「지방정부연구」 제25권 제3호(2021 가을): 21-49
The Korean Journal of Local Government Studies, Vol.25 No.3 (2021 Autumn)
http://dx.doi.org/10.20484/klog.25.3.2

국가소방행정체제로의 전환에 따른 소방행정서비스의 효율성 변화분석

정 재 명

국문요약

본 연구는 2020년 4월 1일부터 시행된 국가소방체제로의 전환효과를 분석하기 위해 17개 광역시도 소방본부의 소방행정서비스에 대해 효율성 변화를 측정했다. 이를 위해 먼저, 2012년부터 2020년까지 9년간의 소방행정서비스 활동에 대한 효율성 및 생산성 변화추세를 맘퀴스트-루엔버거 생산성 지수 모형을 이용하여 국가소방체제로의 전환이전과 이후의 효율성 변화율을 비교·분석하였으며, 둘째, 국가소방체제로 전환한 2020년 단일년도의 효율성을 측정하고 이의 영향요인을 분석하였다. 연구 결과, 2012년부터 2020년까지의 9개년 8기에 걸친 효율성 변화율 분석에서는 연평균 1.74% 상승추세를 보여줬으며, 생산성지수의 세부구성요소 중 PSE를 제외하고는 모든 구성요소에서 상승률이 나타나 ML의 상승은 주로 EC가 가장 큰 영향을 미치고 이에 더해 TC도 생산성의 증가에 긍정적 영향을 준 것으로 분석되었다. 국가소방체제로의 전환이후의 ML은 6.57% 상승해 전환이전 연평균 1.74% 증가보다는 높은 상승률을 나타냈다. 다음으로, 2020년 단일년도의 효율성 분석에서는 평균 87.67%의 효율성 수치가 나왔으며, 17개 광역시도 소방본부 중 3개 본부가 효율적인 것으로 평가되었다. 비효율성이 발생한 원인은 주로 순기술효율성에 기인하는 바가 컸으며, RTS 측정에서는 9개 본부에서 규모수익체감을 5개 본부들이 규모수익체증을 나타냈다. 효율성에 대한 영향요인 분석에서는 인구규모와 1인당 GRDP, 재정자립도에서 유의미한 정(+)의 효과가 있었으며, 관할면적의 규모, 아파트거주 비율, 인구밀도 등에서는 역(-)의 효과가 나타났다.

주제어: 소방행정서비스, 비소망재, 자료포락분석, 맘퀴스트-루엔버거 생산성지수, 토빗회귀분석

Ⅰ. 서론

2020년 4월 1일을 기해 우리나라 소방행정은 큰 변화를 겪게 된다. 즉, 대통령·소방청장이 임용하는 국가소방공무원과 시·도지사가 임용하는 지방소방공무원으로 이원화되어 있던 소방공무원의 임용권 및 계급체계를 국가로 일원화하는 등의 내용을 기반으로 한「소방공무원법」(법률 제16768호, 2019. 12. 10. 공포, 2020. 4. 1. 시행) 및「지방공무원법」(법률 제16775호, 2019. 12. 10. 공포, 2020. 4. 1. 시행)이 개정되었다. 이는 지금까지 중앙과 광역소방행정으로 이원화되어 있던 우리나라 소방행정체제가 국가단일소방행정체제로 전환되었다는 것을 의미한다. 이에 따라, 전환이전까지의 소방공무원은 국가직(중앙)과 지방직 공무원으로 분류되었으나 이후로는 국가직 공무

원 내에서 중앙과 시도 근무 공무원으로 구분된다. 물론 예산, 인력 등에 있어서 중앙소방청의 완전한 지휘하에 소속되는 국가소방행정체제로의 전환이 이루어진 상태는 아니라는 한계점이 존재하지만[1] 완전한 국가소방행정제제로 나아가는 방향으로 전환되고 있는 과도기로서 우리나라 소방행정의 근간이 되는 운영체제의 근본적 변화가 일어나고 있다는 점에서 시사하는 바가 크다고 할 수 있다.

그동안 중앙과 광역지자체단체로 이원화된 소방행정체제는 소방행정서비스의 조직, 인사, 재정적 측면에서의 행정효율성 및 공급되는 소방행정서비스의 질에 대해 많은 비판을 받아 왔다(류상일, 2014; 김진동 외, 2013; 류종용 외, 2018; 류상일 외, 2013; 이용환 외, 2017; 정병수 외, 2013; 박천일 외, 2007; 조문석 외, 2014). 특히, 소방행정의 특성 상 재난의 범위가 광범위 할 시 통합적 대응체계 구축이 미흡하고, 신종 유해물질 등 새로운 소방대상물에 대한 대응이 어려우며, 전문성의 저하로 인한 소방공무원의 사기 저하가 우려되며, 예방에 중점을 둔 소방행정의 특성상 지자체의 예산배정 우선순위에서 밀리는 경우가 많았으며, 지자체의 재정수준에 따라 공급되는 소방행정서비스의 질 차이가 크다는 점에서 과거 이원적 소방행정체제는 소방행정서비스의 효율성에 최적화된 시스템이라고 인정하기는 어려운 점이 많았다(박천일 외, 2007). 소방이 경찰 및 군과 더불어 국민들의 생명 및 안전을 책임지는 공공재라는 측면에서 효율적인 소방행정서비스 공급체계를 구축하고 실현하는 일이 대단히 중요한 부분임은 주지의 사실이다. 즉, 소방행정의 효율성은 재난피해를 줄이기 위한 대응시간의 적시성, 대응규모의 적절성, 대응활동의 효과성을 모두 포함하는 것으로, 만약 그 효율성이 떨어진다면 주민들뿐만 아니라 현장의 소방대원들의 안전에도 직접적 악영향을 미친다는 점에서 그 심각성이 크다고 할 수 있다(김진동, 2008). 특히, 최근에는 소방행정서비스의 업무범위가 본래의 고유한 업무인 화재진압에서 구조·구급 서비스 및 재난, 재해에 대한 현장대응, 생활안전 등으로 점점 더 확대되어 왔으며, 이에 따라 화재진압이라는 고유의 전문적인 영역으로부터 적극적인 대민서비스 및 봉사업무로 그 외연을 확장해 나가고 있다(김덕형 외, 2013). 따라서 소방행정서비스의 효율성의 의미는 이제는 화재진압이라는 전문적인 효율성에 더해 대민서비스 행정의 효율성까지 함께 의미하는 것으로 확장되어 그 중요성이 한층 강화되고 있다.

그러나 소방행정서비스의 효율성을 측정해보고 이를 분석하는 연구들은 국내에서는 극히 소수에 불과한 현실이다(이원주 외, 2021; 김덕형 외, 2013; 유금록, 2010; 남궁근 외, 2004). 특히, 이러한 연구들조차 분석기법과 연구모형의 한계점으로 인해 여러 가지 불완전성을 노정하고 있다. 이에 본 연구는 선행연구들이 갖는 방법론상의 한계점들을 개선해 보다 더 정확하고 체계적인 소방행정서비스에 대한 효율성 분석을 실시하고자 한다. 본 연구의 목적은 먼저, 2020년 4월 1일부터 시행된 국가소방체제로의 전환에 따른 효율성 변화수준을 측정해 보고 이를 이전의 이원적 소방

1) 2020년 4월 1일부터 소방공무원의 지방직 / 국가직 구분이 사라지고 모두 국가직으로 통합 전환되었으나, 소방본부의 관할이 광역지자체의 부단체장 소속에서 단체장 직속으로 변한다는 것과 신분이 지자체 소속 지방직에서 지자체 소속 국가직으로 변한다는 것 말고는 조직상에는 큰 차이가 없고 다만 권한에 있어서 일반 소방사무의 지휘감독권은 기존과 같지만 화재예방 및 대형재난에 대해서는 소방청의 직접 지휘를 받으며, 소방예산은 중앙정부가 광역지자체에 내려보내면 광역지자체가 대신 이를 집행하는 방식으로 진행된다(나무위키백과).

행정체제 시기의 효율성과 비교·분석해 효율성의 변화내용을 측정해 국가소방행정체제로의 전환 효과가 있는지, 만약 있다면 어느 정도의 수준인지를 파악해보고자 한다.[2] 둘째, 소방행정서비스 중 비소망재(undesirable output)가 존재하는 경우 이를 적용할 모형을 구성해 분석해 보고, 앞으로의 연구에서 연구변수의 폭을 확대하는 데에 그 목적이 있다. 즉, 지금까지 소방행정서비스의 효율성을 분석한 연구의 경우 비소망재 모형을 적용한 경우가 거의 존재하지 않았고, 또 비소망재를 변수로 활용하는 경우에도 모형적용의 부적절성들이 나타나 이를 보완하고 앞으로의 연구에서 다수 연구자가 비소망재를 활용해 연구를 진행할 수 있는 기반을 마련하고자 한다.

본 연구에서는 먼저, 17개 광역시도 소속 소방본부의 소방행정서비스를 대상으로 2012년부터 2020년까지의 9년간의 소방행정서비스 활동의 통계치에 기반해 생산성의 변화추이를 분석해 국가소방행정체제로 전환한 2020년 이후와 이전의 효율성의 변화수준을 비교분석 하고자 했다. 다음으로, 국가소방행정체제로의 전환이 이루어진 2020년 단일년도의 효율성을 측정하고, 또한 측정된 효율성에 미치는 환경변수들(인구, 도시화 요인, 지방재정요인)의 영향수준을 측정해 보고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 소방행정서비스의 의미와 내용

소방행정서비스의 의미를 한마디로 정의하기는 어렵지만「소방기본법」제1조에 따르면 소방행정은 '화재를 예방·경계하거나 진압하고 화재, 재난, 재해 그 밖의 위급한 상황에서 구조·구급활동 등을 통하여 국민의 생명·신체 및 재산을 보호함으로써 공공의 안녕, 질서유지와 복리증진에 이바지하는 공익 조직의 행정'이라고 정의되어 있다. 소방기본법의 내용을 적용하면, 소방행정은 소방행정기관이 화재를 예방하고 화재 발생 시에는 신속하게 진압하며(신봉수, 2005), 유사시에 구조와 구급활동 등을 통해 국민생명을 보호하기 위하여 행하는 일련의 제반 활동' 등으로 정의할 수 있다. 따라서 소방행정의 주요한 구성요소로는 화재진압(fire suppression), 화재예방(fire prevention), 구조(emergency rescue), 구급(emergency medical service, EMS) 등이다(박천일 외, 2007). 특히 소방행정의 범위는 소방업무의 변천과 재난관리 생애주기와 연계되어 있어, 이를 바탕으로 구분하면 예방소방행정, 대비소방행정, 대응소방행정, 복구소방행정 등으로 분류가 가능하다(이원주 외, 2021: 83). 아래 〈표 1〉에서는 각 소방행정에 따른 행정활동 내용을 제시하고 있다.

2) 비록 국가소방행정체제로의 전환이 채 1년 남짓한 기간밖에 지나지 않아 아직 정착하는데에 보다 더 긴 시간이 필요하고, 현재 상태에서 전환에 따른 효율성을 측정한다는 것은 다소 시기상조인 감이 있지만, 중앙과 광역소방의 이원적 소방행정체제에서의 효율성과 국가소방이라는 단일소방행정체제에서의 효율성 변화수준을 측정하고 이를 비교해보는 것은 그 필요성이 충분하다고 판단되어 본 연구의 목적으로 삼았다.

〈표 1〉 소방행정의 분류와 활동 내용

소방행정 분류	행정내용
예방소방행정	건축허가동의, 소방대상물의 현황분석, 대형화재 취약대상 분석, 소방특별조사
대비소방행정	소방교육 및 훈련, 소방체험과 훈련
대응소방행정	화재진압, 구조·구난, 의료환자 보호 및 후송, 긴급구조통제단 설치 및 운영
복구소방행정	급수·배수 지원, 제설 지원, 이재민 지원

출처: 이원주 외, 2021: 83, 재구성.

소방행정의 필수 구성요소 중 하나로 소방력을 들 수 있는데, 「소방기본법」 제8조에 따르면 소방력을 '소방기관이 소방업무를 수행하는 데에 필요한 인력과 장비 등'으로 정의하고 있다. 즉 일반적인 의미에서의 소방력은 화재나 긴급상황 발생 시 어느 정도 규모의 소방장비와 인력이 출동하고, 현장에 도착하여 효율적으로 화재를 진압할 수 있는가 하는 능력을 일컫는다(박천일, 2007). 따라서, 넓은 의미에서의 소방력이란 '효과적으로 재난에 대응하기 위해 역량을 갖춘 인적 자원과 활동을 위한 모든 물적 자원 및 지원 요소'까지 포함하는 것으로 볼 수 있다(류종용 외, 2018: 50). 그러나, 대체로 소방력에 대해서는 소방관서의 소방인력, 소방차량, 소방장비, 소방예산 등을 의미하는 것으로 학자들 간 동의가 이루어지고 있다(이원주 외, 2021; 이창원 외, 2016; 이해평 외 2006). 소방력이 중요한 것은 소방행정서비스의 효율성 측정의 기준이 소방력을 중심으로 이루어진다는 점이다. 특히, 효율성의 측정시 투입변수로 소방력의 구성요소들이 주로 활용되며, 이를 통해 산출된 소방행정활동들이 산출요소로서 화재발생 빈도, 구조·구급 건수 등이 사용되며, 본 연구에서도 투입변수로 소방력을 의미하는 예산, 인력, 장비 등의 변수들을 활용한다.

2. 국가소방행정체제로의 전환과 소방행정의 실태

소방행정체제는 2020년 4월 1일자로 중앙과 광역의 이원적 소방행정체제에서 국가소방행정체제라는 단일행정체제로의 전환을 이루었지만 시대를 거쳐오면서 소방행정체제는 제도상의 여러 변천과정을 경험해 왔다(류상일, 2014; 신봉수, 2005; 류상일 외, 2011). 일제 강점기에는 국가중심의 소방체제였으며, 해방 이후 미군정시대에는 자치소방이었고, 미군정시대 이후에 다시 국가소방으로 전환되었다가, 1970년부터는 국가소방과 기초자치소방이 이원화되었고, 1992년 이후 광역소방체제에 국가소방체제가 가미된 수정된 이원체제를 유지했다. 그러던 것이 2020년 4월 1일 중앙의 소방청을 중심으로 한 국가단일소방행정체제로 전환되었다(「소방기본법」 제3조). 다만, 현재의 소방행정체제는 소방공무원들의 신분이 지자체 소속 지방직에서 국가직 공무원으로 전환된 상황이나, 평시에는 광역자치단체장인 시도지사의 지휘를 받다가 화재예방 및 대형재난에 대해서만 중앙소방청으로 지휘계통이 일원화되는 과도기적 국가소방행정체제를 구성하고 있다고 볼 수 있다. 기존의 이원화된 소방체제는 변화하는 새로운 환경에 적응하고 주도해 효율적인 소방행정 시스템을 구축하는데 많은 문제점을 노출시켰는데(정병수 외, 2013), 그 내용을 살펴보면, 먼저, 사회적, 행정적 환경의 변화와 소방행정 환경의 변화로 야기된 많은 업무에서 이미 국가 사무

로의 급격한 전환과정들이 존재해 왔고, 둘째로 건축물의 다양화, 초고층화, 지하심층화, 밀집화, 이상기온 및 기후 변화 등으로 재난유형이 다양화되거나 복잡해짐으로써 소방의 역할과 사무가 전문화, 특수화 되어왔다는 점. 셋째로, 소방산업의 육성, 진흥, 지방소방기관의 지원, 조정, 대형 재난시 지방소방력 통제의 필요성 등으로 인해 국가소방행정체제의 필요성이 증대되어 왔다는 점 등을 들 수 있다. 특히, 지방자치단체는 중앙정부와 비교해 재정상태가 열악하고 지방자치단체 간에도 재정자립도의 우열이 심한 탓에 지방자치단체 간 소방서비스의 질 차이가 나는 문제점이 제기되어 왔다(류상일, 2014: 74 인용). 결국 이러한 환경적 변화와 효율적인 소방행정서비스의 운영을 위해 국가소방행정체제로 전환이 되었지만 2011년 9월에 의안발의 되었던 소방공무원법 전부개정법률안에서 제시되었던 모든 소방공무원의 중앙소방청 소속 및 지휘계통 일원화와 소방공무원 선발 및 임용, 교육훈련 등의 인사관련 사항 등에서의 국가소방청 직속화를 골자로 한 완전한 국가소방행정체제에는 미치지 못하고 있는 실정이다(류상일, 2014). 현행 소방행정의 실태를 살펴보자면, 2014년 이전에는 소방공무원 인력과 예산 측면에서 전반적으로 미소하게 증가해왔으나, 2014년 4월에 발생했던 세월호 사건의 여파로 국가재난에 대한 위기의식이 증가했으며, 고질적인 소방인력 부족 문제 해소를 위해 2014년 이후부터는 소방인력과 예산의 급격한 증가를 보여준다. 소방인력에서는 2014년 40,406명에서 2020년 60,994명으로 51%가 증가했으며, 예산 또한 동기간 78.9%가 증가해 규모측면에서 상당한 증가를 나타냈다. 또한 소방인력의 증가로 소방 1인당 담당인구수도 2012년 1,328명에서 2020년에는 859명으로 급격히 감소했다. 예산의 증가로 인해 장비의 증가도 더불어 나타났는데, 2014년 대비 2020년까지의 장비증가 비율은 24%였다. 다만, 지방자치단체 예산의 구조상 소방예산의 증가액 전액이 소방예산으로만 사용된 것은 아니기 때문에 예산증가 비율과 장비증가 비율이 동일하게 전개되는 양상은 나타나지 않았다. 〈표 2〉에서 주목할 내용 중 하나는 2015년에 신설된 소방안전교부세의 2020년의 급격한 증가양상이다. 원래 소방안전교부세는 주로 노후 소방장비의 교체 등을 지원하기 위해 신설되었으나, 2020년 국가소방체제로의 전환에 맞춰 소방장비 뿐만 아니라 소방인력의 인건비 등으로 사용 가능하게 했다는 점에서 그 금액의 급격한 증가는 실제 가용할 소방예산의 직접적 증가로 볼 수 있다. 따라서 고가의 소방장비의 구입 및 소방 드론 등의 첨단장비의 개발과 제작, 소방공무원 급여의 상승으로 인한 소방공무원들의 사기증가를 포함한 소방행정서비스의 효율성 변화에 상당한 영향을 미칠 수 있는 내용으로 볼 수 있다(이용환 외, 2017).

〈표 2〉 연도별 소방공무원 현황(인원, 예산, 장비)

연도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
소방공무원(명)	38,850	39,519	40,406	42,634	44,121	48,042	51,779	56,629	60,994
1인당 담당인구수(명)	1,328	1,305	1,287	1,224	1,186	1,091	1,004	926	859
예산액 (억원)	28,931	31,122	32,058	40,434	43,437	47,133	50,742	55,066	57,645

소방안전교부세 (억원)				3,141	4,147	5,135	4,173	3,838	6,851
장비 (대수)	7,829	7,930	8.170	8.359	8,787	9,146	9,494	9,831	10,125

출처: 「소방청통계연보」

아래 〈표 3〉에서 나타나듯이, 화재발생건은 2019년부터 다소 줄어드는 양상을 보이고 있으나 전체적으로는 변화가 크지 않은 편이며, 동기간 화재로 인한 인명피해자 수도 큰 변화가 없는 것으로 나타났지만 화재피해액은 전반적으로 증가하는 추세를 보이고 있다. 특히, 소방청이 출범한 2017년 이후의 변화로는 화재발생건수는 줄어들고 있으나 인명피해나 화재피해액에서는 큰 변화가 나타나지 않고 있다. 다만, 국가소방행정체제로 전환한 2020년도에는 화재발생건수, 인명피해, 화재피해액 모두에서 전년도에 비해 감소현상이 나타나고 있어 이것이 국가소방행정체제로의 전환에 따른 실질적인 효과인지는 향후 지속적인 조사가 필요한 상황이다.

〈표 3〉 화재발생 현황 및 인명피해, 재산피해

연도	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
화재발생 (건)	43,249	40,932	42,135	44,435	43,413	44,178	42,338	40,103	38,659
인명피해(명)	2,222	2,184	2,181	2,093	2,024	2,197	2,594	2,515	2,282
화재피해액(억원)	2,894	4,344	4,053	4,331	4,206	5,069	5,597	8,584	6,005

출처: 「소방청통계연보」

3. 선행연구의 고찰

본 연구는 광역시도 소방행정서비스에 대한 정태적·동태적 효율성을 측정하고, 측정된 효율성에 미치는 환경변수들의 영향요인을 실증적으로 분석하고자 한다. 소방행정 분야의 연구는 1990년대 이후 초창기에는 제도적 측면의 연구가 많이 이루어졌던 반면, 2000년 이후에는 소방공무원들의 행태적 측면의 연구들이 주를 이루었다(양기근 외, 2013). 본 연구의 주제인 효율성을 측정한 연구들(이원주 외, 2021; 김덕형, 2013; 유금록, 2010; 남궁근 외, 2004)와 그 영향요인을 측정한 연구들(이원주 외, 2021; 조문석 외, 2014; 김진동, 2008; 신희영, 2016)은 극소수에 불과하다.

먼저, 소방행정서비스의 효율성을 측정한 연구들을 보면, 이원주 외(2021)는 2011년부터 2018까지 16개 광역자치단체를 대상으로 의용소방대의 운용과 소방행정 효율성 간의 관계를 분석하고자 DEA기법을 활용하였으며, 영향요인분석을 위해 패널토빗회귀분석을 실시하였다. 이원주 외는 투입변수로 소방인력, 소방장비, 소방예산을, 산출변수로 화재진압출동, 구급출동, 구조출동, 화재피해경감액, 소방교육 및 훈련, 소방특별조사를 활용하였다. 특히 소방인력에 있어 소방공무원 정원에 의용소방대 인원을 포함한 수치를 사용하였다. 연구 결과 16개 광역자치단체 중 제주도가 가장 높은 순기술효율성을 나타내었고, 대구광역시가 가장 낮은 효율성 수준을 보여주었다. 영향요인 분석결과에서는 의용소방대의 인력비율, 예산비율, 법령의 시행은 순기술효율성에 정(+)의

효과를 미치는 것으로 나타났다. 김덕형 외(2013)은 광역자치단체의 2007년부터 2010년까지 3년간의 소방행정의 동태적 효율성을 분석하기 위해 DEA-Window 분석을 실시하였다. 분석결과, 전체 64개 지자체 중 11%인 7개의 지자체가 효율적인 것으로 나타났으며, 동태적 효율성 분석에서는 울산과 부산이 가장 효율성이 높았고 제주와 전북의 효율성이 가장 낮은 것으로 나타났다. 각 지역간 균등하고 효율적인 소방행정서비스를 제공 할 방안으로 투입자원을 조정하는 안을 제시했다. 유금록(2010)은 2008년도와 2009년도의 16개 광역시도 소방서 예산의 효율성을 분석하기 위해 부트스트랩 DEA기법을 사용하였으며, 효율성에 미치는 영향요인을 분석하기 위해 회귀분석을 실시하였다. 투입변수로는 소방예산을, 산출변수로는 화재실적, 구조활동실적, 구급활동실적을 활용하였으며, 영향요인 분석에서는 인구, 재정자립도, 소방대원수, 소방장비를 환경변수로 활용하였다. 연구 결과 광주, 울산, 경기, 충북, 경남, 제주 등 6개 자치단체에서 효율성이 1로 나타났으며 이들 중 부트스트랩 편의조정 결과 충북이 가장 효율성이 높았고, 전체지자체 중 경북의 소방예산 효율성이 가장 낮았다. 영향요인 분석결과 인구는 소방효율성에 음(-)의 영향을 미쳤으며, 재정자립도, 소방공무원수, 소방장비는 정(+)의 영향을 미쳤다. 따라서, 예산 효율성을 높이기 위해서는 소방인력과 소방장비의 증가가 필요하다는 방안을 제시했다. 남궁근 외(2004)는 경기도소속 25개 소방서들의 1999년도의 소방예산에 관한 효율성을 측정하면서 DEA기법을 활용했으며, 이의 결과를 바탕으로 소방공무원, 소방파출소, 구급차, 소방예산의 적정 배분방안을 제시했다. 분석결과, 기술효율성에서는 9개의 소방서가 효율적으로 나타났으며, 권역별 비교에서는 서북해안권의 효율성 수치가 가장 높게 나타났다.

다음으로, 소방행정 및 소방력에 대한 영향요인을 측정한 연구들이 있는데, 조윤석 외(2014)는 2008년도와 2013년도 기초자치단체를 분석단위로 패널회귀분석을 실시하였으며, 소방행정서비스의 효과성의 대리변수로서 화재진압의 효과를 측정하고자 했다. 연구 결과 기초자치단체의 재정역량이 취약할수록 상대적으로 소방서비스 효과성(화재피해규모)이 감소하는 것으로 나타났으며, 이를 극복할 방안으로 지역의 재량권을 토대로 한 지역간 협력의 강화, 특정재원 중심의 국가지원 확대, 국가직화를 통한 소방부문의 일원화를 대안으로 제시하였다. 김진동(2008)은 소방력의 결정요인을 찾아보고 소방수요가 사회·경제적 요인의 영향을 받는지 알아보기 위해 회귀분석을 실시하였다. 이를 위해 사회·경제적 요인, 소방수요요인, 재정적 요인 등의 환경변수를 독립변수로 활용하였다. 연구 결과, 소방력은 소방수요와 재정적 요인과는 양(+)의 관계를, 사회·경제적인 요인에 의해서는 음(-)의 관계를 형성하고 있었다. 또한, 소방수요는 경제적인 요인과는 양(+)의 관계를, 사회적인 요인은 음(-)의 관계를 형성하였다. 신희영(2016)는 2011년부터 2015년까지 전국 15개 광역시도 내의 163개 개별 소방관서를 대상으로 소방수요(화재발생건수, 구조실적, 화재피해금액)에 미치는 환경요인을 분석하고자 했다. 이를 위해 관할인구, 관할면적, 인구밀도, 건물수, 지방비 등의 환경변수들을 독립변수로 활용해 회귀분석을 실시하였다. 분석 결과, 화재발생건수와 구조실적건수에 대해 관계성이 높은 변수는 다중이용업소였으며, 화재피해금액에 대해 가장 설명력이 높은 변수는 특정소방물(건물)이었다. 또한, 지방비와 인구밀도도 화재피해금액을 낮출 수 있는 중요한 영향요인으로 나타났다. 아래 〈표 4〉는 소방행정서비스에 대한 효율성과 영향관계

에 대한 관련 선행연구들을 요약해 제시한 것이다.

〈표 4〉 소방행정서비스 효율성 및 영향요인 관련 선행연구

분류	연구자	분석대상 및 기간	측정지표		분석방법
			투입요소, 독립변수	산출요소, 환경변수	
소방행정 효율성 및 영향요인 분석	이원주·문광민 (2021)	16개 광역자치단체 소속 의용소방대 (2011-2018)	투입요소: 소방인력, 장비, 예산 (의용소방대포함) 독립변수:의용소방대의 인력비율, 예산비율, 의용소방대 법령	화재진압출동, 구급출동, 구조출동, 화재피해경감, 소방교육 및 훈련, 소방특별조사	DEA, 토빗회귀분석
	김덕형·이동규 (2013)	전국 16개 광역자치단체 (2007-2010)	소방예산, 소방기동장비, 소방인력	산출: 화재피해경감액, 구조실적	DEA-Window 분석
	유금록 (2010)	전국 70개 시정부 (2002-2006)	소방예산	산출: 화재활동실적, 구조활동실적, 구급활동실적 환경: 인구, 재정자립도, 소방대원, 소방대응장비	부트스트랩 DEA, 회귀분석
	남궁근·하혜수 (2004)	경기도 25개 소방서 (1999)	소방인력, 소방파출소, 구급차, 소방예산	산출: 화재발생건수, 화재인명피해건수, 구급이송건수, 구조건수	DEA
	조문석·이창원·임재진 (2014)	전국기초자치단체 (2008,2013)	독립: 기초지자체 재정자립도, 광역소방예산, 구조구급대원수, 소방공무원수, 점검실시 소방물수, 화재예방교육, 화재발생건수, 인구밀도, 면적	화재로 인한 재산피해, 화재 1건당 재산피해	패널회귀분석
	김진동 (2008)	16개 광역시도 (2000-2006)	경제적 요인: 수도권, 인구, 인구밀도, 1인당 GRDP, 산업화 변수 재정적 요인: 자립재원, 자주재원, 이전재원	소방력: 소방관서, 소방장비, 소방관수	결합회귀분석
	신희영 (2016)	전국15개 시도소속 163개 소방관서 (2011-2014)	관할인구, 관할면적, 인구밀도, 소방대상건물, 지방비	화재발생건수, 구조실적건수, 화재피해금액	회귀분석

위의 선행연구들 중 소방행정서비스의 효율성을 측정한 연구들은 전반적으로 살펴보면 초기에는 단년도나 몇 개년도에 걸쳐 분석하는 정태적 모형들을 주로 활용했고, 그 이후 동태적 분석을 수행한 연구들도 있지만 그 분석이 단년도의 정태적 분석을 순차적으로 비교한 경우도 있었다. 또한, 기존의 일부 연구에서는 DEA 분석에서 비소망재 산출변수(화재발생건수)를 활용했으나 비소망재를 위한 새로운 공식과 적용방법을 쓰지 않아 기법상의 오류도 발생했었다. 따라서, 본 연구는 세 가지 측면에서 기존의 선행연구와 차별성을 기하고자 했다. 먼저, 비소망재 모형을 적용해 이를 분석에 활용했다. 즉, 지금까지 소방행정서비스 연구에서 비소망재 모형을 쓴 경우는 본 논문이 처음이기 때문에 이를 계기로 앞으로 소방행정 연구에서 비소망재를 활용한 효율성 측정을 통해 산출변수의 선정폭이 넓은 연구들이 진행될 수 있을 것이다. 둘째, 소방행정이 국가소방행정

체제로 전환된 이후 이전과 이후의 효율성의 변화내용을 측정하고 이의 비교연구를 진행하는 것은 본 논문이 처음이다. 이를 위해, 국가소방체제로 전환된 이후인 2020년의 단년도에 대해 DEA의 CCR 모형을 활용해 측정치들의 상대적 효율성을 측정하고 이를 구성요소들의 효율성으로 분해해 순기술효율성(VRS)와 규모효율성(SE)를 모두 측정했다는 점이 특징적이다. 셋째, 2020년 국가소방체제로 전환된 이후와 그 이전의 동태적 효율성을 각각 측정해 비교해 보았다. 이를 위해 맘퀴스트-루엔버거 생산성 지수 모형을 적용했으며 그 구성요소들을 분해해 각각의 구성요소들의 효율성 내용을 측정해 보았다. 또한, 기존의 연구들이 영향요인 분석과 효율성 분석을 하나의 논문에서 진행한 경우가 부족했는데 본 연구에서는 이를 하나의 연구에서 진행해 연구결과의 검증성을 높였다.

Ⅲ. 연구설계

1. 분석대상 및 방법

본 연구는 17개 광역시도 소방본부 소방행정서비스의 2020년 4월 1일 국가소방행정체제로의 전환 이전과 이후의 효율성 수준을 측정해 비교하고, 측정된 효율성에 미치는 영향요인을 실증적으로 분석해보는데 그 목적이 있다. 이를 위해 먼저, 17개 광역시도의 소방행정서비스 활동을 대상으로 2020년 단일년도의 자료와 2012년부터 2020년까지 9년간의 균형패널데이터(balanced panel)을 활용하였다. 본 연구의 시간적 범위인 분석대상 시기는 패널데이터 자료의 누락이 최소화 되는 시기인[3] 2012년을 동태적 효율성 분석을 위한 출발시점으로 정하였다. 또한 본 연구에서는 광역자치단체 수준에서의 소방행정서비스는 대체로 기본 업무, 환경, 투입 및 산출물의 유사도가 높아 DEA 분석에 적합하기 때문에 17개 광역소방본부들을 분석단위로 선정하였다. 각 소방본부들이 관할하고 있는 광역시도들은 환경적 측면에서 인구수, 인구밀도, 산업 생산성 수준, 조세부담 수준 등에서는 다소 편차가 있겠지만 기본적으로 소방업무 자체가 정형화되어 있고, 특히 7대 광역시들의 경우는 아파트 거주비율 등 도시화 수준에서 유사한 환경을 확보하고 있어 효율성 분석 및 영향요인 분석에서도 유의성이 높을 것으로 판단되어 본 연구의 분석단위를 17개 광역소방본부로 한정하였다.

본 연구의 분석방법은 먼저, 효율성의 동태적 분석을 통해 비소망재를 포함한 연구를 진행 할 시 분석이 가능한 맘퀴스트-루엔버거 생산성지수 모형을 활용해 2012년부터 2020년까지의 9년 동안의 생산성 변화 추이를 측정하였다. 이를 통해 국가소방행정체제로의 전환 이후의 생산성 변화의 수준과 그 이전의 수준을 비교 분석한다. 또한, 생산성지수를 분해해 그 구성요소인 기술효율성변화율과 기술변화율을 각각 측정해 이를 분석하였으며, 추가로 기술효율성(CRS)을 세부구성

3) 소방청통계연보와 예방소방통계연보가 발행되어 패널데이터의 전체 자료확보가 가능한 2012년을 출발시점으로 정하게 되었다.

요소인 순기술변화율과 규모효율성 변화율로 분해해 이를 분석했다. 둘째, 국가소방행정체제로 전환된 이후의 소방행정서비스의 효율성을 나타내는 2020년 단일연도의 효율성을 DEA의 비소망재(undesirable output) 모형을 활용해 측정하고, 다음으로 효율성 측정결과 그 수치가 1로 나타나 효율적이라고 평가되는 측정치들의 우열을 가리기 위해 초효율성(Super Efficiency Model, SEM) 모형을 활용해 측정하였으며, 비소망재 모형의 기술효율성(CRS), 순기술효율성(VRS), 규모효율성, RTS, 준거집단 및 가중치(λ)를 측정하여 벤치마킹 횟수 및 수준을 분석하였다. 또한 측정된 효율성에 영향을 미치는 영향요인을 분석하기 위하여 토빗회귀분석(Tobit Regression Analysis)를 실시하였다. DEA 모형을 활용한 효율성 분석결과는 0이상에 있기 때문에 이를 통상적인 최소자승 회귀모형으로 분석 할 경우 편향된 불일치 추정량이 도출될 수 있어 0이하에서 중도 절단(censored)되는 토빗회귀모형을 적용하였다.

〈표 5〉 본 연구의 분석기법과 측정대상

분석기법	측정대상
Malmquist-Luenberger 생산성지수모형 (비소망재를 포함한 경우의 생산성 분석)	2012년-2020년까지의 생산성 변화분석
DEA의 비소망재 모형 분석	국가소방체제로 전환 이후인 2020년의 효율성 분석
DEA의 초효율성 모형(Super-Efficiency Model)	효율성 분석결과 효율성이 1로 나타난 측정치들에 대한 우열비교
토빗회귀분석(Tobit Regression Analysis)	2020년 효율성 결과에 대한 영향요인분석

2. 분석모형의 설정

1) DEA의 비소망재(undesirable output) 모형

본 연구에서는 DEA의 비소망재 모형을 활용하여 효율성을 측정한다. 비소망재(undesirable output)이란 원래 목적하던 바람직한 재화와 더불어 생산되는 바람직하지 않은 산출물을 의미한다. 예를 들면, 발전소의 경우 전력이라는 바람직한 재화를 생산 할때 CO_2 라는 바람직하지 않은 재화도 함께 생산되며 CO_2 를 비소망재라고 한다. 따라서, 비소망재를 바람직한 재화의 생산 시 발생하는 불가피한 부산물(by-product)로 보는 경향이 있다(이정동 외, 2012). 비소망재는 몇 가지 특성을 내포하는데 먼저, 소망재와 함께 생산된다는 결합성(null-jointness)을 들 수 있다. 예를 들면 소방에서 비소망재인 화재발생 건수와 소망재인 진화건수나 구급구조건수는 동시에 발생할 수 밖에 없다는 점이다. 둘째로는 비소망재를 줄이기 위해서는 소망재 또한 감소할 수 밖에 없다는 점이다. 화재발생 건수가 줄어들면 화재출동 건수도 줄어들게 된다. 셋째, 소망재는 자유가처분 가능하지만, 비소망재는 자유가처분 할 수 없다. 즉, 비소망재의 생산수준을 유지하면서 소망재의 생산수준을 줄이는 것은 항상 가능하지만, 소망재의 수준을 그대로 유지하면서 비소망재만을 줄이는 것은 불가능한 경우가 많다는 특성이 있다(이정동 외, 2012; 297-8). 이러한 특성에도 불구하고 비소망재가 존재할 경우 효율성 분석모형은 소망재를 증가시키면서 비소망재를 줄이는 방향으

로 효율성 개선방향을 정하는 것이 합리적이다. 그러나 전통적인 DEA 및 맘퀴스트 생산성 지수 모형은 쉐퍼드 산출물 거리함수(Shephard output distance fuction)를 사용하는데 이럴 경우 주어진 방향에 따라 소망재와 비소망재가 비율적으로 동일하게 증가하거나 동일하게 감소되는 현상이 발생한다. 반면, 방향거리함수(directional distance fuction)를 사용하게 되면 소망재를 증가시키는 동시에 비소망재를 감소시킬 수 있거나 변화없이 유지(constant)시킬 수 있게 된다(Zhankg et al, 2011). 본 논문에서는 방향거리함수를 적용해 비소망재 모형을 활용하고자 한다. 이를 위해 비소망재 모형에 맞는 방향거리함수를 정의하고 산출중심의 비소망재 모형을 제시하고자 한다. 비소망재를 생산하는 방향거리함수($\overrightarrow{D}$)는 다음과 같이 정의된다.

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

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

$$\overrightarrow{D}(x, y^g; d^g, d^b) = \max\beta \qquad (1)$$

s.t.

$$x_m^k = \sum_{j=1}^{J} x_m^j \lambda^j \qquad (m = 1, 2, \ldots, M)$$

$$y_p^g + \beta y_p^g \le \sum_{j=1}^{J} y_p^{g,j} \lambda^j \qquad (p = 1, 2, \ldots, P)$$

$$y_q^b - \beta y_q^b = \sum_{j=1}^{J} y_q^{b,j} \lambda^j \qquad (q = 1, 2, \ldots, Q)$$

$$\lambda^j \ge 0 \qquad (j = 1, 2, \ldots, J)$$

위의 식(1)에서 $\overrightarrow{D}(x, y^g; d^g, d^b)$는 산출물 k의 효율성을, x_m^k는 투입요소를, y_p^g는 k번째 지역소방본부의 산출물 중 소망재를, y_q^b는 k번째 지역소방본부의 비소망재를, g는 소망재의 수를, b는 비소망재의 수를 각각 나타낸다.[4)]

4) DEA 분석결과 1의 효율성 값을 가진 관측점이 지나치게 많을 경우 어느 관측점이 가장 효율성이 높은지를 지정할 수 없는 문제가 발생하고 이를 '식별력의 문제'라고 하는데, 이러한 현상을 해결하기 위해 제시된 모형이 초효율성 모형(Super-Efficiency Model: SEM)이다. 초효율성 모형에서 효율적인 관측치들 중 구하고자 하는 관측치를 배제하고 생산변경을 생성시켜 기존의 생산변경과의 차이를 비교하면 당해 관측치의 효율성 변화 정도를 측정가능하게 된다(이정동·오동현, 2012). 초효율성을 계산하기 위한 산출기준 CCR 모형은 아래의 식(2)와 같다.

본 연구에서 생활폐기물 관리서비스 효율성에 미치는 영향요인을 분석하기 위해 활용하는 기법은 토빗회귀(Tobit regression)분석 방법이다. 토빗회귀는 종속변수에 하한(lower bound)이 설정되어 하한에서는 절단되는 자료에 적용되는 기법으로 특히 0과 1사이의 결과를 나타내는 DEA의 효율성 수치에 적용하기에 적합한 방법이다(허명회, 2012). 토빗회귀의 수식은 다음과 같다.

$$y = \begin{cases} y^*, & \text{if } y^* \geq 0 \\ 0, & \text{if } y^* < 0 \end{cases} \tag{3}$$

토빗회귀모형에서는 DEA의 분석결과로 산출된 효율성 값인 y^*이 종속변수(잠재변수, latent variable)가 되며 독립변수(설명변수)들 $x_1, ..., x_p$와의 관련성을 다음과 같이 선형적으로 표시할 수 있다(허명회, 2012).

$$y^* = \beta_0 + \beta_1 x_1 + ... + \beta_p x_p + \epsilon, \epsilon \sim N(0, \sigma)$$

여기에서 오차항 ϵ은 평균이 0이고 표준편차가 σ인 정규분포를 따른다고 가정된다.

2) Malmquist-Luenberger 생산성지수와 측정모형

생산성은 주로 투입물 대비 산출물의 비율, 즉 산출량을 투입량으로 나눈 값으로 정의된다. 따라서 이러한 생산성의 개념은 투입 대비 산출의 비율을 의미하는 효율성(efficiency)의 개념과 혼용되어 사용하기도 한다. 그러나 맘퀴스트 기법에서의 생산성은 효율성의 기본개념에 더해 기술변화와 효과성, 산출물의 질(quality)까지 포함한다는 점에서 효율성보다 좀 더 포괄적인 개념으로 볼 수 있다. 즉, 생산성분석은 시간추이에 따라 변화된 기술수준 하의 투입과 산출관계 변이까지 분석하는 것을 의미하며, 산출물의 변화량 중 기존의 투입요소의 변화로 설명이 되지 않는 기술진보 및 규모의 변화 등 기타 모든 요인을 포괄해서 분석하게 된다. 비소망재가 존재하지 않을 경우 생산성 변화를 측정하는 주요한 방법으로는 일반적으로는 전통적 Malmquist 생산성지수를 이용하는데, 본 연구에서는 측정변수에 비소망재를 포함하고 있어 소망재의 증가와 비소망재의 감소가 동시에 일어날 수 있도록 설정하는 방향거리함수를 활용해야 하기 때문에 이의 분석이 가능한

$$\theta^* = \max_{\theta, \lambda, s^-, s^+} \theta - \epsilon\left(\sum_{m=1}^{M} s_m^- + \sum_{n=1}^{N} s_n^+\right) \tag{2}$$

subject to

$$x_m^k = \sum_{j=1, j \neq k}^{J} x_m^j \lambda_j + s_m^- \ (m = 1, 2, ..., M);$$

$$\theta^k y_n^k = \sum_{j=1, j \neq k}^{J} y_n^j \lambda_j - s_n^+ \ (n = 1, 2, ..., N);$$

$$\lambda^j \geq 0 \qquad (j = 1, 2, ..., J, j \neq k)$$

맘퀴스트-루엔버거 생산성 분석방법을 적용하게 된다(Zhang et al, 2011).

생산성 변화지수는 특정시점에 변이가 발생한 생산성의 변화수준을 나타내는 지수로서 통상적으로 이전시점(t기)의 생산성 대비 현 시점(t+1기)의 생산성 비율을 말한다. 이전시점인 t기와 현시점인 t+1기 사이의 산출기준 맘퀴스트-루엔버거 생산성 변화지수의 식은 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다(Zhang et al, 2011).

$$ML_{t}^{t+1}=\left[\left(\frac{(1+\overrightarrow{D}_{0}^{t+1}(x^{t},y^{t},b^{t};y^{t},-b^{t}))}{1+\overrightarrow{D}_{0}^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1},b^{t+1};y^{t+1},-b^{t+1})}\right)\times\left(\frac{(1+\overrightarrow{D}_{0}^{t}(x^{t},y^{t},b^{t};y^{t},-b^{t}))}{1+\overrightarrow{D}_{0}^{t}(x^{t+1},y^{t+1},b^{t+1};y^{t+1},-b^{t+1})}\right)\right]^{1/2} \quad (4)$$

식(4)에서 $\overrightarrow{D}_{t}(x^{t+1},y^{t+1},b^{t+1};x^{t+1},y^{t+1},-b^{t+1})$은 t+1기의 생산활동을 t기의 생산가능집합과 비교하여 측정되는 거리를 나타내며, 맘퀴스트-루엔버거 생산성 변화지수가 1보다 크면 t기에 비해 t+1기의 투입대비 산출의 비율, 즉 총생산성의 증가를 의미하는 반면, 1보다 작으면 총생산성의 감소를 의미한다.

식(5)과 (6)은 식(4)에서 정의된 맘퀴스트-루엔버거 지수의 분해식이다. 즉, 맘퀴스트-루엔버거 생산성지수는 효율성 변화율(rate of efficiency change: MLEC)와 기술 변화율(rate of technical change: MLTC)로 분해가 가능하다(Zhang et al, 2011).

$$MLEC_{t}^{t+1}=\frac{1+\overrightarrow{D}^{t}(x^{t},y^{t},b^{t};y^{t},-b^{t})}{1+\overrightarrow{D}^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1},b^{t+1};y^{t+1},-b^{t+1})} \quad (5)$$

$$MLTC_{t}^{t+1}=\left[\left(\frac{(1+\overrightarrow{D}_{0}^{t+1}(x^{t},y^{t},b^{t};y^{t},-b^{t}))}{1+\overrightarrow{D}_{0}^{t}(x^{t},y^{t},b^{t};y^{t},-b^{t})}\right)\times\left(\frac{(1+\overrightarrow{D}_{0}^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1},b^{t+1};y^{t+1},-b^{t+1}))}{(1+\overrightarrow{D}_{0}^{t}(x^{t+1},y^{t+1},b^{t+1};y^{t+1},-b^{t+1}))}\right)\right]^{1/2} \quad (6)$$

위의 수식(5)과 (6)에서 t기와 t+1기의 MLEC와 MLTC 역시 1보다 큰 경우($MLEC_{t}^{t+1}>1, MLTC_{t}^{t+1}>1$) 기술효율성과 기술변화에서 t기와 t+1기 사이에 개선 및 진보(technical progress)가 되었다는 것을 나타내며, 1보다 작은 경우($MLEC_{t}^{t+1}<1, MLTC_{t}^{t+1}<1$)는 순기술효율성의 악화 및 기술변화에서의 퇴보(technical regress)가 나타났다는 것을 의미한다(Zhang et al, 2011).

3. 투입 및 산출변수의 선정

기본적으로 DEA 분석을 위한 변수선정에 있어서 최선의 방안은 효율성 측정과 관련되는 모든 변수들을 포함해 분석하면 가장 이상적이다. 그러나, DEA 특성상 분석변수의 숫자가 너무 많아지

면 효율성 측정시 왜곡된 결과가 나타나는 부작용이 있기 때문에 가장 기본적이면서 측정치의 활동을 대표하는 변수들을 포함하는 선에서 선정하는 것이 바람직하다. 본 연구에서는 선행연구들에서 선정되어 왔던 투입 및 산출변수들을 근간으로 해 본 연구의 특성에 맞게 일부조정된 변수들을 선정하고자 했다.

17개 광역시도 소방본부의 소방행정활동에 대한 정태적·동태적 효율성 및 그 영향요인들을 측정하기 위한 변수선정은 먼저, 정태적 효율성 분석을 위한 DEA 분석과 동태적 효율성 변이 분석을 위한 맘퀴스트-루엔버거 분석을 위한 균형패널 변수들의 선정을 들 수 있다. 본 연구에서는 연구의 편의를 위해 단년도의 효율성 분석을 의미하는 정태적 효율성과 다년도의 효율성 변이를 측정하는 동태적 효율성의 변화율 측정변수를 연계해 적용되는 변수들을 일치시켰다. 일반적으로 투입변수로는 노동과 자본의 대리변수들을 선정하는 것이 가장 기본적으로 활용되는 변수선정 방안이며, 주로 이들 대리변수로 인력, 예산, 장비 등의 요소들이 가장 많이 활용되어 왔다. 따라서 본 연구에서도 이에 맞춰 변수들을 선정하였다. 먼저, 노동을 대변하는 변수로 소방공무원 수(정원)을 선정하였으며, 자본의 대리변수로는 광역시도 소방청 전체예산과 소방 총장비수[5]를 선정하였다. 예산을 투입변수 중 자본의 대리변수로 사용하는 이유는 조직의 간접적인 투입을 전반적으로 고려할 수 있도록 해주는 요소이기 때문이며, 인력의 경우는 공공기관의 서비스가 대체로 노동집약적인 성격을 띠기 때문에 투입요소로 적합하다고 볼 수 있다(남궁근 외, 2004). 광역시도 소방본부 인력은 행정직, 기술직, 소방직 공무원의 총합으로 구성하였으며, 예산의 경우는 인건비, 일반운영비, 여비, 업무추진비, 직무수행경비, 일반보상비, 재료비, 시설비, 부대비, 자산취득비 등의 총합을 활용하였다(김덕형 외, 2013). 소방장비의 경우는 소방행정 업무가 인력에 더해 장비의 활용도가 효율성에 결정적 영향을 미치는 중요한 요소라고 할 수 있다. 예를 들면, 고가사다리차와 소방헬기는 고층빌딩에서 화재발생 시 화재진압과 구조, 구급활동을 위한 필수불가결한 장비들이다. 이러한 장비들이 없다면 대량 인명피해가 발생할 수 밖에 없는 것이 사실이며, 효율성의 급격한 하락을 경험할 수 밖에 없다. 또한, 화재발생 시 화재진압에는 초기시간이 결정적인데 소방차, 물탱크차 등의 소방장비는 화재현장에 신속한 도착을 가능하게 할 뿐만 아니라 효율적인 화재진압을 용이하게 할 수 있는 중요한 장비들이므로 이들의 총합을 투입변수로 활용하였다.

산출변수로는 산출변수 선정의 기본요건인 측정대상의 최종산출물이며 계량화가 가능하며, 기관의 활동 중 중요한 부분을 형성하는 조건에 부합하는 변수들을 중심으로 선정하였다(Hatry, 1992). 먼저, 위의 조건에 부합하지만 비소망재(undesirable output)여서 지금까지는 변수로 잘 활용되지 않았던 주요한 산출요소들인 화재발생건수와 화재피해액을 산출변수로 선정하였다. 이들은 소방행정서비스 중 예방소방활동(화재에 취약한 주요한 시설물들의 사전감시, 감독, 소방점검, 교육, 형사처벌, 범칙금 등)을 펼친 결과 나타나는 최종적인 산출물이며 이의 비소망재이다. 이들 중 화재발생건수는 화재의 규모와 수준의 정도를 나타내주지 못하므로, 화재발생건에 덧붙여 화재발생 규모와 수준을 제시해 주는 화재피해액을 산출변수로 선정하였다.[6] 다음으로는 가장 기본

5) 펌프차+물탱크차+고가차+화학차+배연차+구조차+구급차+재난지휘차+화재조사차+소방헬기+소방정+무인방수차+재난현장지원차+이륜차+행정 및 교육지원차 등을 포함한다.

적인 소방행정서비스 활동들인 구조건수와 구급건수들의 총합인 구조·구급건수와 지역소방행정서비스 중 예방소방 활동의 대표적인 내용인 사법처리건수와 과태료 부과건수의 총합인 예방처리실적건수를 산출변수로 선정하였다. 구조건수와 구급건수는 화재발생 및 사고발생이라는 비소망재에 대응하는 소망재의 역할을 하는 소방행정의 최종산출물이며, 소방공무원들이 수행하는 소방행정서비스의 가장 기본적인 내용이라고 할 수 있다. 구조실적은 화재가 발생한 건물 내에 수용되어 있던 자들 중 화재로 인해 사망 또는 부상의 인명피해가 예상되는 자를 소방활동으로 사망자검색, 부상자구출, 인명구조 또는 피난시킨 활동 실적을 산입한 수치를 의미하며, 구급실적은 사고현장의 생명이 위독한자를 응급처치하고 병원으로 신속히 이송한 수치를 의미한다(양기근 외, 2011: 44-45 인용). 아래 〈표 6〉에서는 정태적·동태적 효율성 분석을 위한 투입변수와 산출변수들의 내용이 제시되어 있다.

〈표 6〉 정태적·동태적 효율성 분석을 위한 투입요소와 산출요소

구분	변수(단위)		출 처
투입요소	예산(천원)	인건비+기본경비+정책사업비	소방청 통계연보, 예방소방행정 통계자료 (2012-2021)
	소방공무원(명)	행정직+기술직+소방직(의용소방대원 제외)	
	장비수(대)	펌프차+물탱크차+고가차+화학차+배연차+구조차+구급차+재난지휘차+화재조사차+소방헬기+소방정+무인방수차+재난현장지원차+이륜차+행정 및 교육지원차 등	
산출요소	화재건수(건)	총 화재발생건수	
	화재피해액(억원)	화재로 인한 전체 금전피해 산출액	
	구조·구급실적(건)	구조실적(건)+구급실적(건)	
	예방행정처리실적(건)	사법처리건수+과태료 부과건수	

17개 광역시도 소방본부의 소방행정서비스의 효율성 측정결과에 영향을 미치는 환경변수(통제변수)들의 영향요인을 분석한 독립변수 및 환경변수들은 주로 선행연구에서 활용되어 검증된 변수들에 기반해 선정하였다. 종속변수로는 DEA 측정결과인 기술효율성과 그 구성요소들인 순기술효율성, 규모효율성을 선정하였다. 이는 전체 효율성과 효율성의 구성요소들에 환경변수들이 어떤 영향을 미치는지를 좀 더 세밀하게 분석하기 위해 측정된 3가지 효율성을 종속변수로 선정하였다.

한편 광역시도의 소방행정 서비스는 투입 및 산출요소들 외에 다른 외생변수들인 환경변수들에 의해 효율성이 영향을 받을 수 있으므로 이들을 통제할 필요성이 제기된다. 선행연구들에서는 통제변수로 도시화 요인과 지방재정요인들과 관련한 변수들을 주로 활용하였는데(조문석 외, 2014; 김진동 외, 2008; 신희영, 2015), 본 연구에서도 이를 반영했으며, 도시화 요인들로는 관할지역 인구수, 관할지역 면적, 인구밀도, 아파트 거주비율 등의 4개의 변수들이고, 지방재정요인들로

6) 일반적으로 선행연구들에서 화재감경액을 산출변수로 활용하고 있으나, 소방당국의 담당공무원과의 전화인터뷰에서 확인한 바로는 화재감경액은 화재발생 시 소방당국이 자체조사한 금액으로 객관적으로 검증되어 인정되는 자료로 보기에는 비판이 많은 실정이며, 그에 비해 화재피해액은 객관적인 자료로 인정되는 상황이어서 자료의 안정성을 위해 화재피해액을 비소망재로 처리해 산출변수로 활용하게 되었다.

는 1인당 GRDP, 광역자치단체의 재정자립도 등을 선정하였다. 아래 〈표 7〉는 상대적 효율성에 미치는 영향요인을 측정하는 변수들을 정리한 내용이다.

〈표 7〉 영향요인 측정 변수

구분		변수(단위)		출처
종속변수	효율성	기술효율성(CRS)	CCR모형의 효율성 평균	
		순기술효율성(VRS)	BCC모형의 효율성 평균	
		규모효율성(SE)	규모효율성 평균	
통제변수	재정적 특성	1인당 GRDP(천원)	총 GRDP(2019년 자료)/인구수	국가통계포탈
		재정자립도(%)	{(지방세+세외수입)/일반회계수입} X 100	
	도시화 수준	관할인구수(명)	관할인구수	
		관할면적(㎢)	관할구역 면적	
		인구밀도(명/㎢)	관할 인구수/관할구역규모	
		아파트비율(%)	(아파트 수/전체주택 수)x100	총인구센서스

Ⅳ. 실증분석

1. Malmquist-Luenberger 생산성지수 변화율 분석

맘퀴스트-루엔버거 생산성지수 모형을 활용하여 2012년부터 2020년까지 9년간 8기의 광역소방본부의 소방행정서비스 효율성 변화추이를 측정한 결과는 〈표 8〉에 나타난 바와 같다. 2012년부터 2020년까지의 ML은 평균적으로 1.74%가 증가한 것으로 나타났으며, 측정된 시기 중 3기와 5기, 7기에서의 하강곡선을 제외하고 나머지 5개 시기에서는 생산성 지수가 증가한 것으로 나타났다. 특히 국가소방행정체제로 전환된 이후(2020년)의 효율성과 이전해인 2019년의 효율성의 차이를 측정한 1기(2020-2019) ML지수의 상승률이 6.57%로 측정된 모든 다른 시기에 비해 가장 높았으며, 국가소방행정체제로의 전환 이전 소방행정서비스 효율성 변화율 평균인 1.18%과는 차이가 나는 것으로 나타났다. 또한, 1기의 상승률 6.57%는 6기의 6.47%와 4기의 6.14%와는 내용면에서 확연한 차이를 보이는데, 6기의 ML 상승률은 이전해인 7기의 하락분인 -4.39%를 만회하는 정도에서 증가했다는 것을 알수 있으며, 4기의 상승률 6.14% 또한 전년도인 5기의 ML 지수 -6.05%를 만회하는 정도에서 생산성 증가를 나타냈다. 반면에 1기의 생산성 증가는 전년도인 2기의 생산성이 1.48%의 증가율을 보여준 상태에서 또다시 ML지수의 상승률을 이끌었다는 점에서 4기와 6기의 생산성 증가율과는 내용의 견실함에서 차이를 나타내고 있다. 따라서, 본 연구의 분석결과만을 놓고 볼 때, 국가소방행정체제로의 전환이 소방행정서비스의 ML지수 상승을 이끄는 주요한 요인이며, 그내용에 있어서도 전환이전에 비해 훨씬 건실한 성장세를 보이고 있다라는 해석이 가능하다. 아래 〈표 8〉을 통해 좀더 구체적으로 해석해 보자면, 1기의 경우 ML지수 중 새로운 기술을 도입하는 기술 변화에 의한 생산성 증가율은 오히려 0.22% 감소한 반면, 새로운 경영방법, 인사, 조직운영 원리, 예산운용방법 등의 도입에 의해 나타나는 순기술효율성(VRS)의 변화율과 조직운영 규모

를 바꿈으로써 나타나는 규모효율성 변화율은 각각 3.06%와 3.63% 증가한 것으로 나타나 국가소방행정체제로의 전환에 따른 국가직 공무원으로의 인사상의 변화, 소방예산 투입방식의 변화, 화재, 재난시 국가소방청으로의 단일지휘체계로의 전환 등이 소방행정서비스의 효율성 변화에 긍정적 영향을 미쳤다는 것으로 해석이 가능하다.

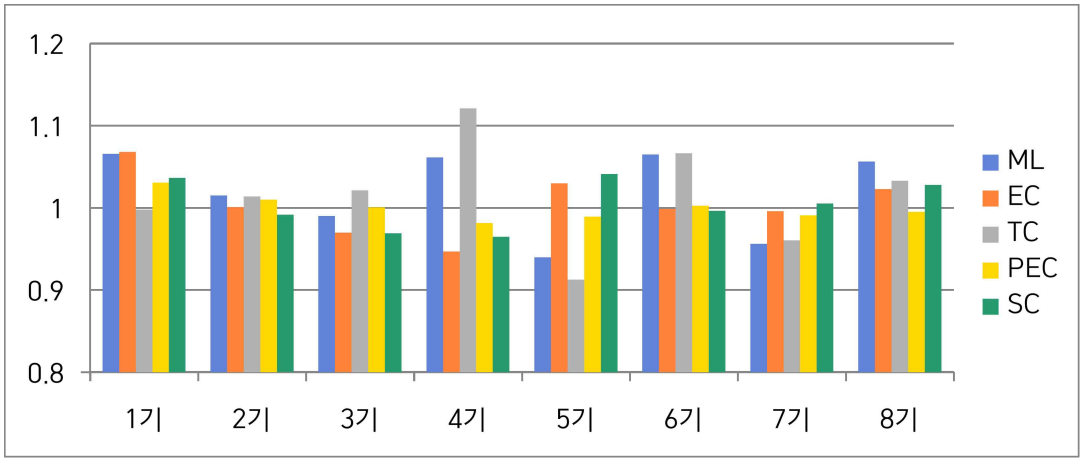
ML지수를 구성하고 있는 세부내용인 EC와 TC를 살펴보면, TC에서는 평균 1.39%의 기술진보가 나타나 평균 0.34%의 다소 미미한 증가율을 나타낸 TEC 변화율에 비춰봤을때 기술진보가 전체적인 ML 지수 증가의 주요원인으로 나타났다. 비록 TEC의 변화율이 미미하더라도 TC를 구성하고 있는 세부요소들 SE와 PEC의 변화율로 분해해 분석해보자면 SE의 변화율에서는 평균 0.35%의 증가를 나타내 효율성이 약간 증가했다고 볼 수 있어 TC의 증가는 SE의 증가에 주로 기인한 것으로 평가된다. 전반적으로 SE는 효율성 중에서 경영과 관리운영적인 측면에서 기인한 요인들을 제거한 규모적인 측면들을 말하는 것이기 때문에 전반적으로 조직규모를 증가시키는 것이 중장기적인 측면에서의 효율성을 높이는 방안임을 본 연구결과가 제시해 주고 있다.

〈표 8〉 ML 및 구성요소의 시기별 변화율

	ML	기술효율성(CRS)	기술변화	순기술효율성(VRS)	규모효율성
2020/2019(1기)	1.0657	1.068	0.9978	1.0306	1.0363
2019/2018(2기)	1.0148	1.001	1.0138	1.0097	0.9913
2018/2017(3기)	0.9901	0.9696	1.0212	1.0006	0.969
2017/2016(4기)	1.0614	0.9468	1.121	0.9814	0.9647
2016/2015(5기)	0.9395	1.0298	0.9123	0.9891	1.0411
2015/2014(6기)	1.0647	0.9986	1.0662	1.0025	0.9961
2014/2013(7기)	0.9561	0.9957	0.9602	0.9907	1.005
2013/2012(8기)	1.0561	1.0226	1.0327	0.9951	1.0276
평균	1.0174	1.0034	1.0139	0.9999	1.0035

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

〈그림 1〉 ML 및 그 구성요소의 시기별 변화추이



아래 〈표 9〉는 각 광역소방본부별 ML의 시기별 변화율 추이를 나타내고 있다. 생산성지수의 평균변화율을 보면, 총 17개 소방본부 중 14개에서 ML이 증가했고, 3개 소방본부에서 ML이 하락한 것으로 분석되었다. 이들 중 제주의 4.88%가 가장 높은 ML의 증가율을 보여주었으며, 경기도와 경남소방본부가 각각 4.64와 4.63%의 증가율을 나타내 다음으로 높았다. 반면, 대구소방본부가 2.58% 하락해 가장 큰 폭의 하락율을 보여주었다. 본 연구에서 나타난 특징적인 점은 극소수의 소방본부들을 제외하고 대부분의 소방본부들에서 ML의 전반적인 상승률이 나타났다는 점이다. 이는 광역시도 소방본부라는 공통된 환경속에서 측정치들 간의 큰 폭의 생산성과 효율성 차이가 나타나지 않았다는 것으로 해석될 수 있으며, 또한 시간의 변화에도 불구하고 대부분의 광역소방본부들에서 전반적인 소방행정서비스의 생산성이 증가하고 있는 모습을 볼 수 있다. 특히 국가소방행정체제로 전환된 이후인 2020년의 효율성과 이전인 2019년의 효율성 간의 거리를 측정한 각 광역소방본부의 1기 내용을 살펴보면 서울과 제주의 단 두곳을 제외한 나머지 15개 광역소방본부들에서 고르게 ML의 상승을 확인할 수 있다. 다른 측정시기와 비교해 1기는 거의 대부분의 소방본부들에서 고르게 ML의 상승이 나타났다는 점으로 미루어 볼때 국가소방행정체제로의 전환이 대다수의 광역소방본부 효율성에 긍정적 영향을 미친 결과라고 해석 할 수 있다.

〈표 9〉 각 광역소방본부의 ML연도별 변화율 및 평균

DMU	ML 1기	ML 2기	ML 3기	ML 4기	ML 5기	ML 6기	ML 7기	ML 8기	ML 평균
강원	1.0338	0.9528	0.9615	1.0045	0.9721	1.0285	0.9972	0.9669	0.9892
경기	1.1706	0.9533	0.9593	1.1107	0.8895	1.2927	0.9129	1.1517	1.0464
경남	1.103	1.2485	0.969	1.0742	0.9632	1.1688	0.9822	0.9064	1.0463
경북	1.1245	0.9535	1.0108	1.0902	0.8902	1.1002	0.9852	0.9664	1.0122
광주	1.017	1.0219	0.9401	0.9942	0.9424	0.9503	0.9358	1.2872	1.0059
대구	1.0192	0.9397	0.9414	0.9552	0.956	1.0163	0.9957	0.9739	0.9742
대전	1.1065	0.9333	1.3125	0.9057	1.0442	0.9219	0.9987	0.9223	1.0107
부산	1.1141	0.9021	1.1241	1.0629	0.8995	1.0058	0.9682	1.0186	1.0087
서울	0.9786	1.2455	1.081	1.0005	1.0529	0.966	0.9748	1.0119	1.0356
세종	1.0475	0.9053	0.7908	0.9685	0.9534	1.0307	0.9452	1.6059	1.01
울산	1.1226	1.1499	0.9542	1.0498	0.8534	1.3313	0.7269	1.2199	1.0336
인천	1.0157	0.9843	0.8055	1.2179	0.9941	1.0918	1.0209	0.9686	1.0064
전남	1.0673	1.0342	1.009	1.0882	0.957	0.9952	1.0018	1.0677	1.0267
전북	1.1836	1.1047	0.9745	1.1374	0.9669	1.0378	1.0178	0.9889	1.0488
제주	0.8883	0.9089	1.0648	1.3542	0.7551	1.1049	0.8899	1.0856	0.9921
충남	1.0652	1.0299	1.0524	1.0842	0.9568	1.0712	0.9895	0.9792	1.0276
충북	1.1006	1.0756	0.9888	1.0244	0.9687	1.0714	0.9558	1.0211	1.0246
평균	1.0657	1.0148	0.9901	1.0614	0.9395	1.0647	0.9561	1.0561	1.0174

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

2. DEA 효율성 분석결과

DEA의 비소망재(undesirable output) 모형을 활용하여 국가소방행정체제로 전환된 이후인 2020년의 단년도 17개 광역소방본부의 소방행정서비스의 효율성을 분석한 결과는 〈표 10〉에 나타난 바와 같다. 먼저, CCR모형에서 효율성의 전체평균은 87.67%였으며, 효율적으로 평가되는 측정치(DMU)는 경기, 서울, 제주 등 전체 17개 광역시도 중 3개의 소방본부였다. 효율적으로 판명된 3곳의 효율성을 초효율성 모형을 활용해 우열을 가린 분석결과는 제주도가 2.0794로 가장 높은 효율성 수치를 나타냈으며, 서울시와 경기도가 각각 1.521, 1.069의 효율성 수치를 보여주였다. 참조횟수에서는 역시 제주도 소방본부가 14회로 동료 소방본부들의 가장 많은 벤치마킹 대상이 되었으며, 서울시와 경기도가 각각 8회, 5회로 나타났다. 본 연구결과에 따르면, 제주도가 효율성 수치에서도 가장 높으며 동료 측정치들의 집중적인 벤치마킹 대상이 되어 가장 모범적인 광역시도 소방본부로 평가할 수 있다.

반면, 효율성이 1에 이르지 못해 비효율적인 것으로 평가된 14개 광역시도 소방본부들 중 가장 비효율적으로 평가된 곳은 효율적인 측정치 대비 75.68%의 효율성을 보인 전라남도 소방본부와 76.71%의 효율성 수치를 나타낸 경상북도 소방본부였다. 이들 광역소방본부가 효율적인 측정치가 되기 위해 벤치마킹 대상으로 삼아야 할 측정치들은 서울, 경기도, 제주시 등이었다.

〈표 10〉 효율성 분석결과 및 준거집단

DMU	DEA	초효율성	준거집단(λ)	참조횟수
강원	0.7719	0.7719	제주(2.5268)	
경기	1	1.069	서울(0.5865); 제주(5.4358)	5
경남	0.7698	0.7698	제주(4.3189)	
경북	0.7671	0.7671	제주(3.8716)	
광주	0.9287	0.9287	서울(0.1540); 제주(0.0751)	1
대구	0.9658	0.9658	서울(0.1653); 제주(0.6927)	
대전	0.8659	0.8659	서울(0.0476); 제주(0.9542)	
부산	0.9466	0.9466	서울(0.3199)	
서울	1	1.521	경기(0.0281); 광주(3.8668); 제주(0.3170)	8
세종	0.932	0.932	제주(0.3654)	1
울산	0.78	0.78	서울(0.0249); 제주(1.0248)	
인천	0.9592	0.9592	서울(0.0413); 제주(2.1396)	
전남	0.7568	0.7568	경기(0.0144); 제주(3.0079)	
전북	0.8608	0.8608	경기(0.0377); 서울(0.2560)	
제주	1	2.0794	경기(0.0026); 세종(2.0674)	14
충남	0.8072	0.8072	제주(3.0665)	
충북	0.7915	0.7915	경기(0.0036); 제주(2.1157)	
평균	0.8767	0.9749		

〈표 11〉에서는 VRS모형을 활용해 분석한 결과들을 제시하였다. 그 내용을 살펴보면, CCR 모형에서의 효율성의 평균은 87.67%이고, 기술효율성의 구성요소인 순기술효율성(VRS)은 91.47%이며, 규모효율성은 95.95%인 것으로 나타났다. 연구 결과 8.53%인 순기술효율성의 비효율성에 비해 규모효율성의 비효율성은 4.05%여서 DEA 효율성 수치에서 나타난 비효율은 순기술효율성에 더 큰 원인이 있는 것으로 분석된다. 즉, 효율성을 개선하기 위해서는 순기술효율성과 관련이 있는 새로운 경영기법이나 인사, 조직운영, 예산 운용방법 등의 문제에 초점을 맞출 필요성이 제기된다. 규모효율성의 비효율성 내용을 설명할 각 측정치의 RTS의 세부내용을 살펴보면 전체 17개 측정치들 중 5개 광역소방본부에서 규모수익체증의 결과가 나왔으며, 9개 측정치에서는 규모수익체감을 나타냈다. 규모수익체증의 결과를 보인 5개 광역소방본부들은 투입물인 인력, 예산, 장비에 대한 투자를 늘리는 규모확대를 통해 운영상의 효율성을 개선 할 수 있으며, 규모수익체감의 결과를 나타낸 9개의 소방본부들은 공공부문의 경우 인력과 예산, 장비를 축소하는 것이 거의 불가능하기 때문에 투입물 규모를 축소하기보다는 현투입물의 수준에서 인력과 장비의 배치, 전환 등과 관련하여 효율성을 높일 최적 방법을 찾고, 동일한 투입상황에서 산출수준을 높이는 방향으로 조직규모를 개선함으로써 효율성을 증진시킬 수 있는 여지가 있다.

〈표 11〉 모형별 효율성 비교 및 RTS

DMU	기술효율성(CRS)	순기술효율성(VRS)	규모효율성(SE)	RTS
강원	0.7719	0.7965	0.9692	DRS
경기	1	3.4468	0.3101	Constant
경남	0.7698	1.0282	0.7487	DRS
경북	0.7671	0.8065	0.9511	DRS
광주	0.9287	1.2743	0.7288	IRS
대구	0.9658	0.9744	0.9912	IRS
대전	0.8659	0.866	0.9999	DRS
부산	0.9466	1.0018	0.9449	IRS
서울	1	2.6767	0.5682	Constant
세종	0.932	1	0.932	IRS
울산	0.78	0.7816	0.9979	DRS
인천	0.9592	0.9908	0.9681	DRS
전남	0.7568	0.8157	0.9279	DRS
전북	0.8608	0.8628	0.9977	IRS
제주	1	2.2067	0.9423	Constant
충남	0.8072	0.8446	0.9557	DRS
충북	0.7915	0.8117	0.9752	DRS
평균	0.8767	0.9147	0.9595	

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 관할면적의 편차는 큰 것으로 나타났다. 인구밀도는 서울이 1㎢ 당 1,596명으로 전남의 108명에 비해 무려 15배에 이르렀으며, 전반적으로 광역시의 인구밀도가 광역도 단위에 비해 인구밀도가 높은 것으로 파악되었다. 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. 지방재정변수에서는 1인당 평균 GRDP는 36,730만원이었고, 지역별 편차는 10,478만원으로 큰 편은 아닌 것으로 나타났다. 특히, 울산광역시의 경우 산업시설이 잘 발달되어 있어 주민 1인당 GRDP가 65,112만원으로 가장 높게 나타났으며 지역별 편차는 10,478만원으로 분석되었다. 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 12〉 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(㎢)	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

토빗회귀분석 방법을 활용하여 효율성 및 효율성의 구성요소에 미치는 영향요인들, 특히 통제변수인 환경변수들이 과연 효율성에 어떤 영향을 미치는지를 분석한 결과를 살펴보고자 했고 그 결과는 다음 〈표 13〉에 나타난 바와 같다.

먼저, 기술효율성(CRS)에 미치는 환경변수들의 영향을 살펴보면, 측정된 변수들 중 특별관리대상 건물의 수만을 제외하고는 나머지 변수들인 각 소방본부의 관할인구와 관할면적, 그리고 경제적 변수인 주민 1인당 GRDP, 도시화 변수인 지자체의 재정자립도, 아파트 거주비율, 인구밀도 등에서 유의미한 상관성이 나타났다. 이들 중, 인구규모, 1인당 GRDP, 재정자립도에서는 정(+)의 영

향을 미쳤고, 관할면적, 아파트 거주비율, 인구밀도는 효율성에 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이를 해석해보면, 먼저, 인구규모가 크면 규모의 경제효과가 나타나 소방행정서비스의 효율성이 높게 나타나는 것으로 볼 수 있으며, 특히 서울시와 경기도의 경우가 이에 해당한다. 또한 지자체의 재정자립도가 높으면 결국 소방인력, 장비, 예산 등의 투입에 여유가 있어 산출의 효율성도 높일 수 있다는 해석이 가능해진다. 다만, 주민 1인당 GRDP가 높다는 것은 지역에 산업시설이 많고, 일자리가 풍부해 산업생산성이 높음으로 인해 세수의 증대로 소방인력, 장비 등에 대한 지원이 가능해져 소방행정효율성에 긍정적 역할을 할 수 있는 반면에, 산업시설이나 상업시설이 많음으로 인해 화재발생 시 큰 피해로 이어질 수 있다는 점에서 소방행정효율성에는 양날의 검과 같은 역할을 한다고 볼 수 있다. 반면, 관할면적이 넓다는 것은 화재나 재난발생 시 출동거리가 멀어 현장에 도착하기까지 많은 시간이 걸려 초기 골든타임을 놓칠 수 있다는 점에서 부정적 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 또한 아파트 거주비율과 인구밀도는 아파트의 경우 최근 고층으로 건축하는 곳이 많아 화재진화에 어려움이 있으며, 밀집된 주거지의 특성 상 한번의 화재로 그 피해가 클 수 있다는 점에서 소방행정효율성에 상당히 큰 부정적 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 인구밀도가 높다는 것은 화재나 재난시 대량인명 손실을 초래할 수 있다는 점에서 역시 큰 부(-)의 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다.

다음으로, 기술효율성의 구성요소인 순기술효율성(VRS)[7]에 미치는 환경변수들의 영향을 살펴보면, 변수들 중 재정변수들인 주민 1인당 GRDP와 재정자립도만 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다만, 주민 1인당 GRDP는 소방행정효율성에 부(-)의 영향을 미쳤으며, 재정자립도는 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 주민 1인당 GRDP가 높다는 것은 그 지역에 산업시설과 생산시설 등이 풍부해 화재의 빈도가 높고 화재시 대형화재의 발생 등으로 인해 진화가 어려우므로 소방행정효율성에는 부정적 영향을 미친다는 것으로 볼 수 있다. 한편, 서울처럼 재정자립도가 높다는 것은 그만큼 지자체가 소방행정효율성을 높이기 위해 장비, 인력 등에 투자 할 여력이 있어 새로운 소방장비 등을 도입해 운영함으로써 소방행정서비스의 효율성을 높일 수 있다는 측면에서 긍정적 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 이 경우, 지자체의 재정자립도 수준이 순기술효율성에 미치는 영향은 상당히 크게 나타났다.

셋째, 규모효율성(SE)에 대한 환경변수들의 영향수준을 살펴보면, 관할인구규모와 관리면적의 크기, 특별관리대상물의 수는 유의미한 정(+)의 효과를 미쳤으며, 인구밀도는 규모효율성에 유의미한 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 광역소방본부의 관점에서는 인구규모가 크고 관할면적이 넓으면 장비 및 인력운용 측면에서 규모의 경제효과로 인해 규모효율성에 긍정적 영향을 미칠 수 있으며, 인구밀도가 높다는 것은 이러한 좁은 면적에 많은 인구들을 수용하기 위해 건축되는 고층건물의 수가 기하급수적으로 늘어나고 밀집도 또한 높기 때문에 화재피해 또한 커질 수 밖에 없어 규모효율성에 상당히 큰 부정적 영향을 미치게 된다는 점을 의미한다. 즉, 고층으로 밀집된 빌딩과 아파트 지역에서 화재가 발생 시 소방헬기와 고가사다리차 등을 다량 동원해야

7) 순기술효율성은 기술효율성에서 규모에 의한 효과를 제거한 상태의 효율성을 의미하는 것으로 이는 새로운 경영방법의 도입이나, 조직, 인사, 예산운용방법 등에서의 새로운 변화를 통해 나타나는 효율성을 의미한다.

만 화재진화가 가능한데 이러한 장비들은 고가이기 때문에 대량으로 보유하기 어렵고, 또 보유하더라도 유사시에는 보유만 하다가 화재시에만 사용이 가능하기 때문에 규모효율성 측면에서 부정적 영향을 미칠 가능성이 높다.

〈표 13〉 영향요인 실증분석 결과

구 분	기술효율성(CRS)		순기술효율성(VRS)		규모효율성(SE)	
	Coef.	Std. Error	Coef.	Std. Error	Coef.	Std. Error
인구규모	.001***	.000	.000	.000	.001***	.000
관리면적	-.004***	.000	.000	.000	.005***	.000
특별관리대상	.003	.003	-.006	.005	.008**	.003
1인당 GRDP	.000***	.000	-.004***	.000	.000	.000
재정자립도	.521***	.092	.628***	.162	-.09	.119
아파트비율	-31.536***	6.992	-17.869	12.343	-13.744	9.078
인구밀도	-27.927***	5.544	5.173	9.786	-33.609***	7.197
Log Likelihood	-38.362		-48.023		-42.8	
Wald x^2	248.2***		63.6***		38.4***	

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

V. 결론 및 정책적 시사점

본 연구는 2020년 4월 1일부터 시행된 국가소방행정체제의 효과를 분석하기 위해 17개 광역시도 소방본부의 소방행정서비스에 대해 효율성과 생산성 변화를 분석했다. 이를 위해 2020년 단일년도의 상대적 효율성을 측정하고 이의 영향요인을 분석하였으며, 2012년부터 2020년까지 9년간의 소방행정서비스 활동에 대한 효율성 및 생산성 변화추세를 맘퀴스트-루엔버거 생산성 지수 모형을 이용하여 측정하여 국가소방체제로의 전환이전과 이후의 효율성 변화율을 비교·분석하였다.

본 연구의 요약내용을 보자면 먼저, 이원적 소방행정체제에서 국가단일소방행정체제로의 전환에 따른 ML 증가율은 전환 이후인 2020년의 생산성을 측정한 1기의 생산성이 6.57% 상승해 다른 시기에 비해 가장 높은 상승률을 나타냈으며, 전환이전인 2012년부터 2019년까지의 8개년 7기에 걸친 효율성 변화율 분석의 연평균 1.18% 증가보다는 높은 상승률을 나타냈다. 생산성지수의 세부 구성요소 중 PEC를 제외하고는 모든 구성요소의 평균에서 상승률이 나타났으며 ML의 상승은 주로 EC가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며 이에 더불어 TC도 생산성의 증가에 일조를 한 것으로 분석되었다. 2020년 단일년도의 효율성 분석에서는 효율성 평균은 87.67%였으며, 17개 광역시도 소방본부 중 제주, 서울, 경기의 3개 소방본부가 효율적인 것으로 평가되었다. 비효율성이 발생한 원인은 주로 순기술효율성에 기인하는 바가 컸으며, RTS 측정에서는 5개 광역소방본부들이 규모수익체증, 9개 소방본부에서 규모수익체감이 나타났다. 효율성에 대한 영향요인 분석에서는 인구규모와 1인당 GRDP, 지자체의 재정자립도에서 유의미한 정(+)의 효과가 있었으며, 관할

면적, 아파트 거주비율, 인구밀도 등에서는 부(-)의 효과가 나타났다.

본 연구결과를 통하여 제시될 수 있는 정책적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 기본 목적인 국가소방행정체제로의 전환 이전과 이후의 효율성을 비교해 본 바로는, 2020년 국가소방체제로의 전환이후인 1기가 가장 높게 나타나 국가소방체제로의 전환은 소방행정서비스의 효율성의 상승에 상당히 긍정적 영향을 미쳤다고 평가할 수 있다. 이를 좀더 세부적으로 보자면, 1기의 경우 ML지수 중 새로운 경영방법, 인사, 조직운영 원리 등의 도입에 의해 야기되는 순기술효율성(VRS)의 변화율과 조직규모의 변화에 의해 나타나는 규모효율성 변화율이 증가한 것으로 나타나 국가소방행정체제로의 전환에 따른 국가직 공무원으로의 인사상의 변화, 소방예산 투입방식의 변화, 화재 및 재난시 국가소방청으로의 단일지휘체계로의 전환 등이 소방행정서비스의 효율성 변화에 긍정적 영향을 미친 것으로 평가된다.

둘째, 2017년 7월 26일 중앙소방청의 출범과 이번 국가소방행정체제로의 전환과의 시너지 효과를 고려할 필요성이 있다. 2017년 출범한 이후 지역의 대형화재와 재난에 대한 지휘권한의 부족으로 인해 나타났던 중앙소방청의 통일되고 전문화된 소방행정 지휘역할의 한계성이 이번 국가소방행정체재의 출범과 동시에 소방행정의 효율성, 특히 지역의 대형화재나 재난의 대처에 보다 긍정적인 역할을 하고 있다고 평가 할 수 있다. 이는 앞서 지적되었던 소방행정의 주요한 문제점들인 대형화재, 산불, 긴급재난 등 빈발하는 지역의 경계를 넘어서고, 지역적 소방력의 한계를 넘어선 재난 발생 시 이제는 개정된 소방법을 통해 지휘계통이 중앙소방청으로 일원화되어 전문적이고 신속한 전국적 대응과 지원이 가능하다는 점 등이 효율성의 증가에 일조한 것으로 볼 수 있다.

셋째, 국가소방행정체제로의 전환이후의 소방행정서비스 활동에 대한 DEA 및 초효율성 분석을 통한 효율성 측정결과 제주도, 서울시, 경기도소방본부 등이 효율적인 측정치로 나타났는데 이들의 공통점은 순기술효율성(VRS)에서의 효율성이 높은 반면 규모효율성에서는

상당히 낮은 수치를 나타냈다는 점이다. 즉, 효율성이 규모의 경제효과보다는 경영, 인력운영방법, 새로운 조직운영과 정책, 예산운영 등에서 다른 소방본부들과의 효율성 차이가 크게 났다는 것은 향후 다른 광역소방본부들이 효율성 개선을 위해서는 제주도, 서울시, 경기도소방본부의 조직과 인력, 예산 등의 운영 방법을 벤치마킹 할 필요성이 제기된다. 특히, 2020년 국가소방행정체제로의 전환과 더불어 소방안전교부세 수입이 2019년 3,838억원에서 2020년 무려 6,851억원으로 3천억 이상 크게 증가했으며, 이의 사용처도 기존의 노후장비의 현대화에 더해 소방인력의 인건비로 사용가능하게 됨으로써 활용성이 대폭늘어났다는 점에서 효율성 증진을 위해 각 광역소방본부들이 앞으로 당해 예산의 체계적이고 합리적인 활용방안을 마련하는 것이 중요한 과제가 되었다. 또한, RTS에서는 9개 소방본부들이 규모수익체감(DRS)를 나타냈는데 공공부문의 특성상 효율성을 높이기 위해 투입인력, 예산, 장비를 축소한다는 것은 사실상 불가능한 제언에 가깝기 때문에 대신에 인력, 예산, 장비의 과학적이고 효율적인 투입방안을 정밀하게 개발하고 그에 부합하는 인력과 장비, 예산의 배치와 투입이 필요한 것으로 사료된다. 더불어, 투입을 줄이기보다는 예방과 대비활동을 대폭 강화하여 산출을 늘리는 방향으로나 비소망재의 경우는 산출을 줄이는 방향으로 효율성을 전환할 필요성이 있다. 즉, 산출요소인 화재건수, 화재피해액 등은 화재예방에 대

한 사전예방교육 강화와 화재관련 시설물 등의 소방점검을 보다 체계적이고 과학적으로 접근함으로써 그 횟수와 금액을 감소시켜 효율성을 높일 필요성이 제기된다.

넷째, 소방행정서비스의 국가소방행정체제로의 전환은 소방이라는 공공재의 본질적인 가치들인 민주성, 효율성, 가외성, 대응성 등의 공공행정의 다양한 가치들이 혼재한 속에서 이루어진 변화임을 주지 할 필요성이 있다(류종영 외, 2018; 류상일 외, 2013; 류상일, 2014; 고경훈 외, 2005; 김진동, 2008; 송상훈 외, 2010; 이주호 외, 2015). 즉, 국가소방행정체제로의 전환이 효율성을 우선시한 방안으로 '지역 주민들과의 대면행정의 부족'을 야기해 공공행정의 민주성 및 대응성을 약화시킬 수 있다는 우려에 대해 효율성과 민주성이 동시에 높아지거나, 적어도 효율성은 높아지되 민주성 및 대응성은 약화되지 않는 방향으로 전개될 수 있는 개혁 방향을 깊게 숙고할 필요성이 제기된다. 물론, 현재의 국가소방행정체제 속에서도 일반 소방행정업무는 도지사의 지시를 따르기 때문에 민주성과 대응성의 약화는 크게 우려할 만한 상황은 아니지만, 앞으로의 추진방향은 소방행정의 효율성을 현재에 비해 크게 증가시켜 생산성 자체의 수준을 바꿈으로써 자연스럽게 민주성과 대응성의 질까지도 더불어 상승시키는 효과를 견인해내는 방향으로 진행하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 향후 2011년 입법안에서 나타났던 수준에 이르는 완전한 국가소방행정체제로의 전환의 전제조건이 바로 이러한 소방행정서비스 효율성의 극대화로 인해 민주성과 대응성의 수준까지 자연스럽게 증가하는 것이라고 판단된다. 따라서, 국가소방행정체제로의 전환 이후 소방행정서비스의 효율성 수준을 현격히 높이는 것이 '효율성과 민주성이 상호배치되는 가치'라는 행정적 상식이 오류라는 것을 증명하는 가장 좋은 방법이 될 것이다.

다섯째, 소방행정서비스는 군, 경찰과 마찬가지로 유사시에 대비한 행정서비스이므로 응급사태에 대비하는 예비력의 가외성이 야기하는 잠재적 비효율성을 지나치게 과대평가해서는 안된다. 당장의 효율성 측정에서는 과도한 장비, 인력으로 간주되어 비효율을 야기시키는 요소로 산정될지라도 대형화재나 재난발생 시 이는 주요한 실질적 재난억지력으로 작용할 수 있기 때문이다. 결국, 이러한 가외성에 대한 고려가 부족한 상태에서의 단편적 효율성 측정을 통해 장기적인 소방행정효율성을 약화시키는 접근법은 지양할 필요성이 있다.

여섯째, 본 연구는 소방행정서비스의 효율성을 측정한 선행연구들의 기법상의 한계점들, 즉, 비소망재 변수의 제외나 비소망재 모형의 적용이 없는 상태에서의 비소망재 변수의 활용, 또 단순 DEA 모형을 구성해 측정된 효율성을 연도별로 비교하는 선에서 진행한 효율성 비교, 효율성이 1로 나타난 측정치들 간의 우열을 가리지 못하거나 불완전하게 구별하는 등의 방법론상의 문제점들을 개선하는 방향에서 연구의 틀을 구성해 좀 더 정확하고 구체적인 분석을 진행했고 이에 방법론적 의의가 있다.

본 연구의 한계점으로는, 2020년 4월 1일 국가소방행정체제로의 전환 이전과 이후의 효율성 변화를 비교해보는 데에 연구목적을 두었지만, 실질적으로 전환 이후 시기가 너무 짧은 관계로 본 연구결과를 일반화하기에는 아직은 무리가 따른다고 볼 수 있다. 향후 본 연구 결과를 뒷받침 할 좀더 지속적인 후속연구의 필요성이 제기된다.

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

김진동. (2008). 소방역에 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

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

류상일·이민규. (2013). 행정학의 패러다임 변화시각에서 바라본 소방행정서비스의 발전방향: 능률성과 민주성을 중심으로. 「한국위기관리논집」, 9(8): 33-46

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

소방청. (2012-2021). 「소방청 통계연보」

_____. (2012-2021). 「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·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

_____. (2013). 비소망산출물이 존재하는 경우 지방공기업의 생산성 및 기술혁신 평가: 도시개발공사에 대한 Malmquist-Luenberger 생산성지수의 적용. 「한국정책학회보」, 22(2): 341-377

이용환·송상훈·김진덕. (2017). 경기소방 운영효율화 연구. 「한국정책연구」, 17(2):1-25

이윤하·이지수·홍원화. (2016). 현행 소방력 배치기준의 문제점에 관한 연구. 「한국주거학회 학술대회 논문집」, 55-60

이원주·문광민. (2021). 광역자치단체의 의용소방대 운용과 소방행정의 효율성 관계에 관한 연구. 「한국화재소방학회 논문지」, 35(3): 82-98

이정동·오동현. (2012).「효율성 분석이론: DEA 자료포락분석법」. 서울: 지필미디어
이재연. (2001). 소방생산성 측정 및 개선에 대한 고찰.「소방논집」, 제11호
이주호·박영화. (2015). 광역소방행정체제 하에서 소방행정서비스 효율화를 위한 협력방안.「한국위기관리논집」, 11: 25-43
이창원 외. (2016). 신소방력 산정기준 개발 연구. 국민안전처(11-1750000-000121-01). 한성대학교 산학협력단
이해평·백민호. (2006). 한국소방력배치 기준의 개선에 관한 연구.「한국화재소방학회논문지」, 20(1): 28-42
정기신·김종훈. (2017). 소방특별조사 소요인력 예측.「한국화재소방학회논문지」, 31(2): 82-88
정병수·류상일·안혜원. (2013). 국가와 지방간 소방사무 재배분에 관한 논의.「한국위기관리논집」, 9(4); 1-14
조문석·이창원·임재진. (2014). 지방자치단체 소방서비스 효과성에 미치는영향에 대한 연구: 지역재정역량과 소방역량을 중심으로.「현대사회와 행정」, 24(4): 293-314
한국지방자치학회. (2012). 국가와 지방간 소방사무의 합리적 분담 및 재원 확보방안
허명회. (2012).「SPSS 오픈하우스 세미나 고급 통계학 특강 1」, 서울: 데이터솔루션
Anderson, P. and Peterson, N.C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. Management Science, 39: 1261-1264.
Charnes, A., Cooper, W. W., and 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., and Battese, G. E. (2005). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Second Edition. New York: Springer.
Cooper, W. W., Seiford, L. M., and 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., and 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., and 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 University에서 행정학박사학위(2005)를 취득하고 현재 경상대학교 사회과학대학 행정학과 교수(경상대학교 인권사회발전연구소 전문연구원)으로 재직 중이다. 관심분야는 인사행정, 공무원노사관계, 행정윤리, 행정철학, 행정효율성 등이다(jmyung94@gnu.ac.kr).

〈논문접수일: 2021. 9. 9 / 심사개시일: 2021. 9. 15 / 심사완료일: 2021. 10. 8〉

Abstract

An Analysis on Efficiency of Fire Administration Services Following the Transition to the National Fire Administration System

Jung Jae-myung

This study measured the effect of the transition to the national fire fighting system in the fire departments of 17 metropolitan, using the Mamquist-Luenberger index model and the undesirable output model of DEA. As a result of the study, the analysis of the efficiency change rate over nine years from 2012 to 2020 showed an average annual increase of 1.74%. It was analyzed that the increase mainly had the greatest effect on EC, and in addition, TC also had a positive effect on the increase in productivity. ML after the transition to the national fire system increased by 6.57%, which is higher than the average annual increase of 1.74% before the transition. Next, in the efficiency analysis for a single year in 2020, an average efficiency figure of 87.67% was obtained, and 3 of the 17 metropolitan city firefighting headquarters were evaluated as effective. The cause of the inefficiency was mainly due to the pure technical efficiency, and in the RTS measurement, 9 divisions showed a decrease in scale effect and 5 headquarters showed an increase. In the analysis of factors affecting the efficiency, there was a significant positive (+) effect in the ratios on population size, GRDP, and financial independence ratio, and a negative (-) effect on the size of jurisdiction area, apartment dwelling ratio, and population density.

Key Words: Fire Administration, Undesirable Output, DEA, Malmquist-Luenberger Indice, Tobit Regression Analysis