

典型汞污染河流生物膜和沉积物中汞的分布特征

林晶¹, 闫海鱼^{1,2,*}, 杨光红¹

(1. 贵州医科大学 公共卫生学院 环境污染与疾病监控教育部重点实验室 贵阳 550025;

2. 中国科学院地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室 贵阳 550081)

摘要: 为弄清汞污染历史河流水体、生物膜和沉积物中汞污染现状和潜在风险,本研究选择贵州省清镇市东门桥河为研究对象,采集河流水体、生物膜和沉积物样品,并测定其汞的形态含量。结果表明,东门桥河水体总汞(THg)、溶解态汞(DHg)和颗粒态汞(PHg)的平均含量分别为 66.46 ± 51.87 ng/L、 10.67 ± 5.15 ng/L和 55.79 ± 50.26 ng/L,PHg含量高达72%。生物膜中THg和MeHg的平均含量分别为 9.38 ± 12.39 mg/kg、 19.58 ± 22.21 μ g/kg;沉积物中THg和MeHg的平均含量分别为 30.89 ± 24.64 mg/kg、 21.50 ± 7.20 μ g/kg。水体和生物膜中汞的季节分布特征为夏季>秋季>春季。受清淤情况和市政污水排放的影响,随着采样点逐渐远离总排污口,水体汞含量呈现逐渐升高的趋势,而沉积物和生物膜的汞含量呈现出逐渐下降的趋势。

关键词: 汞; 沉积物; 生物膜; 分布特征

中图分类号: X142 文献标识码: A 文章编号: 1672-9250(2020)03-0341-07 doi: 10.14050/j.cnki.1672-9250.2020.48.041

汞(Hg)特别是甲基汞(MeHg)极易在水生食物链中传输、积累和生物放大,因而成为水生生物健康的潜在风险物^[1]。厌氧的沉积物被认为是水体汞重要的甲基化场所之一^[2],其次是生物膜和水稻田土壤等^[3]。

近年来,我国水体汞污染问题仍然严峻,特别是河流、湖泊等地表水体。沉积物被认为是重金属重要的“汇”,当水体环境发生变化,会导致沉积物中的汞二次释放,这不仅对水环境造成“二次污染”,还会危害水生生物。在天然水体中,生物膜固定于碎石、底泥或水生植物的固相基质表面,是底栖生物、鱼类等的食物^[4]。它是由微生物及其他有机成分,以及与微生物等有机成分相结合的氧化物和其他无机矿物质共同组成的复合表面附着物^[5]。作为微生物聚集体和污染物的重要汇集地,生物膜在水环境中通过吸附、络合作用,以及膜上的金属氧化物,影响着重金属元素在水环境中的迁移、转化及最终归宿^[6]。重金属进入水体,首先到达生物膜并通过此层才能到达基底。水中的汞浓度代表了水体的即时污染状况,生物膜对汞污染的富集代表短期内的污染状况,沉积物的汞浓度代表水体长

期汞污染。河水、沉积物和生物膜是水体汞转化、传输和生物积累的重要介质,其汞含量和形态分布的研究,有助于了解其生态风险。

贵州省清镇市有机化工总厂因醋酸生产工艺中采用汞作触酶,排污河流汞污染严重。2005年以来,通过清淤、边坡固定和切断污染源等一系列的污染修复工作,目前水质明显好转,但是河流沉积物的汞“二次释放”以及生物膜对汞的吸附和甲基化,可能仍然具有较高的生态风险。因此,本文旨在研究清镇市汞污染水体、沉积物和生物膜中THg和MeHg的分布特征,探讨不同污染梯度下沉积物和生物膜中THg和MeHg的空间分布和迁移转化规律,从而为汞污染河流的环境评价和污染治理提供科学有力的依据。

1 材料与方法

1.1 采样地点

清镇市地处于贵阳市西南面,苗岭山脉北坡,猫跳河流域中段,东经 $106^{\circ}07'$ ~ $106^{\circ}33'$,北纬 $26^{\circ}21'$ ~ $26^{\circ}59'$ 。东门桥河位于贵阳市主要饮用水源百花湖上游。分别在2018年4月(春季)、7月(夏

收稿日期: 2019-08-26; 改回日期: 2019-11-05

基金项目: 国家自然科学基金(41273099,40973083)。

第一作者简介: 林晶(1994-),女,硕士研究生,主要研究方向为劳动卫生与环境卫生学。E-mail: 1339199758@qq.com

* 通讯作者: 闫海鱼(1973-),女,博士,研究员,主要研究方向为汞的生物地球化学循环。E-mail: yanhaiyu@vip.skleg.cn.

季)、10月(秋季)3个季节,沿水流方向顺序采集东门桥河的表层水样、沉积物和生物膜样品。采样点从原污染源开始,点位依次为W1,W2,W3,W4,W5,W6;具体采样点见图1。

1.2 样品采集与分析

水样采集:现场使用SX751便携式水质参数仪(上海三信仪表厂)测定河水的水质参数。采用环境中痕量汞形态分析方法^[7-8],采集河流表层水样,一份原水,一份经孔径为0.45 μm醋酸纤维微滤膜(Millipore)现场对水样进行过滤,分别装入预处理过的无汞硼硅玻璃采样瓶,水样采集后尽快带回实验室,按照体积比加0.4% (v/v)超纯浓盐酸,盖紧瓶盖,用双层保鲜袋密封备用。

沉积物采集:实验使用50 mL聚乙烯离心管采集水面以下10 cm以内的沉积物,每个采样点平行采集3份样品,密封后尽快带回实验室,使用真空冷冻干燥仪(FDU-2110型冷冻干燥仪,-80℃)干燥,干燥样品用玛瑙研钵研磨过120目尼龙筛,将研磨后的样品转移至新的离心管中密封保存,待测。

生物膜采集:实验使用酸洗过的50 mL聚乙烯塑料瓶采集生物膜样品。将附着生物膜的石头从岸边水中取出,轻轻冲洗净石头上的泥沙,放入聚乙烯塑料瓶中,冷藏运回实验室。根据文献^[9]及预实验,使用HY-4调速多用振荡器(上海双捷实验设备有限公司)振荡(200 r/min)12 h以上,使生物膜刚好从石头上完全脱落。使用真空冷冻干燥仪-80℃干燥,干燥样品用玛瑙研钵研磨过120目尼龙

筛,将研磨后的样品转移至新的塑料瓶中,并尽快测定。

汞的分析测定:沉积物和水样的保存、前处理和分析方法均根据本实验室建立的方法进行^[10-12]。水样分析项目包括THg、溶解态汞(DHg)和颗粒态汞(PHg)。PHg是THg与DHg的差值。THg和DHg采用金汞齐-冷原子荧光法测定,方法检出限为0.02 ng/L。MeHg采用萃取-乙基化结合GC-冷原子荧光法测定,方法检出限为0.6 pg/g。

1.3 质量控制

水样测定采用加标回收,沉积物和生物膜THg含量测定采用GBW-07305a(GSD-5a)作为标准参考物质,沉积物和生物膜MeHg采用ERM-CC580作为标准参考物质。实验按10%的比例插入平行样,同时做5%方法空白和样品平行进行质量控制。实验结果表明:THg和MeHg的标准工作曲线线性回归相关系数 R^2 分别为0.999 8和0.996 9。水样THg的系统空白<0.02 ng/L;沉积物和生物膜THg和MeHg的方法空白均未检出。GBW-07305a测定结果的回收率在87%~97%之间,ERM-CC580测定结果的回收率在84%~99%之间,实验结果可靠。

数据处理使用Office Excel 2007和SPSS 24.0统计软件进行数据整理和相关性分析,使用Origin9.1软件绘图。

2 结果与讨论

2.1 水体THg、DHg和PHg的季节分布特征

清镇市东门桥河水体THg、DHg和PHg的季

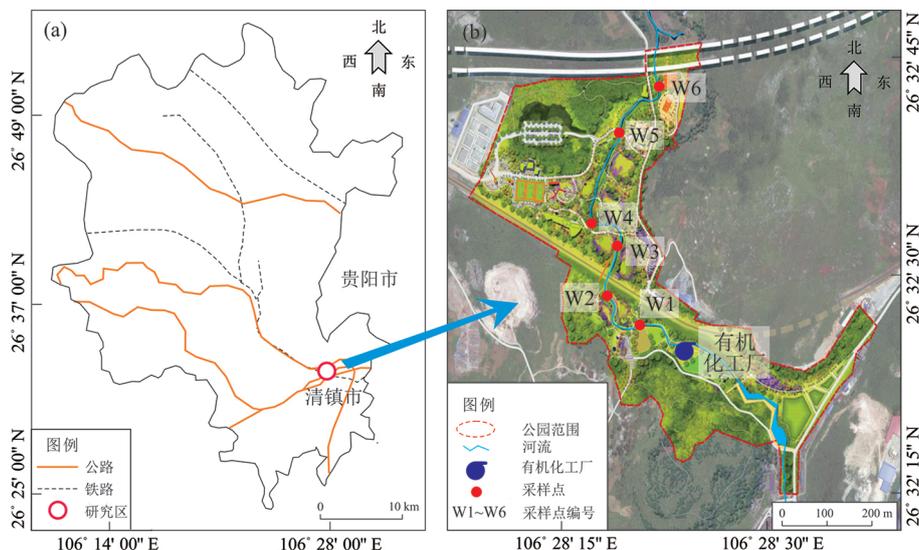


图1 清镇市东门桥河采样点分布图

节变化特征如图 2 所示。东门桥河水体 THg 总体浓度变化范围为 13.88~180.83 ng/L, 平均含量为 66.46 ± 51.87 ng/L, 达到了我国地表水环境质量标准(GB3838-2002)规定的Ⅲ类地表水汞浓度标准限值(≤ 100 ng/L)。由图 2 可知, THg 和 PHg 的浓度变化规律呈现为夏季>秋季>春季, 而 DHg 没有明显的季节差异($P>0.05$)。随着采样点逐渐远离总排水口, 汞浓度呈现逐渐升高的趋势。THg、PHg 最高平均浓度均出现在夏季的 W6 采样点, 分别是 180.83 ng/L 和 162.23 ng/L, 而 THg、PHg 的最低平均浓度均出现在春季的 W2 采样点, 分别是 13.88 ng/L 和 5.02 ng/L。以上结果表明,

不同季节的气候变化对水体中的汞浓度有显著影响; 同时, 这种季节性的总汞分布差异可能与河流地表径流以及河流中厌氧微生物^[13]活动有关。

图 2 显示, 春季河流水体 THg 含量范围为 13.88~32.63 ng/L, 且 26.07%~52.08% 为 PHg。春季高比例的 PHg 主要集中在 W1 和 W3 站点, 可能是由于 W3 点上游附近施工车辆碾压扰动了河流底泥, 导致河流颗粒物含量显著升高。夏季河流水体 THg 范围为 81.29~184.03 ng/L, 且 89.71%~93.50% 为 PHg。颗粒态汞含量明显高于 4 月和 10 月, 可能是夏季雨水充沛, 降雨带来的地表径流中携带大量的含汞颗粒物进入河流所致。秋季河流水体 THg 范围为 52.66~130.31 ng/L, 且 80.18%~87.93% 为 PHg。颗粒态汞的比例明显高于 4 月, 但含量略低于 7 月份。W6 点附近受人为活动影响扰动了河流底泥, 导致河流颗粒物含量偏高。河水中颗粒态汞总占比为 72%, 同时, THg 和 PHg 含量的相关关系极为显著($r=0.995, P<0.01$), THg 的整体变化趋势主要取决于 PHg 的变化, 而 DHg 对 THg 浓度变化的影响较小, 说明地表径流携带的含汞颗粒物和河流底泥的扰动对水体汞含量的贡献明显。

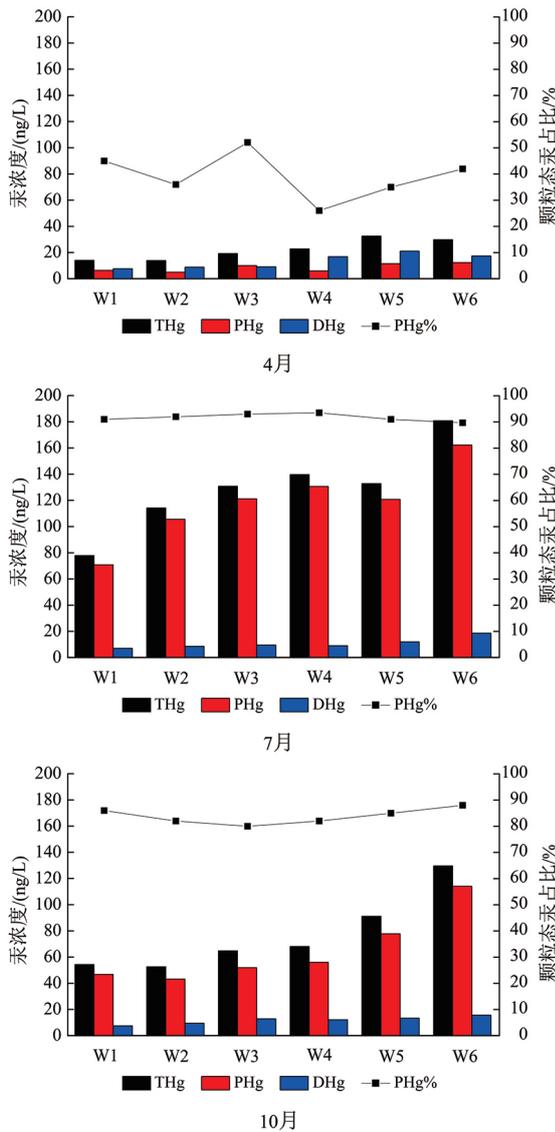


图 2 东门桥河水体 THg、DHg 和 PHg 的季节变化

Fig.2 Seasonal variations of THg, DHg and

2.2 沉积物中 THg 和 MeHg 的季节分布特征

如图 3 所示, 东门桥河沉积物中 THg 含量的季节性变化表现为春季低于其他两个季节($P<0.05$), 而夏、秋季节变化不显著($P>0.05$); MeHg 的浓度呈现为夏季略高于其他两个季节($P<0.05$), 而春、秋季节 MeHg 的浓度分布差异不明显($P>0.05$)。此外, 随着采样点逐渐远离总排污口, 沉积物中 THg 和 MeHg 的时空分布呈现出逐渐下降的趋势。由此可见, 醋酸厂停产以后, 大大降低了沉积物中汞的来源。由图 3 可知, 东门桥河沉积物中 THg 和 MeHg 的浓度分别为 1.60~84.46 mg/kg、6.26~33.19 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 平均含量分别为 30.89 ± 24.64 mg/kg、 21.50 ± 7.20 $\mu\text{g}/\text{kg}$, THg 浓度远超过当地背景水平 0.20 mg/kg^[14], 同时也远高于同区域内其他水体的沉积物含量, 如: 百花湖为 0.59~12.70 mg/kg 和 4.1~10.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[15]、红枫湖为 0.29~0.48 mg/kg 和 0.26~3.20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[16]、乌江渡为 0.28~0.71 mg/kg 和 0.47~8.05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ^[17]。

东门桥河沉积物中 THg 与 MeHg 之间具有显著的相关性($r=0.665, P<0.01$), MeHg 的含量随 THg 含量的升高而升高。沉积物中的 THg 和 MeHg 含量

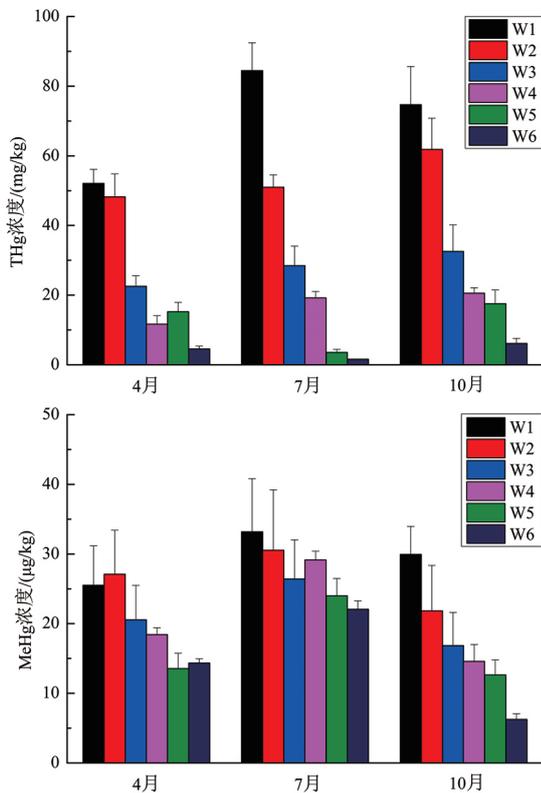


图3 东门桥河沉积物中 THg 和 MeHg 的季节分布

Fig.3 Seasonal distributions of THg and MeHg in sediments of the Dongmenqiao River

主要来源于上游工厂含汞废水的排放,废水和废渣中的难溶性汞化合物在流动的过程中逐渐沉降而积累于沉积物中,由于东门桥河的河面较窄,沉积物的迁移和扩散作用很缓慢。因此,上游沉积物中的汞含量水平大为提高。污染源切断后,经过长时间的治理以及河流水体的自净作用,汞污染情况逐渐好转,致使东门桥河沉积物的汞含量呈现出下游逐渐降低的趋势。沉积物汞含量分布特征与水体汞含量分布相反,主要由于下游人为施工扰动大,导致水体出现以颗粒态为主的汞含量升高,而沉积物的汞含量主要受到汞排放累积的影响,人为扰动对其影响不明显。

2.3 生物膜中 THg 和 MeHg 的季节分布特征

如图4所示,生物膜中 THg 和 MeHg 的浓度分别为 0.70~54.16 mg/kg 和 4.41~85.94 µg/kg,平均含量分别为 9.38 ± 12.39 mg/kg 和 19.58 ± 22.21 µg/kg。随着河流走向距离总排污口越远,生物膜中 THg 和 MeHg 的时空分布总体呈现出逐渐下降的趋势。由图可知,生物膜的 THg 和 MeHg 含量具有明显的季节性差异 ($P < 0.05$)。夏季生物膜 THg 和

MeHg 含量显著高于春、秋两季,夏季 THg 含量分别是春季和秋季的 6.15 倍和 4.37 倍,夏季 MeHg 含量是春季和秋季的 9.19 倍和 4.17 倍,说明不同季节的气候差异对生物膜的汞含量变化具有显著影响。

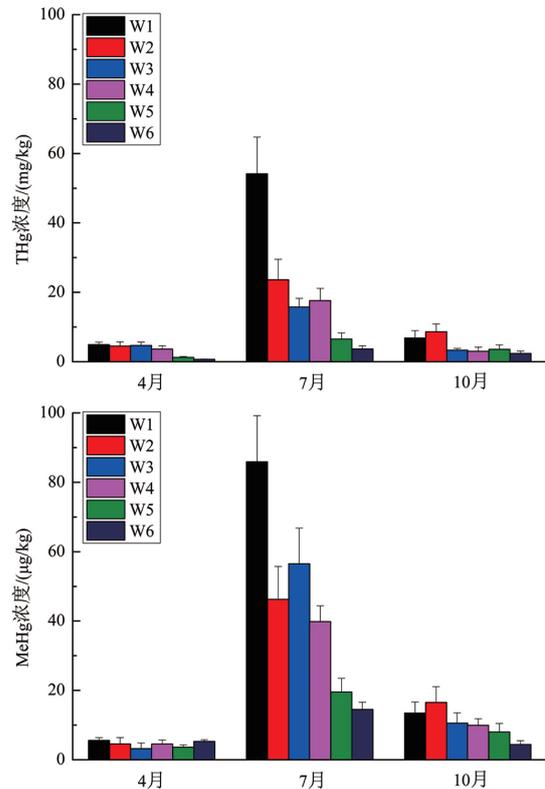


图4 东门桥河生物膜中 THg 和 MeHg 的季节分布

Fig.4 Seasonal distributions of THg and MeHg in biofilms of the Dongmenqiao River

东门桥河的生物膜中 THg 与 MeHg 之间的相关性具有极显著性差异 ($r = 0.937, P < 0.01$)。MeHg 的含量随 THg 含量的升高而升高,说明生物膜对汞的甲基化发挥了重要的作用。同时,夏季温度越高,生物膜富集汞的能力越强,生物膜中的细菌表现更加活跃,致使生物膜中 MeHg 含量显著高于春秋两季,进一步说明季节性变化是生物膜中汞的甲基化作用的重要影响因素。通常,水-生物膜界面 THg 和 MeHg 的分配特征受到有机质、微生物等的影响,致使生物膜中 THg 和 MeHg 的含量在不同区域和站位间具有不同的分布特征。此外,与沉积物汞含量相比,积累在生物膜中的 THg 含量更低,而夏季 MeHg 的含量则显著高于沉积物,这与 Farag 等^[18]的研究结果相反。

表1 不同地区生物膜 THg 和 MeHg 含量对比
Table 1 Comparison of THg and MeHg in biofilms from different regions

国家、地区	生境	THg/(mg/kg)	MeHg/(μ g/kg)	污染类型	参考文献
中国,上海	河流	0.20~0.37	-	非污染区	[19]
加拿大,格伦维尔	湖泊	0.04~0.27	3.10~55.30	非污染区	[20]
加拿大,魁北克	河流	0.01~0.15	1.90~15.70	河流湿地	[21]
加拿大,魁北克	湖泊	0~0.28	0.13~24.02	河流湿地	[22]
美国,爱达荷	河流	0.04~4.73	-	砂矿、金矿	[4]
巴西,亚马逊	河流	0.13~0.24	5~5.90	金矿区	[23]
玻利维亚,贝尼	河流	0.05~0.18	7.01~28.20	金矿区	[24]
法国,圭亚那	水库	4.60~9.20	20~118	金矿区	[25]
法国,圭亚那	河口	0.30~4.10	15~54	金矿区	[25]
巴西,亚马逊	河流	0.07~0.20	-	金矿区	[26]
斯洛文尼亚,伊德里亚	河流	2~270	-	汞矿区	[27]
巴西,里约热内卢	河口	0~0.08	-	工业区	[28]
中国,贵州	河流	0.70~54.16	4.41~85.94	有机化工厂	本研究

注: -表示无数据。

2.3.1 与其他地区生物膜汞含量比较

东门桥河生物膜中 THg 和 MeHg 含量水平与国内外其他研究区域对比如表 1 所示。总体来看,国内外非污染区生物膜中 THg 的浓度相对较低于污染区,而 MeHg 的浓度差异不明显。由表 1 可知,东门桥河生物膜中 THg 的含量明显高于上海^[19]、加拿大魁北克^[21-22]、巴西亚马逊^[26]等地区,低于斯洛文尼亚的伊德里亚^[27]等地区,和美国爱达荷州^[4]、法国圭亚那^[25]等金矿污染地区的含量相当,说明东门桥河的汞污染相对较为严重。东门桥河生物膜中 MeHg 的含量明显高于加拿大魁北克^[21-22]、巴西亚马逊^[23]等地区,和法国圭亚那^[25]等地区的含量相当,这可能是由于污染类型和地区生境不同,导致不同区域生物膜中汞的含量具有较大的差异。以上结果说明,东门桥河的生物膜样品中汞含量高于非污染区环境生物膜汞含量水平,但低于矿区生物膜汞水平。

3 结论

1) 东门桥河水体 THg 和 PHg 的季节分布特征

呈现为夏季>秋季>春季,而 DHg 没有明显的季节差异。随着采样点逐渐远离总排水口,汞浓度呈现逐渐升高的趋势。河水 THg 的整体变化趋势主要取决于 PHg 的变化。

2) 东门桥河沉积物中 THg 含量的季节性变化表现为春季低于其他两个季节,夏、秋季节变化则不显著; MeHg 的浓度呈现为夏季略高于其他两个季节,而春、秋季节 MeHg 的浓度分布差异不明显。此外,随着采样点逐渐远离总排污口,沉积物中 THg 和 MeHg 的时空分布呈现出逐渐下降的趋势。

3) 东门桥河生物膜的 THg 和 MeHg 含量具有明显的季节性差异,分布特征呈现为夏季>秋季>春季,季节性变化是生物膜中汞的甲基化作用的重要影响因素。随着河流走向距离总排污口越远,生物膜中 THg 和 MeHg 的时空分布总体呈现出逐渐下降的趋势。东门桥河生物膜中汞含量高于非污染区环境生物膜汞含量水平,但低于矿区生物膜汞水平。

参 考 文 献

- [1] 冯新斌,洪业汤. 汞的环境地球化学研究进展[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2013, 32(5): 503-530.
- [2] Zhu X L, Shan B Q, Tang W Z. Heavy metal in sediments of Ziya River in northern China: Distribution, potential risks, and source apportionment[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2016, 23(23): 1-11.
- [3] 孟其义,钱晓莉,陈森,等. 稻田生态系统汞的生物地球化学研究进展[J]. 生态学杂志, 2018, 37(5): 268-285.
- [4] Farag A M, Woodward D F, Goldstein J N, et al. Concentrations of metals associated with mining waste in sediments, biofilm, benthic macroinvertebrates, and fish from the Coeur d'Alene River basin, Idaho[J]. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 1998, 34(2): 119-127.

- [5] Flemming H C , Wingender J , Szewzyk U , et al. Biofilms: An emergent form of bacterial life [J]. *Nature Reviews Microbiology* , 2016 , 14(9) : 563–575.
- [6] Grujić S , Vasić S , Radojević I , et al. Comparison of the *rhodotorula mucilaginosa* , biofilm and planktonic culture on heavy metal susceptibility and removal potential [J]. *Water Air and Soil Pollution* , 2017 , 228(2) : 73–80.
- [7] 闫海鱼 , 冯新斌 , 商立海 等. 天然水体中痕量汞的形态分析方法研究 [J]. *分析测试学报* , 2003 , 22(5) : 10–13.
- [8] 闫海鱼. 环境样品中不同形态汞的分析方法建立与贵州百花湖汞的生物地球化学循环特征的初步研究 [D]. 贵阳: 中国科学院地球化学研究所 , 2005.
- [9] 申禹 , 李玲. 天然水体中生物膜对磷的吸附动力学特征 [J]. *环境科学学报* , 2013 , 33(4) : 1023–1027.
- [10] 李仲根 , 冯新斌 , 何天容 等. 王水水浴消解-冷原子荧光法测定土壤和沉积物中的总汞 [J]. *矿物岩石地球化学通报* , 2005 , 24(2) : 50–53.
- [11] 蒋红梅 , 冯新斌 , 梁琰 等. 蒸馏-乙基化 GC-CVAFS 法测定天然水体中的甲基汞 [J]. *中国环境科学* , 2004 , 24(5) : 568–571.
- [12] 何天容 , 冯新斌 , 戴前进 等. 萃取-乙基化结合 GC-CVAFS 法测定沉积物及土壤中的甲基汞 [J]. *地球与环境* , 2004 , 32(2) : 83–86.
- [13] Vishnivetskaya T A , Hu H Y , Van Nostrand J D , et al. Microbial community structure with trends in methylation gene diversity and abundance in mercury-contaminated rice paddy soils in Guizhou , China [J]. *Environmental Science: Processes and Impacts* , 2018 , 20(4) : 673–685.
- [14] He T R , Feng X B , Guo Y N , et al. The impact of eutrophication on the biogeochemical cycling of mercury species in a reservoir: A case study from Hongfeng Reservoir , Guizhou , China [J]. *Environmental Pollution* , 2008 , 154(1) : 56–67.
- [15] Yan H Y , Li Q H , Meng B , et al. Spatial distribution and methylation of mercury in a eutrophic reservoir heavily contaminated by mercury in Southwest China [J]. *Applied Geochemistry* , 2013 , 33(1) : 182–190.
- [16] 张勇 , 王明猛 , 康静文 等. 夏季红枫湖沉积物汞的形态分布特征及其甲基化关键影响因子 [J]. *江苏农业科学* , 2017(1) : 258–262.
- [17] 王明猛. 贵州高营养化水体沉积物汞甲基化及其影响因素 [D]. 太原: 太原理工大学 , 2015.
- [18] Farag A M , Nimick D A , Kimball B A , et al. Concentrations of metals in water , sediment , biofilm , benthic macroinvertebrates , and fish in the Boulder River watershed , Montana , and the role of colloids in metal uptake [J]. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* , 2007 , 52(3) : 397–409.
- [19] 刘彩娥 , 丁振华 , 汤庆合 等. 黄浦江生物膜中汞的分布及形态分析 [J]. *上海环境科学* , 2004(1) : 10–12.
- [20] Desrosiers M , Planas D , Mucci A. Total mercury and methylmercury accumulation in periphyton of Boreal Shield Lakes: Influence of watershed physiographic characteristics [J]. *Science of the Total Environment* , 2006 , 355(1–3) : 247–258.
- [21] Hamelin S , Planas D , Amyot M. Mercury methylation and demethylation by periphyton biofilms and their host in a fluvial wetland of the St. Lawrence River (QC , Canada) [J]. *Science of the Total Environment* , 2015 , 512–513: 464–471.
- [22] Hamelin S , Planas D , Amyot M. Spatio-temporal variations in biomass and mercury concentrations of epiphytic biofilms and their host in a large river wetland (Lake St. Pierre , Qc , Canada) [J]. *Environmental Pollution* , 2015 , 197: 221–230.
- [23] Roulet M , Lucotte M , Guimarães J R , et al. Methylmercury in water , seston , and epiphyton of an Amazonian river and its floodplain , Tapajós River , Brazil [J]. *Science of the Total Environment* , 2000 , 261(1–3) : 43–59.
- [24] Molina C I , Gibon F M , Duprey J L , et al. Transfer of mercury and methylmercury along macroinvertebrate food chains in a floodplain lake of the Beni River , Bolivian Amazonia [J]. *Science of the Total Environment* , 2010 , 408(16) : 3382–3391.
- [25] Huguet L , Castelle S , Schäfer J , et al. Mercury methylation rates of biofilm and plankton microorganisms from a hydroelectric reservoir in French Guiana [J]. *Science of the Total Environment* , 2010 , 408(6) : 1338–1348.
- [26] Coelho-Souza S A , Guimarães J R , Miranda M R , et al. Mercury and flooding cycles in the Tapajós river basin , Brazilian Amazon: The role of periphyton of a floating macrophyte (*Paspalum repens*) [J]. *Science of the Total Environment* , 2011 , 409(14) : 2746–2753.
- [27] Kovac V M , Hubad B , Lapanje A. Mercury induced community tolerance in microbial biofilms is related to pollution gradients in a long-term polluted river [J]. *Aquatic Toxicology* , 2013 , 144–145: 208–217.
- [28] García-Alonso , J , Lercari D , Araujo B F , et al. Total and extractable elemental composition of the intertidal estuarine biofilm of the Río de la Plata: Disentangling natural and anthropogenic influences [J]. *Estuarine , Coastal and Shelf Science* , 2017 , 187: 53–61.

Distribution Characteristics of Mercury in Biofilm and Sediment of A Typical Mercury Contaminated River

LIN Jing¹, YAN Haiyu^{1, 2}, YANG Guanghong¹

(1.School of Public Health , the key Laboratory of Environmental Pollution Monitoring and Disease Control , Ministry of Education , Guizhou Medical University , Guiyang 550025 , China; 2. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry , Institute of Geochemistry , Chinese Academy of Sciences , Guiyang 550081 , China)

Abstract: In order to clarify the current status and potential risks of mercury in river water , biofilm and sediment of mercury polluted rivers , this study selected the Dongmenqiao River as the research object , collected river water , biofilm and sediment samples , and determined contents of mercury in these samples. The results showed that the average contents of total mercury (THg) , dissolved mercury (DHg) and particulate mercury (PHg) in the Dongmenqiao River were 66.46 ± 51.87 ng/L , 10.67 ± 5.15 ng/L and 55.79 ± 50.26 ng/L , respectively , the PHg content is as high as 72%. The average contents of THg and MeHg in biofilm samples were 9.38 ± 12.39 mg/kg and 19.58 ± 22.21 μ g/kg , respectively. The average contents of THg and MeHg in sediment samples were 30.89 ± 24.64 mg/kg and 21.50 ± 7.20 μ g/kg , respectively. The seasonal distributions of mercury in water and biofilm samples were similar with a trend of summer > autumn > spring. The mercury contents increased gradually in water samples and decreased gradually in sediment and biofilm samples as distances of sampling points to the total sewage outlet increased , reflecting the effect of dredging and municipal sewage discharging.

Key words: mercury; sediment; biofilm; distribution characteristics