

국내 적합한 연안침수지도제작에 관한 연구

A Study on Generating a Coastal Flood Hazard Map

*원대희¹⁾ · 김계현²⁾ · 박태욱³⁾ · 최현우⁴⁾ · 곽태식⁵⁾

*Won, Deahee¹⁾ · Kim, Kyehyun²⁾ · Park, Taegog³⁾ · Choi, Hyunwoo⁴⁾ · Kwak, Taesik⁵⁾

¹⁾인하대학교 지리정보공학과 석사과정 · g2011313@inhavision.inha.ac.kr

²⁾인하대학교 지리정보공학과 부교수 · kyehyun@inha.ac.kr

³⁾한국정보통신 대학원·대학교 부설 정보통신교육원 GIS 팀장 · topark@aiit.or.kr

⁴⁾한국해양연구원 · hwchoi@karico.re.kr

⁵⁾인하대학교 지리정보공학과 박사과정 · tskwak@handong.edu

요 약

연안침수지도는 태풍이나 해일에 의한 연안침수 발생 시 방조제의 월류 및 붕괴로 인한 예상 침수구역을 강우빈도(200년)별로 나타내고, 침수면적과 깊이를 표현한 지도로서 국외 선진국에서 방재형 국토관리 정책결정과 침수피해에 대한 대민 홍보의 수단으로 활용되고 있다. 국내에서도 연안침수에 의한 피해가 나날이 커지고 국토의 개발에 따른 자연 재해가 많아짐에 따라 보다 방재형 국토개발로 국민의 안전과 복리를 증진하고, 연안침수에 의한 피해를 최소화하기 위한 노력의 일환으로 연안침수지도의 제작 필요성이 증대되고 있다. 본 연구의 시범지역인 대부도 남부지역의 GIS 데이터베이스 구축은 문헌조사 및 기구축 데이터 확보, 지역의 특성에 맞는 신규 GIS 데이터베이스 구축 방법을 제시하였다. 침수구역을 예측하기 위한 모델링을 지원하기 위한 정확도와 경제성, 객관성, 현실성이 높은 지형공간자료의 효율적인 구축이 강조되었다. 구축한 데이터베이스의 세부 유형은 침수위험구역, 침수경계구역, 침수량 화살표이며, 기존에 구축된 데이터를 활용한 레이어는 해안선, 도로, 건물, 등고선, 등심선, 연안 표고점 측량데이터이다. 연안침수지도는 효율적인 재난관리를 위하여 다양하게 활용될 수 있을 것으로 사료되며 나아가 주민의 침수에 대한 경각심 고취와 사전 교육, 지방자치단체의 침수위험 관리업무의 활용이 가능할 것으로 사료된다. 본 연구에서 제작된 연안침수지도는 지자체 주민들을 위해 보기 쉽고 다양한 정보를 얻을 수 있도록 제작되었으며, 이를 위해 사진과 삽화를 추가하여 주민들에게 침수피해에 대한 경각심과 이해를 높이는데 중점을 두었다.

주요어 : 연안침수지도, 공간데이터베이스

1. 연구 배경 및 필요성

연안침수지도는 태풍이나 해일에 의한 연안침수 발생 시 제방의 월류 및 붕괴로 인한 예상 침수구역을 강우빈도(200년)로 나타내고, 침수면적과 깊이를 표현한 지도로서 국외 선진국에서 방재형 국토관리 정책 결정과 침수피해에 대한 대민 홍보의 수단으로 활용되고 있다. 국내에서도 연안침수에 의한 피해가 나날이 커지고 국토의 개발에 따른 자연 재해가 많아짐에 따라 보다 방재형 국토개발로 국민의 안전과 복리를 증진하고, 연안침수에 의한 피해를 최소화하기 위한 노력의 일환으로 연안침수지도의 제작 필요성이 증대되고 있다.

이러한 연안침수시 피해를 최소화하기 위해서는 예상되는 해안침수에 의한 침수심, 침수범위, 침수면적, 피난장소 등의 각종 정보를 지역주민이 이해하기 쉬운 형태로 도면에 수록한 연안침수지도를 작성하여, 평상시 주민이 자신이 거주하는 지역의 침수이력과 침수가능성을 충분히 인식하고, 재해 발생 시 연안침수지도상의 정보를 토대로 정확한 피난행동을 취할 수 있도록 하기 위해 연안침수지도의 제작이 필요시 된다.

2. 연구 목적

본 연구의 목적은 연안침수지도를 제작하여 해수침수에 따른 피해 발생 시 신속한 응급 대책 및 재해 복구 방안을 마련하고 해수침수를 경보하여 국민의 재산과 인명을 보호하며, 해수침수 시 피난계획에 반영하여 도시계획, 토지이용계획 등 기본적인 해양도시 조성을 위한 자료로서 해양항만 구조물의 설계조건에 기초자료로서 제공된다. 또한, 침수가 예상되는 지역의 주민을 위한 재해예방을 위한 교육에 활용하기 위한 것이다. 아울러 미래 발생

가능한 재해의 예측과 방재 계획을 수립하여 자연재해로부터 인명과 재산피해를 최소화하는데 본 연구의 목적이 있다.

3. 연구대상지역

본 연구의 대상지역은 경기도 안산시 대부도 남부지역 연안이다. 대부도 남부지역은 면적이 작고 방조제 등 해안구조물이 있으며 침수모의 현장적용성을 평가하기에 적당하였으나, 소규모의 어촌이어서 인구가 적고 피난장소로 정할 공공시설이 거의 없는 관계로, 피난정보 및 시설정보 등을 수집하는데 어려움이 있었다.



<그림 1> 연구대상지역

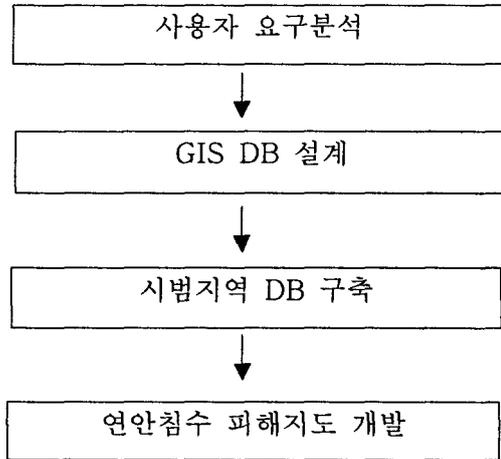
<표 1> 대상 지역 수치지도 현황

수치 지도 번호	축척	내용
37615013.dxf	1 / 5,000	대부남도
37615012.dxf	1 / 5,000	대부남도
대부012_3	1 / 2,500	인덱스 맵

4. 연구절차

본 연구는 국내에 적합한 연안침수지도 제작에 있으며, 본 연구의 과정은 크게 4

단계로 구분할 수 있다. 그림 2는 본 연구의 진행과정을 보여주고 있다.



<그림 2> 제작 절차

4.1 사용자 요구분석

국외선진국에서는 위험관리의 구조적 문제점을 분석하여, 재발 방지책을 세우고 침수 관련 위험으로부터 효과적으로 대처하기 위해 범정부적인 관리체계를 구축하여 운영하고 있다. 연안침수지도의 활용에 있어서 일본의 경우에는 침수 위험도가 높은 지역에 대하여 태풍에 따른 침수 예상지역을 표시하고, 침수시 피난을 위한 피난경로 등 상세 정보를 표시한 연안침수지도를 만들어 일반 주민에게 공급하고 있다. 또한 평상시에는 이러한 연안침수지도를 이용하여 주민에게 침수시의 행동요령 및 나아가 산불이나 대형 화재, 지진 등의 재난 발생시 행동요령의 숙지와 함께 재난에 대한 국민의 인식을 고취하는데 활용하고 있다. 미국의 경우에도 연안침수지도를 만들어 태풍과 해일에 대처하는 것은 물론 침수에 따른 피해 보상을 위한 침수보험을 실시하고 있다. 이러한

침수보험의 실시를 위하여 지역별 연안침수위험도를 연안침수지도에 정량화하여 표기함으로써 보험회사에서 침수보험을 판매하는데 기본 평가자료로 활용하고 있다. 국외의 사례와 같이 활용도 높은 연안침수지도를 제작하기 위하여 사용자 요구분석을 하였는데, 주요 사용자로는 중앙재해대책위원회와 같은 중앙정부의 연안침수관련 업무의 담당자로서 침수관련 정책을 수립하는 사람으로 정의하였다.

4.2 GIS 데이터베이스 설계

GIS 데이터베이스 설계는 앞에서 이루어진 사용자 요구분석을 토대로 연안침수지도의 제작에 필요한 데이터를 정리하고 각각의 데이터 유형별 관련 도형을 정의하여 레이어의 형태로 구축하였다.

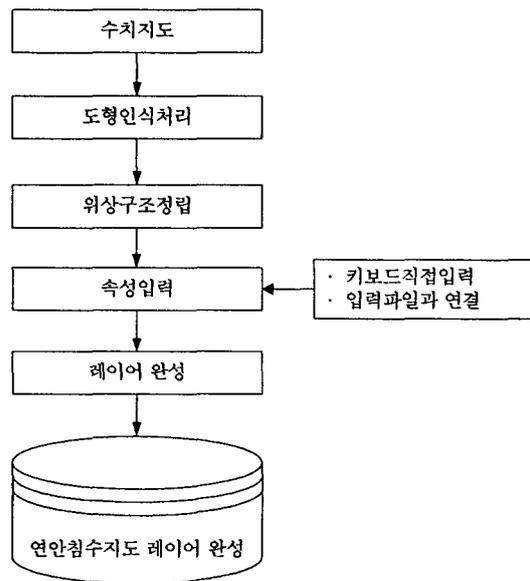
GIS를 위하여 구축되는 공간데이터베이스의 설계는 일반적인 데이터베이스 설계와 마찬가지로 개념적 설계, 논리적 설계, 물리적 설계 등으로 구분하여 볼 수 있다. 공간데이터베이스의 구축은 공간데이터베이스 설계 내용에 근거하여 기존의 도면과 대장에 속한 정보를 정리하여 데이터베이스화하였다(건설교통부, 1997).

4.3 시범지역 데이터베이스 구축

본 연구에서 사용한 데이터베이스는 국립해양조사원을 비롯한 유관기관에서 제작된 데이터를 최대한 활용할 수 있도록 설계되었다. 특히 침수가 시작되는 지점을 명확하게 제작하기 위한 해안표고점데이터와 수심데이터는 국립해양조사원의 데이터베이스를 토대로 하였다. 구축된 도형 데이터베이스는 표 2와 같고, 그림 3은 작업 과정을 나타낸다.

<표 2> 도형 데이터베이스 구축

분류	축척	구축방법	비고
지형도	1/5,000	수치지도 변환 레이어	국립해양조사원
건물	1/5,000	수치지도 변환 레이어	국립해양조사원
침수위험 지역0.5m	1/5,000	수치지도 변환 레이어	국립해양조사원
침수주의 지역5_10m	1/5,000	수치지도 변환 레이어	국립해양조사원
인덱스 지도	1/2,500	국립지리원 1:5,000 인덱스 맵 변환 구축	국립해양조사원
등심선	1/5,000	수심점에서 등심선 생성	국립해양조사원
등고선	1/5,000	수치지도에서 레이어 추출	국립해양조사원
인공해안선 (제방)	1/5,000	기 구축자료 획득	국립해양조사원
자연해안선	1/5,000	기 구축자료 획득	국립해양조사원
수심점	1/5,000	기 구축자료 획득	국립해양조사원
연안 표고점	1/5,000	기 구축자료 획득	국립해양조사원
내륙 표고점	1/5,000	기 구축자료 획득	국립해양조사원



<그림 3> 작업 과정

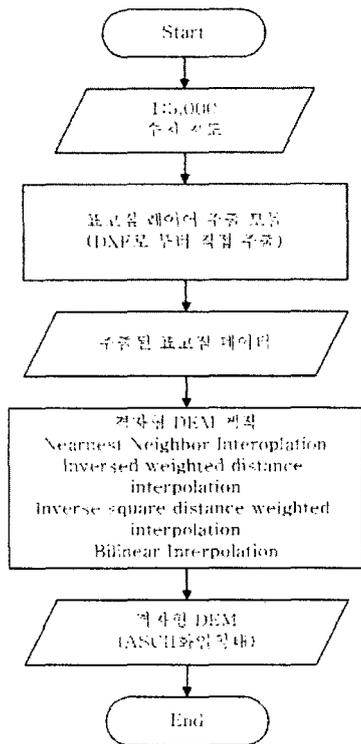
4.3 연구 방법

본 연구에서는 연구 대상지역이 1:5,000의 대축척지도와 NGIS 수치지형도가 있

으므로 기 구축된 국립지리원 1:5,000 수치지도를 이용하여 수치레이어를 제작한 후 등고선과 표고점을 이용하여 DEM을 제작하였다. 수치지도를 원시자료로 하여 간접적인 방법을 이용하여 DEM을 생성하는 방법으로서 지상측량이나 사진측량에 의한 DEM 생성보다 비용이 저렴하고 대규모의 DEM 생성이 가능하다는 장점이 있으며, 단점으로는 등고선에 표고자료가 집중되어 있으며, 종이지도와 수치지도 제작 과정에서의 정보 유실 및 오차가 발생할 수 있다는 점이다. 정확도는 종이지형도의 품질, 등고선 간격, 작업자의 숙련도와 시스템의 성능에 달려 있으며, 기대치의 정확도는 등고선 간격의 1/2이다(국립지리원, 1999).

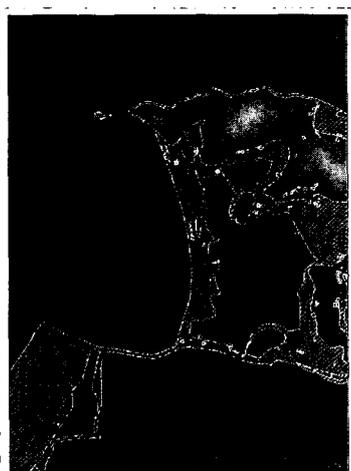
표고점 레이어 추출은 격자형 DEM 제작을 위한 전 단계로서, DXF 포맷의 수치지도에서 표고점에 대한 정보를 가지고 있는 레이어를 추출하는 것을 의미하며, 표고점 레이어는 국가수치지도 표준 지형코드의 코드 번호가 71XX(등고선), 7217(표고점), 73XX(기준점)인 레이어를 의미한다. 이러한 레이어의 추출 방법은 DXF 파일을 직접 읽어 들여서 레이어 코드가 71XX(등고선), 7217(표고점), 73XX(기준점)에 해당되는 레이어를 추출하여 커버리지 파일로 변환하였으며, DEM의 정확도를 높이기 위해 기 구축된 연안제방측량 표고점과 ArcGIS에서의 조인과정을 거쳐 표고점 레이어를 추출하였다.

1:5,000 수치지도를 이용한 DEM 생성 작업 과정은 크게 표고점 레이어 추출 단계와 격자형 DEM 생성 단계로 나눌 수 있다. 전체 작업 과정의 흐름도는 그림 4와 같다.



<그림 4> 등고·표고레이어를 이용한 격자형 DEM 생성 절차

이러한 과정을 거쳐서 생성한 대상지역 DEM은 그림 5와 같다.



<그림 5> 대부도 DEM(2.5m×2.5m) 제작

4.3 연안침수지도 내용

본 연안침수지도의 제작을 위해서 세계 측지계(WGS-84)좌표계를 사용하였으며, 평면은 평면직각좌표계(TM)도법으로 제작하였다. 본 대상지역의 측량데이터 중 수심과 표고의 기준은 평균해면을 적용하였고, 등심선 간격은 1m, 등고선 간격은 5m, 침수위험지역 면적은 193,000m², 침수주의지역 면적은 223,000m²이다. 연안침수지도는 가상적으로 설정한 시나리오를 이용하여 작성 예시한 것이다.

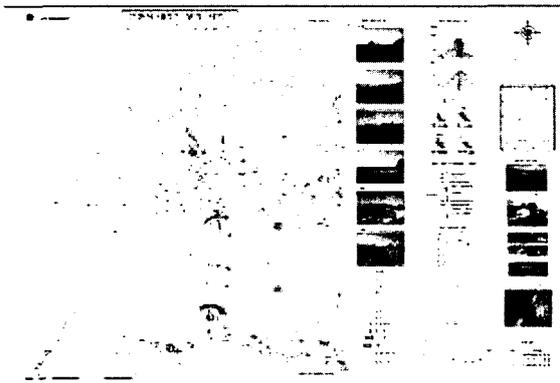
본 연구는 먼저 지도의 명칭을 “안산시 대부도 남부지역”라 정하고 부제로 “해안 침수예상정보지도”를 기재하였다. 설명문에는 이상고조와 해일로 침수가 발생하는 경우 주민의 피난에 도움이 되기 위해 레이어별로 침수위험구역과 침수주의지역으로 나누었고, 예상 해수위 상승이 200년에 1회 정도로 발생하는 규모에 해당함과 작성 년 월 및 작성주체를 삽입하였다. 침수가 시작되는 지점을 명확히 알기 위해서 해안경계지역의 표고점측량데이터¹⁾와 수심점 측량데이터가 표시되었으며, 침수가 시작되는 지점과 침수량의 강·약을 표시하는 침수량 화살표, 제방, 건물, 1m 등심선, 5m 등고선, 도로, 1:2,500 인덱스 맵은 지도 우측 여백에 범례를 제시하여 쉽게 알아볼 수 있도록 하였다.

침수지도의 최우측 여백에는 본 지도의 정의와 유의사항, 침수 시나리오, 지도에 적용된 측지계와 좌표계, 수심 및 표고의 기준, 등심선 간격과 등고선 간격, 침수위

1) 2001년 (주)환경과학기술에서 육상측으로는 해안선에서 약 50m 표고측량과 바다 쪽으로 약최저저조면까지 측량 하고, 거리는 평균적으로 150m 정도 되는 연안 제방 측량데이터를 구축하였으며, 침수량 화살표 선정시 중요한 자료가 되었다.

험지역 및 침수주의지역의 면적을 표기하였으며, TIN을 이용하여 침수시물레이션 그림이 삽입되었다.

또한, 주민들에게 침수피해의 경각심을 고조시키기 위해 국내 해안 재난 사례 사진을 삽입하였으며, 아울러 지도의 이해를 높이기 위해 대부도 남부지역의 여섯 지점을 지정하여 현장 사진을 삽입하였으며, 게시용 도면은 그림 6과 같다.



<그림 6> 연안침수지도

5. 결론

연안침수지도의 제작 및 관리는 구축된 데이터베이스를 이용하여 사용자의 요구 분석을 통하여 침수관리와 관련된 실무자와의 접촉을 통하여 필수적인 정보들을 제공하였다. 연안침수지도는 침수위험지역(침수지역)에 대한 정보를 제공해야할 뿐만 아니라, 효율적인 재난관리를 위하여 다양하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다. 위 지도는 주민의 연안침수에 대한 경각심 고취하고, 유사시 침수 피해를 최소화하기 위한 행동요령의 숙지에 도움을 줄 것으로 판단된다. 이와 함께 산불이나 홍수 등의 대규모 자연 재난시에 피해를 최소화하기 위한 국민의 재난대처 의식의 고취에 기여할 수 있을 것이다.

본 연구에서 개발된 연안침수지도를 현업에 배치하여 운영함으로써 지자체 실무자로 하여금 침수위험도가 높은 지역의 특성을 파악하고 유사시 필수 기자재의 비축 등을 위한 장소의 선정 등에 활용이 가능하다. 이와 함께 주민 대피 장소 등의 효율적 선정과 관리를 통한 관련 업무의 지원에 기여도가 높을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 1:5,000 수치지형도에서 5m 등고선을 추출하여 2.5m의 DEM을 제작하였다. 그러나 이러한 DEM은 해상도가 낮은 관계로 sub-meter 단위의 표고 추출이 불가능하며, 아울러 정확도 높은 침수지역 선정이 불가능하다. 따라서 향후 연구에는 정확도를 높일 수 있는 방안으로 고해상도의 위성영상을 활용한 DEM을 구축하여 sub-meter 단위의 표고값을 추출하여 향후 연안침수지도의 제작에 활용이 되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 행정자치부, "해안재해의 피해조사방법과 침수도제작 및 자료기반화 지침작성용역", 1998
2. 김계현, GIS 개론, 대영사, 2000.
3. 김계현외 2인, "보간법을 이용한 효율적인 DEM 구축에 관한 연구", 대한토목학회 학술대회 발표논문집, pp.675-578, 2000.
4. 한국수자원공사, "홍수위험지도 프로토타입 개발", 2001
5. <http://www.kma.go.kr>, 기상청
6. <http://www.kordi.re.kr>, 한국해양연구원
7. <http://www.momaf.go.kr>, 해양수산부
8. <http://www.nori.go.kr>, 국립해양조사원