

한국 소방력배치 기준의 개선에 관한 연구 A Study on Improvement of Fire Service Deployment Standard in Korea

이해평[†] · 백민호

Hae-Pyeong Lee[†] · Min-Ho Back

국립강원대학교 소방방재학부
(2006. 1. 9. 접수/2006. 2. 6. 채택)

요 약

본 연구의 목적은 우리나라의 현행 소방력기준과 소방력배치 현황의 실태에 대하여 분석한 결과를 바탕으로 우리나라의 취락유형별 소방력배치의 개선방안을 제안하는 것이다. 우리나라의 취락유형별 소방력배치 및 운용을 위하여 현행 표준정원제 중심의 소방력배치 기준에 대하여 구체적인 인력산출 기준을 분석한 다음, 통계분석방법을 사용하여 전국의 시와 읍을 유형별로 분류하고, 표준화지수를 도입하여 취락유형별로 소방환경과 소방수요를 반영할 수 있는 소방력배치의 기준을 제안하였다.

ABSTRACT

The purpose of this study is to offer the improvement for deployment of fire service force in Korea by settlement patterns on the basis of analysis for the present standard and deployment of fire service force. For the adequate deployment and operation of fire service force by settlement patterns, we carried out the analysis of the present standard calculated with allocation of the authorized strength. We also classified clusters for settlement pattern through the statistical methods. We proposed the standard for deployment of fire service force reflected with environmental and need factors through the introduction of standardized index.

Keywords : Fire service force deployment, Standard for fire service force, Settlement pattern, Path analysis, Statistical analysis

1. 소방력배치의 현황

최근 소방여건은 고도의 경제성장에 따른 급속한 산업화·도시화 등으로 인하여 건축물의 급격한 증가 및 대형화, 고층화, 지하심층화가 가속화되고 있으며, 차량의 증가와 전기, 유류, 가스, 화학유해물질 등의 사용량이 급격히 증가하고 있어 화재요인이 폭발적으로 증가되고 있는 실정이다.¹⁾ 하지만 화재나 폭발사고 등 각종 재난사고가 증가함에도 불구하고 이런 재난을 예방하고 진압할 수 있는 위기관리조직의 문제해결 역량은 크게 나아진 것이 없기 때문에 유사시 효과적인 대응이 어려운 실정이며, 결국 화재가 발생하기 전에 미리 화재를 예방하는 예방능력과 이미 발생한 화재를

효과적으로 제압하는 방호 및 대응능력 그리고 응급환자를 신속하게 이송하는 구조·구급 능력 등이 이렇게 급변하는 위험환경을 따라가지 못하고 있다는 점에서 심각한 문제가 발생한다.²⁾

사회적인 환경이 급속하게 변화하는 상황 속에서 각종 화재발생에 체계적으로 대응하기 위하여 도시 및 취락유형의 변화를 검토하고, 이에 따른 효과적인 화재진압방안의 마련이 절실하게 요구되는 실정이지만, 현재 우리나라의 소방력배치는 인구와 관할면적에 의한 단순배치에 그치고 있으므로 지역의 특성이나 사회 요구를 적절하게 반영하지 못하고, 21세기 소방환경과 소방수요에 대응하지 못한다는 지적이 따르고 있다.^{3,5)} 따라서 21세기에 대응하는 소방력배치를 위해서는 전국의 도시 및 산업지역과 농촌지역 등의 소방환경 및 여건과 소방수요를 분석하고 검토하여 과학적인 기준

[†]E-mail: crelab@kangwon.ac.kr

을 정할 필요가 있다. 특히, 소방활동은 비상대응 업무로서의 성격을 지니고 있기 때문에 대형화재 등 각종 사고에 효율적으로 대응할 수 있는 시스템을 구축해야 하며, 이를 위해서는 적정 소방력의 배치 및 효과적인 운용이 필요하다.²⁾

따라서 본 연구의 목적은 우리나라의 현행 소방력기준과 소방력배치 현황의 실태에 대하여 분석한 선행연구⁶⁾의 결과를 바탕으로 우리나라의 취락유형별 소방력배치 모델의 개선방안을 제안하는 것이다. 우리나라의 취락유형별 소방력배치 및 운용을 위하여 현재 표준정원제 중심의 소방력배치 기준에 대하여 구체적인 인력산정 기준을 분석한 다음, 통계분석방법을 사용하여 한국의 시와 읍을 유형별로 분류하고, 분류된 취락유형별로 소방환경과 소방수요를 반영할 수 있는 합리적이고 체계적인 소방력배치의 기준을 제안하였다.

본 연구의 내용은 소방력기준에 대한 선행연구 검토, 표준정원제 하에서 인력산정 모델 검토, 현재의 소방환경 및 소방수요와 소방력배치의 기준에 대한 현황 분석, 우리나라 취락유형별 소방력기준 산출의 개선 모델 제시 등으로 구성되었다. 따라서 본 연구에서는 문헌연구와 통계분석방법을 이용한 계량적 접근을 병행하는 연구방법을 활용하였으며, 기존의 소방력기준과 관련된 국내·외의 경험적·이론적 연구문헌에 대한 분석을 수행하였다.

2. 취락유형별 소방력배치 모델의 필요성

소방력 평가는 화재현장 도달시간, 출동규모, 진압활동의 효율성과 같은 측면을 종합적으로 고려해야만 한다. 이와 관련하여 Simon 등⁷⁾은 소방력기준에 관한 연구를 수행하였는데 소방력기준 수요의 일반화를 추구하기 위하여 화재, 경제여건, 건물 등의 변수를 설정하여 도시의 위험도에 따라 소방력을 배치해야 한다고 가정하고, 도시마다 물리적·경제적 조건이 다르기 때문에 화재위험을 직접 비교하기가 어려우므로 화재피해를 추정하여 화재위험 정도를 판정하기 위한 건물계수를 개발하여 소방력기준을 제안한 바가 있다. 또한 건물과 거주인구 등을 독립변수로 설정하고 화재비율 및 화재건수 등을 종속변수로 설정하여 소방력배치가 가장 영향력 있는 변수를 규명하려는 연구들⁸⁻¹⁰⁾도 시도된 바가 있다. 이러한 연구들은 자연발생적인 화재 또는 실화로 인한 화재 등을 다루고 있고, 인위적인 방화에 따른 화재는 고려하지 않았다는 한계가 있으며, 가족의 안정성을 화재발생의 독립변수로 설정한 Schaenman과 Swartz의 연구¹¹⁾는 이런 사회적 요인에

따른 화재발생 비율을 조사했다는 점에서 의의가 있다.²⁾

하지만 이러한 연구들은 각국의 특수성을 반영하는데 한계가 있고, 독립변수로 선정된 건물, 지역공동체의 사회적 요인, 기타 변수들이 소방력배치에서 중요한 목적인 화재예방을 반영하지 못하고 있다는 문제점을 갖고 있다. 특히 소방력의 대부분을 구성하는 소방공무원의 인력산출에는 행·재정적 제약조건들이 포함되어야 하기 때문에 적절한 소방력배치 기준을 설정하는데 많은 어려움이 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 고 등²⁾은 표준정원제를 중심으로 소방공무원의 인력산정 모형을 검토하였으며, 최³⁾는 표준화지수를 적용하여 한국의 소방수요와 환경에 적합한 표준소방력 배치방법을 제안하였다. 그러나 이와 같은 선행연구들에서는 소방장비를 고려하지 않고 소방인력만을 고려하거나 소방관서의 유형분류에 따른 소방력배치 방안을 모색하였다는 한계점을 갖고 있다. 취락유형에 따라 소방수요가 창출된다는 점을 고려한다면 소방력배치의 기준 또한 취락유형별로 검토되어야만 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 선행연구들의 결과를 바탕으로 우리나라의 취락유형에 따른 분류를 수행하고, 이에 따른 취락유형별 소방력배치 모델을 제안하는데 주안점을 두었다.

3. 소방력배치의 현황 분석을 통한 개선방안 제시

3.1 소방력배치의 현황분석

3.1.1 우리나라의 취락유형 분류

본 연구에서는 행정자치부에서 발행한 한국도시연감 2004의 자료¹²⁾를 통하여 지역별 특성을 검토하고 유형분류의 기본적인 자료로 활용하였다. 지역분류의 기본적인 방향은 특별시·광역시, 자치시를 시단위 지역으로서 하나의 분류대상으로 설정하고, 행정구역별로 분포되어 있는 읍단위 지역을 또 다른 하나의 분류대상으로 구분하여 설정하였다.

시단위 지역의 유형분류에서는 전국의 특별시·광역시 7개를 비롯하여 77개의 자치시를 대상으로 행정구역면적, 인구, 인구밀도, 65세 이상 고령자, 주거지역, 상업지역, 공업지역, 녹지지역, 1차산업 종사자수, 2차산업 종사자수, 3차산업 종사자수, 전력사용량, 가스사용량, 화재발생건수, 폭발발생건수, 산불발생건수, 화재인명피해, 화재재산피해, 화재소실면적, 화재피해액, 구급신고건수, 구조출동건수 등과 같은 22개의 변수들을 이용하여 시단위의 지역특성을 고찰하였다. 하

지만 요인분석과 군집분석을 수행한 결과, 편중된 유형의 결과를 얻었으며, 신뢰성 있는 결과를 얻을 수가 없었는데 그 이유는 우리나라 시단위의 지역적 특성이 명확히 구분되지 않는 복합형 도시 형태를 취하고 있기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 보다 신뢰성 있는 분석결과를 얻기 위하여 시단위 지역의 유형분류에 선행하여 화재, 폭발, 산불, 구급신고 및 구조출동건수들

과 직접적인 관련이 있는 변수들을 분석하기 위한 의도로 Pearson 상관분석을 수행하였다. 분석결과를 살펴보면 22개의 변수들 가운데 통계적 유의수준을 만족하며, 상관관계가 높은 변수들은 인구, 65세 이상의 고령자수, 2차산업과 3차산업의 종사자수, 상업지역면적, 전력사용량 그리고 가스사용량인 것으로 나타났으며, 화재발생건수에 대한 상관분석결과로부터 통계적 유의수

Table 1. Correlations for the number of fire

	인구	고령자	2차산업	3차산업	상업지역	전력사용	가스사용	화재발생
인구	1							
고령자	.995(**)	1						
2차산업	.970(**)	.957(**)	1					
3차산업	.991(**)	.986(**)	.951(**)	1				
상업지역	.884(**)	.894(**)	.864(**)	.829(**)	1			
전력사용	.892(**)	.874(**)	.936(**)	.860(**)	.853(**)	1		
가스사용	.977(**)	.964(**)	.962(**)	.980(**)	.811(**)	.895(**)	1	
화재발생	.987(**)	.980(**)	.969(**)	.979(**)	.862(**)	.894(**)	.970(**)	1

**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Table 2. Mean value of classified cluster for urban areas

	유형 1	유형 2	유형 3	유형 4
인구(명)	3293244.57	568010	479256	182724
2차산업(명)	258785.14	74164	46174	15569
3차산업(명)	821957.29	114710	88367	33905
상업지역(km ²)	13.8271	3.26	2.53	1.20
전력사용(MWh)	15823517.14	7128605	3427079	1088408
가스사용(ton)	1710830.71	338182	197025	73947
화재발생(건)	1818.29	273	263	146
구급신고(건)	90036.86	13126	12564	6125
구조출동(건)	11265.29	1225	1459	721

Table 3. Result of cluster analysis for urban areas

유형 1	유형 2	유형 3		유형 4				
서울시	수원시	성남시	청주시	의정부시	이천시	속초시	남원시	경산시
부산시	안산시	안양시	천안시	광명시	양주시	삼척시	김제시	마산시
대구시	여주시	부천시	아산시	동두천시	포천시	충주시	목포시	진주시
인천시	포항시	평택시	전주시	과천시	광주시	제천시	순천시	진해시
광주시	구미시	오산시	군산시	구리시	안성시	공주시	나주시	통영시
대전시	창원시	고양시	경주시	남양주시	김포시	보령시	광양시	사천시
울산시		용인시	안동시	시흥시	춘천시	서산시	김천시	밀양시
		화성시	김해시	군포시	원주시	논산시	영주시	거제시
				의왕시	강릉시	계룡시	영천시	양산시
				하남시	동해시	익산시	상주시	제주시
				파주시	태백시	정읍시	문경시	서귀포시

준을 만족하고, 상관관계가 높은 변수들을 정리하여 Table 1에 제시하였다. 이와 같은 상관분석의 수행결과로부터 추출한 변수들을 대상으로 K-평균군집분석을 수행함으로써 Table 2에 제시한 유형별 중심값을 갖는 4개 유형으로 시단위 지역을 분류할 수가 있었으며, 시단위 지역의 유형분류 결과는 Table 3에 제시하였다.

읍단위 지역의 유형분류에서는 전국의 119개의 읍을 대상으로 요인분석과 군집분석을 수행한 결과, 시단위

지역의 경우와 마찬가지로 신뢰성이 없는 편중된 결과를 얻었다. 따라서 보다 신뢰성 있는 결과를 얻기 위하여 읍단위의 유형분석에 앞서 요인분석을 수행하였으며, 읍단위의 인자항목에 의한 요인분석결과를 Table 4에 제시하였다. 요인분석의 결과로부터, 같은 특성을 갖는 것으로 나타난 변수들인 인구, 인구밀도 그리고 3차산업 종사자수를 이용하여 K-평균군집분석방법을 수행함으로써 Table 5에 제시한 유형별 중심값을 갖는 4개 유형으로 읍단위 지역을 분류할 수가 있었으며, Table 6에는 읍단위 지역의 유형분류 결과를 제시하였다.

Table 4. Result of factor analysis for rural areas

	Component 1	Component 2	Component 3
상업지역(km ²)	1.000	-.007	.001
녹지지역(km ²)	1.000	-.007	.002
주거지역(km ²)	1.000	-.002	.000
공업지역(km ²)	.999	-.004	-.009
인구(명)	-.014	.961	.063
3차산업종사자수(명)	-.010	.908	-.065
65세 이상 고령자(명)	.034	.853	.280
인구밀도(명/km ²)	-.026	.751	-.374
2차산업종사자수(명)	-.006	.415	-.298
1차산업종사자수(명)	.002	.162	.798
행정구역(km ²)	-.014	-.218	.764

Table 5. Mean value of classified cluster for rural areas

	유형 1	유형 2	유형 3	유형 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

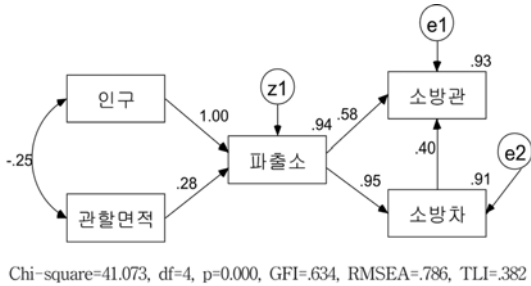
Table 6. Result of cluster analysis for rural areas

유형 1	유형 2		유형 3			유형 4			
여주읍	양평읍	고창읍	전곡읍	삼례읍	성주읍	연천읍	괴산읍	보성읍	지도읍
홍천읍	영월읍	부안읍	가평읍	봉동읍	예천읍	상동읍	매포읍	관산읍	군위읍
조치원읍	내수읍	해남읍	횡성읍	담양읍	울진읍	평창읍	청양읍	대덕읍	청송읍
홍성읍	옥천읍	영광읍	정선읍	구례읍	가야읍	고한읍	삼교읍	영암읍	영양읍
예산읍	영동읍	완도읍	갈말읍	고흥읍	창녕읍	사북읍	안면읍	무안읍	화양읍
화순읍	진천읍	왜관읍	동송읍	도양읍	남해읍	신동읍	함덕읍	일로읍	고령읍
거창읍	증평읍	북삼읍	양구읍	별교읍	하동읍	철원읍	진안읍	함평읍	봉화읍
	금산읍	고성읍	보은읍	장흥읍	함양읍	김화읍	무주읍	백수읍	평해읍
	부여읍	한림읍	음성읍	강진읍	합천읍	화천읍	장수읍	홍농읍	울릉읍
	태안읍	애월읍	금양읍	삼호읍	구좌읍	인제읍	임실읍	금일읍	의령읍
	당진읍	조천읍	단양읍	장성읍	대정읍	간성읍	순창읍	노화읍	남지읍
			장항읍	의성읍	영덕읍	거진읍	곡성읍	진도읍	산청읍
			광천읍	청도읍	성산읍	양양읍			

3.1.2 소방력기준에 의한 총괄현황분석

우리나라의 소방력기준은 소방서 단위로 소방력을 결정한다. 소방력배치에 관한 기본논리는 관할면적과 인구에 따라 소방파출소를 설치하고, 소방파출소를 운영하기 위한 기본인력과 4대 이상의 소방차와 이의 운용인력을 배치하며, 소방차가 증강 배치되면 그에 필요한 운용인력도 함께 배치하는데 일정구역 내에 소방파출소가 5개 이상에 이르면 소방서를 설치하도록 하는 것으로서 관할면적과 인구를 동시에 고려함으로써 인구를 소방수요의 대표적인 요인으로 정하고, 관할면적은 소방파출소의 대응 시간과 거리를 결정하는 환경변수로 고려하기 위한 것으로 판단된다. 소방력기준에서 정한 변수들과 논리에 따라 소방력이 배치되었는가를 분석하기 위한 방법으로는 경로분석이 적합한 것으로 제안한 선행연구³⁾의 방법에 따라 본 연구에서도 경로분석에 의한 소방력배치의 현황을 분석하였다.

소방서의 소방력배치 현황을 분석하기 위한 경로모델을 Fig. 1에 제시하였으며, 소방방재청으로부터 제공받은 자료¹³⁻¹⁵⁾를 분석에 사용하였다. 인구와 관할면적



Chi-square=41.073, df=4, p=0.000, GFI=.634, RMSEA=.786, TLI=.382

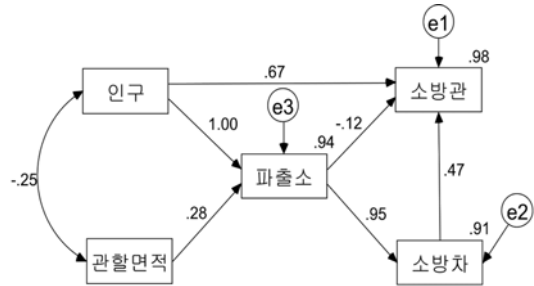
Fig. 1. The model of standard for fire service force by path analysis.

에 따라 소방파출소를 설치하므로 인구와 관할면적이 동시에 소방파출소에 영향을 미치도록 경로를 설정하고, 인구와 관할면적을 함께 고려하여 파출소의 설치를 결정하므로 인구와 관할면적이 상관관계를 갖도록 설정하였다. 분석 결과를 살펴보면, 통계적 타당성을 나타내는 χ^2 (41.07)과 p값(0.000)이 통계적으로 유의하지 않으며, 모델의 적합도를 나타내는 GFI(Good-of-Fit Index) 값도 모델이 적합하지 않음을 나타내고 있다. 현재의 소방력배치는 소방력기준에 따라 배치되어 있지 않으므로 각 경로에 표시된 경로계수와 설명력을 나타내는 다중상관자승의 값들도 무의미하므로 상기 모델은 기각된다.

소방력기준에 따른 소방력배치가 아니라면 어떤 기준에 의해 배치되어 있는가를 확인하고자 선행연구³⁾에서는 수정지표(Modification Index)를 기준으로 모델의 적합도를 높이는 작업을 수행한 바가 있다. 선행연구에서는 인구→소방관의 경로를 추가함으로써 통계적인 적합도를 나타내는 각 지수들이 유의하므로 소방력기준에 따른 소방력배치 현황에서 인구는 지켜지고 있지만 관할면적에 대한 기준은 지켜지지 않고 있음을 보고한 바가 있다.

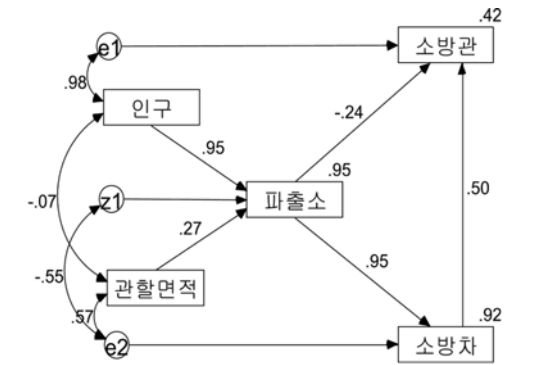
따라서 본 연구에서는 선행연구결과를 토대로 인구→소방관의 경로를 추가하여 소방력기준 수정경로모델을 구하여 Fig. 2에 제시하였다. 하지만 본 연구에서는 선행연구결과와는 달리 인구→소방관의 경로를 추가한 수정경로모델 또한 기각됨으로써 선행연구결과와는 차이가 있었다. 그 이유는 분석에 사용된 자료들이 다르기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 수정지표를 반영하여 Fig. 3에 제시한 소방력기준 수정경로모델을 통하여 현행 소방력기준에 따른 소방력배치에 대한 실태를 분석하였다.

Fig. 3과 Table 7에 제시한 통계지수들과 기각률을 살펴보면 제시한 경로모델이 통계적으로 유의하며, 파출소→소방관의 경로를 제외한 나머지 경로들은 모두



Chi-square=18.605, df=3, p=0.000, GFI=.778, RMSEA=.589, TLI=.653

Fig. 2. The modified model of standard for fire service force by path analysis in preceding work.



Chi-square=0.533, df=1, p=0.465, GFI=.986, RMSEA=.000, TLI=1.031

Fig. 3. The modified model of standard for fire service force by path analysis.

Table 7. Critical ratio for modified model of standard for fire service force

Regression Weights	Estimate	S.E.	C.R.	P
파출소 ← 관할면적	0.002	0.000	4.498	0.000
파출소 ← 인구	0.000	0.000	15.980	0.000
소방차 ← 파출소	7.406	0.491	15.078	0.000
소방관 ← 파출소	-5.333	3.551	-1.502	0.133
소방관 ← 소방차	1.427	0.351	4.069	0.000

유의한 것으로 나타났다. Fig. 3에서 소방력기준이 정한 관할면적과 인구에 따라 소방파출소가 설치되어야 한다는 규정은 95% 정도 지켜지고 있으며, 나머지 5%는 다른 이유(잔차 z1)에 의해 설치되고 있다고 할 수 있다. 소방관수는 소방파출소와 소방차가 42%를 설명할 수 있지만 나머지 58%는 다른 이유에 의해 배치되고 있는 것으로 나타났을 뿐만 아니라, 소방파출소→소방관의 경로가 기각되었기에 소방파출소 수의 소방

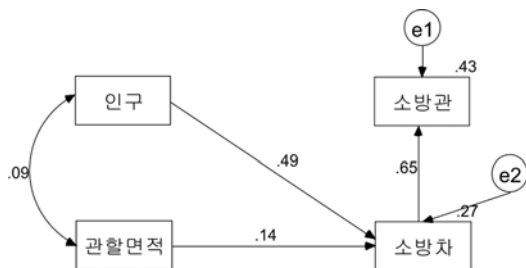
Table 8. Standardized total effects of standard for fire service force

Total Effects - Estimates	관할면적	인구	파출소	소방차
파출소	0.268	0.954	0.000	0.000
소방차	0.256	0.909	0.953	0.000
소방관	0.063	0.225	0.236	0.500

관수에 미치는 영향은 정확하게 측정할 수 없다. 소방차수는 소방파출소 수로 92%를 설명할 수 있고 2%의 나머지 이유에 의해 배치되고 있는 만큼 소방파출소 수에 따른 소방차 배치에 대한 소방력기준은 잘 지켜지고 있는 것으로 사료된다. Table 8에서 총효과를 살펴보면 인구는 파출소에 0.95, 소방차에 0.91, 소방관에 0.23의 순으로 영향을 미치며, 관할면적은 파출소에 0.27, 소방차에 0.26, 소방관에 0.06의 순으로 영향을 미치는 것으로 볼 때, 소방파출소 설치 시, 관할면적보다 인구에 따른 영향이 큰 것으로 보이며, 결과적으로 소방력기준에 따른 소방력배치는 잘 지켜지고 있는 것으로 사료된다.

3.1.3 소방력기준에 의한 취약유형별 현황분석

소방력기준에 의한 취약유형별 현황을 분석하고자 시단위 지역의 유형별 분석을 수행하였으며, 분석에 사용되는 변수 중에서 소방파출소가 제외되므로 소방관과 소방차가 소방파출소의 소방력이 된다. 4개 유형의 시단위 지역들 가운데 의정부시를 비롯하여 55개의 시가 해당되는 유형4의 시단위 지역에 대한 분석결과를 살펴보면, Fig. 4는 인구와 관할면적에 따라 소방차를 배치하고 소방차를 운용할 소방관을 배치하여야 한다는 소방력기준에 따라 설계한 경로분석모델인데 결과에서 알 수 있듯이 적합도를 나타내는 지수들이 통계적으로 유의하므로 유형4 시단위 지역의 소방력배치는



Chi-square=1.754, df=2, p=0.416, GFI=.995, RMSEA=.000, TLI=1.005

Fig. 4. The model of standard for fire service force for type-4 urban area by path analysis.

Table 9. Critical ratio for model of standard for fire service force for type-4 urban areas

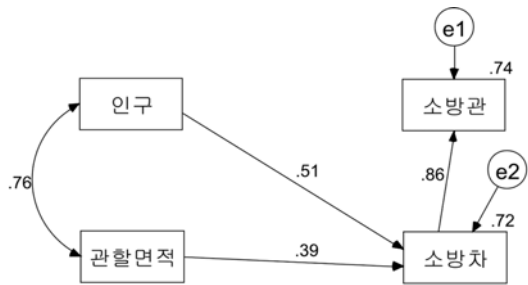
Regression Weights	Estimate	S.E.	C.R.	P
소방차 ← 인구	0.000	0.000	7.225	0.000
소방차 ← 관할면적	0.010	0.005	2.020	0.043
소방관 ← 소방차	0.954	0.086	11.049	0.000

소방력기준에 따라 실시되고 있다는 가설을 채택할 수 있다. 또한, Table 9를 살펴보면, 모두 통계적으로 유의미한 경로들이므로 소방력기준인 인구와 관할면적에 따라 소방력이 배치되고 있음을 의미한다. Fig. 4에서 경로모델이 소방차수를 설명하는 정도를 살펴보면, 인구와 관할면적이 소방차수의 27%를 설명하고 있다. 즉, 소방력기준이 정한 인구와 관할면적에 따라 소방차가 설치되어야 한다는 규정은 27%만이 충족되고 있을 뿐 나머지 73%는 다른 이유(오차 e2)에 의해 설치되고 있는 것이다. 소방관수는 소방차의 수가 43%를 설명할 수 있지만 나머지 57%는 소방차수와 상관없이 배치되어 있다는 것을 나타내고 있다. 결과적으로 유형4의 시단위 지역의 소방파출소에 대한 소방력배치에서 소방차는 소방력기준과 거의 무관하게 배치되고 있음을 알 수 있다. Table 10은 각 변수들의 총효과를 정리한 것으로서 관할면적은 소방차수에 0.14와 소방관수에는 0.09의 영향을 미치며, 인구는 소방차수에 0.49와 소방관에는 0.32의 영향을 미치므로 소방력 배치에 이러한 순서로 영향을 미치는 것을 의미한다. 소방차수는 소방관수에 대하여 비교적 큰 영향(0.65)을 미치는 것으로 나타났다.

다음은 읍단위 지역의 유형별 분석으로서 시단위 지역과 마찬가지로 분석에 사용되는 변수 중에서 소방파출소가 제외되므로 소방관과 소방차가 소방파출소의 소방력이 된다. 4개 유형의 읍단위 지역들 가운데 연천읍을 비롯하여 49개의 읍들이 해당되는 유형4의 읍단위 지역에 대한 분석결과를 살펴보고자 한다. Fig. 5는 인구와 관할면적에 따라 소방차를 배치하고 소방차를 운용할 소방관을 배치하여야 한다는 소방력기준에 따라 설계한 경로분석모델이다. 결과에서 알 수 있듯

Table 10. Standardized total effects of standard for fire service force for type-4 urban areas

Total Effects - Estimates	관할면적	인구	소방차
소방차	0.136	0.485	0.000
소방관	0.089	0.317	0.653



Chi-square=3.224, df=2, p=0.199, GFI=.994, RMSEA=.049, TLI=.988

Fig. 5. The model of standard for fire service force for type-4 rural area by path analysis.

Table 11. Critical ratio for model of standard for fire service force for type-4 rural areas

Regression Weights	Estimate	S.E.	C.R.	P
소방차 ← 인구	0.000	0.000	3.876	0.000
소방차 ← 관할면적	0.004	0.001	2.989	0.003
소방관 ← 소방차	1.315	0.127	10.342	0.000

이 적합도를 나타내는 지수들이 통계적으로 유의미하므로 유형4 읍단위 지역의 소방력배치는 소방력기준에 따라 실시되고 있다는 가설을 채택할 수 있다. Table 11에서 모든 경로는 기각률이 기준치인 1.96을 만족하므로 모두 통계적으로 유의적인 경로들이고 소방력기준에 따른 소방력배치가 이루어지고 있음을 의미한다. Fig. 5의 모델이 소방차수를 설명하는 정도를 살펴보면, 인구와 관할면적이 소방차수의 72%를 설명하고 있다. 즉, 소방력기준이 정한 인구와 관할면적에 따라 소방차가 배치되어야 한다는 규정은 72%만이 충족되고 있을 뿐 나머지 28%는 다른 이유(오차 e2)에 의해 배치되고 있는 것이다. 소방관수는 소방차의 수가 비교적 높은 74%를 설명할 수 있지만 나머지 26%는 소방차수와 상관없이 배치되어 있다는 것을 나타내고 있다. 결과적으로 유형4의 읍단위 지역의 소방파출소에 대한 소방력배치에서 소방차는 소방력기준에 맞추어 근접하게 배치되고 있음을 알 수 있다. Table 12는 각 변수들의 총효과를 정리한 것으로서 관할면적은 소방

Table 12. Standardized total effects of standard for fire service force for type-4 rural areas

Total Effects - Estimates	관할면적	인구	소방차
소방차	0.395	0.512	0.000
소방관	0.340	0.441	0.862

차수에 0.4와 소방관수에는 0.34, 인구는 소방차수에 0.51과 소방관에는 0.44의 영향을 미치므로 소방력배치에 이러한 순서로 영향을 미치는 것을 의미한다. 소방차수는 소방관수에 대하여 매우 큰 영향(0.86)을 미치는 것으로 나타났다.

소방력기준에 의한 취락유형별 현황분석을 살펴보면, 전국을 대상으로 한 소방파출소 설치에 대한 소방력기준은 잘 지켜지고 있지만, 취락유형별 특성에 따른 시단위 지역과 읍단위 지역에서 각 단위지역의 유형4를 제외하고는 소방력기준이 제대로 반영되고 있지 않은 것으로 나타났다. 관할면적은 소방차와 소방관에 대하여 거의 반영되고 있지 않으며, 인구가 소방수요를 창출하는 주된 변수임을 감안할 때, 취락유형별 소방력배치는 소방수요와 무관하게 배치되어 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 현행 소방력기준이 정하는 변수로는 취락유형별 유형에 대한 소방력배치 실태를 설명할 수 없으므로 소방력기준에 대한 보완이나 다른 변수들을 이용하여 분석을 수행해야만 할 것으로 판단된다.

3.2 소방환경과 소방수요의 관련성 분석

3.2.1 소방환경과 수요간 변수들의 요인분석

소방력배치가 소방력기준에 의해 수행되고 있지 않은 것으로 확인되었으므로 소방환경과 수요변수를 추가하여 취락유형별로 소방력배치를 분석하였다. 변수들 간의 상관관계를 분석하기 위해서 Pearson상관분석을 수행하였으며, Table 13은 소방환경과 소방수요 변수들 간의 상관관계를 정리한 것이다. 인구가 많으면 총출동, 화재, 구조구급이 증가할 확률이 높으며, 밀도

Table 13. Correlation for variables

변수	상관계수	유의도
인구 ↔ 총출동	0.662	0.000
인구 ↔ 화재	0.357	0.000
인구 ↔ 구급구조	0.689	0.000
밀도 ↔ 총출동	0.523	0.000
밀도 ↔ 화재	0.122	0.002
밀도 ↔ 구급구조	0.543	0.000
관할면적 ↔ 총출동	-0.281	0.000
관할면적 ↔ 화재	-0.10	0.787
관할면적 ↔ 구급구조	-0.273	0.000
건물 ↔ 총출동	0.479	0.000
건물 ↔ 화재	0.414	0.000
건물 ↔ 구급구조	0.422	0.000

Table 14. Component matrix by factor analysis

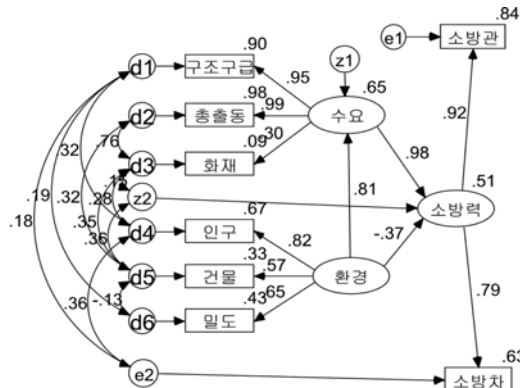
	주성분 1	주성분 2
소방관	.865	.166
소방차	.861	.104
건물	.508	.396
화재	.489	.208
밀도	-.032	.864
인구	.335	.770
구급구조	.537	.737
총출동	.583	.713

와 건물 역시 상관관계가 높은 것으로 나타났다. 하지만 관할면적은 비교적 상관관계가 낮을 뿐만 아니라 화재와는 상관관계가 없는 것으로 나타났으며, 소방수요와 반비례하는 것으로 나타났으므로 관할면적을 소방환경 변수로 채택하는 것은 적합하지 않은 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 인구, 밀도, 건물을 소방환경변수로 그리고 총출동, 화재, 구급구조를 소방수요 변수로 선정하여 이들 환경변수와 수요변수들이 취약유형별 소방력배치에 어떻게 반영되고 있는지를 분석하였다.

환경변수들과 수요변수들을 몇 가지 잠재변수들로 구분하기 위하여 요인분석을 수행하였는데 Table 14의 요인분석의 성분행렬과 비교해 보면 2개의 집단으로 분류할 수 있다. 첫 번째 집단은 소방력을 나타내는 소방관과 소방차로 구성되며, 두 번째 집단은 소방활동의 환경과 수요요인인 인구, 건물, 밀도, 총출동, 화재, 구조구급 등으로 구성된다. 따라서 본 연구에서는 인구, 건물, 밀도를 소방환경요인으로, 총출동, 화재, 구조구급을 소방수요요인으로 그리고 소방관과 소방차를 소방력요인으로 구분하여 구조방정식 모델분석에 의한 소방력배치 현황을 분석하였다.

3.2.2 소방파출소의 소방력배치 구조분석

소방파출소의 소방력배치 구조분석에 앞서 전국의 소방파출소 소방력이 환경과 수요에 따라 어떻게 배치되고 있는가를 고찰하고자 소방파출소 전체를 대상으로 분석하였다. Fig. 6은 전체 소방파출소를 대상으로 환경요인과 수요요인에 대한 수정경로모델로서 인구, 건물, 밀도의 환경변수가 수요의 65%를 설명하므로 소방파출소 전체적으로는 환경이 소방수요의 발생에 대하여 영향을 미치고 있으며, 또한 환경과 수요는 소방력배치 의사결정의 51%를 설명하고, 소방력배치 의사결정은 소방관의 84%, 소방차의 63%를 설명할 수 있



Chi-square=8.020, df=6, p=0.237, GFI=.997, RMSEA=.022, TLI=.997

Fig. 6. The modified structural equation model for the whole fire substations.

Table 15. Critical ratio of modified structural equation model for the whole fire substations

Regression Weights	Estimate	S.E.	C.R.	P
수요 ← 환경	0.002	0.000	6.914	0.000
소방력 ← 환경	-0.001	0.000	-4.370	0.000
소방력 ← 수요	0.504	0.073	6.904	0.000
화재 ← 수요	1.000			
총출동 ← 수요	53.334	6.552	8.140	0.000
구조구급 ← 수요	35.525	4.521	7.857	0.000
밀도 ← 환경	1.000			
건물 ← 환경	0.030	0.003	11.743	0.000
인구 ← 환경	5.509	0.344	16.018	0.000
소방관 ← 소방력	1.000			
소방차 ← 소방력	0.770	0.038	20.326	0.000

다. 하지만 환경과 수요가 소방력배치의 51%만을 설명한다는 것은 나머지 49%가 환경과 수요 이외의 요인 또는 소방환경이나 수요에 상관없이 의사결정자의 판단에 의해 소방력이 배치된다는 것을 의미한다. 환경이 소방력에 대하여 음의 경로계수를 갖고 있으므로 소방파출소 전체적으로 환경이 소방력에 미치는 직접적인 영향은 음의 효과를 보이고 있는데 이는 경로분석을 통하여 확인해 볼 필요가 있다. Table 15는 각 경로의 기각률을 정리한 것으로서 본 구조모델에서 각 경로들은 통계적으로 유의적이며, 환경에서 수요에 이르는 경로뿐만 아니라 각 잠재변수에서 관측변수에 이르는 경로들이 모두 유의적인 것을 알 수 있다. Table 16에는 전체 소방파출소를 대상으로 분석한 각 변수의

Table 16. Standardized total effects for the whole fire substations

Total Effects - Estimates	환경	수요	소방력
수요	0.806	0.000	0.000
소방력	0.417	0.982	0.000
소방차	0.331	0.780	0.794
소방관	0.382	0.900	0.916
인구	0.821	0.000	0.000
건물	0.570	0.000	0.000
밀도	0.654	0.000	0.000
구조구급	0.764	0.947	0.000
총출동	0.799	0.991	0.000
화재	0.245	0.304	0.000

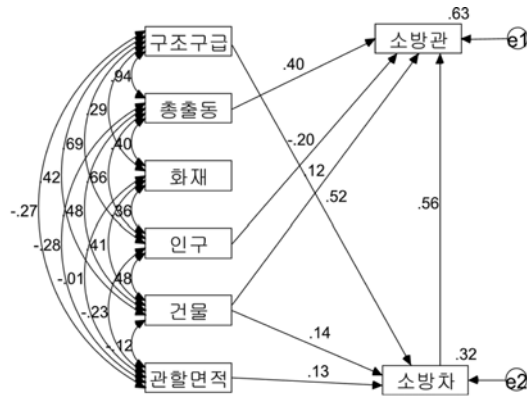
총효과를 정리하였는데 환경이 수요에 대하여 0.81의 효과를 미치며, 소방력에 대한 환경의 총효과도 0.42로 직접효과와 달리 양의 효과를 미치고 있다. 이는 환경이 소방력에 대하여 직접적으로는 음의 효과를 미치고 있지만 간접적인 효과를 통해서 강력한 영향을 미치고 있음을 의미한다. 환경의 간접적인 영향력은 환경→수요→소방력의 경로를 통해 환경이 수요에 반영되어 소방력배치에 미치는 영향으로서 환경이 수요를 창출하고 그 수요에 따라 소방력이 배치된다는 것을 암시하므로 이는 미래의 수요에 대비하기 위해서는 환경변수가 소방력배치에 직접적으로 반영되는 것이 바람직하다는 것을 의미하고, 환경은 소방관에 대하여 0.38, 소방차에 대하여 0.33의 효과를 미치고 있다. 수요는 소방력배치에 0.98의 효과를 미치고, 소방관에도 0.90의 효과를 미치며, 소방차에 대해서는 그보다 작은 0.78의 효과를 미치고 있는데 수요는 환경보다 약 2.4배의 강한 영향으로 소방력배치에 작용한다. 따라서 소방환경은 수요의 65%를 창출하지만 소방력은 환경보다 수요에 우선하여 배치되고 환경과 수요는 현재 배치된 소방력의 51%만을 설명할 수 있다.

3.2.3 소방과출소에 대한 변수들의 영향력 분석

우리나라의 전체 소방과출소를 대상으로 각각의 변수들이 소방차와 소방관에 미치는 영향과 간접효과를

Table 17. Path coefficients for the whole fire substations

Direct Effects - Estimates	인구	구조구급	관할면적	건물	총출동	소방차
소방차	0.000	0.515	0.131	0.141	0.000	0.000
소방관	-0.204	0.000	0.000	0.119	0.400	0.561



Chi-square=5.275, df=6, p=0.509, GFI=.998, RMSEA=.000, TLI=1.001

Fig. 7. The path analysis for the combination of fire vehicles and firemen.

고찰함으로써 소방력배치 현황 및 소방관과 소방차간의 관계를 분석하였다. Fig. 7에 제시한 경로분석모델의 각 경로에서 환경변수인 인구, 건물, 관할면적과 수요변수인 구조구급, 화재, 총출동은 각각 소방관과 소방차에 영향을 미치며, 소방차는 소방관에 소방관에 소방차에 상호영향을 미치도록 설계한 다음, 기각률을 기준으로 유의적이지 못한 경로는 삭제하였으므로 제시된 경로들은 모두 통계적으로 유의한 경로들이다. 구조구급, 건물, 관할면적은 소방차에 32%, 총출동, 인구, 건물, 소방차는 소방관에 63%를 설명하고 있지만 화재는 소방관과 소방차에 직접적인 경로설정이 없는 것으로 나타났다. Table 17을 살펴보면 수요변수 중에서 총출동만이 소방관에 유일하게 영향을 미치고 있고, 구조구급만이 소방차에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 업무하중에 직접적인 영향을 주는 총출동이 소방관에 영향을 준다는 것은 우리나라의 소방관 배치는 업무하중에 맞춰 배치되고 있음을 보여준다. 그런데 구조구급이 소방차에 영향을 미친다는 것은 구조구급이 소방차에 의존된 업무라는 것을 의미한다.

환경변수 중에서는 건물과 인구가 소방관에 영향을 미치는데 인구가 음의 영향을 미치는 것은 인구가 많을수록 소방관이 적다는 것을 의미하므로 인구에 비례하여 소방관의 배치가 이루어지지 않음을 나타낸다. 그리고 관할면적과 건물이 소방차에 영향을 미치는 것은

Table 18. Standardized total effects for the whole fire substations

Total Effects - Estimates	인구	구조구급	관할면적	건물	총출동	소방차
소방차	0.000	0.515	0.131	0.141	0.000	0.000
소방관	-0.204	0.289	0.074	0.198	0.400	0.561

로 볼 때, 우리나라의 소방차 배치는 관할면적과 건물에 따라 배치되고 있는 것으로 판단된다. 소방관과 소방차의 순환관계가 없는 것은 소방차가 증가하면 탑승 인원의 증가에 따른 소방관의 수가 증가되지만 소방관이 증가된다고 해서 소방차가 증가하는 것은 아님을 의미한다. Table 18은 간접효과까지 포함된 총효과를 나타낸 것으로서 직접효과와 거의 유사한 경향을 나타내지만 직접효과와 달리 총효과에서 구조구급과 관할면적이 미약하나마 소방관에 영향을 미치고 있는 차이점이 있다.

3.3 소방력배치의 개선방안

지금까지 경로분석과 구조모델분석을 통하여 소방과 출소를 대상으로 취약유형에 따른 소방력배치의 현황을 살펴보았다. 경로분석의 결과로부터 소방수요나 환경을 구성하는 변수들이 소방력배치에 제대로 반영되어 있지 않으며, 특정 변수만 소방력배치에 영향을 미치는 경우가 있음을 확인하였다. 또한, 구조분석결과로부터 환경과 수요요인이 소방력배치에 영향을 미치지 못하거나 각 환경과 수요변수가 설명하지 못하는 오차나 잔차들에 의해 소방력배치가 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 오차나 잔차의 영향을 배제하고 소방수요와 환경이 소방력과 관련성을 갖도록 선행연구³⁾에서 제안한 표준지수화 방법을 이용하여 소방력배치를 개선하는 방안을 고찰하였다.

3.3.1 소방력배치의 기준산출방안

최³⁾는 소방수요와 환경변수를 표준지수화하여 소방력배치에 반영한 방법을 표준소방력이라고 정의한 바가 있으며, 본 연구에서는 소방력을 취약유형별 수요와 환경대비 소방력의 평균으로 표준화시켰다. 표준소방력 배치방법은 소방과출소를 취약유형별로 분류하고 각 유형을 대상으로 소방수요와 환경변수 대비 보유소방력의 표준화지수를 산출한 다음, 평균과 비교하여 소방과출소의 소방력현황을 보정하는 방법이다. 소방력배치의 기준인 표준소방력 산출공식은 각 유형별 특성을 반영하기 위하여 소방차와 소방관의 기본소방력을 각각 수요변수와 환경변수로 분리하여 산출하였다.

$$Truck_E = (\beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_n X_{nj}) \cdot SI_{E1} \cdot SI_{E2} \cdot SI_{En} \quad (1)$$

$$Truck_D = (\beta_0 + \beta_1 Y_{1j} + \beta_2 Y_{2j} + \dots + \beta_n Y_{nj}) \cdot SI_{D1} \cdot SI_{D2} \cdot SI_{Dn} \quad (2)$$

$$Man_E = (\beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_n X_{nj}) \cdot SI_{E1} \cdot SI_{E2} \cdot SI_{En} \quad (3)$$

$$Man_D = (\beta_0 + \beta_1 Y_{1j} + \beta_2 Y_{2j} + \dots + \beta_n Y_{nj}) \cdot SI_{D1} \cdot SI_{D2} \cdot SI_{Dn} \quad (4)$$

$$Truck_B = (Truck_E + Truck_D) / 2 \quad (5)$$

$$Man_B = (Man_E + Man_D) / 2 \quad (6)$$

소방력은 장비를 우선 배치하고 나중에 그에 따른 인력을 배치하는 것이 관례이며, 소방차와 그에 따른 인력의 상관관계가 높을수록 바람직한 소방력배치가 되므로 조정정원의 산출은 이와 같이 소방차와 소방관수의 상관관계를 완전상관관계로 만드는 과정이다. 소방차 기본정수를 독립변수로 하고 기본정원을 종속변수로 하여 회귀식으로 산출한 조정정원은 소방차와 상관관계수가 1이 된다. 즉, 조정정원은 표준지수를 적용한 소방차 기본정수를 독립변수로 하고 기본정원을 종속변수로 하여 산출한 인력이며, 조정정원은 소방차와 인력이 완벽한 상관관계를 갖도록 조정된 인원이다. 조정정원은 다음과 같은 공식으로 산출하였다.

$$Man_{adj} = \beta_0 + \beta_1 \cdot Truck_B + \epsilon \quad (7)$$

최³⁾는 표준화지수로 보정하는 방법에서 임의의 소방관서에서 수요 또는 환경대비 소방력지수가 1이면 평균과 비교해서 유리하지도 불리하지도 않으며, 1보다 클 경우에는 평균보다 유리하고, 1보다 작은 경우에는 불리하다는 것을 의미한다고 보고한 바가 있다. 따라서 각 유형별 평균에서 불리하거나 유리한 정도를 지수화하여 보정함으로써 각 소방과출소의 수요와 환경변수의 크기가 지닌 특성을 반영한다. 표준화지수를 산출하는 방법은 다음과 같은 절차에 따라 수행하였다. 우선, 변수를 소방차수나 소방관수로 나눈 STF 지수를 산출하였다.

$$STF = \text{변수/소방차수 또는 STF} = \text{변수/소방관수} \quad (8)$$

특정 소방파출소의 STF 지수가 유형별 평균에서 차지하는 정도를 산출하기 위해서 각 유형별 소방파출소의 STF 지수를 유형별 STF 지수의 평균값으로 나누었다.

$$STF_{index} = STF / (\text{Average STF}_j) \quad (9)$$

임의의 소방관서의 STF 지수가 당해 유형의 평균에서 얼마나 떨어져 있는가를 알기 위해서 절대지수, ADV_{STF} 을 산출하였다.

$$ADV_{STF} = |1 - STF_{index}| \quad (10)$$

각 유형별 총편차에서 임의의 소방파출소가 차지하는 편차의 비율을 구하기 위해서 각 유형별 편차의 총합으로 임의의 소방파출소의 절대지수를 나눔으로써 임의의 소방파출소의 절대비율지수 r_i 을 산출하였다.

$$r_i = |1 - STF_{index}| - \sum |1 - STF_{index}| \quad (11)$$

각 유형별 소방파출소의 수에서 당해 소방파출소의 절대비율지수 r_i 가 차지하는 비율을 나타내는 표준화지수, SI_{STF} 을 산출하였다.

$$SI_{STF} = 1 + r_i \quad \text{if } STF_{index} > 1 \quad (12)$$

$$SI_{STF} = 1 - r_i \quad \text{if } STF_{index} < 1 \quad (13)$$

3.3.2 취락유형별 소방력배치의 기준산출

본 연구에서는 취락유형별 분류에 따른 소방파출소의 소방력배치의 기준을 산출하기 위해서 각 취락유형별 소방파출소를 대상으로 환경 및 수요변수를 투입하여 소방력에 대한 통계적 유의정도와 결정계수 또는 다중상관자승 값을 분석함으로써 통계적으로 유의한 변수만을 선정하여 표준정수 또는 정원을 산출하기 위한 회귀방정식을 유도하였다.

(1) 유형1 시단위 지역의 소방파출소

통계적으로 유의한 변수들의 소방력에 대한 환경변수의 설명력은 인구나 건물이 소방차에 대하여 14.2%를, 소방관에 대해서는 8.4%를 설명하고 있으므로 이들을 기본변수들로 하고, 나머지 환경변수인 밀도는 표준화지수로 보정하였다. 통계적으로 유의한 변수들의 소방력에 대한 수요변수의 설명력은 총출동이 소방차에 대하여 34.7%를, 소방관에 대해서는 42.1%를 설명하고 있으므로 총출동을 기본변수로 하고, 나머지 수요변수들인 화재와 구조구급은 표준화지수로 보정하였으며, 최종적인 회귀방정식은 다음과 같다.

$$Man_{adj} = 16.067 + 0.990Truck_B + \varepsilon \quad (14)$$

(2) 유형2 시단위 지역의 소방파출소

통계적으로 유의한 변수들의 소방력에 대한 환경변수의 설명력은 건물이 소방차에 대하여 15.3%를, 소방관에 대해서는 19.7%를 설명하고 있으므로 이들을 기본변수들로 하고, 나머지 환경변수인 밀도는 표준화지수로 보정하였다. 소방력에 대한 수요변수의 설명력은 총출동이 소방차에 대하여 36.8%를, 소방관에 대해서는 11.4%를 설명하고 있으므로 총출동을 기본변수로 하고, 나머지 수요변수들인 화재와 구조구급은 표준화지수로 보정하였으며, 최종적인 회귀방정식은 다음과 같다.

$$Man_{adj} = 9.571 + 0.798Truck_B + \varepsilon \quad (15)$$

(3) 유형3 시단위 지역의 소방파출소

통계적으로 유의한 변수들의 소방력에 대한 환경변수의 설명력은 인구나 건물이 소방차에 대하여 36.6%를, 소방관에 대해서는 건물이 30.6%를 설명하고 있으므로 이들을 기본변수들로 하고, 나머지 환경변수는 표준화지수로 보정하였다. 소방력에 대한 수요변수의 설명력은 구조구급이 소방차에 대하여 32.2%를, 소방관에 대해서는 35.2%를 설명하고 있으므로 구조구급을 기본변수로 하고, 나머지 수요변수들인 화재와 총출동은 표준화지수로 보정하였으며, 최종적인 회귀방정식은 다음과 같다.

$$Man_{adj} = 10.217 + 0.951Truck_B + \varepsilon \quad (16)$$

(4) 유형4 시단위 지역의 소방파출소

통계적으로 유의한 변수들의 소방력에 대한 환경변수의 설명력은 인구나 건물이 소방차에 대하여 32.0%를, 소방관에 대해서는 건물이 27.2%를 설명하고 있으므로 이들을 기본변수들로 하고, 나머지 환경변수는 표준화지수로 보정하였다. 소방력에 대한 수요변수의 설명력은 총출동이 소방차에 대하여 24.5%를, 소방관에 대해서는 34.8%를 설명하고 있으므로 총출동을 기본변수로 하고, 나머지 수요변수들인 화재와 구조구급은 표준화지수로 보정하였으며, 최종적인 회귀방정식은 다음과 같다.

$$Man_{adj} = 8.801 + 1.564Truck_B + \varepsilon \quad (17)$$

(5) 유형1 읍단위 지역의 소방파출소

통계적으로 유의한 변수들의 소방력에 대한 환경변

수의 설명력은 건물이 소방차에 대하여 67.6%를, 소방관에 대해서는 53.5%를 설명하고 있으므로 이를 기본 변수들로 하고, 나머지 환경변수들은 표준화지수로 보정하였다. 소방력에 대한 수요변수의 설명력은 총출동이 소방차에 대하여 34.7%를, 소방관에 대해서는 67.9%를 설명하고 있으므로 총출동을 기본변수로 하고, 나머지 수요변수들인 화재와 구조구급은 표준화지수로 보정하였으며, 최종적인 회귀방정식은 다음과 같다.

$$Man_{adj} = 8.730 + 2.101Truck_B + \epsilon \quad (18)$$

(6) 유형2 읍단위 지역의 소방파출소

통계적으로 유의한 변수들의 소방력에 대한 환경변수의 설명력은 건물이 소방차에 대하여 13.7%를, 소방관에 대해서는 6.0%를 설명하고 있으므로 이를 기본 변수들로 하고, 나머지 환경변수들은 표준화지수로 보정하였다. 소방력에 대한 수요변수의 설명력은 총출동이 소방차에 대하여 9.3%를, 소방관에 대해서는 13.9%를 설명하고 있으므로 총출동을 기본변수로 하고, 나머지 수요변수들인 화재와 구조구급은 표준화지수로 보정하였으며, 최종적인 회귀방정식은 다음과 같다.

$$Man_{adj} = 16.870 - 0.352Truck_B + \epsilon \quad (19)$$

(7) 유형3 읍단위 지역의 소방파출소

통계적으로 유의한 변수들의 소방력에 대한 환경변수의 설명력은 건물이 소방차에 대하여 11.0%를, 소방관에 대해서는 8.1%를 설명하고 있으므로 이를 기본 변수들로 하고, 나머지 환경변수들은 표준화지수로 보정하였다. 소방력에 대한 수요변수의 설명력은 총출동이 소방차에 대하여 13.1%를, 소방관에 대해서는 4.3%를 설명하고 있으므로 총출동을 기본변수로 하고, 나머지 수요변수들인 화재와 구조구급은 표준화지수로 보정하였으며, 최종적인 회귀방정식은 다음과 같다.

$$Man_{adj} = 4.309 + 2.636Truck_B + \epsilon \quad (20)$$

(8) 유형4 읍단위 지역의 소방파출소

통계적으로 유의한 변수들의 소방력에 대한 환경변수의 설명력은 인구가 소방차에 대하여 65.7%를, 소방관에 대해서는 62.6%를 설명하고 있으므로 이를 기본 변수들로 하고, 나머지 환경변수들은 표준화지수로 보정하였다. 소방력에 대한 수요변수의 설명력은 화재와 총출동이 소방차에 대하여 41.6%를, 소방관에 대해서는 38.9%를 설명하고 있으므로 이들을 기본변수로 하

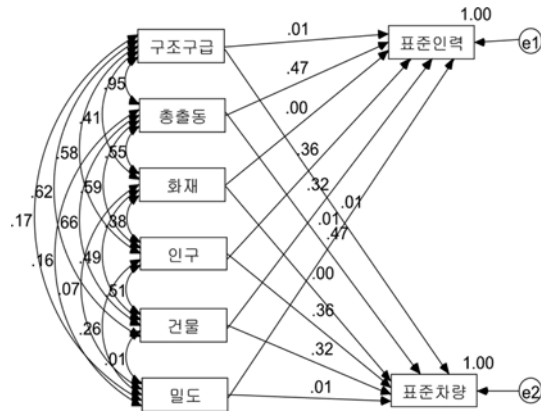


Fig. 8. The model reflecting standard index for type-4 urban area by path analysis.

고, 나머지 수요변수인 구조구급은 표준화지수로 보정하였으며, 최종적인 회귀방정식은 다음과 같다.

$$Man_{adj} = 7.945 + 1.111Truck_B + \epsilon \quad (21)$$

3.3.3 소방력배치 기준의 검증 및 평가

본 연구에서 산출한 표준화지수를 취약유형별 소방파출소에 적용함으로써 소방력이 어떻게 조정되었는가를 검증하였으며, 기존의 소방력배치와 비교하기 위하여 시단위 지역과 읍단위 지역의 각각 유형4를 대상으로 분석결과를 설명하고자 한다.

Fig. 8은 유형4 시단위 지역의 소방파출소를 대상으로 표준화지수를 적용하여 표준소방력을 산출한 다음, 그 효과를 검증하기 위한 경로모델로서 각 변수들이 표준화지수가 적용된 표준인력과 표준차량의 100%를 설명하고 있다. 즉, 수요와 환경변수가 소방력배치에 고르게 반영되었다는 의미로서 지역유형의 특성에 적합하도록 소방관과 소방차가 배치되도록 조정되었음을 의미한다. 유형4 시단위 지역은 다른 유형의 시단위 지역과는 달리 모든 변수들이 반영된 차이점을 나타냈으며, 소방관과 소방차간에 유의적인 경로가 설정되지 않았지만 소방차와 소방관간에 완전상관관계를 갖도록 하기 위해서 조정정원 산출방식으로 이를 조정하였다. Table 19는 표준화지수를 적용한 Fig. 8의 각 경로에 대한 기각률을 나타낸 것으로서 모든 경로들이 통계적으로 유의적이라는 것을 나타내고 있으며, 각각의 변수들이 소방력배치에 영향을 미치고 있는 것을 확인할 수 있다. 이와 같은 결과는 기존의 소방력배치와는 다르게 환경과 수요가 고르게 반영되어 있다는 것을 의미하며, 모두 양(+)의 직접적인 영향을 미친다는 것은

Table 19. Critical ratio reflecting standard index for type-4 urban areas

Regression Weights	Estimate	S.E.	C.R.	P
표준인력 ← 구조구급	0.000	0.000	2.644	0.008
표준인력 ← 총출동	0.003	0.000	81.727	0.000
표준인력 ← 화재	0.000	0.000	2.434	0.015
표준차량 ← 인구	0.000	0.000	186.085	0.000
표준차량 ← 건물	0.003	0.000	153.392	0.000
표준차량 ← 밀도	0.000	0.000	8.435	0.000
표준차량 ← 화재	0.000	0.000	2.434	0.015
표준인력 ← 인구	0.000	0.000	186.085	0.000
표준인력 ← 건물	0.005	0.000	153.392	0.000
표준인력 ← 밀도	0.000	0.000	8.435	0.000
표준차량 ← 총출동	0.002	0.000	81.727	0.000
표준차량 ← 구조구급	0.000	0.000	2.644	0.008

Table 20. Critical ratio reflecting standard index for type-4 rural areas

Regression Weights	Estimate	S.E.	C.R.	P
표준인력 ← 구조구급	0.002	0.000	3.944	0.000
표준인력 ← 화재	0.006	0.001	5.761	0.000
표준차량 ← 인구	0.000	0.000	38.933	0.000
표준차량 ← 건물	0.004	0.001	4.940	0.000
표준차량 ← 밀도	0.003	0.001	4.671	0.000
표준차량 ← 화재	0.006	0.001	5.761	0.000
표준인력 ← 인구	0.000	0.000	38.933	0.000
표준인력 ← 건물	0.004	0.001	4.940	0.000
표준인력 ← 밀도	0.004	0.001	4.671	0.000
표준차량 ← 구조구급	0.001	0.000	3.944	0.000

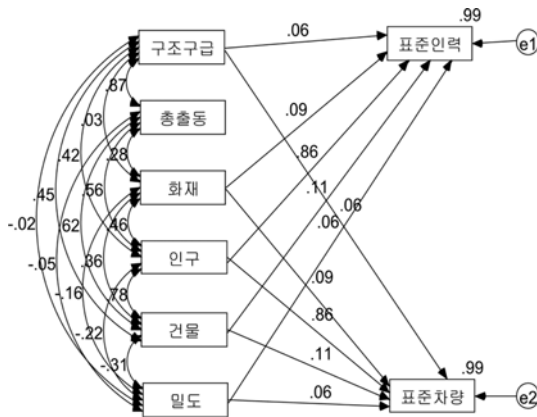


Fig. 9. The model reflecting standard index for type-4 rural area by path analysis.

바람직한 소방력배치가 이루어졌다는 것을 나타낸다.

Fig. 9는 유형4 읍단위 지역의 소방파출소를 대상으로 표준화지수를 적용하여 표준소방력을 산출한 다음, 그 효과를 검증하기 위한 경로모델로서 각각의 변수들이 표준화지수가 적용된 표준인력과 표준차량의 99%를 설명하고 있다. 즉, 수요와 환경변수가 소방력배치에 고르게 반영되었다는 의미로서 지역유형의 특성에 적합하도록 소방관과 소방차가 배치되도록 조정된 것을 나타낸다. 하지만 총출동은 소방차와 소방관에 직접경로가 설정되어 있지 않기 때문에 이런 문제점을 해결하기 위한 추가적인 연구가 수행되어야 할 것으로 사료되며, 소방관과 소방차간에 유의적인 경로가 설정되지 않았지만 소방차와 소방관간에 완전상관관계를

갖도록 하기 위해서 조정정원 산출방식으로 이를 조정하였다. Table 20은 표준화지수를 적용한 Fig. 9의 각 경로들에 대한 기각률을 나타낸 것으로서 모든 경로들이 통계적으로 유의적인 것을 나타내고 있으며, 각각의 변수들이 소방력배치에 영향을 미치고 있는 것을 알 수 있다. 따라서 기존의 소방력배치와는 다르게 환경과 수요가 고르게 반영되어 있다는 것을 의미하며, 총출동 변수의 영향이 배제되기는 했지만 모두 양(+)의 직접적인 영향을 준다는 점은 아주 바람직한 소방력배치가 이루어졌다는 것이므로 다른 읍단위 지역들과 비교할 때 가장 소방력이 적절하게 배치된 것으로 사료된다.

본 연구에서 표준화지수를 적용하여 산출한 표준정원과 표준차량은 각 취락유형별 환경과 수요변수 특성을 잘 반영한 것으로 나타났으며, 이와 같은 결과를 평가하기 위해서 각 취락유형별 소방파출소를 대상으로 소방력의 배치현황 및 선행연구³⁾에서 수행한 결과와 비교하여 본 연구의 표준소방력배치에 대한 평가를 수행하였다. 본 연구에서 산출한 표준소방력의 배치기준을 현행 배치기준 및 선행연구와 비교한 결과를 Table 21에 제시하였다. 결과를 살펴보면 현행 소방력의 배치기준과 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 소방력배치가 반영될 수 있다면 취락유형별 소방력배치가 가능할 것으로 판단된다. 선행연구 결과와 비교하면 소방관은 136명, 소방차는 1,556대의 편차가 있는 것으로 나타났는데 특히, 소방차수에 대한 편차가 큰 것은 선행연구의 경우에는 파출소의 유형별 분류에 따른 소방력배치를 기준

Table 21. Comparison of deployment for the whole fire substations

유형	현행배치기준		선행연구		본 연구		현행배치기준과의 편차		선행연구와의 편차	
	소방관	소방차	조정인력	조정차량	표준정원	표준차량	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
합계	13232	4823	13319	3334	13455	4890	223	67	136	1556

으로 산출한 결과이기 때문인 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 우리나라의 현행 소방력기준과 소방력배치 현황의 실태에 대하여 분석한 결과를 바탕으로 우리나라의 취약유형별 소방력배치 모델의 개선방안을 마련하고자 우리나라의 취약유형별 소방력배치 및 운용을 위하여 현행 표준정원제 중심의 소방력배치 기준에 대하여 구체적인 인력산정 기준을 분석한 다음, 통계분석방법을 사용하여 전국의 시와 읍을 유형별로 분류하고, 분류된 취약유형별로 소방환경과 소방수요를 반영할 수 있는 합리적이고 체계적인 소방력배치의 기준을 제안하였다.

우리나라 취약의 유형을 분류하기 위해서 도시연감에 수록된 데이터와 통계분석방법을 이용하여 시단위 지역과 읍단위 지역에 대하여 각각 4개의 유형으로 분류할 수 있었다. 전국의 소방력배치 현황은 인구와 관할면적에 따른 소방력기준에 의해 소방관과 소방차에 대한 소방력배치가 제대로 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 소방파출소 설치 시, 관할면적보다 인구에 따른 영향이 큰 것으로 나타났다. 하지만 시단위 지역과 읍단위 지역의 현행 소방력기준에 따른 소방력배치의 현황에서는 유형4의 시단위 지역과 유형4의 읍단위 지역을 제외하고는 소방력기준에 따른 소방력배치가 제대로 이루어지고 있지 않은 것으로 나타났다.

본 연구에서는 소방력 재배치를 통한 현행 소방력기준에 적합한 소방력배치의 가능성을 체계적이고 논리적으로 설명하고자 구조분석과 경로분석 방법을 통하여 이에 대한 개선방안을 검토한 결과, 유형별 지역의

환경 및 수요 변수에 따른 표준화지수를 도입함으로써 높은 설명력을 갖는 인구와 관할면적에 따른 소방력배치가 가능한 것으로 판단된다. 하지만 우리나라의 현실에 맞는 실증적 분석을 통한 구체적이고 실현 가능한 개선방안을 제시하지 못한 부분에 대해서는 추후 연구를 통하여 반드시 보완되어야 할 것으로 사료된다.

사용기호

- ADV_{STF}: 절대지수
- BD : 건물수
- DE : 인구밀도
- FS : 화재발생건수
- Man_{adj} : 소방관의 조정인원
- Man_B : 환경 및 수요변수로 산출된 소방관수
- Man_D : 수요변수로 산출된 소방관수
- Man_E : 환경변수로 산출된 소방관수
- PO : 인구수
- r_i : 절대비율지수
- RE : 구조·구급출동건수
- SI_{Dn} : 통계적으로 유의하지 않은 수요변수의 표준화지수
- SI_{En} : 통계적으로 유의하지 않은 환경변수의 표준화지수
- SI_{STF} : 표준화지수
- STF : 변수를 소방관수나 소방차수로 나눈 지수
- TO : 총출동건수
- Truck_B : 환경 및 수요변수로 산출된 소방차수
- Truck_D : 수요변수로 산출된 소방차수
- Truck_E : 환경변수로 산출된 소방차수

- X_{nj} : 통계적으로 유의한 환경변수
 Y_{nj} : 통계적으로 유의한 수요변수
 β_0 : 회귀상수
 β_n : 회귀계수
 ε : 회귀방정식의 오차

참고문헌

1. 정희만, “소방여건변화에 따른 소방력 제고방안에 관한 연구”, 충남대학교 석사학위논문(1994).
2. 고경훈, 박해욱, 주재복, “소방력 운용기준에 관한 연구: 소방인력 산정 모형을 중심으로”, 한국 사회와 행정연구, Vol. 16, No. 3, pp.349-367(2005).
3. 최진중, “한국의 소방력 배치에 관한 연구”, 전남대학교 박사학위논문(2001).
4. 전경배, “기초지방자치단체의 소방기관설치에 관한 연구”, 한국화재소방학회, Vol. 17, No. 3, pp.31-44 (2003).
5. 권오한, 남상화, 이춘하, “재난관리조직의 실태분석과 발전방안”, 한국화재소방학회, Vol. 15, No. 1, pp.127-138(2001).
6. 이해평, 백민호, “한국 소방력배치의 실태 분석”, 한국화재소방학회, Vol. 20, No. 1, pp.55-70(2006).
7. H. A. Simon, R. W. Shepard, and F. W. Sharp, “Fire Losses and Fire Risks”, Berkeley: University of California, Bureau of Public Administration (1943).
8. C. D. Scott, “Forecasting Local Government Spending”, Washington D. C.: Urban Institute(1972).
9. M. Getz, “The Economics of the Urban Fire Department”, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.(1979).
10. W. D. Duncombe, “Cost and Factor Substitution in the Provision of Local Fire Services”, The Review of Economics and Statistics, pp.180-184(1992).
11. P. Schaenman and J. Swartz, “Measuring Fire Protection Productivity in Local Government”, Boston, MA.: National Fire Protection Association(1974).
12. 행정자치부, 한국도시연감(2005).
13. 소방방재청, 2005 예방소방행정 통계자료(2005).
14. 소방방재청, 소방행정자료 및 통계(2005).
15. 소방방재청, 소방장비 통계집(2005).