

农林生态系统的转变对土壤有机质影响的 $\delta^{13}\text{C}$ 示踪研究^{*}

刘启明 王世杰 朴河春 欧阳自远

(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)

生态转变系统中土壤有机质的变化与土壤的初级生产力和温室气体的释放有着密切的关系。同时, 它也是目前农业的可持续发展和全球环境变化的研究内容之一。对于毁林造田和退耕还林等农林生态系统发生转变的特殊地点, 土壤有机质的源物质产生了 C_3 植物(森林)与 C_4 植物(农作物)的转变, 这就为我们利用 $\delta^{13}\text{C}$ 来示踪土壤有机质的迁移和赋存提供了可能。

茂兰保护区曾长期生长 C_3 植物(常绿混叶林), 近几十年, 部分毁林后种植 C_4 植物(玉米)。本实验分别采集 3 个剖面相邻的森林点和农田点的土壤样品, 分析了样品的有机碳含量和 $\delta^{13}\text{C}$ 值。研究表明: 1) 森林土壤与农田土壤有机碳含量存在显著的差异, 对于同一剖面相邻的森林和农田采样点, 森林点的土壤有机碳含量明显高于农田点, 森林点土壤有机碳百分含量随深度呈指数关系下降, 而农田点则呈线性关系下降。由此可说明, 在森林点土壤有机质处于一个正在进行降解的状态, 即降解速率较慢, 且有新的有机质补充; 而农田点土壤有机质是处于降解较充分的状态, 即降解速率较快, 新的有机质补充少, 土壤有机质已建立新的平衡, 但这种平衡仅是在低有机质含量基础上建立的。2) 虽然经过一段时间的耕种, 农田土壤有机质的源物质已发生转变, 但是农田土壤有机质中的大部分甚至绝大部分仍是原生森林残留下来的, 农作物的补充量很少。在土壤表层(0~20cm)源于农田 C_4 植物的组分(SOC_4)所占百分比基本在 30%~40%之间, 在土壤深层(20~80cm), SOC_4 所占百分比只有 10%~30%左右, 甚至低于 10%。这表明, 毁林造田导致土壤有机质中源于森林 C_3 植物的组分(SOC_3)的含量迅速下降, 有机质中大量容易矿化的组分在随后 30~50 年内基本被消耗尽, 这些组分(约 70%~80%)活性大, 是重要的植物生长必须的营养物质。经过长时间的降解, 剩余下来的少量土壤有机质属于稳定的部分(20%~30%), 只是起着保持土壤结构的作用。与此同时, 农田中新鲜植物残留物的补充量很少, 使得土壤有机质中的 SOC_4 只占土壤有机质总量的一小部分, 不足以地表作物提供足够的养分。3) C_3 和 C_4 植物 $\delta^{13}\text{C}$ 值存在显著差异, 森林点土壤有机质的 $\delta^{13}\text{C}$ 值随土壤深度的增加而增大, 而农田点土壤有机质的 $\delta^{13}\text{C}$ 值随土壤深度的增加而减小。对比同一层位土壤的粗砂(2000~200 μm)、细砂(200~500 μm)、粗粉(50~200 μm)、细粉(20~200 μm)和粘土(<20 μm)5 个不同粒径组分的 $\delta^{13}\text{C}$ 值, 森林点为 $\delta^{13}\text{C}_{\text{粗砂}} < \delta^{13}\text{C}_{\text{细砂}} < \delta^{13}\text{C}_{\text{粗粉}} < \delta^{13}\text{C}_{\text{粘土}} < \delta^{13}\text{C}_{\text{细粉}}$, 农田点为 $\delta^{13}\text{C}_{\text{粗砂}} > \delta^{13}\text{C}_{\text{细砂}} > \delta^{13}\text{C}_{\text{粗粉}} > \delta^{13}\text{C}_{\text{粘土}} > \delta^{13}\text{C}_{\text{细粉}}$ 。 C_3 和 C_4 植物的生长时序和土壤有机质在自然降解过程中 $\delta^{13}\text{C}$ 值的变化规律说明, 粗砂中的土壤有机质年代最新, 细粉中的土壤有机质年代最老, 有机质在降解过程中, 在土壤各粒径组分中的迁移次序是粗砂→细砂→粗粉→粘土→细粉。4) 对比同一层位土壤的不同轻(<1.7g/cm³)、重(>1.7g/cm³)组分的 $\delta^{13}\text{C}$ 值, 森林点为 $\delta^{13}\text{C}_{\text{重}} > \delta^{13}\text{C}_{\text{轻}}$, 农田点为 $\delta^{13}\text{C}_{\text{重}} < \delta^{13}\text{C}_{\text{轻}}$, 同样说明, 土壤重组分中的有机质年代较老, 以降解充分、稳定的有机无机复合体为主, 相对而言, 轻组分中的有机质含有更多的降解尚不充分、活性较大的有机质。

第一作者简介: 刘启明 男 27 岁 博士研究生 环境地球化学专业 E-mail: liuqiming@fm365.com

*国家自然科学基金(批准号: 49833002 和 49772175)资助项目、中国科学院知识创新工程项目(批准号: KZCX2-105)和环境地球化学国家重点实验室创新领域项目(批准号: HD-CX-200101)

2001-03-22 收稿, 2001-06-25 收修改稿