

专题 11: 污染物的环境地球化学过程及环境效应

高原地区湖泊和降水汞同位素耦合研究

王柱红¹, 陈玖斌^{1*}, 黄强¹, 蔡虹明¹, 袁圣柳^{1,2}, 王中伟^{1,2}, 袁玮^{1,2}

1. 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 550018;

2. 中国科学院大学, 北京 100039

汞(Hg)是一种剧毒重金属元素,具有很强的迁移能力及生物活性。湖泊既是人们重要的饮用水来源,也是大量鱼类生长繁殖的场所,湖泊也在陆地汞生物地球化学循环中起着重要作用,既是重要的汞汇,也是与其他圈层进行汞交换的重要载体。汞在大气、河流、湖泊、沉积物和水生生物之间都可能发生迁移转化。以往湖泊汞循环模型主要建立在汞浓度和形态分析基础之上,存在诸多不确定性,而汞同位素为研究汞生物地球化学循环提供了新方法。

课题组开展了西南喀斯特地区高原湖泊红枫湖及其附近贵阳降水汞同位素组成研究。2012年秋季到2014年春季,收集了红枫湖北湖湖心4季湖水剖面样品、表层沉积物样品以及出/入湖河流水样并进行汞同位素组成分析。研究发现,所有的红枫湖湖水样品显示了明显偏负的质量分馏(MDF)、明显偏正的奇数同位素非质量分馏(odd-MIF),但没有明显的偶数同位素非质量分馏(even-MIF)。这些结果总体上与贵阳大气降水的数据相一致,表明当地大气降水是红枫湖湖水中Hg的一个重要贡献源。此

外,红枫湖湖水具有低于降水的 odd-MIF 和并不明显的 even-MIF,说明除降水外,以无明显非质量分馏为特征的流域地表水也可能是红枫湖 Hg 的另一重要来源。湖泊内生作用如 Hg(II)的光致还原作用和非生物黑暗还原作用也可能改变红枫湖湖水的 Hg 同位素特征,但这些过程的贡献可能小于汞源对湖水汞同位素组成的影响。湖中悬浮颗粒物和沉积物对湖水中的 Hg 没有明显贡献。另外,在红枫湖湖水中观察到了 $\delta^{202}\text{Hg}$ 和 $\Delta^{199}\text{Hg}$ 的季节性变化, $\delta^{202}\text{Hg}$ 夏低冬高,而 $\Delta^{199}\text{Hg}$ 值的季节性变化为: $\Delta^{199}\text{Hg}_{\text{autumn}} < \Delta^{199}\text{Hg}_{\text{winter}} < \Delta^{199}\text{Hg}_{\text{spring}} < \Delta^{199}\text{Hg}_{\text{summer}}$ 。这可能是由于不同季节条件下,大气降水与流域对湖泊 Hg 贡献比例不同所致。有意思的是,湖底沉积物以及湖水悬浮颗粒物具有与湖水完全不同的同位素组成,特别是 odd-MIF,说明颗粒汞与溶解汞来源不同,由于颗粒汞同位素与入湖河流悬浮颗粒物 Hg 同位素组成相似,流域颗粒物可能是红枫湖水体颗粒汞及湖底沉积物中 Hg 的主要贡献源。

基金项目:国家自然科学基金项目(41273023, U1301231, 41603020)

第一作者简介:王柱红(1983-),女,博士后,研究方向:水环境汞同位素. E-mail: wangzhuhong@mail.gyig.ac.cn.

* 通讯作者简介:陈玖斌(1971-),男,研究员,研究方向:非传统稳定同位素环境地球化学. E-mail: chenjiubin@vip.gyig.ac.cn.