

渤海浮游动物群落生态特点 I . 种类组成与群落结构

毕洪生, 孙 松*, 高尚武, 张 芳

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

摘要:以 1959 年全国海洋普查浮游动物中网周年标本为材料,对渤海浮游动物的群落结构进行分析。渤海浮游动物群落以近岸广温种为主,主要优势种包括小拟哲水蚤(*Paracalanus parvus*)、双毛纺锤水蚤(*Acartia bifilosa*)、强额拟哲水蚤(*Paracalanus crassirostris*)、拟长腹剑水蚤(*Oithona similis*)、墨氏胸刺水蚤(*Centropages mcmurrichi*)、中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)、真刺唇角水蚤(*Labidocera enchaeta*)、强壮箭虫(*Sagitta crassa*)等。由于受海流影响,渤海中也有少量暖水性种类出现,包括 *Euchaeta rimana* Bradford 1974、精致真刺水蚤(*Euchaeta concinna*)、刺尾角水蚤(*Pontella spinicauda*)、羽环纽鳃樽(*Cyclosalpa pinnata*)、长吻纽鳃樽(*Brooksia rostrata*)、锯齿海樽(*Doliolum denticulatum*)、肥胖箭虫(*Sagitta enflata*)和介形类。聚类分析和主要成分分析的结果表明:受海流影响,春季(5 月份)渤海浮游动物群落可以划分成近岸型、受黄前海流影响的外海型以及过渡类型。夏季(8 月份)由于水文条件的差异,群落结构比较复杂。秋、冬季(11 月份、2 月份)主要是以近岸类型为主,这可能同该海区盛行东北风有关。

关键词:浮游动物;种类组成;群落结构

The ecological characteristics of the zooplankton community in the Bohai Sea I . species composition and community structure

BI Hong-Sheng, SUN Song, Gao Shang-Wu, ZHANG Fang (Insititue of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Abstract: Species composition and community structure of zooplankton in the Bohai Sea were studied with samples taken with medium plankton net in 1959. The results revealed that zooplankton in this area was dominated by temperate neritic speicies, including *Paracalanus parvus*, *Acartia bifilosa*, *Paracalanus crassirostris*, *Oithona similis*, *Corycaeus affinis*, *Labidocera enchaeta* and *Sagitta crassa*. The dominant species also included *Centropages mcmurrichi*, *Calanus sinicus* and *Acartia pacifica*, but their geographic distribution and seasonal changes were controlled by current from the Yellow Sea. There were also some warm water species occurred in the Bohai Sea and they were driven by the current from Yellow Sea. These species were *Euchaeta rimana* Bradford 1974, *Euchaeta concinna*, *Pontella spinicauda*, *Cyclosalpa pinnata*, *Brooksia rostrata*, *Doliolum denticulatum*, *Sagitta enflata* and Ostracoda. To understand the community structure, cluster analysis was used to analyze sample-station data set, which showed there were two distinctive groups: One was the neritic group, and the other was oceanic group which was controlled by current from the Yellow Sea. Besides these two groups, there were some stations stayed in a transitional position. Such a community structure was clear in the spring (represented by May). In summer, different hydrographic features led to a complex community distribution patterns, and the differences between groups were not very significant. During fall and winter, driven by the northeast wind, no significant differences occurred.

基金项目:国家自然科学基金“九五”重大资助项目 (No. 49790010“渤海生态系统动力学和生物资源可持续利用研究”)

收稿日期:1998-06-15; **修订日期:**2000-01-05

作者简介:毕洪生(1952),男,山东荣成人,博士。主要从事浮游动物生态学研究。

* 通讯作者

万方数据

Key words: zooplankton, species composition, community structure

文章编号: 1000-0933(2000)05-0715-07 中国分类号: Q178. 53, Q958. 885 文献标识码: A

全球海洋生态系统动力学 GLOBEC 研究的主要核心是了解生态系统对环境因子变化的响应;浮游动物在海洋生态系统的结构和功能中起着重要的调控作用。它通过捕食作用控制浮游植物的数量;同时作为鱼类等高层营养者的饵料,其数量变化可以直接影响鱼类等的资源量^[1~3]。因此浮游动物的群落生态特点是了解整个生态系统的关键。渤海作为我国北方重要的渔场,对浮游动物进行系统的生态学研究有其重要意义。从 50 年代末期开始,我国的海洋工作者在这方面开展了一些研究工作^[4~6]。但这些工作大都仅限于大于 500 μ 的个体,对于 200~500 μ 的中小型个体则没有进行研究。对浮游动物年际变化方面的研究要求人们对以往的情况有所了解,因此国家自然科学基金重大资助项目“渤海生态系统动力学和生物资源的持续利用”对 1959 年全国海洋普查浮游动物中网标本进行分析,对渤海中、小型浮游动物群落生态特点做了 3 方面的总结,本文论述了种类组成群落结构,为今后分析浮游动物种群演替和发展趋势提供基础资料。

1 材料与方法

1959 年在渤海设 102 个取样站(图 1),用浮游动物中网(网目大小为 156 μ m,网口直径为 50cm,长 2.7m)逐月进行取样。所得样品用 5% 的福尔马林固定液保存(详见全国海洋普查规范)。

研究中共分析普查中网浮游动物标本 681 号(原始调查样品 989 号,其中部分遗失,剩余部分现存于中国科学院海洋研究所生态室)。不同样品根据数量多少分别取 1/10~1/4 在解剖镜下进行计数,箭虫、水母和中华哲水蚤等个体较大的种类全部计数。调查站位见图 1。

用 2、5、8、11 月份样品中在 10 站以上出现的 35 种浮游动物进行聚类分析。聚类分析采用的距离系数为 $D=1-$ 相关系数,聚类方法为最短距离法。数据处理在统计软件上进行。

2 结果

2.1 种类组成

在样品分析中共记录到浮游动物 87 种,幼虫 17 类。桡足类是浮游动物的主要组成部分,共记录到 30 种,占组成的 34.5%;水母类次之,共记录到 29 种占 33.3%。

2.1.1 共记录到渤海新记录 14 个,其中包括国内新记录 2 个。

水母类:四叶小舌水母 *Liriope tetraphylla* (Chamissa et Eysenhardt, 1821);日本萨氏水母 *Sarsia nipponica* Uchida, 1927;六辐枝管水母 *Proboscidea mutabilis* (Browne, 1902);缘杯水母 *Phialucium mbenga* (Agassiz et Mayer, 1899);红斑游船水母 *Nausithoe punctata* K ölliker, 1853。

桡足类:华贵西屋猛水蚤 *Westwoodia nobilis* (Baird, 1845)*;掌刺梭剑水蚤 *Lubbockia squillimana* Claus, 1863;角双桅剑水蚤 *Neopontinus angularis* Scott, 1898*;叉真刺水蚤^① *Euchaeta rimana* Bradford, 1974;精致真刺水蚤 *Euchaeta concinna* Dana, 1849。

被囊类:羽环纽鳃樽 *Cyclosalpa pinnata* (Forskall, 1775);长吻纽鳃樽 *Brooksia rostrata* (Traustedt, 1893);锯齿海樽 *Doliolum denticulatum* (Quoy et Gaimard, 1835)。

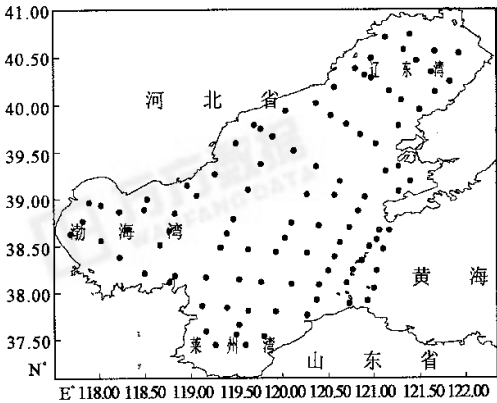


图 1 1959 年浮游动物中网取样站位分布图
Fig. 1 The distribution of medium plankton net sampling stations in 1959

① 据文献报道,海洋真刺水蚤 (*Euchaeta marina*) 的地理分布仅限于地中海、包括墨西哥湾和加勒比海在内的大西洋海域^[7~9]。Bradford^[10]提出在太平洋和印度洋记录到的海洋真刺水蚤应该是叉真刺水蚤。本文采用 Bradford 的观点。

毛颚类: 肥胖箭虫 *Sagitta enflata* Grassi, 1881。

其中 * 表示国内首次记录。

从样品分析结果来看,渤海中的浮游动物数量大、出现频率高的种类有:小拟哲水蚤(*Paracalanus parvus*)、双毛纺锤水蚤(*Acartia bifilosa*)、强额拟哲水蚤(*Paracalanus crassirostris*)、拟长腹剑水蚤(*Oithona similis*)、墨氏胸刺水蚤(*Centropages mcmurrici*)、中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)、真刺唇角水蚤(*Labidocera euchaeta*)、强壮箭虫(*Sagitta crassa*)等。此外,幼虫在繁殖季节出现量较大,主要有桡足类的六肢幼体、腹足类幼体、双壳类幼体和多毛类海稚虫科的幼体。

2.1.2 广温近岸种是渤海浮游动物的主要组成部分。如:双毛纺锤水蚤、小拟哲水蚤、真刺唇角水蚤、强壮箭虫等都是生物量的主要构成者。此外常见种还包括八斑蒅氏水母(*Rathkea octopunctata*)、锡兰和平水母(*Eirene ceylonensis*)、住囊虫(*Oikopleura longicauda*)、长额刺糠虾(*Acanthomysis longirostris*)、黄海刺糠虾(*Acanthomysis hwanhaiensis*)、漂浮囊糠虾(*Gastrosaccus pelagicus*)、三叶针真尾涟虫(*Diastylis tricincta*)、细长脚虫戎(*Themisto gracilipes*)、中国毛虾(*Acetes chinensis*)等。

2.1.3 受黄海海流影响的外海性种类也是渤海浮游动物的重要组成部分,比较典型的是中华哲水蚤,5月份随黄海海流进入渤海,在海峡入海口的部分形成丰度高分布区(见图 2a),6月份高丰度区向渤海西岸推移,至7月份在辽东湾和渤海湾形成两个高丰度分布区。此外比较典型的还有墨氏胸刺水蚤也有类似的情况,4月进入渤海在近湾中央水域形成高丰度区(图 3a),至5月份在渤海湾和莱州湾分别形成两个高丰度区(图 3b)。

2.1.4 渤海中时常出现一些由黄海海流带入的暖水性种类。表 1 列出了这些暖水性种类出现的时间和站位。6月份在 89 号站记录到 4 个暖水种,从出现时间和当时的水文条件看,尚不足以使这些种类在该水域存活,可能是由黄海海流带入,因此对海流有一定的指示作用。以往研究认为四叶小舌水母是典型的大洋性种类,不进入渤海[2],而在样品分析中多次记录到,这也说明该海区浮游动物同样受外海暖流影响。

2.2 群落结构

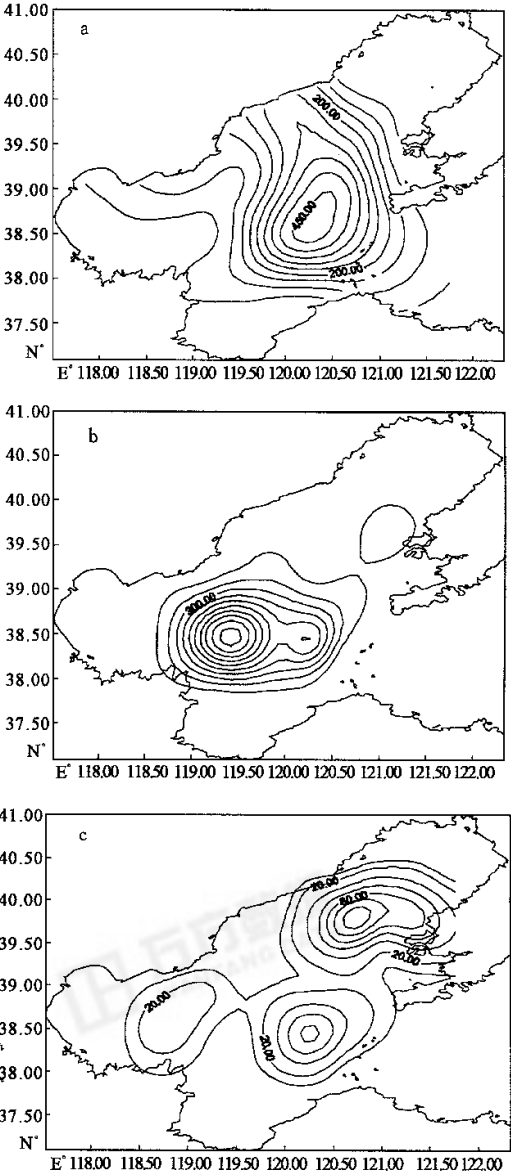


图2 渤海5月(a)、6月(b)、7月(c)中华哲水蚤丰度的水平分布
Fig. 2 Horizontal distribution of abundance of *Calanus sinicus* in May(a), June(b) and July(c) in the Bohai Sea(ind/m³)

选取 2 月份(冬季)、5 月份(春季)、8 月份(夏季)、11 月份(秋季)为代表,对各季度月份在 10 个以上站位出现的种类进行聚类分析(图 4~图 7)。结果表明大部分时间各取样站之间的差异不明显(以距离 0.1 为划分界限)。这主要是由于近岸广温性的种类周年在渤海处于主导地位。从春季的聚类分析结果可以看出,渤海浮游动物群落可以划分近岸类型、外海类型(图 5a、b)。外海类型主要分布在海峡入口、中央水域、渤海湾和莱州湾近中央水域,其典型的种包括墨氏胸刺水蚤、中华哲水蚤、刺尾纺锤水蚤、太平洋纺锤水蚤等。夏季(8 月份)水温普遍升高,受黄海海流的影响不明显,同时个别种在局部水域大量出现使群落类型较为分散。秋季(11 月份,图 7)和冬季(2 月份,图 4)整个渤海浮游动物群落结构分化不明显,主要有近岸广温广布种构成,这可能同该海区盛行东北风有关。

伴随着群落结构的这种变化,优势种也有类似的变化。这种变化在优势种的组成上变化不明显(图 4~图 7),主要表现在生物数量上。冬季各优势种的丰度都不同程度的减少(图 8),同时各站出现的种类也较少,但仍然是近岸性的种类如小拟哲水蚤、强额拟哲水蚤、拟长腹剑水蚤和双毛纺锤水蚤占优势。春季主要是双毛纺锤水蚤、拟长腹剑水蚤、墨氏胸刺水

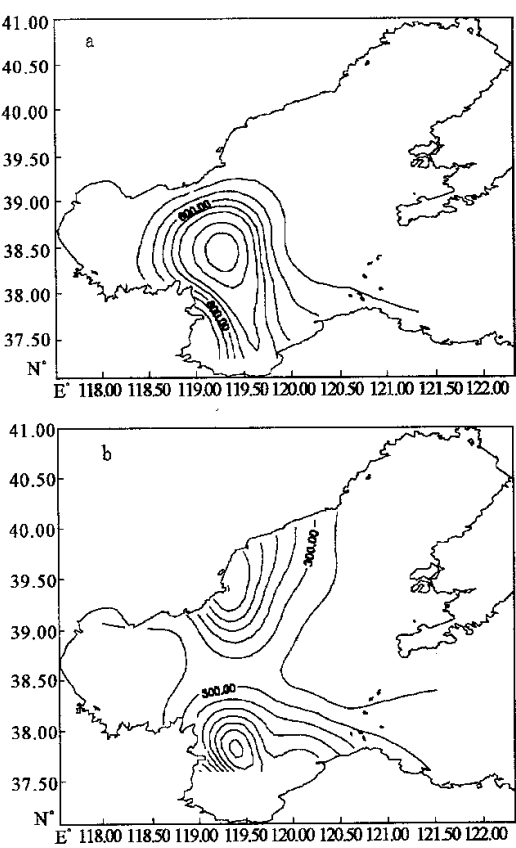
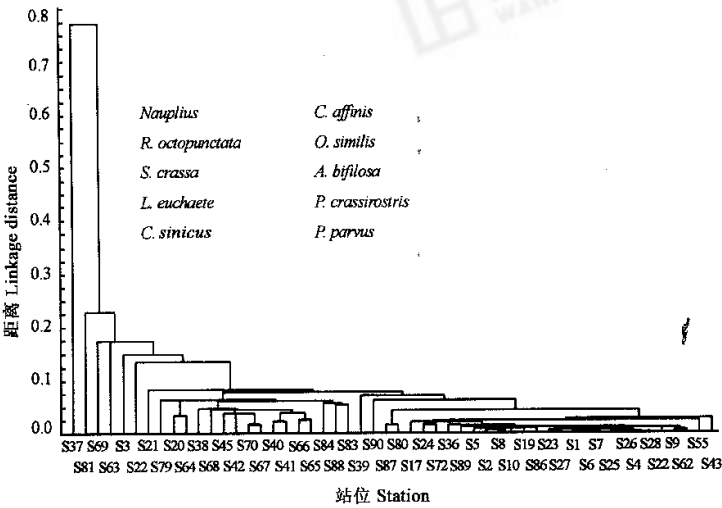


图 3 4 月(a)和 5 月(b)墨氏胸刺水蚤丰度在渤海的水平分布
Fig. 3 Horizontal distribution of abundance of *Centropages mc-murrici* in April(a) and May(b) in the Bohai Sea(ind/m³)



万方数据
图 4 2 月份渤海浮游动物聚类结果
Fig. 4 The results from cluster analysis of zooplankton in Bohai Sea in February

蚤等占优势,此外中华哲水蚤的丰度也有所增加。夏、秋两季主要是小拟哲水蚤、强额拟哲水蚤、拟长腹剑水蚤和双毛纺锤水蚤占优势。

3 讨论

3.1 海流对浮游动物群落结构有重要的影响,这种物理过程对生物过程的驱动作用是全球海洋生态系统动力学研究的重要内容之一^[14]。Graham^[15]报道,加利福尼亚附近海域受持续上升流盲区的影响,浮游动物可以划分成明显不同的两个群落。类似的研究还有 Graham^[16]对南极普兹湾中浮游动物的报道。在渤海浮游动物群落结构同样受到海流的影响。主要表现在两方面:①样品分析中记录到的暖水性种类直接由黄海海流带入渤海,对海流有重要的指示作用。②一些广温性种类的分布同海流关系密切,如中华哲水蚤在 5、6、7 月份的分布格局和墨氏胸刺水蚤 5、6 月份的分布格局基本上同全国海洋普查报告中给出的环流模式一致^[13],进入渤海的高盐水在近西部海分成南北两支,北支沿辽东湾西岸北上,南支则沿渤海西岸南下进入渤海湾。从郑重等^[4]在烟、威鲈鱼渔场对墨氏胸刺水蚤的研究,可以看出墨氏胸刺水蚤四月初在北黄海

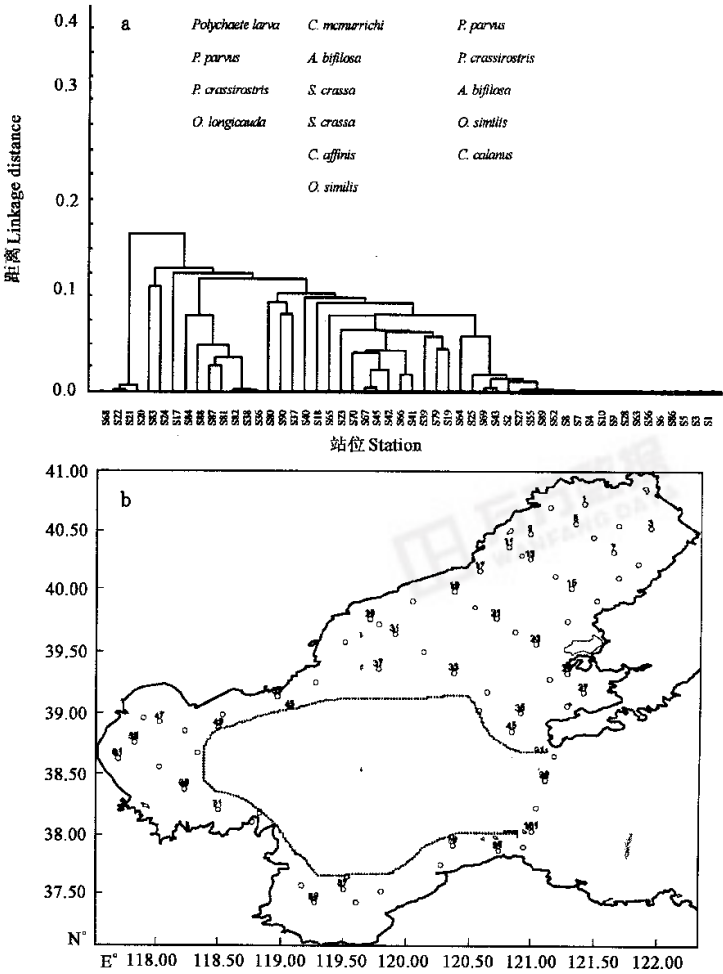


图 5 5 月份渤海浮游动物聚类分析结果(a)和群落结构分布示意图(b)
Fig. 5 The results from cluster analysis(a)and the spatial distribution patterns of zooplankton(b)in May

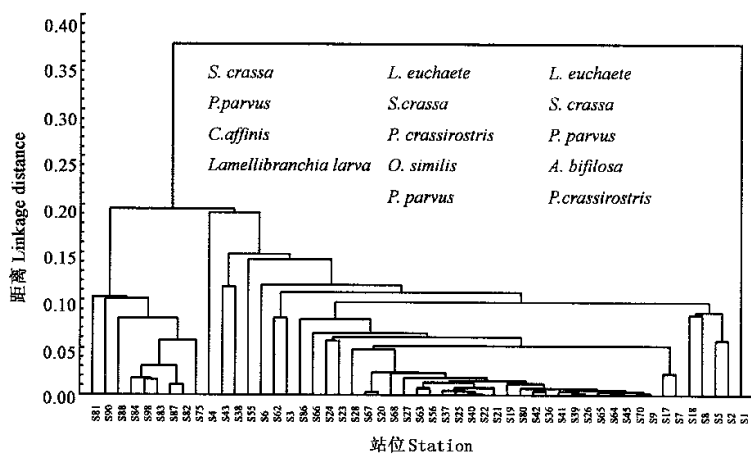


图 6 8 月份渤海浮游动物聚类分析结果

Fig. 6 The results from cluster analysis of zooplankton in Bohai Sea in August

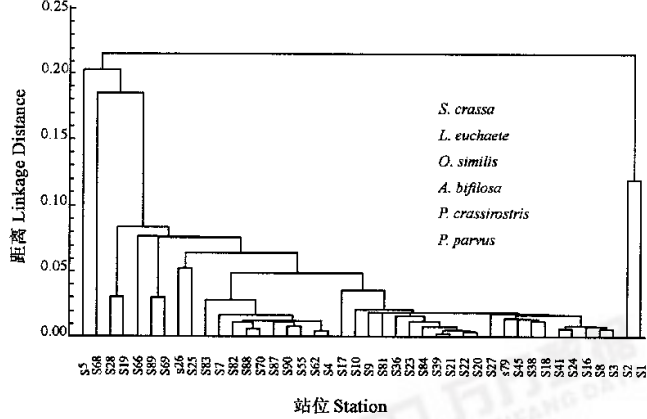


图 7 11 月份渤海浮游动物聚类分析结果

Fig. 7 The results from cluster analysis of zooplankton in Bohai Sea in November

表 1 暖水性种出现的站位、时间和水温
Table 1 The stations, time and temperature of the warm water species occurred

种名 Species	站位 Stations	水深(m) Depth	取样时间 Date	水温(℃) Temperature
介形类 ^①	N39°35.0' E119°45.0'	15	1959-05-16	15.0
叉真刺水蚤 ^②	N37°25.0' E119°16.0'	10	1959-06-24	24.73
精致真刺水蚤 ^③				
锯齿海樽 ^④				
肥胖箭虫 ^⑤				
刺尾角水蚤 ^⑥	N37.8°25.0' E118°15.0'	18	1959-10-20	19.31
羽环纽鳃樽 ^⑦	N38°51.70' E120°50.0'	53	1959-10-21	18.0
长吻纽鳃樽 ^⑧				

①②Euchaeta pinnata; ③Euchaeta concinna; ④Doliolum denticulatum; ⑤Sagitta bifida; ⑥Pontella spinicauda; ⑦Cyclosalpa pinnata; ⑧Brooksia rostrata

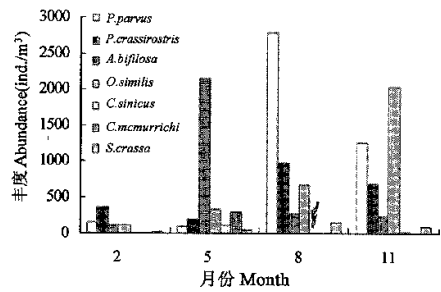


图 8 渤海优势种平均丰度的季节变化

Fig. 8 Seasonal variation of mean abundance of dominant species in Bohai Sea

近岸水域开始大量出现,之后进入渤海。同时从本次样品分析和白雪娥^[6]的调查结果可以看出强壮箭虫的分布也受海流的影响。这些都对渤海海流有一定的指示作用。

3.2 渤海浮游动物群落结构以近岸低盐种为主,这种定性的划分结果同郑执中的研究结果基本吻合^[5]。但从优势种上看出入较大,小拟哲水蚤、强额拟哲水蚤、双毛纺锤水蚤、拟长腹剑水蚤等小型的种类均未出现在郑执中报道的渤海浮游动物优势种之列,而这些种类在 38°N 以南山东南岸和北岸的浮游动物群落中占优势。造成这种差异的原因是由于以前对渤海浮游动物群落的研究中仅考虑了浮游动物大网的资料,而对山东南岸和北岸浮游动物群落的分析则使用 Hassle 网(网目大小介于中网和大网之间),所以出现一些小型的种类。根据本次样品分析的结果看,渤海浮游动物群落同山东南岸和北岸的浮游动物群落基本一致,都属于近岸类型。

参考文献

[1] Barss M A and H G Fransz. Crazing pressure of copepods on the phytoplankton stock of the central North Sea. *Netherland Journal of Sea Research*, 1984, **18**:120~142.

[2] Boudreau P R and L M Dickie. Biomass spectra of aquatic ecosystems in relation to fisheries yield. *Canada Journal of Fishery Aquatic Society*, 1992, **49**:1528~1538.

[3] Report of the first international GLOBEC planning meeting, Ravello, Italy, 1992.

[4] 郑 重,等. 烟、威鲐鱼渔场及邻近水域浮游动物生态的初步研究. *海洋与湖沼*, 1965, **7**(4):329~354.

[5] 郑执中. 黄海和东海西部浮游动物群落的结构及其季节变化. *海洋与湖沼*, 1965, **7**(3):199~204.

[6] 白雪娥, 撞志猛. 渤海浮游动物生物量极其主要种类数量变动的研究. *海洋水产研究*, 1992, **12**:71~97.

[7] Vervoot W. Plegic copepod 1 copepoda Calanoida of thd families Calanidae up to and includeing Euchaetidae. *At-lantide report*, 1963, **7**:77~164.

[8] Park Taisso. Calanoid copepods from antarctic and subantarctic waters. *Antarctic research series*, 1978, **27**:90~201.

[9] Park Taisoo. Taxonomy and distribution of the Marine Calanoid Copepod Family Euchaetidae. University of Cali-fornia Press, 1993.

[10] Bradford J M, Euchaeta marina and two closely related new species from the Pacifica. *Pacifica Science*, 1974, **28**(2):159~169.

[11] 张金标. 中国海域水螅水母类区系的初步分析. *海洋学报*, 1979, **1**(1):128~137.

[12] 全国海洋综合调查报告第八册, 中国近海浮游生物的研究. 中华人民共和国科学技术委员会海洋组海洋综合调查办公室编, 1977.

[13] 全国海洋综合调查报告第五册, 中国近海的水系. 中华人民共和国科学技术委员会海洋组海洋综合调查办公室编, 1977.

[14] Report of the first meeting of the international GLOBEC working group on Population Dynamics and Physical Variability. Cambridge, UK, 1993.

[15] Graham W H, *et al.* Persistent “upwelling shadows” and their influence on zooplankton distributions. *Marine Biolo-gy*, 1992, **114**:561~570.

[16] Graham W H, *et al.* Zooplankton community structure of Prydz Bay, Antarctica, January-February 1993. Process. NIPR Symp. *Polar Biol.*, 1997, **10**:90~113.