

文章编号: 1008 - 2786 - (2015) 3 - 379 - 06

DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000048

福州大学城洪涝灾害成因

张娜¹ 林丽梅¹ 俞鸣同^{1,2*}, 熊梦婷¹, 陈桂香¹, 常毅¹

(1. 福建师范大学地理科学学院, 福建 福州 350007; 2. 湿润亚热带山地生态国家重点实验室培育基地, 福建 福州 350007)

摘 要: 福州大学城暴雨期频发洪涝灾害, 主要与纵贯大学城的溪源江水系有关。运用区域降水空间分析、遥感影像分析、河流地貌调查等方法综合研究后认为: 溪源江上游夏季降水集中, 暴雨引发山洪是大学城洪泛的主要原因; 大学城地块上升, 河流下切侵蚀、袭夺原河道、改道后纵贯大学城、行洪路径大大延长、导致排水不畅是大学城积涝的主要原因。此外, 大学城建设中地表硬化, 排水系统不完善, 河道多处受堵等人为因素加剧了大学城积涝。大学城洪涝灾害是自然因素和人为因素综合结果。

关键词: 大学城; 夏季暴雨; 河道变迁; 洪涝灾害

中图分类号: P333.2

文献标志码: A

福州市大学城位于闽江下游闽侯县上街镇、南屿镇, 规划总面积约 60 km², 预计人口达 40 万人, 10 所高校和职业院校坐落其中, 在校师生 20 余万人。大学城洪涝灾害频繁, 严重威胁着学府环境。2005 年“龙王”台风引发暴雨, 大学城 18.5 km² 被洪水淹没, 水深 0.5 ~ 1.0 m, 局部洼地超过 2.0 m, 内涝持续时间超过 20 h; 2007 年“圣帕”台风、2009 年“莫拉克”台风以及常年夏季暴雨等时常引发内涝。大学城洪涝灾害是自然环境的演变, 还是开发建设中的人为干扰? 这些问题需要深入调查、研究。在查明原因的基础上, 才能科学地制定大学城防洪排涝方案, 将大学城建设成环境优美、生态文明的学府城。

1 研究区概况

大学城位于福州盆地西缘, 呈南北延伸的狭长平地, 西侧紧靠旗山, 东侧面临闽江下游支流乌龙江(闽江南港)。纵贯大学城的溪源江发源于旗山牛

限头, 上游水系流向总体自西向东。河床高程 3 ~ 4 m, 水面宽度 50 ~ 100 m, 局部较窄。溪源江流出旗山河谷 1.5 km 后(图 1A) 右拐弯向南纵贯大学城, 尾闾于葛岐流入乌龙江(图 1D)。

过去研究多数认为洪涝灾害由大河流洪泛所致^[1-3], 福州大学城虽然位于闽江下游乌龙江西侧, 但是洪涝灾害并不是闽江每年汛期洪水所致。洪涝主要发生在夏季台风暴雨期, 洪水来自大学城西侧旗山山溪——溪源江, 因夏季台风雨或对流暴雨, 溪源江山洪来势凶猛, 大学城泄洪河道问题众多, 排涝困难, 易引发大范围灾害。近些年多次出现的洪涝灾害, 不仅造成人员受伤, 房屋损坏, 校园泽渔, 停电停水, 灾后对校园环境的污染更是旷日持久。一些研究者用数学模型分析了大学城洪涝与区域降水相关性^[4], 用软件模拟、重现了“龙王”台风时大学城淹没状况^[5], 用地下管网系统分析, 提出工程方法解决大学城积涝问题^[6-7]。

这些模型分析探索大学城洪涝灾害原因, 工程方案解决大学城排涝措施等, 未从根本上阐明大学

收稿日期(Received date): 2014 - 06 - 04; 改回日期(Accepted): 2014 - 12 - 09。

基金项目(Foundation item): 国家基础科学人才培养基金(项目编号: J1210067)。[Supported by The National foundation of basic scientific personnel training of China. No. J1210067.]

作者简介(Biography): 张娜(1990 -), 女, 福建省漳平市籍, 理学学士, 研究生, 地理学专业。[Zhang Na(1990 -), Zhangping, Fujian, B. Sc. Graduate student, major in geography.] E-mail: 68787757@qq.com

* 通信作者(Corresponding author): 俞鸣同(1959 -), 男, 福建省福州市籍, 理学博士, 教授, 主要从事第四纪环境研究。[Yu Mingtong(1959 -), male, Fujian provincialism, Ph D. Prof. major in the quaternary environmental research.] E-mail: ymt909@126.com



图1 福州大学城影像

Fig. 1 Image of Fuzhou university area

城洪涝灾害的致灾机理,以致对综合治理不知所以然。本文通过区域降水空间分布分析、河流地貌调查分析等阐明大学城洪涝灾害的成因。

2 研究方法

2.1 大学城区域降水分析

大学城地处福州地区九县市之闽侯县。利用九县市9个气象站(罗源、闽清、闽侯、福州市、连江、永泰、长乐、福清和平潭)1960年1月—2006年12月逐月降水资料,采取反距离权重插值(IDW)、选取Z指数作为划分旱涝等级分析福州地区的旱涝空间分布特征。

$$Z_i = \frac{6}{C_s} \left[\frac{C_s}{2} \varphi_i + 1 \right]^{\frac{1}{3}} - \frac{6}{C_s} + \frac{C_s}{6} \quad (1)$$

式中 Z_i 即为单站第 i 月的降水 Z 指数; C_s 为偏态系数; φ_i 为标准变量,后两者可由收集到的降水序列计算求得,即

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{n\sigma^3} \quad (2)$$

$$\varphi_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \quad (3)$$

其中 \bar{X} 为降水序列的累年平均值, σ 为降水序列标准差,分别为

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (4)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (5)$$

Z 指数分析显示福州地区季节性旱涝时空变化特征显著(图2A、2B、2C、2D)。

采用气候学常用的季节划分:将3—5月、6—8月、9—11月、12月至翌年2月,分别划分为春季、夏季、秋季、冬季。季节性旱涝特征显示,夏季旱涝频率最高发生在中部地区,即大学城所在地——闽侯县。这与2005年“龙王”台风以及夏季暴雨引发大学城洪涝在时空特征上吻合,表明大学城洪涝主要来源于夏季暴雨引发的山洪。

2.2 溪源江水系遥感影像分析

从 Google earth 影像显示,溪源江上游呈格子状水系,汇水面积大,地形坡度陡,暴雨时易出现大流量山洪。溪源江现状显示溪流出山谷进入福州盆地原有向东径流入干流乌龙江的邱阳河已退化,呈干涸状态(图1A)。溪源江中段汇入干流的河道被两道建筑物阻隔(图1B、C),实地调查已证实(照片1A、1B)。

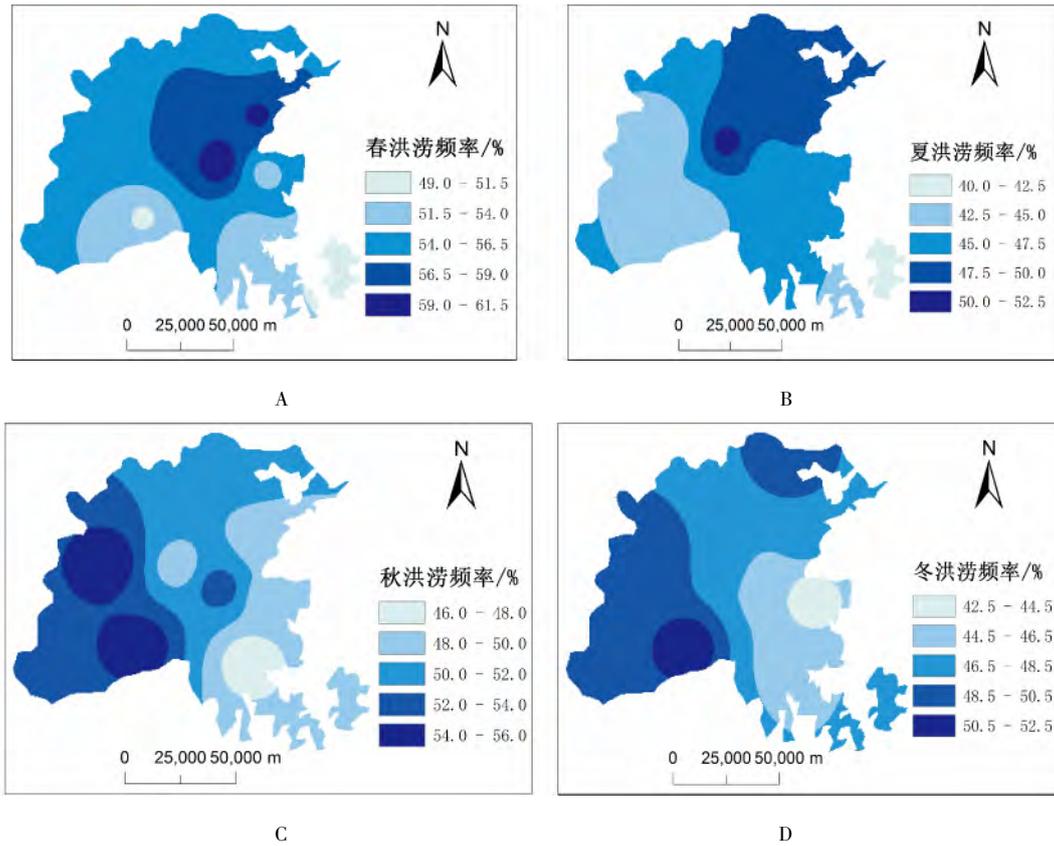


图 2 A. 福州地区春季洪涝频率分布; B. 福州地区夏季洪涝频率分布;
C. 福州地区秋季洪涝频率分布; D. 福州地区冬季洪涝频率分布

Fig. 2 A. Distribution of spring flood frequency in Fuzhou region; B. Distribution of summer flood frequency in Fuzhou region;
C. Distribution of autumn flood frequency in Fuzhou region; D. Distribution of winter flood frequency in Fuzhou region



照片 1 A. 轮船港河道西段被堵; B. 轮船港河道东段被堵
Photo. 1 A. The western river blocked; B. The eastern river blocked

Google earth 影像还显示溪源江原河道已大规模退化。北段出现截弯取直后的“牛轭湖”(图 1E, 图 3A); 中断残留“蛛网状”废弃河沟(图 1F, 图 3B)。

2.3 溪源江河流地貌调查

大学城所处的福州盆地为断陷盆地, 由 NE、

NW 棋盘格式断裂控制。大学城西侧旗山山势高峻, 山洪在沟口处形成洪积扇(图 1H, 照片 2A, 2B), 扇缘位于大学城西北部, 剖面出露 3 m 厚砾石层(照片 2B), 由砾石、泥沙和粘土堆积而成, 其中砾石 60%, 粒径 1~30 cm 不等, 以 10~15 cm 居多。砾石被磨圆, 呈次棱角-次圆状。



A B
图3 A. 截弯取直后的牛轭湖; B. 残留的蛛网状河沟

Fig.3 A. Degradation of oxbow lake; B. The remaining moats

溪源江流过洪积扇向南过渡为河流阶地(图1G,照片3A),这是断陷盆地的典型沉积^[8]。从阶地状况看,溪源江近期下切显著,中断至南段形成约3 m 高阶地,具有典型的二元结构(照片3B),上部出露1.8 m 厚洪积相褐色粉沙、粘土;下部出露0.75 m 厚(未见底)冲积相黄白色细砂、中砂,阶地

由河漫滩上升转化而成,这与大学城地块上升有关。

河流出山谷后本应径直向东由邱阳河汇入乌龙江。然而,地貌调查发现溪源江出旗山1.5 km 后分汊,直角右拐弯向南(图1A)。拐弯处河床基岩裸露,出现侵蚀裂点(照片4)。因大学城地块抬升,侵蚀基准面下降,河流下切,溯源侵蚀强烈,直角右弯



A B
照片2 A. 洪积扇; B. 洪积扇砾石层

Photo.2 A. The pluvial fan ; B. The gravel layer of the fan



A B
照片3 A. 溪源江中断河流阶地; B. 洪积层与冲积层二元结构

Photo.3 A. The stream terrace; B. The pluvium layer and alluvium layer



照片4 河流袭夺与邱阳河退化

Photo.4 The river diversion and the Qiu Yanghe stream degradation

的河道是袭夺弯。河道袭夺使邱阳河退化、干涸。这一分析与上述地貌调查发现溪源江阶地二元结构外露,河流截弯取直以及河沟退化的分析一致。袭夺河溪源江纵贯大学城 12.5 km,大大增加了山洪的行洪路程,导致泄洪困难。

2.4 大学城排水系统调查

大学城地下管网出口流入溪源江,管网水也在溪源江千回百转后汇入乌龙江,加剧了河道排水不畅。此外,沿河村民将污水管私自接驳大学城市政管网,造成渣土、泥沙、石子严重堵塞市政管网。

大学城建设中大量使用石板材、瓷砖美化环境,校内硬化地面积大,占大学城土地面积的 64%。造成地面盖层渗水性改变,暴雨只能汇聚到明沟排水。由于地面平整,排水缓慢,且明沟容量有限,暴雨时校园内渗排困难,也是积水成涝的另一方面原因。

3 洪涝灾害成因

河流是地表流水与地貌平衡的自然产物,是天然的排水系统。河流运行正常不易积水成涝,河流遭受干扰就容易发生洪涝灾害。综合分析表明,福州大学城洪涝灾害既有自然原因,也有人为原因。

福州地区年降水量为 900 ~ 1 200 mm,降水年

内分配不均,夏半年降水比例高,多数表现为强降水^[9]。降水空间分布显示,夏季对流、台风易引发暴雨、山洪,高发区处在大学城所在地闽侯县。

大学城北部近邻溪源江洪积扇缘洼地,与溪源江平均水位高差仅 0.5 ~ 1.5 m,是山洪漫溢的主要受害区。溪源江原本由邱阳河径直向东汇入乌龙江,泄洪便捷。然而,河流袭夺改道后,延长了行洪路径,泄洪能力大大降低,沿途高校也受山洪漫溢的侵害。

大学城管网接入溪源江千回百转后入乌龙江,沿河村民建房阻碍河道,泥沙、石子严重堵塞市政管网等加剧了管网排水困难。

大学城建设中硬化地面积大,盖层变性排涝能力下降,校园易积水成涝。大学城洪涝灾害是自然因素和人为因素综合干扰河流水系的结果。

参考文献(References)

- [1] Yang Zisheng. Study on flood and water-logging disaster regionalization in Jinsha river basin of Yunnan province [J]. Mountain Research, 2002, 20(Suppl.): 57 - 62 [杨子生. 云南省金沙江流域洪涝灾害区划研究[J]. 山地学报, 2002, 20(增刊): 57 - 62]
- [2] Li Hongyan, Wu Ya'nan, Li Xiubin. Mountain effect and differences in storm floods between northern and southern sources of the Songhua river basin [J]. Mountain Research, 2012, (9): 430 -

440

- [3] Zheng Ziyang, Zhang Wanchang, Xu Jingwen. Numeric simulation of torrential rainfall and flash-flood in a mountainous basin [J]. Mountain Research, 2012, 30(2): 222 - 229 [郑子彦, 张万昌, 徐精文. 山区流域暴雨洪水的数值模拟 [J]. 山地学报, 2012, 30(2): 222 - 229]
- [4] Cheng Hong, Lei Shaoqing, Wang Shengan. The study and application on the mathematical model of urban rainstorm flood waterlogging [J]. Journal of Fuzhou University: Nature Science, 2011, 39(1): 137 - 142 [陈虹, 雷少青, 王胜安. 福州市大学新区暴雨洪水积水数学模型研究与应用 [J]. 福州大学学报: 自然科学版, 2011, 39(1): 137 - 142]
- [5] Lin Guoyong, Shi Kun. Simulation of Infoworks RS software preliminary application in Xiyuanjiang river flood. Hydraulic Science and Technology, 2012, 4(2): 9 - 11 [林国勇, 师琨. Infoworks RS 软件在溪源江洪水模拟中的初步应用研究 [J]. 水利科技, 2012, (2): 9 - 11]
- [6] Zheng Yonghuai, A Study on the Planning of brooky Area-with the control-detailed planning for Nanyu region of university town in Fuzhou as an example [J]. Fujian Architecture & Construction, 2006, 99(3): 8 - 10 [郑永怀. 河网密集地区规划设计探讨——以福州地区大学城南屿片区控制性详细规划为例 [J]. 福州建筑, 2006, 99(3): 8 - 10]
- [7] Lu Qing. Analysis on the integrated application of flood control and drainage system in new campus of Fuzhou area [J]. China Water Resources, 2010, 4(3): 53 - 55 [陆青. 福州地区大学新校区防洪排涝体系综合运用分析 [J]. 中国水利, 2010, 4(3): 53 - 55]
- [8] Yang Jingchun, Li Youli. Geomorphology theory (3rd edition) [M]. Beijing: Peking University Press, 2012: 181 - 183 [杨景春, 李有利. 地貌学原理 (第 3 版) [M]. 北京: 北京大学出版社, 2012: 181 - 183]
- [9] Xu Kui, Ma Chao. Causal analysis on flood and waterlogging disaster in main urban area of Fuzhou with study on its countermeasure [J]. Water conservancy and hydropower technology, 2011, 42(10): 113 - 118 [徐奎, 马超. 福州主城区洪涝灾害成因分析及对策研究 [J]. 水利水电技术, 2011, 42(10): 113 - 118]

Flood Disaster Cause of Fuzhou University Area

ZHANG Na, LIN Limei, YU Mingtong, XIONG Mentin, CHEN Guixian, CHANG Yi

(College of Geographical Science, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

Abstract: Frequent heavy rains flood in Fuzhou University area are main source of Xiyuanjiang river which runs through the university area of relevant department. In this paper, Comprehensive study by regional precipitation spatial analysis, synthesis methods of remote sensing image analysis, fluvial geomorphology surveys are used to research floods reason. It suggest that rainfall concentrated the river upstream in summer and triggered flash floods that are mainly due to the flood disaster. On the other hand, the university area land rose, river erosion cut down and river capture occurs that cause the original river diversion, extend the flood path and made poor drainage that are the natural factors of waterlogging. Drainage system is imperfect in university area and many human block the river are human factors of waterlogging. The floods are natural and human factors combined result.

Key words: University area; heavy rain in summer; channel change; flood disasters