

近百年长江下游作物生长季冷暖的变化 与大型环流的振动*

汪 铎 张 鐔

(浙江师范大学地理系) (北京大学地球物理系)

提 要

本文运用上海 1873—1982 年 110 年气温资料, 配合 1871—1980 年 110 年月平均海平面气压场资料, 分析了长江下游作物生长季冷暖的长期变化以及与之关联的大型环流变化特征。发现最近百余年里, 年、季(代表月份)和关键旬的平均气温普遍经历了从偏冷期转为偏暖期约 80—100 年周期的振动, 转折发生在本世纪 20 年代末、30 年代初。70 年代前后有转向偏冷期的趋势。这类低频振动与大型环流活动的低频振动有密切关联, 主要表现在冬季亚洲大陆冷高压主体偏东和阿留申低压偏弱时期, 相应夏季青藏高原热低压偏弱时期, 对应长江下游偏冷期; 反之, 则对应偏暖期。讨论了生长季冷暖变化对农作物生长发育和产量的影响。

一、引 言

20 多年前竺可桢先生研究了我国天气气候对粮食作物收成的影响^[1]。近几年笔者系列分析了我国粮作丰歉受雨水变化的影响及其与大型环流振动的关联^[2-6]。自 60 年代后期以来, 低温冷害对我国农业的威胁十分突出。80 年代初, 长江下游粮仓连续遭受凉夏和早秋冷害, 致使 1980, 1981 两年晚稻产量大幅度下降^[7]。这种气候异常的情景引起人们极大关注。系统分析温度的变异, 尤其是作物生长季内冷暖变化的周期和幅度, 对于作物年景的长期预测和农业生产的规划布局是很有必要的。

本文采用上海 1873—1982 年 110 年温度资料¹⁾代表长江下游三角洲的冷暖情况(范围指上海市包括 10 个县, 江苏南部镇江以东和浙江北部杭州湾以北)。这块农业区以大小麦和双季稻为主要粮食作物, 自 11 月初麦类播种出苗至第二年 10 月底晚稻成熟为一个农业年度, 其中经历一系列关键性生长季节和发育阶段(如表 1 所列)。我们以旬为单位主要分析表 1 所列 10 个阶段的旬平均气温的长期变化。此外, 以年平均气温, 1, 4, 7, 10 月的月平均气温和 1, 7 月的极端气温描述年和四季的冷暖变化。结合运用 1871—1980 年海平面气压场资料²⁾, 针对大气活动中心的几个主要活动区域(以区域内平均气

表 1 长江下游粮食作物关键生长季节(旬)和发育阶段

旬/月	中/11	上/2	中/3	中/4	中/5	中/6	上/7	中/8	下/9	上/10
生长发育阶段	麦类播种出苗	麦类由越冬转春发	麦类拔节幼穗分化	麦类抽穗早稻育秧	麦类成熟早稻分蘖	早稻幼穗分化晚稻育秧	早稻开花灌浆	晚稻分蘖	晚稻齐穗	晚稻灌浆前期

* 本文于 1985 年 7 月 15 日收到, 1988 年 11 月 8 日收到最后修改稿。

1) 据上海市气象局 1974 年和 1980 年出版的《上海气象资料》, 1981, 1982 两年资料另补。

2) 由北京大学地球物理系气象教研室长期组提供。

压表征)分析了大型环流长期振动与冷暖变化的关联。

二、近百年冷暖变化的特征

图1和图2分别是生长季内关键旬的平均气温10年滑动平均曲线和四季、年的平均气温10年滑动平均曲线,可以看出近百余年来冷暖演变的长期趋势有如下特征:

1. 19世纪70年代前后至20世纪30年代前约50年左右时间为偏冷期,年平均气温低于15.5°C的年份占77%,平均为15.2°C;这以后明显回暖,至70年代前后将近50年时间为偏暖期,年平均气温高于15.6°C的年份占70%,平均15.8°C。上述转折发生在20年代末30年代初,文献[8-10]也曾指出有这一转折现象。在我们分析的图象中这一转折及前后两个偏冷偏暖期在年温度、春夏秋三季温度和大多数旬温度上都有显著表现(1月和6月中旬温度的长期变化未发现1930年前后那种转折,又5月中旬的偏暖期较短,在50年代中后期即趋向偏冷),这可能是气候80-100年周期振动的反映。从图中趋势结合周期推算,70年代某些旬似出现另一次转折,有偏暖期转向偏冷期的趋势。

由表2统计平均而言,旬温度在偏暖期的平均值较偏冷期的平均值高0.9°-1.6°C,其中2月上旬差别最大,11月中旬、3月中旬、7月上旬次之,5月中旬和8月中旬差异最小。年、月温度的偏暖期平均值较偏冷期平均值高0.6°-0.9°C,其中10月差别最大,4月最小。

1月温度的长期演变特征与上述情况不同,作者在文献[11]中已另有分析。另外,对6月中旬温度分析表明,19世纪90年代至20世纪初是一个明显偏暖期,30年代末至60年代初是一个较弱的偏暖期;其中40年代后期相对偏冷。明显的偏冷期出现在20年代和30年代前期。

2. 无论是偏冷期还是偏暖期内,年际之

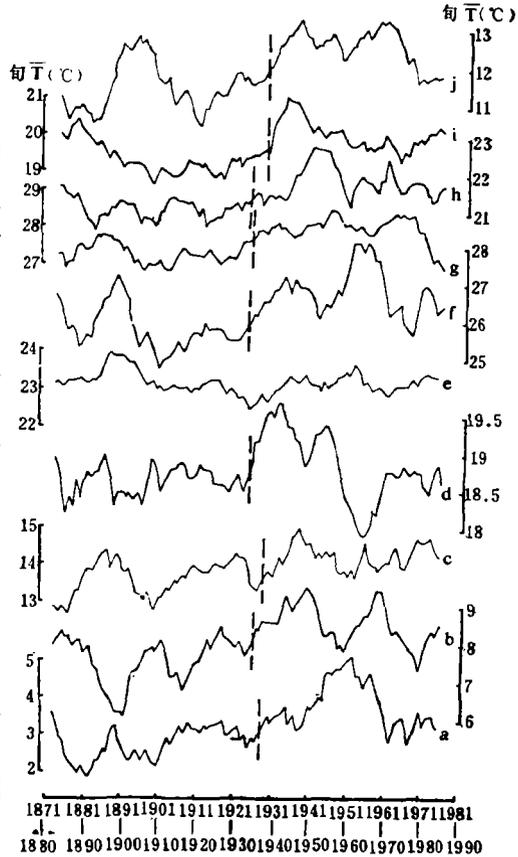


图1 近百年长江下游生长季内关键旬平均气温10年滑动平均曲线 (a. 2月上旬, b. 3月中旬, c. 4月中旬, d. 5月中旬, e. 6月中旬, f. 7月上旬, g. 8月中旬, h. 9月下旬, i. 10月上旬, j. 11月中旬, (虚线表示转折下同))

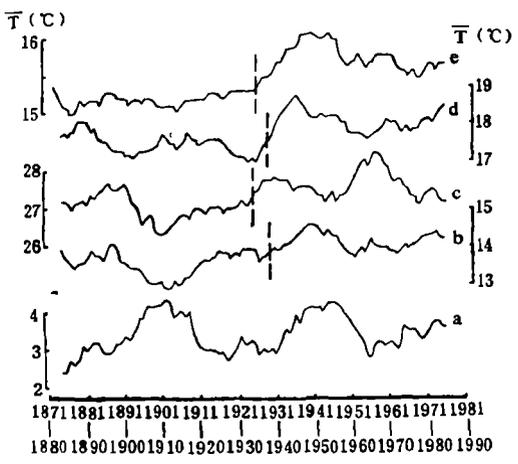


图2 近百年长江下游四季(代表月份)和年平均气温10年滑动平均曲线 (a. 1月, b. 4月, c. 7月, d. 10月, e. 年)

表 2 近百年上海温度偏冷期与偏暖期交替振动

阶 段	偏冷期起迄年代	平均气温	偏暖期起迄年代	平均气温	偏暖减偏冷温差
年 平 均	1875—1929	15.2	1930—1979	15.8	0.6
2 月上旬	1883—1934	2.6	1935—1967	4.2	1.6
3 月中旬	1881—1930	7.5	1931—1968	8.9	1.4
4 月中旬	1876—1935	13.5	1936—1965	14.5	1.0
4 月平均	1878—1927	13.5	1928—1978	14.1	0.6
5 月中旬	1876—1931	18.6	1932—1955	19.5	0.9
7 月上旬	1881—1930	25.8	1931—1965	27.2	1.4
7 月平均	1876—1925	27.0	1926—1978	27.7	0.7
8 月中旬	1873—1929	27.2	1930—1971	28.1	0.9
9 月下旬	1883—1942	21.1	1943—1969	22.2	1.1
10 月上旬	1887—1934	19.1	1935—1980	20.1	1.0
10 月平均	1887—1934	17.3	1935—1979	18.2	0.9
11 月中旬	1873—1933	11.3	1934—1966	12.8	1.5
1 月平均	1917—1936	2.7	1896—1916	4.1	1.4
	1958—1977	3.2	1937—1957	4.1	0.9
6 月中旬	1924—1933	22.4	1888—1908	23.6	1.2
			1939—1961	23.4	

间温度会有明显差异。而偏冷期内出现的极端冷年和偏暖期内出现的极端暖年的差异尤其显著。表 3 给出四季代表月(1, 4, 7, 10 月)近百年中部分极端冷冬、暖冬年和冷夏、暖夏年的情况。冬季最冷的 1878 年 1 月平均气温 -0.5°C , 较常年偏低 3.8°C ; 比极端暖冬年(如 1950 年)低 7°C , 该年极端最低气温达 -11°C 。类似的极端冷冬年还有 1893 年和 1917 年, 1 月平均气温 -0.1°C , 极端最低气温分别达 -12.1°C 和 -10.9°C 。夏季最冷年 1907 年的 7 月平均气温只有 24.6°C , 较常年低 3°C , 相当于 6 月下旬的温度, 季节推迟半个月左右。夏季最热的 1934 年 7 月平均气温达 29.7°C , 较常年高 2.3°C , 极端最高气温达 40.2°C 。类似的极端暖夏年有 1953, 1971, 1978 年等。春季最冷年 1905 年的 4 月平均气温较常年偏低 2.4°C 。秋季最冷年 1899 年的 10 月平均气温较常年偏低 3.1°C 。冷春年季节明显推迟、冷秋年季节明显提前。

表 3 近百年上海极端冷暖、冷暖夏年的四季和年温度(括号内距平值)

极端年份	1 月气温	4 月气温	7 月气温	10 月气温	年平均气温
1978 年冷冬	$-0.5(-3.8)$	$13.5(-0.3)$	$27.2(-0.2)$	$18.1(0.3)$	$14.8(-0.6)$
1950 年暖冬	$6.3(3.0)$	$14.2(0.4)$	$27.9(0.5)$	$18.8(1.0)$	$15.8(0.4)$
1907 年冷夏	$5.1(1.8)$	$12.9(-0.9)$	$24.6(-2.8)$	$18.6(0.8)$	$15.0(-0.4)$
1934 年暖夏	$0.9(-2.4)$	$11.9(-1.9)$	$29.7(2.3)$	$16.7(-1.1)$	$15.6(0.2)$

3. 在偏冷期与偏暖期交替振动的背景上, 还发现存在另一类周期较短的相对偏冷偏暖的阶段性交替的振动, 在旬温度变化上尤其显著。表 4 列出了自 30 年代末 40 年代初至 80 年代初约 40 年时间里 10 个旬温度分别经历的 4 个相对偏冷偏暖阶段, 可见各旬温度变化不完全同步, 有的甚至反相。大致上春季 3 月中旬、4 月中旬、5 月中旬

表 4 近40年左右上海相对冷暖阶段交替的20年周期振动(+偏暖
-偏冷)

旬/月	40年代前后 $\bar{T}(^{\circ}\text{C})$	50年代前后 $\bar{T}(^{\circ}\text{C})$	60年代前后 $\bar{T}(^{\circ}\text{C})$	70年代前后 $\bar{T}(^{\circ}\text{C})$
上/2	1938—1948 3.0(-)	1949—1962 5.0(+)	1963—1972 2.7(-)	1973—1984 3.3(+)
中/3	1941—1949 9.8(+)	1950—1957 7.6(-)	1958—1968 9.6(+)	1969—1980 7.4(-)
中/4	1941—1950 14.6(+)	1951—1962 13.6(-)	1963—1974 14.6(+)	1975—1984 14.2(-)
中/5	1942—1955 19.4(+)	1956—1964 17.8(-)	1965—1974 18.9(+)	1975—1984 18.6(-)
中/6	1943—1952 22.9(-)	1953—1961 23.6(+)	1962—1970 22.6(-)	1971—1980 23.4(+)
上/7	1943—1952 26.1(-)	1953—1964 28.2(+)	1965—1976 25.7(-)	1977—1984 27.1(+)
中/8	1945—1955 28.5(+)	1955—1963 27.7(-)	1964—1973 28.4(+)	1974—1984 27.0(-)
下/9	1940—1949 22.8(+)	1950—1959 21.2(-)	1960—1969 22.5(+)	1970—1982 21.3(-)
上/10	1935—1949 20.6(+)	1950—1959 19.7(-)	1960—1968 20.2(+)	1969—1979 19.7(-)
中/11	1937—1945 13.6(+)	1946—1959 12.2(-)	1960—1966 13.7(+)	1967—1979 11.5(-)

和秋季9月下旬、10月上旬、11月中旬这六个旬的相对偏冷偏暖阶段基本同步，在40年代前后和60年代前后为两个相对偏暖阶段；50年代前后和70年代前后为两个相对偏冷阶段(其中4月中和5月中两旬70年代起稍落后，偏冷不明显)。夏季的6月中旬和7月上旬的相对偏冷偏暖阶段基本同步(70年代起后者落后于前者)，与上述春秋6个旬反位相。8月中旬则稍落后于春秋的6个旬。2月上旬的相对偏冷偏暖阶段与夏季两个旬同步，但70年代后期相对偏暖不明显。上述诸旬的相对偏冷偏暖阶段平均都在10年左右，因此这是一类周期为20年左右的振动、振动的幅度平均在 1.0° — 2.0°C 。

从图中还可以看出，在前50年偏冷期内的相对偏冷阶段形成近百年来冷谷(冷年比较集中)。多数旬的冷谷在1900年前后十几年时间里；6月中旬和11月中旬例外，前者冷谷在1930年前后，后者冷谷在1885年前后和1915年前后。此外，5月中旬在1960年前后出现的冷谷强度超过前面偏冷期的冷谷。在后40余年偏暖期内的相对偏暖阶段形成近百年来暖峰(暖年比较集中)。多数旬的暖峰在本世纪40年代和50年代中；但5月中旬和10月上旬的暖峰超前出现在30年代，而7月上旬的暖峰延迟出现在50年代末60年代初。

三、冷暖演变与大型环流振动的关联

上述近百年来生长季冷暖演变特征是同以大气活动中心为代表的大型环流低频振动有一定关联的。本文分析有关联的海平面气压场主要是：1月亚欧大陆冷高压活动区域(40° — 60°N , 40° — 120°E)及其主体的纬向摆动(以 50°N , 110° — 90°E 气压差表征)和阿留申低压活动区域(40° — 60°N , 140°E — 140°W)以及南印度洋地区(20° — 30°S , 30° — 120°E)；4月太平洋赤道附近(10°S — 10°N , 170°W — 140°W)；7月亚洲大陆热低压活动区域(20° — 30°N , 60° — 100°E)。

1. 首先考察以上活动区域和关键地区气压场近百年来低频振动。从图3中10年滑动平均曲线的形态和趋势可见，多数活动区域关键地区气压场也表现出80—100年周期的振动；并且同图1中偏冷期和偏暖期交替的80—100年周期振动基本上同步配置；气压场略有超前。主要表现在(1)冬季亚洲大陆冷高压主体的纬向摆动(图3a)和阿留申

低压活动强度的振动(图 3 b) 构成一对同步反位相的图象：以 60 年代前期为转折,前 50 年左右大陆冷高压主体偏东(位于贝加尔湖以东占优势),阿留申低压活动偏弱,对应长江下游处于偏冷期;后 40—50 年大陆冷高压主体偏西(位于贝加尔湖以西占优势),阿留申低压活动偏强,对应长江下游为偏暖期。(2) 北半球冬季(1 月)南印度洋高压带(图 3 c),北太平洋高压带(图 3 d)和春季(4 月)太平洋赤道低压带(图 3 e)也有类似振动:对应偏冷期,南印度洋高压带和北太平洋高压带偏强,赤道低压带偏弱;偏暖期则相反。(3) 夏季(7 月)大陆热低压的低频振动(图 3 f)同样显著,转折发生在 20 年代后期,前 50—60 年大陆热低压偏弱,对应偏冷期;后 40—50 年大陆热低压偏强,对应偏暖期。

2. 进一步分析了近百年偏冷期和偏暖期(各取 10 年平均为代表)分别对应的大型气压场的环流特征。

图 4 是 1 月海平面气压场形势,取 1895—1904 年 10 年平均代表偏冷期(图 4 a)和 1945—1954 年 10 年平均代表偏暖期(图 4 b),两者特征及其差异主要有(1)偏冷期内亚洲大陆冷高压主体偏东,1024 hPa 等压线在 40°N 纬圈上分别穿过 50°E 和 130°E,阿留申低压偏弱,中心位于 180°E 以东,1008 hPa 等压线未达 160°E 和 40°N。偏暖期内则相反,大陆冷高压主体偏西,1024 线在 50°N 纬圈上才穿过 50°E 和 130°E;阿留申低压偏强,中心在 180°以西,1008 线伸过 150°E 和 40°N。(2)偏暖期内赤道低压带偏强,但太平洋上的赤道低压带较偏南,1012 线在 20°N 以南(图 4 b);偏冷期则相反(图 4 a)。在气压差图上(图 4 c,即图 4 b 减 4 a)可以从正负区分布看出上述差异。

上述两个 10 年平均的 7 月海平面气压场形势(图略)有如下主要特征差异:(1)偏暖期内,亚洲大陆热低压偏强,北太平洋高压亦明显偏强;偏冷期相反。(2)太平洋上赤道槽偏冷期较偏暖期略偏强。(3)偏暖期南半球低纬的高压带东强西弱(以澳洲为界);偏冷期相反。以上差异在气压差图上(图略)表现为太平洋上正区,亚欧大陆和印度洋上负区占优势。

表 5 是上述偏冷期和偏暖期各 10 年平均的年、四季和 10 个旬的温度差异。表明除 6 月中旬和 11 月中旬外,偏冷期与偏暖期的温度差异是明显的。可见这两个 10 年的代表性对大多数生长季节和关键阶段有普遍意义,并且在一定程度上 1895—1904 年 10 年反映了偏冷期的冷谷;1945—1954 年 10 年反映了偏暖期的暖峰。上述分析还表明,1 月气压场形势的特征可以预示全年生长季多数关键时段偏冷或偏暖的长期趋势。

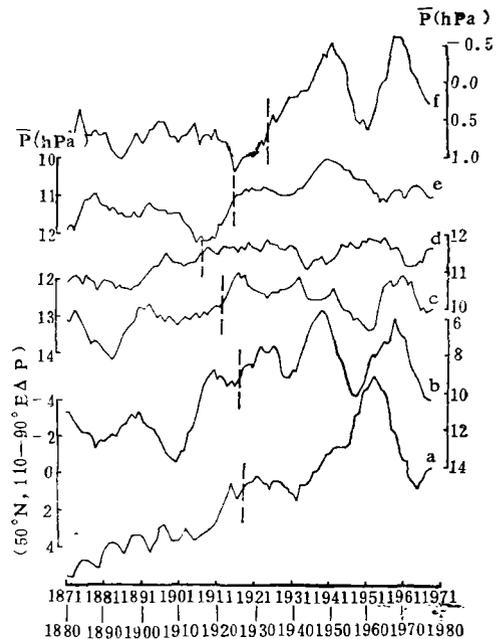


图 3 近百年大型气压环流活动和关键区气压场 10 年滑动平均曲线

(a. 1 月亚洲大陆冷高压主体纬向摆动, b. 1 月阿留申低压活动区域, c. 1 月南印度洋, d. 1 月北太平洋低纬, e. 4 月太平洋赤道附近, f. 7 月亚洲大陆热低压活动区域)

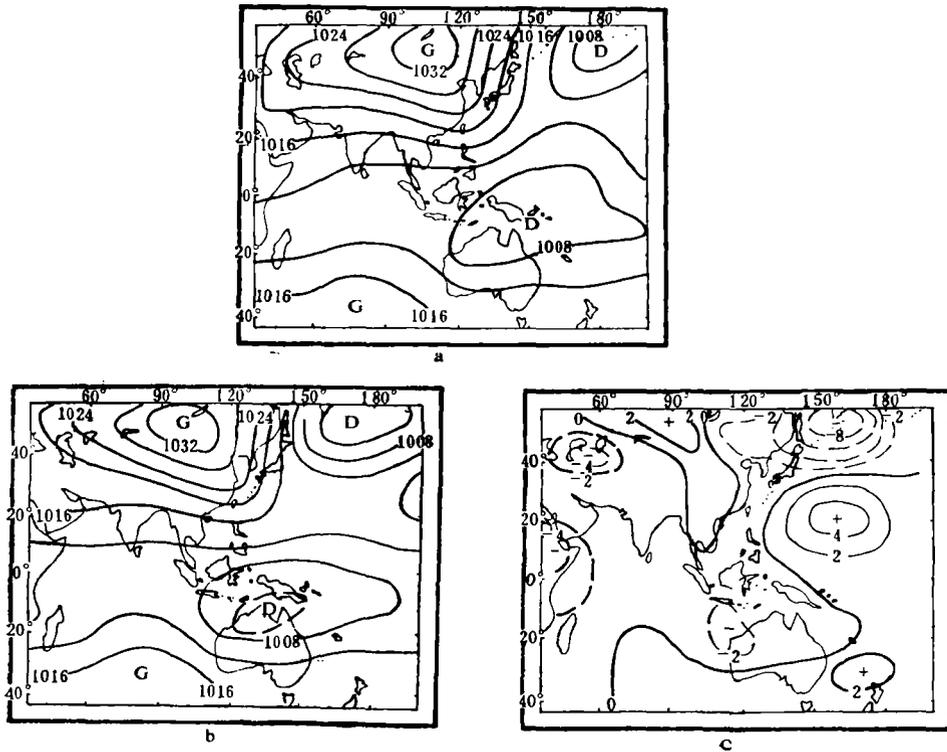


图 4 1 月海平面气压场 10 年平均形势
 (a. 偏冷期 1895—1904 年,
 b. 偏暖期 1945—1954 年,
 c. 偏暖期减偏冷期)

表 5 代表偏冷期和偏暖期各 10 年平均的年、四季(代表月)和 10 个旬的温度(°C)差异

旬/月、月	上/2	中/3	中/4	中/5	中/6	中/7	中/8	下/9	上/10	中/11	1月	4月	7月	10月	年
偏冷期(1895—1904)	2.6	7.3	13.2	18.5	23.4	25.4	26.9	20.7	19.1	12.5	3.8	13.2	26.6	17.3	15.1
偏暖期(1945—1954)	3.9	8.3	14.4	19.4	23.0	26.5	28.5	22.3	20.1	12.9	4.3	14.3	27.3	18.3	16.0
偏暖期减偏冷期	1.3	1.0	1.2	0.9	-0.4	1.1	1.6	1.6	1.0	0.4	0.5	1.1	0.7	1.0	0.9

3. 还分析了极端冷冬年(1878年)与暖冬年(1950年)的1月气压场形势差异和极端冷夏年(1907年)与暖夏年(1934年)的7月气压场形势差异(图略)。主要特征可归纳为:极端冷冬年的大陆冷高压偏强,范围向东向南扩张,阿留申低压偏东偏北,赤道低压带偏弱;极端暖冬年则相反。气压差图上表现为负区占优势(阿留申附近为正区),表明东半球气压场冷冬年较暖冬年偏高。极端暖夏年的大陆热低压偏强并且向北扩伸,北太平洋高压亦偏强且向西向南扩伸,赤道槽偏弱,南半球低纬高压带东强西弱;极端冷夏年则相反。气压差图上表现为太平洋向亚洲东南部延伸是大片正区,亚洲大陆和印度洋上负区占优势。

综上所述,大体上偏冷期(平均情况)与极端冷年的大型气压环流特征是一致的;

偏暖期(平均情况)与极端暖年的大型气压环流特征也是一致的。换言之, 偏暖期和偏冷期表现在大型环流的差异同极端暖、冷年的大型环流差异是基本类同的。

四、结论和讨论

1. 从本文分析的 110 年资料看, 长江下游生长季冷暖(以关键旬温度为主)的变化普遍具有 80—100 年周期(表现为偏冷期与偏暖期交替)和 20 年左右周期(表现为相对偏冷、偏暖阶段交替)两类低频振动, 同王绍武过去由 87 年资料作的分析(以月温度为主)^[8]的主要结果基本一致, 可以互为印证和补充。

2. 生长季冷暖 80—100 年周期振动主要同亚洲大陆冬季冷高压和夏季热低压的活动演变密切关联, 它们强度的低频振动或其主体位置的低频摆动可以解释长江下游冷暖交替的长期振动。在北太平洋低纬和赤道附近, 以及南半球低纬的大型环流活动也都存在这类低频振动。显然, 这类尺度的低频振动是全球规模的。文献[12]曾指出, 不同纬度带和不同地区的温度变化是不同的。像长江下游这样的地理位置可能是大陆和大洋对气候产生综合影响十分显著的地区之一。“涛动”^[3]就是这种综合影响的重要作用方式。

3. 相对偏冷偏暖阶段交替的 20 年左右周期性振动与大型环流振动的关联比较复杂。我们对比分析了偏冷期内相邻的两个阶段中分别取 1895—1904 年 10 年和 1913—1922 年 10 年的 1 月平均气压形势(图略), 发现前 10 年(春夏秋处在相对偏冷阶段)与后 10 年(春夏秋处在相对偏暖阶段)的大型气压环流差异同上述偏冷期与偏暖期的大型气压环流差异(图 4)在主要特征上是类同的。然而, 对比分析偏暖期内取相邻两个相对冷暖阶段 1933—1942 年(冬春偏冷, 夏秋偏暖)和 1945—1954 年(冬春偏暖、夏秋偏冷)各 10 年平均的 1 月气压形势(图略)却有不同结果。可见, 同相对偏冷偏暖阶段关联的大型环流特征不限于某一种形式; 而且各个阶段的相对偏冷或相对偏暖又随季节而异。笔者曾指出过^[13], 大型环流和特定地区的气候存在着“季节振动”, 会出现前季温度(或降水)与后季温度反相关。因此, 生长季关键旬的相对偏冷偏暖阶段性演变的 20 年周期振动系列及与之关联的大型环流系统图象还需深入剖析、进一步澄清。

4. 生长季冷暖变化对农作物的生长发育(尤其是关键发育阶段)有直接影响。一方面偏冷期内冷谷附近的冷害频率较高、强度较大, 作物生长发育受到一定限制, 从而严重影响产量。尤其长江下游的晚稻, 如文献[14]分析, 夏秋偏冷期或相对偏冷阶段内冷害频率高, 对晚稻有严重威胁。反之, 偏暖期内暖峰附近的热量丰富对作物生长发育和产量有利。因此, 在种植熟制和品种搭配上应考虑到冷暖变化宜作相应调整。另一方面, 一些异常冷年或暖年发生的强冷害或热害对作物危害甚大。如冷冬年出现 -10°C 以下极端低温, 对江南柑桔、茶叶等果木越冬有严重威胁; 冷春年的强倒春寒, 对早稻育秧、春茶春桑的芽叶萌发等都有害。暖夏年 40°C 左右极端高温, 对早稻成熟、晚稻移栽及果蔬充实丰硕均有害。

如文献[3]分析, 长江下游降水的变化可以综合表征天气气候对谷物丰歉的影响效果。联系本文分析表明, 生长季冷暖变化直接作用于作物生长发育的各个关键阶段, 通过持续性累积效应或障碍性危害可以对作物产量发生一定影响。结合降水和温度考虑, 归纳成图 5 示意的“环流-气候-年景”系统的低频振动图式。可见偏暖期与少水期同步时气

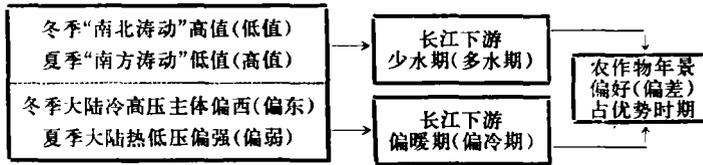


图 5 长江下游“环流-气候-年景”系统的低频振动示意图式

候对农业有利,如 50 年代后期至 60 年代中期是暖干期,长江下游生长季盛行的偏暖少水型气候导致粮作丰年年景占优势。根据 30—40 年周期振动趋势预示 80 年代至 90 年代中期将是多水期;80—100 年低频振动趋势预示 80 年代和 90 年代进入偏冷期;且冷暖 20 年周期振动趋势表明多数旬(尤其是春夏秋季)80 年代前后处在偏暖阶段、90 年代前后将处于偏冷阶段。由此可见,未来 15 年(1986—2000)中长江下游生长季将经历一个为期 10 年左右的冷湿期,对农业不利。至于图式中一些环节的过程和细节,以及相互间的关联等问题还有待进一步研究澄清。

参 考 文 献

- [1] 竺可桢,论我国气候的几个特点及其与粮食作物的关系,地理学报,30,1,1—13,1964。
 [2] 汪 铎,太湖平原(浙江省北部)粮食作物产量波动的长期天气分析,气象学报,39,3,349—360,1981。
 [3] 汪 铎、张 镔,长江下游谷物天气产量变化与大型环流准周期性振动的分析,气象学报,42,1,99—109,1984。
 [4] 汪 铎、张 镔,我国北方和西南一些地区谷物天气产量变化与大型环流长期振动的分析,气象学报,41,4,460—471,1983。
 [5] 汪 铎、张 镔,我国华南谷物天气产量变化与大型环流准周期性振动的分析,热带气象,创刊号,47—57,1984。
 [6] 汪 铎、张 镔,我国“环流-天气气候-谷物天气产量”体系的长期振动,大气科学,10,3,318—326,1986。
 [7] 汪 铎、张 镔,作物年景的天气类型模式分析,浙江师范大学学报(自然科学版),总13,124—131,1987。
 [8] 王绍武,上海气候振动的分析,气象学报,32,4,322—336,1962。
 [9] 林学椿,上海温度和降水的气候振动,气象,11,18—20,1982。
 [10] 王翥棠,近百年我国积温的变化与作物产量,地理学报,37,3,292—280,1982。
 [11] 汪 铎、张 镔,长江下游越冬期冷暖长期变化与大型环流低频振动,地理学报,44,1,48—58,1989。
 [12] 段月薇,近八十年来北半球冬夏温度的变化与振动,地理学报,30,4,287—300,1964。
 [13] 汪 铎、张 镔,大型环流“季节振动”的统计分析及其应用,气象,11,10—13,1984。
 [14] 汪 铎、张 镔,夏秋季节长江下游晚稻生长关键时段气候变异分析,气象,11,8,22—25,1985。

COLD/WARM CHANGE OF LOWER YANGTZE DURING THE CROP GROWING SEASON IN THE LAST 100 YEARS AND THEIR RELATION TO LARGE-SCALE CIRCULATION FLUCTUATION

Wang Duo

(*Zhejiang Normal University*)

Zhang Tan

(*Peking University*)

Abstract

Using both data of temperature in Shanghai during 1873-1982 and of monthly mean sea-level pressure field over the Eastern Hemisphere during 1871-1980, the inversion of the colder/warmer patterns of the Lower Yangtze during the crop growing season are analyzed by associating with the evolution feature of the large-scale circulation. The main results are as follows:

1, For more than century lately, the yearly, representative monthly of seasons and key decadelly mean temperatures run widely through a 80-100 years periodic fluctuation in which the colder term inverted the warmer term. It is an inversion point in the late 20's or early 30's of the 20th century. Since 70's it seems running to the colder term.

2, The inversion of the colder/warmer terms is correlated with the low-frequency fluctuation of the large-scale circulation. Summarily when the main place of Asian Continent colder-high pressure is easting and Aleutian low pressure is weaker in winter, and Tibetan Plateau hotlow pressure is weaker in summer, corresponding to the colder term. In reverse, there is the warmer term.