

渤海浮游动物群落生态特点 . 部分浮游动物数量分布和季节变动

毕洪生, 孙 松, 高尚武, 张光涛, 张 芳
(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

摘要: 用 1959 年全国海洋普查中网浮游动物标本, 分析渤海水母类、枝角类、糠虾、毛虾和幼虫等的数量分布和季节变化。结果表明, 水母类以近岸低盐种为主, 主要出现在莱州湾、渤海湾和辽东湾近岸水域。冬季出现的种类较少, 优势种为八斑芮氏水母; 夏季种类较多, 优势种为半球杯水母和嵯山多胃水母等。鸟喙尖头 为近岸高温低盐种, 主要出现在莱州湾, 数量在 6 月份达到最大值。箭虫是渤海主要肉食性种类之一, 其数量高峰期出现在 9 月份。长住囊虫的季节变化呈双峰型变化, 第 1 次数量高峰出现在 5 月份, 第 2 次数量高峰出现在 8 月份。该种大部分时间主要分布在莱州湾、渤海湾和辽东湾近岸水域。渤海出现的糠虾有长额刺糠虾和漂浮囊糠虾, 其中长额刺糠虾受温度的影响较小, 在春、夏、秋各有一个数量高峰; 漂浮囊糠虾在秋末数量明显增加。这两种糠虾主要分布在渤海湾和辽东湾近岸水域。三叶针尾涟虫属于低温种类, 主要出现在秋季和冬季。细长脚 属夏季高温种, 在 6、7 月份数量较高。该种的分布受盐度影响比较大, 主要出现在受黄淮海流影响的高盐水域。数量较大的幼虫有桡足类的六肢幼体、多毛类海稚虫科的幼体、双壳类幼体和腹足类幼体。其中桡足类六肢幼体和海稚虫科的幼体在 5 月份出现较多, 腹足类幼体在 6、7 月份数量较高, 双壳类幼体在 8 月份数量较高。

关键词: 渤海; 浮游动物; 季节变化

The characteristics of zooplankton community in the Bohai Sea . The distribution of abundance and seasonal dynamics of major taxa except copepoda

BI Hong-Sheng, SUN Song, GAO Shang-Wu, ZHANG Guang-Tao, ZHANG Fang (Institute of Oceanology Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Abstract: Samples from twelve consecutive cruises in 1959 were analyzed to determine the distribution patterns of abundance and seasonal dynamics of major taxa in the Bohai Sea except copepoda.

- 1) Coelenterata: The seasonal changes of medusae showed bimodal with the first peak in February and the second in June. The common species included *Rathkea octopunctata*, *Phialidium chengshanense*, *P. discoidum*, *Eirene ceylonensis*, *Liriope tetraphylla*, *Proboscidactyla flavicirrata*, *Muggiaea atlantica*. Most of them were neritic species and they mainly distributed in the coastal areas. *Rathkea octopunctata* peaked in February and *Eirene ceylonensis*, *Phialidium chengshanense*, *P. discoidum*, *Eirene ceylonensis* peaked in summer.
- 2) Cladocera: The most common species was *Penilia avirostris*. *Penilia avirostris* was a typical neritic species and mainly distributed in coastal waters in Laizhou Bay. It peaked in June with an average density of 151.1 ind./m³ and the highest abundance is 7855 ind./m³.
- 3) Mysidacea: *Gastrosaccus pelagicus*, *Acanthomysis longirostris*, *Acanthomysis huanhaiensis* were common species. *Gastrosaccus pelagicus* was abundant in late autumn and *Acanthomysis longirostris* corre-

lated little with temperature with three peaks in spring, summer and autumn respectively. These two species were both neritic species and distributed in coastal waters.

4) Appendicularia: *Oikopleura longicauda* was the most abundant species and its seasonal dynamics showed bimodal with the first peak in May and the second in August. In most of the year, it mainly distributed in coastal waters.

5) Chaetognatha: *Sagitta crassa* was one of the most important carnivorous species and it was abundant in September. One of the reproductive seasons occurred in June and the other occurred in late autumn.

6) Amphipoda: *Themisto gracilipes* was one of the most common species in the Bohai Sea. It was most abundant in June and July. Its distribution closely associated with salinity and it mainly occurred in center waters with high salinity.

7) Larvae: 17 taxa larvae were recorded. Among them, Spoinidae larva, Nauplius, Gastropoda larva and Lamellibranchia larva were the most common groups. Spoinidae larva and Nauplius were most abundant in April and Grastropoda larva and Lamellibranchia larva were most abundant in late summer and autumn. Those larvae were neritic species and mainly distributed in coastal water.

Key words: The Bohai Sea; Zooplankton; Seasonal dynamics

文章编号: 1000-0933(2001)04-0513-09 中图分类号: Q178.53 文献标识码: A

中国生态系统动力学 GLOBEC 研究的内容之一是了解生态系统对物理环境因子变化的响应,浮游动物是海洋生态系统的重要组成部分,其种类和数量的动态变化不仅反映了物理环境因子对它的作用,而且直接影响着鱼类和浮游植物种类和数量的动态变化。

桡足类是渤海浮游动物的主要组成部分,渤海浮游动物群落生态特点研究之 已对其数量变动和分布格局进行了研究^[1]。除桡足类外,还有一些类群在生态系统的结构和功能方面也同样起着不可忽视的作用。水母类可以通过捕食浮游动物调控浮游植物的数量^[2]。幼虫类对浮游生物和底栖生物的种群补充起着关键性的作用,是浮游-底栖动态耦合的重要途径。此外,糠虾类是许多经济鱼类的重要饵料,毛虾是渤海一个重要的经济种。以往的研究未对这些类群进行系统的分析^[3-5]。本文用 1959 年全国海洋普查浮游动物中网标本分析水母类、枝角类、糠虾类和幼虫等其它主要类群的数量变化和分布格局,为分析浮游动物群落演替和发展提供基础资料。

1 材料与方法

参考渤海浮游动物群落生态特点研究 的材料与方法见文献[6]。

2 结果与讨论

2.1 水母类

水母类季节性较强,图 1 是渤海水母类总平均丰度和种数的季节变化。可以看出总平均丰度呈双峰型变化,主要的高峰出现在 2 月份,另外的一个高峰出现在 6 月份。从种数的季节变化可以看出,7 月份记录到的种类最多为 24 种;6 月份次之为 19 种;2 和 3 月份最低为 3 种。图 2 是几种常见水母丰度的季节变化。可以看出,6 月份的高峰是由多种水母共同形成,主要包括嵎山多胃水母(*Phialidium chengshanense*)、盘形杯水母(*P. discoidum*)、锡兰和平水母(*Eirene ceylonensis*)和四叶小舌水母(*Liriope tetraphylla*)等。2 月的高峰则由少数冷水种形成,主要是八斑芮氏水母(*Rathkea octopunctata*)形成。比较常见的种类还有四枝管水母(*Proboscoidactyla flavicirrata*)和五角管水母(*Muggiaea atlantica*),前者在渤海周年都有分布,季节性不强;后者自 8 月份以后进入渤海,仅秋季在渤海出现,其它季节基本没有分布。

水母的分布主要在渤海湾、莱州湾和辽东湾近岸水域。八斑芮氏水母是低温低盐种类,在我国主要分布在黄海以北海域^[7]。从图 2 可以看出,该种的数量高峰出现在渤海全年水温最低的 2 月份,之后数量开始减少,在 5 月份数量有所回升,重新形成一个小的 高峰。图 3 是 2 月份八斑芮氏水母的数量分布,可以看出

该种在莱州湾近岸水域形成高密度分布区, 数量高达 $220\text{ 个}/\text{m}^3$, 此外辽东湾近岸水域也有少量分布。崂山多胃水母、半球杯水母和盘形杯水母的数量高峰出现在 6 月份, 锡兰和平水母的数量高峰出现在 8 月份。从图 4 和图 5 可以看出, 半球杯水母和崂山多胃水母的高生物量区分别出现在辽东湾西岸和渤海湾近岸水域。四叶小舌水母是暖水性种类, 主要分布在黄海以南^[8]。从图 6 可以看出, 7 月份在渤海山海关近岸水域生物量高达 $10\text{ 个}/\text{m}^3$, 这可能是由黄海海流带入。

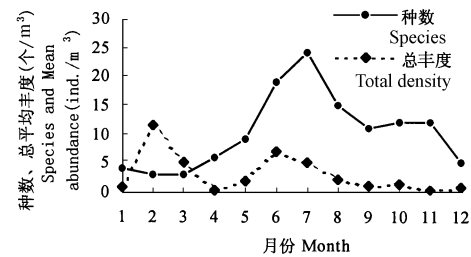


图 1 渤海水母类种数和总平均丰度的季节变化

Fig. 1 The seasonal variation of species and mean abundance of Medusae

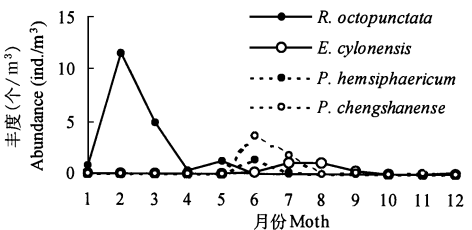


图 2 几种常见水母丰度的季节变化

Fig. 2 The seasonal variation of abundance of some common hydromedusae

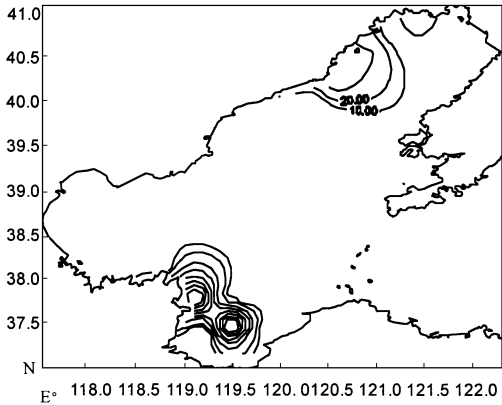


图 3 2 月份八斑芮氏水母的丰度分布 ($\text{个}/\text{m}^3$)

Fig. 3 The distribution of abundance of *R. octopunctata* in February ($\text{ind.}/\text{m}^3$)

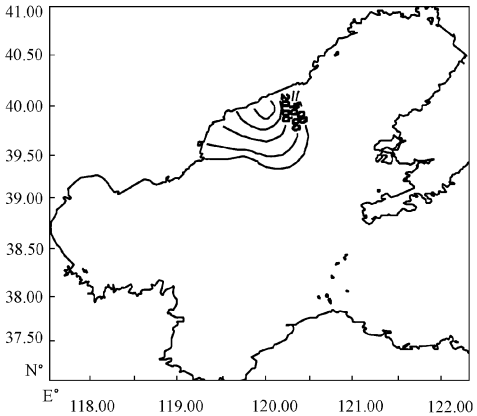


图 4 6 月份半球杯水母的丰度分布 ($\text{个}/\text{m}^3$)

Fig. 4 The distribution of abundance of *P. hemisphaericum* in June ($\text{ind.}/\text{m}^3$)

2.2 枝角类

枝角类是典型的近岸半咸水种类, 是鱼类重要的基础饵料。渤海共记录到鸟喙尖头 (*Penilia avirostris*) 和肥胖僧帽 (*Evadne tergestina*) 两种。其中鸟喙尖头 数量较多, 6 月份是近岸水域的优势种。从图 7 可以看出, 该种季节性比较明显, 主要出现在 6 月份, 其他季节很少出现。图 8 是 6 月份鸟喙尖头 的数量分布, 可以看出该种主要分布在莱州湾淡水注入较多的水域。

2.3 毛颚类

样品分析中共记录到强壮箭虫(*Sagitta crassa*) 和肥胖箭虫(*Sagitta enflata*) 两种, 其中强壮箭虫是渤海主要的肉食性浮游动物, 是生物量的主要构成者。从图 9 可以看出强壮箭虫数量高峰期在 9 月份, 平均值为 $46.6\text{ 个}/\text{m}^3$, 最大为 $488.4\text{ 个}/\text{m}^3$ 。从样品分析中可以初步确定, 该种每年大致有两次繁殖期。第 1 次大致出现在 6 月份, 这在 1997 年 6 月在渤海进行的调查中得到证实。第 2 次出现在秋末, 这主要表现当月的样品中有许多小的个体, 且越冬群体的体长变化范围很大。这种变动格局同 Conway 等 1986 在 Celtic

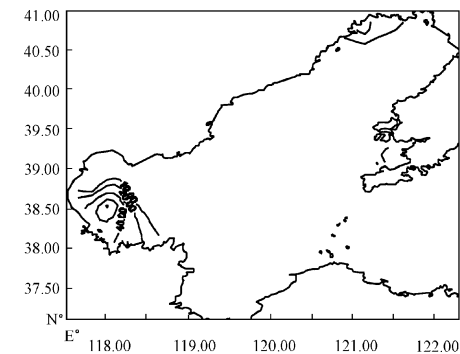


图 5 6 月份嵛山多胃水母的丰度分布(个/ m^3)

Fig. 5 The distribution of abundance *P. chengshanense* in June. (ind. / m^3)

Sea 关于秀丽箭虫 (*S. elegans*) 的研究结果基本一致^[8]。关于强壮箭虫的数量分布可以参考全国海洋普查报告^[9,10]和白雪娥等的研究结果^[5]。

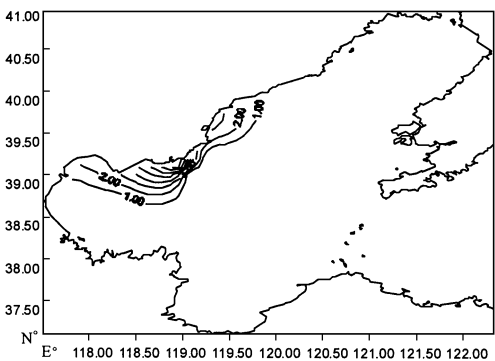


图 6 7 月份四叶小舌水母的丰度分布(个/ m^3)

Fig. 6 The distribution of abundance *L. tetraphylla* in July. (ind. / m^3)

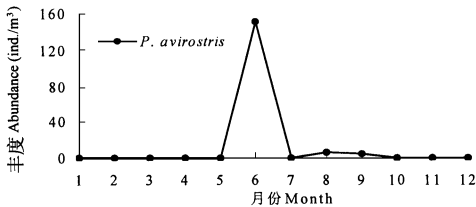


图 7 鸟喙尖头的丰度季节变化

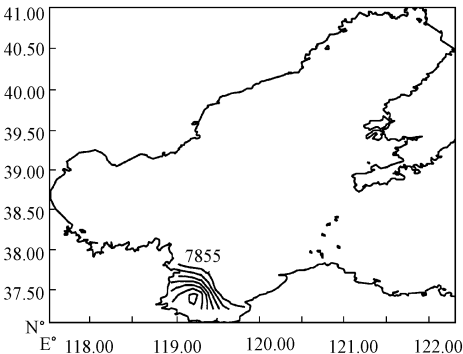


图 8 6 月份鸟喙尖头的丰度分布(个/ m^3)

Fig. 8 The distribution of abundance of *P. virostris* in June (ind. / m^3)

2.4 被囊类

渤海的被囊类主要是长住囊虫(*Oikopleura longicauda*),此外还记录到羽环纽鳃樽(*Cyclosalpa pinna-ta*)、长吻纽鳃樽(*Brooksia rostrata*)和锯齿海樽(*Doliolum denticulatum*)。从图 10 中可以看出,长住囊虫的季节变化呈双峰型,两个高峰期分别出现在 5 月份和 8 月份,其中 8 月平均密度为 46.6 个/ m^3 ,最大值为 1615.8 个/ m^3 。6、7 月份数量较低,可能是由于当月仔、稚鱼等大量出现有关。

图 11 是长住囊虫 5~10 月的数量分布,可以看出长住囊虫大部分时间不进入辽东湾,仅在 9 月份在辽东湾西部沿岸水域有少量分布。5 月份达到第 1 高峰期,形成两个高密度分布区,一个出现在渤海湾近中央水域,另外一个出现在山东半岛的北岸、莱州湾近岸水域。其它各月只有一各高密度分布区,主要出现在莱州湾和渤海湾近岸水域以及旅顺附近水域。

2.5 糠虾类

本次样品分析中共记录到漂浮囊糠虾(*Gastrosaccus pelagicus*)、台湾囊糠虾(*Gastrosaccus formosensis*)、长额刺糠虾(*Acanthomysis longirostris*)、黄海刺糠虾(*A. canthomysis huanghaiensis*)和小红糠虾

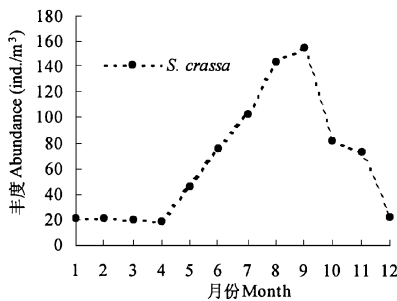


图 9 强壮箭虫丰度的季节变化

Fig. 9 The seasonal variation of abundance of *S. crassa*

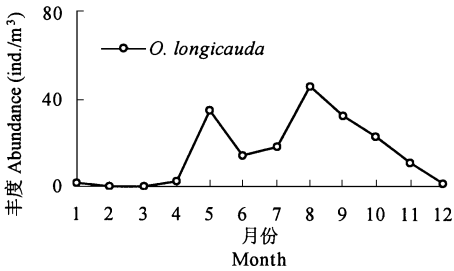


图 10 长住囊虫丰度的季节变化

Fig. 10 The seasonal variation of abundance of *O. longicauda*

(*Erythrops minuta*) 5 种。其中出现较多, 数量较大的种类是长额刺糠虾和漂浮囊糠虾; 小红糠虾和台湾囊糠虾出现较少。从图 12 可以看出, 长额刺糠虾在春季、夏季、秋季各有一个数量高峰。漂浮囊糠虾数量最高峰出现秋末, 春季和夏季各自还有一个小的数量高峰。二者相比, 长额刺糠虾的数量高峰略早于漂浮囊糠虾, 且各数量高峰差别不明显。此外黄海刺糠虾也较多出现在渤海。

图 13 和图 14 分别是长额刺糠虾和漂浮囊糠虾在数量高峰期的分布情况。可以看出二者较多出现在渤海湾和辽东湾近岸水域。同长额刺糠虾相比, 漂浮囊糠虾的分布稍广, 在渤海出现的量也稍大。

2.6 涟虫、毛虾和端足类

渤海记录到的涟虫有三叶针尾涟虫(*Diastylis tricineta*)、太平洋胖甲涟虫(*Eudorella pacifica*) 两种, 其中太平洋胖甲涟虫出现较多且数量较大。端足类包括细长脚 (*Themisto gracilipes*)、麦杆虫(*Carporella* sp.)、独眼钩虾(*Monoculodes* sp.) 和中华螺赢蜚(*Corophium sinensis*) 等, 其中细长脚 数量较大。从图 15 可以看出三叶针尾涟虫主要出现在秋、冬两季。细长脚 是鲈鱼的重要摄食对象, 数量高峰出现在 6、7 月份, 属夏季高温种。中国毛虾(*Aetes chinensis*) 在秋季丰度较高。

图 16 是 6、7 月份细长脚 的数量分布。可以看出, 细长脚 的数量分布同盐度关系密切。6 月份数量分布较广, 在渤海湾外近中央高盐水域数量较高; 7 月份的该种分布范围较窄, 主要集中在辽东湾南部水域且数量高达 58 个 / m³。毛虾是渤海一个重要的经济种类, 主要出现在辽东湾水域。该种游泳能力较强, 浮游动物网取样不能全面反映其数量分布, 10 月份底栖生物拖网的结果来说明其数量分布(图 17)^[8]。可以看出, 辽东湾水域数量最高, 达到 390 个 / m³。其次是渤海湾, 数量高达 100 个 / m³。

2.7 幼虫类

样品分析中共记录到幼虫 17 类, 其中数量大的有桡足类的六肢幼体、多毛类海稚虫科的幼体、腹足类幼体和双壳类幼体。从图 18 可以看出, 桡足类的六肢幼体的数量高峰出现在 4 月份, 全年仅一个数量高峰。主要原因是桡足类的繁殖周期较短, 发育较快, 而取样是逐月取样, 无法全面反映繁殖周期。样品分析中共记录到 7 科的多毛类幼体, 其中较为常见的种类是海稚虫科的幼体和齿吻沙蚕科的幼体。前者主要出现在春季(图 18), 后者在春、秋较常见, 但数量不大。这同 Rasmussen 的调查结果相似^[11]。腹足类幼体在夏、秋两季较常见, 但数量不大(图 18)。双壳类幼体大量出现在 8~10 月份, 其中 8 月份密度 969.7 个 / m³, 最大值 15054 个 / m³。为双壳类幼体的大量出现从侧面反映了当时经济贝类资源丰富。

图 19 是 4 月份海稚虫科幼体的数量分布, 可以看出海稚虫科幼体主要分布在渤海湾的南岸和莱州湾的北岸, 最大值 12818.2 个 / m³。海稚虫科幼体浮游期较长, 并且在环境条件不适宜时, 还可以长时间停留在浮游阶段。图 20 是双壳类幼体的数量分布, 主要出现在山东北岸, 这与同一航次底栖生物拖网的数量分布结果一致^[8]。从底栖拖网的结果看, 渤海湾也是经济贝类如毛蚶等的主要分布区, 而幼体的分布则有北移的趋势。

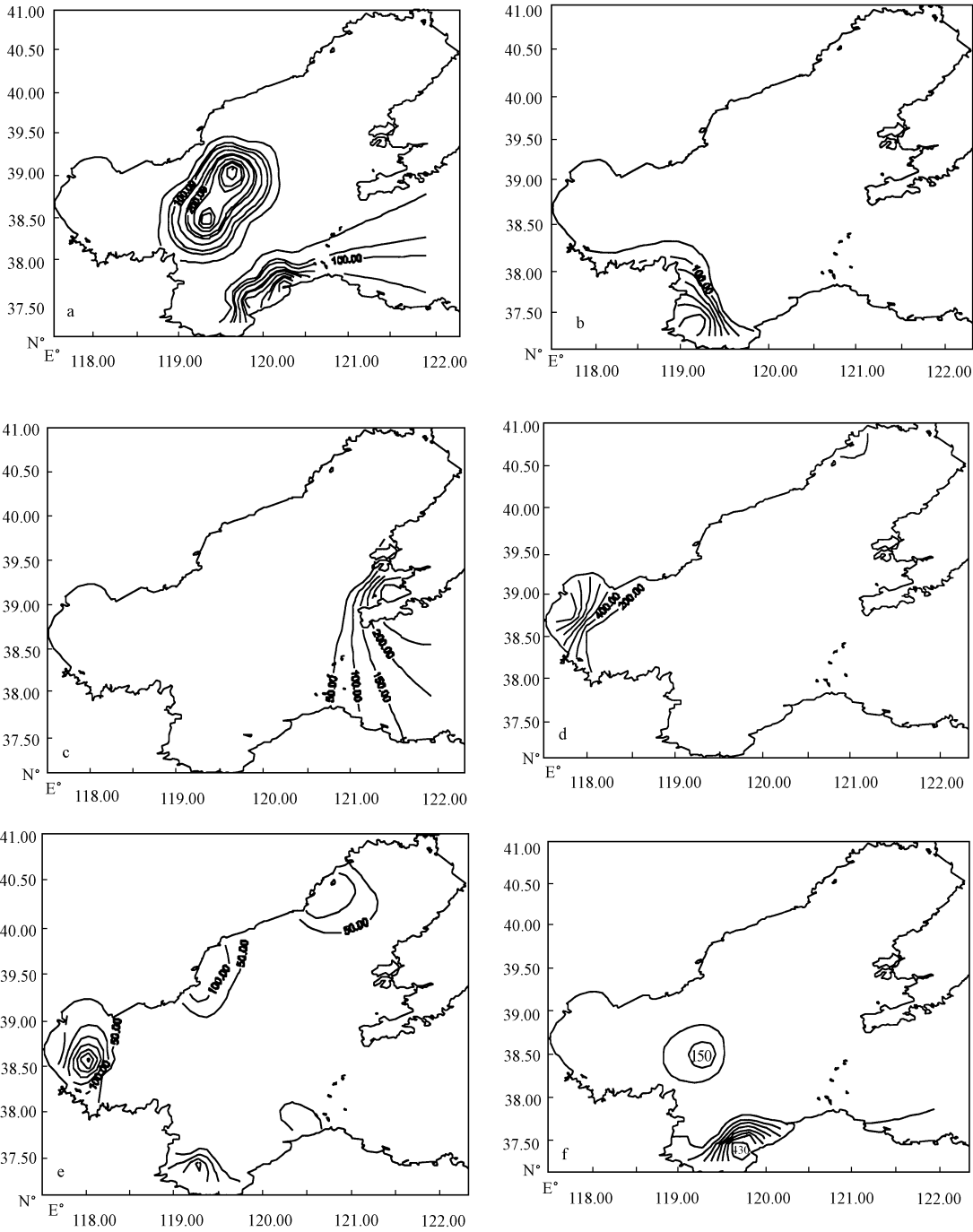


图 11 5~10 月份长住囊虫的丰度分布(个/ m^3)

Fig. 11 The distribution of abundance of *O. longicauda* from May to October(ind./ m^3)

a, 5 月份 May; b, 6 月份 June; c, 7 月份 July; d, 8 月份 August; e, 9 月份 September; f, 10 月份 October)

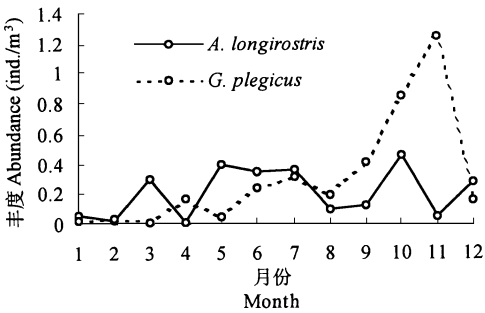


图 12 长额刺康虾和漂浮囊糠虾丰度的季节变化
Fig. 12 The seasonal variation of abundance of *A. longirostris* and *G. plegicus*

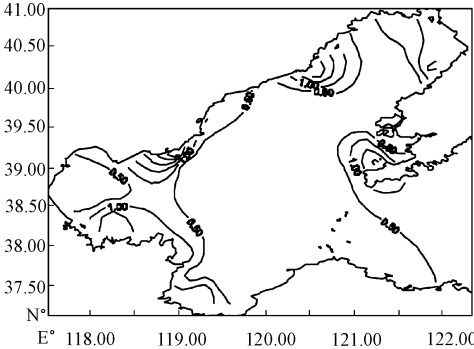


图 13 10月份长额刺康虾的丰度分布(个/m³)
Fig. 13 The distribution of abundance of *A. longirostris* in October(ind./m³)

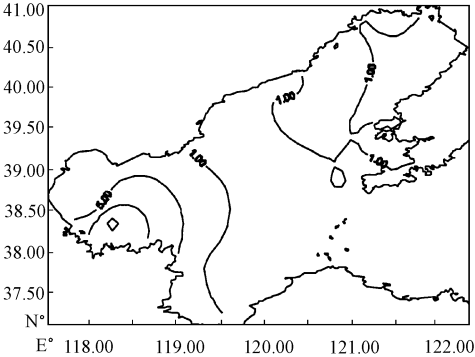


图 14 11月份漂浮囊糠虾的丰度分布(个/m³)
Fig. 14 The distribution of abundance of *G. plegicus* in November(ind./m³)

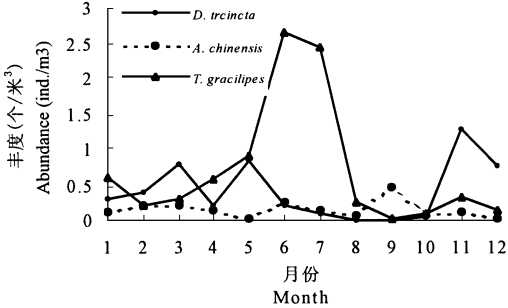


图 15 三叶针尾涟虫、中国毛虾和细长脚 丰度变化
Fig. 15 The seasonal variation of abundance of *D. tricineta*, *A. chinensis* and *T. gracilipes*

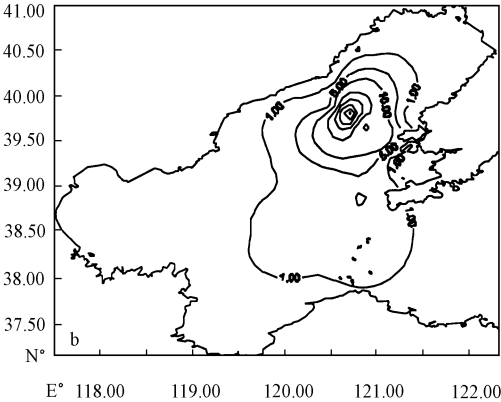
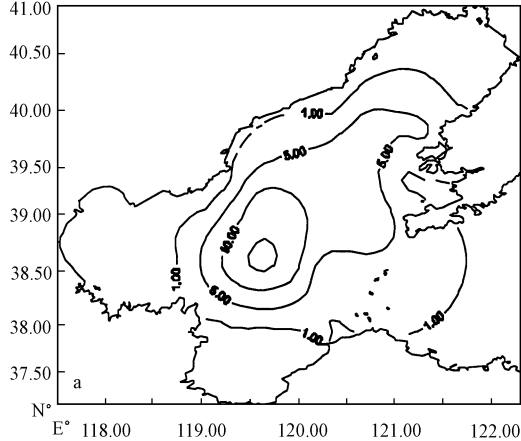


图 16 6、7月份细长脚 的丰度分布(个/m³)

Fig. 16 The distribution of abundance of *T. gracilipes* in June and July(ind./m³)

a. 6月份 June; b. 7月份, July

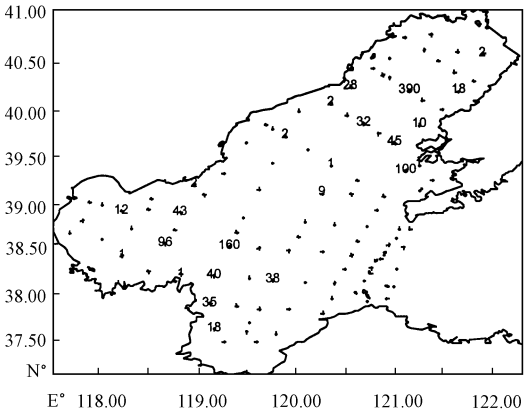


图 17 10 月份底栖生物拖网中中国毛虾的丰度分布
Fig. 17 The distribution of abundance of *A. chinensis* from benthic trawling in October(ind./m³)

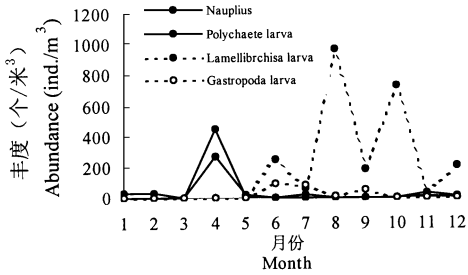


图 18 几种主要幼体丰度的季节变化
Fig. 18 The seasonal variation of abundance of some planktonic larvae

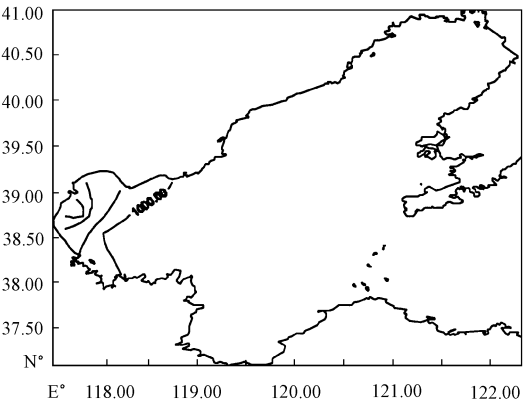


图 19 4 月份海稚虫科幼体的丰度分布(个/m³)
Fig. 19 The distribution of abundance of Spionidae larva in April(ind./m³)

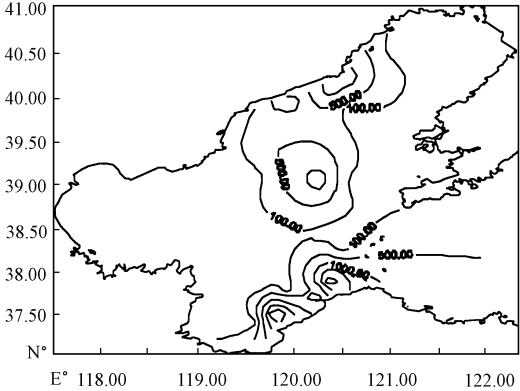


图 20 8 月份双壳类幼体的丰度分布(个/m³)
Fig. 20 The distribution of abundance of Lamellibranchia larva in August(ind./m³)

3 结论

- (1) 构成渤海浮游动物主要是近岸的低盐种, 比较典型的包括八斑芮氏水母、鸟喙尖头、长住囊虫、漂浮囊糠虾、长额刺糠虾和各种幼虫等。也有部分种类的分布受黄海高盐水的影响较大, 如: 细长脚、强壮箭虫和四叶小舌水母等。
- (2) 主要种类的季节替代比较明显, 冬季出现数量较大的有八斑芮氏水母。春季数量较大的种类包括海稚虫科的幼体、桡足类的六肢幼体、鸟喙尖头。在夏季达到数量高峰的种类较多, 如嵎山多胃水母、半球杯水母、锡兰和平水母、细长脚、长住囊虫、强壮箭虫、双壳类幼体和腹足类幼体。秋季达到数量高峰的种类包括漂浮囊糠虾和长额刺糠虾。

参考文献

[1] 毕洪生, 孙松, 高尚武, 等. 渤海浮游动物群落生态特点. 桡足类数量分部及变动. 生态学报, 2001, 21(2):

177 ~ 185.

- [2] Lindahl O and Hernroth L. Phyto-zooplankton community in coastal waters of western Sweden. An ecosystem off balance? *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 1983, **10**: 119 ~ 126.
- [3] 郑 重, 等. 烟、威鲈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.
- [4] 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.
- [5] 白雪娥, 庄志猛. 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.
- [6] 毕洪生, 孙 松, 高尚武, 等. 渤海浮游动物群落生态特点 . 种类组成与群落结构. *生态学报*, 2000, **20**(5): 715 ~ 721.
- [7] 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): 127 ~ 137.
- [8] Conway D V P and Williams R. Seasonal population structure, vertical distribution and migration of the chaetognath *Sagitta elegans* in the Celtic Sea. *Mar. Biol.*, 1986, **93**: 377 ~ 387.
- [9] 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, 全国海洋综合调查报告第八册. 1977.
- [10] 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, 渤、黄、东海浮游生物和底栖生物生物量及主要种类分布记录, 全国海洋综合调查资料第五册. 1981.
- [11] Rasmussen Erik. Systematic and ecology of the Isefjord marine fauna. *Opheilia*, 1973, **11**: 1 ~ 495.