

# 의용소방대의 운용 전후 소방행정서비스의 효율성 비교 분석: 17개 광역소방본부를 중심으로

정재명

## 국문요약

본 연구는 17개 광역소방본부들의 소방행정서비스에 대한 정태적·동태적 효율성을 의용소방대 인력의 포함 전후로 나누어 비교·분석했다. 이를 위해 2015년부터 2021년까지 7개년 6기의 기간 동안 효율성 변화추이를 맘퀴스트-루엔버거 생산성지수 모형을 활용해 분석하였으며, 2021년 단일연도의 상대적 효율성을 측정했다. 연구 결과, 2015년부터 2021년까지의 의용소방대 인력을 포함해 소방서비스 효율성을 측정한 결과는 1.67%가 증가한 것으로 나타나 의용소방대 인력을 투입변수에 포함시킬 시 ML 평균은 더 높아지는 것으로 분석되었다. 둘째, ML 지수의 세부구성 요소들을 측정한 결과, 의용소방대 인력을 포함했을 시 EC에서는 0.14%, TC에서는 1.52% 각각 증가해 의용소방대 인력을 포함한 경우는 정규 소방공무원들만을 대상으로 한 경우보다 EC에는 긍정적 영향을 미쳤으나 TC에서는 부정적 영향을 미친 것으로 나타났다. 셋째, SE의 세부 구성요소들을 분석한 결과, 의용소방대 인력을 포함할 경우 PEC에서는 0.34%, SE에서는 0.2%의 감소가 나타나 순기술효율성과 규모효율성에서 감소가 일어나는 것으로 나타났다. 넷째, 2021년 단일연도의 초효율성 모형에서 소방공무원만을 대상으로 측정했을 시 전체평균은 1.0261이었으며, 7개 소방본부가 효율적인 것으로 평가되었다. 반면 의용소방대를 포함한 효율성은 1.0254로 큰 변화가 없었으며, 경기도가 기존의 효율성에서 의용소방대를 포함할 경우 가장 큰 폭의 효율성 하락을 경험했고, 대구는 가장 큰 폭의 효율성 상승을 나타냈다. 규모효율성에 대한 영향요인 분석에서는 의용소방대 포함 시 재정자립도와 관할면적이 정(+)의 영향을 미친 반면, 인구밀도, 주민1인당 세금납부액, 소방1인당 담당면적, 인구수, 아파트 거주비율, 인구밀도 등에서는 역(-)의 효과가 나타났다.

주제어: 소방행정서비스, 의용소방대, 자료포락분석, 맘퀴스트-루엔버거 생산성지수, 영향요인분석

## I. 서론

해방 이후 우리나라는 괄목할 만한 산업국가로 성장해 왔으며, 산업화와 도시화의 진전속도는 가히 세계적인 수준에 이른다고 볼 수 있다. 특히 우리나라 국민 중 도시거주자 비율이 92%에 이를 정도로 도시화의 수준이 높으며 수도권 등 도심지역의 인구 고밀도화가 심각한 상황이다. 이러한 현상은 결국 각종 건물과 주거시설의 고층화를 야기시키고 있으며, 대도시 거대인구의 의식주

를 지원하기 위해 대도시 인근에 위치한 화재에 취약한 주요 산업시설의 양과 질이 큰 폭으로 증가하는 양상을 야기하고 있다. 특히 이들 시설물들 상당수가 인구밀집도가 극도로 높은 도심과 도심 주변에 밀집되어 분포하고 있기 때문에 이러한 곳에서 화재 발생 시 대형화, 복합화로 이어지는 것이 최근 화재의 주요한 특징이라고 볼 수 있다. 더불어 과거에 경험하지 못했던 거대 태풍과 지진 등 새로운 성격의 재난상황의 도래는 화재 및 재난대응에 있어서의 소방업무의 전략적 패러다임의 전환을 요구하는 시점에 이르렀다고 볼 수 있다. 즉, 정규 재난 대응 인력만으로는 급변하고 있는 재난환경을 극복하기 어려워지고 있으며 이는 현장을 잘 알고 있는 민간자원 활용의 중요성이 점점 더 대두되고 있는 현실이라고 볼 수 있다(임동균, 2020).

이에 따라 일선의 재난 현장을 가장 잘 알고 있으며 현장 지원을 손쉽게 할 수 있는 의용소방대의 역할이 점점 중요성을 더해 가고 있다고 볼 수 있다. 정부도 이러한 의용소방대 인력의 중요성을 인식하고 2023년 3월 19일을 의용소방대의 날로 새로 제정했다. 소방청 공식블로그에서는 의용소방대의 날 제정에 대해 '128년 역사를 자랑하는 의용소방대의 숭고한 희생과 봉사정신을 기리기 위한 것'이라고 제정 취지를 설명하고 있다. 사실 의용소방대원들은 2015년 의정부, 2017년 제천, 2018년 밀양, 2021년 이천 쿠팡물류창고 화재 등 지역의 대형화재나 산불, 각종 재난의 발생 현장에서 정규 소방공무원들의 소방활동을 적극 지원해 왔으며 중요한 소방인력 자원으로써의 역할을 훌륭히 수행해 왔다고 평가된다. 그럼에도 불구하고, 2014년 1월 28일 「의용소방대 설치 및 운영에 관한 법률」(법률 제12344호)라는 독자적인 의용소방대법이 제정되기 전까지는 우리나라 의용소방대는 소방기본법 내의 일부조항과 시·도의 조례로 위임된 의용소방대에 관한 규정에 근거해 운용되어 왔을 정도로 의용소방대의 활동은 소방공무원으로 이루어진 정규 소방대의 활동에 비해 주목받지 못했다고 볼 수 있다. 이는 의용소방대의 역할을 화재 및 재난시 주요한 소방인력 자원으로 인정하기보다는 정규 소방대의 단순한 보조역할에 국한된다는 그 동안의 시각 때문이기도 하다.

결국, 우리나라에서 의용소방대와 관련된 대부분의 연구들은 의용소방대의 역할에 관한 설문조사를 하든지(임동균 외, 2020), 아니면 의용소방대 활성화를 위한 개선방안과 발전 방안을 연구하는 선에서 이루어졌다(이일규 외, 2019; 양기근 외, 2018; 임동균 외, 2020; 김형도 외, 2017; 이재욱, 2022; 김원중, 2022; 변성수 외, 2018; 최준호 외, 2018). 국내에서 실증적 데이터를 바탕으로 의용소방대 인력을 정규 소방인력에 포함해 소방행정서비스의 효율성을 측정해 보고 이를 분석하는 연구는 이원주 외(2021)의 연구가 현재 유일한 상황이다. 다만 이원주 외(2021)의 연구는 소방보조인력을 포함해 소방행정서비스의 효율성을 측정했다는 점에서는 의의가 있으나, 정규 소방인력에 의용소방대 인력 포함 전후 간의 비교분석이 이루어지지 않고 있다. 따라서 정규 소방인력만으로 행해진 소방행정서비스의 효율성과 의용소방대 인력 포함 시 측정된 효율성 간의 격차가 제시되지 못해 의용소방대 인력이 소방행정서비스의 효율성에 미치는 영향을 명확히 제시했다고 보기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 의용소방대 인력의 운용 여부가 소방행정서비스의 효율성에 어떤 영향을 미치는지를 DEA와 맴쿼스트 분석기법을 활용해 실증적으로 검증해보고, 이를 의용소방대 인력 운영 전후로 나누어 비교·분석해 보고자 한다. 본 연구의 목적은 먼저, 의용소방대 인력의 포

함 전후 소방행정서비스의 효율성을 비교·분석해 효율성의 차이가 존재하는지, 또 존재한다면 어느 정도 수준에서 차이가 나는지를 파악해보고자 한다. 둘째, 의용소방대 인력 포함 전후 소방행정서비스의 효율성에 환경변수들이 미치는 영향에는 어떤 차이가 있는지를 파악해 보고자 한다. 본 연구는 의용소방대 인력의 포함 전후의 효율성 측정 결과를 통해 앞으로 지방정부와 소방청에서 의용소방대 인력의 운용과 관련된 정책적 판단을 함에 있어서 중요한 근거자료를 제시하고자 하는데 그 목적이 있다.

본 연구에서는 먼저, 17개 광역시도 소속 소방본부의 소방행정서비스를 대상으로 2015년부터 2021년까지의 7년간의 소방행정서비스 활동에 대해 생산성의 변화추이를 분석해보고, 특히 의용소방대 인력을 소방인력에 포함시킨 경우와 제외시킨 상황에서의 소방행정서비스 효율성을 상호 비교·분석해 보고자 한다. 또한 소방행정서비스의 2021년도 단일연도의 효율성을 역시 의용소방대 인력을 포함시킨 경우와 제외시킨 경우로 나눠 측정하고 이를 비교분석해 보고자 하며, 측정된 효율성에 미치는 환경변수들(도시화요인, 정책적 요인, 재정요인 등)의 영향수준 또한 의용소방대 인력 포함 전후로 나누어 이를 비교·분석하고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 의용소방대의 의의 및 소방행정서비스와의 관계성

소방행정서비스는 소방과 관련되는 당해 행정기관의 행정적 활동을 의미한다. 그 내용을 법률로 명기한 「소방기본법」 제1조에서는 ‘화재를 예방·경계하며, 화재, 재난, 재해 그 밖의 위급한 상황에서 구조·구급활동 등을 통하여 국민의 생명·신체 및 재산을 보호함으로써 공공의 안녕, 질서 유지와 복리증진에 이바지하는 공익 조직의 행정’이라고 정의하고 있다. 당해법을 근거로 그 내용을 검토해보자면, 소방행정서비스는 먼저 평시에 화재를 예방·경계하는 활동을 행하며(예방소방행정, 대비소방행정), 화재가 발생했을 시 이를 진압하는 일체의 행위(대응소방행정)를 포함하며, 또한 화재뿐만 아니라 재난, 재해 등 위급한 상황에서 구조·구급활동(대응소방행정, 복구소방행정) 등의 국민의 생명·신체 및 재산을 보호하기 위하여 행하는 당해 공익 조직의 일련의 행정행위를 통틀어 일컫는다고 할 수 있다. 따라서, 소방행정서비스의 주요 구성요소는 화재예방, 화재진압, 구조, 구급 등으로 볼 수 있다.

위에 언급된 일련의 소방행정서비스의 주요 공급자는 기본적으로 국가와 이에 소속된 소방공무원들이다. 다만, 도시화, 인구과밀화, 건축물들의 초고층화와 지중화율 등을 포함한 소방행정을 둘러싼 주변 환경의 급격한 변화와, 특히 초대형 태풍, 대형산불 등을 포함한 재난의 대형화와 복잡화 양상으로 인해 정규 소방인력만으로는 효율적인 대응에 한계점을 보여주고 있다(이원주, 2018). 이를 보조하기 위해 우리나라에서는 의용소방대를 오래전부터 운영해 오고 있다. 우리나라 의용소방대의 기원은 조선시대까지 거슬러 올라가는데 세종 19년에 지역 주민들의 자위활동 필요

성에 따라 설치된 지방의용금화조직에서 기원하고 있다(김형도 외, 2017). 그 이후, 1889년의 소방조, 일제 강점기인 1939년의 경방단, 해방 이후 1945년 소방대, 1952년 방공단, 1958년의 의용소방대란 이름으로 그활동을 이어오고 있다(이주호, 2020).

의용소방대에 대한 의미와 역할은 2014년에 독립된 법령으로 제정된 「의용소방대 설치 및 운영에 관한 법률(법률 제12344호)」에서 명시하고 있다. 동법 제1조와 제2조에서 의용소방대는 ‘화재진압, 구조·구급 업무의 보조, 화재 등 재난 발생 시 대피 및 구호업무의 보조, 화재 예방업무의 보조, 그 밖에 행정안전부령으로 정하는 사항으로 집회, 공연 등 각종 행사장의 안전을 위한 지원활동, 주민생활의 안전을 위한 지원활동, 그 밖에 화재예방 홍보 등의 업무를 체계적으로 보조하기 위하여 특별시장·특별자치시장·도지사·특별자치도지사 또는 소방서장이 설치할 수 있다’고 명시하고 있다. 즉, 의용소방대란 “소방공무원들의 소방업무를 보조하기 위하여 자발적인 지역주민으로 구성된 일선의 소방조직”으로 정의할 수 있다(변성수 외, 2018: 170). 의용소방대의 구성원인 대원은 관할 구역내에서 안정된 사업장에 근무하다가 화재 등의 재난이 발생하면 「의용소방대법」 제7조에 의거 ‘화재의 경계와 진압업무의 보조, 구조·구급 업무의 보조, 화재 등 재난 발생시 대피 및 구호 업무의 보조, 화재예방 업무의 보조’ 등 소방공무원을 보조하는 업무를 담당하게 된다. 의용소방대가 수행하는 주요한 역할들로는 먼저, 소방 인력 및 재정의 불완전성을 보완하는 역할을 들 수 있으며, 또한 자원봉사자로서의 역할 및 지역방재 지도자로서의 역할을 수행한다고 할 수 있다(변성수 외, 2018). 결국 이를 종합하면 의용소방대는 국가기관의 소방 및 재난업무를 보조하기 위하여 주민들의 자발적인 의사에 따라 구성된 ‘지역단위의 자율적 방재조직으로 자원봉사의 특성을 가진 비상시성 조직’으로 보는 시각이 다수이다<sup>1)</sup>(변성수 외, 2018).

## 2. 의용소방대의 구성 및 현황

현재 우리나라에서 의용소방대를 설치하고 운용하는 것은 2014년에 제정된 「의용소방대 설치 및 운영에 관한 법률」(약칭: 의용소방대법)에 근거하고 있다. 의용소방대는 기본적으로 「의용소방대법」 제2조에 근거 설치·운영되며, 소방본부장 또는 소방서장이 관장하는 화재진압, 구조·구급 등의 업무를 보조하기 위하여 서울특별시·광역시·시·읍·면에 설치된 일선의 소방조직이다. 의용소방대원의 임명은 동법 제3조에 근거하여 시·도지사 또는 소방서장이 그 지역에 거주 또는 상주하는 주민들 중 희망하는 사람으로서 관할 구역 내에서 희생정신과 봉사정신이 투철하고, 소방기술 관련 자격·학력 또는 경력 그리고 의사·간호사 또는 응급구조사 자격을 가졌거나 기타 의용소방대의 활동에 필요한 기술과 재능을 보유한 사람을 의용소방대원으로 임명한다. 의용소방대에는 대장·부대장·부장·반장 또는 대원을 두며, 대장 및 부대장은 의용소방대원 중 관할 소방서장의

1) 그러나, 의용소방대의 활동이 자원봉사활동이라는 관점은 자발성과 무급성을 특징으로 하는 자원봉사활동과는 달리 의용소방대의 임명, 해임, 근무, 출동 등이 법에 명시되어 자발성을 전제로 하지 않으며, 일정한 소집수당 등이 지급되고 있어 무급성 또한 일치하지 않는다는 주장도 존재한다(이원주 외, 2017). 오히려 의용소방대는 법에 의해 구성되는 관변단체와의 특성이 일치하고, 보상에 있어서 이·통장과 유사한 형태로 이루어지고 있어 의용소방대를 관변단체 중 행정말단조직으로 분류하는 견해도 있다(이원주, 2018).

추천에 따라 시·도지사가 임명한다(동법 6조). 의용소방대원의 정원은 시·도 또는 시·읍은 60명 이내로 하며, 면 또는 전문의용소방대는 50명 이내로 규정하고 있다. 의용소방대는 남성대와 여성대, 그리고 남녀의 혼합인 혼성대로 구성되며, 내용면에서 전담의용소방대는 생활안전대와 소방관서가 설치되지 않은 지역(소방관서가 없는 도서 벽지 등)의 화재진압을 전담하며 자체적으로 재난 현장에 출동할 수 있도록 규정하고 있다. 또한 지역의 여건에 따라 전문기술·자격자 등으로 구성되는 전문의용소방대를 설치할 수 있다(이일규 외, 2019). 2021년말 현재 전국의 의용소방대의 설치 대수는 3,921대이며, 총 대원수는 95,645명에 이른다.

〈표 1〉 의용소방대 소방활동 현황(2020~21)

구분	총계	화재		구조·구급 업무의 보조	예방활동(훈련, 홍보, 순찰, 경계근무 등)				
		화재의 경계와 진입업무보조	대피 및 구조업무의 보조		화재예방 업무의 보조	집회, 공연 등 각종 행사지원활동	주민생활의 안전성을 위한 지원활동	그 밖에 화재예방 홍보 등	
2020년	횟수	251,967	15,494	1,799	7,467	56,781	10,000	63,210	97,216
	인원	1,385,550	80,702	15,762	33,638	302,568	51,956	424,265	476,659
2021년	횟수	363,640	11,304	3,079	11,864	93,833	11,200	113,104	119,256
	인원	1,261,915	59,787	15,364	21,142	289,899	39,261	506,455	330,007

출처: 소방청, 2022 「소방청통계연보」

### 3. 선행연구의 고찰

본 연구는 먼저 17개 광역소방본부를 기준으로 소방행정서비스의 효율성을 측정하는 다음, 여기에 의용소방대 인력을 포함했을 시 소방행정서비스의 효율성이 어떻게 변화하는지에 대해 고찰해 보고자 한다. 지금까지 대부분의 의용소방대 관련 연구들은 의용소방대의 운영실태를 분석하고 활성화하는 방안 초점을 두어왔으며(임동균 외, 2020; 변성수 외, 2018; 이일규 외, 2019; 양기근 외, 2018; 김형도, 2017; 이재욱, 2022; 김원중, 2022; 변성수 외, 2018), 또한 해외 의용소방대와 비교고찰을 진행한 연구들(이주호 외, 2020; 김형도 외, 2017; 최준호, 2018)도 존재한다. 그리고 의용소방대 조직의 학술적 개념변화에 대한 탐구를 진행한 소수의 연구(이원주, 2018; 이원주 외, 2017)들도 있었다. 그러나 본 연구의 진행방향인 의용소방대 인력을 포함했을 시의 소방행정서비스에 대한 효율성을 측정하는 연구는 현재 이원주 외(2021)의 연구가 유일하다. 또한 범위를 넓혀 소방행정서비스의 효율성을 측정하는 연구까지 포함해도 소수의 연구들(김덕형 외, 2013; 정재명, 2021; 유금록, 2010; 남궁근 외, 2004)만이 존재하는 것이 현실이다. 아래에서는 DEA기법을 활용하여 순수 소방행정서비스 효율성과 의용소방대 인력을 포함시킨 경우의 효율성을 측정하는 선행연구들에 한해 고찰해 보고자 한다.

먼저, 이원주 외(2021)는 정규소방공무원 인력에 더해 의용소방대 인력이 포함되었을 시 소방행정의 효율성이 어떻게 나타나는지를 DEA를 활용하여 측정하였다. 2011년부터 2018년까지 16개 광역자치단체의 소방행정 효율성(VRS)을 측정한 결과, 16개 광역자치단체 중 제주도의 효율성이 가장

높았고 대구광역시가 가장 낮았다. 효율성에 미치는 영향요인 분석에서는 의용소방대의 인력비율, 예산비율, 법령의 시행은 순기술효율성에 정(+)의 효과를 미치는 것으로 나타났다. 정재명(2021)는 17개 광역자치단체를 대상으로 2020년 4월 1일 시행된 국가소방행정체제로의 전환 효과를 알아보기 2012년부터 2020년까지의 소방행정서비스의 효율성 변이를 측정하였다. 분석 결과, 9년 동안의 평균 효율성 변이에서는 연평균 1.74%의 상승추세를 보여주었으며 생산성지수(ML)의 상승은 주로 기술효율성의 영향이 큰 것으로 나타났다. 또한 국가소방행정체제로의 전환 이후 ML은 6.57% 상승해 전환 이전 평균보다 더 높은 상승률을 나타내 국가소방행정체제로의 전환효과가 있는 것으로 분석되었다. 영향요인 분석에서는 인구규모와 1인당 GRDP, 재정자립도에서 유의미한 정(+)의 효과가 나타났으며, 관할면적의 규모, 아파트거주 비율, 인구밀도 등에서는 부(-)의 효과를 보였다. 김덕형 외(2013)은 광역자치단체의 소방행정의 효율성 변화 추세를 분석하기 위해 DEA-Window 분석을 실시하였다. 연구 결과, 분석된 전체 64개 지자체 중 11%인 7개의 지자체가 효율적으로 판명되었으며, 2007년부터 2010년까지의 동태적 분석에서는 울산과 부산이 가장 효율성이 높았고 제주와 전북의 효율성이 가장 낮았다. 유금록(2010)은 부트스트랩 자료포락분석 기법을 적용해 16개 광역 시도 소방서 예산의 효율성을 분석하였다. 연구 결과 광주, 울산, 경기, 충북, 경남, 제주 등 6개 자치단체들이 효율적인 것으로 분석되었으며, 부트스트랩 지수의 조정을 거쳐 최종적으로 충북이 가장 효율성이 높은 것으로 나타났다. 영향요인 분석에서는 인구와 같은 환경변수가 유의미하게 소방효율성에 음(-)의 영향을 미쳤으며, 소방대응장비는 정(+)의 영향을 미쳤다. 남궁근 외(2004)는 1999년도 단일년도에 한해 경기도 소속 25개 소방서들의 소방예산에 관한 효율성을 측정하였다. 분석 결과, 25개 소방서 중 9개의 소방서가 효율적인 것으로 분석되었다. 아래 <표 2>는 소방행정 서비스에 대한 효율성과 영향관계에 대한 관련 선행연구들을 요약해 제시한 것이다.

<표 2> 소방행정서비스 및 의용소방대 효율성 관련 선행연구

분류	연구자	분석대상 및 기간	측정지표		분석방법
			투입요소, 독립변수	산출요소, 환경변수	
소방행정 및 의용소방대 효율성 분석	이원주·문광민 (2021)	16개 광역자치단체 소속 의용소방대 (2011-2018)	투입요소: 소방인력, 장비, 예산(의용소방대 포함) 독립변수: 의용소방대의 인력비율, 예산비율, 의용소방대 법령	산출요소: 화재진압출동, 구급출동, 화재진입출동, 구급출동, 구조출동, 화재피해경감, 소방교육 및 훈련, 소방특별조사	DEA, 토빗회귀
	김덕형·이동규 (2013)	전국 16개 광역자치단체 (2007-2010)	소방예산, 소방기동장비, 소방인력	산출: 화재피해경감액, 구조 실적	DEA-Window분석
	유금록 (2010)	전국 70개 시정부 (2002-2006)	소방예산	산출: 화재활동실적, 구조 활동실적, 구급활동실적 환경: 인구, 재정자립도, 소방대원, 소방대응장비	부트스트랩, 회귀분석
	정재명 (2021)	전국 17개 광역자치단체 (2012-2020)	소방예산, 소방공무원수, 소방장비	화재건수, 화재피해액, 구조·구급실적, 예방행정처리 실적	멤퀴스트-루엔버거, DEA, 토빗회귀
	남궁근·하혜수 (2004)	경기도 25개 소방서 (1999)	소방인력, 소방파출소, 구급차, 소방예산	산출: 화재발생건수, 화재 인명피해건수, 구급이송건수, 구조건수	DEA

기존의 소방행정서비스의 효율성을 측정하던 선행연구들에서 나타나는 문제점으로는, 소방공무원들만을 대상으로 효율성을 측정하거나, 혹은 소방공무원에 의용소방대 인력을 포함시킨 효율성만을 측정했다는 점이다. 즉, 소방공무원들만을 대상으로 효율성 측정을 한 다음, 의용소방대 인력을 포함한 효율성 측정을 다시 실시해 이들을 상호 비교하는 과정을 거친 연구가 존재하지 않았기 때문에 의용소방대 인력을 포함시켰을 시의 효율성 효과를 명확히 분석하지 못했다는 문제점이 있다. 본 연구에서는 이들을 모두 측정하고 상호 비교분석하는 과정을 거쳤다. 또한, 효율성에 영향을 미치는 영향요인들을 분석함에 있어서도 의용소방대 인력의 포함 전후를 모두 측정해 상호비교한 분석을 진행해 선행연구들과 차별화를 기하고자 했다.

### Ⅲ. 연구설계

#### 1. 분석대상 및 방법

본 연구는 17개 광역소방본부의 의용소방대의 운용에 따른 소방행정서비스의 효율성 수준을 측정해 전체소방력에 의용소방대를<sup>2)</sup> 포함한 경우와 순수 소방공무원들만으로 운용되었을 시의 효율성 수준을 비교하고자 한다. 이를 위해 17개 광역소방본부의 소방행정서비스 활동에 따른 2015년부터 2021년까지 7년간의 자료 및 2021년 단일 연도의 균형패널데이터(balanced panel data)를 활용하였다. 본 연구의 시간적 범위는 2014년 「의용소방대 설치 및 운영에 관한 법률」이 제정되어 의용소방대의 활동이 법률적으로 공식화 된 이후부터인 2015년을 시작점으로 했다. 또한 본 연구에서 분석단위로 선정한 광역자치단체 수준에서의 소방행정서비스 및 의용소방대의 업무는 광역자치단체 전체적으로 대체로 유사하게 정형화되어 있으며, 소방행정 및 의용소방대 운용환경과 투입 및 산출물의 유사도가 높아 DEA 분석이 요구하는 투입 및 산출물의 유사도에 적합하다고 판단되었으므로 광역소방본부 소방행정서비스를 분석단위로 선정하였다. 광역시 소방본부들의 경우 도시가 밀집되어 있고 도시화 수준의 편차가 그리 크지 않고, 각각의 광역도 소방본부의 경우도 환경적 유사성이 존재해 DEA를 활용한 효율성 분석의 기본요건이 잘 충족된다고 볼 수 있으며, 효율성에 영향을 미치는 영향요인 분석에서도 환경적 유사성이 높을 것으로 판단된다.

본 연구의 분석방법은 먼저, 효율성의 변화 추이 분석을 위해 맘퀴스트-루엔버거 생산성지수 모형을 활용해 2015년부터 2021년까지의 7년 동안의 생산성 변화율을 측정하였다. 이를 통해 의용소방대가 소방인력에 포함됐을 시와 순수 소방공무원들만으로 소방행정서비스를 수행했을 시 효율성 변이에 어떤 차이가 존재하는지를 비교·분석한다. 또한, 맘퀴스트-루엔버거 지수를 분해

2) 본 연구에서 의용소방대의 활동을 제외하고 인력만을 효율성 분석에 포함시킨 것은 현재 법률적으로 의용소방대의 역할이 소방공무원들이 집행하는 소방행정서비스의 효율성을 높이도록 보조하는 역할에 그치기 때문에 의용소방대 활동 모두를 효율성 측정에 포함했을 시 효율성의 왜곡이 발생 할 가능성이 존재하기 때문이다.

해 그 구성요소인 기술효율성변화율(EC)와 기술변화율(TC)를 각각 측정해 이를 분석하였으며, 기술효율성은 그 구성요소인 순기술변화율(PEC)과 규모효율성(SE)로 분리해 각각 분석했다. 둘째, 의용소방대를 포함한 소방행정서비스의 효율성을 나타내는 2021년 단일연도의 효율성을 의용소방대 인력을 포함한 경우와 순수 소방공무원 인력만을 대상으로 한 경우로 나누어 DEA 모형을 활용해 측정했다. 또한 효율성 측정결과 그 수치가 1로 나타나 효율적이라고 평가되는 측정치들의 우열을 가리고 그 격차를 분석하기 위해 초효율성(Super Efficiency Model, SEM) 모형을 활용해 측정하였다. DEA의 기술효율성(CRS), 순기술효율성(VRS), 규모효율성, RTS, 준거집단 및 가중치( $\lambda$ )를 측정하여 벤치마킹 횡수 및 수준을 분석하였다. 또한 측정된 정태적·동태적 효율성에 미치는 환경변수들의 영향요인을 분석하기 위하여 최소자승회귀분석을 실시하였다.

## 2. 분석모형의 설정(비소망재와 Malmquist-Luenberger 생산성지수)

DEA 및 맘퀴스트 생산성 분석에서 바람직한 산출물인 소망재(desirable output)와 더불어 바람직하지 않은 산출물인 비소망재(undesirable output)가 존재할 경우 소망재와 비소망재가 동일한 비율로 증가하거나 감소하는 기존의 셰퍼드 산출물 거리함수(Shephard output distance function)를 사용하는 것은 바람직한 소망재의 산출을 증가시키는 동시에 바람직하지 않은 비소망재의 산출을 감소시켜야만 하는 본 연구 방향에서는 원치 않는 방법론상 오류를 발생시킨다. 이럴 경우 소망재를 증가시키는 동시에 비소망재를 감소시키는 것이 가능한 방향거리함수(directional distance function)를 사용하는 것이 본 연구방향과 부합하는 효율성 값을 측정할 수 있는 방법론이 된다. 비소망재를 생산하는 방향거리함수( $\vec{D}$ )의 수식은 아래와 같이 정의될 수 있다.

$$\vec{D}(x, y^g; d^g, d^b) = \max\{\beta : (x, y^g + \beta d^g, y^b - \beta d^b) \in \psi\}$$

위의 함수에서 ( $d^g, d^b$ )는 산출물의 방향을 지정하는 방향벡터인데,  $d = (y, -b)$ 가 지정하는 방향은 소망재의 산출은 늘리고 비소망재의 산출은 줄이는 방향을 의미한다(Zhang et al, 2011). 일반적으로 방향거리함수의 방향벡터를 ( $y^g, y^b$ )로 활용하는데 방향벡터를 ( $y^g, y^b$ )로 두어 k번째 관측치의 비효율성을 계산하는 선형계획법의 내용은 다음과 같다(이정동·오동현, 2012: 301).

$$\begin{aligned} \vec{D}(x, y^g; d^g, d^b) &= \max \beta \\ \text{s.t.} \end{aligned} \tag{1}$$



$$\begin{aligned}
 x_m^k &= \sum_{j=1}^J x_m^j \lambda^j & (m = 1, 2, \dots, M) \\
 y_p^g + \beta y_p^g &\leq \sum_{j=1}^J y_p^{g,j} \lambda^j & (p = 1, 2, \dots, P) \\
 y_q^b - \beta y_q^b &= \sum_{j=1}^J y_q^{b,j} \lambda^j & (q = 1, 2, \dots, Q) \\
 \lambda^j &\geq 0 & (j = 1, 2, \dots, J)
 \end{aligned}$$

위의 식(1)에서  $\vec{D}(x, y^g; d^g, d^b)$ 는 산출물  $k$ 의 효율성을,  $x_m^k$ 는 투입요소를,  $y_p^g$ 는  $k$ 번째 지역소방 본부의 산출물 중 소망재를,  $y_q^b$ 는  $k$ 번째 지역소방본부의 비소망재를,  $g$ 는 소망재의 수를,  $b$ 는 비소망재의 수를 각각 나타낸다(Zhang et al, 2011).

일반적으로 시간의 변화에 따른 효율성을 측정하는 방법 중 DEA 기법을 활용한 방법을 맘퀴스트 생산성 변화지수(Malmquist productivity growth index)라고 하고 주로 쉐퍼드 산출물 거리함수를 활용한다. 그러나 본 연구에서는 산출변수에 비소망재가 포함되어 있어 동일한 비율로 소망재와 비소망재가 증가하거나 감소하는 쉐퍼드 산출물 거리함수를 활용할 경우 오류가 발생한다. 따라서 소망재의 증가와 동시에 비소망재의 감소가<sup>3)</sup> 일어날 수 있는 방향설정이 가능한 방향거리함수를 활용해야 하기 때문에 맘퀴스트 생산성 변화지수 대신에 맘퀴스트-루엔버거 생산성 지수(Malmquist-Luenberger index; 이하 ML)를 활용한다(Zhang et al, 2011).

ML은 특정시점에 변이가 발생한 생산성의 변화수준을 나타내는 지수로서 통상적으로 이전 시점( $t$ 기)의 생산성 대비 현 시점( $t+1$ 기)의 생산성 비율을 말한다. 이전시점인  $t$ 기와 현시점인  $t+1$ 기 사이의 ML의 식은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다(Zhang et al, 2011: 2371).

$$ML_t^{t+1} = \left[ \left( \frac{(1 + \vec{D}_0^{t+1}(x^t, y^t, b^t; y^t, -b^t))}{1 + \vec{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; y^{t+1}, -b^{t+1})} \right) \times \left( \frac{(1 + \vec{D}_0^t(x^t, y^t, b^t; y^t, -b^t))}{1 + \vec{D}_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; y^{t+1}, -b^{t+1})} \right) \right]^{1/2} \quad (2)$$

식(2)에서  $\vec{D}_t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; x^{t+1}, y^{t+1}, -b^{t+1})$ 은  $t+1$ 기의 생산활동을  $t$ 기의 생산가능집합과 비교하여 측정되는 거리를 나타내며, ML가 1보다 크면  $t$ 기에 비해  $t+1$ 기의 투입대비 산출의 비율, 즉 총생산성의 증가를 의미하는 반면, 1보다 작으면 총생산성의 감소를 의미한다(Zhang et al, 2011: 2371).

식(3)과 (4)은 식(2)에서 정의된 ML의 분해식이다. 즉, ML은 효율성 변화율(rate of efficiency change: MLEC)와 기술 변화율(rate of technical change: MLTC)로 분해가 가능하다(Zhang et al,

3) 방향거리함수는 소망재가 증가하는 동안 비소망재가 감소하는 방향성만 존재하는 것이 아니라 비소망재가 변화없이 고정되도록 방향을 지정할 수 있는 다양한 방향의 지정이 가능하다(Zhang et al, 2011).

2011: 2371).

$$MLEC_t^{t+1} = \frac{1 + \vec{D}^t(x^t, y^t, b^t; y^t, -b^t)}{1 + \vec{D}^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; y^{t+1}, -b^{t+1})} \quad (3)$$

$$MLTC_t^{t+1} = \left[ \left( \frac{(1 + \vec{D}_0^{t+1}(x^t, y^t, b^t; y^t, -b^t))}{1 + \vec{D}_0^t(x^t, y^t, b^t; y^t, -b^t)} \right) \times \left( \frac{(1 + \vec{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; y^{t+1}, -b^{t+1}))}{(1 + \vec{D}_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; y^{t+1}, -b^{t+1}))} \right) \right]^{1/2} \quad (4)$$

위의 수식(3)과 (4)에서  $t$ 기와  $t+1$ 기의 MLEC와 MLTC 역시 1보다 큰 경우 기술효율성과 기술변화에서  $t$ 기와  $t+1$ 기 사이에 기술효율성의 증가 및 기술진보(technical progress)가 일어났다는 것을 의미하며, 1보다 작은 경우는 순기술효율성의 악화 및 기술변화에서의 퇴보(technical regress)가 나타났다는 것을 의미한다(Zhang et al, 2011: 2371).

### 3. 투입 및 산출변수의 선정

본 연구에서는 17개 광역소방행정서비스의 의용소방대 인력을 포함한 전후의 효율성을 측정하기 위해 투입 및 산출 변수들을 <표 3>과 같이 선정해 보았다. DEA를 활용한 효율성 측정에서 측정치 대비 과도한 수의 투입 및 산출변수의 선정은 효율성 수치의 왜곡을 야기시키기 때문에 투입 및 산출변수는 가장 핵심적인 변수들만으로 한정해 변수선정을 할 필요성이 있다(정재명, 2021).<sup>4)</sup>

먼저, 투입변수로는 소방행정 및 소방력을 구성하는 필수요소들인 소방인력, 소방장비, 소방예산 등을 선정하였다. 이들 중 소방인력은 노동의 대리변수로서 공공부문의 업무들이 노동집약적인 성격을 강하게 띠고 있어 공공부문의 효율성 측정에서 투입변수로 활용되는 대표적인 요소로 선정하였으며, 소방인력은 단일 소방공무원 정원만을 활용한 경우와 여기에 의용소방대 인력을 포함한 전체인력(소방공무원 정원 + 의용소방대 인력) 두가지로 분리해 활용했다. 둘째, 예산과 장비는 자본의 대리변수로서 주로 활용되는 대표적인 변수들이며, 효율성을 측정하는데 있어 예산은 조직의 간접적인 투입을 전반적으로 고려할 수 있도록 해주는 요소라고 볼 수 있다(남궁근 외, 2004). 소방예산은 각 광역 시도 소방본부의 인건비, 기본경비, 정책사업비 등의 총합<sup>5)</sup>을 활용하였다. 소방장비는 소방력의 대표적인 구성요소로서 장비의 보유수준, 활용도가 소방행정서비스의 효율성에 특히 심대한 영향을 미칠수 있기 때문에 투입변수로 선정하였다. 광역소방본부에서 보유하고 있는 소방장비의 수준과 이를 활용하는데 있어서의 숙련도는 소방행정서비스 효율성에 결

4) 본 연구에서는 연구의 편의성을 위해 다년도의 분석기간을 대상으로 하는 맴퀴스트-루엔버거 분석과 단년도를 분석단위로 하는 DEA의 투입 및 산출변수를 일치시켰다.

5) 소방행정서비스의 예산은 인건비, 일반운영비, 여비, 업무추진비, 직무수행경비, 일반보상비, 재료비, 시설비, 부대비, 자산취득비 등으로 구성되어 있다(김덕형 외, 2013).

정적 영향을 미치는 요소라고 볼 수 있다. 특히, 최첨단 소방헬기, 신형 고가사다리차 등을 보유하고 있는 경우와 그렇지 못한 경우 대형화재와 재난 발생 시 피해의 차이는 상당한 정도에 이를 수 있다. 이에 따라 광역소방본부에서 보유하고 있는 소방장비의 총합을 투입변수로 선정하였고, 이에는 펌프차+물탱크차+고가차+화학차+배연차+구조차+구급차+재난지휘차+화재조사차+소방헬기+소방정+무인방수차+재난현장지원차+이륜차+행정 및 교육지원차 등을 포함한다.

산출변수는 선행연구들에서 주로 활용되어 검증된 변수들인 화재진압, 화재예방, 구조·구급 활동 등에 초점을 맞추어 선정하였다.<sup>6)</sup> 이에는 예방행정의 결과물인 화재발생건수와 화재진압의 결과물인 화재피해액, 그리고 구조·구급실적, 예방행정처리건수(사법처리건수+과태료 부과건수+소방안전교육건수) 등을 포함한다. 특히 본 연구에서는 기존 연구들에서 산출변수로 주로 활용되던 화재출동건수<sup>7)</sup>, 화재발생건수(비소망재) 등이 미처 제시해 주지 못하던 화재의 규모와 수준을 나타내 줄 화재피해액(비소망재)를 산출변수로 선정하였다. 아래 <표 6>에서는 효율성 분석을 위한 투입변수와 산출변수들의 내용이 제시되어 있다.

**<표 3> 효율성 분석을 위한 투입요소와 산출요소**

구분	변수(단위)		출처
투입 요소	예산(천원)	인건비+기본경비+정책사업비	소방청 통계연보, 예방 소방행정 통계자료 (2015-2021)
	소방공무원(명)	행정직+기술직+소방직+의용소방대원	
	의용소방대 포함(명)	소방공무원 정원+의용소방대원	
	장비수(대)	펌프차+물탱크차+고가차+화학차+배연차+구조차+구급차+재난지휘차+화재조사차+소방헬기+소방정+무인방수차+재난현장지원차+이륜차+행정 및 교육지원차 등	
산출 요소	화재건수(건)	총 화재발생건수	
	화재피해액(억원)	화재에 의한 전체 금전피해 산출액(억원)	
	구조·구급실적(건)	구조실적(건)+구급실적(건)	
	예방 및 대비 소방행정처리 실적(건)	사법처리건수+과태료 부과건수+화재 및 안전교육훈련건수	

17개 광역소방본부들의 소방행정서비스 효율성 측정결과에 영향을 미치는 환경변수(통제변수)들의 영향요인을 분석한 독립변수 및 환경변수들은 주로 선행연구에서 활용되어 검증된 변수들에 기반해 선정하였다. 종속변수로는 의용소방대 인력의 포함전후의 DEA 측정결과인 기술효율성과 그 구성요소들인 순기술효율성, 규모효율성과 맵퀴스트-루엔버거 생산성 지수 중 6기의 지수를<sup>8)</sup> 선정하였다.

6) Hatry(1999)에 따르면, DEA에서 산출변수의 요건으로는 측정대상의 최종산출물이어야 하며, 계량화가 가능하고, 기관의 활동에 주요한 부분을 형성해야 한다는 점이다.

7) 일반적으로 화재가 발생하면 화재를 진화하기 위해 소방인력이 출동을 하기 때문에 화재출동건수와 화재발생건수는 거의 유사하다고 볼 수 있다.

8) 측정하는 영향요인 변수들의 자료 시기가 2021년이기 때문에 맵퀴스트-루엔버거 생산성 지수 시기를 전체 평균으로 하기보다는 이와 동일한 시기인 6기(2021/2020)로 한정하였다.

한편 광역소방본부의 소방행정서비스는 투입 및 산출요소들 외에 다른 외생변수들인 환경변수들이 효율성에 영향을 미칠 가능성이 크므로 이들을 통제 할 필요성이 제기된다. 특히 광역시와 광역도 사이의 인구 및 자연환경적 차이가 효율성에 영향을 미칠 여지가 있기 때문에 환경적 통제 변수로 도시화 요인과 정책적 요인, 지방재정요인 변수들이 선행연구들에서 주로 활용되어왔다(조문석 외, 2014; 김진동, 2008; 신희영, 2016). 이에 따라 본 연구에서도 선행연구들에서 검증된 방법론을 차용해 통제변수로 도시화 요인과 정책적 요인, 지방재정 요인들과 관련된 변수들을 선정했다. 도시화 요인들로는 관할지역 인구수, 관할지역 면적, 인구밀도, 아파트 거주비율 등의 4개의 변수들이고, 정책적 변수들로는 소방 1인당 관할인구 수, 소방 1인당 관할면적, 지방재정요인 들로는 주민 1인당 GRDP, 광역자치단체의 재정자립도, 주민 1인당 조세액 등을 선정하였다. 아래 <표 4>는 상대적 효율성에 미치는 영향요인을 측정하는 변수들을 정리한 내용이다.

<표 4> 영향요인 측정 변수

구분		변수(단위)		출처
종속 변수	효율성	ML(6기)	맴퀴스트-루엔버거 생산성 지수(6기)	
		기술효율성(CRS)	CCR모형의 효율성 평균	
		순기술효율성(VRS)	BCC모형의 효율성 평균	
		규모효율성(SE)	규모효율성 평균	
통제 변수	재정적 특성	1인당 GRDP(천원)	총 GRDP/인구수	국가 통계 포털
		재정자립도(%)	{(지방세+세외수입)/일반회계수입} X 100	
		주민1인당 조세액	총 조세액/인구수	
	정책적 특성	소방1인당 담당인구수(명)	관할인구수/소방공무원수(의용소방대 포함)	
		소방1인당 담당면적(km <sup>2</sup> )	관할구역 면적/소방공무원수(의용소방대 포함)	
	도시화 수준	관할인구수(명)	관할인구수(명)	
		관할면적(km <sup>2</sup> )	관할구역 면적(km <sup>2</sup> )	
		인구밀도(명/km <sup>2</sup> )	관할 인구수/관할구역규모	
		아파트비율(%)	(아파트 수/전체주택 수)x100	

## IV. 실증분석

### 1. Malmquist-Luenberger 생산성지수 변화율 분석

맴퀴스트-루엔버거 생산성지수 모형을 활용하여 2015년부터 2021년까지 7년간의 의용소방대 인력을 포함한 전후의 광역소방행정서비스 효율성 변화추이를 측정 한 결과는 <표 5>에 나타난 바와 같다. 2015년부터 2021년까지의 ML은 평균적으로 1.64% 증가한 것으로 나타났으며, 의용소방대 인력을 포함해 소방서비스 효율성을 측정 한 결과는 1.67%가 증가한 것으로 나타나 의용소방대 인력을 투입변수에 포함시킬 시 전반적인 효율성은 높아지는 것으로 분석되었다. 전체적인 ML 지

수의 추이에서 특이한 점은 5기(2020/2019)에서 전기(4기)에 비해 22.35%라는 큰폭의 감소가 관측되었다는 점이다. 또한 5기의 의용소방대 인력을 포함할 경우 소방공무원 인력만을 측정할 경우보다 23.16%라는 더 큰 하락현상이 나타났다. 이는 2020년 2월부터 코로나바이러스 사태로 인해 화재예방에 대한 대면교육 등을 진행하기 어려운 여건들 때문에 산출의 양이 대폭 감소한데 기인한 것으로 분석된다. 반면, 사회전반적으로 코로나 사태에 대비가 어느 정도 이루어져 백신접종율이 높아지고 화상교육 시스템 등이 구축된 6기(2021/2020)의 경우는 5기에 비해 25.7%라는 2020년의 감소율을 상회하는 효율성 증가추이를 보여주고 있으며, 의용소방대 인력을 포함한 경우 역시 27%라는 높은 증가율을 나타내고 있다. 이를 근거로 ML 추이를 분석해보자면, 측정된 시기 동안 전반적인 ML의 효율성 수치가 증가해왔고, 잠시 코로나 바이러스의 여파로 효율성이 하락하기도 했지만 소방행정서비스의 효율성은 지속적으로 증가추세를 나타내고 있다고 분석된다. 다만, 의용소방대 인력이 소방행정인력에 포함됐을 시 미세하지만 ML 수치가 높아지는 추세가 나타나고 있다는 점이 특징적이다.

ML지수의 세부구성 요소인 EC와 TC의 변화율을 보자면, EC의 경우는 아주 미세한 0.06%의 감소가 나타났고 TC는 1.7%의 증가를 나타내 이는 기술진보가 ML지수 증가의 주요한 원인인 것으로 분석되었다. 반면, 의용소방대 인력을 포함한 ML지수의 경우에는 EC에서는 효율성이 0.14% 증가한 것으로 나타났으며, TC에서는 1.52% 증가해 소방공무원 인력만을 대상으로 해 기술변화율을 측정할 경우보다 기술진보율에서 미세하지만 약간 낮게 나타나는 것으로 분석됐다. 즉, 의용소방대의 경우 전문적인 소방장비를 보유하고 이를 잘 활용하며 화재진화의 기술적 전문성 등에서 전문적인 소방공무원들과는 차이가 있어 나타난 결과로 풀이된다. 좀 더 세부적으로 EC의 효율성을 구성요소들인 PEC(순기술효율성)과 SE(규모효율성)으로 분해해 분석해보자면, 소방공무원들만을 대상으로 측정한 PEC에서는 0.36%의 감소가 발생했고, SE에서는 0.24%의 효율성 감소가 나타나 아주 미세하지만 순기술효율성의 감소가 약간 더 높게 나타났다. 여기에 의용소방대 인력을 포함해 같은 분석을 실시하면, PEC에서는 0.34%의 감소가 있었고, SE에서는 0.2%의 감소현상이 발생했다. 소방공무원만을 대상으로 한 분석에서 PEC에서는 3기만을 제외하고는 모두 효율성이 감소하는 것으로 나타났으며, SE에서는 효율성 감소와 증가가 엇비슷한 비율로 나타났다. 의용소방대 인력을 포함해 측정한 결과도 대체로 소방공무원들만을 대상으로 한 경우와 거의 유사한 수준으로 측정되었다. 그러나 PEC와 SE에서 나타난 효율성의 감소 수치가 대단히 미미한 수준이기 때문에 효율성을 높이기 위해 전체적으로 규모의 조정이나 경영기법 등에서의 큰 수정변화를 요구하는 수준까지는 아니라고 판단된다.

〈표 5〉 의용소방대 인력의 운용전후 ML 및 구성요소의 시기별 변화율 비교

	ML		EC		TC		PEC		SE	
	소방	의용소방대	소방	의용소방대	소방	의용소방대	소방	의용소방대	소방	의용소방대
1기	0.04	0.0354	0.0091	0.0265	0.0309	0.0089	0.0241	0.0272	-0.0096	-0.0106
2기	0.003	0.0096	-0.0532	-0.0575	0.0563	0.067	-0.0371	-0.0384	-0.0006	-0.0013
3기	0.0019	-0.0037	0.0579	0.0576	-0.056	-0.0613	0.0233	0.0231	0.0504	0.0435
4기	.0201	0.0206	0.0045	0.0154	0.0045	0.0052	-0.0004	-0.0001	0.0006	-0.002
5기	-0.2235	-0.2316	-0.0456	-0.0426	-0.1779	-0.189	-0.0025	0.0007	0.0611	0.0597
6기	0.257	0.2699	0.0128	0.0092	0.2442	0.2607	-0.0289	-0.0328	-0.1161	-0.1014
평균	0.0164	0.0167	-0.0006	0.0014	0.017	0.0152	-0.0036	-0.0034	-0.0024	-0.002

주: Malmquist 생산성지수 및 구성요소의 평균은 기하평균(geometric means)임

아래 〈표 6〉은 각 광역소방본부별 의용소방대 인력 포함 전후의 ML의 시기별 변화율 추이를 나타내고 있다. 소방공무원만을 대상으로 한 ML의 평균변화율을 보면, 총 17개 소방본부 중 8개에서 ML이 감소했고, 8개 소방본부에서 ML이 증가한 것으로 분석되었다. 이러한 ML의 추세동향은 의용소방대 인력을 포함했을 시에는 경기도에서 변화가 있어 9개 소방본부에서 증가가 있었고, 7개 소방본부에서 ML의 감소현상이 나타났다. 이들 중 부산의 14.76%, 14.84%(의용소방대 포함)가 가장 높은 ML의 증가율을 보여주었으며, 다음으로 대구소방본부가 12.4%와 14.17%(의용소방대 포함) 상승한 것으로 나타났다. 반면, 경북소방본부가 9.16%, 9.49%(의용소방대 포함) 하락해 가장 큰 폭의 하락율을 보여주었으며, 충남은 8.67%, 8.77%(의용소방대 포함)의 하락율을 나타냈다. 의용소방대 인력을 포함했을 시 ML의 상승시에는 소방공무원들만을 대상으로 한 효율성 상승 수치에 비해 좀 더 높은 상승률이 나타나고 있으며, 하락시에는 역시 하락율의 폭이 더 커지는 결과를 보여주고 있다.

본 연구결과에서 나타난 특징적인 것은 ML의 하락율을 나타낸 8개 소방본부 중 서울과 대전을 제외한 6개 소방본부가 광역도 단위 소방본부라는 점이다. 이는 코로나 현상에 대한 대비가 부족했던 2020년의 경우 산출, 특히 화재 및 안전교육의 급감으로 소방본부의 효율성 하락에 상당한 영향을 미쳤고 대도시인 광역시보다 광역도 소방본부의 효율성의 하락에 더 큰 영향을 미쳤다고 해석할 수 있다. 대체적으로 광역시의 경우 코로나 사태에 직면하여 백신 등을 접종할 수 있는 병원 등의 인프라가 잘 갖춰져 있으며, 온라인 교육서비스를 구축할 수 있는 기반시설이 좋고 컴퓨터와 스마트폰 등을 잘 활용하는 젊은 인구가 많아 인터넷망을 이용한 화재 및 안전교육 등의 소방행정서비스 산출이 용이한 반면, 광역도는 넓은 관할지역에 농어촌의 경우 코로나 사태에 대비할 수 있는 병원 등의 의료시설 자체가 부족하고 고령인구가 인구의 상당수를 차지하고 있어 컴퓨터와 인터넷망을 활용한 비대면 교육인 온라인 교육 등을 실시할 수 있는 여건에서 불리한 점이 소방행정서비스의 효율성을 하락시킨 원인으로 볼 수 있다. 특히 6기인 2021/2020년의 경우도 광역시 소방본부의 경우는 코로나 여파로 인한 효율성 감소분을 빠르게 회복하고, 오히려 6기의 효율성 증가속도가 5기의 효율성 감소율을 넘어서는 경우가 많으나, 광역도 소방본부 대부분에서는 6기 효율성 증가율이 5기 감소율에 미치지 못하는 것으로 나타났다. 즉, 상당수 광역도 소방본

부의 경우는 2021년도에도 소방행정서비스를 실행함에 있어 코로나 사태의 영향에서 완전히 벗어나지 못하는 모습을 보여주고 있다.

의용소방대 인력을 포함해 측정한 광역소방행정본부의 소방행정서비스 효율성 변화율에서는 소방공무원만을 대상으로 했을 시 효율성 증가를 나타냈던 경기도 소방본부의 효율성이 감소한 것으로 나타나 변화가 있었다. 대체적으로 광역시 소방본부의 경우는 의용소방대 인력을 포함한 효율성은 소방공무원만을 대상으로 한 ML이 감소(-) 할 때는 더욱 감소시키는 효율성 수치를 보여주고 있다. 반대로, 광역도 소방본부의 경우는 ML이 증가할 때는 의용소방대 인력을 포함했을 시 소방공무원들만을 대상으로 한 ML보다 더욱 증가하는 효율성 수치를 나타내주는 경향을 보여주고 있다. 따라서 광역도 소방본부의 경우는 대체적으로 의용소방대 인력을 포함할 시 소방공무원만을 대상으로 한 ML의 평균보다 감소하는 수치를 보여주고 있고, 광역시 소방본부에서는 같은 경우 ML이 증가하는 것으로 분석된다.

〈표 6〉 광역소방본부의 의용소방대 인력 포함시 ML연도별 변화율 및 평균

DMU	ML 1기		ML 2기		ML 3기		ML 4기		ML 5기		ML 6기		ML 평균	
	소방	의용소방	소방	의용소방	소방	의용소방	소방	의용소방	소방	의용소방	소방	의용소방	소방	의용소방
강원	0.0504	0.0504	-0.0124	-0.0124	0.0352	0.0352	0.0408	0.0408	-0.0341	-0.0341	0.0844	0.083	0.0274	0.0271
경기	0.1399	0.1563	-0.0004	0.0697	-0.0635	-0.0656	-0.0175	-0.0275	-0.3272	-0.3272	0.3282	0.189	0.0099	-0.0009
경남	0.0798	0.0806	-0.0611	-0.0611	-0.0516	-0.0516	0.0017	0.0017	-0.173	-0.173	0.1313	0.1313	-0.0121	-0.012
경북	-0.0751	-0.0794	-0.1646	-0.1646	0.0308	0.0308	0.0698	0.0698	-0.2037	-0.2037	0.0282	0.0282	-0.0524	-0.0531
광주	0.0458	0.0463	0.0084	0.0078	0.0562	0.0562	-0.0195	-0.0458	-0.0643	-0.0798	0.2181	0.2438	0.0408	0.0381
대구	0.0406	0.0621	0.0328	0.0226	0.0731	0.0731	0.0784	0.0718	-0.2786	-0.3855	0.7978	1.0059	0.124	0.1417
대전	0.1033	0.0884	0.1251	0.129	-0.0795	-0.1503	0.0644	0.0553	-0.3695	-0.4274	0.0685	0.0909	-0.0146	-0.0357
부산	0.0242	0.0242	0.1018	0.1018	-0.0032	0.0026	0.2278	0.2278	-1.1557	-1.1557	1.6908	1.6893	0.1476	0.1484
서울	-0.0694	-0.0753	0.2623	0.2947	-0.1878	-0.2283	-0.2606	-0.2404	-0.2167	-0.1902	0.191	0.2603	-0.0469	-0.0298
세종	-0.0141	-0.0141	0.0089	0.0089	0.1313	0.1313	0.1456	0.1474	-0.0976	-0.0976	0.1422	0.1422	0.0527	0.053
울산	0.0561	0.0519	-0.0271	-0.023	0.0444	0.0444	0.0702	0.0736	0.0323	0.028	-0.0313	0.0091	0.0241	0.0307
인천	0.0375	0.0428	-0.1247	-0.1444	0.1991	0.1991	0.0607	0.0607	-0.1155	-0.1034	0.1788	0.185	0.0393	0.04
전남	0.0346	0.0353	0.001	0.001	-0.0318	-0.0318	-0.0291	-0.0291	-0.0604	-0.0604	0.0214	0.0214	-0.0107	-0.0106
전북	0.0235	0.0199	0.3125	0.3106	-0.2307	-0.219	-0.0851	-0.0851	-0.1542	-0.1542	0.0209	0.0209	-0.0188	-0.0178
제주	0.2077	0.1607	-0.1987	-0.1742	0.1013	0.1013	-0.0284	0.0069	-0.2421	-0.2348	0.1033	0.093	-0.0095	-0.0079
충남	-0.0514	-0.0829	-0.1016	-0.0926	-0.019	-0.019	0.0578	0.0578	-0.2184	-0.2184	0.0592	0.0592	-0.0456	-0.0493
충북	0.0463	0.0345	-0.1109	-0.1112	0.0285	0.0285	-0.0355	-0.0355	-0.1202	-0.1202	0.3357	0.3357	0.024	0.022

주: Malmquist 생산성지수 및 구성요소의 평균은 기하평균(geometric means)임

## 2. DEA 효율성 분석결과

DEA의 모형을 활용하여 2021년의 단년도 17개 광역소방본부의 소방행정서비스의 효율성을 분석한 결과는 〈표 7〉에 나타난 바와 같다. 먼저, 초효율성 모형에서 소방공무원들만을 대상으로 측

정한 효율성의 전체평균은 1.0261였으며, 효율적으로 평가되는 측정치(DMU)는 부산, 서울 등 전체 17개 광역시도 소방본부 중 7개였다. 그중 부산시 소방본부가 1.6782로 가장 높은 효율성 수치를 나타냈으며, 다음으로 서울과 경기도가 각각 1.6549, 1.3418의 높은 효율성 수치를 나타냈다. 반면, 효율성이 1에 이르지 못해 비효율적인 것으로 평가된 10개 광역시도 소방본부들 중 가장 효율성이 낮게 나타난 곳은 효율적인 측정치 대비 75.09%의 효율성을 보인 전남도 소방본부와 75.53%의 효율성 수치를 나타낸 경북도 소방본부였다. 이들 광역소방본부가 효율적인 측정치가 되기 위해 벤치마킹 대상으로 삼아야 할 소방본부들은 대구, 서울, 세종, 충북도 소방본부였다. 9개 광역도 소방본부의 경우 경기도와 충북을 제외한 7개 소방본부에서 효율성이 1에 이르지 못한 반면, 광역시 소방본부의 경우는 8개 중 5개 소방본부에서 효율성이 1 이상인 것으로 분석되었으며, 이는 광역도에 비해 광역시 소방본부의 효율성이 전반적으로 높은 것으로 해석할 수 있다. 광역도 소방본부의 경우 여건상 넓은 관할면적과 군단위 지역의 높은 노인인구 비중에 의한 온라인 및 비대면 교육의 효율성 저하 등에 그 원인이 있는 것으로 해석된다.

의용소방대를 포함한 경우의 효율성 측정치에서는 서울시가 1.6813으로 소방공무원만을 대상으로 측정된 효율성에서 변화가 없는 부산시를 제치고 가장 높은 효율성 수치를 나타냈다. 이는 서울시가 의용소방대 인력을 부산시보다 더 효율적으로 활용하고 있다고 평가할 수 있는 부분이다. 또한, 서울시, 경기도와 대구시의 경우를 제외하고는 대체로 소방공무원만을 대상으로 측정한 효율성에서 소폭의 상승변화가 나타났다. 경기도는 효율성이 1.3418에서 의용소방대 인력을 포함할 경우 1.013으로 큰 폭으로 감소하였고, 대구시는 1.2088에서 1.5128로 크게 상승한 것으로 나타났다. 즉, 경기도의 경우는 의용소방대 인력을 소방행정서비스의 효율적인 결과물로 이어지게 하는데 있어 다른 시도에 비해 다소 어려움을 겪고 있는 것으로 판단되며, 대구시와 서울시 등은 상대적으로 의용소방대 인력을 효율적으로 잘 운용하고 있는 것으로 평가된다.

참조횟수에서는 대구시 소방본부가 13회로 동료 소방본부들의 가장 많은 벤치마킹 대상이 되었으며, 서울시와 경기도가 각각 10회, 5회로 나타났다. 의용소방대 인력을 포함할 시 본 연구결과에 따르면, 대구시 소방본부가 효율성 수치에서도 가장 높으며 동료 측정치들의 집중적인 벤치마킹 대상이 되어 가장 모범적인 광역시도 소방본부로 평가할 수 있다.

〈표 7〉 효율성 분석결과 및 준거집단

DMU	소방 효율성	의용소방대 포함	준거집단( $\lambda$ )		참조횟수
			소방	의용소방대 포함	
강원	0.7953	0.7923	대구(0.2360);세종(3.5799); 충북(0.2741)	대구(0.3431);세종(4.8945)	
경기	1.3418	1.013	대구(0.7366);서울(0.7616)	대구(0.7036);서울(0.8594); 충북(0.7324)	
경남	0.8354	0.8354	대구(0.3974);서울(0.2764); 세종(0.6102);충북(0.2501)	대구(0.3974);서울(0.2764); 세종(0.6102);충북(0.2501)	
경북	0.7553	0.7553	대구(0.3318);세종(6.8535); 충북(0.1909)	대구(0.3318);세종(6.8535); 충북(0.1909)	



광주	0.9459	0.9498	대구(0.2098);세종(0.0048); 인천(0.1178);충북(0.2175)	대구(0.2555);서울(0.0253); 인천(0.2164)	
대구	1.2088	1.5128	광주(0.3768);부산(0.4404); 인천(0.0899)	광주(0.4866);부산(0.3302)	
대전	0.8645	0.868	서울(0.0260);세종(0.4543); 인천(0.3610)	서울(0.0314);인천(0.4092)	
부산	1.6782	1.6782	대구(0.8706)	대구(0.8706)	
서울	1.6549	1.6813	대구(0.3592);부산(0.7363); 인천(1.1289)	대구(2.0689);부산(0.0192); 인천(0.3187)	
세종	1.0308	1.0308	서울(0.0035);인천(0.1362)	서울(0.0035);인천(0.1362)	
울산	0.8287	0.8269	대구(0.0977);서울(0.0495); 세종(1.0515);충북(0.0583)	대구(0.1014);서울(0.0442); 세종(1.2166);충북(0.0503)	
인천	1.0176	1.0176	대구(0.2544);서울(0.0909); 세종(1.1841);충북(0.2319)	대구(0.2544);서울(0.0909); 세종(1.1841);충북(0.2319)	
전남	0.7509	0.7509	대구(0.2112);서울(0.1382); 세종(3.2554);충북(0.0833)	대구(0.2112);서울(0.1382); 세종(3.2554);충북(0.0833)	
전북	0.8106	0.8106	서울(0.2183);세종(0.5176); 충북(0.2489)	서울(0.2183);세종(0.5176); 충북(0.2489)	
제주	0.9814	0.9656	대구(0.1355);서울(0.0273); 세종(0.5963);충북(0.0921)	대구(0.1285);세종(1.0987); 인천(0.1327)	
충남	0.8281	0.8281	대구(0.1083);세종(3.9812); 인천(0.1531);충북(0.3885)	대구(0.1083);세종(3.9812); 인천(0.1531);충북(0.3885)	
충북	1.1159	1.1159	경기(0.0476);대구(0.2858); 서울(0.1341)	경기(0.0476);대구(0.2858); 서울(0.1341)	
평균	1.0261	1.0254			

〈표 8〉에서는 VRS모형을 활용해 분석한 결과들을 제시하였고 그 내용을 살펴보면, 소방공무원 들만을 대상으로 한 CCR 모형에서의 효율성의 평균은 1.0261이고, 기술효율성의 구성요소인 순 기술효율성(VRS)은 1.1062이며, 규모효율성은 0.96인 것으로 나타났다. 연구 결과 순기술효율성의 비효율성에 비해 규모효율성의 비효율성은 높아서 DEA 효율성 수치에서 나타난 비효율은 규모효율성과 더 큰 원인이 있는 것으로 분석된다. 이를 분석하자면 효율성을 개선하기 위해서는 규모효율성과 관련이 있는 소방 규모의 적절한 변화 등의 문제에 초점을 맞출 필요성이 제기된다. 본 연구에서는 산출에 초점을 맞추었기 때문에 투입(인력, 예산, 장비)의 규모를 고정할 시 산출규모를 늘리는 쪽으로 방향을 잡을 필요가 있다.

의용소방대 인력을 포함할 시, 먼저 경기도의 큰 폭의 효율성 하락은 규모효율성의 비효율성 증가(0.7785→0.5878)에 기인한 것으로 나타났으며, 대구시와 서울시의 효율성 상승은 모두 순기술 효율성의 상승에 기인한 것으로 분석되었다. 이는, 대구와 서울시의 의용소방대 인력의 실제 운용 및 운용전략이 소방행정서비스의 전체 결과물에 상당한 기여를 하는 방향으로 진행되었으며 의용소방대 인력의 운용이 상당히 효율적이라고 볼 수 있다. 경기도의 경우는 의용소방대 인력의 운용이 곧 소방행정서비스의 최종 산출물로 적절히 이어질 수 있는 전략적 운용방안의 수립이 필요한 것으로 판단된다. 충북도 소방본부의 경우는 의용소방대 인력이 포함될 시 규모효율성은 변화가

없으나 순기술효율성이 상당히 하락하는 것(1.4233→1.1644)으로 나타나 의용소방대 인력에 대한 경영방법이나 인력활용 방안에 대한 보다 효율적인 대책을 강구할 필요성이 제기된다.

규모효율성의 비효율성 내용을 설명할 각 측정치의 RTS의 세부내용을 살펴보면, 전체 17개 측정치들 중 9개 광역소방본부에서 규모수익체감(DRS)의 결과가 나왔으며, 8개 측정치에서는 규모수익체증(IRS)를 나타냈다. 의용소방대 인력을 포함 할 경우 큰 변화는 없으나 제주도 소방본부의 경우에 IRS에서 DRS로 변화해 9개 측정치에서 IRS를, 8개 측정치에서 DRS를 나타냈다. 제주도의 경우는 의용소방대 인력이 포함될 경우 오히려 규모의 효율성(SE)가 높아지는 것으로 나타나 소방행정서비스의 효율성을 증대시키기 위해서는 의용소방대 인력을 확대하는 것이 요구된다. 규모수익체증의 결과를 보인 광역소방본부들은 투입물인 인력, 예산, 장비에 대한 보다 확대된 투자를 통해 운영상의 효율성을 개선 할 수 있으며, 규모수익체감의 결과를 나타낸 9개의 소방본부들은 현투입의 수준에서 인력과 장비, 예산 등의 배치, 전환 등과 관련하여 효율성을 높일 최적 방법을 찾고, 동일한 투입상황에서 산출의 규모와 수준을 높이는 방향으로 조직운영 방식을 개선함으로써 효율성을 증진시킬 수 있다.

〈표 8〉 모형별 효율성 비교 및 RTS

DMU	기술효율성(CRS)		순기술효율성(VRS)		규모효율성(SE)		RTS	
	소방	의용소방	소방	의용소방	소방	의용소방	소방	의용소방
강원	0.7953	0.7923	0.7992	0.7992	0.9951	0.9914	DRS	DRS
경기	1.3418	1.013	1.7236	1.7236	0.7785	0.5878	DRS	DRS
경남	0.8354	0.8354	0.8361	0.8361	0.9991	0.9991	DRS	DRS
경북	0.7553	0.7553	0.7716	0.7716	0.9789	0.9789	DRS	DRS
광주	0.9459	0.9498	0.9506	0.9657	0.9951	0.9835	IRS	IRS
대구	1.2088	1.5128	1.2099	1.5732	0.9991	0.9616	IRS	IRS
대전	0.8645	0.868	0.8678	0.8705	0.9962	0.9971	IRS	IRS
부산	1.6782	1.6782	1.7157	1.7157	0.9781	0.9781	IRS	IRS
서울	1.6549	1.6813	2.5037	2.8354	0.661	0.593	DRS	DRS
세종	1.0308	1.0308	1	1	1.0308	1.0308	IRS	IRS
울산	0.8287	0.8269	0.829	0.8288	0.9996	0.9977	DRS	DRS
인천	1.0176	1.0176	1.0245	1.0245	0.9933	0.9933	DRS	DRS
전남	0.7509	0.7509	0.7547	0.7547	0.995	0.995	DRS	DRS
전북	0.8106	0.8106	0.8115	0.8115	0.9989	0.9989	IRS	IRS
제주	0.9814	0.9656	1.0031	0.9672	0.9777	0.9983	IRS	DRS
충남	0.8281	0.8281	0.6346	0.8399	0.9859	0.9859	DRS	DRS
충북	1.1159	1.1159	1.4233	1.1644	0.9583	0.9583	IRS	IRS
평균	1.0261	1.0254	1.1062	1.146	0.96	0.9429		

### 3. 영향요인 분석결과

17개 광역시도소방본부의 소방행정서비스를 대상으로 측정된 효율성에 미치는 영향요인 분석에 활용된 환경변수들에 대한 기술통계량은 아래 <표 12>에 나타난 바와 같다. 도시화변수들을 먼저 살펴보자면, 17개 광역시도의 평균인구는 3,048,766명이었으나 수도권인 서울과 경기도의 인구가 다른 지역의 인구수와 격차가 많이 나 그 편차가 상당히 크게 나타났으며, 소방행정의 관리면적에서는 광역시, 제주도, 세종시와 일반 광역도 간에는 상당한 격차를 나타내기 때문에 실질적인 관찰면적의 편차는 큰 것으로 나타났다. 인구밀도는 서울이 1km<sup>2</sup>당 1,596명으로 전남도의 108명에 비해 무려 15배에 이르렀으며, 전반적으로 광역시의 인구밀도가 광역도 단위에 비해 높은 것으로 나타났다. 아파트거주비율은 신흥개발지역이면서 행정 목적도시인 세종시는 76.9%인 반면 제주도의 경우는 27.5%에 불과했다. 다만, 아파트 거주비율의 편차는 11.5%로 그리 크지는 않았다. 지방 재정변수에서는 1인당 평균 GRDP는 36,730만원이었고, 지역별 편차는 10,478만원으로 큰 편은 아닌 것으로 나타났다. 또한 재정자립도는 전체 평균이 46.8%였고, 편차는 15.1%여서 큰 차이는 나타나지 않았다. 이들 중 서울의 재정자립도가 81.4%로 17개 광역자치단체 중 가장 높았다.

<표 9> 분석변수의 기술통계량

	평균	SD	최소값	최대값
CRS	0.8767	0.0941	0.7568	1.0000
VRS	0.9147	0.0915	0.7816	1.0000
SE	0.9595	0.0558	0.7698	1.0000
인구(명)	3,048,766	3,373,885	355,831	13,427,014
관리면적(km <sup>2</sup> )	1,045,243,257	791,943,399	142,495,482	3,378,712,218
인구밀도(명)	0.0032776	0.00346239	0.00108	0.01596
아파트거주비율(%)	53.9	11.5	27.5	76.9
1인당 GRDP(천원)	36,730	10,478	23,883	65,112
재정자립도(%)	46.8	15.1	28.1	81.4

최소자승 회귀분석 방법을 활용하여 효율성 및 효율성의 구성요소에 미치는 영향요인들, 특히 통제변수인 환경변수들과 효율성과의 관계성을 분석한 결과를 살펴보고자 했고 그 결과는 다음 <표 10>에 나타난 바와 같다. 다만, 규모효율성(SE)를 제외한 다른 효율성들, 즉 기술효율성과 순기술효율성, ML 모두에서 소방공무원 단독으로나 의용소방대 인력을 포함한 경우 모두에서 환경변수들과 통계적으로 유의미한 관계가 나타나지 않았으며 오직 규모효율성에서만 환경변수들과의 유의미한 관계성을 보여주었다.

먼저, 규모효율성(SE)에 대한 환경변수들의 영향수준을 소방공무원들을 대상으로 했을 때 지방자치단체의 재정자립도(정(+))와 인구밀도(부(-))에서만 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 지방자치단체의 재정자립도가 높다는 것이 소방행정서비스의 효율성에 긍정적 영향을 미친

다는 점을 나타내고 있으며, 아직까지 광역자치단체 수준에서 소방행정서비스의 규모효율성은 광역지자체의 재정자립도에 상당부분 의존한다는 것을 의미한다고 해석할 수 있다. 인구밀도는 규모효율성에 유의미한 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 도시화의 영향으로서 인구밀도가 높다는 것은 좁은 면적에 많은 인구가 거주해야 하고 건물들이 고층화, 밀집화 될 수 밖에 없으며, 밀집된 고층 건물들에 한번 화재가 나면 대형 인명사고로 이어질 수 있는 구조로 소방쪽에서는 이를 방지하기 위해 고가의 소방헬기, 고가사다리차 등을 다량으로 보유해야만 한다는 것을 의미한다. 즉, 지자체의 재정여건에 따라 좀 더 다수의 고가와 첨단 소방장비를 보유하는지가 결정되고, 보유하다고 해도 효율성 측면에서 화재의 빈도에 따라 이러한 장비는 자주 사용하지 못할 가능성도 높기 때문에 인구밀도가 높다는 것은 규모효율성 측면에서 부정적 영향을 미칠 가능성이 높은 것으로 해석된다.

둘째, 의용소방대 인력을 포함한 경우의 규모효율성에 대한 환경변수의 영향요인에 관해 살펴보면, 지방자치단체의 재정자립도와 면적에서는 유의미한 정(+)의 영향을 미치고, 주민1인당 세금납부액, 소방1인당 담당면적, 인구수, 아파트 거주비율, 인구밀도 등에서는 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 의용소방대 운용이 결국 지자체의 재정에 크게 의존하고 있기 때문에 나타나는 현상이라고 볼 수 있으며, 지자체 관할 면적이 클 경우 보유한 소방인력과 장비에 대해 규모의 경제효과가 나타나 이러한 결과를 보인 것으로 풀이된다. 반면, 주민 1인당 세금납부액이 높다는 것은 주민들이 소득이 높고 그만큼 산업시설이 많다는 것을 의미하며, 이는 다양한 산업시설에서 대형화재가 발생할 가능성이 높고 그 피해가 대규모화 되는 것으로 해석되어 부정적 영향을 미친 것으로 볼 수 있다. 또한 전체적으로 면적이 넓은 것은 규모의 경제가 발생할 수 있지만, 1인당 담당면적이 넓다는 것은 소방 1인당 개인적으로 관리 감독을 해야 할 주민수와 면적이 넓기 때문에 화재의 발생 시 진화의 어려움으로 이어질 수 있다고 볼 수 있어 규모효율성에 부정적 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다. 또한, 인구수, 면적, 아파트 거주비율, 인구밀도 등은 모두 인구밀집도와 고층화와 관련성이 높으므로 소방효율성에 부정적 영향을 미친 것으로 분석된다.

소방공무원들을 대상으로 한 규모효율성과 환경변수들의 관계성 분석과 의용소방대 인력을 대상으로 한 영향요인 분석에서는 상당한 차이가 있었다. 즉, 소방공무원들을 대상으로 한 환경변수가 규모효율성에 미치는 영향에서는 재정자립도와 인구밀도만 영향을 미쳤다면, 그 지역 주민으로 구성된 의용소방대 인력을 포함한 관계성에서는 재정자립도와 인구밀도에 더해 주민1인당 세금납부액, 소방1인당 담당면적, 인구수, 면적, 아파트 거주비율, 인구밀도 등 제시된 거의 대부분의 환경변수들이 영향을 미친 것으로 나타났다. 이는 정규 소방공무원들에 비해 의용소방대 인력은 결국 본인들이 거주하고 있는 지역 주민이면서 생활자체가 지역사회와 밀접한 영향을 맺고 있기 때문에 환경변수들에 크게 영향을 받는 것으로 분석된다.

〈표 10〉 영향요인 실증분석 결과

	소방				의용소방대 포함			
	SE(규모효율성)				SE(규모효율성)			
	$\beta$	S.E	t	유의확률	$\beta$	S.E	t	유의확률
(상수)		.563	3.158	.016		.069	19.141	.000
주민1인당 세금납부액	-.736	.000	-1.397	.205	-.348	.000	-4.776	.002***
1인당GRDP	.074	.000	.369	.723	.025	.000	.653	.535
재정자립도	1.742	.006	2.655	.033**	.556	.001	6.207	.000***
소방1인당 담당인구수	-.971	.000	-.873	.411	.126	.000	.846	.425
소방1인당 담당면적	-.723	.000	-1.814	.113	-.262	.000	-3.510	.01***
인구수	1.649	.000	1.028	.338	-1.161	.000	-7.712	.000***
면적	-.050	.000	-.057	.956	.249	.000	2.414	.047**
아파트 거주비율	-.586	.003	-1.737	.126	-.214	.001	-3.613	.009***
인구밀도	-1.37	21.05	-2.663	.032**	-.353	4.217	-3.308	.013**
R제곱	0.855				0.995			
수정된 R제곱	0.669				0.990			
F	4.593				169.820			
유의확률	0.028**				0.000***			

주) 유의확률: \*\*\*=p<.01; \*\*=p<.05; \*=p<.10

## V. 결론 및 시사점

본 연구는 17개 광역소방본부들의 소방행정서비스에 대한 정태적·동태적 효율성을 의용소방대 인력의 포함 전후로 나누어 비교·분석했다. 이를 위해 2015년부터 2021년까지 7개년 6기 기간 동안의 효율성 변화를 막귀스트-루엔버거 생산성지수 모형을 활용해 분석하였으며, 측정가능한 최신 연도인 2021년 단일연도의 상대적 효율성을 측정했다. 또한, 효율성 결과들에 미치는 환경변수들의 영향요인을 분석하기 위해 회귀분석을 실시하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 2015년부터 2021년까지의 순수 소방공무원만을 대상으로 측정했을 시 ML은 평균적으로 1.64% 증가한 것으로 나타났으며, 의용소방대 인력을 포함해 소방서비스 효율성을 측정한 결과는 1.67%가 증가한 것으로 나타나 의용소방대 인력을 투입변수에 포함시킬 시 전반적인 ML은 미세하게 더 높아지는 것으로 분석되었다. 둘째, 코로나 사태가 진행된 2020년의 경우 효율성이 전년도에 비해 22.35%, 23.16%(의용소방대 포함) 급감하였으며, 2021/2020년에는 코로나에 대한 대응 시스템들이 작동되면서 25.7%, 26.99%(의용소방대 포함) 효율성 상승을 나타내 코로나 이전 수준의 효율성을 회복한 것으로 나타났다. 셋째, ML지수의 세부구성 요소들을 측정한 결과, 순수 소방공무원만을 대상으로 했을 시 EC에서는 0.06% 감소가, TC에서는 1.7%의 증가가 나타났고, 의용소방대 인력을 포함했을 시 EC에서는 0.14%, TC에서는 1.52% 각각 증가해 의용소방대 인력을 포함

한 경우는 정규 소방공무원들만을 대상으로 한 경우보다 EC에는 긍정적 영향을 미쳤으나 TC에서는 부정적 영향을 미친 것으로 나타났다. 넷째, SE의 세부 구성요소들을 분석한 결과, PEC에서는 0.36%, SE에서는 0.24%의 감소가 나타났으며, 의용소방대 인력을 포함할 경우 PEC에서는 0.34%, SE에서는 0.2%의 감소가 나타나 의용소방대 인력이 포함되면 순기술효율성과 규모효율성에서 감소가 일어나는 것으로 나타났다. 다섯째, 2021년 단일연도의 초효율성 모형에서 소방공무원만을 대상으로 측정했을 시 전체평균은 1.0261이었으며, 7개 소방본부가 효율적인 것으로 평가되었다. 반면 의용소방대를 포함한 효율성은 1.0254로 큰 변화가 없었으며, 경기도가 기존의 효율성에서 의용소방대를 포함할 경우 가장 큰 폭의 효율성 하락을 경험했고, 대구는 가장 큰 폭의 효율성 상승을 나타냈다. 마지막으로, 환경변수들의 영향요인 분석결과 소방공무원들만을 대상으로 했을 때는 재정자립도(+)와 인구밀도(-)만 영향을 미쳤으나, 의용소방대 인력을 포함했을 시 재정자립도와 면적(+), 주민 1인당 세금납부액(-), 소방 1인당 담당면적(-), 인구수(-), 면적(+), 아파트 거주비율(-), 인구밀도(-) 등 제시된 거의 대부분의 환경변수들이 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

이를 바탕으로 정책적 시사점을 제시하면 다음과 같다.

먼저, 소방행정서비스에 대한 ML의 평균은 전반적으로 증가하는 추세를 보이고 있으며, 미세하지만 의용소방대 인력을 포함할 시 소방행정서비스의 효율성은 더욱 증가하는 것으로 판명되어 의용소방대 인력은 궁극적으로 광역소방본부가 시행하고 있는 소방행정서비스의 효율성 증진에 도움이 된다고 해석할 수 있다. 특히, 대구시나 서울시의 경우 의용소방대 인력이 포함될 시 소방행정서비스의 효율성이 상당히 높아지는 것으로 나타나 의용소방대 인력의 효율적 운용은 궁극적 소방행정서비스의 효율성에 긍정적 영향을 미친다는 것을 본 연구의 측정결과로 파악되었다. 따라서, 각 광역소방본부에서는 현행 의용소방대 인력의 효율적 운용방안에 대한 중장기적, 전략적 분석을 진행해 볼 필요성이 제기된다. 특히 대형산불과 각종 재난이 빈발하고 있는 현실에서 현행 정규 소방인력만으로는 지속적인 효율성을 증진시키기에 한계에 봉착할 수 있기 때문에 이를 타개하는 방안으로 의용소방대 인력의 체계적 운용방안을 마련하는 것이 보다 현실적인 대안이 될 수 있을 것이다.

둘째, 2020년 코로나 바이러스로 인해 발생했던 소방효율성의 급격한 하락은 여러 가지 신속한 대응시스템의 구축으로 2021년부터 다시 원상복귀된 것으로 나타났다. 이는 코로나로 인해 그동안 각종 단체와 학교 등을 방문해 실시해 왔던 대면 소방교육 등을 시행하지 못함으로 인해 일시적으로 나타났던 현상이었지만, 비대면 온라인 교육시스템의 구축 등으로 신속히 대처하고 백신과 마스크 등의 지속적인 보급 등의 발빠른 국가적 노력으로 코로나 이전 수준의 효율성을 회복할 수 있었던 것으로 해석된다. 결국 이러한 내용을 중심으로 판단하건대 앞으로의 대면 소방안전교육 등은 온라인 교육 시스템을 잘 구축하고 이를 오프라인 교육과 온라인 교육을 적절히 잘 배합해 활용하는 것이 코로나 19 사태와 같은 유사시 뿐만 아니라 평시에도 거리 및 장소에 구애됨이 없는 소방안전교육을 지속적으로 시행함으로써 소방행정서비스의 효율성을 높일 좋은 방안이 될 수 있을 것이다. 다만, 광역도의 경우 고령인구 비율이 높은 곳에서는 인터넷 및 온라인 접근성이 떨어져 효율성을 높이는 좋은 방안이 되지 않는 것으로 나타나 온라인 교육보다는 오프라인

교육 위주로 좀 더 짜임새 있는 교육시스템을 구축하는 것이 필요하며, 이를 당해 지역 주민인 의용소방대 인력과 협력해 운영하는 방안도 추진해 볼 필요성이 제기된다.

셋째, ML지수의 세부 구성요소들에서 의용소방대 인력은 새로운 경영기법 도입과 인력운용 등을 포함하는 기술효율성에서는 긍정적 영향을 미쳤지만 기술효율성에서는 부정적 영향을 미쳤다는 점을 주목할 필요성이 있다. 즉, 의용소방대가 지니고 있는 장비들은 정규 소방대의 전문적인 화재진압장비들에 비해 상당히 열악한 현실 때문에 나타나는 현상으로 볼 수 있다. 변성수 외(2018)에 따르면, 현행 의용소방대가 기술적으로 전문적이기 어려운 이유로 교육훈련 시간이 충분하지 않으며, 인력과 장비가 모두 부족하며, 특히 헬멧과 방화복을 지급받지 못한 경우도 발생하며, 의용소방대의 출동수당이 낮게 책정되어 있다는 문제점을 제시하고 있다. 이러한 문제점을 극복하고 의용소방대의 기술효율성을 높이는 방안은 장기적으로 의용소방대의 역할을 화재진압과 대형산불 등 재난상황과 소방안전 교육 등에서 어느 정도 수준까지 확대 및 발전시켜 지원할 것인가에 대한 소방당국과 정부의 정책적 판단에 달려있다고 보여진다. 다만, 최근의 대형산불과 태풍, 그리고 지역의 대규모 화재의 빈발성, 또 이태원 참사, 오송지하차도 참사 등과 같은 일련의 상황에 비춰보면 앞으로 정규 소방인력만으로는 급속히 증가하는 대형재난에 효율적으로 대처하기는 쉽지 않을 것으로 판단되기 때문에 지역에 거주하면서 지역을 잘 알고 있는 의용소방대를 강력한 재난들을 대비하는데 보다 전략적이고 적극적으로 활용할 시스템을 구축하는 것이 효율적인 대안이 될 수 있다고 보여진다. 이를 위해서는 의용소방대에 보다 더 전문적이고 효율성이 높은 화재 진압장비와 재난대비장비 등을 보급하고 이의 활용에 대한 체계적이고 상시적인 교육을 실시할 필요성이 제기된다.

넷째, 환경변수들이 효율성에 미치는 영향에 대한 분석에서는 규모효율성에서만 통계적으로 유의미한 상관관계가 나타났으며, 특히 의용소방대 인력을 포함할 경우 측정된 거의 대부분의 환경변수들과 유의미한 관련성이 나타나 이에 대한 대비가 필요하다. 결국 의용소방대 인력의 운용을 위한 재정적인 면의 상당한 부분은 지방자치단체의 재정에 의존할 수 밖에 없고, 또 의용소방대 인력은 관할지역에 직업을 가지고 있으며 직접 거주하고 있는 주민들이기 때문에 지역사회와의 긴밀한 연계성을 띠고 있다는 점을 영향요인 분석에서 확인할 수 있었다. 따라서 이태원 참사, 오송지하차도 참사 등과 관련된 사안에서 나타난 바와 같이, 기존 소방 및 경찰 인력으로 대처가 미흡했던 지역사회의 여러 가지 재난 상황에서는 재난지역의 지근거리에 위치하고 있는 의용소방대 인력의 전문성을 높이는 다양한 노력을 기울임으로써 이들의 전문성과 근접성을 적극 활용할 필요성이 제기된다. 이는 의용소방대에 대한 당국의 인식 전환과 더불어 중장기적인 정책적 플랜을 통해 달성가능한 사안이다. 현재 우리나라 현실에서 미국, 독일, 일본 등의 수준으로 의용소방대의 수준을 높이는 어려울지라도 이미 존재하고 있는 중요한 자원을 체계적으로 교육시키고 적절한 지원을 통해 이를 발전시키고 활용함으로써 전반적인 국가의 방재수준을 높일 수 있는 전략적 사고를 할 필요성이 제기된다(이주호 외, 2020).

## 참고문헌

- 고경훈·박해육·주재복. (2005). 소방력 운용기준에 관한 연구: 소방인력 산정 모형을 중심으로. 「한국사회와 행정연구」, 16(3): 349-367.
- 김덕형·이동규. (2013). 광역소방본부별 소방행정서비스의 동태적 효율성 분석: 시·도 소방본부를 중심으로. 「한국위기관리논집」, 9(1): 25-46.
- 김원중. (2022). 의용소방대의 효율적 업무수행을 위한 법제도 개선 방안. 「토지공법연구」, 98: 205-223.
- 김진동. (2008). 소방력에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 「한국화재소방학회 논문지」, 22(2): 9-19.
- 김진동·신상열. (2013). 구급서비스 수요와 소방력에 관한 연구. 「한국산학기술학회 논문지」, 14(9): 4485-4491.
- 김형도·이시영. (2017). 해외 의용소방대 활동의 운영체계 비교 고찰에 관한 연구. 「한국화재소방학회 논문지」, 31(6): 99-106.
- 김형도·이시영. (2017). 우리나라 의용소방대의 효율적인 운영에 관한 개선방안 연구. 「한국화재소방학회 논문지」, 31(5): 95-106.
- 남궁근·하혜수. (2004). DEA에 의한 공공서비스 투입자원 재배분방안 연구: 경기도의 소방서비스를 중심으로. 1(1): 1-24.
- 류상일. (2014). 소방 국가직 필요성에 대한 연구. 「서울행정학회 학술대회 발표논문집」, 71-112.
- 류종용·조문석·김지성·이창원. (2018). 우리나라 소방력 배치 기준 개선 방향에 관한 연구: 소방력 기준에 관한 규칙 개정과정을 중심으로. 「한국정책과학학회보」, 22(3): 47-73.
- 류상일·최호택. (2011). 지방행정체제 개편에 따른 효율적 소방력 개선방향: 통합창원시 사례를 중심으로. 「한국위기관리논집」, 7(1): 143-158.
- 박천일·임영재. (2007). 소방 인력 및 조직진단을 통한 21세기 소방체계의 발전 방안. 「2017년 한국정책과학학회 학술대회 발표논문집」, 25-55.
- 백민호·이해평. (2006). 한국 소방력 배치의 실태 분석. 「한국화재소방학회 논문지」, 20(1): 55-70.
- 변성수·신우리·조성. (2018). 소방취약지역의 소방서비스 향상을 위한 의용소방대 역량 강화. 「한국융합과학회지」, 7(3): 168-181.
- 소방청. (2014-2022). 「소방청 통계연보」.
- 소방청. (2014-2022). 「예방소방행정 통계자료」.
- 송상훈·류민정. (2010). 「경기도 소방조직 효율화 연구」. 경기연구원.
- 신봉수. (2005). 한국 소방행정체제의 발전방안에 관한 연구. 전남대학교 행정대학원 석사학위논문.
- 신희영. (2016). 「소방환경요인이 소방수요에 미치는 영향요인 분석」. 부산대학교 대학원 석사학위논문.
- 양기근·이재욱·박준휘. (2018). 지역사회 재난안전관리의 효율화 방안: 의용소방대를 중심으로. 「한국위기관리논집」, 14(11): 107-121.
- 양기근·이주호·류상일·이민규. (2013). 한국 위기관리 연구경향 분석Ⅱ: 소방행정 분야를 중심으로. 「한국위기관리논집」, 9(10): 53-68.



- 유금록. (2010). 예산의 효율성 평가: 소방예산에 대한 부트스트랩 자료포락분석의 적용. 『한국지방재정학회』, 15(2): 29-55.
- 이원주·문광민. (2021). 광역자치단체의 의용소방대 운용과 소방행정의 효율성 관계에 관한 연구. 『한국화재소방학회 논문지』, 35(3): 82-98.
- 이원주. (2018). 의용소방대 조직의 학술적 개념 변화: 자원봉사단체에서 관변단체의 행정말단조직으로. 『한국화재소방학회 논문지』, 32(4): 95-102.
- 이원주·권신영. (2017). 의용소방대 설치 및 운영에 관한 법률의 시행으로 인한 의용소방활동의 학술적 개념 변화. 『한국화재소방학회 논문지』, 31(5): 87-94.
- 이일규·황의홍·최돈묵. (2019). 의용소방대 활성화를 위한 발전 방안 연구. 『한국방재학회논문집』, 19(5): 143-150.
- 이정동·오동현. (2012). 『효율성 분석이론: DEA 자료포락분석법』. 서울: 지필미디어.
- 이재욱. (2022). 의용소방대 활용의 발전방안에 관한 연구. 『국가위기관리학회보』, 9(2): 1-13.
- 이재연. (2001). 소방생산성 측정 및 개선에 대한 고찰. 『소방논집』, 제11호.
- 이주호·박영화. (2015). 광역소방행정체제 하에서 소방행정서비스 효율화를 위한 협력방안. 『한국위기관리논집』, 11: 25-43.
- 이주호·김동균·이재은. (2020). 의용소방대 역할 및 운영 활성화 방안: 해외 주요 국가의 의용소방대 운영의 특징을 중심으로. 『Disastronomy』, 3(1): 21-42.
- 임동균·이재은·권설아·이주호. (2020). 의용소방대 역량 강화를 위한 실증 분석: 충북 의용소방대원의 인식분석을 중심으로. 『지역정책연구』, 31(2): 151-175.
- 정재명. (2021). 국가소방행정체제로의 전환에 따른 소방행정서비스의 효율성 변화분석: 『지방정부연구』, 25(3): 21-49.
- 조문석·이창원·임재진. (2014). 지방자치단체 소방서비스 효과성에 미치는영향에 대한 연구: 지역 재정역량과 소방역량을 중심으로. 『현대사회와 행정』, 24(4): 293-314.
- 최준호·최충익. (2018). 대규모 재난대비를 위한 의용소방대 활용방안과 시사점. 『한국화재소방학회 논문지』, 32(5): 87-94.
- Anderson, P., & Peterson, N.C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Science*, 39: 1261-1264.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1987). Measuring Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 1: 429-444.
- Coelli, T. J., Rao. D. S. P., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Second Edition. New York: Springer.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Second Edition. New York: Springer.
- Dalton, T. C., & Dalton, L. C. (1988). The Politics of Measuring Public Sector Performance: Productive an the public organization. In R. M. Kelly(eds.) *Promoting Productivity in*

- the Public Sector. Policy Studies Organization Series. London, UK: Palgrave Macmillan.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120(3): 253-290.
- Hatry, P. H., & Fisk, D. M.(1992). Measuring Productivity in the Public Sector. M. Holzer. ed. *Public Productivity Handbook*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Scheel, Holger.(2001). “Undesirable Outputs in Efficiency Valuations”. *European Journal of Operational Research*, 132: 400-410.
- Zhang,C., Liu, H. Bressers, H. T. A., K. S.(2011). “Productivity Growth and Environmental Regulations - Accounting for Undesirable Outputs: Analysis of China’s Thirty Provincial Regions Using the Malmquist-Luenberger Index”. *Ecological Economics*. 70: 2369-2379.

---

정재명(鄭載明): Arizona State University The School of Public Affairs에서 행정학 박사학위(2005)를 취득하고 현재 경상국립대학교 행정학과 교수로 재직 중이다. 관심분야는 인사행정, 행정윤리, 행정이론, 행정효율성 등이다.(jmyung94@gnu.ac.kr)

## Abstract

### Comparative analysis of the efficiency of firefighting administrative services before and after the operation of the volunteer fire brigade

Jung, Jae-Myung

This study compared and analyzed the static and dynamic efficiency of the fire administration service of 17 metropolitan fire departments before and after the inclusion of volunteer fire brigade personnel. To this end, the change in efficiency over a period of 7 years and 6 periods from 2015 to 2021 was analyzed using the Malmquist-Luenberger productivity index model, and the relative efficiency of a single year in 2021 was measured. As a result of the study, the result of measuring the efficiency of the fire service including the personnel of the volunteer fire brigade from 2015 to 2021 showed an increase of 1.67%. Second, as a result of measuring the detailed components of the ML index, when the volunteer fire brigade personnel were included, the EC increased by 0.14% and the TC increased by 1.52%, respectively. had a positive effect on , but had a negative effect on TC. Third, as a result of analyzing the detailed components of SE, when the volunteer fire brigade manpower is included, a decrease of 0.34% in PEC and 0.2% in SE was found, resulting in a decrease in net technical efficiency and scale efficiency. Fourth, when measured only for firefighters in the super-efficiency model for a single year in 2021, the overall average was 1.0261, and 7 firefighting headquarters were evaluated as efficient. On the other hand, the efficiency including the volunteer fire brigade did not change much at 1.0254, and Gyeonggi-do experienced the largest efficiency drop when the volunteer fire brigade was included in the existing efficiency, and Daegu showed the largest increase in efficiency. In the analysis of factors influencing scale efficiency, financial independence and area of jurisdiction had a positive (+) effect when the volunteer fire brigade was included. On the other hand, negative (-) effects were found in population density, tax payment per resident, area in charge of firefighting per person, number of people, apartment residence rate, and population density.

Key Words: Fire Administration Service, Volunteer Fire Brigade, Data Envelope Analysis, Malmquist-Luenberger Productivity Index, Influencing Factor Analysis