

近百年 El Nino/La Nina 事件与北京气候相关性分析

刘桂莲 张明庆

(首都师范大学地理系, 北京 100037)

提 要

通过对近百年 El Nino/La Nina 事件与北京气候相关性研究发现, El Nino/La Nina 事件与北京夏季(6~8月)降水、平均最高气温(7月)和冬季(1月)平均最低气温之间相互关系显著。El Nino 事件与夏季降水、冬季平均最低气温呈负相关, 与夏季平均最高气温呈正相关, 造成降水减少, 气温年较差增大, 大陆性增强的气候特点。La Nina 事件与夏季降水、冬季平均最低气温呈正相关, 与夏季平均最高气温呈负相关, 使降水增加, 气温年较差减小, 大陆性减弱的气候特点。

关键词: El Nino La Nina 气候 相关性

El Nino/La Nina 事件(以下简称 El/La)是低纬度海气相互作用的强信号, 是造成全球气候异常的重要因子。本文就近百年 El/La 事件与北京气候进行相关性分析, 以认识其对北京气候的影响。

1 资料与方法

1.1 资料

本文对 El/La 事件的划分采用已有的研究成果^[1], 将凡是连续两个季节东赤道太平洋海水温度 SST 距平 $\geq 0.5^\circ\text{C}$ 定为 El Nino 事件; SST 距平 $\leq -0.5^\circ\text{C}$ 定为 La Nina 事件。达到这个标准的第一个季度作为事件开始期, 最后一个季度作为结束期。研究中四季的划分以北半球为准: 春季为 3~5 月, 夏季为 6~8 月, 秋季 9~11 月, 冬季为 12~2 月。在 1867~1998 年的 132 年中, 将确认出的 32 次 El Nino 事件和 32 次 La Nina 事件作为研究基础。

在研究 El/La 事件与夏季降水关系中, 我们将事件影响到 6~8 月降水的年作为统计年份。如 1954 年第 2 季度至 1956 年第 3 季度是 La Nina 事件, 则 1954 年、1955 年和 1956 年作为 3 个影响年份处理。

1.2 方法

本文采用 χ^2 检验, 研究两事件之间是否

相关, 其置信水平如何。首先, 假设 Y 事件与 X 事件相互独立, 其相关为小概率事件。

第二, 计算统计量 χ^2 。将 Y 事件与 X 事件均分为“1”、“0”两种情况, 其中, Y 事件中的“1”为 El Nino 事件, “0”为 La Nina 事件; X 事件中的“1”为气候要素(降水或气温)的正距平, “0”为气候要素(降水或气温)的负距平。根据统计结果, 作出列联表(表 1), 表中 a、b、c、d 分别为频数, 并依据公式(1)计算 χ^2 的值。

表 1 X 与 Y 事件相关关系列联表

X	Y		Σ
	1	0	
1	a	b	a+b
0	c	d	c+d
Σ	a+b	b+d	a+b+c+d

$$\chi^2 = \frac{(ad - bc)^2 \times N}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)} \quad (1)$$

第三, 比较判断。将查表所得 $\chi^2_{(0.05, 1)} = 3.841$, $\chi^2_{(0.01, 1)} = 6.635$, 与根据式(1)计算所得 χ^2 值比较。若 $\chi^2_{\text{计算}} > \chi^2_{\alpha}$, 则否定原假设, 事件 Y 与 X 两者相关; 反之则接受假设, 两事件之间相互独立。

2 El/La 事件与夏季降水相关性分析

北京夏季(6~8月)降水受 El Nino 事件影响的有 32 年, 受 La Nina 事件影响的有

34 年。但是在受 El/La 事件影响年份中, 各 不计算在内。因此, 统计样本总计为 64 年(表
有 1 年缺降水观测数据, 在统计样本年份时 2)。

表 2 受 El Nino 和 La Nina 事件影响年份北京 6~8 月降水距平百分率* (ΔR)

El Nino 事件			La Nina 事件		
起止(年、季)	影响年份	$\Delta R/\%$	起止(年、季)	影响年份	$\Delta R/\%$
1876.4~1878.1	1877	-34.7	1871.4~1873.1	1872	2.7
1880.4~1881.3	1881	-10.6	1873.4~1875.2	1874	-3.3
1896.2~1897.1	1896	11.3		1875	16.1
1899.2~1900.3	1899	-51.1	1878.3~1880.2	1879	23.9
1904.2~1905.4	1904	...		1880	-40.0
	1905	-38.6	1882.2~1882.4	1882	-16.9
1911.2~1912.1	1911	14.2	1889.2~1890.4	1889	16.2
1913.3~1915.1	1914	-5.9		1890	99.8
1918.2~1920.1	1918	-33.9	1892.1~1894.1	1892	50.5
	1919	-9.3		1893	96.4
1923.2~1923.3	1923	-38.0	1897.4~1898.4	1898	-9.5
1925.2~1926.2	1925	59.5	1903.2~1904.1	1903	-40.1
	1926	-51.4	1906.2~1906.4	1906	-2.8
1930.2~1930.4	1930	-44.6	1908.1~1908.4	1908	-13.0
1939.3~1941.4	1940	-24.4	1909.2~1910.4	1909	...
	1941	-46.7		1910	5.9
1951.1~1951.4	1951	-49.1	1915.4~1917.4	1916	-37.3
1952.4~1953.3	1953	0.4		1917	22.0
1957.1~1958.1	1957	-21.8	1920.4~1921.4	1921	-57.8
1963.2~1963.4	1963	35.1	1922.2~1923.1	1922	57.5
1965.1~1966.1	1965	-62.1	1924.2~1925.1	1924	95.9
1968.3~1969.4	1969	38.1	1933.2~1933.4	1933	21.2
1972.1~1972.4	1972	-41.5	1937.4~1939.1	1938	1.2
1976.2~1976.4	1976	21.1	1949.3~1950.4	1950	39.6
1982.2~1983.2	1982	-4.4	1954.2~1956.3	1954	73.6
	1983	-34.7		1955	27.1
1986.3~1987.4	1987	-4.1		1956	76.0
1991.1~1992.2	1991	14.5	1964.1~1964.3	1964	4.3
	1992	-25.3	1970.2~1971.4	1970	-6.7
1993.1~1993.3	1993	-17.3		1971	-29.9
1994.2~1994.4	1994	42.7	1973.2~1974.3	1973	8.2
1997.1~1998.1	1997	-47.1		1974	-11.1
			1975.1~1975.4	1975	26.8
			1988.2~1989.1	1988	11.5

* 6~8 月平均降水量为 488.4mm。1876~1998 年共有 32 个年份的夏季受 El Nino 事件影响, 除 1904 年观测数据不全外, 共统计 31 个年份。1871~1989 年, 共有 34 个年份的夏季受 La Nina 事件影响, 除 1909 年观测数据不全外, 共统计 33 个年份。

表 3 为 El/La 事件与北京夏季降水关系列联表。由表 3 可见, El Nino 事件的 31 年中, 正距平有 9 年, 负距平 22 年; La Nina 事件的 33 年中, 正距平有 21 年, 负距平 12 年。根据式 (1), 计算得 $\chi^2_{\text{计算}} = 7.6862$, 查表 $\chi^2_{(0.01, 1)} = 6.635$, $\chi^2_{\text{计算}} > \chi^2_{(0.01, 1)}$, 通过信度 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验。

这说明 El/La 事件与北京夏季降水两者之间不是相互独立的, 他们之间确实具有显著的相关关系, 其置信水平达到 99%。El Nino 事件与夏季降水量呈负相关, 降水平均

减少量达 22.5%~31.7%, 有 71.0% 的年份符合这一规律; La Nina 事件与夏季降水呈正相关, 降水平均增加量为 23.5%~37.0%, 有 63.6% 的年份符合这一规律。

表 3 El/La 事件与北京夏季降水关系列联表

X	Y		Σ
	1	0	
1	9	21	30
0	22	12	34
Σ	31	33	64

3 El/La 事件与北京气温的相关性分析

3.1 El/La 事件与1月气温的相关性分析

为了分析 El/La 事件对冬季气温寒冷程度的影响,选择了1月份平均最低气温(T_c)作为 X 事件的统计量。根据有关研究^[2],我国北方地区自 70 年代后期至今,气温处在较明显的升温阶段(主要是冬季),这主要是由于人类活动影响,温室效应加剧所致。因此,本文在探讨 El Nino 事件对 T_c 影响时,考虑到人类活动造成的增温作用较强,不选取 80 年代以后样本。再有,因 1 月份平均最低气温资料年限的制约,仅能从 1915 年以后选取。由表 4 可知,受 La Nina 影响的年份有 18 个,其中 1938 年因缺乏气温观测数据,不作为样本年份统计;80 年代以前受 El Nino 影响的年份有 16 个。因此,将 33 个年份作为统计样本。

表 4 受 El Nino 和 La Nina 事件影响年份北京 1 月平均最低气温距平(ΔT_{m1})和 7 月平均最高气温距平(ΔT_{m7})

El Nino 事件			La Nina 事件		
影响年份	ΔT_{m1}	ΔT_{m7}	影响年份	ΔT_{m1}	ΔT_{m7}
1918	0.4	-0.6	1916	1.8	1.0
1919	-2.1	-0.6	1917	-2.8	-0.1
1923	-0.8	1.5	1921	1.1	1.1
1925	0.3	-0.5	1922	-3.1	1.5
1926	0.5	1.6	1924	0.9	-0.3
1930	-0.4	1.9	1933	-1.9	-0.5
1940	-0.9	0.8	1938	...	...
1941	-0.5	2.0	1950	0.2	-0.5
1951	-3.6	1.2	1954	1.8	-3.4
1953	-2.6	0.1	1955	-0.3	0.8
1957	-1.1	-0.6	1956	1.4	-0.4
1963	0.3	1.5	1964	1.8	-0.9
1965	-1.0	2.3	1970	-2.0	-1.2
1969	-2.0	-1.2	1971	-0.3	-1.2
1972	-0.8	1.6	1973	0.3	-2.0
1976	-0.3	-3.5	1974	-0.2	-1.6
1982	0.4	-1.3	1975	0.7	0.4
1983	1.9	1.5	1988	2.1	-1.1
1987	1.2	0.5			
1991	2.7	-0.8			
1992	3.7	0.4			
1993	1.4	-1.0			
1994	3.7	1.7			
1997	1.4	1.9			

1 月平均最低气温为 -9.3℃, 7 月平均最高气温为 31.2℃。从 1918~1997 年,共有 24 个年份受 El Nino 事件影响,1 月平均最低气温,除去 1982~1997 年的 8 个年份,共统计 16 个年份;7 月平均最高气温共统计 24 个年份。从 1916~1988 年共有 18 个年份受 La Nina 事件影响,除 1938 年观测数据不全外,共统计 17 个年份。

表 5 为 El/La 事件与北京 1 月平均最低

气温关系列联表。由表 5 可知,受 El Nino 影响的 16 年中, T_{m1} 正距平 4 年,负距平 12 年;受 La Nina 事件影响的 17 年中, T_{m1} 正距平 10 年,负距平 7 年。根据式(1),计算得 $\chi^2_{\text{计算}} = 3.860$,查表 $\chi^2_{(0.05,1)} = 3.841$, $\chi^2_{\text{计算}} > \chi^2_{(0.05,1)}$,通过信度 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验。

这说明 El/La 事件与北京冬季 1 月份平均最低气温 T_{m1} 两者之间具有显著的相关关系,其置信水平达到 95%。其中 El Nino 事件与 T_{m1} 呈负相关,它使 1 月平均最低气温降低,平均降温幅度达 1.0~1.3℃;有 75.0% 的年份符合这一规律。La Nina 事件与 T_c 呈正相关,它使北京 1 月平均最低气温升高,平均增温幅度达 0.7~1.2℃,有 59.0% 的年份符合这一规律。

表 5 El/La 事件与北京 1 月平均最低气温关系列联表

X	Y		Σ
	1	0	
1	4	10	14
0	12	7	19
Σ	16	17	33

3.2 El/La 事件与 7 月气温的相关性分析

为了更明确认识事件对夏季高温的影响,选取 7 月份平均最高气温(T_M)作为 X 事件的统计量。由表 4 可知,受 El Nino 影响的年份有 24 个;受 La Nina 影响的年份有 18 个,但其中 1938 年因缺乏气温观测数据,在统计样本年份时不计算在内。因此,将总计 41 个年份作为统计样本。

表 6 El/La 事件与北京 7 月平均最高气温关系列联表

X	Y		Σ
	1	0	
1	15	5	20
0	9	12	21
Σ	24	17	41

表 6 给出了 El/La 事件与北京 7 月平均最高气温关系列联表。由表 6 可知,受 El Nino 影响的 24 年中, T_{M7} 正距平 15 年,负距平 9 年;受 La Nina 事件影响的 17 年中, T_{M7} 正距平 5 年,负距平 12 年。根据公式 1,计算得 $\chi^2_{\text{计算}} = 4.361$,查表 $\chi^2_{(0.05,1)} = 3.841$, $\chi^2_{\text{计算}} > \chi^2_{(0.05,1)}$,通过信度 $\alpha = 0.05$ 的显著性检

验。

这说明 El/La 事件与北京夏季 7 月份平均最高气温 T_{M7} 之间具有相关关系。其置信水平达到 95%。El Nino 事件与 T_{M7} 呈正相关, 它使北京 7 月平均最高气温升高, 平均增温幅度达 $0.9 \sim 1.4^{\circ}\text{C}$, 有 62.5% 的年份符合这一规律; 而 La Nina 事件与 T_{M7} 呈负相关, 它使北京 7 月平均最高气温降低, 平均降温幅度达 $0.7 \sim 1.0^{\circ}\text{C}$, 有 70.6% 的年份符合这一规律。

4 几点结论

综合以上 El/La 事件与北京夏季降水及 1、7 月 T_{M1} , T_{M7} 的相关分析, 可得出以下几点结论:

El Nino 事件发生年: (a) El Nino 事件与北京地区夏季降水存在负相关, 其影响的年份使北京地区夏雨偏少, 平均减少幅度达 22.5%~31.7%。(b) El Nino 事件与北京地区冬夏气温存在显著的相关关系。它与 1 月份平均最低气温 T_{M1} 呈显著的负相关, 平均降温幅度达 $1.0 \sim 1.3^{\circ}\text{C}$; 与 7 月份平均最高气温 T_{M7} 呈显著的正相关, 平均增温幅度达 $0.9 \sim 1.4^{\circ}\text{C}$ 。

La Nina 事件发生年: (a) La Nina 事件与北京地区夏季降水存在正相关, 其影响的年份使北京地区夏雨偏多, 平均增加幅度达

23.5%~37.0%。(b) La Nina 事件与北京地区冬夏气温存在显著的相关关系。它与 1 月份平均最低气温 T_{M1} 呈显著的正相关, 平均增温幅度达 $0.7 \sim 1.2^{\circ}\text{C}$; 与 7 月份平均最高气温 T_{M7} 呈显著的负相关, 平均降温幅度达 $0.7 \sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 。

总之 El Nino 事件发生年, 北京地区往往降水减少, 气温年较差增大, 气候有大陆性增强的趋势。La Nina 事件发生年, 北京地区往往降水增加, 气温年较差减小, 气候有大陆性减弱的趋势。

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).
- 2 江志红等. 近百年中国气温场两次增暖期的结构对比及其成因诊断. 中国的气候变化与气候影响研究. 北京: 气象出版社, 1997 年 6 月: 193~196.
- 3 郭艳君, 倪允琪. ENSO 期间赤道东太平洋活动异常对我国冬季风的影响. 气象, 1998, 24, (9).
- 4 陆素芬等. 厄尔尼诺事件对桂林气候的影响. 广西气象, 1998, 19, (4).
- 5 徐振山. 厄尔尼诺对山东洪涝的影响. 海洋预报, 1997, 14, (4).
- 6 夏梅艳. 厄尔尼诺事件对辽宁气候的影响. 辽宁气象, 1998, (3).
- 7 魏淑秋. 农业气象统计. 福建科学技术出版社, 1985 年 3 月: 58~63.

Correlation Analysis Between El Nino/La Nina Phenomenon During the Recent 100 Years and Beijing Climate

Liu Guilian Zhang Mingqing

(Department of Geography, Capital Normal University, Beijing 100037)

Abstract

Results of the analysis suggest that during the recent 100 years there exists a strong correlation between the El Nino/La Nina phenomenon and Beijing's rainfall in summer (June—August), mean monthly maximum temperature (July) and mean monthly minimum temperature in winter (January). El Nino phenomenon appears a negative-correlation with the summer rainfall and the mean monthly minimum temperature; whereas a positive correlation with the mean monthly maximum temperature in summer. La Nina phenomenon appears a positive correlation with the summer rainfall and the mean monthly minimum temperature in winter; whereas a negative-correlation with the mean monthly maximum temperature in summer.

Key Words: El Nino La Nina climate summer rainfall