

青岛胶州湾表层沉积物五种重要放射性同位素的测定

李培泉

(中国科学院海洋研究所)

苗绿田

(青岛港务局)

刘志和

(山东医学科学研究所)

自然界中广泛分布着许多天然放射性同位素, 它们主要的是铀系、钍-镭系和钍系元素, 除母体 ^{238}U 、 ^{232}Th 和 ^{235}U 外, 还有一系列的不同半衰期的子体元素。研究它们的含量分布及运动规律是地球化学的重要内容。在这些元素中, 有的可以用来测定地质的年龄, 因而它是地质研究的重要工具。过去几十年, 世界规模的氢弹、原子弹试验污染了大气。目前, 除半衰期较短的同位素已衰变之外, 还有一些半衰期较长的同位素仍然存在于地球界质中。例如 ^{239}Pu 、 ^{137}Cs 和 ^{90}Sr 等核素。测定这些核素对于了解人工放射性核素污染的消长规律和评价核试验对环境的影响是有意义的。1985年我们测定了胶州湾表层沉积物中U、Ra、Th、 ^{40}K 和 ^{137}Cs 含量, 了解了它们的分布状况和现有水平, 讨论了它们之间的关系和变化以及影响它们分布的因素。

一、实验方法

根据上述元素的 γ 谱特性, 我们用8180-4KGe(Li) γ 谱仪测定了它们的强度。该设备对 ^{60}Co 1.33MeV的能峰半宽度为1.94keV, 相对效率为25%, 峰康比为49.5:1。为了测定样品的含量, 我们用矿粉和 ^{137}Cs 溶液配制了标准源, 其比度为U: $2.94 \times 10^{-5} (\text{g/g})$; U-

Ra: $1.72 \times 10^{-5} (\text{g/g})$ (U) 和 $5.56 \times 10^{-12} (\text{g/g})$ (Ra); Th: $1.75 \times 10^{-5} (\text{g/g})$; KCl: $3.89 \times 10^{-2} (\text{g/g})$; ^{137}Cs : $3.33 \times 10^{-11} \text{Ci/g}$ 。样品在 110°C 下烘干后研细, 通过60目筛, 取470g放进环形杯中, 送入Ge(Li) γ 探测器, 直接测 γ 射线, 测量时间为 10^4s 。U、Ra、Th、 ^{40}K 和 ^{137}Cs 的特征峰分别为93keV (U $\times 1$), 352keV (RaB), 238.6keV (ThB), 1460.8

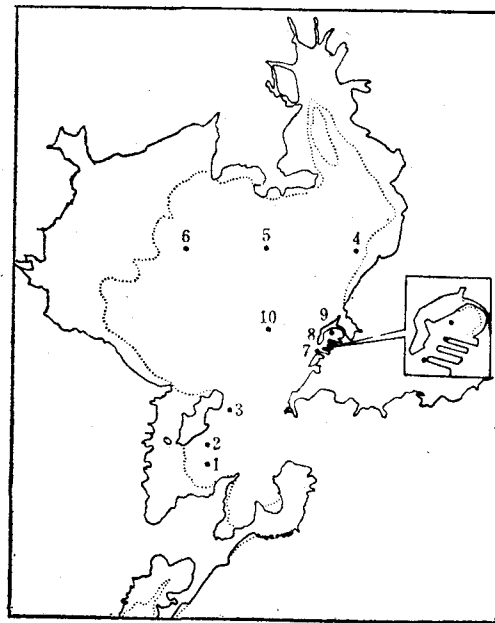


图1 胶州湾采样站位
Fig.1 The sampling stations of sediments in Jiaozhou Bay

keV和662keV, 用全能峰面积法计算峰面积。

表2列出了1985年在青岛胶州湾9个站位所取表层沉积物的同位素测定结果。

二、结果与讨论

采样站位如图1所示。表层沉积物是用普通采泥器进行的。

U: 胶州湾表层沉积物的U含量波动在 $(0.81-2.13) \times 10^{-6} \text{g/g}$ 之间, 平均值为 $1.48 \times 10^{-6} \text{g/g}$ 。由表2可以看出, U的含量除10号站偏低, 6, 7, 8号站较高以外, 其余

表1是胶州湾沉积物的有关资料。

表1 青岛胶州湾表层沉积物有关资料

Tab. 1 The data on surface sediment in Jiaozhou Bay

站号	经纬度		取样日期 (1985年)	沉积物描述	含水量干/湿	
	N	E			(%)	(%)
1	36°00'53"	120°13'33"	4月22日	灰褐色, 含少量蛤皮; 干样难溶于水, 褐色。	43	57
2	36°01'42"	120°13'33"	4月29日	含大量蛤皮, 灰色; 干样易溶于水, 均匀。	31	69
3	36°03'00"	120°14'24"	4月21日	含少量蛤皮和石头; 干样易溶, 黄色、细。	31	69
4	33°09'00"	120°20'03"	5月15日	含大量蛤皮; 干样易溶, 淡灰, 细泥。	27	73
5	36°09'00"	120°16'00"	5月15日	含微量沙; 干样易溶, 细泥, 暗灰。	42	58
6	36°09'00"	120°12'00"	4月22日	黄褐色, 粒细。	47	53
7	33°05'15"	120°18'30"	5月3日	暗灰色, 干样坚硬, 无蛤皮。	52	48
8	33°05'30"	120°19'00"	5月3日	暗灰色, 干样坚硬, 无蛤皮。	43	57
9	36°05'45"	120°19'00"	5月3日	黄色软泥, 无杂物, 干样灰色、粗大。	39	61
10	33°03'00"	120°15'00"	5月3日	含大量蛤皮, 细泥, 淡灰色	34	66
平均					38.9	61.1

表2 青岛胶州湾表层沉积物样品 γ -谱分析结果¹⁾

Tab. 2 The content and intensity of U, Ra, Th, ^{40}K and ^{137}Cs in surface sediment in Jiaozhou Bay

样品号	含量与强度	U	Ra	Th	^{40}K		^{137}Cs
		$\times 10^{-6} \text{g/g}$	$\times 10^{-13} \text{g/g}$	$\times 10^{-6} \text{g/g}$	$\times 10^{-6} \text{g/g}$	pCi/g	$\times 10^{-1} \text{pCi/g}$
2		1.30 ± 0.12	6.64 ± 0.12	9.16 ± 0.10	2.81 ± 0.03	19.78	1.29 ± 0.05
3		1.45 ± 0.13	6.20 ± 0.12	10.01 ± 0.10	2.92 ± 0.03	20.56	1.83 ± 0.05
4		1.18 ± 0.13	8.82 ± 0.14	12.36 ± 0.11	2.99 ± 0.03	21.05	12.4 ± 0.05
5		1.52 ± 0.13	7.27 ± 0.12	9.99 ± 0.10	2.48 ± 0.03	17.46	1.48 ± 0.05
6		1.98 ± 0.13	7.15 ± 0.12	9.33 ± 0.10	2.60 ± 0.03	18.30	2.25 ± 0.06
7		2.13 ± 0.15	10.54 ± 0.15	14.29 ± 0.12	2.52 ± 0.03	17.74	2.17 ± 0.06
8		1.79 ± 0.13	8.25 ± 0.13	11.20 ± 0.11	2.87 ± 0.03	20.20	2.28 ± 0.06
9		1.20 ± 0.13	8.41 ± 0.13	11.18 ± 0.11	2.66 ± 0.03	18.73	2.66 ± 0.03
10		0.81 ± 0.12	7.68 ± 0.13	10.15 ± 0.10	2.99 ± 0.03	21.05	1.32 ± 0.05
平均值		1.48	7.88	10.85	2.76	19.43	1.59

1) 沉积物均以干重表示, 即用 $\text{g}/(\text{g} \cdot \text{d} \cdot \text{w})$, $\text{pCi}/\text{g} \cdot \text{d} \cdot \text{w}$ 表示或用 g/g , pCi/g 表示。

表3 通过不同筛孔的沉积物(过60目和200目筛)其U、Th的含量和比值
Tab.3 The contents and ratio of U and Th in different grain size
sediments (60 and 200 mesh)

海 区	U $\times 10^{-6}$ g/g		Th $\times 10^{-6}$ g/g		Th/U	
	60目	200目	60目	200目	60目	200目
胶州湾 (共10个站样品的平均值)	1.48	2.53	10.85	14.3	7.3	5.7

几个站基本上是一致的。从表1得知:高U量 and 低U量可能主要是沉积物类型不同造成的。7, 8, 6号站沉积物的特点是暗灰色, 微细, 烘干之后, 非常坚硬, 且无生物残骸, 说明这些沉积物是由致密粘土组成的, 而这种类型的沉积物有利于U的富集。沉积物中U的含量是随着粒度的减小而增加的, 我们曾将同一站位的沉积物用60目和200目筛过筛, 然后将此样品进行测定, 所测结果如表3所示。

从表3可以看出, 筛孔愈小, U含量愈高。通过200目筛的样品的U值比通过60目筛的样品增加了42% (Th值增加了24%)。虽然U、Th都能在微细结构物质中得到富集, 但是不同的是同位素富集能力并不一样, 很显然U比Th的富集能力更强。

表2中的10号站U值最低可能是因为这个站位生物活动频繁, 沉积物经常处于运动之中, 不利于U的富集。

Th: 胶州湾沉积物Th的含量波动在 $(9.16-14.29) \times 10^{-6}$ g/g之间, 平均值为 10.85×10^{-6} g/g。Th的分布是港区7, 8, 9号等站偏高, 其它站位相似, 可能与沉积物较细, 不易与外界物质交换, 从而较易富集同位素有关。Th的含量与大陆物质页岩的含量 $(12 \pm 1 \text{ ppm})$ 是非常一致的, 说明胶州湾沉积物Th

的组成具有显明的页岩性质。

Ra: 胶州湾表层沉积物中的Ra波动在 $(6.20-10.54) \times 10^{-13}$ g/g之间, 平均值为 7.88×10^{-13} g/g, 和Th相似。Ra的分布除4, 7, 8, 9, 各站位较高外, 其它各站都是较均匀的, 各站位之间出现的差别, 也主要是沉积物的组成和粒度不同等因素造成的 (参见表1)。

Th/U和U/Ra比值: 表4是青岛胶州湾沉积物的Th/U比和U/Ra比。

由表4可以看出: 各站位的Th/U比值波动在4.71—12.53之间, 平均值为7.8。此值高于页岩的正常比值4.0。如前所述, 胶州湾Th值和页岩Th值相似, 但U值偏低, 其原因有待进一步研究。

U/Ra比值波动在 $(1.05-2.77) \times 10^6$ 之间, 平均值为 1.88×10^6 , 此值比平衡的矿物中的比值 (2.94×10^6) 小得多, 这一现象也说明了U在胶州湾偏低。

^{40}K : 胶州湾沉积物中 ^{40}K 的含量平均值为 2.76×10^{-6} g/g, 其放射性波动在17.46—21.05 pCi/g之间, 平均值为19.43 pCi/g。

^{40}K 的分布与Th、U不同, 在各站位更趋于均匀分布, 这和中国近海区 ^{40}K 的分布规律是一致的。说明了中国近海沉积物中的K, 由于其本身的活泼性, 加之海洋动力学等因素的长期

表4 青岛胶州湾沉积物的Th/U比和U/Ra比
Tab.4 The ratio of Th/U and U/Ra in sediments in Jiaozhou Bay

站 号	2	3	4	5	6	7	8	9	10	总平均
Th/U	7.05	6.90	10.47	6.57	4.71	6.71	6.26	9.32	12.53	7.8
U/Ra ($\times 10^6$)	1.96	2.34	1.34	2.01	2.77	2.02	2.17	1.43	1.05	1.88

影响,因而均匀地分布在各海区,同时也说明了在海洋中缺乏控制K分布的特征因素。

^{137}Cs : ^{137}Cs 系人工放射性核素,它是核武器试验的产物,在核电站和核设施周围也存在 ^{137}Cs 。它的半衰期为33年,是环境监测的重要核素之一。

从几个站位测定的结果看出: ^{137}Cs 的污染是比较高的,其值波动在 $(0.49-2.28) \times 10^{-1}\text{pCi/g}$ 之间,平均值为 $1.59 \times 10^{-1}\text{pCi/g}$,即 159pCi/kg 。这和我国其它近海区的污染值是相似的,如渤海湾,福建沿岸和温州沿岸等。

我们认为,污染较高的原因是与胶州湾的地形和底质组成及水交换能力差等因素有关的。胶州湾 ^{137}Cs 的主要来源是大气沉降, ^{137}Cs 进入海水之后,一方面随着潮流和海流运动而与外海进行交换,一方面和海底界面发生交换并被沉积物吸附。由于前一作用较差,故水中的 ^{137}Cs 就在沉积物中得到富集。在外海由于水体运动增强,因而稀释也加快。同时由于水较深, ^{137}Cs 从表层进入底层也较慢,因此,底层的 ^{137}Cs 值普遍低于沿海地区。

三、小 结

1. 青岛胶州湾表层沉积物的U、Ra、

Th、 ^{40}K 和 ^{137}Cs 含量和强度平均值分别为 $1.48 \times 10^{-6}\text{g}/(\text{g} \cdot \text{d} \cdot \text{w})$; $7.88 \times 10^{-13}\text{g}/(\text{g} \cdot \text{d} \cdot \text{w})$; $10.85 \times 10^{-6}\text{g}/(\text{g} \cdot \text{d} \cdot \text{w})$; $2.76 \times 10^{-6}\text{g}/(\text{g} \cdot \text{d} \cdot \text{w})$ ($19.43\text{pCi}/(\text{g} \cdot \text{d} \cdot \text{w})$) 和 $159\text{pCi}/(\text{kg} \cdot \text{d} \cdot \text{w})$ 。从同位素组成看出胶州湾沉积物主要是由页岩型的陆源物质所组成。

2. U、Ra和Th的分布规律基本上一致,其值大小主要受粒度所控制,相比之下,U值偏低,可能存在着降低U的因素。K的分布比较均匀,其它因素对其影响不大。

3. 在我国海区 ^{137}Cs 的污染属高值,说明在封闭性的海湾区, ^{137}Cs 与外海水的交换较慢,并且易于富集在沉积物中。

参 考 文 献

- [1] 刘志和、赵淑权, 1983. 用Ge(Li) γ 谱仪测定海底沉积物中 ^{137}Cs 、 ^{40}K 、U、Ra、Th的方法研究。海洋科学1:21—24。
- [2] 李培泉、刘志和、卢光山、苏协铭, 1983. 渤海近岸区沉积物中U、Ra、Th、 ^{40}K 、 ^{137}Cs 的Ge(Li) γ 谱仪测定及地球化学研究。海洋与湖泊14(4):333—341。
- [3] 李培泉、卢光山、刘志和、苏协铭, 1985. 冲绳海槽沉积物中人工放射性 ^{137}Cs 的分布规律。海洋科学9(4):32—35。

THE DETERMINATIONS OF FIVE IMPORTANT RADIOISOTOPES IN SURFACE SEDIMENT IN JIAOZHOU BAY

Li Peiquan

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

Miao Lutian

(Qingdao Port Authority)

Liu Zhihe

(Shandong Institute of Medical Science)

Abstract

The contents and intensity of U, Ra, Th, ^{40}K and ^{137}Cs in surface sediments in Jiaozhou Bay were determined with 8180-4K Multichannel Ge(Li) γ spectrometer in 1985. The mean value and intensity of five isotopes is $1.48 \times 10^{-6}\text{g}/(\text{g} \cdot \text{d} \cdot \text{w})$, $7.88 \times 10^{-13}\text{g}/(\text{g} \cdot \text{d} \cdot \text{w})$, $10.85 \times 10^{-6}\text{g}/(\text{g} \cdot \text{d} \cdot \text{w})$, $2.76 \times 10^{-6}\text{g}/(\text{g} \cdot \text{d} \cdot \text{w})$ and 159pCi/kg , respectively. Their distribution is uniform in sediment of Jiaozhou Bay. The variation of concentration is mainly related to grain size of sediment and biological activity in sediment. In generally, the concentration of U is lower in this region than in other region in China Seas, the concentration of Ra, Th and U is higher in port zone than in other zone in Jiaozhou Bay. The pollution of ^{137}Cs is serious in sediment of Jiaozhou Bay than in the open sea.