

长江口最大浑浊带区浮游动物的生态研究*

徐兆礼 王云龙 陈亚瞿

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海200090)

沈焕庭

(华东师范大学河口海岸研究所, 上海200062)

摘要 本文阐明了长江口浑浊带水域内浮游动物的生物量、种类组成、群落结构等生物学特征及生物学过程。研究结果表明: 在丰水期平均生物量为98.9毫克/米³, 明显低于长江口外河口锋区内同期生物量。种类组成也少于河口锋区内组成。群落结构虽呈现多种复合的结构, 但却以河口半咸水性种类为优势。优势种为真刺唇角水蚤 *Labidocera euchaeta*、火腿许水蚤 *Schmackeria poplesia*、虫肢歪水蚤 *Tortanus vermiculus* 等。浮游动物的生物量、种类组成、优势种及群落结构等均有明显的季节性和潮汐性变化。

关键词 长江口, 最大浑浊带, 浮游动物, 生态学, 优势种

前言

长江是我国最长、径流量最丰富的河流。长江河口存在一个明显的最大浑浊带, 此带具有特殊的水文、化学特征, 此种特征必然影响栖息于该水域中浮游动物的生物量、生态特征、种类组成和群落结构。最大浑浊带区是我国某些著名鱼、虾、蟹类的产卵场、索饵场或洄游渔场, 传统生产凤尾鱼、刀鲚、银鱼、鲥鱼、白虾等名、特、优种类的河口性鱼、虾类。该水域也是中华绒螯蟹的传统产卵场, 产量相当可观。渔场位置、范围大小均与潮流大小及浑浊带位置间存在着极为密切的关系。本文旨在探索长江口最大浑浊带水体中浮游动物的生产力和数量、分布和生物学、生态学特征。

材料和方法

国家自然科学基金重大项目《中国河口主要沉积动力过程及其应用》之一“河口最大浑

收稿日期: 1994年9月24日。

* 本文为国家自然科学基金重大项目《中国河口主要沉积动力过程研究及其应用》河口最大浑浊带研究内容之一, 项目编号: 9487005。

浊带”课题组于1988年7月29日—31日(大潮)、8月6日(小潮)、12月23日—24日(大潮)、12月28—29日(小潮)共进行四个航次的浮游动物调查,每航次调查分别在涨憩和落憩时。并设大面观测站14个,所获浮游动物标本共计46瓶。

浮游动物采集方式、标本处理方法及网型均按全国海岸带调查规范进行。调查中使用I型网,网口直径50厘米,筛绢号为GG36,自底到表层垂直拖网。所获标本均在现场经用5%的福尔马林固定后带回实验室进行分类鉴定、计数、称重、并求得生物量(不包括水母、海樽类等)。

凡浮游动物的优势度Y值大于0.02的种类为本文调查水域中的优势种。

$$Y = (n_i/N) \times f_i$$

此处, n_i 为种类的个体数, N 为出现种类的总个体数, f_i 为出现频率。

本文部分资料,采用东海水产研究所多年的调查资料。

结 果

(一)生物量数量分布

1. 丰水季 从表1可见,大潮时调查水域生物量均值为145.0毫克/米³。其中涨潮时166.7毫克/米³,高于落潮时123毫克/米³;小潮时为52.7毫克/米³,落潮时略大于涨潮时。8805测站生物量最高,涨潮时达674.3毫克/米³,落潮时为240毫克/米³,涨潮时8806测站生物量最低,为40.5毫克/米³,落潮时8804测站最低仅为13.3毫克/米³。

表1 不同潮型浮游动物生物量平均值(毫克/米³)

Table 1 Mean value of zooplankton biomass in different tidal type(mg/m³)

季 节 Season	潮 型 Tidal type	$\bar{X}$	潮 时 Tidal time	$\bar{X}$
丰 水 季 Spring period	大 潮 Spring tide	145.0	涨憩 High water slack	166.7
			落憩 Low water slack	123.3
	小 潮 Neap tide	52.7	涨憩 High water slack	50.2
			落憩 Low water slack	55.2
枯 水 季 Dry period	大 潮 Spring tide	136.9	涨憩 High water slack	65.1
			落憩 Low water slack	208.7
	小 潮 Neap tide	99.5	涨憩 High water slack	81.1
			落憩 Low water slack	117.8

小潮时,生物量比大潮时低,平均值为52.7毫克/米³,涨潮时(50.2毫克/米³)比落潮时(55.2毫克/米³)低。8803站生物量最高,涨潮时为73.3毫克/米³,落潮时为80.6毫克/米³。丰水期生物量平均值为98毫克/米³与河口锋水域内生物量(438毫克/米³)相比明显偏低(图1)。

2. 枯水季 从表1可见,大潮汛时生物量平均值为136.9毫克/米³,比丰水季略低。涨潮时(65.1毫克/米³)比落潮时小(208.7毫克/米³)。涨潮时最高生物量达130.8毫克/米³(8801站),最低为16.3毫克/米³,落潮时最高达484.6毫克/米³(8805测站)见图2。

小潮时生物量平均值为99.5毫克/米³,比夏季约高一倍。涨潮时(81.1毫克/米³)比落潮时(117.8毫克/米³)小。本调查水域最高生物量为219.0毫克/米³(8801站),8804站最低,仅

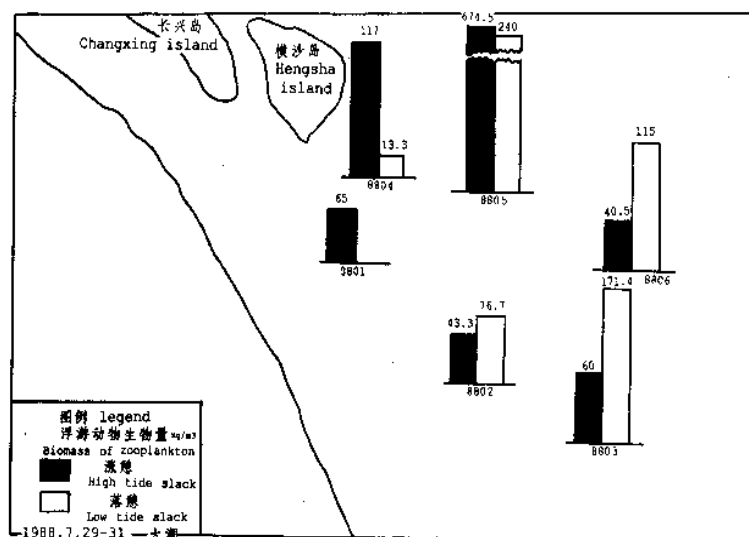


图1 丰水期浮游动物生物量平面分布

Fig. 1 The vertical distribution of zooplankton during flood period

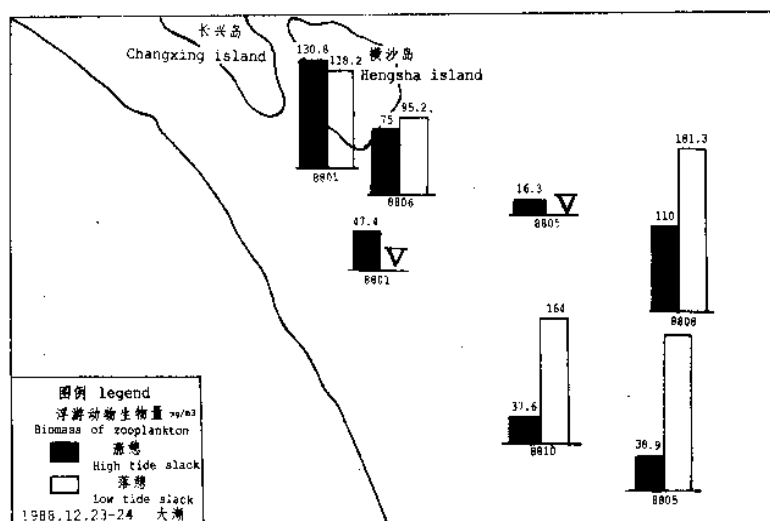


图2 枯水期浮游动物生物量平面分布

Fig. 2 The vertical distribution of zooplankton during dry period

44.1 毫克/米³。

据东海水产研究所1961年0701海岸带调查在长江口最大浑浊带调查资料表明,该海区浮游动物生物量季节变化呈双峰型,即冬季最低,3月开始数量增加,高峰出现于6月份(277.5 毫克/米³);次高峰在9月(230 毫克/米³)。季节变化请见图3。生物量季节波动趋势简述如下。

(1)春季(3—5月) 3月生物量开始升高,平均为78.2 毫克/米³,5月已达117.3 毫克/米³。3月份在长江口北港入海口有一个大于250毫克/米³的高生物量区,远离江口生物量逐渐降低,等值线分布与淡水舌方向一致,形成高生物量区的优势种是江湖独眼钩虾

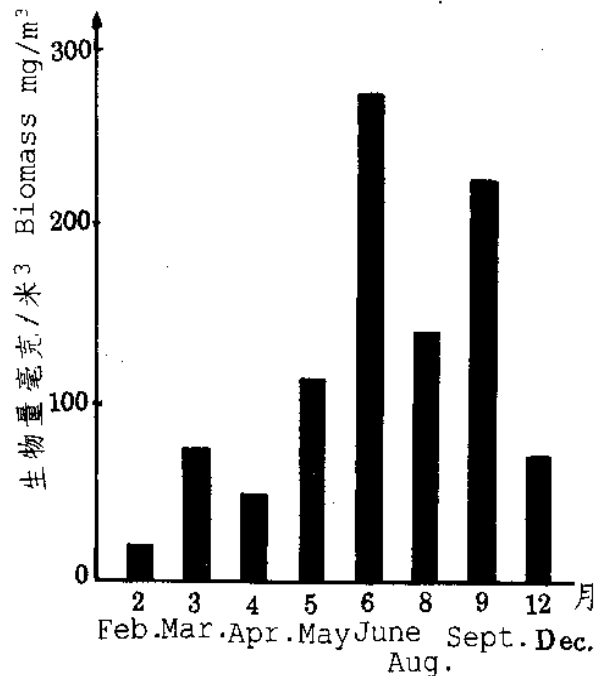


图3 浮游动物生物量的季节变化

Fig. 3 The season variation of biomass of zooplankton

Monoculodes limnophiplus。另外,在北支和南槽口外,分别有一个较高的生物量区(大于100毫克/米³),该区盐度范围为15—25之间,主要由中华哲水蚤 *Sinocalanus sinensis*、虫肢歪水蚤 *Tortanus varmiculus* 和火腿许水蚤 *Schmackeria poplesia* 等形成。此高生物量区分布可持续至5月份(图4)。

(2)夏季(6—8月) 6月份生物量最高,达277.5毫克/米³,主要由桡足类如虫肢歪水蚤、真刺唇角水蚤 *Labidocera euchaeta*、火腿许水蚤 *Schmackeria poplesia*、中华哲水蚤 *Calanus sinicus* 等种类大量出现;另外江湖独眼钩虾仍密集于余山等毗邻水域中。最大浑浊带海区除九段沙附近生物量较低外,其他水域生物量都大于100毫克/米³。尤其在北支口外,出现由海龙箭虫 *Sagitta nage*、中华假磷虾 *Pseudeuphausia sinica*、中华哲水蚤等种类所密集的大于500毫克/米³的高生物量区。6月份后,海区水温迅速上升,8月份高至28—29℃,由于真刺唇角水蚤、中华哲水蚤和虫肢歪水蚤等数量相继减少,使生物量明显下降至143.8毫克/米³,与6月份相比减少了48.2% (图5)。

(3)秋季(9—11月) 生物量回升并出现全年次高峰,生物量达229.8毫克/米³。低生物量区(小于25毫克/米³)出现于南北槽拦门沙附近和北港横沙东滩串沟—东河段;远离江口数量逐渐增高,等值线呈舌状向东南方向伸出,与淡水舌方向一致。高生物量区出现于调查区外即122°10'E 以东海区,密集中心生物量高达500毫克/米³以上。优势种为海龙箭虫、中华假磷虾和真刺唇角水蚤等(图6)。

(4)冬季(12—2月) 12月生物量低,仅74毫克/米³。北港口和北支口数量稀少,而南北槽生物量稍高(大于100毫克/米³),主要种类为火腿许水蚤、虫肢歪水蚤、真刺唇角水蚤和海龙箭虫。横沙以西生物量逐渐降低(图7)。

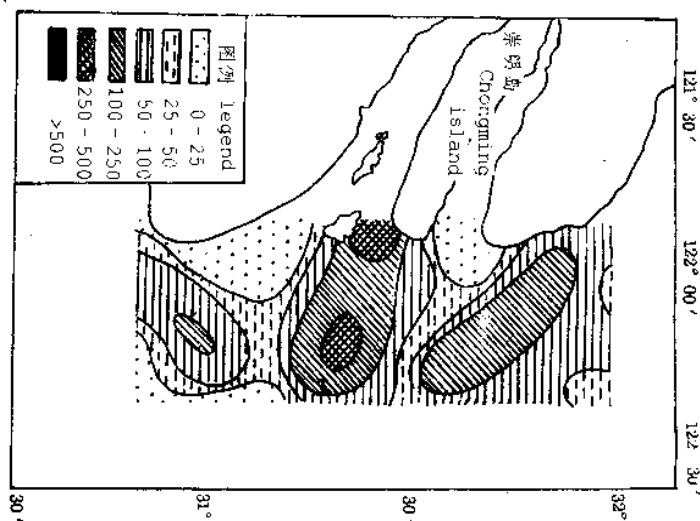


图4 3月份浮游动物生物量平面分布

Fig. 3 The vertical distribution of biomass of zooplankton in March

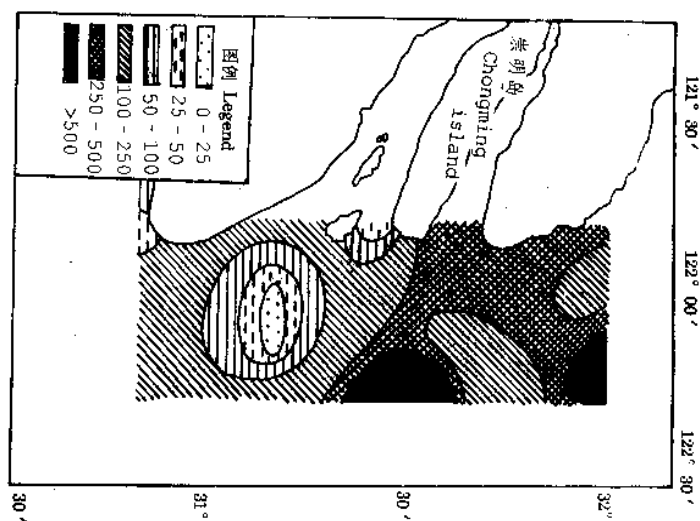


图5 6月份浮游动物生物量平面分布

Fig. 5 The vertical distribution of biomass of zooplankton in June

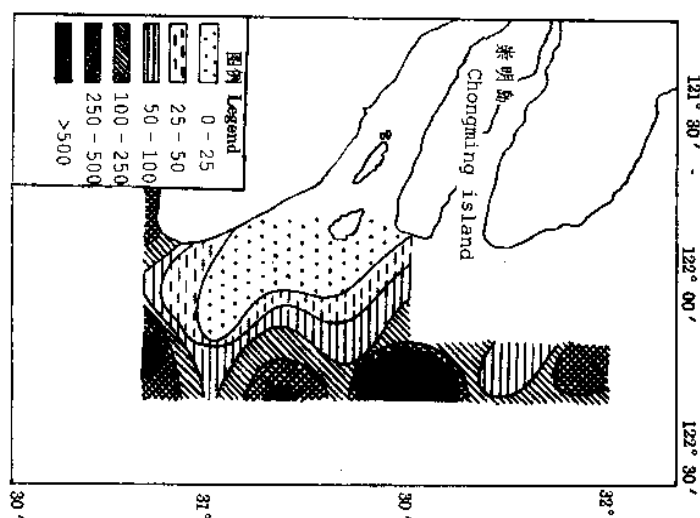


图6 9月份浮游动物生物量平面分布

Fig. 6 The vertical distribution of biomass of zooplankton in Sept.

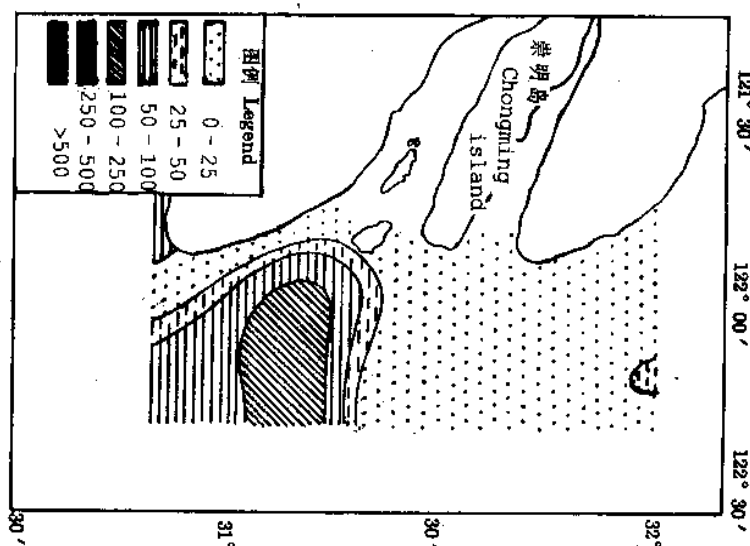


图7 12月份浮游动物生物量平面分布

Fig. 7 The vertical distribution of biomass of zooplankton in Dec.

(二) 浮游动物的种类组成及优势种的数量分布

在此次丰、枯季浑浊带水域浮游动物调查中,共鉴定出浮游动物40种,其中以浮游甲壳类占优势,尤以浮游甲壳类中的桡足类种数量最多(17种)。此外,毛颚类1属6种;糠虾类2种;磷虾1种。

长江口浑浊带水域内浮游动物的优势种主要有桡足类的中华哲水蚤、火腿许水蚤、虫肢歪水蚤、真刺唇角水蚤及中华哲水蚤;糠虾类的长额刺糠虾 *Acanthomysis longirostris*;端足类中的江湖独眼钩虾;中华假磷虾 *Pseudeuphausia sinica* 以及十足目中的安氏长臂虾 *Palaemon Exopalaemon annandalei*;毛颚类中优势种为海龙箭虫 *Sagitta nagae*。

主要优势种的数量分布及季节变化如下。

1. 真刺唇角水蚤 本种系沿岸低盐种,是浑浊带水域中数量最多,分布最广的种类。丰水季大潮期平均值为44.4个/米³,小潮时为19.9个/米³。枯水季大潮时是82.9个/米³,小潮时54.7个/米³(表2)。本种约占桡足类总量的11.3%(3月)—40.6%(9月),通常以9月份数量最高(52个/米³),密集区多见于长江口浑浊带及河口锋西侧水域至杭州湾以北水域内。

2. 虫肢歪水蚤 系河口及近岸低盐种,广泛分布于江口区。在桡足类中常居第1—2位。丰水季大潮时平均个体数为17.1个/米³,小潮时为25.6个/米³。涨落潮时分布无明显变化。冬季大、小潮时平均个体数分别是27.9个/米³和28.3个/米³。大潮时分布不均匀,最高密集区位于8805站,落潮时个体密度大于涨潮时,小潮落潮时个体密度高于涨潮时,8801站最高为200个/米³。

本种的数量常在早春于该浑浊带水域开始增加,在长江口南、北入海口附近分别形成两个密集区。5月份数量达到最高峰,大于10个/米³的分布区几乎占据整个浑浊带区,并在江口出现大于100个/米³的密集中心。8月数量减少,9月份数量又回升。

表2 不同潮型浮游动物优势度及平均值(毫克/米³)

Table 2 Mean value and dominant index of zooplankton in different tidal type (mg/m ³)					
季节 Season	日期 Date	潮型 Tidal type	优势种 Dominant species	平均值 X Mean value	优势度 Y Dominant
丰水季 Spring period	1988年7月 29日—7月 30日(29—30) July, 1988	大潮 Spring tide	背针胸刺水蚤 <i>Centropages dosispinatus</i>	111.780	0.286
			真刺唇角水蚤 <i>Labidocera euchaeta</i>	44.430	0.151
			太平洋纺锤水蚤 <i>Acartia pacifica</i>	41.570	0.141
			虫肢歪水蚤 <i>Tortanus vermiculus</i>	17.080	0.052
			中华假磷虾 <i>Pseudeuphausia sinica</i>	9.529	0.022
	1988年8月 6日 6Aug., 1988	小潮 Neap tide	虫肢歪水蚤 <i>Tortanus vermiculus</i>	25.633	0.276
			真刺唇角水蚤 <i>Labidocera euchaeta</i>	19.917	0.215
			太平洋纺锤水蚤 <i>Acartia pacifica</i>	13.867	0.125
			长额刺糠虾 <i>Acanthomysis longirostris</i>	6.640	0.072
			火腿许水蚤 <i>Schmackia poplesia</i>	6.383	0.057
枯水季 Dry period	1988年12月 23日— 12月24日 (23—24) Dec., 1988	大潮 Spring tide	真刺唇角水蚤 <i>Labidocera euchaeta</i>	82.8920	0.509
			虫肢歪水蚤 <i>Tortanus vermiculus</i>	27.583	0.187
			长额刺糠虾 <i>Acanthomysis longirostris</i>	22.458	0.151
			火腿许水蚤 <i>Schmackia poplesia</i>	8.392	0.052
			江湖独眼钩虾 <i>Monoculodes limnophiplus</i>	6.967	0.039
	1988年12月 23日— 12月24日 (23—24) Dec., 1988	小潮 Neap tide	真刺唇角水蚤 <i>Labidocera euchaeta</i>	54.733	0.466
			虫肢歪水蚤 <i>Tortanus vermiculus</i>	28.733	0.241
			长额刺糠虾 <i>Acanthomysis longirostris</i>	12.093	0.096
			火腿许水蚤 <i>Schmackia poplesia</i>	7.320	0.062
			江湖独眼钩虾 <i>Monoculodes limnophiplus</i>	5.189	0.035

3. 背针胸刺水蚤 系近岸低盐种。夏季8月涨落潮时该种在8805站高度聚集,个体数高达1104个/米³,其余侧站密度均不超过10个/米³。122°E以西水域无分布。

4. 太平洋纺锤水蚤 沿岸及河口种, 广泛分布于我国近海及河口区。夏季大潮涨潮时个体密度高于落潮时密度。大潮个体平均数为41.6个/米³(见表2), 小潮时个体密度为13.9个/米³; 涨潮时其规律不明显。

(三) 浮游动物的群落结构

研究资料表明, 鉴于本调查水域正位于径流与潮流、淡水与咸水相互作用的区域, 在多种不同水系交汇的混合水域中, 浮游动物种类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, 其种类组成主要来自几个不同水系, 但以江口浑浊带半咸水性种类占优势。

1. 长期栖息于浑浊带半咸水河口性种类 为一群已适应于低盐(半咸水)条件(5—18)的河口性种类, 如火腿许水蚤、中华华哲水蚤、江湖独眼钩虾、虫肢歪水蚤等, 上述种类数量虽不多, 但却能反映出半咸水性种类的组成特点。在该水域中生物量较河口锋区少, 主要原因是水体浑浊度大, 透明度差, 光合作用能力低, 浮游植物数量少, 此外因浑浊带内水文因素也极不稳定, 从而种群不易集中, 种类数也稀少。

2. 来自海洋入侵种类 浑浊带水域东邻河口锋区, 因受海洋流系影响, 因此在种类组成上出现了一些近海及外海性种类。其来自近海沿岸水系的种类, 主要有真刺唇角水蚤、背针胸刺水蚤、太平洋纺锤水蚤、长额刺糠虾等十几个种类, 其适盐范围为10—28, 常随沿岸流入侵, 在大潮期间及涨潮时尤多。其二, 来自外海高盐性种类, 如太平洋磷虾、细脚长蚨、中华哲水蚤等, 来自黄海冷水或黄海混合水体, 其适盐范围为30以上, 适温范围为13—20℃, 夏秋季主要分布于122°30'E 以东海域。其三, 来自外海热带台湾暖流的高温高盐性种类。本调查水域因受暖流前锋的影响, 也携带入少量热带高温、高盐性种类, 如肥胖箭虫 *Sagitta enflata*、鼻锚哲水蚤 *Rhincalanus nasutus*、强壮真哲水蚤 *Eucalanus crassus*、亚强壮真哲水蚤 *Eucalanus subcrassus*、平滑真刺水蚤 *Euchaeta plana* 等。但这些种类的比例很小, 通常适盐范围为25—34.5。

3. 少量来自长江淡水水系种类 主要有汤匙华哲水蚤 *Sinocalanus dorrii*、近邻剑水蚤 *Cyclops vicinus* 等, 种类数量少, 一般出现于丰水期, 其对盐度适应范围通常在5以下, 主要出现于落潮水体。

小 结

1. 生物量 丰水期间生物量平均值为98.9毫克/米³, 与“河口锋”的生物量(438毫克/米³)相比明显偏低。大潮时为145毫克/米³, 小潮时为52.7毫克/米³。枯水期间生物量平均值为118.2毫克/米³, 其中大潮时为136.9毫克/米³, 小潮为99.5毫克/米³。长江口最大浑浊带生物量低, 其主要原因是由于该水域内浑浊度大、透明度低、水流湍急、理化因素变化剧烈和浮游植物基础生产力低等因素综合作用的结果。

2. 种类组成 本调查中共鉴定浮游动物40种, 其中丰水期31种, 枯水期20种, 种类数明显少于河口锋水域94种。其种类数减少的主要原因是由于海洋性入侵种类明显减少的结果。

3. 群落结构 本调查水域内, 浮游动物群落结构呈现出多种结构的复合特征。其单一性群落特性不甚明显, 种类组成随同河口锋水域一样, 也是主要来自几个不同水系, 但以江

口浑浊带半咸水性种类占优势,其适盐范围均为5—18。

4. 优势种 丰水期优势种为背针胸刺水蚤、真刺唇角水蚤、火腿许哲蚤;枯水期优势种为真刺唇角水蚤、虫肢歪水蚤、火腿许哲蚤、长额刺糠虾和江湖独眼钩虾。

5. 有明显的季节性和潮汐周期性变化 根据本调查及结合历史资料分析,表明浑浊区内浮游动物生物量、种类组成、优势种等均有明显的季节性和潮汐性变化。

6. 长江口最大浑浊带水域内浮游动物的存在,对该水域中河口生态系生物学过程有着重要意义,对河口主要沉积动力过程也有重要作用。

参 考 文 献

- [1] 郑重,1982.河口浮游生物研究.自然杂志,5(3):218—221.
- [2] 郑重等,1978.我国海洋浮游桡足类的种类组成和地理分布.厦门大学学报.自然科学版.
- [3] 陈亚星等,1986.长江口区浮游甲壳动物组成和数量分布.甲壳动物论文集.科学出版社.
- [4] 陈亚星等,1985.长江口区浮游动物的初步研究.东海海洋,3(3):53—61.
- [5] 赖伟等,1991.长江口浮游动物生态的初步研究.第四次中国海洋湖沼科学会议论文集.科学出版社.
- [6] 沈嘉瑞,1955.动物学报,7(2):75—100.科学出版社.
- [7] 拓植秀臣,小久保清治等,1939.上海自然科学研究所汇报,(9):65—88.

AN ECOLOGICAL STUDY ON ZOOPLANKTON IN MAXIMUM TURBID ZONE OF ESTUARINE AREA OF CHANGJIANG (YANGTZE) RIVER

Xu Zhaoli Wang Yunlong Chen Yaqu

(East China Sea Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090)

Shen Huanting

(Coast—Estuary Institute, East China Normal University, Shanghai 200062)

ABSTRACT The paper deals with biological characteristics and process of biomass, species composition, community structure, etc. of zooplankton in turbidity maximum of the Changjiang estuary area.

The result shows that the average biomass was 98.9mg/m³ in flood season. It was much less than that the volume of biomass (439mg/m³) in estuary front area off the Changjiang estuary in the same season. In addition, the number of species composition also was less than that in estuary front area. Although the community structure of zooplankton took the form of complex structure, the estuary blackness species were dominant. The dominant species were *Labidocera euchaeta*, *Shmackria poplesia*, *Tortanus vermiculus*, etc.

The biomass , species composition , dominant species and community structure vary obviously with season and tidal variation.

KEYWORDS Changjiang river estuary, Turbidity maximum , Zooplankton , Ecology, Dominant species

欢迎订阅《中国水产科学》

《中国水产科学》是由中国水产科学研究院主办的水产科学技术领域的学术性刊物,国内外公开发刊。主要刊登水产系统和有关单位科技工作者在水产资源、海淡水捕捞、水产养殖与增殖、水产品保鲜与加工、渔业水域环境保护、渔船、渔业机械与仪器以及渔业基础研究的论文报告、研究简报、综述和学术动态等文稿。《中国水产科学》主要服务对象为水产科学研究教学、科技管理人员以及大专院校师生。它面向水产业,为水产经济建设服务。

《中国水产科学》为季刊,16开本84页,每期定价8.00元(包括邮费),全年四期,共收费32.00元。欢迎广泛订阅。

欲订购者,可随时与《中国水产科学》编辑部联系办理手续。订费请通过银行信汇,开户银行为:北京市海淀区永定路分理处(工商行) 帐号:891195—90;或者通过邮局将订费汇寄 100039 北京市永定路南青塔村150号《中国水产科学》编辑部。