

WMS를 이용한 홍수유출해석

○김경탁*, 김성재**, 심명필***

1. 서론

WMS V4.1(Watershed Modeling System)은 미육군공병단(U.S. Army Corps of Engineers)과 Brigham Young 대학의 공학 컴퓨터그래픽 연구소(Engineering Computer Graphics Laboratory)에 의해 개발된 것으로 수치고도데이터를 이용하여 형성된 불규칙삼각망(triangulated irregular networks, TINs)으로부터 유역도 및 소유역 경계선 등을 자동으로 그려주고 강우-유출 프로그램인 HEC-1을 통해 유출해석을 가능하도록 한 프로그램이다.

본 연구에서는 굴포천 유역에 대한 인공위성 자료 및 국립지리원 1/5000 수치지도 및 지형도 등을 이용하여 수치고도데이터 및 하천망도를 추출하여 이를 WMS에 적용하여 그 효용성을 검토하고자 한다.

2. WMS V4.1

WMS는 수문모델링(hydrologic modeling)을 위한 포괄적인 그래픽 사용자 환경(graphical user environment)을 제공해주는 프로그램이다.

WMS는 수치고도데이터를 이용하여 형성된 불규칙삼각망으로부터 유역도 및 소유역 경계선 등을 자동으로 그려주고 강우-유출 프로그램 HEC-1, TR-20, 합리식(Rational Method) 및 NFF(the National Flood Frequency program)에 대한 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 제공한다. 유역의 위상관계를 자동으로 나타내주고 강우-유출 모형의 매개변수(parameters)는 사용하기 편리한 대화형 박스(dialog box)를 통해 입력가능하며 제공된 모든 강우-유출모형은 WMS안에서 직접 실행할 수 있고 결과값 및 수문곡선 또한 같은 환경안에서 출력된다.

-
- * 인하대학교 토목공학과 박사과정
 - ** 인하대학교 토목공학과 석사과정
 - ** 인하대학교 토목공학과 교수

3. GIS 공간데이터 구축을 위한 기본 자료 수집

3.1 인공위성 영상자료의 이용

광범위한 지역을 대상으로 다양한 지표물의 지리적 위치 파악 및 토지 이용상태를 쉽게 분석할 수 있는 도구로서 인공위성 원격탐사(remote sensing)자료가 널리 사용되어 왔다. 굴포천 유역의 전반적인 현황을 파악하기 위하여 사용된 위성자료는 프랑스 원격탐사위성인 SPOT의 HRV(High Resolution Visible)영상센서에서 얻어진 자료를 사용하였다. 이 영상자료는 근적외선 파장대(0.79 ~ 0.89 μm)를 포함하여 세 개의 파장 영역에서 감지된 지표물의 반사에너지를 기록함으로써 얻어진 것이다. SPOT HRV 영상자료의 해상력은 20m로서 현존하는 민간목적의 위성영상자료 중 비교적 높은 해상력을 가지고 있고, 지도제작, 환경, 도시 및 건설공학 등의 분야에서 많이 활용되고 있는 자료이다. 굴포천 유역의 SPOT 영상자료는 구름의 영향을 받지 않은 맑은 날의 자료를 우선하여 선택한 결과 1995년 10월 6일 촬영된 2개의 영상(scene)으로 결정하였다. 하나의 SPOT 영상이 포함하는 면적은 약 60 \times 60 km²인데, 대상지역을 경계로 이 두 개의 영상이 분리되어있기 때문에 유역전체를 포함하는 영상자료를 얻기 위해서 두 영상을 접합시켰다. 두 영상의 개략적 상대위치와 내용은 그림 1 과 같다.

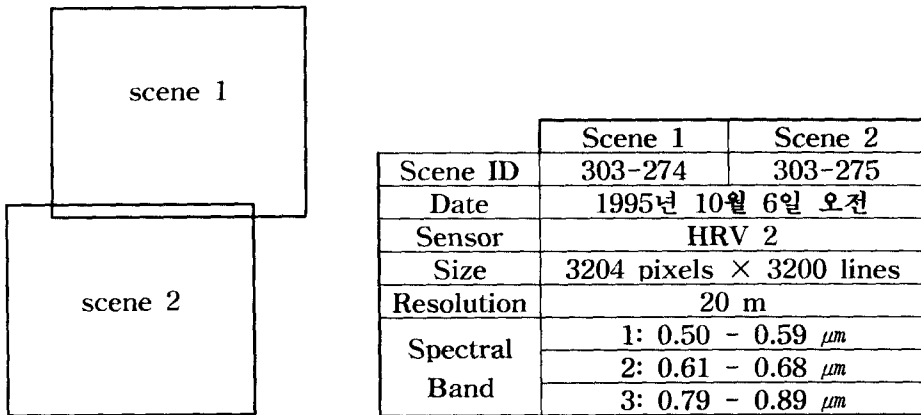


그림 1. 영상자료(SPOT)의 접합

두 영상의 접합에 이어, 이 영상 자료를 GIS 공간 DB에 구축되는 다른 수치지도와 중첩하여 출력하거나 분석하기 위해서는 수치지도와 동일한 좌표체계에 등록되어야 한다. 이러한 영상자료의 기하학적 보정은 영상자료와 지도에서 함께 인식할 수 있는 기준점(Ground Control Points, GCP)들을 선정하여 좌표변화식을 도출한 뒤, 이를 이용하

여 영상을 재배열(resampling)함으로써 각각의 화소점(pixel) 마다 지리적 좌표를 부여하게 된다. 적용된 좌표는 국가기본도에서 채용하고 있는 횡단메카토르(Transverse Mercator) 도법의 평면직각좌표를 기준으로 하였다.

3.2 수치지도의 이용

굴포천 유역과 인접지역(경인운하 노선지역)에 해당하는 1/5000 수치지도데이터(전체 레이어)를 국립지리원으로부터 입수하였다. 수치지도의 분석과 새로운 공간정보의 구축시의 작업의 일관성을 유지하기 위하여 국립지리원 발행 '수치지도작성 작업규칙'(개정 1995. 5. 29. 건설교통부령 제17호)을 입수, 참고하였다.

수치지도 내에 포함된 레이어와 그 내용을 분석하였으며, 우리의 연구 목적에 부합되는 GIS 구축에 필요한 레이어를 선별하였다. 레이어 코드의 기준은 '수치지도작성 작업규칙'의 표준코드(제2조 제4호 관련)를 참조하였으며, 레이어의 분류는 대분류, 중분류, 소분류, 세분류로 되어있다.

4. 유출해석을 위한 GIS 공간데이터의 구축

4.1 수치지형자료(DEM)자료의 구축

수치지형자료의 구축은 인공위성 영상을 사용하여 구축하는 방법과 수치지도의 표고데이터로부터 구축하는 방법을 동시에 수행하였다. 인공위성 영상으로부터 구축한 수치지형자료를 WMS에서 사용가능한 Arc/Info ASCII Grid 파일(간격 12.5m)로 변환하였으며 이를 3차원 영상으로 나타낸 것은 그림 2와 같고 그림 3은 수치고도자료로부터 등고선도를 추출한 것이다.

입수된 수치지도 62개 도엽을 AutoCAD R12에서 결합하는 작업을 하였다. 각 도엽을 결합하기 전에 수치지도 내부에는 존재하지 않고 코드만 삽입된 레이어를 제거하는 작업을 먼저 수행하였다. 도엽의 결합은 각각의 도엽을 순차적으로 삽입시켰서 경계가 없는(Seamless) 수치지도로 만들었다. 수치지도의 표고데이터 레이어로는 주곡선(5m)과 계곡선(25m)으로 등고데이터를 추출하고, 등고선 간격이 넓은 지역은 표고점을 사용하였다. 등고선 파일은 CAD 호환 형식인 DXF파일이므로, 이 자료를 먼저 GIS에서 처리 가능한 형태로 변환하였다. 최종 수정된 등고선 자료로부터 보간법(interpolation)을 이용하여 격자형 수치고도자료를 생성하였다. 격자형의 DEM자료는 $30 \times 30m^2$ 의 면적을 가진 동일 간격의 격자로 배형되어 각 지점마다 해발고도가 부여되었다. 표고데이터 파일을 다시 WMS에서 사용할 수 있도록 DXF 파일로 변환하였다. 본 연구에서는 WMS의 Window 95용을 사용하였으므로 컴퓨터 성능(Pentium 166MHz, RAM 64 Mbyte,

HardDisk 2.1 GByte)을 고려하여 수치지도로부터 추출한 DEM자료를 사용하였다.

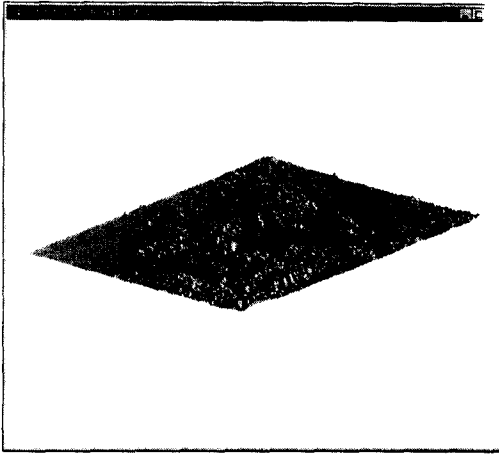


그림 2. 굴포천 유역의 3차원 영상



그림 3. 굴포천 유역의 등고선도

4.2 굴포천 유역의 수계망 구축

국립지리원 수치지도에서 하천 레이어를 추출하였다. 그러나 이 레이어는 그림 4와 같이 지형도상에 나타난 하천만을 나타내고 있으므로 굴포천 유역과 같이 도시화 지역의 복개된 하천은 나타나지 않고 있으므로 실제 유출해석을 위한 하천망 형성에는 부적합하게 구성되어있다. 따라서 본 연구에서는 수치지도에서 추출한 하천망과 부천시 및 인천시 하수과 및 방재과에서 작성된 배수유역도를 참고하여 굴포천 유역의 복개된 하천 및 도시화 지역에 대한 배수관망중 간선관로를 WMS상에서 합성하여 유출해석을 위한 하천망을 형성하였다.

4.3 TINS해석을 통한 유역경계선 추출

DEM데이터와 하천망도를 사용하여 WMS상에서 TIN해석을 수행하였으며 그림 6은 TIN 해석을 통해 자동으로 추출된 유역경계선을 나타낸다. 한편 굴포천 유역을 그림 7과 같이 지역 배수구역도를 중심으로 소유역을 구분하였다.

WMS에선는 각 소유역에 대한 지형특성인자를 자동으로 구해주고 있으며 그림에는 각 소유역 면적만을 도시하였다. 또한 HEC-1의 유역 모식도(basin schematic diagram)과 유사한 모식도를 제공하여 주므로 HEC-1의 유출해석 및 결과분석을 보다 편리하게 할 수 있도록 하고 있다.

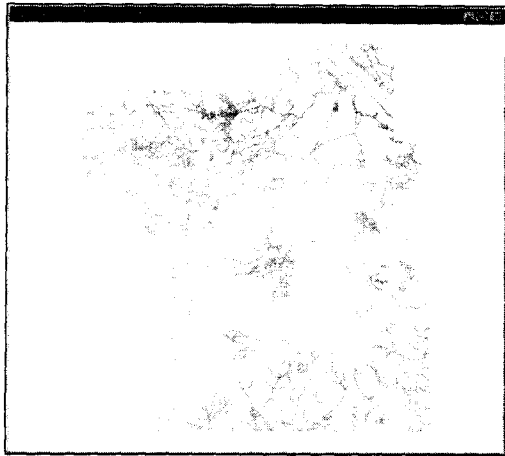


그림 4. 수치지도의 하천레이어



그림 5. 유출해석을 위한 하천망도



그림 6. 유역경계선 추출

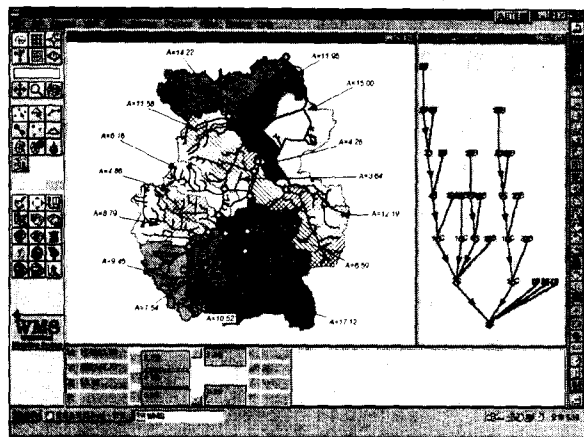


그림 7. 소유역 부분

4.4 토양도 및 토지이용도

HEC-1은 미 토양보존국(U.S. Soil Conservation Service, SCS)에서 개발한 유출곡선지수(runoff curve number, CN)를 이용하고 있으므로 토양도 및 토지이용도의 작성이 필요하다. WMS에서는 TIN, 하천망(stream arc), 토양 및 토지이용도(soil and landuse polygon)을 이용하여 HEC-1의 유출해석에 필요한 유역특성인자를 자동으로

구하고 이는 HEC-1에 자동으로 입력되도록 되어있다. 본 연구에서는 농촌진흥청 식물 환경연구소(1:50,000 개략토양도)를 이용하였고 토양군을 SCS의 수문학적 토양군으로 재분류하였다. 그림 8은 SCS의 Type-A ~ Type-D 형으로 재분류하여 Digitizing한 후 이를 WMS에서 속성값을 부여한 것을 나타내고 그림 9는 이를 유역 및 하천망 레이어에 중첩한 것을 나타내며 토지이용도는 인공위성자료로부터 추출하였다.



그림 8. 토양도

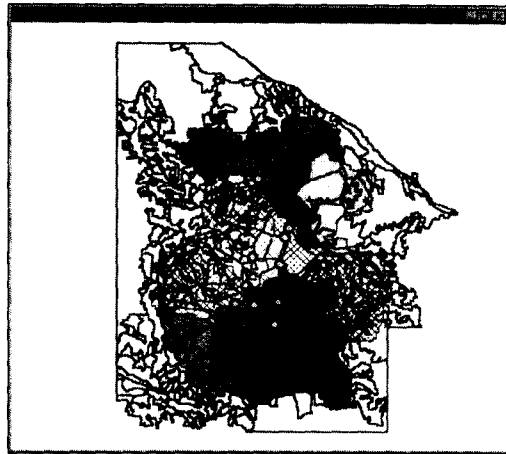


그림 9. 유출해석을 위한 토양도의 중첩

5. 결론

굴포천 유역을 적용대상지역으로 선택하여 유출해석에 필요한 GIS데이터 구축을 위해 인공위성영상 및 수치지도를 활용하였다. 또한, 이를 GIS·수문프로그램인 WMS에서 사용가능한 형태로 변환하였으며 HEC-1의 유출해석에 필요한 GIS데이터를 구축하여 적용한 결과 그 효용성을 확인할 수 있었다.

6. 참고문헌

- Briham Young University - Engineering Computer Graphics Laboratory (1996).
WMS v4.1 Reference Manual.
- HEC (1990). HEC-1 Flood Hydrograph Package User's Manual
- John R. Jensen (1996). Introductory Digital Image Processing - A Remote Sensing Perspective 2 ed., Printice Hall.