

广西英罗港红树林区沉积物和大型
底栖动物中汞含量的初步研究**A Preliminary Study on the Mercury Contents
in Sediments and Macrobenthos of Yingluo
Bay Mangrove Area, Guangxi**

赖廷和 邱绍芳

Lai Tinghe Qiu Shaofang

(广西海洋研究所 北海市 536007)

(Guangxi Institute of Oceanology, Beihai, 536007)

摘要 研究广西英罗港红树林区沉积物和大型底栖动物中汞含量的分布规律。结果表明英罗港潮沟沉积物汞平均含量大于林内；部分沉积物受到汞污染。在动物类别水平上，各滩的潮沟样地动物中的汞含量均值均大于相应林内样地动物。在所有动物水平上，潮沟动物汞平均含量高于林内。按动物食性划分，沉积物食性动物汞平均含量最高。按生活型划分，底内生活型动物汞平均含量最高。在生活型和食性的 8 种组合中，以沉积物为食、以底内型生活的种类平均汞含量最高。动物汞含量超标率为 14.29%。

关键词 红树林 沉积物 大型底栖动物 汞含量

中图法分类号 X 826

Abstract The contents of the mercury in the mangrove sediments and macrobenthos were monitored in Yingluo Bay, Guangxi in 1994. The results showed that the means mercury contents of sediments in the creek were higher than that under forest. Some of the sediments in Yingluo Bay had been polluted by mercury. At the level of species categories, the means mercury contents of macrobenthos at each sample point were higher in the creek than that under forest. At the level of all species, the means mercury content of macrobenthos in creek was higher than that under forest. Based on their food preference, the soilphagous species had the greatest means mercury contents. And the means mercury contents of infaunal species was higher than that of the other inhabits types. Among 8 combination of inhabits and food preference types, the means mercury content of the species with soilphagous food preference and infaunal inhabits type had the greatest val-

ue. The over-standard rate of the mercury contents in macrobenthos was 14.29%.

Key words mangrove, sediment, macrobenthos, mercury contents

重金属是红树林生态系统重要的环境因子之一。但目前我国开展的研究大多注重于红树植物和沉积物方面,有关大型底栖动物中重金属含量及其物质循环很少^[1,2],汞的研究尚未见有报道。捕捉大型底栖动物是沿海居民在红树林区从事的主要经济活动之一,红树林区海产品在汞方面的质量是涉及沿海居民身体健康的切身利益问题。本文在山口红树林保护区英罗港核心区开展沉积物、大型底栖动物的主要经济种和常见种中汞含量的初步研究,为该保护区的经济开发和管理提供科学依据。

1 群落概况

广西英罗港(109°43'E, 21°28'N)是山口红树林自然保护区的核心区,属北热带季风区。年平均气温 22.4°C,极端最低气温 -0.8°C,年降水量 1816.5 mm,年均相对湿度 81.8%。红树林面积 80 hm²,群落宽度约 700 m,长约 1400 m,为港湾红海榄(*Rhizophora stylosa*)群落。林区潮沟发达,沉积物为沙质或沙泥质。林内沉积物为淤泥质。潮沟两岸混生白骨壤(*Avicennia marina*)、桐花树(*Aegiceras corniculatum*)和秋茄(*Kandelia candel*)小群落。英罗港海区的潮汐为混合潮,平均潮差 2.35 m,最大潮差 6.25 m。林区有 111种大型底栖动物,其中软体类 49种,甲壳类 44种,鱼类 11种和其他动物 7种^[3]。

2 材料与方 法

2.1 样品采集

根据英罗港红树林区植物群落分布与潮带的特征,将红树林区划分为向陆林带(中潮上带)、中间林带(中潮中带)和向海林带(中潮下带至低潮带)3个滩面。在各个滩面的潮沟岸边和距沟岸 10 m林内滩涂各设 1个采样点,共 6个样点,每样点面积 200 m²。1994年 7月在各样点随机采集大型底栖动物和沉积物样品。沉积物为 10 cm~20 cm土层,每样点钻取 3个土壤样,混合后用于室内分析。另在山口保护区的丹兜站和北界站分别取 2~3个沉积物样品作为对照。

采回动物分类到种,共 27种。分别是星虫类的方格星虫(*Sipunculus nudus*)和可口革囊虫(*Phascolosoma esculenta*);软体类的条蛭螺(*Nerita striata*)、黑口滨螺(*Littorina melanostoma*)、珠带拟蟹守螺(*Cerithidea cingulata*)、褐蚶(*Dimacra tenebrica*)、黑荞麦蛤(*Vignadula atrata*)、短偏顶蛤(*Modiolus flavidus*)、缘齿牡蛎(*Ostrea crenulifera*)、河蚬(*Corbicula fluminea*)、红树蚬(*Gelolna coaxans*)、文蛤(*Meretrix meretrix*)、伊萨伯雪蛤(*Chione isabellina*)、青蛤(*Cyclina sinensis*)、射带镜蛤(*Dosinia troscheli*)、透明樱蛤(*Merisca diaphana*)、大竹蛭(*Solen grandis*)、缢蛭(*Siliqua minima*)和南海鸭嘴蛤(*Laternulo nanhaiensis*);腕足类的海豆芽(*Lingula anatina*);甲壳类的锯缘青蟹(*Scylla serrata*)、长腕和尚蟹(*Mictyris longicarpus*)、海栖招潮(*Uca marionis*)、无齿相手蟹(*Sesarma dehaani*)、口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)和脊尾白虾(*Palaemon carinicauda*);鱼类的绿斑细棘虎鱼

2.2 测试方法

沉积物样自然晾干, 研磨过 60 目筛后采用重铬酸钾法测定有机质含量^[5]。再研磨过 160 目筛用于汞含量分析。沉积物样湿法处理, 消解后在 WFX-1F2 型原子吸收分光光度计上采用冷原子吸收法测定汞含量^[5], 检出限为 0.0086×10^{-6} 。干重。大型底栖动物中的星虫类清除消化道泥沙后取可食部分; 软体类取软组织; 小型蟹类打成匀浆后取样, 其余甲壳类和鱼类取肌肉组织, 用于含水量和汞含量测定。含水量测定为 105°C 烘干^[6]。初步处理的动物样用湿法处理, 消解后在 WFX-1F2 型原子吸收分光光度计上采用冷原子吸收法测定汞含量^[6], 检出限为 0.0086×10^{-6} 。鲜重。

3 结果与讨论

3.1 沉积物中汞含量分布及其污染状况

从表 1 可看出, 英罗港红树林区沉积物汞含量变化范围为 0.120×10^{-6} 。干重 ~ 0.360×10^{-6} 。干重, 总均值为 0.2×10^{-6} 。干重, 最大值出现在中间林带潮沟林内沉积物汞平均值低于潮沟, 但在向陆林带的林内样点高于潮沟。

英罗港红树林区沉积物中的 Cu、Pb 和 Zn 含量与有机质含量有显著的相关关系, 而且沉积物为沙质或泥沙质的潮沟汞含量均比沉积物为淤泥质的林内低^[2]。可见英罗港沉积物中汞元素的沉积因素和分布规律与 Cu、Pb、Zn 元素的不同。

从表 1 计算出, 目前英罗港红树林区沉积物汞超标率为 33.3%, 而在 1985 年广西海岸带调查时该地沉积物汞没有超标^[7]。随着山口红树林保护区旅游资源的开发, 汞的污染开始加剧。从山口红树林自然保护区的 3 个保护站沉积物汞平均含量来看, 英罗港比其余 2 站高。这与英罗港旅游资源开发程度较高有关。英罗港和丹兜湾两地的红树林区林内沉积物的有机质含量均大于沉积物评价标准, 但红树林区沉积物的有机质含量一般较高, 不应认为是超标。

3.2 大型底栖动物的汞含量

英罗港红树林区中不同大型底栖动物的汞含量相差很大 (表 2), 不同样地的相同种类相差也较大。动物中汞含量变化范围为 0.003×10^{-6} 。干重 ~ 5.310×10^{-6} 。干重, 平均含量为 1.023×10^{-6} 。干重。最大者为向海林带潮沟的大竹蛭。种平均最小为缘齿牡蛎, 0.103×10^{-6} 。干重。种平均最大为大竹蛭, 为 5.310×10^{-6} 。干重。在动物类别上, 汞平均含量表现为星虫类 (1.926×10^{-6} 。干重) > 软体类 (1.119×10^{-6} 。干重) > 甲壳类 (0.454×10^{-6} 。干重) > 腕足类 (0.169×10^{-6} 。干重) > 鱼类 (0.136×10^{-6} 。干重)。

3.2.1 林内和潮沟大型底栖动物汞含量比较

在动物种类水平上, 在各滩面的潮沟和林内动物汞含量比较没有明显的统一规律。

表 1 山口红树林保护区沉积物的汞和有机质含量

保护站和样地		汞含量 ($\times 10^{-6}$ 。干重)	有机质 (%)
英罗港	向陆林带林内	0.220	3.73
	向陆林带潮沟	0.140	1.56
	中间林带林内	0.180	3.97
	中间林带潮沟	0.360	1.15
	向海林带林内	0.120	3.75
	向海林带潮沟	0.180	1.30
	林内均值	0.173	3.81
	潮沟均值	0.227	1.34
	英罗港均值	0.200	2.58
北界新村	林外光滩 1	0.330	1.14
	林外光滩 2	未检出	1.25
	林外光滩 3	0.024	1.45
北界新村均值		0.119	1.28
丹兜湾	红树林内 1	未检出	4.56
	红树林内 2	0.180	3.72
丹兜湾均值		0.092	4.14
污染评价标准		0.20	3.4

* 指该数据超标; 未检出者以检出限 1/2 参与统计。

表2 大型底栖动物汞含量及其生活型、食性

动物种和类别	潮沟动物汞含量 ($\times 10^{-6}$ 干重)			林内动物汞含量 ($\times 10^{-6}$ 干重)			生活型	食性
	LF	MF	SF	LF	MF	SF		
方格星虫	/	/	1.679	/	/	/	in	sp
可口革囊虫	0.892	4.395	/	0.892	3.503	0.198	in	sp
条蛳螺	/	/	/	0.158	/	2.011	ep	pt
黑口滨螺	/	/	/	0.200	0.161	/	ep	pt
珠带拟蟹守螺	0.439	0.003	0.096	/	/	/	ep	pt
褐蚶	0.513	1.687	/	0.513	1.813	2.375	in	pl
黑芥麦蛤	/	/	/	/	0.003	0.800	en	pl
短偏顶蛤	/	/	3.970	/	/	/	in	pl
缘齿牡蛎	/	/	/	0.101	0.077	0.130	en	om
河蚬	/	/	/	/	/	2.606	in	pl
红树蚬	/	/	/	0.152	/	/	in	pl
文蛤	/	0.816	1.360	/	/	1.973	in	pl
伊萨伯雪蛤	/	/	4.873	/	/	/	in	pl
青蛤	1.524	2.256	0.250	0.165	/	/	in	pl
射带镜蛤	/	/	0.113	/	/	/	in	pl
透明樱蛤	/	/	0.277	/	/	/	in	pl
大竹蛏	/	5.310	/	/	/	/	in	pl
缢蛏	0.004	0.230	0.214	/	/	/	in	pl
南海鸭嘴蛤	/	1.835	1.266	/	/	/	in	pl
海豆芽	/	0.185	0.153	/	/	/	in	pl
锯缘青蟹	/	/	/	/	/	0.136	ca	cr
长腕和尚蟹	0.571	0.490	0.196	/	/	/	ca	pt
海栖招潮	1.704	0.444	0.163	0.082	/	/	ca	pt
无齿相手蟹	/	/	/	0.136	/	/	ca	pt
口虾蛄	/	/	0.153	/	/	/	ca	cr
脊尾白虾	/	0.914	/	/	/	/	ep	om
绿斑细棘 虎鱼	/	0.136	/	/	/	/	ca	cr
星虫类各样地均值	0.892	4.395	1.679	0.892	3.503	0.198		
星虫类潮沟、林内均值		2.322			1.531			
软体类各样地均值	0.620	1.734	1.380	0.215	0.514	1.649		
软体类潮沟、林内均值		1.352			0.827			
腕足类各样地均值	/	0.185	0.153	/	/	/		
腕足类潮沟、林内均值		0.169			/			
甲壳类各样地均值	1.138	0.616	0.171	0.109	/	0.136		
甲壳类潮沟、林内均值		0.580			0.118			
鱼类均值		0.136			/			

注: / 非主要栖息地, 未在该处捕获该种。LF 为向陆林带, MF 为中间林带, SF 为向海林带。ca 为穴居型, ep 为底上型, en 为附着型, in 为底内型; cr 为肉食性, om 为杂食性, pl 为浮游生物食性, pt 为植食性, sp 为沉积物食性。

在动物类别水平上, 各滩面的潮沟样地动物的汞平均含量均大于相应林内样地动物。在所有动物水平上, 潮沟动物汞含量 (1.150×10^{-6} 干重) 高于林内动物 (0.826×10^{-6} 干重)。英罗港大型底栖动物的 Cu、Pb、Zn 和 Cd 含量则表现为林内高于潮沟动物^[2], 汞的分布规律与这 4 种重金属明显不同。

3.2.2 不同潮带大型底栖动物汞含量比较

在种和类别水平上, 各潮带动物的汞含量没有明显的统一规律。从所有动物水平上, 汞

林带 (0.503×10^{-6} 干重), 这与各潮带沉积物的汞平均含量分布一致。

3.2.3 不同食性和生活型的大型底栖动物汞含量比较

异养生物可从饵料中吸收重金属^[8], 也可因暴露在重金属中而通过体表被动吸附和表面膜渗透等方式吸收^[9]。因此, 生活型和食性对大型底栖动物中重金属含量有很大的影响。

按不同食性划分, 各类型动物汞含量均值为: 沉积物食性 (1.926×10^{-6} 干重) > 浮游生物食性 (1.330×10^{-6} 干重) > 植食性 (0.457×10^{-6} 干重) > 杂食性 (0.305×10^{-6} 干重) > 肉食性 (0.142×10^{-6} 干重)。沉积物食性的动物汞含量最高。

按不同生活型划分, 各类型动物汞含量均值为: 底内型 (1.450×10^{-6} 干重) > 底上型 (0.498×10^{-6} 干重) > 穴居型 (0.383×10^{-6} 干重) > 附着型 (0.222×10^{-6} 干重)。底内生活型的动物汞含量最高。

在测定的 27 种动物中, 生活型和食性共有 8 种组合。组合及其平均含量如下: 底内型+沉积物, 1.926×10^{-6} 干重; 底内型+浮游生物食性, 1.40×10^{-6} 干重; 底上型+杂食性, 0.914×10^{-6} 干重; 穴居型+植食性, 0.473×10^{-6} 干重; 底上型+植食性, 0.438×10^{-6} 干重; 附着型+浮游生物食性, 0.402×10^{-6} 干重; 穴居型+肉食性, 0.145×10^{-6} 干重; 附着型+杂食性, 0.103×10^{-6} 干重。以沉积物为食、较固定在沉积物中生活的底内型种类平均吸收和积累汞的能力是最强的。沉积物因素对沉积物食性和底内型的动物吸收和积累汞能力影响最大, 但红树林滩涂形成与一般滩涂不同的立体栖息环境使得沉积物因素对一些类型, 如附着型动物吸收和积累汞能力的影响削弱了。

3.2.4 大型底栖动物的汞污染状况

英罗港红树林区大型底栖动物中有 8 个样品汞含量超标, 超标率为 14.29%。其中 7 个为软体动物: 褐蚶、青蛤、河蚶、伊萨伯雪蛤、大竹蛏、短偏顶蛤和条蛳螺, 1 个为甲壳动物: 海栖招潮。伊萨伯雪蛤汞含量高达 0.770×10^{-6} 鲜重。这几种软体动物尤其是青蛤、大竹蛏为沿海村民渔获中的常见种, 海栖招潮也常被用来制作蟹酱。沿海居民经常食用的可口革囊虫汞含量也较高 (0.690×10^{-6} 鲜重), 但无污染标准, 不能确切评价。该红树林区大型底栖动物汞方面的质量应引起重视。

参考文献

- 1 陈重, 许清辉. 九龙江红树林生态系统中痕量金属元素的分布. 李振基, 李凌浩主编. 见: 环境与生态论丛. 厦门: 厦门大学出版社, 1992.
- 2 何斌源, 戴培建, 范航清. 广西英罗港红树林沼泽沉积物和大型底栖动物中重金属含量的研究. 海洋环境科学, 1996, 15 (1): 35~41.
- 3 韦受庆, 陈坚, 范航清. 广西山口红树林保护区大型底栖动物及其生态学的研究. 广西科学院学报, 1993, 9 (2): 45~57.
- 4 赖廷和, 何斌源. 广西红树林区大型底栖动物种类多样性研究. 广西科学, 1998, 5 (3): 166~172.
- 5 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海: 上海科学技术出版社, 1987.
- 6 国家海洋局. 海洋监测规范. 北京: 海洋出版社, 1991.
- 7 广西壮族自治区海岸带和海涂资源综合调查领导小组. 广西海岸带和海涂资源综合调查报告 (第 1 卷). 1986, 406~414.
- 8 吴瑜端, 郑志宏. 海洋重金属生物地球化学与环境保护. 海洋环境科学, 1987, 6 (3): 39~48.
- 9 王菊英, 张曼平. 重金属的存在形态与生态毒性. 海洋湖沼通报, 1992, (2): 83~93.