

· 同位素地质年代学和同位素地球化学 ·

# 长白山红松年轮纤维素氢同位素组成对局地性、东亚季风性和全球性气候因子的响应

刘莹<sup>1,2</sup>, 陶发祥<sup>1</sup>

1. 中国科学院 地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049

东亚季风和南亚季风系统是全球两个最大的季风系统,前者也是全球最复杂的季风系统,影响地球上四分之一人口的生存。从树轮、石笋、泥炭和湖泊沉积中寻找年到几十年级尺度上代表东亚季风高频变化的代用指标是了解东亚季风系统短尺度动力学变化特性及其与全球气候变化的关系之关键所在。为了查明在东亚季风背景下、在长时段(例如 100 a)上树轮氢同位素组成能否记录过去气温变化和东亚夏季风强度变化,我们选择长白山地区广泛分布的红松作为研究对象,并适时监测该地区大气降水同位素组成与气候因子间的关系。

2006~2007 年间共收集大气降水样品 64 个,经氢、氧同位素分析,得到长白山地区大气降水线方程为  $\delta D = 7.18\delta^{18}O - 5.0$  ( $R^2 = 0.92, n = 64, p < 0.001$ )。大气降水氢同位素组成与气温间显著正相关,  $\delta D = 2.4T - 104.5$  ( $R^2 = 0.42, n = 64, p < 0.001$ )。两棵红松年轮纤维素的非交换性氢同位素组成序列横跨 1880~1988 年共 109 年的时段。两个氢同位素组成序列显著正相关 ( $R^2 = 0.31, n = 88, p < 0.001$ )。将两个时间序列合并,取同一年的两个氢同位素比值的平均值构成一个新的时间序列(平均序列)。将树木生长地附近、区域性和全球性的各种气候参数(气温、降雨量、相对湿度)、东亚

夏季风强度指数、太阳辐射量序列分别与两棵树年轮纤维素的氢同位素平均序列进行各种数值分析(相关、滑动、交叉、奇异谱、周期),发现平均序列与当地年降雨量序列经两点的滑动平均后显著负相关 ( $R^2 = 0.41, n = 29, p < 0.001$ )。平均序列和气候参数序列经四点滑动平均后均显著相关。滑动后的平均序列与滑动后的中国东部温度序列、东亚夏季风强度指数序列、北半球陆地温度序列、全球陆地温度序列、太阳辐射量序列的相关系数分别为:  $0.56$  ( $n = 105, p < 0.001$ ),  $-0.54$  ( $n = 105, p < 0.001$ ),  $0.65$  ( $n = 105, p < 0.001$ ),  $0.65$  ( $n = 105, p < 0.001$ ),  $0.38$  ( $n = 105, p < 0.001$ )。平均序列显示 11 a 和 3 a 的周期性波动,分别与东亚夏季风强度指数序列和中国东部温度序列的 3 a 周期、太阳辐射量时间序列中的 11 a 周期、北半球和全球温度序列中的 11 a 周期相对应。

这些结果表明:在东亚季风背景下,长白山地区大气降水氢同位素组成仍然对气温的变化有敏感响应,长白山红松年轮纤维素非交换性氢同位素组成可以作为 2 a 级尺度上当地年降雨量和 4 a 级尺度上东亚夏季风强度、中国东部温度变化的代用指标,从而重建过去至少 300 a(长白山红松年轮序列的长度)气候变化的时间序列。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40472089)