

일본 한신 대지진 사례연구를 통한 도시방재 GIS에 관한 연구

GIS based urban disaster management system in the City of Kohbe in Japan as a case study

권창희*

목 차

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| I. 서론 | IV. 재해 데이터베이스 작성 및 국토공간 데이터 기반 정비사업 |
| II. 일본 한신 대지진에 대한 지리정보 시스템 활용상황 | V. 결론 |
| III. 지자체 고베시 나가타구 방재 GIS 활용사례 | 참고문헌 |

Abstract

본 연구는 재해를 줄이고 철저한 대비를 하기 위하여 재난에 관한 정보를 체계적으로 수집 및 분석하고 이를 활용 할 수 있는 재난 관리 정보시스템이 요구되고 있다. 이러한 관점에서 도시방재 GIS시스템 구축방안을 모색함에 있어서 보다 구체적이고 효율적인 연구결과를 도출하기 위하여 일본 한신 대지진 사례를 통한 일본 GIS을 활용한 방재시스템 구축효과 및 개선방안을 고찰 하였다.

To prevent and minimize damages from disasters, it is necessary to build an GIS that can gather and organize proper information and that can analyze about disasters. This research aims at proposing policy measures to poster a GIS based urban disaster management system. To do so, the paper firstly takes a close look at the GIS in the City of Kohbe in Japan as a case study. Then it examines the effects of GIS based urban disaster management system and suggests future directions to promote it.

* 한세대학교 IT학부, 컴퓨터공학과, 조교수, Dept. of Computer Engineering, Hansei University,
e-mail : kwonch@hansei.ac.kr, (031)-450-5254

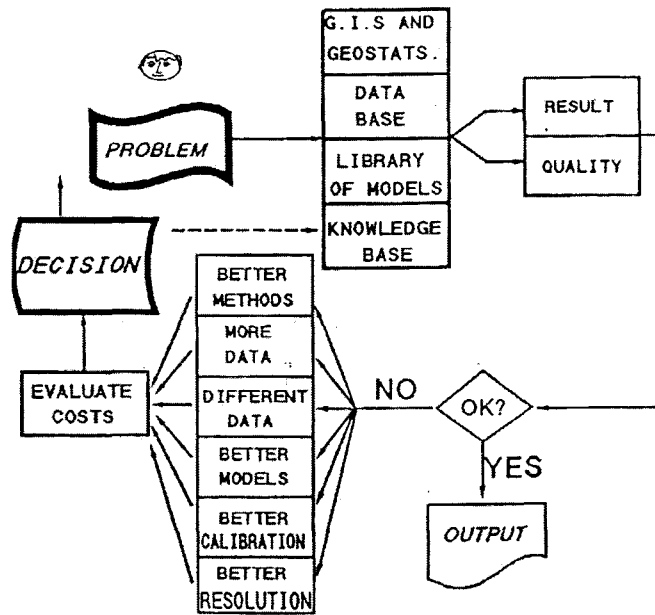
I. 서론

인구밀도가 높은 대도시에 있어서는 피해를 사전에 예측하여 만전을 기하는 것이 최상의 방재대책이라 할 수 있다(가네이다,1995). 이런 측면에서 미국인 경우 노스릿지 지진을 경험하면서 피해 상세데이터를 근거로 하여 GIS를 이용한 재해 데이터베이스 및 지진피해 분석을 위한 피해 예측모델 구축한 예가 있다. 반면에 우리나라의 경우는 재난이 발생 전후 데이터에 대한 체계적인 수집 및 분석 시스템이 정립 되지 못한 관계로 동일 형태의 재난이 반복이 되는 상황이 빈번히 발생하곤 한다. 하지만 최근에는 우리나라도 재난 재해에 대한 수집 및 관리, 방재 활동에 있어서 지리정보시스템(GIS: geographic information systems) 활용이 효과적이라는 점에 주목을 받고 있기 시작 하여(정대영 외,2002) 재해를 도시방재와 도시계획으로서의 종합적 대응방안연구 및 IT기술을 응용한 GIS를 활용한 연구가 증가되고 있는 추세이다(국토연구원,2003). GIS를 이용한 방재시스템에 관한 연구로는, 건축물 안전관리 정보체계를 하나의

의사결정수단으로서의 GIS 이용방안(서울시정개발연구원,1997)과 재해위험도의 유형을 분석하고 공간적 재해위험도로 나타낸 논문(서울시정개발연구원, 2004)과 산불발생위험지역 분석(이시영, 2004), 토양침식 위험지역 분석(김주훈 외 2003)과 동경시 주요간선도로를 동서남북으로 나누어 블록간 내화건축물의 분포 및 차이를 비교 분석한 논문(권창희,2003) 등이 있다.

특정 지역에 있어서 재해 또는 재난이 발생 하게 되면, 피해상황 정보 및 대처방안을 간구하게 된다. 이 때 가장 합리적이며 효율적으로 기동성 있는 대처가 필요하게 된다. 즉, 공간정보 데이터를 사용한 공간정보를 편집하고 가공하여 공간적 알고리즘 분석을 통한 공간 문제 해결을 수행한 후 그에 대한 공간적 해결 정보를 표현하는 일련의 과정이 이루어지게 된다. (도-1)

본 연구는 우리나라 경우에도 일어날 수 있는 지진 또는 해일에 대하여 피해상정, 방재대책을 위한 다각도로 상세한 피해 실태 파악, 피해복구과정에 대한 시스템화(그림-1)가 절실히 요청되는 시점에서 지진대책 선진국인 일본의 사례를 분석하여 GIS시스템을 활용한 방재시스템을 실질적 운영적 측면에서 도움이 되는 기초 연구로 삼고자 함에 본 연구의 목적이 있다.



도-1 GIS를 이용한 정보처리 과정 흐름도

II. 일본 한신 대지진에 대한 지리정보시스템 활용 상황

1995년 1월 17일 일본 해이고현 남부 대지진은 대도시 직하형 지진에 대한 일본 정부조차도 초기 대응 태세가 늦어져 그로 인한 막대한 인적 물적 피해를 피할 수가 없었다. 피해 대책 시스템을 신속히 가동하지 못한 결과, 신속한 응급 구조도 시스템적으로 이뤄지지 않았다. 이러한 정부의 대응 속도가 늦어 발생한 문제점을 간과만 하지 않고 실천적 대응에 나선 것은 바로 일본의 학자들과 GIS

관련 단체들의 헌신적 봉사였고 이를 통하여 지진의 피해에 대한 대대적인 실태조사(도하라,1995)가 이루어졌다. 지리정보시스템(GIS)을 이용한 지진의 피해에 대한 실태조사를 실시한 사례를 들자면, 먼저 고베대학교 및 건축성 건설연구소의 건물의 피해 상황에 대한 지도 데이터베이스(테라키와,1995)사업, 교토대학교 방재연구소와 나라대학교 지리학과와 사망자 및 기왓장 벽돌 등 건축폐기물 점유에 의한 교통불통이 된 장소, 피해담장 제거상황 및 신축상황 등에 대한 데이터베이스화 사업, 고베시 나가다구의 파괴담장 철거사업의 효율화를 위한 방재 GIS(가쿠모토,1995, 코우하라,1996, 후지타,1996, 이시하시,1996), 일본 국토지리원의 인터넷을 이용한 지진피해정보 제공 서비스 등을 들 수 있다.

Ⅲ. 지자체 고베시 나가타 구 방재 GIS활용사례

6000인이 넘는 희생자를 낸 헤이메현 남부지진은 피해가 지진으로 인하여 기왓장 벽돌 등 건축폐기물이 상상치도 못한 량이 도로로 무너져 내려 교통을 단절시키고는 물류공급 등 라이프라이프라인이 차단되는 예상치 못한 상황이 발생되었다. 건축폐기물처리 사업이 지진재해 복구사업 중 가장 시급과제로 부상하게 되었다. 이 기왓장 벽돌 등 건축폐기물 철거사업을 실행하기 위하여 관할 지자체에 “마을 만들기 추진과”가 신설하기 전까지 시민들의 혼란은 대단한 것이었으나 전담 행정부서가 도입되면서부터는 안정화된 기왓장 벽돌 등 건축폐기물 철거사업이 진행 될 수 있었다.

3-1 지진 후 3주간째 기왓장 벽돌 등 건축폐기물 철거상황

지금부터는 건축 폐기물 철거사업에 있어서 한신 고베 대지진에 있어서 GIS 적용한 사례에 대한 경과를 논하고자 한다.

지진에 피해에 의한 대규모 기왓장 벽돌 등 건축폐기물 처리작업에 대한 데이터나 선례가 없었기에 사전에 대책을 간구해 놓고 있지 못한 관계관청은 처음에는 주먹구구식으로 밖에 대응 및 처리할 수 밖에 없었다. 하물며 피해 입은 지자체들은 건축폐기물 철거신청서의 서식양식도 없어서 당초 스마구청이 처음으로 사용 된 것을 전달 받아 사용기도 하였다. 고베시는 2월초순은 인명 구조활동이 거의 종료된 상황이었으나, 기왓장 벽돌 등 건축폐기물 철거 상황은 아직도 소규모 수작업으로

하는 상태였다. 그림-2는 기왓장 벽돌 등 건축폐기물철거 상황을 나타낸 분포도이다. 지도를 보면 쉽게 알 수 있듯이 지진 후 1개월이 될 때까지도 철거작업이 거의 진전이 되지 않고 있었다는 것을 알 수 있다.

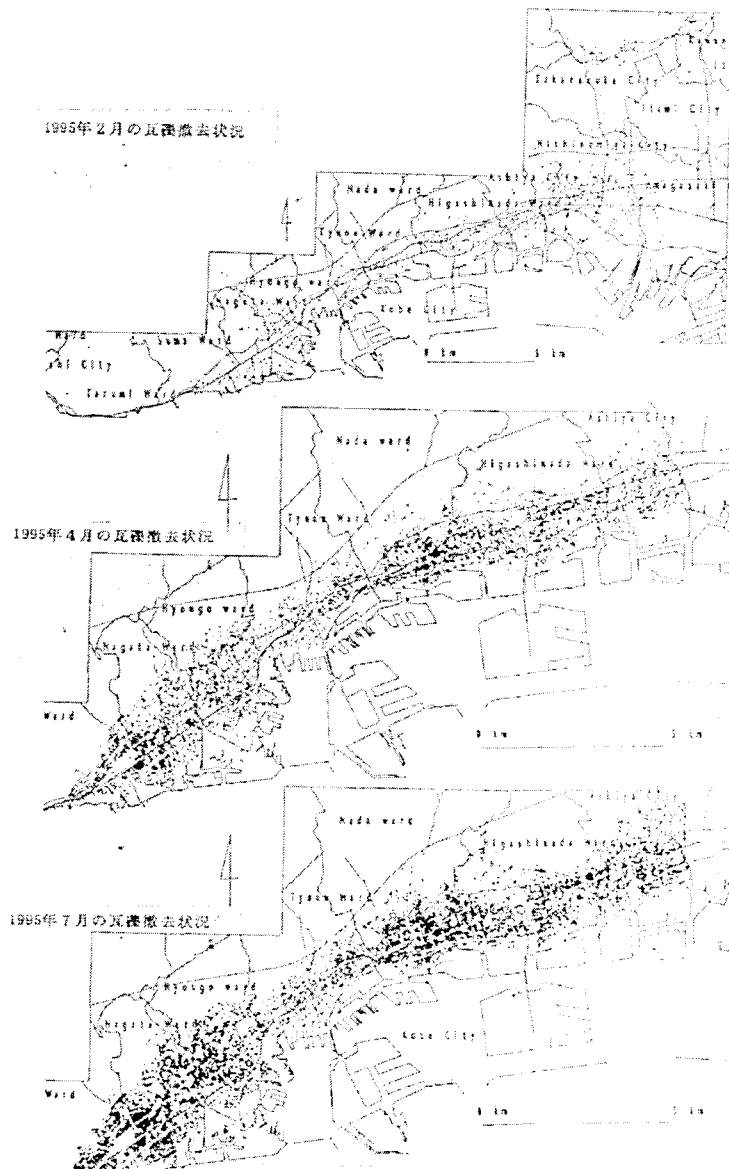
3-2 기왓장 벽돌 등 건축폐기물철거에 GIS이용

기왓장 벽돌 등 건축폐기물철거업무에는 다음과 같은 특성이 있다. 첫째로 철거 가옥이 사유재산이라는 점에서 행당관청은 소유자로부터 철거신청을 받고 철거신청을 받은 해당 물건에 대하여 가옥소유자를 확인하여 철거를 집행하여야 한다. 가옥대장과 확인하는 작업은 고정자산세관리 GIS화 되어 있으면 쉽게 처리할 수 있다. 이러한 작업을 수행함에 있어서 지진 직후에 발생하는 혼란상황에 의하여 기입에러가 빈번히 발생하였다. 대리인에 의한 기입에러도 발생하기도 하고 전화를 통한 신청은 전화불통이 빈번하여 유효한 신청을 행할 수가 없었다. 경험적으로 얻을 수 있었던 것은 관청에 설치한 피해대책본부에서 신청을 받는 것이 가장 정확하고 효율적이라는 것을 알 수 있었다. 이때 기입해야 하는 정보로서는 가옥위치, 명칭, 소유자 등이다. 하지만 실제적으로 지진이 발생한 후 2개월까지는 정보수집 작업으로 사업을 본격적으로 수행하지 못하였다.

IV. 재해 데이터베이스 작성 및 국토공간 데이터 기반 정비사업

한신고베 대지진이 일어난 상황에서 일본지리정보시스템학회 및 교토대학교 방재연구소 도시시설 내진센터 방재 GIS분과회가 나카타구을 대상으로 건축폐기물 철거 지원사업에 대한 GIS 데이터베이스 구축을 지원하였다. 또한 동경대학교 생

산과학연구소에서 한신 대지진 피해지역에 대하여 GIS소프트웨어 및 기본지도 데이터베이스를 제공하였다. 나라대학교 지리학과 방재조사단의 적극적인 참여를 통하여 재해 데이터베이스 작성에 나타나는 문제점을 해결하였다.



도-2 시계열 피해복구 상황(벽돌 등 건설폐기물 처리 상황 1995년 2, 4, 7월)

4-1. 재해와 복구활동에 대한 긴급조사 및 지리정보시스템

수치지도정보를 이용한 시스템의 용도는 주로 도시계획, 시뮬레이션, 경관표현 등에서 실용화되고 있다. 그러나 수치정보 작성비용은 비싸기 때문에 이를 이용한 각종 정보시스템의 광범위한 보급에 저해요인이 되고 있다. 일본 국토지리원에서는 국가의 기본도인 수치정보를 정비하여 왔으나 1993년 6월부터 이용자의 요구가 높아지자 이를 부응하기 위해 제공범위 확대, 신규 메뉴 추가, 데이터 갱신 등을 꾸준히 추진해오고 있다. 일본의 수치지도(일본 토목시공 35항 1호, 1994에 근거)의 종류는 하기와 같은 내용으로 되어 있다.

(1) 수치지도 25,000(해안선 행정 경계)

1/25,000지형도의 해안선 및 행정경계에 대해 벡터형식으로 수치화한 것으로 데이터는 전국에서 약 220만점이다. 이 데이터는 기본적인 지도로서 이용할 수 있고, 지역별 통계 데이터 등과 조합시켜서 각종 주제도 작성 및 배경도면으로 이용할 수 있다. GIS 지도검색 색인 즉, 공간검색 기본데이터로 이용한다.

(2) 수치지도 10,000(결합)

1/10,000지형도는 경계선, 도로, 철도, 해안선, 기준점, 건물기호 등 7가지 항목을 속성으로 분류하고 벡터형식으로 수치화하고 있다. 이 데이터에는 1/10,000지형도의 주요 항목이 기록되어 있기 때문에 각종 범용적인 기본도로 이용할 수 있다. 축척이 1/10,000이기 때문에 도시의 안내지도, 마케팅용 지도, 방재, 도시계획 작성지원 등 다양한 용도로 사용한다.

(3) 수치지도 50m 격자(표고)

1/25,000지형도를 종횡 200등분한 합계 40,000 격자(크기는 지상 약 50m 방안지)의 중심 표고를 10cm 단위로 기록하고 있다. 단, 해역은 -999.99m로 되어 있다. 이 데이터는 고정밀 지형 데이터로 컴퓨터 그래픽에 의한 3차원 표현과 3차원 해석 및 지형을 고려한 방재계획, 도로계획, 수리계획 등의 작성에 용이하다.

(4) 수치지도 250m, 20m 격자(표고)

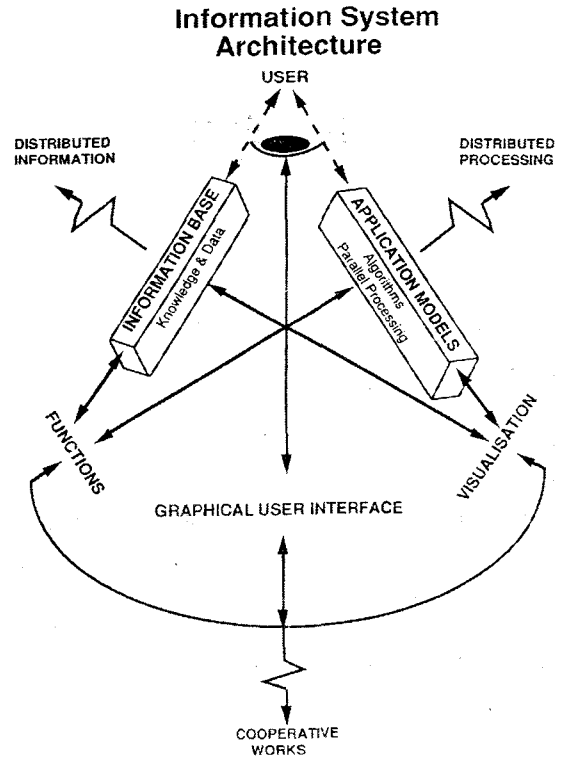
전국을 커버하고 있고, 넓은 지역을 대상으로 한 지형표현, 지형분석 등에 이용한다.

상기의 종류의 수치지도를 보유한 일본 국토지리원은 1월26일에는 피해 실태를 데이터로 지도화하여 피해직후 피해가 발생 상황을 라스터데이터 및 벡터데이터를 인터넷으로 공개하였다. 그러나 공중사진 판독에 의한 피해 판정은 1층 또는 중간층만 붕괴된 경우에는 반영되지 못하는 경우가 발생하게 됨에 따라 문제가 많았다. 이를 보정하기 위하여 4월에 (주)국제항업사가 공중사진 판독을 통한 피해 상황도를 작성하였고 고베대학교는 고베시의 건물피해상황을 현지 조사하여 NCG의 GEOSIS에 의하여 GIS 데이터베이스화 하였다. 한편 교토대학교 방재연구소 도시내진센터연구소에서는 고베시 중앙구 건물피해상황에 대하여 조사한 데이터를 애플컴퍼니의 RINZO로 입력 후 교토대학교 방재연구소의 DIMSIS로 분석하였다. 한편, 조직적인 측면으로 보면 재해피해를 입은 전 지역 건물피해 상황파악 및 분석조사를 위해서 일본건축학회 긴키지부 도시계획부회와 일본도시계획학회 관서지부를 중심으로 한 “지진 복구 도시계획 특별위원회”가 발족 구성된 것이 특징으로 나타났다. 이 조직이 구성된 이후, 약 1000명 이상의

학생을 동원 할 수 있게 되었고, 건물 한 동 한 동씩 동 단위의 피해 현지 조사가 가능 하게 되었다. 조사 데이터는 GIS화는 (주)젠링의 전자지도를 기반으로 하였고, 건키대학과 고베대학에서 RIZO을 이용하여 입력하였다. 지리정보학회 간서지부에서도 관서지리정보학회 학생회원을 동원하여 데이터 입력을 수행하였다. 그 후, 일본 건설성 건축연구소에서 국토기본지도상에 색깔을 입혀 피해도별 건물분포상황지도로 디지털 처리(인포매틱스사 GDS이용.)하였다. 그 결과, 방대한 지진 건물피해 상황 데이터베이스가 작성되었다.

한편, 피해상황조사는 대부분 복구과정에서 이뤄졌다. 피해상황을 분석하는 항목으로는 도로에 관한 복구상황, 구출작업 및 피난소로 물자공급, 건축폐기물 철거작업계획, 라이프라인복구계획 등이다. 기왓장 벽돌 등 건축폐기물철거와 교통장애 조사는 2월 9,10일 이틀에 걸쳐 제1차 현장조사가 실시 되었다.(교토대학교 방재연구소가 업무를 수행). 3월말 이 후 부터는 2주 간격으로 조사가 실시되었고, 4월 이후부터는 1개월 단위로, 8월 이후로는 3개월 간격으로 조사가 실행 되었다. 이를 통합하여 보면 1년간의 변화를 파악 할 수 있게 되었다. 이러한 시계열적인 조사는 복구과정을 한눈에 알 수 있게 되어서 앞으로 방재계획을 세우는 데에 아주 중요한 자료로 제공될 수 있다고 하겠다. 또한, 피난대피소의 위치, 인구추이 등을 데이터베이스화 하였다. 현지조사와 데이터베이스화 작업은 모두 방재조사단 학생이 담당하였으며 볼런티어 학술활동차원으로 실시되었고 연일 밤늦게까지 남아 컴퓨터 입력이 끊이지 않았다. 이때 조사입력에 사용되었던 소프트웨어는 방재연구소에서 자체 개발한 DIMSIS, 애플컴퍼니의 RINZO, 파스코사의 ARC/INFO, 인포매틱스사의 GDS, (주)젠링의 전자주택지도시스템Tools 등이 사용 되었다.

4.2 건축폐기물 철거 및 건물건축 상황 시계열 데이터베이스로부터 보는 복구 과정 분석



도-3 GIS와 사회시스템과의 처리 및 적용 체계

4.2.1 피해상황 및 지역성

고베시는 기왓장 벽돌 등 건축폐기물을 철거 후 가설건물을 지었는데 재해 후 1년째 되는 해에는 5,558동의 가건물을 지었다. 4월에서 7월까지 가건물이 1000동/월 이상씩 지었으나 그 이후로는 월평균 278동을 지었고 10월을 피크로 하여 가건물 증가율이 점점 감소하는 지역(동란구)이 나타나기 시작하였다.

용도별로 보면 4월에는 신축상점(235동)이 5%인데 반하여 가건물상점은 26%에 달하였는데 기왓장 벽돌 등 건축 폐기물 처리가 완결되어가는 시점인 7월 이후부터는 신축하는 상점이 급증하기

시작하여 1년 후인 1996년 1월에는 10267동에 이르렀다.

IV. 결론

본 연구는 이러한 기본 데이터를 조달한 기관과 이를 받아 자료수집하고 분석하여 지진 등의 재난 재해 상황 및 복구상황을 GIS로 나타낸 일본의 사례를 보았다.

일본에서 최대의 사상자를 낸 관동대지진 이후 최근에 발생한 지진 중에 최대규모인 한신고베대지진에 있어서 지리정보시스템 이용한 재해상황을 데이터베이스화하는 과정과 그 과정 속에서의 교훈과 문제점을 도출하여 보았다.

공간데이터베이스를 구축함에 있어서는 막대한 노력과 인내도 필요하지만 이에 앞서 지리정보시스템에 대한 교육이 필요함이 더욱 중요하다고 할 수 있을 것이다.

한신 고베 대지진을 통하여 갑자기 피해 상황입력이 필요함에 따라 학생들에게 지리정보시스템을 이용한 입력을 위한 수단으로 GIS교육이 적극적으로 실시 되었다는 점에서 특이한 점을 찾을 수 있을 것이다.

일본의 경우 해당 지자체가 할 수 없는 일들을 학계와 관련 단체 및 민간기업이 협력하여 최선을

다하여 이에 대응하였던 모습을 볼 수 있었다.

우리나라에서도 국가중앙정부나 지자체가 상정 가능한 모든 피해 항목 이외의 재난 재해가 발생하지 않는다고 확인하기 어려울 것이다.

결론적으로 말하자면 우리나라에서도 이제부터는 재난재해에 대하여 재난재해가 발생전후 할 것이 없이 산, 관, 군, 민, 학이 서로 유기적으로 연결된 네트워크체계를 구성하고, 모두다 참여하는 총체적 시스템으로 운영되어야 할 것이다.

특히 방재계획에서부터 GIS관련 인력 및 기업들이 자발적 참여를 위하여 GIS방재 볼런티어 회원제를 운영하는 것도 바람직하다고 할 수 있겠다.

일본의 경우, 지진에 관한 지역위험도를 조사하여 지역적으로 상대적 위험도를 공표(일본에서는 5년마다)하고 이를 방재계획에 활용하고 있으며 지역별 GIS를 이용한 건물붕괴위험도, 화재위험도, 대피위험도를 평가하고 있다. 우리나라의 경우도 재난재해에 대한 의식이 높아져 소방방재청의 계획에 따라 2004년부터 각 지역 소방본부별 “소방재난관리 GIS시스템”이 구축되고 있다. 이제부터는 도시계획을 수립하는 과정에 도시방재계획 및 방재대책을 포함함과 동시에 과학적인 관리를 위한 방재 공간데이터 베이스화 사업을 실시하여야 한다. 이러한 지역단위의 방재GIS구축 사업화를 추진 하는데에는 전문학계 및 전문기관과 연계하여 과학적이며 효율적인 TFT를 구성하여 지속적인 연구와 사업을 추진할 필요가 있을 것이다.

참고문헌

1. KRIHS, 2004. Emergency and Disaster Response with GIS. Proceeding of 9th International Seminar on GIS. September p8-9.
2. Ewan G Masters, 1991, Proceeding of a conference, Land information Magement, NSW
3. 나카무라마사아끼, 1997, 수복형 도시만들기 재구축, 석사논문
4. 백동승, 2005, GIS를 이용한 도시방재시스템 구축방안 연구, 지리정보학회지. 7권 4호, p109-118
5. 국토연구원 2003. 도시방재에 관한 연구-일본의 사례를 중심으로. 경기. p187
6. 국립방재연구소. 2003. GIS를 이용한 재난관리 체계 구축에 관한 연구. 서울. p450
7. 김주훈. 김경탁. 연구방. 2003. GIS를 이용한 토양침식 위험지역분석. 한국지리정보학회지 6(2):p23-25
8. 박종택. 2004. GIS를 활용한 방재국토 구축. 국토. 2004. 7월호, p50-51
9. 서울시정개발연구원. 1997. GIS를 이용한 도시방재 시스템 구축방안 연구: 건축물 안전관리 정보체계 구축방안. 서울.
10. 서울시정개발연구원. 2004 서울시 방재지도 작성방안 화재위험도를 중심으로. p124
11. 이시영. 안상현. 원명수. 이명보. 임태규. 신영철. 2004. GIS를 이용한 산불발생위험지역 분석.
12. 한국지리정보학회지 7(2):p37-40
13. 정대영. 방희봉. 신영철. 2002. GIS를 이용한 재해상황 자동음성통보시스템 구축. 한국지리정보학회지. 5(1):p69-73.
14. 조명희. 김준범. 조운원. 신동호. 2003. GPS와 GIS를 통합한 산불진화 헬기관리시스템 구축. 한국지리정보학회지 6(1):p48-51.
15. 행정자치부. 2004. 재난연감 2003. p25-34