

结合树种功能性状和结构性状的亚热带天然林单木冠幅预测模型研究

何灿明¹ Robert Tunison² 田相林³ 王宏翔¹

(1. 广西大学林学院 南宁 530004; 2. 密歇根理工大学 霍顿 49931; 3. 西北农林科技大学林学院 杨凌 712100)

摘要:【目的】冠幅是预测单木生长发育和森林生态系统功能的关键指标。尽管在人工林和结构较为简单的森林中已经建立了有效的冠幅模型，但针对于结构复杂、物种丰富的亚热带天然林，这些模型的适应性仍然不足。因此，建立适用于多树种复杂天然林的冠幅模型对于天然林经营具有重要意义。【方法】本研究应用广西大明山国家级自然保护区天然林中 23 个树种共 1802 棵树木的冠幅数据，建立了单木树冠的非线性分层预估模型。首先，从 13 个冠幅-胸径候选模型中选出最优的基础模型；考虑其它单木因子、邻体因子和地形因子的影响，通过逐步回归分析选择影响最为显著的因子构建冠幅扩展模型；再引入树种作为随机效应构建非线性混合效应模型；最后通过将树种的功能性状和结构性状纳入非线性混合效应模型，并检测树种随机效应参数的系统发育信号，解释不同树种冠幅模型参数差异的生态学机制。【结果】在分析的 13 个候选的基础模型中，Logistic 基础模型相比于其它模型预测精度更高，是冠幅-胸径候选模型中的最佳模型。在此模型基础上，通过将树高、冠长、邻体竞争指数和海拔作为解释变量，纳入到模型中能够显著提升模型的拟合能力。将树种作为随机效应引入非线性混合效应模型，表明种间变异对于解释冠幅预测中的差异具有重要作用。通过将树种层面的性状作为协变量整合到非线性混合效应模型，发现 67.35% 的种间变异可以通过功能性状（叶片厚度）和结构性状（平均冠径比）来解释。此外，本研究未发现系统发育约束对模型随机效应参数变异有显著影响。【结论】在结构复杂的多树种天然林中，构建一个具有泛化能力的冠幅模型具有重要意义。树高、冠长、邻体竞争和海拔是影响个体冠幅大小的重要因素。此外，我们的结果强调了在多树种天然林冠幅模型构建中考虑种间变异的重要性，并表明将树种性状作为协变量能够显著提高模型的准确性和普适性，尤其是以往研究中常被忽视的树种结构性状。本研究拓展了我们对树冠生长模式的理解，并为在物种丰富的天然林中构建冠幅模型提供了方法基础。

关键词: 天然林；冠幅模型；物种多样性；非线性分层模型；功能性状；结构性状