

## 热带树木细根碳性状及其生态意义\*

王梦柯<sup>1</sup> 莫潇晗<sup>1</sup> 张鹏<sup>1</sup> 王映辉<sup>1</sup> 孔丝纺<sup>2</sup> 孔德良<sup>3</sup> 王俊坚<sup>1</sup>

(1 南方科技大学环境科学与工程学院 深圳 518055; 2 深圳信息职业技术学院交通与环境学院 深圳 518172; 3 河南农业大学林学院 郑州 450046)

**摘要:**【目的】探究热带树木细根含碳组分相关的性状(本文定义为“碳性状”)的种间变异性及其系统发育信息,建立耦合热带树木细根常见经济性状与碳性状的细根性状变异空间,并揭示在淹水环境下细根碳性状的适应性及其对细根分解的影响。【方法】选取物种多样性极为丰富的西双版纳热带森林生态系统为研究对象,运用核磁共振波谱、气相色谱-质谱联用以及傅里叶变换离子回旋共振质谱等分析技术,对代表性的热带树种以及部分淹水环境下的细根进行分子水平碳性状的测定。同时,通过为期 180 天的室内模拟分解实验,比较淹水与非淹水条件下细根分解后碳含量变化。【结果】研究发现,细根分子水平碳性状具有两个主要的变异维度,且与已知的由根形态和养分性状构成的根多维性状空间(细根经济空间)高度耦合。具体而言,细根直径较细的物种倾向于在含氧烷基碳(主要源于纤维素半纤维素等碳水化合物)上投入更多,以促进根自身的养分获取(即“自给自足策略”);具有较大组织密度的细根(即“保守策略”,与“自给自足策略”独立)的物种在芳香族化合物(主要源于木质素)上的投入较多,在含氮或含羰基化合物上的投入较少,这意味着较慢的新陈代谢和较高的防御能力。此外,与土壤中生长的细根相比,水环境中生长的细根碳性状在分子水平上表现出更高的不饱和度和芳香性,并且具有更多的非结构性组分。180 天的短期细根分解试验结果显示,尽管淹水引起的缺氧条件可减缓细根的分解速率,但水生细根通过产生更多非结构性不稳定组分的适应策略,加速了细根分解,从而在一定程度上抵消了淹水对细根分解的负面影响。【结论】本研究首次揭示了分子水平碳性状在塑造细根经济空间和在全球气候变化下根系适应策略中的重要作用。这些发现不仅为理解植物根系形态和功能的多样性提供了新的分子尺度视角,而且对于深入理解植物进化、物种共存以及对异质环境的适应性具有重要意义。此外,本研究还增进了我们对全球环境变化下的生物地球化学过程理解。