

河口港湾沉积物中的¹³⁷Cs剖面及其沉积学意义*

潘少明¹ 朱大奎¹ 李炎² 许其高³

1(南京大学海岸与海岛开发国家试点实验室,南京 210093)

2(国家海洋局二所,杭州 310012) 3(南京大学物理系,南京 210093)

摘要 本文通过对采自海南岛洋浦港、福建厦门外港、浙江象山港三个河口港湾的六个沉积柱样的¹³⁷Cs分析,分别用¹³⁷Cs剖面的最大峰值层及¹³⁷Cs剖面的起始值层位估算了该六个站位的现代沉积速率,结果表明:在河口港湾沉积环境条件下,用¹³⁷Cs剖面来估算沉积物的平均沉积速率是可行的,由¹³⁷Cs最大值法,这六个站位的平均沉积速率分别为 1.14 cm/a 1.56 cm/a 0.82 cm/a 0.75 cm/a 1.26 cm/a 1.66 cm/a,由¹³⁷Cs最大值法得出的平均沉积速率其精确度与可信度要好于¹³⁷Cs起始值得出的平均沉积速率。与²¹⁰Pb法所得的结果符合的很好。¹³⁷Cs起始值层位与预期值偏离的大小可以为我们提供有关该站位沉积环境、扰动作用强弱的信息。在应用¹³⁷Cs剖面估算沉积速率时,还要注意沉积结构变化的影响。

关键词 河口 沉积速率 ¹³⁷Cs

分类号 P 598 p512.2

第一作者简介 潘少明 男 39岁 副研究员 海洋沉积与地球化学

自 1945年到 1964年的地面核爆炸实验产生了大约 200种放射性核素(包括¹³⁷Cs)^[4],因为¹³⁷Cs很容易被土壤、沉积物,特别是含有粘土矿物的土壤、沉积物吸附,并且具有较长的半衰期和容易测量的特点,大气尘降的¹³⁷Cs(T_{1/2}= 30.2y)被广泛用作环境放射性示踪元素来研究海洋、河流、湖泊沉积物的沉积^[6,9,12]及流域的侵蚀^[13]。通过对沉积柱状样¹³⁷Cs剖面的测量研究,可以了解放射性尘降的历史,同时为研究现代沉积作用、估算沉积物的沉积速率提供了一种有效的方法。

海岸、河口地带波浪、潮流作用频繁,沉积物往往经过悬移、沉积、再悬移、再沉积的复杂运动过程,再加上自然事件(如风暴、洪水等)及人类活动(如筑坝、航道开挖等)对沉积环境的影响,泥沙运动复杂、频繁。本文通过对采自海南岛洋浦港、福建厦门外港、浙江象山港三个不同地区河口港湾的六个沉积柱样的¹³⁷Cs分析,对在河口港湾沉积环境下应用沉积物中¹³⁷Cs剖面研究现代沉积作用、估算沉积速率进行了探讨,并与²¹⁰Pb法所得的结果进行了比较。

1 实验方法

沉积柱样分别采集于海南岛洋浦港、福建厦门外港及浙江象山港,使用的重力取样器。沉积柱样取上后,在船上实验室沿纵向破开,经沉积结构、颜色观察、照相后,一半按 1-2 cm的间隔分样,装入密闭的小塑料盒,另一半保存起来存档。

在实验室中,样品放在烘箱中烘干,温度控制在 90℃左右,由失去的水份得出沉积物的干、湿密度。研磨、搅拌均匀后制成重为 100 g的粉状干样。

¹³⁷Cs分析采用 Ge(Li)谱仪直接测量的方法^[1]。仪器为美国 EG&GORTEC公司生产的 GEM-25210型高纯 Ge(Li)探测器,探测器位于老铅制成的铅室中。铅室壁由有机玻璃、铜、铅三层组成,有机玻璃厚 5 mm,铜厚 3 mm,铅厚 120 mm,用铅室屏蔽后,本底比无铅室时小 10倍。¹³⁷Cs标准沉积样由加拿大贝德福海洋研究所提供。

2 结果及讨论

2.1 ¹³⁷Cs剖面

图 1 图 2 图 3分别为海南岛洋浦港、福建厦门

* 南京大学海岸与海岛开发国家试点实验室资助项目(编号: SCIE121196119)

收稿日期: 1996-06-12

外港. 浙江象山港 6个柱样的¹³⁷Cs剖面,可以看出同一港区两个柱样的¹³⁷Cs剖面具有相近的分布形态,而三个港区之间的¹³⁷Cs剖面有明显的差异. 这反映了三个港区之间沉积环境的差异. 但在所测量的6个¹³⁷Cs剖面中均存在一最大峰值及起始值

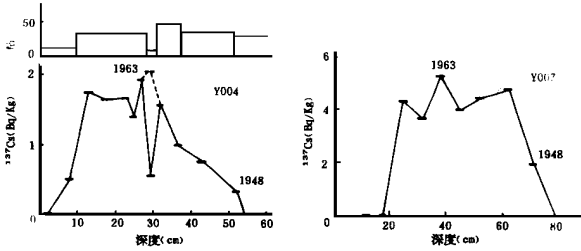


图 1 海南岛洋浦港 2个柱样的¹³⁷Cs剖面

Fig. 1 ¹³⁷Cs profiles of the Y004 and Y007 cores

2.1.1 海南岛洋浦港 (采样时间: 1988年)

柱样 Y004 1988年采集于洋浦港拦门沙浅滩, 该柱样层理明显, 整个柱样的沉积结构变化很大, 粘土含量的变化范围为 9- - 43% [4]. 柱样 Y004的¹³⁷Cs深度分布特征见图 1, 如果不考虑柱样粒度变化的影响, 其最大值层位在 26- 28 cm, 许多研究表明 [5, 11], ¹³⁷Cs剖面同样受到沉积物粒度变化的干扰, 颗粒越小对¹³⁷Cs的吸附能力越大, 高含砂量的沉积物¹³⁷Cs含量也低. 根据沉积物粒度分析, 10- 29cm段, 砂含量为 40%, 粉砂含量为 28%, 粘土含量为 32%, 而 29- 31 cm段, 砂含量为 61%, 粉砂含量为 30%, 粘土含量为 9%. 29- 31 cm段由于含砂量高, 造成¹³⁷Cs偏低, 而且 29- 31 cm段正处于最大值附近, 故必需加以修正. 图中虚线代表了按 10- 29 cm段粘土含量修正的结果. 可以看出柱样 Y004 ¹³⁷Cs最大值应出现在 26- 31 cm段, 起始值出现在 53 cm附近

柱样 Y007位于洋浦深槽深泓, 该柱样呈现出

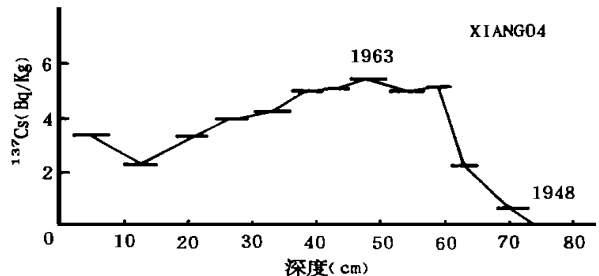
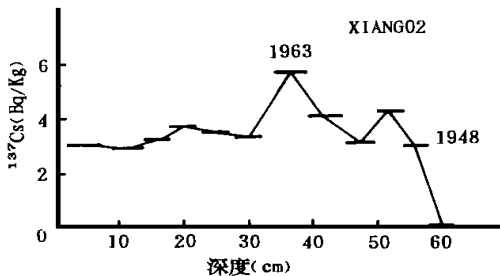


图 3 浙江象山港 2个柱样的¹³⁷Cs剖面

Fig. 3 ¹³⁷Cs profiles of the XIANG02 and XIANG04 cores

沉积物粗 细明显分界的沉积结构, 0- 22 cm段含砂量高达 70%, 而 22 cm以下含砂量减少到 20%左右, 砂质物主要由河流带入及附近码头建设的影响, 而大部分的粘土颗粒物质是由涨潮流带入深槽的, 它们在高、低平潮水动力能量减小的条件下沉降下来. 这些结构特征反映了洋浦港沉积物传输的双向性, 正是这种沉积物传输的双向性导致了极易变化的沉积结构, 这在该区域许多沉积柱样中均可见到

柱样 Y007的 0- 22 cm段由于含砂量高, ¹³⁷Cs很难测出, 而 22 cm以下沉积结构变化不大 (潘少明等, 1994), 并不妨碍找出最大值层位. 该柱样¹³⁷Cs最大值出现在 36- 42 cm, 起始值出现在 72 cm附近

2.1.2 福建厦门外港 (采样时间: 1991年)

柱样 XIA04位于厦门外港靠近青岛的主航道中, 沉积物较为均一, 均为粉砂质泥

柱样 XIA04 ¹³⁷Cs最大值层位出现在 22- 24 cm段 (图 2), 起始值出现在 42 cm附近.

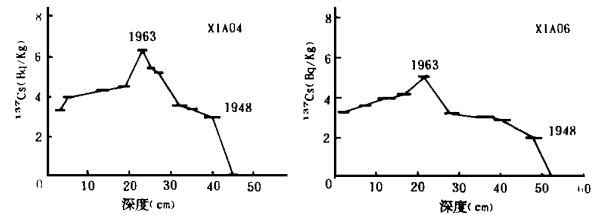


图 2 福建厦门外港 2个柱样的¹³⁷Cs剖面

Fig. 2 ¹³⁷Cs profiles of the XIA04 and XIA06 cores

柱样 XIA06位于厦门外港主航道中, 介于三担岛与厦门岛之间, 沉积物为粉砂质泥. 该柱样¹³⁷Cs最大值层位出现在 20- 22 cm段 (图 2), 起始值出现在 50 cm附近

2.1.3 浙江象山港 (采样时间: 1992年)

柱样 XIANG 02 04位于象山港牛鼻山水道,

沉积物为粘土质粉砂,含有细砂或贝壳砂夹层 颜色由上部的灰黄色向下逐步变为灰色

柱样 XIANG 02 04的 ¹³⁷Cs 放射性强度随深度的变化见图 3 可以看出柱样 XIANG 02 ¹³⁷Cs 的最大值层位出现在 34- 39 cm,起始值出现在 58 cm 附近

柱样 XIANG 04 ¹³⁷Cs 的最大值层位出现在 45 - 51 cm,起始值出现在 73 cm 附近

2.2 ¹³⁷Cs 剖面与沉积速率

河口港湾沉积物中的 ¹³⁷Cs 来源于大气核实验,属人造放射性元素。因为没有天然的 ¹³⁷Cs,沉积物中的 ¹³⁷Cs 剖面的起始值层位应对应于 1948年(大气核实验开始的年代),而 ¹³⁷Cs 剖面最大峰值层位应对应于 1963年,因为 1963年是全球性 ¹³⁷Cs 的最大沉降年,美国、前苏联在这期间进行了大量的核实验。根据 ¹³⁷Cs 剖面的起始值、最大值对应的沉积物深度,即可估算沉积物的平均沉积速率^[6, 8, 12]。

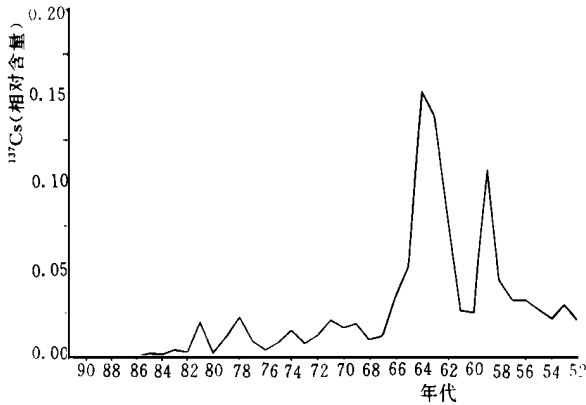


图 4 理想沉积环境条件下,

沉积速率大于 1 cm /a 时的 ¹³⁷Cs 分布

Fig. 4 ¹³⁷Cs activity pattern in an "ideal" core, based on a reconstruction of atmospheric fallout patterns in the southern United States

Schaffner et al. (1987年)根据美国南部大气 ¹³⁷Cs 尘降推算出理想沉积环境条件下,沉积速率大于 1 cm /a 时的 ¹³⁷Cs 分布(图 4) 这里的理想沉积环境是指没有混合扰动、再迁移和侵蚀。从图中可以看出 ¹³⁷Cs 最大峰值出现在 1964年,1963年稍微低些。1964年前 4个月的 ¹³⁷Cs 尘降占全年的 63%,而 1963年中间 4个月(5- 8月)的 ¹³⁷Cs 尘降占全年的 56%^[7]。同时在 1959年还有一较明显的峰值。因为最大峰值介于 1964年、1963年之间,而实际应用时大多数人取 1963年为最大峰值年,为了便于比较和

一致,我们也这样选取。由 ¹³⁷Cs 剖面最大值(1963年)、起始值(1948年)得出的海南岛洋浦港、福建厦门外港、浙江象山港 6个柱样的沉积速率见表 1。C. S. Milan(1995年)测量了美国 Louisiana沿岸 46个柱样的 ¹³⁷Cs 剖面,几乎没有一个与图 4相同,其中只有 9个可认为相近。比较我们所测量的 6个 ¹³⁷Cs 剖面可以看出,柱样 XIANG 02 的分布形态与图 4最为相近。可以发现在 52 cm 附近还存在一较明显的峰值,比照图 4,如果认为该峰值所对应的年代为 1959年,则平均沉积速率为 1.58 cm /a,明显大于由最大值、起始值得出的结果,与 ²¹⁰Pb 法所得结果偏差最大(表 1)。河口港湾沉积物中的 ¹³⁷Cs 来源于两个方面,一是直接尘降在海水表面,被海水中的悬浮体吸附沉积到海底。二是河流及其流域含有 ¹³⁷Cs 的土壤被侵蚀并被输送到海洋中。在河口港湾由于河流及其流域沉积物的输入及波浪潮流作用的存在,使沉积物中的 ¹³⁷Cs 分布偏离图 4 的形态。一些作者^[3, 14]还曾利用 1959年、1974年的 ¹³⁷Cs 沉降峰及 1986年切尔诺贝利核事故形成的 ¹³⁷Cs 蓄积作为时标来研究湖泊、水库的现代沉积作用,但这些时标要么不很明显,要么受地域局部分布所限,在我们所测量的六个柱样中很难确定。

表 1 由 ¹³⁷Cs 剖面最大值(1963年)、起始值(1948年)得出的沉积速率

Table. 1 Sedimentation rates derived from 1963 and 1948 marker horizons

站 位	沉积层深度 (cm)		沉积速率 (cm/a)		
	1963年	1948年	Cs- 137法 (最大值)	Cs- 137法 (起始值)	Pb- 210法
Y004	26- 31	53	1.14± 0.10	1.32	1.06
Y007	36- 42	72	1.56± 0.12	1.80	1.52
Xia04	22- 24	42	0.82± 0.04	0.98	0.84(*)
Xia06	20- 22	50	0.75± 0.03	1.16	0.76(*)
Xiang02	34- 39	58	1.26± 0.09	1.32	1.20(* *)
Xiang04	45- 51	73	1.66± 0.10	1.66	1.73(* *)

为便于比较表 1,同时列出了 ²¹⁰Pb法得出的结果

(*)潘少明等,1991年,厦门外港沉积环境及沉积速率,南京大学海岸与海岛开发国家试点实验室研究报告。

(* *)李炎等,1992年,象山港泥沙来源及沉积速率,国家海洋局二所研究报告。

2.3 讨 论

从表 1可以看出,对采自海南岛洋浦港、福建厦门外港、浙江象山港三个河口港湾的六个沉积柱样

的 ^{137}Cs 分析结果表明,由 ^{137}Cs 最大值法得出的平均沉积速率与 ^{210}Pb 法所得的结果均符合的很好, ^{137}Cs 起始值得出的平均沉积速率略偏大。造成该结果主要有以下两个原因,首先, ^{137}Cs 在海水中主要以离子状态存在,具有较高的溶解度, ^{137}Cs 进入海洋沉积物后,在河口近岸区,由于潮流、波浪的扰动作用, ^{137}Cs 解吸作用显著^[1,11],造成了 ^{137}Cs 的再迁移和重新分布,使 ^{137}Cs 出现在比预期值更深的层段,通常认为这种作用并不影响最大值层位^[2]。因此 ^{137}Cs 起始值层位与预期值偏离的大小可以为我们提供有关该站位沉积环境扰动作用强弱的信息。从表1可以看出,Y004 Y007 Xia06站位 ^{137}Cs 起始值层位与预期值偏离的最大,而根据 ^{210}Pb 研究结果^[4],这些站位的扰动作用较强,Y004 Y007站位的 ^{210}Pb 剖面呈异常分布,Xia06站位存在一厚度14厘米的混合层(*)。其次,在测量沉积物的 ^{137}Cs 放射性强度时找出 ^{137}Cs 最大值层位较易,而要准确找出 ^{137}Cs 起始值层位较为困难,其误差较确定最大值层位要大。由 ^{137}Cs 最大值法得出的平均沉积速率其精确度与可信度要好于 ^{137}Cs 起始值得出的平均沉积速率。而图4中1959年 ^{137}Cs 沉降峰在三个港湾的 ^{137}Cs 剖面中的确定非常困难,故我们认为在河口港湾沉积环境下不宜采用。

在应用 ^{137}Cs 剖面估算沉积速率时,除了要注意沉积物粒度变化的影响外,还应注意局部地区核污染的影响,如当地核反应堆、核动力船只的废物排放等,这些局部地区的核污染有时会干扰1963年沉积层的确定^[15]。

3 结 语

在河口港湾沉积环境条件下,用 ^{137}Cs 剖面来估算沉积物的平均沉积速率是可行的,由 ^{137}Cs 最大值法得出的平均沉积速率其精确度与可信度要好于 ^{137}Cs 起始值得出的平均沉积速率。与 ^{210}Pb 法所得的结果符合的很好。 ^{137}Cs 起始值层位与预期值偏离的大小可以为我们提供有关该站位沉积环境扰动作用强弱的信息。在应用 ^{137}Cs 剖面估算沉积速率时,

要注意沉积物粒度变化的影响

参 考 文 献

- [1] 李树庆. 中国近海放射性水平. 海洋出版社, 1987, 163~ 169.
- [2] 陈绍勇, 李文权, 施文远等. 湄洲湾沉积物的混合速率和沉积速率的研究. 海洋学报, 1988, 10: 567~ 574.
- [3] 项亮, 王苏民. ^{137}Cs 和 ^{240}Am 在滇池、剑湖沉积孔柱中的蓄积及时标意义. 湖泊科学, 1996, 8: 27~ 34.
- [4] 潘少明, 王雪瑜, John N. Smith等. 海南岛洋浦港现代沉积速率. 沉积学报, 1994, 12: 86~ 93.
- [5] He Q. and Walling, D. E. Interpreting particle size effects in the adsorption of ^{137}Cs and unsupported ^{210}Pb by mineral soil-sand sediments. J. Environ. Radioactivity, 1996, 30: 117~ 137.
- [6] McCall, P. L., et al. ^{137}Cs and ^{210}Pb transport and geochronologies in urbanized reservoir with rapidly increasing sedimentation rates. Chemical Geology, 1984, 44: 151~ 185.
- [7] Milan, C. S. et al. Assessment of the ^{137}Cs method for estimating sediment accumulation rates Louisiana salt marshes. J. of Coastal Research, 1995, 11: 296~ 307.
- [8] Oldfield F., et al. ^{241}Am and ^{137}Cs activity in fine grained Salt-marsh sediments from parts of the N. E. Irish Sea Shoreline. J. Environ. Radioactivity, 1993, 19: 1~ 24.
- [9] Robbins, J. A. and Edgington, D. N. Determination of recent sedimentation events in Lake Michigan using ^{210}Pb and ^{137}Cs . Geochim. Cosmochim. Acta, 1975, 39: 285~ 304.
- [10] Schaffner, L. C. et al. Faunal characteristics and sediment accumulation processes in the James River estuary, Virginia. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 1987, 25: 211~ 226.
- [11] Simpson, et al. Man-made radionuclides and sedimentation in the Hudson River estuary. Science, 1976, 194: 176~ 183.
- [12] Smith J. n. and Ellis, K. M., 1982 Transport mechanism for ^{210}Pb , ^{137}Cs and Pu fallout radionuclides through fluvial-marine systems. Geochim. Cosmochim. Acta, 46: 941~ 954.
- [13] Walling, D. E. et al. Use of ^{137}Cs measurements to investigate soil erosion on arable fields in the UK potential applications and limitations. J. Soil Sci. 1991, 42: 147~ 165.
- [14] Whicker J. J. ^{137}Cs in sediments of Utah Lakes and Reservoirs: Effects of elevation, sedimentation rate and fallout history. J. Environ. Radioactivity. 1994, 23: 73~ 81.
- [15] Yu, K. N., et al. Determination of sedimentation rates in Eastern Sea areas of Hong Kong with gamma-ray spectrometry. Ncl. Geophys. 1995, 9: 73~ 81.

Cs-137 Profile in Sediments in Estuaries and Its Application in Sedimentology

*Pan Shaoming*¹ *Zhu Dakui*¹ *Li Yan*² and *Xu Qigao*³

1(State Pilot Laboratory of Coast& Island Exploitation, Nanjing University, Nanjing 210093)

2(Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou 310012)

3(Department of Physics, Nanjing University, Nanjing 210093)

Abstract

Six sediment cores, collected in Yangpu Harbour on Hainan Island, Out of Xiamen Harbour in Fujian Province and Xiangshan Harbour in Zhejiang Province, were analyzed for Cs-137 activity, both the position of the peak (corresponding to the period of maximum deposition) and the position of the horizon (corresponding to the first appearance of Cs-137 in the environment) were used to determine sedimentation rates. The results showed that it is possible to use the Cs-137 profile to determine sedimentation rate in estuaries. Rates for these cores based on the position of peak of Cs-137 profile were 1.14cm/a, 1.56cm/a, 0.82cm/a, 0.75cm/a, 1.26cm/a, respectively. 1.66cm/a, which are in good agreement with that based on Pb-210 dating and rates based on the occurrence of the horizon were larger than that based on Pb-210 dating, which indicates physical mixing or reworking of sediments in estuaries.

Key Words estuary sedimentation rate Cs-137

(Continued from page 66)

Effect of Tectonic Tilt of Faulted Blocks on Lake-Level Change of Single-Faulted Continental Basins

Liu Zheng *Zen Xianbing* and *Zhang Wanxuan*

(University of Petroleum, Beijing 102200, China)

Abstract

Relative changes of lake-level in continental basins are complicated controlled by multiple variables such as tectonic subsidence, absolute lake-level change, deposit supply and climate. Perhaps the water level of lake basin is more significantly influenced by tectonic variation than that of sea basin because of the nonbalanced tectonic subsidence.

With the total water volume of lake neglected, five changes of single-faulted basins would happen while blocks tilt: (1) regression at gentle slope; (2) transgression at steep slope; (3) deepening of water body in the centre of a lake; (4) broadness of lake-level and (5) growth of capacity. Some practical data have proven these preliminary conclusions.

Key Words tectonic tilt lake level transgression regression accommodation