

洪湖地区涝渍灾害脆弱性评估*

陶凯^{1,2,3} 杜耘^{1,2**} 陈斌⁴ 江炎生⁴

(1. 中国科学院测量与地球物理研究所, 武汉 430077; 2. 湖北省环境与灾害监测评估重点实验室, 武汉 430077;
3. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 4. 湖北省水利厅, 武汉 430071)

摘要: 涝渍灾害是洪湖地区最严重的自然灾害之一, 灾害脆弱性研究对区域防灾减灾具有重要意义。在深入研究洪湖地区涝渍成灾影响因素的基础上, 将涝渍区域划分为洲滩平地季节性洪涝地域、淤高平地季节性暗渍地域、中间平地季节性渍害地域、低湿平地渍害地域、滨湖平地涝渍地域、湖泊水面调蓄地域等 6 种类型, 并确定其涝渍程度等级; 对洪湖地区的降雨量资料和经济统计数据进行了系统分析, 选取 7 项指标, 建立数学模型综合评估洪湖地区涝渍灾害的脆弱性。评估结果表明, 洪湖地区涝渍灾害脆弱性总体水平较高, 整体承灾能力不强, 并且具有明显的空间分异规律。

关键词: 涝渍灾害; 脆弱性评估; 洪湖; GIS

中图分类号: K921 **文献标识码:** A

Assessment of the Vulnerability of Waterlogged Disaster in Honghu Region*

TAO Kai^{1,2,3} DU Yun^{1,2**} CHEN Bin⁴ JIANG Yansheng⁴

(1. Institute of Geodesy and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430077; 2. Key Laboratory for Environment and Disaster Monitoring and Evaluation, Wuhan 430077; 3. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049;
4. Water Resources Bureau of Hubei Province, Wuhan 430071)

Abstract: Waterlogged disaster is one of the most serious natural disasters in Honghu region, while the study of the vulnerability in a special region plays an important role in defending and reducing disaster. This paper analyzed the factors of waterlogged disaster in Honghu region, and classified the land type in waterlogged region of Honghu region into 6 kinds, such as seasonal flood and waterlogged region of islet in a river, seasonal subsurface waterlogged region of high flat land by alluvium, seasonal subsurface waterlogged region of middle flat land, subsurface waterlogged region of low flat land, waterlogged region of flat land close to lakes, lake regions for retaining water, and weighed to each level of waterlogged region. Then, it constructed the vulnerability of waterlogged disaster system and mathematical model according to rainfall data and economic static data and exercised an overall assessment. The conclusion shows that the vulnerability of Honghu region is high, which distributes differently in every country and the ability of resisting disaster is relatively weak.

Key words: waterlogged disaster; assessment on vulnerability; Honghu; GIS

1 引言

洪湖地区位于 29°33' ~ 30°17' N, 112°34' ~ 114°08' E, 总面积 2519 km², 属北亚热带湿润季风气候, 光能充足、降水充沛、热量丰富, 是江汉平原重要的商品粮基地。该地区是长江和汉水支流东荆河之间的大型浅水洼地壅塞湖区, 地势低洼, 20 世纪 60 年代中期以后的过渡围垦和湖泊沼泽化, 使得湖泊调蓄能力大大降低^[1], 当遇到大强度降雨时易造成江河水位上涨, 若流域内雨水不能及时排出, 会造成区域严重的涝渍灾害。

脆弱性^[2,3]指承灾体易于或敏感于遭受灾害威胁和损失的性质与状态, 是一个区域自然环境变化、社会经济状况和人为影响因素在一定时空条件下耦合的产物。同一致灾强度下, 灾情随脆弱性的增强而加重, 降低灾害脆弱性可减轻灾害造成的经济损失。

2 涝渍灾害脆弱性的影响因素

涝渍灾害脆弱性的影响因素涉及到汛期降水、地貌和水系特征、植被和土壤状况等自然因素, 同时也包括人口、水利

设施、经济发展水平等社会因素。

2.1 气候因素

汛期降水和暴雨是农业涝渍灾害形成的直接原因。受北亚热带湿润季风气候影响, 洪湖地区年降水量平均在 1000 ~ 1300 mm 之间, 且 4 ~ 10 月降水量约占全年总量的 77%^[4]; 大暴雨多出现在 5 ~ 8 月, 且强度大、范围广、降雨过程长。由于大部分地面高程低于江河水位, 江水上涨时, 形成的大部分地面径流不能自排入江, 所以常常形成外洪内涝的局面。

2.2 洪水引发的涝渍区域状况

洪水引发的涝渍灾害是平原湖区农业生产和经济发展的主要障碍因素之一。我国南方的农田属涝渍型农田, 灾害发生在雨季, 农田先受涝, 待地表水排除后, 由于地下水回降过慢而受渍, 所以灾害是涝渍双重作用的结果^[5]。

2.3 经济发展水平

单位耕地面积上的粮食生产总值是涝渍灾害脆弱性的间接影响因素。单位面积上的生产值不同, 遭受同等强度的洪涝灾害侵袭时, 造成的绝对损失量有较大差异。

人均收入水平也是涝渍灾害脆弱性的间接影响因素。人均收入水平的高低直接关系到减灾抗灾投入的能力和潜力, 农民所有收入中需扣除基本生活费用部分, 剩余的转化为经营生产或减灾投入, 进而影响涝渍灾害脆弱性。

2.4 水田分布

水田作为一种特殊的人工湿地, 在汛期具有蓄水功能和

* 基金项目: 本文受 973 项目 (2003CB415201) 和湖北省水利厅重点项目“湖北省平原湖区水灾害综合控制标准与治理措施研究”资助。

** 通讯作者: 杜耘, E-mail: duyun@asch.whigg.ac.cn

减少地表径流量的作用。洪湖地区的耕地面积为 618.78 km²,其中水田占耕地面积的 68.16%,主要分布在地势低平的地方,起到延缓或削弱洪峰的作用。

2.5 池塘密度

池塘具有蓄存雨水的功能,能够遏制地表径流,减少和延缓雨水的汇集,能有效地调整地表水和地下水,改变水的时间和空间分布。洪湖地区池塘总面积为 217.69 km²,已成为可持续的防洪抗涝的重要措施之一。

2.6 森林覆盖状况

植被覆盖是涝渍灾害脆弱性的激发因素^[4]。森林和植被具有调节气候、涵养水源、保持水土等功能,随着森林覆

盖率的增加,涝渍灾害脆弱度会相应降低。

3 区域涝渍程度的确定

3.1 涝渍程度等级分类

根据江汉平原涝渍微地域类型的划分标准^[6],结合地面高程、地下水位、农田受渍时间、自然植被、土壤质地、农业利用方式等与涝渍灾害密切相关的因素,将洪湖地区涝渍地划分为 6 种类型:洲滩平地季节性洪涝地域、淤高平地季节性暗渍地域、中间平地季节性渍害地域、低湿平地渍害地域、滨湖平地涝渍地域和湖泊水面调蓄地域^[6],如表 1 所示。

表 1 洪湖地区涝渍微地域类型分异

Tabel 1 Section of step variation in waterlogged micro-region of Honghu region

Table with 7 columns: 涝渍类型等级, 1级 洲滩平地季节性洪涝地域, 2级 淤高平地季节性暗渍地域, 3级 中间平地季节性渍害地域, 4级 低湿平地渍害地域, 5级 滨湖平地涝渍地域, 6级 湖泊水面调蓄地域. Rows include: 地面高程 (m), 地下水埋深 (m), 土壤母质, 耕层土壤质地, 年均受渍时间, 自然植被, 农业利用方式.

第 6 级为湖泊水面,在本次区域涝渍程度划分中不予考虑。所以,涝渍程度按涝渍地类型等级实际划分为 5 级,第 5 级涝渍地类型造成的涝渍灾害程度最为严重,涝渍程度依次递减,第 1 级程度最轻。

借助数字高程模型 (DEM)^[7],确定洪湖地区涝渍程度各等级的分布情况,如图 1 所示。

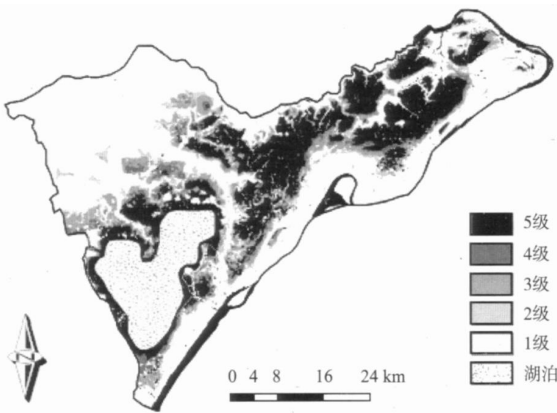


图 1 洪湖地区区域涝渍程度分布图

Fig 1 Levels of waterlogged disaster in Honghu region

3.2 确定区域涝渍程度的比重权重

参照 1990、1996 年农田承灾力评价因子及评分标准^[8],对洪湖地区的涝渍程度分配比重权重,如表 2 所示。

表 2 洪湖地区区域涝渍程度比重权重评定表

Table 2 Weight of assessment of waterlogged region in Honghu city. Columns: 涝渍程度 (5级, 4级, 3级, 2级, 1级), 比重权值 (>0.07, 0.06~0.07, 0.05~0.06, 0.04~0.05, <0.04).

4 涝渍灾害脆弱性的定量评估

以洪湖地区各乡镇为统计单元,参照洪湖社会经济数

据^[9],以及脆弱性指标体系与主导因素相结合的原则^[10],选取降雨量、区域涝渍程度、粮食单产、水田密度、池塘密度、森林覆盖率、人均收入等 7 个因素作为灾害脆弱性评价指标^[4]。经研究,前 3 个指标与灾害的脆弱度成正相关,后 4 个成负相关。

对各指标数据进行极差标准化处理,得到各指标相对统一的量纲。对于与涝渍灾害脆弱度正相关因子评价指标的极差标准化处理方法^[4]:

X_ij(s) = X_ij / X_j(max) (1)

对于负相关因子评价指标的极差标准化处理方法^[4]:

X_ij(s) = 1 - X_ij / X_j(max) (2)

其中, X_ij 表示第 i 个乡镇、第 j 个指标数据值, X_j(max) 表示在第 j 个指标下各个乡镇的指标数值中的最大值, X_ij(s) 表示第 i 个乡镇、第 j 个指标数据的标准化值。所得评价指标标准化数据结果如表 3 所示。

建立洪湖地区涝渍灾害脆弱性评估模型^[4],如下:

V_i = sum_{j=1}^7 (X_ij(s) - X_j(min)) / (X_j(max) - X_j(min)) * W_j (3)

其中, X_j(min) 表示第 j 个指标标准化值中的最小值, V_i 表示第 i 个乡镇的涝渍灾害脆弱度, W_j 表示第 j 个指标的权重。

根据各指标因子之间的相对重要性指数 (通过经验判断) 组成指标判断矩阵^[11],通过方根法^[11],对 7 个评价指标的权重进行量化^[4],结果如表 4 所示。

依据各指标数据及评估模型公式 (3),得到洪湖地区涝渍灾害脆弱度评估结果,如图 2 所示。

表 3 洪湖地区涝渍灾害脆弱性评价指标标准化数据表

Table 3 Standardization of assessing parameters of vulnerability of waterlogged disaster in Honghu region

	降水量	区域涝渍程度	粮食单产	水田密度	池塘密度	森林覆盖率	人均收入
新堤办	0.932	0.615	0.877	0.693	0.009	0.425	0.000
螺山镇	0.975	0.744	0.653	0.556	0.578	0.400	0.515
龙口镇	0.939	0.462	0.731	0.450	0.349	0.675	0.415
燕窝镇	0.952	0.487	0.690	0.428	0.532	0.205	0.398
新滩镇	1.000	1.000	0.755	0.518	0.266	0.185	0.391
峰口镇	0.810	0.449	0.827	0.089	0.523	0.915	0.478
曹市镇	0.788	0.410	0.780	0.185	0.752	0.450	0.508
府场镇	0.762	0.385	0.793	0.000	0.651	0.785	0.355
代家场镇	0.800	0.538	0.802	0.121	0.092	0.400	0.384
瞿家湾镇	0.843	0.705	1.000	0.444	0.541	1.000	0.424
沙口镇	0.820	0.962	0.936	0.304	0.459	0.695	0.475
万全镇	0.860	0.872	0.827	0.112	0.817	0.665	0.352
汉河镇	0.779	0.526	0.691	0.144	0.468	0.615	0.499
老湾乡	0.970	0.551	0.818	0.364	0.468	0.000	0.740
黄家口镇	0.906	0.923	0.854	0.498	0.000	0.225	0.414

表 4 洪湖地区涝渍灾害脆弱性评价指标权重因子数据表

Table 4 Weight of assessing parameters of vulnerability of waterlogged disaster in Honghu region

	降水量	区域涝渍程度	粮食单产	水田密度	水库池塘密度	森林覆盖率	人均收入
权重因子	0.20	0.17	0.20	0.15	0.10	0.10	0.08

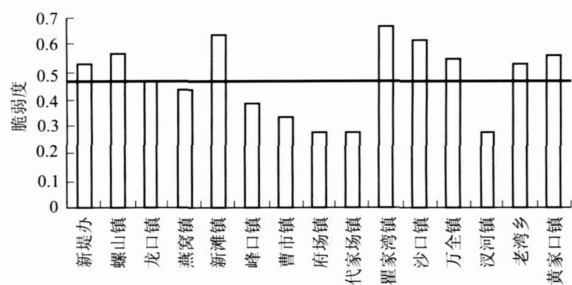


图 2 洪湖地区涝渍灾害脆弱性评价结果

Fig 2 Conclusion of assessment of the vulnerability of waterlogged disaster in Honghu region

5 结果与讨论

评价结果表明,洪湖地区涝渍灾害的平均脆弱度为 0.473 (图 2 中将平均值用粗线标出),脆弱度在平均值以上的乡镇包括瞿家湾镇、新滩镇、螺山镇、新堤办等 8 个乡镇,超过研究区域乡镇总数的一半;主要分布在洪湖地区中部及东北部的大部分区域、长江沿岸的乡镇以及洪湖周边的乡镇,而洪湖地区的西北部区域的涝渍灾害脆弱性较小。虽然各乡镇间存在一定的空间分异性,但洪湖地区整体上的涝渍灾害承灾能力不强,遇到一定程度的洪水形成涝渍灾害时,会导致较大程度的灾害损失。

(1)在洪水期,长江流域普降暴雨,水位高涨。位于长江沿岸的新滩镇,在降水过程的后期阶段,几乎无法排水,形成严重涝渍;该区域粮食种植面积占洪湖地区的 9%,在无灾害年的粮食产量较高,因此区域灾害脆弱性大。

(2)洪湖地区位于四湖流域的东部、流域的中下区,河流与渠道自西向东的水系流向使得上区涝水易排,中区受灾较轻,下区则灾难深重。受此影响,新堤办、新滩镇的涝渍情况严重,灾害脆弱性较大。

(3)由于主隔堤阻止了上、中区的部分来水,为下区减轻了短时的洪水压力,而在中区的东部却形成了一片涝区。如

瞿家湾镇、峰口镇、沙口镇等受到不同程度的洪水涝渍影响。

(4)为了避免重要城市遭受洪水袭击,在策略上采取“内保洪湖市,外保武汉市”的方针。这样,在一定的排蓄能力下,可选择灾害脆弱性低的地区作为分蓄洪区。东隔堤工程^[12]将东隔堤以东区域作为应急区,其中汉河镇东北部和龙口镇的部分村作为分蓄洪区,以确保洪灾时的财产安全和经济发展。

(5)涝渍灾害脆弱性的评价结果与实际情况基本上相吻合,评价结果具有一定的实际应用价值,可为有关部门在制定涝渍灾害防治规划和措施等工作中提供参考。

参考文献

[1] 赵淑清. 洪湖湖区土地利用/土地覆盖时空格局研究[J]. 应用生态学报, 2001, 12(5): 721~725

[2] JB lack Cannon P T, Davis I, Wisner B. Nature hazards, people's vulnerability and disasters[M]. London: Rutledge, 1994, 13~21

[3] 商彦蕊. 自然灾害综合研究的新进展——脆弱性研究[J]. 地域研究与发展, 2000, 19(2): 73~77

[4] 汪朝辉, 王克林, 熊鹰. 湖南省洪涝灾害脆弱性评估和减灾对策研究[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(6): 586~592

[5] 沈荣开, 王修贵. 涝渍排水控制指标的初步研究[J]. 水利学报, 1999, 3: 71~74

[6] 李必华, 刘百韬. 江汉平原涝渍地域分异规律研究[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(3): 285~288

[7] 肖飞, 蔡述明, 杜耘. 洪湖湿地抗渍蓄洪能力分析[J]. 湖泊科学, 2003, 15: 243~248

[8] 李劲峰, 李蓉蓉. 湖北省农田承灾力综合评价[J]. 长江流域资源与环境, 2000, 9(1): 118~123

[9] 洪湖市统计局编. 洪湖统计年鉴[Z]. 2005

[10] 刘兰芳, 邹军, 刘湘南. 农业洪涝灾害脆弱性的成因分析及评估[J]. 长江流域资源与环境, 2002, 11(3): 291~295

[11] 黄利民, 刘成武. 湖北省近代洪涝灾害的特点及其成因分析[J]. 华中师范大学学报, 2006, 40(1): 115~118

[12] 金卫彬, 李猷, 付刚, 等. 基于 GIS 的洪湖分蓄洪区东分块洪水淹没损失的估算及分析[J]. 长江大学学报(自然版), 2006, 3(4): 237~240

(责任编辑:高利丹)