

闽南地区汛期短历时降水气候特征

刘增基 林新彬

王世德

(福建省气象台,福州 350001)

(厦门市气象局, 361012)

郑永玲

(福建省气象研究所,福州 350001)

提 要

通过对厦门、安溪、九仙山和尤溪等4站25年5—6月逐时降水资料的统计分析,初步揭示了汛期闽南地区不同地形环境下的短历时降水的气候和条件气候的分布特征,得到若干对短时降水预报和服务有参考价值的结论。

关键词: 闽南地区 汛期 短历时 降水 气候特征

引 言

短历时降水是指1小时或2小时内的降水,就时间尺度而言,短历时属中尺度范畴。短历时降水气候和条件气候的研究可为中尺度降水的研究提供气候背景,对短时降水预报和人工增雨作业时间的选择均有参考价值。近年来,短历时降水气候的研究引起了国内外气象界的重视,美国G. Williams教授分析研究了科罗拉多州东北部夏季对流性降水的气候和条件气候,提出了短历时降水概率峰值出现时段由西部的丘陵地带向东部平原地区推移的事实^[1]。我国京津冀中尺度试验的研究表明,短历时降水的日变化是明显的而且呈一定的分布规律。不同量级的降水概率随时间分布的特征不尽相同,在不同地形环境下,短历时降水的气候概率及其分布差异很大^[2-4]。福建是多山的省份,山地占总面积的90%,地形十分复杂,局地性对流天气频发,汛期中尺度天气十分活跃。在不同地形环境下,不同量级降水的气候和条件气候一定各有特点。为揭示有关事实,我们选取位于福建省第二大山脉戴云山主峰附近的九仙山

(海拔1650m,代表高山),位于戴云山脉南麓的安溪(海拔90.1m,代表丘陵)和厦门(海拔63.2m,代表沿海)以及尤溪(海拔125.7m,代表戴云山的北坡)等4个站作为统计站,它们的地理位置见图1。利用各站1970—1994

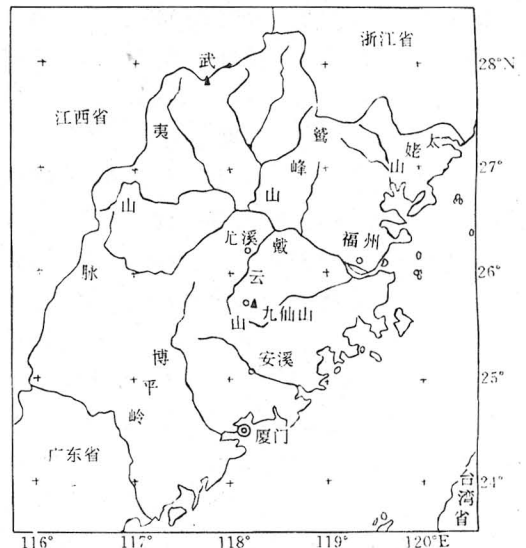


图1 福建省主要山系分布及九仙山、安溪、厦门、尤溪4站位置

年共 25 年 5—6 月逐时降水资料,按无雨和有雨(有雨又分 $\geq 0.1\text{mm}$, $\geq 1.0\text{mm}$, $\geq 2.5\text{mm}$, $\geq 5.0\text{mm}$, $\geq 10.0\text{mm}$ 和 $\geq 20.0\text{mm}$ 等 6 个等级)分别进行逐时和逐两小时的气候概率和条件气候概率的统计分析,初步揭示了闽南地区汛期短历时降水的气候特征。

1 闽南地区汛期短历时降水气候的统计特征

1.1 降水的气候概率分布特点

从各站逐两小时 $\geq 0.1\text{mm}$ 降水气候概率分布图(图 2)上可以明显地看到有以下特点:

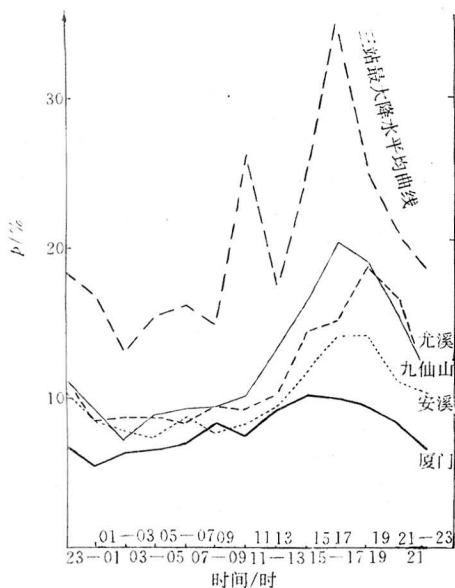


图 2 九仙山(实线)、安溪(虚线)、厦门(点线)和尤溪(点划线)降水的日变化图

(1)各站降水概率的分布均呈双峰型,第一个峰值出现在上午 3—7 时,第二个峰值出现在下午 13—17 时,主谷点均出现在中午前 9—11 时,次谷在 23—03 时,除九仙山站上下午峰值接近外,其他 3 站下午峰值均明显高于上午的峰值;

(2)纵观全天各时段有雨的概率,可以看到山区远大于丘陵、丘陵大于沿海,迎风坡大于背风坡,我们取各站的最高值和平均值列于表 1。

表 1 各站日平均、日最高降水概率比较

降水概率	尤溪	九仙山	安溪	厦门
日平均/%	24.0	31.1	20.0	17.5
日最高/%	30.8	35.4	24.9	19.9

(3)从图 2 可以看到,九仙山和尤溪的降水概率日变化振幅很大,日较差分别为 13.6%和 14.6%。而安溪和厦门分布曲线相对较为平缓,日较差安溪为 9.2%,厦门仅 4.0%,不到九仙山和尤溪日较差的 1/3,这反映了沿海与高山和内陆短历时降水气候分布上的明显不同。

(4)值得注意的一个现象是:各站降水概率的最小值均出现在 9—11 时,除九仙山外,其他 3 站在 9—11 时的降水概率数值十分接近,均在 16.0%左右,这个特点值得进一步探讨。

(5)安溪和九仙山降水气候概率分布位相相同,而龙溪则与厦门相同,后者峰点比前者的峰点落后一个时段(2 个小时)。

1.2 小量级降水气候概率分布特点

从各站逐两小时降水概率分布图(图 3)上可看到,九仙山的分布曲线呈一峰一谷型,峰值出现在上午 1—7 时,谷值出现在中午

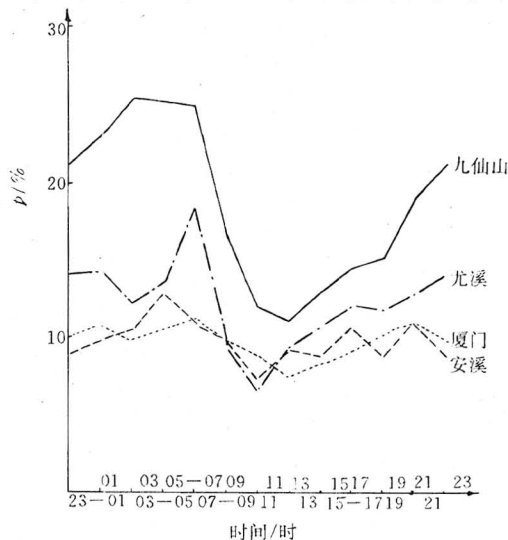


图 3 九仙山、安溪、厦门、尤溪 5—6 月小量级降水的日变化

11—13时,午后直到午夜1时呈逐步上升趋势,午后的峰值点不复存在了。尤溪虽然除主峰主谷外,还有两个小波动,但总的趋势基本上与九仙山相同。安溪虽然在下午呈小波动状,但是在3—5时的峰值点还是非常突出的。厦门呈3个波动,不过上午5—7时的峰值最高,表明小量级降水概率凌晨至上午高于下午。

1.3 大量级降水气候概率分布特点

从各站5—6月逐两小时 $\geq 1.0\text{mm}$ 和 $\geq 5.0\text{mm}$ 降水的概率分布图(图4)上,我们可以看到一个共同特点,各曲线的峰值均在午后,而上午均为比较平缓的低值,上下午分布形成明显的反差。说明在闽南地区大量级降水概率的大值在下午15—19时,上午出现大量级降水概率很小。这些情况表明午后的对流发展对大量级降水的作用相当明显。统计表明闽南地区汛期逐时 $\geq 20\text{mm}$ 强降水的时间分布主要在午后,为统计方便,规定24—12时为上午,12—24时为下午,3站5月份

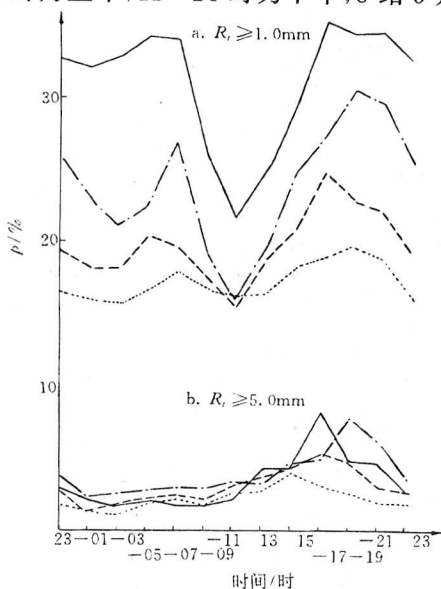


图4 九仙山、安溪、厦门、尤溪4站5—6月 $R_t \geq 0.1\text{mm}$ 降水的气候概率分布图及九仙山、安溪、尤溪3站逐2小时最大降水平均值的分布曲线(断线)

平均出现 $\geq 20\text{mm}$ 降水的时段上午为3个,下午则为7个,其概率和之比为1:4。6月份平均出现 $\geq 20\text{mm}$ 降水时段上午为4.3,下午为7.3,概率和之比是0.9:2.3。未出现 $\geq 20\text{mm}$ 降水的时段,各站多在11—16个之间,其分布在汛期短时降水预报中是有参考价值的。对于10—20mm降水,3站也有3—4个时段未出现,这对汛期降水预报同样有参考价值。

1.4 戴云山脉南北坡对比分析

安溪位于戴云山的南侧,与北边的尤溪隔山相对,它们与位于戴云山主峰附近的九仙山测站距离分别为72km和50km,且与九仙山几乎处于同一经线上,它们短历时降水气候概率分布上有何异同?从5月尤溪与安溪 $\geq 0.1\text{mm}$ 和 $\geq 5.0\text{mm}$ 降水概率分布图(图5)上看到,安溪和尤溪两站降水气候概率分布曲线的趋势是相同的,但数值差值较大,尤溪大于安溪,特别是峰值相差更大。6月份两站相应曲线的趋势仍基本相同,但差值明显减小,两站 $\geq 5.0\text{mm}$ 的曲线更加贴近(图略)。另外,安溪的峰谷点比尤溪提前2个

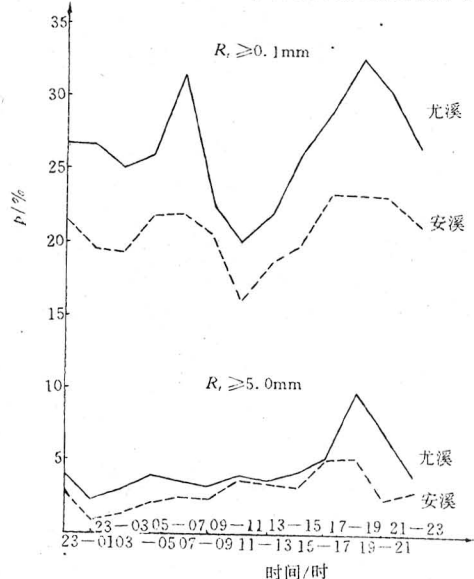


图5 安溪和尤溪两站5月降水的气候概率分布对比图

小时。这些分布事实说明,5月份主要降水影响系统是北方南侵的冷空气,处于戴云山北侧的尤溪恰好位于迎风坡,安溪则位于背风坡,迎风坡的地形抬升作用和背风坡的气流下沉增温变干等效应,造成了两地降水概率的较大差异,到了6月份随着季节变暖西南暖湿气流和绕山的偏北或偏东气流时常在此交绥,此时安溪则处于迎风坡,尤溪变成背风坡,有利于安溪降水增加,不过在6月份冷空气活动仍比较频繁,气流变换也较经常,山脉的两侧、迎风向或背风向是在交替变换的,两者降水概率的差距自然缩小。

2 闽南地区汛期短历时降水的条件气候概率

短历时降水的条件气候概率,是指在某一初始时段为某一量级降水条件(记作 $A_{i,j}$)时,其后各时段(本文仅统计5个时段,每个时段2小时)出现某种量级降水(记作 $A_{i+k,q}$)的气候概率值,其计算公式为:

$$P(A_{i+k,q} | A_{i,j}) = \frac{P(A_{i,j}, A_{i+k,q})}{P(A_{i,j})}$$

其中 $P(A_{i,j})$ 为初始时段为 i , 降水量级为 j 的气候概率;

$$P(A_{i,j}) = N_{i,j} / M$$

$N_{i,j}$ 为气候频数, M 为统计样本总容量。

$$P(A_{i,j}, A_{i+k,q}) = \frac{GN_{i,j,q,k}}{M}$$

表3 初始时段降水 $\geq 0.1\text{mm}$ 时其后5个时段的条件降水概率/%

起始时段	9—11时					15—17时				
	11—13	13—15	15—17	17—19	19—21	17—19	19—21	21—23	23—1	1—3
尤溪	77.6	60.5	64.3	50.8	59.6	72.8	63.0	54.0	47.5	40.5
九仙山	74.8	67.5	68.4	66.6	65.3	75.5	64.0	61.0	56.5	57.5
安溪	73.0	63.1	50.3	50.7	48.7	70.3	57.0	49.8	42.5	42.8
厦门	63.7	53.3	49.8	48.0	39.9	69.5	54.5	49.8	47.8	37.0

2.3 初始时段降水量级为大值的条件下,其后出现降水的条件概率很大。初始时段降水量级越大,其后出现降水的条件概率也越大。随着降水量级增大,后续5个时段的条件降水概率衰减也加快,减幅 A 值从小到大大变化十分显然,以九仙山5月份初始时段为15—

为 $A_{i,j}$ 和 $A_{i+k,q}$ 同时出现的气候概率, $GN_{i,j,q,k}$ 为其频数,以上各式中

$i=1,2,\dots,12$ 为初始时段序;

$j=1,2,\dots,7$ 为条件降水量级序;

$k=1,2,\dots,5$ 为后续时段序;

$q=1,2,\dots,7$ 为后续时段降水量级序。

利用上述公式,计算了各站汛期各时段不同量级降水的条件概率,统计表明闽南地区汛期短历时降水的条件气候概率具有以下特点:

2.1 在初始时段无雨的条件下,其后5个时段降水的条件气候概率一般均较低,但山区比丘陵大,丘陵又比沿海大,以初始时段为9—10时的情况为例(见表2),其他时段的情况与此基本相同。

表2 初始时段9—11时无降水时其后5个时段的条件降水概率(%)

时段/时	11—13	13—15	15—17	17—19	19—21
尤溪	8.8	17.1	21.5	26.1	28.1
九仙山	11.4	20.0	27.3	26.6	27.2
安溪	8.7	13.5	10.1	18.5	18.0
厦门	7.6	12.0	13.5	15.0	15.7

2.2 在初始时段有雨的条件下,其后5个时段降水的条件气候概率一般均较大,而且随时间推移多呈递减趋势,以气候概率为谷点的9—11时和峰点的15—17时为例(见表3)。

17时的情况为例,其减幅分别为10.5,21.1,27.7,38.7,38.8,46.2,37.5(以上数值单位均为%)。其中 $\geq 20.0\text{mm}$ 的条件概率反而变小,其衰减的幅度也相应变小,这可能是与 $\geq 20.0\text{mm}$ 的短历时降水多属对流性不稳定降水有关。

2.4 大降水条件概率的分布特征

大降水在降水预报中是一个重点,也是一个难点,大降水条件概率的统计分析可以揭示在不同时间不同量级降水的条件下,其条件概率的分布特点,弄清哪些时段最易出现大降水,哪些时段不出现大降水,在实际预报工作中,前者有助于抓住易出现大降水的时段及前提条件,后者起到了消空的作用。统计表明:①在无雨的条件下,大降水的条件概率值均较小,≥20.0mm降水的条件概率一般都小于2.0%,10.0—20.0mm降水的条件概率小于3.0%,但出现大降水的时段数目随后续时段的推后而增大,其最大条件概率值也随之增大;②大降水条件下,出现大降水的条件概率较大,最大值可达到66.6%,但出现的时段少,而且随后续时段推后而减少;③在小降水条件下,出现大降水的条件概率一般也较小,最大不超过10.0%,出现时段数目随后续时段推后变化不大。

2.5 短历时降水条件概率与气候概率的对比分析

统计表明,在有雨的条件下,其后的降水概率均明显高于气候概率,说明在大多数情况下,降水具有连续性的特点,初始时刻的降水量级大小对条件概率的总体影响不大(见表4)。

表4 汛期各站条件概率均值与气候概率比较表/%

前提条件 R_i	$0.1 \leq R_i < 1.0$		$2.5 \leq R_i < 5.0$		
站名	P_0	P_{i1}	$P_{i1} - P_0$	P_{i2}	$P_{i2} - P_0$
尤溪	12.1	26.0	13.9	26.8	14.7
九仙山	18.5	36.5	18.0	28.6	11.1
安溪	9.9	25.0	15.1	23.2	13.3
厦门	9.8	24.4	14.6	25.2	15.4

表中 P_0 表示平均气候概率, P_i 表示平均条件概率, R_i 表示初始时刻的降水量级。

3 结语

通过以上分析,我们得到以下结论:

3.1 地形对短历时降水气候分布有明显作用,高山区降水概率大于丘陵区,丘陵区又大于沿海,这种差距随着降水量级的增大而减小。

3.2 闽南地区汛期短历时降水概率分布基本上都是双峰型,第一个峰值在上午5—7时,第二峰值在下午15—19时,主谷点均出现在午前9—11时。

3.3 小降水的概率峰值出现在上午;对于大降水而言,下午的峰值很突出,而上午的峰值不明显,表明小降水上午的概率高于下午,而大降水则下午的概率高于上午。可建议飞机人工增雨作业选择在上午进行为佳。

3.4 在无雨的条件下,降水的条件概率较小,但随时间推移而增大;在有雨的前提下,其后出现降水的概率较大,但随时间推后而递减;在降水量级增大的前提下,出现降水的概率随之增大,但随时间推后而较快衰减,短历时降水条件概率远大于气候概率,它随时间的分布与气候概率的分布曲线几乎是同位相。

参考文献

- 1 G. m. williams(潘莉卿译). 科罗拉多州东北部夏季降水的气候和条件气候. 北京气象, 1988.
- 2 刘增基, 赵亚民, 孙寿全. 河北省东北部夏季降水的气候和条件气候的初步统计. 京、津、冀地区短历时降水气候研究专集, 1989.
- 3 石定朴. 北京地区短历时最大降水的气候分析. 京、津、冀地区短历时降水气候研究专集, 1989.
- 4 周鸣盛, 刘盎然. 天津、塘沽夏季短历时降水的气候分析. 京、津、冀地区短历时降水气候研究专集, 1989.

The Climatic Features Analysis of Short-Period Precipitation in South Fujian during Rainy Season

Liu Zengji Lin Xinbin

(Meteorological Observatory of Fujian, Fuzhou 350001)

Wang Shide

Zheng Yongling

(Xiamen Meteorological Bureau, 361012) (Meteorological Institute of Fujian, Fuzhou 350001)

Abstract

Based on hourly precipitation data of Xiamen, Anxi, Jiuxianshan and Youxi from May to June during 1970—1994, statistic calculation and contrast analysis are conducted, the climatic features of short-period precipitation and its condition under different terrains during rainy season in south Fujian are revealed, the results are useful and valuable in nowcasting and service.

key Words: south Fujian rainy season short-period precipitation climatic features