

百余年的 ENSO 事件与北京 汛期旱涝的统计关系

吴正华 储锁龙

(北京气象科学研究所, 100089)

提 要

利用王绍武等人最近对近百年 ENSO 事件及强度的研究结果,对 ENSO 事件与北京汛期(6~8月)相当暴雨日数的统计关系进行分析。表明,ENSO 事件与北京汛期旱涝存在较复杂的统计关系,ENSO 事件的性质、强度、起始季节和持续时间长短等与汛期旱涝的对应关系是复杂的。根据 1867~1998 年的 ENSO 事件和同期北京汛期相当暴雨日数资料,给出一些统计结果。

关键词: ENSO 事件 强度 持续时间 旱涝

引 言

关于 ENSO 事件的研究,目前有两个问题一直困扰着我们:一是正如王绍武^[1]等所述,对 ENSO 事件的划分没有统一的结论。尤其是厄尔尼诺年(或拉尼娜)的确定,各家都有些差异;二是在研究厄尔尼诺(或拉尼娜)事件与夏季旱涝关系时,结论常有分歧,使人不知所措。

显然有必要研究如何统一 ENSO 事件划分标准,同时,在 ENSO 事件与夏季旱涝的统计关系研究中,不能只研究 ENSO 事件年是否出现旱或涝的简单统计关系。ENSO 事件,作为一种气候信号,它只是一种反映海洋(太平洋)与大气相互作用的气候信号,其强度可能与海气相互作用的大小有关,其持续时间长短又会在一定程度上反映海气相互作用中某种过程的持续时间长度。而 ENSO 事件起始时间(月或季)的不同,则又可能反映某一阶段海气相互作用时或新一轮 ENSO 循环过程中,大气环流的初始场之差异。因

此,对于同类 ENSO 事件,由于它们的强度、起始时间和持续时间长度不同,可能对同一地方的夏季旱涝之影响也会出现差异。以上观点,可以采用气候数值模拟方法进行探讨。本文只是根据上述观点,从统计预报角度研究文献[1]提供的 ENSO 事件与北京汛期(6~8月)旱涝的统计关系,或许能为今后海气相互作用的数值模拟研究提供一些统计事实。由于北京汛期总降水量多寡,决定于暴雨过程降水量,即相当暴雨日数多少^[2],故本文中“旱涝”是用相当暴雨日数表示的。

我们在文献[3]中,对厄尔尼诺事件和反厄尔尼诺事件与北京汛期旱涝进行了统计分析,但其厄尔尼诺事件中或反厄尔尼诺事件的最大影响年的确定只是考虑了它们的起始时间和最大 SST 正距平值所在的年份,而没有讨论厄尔尼诺事件和反厄尔尼诺事件的强度和持续时间长度对北京汛期旱涝的复杂影响。本文将根据文献[1]给出的 ENSO 资料进行必要的修正和补充。

1 ENSO 事件概况

王绍武等^[1]给出了 1867~1998 年的 ENSO 事件确认的标准,并列出了 32 次暖事件(正 SST、负 SOI)和 32 次冷事件(负 SST、正 SOI)的起始和结束季节、持续季数和强度值。现归纳这 64 次 ENSO 事件的起始季和结束季在四季中分布频数(表 1)、持续季数长度分布频数(表 2)及强度分布频数(表 3)。可见,①暖事件的开始季节主要集中在春、夏季;而冷事件则以夏季开始为主。无论是暖或冷事件,其终止季节均主要发生在冬、春季。指出 ENSO 事件起始季节的不同,在于我们须注意当 ENSO 事件发生并产生对大气环流系统的强迫作用时,是大气环流处于不同的季节状态,即 ENSO 事件出现后引发新的海气相互作用时,大气环流的初始季节状态是不同的。因此,ENSO 事件对某固定地区的气候影响可能不尽相同。② ENSO 事件的持续季数多为 2~7 个季,即半年到两年内,最长不会超过两年半。一般来讲,持续时间较短者,其强度较弱,强 ENSO 事件均持续一年或一年以上,但持续时间最长的,并不一定强度最大。由于每次的 ENSO 事件持续时间和强度有很大差别,其对全球旱涝气候的影响也不可能相同,因此,ENSO 事件的复杂性,使我们不能把 ENSO 事件作为简单的气候信号来应用。

表 1 ENSO 事件的始终季节在各季的分布频数

	暖事件				冷事件			
	春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
开始季节	11	13	5	3	5	14	6	7
终止季节	10	5	4	13	9	4	4	15

作为试验,以下利用 1867~1998 年 ENSO 事件资料,分别根据 ENSO 事件的起始季节、强度和持续季数多少,考察 ENSO 事件与北京汛期(6~8 月)相当暴雨日数的统

计关系。

表 2 不同持续季数(L) ENSO 事件的分布频数

L/季	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
暖事件	4	6	7	6	5	2	1	0	1	146/32=4.56
冷事件	3	8	6	2	5	4	1	2	1	158/32=4.94

表 3 不同强度(T) ENSO 事件的分布频数

T	强	中	弱
暖事件	9	14	9
冷事件	8	14	10

2 ENSO 事件影响年的确定

所谓“ENSO 事件影响年”,是指 ENSO 事件作为一种气候信号所对应预示的北京汛期(6~8 月)旱涝趋势的所在年份。考虑到影响北京汛期旱涝的西太平洋副热带高压、赤道辐合带等环流系统对赤道太平洋海面温度变化的响应,一般有 3~6 个月的滞后时间^[4],故定义:

① 凡 ENSO 事件从夏季开始或持续到夏季以后季节的,确定下一年为 ENSO 事件影响年。但若 ENSO 事件在秋季结束,则下一年不是 ENSO 事件影响年。

② 从春季开始的 ENSO 事件,均对当年汛期旱涝有影响,当年即为 ENSO 事件影响年。

③ 从上年秋季到当年夏季之间,先有暖事件,后又发生冷事件,则当年为冷事件影响年;反之,先有冷事件,后有暖事件时,当年为暖事件影响年。

3 ENSO 事件与北京汛期相当暴雨日数的统计关系

根据对北京 99 年汛期相当暴雨日数与总降水量的气候统计分析,^[5]北京汛期(6~8 月)多年平均总降水量为 459.9mm,汛期相当暴雨日数多年平均值 4.87 日。而相当暴雨日数(x)与总降水量(y)的定量关系为:

$$y = 48.756x + 223.986$$

可见,当相当暴雨日数 ≤ 4 日时,总降水量是负距平,为偏旱;而相当暴雨日数 ≥ 5 日时,总降水量是正距平,为偏涝。

3.1 弱 ENSO 事件与北京汛期相当暴雨日数的关系

表 4 弱 ENSO 事件影响年的北京汛期相当暴雨日数(x)

暖事件				冷事件			
年份	起始季节	持续系数	影响年 X/日	年份	起始季节	持续系数	影响年 X/日
1884	秋	2	1885 7	1947	夏	2	无
1891	春	2	1891 25	1962	秋	2	1963 9
1923	夏	2	无	1882	夏	3	1883 14
1932	春	2	1932 7	1894	秋	3	1895 0
1963	夏	3	1964 10	1906	夏	3	1907 3
1976	夏	3	1977 9	1933	夏	3	1934 4
1880	冬	4	1881 4	1908	春	4	1908 4 1909 3
1952	冬	5	1953 4 1954 10	1922	夏	4	1923 2
1968	秋	6	1969 8 1970 6	1920	冬	5	1921 0 1922 11
				1878	秋	8	1879 7 1880 1

从表 4 可见,①对弱 ENSO 事件(即文献[1]中 3 级),暖事件影响年的汛期相当暴雨日数 ≥ 6 的占 $8/10=80\%$,而冷事件影响年的汛期相当暴雨日数 ≤ 4 的占 $8/12=75\%$ 。②须注意的是,在弱冷事件持续季数较长(≥ 8 即两年)者,包括 1920 年冬到 1923 年春的两次冷事件(中间仅中断一个季),其连续的影响年中,均会出现一次汛期相当暴雨日数较多(偏多)年份。

3.2 强 ENSO 事件与北京汛期相当暴雨日数的关系

从表 5 可看出:①在 9 次强暖事件中,由于每次持续时间较长,对应有 17 个 ENSO 事件影响年,其中有 6 个影响年的当年发生由暖事件转为冷事件(表中 A 所示),当年汛期相当暴雨日数均 ≥ 5 日;另外 11 个暖事件影响年的汛期相当暴雨日数 ≤ 4 者占 $10/11=90.9\%$ 。表明,对强 ENSO 暖事件,一般是

在其影响年的汛期偏旱,但应注意预测此影响年内是否转为冷 ENSO 事件,若是,则汛期偏涝;②在 8 次强冷事件中,也因持续时间长而出现 16 个影响年。其中,有 2 个影响年的当年由冷事件转为暖事件(表中 E 所示),当年汛期相当暴雨日数均 < 4 日(偏旱);另外 14 个强冷事件影响年的汛期相当暴雨日数 ≥ 6 日者占 $11/14=78.6\%$ 。

表 5 强 ENSO 事件影响年和北京汛期相当暴雨日数(x)

暖事件				冷事件			
年份	起始季节	持续系数	影响年 X/日	年份	起始季节	持续系数	影响年 X/日
1896	夏	4	1897 6A	1975	春	4	1975 4 1976 6
1972	春	4	1972 4 1973 8A	1988	夏	4	1989 1
1888	春	5	1888 4 1889 5	1871	冬	6	1872 6 1873 11
1982	夏	4	1983 4	1949	秋	6	1950 10 1951 2E
1997	春	5	1997 1 1998 5A	1973	夏	6	1974 7
1876	冬	6	1877 3 1878 7A	1909	夏	7	1910 6 1911 7
1986	秋	6	1987 3 1988 7A	1892	春	9	1892 10 1890 16 1891 12
1904	夏	7	1905 2 1906 5A	1915	冬	9	1916 2 1917 8 1918 3E
1939	秋	10	1940 3 1941 1 1942 4				

3.3 中等 ENSO 事件与北京汛期相当暴雨日数的关系

在 14 次中等暖事件和 14 次中等冷事件中,我们分别确定 21 个暖事件影响年和 21 个冷事件影响年(略)。表明:①在暖事件影响年中,有一个影响年当年转为冷事件,其汛期相当暴雨日数为 8 日(偏涝),其余 20 个暖事件影响年中有 12 个影响年的汛期相当暴雨日数 ≤ 4 日(偏旱),有 7 个影响年的汛期相当暴雨日数为 5~6 日(属于雨量正常偏多)。

②在冷事件影响年中,有3个影响年当年转为暖事件,汛期相当暴雨日数均 ≤ 4 日,其余18个冷事件影响年的汛期相当暴雨日数 ≥ 5 日的占 $14/18=77.8\%$ 。

4 冷事件与北京汛期洪涝的关系

从1867~1998年的132年中,北京汛期出现洪涝(相当暴雨日数 ≥ 10 日,即降水距平超过 $+55\%$)的有18年(表6)。

表6 北京18次涝年的相当暴雨日数与相应的冷事件

序号	年份	X/日	冷 ENSO 事件
1	1871	11	1871 年冬~1873 春
2	1873	11	
3	1883	14	1882 夏秋冬
4	1886	14	1886 春~1887 夏
5	1890	16	1889 夏~1890 冬
6	1891	25	1892 春~1894 夏
7	1892	10	
8	1893	16	
9	1894	12	
10	1901	13	无
11	1922	11	1920 冬~1921 冬
12	1924	13	1924 夏~1925 春
13	1925	11	
14	1949	11	1949 秋~1950 冬
15	1950	10	
16	1954	10	1954 夏~1956 秋
17	1956	11	
18	1959	20	无

其中除1901年和1959年不是 ENSO 事件影响年外,其余16次洪涝均发生在冷事件影响年。说明,北京汛期洪涝与冷事件有很大关系,但这并不是说,凡冷事件影响年,就会出现洪涝。至少,对于弱冷事件,其影响年的汛期常出现偏旱(表4)。只有强和中等的冷事件影响年,除了其影响年当年转为暖 ENSO 事件时易发生汛期偏旱(5/5)外,一般是影响年的汛期相当暴雨日数 ≥ 5 日(25/32=78.1%),容易出现偏涝。

5 小结

① ENSO 事件对北京汛期旱涝的影响是复杂的,不仅 ENSO 事件的冷暖性质,而且 ENSO 事件的强度、持续长度和起始时间的不同,都会对北京汛期旱涝产生不同的影响,尤其是弱 ENSO 事件与强、中等的 ENSO 事件对北京汛期旱涝的影响呈现相反的结果。这正表明不同的 ENSO 循环过程所表现的海气相互作用可能是不一样的。

② ENSO 事件是一种大尺度的气候信号,其与北京地区小范围空间的汛期旱涝的相关性,从物理意义上讲,是 ENSO 事件造成北京汛期大气环流背景差异的重要原因,这还需要通过气候诊断或数值模拟深入研究。

③ 上述统计结果用1997~1998年北京汛期相当暴雨日数验证表明,1997年春季开始强 ENSO 暖事件,当年为影响年。汛期出现大旱,相当暴雨日数为1日。这次强 ENSO 暖事件持续到1998年夏季,理应预测1998年汛期仍偏旱,但当年秋季即转为冷事件。按表5,则修正为相当暴雨日数 ≥ 5 日,实况出现5日,其中含一次大暴雨过程。这次冷事件在1999年春季仍在持续,强度为中等,故1999年为冷事件影响年。如果后期不出现转为 ENSO 暖事件,则1999年汛期出现偏涝的可能性较大。

参考文献

- 1 王绍武,龚道溢. 近百年来 ENSO 事件及其强度. 气象, 1999, 25, (1): 9~13.
- 2 吴正华, 储锁龙. 北京暴雨与旱涝关系的分析. 应用气象学报, 1998, 9, (4): 492~495.
- 3 吴正华, 储锁龙. 北京汛期暴雨与厄尔尼诺事件. 气象, 1998, 24, (5): 14~18.
- 4 叶笃正等. 当代气候研究. 北京: 气象出版社, 1991: 220~225.
- 5 吴正华等. 汛期相当暴雨日数与总降水量的定量关系. 气象, 1998, 24, (12): 13~17.

(下转第10页)

The Statistical Relation between ENSO Events and Drought/Flood over the Beijing Area in the Past Century

Wu Zhenghua Chu Suolong

(Beijing Research Institute of Meteorological Science, Beijing 100089)

Abstract

Using the research result for ENSO events and their intensity during the past century by Wang Shaowu, et al. , the statistical relation between ENSO events and drought/flood over the Beijing area in the past century was analyzed. It's shown that there is the perplexed relation between ENSO event and drought/flood in Beijing. The corresponding relationship between the nature (warm or cool), intensity, beginning season, length of ENSO events and drought/flood in Beijing are complicated. Based on the data of ENSO events and the equivalent trrential rain days in Beijing, some statistical results were given.

Key Words: ENSO event drought/flood statistical analysis