

长江三角洲各自然季节降水趋势

严济远 许卫桐 朱静燕 徐家良

(上海市气象局)

提 要

本文按不同自然季节分析长江三角洲各季降水的变化,根据降水异常年出现的规律,对公元2000年前各季的降水变化趋势作了展望。

以往的文献^[1,2]大都从研究年或月降水量来分析降水的长期变化,本文试图从自然季节考虑探讨各季的降水变化,以了解异常年出现的规律,据此展望公元2000年以前长江三角洲各季的降水变化趋势,以期对农业规划和防灾抗灾有所裨益。

一、不同自然季节的划分和气候特点

(一) 不同自然季节的划分

鉴于长江三角洲自然季节的变化是和500毫巴环流形势的演变相联系的^[3],本文试以500毫巴高空长波槽脊的位置(图略)为主,结合降水特点把长江三角洲划分出6个自然季节。各季的划分标准和气候特点是:

1. 春雨季 以原先准稳定在海上的大槽演变为陆上槽,伴有中雨的连阴雨天气过程,作为冬季结束春雨季的开始。以印度孟加拉湾上空的副热带高压588毫巴闭合等高线北跳到西藏高原上空稳定下来,在东移过程中出现一次晴天过程为本季结束。长江下游处于槽前,多阴雨天气过程。

2. 梅雨季 以康藏高压东移和西太平洋副高合并,副高脊线北跳,稳定在20—25°N,候平均气温在22°C以上为梅雨季开始。西太平洋高压脊线继续北跳,并稳定在25°N以北,气温一般稳定在26°C以上为本季结束盛夏季开始。由于西太平洋高压北进,地面准静止锋稳定在长江中下游,出现湿热的黄梅天气。

3. 盛夏季 原先准稳定在河套一带的西风槽线由河套移到华东地区,有一次明显的降温过程,一般候温降到27°C以下为本季结束秋雨季开始。由于受副热带高压控制,晴热少雨,多雷阵雨天气。

4. 秋雨季 以东亚大槽建立西太平洋高压在冷空气影响下断裂成东西二环作为本季结束,晚秋季开始的标准。本季高空常受槽的影响,地面常有冷锋、台风、台风倒槽的影响,多阴雨天气,是全年暴雨最多的时期。

5. 晚秋季 东亚大槽加深,东移,稳定在东经130—140°之间,一般能持续10天以

上晚秋季结束冬季开始。由于大槽的存在,长江下游经常处在脊前槽后,以秋高气爽天气为主。

6. 冬季 位于大槽后部的长江下游区地面在稳定的冷高压控制下,以晴好天气为主,有时有强烈的降温和雨雪天气。

(二) 各自然季节的气候特点

表 1 列出了长江三角洲各自然季节平均开始期和结束期。看出,不同季节的持续日期差异甚大,最长的冬季有110天,梅雨和秋雨季节最短分别为24和34天。夏半年的季节较短,冬半年的季节较长,这表明夏半年大气环流不甚稳定,气候复杂,季节多变;冬半年环流特征稳定,季节少变。

表 1 长江三角洲各自然季节平均开始和结束期

The mean beginning and ending dates and the durations of the natural Seasons in the Yangtze Delta

自然季节	春 雨	梅 雨	盛 夏	秋 雨	晚 秋	冬 季
开始结束日期						
开始日期	4月2日	6月17日	7月11日	8月25日	9月28日	12月13日
结束日期	5月22日	7月10日	8月24日	9月27日	12月12日	4月1日

表 2 各自然季节常年雨量、雨日百分率、均方差表

Normal rain-days, rain-day percentage, and standard deviations for each natural season

自然季节	春 雨	梅 雨	盛 夏	秋 雨	晚 秋	冬 季
要素名称						
常年雨量	220.6	191.1	100.6	224.0	100.5	194.7
雨 日(%)	52	60	23	51	23	33
均 方 差	97.4	129.0	70.1	139.0	52.3	67.5

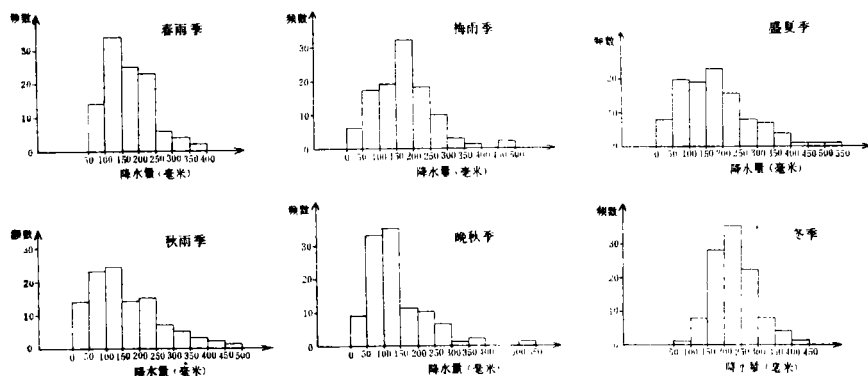


图 1 雨量频数分布

1. 春雨, 2. 梅雨季, 3. 盛夏季, 4. 秋雨, 5. 晚秋季, 6. 冬季

The rainfall frequency distribution

1. of "spring Rain", 2. of "plum Rain", 3. of "High Summer", 4. of "Autumn Rain", 5. of "Late Autumn", 6. of "Winter"

从各季的总雨量和均方差, 雨日百分率来看, 春雨、梅雨、秋雨季有明显的雨季性质, 雨日百分率为51—60%, 而盛夏、晚秋、冬季雨日百分率只有23—33%, 三个雨季里秋雨量的均方差最大, 梅雨次之, 春雨最小, 这表明秋雨量最不稳定, 春雨量最稳定, 梅雨量介于其间。

由各自然季节雨量频数分布图(图1)看到, 除冬季雨量分布呈正态分布外, 各季都呈偏态分布, 且梅雨、盛夏、秋雨三季能出现450—550毫米的异常多雨年, 从而导致涝灾。

二、各自然季节降水的持续趋势、异常性和准周期性

(一) 各自然季节降水的持续趋势和异常性

各自然季节降水的持续特征对估计降水趋势是十分有用的, 而距平积分曲线能较好地反映气候的长期变化趋势, 为了反映这种长期的变化趋势需要有长年代的资料序列, 位于长江三角洲的上海资料年代长达100年以上, 为研究降水的长期变化趋势提供了条件。另外, 根据我们作出的各自然季节里上海和其它各站之间雨量相关系数几乎均在0.63—0.97之间, (表3) 这表明本区各自然季节降水具有同一性特点, 因而上海站的降水资料是有代表性的。由图2可见, 各自然季节降水的持续性趋势是明显的。

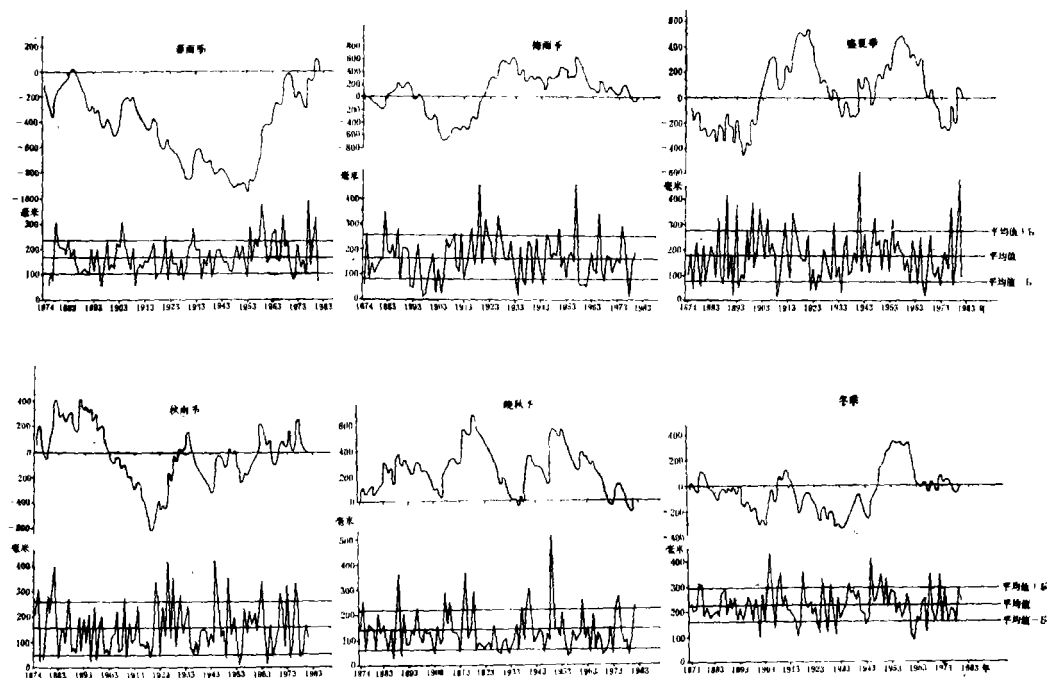


图2 降水量曲线(下)与降水量距平积分曲线(上)

1. 春雨, 2. 梅雨, 3. 盛夏季, 4. 秋雨季, 5. 晚秋季, 6. 冬季

The rainfall (Lower) and the rainfall accumulative anomaly (Upper) 1. in "Spring Rain", 2. in "Plum Rain", 3. in "High Summer", 4. in "Autumn Rain", 5. in "Late Autumn", 6. in "Winter"

表 3. 不同自然季节上海和各站雨量相关系数

Correlation coefficients of the rainfall in Shanghai in different natural seasons with that of the neighboring stations

各 站	东 山	嘉 兴	南 通	溧 阳	南 京
春 雨	0.91	0.81	0.78	0.81	0.77
梅 雨	0.91	0.91	0.63	0.65	0.41
盛 夏	0.56	0.65	0.67	0.73	0.63
秋 雨	0.83	0.75	0.65	0.79	0.58
晚 秋	0.83	0.78	0.78	0.67	0.56
冬 季	0.96	0.97	0.88	0.86	0.69

春雨季 从1874—1953整整80年里,距平积分曲线的总趋势是下降的,表明该时期以少春雨为主。少春雨期间共出现12个异常少雨年*,即1874、1875、1877、1896、1909、1917、1922、1926、1928、1935、1939、1953年,平均6—7年有一次异常少雨年;80年间共出现5个异常多雨年,即1878、1883、1904、1921、1932,平均16年发生一次。从1954—1981年多春雨期间共出现9个多春雨年,即1954、1958、1959、1960、1963、1964、1967、1977、1980,平均3—4年出现一次;有两个少春雨年,即1971、1981,平均每14年出现一次。

梅雨季 降水持续趋势也是明显的,但长度比春雨期短,多梅雨期和少梅雨期相继出现。在108年资料中,三个多梅雨期分别为1874—1887(14年),1905—1932(28年),1945—1957(13年);三个少梅雨期分别为1888—1904(17年),1933—1944(12年),1958—1978(21年)。

108年里共出现16个异常多梅雨年,均出现在三个多梅雨期内即1875、1882、1887、1909、1912、1916、1919、1921、1922、1926、1927、1945、1950、1957、1966、1975,平均3—4年出现1次,而异常少梅雨年在这50年中仅出现过一次。108年里共有18个异常少梅雨年,其中17个出现在三个少梅雨期内即1892、1893、1897、1898、1902、1904、1933、1934、1937、1940、1944、1958、1959、1960、1961、1968、1978年,平均2—3年出现一次。在此期间内,未见多梅雨年。

盛夏季 降水的持续趋势,除了1897—1920(24年),1942—1957(16年)二个多雨期,1921—1929(9年),1958—1973(16年)二个少雨期外,还有1874—1896(23年),1930—1941(12年),1974—1981(8年)三个多灾期。

在108年资料中共出现16个异常多雨年,其中9个出现在两个多雨期内即1899、1902、1903、1905、1912、1915、1916、1947、1954平均4—5年一遇,在两个多雨期里,早年仅出现1次,平均每40年一遇;108年里共出现14个异常少雨年,其中6个出现在两个少雨期内,即1922、1924、1964、1966、1967、1973平均4—5年遇到一次,在此期间没有出现过涝年。在1874—1896,1930—1941和1974—1981三个过渡期共出现了7个异常多雨年和7个异常少雨年。7个异常多雨年是1886、1889、1893、1931、1941、1977、1980;7个异常少雨年是1876、1879、1892、1894、1934、1946、1978,平均3年遇到一个涝年或旱年。

秋季 降水比较复杂,除了1894—1919(26年)一个少雨期,1920—1931(12年)一个多雨期其持续性特点比较明显外,其余各时段呈现出波动性特点,但如果和降水异常年结合起来考虑,尚可再划分出二个多灾期即1874—1893(20年),1949—1981(33年)和一个正常期即1932—1948(17年)。108年里共

*规定: $R_i - R < \sigma$ 为异常少雨年; $R_i - R > \sigma$ 为异常多雨年

式中 R 为各自自然季节常年平均降水量, R_i 为各自自然季节逐年的降水量。

出现16个异常少雨年,其中有5年出现在少雨期里,即1896、1898、1903、1910、1919,平均每5年一遇,少雨期间仅1909年为异常多雨年,即26年中遇到1次。108年里共出现17个异常多雨年,有5个出现在多雨期里,即1921、1922、1926、1928、1931,平均2—3年遇到1次,其间仅1923年为异常少雨年即12年遇到1次;在1932—1948年的正常期里仅出现1945年一个异常多雨年。在1874—1893、1949—1981两个多灾期里共出现10个异常多雨年即1875、1879、1881、1887、1891、1950、1963、1970、1973、1976;9个异常少雨年即1876、1877、1883、1949、1954、1965、1967、1974、1978,平均2—3年出现一个异常年。

晚秋季 有三个多雨期即1874—1896(23),1907—1920(14),1934—1953(20年),三个少雨期即1897—1906(10年),1921—1933(13年),1954—1981(28年)。108年间共出现17个异常多雨年,其中13个出现在三个多雨内,期即1875、1884、1889、1896、1907、1909、1914、1915、1918、1937、1939、1940、1949,平均4—5年一遇,在此期间异常少雨年3次,平均19年一遇;108年里共有14个异常少雨年,11个出现在三个少雨期即内,1903、1925、1928、1929、1932、1955、1956、1964、1969、1973、1979,平均4—5年一遇,在此期间异常多雨年有4年,平均12—13年一遇。

冬季 有三个少雨期即1874—1901(28年)、1919—1934(16年)、1954—1981(28年),二个多雨期即1902—1918(17年)、1935—1953(19年)。108年中有16个异常多雨年,其中9个出现在二个多雨期内,即1904、1905、1909、1918、1936、1945、1948、1949、1951年,平均4年遇到一次,在二个多雨期里共出现异常少雨年3个,平均12年遇到一次;在108年中共有13个异常少雨年,其中10个出现在三个少雨期内,平均7—8年遇到一次,在少雨期里共出现7个涝年,平均每10年遇到1次,异常多雨年和异常少雨年出现的频率是很接近的。

由此,我们得出如下看法:各自然季节一个时期降水偏多,一个时期降水偏少的持续趋势是存在的,春雨、梅雨、晚秋、冬季四季的多雨期、少雨期是交替出现的,盛夏和秋雨季在少雨期和多雨期之间还有多灾期。在多雨期不仅降水趋势偏多,异常多雨年出现的频率远高于异常少雨年出现的频率;在少雨期里不仅降水趋势偏少,除冬季外,异常少雨年出现的频率远多于异常多雨年出现的频率。在盛夏和秋雨季的多灾期里,异常多雨和异常少雨年出现频繁。

(二) 各自然季节降水的准周期性

各自然季节降水的持续性特点实际上是时间尺度较长的准周期现象的反应。然而由图2可见到,在距平积分曲线上叠加有次尺度的周期振动,用谱方法分析了信度在 $\alpha = 0.05$ 和0.1时的准周期性振动如下表:

表 4 各自然季节降水量的准周期(年)
Quasi-Periods (in years) of the rainfall for each natural season

自然季节	信 度	$\alpha = 0.05$ 时的准周期		$\alpha = 0.1$ 时的准周期	
春 雨		9.2		27.5	
梅 雨		36.7		55.0	9.2
盛 夏		2.6		2.0	
秋 雨		6.1		—	
晚 秋		1.10		36.7	
冬 季		3.1	4.6	—	

由上表知,春雨有9—10年,27—28年;梅雨有9—10年,36—37年,55年周期;晚秋有11年,36—37年;秋雨有6—7年,盛夏有2.0—3.0年;冬季有3—5年的准周期现象,由此可知,春雨、梅雨、晚秋季降水量变化周期较长,盛夏、秋雨和冬季变化周期较短。

春雨、梅雨、晚秋季的降水量在持续趋势上叠加较长的降水准周期振动,呈现出了明显的持续趋势;盛夏、秋雨季降水量在持续趋势下叠加较短的周期振动,结果呈现出一个异常多雨和异常少雨年出现频繁的多灾期;冬季的降水量在持续趋势上叠加短周期振动,使得在少雨期里异常少雨年和异常多雨年出现的频率十分接近。

三、各自然季节降水趋势的展望

根据各自然季节降水曲线随时间变化的规律对春雨、梅雨、盛夏、秋雨、晚秋、冬季6个自然季节的未来降水变化趋势作如下的预测:

1. 少春雨期(1874—1953) → 多春雨期(1954—1981) → 少春雨期(1982—2000);
2. 多梅雨期(1874—1887) → 少梅雨期(1888—1904) → 多梅雨期(1905—1932) → 少梅雨期(1933—1944) → 多梅雨期(1945—1957) → 少梅雨期(1958—1978) → 多梅雨期(1979—2000年);
3. 多灾期(1874—1896) → 多夏雨期(1897—1920) → 少夏雨期(1921—1929) → 多灾期(1974—1981) → 多灾期、多雨期(1982—2000年);
4. 多灾期(1874—1893) → 少秋雨期(1894—1919) → 多秋雨期(1920—1931) → 正常秋雨期(1932—1948) → 多灾期(1949—1981) → 少秋雨期(1982—2000年);
5. 晚秋多雨期(1874—1896) → 晚秋少雨期(1897—1906) → 晚秋多雨期(1907—1920) → 晚秋少雨期(1921—1933) → 晚秋多雨期(1934—1953) → 晚秋少雨期(1954—1981) → 晚秋多雨期(1982—2000年);
6. 冬季少雨期(1874—1901) → 冬季多雨期(1902—1918) → 冬季少雨期(1919—1934) → 冬季多雨期(1935—1953) → 冬季少雨期(1954—1981) → 冬季多雨期(1982—2000年)。

参 考 文 献

- (1) 张先恭等:本世纪近六十年我国大范围降水异常年的初步分析,气象学报,33(1),1963年。
- (2) 陈世训等:华南降水多年变化的某些特征 地理学报,31(4),1965年。
- (3) 严济远等:上海春雨的季节预报,气象学报,38(3),1980年。

AN INVESTIGATION ON THE INTERANNUAL RAINFALL VARIATIONS FOR DIFFERENT NATURAL SEASONS IN THE YANGTZE DELTA

Yan Jiyuan, Xu Weitong, Zhu Jingyan, Shu Jialang

(Meteorological Bureau of Shanghai)

Abstract

A year was divided, for the Yangtze Delta region, into six natural seasons: Spring Rain, Plum Rain, High Summer, Autumn Rain, Late Autumn, and Winter, and the interannual rainfall variations for each season were analysed. Results show that for each natural season there exists tendency that in one period of several years the rainfall was above normal, while in another, below, and during the wet period not only more rainfall was recorded, but the frequency of the extremely wet year is far much higher than that of the extremely dry year, while the wet period shows just the opposite except in the winter season. Finally, based on the statistical regularity on the occurrences of wet period, dry period, and calamityprone period, a perspective is made on the rainfall tendency for the years before 2000 to provide some help to the agricultural planning, and the prevention of calamities.

《地理研究》第4卷第4期勘误

1. 71页脚注2)公式 $Q-AQ \sim \sqrt{h}$ 应为 $Q \sim A\sqrt{h}$ 。
2. 74页倒9行末一字角码2)应为5)。
3. 76页倒3行末二字“若”应为“云”。
4. 76页倒2行“和经雷达旦”应为“和“经雾达旦”。
5. 77页第1行第25字“如”应为“与”。