

淮河流域极端旱涝特征分析

吴永祥^{1,2}, 姚惠明², 王高旭², 沈国昌², 施睿², 侯保灯²

(1. 河海大学 水文水资源学院, 江苏 南京 210098; 2. 南京水利科学研究院 水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210029)

摘要: 利用淮河流域历史水文气象、水旱灾害受灾成灾等系列资料,分析了极端旱涝的暴雨、洪水、洪灾和干旱灾害特征,以及天气成因,揭示了交替随机发生极端旱涝的基本规律. 结果表明,1470—2010年淮河流域发生的极端旱涝分别为46和63次,平均5 a发生1次极端旱涝;梅雨期降水量的极端偏多(或偏少)是形成极端洪涝(或干旱)最直接的因素;中高纬度西风环流和副高的季节性异常是发生极端洪涝(或干旱)的根本原因.

关键词: 极端洪涝; 极端干旱; 淮河流域

中图分类号: P426.616

文献标志码: A

文章编号: 1009-640X(2011)04-0149-05

淮河流域位于我国气候湿润与半干旱过渡带,淮河南部具有南方气候特征,温暖多雨;淮河北部则具有北方气候特征,寒冷少雨,极端旱涝事件发生频繁.

根据淮河流域郑州、信阳、阜阳、蚌埠、临沂、菏泽、徐州、扬州站的旱涝等级^[1]及1971—2010年5—9月的雨量资料,首先按淮河流域旱涝级别标准^[1]建立各站1971—2010年的旱涝等级,然后运用区域旱涝等级评定法^[2]综合评价淮河流域的旱涝等级,定义当淮河流域旱涝指数 $k_2 > 1.4$ 时即为淮河流域发生了极端洪涝,当 $k_2 < 0.6$ 时即为淮河流域发生了极端干旱. 经综合分析,从1470—2010年,淮河流域发生极端洪涝63次,平均8.6 a发生1次,2连年10次,3连年、4连年各1次,其中1552, 1569, 1593, 1631, 1659, 1709, 1730, 1755, 1819和2003年特别严重,尤其是1593年大洪灾,为1470年以来最严重洪灾^[3]. 1593年淮河流域从4—9月连续降雨达半年之久^[3],许多地区多次普降大雨和暴雨,洪灾遍及全流域,洪汝河、沙颍河、涡河、淮河干流、淮南、沂沭泗水系等洪灾尤为严重,并导致1594年春还有百姓啃吃树皮,甚至人吃人的极端惨象.

从1470—2010年,淮河流域发生极端干旱46次,平均11.8 a发生1次,2连年5次,3连年2次,4连年1次,其中1639, 1640, 1641, 1785, 1856, 1944, 1966和1981年尤为严重,而1640年大旱灾为1470年以来最严重旱灾^[4]. 1640年淮河流域以及黄河流域、长江流域同时发生严重干旱^[4],淮河干旱造成全流域饥荒,豫中南、鲁、皖、苏大部还出现了蝗灾,农作物普遍严重被毁,泰州还出现河流断流现象. 淮河流域的极端旱涝年时序分布见图1,可见其极端旱涝是交替随机发生的.

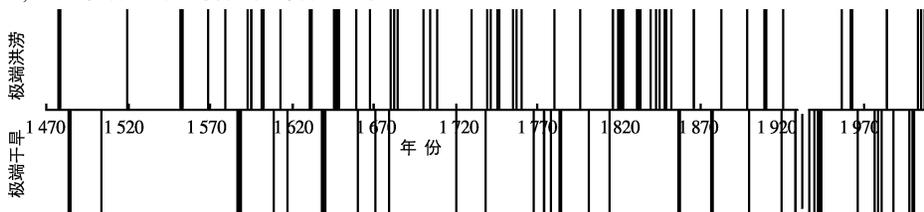


图1 淮河流域1470—2010年极端旱涝年时序分布图

Fig. 1 Time series distribution of extreme drought and flood years in Huaihe River basin from 1470 to 2010

收稿日期: 2010-12-02

基金项目: 水利部公益性行业科研专项(200701005, 200801027), 水利部科技推广计划项目(TG0921)

作者简介: 吴永祥(1965-), 男, 浙江长兴人, 教授级高工, 主要从事防洪减灾、水利信息化和水资源管理研究.

E-mail: yxwu@nhri.cn

1 极端洪涝特征分析

1.1 极端暴雨特征

淮河流域暴雨一般发生在6—9月,暴雨最早可发生在4月,最迟则出现在10月,但形成流域极端洪灾的暴雨过程多发生在梅雨期(6月中旬至7月上旬),其特点是暴雨量异常偏多、梅雨期超长,如1954,1991,2003和2007年最大30 d雨量为7月多年平均值的2~3倍,梅雨历时长达1~2个月^[3,5-7]。

淮河上游、洪汝河与沙颍河上游及沂沭河上游的山丘与平原交界区是暴雨高值区^[8],其暴雨频次多、量级大。淮河的深山区、浅山区、平原区、沿海区均可发生极端暴雨,如1954年7月大别山深山区吴店24 h雨量达430 mm,1975年8月淮北浅山区林庄24 h雨量达1 060 mm,1953年9月平原区江都六闸24 h雨量达447 mm,1965年8月沿海区大丰闸24 h雨量达672.6 mm。

淮河流域极端暴雨较为集中,3 d降雨量往往集中在24 h内,如“75.8”林庄台风暴雨,24 h雨量(1 060 mm)占3 d雨量(1 605 mm)的66%;“00.8”响水口台风暴雨,24 h雨量(825 mm)占3 d雨量(877 mm)的94%^[8]。

1.2 极端暴雨天气成因

淮河流域产生暴雨的天气系统主要是切变线、低涡、低空急流和台风^[8],其中涡切变型是梅雨期主要天气系统,占50%以上,其次是台风型,占20%以上。6月下旬副高首次北跳,造成江淮梅雨期西南低涡沿切变线不断东移,产生连续暴雨过程。当梅雨期亚欧中高纬高空环流形势稳定少动、副高脊线维持在20°N~24°N之间、西伸脊点比常年位置偏西时,淮河流域连续受到江淮切变线、低空急流西南涡等多种天气系统的共同影响,产生持续性极端暴雨,降水量显著增多,如1954,1991,2003和2007年梅雨期流域性极端暴雨。梅雨期后,副高二次北跳,流域受副高或大陆高压控制,暴雨减少。因此,淮河流域极端暴雨多由梅雨期切变线、低空急流、低涡等组合天气系统持续发生异常造成。

1.3 极端洪水特征

淮河流域的洪水主要发生在6—9月,极端洪水集中发生在7月和8月。由于地形及河流、湖洼调蓄作用的不同,流域内各河的洪水过程差别很大。淮河干流上游、淮南山区和洪汝河与沙颍河山区河流、沂沭泗水系上中游各河,河道比降大、洪水汇集快、洪水过程涨落较陡,历时较短、洪峰尖瘦。淮河水系北部平原支流、淮干中下游、沂沭泗水系中下游,因沿淮湖洼、洪泽湖、南四湖、骆马湖等湖洼的调蓄影响以及平原河道比降平缓的原因,洪水过程涨落平缓,历时较长,峰型矮胖,发生极端洪水时,历时显著加长,多为复式洪峰,峰值相对不高但洪量很大,如1931年极端洪水,6月中旬洪水起涨,7月底或8月初出现最高洪水位,10月底或11月上旬洪水消落至正常水位,期间出现多次洪峰,洪水过程历时为正阳关124 d、蚌埠146 d,最大120 d洪水总量为正阳关494亿m³,蚌埠621亿m³。

淮河流域洪水的年际变化很大,如淮河干流吴家渡站实测最大洪峰流量1954年达到11 600 m³/s,而1978年因极端干旱河道断流近7个半月;沂河临沂站1957年为15 400 m³/s,1989年(12 m³/s)的1 200多倍。

淮河流域洪水来源区与暴雨空间分布相一致。淮河水系极端洪水主要来自中上游山丘区,如1954年大洪水洪泽湖以上30 d洪量483亿m³,其中山丘区占洪泽湖来水量41%(山丘区集水面积仅占12%);平原区占59%(平原区集水面积占88%)。沂沭泗水系极端洪水中,沂沭河来水主要是沂蒙山区;南四湖和运河地区来水主要是平原区,如1957年极端洪水骆马湖以上30 d洪量为214亿m³,其中沂沭河占骆马湖同期来水量34%(集水面积占29%);南四湖及运河区占66%(集水面积占71%)。

1.4 极端洪灾特征

淮河流域地跨河南、安徽、江苏和山东四省,受南北气候、高低纬度和海陆相3种过渡带的影响,旱涝灾害发生频繁。自黄河1194年夺淮以来,淮河流域洪涝灾害更加剧烈。1470—2010年淮河流域极端洪涝灾害

平均8.6年发生1次.1949年以来,淮河经过系统治理,洪灾损失已显著减少,特别是1991年以来治淮19项骨干工程的实施,使流域洪涝灾情得到有效控制,如2003年发生的流域性极端洪水,虽然洪水比1991年大但洪涝成灾面积和经济损失比1991年减少15%以上.尽管如此,由于孕灾气候特征、特定的地理因素以及不对称的水系分布等自然条件难以改变,淮河仍会出现极端洪涝灾害,如2003年流域性极端洪灾损失仍达286亿元.根据淮河流域1949—2003年及2007年洪灾成灾面积资料统计,累计成灾面积为9 186万 hm^2 ,超过400万 hm^2 的有4 a,其中有3 a集中在20世纪50年代末至60年代初,平均约15 a发生1次,1963年成灾面积高达675万 hm^2 ,超过多年平均4倍.不同年代平均成灾面积先降后升,50—60年代为200万 hm^2 ,70年代最小为100万 hm^2 ,80—90年代为150万 hm^2 .

2 极端干旱特征分析

2.1 极端干旱降水特征

根据淮河流域1951—2010年逐年年降水量距平分析,在60年实测系列中,流域年降水量距平小于-0.20的有8 a,小于-0.24的有6 a,其中1966年月降水距平3,12月为正,4月为-0.11,其余9个月均在-0.24以下,8,9月则低至-0.70;1978年月距平有9个月在-0.21以下,1,4,9,12月低于-0.61;1986年月距平12月为0.29,1—11月均为负距平,1,2,4,11在-0.46以下;2001年3—11月持续负距平,3,4,5,9,11月低于-0.55.可见淮河流域极端干旱年的年降水量严重偏少,年内连续多月降水偏少3~5成以上,旱情发展迅速,旱灾损失巨大.1951—2010年期间淮河流域极端干旱分别发生在1966,1978,1986和2001年,时间间隔8~16 a,发生十分频繁,按照这种趋势,下次极端干旱年估计在2013年前后将会发生.

2.2 极端干旱天气成因

与洪涝不同,干旱不具有突发性,它有一个逐渐形成、发生和发展的过程,极端干旱的突出特点是持续时间长、影响范围广、引发的旱灾损失大.干旱的形成原因极其复杂,既有降水、地理条件等自然影响因素,也有经济社会等人为影响因素,但在各种因素中降水量偏少是形成干旱的直接因素.

淮河流域降水量的大小与大气环流变化有密切关系.淮河北部夏季降水极少时,中纬度西风环流偏北,副高在北抬西伸的过程中,副高控制淮河流域,造成燥热少雨天气,形成干旱.淮河南部的干旱主要与梅雨期的锋面天气以及副高的强弱紧密相关,淮河南部干旱严重时,受盛夏副热带高压的控制,梅雨期降水量严重偏少,甚至形成“空梅”或“枯梅”,导致气温升高、蒸发量加大,干旱发生和发展迅猛;副高控制时间越长,则梅雨量越少,高温持续时间也越长,干旱也越严重,如1966,1978和2001年6,7月月降水量偏少20%~50%,因此梅雨期降水量偏小是形成夏季极端干旱的关键因素.

此外,当副高偏弱,东亚沿海槽稳定少动时,江淮地区在沿海槽槽后西北气流的控制下,缺乏水汽来源,流域持续少雨,容易导致淮河流域秋、冬、春季旱情的持续发生和发展,造成长期干旱灾害,如1976年秋季至1977年春季淮河中上游秋冬春持续干旱.

2.3 旱灾特征分析

淮河流域1949—2000年受旱面积、成灾面积^[10]多年平均值分别为283万 hm^2 、150万 hm^2 ,其中受旱面积500万 hm^2 以上的年份有10 a.以1970年为界,旱灾在后期(即1971—2000年)发生7 a,超过前期(即1949—1970年)3 a的2倍多,如1966年极端大旱发生在前期,1978、1986年极端大旱则发生在后期.前期和后期两个时段的流域多年平均受旱、成灾面积分别为191.4万 hm^2 ,119.3万 hm^2 和349.7万 hm^2 ,172.0万 hm^2 ,后期受旱、成灾面积分别是前期的1.8倍和1.5倍.可见,淮河流域的旱灾后期比前期更严重.

淮河流域的受旱率、成灾率^[10]多年平均值分别为14.3%和7.6%,与七大流域相比,排在黄河(19.7%,13.5%)、松辽(15.1%,8.4%)之后,居第3位,受旱率超过海河流域(12.6%),成灾率与海河流域(7.7%)相当.

2.4 旱灾变化趋势

淮河流域不同年代的平均受旱率从20世纪50年代的8%增长到80年代的19%,各年代际平均增长约

4%,90年代比80年代增长2%,达到21%;不同年代平均成灾率由50年代的5%增长到60—70年代的7%,80—90年代超过10%。因此,淮河流域的干旱灾害随年代增长的趋势非常显著。1949—2000年淮河流域年降水量呈较弱的减少趋势,而受旱率与成灾率则呈稍强的增多趋势。可见流域旱灾的增多趋势与流域降水的减少趋势是基本一致的,但旱灾的增多趋势更明显。

3 结 语

(1)淮河流域是旱涝发生极为频繁的地区,从1470—2010年,共交替发生极端洪涝63次、极端干旱46次,极端洪涝和干旱的发生频次基本相当,平均5 a发生1次极端旱涝。极端旱涝造成的灾害影响范围广、持续时间长,灾害损失大,人民生命财产安全受到严重挑战,加强极端水旱灾害的研究可为流域的防灾减灾提供科学依据。

(2)淮河流域位于我国东中部气候湿润与半干旱过渡带,极端旱涝的发生与中纬度西风环流强度和副高强度的季节性演变异常有密切的关系。极端洪涝多发生在盛夏梅雨季节,多由西太平洋暖湿气团与北方南下冷空气相峙而产生。夏季发生极端干旱时,淮河流域通常为副高所控制,形成“空梅”或“枯梅”;秋、冬、春季极端干旱时,副高偏弱,东亚沿海槽稳定,流域为槽后西北气流控制,持续干旱少雨。

(3)降水量极端偏多(或偏少)是形成极端洪涝(或干旱)最直接的影响因素。淮河流域的极端洪涝多发生在梅雨期,其梅雨历时长达1~2个月以上,大范围连续暴雨过程次数多,降水总量异常偏多。极端干旱多为大范围连季甚至全年持续少雨,降水总量异常偏少。由旱涝引发的水旱灾害的共同特点是影响范围广、持续时间长、灾害损失大,尤其是当发生连年极端水旱灾害时,人民生命财产损失极其严重,这对防汛与抗旱都是严峻的考验。

参 考 文 献:

- [1] 中央气象局气象科学研究所. 中国近五百年旱涝分布图集[M]. 北京: 地图出版社, 1981: 321-332. (Chinese Academy of Meteorological Sciences. Atlas of drought and flood distribution in China for the recent 500 years[M]. Beijing: SinoMaps Press, 1981: 321-332. (in Chinese))
- [2] 钟兆站, 赵聚宝. 河南省境内淮河流域历史时期旱涝等级序列的重建[J]. 灾害学, 1994, 9(3): 67-71. (ZHONG Zhao-zhan, ZHAO Ju-bao. Reconstruction of historical drought and waterlogging grade sequence in Huaihe River Basin of Henan Province[J]. Journal of Catastrophology, 1994, 9(3): 67-71. (in Chinese))
- [3] 胡明思, 骆承政. 中国历史大洪水(下卷)[M]. 北京: 中国书店出版社, 1992: 23-26, 333-337. (HU Ming-si, LUO Cheng-zheng. The floods in Chinese history(B)[M]. Beijing: China Bookstore. 1992: 23-26, 333-337. (in Chinese))
- [4] 国家防汛抗旱总指挥部办公室, 水利部南京水文水资源研究所. 中国水旱灾害[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997: 291. (The Office of State Flood Control and Drought Relief Headquarters, Nanjing Hydrology and Water Resources Institute of MWR. Flood and drought disasters in China[M]. Beijing: China WaterPower Press, 1997: 291. (in Chinese))
- [5] 水利部淮河水利委员会. 1991年淮河暴雨洪水[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2010: 1, 47-48. (Huaihe River Commission of MWR. The rainstorm flood in Huaihe River in 1991[M]. Beijing: China WaterPower Press, 2010: 1, 47-48. (in Chinese))
- [6] 水利部水文局, 水利部淮河水利委员会. 2003年淮河暴雨洪水[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006: 1-2, 53-55. (Bureau of Hydrology of MWR, Huaihe River Commission of MWR. The rainstorm flood in Huaihe River in 2003[M]. Beijing: China WaterPower Press, 2006: 1-2, 53-55. (in Chinese))
- [7] 水利部水文局. 2007水情年报[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008: 67-69. (Bureau of Hydrology of MWR. Hydrological information annual report of 2007[M]. Beijing: China WaterPower Press, 2008: 67-69. (in Chinese))
- [8] 王家祁. 中国暴雨[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002: 41-42. (WANG Jia-qi. Rainstorms in China[M]. Beijing: China WaterPower Press, 2002: 41-42. (in Chinese))
- [9] 水利部水文局, 南京水利科学研究所. 中国暴雨统计参数图集[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006: 28-29. (Bureau

of Hydrology of MWR, Nanjing Hydraulic Research Institute. Atlas of statistical parameters of rainstorms in China[M]. Beijing: China WaterPower Press, 2006: 28-29. (in Chinese))

[10] 张世法, 苏逸深, 宋德敦, 等. 中国历史干旱[M]. 南京: 河海大学出版社, 2008: 3, 18. (ZHANG Shi-fa, SU Yi-shen, SONG De-dun, et al. The drought in Chinese history[M]. Nanjing: Hohai University Press, 2008: 3, 18. (in Chinese))

Analysis on characteristics of extreme drought and flood events in Huaihe River Basin

WU Yong-xiang^{1,2}, YAO Hui-ming², WANG Gao-xu², SHEN Guo-chang², SHI Rui², HOU Bao-deng²
(1. *College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China*; 2. *Nanjing Hydraulic Research Institute, State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering, Nanjing 210029, China*)

Abstract: The rainstorm, flood and disaster characteristics and weather process of extreme drought and flood events in Huaihe River Basin were analyzed using historical hydrological and meteorological data and serial information of flood and drought disasters, and the general law was concluded that extreme drought and flood events occurred randomly and alternately in the area. The analysis showed that the frequency of drought and flood events in the Huaihe River Basin during 1470-2010 was propinquant, 46 times and 63 times respectively, and averagely the extreme event occurred every 5 years. It was proposed that the most direct factor causing extreme flood or drought events was excessive increase or decrease of precipitation in Meiyu period, and the root cause was the seasonal anomalies of westerly circulation and subtropical high pressure in medium and high latitude.

Key words: extreme flood; extreme drought; characteristics; Huaihe River Basin