

이상홍수 취약성 평가 시스템의 개발

Development of Flood Vulnerability Index Estimation System

장대원*, 김병식**, 김보경***, 양동민****, 서병하*****

Dae Won Jang, Byung Sik Kim, Bo Kyung Kim, Dong Min Yang,
Byung Ha Seoh

Abstract

We constructed the regional flood risk and damage magnitude using hazard and vulnerabilities which are climatic, hydrological, socio-economic, countermeasure, disaster probability components for DB construction on the GIS system. Also we developed the Excess Flood Vulnerability index estimation System(EFVS). By the construction of the System, we can perform the scientific flood management for the flood prevention and optional extreme flood defenses according to regional characteristics. In order to evaluate the performance of system, we applied EFVS to Anseong-chen in Korea, and the system's stabilization is appropriate to flood damage analysis.

Key words: Flood vulnerability index system, GIS, Extreme flood, flood defense

1. 서론

21세기에 들어서서 한국뿐만 아니라 전 세계적으로 기후변화에 대응하기 위해서 각 나라별로 다양한 노력이 이루어지고 있다. 이상홍수(excess flood)는 기상이변에 의해서 발생하며 우리나라에서도 1980년대 후반부터 기온이 상승하면서 태풍 등 기상이변의 빈도가 증가 추세이다. 일반적으로 홍수에 대응하기 위해서는 구조적(structural), 비구조적(non structural) 대책이 시행되어야 하지만 아직까지 한국에서는 구조적인 홍수대책에만 노력이 집중되어 있다. 이는 방재(Disaster)에 목적을 두고 구조적인 대책에 치중하고 있음을 보여주는 것이다. 이상기후로 인한 홍수 대책은 단순 구조적 대책으로는 그 한계가 분명하다. 구조적인 대책은 예산 및 인력, 그리고 구조물이 설치된 주변의 환경에 따라서 시행되기 어려운 경우가 있으며 특히 이상홍수의 경우, 이를 대비하기 위하여 무한정 구조적인 대책으로 설계기준을 높이는 힘들다. 따라서 이상홍수에 대응하기 위한 전략으로 완화(Mitigation), 적응(Adaptation), 위험관리(Risk management) 전략이 필요하다. 한국에서는 홍수방어 대책을 수립할 때 어느 지역이 홍수에 취약한가를 파악하여 제일먼저 투자가 이루어지고 대책이 세워져야 하나 이를 객관적으로 평가할 만한 근거에 대한 연구가 부족한 실정이다. 본 연구에서는 이상홍수에 대응하는 전략으로 위험관리(Risk management)의 측면에서 접근하였다. 먼저 이상홍수를 평가하기 위한 정량적인 기법으로 지역의 이상홍수에 대한 취약성 지

* 정회원 · 인하대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : poohstyle@empal.com

** 정회원 · 한국건설기술연구원 선임연구원 · E-mail : hydrokbs@kict.re.kr

*** 정회원 · 한국건설기술연구원 연구원 · E-mail : winnerbk@kict.re.kr

**** 정회원 · (주)수로텍 기술연구소 본부장 · E-mail : ydm320@surotech.com

***** 정회원 · 인하대학교 토목공학과 교수 · E-mail : seohydro@inha.ac.kr

수를 개발하여 이를 이용한 GIS기반의 취약성 평가 시스템을 구축하고자 하였다. 이를 위하여 취약성 지수를 산정하기 위한 취약성 지표의 선정과 지수의 산정방안에 대한 연구를 시행하였으며, 이와 동시에 선정된 지표를 정량적으로 평가하기 위한 방법과 지역의 특성을 반영할 수 있는 지형학적, 인문 사회적, 경제학적 자료와 시설물 자료를 D/B화 하였다. 또한 구축된 자료는 시공간 자료로 이용할 수 있도록 공간분석을 위한 형태로 구축하여 지역의 피해현황 및 피해유형 분석, 강수 및 기상학적 극한사상에 대한 분석, 지역의 잠재 위험도 분석 등에 활용할 수 있도록 하였으며, 분석기법의 전산 시스템화를 통하여 이상기후에 대비한 시설물의 설계 기준 강화 및 홍수방어 대책 수립의 기본 정보로 활용 될 수 있도록 하였다.

2. 이상홍수 취약성 평가 시스템

2.1 홍수 취약성

홍수 위험관리(Risk management)는 지역의 홍수에 대한 안전을 정량적으로 나타내기 위해서 안전의 개념과 위험의 개념을 역 이용한 관리 방안이라고 할 수 있다. Ansell과 Wharton (1992)은 위험도는 ‘재난발생 확률과 재난발생의 결과로 파생되는 손실의 결합에 의해 추정된다(Risk = Likelihood X Consequence)’고 표현하였고, Kron(2003)은 자연 재난중 홍수와 관련된 홍수사상 또는 홍수사상의 발생확률을 나타내는 위험성(hazard, P)와 위험지역에 있는 경제적 자산이나 인명의 노출성(exposure, E), 그리고 홍수방어능력의 부족을 의미하는 취약성(vulnerability, V), 즉 이 세 가지 요소들을 곱함으로써 홍수 위험도를 표현 하였다. Benouar & Mimi(2001)는 ‘Risk = Hazard x Vulnerability divided by Disaster Management’라고 정의하며 취약성은 재해에 대한 강점과 약점이라고 설명하였다. 이외에도 다양하게 위험에 대한 정의를 내리고 있으나 본 연구에서는 Risk Management 측면에서 위험성(hazard)과 취약성(vulnerability)을 모두 포함하는 시스템을 만들하고자 하였다. Hazard를 과거와 현재의 홍수에 관한 지표로 보고 Vulnerability는 현재와 미래에 대한 지표로 보았으며, 기존의 PFD와 차별성을 두기 위해 PFD의 장점과 함께 직접적인 유역에서의 홍수대응을 고려하고자 취약성을 강조한 연구를 하였다.

2.2 취약성 지수 산정

취약성 지수의 산정을 위해서 먼저 취약성 지표를 선정하였다. 취약성 지표의 선정에 있어서 기존의 국내에서 사용하던 지표들을 포함하도록 고려하였다. 또한 NOAA에서 진행하고 있는 CVAT (Community Vulnerability Assessment Tool)와 일본의 NILIM (National Institute for Land and Infrastructure Management)에서 연구하고 있는 FVI (Flood Vulnerability Index) 등 해외 취약성 연구 사례를 조사하여 이들 지표들을 참조하였고 한국에서 특이하게 사용될 수 있는 부분들을 추가하여 지표를 선정하였다. 지표의 선정에 있어서 GIS 기반의 이상홍수취약성평가시스템(Excess Flood Vulnerability Index Estimation System)의 계산방법과 평가방법의 장점을 이용하여, 현재 사용 가능한 자료로서의 취약성 지표와 앞으로 구축되거나 구축해야 할 자료로서의 취약성 지표를 모두 고려하였다(그림 1). 각 지표별 가중치는 전문가 자문을 통하여 결정하였다. 0~1사이의 점수로 계산된 지표값에 최종 가중치를 부여하여 계산된 점수를 중첩하여 그 총합을 가지고 1-10등급으로 표시하였다. 자료가 구축되지 않은 지표에 대해서는 취약성 지수 계산 시 입력 값으로 선택을 하지 않으면 계산되지 않도록 시스템에서 구현을 하였다.

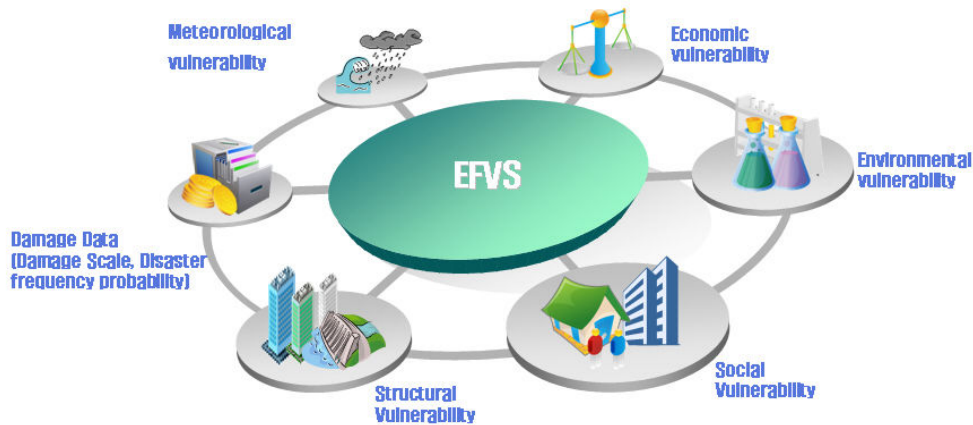


그림 1. 취약성 지표 산정시 고려 요소

입력된 기상학적 취약성, 수문-지형학적 취약성, 사회-경제적 취약성, 홍수방어 취약성에 따라 계산되어지고 계산된 값은 다음과 같은 식으로 최종적인 취약성 지수를 산정하게 된다.

$$EFVI = C + G + S - P$$

C: Climatic, S: Socio-Economic, G; Hydro-Geological, P: Flood Protection

2.3 GIS 기반의 취약성 평가 시스템 연구 개발

GIS기반의 취약성 평가 시스템 연구개발을 위해서 1단계로 외국사례분석(HAZUS MH, Flood Alert System etc..) 및 분석기능 및 처리절차를 조사하여 사용자 요구분석을 실시하였다. 2단계로 시스템의 표준 설정 및 시스템 기능 및 입출력을 설계하였으며 3단계로 GIS 데이터 베이스를 설계하였다. 4단계로 취약성 지표별 분석모듈을 개발하였고 5단계로 취약성 평가 시스템을 개발하여 최종 결과를 반영하였다. 4단계에서 취약성 지표이자 이상홍수 취약성에서 중점적으로 고려한 극한 강우사상의 빈도를 평가하기 위하여 기상관측소별 이상기후 경향성을 고려할 수 있는 STATE 프로그램을 개발하였다. 시스템에서 프로그램을 사용하는 정책 결정권자나 지방자치단체의 담당자들이 사용하려는 목적에 맞도록 지표별 가중치를 변경할 수 있도록 하였는데, 이는 설문조사로 결정하는 지표별 가중치가 환경적인 요인과 시스템을 구동하는 목적에 따라 달라질 수 있기 때문에 이를 반영하고자 한 것이다. 또한 시스템에서 소유역별 이상홍수 취약성 계산 결과를 보여주는 것 외에도 등급별 홍수대응 방안을 제시할 수 있도록 하였다. 이를 취약성 평가의 1step로 이름을 부여하였다. 1 step의 결과는 기존의 PFD 방법과 비교될 수 있다. 시스템에서 2Step의 단계를 설정하였는데 이는 소유역을 줌인하여 들어가서 취약 시설물 및 범람예상도 등을 활용하여 구체적인 홍수대안의 결정을 지원하는 단계이다. 현재 2단계는 연구중에 있다.

2.4 시스템의 적용

본 연구에서는 대상유역을 안성천 유역으로 선정하였다. 그림 2는 안성천에 EFVS를 적용한 결과이다. 빨간색쪽이 이상홍수 취약성이 큰 지역으로 나타났으며, 시스템에서 창을 분리하여 입력자료를 볼 수 있게 하였다. 입력자료를 클릭하면 소유역별 선택한 취약성 지표의 결과를 볼 수

있다. 그림에 추가적으로 취약성 지표별 가중치 입력창과 소유역 선택시 나타나는 홍수방어 대책 창, 그리고 지역의 상대적 취약성을 보여주는 그래프를 함께 보여주고 있다.

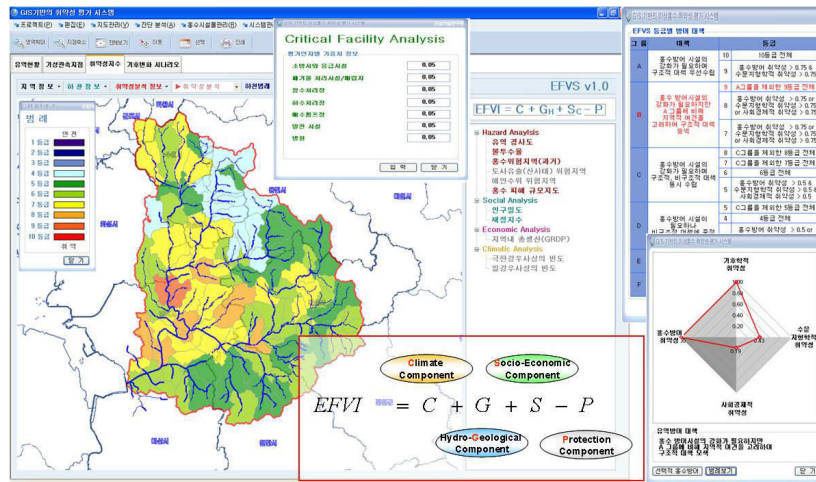


그림 2. 안성천 유역에 대한 EFVS 적용 결과

3. 결 론

지역의 위험성과 함께 지역의 홍수 취약성을 고려할 경우 같은 홍수량에 대한 피해 발생시, 그 피해의 강도를 예측 할 수 있다는 점에서 이상홍수에 대한 취약성 평가는 그 의미가 있다고 할 수 있다. 이를 위하여 GIS 기반의 평가가 가능하도록 PFD와 비교되는 수준에서 1step으로 시스템을 구축하였고 입력된 다양한 취약성 지표를 활용한 지역적 선택적 홍수방어를 위한 2 Step을 연구를 지속적으로 진행할 예정이다.

감 사 의 글

본 연구는 국토해양부 한국건설교통기술평가원의 이상기후대비시설기준강화 연구단에 의행 수행되는 2005 건설기술기반구축사업(05-기반구축-D03-01)에 의해 지원되었습니다.

참 고 문 헌

1. Arnell, N.W. 2004. Climate and socio-economic scenarios for global-scale climate change impacts assessments: characterising the SRES storylines. *Global Environmental Change* 14: 3-20.
2. Boyko, V., Boyko, O., and Platanova, N. 2006. Flood forecasting in Transcarpathians region with use of rainfall-runoff models. 23rd Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Belgrade, Serbia, August 28-31, 2006.
3. Cosgrove, W.J. and Rijsberman, F.R. 2000. *World Water Vision: Making Water Everybody's Business*. Earthscan Publications, Ltd., London, UK.