

· (微)生物地球化学过程与物质循环 ·

喀斯特农村地区雨水化学特征： 以贵州普定为例

吴起鑫^{1,2}, 韩贵琳¹, 陶发祥¹, 唐 杨^{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 55002

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049

酸雨对一个地区的危害是多方面的, 如腐蚀建筑、钢材, 降低其使用寿命; 污染农田, 淋失土壤中的营养元素(Na、K、Ca、Mg 等); 污染江河水体, 破坏水生生态系统; 严重情况下还影响居住区人类健康。目前, 对酸雨水的化学研究主要集中在城市, 而缺乏农村地区酸雨的水化学资料, 脆弱的喀斯特地区农村的相关研究更是少之又少。正确认识酸雨中的酸性物质的来源是评价酸雨和大气环境质量的基础, 雨水水化学分析是识别雨水溶质来源的基本的、有效的方法之一。

笔者于 2008 年 1 月至 7 月开展此项研究。24 个雨水样品采自贵州省中部石漠化程度中等的黔中丘原盆地普定县赵家田村。采样点周围全部是农田, 主要农作物有玉米、水稻、小麦、马铃薯、油菜等。附近山头以灌木为主。现场同步测试温度和 pH 值。实验室用离子色谱(Dionex DX-120)测定雨水中的阴离子含量, 原子吸收法(PE-601)测定阳离子含量。纳氏试剂法测定 NH_4^+ 。

普定地区大部分雨水 pH 值偏高(4.6~7.1), 平均值为 5.7。样品离子平均含量顺序为: $\text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Na}^+ > \text{Cl}^- > \text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{F}^-$, Ca^{2+} 和 SO_4^{2-} 是主要的离子, 两者之和占全部离子的 60%。 Ca^{2+} 是最主要的阳离子, 含量为 30.9~925.5 $\mu\text{mol/L}$ (平均为 210.8 $\mu\text{mol/L}$), 占了阳离子总数的 58%, 这与流域周围广布的碳酸盐岩风化有关。 SO_4^{2-} 是最主要的阴离子, 含量为 43.4~898.1 $\mu\text{mol/L}$, 平均为 182.7 $\mu\text{mol/L}$ 。 NO_3^- 次

之, 平均为 78.9 $\mu\text{mol/L}$ (0.2~492.4 $\mu\text{mol/L}$), 二者占阴离子总量的 79%。阴阳离子相关性分析发现, SO_4^{2-} 和 Ca^{2+} 、 K^+ 、 NH_4^+ 都有很好的相关性(R^2 分别为 0.95, 0.87, 0.52), ($\text{Ca}^{2+} + \text{K}^+ + \text{NH}_4^+$) 与 ($\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$) 的相关性也非常好($R^2 = 0.92$); 这些相关性都说明普定雨水 pH 偏高不是因为酸性离子缺乏, 而是阳离子中和的效果。

雨水化学组成受大气气溶胶的控制, 气溶胶通常来源于海相输入、陆生输入和人为活动输入。普定雨水样品中 $\text{Cl}^- / \text{Na}^+$ 值为 1.72, 高于海水 $\text{Cl}^- / \text{Na}^+$ 值(1.17), 表明样品溶质主要来源于人为活动。雨水样品中 NH_4^+ 和 Cl^- 、 SO_4^{2-} 的相关性较好。当地主要施用 NH_4SO_4 、 NH_4Cl 等氮肥, 因此农业活动对雨水中的 NH_4^+ 有一定的贡献。 SO_4^{2-} 和 Ca^{2+} 良好相关性通常表示可能有石膏的溶解, 但在研究区未见出露有含石膏岩层。样品中最主要的阴离子 SO_4^{2-} 含量高与中国能源大环境紧密相关。特别是作为产煤大省的贵州, 火电占发电量的绝大部分, 火电厂释放的大量 SO_2 是雨水中 SO_4^{2-} 的主要来源。位于采样点西南的安顺电厂应该是雨水 SO_4^{2-} 的主要来源。同时, SO_4^{2-} 和 K^+ 有很好的相关性($R^2 = 0.87$), 表明农业生产施用的钾肥(K_2SO_4)对雨水中的 SO_4^{2-} 也有一定的贡献。研究表明, 普定地区雨水溶质主要来源于农业活动, 岩石土壤风化雨水溶质有一定的贡献。

基金项目: 国家重点基础研究发展计划项目(2006CB403206); 中国科学院知识创新重要方向项目(kzcx2-yw-306)资助