

1735—1911年汉江流域季节旱涝等级序列的重建与特征分析

丁玲玲¹, 郑景云^{1,2}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所陆地表层格局与模拟重点实验室, 北京 100101;
2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 基于汉江流域雨雪分寸等史料记录的特点, 以发生地区、影响程度和持续时间为衡量标准, 提出了利用史料重建汉江流域季节旱涝等级序列的方法, 重建了1735—1911年汉江流域7府(州)四季的旱涝等级序列, 据此分析了各府(州)1735—1911年季节上的旱涝变化特征。结果表明: ① 汉中府、兴安府、商州和南阳府有更多的春季、夏季、冬季偏旱年, 而鄜阳府、襄阳府和安陆府有更多的春季、夏季偏涝年和秋季偏旱年; ② 夏季和秋季旱涝等级的波动明显, 而春季和冬季旱涝等级的波动较小; ③ 年代际尺度上来看, 汉江流域, 1820s—1840s 偏涝, 1850s、1870s 偏旱; ④ 影响较大的季节连旱事件多发生在19世纪, 而影响较大的季节连涝事件多发生在夏季和秋季。这一研究, 对汉江流域定量化气候研究具有一定的价值, 也为汉江流域未来的降水变化研究提供了数据支持。

关键词: 汉江流域; 旱涝变化; 逐季; 历史文献记录

DOI: 10.11821/dlyj020190163

1 引言

工业化以来人为排放所造成的升温将持续数百年至数千年, 并将持续引起气候系统诸如极端天气频次、强度等方面的变化, 从而带来相关影响^[1]。汉江流域地处秦岭南部的北亚热带气候区, 是中国南北气候分界的过渡地带, 也是环境变化响应的敏感区和过渡区^[2-5]。殷淑燕等^[6]研究认为, 汉江上游在1980—1988年出现的降水量转折与全球气候变化密切相关, 是汉江上游气候水文系统对全球气候变化的一种响应, 但其间的关联性研究有待长尺度资料的支持。而汉江流域作为南水北调中线工程水源区, 其降水变化所带来的涉及更广泛地区的社会经济影响也为其长时间尺度气候变化领域研究提供了更多的应用价值。

汉江流域属长江流域, 行政范围上涉及陕西、湖北、四川、重庆、河南、甘肃等六省(市)。虽少有以汉江流域为研究范围的历史气候研究成果, 但涉及到其部分地区或其所处流域或地区的历史时期旱涝变化研究, 亦有不少^[7-13]。这些成果在地区上, 多集中于汉江上游, 研究焦点集中在旱涝灾害事件的重建与分析上, 分辨率多在年以下, 偏向于反映降水量更为集中的夏季旱涝灾害事件, 对其他季节的灾害性研究偏少。而实际上汉江流域其他季节的旱涝事件也是比较频繁的, 且同样会对农业生产及社会活动造成灾

收稿日期: 2019-03-06; 修订日期: 2019-12-23

基金项目: 国家自然科学基金项目(41601046, 41831174)

作者简介: 丁玲玲(1984-), 女, 河南郟城人, 博士, 研究方向为气候变化。E-mail: lingling_ding@163.com

通讯作者: 郑景云(1966-), 男, 福建莆田人, 研究员, 博士生导师, 研究方向为气候变化。

E-mail: zhengjy@igsrr.ac.cn

害,也将影响到南水北调中线工程调水的稳定性。因此,汉江流域历史时期旱涝变化研究仍需进一步深化、细化。且中国清代拥有丰富的降水量化记载(主要指晴雨录和雨雪分寸),并已有学者利用这些资料重建了季风区西北部雨季变化^[14]、黄河中游径流量变化^[15]、北京地区雨季逐月降水记录^[16]等气候变化序列,其中汉中地区(属汉江流域范围)1736—1911年的冬温变化序列^[17]亦已据陕西省的雨雪分寸记录而重建得到。可见,利用雨雪分寸记录来重建汉江流域季节尺度的旱涝变化序列是可行的。基于此,本文尝试基于高分辨率的雨雪分寸资料来重建汉江流域若干府(州)1735—1911年季节尺度上的旱涝等级序列,以期为汉江流域降水变化及南水北调中线工程的相关研究工作提供更多的数据基础。

2 研究区概况

汉江地处中国中部,是长江最长的支流,干流流经陕西、湖北两省,在武汉市汇入长江。汉江流域(106°E~114°E, 30°N~34°N)面积15.9万km²,流域涉及陕西、湖北、四川、重庆、河南、甘肃六省(市),地区级别上包括有宝鸡、汉中、安康、重庆、商洛、十堰、南阳、襄阳、安陆、天门、潜江、仙桃、孝感等地级市或地区的部分或全部区域。清时期以府和州为省级以下、县级以上区域的划分级别,这也是本文主要所用资料所记录的行政等级。汉江流域主要涉及到了陕西省的汉中府、兴安府和商州,湖北省的郟阳府、襄阳府、安陆府、汉阳府,以及河南省的南阳府。考虑到汉阳府大部分地区归属长江流域,本文以汉江流域主要涉及的3省7府(州)(陕西省的汉中府、兴安府、商州,湖北省的郟阳府、襄阳府、安陆府,河南省的南阳府,详见图1)作为重点研究对象。

汉江流域地处秦岭以南,属北亚热带气候区,受季风气候影响,冬季湿冷,夏季炎热多雨。全年降水量多在800~1200 mm,水量较丰沛。但地区间分布不均,湖北西北部



图1 汉江流域古今行政区划范围

Fig. 1 Map of administrative division at Han River Basin during Qing dynasty

汉江流域地区雨量较少, 易发春旱, 是湖北省内雨量最少的地区。且年内分配不均, 4—9月雨量约为600~1000 mm, 约占全年降水量的75%, 夏涝多发。降水量的年际变化也较大, 是长江各大支流中变化最大的河流之一。

3 资料来源与研究方法

3.1 资料来源

研究所用资料主要是源自清乾隆朝以来的雨雪分寸档案, 其内容有各地的雨雪分寸数、阶段性天气气候概况和相关灾情及农业收成、农事活动等信息^[18,19], 时间上主要自乾隆元年(公元1736年)至宣统三年(公元1911年), 空间上覆盖了清代内地18个行省及盛京将军(今辽宁)辖区的273个府(州、厅)。其中部分地区除府(州、厅)的汇总记录外, 还有分县的记录, 但定量记录多少与记录的详略程度却因地区而异^[18]。前文所提到的汉中地区冬温变化序列^[17]也是据雨雪分寸资料重建而来的, 本文所重建的序列相较而言, 扩大了研究的范围, 气候指标也明显不同, 对资料进行了更为有效、充分的利用。

雨雪分寸数据库中共有河南省、湖北省和陕西省记录18186条。因每条记录所包括的信息量有所不同, 为分析汉江流域内记录的地区和时间特征, 将记录进行筛选、拆分和整理。具体方法是: 先将汉江流域3省7府(州)外记录进行剔除, 之后将记录所含信息依据时间类型(年、季节、月份、日期)、地区类型(河流、省份、府(州)、地点)、记录类型(粗略分寸数、具体分寸数、降水状况描述、农业状况描述)进行拆分。如原数据库中有记录: 河南巡抚尹会一奏到: “六月初一日, 荣泽、荣阳、汜水、获嘉、新乡、武陟、修武、禹州、巩县、裕州、邓州、南阳、镇平、南召、淅川、唐县、光山、固始、商城, 得雨三至六寸……(所省略内容为其他府(州)相邻日期记录)”, 因河南省仅南阳府属汉江流域之主要府(州), 因而首先剔除掉非河南省或南阳府记录, 再拆分, 可得记录7条, 整理年份、季节、月份、日期、省份、府(州)、地点、模糊分寸、记录内容、原始记录编号等字节, 对应内容为: “1737年”、“夏季”、“6月”、“28日”(此处时间已转为阳历)、“河南省”、“南阳府”、“裕州”(仅地点(即府(州)以下行政级别的具体事件发生地)一项有差别, 其余6条分别为: “邓州”、“南阳”、“镇平”、“南召”、“淅川”、“唐县”)、“3~6寸”、“六月初一日, ……裕州、邓州、南阳、镇平、南召、淅川、唐县……, 得雨三至六寸……”、“173741024(此编号为原雨雪分寸数据库中的记录编号, 因记录的整理拆分过程中可能会去掉一些非必要信息, 保留此编号方便在必要时候快速校核)”。此方法既有利于分析汉江流域雨雪分寸记录在时间、地区和记录类型上的特征, 也有利于清晰明了的获取各府(州)逐季逐月的降水及相关信息。据此方法, 共获取汉江流域1735—1911年记录31752条, 年均约179条。

时间分辨率上, 划分了年份(仅可知事件发生的年份, 无季节等信息)、季节(记录了事件发生的季节, 如“上冬今春”、“自春徂夏”等)、月份(记录内容中提到了事件发生的月份, 但未提及具体的日期)及日期(记录内容中提到了具体日期)四个类型。其中, 季节及以上分辨率记录, 占比74.25%, 年均约133条。

地区分辨率上, 可分为四种类型: 河流记录(记录内容中提到了事件所在的流域, 如“襄水”)、省份记录(记录内容中所述主体为全省概况)、府(州)记录(记录中明确指出了事件发生府(州))、地点记录(记录内容涉及到了府(州)以下级别的地点)。其中, 省份记录最多, 年均约100条; 河流、府(州)及地点分辨率记录, 占比44.12%, 年均约79条。

而在记录内容及详略上,可大致划分为粗略分寸数(降雨或降雪的大致分寸数,如之前示例中的“3~6寸”)、具体分寸数(降雨或降雪的具体分寸数)、降水状况描述(大概状况描述,如“秋雨沾足”、“被水”、“雨泽稀少”等)、农业情况描述(作物生长或收成情况描述,如“早稻多早枯者”、“收成稍歉”等)四种类型。其中,降水记录,占比66.22%,年均约119条。

总体上,汉江流域雨雪分寸记录较为丰富,为汉江流域季节尺度的旱涝状况重建提供了重要的基础。此外,笔者查阅汉江流域方志类资料143册,其中有68册涵盖有汉江流域清至民国时期的降水及相关记录,但因不少资料具有地区重叠和来源的相似性,资料的重复度较高。经核查校对并去除重复记录,共获取汉江流域1735—1911年方志类资料2542条,主要来源于:张德二主编的《中国三千年气象记录总集》^[20]、丁一汇等主编的《中国气象灾害大典》^[21],钟永恒主编的《长江流域自然灾害数据库》^[22],以及湖北、河南及陕西等三省及汉江流域所涵盖地区、市、县(区)的新方志等。

3.2 重建方法

研究所用重建方法,是在对汉江流域雨雪分寸资料进行理解和分析的基础上,借鉴郑景云等^[23]建立的江苏清代四季降水等级的5级标准而确立的。等级划分依据三个指标:旱涝事件发生地区的多少、灾情持续时间的长短和旱涝事件影响程度的大小。基本原则是:将旱涝事件定量化,研究对象(汉中府、兴安府、商州、郟阳府、襄阳府、安陆府、南阳府等7府(州))范围内旱涝事件所发生的地区越局部、灾情持续时间越短、影响程度越小,涝灾等级越低、旱灾等级越高(为体现等级值的连续性,涝灾越重,等级值越大;旱灾越重,等级值越小)。反之,研究对象范围内旱涝事件所发生的范围越广、灾情持续时间越长、造成的影响越严重,涝灾等级越高、旱灾等级越低。因就汉江流域丰富资料类型和特征来看,该地区是可以这三个指标在过程中量化判定旱涝事件的严重程度,也因而出现了更多的级别划分现象,但考虑到三指标之间存在一定的关联,结合汉江流域部分年份的研判试验,最终确定了汉江流域7府(州)季节旱涝事件的7级划分标准。需要说明的是,鉴于汉江流域降水受季风影响,季节差异明显,且历史资料中缺少量化的降水记录,因此笔者所着眼的正是基于季节及当时下的影响来确定其旱涝等级,等级的建立更多的是对某季自身降水量多寡及其旱涝状况的评判,衡量标准不以四季而变,衡量结果只因年度而变。具体分级原则(等级值依据降水量越多,等级值越高的原则建立)如下:

第一类为大旱季节,取等级值为1。基本衡量标准为:在某季节内,某府(州)范围内的大部分地区或几乎全府(州)出现了季节性或持续2~3个月的干旱或雨水不足的情况,或出现了河水干涸的现象,或农业收成因此而明显受损。需要强调的是期间干旱事情发生范围广、影响重或持续时间长。常见描述词语有:“望泽甚殷”、“收成无望”、“被旱成灾”、“河水涸”等。举例来看,湖北省1856年夏季,该年该省无雨雪分寸记录,但在方志类资料中,郟阳府、襄阳府及安陆府等在夏季至秋初期间出现了持续3~4个月不等的“不雨”现象,以致出现了“百谷不登,树木多枯死”、“井枯河涸”、“岁大饥”等现象,从持续时间和影响程度及波及范围来看,该年夏季均可称为大旱季节,因此该年湖北省郟阳府、襄阳府及安陆府的旱涝等级值均为1。

第二类为旱季,取等级值为2。基本衡量标准为:在某季节内,某府(州)范围内的部分地区出现了1~2个月的降水稀少情况,或几乎全部地区出现了1个月左右的降水稀少情况,对农事活动或收成有比较明显的直接影响。常见描述语有:“得雨稍迟”、“望雨甚殷”、“久晴”、“过于干燥”等。举例来看,如1770年春季,河南省有记录称:“自正月

(1月27日至2月24日)得雪之后,将届两月天气亢暘”。且南阳府有记录:“二月(2月25日至3月26日)以来,天气晴和,正需雨泽,4月1日南阳府得雨深透,入土4寸”。可见南阳府该年春季在4月1日得雨之前有1~2个月的雨泽不足,但到4月开始“连落时雨”,可见,虽缺雨时间长,但春末雨水充足。据此记录,依据标准,判定该年该季节南阳府旱涝等级值为2。

第三类为偏旱季节,依据同一季节中,降水越少,旱涝等级值越低的标准,取等级值为3。基本衡量标准为:在某季内,研究对象范围内,局部或少数地区出现了较短时间(不足1个月)的降雨稀少情况或无明显影响的旱灾事件。常用描述语有:“雨泽稀少”、“未沾足”、“雨水未匀”。举例来看,如1750年秋季,陕西省商州及所属,“8月上旬至9月15日,一月余甘雨未能普遍,雨水未匀”。此时同时有其他府(州)“甘霖叠沛”、“高下沾足”等记录,以及陕西省秋季“雨水调匀”之记录,可见,商州仅为部分地区雨水不足,范围不大,影响不明显,未有旱情记录。据此记录,依据标准,判定商州本年该季节为偏旱,旱涝等级值为3。

第四类为降水调匀、无旱涝记录的正常季节,等级值取7级的中间值4。基本衡量标准为:在某季内,研究对象(7府(州))有比较完整的逐月降水调匀记录,或季节性降水调匀的概略性描述,无缺雨或多雨记载。降水调匀的用语诸如:“四野均沾”、“雨水调匀”、“连得时雨”、“暘雨应时”等。举例说明一下:1739年春季,据所整理数据库显示,立春之后(考虑到雨雪分寸中以立春、立夏、立秋、立冬作为四季划分依据,且研究中将用到其中季节性的描述,因此本研究也以此为季节划分的依据),汉中府属各地,2—3月间有降雨或降雪记录:2月5、6日,得雪,“南郑、宁羌州、沔县,沾土3寸”,“褒城、城固,1寸”。2月14、15日,得雨,“城固、洋县,沾土5寸”,“南郑,3寸”,“西乡,2.5寸”,“褒城,1寸”。3月3、4日,得雨雪,“南郑、沔县,沾土1~3寸”。3月13、14日,得雨,“褒城,2寸”。3月23日,得雨,“西乡、沔县,2寸”。无缺雨或多雨记录,将分寸数与其他年份记录比较,属偏正常情况。且有陕西省3、4月记录:3月24日,“各属,得雨”。4月3、6、7日,“各属,得雨,沾透”。4月20、21日,“连得甘雨”。据此记录,依据标准,判定该年春季雨水调匀,旱涝等级值为4。

第五类为偏涝季节,依据同一季节中,降水越多,旱涝等级值越高的标准,取等级值为5。基本衡量标准为:在某季节内,某府(州)范围内,少数地区出现了不足1个月的雨水稍多或短时间(2~3天)雨大而造成陡涨或被水的现象。常用的描述词语有:“阴雨稍多”、“雨水过多”、“山水陡发”、“低洼被水”等,强调的是,降水过多事件发生的时间短且影响范围小。举例来说,1740年秋季,据陕西省记录:“入夏三伏(立秋之后)之内,俱得雨泽。汉中、兴安、商州等处,8月下旬,又得应时甘雨,优渥沾足”。另有“8月22日至9月20日,雨水过多。幸9月下旬,晴暖”等记录。可见该年陕西省秋季初期雨水偏多,发生时间在1个月之内,所幸之后天气转晴,于农业无碍。因此判定,该年陕西省汉中府、兴安府和商州秋季的旱涝等级值为5。

第六类为涝季,取等级值为6。基本衡量标准为:在某季节内,某府(州)范围内的部分地区出现了1~2个月的阴雨连绵情况,或出现了连续的偏涝事件,对收成或农业活动有比较明显的直接影响。相较偏涝季节,这一等级强调了降水偏多事件持续时间更长或偏涝事件发生次数多。常用的描述词语有:“堤决”“霖雨连绵”“汉水异涨”等。举例来看,湖北省1748年秋季,安陆府的“潜江、沔阳、天门”等县,发生了两次“溃决”“雨泽过多陡发”事件,进而造成“田亩被淹”“房屋冲塌”等影响。据此记录,依照标准,判定湖北省安陆府该年秋季的旱涝等级值为6。

第七类是大涝季节,取等级值为7。基本衡量标准为:在某季节内,某府(州)范围内大部分地区或几乎全部地区出现了2~3个月阴雨连绵的情况或季节性水灾,严重影响收成。这一等级,强调的是时间持续时间更久、影响更为严重或波及范围更广或多次发生洪涝事件。常见的描述词语有:“水溢入城”“漂没农舍无数”。举例来看,1853年夏季,湖北省多处多次发生洪涝事件,且影响严重,其中郟阳府房县、郟西、竹溪、保康等地在6月、7月两个月内出现了2~3次“大雨如注”以致“江水暴涨”,尤其是7月“大雨16天,漂没田舍甚多”“大水入城,坏田舍、人畜多溺死”。据此记录,依据标准,判定该年湖北省郟阳府夏季旱涝等级值为7。

4 结果分析

4.1 汉江流域四季旱涝等级序列

基于对雨雪分寸档案的解读,依据上述分级原则,笔者重建了汉江流域汉中府、兴安府、商州、南阳府、郟阳府、襄阳府、安陆府等7府(州)1735—1911年逐年四季的旱涝等级序列。其中:春季各府(州)缺值最少为12年,最多为18年;夏季缺值最少为11年,最多为14年;秋季缺值最少为6年,最多为17年;冬季缺值最少为9年,最多为15年。最多缺值年数为18年,占比为10.17%,缺值年份对重建结果的影响较小。

春季(表1)各府(州)无大旱大涝等级年,旱年也很少,最多为7年,占比3.95%,陕西省3府(州)无涝年,其余4府涝年也很少,最多为4年,占比2.26%。相较来看,汉中府、兴安府、商州和南阳府有更多的春季偏旱年,最多为46年,占比25.99%,而湖北省3府有更多的春季偏涝年,最多为25年,占比为14.12%。

夏季(表2)除南阳府外,其余各府(州)均有夏季大旱年,最多为襄阳府的4年,

表1 1735—1911年春季汉江流域7府(州)旱涝等级比例

Tab. 1 Percentage of drought/flood grade for 7 prefectures in Han River Basin in spring from 1735 to 1911 (%)

旱涝等级	汉中府	兴安府	商州	南阳府	郟阳府	襄阳府	安陆府
大旱季	0	0	0	0	0	0	0
旱季	1.13	1.13	0.56	3.95	1.69	1.69	1.13
偏旱季	19.21	20.90	17.51	25.99	3.95	5.08	3.95
正常季	70.06	69.49	74.01	59.32	72.88	67.23	71.75
偏涝季	2.82	1.69	1.13	3.39	10.73	14.12	12.99
涝季	0	0	0	0.56	0.56	2.26	0.56
大涝季	0	0	0	0	0	0	0

表2 1735—1911年夏季汉江流域7府(州)旱涝等级比例

Tab. 2 Percentage of drought/flood grade for 7 prefectures in Han River Basin in summer from 1735 to 1911 (%)

旱涝等级	汉中府	兴安府	商州	南阳府	郟阳府	襄阳府	安陆府
大旱季	0.56	0.56	1.13	0	1.69	2.26	1.69
旱季	2.26	3.39	2.26	4.52	4.52	4.52	5.08
偏旱季	14.12	15.25	13.56	12.43	8.47	11.30	6.78
正常季	57.63	57.63	62.71	43.50	45.20	37.29	24.86
偏涝季	12.43	9.60	9.60	20.90	25.42	27.68	31.07
涝季	3.39	4.52	3.95	10.73	6.21	9.60	18.08
大涝季	1.69	1.69	0	1.69	0.56	0.56	5.65

除商州外, 其余各府均有夏季大涝年, 最多为安陆府的10年。夏季旱年各府(州)无明显差异, 陕西省3府(州)旱年较少。夏季涝年以安陆府最多, 为32年, 其次为南阳府的19年。类似春季, 汉中府、兴安府、商州和南阳府相较湖北省3府有更多的偏旱年, 但差值明显小于春季。但湖北省3府和南阳府有更多的夏季偏涝年, 比例明显高于陕西省3府(州), 最少为兴安府和商州的17年, 最多为安陆府的55年, 是最少值的3.24倍。

秋季(表3)各府(州)旱涝等级分布与夏季类似, 其中有少数大旱年, 除商州外, 其余各府均有秋季大涝年, 最多为兴安府的5年, 占比2.82%。旱年和涝年比例均不高, 且差值不大。湖北省3府较陕西省3府(州)有明显更多的偏旱年, 最少为汉中府的11年, 最多为襄阳府的31年, 是最少者的2.82倍, 而偏涝年各府(州)差别不大。

表3 1735—1911年秋季汉江流域7府(州)旱涝等级比例

Tab. 3 Percentage of drought/flood grade for 7 prefectures in Han River Basin in autumn from 1735 to 1911 (%)

旱涝等级	汉中府	兴安府	商州	南阳府	鄜阳府	襄阳府	安陆府
大旱季	0	0.56	0	0.56	0.56	0.56	0
旱季	1.13	0	1.13	1.69	1.13	3.39	2.26
偏旱季	6.21	7.34	9.04	10.17	13.56	17.51	16.95
正常季	62.71	64.97	66.10	59.89	57.63	48.59	42.37
偏涝季	17.51	17.51	16.95	14.69	12.43	14.69	17.51
涝季	5.65	3.39	2.26	3.95	3.39	4.52	9.60
大涝季	1.69	2.82	0	2.26	1.69	1.69	2.26

冬季(表4)仅兴安府有1年大旱年, 无大涝年。仅襄阳府有1年涝年, 各府(州)旱年也并不多, 最多为南阳府的8年。类似于春季, 陕西省3府(州)和南阳府明显比湖北省3府有更多的偏旱年, 差异明显, 冬季偏涝年也很少。

表4 1735—1911年冬季汉江流域7府(州)旱涝等级比例

Tab. 4 Percentage of drought/flood grade for 7 prefectures in Han River Basin in winter from 1735 to 1911 (%)

旱涝等级	汉中府	兴安府	商州	南阳府	鄜阳府	襄阳府	安陆府
大旱季	0	0.56	0	0	0	0	0
旱季	1.69	1.13	1.13	4.52	1.13	2.26	2.26
偏旱季	23.73	23.73	24.86	22.60	14.12	15.82	14.12
正常季	66.10	66.67	65.54	65.54	74.58	69.49	72.32
偏涝季	0.56	0	0.56	2.26	1.69	3.39	2.82
涝季	0	0	0	0	0	1.13	0
大涝季	0	0	0	0	0	0	0

4.2 汉江流域四季旱涝等级序列的年代际特征

为进一步分析汉江流域各季节旱涝变化特征, 利用重建结果, 笔者计算了1730s—1900s各府(州)各季节的旱涝等级距平百分率, 见图2所示。

春季除南阳府和鄜阳府波动较大外, 其余府(州)波动较小(见表5)。

(1) 南阳府振幅最大, 年代最大值为1750s的4.25, 最小值为1870s的3.33, 距平百分率差值达24.83%, 其中1730s—1750s、1790s、1830s、1860s比较明显的偏涝状况(年代距平率大于5.00%), 1770s、1810s、1850s、1870s、1890s—1900s比较明显的偏旱状况(年代距平率小于-5.00%)。

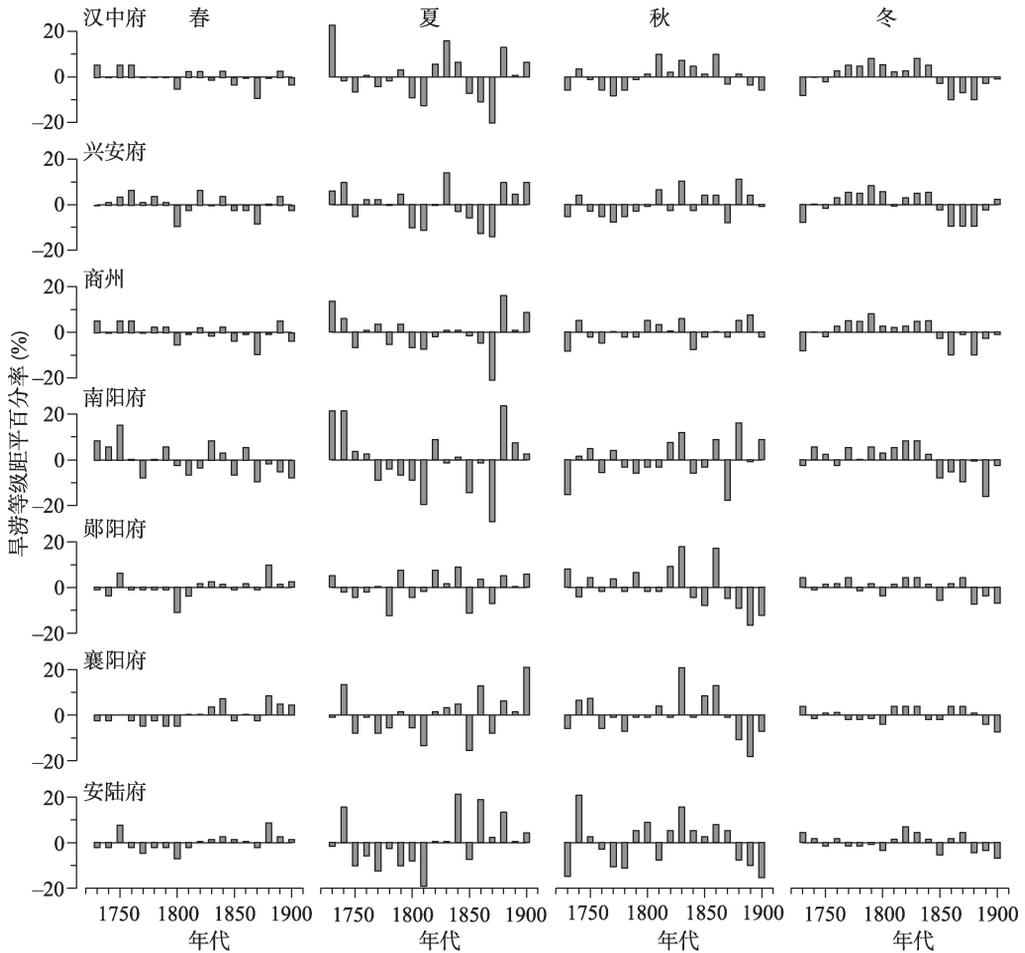


图2 1730s—1900s 四季汉江流域7府(州)旱涝等级距平百分率

Fig. 2 Percentage of seasonal drought/flood grade anomaly for 7 prefectures in Han River Basin from 1730s to 1900s

表5 1730s—1900s 春季汉江流域7府(州)明显偏旱和明显偏涝年代

Tab. 5 Decades with obvious drought or flood variation for 7 prefectures in Han River Basin in spring from 1730s to 1900s

府(州)	明显偏涝年代	明显偏旱年代
汉中府	1730s、1750s、1760s	1800s、1870s
兴安府	1760s、1820s	1800s、1870s
商州		1800s、1870s
南阳府	1730s—1750s、1790s、1830s、1860s	1770s、1810s、1850s、1870s、1890s、1900s
鄧阳府	1750s、1880s	1800s
襄阳府	1840s、1880s	
安陆府	1750s、1880s	1800s

(2) 振幅最小为襄阳府, 年代距平百分率为13.28%, 仅1840s和1880s出现了比较明显的偏涝情况, 波动型与南阳府差别很大。

(3) 就整个流域来看, 1750s、1840s偏涝; 1770s、1800s、1850s、1870s偏旱。夏季波动明显(见表6)。

表6 1730s—1900s夏季汉江流域7府(州)明显偏旱和明显偏涝年代

Tab. 6 Decades with obvious drought or flood variation for 7 prefectures in Han River Basin in summer from 1730s to 1900s

府(州)	明显偏涝年代	明显偏旱年代
汉中府	1730s、1820s—1840s、1880s、1900s	1750s、1800s、1810s、1850s—1870s
兴安府	1730s、1740s、1830s、1880s、1900s	1750s、1800s、1810s、1850s—1870s
商州	1730s、1740s、1880s、1900s	1750s、1780s、1800s、1810s、1870s
南阳府	1730s、1740s、1820s、1880s、1890s	1770s、1790s—1810s、1800s、1810s、1850s、1870s
鄜阳府	1730s、1790s、1820s、1840s、1880s、1900s	1770s、1780s、1850s、1870s
襄阳府	1740s、1860s、1880s、1900s	1750s、1780s、1800s、1810s、1850s、1870s
安陆府	1740s、1840s、1860s、1880s	1750s—1770s、1790s—1810s、1850s

(1) 南阳府振幅最大, 年代最大值为1880s的5.00, 年代最小值为1870s的3.12, 距平百分率差值达50.75%, 其中1730s、1740s、1820s、1880s、1890s有比较明显的偏涝情况, 1770s、1790s—1810s、1850s、1870s有比较明显的偏旱状况。

(2) 振幅最小为鄜阳府, 年代距平百分率差值为21.23%, 其中1730s、1790s、1820s、1840s、1880s、1900s有比较明显的偏涝情况, 1780s、1850s、1870s有比较明显的偏旱状况, 波动型与南阳府比较相似。

(3) 就整个汉江流域来看, 1730s、1740s、1820s—1840s、1880s—1900s偏涝, 1750s、1780s、1800s、1810s、1850s、1870s偏旱。

秋季各府差异明显, 其中南阳府、湖北省3府波动明显, 陕西省3府(州)波动不大(见表7)。

表7 1730s—1900s秋季汉江流域7府(州)明显偏旱和明显偏涝年代

Tab. 7 Decades with obvious drought or flood variation for 7 prefectures in Han River Basin in autumn from 1730s to 1900s

府(州)	明显偏涝年代	明显偏旱年代
汉中府	1810s、1830s、1860s	1730s、1760s—1780s、1900s
兴安府	1810s、1830s、1880s	1730s、1760s—1780s、1870s
商州	1740s、1800s、1830s、1880s、1890s	1730s、1840s
南阳府	1820s、1830s、1860s、1880s、1900s	1730s、1760s、1790s、1840s、1870s
鄜阳府	1730s、1790s、1820s、1830s、1860s	1850s、1880s—1900s
襄阳府	1740s、1750s、1830s、1850s、1860s	1730s、1760s、1780s、1880s—1900s
安陆府	1740s、1790s、1800s、1820s—1840s、1860s、1870s	1730s、1770s、1780s、1810s、1880s—1900s

(1) 襄阳府振幅最大, 年代最大值为1830s的4.88, 最小值为1890s的3.30, 旱涝等级距平率差值达39.03%, 其中1740s、1750s、1830s、1850s、1860s有比较明显的偏涝情况, 1730s、1760s、1780s、1880s—1900s有比较明显的偏旱状况。

(2) 振幅最小为商州, 年代距平百分率差值为15.90%, 其中1740s、1800s、1830s、1880s、1890s有比较明显的偏涝情况, 1730s和1840s有比较明显的偏旱状况, 波动型与襄阳府也差别很大。

(3) 就整个汉江流域来看, 1740s、1820s、1830s、1860s偏涝, 1730s、1760s、1780s、1870s、1900s偏旱。

冬季, 除南阳府波动较大外, 陕西省3府(州)波动稍大, 湖北省3府波动稍小(见表8)。

(1) 与春季类似的, 南阳府振幅最大, 年代最大值为1820s和1830s的4.00, 最小值

表8 1730s—1900s冬季汉江流域7府(州)明显偏旱和明显偏涝年代

Tab. 8 Decades with obvious drought or flood variation for 7 prefectures in Han River Basin in winter from 1730s to 1900s

府(州)	明显偏涝年代	明显偏旱年代
汉中府	1770s、1790s、1800s、1830s、1840s	1730s、1860s—1880s
兴安府	1770s—1800s、1830s、1840s	1730s、1860s—1880s
商州	1770s、1790s、1840s	1730s、1860s、1880s
南阳府	1740s、1770s、1790s、1810s—1830s	1850s—1870s、1890s
鄢阳府	—	1850s、1880s、1900s
襄阳府	—	1900s
安陆府	1820s	1850s、1900s

为1890s的3.10,旱涝等级距平率差值达24.39%,其中1740s、1770s、1790s、1810s—1830s有比较明显的偏涝状况,1850s—1870s、1890s有比较明显的偏旱状况。

(2) 振幅最小为襄阳府,距平百分率差值为11.12%,仅1900s有比较明显的偏旱状况,波动型与南阳府差别较大。

(3) 就整个汉江流域来看,1760s、1770s、1790s、1810s—1840s偏涝,1850s、1880s—1900s偏旱。

综合四个季节的情况来看,汉中府1830s、1840s偏涝,1870s偏旱;兴安府1830s偏涝,1870s偏旱;商州1870s偏旱;南阳府1740s、1820s、1830s偏涝,1850s、1870s偏旱;鄢阳府1730s、1790s、1820s偏涝,1850s偏旱;襄阳府1860s偏涝,1780s偏旱;安陆府1740s、1810s、1820s、1840s、1860s偏涝,1770s偏旱。7府(州)综合来看,汉江流域,1820s—1840s偏涝,1850s、1870s偏旱。

4.3 汉江流域旱涝变化的连季特征

鉴于旱涝等级值3和5更多反映的是小范围或影响程度不大的旱涝事件,而等级值1和2、6和7等旱涝事件的连季性对农事活动和收成的影响较大,灾异明显。因此,仅分析旱和大旱、涝和大涝等影响较大的旱涝事件在季节上的连续性特征。

经计算:

(1) 共计7年有府(州)出现季节上影响较大的连旱,其中:18世纪有1年,19世纪有6年。各季节上均有分布,其中:春夏连旱有2年,发生在1807年的湖北省3府及1813年的南阳府。夏秋连旱2年,发生在1856年的鄢阳府、南阳府和襄阳府及1877年的陕西省3府(州)和南阳府。秋冬连旱2年,1756年的安陆府及1877年的汉中府、兴安府和南阳府,1877年3府再次出现冬春连旱。各府(州)均有连旱年,以南阳府居多,共有5年。

(2) 共计15年有府(州)出现季节上影响较大的连涝,其中:18世纪有7年,19世纪有7年,20世纪有1年。季节上包括有春夏连涝和夏秋连涝,其中:春夏连涝1年,夏秋连涝15年。除商州外,其他府(州)均有连涝年,其中安陆府最多,共有8年。

(3) 综合来看,影响较大的连旱季多发生在19世纪,以南阳府居多。而影响较大的连涝季多发生在夏秋两季,以安陆府最多。

4.4 汉江流域季节旱涝序列与其他序列的比较

为分析重建序列的可靠性,笔者将所重建的季节旱涝等级序列与前人所重建的年旱涝等级序列^[24,25]做相关分析(见表9,相关系数是用Excel软件中的CORREL函数计算而得,显著程度查相关系数显著性检验表得到)。据结果来看,汉中府、兴安府、鄢阳府、南阳府、襄阳府夏季和秋季的旱涝等级序列均与府域内的汉中、安康、鄢县、南阳、襄

表9 1735—1911年汉江流域季节旱涝序列与年旱涝等级序列的相关系数

Tab. 9 Correlation between series of seasonal drought/flood grades and yearly drought/flood grades in Han River Basin during 1735-1911

季节	春 ³⁾	夏 ³⁾	秋 ³⁾	冬 ³⁾
汉中 ¹⁾	0.22* (165)	0.48** (163)	0.47** (168)	-0.06 (163)
安康 ¹⁾	0.23* (165)	0.36** (164)	0.43** (171)	0.01 (163)
郧县 ²⁾	-0.00 (159)	-0.54** (163)	-0.34** (160)	-0.09 (162)
南阳 ¹⁾	0.23* (165)	0.45** (166)	0.34** (165)	0.19 (168)
襄阳 ¹⁾	0.11 (160)	0.52** (165)	0.36** (161)	0.11 (163)

注: 1) 数据来源于张丕远等重建的2000年旱涝等级序列; 2) 数据来源于《中国近五百年旱涝分布图集》; 3) 数据为本文所重建的府(州)季节旱涝等级序列; *, **分别表示通过0.005、0.001检验水平; 括号内数字为自由度。

阳等站的年旱涝等级序列有较高的相关性, 且相关系数均通过了0.001的检验水平。汉中府、兴安府和南阳府的春季旱涝等级序列与汉中、安康、郧县的年旱涝等级序列也有较高的相关性, 相关系数通过了0.005的检验水平, 而郧阳府和襄阳府的春季及各府(州)的冬季与年旱涝等级序列均无显著相关性。其与春季、冬季降水量偏少, 旱涝灾害偏少可能有关, 也与冬季序列为跨年序列有一定关系。概况来看, 汉江流域所重建的季节旱涝序列与前人重建的年序列在关键季节上有较好的相关性, 能体现出旱涝变化的波动性规律, 结果有一定的可信度。

5 结论与讨论

5.1 结论

笔者基于对汉江流域雨雪分寸中降水、旱涝、收成等记录及方志中灾异资料的收集整理和分析理解, 建立了利用降水、旱涝及农业收成等事件重建四季旱涝等级的方法, 重建了1735—1911年汉江流域的汉中府等7府(州)的四季旱涝等级序列, 简要分析了汉江流域的旱涝变化特征。主要结论如下:

(1) 陕西省3府(州)和南阳府有更多的春夏偏早年, 而湖北省3府有更多的春夏偏涝年。且湖北省3府较陕西省3府(州)有明显更多的秋季偏早年, 而陕西省3府(州)和南阳府比湖北省3府有明显更多的冬季偏早年。

(2) 据旱涝等级年代距平率来看, 汉江流域夏秋季波动明显, 春冬季波动较小。

(3) 综合四个季节的情况来看, 汉江流域在四个季节上均存在1820s—1840s偏涝和1850s、1870s偏早的情况。

(4) 汉江流域影响较大的连旱季多发生在19世纪, 以南阳府居多; 而影响较大的连涝季多发生在夏秋两季, 以安陆府最多。

5.2 讨论

汉江流域虽有丰富的雨雪分寸资料, 但因跨越3省, 地区差异明显, 且其记录在详略程度和数量上均有所差异, 不利于高分辨率气候要素的重建。鉴于此, 笔者在对记录深入理解和解读的基础上, 基于旱涝事件发生地区的多少、灾情持续时间的长短和影响程度的大小这三个指标建立了适用于各季节的旱涝等级确定标准, 且为了增加对小规模旱涝事件的识别, 增加了偏旱和偏涝等级, 最终复原了汉江流域汉中府等7府(州)1735—1911年四季7级旱涝等级序列。但因重建方法着重于对资料的理解和认知, 且史

料难免存在缺失,重建结果具有不确定性,重建方法也有待进一步验证。而通用性的7级旱涝等级确定方法,实现了季节上72.16%的非调匀状况的识别,且重建结果与前人结果有较好的相关性,对汉江流域高分辨率旱涝变化规律的研究具有一定的价值,也为南水北调中线工程背景下的汉江流域未来的降水变化及稳定性研究提供了相关数据支持。

参考文献(References)

- [1] IPCC. Global warming of 1.5°C, an IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways. <https://www.ipcc.ch/2018/10/08/summary-for-policymakers-of-ipcc-special-report-on-global-warming-of-15c-approved-by-governments/>, 2018-12-16.
- [2] 竺可桢. 中国的亚热带. 科学通报, 1958, 9(17): 524-527. [Zhu Kezhen. Subtropics of China. Chinese Science Bulletin, 1958, 9(17): 524-527.]
- [3] 缪启龙, 丁园圆, 王勇. 气候变暖对中国亚热带北界位置的影响. 地理研究, 2009, 28(3): 634-642. [Miao Qilong, Ding Yuanyuan, Wang Yong. Impact of climate warming on the northern boundary of subtropical zone of China. Geographical Research, 2009, 28(3): 634-642.]
- [4] 丁一汇. 中国气候. 北京: 科学出版社, 2013. [Ding Yihui. Climatology in China. Beijing: Science Press, 2013.]
- [5] 李双双, 芦佳玉, 延军平, 等. 1970-2015年秦岭南北气温时空变化及其气候分界意义. 地理学报, 2018, 73(1): 13-24. [Li Shuangshuang, Lu Jiayu, Yan Junping, et al. Spatiotemporal variability of temperature in northern and southern Qinling Mountains and its influence on climatic boundary. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(1): 13-24.]
- [6] 殷淑燕, 黄春长. 汉江上游近50a来降水变化与暴雨洪水发生规律. 水土保持通报, 2012, 32(1): 19-25. [Yin Shuyan, Huang Chunchang. Precipitation change and occurrence of rainstorms and floods in upper reaches of hanjiang river during last 50 years. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2012, 32(1): 19-25.]
- [7] 殷淑燕, 王海燕, 王德丽, 等. 陕南汉江上游历史洪水灾害与气候变化. 干旱区研究, 2010, 27(4): 522-528. [Yin Shuyan, Wang Haiyan, Wang Deli, et al. Study on historical flood disasters and climate change in the upper reaches of the Hanjiang basin. Arid Zone Research, 2010, 27(4): 522-528.]
- [8] Huang Chunchang, Pang Jiangli, Zha Xiaochun, et al. Extraordinary hydro-climatic events during the period AD 200-300 recorded by slackwater deposits in the upper Hanjiang River valley, China. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2013, 374: 274-283.
- [9] 任利利, 殷淑燕, 彭维英. 历史时期汉江上游旱灾统计及成因分析. 水土保持通报, 2013, 27(1): 129-133. [Ren Lili, Yin Shuyan, Peng Weiyang. Statistics and causes of historical drought disasters in upper reaches of Hanjiang River. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2013, 27(1): 129-133.]
- [10] 周亮, 黄春长, 周亚利, 等. 汉江上游郧西郧县段古洪水事件光释光测年及其对气候变化的响应. 地理研究, 2014, 33(6): 1178-1192. [Zhou Liang, Huang Chunchang, Zhou Yali, et al. Palaeoflood OSL chronology and its response to climate change in the Yunxi-Yunxian reach in the upper Hanjiang River valley. Geographical Research, 2014, 33(6): 1178-1192.]
- [11] 谭亮成, 蔡演军, 安芷生, 等. 石笋氧同位素和微量元素记录的陕南地区4200-2000a B. P. 高分辨率季风降雨变化. 第四纪研究, 2014, 34(6): 1238-1245. [Tan Liangcheng, Cai Yanjun, An Zhisheng, et al. High-resolution monsoon precipitation variations in southern Shaanxi, central China during 4200-2000a B. P. as revealed by speleothem δO and Sr/Ca records. Quaternary Sciences, 2014, 34(6): 1238 - 1245.]
- [12] 马德栗, 刘敏, 鞠英芹. 长江流域及三峡库区近542年旱涝演变特征. 气象科技, 2016, 44(4): 622-630. [Ma Deli, Liu Min, Ju Yingqin. Evolution characteristics of droughts and floods in Yangtze River and Three Gorges reservoir area in recent 542 years. Meteorological Science and Technology, 2016, 44(4): 622-630.]
- [13] 余江游, 夏军, 余敦先, 等. 南水北调中线工程水源区与海河受水区干旱遭遇研究. 南水北调与水利科技, 2018, 16(1): 63-68, 194. [Yu Jiangyou, Xia Jun, She Dunxian, et al. The analysis of encounter probability of drought between the water source area and the Hai River water receiving area in the middle route of the South-to-North Water Transfer Project in China. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2018, 16(1): 63-68, 194.]
- [14] Ge Quansheng, Hao Zhixin, Tian Yanyu, et al. The rainy season in the Northwestern part of the East Asian Summer Monsoon in the 18th and 19th centuries. Quaternary International, 2010, doi: 10. 1016/j. quaint. 2010. 02. 025.
- [15] 潘威, 郑景云, 萧凌波, 等. 1766年以来黄河中游与永定河汛期径流量的变化. 地理学报, 2013, 68(7): 975-982. [Pan Wei, Zheng Jingyun, Xiao Lingbo, et al. The relationship of nature runoff changes in flood-season of middle Yellow Riv-

- er and Yongding River, 1766-2004. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(7): 975-982.]
- [16] 兰宇, 郝志新, 郑景云. 1724年以来北京地区雨季逐月降水序列的重建与分析. *中国历史地理论丛*, 2015, 30(2): 41-46+55. [Lan Yu, Hao Zhixin, Zheng Jingyun. Variations of monthly precipitation in rainy season of Beijing since AD1724 derived from the 'clear and rain records'. *Journal of Chinese Historical Geography*, 2015, 30(2): 41-46+55.]
- [17] 郑景云, 葛全胜, 郝志新, 等. 1736-1999年西安与汉中地区年冬季平均气温序列重建. *地理研究*, 2003, 22(3): 343-348. [Zheng Jingyun, Ge Quansheng, Hao Zhixin, et al. Reconstruction of winter mean temperature series from 1736 to 1999 in Xi'an and Hanzhong. *Geographical Research*, 2003, 22(3): 343-348.]
- [18] 郑景云, 郝志新, 狄小春. 历史环境变化数据库的建设及应用. *地理研究*, 2002, 21(2): 146-154. [Zheng Jingyun, Hao Zhixin, Di Xiaochun. A study on the establishment and application of environmental change database during historical times. *Geographical Research*, 2002, 21(2): 146-154.]
- [19] 穆崧臣. 清代雨雪折奏制度考略. *社会科学战线*, 2011, (11): 103-110. [Mu Yinchen. Analysis of memorial to the emperor on sleet and snow during Qing dynasty. *Social Science Front*, 2011, (11): 103-110.]
- [20] 张德二. 中国三千年气象记录总集(增订本). 南京: 江苏教育出版社, 2013. [Zhang De'er. *Collection of the Climate Records in China during the Three Thousand Years: Revised Edition*. Nanjing: Phoenix Education Publishing, 2013.]
- [21] 丁一汇. 中国气象灾害大典. 北京: 气象出版社, 2008. [Ding Yihui. *China Meteorological Disaster Canon*. Beijing: China Meteorological Press, 2008.]
- [22] 钟永恒. 长江流域自然灾害数据库. 武汉: 湖北人民出版社, 2002. [Zhong Yongheng. *Database of Natural Disaster in Yangtze River Basin*. Wuhan: Hubei People's Press, 2002.]
- [23] 郑景云, 赵会霞. 清代中后期江苏四季降水变化与极端降水异常事件. *地理研究*, 2005, 24(5): 673-680. [Zheng Jingyun, Zhao Huixia. Variation of seasonal precipitation and extreme events in Jiangsu Province during 1736-1908. *Geographical Research*, 2005, 24(5): 673-680.]
- [24] 中央气象局气象科学研究院主编. 中国近五百年旱涝分布图集. 北京: 地图出版社, 1981. [Central Meteorological Bureau of China. *Atlas of the Drought/flood Category for the Last 500 Years in China*. Beijing: Sinomaps Press, 1981.]
- [25] 张丕远, 葛全胜, 张时焯, 等. 2000年来我国旱涝气候演化的阶段性和突变. *第四纪研究*, 1997, 17(1): 12-20. [Zhang Peiyuan, Ge Quansheng, Zhang Shihuang, et al. The modes and abrupt changes of climate in china during recent 2000 years. *Quaternary Sciences*, 1997, 17(1): 12-20.]

Reconstruction and characteristics analysis of series of seasonal drought/flood grades over Hanjiang River Basin during 1735-1911

DING Lingling¹, ZHENG Jingyun^{1,2}

(1. Key Laboratory of Land Surface Pattern and Simulation, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Variation features for seasonal drought/flood over the Hanjiang River Basin have important climatic meaning because of its special geographical location. The study basin is located in the south-north transitional zone of geography and climate in China, as well as the starting point of the Middle Route of South-to-North Water Transfer Project in operation. In this paper, data sources were historical documents including records from a unique historical archive named Yu-Xue-Fen-Cun and collections from local gazettes and other historical information. A total of 31752 records according to different time resolutions, districts, record classes from 1736 to 1911 were collected from Yu-Xue-Fen-Cun archive with about 179 records yearly, and 2542 records from 1735 to 1911 were collected from other historical documents with about 14 records yearly. Based on the features of historical documents over the Hanjiang River Basin, methods with 3 standards of spatial distributions, severity and duration were put forward as the way for reconstructing seasonal drought/flood grades over the Hanjiang River Basin. And then drought/flood grades for 7 prefectures in the basin in spring, summer, autumn and winter were reconstructed for characteristic analysis in the study area during 1735-1911AD. The results showed that: 1) Compared with other prefectures in the Hanjiang River Basin, there were more drought events in Shaanxi province and Nanyang prefecture in spring, summer and winter, while there were more drought events in autumn and more flood events in spring and summer in Hubei province. 2) More obvious fluctuations existed in the drought/flood grades in summer and autumn, while less existed in spring and winter. 3) For the whole basin, more flood events occurred during the 1820s-1840s, and more drought events happened in the 1850s and 1870s. 4) More successive drought seasons with greater severity were observed in the study basin in the 19th century; and most successive flood events with serious severity occurred in summer and autumn. This study has certain value for quantitative climate research in the Hanjiang River Basin, and also can provide data support for future precipitation variation research in the study area.

Keywords: Hanjiang River Basin; drought/flood variation; seasonal; historical document records