

# 近 40 年秦岭南北地区气候变化及与 El Nino/ La Nina 事件相关性分析

殷淑燕

(陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘 要: 通过对近 40 年来秦岭南北地区气候变化及与 El Nino/ La Nina 事件相关性研究发现, 秦岭南北地区气温与降水同步波动, 但波动幅度有差别。二者都有暖干化趋势, 秦岭以北变暖程度超过秦岭以南, 而秦岭以南年降水量的绝对减少量大于秦岭以北, 两地年平均气温和年降水量差值有缩小趋势。La Nina 事件对秦岭南北地区的影响大于 El Nino 事件, La Nina 年平均气温明显下降, 超过极显著相关水平, 而降水增多。El Nino 年气温略有升高趋势, 降水略有减少趋势, 但达不到统计上的相关水平。

关键词: 秦岭南北地区; 气候变化; El Nino; La Nina

中图分类号: P467 文献标识码: A

在全球气候变化研究中, 脆弱生态区和自然地理区域的过渡地带的区域响应是研究的重点之一。作为亚洲东部暖温带与亚热带之间的分界线, 开展秦岭南北地区现代环境变化特点及其区域响应的研究十分必要<sup>[1]</sup>。El Nino/La Nina 事件(以下简称 El / La 事件)是指在秘鲁沿岸和赤道东太平洋洋面上几年发生一次的大规模的水温异常增高/异常变冷的现象, 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<sup>[2]</sup>。El / La 事件对全球气候的影响十分复杂, 区域响应也是研究其影响的重要方面。本文就近 40 年来秦岭南北地区气候的变化及其与 El / La 事件的关系进行相关性分析, 以认识秦岭南北地区气候的变化及 El / La 事件对其发生的影响。

## 1 资料与研究方法

### 1.1 资料

气候资料来自陕西省气象局资料室。选取陕南 14 个测站(留坝、佛坪、略阳、洋县、勉县、西乡、宁强、镇巴、宁陕、汉中、旬阳、安康、紫阳、平利), 关中 13 个测站(宝鸡、眉县、扶风、武功、咸阳、户县、礼泉、西安、富平、合阳、大荔、渭南、潼关), 气象资料年限从 1959~ 1999 年。据相关研究<sup>[3~ 5]</sup>, 1960 年代至

2000 年共发生 El Nino 事件 11 次, 即: 1963, 1965 (1965~ 1966, 为 El Nino 开始年、结束年), 1969(1968~ 1969), 1972(强), 1976, 1983(1982~ 1983, 强), 1987 (1986~ 1987, 强), 1991 (1991~ 1992), 1993, 1994, 1997(1997~ 1998, 强), 共发生 La Nina 事件 11 次, 即: 1964, 1967, 1970, 1971, 1973, 1974, 1975, 1984, 1985, 1988, 1989。

### 1.2 方法

利用 Microsoft Excel 2000 对数据进行分析, 包括求均值、距平值、线性趋势分析, 并利用 2 × 2 列联表(表 1)进行  $X^2$  检验, 研究事件的影响程度、其置信水平如何。

表 1 X 与 Y 相关关系 2 × 2 列联表

Table 1 The 2 × 2 contingency table of correlated relation between X and Y

X	Y		Σ
	+	-	
√	a	b	a + b
×	c	d	c + d
Σ	a + c	b + d	N = a + b + c + d

$$X^2 = \frac{[(ab - bc) - 0.5N]^2 \times N}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)} \quad (1)$$

公式(1)为  $x^2$  检验(独立性检验)的统计公

收稿日期: 2002- 01- 19; 改回日期: 2002- 04- 24。

基金项目: 国家自然科学基金项目(40071005)和陕西省自然科学基金项目(99D01)资助。

作者简介: 殷淑燕(1970- ), 女(满族), 黑龙江省木兰县人。陕西师范大学旅游与环境学院讲师, 主要从事区域环境与灾害研究。发表论文 20 余篇。E-mail: yinshy@snnu.edu.cn

式<sup>[2,6,7]</sup>, 其中,  $X$  为海水异常事件 (El Nino 或 La Nina 事件),  $\sqrt{\quad}$  号为出现该事件,  $\times$  号为不出现该事件,  $Y$  为气候要素 (气温或降水),  $+$  号为正距平,  $-$  号为负距平。  $a$  代表在统计年份内, 出现海水异常事件且气候要素为正距平的年份数,  $b$  代表出现海水异常事件且气候要素为负距平的年份数,  $c$  代表未出现海水异常事件且气候要素为正距平的年份数,  $d$  代表未出现海水异常事件且气候要素为负距平的年份数,  $N$  为所有统计年份之和。用公式 (1) 求出  $X^2$  计算值后, 与查表<sup>[6]</sup> 得出的  $X^2$  理论值相比较。

$$\text{理论值: } X_{(0.05, 1)}^2 = 3.841 \quad X_{(0.01, 1)}^2 = 6.635^{[6]}$$

若  $X^2$  统计值  $>$   $X^2$  理论值, 则接受假设, 两事件相关; 反之则拒绝假设, 两事件之间相互独立。

## 2 秦岭南北地区气候变化情况分析

1959~1999 年陕南及关中年平均气温及年降水量变化见图 1、图 2。从图 1、图 2 可见, 1959~1999 年, 陕南和关中气温及降水的波动频率、周期极为相似, 几乎是同步波动。但波动程度有差别。根据线性拟合, 陕南与关中的年平均气温平均分别每年升高  $0.0006^\circ\text{C}$  和  $0.003^\circ\text{C}$  (线性趋势线斜率), 与全国近 40a 来平均增温率 ( $0.004^\circ\text{C}/\text{a}$ )<sup>[8]</sup> 及陕西渭北地区 ( $0.0156^\circ\text{C}/\text{a}$ )<sup>[9]</sup> 相比, 可见明显的变化差异, 渭北  $>>$  关中  $>$  全国  $>$  陕南, 可见在气候变暖的局部响应中, 秦岭以北变暖更为显著, 且越向内陆越明显, 而秦岭以南变化较小。陕南与关中的年降水量变化分别是  $-2.1269\text{mm}/\text{a}$  和  $-1.6201\text{mm}/\text{a}$ , 与全国近 40a 平均年降水量递减率 ( $-1.269\text{mm}/\text{a}$ )<sup>[8]</sup> 和陕西渭北地区年降水量的递减率 ( $-1.452\text{mm}/\text{a}$ )<sup>[9]</sup> 相比, 降水量年递减率陕南  $>>$  关中  $>$  渭北  $>$  全国, 说明秦岭以南的降水年减少量超过秦岭以北。但从对干旱程度的影响来看, 由于秦岭以北降水量本身小于秦岭以南, 其降水减少绝对数值虽然小于秦岭以南, 但相对于原本干旱缺水的地区如渭北来说, 影响并不小于陕南。从“降水量年递减率/平均年降水量”来看, 则关中 ( $0.0028$ )  $>$  渭北 ( $0.0025$ )  $>$  陕南 ( $0.0023$ )。从以上分析可见, 由于有秦岭山地的存在, 其南北地区对全球变暖过程的响应有区别, 虽

然陕南和关中都有暖干的趋势, 但关中变暖更为显著, 而陕南降水减水较多, 两地的年平均气温、年降水量差值有缩小趋势。

## 3 El Nino/La Nina 事件与秦岭南北地区气候变化的相关性分析

由于陕南、关中气温及降水量同步变化 (虽然变化幅度不同), 但对 El/La 的反应应是一致的。所以下面将二者数值综合在一起后分析 El/La 事件的影响

秦岭南北地区气温及降水量的年际变化及与 El/La 年份的对应关系见图 3、图 4 及表 2。

从图 3、图 4 和表 2 分析, La Nina 年对秦岭南北两侧气候的影响明显较大, 而 El Nino 年则较小。对于年平均气温来说, 非 El Nino 且非 La Nina 年, 有 12 a 次为正距平, 7 a 次为负距平, 非 La Nina 年有 17 a 次为正距平, 13 a 次为负距平, 都是正距平年数较多, 而发生 La Nina 年的 11 a 中, 却只有 1 a 次为正距平, 其余 10 a 次都是负距平, 可见发生 La Nina 的年份气温明显偏低; 对于年降水量, 非 La Nina 年及非 El Nino 且非 La Nina 年的降水量都是正距平的年数少而负距平的年数多, 达到了 1:2 的比例, 但 La Nina 年的 11 a 中, 有 8 a 为正距平, 只有 3 a 为负距平, 可见 La Nina 年降水相对较多。El Nino 年年平均气温有 5 a 次为正距平, 6 a 次为负距平, 相比于非 El Nino 年的 13 次正距平和 17 次负距平来说, El Nino 年气温高一些, 但并不明显; 相比于非 El Nino 年的 14 a 次降水为正距平, 16 a 次降水为负距平, El Nino 年 11 a 中有 4 a 次为正距平, 7 a 次为负距平, 降水有所减少, 数量上也不明显。

利用公式 (1), 计算  $X^2$  的计算值, 分别为:

$$X_{ET}^2 = 0.0547 \quad X_{LT}^2 = 9.4551^{**}$$

$$X_{EP}^2 = 0.8914 \quad X_{LP}^2 = 3.5983$$

式中  $E$  代表 El Nino 事件,  $L$  代表 La Nina 事件,  $T$  代表年平均气温,  $P$  代表年降水量。\* \* 代表超过极显著水平。与理论值  $X_{(0.05, 1)}^2 = 3.841$  及  $X_{(0.01, 1)}^2 = 6.635$  相比较, 只有 La Nina 与年平均气温之间的关系超过了极显著水平。La Nina 与年降水量的关系接近显著水平。而 El Nino 与气温和降水之间的关系达不到相关水平。

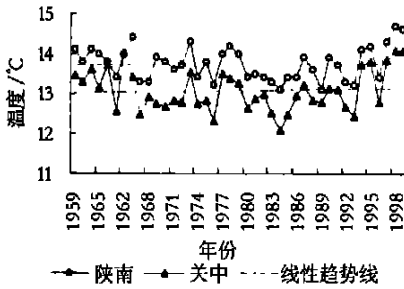


图 1 陕南、关中历年温度变化曲线

Fig. 1 The ATC change in Shannan and Guanzhong

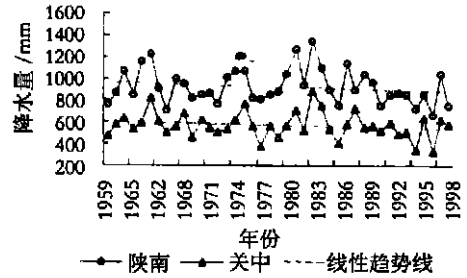


图 2 陕南、关中历年降水量变化曲线

Fig. 2 The AAP change in Shannan and Guanzhong

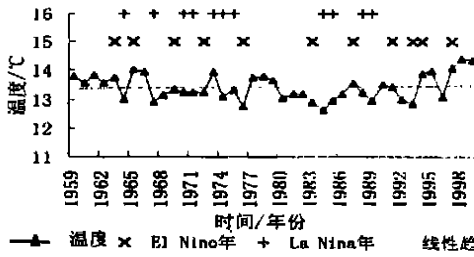


图 3 秦岭南北历年温度变化与 El/La 事件关系图

Fig. 3 The ATC change in the northern and southern regions of Qinling Mountain and relationships with El / La phenomenon

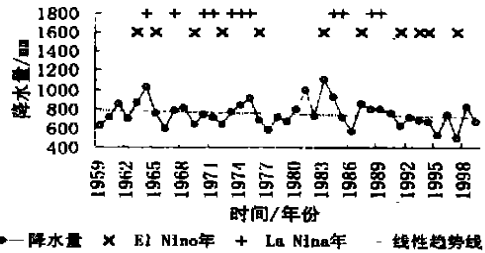


图 4 秦岭南北历年降水量变化与 El/La 事件关系图

Fig. 4 The AAP change in the northern and southern regions of Qinling Mountain and relationships with El/La phenomenon

表 2 秦岭南北历年气温与降水量距平变化与 El/La 事件关系表

Table 2 The relation between ATC、AAP anomaly change and El / La phenomenon in the northern and southern regions of Qinling Mountain over the years

年份数	全部统计 年份	El Nino 年	La Nina 年	非 El Nino 且 非 La Nina 年	非 El Nino 年	非 La Nina 年	
		年平均气温	正距平	18	5	1	
	负距平	23	6	10	7	17	13
年降水量	正距平	18	4	8	6	14	10
	负距平	23	7	3	13	16	20

## 4 结论

1. 秦岭南北地区的气温与降水基本上同步波动, 变化频率和周期具有一致性。都有暖干化趋势。

2. 秦岭南北地区的气温与降水变化幅度不同。秦岭以北变暖更为明显, 且越向内陆越显著。与全国和陕西其它地区相比, 近 40 a 来平均增温率陕西渭北地区(0.0156 °C/a) > 关中(0.003 °C/a) > 全国(0.004 °C/a) > 陕南(0.0006 °C/a)。而年降水的减少量秦岭以南超过秦岭以北。降水年递减率陕南(-2.1269 mm/a) > 关中(-1.6201 mm/a) > 渭北

(-1.452 mm/a) > 全国(-1.269 mm/a)。秦岭南北地区的年平均气温、年降水量差值有缩小趋势。

3. 对于秦岭南北地区的气候变化来说, La Nina 事件的影响远超过 El Nino 事件的影响。La Nina 年年平均气温明显下降, 而降水增多。温度下降超过了极显著相关水平。El Nino 年则无明显相关, 气温略有上升趋势, 降水略有减少趋势, 但都达不到统计上相关的程度。可见总体上来说, 秦岭南北两侧气候的暖干化变化与 El Nino 事件没有明显的联系, El Nino 只可能在某种程度上加强了一些暖干的程度。但 La Nina 事件为秦岭南北两侧带来了显著较低

年平均气温和较多的降水,对暖干化气候过程起到了明显的缓解作用。

### 参考文献:

- [1] 延军平, 郑宇. 秦岭南北地区环境变化响应比较研究[J]. 地理研究, 2001, 20(5): 576~ 582.
- [2] 刘桂莲, 张明庆. 近百年 El Nino / La Nina 事件与北京气候相关性分析[J]. 气象, 2001, 27(2): 3~ 6.
- [3] 王绍武, 龚道溢. 近百年来的 ENSO 事件及其强度[J]. 气象, 1999, 25(1): 9~ 13.
- [4] 延军平, 黄春长. ENSO 事件对陕西气候影响的统计分析[J]. 灾害学, 1998, 13(4): 38~ 42.
- [5] 向元珍, 包澄澜. El Nino 事件对大气环流影响的传播途径[J]. 科学通报, 1992, 18: 1677~ 1680.
- [6] 杜荣骞. 生物统计学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1981. 151~ 157, 445~ 446.
- [7] 武吉华, 张绅. 植物地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1995, 127~ 128.
- [8] 林学椿, 于淑秋. 近 40 年我国气候趋势[J]. 气象, 1990, 16(10): 16~ 21.
- [9] 殷淑燕, 黄春长, 延军平, 等. 陕西渭北旱塬近 43 年气候暖干化研究[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版), 2000, 28(1): 119~ 122.

## Studies on the Climate Changes in the Northern and the Southern Regions of the Qinling Mountains and Correlated Analysis Between Climate Changes and El Nino / La Nina Phenomenon During the Recent 40 Years

YIN Shu-yan

(College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, 710062 Xi'an Shaanxi China)

**Abstract:** By the studies on the climate change in northern and southern regions of the Qinling Mountains and correlated analysis between climate change and El Nino / La Nina phenomenon during the recent 40 years, result shows that the air temperature and the precipitation has synchronous fluctuation in northern and southern regions of the Qinling Mountains, but fluctuation range has difference. Both of them have warming and drying tendency. In the north region, the warm level surpasses that in the south region, and the absolute reducing of annual precipitation in the south region is larger than that in the north region. The annually mean air temperature and the annually precipitation difference values between two regions have reduce trend. For the influence to climate, the La Nina phenomenon is larger than El Nino phenomenon in the northern and the southern regions of the Qinling Mountains. In the La Nina years, annual mean air temperature descends obviously, exceed extremely notable related level, and the precipitation grows. In the El Nino years, annual mean air temperature omits the trend going up, and the precipitation has slightly the trend reducing, but do not reach the statistics related level.

**Key words:** the northern and the southern regions of the Qinling Mountains; climate change; El Nino; La Nina