

珠江口水域鱼虾类重金属残留的调查

魏泰莉¹, 杨婉玲¹, 赖子尼¹, 张琦¹, 刘 锰²

(1. 中国水产科学研究院珠江水产研究所, 广东 广州 510380;

2. 郑州市水利局水产研究所, 河南 郑州 450007)

摘要:于2000年5~6月、10~11月对珠江口区4个入海口(虎门、蕉门、横门和磨刀门)进行取样调查, 10个采样点共采得鱼虾类样品24种, 分属21科。进行Cu、Zn、Pb、Cd、Ni、As、Cr的肌肉残留分析, 并与1986年和1999年调查结果进行比较。结果表明, 2000年珠江口生物体主要残留物为As、Cd、Pb, 其污染负荷比分别为36.8%、25.6%和19.8%; Cu和Cd检出率最高, 皆为100%; As、Cd超标率最高, 分别为23.2%和16.9%。方差分析显示, 丰水期(5~6月)与枯水期(10~11月)Zn、As、Cr、Ni的平均残留量差异显著; 对于不同生活水层和不同食性的鱼类, Cu的平均残留量差异极显著, 呈底层>中下层>中上层, 而其他6种元素无显著差异。鱼、虾肌肉重金属污染综合指数均值为0.43, 属轻度污染。

关键词:珠江口; 经济水产动物; 重金属残留

中图分类号: S94; S922.6

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737(2002)02-0172-05

随着珠江三角洲经济蓬勃发展, 珠江口两岸“三废”排放量在不断增加, 其中重金属对渔业资源及水产品卫生质量的影响越来越受人们重视^[1,2]。1986年、1999年我们对珠江口水质及水产品重金属残留进行了调查分析, 2000年, 在原工作的基础上, 再次进行调查, 以进一步了解珠江口渔业生态环境质量状况和变化趋势, 为珠江口污染防控与治理提供科学依据。

1 调查方法

1.1 样品采集

1.1.1 采样点 在虎门、蕉门、横门、磨刀门4处共设10个监测点(见图1)。

1.1.2 时间 主要捕捞季节采样2次, 即2000年5~6月(丰水期)、10~11月(枯水期)。

1.1.3 样品预处理 鱼样经生物学特性测定后, 用

不锈钢刀除去鱼鳞、鱼皮, 取其背部肌肉; 虾样去壳取其肌肉组织。切碎混匀, 由样品袋包好放入液氮罐保存, 运回室内置-20℃低温保存。

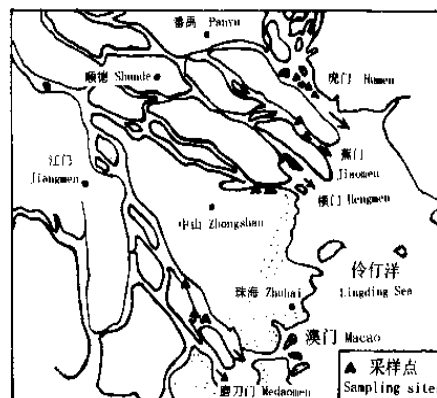


图1 采样点位置(▲表示采样点)

Fig.1 Location of sampling sites (▲ means sampling spots)

收稿日期: 2001-06-18.

基金项目: 农业部“九五”重点科研项目(渔95-B96-06-04).

作者简介: 魏泰莉(1973-), 女, 实习研究员, 从事渔业生态与环境研究. E-mail: taiw163@163.net

1) 陆超华. 南海北部海域经济水产品中的重金属残留量的调查研究[J]. 渔业环境保护, 1992, 4: 17~26.

1.2 分析项目

Cu、Zn、Pb、Cd、Ni、As、Cr共7项。

1.3 分析方法

1.3.1 样品前处理 样品室温自然解冻, 称取平行样, 采用湿法消化法处理^[3]。测Cu、Zn、Pb、Cd、Ni、

Cr 的样品用优级纯 HNO_3 和 HClO_4 进行消解;测 As 的样品用 HNO_3 、 HClO_4 和 H_2SO_4 进行消解。

1.3.2 测定 Cu、Zn、Pb、Cd、Ni 采用 WFX-1E 型原子吸收分光光度计进行测定,测定条件:吸收波长分别是 324.7 nm、213.8 nm、283.3 nm、228.8 nm、232.0 nm,光谱通带 0.2 nm,观测高度 8 mm,乙炔流量为 2.3 L/min,空气流量为 9.4 L/min。As 用二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法,Cr 用二苯碳酰二肼分光光度法^[4]。

2 结果与讨论

2.1 重金属残留量及其比较

表 1 水产品重金属含量分析结果

Table 1 Analysis results of heavy metal content in aquatic product muscle							mg/kg, 湿重 Wet weight				
种 类 Species	样品数/ind Sample nos.	体长/cm Body length	体重/g Weight	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	As	Cr	
鲮鱼 <i>Mugil cephalus</i> Linnaeus	6	18~23	75~350	0.498	0.643	0.537	0.033	0.196	0.358	0.154	
红狼牙假虎鱼 <i>Odontamblyopus mbicundus</i>	12	20~22	12~25	0.062	-	0.195	0.005	-	-	0.046	
黄斑篮子鱼 <i>Siganus oramin</i>	4	11~16	20~30	0.306	-	0.439	0.027	0.423	-	0.148	
鲢鱼 <i>Cirrhinus molitorella</i>	1	32	350	0.388	-	0.561	0.012	0.156	-	0.227	
团头鲂 <i>Megalobrama amblycephala</i>	6	23~35	300~500	0.057	1.487	0.764	0.024	0.372	0.013	0.066	
三线舌鲷 <i>Cynoglossus trigrammus</i>	1	44	200	0.009	1.735	0.683	0.027	0.253	-	0.409	
中华海鲡 <i>Arius sinensis</i>	6	16~19	45~55	0.155	3.128	0.622	0.016	0.192	0.224	0.061	
黄鳍鲷 <i>Sparus latus</i> Houttuyn	8	14~21	50~175	0.126	0.649	0.488	0.033	0.270	0.166	0.161	
海鲡 <i>Arius thalassinus</i>	1	32	200	0.062	1.775	0.561	0.019	0.253	-	0.097	
尖头塘鳢 <i>Eleotris oxycephala</i>	6	15~19	25~60	0.114	1.373	0.744	0.019	0.279	0.348	0.045	
断斑石鲈 <i>Pomadourus hasta</i>	2	17~22	50~100	0.166	-	0.439	0.019	0.221	-	0.281	
斑鲳 <i>Channa maculata</i>	1	29	200	0.107	-	0.317	0.042	0.318	-	0.360	
胡子鲶 <i>Clarias fuscus</i>	7	21~31	75~250	0.105	0.849	0.329	0.042	0.237	-	0.109	
棘头梅童鱼 <i>Collichthys lucidus</i>	10	16~18	60~67	0.477	-	0.098	0.019	0.269	0.262	0.167	
翘嘴红鲌 <i>Erythroculter ilishaeformis</i>	6	31~40	200~400	0.136	1.742	0.561	0.046	0.351	0.095	0.098	
海鲢 <i>Muraenesox cinereus</i>	5	66~74	325~550	0.137	1.564	0.561	0.042	0.310	0.264	0.141	
鳄形短体鲷 <i>Brachysomaphis crocodilinus</i>	1	53	350	0.322	2.069	0.317	0.027	0.610	1.173	0.034	
花鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i>	6	31~39	300~500	0.079	0.919	0.470	0.042	0.294	0.050	0.261	
尖吻鲷 <i>Therapon oxyrinchus</i>	1	35	500	0.033	1.297	0.439	0.005	0.123	-	-	
鲮 <i>Platycephalus indicus</i>	8	27~36	125~300	0.061	1.016	0.512	0.049	0.260	0.265	0.296	
大黄鱼 <i>Pseudosciaena crocea</i>	4	20~22	100~150	0.114	-	0.561	0.027	0.123	0.085	-	
鲤鱼 <i>Cyprinus carpio</i>	1	45	1 700	0.255	1.526	0.683	0.019	0.286	-	0.031	
鲫鱼 <i>Carassius auratus</i>	4	26~27	20~40	0.433	0.742	0.561	0.034	0.838	-	0.404	
斑鲳 <i>Clupanodon punctatus</i>	3	23~24	80~120	0.196	0.422	0.927	0.042	0.318	1.230	-	
虾 Shrimps				1.275	2.595	0.500	0.039	0.270	0.226	0.146	

注:“-”指未检出。“-” means undetectable.

表 2 重金属含量检出情况

Table 2 Heavy metal residues in fish and shrimp muscles

污染物 Pollutant	含量范围/(mg·kg ⁻¹) Content range	平均值/(mg·kg ⁻¹) Average	检出率/% Detectable rate	超标率/% Standard-exceeding rate	含量最高样品 Max content sample
Cu	0.009~2.025	0.256	100.0	0	鲮 <i>Mugil cephalus</i>
Zn	0~5.507	1.233	74.6	1.7	中华海鲡 <i>Arius sinensis</i>
Pb	0~1.049	0.507	96.6	1.7	海鲢 <i>Muraenesox cinereus</i>
Cd	0.005~0.079	0.033	100.0	16.9	鲮、虾 <i>Platycephalus indicus</i> , Shrimps
Ni	0~0.838	0.276	94.9	-	鲫鱼 <i>Carassius auratus</i>
As	0~1.230	0.191	37.5	23.2	斑鲳 <i>Clupanodon punctatus</i>
Cr	0~0.772	0.152	81.4	0	花鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i>

注:u—指未检出 Undetectable

采集了 21 科 24 种鱼类和虾,其分析结果见表 1、2。评价标准采用国家环境保护局颁布的《环境监测技术规范》^[3]中“残毒测定套用的环境指标”(重金属 Ni 不参加评价,以下同)。结果显示,重金属在鱼虾体内均有一定残留量,但 7 个监测项目平均值均未超标;检出率:Cu、Cd 最高,均为 100%,其次是 Pb、Ni,最低为 As,仅 37.5%;超标率:As、Cd 较高,分别为 23.2%、16.9%。残留量出现最高值的样品大多为底栖肉食性鱼虾类。表 3 列出国内外一些水域水产品重金属残留数据以进行比较。

表3可见,珠江口Cu、Zn、Pb、Cd、Cr含量总体低于其他水域,与长江口区相比,其中Zn残留量相差18倍以上;As含量比湛江海域高约2倍,Ni含量

高于广东省海域、波兰格但斯克湾2~3倍。本次调查反映珠江口经济鱼类和虾受重金属Cu、Zn、Pb、Cd、Ni、Cr及As污染的影响较轻。

表3 不同水域水产品重金属含量的比较

Table 3 Comparison of heavy metal in aquatic products from different waters mg/kg, 湿重 Wet weight									
水域 Waters	年份 Year	种类 Species	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	As	Cr
长江口区 Yangtze River estuary	1982~1983 ^[5]	鱼类 Fishes	2.29	18.3	1.68	0.14			
黄河口 Yellow River estuary	1984 ^[6]	甲壳类 Crustacean	14.9	37.8	2.08	0.42			
湛江海域 Zhanjiang Harbour bay	1990~1994 ^[7]	鱼类 Fishes	0.68	13.10	0.67	0.08	0.09	0.56	
广东省海域 Guangdong coastal waters	1986~1988 ^[8]	虾类 Shrimps	1.56	13.48	0.42	0.04	0.11	0.29	
波兰格但斯克湾 Poland Gdansk Bay	1990 ^[9]	鱼类 Fishes	0.77	6.26	0.22	0.03	0.14	0.23	
珠江口 Pearl River estuary	2000	鱼类 Fishes	0.24	2.90	0.20	0.05	0.08		
		虾类 Shrimps	0.18	1.01	0.51	0.03	0.28	0.19	0.16
			1.28	2.60	0.50	0.04	0.27	0.23	0.15

2.2 重金属残留量的统计分析与比较

2.2.1 不同采样点、采样时间生物体重金属残留量

表4显示,各入海口水产品重金属残留总体污染负荷比(污染负荷比系某种污染物的污染指数占数种污染物污染指数之和的百分比)分别是,磨刀门31.4%、横门33.9%、虎门和蕉门34.7%,污染程度为:虎门、蕉门>横门>磨刀门。经方差分析,重金属含量水平无明显的空间分布差异($F < F_{0.05}$)。

由表4可见,Cu、Cd、Ni、As、Cr平均含量枯水期高于丰水期,Zn、Pb枯水期低于丰水期。不同采样水期,Cu、Pb、Cd均值含量经 t 检验无显著差异;Zn、As、Cr的含量有极显著差异,($t > t_{0.01}$, $P < 0.01$);Ni($t = 2.578 > t_{0.05}$, $P < 0.05$)的含量有显著差异。

2.2.2 不同生活水层及食性的生物体重金属残留比较

见表4。重金属含量均值经方差分析,各生活水层间及各食性间Zn、Pb、Cd、Ni、As、Cr残留均无显著差异,而Cu残留存在极其显著差异, F 值分别为6.10和14.21($F > F_{0.01}$)。用新复极差法进行不同水层及不同食性间Cu平均残留的多重比较,结果显示,对于不同生活水层,底层与中上层平均数差值为 $0.465 > 1.5R_{0.01}$,差异极显著,底层与中下层均数差值为 $0.442 > 1.5R_{0.05}$,差异显著,中下层与中上层均数差异不显著,Cu的平均残留量顺序为底层>中下层>中上层;对于杂食性与其他食性鱼类

Cu的平均残留差异显著,其余各食性间差异不显著。

2.3 重金属残留综合评价与年际变化

重金属残留评价采用均值型综合污染指数法。评价污染状况的等级标准,国内目前尚无明确规定。一般认为,污染综合指数均值 < 0.2 可视为正常背景水平,0.2~0.6为轻污染水平,0.6~1.0为污染水平, > 1.0 为重污染水平^[10]。重金属残留年际变化分析见表5。以重金属各年度的污染负荷比来看,1986年重金属残留主要污染物是Zn、As、Pb,3项污染分担率为81.3%;1999年主要污染物是Zn、Pb、As、Cd,污染分担率为95.9%;2000年主要污染物是As、Cd、Pb,污染分担率为82.2%。从均值变化看,Cu、Zn、Pb的污染下降,Cd、As的污染2000年与1999年相似,较1986年上升,Cr的污染2000年比1999年高。评价结果表明,2000年重金属残留污染程度较1986年、1999年有所缓和。2000年水产品污染综合指数均值为0.43,低于1986年和1999年(污染综合指数均值分别为0.63和0.69),污染程度由污染水平转为轻污染水平。

3 结论

(1)水产品残留分析结果表明,7种重金属在鱼虾体内均有一定的残留量,但总体上在标准值范围内,主要残留物是As、Cd、Pb。

表 4 不同采样地点、时间、生活水层、食性水产品重金属的含量

Table 4 Heavy metal residues in aquatic animals of different sampling sites, time, living water layers and feeding habits 2000

		mg/kg, 湿重 Wet weight						
采样	Sampling item	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	As	Cr
采样点 Site	磨刀门 Modaomeng	0.221	1.222	0.520	0.035	0.240	0.161	0.133
	横门 Hengmeng	0.296	1.154	0.449	0.031	0.314	0.204	0.175
	虎门、蕉门 Humeng, Jiaomeng	0.342	1.306	0.540	0.033	0.283	0.182	0.153
采样时期 Time	丰水期 Rainy season	0.167	2.111	0.542	0.029	0.216	0.015	0.090
	枯水期 Dry season	0.379	0.540	0.479	0.036	0.324	0.343	0.201
生活水层 Living water layer	中上层 Pelagic	0.156	1.302	0.683	0.044	0.340	0.473	0.065
	中下层 Below middle layer	0.178	1.072	0.525	0.032	0.273	0.214	0.163
	底层 Substratum	0.621	1.416	0.442	0.034	0.278	0.097	0.159
食性 Feeding habit	I	0.105	0.535	0.480	0.028	0.163	0.299	0.136
	II	0.347	0.000	0.500	0.020	0.290	0.000	0.188
	III	0.057	1.487	0.764	0.024	0.372	0.013	0.066
	IV	0.113	1.432	0.583	0.026	0.254	0.179	0.138
	V	0.137	0.971	0.438	0.038	0.281	0.172	0.182
	VI	0.948	2.029	0.575	0.037	0.340	0.323	0.145

注: Note: I—主食浮游动植物, 如鲮鱼、红狼牙鰕虎鱼 Phytoplankton and zooplankton-eating, such as *Mugil cephalus* Linnaeus and *Odontamblyopus bicandus*; II—主食着生藻类, 如黄斑篮子鱼 Sessile algae-eating, such as *Siganus oramin*; III—主食高等植物, 如团头鲂 Advanced plant-eating, such as *Megalobrama amblycephala*; IV—以底栖无脊椎动物为食性的鱼, 如三线舌鳎 Benthic invertebrate-eating, such as *Cynoglossus tri-grammus*; V—主食鱼虾, 如海鲷、胡子鲇 Fish or shrimp-eating, such as *Muranesax cinereus* and *Clarias fuscus*; VI—杂食性, 如鲤鱼、鲫鱼 Omnivorous, such as *Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*.

表 5 1986、1999、2000 年水产品重金属残留比较

Table 5 Comparison of heavy metal residues in aquatic products in 1986, 1999 and 2000

年份 Year	项目 Item	重金属 Heavy metal						污染综合指数 Synthetical pollution index	污染综合指数均值 Mean of synthetical pollution index
		Cu	Zn	Pb	Cd	As	Cr		
1986	平均值/(mg·kg ⁻¹) Average	0.369	7.726	0.673	0.016	0.165	0.313	3.75	0.63
	负荷比/% Duty ratio	1.9	41.3	17.9	8.5	22.1	8.3		
1999	平均值/(mg·kg ⁻¹) Average	0.722	5.713	1.072	0.038	0.199	0.025	4.13	0.69
	负荷比/% Duty ratio	3.4	27.6	25.9	18.2	24.2	0.7		
2000	平均值/(mg·kg ⁻¹) Average	0.256	1.233	0.507	0.033	0.191	0.152	2.58	0.43
	负荷比/% Duty ratio	2.3	9.7	19.8	25.6	36.8	5.8		
评价标准/(mg·kg ⁻¹ , 湿重 Wet weight) Assessment standard		5.0	5.0	1.0	0.05	0.2	1.0		

(2)不同采样时间, Zn、As、Cr 丰水期与枯水期平均残留量差异极显著, Zn 的平均含量丰水期高于枯水期, As、Cr 丰水期低于枯水期; Ni 的平均含量差异显著, 丰水期均值低于枯水期。对于不同生活水层, Cu 的均值含量差异极其显著, 平均值顺序为底层>中下层>中上层。而对于不同食性来说, Cu 的平均含量各食性间存在极显著差异, 杂食性与各个食性差异极显著, 其余各食性间差异不显著。

(3)从综合污染指数的年度变化看, 2000 年综合污染指数比 1999 年和 1986 年有所下降, 表明珠江口鱼虾重金属残留污染有所缓和, 但仍属轻度污染水平。

参考文献:

- [1] 陆奎贤, 肖学铮, 郭叶华, 等. 珠江水系渔业资源[M]. 广州: 广东科技出版社, 1990.
- [2] Chou C L, Urhe J F, Castell J D, et al. Effect of dietary cadmium on growth, survival, and tissue concentrations of cadmium, zinc, copper, and silver in juvenile American Lobster (*Homarus americanus*) [J]. Can J Fish Aqu Sci, 1987, 44(8): 1 443-1 450.
- [3] 国家环境保护局. 环境监测技术规范[M]. 北京: 海洋出版社, 1987.
- [4] 国家环保局(水和废水监测分析方法)编委会. 水和废水监测分析方法[M](第3版). 北京: 中国环境科学出版社, 1989.
- [5] 戴国梁, 朱启琴, 杨鸿山. 长江口及其邻近海域海洋生物重金属和有机氯农药的分析与评价[J]. 海洋环境科学, 1991, 10(3): 20-25.
- [6] 刘明星, 张首临, 李国基, 等. 黄河口及邻近海区海洋生物中的痕量金属[J]. 海洋学报, 1988, 10(6): 778-786.
- [7] 余日清, 谢镜明, 杨广杏, 等. 湛江港湾海产品的品质与污染物积累[J]. 海洋环境科学, 1998, 17(2): 45-49.
- [8] 陆超华, 林燕棠, 杨美兰. 广东省海域经济鱼类的重金属污染及其评价[J]. 海洋环境科学, 1991, 10(2): 46-50.
- [9] Szefer P. Distribution of trace metals in some representative of Southern Baltic[J]. Mar Pollut Bull, 1990, 21(2): 60-62.
- [10] 贾晓平, 林钦, 李纯厚, 等. 广东沿海牡蛎体 Pb 含量水平及时空变化趋势[J]. 水产学报, 2000, 24(6): 527-532.

Residues of heavy metals in economic aquatic animal muscles in Pearl River estuary, south China

WEI Tai-li¹, YANG Wan-ling¹, LAI Zi-ni¹, ZHANG Qi¹, LIU Meng²

(1. Pearl River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510380, China;

2. Fisheries Research Institute, Water Conservancy Bureau, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: An investigation was conducted in May, June, October and November 2000 to determine the residues of Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, As and Cr in aquatic animal muscles in Pearl River estuary. From four entrances in the estuary, called Humen, Jiaomen, Hengmen and Modaomen, 24 species of fishes and shrimps, belonging to 21 families, were collected. The analysis results show that the main residues in the animal muscles are As, Cd and Pb with the pollution duty ratios of 36.8%, 25.6% and 19.8%, respectively. Cu and Cd have the highest detectable ratios, both 100%; As and Cd have the highest standard-exceeding ratios of 23.2% and 16.9%, respectively. By variance analysis, the residues of Zn, As, Cr and Ni have significant differences between rainy season (May-June) and dry season (October-November); for the animals living at different water layers and feeding different diets, Cu residues have extremely significant difference, whereas the other six elements do not. The average synthetical pollution index of the seven elements in fishes and shrimps is 0.43, implicating the pollution degree is not high.

Key words: Pearl River estuary; economy aquatic animals; heavy metal residues