

지형공간정보체계를 이용한 상습침수 지역의 관리시스템 구축

○조용재* · 노수상* · 정인주** · 김상용***

1. 서론

국내의 경우는 유역 경사가 급하고 호우발생빈도가 높은 지역상의 특성을 가지고 있는 지역이 많이 나타나고 있다. 그래서 잦은 장마 및 집중호우 또는 태풍 등으로 인하여 상습침수, 붕괴, 고립 등의 자연재해를 매년 겪고 있는 실정이다. 또 최근에 이상기후로 많은 양의 강우가 짧은 시간에 내려서 재해로 인한 인명의 피해가 늘어나고, 재해로 인한 인명 및 재산상의 손실은 여러 자연재해 중 가장 심각한 문제로 엄청난 경제적 손실과 아울러 사회적 혼란마저 초래하고 있다. 특히 급속한 산업화의 영향으로 도시지역의 무분별한 개발은 하천 및 해안에 접해있는 일부 도심의 저지대에 치명적인 피해를 초래하고 있고, 또 증가된 홍수량의 배제 불량 및 하천 홍수위 상승에 따른 내수배제 불능과 조수간만의 영향 등으로 도심지 저지대에는 상습침수로 인한 수해지역이 많이 발생되고 있다.

따라서 본 연구에서는 부산시내의 상습침수지역 현황을 지형공간정보체계(GIS)를 이용하여 면밀히 분석하여, 가능한 침수지역 해소의 최적방안을 제시하고, 홍수관리시스템을 구축함으로써 상습침수지역에 대하여 이미 방지대책으로 마련된 모든 시설물을 관리하고, 또 강우량의 분포에 대한 홍수재해를 미리 예측하여 대책을 마련함으로써 수해로 인한 인명과 재산피해를 줄이는데 도움을 주고자 한다.

2. 상습침수지역의 현황 및 문제점

2.1 상습침수지역의 지역적 특성

부산 지방의 수해는 기본적으로 하천범람 피해, 해일, 수해, 토사 등 산사태에 의한 붕괴, 내수에 의한 침수 수해 등의 4가지 형태로 구분할 수 있다. 부산 지방은 배산(背山)지역으로 하천과 해안을 접하고 있는 도시로서 하천현황은 직할하천인 낙동강을 제외하면 거의 대부분이 유로가 직선이면서 짧고 경사가 급한 것이 특징이고, 특히 자연하천의 개·보수로 유속이 빨라짐으로 인하여 호우 시 하류부의 유출량은 급속히 증가하는 양상을 보이고 있다. 또한 낙동강과 수영강을 제외한 대부분의 하천들은 배후 녹지면적이 적고, 해발이 낮은 산지를 발원지로 하고 있으며, 갈수기에는 하천 유지수가 거의 없으며 하구 쪽은 해안과 접해져 있는 관계로 조수간만의 영향을 받고 있는 감조하천이다. 그리고 최근 들어서 동남아 물류기지의 중심항으로 발돋움하면서 매립

* 부경대학교 토목공학과 석사과정

** 부경대학교 토목공학과 박사과정

*** 부경대학교 토목공학과 교수

및 접안시설이 조성됨으로 인하여 해안선의 구성비가 자연 해안보다 인공 해안이 많이 형성되어 있다. 기상적인 조건에서 살펴보면 부산 지방은 여름 계절풍과 저기압의 통과 등으로 전국적으로 유명한 다우지역이며, 부산 지역의 최대 강우량은 표 1과 같다.

표 1 부산지방 최대 강우량 (1905~1997년)

구 분	년최대 (mm)	월최대 (mm)	일최대 (mm)	시간최대 (mm)	10분간최대 (mm)
강 우 량	2,232.4	699.8	439.0	89.0	40.0
발생일시	1972	1991. 8	1991. 8	1970. 9	1981. 9

또한 상습침수의 원인으로서는 급속한 도시화 추세에 따라 계획적인 도시기본계획이 수립되어야 하며, 이에 따른 도시 기반시설이 병행되어야 함에도 불구하고 부족한 택지수요로 인한 산지 등을 개발함으로써 불투수면의 증가에 따른 호우 시 지표면의 유출량의 증가로 인한 기존 하수관거의 통수단면의 부족이 상습침수의 원인으로 작용하고 있다.

2.2 상습침수지역의 발생현황

부산지방의 상습침수지 현황은 1990년 부산시가 각 구청을 통해서 조사하였고 1998년 부산시가 재해 위험지구로서 지정한 지역별 및 지구별 상습침수지 현황을 표 2로 나타내었다. 1990년도와 1998년도, 상습침수지 현황을 비교해 보면 부산지방의 직할하천인 낙동강 주변 지역임을 알 수 있다. 1990년 17개 지구 중 11개가 낙동강의 본류 및 지류에 근접한 곳으로 대부분 낙동강 홍수위보다 현 지반이 저지대로 형성되어 있다.

또한, 1990년에서 1998년까지 침수대책수립이 마련되지 못하여 계속 침수지역으로 수해에 노출되어 있는 곳도 있다. 하지만 부산의 대표적 공업단지인 사상 및 신평·장림지구는 수 차례 개선책을 마련하여 현재는 일반 강우 시 침수에 대한 피해는 발생하지 않고 있는 상황이다.

2.3 연구대상구역

본 연구 대상 구역은 해운대구 우동 운촌 부락 일원으로서 충렬로와 동백길 사이의 주택지로서 지역의 평균 지반고는 E.L(+) 1.7~2.0m이다. 유역내 배수시설로는 원형관거 D=300~600mm, 암거 1.2×1.2m가 시설되어 춘천천 하류부에 접하는 지역에 일련암거 1.5×1.5m 설치되어 춘천으로 유하토록 되어있다. 암거의 하상고는 E.L(-) 0.3m이며 이 부분의 춘천 홍수위가 E.L(+) 2.10m임을 감안하면 호

표 2 상습침수지 현황(1998년)

구 별	침수현황
남 구	1
해운대구	2
수 영 구	2
강 서 구	6
합 계	11

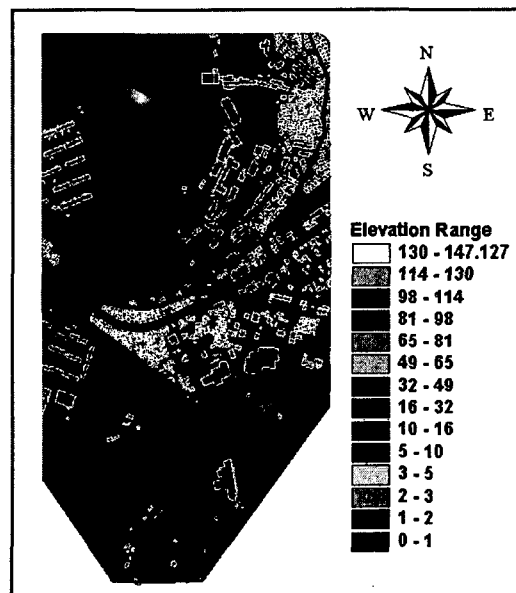


그림 1 연구대상구역

우시 침수를 예상할 수 있다. 주택현황은 침수지역내 대부분의 가옥이 노후화 되어있는 실정이며 91년 8월 태풍 글래디스호와 93년 8월 집중호우시 오션 타워 주변의 주택 및 농경지가 일부 침수되었으며 현재 침수방지 대책 방안으로서 동백교에서 춘천 상류쪽 약 500m 지점에 배수 펌프장이 건설되었다. 그림 1은 대상유역을 ArcView 3D Analyst를 이용하여 분석한 화면으로서 고도에 따른 화면의 구분이 가능하며, 이렇게 구분된 화면에 도로와 건물의 정보를 overlay 시켜 이것으로써 침수지역의 식별이 용이하도록 하였다.

3. 홍수관리시스템 개발

본 연구의 목적은 상습침수지역의 관리시스템을 구축하여 홍수 시 펌프장의 가동상황을 통제하여 보다 효율적으로 침수지역을 관리할 수 있도록 하는데 있다.

3.1 연구방법

본 시스템은 수치지도 및 Visual Basic6.0과 GIS Tool인 MapObject를 이용하여 시스템을 구축하였다. 우선 수치지도를 각 Layer별로 Arc/Info 상에서 자료변환을 시킨 다음, 변환된 *.shp 파일을 이용하여 공간자료를 획득하였다. 변환과정에서 생기는 coverage는 공간자료와 속성자료를 가지고 있다. 공간자료는 좌표값을 가지는 파일로 나타나며, 속성자료는 각 자료의 길이 및 면적과 같은 속성값을 갖는 파일로 표현된다. 이러한 공간자료는 Visual Basic6.0에서 MapObject를 이용하여 화면상에 표현이 가능하도록 하였다. 이러한 일련의 과정들을 그림 2에 나타내었다.

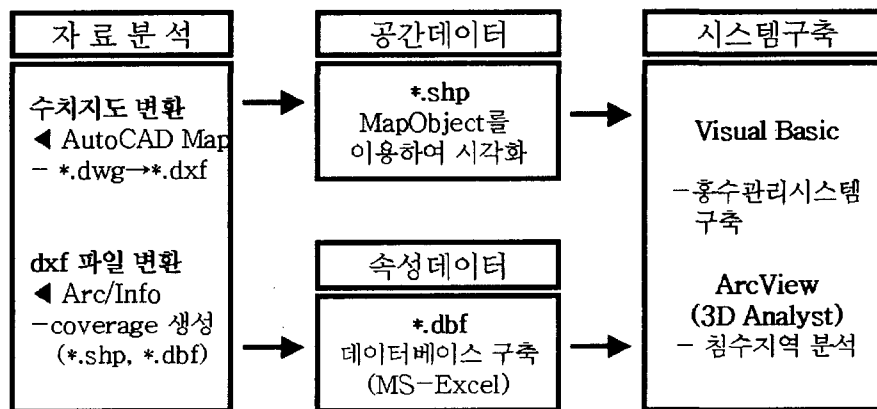
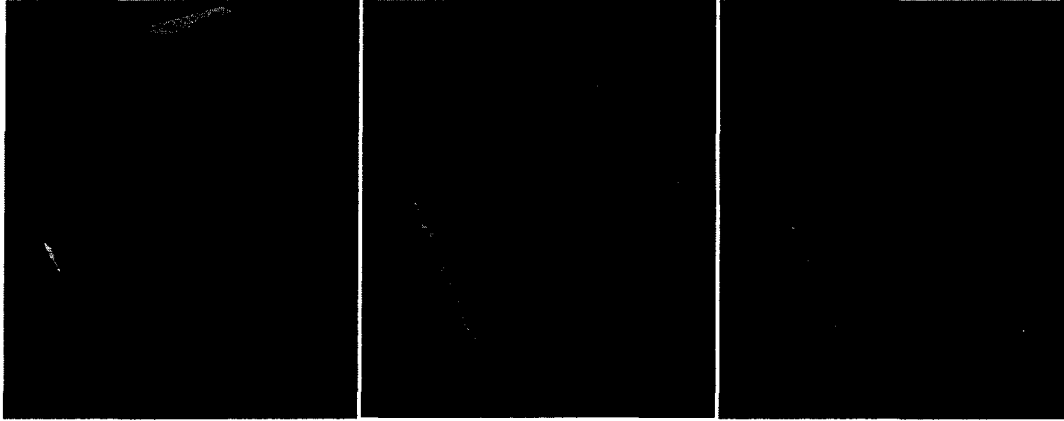


그림 2 연구수행 과정

3.2 상습침수대상구역의 분석

그림 3은 해운대 춘천지역의 침수구역을 세분화하여 강우에 따른 침수현황을 강우지속시간에 따라 확인할 수 있게 하였다. 그림 3의 (a)는 ArcView에서의 Tin(Triangular Irregular Network) 작업을 통해 Elevation값을 9개로 분할하여 적용한 값이며, 대상유역 중심의 짙은 색을 띠고 있는 지역은 최초 침수지점을 나타내고 있음을 알 수 있다. (b)는 (a)보다 Elevation값을 좀더 세분화하여 분석함으로써 대상유역의 침수를 세밀하게 파악할 수 있게 하였다. 이를 통해 (c)에서는 (b)의 지도에 수치지도를 Overlay하여 침수대상지역의 정확한 위치를 파악할 수 있게 하였다. 이를

통해 침수대상구역의 면밀한 분석이 가능해 지고 침수구역에 대한 효과적인 대책 수립과 홍수관리시스템에서의 활용이 가능하게 되었다.



(a) (b) (c)

그림 3 TIN에 의한 촌천침수지역의 분석

3.3 상습침수지역 모형의 적용

강수로 인한 유입량은 도시화에 따른 유출계수의 증가로 예전의 유입량보다 더욱 커진 값으로 저지대를 향해 유출된다. 상습침수구역은 주로 해수면보다 낮은 Elevation값을 가지며 지역특성 요소인 경사의 급변화와 짧은 하상길 이로 인해 배수가 원활하지 못하여 침수가 발생하는 과정을 그림 4와 같이 침수량만큼 펌프로 배출을 해주는 것을 나타내고 있다. 특히, 침수를 막기 위하여 침수지역에서의 펌프로 인한 강제배수의 배수시기는 침수지역의 효과적인 배수를 결정하므로 침수가 일어나는 시점에서부터의 배수량을 고려하며 펌프의 용량과 설치대수 등도 고려하여야 한다.

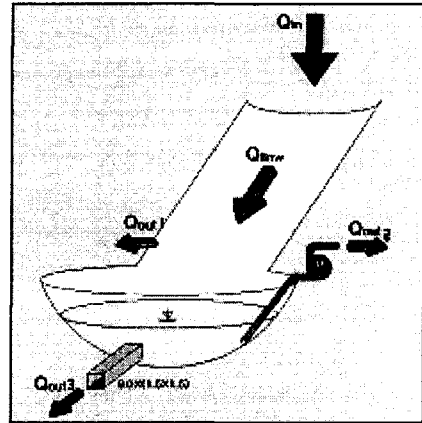


그림 4 침수지역의 유출모형

3.4 홍수관리시스템 구축

본 시스템의 개발은 수치지도 (1:25,000)의 좌표를 기초로 홍수관련 정보를 표시하여 Visual Basic6.0과 GIS Tool인 MapObject를 이용하여 홍수관리시스템을 구축하였다. 그림 5에서 지도를 표 3 메뉴바 구성

파일	강우량	침수정보	배수펌프장	하천현황	데이터베이스	화면제어	비상대책관리	도움말
열기 종료	10mm 20mm 30mm	강수량조회 침수지역확인 시설물관리	배수장위치 펌프정보	동천 석대천 촌천		확대 축소 이동	대피상황 위험지역검색	버전정보

보여주는 화면은 두 개의 창으로 구성되었고, 메인화면은 Arc/Info와 Excel를 통하여 공간자료와 속성자료를 입력하였으며 침수지역과 그 지역의 펌프시설 위치, 용량, 대수 등 상세정보를 볼 수 있도록 하였다. 그리고 지도의 정보를 표시하는 전체적인 위치를 나타내는 보조 화면으로 나눌 수 있다. 홍수관리시스템은 크게 분석과 관리의 기능을 들 수 있다. 침수정보의 검색 및 분석을 통하여 강우량에 따라 침수피해 대상구역을 확인할 수 있도록 시스템을 구축하였고, 검색된 구역에 대한

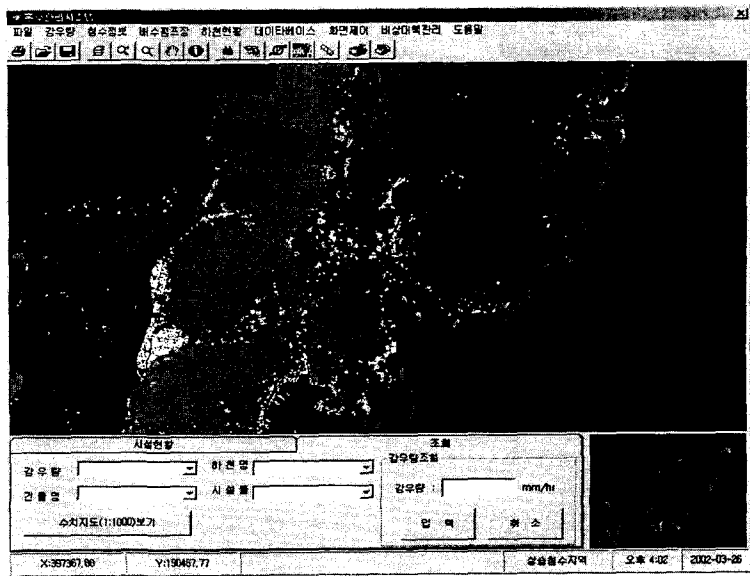


그림 5 침수지역 관리시스템

시설 및 장비설비의 정보를 통하여 침수대책방안이 작업지시서로 출력되어 시스템 사용자가 직접 대화식으로 운영할 수 있도록 구축되었다. 또한, 데이터베이스의 연계로 기존의 강수량자료와 현재의 강수량자료를 비교 분석하여 앞으로의 대책방안을 나타낼 수 있게 하였다. 강우량의 변화에 따라 홍수침수범위를 검색하여 홍수 시 주위의 대피상황을 미리 예측할 수 있고 또, 경보를 통하여 피해에 대한 대책을 마련할 수 있어서 홍수 피해를 최대한으로 줄일 수 있다고 본다. 이는 수해로 인한 인명과 재산피해를 줄이는데 큰 도움이 될 것이다.

3.5 침수유역 정보 조회

사용자가 임의의 강우량을 입력하여 구해지는 홍수량과 관거의 통수능을 적용하여 이미 건설되어 있는 펌프장의 가동 상황을 관리할 수 있도록 하였으며, 1971년부터 2000년까지의 부산지방의 월평균 강수량을 그래프로 나타내어 홍수가 집중되는 기간의 강우를 한눈에 알아볼 수 있도록 하였다. 그림 8은 침수지역의 대책으로 건설되어 있는 배수펌프장의 펌프용량 및 대수 등을 조회할 수 있도록 하였다.

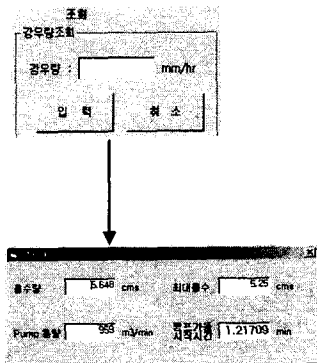


그림 6 춘천유역 펌프조회

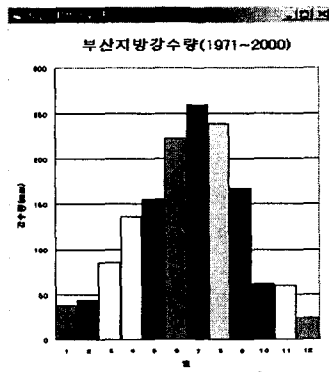


그림 7 부산지방 강수량 조회

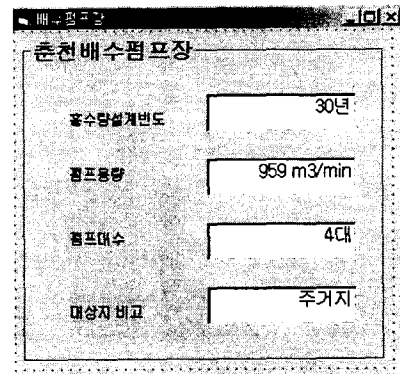


그림 8 배수펌프 정보 조회

4. 결론

본 연구는 부산시의 춘천유역을 대상유역으로 하여 상습침수지역의 홍수관리시스템을 지리공간정보체계(GSIS)를 이용하여 구축하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 수문지형인자를 GIS를 이용하여 결정함으로서 수작업보다 시간과 노력을 줄일 수 있으며 GIS Software와 언어를 이용하여 분석하므로 보다 더 편리하게 계산을 할 수 있다.

2) 수치지도 및 VisualBasic을 이용하여 시각적으로 홍수관리시스템을 표현하므로 비전문가도 쉽게 접근할 수 있다.

3) 근본적인 대책방안으로서 자연환경 보존과 실용성 있는 도시 재정비 계획 수립하는 것과 기존에 설치되어 있는 홍수재해방지 시설물 및 장비를 구축된 홍수관리시스템을 통하여 효율적으로 관리하고 통제하는 것으로 대책방안을 들 수 있다.

5. 참고문헌

1. 이종학 (1999). 부산지방 상습침수 지역의 특성과 대책방안에 관한 연구, 석사학위논문 부경대학교.
2. 부산광역시 해운대구(1994) 춘천 상습침수 배수펌프장 설치보고서.
3. 차성렬 (1994). 지형공간정보체계를 이용한 도시기반시설 관리에 관한 연구, 박사학위논문 동아대학교.
4. 국립방재연구소 (2000). 홍수재해지도 작성 제도화 및 침수예상지역 추정방법 개발(I).
5. 중앙재해대책본부 (1999). 재해연보, 행정자치부.
6. 김양수, 어민선, 최우정 (2000). "침수실적도 작성현황." 한국수자원학회 workshop, 한국수자원학회, pp.10-11
7. 조보현, 이동훈 (2000). "하천지리정보관리시스템 구축." 한국수자원학회 workshop, 한국수자원학회, pp.9-10
8. 최철용 (1999). 지형공간정보체계를 이용한 수문지형인자 결정에 관한 연구. 박사학위논문, 부산대학교.
9. 제의중 (1999). 침수위험지역 분석을 통한 계획적 방재방안 연구, 석사학위 논문, 한양대학교.
10. 이민우, 이성민, 김의명, 유환희(2001). "도시홍수재해예측 및 관리시스템 구축." 대한토목학회.
11. Kenneth Mingchung Wong (1999). An Integrated Geographic Information System and Stormwater Management Modeling. University of California Los Angeles.
12. McGRAW-HILL, Daniel H.Hoggan (1997) Floodplain Hydrology and Hydraulic