

洪涝灾害经济易损性模糊评价^{*}

——以安徽沿长江地区为例

张海玉, 程先富, 马 武

(安徽师范大学 国土资源与旅游学院, 安徽 芜湖 241003)

摘 要:洪水灾害是洪水危险性对承灾体易损性综合作用的结果,由于降水量、人口密度、产值等因子在洪水易损性中的作用具有模糊性,因此运用模糊模型进行评价有一定意义。以安徽沿长江地区为例,在GIS和模糊数学法的支持下,建立了基于GIS的模糊综合评价模型,对洪水灾害经济易损性风险进行了评价与分析,将安徽沿长江地区洪涝的易损性程度划分为5个等级:高度易损性、较高度易损性、中度易损性、较低度易损性、低度易损性。研究表明:沿江洪水灾害易损性总体水平较高,特别是在马鞍山、芜湖市、铜陵市等经济发达、人口密集、耕地面积广阔的滨江下游平原区。这些地区应积极兴修水利,大力发展避洪产业。

关键词:洪涝灾害;经济易损性;GIS;模糊评价;安徽沿长江地区

中图分类号: P426.616; 0159 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2010)01-0030-05

0 引言

洪水灾害是一种突发性强、发生频率高、危害严重的灾害。全球每年都因洪水灾害而造成巨大损失,我国一直是受洪水危害最严重的国家之一^[1]。目前有许多学者采用不同的方法开展了洪涝灾害评估研究,周成虎提出基于地理信息系统的灾害风险区划指标模型,得出辽河流域洪灾风险综合区划^[2];张婧等人将洪涝灾害风险分析方法与GIS技术相结合,采用洪涝灾害风险指数(FDRI),得出河北省县级洪涝灾害风险区划图^[3];付意成等人对区域洪灾风险评价体系进行了研究^[4];杜晓燕等人利用信息扩散理论的评估模型对天津不同程度旱涝危害性进行评估^[5];此外国内外许多学者利用模糊数学方法来开展灾害预报、风险评价等方面研究^[6-10]。本文综合国内外研究成果,利用模糊数学中的模糊综合评价方法结合GIS的空间分析技术和建模技术,建立了基于GIS的模糊综合评价模型,以安徽省沿长江地区为例探讨了洪涝灾害经济易损性风险。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

安徽沿长江地区由芜湖、马鞍山、铜陵、安庆、巢湖、池州六市组成,共辖26个县(含县级市),总面积45 760 km²,占全省总面积的27.12%,人口2 785.1万人,占全省总人口的38.50%(图1)。该区是安徽省的产业重心、长江经济带及全国生产力分布的重要地区之一。气候属东亚显著季风气候区、暖温带与亚热带的过渡地带,又处夏秋台风途径之边缘,冷暖气团活动极为频繁,天气多变,降水量变化大,年内分配不均,经常发生以洪涝、干旱为主的灾害性天气。常年平均气温16~17.3℃。常年无霜期达220~250 d;年平均降水量770~1 700 mm之间,降水的季节分布不均匀,降水多集中在6~8月,容易出现早浸害。区内地形多样,地貌复杂。长江自江西湖口进入安徽省境内至和县乌江后流入江苏境内,由西南向东北斜贯安徽南部,在安徽省境内属长江下游,全长416 km,流域面积为6.6万km²。境内长江河段支流众多,湖泊密布,洪涝灾害频发。而洪水灾害易损性分析与评价是洪水灾

* 收稿日期:2009-09-02

基金项目:安徽省自然科学基金项目(090415212);自然灾害过程与防控研究安徽省重点实验室建设基金资助

作者简介:张海玉(1979-),女,河南焦作市人,硕士研究生,主要从事洪涝灾害风险评估研究.E-mail: zhanghaiyu1979@163.com

通讯作者:程先富(1967-),男,安徽合肥人,教授,主要从事灾害监测与评估研究.E-mail: xianfucheng@sina.com

的线性隶属函数 $u_{i1}(g_j)$, $u_{i2}(g_j)$, $u_{i3}(g_j)$, $u_{i4}(g_j)$, $u_{i5}(g_j)$ 。采用层次分析法计算得到 6 个指标的权重 (A), 它们分别为 0.312 3, 0.070 1, 0.273 1, 0.132 2, 0.181 3, 0.041。采用 $A * R$ 的合成运算, 根据基于 GIS 的模糊综合评价模型构建原理, 利用 ArcGIS 9.0 中的 ModelBuilder 建立了洪水灾害风险模糊评价模型。

表 1	评价指标数据层的间隔点设置					
	Δ	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5
多年降雨量/mm	102.3	1 108.5	1 210.8	1 313.1	1 415.3	1 517.6
森林覆盖率(取倒数)	1	2.7	3.7	4.7	5.7	6.7
人口密度/(人/km ²)	130	130	260	390	520	650
耕地百分比/%	8.71	10.92	19.63	28.35	37.07	45.78
人均 GDP/(元/人)	1 217.4	6 147.4	7 364.88	582.2	9 799.6	11 017
水库密度(取倒数)	0.15	0.2	0.35	0.5	0.65	0.8

所建立的分段函数如下:

$$U_{i1}(g_j) = \begin{cases} 1, & 0 \leq g_j \leq D_1; \\ (D_2 - g_j)/(D_2 - D_1), & D_1 < g_j < D_2; \\ 0, & g_j \geq D_2。 \end{cases}$$

$$U_{i2}(g_j) = \begin{cases} 0, & g_j \leq D_1 \text{ 或 } g_j \geq D_3; \\ (g_j - D_1)/(D_2 - D_1), & D_1 < g_j < D_2; \\ 1, & g_j = D_2; \\ (D_3 - g_j)/(D_3 - D_2), & D_2 < g_j < D_3。 \end{cases}$$

$$U_{i3}(g_j) = \begin{cases} 0, & g_j \leq D_2 \text{ 或 } g_j \geq D_4; \\ (g_j - D_2)/(D_3 - D_2), & D_2 < g_j < D_3; \\ 1, & g_j = D_3; \\ (D_4 - g_j)/(D_4 - D_3), & D_3 < g_j < D_4。 \end{cases}$$

$$U_{i4}(g_j) = \begin{cases} 0, & g_j \leq D_3 \text{ 或 } g_j \geq D_5; \\ (g_j - D_3)/(D_4 - D_3), & D_3 < g_j < D_4; \\ 1, & g_j = D_4; \\ (D_5 - g_j)/(D_5 - D_4), & D_4 < g_j < D_5。 \end{cases}$$

$$U_{i5}(g_j) = \begin{cases} 0, & g_j \leq D_4; \\ (g_j - D_4)/(D_5 - D_4), & D_4 < g_j < D_5; \\ 1, & g_j \geq D_5。 \end{cases}$$

运用洪水灾害经济易损性风险模糊评价模型, 得到所有过程的栅格图像, 通过属性查询可以得到所有模糊综合评价结果(表 2), 并采取最大隶属度法和加权平均法, 可确定每个栅格所代表的洪水灾害经济易损性风险等级和风险指数, 利用 ArcGIS制作洪水灾害经济易损性等级和风险指数图(图 2、图 3)。在经济易损性等级分布图中颜色越浅等级越高, 易损性越高。在风险指数图中, 风

险指数越高, 表示遭受洪水影响的风险可能性越高。评价数据是以县域数据为对象, 如果有更为详细单元的数据, 通过此方法均可以很快得出评价结果。

表 2		研究区模糊评价结果							
地区		综合评价结果					风险等级	风险指数	
马鞍山市		0.45	0.01	0.02	0.02	0.50	5	2.94	
当涂县		0.31	0.00	0.12	0.14	0.43	5	3.41	
芜湖市		0.36	0.03	0.10	0.01	0.50	5	3.30	
芜湖县		0.31	0.00	0.29	0.18	0.22	1	3.04	
繁昌县		0.00	0.30	0.28	0.21	0.21	2	3.78	
南陵县		0.00	0.02	0.41	0.55	0.02	4	3.58	
巢湖市		0.07	0.20	0.46	0.26	0.01	3	2.95	
含山县		0.35	0.15	0.46	0.04	0.00	3	2.48	
和县		0.35	0.05	0.21	0.19	0.20	1	3.23	
庐江县		0.24	0.30	0.07	0.33	0.06	4	2.72	
无为县		0.12	0.19	0.13	0.30	0.35	5	3.98	
铜陵市		0.09	0.14	0.27	0.03	0.47	5	3.66	
铜陵县		0.04	0.26	0.31	0.21	0.18	3	3.26	
池州市		0.18	0.28	0.01	0.03	0.50	5	3.41	
青阳县		0.19	0.42	0.07	0.01	0.31	2	2.84	
石台县		0.65	0.01	0.03	0.00	0.31	1	3.98	
东至县		0.38	0.31	0.00	0.00	0.31	1	2.58	
安庆市		0.07	0.10	0.24	0.30	0.29	5	3.98	
宿松县		0.18	0.39	0.43	0.00	0.00	3	2.25	
太湖县		0.42	0.24	0.18	0.16	0.00	1	2.11	
潜山县		0.19	0.33	0.31	0.17	0.00	2	2.48	
桐城市		0.04	0.38	0.26	0.27	0.05	2	2.94	
怀宁县		0.04	0.06	0.62	0.28	0.00	3	3.16	
望江县		0.12	0.04	0.41	0.25	0.18	3	3.73	
枞阳县		0.03	0.20	0.15	0.62	0.00	4	3.38	
岳西县		0.56	0.12	0.02	0.21	0.09	1	2.17	

从表 2 中可以看出, 高度易损性区域包括马鞍山市、当涂县、芜湖市、无为县、铜陵市、池州市、安庆市。这些地区人口密集, 耕地面积广布, 经济易损性大, 风险指数也较大。与之对应的低度易损性包括岳西县、太湖县、东至县、石台县、和县这些经济欠发达的地区。研究区多年平均降雨在 1 039 ~1 619 mm 之间, 降雨这一重要自然因素相差并不多, 本文评价洪灾经济易损性考虑经济人文因素较多, 评价结果与事实基本相符。总

体看来安徽沿江区域洪涝灾害的经济易损性较高, 应该采取一些措施有效地防治洪涝灾害发生。

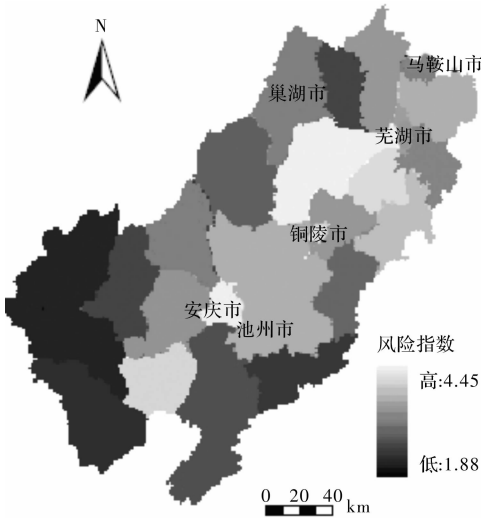


图2 洪水易损性风险指数图

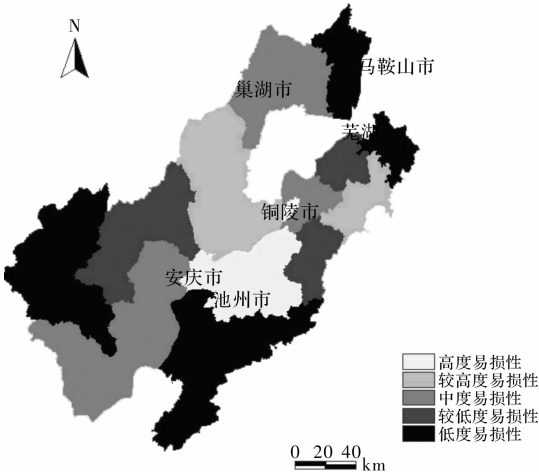


图3 洪水灾害易损性等级图

3 结论

(1) 安徽省沿长江地区洪涝易损性程度总体水平高。在 26 个县、市中, 3 级(中度易损性)以上县、市就有 17 个, 占 65.38%; 其中 5 级(高度易损性)县、市 8 个, 占 30.08%; 而 1 级(低度易损性)仅有 5 个县、市, 占总数的 18.08%。因此要加大该区域的洪涝灾害防洪减灾能力。

(2) 区域洪涝易损性程度等级与经济发展水平密切相关, 由易损性分布图可以看出, 高度易损性

分布在马鞍山市、芜湖市、铜陵市, 这一地区经济发达, 人口密集, 耕地面积广布。而经济易损性低的地区分布在经济欠发达的地区。理论上讲经济水平高防洪能力强, 经济易损性不应该与经济发展成正相关。主要因为这些地区没有发挥它们的优势, 采取相应的防洪工程措施。

(3) 由于评价因子对评价目标(洪涝易损性)的影响程度具有模糊性的特点, 因此, 采用模糊综合评判法进行评定是合适的, 在评价的过程中指标的选取是重要的环节, 而在整个模型应用过程中, 最重要的是确定栅格数据层模糊子集分级的间隔值和构建模糊隶属函数, 这将直接影响评价结果^[13]。

参考文献:

[1] 陈华丽, 陈刚, 丁国平. 基于 GIS 的区域洪水灾害风险评价[J]. 人民长江, 2003(6): 49-51.

[2] 周成虎, 万庆, 黄诗峰, 等. 基于 GIS 的洪水灾害风险区划研究[J]. 地理学报, 2000, 55(1): 15-24.

[3] 张婧, 郝立生, 许小光. 基于 GIS 技术的河北省洪涝灾害风险区划与分析[J]. 灾害学, 2009, 24(2): 50-56.

[4] 付意成, 魏传江, 王启猛, 等. 区域洪灾风险评价体系研究[J]. 灾害学, 2009, 24(3): 27-32.

[5] 杜晓燕, 黄岁樑, 赵庆香. 基于信息扩散理论的天津旱涝灾害危险性评估[J]. 灾害学, 2009, 24(1): 22-25.

[6] 黄波, 徐冠华, 阎守邕. GIS 中空间模糊叠加模型的设计[J]. 测绘学报, 1996, 25(1): 53-56.

[7] Nayak P C, Sudheer K P, Ramasastri K S. Fuzzy computing based rainfall-runoff model for real Hydrological [J]. Processes, 2005, 19: 955-968.

[8] Hundecha Y, Bardossy A, Theisen H-W. Development of a fuzzy logic based rainfall-runoff model [J]. Hydrological Sciences Journal, 2001, 46(3): 363-377.

[9] 刘新立, 史培军. 空间不完备条件下的自然灾害风险评估模型——理论部分[J]. 自然灾害学报, 1999, 8(4): 1-8.

[10] 毛德华, 王立辉. 湖南城市洪涝易损性诊断与评估[J]. 长江流域资源与环境, 2002, 11(1): 89-93.

[11] 胡继才, 万福钧. 应用模糊数学[M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1998.

[12] 蒋卫国, 李京, 武建军, 等. 区域洪水灾害风险评估体系——模型与应用[J]. 自然灾害学报, 2008, 1(6): 105-109.

[13] 蒋卫国, 李京, 李忠武, 等. 洪水灾害人口风险模糊评价[J]. 湖南大学学报: 自然科学版, 2008, 35(9): 85-88.

Fuzzy Assessment of the Vulnerability Risk of Flood Disaster
——Taking the Anhui Region along the Yangtze River as an Example

Zhang Haiyu, Cheng Xianfu and Ma Wu
(*Department of Geography, Anhui Normal University, Wuhu 241003, China*)

Abstract: Flood disaster is a comprehensive result from the effect of flood risk on vulnerability of disaster bearers. Fuzzy method is significance for us to evaluate of vulnerability of disaster bearers because rainfall, density of population and value of output are fuzzy in flood vulnerability. Taking the Anhui region along the Yangtze River as an example, a GIS-based fuzzy comprehensive evaluation model is worked out with the support of GIS and fuzzy mathematic method. The economic vulnerability to flood hazard is evaluated and analyzed. The vulnerability to flood hazard along the Yangtze River in Anhui is divided into five degrees, namely, high vulnerability, relatively high vulnerability, moderate vulnerability, relatively low vulnerability and low vulnerability. The results show that the general vulnerability to flood hazard along the Yangtze River is high, especially in the downriver plain areas with developed economy, dense population and vast area of farmland, such as Ma’anshan, Wuhu city and Tongling city. In these regions, irrigation works should be built and flood-tolerant agriculture should be vigorously developed.

Key words: flood disaster; vulnerability to flood; GIS; fuzzy evaluation; Anhui region along the Yangtze River

(上接第 29 页)

Study on Forecasting Methods of Corn Heat Index in Northeastern China(Ⅳ)
——Mean Generating Function Forecasting Model

Guo Jianping¹, Chen Yueyi^{1,2} and Zhuang Liwei³
(*1. Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081, China; 2. Guangdong Meteorological Bureau, Guangzhou 510080, China; 3. National Meteorological Center, Beijing 100081, China*)

Abstract: Mean generating function forecasting method is one of the effective methods to forecast changing tendency of environmental factor. On the basis of an analysis on corn heat index in northeastern China, the mean generating function forecasting model of corn heat index changing tendency is set up. The mean precision of each model is higher than 95% , which is identical to the result of stepwise regression model and better than that of GM(1, 1) model. The forecasting results of mean generating function model can be used to instruct agricultural production.

Key words: northeastern China; corn; heat index; forecast; mean generating function model