institute. Marine Aquatic Resources Survey. 2nd Ed [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press,1981. 黄海水产研究所. 海洋水产资源调查手册(第二版). 上海:上海科学技术出版社,1981.
- [14] Zhao Z M, Zhou X Y. An introduction to ecology [M]. Chongqing: Science and Technology Literature Press Chongqing Branch,1984. [赵志模,周新远. 生态学引论. 重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1984.]
- [15] Jin X S, Deng J Y. Variations in community structure of fishery resources and biodiversity in the Laizhou Bay, Shandong [J]. Chinese Biodiversity, 2000, 8(1):65-72. [金显仕,邓景耀. 莱州湾渔业资源群落结构和生物多样性的变化. 生物多样性,2000,8(1):65-72.]
- [16] Brazner J C, Beals E W. Patterns in fish assemblages from coastal wetland and beach habitats in Green Bay, Lake Michigan: A multivariate analysis of abiotic and biotic forcing factors [J]. Canadian Journal of Fishery and Aquatic Sciences, 1997, 54(8):1743-1761.
- [17] Clarke K R. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structures [J]. Australian Journal of Ecology, 1993, 18(1):117-143.
- [18] Clarke K R, Warwick R M. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation [M]. Plymouth: Primer-E Ltd, 1994.
- [19] Li H M, Cai L Z, Lin L Z, *et al.* Using hierarchical clustering and non-metric MDS to explore spatio-temporal variation of benthic community at intertidal in Shenzhen Bay [J]. Journal of Xiamen University: Natural Science, 2001, 40(3):735-740. [厉红梅,蔡立哲,林丽珠,等. 深圳湾潮间带底栖动物群落结构的等级聚类与非度量多维标度排序. 厦门大学学报:自然科学版,2001,40(3):735-740.]
- [20] Zhao M M, Xu Z L. Abundance and distribution in different seasons in the southern Haizhou Bay of Jiangsu Province [J]. Marine Science Bulletin, 2012, 31(1):38-44. [赵蒙蒙,徐兆礼. 海州湾南部海域不同季节虾类数量及其分布特征. 海洋通报,2012,31(1):38-44.]
- [21] Zhao M M, Xu Z L. Community characteristics of shrimps in the southern Haizhou Bay [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2012, 21(6):1038-1045. [赵蒙蒙,徐兆礼. 海州湾南部海域虾类群落特征. 上海海洋大学学报,2012,21(6):1038-1045.]
- [22] Qi H M, Sun Y, Xu Z L, *et al.* Shrimp community structure and its influential factors in the Jiaojiang River estuary during spring and autumn [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2013, 24(12):3546-3552. [齐海明,孙岳,徐兆礼,等. 椒江口海域春秋季节虾类群落结构及其影响因素. 应用生态学报,2013,24(12):3546-3552.]
- [23] Zhang Q H, Dong C M. On the correlation of the diluted water of Yangzi River and ecological environment of its adjacent oceanic area [J]. Journal of Oceanography of Huanghai & Bohai Seas, 1993, 11(3):27-29. [张庆华,董昌明. 长江冲淡水与邻近海域生态环境的关系. 黄渤海海洋,1993,11(3):27-29.]
- [24] Su Y S. A survey of geographical environment, circulation systems and the central fishing grounds in the Huanghai Sea and East China Sea [J]. Journal of Shandong College of Oceanology, 1986, 16(1):12-27. [苏育嵩. 黄东海地理环境概况、环流系统与中心渔场. 山东海洋学院学报,1986,16(1):12-27.]
- [25] Song H T, Yu C G, Xue L J. Study on the biomass distribution and growth property of *Parapenaeopsis*

- Hardwickii in the East China Sea [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2009, 33 (1): 15 - 21. [宋海棠, 俞存根, 薛利建. 东海哈氏仿对虾的数量分布和生长特性研究. 水生生物学报, 2009, 33 (1): 15 - 21.]
- [26] Ling J Z, Cheng J H, Liu M. Discussion on the propagative periods, distribution areas and protection of the main economic shrimp in the East China Sea [J]. Marine Fisheries, 2004, 26 (1): 13 - 17. [凌建忠, 程家骅, 刘敏. 东海主要经济虾类繁殖期和分布区域及其资源保护的探讨. 海洋渔业, 2004, 26 (1): 13 - 17.]

Shrimp community structure in the Lvsi fishing ground during spring and summer

XU Jie, CHEN Jiajie, XU Zhaoli*

(East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

Abstract: To understand the seasonal variation in the shrimp communities, temporal changes in species composition and community structure of the shrimp community in the Lvsi fishing ground were examined based on data from bottom trawl surveys during spring and summer of 2010. The result indicated that a total of 18 shrimp species were identified, among which 11 were identified in spring and 15 were identified in summer. In spring, it was mainly composed of warm temperate species. *Palaemon gravieri* was the dominant species in spring, accounting for 52.76% and 64.03% in the individual density and weight density, respectively, while *Alpheus japonicus* and *Alpheus distinguendus* were common species. Most of them were warm temperature adapted. In summer, the sea water temperature began to increase, in the meantime, a large quantity of freshwater was found in the area, as a result of the influence of the rainy season and the Yangtse River diluted water. Consequently, shrimp communities showed an obvious succession ($R = 56\%$), and warm water species became numerically dominant, for example, *Parapenaeopsis hardwickii* and *Solenocera crassicornis* were predominant species in summer, and most of the species belonged to the Indo-West-Pacific warm water region. The warm-temperate species, however, were distinctively decreased during summer. In short, shrimp ecological groups' change in the Lvsi fishing ground during the spring and summer is related with seasonal and hydrological changes.

Key words: shrimps; species composition; diversity; community structure; Lvsi fishing ground

Corresponding author: XU Zhaoli. E-mail: xiaomin@sh163.net