

胶州湾浮游桡足类时空分布

黄凤鹏¹, 黄景洲², 杨玉玲^{3,*}, 李 艳¹, 王宗灵¹

(1. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东 青岛 266061; 2. University Of Alberta, Edmonton, Canada, T6G0Z3;

3. 中国科学院海洋研究所, 山东 青岛 266071)

摘要:根据 2003 年 1 月至 12 月在胶州湾所获得的浮游生物样品, 已鉴定浮游桡足类 28 种, 幼虫、幼体 6 类。分析了该海区浮游桡足类的分布、时空变化及其与生态环境因子的关系, 同相关历史资料进行了比较, 结果表明, 浮游桡足类的种类组成单纯, 生态属性以暖温带、近岸低盐种类为主。浮游桡足类的丰度分布具明显的月份变化, 高峰在 7 月份, 为 181.61 个/m³, 最低在 12 月份, 为 23.53 个/m³, 全年平均为 71.42 个/m³。浮游桡足类丰度的平面分布不均匀, 最大丰度在 5 号站, 为 132.62 个/m³, 最小丰度在 8 号站, 为 40.45 个/m³, 丰度平面分布的变化趋势基本是湾北部海域大于湾南部海域。浮游桡足类丰度的时空分布, 主要种类的季节更替, 近 20a 来的变化趋势基本相同, 高峰出现时间的差异, 是受温度年季变化差异因素的影响。浮游桡足类丰度的时空分布与海水温度和盐度密切相关, 与温度的关系更重于与盐度的关系。并且用胶州湾的调察资料证实了浮游桡足类对浮游植物的依存关系, 浮游植物为浮游桡足类的生长、繁衍提供了饵料。

关键词:浮游桡足类; 生态属性; 时空分布; 胶州湾

文章编号: 1000-0933(2009)08-4045-08 中图分类号: Q178 文献标识码: A

Spatial-temporal distribution of planktonic copepod in the Jiaozhou Bay

HUANG Feng-Peng¹, HUANG Jing-Zhou², YANG Yu-Ling^{3,*}, LI Yan¹, WANG Zong-Ling¹

¹ First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China

² University of Alberta, Edmonton, Canada, T6G0Z3

³ Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China

Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(8): 4045 ~ 4052.

Abstract: Based on the planktons sampled in the Jiaozhou Bay during the time period from January to December 2003, totally 28 species of planktonic copepods and 6 species of the larva are identified. The spatial-temporal distribution and variation of the species, and their relationships to the environmental factors of the sea area are analyzed. As it is shown by the results from the analysis and the comparison with the historical data, the species composition can be clearly simplified and mainly characterized by their ecological features of the typical species living in the low-salinity water of the near-shore sea in the warm temperate zone. The planktonic copepod abundance variates from month to month with its peak of 181.61 ind./m³ in July, the lowest of 23.53 ind./m³ in December, and the annual mean of 71.42 ind./m³. The planktonic copepod abundance is inhomogeneous in its horizontal distribution, with the densest of 132.62 ind./m³ at Station 5 and the sparsest of 40.45 ind./m³ at Station 8. In general, the abundance tends to be denser in the north of the sea area than in the south. The spatial-temporal distribution of the dominant species and the seasonal variation of their abundances keep less changeable in the 20 years. Although the time for the peak abundance appearance is different from year to year, this difference depends upon the temperature seasonal or annual variation. In fact, the spatial-temporal distribution of the planktonic copepod abundance are closely related to thermohaline distribution, even more closely to temperature than to

基金项目:国家重点基础研究发展计划前期研究资助项目(2002CCA04900)

收稿日期:2008-10-09; **修订日期:**2009-05-15

致谢:国家海洋局第一海洋研究所孟凡研究员对本文写作给予帮助; 海洋生态环境科学与工程重点实验室的同志帮助海上标本采集并提供相关资料。

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yyl565656@ hot mail. com

salinity. Furthermore it is evidenced by means of the investigation data the Jiaozhou Bay that planktonic copepod population depends upon the phytoplankton abundance, and the latter provides food for the former growing and breeding.

Key Words: planktonic copepod; ecological features; spatial-temporal distribution; Jiaozhou Bay

海洋浮游桡足类是小型(一般体长 1~4mm,最大可达 13mm)、低等甲壳动物,隶属于甲壳亚门、桡足亚纲(Ceepoda)。它们不但种类多、数量大、分布广,在海洋浮游生物中占有重要位置,而且,它们是海洋食物网中的一个重要环节。日本学者报道,克氏纺锤水蚤是日本中部太平洋岸伊势湾(Ise Bay)玉筋鱼(*Ammodytes peosanatus* Girard)的主要饵料,Sakguchi 对伊势湾玉筋鱼胃内含物作了分析,发现有大量纺锤水蚤。浮游桡足类摄食浮游植物,本身又是许多经济鱼类及仔、稚鱼的主要摄食对象,它们的数量分布和变动可作为探索鱼群和寻找渔场的科学依据。同时,有些种类还可作为水团、海流的指示种。因此,浮游桡足类的研究不论在理论(生态系统)上和实践(渔业生产)上都具有重大意义。

胶州湾位于北纬 35°58′~36°18′,东经 120°04′~120°23′之间,在山东半岛南岸的西部,濒临南黄海西部,是一个中型半封闭的浅海湾。此海湾略呈扇形,南北长约 37.0km,东西宽约 35.2km,水域总面积约 423km²,湾内平均水深 7m,大部分水深不超过 5m,以海湾入口处北部的团岛角附近最深,达 70m,但深水区范围狭小。湾口西南部薛家岛角附近显著比北部浅,两岬角间的湾口狭窄,宽度约 2.5km。湾口外沿岸海域略浅,约 20~30m^[1]。

胶州湾及附近海域浮游桡足类的相关研究已有过报道^[2~6]。本文就胶州湾海域浮游桡足类的时空分布、种类组成、季节变化及其与生态环境因子的关系同相关历史资料的比较进行了分析和探讨,为保护海洋生态环境及海洋资源的可持续利用,更好地造福人类,提供科学依据。

1 材料和方法

本研究材料取自于 2003 年 1 月至 12 月每月 1 个航次,在胶州湾海域布设的 9 个站(图 1)进行 12 个航次调查采集的浮游生物样品,这些样品用浮游生物浅水 I 型网由底至表垂直拖网捕获的,拖网时网口流量计以计算滤水量。采集到的样品用 5% 福尔马林海水溶液固定保存,实验室镜检,据它们的形态特征,进行分类鉴定、计数、并换算为个/m³,作为胶州湾水域浮游桡足类的现存量指标。其样品的采集、室内分析处理按《海洋调查规范》^[7]中规定的方法进行。

2 研究结果

2.1 种类组成及生态属性

根据 1 周年所获得的胶州湾浮游生物样品,共鉴定浮游桡足类 28 种,桡足类幼虫、幼体 6 类(表 1)。结果表明:胶州湾浮游桡足类的种类组成单纯,数量多。种类组成的特点与南黄海一致,符合中纬度海湾水域浮游桡足类分布的一般规律。生态属性以暖温带、近岸低盐种类为主,代表种包括捷氏歪水蚤、太平洋纺锤水蚤、双毛纺锤水蚤和真刺唇角水蚤;我国近岸海域广泛分布的中华哲水蚤及广温、广盐种小拟哲水蚤和短长腹剑水蚤等^[8~10]。浮游桡足类类群的优势种是中华哲水蚤、小拟哲水蚤、太平洋纺锤水蚤和短角长腹剑水蚤。

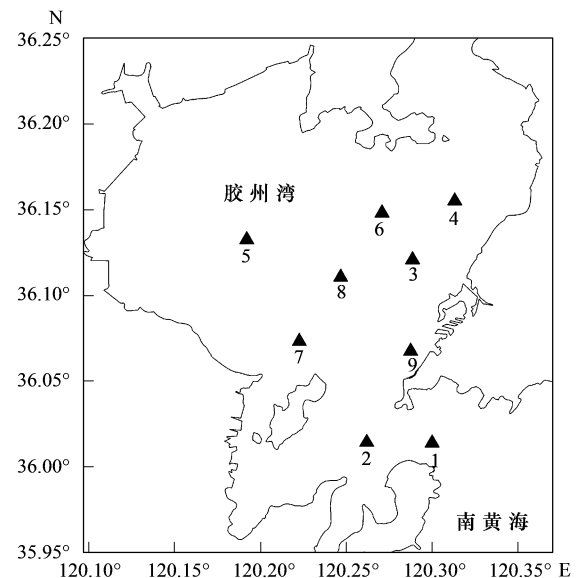


图 1 采样站位图

Fig. 1 Locations of sampling stations

表 1 胶州湾浮游桡足类种类组成、及其出现的月份(2003 年)

Table 1 Species composition of planktonic copepod in the Jiaozhou Bay and its corresponding month (2003)

种类 Species	月份 Months											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
中华哲水蚤 <i>Calanus sinicus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
小拟哲水蚤 <i>Paracalanus parvus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
强额拟哲水蚤 <i>Paracalanus crassirostris</i>						+		+	+	+	+	
太平洋真宽水蚤 <i>Eurytemora pacifica</i>				+								
墨氏胸刺水蚤 <i>Centropages mcmurrici</i>	+	+	+	+	+	+	+	+				
瘦尾胸刺水蚤 <i>Centropages tenuicmis</i>						+	+	+	+			
背针胸刺水蚤 <i>Centropages dorsispinatus</i>								+	+	+	+	+
汤氏长足水蚤 <i>Calanopia thompsoni</i>						+	+		+	+	+	+
双刺唇角水蚤 <i>Labidocera bipinnata</i>						+	+	+	+	+	+	
真刺唇角水蚤 <i>Labidocera euchaeta</i>	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+
左突唇角水蚤 <i>Labidocera sinilobata</i>								+				
孔雀唇角水蚤 <i>Labidocera pavo</i>						+						
瘦尾筒角水蚤 <i>Pontellopsis tenuicauda</i>						+		+	+			
双毛纺锤水蚤 <i>Acartia bifilosa</i>			+	+	+	+	+	+			+	
太平洋纺锤水蚤 <i>Acartia pacifica</i>					+	+	+	+	+	+		
钳形歪水蚤 <i>Tortanus forcipatus</i>						+	+	+	+	+	+	
刺尾歪水蚤 <i>Tortanus spinicaudatus</i>									+			
捷氏歪水蚤 <i>Tortanus derjugini</i>					+	+	+	+	+			
拟长腹剑水蚤 <i>Oithona similes</i>	+	+	+	+	+	+	+	+				
短角长腹剑水蚤 <i>Oithona brevicornis</i>							+	+	+	+	+	+
小长腹剑水蚤 <i>Oithona nana</i>		+										
隆剑水蚤 <i>Oncaea</i> sp.		+					+				+	
近缘大眼剑水蚤 <i>Corycaeus affini</i>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
羽刺大眼剑水蚤 <i>Corycaeus</i> sp.							+	+	+	+	+	+
梭剑水蚤 <i>Lubbockia</i> sp.						+	+	+			+	
小毛猛水蚤 <i>Microsetella norvegica</i>		+		+	+		+	+				+
大尾猛水蚤 <i>Harpacticus uniremis</i>	+	+	+		+		+	+		+	+	+
猛水蚤 <i>Harpacticus</i> sp.	+	+	+	+								
唇角水蚤幼体 <i>Labidocera larva</i>							+	+	+			
纺锤水蚤幼体 <i>Acartia larva</i>							+	+			+	
长腹剑水蚤幼体 <i>Oithona larva</i>						+	+		+	+	+	
歪水蚤幼体 <i>Tortanus larva</i>					+			+				
桡足类幼体 <i>Copepods larva</i>							+	+	+			
桡足类无节幼虫 <i>Copepods larva</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

2.2 浮游桡足类丰度的时空分布

2.2.1 浮游桡足类每月份丰度的分布

浮游桡足类的丰度分布具明显的月份变化(图2),高峰出现在7月份,平均为181.61个/m³,最低在12月份,平均为23.53个/m³,丰度出现最高的月份为最低月份的7.72倍。2、4、6、7、8月和9月每月的平均丰度均大于50个/m³,胶州湾浮游桡足类的丰度全年平均为71.42个/m³。

胶州湾浮游桡足类的无节幼虫全年均有分布(表1),丰度高峰出现在10月份,平均为892.08个/m³,次高峰出现在9月份,平均为54.21个/m³,最低在1月份,平均为0.14个/m³,其它月份的平均丰度均低于50个/m³(图3)。桡足类无节幼虫全年的出现,不但维持浮游桡足类种类的繁衍,也为以桡足类为食的鱼类和底栖动物提供了相应数量的饵料。

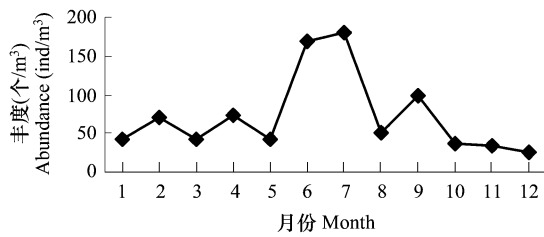


图2 浮游桡足类的丰度月变化(2003 年)

Fig. 2 Monthly variations of abundances of planktonic copepod (2003)

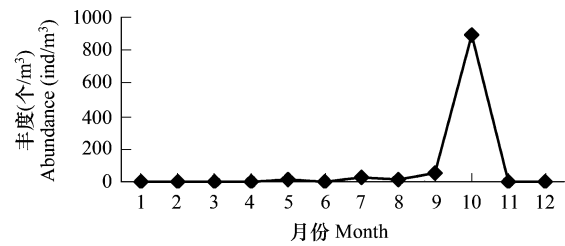


图3 浮游桡足类无节幼虫的丰度月变化(2003 年)

Fig. 3 Monthly variations of abundance of larval planktonic copepod (2003)

2.2.2 浮游桡足类丰度的平面分布

胶州湾 2003 年 1 月至 12 月,浮游桡足类丰度的平面分布不均匀。最大丰度出现在 5 号站,为 132.62 个/ m^3 ,最小丰度出现在 8 号站,为 40.45 个/ m^3 ,浮游桡足类丰度平面分布的变化趋势基本是湾北部海域大于湾南部海域,近湾口海域浮游桡足类的丰度比较低(图 4)。

2.2.3 浮游桡足类主要种类的季节更替

(1) 中华哲水蚤 暖温带近海种,我国沿海的一种主要桡足类,分布广,数量大^[8,10]。该种在我国北方海区全年桡足类的组成中占较大的比例,根据全国海洋综合调查资料记载,南、北黄海的中华哲水蚤数量即使在分布较少的月份,仍占全年桡足类总量的 50% 以上^[6]。据报道胶州湾中华哲水蚤的数量低于桡足类总量的 50%^[2,4]。本文资料中华哲水蚤全年均有分布,丰度具明显的月份变化,该种的丰度占全年桡足类总量的 45.95%,略低于 50%。2003 年 1 月~12 月中华哲水蚤的丰度占桡足类全年总量的比值,以 4 月份最高,达 92.34%,5 月份降到 35.34%,以后逐月下降,9 月份降到最低,为 1.29%,10 月份开始回升到 6.44%,12 月达到 79.45%(图 5)。中华哲水蚤丰度的分布,全年变化的高峰在 4 月份,平均为 68.21 个/ m^3 ,最低丰度在 9 月份平均为 1.2 个/ m^3 ,全年平均为 24.12 个/ m^3 (图 6)。

(2) 小拟哲水蚤 该种桡足类全年均有分布,丰度的分布有波动,最低丰度在 1 月份,平均为 0.28 个/ m^3 ,最高丰度在 7 月份平均为 14.71 个/ m^3 ,全年平均为 4.41 个/ m^3 (图 7)。

(3) 太平洋纺锤水蚤 该种桡足类 4~10 月份均有分布(图 8),主要出现在夏季,高峰在 7 月份,平均丰度为 96.01 个/ m^3 ,全年平均为 16.33 个/ m^3 。该种桡足类出现的时间短,数量大。

(4) 双毛纺锤水蚤 该种桡足类 3~11 月份均有分布(图 9),出现时间主要在夏初,高峰在 5 月份,平均

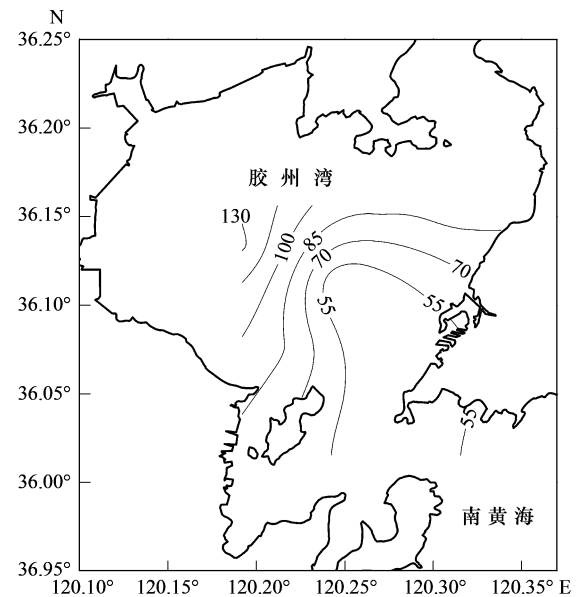
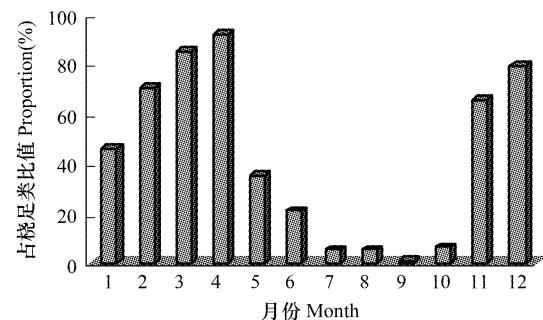
图4 2003 年浮游桡足类丰度的平面分布 (个/ m^3)Fig. 4 Horizontal distribution of planktonic copepod abundance in 2003 (ind./ m^3)

图5 中华哲水蚤占浮游桡足类总量的比例(2003 年)

Fig. 5 The *Calanus sinicus* proportion in the total of planktonic copepod (2003)

丰度为 $14.75 \text{ 个}/\text{m}^3$, 全年平均为 $2.16 \text{ 个}/\text{m}^3$ 。该种桡足类出现的时间跨度比前种稍长, 但数量比前种少。

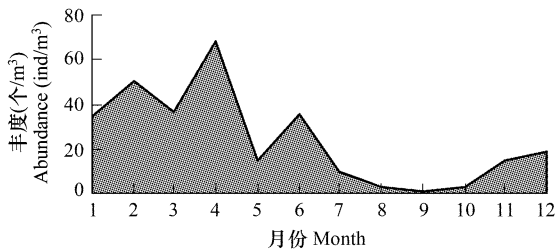


图6 中华哲水蚤的丰度月变化(2003年)

Fig. 6 Monthly abundances of *Calanus sinicus* (2003)

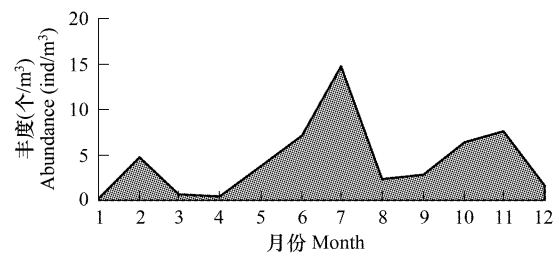


图7 小拟哲水蚤的丰度月变化(2003年)

Fig. 7 Monthly abundances of *Paracalanus parvus* (2003)

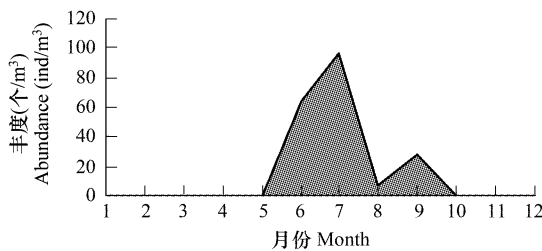


图8 太平洋纺锤水蚤的丰度月变化(2003年)

Fig. 8 Monthly abundances of *Acartia pacifica* (2003)

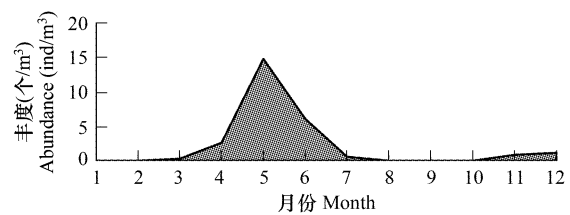


图9 双毛纺锤水蚤的丰度月变化(2003年)

Fig. 9 Monthly abundances of *Acartia biflosa* (2003)

(5)捷氏歪水蚤 该种桡足类5~9月份均有分布(图10), 出现时间主要在夏季, 高峰在6月份, 平均丰度为 $15.97 \text{ 个}/\text{m}^3$, 全年平均为 $1.71 \text{ 个}/\text{m}^3$ 。

(6)短角长腹剑水蚤 该种桡足类7~12月份均有出现(图11), 高峰在7月份, 平均丰度为 $29.4 \text{ 个}/\text{m}^3$, 次高峰在9月份, 全年平均丰度为 $5.11 \text{ 个}/\text{m}^3$ 。

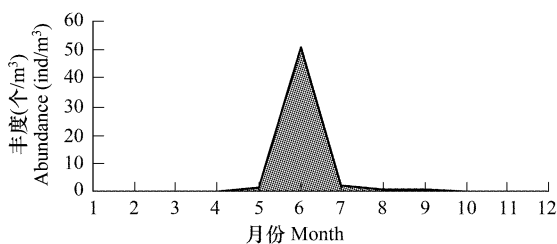


图10 捷氏歪水蚤的丰度月变化(2003年)

Fig. 10 Monthly abundances of *Tortanus derjugini* (2003)

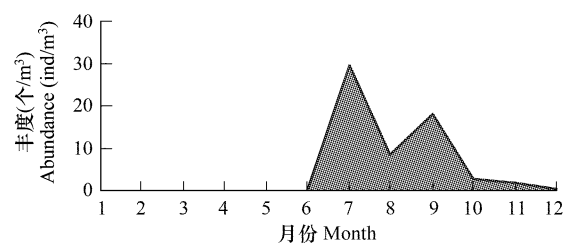


图11 短角长腹剑水蚤的丰度月变化(2003年)

Fig. 11 Monthly abundances of *Oithona brevicornis* (2003)

胶州湾浮游桡足类的种群季节更替明显, 总的情况是夏秋季节出现的种数稍多于春冬季节出现的种数, 1月份出现的种数为最少(表1)。生物季节更替现象的存在, 是生物长期适应环境的结果, 它对于浮游桡足类类群整体的生存有利。

3 讨论

3.1 浮游桡足类与环境的关系

浮游桡足类的时空分布, 月份变化以及它们的繁殖、发育、生长过程, 不但取决于自身的生物学特性, 也受到其它生物和非生物环境因子的制约。

3.1.1 浮游桡足类与浮游植物的关系

胶州湾属于食植性的浮游桡足类占68%, 且全年占优势^[2]。2003年7月份是浮游桡足类的全年丰度高

峰,而浮游植物的丰度此时处于低谷(图12),变化趋势基本是浮游桡足类丰度下降,浮游植物丰度上升。10月份是浮游桡足类无节幼虫全年的高峰,丰度为892.08个/ m^3 ,浮游桡足类无节幼虫以浮游植物为主要饵料,这时的浮游植物急剧下跌到又一个低谷。可见浮游植物为浮游桡足类的生长、繁衍提供了饵料(图12、图3)。

3.1.2 浮游桡足类与温度的关系

浮游桡足类的生长,一方面受内在因素,尤其是代谢率的影响,另一方面就是受外界因素,温度就是其中之一。在适温范围内,浮游桡足类的生长率随温度升高而加速^[11]。浮游桡足类的种间适温范围各有差异,Conover^[12]报道,海水的温度超过18℃时,克氏纺锤水蚤几乎全部消失。

2003年1~12月份间胶州湾的温度是1月份最低,为2.93℃,以后逐月升高,4月份达10.3℃,6月份高达18.8℃,9月份升至全年的高峰为25.5℃,以后逐月下降(图13)。中华哲水蚤的适温范围为10~20℃^[2,6],由图6和图13比较可以看出,中华哲水蚤的丰度随温度升高而增加,当温度升高到该种适温范围的上线,丰度开始下降。本文与1983资料^[2]对比,中华哲水蚤的月份变化趋势基本相同,然而,5~7月份的温度^①变化趋势也基本相同(表2)。

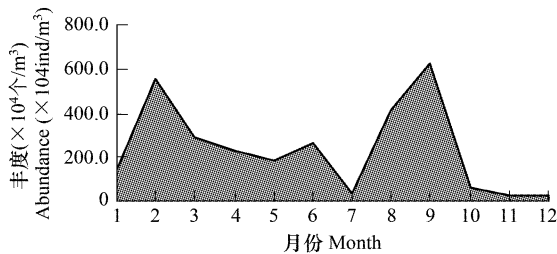


图12 浮游植物的丰度月变化(2003年)

Fig. 12 Monthly abundances of phytoplankton(2003)

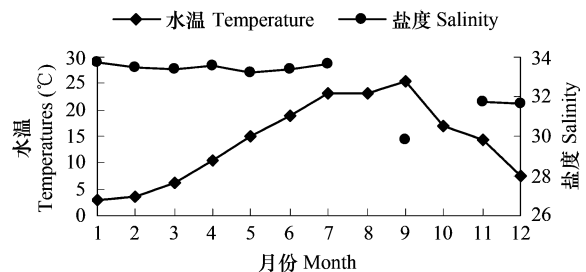


图13 温度、盐度的月变化(2003年)

Fig. 13 Seasonal variations of temperatures and salinity (2003)

3.1.3 浮游桡足类与盐度的关系

2003年胶州湾盐度的月份变化,9月份最低,为30.43,以后逐月回升,12月份达31.66,全年平均高达32.83(图13)。1983年资料记载胶州湾丰水期海水盐度低于31,枯水期盐度为31.2^[2],1992年记载胶州湾盐度为31.8~32.44^[1]。由此看来,2003年1月~12月份胶州湾的盐度高于以往的资料记录。历史资料记载中华哲水蚤在黄渤海密集区海水的盐度为31~32^[2,6],本文胶州湾9月份的低盐度(30.43)可能是影响中华哲水蚤丰度分布的重要因素。

据历史资料和本文资料分析,中华哲水蚤的丰度分布与海水温度和盐度密切相关,与温度的关系更重于盐度的关系。

3.2 与相关历史资料比较

胶州湾浮游桡足类丰度的月份变化明显,本文丰度高峰出现在7月份,低谷在12月份,1983年丰度高峰出现在6月份,低谷在11月份(图14),1992年丰度高峰出现在7月份,低谷在10月份^[5]。由此看来,浮游桡足类的丰度高峰出现月份,相差1个月,分别在6月或7月份,低谷出现在10~12月份。由图14可看出,近20a来浮游桡足类丰度的变化趋势基本相同,其高峰和

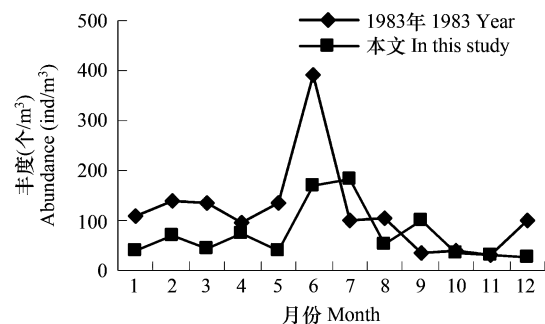


图14 浮游桡足类的丰度月变化

Fig. 14 Monthly abundances of pelagic copepods

① 因缺胶州湾1983的温度资料,引用南黄海近岸温度资料

低谷出现时间的差异,主要受温度年季变化差异因素的影响(表2)。

表2 胶州湾5~9月份水温(℃)

Table 2 The temperature of seawater from May to September in the Jiaozhou Bay

年份 Years	月份 Months				
	5 月 May	6 月 Jun.	7 月 Jul.	8 月 Aug.	9 月 Sept.
1983(南黄海 South Yellow Sea)	<15	>15	25		
1992	13.6	19.2	24.4	25.2	23.4
2003(本文 In this study)	14.9	18.8	23.0	23.3	25.5

浮游桡足类的种类 1983 年和 1992 年分别报道 25 种^[2,4],本文报道 28 种。浮游桡足类主要种类的月份更替(本文图 6~图 11 和黄世玫^[2]),近 20 年来的变化趋势基本相同,其高峰出现时间的差异,笔者认为主要受温度年季变化和桡足类不同种类适温范围差异因素的影响(表 2 和表 3)。

表3 浮游桡足类主要种类高峰出现的月份

Table 3 The months for the peak abundance occurrence of the dominant planktonic copepod species

年份 Years	高峰出现月份 The months for the peak abundance occurrence		
	中华哲水蚤 <i>Calanus sinicus</i>	捷氏歪水蚤 <i>Tortanus derjugini</i>	太平洋纺锤水蚤 <i>Acartia pacifica</i>
1983	5	6	6
2003(本文 In thin study)	4	6	7

4 结语

胶州湾浮游桡足类的种类组成单纯,以暖温带、近岸低盐种类为主,与南黄海基本一致,符合中纬度海湾水域浮游桡足类分布的一般规律。浮游桡足类的生态属性以暖温带近岸低盐种类及广温、广盐种类为主。中华哲水蚤、小拟哲水蚤、太平洋纺锤水蚤和短角长腹剑水蚤为本次调查胶州湾浮游桡足类类群的优势种。

浮游桡足类与浮游植物为依存关系,在浮游桡足类的丰度高峰,浮游植物丰度处于低谷,丰度的变化趋势基本是浮游桡足类丰度下降,浮游植物丰度上升,两者丰度的关系为负相关。

浮游桡足类无节幼虫的大量出现,浮游植物急剧下跌,浮游植物为浮游桡足类的生长、繁衍提供了饵料。本文浮游桡足类无节幼虫丰度高峰出现的时间比历史资料晚,其环境因子温度和盐度的影响是主要原因。浮游桡足类丰度的时空分布与海水温度和盐度密切相关,与温度的关系更重要于盐度的关系。

浮游桡足类的时空分布,月份变化以及它们的繁殖、发育、生长过程,不但取决于自身的生物学特性,也受到其它生物和非生物环境因子的制约。胶州湾浮游桡足类的月份更替明显,生物月份更替现象的存在,是生物长期适应环境的结果,它对于浮游桡足类类群整体的生存有利。

References:

- [1] Liu R Y. Ecology and living resources of Jiaozhou Bay. Beijing: Science Press, 1992. 1—460.
- [2] Huang S M. The zooplankton of Jiaozhou Bay. Qingdao: Journal of Shandong College of Oceanology, 1983, 13(2): 43—60.
- [3] Huang F P, Huang J Z, Yang Y L, Wang Z L, Chen S Q. Distribution of fish eggs and larvae fish in Jiaozhou Bay. Advances in Marine Science, 2007, 25(4): 468—473.
- [4] Xiao Y C, Gao S W, Zhang H Q, Zooplankton. In: Liu R Y. Ecology and living resources of Jiaozhou Bay. Beijing: Science Press, 1992. 170—203.
- [5] Gao S W, Wang K. Abundance and distribution of zooplankton in Jiaozhou Bay. In: Dong J H, Jiao N Z. Ecologica of Jiaozhou Bay. Beijing: Science Press, 1995. 151—158.
- [6] The office of oceanographic synthetic survey of the committee of the chinese science and technology. The report of oceanographic synthetic survey, No. VIII. Marine planktology research of the coastal waters China Sea. Beijing: 1977. 1—159.
- [7] State bureau of quality and technical supervision. GB12763.6-91 The specification of oceanographic investigations. Beijing: China Standard Press,

1991.

- [8] Chen Q C, Zhang S Z. The planktonic copepods of the yellow sea and the East China Sea I. Calanoida. *Studia Marina Sinica*, 1966, 7: 20 — 131.
- [9] Chen Q C, Zhang S Z, Zhu C S. On planktonic copepods of the yellow sea and the East China Sea II. Cyclopoida and Harpacticoida. *Studia Marina Sinica*, 1974, 9: 26 — 100.
- [10] Meng F, Mao X H, Huang F P, Yu J L, Zhang X L, Ma Z D, Li Q L. Distribution of zooplankton in the frontal eddy region of the kuroshio in the East China Sea. *Acta Ecologica Sinica*, 1995, 15(3): 296 — 304.
- [11] Zheng Z, Li S Q, Xu Z Z. Marine planktology. Beijing: Ocean Press, 1984. 1 — 653.
- [12] Conover R J. Oceanography of Long Island Sound 1952 — 1954. VI. Biology of *Acartia clausi* and *A. tonsa*. *Bull Bingham Oceanic Coll.*, 1956. 15: 156 — 233.

参考文献:

- [1] 刘瑞玉. 胶州湾生态学和生物资源. 北京: 科学出版社, 1992. 1 ~ 460.
- [2] 黄世攻. 胶州湾的浮游动物. 山东海洋学院学报, 1983, 13(2): 43 ~ 60.
- [3] 黄凤鹏, 黄景洲, 杨玉玲, 王宗灵, 陈士群. 胶州湾鱼卵、仔鱼和稚鱼的分布. 海洋科学进展, 2007, 25(4): 468 ~ 473.
- [4] 肖贻昌, 高尚武, 张河清. 浮游动物. 见: 刘瑞玉主编. 胶州湾生态学和生物资源. 北京: 科学出版社, 1992. 170 ~ 203.
- [5] 高尚武, 王克. 胶州湾的浮游动物数量和分布. 见: 董金海, 焦念志主编. 胶州湾生态学研究. 北京: 科学出版社, 1995. 151 ~ 158.
- [6] 中华人民共和国科学技术委员会海洋综合调查办公室编, 全国海洋综合调查报告, 第八册. 中国近海浮游生物学的研究, 1977. 1 ~ 159.
- [7] 国家质量技术监督局, GB12763.6-91 海洋调查规范海洋生物调查, 北京: 中国标准出版社, 1991.
- [8] 陈清潮, 章淑珍. 黄海和东海的浮游桡足类 I. 哲水蚤目. 海洋科学集刊, 1966, 7: 20 ~ 131.
- [8] 陈清潮, 章淑珍, 朱长寿. 黄海和东海的浮游桡足类 II. 剑水蚤目和猛水蚤目. 海洋科学集刊, 1974, 9: 26 ~ 100.
- [10] 孟凡, 毛兴华, 黄凤鹏, 俞建奎, 张锡烈, 马兆党, 李钦亮. 东海黑潮锋面涡旋区浮游动物的分布. 生态学报, 1995, 15(3): 296 ~ 304.
- [11] 郑重, 李少青, 许振祖. 海洋浮游生物学. 北京: 海洋出版社, 1984. 1 ~ 653.