

红松人工林地表可燃物燃烧释放 颗粒物研究

宁吉彬, 耿道通, 杨光*

(东北林业大学林学院 森林生态系统可持续经营教育部重点实验室 哈尔滨 150040)

摘要: 森林燃烧产生的大量烟雾被排放到大气之中, 严重影响生态环境安全和人民生命安全。PM_{2.5} 颗粒物是森林火灾的主要产物之一, 研究 PM_{2.5} 排放的空间分布、影响因子及其与林火行为之间的关系, 对我国未来制定 PM_{2.5} 职业暴露标准、森林火灾烟雾管理以及林火管理具有重要意义。本研究在帽儿山地区选取东北典型针叶树种红松人工林为研究对象, 以林内地表可燃物为实验材料。构造不同含水率和载量的可燃物床层, 利用风洞装置, 在不同风速下进行 144 次燃烧实验, 收集不同空间点位的 PM_{2.5} 颗粒物并计算其浓度。同时, 建立最高 PM_{2.5} 浓度点位 PM_{2.5} 浓度与林火行为特征之间的关系, 基于随机森林算法, 确定对 PM_{2.5} 浓度影响最显著的林火行为特征, 建立基于显著易估测火行为特征的 PM_{2.5} 浓度预测模型。结果表明:

(1) 在实验室布设空间点位范围内, 从水平方向和垂直方向各点收集 PM_{2.5} 浓度来看, 整体趋势 PM_{2.5} 浓度沿水平顺风方向和垂直向上方向增加, 浓度最高的点位为 C 点; (2) 在实验设计范围内, 燃烧释放 PM_{2.5} 浓度与风速正相关; 燃烧释放 PM_{2.5} 浓度与可燃物含水率单变量条件下正相关, 但极易受到风速和载量综合作用的影响; 燃烧释放 PM_{2.5} 浓度与可燃物载量正相关; (3) 基于随机森林算法重要性排序, 研究发现火线强度和火焰深度与 PM_{2.5} 浓度的关系最为密切。以火焰深度为自变量, 建立的两个回归模型对 PM_{2.5} 浓度和火线强度进行预测, 模型预测 PM_{2.5} 的精度较高, $R^2=0.92$; 预测火线强度的精度较高, $R^2=0.97$ 。本研究提出一种基于林火行为的地表可燃物燃烧烟雾排放估算方法, 对我国扑火人员 PM_{2.5} 职业暴露提供初步设想, 可为林火烟雾排放提供重要的基础数据和理论支撑。对保障扑火人员的生命安全、降低森林火灾扑救伤亡、提高森林火灾扑救效率具有指导意义。