

DOI: 10.3724/SP.J.1140.2009.06001

# 东海内陆架泥质区沉积速率

刘升发, 石学法, 刘焱光, 朱爱美, 杨刚

(国家海洋局第一海洋研究所, 海洋沉积与环境地质国家重点实验室, 青岛 266061)

**摘要:** 对东海内陆架泥质区7个重力柱状样进行了<sup>210</sup>Pb活度分析测试, 计算所得沉积速率为0.79~3.66 cm/a, 平均值为1.97 cm/a, 最高值出现在研究区最北端的CJ12-11号孔, 属于东海高沉积强度区, 其他6个柱状样沉积速率较低, 属于次高沉积强度区。表层<sup>210</sup>Pb活度值分布与沉积物类型密切相关, 可能主要受控于黏土矿物含量的高低; 而表层<sup>210</sup>Pb活度值与悬浮体浓度则呈现出明显的正相关关系。另外, 沉积速率与粒度参数综合分析, 揭示了近百年来东海内陆架泥质区沉积作用稳定、泥质区呈向北扩张的趋势。

**关键词:** 泥质区; 沉积速率; <sup>210</sup>Pb测年; 东海内陆架

中图分类号: P736.2

文献标识码: A

文章编号: 0256-1492(2009)06-0001-07

陆架地区是海陆相互作用的主要场所, 同时也是河流入海物质的重要归宿地, 可以记录丰富的入海河流源区及海洋环境信息, 成为近年来边缘海研究的热点区域。东海陆架表层沉积物分布的基本格局是在砂质沉积区的背景上发育两大板块状泥质区, 即济州岛泥质区和东海内陆架泥质区。济州岛泥质区位于济州岛西南, 是东海陆架北部的沉积中心; 而东海内陆架泥质区分布在长江入海口以南、水深60 m以浅的闽浙沿岸一带, 该泥质区呈东北—西南向条带状分布, 厚度为0~40 m<sup>[1]</sup>, 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<sup>[2-6]</sup>。研究表明, 泥质区是东海末次冰消期高海面以来的堆积中心, 是东海陆架的“物质汇”, 砂质组分在这一时期的堆积厚度几乎为零<sup>[7-8]</sup>。

在中国河口三角洲及边缘海区域, 前人已经做过不少的沉积速率相关研究, 所采用的方法基本为<sup>210</sup>Pb法或<sup>210</sup>Pb法结合<sup>137</sup>Cs法<sup>[9]</sup>。而泥质沉积区由于其沉积环境稳定, 沉积物组成较为均一, 因此, 成为沉积速率研究的优良场所, 近年来备受国内外研究者的青睐<sup>[10-11]</sup>。齐君等研究黄海和渤海沉积物<sup>210</sup>Pb活度的结果表明, <sup>210</sup>Pb的富集、分布特征与沉积物粒级密切相关, 并能够反映研究区的沉积环境<sup>[12]</sup>; 李凤业等计算了黄、渤海泥质沉积区现代沉积速率并根据沉积速率强度进行了区域划分<sup>[13]</sup>; 张

志忠等测试了浙江近岸海域沉积物的沉积速率, 结果表明研究区沉积速率存在自北向南逐渐减小的趋势, 且受入海河流的影响显著<sup>[14]</sup>。相对于上述泥质沉积区沉积速率的研究, 目前针对东海内陆架泥质区所进行的研究较少, 缺乏区域的完整性和时间尺度的一致性, 因此, 本文主要通过研究东海内陆架泥质区7个重力柱状样的<sup>210</sup>Pb活度, 明确该泥质区的沉积速率, 进一步阐明近百年来长江物质向东海陆架的输运及沉积过程。

## 1 材料与方法

研究所用样品为国家海洋局第一海洋研究所2007年执行“我国近海海洋综合调查与评价专项课题(“908”专项 CJ12区块)”过程中在东海内陆架泥质区获取的重力柱状样, 站位分布如图1所示。

岩心的沉积速率测定采用<sup>210</sup>Pb法。实验室内进行岩性描述, 以间距2 cm取样, 将沉积物样品真空干燥后, 研磨至100目粉末。取10 g干品称重后装入塑料袋中, 密封10天, 再置入测量盒封好后直接放入探测器测量, 测量时间为80 000 s左右。实验室测试工作在中国科学院地理与湖泊研究所进行, 所用测量仪器为美国产带高纯锗探测器低本底的γ能谱仪(探头: 井型GWL-120-15, 多道: JR2.0, 标准样品提供: 中国原子能研究院)。

在利用<sup>210</sup>Pb数据计算沉积速率时, 选择恒定初始浓度模式法, 即假设沉积物中初始的放射性活度为一常量值, 则根据放射性衰变方程, t时间对应的放射性活度N<sub>t</sub>(Bq/g)可表示为N<sub>t</sub>=N<sub>0</sub>e<sup>-λt</sup>。其中, N<sub>0</sub>为初始放射性活度, λ为<sup>210</sup>Pb的衰变常数, 取

基金项目: 我国近海海洋综合调查与评价专项课题(908-01-CJ12; 908-02-02-05; 908-ZC-1-05)

作者简介: 刘升发(1979—), 男, 博士后, 主要从事海洋沉积学研究, E-mail: liushengfa@fio.org.cn

收稿日期: 2009-06-09; 改回日期: 2009-08-10. 周立君编辑

$0.031\text{ a}^{-1}$ 。对于某一沉积速率  $S(\text{cm/a})$ , 埋藏深度  $H(\text{cm})$  处对应的时间  $t$  可表示为  $t = H/S$ , 则得  $N_H = N_0 e^{(-\lambda H/S)}$ ,  $N_H$  为  $H$  深度处的放射性活度。对上式两边取自然对数并整理可得:

$$\ln N_H = -\frac{\lambda}{S} \times H + \ln N_0 \quad (1)$$

此方程表示  $^{210}\text{Pb}$  放射性活度的对数值与深度之间存在着线性关系, 记两者间的线性系数为  $k$ , 则有  $k = -\lambda/S$ , 亦即

$$S = -\frac{\lambda}{k} \quad (2)$$

在实际计算时, 以深度  $Z$  为自变量轴, 以  $\ln N_Z$  为因变量进行投图, 对所得的散点图进行线性拟合, 拟合出的直线斜率值即为上式中的  $k$  值, 代入上式即可得相应的沉积速率。

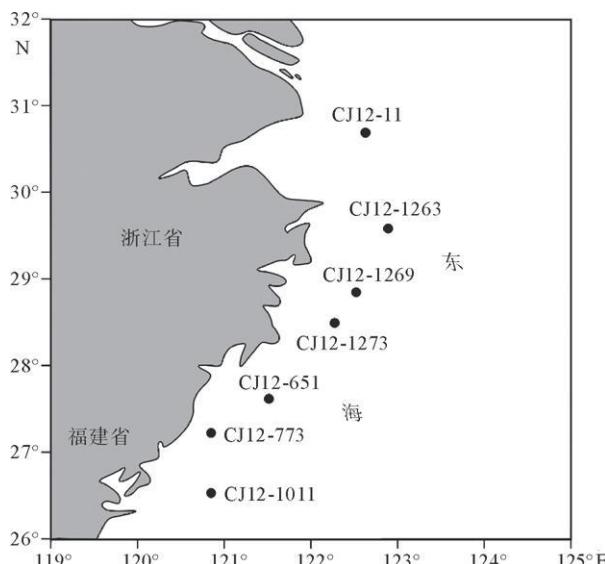


图 1 东海内陆架柱状样站位分布

Fig. 1 Distribution of the core samples in the study area

## 2 结果与讨论

### 2.1 $^{210}\text{Pb}$ 的垂直分布与沉积速率

#### (1) CJ12-1269 号柱样

$^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  随深度的分布如图 2a 所示,  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  为典型的三段式垂向分布, 69 cm 以浅层位,  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  随深度有非常明显的指数衰减趋势, 相关性系数( $R^2$ )高达 0.96; 69~99 cm 段  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  呈稳定状态; 99 cm 以深层位  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  又呈降低趋势。因此, 依据 69 cm 以浅的 12 个样品计算沉积速率。根据线性拟合结果, 1~69 cm 的平均沉积速率为 1.66 cm/a。

#### (2) CJ12-1273 号柱样

$^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  随深度的分布如图 2b 所示,  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  在表层 9 cm 基本不变, 表明扰动层发育, 反映了强烈的混合作用; 13~109 cm 层位  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  随深度有较明显的指数衰减趋势; 119 cm 处  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度急剧减小, 可能到达了其本底值。因此, 依据 13~109 cm 层位  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  值计算沉积速率。根据线性拟合结果, 13~109 cm 的平均沉积速率为 2.34 cm/a。

#### (3) CJ12-1011 号柱样

$^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  随深度的分布如图 2c 所示, 表层可能由于底栖生物扰动作用致使  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度异常; 5~39 cm 层位  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  随深度有明显的指数衰减趋势; 而 39 cm 以下层位,  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度值分布规律性差。因此, 选用 5~39 cm 层位的 8 个样品  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度进行沉积速率计算。线性拟合结果表明, 5~39 cm 层位的平均沉积速率为 0.79 cm/a。

#### (4) CJ12-651 号柱样

CJ12-651 柱样的  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度值随深度的分布如图 2d 所示, 表层可能由于底栖生物扰动作用致使  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度异常; 5~79 cm 层位  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  随深度有明显的指数衰减趋势; 而 79 cm 以下层位,  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度值分布规律性差。因此, 选用 5~79 cm 层位的样品  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度值进行沉积速率计算。线性拟合结果表明, 5~79 cm 层位的平均沉积速率为 2.41 cm/a。

#### (5) CJ12-773 号柱样

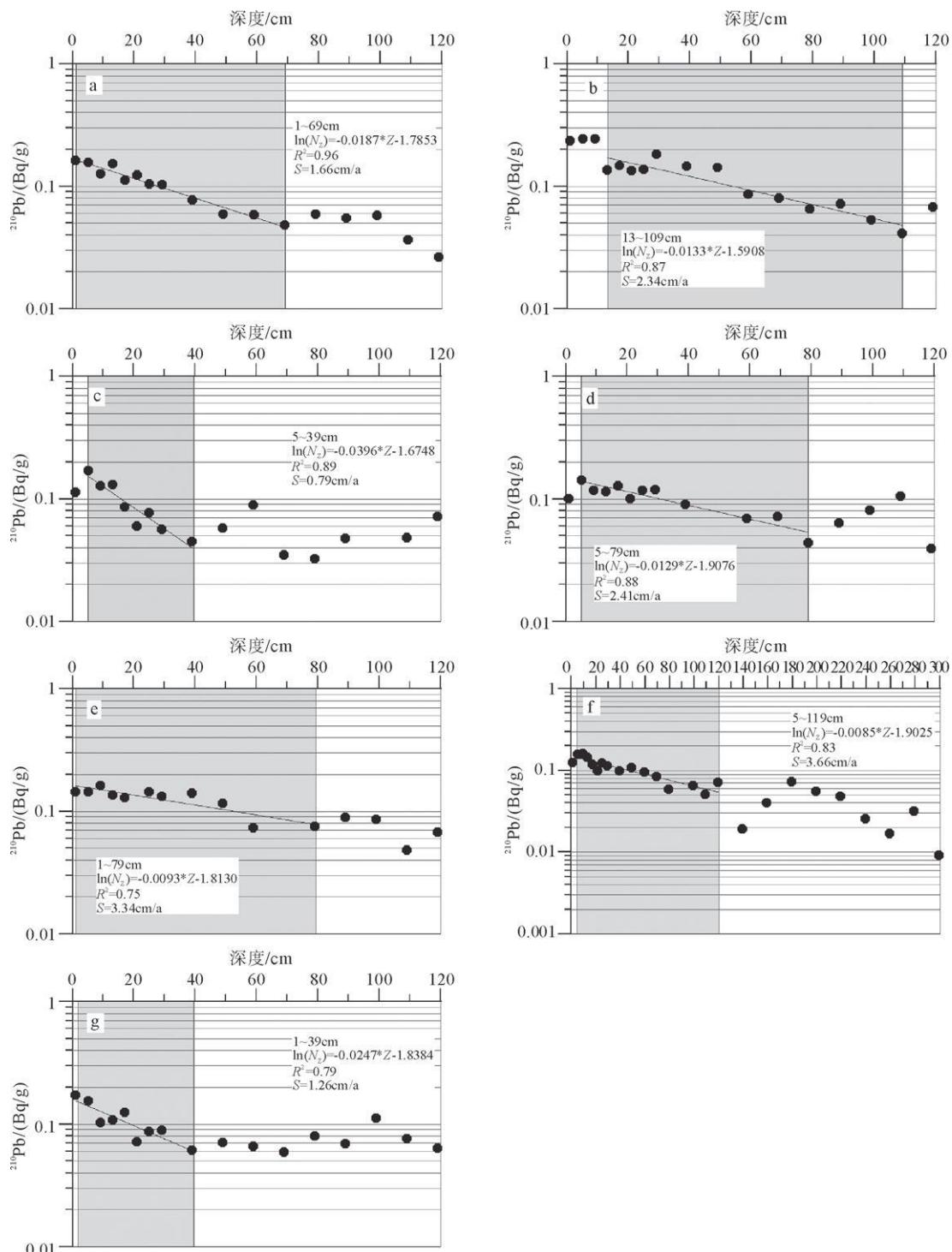
$^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  随深度的分布如图 2e 所示, 1~79 cm 层位  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  随深度有明显的指数衰减趋势; 而 79 cm 以下层位,  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度值基本趋于稳定。因此, 选用 1~79 cm 层位的样品  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度进行沉积速率计算。线性拟合结果表明, 1~79 cm 层位的平均沉积速率为 3.34 cm/a。

#### (6) CJ12-11 号柱样

$^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  随深度的分布如图 2f 所示, 表层可能由于扰动作用致使  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度异常; 5~119 cm 层位  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  随深度有明显的指数衰减趋势; 而 119 cm 以下层位,  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度值分布规律性差。因此, 选用 5~119 cm 层位的样品  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度进行沉积速率计算。线性拟合结果表明, 5~119 cm 层位的平均沉积速率为 3.66 cm/a。

#### (7) CJ12-1263 号柱样

$^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  随深度的分布如图 2g 所示, 1~39 cm 层位  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  随深度有明显的指数衰减趋势; 而 39 cm 以下层位,  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度值基本趋于稳定。因此, 选用 1~39 cm 层位的样品  $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$  活度进行沉积速率计算。线性拟合结果表明, 1~39 cm 层位的平均沉积速率为 1.26 cm/a。

图2 东海内陆架柱状样<sup>210</sup>Pb<sub>ex</sub>分布曲线Fig. 2 Distribution of <sup>210</sup>Pb<sub>ex</sub> in core samples of the study area

## 2.2 <sup>210</sup>Pb含量与粒度参数的相关性

由于东海内陆架泥质区沉积物分布并不完全一致,而不同类型的颗粒对<sup>210</sup>Pb的吸附能力是不同的。因此,为探讨粒度特征对<sup>210</sup>Pb的具体控制作用,本文对<sup>210</sup>Pb含量与沉积物中砂、粉砂、黏土含量以及沉积物的平均粒径进行相关性分析。从图3可以发现,东海内陆架泥质区<sup>210</sup>Pb含量受沉积物组成的

影响较为明显,其中<sup>210</sup>Pb含量大致与沉积物平均粒径呈负相关,这种负相关性在平均粒径<6 μm和>10 μm的粒级中较为显著,而在中等粒级中则表现不明显;另外,通过分析<sup>210</sup>Pb含量与3种不同组分的相关性发现,<sup>210</sup>Pb倾向于富集在较细颗粒的沉积物中,而在粗颗粒中其含量极低。表明<sup>210</sup>Pb在沉积物中的富集可能受黏土矿物影响较为显著。

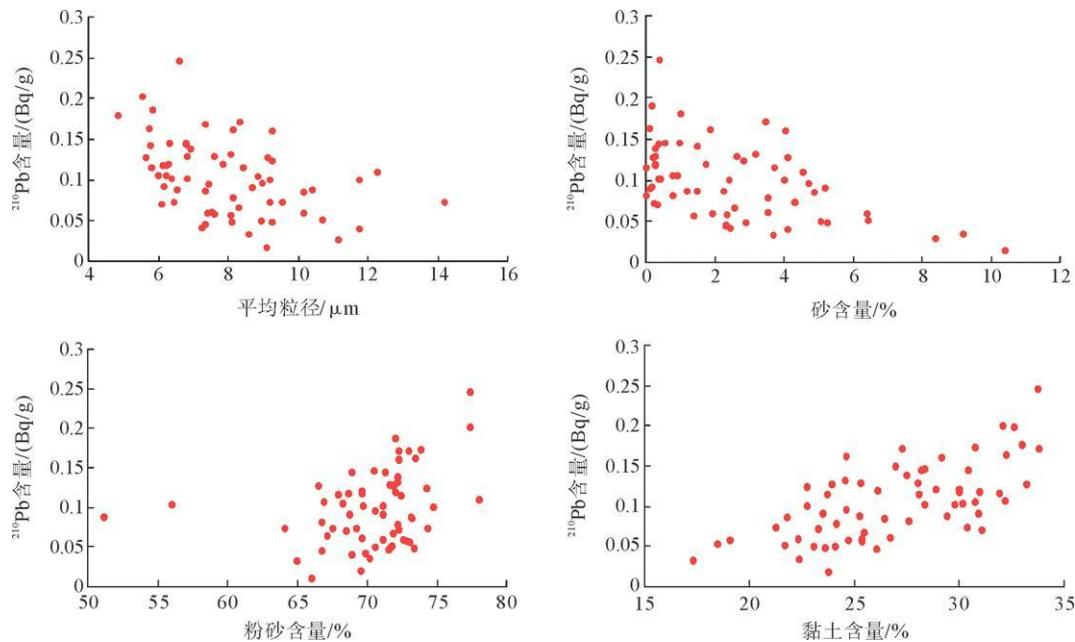


图 3 东海内陆架  $^{210}\text{Pb}$  含量与粒度的相关性

Fig. 3 Relationship between  $^{210}\text{Pb}$  and the parameter of grain size in the inner shelf of the East China Sea

### 2.3 泥质区沉积速率对比

泥质沉积区为边缘海沉积物的堆积中心, 具有较高的沉积速率, 但对同一沉积块体, 其沉积作用的空间分布又不完全相同。通过对比研究区 7 个重力柱状样的沉积速率发现, 不同的取样点沉积速率值相差较大, 沉积速率最高值位于长江口泥质区的 CJ12-11 号站, 其平均沉积速率为 3.66 cm/a, 由于 CJ12-11 号站所处的长江口泥质区距离长江口最近, 接收陆源输入物质量高, 因此, 其沉积速率明显高于东海内陆架泥质区的柱状样, 按照东海全新世沉积强度分区, 该柱样位于东海高沉积强度区<sup>[15]</sup>, 主要是冰后期长江巨量的输沙塑造而成的现代长江水下三角洲沉积体系。

东海内陆架泥质区的 6 个重力柱状样, 其沉积速率也有明显的差异, 介于 0.79~3.34 cm/a 之间, 平均值为 1.97 cm/a, 属于东海次高沉积强度区<sup>[15]</sup>, 总体空间分布呈中部最高, 向南北两端逐渐降低的趋势。图 4 为 Liu 等对东海泥质区进行的浅地层测试<sup>[1]</sup>, 对比发现本文测试所得沉积速率基本上与浅地层剖面现场测试所得泥质区的厚度一致, 所测样品中 CJ12-773、CJ12-651 和 CJ12-1273 柱样的沉积速率较高, 均在 2.3 cm/a 以上, CJ12-773 最高达到了 3.34 cm/a, 而东海内陆架泥质区泥层最厚处位于  $27^{\circ}25'N, 121^{\circ}20'E$  处, 上述三柱样位置与该沉积中心非常接近; 而向北方向的 CJ12-1269 和 CJ12-1263, 其沉积速率减小到 1.66 cm/a 和 1.26 cm/a,

泥层厚度也相应地逐渐减小; CJ12-1011 号柱样位于楔形泥质沉积区的东南部边缘处, 由于其离长江口距离最远, 致使物源匮乏, 另外, 该区域台湾暖流强度最大, 在其顶托作用下 CJ12-1011 号柱状样速率极低, 仅为 0.79 cm/a, 其全新世以来沉积厚度也仅为 3 m 左右。

由此可见, 东海内陆架泥质区沉积速率的空间分布特征基本上是物质来源和水动力条件的空间分布两者综合作用的结果。

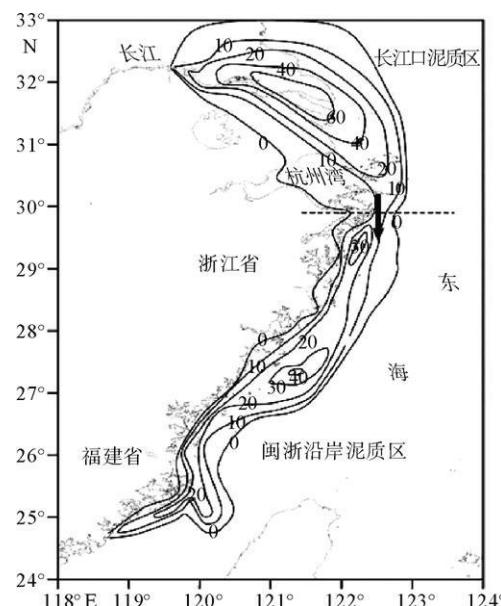


图 4 东海泥质区厚度分布<sup>[1]</sup>

Fig. 4 Thickness of mud layers in the East China Sea<sup>[1]</sup>

## 2.4 $^{210}\text{Pb}$ 浓度与悬浮体浓度的耦合

海洋沉积物中 $^{210}\text{Pb}$ 的主要来源是大气沉降、河流的输入、滨海外水团的交换及来自母体 $^{226}\text{Ra}$ 的衰变。沉降到海水中的 $^{210}\text{Pb}$ 被悬浮细颗粒物质吸附, 经过较短的滞留时间, 随细颗粒物质一起沉积到海底。 $^{210}\text{Pb}$ 在海水中滞留时间的长短和悬浮体浓度、海流和水深等因素有关<sup>[16]</sup>。因此, 本文初步探讨东海内陆架泥质区表层沉积物 $^{210}\text{Pb}$ 浓度与悬浮体浓度的关系, CJ12-1263、CJ12-1269、CJ12-1273、CJ12-651、CJ12-773 和 CJ12-1011 等 6 个柱状样表层沉积物的 $^{210}\text{Pb}$ 活度分别为 172.43、163.35、237.07、100.69、145.10 和 114.03  $\text{Bq/g}$ , 空间分布大致有中间高、南北两端低的规律。由东海内陆架泥质区的悬浮体分布规律研究可知<sup>①</sup>, 沉积速率研究的 6 个柱样所在测线的一系列站位的悬浮体浓度平面、垂向分布规律为从研究区最北端向南逐渐降低, 高值区随着深度的增大逐渐南移, 底层水体中悬浮体浓度在  $28\sim29^{\circ}\text{N}$  范围内达到最高, 其值为  $145\text{ mg/L}$ , 该高值区向南浓度迅速降低, 至东南部的 CJ12-1011 柱样, 在纯净的台湾暖流的顶托下, 其浓度很低。由此可见, 东海内陆架泥质区 $^{210}\text{Pb}$ 活度与悬浮体含量明显存在正相关关系, 即悬浮体含量高区, $^{210}\text{Pb}$ 活度高, 悬浮体含量低区, $^{210}\text{Pb}$ 活度低。

另外, 利用 $^{210}\text{Pb}$ 沉积通量或总量可以研究海域是外区 $^{210}\text{Pb}$ 的输入还是本区 $^{210}\text{Pb}$ 的输出, 从而探讨 $^{210}\text{Pb}$ 的聚集或扩散。这是因为 $^{210}\text{Pb}$ 的输运可以通过水体及吸附着 $^{210}\text{Pb}$ 的悬浮体的输运来完成<sup>[16]</sup>。因此, 研究区 6 个柱样中 $^{210}\text{Pb}$ 活度的分布规律, 从另一个角度反映和记录了东海内陆架泥质区接受了大量的长江物质, 这在 CJ12-1273 号柱样以北区域尤为明显。

## 2.5 近百年来泥质区沉积物类型变化过程

$^{210}\text{Pb}$  法适用于研究百年来的沉积作用与沉积环境变化, 因此, 由 $^{210}\text{Pb}$  法测定所得的东海内陆架泥质区沉积速率, 计算可得出近百年来各柱状样沉积的厚度(图 5), 结合 7 个重力柱状样粒度测试结果, 可以推断近百年以来研究区沉积物组成的变化过程。

CJ12-11 柱状样位于长江口泥质区, 该孔沉积速率大, 粒度组分垂向分布上 1900—1990 年期间变化不大, 而 1990 年以来粗颗粒的砂组分含量逐渐减少, 相应的粉砂组分增多, 而黏土含量基本不变, 该孔的这种粒度偏向细颗粒变化开始的时间与长江大

通站 1986 年以来输沙量和含沙量明显减少的时间基本一致<sup>[17]</sup>, 因此, CJ12-11 柱状样近百年来的沉积物组成变化趋势可能与长江物质输入量密切相关。

东海内陆架泥质区的 6 个柱状样垂向沉积物组成表现出一定的差异性, 研究区北端的 CJ12-1263 柱状样由于所处位置接近东海内陆架泥质区的边界, 因此, 该孔粗颗粒砂组分含量较高, 近百年来粒度组成变化明显, 粗颗粒的砂组分含量有逐渐减小的趋势, 特别是 1950 年以来这种减小的趋势非常明显, 而相应的细颗粒粉砂和黏土组分含量逐渐增大; 1269 号柱状样位于 CJ12-1263 以南, 1900 年左右沉积物中含有少量砂组分, 但呈不断减少的趋势, 至 1920 年左右砂组分基本不见, 之后的 80 年左右时间沉积物主要由粉砂和黏土组成, 且两者所占比例基本稳定; CJ12-1273、CJ12-651、CJ12-773 和 CJ12-1011 等 4 根柱状样沉积物组成稳定, 指示近百年来沉积作用和沉积环境没有发生明显变化, 其中 CJ12-773 附近为沉积中心, 近百年来沉积厚度最大, 大致是研究区南部 CJ12-1011 的 4 倍多。

综上所述, 近百年来东海内陆架泥质区沉积作用稳定, 大部分区域沉积物组成没有发生明显变化, 仅研究区北部边缘近年来有逐渐向细颗粒变化的趋势, 因此, 推断该泥质区正处于向北延伸的状态。

## 3 结论

(1) 东海内陆架泥质区沉积速率在  $0.79\sim3.66\text{ cm/a}$  之间, 平均值为  $1.97\text{ cm/a}$ , 最高值出现在研究区最北端的 CJ12-11 号孔, 属于东海高沉积强度区, 其他 6 个柱状样沉积速率较低, 属于次高沉积强度区。

(2) 表层 $^{210}\text{Pb}$ 活度值分布与沉积物类型密切相关,  $^{210}\text{Pb}$ 倾向于富集在较细颗粒的沉积物中, 可能主要受控于黏土矿物含量的高低。 $^{210}\text{Pb}$ 含量与悬浮体浓度呈明显正相关关系。

(3) 沉积速率与沉积物粒度参数综合分析, 揭示了近百年来东海内陆架泥质区沉积作用稳定, 粒度组成变化较小, 泥质区呈现出向北逐渐扩张的趋势。

<sup>①</sup> 刘升发, 石学法, 刘焱光, 等. 东海内陆架泥质区夏季悬浮体的分布特征及影响因素分析. 海洋科学进展, 刊印中.

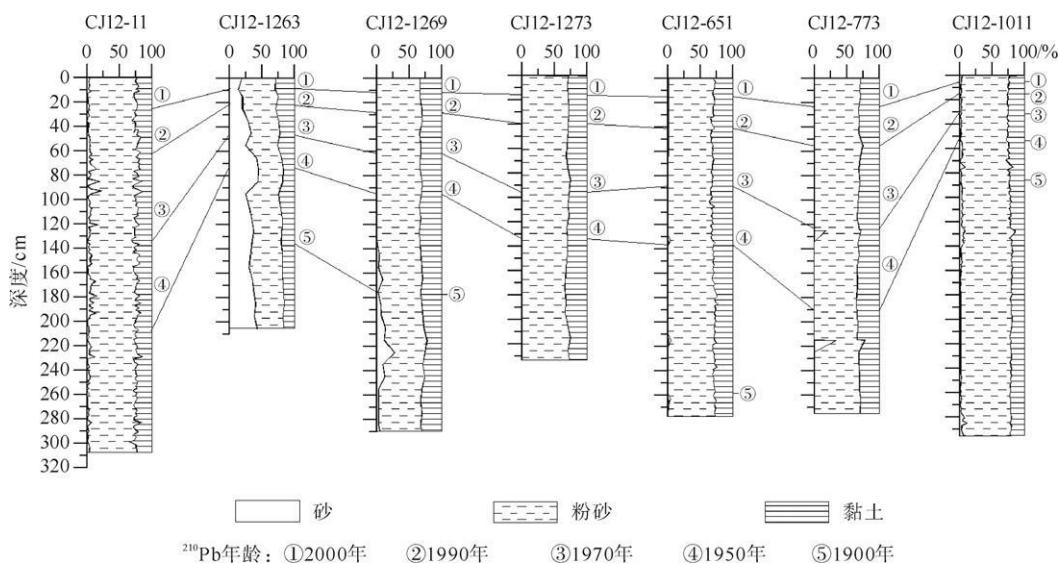


图 5 近百年来东海内陆架沉积物粒度组成垂向分布

Fig. 5 Distribution of grain sizes since one hundred years ago

## 参考文献 (References)

- [1] LIU J P, XU K H, LI A C, et al. Flux and fate of Yangtze River sediment delivered to the East China Sea [J]. Geomorphology, 2007, 85: 208-224.
- [2] 杨作升, 郭志刚, 王兆祥, 等. 黄东海陆架悬浮体及其向东部深海区输送的宏观格局 [J]. 海洋学报, 1992, 14(2): 81-90.  
[ YANG Zuosheng, GUO Zhigang, WANG Zhaoxiang, et al. Suspended sediments on the Yellow and East China Sea shelf and macro-pattern of their being transported to the eastern deeper sea [J]. Acta Oceanologica Sinica, 1992, 14(2): 81-90.]
- [3] 郭志刚, 杨作升, 雷坤, 等. 东海陆架北部泥质区沉积动力过程的季节性变化 [J]. 青岛海洋大学学报, 1999, 29(3): 507-513.  
[ GUO Zhigang, YANG Zuosheng, LEI Kun, et al. Seasonal variation of the sedimentary dynamic processes for the mud area in the northern East China Sea [J]. Journal of Ocean University of Qingdao, 1999, 29(3): 507-513.]
- [4] 郭志刚, 杨作升, 张东奇, 等. 冬、夏季东海北部悬浮体分布及潮流对悬浮体输运的阻隔作用 [J]. 海洋学报, 2002, 24(5): 71-80. [ GUO Zhigang, YANG Zuosheng, ZHANG Dongqi, et al. Seasonal distribution of suspended matter in the northern East China Sea and barrier effect of current circulation on its transport [J]. Acta Oceanologica Sinica 2002, 24(5): 71-80.]
- [5] 孙效功, 方明, 黄伟. 黄东海陆架区悬浮体输运的时空变化规律 [J]. 海洋与湖沼, 2000, 31(6): 581-587. [ SUN Xiaogong, FANG Ming, HUANG Wei. Spatial and temporal variations in suspended particulate matter transport on the Yellow and East China Sea shelf [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2000, 31(6): 581-587.]
- [6] 肖尚斌, 李安春, 蒋富清, 等. 近 2ka 来东海内陆架泥质沉积物地球化学特征 [J]. 地球化学, 2005, 34(6): 595-604. [ XIAO Shangbin, LI Anchun, JIANG Fuqing, et al. Geochemical characteristics of recent 2ka mud on the inner shelf of the East China Sea [J]. Geochimica, 2005, 34(6): 595-604.]
- [7] MILLMAN J D, QIN Y S, PARK Y A. Sediments and sedimentary processes in the Yellow Sea [C] // Sedimentary Facies in the Active Plate Margin. Tokyo: Terra Scientific Publishing Company, 1989: 233-249.
- [8] DEMASTER D J, MCKEE B A, NITROUER C A, et al. Rates of sediment accumulation and particles reworking based on radiochemical measurements from shelf deposits in the East China Sea [J]. Continental Shelf Research, 1985, 4: 143-158.
- [9] 范德江, 杨作升, 郭志刚. 中国陆架<sup>210</sup>Pb 测年应用现状与思考 [J]. 地球科学进展, 2000, 15(3): 297-323. [ FAN Dejiang, YANG Zuosheng, GUO Zhigang. Review of <sup>210</sup>Pb dating in the continental shelf of China [J]. Advance in Earth Sciences, 2000, 15(3): 297-323.]
- [10] HONG Ci-Hon, PARK Sun-Kyu, BASKARAN M, et al. Lead-210 and polonium-210 in the winter well-mixed turbid waters in the mouth of the Yellow Sea [J]. Continental Shelf Research, 1999, 19: 1049-1064.
- [11] 齐君, 李凤业, 宋金明, 等. 北黄海沉积速率及其沉积通量 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2004, 24(2): 9-14. [ QI Jun, LI Fengye, SONG Jinming, et al. Sedimentation rate and flux of the north Yellow Sea [J]. Marine Geology and Quaternary Geology, 2004, 24(2): 9-14.]
- [12] 齐君, 李凤业, 宋金明. 黄海和渤海沉积物<sup>210</sup>Pb 活度的分布特征 [J]. 地球化学, 2005, 34(4): 351-356. [ QI Jun, LI Fengye, SONG Jinming. Distribution of <sup>210</sup>Pb activity of sediments in the Yellow and Bohai Seas [J]. Geochimica 2005, 34(4): 351-356.]
- [13] 李凤业, 高抒, 贾建军, 等. 黄、渤海泥质沉积区现代沉积速率 [J]. 海洋与湖沼, 2002, 33(4): 364-369. [ LI Fengye, GAO Jianjun, et al. Modern sedimentation rates in the yellow and Bohai seas [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2002, 33(4): 364-369.]

- [14] Shu, JIA Jianjun, et al. Contemporary deposition rates of fine-grained sediment in the Bohai and Yellow Seas[ J]. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 2002, 33(4): 364-369.]
- [15] 张忠志, 李双林, 董岩翔, 等. 浙江近岸海域沉积物沉积速率及地球化学[ J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2005, 25(3): 15-24. [ZHANG Zhizhong, LI Shuanglin, DONG Yanxiang, et al. Deposition rate and geochemical characters of sediments in Zhejiang offshore[ J]. *Marine Geology and Quaternary Geology*, 2005, 25(3): 15-24.]
- [16] 庄振业, 叶银灿, 刘杜鹃, 等. 东海全新世沉积强度分区[ J]. *青岛海洋大学学报*, 2002, 32(6): 941-948. [ZHUANG Zhenye, YE Yincan, LIU Dujuan, et al. Holocene depositional strength zoning in the East China Sea[ J]. *Journal of Ocean University of Qingdao*, 2002, 32(6): 941-948.]
- [17] 李凤业, 宋金明, 李学刚, 等. 胶州湾现代沉积速率和沉积通量研究[ J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2003, 23(4): 29-33. [LI Fengye, SONG Jinming, LI Xuegang, et al. Modern sedimentation rate and flux in the Jiaozhou Bay[ J]. *Marine Geology and Quaternary Geology*, 2003, 23(4): 29-33.]
- [18] Yang Z S, Wang H J, Satio Y, et al. Dam impacts on the Changjiang (Yangtze River) sediment discharge to the sea: The past 55 years and after the Three Gorges dam[ J]. *Water Resources Research*, 2006, 42: 1-10.

## SEDIMENTATION RATE OF MUD AREA IN THE EAST CHINA SEA INNER CONTINENTAL SHELF

LIU Shengfa, SHI Xuefa, LIU Yanguang, ZHU Aimei, YANG Gang

(First Institute of Oceanography, SOA, Qingdao 266061, China; Key Lab of Marine Sedimentology and Environmental Geology, SOA, Qingdao 266061, China)

**Abstract:** Seven gravity sediment cores were collected from muddy area of inner continental shelf of the East China Sea. Measurement of  $^{210}\text{Pb}$  activity was performed on all cores. The results demonstrate that the sedimentation rates were between 0.79 and 3.66 cm/a, with 1.97 cm/a on average. The highest sedimentation rate was recognized in core CJ12-11, located in the high sedimentation rate area of East China Sea. Six other cores with relative low sedimentation rates were located in the sub-higher sedimentation rate area. Distribution of  $^{210}\text{Pb}$  activity in surface sediments is correlated closely with the types of sediments, and probably controlled by the clay mineral, but shows a positive correlation with suspended matter concentration. Furthermore, these results reveal relative stable sedimentation processes in the muddy area during the past 100 years and the northward expansion of this muddy area.

**Key words:** sedimentation rate;  $^{210}\text{Pb}$  dating; muddy area; the East China Sea inner continental shelf