

冬季东海典型海域颗粒有机碳的垂直分布

赵继胜 姬泓巍 郭志刚

(青岛海洋大学船舶中心 青岛 266003)

提要 就冬季东海陆架典型海域 POC 的垂直分布进行了研究。结果表明受黄海沿岸流影响的中陆架砂质区 POC 和悬浮体含量高, POC 的垂直分布表现为从表层到底层逐渐增高; 悬浮体含量低的中陆架济州岛西南泥质区和砂质区, POC 含量低, 其垂直分布比较均匀。POC 的垂直分布与海水体中的总悬浮颗粒物浓度、陆源沉积物供应和海洋生物作用密切相关。

关键词 颗粒有机碳, 垂直分布, 东海, 冬季

中图分类号 P76 **文献标识码** A **文章编号** 1000-3096(2003)06-0059-05

颗粒有机碳 (Particulate organic carbon-POC) 作为碳在海水体中存在的主要形式之一, 其“源”和“汇”是东海碳通量研究的核心内容之一。对此已有许多学者进行了研究, 取得了一系列成果^[1-5], 但就冬季东海典型海域颗粒有机碳的垂直分布还极少见有报道。冬季对东海悬浮体的输运和归宿至关重要^[5], POC 是海水悬浮体中的一部分, 因此冬季对东海陆架 POC 的输运和转移也很重要。本文依据 1997 年 2 月在东海陆架北部泥质沉积区和砂质沉积区所取得 18 个样品的颗粒有机碳和悬浮体含量分析资料, 探讨东海陆架不同海底沉积物类型分布区 POC 的垂直分布特征。研究海域和站位分布见图 1。111 站 (32°00'N, 126°00'E, 水深 83 m) 和 112 站 (31°45'N, 126°15'E, 水深 86 m) 位于济州岛西南冷涡泥质区, 106 站 (32°00'N, 124°30'E, 水深 42 m) 和 410 站 (29°19'N, 125°00'E, 水深 87 m) 位于中陆架砂质沉积区。

1 样品分析

1.1 POC 含量分析

取 500 mL 海水样, 用 Whatman GF/F 玻璃纤维滤膜 (直径为 25 mm, 孔径为 0.45 μm) 在现场进行过滤, 滤膜在 500 °C 下预先燃烧 4 h, 然后将覆盖有悬浮体的滤膜放置在冰箱冷冻保存。分析在中国科学院海洋研究所进行, 首先用浓盐酸去除样品中的碳酸盐, 尔后利用 PE 240C CHN 元素分析仪测出 POC 含量。

1.2 表层沉积物粒度分析

表层沉积物由蚌式挖泥斗取得。粒度分析方法按海洋调查规范 GB/T13909-92 进行。粒径间隔为 1, 粒径大于 0.063 mm 的采用筛析法, 小于 0.063 mm

的采用沉降法。

1.3 悬浮体含量分析

悬浮体采样用 2 500 mL 的有机玻璃采水器分层取, 表层则用水桶。采集的悬浮体海水样随即在船上实验室经过双层微孔滤膜 (直径 47 mm, 孔径 45 μm) 抽滤、洗盐, 然后将滤膜称重并校正, 经计算后即得悬浮体含量, 单位为 mg/L。

2 结果与讨论

2.1 典型海域表层沉积物有机碳 (OC) 的含量特征

济州岛西南泥质区的 111 站表层沉积物为粉砂质粘土, 粘土含量占优势, OC 含量高, 为 0.51%。112 站表层沉积物为粘土质粉砂, OC 含量也高为 0.60%。

中陆架砂质区 410 站表层沉积物为细砂, 粘土含量很低, OC 含量低仅为 0.16%。106 站表层沉积物为含粘土细砂, 砂含量占优势, 具有一定的粘土和粉砂含量, OC 含量低, 为 0.20% (表 1)。

2.2 典型海域 POC 含量的垂直分布特征

东海陆架典型海域冬季 (1997 年 2 月) POC 的垂直分布见图 2。

第一作者: 赵继胜, 出生于 1950 年, 高级实验师, 电话: 0532-2032793。

收稿日期: 2001-09-06; 2002-01-11

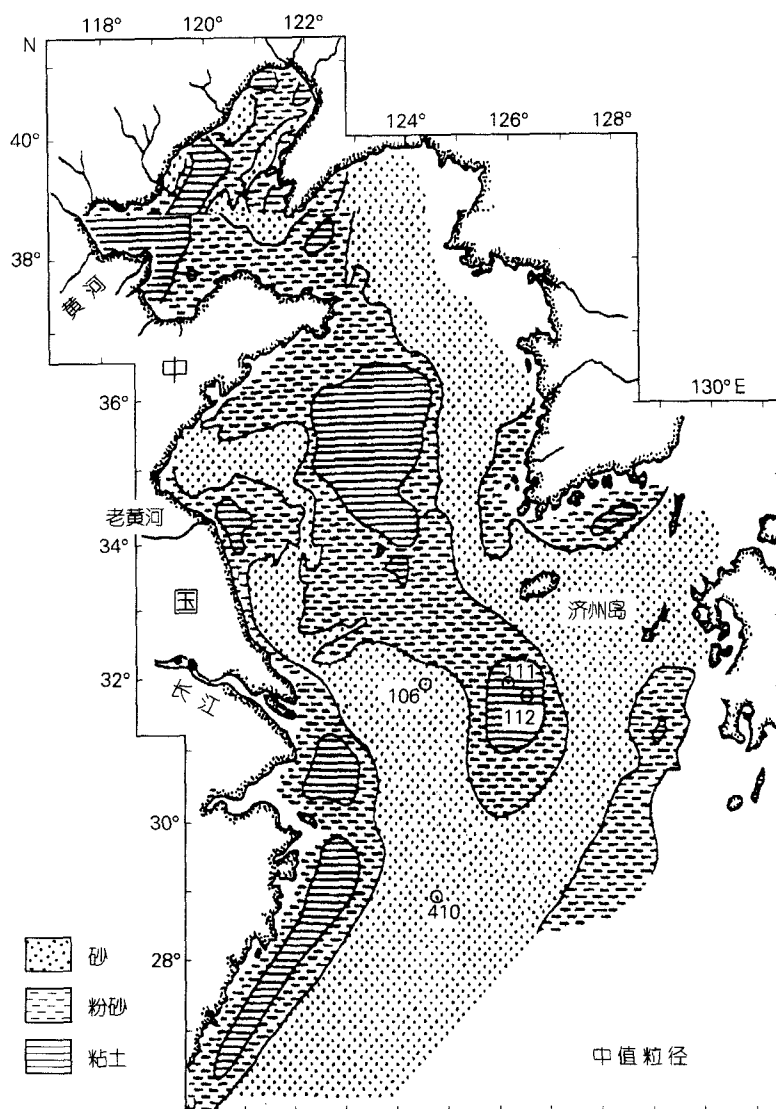


图1 研究海域和站位分布

底图据 Saito & Yang, 1994

Fig. 1 Study area and cocations of stations

Basemap is courtesy of saifo and yang, 1994

图2显示中陆架砂质区106站冬季POC含量高, 垂直分布规律为中上层水体POC含量低, 下层水体POC含量高, 底层可达 $829.6 \mu\text{g/L}$, 这一垂直分布规律与冬季悬浮体含量的分布相同^[5]。冬季410站POC含量比106站低的多, 尤其在底层差一个数量级, 该站POC的垂直分布表现为底层相对高, 中上层相对低, 但其变化相比106站幅度较小, 即垂向分布比较

均匀。

111站其最高含量出现在底层水体, 可达 $228.1 \mu\text{g/L}$, 20 m水深层具有较高的POC含量, 表层水体POC含量低, 仅为底层水体的1/2。112站水体, POC含量在上下水层接近, 其垂直分布相对也比较均匀, 这里悬浮体的含量低。

以上分析显示东海陆架典型海域POC的垂直分

表1 111站、410站、106站和112站表层沉积物粒度参数和OC含量

Tab.1 Parameters of grain size of surface sediments and contents of organic carbon (OC), at stations 111, 410, 106 and 112

站位	砂 (%)	粉砂 (%)	粘土 (%)	中值粒径 (ϕ)	OC (%)
111	1.54	36.16	62.30	9.12	0.51
112	21.01	44.18	34.81	7.11	0.60
106	60.1	17.44	22.46	3.02	0.20
410	83.19	12.51	4.30	3.07	0.16

布主要为：106站 POC 的垂直分布表现为随着水深的增加而增加；410站和112站 POC 的垂直分布表现出上下水层相对变化幅度较小这一特征；111站 POC 的垂直分布介于上述之间。

2.3 典型海域 POC 垂直分布及向海底转移的影响因素

以上结果表明东海不同区域 POC 的含量差别很大 (图 2)。图 2 和表 2 显示 106 站中陆架砂质区的 POC 和悬浮体含量都很高, 这是由于该区是黄海沿岸流影响区, 黄海沿岸流从苏北老黄河口水下三角洲携带大量再悬浮泥沙进入东海陆架北部^[6,7], 使得东海

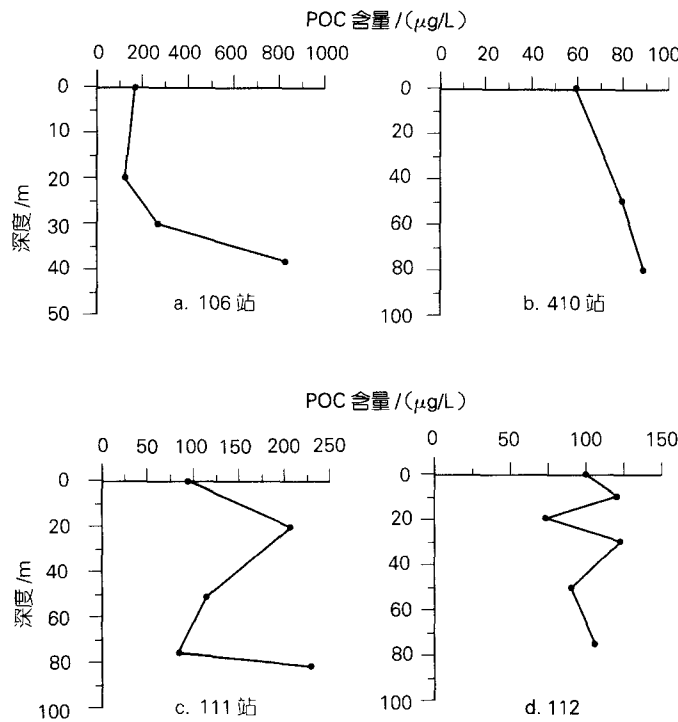


图2 111站、112站、106站和410站冬季(1997年2月)POC的垂直分布

Fig.2 Vertical distributions of particulate organic carbon(POC) at Stations 111, 112, 106 and 410 in winter(Feb., 1997)

陆架北部黄海沿岸流影响区的悬浮体含量高^[5,6], 这也可能是 106 站区 POC 含量高的原因。在济州岛西南泥质区的 112 站和中陆架砂质区的 410 站悬浮体和 POC 的含量都低, 111 站则介于二者之间(见表 2)。这里由于受到外海高温高盐水体的影响, 同时离矿物碎屑的物源区远, 因而悬浮体含量低。

为了进一步分析 POC 与悬浮体浓度之间的关系, 我们作了冬季典型海域 POC 与悬浮体含量的相

关性分析, 结果见图 3。图 3 显示高含量的悬浮体浓度对应于较高含量的 POC, 由此表明东海陆架冬季 POC 含量的高低受制于海水中总悬浮体浓度。冬季 106 站和 111 站的悬浮体有相当部分来源于海洋生物的贡献, 这可能是 POC 含量与悬浮体浓度存在良好相关性的主要原因。

据表 2 悬浮体浓度低的 112 站、410 站甚至 111 站 POC 在总悬浮体中的比例高, 这是由于海洋中 POC

表 2 111 站、112 站、106 站和 410 站冬季(1997 年 2 月)表层和底层海水体 POC、悬浮体含量和 POC/TSP

Tab.2 Concentrations of particulate organic carbon (POC) and Suspended matter (CSP) and ratios of POC/TSP at surface and bottom water layers at stations 111, 112, 106 and 410 in winter (Feb., 1997)

站位	106 站	410 站	111 站	112 站
表层水体 POC 含量($\mu\text{g/L}$)	175.2	58.1	90.4	99.1
表层水体 TSM 含量(mg/L)	6.21	0.78	8.04	2.40
表层水体 POC/TSM 比值 (%)	2.82	7.45	1.12	4.13
底层水体 POC 含量($\mu\text{g/L}$)	829.6	88.2	228.1	104.4
底层水体 TSM 含量(mg/L)	97.11	0.56	18.37	7.50
底层水体 POC/TSM 比值 (%)	0.85	15.8	1.24	1.39

注: TSM 为悬浮体含量(mg/L), POC 为水体 POC 含量($\mu\text{g/L}$)

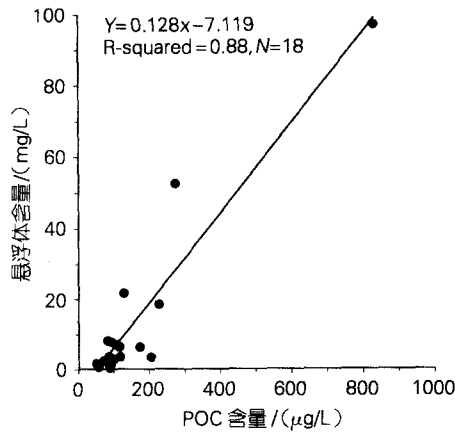


图 3 POC 含量与悬浮体含量的相关性

Fig.3 Corvedation of concentrations of particulate organic and carbon(POC)concentrations of total suspended matter

主要来源于海洋生物,当陆源矿物和岩石碎屑量降低时,悬浮体中的 POC 相对比例增加,这说明陆源沉积物的供应量也制约着陆架 POC 的垂直分布特征。从表 2 可看到表层水体 POC 在悬浮体中的含量高于底层水体,表明表层水体有机质对悬浮体的贡献相对量高于底层水体。

研究站位中 410 站底层水体具有最低的 POC 和悬浮体含量,并且显著低于 111 站(表 2 和图 2)。据春季的沉积物捕集器资料,410 站 POC 的垂直通量显著高于 111 站^[5],其他研究也显示春季海水体中 410 站的 POC 含量显著高于其他区域^[1],这表明春季这一特征与冬季不同。据研究春季 410 站 POC 的高含量和高垂直沉积通量与生物的繁殖密切相关^[1,5],春季正是 410 站区海域生物的繁茂期^[8],这导致 POC 含量和向

海底的沉积通量显著高。因此生物的发育量以其季节性变化是制约东海陆架 POC 垂直分布的另一重要原因。

表 1 和表 2 显示济州岛西南泥质区表层沉积物(111 站和 112 站)OC 含量显著高于砂质沉积区(106 站和 410 站),但底层水体冬季 POC 含量砂质区(106 站)远高于泥质区(111 站和 112 站)。其原因已有研究^[2],主要是泥质区海水体中有一定量的 POC 向海底转移,沉积速率相对较高^[9](物源供应丰富),有适合于细颗粒沉积的弱水动力环境和还原的海底环境^[10],这使得 POC 转移到海底沉积物后容易保存;中陆架砂质区的 106 站由于水较浅,只有 42 m,冬季风暴和潮流的再悬浮动力作用强度大,使得海底不适合细颗粒物的大量沉积,因此海底表层沉积物中 OC 的保存条件差,导致其 OC 含量低。

3 结论

冬季东海陆架典型海域 POC 的垂直分布主要有两种类型,在黄海沿岸流影响的中陆架砂质区 POC 和悬浮体含量高,POC 的垂直分布由表层到底层逐渐增高;在悬浮体含量低的中陆架济州岛西南泥质区和砂质区,POC 在海水柱中呈较为均匀的垂直分布。影响冬季 POC 垂直分布的主要因素是海水体中的总悬浮颗粒物浓度、陆源沉积物供应和海洋生物作用。

参考文献

- 1 刘文臣,王荣,吉鹏. 东海颗粒有机碳的研究. 海洋与湖沼, 1997, 28(1): 39-43
- 2 郭志刚,杨作升. 东海颗粒碳的垂直转移过程. 海洋与湖沼, 1997, 28(6): 559-664
- 3 郭志刚,杨作升. 东海陆架北部泥质区沉积动力过程的季节性变化规律. 青岛海洋大学学报, 1999, 29(3): 507-513
- 4 Milliman Q C, Yang Z S. Transfer of particulate organic

- carbon and nitrogen from the Yangtze River to the ocean. *American Journal of Science*, 1984, 284: 824-834
- 5 Zhan B. The study on vertical flux processes in the East China Sea. In: Iseki K, Koike I, Tsunogai S, eds. *Proceedings of International Symposium on Global Fluxes of Carbon and its Related Substances in the Coastal-Ocean-Atmosphere System*. Japan: Hokkaido University (Sapporo), 1994. 177-182
- 6 Milliman J D, Qin Y S, Park Y A. *Sediments and sedimentary processes in the Yellow and East China Seas*. In: Taira A, Masuda F. *Sedimentary Facies in the Active Plate Margin*. Tokyo: Terra Scientific Publishing Company, 1989. 233-249
- 7 Saito Y, Yang Z S. Historical change of the Huanghe (Yellow River) and its impact on the sediment budget of the East China Sea. In: Iseki K, Koike I, Tsunogai S. *Proceedings of International Symposium on Global Fluxes of Carbon and its Related Substances in the Coastal-Ocean-Atmosphere System*. Japan: Hokkaido University (Sapporo), 1994. 7-12
- 8 胡敦欣, 杨作升. 东海海洋关键过程的研究. 北京: 海洋出版社, 2001. 59-67
- 9 DeMaster D J, Mckee B A, Nittrouer C A, et al. Rates of sediment accumulation and particle reworking based on radiochemical measurements from continental shelf deposits in the East China Sea. *Continental Shelf Research*, 1985, 4: 143-158
- 10 宋金明, 李延. 东海沉积物间隙水中的碳酸盐及铁锰的控制体系. *海洋与湖沼*, 1991, 22(2): 155-161

THE VERTICAL DISTRIBUTION OF PARTICULATE ORGANIC CARBON IN THE TYPICAL AREAS OF THE EAST CHINA SEA IN WINTER

ZHAO Ji-Sheng JI Hong-Wei GUO Zhi-Gang
(Center for Investigating Ship, Ocean University of China, Qingdao, 266003)

Received: Jan., 11, 2002

Key Words: Particulate organic carbon, Vertical distribution, The East China Sea, Winter

Abstract

The contents of particulate organic carbon (POC) in the typical areas of the East China Sea (ECS) in winter (February, 1997) were analyzed, and POC's vertical distributions in the study area were discussed. The results show that the POC contents and concentrations of suspended matter are high in the middle shelf sand area corresponding to the Huanghai Coastal Current (HCC), where the POC vertical distribution shows that the contents of POC increase from the surface to bottom water layer, and the highest content of POC in this area is in the bottom water layer. The POC contents are relatively low in the southwest Cheju Island's mud area and middle shelf sand area with low concentrations of suspended matter, where the difference of POC contents from the surface to bottom water layer is not as big as that in the HCC influential area, indicating that the POC vertical distribution is high mixed relatively in the whole water column of the low concentration suspended matter area. It is suggested that the POC vertical distribution in the ECS in winter correspond to the concentration of total suspended matter, support of terrigenous mineral debris and organism production.

(本文编辑:张培新)