

全球变化背景下我国恙虫病时空演变规律研究

马甜、江东、丁方宇、孟泽

中国科学院地理科学与资源研究所

摘要：在全球气候变化、环境变迁和社会发展的多重影响下，自然疫源性疾病的疫情在近几十年来显著上升，对全球公共卫生安全构成了严重的威胁和挑战。恙虫病，作为一种典型的媒介自然疫源性疾病，其发病范围不断扩大，患病人数不断上升，对人类健康造成了新的威胁。本研究首先基于中国疾病预防控制中心提供的 2010 年至 2022 年恙虫病病例数据，采用统计分析和空间分析方法，从时间、空间和时空三个维度全面分析了我国恙虫病的时空流行特征，识别了恙虫病的热点区域，流行季节，及其在时空尺度的动态变化情况。研究结果表明，2010-2022 年期间，我国共 31 个省，293 个市和 1722 个县（区）出现恙虫病，累计报告病例数 242,350 例，年均发病率为 1.34/10 万。恙虫病在我国的流行特征具有显著的时空异质性。从时空维度看，2010-2022 年期间，恙虫病呈现出流行范围由南向北不断扩张、流行强度不断增强的发展趋势，且这种变化在不同地区呈现出异质性。此外，恙虫病的发病情况还呈现出明显的季节性规律，且这种规律在不同地区存在显著差异。在此基础上，为深入探讨恙虫病时空分布的环境影响因素及其作用机制，本研究进一步结合多源地理大数据，利用随机森林机器学习算法，构建了多策略多尺度的恙虫病时空风险预测模型，并在全国和区域尺度上分析了这些影响因素对于恙虫病发生的影响机制。研究结果表明，在全国尺度和区域尺度上，恙虫病时空风险预测模型均展现出良好的拟合效果，预测不确定性较低。就影响因素而言，距海岸线距离、高程、气温、降水、人口分布、土地利用方式及其变化，以及媒介分布等因素均对恙虫病风险有显著影响。其中，宏观自然环境因子如距海岸线距离和高程对恙虫病的影响最为显著；气温与恙虫病呈正相关，而降雨量与恙虫病的关系则表现为先升后降；林草覆盖面积的增加、人口密度的提升以及耕地面积的扩大均与恙虫病风险呈正相关；此外，土地利用变化如草地减少、城镇扩张和耕地损失等与恙虫病风险呈“倒 U 型”曲线关系。恙虫病高环境适宜性地区的恙虫病感染风险明显高于恙虫病低环境适宜性地区。此外，本研究还观察到恙虫病流行的影响因素及其作用特征存在明显的区域差异。基于构建好的风险预测模型，本研究进一步通过耦合多情景未来全球变化数据，预测了我国恙虫病未来在不同模拟策略和全球变化情景下的时空风险分布情况。在此基础上，深入分析了全球变化背景下我国恙虫病的总体风险变化趋势，时空格局演变特征和季节趋势演变特征。研究结果表明，在全球变化背景下，尤其是中高排放情景下，恙虫病的总体风险将持续增加。这种风险增加体现在流行地区扩张，流行强度升高和流行季节延长三方面。此外，这种风险变化还呈现出明显的情景和空间异质性。具体而言，在流行地区扩张方面，恙虫病在不同未来情景下在空间上整体呈现出向北扩张的趋势，其中 SSP5-8.5 情景的扩张趋势最为明显。在流行强度变化方面，恙虫病预测发病率在不同未来情景下随时间整体呈现出上升趋势，且 SSP5-8.5 情景预测发病率最高。与 2010s 基线相比，未来我国西南地区如云南，西藏，四川等地预测发病率上升最多，风险最大。在季节变化趋势方面，预测我国大部分地区恙虫病的流行季节长度将持续增加，且西南地区和中部地区的平均流行季节长度增加最多，其中 SSP5-8.5 情景下的延长最为显著。综上所述，本研究综合运用地理学、生态学和流行病学的多维视角，全面揭示了我国恙虫病的时空流行特征与关键影响因素作用机制，并预测了全球变化背景下的恙虫病时空风险演变趋势。这些研究成果不仅深化了对恙虫病流行现状和流行机制的认识，还为制定针对性的防控策略提供了重要依据。同时，本研究也为其他自然疫源性疾病的研究提供了有益的参考和借鉴。

关键词：全球变化，恙虫病，影响因素，时空演变特征