

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

陈亚瞿 徐兆礼 王云龙

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

胡方西 胡 辉 谷国传

(华东师范大学河口海岸研究所, 上海 200062)

摘 要 据1988年及1989年于长江口羽状流锋区调查及东海水产研究所多年调查资料综合分析研究结果表明, 浮游动物生物量在丰水期(1988年8月)的平均生物量为438毫克/米³, 变异系数为0.78; 1989年8月平均生物量为350毫克/米³。生物量分布呈现自西北向东南部水域递增的趋向。高生物量主要分布于122°20'—122°50'E, 30°50'—31°20'N 范围内, 平均生物量高达962毫克/米³, 变异系数为0.32。生物量分布趋势与常年相同。而枯水期(1988年12月)的平均生物量低, 仅为68.38毫克/米³, 变异系数为1.5, 高生物量区较小分布不均匀。优势种中华哲水蚤 *Calanus sinicus*、乌喙尖头蚤 *Penilia avirostris*、肥胖三角蚤 *Evadne tergeslina*、真刺唇角水蚤 *Labidocera euchaeta*、背针胸刺水蚤 *Centropages dosispinatus*、太平洋纺锤水蚤 *Acartia pacifica*、虫肢歪水蚤 *Tortanus vermiculus*、肥胖箭虫 *Sagitta enflata*、海龙箭虫 *Sagitta nage* 等多种浮游动物为长江口外的优势种, 并对其数量分布进行了阐述和探讨。本文还对浮游动物生物量的数量分布及优势种的生物学特性和分布及其与径流、水温、盐度、浮游植物、污染物、沉积物、掠食动物等多种生物及非生物环境因素间关系进行了探讨和分析。

关键词 长江口, 河口锋区, 浮游动物, 生物量, 优势种

前 言

浮游动物是海洋生态系中的次级生产力, 其在海洋中的重要地位不仅反映在海洋的物

* 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》河口锋研究内容之一, 项目编号: 9487005。

质循环、能量转换上,而且亦显示其对海洋生态的影响、各水系间的复杂关系并能影响海洋沉积过程。长江口及其毗邻水域是受多种水系作用的复杂的水域,也是我国海洋渔业十分重要的传统渔场。丰富的长江径流携带着大量的营养盐及生源要素等物质入海,对河口区的生态环境带来巨大影响。此外,长江冲淡水在向东扩展过程中,也不断与沿岸流及诸外海水系交汇而形成河口锋。该锋面常随季节、潮汐及气象等环境变化而变化。本研究之旨在研究长江口羽状流锋区浮游动物的生物量、种类组成、群落结构、数量的时空分布及其与生态环境的关系。

自六十年代以来,东海水产研究所等单位曾对长江口区浮游动物开展过多次调查研究,但以河口锋为重点范围来研究锋区内浮游动、植物的生态至今尚属首次。鉴于河口锋区为环境变化最为敏感的水域。因此,浮游动物的生态变化也会对长江口及邻近海域生态环境和渔业资源变化带来影响。

材料和方法

本文所使用的材料主要是1988年—1989年河口锋区三次专项调查资料(表1)以及东海水产研究所近年来调查资料。

表1 河口锋调查情况汇总表

Table 1 Investigation status of station number estuarine front

	航次 Voyage	调查范围 Investigation scale	站位数 Station No.	观测时间 Observation time
丰水期 Spring period	1	121°50'—123°00'E, 30°50'—31°35'N	45	1988年8月 Aug. of 1988
	3	121°05'—124°30'E, 30°51'—31°35'N	25	1989年8月 Aug. of 1989
枯水期 Dry Period	2	122°00'—123°00'E, 30°40'—31°50'N	31	1988年12月 Dec. of 1988

三次调查共进行了101个大面站垂直采集,7个断面22站分层采集及5个连续站采集,共采集标本251瓶。

采集方法及标本处理等均按《全国海洋综合调查规范》进行。网型为直径80厘米锥形网,筛绢号为GG36;垂直分层网网口直径分别为50—72厘米。由底—20米、20—10米、10—0米层次采集。昼夜连续观测于两个全潮周期共采集17次,每四小时一次,网具规格与分层采集网相同。所获标本均要经5%福尔马林溶液固定后再进行分类、鉴定、计数及资料处理。

结 果

(一) 浮游动物生物量分布

浮游动物生物量丰富的水域,常位于不同水系的交汇区,也常是海洋锋的锋面区。因此,综合分析浮游动物生物量的数量分布,对确定锋面位置及水系消长等均有实际意义。

1. 丰水期 1988年8月丰水期调查期间,生物量平均值为438毫克/米³(图1)。从图1可见,在8月丰水期,生物量分布很不均匀,长江口东南部为生物量高值区,西部水域即长江南、北槽入海口及崇明岛以东近海水域生物量较低,北部调查水域生物量最低。整个调查水域内生物量分布自西北向东南递增。主要高值区分布于122°20'—122°50'E, 30°50'—31°20'N之间,生物量平均值为962毫克/米³,变异系数仅0.32(表2),为全区变异系数最低值,表明这一带水域浮游动物生物量分布较为均匀;而长江口水域西部,平均生物量为185毫克/米³,变异系数0.57,为4个区中最大值。该水域因受淡水和半咸水控制,盐度低、环境因素不易稳定而多变,并且因含沙量大、透明度低、光照差、光合作用强度低,从而生物量的增加受抑制。唯有南水道入海口为高生物量区。

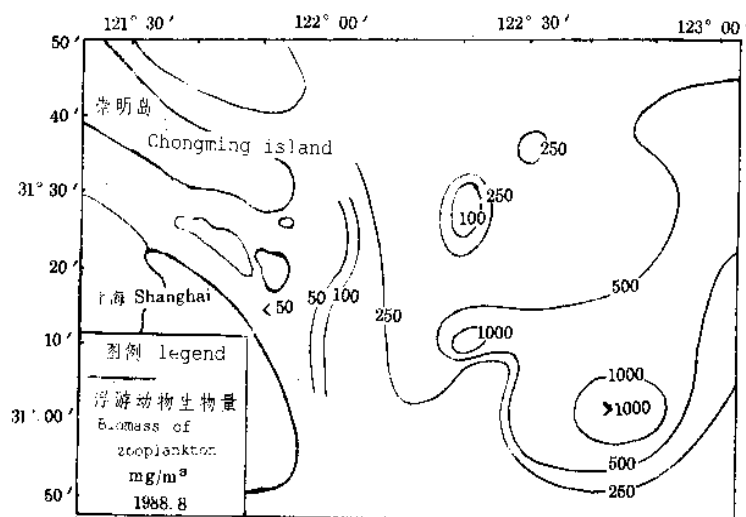


图1 长江口浮游动物生物量平面分布(1988年8月)

Fig. 1 The horizontal distribution of the biomass of zooplankton at Changjiang estuarine (Aug. of 1988)

夏季(8月)构成高生物量区的浮游动物优势种为中华哲水蚤、乌喙尖头溞、肥胖三角溞、肥胖箭虫等,这些优势种主要分布于122°20'—122°50'E, 30°50'—31°20'N之间,是高生物量形成的主导因素;此外真刺唇角水蚤、太平洋纺锤水蚤等沿岸低盐性种类的大量出现构成了长江口入海水域低盐半咸区内浮游动物的高生物量区。

1989年8月丰水期调查期间,生物量平均值为350毫克/米³,低于1988年8月。生物量低的原因主要是与测站布设有关,本航次在羽状流区测站较少,而在124°00'E、32°00'N附近布设较多。平面分布的特征为在123°E以西调查水域生物量较高,其中8903、102站生物量均大于1000毫克/米³。优势种为桡足类的太平洋纺锤水蚤、背针胸刺水蚤、真刺唇角水蚤。优势种组成的季节变化与1988年丰水期(8月)相比较,有较大的差异,但与1973年8月生物量分布趋势相同,并且与1982年生物量分布相趋近。

2. 枯水期 1988年12月枯水期调查的浮游动物生物量平面分布见图2。生物量统计特征值见表2。从表2可见枯水期内该水域平均生物量仅为68.38毫克/米³,与夏季丰水期相比较,生物量剧减。变异系数为1.5,高于丰水期一倍。生物量分布极不均匀,以中部水域最高,东部次之,西部最低。高生物量区主要分布于122°00'—122°20'E之间水域,其分布向东呈舌状分布趋势。平均生物量为200毫克/米³,变异系数0.76。

表2 生物量平面分布统计数值特征值(1988年)
Table 2 Characteristics estimatic value of biomass (1988)

时 间 Time	海 区 Region	站 位 数 Station No.	平均值(X) Mean value	方差(S ₂) Variance	变异系数 Coefficient of variation
8月 Aug.	全区 Whole region	42	438.19	116993.6	0.78
	西部 Western part	10	185.64	11111.3	0.57
	南部 Southern part	9	965.30	95117.0	0.32
	东部 Eastern part	5	452.56	10233.9	0.44
	北部 Northern part	18	312.00	48978.1	0.48
12月 Dec.	全区 Whole region	32	68.38	10518.9	1.50
	西部 Western part	2	8.00	49.0	0.88
	中部 Center area	6	200.67	27917.0	0.76
	东部 Eastern part	24	35.42	610.7	0.70

本调查海区生物量数量分布与1981年12月长江口区的调查相比较,两者趋势相似,随水温下降及径流量减少,生物量也剧减,原高生物量区随之消失,呈现出海区生物学冬季的生态特征。枯水期中优势种数量骤减,分布分散,主要优势种为中华哲水蚤及长额刺糠虾 *Acanthomysis longirostris* 等。前种主要分布于122°30'E以东水域,数量仅为5—10个/米³;后种主要分布于长江口南水道入海口外,数量为5—25个/米³。

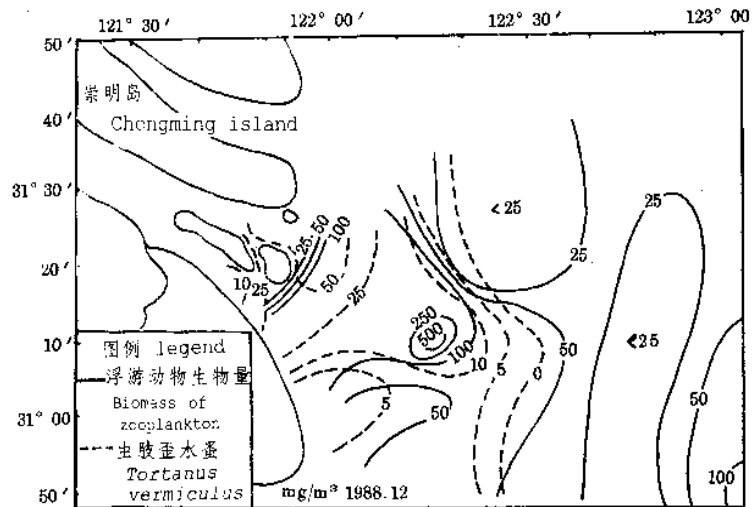


图2 长江口浮游动物生物量平面分布(1988年12月)

Fig. 2 The horizontal distribution of the biomass of zooplankton at Changjiang estuarine (Dec. of 1988)

(二)浮游动物优势种的平面分布

经鉴定,长江口河口区丰水期及枯水期内,浮游动物有94种,其中优势种为中华哲水蚤、真刺唇角水蚤、乌喙尖头蚤、虫肢歪水蚤、肥胖三角蚤、肥胖箭虫、太平洋纺锤水蚤等。优势种数量分布也随季节变化而异。

本调查海域浮游动物优势种是根据每个种的优势度值来确定的,优势度为:

$$Y = n_i f / N$$

当Y值>0.002时,该种可确定为优势种,长江口外各优势种之优势度见表3。

1. 枝角类(Cladocera)

(1) 乌喙尖头蚤 该种系分布较广的近岸性海洋枝角类,8月主要分布于122°20'E以东

水域,尤以 $31^{\circ}00' - 31^{\circ}21'N$, $122^{\circ}20' - 12^{\circ}50'E$ 为高值区,数量高达250—2500个/米³,而 $122^{\circ}20'E$ 以西水域无分布(图3)。该种在本海域常于6—9月大量出现,有时数量甚高,10月后数量剧减。据1981年资料,该种8月份可分布至 $124^{\circ}00'E$ 附近,其分布趋势与生物量高值区(250毫克/米³以上)分布颇为一致,并与海水温度、盐度存在密切关系,常分布于盐度为25—30及温度为25—27°C间水域内(图3)。

表3 长江口区浮游动物优势种及优势度

Table 3 Dominant species of zooplankton and dominant in the Changjiang estuary area

时 间 Time	优 势 种 Dominant species	优势度 Dominant
8 月 Aug.	乌喙尖头蚤 <i>Fenilia avirostris</i>	0.270
	真刺唇角水蚤 <i>Labidocera euchaeta</i>	0.110
	肥胖三角蚤 <i>Evadne nordmanni</i>	0.090
	中华哲水蚤 <i>Calanus sinicus</i>	0.050
	背针胸刺水蚤 <i>Centropages dosispinatus</i>	0.040
	太平洋纺锤水蚤 <i>Acartia pacifica</i>	0.039
12 月 Dec.	肥胖箭虫 <i>Sagitta enflata</i>	0.030
	真刺唇角水蚤 <i>Labidocera euchaeta</i>	0.640
	长额刺糠虾 <i>Acanthomysis longirostris</i>	0.040
	虫肢重水蚤 <i>Tortanus vermiculus</i>	0.038
	中华哲水蚤 <i>Calanus sinicus</i>	0.030

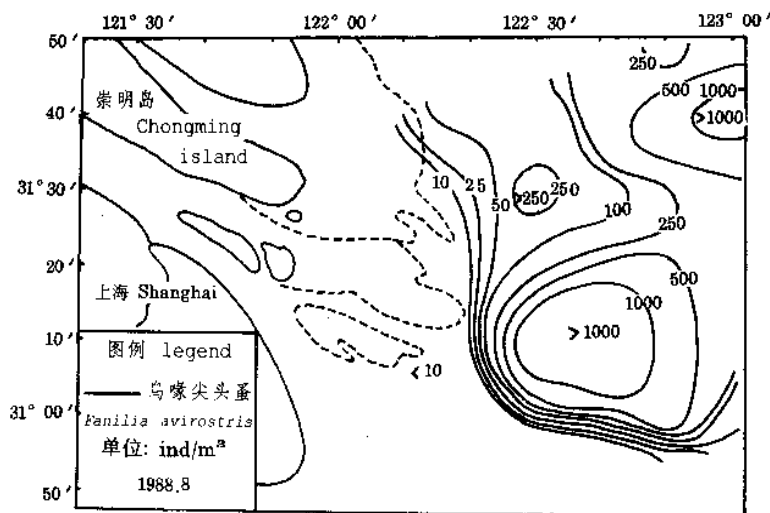


图3 乌喙尖头蚤平面分布图(1988年8月)

Fig. 3 The horizontal distribution of the biomass of *Fenilia avirostris* (Aug. of 1988)

(2) 肥胖三角蚤 该种为另一种海洋枝角类,在我国大量分布,以往报导甚少。这次调查中其主要分布于长江口区 $122^{\circ}30' - 122^{\circ}50'E$, $31^{\circ}20'N$ 附近的低盐(25—26)水域中,数量达150—400个/米³,最高密度达465个/米³。该种枯水期间未见分布。

2. 桡足类(Copepods)

桡足类是海洋浮游动物中种类最多、数量最大的生态类群,是鱼类饵料的重要基础,在海洋能量转换及地球化学变化等海洋科学研究中也均有重要意义。

(1) 真刺唇角水蚤 近岸低盐种,密集区主要分布于盐度低于25高于10之间的近海低

盐水域。在杭州湾、长江口及苏北浅滩水域广泛分布,夏初至秋初数量甚大。据1988年8月资料,于 $122^{\circ}00' - 122^{\circ}30'E$, $31^{\circ}30'N$ 以南水域,个体密度达200—500个/米³。在 $122^{\circ}40'E$ 以东,盐度30以上水域无踪迹(图4)。

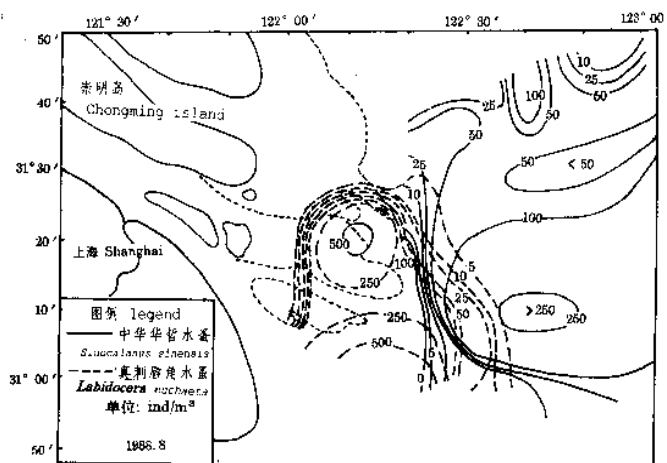


图4 中华哲水蚤和真刺唇角水蚤平面分布图(1988年8月)

Fig. 4 The horizontal distribution of the biomass of *Calanus sinicus* and *Labidocera euchaeta* (Aug. of 1988)

(2) 中华哲水蚤 为我国沿海暖温带性种类,个体大、数量多、分布广,是我国沿海及长江口邻近诸渔场内最重要的饵料生物。长江口主要分布于羽状锋外缘盐度较高的水域内,而 $122^{\circ}20'E$ 以西低盐水中无分布。在密集区内,其数量可高达250—380个/米³;5月随水温升高数量剧增,15—17℃为其最适温度,成为带鱼等经济鱼类产卵场、索饵场中最重要的饵料来源。8月因水温的升高已超过其最适温度,故数量剧减,但仍出现于盐度25以上外海水域中。9月份后数量进一步减少,分布也趋于分散。11月后已无明显的密集区,分布较均匀。

(3) 背针胸刺水蚤 近岸低盐种,主要分布于 $122^{\circ}00' - 122^{\circ}40'E$, $31^{\circ}05' - 31^{\circ}20'N$ 低盐水域内,数量为100—500个/米³,最高达864个/米³。 $122^{\circ}30'E$ 以东, $31^{\circ}20'N$ 以北水域无分布。该种于长江口区主要分布于8—12月期间,平均数量为40—70个/米³(9月),但最大密度区内其数量也可高达7500个/米³。因该种生态类型属于近岸低盐性种类,故其分布范围常局限于半咸水及低盐水之间,通常分布于盐度大于10而小于25之间的混合低盐近岸水域中(图5)。

(4) 太平洋纺锤水蚤 广泛分布于我国近海水域,属近海低盐性种类,密集区主要分布于长江口外 $121^{\circ}50' - 122^{\circ}20'E$, $31^{\circ}00' - 31^{\circ}30'N$ 范围内,其数量为10—50个/米³。 $122^{\circ}30'E$ 以东水域无分布。

3. 毛颚动物(Chaetograths)

毛颚动物是海洋浮游动物中重要类群之一,其数量多、分布广、个体大,并且是凶猛的掠食性浮游动物,因此,其在食物链的能量转换和水系指示生物功能上,均起重要作用。

(1) 肥胖箭虫 暖流指示种,热带性种类,广泛分布于太平洋、大西洋及印度洋热带水域及其波及的海域中。该种因受台湾暖流的影响和携带,随波逐流地分布至长江口羽状锋区外侧水域,即 $122^{\circ}30'E$ 以东水域,而西部含沙量高的水域其数量甚微。在 $122^{\circ}30'E$, $31^{\circ}10'$

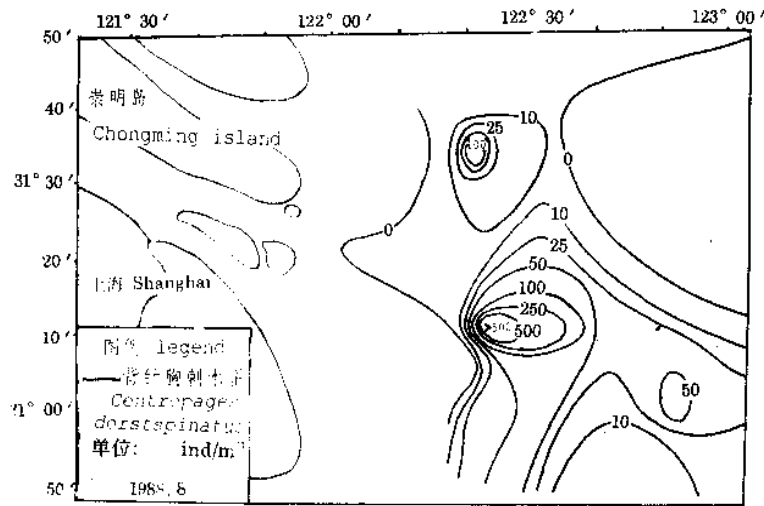


图5 背针胸刺水蚤平面分布图(1988年8月)

Fig. 5 The horizontal distribution of the biomass of *Centropages dorsispinatus* (Aug. of 1988)

— $31^{\circ}20'N$ 水域内,夏季常形成密集分布区,数量可高达300—500个/米³。其重量占各类浮游动物重量之首。该种于长江口外所形成的高值区,常与东海带鱼等多种经济鱼类的产卵场、索饵场的位置相一致。本种数量波动及分布与水温关系极为密切,17—27℃可视为本种最适温度。在长江口区以7—9月数量最高,主要分布于台湾暖流前缘与其他水系交汇的锋面区内。而河口区西侧低盐水域一般无分布(图6)。

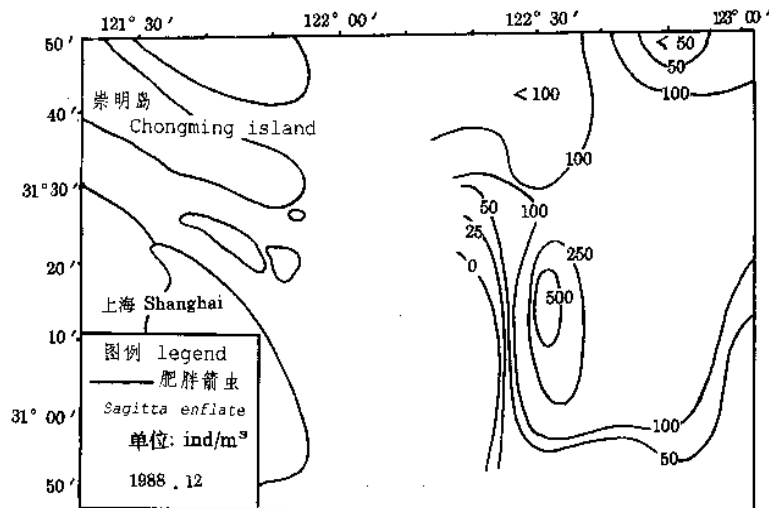


图6 肥胖箭虫平面分布图(1988年12月)

Fig. 6 The horizontal distribution of the biomass of *Sagitta enflata* (Dec. of 1988)

(2) 海龙箭虫 系东海及长江口区最常见的毛颚类之一,个体大,可达26毫米,肌肉发达,既是极凶猛的掠食者,又可作为多种经济鱼类、头足类等的消费者。在东海终年有分布,1—2月份数量少,3月起数量逐渐增加,9月高峰时间可达18个/米³,12月后数量又显著降低。

(三) 浮游动物数量分布与环境因素的关系

浮游动物是海洋生态中的重要环节,它与径流、水温、盐度、水系等环境要素有密切的关系,现分别叙述如下。

1. **径流** 调查资料表明,浮游动物生物量的季节变化与径流量关系密切,长江口羽状锋区及东海124°00'E以西水域内生物量高峰均出现于丰水期,即径流流量高值月份(7或8月);枯水期(冬季)生物量低。生物量波动原因除季节因素外,也与径流量周年变化呈正相关性。据对1958年9月至1959年12月以及1971年7月至1974年6月资料分析结果,东海区浮游动物生物量与径流量间相关系数 R 分别为0.82和0.42。又据中国科学院海洋研究所对长江口浮游动物生物量季节变化与径流量关系分析,也表明两者的关系比较密切。

此外,长江口羽状锋区的位置也常随径流量变化而有所变化,特别是在丰水期及枯水期期间更有明显的差异。

2. **水温** 水温是影响和抑制浮游动物数量波动和分布的重要因素之一,据资料分析,在东海近海及长江口羽状锋区内,春、夏期间水温升温 and 生物量增加,表温递增范围约为10—28℃,由于调查区内多数优势种由暖温带性种类组成,因此当水温高于10℃并在12—17℃升温期间时,中华哲水蚤等优势种迅速繁殖,数量剧增,生物量随之增大;当水温高于22℃,不少种类滞育,不能促使生物量有更多增加。7—8月生物量常处于高峰期或平衡期,9月份后生物量呈下降趋势。

长江口羽状锋区浮游动物数量分布与水温分布也存在着密切关系,如暖水性的肥胖箭虫、美丽箭虫 *Sagitta pulchra*、精致真刺水蚤 *Euchaeta concinna*、平滑真刺水蚤 *Euchaeta plana* 等热带性种类均分布于长江口区东南部台湾暖流所控制的高温水域中;而太平洋磷虾 *Euphausia pacifica*、细长贼 *Themisto gracilipes* 等温带性种类则主要分布于东北部来自黄海混合水或黄海冷水水团中。

3. **盐度** 盐度是浮游动物组成、群落结构、分布的重要抑制因素之一。在河口区其重要作用尤为明显。属于半咸水性河口种如火腿许水蚤 *Schmackeria poplesia*、中华华哲水蚤 *Sinocalanus sinensis*、虫肢歪水蚤、江湖独眼钩虾 *Monoculodes limnophiplus* 等种类,均分布于盐度为3—15的河口区,其中中华华哲水蚤于春季常与10等盐度线趋向颇为一致。1988年8月火腿许水蚤主要分布于122°20'E以西,31°20'N以南水域,其分布也与10等盐度线大体一致。中华哲水蚤多分布于盐度30以上的高盐水域,1988年夏季调查期间,大量分布于长江口外侧并形成高生物量区。强壮箭虫 *Sagitta Crassa* 仅分布于低盐的沿岸水系中,而河口区东南部却无其踪迹。

4. **浮游植物** 浮游植物的数量分布是浮游动物生物量波动和世代盛衰的重要保障,许多实例均证实了两者关系的密切性和复杂性。长江口外水域中的浮游动物优势种如中华哲水蚤、乌喙尖头蚤、真刺唇角水蚤、太平洋磷虾、中华假磷虾 *P. sinica* 等浮游动物皆属滤食浮游植物的浮游动物,两者间具有摄食与被摄食的关系。据资料表明,长江口区浮游植物繁殖高峰期出现于4—5月,这为浮游动物繁殖、生长提供了必要的饵料基础。在此期间浮游动物增加率高达126—210%,使浮游动物数量大增,分布范围也随之扩大,如此大幅度增加又会提高浮游动物对浮游植物的摄食作用和效果。因此又出现了浮游植物降低现象,浮游植物的增减程度是导致浮游动物数量分布和数量波动的主要因素之一。浮游动物、浮游植物分布关系密切,两者的高生物量区往往会呈现互相重叠现象,表明摄食现象的密切性。从

1988 年调查资料可看出,在长江口区浮游动物生物量及浮游植物生物量基本上呈重叠式分布,即浮游动物高生物量区(生物量大于500毫克/米³)正好与浮游植物高生物量区(生物量大于1000×10⁶个/米³)相重叠或相接近。但有时在某些海区浮游动物及浮游植物的分布呈镶嵌分布,这除了表示两者摄食作用的关系外,在某些意义上也表示海区内生态系统的相关复杂现象及生物学过程。

5. **鱼类资源及掠食动物** 鱼类、水母、海洋哺乳类等掠食动物对浮游动物的掠食作用,常是引起浮游动物数量变化及分布变化的重要因素。长江口外的许多经济鱼类、甲壳类等无论是仔幼鱼或成鱼、成体等,在很大程度上均以浮游动物为主食,此外水母、毛颚动物等大型浮游动物也皆以捕掠浮游动物为食,从而构成海洋生态系中关系极为复杂的食物链。

长江口羽状锋区是东海重要渔场,即是多种经济种类如鱼、虾、蟹类等的主要产卵场、索饵场、育肥场和越冬场。无论是底栖鱼类如带鱼、大小黄鱼、白姑鱼等或中上层鱼类如鲈、鳢鱼、鲱鱼等鱼类皆常于长江口渔场繁殖、栖息、索饵、育肥。每年5—9月浮游动物在长江口区大量繁殖、栖息,为长江口渔场提供了丰富的饵料基础和优越的渔场形成条件。每年10—12月可为越冬前带鱼提供大量摄食的饵料基础。因此河口羽状锋面的存在和位移,会对渔场的形成和渔业的盛衰产生明显的影响。

6. **污染物** 长江口区在我国几个主要河口区中,是接纳径流量最多的水域(9145亿立方米)。由于长江下游水域内污染物含量甚高,因此其对浮游动、植物的影响和危害程度也较大,彼此关系也甚密切。近年来长江口区石油污染、有机污染以及重金属污染甚为严重,其中石油污染以及富营养化尤为严重,富营养化及赤潮几乎每年出现,这乃是水域中水质急剧恶化的信号。据 Patin 等报导,在浮游甲壳动物中,诸如桡足类、枝角类等均对多种污染物如石油、铜、镉、锌、铅等重金属污染物有一定强度的忍受力,对污染物富集能力甚强。因此大量浮游动物的繁殖、聚集和分布,对净化水体,提高水体自净能力和海洋环境容量会起重要作用,因此锋面的存在和锋面一带的浮游动物生长、活动,在一定程度上对污染物起到过滤、净化与屏障作用。

7. **河口区沉积过程及沉积物含量** 浮游动物是河口生态系中重要环节之一,在整个沉积过程中,它起着重要作用。如浮游动物体内富含磷、钙、铁、铜等成份,并含有机碳和有机氮,因此当浮游动物大量死亡后而形成生物雨降至海底,致使河口区沉积物中含有有机质及多种重金属,形成海洋地球化学大循环,特别是在丰水期,因径流量大、水温高、微生物活动能力和作用增强,进而增加了对沉积物中有机质的分解,加速了地球化学的循环进展。这在长江口羽状锋区更为明显和激烈。

参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 陈亚瞿等, 1986. 长江口区浮游甲壳动物组成和数量分布. 东海海洋论文集. 科学出版社.
- [4] 陈清潮、陈亚瞿、胡雅竹, 1980. 南黄海和东海浮游生物群落的初步探讨. 海洋学报, 2(4): 116—212.
- [5] 陈清潮、章淑珍, 1960. 黄海和东海的浮游桡足类 I. 哲水蚤目. 海洋科学集刊, 20—131.
- [6] 沈嘉瑞, 1955. 江苏奉贤近海甲壳动物的研究. 动物学报, 7(2): 75—101.
- [7] 赖伟、林温育、堵南山, 1991. 长江口浮游动物生态的初步研究. 第四届中国海洋湖沼科学会议论文集, 158—163. 科学出版社.

- [8] 蒋葵治, 堵南山, 1979. 淡水枝角类. 中国动物志. 科学出版社.
- [9] 郑重, 1982. 河口浮游生态研究. 自然杂志, 5(3): 218—221.
- [10] 郑重, 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), 2: 51—63.
- [11] Patin, S. A., 1982. Pollution and the biological resources of the oceans. Butter—Worths, 203—208.
- [12] Tian Rucheng, Chen jiyu, Liu Canggi and Wang Xiaojing, 1992. Geochemical Characteristics of Sediments and Analysis of the Changjiang Estuary Environment, Chin. J. Oceanol. Limnol., 10(1): 1—8.

AN ECOLOGICAL STUDY ON ZOOPLANKTON IN PLUME FRONT ZONE OF CHANGJIANG (YANGTZE) RIVER ESTUARINE AREA I BIOMASS DISTRIBUTION OF DOMINANT SPECIES

Chen Yaqu Xu zhaoli Wang Yunlong

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

Hu Fang xi Hu hui Gu Guo chuang

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

ABSTRACT The data of flood and dry seasons in 1988, 8 and flood season in 1989, 12 through surveying in Changjiang River estuarine area as well as the analytical result obtained by ECSFRI for many years are as follows:

1. Biomass of Zooplankton: In flood period (1988, 8): The average biomass is $488\text{mg}/\text{m}^3$, and variation coefficient 0.78. In August 1989, biomass was $350\text{mg}/\text{m}^3$ with a tendency of increasing gradually from the northwest to the southeast. High biomass was mainly distributed within the range of $122^\circ 20' - 122^\circ 50'$, $30^\circ 50'$ and $31^\circ 20'$. Mean biomass was as high as $962\text{mg}/\text{m}^3$, variation coefficient 0.32. Trend of biomass distribution was similar to that in normal year. In dry period (1988, 12): Mean biomass was only $68.32\text{mg}/\text{m}^3$ and variation coefficient, 1.5. High biomass zone was smaller and its distribution was not even.

2. Dominant species (1988, 12): There are 9 dominant species; *Calanus sinensis*, *Penilia avirostris*, *Evadne tergestina*, *Labidoceraeuchaeta*, *Centropages dorsispinatus*, *Acartia pacifica*, *Tortanus vermicularis*, *Sagitta enflata* and *Sagitta nage*. The paper deals with and explores the quantitative distribution of the above species. The paper deals with and analysis the relationship between biological and nonbiological environmental factors such as the quantitative distribution zooplankton of biomass and ecological characteristics of the dominant species the distribution and runoff, temperature, salinity, phytoplankton, pollutants, sediment, prey animal, etc.

KEYWORDS Changjiang (Yangtze) River estuarine area, Plume front zone, Zooplankton, Biomass, Dominant species