

· 环境地球化学 ·

法国梧桐、桂花、樟树叶片氮同位素对贵阳大气氮源的示踪研究

王燕丽^{1,2}, 肖化云¹, 刘丛强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 研究生院, 北京 100049

大气氮沉降是全球氮循环的重要环节, 其对地表植被、土壤、水体会产生不同程度的影响。氮沉降的人为成因主要有化石燃料的燃烧, 如交通和工业活动等 NO_x 排放 ($\delta^{15}\text{N}$ 值偏正), 及农业活动、废弃物和畜牧业等 NH_y 释放 ($\delta^{15}\text{N}$ 值偏负)。由于大气中不同氮源的 $\delta^{15}\text{N}$ 值存在差异, 植物叶片 $\delta^{15}\text{N}$ 可被用于指示森林氮沉降。

本课题组已开展有关石生苔藓氮同位素的研究, 取得了一些利用叶片氮同位素组成指示大气氮源的证据。与结构相对简单的苔藓不同, 维管束植物具有生物量大、分布广等特点, 但由于根系吸收土壤基质氮, 存在多重氮源干扰的问题, 目前研究少有涉及。本实验拟分析测定三种维管束植叶片氮含量及同位素变化, 探讨其对城市大气氮沉降的响应规律, 以期示踪大气 N 源及反映城市生态系统氮动态。在贵阳市分生活区、交通主干道和相对背景区 3 个样点, 以法国梧桐、桂花、樟树 3 个树种为实验对象, 连续采样 13 个月。

叶片组织氮含量 ($\text{N}\%$) 随时间变化的规律为: 法国梧桐为春夏高 (均值 4.0%), 秋冬低 (1.3%); 樟树为春季高 (4.0%), 其余三季稍低 (2.1%); 桂花与樟树情况相似。春季新叶样品, 其较高的氮含量, 表明植物体优先供给新生组织以满足生长需要, 秋冬季叶片氮含量降低, 可能受 N 源季节变化的影响, 也可能与植物的生理活性降低有关。

叶片 $\delta^{15}\text{N}$ 值随时间的变化显示, 法国梧桐季节敏感性较强, 春、冬季偏正 (3、12 月均值 $+7.1\pm 0.5\%$), 夏季偏负 (7 月均值 $+4.2\pm 0.4\%$), 这与湿沉降监测结果 (夏季雨水 $\delta^{15}\text{N}$ 值偏负, 冬季偏正) 一致。樟树和桂花叶片 $\delta^{15}\text{N}$ 随季节变化不是很

显著。由于测得的三棵树根际土壤 $\delta^{15}\text{N}$ 值基本相近, 可认为叶片 $\delta^{15}\text{N}$ 值变化主要是由大气氮源的差异引起的。对比同一样点三个树种的 $\delta^{15}\text{N}$ 值, 发现法国梧桐最偏正 ($+5.7\%$), 樟树次之 ($+2.1\%$), 桂花偏负 (-0.2%)。可能是法国梧桐叶片表面的细密绒毛及宽大叶面积, 对雨水及颗粒态干沉降 ($\delta^{15}\text{N}$ 值偏正) 接收充分, 导致偏正; 而桂花和樟树, 其叶片表面光滑, 且具有较厚的角质层, 可湿性较差, 可能主要通过叶片气孔直接吸收气态氮化合物 ($\delta^{15}\text{N}$ 值偏负), 结果导致偏负。

同一树种在不同样点间的氮同位素值存有差异。以樟树为例, 相对背景区 $\delta^{15}\text{N}$ 值为 $-0.8\%\sim 0\%$, 生活区 $+0.9\%\sim +3.5\%$, 交通主干道旁 $+3\%\sim +6\%$ 。已有研究显示, 土壤释放 NH_y 的 $\delta^{15}\text{N}$ 值 $-5\%\sim 0\%$, 汽车尾气排放 NO_x 的 $\delta^{15}\text{N}$ 值 $-5\%\sim +5\%$, 这与相对背景区偏负, 而交通主干道旁偏正的实验结果相应, 表明三个样点的大气 N 源确实存在差异。

本研究中所选桂花树, 其树冠为标准的伞状, 树冠层厚达 1.0 m, 直径有 1.9 m。树冠层上方叶片氮含量高于下方, 这可能与上方吸收的大气氮沉降较多有关。树冠层下方叶片 $\delta^{15}\text{N}$ 较上方偏正, 可能是由于雨水在穿冠过程中被上方叶片优先吸收 ^{14}N , 导致下方雨水偏正。

综上所述, 法国梧桐、桂花和樟树这三种维管束植物氮同位素组成可用于示踪大气氮源, 其中法国梧桐对季节性差异敏感, 桂花和樟树对地域性差异较敏感。根据叶片氮含量及氮同位素组成的变化, 结合干湿沉降监测, 并作根际土壤分析, 梳理各端元的贡献值, 可帮助理解大气氮的输入。

基金项目: 国家自然科学基金 (41073016, 40573006)