

长江口区海水中溶解有机碳和颗粒有机碳的分布及变化的研究*

谢肖勃 戴敏英 苗 辉 徐贤义 周陈年

(中国科学院海洋研究所)

长江每年有上千万吨有机物质注入河口邻近海域,影响着这一海域独特的生态环境。

本文根据 1985 年 8 月至 1986 年 5 月专业调查资料,论述了长江口邻近海域溶解有机碳(DOC)和颗粒有机碳(POC)的分布及变化,并从有机物质的变化推测三峡工程对河口海域生态系的影响。

一、采样及实验方法

共调查 4 个航次,每季度 1 次,分别在 8, 11, 1, 5 月进行。本专题采样范围为长江外的一个矩形海域($122^{\circ}00'E-124^{\circ}00'E$ $30^{\circ}45'N-32^{\circ}00'N$)和长江口内一段水域,50 共设站位 28 个(图 1)。采样层次为表层、10m 层和底层。采集的海水样品用孔径 $0.4\mu m$ 和直径 2.5mm 的 Whatman GF/C 膜定量过滤,过滤的水样和滤膜贮存于 $-25^{\circ}C$ 的低温冰箱,带回实验室测定。DOC 和 POC 样品分别用过硫酸钾氧化法(杨鹤鸣、孙

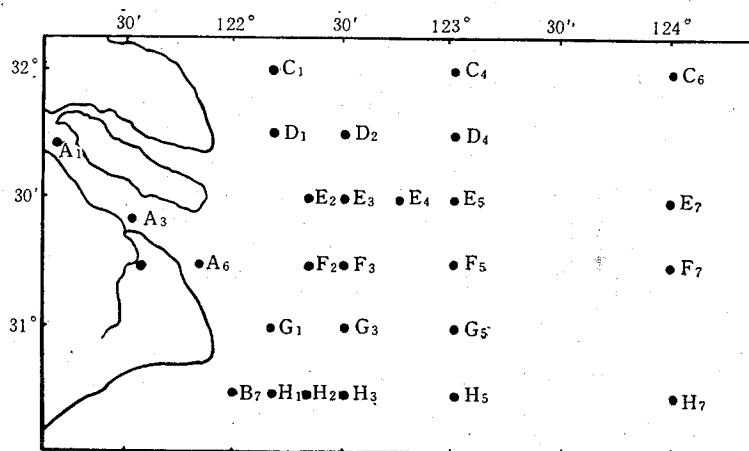


图 1 调查站位图

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 2059 号。
收稿日期: 1989 年 12 月 25 日。

作庆,1984)和高温燃烧氧化法(孙作庆、杨鹤鸣,1983)分析。

二、结果与讨论

1. 表层 DOC 含量的分布与变化

从表 1 可以看出 DOC 的含量范围,高值区一般在长江淡水区和长江口附近水域,低值区一般在远离长江口的海域。调查海域的表层 DOC 含量均高于远海或大洋的 DOC 含量,这反映了长江冲淡水的输入对调查区的影响。

表 1 表层 DOC 含量范围 (mgC/L)

	8 月	11 月	1 月	5 月
河 口	3.10—5.50	3.17—5.20	2.88—5.10	3.10—5.50
海 区	2.20—3.45	1.28—3.10	1.10—2.25	1.21—2.80

尽管 4 个采样月份得到的 DOC 含量各有不同,但其分布趋势都是从长江口向外海逐渐下降。8 月的 DOC 含量高于其他月份(图 2a)。11 月和 1 月 DOC 的分布有相似之处:在 123°E 的 E_5 , F_5 , G_5 站的含量有所增高(图 2b, c),对应各站位的水温也较高。5 月表层 DOC 的分布与 8 月相似,但分布曲线略向北移(图 2d)。

从 4 个月的 DOC 分布情况可看出,由长江水输入的有机碳在长江口邻近海域扩散,一直到 124°E 仍有影响。以 5 月份为例, 124°E 线上几个站位的 DOC 平均含量为 2.25

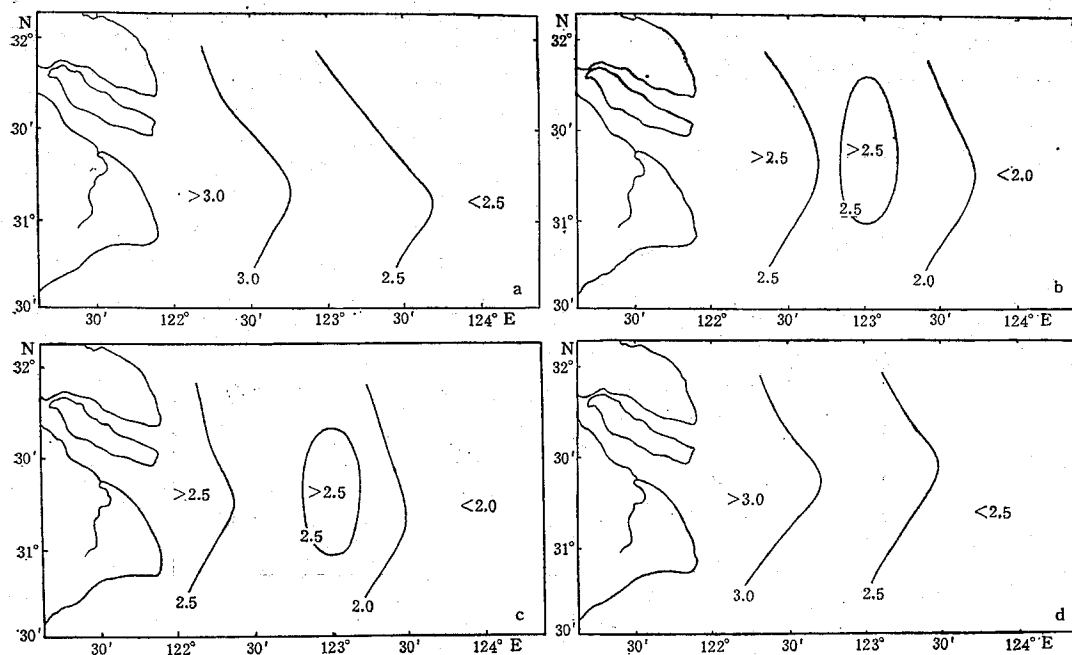


图 2 表层 DOC 分布 (mgC/L)

a. 8 月; b. 11 月; c. 1 月; d. 5 月

mgC/L, 长江口 A_6 站为 5.0 mgC/L, 从长江口由西向东每 10 海里 DOC 约减少 0.2 mgC/L。实际上 DOC 的浓度梯度并不是均匀的。124°E 线上各站 DOC 的平均值比大洋平均值 (0.8 mgC/L) 高出一倍多。长江入海径流量对 DOC 的影响以 F_3 站为例: 8 月和 5 月 DOC 含量均为 2.70 mgC/L, 11 月和 1 月分别为 2.46 mgC/L 和 2.32 mgC/L; 8 月和 5 月是长江丰水期, DOC 值最高, 1 月是枯水期, 故 DOC 值最低。这种现象说明了长江径流量的影响, 排水量大时, 陆源 DOC 量增多, 高值区向东延伸, F_3 站的 DOC 增高; 1 月排水量小, 高值区回缩, F_3 站的 DOC 降低(图 2a—d)。

河口海域 DOC 的来源以陆源输送为主, 而大洋中则以光合作用为主。长江口邻近海域的 DOC 虽以陆源注入为主, 但各类生物活动对其也有影响, 而生物活动又常受光照与温度的控制。关于日光照射与光合作用对 DOC 的影响, 滨健夫与半田畅彦(1984)已有报道。这里拟对 11 月和 1 月 123°E 处 E_5 , F_5 和 G_5 站出现的 DOC 高值用温度的影响加以解释。

表 2 温度对 DOC 的影响

	11 月		1 月	
	DOC (mgC/L)	t (°C)	DOC (mgC/L)	t (°C)
E_5	4.12	19.46	5.10	11.34
E_3	1.95	16.72	1.85	5.54
差 值	2.17	2.74	3.25	5.80
F_5	3.10	20.08	2.52	12.76
F_3	2.46	14.71	2.31	8.92
差 值	0.64	5.37	0.21	3.84
G_5	3.00	18.21	7.20	12.09
G_3	1.72	16.16	1.85	7.55
差 值	1.28	2.05	5.35	4.54

从表 2 可知, 123°E 处的 E_5 , F_5 和 G_5 站的 DOC 含量值和温度值均分别高于 122°30'E 处的 E_3 , F_3 和 G_3 站, 其差值范围 11 月为 0.64—2.17 mgC/L 和 2.05—5.37°C, 1 月达 0.21—5.35 mgC/L 和 3.84—5.80°C。若只考虑陆源输送, DOC 浓度应随离岸距离的增大而降低, 上述现象就无法得到满意的解释, 所以只能说明光照和温度对其产生了影响。在 11 月和 1 月, 123°E 处 E_5 , F_5 , G_5 等站位的表层海水温度较高, 有利于浮游植物的生长和浮游动物及一些大生物的活动。这些生物的繁殖、分泌、排泄、解体使 DOC 含量增高。这样, 由生物活动产生的 DOC 就超过了因扩散而减少的 DOC, 因而在 E_5 , F_5 , G_5 等站出现了 DOC 的高值区。11 月和 1 月 123°E 处的表层海水温度较

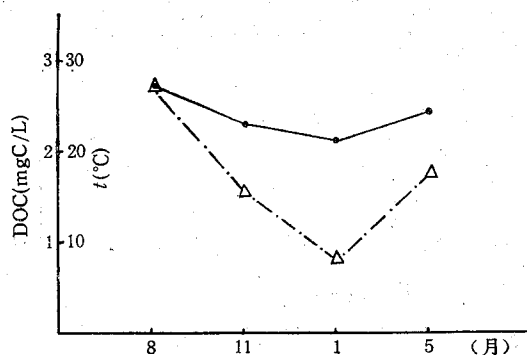


图 3 表层 DOC 季节变化

● DOC; △ t

122°30'E 处高,是因为秋、冬季长江淡水温度低、流量小、影响范围小;所以在 5 月和 8 月,就没有温度和 DOC 含量的上述现象。

2. 表层 DOC 的季节变化

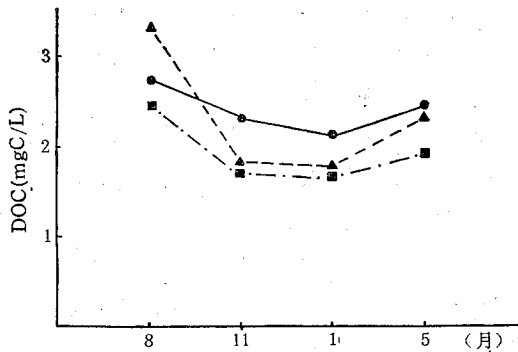


图 4 DOC 垂直变化

● 表层; ▲ 10m 层; ■ 底层

DOC 表层、10m 层和底层含量的平均值作图 4。除 8 月外,其他 3 个月的 DOC 平均含量从表层、10m 层到底层依次降低,这与大洋中 DOC 主要产生在表层,浓度随海水深度而逐渐降低是一致的,其主要原因有光化学降解、大生物摄食、浮游植物异养等。深海底部的 DOC 只有表层 DOC 初级生产力的 20%,长江口海域与大洋不同,除 8 月外,其他 3 个月表层与底层 DOC 的差值在 0.40—0.60 mgC/L 之间,为表层平均值的 20—

DOC 表层含量和水温的季节变化见图 3。调查区内 DOC 月平均值为 2.07—2.72mgC/L,是世界河流 DOC 平均含量(5.75mgC/L)的 36%—47%,是未被污染大洋 DOC 平均含量 (0.8 mgC/L) 的 2.6—3.4 倍 (Mulholland, P. J. and Watts, J. A., 1980)。

图 3 表明,8 月份 DOC 含量最高,1 月最低,5 月又回升。DOC 季节平均值的趋势与温度的季节变化趋势一致。

3. DOC 的垂直变化

取每个月

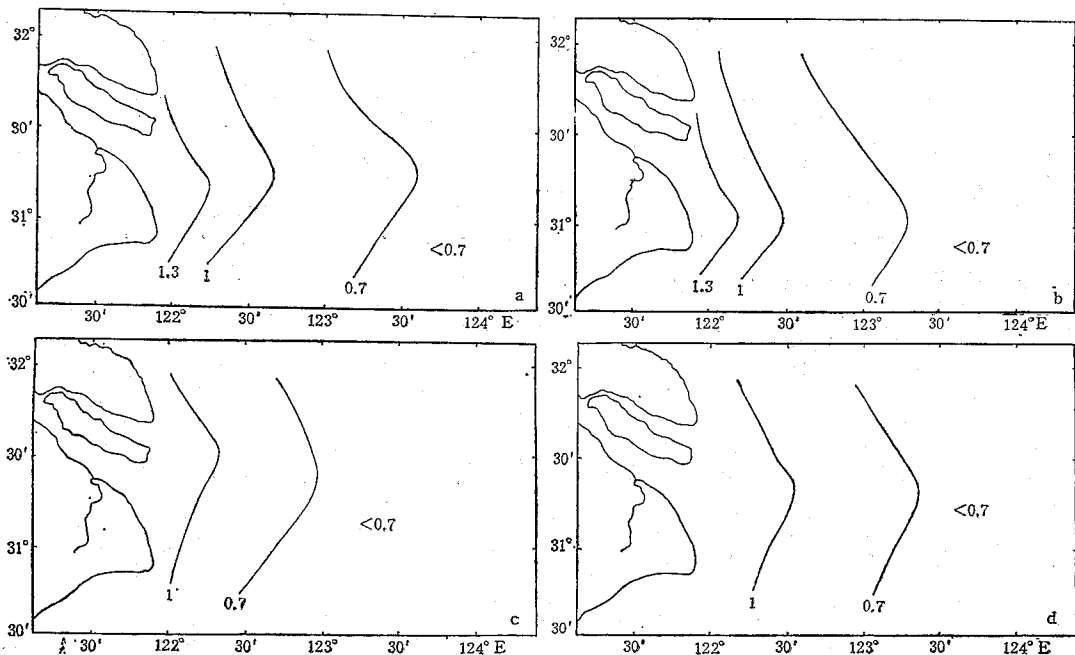


图 5 表层 POC 分布 (mgC/L)

a. 8 月; b. 11 月; c. 1 月; d. 5 月

30%。由于长江口海域水浅, 采样区一般不深于 50m, 且有淡水冲入, 所以表、底层 DOC 的差别不象深海那样大。从图 4 看出, 10m 层和底层的 DOC 季节变化也都与表层变化趋势一致。

4. 表层 POC 含量的分布与变化 长江河口区及其附近海域 POC 含量范围如表 3, 河口区的 POC 低于世界河流的 POC, 其附近海域的 POC 则高于大洋数倍, 这表明 POC 的来源仍为陆源输送 (Gordon, 1979)。

表 3 表层 POC 含量范围 (mgC/L)

	8 月	11 月	1 月	5 月
河 口	1.28—1.63	1.03—1.18	1.05—1.26	1.10—1.53
海 区	0.32—1.16	0.54—0.95	0.35—1.08	0.32—1.27

从图 5 可以看出, 4 个月份的 POC 含量都是从河口向外海逐渐降低, 规律性较好。8 月和 5 月 POC 的高值区出现在 G_1 站, 11 月出现在 B_7 站。另外, 南面 3 个断面 (F, G, H) 的 POC 含量均比北面 3 个断面 (C, D, E) 高一些。这一现象除了由于长江淡水入海方向是东偏南外, 还可能与嵊泗列岛周围的生物活动有关。POC 组成了海洋食物链的一环, POC 的丰富给大生物的生存提供了条件。Wangersky (1976) 提出, POC 的分布一般是不连续的, 因为从大生物体内排泄的 POC 和浮游植物解体的 POC 在水中的扩散并不一定很快。长江大量淡水入海使许多微型颗粒较均匀地混合起来, 从而使得长江口 POC 的分布趋于较连续。

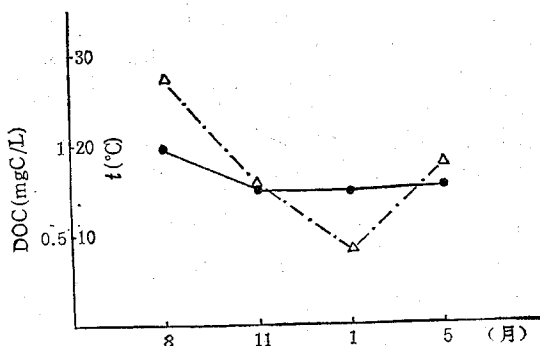


图 6 表层 POC 季节变化

● POC; ▲ t

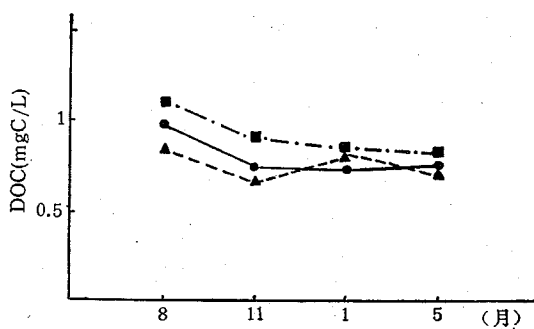


图 7 POC 垂直变化

● 表层; ▲ 10m 层; ■ 底层

holland and Watts, 1980)。长江口附近海区 POC 的含量范围为 0.77—0.99mgC/L, 为

5. 表层 POC 的季节变化 从图 6 中可以看出, POC 的季节变化与 DOC 基本相同, 8 月最高, 逐渐降低至 1 月, 5 月回升。虽然 4 个月份温度相差近 20℃, 但 POC 平均含量却相差不太大, 这说明温度对 POC 变化的影响不象对 DOC 那么明显, POC 的变化主要取决于陆源输送。

长江口内 POC 的平均值为 1.3 mgC/L, 而美国约 80% 的河流的 POC 平均值在 2.5mgC/L 左右 (Mu-

长江口淡水区的 50—70%，比大洋中的 POC 高出数十倍(太平洋为 0.03mgC/L, 大西洋为 0.054mgC/L), 而 DOC 仅高 3 倍(Wangersky, 1976)。POC 与 DOC 的比值在大洋为 1:100 至 1:10, 在世界河流则为 10:1 至 1:1, 在长江口海域为 1:4 至 1:3。长江口海域由于淡水的影响, 悬浮物质使水变得混浊, 透明度极低。长江口海域的 POC 主要是由长江所输送, 其输送方式主要是悬浮物携带。长江口(如 A₆ 站)的悬浮物中一般带有 1.7%—4.1% 的 POC。

6. POC 的垂直变化 POC 含量底层最高(图 7), 除 1 月外其他 3 个月份表层均高于 10m 层。长江口海区 POC 的垂直分布与大洋不同, 在大洋中 POC 含量是随水深而减少。Wangersky (1976) 报道, 太平洋的 POC 在表层为 0.03mgC/L, 100—500m 为 0.0118 mgC/L; 500—1 000m 为 0.0063 mgC/L; 3 000m 以下仅 0.0036 mgC/L, POC 含量与水深成反比。长江口海域的水深比大洋浅得多, 由于冲淡水和潮汐的影响, 许多颗粒物质能够较均匀地混合, 而且底部的部分沉积物也不断再悬浮, 这样就使得底部的 POC 高于表层。

总有机碳 (TOC) 的分布与变化的许多特征和规律, 在海区主要为 DOC 所支配; 而在河口段由于 POC 与 DOC 的比值增大, POC 也影响 TOC。长江中丰富的有机物质为长江口海域提供了生物活动的有利条件。按 1985 年 10 月测得的长江径流量 30 500 m³/s 计算, 每年约有 450—800 万吨 TOC 注入海区, 约合 900—1 600 万吨的有机物质, 这样就为生物食物链的循环奠定了稳定的基础。长江三峡大坝建成蓄水后, 下游水量降低, 河口海域淡水影响的区域缩小, 有机碳含量降低, 海区的生物活动就将受到一定影响。

参 考 文 献

- 孙作庆、杨鹤鸣, 1983, 海水中颗粒有机碳的测定方法, 海洋湖沼通报, 1: 27—30。
 杨鹤鸣、孙作庆, 1984, 海水中溶解有机碳的测定方法, 海洋科学, 1: 19—23。
 浜健夫、半田畅彦, 1984, 海洋・湖沼にける有機物の生産過程, 海洋科学, 16(2): 70—76。
 Gordon, D. C., 1979, Detailed observations on the distribution and composition of particulate organic material at two stations in the Sargasso Sea, *Deep-Sea Research*, 26: 1083—1092。
 Ichikawa, T., 1982, Particulate organic carbon and nitrogen in the adjacent seas of the Pacific Ocean, *Marine Biology*, 68(1—3): 49—60。
 Mulholland, P. J. and Matts, J. A., 1980, Transport of organic carbon to the oceans by rivers of North America: a synthesis of existing data. *Tellus*, 34: 176—186。
 Wangersky, P. J., 1976, Particulate organic carbon in the Atlantic and Pacific Ocean, *Deep-Sea Research*, 23: 457—466。

DISTRIBUTION AND VARIATION OF PARTICULATE AND DISSOLVED ORGANIC CARBONS IN THE ADJACENT WATERS OF THE CHANGJIANG RIVER ESTUARY*

Xie Xiaobo, Dai Mingying, Xiu Xianyi, Miao Hui and Zhou Chennian

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

ABSTRACT

The distribution and variation of particulate organic carbon (POC) and dissolved organic carbon (DOC) in and around the Changjiang River Estuary are studied from summer in 1985 to spring in 1986, for the first time. The concentrations of POC and DOC were affected by the freshwater of the Changjiang River, so POC and DOC are directly proportional to salinity. The determined concentrations of POC and DOC are in the range of 0.5—1.4mgC/L and 2.1—5.6 mgC/L respectively. The average concentrations of POC and DOC are 3—4 times and 30—40 times higher than that in deep waters. There is a correlation between DOC or POC and temperature to some extent, higher in summer and lower in winter.

* Contribution No. 2059 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.