

东海颗粒有机物中的碳氮比^{*}

刘文臣 王荣 李超伦

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 利用1994年中国JGOFS计划在东海进行的春、秋两航次的资料,分析颗粒有机物中碳氮比的变化。结果表明,春季碳氮比明显低于秋季;春季表层海水中的碳氮比分布特点是,近海小于外海,北部海域小于南部海域;秋季分布特点是,东北部海域碳氮比高,西南部海域较低。这种分布变化是生物活动、水团运动及沉积物再悬浮等因素引起的。研究还表明,仅利用碳氮比判断有机物的来源是不可靠的,必须综合其它现场因素谨慎判断。

关键词 碳氮比 颗粒有机物 东海

学科分类号 Q948.885.3

颗粒有机物中碳、氮、磷等元素之间的关系包含着有关颗粒有机物的来源、组成及颗粒有机物所经历的生物化学过程等丰富的信息,国外对这方面的研究极其重视(Copin-Montegut *et al.*, 1983; Edmond *et al.*, 1985; Milliman *et al.*, 1984),但国内研究很少(蔡德陵, 1992; 傅天保等, 1990),尤其在东海,至今未见报道。本文分析东海颗粒有机物中碳氮比的大小、分布及其与生物、物理等因子的关系,并对用碳氮比判断颗粒有机物来源进行探讨,目的为建立东海物质通量模型提供必须的科学依据。

1 材料与方法

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月对东海进行调查,两次调查都以覆盖东海的3个断面为重点(图1)。

采用干式燃烧法(Wangersky, 1976)测定颗粒有机物中的碳、氮,主要步骤如下所述。用Niskin采水器采水并用200 μm 的筛绢过滤,取500—1000ml过滤水样,用直径为25mm、孔径约0.7 μm 的Whatman GF/F玻璃纤维滤膜过滤(滤膜于450 $^{\circ}\text{C}$ 预烧4h),将附有颗粒有机物的滤膜置于零下20 $^{\circ}\text{C}$ 保存至分析。实验室分析时,先用浓盐酸蒸汽去除样品中无机碳,然后在PE240CHN元素分析仪上同时测出碳、氮值。

2 结果

2.1 东海颗粒有机物的碳氮比变化范围

碳氮比在春季的平均值为7.63,范围是4.02—26.91;在秋季的平均值为15.23,范围是4.75—34.34。Milliman等(1984)测得的长江口区的碳氮比为1.1—49.0,本文范围与之接近。颗粒有机物的生命组分主要是浮游植物,浮游植物的碳、氮、磷的比为C:N:P =

* 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, E-mail: wangrong@ms.qdio.ac.cn

收稿日期: 1996-06-18, 收修改稿日期: 1997-02-07

106:16:1, 称 Redfield 比 (Redfield *et al*, 1963); 其中碳氮比约为 6.6。颗粒有机物中非生命组分的碳氮比一般较高, 与其来源及所经历的生物化学过程有关。大洋表层水中的颗粒有机物含有大量浮游植物, 因而碳氮比较低, 在 5—8 之间 (Copin-Montegut, 1983)。本文春季的碳氮比明显小于秋季, 应与春季海水中浮游生物量明显高于秋季有关。同航次 ATP (三磷酸腺苷) 及叶绿素 *a* 的资料表明, 春季海水中 ATP 及叶绿素 *a* 均高于秋季, 其中春季 ATP 是秋季的大约 3 倍 (刘文臣, 1995)¹⁾。

2.2 东海颗粒有机物的碳氮比的分布特点及其影响分布的因素

表层海水中碳氮比的分布特点是, 春季北部海域的小于南部海域的, 南北部相交处的变化梯度大, 形成碳氮比的“锋面” (图 1a); 秋季东海大致被碳氮比等于 13 这条等值线分为东北和西南两个区域, 东北区域碳氮比高, 西南区域的低 (图 1b)。

碳氮比分布特点与浮游生物的分布有密切关系。碳氮比低的海域, 一般是浮游生物量高的海域; 反之, 碳氮比高的海域, 一般是生物量低的海域。例如, 春季以 124°E, 30°N 为中心形成的碳氮比的低值区 (< 8) 与同航次测到的 ATP 与叶绿素 *a* 的高值区正好吻合; 同样, 秋季 ATP 及叶绿素 *a* 大致在台湾东北部以 123°E, 27°N 为中心形成高值区, 这与该区碳氮比的低值区 (< 11) 基本相对应。碳氮比的分布受黑潮水的影响也较明显。图 1a 中“锋面”东部和南部海域终年主要被黑潮水控制, 这里碳氮比表现出季节变化不大、比值较高的特点。黑潮水中营养盐很低, 浮游生物量不高可能是造成碳氮比高的主要原因。“锋面”可能是由于碳氮比高的黑潮水在向东北方向运动的过程中, 跟以 124°E, 30°N 为中心的碳氮比低的区域相遇而形成的。碳氮比的分布, 尤其在近海, 还受沉积物再悬浮的影响。近海区域的碳氮比, 秋季明显高于春季, 原因之一是秋季海水中浮游生物量低于春季, 但更重要的原因可能是秋季调查期间风暴及潮混合引起的强烈的沉积物再悬浮。因为再悬浮上来的有机物具有较高的碳氮比, 在复杂的生物化学过程中, 有机物高分子骨架中含有氮、氧等原子的部分容易被破坏, 从而导致颗粒有机物中氮的含量降低, 使碳氮比明显增高。

可见, 东海碳氮比的分布受生物活动、水团运动及有机物再悬浮等多种因素的影响。

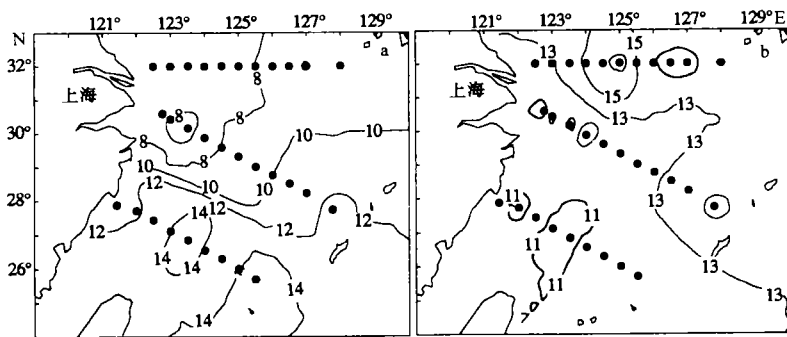


图1 表层海水中颗粒有机物碳氮比的分布 (a春季; b秋季。图中的点表示采样站位)

Fig.1 Distribution of C/N ratios of particulate organic matter in surface waters of the East China Sea

1) 刘文臣, 1995. 东海颗粒有机碳的研究. 中国科学院海洋研究所硕士毕业论文

3 讨论

在海洋颗粒有机物研究中,碳氮比的大小常被用来判断颗粒有机物的来源是海生还是陆生的标准,一般陆源颗粒有机物的碳氮比高,可达 20 以上 (Flemer *et al.*, 1971)。Milliman 等 (1984) 采用碳氮比研究了冬季长江口区有机物的来源,标准是碳氮比大于 12 的划为陆源有机物,碳氮比小于 8 的划分海源有机物,结果发现冬季长江口区颗粒有机物主要是陆源。后来蔡德陵 (1992) 采用稳定性同位素法 ($^{13}\delta\text{C}$) 与碳氮比两种方法对长江口区的颗粒有机物分别进行了判断,两种方法结论一致,从而进一步确定了碳氮比判断颗粒有机物来源的有效性。赵榕平等 (1990) 也用碳氮比法判断大亚湾的颗粒有机物的来源。本研究表明,春季的碳氮比平均为 7.63,按 Milliman 等 (1984) 的标准,春季东海颗粒有机物主要为海生。同航次的资料表明,春季浮游生物量较高,且与水中颗粒有机碳成正相关关系 (刘文臣等, 1997),可见,生物的现场生产是春季颗粒有机物的主要来源。

然而,按上述标准判断秋季颗粒有机物来源时出现矛盾。秋季的碳氮比平均值为 15.23,按上面的标准,应为陆源。东海陆源输入的渠道主要是长江等大河,可是,同航次的盐度分布特点显示长江冲淡水仅局限于河口附近,也就是说长江输送陆源物质的数量以及扩散范围很小。因而,尽管秋季近海颗粒有机物的碳氮比很高,但不可能是陆源有机物。那么颗粒有机物来自何处呢? 本研究认为,主要来自沉积物的再悬浮。正如前面的分析,秋季接连不断的风暴以及强烈的潮混合,使底部的沉积物再悬浮并形成所谓的底部浑浊层 (bottom turbid layer),致使碳氮比增高。可见,仅用碳氮比判断海洋颗粒有机物的来源是不可靠的,必须结合其他因子综合分析,否则可能出现错误。由此建议要谨慎使用碳氮比法判断颗粒有机物的来源。

4 结语

东海颗粒有机物的碳氮比,春季的平均值为 7.63,范围是 4.02—26.91;秋季的平均值为 15.23,范围是 4.75—34.34。表层海水中碳氮比的分布特点是,春季北部海域的小于南部海域的,南北部相交处的变化梯度大;秋季东海大致被碳氮比等于 13 这条等值线分为东北和西南两个区域,东北区域碳氮比高,西南区域低。碳氮比的分布特点受生物活动、水团运动及有机物再悬浮等多种因素的影响。本研究还表明,仅利用碳氮比判断有机物的来源是不可靠的,必须综合其它现场因素谨慎判断。

参 考 文 献

- 刘文臣 王荣 吉鹏, 1997. 东海颗粒有机碳的研究. 海洋与湖沼, 28(1): 39—43
- 赵榕平 傅天保, 1990. 大亚湾悬浮物及其碳、氮含量的分布和变化. 大亚湾海洋生态论文集(II). 北京: 海洋出版社. 163—168
- 傅天保 赵榕平, 1990. 大亚湾悬浮物和浮游动物的 C/N 值. 大亚湾海洋生态论文集(II). 北京: 海洋出版社. 169—173
- 蔡德陵, 1992. 长江口区有机碳同位素地球化学. 地球化学, 3: 305—311
- Copin-Montegut C, Copin-Montegut G, 1983. Stoichiometry of carbon, nitrogen, and phosphorus in marine particulate matter. Deep Sea Res, 30(1): 31—46
- Edmond I M, Spivack A, Garnt B C, 1985. Chemical dynamics of the Changjiang River estuary. Cont Shelf Res, 4(1/2): 17—36

Flemer D A, Robert B B, 1971. Particulate carbon: nitrogen relation in northern Chesapeake Bay. *J Fish Res Board Canada*, 28: 911—918

Milliman J D, Xie Qinchun, Yang Zuosheng, 1984. Transfer of particulate organic carbon and nitrogen from the Yangtze River to the ocean. *American J Sci*, 284: 824—834

Redfield A C, Ketchum B H, Richards F A, 1963. The influence of organisms on the composition of sea-water. *The Sea*, 2: 26—77

Wangersky P J, 1976. Particulate organic carbon in the Atlantic and Pacific oceans. *Deep Sea Res*, 23: 457—465

C / N RATIOS OF PARTICULATE ORGANIC MATTER IN THE EAST CHINA SEA

LIU Wen-chen, WANG Rong, LI Chao-lun

(*Institute of Oceanology, The 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 (Fig. 1). During the investigation period, carbon and nitrogen in POM were measured using the dry combustion method. The main results were as follows. C / N ratios in the ECS ranged from 4.02 to 26.91, with a mean value of 7.63 in spring, and from 4.75 to 34.34, with a mean value of 15.23 in autumn. The maximum C / N ratios in surface waters were observed in the south part of the ECS in spring, while they were found in the northeast part of the ECS in autumn. There were apparent links between C / N ratios and the biological activities, Kuroshio waters and sediment resuspension in the ECS. The low C / N ratio areas in both seasons coincided with those of high ATP and chlorophyll *a* concentrations. C / N ratios during the two cruises showed little change in the Kuroshio waters, but varied greatly in the coastal waters. In the sediment, resuspension areas, C / N ratios were usually high. A strong storm-caused resuspension of sediments in autumn occurred in the coastal waters and at the same area the highest C / N ratios were observed.

C / N ratio usually acts as a standard in judging the sources of POM. According to some reports, POM is from land if C / N ratio is more than 12, and it is from sea if C / N ratio is less than 8. However, this standard may not be safely used. In this study, the mean C / N ratio in autumn was 15.23, but POM was not possible from land since it was found that Changjiang River, the main river carrying land materials to the ECS, had little discharge during the investigation period. The sediments resuspended from the bottom of the ECS were the possible source of POM with high C / N ratios in autumn.

Key words C / N ratios Particulate organic matter East China Sea

Subject classification number Q948.885.3