

近半个世纪 ENSO 事件对长江三角洲地区气候的影响^①

刘春玲¹ 张强² 许有鹏¹ 姜彤¹

(1. 南京大学城市与资源学系, 南京 210093; 2. 中国科学院南京地理与湖泊研究所)

提 要

对上海、杭州和南京 1951~2001 年日降水和气温资料作 χ^2 检验, 探讨 ENSO 事件与长江三角洲地区降水、气温的关系, 结果表明 ENSO 事件与研究区年降水量、四季降水以及年最高气温关系远低于自由度为 3 的 90% 置信度水平, 二者无显著相关性。将 El Nino 分为两类后研究其对研究区年降水量、夏季降水量以及高温天气的影响, 结果显示, 第 I 类 El Nino 影响年中研究区年降水量比常年偏高约 15.6%, 不易出现高温天气; 第 II 类 El Nino 影响年的年降水量比常年偏少 20%~30%, 但高温天气出现几率大。

关键词: ENSO 长江三角洲 降水距平 夏季高温事件 统计检验

引 言

ENSO 对区域气候影响已有很多研究^[1~3], 得出许多有益结论。本文主要从两个角度分析 El Nino 及 La Nina 事件对长江三角洲地区气候的影响: (1) 对 El Nino 及 La Nina 事件不预先分类, 讨论 ENSO 对该区气候影响是否存在某些普遍性规律和现象, 这些规律和现象是否与以往研究的 ENSO 事件影响年全球及中国气候变化规律一致; (2) 先将 El Nino 按海温异常开始的海域等分类, 讨论不同类型 El Nino 对该区气候的影响。从而得出一些有益的结论, 为今后长江三角洲地区气候预测提供参考与科学依据。

1 资料与分析方法

1.1 资料

本文用长江三角洲地区的基准站南京、杭州和上海 1951~2001 年共 51 年的降水和

气温资料(主要是 3 站日平均气温和日降水量的器测资料), 其中上海基准站 1951~1998 年的数据采用的是龙华站的替代数据, 1998~2001 年的数据为上海站的数据。

1.2 分析方法

所用分析方法主要是 χ^2 显著性统计检验以及气温、降水距平计算。分别统计 El Nino 年、La Nina 年和正常年份降水距平正、负符号出现频次, 并作 χ^2 显著性检验, 进而判断各季降水与 ENSO 关系的显著性。分析在 90%、95% 等显著性水平上 ENSO 事件与长江三角洲地区气温、降水以及夏季极端高温事件的统计相关性。

2 ENSO 事件对长江三角洲地区降水与气温的影响

根据龚道溢(1999)^[4]、陈兴芳(2000)^[5]等, 考虑到降水序列的长度, ENSO 年份的划

^① 国家自然科学基金(40171015)项目, 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX3-SW-331), 中国博士后基金与中科院王宽诚博士后工作奖励基金(香港)联合资助成果。

分从 1951 年开始。1951~2000 年的 50 年中共有 El Nino 年 19 年, La Nina 年 12 年, 正常年份 19 年(表 1)。

表 1 El Nino 年与 La Nina 年发生年份表

类型	年份							
El Nino 年	1951	1953	1957	1958	1963	1965	1968	
	1969	1972	1976	1982	1983	1986	1987	
	1991	1992	1993	1994	1998			
La Nina 年	1954	1955	1956	1964	1970	1971	1973	
	1974	1975	1988	1989	1996			

2.1 ENSO 事件与长江三角洲地区年平均降水量的关系

为了与 ENSO 年的划分标准一致, 这里的年降水量也以春季到冬季作为一年来计算。计算 1951~2001 年上海、杭州、南京 3 站年平均降水距平, 并分别统计 El Nino 年、La Nina 年和正常年份降水正、负距平频次, 作 χ^2 一致性检验(表 2)。 χ^2 一致性检验为 $\chi^2 = 1.390655$, 远低于 $\chi_{0.1}^2(3) = 6.251$ 。可见不管是 El Nino 年、La Nina 年还是正常年, 正、负距平出现的频次均大致相当。统计结果中的数据差异可能是由于资料序列较短, 缺乏序列足够长的数据造成的。因此, 根据近半个世纪以来上海、杭州和南京的降水序列判断, 研究区年平均降水量变化与 ENSO 的关系并不明显。这与龚道溢等根据近百年来的我国降水序列判断的结果一致^[4], 即我国整个东部地区平均年降水量变化与 ENSO 的关系并不明显。

表 2 上海、杭州、南京 3 站平均降水正、负距平频次

	+	-	总频数
El Nino 年	9(8.74)	10(10.26)	19
正常年	7(8.74)	12(10.26)	19
La Nina 年	7(5.52)	5(6.48)	12
总频数	23	27	50

括号内为计算的期望值, 括号外为观测值, $\chi^2 = 1.390655 < \chi_{0.1}^2(3) = 6.251$

2.2 ENSO 事件与长江三角洲地区四季降水的关系

分别按春、夏、秋、冬四季及年平均计算上海、杭州和南京 3 站降水量距平, 按照上述

步骤进行 χ^2 检验。检验结果为: 上海春季 $\chi^2 = 0.438596$, 夏季 $\chi^2 = 0.200642$, 秋 $\chi^2 = 0.438596$, 冬 $\chi^2 = 0.23069$; 杭州春季 $\chi^2 = 0.447031$, 夏 $\chi^2 = 0.657895$, 秋 $\chi^2 = 0.947368$, 冬 $\chi^2 = 5.4199$; 南京春 $\chi^2 = 1.390655$, 夏 $\chi^2 = 4.952485$, 秋 $\chi^2 = 1.712213$, 冬 $\chi^2 = 0.657895$ 。以上结果均小于 $\chi_{0.1}^2(3) = 6.251$, 表明研究区四季降水量变化与 ENSO 的关系也不明显。

2.3 ENSO 事件与长江三角洲地区年最高气温的关系

首先计算三站 1951~2001 年各年的年最高气温, 算出三站年最高气温的平均值及其距平, 再分别统计 El Nino 年、La Nina 年和正常年份正、负距平的频次, 按上述方法进行 χ^2 一致性检验。结果为 $\chi^2 = 4.533223 < \chi_{0.1}^2(3) = 6.251$, 表明长江三角洲年最高气温的变化与 ENSO 事件无显著相关关系。

3 El Nino 事件的分类及其与长江三角洲地区气温和降水的关系

以上从整体上分析了 ENSO 事件与长江三角洲地区气候的关系, 表明该区年均降水量、四季降水量及年最高气温的变化与 ENSO 事件的关系不明显。但这并不能说明 ENSO 事件与该区气候的变化没有丝毫的联系, 本文又从另一个角度对此进行了分析。

根据唐佑民(1994)^[6]、李超(1992)^[7]等将 El Nino 事件分成两类, 这两类事件对应的开始月份、开始出现海温异常偏高的地理位置、发展到鼎盛的时间、暖区的地理位置、强度范围等方面都存在差异, 但主要是开始出现海温异常偏高的位置不同。第 I 类是开始出现海温异常偏高的区域在赤道东太平洋的东部, 第 II 类是开始出现海温异常升高的区域在赤道东太平洋的中、西部(主要是中部)。1949 年以来的 El Nino 事件和 La Nina 事件发生时间、强度、类型划分及事件影响年在表 3^[5~7] 给出。

3.1 两类 El Nino 事件与长江三角洲年降水量的相关性

通过统计,1951~2001年上海、杭州和南京的多年平均年降水量及3站多年平均降水量的平均值分别是1162.357、1435.341、

1042.321和1192.482mm。图1、图2给出两类El Nino事件影响年的年降水量。

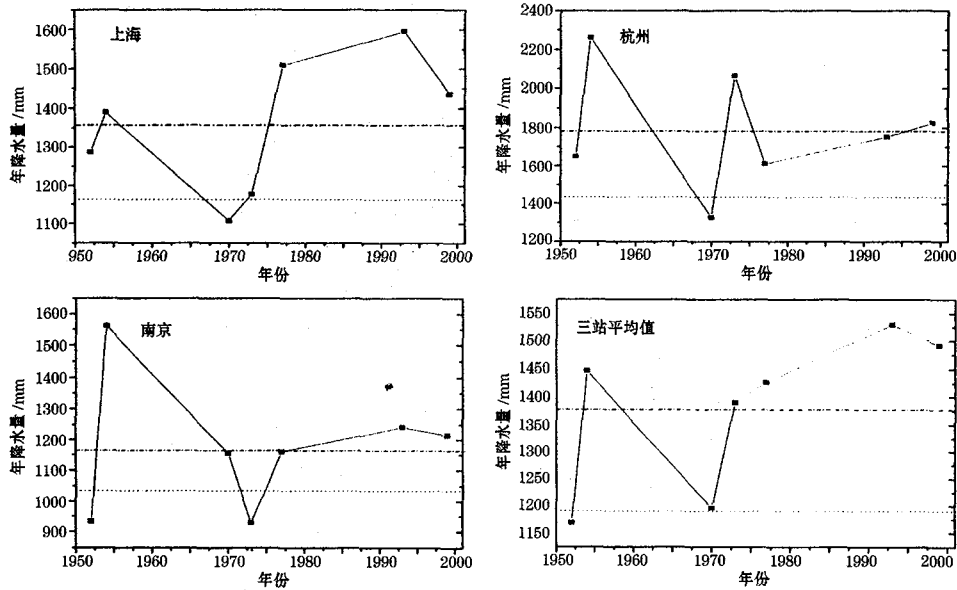


图1 第I类El Nino事件影响年长江三角洲各站的年降水量
虚线是多年平均年降水量;点划线是El Nino事件影响年的年降水量平均值

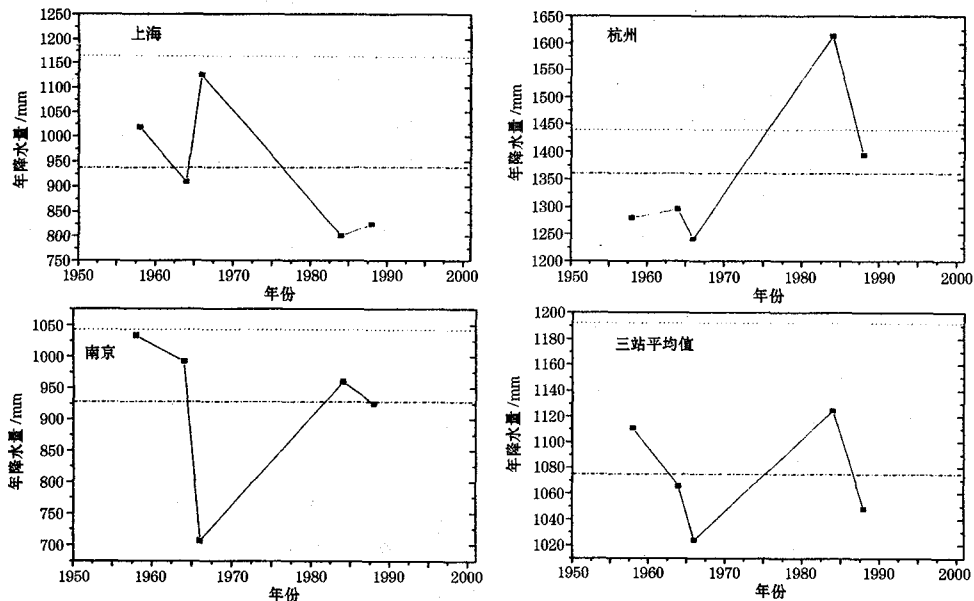


图2 第II类El Nino事件影响年长江三角洲各站的年降水量
虚线是多年平均年降水量;点划线是El Nino事件影响年的年降水量平均值

从图1可以看出,除上海站1970、杭州站1970年和南京站1952、1973等少数年份

年降水量明显低于多年平均值外,第I类El Nino事件影响年的年降水量基本上都比多

表3 1949年以来 El Nino 事件发生时间、类型划分及事件影响年

开始年月	结束年月	类型	影响年
1951.8	1952.5	I	1952
1953.4	1953.11	I	1954
1957.4	1958.9	II	1958
1963.7	1964.2	II	1964
1965.5	1966.4	II	1966
1968.1	1970.2	I	1970
1972.6	1973.4	I	1973
1976.6	1977.7	I	1977
1982.9	1983.1	II	1984
1986.1	1988.4	II	1988
1991.5	1992.12	I	1993
1997.5	1998.6	I	1999

年平均大,各站 El Nino 事件影响年的年降水量的平均值分别为 1357.114mm、1783.2mm、1170.967mm。说明第 I 类 El Nino 事件影响年的年降水量偏多,是丰水年。El Nino 事件影响年的上海、杭州和南京 3 站年降水量平均值更能反映这种变化趋势,统计表明比平常年偏高约 15.6%。从图 2 看出,第 II 类 El Nino 事件影响年的年降水量大多低于多年平均值,其平均值为 935.36mm、1365.14mm、923.47mm,比常年偏少 20%~30%。进一步观察 3 站平均值,可以明显看出第 II 类 El Nino 影响年的 3 站年降水量平均值均明显低于多年平均值,比常年偏少近 12.1%。研究区的年降水量与 El Nino 事件有很大相关性,两类 El Nino 事件对该区降水量的影响完全不同,这些将会在地区降水量的预测中得到应用。

3.2 两类 El Nino 事件与长江三角洲地区夏季降水的关系

两类 El Nino 事件与长江三角洲地区夏季降水的关系分析过程同上(图略)。通过统计可知,1951~2001 年上海、杭州和南京站多年平均夏季降水量及多年平均夏季降水量的 3 站平均值分别是 472.7255、518.9784、479.5859 和 490.4299mm。上海、杭州站及 3 站平均值的第 I 类 El Nino 事件影响年夏季降水量基本上都比多年平均值大,El Nino

事件影响年的夏季降水量平均值分别为 5930.429mm、7094.714mm;而南京站 El Nino 事件影响年夏季降水量平均值为 4977.629mm,与其多年平均夏季降水量 479.5859mm 相比,没有明显差异。而第 II 类 El Nino 事件影响年的夏季降水量大多低于多年平均值,其平均值为 328.66mm、460.32mm、324.652mm、371.2107mm。结果表明第 I 类 El Nino 事件影响年夏季降水量偏多,第 II 类 El Nino 事件影响年的夏季降水量偏少。

3.3 两类 El Nino 事件与长江三角洲地区高温天气的关系

利用 1951 年以来上海、杭州和南京三站日平均气温资料,统计日平均气温大于或等于 31.5℃ 的高温天气分别为 109 天、262 天和 199 天,年平均高温天数分别为 2.18 天、5.24 天和 3.98 天,日平均气温大于或等于 31.5℃ 的天数三站累计为 570 天,三站累积年平均高温天数为 11.4 天。

统计表明,第 I 类 El Nino 事件影响年平均高温天数只有 4.71 天,远远低于三站的常年平均值 11.4 天,其中,有两年没有出现日平均气温 31.5℃ 以上的高温天气,有 6/7 的年份高温天数低于多年平均值。第 II 类 El Nino 事件影响年高温天数的年均值是 22 天,是常年的近 2 倍,有 3/5 的年份远远超过多年平均值。由此可知,在第 I 类 El Nino 影响年,长江三角洲地区不易出现高温天气,而第 II 类 El Nino 影响年高温天气出现几率大,是高温天气多发年份。

4 结论

通过上述分析,得出以下几点认识:

(1)对长江三角洲地区年降水量来讲,El Nino 年、La Nina 年和正常年份降水正、负距平的频次 χ^2 一致性检验结果表明,ENSO 与年降水量关系远低于自由度为 3 的 90% 的置信度水平。通过将 ENSO 事件与长江三角洲地区四季降水以及年最高气温关系分析,结果也未表现出显著的统计相关性。

(2) 根据两类 El Nino 事件与长江三角洲降水量、夏季降水量以及高温天气的关系分析表明,在第 I 类 El Nino 影响年中长江三角洲地区的年降水量偏多,比常年偏高约 15.6%。第 II 类 El Nino 影响年的年降水量比常年偏少 20%~30%。进一步观察三站平均值,可明显看出第 II 类 El Nino 事件影响年的三站年降水量平均值均明显低于多年平均值(比常年偏少近 12.1%)。对夏季降水的影响也表现出类似关系。而对于年极端高温天气来讲,第 I 类 El Nino 事件影响年长江三角洲地区不易出现高温天气,而在第 II 类 El Nino 事件影响年高温天气出现几率大。因此,应充分重视第 I 类 El Nino 事件对长江三角洲地区降水以及洪涝灾害的影响。

(3) 由于仅限于 1951 年以后的资料,而且所用气象站点较少,所以只能通过一定的数量分析和统计处理,判断两类 El Nino 事件对长江三角洲地区气候变化趋势的可能影响及其程度,进一步研究尚需搜集足够的历史资料,通过相关数值模拟,对 El Nino 事件及 La Nina 事件影响年长江三角洲地区未来

气候变化进行可能预测。本文研究结果对于长江三角洲地区气候、洪涝灾害的预报与预测具有一定的理论与现实意义。

参考文献

- 1 Kiladis G N, Diaz H F. Global climate anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation. *Journal of Climate*, 1989, 2: 791—802.
- 2 Ropelewski C F, Halpert M S. Precipitation pattern associated with the high index phase of the Southern Oscillation. *Journal of Climate*, 1989, 2: 268—284.
- 3 Glantz M H, Katz R W, Nicholls N. *Teleconnections linking worldwide climate anomalies*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991, 1—535.
- 4 龚道溢, 王绍武. 近百年 ENSO 对全球陆地及中国降水的影响. *科学通报*, 1999, 44 (3): 315—320.
- 5 陈兴芳, 赵振国. 中国汛期降水预测研究及应用. 北京: 气象出版社, 2000, 3.
- 6 唐佑民, 刘书华. 两类 El Nino 事件对应的太平洋海温异常特征时空结构分析. *热带气象学报*, 1994, 10 (2): 17—22.
- 7 李超. 1963、1976 年两次不同 El Nino 事件的差异以及我国旱涝和台风的对比分析. *成都气象学院学报*, 1992, 7 (4): 60—66.
- 8 项素清, 张茜廉, 曹美兰. 舟山市气候与 El Nino 事件的相关性. *气象科技*, 2002, 30 (4): 226—228.

Impacts of ENSO Events on Climatic Changes during Last 50 Years in the Yangtze Delta

Liu Chunling¹ Zhang Qiang² Xu Youpeng¹ Jiang Tong¹

(1. Department of Urban & Resources Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093;

2. Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS)

Abstract

The χ^2 test is performed on the data set of daily precipitation and temperature of Shanghai, Hangzhou and Nanjing stations in the Yangtze Delta. The results indicate that there is no correlation between ENSO and the annual precipitation, seasonal precipitation and annual maximum temperature (not reach the significance level of 90%). If the ENSO is categorized into 3 types however, the results indicate that the El Nino type I leads to more precipitation than normal year, about 15.6% more than the normal year, with lower occurrence possibility of higher-temperature climatic conditions; the El Nino II type leads to precipitation 20%—30% less than that of the normal year, with higher occurrence probability higher-temperature climatic conditions.

Key Words: ENSO precipitation difference higher-temperature statistic test