

# 도시지역 홍수재해에 대한 지역안전도 평가모형

## Urban Flood Regional Safety Assessment Model

이창희\* · 이석민\*\* · 신상영\*\*\* · 여창건\*\*\*\* · 김윤종\*\*\*\*

Lee, Chang Hee · Lee, Suk Min · Shin, Sang Young · Yeo, Chang Geon · Kim, Youn Jong

### Abstract

In recent years, the natural damage associated with flood disaster has been dramatically increased. However, there is no rational method which reflects urban characteristics to estimate the regional safety assessment for flood disaster. The purpose of this study is to develop the regional safety assessment model for urban flood. Flood risk and reduction assesment were estimated by using the linear sum of the Z score of the assessment factors and the weight value of each factor from the expert survey data. And then the regional safety assessment was estimated by subtracting reduction factor value from risk factor value. GIS tool was used to estimate the factor assesment and integrated regional safety. This study can be used to determine the priority of flood protection project, execute the flood insurance and establish the urban plans and the flood mitigate plan.

**key words** : Regional Safety Assessment, Urban Flood, Flood Risk, GIS

### 1. 서론

도시지역에서는 인구와 건축물을 포함한 각종 시설물 등이 밀집되어 있기 때문에 대규모 재난이 발생하는 경우 엄청난 규모의 피해가 발생 할 수 있으므로 재난에 대한 사후처리뿐 아니라 위험지역을 사전에 파악하고 위험을 저감하기 위한 대책 수립이 필요하다. 지역안전도는 재난에 대한 체계적인 안전관리와 위험요인에 대한 대책을 마련하기 위해서 각 지역이 가지고 있는 재난의 발생가능성과 재난으로 인한 피해의 가능성을 평가함으로써 재난에 취약한 지역을 파악할 수 있고 재난발생시 대응 및 피난계획 수립으로의 활용뿐만 아니라 안전을 고려한 방재도시 구축과 재난관리 행정을 체계적으로 수행하는데 필수적인 요소가 된다. 현재까지 지역안전도에 대한 연구가 많은 연구가 진행되어 왔으나, 도시지역 특성을 반영하는 표준화된 평가 기법 및 지표가 개발되지 못한 여지가 있다. 따라서 도시화가 집중되어 있는 서울시를 포함한 도시지역 특성을 고려한 지역안전도 모형개발 연구가 필요하다.

안전도(Safety)란 사전적 의미로 위험이 생기거나 사고가 날 염려가 없는 정도를 뜻한다. 안전도와 위험도는 서로 연관되어 있으며, 위험도가 높으면 안전도가 낮아지고, 위험도가 낮으면 안전도가 높아진다. 이러한 관계로 인하여 지역안전도 평가를 위해 지역위험도 평가가 이용될 수 있다. 해외에서는 주로 위험도(Risk) 평가, 위험도 분석 등 위험도에 관한 연구가 주류(Cutteer et al., 2001, FEMA, 2001, 2003; Godschalk et al., 1998)를 이루고 있는 반면, 국내에서는 소방방재청(2005), 자연재해대책법<sup>1)</sup> 등 지역안전도가 이용되고 있는 상황이다. 본 연구에서는 지역안전도 평가를 수행하기 위해서 위험도 평가를 이용하는 방안을 마련하고자 한다. 이를 위해, 지역안전도 평가는 지역위험도 평가보다 더 큰 개념으로써 위험 항목별 요인들을 조합한 위험도에 저감성을 고려한 것이라고 정의하고자 한다. 즉, 지역안전도 평가란 그림 1과 같이 자연적 위험 요인, 과거 재난 피해정도, 재난피해 발생시의 사회적 충격 등의 위험도와 구조적 혹은 시설적 대비 정도, 비구조

\* 서울시정개발연구원 초빙부연구위원 · E-mail : changhee@sdi.re.kr  
\*\* 서울시정개발연구원 연구위원  
\*\*\* 서울시정개발연구원 연구원  
\*\*\*\* 서울시정개발연구원 선임연구위원

적 대책 등의 저감성의 조합에 의한 지역의 안전 수준을 평가하는 것을 말한다.

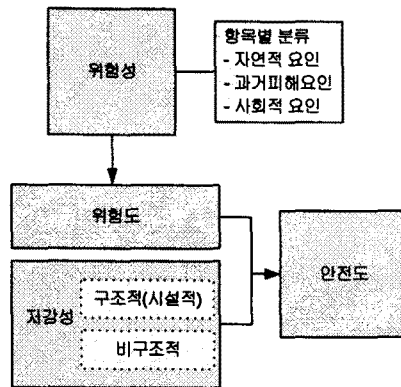


그림 1. 지역안전도 평가 개념

본 연구는 자연재난 중 홍수재해를 중심으로 도시지역의 지역적 특성이 반영된 지역안전도 평가모형의 개발을 목적으로 한다. 이를 위해, 지역안전도 개념을 정립하고, 지역안전도 평가모형 개발을 위하여 평가인자와 평가방법을 검토하고자 한다.

본 연구를 통해 도시지역에서의 위험지역 및 취약지역을 파악하여 홍수재해에 대한 예방, 대비, 대응 등 중장기 홍수저감 대책을 수립하고, 나아가 풍수해저감 종합계획 수립이나, 풍수해보험제도 도입 등에 활용에 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

## 2. 지역안전도 평가모형 개발

### 2.1 지역안전도 평가인자의 선정

홍수피해에 대한 지역안전도를 평가하기 위해서는 홍수피해에 영향을 미치는 요인들을 선정하고, 이들을 대표할 수 있는 인자를 도출하여야 한다. 지역안전도 평가를 위한 요인별 인자는 홍수피해 원인 조사 자료를 토대로 인자선정 원칙과 자료의 구득용이성을 검토하여, 선정하였다. 지점별 자료가거나 자료구득이 어려운 경우는 인자선정에서 제외하였으며, 다른 인자와의 관련성이 높은 인자들은 가장 대표적인 인자를 선정하였다. 최종적으로 선정된 인자는 모두 12개이며, 표 1과 같다.

### 2.2 자료의 계량화 및 표준화

자료의 계량화를 통해 홍수피해에 대한 안전도를 지표화하여 각 지역별 상대적인 홍수피해 안전도 정도를 손쉽게 파악할 필요가 있다. 또한, 임의지역의 홍수피해에 영향을 미치는 인자들을 선정하여도 인자마다 단위나 가중치가 다르기 때문에 단순히 합산하여 비교할 수 없다. 따라서 인자 값들의 크기와 단위에 따른 편차문제를 해소하기 위해서는 표준화하는 과정이 필요하며 본 연구에서는 Z점수법과 T점수법을 이용하여 표준화를 하였다.

### 2.3 평가인자의 가중치 산정

본 연구에서는 연구의 목적과 연구기간 등을 고려할 때 인자간의 중요도 파악이 가능하고, 작성자가 쉽게 작성할 수 있으며, 짧은 기간에 신속하게 균형 잡힌 가중치를 산정할 수 있는 점수할당법을 적용하였다. 가중치를 산정하기 위해 학계, 연구소, 기업체, 국가기관 종사자를 대상으로 경력은 대부분 관련 직종 3년 이상의 경력자로서 하천 및 방재 분야, 도시계획, 기상, 댐 관리 등의 전문가에게 조사를 실시하였다. 평가인자별

1) 자연재해대책법 제2조 5항 : "풍수해저감종합계획"이라 함은 지역별로 풍수해의 예방 및 저감을 위하여 특별시장·광역시장·도지사(이하 "시·도지사"라 한다) 및 시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)이 지역안전도에 대한 평가 등을 거쳐 수립한 종합계획을 말한다.

가중치는 표 1과 같다.

표 1. 안전도 평가인자 및 각 인자별 가중치

위험성(0.56)								저감성(0.44)			
자연적요인 (0.27)			과거피해요인 (0.14)		사회적요인 (0.15)			시설적요인 (0.30)			행정적요인 (0.14)
강우량	불투수 비율	저지대	침수 면적	홍수 피해액	인구 밀도	자산 밀도	SOC 밀집	외수 방어	내수 방어	홍수 조절	저감능력 점수
0.12	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.10	0.10	0.10	0.14

### 2.4 안전도 평가모형의 개발

GIS tool을 이용하여 인자별 평가결과와 가중 합을 통한 중첩으로 위험성과 저감성 요소별 평가를 수행하였고, 위험성과 저감성요소를 조합하여 홍수재해에 대한 지역안전도 평가모형을 정립하였다.

### 3. 지역안전도 평가모형 적용

각 세부항목 별 계량화 및 표준화한 자료를 바탕으로 중랑천 유역에 대해서 시범적용을 실시하였다. 중랑천 유역은 '98 홍수 등 최근 홍수피해가 잦은 지역으로 최근 이상강우에 의해 홍수량이 커짐에 따라 홍수피해에 대한 안전도 확보가 요구되는 지역(건설교통부, 2000)이다.

표 1의 각 세부항목별 평가 결과를 조합하여 위험성 지수 및 저감성 지수를 식 (1)과 식 (2)에 의해 산정할 수 있으며, 분석 결과는 자연적 구분법에 의해 그림 2와 같이 A(小) ↔ E(大) 5등급으로 구분하였다. 즉, E 등급은 위험성의 경우 위험요소가 큰 것을 의미하고, 저감성의 경우 시설적 요인과 행정적 요인이 잘 구비되고 있음을 나타낸다.

$$\text{위험성 지수} = a_1 \times \text{자연적요인} + a_2 \times \text{과거피해요인} + a_3 \times \text{사회적요인} \quad (1)$$

$$\text{저감성 지수} = a_4 \times \text{시설적요인} + a_5 \times \text{행정적요인} \quad (2)$$

여기서,  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ 는 계수이며, 가중치 산정을 위한 설문조사 결과를 이용

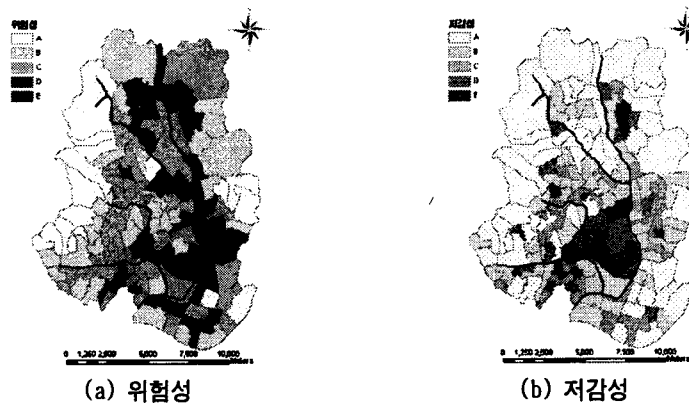


그림 2. 요소별 평가결과

지역안전도 평가를 위한 안전도 지수는 위험성과 저감성에 대한 다음 선형 관계식에 의해 산출될 수 있다.

$$\text{안전도 지수} = \alpha \times \text{위험성 지수} - \beta \times \text{저감성 지수} + \gamma \quad (3)$$

여기서,  $\alpha, \beta$  : 안전도 지수의 선형 계수

$\gamma$  : 상수

위험성과 저감성을 고려한 지역안전도 평가 결과는 그림 3과 같다.

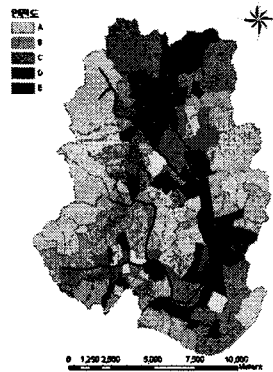


그림 3. 지역안전도 평가모형 시범적용결과

#### 4. 결론

일반적으로 지역안전도 평가지도와 같은 단계구분도 작성 시 단위지역의 면적이 클수록 자료의 공간적 변이는 감소되거나 평균화 되어지는 경향이 있는 반면에, 단위지역이 작을수록 공간적 변이가 그대로 잘 나타난다. 즉 행정구역의 수가 증가될수록(동별 평가) 공간적 분포는 상세하게 나타나게 되고, 반면에 행정구역의 수가 적을수록(구별평가) 공간적 분포는 개략적으로 표현된다. 본 연구에서는 동단위로 시범 적용한 것으로써 치수방재사업을 수행 및 대책 마련을 위해서는 소단위구역별 관련 자료의 축적이 요구된다.

본 연구에서 개발한 모형은 홍수재해에 대한 위험성과 저감성을 고려하여 지역별 상대적인 안전도를 정성적으로 평가 할 수 있는 모형으로 구 또는 시에서 지역방재계획 등의 수립 시 위험성과 저감성의 수준을 파악 할 수 있으며 이들을 고려한 지역의 안전도 수준을 파악하는 기준이 될 것이다. 이를 토대로 홍수재해에 방사업의 방향성 및 투자 우선순위 결정에 도움이 될 것으로 판단된다.

추후 구체적인 방재시설설치 및 계획을 위해서는 통합 내배수범람 모형과 같은 정량적인 분석 모형의 개발과 이를 통한 계획이 필요할 것이다.

#### 감사의 글

본 연구는 소방방재청 자연재해저감기술개발사업(과제명:내배수 침수재해 저감기술개발) 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. 건설교통부 (2000) "중랑천 하천정비기본계획"
2. 소방방재청 (2005) "지역별 안전도 평가기법 개발연구 보고서"
3. Cutter, Susan L. 2001. 「The Changing Nature of Risks and Hazards, Chapter 1, in American Hazardscapes: The Regionalization of Hazards and Disasters」, Joseph Henry Press.
4. FEMA. 2001. 「Understanding Your Risks: Identifying Hazards and Estimating Losses (FEMA 386-2 Draft)」
5. FEMA, 2003, 「Flood Information Tool User Manual-HAZUS-MH」
6. Godschalk, David R., Edward Kaiser, and Philip Berke. 1998. 「Integrating Hazard