

树木年轮 $\delta^{18}\text{O}$ 记录的中国西北阿尔泰山区相对湿度变化

徐国保^{①②③}, 刘晓宏^{①②*}, 秦大河^①, 陈拓^①, 王文志^{①②}, 吴国菊^{①②}, 孙维贞^①,
安文玲^{①②}, 曾小敏^{①②}

① 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 冰冻圈科学国家重点实验室, 兰州 730000;

② 中国科学院大学, 北京 100049;

③ 中国气象局沙漠气象研究所, 乌鲁木齐 830002

* 联系人, E-mail: liuxh@lzb.ac.cn

沙漠气象研究基金(Sqj2011013, Sqj2009001)、国家重点基础研究发展计划(2010CB951401)和国家自然科学基金(41171167, J0930003/J0109)资助

相对湿度是影响水汽反馈和大气系统能量平衡的一个重要因子, 它影响到植物光合作用过程中的水分-气体平衡, 在生态学和气候学的研究中具有重要的作用. 在我国西北大部分地区, 相对湿度的连续观测资料大多始于 19 世纪 50 年代以后, 然而相对湿度的长时间序列资料对于干旱半干旱区区域气候, 水文和生态系统的研究具有重要的意义. 树木年轮稳定氧同位素($\delta^{18}\text{O}$)主要受控于水源氧同位素($\delta^{18}\text{O}$)以及树木生长时相对湿度的变化状况. 在较低(高)的相对湿度下, 蒸发富集作用的强弱导致树木叶片中的 $\delta^{18}\text{O}$ 值相对富集(贫化) ^{18}O , 因此树木年轮 $\delta^{18}\text{O}$ 能够较好地记录过去相对湿度的变化状况.

利用中国西北阿勒泰山区的西伯利亚落叶松树木年轮样品, 经过实验室定年后, 按照国际树木年轮同位素的研究方法混合样芯后提取纤维素样品测定 $\delta^{18}\text{O}$ 值, 建立树轮 $\delta^{18}\text{O}$ 年表序

列. 气候响应分析发现, 树轮 $\delta^{18}\text{O}$ 值和当年 7~8 月温度显著正相关($r=0.61$, $P<0.001$), 和 7~8 月降水($r=-0.48$, $P<0.001$)、相对湿度($r=-0.70$, $P<0.001$)显著负相关. 树轮 $\delta^{18}\text{O}$ 值和 7~8 月相对湿度的转换函数可以解释在器测时段(1961~2011 年)相对湿度方差变化量的 47.4%. 交叉检验和验证分析表明, 该转换函数能够重建区域过去相对湿度变化. 基于此, 重建了阿尔泰区域过去 222 年的相对湿度变化序列. 空间分析表明, 相对湿度的变化和区域的干湿变化信息具有较强的一致变化型, 重建的相对湿度和区域降水格点数据(CRU)在器测时段和公共时段(1901~2009 年)显著正相关. 时间序列均值稳态转换分析发现相对湿度均值出现 3 次转变(1817, 1830 和 2004 年). 1790~1830 年期间相对湿度呈现下降趋势, 在 1817~1830 年达到较低值; 1830~1946 年相对湿度变化相对平稳, 1946~1990 年相对湿度出现高值, 之后呈现

下降趋势; 2004~2011 年相对湿度表现出低值. 过去 222 年该区域相对湿度出现 18 个极值年, 大约 2/3 的极值年出现在 20 世纪, 且集中在后半叶. 与区域其他重建的干湿序列比较发现, 该重建和亚洲季风区干湿变化(MADA)、高亚洲中部干湿变化以及中国西北降水变化重建在年际及年代际上表现出整体的一致性. 该重建和区域其他干湿变化序列具有稳定的正相关关系, 但是在某些时段这种正相关相对较弱, 例如 1840~1860s 和 1900~1930s. 不同重建序列的差异可能来源于采样点和区域的差别, 同时不同的气候要素和气候要素的“窗口”也可能是导致重建差异的来源. 这也说明, 在区域干湿变化评价中, 多指标要素的重建对于区域气候评价具有重要的意义. 通过本研究和其他重建的对比发现, 1817~1830 年以及 2004~2011 年的干旱是蒙古国、中国内蒙古及新疆等地广泛存在的干旱时期.

全文见: Xu G B, Liu X H, Qin D H, et al. Relative humidity reconstruction for northwestern China's Altay Mountains using tree-ring $\delta^{18}\text{O}$. Chin Sci Bull, 2014, 59: 190–200, doi: 10.1007/s11434-013-0055-y