

长江口浮游动物生态分布特征及其与环境的关系

纪焕红, 叶属峰

(国家海洋局 东海环境监测中心, 上海 200137)

摘要:采用 2002 年 8 月监测资料,对长江口海域的浮游动物生态分布特征(种类组成、群落结构及多样性等)分四个区域进行了分析,并探讨了浮游动物个体数、生物量分布与环境因子的关系。结果表明,调查海域共鉴定出浮游动物 74 种,桡足类 28 种,水母类 7 种,毛颚类 6 种,另外还鉴定出多种浮游虾类和浮游幼体。长江口外海区浮游动物种类最多,为 55 种,长江口混合区其次,为 42 种,长江口南支和南汇嘴附近海域种类较少,分别为 11 种和 13 种。长江口南支和南汇嘴附近海域优势种类为火腿许水蚤(*Schmackeria poplesia*)和虫肢歪水蚤(*Tortanus vermiculus*),长江口混合区为背针胸刺水蚤(*Centropages dorsispinatus*)、真刺唇角水蚤(*Labidocera euchaeta*),而中华哲水蚤(*Calanus sinicus*)和肥胖箭虫(*Sagitta enflata*)为长江口外海区的优势种类。浮游动物个体数大小为:长江口南支 < 长江口混合区 < 长江口外海区 < 南汇嘴;而生物量高低依次为:长江口外海区 > 长江口混合区 > 南汇嘴 > 长江口南支。长江口外浮游动物种类丰富,多样性指数较高,均匀度较好。经相关分析结果表明,浮游动物个体数与生物量存在明显的正相关,个体数与 Hg 呈正相关,与化学需氧量呈负相关;生物量与盐度、酸碱度、叶绿素 a 呈正相关,与溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮表现为负相关。

关键词:长江口; 浮游动物; 生态分布特征; 环境

中图分类号:X171

文献标识码:A

文章编号:1000-3096(2006)06-0023-08

长江口是一个丰水、多沙、三级分汊四口入海的特大型河口。历年监测资料表明,长江口及其邻近海域的营养盐水平从 20 世纪 60 年代至今已经增加了 7~8 倍,枯水期 122 ℃0 E 以西海域水体均呈富营养化或严重富营养化状态,丰水期则外移至 123 ℃。90 年代以来,赤潮频繁发生,使得该海域的生态系统在一定程度上遭到了破坏。浮游动物在海洋生态系统中起着非常重要的调控作用,它通过摄食控制浮游植物的数量,同时又是许多经济鱼类的主要饵料,因而其数量变化可以直接影响渔业资源数量^[1],因此对浮游动物的群落结构及数量分布等进行调查是了解海洋生态系统结构和功能的重要手段之一。

浮游动物在整个海洋生态系统中起着非常重要的调控作用,其动态变化控制着初级生产力的节律、规模和归宿,也直接影响到整个生态系统的变化^[2]。首先,浮游动物是对浮游植物自上而下进行捕食控制的主要因素,它对浮游植物种类、数量的变动乃至赤潮的发生,发展过程有着重要的作用。同时又是许多经济鱼类的主要饵料,因而其数量变化可以直接影响渔业资源数量。此外,浮游动物还可通过排泄

和分泌作用,参与水生生态系统有机质的分解和循环。一些浮游动物对污染物极为敏感,且有积累和转移作用,从而使它们在生态毒理和水环境保护等方面占据重要地位。浮游动物的变化可直接反映生态系统的健康状况变化。

有关长江口浮游动物的研究可以追溯到 1961 年全国沿岸带调查^[3]。80 年代以来,许多学者对长江河口(尤其是长江口混合区)的浮游动物生态从不同角度进行了报道^[4~9]。但对于浮游动物区域分布特征,以及生态与水质相关性研究还比较空缺。作者对长江口海域的浮游动物生态特征(种类组成、群落结构及多样性等)分区域进行了分析,并探讨了浮游动物个体数、生物量分布与环境因子的关系。2003 年 6 月,三峡大坝已经成功实现截流,长江口海域的生态

收稿日期:2003-08-29;修回日期:2003-11-20

基金项目:国家海洋局青年海洋科学基金资助项目(2002109)

作者简介:纪焕红(1974-),女,山东平原人,硕士,主要从事海洋生态监测与环境评价,E-mail:jihuanhong@citiz.net

环境状况随之发生改变,本文提供了三峡工程竣工前的最后基础研究资料。

1 材料与方法

2002年8月对长江口区(121°23'~123°40'E,

30°40'00"~31°36'36"N)海域进行水质、沉积物和浮游生物监测调查,共布设站位28个(图1)。本文只报道浮游动物调查研究结果。

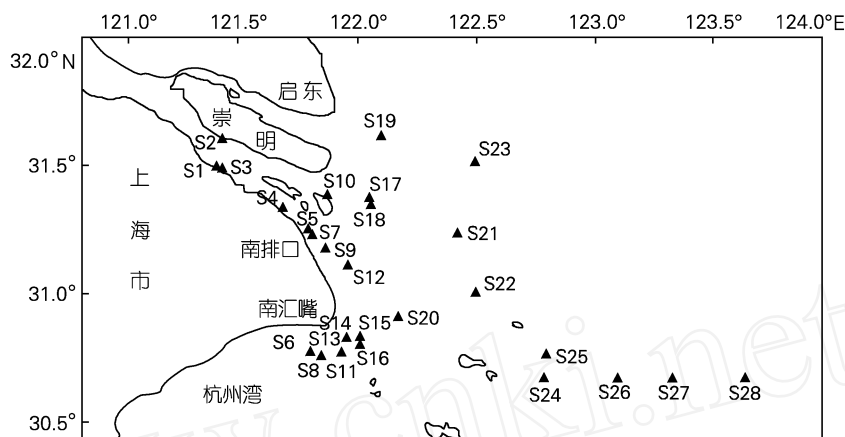


图1 调查海域及站位分布

Fig. 1 Investigation sea area and sampling stations

根据所处地理位置的不同,将调查海域分为长江口南支(122°E以西)、长江口混合区(122°~122°30'E)、南汇嘴和外海区(122°30'~123°40'E)4个区域,长江口南支设置站位9个,长江口混合区7个,南汇嘴附近海域7个,长江口外海区5个。

浮游动物样品采集采用型浮游生物网垂直拖网(网口面积0.2 m²),然后用福尔马林(最终质量分数为5%)固定,进行种类鉴定和个体记数,样品采样及种类鉴定等均参照《海洋监测规范》(GB17378-1998)^[10]。

生物多样性和优势种优势度计算公式见参考文献[7,9]。

$$d = S / \log_2 N$$

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i$$

$$J' = H' / \log_2 S$$

其中, d 表示物种丰富度; H 表示Shannon-Wiener多样性; J 表示均匀度; S 为样品中浮游动物的总种数; P_i 为第*i*种的个体数与总个体数之和的比值。

$$Y = N_i f_i / N$$

Y 表示物种优势度; N_i 为第*i*种的个体数, N 为该海域所有个体总数的和, f_i 为该种出现的频度,当某一物种 $Y \geq 0.02$ 时,可视为优势种类。

相关数据处理利用SPSS11.0统计软件进行,其相关性分析采用软件包pearson相关性分析处理。

2 结果和讨论

2.1 浮游动物种类组成和优势种分布

2.1.1 浮游动物种类组成

整个调查海域共鉴定浮游动物74种,其中桡足类28种,占37.84%,毛颚类6种,水母类7种,另外还包括枝角类、被囊类、端足类、磷虾、糠虾类、十足类、介形类、浮游腹足类和多种浮游幼虫(表1)。

长江口南支共鉴定11种浮游动物,桡足类6种,占54.54%,浮游虾类1种,浮游幼体2种,其它2种,未发现枝角类、被囊类、毛颚类、水母类等浮游动物。

长江口混合区共鉴定浮游动物42种,其中桡足类12种,占26.19%,毛颚类3种,水母类7种,浮游虾类和浮游幼体类分别为6种和7种,其它7种,未发现枝角类。

南汇嘴附近海域所鉴定的浮游动物种类数量较少,共13种,其中桡足类5种,占30.77%,水母类2种,浮游虾类和浮游幼体类各2种,未发现枝角类、被囊类、毛颚类浮游动物。

在长江口外海区海域共鉴定浮游动物55种,桡足类21种,占38.18%,毛颚类6种,水母类5种,浮游虾类和浮游幼体类数量较多,为8种和7种,枝角类和被囊类各发现1种。

表1 长江口调查海域不同区域浮游动物种群组成

Tab.1 Species composition of Zooplankton in the Changjiang River estuary

区域	桡足类	枝角类	被囊类	毛颚类	水母类	浮游虾类	浮游幼体	其它	合计
长江口南支	6	0	0	0	0	1	2	2	11
长江口混合区	12	0	1	3	7	6	7	7	42
南汇嘴附近海域	5	0	0	0	2	2	2	3	13
长江口外海区	21	1	1	6	5	8	7	6	55
全调查海域	28	1	1	6	7	10	9	12	74

注:浮游虾类包括糠虾、磷虾、樱虾和毛虾,其它包括端足类、介形类、仔鱼等

2.1.2 优势种分布

长江口调查海域主要优势种类因地理位置的不同而有一定差异。主要优势种类大多数为桡足类,其个体数量均值($\bar{X}$)及优势度(γ)列于表2。长江口外海区呈现多种优势种类复合的特征,种类组成并不

单一。除表2中所列出的优势种外,五角水母(*Mugilae atlantica* Cunningham)、海龙箭虫(*Sagitta naga*)以及平滑真刺水蚤(*Euchaeta plana*)的优势度大于0.02,也为长江口外海区的优势种类。

表2 长江口调查海域浮游动物优势种个体数及优势度

Tab.2 Zooplankton dominant and average individuals in the Changjiang River estuary

优势种	长江口南支		长江口混合区		南汇嘴附近海域		长江口外海区	
	$\bar{X}$	γ	$\bar{X}$	γ	$\bar{X}$	γ	$\bar{X}$	γ
火腿许水蚤 (<i>Schmackeria poplesia</i>)	10.60	0.18			109.52	0.43		
虫肢歪水蚤 (<i>Tortanus vermiculus</i>)	8.63	0.08			158.65	0.30		
真刺唇角水蚤 (<i>Labidocera euchaeta</i>)	4.26	0.02	31.35	0.08				
长额刺糠虾 (<i>Acanthomysis longirostris</i>)					89.62	0.24		
背针胸刺水蚤 (<i>Centropages dorsispinatus</i>)			52.17	0.20				
中华假磷虾 (<i>Pseudeuphausia sinica</i>)			3.49	0.02				
中华哲水蚤 (<i>Calanus sinicus</i>)							37.31	0.14
肥胖箭虫 (<i>Sagitta enflata</i>)							26.37	0.10
亚强真哲水蚤 (<i>Eucalanus subcrassus</i>)							23.49	0.09

2.1.2.1 火腿许水蚤

该种属河口低盐种,主要分布在122°30'E以西海域,为长江口南支和南汇嘴附近海域的主要优势种类。个体数范围为0.56~293.33个/m³。长江口南支个体数量极少,其数量从长江口内到口门,随着盐度的增加而逐渐增大。密集区位于南汇嘴附近,适应盐度范围小于10(图3)。

2.1.2.2 虫肢歪水蚤

该种属河口及近岸低盐种,为长江口南支和南汇嘴附近海域的主要优势种类。分布规律和火腿许水蚤相似,个体数范围为0.33~420个/m³。南汇嘴附近海域数量较多(图2)。相关分析表明,虫肢歪水蚤和火腿许水蚤的相关系数可达0.997。

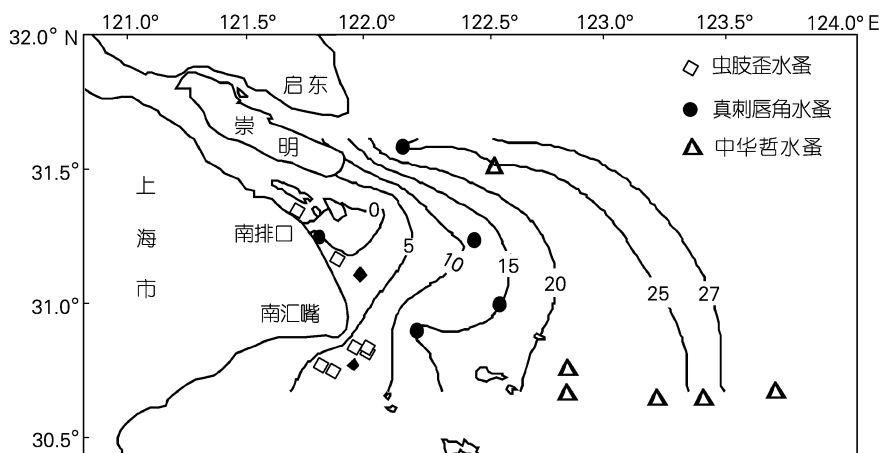


图2 长江口调查海域主要优势种平面分布()

Fig.2 Horizontal distribution of main dominants()

等值线为盐度的平面分布,以下图同(Isopycnic line of salinity, the same below)

2.1.2.3 真刺唇角水蚤

该种属近岸低盐种,在杭州湾、长江口及苏北浅滩水域广泛分布,密集区为盐度 10~25 的近海低盐水域,此次调查在长江口混合区形成主要优势种类。个体数量为 1.67~88.14 个/ m^3 ,其中站位 S20 最高,在 122°40'E 以东海域无踪迹(图 2)。

2.1.2.4 背针胸刺水蚤

该种属低盐近岸生态群落种类,在 122°E 附近海域形成个体密度较高的高生物量区,也为长江口混合区的优势种之一。盐度 12~25 之间。个体数量为 1.82~125.71 个/ m^3 (图 3),123°E 以东海域无分布。

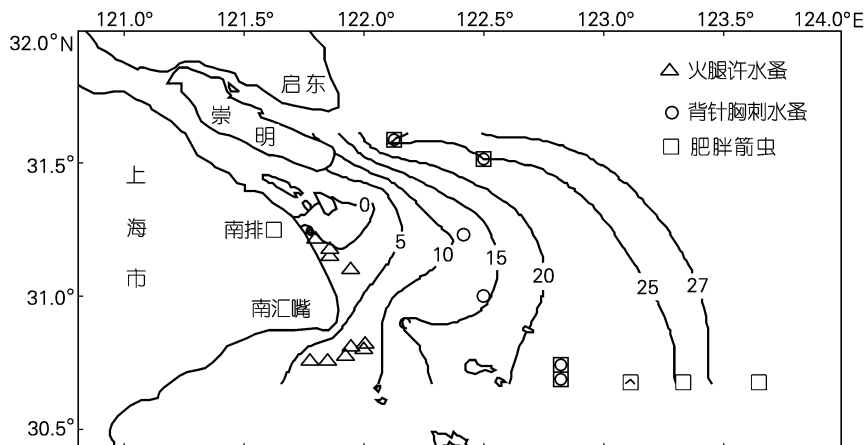


图3 长江口调查海域主要优势种平面分布()

Fig.3 Horizontal distribution of main dominants()

2.1.2.5 中华哲水蚤

该种属西北太平洋边缘海的特有种,分布在从日本近海到北部湾的西北太平洋近海。它在中国近海的分布中心是黄海和东海,台湾海峡以南只在冬春出现,数量也远不及黄、东海。在东海全年出现,数量高峰在 4~7 月份。它是一种个体大、数量多、分布广的浮游桡足类,不仅在生物分类中起重要作用,而

且是经济鱼类,特别是仔鱼的主要饵料。根据本次调查结果,该种主要分布在 122°30'~123°40'E 之间的海域,该海域受长江冲淡水影响较小,盐度在 21~30 之间,个体数量为 4.17~70.19 个/ m^3 (图 2)。

2.1.2.6 肥胖箭虫

该种属暖流指示热带性种类,毛颚类动物,广泛分布于太平洋、大西洋及印度洋热带水域及其邻近水

域中,受台湾暖流的影响和携带随波逐流地分布到长江口羽状锋区外侧水域。为长江口外海区的主要优势种之一。主要分布范围为 $122^{\circ}30' E$ 以东,盐度大于 18 的海域,个体数量范围为 $5.71 \sim 49.05$ 个/ m^3 (图 3),S28 站位数量最多。

2.2 浮游动物的平面分布特征

2.2.1 总个体数的平面分布

调查海域浮游动物个体总数的平面分布呈现长江口外(外海区、混合区)高于长江口南支的特点(图 4)。南汇嘴附近海域由于数量较多的虫肢歪水蚤和火腿许水蚤,使得该区域个体数较高。整个调查海域个体数范围为 $0.59 \sim 1078.33$ 个/ m^3 ,平均为 176.29 个/ m^3 。

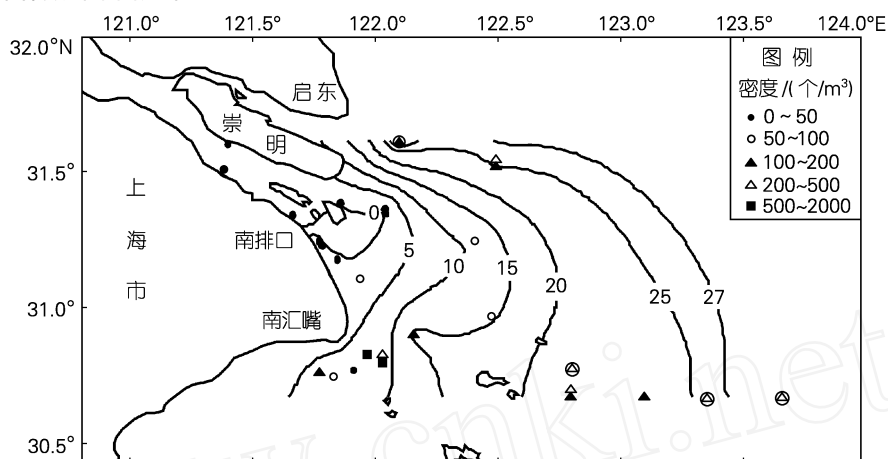


图 4 调查海域浮游动物个体数量平面分析

Fig. 4 Horizontal distribution of individuals of zooplankton

长江口南支个体总数最低,变动范围为 $0.59 \sim 62.51$ 个/ m^3 ,平均为 9.76 个/ m^3 ;长江口混合区个体总数变动范围为 $2 \sim 414.11$ 个/ m^3 ,平均为 132.68 个/ m^3 ;南汇嘴附近海域个体总数变动范围为 $30 \sim 1078.33$ 个/ m^3 ,平均为 370.61 个/ m^3 ;长江口外海区域个体总数变动范围为 $185.10 \sim 415.94$ 个/ m^3 ,平均为 264.71 个/ m^3 。

2.2.2 生物量的平面分布

长江口调查海域浮游动物生物量的平面分布整体表现为长江口外(混合区和外海区)高于南汇嘴附近海域,南汇嘴附近海域高于长江口南支的基本格局(图 5)。整个调查海域生物量范围为 $3 \sim 930$ mg/m^3 ,平均为 254.25 mg/m^3 。

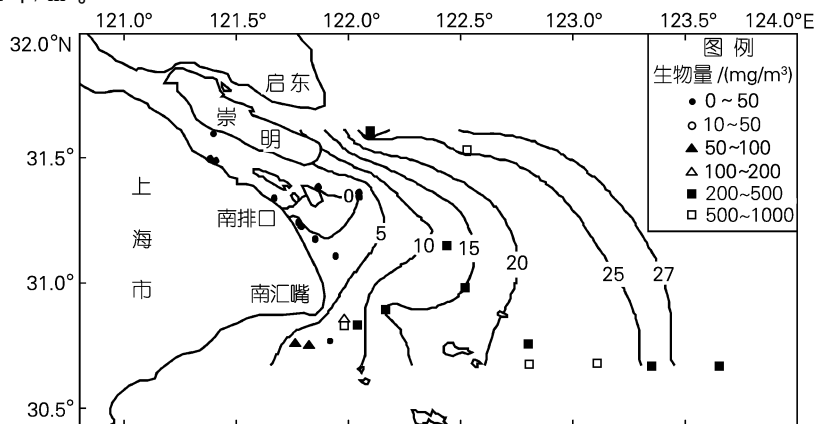


图 5 调查海域浮游动物生物量平面分布

Fig. 5 Horizontal distribution of biomass of zooplankton

从图 5 可以看出,长江口南支为低生物量区,范围为 $3 \sim 8$ mg/m^3 ,平均值为 5.33 mg/m^3 ;长江口混

合区个体总数变动范围为 $5 \sim 889 \text{ mg/m}^3$, 平均为 373.86 mg/m^3 ; 南汇嘴附近海域生物量变动范围为 $6 \sim 872 \text{ mg/m}^3$, 平均为 245.71 mg/m^3 ; 长江口外海域范围为 $301 \sim 930 \text{ mg/m}^3$, 平均为 546.80 mg/m^3 。

长江口南支个体数量和生物量较少的原因主要为: 盐度极低, 适合生长的均为淡水群落和半咸水群落, 种类组成相对较少; 而且西区排污口、竹园排污口和南排口常年大量排污造成该区域生态环境一定的恶化; 此外, 泥沙含量高, 高浑浊度也影响个体数量和生物量。就四个区域而言, 南汇嘴附近海域浮游动物个体数量最高, 但生物量相对较低, 这主要与数量众多的虫肢歪水蚤和火腿许水蚤有关。

2.3 群落结构

长江口及其邻近水域正位于径流与潮流, 淡水与咸水相互作用的区域, 在各种不同水系交汇的混合水域中, 浮游动物种类的组成和生态类型混杂, 群落结构呈现多种结构复合的特征, 其单一性群落特征不明显, 种类组成主要来自几个不同的水系。通过本次生态调查, 浮游动物的群落结构大致可以分为半咸水河口生态群落、低盐近岸生态群落、温带外海高盐生态群落和外海高温高盐生态群落四大类生态群落, 分别有不同的群落指示种。与历史资料^[6,9]相比, 缺少近邻剑水蚤 (*Cyclops vicinus*)、英勇剑水蚤 (*C. strenuus*)、透明溞 (*Daphnia hyaline*) 等指示的淡水生态群落。

盐度是影响浮游动物种类组成、群落结构和分布的重要因素。长江口整个调查海域浮游动物的种类组成、数量分布具有明显的梯度特征。长江口南支和南汇嘴附近海域生长的基本为半咸水河口群落, 而且种类、个体数量和生物量均较低。长江口混合区生长的基本为低盐近岸生态群落, 其种类组成、个体数量以及生物量较长江口内有所增加。随着向东扩展, 盐度逐渐增加, 长江口外海区盐度值大于 25, 该海域生长的基本为高温高盐类群落, 其种类组成、个体数量以及生物量增加明显。随着长江口内向口外盐度的逐渐增加, 优势种类也在不断变化, 从半咸水河口群落的虫肢歪水蚤和火腿许水蚤, 到低温近岸生态群落的背针胸刺水蚤和真刺唇角水蚤, 再到高盐类的中华哲水蚤和肥胖箭虫。

2.4 生物多样性

根据调查结果, 长江口南支的少许站位种类仅鉴定出 1~3 种, 而且个体数量相对较少, 在数据处理过程中, 会产生一定的误差, 未完全包括在内。浮游动物多样性指数计算结果列于表 3。综合各项生态指标, 长江口南支区域浮游动物群落结构体系种类较少, 多样性较差, 相对较脆弱; 南汇嘴附近海域各站位所鉴定的种类也较少, 为 3~10 种, 个体数量相对较多, 种类丰富度和多样性指数相对较低, 长江口混合区和外海区海域浮游动物种类数量较丰富, 多样性指数较高, 均值分别为 2.58 和 3.45, 均匀度较好。

表 3 长江口海域浮游动物生物多样性范围及均值

Tab. 3 Mean and range of zooplankton diversity index in the Changjiang River estuary

区域	S	d	H'	J'
长江口南支	1~4	0.50~1.72 1.01	0.82~2.16 1.36	0.52~0.93 0.74
长江口混合区	3~24	1.59~2.65 2.07	1.50~3.54 2.58	0.62~0.95 0.77
南汇嘴附近海域	3~10	0.29~1.01 0.70	1.42~1.87 1.70	0.55~0.89 0.69
长江口外海区	19~40	2.31~4.48 2.93	3.10~4.43 3.45	0.70~0.83 0.75
全调查海域	1~40	0.29~4.48 1.61	0.82~4.43 2.29	0.52~0.93 0.72

注: S 为样品中浮游动物的总种数; d 表示物种丰富度; H' 表示 Shannon-Wiener 多样性; J' 表示均匀度

2.5 浮游动物个体数、生物量与环境因子的关系

长江口是一个环境条件复杂多变的海域,各环境要素的时间和空间变化十分剧烈,浮游动物的分布特征是多种环境因素相互作用的结果。浮游动物是海洋生态系统中的中间环节,其数量分布、种类组成、群落结构等与水温、径流、潮汐关系密切。浮游动物

物丰度(个体数量)与水温呈显著相关关系^[11],水温为影响东海赤潮高发区春季浮游动物生态特征值分布的主要因子之一^[12],说明水温对浮游动物生态特征影响的重要性。作者着重分析了浮游动物与盐度、营养盐、重金属等水质环境因子的相关性,结果如表4。

Tab. 4 The correlation coefficient between individuals and biomass of zooplankton and environmental factors

因子	S	Z	DO	pH	COD	PO ₄ -P	N	Hg	Cu	Pb	Cd	As	Chla	生物量	个体数量
S	1														
Z	-0.293	1													
DO	-0.699	0.235	1												
pH	0.907	-0.198	-0.523	1											
COD	-0.771	-0.013	0.542	-0.763	1										
PO ₄ -P	-0.709	0.228	0.592	-0.647	0.449	1									
N	-0.968	0.361	0.673	-0.884	0.687	0.744	1								
Hg	-0.180	0.820	0.175	-0.076	-0.185	0.206	0.268	1							
Cu	-0.261	-0.233	0.079	-0.385	0.492	0.119	0.219	-0.314	1						
Pb	0.336	-0.220	-0.226	0.154	-0.074	-0.314	-0.321	-0.248	0.573	1					
Cd	0.189	-0.144	-0.015	0.096	-0.005	-0.197	-0.260	-0.401	0.398	0.559	1				
As	-0.164	-0.037	0.223	-0.154	0.245	0.178	0.095	-0.006	0.032	0.078	0.141	1			
Chla	0.581	-0.110	-0.506	0.548	-0.284	-0.444	-0.639	-0.067	-0.171	0.314	0.223	0.063	1		
生物量	0.724 **	-0.008	-0.411 *	0.769 **	-0.536 **	-0.517 **	0.737 **	0.075	-0.290	0.198	0.203	0.102	0.582 **	1	
个体数量	0.303	0.367	-0.101	0.348	-0.440 *	-0.159	-0.251	0.535 **	-0.338	-0.015	-0.103	0.034	0.208	0.649 **	1

注:“**”表示在 $P=0.01$ (双尾)水平上相关;“*”表示在 $P=0.05$ (双尾)水平相关;S表示盐度;Z表示悬浮物;N表示无机氮

从表4中可以看出,长江口浮游动物个体数量与生物量之间存在明显的正相关,相关系数为0.649。就个体数而言,与COD浓度的相关系数为-0.440,表现为负相关;而与重金属元素Hg为正相关,与其它因子相关性不明显。浮游动物生物量与S、pH、Chla的相关系数分别为0.724,0.769,0.582,相关性非常明显;而与DO、COD、PO₄-P、N呈明显的负相关,相关系数分别为-0.411,-0.536,-0.517,-0.737。

长江口浮游动物个体数量与生物量之间存在明显的正相关。就个体数而言,与COD浓度表现为负相关;而与重金属元素Hg为正相关,与其它因子相关性不明显。个体数与重金属Hg呈现正相关在其它文献资料中尚未阐述,具体原因还有待分析。生物量与S、pH、Chla的正相关性非常明显;而与DO、COD、PO₄-P、N呈明显的负相关。生物量与盐度成正比例关系体现为盐度越高,生物量越大;众所周知,Chla含量的高低反映了浮游植物细胞丰度的大小,生物量与Chla的关系间接反映了浮游植物和浮游动物关系的密切性,浮游植物的数量分布是浮游动物个体数量和生物量波动的重要保障,对于二者之间的相关性还有待于进一步研究和分析。

2.6 浮游动物在长江口海域的变化趋势

20世纪90年代以来,人类活动对自然的影响越来越大,长江口深水航道整治工程一期、二期工程、洋山深水港工程以及长江流域的三峡工程、南水北调等大型工程的建设对该海域的生态环境产生了相当大的影响^[12]。浮游动物作为生态系统中的中间环节,其变化趋势在一定程度上反映了海洋环境的变化。

桡足类为长江口海域的主要浮游动物,优势种类基本为桡足类,这与前人研究结果一致^[4~9]。1999年丰水期,太平洋纺锤水蚤(*Acartia pacifica*)为第二大优势种类,优势度达0.085^{2[9]};1996年丰水期其优势度达0.02^[8],从本次调查结果来看,其并未成为优势种类;此次生态调查中,还发现缺少近邻剑水蚤、英勇剑水蚤、透明溞等指示的淡水生态群落种类,这在一定程度上说明了环境因子(水质、沉积物)的变化,至于是否与上述因素相关还有待于进一步深入研究。

鸟喙尖头蚤(*Penilia avirostris*)属于枝角类浮游动物,为近岸暖水类群,成为粤东柘林湾浮游动物群落中的主要优势种类,丰水期可达 4.6×10^3 个/ m^3 ^[11]。1988年8月丰水期,在长江口河口锋区形成数量为250~2500个/ m^3 的密集区域,成为主要优势

种类之一^[5]。在长江口外海域最外侧站位 (S28) 发现其存在, 个体数量很少, 为 $7.55 \text{ 个}/\text{m}^3$ 。90 年代以来, 各位学者在对长江口浮游动物生态的研究中, 均未提及到该种的优势强度, 这可能与 1988 年北上的台湾暖流、水温以及盐度等因素造成该种在长江口海域的大量繁殖有关。

1996 年和 1999 年丰水期长江口浮游动物多样性指数 (H') 分别为 $1.74^{[8]}$ 和 $2.91^{[9]}$, 此航次调查结果为 2.58, 说明该海域浮游动物的多样性有一定的年际变化。

参考文献:

- [1] 姜胜, 黄长江, 陈善文, 等. 2000 ~ 2001 年柘林湾浮游动物的群落结构及时空分布 [J]. 生态学报, 2002, 22(6): 828-840.
- [2] 徐兆礼, 洪波, 朱明远, 等. 东海赤潮高发区春季浮游动物生态特征的研究 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(7): 1081-1085.
- [3] 陈亚瞿, 郑国兴, 朱启琴. 长江口区浮游动物初步研究 [J]. 东海海洋 [J], 1985, 3(3): 53-61.
- [4] 朱启琴. 长江口区浮游动物生态调查报告 [J]. 水产学报, 1988, 12(2): 111-123.
- [5] 陈亚瞿, 徐兆礼, 王云龙, 等. 长江河口锋区浮游动物生态研究. 生物量及优势种的平面分布 [J]. 中国水产科学, 1995, 2(1): 49-58.
- [6] 陈亚瞿, 徐兆礼, 王云龙, 等. 长江河口锋区浮游动物生态研究. 种类组成、群落结构、水系指示种 [J]. 中国水产科学, 1995, 2(1): 59-63.
- [7] 徐兆礼, 王云龙, 陈亚瞿, 等. 长江口最大浑浊带浮游动物的生态研究 [J]. 中国水产科学, 1995, 2(1): 39-48.
- [8] 徐兆礼, 王云龙, 白雪梅, 等. 长江口浮游动物生态研究 [J]. 中国水产科学, 1999, 6(5): 55-58.
- [9] 郭沛涌, 沈焕庭, 刘阿成, 等. 长江河口浮游动物的种类组成、群落结构及多样性 [J]. 生态学报, 2003, 23(5): 892-900.
- [10] 国家质量技术监督局. 海洋监测规范 [S]. 1998.
- [11] 王荣, 陈亚瞿, 王克. 东海中华哲水蚤的年产量估算 [J]. 生态学报, 2003, 33(6): 1212-1215.
- [12] 国家海洋局东海监测中心, 华东师范大学河口海岸国家重点实验室. 三峡工程对长江口及其邻近海域的环境和生态系统的影响研究报告 [R]. 上海: 国家海洋局东海分局, 2001.

Ecological distribution characteristics of zooplankton and its relationship with environmental factors in the Changjiang River estuary

Ji Huan-hong, YE Shu-feng

(East China Sea Environmental Monitoring Center, State Oceanic Administration, Shanghai 200137, China)

Received: Aug. 29, 2003

Keywords: Changjiang River estuary; zooplankton; ecological distribution characteristics; environmental factors

Abstract: Based on the data in August 2002, the ecological characteristics of zooplankton in the Changjiang River estuary, such as species composition, community structure and diversity, were analyzed by subregional sea areas, and the correlation between individuals and environmental factors was discussed at the same time in this paper. The results showed that 74 species in total were identified. The zooplankton community is composed of 28 species copepod, 7 species of medusae, 6 species of chaetognatha, and a few of Planktonic shrimps and Planktonic larvae. There were 55 species in the outer sea zone of the Changjiang River estuary, 42 species in blended area, 11 species in south branch and 13 in Nanhui mouth. *Schmackeria poplesia* and *Tortanus vermiculus* were dominant in south branch and Nanhui mouth. The dominants of blended area were *Labidocera euchaeta* and *Centropages dorsispinus*. *Calanus sinicus* and *Sagitta enflata* were main species in outer sea area. The individual number in turn was: south branch < blended area < outer sea area < Nanhui mouth, and biomass was: outer sea area > blended area > Nanhui mouth > south branch. The species of outer sea area was abundant, diversity index (H') was high, and evenness index was good. The individual was very positively correlated to biomass, Hg , and negatively correlated to the COD; The biomass was positively correlated to salinity, pH , Chl_a , and negatively correlated to DO, COD, $\text{PO}_4\text{-P}$, IN.

(本文编辑: 张培新)