地理學論叢 第34號(1999. 8), 49-66.

GIS를 이용한 도시화재연구
- 강남구를 사례지역으로 -

최 우 혁

A Study on City Fire Disaster using GIS
- Using Kangnam District as an Example -

Woo-Hyuck Choi

요약 : 한국의 대도시가 갖는 영향력은 인구면, 산업면, 기능면, 성장속도면에서 거대한 만큼 위험요소 역시 크다고 할 수 있다. 특히 한국도시사회가 가진 재난 특성은 자연재해보다는 인문적 재난이 큰 비중을 차지하고 있는데, 우리 도시사회의 구조적인 부작용이라 할 수 있다. 즉 재난 발생 특성 및 양상은 그 지역의 환경(자연적, 사회경제적)의 특성차이가 공간상에 반영된 것으로 볼 수 있으며, 그 사회가 지닌 생활의 질과 복지수준을 간접적으로 나타낸다고 볼 수 있다. 본 연구가 갖는 의의는 도시화재사고에 대한 관리와 예방을 위해 요구되는 공간데이터를 정리, 파악하여 산재되어 있는 데이터를 정리하였고 도시화재와 관련한 지리공간적 특성을 파악하는데 GIS기법을 적용하였다. 본 연구의 주요과제는 도시화재사고가 공간특성과 관련이 있다는 전제 하에서, 강남구 지역을 대상으로 도시화재발생의 예방관리와 대응조치할 수 있는 공간적 접근방안을 GIS를 이용하여 제시하였다.

주요어 : GIS, 도시화재, 화재발생공간, 소방운용공간, 중첩, Allocate, 화재 예방관리

Abstract : The influence a large Korean city has increases in social disasters as well as in population, industry, function, speed of growth is tremendous. Especially, the characteristic of the Korean society disaster is that most of the disasters are civil disasters rather from natural disasters. It can be said that there are defects caused by the city society's structural properties. Therefore, it can be said that the characters and aspects of the city's societal disaster spatially reflects the characteristic differences in spacial environment(natural, social-economical). It can also be viewed that indirectly shows the society's quality of lifestyle and the level of welfare. The importance of this study is that it summarized and analyzed the district data that are required to prevent and manage city fire accidents. Also it summarized the scattered data and used GIS technique to understand the district spatial characteristics that are related to city fire accidents. The subject of this study is that under the assumption that city fire accidents are related to spatial characteristics, it shows a spatial access plan for responding to and preventing city fire accidents in the Kangnam district using GIS.

Key Words : GIS(Geographical Information Systems), Fire-Accident Space, Fire-Prevent Space, Overlap, Allocate, Fire-Prevent Management

* 서울대학교 대학원 석사과정 졸업

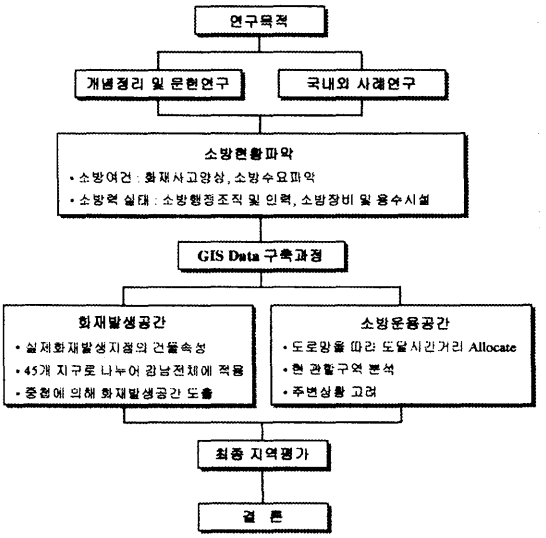
제 1 장 서 론

최근 인구와 산업의 고도집중에 의해 급격하게 진행된 대도시는 대표적인 도시경관이라 할 수 있는 건축물의 고층화, 대형화, 고밀도화가 가속화되고 있는데 이러한 사실은 크고 작은 재해재난의 형태로 나타나고 있다. 한국도시사회의 재난 특성을 보면 일본과 미국 등의 경우처럼 자연재난이라기 보다 인문적 재난이 대부분이며, 개인적인 속성보다는 도시사회의 구조적인 속성에 의한 부작용이라 볼 수 있다.

재난관리에서 가장 중요하게 요구되는 바는 사전예방과 사고발생 시 즉각적 대응이라고 할 수 있는데, 이러한 상황을 지원하기 위해서는 우리가 살고 있는 주변 환경에 대한 지리공간적 특성 정보 파악이 용이하여야 한다. 이러한 기초적인 자료정보의 부재로 인하여 사고발생 시 사고성격에 따라 적절히 대처하지 못한다든지, 관할권 문제로 인한 시간지연과 일관된 지휘체계의 미확립 등이 계속적으로 지적되고 있는 시각이 높다.

따라서 본 연구의 주요과제는 도시화재사고가 공간특성과 관련성이 매우 높다는 가정 하에서 강남구 지역을 대상으로 도시화재발생의 예방관리 및 대응조치를 위한 공간적 접근방안을 GIS를 이용하여 제시하고자 하는데 그 목적이 있다. 본 연구의 전체적인 내용을 정리하면 1) 도시재난 또는 화재사고에 대한 개념과 연구동향 그리고 국내외 사례들을 정리하며, 2) 강남구 지역의 화재양상을 도시기반환경이라 할 수 있는 건축물의 속성들을 이용하여 살펴보며, 3) 연구지역의 화재와 관련한 각종 자료를 데이터베이스화하여 효율적인 관리체계를 사례지역을 선정하여 화재발생공간 및 소방서비스의 효율적인 운영공간을 살펴보고자 한다.

본 연구의 흐름은 〈그림1〉과 같으며, 다루어지는 데이터 및 자료는 〈표 1〉에서 보는바와 같다.



<그림 1> 연구 흐름도

<표 1> 사용된 데이터 범위

범 위	항 목	자료출처
도형 데이터	소방서(파출소), 소화전 위치, 소방관할	강남소방서
	구역도, 화재발생분포도('97), 진입에 어	〃
	려운 지역, 위험물취급소위치	〃
	NGIS 수치지도 데이터(1/5,000)	GeoWin(주)
	지적위치데이터	Digitizing
	45개 지구	시정개발연구원
속성 데이터	강남구 행정동 통계자료	강남구청
	강남소방서 제공 통계자료	강남소방서
	강남구 건축물관리대장(전산자료)	국토개발원

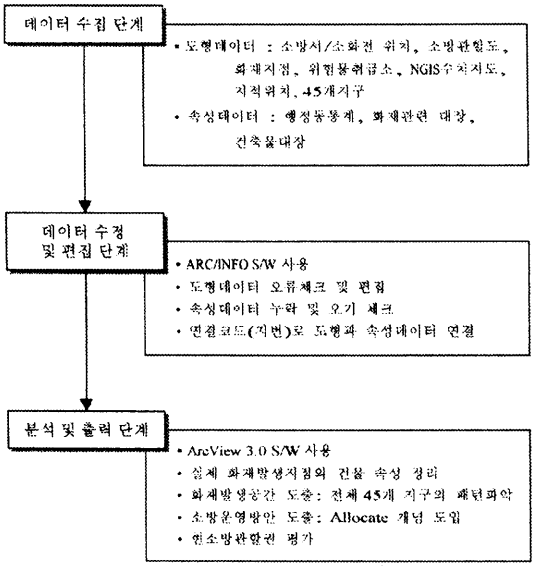
제 2 장 개념 및 이론적 배경

제1절 개념정리

1. 재난의 개념과 재난관리

현대의 재난[1]이 가지는 의미는 시공간을 초월하여 주변 곳곳에서 일어나는 이유로 인해 위기라고 불릴 지경에 이르렀다. 이러한 재난이 위기로 다

1) 흔히 emergency, harzard, disaster, catastrophe, danger, risk 등의 용어들로 혼용하여 사용되고 있다.



<그림 2> 진행단계별 연구방법

가온 이유는 급격한 사회변화와 환경변화에 비해 관리의 역량이 턱없이 부족한 데 기인한 것이며, 이러한 재난 위기는 도시관리차원에서 더욱 중요하게 부각되는 부분이라고 할 수 있다. 재난이란 인간의 생명, 재산에 역효과를 주는 자연적 또는 인위적 환경의 변화 또는 활동을 말하며, 거주지역이나 농업 또는 공업활동지역에 물질적 피해, 경제적 손실 또는 생명의 위험을 가져오는 자연적 또는 인위적 사건이다. 공학적인 의미로 특정지역의 정해진 기간 내에 잠재적 피해현상의 발생확률을 의미하는 수학적 의미로 사용된다(중앙재해대책본부, 1993:16). 재난은 그 원인에 따라 크게 자연재해와 인위재난으로 나눌 수 있으며, 인위재난을 다시 사회적 재난과 기술적 재난, 발생빈도별, 재난규모 및 발생단계별 등으로 분류하고 있다(서울시정개발연구원, 1997:114-115). 재난 중에는 자연재해와 같이 불가항력적인 요소를 지닌 것과는 달리 인간의 면밀한 노력이나 철저한 관리, 기술의 발달 및 적절한 사용에 의해 상당부분 근절시킬 수 있는 측면이 있다(Kasperson & Pijawka, 1985:17).

이상에서 알 수 있듯이 재난은 재난관리능력에 따라 제어될 수 있는 것이다. 재난관리란, 각종 재난을 관리하는 것으로서 과학과 경험에 의해 재난을 예측하는 기술을 개발하고 피해를 최소화하기 위하여 재해의 완화, 준비계획과 응급대응 및 복구에 관한 정책 개발과 집행과정을 총칭한다(조택희, 1997:11). 그런데 일반적인 관리업무와의 차이점이 있다면 재난관리는 과정을 중시하기보다는 결과위주의 운영이 각별히 강조되는 것이 특징인데 사태발생에 따른 즉각적인 대응이 요구됨을 말한다. 즉 효율적인 방재 목표 달성을 하기 위해서는 사건과 사고의 위험을 미리 인지하고 이에 대하여 의도적이고 체계적인 통제활동을 전개해야 하는 것이다. 재난관리의 유형구분은 일반적인 방재의 단계인 예방 및 대비, 대응, 복구의 단계로 구분할 수 있다(서울시정개발연구원, 1997:103). 첫째, 예방 및 대비단계에서는 각종 예방 및 대비 계획활동이 이루어지는데 각종 시설물의 안전점검 및 진단, 취약지역에 대한 보수 및 보강, 위험물에 대한 지정 및 관리의 활동이 그 핵심을 이루며, 주요대상은 각종 시설물의 현황정보 및 점검, 진단이력정보의 관리와 활용이다. 둘째, 대응단계에서는 피해상황파악, 인명구조 및 구급, 대응자원의 인력동원, 소방활동 및 질서유지 등 현장 수습 활동이 이루어진다. 주요대상은 건축물 현황정보, 피해상황정보, 재난상황정보 등이 이용된다. 셋째, 복구단계에서는 피해상황집계와 사고원인 분석을 토대로 피해자에 대한 보상과 배상, 복구계획의 수립, 복구자원의 배분과 동원 등의 활동이 이루어진다.

2. 재난관리에 있어 소방의 의미

소방업무가 단순히 화재를 예방하고 제압하는 것이라고 생각하는 것이 일반적이다. 그러나 우리나라의 실정을 보면, 화재 뿐만 아니라 자연재해나 인위재난에 관계없이 119(소방서)로 신고를 하고 있다. 이러한 사회현실과 국민들의 요청에 따

라 행정조직 내부의 사무분장과는 관계없이 모든 재난현장에 소방조직이 참여하고 활동하는 것이 오늘날의 소방역할이다. 따라서 소방조직 역할 중 가장 밀접한 관계를 갖는 화재재난에 대하여 분석 연구하고자 한다.

다양한 화재유형과 원인별로 화재를 분석하고 도시화재방재를 위해서는 다양한 지리정보들이 필요하게 되는데 주로 화재발생지점 위치파악과 이와 관련한 각종 속성데이터, 즉 건축물대장, 도로 교통상황, 주변 위험물 여부가 직접적으로 필요하며, 대형사고의 경우 유관기관 및 지역관할 공공기관과의 긴밀한 정보협조가 요구된다. 이러한 공간지리적인 정보를 다루는 분야가 GIS 부문이며, 따라서 공간요소가 필요한 근거를 서술하면 다음과 같다.

1) 위급한 상황대처부문 : 가장 신속하고 정확한 처리가 요구되는 부문으로써 화재발생지역의 위치를 파악하고, 사고현장에 대한 정보를 수집하게 된다. 이것이 우선 이루어져야 명령 및 지시가 수행될 수 있으며, 이러한 정보파악에 걸리는 시간이 화재현장 투입이전에 이루어지는 최대의 관심사가 되는 것이다. 모든 판단의 근거가 우선 공간적 요소, 즉 위치(Position)파악, 발생지점에 관한 정보, 주변위치정보, 출동시 최단경로정보 등으로 이루어지며, 이를 근거로 상황에 대처하게 된다.

2) 화재예방관리부문 : 기존에 조사되어 있는 재난발생자료 및 취약지구특성 등을 토대로 사전에 재난 예방 대상지역을 설정할 수 있고, 화재예방을 보조할 수 있는 소방시설물 배치 및 각 호수별 소화기 배치여부, 소방서 보유 차량 및 장비현황, 소화전 및 상수배관위치 등의 공간자료를 이용하여 예방관리를 하게 된다.

3) 관할소방서비스관리 : 위에서 제시하고 있는 여러 관리내용과 인구분포, 주요시설물, 주요도로 등을 토대로 각 관할소방서별 서비스지역을 결정할 수 있다. 그리고 관할소방서간에 업무협조 및 지원을 통하여 다양한 규모의 화재를 효율적으로 대응할 수 있다.

GIS의 분석기능을 크게 입지(location), 조건(condition), 경향(trend), 패턴(pattern), 모델링(modeling)의 5가지로 구분할 수 있다(ESRI, 1993). 입지는 특정의 장소에 무엇이 있는가를 알고자 하는 것이며, 조건은 해당되는 경우의 위치를 찾고자 하는 것이다. 경향은 시간의 변화에 따른 입지나 조건의 변화를 분석하는 것을 말하며, 패턴은 찾고자 하는 대상의 공간적 분포를 확인하는 기능이다. 모델링은 설정된 상황에서 사건의 변화 양상을 예측하는 기능이다(권용우외 공저, 1998:420). 따라서 이 5가지 분석기능 모두 화재방재에 적용될 수 있다.

제2절 연구동향 및 국내외 구축사례

1. 연구동향

재난관리에 있어 소방력 입지선정 및 배분의 적정성 연구, 발생한 재난에 대한 시각적 표현(지도화 시뮬레이션 등)을 돕는 기술적 연구, 재난방재를 위한 의사결정에 관한 연구, 소방행정 업무의 효율화 방안에 대한 연구 등 각 분야별로 진행되어 온 연구 동향을 정리하면 다음 〈표 2〉와 같다.

2. 국내외 구축사례

1) 미국[2)]

샌디에고에서는 위기대응을 위하여 ERMS (Emergency Response Management Systems)를 설계하였는데, 이 시스템은 네트웍 분석을 통하여

2) Steve Dorner, Derren Duburguet, Laura Brenner, Public Safety Geofile Coordinator, "Emergency Response Management in the City of SanDiego", SanDiego Fire Department, 인터넷 자료를 요약 정리한 것임.

<표 2> 도시방재 관련 연구동향 정리

연구부문	연구자	연구내용
공공서비스의 적정 입지선정과 배분에 관한 연구	박성준(1996) Emelinda & Shashi (1997)	● 공공서비스(공원, 도서관, 우체국, 소방파출소, 학교, 병원)에 대한 공간 집중도, 형평성, 불평등성 등을 분석 ● 재난대처능력을 시간이라 규정하고 도로와의 관계, 시간대별 관할서비스지역 설정, 취약지역에 대한 대안을 제시
GIS기법을 이용한 화재사고의 분석과 시각화에 관한 연구	Martin(1996) Chagarlamudi(1996)	● 화재사고의 시공간적 패턴, 사고형태를 지도화하는데 GIS기법을 이용 ● 재난위기관리에 대한 의사결정에 도움을 주기 위한 새로운 정보공급원으로 RS와 GIS를 주장
화재사고에 대한 의사결정지원에 관한 연구	John Radke(1996)	● GIS를 이용하여 화재관리와 정책수립에 필요한 정보를 제공하고 화재위치파악, 자원배치, 시민대피요령을 제시
소방행정조직과 업무효율화에 관한 연구	우소정(1997) 조택희(1997) 김한용(1991)	● 삼풍백화점 붕괴사고를 사례로 행정관리와 운영의 문제점을 지적하면서 관리의 필요성을 강조 ● 재난의 위험성을 억제하기 위한 소방조직력 강화방안으로 소방인력관리 및 행정기구 개편방안제시 ● 소방력 강화는 적절한 소방인력 배치에 초점을 두어 배치모형을 제시

소방본부의 관할구역을 효과적으로 관리할 수 있도록 돕고 있다. ARC/INFO routing 모듈이 이용되었으며, AML(Arc/Info Macro Language)을 통하여 GUI환경을 제공하고 있다.

데이터 구성은 샌디에고 전체를 3200개의 작은 구역(이하 FDZ-fire demand zone라고 함)으로 세분하였고 각각의 FDZ은 속성값으로 대응요소를 입력하였다. 이 속성값들은 각종 위기에 대한 장비와 인력을 자동분배하는데 사용된다. 그리고 도로망은 ERMS의 기반이 되는데 도로구간별 도로폭, 속도제한 등의 속성값으로 입력되어 있어 도로상황에 따라 목적까지 도달능력을 향상시킬 수 있다.

위기관리대응시스템의 분석기능은 center와 stop 노드간의 routing 배치, allocation 분석, dynamic point-to-point routing 등이다. 이러한 기능을 이용하여 적정 소방서 관할구역 설정 및 경로분석 등을 할 수 있도록 하였다.

2) 일본[3)]

고베 대지진 이후 대두된 일본의 NSDI(National Spatial Data Infrastructure) 개념과 연관하여 재난관리에 대해 일본지리조사국(Geographical Survey Institute)은 우선적으로 메트로폴리탄지역을 대상으로 새로운 개념의 데이터베이스 틀을 〈표 3〉에서 보는바와 같이 구축하게 되었는데 축척 1/2500 수치지도를 기반으로 하는 공간데이터 프레임웍

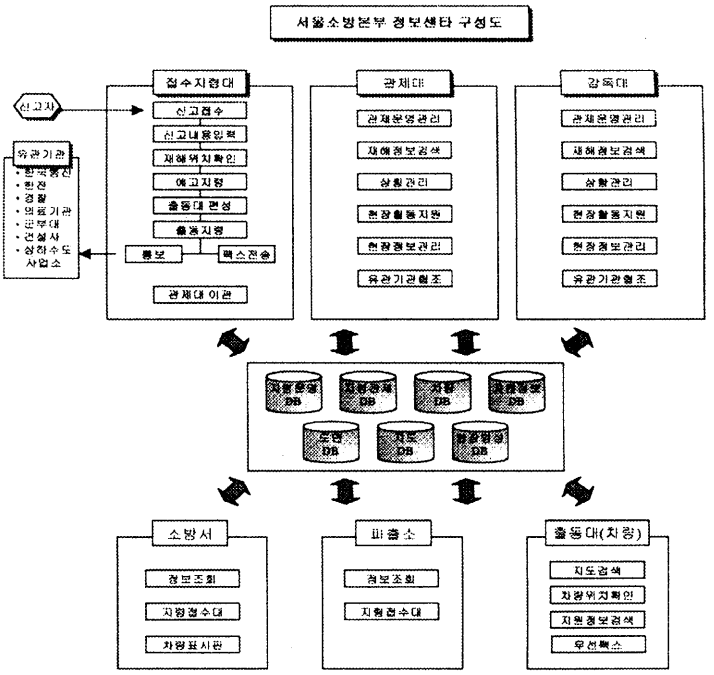
3) Jun Sato, 1997, "Disaster Management", GIS Asia Pacific December 1997/January 1998, Pearson Professional (Singapore)를 정리요약함.

<표 3> "Digital Map 2500(Spatial Data Framework)"에 대한 정보내용

주제	데이타구조	속성
1. 행정경계(최소단위) & 해안선	Polygon, Arc, Point	행정코드, 각 행정명
2. Block	Polygon, Arc, Point	Block code("ban")
3. 도로망	Vector, Network	각 도로명
4. 도로중심선 - 차도와 보도간의 경계선 - Road Site 경계(정부와 도로공사에 의해 관리되는 고속도로)	Vector	각 도로망명 (주요 도로중심선만 해당)
5. 수계중심선 - River Site경계(정부에 의해 직접관리 되는 주요하천)	Vector, Polygon	각 하천명
6. 철도와 역	Vector, Point	각 철도와 역명
7. 도서지역 - 특정지역(공원, 공항 등)	Polygon	각 지역명
8. 건물(중심지역에만 해당)	Scanned Image, Polygon(주요 관공서만 해당)	공공건물의 코드와 이름
9. 기준점(TIN point)	'Point	각 기준점명

(SDF, Spatial Data Framework)이다.

이 데이터베이스는 도시지역을 대상으로 각종 계획이나 관리에 필요한 데이터로 구성되어 있다. 1과 2항의 주제항목은 각 행정경계와 블록 단위별로 우편번호와 일치시키고 있는데 공간지리위치 정보 및 여러 속성데이터와의 연결코드로 이용한다. 3과 4항은 네트웍 분석을 하기 위한 것이며, 5, 6, 7항은 하천, 철도, 저수지와 같은 형상과 관련되는 데이터이며, 8항은 각 메트로폴리탄 지역 중에서 중심지에 한정되어 있으며, 배경 데이터로 래스터포맷의 데이터가 지원된다. 마지막으로 9항은 국가기준점에 대한 TIN 데이터이다.



<그림 3> 서울소방본부 재난구조구급 시스템 구성도

3) 서울

서울소방본부는 1991년부터 점진적으로 사업추진이 이루어졌는데 빠른 통신망과 관리시스템의 개발을 하므로써 적극적인 적용을 시도해야 되는 시점이라 판단하여 위기관리시스템을 구축하게 되었다. 본격적인 추진은 1996년에 한국개발연구원에서 재난정보관리시스템 설계를 시작하여 1997년 12월에 LG EDS에 의해 1단계 사업이 구축되었다.

이 사업은 2000년 1월에 정상적 가동을 목표로 사업진행되고 있다(정재후, 1998;159-172). 〈그림 3〉에서는 개괄적인 서울시 소방본부에서 추진 중인 시스템 구성안에 대한 내용을 정리하였다.

제 3 장 강남구의 화재발생공간 분석

제1절 자료구축 과정

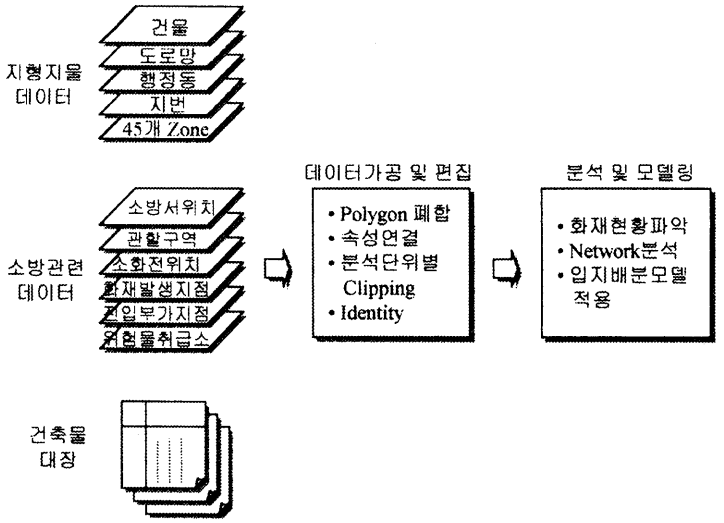
본 연구의 데이터 구축 진행 흐름도는 〈그림 4〉와 같으며, 데이터 분류방법에는 데이터 형태별 분류 방법과 분석기능별 분류방법으로 나눌 수 있다.

첫째 데이터 형태별로 분류하면 〈표 4〉와 같으며, 둘째 분석기능별 데이터 분류를 하면 〈표 5〉와 같이 정리할 수 있다.

우선 화재발생공간을 도출하기 위하여 45개 지구를 도로망을 중심으로 추출하였으며, 도시기반환경이라고 할 수 있는 지번 Point에 지번을 연결코드로 하여 건축연도, 건물용도, 용도지역, 건물면적, 연면적, 건물층수, 건물재질, 대지면적, 세대수 등의 항목을 지닌 강남구 건축물대장과 연결시켰다. 그리고 화재발생지점의 지번을 이용하여 건축물대장 및 지번약도 위치데이터와 연결시켰으며, 45개 지구별로 Identity 하여 각 지구별로 건축물대장의 항목을 정리할 수 있었고 각 항목값이 지구

<표 4> 데이터 형태별 분류

형태	데이터 항목
Polygon	행정동경계, 건물, 45개 지구(지구) 소방관할구역, 펌프차 진입불가 지역 및 주거밀집지역
Line	도로망
Point	지적 화재발생지점, 소방서위치, 소화전위치 특수차 진입불가 고층빌딩 위험물 취급소(주유소, 가스충전소)



<그림 4> 데이터 구축 및 이용절차

<표 5> 분석기능별 데이터 분류

분석기능	데이터 항목
화재발생공간	45개 지구, 지번, 화재발생지점, 위험물취급소
소방운용공간	도로망, 소방서위치, 소화전위치, 소방차진입불가지점
화면출력용	행정동경계, 건물, 소방관할구역도

별로 차지하는 비율을 계산하여 속성으로 갖도록 하였다. 건축물대장과 연결된 총 레코드 개수는 17,000여 개이며, 강남구 전체를 포함하게 된다. 소방관할구역도는 소방기관설치에 관한 규정집[94. 12. 대통령령 제14478호 전문개정]에 있는 별표2호를 참조하여 법정동 경계에서 추출하였다〈표 6〉.

다음으로 소방운용공간 파악과 관련되는 라인 데이터는 소방서비스의 도달거리를 추정하기 위하여 4m이상 되는 도로의 중심선을 추출하였다. 도로중심선을 Arc/Info의 Network 모듈에 적용시켜 강남구 관할의 4개의 파출소를 Centers로 하고 Allocate 분석하여 도로상에서 3분, 5분, 10분 동안 도달할 수 있는 시간거리를 계산결과로 얻었다. 그리고 주간선도로와 보조간선도로로 나누어 차량의 속도제한을 속성값으로 입력하였으며, 도달거리를 계산할 때 패러미터값으로 사용하였다.

제2절 화재발생공간 분석

본 절에서는 앞서 구축한 데이터들을 이용하여 강남구 지역의 화재사고의 양상을 대표적인 도시기반특성이라 할 수 있는 건축물 대장과 연관지어 설명하고 지역적 특성을 밝혀보고자 하였다. 화재발생공간을 도출하기 위한 분석과정은 첫째, 건축물 대장과 일치하는 화재지점의 건축물 항목별로 집계를 내고 평균값을 구한다. 각 지구별로 분리하기 위하여 Arc/Info의 Identity 명령어를 사용한다. 둘째, 45개 대상지구별로 위에서 구한 각 항목별 평균치를 기준으로 등간격으로 차지하는 비율을 3가지로 구분하여 출력해 보았다. 셋째, 각각의 항목별 결과치들을 중첩 기능을 통해 Map 연산을 하여 화재발생공간을 도출하며 화재발생 가능지역을 3등분하여 시각화한다.

1. 화재발생과 건축물속성과의 관계

실제로 화재가 발생한 지점의 건축물 대장에 의한 용도를 살펴보면 〈표 7〉에서 보는 바와 같이 단독주택 및 근린생활시설에 66.1%가 집중됨을 알 수 있는데 이러한 통계치는 주로 화재발생이 일상주변과 가까이 있음을 나타내는 것이며 실제적인 화재방재를 위한 교육 및 홍보가 필요함을 알 수 있다.

그 다음으로 다가구주택 및 업무시설의 경우가 화재발생장소로써 34%의 비중을 차지하고 있다.

<표 6> 소방관파출소의 명칭, 위치와 관할구역

명 칭	위 치	관 할 구 역
삼성소방관 파출소	강남구 삼성동 171-3	삼성동, 대치동, 개포동, 청담동, 포이동
영동소방관 파출소	강남구 논현동 92-1	압구정동, 신사동, 논현동
역삼소방관 파출소	강남구 역삼동 771-2	역삼동, 도곡동
수서소방관 파출소	강남구 수서동 606	수서동, 일원동, 율현동, 자곡동, 세곡동

<표 7> 화재발생과 건물용도

속성 \ 빈도	빈도 및 퍼센트	누적퍼센트
건물용도	단독주택 : 40(23.8%)	66.1%
	다가구 : 18(10.7%)	
	아파트 : 5(3.0%)	
	기숙사 : 2(1.2%)	
	근린생활 : 71(42.3%)	
	업무시설 : 16(9.5%)	
	숙박시설 : 5(3.0%)	
	판매시설 : 2(1.2%)	
	위락시설 : 1(0.6%)	
	근린공공 : 1(0.6%)	
	교육기관 : 3(1.8%)	
	전시시설 : 1(1.6%)	
	의료시설 : 1(1.6%)	
	청소년시설 : 1(1.6%)	

<표 8> 화재발생과 건물층수

속성 \ 빈도	빈도 및 퍼센트	누적퍼센트
건물층수	1층 : 8(4.8%)	84.6%
	2층 : 49(29.2%)	
	3층 : 45(26.8%)	
	4층 : 26(15.5%)	
	5층 : 22(13.1%)	
	6층 : 8(4.8%)	
	7층 : 3(1.8%)	
	8층 : 2(1.2%)	
	9층 : 1(0.6%)	
	10층 : 3(1.8%)	
	40층 : 1(0.6%)	

<표 9> 화재발생과 건물준공연도

속성 \ 빈도	빈도 및 퍼센트	누적퍼센트
준공연도	70년대 : 46(27.3%)	73.5%
	80년대 : 78(46.2%)	
	90년대 : 44(26.5%)	

소방기관의 통계에 의하면 주택 또는 아파트 지역이 화재발생지역으로 많은 비중을 차지하는 것으로 집계하고 있지만 실제적인 지번 위치에 의한 건축물 대장속성과 연결하여 분석해 본 결과 일반적으로 주택지역이라 할지라도 근린생활시설, 단독주택 등으로 용도 구분을 할 수 있었다. 지역에 적합한 소방업무 설정은 보다 세밀한 자료분류와 분석이 필요함을 보여준다고 볼 수 있다.

〈표 8〉은 건물의 높이와의 관계를 살피기 위하여 각 층수별로 그 빈도를 집계해 보았다. 주로 건물높이는 2-5층이 84.6%로 높은 비율을 차지하였는데, 이러한 결과는 앞서 언급한 건물용도와 관련이 깊다. 즉 일반주택용도 및 주변 생활시설에서 화재발생이 잦은 결과로 볼 때 고층빌딩과는 거리가 멀다. 일반주택과 같은 건물의 경우는 자체 소화기 및 장비 구비가 보편화되어 있지 않고, 소방관리 인식 역시 미비한 경우가 많다고 볼 수 있다.

〈표 9〉는 건축물 노후화 정도와의 관계를 살펴보기 위하여 10년 단위로 해당되는 건물의 준공연도를 집계해 보았다. 70년대를 포함한 80년대까지에 속하는 건축물 빈도가 73.5%를 차지하였다. 건축 준공이후 10여년이 지난 시점부터 노후화가 진행된다고 가정해 보면 본 조사에서도 이러한 건물의 노후화 정도가 화재발생과 상당한 관계가 있다고 볼 수 있으며, 이것은 화재원인과도 관계가 있다고 본다. 즉 건물의 외부와 내부에 균열, 누수, 구조변화, 파손 등에 의한 결함으로 인하여 설치되어 있던 각종 건물자재에 영향을 주어 전기배선의 박리, 꼬임, 누전, 과부하 등의 원인이 되어 현재 화재원인 중 가장 많은 비중을 차지하는 전기에 의한 화재발생으로 이어진다고 추정해 볼 수 있다.

따라서 건물의 노후화 진행 속도를 늦추고 파손에 의한 내부손실을 막기 위한 노력이 필요하며, 다각적인 건물 관리방법을 모색하여 건축물 노후화에 의한 화재발생률 줄이기 방안의 필요성을 강조하는 바이다.

건물재질 현황을 〈표 10〉에서 볼 수 있듯이 현대 건축물의 대부분이 조적조 또는 철근콘크리트로 되어 있는 관계로 화재발생과 직접적인 관계가 있는 것으로는 볼 수 없다. 오히려 건축내장의 성

<표 10> 화재발생과 건물재질

속성 \ 빈도	빈도 및 퍼센트	누적퍼센트
건물재질	조적조 : 55(32.7%) 철근콘크리트: 107(63.7%) 철골조 : 2(1.2%) 기타 : 4(2.4%)	96.4%

질을 파악하는 것이 더 정확한 화재발생과의 관계를 밝히는데 유리하다고 본다. 화재발생은 발화물이 있다고 해서 반드시 화재가 나는 것이 아니다. 발화주변에 있는 인화물질이 무엇인가가 더 깊은 연관관계가 있기 때문에 건축내장 자체의 착화정도를 가지고 파악하는 것이 보다 현명하다고 본다. 따라서 본 연구에서는 화재발생가능 지역을 도출하는데 있어서 건물재질은 분석에 있어서 제외시켰다.

〈표 11〉에서는 화재발생원인 중에 가장 많은 부분을 차지하는 것이 전기로 나타났는데, 전기에 의해 발생되는 화재의 원인에는 과전류에 의한 발화, 합선에 의한 발화, 누전에 의한 발화, 전기 불꽃에 의한 발화, 열적 경과에 의한 발화, 낙뢰에 의한 발화 등을 들 수 있다. 이러한 종류의 원인 중에서 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 합선과 누전이 대부분을 차지하는데, 이것은 앞서 언급한 건물 노후화를 대변하는 건물의 준공연도와 관련

<표 11> 화재발생 원인

속성 \ 빈도	빈도 및 퍼센트	누적퍼센트
화재원인	전기 : 85(50.6%) 담배 : 30(17.9%) 난로 : 2(1.2%) 가스 : 6(3.6%) 방화 : 4(2.4%) 불장난 : 5(3.0%) 성냥양초 : 2(1.2%) 아궁이 : 1(0.6%) 유류 : 9(5.4%) 기타 : 12(7.1%) 미상 : 1(0.6%)	68.5%

이 있게 된다. 건물의 상태가 악화될수록 전기시설은 많은 영향을 받는다고 볼 수 있다. 다음으로 담배불에 의한 화재가 상당수를 차지하는데 이것은 건물의 구조적 문제 외에도 사람들의 부주의에 의한 것이 심각한 영향이라는 것을 나타낸다. 따라서 화재예방교육, 화재발생시 행동요령 및 홍보가 뒷받침되어야 할 것으로 보인다.

〈표 12〉는 화재발생에 의한 피해액 정도를 정리한 것인데 소규모 화재가 대부분을 차지함을 알 수 있다. 피해액 200만원이내가 전체에서 50%이상을 차지하였는데, 이것은 화재발생 위치 및 건물의 용도와 연결시켜 설명이 가능하다. 앞서 살펴보았듯이 화재발생 지점의 건물용도분류상으로 볼 때 주로 주택 및 근린생활시설인 관계로 대규모 사업장, 고급상가 등과는 거리가 멀기 때문에 소규모 피해 화재들이 대부분을 차지하고 있음을 알 수 있다.

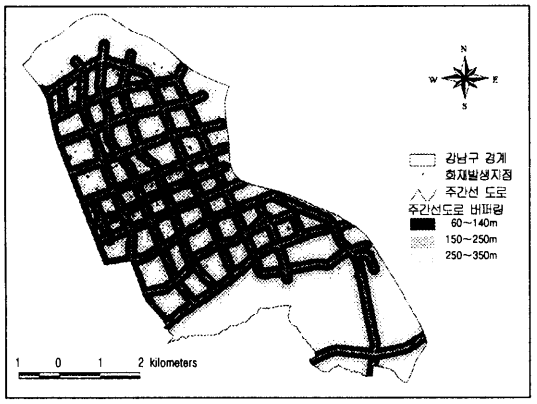
<표 12> 화재발생과 피해액

속성 \ 빈도	빈도 및 퍼센트	누적퍼센트
피해액	20-30만원 : 10(6.0%) 50만원 : 72(42.9%) 80-100만원 : 6(3.6%) 200만원 : 7(4.2%) 240-400만원 : 10(6.0%) 500-850만원 : 11(6.6%) 1000-1300만원 : 10(6.0%) 1500-2000만원 : 15(7.8%) 2200-3900만원 : 10(6.0%) 4000-7000만원 : 10(6.0%) 7300-37000만원: 9(5.4%)	56.5%

이러한 공간적 상관관계를 〈표 13〉과 〈그림 5〉를 통하여 실제로 확인해 볼 수 있는데 주요도로망에서 떨어진 거리에 따라 화재건수와 피해액을 조사해 본 결과이다. 약 30-140m이내에 해당되는 경우가 88건의 화재발생장소가 해당되어 가장 많은 부분을 차지하였으며, 20m이내의 경우는 화재건수면에서는 11건으로 숫적으로는 적은 편이나 피해액이 1건당 5466만원를 차지하여 피해규모가

<표 13> 도로와의 이격거리와 화재발생빈도

떨어진 거리(m)	건수	비율
0-20	9	5.0%
20-60	57	32.2%
60-100	34	19.2%
100-140	28	15.8%
140-180	18	10.2%
180-250	27	15.3%
250-350	4	2.3%
350이상	0	0%

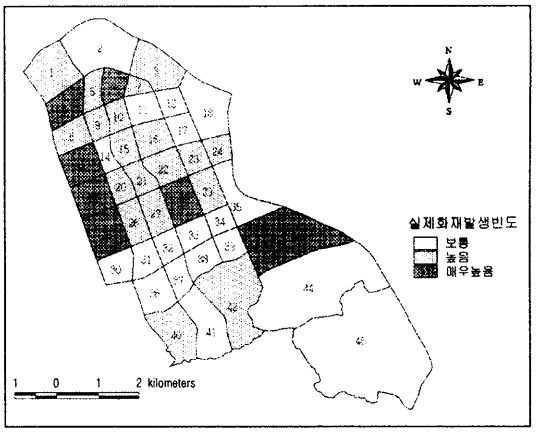


<그림 5> 도로버퍼링과 화재발생지점

큰 것으로 드러났다. 이유는 도로변을 중심으로 형성되는 용도상 상업업무 기능을 담당하는 건물들이 배치되고 있고 그 배후에 주택 또는 근린생활시설이 위치하는 공간패턴과 일치함을 알 수 있다.

〈그림 6〉는 실제 화재가 발생한 지점들을 45개 각 지구별로 화재발생빈도로 나타낸 것이다. 지구들 중 집중되는 곳은 지구4(신사동 일대), 지구5와 6(압구정동 일대), 지구10(논현동 일대), 지구7(청담동 일대), 지구25와 27(역삼동 일대)에 집중되어 나타나는 공간분포패턴을 보여준다.

다음 절에서는 각 변수별로 집계한 분류값들을 중첩하여 화재가 발생될 가능성이 높은 지구들을 도출하게 되며, 이 결과치를 실제로 발생되었던 지구별 화재발생빈도와 비교하게 된다. 각 변수별 분류는 평균값을 중심으로 등간격(3등분)으로 나



<그림 6> 1997년 지구별 화재발생빈도

누었으며, 각 분류를 매우높음, 높음, 보통, 또는 고밀도, 중밀도, 평균밀도로 표기하였다.

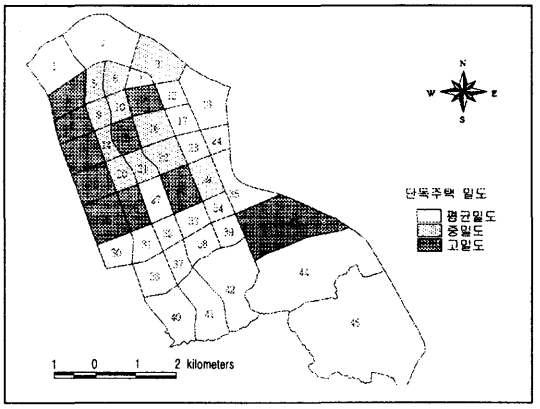
2. 45개 지구별 공간패턴 파악

여기서는 앞서 언급한 화재발생과 관련성이 높은 속성의 평균비율을 기준으로 강남구 전체에 대하여 순서대로 공간적 패턴을 살펴보고자 한다.

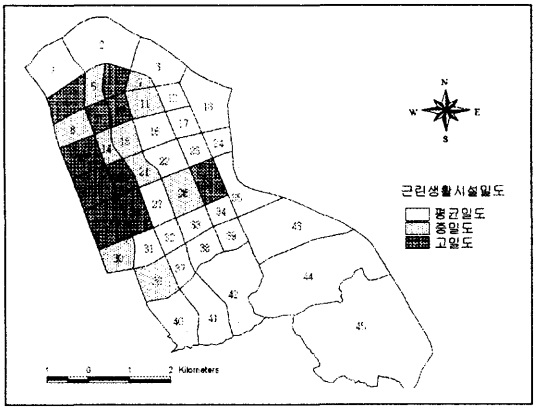
1) 건물용도별 분포패턴 비교

앞서 언급한 화재발생과 밀접한 관련이 있는 건물용도(단독주택과 근린생활시설)를 45개 지구별로 각각이 차지하는 비율로 나타냈다. 강남구 전체에서 단독주택이 차지하는 평균값은 24.6%이다. 이 수치는 앞서 논의한 화재발생지점들에서 차지한 23.8%보다 조금 높다. 주로 단독주택은 신사동, 논현동, 역삼동 지역이 고밀도 지역으로 밀집되어 있고, 평균이상의 중밀도 지역이 고밀도 지역 주변에 분포되어 있다.〈그림 7〉

근린생활시설도 고밀도 지역은 신사동 논현동, 역삼동 일대가 많으며, 중밀도 지역이 고밀도 지역 주변에 분포하고 있다. 근린생활시설이 차지하는 평균비율은 26.9%인데 화재발생지점들의 평균밀도 42.3%보다 훨씬 낮다.〈그림 8〉 이것은 실제로 화재사고가 발생되는 지점의 건물용도가 근린



<그림 7> 지구별 단독주택 밀집도

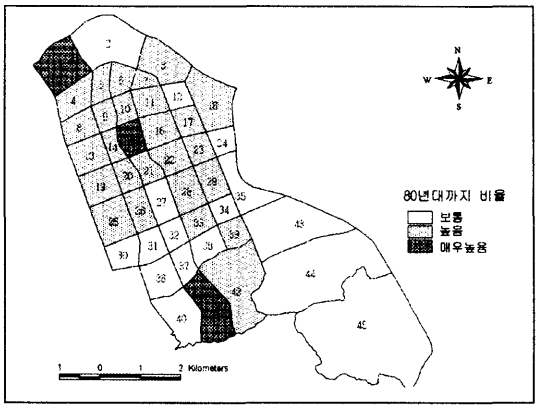


<그림 8> 지구별 근린생활시설 밀집도

생활시설임을 알 수 있다.

용도별 집중정도는 각 지구(지구)의 크기가 일정하지 않기 때문에 지구의 면적 대비 용도별 건물수를 계산하였으며, 단독주택과 근린생활시설의 평균값을 기준으로 지역을 3가지로 분류하였다.

건축물 노후화정도는 건축한지 10년 간격을 기준으로 70년대, 80년대, 90년대로 나누어 각 지구별로 차지하는 비율을 계산하여 분류하였으며, 실제 화재지점에서 90년대 이전에 준공건물이 73.5%를 차지하였는데 강남구 전체를 보면 60.1%를 차지한다. 이것은 90년대 이전에 준공된 건물이 화재발생과 관련이 많음을 나타내는 것이다. <그림 9>은 70년대와 80년대를 하나로 묶어 차지하는 비율을 나타낸 공간패턴이다.



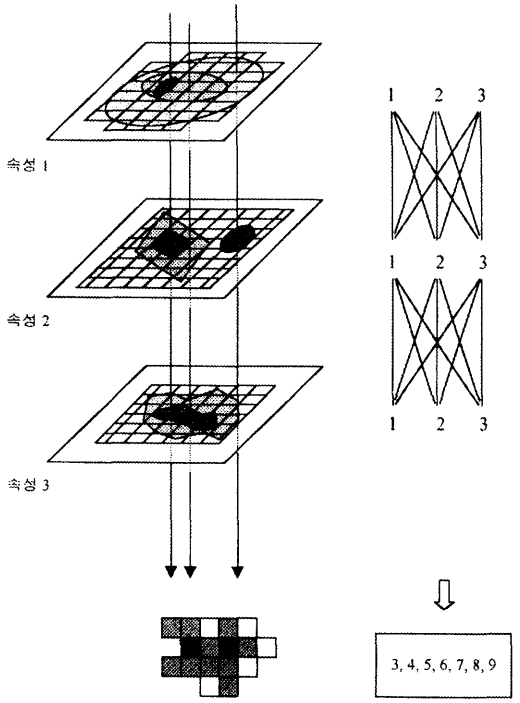
<그림 9> 지구별 건물 준공연도 비율

지금까지 건축물 대장 속성들에 대하여 지구별로 차지하는 비율을 나열해 보았다. 최종적으로 속성들의 중첩으로 화재발생가능성이 높은 지역을 파악해 보기로 한다. 위에서 제작한 각 주제도를 Grid 형태의 데이터구조로 변형하여 중첩(overlap) Map 연산을 하게 되는데, 이때 사용되는 모듈은 ArcView 3.0의 Spatial Analyst에서 제공하는 Map Calculator를 사용하였다. 각 속성별로 분류한 3가지 등급에 따라 가중치 1, 2, 3을 각각 부여하여 다음과 같은 식으로 연산하였으며, Map 연산과정을 간략히 도식하면 〈그림 10〉과 같다.

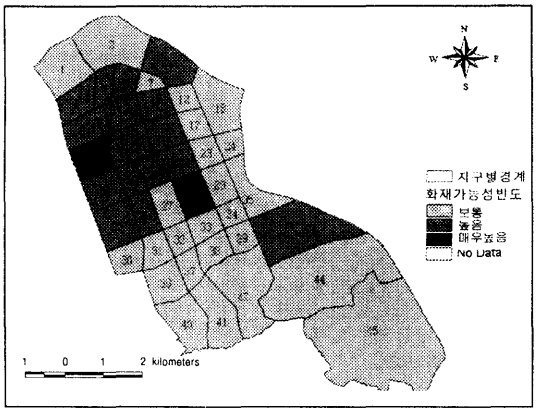
단독주택분포(1,2,3)+근린생활시설분포(1,2,3)+건축준공연도분포(1,2,3)

지역적 속성들의 합산으로 화재발생 가능성이 있는 지역들을 수치화할 수 있으며, 등급을 줄 수가 있다. 가중치의 합산치가 높을수록 화재발생 가능성이 높은 지역이라 할 수 있다. 따라서 GIS를 적용하게 되면 전반적인 경향분석을 통하여 화재취약지역을 도출해 볼 수 있으며, 설정된 지역적 특성에 맞게 방재관리 유형을 결정할 수 있다. 이러한 연산방식에 의해 강남구 45개 지구에 대해 Map 연산을 실시하였으며, 그 결과는 〈그림 11〉와 같다. 주로 신사동, 논현동, 역삼동 지역이 화재의 발생 가능성이 높은 지역으로 도출되었다.

강남구 화재발생공간의 특징은 주거지와 근린생



<그림 10> Map 연산 과정과 결과값



<그림 11> 중첩결과에 의해 도출된 지역특성에 따른 화재발생예측 지구

활시설이 집중되어 있는 지역과 건물의 노후화가 심할수록 뚜렷이 나타났다. 따라서 일반건물에도 소방시설 설치기준을 제도적으로 강화할 필요가 있다. 지금까지 건축물 속성데이터에 국한하여 좁은 의미의 지역분석을 하였다. 앞으로 화재예방을 위해서는 건축물 정보뿐만 아니라 지하매설물, 교량, 지하철 등과 같은 시설정보와 에너지 소비량, 교통량 등과 같은 사회경제적 정보도 수용하여 최적의 도시방재체계를 갖추어 나가야 할 것이다.

제3절 소방운영공간 분석

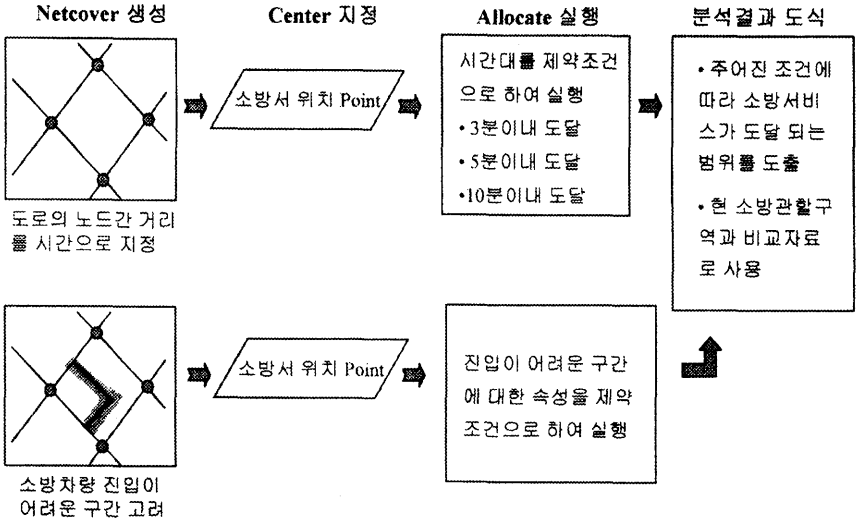
1. 분석모델링의 개념

본 절에서는 현재 설정되어 있는 소방관할구역이 적절한가를 평가하기 위하여 입지이론을 기반으로한 입지-배분모델을 적용하고자 한다. 배분 또는 배치, 그리고 입지선정에 대한 원리는 최적입지 연구에서 많이 사용되어 왔는데, 그 중에서도 입지-배분모델(Location-Allocation Model)은 네트웍상에 위치한 다수의 잠재적 수요에 대해 서비스를 공급하기 위한 시설물의 수와 위치를 추정하는데 사용된다.

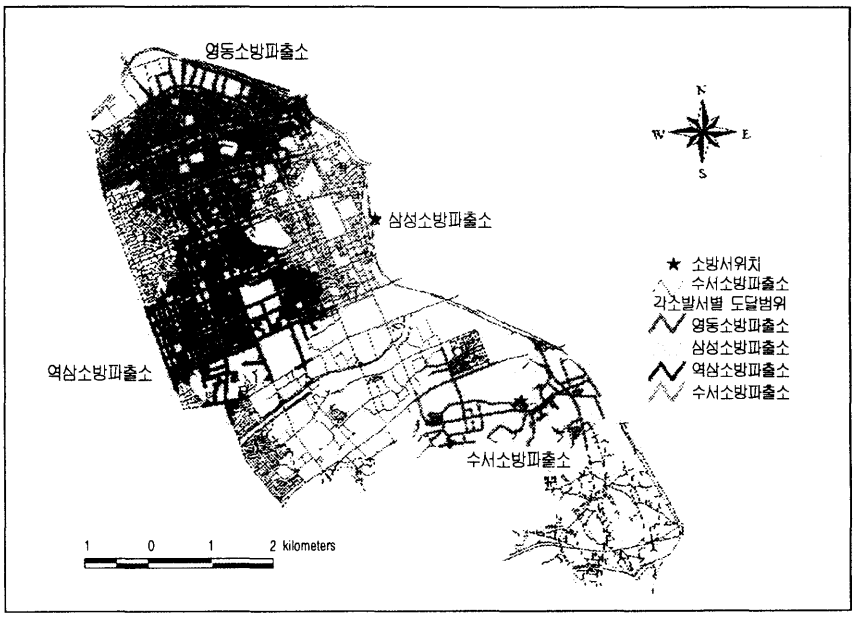
입지-배분 모델을 구축하기 위해서는 수요지점, 잠재적 네트워크지점, 교통망, 목적함수, 제약조건이 5가지 요소가 필요하다. 배분의 문제는 분포된 지역에 대해 모두 서비스를 공급하도록 지점을 배분하는 것을 말한다. 특히 소방서비스와 같은 긴급서비스는 특정한 시간과 거리내에서 최대한의 공급을 수용하여야 하며, 형평성도 추구하여야 한다. 따라서 본 연구에서 적용하고자 하는 목적함수는 MAXCOVER로써 특정한 시간과 거리내에서 수요의 최대화를 목적으로 한다. 입지-배문모델을 적용하기 위하여 다루어져야 하는 절차는 〈그림 12〉와 같다.

2. 소방서에서의 시간대별 도달범위 분석

강남구 4개의 소방파출소를 서비스 공급의 중심(Centers)으로 두고 주간선도로와 4m이상의 이면도로를 기준으로 6191개의 노드를 생성하였으며,



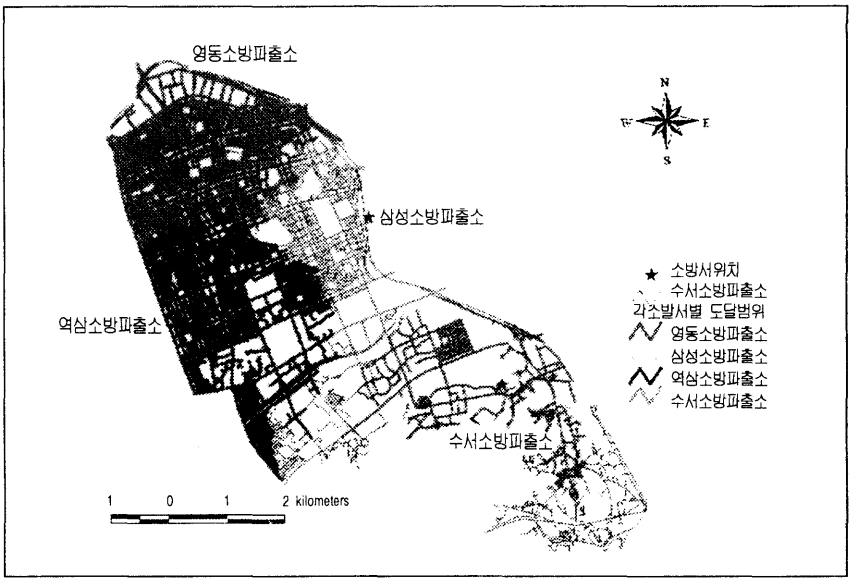
<그림 12> 소방서를 중심으로한 도달범위 모델링 절차



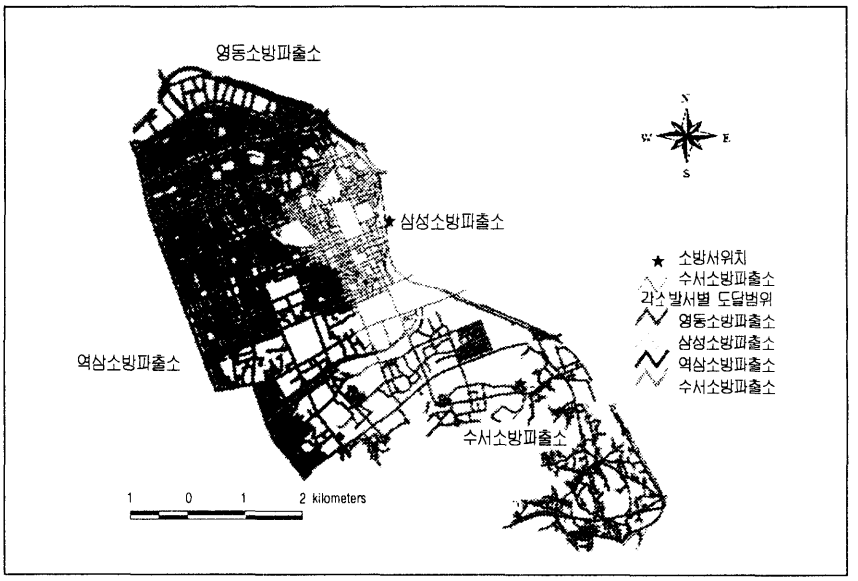
<그림 13> 3분이내 도달시간거리

도로망 라인데이터에 속성값으로 속도제한을 두었다. 주간선도로는 시속45Km, 이면도로는 시속 30Km를 부여하였다. 도로의 진행방향은 쌍방향 모두 가능한 것으로 정의하였으며, node와 node사이의 거리를 시간단위로 계산하여 속성으로 입력하였다. 4개의 소방파출소에 대해 시간단위별로 도달할 수 있는 route가 작성하였다. 모델링을 한 결과는 〈그림 13〉, 〈그림 14〉, 〈그림 15〉와 같이 얻을 수 있었다.

3분이내 도달범위를 보면 도달하지 못하는 외곽



<그림 14> 5분이내 도달시간거리



<그림 15> 10분이내 도달시간거리

부분이 보이는데, 특히 강남의 개포, 일원, 수서, 세곡동 일대가 도달하지 못하는 지역으로 나타났다. 5분이내 도달범위에서는 강남주요 지역인 역삼, 논현, 청담, 삼성, 개포, 대치지역은 거의 커버되는 반면, 아직도 서수, 세곡지역은 도달하지 못하는 것으로 나왔으며, 10분 경과시에 거의 모든 지역이 각 소방서에서 도달할 수 있는 지역으로 나타났다.

면담에 의해 얻은 도달시간거리에 대한 중요성은 5분이내에 도달하지 못하는 경우는 화재발생지의 모든 내용물이 완전 전소되는 것으로 결론짓고 있으며, 실제로 긴급민원을 접수하는 시간과 출동지점 위치확인 및 출동지령이 하달되는 시간을 감안한다면 적어도 3분이내에 도착하여야 된다는 결론을 얻을 수 있다.

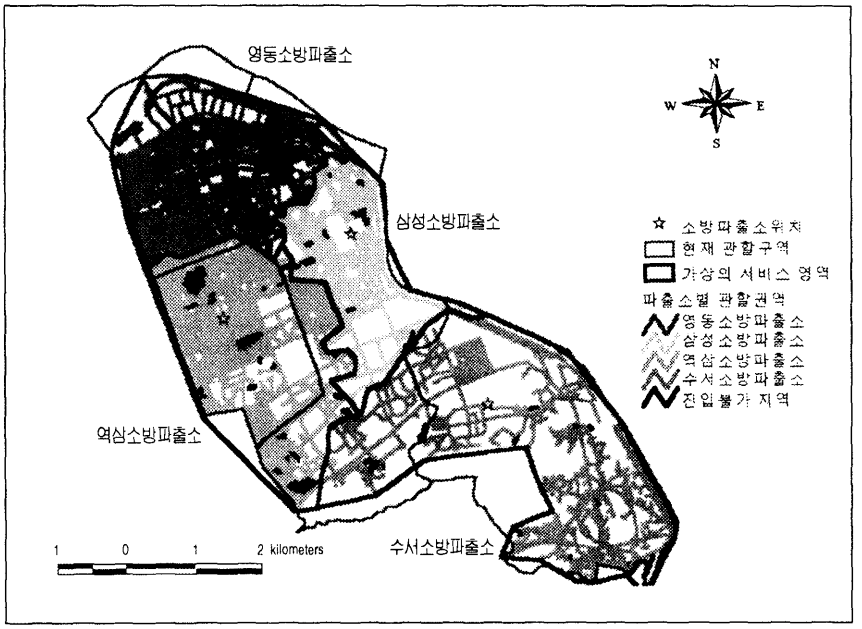
실험에 의한 가상결과를 현실에 적용시키기에는 많은 어려움이 있다. 그러나 단순히 인구수 또는 관할면적에 의해 일률적으로 설정되어 온 소방운영 범위를 앞으로 결정하는데 있어 이러한 가상 시뮬레이션과 같은 자료가 제공이 된다면 형평성에 맞게 소방서 입지선정에 대한 결정(신설 또는 이전을 포함)을 객관적으로 할 수 있을 것으로 본다.

3. 소방서별 관할구역 분석

한정된 시간에 소방력이 도달할 수 있는 범위는 여러 가지 상황에 따라 변화될 수 있는데 예를들어 교통량, 진입도로상태, 출동준비상황, 도로의 경사도 등이 중요한 변수가 될 수가 있다. 따라서 제한된 조건을 극복하고 정해진 인력과 장비를 효과적으로 사용하기 위해서는 적정규모의 관할구역 배분 및 소방시설배치가 중요하리라 본다. 여기서는 앞서 분석한 시간대별 도달범위와 소방차량 진입이 어려운 도로를 감안하여 모델링 작업을 하였다.

〈그림 16〉은 차량진입이 어려운 도로구간을 제외하고 강남구의 4개 소방파출소가 중심이 되어 최대한으로 도달할 수 있는 범위를 계산한 결과이다. 이 모델링의 절차는 우선 Allocate에 사용할 Network 데이터를 설정하고 중심 Point로 사용할 Center, 즉 여기서는 소방파출소 위치를 불러들인다. 그런다음 차량진입여부의 제약조건을 설정한 다음 Allocate 모델링을 실시하게 된다. 소방차량 진입이 어려운 구간들을 계산에서 제외된다.

그리고 현재 구분되어 있는 소방관할구역 경계와 가상으로 도출한 서비스 범위를 중첩하였는데, 현재의 관할권역 배분이 삼성소방파출소에 편중되어 있음을 알 수 있다. 강남지역을 총괄하는 강남



<그림 16> 현재 소방관할과 가상의 서비스 범위

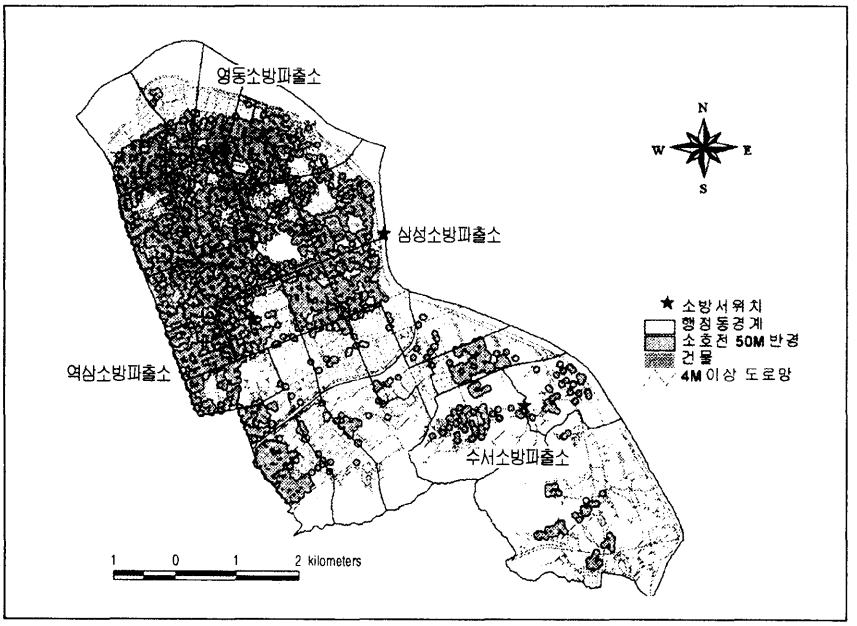
지역을 주관하는 강남소방서와 삼성소방파출소가 함께 있는 관계로 투입인력 및 장비가 한쪽에 편중되어 있어 관할권 분할시 삼성소방서 쪽에 더 큰 비중을 둔 것으로 보이나, 형평성 있는 공간분할과는 거리가 멀다. 가상으로 분석된 관할범위는 어느 정도는 거리조락 원리에 입각한 결과라고 할 수 있다. 이러한 두가지 영역(현재 관할범위와 가상의 범위)간에 비교를 통하여 현재의 관할권에 대한 보완사항을 파악할 수 있다. 가상으로 도출한 서비스 권역은 소방파출소의 위치이전 또는 신설을 위한 참고자료로 사용할 수 있으며, 관할권 조정을 위한 보조자료로 사용 가능하다고 본다.

지금 현재 삼성파출소에서 관리하는 개포일원과 세곡동 지역에 대한 지원방안이 필요하다고 본다. 물론 개발제한구역에 의해 소방서비스가 고려되지 않는 지역도 있긴 하지만 계속해서 확대되어 가는 시가지 건설사업을 고려한다면 앞으로 소방관할권 배분에 대한 계획이 필요하다고 사료되며, 〈그림 17〉에서 보는 바와 같이 개포. 일원지역에 대한 현재의 소화전 배치 상태와 비교하더라도 포섭되는 범위가 극히 부족함을 알 수 있다.

제 4 장 결론 및 적용방안

최근 도시기반시설의 복잡화로 인해 도시재난의 발생률이 점점 증가하고 있예방관리할 수 있는 근거를 도출하고 소방서비스의 배분을 추정해 봄으로써 소방운용에 대해서도 접근해 보았다.

본 연구의 결과는 첫째, 강남의 화재사고을 살펴본 결과 도시의 기반환경이라 할 수 있는 건축물의 속성과 관련이 많았다. 실제로 발생한 화재지점의 건물속성을 살펴보면 대형건물이나 주요기관이 아니라 주거건물 또는 근린생활시설이 월등히 많았으며, 노후화 정도를 나타내는 건물준공연도와도 밀접한 관련성을 가지고 있었다. 둘째, 강남구지역을 관할하고 있는 4군데 소방파출소의 관할범위를 평가해 보았다. 우선 도로망을 중심으로 각 소방서에서 도달할 수 있는 시간거리를 측정해



<그림 17> 소화전 50m 반경 버퍼링

보았으며, 차량진입이 어려운 구간을 포함시킨 가상의 소방관할범위를 도출하여 현재 설정되어 있는 소방관할영역과 비교해 보았는데 앞으로 충분한 검증을 통하여 소방활동공간을 개선하고 설정하는데 보충자료로 충분히 사용될 수 있다고 본다. 마지막으로 GIS기법을 적용할 시에 가장 중요하게 다루어져야 하는 부분이 데이터 정비부분이라 할 수 있다. 데이터 구축내용의 수준과 데이터간의 연결성에 의해 연구자가 요구하는 결과를 도출할 수 있기 때문이다. GIS 기법의 적용은 앞으로 단순한 위치확인 또는 검색기능에서 그치는 것이 아니라 공간분석 능력을 이용하여 평상시에는 관리중점지역을 파악할 수 있는 정보시스템으로써 역할하고, 사고발생시에는 사고진압에 필요한 적절한 장비와 인원을 결정할 수 있고 행동요령이나 대피 등도 정확하게 파악할 수 있도록 지속적인 연구개발이 뒷받침 되어야 할 것이다.

도시방재업무는 한가지로 국한된 부분이 아니라 도시계획, 도시경영, 의사결정 등이 통합되어 있는 영역이라 할 수 있다. 따라서 여러 분야가 유기적으로 정보교환이 이루어져야 하며, 이를 통합할 수 있는 의사결정자가 필요하다고 본다. 요즘 활발히 진행되고 있는 지자체 정보화 사업이 사업별로 큰 차이를 보이는 까닭에 정보화 수준이 떨어지는 모습이 드러나고 있다. 따라서 통합된 계획을 수립하여 정상적인 정보 구축이 이루어져야 할 것이다.

〈參考文獻〉

김한용, 1991, "소방조직의 자원배분모형에 관한 연구", 경남대 경영대학원논문.

박성준, 1996, "서울시 공공서비스시설 입지분포에 공간적 형평성 측정과 분석", 성균관대 행정대학원 학위논문.

우소정, 1997, "서울시 위기관리에 관한 연구: 삼풍백화점 붕괴사고를 중심으로", 이화여자대학원 학위논문.

정재후, 1998, "119종합방재 전산정보시스템에서의 GIS 응용사례", 제1회 한국지리정보기술 컨퍼런스 및 전시회, GIT'98.

조택희, 1997, "국가재난관리 효율화를 위한 소방조직 활성화에 관한 연구", 인하대 행정대학원 학위논문.

권용우외 공저, 1998, 도시의 이해, 박영사

중앙재해대책본부, 1993, 재해예방기법

서울시정개발연구원, 1997, GIS를 이용한 도시방재시스템 구축방안 연구: 건축물 안전관리체계 구축방안

Emelinda M.Parentela & Shashi K.Sathisan. 1997, "GIS-based Allocation of Emergency Response Units along a Transportation Route", Associate Professor of Civil Engineering, 인터넷자료.

ESRI, 1993, [Understanding GIS], Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA.

Jun Sato, 1997, "Disaster Management", GIS Asia Pacific December 1997/January 1998, Pearson Professional (Singapore).

Martin Dodge, 1996, "The Visualisation and Analysis of Fire Incidents using GIS", Joint European Conference and Exhibition on Geographical Information, March 27-29th, Barcelona.

Roger E Kasperson and K.David Pijawka, 1985, "Social Response to Hazard and Major Hazard Events: Comparing Natural and Technological Hazards", Public Administration Review, vol.45.

Steve Dorner, Derren Duburguet, Laura Brenner, Public Safety Geofile Coordinator, "Emergency Response Management in the City of SanDiego", SanDiego Fire Department.