

舟山滩涂生物体内汞的化学形态及其分布特征*

刘志刚 乐忠奎

(浙江省舟山地区环境科学研究所)

在海洋环境污染中,汞是一个重要的污染物。海洋环境中的汞主要以有机态和无机态二种化学形态存在。汞对生物的影响,不仅取决于它的浓度,而且与其存在形态及生物学特性等有着密切的关系。海洋生物对汞特别是有机汞有着较大的富集能力。汞在生物体内的富集,不仅威胁着生物本身,而且对人类健康也有着潜在威胁。因此,研究生物体内汞的化学形态及其分布规律是非常重要的。

关于汞对海洋生物影响的研究开展得较多^(2,3)。但汞对滩涂生物影响的专门研究尚不多见。我国有漫长的海岸线,滩涂资源十分丰富。研究滩涂生物体内汞的含量、化学形态及其分布规律,对于充分利用和保护丰富的滩涂资源,了解该地区的汞污染状况和汞污染指示生物是十分重要的。本文在海岸带污染调查的基础上,就舟山地区滩涂生物体内汞的化学形态及其分布特征作了一些探讨。

一、材料与方法

滩涂生物样品于1983年5月上旬和9月下旬分别定点采自舟山各岛屿的滩涂。共设站13个(见图1)。所测定样品均为滩涂生物。以一个站位的一种生物为一组样品,一组样品的生物个数以重量计,约1kg左右。共采集生物样品3类8种53组。其中鱼类样品1种8组,为大弹涂鱼(*Beleophthalmus pectinirostris*);甲壳类样品1种5组,为孤边招潮蟹(*Uca arata*);贝类样品6种40组,分别为褶牡蛎

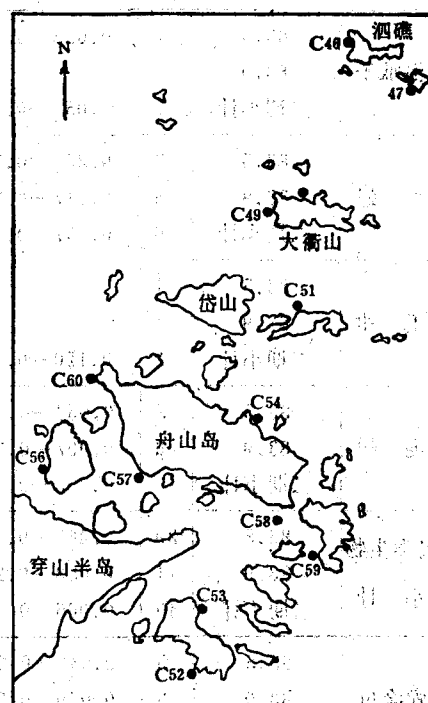


图1 站位示意图

Fig1 Sampling locations

(*Ostrea cucullata*)、蛤蜊(*Macra* sp.)、海瓜子(*Moerella iridescens*)、缢蛏(*Sinonovacula constricta*)、泥蚶(*Arca granosa*)和毛蚶(*Arca subcrenata*)。样品经清洗后,

* 测定数据由环保协作组提供;丁文苗、陈逸华、马竟、薛群、余安平、郭通恩等同志参加了部分采样工作。特此致谢。

表1 生物体内汞的含量 (mg/kg, 鲜样)
Table 1 Content of mercury in organisms
(mg/kg, fresh)

生物种类		采样年月	样品组数	总 汞		有 机 汞			无机汞 均 值	
				范 围	均 值	范 围	均 值	占总汞 (%)		
贝 类	牡 蛎	83.5	10	0.023—0.275	0.185	0.016—0.273	0.169	90.9	0.017	
		83.9	4	0.053—0.140	0.098	0.032—0.131	0.071	72.2	0.027	
		二期小计	14	0.023—0.275	0.142	0.016—0.273	0.120	81.6	0.022	
	蛤 蜊	83.5	6	0.006—0.522	0.251	<0.005—0.500	0.237	94.4	0.014	
		83.9	1		0.066		0.032	48.5	0.034	
		二期小计	7	0.006—0.522	0.158	<0.005—0.500	0.134	71.4	0.024	
	海瓜子	83.5	7	0.052—0.517	0.263	0.039—0.367	0.232	88.2	0.031	
		83.9	—		—		—	—	—	
		二期小计	7	0.052—0.517	0.263	0.039—0.367	0.232	88.2	0.031	
	缢 蛭	83.5	3	0.251—0.397	0.322	0.234—0.375	0.302	93.8	0.020	
		83.9	3	0.117—0.244	0.162	0.087—0.218	0.136	84.0	0.026	
		二期小计	6	0.117—0.397	0.242	0.087—0.375	0.219	88.9	0.023	
	毛 蚶	83.5	1		0.120		0.109	90.8	0.011	
		83.9	1		0.231		0.205	88.7	0.026	
		二期小计	2	0.120—0.231	0.176	0.109—0.205	0.157	89.8	0.019	
	泥 蚶	83.5	2	0.053—0.412	0.232	0.031—0.406	0.218	94.0	0.014	
		83.9	2	0.097—0.264	0.180	0.084—0.221	0.152	84.4	0.028	
		二期小计	4	0.053—0.412	0.206	0.031—0.406	0.185	89.2	0.021	
	贝类生物 小 计	83.5	29	0.006—0.522	0.229	<0.005—0.500	0.211	92.0	0.018	
		83.9	11	0.053—0.264	0.147	0.032—0.221	0.119	75.6	0.028	
		二期小计	40	0.006—0.522	0.188	<0.005—0.500	0.165	83.8	0.023	
	鱼 类	弹涂鱼	83.5	5	0.042—0.324	0.242	0.031—0.313	0.233	96.3	0.009
			83.9	3	0.059—0.202	0.122	0.055—0.189	0.115	94.3	0.007
			二期小计	8	0.042—0.324	0.182	0.031—0.313	0.174	95.3	0.008
甲 壳 类	招潮蟹	83.5	3	0.048—0.335	0.163	0.042—0.313	0.152	93.2	0.011	
		83.9	2	0.083—0.125	0.104	0.032—0.087	0.060	57.7	0.044	
		二期小计	5	0.048—0.335	0.134	0.032—0.313	0.106	75.4	0.028	
8 种生物 合 计		83.5	37	0.006—0.522	0.222	<0.005—0.500	0.206	92.7	0.016	
		83.9	16	0.053—0.264	0.138	0.032—0.221	0.110	75.7	0.028	
		二期小计	53	0.006—0.522	0.180	<0.005—0.500	0.158	84.2	0.022	

鱼类样品取肌肉, 甲壳类样品取整体, 贝类样品取软体部分, 捣碎。用选择性还原、冷原子吸收法^[1]分别测定各个生物样品中的无机汞和有机汞含量, 两者之和即为总汞的量。

二、结果与分析

1. 舟山滩涂生物体内汞的化学形态及其含量分布

海洋生物体内的汞一般以无机态和有机态两种形态存在。对采集到的 8 种滩涂生物分别测定了它们的无机汞和有机汞含量, 结果列于表 1。

从表 1 中可以看出: 舟山地区 8 种滩涂生物总汞的含量范围为 0.006—0.522mg/kg (鲜样, 下同), 平均 0.180mg/kg, 其中, 鱼类样品为 0.042—0.324mg/kg, 平均 0.182mg/kg; 贝类样品为 0.006—0.522mg/kg, 平均 0.188mg/kg; 甲壳类样品为 0.048—0.335mg/kg, 平均 0.134mg/kg。8 种滩涂生物体内有机汞的含量范围为 <0.005—0.500mg/kg, 平均 0.159mg/kg, 其中鱼类样品为 0.031—0.313mg/kg, 平均 0.174mg/kg; 贝类样品为 <0.005—0.500mg/kg, 平均 0.165mg/kg; 甲壳类样品为 0.032—0.313mg/kg, 平均 0.106mg/kg。虽然各种生物体内无机汞的含量略有高低, 但差异不大, 均在 0.020mg/kg 左右。这和文献

(2) 报道一致。

表 2 和表 3 分别列出了相同站位不同生物的汞含量和不同站位的牡蛎的汞含量 (采样时间均为 1983 年 5 月)。从上述二表的数据看, 同一站位的生物对汞的蓄积因品种而异, 同种生物也因采样位置的不同, 汞的蓄积量相差甚大, 其值在一个数量级左右波动。说明生物蓄积汞不仅与生物本身的特性有关, 而且与其生活的环境也有密切关系。

2. 舟山滩涂生物体内有机汞与总体之间的关系

海洋生物不仅能富集有机汞, 而且也能富集无机汞。本工作所采集到的生物样中有机汞占总汞的百分率 (%) 见表 1。由表 1 数据看, 生物种类不同, 其体内有机汞占总汞的百分比也各不相同。在测定的生物样中, 鱼类生物中有机汞占总汞的百分比最高, 为 95.3%; 贝类次之, 占 83.8%; 甲壳类最低, 为 75.4%。

表 2 相同站位不同生物中的汞含量

Table 2 Mercury content in different kinds of organisms from same locations

站号	生物种类 汞含量 (ppm)	牡 蛎	蛤 蜊	海瓜子	缢 蛭	弹涂鱼	泥蚶	招潮蟹
C 54	总 汞	0.171	0.115	0.052	0.358	0.042	0.412	
	有机汞	0.094	0.102	0.039	0.336	0.031	0.406	
C 60	总 汞	0.164		0.347	0.251	0.323		
	有机汞	0.152		0.336	0.234	0.313		
C 56	总 汞	0.023	0.370	0.281				0.105
	有机汞	0.016	0.359	0.273				0.102

注: 1983 年 5 月采样。

表 3 不同站位牡蛎的汞含量 (ppm)

Table 3 Mercury content in *ostrea cucullata* from different locations (ppm)

站 号	C 53	C 59	C 47	C 51	C 46	C 54	C 60	C 57	C 56
总 汞	0.275	0.247	0.270	0.213	0.182	0.171	0.164	0.150	0.023
有 机 汞	0.273	0.234	0.258	0.203	0.172	0.094	0.152	0.133	0.016

注: 1983 年 5 月采样。

8种滩涂生物有机汞占总汞的百分比平均为84.2%。略高于浙江中南部沿海地区滩涂和近海生物中的有机汞比率^[2]。其原因之一可能是舟山沿海受长江和钱塘江陆源水流的影响较大,有机物质和各种微生物比较丰富,有利于汞的甲基化,致使生物体内有机汞的比率较高。

虽然生物体内有机汞的比例较高,且有机汞与总汞的比例关系随生物的种类而变化,但它们相互之间仍存在着较好的相关性。调查结果表明,舟山8种滩涂生物体中,有机汞和总汞之间存在极好的相关性(毛蚶样品组数少,不参加统计)见表4、图2、图3、图4,统计结果表明,置信水平均大于95%。此结果与渤海湾鱼类相似^[3]。

表4 各生物的有机汞与总汞的相关性

Table 4 Correlation of organic mercury with total mercury in organisms

生物名称	牡蛎	泥蚶	缢蛏	蛤蜊	海瓜子	弹涂鱼	招潮蟹
相关系数	0.977	0.993	0.999	0.998	0.959	0.999	0.984

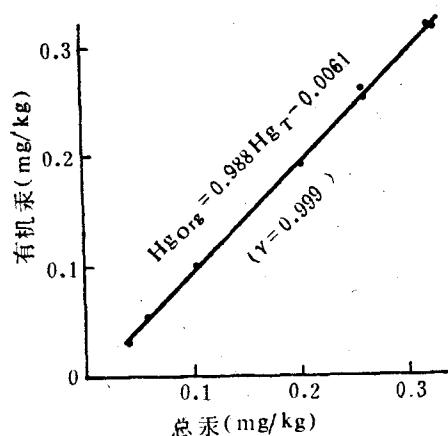


图2 弹涂鱼体内有机汞与总汞的关系

Fig.2 Relationship between organic mercury and total mercury in *Beleophthalmus Pectinirostris*

注: Hg_{org} ——有机汞; Hg_T ——总汞,下同。

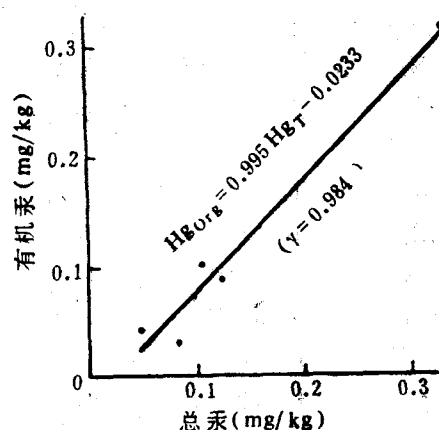


图3 招潮蟹体内有机汞与总汞的关系

Fig.3 Relationship between organic mercury and total mercury in *Uca arcuata*

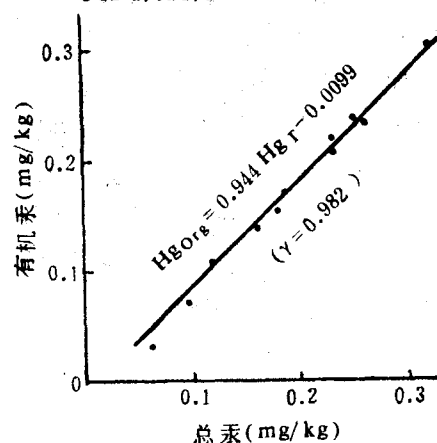


图4 贝类生物体内有机汞与总汞的关系

Fig.4 Relationship between organic mercury and total mercury in molluscs

注: 图上标记为各种贝类生物各次采样的测定值,回归方程由各组样品的测定值计算而来。

3. 舟山滩涂生物体内汞含量与季节的关系

有关文献^[2]报道,海洋生物体内的重金属含量与季节有关。这也就是说随着时间而变化的。

图5为各种生物体内汞含量与采样时间的关系图。图6为同一站位同种生物体内汞含量与采样时间的关系图。从图5、6和表1中可以

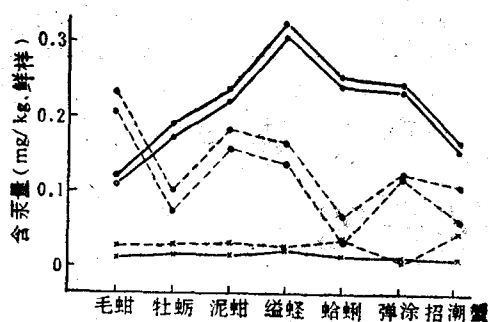


图5 生物体内汞含量与采样季节的关系

Fig.5 Relationship of mercury content in organisms with sampling seasons

— 5月份; --- 6月份
· 总汞; ○ 有机汞; × 无机汞

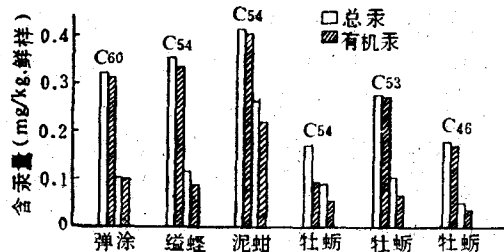


图6 同站位同种生物汞含量与采样季节的关系

Fig.6 Relationship of mercury content in Same kinds of organisms from same locations and sampling seasons

注: 左边为5月份样, 右边为6月份样

看出, 8种滩涂生物(毛蚶除外), 5月份其体内的有机汞和总汞含量均高于9月份($P < 0.01$)。而舟山近海海水中的总汞含量也是5月份($0.032\mu\text{g/L}$)高于9月份($0.023\mu\text{g/L}$)¹⁾, 与上述调查结果一致。海水中这种总汞和有机汞的含量随时间而变化的特点, 可能是导致生

物体中汞含量随时间而异的主要原因之一。但无机汞与有机汞不同, 它在生物体内的含量是9月份高于5月份, 说明生物富集无机汞的机理与有机汞是不同的。

三、结 语

1. 二次采样调查的结果表明: 舟山8种滩涂生物体内总汞含量范围为 $0.006-0.522\text{mg/kg}$, 平均为 0.181mg/kg (鲜样); 有机汞含量范围为 $<0.005-0.500\text{mg/kg}$, 平均为 0.159mg/kg 。无机汞含量相差不大。各生物因其生活习性和生活环境的不同, 对汞的蓄积有差异。

2. 8种滩涂生物体内的汞主要是有机汞, 有机汞占总汞的平均百分比为84.2%。其中, 鱼类最高为95.3%; 贝类次之为83.8%; 甲壳类最低为75.4%。有机汞与总汞之间有很好的相关性。

3. 所调查的生物体内的汞含量随采样时间而异。有机汞和总汞含量均为5月份高于9月份(毛蚶例外), 而无机汞则为9月份高于5月份。

主要参考文献

- [1] 臧延达, 1983. 生物样品中无机汞和有机汞的连续测定. 海洋环境科学2(2): 92-97.
- [2] 臧延达, 1984. 浙江近海一些生物汞含量的测定. 海洋环境科学3(1): 40-43.
- [3] 陈叙龙、张毓琪、陈志琼, 1982. 汞在渤海湾鱼体内的化学形态积累和各器官组织内的分布. 海洋环境科学1(1): 66-73.

1) 乐忠奎, 1985, 舟山海岸带污染调查报告。

CHEMICAL FORMS AND DISTRIBUTIONAL CHARACTERISTICS OF MERCURY IN ORGANISMS OF ZHOUSHAN SEABEACH

Liu Zhigang Ruo Zhongkui

(Institute of Zhoushan Environmental Science, Zhejiang Province)

Abstract

In this paper, various forms of mercury in eight kinds of organism samples from Zhoushan seabeach have been studied on the following points: (1) Concentration and distribution law of the mercury; (2) The ratio of organic mercury to the total mercury; (3) Relationship between the concentration of the mercury and season of sampling.