

空气污染会加剧大气中抗生素抗性基因的传播

抗生素抗性基因(Antibiotic resistance genes, ARGs)作为一种新兴环境污染物,普遍存在于现代环境和微生物中,极大地影响抗生素的治疗效果,严重威胁人类健康.人类滥用抗生素,使得陆地表层系统成为 ARGs 的重要库.在陆地上,ARGs 在小范围内进行传播.陆地上的 ARGs 以生物气溶胶的形式进入到大气中,之后通过雨雪等湿沉降返回至地表,使得 ARGs 污染传播至全球范围,并构成 ARGs 循环.近年来,冬季湿沉降,尤其是降雪,往往伴随着大气污染问题,因此我们推测大气 ARGs 的存在与传播与大气污染有关.

为了验证这一猜想,中国科学院生态环境研究中心祝贵兵团队与大气物理研究所王自发研究员、城市环境研究所朱永官研究员合作,历时四年,采集了国内外 13000 km,共 48 个样点的新鲜降雪样品,利用高通量定量 PCR(High-throughput quantitative PCR, HT-qPCR)检测降雪中的 ARGs 的丰度和组成,发现 ARGs 的丰度与空气质量污染指数(air quality index, AQI)和 $PM_{2.5}$ 显著正相关,从而证明 ARGs 的存在与传播和大气污染有关,而且大气污染还可以增加 ARGs 的丰富度.

结合大气动力学分析,从大尺度和小尺度两个方面,证明大气污染能够引起 ARGs 的积累与传播.在距离 13000 km,海拔高 500 m 的整个采样点纵切面内,大气中的 ARGs 未表现出明显差异,说明 ARGs 通过大气水平和垂直运动已经混合均匀;在 4000 km 的小尺度内,ARGs 的相似性随着距离的增加而降低,而微生物群落的相似性与地理距离没有显著关系,说明 ARGs 不完全依赖于微生物而存在,小尺度内污染颗粒物的存在将有助于其在大气中的传播.例如大气环境状况良好时,气流垂向尺度运动会造成 ARGs 的衰减,纵向上存在气流的上下运动,ARGs 传播能力较弱.而当存在颗粒物污染的时候,气流转而只向下运动,导致 ARGs 的积累.此外,研究得到了用于估计其他共现 ARGs、总 ARGs 丰度以及大气污染程度的指示基因.

这项研究工作的意义在于,揭示了作为人类生存必要条件的空气中不仅存在 $PM_{2.5}$ 等非生物污染,还有抗生素抗性基因污染,且会在其他污染的作用下加剧,威胁人类的生命与健康.并且为衡量人类百年尺度上的影响与“人类世”定年提供了新的思路.该成果发表于国际微生物生态学权威杂志《The ISME Journal》.该研究得到了国家自然科学基金(41322012,41671471 和 91851204),广东珠江人才计划地方创新研究团队计划(2017BT01Z176),国家重点研发计划(2016YFA0602303)和环境模拟与污染控制国家重点联合实验室(中国科学院生态环境研究中心)专项资金(18Z02ESPCR)的资助.

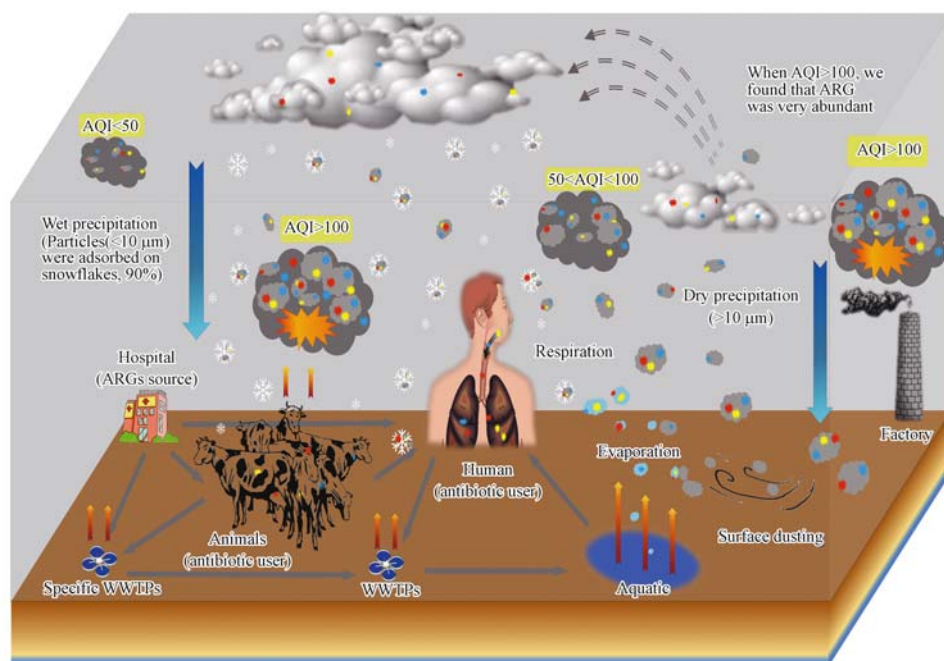


图1 ARGs 环境循环示意图