

# 同位素记录南黄海现代沉积环境\*

李凤业 史玉兰 申顺喜 何丽娟

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

**提要** 利用 $\alpha$ 多道能谱仪对1992年5月采自南黄海的5个箱式岩芯中的 $^{210}\text{Pb}$ 放射性活度进行测定; 利用X射线荧光能谱测定表层沉积物中的化学元素Ca, Sr, Fe, Ti和Cu。结果表明,  $^{210}\text{Pb}$ 含量随岩芯深度垂直分布, 沉积速率及特征元素含量的变化具有地区性的差异。南黄海现代高速沉积区的沉积速率随黄海沿岸流向逐渐减少。南黄海中部泥区沉积速率较低, 沉积环境稳定。因此,  $^{210}\text{Pb}$ 垂直分布的差异和化学元素含量的变化潜在地揭示了南黄海现代沉积物的起源和沉积环境。

**关键词** 南黄海 同位素 沉积环境

同位素地质年代学的应用为研究现代沉积和沉积环境提供了科学依据, 在国内外已取得令人满意的成果(赵一阳等, 1991; 业渝光等, 1987; Demaster, 1985)。然而利用放射性同位素的分布来解释沉积物的沉积与混合、沉积动力的过程和沉积通量的研究报道却较少。本文立足于确切的沉积时间尺度(100a), 根据 $^{210}\text{Pb}$ 的垂直分布、沉积通量和化学元素的分析结果, 对南黄海现代沉积物的来源和沉积环境进行探讨。

## 1 样品采集和方法

中国科学院海洋研究所“科学一号”调查船于1992年5月对南黄海进行海洋沉积学的有关调查, 取得未扰动的箱式样品5个, 样品编号为C2-2, C11-8, C17-5, C19-7和C20-9(图1)。实验室按2cm间距取样, 岩性描述并烘干, 测其含水量、干密度后, 研磨备用。有关 $^{210}\text{Pb}$ 的化学分析和仪器测定及沉积速率计算等, 详见Li(1993), Demaster(1985)。特征元素Ca, Sr, Fe, Ti和Cu利用6110 TEFA III型X射线荧光能谱测定。

## 2 结果

南黄海的主要物质, 来源于沿岸流携带来的黄河现代物质和苏北废弃的老黄河口区域的沉积物受侵蚀扩散而来的物质, 以及长江输送到黄海暖流区的物质。赵一阳等(1991)的研究表明, 黄河物质以富含Ca, Sr为特征, 而长江源泥以富含Cu, Fe为特征, 长江物质与黄河物质源相比, 相对富含Fe, Ti, Rb。为研究采样点物质来源, 作者对所采集的5个岩芯的 $^{210}\text{Pb}$ 垂直分布与沉积通量、特征元素Ca, Sr, Fe, Ti, Cu与物源的关系分析如下。

\* 国家自然科学基金资助项目, 49376263号。李凤业, 男, 出生于1950年11月, 副研究员。

毛彦平清绘图件, 谨志谢忱。

收稿日期: 1994年5月12日, 接受日期: 1996年5月14日。

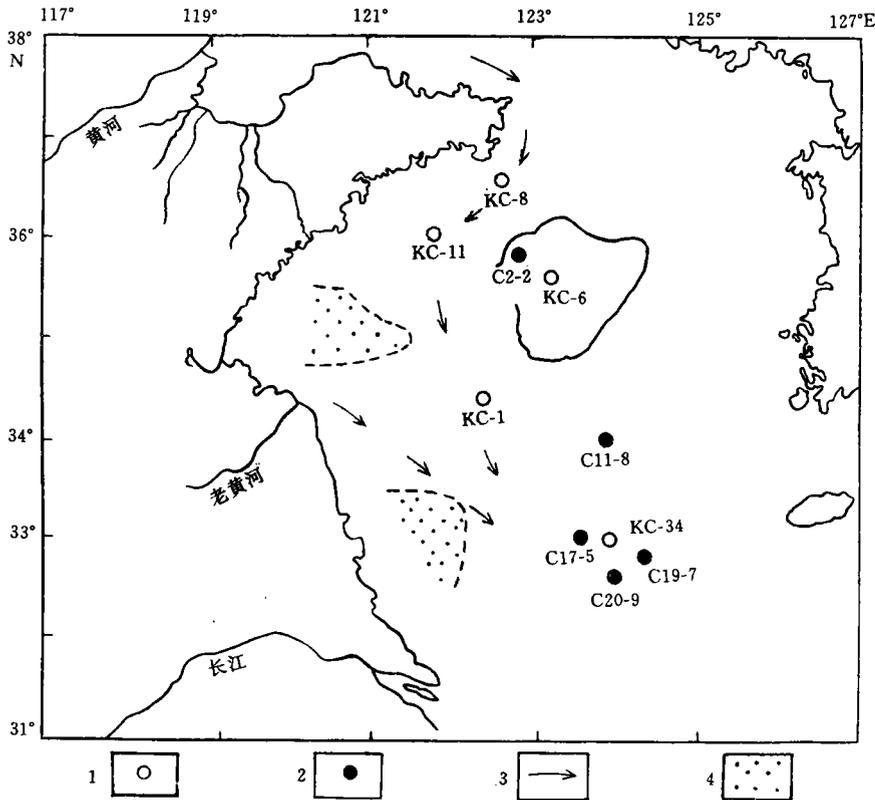


图1 采样站位

Fig.1 Coring station in the South Yellow Sea

1. 1986年采样站位; 2. 1992年采样站位; 3. 黄河物质扩散趋势; 4. 残留沙。

### 2.1 <sup>210</sup>Pb 垂直分布与沉积通量

岩芯C2-2 位于35°49.2' N, 122°42.5' E, 水深67m, 岩芯从上到下为灰褐色软泥, 在16cm处出现贝壳。<sup>210</sup>Pb的放射性强度随岩芯深度有规律地衰减(图2), 计算其沉积速率和沉积通量分别为0.18 cm/a和0.13 g/(cm<sup>2</sup>·a)。对照附近站点KC-6<sup>210</sup>Pb资料(沉积速率为0.17 cm/a)(赵一阳等, 1991), <sup>210</sup>Pb放射性活度随深度的衰减存在相似趋势, 较小的沉积速率表明, 自1898年以来(岩芯17cm处)位于南黄海中部“冷涡”泥沉积区沉积环境稳定。

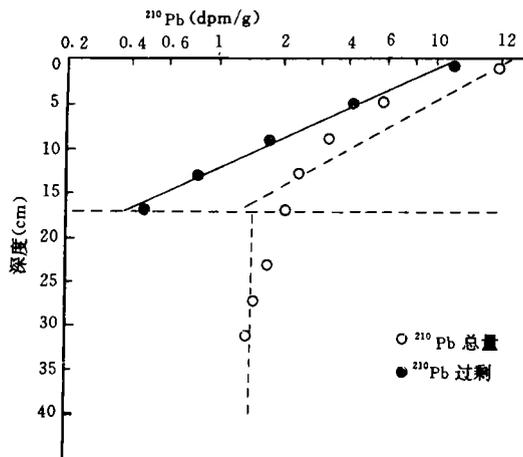


图2 岩芯C2-2-<sup>210</sup>Pb垂直分布

岩芯C11-8 位于34°15.1' N, Fig.2 Profile of <sup>210</sup>Pb in Core C2-2 from the South Yellow Sea

123°58.9'E, 水深 83.2m。样品为黄灰色沙质泥, 往下颜色逐渐变灰, 在 20cm 处出现贝壳。<sup>210</sup>Pb 放射性强度随岩芯深度衰减分别在 9cm 和 27cm 处呈现负、正异常平移(图 3a), 说明采样点的沉积环境不稳定。由于它处于黄海暖流通道上, 黄海暖流携带的物质和黄海沿岸流携带的黄河物质在复杂的水动力条件作用下, 导致了复杂的沉积泥区。对照附近站位 KC-1 沉积速率(0.32cm/a)和追踪到黄河泥沙高速区 KC-11(0.43cm/a)及 KC-8(0.67cm/a)资料, 结合本采样点的沉积速率 0.24 cm/a 和沉积通量 0.29 g/(cm<sup>2</sup>·a), 表明黄河物质对采样点贡献较大。

岩芯 C17-5 位于 33°12.2'N, 123°40.7'E, 水深 52.5m。岩芯为黄灰色软泥, 往下逐渐变灰, 6—8cm 呈现沙团和贝壳。<sup>210</sup>Pb 放射强度随岩芯深度衰减, 在岩芯上部 5cm 呈现混合层, (图 3b) 揭示了采样点较强的海流作用, 由于大量的泥沙随海流被搬运和扩散, 所以采样点的沉积速率和沉积通量较低, 它们分别为 0.13 cm/a, 0.11g/(cm<sup>2</sup>·a)。

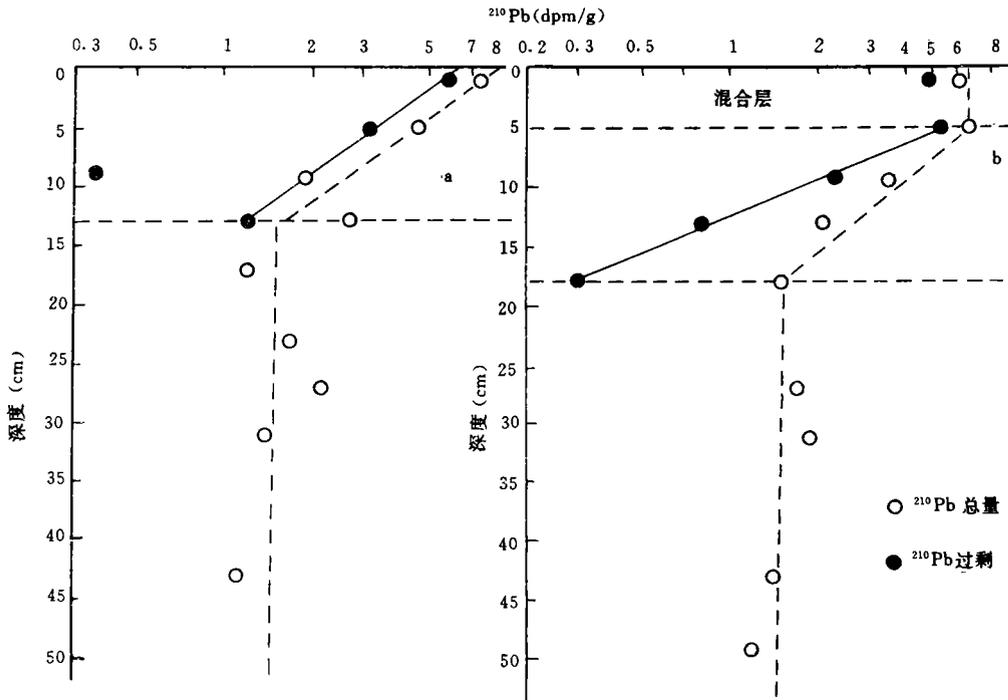


图3 岩芯 C11-8(a) 和岩芯 C17-5(b) <sup>210</sup>Pb 垂直分布

Fig.3 Profiles of <sup>210</sup>Pb in Core C11-8(a) and Core C17-5(b) from the South Yellow Sea

岩芯 C20-9 位于 32°40.4'N, 124°02.4'E, 水深 71.6m。样品为黄灰色泥质沙, 10cm 左右有生物洞穴被粉沙填充, 20cm 左右为灰色, 伴有沙团。<sup>210</sup>Pb 放射性活度随岩芯深度衰减较有规律(图 4a)。该采样点沉积速率和沉积通量较高, 分别为 0.26 cm/a, 0.29 g/(cm<sup>2</sup>·a), 说明了采样点陆源物质供应充足。

岩芯 C19-7 位于 32°51.1'N, 124°26.6'E, 水深 59.6m。岩芯为黄灰色泥质沙, 8m 以下颜色逐渐变灰。18cm 以下沙质变多, 24cm 处有生物洞穴被粉沙填充, 28cm

以下为粉沙层。<sup>210</sup>Pb在岩芯上部也出现混合层(图4b)。对照岩芯沉积物粒级成分,显然Pb随岩芯深度的衰减分布受到水动力条件和沉积物粒级成分的制约。经计算该岩芯沉积速率和沉积通量分别为0.11 cm/a, 0.14g/(cm<sup>2</sup>·a)。

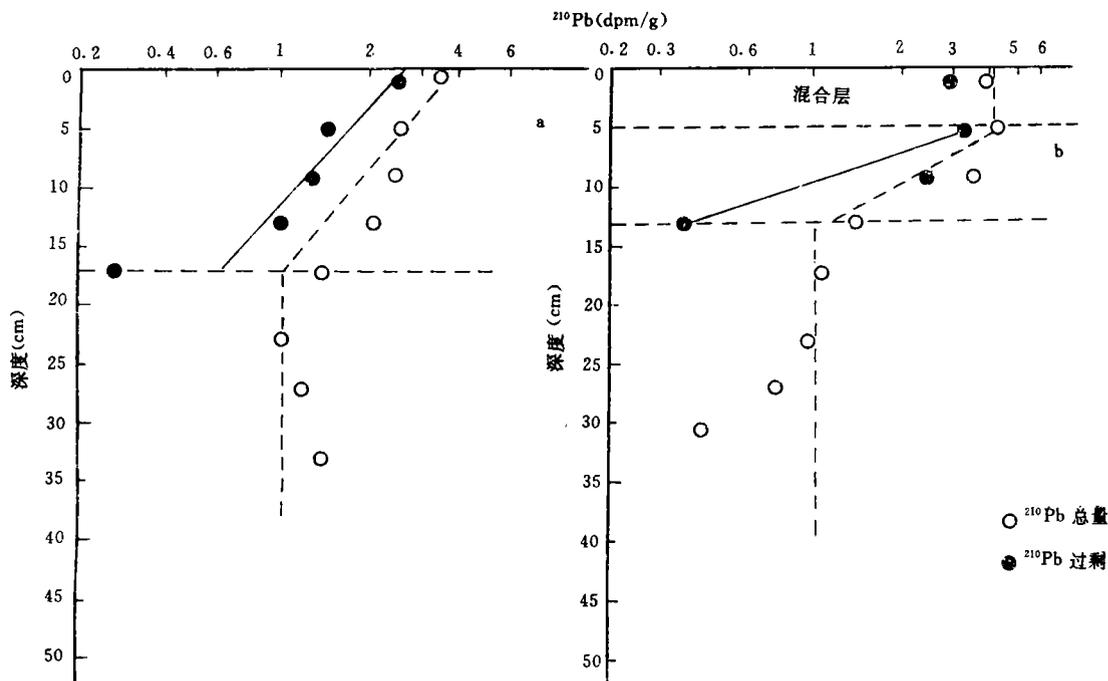


图4 岩芯 C20-9(a) 和 C19-7(b) <sup>210</sup>Pb 垂直分布

Fig.4 Profiles of <sup>210</sup>Pb in Core C20-9(a) and Core C19-7(b) from the South Yellow Sea

### 2.2 元素分布与物源关系

岩芯 C2-2 测得表层沉积物中各元素含量为: Ca, 1.10%; Fe, 4.73%; Ti, 0.50%; Cu, 0.0057%; Sr, 0.0133%。不难看出,岩芯 C2-2 中 Ca, Sr, Cu 含量较低; Fe, Ti 含量较高。这说明该沉积在化学元素上未显示出长江或黄河物源的明显特征。由此,赵一阳等(1991)认为它属多源混合沉积。黄海中部虽有涡流利于沉积,然而距岸远,水且深,并且尽管沉积物是多源的,但是物质来源不足,所以沉积速率不大。

岩芯 C11-8 测得表层沉积物中各元素含量为: Ca, 2.36%; Sr, 0.0161%; Fe, 3.25%; Ti, 0.41%; Cu, 0.0039%。由此可以看出,该岩芯中 Ca, Sr 含量较高。这表明黄河物源对采样点贡献较大。而沉积物中 Fe, Ti 含量较高,说明该采样点又具有长江物源的特色,从而可以推断较高的沉积速率和特征元素的含量揭示了采样点的泥区应归于多源现代沉积。

岩芯 C17-5 测得岩芯表层沉积物中各元素含量为: Ca, 3.70%; Fe, 3.80%; Ti, 0.42%; Cu, 0.0055%; Sr, 0.0171%。由此可以看出,该采样点 Ca, Sr 含量高, Fe, Ti, Cu 含量较高,沉积物具有黄河和长江物源的双重特色。

岩芯 C20-9 测得岩芯表层沉积物中各元素含量为: Ca, 3.11%; Sr, 0.0171%;

Fe, 2.35%; Ti, 0.29%; Cu, 0.0027%。该采样点沉积物具明显的高 Ca, Sr 和低 Fe, Ti, Cu 的特征, 反映了废弃的老黄河口输入到黄海的泥沙在沿岸流、潮流的侵蚀作用下, 运移扩散到采样点。

岩芯 C19-7 该岩芯表层沉积物中 Ca(3.09%), Sr(0.0156%) 含量偏高, 而 Fe (3.14%), Ti(0.38%), Cu(0.0034%) 含量偏低, 反映了黄河物质在黄海水团作用下扩散到该采样点。结合附近站位 KC-34 沉积速率(0.16 cm/a)(赵一阳等, 1991)分析, 南黄海南部处于黑潮分支由东海进入黄海通道区域, 沉积速率偏低, 介于 0.11—0.16cm/a。同时,  $^{210}\text{Pb}$  资料记录了该区的沉积环境很不稳定。

### 3 结语

3.1 同位素  $^{210}\text{Pb}$  放射性活度垂直分布和空间分布的差异记录了南黄海现代沉积格局和沉积环境。

3.2 南黄海现代高速沉积区的沉积速率随黄海沿岸流向递减, 结合特征元素 Ca, Sr, Fe, Ti, Cu 资料, 揭示了黄河泥沙进入南黄海的扩散趋势。

3.3 南黄海中部“冷涡区”,  $^{210}\text{Pb}$  资料表明沉积环境稳定, 尽管为多源沉积, 但沉积速率较低。

3.4 处于黄海暖流入海口通道上的站位, 沉积环境很不稳定, 由于海流的作用, 故沉积速率最低。

### 参 考 文 献

- 业渝光等, 1987, 海洋地质与第四纪地质, 7: 75—80。  
申顺喜等, 1993, 海洋与湖沼, 24(6): 563—570。  
杨作升等, 1992, 海洋学报, 14(2): 81—90。  
赵一阳等, 1991, 地球化学, 2: 112—117。  
Demaster, D. J., 1985, *Marine Geology*, 66: 133—148。  
Li Fengye, 1993, *Chin. J. Oceanol. Limnol.*, 11(4): 333—342。

## ISOTOPIC RECORD OF MODERN SEDIMENTARY ENVIRONMENT IN THE SOUTH YELLOW SEA

Li Fengye, Shi Yulan, Shen Shunxi, He Lijuan

(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071*)

**Abstract** five sediment cores collected in May, 1992 by the R / v "science 1" from the South Yellow Sea were studied. To evaluate the modern sedimentation rates and sedimentary environment,  $^{210}\text{Pb}$  activity was determined by  $\alpha$  spectrometer. Contents of Ca, Sr, Fe, Ti and Cu were determined by X-ray fluorescent analysis. Huanghe River is rich in Ca and Sr, while Changjiang River sediment is rich in Cu and Fe (Zhao et al., 1991).

Obtained  $^{210}\text{Pb}$  dating indicated that in the western part of the Yellow Sea the sedimentation rates decrease gradually from north to south and then to east. Based on the sedimentation rates at coring station C-8 (0.67cm /a), KC-11 (0.43cm /a), KC-1 (0.32cm /a) and KC11-8 (0.24cm /a), and the contents of Ca (2.36%), Sr (0.0161%), Fe(3.25%), Ti(0.41%), Cu(0.0039%) at the coring station C11-8, it was inferred that a large quantity of material from the Huanghe River was carried by coastal current to the above stations.

In the central part of the South Yellow Sea, there is a patch of fine-grained mud. Based on the profiles of  $^{210}\text{Pb}$  activity and the contents of Ca (1.10%), Fe (4.73%), Ti(0.50%), Cu(0.0057%) and Sr (0.0133%), and the sedimentation rates of core KC-6(0.17 cm /a) and C2-2(0.18 cm /a), it is generally accepted that the mud is multisource sediment and the sedimentary environment is relatively stable.

In the south part of the Yellow Sea, that is the pathway of the Yellow Sea warm current where the profiles of  $^{210}\text{Pb}$  activity in the upper 5cm of cores (C19-7 and C17-5) appeared mixing zone. It is inferred that the sedimentation in the coring region was dominated by the relatively active hydrodynamic condition. So stations C17-5 and C19-7 has the lowest sedimentation rates (about 0.13 and 0.11cm /a respectively).

**Key words** South Yellow Sea Isotope Sedimentary environment