

利用区域自动站资料分析岳阳市城郊以及山区降水差异

袁泉¹ 吴思雁¹ 肖平^{1,2} 李奇¹

(1 湖南省岳阳市气象局, 岳阳 414000; 2 湖南省湘阴县气象局, 湘阴 414600)

摘要: 利用2016—2018年岳阳地区9个区域自动气象站的逐日降水观测资料对岳阳市城区、郊区以及山区降水差异进行了分析。结果表明,岳阳市城区全年雨岛效应不明显,其影响体现在郊区,城区、郊区及山区的降水差异还受到地形和湖陆效应的影响。但在降水极端性较强的年份,降水明显的月份雨岛效应在城区有一定的体现。山区地形作用对降水强度有明显加强作用,暴雨发生频次山区大于城区和郊区,东部山区山洪泥石流的风险较大。在大强度降水情况下岳阳市城区和郊区降水差距很小,雨岛效应不明显,郊区的丘陵地形使降水稍有增强。

关键词: 区域自动站,岳阳市,降水,差异

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2020.03.021

Analysis of Differences of Rainfall Between Urban, Rural and Mountainous Areas in Yueyang Municipality by Using Regional Intensive Automatic Stations

Yuan Quan¹, Wu Siyan¹, Xiao Ping^{1,2}, Li Qi¹

(1 Yueyang Meteorological Bureau, Yueyang 414000 2 Xiangyin Meteorological Bureau, Xiangyin 414600)

Abstract: The precipitation differences between urban, rural, and mountainous areas in Yueyang municipality were analyzed based on the hourly rainfall observation data from 2016 to 2018 at the 9 regional intensive automatic stations. The results showed that there were obviously rain-island effects in the rural region but not in the urban region of Yueyang. The precipitation differences between urban, rural, and mountainous areas were also affected by the region and the interaction of lake and land. But in the years when there was extreme rainfall events, urban areas retained some rain-island effect in months with significant rainfall. The effect of mountain terrain strengthened the rainfall intensity. The frequency of storm was higher in the mountainous areas than urban and rural regions. There was big risk of mountain torrents and debris flow in the eastern mountain areas. Under the situation of heavy rainfall event, there was a small rainfall gap between urban and rural regions in Yueyang, without obviously rain-island effect. Rainfall intensity was slightly strengthened by the hilly land in the rural regions.

Keywords: regional intensive automatic station, Yueyang, rainfall, difference

0 引言

由于城市内空气流通不畅,凝结核较多,下垫面粗糙,城市热岛导致局地大气不稳定有利于对流性降水发生发展,而产生雨岛效应。对多个大城市的研究表明,城市化会增加城区及下风方向的降水量^[1]。曹琨等^[2]对上海的研究发现热岛和雨岛关系密切。Chen^[3]针对上海地区的研究表明,随着长三角城市群的发展,降水量是增长的。对2003年6月4日北京对流系统的研究^[4],发现在城市和郊区的交界处降水增多,降水的峰值中心在城市的下风方向。但是另有

一些研究得出其他结论,如王喜全等^[5]研究发现北京地区冬季城市热岛效应和干岛效应增强,使城区及南部地区的降水相对减少。陈圣劫等^[6]对南京地区的研究,认为一般性降雨的降水量城郊差异不明显,城市化对其的落区分布影响较小。

岳阳是城市规模类似于邯郸的中型城市,虽然已有对邯郸的研究表明像邯郸这样的中型城市雨岛效应与热岛效应遥相呼应,汛期城市雨岛效应明显^[7],但岳阳市气候属亚热带季风湿润气候。境内东部为山地和丘陵地区,西部为平原湖泊地区,在地形和气候上和邯郸颇有不同,且对于岳阳市的雨岛效应的研究是不足的,因而加强对岳阳的雨岛效应的影响研究仍是非常必要的。

收稿日期: 2019年6月23日; 修回日期: 2019年11月12日
第一作者: 袁泉(1981—), Email: 65196063@qq.com

1 资料和方法

根据岳阳市区域自动站网的分布情况(图1),选取位于市区的中储棉站(海拔39.6 m)、修防处站(海拔36.3 m)、南湖站(海拔32.0 m),代表岳阳市城区降水量。云溪水厂站(海拔68.6 m)、三荷站(海拔88.7 m)位于岳阳城区远郊丘陵地区,代表郊区降水量。毛田站(海拔107.7 m)、相思站(海拔318.6 m)、红光水库站(海拔304.2 m)、虹桥水厂站(海拔282.0 m)位于幕阜山区,可以代表山区降水量。城区3个站点均匀分布在北部、中部和南部,郊区的2个亦呈南北均匀分布,代表山区的4个站沿着山势布局。9个站点探测环境好,资料连续,检定正确,可以有效代表岳阳市的整体情况。利用2016—2018年这9个区域自动气象站的逐日降水观测资料进行研究。这9个自动气象站分别代表城区、郊区和山区,使用统计方法对降水量进行对比分析。



图1 岳阳市代表站点位置分布图

Fig. 1 Distribution of selected meteorological observation stations in Yueyang

2 结果分析

2.1 全年降水量分析

利用中储棉站、修防处站、南湖站、云溪水厂站、三荷站、毛田站、相思站、红光水库站、虹桥水厂站9个代表站2016—2018年全年降水量资料进行对比分析可知,3年总体来说岳阳市城区代表站全年降水量均小于郊区代表站。究其原因在于岳阳市城区面积相对较小,由于热岛影响,城市大气不稳定利于产生热对流,而产生对流云^[2],随着系统东移,反而使城区雨岛效应不明显而影响位于下风方向的郊区。而其他大型城市城区面积广大,和岳阳有所不同,雨岛效应是城区明显。同时岳阳地形是东高西低,城区位于洞庭湖畔平原半岛上,而岳阳市郊区地形是以丘陵为主,从而对于岳阳市来说,城区、郊区和山区的降水差异还受到地形和湖陆效应的影响,故岳阳市城区全年降水量要小于郊区。幕阜山区,由于地形作用明

显,降水量远大于岳阳市城区和郊区(表1)。

表1 2016—2018年岳阳市城区、郊区和山区年平均降水量
Table 1 Yearly rainfall amounts from 2016 to 2018 in urban, rural and mountain areas of Yueyang

		2016年/mm	2017年/mm	2018年/mm	平均/mm
城区 站点	中储棉	1517.1	1934.2	/	1725.7
	修防处	1399.9	1771.2	1227.8	1466.3
	南湖	/	1704.4	1366.9	1535.7
城区平均		1458.5	1803.3	1297.4	1519.7
郊区 站点	云溪水厂	1764.0	1871.8	1430.9	1688.9
	三荷	1212.6	1807.0	1404.9	1474.8
	郊区平均	1488.3	1839.4	1417.9	1581.9
山区 站点	毛田	1886.2	2031.9	1423.0	1780.4
	相思	1955.1	2146.3	1610.0	1903.8
	红光水库	1668.5	1761.3	1487.1	1638.9
	虹桥水厂	2018.3	1872.5	1481.6	1790.8
	山区平均	1882.1	1953.0	1500.4	1778.5

分年份讨论,以郊区降水量为基准。降水极端性较强的2016年,城区降水偏少2.0%,山区降水偏多26.5%。降水充沛的2017年,城区降水偏少2.0%,山区降水偏多6.2%。降水量接近常年的2018年,山区降水偏多5.8%。进一步说明对于全年来说,岳阳市雨岛效应影响在下风方向的郊区,地形的作用也不容忽视。2016年降水极端性较强,多数月份强降水以对流性降水为主,山区地形抬升的动力作用对对流的发生发展作用明显;反之降水充沛的年份以系统性降水为主,中低层急流旺盛,整个岳阳地区水汽充足,同时有高空槽和中低层切变线的配合,天气系统的动力作用远大于地形的动力作用,山区地形作用反而显得不那么明显。

2.2 分月降水分析

3年总体来说,城区和郊区以及山区月降水量的季节变化趋势较为一致,其月平均降水量有一定的差异(图2)。城区和郊区的分月平均降水量差异不大,郊区略多于城区,但是山区汛期(4—9月)明显多于城区和郊区。参考已有的研究,表明岳阳城区汛期降水夜雨多发,空间上西少东多,西水东陆的格局是形成降水时空差异的重要原因^[8],城区雨岛效应不明显,降水的增加出现在下风方向的郊区。同时4月和7月是山区与城区及郊区平均降水量差异最大的月份,这两月降水有显著的对流性,说明山区地形对岳阳市对流性降水的增幅十分明显。

降水极端性较强的2016年(图3),4月和7月城区降水量较明显大于郊区降水量。即在降水分布不均极端性较强的年份,降水明显的月份雨岛效应在城区有一定的体现。但是山区降水量仍明显大于城区和郊

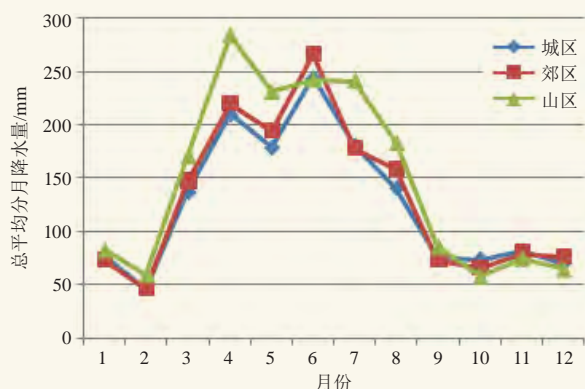


图2 岳阳地区2016—2018年总平均分月降水量
Fig. 2 Total monthly average rainfall amounts in Yueyang from 2016 to 2018

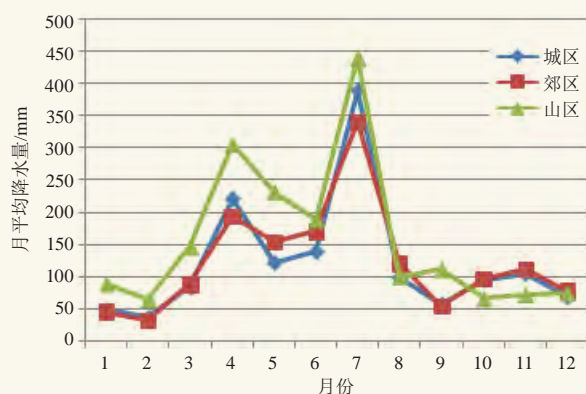


图3 2016年岳阳地区月平均降水量
Fig. 3 Monthly average rainfall amounts in Yueyang in 2016

区，山区地形的抬升作用仍然很强。2017年（图4）降水充沛，汛期降水以系统性强降水为主，这一年汛期城区降水曲线与郊区降水曲线基本重合，雨岛效应基本没有。同时在降水最强的月份城区和郊区的降水量明显大于山区，这与洞庭湖区夜雨多发、夜晚洞庭湖水较陆地温度稍高形成的热效应和增湿效应是分

不开的。这一年8月又处于对流性降水明显的时段，山区降水量明显多于城区和郊区，更进一步说明在对流性降水明显的时段，山区地形的抬升作用对降水的增幅明显。降水接近常年的2018年（图5），汛期山区降水最多，城区降水少于郊区，雨岛效应影响处于城区下风方向的郊区。

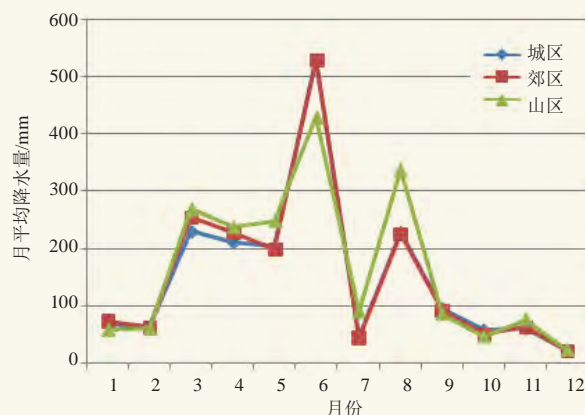


图4 2017年岳阳地区月平均降水量
Fig. 4 Monthly average rainfall amounts in Yueyang in 2017

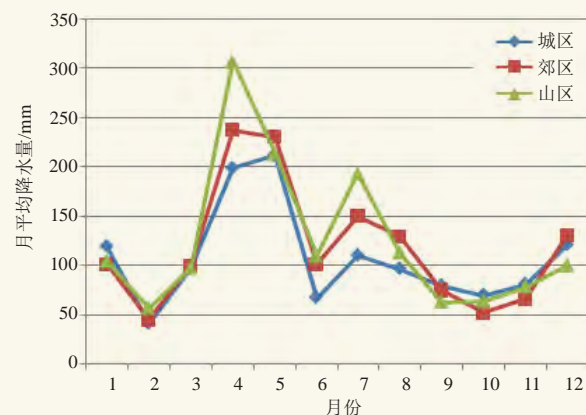


图5 2018年岳阳地区月平均降水量
Fig. 5 Monthly average rainfall amounts in Yueyang in 2018

综上所述，雨岛效应的影响存在地区差异和季节差异，其很大程度上受到天气系统环流的影响。在降水极端性较强的年份，降水明显的月份雨岛效应在城区有一定的体现。但是地形抬升作用仍然最强，特别大的降雨容易出现在山区，要注意山洪泥石流等地质灾害。对于降水充沛的年份，雨岛效应基本没有，天气系统环流占主导地位，地形的抬升作用亦不明显；洞庭湖区夜雨明显，夜晚洞庭湖水较陆地温度稍高形成的热效应和增湿效应具有明显作用。降水接近常年的年份，雨岛效应体现在下风方向的郊区，山区地形对降水的增幅作用较明显。

2.3 不同量级降水频次分析

分析岳阳市3年不同量级降水频次的平均值可以发现，不同等级降水频次中小雨最多，中雨次之，暴雨及以上量级频次最少。小雨量级降水频次占到了全年各量级降水总频次的72%，中雨为17%，大雨为8%，暴雨及以上量级只占3%。从区域来说，小雨频次是城区、郊区、山区逐步增加，中雨频次是郊区最多，山区次之，城区最少，大雨频次城区和郊区差不多，山区最多，暴雨及以上量级频次为城区、郊区、山区逐步增加。

分月来看，小雨量级的降水频次也基本呈现城

区、郊区、山区逐步递增的趋势（图6）。具体为10—1月是岳阳市小雨量级降水日数最多的季节，其次为2—6月，最少的是7—9月。

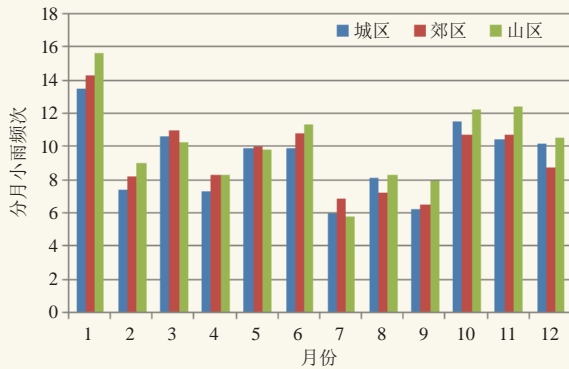


图6 2016—2018年岳阳地区分月小雨频次
Fig. 6 Monthly frequency of light rainfall from 2016 to 2018 in Yueyang

中雨量级的降水频次分布呈现单峰特征（图7），峰值出现在3月，2月出现了一个极小值。按季节来分的话，春季3—5月是岳阳市中雨日数最多的季节。按地域来说，3月郊区中雨日数最多，4月城区中雨日数最多，山区在中雨日数较少的夏季体现为日数最多。

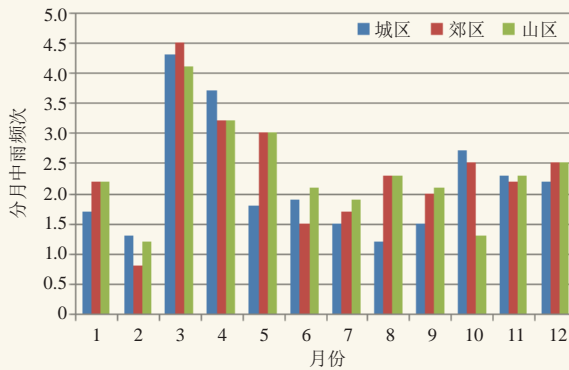


图7 2016—2018年岳阳地区分月中雨频次
Fig. 7 Monthly frequency of moderate rainfall from 2016 to 2018 in Yueyang

大雨量级的降水频次分布（图8），从时间段来看，大雨集中期出现在4—6月，最少时段为10—2月，说明对于整个岳阳市来说冬半年出现大雨的可能性较低。同时10月又是全年大雨日数最少的月份。从地域分布来看，大多数月份山区大雨日数最多，山区大雨日数的峰值出现在5月，次峰值出现在7月，7月山区大雨日数比城区和郊区多出一倍，说明降水对流性强的月份地形的增幅作用很明显。

暴雨及以上量级的降水频次分布（图9），从时间段来看，暴雨及以上量级降水集中出现在4—8月，3月和9月暴雨极少，冬半年的10—2月没有暴雨出现。从地域分布来看，山区暴雨日数4月，6月和7月

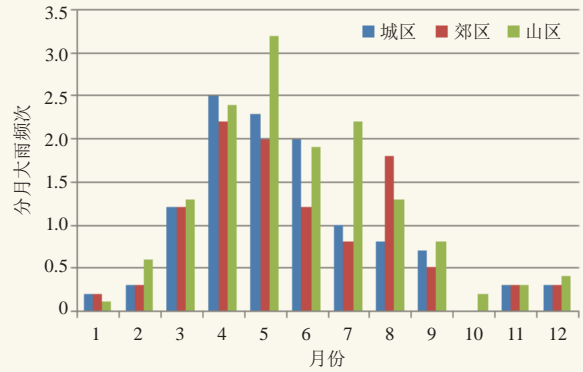


图8 2016—2018年岳阳地区分月大雨频次
Fig. 8 Monthly frequency of heavy rainfall from 2016 to 2018 in Yueyang

分布较多且比较平均，峰值在4月。对于郊区来说，暴雨日数的单峰值在6月，4月和7月也较多且平均分布。城区为暴雨日数最少的区域，峰值在8月。6月是城区、郊区和山区暴雨日数差异最为显著的月份，岳阳正好处于降水集中期，以系统性降水为主，降水系统自西向东通过洞庭湖区有增湿作用，又在处于丘陵区的郊区有所抬升，造成郊区的降水最为猛烈。4月和7月，岳阳降水不全是大规模天气系统性降水，有部分地形作用的强对流降水，在山区的迎风面地形抬升的动力作用形成强对流性暴雨，而丘陵区动力作用不足以形成强对流，故郊区暴雨日数不如山区。综上所述，虽然暴雨以上量级降水是以地形作用为主，但是在降水最为集中的6月，洞庭湖水域的作用也不可忽视，水域的作用和地形抬升作用共同造成了郊区暴雨日数最多。

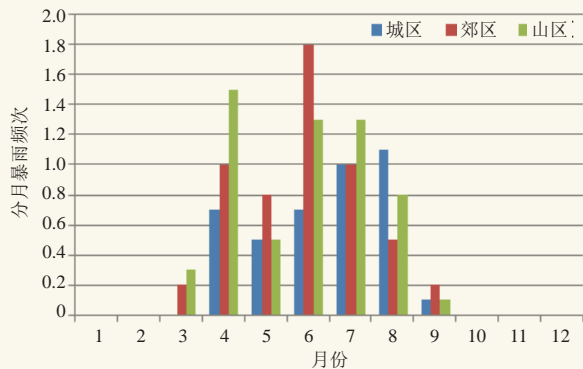


图9 2016—2018年岳阳地区分月暴雨频次
Fig. 9 Monthly frequency of storm from 2016 to 2018 in Yueyang

2.4 大强度致灾暴雨时城区和郊区短时强降水发生频次及强度分析

2016—2018年的岳阳市区附近大强度致灾暴雨过程为2016年7月1—4日过程（过程持续4 d）、2017年6月22日下午至24日早晨过程（过程降水于24日08时以

前基本结束,过程持续2 d)、2017年6月29日至7月1日过程(过程持续3 d),以及2018年4月30日晚至5月1日上午的过程(过程持续1 d)。

综合上述4次暴雨过程,分析在大强度暴雨过程中发生短时强降水的平均频次(平均频次的计算方法为:每个站点3次过程出现的短时强降水总次数除以过程总日数,再分城区和郊区分别求平均),发现城区发生短时强降水的平均频次为每日1.07次,而郊区为每日1.10次,郊区与城区短时强降水平均频次数相当,郊区略高。

计算短时强降水的强度(强度的计算方法为:每个站点3次过程出现的短时强降水总降水量除以短时强降水的总小时数,再分城区和郊区分别求平均)发现,城区站点的平均强度约为31.4 mm/h,郊区站点的平均强度约为31.7 mm/h,郊区短时强降水平均强度略大。

综上,在大强度暴雨过程时,城区和郊区短时强降水频次相当,郊区略高;强度也是郊区略高于城区。说明在大强度降水情况下岳阳市城区和郊区降水差距很小,雨岛效应不明显,郊区丘陵地形对降水强度的增加稍有作用。

3 结论

岳阳市城区全年雨岛效应不明显,其影响位于城区下风方向的郊区,城区、郊区和山区的降水差异还受到地形和湖陆效应的影响。在汛期降水极端性较强的年份,降水明显的月份雨岛效应在城区有一定的

体现,山区的地形抬升作用最强。对于降水充沛的年份,雨岛效应基本没有,天气系统环流占主导地位,地形的抬升作用不明显,洞庭湖区夜雨,夜晚湖区暖水面的增温增湿效应具有明显作用。降水接近常年的年份,雨岛效应影响处于城区下风方向的郊区,山区地形对降水的增幅作用较明显。

对于岳阳市来说全年平均小雨量级降水日数占到了全年各量级降水总日数的72%,中雨为17%,大雨为8%,暴雨及以上量级只占3%。暴雨发生频次和强度山区大于城区和郊区,说明暴雨以上量级降水日数的分布仍然是以地形作用为主,城市雨岛效应并不明显。大强度降水情况下岳阳市城区和郊区降水差距很小,雨岛效应不明显,郊区丘陵地形对降水强度的增加稍有作用。

参考文献

- [1] 严昇.我国大型城市暴雨特性及雨岛效应演变规律.上海:东华大学,2015.
- [2] 曹琨,葛朝霞,薛梅,等.上海城区雨岛效应及其变化趋势分析.水电能源科学,2009,27(5):31-33,54.
- [3] Chen J. Genetic analysis of a heavy rainstorm on June 29, 2006 in Henan Province. Meteorological and Environmental Research, 2012, 12: 37-41.
- [4] 郑祚芳,高华,王在文,等.北京地区降水空间分布及城市效应分析.高原气象,2014,33(2):522-529.
- [5] 王喜全,王自发,齐彦斌,等.城市化进程对北京地区冬季降水分布的影响.中国科学(地球科学),2008,38(11):1438-1443.
- [6] 陈圣劫,尹东屏,李玉涛,等.南京地区城郊降雨差异特征分析.气象与环境学报,2016,32(6):27-33.
- [7] 周世志,瞿常杰.邯郸城区“雨岛效应”初步分析.河南水利与南水北调,2013(14):20-21.
- [8] 朱浩,谢友文,张凤.岳阳市中心城区汛期降水时空分布特征.沙漠与绿洲气象,2017,11(8):100-103.

岳阳气象服务为大岳高速洞庭湖大桥建设保驾护航

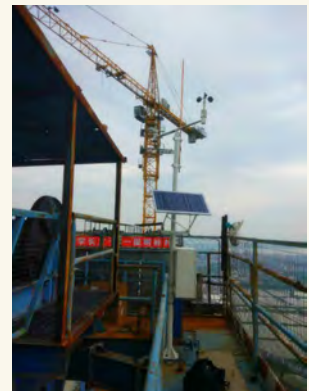
■ 王威

大岳高速洞庭湖大桥是杭瑞高速控制性工程,大桥建设自2013年启动至2018年通车运行,历时5年。大桥主体工程位于洞庭湖岳阳境内,处于湘江入长江的咽喉地段。



桥梁规划、设计、施工、营运均受到洞庭湖复杂气象条件制约。为规避大桥气象风险,保障大桥建设安全,岳阳市气象局联合湖南省气候中心在桥位区建

立70 m垂直测风塔,在桥梁主塔208 m高度建立高空测风站,结合岳阳市气象部门已有的水、陆、空基立体观测网,为大桥建设提供了全方位气象监测。在气象监测网基础上,通过开发洞庭湖大桥气象保障服务系统,成立专业的气象服务团队,提供跟进式气象服务,为大桥施工建设提供气象保障。



(作者单位:湖南省岳阳市气象局)