

# 김해시 홍수지도 작성 -화포천 유역을 중심으로-

정지훈\*, 박재현\*\*

## 1. 서론

### 1) 연구배경 및 목적

홍수재해는 인명 및 재산 피해뿐만 아니라 사회적 문제를 야기 시킬 수 있다. 따라서 홍수재해를 극복하기 위해 하천제방, 댐 및 우수지 건설 등의 홍수방지 시설물들의 설계와 유지 관리를 하고있다. 그러나 홍수방지 시설 등과 같은 수리 시설물은 경제성, 물 분쟁의 원인제공, 설계 빈도를 초과하는 기상 이변, 구조물의 경제성 문제 등 홍수피해 저감대책은 한계성을 동시에 내포하고 있다. 따라서, 이러한 한계성의 문제점을 해결하기 위해 홍수범람구역을 비교적 정확하게 추정하여 재해 예방 및 피해를 최소화 할 수 있는 홍수지도 제작의 필요성이 제기되고 있다. 홍수지도는 홍수가 빈번하게 발생하는 지역에 대한 홍수 정보 제공과 각종 공간정보를 지리정보시스템과 연계하고, 홍수빈도별 범람구역을 지도상에 도식화하여 홍수예방, 방재 계획, 토지이용 계획 수립 등 홍수의 사전대비가 가능하고 홍수피해를 최소화 할 수 있다 (신영호 등, 2002).

김해지역은 홍수재해가 매년 반복적으로 발생하고 있으며, 특히 2002년 8월 집중호우와, 태풍 '루사'의 영향으로 김해시 한림면 화포천 유역에 대규모 홍수재해가 발생하여 많은 인명과 재산피해를 발생 시켰다. 따라서 김해지역의 홍수예방과, 홍수재해의 피해 최소화를 위한 홍수지도 제작이 필요성이 부각되어지고 있다.

본 연구는 GIS기반 수문모형인 WMS(Watershed Modeling System)를 이용하여 홍수피해 상습 지역인 김해시 한림면 화포천 유역의 홍수지도 작성을 목적으로 하며, 홍수지도를 통해 홍수의 예방과, 홍수방지 시설물 계획에 있어 중요한 기초 자료로서 활용 방안을 모색을 목적으로 한다.

### 2) 연구방법

김해시 화포천을 포함하는 국립지리원의 수치지형도를 이용하여 낙동강 수계에 대한 DEM 생성 및, 수리·수문관련 시설을 추출하였고, 토지이용현황도 및 정밀/개략 토양도 등을 이용하여 공간적 특성 자료를 생성하였다. 그리고 강수자료 및 낙동강 수계 다목적 댐의 방류 등 수계의 수문특성을 파악하였다.

유역의 공간 및 수리·수문학적 특성을 기초로 하여 GIS 기반의 수문 모형인 WMS와 HEC-1모형을 연계하여 TIN 기반의 홍수지도를 작성하였다. 본 연구에서 사용한 WMS와 HEC-1은 입력자료와 매개변수를 이용한 강우-유출해석시 수문곡선의 상승부 및 첨두부, 하강부가 일치하여 적용성이 뛰어나고 미 계측 유역에 대한 유출해석에 유효성이 입증되고 있다 (허창환 외, 2002).

\* 인제대학교 건설기술 연구소 연구원, 이학석사

\*\* 인제대학교 토목공학과 조교수, 공학박사

## 2. 홍수지도 제작

### 2.1 연구지역 개관

화포천은 위상 동경 128 °43'17"~128 °53'58", 북위 35 °11'54"~35 °21'08" 사이에 위치하고 있으며, 남북길이 19.2km 동서길이 약 16.0km로 비교적 타원형 형태를 이루며 남쪽에서 북쪽으로 흐른다. 화포천은 김해시 진례면 담안리 진례천 합류점을 시점으로 한림면 금곡리 낙동강 합류점을 종점으로 흐른다. 특히 하천 하류에 넓은 평야지대가 발달해 있고, 낙동강 밀양강의 합류지점과 근접하며, 김해시와 삼량진 경계지점이다. 그리고 낙동강 하류에 위치해 있어 조석의 영향 범위에 속한다. 화포천은 낙동강 제1지류로서 총 유역면적 134.42 km<sup>2</sup>, 유로연장 21.2km인 지방2급 하천이며 본 류 외에 8개의 하천이 유입된다. 화포천 유역 내 분포하고 있는 지질은 대부분이 신생대 제 4기의 충적층으로 형성되어 있으며, 임야면적 6400.5ha 중 임야지가 98.0%를 차지하고 있다. 토지이용은 총 면적 134.42.km<sup>2</sup>중 경지면적은 44.74km<sup>2</sup>로서 33.3%, 임야면적 65.67km<sup>2</sup>로 48.8% 대지(垸地)면적 2.28km<sup>2</sup>로 2.1%, 기타 21.19km<sup>2</sup>로서 15.8%를 차지하고 있다 (그림 1,2 참조).



그림 1. 화포천 유역 위성영상  
( Landsat TM, 1999)

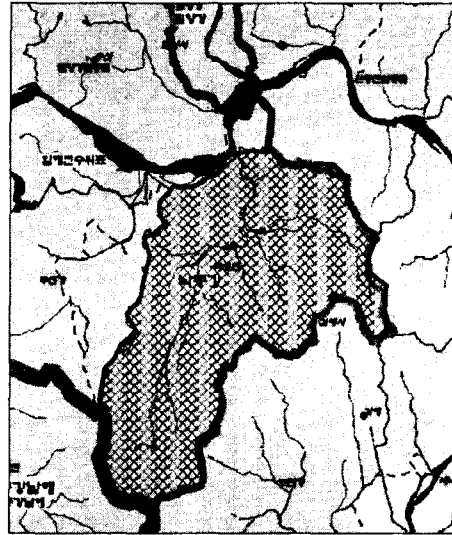


그림 2. 화포천 유역 범위

### 2.2 화포천 유역 홍수지도

화포천 유역의 지형 데이터와 HEC-1 자료를 이용하여 홍수지도를 작성하였다. DEM자료로부터 하천 형상, 소유역 구분, 경사 등 지형 요소를 추출하고, 기존의 하천 형상과 DEM 자료로부터 얻어진 하천형상과 현격한 차이로 인하여 DEM 수치를 보정하여 이용하였다. 그리고 Loss rates, Base flow, Unit hydrograph 등의 변수를 적용하였다. 강우손실은 SCS curver number method, Unit hydrograph method는 SCS dimensionless method를 이용하였다.

연구대상 지역인 김해시 한림면 화포천의 경우 2002년 8월 6일부터 8월 16일까지 집중호우가 발생하였고, 김해시 한림면의 경우 8월 9일 새벽의 집중호우와 8월 8일 이후 급속한 낙동강 외수위 상승에 따른 지류 하천으로의 역류와 수압증가로 인해 내수배제 불능상태와, 내수위 급속한 상승으로 인해 화포천 제방 붕괴하였고 이로 인해 한림면 일대 침수 피해가 발생하였다.

호우기간에 삼량진 관측소에서 측정된 수문자료를 분석하면, 경계수위를 초과한 지속 시간은 3일 21시간이며, 위험수위를 초과한 지속 시간은 14시간으로 나타났다. 최고 수위 도달 시 최대 유량은 10,707CMS로 계획 홍수량 16,840CMS의 6,000CMS 모자라는 홍수량을 기록하였다 (그림 3 참조).

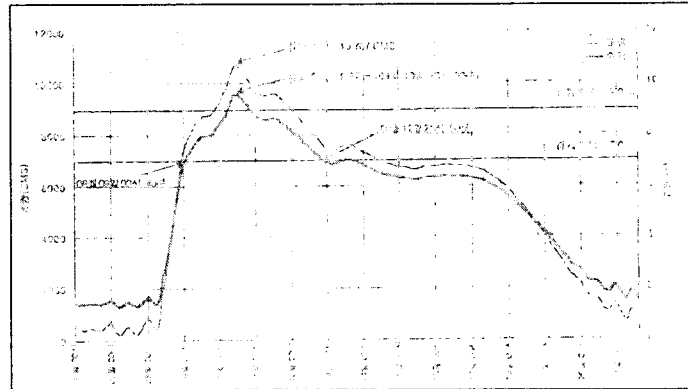


그림 3. 삼량진 지점 수위 및 홍수곡선

하천형상 등의 보정을 위해 “화포천 하천정비 기본계획”에서 실시한 실제측량 자료를 이용하였다. 유효강수량 산정을 위해 환경부의 토지피복 현황 분류도 및 정밀 토양도를 이용하여 Database화하여 CN값을 추출하였다.

홍수범람구역의 표현은 저해상도 DEM과 고해상도 DEM을 이용하여 홍수범람구역 표현하였다. 저해상도 DEM인 경우 수위에 따른 홍수범람도를 표현하였다. 하천의 각 지점마다 수위값을 입력하고, 입력되지 않은 중간 값에 대해서는 수위를 두 지점 간 수위 값을 보간하여 전체 유역에 대해 적용하였다. 그리고 빈도 시나리오를 설정하여 제방설계 당시 사용되었던 설계강우빈도 및 50년, 100년, 200 빈도에 따른 홍수범람을 표현하였다.

고해상도 DEM의 경우 화포천 홍수의 주원인인 제방 붕괴로 인한 홍수범람을 표현하였다. 저해상도 DEM인 경우 제방의 폭이나 길이가 격자크기보다 작아 제방에 대한 수치가 삭제되거나, DEM Smoothing 과정에서 삭제되어진다. 또한 각종 주요 시설물에 대한 침수위를 알 수 없다. 따라서 본 연구에서는 고해상도 DEM을 이용하여 제방의 파괴에 의한 하천수 유입에 대한 홍수범람을 모의하였다. 제방의 순간적으로 제거되었을 때 제내지로 유입되는 상황과, 제방이 일정한 시간을 두고 순차적으로 붕괴하는 상황을 설정하여 홍수지도를 작성하였다.

### 3. 결론

본 연구는 홍수재해가 반복적으로 발생하는 김해지역 내 화포천 유역을 중심으로 GIS기반 수문모형인 WMS, HEC-1 모형, 하천정비 기본계획의 실제 측량 자료를 토대로 수위별, 빈도별 홍수지도 및 제방붕괴에 의한 홍수범람모의를 통해 홍수지도를 제작하였다. 김해시 화포천 유역의 홍수지도 제작을 통해 얻어진 결과는 다음과 같다.

첫째, 홍수가 빈번하게 발생하는 지역에 대한 홍수 정보 제공과 각종 지형 및 공간정보를 수치화 하여 수문자료와 연계함으로써 비교적 정확한 예측을 할 수 있었다. 홍수지도에서 나타내는 범람정보는 홍수 재해에 대해 사전 대비를 하게 함으로써 홍수재해로부터 인명 및 재산피해를 최소화 할 수 있다.

둘째, GIS기반의 수문 모형인 WMS를 이용하여 정확하고 편리하게 홍수지도를 제작할 수 있었다. GIS 기

반의 수문모형으로 기존의 홍수지도 제작, 홍수범람 모의 등에서 사용했던 대략적 자료를 실제 지형 및 공간 정보에 맞는 수치자료를 활용함으로써 정확성과 제작의 효율이 증가하였다. 홍수제해 및 하천관리는 수문정보와 더불어 지형 및 공간정보가 중요한 요소이다. 실제 수문정보 및 지형공간정보를 빠르게 적용함으로써 정확한 예측 및 효율적 유지관리 이루어 질 수 있다.

셋째, 홍수지도를 통해 침수면적, 침수높이, 퇴수 예상시간 등을 알 수 있다. 이러한 정보를 통해 재해 예방, 피난 정보 제공 및 피해감소 방안수립 등에 적절하게 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 토지이용 계획, 시설물 위치선정 등에도 효과적으로 이용 될 수 있을 것으로 사료되어진다.

본 연구를 통해 홍수피해 상습 지역인 김해시 한림면 화포천 유역의 홍수지도 작성을 목적으로 하여, 연구 대상 지역의 홍수지도를 제작하고, 이를 통해 홍수의 예방과, 홍수방지 시설물 계획의 있어 중요한 기초 자료로서 활용 방안을 모색하였다.

많은 수치모형과 수치자료로부터 지도의 제작과 정확성이 증가하였으나 실제정보와 상이한 수치자료가 많다. 수치모형의 기본적 자료인 수치표고모델(DEM)만을 가지고 유역형상 및 하천형상 등을 결정할 때 실제 유역 및 지형과 다른 결과가 나타난다. 이러한 차이를 없애기 위해 실제 현장 측량성과 등의 기록 및 보판과 고해상도 위성영상, 항공 LiDAR 등의 원격탐사기법 도입하여 홍수지도 정확성을 높이고, 원격탐사로부터 얻어진 영상지도 또는 3D영상 지도를 이용하여 홍수지도의 사실성을 높여야 할 것이다.

홍수지도는 일부 전문가에게만 필요한 지도가 아니다. 홍수지도의 일반인이 쉽게 홍수지도를 숙지 할 수 있도록 해야한다. 또한 홍수지도를 쉽게 조회 및 검색할 수 있게 유/무선 인터넷 GIS 이용하여 WEB상에서 위치정보, 기상 및 수문정보, 홍수위험지역 정보 등을 일반인에게 제공해 주어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 허창환, 임기석, 이영민, 지흥기, 이순탁, 2002, WMS 모형을 이용한 강우-유출해석, 대한토목학회 학술발표회 논문집 pp.124~127
2. 신영호, 나유진, 고덕구, 고익환, 2002, 홍수지도 시범제작: 경기도 구리시, 한국수자원학회, 35(4), pp. 38~49
3. 김경탁, 최윤석, 박정술, 2002, 유역 분할에 따른 유출응답 변화에 관한 연구, 대한토목학회 학술발표회 논문집, pp.337~340
4. 채효석, 고덕구, 양재린, 김우구, 2002, 홍수지도 작성을 위한 LiDAR 자료의 적용성 연구, 대학토목학회 학술 발표회 논문집, pp. 194~197
5. 한국수자원학회 (2002), 제10회 수공학 워크샵 교재
6. 김우구, 고익환, 신영호, 고덕구, 나유진, 2002, 홍수지도 제작 방안 연구, 대한토목학회 학술 발표회 논문집 pp. 673~676
7. 한국수자원공사, 2002, "2002 전국 홍수조사 보고서"
8. 강정훈, 이은태, 이주현, 2001, GIS를 연계한 도시유출 해석에 관한 연구, 대한토목학회 2001 학술발표회 논문집 pp. 1~4
9. 안상진, 윤석환, 김영화, 이무경, 2002, WMS 모형을 이용한 보청천 유역의 유출해석, 한국수자원학회 학술 발표 논문집(II), pp.1370~1315
10. 윤천주, 김재현, 이상일, 2002, GIS기반의 홍수위험지도 관리시스템 구축에 관한 연구, 한국수자원학회 학술 발표 논문집(II), pp.781~786