

中高纬度地区春季植被物候对冻土退化的响应及其对净初级生产力的影响

杨红¹

(1 东北林业大学机电工程学院, 黑龙江, 哈尔滨, 150040)

摘要: 东北地区位于北半球中高纬度永久冻土区的南缘, 是中国唯一的高纬度永久冻土区, 对气候变化高度敏感。然而, 增温引起的冻土退化如何影响中高纬度地区植被动态尚不清楚。本研究利用多年冻土顶部温度 (TTOP) 模型确定冻土类型分区, 并采用近二十年来最新的植被、气候和土壤冻融数据集, 探讨不同冻土区域土壤冻融变化对植被净初级生产力 (Net Primary Productivity, NPP) 和春季植被物候的可能影响。研究表明, 东北地区在 2001–2020 年期间植被年均 NPP 呈线性增加趋势, 其中在不稳定永久冻土区增长速率最快, 达到 $5.36 \text{ g c m}^{-2}\text{a}^{-1}$ 。通过多元线性回归和偏相关分析发现, 在永久冻土区, 冻土融化对森林春季物候延迟起主导作用, 较早的解冻开始时间和较长的解冻时间可能会加剧生长季节的水分压力并限制植被的生长。在不稳定冻土区, 较早的土壤解冻开始时间一般有利于春季物候, 较长的土壤解冻持续时间倾向于增加生长季土壤含水量, 进而提高植被 NPP。而在相对温暖的季节性冻土区, 温度和降水是影响植被春季物候的主导因素。研究结果强调了植被春季物候对永久冻土退化比直接气候变化更敏感, 定量分析了冻土退化对植被 NPP 的影响。随着永久冻土持续退化, 这对在未来气候变暖中解释东北森林碳汇/源变化具有重要意义。

关键词: 净初级生产力; 冻土退化; 植被物候; 中高纬度地区