

毛乌素沙地土壤水热变化对不同盖度灌丛群落响应特征及数值模拟

贺帅¹ 张成福¹

(1. 内蒙古农业大学 呼和浩特 010000)

摘要:【目的】揭示旱地固沙灌丛群落盖度变化与土壤水热之间的相互作用机制及影响因素,以探索在保持生态效益的同时缓解土壤水分亏缺的潜力并为未来以毛乌素沙地为代表的旱地恢复系统的改进提供参考。【方法】以毛乌素沙地裸沙地观测场及以羊柴和油蒿灌丛群落为主的中盖度(40%)和高盖度(80%)观测场为研究对象,通过野外调查、原位监测、室内分析和数值模拟等方法相结合,分析了不同盖度的灌丛群落土壤水热动态变化特征,揭示了植被盖度变化与土壤水热之间的相互作用机制及影响因素。通过小波相干分析,阐明了土壤水热与气象因素、土壤水热之间在时间序列上的尺度相关关系。最后通过理论和数值模拟相结合的方法分析了不同盖度灌丛群落水量平衡特征。【结果】与裸地观测场相比,高盖度观测场土壤含水量在浅层(0-100 cm)和深层(100-180 cm)分别减少 32.7%和 39.8%。土壤含水量受地上生物量和地上凋落物密度的影响。由于地面植被和凋落物的截留,增加土壤含水量所需的降雨阈值随植被覆盖度的线性增加呈指数增长。即每增加 10%的植被覆盖,土壤的有效降雨量减少 32.2 mm。干旱年土壤水分枯竭带在随后的湿润年未完全恢复,导致平均土壤含水量为 4.6-7.8%的干土层发育。总蒸散发的增加导致土壤蓄水和相对可提取土壤水减少,导致高盖度观测场的总蒸散发低于中盖度观测场。干旱期间,当土壤蓄水量和相对可提取土壤水分很低不能被植被根系吸收时,植被可通过生理和性状调节降低蒸腾;与裸地观测场相比,均匀融化期和冻结期中盖度和高盖度观测场的平均温度分别降低 1.2、1.6℃和升高 0.1、1.0℃,温度季节变化幅度分别降低 2.4 和 4.9℃,年平均温度分别降低 1.6 和 1.2℃。均匀冻结和融化期各观测场的温度差异与植被覆盖程度、叶面积指数、地上生物量和地上凋落物密度呈指数相关。植被覆盖使高盖度观测场的土壤冻结深度至少减少 30 cm,使均匀解冻期延长了 1-35 天;土壤含水量时间序列主要受降水和植被覆盖的影响,土壤温度的时间序列主要受气温和植被覆盖的影响。植被盖度增加抑制了气象因素对土壤含水量和温度在尺度上的影响;基于 Hydrus-1d 的水量平衡在经验公式的基础上量化了土壤水分输入与输出,进一步揭示了植被盖度变化与土壤水分平衡之间的相互作用机制,表明了植被在这一过程中起主导作用。【结论】维持斑块状的裸地可能有利于土壤水分的补充和保持。冬季温度的增加有可能保护地面栖息的蛰蟥和其他农业有害昆虫免于冻死和死亡。同样,年平均温度的降低可能有助于促进凋落物分解的减少,从而潜在地减轻风蚀的影响。这些发现强调了改进当前恢复策略的必要性,即通过发展最佳的植物群落覆盖和马赛克植被系统,在植被恢复和土壤水热之间取得平衡。

关键词: 灌丛群落; 土壤水分; 土壤温度; 小波分析; 数值模拟