

东海近岸泥质区柱状沉积物的百年内沉积粒度变化及其影响因素

程芳晋^{1,2}, 俞志明¹, 宋秀贤¹

(1. 中国科学院海洋研究所 海洋生态与环境科学重点实验室, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院大学, 北京 100039)

摘要: 通过对东海近岸泥质区 ZC13 和 ZA3 柱状沉积物的 ²¹⁰Pb 同位素测年和粒度分析, 分别得到了两柱状沉积物的沉积速率以及粒度特征。结果显示: ZC13 和 ZA3 柱状沉积物低端对应的沉积年代分别为 55 a(1955~2009 年)和 140 a(1871~2010 年), 平均沉积速率为 0.89 cm/a 和 0.82 cm/a。ZC13 柱状沉积物以砂质粉砂为主; ZA3 柱状沉积物由顶部至 100 cm 粒度组分及相关参数变化稳定, 岩性上表现为较细的黏土质粉砂, 显示较为稳定的沉积环境; 100 cm 以下岩性总体上表现为较粗的粉砂质砂, 粒度参数变化较大, 表明沉积环境受到一定的扰动。研究认为, 粒度随年代的变化受沉积物来源及沉积动力的影响。这些研究结果为研究东海近岸海域环境演变提供了研究依据。

关键词: 东海近岸泥质区; 沉积速率; 粒度特征; 环境演变

中图分类号: P67; P577 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2013)10-0058-07

陆架地区是海陆相互作用的主要场所, 也是河流入海物质的重要归宿, 它可以记录丰富的入海河流源区及海洋环境信息, 已经成为近年来边缘海研究的热点区域。东海以其宽广的陆架, 充足的陆源沉积物供应, 快速沉降和强动力场为特征^[1]。东海陆架在砂质沉积区的背景下呈斑块状分布着近岸泥质沉积区和远岸济州岛西南泥质区^[2], 近岸泥质区主要分布在长江入海口以南, 水深 60 m 以内的闽浙沿岸一带, 该泥质区呈东北—西南向条带状分布, 厚度为 0~40 m^[3]。这些泥质沉积的形成和演化与陆源物质输入以及全球气候和海洋环境变化密切相关。在泥质沉积区内, 潮流、水团和波浪动力因素的影响一般相对较弱, 沉积速率较为稳定, 沉积物组成较为均一, 沉积物能够连续堆积, 记载了物源区和沉积区的环境变迁过程。同时, 东海近岸泥质区被认为主要是源自长江的悬浮体由冬季闽浙沿岸流输送而沉积^[4-5]。因此, 通过对东海近岸泥质区沉积记录的研究, 可以较连续地揭示长江口及其邻近海域沉积作用过程以及环境的变迁, 了解人类活动对河口及邻近海域的影响。沉积速率和沉积物粒度分析是研究沉积记录的基础, 利用沉积速率确定的沉积地层年龄是研究过去和现在海洋沉积环境的重要依据, 而沉积物的粒度能够提供物质迁移和沉积过程的重要信息, 是反映某个海区的水动力状况和沉积环境变

化的一个综合指标^[6-7]。因此, 沉积速率分析和粒度分析在沉积环境的研究中有着重要的环境意义和地质意义。

本文以取自东海近岸泥质区的 ZC13 以及 ZA3 柱状沉积物为研究对象, 通过对其进行年代测定, 分析近岸泥质区沉积物的粒度以及参数变化, 探讨了影响这些变化的可能因素, 同时为在该地区利用生产力替代指标对环境演变进行反演提供样品的背景资料。

1 材料和方法

1.1 样品的采集与保存

通过国家重大基础研究规划 973 项目“我国近海赤潮发生的生态学, 海洋学机制及预测防治”航次, 于 2010 年 4 月 24 日和 10 月 7 日在长江口邻近海域通过重力取样器取得柱状沉积物。两柱状沉积物采集站位见图 1。ZC13 柱状沉积物(29°6'38"N, 122°16'30"E), 位于浙江省象山海域, 柱长 48 cm,

收稿日期: 2012-12-31; 修回日期: 2013-07-29

基金项目: 国家重大基础研究规划 973 项目(2010CB428706); 国家自然科学基金委创新研究群体科学基金资助项目(41121064)

作者简介: 程芳晋(1984-), 女, 安徽六安人, 博士研究生, 主要研究方向为海洋生态学, E-mail: fjcheng0610@foxmail.com; 俞志明, 通信作者, 研究员, 博士生导师, E-mail: zyu@qdio.ac.cn

采样点水深 25 m, 沉积物剖面显示为灰褐色软泥状, 岩性均一, 无生物洞穴, 自顶端起 5~7 cm 处偶见贝壳碎片。ZA3(29°31'N, 122°36'48"E), 位于浙江省舟山海域, 柱长 140 cm, 采样点水深 41 m, 沉积物剖面显示为灰黑色软泥状, 无任何生物洞穴, 100 cm 以前岩性均一, 100 cm 以后的区段为贝壳层。从外观上看, ZA3 沉积物颜色较 ZC13 沉积物深, 颗粒细, 黏性好, 推测其应该含有更多的黏土和有机质。

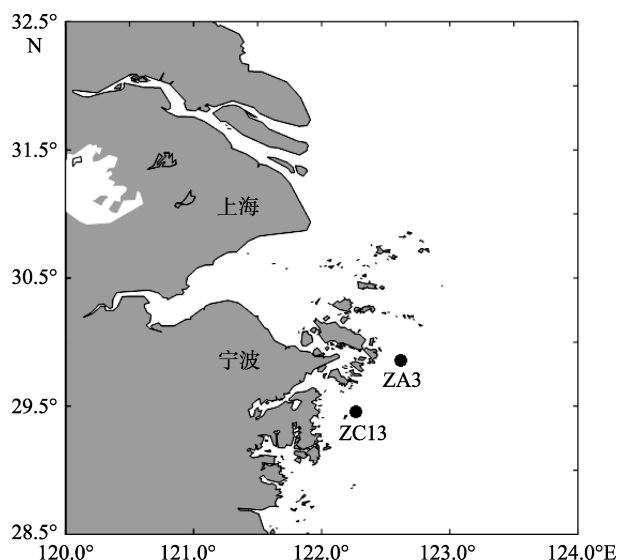


图 1 采样站位

Fig. 1 Locations of sample stations

柱状沉积物带回实验室后, 进行分样处理。置于 -20℃ 冰箱保存的柱状样解冻剖开后先进行描述和拍照, 而后按每 1 cm 进行分割, 样品分装于 PVC 封口袋中, 置于 -20℃ 冰箱中进行保存。

1.2 分析方法

1.2.1 ^{210}Pb 测年

柱状沉积物的年代测定工作在国土资源部海洋地质与环境研究所进行。ZC13 站和 ZA3 站分别选取 5 个和 9 个样品进行年代测定。ZC13 柱状样采用 ^{210}Pb 和 ^{137}Cs 同时测定法, 分析仪器为美国 Ortec 公司生产的高纯锗井型探测器(Ortec HPGe GWL)与 Ortec 919 型谱控制器和 IBM 计算机构成的 16K 道多道分析器所组成的 γ 谱仪分析系统。该 γ 谱仪的主要指标为: 对 Co 1.33MeV 的分辨率 2.25 MeV, 峰康比大于 60:1, 相对探测效率为 62%, 具有良好的稳定性。样品的 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 的比活度为 ^{210}Pb 与 ^{226}Ra 比活度的差值。 ^{210}Pb 的比活度由 46.5 keV 处 γ 射线谱峰面积求算, ^{214}Pb 为 ^{226}Ra 的半衰期产物, ^{226}Ra 比活度则根据 ^{214}Pb 的谱峰面积

(351.9 keV 处)求算。 ^{137}Cs 的比活度由 661.6 keV 处的 γ 射线谱峰面积求算获得。沉积年龄通过测定的比活度得到。采用恒定放射性通量模式(Constant Rate of Supply, CRS)和稳定初始放射性通量模式(Constant Initial Concentration, CIC)两种模式进行此柱状样沉积年龄的计算^[8]。计算公式如下:

$$T_k = T_0 - \lambda^{-1} \ln(A_0/A_k)$$

其中: T_k 为深度为 k 时的沉积物对应的年代; T_0 为采样年份; λ 为 ^{210}Pb 的衰变常数(0.03114); A_0 为整个柱状样沉积物 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 比活度总计数(dpm/g), A_k 为深度为 k 以下的沉积物 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 比活度总计数(dpm/g)。

ZA3 柱状样采用 ^{210}Pb 测定法进行沉积速率的测定, 分析仪器为美国 EG&G 公司生产的 α 谱仪。该仪器的主要技术指标为: 能量分辨率: 1%, 能量线性: <1%(4~10MeV), 仪器稳定性较好。样品 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 的放射性比活度采用由 α 测量技术测定的 ^{210}Pb 及其第二代子体 ^{210}Po 的比活度, 并且利用放射性核素子体-母体之间的平衡关系来测量获得^[9]。采用 CRS 模式计算此柱状样沉积速率, 计算公式同上。

1.2.2 粒度分析

柱状样粒度分析工作在中国科学院海洋研究所海洋地质与环境科学重点实验室进行。ZC13 柱状样顶部 10 cm 按 1 cm 间隔分别取样, 下部 38 cm 按间隔 2 cm 分别取样, 共取得 29 个样品进行分析。ZA3 柱状沉积物取 0~115 cm 测定粒度参数。顶部 10 cm 按 1 cm, 11~40 cm 按 2 cm, 41~115 cm 按间隔 5 cm 分别取样, 共取得 43 个样品进行分析。具体分析过程如下: 取适量样品于烧杯中, 加入 5 mL 10% 的稀盐酸浸泡 24 h 去除沉积物中的钙状胶结物及生物贝壳, 然后加入 15 mL 30% 的双氧水浸泡 24 h 去除有机质, 而后将样品进行反复离心、洗去剩余盐酸, 经超声波震荡分散后上机测试。所用仪器为法国 Cilas 公司生产的 Cilas 940L 型激光粒度仪, 测量范围为 0.05~2 000 μm , 粒径分辨为 0.01 Φ , 重复测量的相对误差 <2%。粒度参数的计算采用 Folk 和 Ward 的公式^[10]。

2 结果与讨论

2.1 柱状沉积物 ^{210}Pb 年代测定

柱状沉积物年代测定是应用高分辨率地层学恢复和反演环境历史的重要技术手段之一, 在现代沉积物年代测定中, ^{210}Pb 和 ^{137}Cs 是最常用的手段。用 ^{210}Pb 方法估算沉积速率要求 ^{210}Pb 放射性比活度沿深度呈指

数衰减, 因此, 所选取的样品必须满足 3 个条件: (1) 沉积物按时间顺序堆积, 并且沉积速率大致恒定; (2) 处于稳定的沉积环境中, 地层不发生后期扰动; (3) 被沉积物颗粒吸附的 ^{210}Pb 不发生后期化学迁移^[11-12]。 ^{137}Cs 绝对年龄时标测年法一般用于 ^{210}Pb 测年法的辅助。

2.1.1 ZC13 柱状沉积物 ^{210}Pb 年代测定

选取 ZC13 6 个样品作 ^{210}Pb 年代测定。采取 ^{137}Cs 绝对年龄时标计年法配合 ^{210}Pb 测年法对沉积物进行复合模式下的年代测定。根据 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 比活度的分布特征(图 2), 通过计算得到该柱状沉积物的沉积速率为 0.89 cm/a。另据 ^{137}Cs 比活度的分布特征(图 2), 利用 1963 年和 1986 年作为时标年计算得到的该柱状样沉积速率为 0.87 cm/a。根据沉积速率计算得到该柱状沉积物 48 cm 深度对应的沉积年代为 1955 年(图 3)。

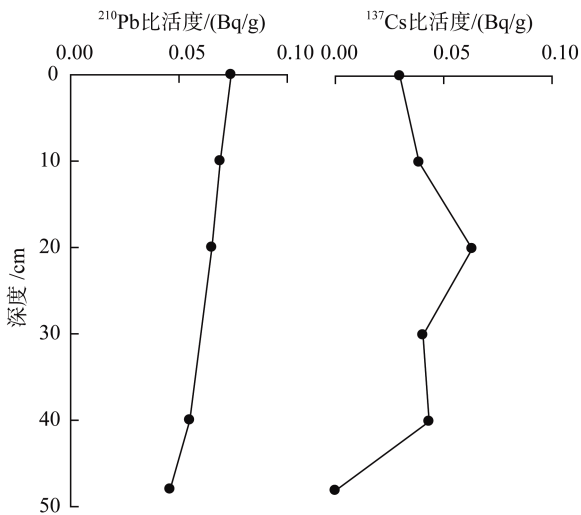


图 2 ZC13 柱状沉积物 ^{210}Pb 及 ^{137}Cs 比活度总计数随深度变化

Fig. 2 Profiles of ^{210}Pb and ^{137}Cs with depth in core ZC13

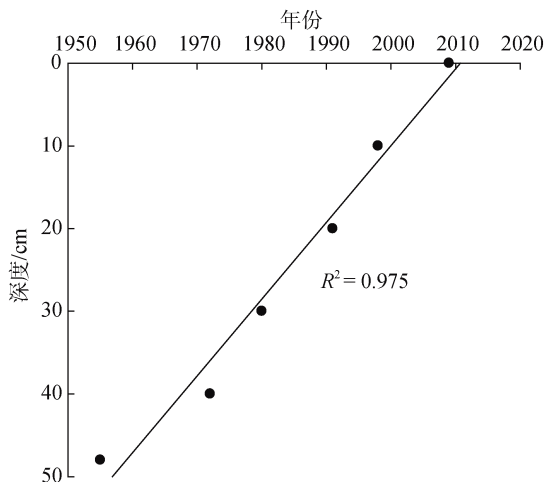


图 3 ZC13 柱状沉积物年代与深度相关性

Fig. 3 The correlation between ages and depth in core ZC13

2.1.2 ZA3 柱状沉积物 ^{210}Pb 年代测定

选取 ZA3 10 个样品作 ^{210}Pb 年代测定。结果显示 115 cm 处的 ^{210}Pb 比活度为 0.016 Bq/g, 该值为该柱状沉积物 ^{210}Pb 放射性本底值。140 cm 处的 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 比活度较本底值出现负值, 故取该柱状样上部 115 cm 进行分析。根据 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 比活度的分布特征(图 4), 通过计算得到 ZA3 柱状样沉积速率: 0~25 cm 为 0.71 cm/a, 26~115 cm 为 1.78 cm/a。该柱状沉积物总平均速率为 0.82 cm/a。根据沉积速率计算得到该柱状样 115 cm 对应的沉积年代为 1871 年(图 5)。

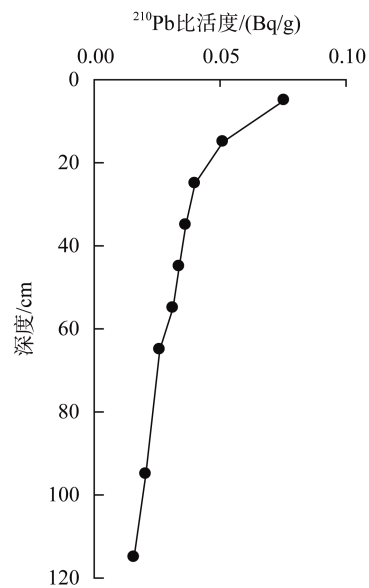


图 4 ZA3 柱状沉积物 ^{210}Pb 比活度总计数随深度变化
Fig. 4 Profiles of ^{210}Pb with depth in core ZA3

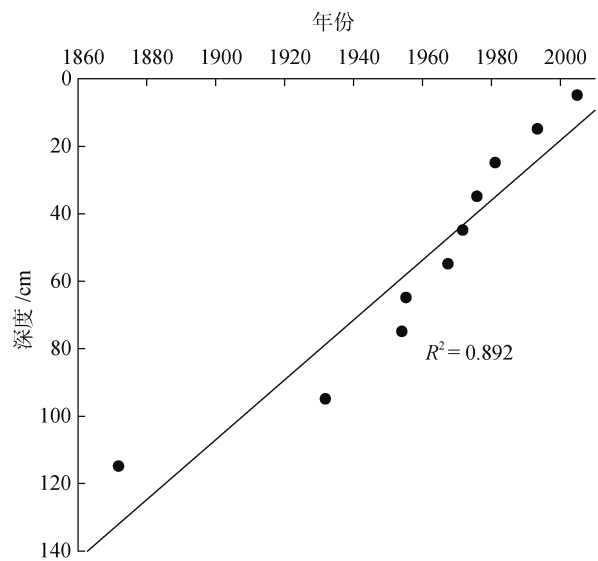


图 5 ZA3 柱状沉积物年代与深度相关性

Fig. 5 The correlation between the ages and depth in core ZA3

2.2 沉积物粒度特征分析

2.2.1 ZC13 柱状沉积物粒度分析

在砂-粉砂-黏土组成的三角图解上, ZC13 柱状沉积物的粒级组成投点图如图 6 所示, 沉积物以粉

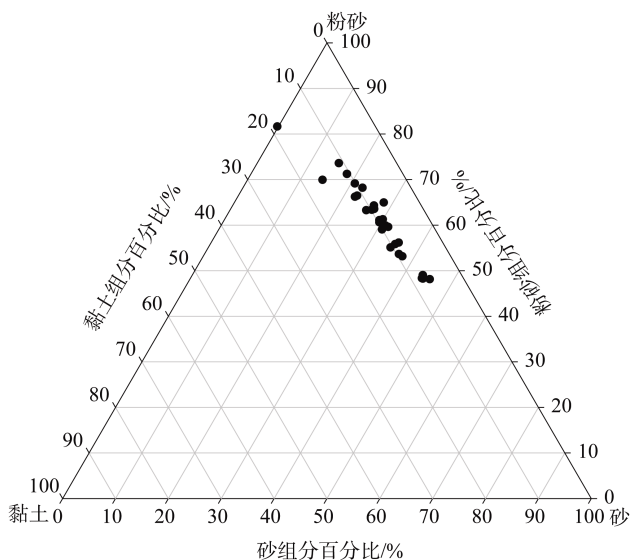


图 6 ZC13 柱状沉积物砂-粉砂-黏土组成图解

Fig. 6 Diagram of sand-silt-clay composition for the sediments in core ZC13

砂组分为主, 其组分百分比变化范围为 48.0%~ 85.0%; 其次为砂质组分, 其组分百分比变化范围为 0~ 45.6%; 黏土最少, 其组分百分比变化范围为 6.4%~ 18.5%。

该柱状沉积物除顶部 10 cm 外组分变化相对稳定, 岩性上总体表现为砂质粉砂(ST)。

ZC13 柱状沉积物粒度特征参数垂向及随年代分布特征见图 7。平均粒径(M_g)表示沉积物颗粒的粗细, 研究沉积物平均粒径的变化, 可以了解物质来源及沉积环境的变化。ZC13 柱状沉积物平均粒径变化范围为 5.19~ 26.51 μm , 平均值为 16.88 μm 。粒度较粗。0~ 6 cm, 沉积物平均粒径值呈显著的增高趋势并在 6 cm 处达到最高值。6~ 10 cm, 平均粒径值呈下降趋势, 粒度较之前一段逐渐变细。10~ 50 cm, 沉积物平均粒径趋于稳定, 变化幅度较小, 沉积物颗粒分布较为均匀。

中值粒径(M_d 或 D_{50})为粒度累积频率曲线上含量为 50%时所对应的粒度值, 中值粒径能敏感地反应水动力的变化。ZC13 柱状沉积物的中值粒径变化范围为 5.60~ 50.65 μm , 平均值为 20.79 μm 。中值粒径的垂向变化规律与平均粒径的变化规律相似。

分选系数(σ)是表示沉积物颗粒沉积时的均一性, 根据 Folk 和 Ward 对分选系数的分级标准, $\sigma > 1$ 属于分选较差的范围。本柱状沉积物分选系数介于 2.62~ 4.58 范围内, 平均值为 4.16, 分选较差。

偏态(S_{K_i})可以用来判别沉积物粒度分布的对称性, 表明平均值与中位数的相对位置。当偏度为零时, 粒度曲线呈对称分布; 若为负偏, 则此沉积物是粗

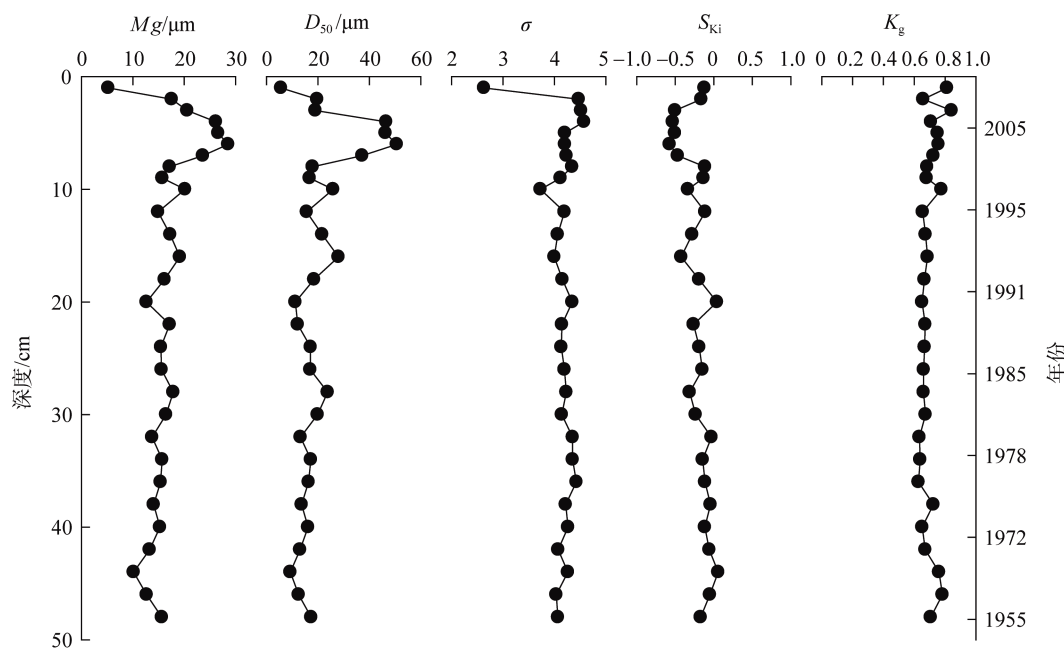


图 7 ZC13 柱状沉积物粒度参数垂向及年代分布特征

Fig. 7 Distribution profiles of grain size parameter with depth and ages in core ZC13

偏, 平均值将向中位数的较粗方向移动, 粒度集中在颗粒的细端部分; 正偏则是细偏, 平均值向中位数的较细方向移动, 粒度集中在颗粒的粗端部分。本柱状沉积物偏态介于 $-0.572 \sim 0.579$ 范围内, 平均值为 -0.214 , 呈负偏到正偏。

峰态(K_g)是用来衡量粒度频率曲线尖锐程度的, 也就是度量粒度分布的中部和尾部的展形比。根据 Folk 和 Ward(1957)的分级标准, 研究区的峰态可以分为不尖锐峰态、尖锐峰态、很尖锐峰态和非常尖锐峰态四种类型, 后三种类型的峰态均 >1.11 。该柱状沉积物峰态介于 $0.621 \sim 0.812$ 范围内, 平均值为 0.767 , 除表层 6 cm 外, 均为稳定的不尖锐峰态。

2.2.2 ZA3 柱状沉积物粒度分析

ZA3 柱状沉积物粒度组成三角图解见图 8。该柱状沉积物以粉砂组分为主, 其组分百分比变化范围为 $37.6\% \sim 79.5\%$; 其次为黏土组分, 其组分百分比变化范围为 $6.2\% \sim 42.4\%$; 砂质组分最少, 变化范围为 $0 \sim 56.1\%$ 。该柱状沉积物按粒度组成可明显分为两段: 柱样顶部至 100 cm 组分变化稳定, 黏土含量高, 岩性上表现为较细的黏土质粉砂(YT); 100 cm 以后柱样黏土含量明显降低, 砂质组分增高, 岩性总体上表现为粉砂质砂(TS)或砂质粉砂(ST)。

ZA3 柱状沉积物粒度特征垂向及年代分布特征见图 9。ZA3 柱状沉积物的平均粒径变化范围为

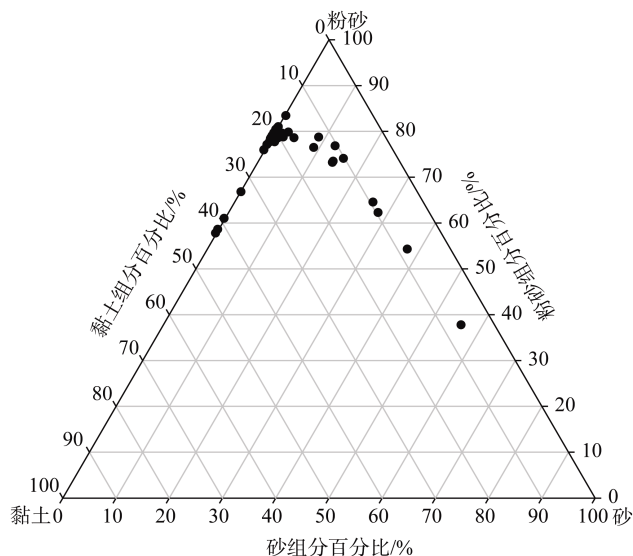


图 8 ZA3 柱状沉积物砂-粉砂-黏土组成图解

Fig. 8 Diagram of sand - silt - clay composition for the sediments in core ZA3

$2.70 \sim 46.61 \mu\text{m}$, 平均值为 $8.57 \mu\text{m}$ 。该柱状沉积物可明显分为三部分, 前 60 cm 平均粒径值均在 $5 \mu\text{m}$ 左右, 变化幅度较小, 表明该段沉积物颗粒分布较为均匀, 属于同一物源沉积物; $60 \sim 100 \text{ cm}$ 较前一段有增高的趋势, 但粒径总体上仍处于较细的水平, 且相对稳定, 表明仍处于相对稳定的沉积环境内, 此段沉积物平均粒径值位于 $10 \mu\text{m}$ 左右; 100 cm 以后沉积物变化幅度较大, 除了组分以砂质占优势外,

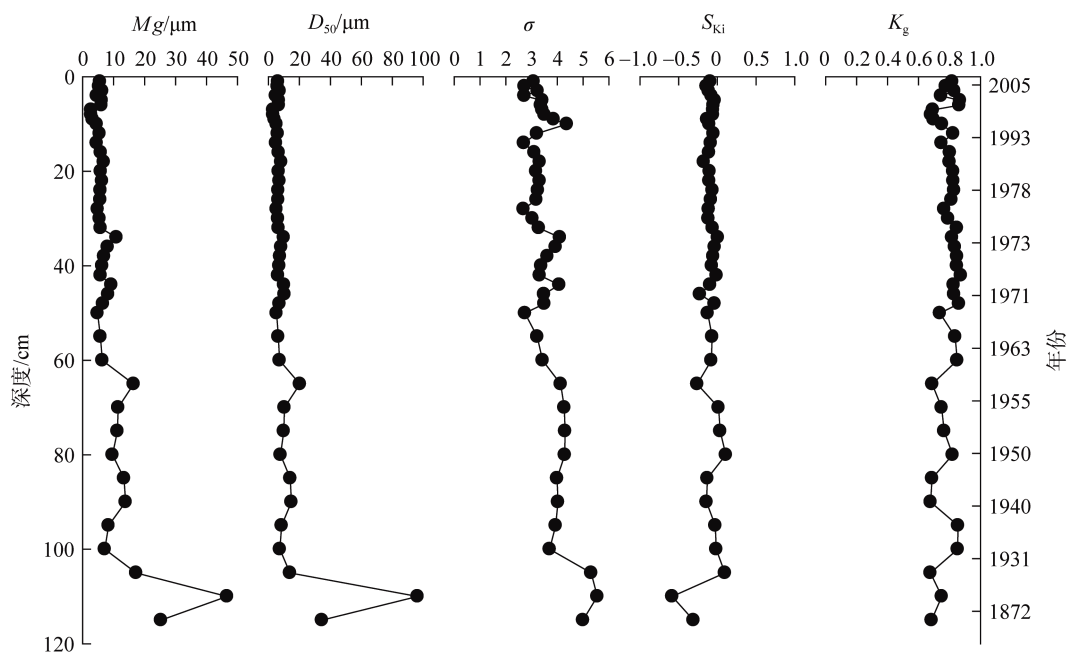


图 9 ZA3 柱状沉积物粒度参数垂向及年代分布特征

Fig. 9 Distribution profiles of grain size parameter with depth and ages in core ZA3

其平均粒径值也陡然增高,表明对应的沉积环境出现较大的动荡。

ZA3 柱状沉积物的中值粒径变化范围为 2.97 ~ 96.29 μm , 平均值为 10.33 μm 。中值粒径的垂向变化规律与平均粒径的变化规律相似。0 ~ 100 cm, 沉积物中值粒径值处于较低且相对稳定的水平, 均在 10 μm 以内, 说明该段沉积物形成时期水动力较弱, 沉积层序连续, 沉积环境稳定; 100 cm 以后, 中值粒径值呈显著升高的趋势, 反应了这个时期(1872 ~ 1930 年)水动力较强, 沉积环境不稳定, 出现较大的波动。

ZA3 柱状沉积物分选系数介于 2.68 ~ 5 之间, 平均值为 3.61, 分选较差。偏态介于 -0.582 ~ 0.111 之间, 平均值为 -0.089, 为负偏到正偏, 即沉积物粒度类型由粗偏移向细偏。峰态介于 0.678 ~ 0.864 之间, 平均值为 0.790, 均为较为稳定的不尖锐峰态。

2.3 柱状沉积物粒度变化影响因素分析

ZC13 和 ZA3 站均位于浙闽泥质区的北部近岸区, 影响其沉积物粒度特征的主要因素可以归纳为两种: 一为沉积物来源的变化, 主要为长江不同水、沙条件导致的粒度变化^[3,13]; 二是沉积动力环境的变化, 主要与东海环流体系(东海沿岸流, 台湾暖流等), 东亚季风强度和风暴潮有关^[14-15]。

ZC13 和 ZA3 沉积物的泥沙来源主要是长江口外泄的高浓度悬沙。浙江沿岸小河流携带的泥沙由于差异沉积作用因此来源较少, 也有部分细粒级物质输运至深水区沉积。自 1950 年以来, 由于越来越多的水坝修建, 大量的粗颗粒泥沙沉积于水库底部, 导致入海泥沙总量和沉积物粒度在一定时间内减小^[16], 这与 ZA3 柱状沉积物在 1950 年后平均粒径值呈现降低的趋势相对应。

两柱状沉积物所在区域在海洋动力环境上主要受东海沿岸流的影响。由于受到东亚季风的影响, 东海沿岸流在流场上具有显著的季节性特征, 夏季由南向北流, 冬季由北向南流, 由于冬季风暴的持续作用, 冬季东海沿岸流水动力相对要强, 携带的泥沙粒度相对略大, 因此两柱状沉积物粒度特征值变化均呈现“锯齿”状^[17]。

东亚季风的强弱不仅对东海沿岸流有影响, 而且还直接影响到长江对泥质区的供应量。研究者通过对东海内陆架泥质区沉积物粒度的研究, 发现该区域小于 45 μm 粒级的平均粒径曲线与历史时期中国温度下降有很好的对应关系, 并认为是东亚季风

活动加强的结果^[15,18]。ZA3 柱状沉积物粒度自 1900 年之后偏细, 这与东亚冬季风自 1900 年之后强度降低一致。根据气候记载, 1822 ~ 1905 年为中国气候相对冷期, 东亚季风强度较大, 沿岸流流速加快, 沉积物粒度相应较粗。自 1900 年之后, 特别是自 1980 年之后, 由于城市工业化影响, 气候变暖趋势加剧, 东亚冬季风强度偏低, 沉积物粒度相应较细。

3 结论

1) 对采集自东海浙闽沿岸泥质区的 ZC13 和 ZA3 柱状沉积物分别进行了 ²¹⁰Pb 年代测定: ZC13 柱状沉积物的沉积速率为 0.89 cm/a, 对应的沉积年代为 1955 ~ 2009 年。ZA3 柱状沉积物综平均沉积速率为: 0.82 cm/a, 对应的沉积年代为 1871 ~ 2010 年。

2) ZC13 柱状沉积物以砂质粉砂为主, 粒度组成和粒度参数在前 10 cm 变化较频繁, 表明沉积水动力环境较复杂, 沉积环境自下向上由相对稳定到动荡着变化。ZA3 柱状沉积物由顶部至 100 cm 粒度组分及相关参数变化稳定, 黏土含量高, 岩性上表现为较细的黏土质粉砂, 显示较为稳定的沉积环境; 100 cm 以后黏土含量明显降低, 砂质组分增高, 岩性总体上表现为粉砂质砂, 粒度参数变化较为频繁, 表明沉积环境受到一定的扰动, 该柱状沉积物沉积环境自下向上由动荡到稳定。

3) 根柱状沉积物粒度特征变化很好地对应了沉积物的来源以及沉积动力环境(东海沿岸流, 东亚季风等)的变化。

参考文献:

- [1] 朱永其, 曾成开, 冯韵. 东海陆架地貌特征[J]. 东海海洋, 1984, 2: 1-5.
- [2] Nittrouer C A, Demaster D J, McKee B A. Fine-scale stratigraphy in proximal and distal deposits of sediment dispersal systems in the East China Sea[J]. Marine Geology, 1984, 61, 1: 13-24.
- [3] Liu J Paul, Xu Kehui, Li Anchun, et al. Flux and fate of Yangtze River sediment delivered to the East China Sea[J]. Geomorphology, 2007, 85(3-4): 208-224.
- [4] 郭志刚, 杨作升, 陈致林, 等. 东海陆架泥质区沉积有机质的物源分析[J]. 地球化学, 2001, 5: 416-424.
- [5] 杨作升, Milliman J D. 长江入海沉积物的输送及其入海后的运移[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版),

- 1983, 3: 1-12.
- [6] 王海鹏, 张培辉, 陈峰, 等. 闽江口水下三角洲沉积特征及沉积环境 I. 现代沉积特征及沉积环境[J]. 台湾海峡, 2000, 1: 113-118.
- [7] Lario J, Spencer C, Plater A J, et al. Particle size characterisation of Holocene back-barrier sequences from North Atlantic coasts(SW Spain and SE England) [J]. *Geomorphology*, 2002, 42(1-2): 25-42.
- [8] Appleby P G, Nolan P J, Gifford D W, et al. ^{210}Pb dating by low background gamma counting[J]. *Hydrobiologia*, 1986, 143(1): 21-27.
- [9] Appleby P G, Oldfield F. The calculation of lead-210 dates assuming a constant rate of supply of unsupported ^{210}Pb to the sediment[J]. *Catena*, 1978, 5(1): 1-8.
- [10] Folk R L, Ward W C. Brazos River Bar: A study in the significance of grain size parameters[J]. *Journal of Sedimentary Research*, 1957, 27: 3-26.
- [11] 陈进兴. 用 ^{210}Pb 法测定沉积速率时有关补偿值扣除的研究[J]. *海洋湖沼通报*, 1984, 3: 27-33.
- [12] 钱江初. ^{210}Pb 测定沉积速率的误差及校正[J]. *东海海洋*, 1987, 3: 29-34.
- [13] 秦蕴珊, 赵一阳, 陈丽蓉, 等. 东海地质[M]. 北京: 海洋出版社, 1987: 1-637.
- [14] Liu J P, Li Anchun, Xu Kehui. Sedimentary features of the Yangtze River-derived along-shelf clinoform deposit in the East China Sea[J]. *Continental Shelf Research*, 2006, 17-18: 2141-2156.
- [15] 肖尚斌, 李安春. 东海内陆架泥区沉积物的环境敏感粒度组分[J]. *沉积学报*, 2005, 1: 122-125.
- [16] 翟世奎, 孟伟, 于志刚. 三峡工程一期蓄水后的长江口海域环境[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 10-136.
- [17] 张瑞, 汪亚平, 潘少明. 近 50 年来长江入河口区含沙量和输沙量的变化趋势[J]. *海洋通报*, 2008, 2: 1-9.
- [18] 张晓东, 许淑梅, 翟世奎, 等. 东海内陆架沉积气候信息的端元分析模型反演[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2006, 2: 25-32.

Variations of sediment grain size of the coastal mud area of the East China Sea and the influence factors during recent hundred years

CHENG Fang-jin^{1,2}, YU Zhi-ming¹, SONG Xiu-xian¹

(1. Key Laboratory of Marine Ecology and Environmental Sciences, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Received: Dec., 31, 2012

Key words: the mud area in East China Sea coast; sedimentation rate; grain size parameters; environmental changes

Abstract: Two cores taken at station ZC13 and ZA3 from coastal mud area of the East China Sea were analysis for ^{210}Pb dating and grain size. Results showed that the mean sedimentation rate was 0.89 cm/a during the period of 1955 ~ 2009 for the core ZC13 and 0.82 cm/a during the period of 1871 ~ 2010 for the core ZA3, respectively. The sediments of the core ZC13 were mainly composed of sandy silt. The indices of grain size parameters from top to 100 cm of the core ZA3 were relative steady and the lithology of this part was composed of clayey silty, suggesting a stable sedimentary environment. The indices of grain size parameters from 100 to 115 cm of the core ZA3 were fluctuated dramatically, suggesting a turbulent sedimentary environment and the lithology of this part was composed of silty sand. The results showed that the variations of grain size of the two cores with changes of ages were resulted from impacts of source of sediments and sediment dynamic conditions. These results have provided evidence for investigation of environmental evolutions in coastal areas of the East China Sea.

(本文编辑: 刘珊珊)