

苔藓氮稳定同位素 ($\delta^{15}\text{N}$) 指示贵阳地区大气氮沉降

刘学炎^{1,2}, 肖化云¹, 刘丛强¹, 李友谊^{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 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039

关键词: 大气氮沉降; 苔藓; $\delta^{15}\text{N}$; 贵阳

苔藓稳定同位素是环境科学领域用于指示大气环境变化和大气污染物输入地表生态系统及其环境效应的新技术。

本研究首先探讨了不同生境要素对苔藓监测效果的影响。受树冠遮挡的苔藓 (*Haplocladium microphyllum* (Hedw.) Broth) $\delta^{15}\text{N}$ 值 (如柳杉下为 $-8.15\text{‰} \pm 0.83\text{‰}$ 、桂花树下为 $-6.25\text{‰} \pm 1.20\text{‰}$ 、法国梧桐下为 $-5.39\text{‰} \pm 2.20\text{‰}$) 比开阔地苔藓 $\delta^{15}\text{N}$ ($-4.53\text{‰} \pm 0.58\text{‰}$) 低, 反映了树冠下方缺少干沉降氮的输入, 尤其是开阔地石生苔藓更高的 $\delta^{15}\text{N}$ 值 ($-2.79\text{‰} \pm 0.91\text{‰}$) 指示了其受到干沉降输入的控制以及更依赖于大气沉降氮源的生长环境; 而不同树冠的落叶特征、叶片形态、叶面性质造成对氮沉降的吸收能力不同可能是下方苔藓 $\delta^{15}\text{N}$ 值存在差异的原因。同一树冠下方苔藓氮含量随树冠厚度增加 (1~4 m) 呈降低趋势 (2.65%~1.72%), 而 $\delta^{15}\text{N}$ 值从 -7.84‰ 升高至 $-4.71\text{‰} \pm 0.70\text{‰}$, 反映了树冠厚度也是干扰苔藓监测氮沉降的重要因素。此外, 细叶小羽藓新生组织氮含量 ($2.28\% \pm 0.06\%$) 明显高于衰老组织

($1.85\% \pm 0.12\%$), 但二者之间的氮同位素组成 ($-6.5\text{‰} \pm 1.1\text{‰}$ 和 $-6.8\text{‰} \pm 1.5\text{‰}$) 没有明显差异, 反映了苔藓和维管植物一样具有衰老过程体内氮向新生组织迁移的特征, 但该过程并没有产生不同年龄组织间氮同位素的根本变化。

根据上述结果, 我们选取开阔地的石生苔藓新生组织为监测工具, 对贵阳地区从市中心往外到农村地区分 4 个剖面共 180 个苔藓的氮含量和氮同位素组成进行了分析。结果显示, 从市区到郊区苔藓氮含量随距离增大而降低 (从 2.97% 至 0.85%), 与采样点距市中心的距离存在线性关系, 表明城区氮沉降水平从市区向农村地区逐渐降低。苔藓 $\delta^{15}\text{N}$ 值变化范围为 $-12.50\text{‰} \sim -1.39\text{‰}$, 城区比农村地区偏负, 并与距离呈对数关系。城区苔藓氮同位素组成 ($-8.99\text{‰} \pm 1.76\text{‰}$) 主要反映城市生活废水所释放的氮源, 而农村地区苔藓氮同位素组成 ($-3.35\text{‰} \pm 1.10\text{‰}$) 则主要指示农业氮源的贡献。本研究将苔藓氮同位素方法应用到大气氮沉降的生物监测领域, 有助于更加准确地认识城市氮污染状况及其环境影响。

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40573006)