

山东南部近海沉积物中碳、氮、磷的分布特征

吕桂才, 张 哲, 王江涛, 谭丽菊

(中国海洋大学 海洋化学理论与工程技术教育部重点实验室, 山东 青岛 266100)

摘要: 对山东近海 31 个站位表层沉积物中的总氮、总磷和总有机碳的含量和分布特征进行了研究。结果表明, 总氮、总磷和总有机碳含量均较低, 高值区主要分布在胶州湾及湾口和北部海域, 总氮浓度范围为 0.31~0.75 mg/g, 平均值为 0.52 mg/g, 总磷浓度范围为 0.18~0.32 mg/g, 平均值为 0.24 mg/g, 总有机碳浓度范围为 0.17%~0.49%, 平均值为 0.33%。相关性分析表明, 总氮和总有机碳的相关性较好, 总有机碳和总氮比值(TOC/TN)略高于 Redfield 比值, 表明这两种生源要素的来源可能是一致的。

关键词: 山东近海; 沉积物; 总氮; 总磷; 总有机碳

中图分类号: P734.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-3096(2010)09-0001-04

沉积物作为环境演变较为完备的信息载体, 系统地记录了整个海洋生态系统中生物、物理及化学作用过程, 保存了自然因素和人为因素对环境的影响记录。沉积物中的有机质包括碳、氮、磷以及可以作为环境状况有效的指示因子等。近海沉积物接收了大量来自于陆源输入氮、磷、碳及有机污染物, 经过矿化作用转化为无机盐, 并通过海水-沉积物界面交换重新释放到水体中, 参与再循环, 是近海水体中生源要素的重要来源^[1, 2]。沉积物中的有机质是氮、磷、碳等生源要素生物地球化学循环的重要组成部分, 研究沉积物中有机氮、磷、碳对于了解近岸水体中的生源要素具有重要的意义^[3, 4]。

作者以山东近海 31 个站位的表层沉积物为研究对象, 分析了其有机氮、磷、碳的含量、分布特征及各要素之间的相关性, 并对沉积物中有机质的来源进行了初步探讨。

1 样品的采集与分析方法

1.1 样品的采集

沉积物样品于 2007 年 10 月 30 日到 2007 年 11 月 7 日采集于山东近海的 31 个站位, 站位如图 1 所示。现场取样是采用不锈钢抓斗式采样器采集表层沉积物样品, 采样操作严格遵守《海洋化学调查技术规程》的要求。

1.2 样品分析方法

样品分析按照《海洋化学调查技术规程》上的要求进行。总氮(TN)用凯氏滴定法测定; 总磷(TP)用分光光度法测定; 总有机碳(TOC)用重铬酸钾氧

化-还原容量法测定。TN、TP 和 TOC 的含量用 1g 沉积物(干质量)中含有的毫克数表示(mg/g)。

2 沉积物中 C、N、P 的含量及分布特征

调查海区总氮的浓度范围为 0.31 ~ 0.75 mg/g, 平均值为 0.52 mg/g, 平面分布如图 2 所示。由图可见, 总氮的高值区位于胶州湾口和调查海域北部, 胶州湾内 5 个站位总氮的浓度范围为 0.32 ~ 0.63 mg/g, 浓度也较高, 显示了陆源输入的影响。调查海区北部高 TN 值呈舌状向南延伸, 可能与这一地区夏季较高的初级生产有关。大量的含有有机氮的颗粒物输送到海底, 从而导致其 TN 浓度高于其他海区。

调查海区总磷的浓度范围为 0.18 ~ 0.32 mg/g, 平均值为 0.24 mg/g。如图 2 所示, 沉积物中总磷浓度在调查海区北部、中部和青岛前海附近出现明显高值区, 其中胶州湾内站位总磷的浓度较低, 浓度范围在 0.21 ~ 0.27 mg/g, 平均值为 0.23 mg/g。

各海区沉积物中总氮和总磷的含量如表 1 所示。总体来说, 山东南部近海沉积物中总氮和总磷含量低于渤海和北黄海, 与南黄海、胶州湾和柘林湾相近。但海区沉积物总氮和总磷含量的高值低于南黄海和柘林湾, 总氮含量略高于胶州湾内含量, 总磷

收稿日期: 2010-03-09; 修回日期: 2010-04-23

基金项目: 山东省 908 专项近岸海域生物生态和化学调查项目(SD-908-01-05.06); 国家自然科学基金项目(41076065)

作者简介: 吕桂才(1985-), 男, 山东临沂人, 硕士研究生, 从事海洋化学研究, 电话: 0532-66786616, E-mail: lvguicai@163.com; 王江涛, 通信作者, 电话: 13605325850, E-mail: jtwang@ouc.edu.cn



图 1 站位分布

Fig. 1 Sampling stations

表 1 各海区总氮和总磷的含量比较

Tab. 1 Comparisons of TN and TP in various sea areas

海区	TN(mg/g)	TP(mg/g)	采样时间(年-月)
渤海 ^[5,6]	2.55	0.37 ~ 0.65	1998-09~2004-05
北黄海 ^[7,8]	6.355 ~ 10.41	0.29 ~ 0.46	1998-09~1999-08
南黄海 ^[9-11]	0.24 ~ 1.36	0.20 ~ 0.69	2001-04~2004-10
渤海湾 ^[12]	2.22 ~ 8.60	0.23 ~ 0.41	2003-07
柘林湾 ^[13]	0.15 ~ 1.58	0.25 ~ 0.95	2002-07~2002-12
胶州湾 ^[14,15]	0.14 ~ 0.48	0.18 ~ 0.34	2003-09
山东南部近海	0.31 ~ 0.75	0.18 ~ 0.32	2007-10~2007-11

与胶州湾内相近,说明山东南部近海沉积物中的总氮和总磷含量相对较低。

调查海区总有机碳的浓度范围为 1.717 ~ 4.941 mg/g, 平均值为 3.340 mg/g, 低于海洋沉积物质量标准^[16]规定的一类沉积物中总有机碳含量上限。总有机碳的平面分布如图 2, 其分布趋势和总氮的分布一致, 浓度高值分布在胶州湾口和调查海域的北部, 北部总有机碳高值区呈舌状向南延伸。胶州湾内站位总有机碳的浓度范围为 2.522 ~ 4.443 mg/g, 平均值为 3.793 mg/g, 略高于总平均值。

如果沉积物中的氮、磷、碳有相同的来源, 应当

有良好的相关关系^[17]。本文对沉积物中总氮、总磷、总有机碳的浓度作相关分析, 结果如图 3 所示。各有机质间都具有一定的相关性, 总有机碳-总氮、总氮-总磷和总磷-总有机碳的相关系数分别为 0.821、0.655、0.541, 相关性都较好, 沉积物中的总氮、总磷和总有机碳可能有相近的来源。

在海洋沉积物中, 碳、氮原子比的大小常被用来作为判断有机物的来源。Milliman 等^[18]将碳、氮原子比大于 12 的划为陆源有机物, 碳、氮原子比小于 8 的划为海源有机物。本文研究海域总有机碳/总氮 (TOC/TN) 比值为 7.5, 与 Redfield 比值 6.6 很接近, 这

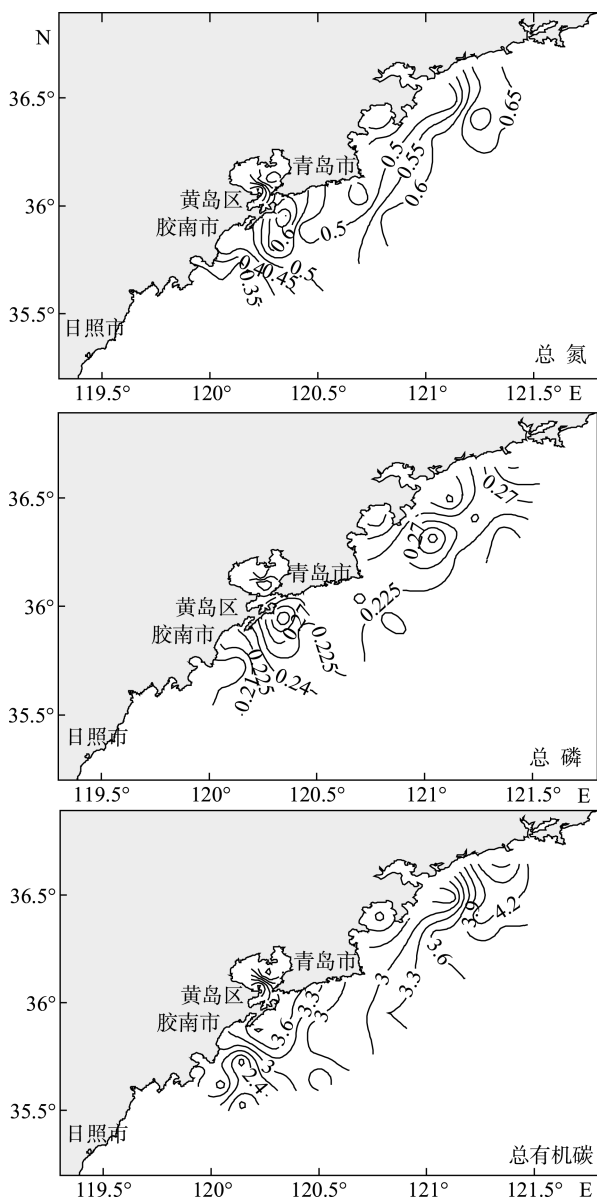


图2 沉积物各有机质平面分布图(mg/g)

Fig. 2 Horizontal distribution of each organic matter in the sediment(mg/g)

说明沉积物中的有机碳和总氮可能以海洋自生的为主。由于沉积物中有机氮的降解速率大于有机碳^[9], 因而TOC/TN的值略大于Redfield比值, 但也不排除部分有机质来自陆源。总氮/总磷(TN/TP)约为 4.70, 这可能是因为相对于氮而言, 沉积物总磷中包含了较大比例的矿物结合态磷。

3 结论

通过对山东南部近海 31 个站位表层沉积物样品数据的分析, 山东南部近海总氮、总磷和总有机碳含量相对较低, 高值区主要集中在胶州湾及湾口和北

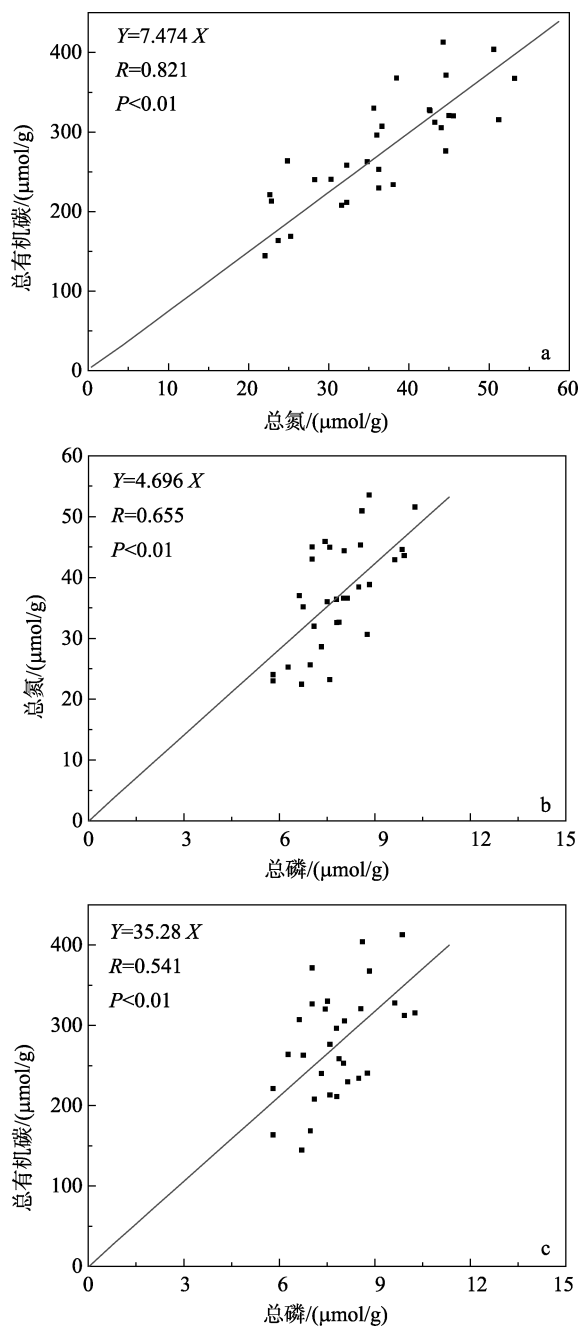


图3 沉积物中碳、氮、磷的相关关系

Fig. 3 Correlation of C, N, and P in the sediment

部调查海区。相关性分析表明, 沉积物中的总氮和总有机碳主要来源于海洋自生。

参考文献:

- [1] Berelson W M. The flux of particulate organic carbon into the ocean interior: a comparison of four U.S.JGOFS regional studies[J]. **Oceanography**, 2001, 14(4): 59-67.
- [2] Brunnegard J, Grandel S, Stahl H, et al. Nitrogen cycling in deep-sea sediments of the Porcupine Abyssal

- Plain, NE Atlantic[J]. *Progress in Oceanography*, 2004, 63: 159-181.
- [3] 孙云明, 宋金明. 海洋沉积物-海水界面附近氮、磷、硅的生物地球化学. *地质评论*[J]. 2001, 47(4): 527-534.
- [4] Friedricha J, Dinkela F C, Friedla G, *et al.* Benthic nutrient cycling and diagenetic pathways in the north-western Black Sea. *Estuarine*[J]. *Coastal and Shelf Science*, 2002, 54: 369-383.
- [5] 马洪波, 宋金明, 吕晓霞, 等. 渤海沉积物中氮的形态及其在循环中的作用[J]. 2003, *地球化学*, 32(1): 48-54.
- [6] 赵志梅, 秦延文. 渤海表层沉积物磷形态分析[J]. *海洋技术*, 2006, 25(4): 51-54.
- [7] 吕晓霞, 宋金明, 李学刚, 等. 北黄海沉积物中氮的地球化学特征及其早期成岩作用[J]. *地质学报*, 2005, 79(1): 114-123.
- [8] 董方, 刘素美, 张经. 北黄海与渤海沉积物中磷形态的分布特征[J]. *海洋环境科学*, 2001, 20(2): 18-23.
- [9] 宋金明, 李学刚, 邵君波, 等. 南黄海沉积物中氮、磷的生物地球化学行为[J]. *海洋与湖沼*, 2006, 37(4): 370-376.
- [10] 吕晓霞, 宋金明. 南黄海表层沉积物中氮的区域地球化学特征[J]. *海洋科学进展*, 2003, 21(2): 174-180.
- [11] 吕晓霞, 宋金明, 袁华茂, 等. 南黄海表层沉积物中氮的分布特征及其在生物地球化学循环中的功能[J]. *地质评论*, 2005, 51: 212-218.
- [12] 张志梅, 张雷, 郑丙辉, 等. 渤海湾沉积物中氮、磷的空间分布特征研究[J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2005, 33(4): 107-111.
- [13] 李金, 董巧香, 杜虹, 等. 柘林湾表层沉积物中氮和磷的时空分布[J]. *热带海洋学报*, 2004, 23(4): 63-71.
- [14] 戴纪翠, 宋金明, 李学刚, 等. 胶州湾沉积物中氮的地球化学特征及其环境意义[J]. *第四纪研究*, 2007, 27(3): 347-356.
- [15] 李学刚, 宋金明, 李宁, 等. 胶州湾沉积物中氮与磷的来源及其生物地球化学特征[J]. *海洋与湖沼*, 2005, 36(6): 562-571.
- [16] GB 18668-2002, 中国国家标准—海洋沉积物质量[S].
- [17] 李学刚, 宋金明. 胶州湾沉积物中氮与磷的来源及其生物地球化学特征[J]. *海洋与湖沼*, 2005, 36(6): 562-571.
- [18] Milliman J D, Xie Q C, Yang Z S. Transfer of particulate organic carbon and nitrogen from the Yangtze River to the ocean[J]. *American JSci*, 1984, 286: 824-834.

Distribution characteristics of carbon, nitrogen and phosphor in the sediments of southern Shandong adjacent seas

LÜ Gui-cai, ZHANG Zhe, WANG Jiang-tao, TAN Li-ju

(Key Laboratory of Marine Chemistry Theory and Technology, Ministry of Education, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Received: Mar., 9, 2010

Key words: Shandong adjacent sea; sediments; total nitrogen; total phosphor; total organic carbon

Abstract: We studied the contents and distribution characteristics of total nitrogen(TN), total phosphor(TP), and total organic carbon(TOC) in the surface sediments of southern Shandong adjacent seas. TN, TP and TOC were not very high in these areas. The relative higher districts were at the mouth of the Jiaozhou Bay and northern of the research area. The concentration of TN ranged from 0.31 mg/g to 0.75 mg/g with a mean of 0.52 mg/g. TP ranged from 0.18 mg/g to 0.32 mg/g with a mean of 0.24 mg/g. TOC ranged from 0.17% to 0.49% with a mean of 0.33%. The correlation analysis showed that TOC and TN had relatively better result. The ratio of TOC/TN was a little higher than the Redfield ratio, which means these two biogenic factor may come from the same source.

(本文编辑: 康亦兼)