

文章编号:1004-8227(2009)04-0343-07

乌江中上游新建水库水体甲基汞的时空分布

姚 珩^{1,2}, 冯新斌^{1*}, 郭艳娜^{1,2}, 孟 博^{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, 贵州 贵阳 550002; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘要:为了弄清新建的水库是否造成水体甲基汞浓度升高,以贵州省乌江流域2座新建水库洪家渡水库和索风营水库为研究对象,采用蒸馏-乙基化结合(GC-CVAFS)法测定了不同季节水库水体中甲基汞的浓度,最低检出限为0.009 ng/L。探讨了水质参数对甲基汞分布的影响以及水库水体甲基汞的分布特征。结果显示:洪家渡水库总甲基汞浓度夏季平均值为0.11 ng/L,秋季平均值为0.08 ng/L,冬季平均值为0.10 ng/L;索风营水库总甲基汞浓度夏季平均值为0.11 ng/L,秋季平均值为0.07 ng/L,冬季平均值为0.09 ng/L。数据表明2座水库水体甲基汞含量均较低,低于目前我国环境质量标准规定的一类地表水汞含量标准限值,与世界上其他未受污染的水体基本相当。水库水体甲基汞浓度随水体深度的增加没有明显的变化规律,且夏季略高于冬季、秋季,这与夏季降雨量和温度有关,在入库处与大坝前没有明显的变化趋势。这与水库中被淹没土壤有机质含量偏低且流域内基岩为碳酸盐岩有关,还与其他环境因素有关(如pH值较高,DOC含量偏低等)。通过研究发现目前库区环境汞的甲基化率低,但随着水库生态系统的不断演化,内源和外源营养物的输入及水体在温度分层其间自身甲基汞的形成,导致水体甲基汞含量的逐渐增加,但仍需进一步的研究证实。

关键词:新建水库;洪家渡;索风营;甲基汞

文献标识码:A

20世纪80年代以来人们在北美和北欧发现,许多新建的水库水体中的甲基汞浓度较建库以前有了很大提高^[1,2]。这种由于水库修建而引起的甲基汞升高的“水库效应”被认为是由一系列原因引起的,如淹没区土壤汞的释放和甲基化、水体流速减缓、泥沙堆积、营养物质滞留、水体初级生产力提高、氧化还原电位降低^[3]等。

在我国,水库的修建普遍存在,截至2005年仅长江流域已建成水库就有4.8万多座^[4],这么多筑坝拦截形成的水体,其环境有利于汞的活化、甲基化和生物累积^[5],使流域内的水库成为高度风险的甲基汞污染“敏感生态系统”^[6]。因此对长江流域水库汞污染的研究是非常必要的。

乌江流域是长江流域上游南岸最大的支流,贵州属于酸沉降地区,但水库水体呈现中性偏碱性环境,国内前人曾经对一些受到污染的水体、湖泊或老水库汞的甲基化进行了研究^[7~9],而对新建水库的研究还未见报道。因此本文研究了乌江流域的洪家

渡和索风营2座新建水库水体中的溶解态甲基汞、总甲基汞的分布特征,探寻水质参数对甲基汞分布的影响及水库甲基化趋势。

1 材料与方 法

1.1 水库概况

洪家渡水电站和索风营水电站分别建于2004和2005年。洪家渡水电站是乌江干流梯级电站中第一级的多年调节水库,水库总库容49.47亿m³,最高水位1140 m,最低水位1076 m。索风营水电站是整个乌江干流梯级中的第五级,水库总库容2.012亿m³,为日调节水库,最高水位837 m,最低水位818 m。2座水库均属于高坝峡谷型水库,周边没有直接的工业污染或地方性汞来源。整个流域以碳酸盐岩为主,土壤类型洪家渡主要以黄壤、红壤和砂土为主,索风营以砂土和少量的黄壤为主,均位于贵州喀斯特地区。

收稿日期:2008-07-30;修回日期:2008-11-12

基金项目:国家自然科学基金重点项目(40532014)

作者简介:姚珩(1982~),女,贵州省贵阳市人,博士研究生,主要从事环境地球化学研究。E-mail: yaoheng28@gmail.com

* 通讯作者 E-mail: fengxinbin@vip. skleg. cn

1.2 采样点的设置及样品采集

本研究于 2006 年 8 月份、2006 年 11 月份和 2007 年 1 月份三个季节分别对洪家渡水库和索风

营水库进行样品采集。在 2 座水库的入库处和大坝前分别选取 2 个采样点(图 1), 采样图中水流方向是自西向东。

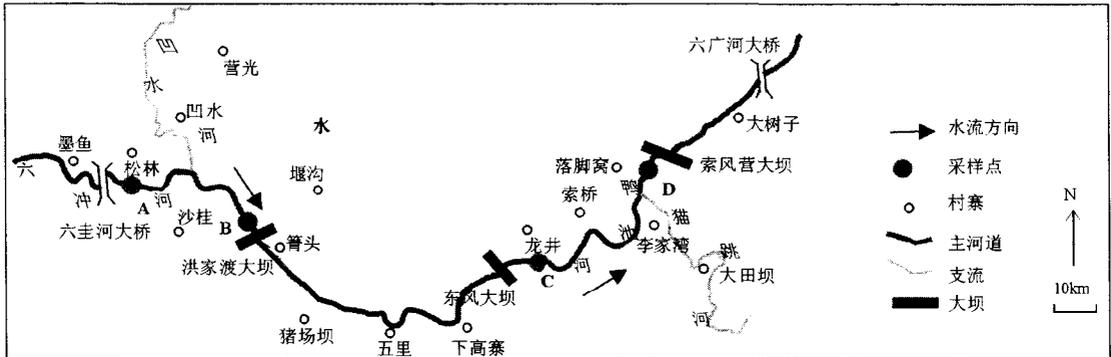


图 1 采样点分布

Fig. 1 Location of the Sampling Sites

采用 5 L Niskin 采水器(型号 1010, 美国)在不同采样点采集分层水样, 从表层到底层每间隔 10 或 20 m 深度采集水样, 每个采样点采集 5~8 层水样, 2 座水库三个季节共采集了 148 个水样。采样时采样器位于采样船上游, 样品瓶在采样前经严格处理过^[10], 即硼硅玻璃瓶用洗涤剂洗干净, 接着用自来水、超纯水漂洗干净, 再在 500℃ 的马弗炉中烧 1 h, 冷却后用双层一次性塑料袋包好, 放在木箱中备用。在采样前, 将上述准备的采样瓶按 10% 比例随机抽取测定空白, 空白合格后才使用。采集水样前用样品水润洗 3 次, 采用 0.45 μm (Millipore) 滤膜过滤水样后装入 100 mL 的硼硅玻璃瓶内, 同时采集相应深度未过滤水样装入同类型的硼硅玻璃瓶中, 现场采集的过滤和未过滤水样均按 0.4% 的比例立即加入 1 mol/L 超纯盐酸溶液分装、放入木箱存放; 所有操作过程均使用一次性聚乙烯手套。样品带回实验室在 4℃ 以下避光低温保存, 并在 28 d 内测定完毕。

1.3 样品的测定

(1) 甲基汞的测定: 总甲基汞和溶解态甲基汞用蒸馏-乙基化结合(GC-CVAFS)法测定^[11], 采用标准溶液: 1.0 μg/L 甲基汞标准溶液(Brooks Rand Ltd, 美国); 该方法的加标回收率为 80%~110%。采用仪器为加拿大生产的测汞仪(Tekran model 2500), 最低检出限为 0.009 ng/L, 颗粒态甲基汞为总甲基汞与溶解态甲基汞的差值。

(2) 其它水质参数的测定: 采用便携式多功能水质参数仪(上海, PB-5010)现场测定 pH、溶解氧和水温等参数。溶解有机碳用高温燃烧法测定

(Elementar, High TOC II)。

2 结果与讨论

2.1 2 座水库水质参数的变化

图 2 显示 2 座水库水体的水质参数时空变化特征(温度、溶解氧及溶解有机碳)。从图中可知: 索风营水库秋季和冬季水体温度、溶解氧表底层相差不大, 没有明显分层现象, 使水体处于混匀状态, 而夏季温度、溶解氧在 10 m 以下没有明显变化, 这与该水库库容最小、水温常年变化不大、水停留时间短、水体环境趋向河流有关^[3]。洪家渡水库夏季和秋季的温度、溶解氧表底差异较大, 表层高底部低, 存在一定的分层结构, 导致一定的水体化学分层, 从而影响水库水环境条件^[12], 提供一定的还原环境, 有利于汞的甲基化作用; 已有研究表明汞的甲基化主要在天然水体中厌氧条件下进行^[13]。在淡水系统中汞的甲基化率与含氧量有关, 含氧量低则甲基化率较高。因此洪家渡水库的甲基化率在底部有增加趋势。

2 座新建水库水体 pH 值呈中性偏碱性, 变化范围为 6.8~8.6, 3 个季节无明显变化, 而有关报道湖水 pH 降低导致明显的净甲基化产率的提高^[14,15], 说明湖水在碱性条件下可能抑制甲基汞的形成。而 Lee 等^[16]研究发现 pH 的变化通过影响环境中甲基汞或其它形态汞的溶解度及迁移率, 使流域内的汞向水环境的输入量增加, 而影响水环境中甲基汞的含量。另外, 微生物的生存需要适当的酸碱度, 过高或过低的 pH 值都不利于生物或微生物

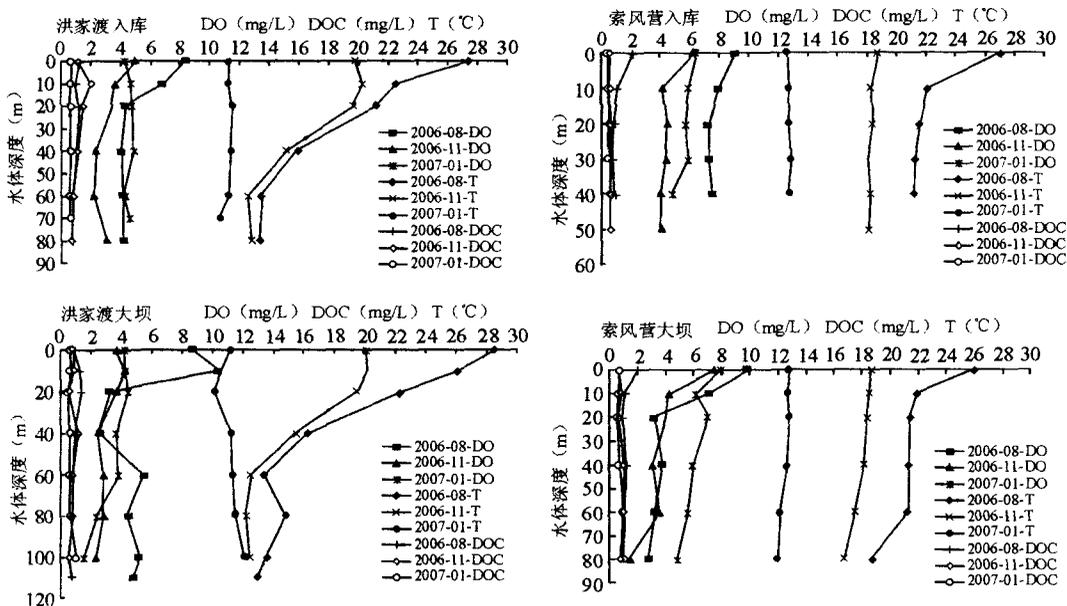


图 2 洪家渡和索风营水库入库前和大坝处水体温度、溶解氧和溶解有机碳的季节变化
 Fig. 2 Seasonal Distribution of Temperature, Dissolved Oxygen and Dissolved Organic Carbon in Rukou and Daba, Hongjiadu and Suofengying Reservoirs

的生存,而 pH 值改变的很可能会影响微生物的活性,从而影响生物甲基化率。

根据 2 座水库的溶解有机碳 (DOC) 数据显示其含量较低,变化范围在 0.5~1.2 mg/L。而已有研究发现 DOC 对甲基汞的合成影响主要通过降低甲基化细菌可利用的 Hg^{2+} 含量^[17] 而变化。当 DOC 含量高于 5 mg/L 时,甲基汞含量随 DOC 增加而增加。因此在水生态系统中高 DOC 低 pH 有

利于汞的甲基化^[18,19]。以上这些因素可能造成目前整个水库汞的甲基化率降低。

2.2 水体中不同形态甲基汞的分布及季节变化

2.2.1 溶解态甲基汞

洪家渡水库溶解态甲基汞浓度变化范围在 0.02~0.19 ng/L,索风营水库溶解态甲基汞浓度变化范围在 0.03~0.12 ng/L(图 3)。洪家渡溶解态甲基汞夏季平均值为 0.07 ng/L,秋季汞平均值

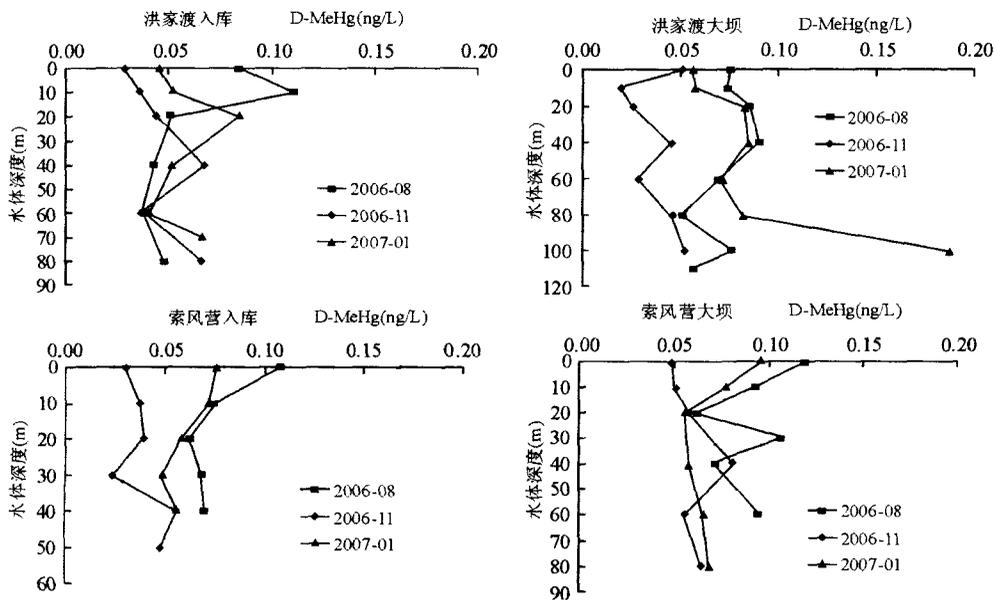


图 3 洪家渡和索风营水库水体溶解态甲基汞的季节变化
 Fig. 3 Seasonal Distribution of Dissolved Methylmercury in Hongjiadu and Suofengying Reservoirs

为 0.04 ng/L, 冬季平均值为 0.07 ng/L; 索风营溶解态甲基汞夏季平均值为 0.08 ng/L, 秋季平均值为 0.05 ng/L, 冬季平均值为 0.07 ng/L。数据表明 2 座水库水体溶解态甲基汞在季节上相差不大, 秋季略低。在垂直分布上, 没有明显的规律性, 除洪家渡水库大坝前冬季从表层到底层有增加的趋势, 并在底部达到最大值(0.19 ng/L), 而此层溶解氧达到 1.55 ng/L(图 2), 使底部严重缺氧, 表明底部厌氧条件下有利于汞的甲基化环境条件。而索风营水库没有发现这种现象。

洪家渡水库水体溶解态甲基汞占总甲基汞的比例分别为: 夏季 71.3% (入库占 60.2%, 大坝占 81.9%), 秋季 57.8% (入库占 49.3%, 大坝占 65.2%), 冬季 70.6% (入库占 63.6%, 大坝占 75.3%)。索风营水库水体溶解态甲基汞占总甲基汞的比例分别为: 夏季 80.4% (入库占 83.8%, 大坝占 77.5%), 秋季 67.1% (入库占 59%, 大坝占 75.2%), 冬季 73.1% (入库占 76.2%, 大坝占 72%)。从数据中得知: 大部分溶解态甲基汞高于颗粒态甲基汞所占比例, 但有部分颗粒态甲基汞略高于溶解态甲基汞。表现为夏季所占比例略高于冬季, 秋季较低。

研究发现: 季节性缺氧的水体中, 在夏季水体处于分层时, 溶解态甲基汞比例在水体下层滞水带中大幅度提高^[7,17,20]。采用直径小于 0.45 μm 的滤膜

过滤水样, 胶体物质进入溶解相中, 甲基汞更易于与胶体物质结合。根据索风营水库 Pearson 相关系数 $R=0.69(P<0.0001, n=34)$, 洪家渡水库 Pearson 相关系数 $R=0.66(P<0.0001, n=40)$, 溶解态甲基汞与总甲基汞之间存在极其显著的正相关关系, 表明 2 座水库水体中的总甲基汞分布主要以溶解态甲基汞为主。从入库与大坝所占比例得到: 洪家渡水库大坝溶解态甲基汞所占比例高于入库的, 而索风营水库夏季和冬季入库溶解态甲基汞所占比例高于大坝, 秋季相反。说明水库的修建显著降低了出库水体中的颗粒态甲基汞浓度, 这与库容大小有关, 库容大, 停留时间长, 能沉降部分颗粒物。

2.2.2 总甲基汞

图 4 显示总甲基汞在 2 座水库中的垂直分布及季节变化, 从图中可知: 洪家渡总甲基汞浓度变化范围在 0.05~0.32 ng/L, 夏季平均值为 0.11 ng/L, 秋季平均值为 0.08 ng/L, 冬季平均值为 0.10 ng/L; 索风营总甲基汞浓度变化范围在 0.05~0.17 ng/L, 夏季平均值为 0.11 ng/L, 秋季平均值为 0.07 ng/L, 冬季平均值为 0.09 ng/L。从水平分布上可知: 夏季略大于冬季, 冬季略大于秋季, 这主要是夏季降雨量、降雨强度的增加, 使更多的甲基汞随地表径流及河流悬浮物带入水库所致; 另一方面, 相关研究表明高温有利于甲基化, 低温易发生去甲基化过程, 水体中汞的甲基化率在夏季最

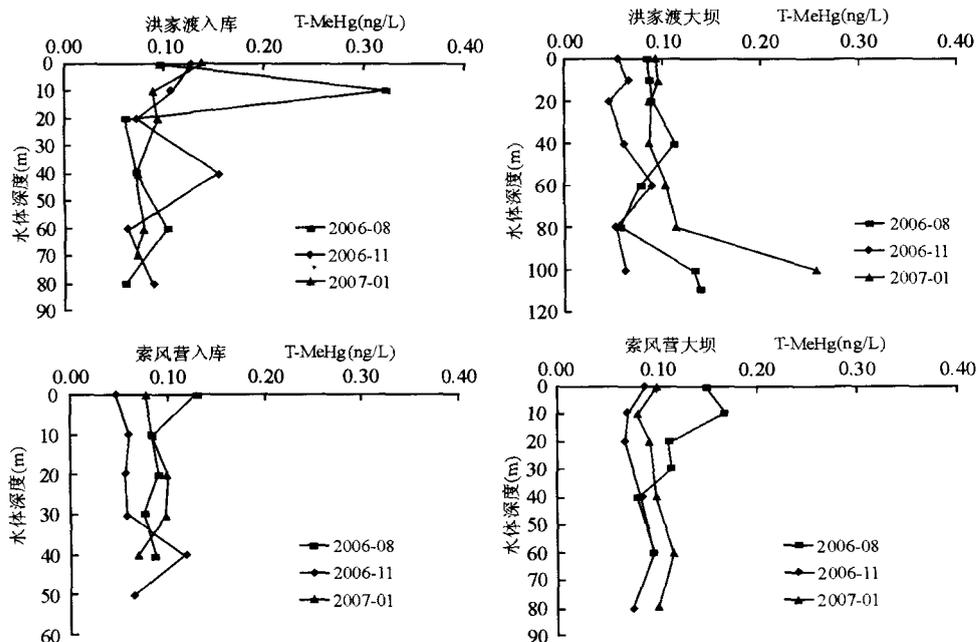


图 4 洪家渡和索风营水库水体总甲基汞的季节变化

Fig. 4 Seasonal Distribution of Total Methylmercury in Hongjiadu and Suofengying Reservoirs

高^[21~23]。从图4中发现甲基汞浓度的垂直分布总体趋势最高值并没有出现在底层,而是在其他层。这表明了新水库水体中的甲基汞不仅来源于淹没的土壤,也有可能来源于河流的输入或自身存在的甲基化。但洪家渡水库入库夏季10 m处,大坝冬季底部出现最大值,这与溶解态甲基汞变化趋势基本一致,可能由于微生物作用或上层颗粒物悬浮作用引起的。

洪家渡水库入库处不同季节甲基汞浓度变化为:夏季0.12 ng/L,秋季0.10 ng/L,冬季0.09 ng/L;分别比大坝前甲基汞浓度(夏季0.10 ng/L,秋季0.06 ng/L,冬季0.12 ng/L)略高(除冬季)。索风营水库入库处不同季节甲基汞浓度变化为:夏季0.10 ng/L,秋季0.07 ng/L,冬季0.09 ng/L;分别比大坝前甲基汞浓度(夏季0.12 ng/L,秋季0.08 ng/L,冬季0.10 ng/L)相比变化不大。数据表明洪家渡水库入库处甲基汞浓度略大于大坝前,这是因为洪家渡水库位于六冲河上的第一级水库,夏秋季节随降雨量增多,更多汞随地

表径流进入水库,使水库甲基汞浓度高于冬季。而索风营水库入库处与大坝前变化不明显,可能与此水库属于日调节型水库,水力停留时间仅5 d,水体交换频繁有关。

将本文数据与同处在贵州喀斯特地区的阿哈湖、红枫湖、百花湖、乌江流域老水库的水体相比(阿哈湖甲基汞0.23 ng/L;红枫湖甲基汞0.05~0.33 ng/L;百花湖甲基汞1.29 ng/L;乌江老水库甲基汞0.13 ng/L^[7,9,24,25]),发现文中数据表现出老水库水体中的甲基汞浓度显著高于新水库水体中的甲基汞浓度,这与水库有机质含量及水库其他特征有关,且本文中2水库总甲基汞浓度低于目前我国环境质量标准规定(GB3838-2002)的一类地表水汞含量标准限值(1.0×10^{-6} mg/L),与世界其他未受污染的水体基本相当(见表1)。因此新水库总甲基汞浓度偏低。这与无明显污染源、所处喀斯特环境有关,属于未受污染水平。与北美北欧发现的新建水库甲基汞浓度明显升高的研究结论明显不同^[28]。

表1 洪家渡和索风营水库水体甲基汞浓度与其他水体的比较(ng/L)

Tab. 1 Comparison of Methyl Mercury Concentrations in the Waters of Hongjiadu and Suofengying Reservoir with Other Regions Reported in Recent Literatures

地点	DTMeHg	TMeHg	参考文献
洪家渡,贵州,中国	0.04~0.19	0.06~0.32	本研究
索风营,贵州,中国	0.05~0.12	0.07~0.17	本研究
乌江,贵州,中国	0.03~0.26	0.07~0.70	参考文献[24]
Lake Balaton, Hungary		0.08~0.44	参考文献[26]
English Channel		0.015~0.065	参考文献[27]
Cuchillo Negro Creek, Mexico		0.018	参考文献[18]
Caniapiscou Reservoir, Canada	0.05~0.07	0.06~0.09	参考文献[19]

另外,本次研究测定了2座水库沿岸表层土壤数据(见表2),结果显示2座新水库土壤总汞含量偏低(浓度为0.025~0.29 $\mu\text{g/g}$),接近于全球土壤总汞含量的背景值0.01~0.50 $\mu\text{g/g}$ ^[29]。有机质含量偏低,一般肥沃土壤有机质含量均在8%以上。甲基汞变化范围在0.0007~0.0030 $\mu\text{g/g}$ 。说明2座新水库土壤中有有机质含量、总汞和甲基汞浓度较低,这是造成水库水体甲基汞浓度偏低的原因之一。

从以上研究表明乌江流域新建水库甲基汞含量偏低,与水库淹没少量的农田及岸边基岩为碳酸盐岩有关,其土壤有机质含量偏低,且喀斯特地区水库无机汞甲基化的驱动力主要是内源性输入有机质^[24],加上水库水体水质参数数据表明pH值较高,DOC含量偏低,因此2座水库水体环境不利于汞

表2 洪家渡和索风营水库表层土壤中总汞、甲基汞和有机质含量

Tab. 2 Concentrations of Total Mercury, Methylmercury and Organic Matter in Surface Soil in the Hongjiadu and Suofengying Reservoirs

	采样点	土壤总汞含量($\mu\text{g/g}$)	土壤甲基汞含量($\mu\text{g/g}$)	有机质含量(%)
洪家渡	入库	0.070	0.0007	2.56
	大坝	0.025	0.0030	3.33
索风营	入库	0.250	0.0020	6.93
	大坝	0.290	0.0010	3.75

注:采样时间均为2008年春。

的甲基化作用发生,新建水库甲基化作用弱,受到很多因素的抑制,但是随着水库生态系统的不断演化,水库初级生产力水平不断提高,自身有机质含量的

增加,导致水体淹没土壤的甲基汞含量逐渐增加,使甲基化作用增强。

3 结论

(1) 洪家渡总甲基汞浓度变化范围在 0.05~0.32 ng/L,夏季平均值为 0.11 ng/L,秋季平均值为 0.08 ng/L,冬季平均值为 0.10 ng/L;索风营总甲基汞浓度变化范围在 0.05~0.17 ng/L,夏季平均值为 0.11 ng/L,秋季平均值为 0.07 ng/L,冬季平均值为 0.09 ng/L。数据显示入库处和大坝前甲基汞浓度没有明显变化趋势,且夏季略高于冬季、秋季。这是由降雨量的变化引起水体温度、溶解氧等变化造成的。

(2) 与老水库和世界其他未受污染的水体数据对比,发现新水库甲基汞浓度偏低。这与水库中土壤有机质含量偏低有关,通过研究发现目前新水库甲基化作用很弱,但随着水库的不断演化,内源性和外源性营养物的输入及水体在温度分层其间自身甲基汞的形成,将导致水体甲基汞含量的逐渐增加。

参考文献:

- [1] PORVARI P. Development of fish mercury concentrations in Finnish reservoirs from 1979 to 1994 [J]. *Science of Total Environment*, 1998, 213(1-3): 279~290.
- [2] SCHETAGNE R, VERDON R. Post-impoundment evolution of fish mercury levels at the La Grande complex, Québec, Canada from 1978 to 1996 [M]//LUCOTTE M, SCHETAGNE R, THERIEN N, et al. *Mercury in the biogeochemical cycle: natural environments and hydroelectric reservoirs of northern Québec*. Berlin: Springer, 1999.
- [3] 张金洋, 王定勇, 胡玉娟. 水库汞污染研究进展[J]. *四川环境*, 2005, 24(1): 57~60.
- [4] 杨桂山. 长江保护与发展: 成就、问题与对策[J]. *中国科学院院刊*, 2007, 22(5): 381~385.
- [5] LUCOTTE M, SCHETAGNE R, THERIEN N, et al. *Mercury in the biogeochemical cycle-Natural environments and hydroelectric reservoirs of Northern Quebec (Canada)* [M]. Berlin: Springer, 1999: 1~334.
- [6] WIENER J G, KRABBENHOFT D P, HEINZ G H, et al. *Ecotoxicology of Mercury*[C]//HOFFMAND J, RATTNER B A, BURTONG Jr C A, et al. *Handbook of Ecotoxicology*. CRC Publish, 2003: 439~440.
- [7] 何天容, 冯新斌, 李仲根, 等. 季节性缺氧水库甲基汞的产生及其对下游水体的影响[J]. *湖泊科学*, 2006, 18(6): 565~571.
- [8] 张心余. 松花江汞与甲基汞的污染变迁[J]. *黑龙江水利科技*, 2004, 32(2): 102~104.
- [9] 白薇扬, 冯新斌, 孙力, 等. 贵阳市阿哈湖水体和沉积物间水中汞的含量和形态分布初步研究[J]. *环境科学学报*, 2006, 26(1): 91~98.
- [10] 阎海鱼, 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.
- [11] 蒋红梅, 冯新斌, 梁琏, 等. 蒸馏-乙基化结合 GC-CVAFS 测定天然水体中的甲基汞[J]. *中国环境科学*, 2004, 24(5): 568~571.
- [12] 王雨春. 西南峡谷型水库的季节性分层与水质的突发性恶化[J]. *湖泊科学*, 2005, 17(1): 54~60.
- [13] ECKLEY C S, WATRAS C J, HINTELMANN H, et al. Mercury methylation in the hypolimnetic waters of lakes with and without connection to wetlands in northern Wisconsin [J]. *Can J Fish Aquat Sci*, 2005, 62: 400~411.
- [14] DUARTE A C, PEREIRA M E, OLIVEIRA J P, et al. Mercury desorption from contaminated sediments[J]. *Water Air and Soil Pollution*, 1991, 56: 77~82.
- [15] MISKIMMIN B M, RUDD J W M, KELLY C A. Influence of dissolved organic-carbon, pH, and microbial respiration rates on mercury methylation and demethylation in lake water[J]. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1992, 49: 17~22.
- [16] LEE Y H, HULTBERG H. Methylmercury in some Swedish surface waters[J]. *Environ Toxicol Chem*, 1990, 9: 833.
- [17] BARKAY T, GILLMAN M, TURNER R R. Effects of dissolved organic carbon and salinity on bioavailability of mercury[J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 1997, 63: 4 267~4 271.
- [18] CANAVAN C M, CAIDWELL C A, BLOOM N S. Discharge of methylmercury-enriched hypolimnetic water from a stratified reservoir[J]. *The Science of the Total Environment*, 2000, 260: 159~170.
- [19] ROGER SCHETAGNE. Export of mercury downstream from reservoirs[J]. *The Science of the Total Environment* 2000, 260: 135~145.
- [20] HARMON S M, KING J K, GLADDEN J B, et al. Mercury body burdens in *Gambusia holbrooki* and *Erimyzon sucetta* in a wetland mesocosm amended with sulfate[J]. *Chemosphere*, 2005, 59(2): 227~233.
- [21] BODALY R A, RUDD J W M, FUDGE R J P, et al. Mercury concentrations in fish related to size of remote Canadian Shield Lakes[J]. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1993, 50: 980~987.
- [22] RAMLAL P S, RUDD J W M, FURUTANI A. Sites of methylmercury production in remote Canadian Shield Lakes [J]. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1993, 50: 972~979.
- [23] KOTNIK JOŽE HORVAT M, FAJON V, LOGAR M. Mercury in small freshwater lakes; a case study; Lake Velenje, Slovenia[J]. *Water Air and Soil Pollution*, 2002, 134: 319~339.
- [24] 郭艳娜, 冯新斌, 阎海鱼, 等. 梯级水库修建对乌江甲基汞分布的影响[J]. *环境科学研究*, 2008, 21(2): 29~34.
- [25] 阎海鱼. 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博士论文,2005.
- [26] NGUYEN H L, LEERMAKERS M, KURUNCZIC S, et al. Mercury distribution and speciation in Lake Balaton, Hungary[J]. *The Science of the Total Environment*, 2005, 340: 231~246.
- [27] LEERMAKERS M, GALLETTI S, DE GALAN S, et al. Mercury in the southern North Sea and Scheldt Estuary[J]. *Marine Chemistry*, 2001, 75(3): 229~248.
- [28] MONTGOMERY S, LUCOTTE M, RHEAULT I. Temporal and spatial influences of flooding on dissolved mercury in boreal reservoirs[J]. *Science of the Total Environment*, 2000, 260(1-3): 147~157.
- [29] SENESI G S, BALDASSARRE G, SENESI N, et al. Trace element inputs into soils by anthropogenic activities and implications for human health[J]. *Chemosphere*, 1999, 39(2): 343~377.

SPATIAL AND TEMPORAL DISTRIBUTION OF METHYLMERCURY IN TWO NEW RESERVOIRS ON THE UPPER COURSE OF WU JIANG RIVER

YAO Heng^{1,2}, FENG Xin-bin¹, GUO Yan-na^{1,2}, MENG Bo^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China; 2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

Abstract: In order to find out whether methylmercury concentrations will increase by building new reservoirs, this study concerns two new reservoirs (Hongjiadu and Suofengying Reservoirs) built in Wujiang River in Guizhou Province. Methylmercury concentrations of different seasons in the water columns about these two reservoirs were determined by distillation-ethylation GC-CVAFS technique, the minimum level has been established as 0.009 ng/L. Influences on the distribution of Methylmercury from water quality parameters and the characteristic of methylmercury in the water columns were discussed. The results were as follows: For Hongjiadu reservoir, in summer total methylmercury concentrations averaged 0.11 ng/L, in autumn averaged 0.08 ng/L, and in winter, averaged 0.10 ng/L; For Suofengying reservoir, in summer total methylmercury concentrations averaged 0.11 ng/L, averaged 0.07 ng/L in autumn, and averaged 0.09 ng/L in winter. The results showed that methylmercury concentrations were relatively low in the water columns, and below the limits for Chinese environmental quality standards. Methylmercury levels were comparable to data reported in other uncontaminated reservoirs. It indicated that methylmercury concentrations in the water were no change with depth. In summer the methylmercury concentrations were higher than in autumn and winter, as a result of higher temperature and more rainfall. At the same time, low methylmercury levels may be due to a low concentration of organic matter in submerged soil and other environmental factors (eg. higher pH concentrations and lower DOC concentrations). Lower mercury methylation was expected in these two reservoirs. With the development of reservoir, it is possible that the methylmercury concentrations will increase due to autochthonous and extraneous organic materials, and methylmercury may be released due to thermal stratification. But this was not confirmed.

Key words: new reservoir; Hongjiadu; Suofengying; Methylmercury