

春季东海海域虾类群落结构及其多样性

俞存根¹, 陈小庆¹, 宋海棠³, 宁 平^{1,2}, 章飞军^{1,*}

(1. 浙江海洋学院渔业学院, 舟山 316004; 2. 国家海洋局第二海洋研究所, 杭州 310012; 3. 浙江省海洋水产研究所, 舟山 316100)

摘要:依据 1998 年 5 月(春季)在东海 26°00'N~33°00'N、127°00'E 以西海域的虾类资源调查资料,分析了虾类的种类组成、优势度、丰度、生物量的空间分布,多样性、相似性等群落结构特征。结果表明,东海大陆架春季共有虾类 52 种,已鉴定的 43 种,隶属于 13 科 27 属,其中优势种有戴氏赤虾(*Metapenaepsis dalei*)、假长缝拟对虾(*Parapenaeus fissuroides*)、须赤虾(*Metapenaepsis barbata*)、葛氏长臂虾(*Palaemon gravieri*)、中华管鞭虾(*Solenocera crassicornis*)、东海红虾(*Plesionika izumiae*)、鹰爪虾(*Trachypenaeus curvirostris*)、方板赤虾(*Metapenaepsis tenella*)、长角赤虾 *Metapenaepsis longirostris*、高脊管鞭虾(*Solenocera alticarinata*)、细巧仿对虾(*Parapenaepsis tenella*)、周氏新对虾(*Metapenaeus joyneri*)、脊腹褐虾(*Crangon affinis*)和凹管鞭虾(*Solenocera koellbeli*)。东海大陆架春季虾类可划分为 3 个生态群落,即广温低盐生态群落、广温广盐生态群落、高温高盐生态群落。丰度和生物量的平面分布趋势相似,以 30°00'N 为界限,30°00'N 以北站位普遍较低,以南站位较高,主要集中在舟山渔场南部和鱼山渔场。多样性分析表明:Margalef 的种类丰富度指数(*D*)和 Shannon-Wiener 多样性指数(*H'*)较高的站位主要集中在舟山渔场以北,整个海区的均匀性指数(*J'*)较为稳定。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东海大陆架虾类的群聚类型进行了讨论。

关键词:虾类;群落结构;多样性;东海

文章编号:1000-0933(2009)07-3593-12 中图分类号:Q178 文献标识码:A

Analysis on community structure and diversity of shrimps in the East China Sea in spring

YU Cun-Gen¹, CHEN Xiao-Qing¹, SONG Hai-Tang³, NING Ping^{1,2}, ZHANG Fei-Jun^{1,*}

1 Fishery College, Zhejiang Ocean University, Zhoushan 316004, China

2 Second Institute of Oceanography, Hangzhou 310012, China

3 Marine Fisheries Research Institute of Zhejiang Province, Zhoushan 31600, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(7): 3593 ~ 3604.

Abstract: Based on the data collected by shrimp beam trawlers survey in the East China Sea (26°00'—33°00'N; 120°00'—127°00'E) in May, 1998, the spatial variation of shrimp species composition, Index of relative importance (*IRI*), abundance, biomass and the community structure's diversity and similar characteristics were analyzed. 52 species of shrimp were found in this research, and 43 species were identified, which belonged to 27 family under 13 genera. Index of relative importance (*IRI*) was used in this paper to determine the importance of species, 14 dominant species are listed: *Metapenaepsis dalei*, *Parapenaeus fissuroides*, *Metapenaepsis barbata*, *Palaemon gravieri*, *Solenocera crassicornis*, *Plesionika izumiae*, *Trachypenaeus curvirostris*, *Metapenaepsis tenella*, *Metapenaepsis longirostris*, *Solenocera alticarinata*, *Parapenaepsis tenella*, *Metapenaeus joyneri*, *Crangon affinis*, *Solenocera koellbeli*. The shrimp in the East China Sea in spring were divided into 3 ecological types: a eurythermal and hyposaline community, a eurythermal and euryhaline community and a hyperthermal and hypersaline community. The abundance and biomass of the station in the north of 30°00' were lower than in south. The diversity of shrimp community in the East China Sea was indicated by 3 factors: Margalef

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30770373);国家海洋勘测专项资助项目(东海区虾蟹类资源调查);浙江省科技厅资助项目(2006C23051)

收稿日期:2008-09-11; 修订日期:2009-01-23

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhangfei105939@sohu.com

index (D), Shannon-Wiener index (H') and Pielou's evenness index (J'). The stations with high Margalef index (D) and Shannon-Wiener index (H') were mainly located in the north of the Zhou Shan fishing ground, whereas the Pielou's evenness index (J') was stable all through the East China Sea. By hierarchical cluster analysis and non-metric multidimensional scaling (NMDS) assisted analyzing, the types of shrimp assemblage determined by influential factor such as aquatic system, water mass and salinity etc. in the East China Sea in spring were also discussed in this paper.

Key Words: shrimps; community structure; diversity; the East China Sea

东海海域由于受黑潮暖流、台湾暖流、长江径流、黄海冷水团及各沿岸低盐径流和水系的影响,形成了虾类繁殖、索饵、生长发育的良好栖息场所。该海域虾类资源丰富,种类繁多,据资料统计已有 140 余种,具有较高经济价值的约 10 余种^[1]。进入 80 年代以来,由于近海主要经济鱼类资源衰退,促使作业结构的调整,恢复了流网作业,发展了桁杆拖虾网,不但利用了近海传统的虾类资源,也开发了外海新的虾类资源和渔场,使虾类产量极大提高。近几年来,虾类已成为海洋捕捞重要的渔获对象,对减轻带鱼等主要经济鱼类的捕捞压力具有重要作用。

20 世纪 50 年代初以来,对东海虾类资源的专门研究并不多见。20 世纪 60 年代初中国科学院海洋研究所和浙江省动物协会对浙江沿海底栖动物调查中报道了虾类种群的分布^[2],刘瑞玉曾对黄东海虾类的区系及地理学进行过研究^[3~4],70 年代初浙江省海洋水产研究所和浙江水产学院开展了浙江近海虾类资源的多季节调查,80 年代董聿茂等对浙江沿海游泳虾类作过一些报道^[5~6],宋海棠、俞存根等对浙江近海虾类资源作过一些研究。早期一些西欧甲壳类专家报道大西洋各地十足甲壳类的时候对中国的虾类有过一些记载,但大多数比较零星^[7]。本文根据 1998 年 5 月在东海大陆架海域开展虾类资源大面定点调查所获的数据资料,在已有东海虾类研究基础上^[8~15],分析了东海大陆架春季虾类组成的空间格局特征。以期为东海虾类资源的可持续利用提供基础资料。

1 材料和方法

1.1 数据来源

数据取自 1998 年 5 月(春季)“苏通渔 01009”、“浙定渔 11132”、“闽霞渔 1307”在东海 26°00'~33°00'N, 120°00'~127°00'E 的 20~120m 水深大陆架海域所获得的虾类调查资料。站位均采用网格状设置,每隔经纬度 30' 设一采样站位,共设 115 个站位(图 1),采样网具为桁杆长 28m 的拖虾网,由于在 26°00'~28°00'N、120°00'~125°30'E 海域的调查网具与 28°00'N 以北的不同,为了使调查数据有可比性,开展了同一海区 10 个采样站位的不同网具对比试验调查,并将调查数据统一换算成桁杆长 28m 的拖虾网的数据。每一采样点拖曳约 1h,拖速为 2kn。渔获物中的每一种虾类鉴定到种,并对每一种类进行称重和尾数计算,渔获数量统一标准化为每小时的渔获量。

1.2 数据分析

1.2.1 优势度计算

$$\text{优势度 } IRI = (n_i/N + w_i/W) \cdot f_i/m \cdot 10^5$$

式中, n_i 、 w_i 分别为第 i 种虾类的个体数和生物量(kg), N 、 W 分别为虾类总个体数和总生物量(kg), f_i 为

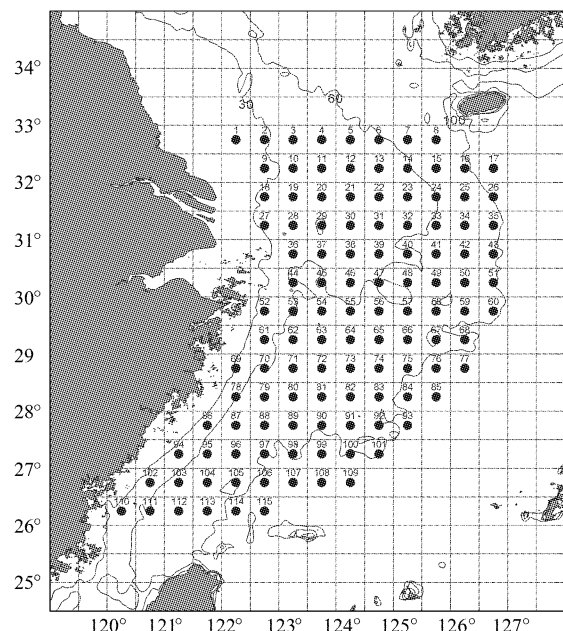


图 1 采样站位(●)

Fig. 1 Sampling stations(●)

第 i 种虾在 m 次取样中出现的频率, m 为取样次数。优势度由 excel 计算得到。

1.2.2 生物多样性分析

(1) Margalef 种类丰富度指数: $D = (S - 1) / \ln N$

式中, S 为虾类总种数, N 为所有虾类总个体数。

(2) Shannon-Wiener 多样性指数: $H' = -\sum P_i \ln P_i$

式中, H' 为虾类种类多样性, $P_i = n_i / N$, n_i 是第 i 种虾类占总个体数的比例, N 为所有虾类总个体数。

(3) Pielou 均匀度指数: $J' = H' / \ln S$

式中, J' 为虾类种类均匀度, S 为虾类总种数

1.2.3 群落结构相似性分析

对群落进行多元数量分析的方法很多,采用等级聚类(非加权的组平均,即 UPGMA)和非线性多维标度(non-Metric Multidimensional scaling,简称 NMDS)的方法分析东海大陆架虾类群落群聚特征。由于这两种方法的自然互补,他们一起提供了分析群落结构格局数据的一种有效工具,并相互验证两种方法分析结果的正确性^[16]。检验 NMDS 分析结果的好坏可以用胁强系数(Stress)来衡量,通常认为 stress < 0.2 时,可用 NMDS 的二维点图表示,其图形有一定的解释意义;stress < 0.1 时,可以认为是一个好的排序;stress < 0.05 时,具有很好的代表性^[17]。

聚类、标序分析及多样性分析均由 PRIMER5.0 软件包(Plymouth Marine Laboratory, UK)^[18,19]完成。丰度和生物量数据通过二次方根标准化,在计算 Bray-Curtis 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。聚类(CLUSTER)分析也在上述数据分析基础上进行^[20]。

2 结果

2.1 种类组成、优势种及主要种类的分布

2.1.1 种类组成、优势种

在东海大陆架春季调查的 115 个站位中,共捕获虾类 52 种,已鉴定的 43 种,隶属于 13 科 27 属,其中对虾科 9 属 17 种,管鞭虾科 1 属 4 种,樱虾科 1 属 1 种,长额虾科 3 属 3 种,鼓虾科 1 属 2 种,长臂虾科 1 属 4 种,玻璃虾科 1 属 1 种,藻虾科 3 属 3 种,褐虾科 2 属 2 种,蝉虾科 2 属 3 种,海螯虾科 1 属 1 种,异指虾科 1 属 1 种,铠甲虾科 1 属 1 种(附录)。

根据虾类优势度(IRI)的大小,来确定虾类在群落内的重要性。春季 IRI 值大于 1000 的虾类为优势种^[21],依次为戴氏赤虾(*Metapenaeopsis dalei*)、假长缝拟对虾(*Parapenaeus fissuroides*)、须赤虾(*M. barbata*)、葛氏长臂虾(*Palaemon gravieri*)、中华管鞭虾(*Solenocera crassicornis*)、东海红虾(*Plesionika izumiae*)、鹰爪虾(*Trachypenaeus curvirostris*)、方板赤虾(*M. tenella*)、长角赤虾(*M. philippi*)、高脊管鞭虾(*S. alticarinata*)、细巧仿对虾(*Parapenaeopsis tenella*)、周氏新对虾(*Metapenaeus joyneri*)、脊腹褐虾(*Crangon affinis*)和凹管鞭虾(*S. koellbeli*)共有 14 种,它们的生物量占虾类总渔获量的 86.0%,个体占虾类总个数的 95.7%。其中戴氏赤虾的 IRI 值为 21554,是全海区虾类优势度的最高值,明显高于其他种类。 IRI 值在 100 ~ 1000 的为常见种^[19],共有 7 种(表 1)。

2.1.2 主要种类的分布

(1) 戴氏赤虾 *Metapenaeopsis dalei*

戴氏赤虾是东海北部近海重要的捕捞对象之一,春季的资源量约为 5.68×10^5 kg,栖息于水温 13 ~ 25℃、盐度 33 ~ 34 海域,主要集中分布于 20 ~ 60m 水深海域的舟山渔场和鱼山渔场台湾暖流峰舌区。其单位时间渔获丰度如图 2a 所示。

(2) 假长缝拟对虾 *Parapenaeus fissuroides*

假长缝拟对虾是东海外海和南部海域重要的捕捞对象之一,春季的资源量约为 5.52×10^4 kg,分布于 60m 等深线以东的高盐水海域,主要集中分布于鱼山渔场、鱼外渔场、温台渔场和闽东渔场。其单位时间渔获丰度

如图 2b 所示。

表 1 东海大陆架春季虾类优势种与常见种的优势度

Table 1 Dominance for dominant and common species of shrimp in the East China Sea in spring

种名 Species name	优势度 IRI	种名 Species name	优势度 IRI
戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>	21554	周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i>	1511
假长缝拟对虾 <i>Parapenaeus fissuroides</i>	14147	脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>	1230
须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i>	8414	凹管鞭虾 <i>Solenocera koellbeli</i>	1026
葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>	4168	突出管鞭虾 <i>Solenocera melanthero</i>	993
中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i>	3874	哈氏仿对虾 <i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	868
东海红虾 <i>Plesionika izumiae</i>	3782	日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>	505
鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	2889	九齿扇虾 <i>Ibacus novemdentatus</i>	277
方板赤虾 <i>Metapenaeopsis tenella</i>	2538	鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>	152
长角赤虾 <i>Metapenaeopsis longirostris</i>	2417	红斑后海螯虾 <i>Nephrops thompsoni</i>	136
高脊管鞭虾 <i>Solenocera alticarinata</i>	1934	滑脊等腕虾 <i>Heterocarpoides leuicarina</i>	112
细巧仿对虾 <i>Parapenaeopsis tenella</i>	1564		

(3) 须赤虾 *Metapenaeopsis barbata*

须赤虾是东海外海和南部海域拖虾作业重要的捕捞对象之一,春季资源量约为 8.74×10^4 kg,栖息于水温 12 ~ 25℃,盐度 34 的高盐水海域,主要集中分布于舟山渔场的北部和温台渔场。其单位时间渔获丰度如图 2c 所示。

(4) 葛氏长臂虾 *Palaemon gravieri*

葛氏长臂虾是东海北部海域重要的捕捞对象之一,春季资源量约为 3.85×10^4 kg,栖息于水温 8 ~ 25℃,盐度 25 ~ 34 的沿岸水域和高低盐水交汇的混合水域,春季葛氏长臂虾从外侧海域进入沿岸浅水海区产卵,分布区域性明显,主要集中分布在 30°00'N 以北海域的长江口水域。其单位时间渔获丰度如图 2d 所示。

2.2 丰度及生物量

本次调查水域虾类的平均丰度为 9943 ind/h,平均生物量为 10763.9 g/h。71 号站位(123°15'E,28°45'N)的虾类丰度最大,为 539383 ind/h,4 号站位(123°45'E,32°45'N)最小,为 166 ind/h,高低相差 3252.1 倍。春季东海大陆架虾类各站位的丰度分布以 30°00'N 为界限,30°00'N 以北站位的生物量普遍较小,以南各站位生物量相对较大,主要集中在舟山渔场南部和鱼山渔场(图 3)。

生物量的分布则以 113 号站位(121°45'E,26°15'N)最高,为 46804.2 g/h,其他的相对较低,尤其以 108 号站位(123°45'E,26°45'N)最低,仅 50 g/h,高低相差 936.1 倍。其整体的空间分布格局(图 4)与丰度分布趋势基本一致。

2.3 多样性特征

Margalef 的种类丰富度指数(D)的范围是 0 ~ 1.77,平均值是 0.95,较大的站位分别为 29(123°45'E,31°15'N)、7(125°15'E,32°45'N)、48(125°15'E,30°15'N)号站位,最高值出现在 48 号站位(125°15'E,30°15'N),为 1.77,出现 12 种虾。在 108 号站位(123°45'E,26°45'N)出现最低值,仅出现 1 种虾。舟山渔场以北站位的丰富度指数较大且均匀(图 5)。

Shannon-Wiener 多样性指数(H')的范围是 0 ~ 2.01,平均值是 1.18,较大的站位分别为 61(122°45'E,29°15'N)、79(122°45'E,28°15'N)、7(125°15'E,32°45'N)和 92(124°45'E,27°45'N)号站位,最高值出现在 92 号站位(124°45'E,27°45'N),为 2.01。在 108 号站位(123°45'E,26°45'N)出现最低值,多样性指数为 0。春季整个大陆架的多样性指数较高的站位主要集中在长江口渔场、江外渔场及北部(图 6)。

Pielou 均匀度指数(J')的平均值为 0.54,站位间相关不大。均匀度最高值为 0.82,出现在 100 号站位。

2.4 聚类、排序结果

东海大陆架春季虾类组成进行聚类和 NMDS 排序分析(图 7、图 8)。虽然这两种方法的原理不同,但其

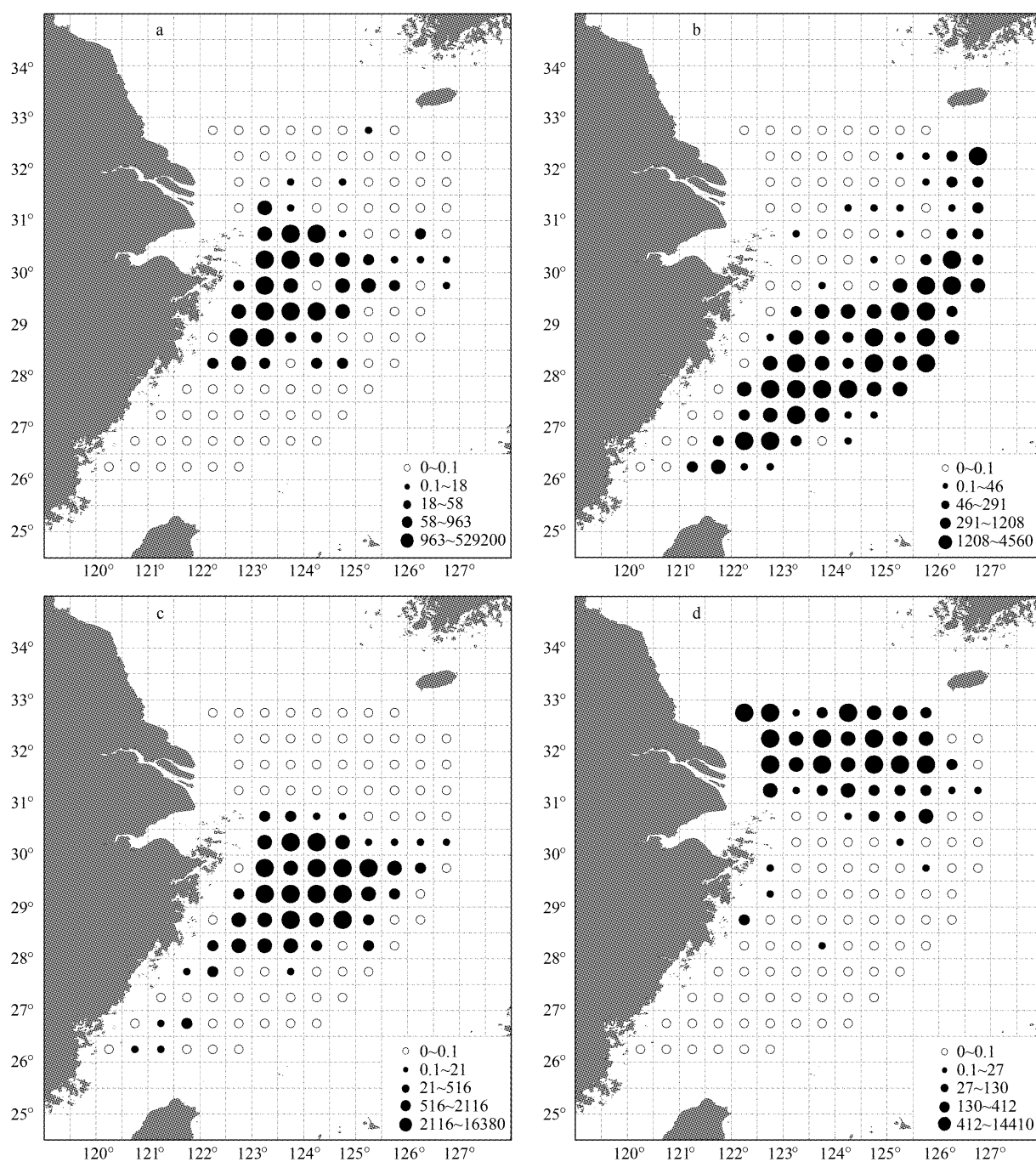


图2 东海大陆架春季虾类主要种类丰度平面分布

Fig. 2 The horizontal distribution of dominant shrimp abundance in the East China Sea in spring

a. 戴氏赤虾 *Metapenaeopsis dalei*; b. 假长缝拟对虾 *Parapenaeus fissuroides*; c. 须赤虾 *Metapenaeopsis barbata*; d. 葛氏长臂虾 *Palaemon gravieri*

分析结果基本一致。NMDS 排序的胁强系数(Stress)在 0.1 ~0.2 之间,MDS 排序的二维点阵图结果是可以接受的。

根据各调查站位的虾类组成可将调查站位分为 A、B、C 3 个组群,分别包含了 54、56、5 个站位。A 组群和 B、C 组群之间的相似度为 7.82%, B、C 相似度为 8.83%。相似性分析(ANOSIM)表明群聚间的种类组成呈显著性差异(表 2)。3 个组群站位的空间分布显示了 A 到 C 组群站位从近岸逐步向外海延伸,A 组群站位主要分布于 30°30'N 以北及近海海域;C 组群站位分布于调查海域 27°30'N 以南的最外缘海域;B 组群站位

于调查海域 A 和 C 之间的延伸海域。各组群分布海域的平均水深从 A 到 C 逐渐增加。

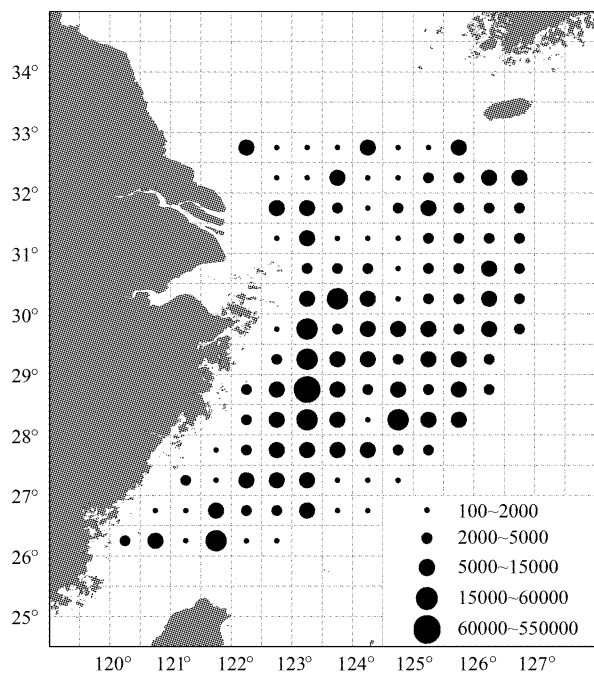


图3 东海大陆架春季虾类丰度平面分布

Fig. 3 The horizontal distribution of shrimp abundance in the East China Sea in spring

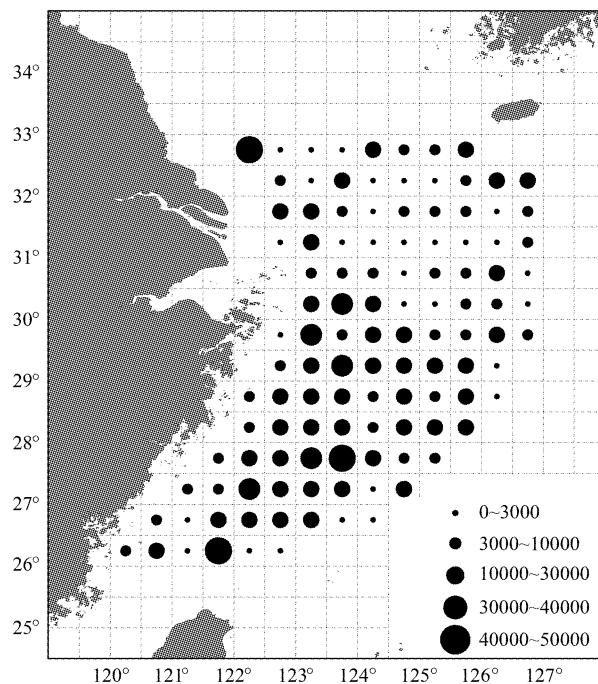


图4 东海大陆架春季虾类生物量平面分布

Fig. 4 The horizontal distribution of shrimp biomass in the East China Sea in spring

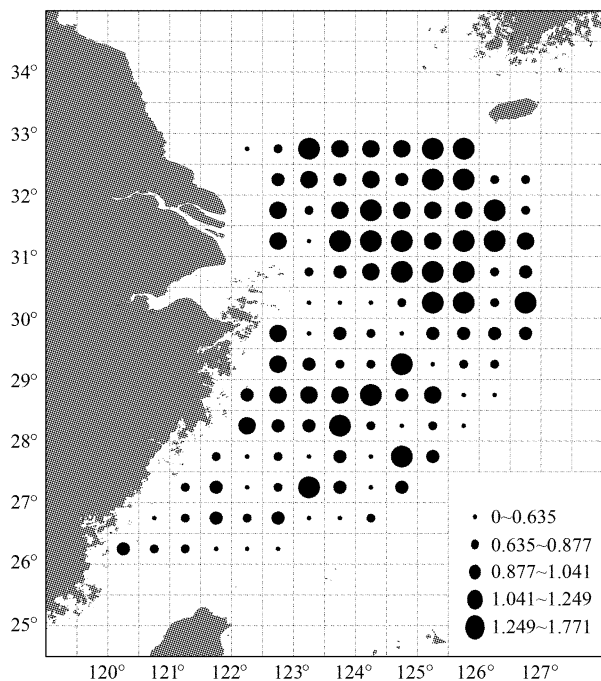


图5 东海大陆架春季虾类 Margalef 指数的平面分布

Fig. 5 The Margalef diversity index of shrimp in the East China Sea in spring

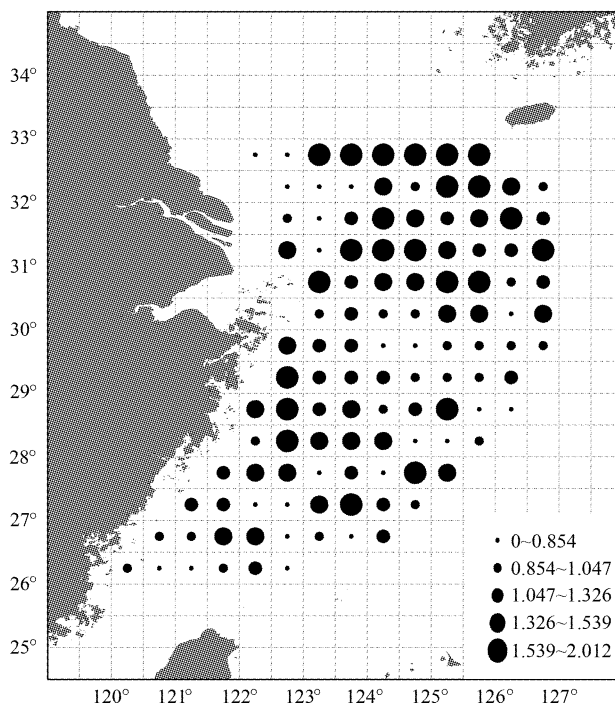


图6 东海大陆架春季虾类 Shannon-Wiener 指数的平面分布

Fig. 6 The Shannon-Wiener diversity index of shrimp in the East China Sea in spring

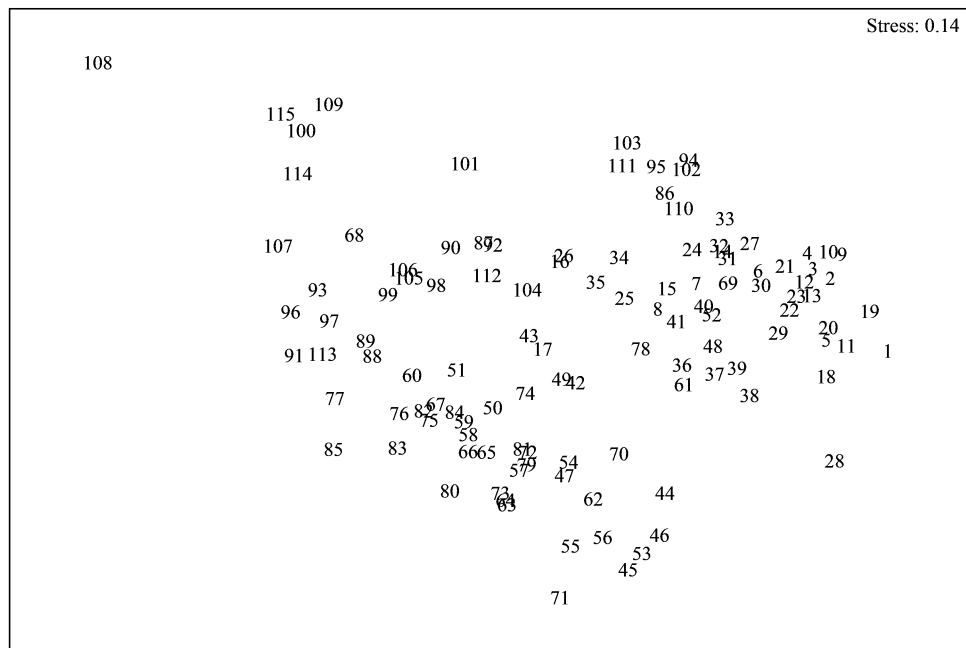


图 7 115 个站位虾类种类丰度的非参数多变量标序

Fig. 7 MDS analysis of shrimps with abundance at each sampling station

3 讨论

对春季东海大陆架虾类生态类群进行划分,本次调查采集的广温、低盐种类有锯齿长臂虾、鞭腕虾、巨指长臂虾、鲜明鼓虾等;广温、广盐种类有戴氏赤虾、葛氏长臂虾、中华管鞭虾、哈氏仿对虾、细巧仿对虾、周氏新对虾、滑脊等腕虾等;高温、高盐种类有假长缝拟对虾、高脊管鞭虾、凹管鞭虾、须赤虾、九齿扇虾等。

春季东海大陆架虾类以长江口渔场、江外渔场及以北站位的种类数较多,大部分站位的种类数都超过 10 种,最高达 15 种(图 9),Margalef 丰富度指数(D)较大,而丰度和生物量偏低。由于东海大陆架北部受低温高盐的南黄海深层冷水的影响,一些冷水性种类进入本海区,但是数量不多,这是长江口渔场及以北站位种类多、Margalef 丰富度指数(D)较大,丰度和生物量偏低的原因所在。

春季东海大陆架虾类的 Shannon-Wiener 多样性指数(H')较高的站位主要集中在长江口渔场、江外渔场及北部站位,但河口几个站位的 Shannon-Wiener 多样性指数较低,92 号站位($124^{\circ}45'E, 27^{\circ}45'N$)多样性指数最高,108 号站位($123^{\circ}45'E, 26^{\circ}45'N$)最低。这可能与东海虾类的生态群落有关,东海虾类主要以广温、广盐生态类群为主,这一类群虾类主要集中在 20 ~ 60m 等深线之间,而长江口大部分海域的水深在此范围。同时,由于长江径流带来大量的营养物质,为在此海域的虾类带来了丰富的饵料,因此长江口渔场、江外渔场及北部站位虾类种类丰富,Shannon-Wiener 多样性指数较大。但河口区的水文、底质条件极不稳定,在此环境下生存的虾类相对少一些,导致其 Shannon-Wiener 多样性指数偏低。

整个海域的均匀度指数(J')差别不大,表明东海大陆架的虾类群落比较稳定。

春季东海大陆架虾类群落结构的时空分异明显。根据等级聚类和多维度(NMDS)方法对东海大陆架海域春季虾类资源调查资料分析的结果,以及虾类组群与水深之间的关系,该海域的虾类组成格局可分为 3 种主要群聚类型,并依照它们分布海域与海岸的位置,分别定义为 A 群聚、B 群聚和 C 群聚(图 10)。A 群聚的虾类主要分布在东海大陆架北部及近海海域,主要在 30 ~ 60m 高低盐水系的混合水区,底层盐度范围在 25.0 ~ 33.5 间,底层水温季节变化幅度为 8 ~ 24℃,呈广温、广盐属征;B 群聚和 C 群聚呈高温、高盐属性,在 60 ~

表 2 不同组群间 ANOSIM 的显著性检验

Table 2 One-way ANOSIM test between different groups			
组群 Groups	A	B	C
A	1		
B	0.73	1	
C	0.96	0.47	1

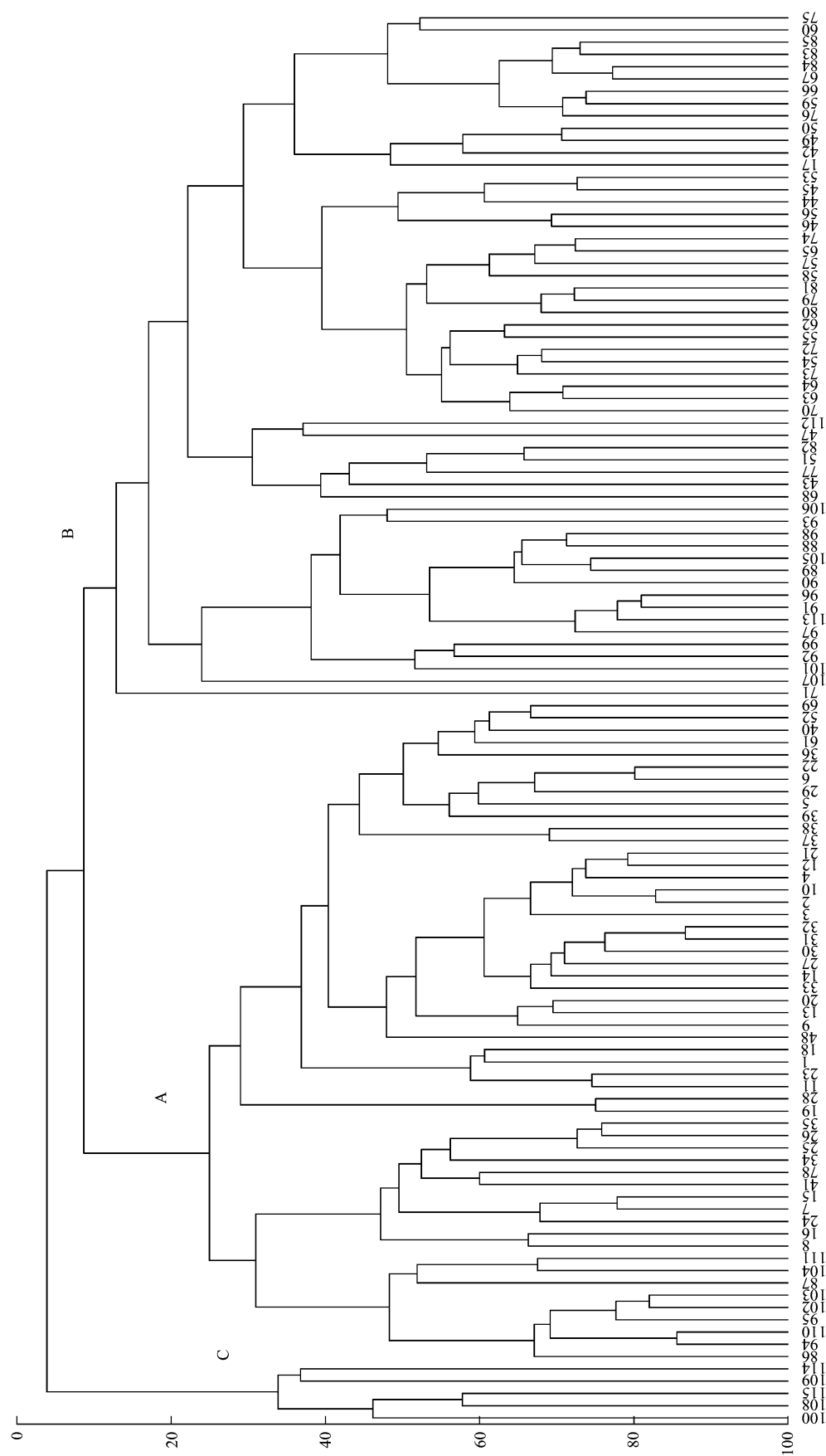


图 8 115个站位虾类群落的Bray-Curtis聚类
Fig. 8 The Bray-Curtis Cluster of the shrimp at each sampling station

100m 水深海域,常年都在东海高盐水控制下,底层盐度为 $34 \sim 34.6$,底层水温春夏季为 $18 \sim 24^{\circ}\text{C}$ ^[9],温、盐度值变化不大,水文环境比较恒定,是高温高盐虾类良好的栖息场所。而 C 海域群聚和外缘群聚的差异也是由于温盐造成的,C 群聚虽然呈现高温、高盐的属性,但是它具有大陆架外缘群落特征,是向深海群落的过渡群落。

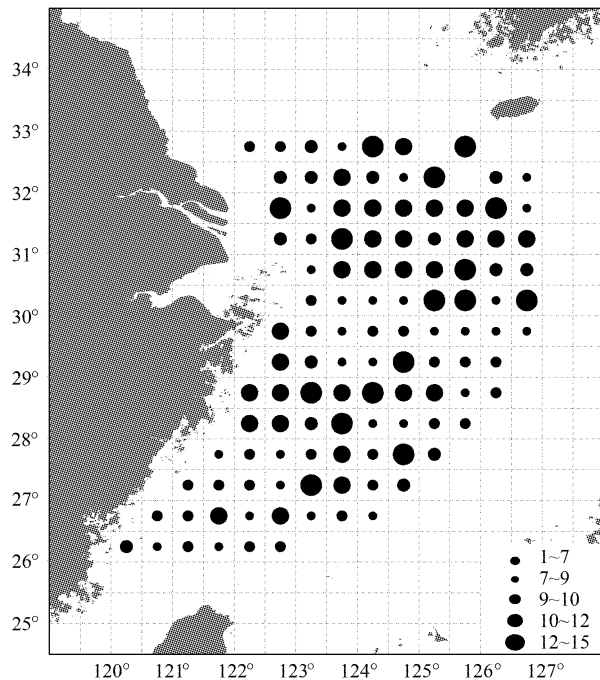


图9 东海大陆架春季虾种类数量的平面分布

Fig.9 The quantity distribution of the shrimp species in the East China Sea in spring

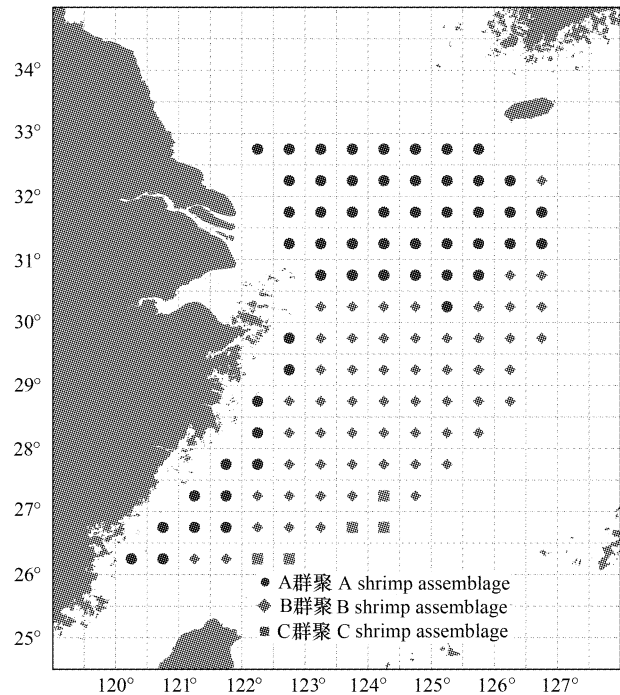


图10 东海大陆架春季虾类群落的空间分布

Fig.10 Spatial distribution of shrimp community in the East China Sea in spring

References:

- [1] Ling J Z, Chen J H, Liu M. Discussion on the propagative periods, distribution areas and protection of the main economic shrimp in the East China Sea. *Marine Fisheries*, 2004, 26 (1): 13—17.
- [2] Dong Y M, Yu Y Y, Hu Y Y. A report on shrimps of Zhejiang coastal I. *Chinese Journal of Zoology*, 1959, (3): 389—394.
- [3] Liu R Y. Notes on the economic macrurous crustacean fauna of the Yellow Sea and the East China Sea. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2 (1): 1959, 4—6.
- [4] Liu R Y. The geographical study on shrimps of the Yellow Sea and the East China Sea. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1963, 5 (3): 230—244.
- [5] Dong Y M, Hu Y Y. A report on shrimps of Zhejiang coastal II. *Chinese Journal of Zoology*, 1980, (2): 20—24.
- [6] Dong Y M, Yu Y Y, Wang B Y. A report on shrimps of Zhejiang coastal III. *Chinese Journal of Zoology*, 1986, (5): 4—6.
- [7] Doflein F, *Ostasiatische Decapoden. Abh. Bayer. Akad. Wiss.*, 1902, 21 (3): 613—670.
- [8] Wang Y H. Notes on the shrimp and lobster fauna of the Zhoushan archipelago waters. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 1987, 18 (1): 48—54.
- [9] Song H T. The ecological colony and fauna characteristics of East China Sea shrimp. *Studia Marina Sinica*, 2002, (44): 124—133.
- [10] Ding Y P, Song H T, Yu C G, Xu Y J. A study on shrimp special and its regional composition and regional character of Zhejiang. *Journal of Zhejiang Ocean University*, 2003, 22 (2): 132—136.
- [11] Song H T, Yao G Z, Yu C G, Xue L J. The quantitative distribution and biological characteristics of *Parapenaeus fissuroides* in the East China Sea. *Marine Fisheries Research*, 2002, 23 (4): 8—12.
- [12] Song H T, Yao G Z, Yu C G, Lü H Q. Composition and distribution of shrimp species in The East China Sea. *Acta Oceanologica Sinica*, 2003, 1 (suppl): 8—12.

- [13] Wang R, Chen Y Q, Zuo T, Wang K. Quantitative distribution of euphausiids in the Yellow Sea and the East China Sea in spring and autumn in relation to the hydrographic conditions. *Journal of Fisheries of China*, 2003, 27 (suppl): 32 — 38.
- [14] Xu Z L, Li C J. Abundance distribution of Euphausiids in the East China Sea. *Journal of Fisheries of China*, 2005, 29 (3): 373 — 378.
- [15] Lü H Q, Song H T, Chris B. Temporal and spatial distributions of dominant shrimp stocks and their relation with the hydrological environment in the East China Sea. *Journal of Oceanology Limnology*, 2007, 25 (4): 386 — 397.
- [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. *Canada Journal of Fishery Aquatic Science*, 1997, (54): 1743 — 1761.
- [17] Khalaf M A, Kochzius M. Change in trophic community structure of shore fishes at an industrial site in the Gulf of Aqaba, Red Sea. *Marine Ecological Progress Series*, 2002, (239): 287 — 299.
- [18] Clarke K R. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structures. *Australia Ecology*, 1993, 18: 117 — 143.
- [19] Clarke K R, Warwick R. Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. Plymouth, UK: Natural Environmental Research Council, 1994, 144.
- [20] Zhang F J, Tong C F, Zhang H, Lu J J. Community structure of macrobenthic fauna in subtidal areas of the Yangtze River estuary in spring. *Zoological Research*, 2007, 28 (1): 47 — 52.
- [21] Yu C G, Song H T, Yao G Z. Crab community structure in The East China Sea. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2005, 36 (3): 213 — 220.

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 董聿茂, 虞研原, 胡萸英. 浙江沿海游泳虾类报告 I. *动物学杂志*, 1959, (3): 389 ~ 394.
- [3] 刘瑞玉. 黄海及东海虾类区系的特点. *海洋与湖沼*, 1959, 2 (1): 35 ~ 42.
- [4] 刘瑞玉. 黄海和东海虾类动物地理学研究. *海洋与湖沼*, 1963, 5 (3): 230 ~ 244.
- [5] 董聿茂, 胡萸英. 浙江沿海游泳虾类报告 II. *动物学杂志*, 1980, (2): 20 ~ 24.
- [6] 董聿茂, 胡萸英, 汪宝永. 浙江沿海游泳虾类报告 III. *动物学杂志*, 1986, (5): 4 ~ 6.
- [8] 王彝豪. 舟山沿海经济虾类及其区系特点. *海洋与湖沼*, 1987, 18 (1): 48 ~ 54.
- [9] 宋海棠. 东海虾类的生态群落与区系特征. *海洋科学集刊*, 2002, (44): 124 ~ 133.
- [10] 丁跃平, 宋海棠, 俞存根, 许源剑. 浙江近海游泳虾类的种类与区系组成及区系性质的研究. *浙江海洋学院学报 (自然科学版)*, 2003, 22 (2): 132 ~ 136.
- [11] 宋海棠, 姚光展, 俞存根, 薛利建. 东海假长缝拟对虾的数量分布和生物学特性. *海洋水产研究*, 2002, 23 (4): 8 ~ 12.
- [12] 宋海棠, 姚光展, 俞存根, 吕华庆. 东海虾类的种类组成和数量分布. *海洋学报*, 2003, 1 (增刊): 8 ~ 12.
- [13] 王荣, 陈亚瞿, 左涛, 王克. 黄、东海春秋季节磷虾的数量分布及其与水文环境的关系. *水产学报*, 2003, 27 (增刊): 32 ~ 38.
- [14] 徐兆礼, 李春鞠. 东海浮游磷虾类的数量分布. *水产学报*, 2005, 29 (3): 373 ~ 378.
- [20] 章飞军, 童春富, 张衡, 陆健健. 长江口潮下带春季大型底栖动物的群落结构. *动物学研究*, 2007, 28 (1): 47 ~ 52.
- [21] 俞存根, 宋海棠, 姚光展. 东海蟹类群落结构特征的研究. *海洋与湖沼*, 2005, 36 (3): 213 ~ 220.

附录:

种名 Species name	生态群落 Ecological community		
	A	B	C
对虾科 Penaeidae			
对虾属 <i>Penaeus</i>			
日本囊对虾 <i>Penaeus japonicus</i>		✓	
长毛明对虾 <i>Penaeus penicillatus</i>	✓		
仿对虾属 <i>Parapenaeopsis</i>			
哈氏仿对虾 <i>Parapenaeopsis hardwickii</i>		✓	
刀额仿对虾 <i>Metapenaeus ensis</i>		✓	
细巧仿对虾 <i>Parapenaeopsis tenella</i>		✓	
管鞭虾科 Solenoceridae			
管鞭虾属 <i>Solenocera</i>			

续表

种名 Species name	生态群落 Ecological community		
	A	B	C
中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i>		✓	
凹管鞭虾 <i>Solenocera koellbeli</i>			✓
高脊管鞭虾 <i>Solenocera alticarinata</i>			✓
大管鞭虾 <i>Solenocera melantho</i>			✓
新对虾属 <i>Metapenaeus</i>			
周氏新对虾 <i>Metapenaeus joyneri</i>		✓	
刀额新对虾 <i>Metapenaeus ensis</i>		✓	
鹰爪虾属 <i>Trachypenaeus</i>			
鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>		✓	
赤虾属 <i>Metapenaeopsis</i>			
戴氏赤虾 <i>Metapenaeopsis dalei</i>		✓	
长角赤虾 <i>Metapenaeopsis longirostris</i>			✓
须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i>			✓
方板赤虾 <i>Metapenaeopsis tenella</i>			✓
拟对虾属 <i>Parapenaeus</i>			
假长缝拟对虾 <i>Parapenaeus fissuroides</i>			✓
异对虾属 <i>Atypopenaeus</i>			
扁足异对虾 <i>Atypopenaeus stenodactylus</i>		✓	
单肢虾属 <i>Sicyonia</i>			
脊单肢虾 <i>Sicyonia scristata</i>			✓
日本单肢虾 <i>Sicyonia japonica</i>			✓
长眼对虾属 <i>Miyadiella</i>			
长眼对虾 <i>Miyadiella podophthalmus</i>	✓		
樱虾科 <i>Sergestidae</i>			
毛虾属 <i>Acetes</i>			
中国毛虾 <i>Acetes chinensis</i> Hanseen	✓		
长额虾科 <i>Pandalidae</i>			
绿虾属 <i>Chlorotocus</i>			
难决绿虾 <i>Chlorotocus crassicornis</i>			✓
红虾属 <i>Plesionika</i>			
东海红虾 <i>Plesionika izumiae</i>		✓	
等腕虾属 <i>Heterocarpoides</i>			
滑脊等腕虾 <i>Heterocarpoides levicarina</i>		✓	
鼓虾科 <i>Alpheus</i>			
鼓虾属 <i>Alpheus</i>			
鲜明鼓虾 <i>Alpheus distinguendus</i>	✓		
日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>		✓	
长臂虾科 <i>Palaemonidae</i>			
长臂虾属 <i>Palaemon</i>			
葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>		✓	
巨指长臂虾 <i>Palaemon macrodactylus</i>	✓		
锯齿长臂虾 <i>Palaemon serrifer</i>	✓		
螯氏长臂虾 <i>Palaemon ortmanni</i>	✓		
玻璃虾科 <i>Pasiphaeidae</i>			
细螯虾属 <i>Leptochele</i>			
细螯虾 <i>Leptochele gracilis</i>	✓		

续表

种名 Species name	生态群落 Ecological community		
	A	B	C
藻虾科 Hippolytidae			
宽额虾属 <i>Latreutes</i>			
疣脊宽额虾 <i>Latreutes planirostris</i>		√	
鞭腕虾属 <i>Hippolysmata</i>			
鞭腕虾 <i>Hippolysmata vittata</i>	√		
船型虾属 <i>Tozeuma</i>			
长枪船型虾 <i>Tozeuma lanceolatum</i>			√
褐虾科 Crangonidae			
褐虾属 <i>Crangon</i>			
脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>		√	
疣褐虾属 <i>Pontocaris</i>			
疣褐虾 <i>Pontocaris lacazei</i>			√
蝉虾科 Scyllaridae			
扇虾属 <i>Ibacus</i>			
九齿扇虾 <i>Ibacus novemdentatus</i>			√
毛缘扇虾 <i>Ibacus ciliatus</i>			√
蝉虾属 <i>Scyllarus Fabricius</i>			
短角蝉虾 <i>Scyllarus brevicornis</i>			√
异指虾科 Processidae			
异指虾属 <i>Processa</i>			
日本异指虾 <i>Processa japonica</i>			√
海螯虾科 Family Nephropssidae			
海螯虾属 <i>Nephrops</i>			
红斑后海螯虾 <i>Nephrops thompsoni</i>			√
铠甲虾科 Galatheidae			
刺铠虾属 <i>Munida</i>			
日本刺铠虾 <i>Munida japonica</i>			√

表中 A: 广温低盐生态群落 Eurythermal and hyposaline community; B: 广温广盐生态群落 Eurythermal and euryhaline community; C: 高温高盐生态群落 Hyperthermal and hypersaline community