

长江流域历史水旱灾害分析*

黄忠恕 李春龙

(长江水利委员会水文局, 武汉 430010)

提 要 长江流域有丰富和长期的水旱灾害史料, 最早的水灾和旱灾记载有 2000 余年的历史, 经过系统整理和分析的历史水旱灾害资料有 1000 余年的旱涝型年表和 500 余年的旱涝分布图集. 在以上资料基础上, 对长江流域历史水旱灾害的地域分布特性和时间变化规律进行了初步分析: 500 余年历史水旱灾害的地域分布显示, 流域水旱灾害总体特征是水灾重于旱灾, 各级水旱灾害频率的地域分布极不均匀, 存在着显著的危害多发和少发地带, 它们与自然地理环境、水系特征、气候条件和社会经济条件等因素有关; 1000 余年旱涝型年表分析表明, 长江流域洪涝和干旱频次在时间上的非均匀分布并非完全随机, 表现出多种时间尺度的年际变化特征, 其中主要表现为约 100a 上下的大干湿气候期变化及 40a 左右的小旱涝期振动.

关键词 水旱灾害 分布特点 变化规律 长江流域

分类号 P426.616

水旱灾害是在一定的自然地理、气候、资源和社会经济条件下发生、发展的. 产生水旱灾害的直接原因是降雨的时空分布不均, 而后者是由天气气候变化决定的. 此外, 流域的水系特征、自然地理环境和天气气候条件互相制约, 它们直接或间接地影响降雨时空分布, 最终形成不同的水旱灾害类型、强度和变化. 人类社会既是水旱灾害的受害者, 同时又对水旱灾害、天气气候、自然地理环境和水系特征等施加正面和负面影响.

1 长江流域历史水旱灾害地域分布

长江流域水旱灾害有长久的史料记载. 据《汉书·高后纪》载, 高后三年(公元前 185 年)“夏, 江水、汉水溢, 流民四千余家”, 这是有关长江水灾的最早记述, 迄今已有 2000 余年的历史. 旱灾的历史记载也始于同一时期. 但早期(宋代以前)的灾害记载非常简略, “多语焉不详”. 且由于封建王朝的兴衰更替多同水旱灾害和战乱交织, 灾害记述在时间上缺乏连续性, 在地区上缺乏普遍性. 宋以后, 尤其是明代以来近五百年水旱灾害史料逐渐丰富和完整, 经过分析整理, 形成近千年来旱涝型年表^[1]和近五百年旱涝分布图集^[2].

“中国近五百年旱涝分布图集”(公元 1470-1979 年)资料, 长江流域共有 37 个站点, 基本分布于 100° E 以东地区. 旱涝等级分 5 级表示: 1 级(涝)、2 级(偏涝)、3 级(正常)、4 级(偏旱)、5 级(旱). 各站点部分短缺资料, 按旱涝分布趋势作插补延长, 并据实测资料统一延长至 1999 年, 得到全流域 37 站点的 530a 逐年旱涝同等级同步资料^[1-2]. 计算各站点的历史洪涝(1 级)、偏涝(2 级)、偏旱(4 级)和干旱(5 级)频率, 分别得到长江流域各级旱涝灾害的地域分布图.

* 2002-07-08 收稿; 2003-11-25 收修改稿. 黄忠恕, 男, 高级工程师.

1.1 长江流域洪涝(1级)灾害分布

全流域洪涝(1级)灾害的平均频率为7.86%。地域间差别很大,最高达14.90%(江西上饶地区),其次为九江(11.96%)、安庆(11.76%)、岳阳(11.18%)和荆州(11.16%)。全流域最低为2.16%(云南昭通地区),其次为贵州毕节(2.55%)、铜仁(3.14%)和四川西昌(4.12%)等。洪涝灾害最频繁地区呈东西向带状分布于中下游干流附近,中心地带在湖北荆江地区、湖南四水中下游、洞庭湖区、鄱阳湖区、下游干流至长江三角洲一线,其洪涝灾害频率普遍在10.0%以上。这一洪涝多发地带与中下游初夏梅雨期平均雨带位置相吻合,从而表明天气气候和降雨分布与洪涝灾害的密切关系。在这一洪涝多发地带又存在两个高发中心区,分别与洞庭湖区和鄱阳湖区基本相对应。长江流域另一洪涝灾害多发地带呈东北—西南向分布于汉江上游至长江上游一带,它对应于盛夏时期该地区的主雨带位置。在这一洪涝多发地带,除位于中心区的安康(11.96%)和汉中(10.59%)的洪涝频率较高外,长江上游地区的洪涝频率普遍低于长江中下游地区。

在以上两个洪涝灾害多发地带之间及其南北两侧为相对少发洪涝地带。除金沙江、雅砻江及其以西地区因降雨量少,发生洪涝的可能性也最少外,长江相对少发洪涝地带也有两条:一条呈东北—西南向位于云贵高原、三峡地区至汉江中游一线;另一条呈东西向,分布于江南的南部。这两条少洪涝地带交会于云贵高原,在此形成全流域最小的洪涝频率(2.16%—2.55%)。相反,在赣东北有一块全流域最高洪涝频率区,中心频率达14.90%,它反映了赣东北最强暴雨中心区的山洪灾害非常突出的特性。

1.2 长江流域偏涝(2级)灾害分布

流域偏涝(2级)灾害即比较轻的水灾,出现频率明显增多,37个站点平均为23.48%,约为1级洪涝灾害的3倍。全流域1级洪涝和2级偏涝的总频率高达31.34%,即流域各地平均每3a就会出现1次1级或2级洪涝灾害。

长江流域2级偏涝灾害频率的地区分布相对比较均匀,最高为28.63%(安庆和扬州地区),最低为15.49%(武汉地区),一般在20.00%—25.00%之间。2级偏涝灾害的相对多发区和少发区呈鞍型场交错分布,3个多发区分别位于长江下游、江南南部和四川盆地,2个少发区位于汉江中下游和云贵高原。

总之,长江流域历史洪涝灾害等级和频率的地域分布特征可以概括为:①中下游干流地区的洪涝灾害最为频繁严重。这一地区1级洪涝灾害和2级偏涝灾害的频率都很高,尤其是1级频率最为突出,沿江的江陵、岳阳、武汉、九江、安庆、南京、扬州和上海8地区1级洪涝频率平均为10.10%,高于全流域平均值7.86%约30%,是云贵高原地区1级洪涝频率的4.3倍。中下游干流1级和2级综合频率大多在35.00%—40.00%之间,也明显高于全流域两级洪涝综合频率31.34%。②云贵高原地区为全流域洪涝灾害最轻和最少的地区。其1级洪涝频率在2.0%—4.0%之间。2级偏涝频率多在20.00%以下,是全流域最少和接近最少的地区。1级和2级的综合频率为22.21%,为全流域最小值。③流域其它大部地区的1级和2级洪涝灾害的综合频率比较接近,大多在30.0%左右。

1.3 长江流域干旱(5级)灾害分布

流域干旱(5级)灾害的平均频率为5.55%,少于对应的洪涝(1级)频率,其地域分布的差异也很大。最高为9.41%(上海地区),其次为苏州、安庆和长沙(9.02%),最低为1.76%(云南昭通地区),其次是四川康定(1.96%)、西昌(2.35%)和云南大理(2.55%)。干旱

(5级)灾害的多发地带也有两个.一个呈东北—西南向分布于长江三角洲、中下游干流、洞庭湖南部至湘西南和黔东北一线,这一多发地带有4个干旱高发中心区,分别在上海、安庆、长沙和贵阳附近.4个中心区的平均干旱频率为8.68%,比全流域干旱灾害的平均频率5.55%高出50%以上.这一干旱多发带与盛夏西太平洋副热带高压脊线平均位置基本吻合.另一干旱多发地带位于四川东北部的嘉陵江流域,中心在广元与重庆之间,最高频率为7.45%.干旱(5级)灾害少发地带有3个:一个位于川西至云南北部山区,有两个中心区分别在康定和昭通附近;另一个呈东北—西南向位于汉江上游、三峡地区至云贵高原一线;第三个在湘赣南部地区.

与洪涝(1级)灾害分布比较,可以看出长江流域旱涝的地区分布有很强的相关性和一致性,即洪涝(1级)灾害的多发地带同时也是干旱(5级)灾害的多发地带;反之,洪涝灾害少发地带也对应着干旱灾害的少发地带.

1.4 长江流域偏旱(4级)灾害分布

流域偏旱(4级)灾害即比较轻的旱灾出现频率也比重旱的明显增多,37站平均为17.25%,约为重旱频率的3倍,同时也比对应的偏涝灾害的频率要少.偏旱(4级)灾害的地域分布特点大体上与偏涝(2级)灾害分布相似,即多发区和少发区呈鞍型场交错分布.3个多发区分别位于四川盆地、江南南部和下游干流.3个少发区分别在云贵高原、汉江下游和鄱阳湖南部.它们分别与偏涝(2级)的多发区和少发区基本相对应(图略).综合以上历史洪涝和干旱灾害4个等级频率分布情况,长江流域水旱灾害的基本特征概括如下:(1)洪涝灾害普遍重于干旱灾害.流域两级洪涝灾害的最高频率(14.96%、28.63%)、最低频率(2.16%、15.49%)和平均频率(7.86%、23.48%)都分别比对应的两级干旱灾害的最高频率(9.41%、22.55%)、最低频率(1.76%、11.96%)和平均频率(5.55%、17.25%)明显偏高;两级水旱灾害的综合频率,水灾比旱灾偏高4~12个百分点.

(2)全流域平均而言,水旱灾害的总频率(54.14%)高于无旱无涝的正常年份总频率(45.86%),即500余年来,长江流域各地有灾年多于无灾年.

(3)旱涝灾害的地区分布不均匀.长江上游和中下游都存在着旱涝灾害的多发地带和少发地带,其地区分布有很强的相关性和一致性,即洪涝灾害的多发地带同时也是干旱灾害的多发地带;反之,洪涝灾害的少发区也对应着干旱灾害的少发区.

2 历史水旱灾害的年代际变化

中国科学技术蓝皮书第5号《气候》列出了全国近千年(公元950-1988年)的旱涝型年表资料.据此,将长江流域历年总体旱涝趋势整理为洪涝、正常和干旱3级,并延长至1999年,得出近千年来长江流域每50a旱涝频次的时间分布(见表1).

由表可见,从公元950-1999年的1050a中,长江流域多雨洪涝型共出现332(年)次,每50a平均15.81次,占31.62%,大约3a一遇,多于少雨干旱型(共计302次,每50a14.38次,占28.76%).但各世纪或不同年代长江旱涝的频次分布极不均匀.以10a段来看,最多的洪涝频次达8次,最少为0次;而干旱频次10a中最多为5次,最少也是0次.以50a段来看,洪涝频次最多为23次,最少只有10次;干旱型50a中最多出现21次,最少有7次.以100a段来看,洪涝频次最多为39次,最少为23次;干旱型每100a最多38次,最少18次.总之,各种时段的洪涝频次都高于其相应的干旱频次,且时段愈短,旱涝的频次

分布差别愈大.

表 1 近千年来长江流域每 50a 旱涝型频次

Tabl.1 Yearly flooding and drought events in each 50 years for a period of 1000 years

年代	洪涝型	正常型	干旱型	年代	洪涝型	正常型	干旱型
950-999	19	24	7	1550-1599	23	15	12
1000-1049	17	21	12	1600-1649	10	26	14
1050-1099	16	21	13	1650-1699	18	16	16
1100-1149	10	20	20	1700-1749	19	19	12
1150-1199	13	19	18	1750-1799	19	17	14
1200-1249	12	18	20	1800-1849	16	20	14
1250-1299	19	19	12	1850-1899	12	21	17
1300-1349	20	20	10	1900-1949	14	17	19
1350-1399	13	29	8	1950-1999	16	16	18
1400-1449	14	23	13	共计	332	416	302
1450-1499	14	23	13	平均	15.81	19.81	14.38
1500-1549	13	16	21	百分率	31.60	39.62	28.76

长江流域洪涝和干旱频次在时序上的非均匀分布并非完全随机, 在历史的长河中, 它同各种时间尺度的气候变化相关联, 表现出长短不同的准周期振动. 根据近千年来每 10a 的旱涝频次距平和干湿指数距平累积曲线图 (图略) 分布趋势, 其中主要持续期为 100a 上下的大干湿气候期变化和 40a 左右的小旱涝期振动两种年代际变化规律 (见表 2).

近千年来, 长江流域旱涝气候经历了 5 个大湿润气候期, 4 个大干旱气候期以及共计 27 个小旱涝期的交替变化. 每一大干湿气候期都包含 3 个小旱涝期. 大湿润气候期以小洪涝期开始, 中间经历 1 个小干早期过渡, 至下 1 个小洪涝期结束而终止; 大干旱气候期则相反, 是从小干早期开始, 中间经历 1 个小洪涝期过渡, 至下 1 个小干早期结束而终止. 大干湿气候期最长分别为 185a (1065-1249 年) 和 180a (1250-1429 年), 最短为 60a (1871-1930 年) 和 68a (1550-1617 年), 平均分别为 113.0a 和 119.6a. 因此, 大干旱气候期和大湿润气候期的长短变化比较接近, 且在时序分布上前后相应, 即上 1 个大干旱气候期较长 (短), 则下 1 个大湿润气候期也会较长 (短). 在大干湿气候期开始的初期或临近结束的末期, 一般会出现一个相应的旱涝灾害变化非常频繁严重的小干早期或小洪涝期. 例如, 在最近 1 个大湿润气候期第 1 个小洪涝期 (1931 年和 1957 年), 长江流域出现了两次流域性特大洪水灾害 (1931 年、1954 年), 而在第 2 个小洪涝期中 (1980-1999 年), 又出现了 1998 年流域性大洪水灾害和频繁的区域性大水灾年 (1991、1995、1996 年和 1999 年), 而在上 1 个大湿润气候期 (1705-1870 年) 的后期, 也出现了 1870 年长江上中游特大洪水灾害; 而在大干旱气候期 (1618-1704 年) 的第 1 个小干早期 (1618-1648 年) 中, 长江流域近半数年份都是干旱年 (占 14/31), 没有出现 1 个洪涝年.

表 2 长江流域近千年来大干湿气候和小旱涝期变化*

Tab.2 Alternations of big dry or wed periods and small drought or flooding cycles in Changjiang River basin in nearly 1000 years

大干湿期						小旱涝期					
干湿期	起迄年	总年数	旱年数	涝年数	干湿指数	干湿期	起迄年	总年数	旱年数	涝年数	干湿指数
湿润期	950-1064	115	22	42	2.39	洪涝	950-988	39	3	18	0.17
						干旱	989-1012	24	11	2	5.50
						洪涝	1013-1064	52	8	22	0.36
干旱期	1065-1249	185	70	43	3.29	干旱	1065-1142	78	30	15	2.00
						洪涝	1143-1159	17	4	9	0.44
						干旱	1160-1249	90	36	19	1.89
湿润期	1250-1429	180	35	68	2.63	洪涝	1250-1349	100	22	39	0.56
						干旱	1350-1375	26	8	4	2.00
						洪涝	1376-1429	54	5	25	0.20
干旱期	1430-1549	120	42	30	3.20	干旱	1430-1489	60	21	12	1.75
						洪涝	1490-1519	30	6	15	0.40
						干旱	1520-1549	30	15	3	5.00
湿润期	1550-1617	68	13	32	2.71	洪涝	1550-1580	31	6	21	0.29
						干旱	1581-1600	20	6	2	3.00
						洪涝	1601-1617	17	1	9	0.11
干旱期	1618-1704	87	31	19	2.86	干旱	1618-1648	31	14	0	14
						洪涝	1649-1670	22	4	9	0.44
						干旱	1671-1704	34	13	10	1.30
湿润期	1705-1870	166	46	61	2.84	洪涝	1705-1769	65	14	30	0.47
						干旱	1770-1821	52	20	12	1.67
						洪涝	1822-1870	49	12	19	0.63
干旱期	1871-1930	60	23	15	3.03	干旱	1871-1895	25	9	5	1.80
						洪涝	1896-1917	22	7	9	0.78
						干旱	1918-1930	13	7	1	7.00
湿润期	1931-1999	69	20	22	2.80	洪涝	1931-1957	27	5	8	0.63
						干旱	1958-1979	22	12	3	4.00
						洪涝	1980-1999	20	3	11	0.27
平均	大湿润期	119.6	27.2	45.0	2.67	洪涝		38.9	7.1	17.4	0.41
	大干旱期	113.0	41.5	26.8	3.10	干旱		38.8	15.5	6.8	3.99

* 干湿指数 $a = (5a_1 + 3a_3 + a_2) / N$, 其中 a_1 为旱年数, a_2 为正常年数, a_3 为涝数, $N = a_1 + a_2 + a_3$.

与大干湿气候期比较, 小旱涝期的变化更为剧烈. 最长的小洪涝期可达百年 (1250-1349 年), 期间出现 39 个洪涝年. 最短的小洪涝期只有 17a (1601-1617 年和 1143-1159 年), 分别出现 9 个洪涝年; 最长的小干旱期为 78a (1065-1142 年), 其中有 30

个干旱年. 最短的小干早期只有 13a (1918–1930 年), 其中出现 7 个干旱年. 小旱涝期平均分别为 38.8a 和 38.9a. 因此, 小洪涝期和小干早期的长短变化也是相近的.

参 考 文 献

- 1 国家科学技术委员会. 中国科学技术蓝皮书. 第 5 号《气候》. 科学技术出版社, 1990
- 2 中央气象局气象科学研究院. 《中国近五百年旱涝分布气候图集》. 地图出版社, 1981

Analysis on Historical Flood and Drought Disasters in the Changjiang River Basin

Huang Zhongshu & Li Chunlong

(Bureau of Hydrology, Changjiang Water Resources Commission, Wuhan 430010, P.R. China)

Abstract

There are abundant and long historical data on floods and droughts in Changjiang River basin. As early as 2000 years ago there existed records on flood and drought disasters. After verification and analysis, the 1000-year table of flood and drought years and the 500-year chart of flood and drought distributions have been obtained. On basis of all this historical data, preliminary analysis has been carried out on the spatial distribution characteristics and the temporal variation properties of floods and droughts in the Changjiang River basin. The spatial distribution of floods and droughts in 500 years shows that, generally speaking, there were more floods than droughts and that the spatial distributions of floods and droughts were very much uneven. It can be clearly seen that there are areas with significant more disasters or less, which are closely related to natural topographic conditions, water system properties, climate and social and economical situations. Analysis of the 1000-year table of flood and drought years indicates that the temporal distribution of historical floods and droughts, although uneven, has not been completely stochastic. There are annual variation properties on different time scales. The most obvious are the big 100-year-odd dry and wet climate cycle and the 40-year-odd small flood or drought period.

Keywords: Flood and drought disaster, distribution characteristics, variation property, and Changjiang River basin