

地理环境对清代疫灾空间分异格局的影响^{*}

李孜沫

(南昌师范学院旅游与经管管理学院, 南昌 330032)

提 要: 清代疫灾的大规模流行是自然环境与社会环境综合作用的结果, 其中自然地理环境对疫灾分布具有重要影响。综合运用 GIS 空间分析、地理探测器、SPSS 相关分析等方法, 探讨地理环境对清代疫灾分布的影响, 得到以下结论: 1) 通过地理探测器分析方法, 并参考相关系数, 考察不同地理环境因素对清代疫灾分布的影响强度, 选取排序前 4 位的河网密度(96.17%)、年均气温(89.96%)、年降水量(78.98%)、海拔高程(68.44%) 作为主要影响因素。2) 中国南热北冷的气温梯度、南多北少的降水格局、东低西高的地形特征、东密西疏的河网密度, 都对清代疫灾的空间分异产生重要影响, 使得疫灾“暖池效应、水窝效应、洼地效应、濒水效应”的作用更加深刻, 为疫灾分异格局的形成定下先声。3) 地理环境为清代疫灾空间分异格局的形成营造了宏观环境背景, 主要环境因素与疫灾分布均具有相关性($P=0.01$), 对疫灾分布的解释量由高到低分别为: 海拔高程(4.73%)、河网密度(1.62%)、年均气温(1.46%)、年降水量(0.13%)。

关键词: 地理环境; 疫灾; 空间分异; 清代(1644~1911年)

中图分类号: X4

文献标识码: A

疫灾是传染病大规模流行以致威胁人类生命安全的顶级灾害^[1]。疫灾本质上是一种生物灾害, 气温、降水、湿度、光照等气象要素通过影响病原体、宿主和疾病的传播媒介, 从而改变传染病的发生和传播^[2]。可以说, 疫灾流行既是地理环境影响的表现, 也是地理环境影响的结果。关于地理环境对疫灾分布影响的研究, 主要集中在以下四个方面: 一是地理环境对疫灾分布影响机制的探讨。总体而言, 疫灾流行的空间分异受生态环境的空间分异制约, 中国历史疫灾主要发生在人口稠密的东南半壁和温暖湿润的南方地区^[3]。至于清代疫灾的大规模流行, 是自然环境与社会环境综合作用的结果, 其中, 地理环境对疫灾分布具有重要影响^[4,5]。二是地理环境对特定疫种分布格局的影响。如疟疾, 2000 年来中国恶性疟疾的分布变迁与湿热地理环境之间具有依存关系^[6]; 又如霍乱, 距海距离、海拔高程、日照时数、最高气温是影响清代霍乱流行的主要因素^[7]。三是地理环境对典型区域疫灾分布的塑造。在山西地区, 南热北冷的气温梯度、南多北少的降水格局、南低北高的地形特征, 对疫灾空间分异产生了重要影响^[8]; 在江南地区, 这里被视为疾病丛生的区域, 便与其特殊的地理环境, 尤其是独特的水环境息息相关^[9]; 在岭南地区, 湿热的气候通常与疟疾、麻风、梅毒等病挂钩^[10]。四是地理环境要素对疫灾分布扰动的解释。如气温, 20~30℃是疟疾最理想的传播环境; 而 24~27℃时, 血吸虫病感染率达到最高^[2]; 再如降水, 猩红热病菌不耐干燥, 但白喉杆菌则对湿热环境抵抗力不强^[11]。综上可以发现, 众多研究成果已经清晰表明地理环境对疫灾格局的显著影响。

中国地域广袤, 气温、降水、地形、河流等自然条件的区域差异显著, 由此形成诸如 400mm 等降水量线、0℃等温线等一系列重要地理分界线, 并对疫灾分布格局具有指示意义。清代(1644~1911年)是疫灾多发时期, 疫灾至少波及 25 个省份的 1463 个县域, 累计造成 7795 县次的疫情, 并呈现出显著的内地多于边疆、东部多于中西部、南方多于北方的分布特征^[4]。地理环境在清代疫灾流行高潮的到来中扮演了重要角色, 因此, 有必要进一步探讨地理环境对清代疫灾空间分异格局的影响。文中旨在运用地理探测器方

^{*} 收稿日期: 2020-3-17; 修回日期: 2020-5-18。

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(12&ZD145); 江西省高校人文社会科学研究项目(LS19206); 江西省教育厅科学技术研究项目(GJJ181095); 南昌师范学院博士科研启动基金项目(NSBSJJ2018028); 南昌师范学院实验教学改革项目(SYJX-18-03)资助。

作者简介: 李孜沫(1989-), 男, 安徽灵璧人, 博士, 讲师。主要从事健康地理、健康旅游研究。E-mail: zglzm1989@163.com

法综合测度不同环境因素对清代疫灾空间分布影响的强度,然后选取其中主要环境因素探讨对清代疫灾空间分布影响的表现和影响的效应,以期为现行防疫治疫体系的完善提供历史依据,为应对突发性公共卫生事件提供历史借鉴。

1 材料与研究方法

1.1 研究范围

在时间尺度上,研究时限为清朝时期(1644~1911年),历时268年。在空间尺度上,研究区域为现代中国范围,考虑到行政区划的变迁,空间制图以2010年的行政区划为标准。

1.2 数据来源

1.2.1 疫灾数据

清代疫灾数据全部采自《中国三千年疫灾史料汇编·清代卷》^[12]一书,该书广泛搜集正史实录、医话医案、古今方志、近代报刊中的疫灾史料,是迄今为止最为完备的清代疫灾数据库。文中据此采集清代每一次疫灾流行事件的疫时、疫域、疫种、疫因、疫果、疫情等要素,并编制成清代疫灾流行的时间序列,同时结合 ArcGIS10.7 软件绘制清代疫灾空间分布图。

1.2.2 环境数据

地理环境数据包括基础环境要素、气候环境要素2类共17项指标(表1)。假定历史时期地理环境的变迁具有空间一致性,即不改变地理环境的宏观分异格局,文中采用638个空间站点^[4]在清时期的疫灾年数与其现代的环境数据进行数理分析。基础环境要素包括海拔高程、河网密度2项,其中:海拔高程采用全国范围数字高程数据,空间分辨率90m;河网密度数据为通过GIS空间分析方法计算的全国五级以上河流的长度与其区域面积的比值。气候环境要素包括气温(年均气温、最高气温、最低气温、暖季温度、冷季温度、湿季温度、干季温度、气温年较差)、降水(年降水量、暖季降水、冷季降水、湿季降水、干季降水、湿月降水、干月降水)等15项,均为来源于中国气象科学数据的20年(1993~2012年)平均值。同时,通过 ArcGIS10.7 软件对上述指标数据进行处理后,制成系列地图。

表 1 地理环境数据指标释义表

Table 1 Definition of geographic environment data indicators

环境数据	指标	单位	指标释义
基础环境要素	海拔高程	m	反映海拔高度差异
	河网密度	km/km ²	反映河流影响差异
气候环境要素	年均气温	℃	反映平均气温变幅
	最高气温	℃	反映极端高温影响
	最低气温	℃	反映极端低温影响
	暖季温度	℃	反映极端温度影响
	冷季温度	℃	反映极端温度影响
	湿季温度	℃	反映雨热同期影响
	干季温度	℃	反映雨热同期影响
	气温年较差		反映温差变异影响
	年降水量	mm	反映平均降水变幅
	暖季降水	mm	反映雨热同期影响
	冷季降水	mm	反映雨热同期影响
	湿季降水	mm	反映极端降水影响
	干季降水	mm	反映极端降水影响
	湿月降水	mm	反映极端降水影响
	干月降水	mm	反映极端降水影响

1.2.3 其他数据

地理分界线包括0℃等温线、400mm和800mm等降水量线、地形三级阶梯分界线、内外流区分界线、季风区和非季风区分界线、各河流流域界线等^[13],它们通过 ArcGIS10.7 软件矢量化后获取,同时使用位置相交工具提取重要地理分界线内的疫灾县数和累计疫灾县数;疫灾县海拔高程通过GIS技术在DEM图上提取;河流缓冲区内的疫灾县数通过缓冲区工具进行计算,最后得到清代疫灾地理格局分布表(表2)。

1.3 研究方法

1.3.1 地理探测器方法

地理探测器(GeoDetector)是用以探测空间分异性,以及揭示其背后驱动因子的统计学方法,其理论核心是通过地理分区来探测疾病与环境因子之间空间分布格局的一致性^[14],并广泛应用于环境健康风险探测、自然区划等相关领域,其工作步骤如下:

步骤一,数据的收集与整理。包括疾病数据以及被怀疑的会增加该疾病风险的环境因子的数据,包含属性信息、空间位置信息。环境因子数据按其类型或大小在空间上分区,在属性上离散。

步骤二,进行地理探测分析。为研究者提供关于某种疾病与所怀疑的环境因子之间关系的信息,主要包括:1)风险区探测(Risk Detector):判断2个区域间疾病风险是否有显著差别,用t统计量来检验。2)风险因子探测(Factor Detector):探测某环境因子是否为疾病空间分布格局形成的主要因素,用q值度量。q

取值范围0~1,值越接近于1,表明该因子对疾病的解释力越强,反之则反。3)生态探测(Ecological Detector):比较不同因子在影响疾病空间分布上是否具有显著差异,以t统计量来衡量。4)交互作用探测(Interaction Detector):识别不同风险因子之间的交互作用,即评估2个因子共同作用时是否会增加或减弱疾病风险,或因子对疾病的影响是否是相互独立的。

步骤三,对分析结果的解读。地理探测器的分析结果最终以4个表格显示:1)风险区探测结果反映的是各环境因子与区域内疾病流行之间的统计差异,采用的是显著水平0.05的t检验,Y表示存在显著性差异,N表示不存在显著性差异。2)风险因子探测结果反映的是所有风险因子q值的计算结果,q值最高者即为控制疾病空间分布格局最主要的环境因子。3)生态探测结果反映的是对疾病空间分布影响最高的环境因子与其他因子之间是否存在显著差异,标准与风险区探测结果相同。4)交互因子探测结果反映的两两因子交互作用的q值及其交互关系,q值越高表明交互作用越强。

1.3.2 其他分析方法

文中还涉及相关分析、回归分析、GIS空间分析等方法,分别通过SPSS26.0、ArcGIS10.7等软件进行。其中,相关分析方法主要用于探讨疫灾分布与年均气温、年降水量、海拔高程、河网密度之间存在的线性关系;回归分析方法主要用于构建上述4种地理环境因素对疫灾分布的方程式,并考察其影响强度的高低;GIS空间分析方法主要用于疫灾空间分布制图及其地理分析等。

2 结果与分析

2.1 地理环境影响疫灾空间分异格局的强度

2.1.1 地理环境影响疫灾空间分布的相关系数分析

使用SPSS26.0对清代抽样站点的疫灾年数与17项环境因素逐一进行相关系数分析,如表3所示,可以发现:1)有14项环境因素与疫灾年数具有显著相关性($P=0.01$ 或 0.05),但相关系数普遍不高,多为低度相关。2)相关系数r值排序前4位,由高到低分别为海拔高程(-0.217)、年均气温(0.153)、年降水量(0.121)、河网密度(0.115)($P=0.01$)。

2.1.2 地理环境对清代疫灾分布的地理探测器分析

不同影响因素对清代疫灾分布的影响强度不一,但由于不同因素对疫灾分布具有协同性,因此引入地理探测器分析方法进行综合性评价。如表3所示,可以发现:1)任意两种要素对疫灾分布的交互作用均大于第一种变量的独自作用。2)不同地理环境要素对清代疫灾分布影响的强度差异明显,地理探测器q值排序前4位,由高到低依次为河网密度(96.17%)>年均气温(89.96%)>年降水量(78.98%)>海拔高程(68.44%)。由于不同影响因素之间存在相关性甚至因果关系,因此各影响因素对疫灾分布的解释量之和大于100%。

表2 清代疫灾地理格局分布表

Table 2 Distribution of epidemic disasters in Qing dynasty

要素	分类	疫灾县数		累计疫灾县数	
		县数(县)	占比(%)	县数(县)	占比(%)
气温	温带(寒、中、暖温带)	615	42.04	2657	34.09
	热带(热带、亚热带)	833	56.94	5089	65.29
格局	青藏高寒区	15	1.02	49	0.62
	0℃等温线以南	833	56.94	5089	65.29
	0℃等温线以北	630	43.06	2706	34.71
降水	季风区	1433	97.95	7712	98.94
	非季风区	30	2.05	83	1.06
格局	400mm等降水量线以北	54	3.69	160	2.05
	400~800mm等降水量线之间	563	38.48	2473	31.73
	800mm等降水量线以南	843	57.62	5162	66.22
地形	一级阶梯	15	1.03	49	0.63
	二级阶梯	468	31.99	1658	21.27
格局	三级阶梯	980	66.99	6088	78.10
	海拔≤500m	1092	74.64	6402	82.13
	海拔501~1000m	147	10.05	443	5.68
	海拔1001~1500m	135	9.23	476	6.11
	海拔≥1500m	89	6.08	474	6.08
河流	内流区	28	1.91	70	0.90
	外流区	1435	98.09	7725	99.10
格局	河流3km缓冲区	781	53.38	4201	53.89
	河流5km缓冲区	951	65.00	5217	66.93
	河流10km缓冲区	1141	77.99	6177	79.24
	太 长江流域	445	30.42	2655	34.06
	平 珠江流域	162	11.07	965	12.38
	洋 松花江流域	56	3.83	185	2.37
流	黄河流域	243	16.61	1081	13.87
	淮河流域	121	8.27	549	7.04
域	海河、辽河流域	223	15.2	1026	13.16
	东南沿海	149	10.18	1083	13.89
	其它流域	64	4.37	251	3.22

说明:由于中国重要地理分界线的矢量化存在一定误差,因而表中数据同样存在一定误差。

以不同环境因素相关系数和地理探测器分析平均值($r = 0.11, q = 53.57\%$)为标准阈值,绘制影响强度象限图(图 1),为便于比较,将相关系数中的负值取正值处理。其中,分布在第一象限的指标表示的是高相关系数 r 值、高地理探测器 q 值,分别是年均气温、年降水量、海拔高程、河网密度,这 4 项因素是影响疫灾空间分布格局的主要环境因素。

2.2 主要因素影响疫灾空间分异格局的表现

依据上述相关分析和地理探测器分析结果(表 3、图 1),选取影响强度较高的主要环境因素(年均气温、年降水量、海拔高程、河网密度),结合图 2 进一步考察其对清代疫灾空间分布影响的表现和影响的效应。

2.2.1 气温格局对疫灾分布的影响

(1) 清代 98.98% 的疫灾县分布于温热地带,1.02% 分布于高寒地区。中国不同温度带,疫灾分布差异明显。表 2 显示,98.98% 的疫灾县(1448 个)分布于温热地带,并集中了 99.38% 的累计疫灾县(7746 个),其中,42.04% 的疫灾县(615 个)和 34.09% 的累计疫灾县数(2657 个)分布于温带地区(寒温带、中温带、暖温带),56.94% 的疫灾县(833 个)和 65.29% 的累计疫灾县数(5089 个)分布于热带地区(热带、亚热带);青藏高原寒区则寥寥无几,仅有疫灾县 15 个(1.02%)、累计疫灾县 49 个(0.62%),均仅一成左右。

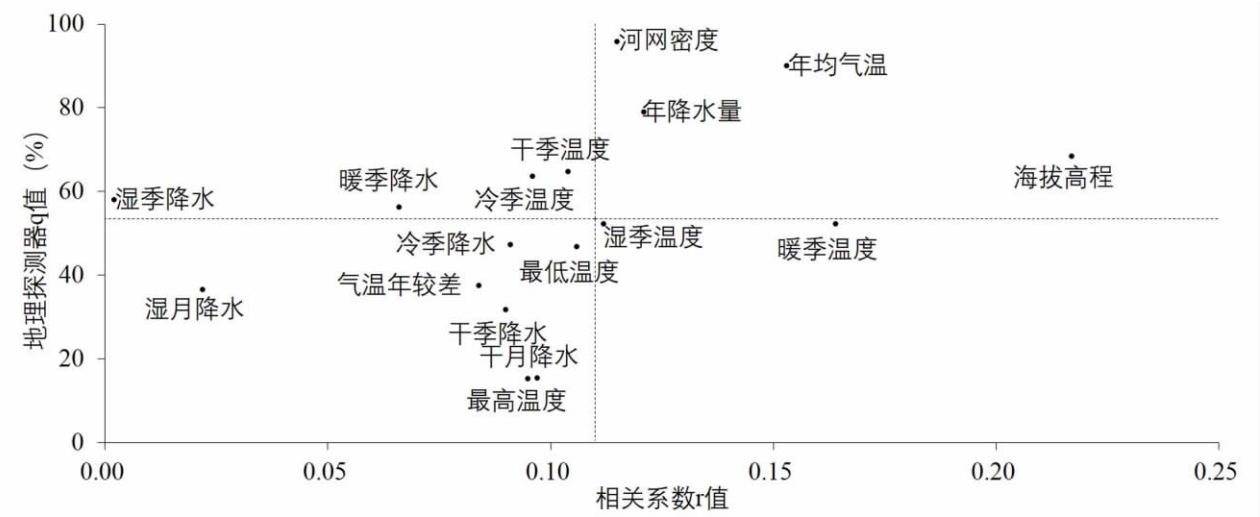


图 1 地理环境影响疫灾空间分布的相关系数 r 值和地理探测器 q 值象限图
Figure 1 Quadrants of correlation coefficient and GeoDetector of spatial distribution of epidemic affected disasters by geographical environment

(2) 清代 56.94% 的疫灾县分布在 0°C 等温线以南地区,累计疫灾县多达 65.29%。中国的气温格局呈南热北冷分布,年均气温由南向北逐渐降低,南北分异强于东西分异。如图 2a 所示,以 0°C 等温线为分野,其南分布疫灾县 833 个(56.94%),累计疫灾县 5089 个(65.29%);其北分布疫灾县 630 个(43.06%),累计疫灾县数 2706 个(34.71%)(表 2),表明南部疫灾县既多且密。显然,自北而南随年均气温的增高,疫灾呈梯度递增趋势。

2.2.2 降水格局对疫灾分布的影响

(1) 清代 97.95% 的疫灾县分布于季风区,2.05% 分布于非季风区。中国季风性与非季风气候典型,除了将中国降水格局明显区分以外,还奠定了中国的疫灾分布格局。在季风区,分布着疫灾县 1434 个(97.95%),累计疫灾县 7712 个(98.94%);在非季风区,仅分布有疫灾县 30 个(2.05%),累计疫灾县 83

表 3 地理环境影响清代疫灾分布的相关系数 r 值和地理探测器 q 值表

Table 3 Correlation coefficient and GeoDetector of the influence of geographical environment on the distribution of epidemic disasters in Qing dynasty

序号	环境要素	相关系数		地理探测器	
		r 值	P 值	q 值	P 值
1	海拔高程	0.217	0.01	68.44	1.00
2	河网密度	0.115	0.01	95.8	0.90
3	年均气温	0.153	0.01	89.96	1.00
4	最高温度	0.095	0.01	15.27	0.99
5	最低温度	0.106	0.01	46.74	1.00
6	暖季温度	0.164	0.01	52.27	1.00
7	冷季温度	0.096	0.05	63.59	1.00
8	湿季温度	0.112	0.01	52.24	1.00
9	干季温度	0.104	0.01	64.66	1.00
10	气温年较差	0.084	0.05	37.5	1.00
11	年降水量	0.121	0.01	78.98	1.00
12	暖季降水	0.066	不显著	56.19	1.00
13	冷季降水	0.091	0.05	47.29	0.89
14	湿季降水	0.002	不显著	57.93	1.00
15	干季降水	0.09	0.05	31.81	0.99
16	湿月降水	0.022	不显著	36.59	1.00
17	干月降水	0.097	0.05	15.47	0.01

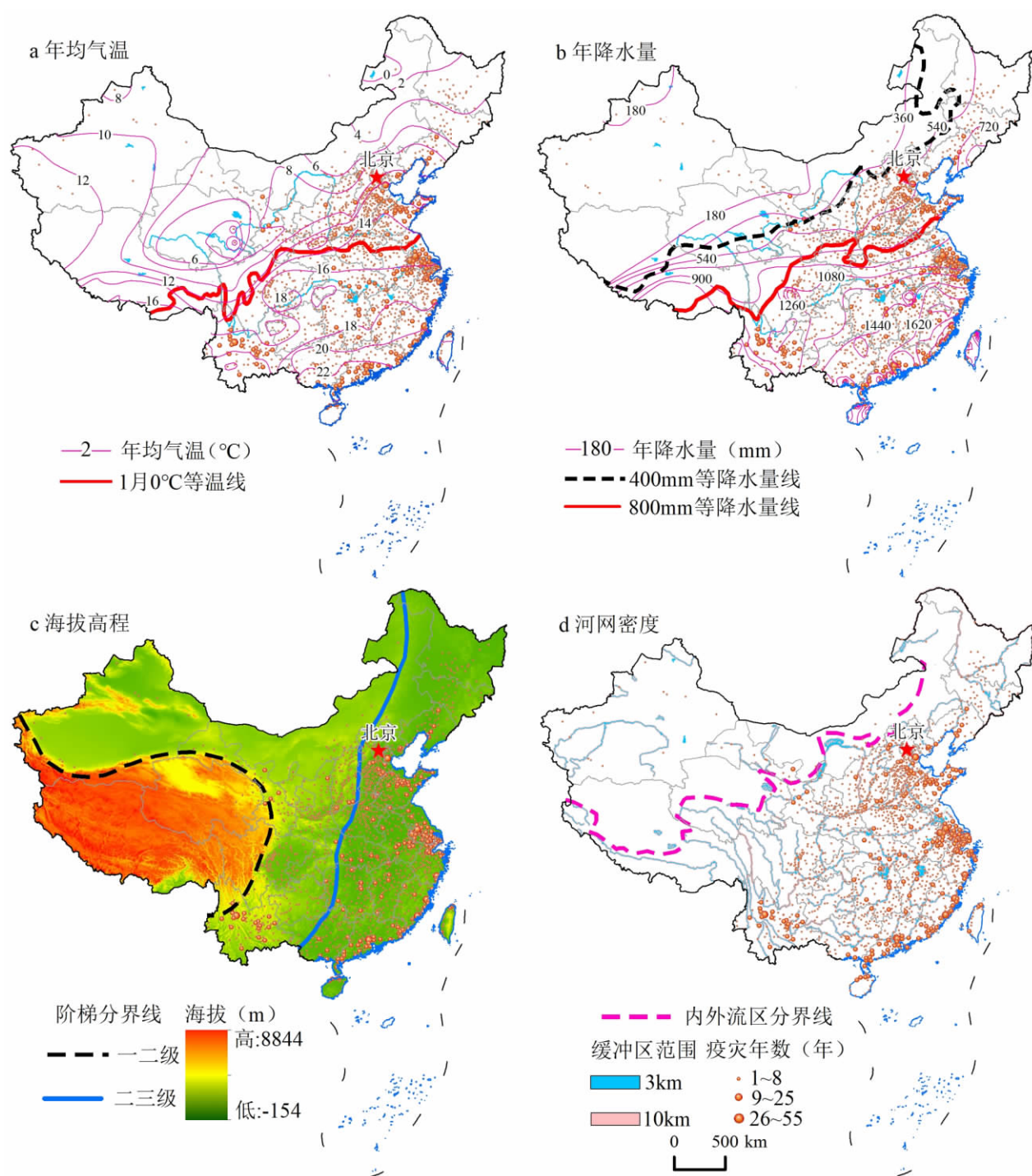


图2 地理环境与清代疫灾分布的空间耦合图

Figure 2 Spatial coupling of geographical environment and epidemic disasters in Qing dynasty

该图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为 GS(2019) 1817 号的标准地图制作,底图无修改

个(1.06%),差异显著(表2)。

(2) 清代 96.31% 的疫灾县分布在 400mm 等降水量线以南地区,其中 57.86% 分布在 800mm 以南。中国降水的空间格局呈自东南向西北递减的变化趋势,东西分异强于南北分异(图 2b)。400mm 等降水量线以北,仅有疫灾县 54 个(3.69%)、累计疫灾县 160 个(2.05%);400–800mm 之间,有疫灾县 563 个(38.48%)、累计疫灾县 2473 个(31.73%);800mm 等降水量线以南,有疫灾县 843 个(57.62%)、累计疫灾县 5162 个(66.22%)。可见,自北而南随年均降水量的增加,疫灾呈梯度递增趋势。

2.2.3 地形格局对疫灾分布的影响

(1) 清代 66.99% 的疫灾县分布在三级阶梯, 33.01% 分布在一、二级阶梯。如图 2c 所示: 一级阶梯以山地、高原为主, 地势高耸, 平均海拔在 4000m 以上, 仅分布疫灾县 15 个(1.03%), 累计疫灾县 49 个(0.63%); 二级阶梯山原相间, 平均海拔在 1000–2000m 之间, 分布有疫灾县 468 个(31.99%), 累计疫灾县 1658 个(21.27%); 三级阶梯以平原、丘陵为主, 地势平缓, 平均海拔在 500m 以下, 分布疫灾县 980 个(66.99%), 累计疫灾县 6088 个(78.10%)。可见, 无论疫灾县数还是累计疫灾县数, 均以三级阶梯最多, 二级阶梯次之, 一级阶梯最少, 疫灾梯度与海拔梯度恰好相反, 表现出负相关关系。

(2) 清代 1463 个疫灾县的平均海拔 392m, 94.31% 的疫灾县分布在海拔 1500m 以下。清代 1463 个疫灾县的平均海拔 392m, 较全国县治平均海拔(590m) 低约 200m, 说明疫灾县具有低地性。疫灾县中, 海拔 500m 以下的 1092 个(74.59%), 501–1000m 的 147 个(10.04%), 1001–1500m 的 135 个(9.22%), 1500m 以上的 89 个(5.69%), 即 94.31 的疫灾县分布在海拔 1500m 以下。疫灾县不仅平均海拔较低, 而且发生的疫灾也较多。累计疫灾县中, 海拔 500m 以下的 6402 个(82.13%), 501–1000m 的 443 个(5.68%), 1001–1500m 的 476 个(6.11%), 1500m 以上的 474 个(6.08%), 即 93.92% 的累计疫灾县分布在海拔 1500m 以下。

2.2.4 流域格局对疫灾分布的影响

(1) 清代 98.09% 的疫灾县分布在外流区, 其中 95.63% 分布在太平洋流域。外流区有疫灾县 1435 个(98.09%), 并集中累计疫灾县 7725 个(99.10%) (表 2); 内流区则仅有疫灾县 28 个(1.91%), 累计疫灾县 70 个(0.90%)。在内流区中, 又以太平洋流域分布最为集中: 分布有疫灾县 1399 个(95.63%), 累计疫灾县 7544 个(96.78%); 而长江流域又独占三成: 有疫灾县 445 个(30.42%)、累计疫灾县 2655 个(34.06%)。可见, 以长江流域为代表的南方地区是清代疫灾严重区。

(2) 清代 53.35% 的疫灾县分布在距河 3km 范围内, 77.99% 分布于距河 10km 范围内。在 ArcGIS10.7 中, 使用缓冲区分析工具, 以五级以上河流为基础, 以 3km、10km 为半径作缓冲区, 并用相交工具计算分布在缓冲区内的疫灾县数量。结果显示: 3km 缓冲区内分布疫灾县 781 个, 占 53.35%, 累计疫灾县数 4201 个, 占 53.89%; 10km 缓冲区内分布疫灾县 1141 个, 占 77.94%, 累计疫灾县数 6177 个, 占 79.24% (图 2d、表 2)。

2.3 主要因素影响疫灾空间分异格局的效应

2.3.1 清代疫灾分布具有“暖池效应”

清代疫灾县在气温较高的地区较为集中, 具有“暖池效应”。东南沿海地区的年均气温在 20–22℃ 之间, 是清代疫灾分布的一大“暖池”; 长江三角洲地区的年均气温在 16–18℃ 之间, 是另一“暖池”(图 2a)。以清代抽样站点^[4] 疫灾年数与年均气温作 Pearson 相关分析, 可以得到 0.01 显著水平上的相关系数值 0.153, 表明二者具有正相关关系, 同时表明气温只是影响疫灾格局的基础性宏观背景因素之一。再通过构建清代年均气温与疫灾分布的回归方程, 可以发现: 清代年均气温对疫灾分布影响的方程式为: $y = 0.134x + 3.2008$, $R^2 = 0.0146$, 表明年均气温每增加 1℃, 疫灾增加 0.134 县, 年均气温可以解释 1.46% 的疫灾分布(图 3a)。

2.3.2 清代疫灾分布具有“水窝效应”

清代疫灾分布具有“水窝效应”, 即越是降水多的地方, 疫灾相应也较多。清代抽样站点疫灾年数与年降水量之间呈 Pearson 正相关性($R = 0.121$, $P = 0.01$)。与气温因素一样, 降水也是影响疫灾格局的基础性宏观背景因素之一。如图 3b 所示, 清代年均降水对疫灾分布影响的方程式为: $y = 0.0094 + 4.8924x$, $R^2 = 0.0013$, 表明年降水量每增加 1mm, 疫灾增加 0.0094 县, 年降水量可以解释 0.13% 的疫灾分布。

2.3.3 清代疫灾分布具有“洼地效应”

人类聚邑具有低地指向, 海拔较低的平原、河谷、盆地是人类聚邑的集中分布地带, 自然成为疫灾密集地区。以清代各抽样站点疫灾年数与海拔高度作 Pearson 相关分析, 发现二者呈显著负相关性($R = -0.217$, $P = 0.01$), 表明海拔越低, 疫灾流行威胁可能越大。图 3c 显示, 清代抽样站点海拔高程对疫灾分布影响的方程式为: $y = -0.0018x + 6.0078$, $R^2 = 0.0473$, 表明海拔高程每增加 1m, 疫灾减少 0.0018 县, 海拔高程可以解释 4.73% 的疫灾分布。

虽然疫灾分布总体上具有“洼地效应”, 但新增疫灾县的海拔高度却是“与时俱升”的。由于不同区域开发时序与开发强度的差异性, 人类具有由易到难、由低到高、由平原向山区、由内地向塞外的区域开发时序^[15]。由图 4 考察清代历朝新增疫灾县(疫灾在该县首次流行的王朝)的最高海拔, 发现其高度与时俱

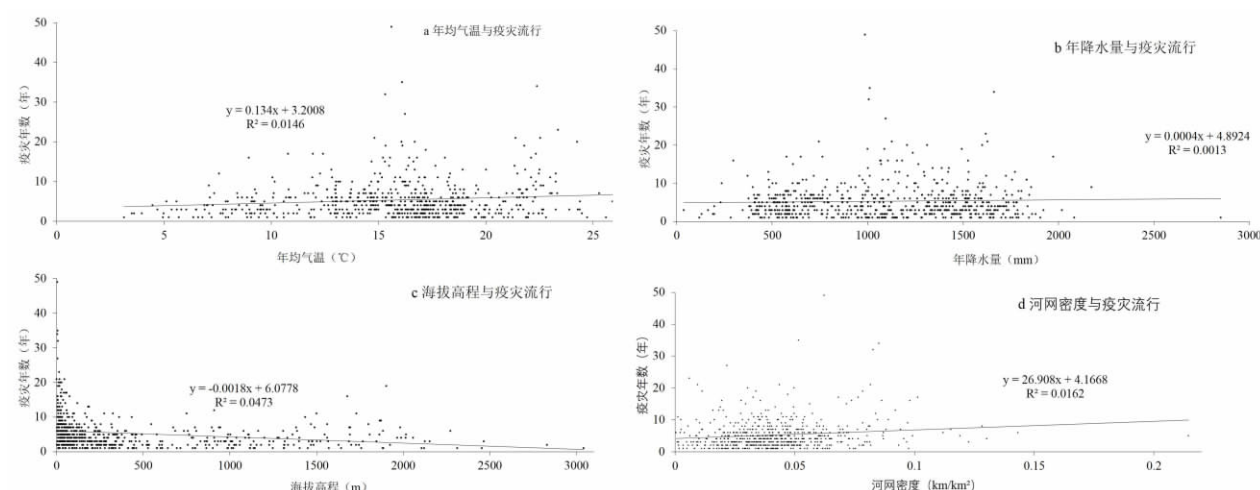


图3 地理环境对清代疫灾分布的影响强度图

Figure 3 The impact of geographical environment on the epidemic disasters in Qing dynasty

升: 顺治朝不足 2000m; 康熙、雍正、乾隆三朝持续攀升, 相继突破 2000m、3000m; 此后的嘉庆、道光、咸丰、同治四朝, 略有回落, 在 2500m 左右徘徊; 至于光绪朝高达 3743m, 宣统朝较为短促, 仅有 1417m, 总体上升趋势十分明显。

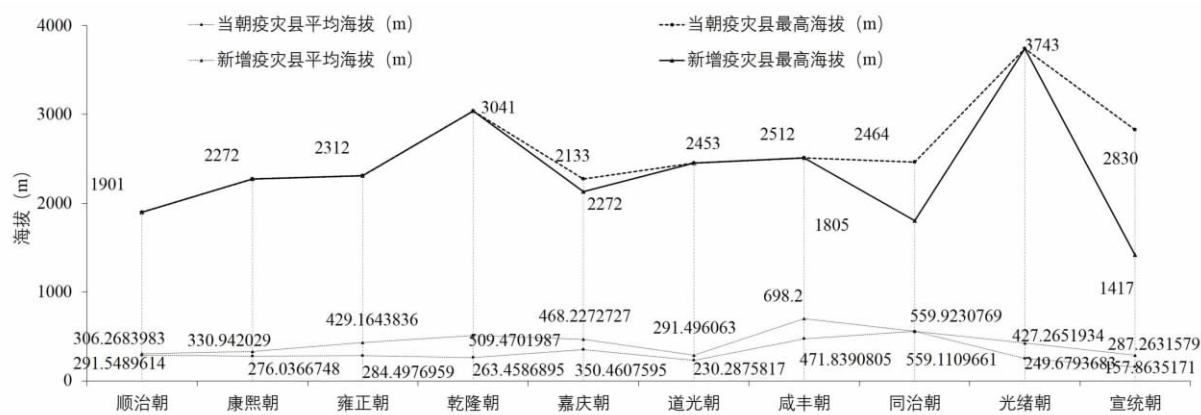


图4 清代历朝疫灾县海拔高程变化图

Figure 4 Altitude change of epidemic counties in Qing dynasty

2.3.4 清代疫灾分布具有“濒水效应”

通过计算中国五级以上河流的河网密度, 发现中国河网西疏东密, 并对清代疫灾格局产生重要影响。清代抽样站点疫灾年数与河网密度具有 Pearson 正相关关系 ($R=0.115, P=0.01$), 同样显示出河流对疫灾格局的基础性宏观影响效应。图 3d 显示, 清代抽样站点河网密度对疫灾分布影响的方程式为: $y = 26.908x + 4.1668, R^2 = 0.0162$, 表明河网密度每增加 $1\text{km}/\text{万 km}^2$, 疫灾增加 26.908 县, 河网密度可以解释 1.62% 的疫灾分布。

3 讨论

地理环境对疫灾分布格局有重要影响, 如中国东南半壁自然条件优于西北半壁, 造就东南稠密、西北稀疏的人口分布格局, 因而东南地区的疫灾显著多于西北地区; 南方地区相对温暖湿润, 北方地区相对寒冷干燥, 也使得南方地区的疫灾多于北方地区。综合考察气温、降水、地形、河流等因素的叠加效应, 东部沿海地区满足“高温、高湿、低地、傍水”的自然地理环境, 是疫灾“暖池效应、水窝效应、洼地效应、濒水效应”作用最深刻的地区, 也是疫灾分布最多的地带。统计东部沿海诸省共有疫灾县数 639 个、累计疫灾县数 4596 个, 分别占清代中国的 43.68%、58.96%, 足见疫灾分布之多。

需要指出的是, 疫灾分布格局受自然环境和社会环境综合制约, 这至少在三个层面具有启示意义。

1) 从自然环境角度看,除了地理环境对疫灾分布的影响外,疫灾流行的长期趋势还受气候变迁趋势制约,总体上呈现寒冷期疫灾相对频繁,温暖期疫灾相对稀少的格局。同时,自然灾害对疫灾流行具有诱发机制,疫灾通常是其伴生、次生或衍生灾害。2) 从社会环境角度看,疫灾是一种人口密度依赖型的灾害,而且人类干扰自然的深度密切关联疫灾流行的强度。因此,清代人口膨胀及其引发的大规模土地开垦,是疫灾多发期到来的先决条件之一。此外,社会治乱周期与疫灾流行具有耦合关系,明清之交和清末民初的疫灾高潮即是明证。3) 总体而言,任何影响疫灾分布格局的因素都不是单独起作用的,如明清之交与清末民初社会动荡,时值气候寒冷的明清小冰期,气候异常、灾害多发、战争频仍又加速百姓流离,这些因素交织在一起最终导致清代特别是清末疫灾高峰期的到来。

4 结论

通过研究地理环境影响清代疫灾空间分异格局的强度、表现、效应,可以得到以下结论:

(1) 运用地理探测器分析方法综合考察不同环境因素对清代疫灾分布影响的强度,发现强度排序前4位的环境因素由高到低依次为:河网密度(96.17%)、年均气温(89.96%)、年降水量(78.98%)、海拔高程(68.44%)。

(2) 中国南热北冷的气温梯度、南多北少的降水格局、西高东低的地形特征、东密西疏的河网密度,都对清代疫灾空间分异产生影响,因此各抽样站点疫灾年数与年均气温、年降水量、海拔高程、河网密度之间具有相关性,相关系数分别为0.153、0.121、-0.217、0.115,显著水平为0.01。

(3) 上述4项环境因子为清代疫灾分异格局的形成营造了宏观环境背景,具有“暖池效应、水窝效应、洼地效应、濒水效应”。通过构建回归方程发现,海拔高程、河网密度、年均气温、年降水量对清代疫灾分布分别具有4.73%、1.62%、1.46%和0.13%的解释量。

参考文献

- [1] 龚胜生. 中国疫灾的时空分布变迁规律[J]. 地理学报, 2003, 58(6): 870-878.
- [2] 吴晓旭, 田怀玉, 周森, 等. 全球变化对人类传染病发生与传播的影响[J]. 中国科学: 地球科学, 2013, 43(11): 1743-1759.
- [3] 龚胜生. 疫灾的历史地理学思考[N]. 中国社会科学报, 2020-02-17(3).
- [4] 李孜沫. 清代疫灾流行的环境机理研究[D]. 武汉: 华中师范大学博士学位论文, 2018: 1-374.
- [5] 李孜沫, 陈丹阳. 清代卫生防疫机制的引建[J]. 江西社会科学, 2019(10): 129-136.
- [6] 龚胜生. 2000年来中国瘴病分布变迁的初步研究[J]. 地理学报, 1993, 48(4): 304-316.
- [7] 李孜沫. 清代(1816-1911年)霍乱流行的时空特征、危险模拟与边界探测[J]. 地理研究, 2020, 39(1): 129-139.
- [8] 龚胜生, 李孜沫. 清代山西地区疫灾时空分布研究[J]. 干旱区资源与环境, 2017, 31(6): 1-7.
- [9] 李玉尚. 地理环境与近代江南地区的传染病[J]. 社会科学研究, 2005(6): 133-140.
- [10] 范家伟. 地理环境与疾病-论古代医学对岭南地区疾病的解释[J]. 中国历史地理论丛, 2000(1): 17-30, 247.
- [11] 李兰娟, 任红. 传染病学[M]. 第8版, 北京: 人民卫生出版社, 2013: 196-203.
- [12] 龚胜生. 中国三千年疫灾史料汇编: 清代卷[M]. 济南: 齐鲁书社, 2019: 505-1314.
- [13] 刘明光. 中国自然地理图集[M]. 第3版, 北京: 中国地图出版社, 2010: 1-254.
- [14] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J]. 地理学报, 2017, 72(1): 116-134.
- [15] 龚胜生, 李孜沫, 胡娟, 等. 山西省古村落的空间分布与演化研究[J]. 地理科学, 2017, 37(3): 416-425.

Influence of geographical environment on spatial distribution pattern of epidemic disasters in Qing dynasty

LI Zimo

(College of Tourism and Economic Management, Nanchang Normal University, Nanchang 330032, China)

Abstract: The large – scale epidemic disasters in Qing dynasty was the results of the comprehensive effect of natural environment and social environment. In which the natural geographical environment had an important influence on the distribution of epidemic disasters. By using the methods of GIS spatial analysis, geographical detector and SPSS correlation analysis, we discussed the influence of geographical environment on the distribution of epidemic disasters in Qing dynasty, and drawn the following conclusions: ① By using the method of geographical detector analysis and referring to the correlation coefficient, the influence intensity of different geographical environment factors on the distribution of epidemic disasters in Qing dynasty was investigated, and the top 4 factors: river network density (96.17%) , annual average temperature (89.96) , annual precipitation (78.98%) , altitude (68.44%) were selected as the main factors. ② The temperature gradient from hot in south to cold in north of China, the pattern of more precipitation in the south and less in the north, the topographic characteristics of low in the east and high in the west, and the density of river network high in the east and sparse in west all had important impacts on the spatial differentiation of epidemic disasters in the Qing dynasty, which made the effect of " warm pool effect, water nest effect, depression effect, and near water effect" of epidemic disasters more profound, and set a precedent for the formation of the pattern of differentiation of epidemic disasters. ③ The geographical environment created a macro environmental background for the formation of the spatial differentiation pattern of epidemic disasters in Qing dynasty. The main environmental factors were all related to the distribution of epidemic disasters ($P = 0.01$) . The explanations for the distribution of epidemic disasters were as follows: elevation (4.73%) , river network density (1.62%) , annual average temperature (1.46%) , annual precipitation (0.13%) .

Key words: geographical environment; epidemic disasters; spatial distribution; Qingdynasty