

Mapping을 이용한 소방방재력 및 재해취약성의 연구*

왕 순 주(한림대학교 응급의학과 부교수),
백 민 호(강원대학교 소방방재학부 교수)

Research on Disaster and Fire Response Capability and Hazard Analysis Using Basic Mapping Method

Wang, Soon-Joo · Baek, Min-Ho

Abstract

The fire department has one of the most important role as public resources of response to disasters in the aspect of supply and the adequate distribution of resources of response is essential, but the distribution of the response capability to disaster of fire department does not reflect the regional hazard vulnerability and hazard risks. Researchers performed database process with simple mapping based on the regional fire disaster response capability and the regional hazard vulnerability and hazard risks. The cities and towns are divided to four types each, total eight types and relative threat ratios are extracted from every type. The fire disaster response capability was extracted from number of firemen and fire vehicles in defined region. The distribution of the fire disaster response capability was inadequate and not matching to relative threat especially in small cities and some

* 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-2006-000-11266-0)지원으로 수행되었음(This work was supported by grant No. (R01-2006-000-11266-0) from the Basic Research Program of the Korea Science & Engineering Foundation)

types of towns. The regional relative threat and resources should be analyzed by more delicate mapping and software development in the future.

[Key Words : Fire, Disaster, Vulnerability, Hazard Analysis, Mapping]

I. 서론 및 배경

국내에는 재해, 재난에 대응하기 위한 공급 측면의 주요 공적 자원으로서 소방의 역할이 가장 중요하며, 그 대응력 자원의 적절한 분배가 필요하나 우리나라는 관할면적과 인구에 의해 소방력 배치기준이 결정된다. 또한 재해, 재난이 발생할 위험에 대한 가능성 측면의 위험도 및 그에 대한 기본적 저항력에 대한 평가도 소방방재력의 적절한 배치를 위하여 반영되고 있지 못하다. 소방방재력 및 재해 위험성과 취약성은 지역적 특성을 기반으로 하여야 하며, 이는 지도 상의 적절한 표식을 이용하여 데이터베이스화 시키는 것이 바람직하다. 이에 저자들은 Mapping을 이용한 국내의 소방방재력 및 재해취약성에 대하여 연구하였다.

II. 국내 현황

1. 소방방재력 공급 배치 측면

1.1 소방방재력 배치 모델

소방방재력 배치와 관련된 모형들로는 Rand model과 ISO model 등이 있으며, 소방력 배치를 위해 과학적인 근거를 제시하고 있다.

1.1.1 Rand model

출동거리와 시간에 따라 소방 관서를 재배치하기 위한 수학적인 공식으로서, 소방력 재배치는 출동소요시간, 관할면적, 유효신고건수(출동건수), 위험요인(hazard factor)을 기초로 소방력을 재산정하여 이루어지며, 새로운 소방관서의 설치에도 주요한 기준이 된다. 소방관서의 위치는 먼저 소방서비스의 수준을 결정한 뒤, 출동구역 결정, 출동구역에 따른 관할, 지리 및 사고의 특성, 과거 출동회수, 출동 소방력, 출동거리 및 소요시간을 조사, 각 구획으로의 평균 출동거리와 출동시간, 예상 출동회수, 예상 업무량 등을 파악하여 결정한다.

1.1.2 ISO model

화재보험율을 산정하기 위한 모델이나, 도시의 소방규모를 결정하는 실질적인 기준이 되고 있으며, 미국의 보험협회(ISO)가 단위 도시마다 화재보험요율을 결정하기 위해 만든 화재진압 능력등급 판정기준(Fire Suppression rating Schedule)을 말하고, 도시에서의 화재예방 능력을 판단하는 기준으로 사용된다.

이러한 소방력 배치 모델들이 현재 사용되고 있으며, 세계 각국의 소방은 이러한 모델 및 현지 특성에 맞추어 소방력 변수를 이용하여 소방력을 배치하고 있는 실정이다. 미국의 경우, 소방력 배치 근거 변수로 삼고 있는 것은 위치, 면적, 대응시간, 인구, 건물수(위험특성), 서비스 수준 등을 고려하면서 출동실태를 반영한 배치모델을 사용하고 있다.

또한 가까운 일본의 경우, 미국과 마찬가지로 면적, 대응시간, 인구, 밀도, 건물수, 서비스 수준, 출동실태 등을 반영하여 소방력 배치를 하고 있다. 하지만, 우리나라의 경우, 현행 법률에서 면적과 인구만을 배치변수로 사용하고 있기 때문에 지역 특성의 반영이 어려우며, 획일적 배치 기준으로 인하여 효율성이 떨어지고 있다.

소방력을 고려하기 위하여 필요한 것은 지역의 특성과 기존 소방서비스의 실태를 반영하는 것이 가장 바람직하다고 할 수 있으나, 우리나라의 소방력 배치는 소방력 배치에 관한 규칙에 의하여 전국 일률적으로 규정되어 있다.

또한 대도시지역과 중소도시지역, 소도읍 지역으로 나뉘어 인력과 장비가 정해져 있다. 따라서 화재발생 특성이나 구급·구조업무 특성과 관계없이 획일적 배치로 인하여 지역 간 불균형이 발생하고 있으며, 또한 전반적으로도 소방력이 부족한 상황이다.

우리나라의 소방력의 기초 단위가 되는 소방파출소의 경우, 도시 크기에 따라 관할 면적과 인구를 달리하여 적용이 되고 인구밀도와 소방수요 관계를 살펴보면, 서울 1km²당 인구밀도가 16,960명인데 비해 부산의 경우 1km²당 5,036명으로 약 3.4배의 차이를 보이고 화재통계나 출동현황을 보면 화재, 구조, 구급이용은 인구밀도가 높은 지역일수록 소방수요가 높은 경향을 보이고 있다.

1.2 국내 소방관서의 설치기준

1.2.1 소방서의 설치

소방서는 시·군·자치구단위로 설치하되, 특히 필요한 경우에는 인근 시·군 또는 자치구를 포함한 지역을 단위로 설치할 수 있다. 설치된 소방서에 파출소의 수가 5개소를 초과하는 경우에는 5개소이하마다 1개서를 추가로 설치할 수 있으며, 석유화학단지·공업단지·주택단지 또는 관광단지의 개발 등에 따라 대형화재의 위험이 있거

나 소방수요가 급증하여 특별한 소방대책이 필요한 경우에는 상기 규정에 불구하고 당해지역마다 소방서를 설치할 수 있다.

1.2.2 파출소의 설치

소방서에 파출소를 설치하는 경우 그 설치기준은 1996년8월 23일의 소방법 개정의 의해 표 2-1과 같으며 또한 농·공업단지, 상업단지, 주택단지, 관광단지등 대형화재의 위험이 있거나 소방수요가 급증하여 특별한 소방대책이 필요한 지역에 대하여는 당해지역마다 파출소를 설치할 수 있다.

<표 2-1> 파출소의 설치기준

구 분	대도시	중도시	소도시	소도읍
관할 면적	5km ²	10km ²	15km ²	20km ²
관할 인구	· 서울 : 7만명 · 부산 : 3만명 · 대구·인천·광주·대전 : 2만명	· 인구50만 이상의 시 : 3만명 · 인구10만 이상 50만미만의 시 : 2만명	1만 5천명	1만명

1.3 우리나라 소방장비의 배치기준

1.3.1 파출소 내의 소방자동차

파출소에는 표 2-2의 기준에 의한 소방자동차를 배치한다.

<표 2-2> 파출소에 두는 소방자동차 배치기준

관서	지역	계	소방펌프 자동차	물탱크차	사다리 소방차	화학 소방차	지휘차	순찰차	구급차
직할파출소	대도시	12대	3	2	2	1	1	1	2
	중도시	11대	2	2	2	1	1	1	2
	소도시 소도읍	10대	2	2	1	1	1	1	2
일반파출소		4대	2	1	-	-	-	-	1

- 비고 :
1. 소속소방서의 관할 구역 안에 소방법시행령 별표2의 제 1호 바목에 해당 하는 1급 방화관리 대상물이 있는 경우에는 내폭화학차 또는 고성능 화학차를 배치한다.
 2. 사다리소방차의 높이는 당해시가지 건축물의 특수성 및 높이에 의한다.
 3. 소방서장은 관할파출소중 소방수요 및 지역특성을 고려하여 필요하다고 인정 하는 경우에는 위 표의 기준대수 이상의 소방자동차를 배치할 수 있다.
 4. 직할파출소라 함은 소방서직할의 파출소를 말한다.

1.3.2 구조차 및 구급차의 배치

구조대에는 구조차 또는 구조정을 배치하며, 소방법 제93조의 규정에 의한 구급대에는 구급차를 배치한다(by 3.).

<표 2-3> 구조차 및 구급차의 배치에 대한 소방법의 관련법규

제11장 구급 및 구조

제93조 (구급대의 편성·운영등)

- 소방본부장 또는 소방서장은 불의의 재해 그 밖의 위급한 상태에서 즉시 필요한 처치를 하지 아니하면 그 생명을 보존할 수 없는 등 위급한 환자를 응급처치하거나 의료기관에 긴급히 이송(이하 “구급업무”라 한다)하기 위하여 구급대를 편성·운영할 수 있다.<개정 1999.2.5>
 - 소방본부장 또는 소방서장은 구급업무를 수행함에 있어서 필요한 때에는 관할구역 안의 의료기관에 대하여 구급차의 지원, 의료요원의 파견 등의 지원을 요청할 수 있다. 이 경우 요청을 받은 의료기관의 장은 정당한 사유가 없는 한 이에 응하여야 한다.
 - 소방본부장 또는 소방서장은 구급환자의 응급조치 등을 위하여 구급현장에 있는 사람에 대하여 구급업무에 협력할 것을 요청할 수 있다.
 - 소방본부장 또는 소방서장은 구급업무 수행시 필요한 때에는 관할경찰서장에게 필요한 협조를 요청할 수 있다.
 - 제1항의 규정에 의한 구급대의 편성·운영 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
-

1.3.3 소방서근무요원의 배치

소방서에는 서장·과장·계장·진압대장등의 간부와 소방검사·소방홍보 등의 업무를 수행하는 예방요원, 인사·경리·예산·법제·교육·차량관리 등의 업무를 수행하는 행정요원, 구조·구급업무를 지원하는 구조·구급행정요원, 화재조사요원 및 각종 재난·화재발생 통보를 수신하고 지령을 전달하는 전산요원·통신요원을 각각 배치한다.

1.3.4 파출소근무요원의 배치

파출소에는 소장, 화재진압·운전 등 소방업무를 수행하는 진압요원과 응급환자의 이송을 위한 구급요원 및 화재발생통보를 수신하고 전달하는 통신요원을 배치한다 (표 2-4).

<표 2-4> 파출소근무요원의 배치기준(제14조 제2항 관련)

관서별	지역별	계	소장	진압요원	통신요원
직할파출소	대도시	19명	1	16	2
	중도시	15명	1	12	2
	소도시 소도읍				
일반파출소	전지역	11명	1	8	2

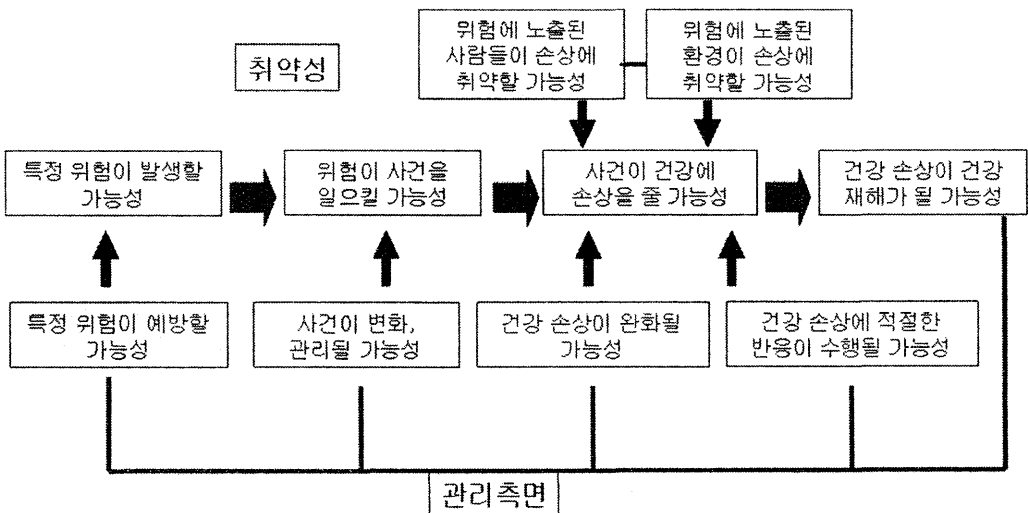
비고 : 1. 진압요원 및 통신요원은 2교대 근무인력임
 2. 소방수요·지역특성 등을 고려하여 파출소 근무요원의 증원이 필요한 경우에는 위 표의 배치기준 이상의 인력을 배치할 수 있음.

2. 재해취약성 평가 측면

2.1 재해 예방 및 위험도 평가의 개념

재해의 개념 중 최근에 학문적으로 받아들여지고 있는 재해를 유발하는 부정적 원인에 의한 결과로 인한 피해 대응의 요구량이 해당 지역사회의 대응 자원 혹은 능력을 초과하여 요구보다 대응이 부족한 불균형이 나타난 상황을 뜻하는 상대적 개념으로 이해하면 재해의 예방 및 위험도 평가를 하는데 편리하다. 이를 계층적으로 확대하여 Hazard(위험, 유해), Event(사건), Damage(손상) 및 Disaster(재해)의 모델을 이용하면 평소에 어떤 식으로 재해를 예방하고 위험을 평가하여야 하는지 도움이 된다. 이는 다음과 같다(그림 2-1).

<그림 2-1> Hazard-event-damage-disaster model



이러한 활동은 재해의 각 단계별로 시행할 수 있는데 위험감소를 위한 행위들은 예방 -> 변경 -> 완화 -> 준비 -> 대응 -> 회복 순서로 지속적으로 이루어져야 한다.

재해 위험도를 분석하는 데 있어 일반적인 손상 안전의 분석 방법인 Haddon Matrix가 똑같이 적용될 수 있다. Haddon Matrix는 다양한 재해에 대한 재해 전 - 재해 시 - 재해 후의 시간적 단계와 인간 - 객체 - 환경 (물리적 및 사회적 환경으로 구분하기도 함.)의 재해의 주체를 양 축으로 하나의 표로서 분석할 수 있다.

2.2 재해 위험성 평가의 접근 및 방법

일반적인 재해 위험성 평가의 접근은 재해 발생 가능성과 그 심각성을 고려하여 평가시에 그 대응에 필요한 정도를 산출하는 것이다. 즉 가능성과 심각성이 높을수록 그 대응에 필요한 자원의 준비가 많아야 하나 각각의 재해에 대하여서는 논의 과정을 거쳐야 한다.

2.2.1. ASHE HVA(ASHE 위험성 및 취약성 평가법)

대표적인 재해의 위험성 평가의 방법으로서 ASHE 위험성 및 취약성 평가법이 있다. 이는 본래 의료기관을 기준으로 그 내부 혹은 외부에서 발생한 재해에 대하여 의료기관의 취약성을 계량화할 수 있게 해주는 방법이나, 지역의 재해 위험성 및 취약성 분석에도 사용될 수 있다. 재해의 대분류 및 세부 종류별로 재해의 위험성 평가가 가능하며, 위험성이란 가능성과 심각성의 곱이라는 개념 하에 위험성을 0~100% 사이로 계산하여 표시할 수 있게 해준다. 가능성과 심각성은 다시 손상충격 측면과 준비/대응 측면으로 나누어 손상충격 측면으로는 인간, 재산 및 업무에 미치는 손상충격의 3가지로 구분하며, 준비/대응 측면으로는 준비, 내적 대응, 외적 대응의 3가지로 구분한다. 가능성이 또 하나의 요소가 되어 총 7가지 변수를 통하여 각각의 재해 종류별로 점수화할 수 있는데 그 지역사회의 상황과 준비대응 능력에 따라 점수는 달라질 수 있으므로 그 재해 종류별 점수는 절대적인 것은 아니다.

ASHE 위험성 및 취약성 평가법은 간단한 소프트웨어 프로그램 혹은 인터넷 상에서도 그 지역사회의 각 종류별 재해 위험성 및 취약성 평가가 가능하다. 그러나 이를 위해서는 그 지역사회의 재해 위험성에 대한 상황과 자원 분석이 철저히 되어있다는 것이 기본 가정이다.

2.2.2 미연방재난관리국 모델(FEMA model) : 위험 우선순위법(Hazard priority system)

미연방재난관리국의 위험 우선순위법은 재난을 거시적인 관점에서 정책적인 결정을 하기 위한 방편으로서 개발되었다. 2005년도 미국의 허리케인 카트리나 피해 시에도

이 모델을 사용하여 재해 위험성을 평가하였으나 실제로는 그 정확성이 떨어졌던 것으로 알려져 있다. 이 방법은 해당 종류 재해의 발생 역사, 인간과 재산에 대한 각각의 취약성, 최대 위협 지역, 1년에 일어날 수 있는 확률을 주요 변수로 하여 낮음, 중간, 높음을 각각 1, 5, 10점씩을 주어 각 세분 분야의 가중치를 두어 곱한 합을 구한다. 그 합이 100점 이상이면 재해대비에 우선순위로 본다.

<표 2-5> ASHE HVA(ASHE 위험성 및 취약성 평가법)

위험성 및 취약성 평가법								
화재에 수반된 지역 유형들								
사건	확률	심각도 = (MAGNITUDE - MITIGATION)						위험도
		인적 충격	물적 충격	경제사회 충격	대 비	내부 대응	외부 대응	
	일어날 가능성	사망 가능성	물리적 손상	사회기능 장애	사전 계획	시간, 효율성, 자원	지역사회 상호협력, 대응인력, 자원	상대적 위험
점수	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = High	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = High	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = High	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = High	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = Low or none	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = Low or none	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = Low or none	0 - 100%
유형 1	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	() %
유형 2	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	() %
유형 3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	() %
유형 4	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	() %
유형 5	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	() %
유형 6	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	() %
유형 7	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	() %
유형 8	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	0-3	() %

Ⅲ. 유형별 소방방재력과 위험도

1. 소방방재력 분석

1.1 시 단위 분석

본 연구에서는 국내 각 지역별 특성에 맞는 소방방재력 공급 자원의 배치 방안을 연구하고자 7개의 특별시와 광역시를 포함한 전국의 77개 자치시를 대상으로 표 3-1과 같이 도시의 지역특성을 나타낼 수 있는 인자들을 이용하여 시단위의 지역특성을 고찰하였다.

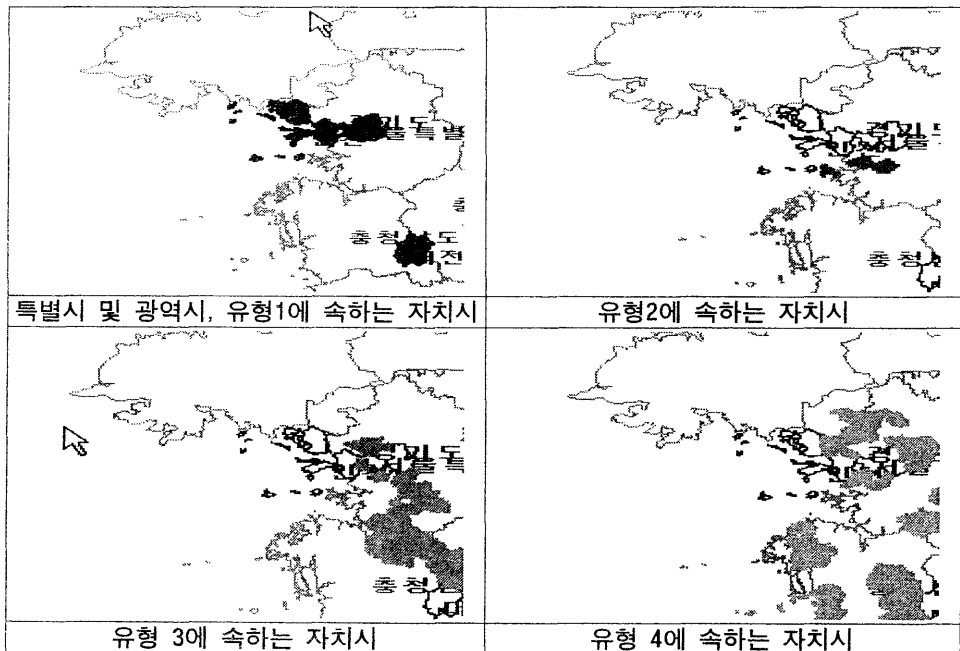
지역 유형을 분류하기 위하여 2004년 도시통계연감자료에 수록된 22개의 변수들을 이용하여 요인분석과 군집분석을 수행한 결과, 편중된 유형의 결과를 얻었으며, 신뢰

성 있는 결과를 얻을 수가 없었다. 그 이유는 우리나라의 시단위의 지역특성이 분명하지 않으며, 복합형 도시 형태를 취하고 있기 때문인 것으로 사료된다. 따라서, 보다 신뢰성 있는 결과를 얻고자 시단위의 유형분석에 앞서 화재, 폭발, 산불, 구급신고 및 구조출동건수에 직접적인 영향을 미치는 변인들을 분석하기 위해서 Pearson 상관분석(Pearson Correlation Analysis)을 수행하였다.

<표 3-1> 자치시의 유형분류 인자

구 분	시단위	
유형분류 인자	1. 행정구역면적(km ²) 2. 인구(명) 3. 인구밀도(명/km ²) 4. 65세 고령자(명) 5. 주거지역소계(km ²) 6. 상업인구소계(km ²) 7. 공업지역소계(km ²) 8. 녹지지역소계(km ²) 9. 1차산업종사자수(명) 10. 2차산업종사자수(명) 11. 3차산업종사자수(명)	12. 전력사용량소계(MWh) 13. 가스사용량소계(ton) 14. 화재발생건수 15. 폭발발생건수 16. 산불발생건수 17. 화재인명피해(명) 18. 화재재산피해(천원) 19. 화재소실면적(m ²) 20. 화재피해액 합계(천원) 21. 구급신고건수 22. 구조출동건수
대상 시수	86개시	

<그림 3-1> 시단위의 4단계 유형 분류



이 과정에서 시 지역에 대한 유형을 분류하기 위하여 군집분석을 수행하였는데, 앞에서 상관분석을 수행한 결과로부터, 화재발생건수, 산불발생건수, 폭발발생건수, 구급 신고건수 그리고 구조출동건수와 높은 상관성을 갖는 변인들인 인구, 2차 사업 종사자수, 3차산업 종사자수, 상업지역 면적, 전력사용량 및 가스사용량을 사용하여 K-평균군집분석(K-Mean Cluster Analysis)방법을 이용하였다. 분석 결과로부터 시단위에 대하여 4개의 유형으로 분류된 결과 값을 얻었다. 위에서 분류한 시단위의 지역특성에 대해 지도상에 그 위치를 표시하면 그림 3-1과 같다.

1.2 읍 단위 분석

전국의 119개 읍을 대상으로 유형 분류 인자들을 이용하여 읍 단위의 지역특성을 고찰하였다. 취약 유형을 분류하기 위하여 2003년 연감통계자료에 수록된 11개의 변수들을 이용하여 요인분석과 군집분석을 수행한 결과, 편중된 유형의 결과를 얻었으며, 신뢰성 있는 결과를 얻을 수가 없었다. 그 이유는 우리나라의 읍 단위의 지역특성이 분명하지 않으며, 복합형태를 취하고 있기 때문인 것으로 사료된다(표 3-2).

<표 3-2> 읍의 유형분류 인자

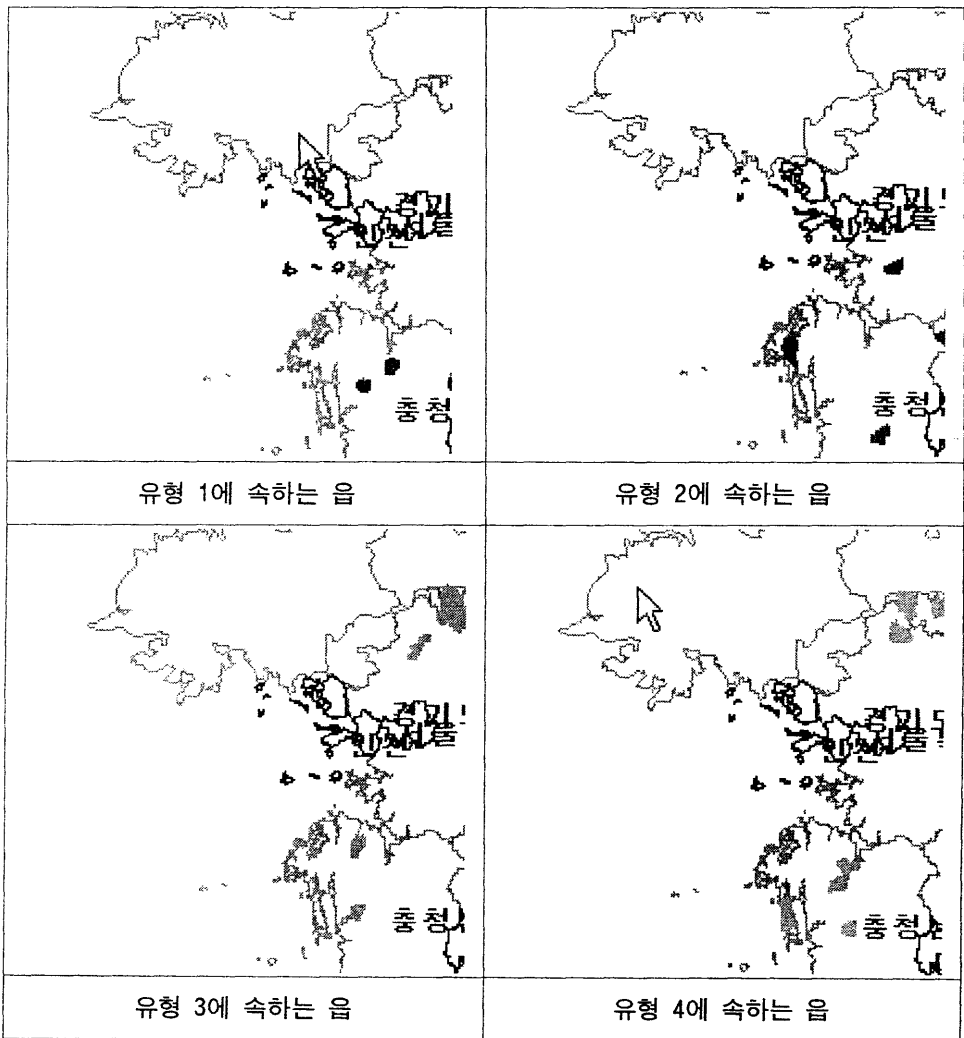
구분	읍단위	
유형분류 인자	1. 행정구역면적(k㎡) 2. 인구(명) 3. 인구밀도(명/k㎡) 4. 65세 고령자(명) 5. 주거지역소계(k㎡) 6. 상업인구소계(k㎡)	7. 공업지역소계(k㎡) 8. 녹지지역소계(k㎡) 9. 1차산업종사자수(명) 10. 2차산업종사자수(명) 11. 3차산업종사자수(명)
대상 읍수	119개읍	

따라서, 본 연구에서는 보다 신뢰성 있는 결과를 얻고자 읍 단위의 유형분석에 앞서 요인분석(Factor Analysis)을 수행하였다. 이 결과 여러 요인 중 앞의 요인분석 결과와 높은 상관성을 갖는 요인들인 인구, 3차산업종사자수, 65세 이상 노인 수, 인구 밀도(명/k㎡), 2차산업종사자수가 군집분석에 포함될 수 있는 요인들을 K-평균군집분석(K-Mean Cluster Analysis)방법을 통하여 분석하였다. 분석 결과로부터 읍 단위에 대하여 4개의 유형으로 분류된 결과 값을 얻었다(표 3-2, 그림 3-2).

<표 3-3> 군집분석에 따른 유형별 중심 값

	유형			
	1	2	3	4
인구(명)	38638	24988	15978	8443
인구밀도(명/km ²)	1032.35	469.10	276.54	151.94
3차산업(명)	9176	6012	3588	1967

<그림 3-2> 읍 단위의 4단계 유형 분류



한국의 소방력 기준은 소방서 단위로 소방력을 결정하게 되어 있는데, 소방력 배치에 관한 기본 논리는 관할면적과 인구에 따라 소방파출소를 설치, 소방파출소를 운영하기 위한 기본인력과 4대 이상의 소방차와 이의 운용인력을 배치, 소방차가 증강 배치되면 그에 필요한 운용인력도 함께 배치, 일정구역 내에 소방파출소가 5개 이상에 이르면 소방서를 설치하는 네 가지를 말하는 것으로서 관할면적과 인구를 동시에 고려함으로써 인구를 소방수요의 대표적인 요인으로 정하고, 관할면적은 소방파출소의 대응 시간과 거리를 결정하는 환경변수로 고려하기 위한 것으로 사료된다.

시단위 지역의 유형별 분석으로서 분석에 사용되는 변수 중에서 소방파출소가 제외되므로 소방관과 소방차가 소방파출소의 소방력이 된다. 시단위 지역의 유형에 따라 소방력의 규모에서 큰 차이가 나므로 이를 분리하여 분석하였다. 특별시와 광역시를 포함한 시지역에 대한 유형을 분류하기 위하여 군집분석을 수행하였으며, 화재발생건수, 산불발생건수, 폭발발생건수, 구급신고건수 그리고 구조출동건수와 높은 상관성을 갖는 변인들인 인구, 2차사업 종사자수, 3차산업 종사자수, 상업지역 면적, 전력사용량 및 가스사용량을 사용하여 K-평균군집분석(K-Mean Cluster Analysis)방법을 이용하였다.

경로분석의 결과로부터 소방수요나 환경을 구성하는 변수들이 소방력 배치에 제대로 반영되어 있지 않으며, 특정 변수만 소방력 배치에 영향을 미치는 경우도 있음을 확인되었다. 또한 구조분석 결과로부터 환경과 수요 요인이 소방력 배치에 영향을 미치지 못하거나 각 환경과 수요변수가 설명하지 못하는 오차나 잔차들에 의해 소방력 배치가 이루어지고 있는 것으로 나타났다.

<표 3-4> 총괄적인 소방파출소의 소방력 배치 비교

유형	현행배치기준		과거 연구		현 결과		현행배치기준과의 편차		과거연구와의 편차	
	소방관	소방차	조정 인력	조정 차량	표준 정원	표준 차량	인력	차량	인력	차량
유형1 시	6349	2371	5706	1353	6468	2298	119	-73	762	945
유형2 시	629	241	744	184	577	232	-52	-9	-167	48
유형3 시	1430	591	1675	418	1408	589	-22	-2	-267	171
유형4 시	3033	1089	3351	883	3060	1028	27	-61	-291	145
유형1 읍	133	46	170	47	139	29	6	-17	-31	-18
유형2 읍	408	126	402	110	359	130	-49	4	-43	20
유형3 읍	727	203	725	195	704	190	-23	-13	-21	-5
유형4 읍	523	156	546	144	740	394	217	238	194	250
합 계	13232	4823	13319	3334	13455	4890	223	67	136	1556

본 연구에서 산출한 표준소방력 배치 기준을 현행 배치 기준 및 선행연구와 비교한 결과를 살펴보면 현행 소방력 배치 기준과 비교할 때, 소방관은 223명, 소방차는 67대가 더 필요한 것으로 나타났다. 이는 소방관의 경우 현행 배치인력의 1.7% 정도 그리고 소방차의 경우는 1.4% 정도에 해당되므로 이에 대한 소방력 배치가 반영될 수 있다면 취약구조별 유형에 따른 소방력 배치가 가능할 것으로 사료된다.

과거 연구 결과와 비교하면 소방관은 136명, 소방차는 1,556대의 편차가 있는 것으로 나타났는데 특히, 소방차의 수에 대한 편차가 큰 것은 선행연구의 경우에는 파출소의 유형별 분류에 따른 소방력 배치를 기준으로 산출한 결과이기 때문인 것으로 사료된다. 하지만 본 연구 결과를 취약구조별 유형에 따른 소방력 배치 기준으로 제시하기에는 보다 정확한 분석이 추가적으로 수행되어야만 할 것이며, 이를 위해서는 최근 데이터에 대한 취합이 가능하다는 전제가 필요하다(표 3-4).

2. 재해취약성 분석

대표적인 재해의 위험성 평가의 방법으로서 ASHE 위험성 및 취약성 평가법을 통하여 표본 지역의 위험성 평가를 시행하였다. 소방방재력이 화재 대응력을 중심으로 분석되어 있으므로 이에 맞추어 화재로 인한 다중 인명 손상 및 재산 피해를 야기시킬 수 있는 상황을 가정한다. 현재의 연구 진행 상 모든 자치시와 읍 단위의 지역에 ASHE 위험성 및 취약성 평가법을 적용할 수 있는 취합 자료가 국내에는 존재하지 않으므로 소방방재력 공급 배치 측면 분석에서 도출된 시 단위와 읍 단위의 4가지 유형 분류에 근거하여 자료 입력이 가능한 곳을 1곳 씩 연구자들이 선정하였다. 이를 현재 취합 가능한 자료와 연구자들의 논의를 통하여 7가지 항목에 대한 점수를 입력시켰다. 시 단위 유형 4가지의 상대적 위험도는 44~52% 였었고, 읍 단위 유형 4가지의 상대적 위험도는 52~69%였었다. 국내 모든 지역의 자료가 가능하다면 재해 취약성 별로 또 하나의 Mapping이 가능하겠으나, 본 연구에서는 시 단위 유형 4가지, 읍 단위 유형 4가지의 상대적 위험도까지 추정하기로 하였다(표 3-5).

시 유형 4개와 읍 유형 4개에 대하여 상대적 위험에 대하여 위험도 결과에 따라 상대적으로 위험한 유형부터 안전한 유형 순으로 순위를 나열하면 다음과 같다.

- 1 순위 : 읍 유형 4
- 2 순위 : 읍 유형 1, 3
- 3 순위 : 시 유형 4, 읍 유형 2
- 4 순위 : 시 유형 1
- 5 순위 : 시 유형 2, 3

ASHE 위험성 및 취약성 평가법의 결과는 전체적으로 시 쪽이 읍 쪽보다 덜 위험한 것으로 나왔다. 특별시나 광역시가 몰려있는 시 유형 1은 중 규모 시로 구성되어 있는 시 유형 2,3 보다 위험도가 더 있는 것으로 나왔다.

<표 3-5> ASHE 위험성 및 취약성 평가법에 의한 시 단위와 읍 단위의 재해 위험도 분석

위험성 및 취약성 평가법									
화재에 수반된 지역 유형들									
사건	확률	SEVERITY = (MAGNITUDE - MITIGATION)						위험도	
		인적 총격	물적 총격	경제사회 총격	대비	내부 대응	외부 대응		
	일어날 가능성	사망 가능성	물리적 손상	사회기능 장애	사전 계획	시간, 효율성, 자원	지역사회 상호협력, 대응인력, 자원	상대적 위험	
SCORE	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = High	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = High	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = High	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = High	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = Low or none	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = Low or none	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = Low or none	0 = N/A 1 = Low 2 = Moderate 3 = Low or none	0 - 100%
시 유형 1	2	2	3	1	3	2	2	48%	
시 유형 2	2	2	2	1	3	2	2	44%	
시 유형 3	2	2	2	2	2	2	2	44%	
시 유형 4	2	2	3	2	2	3	2	52%	
읍 유형 1	2	3	3	2	3	2	2	56%	
읍 유형 2	2	3	2	2	3	2	2	52%	
읍 유형 3	2	3	2	2	3	3	2	56%	
읍 유형 4	2	3	2	2	3	3	3	59%	

3. 소방방재력과 재해취약성의 결합

이미 기술한 소방방재력과 재해취약성을 비교하였다. 소방방재력 측면에서는 소방관과 소방차를 기준으로 하였고 재해 위험도 분석은 ASHE법을 이용하여 지역의 상대적 위험도를 나타내었다. 현 소방력 분석 결과와 소방력 배치 기준과의 편차를 통하여 간접적으로 현 소방방재력의 충족도를 알아보았으며 각 유형에 따른 위험도를 구하여 비교하였다(표 3-6).

<표 3-6> 총괄적인 소방파출소의 소방력 배치 비교

유 형	배치기준		소방방재력 결과		배치기준과의 편차		위험도
	소방관	소방차	표준정원	표준차량	인력	차량	
유형1 시	6349	2371	6468	2298	119	-73	48%
유형2 시	629	241	577	232	-52	-9	44%
유형3 시	1430	591	1408	589	-22	-2	44%
유형4 시	3033	1089	3060	1028	27	-61	52%
유형1 읍	133	46	139	29	6	-17	56%
유형2 읍	408	126	359	130	-49	4	52%
유형3 읍	727	203	704	190	-23	-13	56%
유형4 읍	523	156	740	394	217	238	59%
합 계	13232	4823	13455	4890	223	67	

다음으로 시 유형 4개와 읍 유형 4개에 대하여 상대적 위협에 대하여 위험도 결과에 따라 상대적으로 위험한 유형부터 안전한 유형 순으로 나온 위험도 순위에 대한 소방방재력의 정도를 비교하였다(표 3-7).

<표 3-7> 유형별 상대적 위험도 순위에 따른 소방력

위험도 순위	해당 유형	상대위험도	인력 편차	차량 편차
1 순위	읍 유형 4	59%	217	238
2 순위	읍 유형 1, 3	56%	-17	-30
3 순위	시 유형 4, 읍 유형 2	52%	-22	-57
4 순위	시 유형 1	48%	119	-73
5 순위	시 유형 2, 3	44%	-74	-11

1순위의 읍 유형 4는 상대위험도는 높게 나왔으나 이에 따른 대응력으로서 인력 및 차량으로 소방방재력의 보충이 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 4순위의 시 유형 1은 대도시 지역으로서 인구 밀집 및 도시의 위험 요인 등 어느 정도 상대 위험도가 존재하나 그에 대한 예방 대응 인프라도 같이 존재하는 지역으로서 파악된다. 이 유형의 지역에서는 인력적 측면에서의 보충은 이루어졌으나 차량 측면에서는 보충이 부족한 것으로 파악되었는데 이는 서울 지역에서의 구급차 1대 당 3인의 대원이 동승하

는 것과 연관이 있을 것으로 추정된다. 대부분 지역이 구급차 1대 당 2인의 대원이 동승하고 있다.

본 연구의 비교는 소방방재력의 지역 취락 구조 유형별 적정 기준을 구하기 위하여 분류한 시와 읍의 각각의 4개의 유형에 근거하고 있고 일부는 통계적으로 의미가 있지만 일부는 의미가 없는 경우도 있어 한계가 있다. 그러나 소방방재력을 평가하기 위한 적절한 자료가 없는 현실에서 각 지역별 특성을 반영한 소방방재력의 적절한 배치 기준이 좋은 참고 자료가 되며, 이것이 단순히 소방 인력과 장비의 배치에만 활용할 수 있는 자료만은 아니다. 이러한 자료는 지역의 위험도, 취약성이 반영되어야 하며 이와 비교되어야 한다. 즉 위험도가 높은 지역에 더 많은 소방방재력이 투입되어야 하는 것이 원칙일 것이다. 이 점에서 연구의 한계가 나타나는데, 소방방재력의 산출이 평소의 화재 진압, 구조구급 활동 등을 기준으로 하였기 때문에, 집중적으로 자원을 투입하여야 하지만 자주 일어나지 않는 대형 재해나 재난 시의 상황은 평소의 상황과 다르다는 것이다. 그러나 대형 재해나 재난 시의 대응 자원과 체계는 평소의 소방방재체계 및 관련 체계를 기반으로 하기 때문에 대응 자원의 분포로서 의미를 가진다고 보여진다. 향후 상대적으로 위험 순위가 높으면서 인력, 차량의 배치가 기준보다 미흡한 2순위, 3순위의 유형들에 대한 소방방재 대응력의 확충이 이루어져야 할 것이다.

IV. 결 론

본 연구를 통하여 소방방재력을 국내의 취락 구조를 기반으로 시 및 읍 유형으로 각각 4가지 유형으로 구분하여 분류하였고 이를 재해 위험성과 취약성을 통하여 상대적 위험도를 구하였다. 소방방재력을 소방관 소와 소방차 수를 기준으로 배치 적절성을 구하였으며 이를 지도 상의 적절한 표식을 이용하여 데이터베이스화 시켜서 간단한 Mapping을 시행한 결과 소방방재력의 배치가 불균형이 있는 지역의 유형이 있었으며, 그 공급 측면에서 지역의 상대적 위험도와 맞지 않는 지역이 국내에 있었고, 소도시와 일부 읍 유형의 지역에서 특히 맞지 않았다. 향후 더 정밀한 Mapping을 통하여 전산화 및 프로그램 개발을 통하여 지역의 위험도 및 대응 자원이 구체적으로 파악될 수 있도록 하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 강양석(2000), “우리나라 도시의 시가지 방재계획 방향”, 국토계획, 추계학술발표대회, 355-364.
2. 강영옥(2004), 서울시 방재지도작성방안 연구-화재위험도를 중심으로-, 서울시정개발연구원.
3. 국립방재연구소(2002), 지진에 대한 지역위험도 분석 연구.
4. 국립방재연구소(2003), 재난관리를 위한 지역위험도 평가 및 적용에 관한 연구.
5. 국립방재연구소(2004), 방재연구, 6권 2호(통권 22호).
6. 김덕준(2003). 소방방재 정책과제에 관한 인식연구. 한국소방정책학회 논문집, 한국소방정책학회, 제2권, 제1호, pp. 235-258.
7. 김현주(2000), “시가지 방재계획과 도시조사의 틀”, 국토계획, 추계학술발표대회, pp. 365-373.
8. 김현주, 강양석(1999), “우리나라 중소도시에 존재하는 인위적 화재 요소”, 국토계획, 34권 2호, 179-185.
9. 김현주, 강양석(1999), “지역별 위험도 측정을 위한 조사항목설정에 관한 연구”, 국토계획 34권 4호, 51-59.
10. 백민호, 이해평(2006). 소방력 향상을 위한 화재진압기동장비의 요구에 관한 조사연구. 한국화재소방학회 06 춘계학술논문발표회 논문집, pp.316-322.
11. 서울특별시(2001), 서울시 도시계획정보관리시스템 기초데이터 구축연구.
12. 소방방재청(2005.4.), 소방장비통계집.
13. 소방방재청(2005.3.), 2005 예방소방행정 통계자료.
14. 소방방재청(2005.12.). 우리나라 취락구조에 맞는 화재진압대책 방안연구 연구보고서.
15. 이해평, 백민호(2006). 한국 소방력배치 기준의 현황과 개선에 관한 연구. 한국화재소방학회 06 춘계학술논문발표회 논문집, pp.65-70.
16. 최영화(2000). 지역별 특성을 고려한 도시방재대응력 향상에 관한 연구. 석사학위논문, 서울시립대학교.
17. 최우혁(1999), GIS를 이용한 도시화재연구-강남구를 사례지역으로, 서울대학교 석사학위논문.
18. 최진중(2001). 한국의 소방력 배치에 관한 연구. 박사학위논문, 전남대학교.
19. 한국학술진흥재단(2005). 신종 테러리즘 대응을 위한 인간중심의 한국적 보건의료방재시스템의 기초 개발 연구보고서.

20. 행정자치부 국가재난관리시스템기획단(2003), 국가재난관리종합대책.
21. 행정자치부(2003). GIS를 이용한 재난관리체계 구축에 관한 연구. 연구보고서, 행정자치부.
22. 황희연 외 6인(2001), “도시재해위험도 평가모형연구-화재,시설,피난위험도 중심의 청주시 사례, 도시방재학회논문집 제 1권 2호, 123-137.
23. Hazard Reaserch Lab(1997), Handbook for conducting a GIS-BASED hazards assessment at the county level.
24. Kasperson, R. E. and Pijawka, K. D(1985). Societal Response to Hazards and Major Hazard Events: Comparing Natural and Technological Hazards, PAR, vol 45. pp. 7.
25. Susan L. Cutter, Jerry T. Mitchell, and Michael S. Scot(2000)t, “Revealing the vulnerability of people and places; A case study of georgetown county, South Carolina” , Annals of the Association of American Geographers 90(4), 529-539.

논문접수일 : 2007년 5월 2일

심사의뢰일 : 2007년 5월 4일

심사완료일 : 2007년 6월 8일