2200年来我国瘟疫灾害的时空变化及其与生存环境的关系

龚胜生¹, 谢海超², 陈发虎^{2,3*}

1. 华中师范大学城市与环境科学学院, 可持续发展研究中心, 武汉 430079;

2. 中国科学院青藏高原研究所高寒生态重点实验室, 北京 100101;

3. 中国科学院青藏高原地球科学卓越创新中心, 北京 100101

* 通讯作者, E-mail: fhchen@itpcas.ac.cn

收稿日期: 2020-02-26; 收修改稿日期: 2020-03-07; 接受日期: 2020-03-10; 网络版发表日期: 2020-04-01

国家自然科学基金项目(批准号: 41790421)和国家社会科学基金项目(编号: 12&ZD145)资助

1 引言

瘟疫灾害(简称疫灾)是指由病毒、细菌、寄生虫等引起的急性、烈性传染病大规模流行所导致的生物灾害, 是人类面临的所有自然灾害中最顶级的灾害(龚胜生, 2019)。导致疫灾的病原体始终存在于自然界中, 认识疫灾的时间演化和空间分布对人类社会防治疫灾具有重要参考价值。

2 我国历史时期疫灾资料整理和研究进展

早在殷商时期, 甲骨文中就有了“疫”字, 我国现存最早的自然地理著作《山海经》就有疫灾与动物关系的记录。中国古人一方面不断遭受着瘟疫侵袭的痛苦, 另一方面也不断记录着这些痛苦以警示后人。正史、方志、实录、档案、文集、医案、报刊等历史文献都留下了宝贵的疫灾史料。经过20多年努力, 华中师范大学历史医学地理学团队系统开展了中国历史疫灾地理研究(如龚胜生, 2003, 2019), 编撰完成了《中国三千年疫灾史料汇编》(龚胜生, 2019)。该书分为“先秦至明代卷”“清代卷”“民国卷(上)”“民国卷(下)”“畜疫卷”, 5卷合

计280多万字。全书参阅历史文献8931种, 引用文献6622条。《中国三千年疫灾史料汇编》是我国目前最完整的疫灾资料集, 具有下列特点: (1) 建立了世界上最长的疫灾序列。该书记录了长达2720年(770BC~AD1949)的逐年疫灾史料34056条, 时间上详细到月份, 可以追踪疫灾发生的时间演化规律。(2) 史料信息全。该书著录史料时尽可能明确“疫时、疫域、疫因、疫果、疫种”等信息。(3) 史料来源广。该书囊括了正史、方志、文集、档案、实录、近代报刊中的疫灾史料, 填补了此前我国没有疫灾史料汇编的空白。(4) 史料考证详实。该书十分注重史料的甄别与遴选、互证与补证、辨误与匡正, 史料真实, 使用方便。(5) 涵盖空间广。该书对疫灾发生、扩散过程中所涉及的区域, 尽可能详细到县级政区, 并按照先全国后地方、先京师后省份、先省府后县域的空间排列。无疑, 该书是我国开展历史疫灾研究最完整最系统的史料, 其中所包含的政府疫情管理信息和人与环境关系协调信息, 对当下突发传染病大规模流行的防控具有重要借鉴作用。

秦代以前, 我国留存下来的疫灾史料甚少。本文依托龚胜生(2019)资料, 使用“疫灾指数”(连续10年间发生疫灾的年数, 一般用0~9年来划分)和“疫灾年数”(某

中文引用格式: 龚胜生, 谢海超, 陈发虎. 2020. 2200年来我国瘟疫灾害的时空变化及其与生存环境的关系. 中国科学: 地球科学, 50: 719–722, doi: 10.1360/SSTe-2020-0042

英文引用格式: Gong S, Xie H, Chen F. 2020. Spatiotemporal change of epidemics and its relationship with human living environments in China over the past 2200 years. Science China Earth Sciences, <https://doi.org/10.1007/s11430-020-9608-x>

县域累积发生疫灾的年数), 来讨论我国秦代以来(220BC~AD1949)近2200年的疫灾时空变化特征及其可能机制。

3 我国疫灾随时间变化特征

过去2200年来, 我国疫灾指数总体具有逐步增加的趋势(图1a), 两汉时期疫灾约20年流行1次, 魏晋南北朝约5年流行1次, 北宋时期3年流行1次, 民国时期无年不流行。整个历史时期大体可分为三个阶段: 第一个阶段(220BC~AD1000)疫灾指数全部在5以下, 平均只有1.46, 其中汉、唐盛世疫灾指数最低, 许多10年间隔内不曾发生疫灾, 而东汉晚期和魏晋南北朝疫灾指数较高, 成为2200年来第一个疫灾高峰期。第二个阶段(AD1000~AD1450)疫灾指数显著升高, 所有10年间隔里都有疫灾发生, 疫灾指数锯齿状波动升高, 平均为4.64, 其中仅南宋末年(AD1240~AD1280)和明代前期(AD1430~AD1440)疫灾相对较少。第三个阶段(AD1450~AD1949)是近2200年来疫灾最频繁的阶段, 疫灾指数平均高达9.44, 在现今我国版图内, 几乎年年都有疫灾发生(图1a)。除了上述三大阶段总的上升趋势外, 前两个阶段都显示出, 疫灾还存在百年尺度周期的锯齿状变化, 即疫灾指数先逐步升高, 然后快速下降, 这在平滑数据中显示更为清晰(图1a)

中国历史疫灾除了长期上升趋势和短周期锯齿状波动外, 还存在季节差异。在220BC~AD1949年间, 我国共有880个“疫灾之年”(在现今中国版图内, 只要一年有一个县域或一支军队有疫灾流行, 则将该年定义为一个“疫灾之年”), 除去季节不详的, 疫灾发生在春、夏、秋、冬四季比例分别是24.68%、30.68%、26.66%和17.99%。这是只考虑疫灾频度不考虑疫灾广度的季节性特征, 但是, 每次疫灾流行时, 范围有广有狭, 判断疫灾的季节性特征, 还应考虑其广度。宋代以后, 每次疫灾流行的范围可以分辨到县, 据统计, 在北宋至民国(AD960~AD1949)的近1000年里, 我国疫灾累计波及19277县, 其中, 春、夏、秋、冬四季疫灾县分别占21.21%、34.98%、33.62%和10.19%, 仍然是一年之中夏、秋季节疫灾危害严重, 春、冬季节疫灾危害较轻(龚胜生, 2003, 2019)。不过, 自明代晚期以来, 随着疫病种群的增多和疫灾频度的提高, 疫灾的季节性差异趋于淡化, 比如晚清民国时期, 不仅年年都有疫灾流行, 而且一年四季都有疫灾流行。

图1 中国近2200年来疫灾频度变化(a)及其与战争频率(b)、人口数量(c)、华北沙尘暴(d)、东亚季风区降水(e)、北半球(f)和中国(g)温度变化的对比

(a)据龚胜生(2019), 其中的粗线为50年滑动平均; (b)中战争频率为每连续10年间在中国范围内发生的战争总次数, 统计自《中国历代战争年表》; (c)~(e)引自Chen等(2020); (f)和(g)引自Ge等(2013)。图上方标出了中国的主要朝代

4 我国疫灾的空间分布和变化特征

近2200年来, 我国按照省份统计的疫灾年数具有明显的东南最多、中部其次、西北最少的空间分异特征, 疫灾梯度差异十分显著(图2a)。最近300年来, 由于疫灾范围可以分辨到县域, 可以按照我国2011年的县级行政区划来讨论疫灾的空间差异(图2b)。在现今中国版图全部2435个县级政区中, 过去300年间共有2211个遭受过瘟疫侵袭, 疫灾覆盖的广度高达90.80%,

期间全国累计疫灾县域27511个, 其中人口稠密区的东南半壁占88.03%, 人口稀少区的西北半壁占11.97%; 东南半壁1926个县级政区有1860个发生过疫灾, 疫灾广度高达96.57%, 西北半壁509个县级政区只有351个发生过疫灾, 疫灾广度仅68.96%, 说明我国疫灾空间分布格局与人口空间分布格局基本一致. 疫灾不同于其他自然灾害, 具有人口密度依赖和空间蔓延的特性, 因此, 在人口密度较高的沿海地区(如长江三角洲)以及人口流动性较强的交通枢纽城市(如兰州、武汉、上海等)和交通要道沿线(陆路如甘肃河西走廊, 水路如大运河沿线)形成疫灾高发区(图2).

近2200年来, 我国疫灾发生的频率也存在空间变化, 总体趋势是疫灾重心由北向南迁移, 两千多年累积下来是南方地区疫灾多于北方地区. 先秦两汉时期, 我国疫灾重灾区位于黄河中下游地区, 随后逐步从北向南迁移, 汉晋时期向南扩展到长江及其重要支流沿线地区, 唐宋以后扩展到整个长江流域和闽浙地区, 元代以后进一步扩展到两广、云南; 明代海南开始有了疫灾流行, 清代台湾、东北、新疆等边疆地区也成了疫灾流行区. 疟疾是中国古人认识最早的传染病, 甲骨文中就有了“疟”字; 也是中国流行历史最久的疫病, 由恶性疟疾导致的疫灾古称“瘴疫”. 过去2000年来瘴疫区域的变化, 可以说是中国疫灾空间变化的一个缩影, 其分布范围具有逐渐南移的趋势, 战国西汉时期以秦岭-淮河为北界, 隋唐五代时期以大巴山-长江为北界, 而明清时期以南岭为北界(龚胜生, 1993).

5 基本认识

疫灾本质上是由于细菌、病毒、寄生虫等引起的生物灾害. 我国复杂的自然地理环境格局和人类生存环境变化(陈发虎等, 2019)对疫灾时空分异具有决定性影响, 其中的气温、降水(湿度)、尘暴等重要环境要素可通过对病原体、宿主、媒介的影响, 进而影响疫灾的流行. 历史疫灾研究表明, 一年之中, 疫灾主要流行于相对温暖多雨的夏、秋季节, 反映到空间分异上, 就是相对温暖湿润的东南半壁的疫灾相对严重. 因此, 近2200年来累积的疫灾年数呈现出从东南到西北逐步减少的空间格局(图2), 这与我国自然地理地带的空间格局高度一致. 南方疫灾较北方频繁, 这是由我国南方多雨温暖的气候和生物活动强烈的自然地理格

图2 不同统计尺度的中国疫灾年数空间分布

(a) 近2200年来(220BC~AD1949)按省域统计结果; (b) 近300年来(AD1644~AD1949)按县域统计结果. 图中蓝色线为我国现代海岸线位置

局决定的. 由于过去2200年来我国气候空间格局的变化不大, 我们将现代我国县域年均气温、年降水量与其历史上累计的疫灾年数做相关分析, 发现无论是在哪个历史阶段、哪个空间区域, 疫灾年数与年均气温、年降水量都呈显著的正相关关系.

就疫灾时间变化看, 在年代际尺度上, 近2200年的疫灾指数与温度间呈显著性负相关($r=-0.334$, $p=0.01$), 即寒冷时期疫灾相对频发, 温暖时期疫灾相对稀少. 在百年尺度上, 这种关系也较明显, 如秦汉暖期、隋唐暖期疫灾相对稀少; 魏晋南北朝寒冷期、明清小冰期疫灾频发(图1a). 从整体变化趋势来看, 近2200年北半球温度、我国东部温度、年降水的变化都和疫灾指数的变化存在负向关系(图1a, 1e~1g). 近2000年来, 人类活动已经超过自然因素成为了我国北

方沙尘暴变化的主导因素(Chen等, 2020), 在温暖湿润时期(如汉代、唐代、中世纪暖期), 人类对半干旱半湿润地区的土地过度开垦, 加剧了植被破坏, 进而导致沙尘暴频发(图1d), 与疫灾相对稀少形成反差(图1a).

不过, 应该指出的是, 自然气候和环境变化并不是主导疫灾频发程度的决定因素. 例如, 欧洲鼠疫流行与气候冷暖关系就不明显(Yue和Lee, 2018). 从长时间尺度来看, 疫灾的变化趋势与我国人口的变化更为一致(图1c), 从五代十国以来, 我国人口逐步增加的趋势与疫灾指数的变化趋势一致(图1a), 这与疫灾流行的“密度依赖性”有关, 人口越多越密集必然越容易导致疫灾流行. 然而, 人口密度只是为疫灾流行准备了“或然”的基础条件, 也不是影响疫灾频发程度的“必然”的决定因素, 比如, 汉、唐盛世人口相对较多, 疫灾反而较少(图1a), 这说明疫灾流行还与社会稳定状态有关. 在社会动乱、战争多发的时段(图1b), 例如魏晋南北朝时期, 战争多发, 疫灾也高发, 疫灾频度变化与战争频率变化的短期波动基本一致(图1a). 从人类历史看, “大兵之后, 必有大疫”, 疫灾与战争总是如影随形(龚胜生等, 2019). 由于我国特殊的自然地理环境, 历史上的温暖期也是东亚夏季风的强盛时期, 东亚季风的强盛会带来我国普遍降水增加, 尤其是北方地区, 从而促进雨养农业发展, 形成欣欣向荣的兴盛时代, 即社会稳定、国家统一的“治世”, 疫灾相对稀少. 相反, 历史上的寒冷期为东亚夏季风的衰退时期, 降水较少, 旱灾频发, 农业歉收, 形成干戈扰攘的动荡时代, 即社会动荡、国家分裂的“乱世”, 疫灾相对频繁.

人类社会在其长期发展过程中始终面临着来自自然界的各种威胁, 致病微生物就是其中最重要的一种威胁. 病原体与人类同进化, 疫灾与人类相始终. 从人类进入农耕文明的新石器时代开始, 人类改造自然环境的强度显著加强和加快, 人类生存环境(自然环境、生活和工作环境)也得到显著改善和变化. 我国历史上的区域开发是从黄河流域逐步向外发展起来的, 随着社会发展和人口数量的空间转移, 疫灾区域也随之发生变化, 但我国南方温暖湿润气候和生物繁茂的自然环境, 以及快速发展的有大量人口聚集的城镇等生活和工作环境, 有利于瘟疫的发生和扩散, 其作为主要疫灾流行区的空间格局将长期稳定. 生命安全与生物安全有着紧密的联系, 随着人类文明的进步, 人

类干扰自然的程度越来越深刻, 人类也因此面临着越来越多的疫病风险. 比如, 一些人错误理解我国“药食同源”的传统饮食文化, 形成了滥食“野味”的陋习(Li等, 2020), 使得原本仅存于野生动物身上的致病微生物转移到人类身上, 从而导致新的传染病发生与流行. 在中国历史上, 有好几次鼠疫流行就是由牧民剥食旱獭引发的. 从这个意义上讲, 禁止全民滥食野生动物, 是实现人地关系协调发展, 保障生物安全、生命安全和国家安全的重要举措. 另外, 历史使人明智, 鉴古可以知今. 对我国历史疫灾时空变化规律、历史疫灾应对经验教训进行系统研究, 也将有裨于对现代传染病流行的防控和应急管理.

致谢 论文完成过程中王亚军、李孜沫等协助作图, 多位学生协助收集资料, 在此一并致谢.

参考文献

- 陈发虎, 傅伯杰, 夏军, 吴铎, 吴绍洪, 张镱锂, 孙航, 刘禹, 方小敏, 秦伯强, 李新, 张廷军, 刘宝元, 董治宝, 侯书贵, 田立德, 徐柏青, 董广辉, 郑景云, 杨威, 王鑫, 李再军, 王飞, 胡振波, 王杰, 刘建宝, 陈建徽, 黄伟, 侯居峙, 蔡秋芳, 隆浩, 姜明, 胡亚鲜, 冯晓明, 莫兴国, 杨晓燕, 张东菊, 王秀红, 尹云鹤, 刘晓晨. 2019. 近70年来中国自然地理与生存环境基础研究的重要进展与展望. 中国科学: 地球科学, 49: 1659–1696
- 龚胜生. 1993. 2000年来中国瘴病分布变迁的初步研究. 地理学报, 48: 304–315
- 龚胜生. 2003. 中国疫灾的时空分布变迁规律. 地理学报, 58: 870–878
- 龚胜生. 2019. 中国三千年疫灾史料汇编. 济南: 齐鲁出版社
- 龚胜生, 李孜沫, 刘国旭, 张涛. 2019. 中国历史时期兵疫灾害的时空变迁研究. 灾害学, 34: 78–86
- Chen F, Chen S, Zhang X, Chen J, Wang X, Gowan E J, Qiang M, Dong G, Wang Z, Li Y, Xu Q, Xu Y, Smol J P, Liu J. 2020. Asian dust-storm activity dominated by Chinese dynasty changes since 2000 BP. *Nat Commun*, 11: 992
- Ge Q, Hao Z, Zheng J, Shao X. 2013. Temperature changes over the past 2000 yr in China and comparison with the Northern Hemisphere. *Clim Past*, 9: 1153–1160
- Li J, Li J J, Xie X, Cai X, Huang J, Tian X, Zhu H. 2020. Game consumption and the 2019 novel coronavirus. *Lancet Infect Dis*, 20: 275–276
- Yue R P H, Lee H F. 2018. Climate change and plague history in Europe. *Sci China Earth Sci*, 61: 163–177

(责任编辑: 张传伦)