

阿哈湖沉积物 - 水界面硫酸盐还原作
用的微生物及其同位素研究*

汪福顺 刘丛强 梁小兵 朱建明 魏中青

(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)

在湖泊系统中, 硫的来源相对单一、稳定, 硫在生物地球化学循环过程中硫同位素发生不同程度的分馏。硫酸根的还原作用是湖泊系统中硫循环的重要的一步, 根据微生物对其利用途径可分为同化还原作用和异化还原作用, 前者产生的分馏很小, 而后者则较大。对于缺氧环境, 微生物在利用硫酸根作为电子受体时, 异化还原作用是最主要的生化反应。本实验试图组合微生物学及同位素学方法来研究厌氧条件下硫酸盐还原过程及其发生机制。

阿哈湖是位于贵阳市郊的一个季节性缺氧的人工水库, 其上游长期受到煤矿废水排放的污染, 造成水体中硫酸根异常富集。本实验采集阿哈湖沉积物孔柱, 总长为 25cm, 现场以 2cm 分样。沉积物经梯级稀释, 严格厌氧条件下进行硫酸盐还原菌的培养。沉积物通过低温离心获得孔隙水, 过滤后一部分水样测定硫酸根, 一部分通过钡盐沉淀、纯化, 最后燃烧法测定硫同位素组成。沉积物界面下 2 ~ 3cm 是硫酸盐还原菌(SRB)分布最活跃的区域。δ³⁴S_{SO₄²⁻} 的变化范围较宽, 从 -31.13‰ ~ +6.99‰ 之间。在深度上表现出表层偏负, 往下逐渐偏正。硫酸根在表层异常富集, 界面下几厘米内迅速降低, 与 SRB 的分布趋势一致(表 1)。

表 1 阿哈湖沉积物 - 水界面硫酸盐还原菌分布
及硫酸根、硫同位素特征

深度 /cm	SRB /10 ⁴ 个·g ⁻¹	SO ₄ ²⁻ /mg·L ⁻¹	δ ³⁴ S _{SO₄²⁻} /‰
0	2.2		
1	22	1 200	-23.44
2	103		
4	5	1 100	-31.13
6	8	890.8	-27.37
8	<1	469.9	-7.01
10	<1	515.7	-7.22
12	<1	402	6.99
14	4	451.3	4.191
16	<1	500	2.34

阿哈湖沉积孔柱的厌氧抑菌及非抑菌培养表明: 硫酸盐的还原作用是在微生物的作用下进行的。硫酸盐还原菌利用硫酸根作为电子受体进行无氧呼吸的作用下, 硫同位素发生显著分馏。³⁴S 趋向于在残余液相中富集, 富集程度受到硫酸盐还原速率的控制, 还原速率越大, 分馏强度越小, 反之, 分馏则越强。受到上层水相硫酸盐扩散迁移的影响, 从表 1 可以看出, 表层 6cm 范围内孔隙水硫酸根硫同位素组成由还原作用和混合作用的共同影响, 以致在上层孔隙水中³⁴S 偏轻。沉积深度越往下, 混合作用越弱, 因而³⁴S 在下层沉积物中富集程度最为明显。SRB 的分布在水界面下 2cm 附近

活性最强, 硫酸盐的还原速率达到最大, 往下活性减小, 还原速率也逐渐减小。同样受混合作用的影响, 硫酸根浓度在下层孔隙水中才明显减少。从上述结果分析可以得出: 受硫酸盐还原菌分布的控制, 阿哈湖沉积物 - 水界面硫酸盐还原作用发生在表层几厘米范围内, 孔隙水硫酸根浓度及硫同位素均指示了还原作用发生的深度和强度。

第一作者简介: 汪福顺 男 27 岁 博士研究生 微生物地球化学专业 E-mail: wangfushun@hotmail.com

* 中国科学院知识创新工程项目(批准号: KZCX2-105)和国家自然科学基金项目(批准号: 40173038)资助

2002-11-12 收稿, 2003-04-16 收修改稿