

文章编号: 1000-0550(2012)02-0340-06

南海表层沉积物与沉降颗粒物中有机碳的 $\delta^{13}\text{C}$ 对比研究 及其古环境再造意义^①

陈法锦 陈建芳 金海燕 李宏亮 郑连福 张海生

(国家海洋局第二海洋研究所 海洋生态系统和生物地球化学重点实验室 杭州 310012)

摘要 对南海表层沉积物与沉降颗粒物有机碳的 $\delta^{13}\text{C}$ 进行了对比研究,从古环境再造方面探讨了陆源和海源对南海表层沉积物的贡献。南海表层沉积物有机碳的 $\delta^{13}\text{C}$ 比沉降颗粒物中有机碳的 $\delta^{13}\text{C}$ 偏重表明, Suess 效应对南海现代过程的影响不可忽视,两者的 $\delta^{13}\text{C}$ 差值反映了 Suess 效应对南海现代过程的影响程度。利用两者的 $\delta^{13}\text{C}$ 差值,对现代陆源和海源有机碳的 $\delta^{13}\text{C}$ 进行修正后,计算得到在南海陆架周围表层沉积物的有机碳中,陆源的比例为 48%,海源的比例为 52%;在远离陆架的表层沉积物的有机碳中,陆源的比例为 14%,海源的比例为 86%。

关键词 南海 表层沉积物 沉降颗粒物 有机碳 同位素

第一作者简介 陈法锦 男 1981 年出生 博士 海洋生物地球化学 E-mail: fjchen04@163.com

通讯作者 陈建芳 E-mail: jfchen@sio.org.cn

中图分类号 P512.2 **文献标识码** A

0 引言

工业革命以来,化石燃料燃烧等人类活动已经显著地改变了全球碳循环,突出地表现为大气 CO_2 的平均浓度从过去 42 万年中的 $180 \sim 300 \mu\text{L/L}^{[1]}$ 上升到目前的 $370 \mu\text{L/L}^{[2]}$ 。大气 CO_2 的增多会对海洋碳酸盐体系驱动的溶解度泵和浮游生物驱动的“生物泵”过程产生不可忽略的影响。研究发现,石油、煤、天然气等矿物燃料的 $\delta^{13}\text{C}$ 值比大气 CO_2 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值低 $10\% \sim 20\%$ 。自工业革命以来,大量矿物燃料的燃烧使大气 CO_2 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值由工业革命以前的 -6.4% 到现在的 -7.8% ^[3],海水中 DIC 的 $\delta^{13}\text{C}$ 由 4% 到现在的 2.5% ^[3],这一现象被称为 Suess 效应。但是,直至目前为止, Suess 效应对海洋中的有机碳同位素的影响程度还是没有确定^[4],这是因为海洋中有机碳的来源相对比较复杂,并且有机碳受生物降解作用影响较大。在不清楚 Suess 效应对海洋中的有机碳同位素影响的情况下,根据陆源和海藻的有机碳同位素来判断海底表层沉积物的有机碳来源,往往是不够严谨的。因此,了解 Suess 效应对海洋中的有机碳同位素的影响显得非常的必要。

南海是全球主要的边缘海之一,同时也是中国邻近海域碳收支的关键区域之一^[5]。该海域碳的源汇

问题以及碳循环对于气候变动的响应具有非常重要的意义。本文通过南海表层沉积物与水柱中沉降颗粒物的 $\delta^{13}\text{C}$ 的对比研究,希望能够初步认识 Suess 效应对海洋中的有机碳同位素的改造作用,通过扣除 Suess 效应对有机碳同位素的影响,更为准确地揭示南海表层沉积物的来源。

1 研究区域、采样与分析方法

1.1 研究区域

南海是仅次于北极边缘海的世界第二大边缘海。其海底地形特征为:南北具有宽阔的陆架并有大河(湄公河、红河、珠江等)注入(图 1),东西陆架狭小且无大河流入,中间为东北—西南向深海盆。深海盆平均深度为 $4\ 700 \text{ m}$,由于其周边与外界交换的水道除东北部的巴士海峡较深(平均约 $2\ 600 \text{ m}$)外都很浅,使之成为典型的半封闭边缘海。南海位于西太暖池和青藏高原两大主要的气候之间,盛行季风。冬季,冷而强盛的东北向西南方向的季风大约持续 6 个月(11—4 月)。夏季,温暖而弱的西南季风大约持续 4 个月(5 月中—9 月中)。

南海的陆源物质主要通过河流输入,各大河流的输沙量见图 1。在众多注入南海的河流中,湄公河、红河、珠江输沙量最大,占到 83% (图 1)。值得注意的

^①国家自然科学基金重大项目(批准号:91128212)及国家自然科学基金项目(批准号:40676044)共同资助。
收稿日期:2011-01-20;收修稿日期:2011-04-21

是, 淡水和泥沙的输入主要集中于北部和西侧, 南部马来西亚和东部菲律宾方向的输入很少。

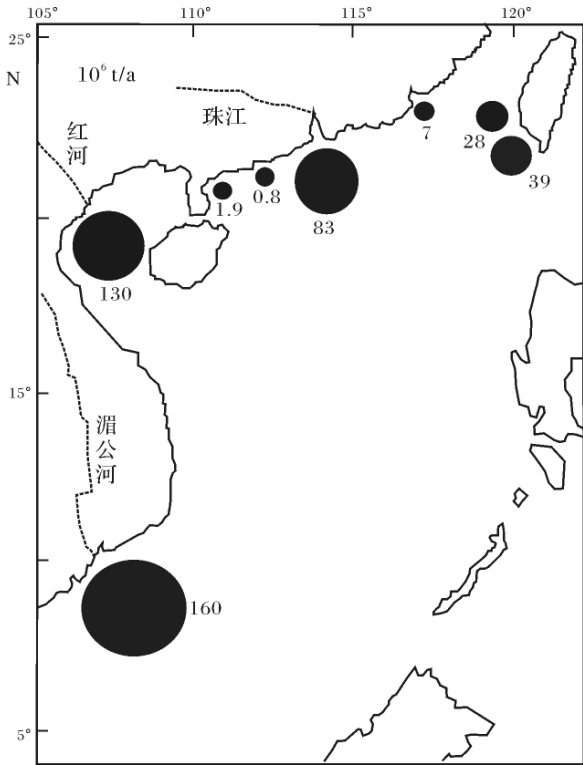


图 1 南海周边河流的输沙量^[6]

Fig. 1 Sediment load from the surrounding rivers in the South China Sea^[6]

1.2 采样

沉降颗粒物样品用 Mark VI 型时间系列沉积物捕获器于 1995—1996 年在南海中部 SCS—C 站位采集(图 2A), 采样时间间隔为 15 天或 28 天, 该站位布放层次为 2 层, 其中, 上层一般为 1 200 m, 底层为 3 750 m。表层沉积物样品的来源主要有两个部分, 一是于 1994 年 4—6 月德国“太阳号”95 航次期间采集; 二是在 1998 年 6—7 月“向阳红 14 号”执行南海环境补充调查期间采集。表层沉积物的取样站位见图 2B。样品用海洋二所仿制的多管采样器采样, 少部分用箱式或抓斗取样器采集。多管或箱式采样器一般能取到表层无扰动或扰动较少的样品, 取样层次为 0~1 cm 或 0~2 cm, 抓斗样采样层次为 0~5 cm。样品上甲板后, 用干净的针管立即取样, 用盖子封好, 冷冻保存, 直到分析。

1.3 分析方法

称取同一样品 50~100 mg 于 20 ml 玻璃瓶中(玻璃瓶称重, 定量至 0.1 mg), 向玻璃瓶中加入过量的 1N HCl 将此酸化样品置于超声波水浴中振荡 5 min 后取出, 离心, 去上清液; 加入 5 ml 二次重蒸水, 振荡 5 min, 离心, 去上清液, 如此两次, 以洗去剩余的 HCl, 然后在 50°C 烘箱中干燥。将干燥样品取出后, 放置在空气中至少 24 h, 待其重量达到平衡后称重, 再减去玻璃瓶重以获得待测样品的最终质量, 然后将样品研磨均质化。

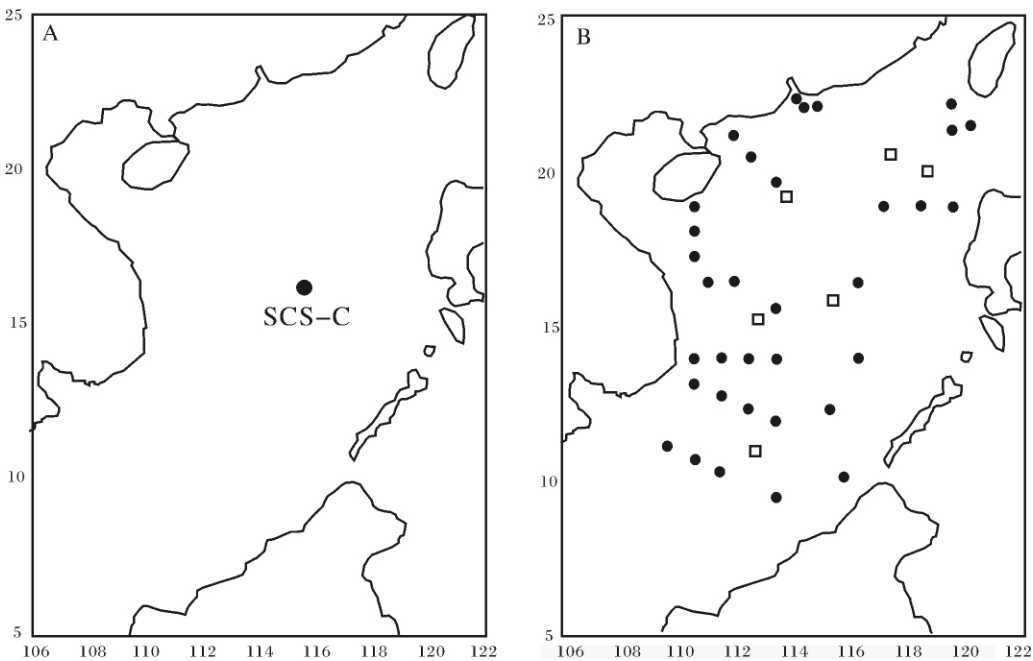


图 2 南海沉降颗粒物(图 A)与表层沉积物(图 B)取样站位

(图 A 中 SCS—C: 南海中部; 图 B 方块为 1994 年 4—6 月“太阳号”95 航次所取, 黑圈为 1998 年 6—7 月“向阳红 14 号”所取)

Fig. 2 Sampling site for surficial sediments and sinking particulate matter in South China Sea

(SCS—C in Fig. A: the centre of the South China Sea; Box in Fig. B is the sampling sites from “Sonne 95” in 1994;

Black circle is the sampling sites from “Xiang Yang Hong 14” in 1998)

分析碳同位素时,样品称量视有机碳含量而定,沉积物一般称 5~10 mg,捕获器样品为 2~5 mg,用国家海洋第二研究所的 Delta Plus AD EA—IRMs 型同位素比质谱仪(Thermal Finnngen 公司产)测定。部分沉积物样品有机碳同位素先前在广州有机地球化学国家重点实验室测定,经过两者对 5 个样品的测试比较,偏差在 0.16‰ 以内。碳同位素分析标样:USGS—24、GBW—4408;平行双样分析碳同位素误差一般小于 0.2‰。

2 结果与讨论

2.1 现代过程对沉降颗粒物有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 的改造

从海洋表层沉积物和沉降颗粒物的年龄来分析,海洋表层沉积物的平均年龄为几百年,它的有机碳同位素受 Suess 效应的影响应该可以忽略不计,只需考虑有机碳的选择性降解作用的改造;沉降颗粒物是现代形成的,它的有机碳的碳同位素则要考虑有机碳的选择性降解作用和 Suess 效应两者的共同影响。其中,有机碳的选择性降解作用是损失蛋白质而富集类脂物的过程。Degens 等人^[7]早在 1968 年就发现,不同种类的有机质具有很大的同位素差异,蛋白质的 $\delta^{13}\text{C}$ 比类脂物重(图 3)。因此,降解过程中的选择性降解作用,可使颗粒物有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 偏轻。另一方面,化石燃料产生低 $\delta^{13}\text{C}$ 值 CO_2 的 Suess 效应,导致大气 CO_2 以及海水 DIC 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值的持续降低,从而使得海洋中沉降颗粒物有机碳的 $\delta^{13}\text{C}$ 可能也会偏轻。

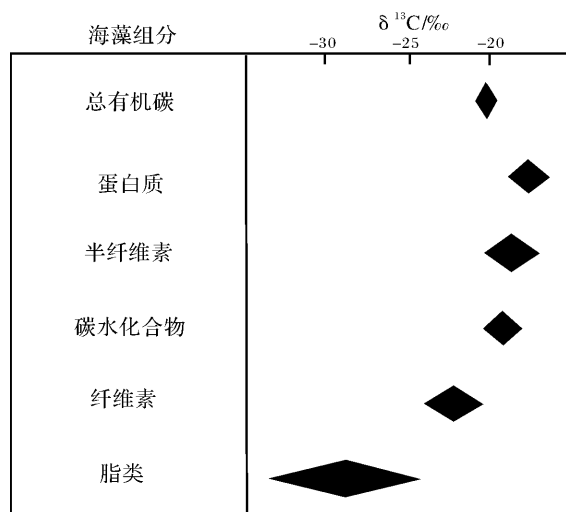


图 3 不同种类的有机物有机碳同位素的变化^[7]

Fig. 3 The isotopic composition of organic carbon in different types of organic matter^[7]

对于海洋沉积物,年老的沉积物比年轻的沉积物受到的选择性降解作用更强烈,前者的有机碳同位素往往比后者偏轻^[8,9]。然而,南海沉积物的有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 反而比沉降颗粒物有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 更重(图 4)。可能有以下两个原因,一是现代的浮游生物明显比以前增多,有机碳的选择性降解作用增强使得沉降颗粒物中有有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 偏轻;二是 Suess 效应的影响使得沉降颗粒物的同位素偏轻。从沉降颗粒物和表层沉积物相差不过几百年来看,有机碳的选择性降解作用增强导致沉降颗粒物的有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 偏轻几乎是不大可能的,因为在这么短的地质时间内,浮游生物的量是不会明显增多的。因此,南海沉降颗粒物的有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 反而比表层沉积物更轻很有可能是由 Suess 效应的影响所导致。前人的研究发现现代南海由于人类活动产生的 CO_2 分压增高,南海已经成为 CO_2 的汇^[10,11],这也表明 Suess 效应对南海现代过程的影响是不容忽视的。据此,我们推断由于大量化石燃料的燃烧,导致大气 CO_2 以及海水 DIC 的 $\delta^{13}\text{C}$ 值的降低,使得沉降颗粒物中的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 反而比表层沉积物 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 更轻。

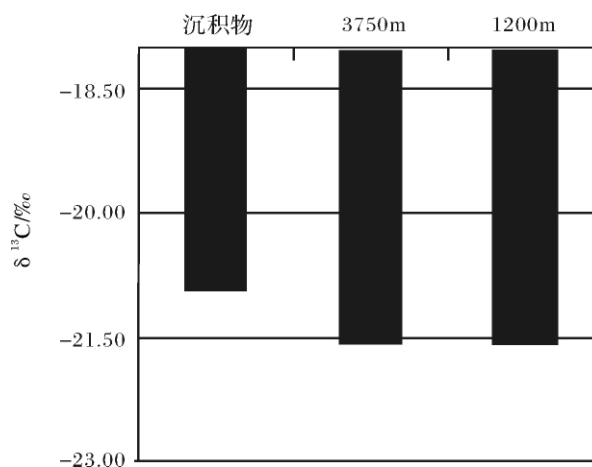


图 4 南海沉降颗粒物与沉积物的有机碳同位素的对比 (深水区沉积物 $n=43$; 上层 1 200 m 捕获样品 $n=11$; 深层 3 750 m 捕获样品 $n=5$)

Fig. 4 The carbon isotopic composition of surficial sediments and sinking particulate matter in South China Sea (Sediments in deep water, $n=43$; Sinking particulate matter in 1 200 m, $n=11$; Sinking particulate matter in 3 750 m, $n=5$)

于是,根据本工作的结果,沉降颗粒物的有机碳同位素平均值为 -21.6‰ 与沉积物的有机碳平均值为 -20.9‰ (图 4),计算得到两者的差值为 0.7‰ ,但是,这一差值只能认为在一定程度上反映了现代过

程中的 Suess 效应对南海中沉降颗粒物的影响。这是因为由沉降颗粒物转变成沉积物需要一段时间, 沉降颗粒物在不断的沉降过程中, 还会受到有机碳的选择性降解作用, 当沉降颗粒物转变成沉积物的时候, 它的有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 可能会变得更轻。这表明 Suess 效应对南海中沉降颗粒物有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 的分馏作用可能比本文的推算值要更大一些。

2.2 南海表层沉积物中有机碳的物质来源

$\delta^{13}\text{C}$ 主要反映了光合作用有机碳合成以及碳源的同位素组成。不同类型光合作用固定的有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 也不同。陆地植物通过 C_3 途径把大气 CO_2 ($\delta^{13}\text{C} \approx -7\text{‰}$) 合成有机质, 其 $\delta^{13}\text{C}$ 约为 -27‰ ^[12-14], 而 C_4 植物的 $\delta^{13}\text{C}$ 则是 -14‰ ^[12, 13]。一般来说, 由于气候湿润, C_3 植物发育迅速, 输向南海的陆源有机物主要应以 C_3 植物为主。对于海洋藻类来说, 其有机碳的 $\delta^{13}\text{C}$ 值通常是 $-19\text{‰} \sim -22\text{‰}$, 均值为 -20.5‰ ^[15]。故陆源 C_3 植物与海洋藻类之间同位素差值为 $5\text{‰} \sim 7\text{‰}$ 。这是区分有机质来源的良好标志^[16]。从上面一节的论述中得知沉降颗粒物中的有机碳不仅受到有机碳降解的作用, 并且还受到 Suess 效应的影响; 而沉积物可以认为只受到有机碳降解作用的影响。因此, 在借助现代陆源和海洋藻类的有机碳同位素比值来分析沉积物的有机碳来源时, 应该扣除 Suess 效应对现代陆源和海洋藻类的有机碳同位素

的影响。于是根据本文计算得到的 Suess 效应推算值 0.7‰ 结合现代的碳同位素统计值(陆源有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 约为 -27‰ , 海源有机碳 $\delta^{13}\text{C}$ 约为 -20.5‰), 我们假设与本工作中表层沉积物年代对应的陆源 $\delta^{13}\text{C}$ 陆为 -26.3‰ , 海源为 -19.8‰ 。

从图5可看出, 南海陆架周围表层沉积物中的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 偏轻, 均值为 -22.9‰ ; 而远离陆架海域表层沉积物中的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 偏重, 均值为 -20.7‰ 。对于表层沉积物(几百年)的有机碳同位素来说, 工业革命后产生的 Suess 效应对它的影响是可以忽略不计的。于是我们推断造成同位素差异的主要原因可能是陆架海域和远离陆架海域的有机碳来源不同。在陆架海域, 河流的输入往往带来较多的陆源颗粒物, 这些陆源的颗粒物的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 偏轻, 使得陆架海域的沉积物 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 偏轻(图5)。南海中部远离大陆, 陆源的颗粒物影响相对较小, 表层沉积物 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 偏重。因此, 南海陆架和南海中部表层沉积物中的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ 存在差异的原因是海陆源的比例不同。

这一点在生源物质/岩屑的比值以及 $\text{C}_{\text{org}}/\text{C}_{\text{inorg}}$ 比值中也有所体现。在本工作中, 生源物质/岩屑比全海域在 $0.5 \sim 9.94$ 之间变化, 小于1的低值主要出现于离岸较近的越南岸外站(SCS-SW1)和吕宋岸外站(SCS-NE2)。而南海中部站(SCS-C)平均达到4.74。生源物质/岩屑的比值依此为 $\text{SCS-C} > \text{SCS-E2}$

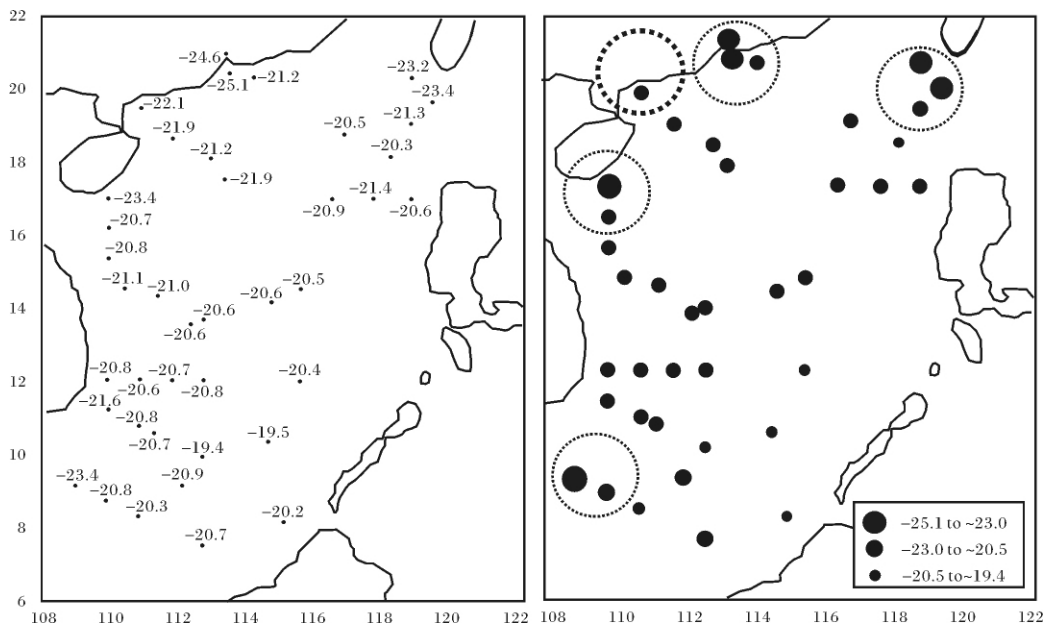


图5 南海表层沉积物中的有机碳同位素($\delta^{13}\text{C}$)分布

(右图中的虚线圆圈为南海周围河流输沙影响较大的区域, 可参考图1)

Fig. 5 The distribution of carbon isotopic composition ($\delta^{13}\text{C}$) of surficial sediments in South China Sea

(Dotted circle is the area affected by the surrounding rivers in the South China Sea)

> SCS-N > SCS-SW1。总的来说,南海深水区沉降颗粒物主要以生源颗粒为主,其中,南海中部生源物质/岩屑比例最高,这与南海中部离陆地最远有关。另一方面,有机碳/无机碳比值在吕宋岸外较高,达到1.44,而在南海北部较低,仅为0.68。平均来说,南海有机碳与无机碳输出通量的比值大致在1左右,这也体现了南海深水区沉降颗粒物主要以生源颗粒为主。

为了进一步了解南海表层沉积物中有机碳的物质来源问题,我们利用以下公式来计算南海表层沉积物中有机碳的海陆来源的比例。

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{沉积物}} = W_{\text{陆源}} \delta^{13}\text{C}_{\text{陆源}} + W_{\text{海源}} \delta^{13}\text{C}_{\text{海源}}^{[17,18]}$$

式中 $\delta^{13}\text{C}_{\text{沉积物}}$ 为沉积物中 $\delta^{13}\text{C}$ 值; $\delta^{13}\text{C}_{\text{陆源}}$ 为 -26.3‰ ; $\delta^{13}\text{C}_{\text{海源}}$ 为 -19.8‰ 。南海陆架周围表层沉积物中的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{沉积物}}$ 为 -22.9‰ , 远离陆架的表层沉积物中的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{沉积物}}$ 为 -20.7‰ 。 $W_{\text{陆源}}$ 为沉积物中陆源有机碳的比例, $W_{\text{海源}}$ 为沉积物中海洋自生的有机碳的比例。

经过计算,在南海陆架周围表层沉积物的有机碳中,陆源的比例为48%,海源的比例为52%;在远离陆架的表层沉积物的有机碳中,陆源的比例为14%,海源的比例为86%。前人对珠江口一带南海陆架的表层沉积物研究结果是55%有机碳来自陆源(2002年采样)^[19],比本研究中南海陆架周围表层沉积物中的48%有机碳来自陆源(1994年采样)要高一些,这说明了随着人类活动的加剧,河流的物质输入对边缘海的影响在不断增大。对于远离陆架的表层沉积物,我们推测陆源部分主要来源于季风所带来的风尘,这在前人对南海的物质来源估算研究中也有所提及^[20]。

3 结论

大气 CO_2 浓度的增加对海洋环境的影响是近年来的国际海洋科学界的热点,而海洋沉积物的物源分析,又是海洋沉积学界多年来的研究主题和难点。南海的沉积颗粒和表层沉积物的 $\delta^{13}\text{C}$ 的研究表明, Suess 效应对南海现代过程的影响是不可忽略,两者的 $\delta^{13}\text{C}$ 差值反映了 Suess 效应对南海现代过程的影响程度。利用两者的 $\delta^{13}\text{C}$ 差值,对现代陆源和海源有机碳的 $\delta^{13}\text{C}$ 进行修正后,计算得到,在南海陆架周围表层沉积物的有机碳中,陆源的比例为48%,海源的比例为52%;在远离陆架的表层沉积物的有机碳

中,陆源的比例为14%,海源的比例为86%。从人类活动逐渐增加的角度来分析,上述计算方法所得沉积物的物源比例更加合理。可见,在清楚 Suess 效应对海洋中的有机碳同位素影响的情况下,根据陆源和海源的有机碳同位素对海底表层沉积物的有机碳来源进行定量的研究显得更加严谨。因此,了解 Suess 效应对海洋中的有机碳同位素的影响非常必要。

参考文献(References)

- Petit J R, Jouzel J, Raynaud D, *et al.* Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica [J]. *Nature*, 1999, 399: 429-436
- Monitoring C C. Diagnostic Laboratory, 2000-2001 Summary Report [R]. Boulder, Colorado, USA, NOAA/CMDL, 2002, 26: 28-50
- Bauch H A, Lupp T M, Taldenkova E, *et al.* Chronology of the Holocene transgression at the North Siberian margin [J]. *Global and Planetary Change*, 2001, 31: 125-139
- Schubert C J, Nielsen B. Effects of decarbonation treatments on $\delta^{13}\text{C}$ values in marine sediments [J]. *Marine Chemistry*, 2000, 72: 55-59
- 戴民汉, 翟惟东, 鲁中明, 等. 中国区域碳循环研究进展与展望 [J]. *地球科学进展*, 2004, 19(1), 120-130 [Dai Minhan, Zhai Weidong, Lu Zhongming, *et al.* Regional studies of carbon cycles in China: progress and perspectives [J]. *Advance in Earth Sciences*, 2004, 19(1): 120-130]
- 黄维. 冰期旋回中南海深水沉积作用的定量研究 [D]. 同济大学, 1997: 1-65 [Huang Wei. Quantification research on deep water sinking effect in South China Sea during glacial cycle [D]. A thesis submitted for the degree of master at Tongji University, 1997: 1-65]
- Degens E T, Behrendt M, Gotthardt B, *et al.* Metabolic fractionation of carbon isotopes in marine plankton [J]. *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts*, 1968, 15: 11-20
- Miltner A, Emeis K C, Struck U, *et al.* Terrigenous organic matter in Holocene sediments from the central Baltic Sea, NW Europe [J]. *Chemical Geology*, 2005, 216: 313-328
- Ogrinc N, Fontolan G, Faganeli J, *et al.* Carbon and nitrogen isotope compositions of organic matter in coastal marine sediments (the Gulf of Trieste, Adriatic Sea): indicators of sources and preservation [J]. *Marine Chemistry*, 2005, 95: 163-181
- 林洪瑛. 南海的碳通量研究 [J]. *南海研究与开发*, 1996, 2: 30-35 [Lin Hongying. Research on carbon flux in South China Sea [J]. *Nanhai Research and Exploration*, 1996, 2: 30-35]
- 韩舞鹰, 林洪瑛, 蔡艳雅. 南海的碳通量研究 [J]. *海洋学报*, 1997, 19(1): 50-54 [Han Wuying, Lin Hongying, Cai Yanya. Research on carbon flux in South China Sea [J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 1997, 1: 50-54]
- Smith B N, Epstein S. Two categories of $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratio for higher plants [J]. *Plant Physiology*, 1971, 47: 380-384
- Troughton J H. Carbon isotopic fractionation in plants [C] // *Proceedings of the 8th Conference Radiocarbon Dating*. Wellington, Royal

- Society of New Zealand, 1972, 2: 39-57
- 14 Fry B, Sherr E B. $\delta^{13}\text{C}$ measurements as indicators of carbon flow in marine and freshwater ecosystems [J]. *Contributions in Marine Science*, 1984, 27: 13-47
- 15 Jia G D, Peng P A. Temporal and spatial variations in signatures of sedimented organic matter in Lingding Bay (Pearl estuary), southern China [J]. *Marine Chemistry*, 2003, 82: 47-54
- 16 Meyers P A. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic, and paleoclimatic processes [J]. *Organic Geochemistry*, 1997, 27: 213-250
- 17 Schultz D, Calder J A. Organic carbon $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ variations in estuarine sediments [J]. *Organic Geochemistry*, 1976, 40: 381-385
- 18 Minoura K, Hoshino K, Nakamura T, *et al.* Late Pleistocene-Holocene paleoproductivity circulation in the Japan Sea: sea-level control on $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ records of sediment organic material [J]. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1997, 135: 41-50
- 19 Hu J F, Peng P A, Jia G D, *et al.* Biological markers and their carbon isotopes as an approach to the paleoenvironmental reconstruction of Nansha area, South China Sea, during the last 30 ka [J]. *Organic Geochemistry*, 2002, 33: 1197-1204
- 20 Duce R A, Tindale N W. Atmospheric transport of iron and its deposition in the Ocean [J]. *Limnology and Oceanography*, 1991, 36 (8): 1715-1726

Correlation of $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ in Surface Sediments with Sinking Particulate Matter in South China Sea and Implication for Reconstructing Paleo-environment

CHEN Fa-jin CHEN Jian-fang JIN Hai-yan LI Hong-liang ZHENG Lian-fu ZHANG Hai-sheng
(Second Institute of Oceanography SOA, Laboratory of Marine Ecosystem and Biogeochemistry SOA, Hangzhou 310012)

Abstract: It has been observed that the Suess effect has influenced the isotopic composition of dissolved inorganic carbon in the sea. However, investigations for the Suess effect on the isotopic composition of organic carbon in the sea are rare. The South China Sea is one of the most important marginal sea in the world and the most crucial area in carbon budget in China Sea. Therefore, understanding the Suess effect occurring in the organic carbon is important for the carbon budget in the South China Sea. Here, the $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ in surficial sediments and sinking particulate matter in South China Sea are reported to study the contribution for the surficial sediment organic material from terrestrial and marine. For marine sediments, the effect from selective degradation for the older sediments is larger than that for the younger one resulting in isotopic composition of the former organic carbon lighter than the latter. However, the $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ in surficial sediments is higher than that in particulate matter in our results, suggesting that Suess effect is innegligible for the modern process in South China Sea. The reason for this pattern might be that extensive burning of fossil fuels in recent years result in $\delta^{13}\text{C}$ of atmospheric CO_2 and dissolved inorganic carbon in seawater lighter, and then causing the $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ in particulate matter lighter than that in surficial sediments. The difference in $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ between surficial sediments and sinking particulate matter can show the effect that Suess effect exert to the modern progress in South China Sea. After using the difference in $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ between surficial sediments and sinking particulate matter to amend the $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ of terrestrial and marine, the contribution for the surficial sediment organic material from terrestrial is estimated to 48%, and from marine 52% on the adjacent inner shelf of South China Sea. In contrast, the contribution is estimated to 14% from terrestrial and 86% from marine beyond the inner shelf. This suggests the effects on the material input from rivers increase in the marginal sea with increasing human activities recently. This work expands our understanding of carbon isotope as biogeochemical tools for the Suess effect on the isotopic composition of organic carbon in the sea, emphasizing the role that the Suess effect may play in altering the isotopic composition of organic carbon in the sea.

Key words: South China Sea; surficial sediments; sinking particulate matter; organic carbon; isotope