

研究简报

长江口、杭州湾表层沉积物中汞的地球化学行为

陈敏仪 朱旭

(国家海洋局东海环境监测中心, 上海)

海洋沉积物中汞的分布及其存在形式的研究, 可以为探明汞在该海域中的迁移机制、最后归宿以及在本海域的自净容量提供科学依据, 以便更好地进行海洋环境保护和执法管理。

1. 样品的采集和处理

于1985年7—8月采样。采样站位见图1。沉积物样品用曙光 HNM1-2 型采泥器采集后, 装入塑料袋, 带回实验室。经风干后过160目筛, 放干燥器贮存。

2. 分析方法

样品用 $1:1\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\%\text{KMnO}_4$ 沸水浴消化2小时后, 用冷原子荧光测汞仪测定。

有机质含量、悬浮颗粒物含量、沉积物粒度 ($\text{Md}\phi$) 等分析, 见《海洋调查规范》¹⁾。

3. 结果与讨论

所有25个站位表层沉积物汞的测定结果见表1。汞的浓度变化范围为 $0.0104\text{--}0.0565\text{mg/kg}$, 平均值为 0.0352mg/kg 。

同其他河口表层沉积物中汞含量相比, 两江口的数值接近一般河口的水平。Williams 等^[6]测定南极海表层沉积物中汞的浓度值为 $0.009\text{--}0.034\text{mg/kg}$ 。Campbell 等^[4]对加拿大巴芬湾表层沉积物中汞的测定值为 $0.021\text{--}0.110\text{mg/kg}$, 郑舜琴等^[3]测定的渤海湾表层沉积物的汞含量为 $0.025\text{--}0.170\text{mg/kg}$, 均与本调查结果接近。

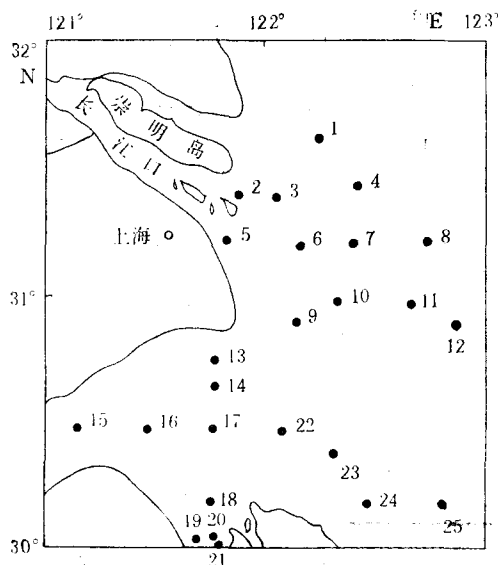


图1 站位图

Fig. 1 The sampling stations

收稿日期: 1986年7月31日。

1) 海洋污染调查暂行规范。国家海洋局, 北京。

2) 海洋调查规范。国家海洋局, 北京。

本调查的结果同过去两江口表层沉积物的测定结果比较, 1978 年东海污染调查测定的两江口底质总汞为 $0.06-0.07\text{mg/kg}$; 吴瑜端等 1976 年^[2]对长江口海域 22 个站点底质汞测定结果浓度范围是 $0.022-0.210\text{mg/kg}$; 1984 年东海环境监测调查测定的结果为 $0.016-0.201\text{mg/kg}$ 。均未发现有增加的趋势。

表 1 沉积相、水体相、悬浮体中汞含量的测定结果

Tab. 1 The contents of mercury in the sediments, water and suspended particles

站 号	沉积相中汞含量 ($\times 10^{-2}\text{mg/kg}$)	水体中汞含量 ($\mu\text{g/L}$)	悬浮体汞含量 (g/L)
1	3.39	0.012	0.0034
2	1.04	0.015	—
3	1.64	0.021	0.0505
4	3.29	0.017	0.0095
5	5.00	0.037	0.1600
6	4.16	0.052	0.0168
7	1.05	0.022	0.0110
8	3.62	0.041	0.0002
9	4.58	0.026	0.0260
10	3.99	0.036	0.0085
11	5.14	0.029	—
12	4.08	0.020	0.0250
13	3.53	0.023	0.0260
14	1.62	0.025	0.0250
15	2.25	0.006	0.0585
16	5.65	0.059	0.1390
17	4.71	0.024	0.0645
18	2.84	0.009	0.0300
19	3.24	0.007	0.0185
20	3.83	0.005	0.0120
21	3.00	0.013	0.0045
22	5.29	0.020	0.0575
23	3.04	—	0.0105
24	5.64	0.028	—
25	2.36	0.006	0.0130

从表 1 可以看出, 两江口水域水体中汞的含量是 $0.005-0.059\mu\text{g/L}$, 表层沉积物中汞的含量是水体中的 $2.08 \times 10^3-1.04 \times 10^3$ 倍, 说明两江口表层沉积物对汞具有很高的富集能力。

将沉积汞的含量同沉积物中有机质含量进行回归分析, 两者相关系数为 0.67, 大于临界值 0.51 (可信度 99%, $n = 25$), 两者成正相关(图 2)。相关方程为:

$$Y_{\text{沉积汞}} = 1.35 + 3.11X_{\text{有机质}}$$

同样将沉积汞同悬浮颗粒物浓度进行回归分析, 两者的相关系数 $r = 0.495$, 大于临界值 0.492 (可信度 98%, $n = 23$), 两者成正相关(图 3)。相关方程为:

$$Y_{\text{沉积汞}} = 2.96 + 14.4X_{\text{悬浮体}}$$

从沉积物能富集大量的汞以及表层沉积物中的汞同沉积物中的有机质、海水中悬浮

颗粒物质浓度呈正相关关系说明,汞在长江口、杭州湾的迁移、转化机制,主要是受到液-固界面反应的控制^[5]而且固相的化学组成对反应有直接的影响。

将表层沉积物中汞含量同沉积物粒度(Md_{ϕ})进行回归分析,两者相关系数 $r = 0.534$, 大于临界值 0.492 (可信度 98%, $n = 23$), 两者成一正相关(图 4)。相关方程为:

$$Y_{\text{沉积汞}} = 0.56 + 0.50X_{Md_{\phi}}$$

由于长江口、杭州湾的环境条件较为复杂,粒度的大小不仅决定了比表面积,而且影响了沉积物中有机质和水合氧化物的含量。因而粒度对汞的吸附影响是由多种因素决定的。本次调查结果同许昆灿等的^[1]结论类似。

由于环境因素总是同时起作用的,为此,为了全面衡量各个环境因子所起的作用,我

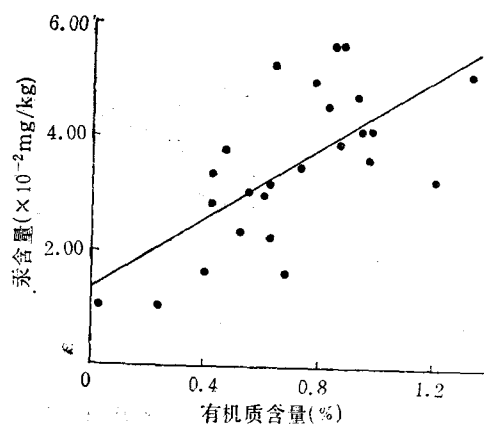


图 2 沉积物中汞含量与有机质含量关系

Fig. 2 The correlation between the mercury content and organic matter content in the sediments

表 2 正规化后的数据

Tab. 2 The standardized data

站号	沉积物中汞含量 $y_i - y_{\min}$ $y_{\max} - y_{\min}$	沉积物中有机质含量 $X_{1i} - X_{1\min}$ $X_{1\max} - X_{1\min}$	悬浮体含量 $X_{2i} - X_{2\min}$ $X_{2\max} - X_{2\min}$	Md_{ϕ} $X_{3i} - X_{3\min}$ $X_{3\max} - X_{3\min}$
1	0.479	0.015	0.020	0.481
3	0.000	0.000	0.315	0.279
4	0.452	1.000	0.058	0.987
5	0.921	0.427	1.000	0.563
6	0.690	0.707	0.104	1.000
8	0.542	0.700	0.000	0.635
9	0.805	0.522	0.161	0.938
10	0.644	0.577	0.052	0.956
12	0.668	0.666	0.155	0.338
13	0.518	0.399	0.161	0.951
15	0.167	0.288	0.365	0.501
17	0.841	0.633	0.402	0.820
18	0.329	0.018	0.186	0.686
19	0.438	0.277	0.115	0.422
20	0.600	0.072	0.738	0.000
21	0.373	0.248	0.027	0.551
22	1.000	0.280	0.359	0.817
23	0.384	0.179	0.0645	0.815
25	0.197	0.138	0.0801	0.679
	$\bar{y} = 0.529$	$\bar{X}_1 = 0.376$	$\bar{X}_2 = 0.195$	$\bar{X}_3 = 0.654$

们对各个环境因子进行多元回归分析,对其影响进行综合评价。为了直接从回归方程的

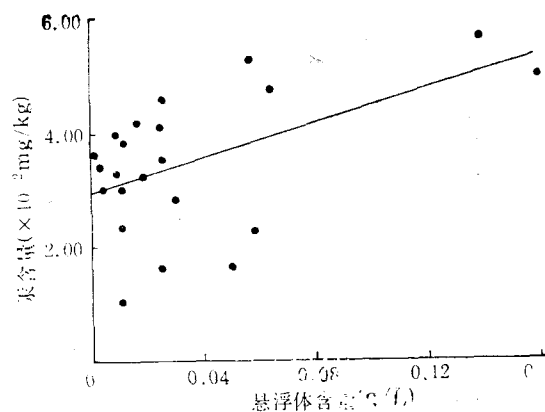


图3 沉积物中汞含量与水体中悬浮体含量关系

Fig. 3 The correlation between the mercury content in the sediments and the suspended particles content in sea water

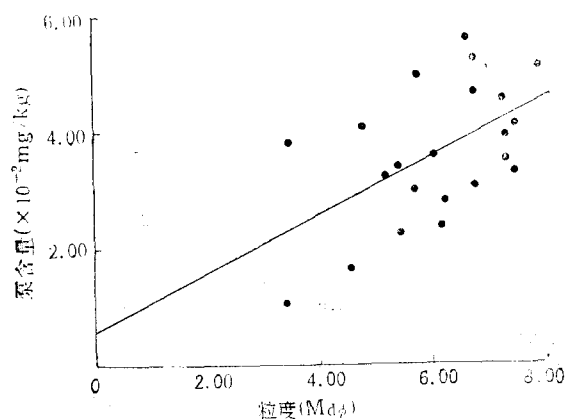


图4 沉积相中汞同粒度的关系

Fig. 4 The correlation between the mercury content in the sediments and the grain size of the sediments

表3 多元回归结果的误差及显著性检验

Tab. 3 The error of multivariate analysis and the test of notability

回归参数	总误差Q	总相关系数	总F检验	因变量平均值
15,3	0.816	0.58	2.57	35.2

注: 三因子的可信度取90%, 标准F值=2.49(参数15,3)。

系数判断各个环境因子作用的大小, 我们将数据正规化(表2), 回归结果见表3。

回归方程为:

$$\text{Hg} = 0.39\text{有机物} + 0.42\text{悬浮体} + 0.077\text{Md}_\phi + 0.81$$

回归结果表明, 三个环境因子相对贡献的大小依次为: 悬浮颗粒物 $\approx$ 有机物 $>$ 粒度。

综上所述,长江口、杭州湾水体中汞含量至今未发现明显增加的趋势,这可能是由于内陆径流携带着大量的有机颗粒物吸附了大量水体中的汞,并在河口海域絮凝、沉降的原因。这正是长江口、杭州湾海域水体的一种自净过程。

参 考 文 献

- [1] 许昆灿等,1982. 长江口沉积物中重金属的含量分布及其与环境因素的关系. 海洋学报 4(4): 440—449.
- [2] 吴瑜端,1976. 长江海域有害重金属的转移机理. 海洋与湖沼 9(2): 168—182.
- [3] 郑舜琴,张淑美,1985. 渤海湾沉积物中的汞. 海洋与湖沼 16(2): 121—126.
- [4] Campbell, J. A. and D. H. Loring, 1980. Baseline levels of heavy metals in the waters and sediments of Baffin Bay. *Mar. Pollut. Bull.* 11(9): 257—260.
- [5] Krauskopf, K. B., 1956. The factors for contents of thirteen rare elements in sea water. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 9(1): 1—32.
- [6] Williams, P. M., K. J. Robertson, K. Chew et al., 1974. Mercury in the south seas and in the Northeast Pacific Ocean. *Mar. Chem.* 2(4): 287—299.

GEOCHEMICAL BEHAVIOR OF MERCURY IN SEDIMENTS OF CHANGJIANG RIVER ESTUARY AND HANGZHOU BAY

Chen Minyi and Zhu Xu

(East China Sea Division for Environmental Protection Management, SOA, Shanghai)

ABSTRACT

Mercury content in the sediment samples taken from 25 stations of Changjiang River and Hangzhou Bay in July-August 1985 were determined by Cold-Vapour Atomic Fluorescence Spectrometry. The results indicate that the range of concentration of total mercury varied from 0.0104—0.0565 mg/kg, with an average of 0.0352 mg/kg. Compared with the mercury contents in the sediment of the same area determined before, no increases has been found.

The correlation between the mercury contents and other environmental factors such as organic matter contents of sediments, suspended particle matter contents in sea water, grain size of sediment have been discussed. Multivariate analysis technique has been employed to identify the effects of three environmental factors controlling the distribution of mercury in sediments. The regression equation of the concentration of mercury in the Changjiang River and Hangzhou Bay sediments is as follow:

$$\text{Hg} = 0.39\text{org} + 0.42\text{ss} + 0.077\text{Md}\phi + 0.81.$$

关键词

汞 沉积物 长江口 杭州湾 地球化学行为