

2차원 비정형 격자기법을 통한 홍수위험지도의 개발

Development of Flood Risk Map Using Two-Dimensional Unstructured Grid-Based Analysis

한건연*, 안기홍**, 조완희***, 김동일****

Kun-Yeun Han, Ki-Hong Ahn, Wan-Hee Cho, Dong-Il Kim

요 지

홍수는 인간이 지구상에 생존하기 전부터 발생하여왔다. 그러나 최근 들어 홍수 규모가 대형화 되었고, 그 발생빈도도 증가하고 있다. 최근에는 지구온난화가 가속화 되면서 전 세계적으로 높은 강도의 기상이변들이 속출하고 있다. 우리나라도 예외는 아니어서 지난 100년 동안 기온이 약 1.5℃ 가량 상승하였고, 집중호우나 태풍과 같은 극단적인 기상현상들로 인한 피해가 날이 갈수록 심해지고 있다. 이러한 이상기후에 따른 태풍, 집중호우 등의 대규모 호우로 인해 댐 및 제방 붕괴와 같은 비상상황이 초래될 수 있다. 잇따른 피해들을 통해 홍수침수 범위의 예측·분석을 통한 홍수위험 및 다양한 홍수위험지도 작성의 필요성이 대두되었다.

본 연구에서는 다양한 종류의 홍수위험지도의 개발을 위해 금호강과 태화강을 대상유역으로 선정하고, 1차원 분석(하천흐름)에는 미국 기상청의 FLDWAV 모형을 적용하였고 2차원 분석(범람흐름)에는 2차원 비정형 격자기법 침수해석 모형을 적용하였다. 1차원 및 2차원 수치해석 모형을 대상유역에 적용한 모의를 통하여 실제 홍수에 대한 제방의 붕괴 및 월류에 따른 유량을 산정하였고, '침수심 지도'와 '홍수유속 지도'를 작성하였으며, 또한 홍수위험 강도를 표현하기 위해 유속과 수심을 이용하여 홍수위험에 대한 '홍수위험강도 지도'를 작성하였다.

다양한 홍수위험지도는 홍수방어대책에 대한 평가와 개발, 또한 개발지역에 대한 선택에 이용될 수 있으며, 실제 홍수시 홍수위험지도에 나타난 긴급대피지역의 모든 주민들에 대해서 피난경고를 미리 발령하는 등의 방법으로 이용이 가능할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 이상기후, FLDWAV모형, 2차원 비정형 격자기법 침수해석, 홍수위험지도

1. 서 론

홍수는 인간이 지구상에 생존하기 전부터 발생하여왔다. 그러나 최근 들어 홍수 규모가 대형화 되었고, 그 발생빈도도 증가하고 있다. 최근에는 지구온난화가 가속화 되면서 전 세계적으로 높은 강도의 기상이변들이 속출하고 있다. 우리나라도 예외는 아니어서 지난 100년 동안 기온이 약 1.5℃ 가량 상승하였고, 집중호우나 태풍과 같은 극단적인 기상현상들로 인한 피해가 날이 갈수록 심해지고 있다.

* 정회원 · 경북대학교 토목공학과 교수 · E-mail : kshanj@knu.ac.kr
** 정회원 · 경북대학교 토목공학과 박사수료 · E-mail : khahnew@empal.com
*** 정회원 · 경북대학교 토목공학과 박사수료 · E-mail : jobbaeng@hanmail.net
**** 정회원 · 경북대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : kdi5422@naver.com

이러한 이상기후에 따른 태풍, 집중호우 등의 대규모 호우로 인해 댐 및 제방 붕괴와 같은 비상 상황이 초래될 수 있다. 잇따른 피해들을 통해 홍수침수 범위의 예측·분석을 통한 홍수위험 및 다양한 홍수위험지도 작성의 필요성이 대두되었다. 홍수위험지도의 작성을 위해서 국가적이고 지역적인 전략 계획을 수립이 필요하고, 따라서 홍수 영향에 대한 평가가 필요하다.

2. 홍수영향평가

홍수 영향 평가 방법은 정부와 보험회사에 의해 만들어진 이후 계속적으로 발전을 하여왔다. 일반적으로, 홍수 영향 평가는 주어진 홍수의 크기에 대해서 직간접적인 피해를 평가하기 위해 수심, 유속, 홍수지속시간 같은 몇 가지 홍수 요소를 통합해야만 한다. 그러나 과거에는, 홍수 영향 평가에 있어 주로 수심과 기간에 근거하였고, 어떤 경우에는 단지 범람 수심에만 근거하기도 하였다. 이것은 홍수지속시간 동안 유속과 같은 다른 중요한 자료는 침수 깊이와 비교하여 산정하기가 쉽지 않았음에도 기인한다.

본 연구에서는, 다양한 기준과 사용자 기반 영향 평가를 통해서 홍수 위험을 나타내도록 개발되었다. 다음 표 1, 표 2에서 제시된 내용을 도시나 시외 지역에서 홍수 위험도에 대해서 더욱 향상된 평가를 위해 3가지 요소를 통합하였다.

표 1. 홍수 매개변수의 기준과 가중치

위험도 분류	최대수심 (m)	최대 유속 (m/s)	경계시간 (hour)
0	0	0	N/A
1	≤ 0.2	≤ 0.25	> 48
2	≤ 0.4	≤ 0.5	≤ 48
3	≤ 1	≤ 1	≤ 24
4	≤ 1.5	≤ 2	≤ 12
5	> 1.5	> 2	≤ 6

표 2. 분류에 대한 가중치

분류	변 수		
	최대수심 (m)	최대 유속 (m/s)	경계시간 (hour)
인명 피해	20%	45%	35%
재산 피해	50%	35%	15%
인명 및 재산피해	33.3%	33.3%	33.3%

3. 홍수위험지도 제작

3.1 대상유역

홍수위험지도제작을 위한 대상유역으로는 대구의 금호강유역과 울산의 태화강유역으로 설정을 하였다. 대구지역은 신천이 도심을 가로질러 금호강과 합류하며, 금호강은 부산, 경남지역으로 흐르는 낙동강에 유입된다. 대구시내 설치되어 있는 기성제는 11개소이며, 총연장은 29.2km이고, 계획빈도는 200년빈도로 설계되었다. 팔달제(2), 침산제, 검단제 등이 대구시가지를 보호하는 역할을 하고 있으며, 특히 팔달제(2)는 강변도로로 이용되고 있다.

울산지역은 울산역 남구 남산 본동의 경우 저지대 상습침수로 인해 재해 위험지구로 선정되어 있으며, '91년 태풍 '글래디스'시 내수배제 불량으로 인하여 침수된 지역이다. 태화강 중심에 위치한 울산지역은 대부분 산업시설과 인구밀집지역으로 외수에 대비하여 제방이 강변도로로 이용되고 있다. 배후지 현황을 살펴보면 태화강변을 기준으로 좌·우안 모두 시가지 저지대 침수지역으로 우수지 및 빗물 펌프장이 설치 운영되고 있다. 울산지구 내의 기성제 현황은 국가하천인 태화강에 7개소, 지방1급 하천인 동천에 5개소로 총 연장은 34.40km 이다.

3.2 대상구역의 홍수위험지도 작성

대구지구는 100년 빈도 홍수에 금호강의 유량이 비산동 지역의 제방을 월류하여 홍수가 발생하는 것으로 모의를 하였다. 그림 1 ~ 그림 4는 침수수심과 유속의 가중치에 의해 표현한 홍수위험 지도를 나타낸 것이다.

울산지구의 홍수지도 작성면적은 39.18km²로써 제방붕괴에 따른 침수영향을 고려하여 시나리오를 구성하였다. 본 연구에서는 유역 면적과 피해상황을 고려하여 과제구간을 남구의 우안제로 설정하였고 모의를 수행하여 보았다. 그림 5 ~ 그림 8은 침수수심과 유속에 가중치를 주어 평가한 홍수위험도 지도를 나타내고 있다.

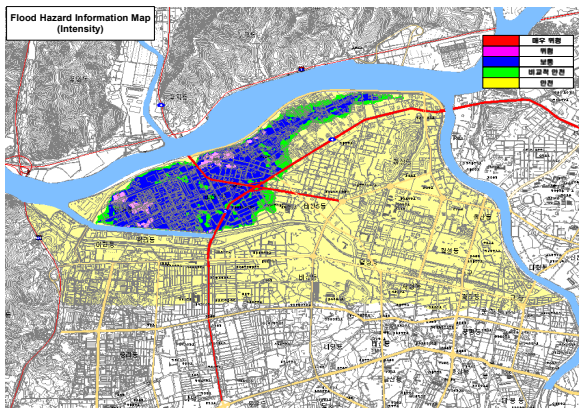


그림 1. 대구지역 홍수위험지도 3시간경과 (수심 50%, 유속 50%)

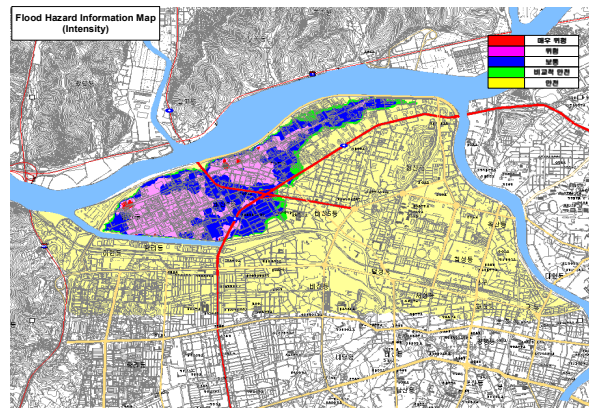


그림 2. 대구지역 홍수위험지도 3시간경과 (수심 70%, 유속 30%)

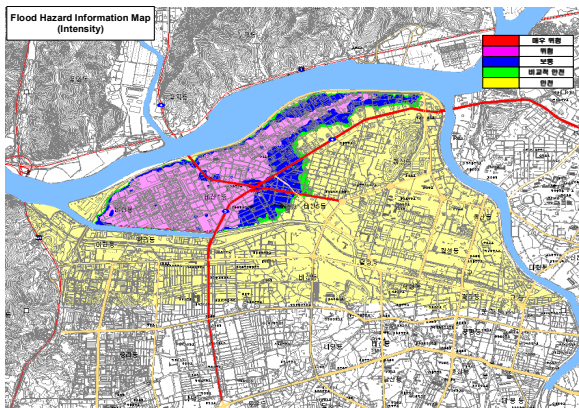


그림 3. 대구지역 홍수위험지도 5시간경과 (수심 50%, 유속 50%)

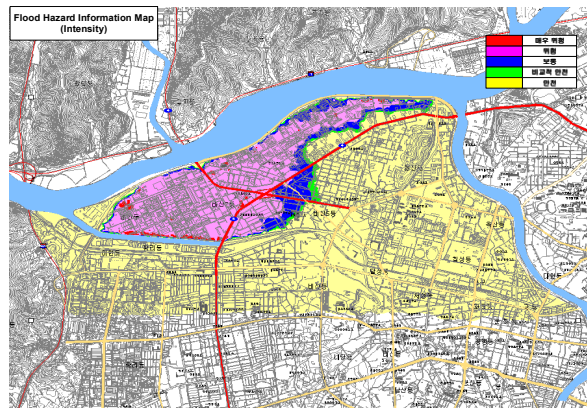


그림 4. 대구지역 홍수위험지도 5시간경과 (수심 70%, 유속 30%)

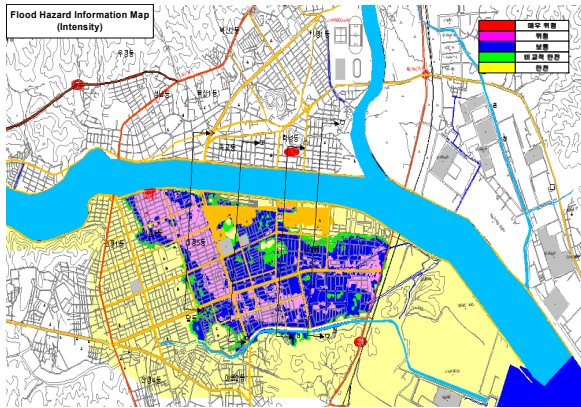


그림 5. 울산지역 홍수위험지도 3시간경과
(수심 50%, 유속 50%)

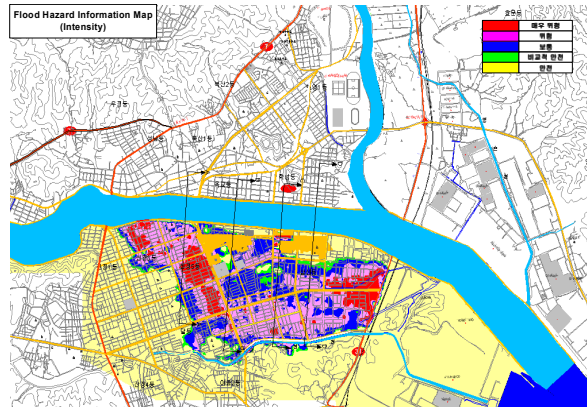


그림 6. 울산지역 홍수위험지도 3시간경과
(수심 70%, 유속 30%)

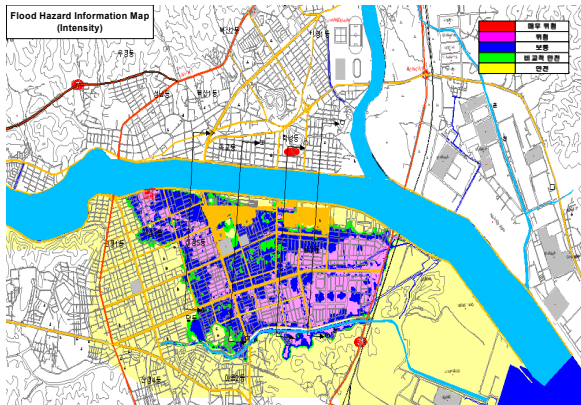


그림 7. 울산지역 홍수위험지도 5시간경과
(수심 50%, 유속 50%)

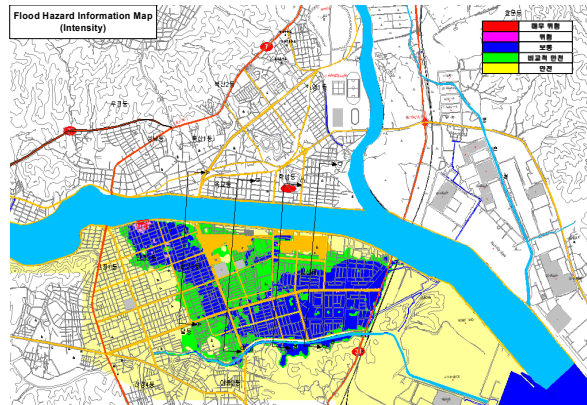


그림 8. 울산지역 홍수위험지도 5시간경과
(수심 70%, 유속 30%)

4. 결 론

본 연구에서는 도시유역에서의 내배수재해의 위험에 대한 홍수위험지도 작성을 위해서 관련변수(침수심, 침수유속, 경보시간 등)의 도출하였고, 다양한 홍수위험인자의 분석을 통해서 국내유역에서 사용할 수 있도록 사용자 편의성을 도모한 홍수위험지도를 작성하였다.

- (1) 홍수위험지도 작성을 위해서 관련변수(침수심, 침수유속, 경보시간 등)의 도출하였고, 다양한 홍수위험인자의 분석을 통해서 국내유역에서 사용할 수 있도록 사용자 편의성을 도모한 홍수위험지도를 작성하였다. 본 연구는 대구, 울산지역 등 실제유역에 적용하여 홍수범람지도와 홍수위험지도를 작성하여 제시하였다.
- (2) 홍수위험강도의 개념을 도입한 위험지도는 비상상황시 비상대피지역의 선포 및 경보, 긴급주민대피에 활용될 수 있다. 홍수위험지도는 도시계획 수립시 개발예정지역의 선정, 방재대책 수립시 EAP 및 SOP 작성 등에 활용될 수 있을 것이며, 풍수해저감종합계획 및 사전재해영향성 검토 등의 방재계획 수립시 내배수 침수위험도 제시를 위한 응용기술로서 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

감 사 의 글

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

참 고 문 헌

1. 건설교통부 (2001). 유역종합치수계획수립 지침작성.
2. 건설교통부 낙동강홍수통제소 (1999c). 낙동강 홍수예경보(낙동강·형산강·태화강).
3. 건설교통부 한국수자원공사 (2001a). 홍수지도 기본조사.
4. Evans, E.P. and Lany, P.H. (1983). "Mathematical Model of Overbank Spilling and Urban Flooding.", Int. Conf. on Hydraulic Aspects of Floods & Flood Control, London, England.
5. Han, K.Y., Lee, J.T., and Choi, K.H. (2003). "Levee breach and flood inundation modeling in urban areas." 30th IAHR Congress, Greece.
6. Han, K.Y., Lee, J.T., and Park, J.H. (1998). "Flood inundation analysis resulting from levee-break." Journal of Hydraulic Research, Vol. 36, No. 5, pp. 747-760.