

广东沿海近江牡蛎体砷含量水平、 地理分布特点和变化趋势

贾晓平 蔡文贵 林 钦 吕晓瑜

(中国水产科学研究院南海水产研究所, 广州 510300)

摘 要 1989~1995年广东沿海近江牡蛎体砷的测定数据和有关历史资料表明, 所有牡蛎样品的砷含量在 $(0.31 \sim 2.51) \times 10^{-6}$ 之间, 总平均值为 1.30×10^{-6} , 均低于海洋生物污染评价标准值, 属正常本底水平。牡蛎体砷含量的地理分布呈粤东和粤西西部高、珠江口和粤西东部低的格局。1981~1991年, 牡蛎体砷的平均含量呈下降趋势, 1991年以后, 牡蛎体砷的平均含量虽有波动, 但年际间没有明显差异。

关键词 砷, 近江牡蛎, 指示生物, 广东沿海, 污染分布

近江牡蛎(*Crassostrea rivularis*)是广东沿海主要的养殖贝类之一, 具有很高的经济价值。同时, 因其对某些污染物具有较强的富集能力和耐受力, 因此又是一种用于研究和监测沿海水域污染状况的比较理想的监测生物。本文根据1989~1995年广东沿海9个采样点近江牡蛎体砷含量的测定数据和有关历史资料, 分析和阐述广东沿海牡蛎体砷含量水平、地理分布特点和变化趋势。

1 材料与方法

1.1 样品的采集与处理

牡蛎采样地点见图1。在9个采样点中, 粤东海区3个(M1~M3), 珠江口海区2个(M4和M5), 粤西海区4个(M6~M9)。1989~1995年(其中1990年和1994年未采样), 每年春季(3月)在9个点分别采样1次, 1989年除春季采样外, 还加采夏、秋、冬季样品, 采样时间分别为6月、9月和12月。每次在各采样点采集3~4龄近江牡蛎30只, 现场剥离软组织, 收集全部体液和软组织, 冰冻保存送至实验室, 打成匀浆后于 -20°C 条件下保存至分析。

1.2 分析

每个样品取平行样, 采用《海洋污染调查暂行规

范》规定的二乙氨基二硫代甲酸银分光光度法测定牡蛎体的砷含量^[1]。仪器: 722型分光光度计, 波长520 nm。

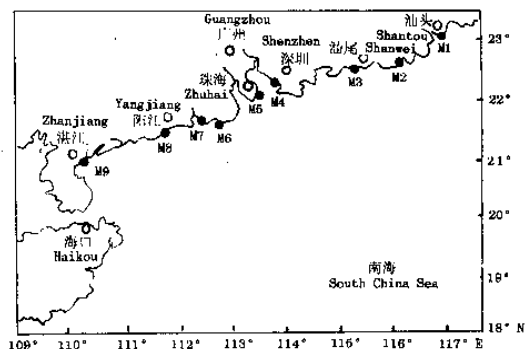


图1 采样站位

Fig.1 Sampling sites

2 结果与讨论

2.1 牡蛎体砷含量水平的评价

广东沿海9个采样点牡蛎样品的砷含量见表1。1989~1995年广东沿海牡蛎体砷含量的范围为 $(0.31 \sim 2.51) \times 10^{-6}$ (湿重, 下同), 年度平均值范围为 $(1.23 \sim 1.50) \times 10^{-6}$, 总平均值为 $1.30 \times$

收稿日期: 1997-07-14

10^{-6} 。最高值出现在粤东海区的甲子港(M2 站, 1991 年), 最低值出现在粤西海区的镇海湾(M7 站, 1992 年), 前者为后者的 8.1 倍。

表 1 广东沿海牡蛎体的砷含量

Table 1 Concentrations of As in oysters from Guangdong provincial coast ($\times 10^{-6}$, 湿重 wet weight)

站号 station	地点 site	年 份 year					平均值 average value
		1989	1991	1992	1993	1995	
M1	广澳湾 Guangao Bay	1.48	1.16	1.25	1.61	1.64	1.43
M2	甲子港 Jiazi Harbor	1.88	2.51	2.15	2.06	1.08	1.94
M3	长沙湾 Changsha Bay	1.98	1.32	1.70	1.84	1.76	1.68
M4	深圳湾 Shenzhen Bay	1.58	0.99	0.90	1.39	1.15	1.20
M5	香洲湾 Xiangzhou Bay	1.00	0.78	0.94	0.92	1.02	0.93
M6	广海湾 Guanghai Bay	1.41	1.05	1.52	0.45	0.86	1.06
M7	镇海湾 Zhenhai Bay	1.39	1.10	0.31	0.49	0.74	0.81
M8	马尾湾 Mawei Bay	1.36	1.34	0.99	0.99	1.35	1.21
M9	湛江港 Zhanjiang Harbor	1.50	1.03	1.39	1.66	1.48	1.41
粤东岸段 East Guangdong coast		1.78	1.66	1.70	1.84	1.49	1.69
珠江口岸段 Pearl River estuary		1.29	0.89	0.92	1.16	1.09	1.07
粤西岸段 West Guangdong coast		1.42	1.13	1.05	0.90	1.11	1.14
平均值 average value		1.50	1.25	1.24	1.27	1.23	1.30

我国目前尚无正式颁布的海洋生物砷污染评价标准, 本文采用广东省海岸带污染综合调查推荐使用的评价标准^[2]来评价广东沿海牡蛎体砷的污染状况, 评价标准和污染指数列于表 2。表 2 数据表明, 广东沿海牡蛎样品的单个样品指数值和平均值均远低于标准指数值限, 表明全部牡蛎样品的砷含量均在正常背景范围, 其栖息水域属清洁状态。然而, 若以食品卫生标准中砷含量的限定值来衡量, 则广东沿海部分牡蛎样品的砷含量值得进一步加以分析。世界各国对海洋生物砷含量的限制值有很大差异, 如前苏联和日本规定海产品不得检出砷, 法国和沙特阿拉伯的限制值为 0.5×10^{-6} (湿重, 下同), 澳大利亚和波兰为 1.5×10^{-6} , 南斯拉夫为 4.0×10^{-6} , 美国和加拿大为 5.0×10^{-6} , 香港为 10.0×10^{-6} 。如果以上述标准来衡量, 则广东沿海全部牡蛎样品的砷含量均高于前苏联和日本的标准值, 绝大多数样品高于法国和沙特阿拉伯的标准值, 部分

样品(尤其是粤东海区的样品)高于澳大利亚和波兰的标准值, 但全部牡蛎样品的砷含量均低于南斯拉夫、美国、加拿大和香港的标准值。国内外有关研究结果表明^[3-5], 一般海产品中的砷含量都较高, 即使在清洁水域, 鱼、虾、贝类的总砷含量也往往达到 $(1 \sim 10) \times 10^{-6}$ 水平(湿重), 而海藻中砷的含量则更高。因此, 海洋生物体的总砷含量很难符合上述一些标准的要求。据我们判断, 这些标准很可能是针对海洋生物体中毒性较高的无机砷含量而制定的。海洋生物体中的砷主要以有机砷的形态出现, 一般占总砷含量的 65%~95%, 其毒性很低, 摄食后易从体内排出, 而毒性较大的无机砷一般占总砷含量的 5%~35%^[3-5], 故到目前为止尚未发现因食用海产品而引起砷中毒的报道。如果以 15% 的比率估算广东沿海牡蛎体中的无机砷含量, 则含量范围为 $(0.05 \sim 0.38) \times 10^{-6}$ (湿重), 平均值为 0.20×10^{-6} , 均低于除前苏联和日本外的其他国家的食品卫生标准值。

表 2 广东沿海牡蛎体砷污染评价参数

Table 2 Pollution assessment parameters of As for oysters from Guangdong provincial coast

岸段 coast	评价标准 (湿重)/ $\times 10^{-6}$ standard (wet weight)	指数范围 index range	平均值 average value	状况 status
粤东海区 East Guangdong coast	10	0.11~0.25	0.17	清洁 clean
珠江口海区 Pearl River estuary	10	0.08~0.16	0.11	清洁 clean
粤西海区 West Guangdong coast	10	0.03~0.17	0.11	清洁 clean
全海区 Guangdong coast	10	0.03~0.25	0.13	清洁 clean

2.2 牡蛎体砷含量的地理分布特点

广东沿海 9 个地点牡蛎体的砷含量存在差异, 从表 1 数据可以看出, 粤东的甲子港(M2)和长沙湾(M3)牡蛎体砷含量的平均值明显高于全部牡蛎样品砷含量的总平均值水平, 而粤东的广澳湾(M1)和粤西的湛江港(M9)砷含量的平均值则略高于总平均值水平, 其余 5 个点牡蛎体砷含量平均值均低于总平均值水平。总体上看, 9 个地点牡蛎体中的砷含量大致可分为 4 个水平, 即甲子港(M2)、长沙湾(M3) > 广澳湾(M1)、湛江港(M9) > 深圳湾(M4)、马尾湾(M8) > 广海湾(M6)、香洲湾(M5)和镇海湾(M7), 呈现出粤东和粤西西部高、珠江口和粤西东部低的“两头高、中间低”的地理分布特点。若从粤

东、珠江口和粤西 3 个海区牡蛎砷含量的分布格局看,牡蛎砷含量较高的地点大多数分布在粤东海区(M1、M2 和 M3),少数位于粤西海区(M9),而珠江口和粤西东部沿海牡蛎的砷含量较低。1989~1995 年间,除 1993 年珠江口牡蛎砷含量的平均值略高于粤西海区外,各年度各海区牡蛎砷的平均含量的排列顺序为粤东海区>粤西海区>珠江口海区(表 1)。这种分布格局与 1976~1981 年南海近海污染综合调查报道的贝类砷含量的地理分布特点相似¹⁾。该项调查结果表明,粤东海区贝类砷的平均含量最高,为 3.05×10^{-6} ;粤西海区次之,为 2.34×10^{-6} ;珠江口海区最低,为 1.21×10^{-6} 。上述分析结果表明,自 1976~1981 年的调查以来,广东沿海贝类(含牡蛎)砷含量地理分布的格局没有发生明显的变化。有关污染源的调查结果表明²⁾,广东沿海牡蛎砷含量的地理分布特点与砷排放源的分布基本吻合,即粤东沿海砷的排放源主要集中在与甲子湾、长沙湾相邻的汕尾市;粤西沿海砷的排放源则集中在西端的湛江市和茂名市,而牡蛎砷含量的最高值均出现在这些区域(M2 为 1.94×10^{-6} 、M3 为 1.68×10^{-6} 、M9 为 1.43×10^{-6})。

2.3 牡蛎砷含量的季节变化

不同季节牡蛎砷含量的变化见表 3。广东沿海牡蛎砷含量总的变化趋势是春季最高,夏季次之,秋季降至最低点,冬季回升。在 8 个地点中(M2 未采 4 季样品),广澳湾(M1)、长沙湾(M3)、香洲湾(M5)、广海湾(M6)和湛江港(M9)等 5 个地点牡蛎砷含量均呈现这种季节变化特点,而其余 3 个地点牡蛎砷含量的季节变化略显不同,夏季最高,春季或秋季次之。影响牡蛎砷含量季节变化的主要因子有污染源强的变化,环境因子(如水温、盐度、悬浮物等)和牡蛎本身的生物学和生理学因素等,尤其在砷污染较轻的海域,牡蛎自身的内在因素比环境因素对砷积累量或残留量的影响可能性更大^[3]。Touche 等^[6]曾报道了美国俄勒冈州亚奎那湾未明显受污染的紫贻贝砷含量的季节变化,发现紫贻贝的砷含量在 4 月和 7 月出现 2 个峰值,并与紫贻贝产卵期前性腺成熟期相吻合。我们的观察结果与 Touche 等的研究结果基本一致。广东沿海牡蛎的产卵期出现在 4~5 月和 8~9 月,尤以春季为主产

卵期。牡蛎产卵前成熟的性腺可占体重的 30%~40%。由于海洋动物体中的砷以有机砷占绝对优势,主要存在于动物体的脂质中,因此,牡蛎产卵前富脂类卵和精子的成熟,为砷的积累创造了条件。广东沿海牡蛎砷含量在春、夏季较高,与牡蛎的生殖循环有十分密切的关系。

表 3 不同季节牡蛎的砷含量

Table 3 Concentrations of As in oysters collected in different seasons

站号 station	地点 site	春 spring	夏 summer	秋 autumn	冬 winter
M1	广澳湾 Guangao Bay	1.84	1.67	0.94	1.47
M3	长沙湾 Changsha Bay	3.26	1.60	1.44	1.64
M4	深圳湾 Shenzhen Bay	1.74	2.18	1.27	1.14
M5	香洲湾 Xiangzhou Bay	1.40	0.94	0.70	0.94
M6	广海湾 Guanghai Bay	1.68	1.49	0.80	1.68
M7	镇海湾 Zhenhai Bay	1.41	1.68	1.28	1.18
M8	马尾湾 Mawei Bay	0.93	1.76	1.47	1.28
M9	湛江港 Zhanjiang Harbor	2.34	1.54	1.04	1.10
平均值 average value		1.60	1.40	1.00	1.12

2.4 牡蛎砷含量的年际变化趋势

广东沿海牡蛎砷含量的年际变化趋势见表 1 (1976~1981 年的数据引自南海近海污染综合调查报告¹⁾)。

由 1976~1981 年的调查至 1995 年,广东沿海牡蛎砷含量的变化总体上呈下降趋势,并显示出 2 个不同的变化时段。第 1 时段为 70 年代末至 1991 年,广东沿海牡蛎砷的平均含量由 2.2×10^{-6} 降至 1.25×10^{-6} ,而在此后的第 2 时段,即 1991~1995 年,牡蛎砷的平均含量年际间虽有波动,但没有显著的变化。在粤东、珠江口和粤西 3 个海区中,70 年代末粤东海区和粤西海区贝类的砷平均含量较高,而珠江口贝类的砷平均含量则与 1989 年的相近。并且,从 80 年代初至 1991 年,粤东海区和粤西海区的砷平均含量显示出持续下降的趋势,而珠江口海区贝类的砷含量仅在 1989 年后才呈现下降趋势。1991~1995 年,3 个海区牡蛎砷含量虽有波动,但均无显著变化。有关污染源调查数据表明^[5],70 年代末以来,广东沿海砷的排放量逐年下降,1981 年广东沿海砷的排放量为 105 t,1989 年

1)南海近海污染调查协作组.南海近海环境质量综合调查报告.1985

2)广东省环保局.广东省环境统计资料汇编.1980~1996

降至 40.5 t, 1990~1992 年为 30~35 t, 此后, 广东沿海砷的排放量在 16 t 左右。图 2 表明, 广东沿海牡蛎体砷含量的变化趋势与砷的排放量的变化趋势是相吻合的。

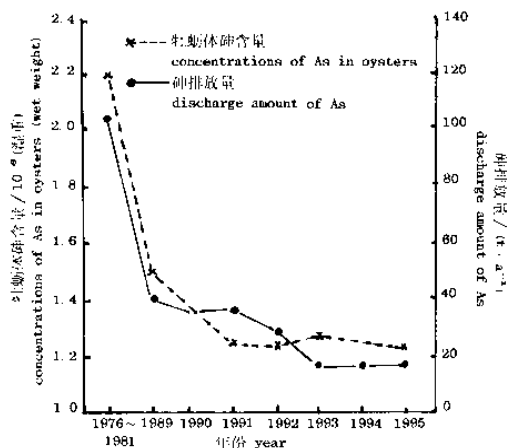


图 2 广东沿海砷排放量与牡蛎体砷含量的变化趋势

Fig. 2 Discharge amount of As and concentrations of As in oysters from Guangdong provincial coast

3 小结

(1) 广东沿海牡蛎体砷含量为 $(0.31 \sim 2.51) \times$

10^{-6} , 总平均值为 1.30×10^{-6} , 属正常背景水平。

(2) 广东沿海牡蛎体砷含量的地理分布呈粤东和粤西西部高、珠江口与粤西东部低的特点, 与广东沿海砷污染源的分布特点相吻合。

(3) 广东沿海牡蛎体砷含量的季节变化特点是: 春季高, 夏季次之, 秋季降至最低点, 冬季回升。

(4) 从 70 年代末至 1991 年, 广东沿海牡蛎体的砷含量呈下降趋势。1991 年以后, 牡蛎体的砷含量年际间虽有波动, 但没有明显变化。这些变化趋势与砷污染源的变化趋势相吻合。

参考文献

- 1 国家海洋局. 海洋污染调查暂行规范. 北京: 海洋出版社, 1979
- 2 王化泉, 等. 珠江口海岸带和海涂资源综合调查研究文集(2). 广州: 广东科技出版社, 1984. 132~141
- 3 谭燕翔. 砷在渤海海水、底质和底栖动物中的分布. 海洋科学, 1983(4): 28~30
- 4 Maher W A. Inorganic arsenic in marine organisms. Mar Pollut Bull, 1983, 14(8): 308~310
- 5 Ashton A. "Oyster - watch" for monitoring coal ash lagoons in an environmentally sensitive area of Hong Kong. Mar Pollut Bull, 1991, 22(7): 334~339
- 6 Touche Y D L, et al. Seasonal variation of arsenic and other trace elements in bay mussels (*Mytilus edulis*). Bull Environ Contam Toxicol, 1982, 29(4): 665~670

Levels, spatial distribution and variation tendency of arsenic in oysters from the coast of Guangdong province

Jia Xiaoping Cai Wengui Lin Qin Lu Xiaoyu

(South China Sea Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510300)

Abstract Based upon the data of As concentrations in oyster *Crassostrea rivularis* collected from the coast of Guangdong province from 1989 to 1995 and related historical data, this paper described base line levels, spatial distribution and variation tendency of As in the oyster. As concentrations of all samples analyzed were below the limit of Marine Organism Pollution Assessment Standard (MOPAS) and within the range of natural levels of As in marine bivalves. Spatial distribution of As concentrations showed that As concentrations in the oysters collected from the East Guangdong coast and the western West Guangdong coast were higher than those from the Pearl River estuarine coast and the eastern West Guangdong coast. The temporal variation of As concentrations showed a significant decline tendency from 1981 to 1991. After 1991 concentrations of As in the oysters along the coast of Guangdong province showed no significant difference.

Key words As, *Crassostrea rivularis*, indicator organism, Guangdong provincial coast, pollution distribution