

冲绳海槽沉积物混合作用的研究*

李凤业¹ 谭长伟² 史玉兰¹ 杨永亮¹

(¹ 中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

(² 山东省地矿工程勘察院青岛分院 266071)

提要 介绍了利用放射性同位素²¹⁰Pb 活度在岩芯中的垂直分布,根据沉积作用的数学模式^[5,6],结合有关资料对冲绳海槽海水-海底界面沉积物的混合作用强度进行了探讨。²¹⁰Pb 资料表明冲绳海槽表层沉积物中,²¹⁰Pb 放射性活度存在空间差异,介于 26.26~92.40dpm/g,沉积物混合系数介于 0.51~6.88cm²·a,这反映了研究海区不同的混合作用强度和沉积环境。

关键词 冲绳海槽,²¹⁰Pb 分布,混合作用

海洋沉积受到底栖生物、海流和化学诸因素所制约,探讨沉积物的沉积作用和混合作用过程,对研究形成的地层结构、物质分布和沉积环境是很重要的环节。冲绳海槽位于西太平洋边缘。近年来,国内外学者进行了诸如地形、构造及地球化学等方面的研究,取得了可喜的成果^[1,2]。然而,利用铀系放射性核

素来估价边缘海区的沉积作用和混合作用过程尚需深入探讨研究。早在 1962 年美国学者 Goldberg *et al.*, (1962) 和 Demaster (1985) 利用铀系核素迁移机理提出了混合作用的数学模

* 国家自然科学基金资助项目, 49173172, 49376264 号。

收稿日期:1996 年 4 月 10 日

式,对大洋沉积物混合作用过程进行了首创性的研究。本文拟通过测定采自冲绳海槽两个箱式岩芯的 ^{210}Pb 放射性活度,结合早先两岩芯的资料^①,根据混合作用的数学模式,来探讨冲绳海槽沉积物的混合作用强度,利用 ^{210}Pb 放射性活度的空间分布和垂直分布特征追踪研究海区的沉积环境及大洋水团循环的关系。

2 样品的采集与实验

中国科学院海洋研究所“科学一号”调查船分别在1983年10月和1992年5月对冲绳海槽进行海洋沉积学的有关调查,采得未受扰动的箱式岩芯4个,样品编号分别为Z12-4、Z9-5、H82和H16。采样站位如图1所示。样品按2cm间距取样,进行岩性描述、烘干、研磨备用,对于其化学流程及 α 谱仪测定及混合系数计算公式见文献^[3,4]。

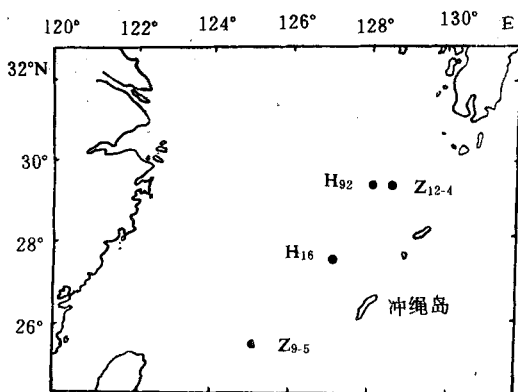


图1 冲绳海槽采样站位

Fig. 1 Coring station in the Okinawa Trough

3 结果与讨论

3.1 沉积物沉积作用和混合作用

在海水-海底界面影响放射性核素自然分布的主过程是沉积物的堆积和混合,沉积物的沉积作用和混合作用强度是研究海洋沉积环境重要的因素,这是由于这两个作用过

程控制着所形成地层的结构、构造和物质分布。冲绳海槽存在大量的底栖生物和多处海底热水活动区,这些因素会使沉降到海底的沉积物产生混合,这以沉积物呈现斑纹和生物洞穴为特征。那么,调查区采样点沉积物的形成过程是以沉积作用为主还是以混合作用为主?岩芯中放射性核素的垂直分布必将反映出来。经计算岩芯E9-5沉积物堆积速率介于1.2~4.8cm/ka,沉积物混合系数为0.51cm²/a。E12-4沉积物沉积速率为4.7cm/ka,混合系数为0.61cm²/a。岩芯H82沉积物堆积速率为8.5cm/ka,沉积物混合系数为1.35cm²/a。岩芯H16沉积物混合系数为6.88cm²/a。由此可见,沉积物混合作用弱时,则沉积作用强。反之,沉积物混合作用强时,则沉积作用弱。

3.2 ^{210}Pb 放射性活度的空间分布和混合速率的差异

岩芯H82位于79°12.63'N,128°4.32'E,水深1128m,岩芯自上而下为灰色泥,28cm处有生物洞穴。测得平均含水量和沉积物干密度分别为60.35%,0.54g/cm³,表层0~2cm ^{210}Pb 放射性活度为79.72dpm/g。从图2可以看出,岩芯上部混合深度约为9cm,计算其混合系数为1.53cm²/a。尽管该岩芯为灰色泥,含水量较高,但是 ^{210}Pb 随岩芯深度有规律迅速衰减和较小的混合速率,反映了采样点海洋环境较稳定。

岩芯H16位于冲绳海槽中部27°28.49'N,127°0.46'E,采样点水深1270m,岩芯为砂质泥,表层呈黄褐色,18cm颜色变灰伴有生物洞穴被砂填充,往下灰色加深。该岩芯平均含水量为50.24%,沉积物干密度为0.83g/cm³。测得岩芯表层0~2cm ^{210}Pb 放射性活度为27.06dpm/g,混合系数为6.88cm²/a,从图3可以看出, ^{210}Pb 放射性活度随深度的衰

① 杨永亮,1985.冲绳海槽沉积物铀、钍、镭的地球化学及年代学的研究(硕士论文)。

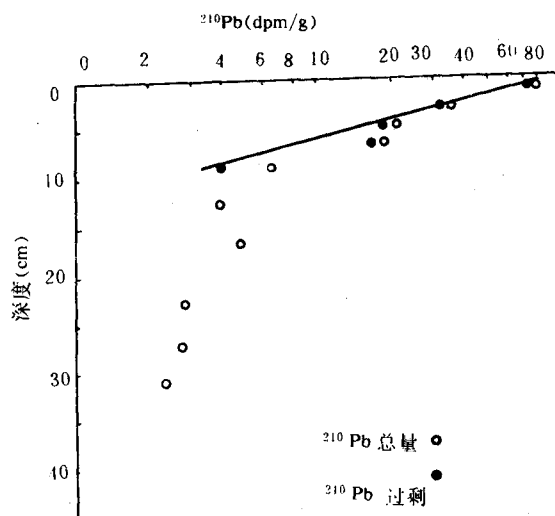


图2 岩芯 H82²¹⁰Pb 放射性活度垂直分布
Fig. 2 Profile of ²¹⁰Pb activity in core H82

减在 5、9cm 处偏高(3~5cm 和 7~9cm²¹⁰Pb 倒置),这反映了采样点底栖生物和水动力条件活跃,将沉积物扰动,导致了较深的混合层(13cm)和很高的混合速率。值得提及的是,该岩芯位于海槽热水活动区,现代海底热水活动也可能导致混合作用增强。

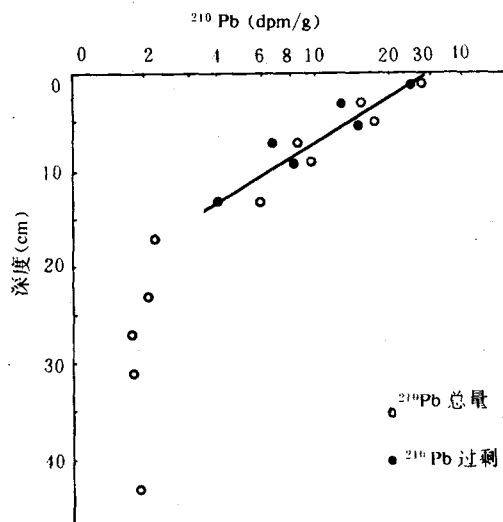


图3 岩芯 H16²¹⁰Pb 放射性活度垂直分布
Fig. 3 Profile of ²¹⁰Pb activity in Core H16

对照冲绳海槽南部岩芯 Z9-5(25°20'N, 124°35'E, 水深 2 000m) 0~1.5cm²¹⁰Pb 放射性活度为 26.26dpm/g,混合系数为 0.51

cm². a 和海槽北部岩芯 Z12-4(29°15.5'N, 128°20'E, 水深 1050m) 0~1.5cm²¹⁰Pb 放射性活度为 92.40dpm/g,混合系数为 0.63 cm²/a。由此可见,冲绳海槽南部和北部混合作用强度偏低,与太平洋中部混合系数(0.6~3cm²/a)^[5]的低值相吻合,而位于海槽中部混合作用明显加强,比太平洋中部的混合系数高值高一个数量级,这也反映了边缘海域独特的混合作用特征。另一方面,冲绳海槽海水-海底界面²¹⁰Pb 放射性活度高值区位于海槽北部,以岩芯 H82 和 Z12-4 为例;而海槽中部和南部²¹⁰Pb 放射性活度明显偏低,以 H16 和 Z9-5 为代表。为估价²¹⁰Pb 放射性活度在海槽空间分布的差异,使我们考虑到与沉积作用和混合作用过程密切相关的水动力条件,包括大洋水团循环的因素。太平洋中层水团(水深 2 090m)²¹⁰Pb 为 21.4dpm/100kg,大量的²¹⁰Pb 反映了水动力条件和西边界流的特征^[6]。黑潮为东海环流中的重要流系,黑潮流经海槽西侧北上时,流系逐渐减弱,加之地形上由深变浅,因而产生上升流,细颗粒物向较浅海区上涌和富积,所以海槽北部²¹⁰Pb 放射性活度显著增高。

4 结语

4.1 冲绳海槽海水-海底界面沉积物中²¹⁰Pb 放射性活度具有地区性差异,海槽南部和中部低,北部显著偏高。导致²¹⁰Pb 富集的主要因素被认为是来自太平洋循环水团——北上的黑潮所致。

4.2 利用²¹⁰Pb 在岩芯的垂直分布,根据稳态方程模式,计算了冲绳海沉积物混合速率,资料表明海槽北部和南部混合作用弱,而海槽中部混合作用很强,它们受到海洋底栖生物和水动力条件所制约。

4.3 冲绳海槽沉积物混合速率的高值比太平洋中部混合速率的高值高出一个数量级,这反映了边缘海区独特的混合作用特征。

参考文献

- [1] 秦蕴珊等, 1987. 东海地质. 科学出版社, 4~5.
- [2] 赵一阳, 1987. 海洋沉积物同位素年代测定. 中国大百科全书出版社, 308~310.
- [3] 李凤业, 1988. 海洋科学 3:64~66.
- [4] D. J. Demaster *et al.*, 1985. *Marine Geology* **66** (1985) 133-148.
- [5] Lisa A. Levin and Cunthia L. Thomas, 1989. *Deep-Sea Research* **36**(12):1 897-1 915.
- [6] Y. Chung and H. Craig, 1983. ^{210}Pb in the pacific; the GEOSECS Measurements of Particulate and Dissolved Concentration Earth and Planetary Science Letters **65**(1983) 406-432.

MIXING RATE OF SEDIMENT IN THE Okinawa Trough

Li Fengye¹, Gan Changwei², Shi Yulan¹ and Yang Yongliang¹

(¹Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071)

(²Shandong Geological and Mineral Engineering Exploration Institute, Qingdao 266071)

Received: Apr. 10, 1996

Key Words: Okinawa Trough ^{210}Pb profile mixing rate

Abstract

^{210}Pb activities have been determined on four Cores from the Okinawa Trough. within study area, ^{210}Pb activities at the surface of the sediment ranged from 26.26 to 92.40 dpm/g. According to the Steady-state equation, estimated mixing coefficients (D_b) ranged from 0.51 to 6.88 $\text{cm}^2 \cdot \text{a}$ at the four station. Excess ^{210}Pb profile show that sediments at the sediment-water interface are mixed downward to the depth of 6-13cm. It seems to be true that the radionuclide profiles are dominated by both biological and hydrodynamic processes which passes northward Warm Current from Pacific Water Masses. ^{210}Pb date indicated that in the central part of the Okinawa Trough mixed intensity of sediments is higher than the southern and northern part of the Okinawa Trough. It is generally accepted that observed mixing rates are higher than the central pacific Seamounts (0.6-3 $\text{cm}^2 \cdot \text{a}$) and estimated the distribution of ^{210}Pb activities are associated with the pacific water masses.