

胡昌琼,李世刚,汪高明,等.湖北省梅雨期降水集中度和集中期研究.暴雨灾害,2009,28(1):75-78

# 湖北省梅雨期降水集中度和集中期研究

胡昌琼,李世刚,汪高明,吴立霞,彭盼盼

(湖北省荆门市气象局,荆门 448000)

摘要:利用湖北省 32 个台站 1960—2007 年梅雨期逐候降水资料,分析湖北省梅雨期降水集中度和集中期时空分布特征及变化规律,同时对多雨年和少雨年的集中度和集中期进行比较。结果表明:降水集中度和集中期能够定量表征降水量在时空场上的非均一性,降水集中度平均为 0.389,最大值为 0.642,最小值为 0.216;集中期平均为 5.600 候,最大值、最小值分别为 8.450 候和 3.053 候。梅雨期降水集中度 20 世纪 60 年代至 70 年代呈减小趋势,80 年代至 21 世纪前 7 年呈增大趋势;降水集中度的 EOF 分析显示,第一特征向量表现为全省一致型,第二特征向量表现为鄂东南与鄂西北地区的反相,第三特征向量表现为鄂中平原地区和湖北西北部山区的降水集中度反相。多雨年的降水集中度比少雨年的偏小;多雨年的降水集中期比较集中,少雨年的比较复杂。

关键词:梅雨;降水集中度;降水集中期;时空分布

中图分类号:P468.0\*24 文献标识码:A 文章编号:1004-9045(2009)01-0075-04

## 1 引言

湖北省地处长江中游,属亚热带季风气候,除西部、北部部分地区外,初夏有一段降水集中期,称之梅雨。根据武汉中心气象台对梅雨期降水多年的统计分析结果,湖北省梅雨年际变化较大,有些年份梅雨持续时间长、梅雨量大、暴雨集中,有的年份则不显著,甚至出现空梅,造成梅雨期(6月1日至7月20日,下同)雨量时空分布差异大。

梅雨期雨量直接影响湖北省夏收夏种、防汛抗洪及抗旱蓄水。国内有关梅雨研究较多<sup>[1-4]</sup>,但关于湖北省梅雨期降水集中度和集中期研究还少见。鉴于降水集中程度研究更能定量反映降水时空分布特征,为汛期天气预报提供更准确的气候背景,又有助于做好与梅雨相关的预测和监测服务工作,本文利用湖北省 1960—2007 年 32 个台站梅雨期逐候降水资料,采用文献[5-7]中有关原理,对湖北省梅雨期降水集中度和降水集中期进行了分析。

## 2 资料与方法

### 2.1 研究区域和资料

本文所指研究区域为湖北全省。所用气象资料为 1960—2007 年湖北省 32 个基准站和基本站 6 月 1 日至 7 月 20 日逐日降水资料,均由武汉区域气候中心提供。32 个站点分布相对均匀,具有代表性。

### 2.2 梅雨集中期和集中度的定义

利用文献[5-7]中方法,把一个候的降水量数值看

作向量的长度,而对应的候则当作向量的方向,由此定义降水集中度(PCD)和集中期(PCP)。

$$PCD = \sqrt{R_{xi}^2 + R_{yi}^2} / R_i \quad (1)$$

$$PCP = \arctan(R_{xi} / R_{yi}) \quad (2)$$

$$\text{其中 } R_{xi} = \sum_{j=1}^N r_{ij} \cdot \sin\theta_j, R_{yi} = \sum_{j=1}^N r_{ij} \cdot \cos\theta_j$$

式(1)-(2)中, $R_{xi}$ 、 $R_{yi}$ 分别为某测站研究时段内总降水量在  $x$ 、 $y$  轴方向的分量, $R_i$ 为某测站研究时段内总降水量, $r_{ij}$ 为研究时段内某候降水量, $\theta_j$ 为研究时段内各候对应的方位角(整个研究时段的方位角设为  $360^\circ$ ), $i$ 为年份( $i=1960,1961,\dots,2007$ ), $j$ 为研究时段内(6月1日至7月20日)的候序( $j=1,2,\dots,10$ )。

显然,式(1)能够反映降水总量在研究时段内各候的集中程度,取值在 0.0~1.0 之间,PCD 值越接近 1.0,表明降水量越集中在某一个候内;相反 PCP 值接近 0,表明各候降水量比较平均。式(2)计算了合成向量的方位角,可标示向量合成后重心指示的角度,反映梅雨期内最大候降水量出现时段。

## 3 降水集中度和集中期时空分布特征

雨量大、降水集中是湖北省梅雨期降水的主要特征。全省梅雨期平均雨量在 200~400 mm 之间,占平均年降水量的 18%~28%,降水量由鄂东南向鄂西北逐渐减少。暴雨量是梅雨期降水量(以下简称梅雨量)的主要组成部分,梅雨长度与梅雨量具有正相关,即梅雨长度明显偏长的年份,梅雨期雨量也明显偏大。对

收稿日期:2008-09-22;定稿日期:2008-11-26

作者简介:胡昌琼,女,1964 年生,高级工程师,主要从事气候预测和气候变化研究。E-mail: jmqxxxz@163.com

湖北省梅雨期降水集中度和集中期时空分布特征分析如下。

3.1 降水集中度和集中期的年际变化

图 1 给出 1960—2007 年湖北省梅雨期降水集中度和集中期的年际变化曲线。

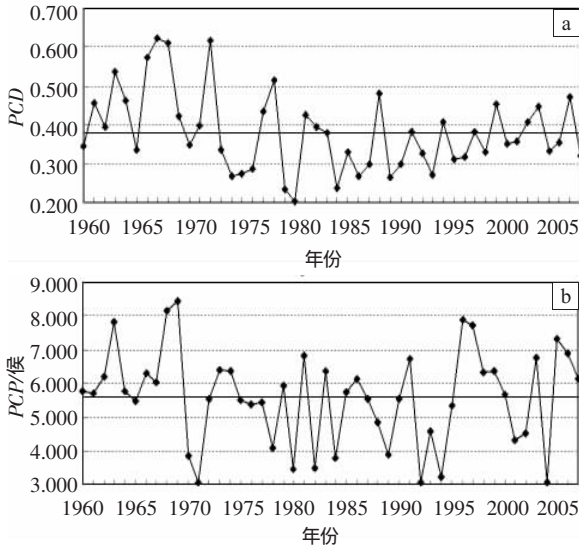


图 1 1960—2007 年湖北省梅雨期降水集中度(a)和集中期(b,单位: 候)的时间分布

由图 1a 可见,全省梅雨期降水集中度历年平均值为 0.389, 极大值为 0.642 (1972 年), 极小值为 0.216 (1980 年), 年际变化大, 均方差为 0.102。同时, 采用线性倾向率方法对梅雨期降水集中度进行趋势分析, 结果显示, 全省平均降水集中度呈减小趋势, 降水集中度以 0.021/(10 a) 的速度减小。其中 20 世纪 60 年代至 70 年代降水集中度以 0.086/(10 a) 的速度减小; 20 世纪 80 年代至 21 世纪前 7 年降水集中度呈增加趋势, 降水集中度以 0.019/(10 a) 的速度增加, 这与目前极端天气事件呈增多态势相吻合。

由图 1b 可见, 全省梅雨期平均降水集中期的历年平均值为 5.600 候, 通常集中在 6 月下旬, 极小值为 3.053 候(1971 年), 为 6 月中旬中期, 极大值为 8.450 候(1969 年), 为 7 月中旬前期, 均方差为 1.404 候; 同时, 87.5% 的年份降水集中在 6 月中旬中期至下旬, 说明梅雨集中期的年际变化不大。

3.2 降水集中度和集中期的空间分布

图 2 给出 1960—2007 年 48 年平均湖北省梅雨期降水集中度和集中期的空间分布。

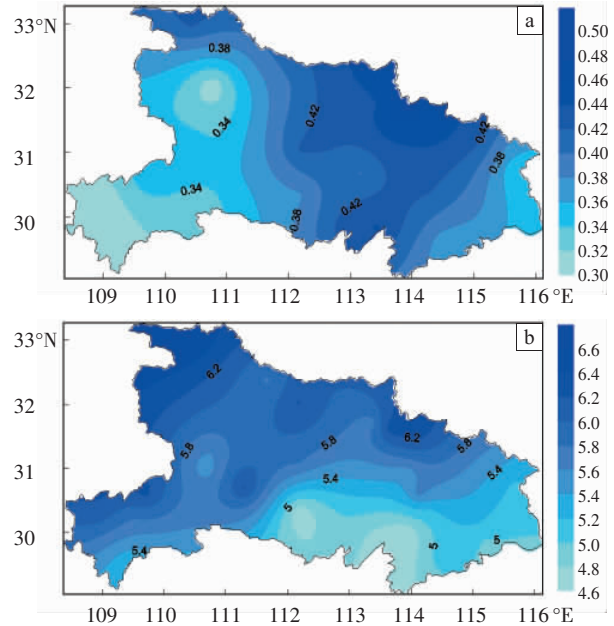


图 2 1960—2007 年湖北省梅雨期雨量集中度(a)和集中期(b,单位: 候)空间分布

由图 2a 可见, 全省梅雨期降水集中度空间分布特征明显, 鄂西北东部、鄂东北及江汉平原大部为高值中心, 鄂西南及鄂西北西南部为低值中心; 全省 32 个台站降水集中度历年平均值为 0.389, 历年平均降水集中度最大值为 0.466(广水), 最小值为 0.301(利川), 均方差为 0.047, 这说明全省梅雨期降水分布不均。

由图 2b 可见, 全省梅雨集中期空间分布特征同样明显, 由南向北、由东向西 PCP 值逐渐增大, 除西部、北部外, PCP 等值线基本呈东—西向分布, 降水集中期平均为 5.600 候, 均方差平均为 0.523 候, 这说明全省梅雨期集中降水时间基本一致, 北部比南部略晚, 西部比东部略晚。

3.3 降水集中度空间分型

将湖北省梅雨期降水集中度资料标准化后进行 EOF 展开分析。表 1 给出前 8 个特征向量的方差贡献率和累积贡献率。

表 1 湖北省梅雨期降水集中度 EOF 展开的前 8 个特征向量的方差贡献率和累积贡献率

要素	特征向量							
	一	二	三	四	五	六	七	八
特征值	10.10	3.78	2.77	2.13	1.65	1.39	1.17	0.99
贡献率/%	32.22	12.06	8.85	6.81	5.26	4.42	3.74	3.18
累计贡献率/%	32.22	44.28	53.13	59.95	65.21	69.64	73.38	76.56

从表 1 中可见, 前 8 个特征向量的方差贡献率累计达到 75%, 其中前 3 个达到 53%, 基本上代表湖北省梅雨期降水集中度的整体分布类型, 其余特

征向量方差贡献均较小, 未作深入分析。因此, 图 3 给出第一、二、三特征向量空间及其对应的时间序列分布。

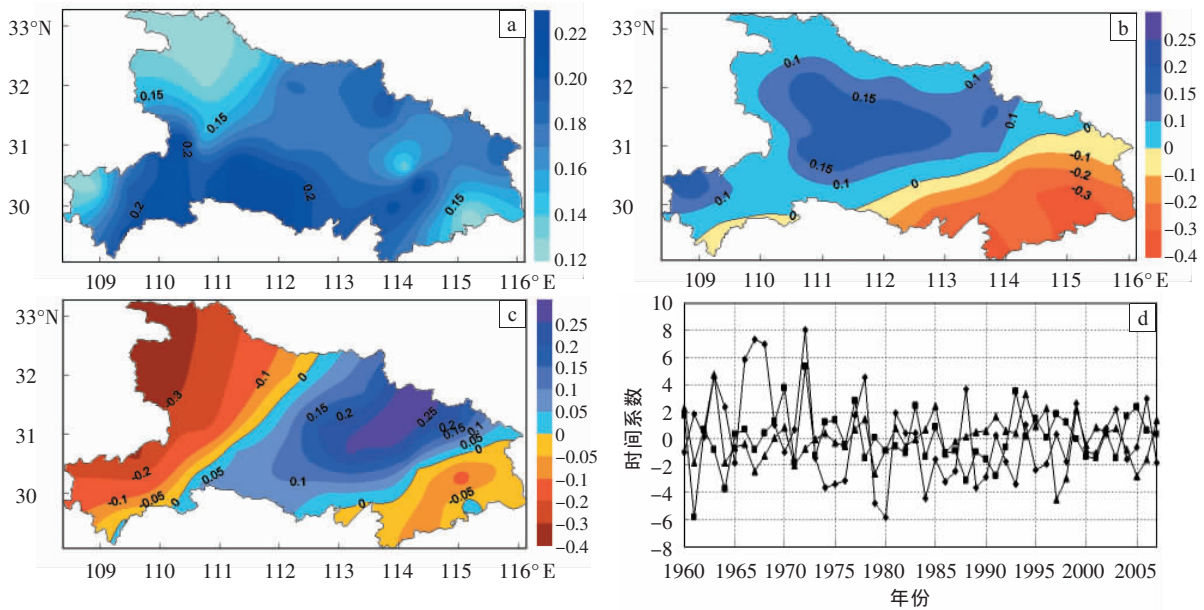


图 3 湖北省梅雨期降水集中度 EOF 展开的第一(a)、第二(b)、第三(c)特征向量空间分布及其对应的时间系数(d) 图(d)中,—◆—、—■—、—▲— 分别对应 EOF 分解第一、二、三时间系数

从图 3a 中可见,第一特征向量代表的空间分布类型显示,湖北省梅雨期降水量分配全省普遍集中或普遍相对均匀,意味着全省地形差异虽大,但受大尺度天气系统影响,梅雨期降水集中度逐年变化总体一致;江汉平原存在明显高值中心,鄂西北和鄂东南具有较明显低值中心。第一特征向量对应的时间系数具有明显的年代际变化特征(图 3d),其最大值出现在 1972 年,最小值出现在 1980 年;20 世纪 60 年代中期至 80 年代初期,其变化幅度较大;20 世纪 80 年代初至 21 世纪前 7 年变化相对平缓,但呈增多趋势。

从图 3b 中可见,第二特征向量所代表的空间分布类型呈东南—西北走向,湖北东南部与西北部呈反相,其梅雨期降水集中程度相反,即梅雨期降水东南部集中度高时西北部降水较为均匀,西北部集中度高时东南部降水较为均匀。该型可能反映了西太平洋副热带高压对湖北省降水集中程度的影响。第二特征向量的时间系数最高值出现年份与第一特征向量的相同,均为 1972 年,而其最低值出现在 1961 年(图 3d);其中,20 世纪 60 年代中期至 70 年代末期,第二特征向量的时间系数大多为正值,70 年代末期至 90 年代初期大多为负值,90 年代初至 21 世纪前 7 年又相对处于正值区,其年代际震荡特征较为明显。

从图 3c 中可见,第三特征向量所代表的空间分布类型呈现中部集中型,江汉平原至鄂东北有一个较强中心区,鄂西北、鄂西南、鄂东南与上述中心区呈反相,即江汉平原至鄂东北梅雨期降水集中度高时其他地区集中度低,该区域降水集中度低时其他地区降水集中度高,这种分布形态与湖北省地形高度分布基本一致,这可能反映出地形对湖北省降水集中度的影

响。第三特征向量对应的时间系数最大值出现在 1963 年,最低值出现在 1997 年(图 3d)。

#### 4 降水集中度和集中期合成分析

采用合成分析法,分别对湖北省 1960—2007 年梅雨期降水量最多和最少的前 5 年进行合成。多雨年份(从多到少)依次为 1996、1969、1983、1980、1991 年,少雨年份(从少到多)依次为 1972、2001、2006、1966、1963 年。多梅雨年和少梅雨年是根据鄂东北、鄂东南、江汉平原、鄂西北、鄂西南逐年(1960—2007 年梅雨期平均降水量的平均值确定的。图 4 给出多雨年和少雨年平均 PCD 空间分布。

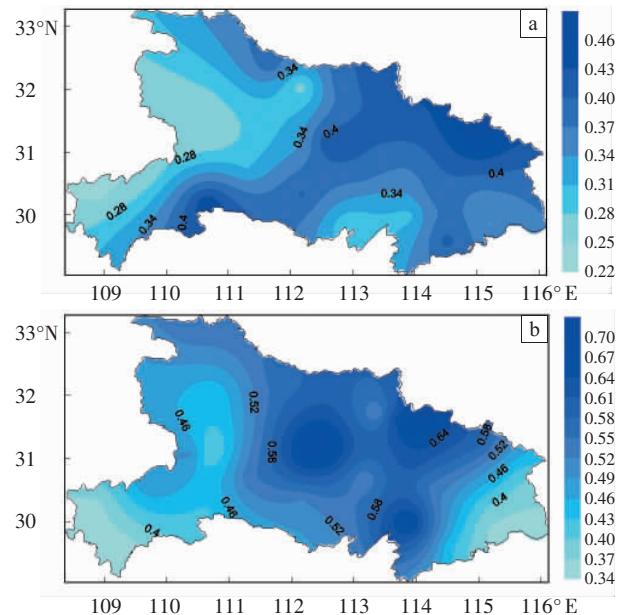


图 4 湖北省 1960—2007 年梅雨期多雨年(a)、少雨年(b)降水集中度的空间分布

分析图 4,发现如下事实:(1)多雨年降水集中度比少雨年的要小。降水量多的年份降水时间分布相对均匀,而降水量少的年份降水反而比较集中;多雨年集中度平均为 0.349,75%的台站降水集中度在 0.400 以下;少雨年集中度平均为 0.520,91%的台站降水集中度在 0.400 以上;多雨年集中期平均为 6.577 候,84%的台站降水集中在 7 月上旬;少雨年集中期平均为 6.167 候,台站分布比较复杂;多雨年和少雨年的降水集中期无显著差异。(2)多雨年降水集中度空间分布与少雨年的既存在相同之处,也存在不同之处。相同的是,从其等值线变化看,全省基本呈五个高值中心,分别位于鄂西北、鄂西南、江汉平原、鄂东北及鄂东南。不同的是,其中心位置与量值不完全一致,即多雨年集中度鄂东南的东南部、江汉平原的南部、鄂西北的东南部为低值中心,鄂东北、鄂西南的东南部为高值中心;少雨年集中度鄂东的东南部、鄂西北的西南部及鄂西南地区为低值中心,鄂东南的西部、鄂东北的西北部及江汉平原的北部为高值中心。

## 5 结论

本文利用湖北省 1960—2007 年 32 个台站梅雨期逐候降水资料,分析了该省梅雨期降水集中度和降水集中期,得出如下几点结论。

(1)梅雨期降水集中度历年平均值为 0.389,其年际变化较大;降水集中期历年平均值为 5.600 候,其年际变化不大。降水集中度空间分布不均匀,集中期台站基本一致,湖北北部比南部略晚,西部比东部略晚。

(2)全省梅雨期平均降水集中度在 20 世纪 60 年代至 80 年代呈减小趋势,在 20 世纪 80 年代至 21 世纪前 7 年呈增加趋势。

(3)梅雨期降水集中度的 EOF 分析显示,第一特征向量表现为全省一致性,第二特征向量表现为湖北东南部与西北部的反相,第三特征向量表现为鄂中平原地区与东西部山区的降水集中度反相。

(4)梅雨期多雨年降水集中度比少雨年的要小,降水量多的年份降水时间分布相对均匀,而降水量少的年份降水反而比较集中;多雨年多数台站降水集中在 7 月上旬,少雨年台站分布比较复杂;多雨年降水集中度空间分布与少雨年的差异明显。

本研究承蒙武汉区域气候中心杜良敏高工对 EOF 计算提供指导和帮助,谨致谢忱!

## 参考文献:

- [1] 吕君宁,徐景芳.近 30 年长江中下游地区梅雨降水的气候分析[J].南京气象学院学报,1990,13(2):229-238.
- [2] 周后福,马奋华.长江中下游梅雨及其中长期预测技术的研究概述[J].气象教育与科技,2002,24(1):4-8.
- [3] 徐双柱,邹立维.一次梅雨期暴雨的中尺度数值模拟分析[J].暴雨灾害,2008,27(1):17-23.
- [4] 梁萍,汤绪,柯晓新,等.中国梅雨影响因子的研究综述[J].气象科学,2007,27(4):464-471.
- [5] 戴廷仁,陆忠艳,李广霞,等.近 46 年辽宁省降水集中程度研究[J].气象,2007,33(1):32-37.
- [6] 姜爱军,杜银,谢志清,等.中国强降水过程时空集中度气候趋势[J].地理学报,2005,60(6):1007-1014.
- [7] 张录军,钱永甫.长江流域汛期降水集中程度和洪涝关系研究[J].地球物理学报,2004,47(4):622-630.

## The Features of Precipitation Concentrations During Meiyu Period Over Hubei Province

HU Chang-qiong, LI Shi-gang, WANG Gao-ming, WU Li-xia, PENG Pan-pan  
(Jingmen Meteorological bureau of Hubei Province, Jingmen 448000)

**Abstract:** Based on the precipitation data of 32 gauging stations during Meiyu period from 1960 to 2007 in Hubei province, precipitation concentrations and the associated spatial and temporal patterns are analyzed with the precipitation concentration degree (PCD) and concentrated period (PCP), and two parameters comparing respectively in the more precipitation years with those in the less precipitation years. The results indicate that: the PCD and PCP can quantitatively represent the non-uniformity properties of the precipitation spatio-temporal distribution, the average PCD is 0.389 with the maximum of 0.642 and the minimum of 0.216; the average PCP is 5.600 pentads with the maximum of 8.450 pentads and the minimum of 3.053 pentads. The PCD during Meiyu period is decreasing from the late of 1960s to 1980s, and increasing from 1980s to the 21st century. The EOF analysis of PCD shows that: the primary eigenvector represents the conformity PCD variation throughout Hubei province; the second eigenvector represents the reverse PCD variation in the south-east areas to the north-west areas, and the third eigenvector shows that the PCD variation in Jianghan plain areas presents the reversed phase to that in the east and west mountains. In the more precipitation years, the PCD is smaller than that in the less precipitation years; the PCP is more concentrated than in the less precipitation years.

**Key words:** Meiyu period; Precipitation concentration degree; Precipitation concentrated period; Spatial and temporal distribution