

南黄海 EY02-2 孔碳酸盐含量特征与沉积物来源

庄丽华, 阎 军, 常凤鸣, 李铁刚

(中国科学院 海洋研究所, 山东 青岛 266071)

摘要:南黄海中部泥质区 EY02-2 孔柱样碳酸盐含量在 0~34.55% 之间变化, 呈现为大西洋型 CaCO_3 溶解旋回; 冰后期以来碳酸盐高含量与高碳酸盐的现代黄河和废黄河物质有关; 而末次间冰期碳酸盐极高含量与贝壳含量有关。

关键词:南黄海; 碳酸盐含量; 沉积物来源

中图分类号:P736.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3096(2004)01-0008-03

黄海位于 $31^{\circ}40' \sim 39^{\circ}50' \text{N}$ 、 $119^{\circ}1' \sim 126^{\circ}50' \text{E}$ 之间, 是一个镶嵌于中国大陆和朝鲜半岛之间的典型的半封闭型陆架浅海, 南黄海水底地形东西不对称, 中部为宽阔的南黄海中部浅海平原, 处于现代黑潮分支——黄海暖流余脉和沿岸流一起构成的逆时针环流中。《黄海晚第四纪沉积》、《黄海地质》、《南黄海第四纪层型地层对比》、《黄海第四纪地质》等丰硕的成果大大促进了对黄海陆架的研究进展。Alexander^[1]、Park 和 Khim^[2]、杨作升^[3]、申顺喜^[4]、蔡德陵^[5]等学者从不同角度对南黄海现代沉积物进行了探讨。本文根据南黄海中部泥质区 EY02-2 孔的海进海退旋回, 参考临近海域 QC₂ 孔的成果、标准氧同位素曲线, 探讨南黄海中部泥质区 EY02-2 孔氧同位素 6 期(MIS6)以来的碳酸盐分布特征、粗碎屑含量变化特征及南黄海中部沉积物来源。

1 南黄海中部 EY02-2 孔柱状岩芯

EY02-2 孔($123^{\circ}30' \text{E}$, $34^{\circ}30' \text{N}$)位于南黄海中南部泥质区, 在地形上位于水深 79 m 的黄海槽坡西侧的陆架平坦区, 孔深 70 m, 岩性变化复杂, 0~19.57 m 主要为灰色粘土、粉砂, 19.57~26.93 m 主要为浅灰色粉细砂、灰色粘土, 26.93~37.0 m 主要为灰绿色细砂, 37.0~37.16 m, 42.30~42.52 m 为深灰色贝壳砂, 42.52~58.9 m 主要为浅灰色粘土, 58.9~70 m 为粉砂质细砂、粘土、粉砂、细砂质粉砂。

EY02-2 孔 70 m 长的岩芯共揭示氧同位素 6 期以来的海侵海退序列^[6]。

2 研究方法

利用体积法进行碳酸盐测定: 在 80°C 条件下烘

干样品, 用玛瑙研钵将样品研磨至粉末状; 称取研磨好的干样 0.3 g 左右, 采用 1:1 盐酸进行碳酸盐实验。将样品送入特制反应发生锥形瓶底部, 用滴定管将盐酸滴入特制反应发生锥形瓶内杯中, 反应发生前 U 形管右侧的水面初始刻度为 U_0 , 反应结束后水面刻度为 U_1 。由 CO_2 的体积($U_1 - U_0$) 和理想气体状态方程: $P \times V = n \times R \times T$, 求出 CO_2 的摩尔数, 根据方程 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2(\text{g})$ 求出 CaCO_3 的质量 m_c , 利用公式 $(m_c \times 100\%) / m$, 其中 m 为样品的质量, 求得沉积物样品中碳酸盐的百分含量。

取沉积物干样 4~30 g (视样品拥有量定), 浸泡、分散, 用孔径 63 μm 的标准铜筛水下冲洗, 筛中样品烘干后称重, 计算粗碎屑组分所占百分含量。

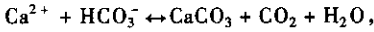
3 结果与讨论

3.1 南黄海中部泥质区 EY02-2 孔碳酸盐含量变化特征

取研磨好的沉积物干样 0.3 g 左右, 采用体积法测量沉积物样品中碳酸盐的百分含量。沉积物中碳酸盐含量主要取决于发生在 $\text{CO}_2 - \text{CO}_3^{2-} - \text{HCO}_3^-$ 的海水体系中的下列反应式: $\text{CO}_2(\text{气}) \leftrightarrow \text{CO}_2(\text{海})$, $\text{CO}_2(\text{海}) + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$, $\text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$, $\text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$, Ca^{2+} 与 CO_3^{2-} 或 HCO_3^- 结合形成 CaCO_3 反应式是: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \leftrightarrow \text{CaCO}_3$,

收稿日期: 2002-12-27; 修回日期: 2003-03-28

作者简介: 庄丽华(1974-), 女, 山东招远人, 博士, 从事海洋沉积与微体古生物研究, E-mail: zhuanglihua@sina.com



EY02-2 孔碳酸盐百分含量随岩芯深度变化如图 1a 所示。南黄海中部泥质区 EY02-2 孔表层沉积物中碳酸盐含量为 3%，柱样均值为 4.05%，最大变幅为 30.16%，整个钻孔中碳酸盐含量在 0 ~

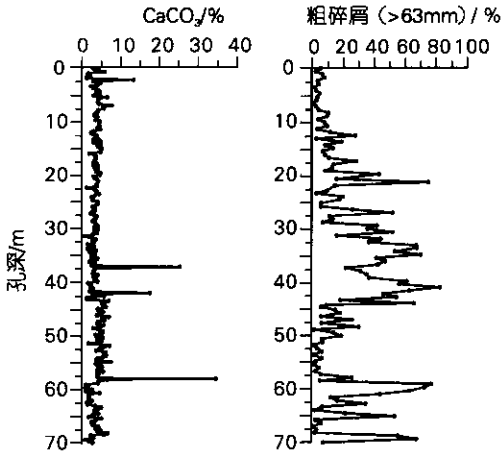


图 1 南黄海中部 EY02-2 孔碳酸盐(a)和粗碎屑百分含量(b)曲线

Fig.1 Percentage curves of carbonate (a) and coarse fraction (b) versus depth in core EY02-2 in the middle southern Yellow Sea

34.55%之间变化,碳酸盐最低值出现在 31.37 m 附近浅灰绿色细砂沉积中,在 37 ~ 37.16 m, 42.3 ~ 42.52 m 和 58 m 附近末次间冰期沉积中出现几个碳酸盐含量高峰值,分别为 25.24%, 17.51% 和 34.55%, 主要与贝壳含量有关; Arrhenius 1952 年根据赤道太平洋沉积物中 CaCO_3 含量变化,首次提出第四纪地层中存在 9 个 CaCO_3 旋回,确认了 CaCO_3 溶解旋回的概念。大量调查研究结果表明 CaCO_3 旋回可分为太平洋型 CaCO_3 溶解旋回以及大西洋型 CaCO_3 溶解旋回两大类。冰期时海平面下降,河流下切作用增强,钙质生物生产率较低,沉积物搬运总体积和总有效率增高,沉积物中原有碳酸盐含量在冰期时被稀释;间冰期时海平面上升,钙质生物生产率较高,沉积物中碳酸盐含量相对增高,因此在南黄海中部泥质区 EY02-2 孔沉积物中 CaCO_3 的极高含量层均出现在暖期,呈现大西洋型 CaCO_3 溶解旋回。

3.2 南黄海中部泥质区 EY02-2 孔粗碎屑含量变化特征

EY02-2 孔粗碎屑组分百分含量随岩芯深度变

化如图 1b 所示。表层沉积物中粗碎屑组分百分含量为 5.23%，柱样均值为 21.46%，最大变幅为 72.074%。EY02-2 孔沉积物中粗碎屑组分高含量层大致上与气候冷期一致,而低含量层与气候暖期一致。

在 EY02-2 孔深 58.44 m 附近层位,粗碎屑组分主要是粉砂或细砂,粗碎屑组分含量高,有孔虫生产率低,丰度值也低(见图 2),碳酸盐含量也低,因此在这些层位上粗碎屑组分含量与有孔虫生产率和碳酸盐含量呈相反关系,而碳酸盐含量主要与有孔虫生产率有关,受沉积物来源影响较小;在 EY02-2 孔深 42.2 m 附近层位,粗碎屑主要是贝壳砂,粗碎屑组分含量高,有孔虫生产率很高,丰度值也随之增高(见图 2),碳酸盐含量却没有明显增高,因此粗碎屑组分含量及有孔虫生产率均与碳酸盐含量呈相反关系,这可能是沉积物的高供给速率冲淡了有孔虫高生产率对碳酸盐含量的影响。

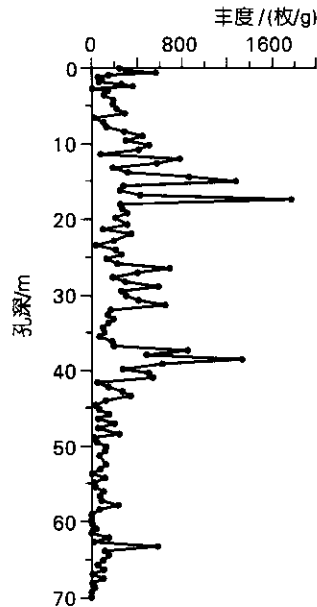


图 2 南黄海中部 EY02-2 孔有孔虫丰度变化曲线

Fig.2 Benthic foraminiferal abundance changing curve in core EY02-2 in the middle southern Yellow Sea

3.3 南黄海中部沉积物来源

Alexander^[1]1991 年认为现代黄河物质最远能到达 32°N, 126°E 附近; Park 和 Khim^[2]1992 年对粘土矿物的研究表明南黄海中部泥质沉积与老黄河和现代黄河沉积作用密切相关; 杨作升^[3]1992 年对海域悬浮体的研究表明陆架水与深海水之间横亘着一道“最洁净的水体屏障”, 该水体屏障由入侵的黑潮

爬升水形成,东西两侧的“浑浊水”未曾穿越此水体屏障;申顺喜、陈丽蓉等^[4]1993年认为在南黄海陆架上以黄海暖流为主导,把黄海陆架分为冷涡及通道沉积,以及黄海暖流东西两侧各属一方的陆架沉积。山东半岛北岸表层沉积物粒度趋势分析表明沉积物具有向东和向东北的输运趋势^[7]。悬浮体中有机碳稳定同位素组成及底质沉积物的碳稳定同位素组成变化规律表明南黄海现代沉积物陆源物质主要源于黄海沿岸流携带的现代黄河悬移物质^[5],也有部分来自老黄河三角洲的再悬浮物质和黑潮输送的外海物质,现代长江物质、来自朝鲜半岛的陆源物质的数量和影响范围都是有限的。由于南黄海中部泥质区 EY02-2 孔离老黄河口较远,碳酸盐含量变化与海区冰期和间冰期时陆源物质供给速率关系不是很密切,沉积物中碳酸盐主要是生物 CaCO_3 ,总的来看其含量变化趋势末次间冰期碳酸盐极高含量与有孔虫丰度、贝壳含量有关。黄河沉积物碳酸盐含量高且在细颗粒中富集^[8],EY02-2 孔 2.13 m 灰色粘土附近出现碳酸盐含量高峰值,但贝壳及有孔虫含量较低,因此冰后期以来碳酸盐高含量值与现代黄河和废黄河物质有关。

4 小结

南黄海中部泥质区 EY02-2 孔柱样碳酸盐含量在 0~34.55% 之间变化,呈现为大西洋型 CaCO_3 溶解旋回;冰后期以来碳酸盐高含量与高碳酸盐的现代黄河和废黄河物质有关;而末次间冰期碳酸盐极高含量与贝壳含量有关,沉积物中 CaCO_3 的极高含量层均出现在气候暖期。在粗碎屑组分主要是粉砂或细砂的层位上,粗碎屑组分含量与有孔虫生产

率和碳酸盐含量呈相反关系,而碳酸盐含量主要与有孔虫生产率有关,受沉积物来源影响较小;个别粗碎屑主要是贝壳砂的层位(孔深 42.2 m),粗碎屑组分含量高,粗碎屑组分含量及有孔虫生产率均与碳酸盐含量呈相反关系,这可能是沉积物的高供给速率冲淡了有孔虫高生产率对碳酸盐含量的影响。

致谢:非常感谢孙有斌博士后在实验期间提供的仪器及实验方法上的帮助。

参考文献:

- [1] Alexander C R, DeMaster D J, Nittrouer C A. Sediment accumulation in a modern epicontinental - shelf setting: The Yellow Sea[J]. *Marine Geology*, 1991, 98: 51-72.
- [2] Park Y A, Khim B K. Origin and dispersal of recent clay minerals in the Yellow Sea[J]. *Marine Geology*, 1992, 104: 205-213.
- [3] 杨作升,郭志刚,王兆祥,等. 黄东海陆架悬浮体向其东部深海区输送的宏观格局[J]. *海洋学报*, 1992, 14(2): 81-89.
- [4] 申顺喜,陈丽蓉,高良,等. 南黄海冷涡沉积和通道沉积的发现[J]. *海洋与湖沼*, 1993, 24(6): 563-570.
- [5] 蔡德陵,石学法,周卫健,等. 南黄海悬浮体和沉积物组成的物质来源和运移:来自碳稳定同位素组成的证据[J]. *科学通报*, 2001, 46(增刊): 16-23.
- [6] 庄丽华,常凤鸣,李铁刚,等. 南黄海中部 EY02-2 孔底栖有孔虫群落特征与全新世沉积速率[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2002, 22(4): 7-14.
- [7] 程鹏,高抒. 北黄海西部海底沉积物的粒度特征和净输运趋势[J]. *海洋与湖沼*, 2000, 31(6): 604-615.
- [8] 胡敦欣,杨作升,等. 东海海洋通量关键过程[M]. 北京:海洋出版社, 2001, 96-97.

Carbonate content character and sediment source from the core EY02-2 in the southern Yellow Sea

ZHUANG Li-hua, YAN Jun, CHANG Feng-ming, LI Tie-gang
(Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Received: Dec., 27, 2002

Key Words: the southern Yellow Sea; carbonate content; sediment source

Abstract: The carbonate content varied from 0 to 34.55% in the column of the drilling core EY02-2, the dissolved cycle appeared to be the carbonate dissolved cycle of the Atlantic Mode. The higher carbonate content related to materials of modern and old Yellow River in the postglacial period, while the peak carbonate content related to shell fragment in the sediment during the last interglacial period.

(本文编辑:刘珊珊)