

• 微量物质在环境中的迁移及影响 •

煤矿酸性废水对水库沉积物-水界面甲基汞循环的影响研究

何天容¹, 李婷¹, 罗光俊¹, 郎小芳¹

1. 贵州大学 喀斯特环境与地质灾害防治教育部重点实验室, 贵阳 550003

本文对受酸性矿山废水影响的阿哈湖大坝和长滩以及参照点红枫湖大坝沉积物-水界面甲基汞循环及其影响因素进行了详细研究。阿哈和红枫水库是贵阳市饮用水源地, 均受到各种工业, 农业, 生活废水污染, 阿哈水库同时还受到煤矿酸性废水影响。两个水库的pH, 溶解氧, 温度, 总汞, 有机质等含量都处于同一水平。但阿哈水库由于同时受到酸性矿山废水的影响, 硫酸根和铁锰含量明显高于红枫湖。结果表明, 在阿哈湖水体及沉积物剖面上, 甲基汞富集层位随着氧化还原界面的变化而迁移。在二月份, 最高的甲基汞位于沉积物次表层或表层, 6月份, 最高的甲基汞位于沉积物表层或沉积物-水体界面, 而在9月份, 最高的甲基汞也上移至水体中。相反, 在红枫湖大坝采样点, 即使在6月份和9月份, 甲基汞峰值也位于沉积物表层几厘米, 没有上移至水体中。甲基汞的这种分布可能和沉积物-水界面的硫

循环有关。在阿哈水库沉积物中, 由于高的硫酸盐还原活动, 硫化物超过 $10\mu\text{m}$, 和汞生成了不利于甲基化的汞化合物, 阻止了汞的甲基化。而在6月份和9月份时, 水体下部硫酸盐还原活动明显增强, 但大部分硫离子并没有超过 $10\mu\text{m}$, 从而给汞的甲基化提供了有利条件。在红枫湖水体中, 由于硫酸盐比较低, 硫酸盐还原活动没有阿哈湖强烈, 故水体下部甲基汞比阿哈湖低, 而在沉积物上部, 理想的硫酸根浓度正好促进了汞的甲基化。两个水库中甲基汞最高峰值和孔隙水中铁锰含量分布关系不明显, 但位于沉积物中下部的甲基汞的较小的峰值和孔隙水中铁锰在中部峰值一致, 表明沉积物中部强烈的铁锰循环可能促进了汞的甲基化或促进了沉积物甲基汞的溶解。

基金项目: 国家自然科学基金(41063006)

• 微量物质在环境中的迁移及影响 •

苔藓对贵阳地区大气重金属污染的特征分析

李海霞^{1,2}, 张国平¹, 李玲¹, 付志平^{1,2}, 欧阳小雪^{1,2}, 刘虹¹

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 550002

2. 中国科学院大学, 北京 100049

随着城市工业的快速发展和机动车的大量增加, 城市环境大气重金属污染越来越突出, 已引起人们的普遍关注。苔藓对环境监测的技术已广泛应用于指示大气环境变化和示踪大气污染物的来源。我们通过苔藓对贵阳地区大气重金属沉降的指示作用进行了研究, 包括苔藓生境要素的影响; 城区各种来源的重金属贡献特点; 重金属沉降与高度的关系。目的是了解城市大气重金属污染的来源及影响特点。

本研究首先探讨了不同生境要素对苔藓监测效果的影响。常见的生长基质有土生、石生、树生。经比较发现: 石生苔藓的重金属(Cu、As、Sr、Sb、Ba、Pb、Mo)含量普遍高于土生的, 可能原因是生长快慢导致了

这种结果。土生苔藓通常水分充足, 生长快, 导致重金属含量要低于石生的。另外, 树下土生苔藓与树生苔藓重金属含量也有差异。前者土壤来源的元素(Al、Fe、Mn、Sr)明显高于后者, 可能前者受地面扬尘影响大, 后者更适合反映大气中重金属水平。根据上述结果, 我们发现树生苔藓优于土生苔藓, 但前者不容易采到。而石生苔藓生长慢、对重金属反应灵敏度高于土生苔藓, 因此我们选取石生苔藓作为大气监测的主要工具。

对贵阳市不同区域200余件苔藓的研究表明: 贵阳市的大气重金属污染主要包括Pb、Zn、Cu、As、Sb、Ba、Sr、Al、Fe、Mn等。其中: 城区Sb、Ba、Pb明显高于郊区; 钢厂释放的元素种类多、含量高, 包括Fe、Zn、

Mn、Cu、Pb、Cr等；其他源释放的特征元素：加油站主要有Sb、Pb、Zn；停车场为Sb、Ba、Pb、Cu；轮胎厂有Zn、Cu；建筑扬尘有Rb、Ba、Sr。

不同高度的苔藓反映的大气重金属污染的特点：从1098m到1256m的158m高度差范围内，我们发现：Ba、Sr、Rb、Cu、Fe、Al随高度增加，含量明显降低。其中：Ba、Sr、Rb、Al是典型的来源于尘土的元素，反映

了路面扬尘的影响随高度增加而减弱。Fe、Cu很大一部分来源于汽车行驶及金属加工店铺，其在高度上逐渐减小反映了这些源对高处的影响逐渐降低。相比之下，Pb、As、Zn却在不同高度含量相当，可见主要是远距离迁移过来的污染物，比如金属冶炼、煤燃烧等。

基金项目：国家自然科学基金项目（41003053、40973084）；中国科学院重要方向项目（KZCX2-YW-135）

• 微量物质在环境中的迁移及影响 •

苏州水稻土的主量元素地球化学特征

戚玉菡¹，李蒋翰焯¹，李德成²，张甘霖²，高云佩¹，陈希¹，杨宏¹，黄方^{1*}

1. 中国科学院壳幔物质与环境重点实验室，中国科学技术大学地球与空间科学学院，合肥 230026；

2. 中国科学院南京土壤研究所，南京 210008

水稻土是人类主要食物稻米的产地，与我们的生存和发展息息相关。我国的稻谷产量占粮食总产量的44%，水稻土占全国耕地面积的25%，是最重要的人为改造土壤（李庆逵，1992）。水稻土主要分布在东亚、东南亚和南亚。我国水稻土遍及各个省区，种类之多也是世界上少有的（Chen Hongzao, 1980）。早在上个世纪30年代，我国土壤学家就开始探索水稻土的发生层次，根据水分在剖面中的分布、移动以及其引起的土壤形态差异来划分水稻土的发生层次（Chu et al., 1938）。在上个世纪60年代，土壤学家将人为因素也纳入了土壤分层的判别依据中（中国科学院农业丰产研究丛书编辑委员会，1961）。但是到目前为止，对于水稻土不同层次的地球化学特征，一直缺少系统的研究。研究水稻土的地球化学特征可以解决两个方面的问题：（1）土壤形成前其母质的地球化学性质；（2）在土壤形成过程中，受到自然和人类的改造而引起的地球化学性质的改变。因此，研究水稻土的地球化学特征有助于我们更好地理解在水稻土形成和演化过程中各种元素的化学性质，为水稻土的保护和改良提供重要参考。

长江中下游为我国重要的水稻种植区。为研究母质为湖相沉积物的水稻土的成因，本文研究了苏州郊外稻田中的3米深土壤剖面，该区位于长江中下游冲积平原，水稻种植历史悠久。所研究的稻田2012年之前一直在进行耕作。根据传统土壤学的分层（徐琪，1980），该稻田土可以分为水耕表层、氧化还原层和潜育层，各层特点显著，又可根据其理化性质的不同分为耕作层、犁底层等亚层，属于普通铁渗水耕人为土。在此基础上，我们对土壤剖面每隔10cm取样并用XRF测量土壤的主量元素含量，得到了土壤中的Si、Ti、Al、Fe、Mn、

Ca、Na、K、Mg、P等主要元素含量随深度的变化情况。

测量结果显示，主要元素含量在剖面中的变化较为明显，不同的土壤层位具有不同的富集/亏损元素的趋势。0-20cm为Ap1（耕作层），20-30cm为Ap2（犁底层），在这两层中Ca、P、Na、Mg含量呈降低趋势；30-80cm为Br1（还原型），Al、Mn、Mg含量明显降低，P、K富集，Fe含量维持在一个较低水平；80-110cm为Br2（还原-氧化型），Al、K含量升高，Mn含量降低，P含量迅速降低；110-130cm为Br3（氧化型铁磐），Al、Mg含量迅速升高，Si、Ti、P亏损；130-160cm为Br4（氧化-还原型），在140cm处Si、Ti、Al、Ti、P、Na、K亏损，Fe、Mn富集；160-200cm为Br5（还原氧化型），Al、Mg含量下降，P、Mn、Na含量升高；200-240cm为G1（第一潜育层），Si富集，Ti含量上升，P、Mn、K、Ca、Na、Mg、Fe含量迅速降低；240-300cm为G2（第二潜育层），颜色呈青灰色，Si、Mn、Na、K、P含量迅速升高，Al、Ti含量降低。在整个剖面中，Na和K以及Si和Ti的变化模式基本相同，这反映了土壤母质的均一性以及这些元素在水稻土形成过程中具有相似的化学性质。Fe元素在氧化条件下不易被迁移，但是当它处于渍水还原条件时，低价的Fe可进入水溶液向下淋滤，而在氧化还原电位较高的地方，Fe元素重新氧化为三价，以斑状或结核的形式淀积下来。水稻土中各种形式存在的Mg处于动态的平衡，渍水条件下，Mg更易进入液相，向下淋滤（李庆逵，1992）。在潜育层底部，由于受到地下水向上淋溶的影响，K、Na、Mg、P等元素含量突然转变走势。这些元素含量随深度的变化是湖相母岩受到耕作层向下的淋滤以及地下水向上淋滤共同作用的结果。