

沈阳生态所揭示土壤呼吸温度敏感性与微生物生态策略的关联随季节变化

发布时间: 2022-06-30 | 【大 中 小】 | 【打印】 【关闭】

土壤微生物异养呼吸是陆地生态系统向大气释放碳的重要过程, 在全球范围内, 土壤呼吸通常随温度增加而增加, 其响应强度用土壤呼吸温度敏感性 (Q_{10}) 表示, 即温度每增加 10°C 土壤呼吸所增加的倍数。在很多传统生态系统模型中, Q_{10} 通常被当作一个常数2.0, 然而越来越多的研究表明 Q_{10} 在时间和空间上都存在较大波动, 使我们高估或者低估了碳-气候反馈作用。因此, 研究 Q_{10} 的时空变化对于准确预测特定区域 (特别是对气候变化敏感且碳储量较高的中高纬度森林生态系统) 碳排放具有重要意义。本研究拟解决三个科学问题: 1) Q_{10} 在纬度梯度上是否存在变化? 其规律在不同季节之间是否存在差异? 2) Q_{10} 是否存在季节波动? 其规律在不同气候区 (纬度) 是否存在差异? 3) Q_{10} 的时空变化规律驱动机制是什么? 特别是与微生物生态策略之间的关系。

沈阳生态所土壤化学组研究团队以中国东北阔叶红松林为研究对象, 从分布区域选取了北 (北纬 $47^{\circ}12'47''$)、中 ($42^{\circ}28'59''$)、南 ($41^{\circ}50'02''$) 3个样点, 分别于春季 (4月下旬)、夏季 (7月中旬) 和秋季 (10月下旬) 采集土壤样品 (图1a), 采用短期培养法测定了 Q_{10} 值、土壤碳质量和有效性及其他基本理化性质、土壤微生物群落组成、与碳降解相关的功能基因丰度。研究发现, Q_{10} 的纬度梯度趋势取决于采样季节, 且各个季节的驱动机制不同。在春季 Q_{10} 值越往南越大, 随采样点年均温增加而增加 (图1b); Q_{10} 的纬度梯度变化主要受碳有效性 (CAI) 影响, 随着CAI从北向南逐渐降低 Q_{10} 逐渐增加, 符合碳质量-温度 (Carbon quality-temperature, CQT) 假说; 由于春季微生物将更多能量投资于增加生物量 (high-yield strategy), 因此春季 Q_{10} 与微生物群落结构和功能之间无紧密关联 (图2a和图3a)。在夏季, Q_{10} 值在3个采样点之间没有显著差异 (图1b), 可能是由于采样点之间凋落物和土壤碳质量相似; 根系分泌物和残留凋落物降解为微生物提供了大量有效养分, CAI通过刺激微生物群落r-策略 (包括富营养/寡营养微生物比值和活性有机碳/惰性有机碳降解基因比值)间接提高 Q_{10} (图2a和图3a)。在秋季, Q_{10} 值同样在南部温暖地区较大 (图1b); 新鲜凋落物可能通过激发效应刺激微生物群落K-策略, 从而使惰性碳对土壤呼吸的贡献更大 (图2a和图3a)。 Q_{10} 的季节动态也随采样点不同而不同, 在阔叶红松林的南部和中部地区, Q_{10} 在夏季最低, 在春、秋较高, 符合大多数研究认为的温度高的季节 Q_{10} 较低。但在北部地区, 由于针叶林占主导, 凋落物数量和质量在全年基本无明显波动, 土壤微生物群落结构和功能季节波动也很小, 导致 Q_{10} 无明显季节变化。本研究加深了我们对 Q_{10} 时空变化及其驱动机制的认识, 特别是首次尝试基于微生物遗传信息揭示纬度梯度和季节变化条件下“ Q_{10} -碳质量和有效性-微生物生态功能”之间的复杂关系, 可为后续的相关研究提供重要的理论基础和数据支撑。

上述结果以“Linkages between the temperature sensitivity of soil respiration and microbial life strategy are dependent on sampling season”为题为2022年6月在线发表在Soil Biology & Biochemistry (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038071722002152?via%3Dihub>)上。土壤化学组联合培养研究生杨山博士 (现为广东省微生物研究所助理研究员) 为第一作者, 李慧研究员为通讯作者, 沈阳生态所姜勇研究员、王绪高研究员、叶吉副研究员、阴黎明副研究员、博士生吴辉和王志瑞等为共同作者。本研究得到国家自然科学基金面上基金项目 (31870482, 31570501) 和中俄国际合作项目 (31811530080) 等的资助。

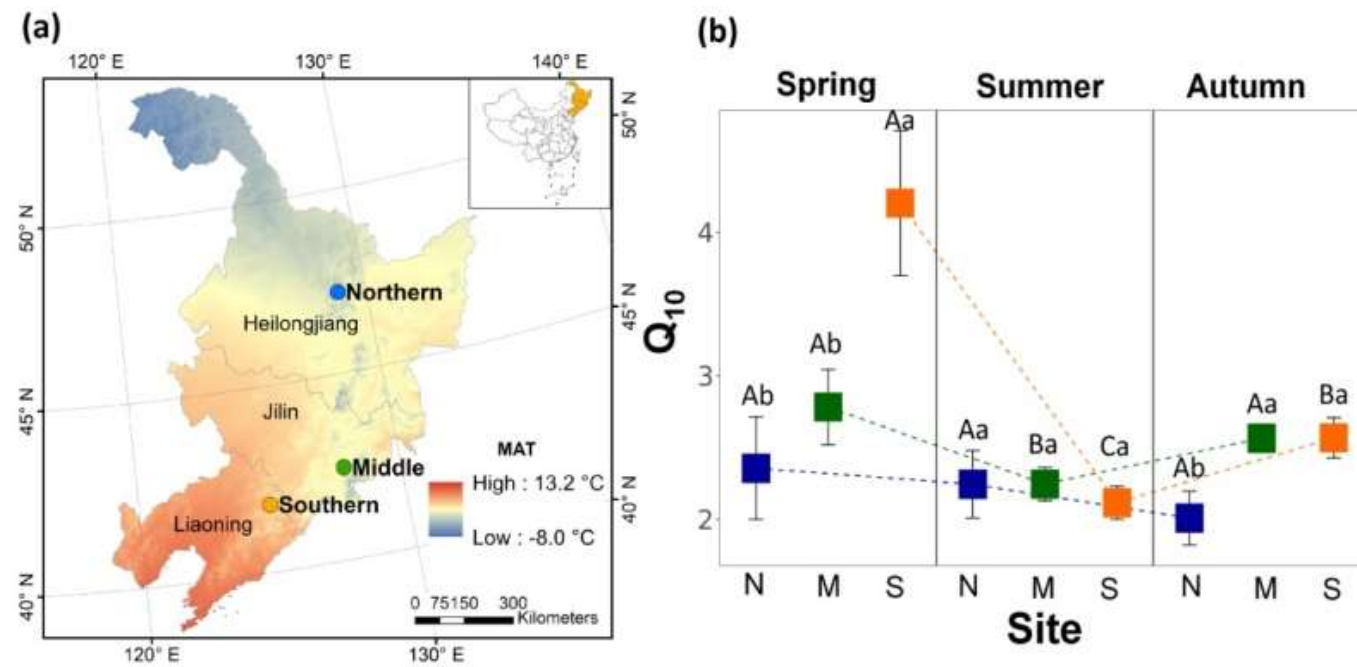


图1 采样点示意图(a)和土壤呼吸温度敏感性 (Q_{10}) 的纬度和季节变化趋势

N: 北方样点; M: 中间样点; S: 南方样点

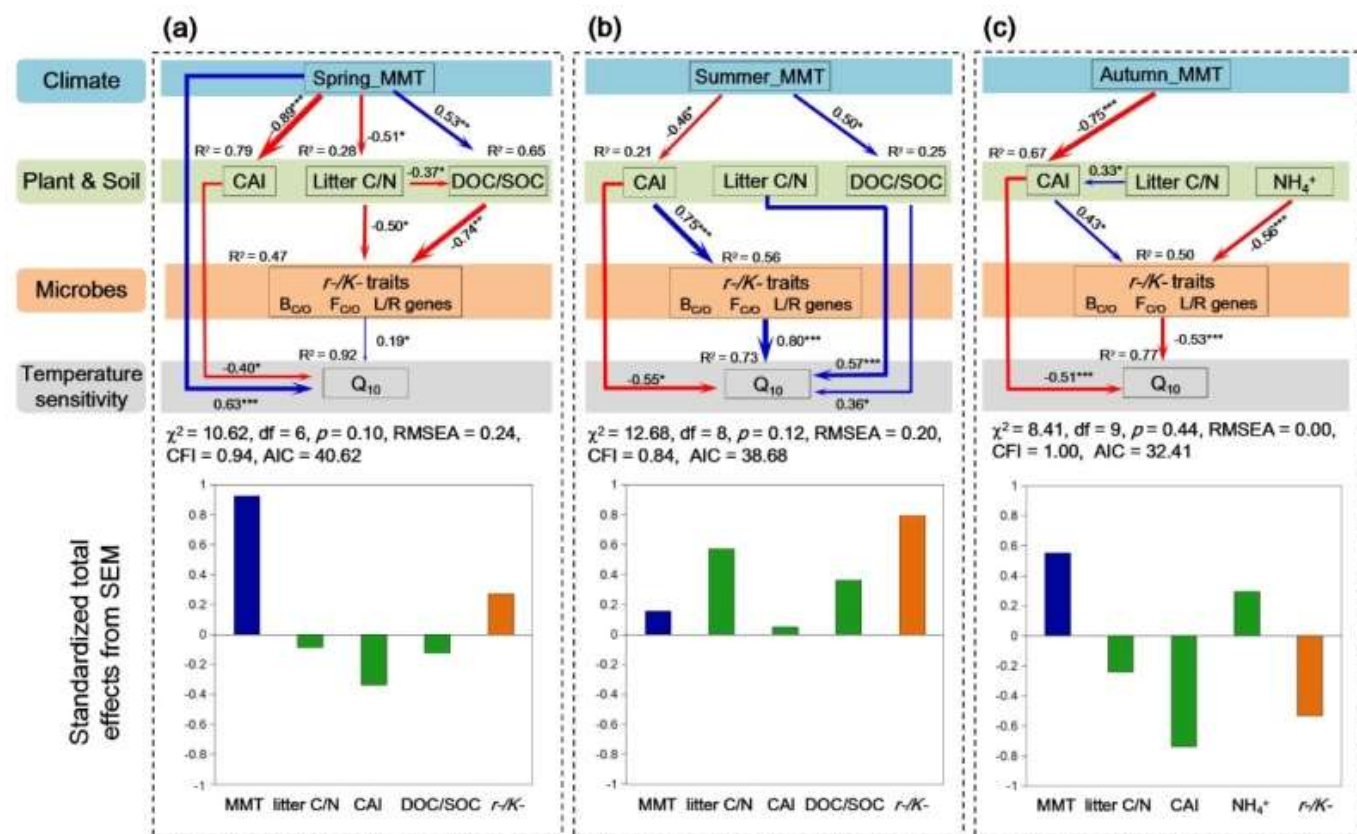


图2 基于结构方程模型 (SEM) 分析采样季节月均温 (MMT)、土壤和植物凋落物性质、微生物生态策略对土壤呼吸温度敏感性 (Q_{10}) 的直接效应和间接效应

(a) 春季; (b) 夏季; (c) 秋季

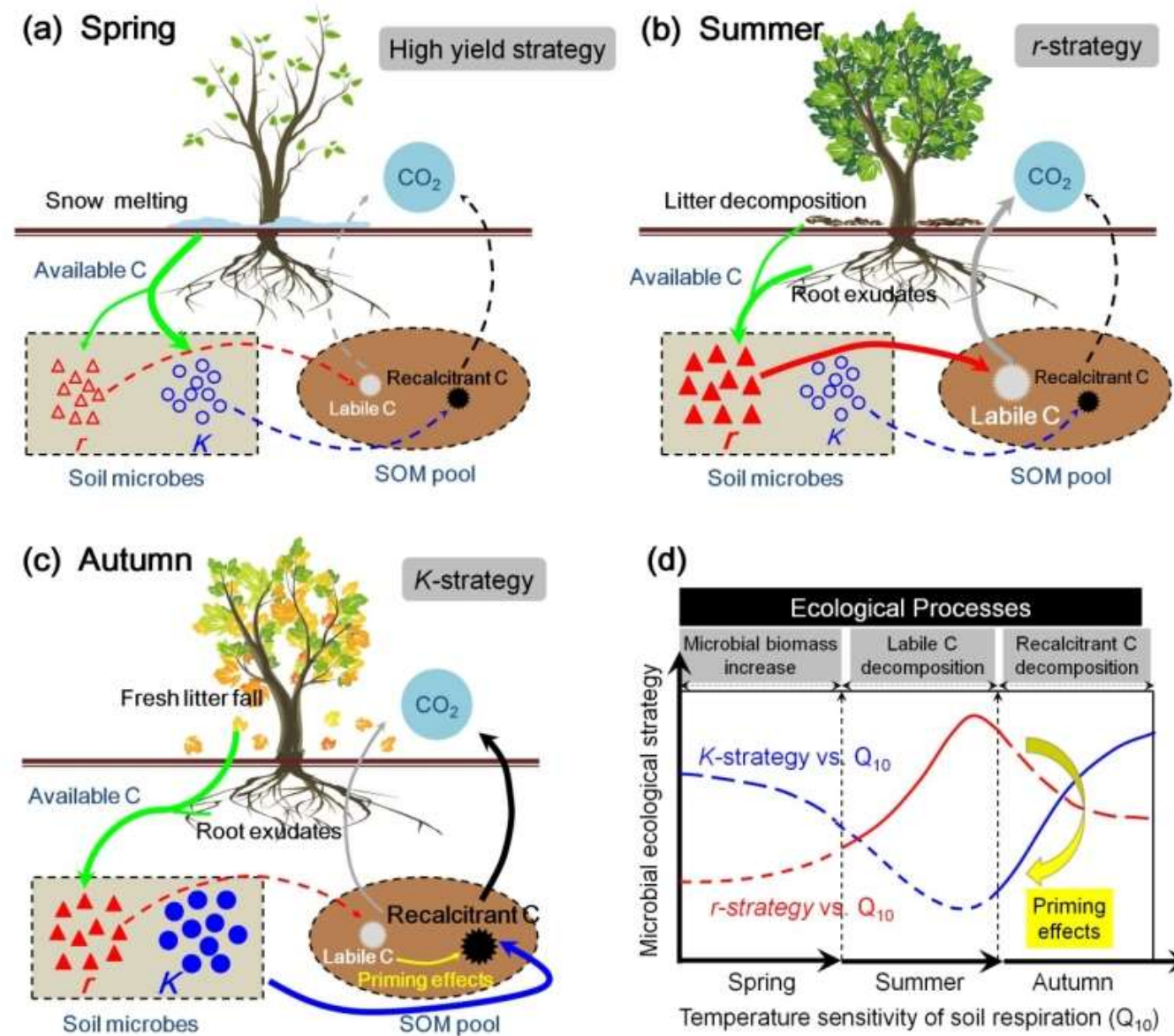


图3 不同季节土壤呼吸温度敏感性 (Q_{10}) 纬度梯度的驱动机制概念模型

(a)春季; (b)夏季; (c)秋季; (d) Q_{10} 与微生物生态策略关系的季节动态



版权所有 © 中国科学院沈阳应用生态研究所 辽ICP备05000862号-1 (<https://beian.miit.gov.cn/>) 辽
 公网安备21010302000470号
 地址: 沈阳市沈河区文化路72号 邮编: 110016
 网管信箱: webmaster@iae.ac.cn (<mailto:webmaster@iae.ac.cn>) 技术支持: 青云软件
 (<http://www.qysoft.cn/>)

