

东海颗粒有机碳的研究*

刘文臣 王荣吉 鹏

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

提要 于1994年春季(4月)和秋季(10—11月)对东海颗粒有机碳(POC)、颗粒氮、ATP(三磷酸腺苷)进行测定,通过ATP定量区分POC中的生命与非生命部分。结果表明,春秋两季POC的平均值为 $417\mu\text{g/L}$,其中春季为 $280\mu\text{g/L}$,生命部分占10%;秋季为 $541\mu\text{g/L}$,生命部分占4%。春季表层POC以东海陆架中部为高值区向周围递减,与ATP的分布相似,而且颗粒有机物中的C:N比值较低(7.63),说明春季POC主要受生物活动影响;秋季表层POC以长江口为高值区向海外海递减,与ATP差别很大,而且颗粒有机物中的C:N比值较高(15.23),说明秋季生物活动已不是POC的主要影响因素。秋季POC可能主要来自长江径流和沉积物的再悬浮。

关键词 颗粒有机碳 ATP 东海

海洋中颗粒有机碳(POC)分为生命部分(活的细菌、浮游生物等提供的有机碳)与非生命部分(碎屑等的有机碳),它在全球碳循环与海洋生态系统中发挥着重要作用。国外对颗粒有机碳的研究极为重视(Roman et al., 1984; Baretta et al., 1995),但这项研究因花费多难度大而在我国开展不多(宁修仁, 1985; 蔡德陵, 1993; 洪华生, 1991)。本文首次全面研究了东海颗粒有机碳的数量、分布、生命与非生命部分的区分,并且探讨了它的来源,为建立东海碳通量模型和了解东海的生物生产过程提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 研究海域及取样

海洋科学调查船“科学1号”于1994年4月、“东方红1号”于1994年10—11月对东海进行两个航次的调查,站位分布如图1所示。每站根据水深从表层到底层用Niskin采水器采水3—6层,其中真光层上下至少各有一水样。每一水样经 $200\mu\text{m}$ 的筛绢过滤后分为两部分,一部分用来测定颗粒有机碳和颗粒氮,一部分测定ATP。

1.2 颗粒有机碳、颗粒氮的测定

采用干式燃烧法测定(Wangersky, 1976)。取500—1000ml上述水样,用直径25mm、孔径约 $0.7\mu\text{m}$ 的Whatman GF/F玻璃纤维滤膜(滤膜于 450°C 预烧4h)过滤,将附有颗粒有机物的滤膜置于 -20°C 保存至分析。实验室中用浓盐酸蒸汽除去样品中无机碳,在PE240 CHN元素分析仪上同时测出碳、氮值。

1.3 ATP的测定

* 国家自然科学基金资助项目, 49276265号。刘文臣,男,出生于1968年10月,硕士。

收稿日期: 1995年10月10日, 接受日期: 1996年8月26日。

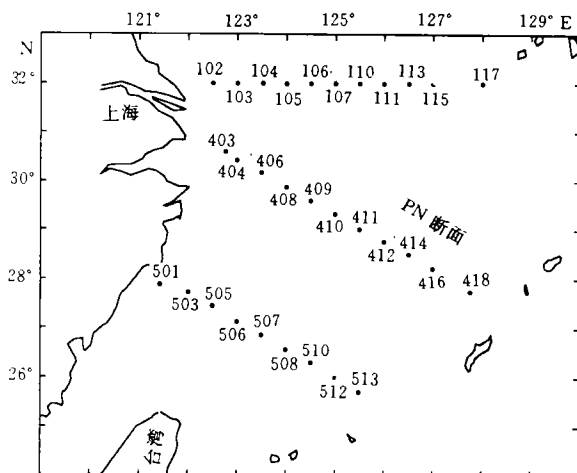


图1 东海调查站位图

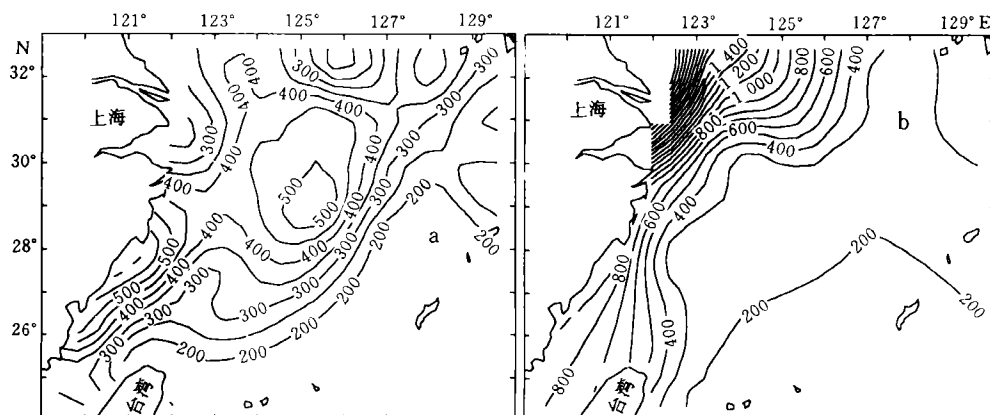
Fig.1 Sampling Stations in the East China Sea

用 GF/F 玻璃纤维滤膜过滤上述水样 2 000—3 000ml, 并立即把滤膜放入 10ml 沸腾的 0.02mol/L Tris 缓冲液 (pH=7.75) 提取 3min, 提取液置于 -20°C 冷冻保存至分析。实验室中用 FG-300 发光光度计测定 ATP 浓度, 荧光素酶缓冲液按照 Holm-Hansen (1966) 的方法配制, ATP 标准钠盐由美国 Sigma 公司生产 (纯度在 95% 以上)。

2 结果与讨论

2.1 颗粒有机碳的浓度

调查海区平均浓度约为 $417\mu\text{g/L}$, 秋季高于春季 (表 1), 90% 以上为非生命部分。

图2 东海表层颗粒有机碳 ($\mu\text{g/L}$) 的分布 (a. 春季, b. 秋季)Fig. 2 Distribution of POC ($\mu\text{g/L}$) in surface waters of the East China Sea (a. spring; b. autumn)

Wangersky (1976) 得到太平洋 0—100m 颗粒有机碳平均为 $30\mu\text{g/L}$, 大西洋的为 $54\mu\text{g/L}$, 因此东海的浓度大致高一个数量级。

表 1 东海生命颗粒有机碳与非生命颗粒有机碳的浓度

Tab.1 Concentrations of living and non-living POC in the East China Sea

季节	POC ($\mu\text{g/L}$)	L-POC ($\mu\text{g/L}$)	L-POC/POC (%)	N-POC ($\mu\text{g/L}$)	N-POC/POC (%)
春 范围	33.00—1 123.80	1.01—107.92	0.62—51.68	32.24—1 103.42	48.32—99.38
季 平均	305.81	25.88	9.95	279.93	90.05
秋 范围	89.78—4 134.17	1.02—49.76	0.37—32.11	87.44—4 131.67	40.24—98.98
季 平均	550.38	9.15	4.01	541.65	95.99

L-POC (生命颗粒有机碳) = $250 \times \text{ATP}$; N-POC (非生命颗粒有机碳) = $\text{POC} - \text{L-POC}$ (Holm-Hansen et al., 1966)。

2.2 表层颗粒有机碳的分布

春季(图 2a), 颗粒有机碳大致以 125°E , 30°N 为中心向四周递减, 在长江口附近, 浓度随离江口距离的增加而减小这种典型的江口分布模式没有形成, 说明长江径流对表层颗粒有机碳的直接影响很小。Milliman 等(1984)对长江口附近海域有机碳来源的研究表明, 悬浮物的 C:N 比 >12 时主要为陆源; C:N 比 <8 时主要是海生。本文得到春季 C:N 比的平均值小于 8 (C:N=7.63), 而且, 同航次的资料表明, 海水中 ATP 浓度较高 ($113\text{m}\mu\text{g/L}$), ATP 与颗粒有机碳的分布相似(在 PN 断面上两者相关系数 $r=0.81$), 这些都说明春季表层颗粒有机碳的分布主要受生物活动的影响, 海水中生物的生产是其来源。秋季(图 2b), 颗粒有机碳以长江口为中心向外海递减, 其等值线大致与 50m 等深线平行, 悬浮物的 C:N 比较高 (C:N=15.23)。这种分布可能由两个原因引起: 第一、长江径流的影响, 秋季属长江丰水期后期, 径流带来大量有机物, 导致最高值出现在江口附近; 第二、沉积物再悬浮的影响, 整个调查时间内大小不断的风暴引起沉积物再悬浮, 水较浅的内陆架区尤为明显, 造成颗粒有机碳的等值线与 50m 等深线平行。秋季 ATP 的浓度很低 ($29\text{m}\mu\text{g/L}$), 且与颗粒有机碳分布明显不同, 说明生物活动已不是影响颗粒有机碳分布的主要因素。

2.3 颗粒有机碳的断面分布

春季(图 3a, b, c), 根据分布特点的不同, 大致可分为内陆架和外陆架区(以 50m 等深线为界)。内陆架区分布特点比较复杂, 但浓度以底层高于上层为主。410 站附近的浓度较高, 同航次资料表明此处的 ATP 浓度也较高, 因而这个高值可能是浮游生物大量繁殖造成的。秋季(图 3d, e, f), 海水垂直混合较均匀, 整个东海颗粒有机碳浓度随水深的变化不大。内、外陆架交接处的 107 站附近底层浓度高于上层, 可能由于此处较强的再悬浮引起的。

3 结语

东海颗粒有机碳秋季高于春季, 平均浓度约比世界大洋高一个数量级; 东海以非生命颗粒有机碳为主, 生命部分小于 10%; 东海颗粒有机碳的分布受长江径流、生物活动

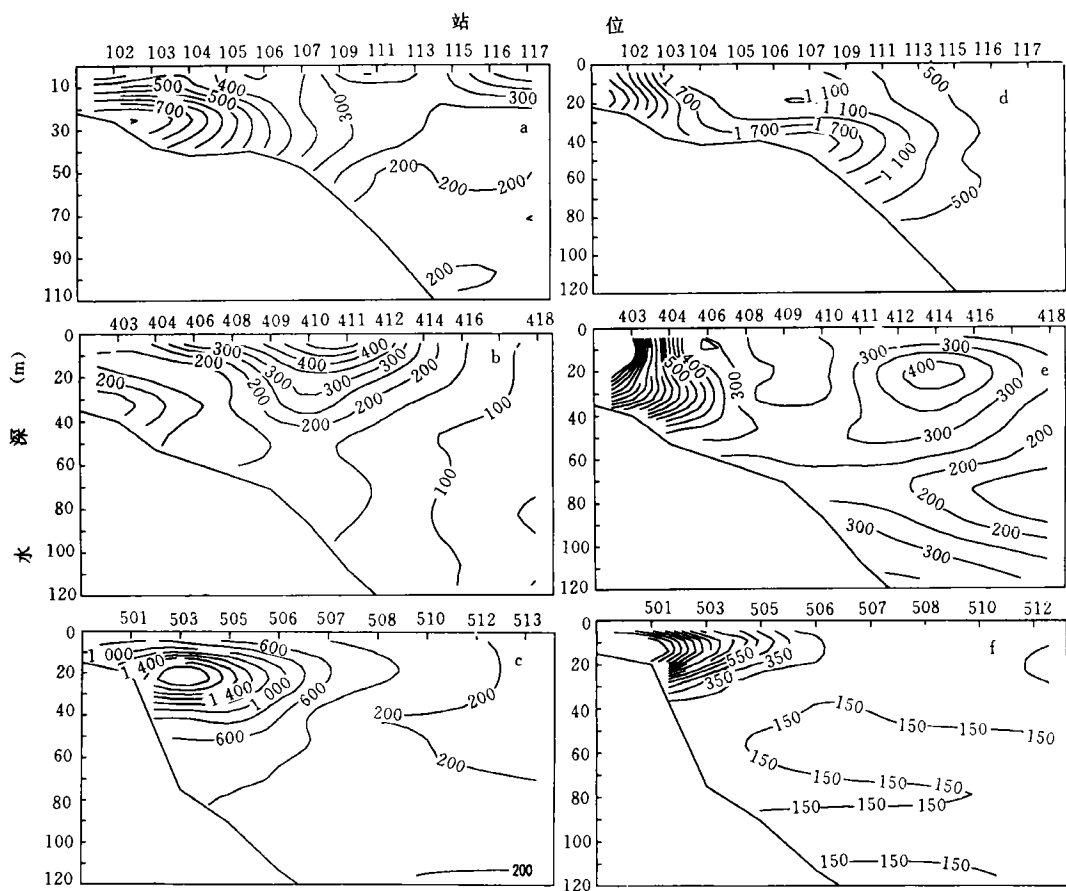


图3 东海颗粒有机碳($\mu\text{g/L}$)的断面分布(a, b, c. 春季; d, e, f. 秋季)

Fig.3 Profiles of POC ($\mu\text{g/L}$) in the East China Sea (a, b, c. spring; d, e, f. autumn)

及再悬浮等多种因素的影响,其中海水中的生物生产是春季颗粒有机碳的主要来源,秋季主要来源则可能是长江径流和由风暴引起的较强的沉积物再悬浮。

参 考 文 献

- 宁修仁, 1985, 海洋学报, 7(6): 751—762.
- 洪华生等, 1991, 闽南—台湾浅滩渔场上升流区生态系研究, 科学出版社(北京), 224—230.
- 蔡德陵等, 1993, 中国科学, 23(10): 1105—1113.
- Baretta, J. W. et al., 1995, *Netherlands J. Sea Res.*, 33(3/4): 233—246.
- Holm-Hansen et al., 1966, *Limnol. Oceanog.*, 11: 510—519.
- Milliman, J. D. et al., 1984, *American J. Sci.*, 284: 824—834.
- Roman, M. R. et al., 1984, *Bull. Mar. Sci.*, 35(3): 257—260.
- Wangersky, P. J., 1976, *Deep Sea. Res.*, 23: 457—465.

STUDY ON PARTICULATE ORGANIC CARBON IN THE EAST CHINA SEA

Liu Wenchen, Wang Rong, Ji Peng

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071)

Abstract In spring (April) and autumn (October–November), 1994, two cruises of the Chinese JGOFS were conducted in the East China Sea (ECS) on board the R/V “Science 1” and “Dongfanghong”, respectively. During the investigation period, particulate organic carbon (POC) and nitrogen were measured using the dry combustion method and living POC was estimated based on the assumption of “living POC=250×ATP”. The main results were as follows. Mean POC value in the ECS was 417 $\mu\text{g/L}$, 280 $\mu\text{g/L}$ in spring and 541 $\mu\text{g/L}$ in autumn, respectively. POC in the ECS was about one order of magnitude greater than those in the Atlantic and Pacific Oceans. Living POC accounted for about 10% of the total POC in spring and 4% in autumn. The maximum values of POC occurred in the shelf center in spring, but moved to the Changjiang River mouth in autumn. In spring, the distribution of POC in surface waters coincided with that of ATP and the ratio of carbon to nitrogen in particulate organic matter (POM) was relatively low (C:N=7.63), suggesting that POC was mainly from the biological production in the local water columns. In autumn, however, POC in surface waters, which decreased seaward from the Changjiang River mouth, had little in common with the distribution of ATP, and C:N value in POM was very high (C:N=15.23) in this season. This indicated that most of the POC was not provided by biological production in autumn. However, the storm-caused resuspension of sediments in the inner shelf area and the relatively large Changjiang River runoff during autumn were probably the main sources of POC in the ECS.

Key words POC ATP East China Sea