

# 中国东北地区夏季降水异常的气候分析

孙力 安刚 丁立 沈柏竹

(吉林省气象科学研究所, 长春, 130062)

## 摘要

利用中国东北三省69个测站, 1961~1995年6~8月降水量资料, 采用 EOF、REOF、小波分析及突变分析等方法, 对夏季降水量的空间异常特征和时间变化规律进行了诊断研究。结果表明: 东北地区夏季降水异常的空间分布既有整体一致的性质, 也存在着南部和北部及东部和西部相反变化的差异, 并且可以把整个东北地区划分为7个主要的降水异常型: 辽东半岛型、西部平原型、中南部型、东部山区型、三江平原型、辽西型和东北北部型。近90 a 来, 东北地区夏季降水主要呈多雨、少雨或是波动等阶段性变化, 没有明显的变干或是变湿倾向。各异常型代表站资料反映出近35~45 a 中, 东北地区1960年代中期至1980年代初降水的减少比较明显, 具有突变性质, 1980年代总体上讲降水有一定程度的增加, 1990年代处于旱涝交替出现的波动状态。东北地区夏季降水主要有34, 22, 11 a 以及2~4 a 左右的周期变化, 但各异常区所盛行的主要周期以及同一异常区在不同年代所盛行的主要周期均有所差异。

关键词: 中国东北, 夏季降水异常, 旋转主成份分析, 小波分析, 突变分析。

## 1 引言

东北是中国最大的商品粮基地和农业生产最有发展潜力的地区之一。同时也是中国重要的工业和能源基地。它幅员辽阔, 土地面积占全国的8.3%, 其境内东、北、西三面为低山和中山环绕, 中部是大平原, 南北和东西相差约15个纬度或经度, 因此气候及其变化的差异较大, 是典型的“气候脆弱区”; 几十年的资料表明夏季暴雨洪涝和持续性干旱等气候灾害异常活跃, 对经济和社会发展产生很大影响。虽然过去从整体上分析中国夏季降水特征的工作已经有过不少<sup>[1~5]</sup>, 用更为完备的资料特殊关注某一区域旱涝的研究也有所开展<sup>[6~8]</sup>, 但相比之下, 详细探讨中国东北地区夏季降水异常的气候分析并不是很多。本文选用了具有广泛代表性的东北三省69个测站, 35 a(分区代表站从建站至1995年, 长春、沈阳和哈尔滨3站资料序列为1909~1997年)夏季月降水量资料, 应用主成份(EOF)和正交旋转主成份(REOF)分析, 以及小波分析和突变分析等方法, 对中国东北地区夏季(6~8月)降水的空间异常结构和时间演变趋势进行了诊断研究, 目的在于进一步了解该区域降水异常的气候变化规律, 这对探讨其成因和研制预测方法也是有意义的。

初稿时间: 1998年2月17日; 修改稿时间: 1998年9月14日。

资助课题: 国家重点基础研究发展规划项目“我国生存环境演变和北方干旱化趋势预测研究”(G1999043400)以及国家自然科学基金项目(49875022)。



### 3 东北地区夏季降水的空间异常分布特征

对东北三省69个测站夏季(6~8月)降水量进行主成份和旋转主成份分析,得出的载荷向量  $LV$  和旋转载荷向量  $RLV$  较好地反映了降水场的空间异常分布特征。表1给出的是旋转前后  $PC$  和  $RPC$  对降水量场总方差的贡献率,可以看出,旋转后的各分量方差贡献比旋转前要均匀分散,同时某些分量方差贡献的大小顺序

表1 前8个  $PC$  和  $RPC$  对总方差的贡献率(%)

序号	旋转前		旋转后	
	方差贡献	累积方差贡献	方差贡献	累积方差贡献
1	30.8	30.8	11.1	11.1
2	10.0	40.8	9.4	20.5
3	8.3	49.1	10.3	30.8
4	4.5	53.6	8.1	38.9
5	3.7	57.3	9.8	48.7
6	3.4	60.7	5.6	54.3
7	2.8	63.5	9.0	63.3
8	2.6	66.1	2.8	66.1

也发生了变化,这是因为旋转后各分量的物理意义是着重表现空间的相关性分布特征,相应的方差贡献只集中于某一较小的区域,使其它区域的方差贡献尽量减小,而主分量分析却着重把整个计算范围的方差贡献集中到前几个主分量上。

图1给出了  $PC$  前3个载荷向量场,用以揭示降水的整体空间异常结构,由第1载荷向量场( $LV_1$ )可以看出,东北地区呈同一符号的正值分布,即整体一致型。这种全区一致的特征占总体方差的30.8%,这显然与大尺度的天气系统影响有关,说明尽管东北地区的

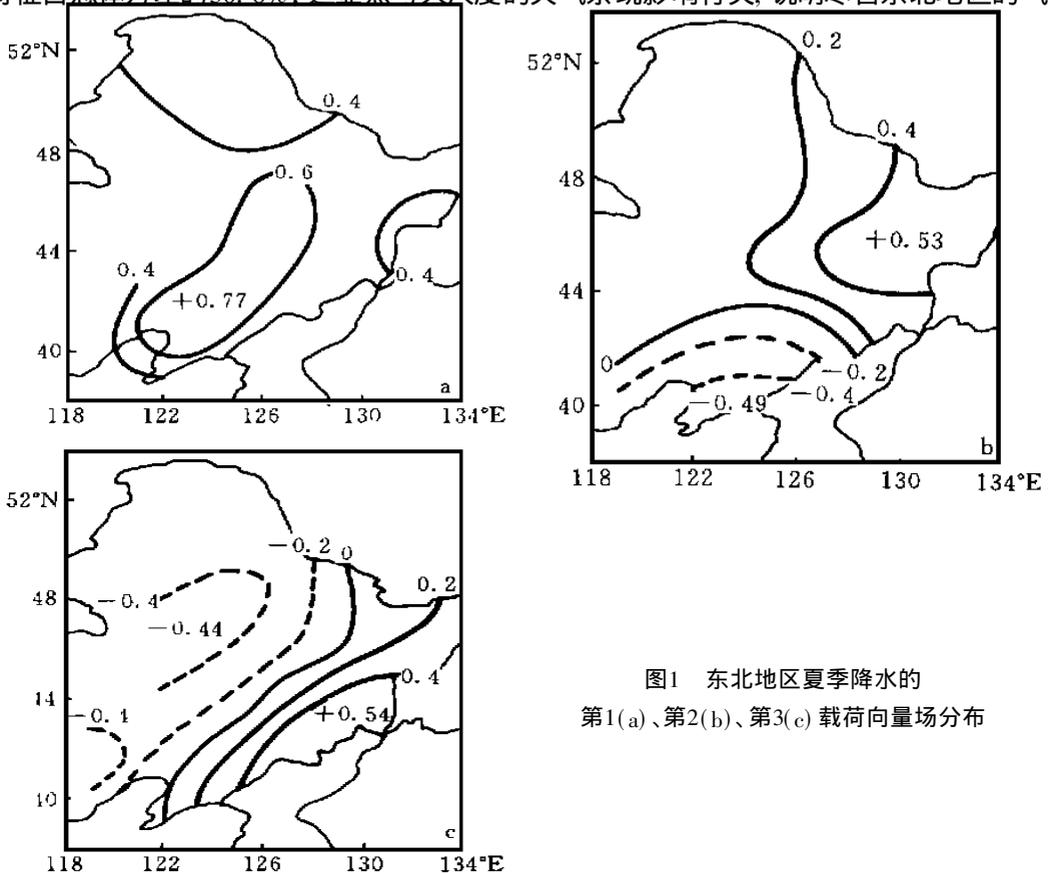


图1 东北地区夏季降水的第1(a)、第2(b)、第3(c)载荷向量场分布

候差异较大,但它们在夏季的月降水在一定程度上还是受某些因子的共同影响和控制,载荷量大值区(0.6以上)位于东北三省的中部地区,中心值达0.77,说明这里是东北地区降水变率大,旱涝异常的敏感地区。值得指出的是,这一载荷大值区与正常年份夏季对流层中下层盛行风累积南风分量大值区的走向和分布相一致<sup>[11]</sup>,也与夏季出现在东北地区的气旋的密集带及其移动路径相吻合<sup>[12]</sup>。显然,当盛行南风较强且影响东北地区的气旋等系统较多时,东北地区易出现多雨,反之少雨。

第2载荷向量场( $LV_2$ )的分布具有南北反向变化的结构特点(图1b),这种南北反向特征占总体方差的10%,吉林大部和黑龙江为正值区,中心位于三江平原附近,辽宁全省为负值区,中心位于辽东半岛。一般来说,当夏季副热带高压过于偏北,东亚季风异常强时,东北南部地区受西太平洋副高控制,伏旱严重,而吉林大部和黑龙江易多雨,但如果盛夏副高偏南,季风相对较弱时,会出现相反的情况。

东西相反的变化趋势是中国东北地区夏季降水的第3空间异常类型(图1c),载荷值零线穿越辽宁、吉林和黑龙江的中部,零线以西为负值分布,负值中心位于吉林的白城和黑龙江的泰来以及辽西的朝阳附近。东北地区东部为一致的正值分布,正值中心位于吉林长白山区的汪清一带。这主要与东北地区大的地形分布有关,夏季当西南季风盛行时,处于长白山脉迎风坡一侧的东北东部地区降水比同纬度的西部要明显偏多,而某些情况下,例如东北冷涡强盛,且位置偏西偏北时,处于大兴安岭迎风坡一带的东北西部平原地区降水会有所增加<sup>[13]</sup>,当然,西部地区相对干旱而东部地区相对湿润是东北地区夏季降水的基本特点。

以上讨论了东北地区夏季降水的总体空间异常结构,可以看出,它们既有一致的方面,也存在着明显的东西或南北差异,为进一步突出中国东北地区夏季降水各地域的气候特点,本文在以上主成份分析的基础上,进一步对前8个主成份及其对应的载荷向量进行旋转,并由前7个旋转载荷向量场得到东北地区夏季月总降水量的7个主要空间异常气候区(图2)。

由图2a可以看出, $RLV_1$ 大值区在辽东南部,其信息主要来源于 $LV_2$ ,中心载荷位于辽东半岛的丹东附近,达0.83,比旋转前明显增大,我们称之为辽东半岛型,丹东是整个东北年降水量最大的地区,也是暴雨最频繁的地区。夏季北上台风影响东北时,辽东半岛首当其冲,北方最大的暴雨就出现在丹东市的宽甸,因此辽东半岛的夏季降水具有明显的地域特点。

图2b给出了东北夏季月总降水量的第2旋转载荷向量场, $RLV_2$ 的大值区位于东北西部平原的白城和泰来附近,中心载荷向量值达+0.74,其信息主要来自于 $LV_3$ ,但局地方差明显增大,称其为西部平原型。这里缺乏水汽来源,是东北地区夏季降水量最少的地区,干旱是它的主要气候特征,值得一提的是这里同时也是东北地区降水变率最大的地方,常常是几场暴雨就占了全年降水的大部分,并且全年降水量的70%左右都集中在夏季,总之这一异常型体现了东北草原沙地气候的特点。

第3旋转载荷向量 $RLV_3$ 的大值区位于东北地区的中南部(图2c),即吉林的通化至辽宁的清源和抚顺附近,称之为中南部型,中心最大载荷值-0.78。这里是盛夏南方气旋影响东北时降水比较集中和最易受副高后部降水系统影响的区域<sup>[14]</sup>,因此旱涝的区域性特

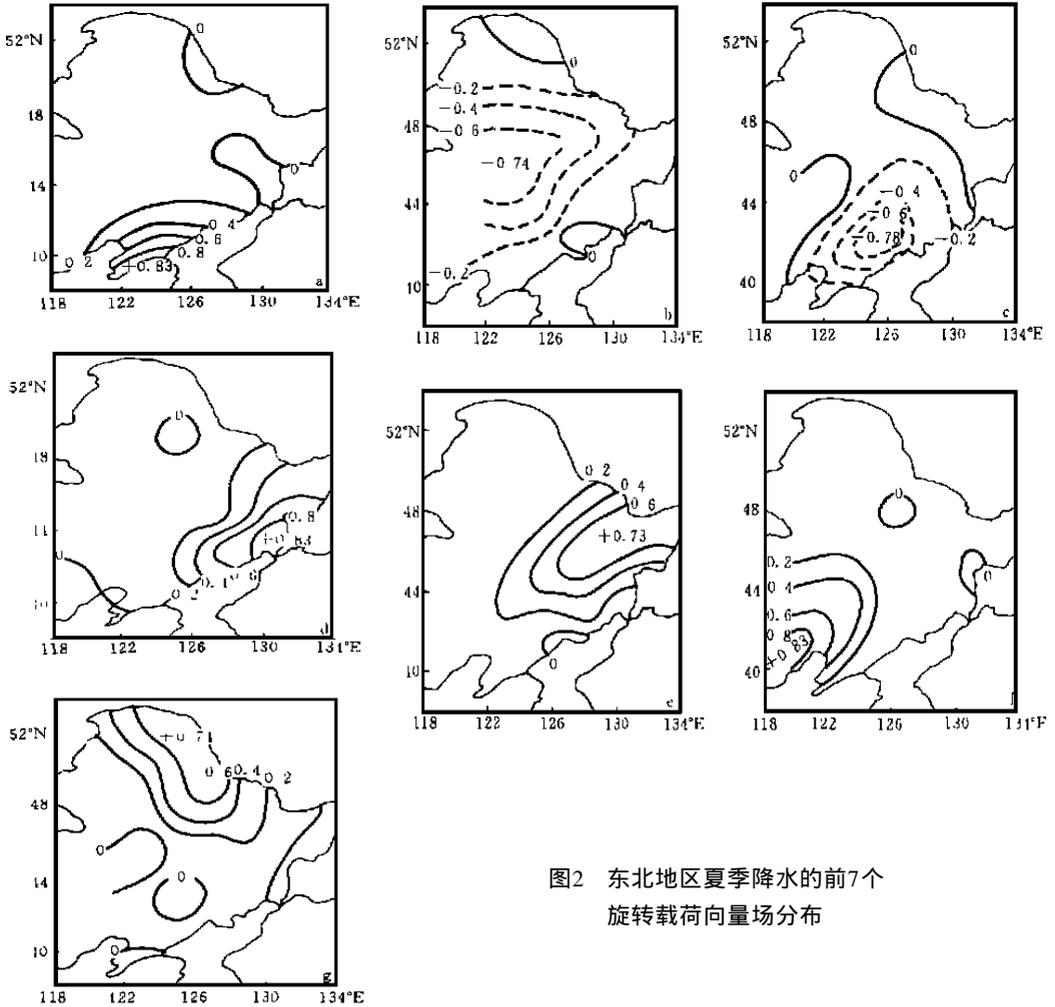


图2 东北地区夏季降水的前7个旋转载荷向量场分布

点比较明显。

东北地区夏季降水的另一个异常敏感区在东北东部—东南部山区型(图2d),其信息主要来自于 $LV_3$ , 旋转载荷中心在吉林东部的汪清附近, 值达+0.83, 这一型集中体现了东北东南部山地气候的特点, 除受地形分布的影响外, 这里也是东转类台风和偏东北上类台风影响东北时降水最为集中的地区。这些因素形成了这里独有的夏季降水异常特点。

由第5旋转载荷向量(图2e)所反映的夏季降水异常类型为三江平原型, $RLV_5$ 大值区位于三江平原附近, 中心值在黑龙江的依兰和佳木斯一带, 达+0.73, 这里是东北冷涡活动的最大密集地之一<sup>[15]</sup>。东北平原地区的降水随着纬度的增加而逐渐减少, 但本区东北部的三江平原, 因受日本海、鄂霍茨克海潮湿气流的影响, 年降水和夏季降水比同纬度上的松嫩平原要明显偏多, 加之这里沼泽和湿地的作用, 使得这一地区形成了独有的降水异常空间分布。

辽宁西部地区是东北夏季降水异常的又一个敏感区——辽宁西部型(图2f), 旋转载荷向量大值区在朝阳附近, 中心值达+0.83, 这里是东北地区夏季降水年际变化幅度最大

和连续无雨日最长的地区之一, 干旱少雨是它的基本气候特征。

第7自然异常敏感区分布在东北地区北部, 称之为东北北部型(图2g), 载荷量大值区位于黑龙江北部的孙吴、黑河一直到伊春附近, 这里明显地受到小兴安岭山地气候的影响。

总之, 东北地区夏季降水的异常型主要可以分为辽东半岛、西部平原、东北中南部、东部山区、三江平原、辽宁西部和东北北部等7个区, 做好上述7个类型区降水异常的气候预测, 就等于抓住了东北夏季降水异常的关键。

## 4 东北夏季降水异常的时间演变特征

### 4.1 各异常型代表站降水的年际变化及突变分析

某空间点的主分量载荷实际上表示某一主分量(或影响因素)与该点要素之间的相关程度, 同属于某一高载荷区域内的点应具有较高的相关, 而属于不同型区的点之间的相关则较差, 因此我们取每个异常区 *RLV* 高值代表站的时间序列来分析该异常型的时间演

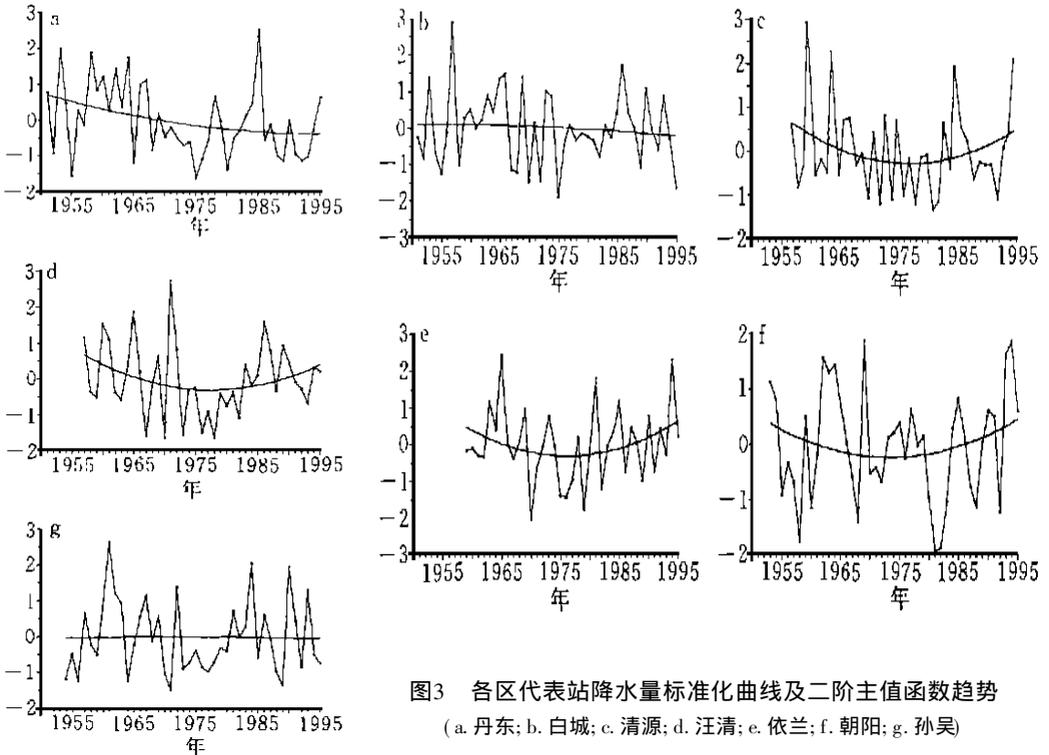


图3 各区代表站降水量标准化曲线及二阶主值函数趋势  
(a. 丹东; b. 白城; c. 清源; d. 汪清; e. 依兰; f. 朝阳; g. 孙吴)

变趋势。图3给出了前7个主要异常区代表站夏季降水量的标准化序列及其二阶主值函数趋势。而图4则表示各代表站夏季(6~8月)降水的M-K检验曲线图。可以分析出, 东北地区夏季降水随时间的演变大致可以划分为两类, 一类是具有极小值的抛物线型, 即由大—小—大的变化趋势, 例如辽宁西部代表站朝阳(41°33'N, 120°27'E)、东北中南部型代表站清源(42°06'N, 124°27'E)、东部山区型的汪清(43°20'N, 129°46'E)、三江平原型的依兰(46°18'N, 129°35'E)均具有两次距平发生易号的现象。其中, 朝阳自1960年代初到1960年

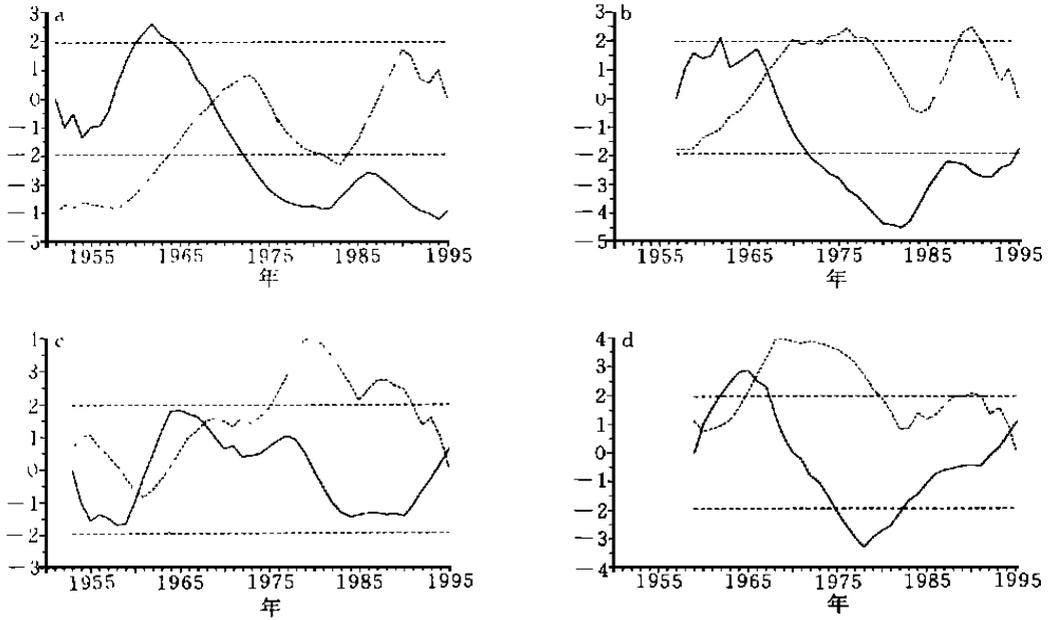


图4 各区代表站夏季降水的M-K检验曲线图

(a. 丹东; b. 清源; c. 朝阳; d. 依兰)

代中期,降水呈增加趋势,1961年出现一突变点,在1960年代中期至1980年代初下降趋势比较明显,突变发生在1967年,1990年代初以来降水又呈上升趋势,1994年又出现突变,即降水的变化幅度较大。清源也是在1967年降水出现突变后一直呈下降趋势,不同的是1980年代中期以来降水的增加并不显著,没有突变点。汪清自1960年代至1980年代,降水也呈下降趋势,但突变的出现要早于其余各站(图略)。依兰自1950年代中期至1960年代中期降水是增加的,1959年有一突变点,1960年代中期开始至1970年代末,降水开始减少,但并不显著(没有突变点),1980年代至今降水一直呈增加趋势,突变点出现在1994年。另一类降水趋势是单调型,例如辽东半岛型的丹东(40°03'N, 124°20'E)、西部平原型的白城(45°38'N, 122°50'E)及东北北部型的孙吴(49°26'N, 127°21'E)。其中丹东和白城的降水趋势呈单调下降,而孙吴的变化趋势不明显,从突变分析来看,丹东和白城从1960年代初至1980年代降水的减少最为明显,突变点出现在1968年(晚于其余各站),1980年代至今降水趋势又变得不太显著,孙吴从1950年代至今,其降水趋势无论是增加或是减少均不能通过检验。

#### 4.2 各异常型代表站降水的小波分析

图5为各异常型代表站降水的小波指数分布图,小波指数正值表示处于多雨周期,反之处于少雨周期。

从图中可以看出,一般来说,各代表站降水都存在有较长的周期,在长周期中,又包含有较短的周期,即具有较好的自相似结构,表明降水的气候变化存在着一定的规律性,但各站的显著周期及其随年代的变化差异较大,丹东在1980年代之前,22 a左右长周期和2~4 a短周期比较显著,1980年代以后,11 a左右周期变化比较明显。白城1950年代初至

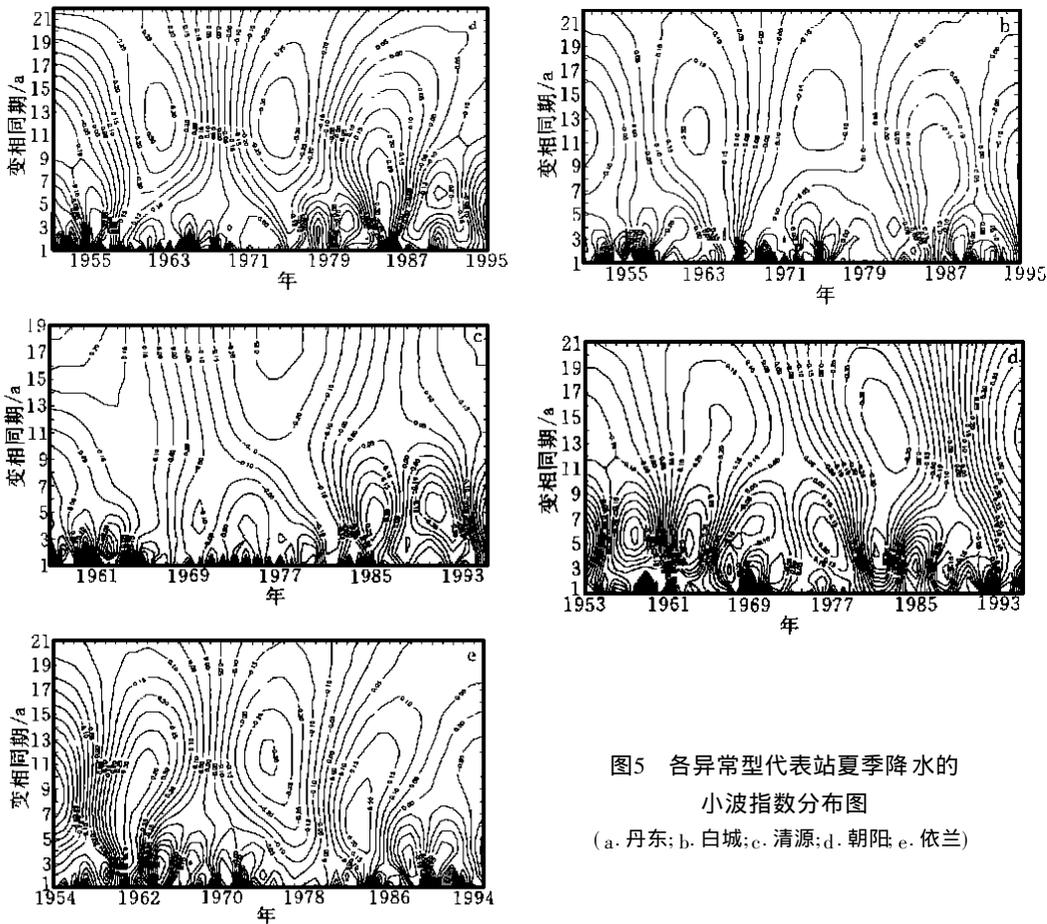


图5 各异常型代表站夏季降水的小波指数分布图

(a. 丹东; b. 白城; c. 清源; d. 朝阳; e. 依兰)

1970年代末也盛行22 a左右长周期和2~4 a短周期,不过少雨阶段要长于多雨阶段,1980年代初以来,22 a左右周期变化被18 a左右周期变化所代替。目前正处于的少雨阶段强度看来要强于1970年代,如果按9~10 a少雨周期推算,那么这种干旱趋势至少要持续到2000年。清源降水的周期变化有别于上述情况,它主要有2~4 a的短周期,1980年代以来11 a左右的周期变化比较显著,目前正处于5 a左右的多雨阶段。汪清自1970年代以来18 a左右的长周期和2~4 a的短周期较为明显。依兰降水的周期变化与清源有类似之处,40 a左右和2~4 a周期比较显著,1980年代以来也盛行11 a左右的周期变化,目前正处于20 a和5 a左右的多雨阶段,2000年之前降水可望偏多,朝阳降水的多少主要有30 a左右、11 a左右(1980年代以前)和4~6 a的周期变化,30 a左右周期自1970年代末以来比较显著,目前该站正处于多雨的长周期之中,并且此多雨阶段的强度也明显超过上一个降水偏多阶段。孙吴在1970年代末之前主要盛行22 a左右的长周期和4~6 a的短周期,1980年代中期以来4~6 a周期更为明显。虽然控制各异常型夏季降水的主要周期有所差异,但有一点是肯定的,即在多雨(少雨)的长周期(11 a以上)中,经统计,出现异常干旱(雨涝)的可能性比较小,异常旱涝的标准是季降水距平百分率大于等于30%或小于等于30%。

#### 4.3 东北地区近90 a来夏季雨量变化



此3站夏季降水平均值可以很好地代表东北地区汛期降水的整体特征。由图6a可以看出,近90 a 来从整体上讲东北夏季降水没有明显变干或变湿的倾向,而是呈多雨、少雨或是波动等阶段性变化交替出现的形势。我们将东北气候按干湿状况分为8个时期,在每个时期内要求其夏季雨量的5 a 滑动平均值稳定在一种符号上,并且有2/3以上的年雨量距平为同一种符号,这样的时期确定为气候偏湿或偏干:(1) 1909~1915年为干湿交替变化的波动阶段;(2) 1916~1928年为少雨阶段;(3) 1929~1940年为多雨偏湿阶段,此期间有9 a 雨量超过正常值;(4) 1941~1950年是波动阶段;(5) 1951~1966年为多雨阶段,此阶段持续时间明显长于前面各阶段;(6) 1967~1982年为少雨偏干阶段,16 a 中有14 a 为少雨年;(7) 1983~1987年为多雨时段;(8) 1988~1997年又进入了一个多雨少雨交替变化阶段,波动的振幅加大,旱涝出现的频率增加。从降水变化趋势看,尤以1967~1982年降水的减少最为显著,具有突变性质,突变点出现在1967年(图6b)。上述结果与20世纪以来全球降水和全国降水的变化虽然并非完全吻合<sup>[16]</sup>,但1960年代中至1980年代初东北地区降水的明显减少还是与这一时期从非洲中部和北部、中亚和印度北部、中国长江以北一直到日本一带的大范围降水变化相当一致,这一20世纪重大的气候事件被解释为是由于这一时期亚非大陆降温,大洋增温从而导致夏季风减弱和ITCZ南移<sup>[17]</sup>。

ENSO 事件导致全球气候异常已是公认的事实,它对中国夏季降水也有一定影响,但有关ENSO对东北汛期降水影响的研究还有待于进一步探讨和确证。图6a中黑点表示厄尔尼诺年(厄尔尼诺年的确定参考了文献[16]),从简单的统计结果看,1909~1997年共有31个ENSO年,其中有17 a 东北汛期降水为负距平,占55%,少雨的倾向并不显著,但统计1960年代以来的结果则表明,这一时期15个厄尔尼诺年中有10 a 降水为负距平,占67%,5个正距平的ENSO年中,有4个事件发生在下半年。而发生在上半年或连续厄尔尼诺年第2年的9个厄尔尼诺年中有8年降水为负距平,即厄尔尼诺年(尤其是发生在上半年的厄尔尼诺年)东北夏季似乎有少雨的倾向。廉毅等<sup>[18]</sup>也曾得出过ENSO事件对东北夏季气温的影响在不同的年代际中也存在着差别。这也许说明影响东北地区旱涝的因子是多方面的,它们之间的相互作用及其与东北地区降水的联系是复杂的,其中的物理机制值得今后进一步探讨。

图6c表示的小波分析结果表明,东北夏季降水主要存在有34 a 年左右、22 a 左右和11 a 左右的周期变化,其中22 a 左右的周期在1909年至1950年代初比较盛行,1950年代初至1980年代初34 a 左右的周期更为清楚,1980年代初以来,以11 a 左右的周期变化最为显著。为什么不同年代会有不同的周期变化存在,其原因也值得今后进一步研究。

#### 4.4 各异常区降水量之间的关系

通过计算各RPC之间的交叉谱,以便进一步研究各异常区降水量之间关系,计算中对每个RPC取夏季3个月的平均值,序列长度为35 a,最大后延长度10 a。以RPC1(辽东半岛型)为基本序列,计算它与其它6个型的RPC的交叉谱,表2给出了其凝聚谱和位相谱。可以分析出,在超过5 a 以上的长周期变化中,辽东半岛与其它各区均没有较高的凝聚,即关系不很密切,但在5 a 以下的短周期上(2.2~5 a),除三江平原异常区外,该型与其它各区均有较为显著的相关关系,凝聚值一般可达0.2~0.9,并且辽东半岛一般比辽

表2  $RPC_1$ 与其它6个  $RPC$  的交叉谱

频率	波数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	周期 (a)	20.0	10.0	6.7	5.0	4.0	3.3	2.9	2.5	2.2
凝 聚 谱	2	0.08	0.07	0.20	0.56	0.96	0.19	0.34	0.32	0.06
	3	0.06	0.16	0.19	0.32	0.30	0.29	0.02	0.14	0.02
	4	0.68	0.13	0.14	0.05	0.06	0.20	0.64	0.38	0.12
	5	0.12	0.03	0.03	0.17	0.26	0.00	0.10	0.01	0.11
	6	0.34	0.09	0.05	0.02	0.01	0.38	0.73	0.85	0.25
	7	0.25	0.21	0.04	0.39	0.58	0.66	0.39	0.36	0.33
	落后 时间 长度 谱	2	10.25	-3.58	-1.75	0.92	0.54	0.17	-0.17	-0.13
3		14.65	-0.72	0.47	0.51	0.31	0.09	0.24	0.09	-0.15
4		-15.30	-3.57	-0.92	-0.78	0.48	0.03	0.10	0.12	0.05
5		10.79	-1.12	-0.99	0.55	0.15	0.37	0.08	0.08	-0.07
6		8.22	1.30	-0.48	0.08	0.13	0.40	0.30	0.19	0.05
7		13.12	2.90	-1.23	-0.13	-0.30	-0.34	0.05	-0.19	-0.19

宁西部、东北西部、东北中南部和东北东部的位相落后0.1~0.5 a左右(4~5 a周期位相落后稍长一些),但比东北北部超前0.2~0.3 a。通过协谱分析,东北夏季降水各异常区在具有较高凝聚的短波频段上,一般表现为同位相的正相关,说明控制它们夏季降水变化有共同的气候因素。

## 5 讨论

1) 东北地区夏季降水在一定程度上具有总体一致的性质,特别是东北三省中部地区降水的多少对决定该区域整体旱涝具有至关重要的作用。除此之外,也明显存在着由于地理位置、地形分布和影响系统等因素造成的差异,这种差异主要表现为东北地区南部和北部以及东部和西部旱涝具有相反变化的倾向。

2) 东北地区夏季降水异常在空间上可进一步分为7个敏感区(异常型),即辽东半岛区、西部平原区、中南部区、东部山区、三江平原区、辽西区 and 东北北部区。各区内降水的多少具有相对一致的性质。

3) 东北地区近90 a来从整体上讲没有明显变干或变湿的倾向,而是呈多雨、少雨或是波动等阶段性变化交替出现的形势,这些阶段性变化与北半球及全国大范围降水异常有相同的时候,却也并不总是一致。东北地区夏季降水对 ENSO 事件的响应似乎存在着年代际的变化,1960年代以来的 ENSO 年,东北地区有少雨趋势,而在这之前并非如此。近35 a来多数异常型及东北地区平均在1960年代至1980年代初降水减少比较明显,具有突变性质,1980年代降水有所增加,但各异常型的表现并非完全一致,其中三江平原和辽宁西部更显著一些,其余各型降水属平稳增加或变化不大。1980年代末以来东北地区处于多雨少雨交替出现的波动状态。

4) 一般来说东北地区夏季降水主要有34, 22, 11 a以及2~4 a左右的周期变化。但各异常型所盛行的主要周期以及同一异常型或是整个东北地区在不同年代所盛行的主要周期均有所差异,在多雨(或少雨)的长周期中出现异常干旱(或雨涝)的可能性比较小。特别

是80年代以来,有些异常型代表站所盛行的长周期变化有逐渐变短的趋势,就整个东北地区来说 $11\text{ a}$ 左右降水周期更为明显。各异常区降水在 $5\text{ a}$ 以下的短周期上一般有较为显著的相关关系,且受共同气候因素的影响。

## 参考文献

- 1 黄嘉佑. 准两年周期振荡在我国月降水量中的表现. 大气科学, 1988, 12(3): 267 ~ 273
- 2 邓爱军等. 我国汛期降水的 EOF 分析. 大气科学, 1989, 13(3): 285 ~ 295
- 3 黄嘉佑. 我国夏季气温、降水场的时空特征分析. 大气科学, 1991, 15(3): 124 ~ 132
- 4 张庆云等. 近30年来中国气候的干湿变化. 大气科学, 1991, 15(5): 72 ~ 81
- 5 章名立. 中国东部近百年的雨量变化. 大气科学, 1993, 17(4): 451 ~ 461
- 6 李崇银. 华北地区汛期降水的一个分析研究. 气象学报, 1992, 50(1): 41 ~ 49
- 7 黄嘉佑等. 黄河流域旱涝与水资源分析. 大气科学, 1996, 20(6): 673 ~ 678
- 8 李栋梁等. 中国西北夏季降水特征及其异常研究. 大气科学, 1997, 21(3): 331 ~ 340
- 9 施能. 气象科研与预报中的多元分析方法. 北京: 气象出版社, 1995. 170
- 10 黄嘉佑. 转动主分量分析在天气气候中的应用. 气象, 1988, 14(9): 47 ~ 51
- 11 梁平德等. 盛夏我国东部上空盛行风场和季风雨带. 北方天气文集(4). 北京: 北京大学出版社, 1983. 142 ~ 153
- 12 周琳等. 东北气候. 北京: 气象出版社, 1991. 116
- 13 孙力等. 暴雨类冷涡与非暴雨类冷涡的合成对比分析. 气象, 1995, 21(3): 7 ~ 10
- 14 廉毅等. 1995年7、8月份吉林省丰满流域上游持续和重复大暴雨灾害成因分析. 吉林地球物理. 长春: 吉林科学技术出版社, 1996. 240 ~ 246
- 15 孙力等. 东北冷涡时空分布特征及其与东亚大型环流系统之间的关系. 应用气象学报, 1994, 5(3): 297 ~ 303
- 16 王绍武. 近百年气候变化与变率的诊断研究. 气象学报, 1994, 52(3): 261 ~ 273
- 17 叶笃正, 黄荣辉. 黄河长江流域旱涝规律和成因研究. 济南: 山东科学技术出版社, 1996. 54
- 18 廉毅等. 东亚季风 El Nino 与中国松辽平原夏季低温关系初探. 气象学报, 1998, 56(6): 724 ~ 734

# A CLIMATIC ANALYSIS OF SUMMER PRECIPITATION FEATURES AND ANOMALY IN NORTHEAST CHINA

Sun Li An Gang Ding Li Shen Baizhu

(*Institute of Meteorological Sciences of Jilin Province, Changchun, 130062*)

## Abstract

With EOF, REOF, Wavelet analysis and catastrophe analysis methods, the spatial anomaly features and time evolution rule of summer precipitation in northeast China are studied by using the precipitation data in June, July and August for the period 1961~1995 from 69 observational stations. The results show that the first three loading vector field could reflect whole anomaly structures of summer rainfall in northeast China, for example, wet or dry in all area pattern, wet (or dry) in south and dry (wet) in north pattern, wet (or dry) in east and dry (wet) in west pattern. The first seven rotated loading vector fields represent seven principal precipitation anomaly areas: Liaodong peninsula, the west plain, the middle-south area, the east mountain area, the three rivers plain, the west of Liaoning and the north of the northeast China. The data of the representative stations show that in the recent 35-45 years, the precipitation decrease in northeast China is obvious from the middle 1960's to the early 1980's and has catastrophe character. From the 1980's to the middle 1990's, an increasing rainfall trend, more or less, appeared in majority areas. The summer rainfall in northeast China have about 40, 22, 11 and 2-4 years periodic variations. But the prevailing periods exist differences among different areas and different times in the same area.

**Key words:** Northeast China, Summer rainfall anomaly, Rotated principal component analysis, Wavelet analysis, Catastrophe analysis.