

南宋以来太湖流域大涝大旱 及近期趋势估计

陈 家 其

(中国科学院南京地理研究所)

提 要: 本文研究南宋以来太湖地区大旱大涝并对近期大旱大涝趋势作了估计。

主题词: 太湖 1121—1983年大涝大旱

太湖古称震泽, 又名具区, 是我国五大淡水湖之一。

以太湖为中心的太湖流域, 春秋时期, 因军运的需要, 曾以胥溪运河与其西南的青弋江、水阳江流域相通。明正德年间建东坝后, 两流域分开, 从此太湖流域成为长江三角洲南翼的一个独立水系。它东临大海, 北枕长江, 西北以茅山为界, 西南屏天目山脉, 面积35361平方公里, 主要分属于江苏、浙江及上海市, 是我国发达的农业区之一。

千百年来, 太湖地区人民在开发、利用水土资源, 发展社会经济, 在治水抗灾方面进行了长期而艰巨的斗争, 取得了巨大的所就, 同时也带来了不少问题。明清以来, 太湖流域就成为一个旱涝频繁地区。建国以后, 虽经整治, 旱涝仍是发展地区经济的主要威胁。因此, 加强对历史大涝、大旱的研究, 防患于未然, 是十分必要的。

一、资料来源及可信性分析

太湖流域历史旱涝资料主要来自徐近之先生编著的“气候历史记载初步整理”及有关省市气象、水利部门整理的气候史料。这些气候史料, 源出于正史、地方志及有关水利专著、笔记和奏疏等¹⁾。

各部门整理的气候史料, 详略互异。因此对于每一年的资料, 都尽可能参照各方面的材料加以核对订正后才引用。

南宋时期, 太湖流域不仅是我国的政治中心, 史料特别丰富, “水则”记录即为其中之一。

古代称刻划(道)为“则”。用以记录水位的高低。《吴中水利全书》载: “宋徽宗宣和二年(1120年)立浙西诸水则碑”, 并有专人管理与记录。如吴江水书载: “宋绍熙五年(1194)‘水在此’刻第六道中”, 又载: “元至元廿三年(1286)‘水在此’刻第七道

本文1985年5月11日收到, 1985年11月23日收到第一次修改稿, 1986年2月8日收到第二次修改稿。

1) 有关水利专著主要有: 明·沈潜, 《吴江水考》; 明·张国维, 《吴中水利全书》; 明·归有光, 《三吴水利录》; 清·金发理, 《太湖备考》; 清·王凤生, 《浙西水利备考》等等。

中”等等。建国后,水利部门曾对吴江水则碑作了实地考证,并将各则所代表的水位高程作了推算¹⁾。这些记录是当今研究太湖流域历史大水的宝贵资料,与全国其他地区相比,本区南宋以来的历史旱涝记载特别丰富。在系统整理南宋以来863年(1121—1983年)历史旱涝记载中,来自正史、水利专著及通志以上地方志的占大多数,没有任何旱涝或丰欠记载的仅21年(占2.4%),因而,作为研究资料是可信的。

二、资料处理

历史文献是研究历史旱涝的一个重要的信息库,但其最大的弱点是记载的数量、方式,掌握的标准等方面有较大的不均一性。因此,为了提高历史旱涝记载在更大时空范围内的可比性,在逐条弄清史实以后建立统一的标准,把定性的历史旱涝信息作参数化处理,并消除不均一性。本研究所用的方法是:

1. 在流域内及其邻近地区,选择具有代表性的若干个(气象)站点,根据1951—1983年汛期(5—9月)降水量与流域平均汛期降水量的相关性,将它们区分为:基本点、辅助点、参考点三种类型。并确定各站点在所属类型中的基本权系数(E)。图1表明:相关系数(r)的分布基本上呈以苏州为中心,向东开口的同心园状。本研究以 $r > 0.85$ 为基本点,(有苏州、吴江、湖州、无锡和上海); $0.65 < r < 0.85$ 为辅助点(有杭州、常州、郎溪和绍兴); $0.55 < r < 0.65$ 为参考点,(有南京、镇江、扬州)。从基本点为例: $E(\text{苏州}) = 0.4$, $E(\text{吴江}) = 0.25$, $E(\text{湖州}) = 0.25$, $E(\text{无锡}) = 0.05$, $E(\text{上海}) = 0.05$ 。

2. 参照国家气象局制订的历史旱涝5级分类标准^[1],确定各站点历年的历史旱涝等级(a)。并根据地形及区域气候特征,确定它们的订正系数(c),以提高用以反映流域旱

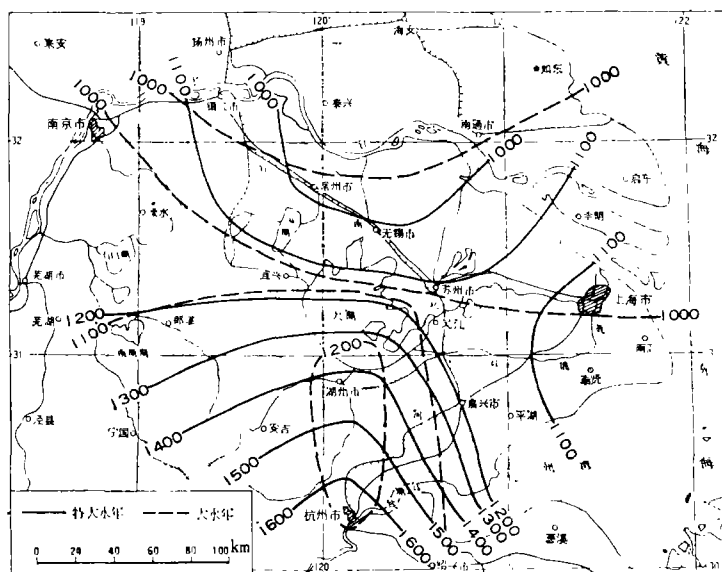


图 1 汛期降水量与平均汛期降水量相关系数分布图

Correlation coefficient between each station and basin of mean flood season rainfall

1) 水利电力部上海勘测设计院,从吴江水则碑探讨太湖的历史洪水,1965年。

涝状况的能力。如地势低洼的吴江县, 大量资料表明, 流域正常安小水, 流域小水安大水, 所以取 $c(\text{吴江}) = 0.5$ 。

3. 根据资料来源及史料中所提供信息的强度, 规定资料可信度 (b)。大致, 来源于正史、专著或通志以上的地方志, 且有明确旱涝记载者 $b = 1$; 来源于其它或史料中虽没有明确旱涝记载, 但可以印证旱涝状况者 $b = 0.9$; 没有任何记载的补插正常年 $b = 0.7$ 。

4. 用变权加权平均, 计算各类点地区, 历年的历史旱涝等级 (P) (1—5 级)。

$$P_j = \sum_{i=1}^n (a_{ji} + c_i) * D_{ji}$$

$$D_{ji} = \frac{E_i * b_{ji}}{\sum_{j=1}^n E_i * b_{ji}}$$

式中 D_{ji} —— i 年、 i 站点的变权系数

5. 在此基础上, 根据各类点地区历史旱涝的自然聚集状态, 模拟人的思维法则, 建立如: 基本点大涝、辅助点大涝、参考点大涝或涝, 则流域特大涝定为 1 级; 基本点大涝、辅助点大涝、参考点正常或旱或大旱, 则流域大涝定为 2 级等 15 条推理规则, 将基本点、辅助点、参考点的历史旱涝等级综合成流域的等级 (1—9 级), 建成序列。

由这样划分的历史旱涝等级, 根据 1951—1983 年资料作分析, 大致: 1、9 级, 相当于汛期降水距平 $> \pm 80\%$; 2、8 级, $\pm (40-80)\%$; 3、7 级, $\pm (15-40)\%$; 4、6 级, $< \pm 15\%$ 。其在南宋以来 863 年中的分配如下:

表 1 南宋以来旱涝年分配表
Number of flood and drought years from Nan-Song dynasty

等 级	1	2	3	4	5	6	7	8	9
意 义	特大涝	大涝	涝	偏涝	正常	偏旱	旱	大旱	特大旱
年 数	24	63	84	194	251	119	66	34	28
%	2.8	7.1	9.7	22.4	29.0	13.7	7.6	3.9	3.2

根据以上分配, 以 1951—1983 年实测降水资料为依据, 恢复历史汛期降水量^[2], 如图 2、图 3。

综上所述, 本研究的所谓大涝 (大旱) 是指流域性的大涝 (大旱)。它包括两种情况: 1) 流域腹部地区 (基本点地区) 达到国家气象局制订的大涝 (大旱) 标准, 邻近地区 (辅助点地区) 达到涝 (旱) 或正常年标准。2) 腹部地区及邻近地区都达到大涝 (大旱) 标准, 而宁镇扬地区 (参考点地区) 非涝 (非旱)。汛期降水距平在 $(40-80)\%$ 。大涝时, 流域内大部分地区汛期降水量在 1000mm 左右, 大旱时在 400mm 左右 (图 2、3)。本研究的所谓特大涝 (特大旱) 是指流域腹部地区及邻近地区都达到大涝 (大旱) 标准, 而宁镇扬地区达到大涝 (大旱) 或涝 (旱) 的情况。这种情况, 大多属于江淮流域或更大范围内的大

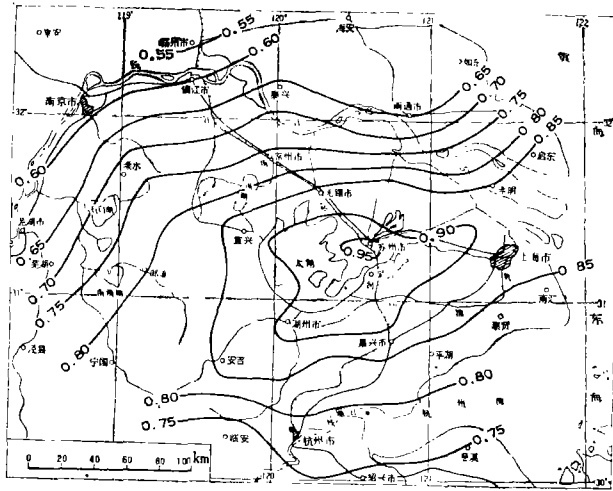


图 2 恢复的历史时期大涝、特大涝汛期降水量图

Flood season rainfall of reconstructed historical heavy flood and very heavy flood

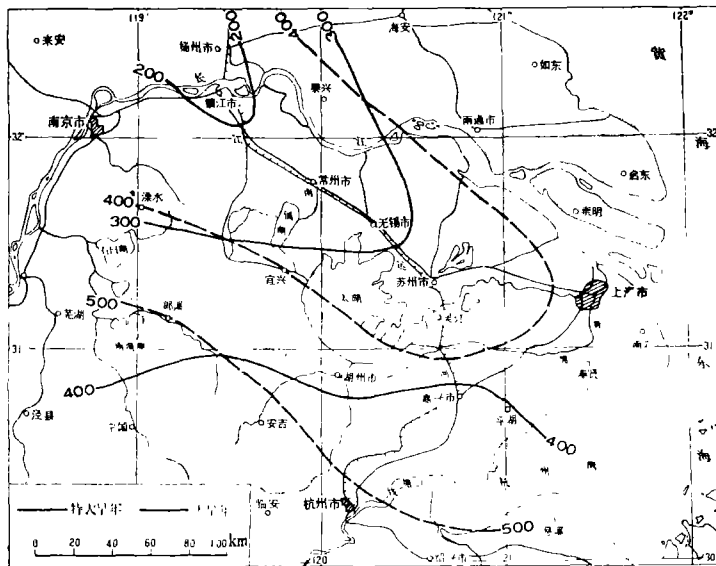


图 3 恢复的历史时期大旱、特大旱汛期降水量图

Flood season rainfall of reconstructed historical heavy drought and very heavy drought

涝（大旱）。汛期降水距平在 $\pm 80\%$ 以上。特大涝时，流域内大部分地区汛期降水量在1100 mm左右，特大旱时在300—400 mm左右（图 2、3）。

三、历史大涝大旱基本特征

纵观南宋以来800多年旱涝情况，正常、涝、早年之比大致为3：4：3，在涝、早年中偏涝、偏早年都占各自的一半左右，因而正常及基本正常的偏旱偏涝年占全年的60%以上。涝年略多于早年，正常及基本正常年占大多数，这与本区自然条件分不开。然而，本区

仍有11%左右的大涝、大旱年及6%左右的特大涝、特大旱年，其中大涝年多于大旱年，特大涝年少于特大旱年，它们数量不多，但危害极大。

大涝大旱的形式，通常与东西季风环流的增长、演变有关，且往往具有气候变化背景，其时空分布具以下特征：

（一）大涝大旱在时间上呈相间分布

按世纪划分，太湖流域14、15世纪是一个明显的大涝相对集中期，其中以14世纪更为突出，而13、16世纪则大旱比较集中。18世纪后，特大旱涝在大旱大涝中的比例显著上升（表2）。

表 2 13世纪以来大涝大旱年分配表
Number of ploed and drought years from 13 century

世 纪	13	14	15	16	17	18	19	20
特 大 涝	2	0	3	3	4	2	6	3
大 涝	7	14	8	7	8	3	0	6
特 大 旱	5	0	1	6	3	2	2	4
大 旱	3	0	4	4	6	5	2	4

在这些相对集中的世纪里，大涝旱仍为相间分布，构成一系列相应的相对集中时段，其中较明显的有：

1288—1378年（91年间发生大涝、特大涝18年，占20%）

1449—1518年（70年间发生大涝、特大涝12年，占17%）

1504—1559年（56年间发生大旱、特大旱8年，占14%）

1636—1723年（88年间发生大旱、特大旱14年，占16%）

在这些相对集中时段里，大涝、特大涝或大旱、特大旱所占的比例，高出平均一倍以上。它们往往也是相应的连涝、连旱多发时段。

就单个县的历史旱涝记载来说，相对集中的时段，基本上也分布在相应的相对集中的世纪里。如：吴江县震泽镇，在14世纪有40年记载了涝灾；在15世纪有58年记载了涝灾；苏州、常州，在16世纪有20年记载了旱灾。

可见，大涝相对集中的世纪，往往由较长的相对集中时段构成，其中又有较多的连年大涝或单个县的大涝发生，反之亦然。

建国以来，发生7次大、特大涝和7次大旱、特大旱。大致50年代至60年代前期大涝相对集中，而60年代后期至70年代大旱相对集中。

较大范围的持续旱涝，往往与气候振动有关。K·Barber通过对英格蘭卡莱尔地区、波尔顿岗地泥炭田的孢粉分析，证实小冰期以前，尤其是14、15世纪，在北欧、西欧也是一个显著的湿润时期。如果将表2按以下公式计算指数， $2 \times (\text{特大涝年} - \text{特大旱年}) + (\text{大涝年} - \text{大旱年})$ 表示太湖流域13世纪以来的湿润状况，那末它与波尔顿地区除18世纪外，变化极为相似（图4）^{〔3〕}。对照黄河流域，15世纪也是一个明显的大涝相对集中期^{〔4〕}。这说明它

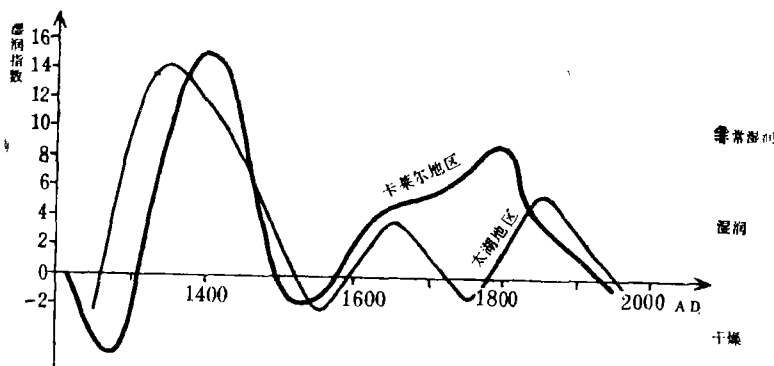


图 4 英格兰卡莱尔地区与太湖地区湿润状况对比图

Wet degree comparison between the Carlisle (English) and the Taihu region

们可能具有共同的气候变化背景。

(二) 连年大涝、大旱

连年大涝大旱,反映了太湖流域大涝大旱的极端情况,它给社会经济以深远的影响,因而通常记载较为确切。17世纪30—40年代,太湖流域连年大旱,所属县几乎都有记载。如:光绪《昆新合志》载:“夏大旱,至和塘、吴淞江皆涸,民大疫,死者枕藉,斗米银三钱。秋蝗,民屑榆皮为食”。

南宋以来共发生流域性连年大旱5次,连年特大旱4次,连年大涝6次,未发生连年特大涝。它们一般连续2—3年。这些连年大涝大旱多发生在相应的大涝大旱相对集中时段。如:

在1288—1378年的大涝集中时段里 1295—1297年连续大涝三年, 1330—1332年连续大涝三年, 1355—1356年连续大涝二年。

在1449—1518年的大涝集中时段里 1449—1450年连续大涝二年。

在1504—1559年的大旱集中时段里 1544—1545年连续特大旱二年。

在1636—1723年的大旱集中时段里 1721—1723年连续大旱三年。

本世纪 1956—1957年连续大涝二年, 1967—1968年连续大旱二年, 1978—1979年连续特大旱二年。

如果包括偏涝偏旱年在內,则全流域连续旱、涝年更多,其中超过5年以上的有 1205—1301年连续涝七年, 1422—1428年连续涝七年, 1470—1480年连续涝十一年, 1543—1547年连续旱五年, 1636—1644年连续旱九年。

至于个别县的连年旱、涝,如常熟1491—1494年连续涝4年,苏州1522—1525年连续旱4年等等,则更多。

连年大涝大旱的另一种形式,是年内空间上旱涝镶嵌;或时间上,旱涝相连。旱涝镶嵌,因其与局部天气系统有关,一般未能形成特别严重的灾害,历史时期较大的有1375、1415、1403、1456年等。旱涝相连也是太湖流域最常见的大涝大旱形式,多发生在夏秋间,个别自春至秋,甚至隔年相连。它可分为先旱后涝与先涝后旱两种,历史时期以先旱后涝最为常见。如:1387、1434、1443、1453、1481年等即为此例。通常因其受灾时间长而灾情十分

惨重。1481年先旱后涝,乾隆《吴江县志》载:“春夏不雨地拆,川涸禾槁及根。秋七月雨有颶风,八月连大雨,太湖水溢,平地深数丈,荡民庐舍,九月朔大风雨,昼夜如注,至冬无日不雨,禾稼仅存者悉漂没……明年大饥……”。

(三)大涝大旱季节分配

从可以判别旱涝季节的历史记载分析,夏涝占总涝年的70%左右,东部沿海略低于湖西地区,夏及夏秋旱占总旱年的65%左右,春旱约占25%。

大涝大旱以夏秋为主,说明它受梅雨及台风的影响比较大。初夏正值梅雨季节,也是汛期的开始,梅雨来得迟早及其强弱变化是造成成本区大涝大旱的重要原因之一。1931年7月特大涝,就是在鄂霍次克阻塞高压比常年推迟一个月后撤,形成静止锋的形势下发生的。该年太湖流域七月连雨二十余天,大部分地区雨量在500mm左右。《江苏水利全书》载:“是年伏汛江水大涨,鄂、赣、皖、苏四省沿江堤圩多被冲坍”。1954年在与此相仿的天气形势下,梅雨期比常年提前一个月到来,而又推迟一个月结束,造成建国以来最大的淫年。历史记载中的“夏大水、江溢……”、“五一七月淫雨不止……”等大涝年,大多如此。反之,1768年同治《苏州府志》载:“三月至八月不雨,东太湖涸”,与此同时,华北地区淫雨不止,以致大涝。这种南旱北涝的形势,显然是由于冷锋北移,而太湖流域上空提前被付高控制而造成的。历史记载中的“五一七月不雨”、“自夏至秋不雨,河涸”等也大多如此。

历史时期,有相当数量局部地区的秋大涝,如:明崇祯六年(1633年)光绪常昭合志载:“六月二十五日晨,大风雨至夜半止,水涌二尺半”;民国吴县志又载“六月二十五日大风雨,乔木尽拔……”。这些大涝显然与频繁的台风活动有关。1962年9月,苏州受台风影响,最大日雨达414mm,局部地区水位超过1954年,成为建国以来最严重的大涝年。历史时期,太湖流域大涝大旱的季节分配,进一步说明了夏季风活动的影响。

(四)大涝大旱的地区分布

对天气系统来说,太湖流域除了东部沿海受台风雨、海潮影响,有较多的大涝外,主要是受下垫面差异影响的结果。南宋以来,湖东及上海市,大涝记载比大旱多2—3倍,尤其是地势低洼的吴江县可高达4倍。杭嘉湖地区,尤其是北部,大涝略多于大旱。湖西地区,大涝大旱记载都较多,而沿江的江阴、常熟、太仓及无锡一带记载都较少。可见,历史时期,大致湖东是易涝地区,湖西是易旱地区,而沿江一带比较风调雨顺。

四、近期大涝大旱趋势估计

太湖流域的大涝大旱,就降水量而言,是夏季风活动的产物。并且是一个十分复杂的问题,所以,从成因上搞清太湖流域的旱涝变化,相当困难。但通过以上分析,可见对社会影响极大的大涝、大旱,其时空分布相对比较稳定,且大致遵循一定的变化韵律。并且由于极值理论给本身的特点,对观测资料要求较低,而这些极值正是史料中记载最真实的部分。因此,对于研究历史大涝大旱就有更强的适应性。

本研究用南宋以来的9级历史旱涝序列,运用极值理论在中长期地震预报中的方法^[5],对太湖流域大涝大旱作极值分析。根据这个方法,先将序列划分为若干个物理意义比较清楚的单位时段,然后推导出大涝大旱的极值分布函数和复发周期,计算出到下一个单位时段

上, 该发生大涝大旱的理论值。

$$N_p(x) = P/T(x)$$

式中: $N_p(x) \geq x$ 等级的极值, 在 P 个单位时段以后的理论值; $T(x) \geq x$ 等级的极值的复发周期。

若理论值大于当前实发值, 则下一个单位时段期间, 就有再发的可能, 差值越大, 再发的可能性就越大。反之亦然。据此算出可能再现概率 (P), 从而作出危险性估计。

根据时间序列的功率谱分析结果及实际需要, 本研究以 11 年作为极值分析的单位时段, 用 1126—1983 年序列, 分别对大涝、大旱作危险性估计。在作大涝时, 将 5—9 级合并为非涝级; 作大旱时, 将 1—5 级合并为非旱段。结果如表 3。

由表 3 IV 列可见, 到下一个单位时段止 (即 $1983 + 11 = 1994$ 年), 发生大涝的理论值大于当前实发值 0.4, $P = 0.7$; 而发生大旱的理论值小于当前实发值 0.8, $P = 0.2$ 。可见在 1994 年前, 再现大涝的可能性比大旱可能性大。那么这种可能性到底意味着潜伏多大的实际危险性。为此, 结合危险性估计的效果检验, 用同样的方法, 分别将 1126—1950、1126—1961、1126—1972 年序列, 对当时的下一个单位时段作危险性估计, 然后与实发值作比较分析。

表 3 大涝大旱极值分析结果
Result of extreme values analysis

型 号			I	II	III	IV
序列长度 (年)			1126—1950	1126—1961	1126—1972	1126—1983
单位时段长度 (年) T			11	11	11	11
单位时段数 m			75	76	77	78
大涝 极 值 分 析	到下一单位时段止的理论数		23	23.6	23.9	24.4
	当前实发数		22	24	24	24
	理论数—实发数		+1	-0.4	-0.1	+0.4
	再现概率 (P)		0.85	0.4	0.5	0.7
	下一单位时段	特大	2	0	0	(0—1)
	期间的实发数	大	2	1	2	(1—2)
	到下一单位时段止的理论数		25.1	25.7	26.5	27.2
大旱 极 值 分 析	当前实发数		25	25	26	28
	理论数—实发数		+0.1	+0.7	+0.5	-0.8
	再现概率 (P)		0.5	0.8	0.75	0.2
	下一单位时段	特大	0	1	2	(0)
	期间的实发数	大	1	3	0	(0—1)

括号内为估计值

就大涝危险性而言, 当理论值大于实发值 1、 $P=0.85$ 时, 下一单位时段期间实发特大涝 2 次、大涝 2 次; 小于 0.4, $P=0.4$ 时, 实发大涝 1 次; 小于 0.1, $P=0.5$ 时, 实发大涝 2 次。如今大于 0.4、 $P=0.7$, 估计 1994 年前可能会发生一次汛期降水量接近 1954 年的特大涝, 1—2 次接近 1980 年的大涝。就大旱而言, 理论值大于当前实发值 0.1, $P=0.5$ 时, 实发大旱 1 次; 大于 0.7, $P=0.8$ 时, 实发特大旱 1 次, 大旱 3 次; 大于 0.5, $P=0.75$ 时, 实发特大旱 2 次。如今, 小于 0.8, $P=0.2$, 估计 1994 年前可能有一次大旱, 一般不会发生特大旱。以上结论与“今后 10 多年间, 太湖流域可能是一个比本世纪 60—70 年代相对湿润的时期”的趋势分析意见相一致¹⁾。

预期 1986—1988 年将是第 22 周太阳活动各期, 同时 1986 年哈雷慧星将再次到达近日点, 有人认为, 此间我国南方气候可能有异常²⁾, 这与本研究结果可能有成因上的联系。

极值理论只是从历史大涝大旱自身的变化规律出发, 对今后趋势作估计。事实上, 由人类活动引起的环境变化, 在一定程度上, 改变了这种危险性。如前所述, 太湖流域 18 世纪以来, 特大旱涝在大旱大涝中的比例显著上升, 近百年来, 旱涝频增等事实, 表明由于环境生态变得脆弱, 抗灾能力在下降。1954 年大涝后, 为提高抗洪能力作了不少工程, 但由于缺乏统一规划, 也产生了一些新问题。如河湖调蓄能力下降, 排洪出路未妥善解决等等, 因此, 虽然收到了暂时和局部的效益, 但就整体而言, 大大降低了对特大洪水的防御能力, 蕴藏着潜在的危险性。

1983 年 7 月, 太湖流域在正常的情况下, 却出现了非常的水情。7 月太湖实测水位比 1954 年只低 0.19 米, 个别地区超过 1954 年水位, 成为建国以来第二个大涝年。据研究, 若 1954 年雨型再现, 太湖水位将超过 5 米, 受灾面积将达 1000 万亩, 经济损失巨大。从这个意义出发, 太湖流域受大水威胁的实际危险性, 在地区经济高度开发的今天, 比以上估计还要大得多。这是个值得重视的问题。流域整治已刻不容缓。

参 考 文 献

- (1) 中央气象科学研究院主编: 中国近 500 年旱涝分布图集, 地图出版社, 1981 年。
- (2) Wang Shao-Wu etc, Reconstruction of the Summer Rainfall Regime for the last 500 Year in China, GeoJournal, Vol 5, 1981.
- (3) A. MÖRNER and W. KARLE'N, CLimatic Changes on a Yearly to Millennial Basis, D, Readell Publishing company, June 1984.
- (4) 陈家其: 黄河流域历史时期的大旱与大水, 中国科学院南京地理研究所集刊, 1, 1983 年。
- (5) 陈培善、林帮慧: 极值理论在中长期地震预报中的应用, 地球物理学报, 16, 1973 年。

1) 陈家其: 太湖流域南宋以来历史旱涝变化及其趋势分析, 1984 年。

2) 王涌泉: 哈雷慧星与中国水旱, 1985 年。

THE HEAVY FLOOD AND DROUGHT OF TAIHU BASIN FROM THE SOUTHERN-SONG DYNASTY AND THE POSSIBILITY OF THEIR RECURRENCE IN THE NEAR FUTURE

Chen Jiaqi

(Nanjing institute of Geography, Academia Sinica)

Subject Indexing: TaiHu, Climatic fluctuation

Abstract

During the Southern-Song Dynasty, the Taihu basin was the political, economical and cultural center of China, therefore there are many historical events about climate. In this paper, on the basis of these accumulated data, the flood and drought order sequence of Taihu basin during the last 863 years (1121-1983 A.D.) has been built. It consists of nine orders. In addition, the heavy flood and drought that have happened since the southern song Dynasty was studied by the sequence analysis method. Furthermore, according to the statistical theory of extreme values, the possibility of their recurrence in the near future was estimated.

The main conclusions are as follows:

1. From Nan-Song dynasty, the flood years were a little more than drought years and normal years. Their proportion was 4:3:3. In flood and drought years, the gentleness was most, the gentleness and the normal years account for over 60% of the total, the very heavy account for about 3%.
2. The flood years were relatively concentrated in the 14th and 15th century; the drought years were relatively concentrated in the 13th and 16th century and after the 18th century the proportion of very heavy flood and drought years has been increased obviously, among the flood and drought years.
3. Most of heavy flood and drought in history occurred in summer and autumn. Numerous successive years of flood and drought was one of the remarkable characteristics of heavy flood and drought. The successive years of flood and drought were resulted in the extreme cases of flood and drought in history.
4. By 1994, it will be probable that one very heavy flood (similar to that of 1954), one or two heavy flood (similar to that of 1980) and one heavy drought (similar to that of 1968) will occur, but there is little possibility of occurring of very heavy drought, in general.