

钦州湾近岸海域底栖生物体内重金属含量与污染评价*

Heavy Metals Content and Pollution Assessment in Benthon of Qinzhou Bay Coastal Waters

雷 富¹, 韦重霄², 何小英¹, 张荣灿¹, 许铭本¹, 姜发军¹

LEI Fu¹, WEI Chong-xiao², HE Xiao-ying¹, ZHANG Rong-can¹, XU Ming-ben¹, JIANG Fa-jun¹

(1. 广西科学院, 广西南宁 530007; 2. 钦州市海洋局, 广西钦州 535000)

(1. Guangxi Academy of Sciences, Nanning, Guangxi, 530007, China; 2. Qinzhou Oceanic Administration, Qinzhou, Guangxi, 535000, China)

摘要: 采集钦州湾近岸海域 8 种底栖生物样品, 利用原子吸收光谱仪和原子荧光分光光度计测定底栖生物体内重金属含量, 分析评价底栖生物受重金属污染程度。结果表明, 底栖生物体内重金属平均含量从高到低为 Zn>Cu>As>Cd>Cr>Pb>Hg, 其中, 软体动物: Zn>Cu>As>Cd>Cr>Pb>Hg; 甲壳动物: Zn>Cu>As>Cd>Pb>Cr>Hg; 鱼类: Zn>As>Cu>Cr>Pb>Cd>Hg。不同底栖生物对重金属的富集能力不同, 同一种底栖生物对不同重金属的富集能力不同, 从大到小为, 软体动物: Cu>Cd>Cr>Zn>As>Hg>Pb; 甲壳动物: Cu>Cd>Zn>As>Cr>Hg>Pb; 鱼类: Cr>As>Zn>Cu>Cd>Hg>Pb。钦州湾近岸海域底栖生物均未受到重金属污染, 但是重金属积累严重, 软体动物体内 Cd 和 As 超过了国家食品卫生标准值。

关键词: 底栖生物 重金属 污染

中图法分类号: Q178.53 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2011)04-0351-04

Abstract: 8 benthic samples were collected from Qinzhou Bay coastal waters in December 2010 and the extent of heavy metal pollution of benthic organisms was evaluated by determining the heavy metals content in benthic organisms using atomic absorption spectrometry and atomic fluorescence spectrophotometer. The results show that heavy metal in benthic organisms from high to low are Zn>Cu>As>Cd>Cr>Pb>Hg. In Mollusk, the heavy metal concentration is Zn>Cu>As>Cd>Cr>Pb>Hg; in Crustacea the heavy metal concentration is Zn>Cu>As>Cd>Pb>Cr>Hg; in fish, the heavy metal concentration is Zn>As>Cu>Cr>Pb>Cd>Hg. The ability of heavy metals accumulation was different in different benthon. Within the same benthon, the accumulation ability was different due to different types of heavy metals. The accumulation ability from high to low is in Mollusk Cu>Cd>Cr>Zn>As>Hg>Pb; in Crustacea Cu>Cd>Zn>As>Cr>Hg>Pb; in fish Cr>As>Zn>Cu>Cd>Hg>Pb. According to the results, benthon in Qinzhou Bay coastal waters were not polluted by heavy metals. However, there was serious problem of heavy metals accumulation in this area. The content of lead and arsenic in mollusks has exceeded the national food hygiene standard value.

Key words: benthon, heavy metal, pollution

收稿日期: 2011-03-20

修回日期: 2011-06-20

作者简介: 雷 富(1975-), 男, 副研究员, 主要从事海洋活性物质提取、海洋环境调查和检测工作。

* 广西自然科学基金北部湾重大专项项目(2010GXNSFE013001)资助。

钦州湾位于广西沿海中部岸段, 水质良好, 生态环境优美, 海洋生物种类繁多, 有闻名遐迩的白海豚栖息地和近江牡蛎繁殖地以及七十二泾风景旅游区。随着对钦州沿海港口的大规模开发, 钦州湾水域环境以及海洋生物势必会受到影响。目前, 有关

钦州湾海域海洋生物质量的报道不多^[1],人们对钦州湾海域海洋生物环境状况了解甚少。本文利用环境调查资料,对钦州湾近岸底栖生物体内重金属含量进行分析与评价,以便更清楚地认识该海域底栖生物质量状况,为钦州湾开发和环境保护提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集

2010年12月在钦州湾近岸海域设立12个采样站位(图1),用阿拖网(网口宽0.8m,网口高0.4m)进行采样,拖网时渔船航速4.0km/h,每站拖网时间10min,起网后分拣所有渔获物,用冰块冷冻目标生物样品。将样品带回实验室并进行种类鉴定、计数、称重、测量。选取8种生物量较多或经济价值较高的种类进行生物残毒分析,即:可变荔枝螺(*Thais Mutabilis*)、棒锥螺(*Turritella Bacillum*)、短蛸(*Octopus ochellatus*)、曼式无针乌贼(*Sepiella maindroni*)、远海梭子蟹(*Portunus pelagicus*)、鹰爪虾(*Trachypenaeus curvirostris*)、鲷鱼(*Platycephalus indicus*)、小头栉孔鰕虎鱼(*Ctenotrypauchen microcephalus*)。

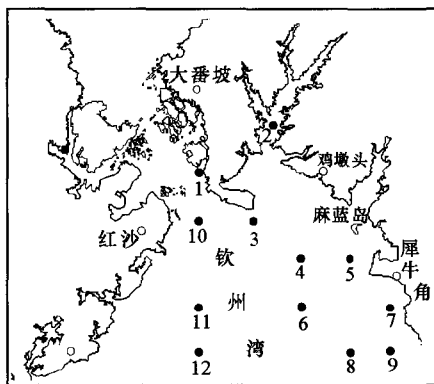


图1 采样站位

1~12为采样站位。

1.2 样品预处理和消解

样品经分类后取其肌肉组织或软组织,用绞肉机将其搅碎,冰冻保存(-20℃)。

样品的消解按照《海洋监测规范 第6部分:生物体分析》GB17378.6中的规定进行。

1.3 样品测定

Cu、Pb、Zn、Cd、Cr用PerkinElmer公司的AA800原子吸收光谱仪进行测试;Hg、As用北京吉天仪器有限公司的AFS-830双道原子荧光分光光度计进行测试。

1.4 底栖生物重金属污染及食用质量评价

采用单因子评价法^[2],按照海洋生物污染评价标准^[3]对底栖生物重金属污染进行评价。

采用国家食品卫生标准^[4~10]进行底栖生物食用质量评价。

2 结果与分析

2.1 底栖生物体内重金属含量

底栖生物体内重金属平均含量从高到低依次为Zn>Cu>As>Cd>Cr>Pb>Hg(表1)。底栖生物体内Zn和Cu的含量最高,可能与Zn和Cu是生物体必需元素有关;As含量较高,可能与无机亚砷酸盐和砷酸盐易溶而且稳定,并能被消化系统和肌肉组织迅速吸收有关^[11];另外,底栖生物体内重金属含量较高还可能与他们具有较大的比表面积和粘液(一种属于复杂碳氢化合物的碳酸盐)的化学本质有关^[12]。

表1 底栖生物体内重金属含量

生物种类	鲜重(μg/g)						
	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
棒锥螺	2.15	0.35	13.13	0.46	1.20	0.86	0.012
可变荔枝螺	19.53	0.27	44.27	1.57	0.42	0.94	0.019
短蛸	12.84	nd	24.05	0.22	nd	0.95	0.007
曼式无针乌贼	11.46	nd	14.22	0.07	0.12	1.33	0.005
远海梭子蟹	1.51	0.07	27.66	0.17	0.06	0.81	0.012
鹰爪虾	6.07	nd	12.72	0.02	nd	0.38	0.003
鲷鱼	0.35	nd	7.79	0.01	0.06	0.56	0.004
小头栉孔鰕虎鱼	0.80	0.40	10.76	0.04	0.62	1.09	0.013
平均值	6.84	0.14	19.33	0.32	0.31	0.87	0.009

“nd”指未检出。

按照种类,采集到的8种底栖生物被分为软体动物、甲壳动物和鱼类。其中,棒锥螺、可变荔枝螺、短蛸、曼式无针乌贼属于软体动物;远海梭子蟹、鹰爪虾属于甲壳动物;鲷鱼、小头栉孔鰕虎鱼属于鱼类。

不同生物体内重金属含量从高到低为,软体动物:Zn>Cu>As>Cd>Cr>Pb>Hg;甲壳动物:Zn>Cu>As>Cd>Pb>Cr>Hg;鱼类:Zn>As>Cu>Cr>Pb>Cd>Hg。相同重金属在不同生物体内的平均含量,Zn、Cu、Cd:软体动物>甲壳动物>鱼类;Pb、Cr、Hg、As:软体动物>鱼类>甲壳动物(表2)。不同生物体内重金属含量存在一定差异。总的来说,软体动物的重金属含量最高,其次是甲壳动物,而鱼类最低。这可能是因为软体动物、甲壳动物直接吞食沉积物中含有重金属的饵料,而鱼类对重金属的积累要通过复杂的食物链来转化^[13]。

表 2 底栖生物体内重金属含量比较

生物种类	鲜重($\mu\text{g/g}$)						
	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
软体动物	11.50	0.18	23.92	0.58	0.44	1.02	0.011
甲壳动物	3.79	0.04	20.19	0.10	0.03	0.60	0.008
鱼类	0.58	0.20	9.28	0.03	0.34	0.82	0.009

2.2 底栖生物对重金属的富集系数

调查测得 2010 年 12 月钦州湾近岸海域海水中 Zn、Cu、Cd、Cr、Pb、As、Hg 的平均浓度分别为 $18.6\mu\text{g/L}$ 、 $1.71\mu\text{g/L}$ 、 $0.09\mu\text{g/L}$ 、 $0.2\mu\text{g/L}$ 、 $5.35\mu\text{g/L}$ 、 $0.870\mu\text{g/L}$ 、 $0.071\mu\text{g/L}$ 。采集到的生物体内重金属含量从高到低的排序与海水中重金属含量的 ($\text{Zn}>\text{Pb}>\text{Cu}>\text{As}>\text{Cr}>\text{Cd}>\text{Hg}$) 不一致,其原因应该是生物体对重金属的积累受多种因素制约,而不仅仅与海水中重金属污染物的浓度有关。

底栖生物对重金属的富集系数为底栖生物体内重金属平均含量与海水中重金属含量的比值。不同底栖生物对重金属的富集能力不同,从高到低为:软体动物: $\text{Cu}>\text{Cd}>\text{Cr}>\text{Zn}>\text{As}>\text{Hg}>\text{Pb}$;甲壳动物: $\text{Cu}>\text{Cd}>\text{Zn}>\text{As}>\text{Cr}>\text{Hg}>\text{Pb}$;鱼类: $\text{Cr}>\text{As}>\text{Zn}>\text{Cu}>\text{Cd}>\text{Hg}>\text{Pb}$ (表 3)。

水生生物对某种污染物的富集系数大于 1000 时,有潜在的积累严重问题^[14]。在本次调查中,Cu、Zn、Cd 在软体动物和甲壳动物体内;Cr 在软体动物和鱼类体内;As 在软体动物体内的富集系数均大于 1000,说明该水域中软体动物体内的 Cu、Zn、Cd、Cr、As,甲壳动物体内的 Cu、Zn、Cd 以及鱼类体内的 Cr 积累严重。这可能是由于这些生物产生与金属结合能力较强的蛋白,因为生物体积累重金属的容量与金属结合某些蛋白的能力成正比^[15]。

表 3 底栖生物对重金属的富集系数

生物种类	富集系数						
	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
软体动物	6725	34	1284	6444	2200	1172	155
甲壳动物	2216	7	1084	1111	150	690	113
鱼类	339	37	498	333	1700	943	127

2.3 底栖生物重金属污染评价

从表 4 可以看出,本次采集的底栖生物体内重金属污染指数均小于 1,说明底栖生物未受到严重污染。相比而言鱼类受污染程度最大,其次是软体动物,甲壳动物受污染程度最低。

表 4 底栖生物重金属质量标准指数

生物种类	标准指数						
	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
软体动物	0.12	0.02	0.10	0.11	0.15	0.10	0.04
甲壳动物	0.04	0.02	0.13	0.05	0.02	0.09	0.04
鱼类	0.03	0.10	0.23	0.05	0.17	0.27	0.03

2.4 底栖生物食用质量评价

按照国家食品卫生标准值^[4~10],Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、As 和 Hg 的标准值分别为 $50\mu\text{g/g}$ 、 $0.5\mu\text{g/g}$ 、 $0.1\mu\text{g/g}$ 、 $2.0\mu\text{g/g}$ 、 $1.0\mu\text{g/g}$ 和 $0.3\mu\text{g/g}$ 。本次采集的底栖生物中,鱼类重金属含量低于标准值;甲壳动物体中 Cd 的含量达到国家食品卫生标准上限值;而软体动物中 Cd 和 As 的含量超过国家食品卫生标准规定范围(表 5)。

表 5 底栖生物卫生指数

生物种类	卫生指数						
	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg
软体动物	0.23	0.36	0.48	5.80	0.22	1.02	0.04
甲壳动物	0.08	0.08	0.40	1.00	0.02	0.60	0.03
鱼类	0.01	0.40	0.19	0.30	0.17	0.82	0.03

3 结束语

对钦州湾近岸海域底栖生物体内重金属含量的分析表明:(1)重金属平均含量从高到低为 $\text{Zn}>\text{Cu}>\text{As}>\text{Cd}>\text{Cr}>\text{Pb}>\text{Hg}$ 。(2)重金属含量从高到低,软体动物: $\text{Zn}>\text{Cu}>\text{As}>\text{Cd}>\text{Cr}>\text{Pb}>\text{Hg}$;甲壳动物: $\text{Zn}>\text{Cu}>\text{As}>\text{Cd}>\text{Pb}>\text{Cr}>\text{Hg}$;鱼类: $\text{Zn}>\text{As}>\text{Cu}>\text{Cr}>\text{Pb}>\text{Cd}>\text{Hg}$ 。(3)不同底栖生物对重金属的富集能力不同,同一种底栖生物对不同重金属的富集能力不同,从大到小为,软体动物: $\text{Cu}>\text{Cd}>\text{Cr}>\text{Zn}>\text{As}>\text{Hg}>\text{Pb}$;甲壳动物: $\text{Cu}>\text{Cd}>\text{Zn}>\text{As}>\text{Cr}>\text{Hg}>\text{Pb}$;鱼类: $\text{Cr}>\text{As}>\text{Zn}>\text{Cu}>\text{Cd}>\text{Hg}>\text{Pb}$ 。软体动物、甲壳动物体内 Cu、Zn、Cd 和鱼类体内 Cr 以及软体动物体内 As 的积累问题严重。(4)钦州湾近岸海域底栖生物均未受到严重污染。(5)甲壳动物体内 Cd 达到国家食品卫生标准上限值,软体动物体内 Cd 和 As 含量超过国家食品卫生标准值,应该引起有关部门注意。

参考文献:

- [1] 庄军莲,何碧娟,许铭本.广西钦州茅尾海潮间带生物生态特征[J].广西科学,2009,16(1):96-100.
- [2] 海洋监测质量保证手册编写组.海洋监测质量保证手册[S].北京:海洋出版社,2000.

- [3] 全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程编写组. 全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程[Z]. 北京:海洋出版社,1986.
- [4] 杨惠芬,沈文,邹宗富,等. GB2762-1994 食品中汞限量卫生标准[S]//中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国国家标准,1994.
- [5] 王淮洲,田永碧,陆冰贞,等. GB4810-1994 食品中砷限量卫生标准[S]//中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国国家标准,1994.
- [6] 叶世柏,王淮洲,韩驰. GB13106-1991 食品中锌限量卫生标准[S]//中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国国家标准,1991.
- [7] 吴其乐,王淮洲,顾伟勤,等. GB14935-1994 食品中铅限量卫生标准[S]//中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国国家标准,1994.
- [8] 李珏声,张秀珍,王淮洲,等. GB14961-1994 食品中铬限量卫生标准[S]//中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国国家标准,1994.
- [9] 陆冰贞,朱有昭,张秀珍,等. GB15199-1994 食品中铜限量卫生标准[S]//中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国国家标准,1994.
- [10] 吴其乐,韩驰,杨慧芬,等. GB15201-1994 食品中镉限量卫生标准[S]//中华人民共和国卫生部. 中华人民共和国国家标准,1994.
- [11] 张敬怀,李小敏,兰胜迎. 广西近岸海域底栖生物体内重金属含量与污染评价[J]. 广西科学,2006,13(2):143-146.
- [12] Cuninghuam P A. The use of bivalve mollusks in heavy metals pollution research[C]//Vembery W B, Calabrese A, Thurberg F P, et al. Marine pollution: functional responses. New Yoke: Academic Press, 1979:183-211.
- [13] 何雪琴,温伟英,张观希,等. 大亚湾底栖生物重金属现状与评价[J]. 河海大学学报,2001,29(3):103-106.
- [14] Kenaga E E. Predicted bioconcentration factors and soil sorption coefficients of pesticides and other chemicals[J]. Ecotoxicol Environ Safety,1980(4):26-38.
- [15] 广东省海岸带和海涂资源综合调查大队,广东省海岸带和海涂资源综合调查领导小组. 广东省海岸带和海涂资源综合调查报告[M]. 北京:海洋出版社,1987:306.

(责任编辑:陈小玲)

(上接第350页)

- [2] 杨启峰,张萍,赵永志. 淀粉废水的处理技术[J]. 黑龙江环境通报,2000,24(2):55-56.
- [3] 买文宁. 功气浮提取蛋白-UASB-SBR 工艺处理淀粉废水[J]. 工业水处理,2002,22(6):42-44.
- [4] 李善于,甘海南. 淀粉生产废水处理的运行与管理[M]. 北京:中国环境科学出版社,2000.
- [5] 韩彪,张萍,张维维,等. 厌氧-好氧-物化工艺处理淀粉废水的工程实例[J]. 环境科学与技术,2010(12):25-27.
- [6] 韩彪,张萍,张维维,等. UASB-CASS-混凝工艺处理木薯淀粉废水[J]. 工业水处理,2010(8):75-77.
- [7] 买文宁. 生物生工废水处理技术及工程实例[M]. 北京:化学工业出版社,2002.
- [8] 王凯军,秦人伟. 发酵工业废水处理[M]. 北京:化学工业出版社,2000.
- [9] 王晓林. 木薯淀粉放心水治理工程实例分析[J]. 木薯精细化工,2001(4):7-9.
- [10] 李娟,廖安平,梁炳池,等. 混凝法处理木薯淀粉废水[J]. 广西民族学院学报:自然科学版,2001,7(2):161-163.
- [11] 李生. 利用气浮-UASB-SBR 工艺处理红薯淀粉废水[J]. 周口师范学院学报,2006,23(5):82-85.
- [12] 张振家,王太平,张虹,等. UASB 反应器处理淀粉废水试验研究[J]. 工业水处理,2002,22(1):28-31.

(责任编辑:邓大玉)