

长江口最大浑浊带浮游植物的生态研究^{*}

顾新根 袁骥

(中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海200090)

沈焕庭 周月琴

(华东师范大学河口海岸研究所, 上海200062)

摘 要 研究海区浮游植物数量的时空变化具有相当明显的潮汐节律特征。具体表现为: 1. 洪、枯水期均为大潮的数量高于小潮的数量, 洪季前者为后者的6.8倍; 枯季前者为后者的6.1倍。2. 洪、枯期的大小潮期, 基本上都以涨憩的数量高于落憩的数量。3. 洪、枯季均为大潮期的数量空间分布不均, 疏密分布(斑块)现象明显。此外, 1988年枯季的大小潮期的数量均要比洪季的数量为高。此一现象与调查区外侧的浮游植物的空间分布状况密切相关。种类组成较为单纯, 在数量上以骨条藻和圆筛藻等低盐沿岸性种占绝对优势。粗根管藻和距端根管藻等高盐外海暖流性种在洪季所占比例也相当大, 是一种较为特殊的现象。

关键词 长江口, 最大浑浊带, 浮游植物, 生态

前 言

河口最大浑浊带海区作为生物的一种特定生境(咸淡水交汇和高浊度海区), 其中栖息着与之相应的浮游植物群落。因浮游植物营随波逐流的生活方式, 其对栖息生境中各种环境因子, 特别是水动力因子的依赖性也就更强。反之, 通过对浮游植物群落的种类组成特点和数量分布特征的研究, 可在一定程度上了解某种生境的基本特征。因此, 阐明河口最大浑浊带海区浮游植物的分布生态特征, 将有助于加深对河口最大浑浊带海区理化等环境的认识。

1984年上海市海岸带调查和东海水产研究所于1985—1986年进行长江口和杭州湾基础生产力调查期间, 曾分别在河口混浊带海区布设若干站位(图1)。迄今为止, 再未有人对此海区的浮游植物开展过专门的调查研究。因此, 本调查工作尚属首次, 研究结果是初步的, 尚待今后验证和充实。

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》河口最大混浊带研究内容之一, 项目编号: 9487005。

材料和方法

《中国河口主要沉积动力过程及其应用》基金项目之一“河口最大浑浊带”课题组分别于1988年7月29日—8月6日(下称洪水期)和1988年12月23日—29日(下称枯水期)期间进行了两次调查。洪、枯水期在南北槽(最大浑浊带活动区)中各布设一条断面,每条断面各设3个调查站(图1)。使用3条机帆船在每条断面同步进行样品采集,考虑到调查海区受潮汐的影响显著,故浮游植物的采样选择在大潮和小潮的涨、落憩时各进行一次,采用浅水III型浮游生物网,从海底至海面垂直拖曳取样,样品用5%的甲醛溶液固定保存。样品的室内处理、分析均按《海洋调查规范》^[4]的要求进行。

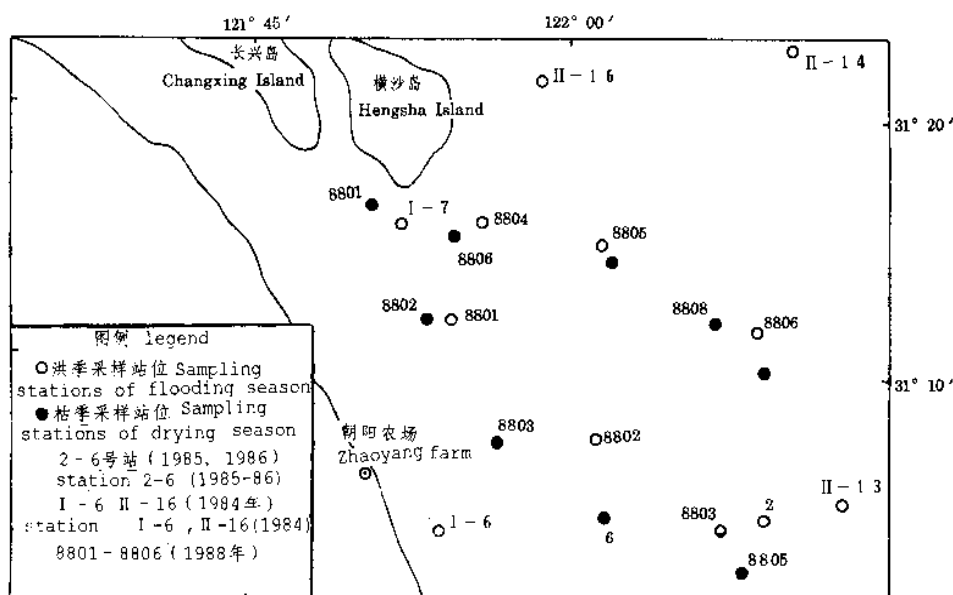


图1 站位图

Fig. 1 Stations figure

调查结果

(一)浮游植物细胞个体总数量(下称总数量)和优势种个体数量的分布和变动

1. 1988年洪水期

(1)总数量的分布和变动

由图2和表1可以看出,调查区浮游植物总数量的分布和变动受潮汐的影响十分显著。浮游植物总数量的多寡及其空间分布状况不仅随大、小潮而异,在一个潮周期内(无论是大潮还是小潮),还随着潮时(涨憩或落憩)的不同而有变动。

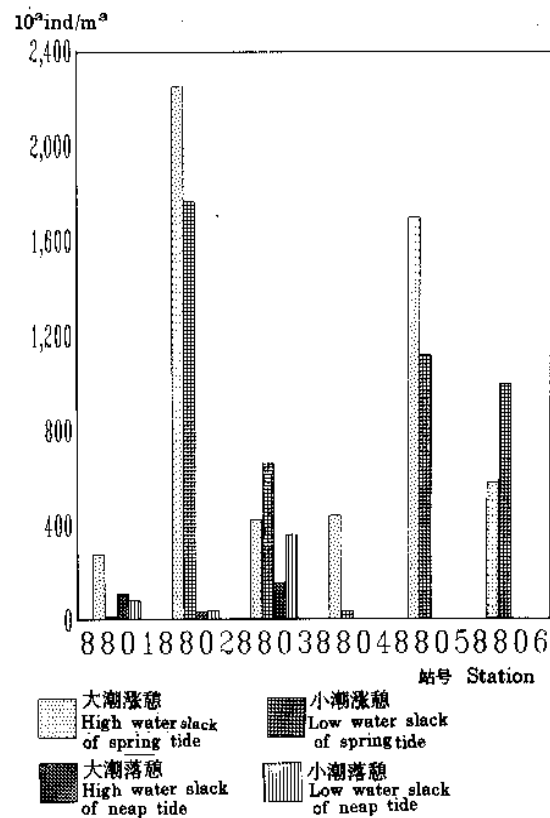


图2 浮游植物总数量垂直分布(1988年8月)

Fig. 2 Vertical distribution of the total biomass of phytoplankton (Aug. of 1988)

① 大小潮变化 大潮时的浮游植物总数量的均值(879.7×10^3)要远比小潮时的总数量均值(128.9×10^3)为高,并且大潮涨憩(994.7×10^3)和落憩(764.6×10^3)的总数量均值分别要大于小潮涨憩(98.3×10^3)和落憩(159.4×10^3)时的总数量均值。

浮游植物总数量的空间分布状况,大潮和小潮也颇不相同。大潮时浮游植物总数量的空间分布很不均匀,疏密分布(斑块)现象明显,总数量的高值主要出现在调查区中部的8802站和8805站,优势种为外海暖流性的粗根管藻 *Rhizosolenia robusta* 和距端根管藻 *Rh. calcaravis*。调查区内侧的8801站和8804站的数量最低,2个站的优势种的组成有所不同,8801站以骨条藻 *Skeletonema costatum* (占34.1%)、粗根管藻(占32.8%)为主;而8804站则以圆筛藻 *Coscinodiscus spp.* 占绝对优势(占57.9%)。调查区外侧的8803站和8806站的数量居中,2个站的优势种组成也不尽相同,8803站以粗根管藻占绝对优势(51.9%);而8806站则以圆筛藻占绝对优势(58.6%)。小潮时(仅调查1条断面),浮游植物总数量的高值出现在外侧的8803站,原大潮时数量最高的8802站反而出现最低数量,8801站的数量居中。各站的优势种类的组成比例与大潮时有所不同,粗根管藻和距端根管藻所占比例下降,圆筛藻所占比重增大,骨条藻普遍出现,并占有相当的比例。

② 涨落潮变化 从调查区各测点的平均状况来看,小潮时浮游植物总数量落憩大于涨

憩,而大潮时涨憩大于落憩。从各测点各自的平均状况来看,内外测点有所不同,大潮时调查区外侧,即最大浑浊带核心部位及其内侧,浮游植物总数量均是涨憩高于落憩。小潮时除调查区内侧的8801站外,浮游植物总数量与大潮相反,均是落憩大于涨憩。

上述两个变化特点均表明,浮游植物总数量的高值区,是由调查区外侧随着潮汐周期性地在调查区内往返移动形成的。

表1 1988年7月最大浑浊带海区浮游植物不同潮型的总数量和优势种个体数(单位: 10^3 个/ m^3)

Table 1 Total quantity and number of dominant species of phytoplankton in different tidal types in the maximum turbidity zone in July of 1988 (Unit: 10^3 ind/ m^3)

种 名 Species	站 号 Station	8801	8802	8803	8804	8805	8806	平 均 Mean	
骨条藻 <i>Skeletonema costatum</i>	大 潮 Spring tide	涨憩 high water slack	2.0	9.1	0	0	11.4	0	3.80
		落憩 low water slack	7.50	0	0	0	30.7	46.0	14.0
	小 潮 Neap tide	涨憩 high water slack	16.0	0	102.7				39.6
		落憩 low water slack	29.1	9.7	20.7				19.8
距短根管藻 <i>Rhizosolenia calcaravis</i>	大 潮 Spring tide	涨憩 high water slack	20.0	722.3	36.0	46.9	277.1	2.0	184.1
		落憩 low water slack	0.5	520.0	57.1	28.0	244.0	107.0	159.4
	小 潮 Neap tide	涨憩 high water slack	21.5	2.5	2.0				8.7
		落憩 low water slack	16.6	0	52.7				23.1
粗根管藻 <i>Rh. robusta</i>	大 潮 Spring tide	涨憩 high water slack	180.0	841.1	249.0	97.1	892.6	16.0	379.3
		落憩 low water slack	0	858.7	296.0	4.70	508.3	382.0	534.4
	小 潮 Neap tide	涨憩 high water slack	45.0	8.5	4.0				19.2
		落憩 low water slack	9.70	0	95.3				35.0
圆 筛 藻 <i>Coscinodiscus spp.</i>	大 潮 Spring tide	涨憩 high water slack	31.0	365.7	70.5	254.8	281.2	45.0	174.7
		落憩 low water slack	2.50	306.7	277.0	8.0	212.1	39.0	140.9
	小 潮 Neap tide	涨憩 high water slack	24.5	13.5	27.3				21.8
		落憩 low water slack	14.9	20.6	132.0				55.8
总个体数 Total quantity	大 潮 Spring tide	涨憩 high water slack	277.5	2251.4	422.0	440.0	1699.4	578.0	944.7
		落憩 low water slack	11.0	1766.7	660.6	36.7	1117.3	995.0	764.4
	小 潮 Neap tide	涨憩 high water slack	107.7	32.6	155.3				98.5
		落憩 low water slack	80.0	38.9	359.3				159.4

(2) 优势种数量的分布和变动

调查期间主导浮游植物总数量的分布和变动的优势种为粗根管藻、圆筛藻两种,距端根管藻和骨条藻也占有一定的比例。它们的数量分布和变动状况分述如下。

① 粗根管藻和距端根管藻 这两种均是由台湾暖流携带至长江口浅海的外海种,由于它们对盐度的耐受限较宽,故在台湾暖流强盛的夏秋季,可在长江口浅海区出现^[5]。从同期(1988年8月)长江口河口峰海区浮游植物调查资料表明,它们在长江口区的分布范围相当广,几乎遍及整个海区。它们在盐度低的河口最大浑浊带海区较大数量出现,并成为该时该海区的主要优势种,这是一种从未见过报道的现象。

粗根管藻和距端根管藻的数量分布和变动,受潮汐的影响甚为显著。大潮时的数量明显高于小潮时的数量,且在总数量中所占的比例也以大潮时为高。其次,它们在大潮不同潮时的数量均值稍有差别,即大潮时粗根管藻的数量均值以落憩时大于涨憩时;距端根管藻则相反,以涨憩时的数量稍大于落憩时数量。但不同站的数量变动情况有所不同,如在外侧的8803站,两种的数量均以落憩大于涨憩;内侧的8801站则相反,以涨憩数量大于落憩数量(表1)。

两种的数量空间分布状况与总数量的分布趋势基本一致(表1)。

②圆筛藻 本属种类大都属沿岸广布性种,在河口和沿岸广为分布,在长江口海区数量高值一般形成于盐度10—25的海区。

本属的数量分布和变动受潮汐的影响不如上述两种明显,在大潮时的数量虽大于小潮时的数量,但与上述两种不同的是,其在总数量中所占的比例是小潮时为高,可见本属是小潮时数量居首位的优势种。大潮时由于粗根管藻大量出现,圆筛藻占总数量的比例退居第二。其次,本属在大小潮不同潮时的数量差异也不同,大潮时以涨憩时的数量稍大于落憩时的数量;小潮时相反,以落憩时的数量稍大于涨憩时的数量(表1)。

本属数量的空间分布状况与总数量的空间分布趋势大体一致(表1)。

③骨条藻 本种为内湾、河口和近岸的低盐广温性种,在世界海洋广为分布。我国沿海均有出现,但通常以内湾、河口和受江河淡水径流影响较大的海区的数量为高。长江口海区内侧是骨条藻的发生源地之一,出现数量常极高,有时可异常繁殖形成赤潮。其数量的空间分布主要受长江冲淡水影响,故本种在一定程度上可作为长江冲淡水的指示种^[1,2,5-6]。

骨条藻的数量空间分布和变动情况与上述数种颇不相同,小潮时的数量均值反比大潮时的数量均值为高,其占总数量的比例也远较大潮时占总数量的比例为大。除8803站外,在一个潮周期内均以落憩的数量大于涨憩的数量。数量的空间分布情况也较独特,大潮时以8805站和8806站的数量相对为多,小潮时则以8803站的数量相对为多(表1)。

2. 1988年枯水期

(1)总数量的分布和变动

同洪水期一样,枯水期浮游植物总数量的空间分布和变动受潮汐的影响也甚为显著。

①大小潮变化 由图3和表2可以看出,浮游植物总数量具有明显的潮周期变化特征,大潮时的浮游植物总数量的均值要比小潮时的总数量均值高6.1倍。

同洪水期一样,大小潮时浮游植物总数量的空间分布状况也颇不相同。大潮时浮游植物总数量的空间分布很不均匀,斑块现象明显,大潮涨憩时总数量的高值形成于内侧(北槽和南槽上部)的8806站和8802站,较其东西两侧站的数量高出10—40倍之多。外侧的8808站的数量居中,最内侧8801站的数量最低,大潮落憩时数量高值站有外移的倾向。小潮时浮游植物高值站比大潮期间有偏外的倾向。大小潮时的优势种均以骨条藻占压倒优势(占80—90%),其次为圆筛藻(小潮所占比重比大潮时增加)。

②涨落潮变化 同一潮周期内,就整个调查区而论,无论是大潮还是小潮,总数量的均值均涨憩大于落憩,尤其大潮时最为突出,涨憩时数量比落憩时的数量高约5.7倍。但就具体站位而论,大潮时调查区内测的8801站、8802站和8806站涨憩时的数量大于落憩时的数量,而外侧的8805站和8808站相反,以涨憩时数量小于落憩时的数量。小潮时与大潮时具有相反的倾向,即内侧的站落憩时的数量大于涨憩时的数量,而外侧站则涨憩时数量小于落憩

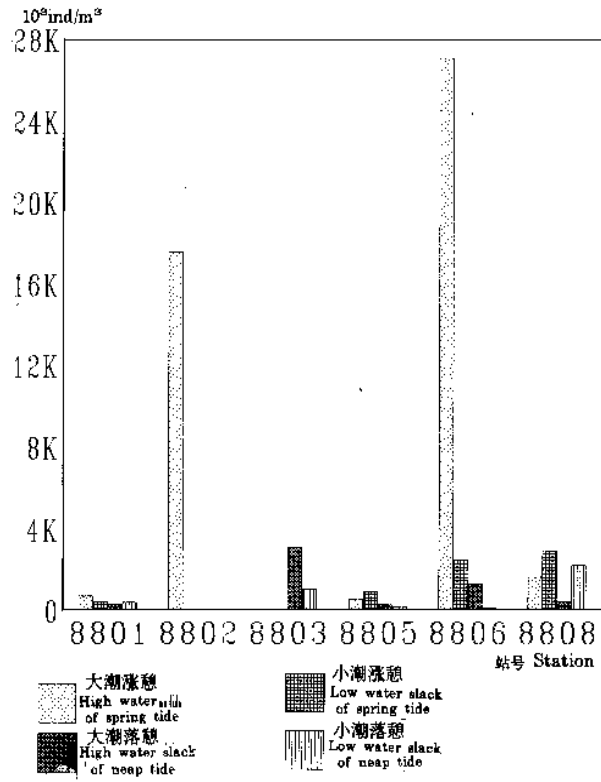


图3 浮游植物总数量垂分布(1989年8月)

Fig. 3 Vertical distribution of the total biomass of phytoplankton (Aug. of 1989)

时的数量。

表2 1988年12月最大浑浊带海区浮游植物不同潮型的总数量和优势种个体数(单位: 10^3 个/米³)Table 2 Total quantity and number of dominant species of phytoplankton in different tidal types in the maximum turbidity zone in December of 1988 (Unit: 10^3 ind/m³)

种 名 Species	站 号 Station	8801	8802	8803	8805	8806	8808	平 均 Mean
骨 条 藻 <i>Skeletonema</i> <i>Costatum</i>	大 潮							
	涨憩 high water slack	610.5	1748.4		407.8	2684.5	1508.8	9370.7
	落憩 low water slack	371.6			843.6	2305.7	2840.0	1590.2
	小 潮							
圆 筛 藻 <i>Coscinodiscus</i> <i>spp.</i>	涨憩 high water slack	215.7		2986.4	0	1190.9	269.3	932.5
	落憩 low water slack	301.3		973.5	12.4	67.3	2055.0	681.9
	大 潮							
	涨憩 high water slack	59.7	38.97		110.4	165.7	89.0	92.74
总个体数 Total quantity	落憩 low water slack	44.5			41.8	143.3	56.0	71.4
	小 潮							
	涨憩 high water slack	60.2		36.4	244.9	80.9	117.3	107.9
	落憩 low water slack	59.2		49.6	86.7	26.9	114.5	67.4
	大 潮							
	涨憩 high water slack	674.2	17531.8		528.2	27059.6	1606.4	9480.0
	落憩 low water slack	419.9			893.1	2457.6	2897.8	1667.1
	小 潮							
	涨憩 high water slack	279.7		3047.4	258.7	1288.7	420.2	1058.9
	落憩 low water slack	365.6		1016.4	103.1	101.9	2190.8	755.6

③季节变化 枯水期浮游植物的总数量,无论是大潮或小潮都远比洪水期为高,特别是大潮涨憩和小潮涨憩时的数量,枯水期比洪水期分别高出10倍和10.8倍。此一现象主要是由于枯水期的优势种骨条藻较大量出现所致(表4)。此外,在数量的空间分布上,枯水期(无论是大潮还是小潮)其数量的高值站,均比洪水期的偏西,这与洪、枯水期浑浊带海区的数量变动状况基本一致(表3)。

(2)优势种数量的分布和变动

调查期间,左右浮游植物总数量分布和变动的优势种为骨条藻,其次为圆筛藻。它们的数量分布和变动状况分述如下。

①骨条藻 本种的数量分布和变动状况,同总数量空间分布和变动趋势基本一致,也就是总数量空间分布和变动基本上是本种数量空间分布和变动的反映。骨条藻的数量变动具有明显的潮周期现象,表现为大潮时的数量比小潮时的数量高约6.8倍,大潮时的斑块分布现象也远较小潮时明显。此外,无论是大潮还是小潮,涨憩时的数量均比落憩时的数量为高,此一现象在大潮时尤为明显,涨憩时的数量比落憩时的数量高5.9倍,并且涨憩时数量分布的斑块现象也远比落憩时的明显。但就具体站位而论,则无论是大潮还是小潮,均存在内侧站位涨憩时数量大于落憩时数量,外侧站位落憩时数量大于涨憩时的数量的现象(表2)。

若与洪水期大、小潮的骨条藻数量相比较,则枯水期本种的数量分别高约616倍和27倍(表4)。据历史调查资料,在长江口及其邻近的浙江近海,骨条藻的数量高峰主要出现在夏季,冬初12月通常是数量的低谷月份^[1,2,6]。1988年在河口浑浊带调查区,本种冬季的数量反而远大于夏季。对此一现象将在讨论部份予以分析。

②圆筛藻 同洪水期相同,本属数量的空间分布和变动的潮周期现象远不如骨条藻明显,大小潮的数量几无差异,涨落憩数量的差异也不大。数量的平面分布也较均匀,大潮时相对以8806站数量为多,小潮时则以8805站和8808站的数量为多(表2)。

总的来说,本属洪水期的数量要比枯水期的数量为大。但由于洪水期本属大小潮的数量差异较大,从而导致出现本属在洪水期大潮时的数量大于枯水期大潮时的数量,而小潮时的数量小于枯水期小潮时的数量的现象。

表3 调查区浮游植物总个体数平均值的变化(单位:10³个/米³)

Table 3 Variation of Mean value of total number of phytoplankton in investigating zone (Unit :10³ind/m³)

季 节 Season	洪 季 lood period		枯 季 Dry period	
潮型 Tidal type	大潮 Spring tide	小潮 Neap tide	大潮 Spring tide	小潮 Neap tide
涨憩 High water slack	994.7	98.3	9480.0	1058.9
落憩 Low water slack	764.8	159.4	1667.1	755.6
平均 Mean	879.8	728.3	5573.6	907.3

表4 调查区骨条藻总个体数平均值的变化(单位: 10^3 个/米³)Table 4 Variation of Mean value of total number of *Skeletonema costatum* investigating zone (Unit: 10^3 ind/m³)

季 节 Season	洪 季 Flood period		枯 季 Dry period	
潮型 Tidal type	大潮 Spring tide	小潮 Neap tide	大潮 Spring tide	小潮 Neap tide
涨憩 High water slack	3.8	39.6	9370.7	932.5
落憩 Low water slack	14.0	19.8	1590.2	681.9
平均 Mean	29.7	29.7	5480.5	807.2

(二)主要生态类型

调查区的浮游植物,按种类的生态习性可大体区分为三种类型,符合河口浮游植物群落结构的一般规律^[7]。

1. 河口和近岸低盐性类群

属本类群的种类最多(约占总种数的80%左右),再细分如下。

(1)半咸水类群 代表性种为缘状中鼓藻(*Bellerochea malleus*)和具槽直链藻 *Melosira sulcata* 等,出现数量不大。

(2)低盐近岸暖温性类群 代表性种为布氏双尾藻 *Ditylum brightwellii*、尖刺菱形藻 *Nitzschia pungens*、中华盒形藻 *Biddulphia sinensis*、短角弯角藻 *Eucampia zoodiacus* 和刚毛根管藻 *Rh. setigera* 等。洪水期数量比枯水期高,但出现数量均不大,仅相对以中华盒形藻和短角弯角藻数量为多。

(3)广耐性的近岸种 代表种为骨条藻和圆筛藻。由于本类群的种类对环境具有广泛的耐受力,故是长江口浑浊带海区出现的浮游植物,数量上具有举足轻重的优势种。

2. 江湖淡水类群

本类群主要由长江径流输入,调查期间,在长江口浑浊带海区出现的种类和数量均很少。代表性种为格孔盘星藻 *Pediastrum simplex* v. *clathratum* 和黄丝藻 *Tribonema* sp. 等。

3. 外海暖水性类群

本类群由外海水携带而来,主要为耐高温性的种类,故主要出现在夏季洪水期间,代表性种为粗根管藻、距端根管藻、洛氏角刺藻 *Chaetoceros larenzianus*、齿角刺藻 *Ch. denticulatus* 和平滑角刺藻 *Ch. laevis* 等。其中粗根管藻和距端根管藻,在1988年8月(洪水期)的出现数量相当大,是该时的主要优势种之一。

上述不同的生态类群属第一类群的种类最多,且大多为土著种,是调查区浮游植物的基本成份,决定了调查区浮游植物群落属于低盐沿岸的性质。第二、三两个类群的种类,均是外来性的客居种,前者由长江径流输入,但在最大浑浊带出现的种类和数量都很少;后者由潮流从外海携带而来,洪水期在调查区仅出现3种,它们对盐度的耐受限度均极宽广,特别是粗根管藻和距端根管藻两种,在调查区出现的数量相当大,是调查区的主要优势种。外海暖流种在盐度甚低的河口最大浑浊带大量出现的生态意义值得作进一步探讨。

讨 论

1. 长江口最大浑浊带海区的浮游植物的优势种比较单纯, 主要为广温广盐性河口和近岸性的骨条藻和圆筛藻。这是因为该海区是一个环境条件复杂多变, 各环境要素的时间和空间变化均十分剧烈的海区。尽管海区水体肥沃, 营养盐含量丰富, 但由于水体浑浊, 透明度低, 加之环境条件动荡不定, 极不利于浮游植物的繁殖生长。因此, 除少数对环境条件具有广泛耐受性的种类能在此海区生长, 出现一定数量外, 多数种类很难适应此种环境, 难以在此繁殖生长。本调查结果和历史资料均表明, 圆筛藻和骨条藻正是对多变的环境条件具有广泛耐受性的种类, 它们是长江口浑浊带海区浮游植物中最占优势的种类, 其数量在空间和时间上的分布和变动左右着调查区浮游植物总数量的分布和变动。但值得指出的是, 1988年洪水期, 由外海水输入的粗根管藻和距端根管藻在调查区较大量地出现, 并形成该时的主要优势种。此种现象从未见过报道, 其可能的原因有二。一是与观测期间的径流量比常年小有关。根据长江河口锋课题组调查结果, 浮游植物相对高数量区的位置与径流量大小有关, 洪水期偏于口外, 约在 $122^{\circ}30'$ — $122^{\circ}50'E$, 枯水期转向口门。1988年7月和8月长江大通站径流量分别为 $3370\text{米}^3/\text{秒}$ 和 $34400\text{米}^3/\text{秒}$, 每年月平均流量分别为 $42620\text{米}^3/\text{秒}$ 和 $48900\text{米}^3/\text{秒}$ 。流量偏小, 促使高数量区转向最大浑浊带。二是一般认为这两种是随台湾暖流进入长江口浅海区的, 由台湾暖流输入长江口区的外海暖流种中的多数种类, 仅能分布至台湾暖流和长江冲淡水等不同水系交汇的海区, 且它们的数量空间分布均呈现由外海向近岸减少的倾向。但粗根管藻和距端根管藻却不然, 它们不仅出现在长江口不同水系的交汇区, 而且可分布至长江河口最大浑浊带海区, 说明这两种对盐度变化有着较强的适应能力, 才可能在低盐度的环境中生存, 或许在合适的温度和丰富的营养盐条件下存在着多种生态因子的增效作用^[3], 促使它们在低盐的环境里生存下来。因此粗根管藻和距端根管藻是最大浑浊带海区的客居种, 是在涨落潮流优势接近平衡的特定环境条件下集聚起来的。

2. 长江口浑浊带海区的浮游植物的数量分布和变动, 具有明显的潮周期性特征。枯、洪水期均大潮的数量明显大于小潮的数量, 大潮时浮游植物总数量的斑块分布现象也较小潮时明显。此外就整个调查区而论, 除洪季小潮期落憩大于涨憩外, 洪季大潮、枯季大潮和小潮, 涨憩的数量大于落憩的数量, 此一现象在大潮时尤为明显, 且数量的斑块分布现象较落憩时明显, 数量的高值区主要形成于潮流优势的转换地带, 即动力平衡带。

长江口浑浊带营养盐含量丰富, 通常不成为浮游植物生长的限制因子, 而光照条件虽较恶劣, 但由于浑浊带海区的优势种骨条藻和圆筛藻是一类对环境具有广泛耐受性的种类, 似乎透明度也不会成为重要的限制因素。因此, 在影响浑浊带海区浮游植物数量分布和变动的诸多环境因子中, 水动力尤其是潮汐动力因子是一个最为重要的因子。水动力实际上对浑浊带海区浮游植物的分布起着一种输移和集聚的作用, 这就是为什么长江口浑浊带海区的浮游植物的数量分布具有显著的潮周期性特征的根本原因。

由于大潮时的潮流急, 流量大, 并且当潮流与长江下泄的径流在浑浊带海区相遇时, 形成盐淡水梯度峰面的强度也大, 因此, 此间潮流从浮游植物量丰富的羽状峰区携带而来并在径潮流交汇区集聚的浮游植物的数量自然要比小潮时为多, 并表现出大潮时浮游植物数

量分布的斑块现象要较小潮时的远为突出。

由于浑浊带海区出现的浮游植物的多数种类(占总种数90%以上),包括在数量上占优势的骨条藻和圆筛藻,均属海洋生活的低盐近岸性种,在长江口河口区的数量很少,可见长江口浑浊带海区的骨条藻和圆筛藻,主要是其东侧海区由潮流携入。因此,在整个浑浊带调查区,出现浮游植物的数量以涨憩大于落憩,而调查区外侧的局部站位,落憩大于涨憩的现象。

3. 枯水期浮游植物的数量明显大于洪水期的数量。已如上述,长江口浑浊带海区的环境,特别是动力环境处于连续不断的变动之中,从而导致浑浊带海区的浮游植物数量在空间和时间方面产生相应的变动。因此,如果仅局限于浑浊带海区的狭小的局部水域,则很难对浑浊带海区浮游植物的数量分布和变动的真实面貌做出符合客观情况的估计,因为事实上浑浊带海区的浮游植物与其邻近海区的浮游植物间存在着不可分割的联系,而水动力环境条件正是此种联系的桥梁。

联系1988年准同期长江口河口峰海区(浑浊带海区的外侧)的浮游植物的调查资料,不难发现,在 $122^{\circ}10'E$ 以西海区,枯水期(12月)的浮游植物总数量远较洪水期(8月)的为高。洪水期调查期间,受长江冲淡水影响强烈的 $122^{\circ}10'E$ 以西海区,是该时浮游植物数量的稀疏区(小于 100×10^3 个/米³);而枯水期调查期间, $122^{\circ}10'E$ 以西海区却是该时浮游植物数量的密集区(大于 100×10^3 个/米³),中心值大于 1000×10^3 个/米³(图4.5)。上述海区枯、洪水期的优势种类虽均为骨条藻和圆筛藻,但洪水期这两种占总数量的比例基本接近,且存在圆筛藻分布偏内,骨条藻分布偏外的趋势,枯水期骨条藻占绝对优势,而圆筛藻占总数量的比例不大(表2)。由此推断,正由于枯、洪水期 $122^{\circ}10'E$ 以西海区的浮游植物优势种数量分布的此种态势,导致浑浊带海区枯水期浮游植物数量大于洪水期浮游植物数量的现象。

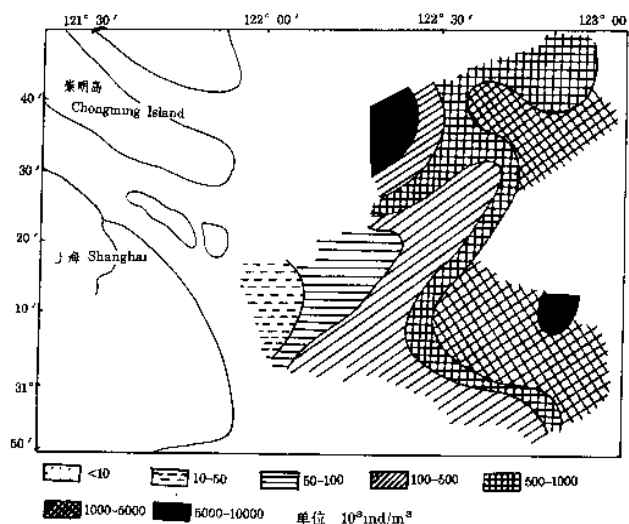


图4 浮游植物总数量水平分布(1988年8月)

Fig. 4 The horizontal distribution of phytoplankton biomass (Aug. of 1988)

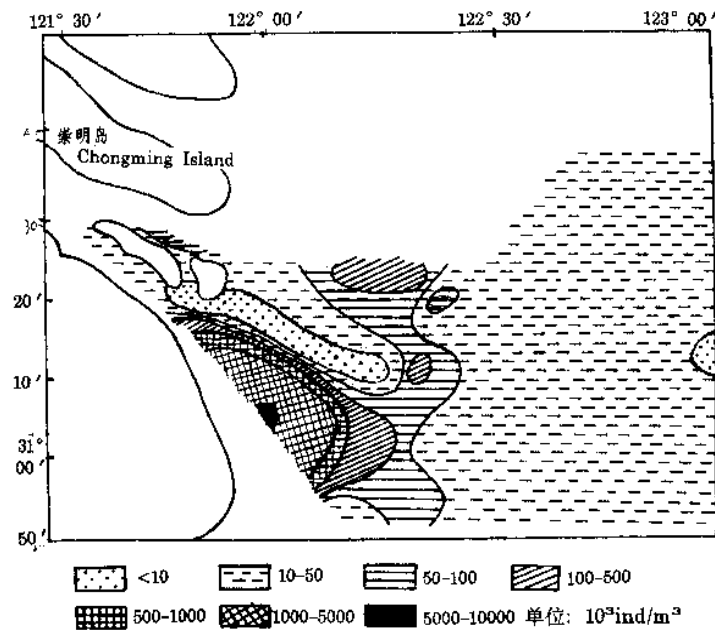


图5 浮游植物总数量水平分布(1988年12月)

Fig. 5 The horizontal distribution of phytoplankton biomass (Dec. of 1988)

但从表5可见,1984年和1990—1991年的情况与1988年不同,它们是洪季的数量高于枯季的数量,究竟是前二年为普遍情况,1988年为特殊情况,或是相反,目前还没有足够的资料证明,尚待作进一步的调查研究。

表5 长江口咸淡水混合区洪、枯水期浮游植物数量和优势种的年变动

Table 5 Variation of biomass and dominant species of phytoplankton in flood period and dry period in Changjiang estuary

海 区 Zone	31°09'—31°50'N, 121°45'—121°15'S		崇明、横沙外侧咸淡水区 Brackish waterzone off the Chong- ming, Hengsha island		31°10'—31°30 122°40		最大 浑 浊 带 Turbidity maximum zone	
时 间 Time	1984		1990	1991	1985	1986	1988	
	2月 Feb.	8月 Aug.	8—9月 Aug.—Sep.	3月 March	9月 Sept.	7月 July	8月 Aug.	12月 Dec.
数 量 Biomass 10 ³ ind/m ³	211.0	958.0	107.0	21.0	5639.4	1009.6	大潮 Spring tide 339.8	5573.6
							小 潮 Neap tide 128.3	303.5
优 势 种 Dominant	直 链 藻 <i>Melosira</i> spp. 骨条藻 <i>Skeletonema</i> <i>costatum</i>	圆筛藻 <i>Coscinodiscus</i> spp. 骨条藻 <i>Skeletonema</i> <i>costatum</i> 直 链 藻 <i>Melosira</i> spp.	骨 条 藻 <i>Skeletonema</i> <i>costatum</i> 直链藻 <i>Melosira</i> spp.	同左 as left	骨条藻占绝对优势 <i>Skeletonema</i> <i>costatum</i>		粗 根 管 藻 <i>Rh. robusta</i> 圆筛藻 <i>Cos. spp.</i> 距端根管藻 <i>Rh. calcar- avis</i>	骨条藻 <i>Skelet- nema</i> <i>costatum</i> 圆筛藻 <i>Coscinodiscus</i> spp.

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国科学技术委员会海洋综合调查办公室, 1977. 全国海洋综合调查报告, 第八分册。
- [2] 刘瑞玉等, 1987. 三峡工程对河口生物及渔业资源的影响。三峡工程对生态与环境影响及其对策研究论文集, 403—446. 科学出版社。

- [3] 孙儒泳等,1981.生态学基础,347—356.人民教育出版社。
- [4] 全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程生物篇编写组,1986.全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程第七篇,海洋生物调查.海洋出版社。
- [5] 顾新根,1993.“南水北调工程”对浮游植物的影响.海洋渔业,(1):8—12。
- [6] 顾新根等,1987.东海区渔业环境调查报告k 东海区渔业资源调查和区别,95—148.华东师范大学出版社。
- [7] 森下郁子,1982.河口の生态学.山海堂株式会社。

THE ECOLOGICAL STUDY ON PHYTOPLANKTON IN MAXIMUN TURBID ZONE OF CHANGJIANG ESTUARY

Gu Xingen Yuan Qi

(East China Sea Fishery Research Institute, Chineses Academy of Fishery Sciences, shanghai 200090)

Shen Huanting Zhou Yueqin

Coast— Estuary Institute, East China Normal University Shanghai 20062

ABSTRACT In this surveying area , the time and spatial quantitative variation of phytoplankton bear an obvious characteristics of tide. It shows as follows:

1. The amount of phytoplankton biomass in spring tide was larger than that in neap tide in both flood and dry seasons. In flood season , the amount in spring tide was 6.8 times as high as that in neap tide ; in dry season , the amount in spring tide was 6.1 times as high as that in neap tide. 2. The amount of phytoplankton biomass in tidal flood was more larger than that in tidal ebb both in spring and neap tides and in flood and dry seasons. 3. The quantitative spatial distribution was not even in spring tide offlood and dry seasons. The spot or the variation of density distribution was obvious. Besides, the amount of phytoplankton biomass in both spring and neap tides of dryseason in 1988 was much larger than that in flood season. This had a close relation with spatial distribution of phytoplankton outside this surveying water. The species composition was not complicated and low salinity and coastal species are absolutely dominant such as *Skeletonema* and *Coscinodiscus*. But some high salinity, off—sea tropical species such as *Rhizosolenia robusta* *Rhinalga*— *avis-constituted* a higher percentage in flood season. It is a special phenomenon.

KEYWORDS Changjiang estuary , Turbidity maximum zone , Phytoplankton , Ecology