

渤海湾沉积物中的汞*

郑舜琴 张淑美

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

提 要

本文采用 $H_2SO_4-KMnO_4-K_2S_2O_8$ 快速消化, 然后用冷原子荧光测汞仪测定汞的方法, 测定了渤海湾海域 27 个站的表层沉积物中的汞含量。结果表明, 表层沉积物中汞的浓度为 0.025 至 0.170 mg/kg, 平均为 0.054 mg/kg。水平分布以蓟运河口为最高, 湾西部比湾中部高些。

沉积相中的汞含量与沉积相中有机质含量和水体中悬浮体含量成正相关, 而与盐度成负相关。

海洋沉积物中汞的分布及其存在形态的研究, 对于探明汞在海洋中的转移变化规律、评价海域对汞的自净能力以及防治汞的污染等均有重要意义。本文根据作者 1981 年调查资料, 报告渤海湾沉积物中汞的含量及分布情况。

样品采集和分析方法

1. 样品采集和处理

1981 年 8 月 21—27 日在渤海湾 27 个站位 (见图 1) 采集了沉积物和海水样品。表层沉积物样品用大洋-50 型表面采泥器采集, 贮存于塑料瓶内运回实验室, 经真空干燥, 再用玛瑙研钵研细, 过 100 目筛后在干燥器内贮存。表层水样用塑料桶采集, 直接注入玻璃瓶内, 用浓 HNO_3 , H_2SO_4 酸化至 pH 1, 保存作总汞测定。另取水样 1 升经 0.45μ 的醋酸纤维膜过滤, 滤膜及悬浮体保存作颗粒汞测定。

2. 分析方法

沉积物样品中汞的分析——称取上述处理好的沉积物样品 0.5g, 用 $H_2SO_4-HNO_3-KMnO_4-K_2S_2O_8$ 快速消化¹⁾, 然后用冷原子荧光测汞仪测定汞。

沉积物中有机质的测定方法见文献[1]。

悬浮体的测定方法见文献[2]。

水体中总汞和颗粒汞的测定见有关资料²⁾。

盐度是用电导盐度仪测定。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 113 号。沉积物样品、有机质数据、悬浮体数据由马锡年、李全生、沈万仁提供, 盐度由本所物理室水文组测定, 在此致以感谢。

收稿日期: 1983 年 1 月 17 日。

1) 周家义等, 1978。底质中总汞的测定。环境科学情报资料。第 9 辑: 36。

2) 郑舜琴、张淑美, 1981。渤海湾海水中汞的含量。海洋湖沼及环境水污染学术会议摘要。

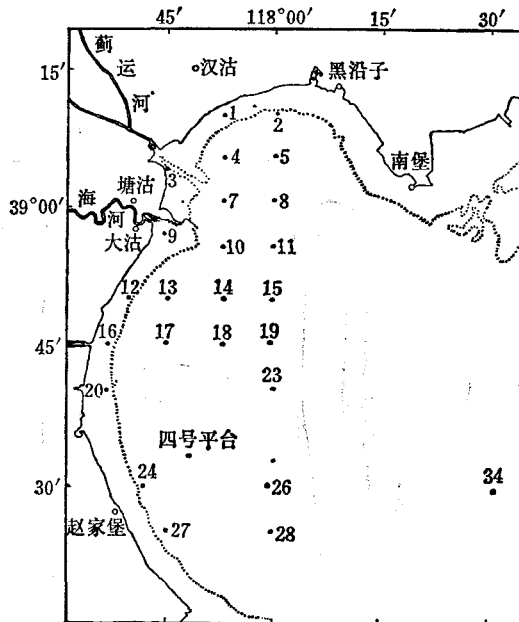


图1 站位图

结果与讨论

采集的 27 个站位表层沉积物中总汞的分布结果见表 1, 汞的浓度变化范围 0.025—0.170 mg/kg, 平均为 0.054 mg/kg。水平分布以蓟运河口 0.170 mg/kg 和 3 号站 0.100 mg/kg 为最高; 湾西部近岸沉积物中汞含量为 0.047—0.064 mg/kg; 由此向东汞含量为 0.026—0.032 mg/kg。

吴瑜端在 1976 年^[3]对长江口海域 22 个站位底质中汞测定的结果表明, 其浓度变化范围为 0.022—0.210 mg/kg, 平均值为 0.031 mg/kg。Aston 等 (1972)^[4]对北大西洋深海沉积物中汞的测定结果平均值为 0.410 mg/kg。Bostrun 和 Fisher (1969)^[5]发现在东太平洋沉积物中汞的浓度有较大变化, 最高值可达 0.400 mg/kg, 他们认为这是由于火山爆发过程引起的。Williams 等 (1974)^[12]测定南极海表层沉积物中汞浓度的值在 0.009—0.034 mg/kg 之间。而 Williams 和 Weiss (1973)^[11]在远离南方加利福尼亚的沉积物中测得含汞量为 0.03 mg/kg。Taylor (1976)^[10]发现未被污染河口沉积物中含汞量为 0.03—0.017 mg/kg。Campbell 等 (1980)^[6]对加拿大的巴芬湾沉积物中汞的测定浓度为 0.021—0.110 mg/kg。

与上述区域沉积物中汞浓度相比, 渤海湾表层沉积物中汞的浓度接近一般河口水平。从蓟运河口沉积物中汞含量高, 湾中部低的分布趋势表明, 渤海湾底质中的汞含量显然与流入海湾的河流及陆源物质的影响有关。

表 1 表明渤海湾水体中的汞浓度变化范围为 0.009—0.023 $\mu\text{g}/\text{l}$, 而底质中的汞浓度变化范围为 0.025—0.170 mg/kg。由此表明渤海湾沉积相对汞的富集能力很强, 达 3×10^3 — 7×10^3 倍。

将沉积相中汞含量与相应站位水体中的颗粒态汞作一统计学处理, 结果二者的相关

表 1 渤海湾沉积相和水相中汞的含量

站 号	沉积物中汞含量 (mg/kg)	沉积物中有机质含量 (%)	水体中总汞含量 ($\mu\text{g/l}$)	悬浮体含量 (g/l)	颗粒汞含量 ($\mu\text{g/l}$)	盐度 (%)
1	0.041	0.95	0.015	0.0083	0.007	30.855
2	0.025	0.97	0.014	0.0391	0.005	31.924
3	0.100	0.81	0.021	0.0222	0.011	27.654
4	0.090	1.34	0.021	0.0110	0.010	31.064
5	0.033	1.18	0.014	0.0119	0.003	31.710
7	0.091	1.11	0.009	0.0095	0.006	30.622
8	0.034	1.28	0.016	0.0122	0.003	32.002
9	0.060	0.68	0.012	0.0443	0.005	28.461
10	0.041	1.05	0.015	0.0138	0.007	31.539
11	0.028	0.89	0.013	0.0104	0.015	31.568
12	0.048	1.24	0.009	0.0115	0.005	29.816
13	0.047	0.95	0.011	0.0112	0.003	31.504
14	0.040	1.04	0.012	0.0186	0.004	31.322
15	0.031	1.05	0.008	0.0114	0.001	31.410
16	0.064	1.04	0.011	0.0127	0.006	29.090
17	0.101	1.43	0.011	0.0119	0.005	31.560
18	0.026	1.07	0.008	0.0086	0.003	31.271
19	0.026	1.12	0.008	0.0081	0.006	31.092
20	0.057	1.11	0.014	0.0427	0	29.119
23	0.038	0.94	0.021	0.0081	0	31.352
24	0.040	1.03	0.013	0.0348	0.002	29.379
26	0.036	1.12	0.011	0.0105	0.003	31.403
31	0.029	1.18	0.012	0.0083	0.005	31.453
34	0.032	1.00	0.026	—	0.003	31.397
A	0.086	1.05	0.023	0.0433	0.012	12.691
B	0.170	1.54	0.021	0.0993	0.022	19.488
四号平台	0.038	1.15	0.014	0.0189	0	31.139

系数 $r = 0.681$, 大于临界值 0.496 (信度 1%, $n = 27$) 这说明渤海湾表层沉积物中汞含量与相应的颗粒汞浓度之间有一明显的正相关(见图 2):

$$Y_{\text{沉积汞(mg/kg)}} = 0.031 + 4.143 X_{\text{颗粒汞}(\mu\text{g/l})}$$

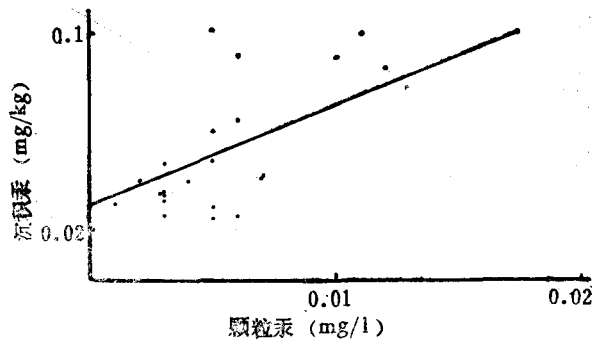


图 2 底质中汞含量与水体中颗粒汞的关系
(图中颗粒汞 mg/l 应为 $\mu\text{g/l}$)

将渤海湾沉积相中的汞含量与沉积相中有机质含量, 水体中的悬浮体含量和盐度分别作统计学处理。

首先将沉积相中的汞含量与相应站位沉积相中的有机质含量共 27 组数据作统计学处理, 得出二者的相关系数 $r = 0.452$ 大于相应临界值 0.381 (信度 5%)。沉积相中的汞含量与有机质含量有一正相关(见图 3):

$$Y_{\text{沉积汞(mg/kg)}} = -0.037 + 0.084X_{\text{有机质(%)}}$$

沉积相中汞含量与相应站位水体中悬浮体含量数据作统计学处理, 得出两者相关系数 $r = 0.647$ 大于相应临界值 0.496 (信度 1%, $n = 26$), 二者成正相关(见图 4):

$$Y_{\text{沉积汞(mg/kg)}} = 0.032 + 1.1X_{\text{悬浮体(g/l)}}$$

沉积相中汞含量与盐度的关系, $r = 0.642$ 临界值 0.487 (信度 1%, $n = 27$)。二者成负相关(见图 5):

$$Y_{\text{沉积汞(mg/kg)}} = 0.2 - 0.005X_{\text{盐度(%)}}$$

图 3 沉积相中汞含量与有机质含量的关系

从沉积物界面能富集大量汞及图 2, 4 结果表明, 在渤海湾海域中汞元素的转移、扩散过程主要是受液-固界面反应所控制^[8]。由图 3 表明, 沉积物中汞含量随有机质的增加而明显升高, 这说明在固液界面反应中, 除了与水体中悬浮固体相浓度密切相关外, 同时与固相的化学组成有关, 这一结果与 Lindberg 等(1975)^[9] 对墨西哥湾河口环境中汞的地球化学研究所指出的, 自然有机物与汞之间的相互作用控制着汞在河口环境的转移和沉积

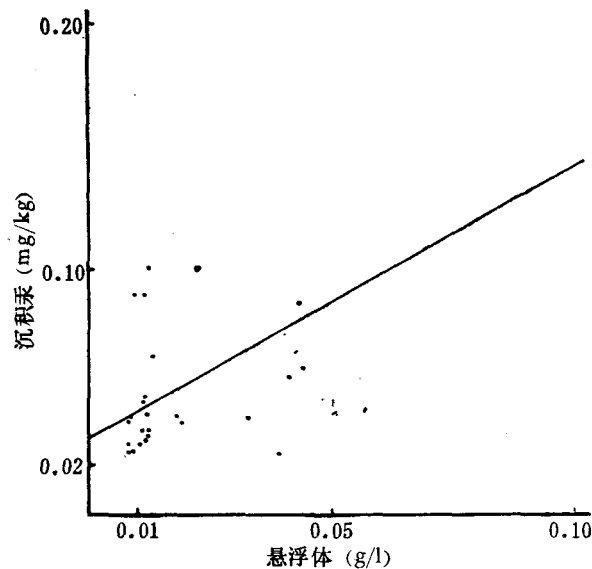
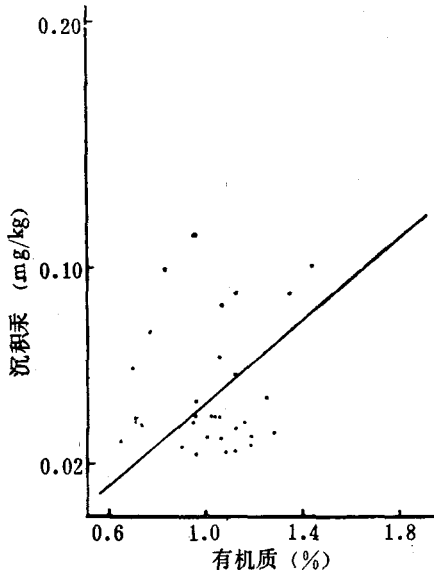


图 4 沉积物中汞含量与水体中悬浮体含量的关系

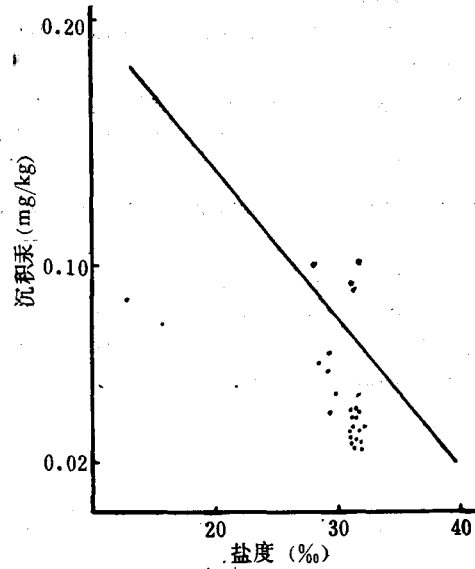


图5 沉积物中汞含量与水体中盐度的关系

的结论相似。Gardiner (1974)^[7]利用河泥、粘土、腐殖酸和高岭土等以标记汞进行试验,结果表明,腐殖质的吸附能力比粘土和高岭土高,进一步证明腐殖质对汞的吸附起着重要作用。

多年来,对渤海湾海区水体中汞含量测定结果均未超过国家卫生指标,这表明与汞结合的有机颗粒物在河口区不仅受水化学作用絮凝沉降,同时因在河口流速降低,悬浮体因动力不稳定而堆积,从而形成在河口区沉积物中汞含量最高,而在渤海湾中部沉积物中汞含量最低的一个梯度分布。

综上所述,渤海湾沉积物中汞浓度的变化范围为 0.025—0.170 mg/kg, 平均为 0.054 mg/kg。从汞浓度的分布表明,渤海湾底质中的汞含量显然与流入海湾的河流及陆源影响有关。渤海湾区域中汞主要受液-固界面反应所控制。水体中汞主要与有机颗粒物结合,此颗粒物在渤海湾河口区受到河口水化学作用而沉积,以致使底质中汞含量在河口区形成一个梯度分布的趋势,是渤海湾河口区水体中汞净化、迁移的一个主要途径。

参 考 文 献

- [1] 马锡年、李全生、沈万仁等, 1984。渤海湾表层沉积物中的砷与铁、铝、锰等元素的关系。海洋与湖沼 15(5): 448—456。
- [2] 李全生、沈万仁、马锡年, 1984。渤海湾砷的研究。山东海洋学院学报 14(2): 27—39。
- [3] 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。
- [4] Aston, S. R., D. Braty, R. Chester and J. P. Riley, 1972. Distribution of mercury in North Atlantic deep-sea. *Nature* 237(77): 125.
- [5] Boström, K. and D. E. Fisher, 1969. Distribution of mercury in east pacific sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 33(6): 734—745.
- [6] 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.
- [7] Gardiner, J., 1974. The chemistry of Cd in nature water. II. The adsorption of Cd in river muds

- and naturally accuring solids. *Water Res.* 8(3): 157—164.
- [8] Krauskopf, K. B., 1956. The factors for contents of thirteen rare elements in sea water. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 9(1): 1—32.
- [9] Lindberg, S. E., A. W. Andren and R. C. Harriss, 1975. Geochemistry of mercury in the estuarine environment. In *Estuarine Research Vol I*, Cronin, L. E. ed. New York, Academic Press, Inc. pp. 64—98.
- [10] Taylor, D., 1976. Distribution of heavy metals in the sediment of an unpolluted environment. *Sci. Total Environ.* 6(3): 259—264.
- [11] Williams, P. M. and H. V. Weiss, 1973. Mercury in the marine environment concentration in sea water and in a polagic food chain. *J. Fish. Board Can.* 30(2): 293—295.
- [12] 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.

MERCURY IN SEDIMENTS OF BOHAI BAY*

Zheng Shunqin and Zhang Shumei

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao*)

ABSTRACT

Mercury contents in the sediment samples taken from 27 stations of Bohai Bay from August 21 to 27 1981, were determined by cold-vapour atomic fluorescence spectrometry after sediment were digested with mixture acid. The results indicates that the range of concentration of total mercury varied from 0.025 to 0.170 mg/kg, with an average of 0.054 mg/kg. The horizontal distribution shows that estuaries have the highest values in the Bay and the western part of the Bay has generally higher values than the central part.

The concentrations of mercury in sediments correlate closely with the amount of organic matter in sediments, of particle mercury presented in suspended matter and the salinity of sea water. It shows that the main transporting process of mercury in Bohai Bay water was caused by the adsorption of particle organic substances.

* Contribution No. 1131 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.