

毛乌素沙地地下水与旱柳的相互作用*

尹立河, 黄金廷, 王晓勇, 董佳秋

中国地质调查局西安地质调查中心,

中国地质调查局干旱—半干旱区地下水与生态重点实验室, 西安, 710054

在旱区, 乔木是生态系统的重要组成部分。在许多地区地下水是乔木的重要用水水源。本文利用稳定同位素和数值模型方法研究了毛乌素沙地旱柳与地下水相互作用, 对旱区水与生态的和谐发展具有一定的指导作用。

1 研究区概况

研究区位于鄂尔多斯盆地海流兔河流域的国土资源部地下水与生态野外试验站的旱柳试验场内, 地理位置为北纬 $38^{\circ} 23'$, 东经 $109^{\circ} 12'$, 地表高程为 1250m。多年平均降水量为 385mm, 多年平均蒸发能力为 2200mm。试验场内的主要植被为旱柳, 土壤为风积沙, 地下水水位埋深约 1.5m。试验过程中, 对气象(降雨、风速、净辐射、温度、湿度)、不同深度(20cm、40cm、60cm、80cm、100cm、120cm、140cm)的土壤含水率和地下水埋深进行了监测, 监测频率为 1 次/小时。

2 方法

本次利用 HYDRUS 1D 模型模拟地下水与旱柳的相互作用。模型的控制方程见相关文献(Simunek et al., 2013)。模拟区深度为 3.5m, 空间剖分为 1mm。短期模拟为 2012 年 5 月 2 日至 9 月 26 日, 长期模拟为 1992-2010 年的生长季节(4 月至 10 月)。上边界为大气边界, 下边界为水头边界。初始土壤含水率的设定: 对于短期模拟, 初始条件为当天实测的含水率, 对于长期模拟, 利用与地下水水位平衡的土壤水分布作为初始含水率。根系分布利用实测值。并定期利用小型真空泵采集树干中水分, 不同深度的土壤水及地下水, 分析这些样品氢氧稳定同

位素组成。

3 结果

短期的模拟结果表明, 因为地下水埋藏浅, 即使在最干旱的季节, 实际蒸腾量与潜在蒸腾量也很接近。在干旱季节(5 月至 7 月), 地下水对蒸腾的贡献为 53%~56%, 而在雨季(8 月至 9 月)地下水的贡献为 16%~19%。同位素的研究结果和数值模拟结果类似。在月尺度上, 地下水没有获得补给, 地下水的补给只出现在次降水量比较大的时候, 占降水量的 3%~8%。

长期的模拟结果表明, 除 2007 年外, 实际蒸腾量与潜在的蒸腾量的比值介于 0.91~1.0 之间。由于 2007 年地下水下降剧烈, 两者的比值只有 0.78。当地下水水位埋深大于 10m 时, 实际蒸腾量与潜在蒸腾量的比值介于 0.09~0.40 之间, 明显低于天然条件下的比值。

通过我们的研究发现, 数值模拟方法可以提供高时间精度的地下水对蒸腾的贡献, 并可以预测不同地下水开采方案下植被生态的响应。本次研究表明, 旱柳等乔木适应了天然条件下的水位变化, 主要是因为其根系即在浅部分布也在深部分布。但是当人类活动加剧地下水下降时, 植被生态可能受到严重影响。

参 考 文 献 / References

- Simunek J, Sejna M, Saito H, Sakai M, van Genuchten M Th. 2013. The Hydrus-1D Software Package for Simulating the Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably Saturated Media, Version 4.16, HYDRUS Software Series 3, Department of Environmental Sciences, University of California Riverside, Riverside, California, USA, pp. 340.

注: 本文为国家自然科学基金资助项目(编号 41472228)的成果。

收稿日期: 2015-02-03; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 周健。

作者简介: 尹立河, 男, 1977 年生。博士, 研究员, 水文地质专业。Email: ylihe@cgs.cn。