

长江口及邻近海区浮游动物总生物量分析*

王克 王荣 左涛 高尚武

(中国科学院海洋研究所海洋生态与环境重点实验室 青岛 266071)

提要 依据1998年11月、1999年5月、2000年11月和2001年5月4个航次在长江口及其邻近海区调查所获得的大型浮游生物网垂直拖样品,对测区的浮游动物总生物量的总体水平、分布和种类组成进行了分析,并将研究结果与1958—1959年全国海洋普查的资料和1985—1986年“三峡工程对长江口及邻近海区生态与环境的影响”调查资料进行了同测区、同月份的对比。结果显示,测区1999年和2001年5月份浮游动物总生物量近几年比50年代末和80年代中期有明显增加,分别增加了1.43—1.76和0.95—1.22倍;11月份总生物量的分布格局和种类组成没有大的变化。这可能反映长江口及其邻近海区浮游动物的变动趋势,但仍需要更多的资料证实。

关键词 长江口,浮游动物,生物量

中图分类号 Q958.885.3

长江口及邻近海区是许多重要经济鱼类的产卵场和育幼场,由于人为和自然因素的影响,长江口及邻近海区的水文环境已经发生了变化。作为基础生产力的浮游植物和浮游动物也将相应改变。国内已有许多有关这一海区浮游动物生态研究(全国海洋综合调查报告第八册,1977;王荣,1979¹⁾;陈亚瞿等,1980,1985,1995;朱启琴,1988;高尚武,1994;高尚武等,1992;陈国珍等,1991),但由于时间和空间尺度的不一致,难以相互参照对比。作者依据1998年11月、1999年5月、2000年11月和2001年5月4个航次的调查资料,对长江口及邻近海区浮游动物的总生物量、种类组成及分布格局进行了分析,并与1958—1959年全国海洋普查资料和1985—1986年“三峡工程对长江口及邻近海区生态与环境的影响”调查资料进行了同测区、同月份的对比,以期了解浮游动物总生物量和组成的变化情况。

1 调查与采样

测区范围为东经123°30'以西、北纬30°45'至32°00'之间的海域,区内设29个定点测站(图1)。

调查共进行4次,时间分别为1998年11月、1999年5月、2000年11月和2001年5月。每个测站用标准大型浮游生物网(国家技术监督局,1991),从底至表进行垂直拖网,样品用5%福尔马林海水固定,并在室内进行称重、种类的鉴定和计数。

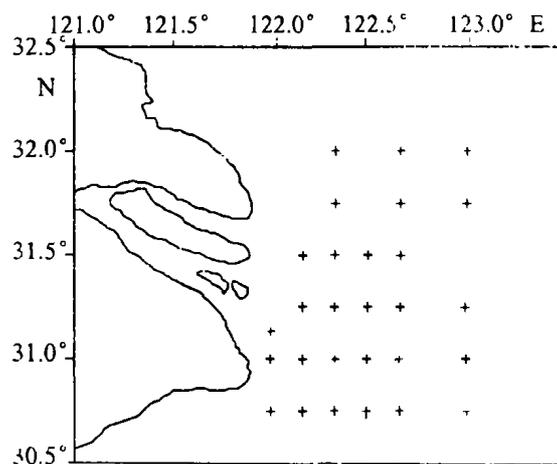


图1 测区与站位示意图

Fig.1 Research area and stations

* 国家重点基础研究发展项目(973)资助,G1999043707号。王克,工程师,E-mail:kewang_532@sina.com

王荣,1979.东海大陆架区浮游动物种类组成与总生物量分布.东海大陆架论文集,青岛:中国科学院海洋研究所,

2 结果

2.1 浮游动物总生物量的变化

本次调查各个航次浮游动物总生物量的平均值,连同1958—1959年全国海洋普查和1985—1986年“三峡工程对长江口及邻近海区生态与环

境的影响”调查同月份的数值,并列在表1和图2中。由表1和图2可以看出,1999年5月和2001年5月的总生物量近年来明显高于1959年和1986年同期,分别增加了1.43—1.76和0.95—1.22倍。1998年11月的总生物量略高于其他年份,但增长幅度不大。

表1 长江口及其邻近海域不同年份浮游动物平均生物量比较

Tab.1 Comparison of mean zooplankton biomass previously reported in the area of the Changjiang River Estuary and its adjacent water

调查年份	站位数	生物量(mg/m ³)		资料来源
		5月	11月	
2001	30	542.18	—	本文
2000	29	—	109.15	本文
1999	33	674.28	—	本文
1998	30	—	174.87	本文
1986	42	277.80	—	高尚武等,1992
1985	42	—	92.50	高尚武等,1992
1959	25	244.59	108.5	全国海洋普查 ^{1),2)}
1958	25	—	110.0	全国海洋普查 ^{1),2)}

1)全国海洋综合调查报告第八册,1977。天津:海洋综合调查办公室出版,1—159

2)全国海洋综合调查资料报告第一册,1961。天津:海洋综合调查办公室出版,1—776

2.2 浮游动物总生物量的分布格局

1999年5月和2001年5月浮游动物总生物量的分布格局(图2)相似。高值区不在长江口,而是在测区的东北和东南。1999年5月 $>1000\text{mg}/\text{m}^3$ 高值区在北侧,与底层低温高盐(相对的)范围相当(图3)。2001年5月 $>1000\text{mg}/\text{m}^3$ 高值区在东南侧,这里水温也相对较低,但盐度变化梯度较大。这种分布格局是由优势种决定的,5月测区内中华哲水蚤是最主要的优势种,而中华哲水蚤是偏低温高盐种。1998年11月和2000年11月总体水平较低,分布大体相似,南高北低,外高内低, $>100\text{mg}/\text{m}^3$ 的区域在东南外海(图2)。

如前所述,1999年5月和2001年5月浮游动物总生物量比20世纪50年代末同期分别增高了1.43—1.76倍,但对比它们在分布格局上变化不

大(图2)。1959年5月的相对高值区也是在外海。

2.3 浮游动物种类组成与优势种

4个航次的鉴定共有87种或类群的浮游动物(表2)。鉴定到种的有73种,鉴定到属的有2属,浮游性幼虫只鉴定到大的类群。4个航次的种类组成和种数不尽相同,1998年11月调查记录43种,1999年5月41种,2000年11月43种,2001年5月51种。总的来看,种类组成中包括有低盐性近岸种类,如真刺唇角水蚤(*Labidocera euchaeta*)和中华假磷虾(*Pseudeuphausia sinica*);也有低温高盐性近海种类,如中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)和太平洋磷虾(*Euphausia pacifica*);同时还有高温高盐性外海种类,如精致真刺水蚤(*Euchaeta concinna*)和肥胖箭虫(*Sagitta enflata*)。

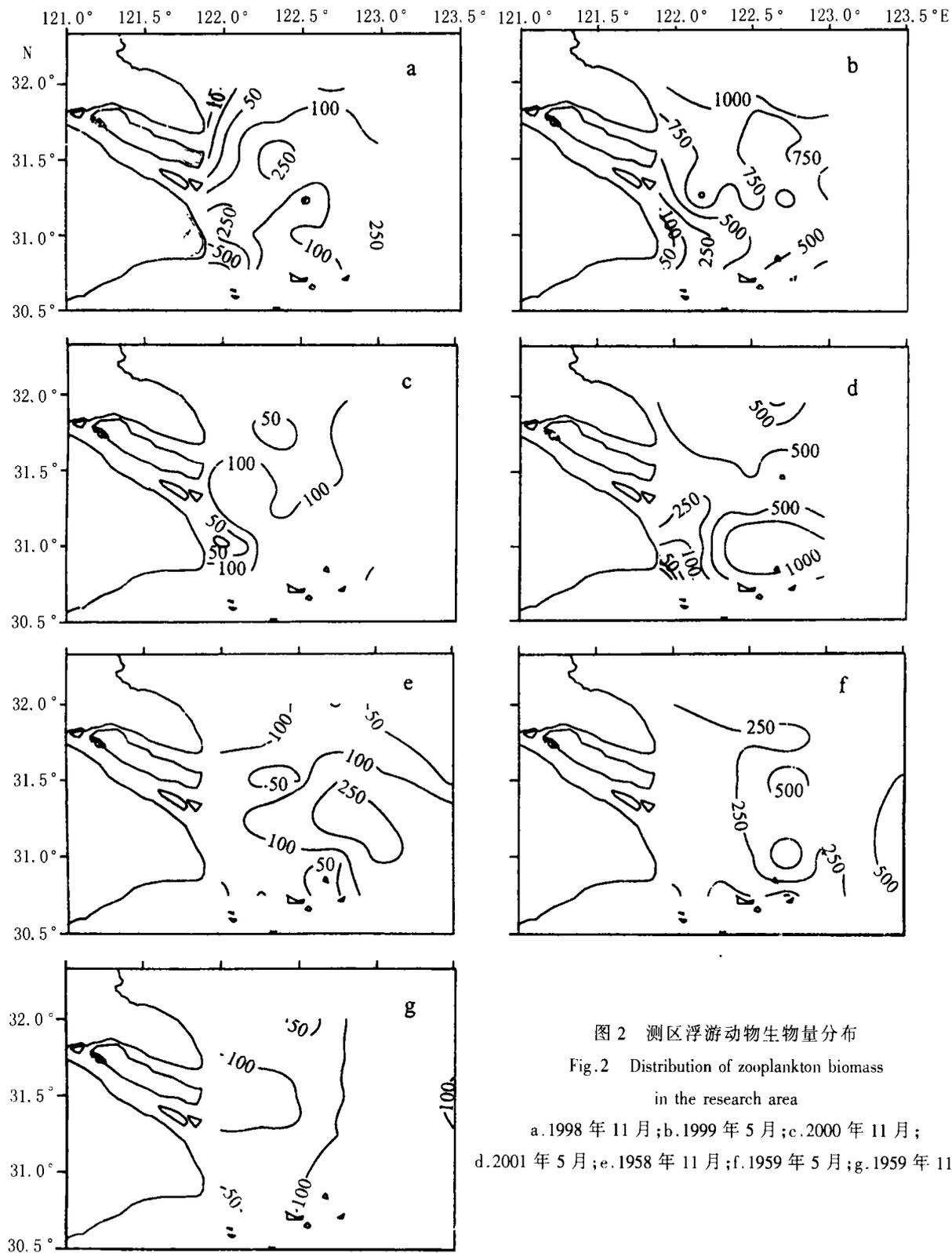


图 2 测区浮游动物生物量分布

Fig.2 Distribution of zooplankton biomass in the research area

a.1998 年 11 月; b.1999 年 5 月; c.2000 年 11 月;
 d.2001 年 5 月; e.1958 年 11 月; f.1959 年 5 月; g.1959 年 11 月

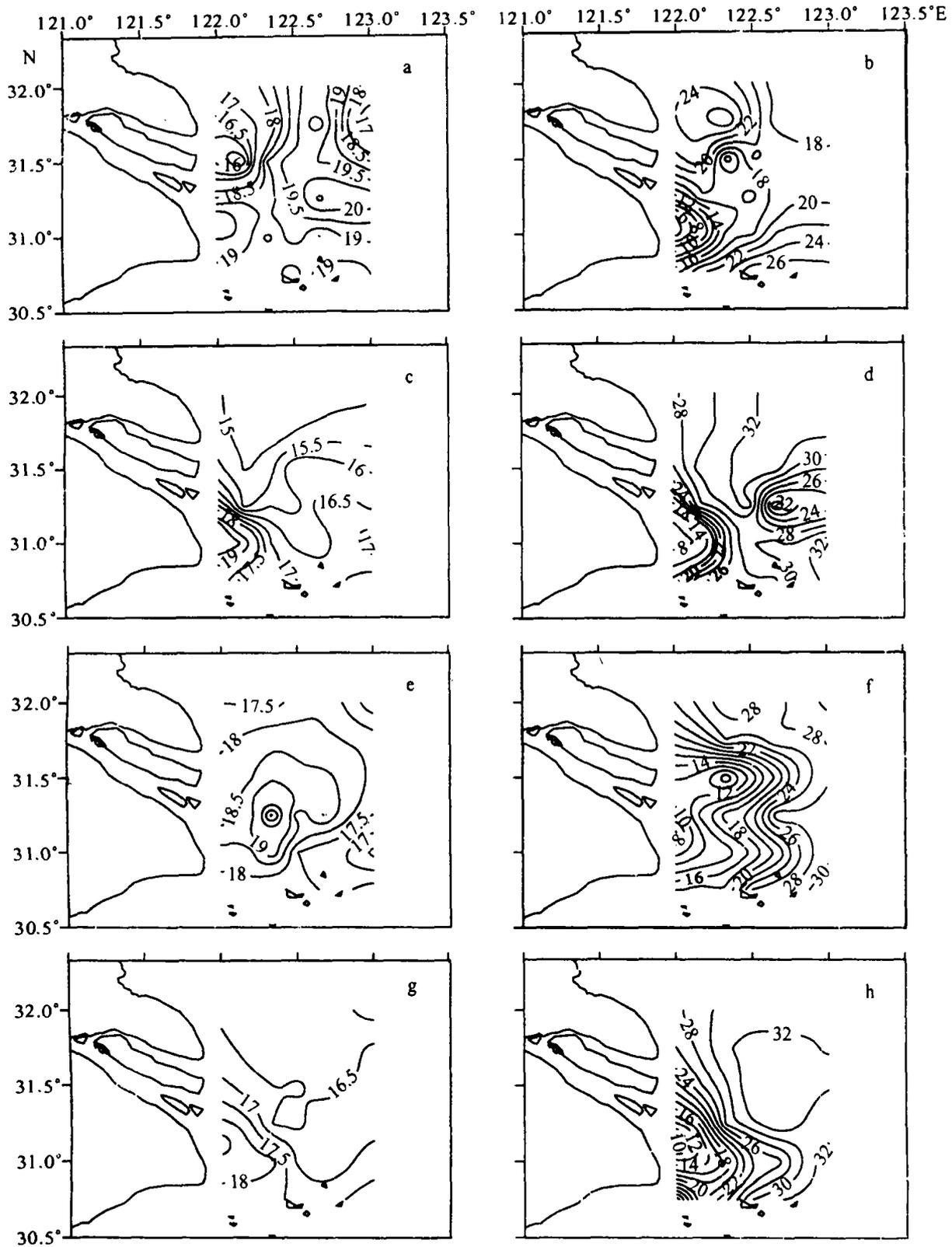


图3 1999年5月和2001年5月温度和盐度分布

Fig.3 Distribution of temperature and salinity in May of 1999 and 2001

a. 1999年5月, 表层温度; b. 1999年5月, 表层盐度; c. 1999年5月, 底层温度; d. 1999年5月, 底层盐度;
 e. 2001年5月, 表层温度; f. 2001年5月, 表层盐度; g. 2001年5月, 底层温度; h. 2001年5月, 底层盐度

表 2 鉴定种类名录
Tab.2 List of species identified

种 名	航次			
	1998.11	1999.05	2000.11	2001.05
<i>Acanthomysis longirostris</i>		*		*
<i>Acartia bifilosa</i>		*		*
<i>Acartia pacifica</i>	*	*	*	
<i>Acetes chinensis</i>		*		
<i>Aeguorea conica</i>			*	
<i>Alima</i> larvae	*		*	
<i>Amphinema dinema</i>			*	*
<i>Beroe</i> sp.		*		
<i>Beugainvillia principis</i>				*
<i>Bougainvillia ramosa</i>				*
<i>Brachyura</i> larvae	*	**	*	**
<i>Calanus sinicus</i>	**	**	**	**
<i>Candacia bradyi</i>	*		*	
<i>Candacia catula</i>	*			
<i>Centropages sinensis</i>			*	
<i>Centropages memurrichi</i>	*			*
<i>Centropages dorsispinatus</i>	*		*	
Cirripedite larvae	*		*	*
<i>Couchoecia elegans</i>		*		
<i>Corycaeus affinis</i>	*	*	*	*
<i>Diphyopsis chamissonis</i>	*		*	*
<i>Diastylis tricincta</i>		*		
<i>Doliolletta gegenbauri</i>		*		*
<i>Doliolum denticulatum</i>			*	
<i>Ectopleura dumortieri</i>	*		*	
<i>Erythrope minuta</i>		*		
<i>Eucalanus subtenius</i>	*		*	*
<i>Euchaeta concinna</i>	**	*	**	**
<i>Euchaeta marina</i>		*		
<i>Euphausia pacifica</i>		*	**	*
<i>Euphysa aurata</i>		*		
<i>Euphysora bigelowi</i>		*		
Castropoda larvae	*	*	*	*
<i>Gastrosaeus pelagicus</i>		*		
<i>Helgicirrha malayensis</i>			*	
<i>Hybocodon octopleurus</i>			*	*
<i>Labidocera euchaeta</i>	**	*	**	**
Lamellibranchiate larvae	*		*	*
<i>Leplochela gracilis</i>		*		
Lingula larvae	*			
<i>Liriope tetraphylla</i>	*	*		*
<i>Lovenella assimile</i>	*			
<i>Lucifer hansenii</i>	*		*	*
<i>Lucifer intermedius</i>		*		
Macruran larvae	*		*	*

续表

种 名	航次			
	1998.11	1999.05	2000.11	2001.05
<i>Megalopa larvae</i>		*	*	*
<i>Muggiaea atlantica</i>		*		*
Mysidacea larvae	* *		* *	* *
<i>Nannocalanus minor</i>				*
<i>Nanomia bijuga</i>		*		
<i>Neocalanus gracilis</i>				*
<i>Noctiluca scintillans</i>			*	
<i>Obelia</i> spp.			*	*
<i>Oikopleura longicornis</i>	*	*	*	*
<i>Oithona similis</i>	*		*	*
<i>Oncaea venusta</i>	*			
Ophiopluteus larvae	*		*	
<i>Paracalanus crassirostris</i>				*
<i>Paracalanus parvus</i>	*	*	* *	*
<i>Penilia aviorstris</i>	*	*		*
<i>Phialidium chengshanense</i>		*		*
<i>Phialidium discoidum</i>		*		*
<i>Phialidium hemisphaericum</i>		*		
<i>Phialucium carolinae</i>				*
<i>Pleurobrachia globosa</i>	*	*		*
Polychaeta larvae	*		*	*
Porcellana larvae	*		*	
<i>Pseudeuphausia sinica</i>	* *	*		* *
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	*			
<i>Rhincalanus carnutus</i>				*
<i>Sagitta crassa</i>	* *		* *	* *
<i>Sagitta enflata</i>	*	*	*	
<i>Sagitta nagae</i>	*	* *	*	* *
<i>Schmackeria poplesia</i>	*	*	*	*
<i>Schmackeria inopiuns</i>			*	*
<i>Sinocalanus laevidactylus</i>				*
<i>Sinocalanus sinensis</i>				*
<i>Sioncalanus tenellus</i>	*	*	*	
<i>Solmundella bidentaculata</i>		*		*
<i>Temora turbinata</i>			*	
<i>Themisto gracilipes</i>	*	*	*	*
<i>Tiaricodon coeruleus</i>				*
<i>Tiaropsis multicirrata</i>	*			*
<i>Tortanus forcipatus</i>			*	
<i>Tortanus spinicaudatus</i>	*	*		*
<i>Undinula vulgaris</i>	*			

注: * 表示该种出现, ** 表示优势种。

1998 年和 2000 年两个在 11 月的航次,优势种有:精致真刺水蚤、真刺唇角水蚤、小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、太平洋磷虾、中华假磷虾和

强壮箭虫 (*S. crassa*) 等。另外有不少短尾类的幼体 (*Brachyura larvae*)。1999 年和 2001 年两个在 5 月的航次,优势种有较大变化。中华假磷虾取代

精致真刺水蚤和真刺唇角水蚤成为最主要的优势种。毛颚类中海龙箭虫(*S. nagae*),数量超过强壮箭虫。把这4个航次的种类组成与1958—1959年全国海洋普查的资料相比,未发现大的变化。

3 讨论与结语

要了解浮游动物总生物量的变动趋势,需要有标准化的、长期的和不间断的观测资料,而且各年份的资料应当是周年的,这样才可以滤去短周期的振荡看出真正的长期趋势。由于作者调查的海区不具备这样完整的资料,只能采取某些年份同月份的对比。因此,本文中提供的结果仅供参考。

本文中提供的4个航次的资料有两次在5月,另两次在11月。5月和11月都是浮游动物总生物量较高的季节,前者可以代表春季,后者可以代表秋季。全测区浮游动物总生物量的平均值,5月的两个航次(1999、2001)分别为 $674\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $542\text{mg}/\text{m}^3$,比较接近。说明近几年里年变化不大。但与1977年东海陆架区5月的平均水平 $250\text{mg}/\text{m}^3$ 相比,这个数值是相当高的,而当时全年最高水平也只有 $354\text{mg}/\text{m}^3$ (6月)(国家技术监督局,1991)。这说明长江口区的确是浮游动物高产区。11月的两个航次(1998、2000)分别为 $175\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $109\text{mg}/\text{m}^3$ 。2000年比1998年略低一些,但基本在同一水平上。在温带海区浮游植物和浮游动物的年周期一般有两个高峰,即春季高峰和秋季高峰,春季高于秋季(Raymont, 1983)。但在东海秋季高峰不明显,而是从春到秋持续一个较长的峰期(国家技术监督局,1991)。这主要是由于夏季低温高盐性近海种虽然数量减少,但大量暖

水种的出现填补了空缺,体现了测区水文环境的复杂性。春季偏低温高盐的近海种类占主导地位,如中华哲水蚤正处于高峰季节。秋季高温高盐外海种类的比重加大。

从5月的浮游动物总生物量看,近几年(1998—2001)比20世纪50年代末增加了1.43—1.76倍,比80年代中期增加了0.95—1.22倍。这可能与长江硝酸氮的年入海通量从1963年的约 $1 \times 10^5\text{t}$ 增加到2000年的 $14.99 \times 10^5\text{t}$ 有关(沈焕庭等,2001)。硝酸氮的增加可从赤潮发生频率的增长得到佐证,其必然导致初级生产力的提高。东海赤潮从50年代到70年代累计不过4次,80年代28次,90年代超过100次(邹景忠,2003)2002年一年就有51次(国家海洋局,2003)。它们主要发生在长江口及其邻近海域。而此海区,浮游动物总生物量亦有所增加,这可能与海区浮游植物数量的增加、浮游动物的饵料来源相对更加丰富从而促进了浮游动物的大量繁殖和生长发育(尤其是在春季)有关。

作者对本文中的两个5月航次的表层与底层温度和盐度与1959年5月全国海洋普查相同范围的温盐资料(全国海洋综合调查资料报告第一册,1961)进行比较(表3),发现也存在较明显的变化。5月航次的表层与底层温度和盐度在本文两个航次间变化不大,但与1959年5月比较变化显著,表现为温度升高,盐度降低。这与浮游动物总生物量的升高不无关系。而11月份的温度和盐度与1959年的温盐资料进行比较未发现较明显的变化,因此11月份总生物量的分布格局和种类组成也没有大的变化。

表3 2001、1999、1959年不同年份5月测区平均温度与盐度比较

Tab.3 Comparison of mean temperature and salinity in research area in May of 2001, 1999 and 1959

时间(年.月)	表层温度(°C)	底层温度(°C)	表层盐度	底层盐度
2001.05	18.05	16.93	21.36	27.08
1999.05	18.28	16.59	18.45	26.68
1959.05	16.74	15.66	24.17	29.31

表1的结果可能仅仅反映测区浮游动物总生物量实测值的变化,而要对其年际变化做出更为客观、全面的定论,具有一定难度,这是因为作者缺少有关这一测区长期的、不间断的观测资料,并且还缺乏中型浮游生物网的样品资料(王荣等,2002),而仅依靠大型浮游生物网的样品资料还远

远不够。本文中仅将目前可能收集到的相关资料进行了分析对比,以便为其他学者的深入研究提供参考。

测区内浮游动物总生物量的分布表现为长江口低,外海高,这与初级生产力和叶绿素a的分布格局是一致的(郭玉洁,1994)。河口区由于透明

度低,因此光合作用强度低。高值区多出现在河口外的 123°E 附近。这种分布格局与过去相比没有大的变化。

测区的范围不大,但水文环境复杂,是几个水系交汇的水域,包括沿岸冲淡水、黄海混合水、东海混合水、黄海东海混合水和黑潮表层水等(Su *et al.*, 1994)。浮游动物组成也体现了这种交汇性质,包括有偏低盐的近岸种类(主要分布于沿岸冲淡水)、低温高盐性近海种类(主要分布在几个混合水)和高温高盐性外海种类(来源于黑潮表层水和台湾暖流,但出现在几个混合水)。春季低温高盐性近海种类占主导地位,如中华哲水蚤正处于高峰季节;秋季高温高盐外海种类的比重加大。在种类组成上近年来与 50 年代末和 80 年代中期没有大的变化。1999 年和 2001 年 5 月浮游动物总生物量的增长主要是由中华哲水蚤数量的增高造成的,分别是 1959 年 5 月的 2.43—2.76 倍。另外,短尾类(蟹类)幼体也有明显增加。

参 考 文 献

- 王荣,张鸿雁,王克等,2002. 小型桡足类在海洋生态系统中的功能作用. 海洋与湖沼, 33(5):453—460
- 朱启琴,1988. 长江口、杭州湾浮游动物生态调查报告. 水产学报, 12(2):111—123
- 国家技术监督局,1991. 海洋调查规范——海洋生物调查. 中华人民共和国国家标准, GB 12763.1—22, 6—91
- 国家海洋局,2003. 2002 中国海洋环境质量公报. 北京:海洋出版社, 1—50
- 陈亚瞿,朱启琴,陈清潮,1980. 东海浮游动物量的分布特征. 海洋学报, 2(4):115—121
- 陈亚瞿,郑国兴,朱启琴,1985. 长江口区浮游动物初步研究. 东海海洋, 3(3):53—61
- 陈亚瞿,徐兆礼,王云龙等,1995. 长江口河口锋区浮游动物生态研究 I. 生物量及优势种的平面分布. 中国水产科学, 2(1):49—58
- 陈国珍,1991. 渤、黄、东海海洋图集(生物). 北京:海洋出版社, 1—250
- 沈焕庭,2001. 长江河口物质通量. 北京:海洋出版社, 1—179
- 邹景忠,2003. 赤潮灾害. 见:《中国海洋志》编纂委员会编著. 中国海洋志. 第十二篇中国海洋灾害第五章. 合肥:大象出版社, 802—823
- 高尚武,1994. 浮游动物. 见:罗秉征,沈焕庭著. 三峡工程与河口生态环境. 第五章第三节. 北京:科学出版社, 208—224
- 高尚武,张河清,1992. 长江口区浮游动物生态研究. 海洋科学集刊, 33:201—216
- 郭玉洁,1994. 初级生产力. 见:罗秉征,沈焕庭著. 三峡工程与河口生态环境. 第五章第一节. 北京:科学出版社, 172—183
- Raymont J E G, 1983. Plankton and Productivity in the Ocean. Oxford/New York: Pergamon Press, 1—824
- Su Y, Weng X, 1994. Water Masses in China Seas. In: Zhou D, Liang Y-B ed. Oceanology of China Seas Vol. 1. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 3—26

ANALYSIS OF ZOOPLANKTON BIOMASS IN CHANGJIANG RIVER ESTUARY AND ADJACENT WATERS

WANG Ke, WANG Rong, ZUO Tao, GAO Shang-Wu

(Key Laboratory of Marine Ecology and Environmental Sciences, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071)

Abstract The Changjiang (Yangtze) River Estuary and its adjacent waters is a highly productive and economically valuable zone, providing spawning and breeding grounds for many important fishes. Zooplankton is very sensitive to in the hydrography changes resulted from human activities and climate change. In order to describe the patterns of zooplankton distribution and provide a basis for future research on long-term seawater changes near the Changjiang River Estuary, studies of seasonal changes in zooplankton species compositions, biomass spatial distributions in this area have been carried out and reported in this paper with the comparism to the previous data.

Zooplankton samples were collected in four cruises in November 1998, May 1999, November 2000 and May 2001 in 29 stations located in the Changjiang River estuary and adjacent waters, west of 123°30'E, between 30°45'—32°00'

N. All the samples were towed from the sea-bottom to the surface with a large plankton net (80cm in diameter, mesh size 500 μ m), fixed and stored in 5% formalin sea water solution, and then classified and counted under the microscope and weighed in the lab. About 73 species and 2 taxa were identified. According to the biogeographic pattern, these species can be divided into three ecotypes: i) neritic species, such as *Labidocera euchaeta* and *Pseudeuphausia sinica*; ii) low-temperature and high-salinity temperate species, e. g. *Calanus sinicus* and *Euphausia pacifica*; iii) warm species e. g. *Euchaeta concinna* and *Sagitta enflata*. Based on species abundance and frequency at stations, the dominant species of the study area were identified. Dominant species compositions showed 2 seasonal variations: in November, the dominant species were *Paracalanus parvus*, *Euphausia pacifica* and *P. sinica*, *S. crassa*, *Euchaeta concinna*, *L. euchaeta*, while in May, it included *P. parvus*, *Euphausia pacifica* and *P. sinica*, *S. nage* and Brachyura larvae. In addition, zooplankton biomass was relatively high in May. Regarding geographical distribution, high values were mainly found in the south of the studied area and low values were found near the estuary in both seasons. Comparing these results with same season/area data in historical reports (Comprehensive Oceanology Expedition in 1958—1959, Eco-environmental Changes Investigations in Changjiang River Estuary and its adjacent area part of the the Three-Georges Dam Project 1985—1986), it was found that zooplankton changed a little in species compositions but increased greatly in total biomass. Significant changes to biomass occurred especially in May in the range 1.43—1.76 and 0.95—1.22 times. Due to the limitations in study area, time of sampling, and current data availability, final conclusions could not be drawn to forecast long-term changes in zooplankton based on currently available data. Some helpful information, however, may be inferred for future study on ecosystem productivity and trophic structure in the Changjiang River estuary. Temperature and salinity of the seawater were discussed and considered to be important environmental factors responsible for the variations of zooplankton biomass in this area.

Key words Changjiang River Estuary, Zooplankton, Biomass