科学通报 2012 年 第 57 卷 第 33 期：3209
简 报 www.scichina.com csb.scichina.com
《中国科学》杂志社 SCIENCE CHINA PRESS

重庆稻田水/气界面汞释放通量及其影响因素

朱金山[①], 王定勇[①②*], 马明[①②]

① 西南大学资源环境学院, 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715;
② 重庆市农业资源环境研究重点实验室, 重庆 400716
* 联系人, E-mail: dywang@swu.edu.cn

国家自然科学基金(41173116, 40973079)、西南大学研究生科技创新基金(kb2010019)和西南大学生态学重点学科“211 工程”三期建设项目资助

水稻作为一种非常重要的粮食作物, 是世界上超过一半以上人口的主要食物来源, 其种植面积仅次于小麦, 占全球耕地面积的 11%. 同时, 水稻田也是世界上第二大湿地生态系统. 水稻田土壤的汞污染问题越来越受到人们的重视, 特别是近期发现汞矿区稻米也可以像鱼类一样对汞进行积累, 进而通过食物链对其富集放大, 从而影响人体健康和生态安全. 而水稻田水-气界面汞交换无疑是全球汞生物地球化学循环的一个重要组成部分. 以位于中国西南地区重庆的典型水稻田为研究对象, 用动力通量箱(dynamic flux chamber, DFC)与高时间分辨率的自动测汞仪(RA-915$^+$)联用技术, 于 2008 年 3~11 月间对两个代表性样点(重庆市北碚区澄江和槽上)的水稻田水-气界面汞交换通量进行了测定(图 1), 并通过相关性分析、回归分析、主成分分析、通径分析等统计学方法对其影响因素进行了分析. 结果表明, 两采样点水稻田水-气界面汞交换通量分别为 20.61±48.10 ng/(m^2 h) 和 4.63± 25.74 ng/(m^2 h), 并估算得到水稻田水体向大气的年汞释放量为 280.37 kg, 占区域自然大气汞源释放总量的 16%. 水稻田水-气界面汞交换通量与光照强度和气温呈乘幂关系, 并随水体温度的升高呈指数增长. 主成分分析的结果表明, 影响水稻田水-气界面汞交换的因素可归纳为水中溶解性气态汞(dissolved gas mercury, DGM)的溶解度、水体中汞的光致还原与热挥发效应、氧化还原电位(Eh)及大气汞浓度. 通径分析的结果表明, 白天, 光照强度对水稻田水-气界面汞交换影响的直接效应最大, 且表现为正效应(0.80), 其单独作用贡献率为 83.60%. 夜间, 水体温度对水稻田水-气界面汞交换影响的直接效应最大, 也表现为正效应(0.72), 其单独作用贡献率为 71.65%. 温度梯度(水温与气温的差值)也是影响夜间水稻田水-气界面汞交换的重要因素, 当气温大于水温时, 会使表层水体温度升高, 导致水中 DGM 的溶解度减小并过饱和, 进而使其从水体中逸出进入大气. 总体来看, 水稻田是当地一个重要的大气汞的自然来源, 对区域汞的生物地球化学循环也具有重要的作用.

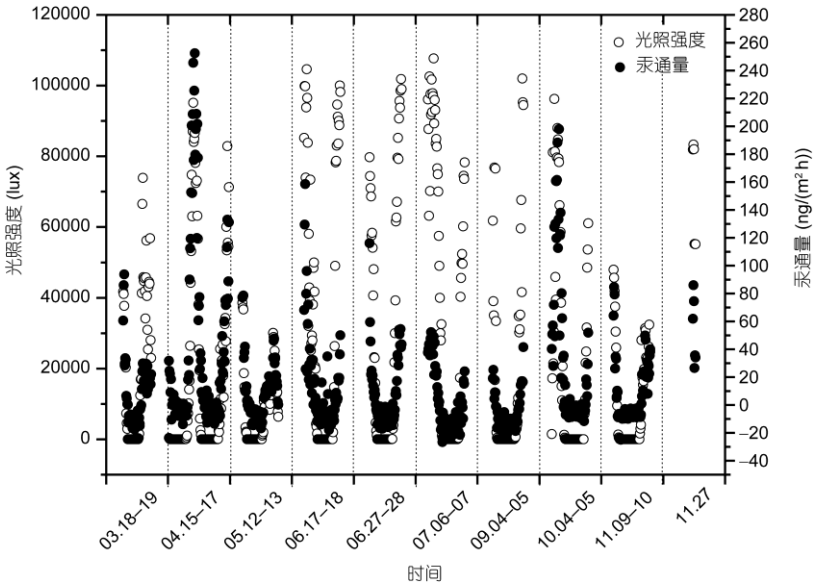


图 1 水稻田水-气界面汞交换通量与光照强度的关系

英文版见: Zhu J S, Wang D Y, Ma M. Mercury release flux and its influencing factors at the air-water interface in paddy field in Chongqing, China. Chin Sci Bull, 2012, doi: 10.1007/s11434-012-5412-8