

· (微)生物地球化学过程与物质循环 ·

冰雪凝冻天气对气溶胶的传输影响

——基于贵阳观风山大气²¹⁰Pb 和⁷Be 观测

万国江, 万思源, 王仕禄, 杨 伟, 王长生

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

环境核素在近地面空气浓度的长期观测和在流域—湖泊沉积物中累计值的综合评定,对湖泊沉积和流域侵蚀示踪,对污染物全球扩散模型的建立和验证,以及对生态系统受天然辐照的评价等多领域都是重要的基础。云贵高原是全球环境变化的敏感地区之一,系青藏高原向东部丘陵平原过渡的斜坡面上的内陆区。为进一步了解全球性污染物扩散的区域差异,我们在²¹⁰Pb、⁷Be 与¹³⁷Cs 等核素对湖泊沉积作用和流域侵蚀过程示踪研究的基础上,于2001年12月20日~2006年10月3日及2008年1月1日~2008年12月31日逐周在贵阳观风山附近采集近地面空气滤膜样品和降水样品,开展²¹⁰Pb 和⁷Be 浓度的 γ -能谱比对测量。

观测结果表明,²¹⁰Pb 浓度具有相似的年际周期性变化特征;因气象条件变化导致2~6周的短周期波动;月均浓度呈现规则的高浓度“U”型年分布特征;²¹⁰Pb 浓度变化主要由区域性降水和气温制约;几年平均浓度 2.8 ± 0.6 mBq/m³,为全球若干站点中最高值的4倍(万国江等,2005;Wan等,2008)。通过数值模拟,获得全球近地面空气²¹⁰Pb 年均浓度和年均沉降量分布,显示出中国、俄罗斯和北部非洲等地区空气²¹⁰Pb 的高浓度分布区域和北非—南亚—东北亚—南美²¹⁰Pb 的高沉降通量环带分布(Lee等,2003)。

⁷Be 的年均浓度 4.8 ± 0.6 mBq/m³,与全球高海拔站点长期观测的平均值相当,显示出低纬度、较高海拔地区的预期水平,印证了根据洱海和红枫湖沉积物⁷Be 蓄积资料对其大气散落累计值的模拟结果;观风山⁷Be 年均浓度仅为青海瓦里关山(2003年, 14.7 ± 1.5 mBq/m³,接近于北半球中纬度对流层顶部附近的浓度值 18.0 mBq/m³)的1/3.6;两站点(2月10日~4月1日)逐周变化趋势总体相似,短周期的波峰与波谷具有良好的对应关系,波动延

迟或超前的差异与区域尺度的天气过程传播一致,反映出气流强下沉影响在观风山的滞后性和低海拔气团上升影响在瓦里关山的滞后性(万国江等,2006;Zheng等,2008)。

气象研究表明,云贵高原东北侧,当冬季较强的冷空气南下遇到暖湿气流时,冷空气在近地层堆积,像楔子一样插在暖、湿空气的下方,使得近地层气温骤降到零度以下,而湿润的暖空气被抬升,并成云致雨、雪。当雨滴或雪花降落,因近地面的气温低于零度,在电线、树木、植被及道路表面都会冻结成冰,并随降水过程的持续而不断增加,形成冰雪凝冻天气。

2008年1月10日以来中国南方地区发生了50年一遇的大范围持续性低温雨雪冰冻极端天气过程。发生的时间段分别为1月10~16日、18~22日、25~29日、31~2.2日。这次气象灾害范围广、强度大、持续时间长,属历史罕见。同时,对交通运输、能源供应、电力传输、通讯设施、农业生产、群众生活造成严重影响和损失。其中,贵州43个县(市)的冻雨天气持续时间突破了历史记录。

大气环流异常必然对气溶胶物质的传输构成明显影响。与历年初春(1月1日~2月28日)对比表明,该时段低温和微弱降水,观风山空气²¹⁰Pb 与⁷Be 浓度变化异常,具同步低谷状态;而空气气溶胶低浓度又耦合了²¹⁰Pb 和⁷Be 高比活度特征。此外,2006年(1月1日~2月28日)²¹⁰Pb 与⁷Be 的沉降通量分别为 38.9 Bq/m² 和 83.6 Bq/m²;而2008年同期则仅分别为 23.5 Bq/m² 和 62.5 Bq/m²;分别减少39.4%和25.1%。

上述²¹⁰Pb 与⁷Be 分布特征不仅表明雨雪冰冻极端天气过程对气溶胶传输的影响;同时,也表征了大气²¹⁰Pb 与⁷Be 对极端天气过程的特殊示踪价值。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(40873086、40773071、49333040)