
基于防洪减灾的土地利用对策研究

——以武汉市汤逊湖流域为例

兰晋毓¹

(华中科技大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430074)

【摘要】: 近年来, 土地的不合理利用极大地破坏了城市的水循环系统, 带来了严重的内涝灾害, 给基于土地的各项人类活动带来严重影响。将武汉市汤逊湖流域作为研究区域, 利用从互联网中爬取的媒体报道数据和遥感指数获取的土地利用数据, 探究土地利用变化对城市内涝产生的影响, 从防治城市内涝的角度为更加合理的土地利用提出建议。研究结果表明, 城市中水体面积的减少和不透水面的增加加剧了内涝灾害的发生, 加重了内涝灾害风险, 城市土地利用需要加强对于湿地的重视。

【关键词】: 土地利用变化 城市内涝 土地利用规划

【中图分类号】 F301 **【文献标识码】** A

土地是人类赖以生存和发展的第一资源, 是土地市场的重要基础, 尤其是在资金和人口更为集聚的城市地区。近年来, 城市地区因暴雨而引起的内涝灾害频发, 严重影响了居民生活和经济发展, 成为全球学者研究的热点。研究表明, 人类活动因素影响下的城市土地利用变化、不合理的城市规划是造成内涝的重要因素。土地利用随着人类的出现而产生, 人类对土地的不合理利用活动使其对自然以及社会经济环境造成了消极的影响。因此, 研究土地利用对于城市内涝的影响, 揭示它们之间的关联关系, 从城市内涝减灾角度提出土地合理开发利用的措施建议, 对于土地的合理利用和城市社会经济可持续发展具有重要意义。

本文将武汉市汤逊湖流域作为研究区域, 利用网络媒体报道数据来反映当时的积水状况, 分析内涝灾害点的时空演变特征, 并通过比较不同积水程度地区的土地利用变化, 探究土地利用变化对城市内涝的影响, 从防治内涝灾害的角度为更加合理的土地利用提供科学依据和建议。

1 研究区域概况与数据获取

1.1 研究区概况

汤逊湖水系位于武汉市中南部, 主要包括汤逊湖、黄家湖、青菱湖、南湖、野芷湖等湖泊(见图 1), 属于亚热带季风性湿润气候, 雨季集中在 4 到 8 月, 年降水量约为 1250mm。2016 年夏季发生在武汉的强降雨导致了武汉市数百个地点的内涝灾害, 尤其是湖泊周边的居民区, 例如南湖周边的南湖雅园、风华天成等小区, 居民的生活工作受到了严重的影响。

作者简介: 兰晋毓(1997-), 女, 山西吕梁人, 硕士研究生, 研究方向: 城市土地利用变化与环境效应。

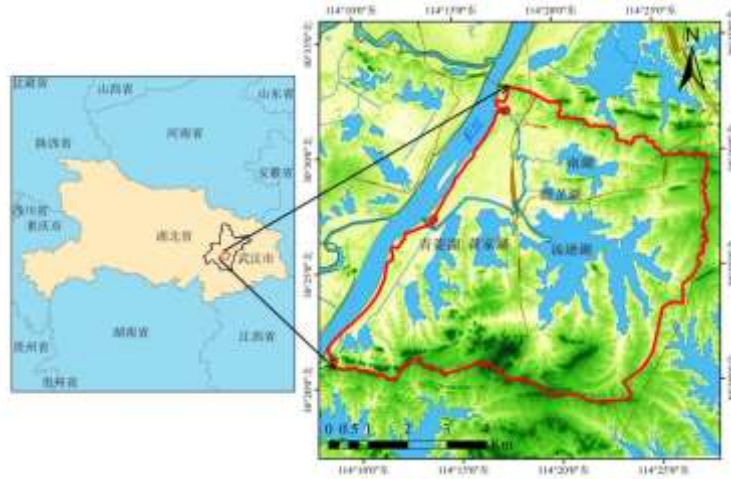


图 1 研究区概况

1. 2 数据获取及预处理

本次内涝灾害事件在网络上引发强烈反响，媒体记者和个人用户通过新闻媒体及社交软件上传了大量报道和评论，这些媒体报道可以直观准确的反映出当时的积水状况。本文中的数据主要来源于新闻媒体主页、微信公众号、微博等社交网站，包括了权威媒体、企业和个人用户等多个主体。在数据获取过程中，使用爬虫以及自然语言处理方法，在不同的搜索引擎中用不同的关键词组合进行检索，在排除不相关网页后提取网页中包含有地名后缀的语句，通过人工标注的方式在语句中精确提取地名。最后，获取了 128 个包含有地名及时间信息的灾害点数据。

2 研究方法

2. 1 核密度估计

核密度估计 (KDE) 可用于计算点、线要素值在指定邻域范围内的单位密度，可以直观的反映出离散测量值在连续区域内的分布情况。核函数表示为一个双变量概率密度函数，一般定义为：设 $S_1, \dots, S_n$ 是从总体中提取的独立同分布样本，估计点 s 处的核密度值为：

$$f(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{h^2} k\left(\frac{s-s_i}{h}\right) \quad (1)$$

其中： $f(s)$ 为空间位置 s 处的核密度计算函数， h 为距离衰减阈值， $k()$ 为核函数， n 表示距离尺度范围内所包含的样本量， $(s-s_i)$ 表示估计点到样本 s_i 处的距离。

2. 2 遥感指数

基于 Landsat 遥感影像中的不同波段，使用不同指数模型在 ERDAS 中获取研究区域 1987 年和 2017 年的土地利用数据 (见图 4)。本文中的土地利用主要分为水体、建设用地和植被三类。归一化水指数 (NDWI) 通过对遥感影像的绿波段与近红外波段进行归一化差值处理，来提取影像中的水体信息。归一化建筑指数 (NDBI) 用于提取城市建筑用地，即不透水面。土壤调节植被指数

(SAVI)用于提取植被。三个指数公式如下：

$$\begin{aligned}NDWI &= (p(\text{Green}) - p(\text{NIR})) / (p(\text{Green}) + p(\text{NIR})) \quad (2) \\NDBI &= (MIR - NIR) / (MIR + NIR) \quad (3) \\SAVI &= ((NIR - Red) / (NIR + Red + L)) (1 + L) \quad (4)\end{aligned}$$

其中：NIR 为近红外波段；Red 为红光波段；L 为土壤调节系数，取值范围为 0~1；在 LandsatTM 影像中，2、4、5 波段分别代表 p(Green)，p(NIR) 和 p(MIR)。

3 土地利用变化对内涝灾害的影响分析

3.1 内涝灾害点时空分布

3.1.1 内涝灾害点总体分布。

128 个灾害点的报道时间集中在 2017 年 6 月 1 日到 7 月 31 日。如图 2 所示，从总频次上来看，报道频次超过 50 次的点分布最为集中，主要在南湖西侧；报道频次介于 15 次到 50 次之间的点最为分散，各个湖泊周边均有分布；报道频次小于 15 次的点较为分散，但主要集中于南湖西侧。从报道频次中可以反映出内涝发生的总体状况，暴雨的持续造成了多地的内涝灾害，地域分布较广。但对比起来，积水严重并且引发大量报道的地区主要集中于南湖西侧，汤逊湖、黄家湖、青菱湖等湖泊周边只有少量积水点分布，且报道频次均少于 50 次。

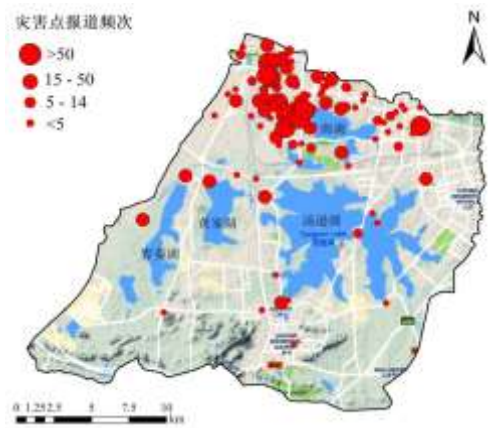


图 2 媒体报道总频次分布图

3.1.2 内涝灾害点时空演变。

由于灾害点的报道量在 2016 年 7 月 6 日达到了顶峰，所以为了代表灾害点的时空分布，选取了 6 日前后即 2016 年 7 月 5 日至 10 日期间的数据来分析媒体报道频次的演变，将每日媒体报道点的位置和频次导入核密度估计函数，并设置 Population 值为频次数。如图 3 所示，核密度值的颜色深浅表示了灾害点被报道的频次多少和聚集程度。从时间上看，在 7 月 5 日到 7 月 10 日之间，渍水点的报道数量从 5 日开始增加，在 6 日达到最高值，而后逐渐减少。从灾害点分布位置上看，灾害点始终集中于南湖的西北侧，只有在 6 日分布最为广泛，青菱湖的西部和北部、汤逊湖的西部也有了报道，而后继续集中于南湖周边。从

灾害位置的地名来看，发生内涝的位置大多为小区和街道，尤其是位于南湖周边的风华天城小区和南湖雅园小区，报道频次始终为最高值，渍水情况严重。媒体报道频次的时空演变有助于还原洪涝发生后的积水情况，从时间和空间上更直观地了解灾害状况。

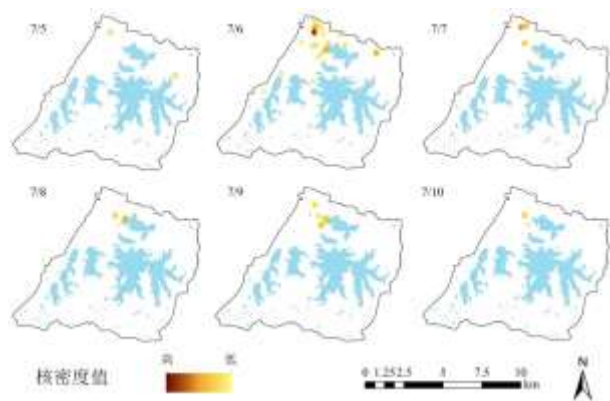


图 3 7 月 5 日到 10 日媒体报道频次的核密度图

3.2 不同土地利用变化导致的内涝点差异

3.2.1 变化情景一。

位于南湖西侧的 A 区域(见图 4)，土地利用主要由水体演变为建设用地，强降雨期间发生多处内涝。该地的土地利用变化源于自然演变和人为填湖造地双重因素，并且在填湖造地后，由于其天然靠湖优势，环境优美，聚集了大片居民区。在此次强降雨事件中，原本为湖泊的该地地势较低，加之大面积的不透水面，储水量和下渗量大大减少，造成雨水大量汇集，地表积水严重，给当地居民的生活带来严重影响。从图 2 中可以看到，大部分的媒体报道地点都集中于该地，尤其是报道频次大于 50 次的灾害点。从图 3 中的时间演变上看，7 月 7 日到 10 日，虽然强降雨过后其他地方的媒体响应已经消退，但对于该地区的报道依然存在。

3.2.2 变化情景二。

位于青菱湖东南侧的 B 区域(见图 4)，土地利用主要由水体演变为植被，强降雨期间几乎没有发生内涝。湖泊演变为植被后，原本水体调节气候的作用下降，但由于植被的蓄水储水功能，在强降雨过后，可以较快的吸收并“锁住”雨水，并未造成雨水大量汇集，地表积水较浅。从图 2 和图 3 中可以看到，该地市民响应较小，几乎没有产生媒体报道。

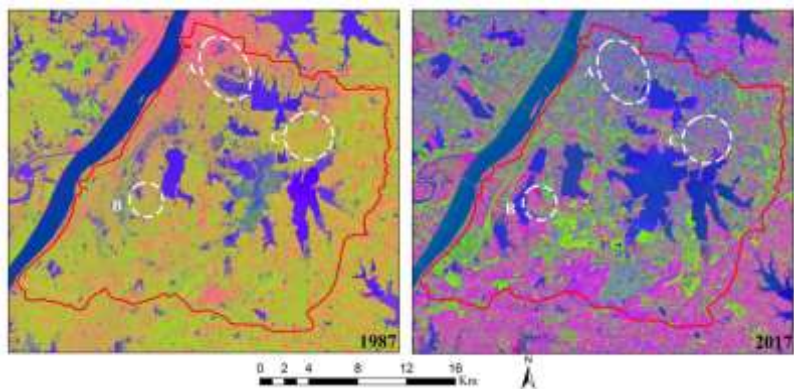


图 4 1987 年与 2017 年研究区土地利用图

3.2.3 变化情景三。

位于汤逊湖北侧的 C 区域(见图 4)，土地利用主要由植被演变为建设用地，强降雨期间几乎没有发生内涝。植被演变为建设用地后，不透水面面积增加，地表蓄水储水功能下降，但由于该地临近湖泊面积较大的汤逊湖，在强降雨来临时，可以蓄积大量雨水，所以地表积水较浅。从图 2 和图 3 中可以看到，该地市民响应较小，几乎没有产生媒体报道。

4 结论

利用网络中关于内涝灾害的媒体报道数据，分析了 1987 年到 2017 年汤逊湖水系区域不同土地利用变化与内涝灾害之间的关联，得出如下结论和建议：

(1) 水域面积减少会加重城市内涝灾害的发生。尤其是土地利用由水体转变为不透水面，城市中不透水面的扩大会使地表下渗量和蓄水量大大减少，造成地表积水。在土地利用中，应加强对于水体的保护，制定相应保护条例，严禁将水域开发为建设用地尤其是居住用地。

(2) 建设用地不合理扩大会加重城市内涝灾害的发生。在土地利用中，不应“摊大饼”状地延伸建设用地，相应面积的建设用地应该配套有相应面积的湿地或植被绿化，以减少不透水面给内涝灾害带来的风险。

(3) 居民区选址在考虑生态环境的基础上，更应注重灾害风险，尽量避免建在地势较低的地方，尤其是填湖造地之处。对于已建成的居民区应加强排水、急救等基础设施的建设，以减少灾害给居民带来的风险。

从防洪减灾角度来看，城市的土地利用规划应注重经济效益与生态效益的结合，在保护湿地的前提下，合理有序地扩大建设用地面积，并加强排水管网等相应基础设施的建设，做到有序发展。在未来的研究中，还需要扩大研究区域范围，在更大尺度的多个城市之间探索更加具体的土地利用类型变化与城市内涝的关系，以期为城市土地利用提出更具实效的建议。

参考文献：

- [1]唐华俊，吴文斌，杨鹏，等. 土地利用/土地覆被变化(LUCC)模型研究进展[J]. 地理学报，2009，64(04)：456-468.
- [2]Nie W, Yuan Y, Kepner W et al. Assessing impacts of Landuse and Landcover changes on hydrology for the upper San Pedro watershed[J]. Journal of Hydrology, 2011, 407(1)：105-114.
- [3]Chan F K S, Griffiths J A, Higgitt D et al. “Sponge City” in China—A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context[J]. Land Use Policy, 2018, 76: 772-778.
- [4]郑璟，方伟华，史培军，等. 快速城市化地区土地利用变化对流域水文过程影响的模拟研究——深圳市布吉河流域为例[J]. 自然资源学报，2009，24(09)：1560-1572.
- [5]朴希桐，向立云. 下垫面变化对城市内涝的影响[J]. 中国防汛抗旱，2014(06)：38-43.
- [6]吴先华，肖杨，王国复，等. 基于微博大数据的城市内涝灾害的灾情及公众情绪研究——南京市为例[J]. 灾害学，2018，

33(03): 117-122.

[7]Wang B, Loo B P Y, Zhen F et al. Urban resilience from the lens of social media data: Responses to urban flooding in Nanjing, China[J].Cities, 2020, 106: 102884.

[8]孙喆.北京中心城区内涝成因[J].地理研究, 2014, 33(09): 1668-1679.