

長江中下流平原における洪水脆弱性に関する研究

東北大学大学院

○羅超賢

東北大学災害科学国際研究所

有働恵子

1. 序論

急速な都市化に伴って、脆弱性の増加による洪水被害が増加している（Muggah, 2015）．効果的な洪水対策を行うためには、洪水脆弱性およびそのリスクを評価する必要がある．本研究は、長江中下流域平原における洪水に対する脆弱性の算定手法を構築することを目的とする．

2. 方法

長江中下流域平原は面積が約 160,000 km²であり、中国で三番目に大きい平原である．毎年洪水により 1000 億元以上の多大な経済損失が生じている．本研究では、流域内の 41 市の脆弱性に関するデータを中国統計年鑑（中国統計局）および各市の国勢調査から収集し、エントロピー法を用いて脆弱性の評価を行った．

脆弱性算定に用いる指標としては、既往研究（Samuel ら, 2015 ; Wang, 2016 ; Hu, 2013）を参考にして、公共事業予算などの政治的指標、都市化率などの経済的指標、ならびに年齢などの社会的指標を抽出した（表 1）．抽出された指標に対して相関分析および主成分分析を行い、脆弱性算定に用いる指標を選定した．エントロピー法を用いて、以下の式(1)～(2)によってデータの標準化を行った後、式(3)～(4)によってエントロピーを算定し、式(5)によって重みを計算する．

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_j \{x_{ij}\}}{\max_j \{x_{ij}\} - \min_j \{x_{ij}\}} \quad (1)$$

$$x_{ij} = \frac{\max_j \{x_{ij}\} - x_{ij}}{\max_j \{x_{ij}\} - \min_j \{x_{ij}\}} \quad (2)$$

ここで x_{ij} は i 市の指標 j のデータ、 x_{ij} は標準化後の値、正の影響があると考えられる指標は式(1)で、負の影響があると考えられる指標は式(2)で標準化する．標準化した指標は式(3)および(4)を用いてエントロピーを計算する．

$$Z_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^m x_{ij} \quad (3)$$

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m Z_{ij} \ln Z_{ij} \quad (4)$$

ここで Z_{ij} は指標 j が i 市に対する情報量、 e_j は指標 j のエントロピー、 m は市の数である．最後はそれぞれのエントロピーによる各指標の重みを計算する．

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n 1 - e_j} \quad (5)$$

ここで w_j は指標 j の重み、 n は指標の数である．次に、式 6 により、社会部分、経済部分、ならびに政治行政部分に分け、重みを付けて脆弱性を計算することとした．

$$FVI = \sum_{j=1}^n x_j w_j \quad (6)$$

キーワード 洪水 脆弱性 長江 エントロピー法

連絡先 〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1

東北大学工学研究科 災害ポテンシャル研究室 TEL 022-752-2112

3. 結果とまとめ

図2に算定した脆弱性分布を、図3に脆弱性の最大要因を示す。図2より、経済的な要因の影響が大きい場所に脆弱性の高い場所に集中している。図3より、対象地域の南部では社会的な要因が、中部では政治行政的な要因が、東北部では経済的な要因が脆弱性の最大要因と判断された。



図1 対象地域

人口密度 (人/km ²)	人口増加率 (%)
都市化率 (%)	失業人数 (%)
建築密度 (%)	第3次産業gdp (億円)
年齢 (%)	公共事業予算 (元)
教育 (%)	失業給付 (元)
建築用途 (%)	医療関係者 (%)
収入 (元)	保険契約者 (%)
道路密度 (km/km ²)	緑被率 (%)
排水能力 (mm/h)	公務員の比率 (%)
病院のベット数	一人当たりgdp (億円)
計画区域外 (%)	

表1 抽出指標

指標	影響	部分	weight	定義
都市化率 (%)	+	経済	0.354	
年齢 (%)	+	社会	0.073	% of 14 <,65 >
収入 (元)	-	経済	0.042	
道路密度 (%)	-	政治行政	0.045	
計画区域外 (%)	+	政治行政	0.016	
教育 (%)	+	社会	0.181	% of people can't get High school degree
公務員の比率 (%)	-	政治行政	0.082	
公共事業予算 (元)	-	政治行政	0.124	
緑被率 (%)	-	政治行政	0.013	
人口増加率 (%)	+	社会	0.049	
失業人数	+	経済	0.021	

表2 指標と重み

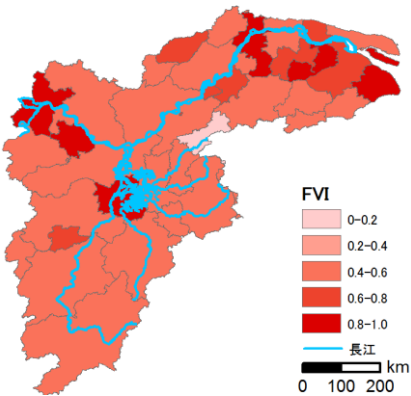


図2 脆弱性分布

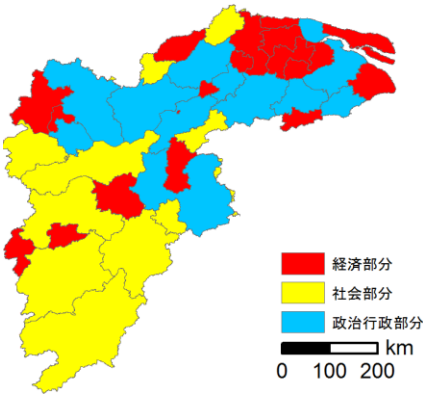


図3 脆弱性の最大要因

参考文献

(1) Samuel Rufat, Eric Tate, Christopher G. Burton, Abu Sayeed Maroof : Social vulnerability to floods: Review of case studies and implications for measurement: International Journal of Disaster Risk Reduction 14(2015) 470-486

(2) Dan Wang, Jie Liu, Zhenwu Shi, Measuring and mapping the flood vulnerability based on land-use patterns: a case study of Beijing, China : Nat Hazards(2016) 83:1545-1565

(3) S.F.Balica, I.Popescu, L.Beevers, N.G.Wright : Parametric and physically based modelling techniques for flood risk and vulnerability assessment : A comparison: Environmental Modelling&software 41(2013) 84-92

(4) A-J Hu, N.Li, L-C Wu and C-H Li : A relative vulnerability estimation of flood disaster using data envelopment analysis in the Dongting Lake region of Hunan ; Nat Hazards Earth Syst.Sci, 13, 1723-1734, 2013

(5) S.L. Cutter, S. Carolina, B.J. Boruff, W.L. Shirley:Social Vulnerability to Environmental Hazards : Soc. Sci. Quart, 84 (2) (2003), pp. 242-261