



第十九届中国生态学会大会

2020. 11. 21-23 生态科学新使命：促进人与自然和谐

亚热带红壤区森林土壤剖面微生物残体碳分布及影响因素

于颖超^{1,2}, 张心昱^{1,2*}, 戴晓琴^{1,2}, 吕斯丹¹, 杨洋^{1,2}, 史丽娟^{1,2}

1 中国科学院地理科学与资源研究所生态系统网络观测与模拟重点实验室, 北京 100101

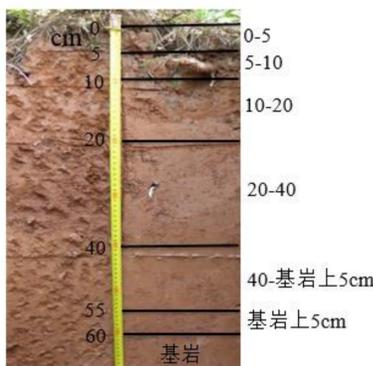
2 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100190

背景

- 土壤是陆地生态系统中最大的有机碳库，其所含碳量大约是大气和植被所含碳量总和的2-3倍，在陆地生态系统碳循环中起到重要作用。
- 微生物在碳库调控中的作用不容忽视。相比于微生物活体碳，微生物残体碳（MRC）在土壤中周转时间更长，并且不断积累，贡献于稳定性碳库。
- 土壤剖面中30cm以下土壤有机碳（SOC）储量占总SOC储量50%左右，然而目前关于MRC含量及其对SOC贡献的研究多数集中在土壤表层，在土壤剖面和基岩中MRC含量的分布及其对SOC的贡献尚不清楚。
- 地球关键带指浅层岩石-土壤-大气-水-生物及人类活动相互作用，为生命系统提供支撑资源的异质的地球表层系统。

目的

本研究基于地球关键带的理念，认知表层-深层土壤-岩石层的土壤MRC分布特征，这对理解土壤圈和陆地生态系统碳循环过程、碳库形成机制及其碳库动态演变具有重要意义（图一为本研究土壤剖面示意图）。



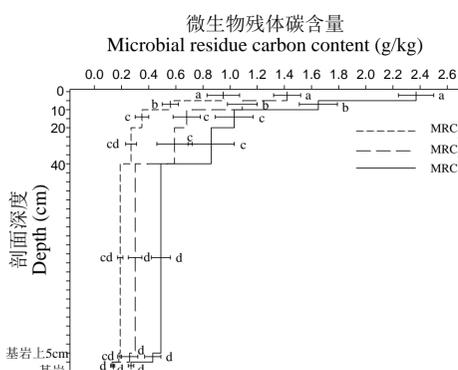
图一 土壤剖面及采样土层意图

方法

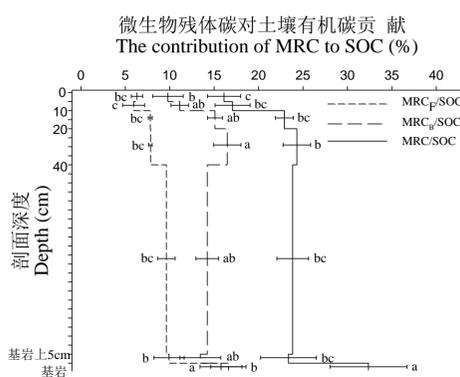
- 氨基糖是土壤微生物细胞壁的重要组成成分，其作为微生物生长和代谢的副产物在微生物死亡后可以在土壤中长期累积，因此常用氨基糖生物标志物方法表征土壤微生物残留物含量。
- 磷脂脂肪酸（phospholipid fatty acid, PLFA）是活体微生物细胞膜的重要组分，不同类群的微生物能合成不同的脂肪酸，PLFA方法常用于表征微生物生物量和微生物群落结构的变化。
- 本研究选取四个亚热带红壤区典型森林土壤剖面，通过氨基糖和磷脂脂肪酸（PLFA）微生物标志物方法分别测定MRC含量和微生物-PLFA含量，应用地球关键带研究的理念，探究MRC_B、MRC_F从地表到基岩的剖面分布特征及其影响机制。

结果

- 从土壤表层至基岩，MRC_B、MRC_F、MRC含量随着土壤剖面深度的增加显著降低（ $P < 0.05$ ），在基岩处含量最低（图二）。



图二 微生物残体碳含量的剖面分布

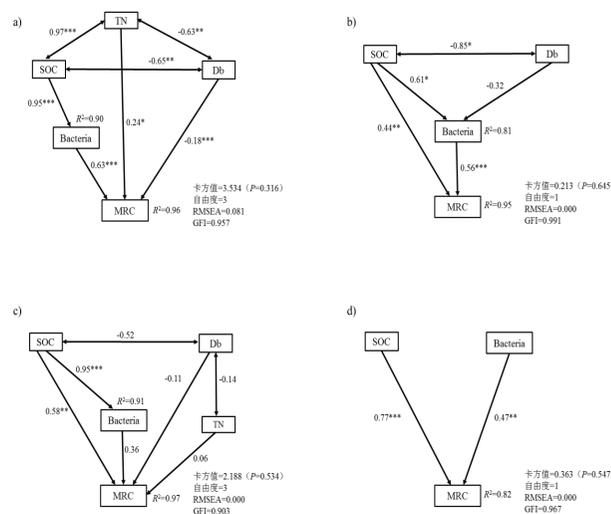


图三 微生物残体碳对土壤有机碳贡献的剖面分布

不同小写字母表示不同土层间差异显著，图中数据表示平均值±标准误

- MRC_B、MRC_F和MRC对SOC贡献随着剖面深度增加显著升高（ $P < 0.05$ ）；MRC对SOC贡献在0-5cm土壤中最低，为16%；在基岩土壤处最高，为32%（图三）。

- 随着土壤剖面深度增加，在整个土壤剖面中，细菌-PLFA含量和底物SOC、TN养分含量对MRC具有正效应，而Db则是负效应（图四a）。
- 在0-20cm和20cm-基岩土壤中，土壤底物（SOC）对MRC的总效应高于微生物-PLFA含量和环境因子（容重Db）（图四b c d）。



图四 微生物残体碳影响因素的结构方程模型（SEM）分析

a)、b)、c)、d) 分别表示整个土壤剖面、0-20cm、20-基岩上5cm以及基岩上5cm和基岩土壤的结构方程模型（SEM）。图中单向箭头表示路径，箭头上的数字表示标准化的路径系数；双向箭头表示相关关系，箭头上的数字表示相关系数。***表示 $P < 0.001$ ，**表示 $P < 0.01$ ，*表示 $P < 0.05$ 。R²值表示变量与其他变量所解释的因变量的比例

结论

- MRC含量随土壤剖面深度增加而降低，然而其对SOC的贡献却随着剖面深度增加而升高，范围为16% - 32%，在基岩处最高。
- 土壤底物SOC对MRC含量的影响高于微生物-PLFA含量和土壤环境因子，即不同土壤深度中SOC含量的差异导致了MRC含量的变化。本研究结果表明，微生物残体碳在20cm以下的亚热带土壤和基岩碳汇中发挥重要作用。

国家自然科学基金重点项目(41830860)
国家自然科学基金面上项目(41877091)