

# 홍수재해지도의 작성 (Design of the Flood Hazard Map)

김 양수<sup>1)</sup>, 김원<sup>2)</sup>, 우효섭<sup>3)</sup>

## 1. 서론

최근 산업화로 도시 인구는 증가하고 이용할 토지는 한정된 관계로 하천유역의 토지를 많이 이용하고 있으며, 급변하는 유역의 도시화에 비해 치수시설의 정비는 이를 따라가지 못하고 있다. 또한 최근에 하천유역에 집중적으로 이주해온 주민들은 과거 이 지역의 침수상황을 알지 못하는 경우가 많으며 과거 수해를 경험한 주민들도 시간이 경과함에 따라 기억이 희미해지고, 수해에 대한 인식도 희박해지는 경향이 있다. 이 때문에 우리나라는 막대한 투자가 소요되는 구조적인 방안에 도 불구하고 연례적으로 침수피해를 입어 막대한 인명과 재산상의 손실을 초래한다.

수해의 위험을 완전히 방지하기 위한 치수시설을 완성하기까지는 많은 예산과 시간을 필요하다. 또한 자연 재해의 특성상 계획규모를 상회하는 홍수가 발생할 가능성을 부정할 수 없다. 따라서 구조적인 방재대책은 어느 시점에서는 한계에 도달하게 되며 차선책으로 주민들의 자발적 방재활동을 포함하는 대응책을 수립하여야 할 것이다. 그러기 위해서는 평소부터 수해의 위험성과 크기 등 수해관련 정보를 주민들에게 알기 쉬운 형태로 공개·보급하고, 수해의 위험성을 상기시켜 주민들의 자발적인 방재활동을 촉구할 필요가 있다.

일본에서는 침수피해가 자주 발생하는 500개 유역에 대해서 침수실적도를 작성하였으며 일부 유역에 대해서는 침수예상구역도를 작성하여 공표한 바 있다. 우리나라도 큰 홍수가 지나간 후 수해흔적조사 사업의 일환으로 침수실적 조사를 전국적으로 실시하고 있으나 아직까지는 주로 피해보상이나 초보적인 피난활동에 이용하고 있다.

본 연구에서는 홍수재해지도의 작성에 관한 일반사항을 살펴보고 최근에 많이 사용하고 있는 GIS(Geographic Information System: 지리정보시스템)를 이용한 홍수재해지도 작성방법을 검토하고자 한다.

- 1) 한국건설기술연구원 수자원연구실 선임연구원
- 2) 한국건설기술연구원 수자원연구실 연구원
- 3) 한국건설기술연구원 수자원연구실 연구실장

## 2. 홍수재해지도의 정의 및 종류

### 2.1 홍수재해지도의 정의

재해지도는 일반적으로 명확한 정의가 있는 것이 아니고 피할 수 없는 재난을 맞아 피해를 최소화할 수 있도록 주민들이나 행정 실무자들에게 필요한 각종 정보를 제공할 수 있도록 제작된 지도를 의미한다. 재해의 종류는 다양하며 따라서 재해지도도 여러 종류가 있다. 그 중 홍수재해지도(Flood Hazard Map)는 홍수에 의한 피해를 최소화시킬 목적으로 작성된 지도로서 홍수위험도(Flood Risk Map), 침수실적도, 침수예상도, 예상범람도 등의 여러 가지 이름으로 불려진다. 이 중 침수실적도는 과거 침수가 많이 되었던 지역을 대상으로 침수 실적을 조사하여 지도에 표시한 것이며 홍수위험도나 침수예상도는 예상되는 홍수의 크기와 침수범위를 지도에 표시한 것이다. 따라서 홍수재해지도가 어떠한 목적으로 만들어 졌느냐에 따라 명칭이 달라질 수 있다. 예를 들어 지역주민들에게 수해의 위험성을 계몽하기 위해서는 침수 실적도가 성격에 맞고, 실제 홍수가 왔을 때 지자체가 홍수방어나 주민들의 대피 등의 홍수방어 대책에 이용하기 위해서는 홍수위험도가 적당하다. 우리나라에서는 아직까지 이러한 용어에 대해 체계적으로 검토된 바 없어 홍수재해지도로 사용하기로 한다. 여기서 홍수재해지도는 홍수시 제방붕괴, 내수배제 불량 등으로 침수가 발생했을 때 침수상황과 피난방법 등의 정보를 주민들에게 쉽게 제공하기 위해 제작된 지도를 의미한다.

### 2.2 홍수재해지도의 종류

홍수재해지도는 수해시 피난활동에서부터 평상시 수해의 이해를 높이기 위한 학습자료로까지 폭넓게 활용되며 작성 목적에 따라 피난 활용형, 방재 정보형, 재해 학습형의 3종류로 나누어진다(홍수재해지도 작성요령, 1994). 여기서는 지도 종류에 따른 특성을 간략히 살펴보기로 한다.

#### 가. 피난 활용형 재해지도

홍수범람 위험지역을 대상으로 수해 시 주민들을 안전하고 적절한 피난 행동에 도움이 되는 정보를 중심으로 단순하고 알기 쉽게 작성한 지도이다. 이것은 주민들이 유역 전체의 현황을 파악하고 피난의 필요성을 판단하는데 도움을 준다. 지도에는 피난구역, 피난장소, 피난 경로상의 위험장소, 피난시의 마음가짐, 침수실적 등을 표시한다.

#### 나. 방재 정보형 재해지도

홍수범람 위험지역을 대상으로 평상시부터 수해에 대비할 대책, 수해시의 피난유도 활동, 구호활동, 그리고 복구활동 등의 방재대책에 널리 도움이 될 수 있는 정보를 수록한 지도이다. 평상시에는 토지의 적절한 이용, 내수 건축물의 검토 등 정책결정에 활용하고 주민들의 요청에 부응하여 자발적인 방재의식의 중요성을 인식할 수 있는 정보를 제공하는 역할을 한다. 수해 시에는 피

난 및 복구활동 등에 이용한다. 지도에는 홍수범람 위험지역, 침수실적, 피난장소, 피난 경로상의 위험장소, 병원, 수방창고 등을 표시한다.

#### 다. 재해 학습형 재해지도

주로 학교 등에서 방재교육에 활용하는 교재용 책자로서 유역 전체를 범위로 한 지도이다. 주민들에게 수해의 인식을 향상시킴으로써 자발적 방재 인식의 고양과 방재활동의 향상에 도움을 주는 역할을 한다. 지도에는 홍수의 위험성, 피해 내용, 기상정보에 관한 사항, 침수예상 구역과 침수실적, 하천정비 상태, 수해시의 마음가짐 등을 기재한다.

### 3. 홍수재해지도의 작성방법(안)

홍수재해지도의 작성방법은 지도의 용도, 자료의 현황, 홍수 예상지역의 상황에 따라 다르나 홍수재해지도의 특성상 작성 방침은 정부에서 기본 안을 제시하고 이 기본 안을 중심으로 지자체의 형편에 맞게 작성하는 것이 합리적일 것이다. 특히 주민들의 자발적인 참여 의식을 높이기 위해서는 가칭 홍수재해지도 작성위원회 같은 것을 만들어서 그 지역에 오랫동안 살아온 주민들의 경험을 충분히 반영하는 것이 중요하다. 다음은 일반적인 홍수재해지도의 작성방법을 간략히 제시한 것이다.

#### 가. 작성 방침의 검토

##### (1) 홍수재해지도의 작성 목적

지도의 작성에 관한 기본적인 사항 및 목적을 정한다.

##### (2) 홍수재해지도의 정의 및 적용범위

지도의 사용목적, 적용범위 등을 좀 더 자세하게 정한다.

##### (3) 홍수재해지도의 종류 및 기재 항목 결정

지역의 실상에 따라 우선 순위가 높은 지도부터 순차적으로 고려하여 지도의 종류를 결정하고 지도내에 기재할 항목들을 결정한다.

##### (4) 지도 모양의 검토

##### (5) 정보(자료)의 수집

홍수범람 실적, 피난실적 등을 조사할 때는 지자체 관계기관의 적극적인 협조가 필요하며 중앙정부의 관련 부서에서도 필요한 자료의 수집에 적극적으로 협조한다.

#### 나. 침수 정보의 정리

피난 정보, 침수 정보, 기타 공공시설물, 병원 등 수해시 필요한 정보의 정리

#### 다. 지도의 작성

##### (1) 홍수재해지도 작성위원회(가칭) 설치

위원들은 실제 홍수를 관리하는 공무원과 홍수를 경험한 주민대표, 그리고 홍수해석 전문가로 구성하면 이상적이다.

##### (2) 작성 방안의 검토

위원회에서는 작성된 초안을 토대로 안의 타당성을 검토한다. 필요한 경우 합의하에 부분적인 수정을 실시한다.

### (3) 작성

위원회에서 확정된 안을 토대로 홍수재해지도를 작성한다.

### 라. 기타

주민들에게 보급 대책, 수방계획에 활용, 지도 내용의 수정 주기 등을 위원회와 함께 검토한다.

## 4. 홍수위험 해석

홍수위험 해석은 대상 홍수에 의한 피해범위 즉 침수범위를 결정하기 위한 것으로 재해지도의 작성에서 어려운 부분중의 하나이다. 홍수위험 해석방법에는 홍수에 민감한 자연제방과 구하도와 같은 지형학적 단위에 기초하여 추정하는 지형학적 방법(geomorphological approach), 과거 홍수시의 침수실적에 기초한 과거 홍수에 의한 방법(past flood approach), 그리고 수리·수문학적 모형을 이용하여 침수면적, 침수깊이, 침수기간을 얻는 수리·수문학적 방법 등이 있다(Proceedings of the expert group meeting on improvement of flood-, 1988).

우리나라는 외수보다는 내수에 의한 침수가 많이 발생한다. 내수침수는 제방 붕괴시와는 달리 빗물이 제때에 배수되지 않아 발생한다. 해석방법으로는 간단한 도시유출모형을 이용하여 유출 수문곡선을 유도하고 해당 구역의 표고-저수량 관계와 펌프용량 등을 고려하여 예상되는 강우에 대한 침수 구역을 개략적으로 추정할 수 있는 방법이 있다. 이때 펌프의 고장 등 예상치 못하는 요소도 있기 때문에 우수배제 시설물의 유지 관리 문제도 분석에 포함시키는 것이 타당하다.

## 5. 홍수와 침수범위의 상관성 검토

우리나라의 경우 '90년 홍수시 고양군의 한강 본류 제방이 파괴되어 큰 홍수 범람피해가 발생한 경우가 있지만 한강 하류부는 하천개수가 잘되어 침수피해는 대부분 내수배제의 불량 때문에 발생한다. 홍수가 나게 되면 한강 본류의 수위가 상승하고 어느 수위 이상 상승하게 되면 한강으로 흘러가는 중랑천, 탄천 등의 지천의 흐름이 방해받는다. 도시하천의 배수가 원활치 못하게 되면 결국은 저지대에서의 빗물의 정체되어 침수를 유발시킨다. 서울시내에는 이와 같은 원인에 의해 침수가 발생하는 지역이 여러 군데 있다. 이때 침수범위는 강우의 크기, 특히 집중강도에 상관성이 있으며 우수배제시설도 중요한 변수이다.

### 5.1 침수실적 조사

최근의 주요 홍수를 '84 대홍수, '87 대홍수, '90 대홍수로 정하고 각 홍수기간내에 발생한 침수범위를 조사하였다. 자료는 '84 대홍수(건설부, 1985), '87 수해백서(서울특별시, 한국수문학회, 1988), '90 대홍수(건설부, 1991)보고서 등을 참고하였다.

### 5.2 홍수크기와 침수범위와의 상관성 분석

홍수크기와 침수범위의 상관성을 분석하기 위해서는 우선 서울시 지역의 침수를 유발한 해당 홍수의 크기를 정량적으로 비교할 지표를 결정하여야 한다. 홍수의 크기를 비교하는 지표로 보통 유역 평균강우량이나 유역출구에서 나타난 유출수문곡선의 첨두 홍수량을 이용한다. 여기서는 첨두홍수량을 홍수크기의 지표로 하였으며 해당 홍수의 침수면적과 함께 표 1에 수록하였다.

표 1을 보면 침수면적은 홍수의 크기에 직접적으로 비례하지는 않는다. 내수침수의 경우 배수펌프가 일시적으로 고장 났거나 집중호우시 배수관로의 직경이 부족해서 발생한 경우가 많은데, 이것이 침수 면적과 홍수크기가 직접적으로 비례하지 않는 원인으로 판단된다. 또한 같은 크기의 홍수라 하더라도 연차적으로 배수 시설이 보완되었으면 과거 보다 최근의 침수범위가 작게 될 것이다. 결과적으로 우리나라에서 가장 큰 하천을 끼고 있는 서울시의 침수현상은 홍수시 한강의 수위 상승이 원인을 제공하지만 펌프장, 우수지 등의 시설물 관리 상태와 호우의 국부적인 집중성에 더 큰 영향을 받는 것으로 생각된다. 이러한 결과는 다가올 홍수에 대한 침수예상도를 작성할 때에 필수적으로 고려해야할 사항이다.

표 1 홍수량과 침수면적의 비교('87 수해백서, '90 대홍수)

구분 대상홍수	인도교 최대 홍수량 (cms)	침수면적 (ha)	평균누가우량 (mm)	발생 일자	비 고
'84년 홍수	25,571	1,087	326	8/31- 9/3	
'87년 홍수	14,690	742	352	7/26-7/27	
'90년 홍수	28,990	791	460	9/9-9/12	

## 6. 홍수재해지도 작성에 GIS의 시범 적용

홍수재해지도는 평면 지도상에 침수구역 및 필요한 관련 정보를 표시한 것으로 침수구역을 보고 해당지역의 침수상황을 개략적으로 파악할 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 주제도상에 지역명, 지번, 경계, 주요 건물 등이 나타나야하며 이 지도상에 중첩하여 침수상황을 주요 사상별로 표시할 수 있어야 한다. 특히 예상 침수도의 경우 예측되는 홍수에 대해 예상 침수범위를 체계적으로 나타내 주어야 한다.

GIS는 침수 현황을 지도상에 나타내는데 편리할 뿐만 아니라 관련정보(침수깊이, 침수범위 등)의 분석이 가능한 지능지도를 제작할 수 있는 기능을 가지고 있다. 여기서는 서울의 성동구 지역을 대상으로 '84, '87, '90년 대홍수에 대한 침수 구역도를 GIS를 이용하여 시범적으로 작성하였다.

## 7. 침수구역 정보관리 시스템의 시범 구축

침수실적도는 이제까지 대부분 지도형태로 작성되어 주민들에게 배포되었으나 지금은 개인용 컴퓨터의 대중화 시대로 컴퓨터를 이용한 정보 관리시스템이 더 효율적이라 판단된다. 따라서 성동구 지역에 대해 작성된 수치지도를 기초로 주요 홍수에 대한 침수 실적도를 작성하고 가칭 침수구역 정보관리시스템을 시범적으로 구축하였다. 침수구역 정보관리시스템은 침수된 지역뿐만 아니라 대상홍수에 관한 정보, 주위의 병원, 공공건물, 대피로, 하천 등을 컴퓨터 화면상에 나타내주

고 필요하면 검색이 가능하도록 구성된 일종의 정보관리 시스템이라 할 수 있다.

침수구역 정보관리 시스템은 개인용 컴퓨터(486 DX 66)에서 GIS 소프트웨어 MapInfo를 이용하여 윈도우 환경하에서 구동이 된다. 그래픽 보드는 SVGA이며 좀 더 선명한 화면이 필요하다면 좀 더 해상도가 높은 그래픽 보드를 설치 하면 된다. 화면상에 나타나는 것은 프린터로 출력이 가능하며 지번, 침수지역등 정보의 수정 및 검색도 가능하다.

## 8. 결 언

침수구역도의 작성은 크게 제도적인 부분과 기술적인 부분으로 나누어 장래 추진방향을 생각할 수 있다. 먼저 제도적인 방향은 정부차원의 재해방지 정책과 관련이 있다. 침수 구역도의 작성 목적이 해당지역 주민들에게 침수위험의 홍보이기 때문에 주민들의 협조를 얻어서 지자체 차원에서 주도적으로 장기적인 정책을 펼치지 않으면 큰 효과를 거두기 어렵다. 따라서, 침수구역도 작성을 위한 표준방법을 정부차원에서 전문가들의 의견을 수렴하여 작성하고 제시할 필요가 있다.

기술적인 측면에서 가장 중요한 문제는 침수 구역 추정기법의 개발이다. 침수 실적도의 경우 과거 홍수에 의한 침수 실적을 그대로 나타내 주면 되지만 홍수위험도의 경우 예상되는 홍수에 대해 예상 침수범위를 추정해야 되기 때문에 쉽지 않다. 서울의 상습 침수지역의 경우 내수배제에 문제가 있어 침수가 발생하는데 대상 홍수에 대해 침수구역을 합리적으로 예측할 수 있는 기법이 개발되어야 한다.

침수구역의 합리적인 관리를 위해서는 궁극적으로는 침수구역 정보관리 시스템의 구축에 대한 연구가 필요하다고 본다. 개인용 컴퓨터의 발달, GIS 소프트웨어의 및 수치지도의 대중화 등을 고려할 때 홍수 재해에 관련된 정보를 관리하는 시스템을 구축하여 면단위 이하 사무소에서 운영하는 것은 어려운 일이 아니라고 판단된다.

## 9. 참고문헌

- 1) 건설부, 1990 대홍수, 1991.
- 2) 건설부, '89 수해혼적조사 보고서, 1990.
- 3) 서울특별시, '87 수해백서, 1988.
- 4) 유근배, 지리정보론, 상조사, 1991.
- 5) 거림시스템, MapInfo 메뉴얼, 1994.
- 6) United nations, Proceedings of the expert group meeting on improvement of flood loss prevention systems based on risk analysis and mapping, economic and social commission for asia and the pacific, Thailand.
- 7) 일본 건설성 하천국 치수과, 홍수재해지도의 작성요령 및 해설서, 1994.