

清代泾河中游地区洪涝灾害研究

刘晓清¹, 赵景波^{1,2}, 于学峰²

(1. 陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062 2 中国科学院地球环境研究所
黄土与第四纪地质国家重点实验室, 陕西 西安 710075)

摘要: 频谱分析发现泾河中游地区洪水发生具有周期性, 比较显著的周期有 101 年、11 年、3.4~2.2 年周期等, 其中 101 年和 11 年周期可以和太阳活动的周期相对应, 3.4~2.2 年周期则可能与热带海气耦合规律有关, 说明太阳活动和低纬海洋大气活动对该地区洪涝灾害都有影响。每个世纪中期是该地区洪涝灾害较为集中的时期。

关 键 词: 泾河流域; 洪涝灾害; 周期; 太阳活动; 清代

中图分类号: P531 文献标识码: A 文章编号: 1000-0690(2007)03-0445-04

泾河是黄河的二级支流处在夏季风影响的边缘地带, 泾河流域是气候变化的敏感区^[1,2]。降水季节分配不均, 极易产生历时短、强度大的特大暴雨, 形成洪水灾害, 其突发性强, 破坏性大, 给生产和生活带来巨大影响。洪水的发生还加剧了水土流失与环境恶化。因此研究该地区洪水发生的规律具有重要意义。然而观测记录的序列长度十分有限, 很难反映长周期的变化规律。中国丰富的历史文献记录中包含了许多气候信息, 可以在一定程度上弥补器测记录有限的缺憾, 因此从历史文献中提取气候信息已经受到高度重视, 并取得了较为丰硕的成果^[3~11]。

袁林先生系统整理了西北地区的地方志和历史档案文献, 获得了西北地区逐年排序的各种灾荒序列, 为从历史文献中研究西北地区灾害发生规律提供了极大的便利, 他也尝试用量化分级的方法对整个西北地区洪涝情况进行了诸多有益的研究^[5]。然而, 洪水灾害具有历时短、范围小、强度大、移动快等特点^[12], 从整个地区来研究洪水灾害状况不如从某个小流域研究更切合实际。已对历史时期黄河洪水以及渭河洪水变化进行了研究^[7,13,14], 但未对泾河流域洪水变化进行深入的分析。本文即以《西北灾荒史》^[5]为依据, 研究清代泾河流域水涝灾害变化的历史, 分析其周期和可能原因, 为黄土高原地区洪涝灾害长尺度变化规律

研究提供资料。

1 材料与方法

1.1 材料

《西北灾荒史》按照年代顺序整理出了西北地区各地各种灾害发生历史^[5]。本文用该书的资料, 对清朝元年(1646 年)到 1949 年间泾河中游地区的泾川、宁县、正宁、合水、庆阳、长武、彬县、灵台、旬邑、西峰等 10 个县(图 1)的洪水记录进行分析。

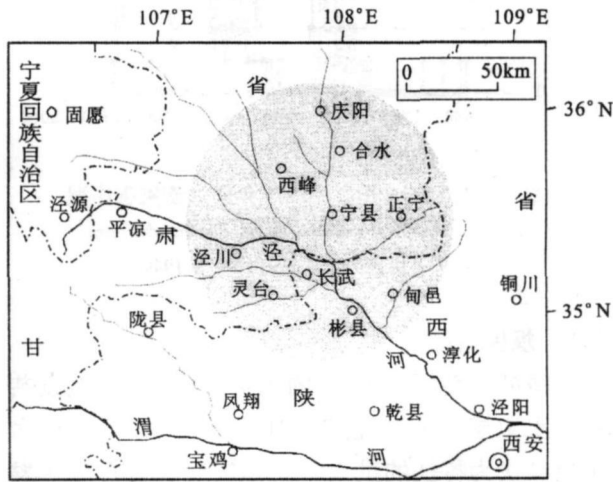


图 1 泾河流域的位置及 10 个代表地点

Fig 1 The general situation of the study area and the locations of 10 selected sites

收稿日期: 2006-01-14 修订日期: 2006-08-19

基金项目: 教育部人文社科研究基地重大项目(05JJD00014)、陕西师范大学历史地理国家重点学科项目(SNNUHG04007)共同资助。

作者简介: 刘晓清(1976-), 女, 山东莒县人, 硕士研究生, 主要从事区域环境规划与评价研究。Email: yulinxq@hotmail.com

1 2 方法

鉴于历史文献的资料来源较为庞杂,没有关于灾害程度的评估标准,对洪水规模的记录掺杂了许多主观色彩,所以很难进行地点间的定量化比较。但是洪水在流域中的空间分布范围可以在一定程度上反映流域洪水的规模。

如果某年某地点发生洪水则记为 - 1,没有记载的年份记为 0。虽然对于一个地点而言,没有实现洪水规模的描述,但对于整个流域而言,多个地点平均的状况却可以表示洪水发生在空间上的规模。如 10个地点的平均值为 (- 0 1)则说明本年度该流域只有一个点发生洪水, (- 0 2)则代表有两个地点发生洪水, ...依此类推。绝对值大于 0 3 可视为流域内洪水空间规模较大。

2 清代泾河中游地区洪水发生规律

图 2是根据上述原则计算的泾河中游地区 1646年到 1949年间洪涝灾害记录的序列。

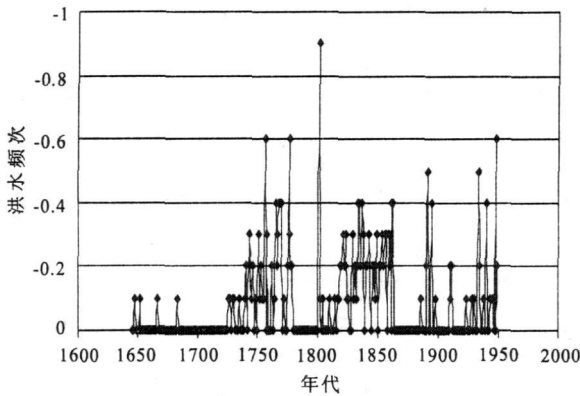


图 2 泾河流域 1646~ 1949年间洪涝灾害序列
Fig 2 The flood hazards sequence in the drainage area of Jinghe River from 1646 to 1949

2 1 规模与频次

清朝元年到 1949年的 304年间, 10个地点共有洪水记录 104次, 占 34 21%, 其中, 以流域洪水记录频次为特征的洪水空间规模以少数点洪水发生为主, 同时不超过 3个地点的洪水记录有 87次, 占洪水记录总数的 83 63%, 而超过 4个地点的大洪水仅为 17次, 占洪水记录总数的 16 35%; 全流域 (9个点) 的洪水仅有一次。

该地区洪涝灾害的发生具有一定的规律性。由图 2可见, 在每个世纪中期洪涝灾害往往较为频繁。17世纪中叶, 正值清朝建立初期, 文献中关于

灾害的记载很少, 但也有 4次规模不大的洪水灾害记录。18世纪中期的洪涝灾害较为集中。19世纪和 20世纪, 除在世纪中期出现洪涝灾害以外, 在世纪之初也有较多洪水记录, 如 1801年发生的一次全流域的特大洪水等。

2 2 洪水灾害的周期

我们使用红噪声分析软件 Redfit35^[15] 对泾河中游地区 1646~ 1949年的洪涝灾害序列进行了周期分析。图 3是周期分析结果。通过 95% 检验的周期有: 101年周期、11年周期、3 4年周期、2 2年周期等。通过 80% 检验的还有 28 8年周期、18 3年周期等。101年周期对应于太阳黑子活动的百年周期, 11年周期则与太阳活动的 11年周期相对应, 3 4年周期可以对应于 ENSO 的 2~ 7年周期、2 2年周期也可以视为准两年周期, 这与赤道附近平流层大气的准两年振荡 (QBO) 相一致^[16], 说明该地区洪涝灾害的发生既与太阳活动相呼应又和低纬海洋大气活动之间存在某种联系。

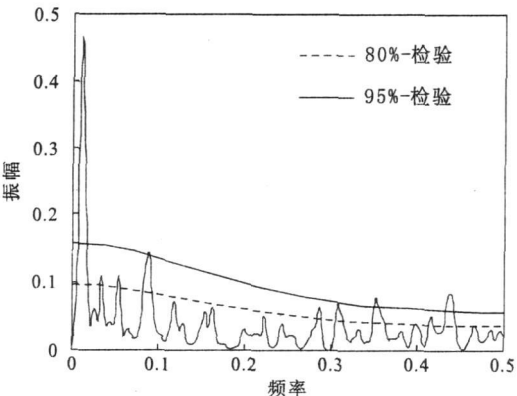


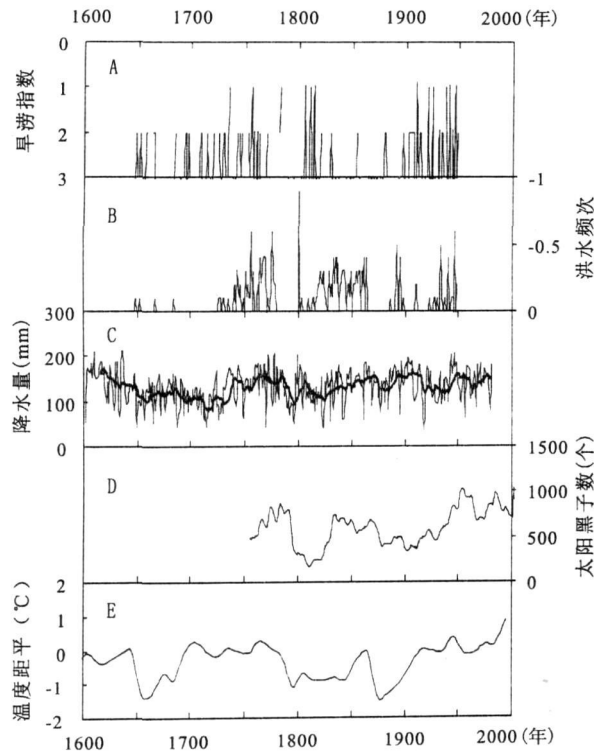
图 3 清代以来泾河洪水序列的周期分析
Fig 3 The result of periodic analysis on the flood sequence from 1646 to 1949

3 讨 论

近年来, 关于太阳黑子周期长度 (SCL) 的研究表明, 太阳活动周期长度的跃变存在百年周期^[17, 18], 而且对气候产生较大影响。许多长序列的气候记录与 SCL存在某种耦合关系^[19, 20]。泾河流域清代以来的洪水记录中既有太阳活动的百年尺度周期信息, 又包含太阳活动 11年周期信息, 说明该地区洪涝灾害的发生受太阳活动影响强烈。

把泾河流域洪涝灾害序列同平凉地区旱涝指数^[11]、青海德令哈地区树轮重建的降水量^[21]、历史

文献重建的中国东部气温变化^[10]、250年来太阳黑子数量^①进行了对比(图4)。可以看出世纪中期是太阳活动较为强烈的时期,同时也是泾河流域洪涝灾害发生频率较高的时期。需要指出的是,本文讨论的泾河中游地区洪涝灾害的发生仅可以解释为某年降水季节分配不均衡性,或者灾害性暴雨的发生频次,不一定代表某年降水量绝对值的增多。该地区洪水序列与环境敏感带的德令哈地区树轮重建的降水量信息不完全吻合,可以说明这一现象。



A. 平凉旱涝指数, 3为正常年份、2为偏涝、1为涝^[11];
B. 泾河流域洪水序列; C. 青海德令哈树轮记录的降水量^[19]; D. 250年以来太阳黑子数^①;
E. 历史文献恢复的中国东部气温变化^[10]

图4 泾河流域洪水序列同其他记录的对比

Fig. 4 The comparison of the floods sequence with other records
(A. Dry/Wet index in Pingliang area B. The floods sequence in the region of Jinghe River C. The reconstructed precipitation in Delingha D. The sunspot numbers in the last 250 years E. The temperature in the eastern China reconstructed from historical documents)

整个泾河流域历史上记载的大洪水主要有两次: 分别是 1841年和 1933年的大洪水^[12 22], 1841年的大洪水被认为是该地区历史上有记载的最大洪水,但是从我们对 10点洪水发生空间规模统计

来看,只有宁县和灵台有洪水记录。1933年的在彬县、宁县、灵台、正宁、长武等 5个地点都有洪灾记录。从我们的统计中看,1801年泾河中游地区发生了几乎全流域的大洪水,10个地点中除了泾川没有洪水记录外,其他地点均有洪灾记录,但从更大范围来看,这次洪水并未被认为是泾河流域最大的洪水。这说明洪水发生往往具有区域小的特点,进而证明进行小流域洪水发生规律研究的必要性。

此外,从历史文献中提取气候信号应该注意历史文献受政治等人为因素的影响。清朝初期灾害记录很少,这种特点是自然过程导致的太平盛世,还是民族融和过程中被统治者的疑惑和观望? 回答这个问题还依赖于更多高分辨率气候记录和详细的历史文献研究。

4 结 论

1646~ 1949年泾河中游地区的洪水灾害以小规模的局地灾害为主,但也有几次大洪水,如 1801年、1841年和 1933年的大洪水。

频谱分析发现泾河中游地区洪水发生具有周期性,比较显著的周期有 101年、11年、3 4~ 2 2年周期等。其中 101年和 11年周期分别可以和太阳活动的周期相对应,说明太阳活动对该地区洪涝灾害的发生具有控制作用。3 4~ 2 2年周期则可能与热带气团活动有关,说明尽管该地区属于半干旱地区,仍然受到低纬度地区水汽活动的影响。每个世纪的上半叶是洪涝灾害发生较为集中的时期,这与太阳活动具有一定的对应关系。

利用洪水发生的空间分布规模研究小流域的洪涝灾害历史具有一定的可行性,但是因为有时候小流域洪水发生的空间规模与洪水的灾害程度之间并非完全对应的关系,所以研究时还应佐以其他记录或者更大范围的记录进行检验。

参考文献:

[1] 李栋梁. 甘肃气候[M]. 北京: 气象出版社, 2000 288
[2] 马鹏里, 王若升, 李晓娟. 甘肃省河东地区主秋期降水量时空分布特征[J]. 干旱地区农业研究, 2003, 21(21): 156~ 159.
[3] 费杰, 周杰, 张青瑶, 等. 1860~ 1898年北京沙尘天气初探[J]. 冰川冻土, 2004 26(5): 535~ 539.
[4] Jie Fei Jie Zhou Qingyao Zhang et al Dust weather records

① 数据来自: 世界数据中心(WDC)。

in Beijing during 1860– 1898 A. D. based on the Diary of Tonghe Weng [J]. Atmospheric Environment 2005, **39**: 3943– 3946

[5] 袁 林. 西北灾荒史 [M]. 兰州: 甘肃人民出版社, 1994. 619~ 954.

[6] 侯甬坚, 祝一志. 历史记录提取的近 5~ 2. 7 ka黄河中下游平原重要气候事件及其环境意义 [J]. 海洋地质与第四纪地质, 2000, **20**(4): 23~ 29.

[7] 郑景云, 郝志新, 葛全胜. 黄河中下游地区过去 300年降水变化 [J]. 中国科学 (D 辑), 2005, **35**(8): 765~ 774

[8] 侯甬坚, 周 杰, 王燕新. 北魏 (AD386~ 534)鄂尔多斯高原的自然 – 人文景观 [J]. 中国沙漠, 2001, **15**(2): 188 ~ 194

[9] 张德二, 刘月巍. 北京清代 “ 晴雨录 ” 降水记录的再研究 —— 应用多因子回归方法重建北京 (1724~ 1904年) 降水量序列 [J]. 第四纪研究, 2002, **22**(3): 199~ 208

[10] Ge Q, J Zheng, X Fang. Winter half – year temperature reconstruction for the middle and lower reaches of the Yellow River and Yangtze River, China during the past 2000 years [J]. The Holocene 2003, **13**(6): 933– 940

[11] 中央气象局气象科学研究院. 中国近 500年旱涝分布图集 [M]. 北京: 地图出版社, 1981. 321~ 332

[12] 甘肃水旱灾害编委会. 甘肃水旱灾害 [M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1996. 550~ 553

[13] 史念海. 黄河流域诸河流的演变与治理 [M]. 西安: 陕西人民出版社, 1999. 315~ 320.

[14] 赵景波, 李胜利. 西安高陵距今 1 400~ 1 100年间渭河洪水演变研究 [J]. 陕西师范大学学报 (自然科学版), 2004, **32**(4): 103~ 107

[15] Schulz M, M Mudelsee. REDFIT: Estimating red – noise spectra directly from unevenly spaced paleoclimatic time series [J]. Computers and Geosciences 2002, **28**: 421– 426

[16] 李崇银, 龙振夏. 准两年振荡及其对东亚大气环流和气候的影响 [J]. 大气科学, 1992, **16**(2): 167~ 176.

[17] 冯 松, 汤懋仓. 太阳活动百年尺度的跃变与气候跃变的相关分析 [J]. 高原气象, 1998, **17**(3): 266~ 270.

[18] 严中伟, 李兆元, 王晓春. 历史上 10年 ~ 100年尺度气候跃变的分析 [J]. 大气科学, 1993, **17**(6): 663~ 672

[19] 黄 磊, 邵雪梅. 青海德令哈地区近 400年来的降水量变化与太阳活动 [J]. 第四纪研究, 2005, **25**(2): 184~ 192

[20] Agnihotri R, Dutta K, Bhushan R. Evidence for solar forcing on the Indian monsoon during the last millennium [J]. Earth and Planetary Science Letters 2002, **198**(3– 4): 521– 527.

[21] 邵雪梅, 黄 磊, 刘洪滨, 等. 树轮记录的青海德令哈地区千年降水变化 [J]. 中国科学 (D 辑), 2004, **34**(2): 145~ 153.

[22] 郑自宽. 泾河流域暴雨洪水特性 [J]. 水文, 2003, **23**(5): 57~ 60

Flood Hazards in the Mid-reaches of Jinghe River during Qing Dynasty

LIU Xiao-Qing¹, ZHAO Jing-Bo^{1, 2}, YU Xue-Feng²

(1 College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062; 2 State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an, Shaanxi 710075)

Abstract We have done the reanalysis on the data of flood hazards in the mid-reaches of Jinghe River from 1646 to 1949, using the historical document. As a result, it is found that the flood hazards in this area are mostly local ones in a small scale. It is worth to point out that the flood hazards in the study area happened more frequently in the middle of the 20th. Spectral analysis on the flood sequence indicates that there exist periodicities of 101 years, 11 years and 3.4–2.2 years in the mid-reaches of the Jinghe River. The centennial and quasi-decennial periodicities can be well correlated respectively to those of solar activity. The periodicity of 3.4–2.2 years is probably associated with the activity of tropical air mass, which indicates that both the solar activity and the atmospheric activity in the area of low latitude ocean can influence the frequency of flood hazards in the study region.

Key words mid-reaches of Jinghe River; flood hazards; periodicities; solar activity; Qing Dynasty