

中国历史气候记录揭示的千年干湿变化和重大干旱事件

张德二

(中国气象局国家气候中心,首席专家、研究员 北京 100081)

〔摘要〕 对中国历史气候记录的研究表明:准周期性是过去 1 000 年间中国东部各区域的干湿气候变化的基本特征;各区域间主要周期变化的位相差异,表现为降水的空间分布格局(如南涝北旱、北涝南旱等分布型)随时间的变化;1 000 年来干湿气候发生过多次十年和百年尺度的突变,降水的突变对农业生产会有明显影响。过去 1 000 年间多次出现过大规模的持续时间 3 年以上的严重干旱事件,其严重程度多为最近 50 年所未见,因此,在过去 1 000 年的气候变化历程中,最近的 50 年尚属于气候条件较好的时段,但对未来出现气候突变和重大气候灾异的可能性应予以警惕。

〔关键词〕 气候变化 历史干旱 准周期性 气候突变 〔中图分类号〕 P4

〔文献标识码〕 A

〔文章编号〕 1000-7857(2004)08-0047-03

VARIATION OF DRY -WET CLIMATE AND SEVERE DROUGHT EVENTS AS REVEALED IN THE CLIMATE RECORDS OF CHINA OVER THE PAST 1 000 YEARS

ZHANG De-er

(National Climate Center, CMA, Beijing 100081, China)

Abstract: Based on the historical climate records of China, the study reveals that quasi periodicity is the basic feature of regional dry-wet climate happening in the eastern part over the past 1000 years; difference in the phase of major periods on dry-wet between the north and south of eastern China is displayed in the time-dependent pattern of rainfall, i.e., a drought in the north and a flood in the south and v.v.; multiple abrupt appearances of dry and wet climate on decadal and century scales occurred in the last 1000 years, exerting great impacts on agriculture; discovered large-scale severe droughts each lasted > 3 years, analysis shows that many of the drought events were more severe than what has been recorded in the recent 50 years, a time interval that is more acceptable compared to other periods in the past 1000 years. Obviously, we should be alert to future climate abrupt change and major disastrous situation.

Key Words: climate change, historical drought, quasi periodicity, abrupt change of climate

CLC Number: P4

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2004)08-0047-03

气候变化问题的复杂性在于它包含着自然变化和人为影响这两部分^[1],二者的区分和定量评估仍是当今未解的难题。古气候记录主要反映气候的自然变化^[2],可以提供在没有人活动影响下的气候实况,揭示过去数百年、数千年甚至万年以上时段的自然气候变化的规律和特征。尽管当前十分强调人类活动对气候的可能影响,但是也应看到,即使在人类活动影响并不显著的历史时期,重大的气候灾异仍多有发生,其严重程度甚至超过现代的记录。因此,在预估未来的气候情景,如未来的干旱和水资源匮乏问题时,应当充分考虑古气候记录的研究结果。

中国丰富的历史文献记载是一项重要的古气候资料来源^[3],最近 30 年来有关学者对其中有关水旱的记录进行了系统的研究,本文仅探讨对最近 1 000 年干湿变化的一些认识^{[4-6][9-12]}。

文献记载重建了中国东部 6 个区域的千年干湿等级序列(960-2000 AD)^[4]。干湿等级值反映各区域当年雨量偏多、偏少的程度,采用 5 个级别即+2、+1、0、-1、-2 表示。其区域划分的依据是历史旱涝资料的聚类分析,这 6 个区域分别是:Ⅰ-河北平原区、Ⅱ-山西区、Ⅲ-黄河下游区、Ⅳ-河南区、Ⅴ-江淮区、Ⅵ-长江下游区。此项资料的可靠性已有统计检验和资料对比予以说明^[5]。

1.1 区域干湿变化的准周期性

东部地区的 6 个区域序列的功率谱分析表明^[6],这些区域的干湿气候变化均一致地呈现 3 年左右的准周期性;而 5 年、11 年、20 年、26 年、34 年左右以及 80 年左右的世纪周期等,则分别为某些区域所共有。这些准周期性已被许多学者在分析近 40 年的、近 100 年的、近 500 年的干湿气候变化时一再地指出,且其产生机制有过许多讨论。这样的准周期性可视为最近 1 000 年干湿气候变化的基本特征。

1.2 区域干湿变化的位相差值和降水分布型

在区域共有的干湿变化主周期上,各区域的变化呈现

1 最近 1 000 年东部地区的干湿演变

中国地处东亚季风区,降水的区域差异明显。根据历史

相对超前、落后的位相差,这种位相差表现为降水的空间分布格局随时间的变化^[4]。如交叉谱分析表明,北方4个区域在它们共有的3年的准周期变化中,黄河下游区和河南区的干湿变化要落后于河北平原区1年左右,这意味着黄河下游地区的多雨(少雨)往往是继前一年河北平原多雨(少雨)之后出现。这些现代气候分析中熟知的事实,在1000年的资料分析中的再现,表明这些特点仍是过去1000年间降水空间分布格局变化的基本特征。东部地区降水分布格局,如北方多雨/南方干旱、南方多雨/北方干旱、大范围多雨、大范围干旱等分布型,也呈现准周期的或阶段性的交替变化。换言之,某一特定的分布格局,比如北方干旱/南方多雨型,并不会长久地维持不变。这些皆是要进一步深入研讨的问题。

2 干湿气候的突变

2.1 突变检测

气候突变曾被定义为:在一个气候长序列中,两个前后相继的子序列的统计性质有显著差异。笔者等曾采用移动T检验法,用子序列的均值作为检测突变的基本量来检测前述6区域干湿序列的突变信号^[5]。结果表明,百年尺度的突变信号在除长江下游区以外的各区皆有出现,而十年尺度的突变信号在6个区皆有出现,但以长江下游区出现最少,以位置最为偏北的华北平原区出现最多。这表明华北区是干湿气候变化的敏感地带,而较湿润的长江下游地区则少突变。一种可能的解释是:中国东部的降水受东亚季风影响,河北区位于夏季风影响区的北部,因而对季风势力的消涨变化敏感,季风系统的突变容易在该区的降水量变化上得到反映。

若将那些同时在2个及2个以上区域检出的突变信号作为1次突变事件,则发现在千年序列的最后的40年(1951~1992)内没有出现十年尺度的干湿气候突变,在20世纪内也没有出现百年尺度的突变。这意味着,在过去1000年的气候变化历程中,最近的数十年处于一种相对稳定的气候状况。

2.2 突变量的估算

可依据各区域序列百年、十年尺度的干湿气候突变发生前后的平均干湿等级值之差,来估算降水的突变量^[1]。

统计各区域出现世纪尺度的突变时,其前后75年时段的平均干湿等级值,二者之差平均约为0.6个级差,这差值折算成年降水量的方差 σ ,大约为 0.4σ ,由现代降水资料推算,大致相当于在亚干旱气候区出现了前、后75年的平均年降水量相差50mm左右的改变和亚湿润气候区出现了80mm左右的改变。

同样,统计各区域出现的十年尺度的干湿气候突变时,其前后时段(15年)的干湿等级平均值之差大约为1.2个级差,这差值折算成年降水量的方差 σ ,大约为 0.8σ 。据此推算各区主要站点的多年平均降水量的突变量为:北京172mm、太原95mm、济南168mm、郑州128mm、蚌埠175mm、杭州209mm。这相当于在亚干旱气候区、亚湿润气候区和湿润气候区,出现了前后15年之间的平均降水量相差100mm、170mm和200mm左右的改变。

降水突变量值对农业生产的影响应予以足够的重视。有关气候资源潜力的研究提出过水分潜力的概念,指的是在

作物生长的其它条件都能充分满足的情况下,农田接受降水量供给作物所能生产谷物数量的上限(用kg/亩表示)。据估算,年降水量100mm的变化相当于50kg/亩的水分潜力的改变^[7],倘若按受影响的农田面积若干亿亩来计算,则农田产量所受影响将会十分可观。

值得注意的是,这样的10~20年尺度的干湿气候跃变在最近的40年内(1951~1992)没有出现,世纪尺度的跃变在20世纪内也没有出现过。然而,这些在近1000年间曾经多次出现过的突变,未来却未必不会出现。而一旦出现了这样量级的降水量突变,它对农业生产和国民经济诸方面带来的影响将会十分巨大。

干湿气候突变似与大范围的冷暖变化背景有关^[5]。前述研究检出的干湿突变信号明显地集中在17世纪前后,而这时段正好是中国近1000年间气候最为寒冷的时段,即所谓小冰期的盛期,也对应于北半球寒冷的气候背景^[8];在近千年间最为温暖的13世纪,也有多个区域检出了突变信号(1217年、1266年、1272年等);另外,在19世纪末迅速增暖时段,在多个区域也有突变信号检出。值得注意的是,在近500年气候相对温和的18世纪,各区域却没有干湿突变的信号被检出^[5,6]。

3 历史重大干旱事件

中国地处东亚季风区,降水量变率大,干旱和雨涝灾害频繁。笔者利用历史文献记录进行过重大干旱事件的个例研究^[9,10,11]。所选的重大干旱事件,是指持续时间在3年以上、干旱区域覆盖4个省份以上的干旱事件。其中有代表性的10例分别出现于宋、元、明、清等不同的朝代和不同的冷暖气候背景,它们分别是:989~991年(北宋);1328~1330年(元);1483~1485年(明);1527~1529年(明);1585~1589年(明);1638~1643年(明);1689~1692年(清);1721~1723(清);1784~1786年(清)和1876~1878年(清)。由近年完成的中国东部6区域的千年干湿等级序列(续补至2000年),可以清楚地看出这些大范围的持续干旱事件(图1)。图中给出各区序列的3年滑动平均曲线,便于显示持续3年以上的干旱,这10例大范围重大干旱事件用竖条标示,竖条的宽度表示干旱持续年数^[12]。

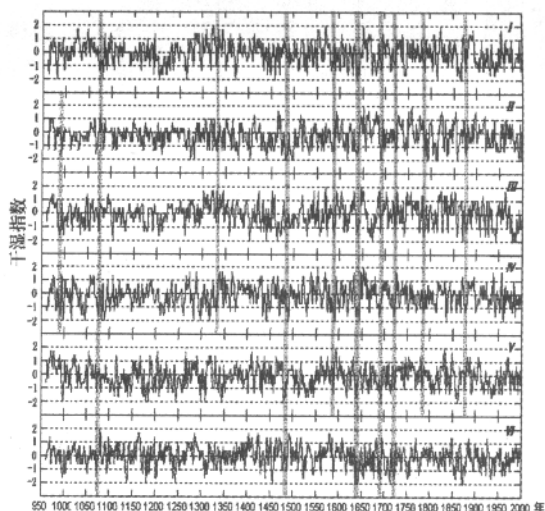


图1 中国东部6个区域(I~VI)的逐年干湿等级序列(960~2000)的3年滑动平均曲线、重大的持续干旱事件(竖条)^[12]

对历史重大干旱事件的研讨包括:依据史实复原各干旱事件的发生、发展的动态过程;根据持续干旱无雨时段的长短和严重的旱象诸如井干、河涸、湖底生尘等,推断降水量距平百分率或降水量的减小程度;对伴生的灾害如饥荒、蝗灾、瘟疫的实况的说明;干旱事件的气候背景和强迫因子分析等。研究结果指出,其中许多事件的严重程度乃属最近50年所未见。具体事件如下述。

1637~1643年的干旱(通常又称崇祯大旱),以持续时间之长、受旱范围之大为近百年所未见,中国南、北方23个省(区)相继遭受严重旱灾。干旱少雨的主要区域在华北,河北、河南、山西、陕西、山东连旱5年以上,旱区中心所在的河南省连旱7年之久,尤以1640年的干旱最为酷烈。干旱事件的前期呈北旱南涝的格局,且旱区逐年向东、南扩大;1640年以后,北方降雨增多,干旱事件改变为北涝南旱。这期间瘟疫流行、蝗害猖獗。

1585~1590年的干旱地域广、变化大,大范围干旱持续6年,前阶段受灾最多的是河北、山西,后阶段受灾最多的是江苏、安徽和湖南,持续最久的则是河南。瘟疫伴旱灾而发生,疫区随大旱地区而转移。

989~990年为中原地区干旱的典型。989年开封年降水量推算为191mm,年降水量距平百分率 $\Delta R=-72\%$,为最近的50年所未见;990年的年降水量357mm,距平百分率 -43% 。旱区中心地带这2年的年降水量平均减少近6成,连续2年平均降水量不足300mm,这也低于最近50年的最低气象记录。

1876~1878年为北方大旱的典型。旱区中心的山西南部200余日无透雨,陕西华阴县1877年无降雨日数达290天以上,这样的持久干旱情形也是最近50年所未见的;汉水、汾水、浍水、汶河、渠江均水涸。疫疾伴随旱灾和饥谨迅速发生并蔓延,这期间蝗虫灾害大发生。

1784~1787年为长江中下游干旱的典型。“太湖水涸百余里,湖底掘得独木舟”,严重旱灾持续4年,并伴生严重的蝗灾和瘟疫,其持续少雨时间和酷旱记述为近50年所未见。江淮及太湖地区1785年夏季降水量低于现代记录的极小值。如苏州,1785年夏季6~8月雨日数仅28天,夏季降水量的推算值为174mm^[9],为18世纪夏季(6~8月)雨量的次低值,也低于1951~2000年的最低降水量记录,其距平百分率低至 -57.4% ,即夏季雨量的减少几近6成。在持续旱灾期间,黄河下游及黄淮、江淮一带,飞蝗大爆发,还出现疫病大流行。

中国东部、西部地区降水变化有明显差异。由树木年轮代用资料建立的西部德令哈地区最近1000年的降水量序列^[13]显示出,有的大范围的极端干旱事件可以跨东部地区和西部地区发生,如前述东部地区的1483~1485年、1527~1529年、1585~1590年、1689~1692年、1876~1878年等跨省的持续干旱事件期间,德令哈地区的年降水量皆出现了少于72mm的记录。

值得注意的是,这些极端干旱个例发生在不同的冷暖气候背景下^[12]。其中:1585~1590年(明万历十四~十八年)中国持续6年的大范围干旱,出现在小冰期最寒冷阶段到来之前的相对温和时段;1637~1643年(明崇祯十~十六年)南北方连续7年的大范围干旱,出现在小冰期寒冷气候背景下;1784~1787年的大范围持续干旱事件,则出现在小冰期

中的相对温暖阶段;1876~1878年(清光绪二~四年)持续3年的大范围干旱,出现在全球大范围气候转暖的背景下。

4 结语

利用中国历史气候记录,研究近1000年干湿变化和重大干旱事件,可得出以下结论。

(1)准周期性仍是中国东部地区最近1000年来干湿气候变化的基本特征,主要有3年左右和5年、11年、22年、34年左右以及80年左右的周期等。

(2)东部地区降水的空间分布格局,如北方多雨南方干旱型、南方多雨北方干旱型、大范围多雨型、大范围干旱型等,也呈现准周期的或阶段性的交替变化。

(3)过去1000年中有过多次十年尺度和百年尺度的干湿气候突变,降水量的突变值对农业生产的影响十分巨大。但在最近的40年(1951~1992)内没有出现十年尺度的干湿气候突变,在20世纪内也没有出现百年尺度的突变。这意味着在过去1000年中,最近的数十年处于一种相对稳定的气候状况。

(4)最近1000年间,有过多次大范围持续3年以上的重大干旱事件,其严重程度为最近50年所未见。

从总体上来说,在过去1000年的气候变化历程中,最近的50年尚属于气候条件较好的时段,但对未来出现气候突变和重大气候灾异的可能性应予以重视。

参考文献(Reference)

- [1] IPCC. Climate Change 2001[M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 2001.24
- [2] Jon Overpeck, Kevin Trenberth. Drought Summary[A]. In: CLIVAR/PAGES/IPCC Workshop. A multi-millennia perspective on drought and implications for the future. Tucson, AZ, USA: November 18~21, 2003
- [3] 张德二. 中国历史文献档案中的古环境记录[J]. 地球科学进展, 1998, 13(3): 273~277
- [4] 张德二, 刘传志, 江剑民. 中国东部6区域近1000年干湿序列的重建和气候跃变分析[J]. 第四纪研究, 1997, 1: 1~11
- [5] 张德二, 江剑民. 近1000年我国东部6区域干湿气候跃变分析[A]. 见: 全球变化与我国未来的生存环境[M]. 北京: 气象出版社, 1996, 37~44
- [6] Zhang De'er. Climate Variation of Wetness in East China (960~1992 AD)[R]. Bulletin of National Museum of Japanese, 1999
- [7] 张家诚. 气候与人类[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 1988. 124~125
- [8] 张德二. 中国的小冰期气候与全球变化[J]. 第四纪研究, 1991, 2: 104~112
- [9] 张德二. 我国历史重大持续干旱事件的绘图复原[J]. 中国学术期刊文摘, 1997, 3(4): 488
- [10] 张德二. 相对温暖气候背景下的历史旱灾——1784~1987年典型灾例[J]. 地理学报, 2000, 55(增刊): 106~112
- [11] 张德二. 中国历史重大气象灾例实况研究[M]. 北京: 商务印书馆(出版中)
- [12] Zhang De'er. Drought Change and Severe Events in the Past Years of China[A]. CLIVAR/PAGES/IPCC Workshop on Droughts. Tucson, AZ, USA: 18~21. Nov. 2003
- [13] 邵雪梅, 黄磊, 刘洪滨, 梁尔源, 方修琦, 王丽丽. 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

(责任编辑 胡春华)