

水东港及其近岸海域食用水产品重金属污染及无公害评价*

Assessment of Non Public Nuisance and Heavy Metal Pollution on Aquatic Products in Shuidong Harbor and Its Inshore

牛显春¹,周建敏²,熊德琴²,李玉欢¹

NIU Xian-chun¹,ZHOU Jian-min²,XIONG De-qin²,LI Yu-huan¹

(1. 茂名学院化工与环境工程学院,广东茂名 525000;2. 茂名学院化学与生命科学学院,广东茂名 525000)

(1. College of Chemistriy and Environmental Engineering, Maoming College, Maoming, Guangdong, 525000, China; 2. College of Chemistriy and Life Science, Maoming College, Maoming, Guangdong, 525000, China)

摘要:2005年10月对水东港及其近岸海域海水和海洋生物体进行采样,测定海水中重金属(As、Hg、Pb、Cd和Cu)和海洋生物体内重金属(Cu、Pb、Cd、Hg、Cr、Zn和Ni)含量,其中海水重金属含量采用单项污染指数评价法进行评价,海洋生物体内重金属含量采用生物质量指数法进行评价,海洋生物的非公害评价按照国家农业行业标准进行评价,海洋生物对重金属的富集状况通过生物体对某种重金属的富集系数来评价。结果表明:水东港及其近岸海域海水中As、Hg、Pb、Cd和Cu的含量均低于渔业水质标准和海水水质标准,总体质量为优质;水东港及其近岸海水中海洋生物体内重金属的含量均低于海洋生物污染评价标准,但是各类生物体内的Pb和Cd的含量均超过国家无公害标准;各类海洋生物对于Cd比其它重金属具有较强的富集能力。

关键词:海洋生物 重金属 污染 评价

中图分类号:Q178.53;X826 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2007)03-0299-04

Abstract: The sea water and marine organisms were sampled in Shuidong Harbour and its inshore in Oct 2005 for testing the amounts of heavy metals As, Hg, Pb, Cd, Cu, Hg, Cr, Zn, Ni. The single item pollution index, biomass index and the national trade standard of agriculture are used for the assessment of seawater, marine organisms and non public nuisance, respectively. The enrichment of heavy metals in marine organisms is assessed with concentration coefficient of individual metal in organism. In the sampling area, the amounts of As, Hg, Pb, Cd and Cu are lower than the water quality standard for fishery and sea water quality standard. The seawater quality is ranked as goodness in general. The amounts of heavy metals in organisms are lower than the assessment criterion of marine biodeterioration, but the concentrations of Pb and Cd are higher than the national standard for non public nuisance. All marine organisms enrich Cd more than any other heavy metals.

Key words: organism, heavy metal, pollution, assessment

收稿日期:2007-04-28

修回日期:2007-06-01

作者简介:牛显春(1965-),男,高级工程师,在职研究生,主要从事环境监测和水污染治理工程研究。

* 2003年茂名学院科研基金项目(项目编号:203105)和2004年茂名市重点科技计划项目(项目编号:201083)资助。

广东省是全国海洋大省之一,濒临南海,海洋资源丰富。而茂名市的水东港是广东省重要的海产品生产地。由于水东港工业区的迅速开发以及茂名乙烯100万吨扩建工程竣工投产,必将对水东港及其近岸海水环境质量造成一定的影响。海水水体一旦受到污

染,海洋生物幼体的生长、发育和行为以及食用卫生质量就会受到影响。目前,我国对食用水产品提出了“有毒有害物质限量”的无公害要求。本文通过对水东港附近海洋及海洋生物体中的有毒有害重金属的含量进行监测分析评价,得出水东港及附近近海海洋生物体中重金属的含量水平及生物体的卫生质量状况,为水东港及其近岸海洋生态环境及渔业资源的健康可持续发展提供科学参考。

1 材料与方法

1.1 样品采集

如图 1 所示,按茂名近海海域功能区特点水质监测布设 5 个监测垂线——茂名水东港口养殖区(W_1)布设 4 个点,博贺湾养殖区(W_2)、第一滩风景区(W_3)、城市排污区(W_4)、盐业作业区(W_5)各一个监测点。海洋生物监测设置 3 个监测点(W_1 、 W_3 、 W_5)。水质监测和海洋生物重金属监测时间为 2005 年 10 月。海水和海洋生物样品的采集、贮存均按《海洋监测规范》^[1]执行。

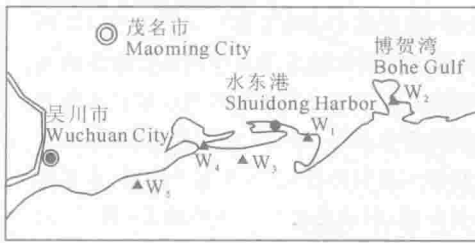


图 1 采集样点位置
Fig. 1 Sampling sites

W_1 . 茂名水东港口养殖区, W_2 . 博贺湾养殖区, W_3 . 第一滩风景区, W_4 . 城市排污区, W_5 . 盐业作业区

W_1 . Culture Zone of ShuiDong port Maoming, W_2 . Culture Zone of Bohe Bay, W_3 . 1st Scenic Area, W_4 . Urban sewage zone, W_5 . Salt operation zone.

1.2 分析方法

海水中重金属的检测项目为 As、Hg、Pb、Cd 和 Cu,其中 Hg 含量采用冷原子分光光度法测定,其他重金属采用阳极溶出伏安法测定。

海洋生物重金属监测项目为 Cu、Pb、Cd、Hg、Cr、Zn 和 Ni,其中除 Hg 为冷原子分光光度法外,其他重金属采用石墨炉原子吸收分光光度法进行测定。

1.3 评价方法

海水质量采用单项污染指数评价法进行评价。

海洋生物体内重金属含量评价采用生物质量指数法,即应用公式 $P_i = C_i/C_{si}$ 对海洋生物体内重金属含量进行评价,式中 P_i 为第 i 种污染物的生物质量指数, C_i 为第 i 种污染物的实测值, C_{si} 为第 i 种污染物的标准值。当 $P_i \leq 1$ 时,生物质量符合标准;当 $P_i > 1$

时,生物质量超标。

水东港及其近岸海域目前鱼类、甲壳类和软体类体内重金属含量的安全卫生质量状况,以本调查研究结果与国家农业行业标准 NY5051—2001《无公害食品:产品有毒有害物质限量标准》中“无公害食品水产品中有毒有害物质限量”(简称“限量标准”)进行对比,其比值(即质量指数) >1 的,视为超标。

通过生物体对某种重金属的富集系数来评价海洋生物对重金属的富集状况,由生物体内某种重金属含量除以海水中对应重金属含量即得到生物体对该种重金属的富集系数。

2 结果与分析

2.1 海水中重金属的分析和评价

表 1 结果表明,水东港及近岸海域海水中 As、Hg、Pb、Cd 和 Cu 的分析结果均低于 GB11607—89《渔业水质标准》和 GB3097—1997《海水水质标准》中的一类标准,总体质量为优质。其中,海水中 Hg、Cd 的含量分布较均匀;As、Cu、Pb 含量分别在第一滩风景区、博贺湾养殖区、城市排污区达到最高;另外,除了 Cu,两个养殖区的重金属的平均含量普遍低于近海海域。

表 1 水东港及近岸海域重金属监测结果

Table 1 The result of heavy metals monitor in East water port and nearshore sea water

重金属 Heavy metals	含量 Content ($\mu\text{g/L}$)							
	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_b	W_c	
As	0.300	0.350	0.325	0.600	0.550	0.400	0.517	0.421
Hg	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
Pb	2.750	2.100	2.425	2.100	2.950	2.750	2.600	2.513
Cd	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Cu	5.950	5.350	5.650	5.800	4.500	4.450	4.927	5.289

$$W_a = (W_1 + W_2)/2; W_b = (W_3 + W_4 + W_5)/3; W_c = (W_a + W_b)/2$$

2.2 生物体中重金属的分析与评价

由表 2 结果可见,水东港及其近岸海水中海洋生物体内重金属的含量均低于海洋生物污染评价标准(简称评价标准)^[2]。但是各类生物体内的 Pb 和 Cd 的质量指数均大于 1,说明其含量均超过无公害标准,应引起重视。

不同生物体内重金属含量存在一定差异。各类生物体中重金属平均含量的大小的顺序分别如下。Cu: 软体类 > 鱼类 > 甲壳类; Pb: 软体类 > 鱼类 > 甲壳类; Zn: 软体类 > 甲壳类 > 鱼类; Cd: 软体类 > 甲壳类 > 鱼类; Hg: 甲壳类 > 软体类 > 鱼类; Cr: 鱼类 > 甲壳类 > 软体类; Ni: 软体类 > 鱼类 > 甲壳类。鱼类与甲壳类的重金属(Cu、Pb、Zn、Cd、Ni)含量普遍低于软体

表 2 海洋生物重金属监测结果*

Table 2 The result of heavy metal monitors of organism

项目 Project item	含量范围 Content scope ($\mu\text{g/g}$)			平均含量 The average level ($\mu\text{g/g}$)			评价标准 The average level ($\mu\text{g/g}$)			Pi	限量标准 Allowable level ($\mu\text{g/g}$)			质量指数 Mass Index				
	鱼类 Fish	甲壳类 Crusta- ceans	软体类 Mollusk	鱼类 Fish	甲壳类 Crusta- ceans	软体类 Mollusk	鱼类 Fish	甲壳类 Crusta- ceans	软体类 Mollusk		鱼类 Fish	甲壳类 Crusta- ceans	软体类 Mollusk	鱼类 Fish	甲壳类 Crusta- ceans	软体类 Mollusk		
Cu	0.34~ 5.12	0.41~ 4.58	4.26~ 15.4	2.36	1.62	9.86	20	100	100	0.118	0.016	0.099	50	50	50	0.047	0.032	0.197
Pb	0.42~ 1.27	0.41~ 1.02	0.30~ 1.32	0.72	0.60	0.98	2.0	2.0	10.0	0.36	0.30	0.098	0.5	0.5	0.5	1.44	1.2	1.96
Cd	0.06~ 0.36	0.05~ 1.85	0.07~ 0.52	0.22	1.52	2.18	0.6	2.0	5.5	0.367	0.76	0.396	0.1	0.5	1.0	2.2	3.04	2.18
Hg	0.045~ 0.060	0.004~ 0.018	0.004~ 0.029	0.052	0.076	0.074	0.3	0.2	0.3	0.173	0.38	0.247	0.5	0.5	0.5	0.104	0.152	0.148
Cr	0.08~ 0.32	0.18~ 0.28	0.11~ 0.16	0.24	0.21	0.13	1.5	1.5	5.5	0.16	0.14	0.024	—	—	—	—	—	—
Zn	6.21~ 17.2	15.92~ 30.15	14.20~ 33.41	8.56	23.50	24.12	40	150	250	0.214	0.157	0.096	—	—	—	—	—	—
Ni	0.11~ 1.52	0.20~ 0.51	0.06~ 2.12	0.35	0.31	0.78	5.5	3.0	15.0	0.064	0.103	0.052	—	—	—	—	—	—

*表中含量均为湿重,其中鱼类样本数 55,甲壳类 28,软体类 5;—:表示目前没有参考标准。Table contents were wet weight,Several of which 55 samples of fish,28 samples of Crustaceans,5 samples of mollusk. —:The expression has not referred to the standard at present.

类,其原因是软体动物直接吞食重金属的沉积物中的饵料,而鱼类对重金属的积累则要通过复杂的食物链来转化,甲壳类动物所吸收的重金属大多数吸附或结合在外骨骼上,脱皮会降低某些重金属的含量^[3]。另外,海洋生物体内重金属含量受海水中痕量重金属浓度的影响,海洋生物对重金属的累积量与其海水环境中重金属含量具有指数相关^[4,5]。所以,实验测得海水中重金属含量的顺序为 Cu>Pb>Cd>Hg,而海洋生物体内的重金属含量顺序也基本与之相同。再者,各类生物含 Cu 量比较高,这可能是由于 Cu 是生物必需元素,它与某些蛋白质结合在参与生命活动过程中起着某些特殊作用所致^[6]。水生生物对于 Cu 的浓缩能力比较高的事实国外已有一些报道,如 Lytle^[7]在研究美国 St. Louis 湾的巨蚶 (*Crassostrea virginica*) 和条蛤蜊 (*Rangiacuneata*) 体内重金属含量和 Ramelow^[8]分析地中海的虾、蟹和牡蛎以及 Wittmann^[9]在分析重金属在生物体内含量时都得出此结论。

2.3 海洋生物对重金属的富集状况评价

由表 3 可知,软体类生物的富集能力最强,鱼类的富集能力最弱。其中,Cd 在生物体内的富集系数最高,As 则最低。从本次调查情况看,这种差异主要由生物主观因素决定:虽然海水中 Pb 含量较高,但这三类生物对它的富集能力却相对较弱^[10]。另外鱼类对 Hg 也表现出较强的富集能力,这可能与 Hg 在鱼体内有随年龄和个体大小富集的作用有关^[11]。

表 3 海洋生物对重金属的富集系数

Table 3 The concentration factors of heavy metal in organism

类别 Category	Cu	Pb	Cd	As	Hg	平均值 Average
鱼类 Fish	410	352	3667	60	2167	1331
甲壳类 Crustaceans	282	294	25333	50	3167	5825
软体类 Mollusk	1713	480	36333	70	3083	8336

3 结论

(1)水东港及近岸海域 As、Hg、Pb、Cd 和 Cu 的含量均低于一类海水水质标准和一类渔业水质标准,总体质量为优质。

(2)水东港及近岸海域海洋生物体内各重金属含量均低于生物污染评价标准。其中鱼类、甲壳类生物体内重金属含量普遍较低,软体类则较高;Cu、Zn 在各生物体内含量较高,Hg 则最低。

(3)与国家农业行业标准“无公害食品水产品有毒有害物质限量”衡量,目前水东港鱼类、甲壳类和软体类生物体中 Pb 和 Cd 的平均含量均已超标。实验测得海水中重金属含量的顺序为 Cu>Pb>Cd>Hg,而海洋生物体内的重金属含量顺序也基本与之相同。

(4)海洋生物对重金属 Cd 有较强的富集能力。软体类生物对各种重金属的富集能力最强,甲壳类次之,鱼类则最小。

在同样的生存条件下的生物体内的重金属含量

存在一定的差异,虽然这种差异有时甚至很显著^[1],但是通过生物体内的重金属含量判断养殖区食用水产品重金属污染和无公害评价有一定的指导性。

参考文献:

[1] 国家海洋局. 海洋监测规范[M]. 北京:海洋出版社, 1991.
[2] 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,1987:704.
[3] 阮金山,许翠娅,罗冬连,等. 福建兴化湾海水、沉积物及水产生物体内重金属含量分析与评价[J]. 热带海洋, 2000,19(1):52-57.
[4] HODSON P V. Aminolevulinic acid dehydroatase activity of blood as an indicator of a harmful exposure to lead[J]. Res Bd Can,1976,33:268-271.
[5] SCHULZ-BALDAS M. Lead uptake from seawater and food and lead loss in the common mussel *mytilusedulis*[J]. Mar Biod Cd,1974,25:177-193.

[6] MICHAEL J S. Examination of water for pollution control[M]. Pergamon Press,1982:89-90.
[7] YTTLE T F,LYTLE J S. Heavy metals in oysters and clams of St Louis Bay [J]. Mississippi Bull Environ Contam Toxicol,1982,29:50-57,456.
[8] RAMELOW G S. The determination of trace metals in marine organisms by atomic absorption spectrometry [J]. Intern J Environ Anal Chem,1978,5:125-232.
[9] WITTMANN G T W. Metal pollution in the aquatic environment [M]. Germany:Springer Verlag,1981:305-306.
[10] 廉雪琼. 广西近岸海域海水和沉积物及生物体中的重金属[J]. 海洋环境科学,2001,20(2):61.
[11] 祝立. 福建平潭海坛海峡贝类监控区海水、沉积物及贝类体内重金属的分析与评价[J]. 福建水产,2004,102(2):63.

(责任编辑:韦廷宗)

(上接第 298 页 Continue from page 298)

[3] GB/T 4789. 20—2003. 食品卫生微生物学检验:水产食品检验[S].
[4] GB 17378. 3—1997. 海洋监测规范[S].
[5] GB/T 4789. 3—2003. 食品卫生微生物学检验,大肠菌群测定[S].
[6] GB 17378. 4—1997. 海洋监测规范[S].
[7] GB 17378. 7—1997. 海洋监测规范[S].
[8] 陈志强,张海生,刘小涯. 海南三亚近岸海域水化学要素的分布特征和变化规律[J]. 海洋环境科学,1998(5): 61.
[9] 宁修仁,陈介中,刘子琳. 海南省三亚湾和榆林湾海水中

叶绿素 a 浓度、总细菌和大肠菌的丰度与分布[J]. 东海海洋,1994(4):55.

[10] 三亚市海洋经济发展规划领导小组. 三亚市海洋经济发展规划[R]. 三亚:三亚市海洋经济发展规划领导小组,2005.
[11] 王汉奎. 三亚湾近 3 年营养盐含量变化及其输送量的估算[J]. 热带海洋,2005(5):90-96.
[12] 何雪琴,温伟英,何清溪. 海南省三亚湾海域水质状况评价[J]. 台湾海峡,2001,20:168.

(责任编辑:邓大玉)