

# 黄海海洋生物中的痕量金属

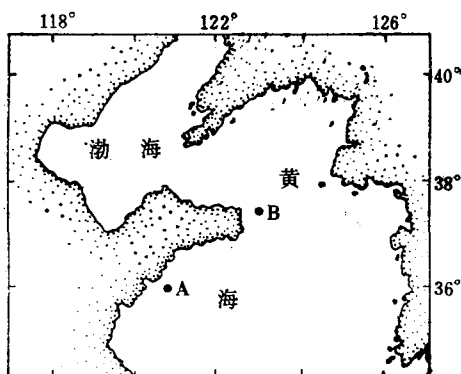
刘明星 李国基 张首临 顾宏堪

(中国科学院海洋研究所)

本文对黄海水域二十几种甲壳动物、软体动物及个别鱼类体内的Zn, Cd, Pb, Cu进行了测定, 并计算了其富集系数, 同时对调查站的水质和沉积物进行了上述痕量金属的监测。通过实测资料, 可以进一步了解该海域各类不同生物所含痕量金属的水平, 对了解和评价黄海的环境质量有一定的参考作用。同时也为国家需要的环境背景值, 提供科学数据。

## 一、材料及方法

1. 样品采集: 各类生物样品于1983年9月乘“金星二号”调查船, 在黄海按标定的站位(见站位图)进行采集。所有生物样品, 均用大型海洋底栖生物网拖取, 并现场用洁净海水冲去表层泥污, 立即测量体长和称其湿重。然后在船上用红外干燥箱烘干(80°C)。恒重后称其干重, 计算出干、湿比。将干样用玛瑙研钵磨成细粉, 磨得越细越好, 将粉样放入干燥器保存, 回陆地实验室进行测定。



采样站位图

2. 样品测定: 称取0.10克粉样于石英或瓷坩埚中, 置马福炉中(450°C)灰化8小时, 灰样应呈灰白色。在灰样中加入0.1毫升浓

HCl(特纯, 北京化工厂)湿溶, 加无污染海水稀释至50毫升, 用NH<sub>4</sub>OH(特纯, 北京化工厂)调pH为4.5。取25毫升放入电解池, 以防吸附物理涂汞电极为工作电极, 大汞池为参比电极, 在-1.2伏预电解, 进行单池示差反向极谱测定<sup>(1-2)</sup>。以Davis A1660型示波极谱仪(英国)测定。

天然海水的上述痕量金属离子测定方法, 参见文献(3-4)。沉积物的痕量金属测定, 称取0.10克沉积物(干样), 加入混合酸(盐酸+硝酸)消解, 用陈海水稀至50毫升, 取清液25毫升用上述方法进行反向极谱测定, 测定结果需作空白校正。

## 二、结果

1. 现场天然海水中的痕量金属离子浓度: 见表1。

表1 黄海天然海水中痕量金属离子浓度(μg/L)

站号	Zn	Cd	Pb	Cu
A站	5.4	0.05	0.03	0.63
B站	5.7	0.06	0.04	1.1

2. 沉积物中的痕量金属含量: 见表2。

表2 黄海沉积物中痕量金属含量(μg/g(干重))

站号	Zn	Cd	Pb	Cu
A站	83	0.41	3.4	11
B站	74	0.31	4.4	8.2

表3 黄海海洋生物体内的痕量金属含量 (1983年9月采样)<sup>1)</sup>

编号	生物名称	体长 (cm) 及数量	测定 部位	干/湿 (%)	含量 ( $\mu\text{g/g}$ (干重))			
					Zn	Cd	Pb	Cu
A <sub>1</sub>	虾蛄 <i>Squilla oratoria</i>	12×2	肉	27	15	0.14	1.8	3.6
A <sub>2</sub>	短蛸 <i>Octopus ocellatus</i>	13×1	整体	20	27	0.39	2.0	2.8
A <sub>3</sub>	乌贼 <i>Sepia sp.</i>	7.5×1	整体	14	13	0.10	1.7	1.6
A <sub>4a</sub>	双斑鲆 <i>Charybdis bimaculata</i>	4.0×8	整体	28	15	0.18	2.2	1.2
A <sub>4b</sub>	盲蟹 <i>Typhlocarciops sp.</i>	2.5×3	整体	26	11	0.10	1.2	2.9
A <sub>5</sub>	塔螺 <i>Turris sp.</i>	5.0×4	肉	20	4.3	0.12	0.55	3.2
A <sub>6</sub>	鹰爪虾(大) <i>Trachypenaeus currirostris</i>	10×2	整体	29	19	0.10	1.2	1.6
A <sub>7</sub>	鹰爪虾(小)	5×4	整体	25	15	0.12	0.77	0.69
A <sub>8</sub>	鰕虎鱼 <i>Gobiidae sp.</i>	6.0×1	整体	20	14	0.09	0.55	0.38
B <sub>1</sub>	湾锦蛤 <i>Nucula sp.</i>	2.5×5	肉	66	8.7	0.07	0.55	2.5
B <sub>2a</sub>	海葵(黄色) <i>Actiniaria</i>	11.5×1	整体	26	49	0.10	2.5	0.40
B <sub>2b</sub>	海葵(绿色)	4.5×1	整体	31	17	0.08	1.8	0.66
B <sub>3</sub>	云母蛤 <i>Yoldia sp.</i>	4.5×5	肉	43	13	0.07	0.55	0.32
B <sub>4</sub>	鹰爪虾 <i>Trachypenaeus currirostris</i>	7.0×10	整体	26	11	0.07	2.0	2.1
B <sub>5</sub>	海葵(黄色) <i>Suberites ficus</i>	15.8克重	整体	32	18	0.26	0.50	0.38
B <sub>6a</sub>	黄道蟹 <i>Cancer sp.</i>	5.0×1	整体	28	15	0.10	0.60	0.41
B <sub>6b</sub>	双斑鲆 <i>Charybdis bimaculata</i>	4.0×2	整体	39	3.0	0.08	0.66	0.32
B <sub>7</sub>	蛤仔 <i>Ruditapes philippinarum</i>	3.0×5	肉	31	24	0.07	1.5	0.89
B <sub>8</sub>	刺参 <i>Stichopus japonicus</i>	6.0×1	整体	30	14	0.16	1.7	1.1
B <sub>9</sub>	舌鳎鱼 <i>Cynoglossus sp.</i>	15×1	肉	58	7.0	0.06	0.70	0.25
B <sub>10</sub>	蛇尾 <i>Ophiotrete sp.</i>	5.0×4	整体	42	3.0	0.07	0.60	0.18
B <sub>11</sub>	沙海星 <i>Luidia quinaria</i>	8.5×1	整体	44	4.9	0.06	0.60	0.32
B <sub>12</sub>	海仙人掌 <i>Cavernularia habererii</i>	7.0×1	整体	40	9.0	0.10	0.50	0.20

1) 表内所有分析数据均已扣除空白。

从表1可以看出,二个站的海水,痕量金属离子浓度基本是一致的。B站稍微偏高,这可能是因该站处在黄渤海的主航道上,加上渤海油田的影响所致。由表2也可看出,二个站沉积物痕量金属浓度基本相似。B站除Pb外,其他金属的含量比A站稍低,但都不超过1倍。

3. 黄海甲壳动物、软体动物及鱼类体内

痕量金属的含量:见表3。

由表3可看出,在A站,从所测的生物中,以软体动物短蛸含Zn最高,达27微克/克,甲壳类以鹰爪虾最高,含量为19微克/克,含Zn最低是塔螺,为4.3微克/克;短蛸含Cd最高,达0.39微克/克,甲壳类双斑鲆次之,含量为0.18微克/克,含Cd最低的是鰕虎鱼、乌

贼及盲蟹, 含量在0.09—0.10微克/克范围内; 含Pb最高的是双斑鲆, 高达2.2微克/克, 其次是短蛸, 为2.0微克/克, 鰕虎鱼和塔螺含量最低, 为0.55微克/克; 虾蛄含Cu最高, 达3.6微克/克, 其次是塔螺, 为3.2微克/克, 仅次于虾蛄, 含量比较低的是鰕虎鱼和小鹰爪虾, 分别为0.38, 0.69微克/克。从而得知, A站所测生物, 含Zn的范围为4.3—27微克/克, 含Cd为0.09—0.39, 含Pb为0.55—2.2, 含Cu为0.38—3.6。

在B站所测的生物中, 黄色海葵含Zn量最高, 达49微克/克, 其次是软体动物蛤仔, 为24微克/克, 含量最低的是蛇尾和双斑鲆, 为3.0微克/克; 海姜含Cd最高, 为0.26微克/克, 其次是海参, 为0.16微克/克, 含量最低的是沙海星及舌鳎鱼, 为0.06微克/克; 含Pb最高的是黄色海葵, 高达2.5微克/克, 其次是鹰爪虾, 为2.0微克/克; 含Pb最低的是海仙人掌和海姜, 为0.50微克/克; 含Cu最高的是湾锦蛤, 为2.4微克/克, 其次是鹰爪虾, 为2.1微克/克, 最低的是蛇尾和海仙人掌, 为0.18—0.20微克/克。从而得知, B站所测生物的痕量金属含量范围, Zn为3.0—49微克/克, Cd为0.06—0.26, Pb为0.50—2.5, Cu为0.18—2.5。

上述海洋生物对痕量金属的富集系数, 见表4。

从表4可看出, A站, 短蛸和大鹰爪虾对Zn富集能力最强, 富集系数为 $1.0 \times 10^3$ , 富集能力最低的是塔螺, 为 $1.6 \times 10^2$ ; 短蛸对Cd富集最高, 为 $1.6 \times 10^3$ , 最低的是乌贼, 为 $2.8 \times 10^2$ ; 双斑鲆对Pb富集能力最高, 为 $2.0 \times 10^4$ , 最低的是鰕虎鱼及塔螺, 为 $3.6—5.0 \times 10^2$ ; 虾蛄对Cu富集能力最强, 为 $1.5 \times 10^3$ , 最低的是鰕虎鱼, 为 $1.2 \times 10^2$ 。从计算结果可看出, 该站生物对上述各痕量金属的富集能力, 依次为Pb>Cu>Zn>Cd。

在B站, 海葵(黄色)及蛇尾对Zn富集能力最强, 富集系数为 $2.2—2.1 \times 10^3$ , 最低的是双斑鲆, 为 $2.0 \times 10^2$ ; 海姜对Cd富集能力

表4 黄海二站海洋生物对痕量金属的富集系数  
(以生物湿重含量计算)

编号	生物名称	富集系数			
		Zn	Cd	Pb	Cu
A <sub>1</sub>	虾蛄	$7.5 \times 10^2$	$7.5 \times 10^2$	$1.6 \times 10^4$	$1.5 \times 10^3$
A <sub>2</sub>	短蛸	$1.0 \times 10^3$	$1.6 \times 10^3$	$1.3 \times 10^4$	$9.0 \times 10^2$
A <sub>3</sub>	乌贼	$3.5 \times 10^2$	$2.8 \times 10^2$	$8.0 \times 10^3$	$3.5 \times 10^2$
A <sub>4a</sub>	双斑鲆	$7.8 \times 10^2$	$1.0 \times 10^3$	$2.0 \times 10^4$	$5.0 \times 10^2$
A <sub>4b</sub>	盲蟹	$5.2 \times 10^2$	$5.2 \times 10^2$	$1.1 \times 10^4$	$1.3 \times 10^3$
A <sub>5</sub>	塔螺	$1.6 \times 10^2$	$4.8 \times 10^2$	$5.0 \times 10^3$	$1.4 \times 10^3$
A <sub>6</sub>	鹰爪虾 (大)	$1.0 \times 10^3$	$5.8 \times 10^2$	$1.2 \times 10^4$	$7.3 \times 10^2$
A <sub>7</sub>	鹰爪虾 (小)	$7.0 \times 10^2$	$6.0 \times 10^2$	$6.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^2$
A <sub>8</sub>	鰕虎鱼	$5.2 \times 10^2$	$3.6 \times 10^2$	$3.6 \times 10^3$	$1.2 \times 10^2$
B <sub>1</sub>	湾锦蛤	$1.0 \times 10^3$	$7.3 \times 10^2$	$9.2 \times 10^3$	$1.5 \times 10^3$
B <sub>2a</sub>	海葵 (黄色)	$2.2 \times 10^3$	$4.4 \times 10^2$	$1.6 \times 10^4$	$0.9 \times 10^2$
B <sub>2b</sub>	海葵 (绿色)	$9.3 \times 10^2$	$4.0 \times 10^2$	$1.4 \times 10^4$	$1.9 \times 10^2$
B <sub>3</sub>	云母蛤	$1.0 \times 10^3$	$4.7 \times 10^2$	$6.0 \times 10^3$	$1.2 \times 10^2$
B <sub>4</sub>	鹰爪虾	$4.9 \times 10^2$	$2.9 \times 10^2$	$1.3 \times 10^4$	$4.9 \times 10^2$
B <sub>5</sub>	海姜	$1.0 \times 10^3$	$1.4 \times 10^3$	$4.1 \times 10^3$	$1.1 \times 10^2$
B <sub>6a</sub>	黄道蟹	$7.3 \times 10^2$	$4.4 \times 10^2$	$3.9 \times 10^3$	$1.0 \times 10^2$
B <sub>6b</sub>	双斑鲆	$2.0 \times 10^2$	$5.1 \times 10^2$	$6.6 \times 10^3$	$1.1 \times 10^2$
B <sub>7</sub>	蛤仔	$1.3 \times 10^3$	$3.7 \times 10^2$	$1.2 \times 10^4$	$2.5 \times 10^2$
B <sub>8</sub>	刺参	$7.2 \times 10^2$	$8.1 \times 10^2$	$1.3 \times 10^4$	$3.0 \times 10^2$
B <sub>9</sub>	舌鳎鱼	$7.0 \times 10^2$	$5.8 \times 10^2$	$1.4 \times 10^4$	$1.3 \times 10^2$
B <sub>10</sub>	蛇尾	$2.1 \times 10^3$	$5.0 \times 10^2$	$6.3 \times 10^3$	$0.7 \times 10^2$
B <sub>11</sub>	沙海星	$3.7 \times 10^2$	$4.4 \times 10^2$	$6.6 \times 10^3$	$1.2 \times 10^2$
B <sub>12</sub>	海仙人掌	$6.0 \times 10^2$	$6.8 \times 10^2$	$5.2 \times 10^3$	$0.7 \times 10^2$

最强, 为 $1.4 \times 10^3$ , 最低的是鹰爪虾, 为 $2.9 \times 10^2$ ; 黄色海葵对Pb富集最强, 为 $1.6 \times 10^4$ , 最低的是海姜和海仙人掌, 为 $4.1—5.2 \times 10^3$ ; 湾锦蛤对Cu富集最强, 为 $1.5 \times 10^3$ , 最低的是蛇尾和海仙人掌, 为 $0.7 \times 10^2$ 。B站生物对痕量金属的富集能力, 依次为Pb>Zn>Cd>Cu。

### 三、讨 论

目前, 国内对海洋生物体内的痕量金属监测, 已引起足够的重视, 但至今报道的资料仍

然不多。本文作者用同一方法,曾对渤海湾的一些海洋生物进行了上述痕量金属的测定。于1981年10月采集和测定的该湾鰕虎鱼Zn, Cd, Pb, Cu的含量分别为6.5, 0.24, 0.50, 3.0微克/克(干重);舌鳎含量分别为31, 0.18, 2.8, 1.6微克/克。比较起来,黄海的鰕虎鱼Zn含量比渤海湾高些,Pb的含量相一致,Cd, Cu含量低于渤海湾的鰕虎鱼。渤海湾的舌鳎上述金属的含量都比黄海的高。渤海湾两个站的虾蛄,除了Zn比黄海的含量高外,其他三种金属含量基本相似。渤海湾蛤子含Cd比黄海的要高8倍,其他金属含量一致<sup>[5]</sup>。另外一些海洋生物因种类不同,比较意义不大。

用类似方法测定福建沿海的虾类,含Zn, Cd, Cu,分别为62.2, 0.16, 13.5微克/克(干重),均高于黄海沿海虾类;螃蟹含量分别为248, 0.22, 259微克/克<sup>1)</sup>,除Cd含量与黄海基本相似外,其他金属的含量都比黄海高得多。这可能与福建沿海的环境不同有关,或者受大陆排放的影响较大所致。

海洋生物含痕量金属的本底值、污染阈值等问题,至今还没有解决,国外虽然有些关于海洋生物痕量金属含量的资料报告,但由于各个海域和沿岸的环境、沉积及排放的条件各不相同,而各类海洋生物的生活习性又有很大的差异,故对痕量金属的吸收与富集也各不相同,所以比较只是相对而言。尽管如此,与国外一些同类生物对比,可作参考。

Brown等(1977)报道加拿大15种鱼的Zn, Cd, Pb, Cu的平均含量分别为61.5, 0.22,

3.3, 7.1微克/克。Miramand等(1980)报告地中海摩纳哥沿海章鱼Zn, Cd含量分别为150, 1.2—260微克/克。上述结果,比黄海沿海的鱼类及同类软体动物的含量高得多。Oren等(1981)报道巴勒斯坦哈尔夫湾斧蛤Zn, Cd, Pb, Cu分别为84.9, 0.40, 6.22, 17.4微克/克,这比黄海沿海蛤仔的含量分别高4—20倍。

通过对黄海生物痕量金属的测定,可认为与渤海湾同类生物的含量大体相似。与黄海的水质和沉积物的含量相对照,大多数海生物的痕量金属含量,受该海区环境的影响不明显。与国外的一些海洋生物相比,含量也并不高。

#### 主要参考文献

- [1] 顾宏堪等, 1980. 电极防吸附膜研究. 化学学报38(4): 381.
- [2] 刘明星等, 1981. 防吸附物理涂汞电极反向极谱测定海生物中痕量金属. 海洋湖沼通报2: 9.
- [3] 顾宏堪等, 1973. 单池示差反向极谱. 分析化学1(1): 15.
- [4] 顾宏堪等, 1974. 单池示差反向极谱在天然海水分析中的应用 I. 天然海水Zn, Pb, Cu的测定. 分析化学2(3): 175; II. 天然海水Cd的测定. 分析化学2(3): 180.
- [5] 刘明星等, 1983. 渤海湾鱼类、甲壳动物、软体动物体内痕量金属含量. 环境科学学报3(2): 149.

1) 吕荣辉等, 1983. 调查分析资料。

### TRACE METAL CONCENTRATION IN MARINE ORGANISMS OF THE YELLOW SEA

Liu Mingxing, Li Guoji, Zhang Shoulin and Gu Hongkan

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

#### Abstract

This paper is a study of Zn, Cd, Pb and Cu in marine organisms of the Yellow Sea by inverse polarography (anodic stripping voltammetry) with anti-adsorption physical coating mercury electrode.

The samples were collected from 2 stations in Yellow Sea in September 1983. The 23 species of marine organisms were determined and the concentration factors of trace metals in marine organisms were calculated.