

遵义地下水碳的演化

李思亮, 刘丛强, 郎赞超, 赵志琦, 周志华

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

关键词: 地下水; 溶解无机碳; 演化; 遵义

地下水中碳的生物地球化学过程是全球碳循环和区域营养元素生物地球化学过程重要的组成部分, 而且也与区域地下水水质紧密联系。溶解无机碳 (dissolved inorganic carbon, 简称为 DIC) 是地下水中主要碳形态, 其含量和同位素组成主要受水岩反应、土壤 CO_2 的溶解、有机质降解以及 CO_2 在水-气间的交换共同控制, 在一定条件下可以通过出露地下水 DIC 含量和同位素来重建其生物地球化学过程。地下水有机碳含量一般较低, 但是由于有机碳的转化非常快, 同时与地下水污染和无机碳演化密切相关, 所以也是碳循环中重要的一环。

选择贵州省遵义地区地下水为对象对地下水中的碳的演化进行了研究。遵义市位于贵州省中北部, 属云贵高原向四川盆地湖南丘陵地带过度的东斜坡北段, 西北部与四川接壤, 是黔北政治、经济、文化的中心。遵义位于中亚热带湿润季风气候区, 气候温和湿润, 雨量适中, 年平均降水量 1116.2 mm, 年蒸发量 943 mm。研究区内的地层除缺失泥盆系和石炭系外, 从寒武系至侏罗系均有出露, 城区位于鸭溪向斜轴部侏罗系地层之上, 主要以砂岩、粘土岩、页岩为主; 岩性为碳酸盐岩和碎屑岩。第四系不发育, 仅在沟谷、洼地等零星分布。

遵义市地下水水化学主要受岩性制约, 白云岩或白云质灰岩为主的含水岩组为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}\cdot\text{Mg}$ 型水; 灰岩 (为主) 或碎屑岩岩组中为 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ 型水。市区地下水由于环境因素不断地恶化, 酸雨以及人为活动的污染, 尤其是废渣的堆积和污水未经处理就直接排放, 导致相应地段的地下水水化学类型也随之发生改变, 向 $\text{SO}_4\text{-Cl}\text{-Na}$ 型转变。

遵义夏季地下水溶解无机碳含量为 1.38 ~ 6.49 mmol/L, 平均为 3.82 mmol/L。冬季溶解无机碳含量在 1.61 ~ 7.17 mmol/L 范围内, 平均 4.54 mmol/L。而 $\delta^{13}\text{C}$ 夏季取值范围为 -14.4‰ ~ -8.3‰, 平均值为 -11.1‰; 冬季取值范围为 -13.0‰ ~ -6.3‰, 平均为 -10.3‰。夏季与冬季的含量和同位素间的差异表明了夏季雨水稀释地下水直接影响溶解无机碳含量, 同时生物成因 CO_2 对夏季地下水有较多的贡献。同贵阳相比较, 遵义地下水 DIC 含量较贵阳低, 同时较贵阳地下水 DIC 富集 ^{13}C 和含有相对较高的 K^+ 、 Na^+ 和溶解硅, 表明遵义硅酸盐岩风化对地下水有较大贡献; 而且遵义盆地具有相对较厚的土壤层, 可能会增加补给地下水的生物成因 CO_2 , 但这要得到准确的认识还有待进一步研究。

遵义地下水 DOC 含量也较低, 夏季平均为 1.57 mg/L, 冬季为 1.15 mg/L; 其冬季与夏季 POC 平均值分为 0.20 mg/L、0.23 mg/L, 地下水中 POC 值低于 DOC 值。遵义地下水中 DOC 和 POC 除冬季个别样点外, 总体也呈正相关关系, 这可能表明受影响因素的同源性。遵义夏季地下水 $\delta^{13}\text{C-POC}$ 取值范围明显较冬季 $\delta^{13}\text{C-POC}$ 宽, 表明夏季部分地下水中颗粒有机碳受外源输入影响明显。但季节间变化不大, 可能是由于遵义土壤过程的不同而引起的。地下水颗粒有机碳主要来自于土壤有机质以及微生物活体等, 尽管微生物数量是巨大的, 但生物量并不大, 可能土壤有机质是主要的, 土壤有机质主要继承植被。市区地下水由于受排污等影响, 可能也接纳污水中的有机质。

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40603005, 40603004); 科学技术部国家重点基础研究发展计划 (2006CB403205)