

# GIS를 이용한 영산강 중류의 홍수범람도 작성 연구

정수은\*, 조효섭\*\*, 양동윤\*\*\*, 정관수\*\*\*\*

## 1. 서 론

최근에는 이상기후로 인하여 지역 편중적인 강우가 자주 발생되고 또한 지역의 산업화 및 도시화로 인한 하천개발로 잦은 홍수피해를 겪고 있다. 우리나라는 매년 태풍 및 집중호우 등 자연재해로 인해 많은 피해가 발생하고 있다. 지난 10여년간 한해 평균 약 6,000억원의 재산 피해가 발생하였는데 이런 재산 피해의 대부분이 홍수로 인해서 발생한 침수 및 유실에 의한 것이었다. 그동안 하천의 범람에 대한 국내 연구들이 일부 있었으나 아직은 성숙한 연구에 이르지 못한 실정으로 보다 더 활용적인 적용이 가능하게 하고자 본 연구를 수행하였다.

본 연구에서는 FLDWAV모형 및 HEC-RAS에서 생성된 빈도별 홍수위와 1/5000지형도의 등고선, 표고점, 하천횡단면도 등을 이용하여 홍수범람경계를 표현하는데 있어서 DEM의 격자 크기별로 홍수범람경계를 잘 표현할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다.

홍수범람지역을 지도로 표현하는데는 정규적인 처리를 수행하는 지형정보시스템 사용시 이를 매우 복잡하게 만든다. 이런 표현은 수리학적 형태(하천횡단면도)의 지형학적 객체(등고선, 표고점)를 동일형태로(3차원 ; X, Y, Z 좌표값의 점 또는 선) 단일화하므로써 홍수범람지역을 잘 묘사할 수 있다. 최근 지리정보시스템의 이용은 일반적으로 수문학 및 수리학적 분야에서는 토지이용정보와 수리학적정보의 비교에 따라서 새로운 홍수범람 관리 방법이 제안되고 있다. 즉, 성격이 분명히 다른 정보 레이어(수리학적, 지형학적, 지리학적 형태)의 교환과 사용은 지형정보시스템의 공간적 분석을 통하여 매우 유용하게 다루어질 수 있다. 그러므로 지형 및 수리학적 수치모형 등과 같은 많은 자료를 처리하는데 있어 GIS의 공간분석기능을 고려하여 지형학적 모형화를 수행하여야 한다.

지리정보시스템은 실세계의 객체를 점, 선, 면과 이들의 조합으로 구성하여 모형화한다. 수리학적 또는 지형학적 객체(홍수터, 토지이용상태, 하천의 주하도 형상 등)는 POLYGON모형으로 적절하게 취급할 수 있을 것이다. 그러나 GIS의 기본적 객체자료 취득은 사실상 비현실적이며 수리학 및 지도제작측면에서 사용되는 일반적인 처리방법과는 잘 맞지 않는 경우가 있다.

- 
- \* 충남대학교 대학원 토목공학과 석사과정
  - \*\* (주) 유니세크 기술연구소, 공학박사
  - \*\*\* 한국지질자원연구원 공학박사
  - \*\*\*\* 충남대학교 공과대학 토목공학과 조교수

그러나 토지이용도와 같이 하천 지형 처리, 수리학적 모형, 홍수범람에 대한 다른 기하학적 객체(횡단면, 불규칙 삼각망, 폴리곤 등)에 대한 표현을 몇 가지 다른 독립적인 형태로 취급할 수 있다. 그래서 이와 같이 다른 지형 모형의 복잡한 호환성의 개발과 수치적 모형의 종류에 따라서 지형학적 데이터베이스는 증가하게 되므로 모든 프로세스 객체를 위한 모형화 방법을 단독적 형태로 표현 할 수도 있다. 즉 등고선, 표고점, 횡단면도 등을 하나의 POINT 객체로 표현할 수도 있다. 그러므로 본 연구에서는 하천의 횡단면도를 X, Y, Z의 값을 갖는 점 사상으로 표현하고 이를 기존 NGIS의 1/5,000 수치지도의 등고선 및 표고점을 이용하여 DEM자료를 생성하고 이에 대한 홍수범람지역을 표현하는데 있어 DEM 격자별 변화 양상을 검토하여 적절한 크기의 DEM 격자를 제시하고자 하였다.

## 2. 연구동향 및 방법

### 2.1 연구동향

최근 DEM 격자에 따른 수문 지형학적 특성의 변화 연구에 관련된 연구로서 조효섭(2000)은 유역의 수문학적 특성에 관련된 지형인자와 Fractal차원, DEM의 격자별 크기, Threshold Area와의 상호관계를 분석한 바 있으며, 최철웅 등(1998)은 DEM의 등고선 간격별 격자크기별 경사도, 유역면적, 주 하도 연장 등에 대한 상호관계를 연구한 바 있고, 또한 수문지형자료(유역, 유로형성 등의 수문학적용 DEM)과 일반용 자료(도로설계, 토량산출 등의 일반용 DEM)의 구축에 있어서 구축내용 및 방법에 있어 많은 차이점이 있음을 검토한 바 있다. 홍수범람연구 및 GIS의 연계와 관련하여 이홍래(1998)등은 DWOPER 모형에 제방월류 및 붕괴에 따른 홍수해석, 제내지에서의 범람해석 등을 처리할 수 있는 프로그램과 ARC/INFO를 연계처리할 수 있는 연구를 수행한 바 있다. 최근 HEC시리즈가 GUI 형태로 버전이 갱신됨에 따라서 HEC-RAS, HEC-HMS, ARC/VIEW 등을 이용한 하천 홍수범람분석을 위한 연구도 활발한 편이다.

본 연구에서는 홍수위 변화에 따른 홍수범람 지역의 영역변화에 대한 민감도분석을 수행하고자 하였다.

### 2.2 연구대상지역

영산강은 우리나라 5대강 중 하나인 강으로 한반도의 남서부 전라남북도에 걸쳐 위치하며, 유역경계는 동경 126° 26' 12" ~ 127° 06' 07", 북위 34° 40' 16" ~ 35° 29' 01" 사이에 걸쳐 있다. 영산강 유역의 총면적은 3,455km<sup>2</sup>이고 유로연장은 129.5km이며, 유역형태는 직사각형 형태의 수지상이며 유역 평균고도는 EL. 118.9m이다. 본 연구의 대상지역은 크게 두 가지로 구분하여 수행하였다.

첫째는 등고선이 충분히 있으며 그 간격이 비교적 조밀하다고 판단되는 상류지역인 담양군 금성면 석현리에서 담양읍 천변리지역과 둘째는 등고선이 넓은 중류지역의 평탄한 지역인 광주광역시 광산구 신가동에서 서구 용두동 지역을 선정하였다.

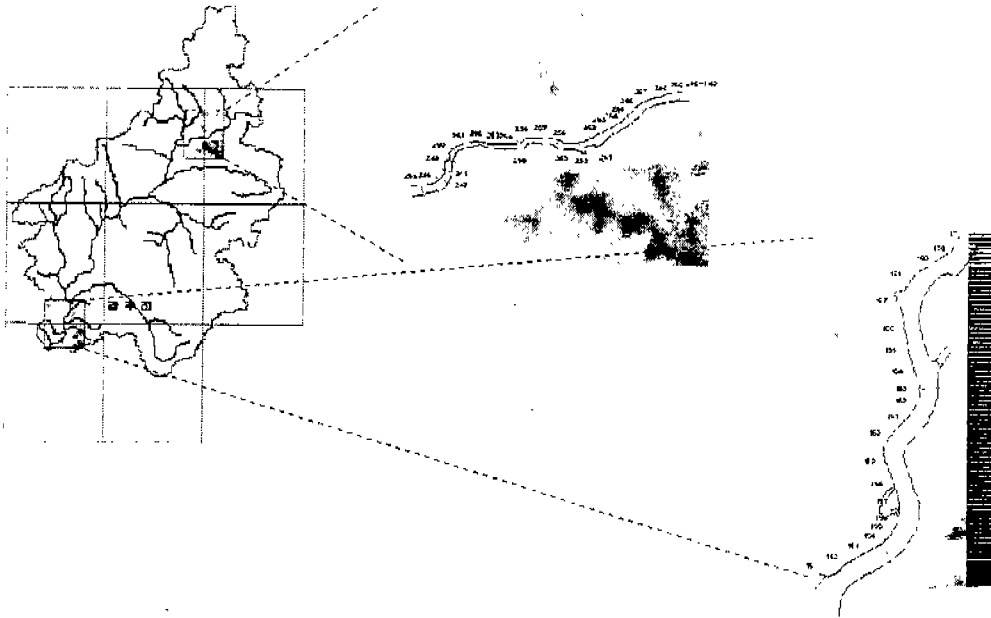


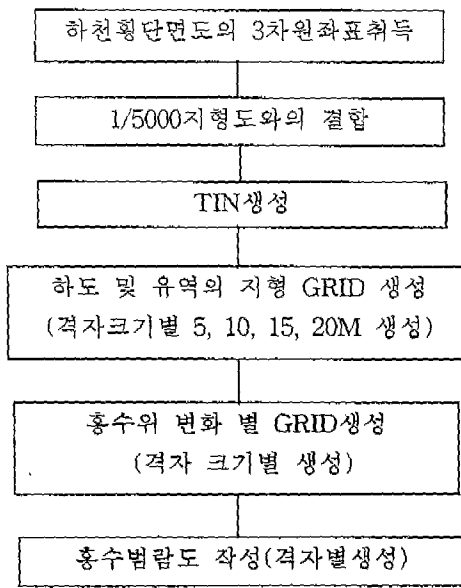
그림 1. 대상지역(영산강 중류부 및 상류부 지역)

### 2.3 연구방법

본 연구에서는 기존의 홍수위계산 모형으로 많이 사용되고 있는 HEC-RAS와 유역의 유출모형인 HEC-1, 부정류 모형인 FLDWAV모형을 이용하여 생성되는 홍수위를 이용하여 홍수범람지역을 묘사하는 방법으로서 하천의 횡단면도를 3차원의 점사상으로 표현하고, 이를 국가 NGIS의 1/5,000 지형도의 등고선 및 표고점을 이용하여 하도외의 영역까지 확장하여 홍수범람시 홍수범람경계를 작성할 경우 이에 대한 홍수위 변화에 대한 DEM격자(5×5M, 10×10M, 15×15M, 20×20M)의 거동을 분석하였다. 일반적으로 DEM은 기존의 등고선의 수치자료를 이용하여 생성하거나 SPOT과 같은 인공위성자료를 이용하여 작성한다.

DEM은 지형자료의 처리방법 중 가장 보편적인 방법으로서 표고값을 중심으로 지형을 표현한 모형으로 일정크기의 정방행렬로 구성된다.

본 연구의 흐름도를 나타내면 다음 그림 2와 같다. 하천의 하도구간은 횡단면의 측량 성과를 이용하여, 3차원 좌표를 취득하고, 이를 이용하여 등고선 및 표고점과 함께 ARC/INFO의 커버리지로 변환하고 이를 불규칙삼각망을 형성(네트워크모형)하여 일정한 격자 크기의 DEM을 생성한다. 이렇게 작성된 자료를 이용하여 HEC-RAS 또는 FLDWAV모형의 입력자료로 사용한다. 각 모형에서 빈도별로 산출된 홍수위를 GRID화하여 홍수범람구역경계를 설정하게 된다.



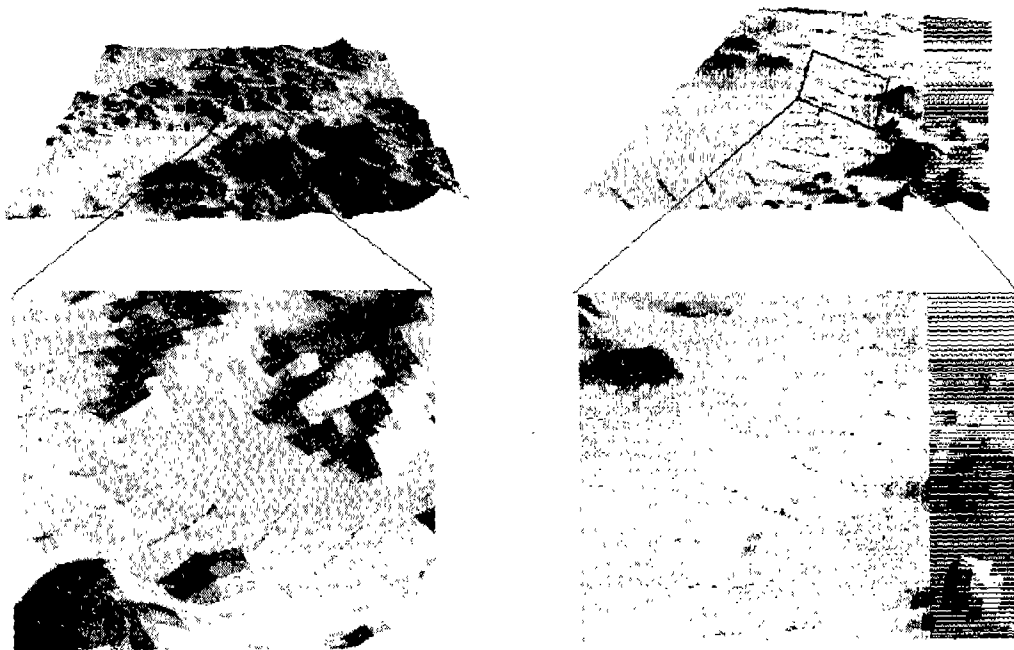
본 연구에서는 DEM 격자크기별 홍수위의 변화 양상을 보기 위하여 각 횡단측점에서 빈도별(50년, 200년) 홍수위를 가상적으로 10%에서부터 50%까지 10%씩 증가시켜가면서 이의 변화를 검토하였다.

#### 2.4 하도 및 유역의 DEM표현

하천의 하도는 일반적으로 측량성과자료인 횡단면자료와 평면도(횡단 측점이 있는)를 이용하여 평면도의 표석 양안위치 지점과 횡단면의 횡단폭에 따른 고도값을 각각 추출하여 점 사상으로 작성한다. 이렇게 작성된 하도는 제방높이 및 주하천의 하상, 둑고선, 표고를 이용하여 TIN으로 작성하고 이를 격자별(5×5M, 10×10M, 15×15M, 20×20M)DEM으로 생성한다.

그림 2. 연구흐름도  
표현은 다음과 그림과 같다.

이렇게 작성된 DEM격자별 상류 및 중류지역의 DEM



(A) 상류지역

(B) 중류지역

그림 3. 하천의 하도 및 유역의 3차원표현

## 용 및 고찰

### 3.1 빈도별 홍수위 변화에 따른 홍수범람면적 변화추이

홍수위의 빈도별(50년, 100년)수위변화에 따른 DEM격자 크기의 변화결과는 다음 그림과 같다. 상류지역의 경우는 홍수위별(50년, 100년) DEM격자가 10m까지는 수위의 변화율에 따라서 선형적으로 변화하다가 15m에서는 분산되는 경향을 보이며, 하류지역의 경우는 10m지점에서 변화의 양상이 분산되어 보인다. 이는 DEM 격자를 5m 기준에서 2배, 3배, 4배의 크기로 증가시킴에 따라서 5m격자의 고도값이 증가되는 DEM격자의 평균으로 산정되므로 또한 고도값이 과대 또는 과소하게 평가됨에 따라서 홍수위 변화에 대해 반응하는 정도가 다른 것을 알 수 있다. 특히 하류의 경우는 지역이 평탄할 뿐만 아니라 등고선 간격이 넓기 때문에 격자의 작은 변화에도 매우 큰 영향을 주는 것을 알 수 있다.

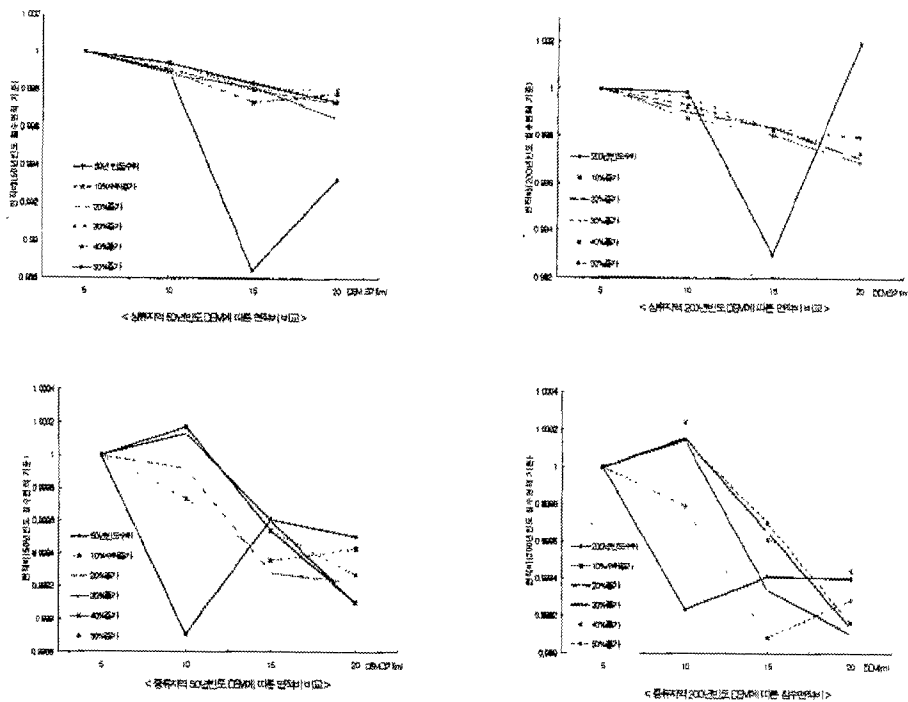


그림 4. 상·하류지역의 홍수위 빈도 및 DEM 크기별 범람면적의 변화양상 비교

### 3.2 홍수범람 구역도의 변화 양상 비교

홍수범람 구역의 상류와 중류의 변화양상을 나타내 것은 다음 그림 5와 같다. 도별(50년, 200년) 상류 및 중류의 범람 면적은 홍수위가 커질수록 선형적으로 증가할 수 있으며, 특히 하류의 경우는 제방의 월류 상태를 알 수 있다.

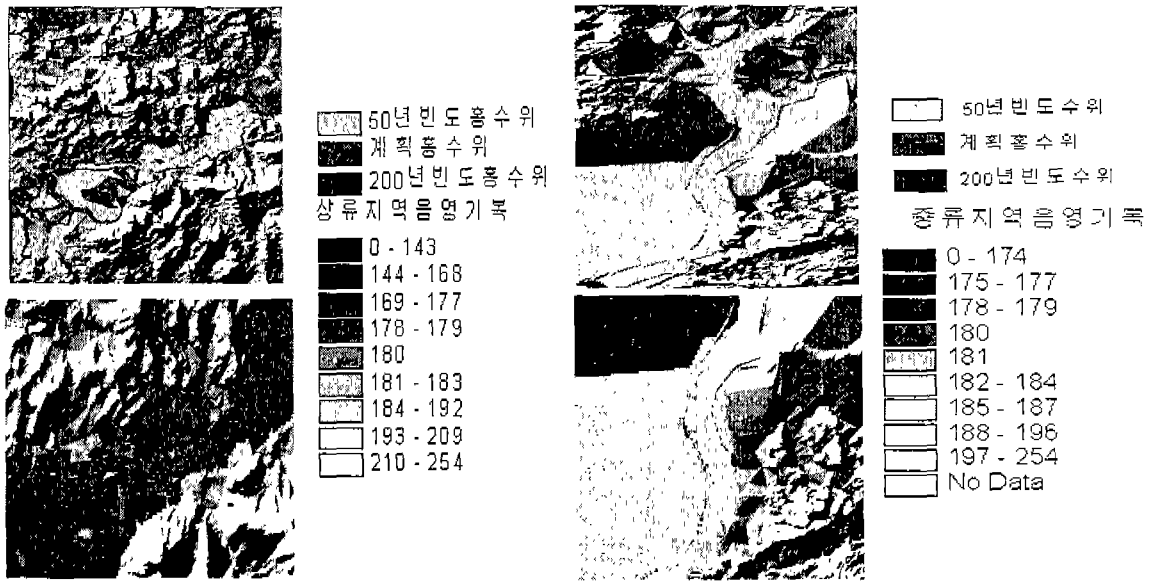


그림 5. 홍수 빈도별 범람 구역

#### 4. 결 론

본 연구에서 검토한 결과 홍수범람도를 작성하기 위한 DEM의 격자 크기의 결정은 상당한 세심함을 요함을 알 수 있었다. DEM의 격자 크기가 커질수록 범람지역의 면적이 과대 또는 과소하게 평가될 가능성이 있을 뿐만 아니라, 지형적으로도 DEM을 이용하여 홍수범람도를 작성할 경우 수치지도의 등고선이 조밀한 지역과 넓은 지역에 따라서 매우 달라짐을 알 수 있다. 그러므로, 홍수범람도를 작성할 경우 가장 중요한 것은 범람지역을 표현하고자 하는 지역의 등고선이나 수치표고자료가 충분히 있어야 하며, 조금 더 정확하고 정밀한 홍수범람도를 작성하기 위해서는 1/5,000 지형도의 수치지도보다도 대축적의 수치지도가 필요함을 알 수 있었다.

#### 5. 참고문헌

- 조효섭, “분포형 강우-유출 모형의 격자 규모 결정”, 박사학위논문, 충남대학교, 2000
- 최철웅, 정희철, 신현석, 강인준, “지형공간정보의 민감도에 따른 수문학적 영향분석”, 1998 토목학회 학술발표회 논문집Ⅲ, pp. 221-224
- 최철웅, 최현, 김미정, 강인준, “수문학적 지형공간정보의 하도망 구축”, 1998년 토목학회 학술발표회 논문집Ⅳ, pp. 497-500
- 이홍래, 이종원, “GIS를 이용한 한강 침수예측 시스템 구축”, 1998 토목학회 학술발표회 논문집Ⅲ, pp. 223-236
- 이홍래, 한건연, 김상호, 최현상, “하천 홍수범람해석을 위한 수치모형의 개발 : GIS와의 연계해석”, 한국수자원학회논문집, 제31권 제4호, 1998년 8월, pp. 415-427
- 신현석, 전성우, “HEC-HMS, HEC-RAS와 Arc-View를 이용한 홍수범람지역설정에 관한 연구”, 2000년 토목학회 학술발표회 논문집Ⅲ, pp. 221-224