

砷在渤海湾海水、底质和底栖动物中的分布*

谭 燕 翔

(中国科学院动物研究所)

苏华青 李秀荣 王同焕

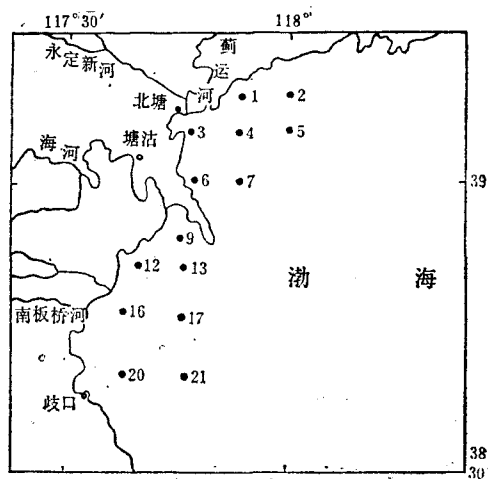
(天津市环境保护研究所)

为了了解渤海湾砷的污染状况,我们于1979年5月下旬对砷在渤海湾海水、底质及生物之间的分布和转换规律进行了调查研究,报告如下。

调查范围与方法

调查范围是在 $39^{\circ}10' - 38^{\circ}40'N$; $117^{\circ}37' - 118^{\circ}00'E$ 。共设立14个站位,详见图。

表层海水样品用聚乙烯桶采集,用硝酸调pH至1,贮存于聚乙烯瓶中;底质用彼得森采泥器采集,自然风干后,研碎混匀,用G52号



站位图

尼龙筛绢过滤,贮存于塑料瓶中待用;底栖生物用采蚶网采集,装在塑料袋中,贮存在低温($-20 - -30^{\circ}C$)冰箱中。

分析方法分别为:海水中的砷用氢氧化铁共沉淀,二乙基二硫代氨基甲酸银(SDDC)法测定;底质用浓硫酸、硝酸消化,后用SD-

DC法测定¹⁾;生物样品采用干灰化法预处理在氧化镁、硝酸镁和纤维素粉存在下,在高温($555^{\circ}C$)电炉中灰化,灰份用稀盐酸溶解后,如上法测定。

结果和讨论

1. 海水和底质中的砷含量

渤海湾14个站位的海水、底质和毛蚶的砷

表1 渤海湾海水、底质、毛蚶的砷含量

站 位	海 水 ($\mu g/l$)	底 质 (mg/kg)	毛蚶 [mg/kg (湿重)]	
			样品数	平均值 $\pm$ 标准差
1	0.60	9.9	14	1.55 ± 0.17
2	1.8	10.3	5	2.27 ± 0.32
3	2.1	10.5	0	—*
4	1.2	11.4	8	1.64 ± 0.34
5	0.56	12.5	15	2.83 ± 0.35
6	1.5	14.6	6	1.24 ± 0.23
7	1.3	14.1	15	2.38 ± 0.34
9	1.6	14.7	13	2.17 ± 0.46
12	1.4	14.8	11	1.73 ± 0.45
13	1.3	10.1	15	1.84 ± 0.28
16	1.9	13.2	14	2.31 ± 0.55
17	1.0	13.6	0	—*
20	1.6	12.9	15	1.94 ± 0.22
21	1.4	16.4	13	1.61 ± 0.21

* 3, 17号站位均未采到生物样品。

* 参加野外调查的还有滕德兴、韩玉恒等同志,特此致谢。

1) 中国科学技术大学化学系, 1977. 环境化学参考资料 2: 50。

含量列于表 1

海水中砷浓度的范围在 $0.56-2.1\mu\text{g/l}$ 之间, 平均浓度为 $1.4\mu\text{g/l}$, 最高浓度在 3 号站位蓟运河口附近。近岸海水中的砷浓度较高, 由西向东浓度逐渐降低。海湾海水中溶解砷的梯度分布状况表明, 入湾河流和陆地径流可能是溶解砷的主要来源。有关海水中砷浓度的报道范围由 $0.15-6.0\mu\text{g/l}$ 。一般说来, 外海海水的砷浓度较恒定, 近岸海水, 尤其是河口地区由于受到人类活动以及土壤风蚀的影响, 浓度较高, 分布梯度也较大。和其他海湾相比, 渤海湾海水中的砷含量不算高。

底质中的砷含量在 $9.9-16.4\text{mg/kg}$ 范围内, 平均值为 12.8mg/kg , 最高值在南部 21 号站位。此外, 海河口附近的 6, 7, 9, 12 号等站位含量较高, 砷含量大于 14mg/kg 。塘沽港北堤外 6 号站附近水流缓慢, 是淤泥沉积的浅水区, 其沉积物中重金属含量较高, 可能是蓟运河污水的悬浮物于此沉积的结果。海河口外 7, 9, 12 号站位的砷含量较高主要是受海河以及大小排污河的工业废水和城市污水的影响。北塘河口 3 号站的底质砷含量只有 10.3mg/kg , 而海水的砷浓度比其余站位都高, 这可能与砷的地球化学行为、地质特征、沉降速度以及沉积物中的含铁量、含碳量有关。关于与含铁量的关系, Kanamori (1965) 曾作出结论: 在充氧情况下, 几乎所有铁离子以氢氧化铁的形式沉淀下来, 同时约有 80% 的砷离子与之共沉淀。在贯穿还原和氧化的过程中, 沉淀物中的砷离子和铁离子的比例保持恒定。因此, 如果铁离子的含量很低而且含砷的共沉淀已达饱和状态则水中的砷浓度就比较高。反之, 在未饱和条件下, 砷完全被共沉淀下来, 这时水体中的砷浓度很低, 而沉淀物中的浓度则很高。

自然水体中的砷还可以被沉积物的颗粒和有机碳吸附, 并且在这些物质上发生离子交换。测定表明, 渤海湾不同站位底质中砷含量的差异和这些位置的底质类型有联系。沙子和粉沙类型的底质对砷的结合能力低, 而粘土型的对砷有较强的吸附能力。例如黄河口地区土

壤粘粒含砷量平均为 23.95ppm ; 而粉粒含砷量平均为 8.44ppm ¹⁾。砷含量较高的 6, 9 两站, 其底质即是灰黑色的淤泥, 而且有机碳含量也高, 这进一步证明了 Rush 等人 (1970) 的沉积物中砷含量和碳密切相关的结论。

从总的趋势看来, 渤海湾底质中的砷含量南高北低, 最南边的 21 号站位砷含量最高, 为 16.4mg/kg 。据北京大学地质地理系的测定结果: 黄河水悬浮物的砷含量较高²⁾, 在含沙量较高的水样中砷浓度高达 4.53ppm , 因此对黄河口附近海域的砷含量会产生一定的影响。

2. 大型底栖动物的砷含量

海洋生物对于砷具有较强的富集能力, 生物体的砷含量比其周围环境中的砷浓度高出几千倍甚至几万倍。渤海湾大沽口海区底栖动物产量丰富, 其中毛蚶在此海域分布广、产量高, 故以毛蚶为主, 测定了它们的含砷量 (见表 1), 试图了解其体内的砷含量与其周围环境的关系。

除 3 号和 17 号站位没采集到毛蚶样品外, 各个站位一般取大、中、小型毛蚶各 5 个, 分别测定软体部分的砷含量, 结果以平均值和标准偏差来表示。共分析了 144 个样品。其含砷量平均值为 1.96mg/kg 。最高含量在 5 号站位, 为 2.83mg/kg 。从表 1 的数值可看出, 毛蚶体内砷含量与环境中海水的砷浓度、底质中的砷含量没有相关关系。而且离岸远的毛蚶的砷含量反而比近岸的含量高, 即有自西向东升高的趋势。一般说来, 生物体内的重金属含量与其周围的重金属浓度是密切相关的。例如, 通过测定得知, 渤海湾的毛蚶体内的汞含量同海水、底质汞含量的相关关系是显著的。但是砷在海洋中的化学行为与其他重金属不同。近年来不少研究工作表明砷和磷相似, 在海洋生物中参与生物化学反应^[5-6]。我们观测到的砷在渤海湾毛蚶体内的分布趋势可能与其生活史有一定关系, 在环境污染不是很严重的海

1), 2) 北京大学地质地理系自然地理专业, 1977。
黄河水中砷的来源问题的初步研究: 7-12。

表2 渤海湾底栖动物的砷含量[mg/kg(湿重)]

种 类	样品数	范 围	平均值
毛蚶 <i>Arca subcrenata</i>	144	0.88—3.39	1.96
栉孔扇贝 <i>Chlamys farreri</i>	9	1.07—2.02	1.58
密鳞牡蛎 <i>Ostrea denselamellosa</i>	5	1.40—2.05	1.72
红 螺 <i>Rapana thomasi</i>	6	1.32—5.62	3.51
紫口玉螺 <i>Natica janthostoma</i>	1	2.54	2.54
三疣梭子蟹 <i>Portunus trituberculatus</i>	7	0.79—6.17	2.70
日本蛎 <i>Charybdis japonica</i>	2	3.12—5.84	4.48
半滑舌蛎 <i>Cynoglossus semijaevis</i>	4	0.78—1.15	1.00

域,内在的生物因素(诸如年龄、性别、繁殖期等)比环境因素对残留量的影响可能更大一些。

其他的底栖生物的砷含量列于表2,其中以日本蛎的砷含量最高,为4.48mg/kg(湿重)。许多研究工作表明,海洋甲壳类动物对砷有较强的富集能力,加拿大西岸未被污染海域的蟹类含砷量最高达37.8ppm(湿重);太晤士河湾的对虾为55ppm;1926年Chapman测定的龙虾肌肉的砷含量为31—110ppm。同这些海域的甲壳类动物相比渤海湾的蟹类砷含量较低。虽然海产动物的砷含量很高,但未发现因食用海产品而引起砷中毒的报道。近年来的研究工作发现,海洋生物中的砷主要存在于脂质中,且有机砷占主要地位。在生物体中,以

有机腱相结合的砷化合物毒性很低,而且摄食后也很容易从体内排出。根据我们的野外调查和实验室资料,虽然砷可高度浓缩于海洋生物中,但它不能沿食物链逐级扩大。

小 结

从砷在渤海湾的含量和分布情况看来,渤海湾海水、底质和生物的砷含量接近本底值,目前尚未达到砷污染的程度。湾南底质砷含量略高,可能是由于土壤自然风蚀富含砷的泥沙随黄河携带入海所致,并非人为污染。

海洋生物对砷的浓缩系数一般超过 10^3 ,虽然海洋生物的砷含量较高,但海洋生物能将有毒的无机砷转化为低毒甚至无毒的砷化物。有的作者认为,砷是生物体必需的元素,浮游植物可以吸收砷以代替磷。基于砷在海洋生物中的特殊生理作用,有必要对砷在海洋环境中的迁移转化规律,以及沿食物链传递富集的规律进一步探讨研究。

参 考 文 献

- [1] 谭燕翔等, 1982. 环境科学 3(1): 21—24.
- [2] 山县 登、大喜多敏一编, 1973. 环境污染分析法4. 大日本图书株式会社, 93—96.
- [3] George, G. M., 1973. *J. of the Aoac.* 56(4): 793.
- [4] Furguson, J. F., 1972. *Water Research* 6: 1259—1274.
- [5] Andreae, M. O. & D. K. Klumpp, 1979. *Env. Sci. Technol.* 13: 738—741.
- [6] Sanders, J. G., 1979. *J. Phycol.* 15: 424—428.
- [7] Sanders, J. G. & H. L. Windom, 1980. *Est. Coast Mar. Sci.* 10: 555.

DISTRIBUTION OF ARSENIC THROUGH WATER, SEDIMENTS AND BENTHONIC ORGANISMS OF BOHAI BAY

Tan Yanxiang

(Institute of Zoology, Academia Sinica)

Su Huaqing, Li Xiurong and Wang Tonghuan

(Institute of Environmental Protection Science, Tianjig)

Abstract

The arsenic contents in sea water, sediments, and benthods in Bohai Bay at 14 stations were determined in May 1979. The range of concentrations of arsenic in water varied from 0.56 to 2.1 μ g/l, with an average of 1.4 μ g/l; arsenic contents of sediments ranged from 9.9—16.4 mg/kg, with an average of 12.8 mg/kg. The highest value is at the southern stations. This may be due to the arsenic enriched sediments of the Huanghe River. The levels of arsenic in benthonic organisms varied from 0.78—6.17 mg/kg, the highest being in a species of crustacean. Arsenic contents in *Arca subcrenata* round the sites near the coast showed lower values than those far from the coast.

The levels of arsenic in three mediums of Bohai Bay approach to baseline levels.