

湖南短时强降水事件气候特征^{*}

郭凌曜¹, 章新平¹, 廖玉芳², 段丽洁²

(1. 湖南师范大学 资源与环境科学学院, 湖南 长沙 410081; 2. 湖南省气候中心, 湖南 长沙 410118)

摘 要: 基于湖南省97个地面气象观测站1981–2010年自记降水资料, 运用数理统计方法, 开展湖南短时强降水事件气候特征分析, 结果表明: ①湖南省1 h、3 h、12 h强降水事件出现频率夏季高于春季、春季高于秋季, 夏季白天短时强降水事件出现频率高于夜间、春季夜间高于白天、秋季白天夜间差异不明显; ②湖南省1 h、3 h、12 h强降水事件频率变化趋势以不显著增加为主, 其中12 h强降水事件增多趋势较1 h、3 h显著, 湘西北地区夜间增幅最大, 湘东南地区白天增幅最大; 春季强降水事件增幅最明显的地区是湘西北地区, 夏季强降水事件频率增幅最明显的是湘东南地区; ③1 h、3 h、12 h强降水事件开始时间出现在不同时间段的频率变化呈现为双峰型, 1 h、3 h强降水事件以05–08时出现频率最高, 12 h以11–14时出现频率最大。

关键词: 短时; 强降水事件; 气候特征; 湖南

中图分类号: P468; X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2013)02–0076–05

1980年以来, 随着全球变暖, 灾害气候事件频发, 气象灾害损失占到了自然灾害损失的70%。根据 Clausius-Clapeyron 方程, 全球气候模式中气温每增加1℃, 极端日降水增加7%^[1]。短时强降水易造成城市内涝、山洪泥石流等灾害, 突发性强, 造成经济失大, 特别是严重威胁到人身安全, 因而有众多的学者开展了小时尺度降水研究: Kanae S等^[2]对东京地区1890–1999年逐时的降水变化进行了研究; SEN ROY Shouraseni等^[3]对1980–2002年期间整个印度次大陆的每小时的极端降水趋势进行了分析, 得出随地形、人口、城市群的发展变化, 小时尺度的极端降水事件呈现出不同的变化趋势; 刘燕等^[4]从汛期与非汛期、白天和夜间等不同的尺度对广州市24 h降水的分布特征进行了统计分析; 殷水清等^[5]利用海河流域21个气象站1961–2004年夏季逐时降水资料, 分析了海河流域夏季极端小时降水、降水过程雨强的长期变化趋势; Jian Li等^[6]利用小时尺度的降水数据研究了长江中下游及其以南地区降水日变化的季节特征; Brooks H E等^[7]使用小时降水资料研究极端强降水季节变化。以上研究多基于小时降水进行, 本文将基于不同区域、不同时效的短历时强降水事件出现频率、开始时间展开分析, 以期应对突发性强降水事件造成的灾害提供科学分析依据。

湖南省地处108°47′~114°15′E, 24°38′~30°08′N, 位于长江中游地区, 省境绝大部分在洞庭湖以南, 东、南、西三面环山, 中部山丘隆起,

岗、盆珠串, 北部偏东为湖泊平原, 呈朝东北开口的不对称马蹄形盆地。复杂的地形使得以湖南为例开展短时强降水事件分析更具示范意义。

1 资料与方法

1.1 资料

本文逐时降水资料来自湖南省97个地面气象观测站1981–2010年历年3–11月降水自记纸资料, 并进行了质量控制, 冬季因固体降水造成自记降水缺测多不在分析之列。

1.2 方法

(1) 指标定义

强降水事件: 指连续1 h、3 h、12 h降水量分别大于16、25、30 mm的降水事件。

时间参量: 白天(昼)指08:00–20:00、夜间(夜)指20:00–08:00。

(2) 研究分区

湖南地形复杂, 为了更好地突出区域强降水事件特征, 采用湖南天气分区结果, 将湖南划分为5个区(图1): 湘北、湘中、湘东南、湘西北、湘西南。其中湘北为平原和湖区, 湘西北为山原山区, 湘中以丘陵地形为主, 湘东南为山丘区, 湘西南为山区。

(3) 分析方法

本文采用的分析方法为: 频率统计及线性趋势分析。

^{*} 收稿日期: 2012–09–25 修回日期: 2012–11–30

基金项目: 国家自然科学基金项目(41171035, 40871094); 湖南省重点学科建设项目(2011001); 中国气象局CCSF201212“湖南省适应气候变化战略研究”

作者简介: 郭凌曜(1987–), 女, 湖南常德人, 硕士研究生, 从事气象灾害分析评估. E-mail: 605213725@qq.com

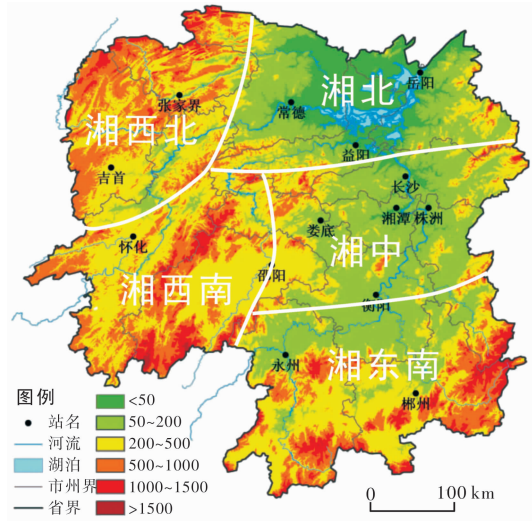


图1 湖南天气分区图

水事件出现频率高于春季、春季高于秋季, 春季夜间短时强降水事件出现频率高于白天、夏季白天短时强降水事件出现频率高于夜间、秋季白天夜间差异不明显。湖南省各区域 3-11 月各历时 (1h、3h、12h) 强降水事件出现频率平均以湘东南出现频率最高、湘西北次之、湘西南出现频率最低 (图 3); 湘西北、湘北、湘西南 1 h、3 h、12 h 强降水事件出现频率夜间明显高于白天, 湘东南白天高于夜间, 湘中白天、夜间出现频率相近 (图略)。

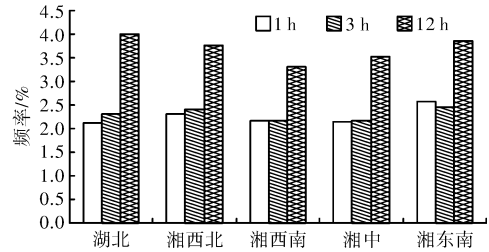


图3 湖南各区域强降水事件出现频率

2 结果与分析

2.1 短时强降水事件出现频率

湖南省 3-11 月 1 h、3 h、12 h 强降水事件出现频率分别在 1.5% (城步县) ~ 3.2% (南岳山)、1.4% (城步县) ~ 3.2% (临湘)、2.5% (怀化) ~ 5.4% (南岳山) 之间, 平均值分别为 2.26%、2.28%、3.68%; 白天 1 h 强降水事件出现频率 (1.19%) 略高于夜间 (1.15%)、3 h 白天 (1.18%) 略低于夜间 (1.26%)、12 h 白天 (2.20%) 低于夜间 (2.45%)。从图 2 可以看出, 湖南省夏季短时强降

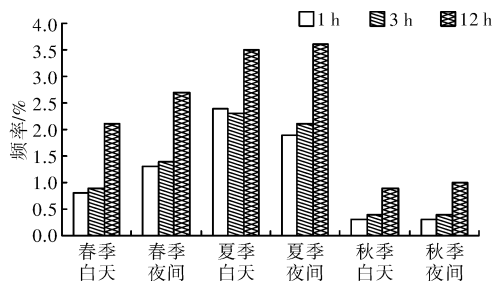


图2 湖南省各季白天、夜间短时强降水事件出现频率

2.2 短时强降水事件频率变化趋势

线性趋势分析结果表明, 湖南省各季、各历时强降水事件频率变化以增大趋势为主体, 其中 3-11 月白天 3 h 和 12 h 强降水事件出现频率, 以及春季白天 12 h 强降水事件出现频率呈较显著增大趋势 (通过 0.10 的信度检验), 增大速率分别为 0.09%、0.16%、0.20%/10 a; 春季白天 1 h、秋季白天 1 h、3 h 强降水事件出现频率、秋季夜间 1 h、3 h 和 12 h 强降水事件出现频率呈不显著减小趋势。

分析 3-11 月各区域 1 h、3 h、12 h 强降水事件频率变化趋势 (表 1) 得出: 湘西北夜间 1 h、3 h 强降水事件出现频率呈较显著增大趋势, 湘东南白天 12 h 强降水事件出现频率呈显著增大趋势, 湘西南白天 1 h 强降水事件出现频率、湘中夜间 1 h 强降水事件出现频率呈不显著减小趋势, 其余强降水事件呈不显著增大趋势。湘西北夜间增幅最大 (1 h、3 h、12 h 分别为 0.153%/10 a、0.186%/10 a、0.216%/10 a), 湘东南白天增幅最大 (1 h、3 h、12 h 依次为: 0.078%/10 a、0.11%/10 a、0.252%/10 a)。

表 1

各区 3-11 月强降水事件频率趋势变化

	湘北		湘西北		湘西南		湘东南		湘中	
	倾向率	R^2	倾向率	R^2	倾向率	R^2	倾向率	R^2	倾向率	R^2
昼 1 h	0.001 5	0.001 5	0.002 5	0.004 9	-0.001 8	0.003 1	0.007 8	0.021 8	0.004 2	0.014
夜 1 h	0.005 6	0.017 2	0.015 3	0.093 2 *	0.007 7	0.063 6	0.002	0.003 1	-0.002	0.003 8
昼 3 h	0.004 7	0.015 3	0.006 5	0.028 6	0.002 2	0.003 9	0.011	0.056	0.010 5	0.084 7
夜 3 h	0.009 3	0.037 6	0.018 6	0.105 8 *	0.005 8	0.032 6	0.006 6	0.034 8	0.002 6	0.005 6
昼 12 h	0.013 3	0.030 7	0.017 8	0.070 6	0.01	0.029 2	0.025 2	0.141 **	0.010 1	0.027 5
夜 12 h	0.020 6	0.047 1	0.021 6	0.052 8	0.010 6	0.043	0.017 4	0.067 4	0.009 4	0.022 4

* 表示相关性通过 0.1 的信度检验, 表述为“较显著”; ** 表示相关性通过 0.05 的信度检验, 表述为“显著”。

分析不同季节、不同区域短时强降水事件频率变化趋势得出：春季湘西北夜间 1 h 和 3 h、湘中白天 3 h 强降水事件出现频率呈显著增大趋势，湘西北夜间 12 h、湘中夜间 12 h 强降水事件出现频率呈较显著增大趋势，湘北白天 1 h、湘西北和湘西南白天 1 h 和 3 h、湘东南白天及夜间 1 h、3 h 和夜间 12 h 强降水事件出现频率呈不显著减小趋势，其余强降水事件均呈不显著增加趋势；夏季湘东南夜间 3 h 及白天、夜间 12 h 强降水事件频率呈显著增大趋势、夜间 1 h 及白天 3 h 呈较显著增大趋势，湘北白天 12 h 强降水事件出现频率呈不显著减小趋势，其余强降水事件出现频率均呈不显著增大趋势；秋季湘西南、湘中白天、夜间 1 h、3 h、12 h 强降水事件出现频率呈减小趋势（湘中夜间 1 h 强降水事件呈较显著减小趋势，其它呈不显著减小趋势），湘北夜间 1 h、湘西北白天 1 h、湘东南的夜间 1 h 和 3 h 强降水事件出现频率呈不显著减小趋势，其余强降水事件均呈不显著增大趋势。

2.3 短时强降水事件出现时间特征

3-11 月 1 h、3 h、12 h 强降水事件开始时间出现在不同时间段的频率呈现为双峰型分布（图 4），12 h 强降水事件开始时间出现在不同时间段的频率与 1 h、3 h 反位相；12 h 频率峰值、次大值分别出现在 11-14 时、20-23 时，1 h、3 h 峰值及次大值分别出现在 05-08 时、17-20 时。

比较各季短时强降水事件开始时间出现在不同时间段的频率（图略）得出：12 h 双峰型特征最显著，3 h 最弱；1 h 春、秋季最大频率出现在 05-08 时，夏季出现在 14-17 时，次峰值春、秋季出现在 17-20 时，夏季出现在 05-08 时；3 h 春、夏、秋季 3 季最大频率均出现在 05-08 时，次峰值春、夏季出现在 17-20 时，秋季出现在 14-17 时；12 h 最大值春季出现在 23-02 时，夏、秋季出现在 02-05 时，次峰值春、夏、秋 3 季均出现在 11-14 时。

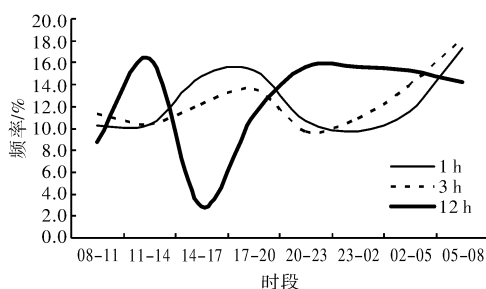


图 4 湖南省 3-11 月强降水事件开始时间出现在不同时间段的频率

各区域 3-11 月短时强降水事件开始时间出

现在不同时间段的频率同样呈现为双峰型，以 12 h 双峰型特征最显著，3 h 最弱；1 h、3 h 最大频率湘东南出现在 17-20 时，其他各区多出现在 05-08 时；12 h 最大频率湘中、湘北、湘东南出现在 11-14 时，湘西北、湘西南出现在 23-02 时。

各区域不同季节所表现出的特征除秋季区域差异较大外，其它区域差异较小，因此，只选取区域之间差异大的秋季和重点区域湘西北和湘东南进行分析。图 5 中给出了秋季 1 h、3 h、12 h 强降水事件开始时间出现在不同时间段的频率，最明显的特点就是湘西北、湘西南与湘中、湘北、湘东南在关键时间段呈现为反位相，在 17-20 时间段内，1 h 频率湘东南、湘中、湘北表现为波峰，而湘西南、湘西北为波谷；在 14-17 时前后，3 h 频率也是同样的分布结果；在 23-02 时前后，虽然 12 h 反位相特征不如 1 h、3 h 清楚，但仍然存在。

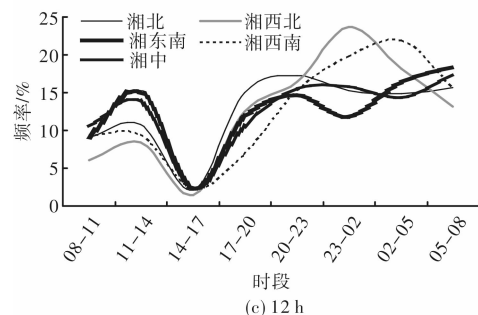
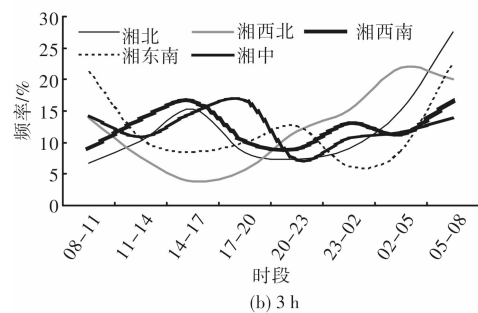
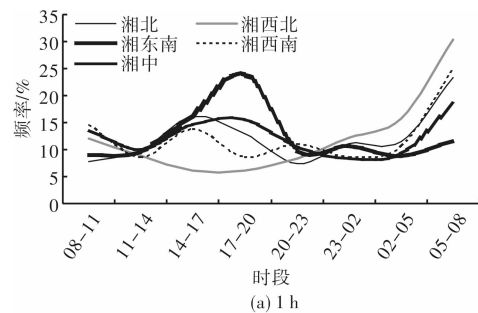


图 5 湖南省秋季强降水事件开始时间出现在不同时间段的频率

图 6 中给出了湘西北、湘东南 1 h、3 h、12 h 在不同季节强降水出现在不同时间段的频率，可

以看出, 湘东南双峰型特征比湘西北显著, 湘西北最大频率出现在夜间, 各季峰值出现时间随着时效延长差异增大; 湘东南最大频率出现在白天,

各季峰值出现时间随着时效延长越来越集中, 而次大值出现时间差异越来越大。

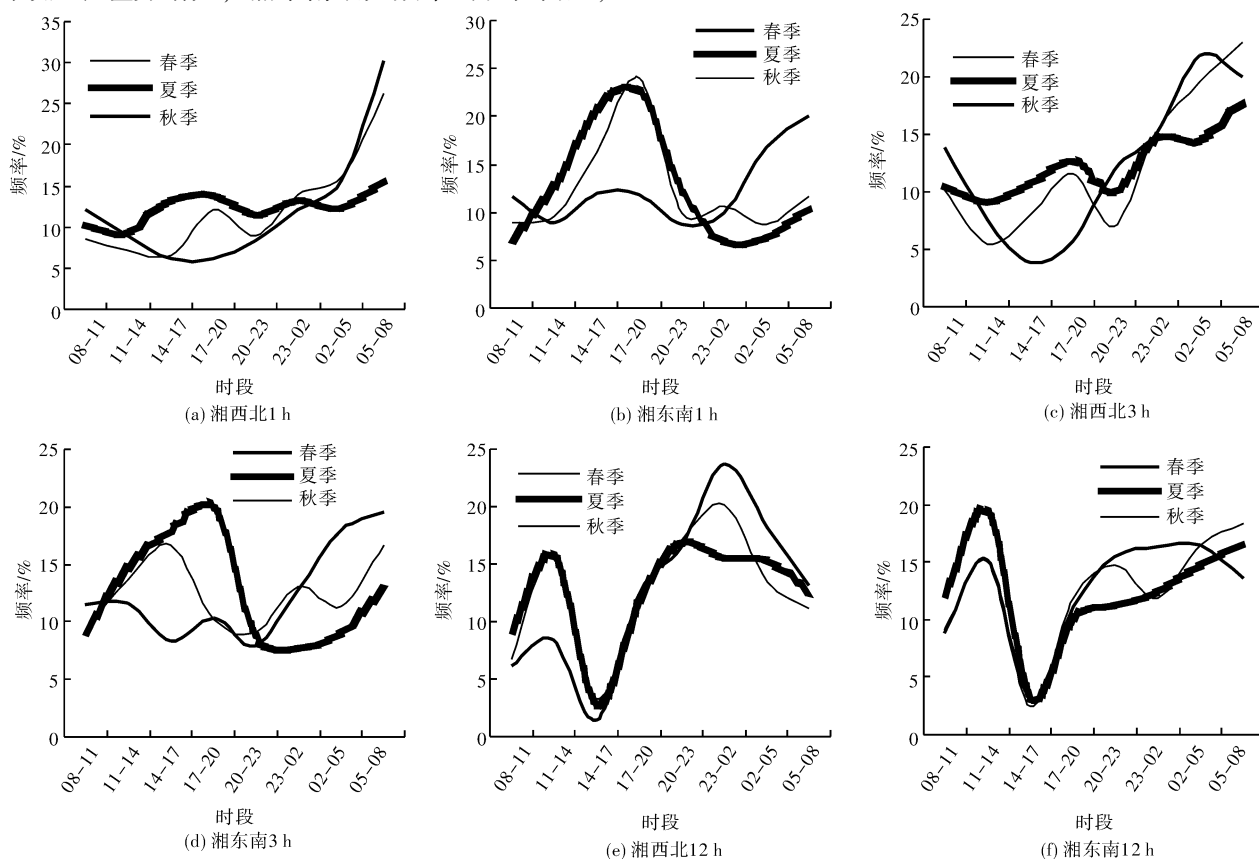


图6 湘西北、湘东南各季节强降水事件开始时间出现在不同时段频率

3 结论与讨论

分析结果表明, 湖南夏降短时强降水事件出现频率最大, 春季次之; 春季夜间短时强降水事件出现频率高于白天, 夏季白天高于夜间。3-11月短时强降水事件呈现增多趋势, 以湘西北夜间、湘东南白天强降水事件增多趋势最明显; 春季湘西北、夏季湘东南短时强降水事件增多趋势明显。湖南西半部夜间多强降水, 东半部白天多强降水。因此, 湘西半部要特别防御夜间突发性强降水引发的山洪或地质灾害, 湘东南由于白天强降水事件呈增多趋势, 防御强降水事件引发的山洪、地质灾害任务越来越重。

湘西北、湘东南均为山区, 强降水发生时间差异大的原因有待下一步进行研究。

参考文献:

- [1] Lenderink G, van Meijgaard E. Increase in hourly precipitation extremes beyond expectations from temperature changes[J]. Nat Geosci, 2008, 1: 511-514.
- [2] Kanae S, Oki T, Kasahinda A. Changes in hourly heavy precipitation at Tokyo from 1890 to 1999[J]. Journal of the Meteorological Society of Japan, 2004, 82: 241-247.
- [3] Sen R S. A spatial analysis of extreme hourly precipitation patterns in India[J]. International Journal of Climatology, 2008, 29: 345-355.
- [4] 刘燕, 黄敏辉. 广州逐时降水分析[J]. 广东气象, 2004, (2): 1-3.
- [5] 殷水清, 高歌, 李维京, 等. 1961-2004年海河流域夏季逐时降水变化趋势[J]. 中国科学: 地球科学, 2012, 42(2): 256-266.
- [6] Li J, Yu R C, Zhou T J. Seasonal variation of the diurnal cycle of rainfall in southern contiguous China[J]. Journal of Climate, 2008, 15: 6036-6043.
- [7] Brooks H E, Stensrud D J. Climatology of heavy rain events in the United States from hourly precipitation observations[J]. Mon Wea Rev, 2000, 128: 1194-1201.

Climatic Characteristics of Short-duration Rainstorm Events in Hunan Province

Guo Lingyao¹, Zhang Xinping¹, Liao Yufang² and Duan Lijie²

(1. *College of Resources and Environment Sciences, Hunan Normal University, Changsha 410081, China;*
2. *Hunan Climate Center, Changsha 410118, China*)

Abstract: Based on the 1981 – 2010 self-recording precipitation data at 97 stations of Hunan province, the Climatic characteristics of short-duration rainstorm events in Hunan Province are analyzed by mathematical statistics method. The results show that: ① The frequency of short-duration (1 hour, 3 hours and 12 hours) rainstorm events in summer is higher than those in spring, and in spring higher than in autumn in Hunan Province. The frequency of daytime is higher than nighttime in summer, and exact opposite in spring and little different in autumn. ② The change trend of frequency of short-duration (1 hour, 3 hours and 12 hours) rainstorm events are increased, which 12 hours more significant increasing than others. The biggest increase trend of night and spring is in the Northwestern, and of day and summer in the Southeast. ③ The frequency of short-duration (1 hour, 3 hours and 12 hours) rainstorm events beginning time shows bimodal, 1 hour, 3 hours often start at 5: 00 – 8: 00, and 12 hours at 11: 00 – 14: 00.

Key words: short-duration; rainstorm events; climatic characteristics; Hunan Province

+++++
(上接第 75 页)

Analysis of Drought-flood Disaster on Huanghuaihai Region During Summer Maize Growing Season

Yu Linghua¹ and Zhao Yanxia²

(1. *School of Applied Meteorology, NUIST, Nanjing 210044, China;* 2. *Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China*)

Abstract: The rainfall distribution is not uniform in Huanghuaihai region, in which place it is often occur drought-flood disaster. It is based on precipitation data during 1970 – 2010, using Special Precipitation Index (SPI) to discuss the drought-flood spatial-temporal characteristics on Huanghuaihai Region During summer maize Growing Season by means of statistical methods. Concluded: the years number of the drought is quite close to that of the flood (except the September); there is a rainy trend after 2002 (except the June); Different regions had different drought-flood variation trends, which was showing the regional characteristics; the spatial distribution of SPI showed that both the southwest and the parts of the east of Huanghuaihai region were the frequent flood areas, while the north of the region was the frequent drought area in most areas.

Key words: Huanghuaihai region; summer maize; SPI; drought-flood disaster