

지방자치단체 생활폐기물 관리서비스의 효율성 및 영향요인 분석

: 7대 광역시 소속 69개 자치구를 중심으로

Analysis of Efficiency and Influencing Factors of Municipal Waste
Management Service

정재명*

Jung, Jae-myung

■ 목 차 ■

- I. 서론
- II. 이론적 배경
- III. 연구방법
- IV. 실증분석
- V. 결론 및 시사점

본 연구는 7대 광역시 소속 69개 자치구들의 2008년부터 2018년까지 11년간의 생활폐기물 관리서비스의 효율성 및 효율성 변화추세를 측정하고, 이의 영향요인을 분석해 향후 일선 자치구들의 생활폐기물 관리서비스의 효율성을 개선하는데 중요한 평가정보를 제공하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 DEA, 초효율성 모형, 맘퀴스트 생산성 지수 모형을 이용하였으며, 효율성에 미치는 영향요인을 분석하기 위하여 Tobit 회귀분석을 수행하였다. 연구결과, 2018년 단일년도의 효율성 분석에서는 평균 69.97%의 효율성 수치가 나왔으며, 69개 자치구 중 11개 자치구가 효율적인 것으로 평가되었다. 비효율성이 발생한 원인은 주로 순기술효율성에 기인하는 바가 컸으며, RTS 측정에서는 44개 자치구가 규모수익체증을 나타냈다. 2008년부터 2018년까지의 11개년 5기에 걸친 효율성 변화의 추세분석에서는 MI의 경우 연평균 6% 하락추세를 보여줬으며, 생산성 지수의 세부구성요소 중 TC와 SC에서 8%의 평균 하락률이 나타나 MI의 하락은 주로 TC와

* 경상대학교 사회과학대학 행정학과 교수(경상대학교 인권사회발전연구소 전문연구원)
논문 접수일: 2020. 07. 30, 심사기간: 2020. 07. 30 ~ 2020. 08. 31, 게재확정일: 2020. 08. 31

SC에 기인하는 것으로 분석되었다. 마지막으로 효율성에 대한 영향요인 분석에서는 관리면적, 인구밀도, 위탁사업비 비율, 재정자립도 등이 측정된 3가지 효율성 모두에 영향을 미쳤으며, 대행장비 비율은 규모효율성에만 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 효율성의 개선은 운영방법의 개선을 통해 가능하며, 자치구의 재정분권 강화가 효율성 증진에 필요한 것으로 분석되었다.

□ 주제어: 자치구, 생활폐기물 관리서비스, 자료포락분석, Malmquist 생산성지수, Tobit 회귀분석

This study measures the trend of changes in the efficiency and efficiency of household waste management services for 11 years from 2008 to 2018 in 69 autonomous districts in seven metropolitan cities, and analyzes the influencing factors to evaluate the efficiency of household waste management services in the future. Its purpose is to provide evaluation information that is important for improvement. To this end, DEA, super-efficiency model, and Malmquist productivity index were used, and Tobit regression analysis was performed to analyze the factors influencing the efficiency. As a result of the study, in the efficiency analysis for a single year in 2018, an average efficiency figure of 69.97% was found, and 11 of the 69 front offices were evaluated as efficient. The reason for the inefficiency was largely due to pure technological efficiency, and in the RTS measurement, 44 ward offices showed an increase in scale efficiency. In the trend analysis of efficiency change over 11 years and 5 periods from 2008 to 2018, MI showed a 6% annual average decline, and among the detailed components of the productivity index, the average decline rate of 8% was shown in TC and SC. It was analyzed that the decline was mainly due to TC and SC. Finally, in the analysis of factors influencing efficiency, management area, population density, consignment project cost ratio, and financial independence were found to have an effect on all three measured efficiencies, and the agency equipment ratio only had a significant effect on scale efficiency. It was analyzed that the improvement of efficiency is possible through improvement of operating methods, and the reinforcement of the fiscal decentralization of the autonomous region is necessary to increase the efficiency.

□ Keywords: Ward Office, Municipal Solid Waste Services, DEA, MI, Tobit Regression

I. 서론

지방자치단체가 행하는 업무 중 관할 지역주민 생활과 가장 밀접한 기본적인 핵심업무로는 생활폐기물 관리업무(생활쓰레기 처리)와 상하수도 공급업무를 들 수 있을 것이다. 지방자치단체의 이러한 업무들에 차질이 발생하면 ‘쓰레기 대란’이나 지난해 온 나라를 떠들썩하게 했던 인천 서구의 ‘붉은 수돗물 사태’ 등과 같은 일이 벌어지고 이는 지방자치단체장이나 지방의회 의원들의 재선에 큰 영향을 미칠 가능성이 높다. 그 만큼 생활폐기물 관리업무나 상하수도 업무 등은 주민생활에 필수불가결한 기본업무들이라고 할 수 있다. 지자체의 생활폐기물 관리업무의 ‘효율성이 높다’라는 것이 의미하는 바는, 주민들이 일상생활을 영위하는데 지장이 없을 정도로 생활폐기물 수거업무가 잘 운영되어 주민들이 만족할 만한 비교적 쾌적한 환경이 유지되고 있으며, 당해업무의 효율성이 높은 지자체의 경우 기본적인 생활환경에서의 주민만족도의 상승으로 이어질 여지가 크다는 것이다.

사실 지자체의 필수업무인 생활폐기물 처리업무의 효율성을 높이는 문제에 대해 많은 연구자들이 그 중요성을 조기에 인지하고 효율성을 측정하고 이를 개선할 수 있는 방안의 탐구에 지속적인 공을 들여 온 것이 사실이다. 다만 이러한 연구들은 초기에는 지방자치체가 시행된 이전과 이후로 나누어 생활폐기물 관리업무의 효율성이 어떻게 변화했는가?를 측정하는 것을 필두로, 생활폐기물 관리업무의 대행업체에의 민간위탁이 직영운영과 비교해서 더 효율적이나 아니냐? 하는 주제에 주요초점이 맞추어져 왔다(유미년 외, 2008; 권경환, 2010, 2012; 손희준, 1992; 현승현 외, 2017; 박인용, 2008; 김효주 외, 2011; 정성영 외, 2015). 이는 최근연구에서도 여전히 민간위탁과 효율성과의 관계성을 측정하는 내용들이 주요한 주제였다. 점에서 그 동향이 지금까지 지속되고 있다고 볼 수 있다. 다만, 이러한 연구들이 야기하고 있는 한계점들이 뚜렷하게 부각되고 있는데, 먼저 단일연도를 측정대상으로 효율성을 연구한 초기연구들은 효율성의 동태적 변이과정과 그 내용을 심층적으로 분석해 내지 못해 시간적 효과와 같은 변수들이 효율성에 영향을 미치는지 여부를 측정해 내지 못하고 있다. 그 이후의 연구들에서는 정태적, 동태적 효율성을 측정을 하고는 있으나 효율성을 구성하고 있는 세부요인들의 내용은 구체적으로 측정해내지 못하고 있는 경우가 상당수에 이른다. 따라서 이러한 연구의 한계점들로 인해 효율성의 구성요소에 대한 영향요인을 세부적으로 측정하기 어려워 연구결과의 일반화라는 측면에서 다소 어려움이 따르고 있다. 효율성 측정 연구들의 또 다른 문제점은, 본 연구에서 대상으로 삼은 자치구들의 경우를 보면 생활폐기물 처리서비스에서 지자체가 완전 직영으로 운영하는 경우(인력, 장비, 예산 모두에서)는 광주동구 단 1곳에 불과했고 대행업체에의 100% 민간위탁은 단 1곳도 없었다는 점을 주목할 필요성이 있다. 이

는 거의 모든 지방자치단체가 생활폐기물 관리업무를 직영과 민간위탁 관리방식을 지자체의 환경에 맞게 적절히 배분하는 혼합관리 방식을 활용하고 있다는 점을 나타내 준다. 다만, 혼합관리 방식의 비율에서는 각각의 지자체가 모두 달랐고, 또 민간위탁의 구성요소인 인력, 장비, 예산 세 부문 모두에서 69개 자치구의 비율이 제각각 이었다는 점은 앞으로의 생활쓰레기 관리서비스의 효율성을 측정하는 연구의 방향점이 위탁여부가 효율성에 미치는 영향을 측정했던 지난 연구들과는 다소 달라져야 하고 좀더 세밀할 필요성이 있다는 점을 시사한다.¹⁾

따라서 본 연구에서는 선행연구들에서의 이러한 문제점들을 고려해 정태적 효율성 분석과 더불어 2008년부터 2018년까지의 11년이라는 기간 동안의 동태적 효율성을 측정하고자 맘퀴스트 생산성 변화지수를 활용했으며, 효율성의 구성요소인 기술효율성, 순기술효율성, 규모효율성 등으로 분해해 이를 69개 자치구들 모두를 대상으로 각각 측정해 그 결과를 제시하고자 했다. 또한, 연구대상을 먼저 기본 환경적 측면에서 유사한 수준에 있는 광역자치단체의 69개 자치구들을 대상으로 선정해 효율성을 측정하고자 했으며, 민간업체에의 위탁여부를 비율로 나누어 통제변수로 제시하고, 또 위탁수준을 주요위탁의 3가지 구성요소인 인력, 장비, 예산 등으로 나누어 효율성에의 영향요인을 실증적으로 분석하고자 하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 먼저, 제2절에서 69개 자치구들의 생활쓰레기 관리서비스의 효율성 측정에 관한 이론적 배경 및 선행연구에 대한 고찰을 제시하며, 제3절에서는 본 연구의 분석대상, 변수선정 방법, 분석방법 등을 설명하고, 제4절에서는 69개 자치구들의 실증적 분석을 통한 효율성 및 효율성 변화율 추이, 그리고 그 영향요인에 대한 측정결과를 제시하며, 제5절에서는 본 연구의 결론 및 분석내용에 따른 정책적 시사점을 제시한다.

II. 이론적 배경

1. 지방자치단체 생활폐기물 관리서비스와 효율성

생활폐기물 관리업무는 지자체가 행하는 고유사무로서 효율성의 개념을 단순 투입 대비 산

1) 또한, 기존에 연구되었던 연구들의 한계점 중 하나는 설령 자료포락분석과 회귀분석을 통해 효율성을 측정하더라도 기본환경의 격차가 과도하게 큰 지자체들 간을 측정대상으로 삼음으로 인해 지나친 환경격차 때문에 효율성 측정결과에서의 과도한 격차가 나타나게 되고, 이는 개선여지가 거의 없음에도 불구하고 통계적으로만 유의미한 결과 수치들을 제시하는 문제를 야기하기도 했다.

출의 경제적 효율성만으로는 설명하기 어려운 다양한 가치들이 연관되어 있는 업무이기도 하다. 이는 Dalton(1988)이 규정하듯이 효율성을 좀 더 폭넓게 규정지워 기술적 능력, 수단적 능력, 조직효과, 배분적 능력, 사회적 효과, 정치적 배분 등을 내포하는 광범위한 차원으로 확대하기도 한다. 다만, 이렇게 공공서비스의 효율성 개념을 광범위한 차원으로 확대했을 시 이를 측정하는 것이 대단히 어려워지고 복잡해 그 측정결과를 계량화하고 이를 일반화하기 쉽지 않다는 것은 난점으로 꼽힌다. 생활폐기물 관리서비스가 공공재와 관련되는 공공부문의 업무이기는 하지만 비교적 계량화가 가능한 업무 중 하나이기 때문에 투입대비 산출이라는 경제적 효율성의 개념을 적용시켜 측정하는 것이 지방자치단체의 생활폐기물 관리업무에 대한 성과를 측정하는데 큰 무리가 없는 현실적인 방안중 하나라고 볼 수 있다.

생활폐기물 관리업무는 계량적인 측면에서 효율성을 측정할 수 있는 몇 안되는 공공부문의 서비스 업무이기 때문에 90년대 초반 지방자치제가 시행되면서 효율성 증진 방안들이 여러 측면에서 제시되기도 했다. 그 중 대표적인 것이 신공공관리론의 영향으로 시행되어 온 민간위탁을 통한 효율성 증진 방안이다. 생활쓰레기 관리서비스의 민간위탁을 통해 효율성 부분에서 개선을 기대했던 주요한 점들은 예산절감, 공공서비스 공급 및 행정업무 수행의 효율성의 제고, 민간영역이 지닌 전문적인 지식, 기술, 장비 등을 활용해 공공서비스의 질 및 주민만족도 제고(박순애, 2002), 서비스 공급주체의 다원화를 통한 수요자 선택의 폭을 넓혀 정부에 대한 의존도를 낮춘다는 점 등이었다(정성영 외, 2015). 다만 최근의 연구결과들에 비춰보면 생활쓰레기 관리서비스에 대한 민간위탁이 당해 업무의 효율성을 높이느냐, 아니냐에 대한 결론은 가부의 결론들이 혼재하고 있는 상황이다. 현재는 생활폐기물 관리서비스에 대한 민간위탁의 문제는 지방자치단체에서 일정비율 수준에서 민간위탁이 이루어지는 혼합위탁 방식으로의 운영이 지배적으로 활용되고 있으나 어느 정도 수준이 가장 적절하고 효율적인 민간위탁의 수준인지에 대한 분명한 합의가 도출되어 있지는 않은 실정이다.

지방자치단체 생활폐기물 관리서비스에 대한 효율성을 측정하는 것은 지방정부의 최종결과물을 통해 투입 및 산출물의 관계성을 규명하는 과정이며, 따라서 당해 지자체가 행한 업무에 대한 평가과정이기 때문에 지속적인 효율성 측정이 필요하며, 이는 다음과 같은 여러 이유에서 그 필요성이 제기된다(박기관, 2007; 고승희, 2007). 먼저, 지자체의 생활폐기물 관리서비스 수행결과에 대해 효율성을 측정한다는 것은 당해 지자체의 생활폐기물 처리 능력 및 운영역량에 대한 평가과정을 거치는 것으로 볼 수 있다. 특히 10년 이상의 장기간의 생활폐기물 관리서비스에 대한 평가결과는 당해 지자체가 앞으로 보다 더 효율적인 업무를 행하는 전략을 구축하는데 근거자료로 쓰일 수 있다. 둘째, 효율성 측정결과와 공개는 당해 지자체의 업무에 대해 주민들의 알권리를 충족시켜 줌으로써 내외부의 책임성을 확보하는 데에 필요하다. 셋째, 효율성 및 영향요인 측정결과는 생활쓰레기 관리업무에 대한 지자체의 여러 가지 의사

결정 내용들, 즉 향후 본 서비스에 대한 목표설정 및 이와 관련된 예산편성과 운영방식의 우선순위 도출에 있어서 중요한 정보 및 자료로서 활용될 수 있다. 가령, 민간위탁의 비율과 측정된 효율성과의 상관성 수준이 밝혀진다면 당해 지자체에서 차후의 민간위탁 비율을 결정하는 의사결정과정에서 이러한 연구결과는 중요한 자료로 활용가능하다.

2. 선행연구의 고찰

본 연구는 7대 광역시 소속 69개 자치구들의 생활폐기물 관리서비스에 대한 효율성과 변화율 추이 및 영향요인을 측정하고자 한다. 생활폐기물 관련 연구들은 크게 2가지로 대별될 수 있는데 먼저, 1990년대 이후 꾸준히 연구되고 있는 부분으로 지방자치제의 시행과 더불어 행정개혁의 일환으로 도입된 신공공관리론적 사고에 기반한 생활폐기물 처리서비스의 민간위탁 여부나 정도가 효율성에 미치는 영향을 측정하는 연구들이다(유미년 외, 2008; 권경환, 2010, 2012; 손희준, 1992; 현승현 외, 2017; 박인용, 2008; 김효주 외, 2011; 정성영 외, 2015). 다음으로는 DEA와 회귀분석 등을 적용한 생활폐기물 처리서비스의 효율성, 혹은 그 영향요인을 분석한 연구들이 있다(이상섭·김규덕, 1998; 남기범, 2001; 고승희, 2007; 강은숙·김종석, 2008, 2009; 윤형호 외, 2009; 김효주 외, 2011; 현승현 외, 2017; 현승현, 2018; 정성영 외, 2018; 정재명, 2019; 조하은 외, 2020). 이들 연구들 중 상당수는 효율성을 측정하고 그 영향요인을 분석하고 있다. 다만 민간위탁 여부나 정도가 행정서비스의 효율성에 미치는 영향을 측정한 연구들 대다수는 DEA와 회귀분석을 통해 이를 분석하였기 때문에 본 연구에서는 이를 구별하지 않고 혼합해 고찰하고자 한다.

먼저, 유미년 외(2008)은 서울시 소속 25개 자치구의 1996년부터 2005년까지 10년간의 생활폐기물 수거서비스 민간위탁 효율성을 측정하고자 패널회귀분석을 실시하였다. 분석결과 생활폐기물 처리서비스의 민간위탁은 인적자원 측면과 물적자원 측면에서는 효율성을 가지는 것으로 나타났으나 톤당 수거비용은 오히려 높아진 것으로 분석되었으며, 집단별 평균 비교 결과와 회귀분석 결과에서 모두 민간위탁의 효과성이 나타나지 않았다. 권경환(2010)의 연구는 서비스 공급유형(혼합계약방식과 민간생산방식)에 따른 생활폐기물 처리서비스의 효율성 차이가 있는지를 2003년과 2007년도 2개년에 걸쳐 전국 77개 주요도시를 대상으로 조사했다. 연구 결과, 2003년의 경우는 혼합계약방식보다 민간생산방식(민영화)의 서비스 공급이 효율성이 높은 것으로 나타났으나, 전반적으로 서비스 공급유형은 효율성 차이에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 분석되었다. 권경환(2014)는 우리나라 70개 도시정부 생활폐기물관리 서비스 전달과정에서 민간위탁수준의 증가가 서비스 공급의 효율성에 어떠한 영향을 미치고

있는지를 Super-SBM과 패널데이터분석(panel data method) 모형을 활용해 2002년에서 2006년까지의 자료들을 실증적으로 분석하고 있다. 연구 결과 우리나라 기초자치단체인 시에서는 생활폐기물 관리서비스의 민간위탁수준이 서비스 공급의 효율성에 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 못했던 것으로 분석되었지만, 공무원수, 단체장의 임기와 연령, 총세출, 소득수준, 저소득자 비율 등과 같은 정치경제적 변수들에서는 서비스 공급의 효율성에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 정성영 외(2015)는 전국 250개 기초자치체를 대상으로 2000년부터 2009년까지 생활폐기물 처리서비스의 민간위탁 방식이 서비스 효율성에 미치는 영향을 패널회귀분석을 활용해 실증적으로 분석하였다. 분석결과 민간위탁 방식은 인적자원과 물적자원 측면에서는 효율성을 증진시키는 요인으로 작용하였으나, 비용절감 효과는 나타나지 않는 것으로 분석되었다. 또한 정성영·배수호(2018)는 총 150개 기초자치단체를 대상으로 DEA-Window와 토빗회귀분석을 활용해 생활폐기물 처리서비스의 효율성을 측정해 이의 영향요인을 규명하고자 하였다. 연구결과 생활폐기물 처리서비스의 효율성은 시간의 변화에 따라 점차 증가하는 추세를 보였으며, 영향요인 분석결과 기술효율성 차원에서는 규모의 경제가, 순기술효율성 차원에서는 밀도의 경제가 보다 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며 민간위탁 비율은 효율성에 정(+의 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

이상섭·김규덕(1998)는 대구광역시와 경상북도 18개 시·구를 대상으로 DEA기법을 활용하여 쓰레기 수거서비스의 효율성을 측정하였다. 연구결과 18개 시군구 중 7개가 효율적인 시군구로 나타났다. 고승희(2007)의 경우는 전국 74개 시단위 지방정부를 대상으로 DEA와 T 검정을 통해 상대적 효율성 측정 및 그 영향요인 분석을 실시했다. 연구결과 74개 지자체 중 CRS에서는 16개, VRS에서는 34개의 지자체가 효율적인 것으로 나타났으며, 효율성 영향요인분석에서는 관리면적, 청소인력 1인당 인구수, 집행비 수수료 비율 등이 영향을 미치는 것으로 나타났다. 남기범(2001)은 서울시 소속 25개 구청들을 대상으로 지방자치제 시행 이전과 이후로 나누어 DEA기법을 활용해 쓰레기 수거서비스의 상대적 효율성을 측정하였다. 연구 결과 지방자치제 시행 이후가 전반적인 효율성 격차가 줄어들고 있는 것으로 평가되었다. 강은숙 외(2009)의 연구에서는 서울시와 6개 광역시를 대상으로 2001년부터 2005년까지의 환경관련 행정서비스(수질, 대기질, 폐기물)의 효율성을 2단계 DEA 기법을 활용하여 측정하였다. 연구결과 35개 측정치 중 BCC와 CCR모형에서 각각 15개와 12개가 효율적인 것으로 나타났다. 또한, 강은숙·김종석(2008)은 지방자치제의 시행 이후 1999년부터 2006년에 걸쳐 광역자치단체 소속 65개 자치구를 대상으로 생활폐기물 처리서비스에 대한 효율성을 측정하였는데, 측정 결과 전체적으로 효율성이 시간의 흐름과 큰 연관성이 없는 것으로 나타났으며, 영향요인 분석 결과 인력, 예산, 재활용량, 인구밀도, GRDP, 관리면적, 시간추세 등에서 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 강은숙 외(2010)은 69개 자치구를 대상으로

2001년부터 2006년까지의 생활폐기물 처리서비스에 대한 민간위탁의 효율성 및 영향요인을 DEA-Window 및 회귀분석 방법을 적용하여 실증 분석하였다. 분석결과 전체예산에서 민간 위탁 예산의 비율이 증가 할수록 일선 구청들의 생활폐기물 처리서비스의 효율성을 감소하는 것으로 나타났다. 현승현·정지훈(2017)은 경기도 기초자치단체를 대상으로 민간위탁 수준이 생활폐기물 처리량에 미치는 영향요인에 대한 분석을 실시하였다. 패널회귀분석 모형을 활용 해 실시한 분석에서 위탁사업비 비율, 대도시 여부, 1인당 GRDP, 지방공무원 수는 생활폐기물 처리량에 정(+)의 효과를 나타냈지만, 1인당 지방세 부담액은 부(-)의 영향을 미쳤으며, 인구밀도, 아파트 비율, 1인당 지방세 부담액은 매립소각량에 정(+)의 영향을 미치고, 지방공무원 수는 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 현승현(2018)의 연구는 경기도의 기초자치단체를 대상으로 맘퀴스트와 회귀분석 방법을 활용해 2010년부터 2015년까지 생활폐기물 관리서비스의 효율성 변화율 및 그 영향요인을 분석하였다. 연구결과 생활폐기물 서비스의 효율성이 점차 낮아져오다가 2014년 이후 다소 상승되는 모습을 보여줬고, 영향요인분석에서는 재정자주도와 지방공무원수가 효율성에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 정재명(2019)은 16개 광역자치단체의 생활쓰레기 처리서비스의 상대적 효율성 및 생산성 변화 추이를 SEM 및 맘퀴스트 생산성 지수를 활용해 분석하였다. 연구결과 기술효율성 전체평균은 78.2%였고, 6개 광역시도는 효율적인 것으로 분석되었으며, 생산성 변화분석에서는 연평균 3.61%의 감소가 있었고 주로 순기술효율성의 감소가 비효율성의 주원인으로 분석되었다. 아래 <표 1>은 생활폐기물 관리서비스의 효율성 측정에 대한 관련 선행연구들을 요약해 제시한 것이다.

<표 1> 환경행정 서비스 효율성 및 생산성 변이 측정 관련 선행연구

연구자	분석대상	분석기간	측정지표	분석방법
이상섭·김규덕(1998)	대구·경북 18개 시군	1995년	투입: 예산, 인력, 장비의 수 산출: 쓰레기의 총수거량, 재활용 쓰레기량, 수수료 징수액	DEA
고승희(2007)	74개 지방정부	2005년	투입: 관리인원, 관리장비, 손수레, 관리예산 산출: 폐기물처리량, 재활용량, 수수료 징수액	DEA, T검정
남기범(2001)	서울시 소속 25개 구청	1988년 ~ 1999년	투입: 인력, 장비 산출: 쓰레기 수거량, 재활용품의 수거실적, 수수료 징수액	DEA
강은숙·김종석(2009)	7개 광역시	2001년 ~ 2005년	투입: 주민1인당 환경담당 공무원 수, 주민1인당 환경관련예산 산출: 수질, 대기질, 폐기물	DEA, 맘퀴스트

연구자	분석대상	분석기간	측정지표	분석방법
강은숙·김종석 (2008)	6개 광역시 소속 65개 자치구	1996년 ~ 2006년	투입: 담당인력, 예산규모, 차량, 손수레, 중장비 산출: 매립소각량, 재활용량	DEA
강은숙 외 (2010)	69개 자치구	2001년 ~ 2006년	투입: 담당인력, 장비, 예산 산출: 매립·소각량, 재활용량 외생: 관리구역 면적, 인구밀도, 1인당 GRDP, 인구규모 정책: 민간위탁 예산비율, 인력비율, 장비지출	DEA-Window, 회귀분석
유미년 외 (2008)	서울시 25개 자치구	1996년~2005년	독립: 민간위탁 비율 종속: 관리인원, 관리예산, 주민만족도 통제: 인구 수, 아파트 비율, 1인당 지방세 납부액, 쓰레기 발생량	패널회귀분석
권경환 (2012)	전국 70개 시정부	2002년~2006년	투입: 관리인원, 관리차량, 손수레, 중장비, 총처리비 산출: 매립소각량, 재활용량, 기타처리량, 수수료징수액	Super-SBM, 회귀분석
권경환 (2010)	전국 77개 시정부	2003년 2007년	투입: 관리인원, 관리차량, 손수레, 중장비, 처리인건비, 기타 처리비 산출: 매립·소각량, 생활폐기물 재활용량, 수수료 징수액	PCA-DEA, 회귀분석
권경환 (2014)	전국 70개 도시정부	2002년 ~ 2006년	투입: 관리인원, 관리차량, 손수레, 중장비, 총처리비 산출: 매립소각량, 재활용량, 기타처리량, 수수료징수액 26개 정책변수와 통제변수	Super-SBM, 통합회귀분석, 확률효과, 고정효과
윤형호 외 (2009)	서울시 108개 수거운반업체	2008년	투입: 담당인력, 차량수 산출: 쓰레기 수거량	DEA, 회귀분석
김효주 외 (2011)	서귀포시 3읍 2면	2000년 ~ 2010년	투입: 인력, 예산, 차량 산출: 매립소각량, 재활용량	DEA
정성영 외(2015)	전국 230개 기초지자체	2000년~2009년	독립: 민간위탁비율 종속: 처리비용, 인적자원 효율성, 물적자원 효율성 통제: 인구밀도, 가구당 가족수, 주택형태, 1인당 GRDP, 재정자립도, 1인당 지방세 부담액	패널회귀분석
정성영 배수호 (2018)	전국 150개 자치단체	2004년~2014년	투입: 총처리비용, 수정처리비용, 인원, 차량, 손수레, 중장비 수 산출: 매립·소각량, 재활용량, 수수료 징수액	DEA-Window, 패널토빗회귀분석
현승현·정지훈 (2017)	경기도	2011년~2015년	독립: 위탁사업비 지출, 대행업체 인력 비율, 대행업체 장비 비율 종속: 총처리량, 매립·소각량, 재활용 처리량	패널회귀분석

연구자	분석대상	분석기간	측정지표	분석방법
			통계: 자치단체 유형, 인구밀도, 아파트 비율, 1인당 GRDP, 1인당 지방세 부담액, 재정자주도, 지방공무원수	
현승현 (2018)	경기도 소속 자치단체	2010년~ 2015년	투입: 총관리예산, 인력, 장비수 산출: 매립소각량, 재활용처리량, 세입수수료	순차적 맘퀴스트 회귀분석
정재명 (2019)	전국 16개 광역시도	2008년~ 2017년	투입: 인력, 예산, 장비수, 관리면적 산출: 총처리량	DEA, SEM, 맘퀴스트
조하은· 우영진 (2020)	229개 기초자치단체	2007년~ 2016년	독립: 총폐기물, 생활폐기물, 재활용량 종속: 1인당소득, 종량제 봉투가격, 고령인구비율, 인구밀도, 대졸자이상 비율	회귀분석

III. 연구방법

1. 분석대상 및 분석방법

본 연구에서는 먼저, 생활폐기물 관리서비스와 관련된 균형패널(balanced panel)자료를 이용해 전국 7개 광역시 소속 69개 자치구의 생활폐기물 관리서비스에 대한 효율성 변화 추이(동태적 효율성)를 측정하였다. 먼저, 2018년도의 생활폐기물 처리서비스에 대한 상대적 효율성을 측정하고, 이에 영향을 미치는 영향요인을 분석하였다. 7개 광역시 소속 69개 자치구들이 분석대상으로 선정된 이유는 본 연구에서는 측정치들의 선정에 있어 DEA 기법을 적용하는데 가장 이상적인 결과를 도출 할 특성을 반영하려고 노력하였다는 점이다.²⁾ 즉, DEA의 경우 선정된 측정치가 갖고 있는 여러 가지 규모, 환경 등의 상황이 다른 측정치들과 과도하게 다르면 연구결과 나타난 측정치들 간의 효율성 수치 격차가 지나치게 커지는 경향이 있어 개선방안에서 이에 대한 대응을 찾기 어렵게 된다. 따라서 본 연구에서는 대도시이면서, 유사한 환경들을 갖고 있는 7대 광역시 소속의 69개 자치구를 연구대상으로 선정해 분석을

2) DEA 중 기술효율성(CCR)을 기본 분석모형으로 사용하는 것은 기술효율성은 규모효율성(불변규모수익)을 나타내는 생산변경과 가변규모수익하의 생산변경의 차이)과 순기술효율성(VRS)로 분해가 가능하고 이들 각각의 내용을 설명할 수 있으며, 비효율성의 원인을 보다 명확하게 분석할 수 있다는 장점에 기인한다.

수행하게 되었다.³⁾ 즉, 69개 자치구 모두 대도시에 소재하고 있고, 도시화의 수준과 투입 산출물들이 활용되는 환경의 유사도가 대단히 높기 때문에 이들 사이의 상대적 효율성을 측정했을 때 다른 측정치들을 벤치마킹 대상으로 선정해 그 결과에 대한 개선점을 찾기가 용이한 측면이 고려되었다.⁴⁾ 또한 이들 선정된 69개 자치구는 연구대상이 되는 기간인 2008년부터 2018년의 11년 기간 동안 행정구역의 통폐합 등을 포함한 유형적인 지역개편 등의 영향을 받지 않아 본 연구에 안정성을 부여하기 때문이기도 하다.

분석방법은 먼저, 자료포락분석(DEA)의 CRS와 VRS 모형을 활용해 2018년 단년도의 효율성에 대한 정태적 분석을 실시하였으며, 기술효율성(CRS), 순기술효율성(VRS), 규모효율성, RTS, 준거집단 및 가중치(λ)를 측정하였다. 또한 효율성이 1로 판명된 측정치간의 우열을 가리기 위해 초효율성(Super-Efficiency Model) 모형을 활용하여 DEA 모형과 비교분석해 보았다.⁵⁾ 효율성의 동태적 분석에서는 Malmquist 생산성지수 변화율을 활용해 2008년부터 2018년까지의 11년 동안의 생산성 변화 추이를 측정하였으며, 생산성지수의 구성요소인 기술효율성변화율, 기술변화율, 순기술변화율, 규모효율성 변화율로 세분화해 생산성의 변화율을 측정했다. 기간의 분석단위는 기본 2년으로 하였으며 5기에 해당하는 2008년부터 2010년까지의 기간은 3년으로 정하였으며 이는 기간이 전체 11년, 즉 홀수이므로 연구의 편의를 위해 지정된 부분이다. 또한 측정된 효율성에 영향을 미치는 영향요인을 분석하기 위하여 토빗회귀분석(Tobit Regression)을 실시하였다. DEA를 활용한 효율성 분석결과는 0과 1 사이에 위치하고 있어, 이를 통상적인 최소자승 회귀모형으로 분석 할 경우 편향된 불일치 추정량이 도출되기 때문에 0이하에서 중도 절단(censored)되는 토빗회귀모형을 적용하였다.

3) 실제, 78개 전국 일선시(군단위는 제외하고)를 대상으로 2018년 기술통계량의 표준편차를 분석해 본 결과, 인구에서는 280,232명, 관리면적은 358km², 인구밀도는 2,874명, 1인당 GRDP는 3,579,200원, 1인당 지방세부담액은 1,003,612원, 재정자립도는 13%로 나타나 재정자립도를 제외하고는 전반적으로 자치구들의 편차와는 상당한 격차를 나타내고 있다.

4) 같은 광역시 소속이더라도 부산의 기장군, 대구의 달성군, 인천의 강화군과 옹진군, 울산의 울주군 등 5개 군은 관리면적의 차이, 인구밀도의 차이, 인구규모의 차이, 산업구조의 차이 등으로 인해 투입, 산출물들이 활용되는 데 있어 이질적인 환경적 측면이 과도하게 크다는 측면에서 DEA의 본래 취지와 맞지 않아 제외하였다. 예를 들면 전국 250개 시군을 모두 측정치로 선정하면 효율성 측정이라는 단순 취지와는 맞을지 몰라도 인구 100만에 가까우며 대도시인 성남시의 행정서비스와 인구 1만 7천명이 되지 않으며 전통적 산악농업지역인 경북 영양군의 행정서비스의 상대적 효율성을 비교하는 것은 큰 의미가 없고, 원래 DEA가 측정하고자 하는 상대적 효율성의 취지와도 맞지 않는 것이라고 볼 수 있다.

5) SEM 모형의 활용은 전통적 DEA 모형의 취약점을 개선하는 중요한 역할을 하기 때문에 대단히 좋은 모형이라고 볼 수 있지만, 간혹 측정치 중 과도하게 높은 효율성을 나타내 Outlier 역할을 하는 측정치가 생기고 이에 따른 효율성 평균치가 지나치게 높아진다는 단점이 발생 할 수 있기 때문에 DEA 측정결과와 SEM 모형의 측정결과를 비교해서 제시하는 것이 바람직 할 것이다.

2. 변수선정

일반적으로 공공부문 서비스의 효율성을 측정하는 것은 서비스의 복잡한 관계성과 질적인 측면으로 인해 대단한 난제로 여겨져 왔다. 이는 민간부분의 이윤추구라는 단순한 동기와 달리 공공부문의 업무들은 다양한 가치적 측면의 동기를 반영해야만 하고, 또한 화폐단위나 양적인 측정이 가능하지 않은 경우가 많기 때문이다(강은숙·김종석, 2008). 그러나 지방자치단체의 생활폐기물 관리업무의 경우 대체로 지자체가 하는 기능자체의 유사도가 높고, 정형화 되고 표준화된 업무를 특징으로 하며, 이와 관련되는 양적 자료가 체계적으로 잘 수집되어 있어 양적 효율성의 측정에 가장 적합한 분야로 여겨진다(정성영·배수호, 2018).

본 연구에서는 두 가지 측면에서 변수를 선정하였는데, 먼저, DEA 분석을 위한 투입요소와 산출요소를 선정하고, 다음으로 DEA의 분석결과인 효율성에 미치는 영향요인을 분석하기 위해 독립변수, 종속변수, 통제변수를 선정하는 경우로 나뉜다. 먼저, DEA 효율성 분석을 위해 선정한 투입요소들과 산출요소들은 기존연구에서 주로 활용되어 검증된 변수들을 선정하였다. 69개 자치구의 생활폐기물 처리서비스의 효율성 측정모형의 투입요소로는 생활폐기물 관리예산, 관리인원, 총장비 수를 선정하였다. 생활폐기물 관리예산의 경우 단일연도의 효율성만을 측정한다면 시설을 설치하는 해에 과도한 예산산정의 경우가 발생해 효율성의 왜곡현상을 야기할 수 있기 때문에 시설설치비 등을 제외하는 것이 바람직하겠지만 본 연구에서는 11년 간의 효율성 변화율도 함께 측정하기 때문에 이를 포함시켜 생활폐기물 총관리예산을 선정하였다. 인원의 경우 지방자치단체와 민간업체 인원의 총합을 활용하였으며, 장비 수는 지방자치단체와 민간업체가 보유하고 있는 차량 수, 손수레 수, 중장비 수의 총합으로 하였다. 산출요소는 지방자치단체와 민간업체가 일일 처리하는 생활폐기물 처리량의 총합을 좀 더 세분화해 소각량과 매립량의 총합과 재활용량으로 나누어 각각 선정하였다. 기본적으로 생활폐기물 관리서비스의 근본적인 결과물이 생활폐기물 처리량이라고 볼 수 있기 때문에 산출요소에서 반드시 포함되어야 하는 기본변수라고 할 수 있고, 처리량 통계치도 세분화 되어 잘 제시가 되어있어 활용하기에 용이한 변수라서 선정했다(현승현, 2018). 또한 생활폐기물 종량제 봉투 판매 금액을 포함하는 수수료 징수액을 활용하였다. 아래 <표 2>에서는 효율성 분석을 위한 투입요소와 산출요소들이 제시되어 있다.

〈표 2〉 효율성 분석을 위한 투입요소와 산출요소

구분	변수(단위)		출 처
투입요소	예산(천원)	생활폐기물 수집·운반·위탁처리비 등 총처리비	환경부 폐기물 통계 (2008- 2018)
	관리인원(명)	구와 민간처리업체의 생활폐기물 관리 인원수	
	장비수(대)	구와 민간처리업체의 생활폐기물 관리차량+손수레+중장비	
산출요소	매립·소각량(톤/일)	구와 민간처리업체의 생활폐기물 매립·소각량	
	재활용(톤/일)	구와 민간처리업체의 생활폐기물 재활용량	
	수수료징수액(천원)	생활폐기물 처리 수수료(쓰레기 봉투 사용수수료) 징수액	

다음으로는, 생활쓰레기 관리서비스의 효율성에 미치는 영향요인을 분석하는 변수들로서, 종속변수는 기술효율성(CCR)과 순기술효율성(VRS), 규모효율성 등이다. 독립변수로는 지방자치단체의 경제요인들인 1인당 GRDP, 1인당 지방세 부담액, 재정자립도 등 3개의 변수를 선정하였다. 통제변수로는 지방자치단체의 도시화 요인과 정책적 요인으로 나누어 선정하였다.

먼저, 1인당 GRDP는 지역의 생산성을 지칭하는 것으로 GRDP가 높다는 것은 지역산업의 활동성과 생산성이 높으며 그에 상응하는 만큼의 생활쓰레기 배출량이 증가해 규모의 경제로 인해 이를 관리하는 업무의 효율성도 높아진다는 것을 의미할 수 있다. 1인당 지방세 부담액이 높다는 것이 의미하는 바는, 지방세 부담이 높은 지자체 주민들의 경우 과세부담을 줄이기 위해 지방정부에 비용절감을 위한 압력을 행사해 당해 서비스 관리효율성이 높아질 것으로 예상된다(Hirsch, 1995; 정성영 외, 2018). 재정자립도가 높은 지자체일수록 당해 서비스 관리업무를 위한 의사결정과 재정운영의 폭이 확대되어 관리 효율성이 높을 것으로 판단된다.

둘째, 선행연구에서 도시화 수준과 관련한 영향요인으로 주로 활용되고 있는 변수로는 인구수, 인구밀도, 관리면적 등이었는데 본 연구에서도 이를 반영해 일선 지자체의 인구규모, 생활폐기물 관리면적, 인구밀도 등을 선정하였다(권경환, 2010, 2014; 강은숙 외, 2008, 2010; 정성영 외, 2015, 2018; 현승현 외, 2017). 그 내용을 살펴보면, 생활폐기물의 발생량과 이를 관리하는 관리서비스의 효율성은 인구규모, 인구밀도, 관리면적의 역학관계에 의해 영향을 받을 것으로 예상되기 때문에 도시화 수준 변수들을 통제 할 필요성이 제기된다(강은숙 외, 2010; 현승현, 2018). 즉, 인구규모의 변화가 없을 때 관리면적의 증가와 인구밀도의 감소는 동일량의 생활폐기물 처리에 보다 높은 처리비용과 효율성의 하락을 예상할 수 있으며, 물론 그역의 가정도 성립된다(현승현, 2018).

셋째, 정책요소로는 민간위탁 수준을 선정하였는데 예산, 인력, 장비 등 3가지 기준을 적용하여 결정하였다. 이를 자세히 살펴보면 생활폐기물 관리예산으로 책정된 총 금액에서 위탁처리비용의 비율을 측정한 위탁사업비 비율(위탁예산액/총예산액), 생활폐기물 관리 총인력

수 대비 위탁대행업체 인력 수비율(위탁인력 수/총인력 수), 생활폐기물 관리 총장비 수 대비 위탁대행업체 보유 장비수 비율(위탁장비 대수/총장비 대수)로 설정하였다(현승현·정지훈, 2017; 강은숙 외, 2010). 아래 <표 3>은 효율성에 미치는 영향요인을 측정하는 분석변수들을 정리한 내용이다.

<표 3> 영향요인 측정 변수

구분		변수(단위)		출처
종속 변수	효율성	기술효율성(CRS)	CCR모형의 효율성 평균	
		순기술효율성(VRS)	BCC모형의 효율성 평균	
		규모효율성	규모효율성 평균	
		맘퀴스트 생산성 변화율	CCR모형의 효율성 변화율 평균	
독립 변수	재정적 특성	1인당 GRDP(천원) ⁶⁾	총GRDP(2017년 자료)/인구수	행정안전부 지방재정통계
		1인당 지방세부담액(천원)	지방세 총액/총인구수	
		재정자립도(%)	{(지방세+세외수입)/일반회계수입} × 100	
통제 변수	정책적 특성	위탁사업비 비율(%)	위탁사업예산/생활폐기물 전체 처리예산	환경부 폐기물통계
		대행업체 인력비율(%)	대행업체 인력/전체 생활쓰레기 관리인원	
		대행업체 장비 비율(%)	대행업체 장비수/전체 생활쓰레기 관리장비수	
	도시화 수준	인구규모(명)	관할 인구수	
		인구밀도(명/km ²)	관할 인구수/관할구역규모	
		관할구역규모(m ²)	관할구역 규모	

3. 실증분석 방법

1) DEA와 토빗회귀모형

효율성(efficiency)은 주로 투입 대비 산출의 비율을 의미하며, 대체적으로 효율성의 측정을 통해 공공조직의 투입과 산출 간의 관계성을 파악하게 된다. 즉, 본 연구에서 측정하고자 하는 지방정부 생활폐기물 관리서비스에 대한 효율성의 경우 예산, 인력, 장비 등의 투입요소들을 통해 생활폐기물 관리서비스를 어느 정도 수준으로 산출하고 있는가를 측정하는 것인데, 일반적으로는 크게 두 가지 방법을 통해 평가할 수 있다. 하나는 지방정부의 생활폐기물 관리서비스가 투입 및 전환과정을 통해 발생한 1차적 산물인 폐기물 처리량 등을 측정함으로써

6) 각 지역의 총 GRDP는 현재 가용한 자료가 2017년까지여서 2018년이 아니라 2017년 자료를 활용하였음.

얼마나 능률적이고 효과적으로 제공되었는가를 양적으로 측정하는 효율성 측정방법이 있다. 또 다른 하나는 생활쓰레기 관리서비스가 지역주민의 욕구와 요구에 어느 정도로 반응하는지를 정성적인 방법을 중심으로 평가하는 방법이 있다(Rogers, 1990; Hatry, 1980; 송건섭·이곤수, 2004). 전자는 공공기관의 경우 다투입 다산출의 경우에도 측정가능하며, 특히 투입 및 산출물에 대한 명확한 가격정보가 존재하지 않는 공공부문에서 측정이 용이한 자료포락분석(Data Envelopment Analysis; 이하 DEA)가 많이 활용되는 편이며, 후자의 경우는 만족도 조사와 관찰, 인터뷰 등의 질적인 조사방법들을 활용할 수 있다.

본 연구에서는 생활쓰레기 관리서비스의 경우 정량적 자료들이 잘 정리되어 있어 주로 1차적 산출물 중심으로 정량적인 수치를 활용해 지방자치단체 생활폐기물 관리서비스의 효율성을 객관적으로 측정하고자 한다. 본 연구에서 적용하고자 하는 방법론인 DEA에서는 효율성의 개념을 경제적 효율성의 개념인 투입 대비 산출의 비율로 표현한다. 다만, 이를 기계적으로 적용하는 절대적 효율성 개념을 적용하는 것이 아니라 생산활동을 하는 경제주체(측정치: Decison Making Unit, DMU)들 중 가장 효율적이라고 평가되는 측정치와 비교해 어느 정도 상대적 격차가 나는지를 측정하는 상대적 효율성 개념을 적용한다(이정동·오동현, 2012). DEA 기법은 비모수적 방법을 쓰기 때문에 함수적 관계나 모수에 대한 가정이 불필요하나, 자료간의 동질성이 부족하면 결과의 효용성이 떨어진다는 단점도 내포하고 있다(이정동·오동현, 2012). 본 연구에서는 지방자치단체의 투입요소인 예산, 인원, 장비 수 등의 효율성을 높이는 투입중심의 CCR 모형을 이용하여 효율성을 측정하며, 이에 대한 공식은 다음과 같다(유금록, 2004).

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

subject to

$$\theta^k x_m^k = \sum_{j=1}^J x_m^j \lambda^j + s_m^- \quad (m = 1, 2, \dots, M); \quad (1)$$

$$y_n^k \lambda^j = \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda^j - s_n^+ \quad (n = 1, 2, \dots, N);$$

$$\lambda^j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, J);$$

$$s_m^- \geq 0 \quad (m = 1, 2, \dots, M);$$

$$s_n^+ \geq 0 \quad (n = 1, 2, \dots, N)$$

다만, 전통적 DEA의 경우 분석결과 효율적으로 판명된, 즉 효율성이 1로 평가된 관측치들 간의 우열을 가릴 수 없는 ‘식별력의 문제’가 발생할 수 있다. 이 경우 초효율성 모형(Super-Efficiency Model: SEM)을 활용해 식별력 문제를 해결할 수 있는데, 만들어진 DEA의 최초 생산가능집합에서 초효율성 값을 구하고자 하는 관측치(효율성이 1로 평가된 관측치들 중 하나)를 배제하고 새로운 생산변경을 생성시킨 다음, 기존의 생산변경과 차이를 측정하면 그 차이가 구하고자 하는 관측치의 초효율성 수치가 된다(Anderson & Peterson, 1993).

69개 자치구들의 생활쓰레기 관리서비스의 효율성에 영향을 미치는 결정요인에 관한 연구를 위해 본 연구에서는 Tobit 회귀분석(절단회귀분석)을 활용하였다. 일반적 회귀분석에서는 종속변수가 양적인 변수이면서 $y < 0$ 인 경우, 즉 추정하고자 하는 종속변수가 무조건 0 이상인 값을 갖는다면 관측치가 제약되어 측정이 불가능하므로 이 경우 하한(lower bound: 0)에서 절단되는 Tobit 회귀를 활용하면 추정이 가능하다. 특히 DEA를 통해 추정된 효율성 값은 제한된 범위를 갖기 때문에 효율성에 영향을 미치는 요인 분석에 토빗 회귀모형을 많이 사용한다. 토빗회귀 수식은 다음과 같다(이정동·오동현, 2012).⁷⁾

$$\theta_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k z_{ki} + \epsilon_i \quad (2)$$

$$\text{If } \theta_i^* \leq 0, \text{ then } \theta_i = 0$$

$$\text{If } \theta_i^* \geq 1, \text{ then } \theta_i = 1$$

$$\text{If } 0 < \theta_i^* < 1, \text{ then } \theta_i = \theta_i^*.$$

토빗회귀모형에서는 DEA의 분석결과로 산출된 효율성 값인 y^* 이 종속변수가 되며 독립변수(설명변수)들 x_1, \dots, x_p 와의 관련성을 다음과 같이 선형적으로 표시할 수 있다(허명희, 2012).

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

여기에서 오차항 ϵ 은 평균이 0이고 표준편차가 σ 인 정규분포를 따른다고 가정된다(이정동·오동현, 2012).

7) θ_i^* 는 i 번째 DMU의 실제 효율성 값이고, θ_i 는 관측된 효율성 값, z_{ki} 는 i 번째 DMU에 대한 k 번째 효율성 설명변수, β_k 는 추정계수, ϵ_i 는 잔차항을 나타낸다. 위의 식은 실제 효율성 값은 0보다 작거나 1보다 클 수 있지만, 이 경우는 각각 0과 1을 부여하게 되며, 관측된 효율성 값은 0과 1사이의 값으로 존재하게 된다는 것을 의미한다(이정동·오동현, 2012).

2) 맘퀴스트 생산성 변화지수

생산성 지수를 활용해 효율성 변화를 측정하는 것은 시간변이에 근거해 투입대비 산출비용의 증가나 감소량을 측정하는 것으로, 이를 생산성 변화분석(productivity growth analysis)라고 한다. 즉 이전 시점(t 기)의 생산성 대비 현 시점($t+1$ 기) 생산성을 비율로 나누어 계산하는 것으로, 이를 DEA를 이용해 측정하는 방법이 맘퀴스트 생산성 변화 지수(Malmquist productivity growth index, MI)이다(이정동·오동현, 2012). 맘퀴스트 생산성 지수모형은 DEA의 기법을 적용하고 있기 때문에 생산성 지수의 구성요소들인 기술효율성 변화(EC), 기술변화(TC), 순기술효율성 변화(SEC), 규모효율성 변화(SC) 등 MI를 분해하여 세부적으로 변화율 분석이 가능하며, 이에 대한 설명을 제시해주는 장점을 지니고 있다(유금록, 2004).

Malmquist 생산성 지수는 투입 및 산출물간의 거리 비율을 계산하는, 즉 주어진 관측치와 생산변경간의 거리를 계산해내는 거리함수(distance function)를 활용하여 두 시점 간의 생산성 변화인 이전시점(t 기) 생산성과 현시점($t+1$ 기) 생산성간의 거리를 계산함으로써 시점 간 생산성 변화를 측정한다(이정동·오동현, 2012). 기하평균 형태의 산출기준 Malmquist 생산성 지수의 계산식은 다음과 같다.

$$M(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) = \left[\left(\frac{D_t(x_{t+1}, y_{t+1}) | CRS}{D_t(x_t, y_t) | CRS} \right) \times \left(\frac{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) | CRS}{D_{t+1}(x_t, y_t) | CRS} \right) \right]^{1/2} \quad (4)$$

식(4)에서 $D_t(x_{t+1}, y_{t+1})$ 은 $t+1$ 기의 생산활동을 t 기의 생산가능집합과 비교하여 측정되는 거리를 나타내며, $D_t(x_t, y_t)$ 는 t 기 생산활동의 거리함수를 t 기의 생산가능집합을 기준으로 측정한 것이다(유금록, 2004). 맘퀴스트 생산성 변화지수가 1보다 크면 t 기에 비해 $t+1$ 기의 투입대비 산출의 비율, 즉 생산성의 증가를 의미하는 반면, 1보다 작으면 생산성의 감소를 의미한다(이정동·오동현, 2012). 식(4)에서 $\frac{D_t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_t(x_t, y_t)}$ 은 t 기에서의 생산성 변화를 나

타내며, $\frac{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_{t+1}(x_t, y_t)}$ 의 부분은 $t+1$ 기에서의 생산성 변화를 평가하는 것이다(정재명, 2015). 그러나 다수재가 존재하는 복잡한 상황에서는 진정한 생산성 지수를 알 수 없기 때문에 각 기를 기준으로 구해진 맘퀴스트 생산성 지수를 기하평균해 사용하는 것이 바람직하다고 볼 수 있으며, 식(4)는 생산성지수의 기하평균이다(이정동·오동현, 2012).

식(5)는 식(4)에서 정의된 산출기준 기하평균 맘퀴스트 지수의 분해식이다(정재명, 2015). 즉, 맘퀴스트 생산성지수는 효율성 변화(rate of efficiency change: EC)와 기술 변화율

(rate of technical change: TC)로 분해가 가능하다(이정동·오동현, 2012).

$$\begin{aligned} & M(x_t, y_t, x_{t+1}, y_{t+1}) \\ &= \frac{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}|CRS)}{D_t(x_t, y_t|CRS)} \times \left[\frac{D_t(x_t, y_t|CRS)}{D_{t+1}(x_t, y_t|CRS)} \times \frac{D_t(x_{t+1}, y_{t+1}|CRS)}{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}|CRS)} \right]^{1/2} \quad (5) \\ &= EC(\text{효율성 변화}) \times TC(\text{기술변화}) \end{aligned}$$

위의 식(5)에서 $\frac{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_t(x_t, y_t)}$ 는 효율성 변화(EC)를 나타낸다. 즉, t기와 t+1기 사이의 기술적 효율성의 변화를 나타내며, 효율성 변화가 1보다 큰 경우(EC>1)는 효율성이 높아진 경우이며 최대효율성을 발휘하는 생산자와 유사해졌다는 것을 의미한다(정재명, 2015). 반면 효율성 변화가 1보다 작은 경우(EC<1)는 효율성이 낮아졌다는 것을 나타낸다(유금록, 2004). 또한 $\frac{D_t(x_t, y_t)}{D_{t+1}(x_t, y_t)} \times \frac{D_t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}$ 는 t기와 t+1기 사이의 기술변화(TC)를 측정하는 것이며, 1보다 큰 효율성 지수는 t기와 t+1기 사이에 기술진보가 일어났다는 것을 의미하며, 1보다 작은 효율성 지수는 같은 시기 기술의 퇴보가 발생했다는 것을 나타낸다(이정동·오동현, 2012).

위의 식(5)는 CRS(규모수익불변)을 중심으로 한 수식이므로 VRS(규모수익가변)으로 전환이 가능하다(이정동·오동현, 2012). 아래 수식(6)은 총효율성 변화를 기술적 순효율성 변화와 규모효율성 변화로의 내용을 설명한 것이다(유금록, 2004).

$$\begin{aligned} & \frac{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}|CRS)}{D_t(x_t, y_t|CRS)} \\ &= \frac{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}|VRS)}{D_t(x_t, y_t|VRS)} \times \left[\frac{D_t(x_t, y_t|VRS)/D_t(x_t, y_t|CRS)}{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}|VRS)/D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}|CRS)} \right] \quad (6) \\ &= \text{순수 기술효율성 변화} \times \text{규모효율성 변화} \end{aligned}$$

위의 수식(6)에서 t기와 t+1기의 기술적 순효율성과 규모효율성 변화 역시 1보다 큰 경우 기술적인 측면에서의 순수기술 효율성과 규모적 측면에서 t기와 t+1기 사이에 개선이 되었다는 것을 나타내며, 1보다 작은 경우는 순기술효율성과 규모효율성이 악화되었다는 것을 의미한다(유금록, 2004).

IV. 실증분석

1. DEA 분석결과

7대 광역시의 69개 자치구들을 대상으로 규모수익불변(CRS)의 투입지향 자료포락분석 모형을 활용하여 효율성을 분석한 결과는 <표 4>에 나타난 바와 같다. 먼저, CCR모형에서 효율성의 전체평균은 0.7로 나타났으며, 효율적으로 평가되는 측정치는 전체 69개 자치구 중 11개로 나타났다. 효율적으로 평가된 자치구를 보면 광주 서구, 부산 강서구, 서울 강남, 서울 강서, 구로, 서대문, 서초, 성동, 서울 서구, 울산 북구, 중구 등이다. 7개 광역시 중 효율적인 자치구를 배출하지 못한 시는 인천, 대전, 대구광역시 등 3곳으로 나타났다. 반면, 비효율적인 것으로 평가된 자치구는 58개로 그중 가장 비효율적인 곳은 효율적인 자치구(부산 강서구청) 대비 34%의 효율성을 나타낸 서울 강동구이며, 36%의 부산 중구와 38%의 효율성 수준을 나타낸 광주 광산구와 인천 동구 등의 자치구들이 상대적 효율성이 낮은 것으로 분석되었다.

상대적 효율성에서 그 수치가 1로 나타나 이미 효율적인 것으로 판명된 11개의 자치구들 간의 효율성의 차이를 분석하기 위해 초효율성(Super-Efficiency Measures; SEM) 모형으로 분석한 결과 부산강서구가 2.68로 가장 효율성이 높은 것으로 분석되었으며, 서울의 성동구가 1.56, 중구 1.45, 강서구가 1.33으로 나타났다.

아래 <표 4>에서 볼 수 있듯이, 준거집단의 참조횟수에서는 부산 강서구가 50회로 가장 많은 참조횟수를 보여주었으며, 다음으로 서울 구로구와 중구가 41회로 같은 참조횟수를 나타내었다. 그리고 서울 강서구가 12회, 성동구가 11회로 나타났다. 본 연구결과에 근거해 종합적으로 평가하자면, 부산 강서구가 효율성 수치에서도 가장 높았으며, 벤치마킹 대상에서도 50회로 효율성과 벤치마킹 모두에서 가장 우수한 자치구로 평가될 수 있으며, 구로구와 서울 중구 등도 높은 효율성 수치와 더불어 동료 자치구들에 의해 많은 벤치마킹의 대상이 된 것으로 나타나 모범적인 자치구로 평가 할 수 있다.

<표 4> 효율성 분석결과 및 준거집단

DMU	CCR	SEM	준거집단 및 가중치	참조횟수
광주광산	0.38	0.38	부산강서(0.22); 서울강남(0.09)	
광주남구	0.76	0.76	부산강서(0.20); 서울구로(0.03); 서울중구(0.21)	

DMU	CCR	SEM	준거집단 및 가중치	참조횟수
광주동구	0.73	0.73	부산강서(0.18); 서울구로(0.00); 서울중구(0.14)	
광주북구	0.69	0.69	광주서구(0.01); 부산강서(0.41); 서울중구(0.22)	
광주서구	1	1	광주서구(1.00)	2
대구남구	0.44	0.44	부산강서(0.15); 서울구로(0.00); 서울중구(0.19)	
대구달서	0.69	0.69	부산강서(0.20); 서울구로(0.11); 서울중구(0.75)	
대구동구	0.64	0.64	부산강서(0.24); 서울강남(0.11); 서울서대문(0.48)	
대구북구	0.6	0.6	부산강서(0.12); 서울구로(0.62); 서울중구(0.16)	
대구서구	0.45	0.45	서울구로(0.23); 서울중구(0.09)	
대구수성	0.73	0.73	부산강서(0.11); 서울강서(0.06); 서울서대문(0.94)	
대구중구	0.47	0.47	부산강서(0.24); 서울구로(0.20); 서울중구(0.02)	
대전대덕	0.55	0.55	부산강서(0.15); 서울구로(0.44); 서울중구(0.00)	
대전동구	0.64	0.64	부산강서(0.15); 서울구로(0.51); 울산중구(0.07)	
대전서구	0.91	0.91	서울구로(1.21); 서울성동(0.00); 울산중구(0.32)	
대전유성	0.88	0.88	서울강서(0.20); 서울서대문(0.83); 서울중구(0.01)	
대전중구	0.96	0.96	서울강남(0.12); 서울강서(0.05); 서울중구(0.14)	
부산강서	1	2.68	부산강서(1.00)	50
부산금정	0.56	0.56	부산강서(0.02); 서울구로(0.50)	
부산남구	0.49	0.49	부산강서(0.06); 서울구로(0.24); 서울중구(0.16)	
부산동구	0.48	0.48	부산강서(0.04); 서울구로(0.22)	
부산동래	0.76	0.76	부산강서(0.41); 서울구로(0.43)	
부산북구	0.67	0.67	부산강서(0.04); 서울구로(0.60); 서울중구(0.00)	
부산사상	0.57	0.57	부산강서(0.09); 서울구로(0.46)	
부산사하	0.75	0.75	서울구로(0.69)	
부산서구	0.53	0.53	부산강서(0.28); 서울구로(0.21)	
부산수영	0.47	0.47	부산강서(0.04); 서울구로(0.23); 서울중구(0.07)	
부산연제	0.6	0.6	부산강서(0.17); 서울구로(0.36)	
부산영도	0.92	0.92	부산강서(0.01); 서울강남(0.10); 서울서대문(0.03)	

DMU	CCR	SEM	준거집단 및 가중치	참조횟수
부산중구	0.36	0.36	부산강서(0.03); 서울구로(0.02); 서울중구(0.09)	
부산진구	0.63	0.63	부산강서(0.34); 서울구로(0.72)	
부산해운대	0.56	0.56	부산강서(0.01); 서울구로(0.52); 서울중구(0.18)	
서울강남	1	1.07	서울강남(1.00)	5
서울강동	0.34	0.34	부산강서(0.61); 서울강서(0.01); 서울성동(0.06)	
서울강북	0.62	0.62	부산강서(0.10); 서울중구(0.53)	
서울강서	1	1.33	서울강서(1.00)	
서울관악	0.54	0.54	부산강서(0.16); 서울구로(0.32); 서울중구(0.50)	
서울광진	0.9	0.9	부산강서(0.18); 서울서초(0.04); 서울중구(0.45)	
서울구로	1	1.15	서울구로(1.00)	41
서울금천	0.64	0.64	부산강서(0.20); 서울강서(0.15); 서울성동(0.04); 서울중구(0.20)	
서울노원	0.62	0.62	부산강서(0.10); 서울구로(0.67); 서울중구(0.27)	
서울도봉	0.66	0.66	서울강서(0.18); 서울중구(0.30)	
서울동대문	0.53	0.53	부산강서(0.15); 서울구로(0.61); 서울중구(0.23)	
서울동작	0.74	0.74	부산강서(0.21); 서울서초(0.21); 서울중구(0.37)	
서울마포	0.71	0.71	부산강서(0.04); 서울강서(0.20); 서울성동(0.03); 서울중구(0.53)	
서울서대문	1	1.04	서울서대문(1.00)	6
서울서초	1	1.01	서울서초(1.00)	3
서울성동	1	1.56	서울성동(1.00)	11
서울성북	0.66	0.66	부산강서(0.52); 서울구로(0.08); 서울성동(0.11); 서울중구(0.51)	
서울송파	0.74	0.74	부산강서(0.24); 서울구로(1.12); 서울성동(0.05); 서울중구(0.35)	
서울양천	0.88	0.88	서울구로(0.57); 서울중구(0.37)	
서울영등포	0.62	0.62	부산강서(0.49); 서울구로(0.29); 서울중구(0.45)	
서울용산	0.47	0.47	부산강서(0.09); 서울구로(0.46); 서울중구(0.19)	
서울은평	0.79	0.79	부산강서(0.30); 서울구로(0.78); 서울중구(0.06)	
서울종로	0.53	0.53	서울구로(0.43); 서울중구(0.39)	
서울중구	1	1.45	서울중구(1.00)	41

DMU	CCR	SEM	준거집단 및 가중치	참조횟수
서울중랑	0.86	0.86	부산강서(0.17); 서울강서(0.10); 서울서대문(0.51); 서울중구(0.29)	
울산남구	0.95	0.95	부산강서(0.17); 서울구로(0.23); 서울성동(0.58); 서울중구(0.05)	
울산동구	0.77	0.77	서울구로(0.12); 서울성동(0.16); 울산중구(0.16)	
울산북구	1	1.04	울산북구(1.00)	1
울산중구	1	1.12	울산중구(1.00)	5
인천계양	0.61	0.61	부산강서(0.26); 서울구로(0.39); 서울중구(0.15)	
인천남동	0.48	0.48	부산강서(0.13); 서울강서(0.06); 서울서초(0.01); 서울중구(0.64)	
인천동구	0.38	0.38	부산강서(0.04); 서울구로(0.12)	
인천미추홀	0.62	0.62	부산강서(0.41); 서울구로(0.78)	
인천부평	0.74	0.74	부산강서(0.55); 서울구로(0.75); 서울중구(0.25)	
인천서구	0.87	0.87	부산강서(0.86); 서울구로(0.76); 서울성동(0.01); 서울중구(0.14)	
인천연수	0.58	0.58	부산강서(0.16); 서울강서(0.12); 서울성동(0.06); 서울중구(0.29)	
인천중구	0.56	0.56	부산강서(0.18); 서울구로(0.26); 울산중구(0.12)	
평균	0.6997	0.75		

〈표 5〉에서는 〈표 4〉에 나타난 효율성 결과에 기초해 VRS모형을 활용해 기술효율성을 순 기술효율성과 규모효율성으로 분해해 비교하고 그에 따른 규모수익(returns to scale: RTS)의 결과들을 제시하였다. 그 내용을 살펴보면, DEA 모형에서의 효율성의 평균은 69.97%이고 그 내용 중 순기술효율성(VRS)의 평균은 79.12%이며, 규모효율성의 평균은 88.45%인 것으로 나타났다. 따라서 69개 자치구의 평균 비효율성은 규모효율성보다는 순기술효율성에 보다 큰 영향을 받는 것으로 평가된다. 특히 규모효율성에서는 비효율의 정도가 15.5%로 나타났다. 규모효율성이 1로 나타난 자치구는 전체 69개 자치구 중 16개가 여기에 해당되었다. 순기술효율성(VRS)에서는 19개의 자치구가 효율적인 것으로 평가되었으나 평균적인 비효율성의 정도가 20.88%로 나타나 규모효율성 평균에 비해 비효율성의 비율이 다소 높은 것으로 나타났다. RTS에서는 전체 69개 자치구들 중 44개에서 규모수익 체증을 나타냈으며, 14개 자치구가 규모수익 체감의 결과를 보였다. 규모수익 체증의 결과를 보인 44개는 투입요소들의 규모확대를 통해 운영상의 효율성을 개선 할 수 있으며, 14개 규모수익 체감의 결과를 나

타낸 자치구들은 생활폐기물 관리서비스의 규모, 즉 인력, 예산, 장비 수를 효율적으로 평가된 자치구들 수준으로 축소함으로써 효율성을 재고 할 수 있을 것이다.

〈표 5〉 모형별 효율성 비교 및 RTS

DMU	효율성 (CCR)	순기술 효율성 (VRS)	규모 효율성	RTS	DMU	효율성 (CCR)	순기술 효율성 (VRS)	규모 효율성	RTS
광주 광산	0.38	0.44	0.87	체증	서울 강서	1	1	1	불변
광주 남구	0.76	0.92	0.82	체증	서울 관악	0.54	0.55	1	체증
광주 동구	0.73	1	0.73	체증	서울 광진	0.9	1	0.9	체증
광주 북구	0.69	0.76	0.9	체증	서울 구로	1	1	1	불변
광주 서구	1	1	1	불변	서울 금천	0.64	0.78	0.82	체증
대구 남구	0.44	0.68	0.65	체증	서울 노원	0.62	0.62	0.99	체감
대구 달서	0.69	0.7	0.99	체감	서울 도봉	0.66	0.9	0.74	체증
대구 동구	0.64	0.64	0.99	체증	서울 동대문	0.53	0.53	1	체증
대구 북구	0.6	0.61	0.98	체증	서울 동작	0.74	0.76	0.97	체증
대구 서구	0.45	0.64	0.69	체증	서울 마포	0.71	0.76	0.94	체증
대구 수성	0.73	0.73	1	체감	서울 서대문	1	1	1	불변
대구 중구	0.47	0.68	0.69	체증	서울 서초	1	1	1	불변
대전 대덕	0.55	0.69	0.8	체증	서울 성동	1	1	1	불변
대전 동구	0.64	0.7	0.92	체증	서울 성북	0.66	0.7	0.95	체감
대전 서구	0.91	1	0.91	체감	서울 송파	0.74	0.95	0.77	체감

DMU	효율성 (CCR)	순기술 효율성 (VRS)	규모 효율성	RTS	DMU	효율성 (CCR)	순기술 효율성 (VRS)	규모 효율성	RTS
대전 유성	0.88	0.88	1	체감	서울 양천	0.88	0.89	0.99	체증
대전 중구	0.96	1	0.96	체증	서울 영등포	0.62	0.66	0.95	체감
부산 강서	1	1	1	불변	서울 용산	0.47	0.52	0.9	체증
부산 금정	0.56	0.69	0.82	체증	서울 은평	0.79	0.82	0.96	체감
부산 남구	0.49	0.6	0.82	체증	서울 종로	0.53	0.56	0.96	체증
부산 동구	0.48	0.85	0.56	체증	서울 중구	1	1	1	불변
부산 동래	0.76	0.8	0.95	체증	서울 중랑	0.86	0.86	1	체감
부산 북구	0.67	0.76	0.88	체증	울산 남구	0.95	0.96	0.99	체감
부산 사상	0.57	0.68	0.84	체증	울산 동구	0.77	1	0.77	체증
부산 사하	0.75	0.82	0.92	체증	울산 북구	1	1	1	불변
부산 서구	0.53	0.71	0.74	체증	울산 중구	1	1	1	불변
부산 수영	0.47	0.71	0.66	체증	인천 계양	0.61	0.64	0.94	체증
부산 연제	0.6	0.74	0.82	체증	인천 남동	0.48	0.5	0.95	체증
부산 영도	0.92	1	0.92	체증	인천 동구	0.38	1	0.38	체증
부산 중구	0.36	0.93	0.39	체증	인천 미추홀	0.62	0.65	0.95	체감
부산 진구	0.63	0.64	0.98	체감	인천 부평	0.74	0.83	0.89	체감
부산 해운대	0.56	0.61	0.93	체증	인천 서구	0.87	1	0.87	체감
서울 강남	1	1	1	불변	인천 연수	0.58	0.67	0.86	체증

DMU	효율성 (CCR)	순기술 효율성 (VRS)	규모 효율성	RTS	DMU	효율성 (CCR)	순기술 효율성 (VRS)	규모 효율성	RTS
서울 강동	0.34	0.42	0.82	체증	인천 중구	0.56	0.7	0.81	체증
서울 강북	0.62	0.75	0.83	체증					
평균	0.6997	0.7912	0.8845						

2. Malmquist 생산성지수 변화율 분석

본 연구에서는 2008년부터 2018년까지의 11년간 5기(5t) 기간 동안의 균형패널자료를 이용하여 69개 자치구의 생활폐기물 관리서비스에 대한 MI 및 그 구성요소들인 기술효율성의 변화, 기술변화, 순기술효율성의 변화, 규모효율성의 변화율을 측정하였으며 그 결과는 <표 6>과 같다. 여기에서 기술효율성 변화지수는 주로 학습 및 지식파급효과, 시장경쟁력, 비용구조 및 설비 가동률 등에 있어서의 개선을 의미하는 것이며, 기술변화지수는 새로운 제품 및 서비스의 적용, 생산공정의 혁신 및 새로운 관리 및 경영기법의 적용 등에 의한 생산곡선상의 변화를 의미한다(이정동·오동현, 2012).

먼저, <표 6>에서 2008년부터 2018년까지의 MI의 평균을 보면 6% 감소한 것으로 나타났으며 특히 1기(2017-2018)와 3기(2013-2014)의 시기에 MI의 감소가 두드러진 반면 2기와 4기에는 모두 MI가 증가한 것으로 나타났다. MI 구성요소의 변화율 평균을 살펴보면, 먼저 연평균 기술효율성 변화율은 2% 증가한 것으로 나타났으며, 기술변화율에서는 8% 감소가 나타나 MI 평균의 감소는 주로 기술변화율의 퇴보에 기인하는 것으로 분석되었다. 한편, MI의 구성요소 중 기술효율성을 구성하고 있는 세부요소들인 규모효율성과 순기술효율성의 변화율로 분해해 분석해보면 규모효율성 변화율에서는 8% 감소가 일어났으며, 순기술효율성 변화율에서는 11% 증가가 나타나 기술효율성 증가의 주원인은 순기술효율성의 증가에 기인하는 것으로 평가된다. 또한 1기 동안의 MI에 있어서의 큰 감소율은 당해기간의 기술변화율과 규모효율성 변화율에서 각각 36%와 35%의 퇴보와 감소에 기인한 것으로 분석된다. 또한 3기에서의 감소는 기술변화율의 두드러진 퇴보가 큰 원인으로 작용했다. 반면에 2기와 4기에서의 MI의 증가는 주로 기술변화율의 상승에 기인한 것으로 나타나, 69개 자치구의 생활폐기물 관리서비스의 효율성 변화는 주로 생활폐기물 처리 기술이 진보하느냐, 퇴보하느냐에 따라 큰 영향을 받는 것으로 분석되었다.

〈표 6〉 MI 및 구성요소의 시기별 변화율

	MI	EC	TC	PTEC	SE
2017-2018 (1기)	0.61	0.93	0.66	1.43	0.65
2015-2016 (2기)	1.32	1.07	1.23	0.98	1.09
2013-2014 (3기)	0.77	1.17	0.66	1.23	0.95
2011-2012 (4기)	1.22	0.81	1.51	0.79	1.02
2008-2010 (5기)	0.95	1.18	0.81	1.2	0.98
평 균	0.94	1.02	0.92	1.11	0.92

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

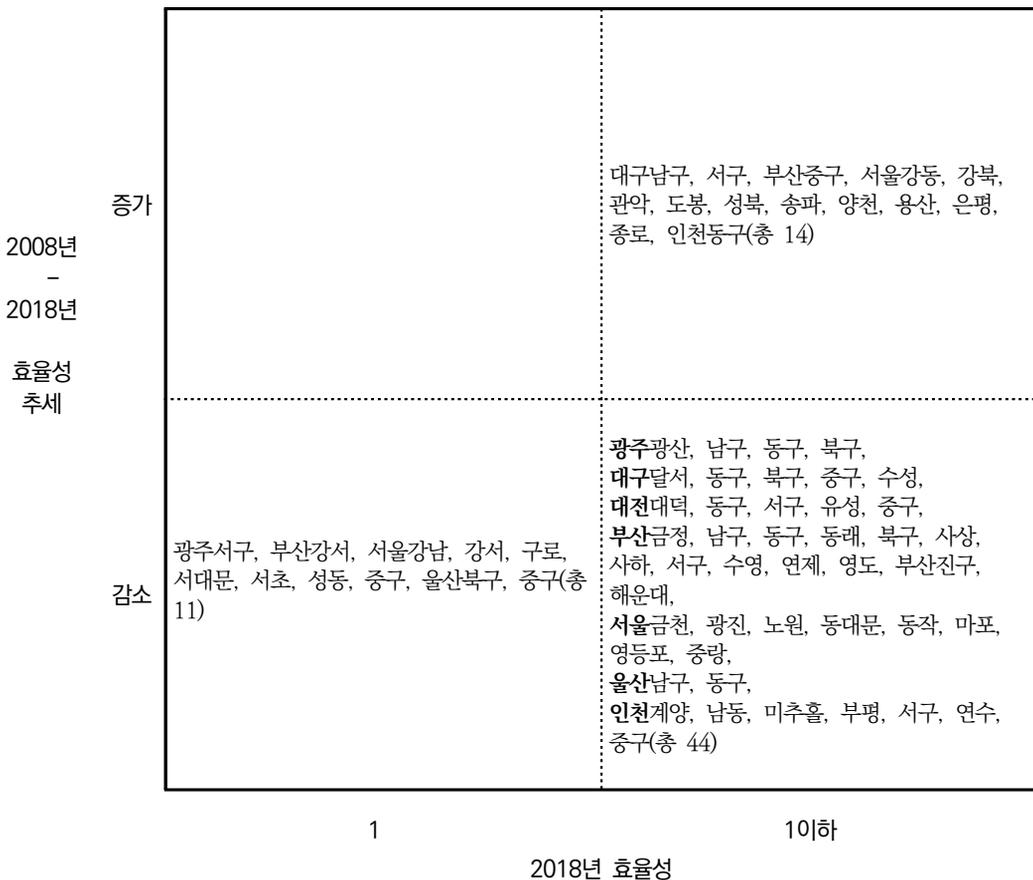
3. 효율성과 MI의 연계분석

아래 〈그림 1〉은 7개 광역시 소속의 69개 자치구의 생활폐기물 관리서비스의 상대적 효율성 및 효율성 변화추이를 연계분석 한 것이다. 종축은 2008년부터 2018년까지의 MI 변화율을 나타낸 것이며, 횡축은 2018년 단일년도의 효율성을 측정한 점수로 효율성이 1을 중심으로 1과 1이하의 측정치를 구분해서 나타낸 것이다.

〈그림 1〉에서 볼 수 있듯이, 2018년 단일년도 효율성이 효율적으로 평가되고 시간의 변화에 따라 MI가 증가한 구청들은 1사분면에 위치하고 있는데 본 연구결과 여기에 위치하는 자치구는 단 한곳도 없는 것으로 나타났다. 2018년 단년 간의 효율성은 1(효율성을 달성한)로 나타났지만 11년간의 시간의 추이에 따른 효율성 변화율 평균이 하락한 자치구들은 4사분면에 나타난 11곳 이었다. 일반적으로 이들 자치구들은 현행의 운영방법을 계속 고수한다면 효율성의 지속적인 하락이 예상되므로 중장기 효율성 제고방안을 마련해 이를 실현할 필요성이 제기된다. 반면 2018년 단일년도의 효율성에서는 효율적인 것으로 평가되지는 않았지만 11년간의 효율성 변화추세에서는 상승을 나타낸 측정치들은 2사분면의 14개 자치구들을 들 수 있는데, 이들은 당해 연도는 효율성 측정결과에서 다소 비효율적인 요소들이 나타나고 있으나 이를 잘 개선하면 전반적인 효율성 추세에서의 상승대세가 나타나고 있으므로 전체적으로는 보다 더 효율적인 자치구로의 변화가 예상된다. 반면, 효율성이 1 이하이며, 시간의 변화에 따라 MI가 감소하고 있으므로 개선의 여지가 많은 자치구들은 3사분면에 위치하고 있는

44개의 자치구들이다. 이들은 생활폐기물 관리서비스에 대한 효율성 평가에서 장단기 효율성 모두에서 전반적으로 저조한 것으로 평가되어지는 자치구들이며, 개선을 위해서는 벤치마킹 대상으로 분류된 자치구들의 운영방식을 잘 관찰하고 이를 적극적으로 수용할 필요성이 제기 된다.

〈그림 1〉 생활쓰레기 관리서비스의 효율성 변화



4. 토빗회귀분석 결과

69개 자치구의 생활폐기물 관리서비스의 효율성 영향요인 분석에 활용된 변수들에 대한 기술통계량은 아래 <표 7>에 나타난 바와 같다. 69개 자치구의 평균 인구는 325,807명이었으

나 편차가 149,600명으로 다소 큰 편이었으며, 자치구 관리면적의 경우 평균 50km²이었으며 인구밀도는 관리구역 1km²당 11,038명이었고, 직영대비 대행업체인력, 장비, 위탁사업비 비율 각각 32.83%, 32.84%, 35%여서 직영대비 대행업체 위탁의 전반적 비율이 30%를 조금 웃도는 수준으로 나타났다. 경제적 측면의 변수들에서는 1인당 평균 GRDP는 3,649,551원, 1인당 지방세 납부액 평균은 1,232,156원이었으며, 평균 재정자립도는 26.91%였다.

〈표 7〉 분석변수의 기술통계량

	최소값	최대값	평균	표준편차
효율성(CCR)	.34	1.00	.6997	.19477
순기술효율성(VRS)	.42	1.00	.7912	.16930
규모효율성	.38	1.00	.8845	.13653
인구	44,852	673,507	325,807	149,600
관리면적	2.83	222.78	49.666	48.441
인구밀도	706	26,889	11,038	6,853
대행업체인력	0	100	32.83	30.994
대행장비	0	100	32.84	31.695
위탁사업비	0	56	35.00	13.749
1인당 GRDP	500	38,846	3649.551	5,247.03
1인당 지방세부담액	149.4	10,055.96	1,232.156	1,480.269
재정자립도	9	58	26.91	12.162

토빗회귀분석 방법을 적용하여 효율성과 생산성 변화율에 미치는 영향요인들을 분석한 결과는 다음 〈표 8〉에 나타나 있다. 효율성에 미치는 환경변수들의 영향요인들을 좀 더 세부적으로 비교해 보기 위해 본 연구에서는 CCR, VRS, 규모효율성 등으로 나누어 그 결과를 비교해 보았다. 먼저 세 효율성 모두에서 관리면적, 인구밀도, 위탁사업비, 재정자립도 등의 변수들이 정(+)의 효과를 미치는 것으로 동일하게 분석되었으나, 대행업체의 장비비율은 규모효율성에서만 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이는 인구밀집 정도가 높고, 관리면적이 넓고, 총 예산대비 대행업체에 위탁사업비 비율이 높으며, 자치단체의 재정자립도가 높으면 생활폐기물 관리서비스에 대한 효율성이 높다는 것을 의미한다. 특히 지방정부의 재정적 특성인 재정자립도의 수준은 기술효율성, 순기술효율성, 규모효율성에 영향을 미치는 요인으로 분석된 변수들 중 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 재정자립도의 수준여부, 즉 재정분권의 수준이 높아진다는 것은 결국 자치구들이 생활폐기물 관리서비스와 관련된 운영방식을 결정하는 과정에 많은 재량권을 제공하

므로 보다 더 혁신적이고 효율적인 방법의 도입기회를 제공한다고 해석할 수 있다.

다음으로는 생활폐기물 대비 위탁사업비 비율도 자치구들의 생활쓰레기 관리서비스의 효율성에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 위탁사업비 비율은 효율성들 중 규모효율성에 보다 큰 영향을 미치는 것으로 나타나 대행업체에 위탁하는 위탁사업예산 면에서 보면, 전체 예산에서 민간위탁 예산 비율이 높다는 것은 효율성에 긍정적 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다. 다만, 본 연구결과로 생활폐기물 관리서비스에 대한 민간위탁의 긍정성을 논하는 것은 논쟁의 여지가 있다고 판단되는 점은, 생활폐기물 관리서비스 인력과 장비의 경우 통계적으로 유의미한 결과를 나타내지 못했고, 앞에 제시된 바와 같이 생활쓰레기 처리업무의 경우 조사된 69개 자치구 모두에서 위탁사업비, 장비, 인원에서 100% 민간위탁은 존재하지 않았다는 점을 들 수 있다.⁸⁾ 인력과 장비의 위탁비율은 평균 33%이하, 위탁사업비의 위탁비율이 평균 35%에 머물러 전부계약 혹은 전무계약 방식이 아닌 이들의 중간지대인 혼합계약방식이 전반적인 민간위탁 추세라는 점이다(권경환, 2010). 또한, 대행업체에 장비 민간위탁 비율이 높을 경우 규모효율성에서는 상당히 긍정적인 영향을 미쳐 직영으로 장비를 운영하는 것 보다 민간위탁으로 운영했을 시 운영 규모의 효율성을 높이는 것으로 해석할 수 있다.

생활폐기물 관리서비스의 효율성 수준과 도시화 수준 변수인 관리면적과 인구밀도의 관계성에서는 규모의 경제효과를 나타내 관리면적이 넓고 인구밀도가 높을수록 기술효율성, 순기술효율성, 규모효율성에 모두 긍정적 효과를 미치는 것으로 나타났다. 이는 관리면적이 넓거나 인구밀도가 높은 지역일수록 인력이나 장비, 예산과 같은 투입요소 대비 산출량이 더 많은 규모와 밀도의 경제효과가 강하게 작용하는 것으로 분석할 수 있다(정성영 외, 2018).

〈표 8〉 영향요인 실증분석 결과

구 분	CCR	VRS	SE
	Coef. (Std.Error)	Coef. (Std.Error)	Coef. (Std.Error)
인구규모	.000 (.000)	.000 (.000)	.000 (.000)
관리면적	.296*** (.079)	.363*** (.077)	.302*** (.076)
인구밀도	.002*** (.001)	.002*** (.001)	.002*** (.001)

8) 오히려, 장비와 인력에서는 위탁비율이 0%인 곳이 무려 29개 자치구에 이르는 것으로 나타났다. 특히 부산광역시의 15개 자치구들과 광주광역시의 5개 자치구들 모두에서 생활쓰레기 관리서비스의 인력과 장비에 대해 구청 직영으로 운영되고 있었다.

구 분	CCR	VRS	SE
	Coef. (Std.Error)	Coef. (Std.Error)	Coef. (Std.Error)
대행인력	.267 (.249)	-.091 (.242)	.394 (.240)
대행장비	-.343 (.236)	.028 (.230)	-.430* (.228)
위탁사업비	.589*** (.183)	.533*** (.177)	.860*** (.177)
1인당 GRDP	.000 (.001)	.000 (.001)	.001 (.001)
1인당 지방세부담액	-.003 (.005)	-.003 (.004)	-.003 (.004)
재정자립도	.705** (.303)	.686** (.294)	.615** (.293)
Log Likelihood	-8.635	-14.546	5.417
Wald χ^2	578.5***	783.9***	996.2***

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

V. 결론 및 시사점

본 연구는 우리나라의 지방자치단체가 제공하는 공공서비스 중 생활밀착형 업무인 생활폐기물 관리서비스의 효율성을 측정하고, 이에 영향을 미치는 요인을 규명하고자 하였다. 7개 광역시 소속 69개 자치구들의 생활폐기물 관리서비스에 대한 효율성을 DEA와 초효율성 모형을 활용해 2018년 단년도의 효율성을 정태적으로 측정하였으며, 시간의 변화에 따른 효율성의 변화추이를 분석하기 위해 2008년부터 2018년까지의 11개년 5기 동안의 균형패널자료를 이용하여 Malmquist Index 변화율 분석을 실시하였다. 또한 효율성에 미치는 영향요인을 토빗회귀를 활용해 회귀분석을 수행하였다. 본 연구결과의 요약 및 그 시사점은 다음과 같다.

먼저, CCR모형의 기술효율성 전체평균은 69.8%로 나타났으며 69개 자치구들 중 11개가 효율적인 것으로 나타났고, 효율적으로 분류된 자치구들 간의 초효율성 분석에서는 부산광역시 구의 효율성이 가장 높게 나타났으며, RTS에서는 44개 자치구에서 규모수익체증이 나타났다. MI 분석에서는 전체 평균 효율성의 6%의 감소가 있었으며, 감소의 주요 원인은 순기술효

율성의 하락에 기인하였다. 효율성과 MI의 연계분석에서는 효율성이 1이면서 MI가 증가한 우수한 자치구는 단 하나도 없었으며, 효율성이 1이하이고 MI 지수의 하락을 나타낸 효율성 개선여지가 큰 자치구는 무려 44개에 이르렀다. 생활폐기물 관리서비스의 효율성에 미치는 영향요인으로는 경제적 요인인 지방재정자립도와 도시화의 요인인 관리면적, 인구밀도, 정책 요인인 위탁관리비 예산비율 등에서 유의미한 영향을 미치는 것으로 조사되었으며, 청소장비의 위탁비율은 규모효율성에만 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 즉, 지방재정자립도가 높은 지자체일수록 재정운영의 폭이 넓어져 공공서비스 공급에 대한 보다 효율적인 운영방식의 도입이 가능하며, 서비스 대상집단의 규모와 관련해서는 규모의 경제효과가 작용해 규모가 증가할수록 평균비용이 감소했다.

본 연구결과를 통하여 제시할 수 있는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 정태적 효율성 측정에서 비효율성의 원인이 규모효율성이 아니라 순기술효율성의 감소라는 측면에 주목할 필요가 있다. 즉, 순기술효율성이 낮다는 것은 생활폐기물 관리서비스의 운영 및 기술상의 비효율성이 높다는 것을 의미하므로 새로운 경영기법, 재정 및 인력, 신기술 장비의 도입 및 효율적 운영방안에 대해 체계적이고 전략적인 점검이 필요하다는 것을 의미한다. 또한 RTS에서는 효율적으로 평가된 준거집단의 수준에 걸맞는 정도로 효율성을 높이려면 수입체증, 즉 투입요소(인력, 장비, 예산)의 규모를 늘려야 하는 것으로 나타난 지자체가 무려 44곳에 이르고 있기 때문에 이들 구청들은 생활폐기물 관리서비스의 규모의 확장 및 효율적인 수준에서의 확장폭에 대한 체계적이고 정밀한 측정이 필요하다.

둘째, 효율성 변화추이에서는 6%의 생산성 감소가 일어났는데 그 주요원인이 기술의 퇴보와 규모효율성의 감소에 기인한 것으로 나타나 기술증진과 규모효율성 문제의 해소에 보다 큰 관심을 기울일 필요성이 제기된다. 기술의 퇴보는 결국 생활폐기물 관리업무에 대한 새로운 처리 방법과 혁신적이고 효율적인 신장비들의 유입, 직원들에 대한 업무혁신과 관련한 충분한 교육이 제대로 이루어지고 있지 못하다는 것을 의미한다. 즉, 인력과 기술 및 장비에 대한 지속적인 투자가 이루어지도록 중장기 투자계획과 직원들의 기술교육에 대한 매뉴얼 등을 새롭게 점검 할 필요성이 제기된다.

셋째, 효율성과 MI의 연계분석에서 1사분면에 해당되는, 즉 2018년 당해 효율성이 1이며 11년 간의 효율성 수치 변화에서 상승을 나타낸 구청이 존재하지 않았다는 것은 69개 자치구 모두에서 단기적으로든 장기적으로든 효율성 개선이 필요하다는 의미라고 볼 수 있다. 그리고 특히 무려 44개의 자치구들에서 단년도 효율성과 장기효율성 변화율에서 모두 낮게 나타났다는 것은 개선의 여지가 많다는 것을 의미하며, 이를 구체적이고 실증적으로 분석하고 벤치마킹 대상인 자치구들을 분석해 각 자치구들은 장단기 효율성 개선대책들을 수립 할 필요성이 제기된다.

넷째, 본 연구에서 조사된 바와 같이 제시된 3가지 민간위탁 비율 중 위탁관리비 비율만 효율성에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타나 민간위탁이 과연 효율성에 긍정적 영향을 미치느냐, 아니냐? 라는 결론을 내리는 데에 논란의 여지가 있다. 본 연구결과로만 본다면 위탁관리비 비율이 높을수록 생활폐기물 관리서비스의 효율성에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다. 다만, 본 연구에서 조사된 거의 모든 지자체는 민간위탁과 직영이 혼재해 있는 상황이고, 민간위탁비율이 평균 35% 이하수준에서 혼합위탁 방식을 적용하고 있기 때문에 어떤 비율에서 민간위탁 방식을 적용하면 가장 효율성이 높은지에 대한 기준과 수준을 실증적으로 점검해 각 지자체에 적합한 각자의 모형을 만들 필요성이 제기된다. 각 자치구들이 접하고 있는 환경이 크든 작든 서로 다르기 때문에 일률적인 민간위탁의 수준을 결정짓는 모델을 제시하는 것은 무리가 따를 수 있고, 설사 인구구조나 예산규모 등에서 유사한 환경에 놓여 있는 지자체들일지라도 주민들의 수준과 정치적 요구사항이 다르면 효율성을 바라보는 시각과 기준이 달라질 수 있기 때문에 각 지자체별 환경과 가치가 반영되는 가장 바람직하고 효율적인 민간위탁의 수준을 결정하는 구체적이고 실증적인 기준을 마련할 필요성이 제기된다.

다섯째, 영향요인 분석에서 자치구의 재정자립도가 높은 수준에서의 효율성과의 관련성이 나타났는데, 이는 재정분권의 수준이 높은 자치구일수록 생활폐기물 서비스 관리업무를 위한 의사결정과 재정운영의 폭이 확대되어 관리 효율성이 높다는 것을 입증해주는 실증적 결과라고 볼 수 있다. 효율성의 개선을 위해 자치구들의 재정분권의 수준을 높이는 방안의 도입을 적극 검토해 볼 필요성이 제기된다. 또한 인구밀도와 관리면적의 규모는 생활폐기물 관리서비스의 투입요소들의 운용에 규모의 경제성을 나타내기 때문에 인구밀도가 높고 관리면적이 넓은 지역구성이 인력과 장비, 예산의 운용에 보다 유리한 관리가 가능하게 한다는 점은 앞으로의 당해 서비스의 효율적인 관리에 고려할 중요한 요소로서 기능할 수 있다.

【참고문헌】

- 강은숙·김종석. (2009). 광역자치단체 환경서비스의 효율성 평가: 서울특별시와 6대광역시를 중심으로. 「지방정부연구」, 12(1): 239-262.
- 강은숙·김종석. (2008). 지방자치체의 시행이 환경서비스의 효율성에 미친 영향: 폐기물처리서비스를 중심으로. 「지방정부연구」, 12(4): 159-180.
- 강은숙·김종석·박남기. (2010). 지방정부에서의 공공서비스 공급과 민간위탁의 효과: 7개 광역자치단체 69개 자치구의 생활폐기물처리서비스를 중심으로. 「한국행정논집」, 22(4): 1067-1089.
- 고승희. (2007). 지방자치단체의 생활폐기물 처리에 관한 상대적 효율성 측정: DEA(Data Envelopment Analysis)기법을 중심으로. 「한국정책학회보」, 16(3): 209-230
- 권경환. (2010). 지방공공서비스 공급을 위한 혼합계약방식의 효율성 분석: 도시정부 생활폐기물관리서비스를 중심으로. 「지방정부연구」, 14(1): 107-133.
- _____. (2012). 도시 생활폐기물관리서비스 민간위탁의 결정요인 분석. 「지방정부연구」, 16(2): 201-226.
- _____. (2014). 도시정부 생활폐기물관리서비스 공급을 위한 민간위탁의 효율성 분석. 「현대사회와 행정」, 24(1): 399-424.
- 김성중·고승희. (2001). 지방공공서비스의 생산효율성 분석: 생활폐기물처리업무에 대한 DEA기법의 적용. 「한국공공정책연구」, 10: 3-26.
- 김효주·이은국·홍기원. (2011). 지방공공서비스 공급방식의 변화에 따른 효율성 변화 분석: 민간위탁에서 직영전환으로의 변화. 「국정관리연구」, 6(1): 133-156.
- 남기범. (2001). 지방자치체 실시에 따른 행정서비스 효율성의 변화: 쓰레기수거 서비스에 대한 DEA를 중심으로. 「한국행정연구」, 10(4): 211-236.
- 박기관. (2007). 행정구역개편에 따른 도·농 통합의 성과와 결정요인 분석: DEA의 효율성 측정을 중심으로. 「지방행정연구」, 21(2): 65-93.
- 박순애. (2002). 복지시설 민간위탁관리의 문제점과 개선방안: 서울시 청소년수련관의 민간위탁과정을 중심으로. 「한국정책학회보」, 11(4): 159-190.
- 박인용. (2008). 지방자치단체의 청소행정서비스 위탁에 관한 연구: 속초시 생활폐기물 수거업무를 중심으로. 「한국행정과 정책연구」, 6(1): 57-81.
- 손희준. (1992). 도시 쓰레기수거서비스의 공급유형에 따른 효율성 분석: 민영화 방안을 중심으로. 「한국행정학보」, 26(1): 149-164.
- 송건섭·이근수. (2004). 광역자치단체의 성과평가: DEA와 Survey방법론 적용. 「한국행정학보」,

- 38(6): 179-200.
- 유금록. (2004). 「공공부문의 효율성 측정과 평가」. 서울: 대영문화사.
- 유미년·탁현우·박순애. (2008). 민간위탁에 의한 공공서비스 공급의 효율성 및 효과성 분석: 서울시 생활폐기물 수거·운반 서비스 중심으로. 「한국정책과학학회보」, 12(3): 219-244.
- 윤형호·유기영·정진아. (2009). 생활폐기물 수집업체의 비효율성과 규제완화로 인한 효과분석. 「규제연구」, 18(2): 95-129.
- 이상섭·김규덕. (1998). 자료포락분석(DEA)에 의한 지방정부 공공서비스의 상대적 효율성 측정: 쓰레기수거서비스를 중심으로. 「한국지방자치학회보」, 10(2): 169-187.
- 이정동·오동현. (2012). 「효율성 분석이론: DEA 자료포락분석법」. 서울: 지필미디어.
- 정성영·배수호. (2018). 지방공공서비스의 효율성 및 영향요인 분석: 생활폐기물 처리서비스를 중심으로. 「정책분석평가학회보」, 28(2): 55-92.
- 정성영·배수호·최화인. (2015). 민간위탁 공급방식이 서비스 효율성에 미치는 영향 분석: 생활폐기물 처리서비스를 중심으로. 「한국정책학회보」, 24(3): 157-182.
- 정재명. (2015). DEA와 Tobit 회귀를 이용한 공공도서관의 효율성 및 영향요인 분석: 경상남도 53개 공공도서관을 대상으로. 「지방정부연구」, 19(2): 141-171.
- _____. (2019). 환경행정 서비스의 상대적 효율성 및 생산성 분석: 16개 광역시도의 생활폐기물 관리를 중심으로. 「지방정부연구」, 23(2): 245-270.
- 조하은·우영진. (2020). 쓰레기 종량제가 생활폐기물 배출에 미치는 영향: 생활폐기물 수거서비스 수요함수를 중심으로. 「도시행정연구」, 33(1): 107-122.
- 허명희. (2012). 「SPSS 오픈하우스 세미나 고급 통계학 특강 1」. 서울: 데이터솔루션.
- 현승현. (2018). 지방정부 생활폐기물 관리서비스의 효율성 변화 분석: 경기도 기초자치단체를 중심으로. 「지방정부연구」, 22(3): 91-113.
- 현승현·정지훈. (2017). 지방정부의 민간위탁 수준이 생활폐기물 처리에 미치는 영향요인 분석: 경기도 기초자치단체를 중심으로. 「지방행정연구」, 31(4): 177-198.
- 환경부. (2008-2018). 「폐기물 통계」.
- Anderson, P. & Perterson, N.C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Science*, 39: 1261-1264.
- Banker, R. D. (1984). Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 17: 35-44.
- Banker, R. d., Charnes, A. & Cooper, W. W. (1984). Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies. *Management Science*, 30: 1078-1092.
- 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, Hary. P. (1980). Performance Measurement Principles and Techniques: An Overview for Local Government. *Public Productivity Review*, December.
- Hirsch, W. Z. (1995). Contrasting out by urban governments: A review. *Urban Affairs Review*, 30(3): 458-472.
- Rogers, Steve. (1990). *Performance Management in Local Government*. London: Longman.

정재명: Arizona State University에서 행정학박사학위(2005)를 취득하고 현재 경상대학교 사회과학대학 행정학과 교수(경상대학교 인권사회발전연구소 전문연구원)으로 재직 중이다. 관심분야는 인사행정, 공무원노사관계, 행정윤리, 행정효율성 등이다(jmyung94@gnu.ac.kr).

〈별 첨〉

〈표 1〉 각 자치구별 Malmquist Index 시기별 변화율 및 평균

DMU	MI (T1 TO 2)	MI (T2 TO 3)	MI (T3 TO 4)	MI (4 TO 5)	MI (5 TO 6)	기하평균
광주광산	0.8	1.33	0.68	0.91	1.07	0.93
광주남구	0.59	0.85	1.07	1.11	0.86	0.88
광주동구	0.42	1.57	0.83	0.93	1.26	0.92
광주북구	0.7	1.4	0.61	1.04	0.83	0.88
광주서구	0.68	1.13	0.74	1.08	0.98	0.91
대구남구	0.73	2.52	0.76	1.27	0.74	1.06
대구달서	1	2.31	0.33	0.94	0.95	0.93
대구동구	0.46	2.66	0.46	0.94	0.94	0.87
대구북구	0.73	2.2	0.44	1.15	0.98	0.96
대구서구	1.14	2.19	0.45	0.94	1.28	1.06
대구수성	0.57	2.18	0.44	1.1	0.86	0.88
대구중구	0.44	2.87	0.37	0.84	0.88	0.81
대전대덕	0.52	1.23	1.03	0.99	1.07	0.93
대전동구	0.73	1.35	0.7	1.46	0.79	0.95
대전서구	0.76	2.13	0.46	0.84	1.3	0.96
대전유성	0.94	0.94	1.05	0.76	0.97	0.93
대전중구	0.97	0.48	1.14	1.32	1.09	0.95
부산강서	0.14	1.41	1.19	0.79	0.92	0.7
부산금정	0.58	1.57	0.67	1.07	1	0.92
부산남구	0.66	1.44	0.63	1.44	0.73	0.91
부산동구	0.45	1.26	0.87	1.11	0.94	0.88
부산동래	0.34	1.33	0.7	1.03	1.05	0.8
부산북구	0.56	1.59	0.67	0.95	1.03	0.9
부산사상	0.61	1.25	0.7	1.14	0.93	0.89
부산사하	0.65	1.17	0.83	0.97	1.04	0.91
부산서구	0.28	1.33	0.97	0.91	1.04	0.81
부산수영	0.63	1.48	0.69	2.02	0.57	0.94
부산연제	0.42	1.54	0.69	1.24	0.92	0.87
부산영도	0.36	1.26	1.33	0.8	0.88	0.84
부산중구	0.93	1.09	0.98	1.4	0.84	1.03
부산진구	0.47	1.44	0.66	0.93	1.18	0.87

DMU	MI (T1 TO 2)	MI (T2 TO 3)	MI (T3 TO 4)	MI (4 TO 5)	MI (5 TO 6)	기하평균
부산해운대	0.77	1.34	0.79	1.13	0.96	0.98
서울강남	0.35	1.86	0.81	1.07	0.64	0.82
서울강동	1.7	0.42	0.56	1.79	1.76	1.05
서울강북	1.1	0.7	0.86	0.83	1.97	1.02
서울강서	0.35	1.75	0.63	1.64	0.75	0.86
서울관악	0.64	1.97	0.76	6.69	0.4	1.21
서울광진	0.79	0.63	1.02	0.94	2.09	1
서울구로	0.5	1.27	1	0.94	1.05	0.91
서울금천	0.46	1.55	0.78	0.53	2.22	0.92
서울노원	0.65	1.4	0.78	1.38	0.66	0.92
서울도봉	0.7	1.86	0.63	1.18	1.15	1.02
서울동대문	0.59	1.37	0.91	1.65	0.63	0.95
서울동작	0.51	1.48	0.73	11.45	0.08	0.86
서울마포	0.76	1.62	0.48	0.92	1.68	0.98
서울서대문	0.51	1.25	0.84	2.25	0.68	0.96
서울서초	0.42	1.39	1.03	1.24	0.8	0.9
서울성동	0.76	1.03	1.05	1.07	0.45	0.83
서울성북	0.39	1.54	0.76	3.89	1.44	1.21
서울송파	0.69	1.17	0.98	2.04	1.56	1.2
서울양천	0.84	1.25	0.68	1.73	1.56	1.14
서울영등포	0.43	1.27	1.12	1.29	1.21	0.99
서울용산	0.79	1.32	1.77	0.72	1.88	1.2
서울은평	0.51	1.02	0.83	4.56	1.01	1.15
서울종로	1.09	1.49	0.93	1.34	0.87	1.12
서울중구	0.83	1.2	0.74	0.98	1.06	0.95
서울중랑	0.76	0.8	0.77	1.51	0.77	0.88
울산남구	0.63	1.51	0.54	0.92	1	0.86
울산동구	0.82	1.35	0.75	0.86	0.76	0.89
울산북구	0.58	1.48	0.73	0.77	0.84	0.84
울산중구	0.73	1.45	0.78	0.73	0.96	0.9
인천계양	0.75	0.64	0.99	1.27	1.4	0.97
인천남동	2.08	0.42	1.04	1.25	0.72	0.96
인천동구	0.4	1.31	1.39	1.8	0.98	1.05
인천미추홀	0.53	1.06	1.01	1.22	0.96	0.92
인천부평	0.42	1.42	0.79	1.36	1.29	0.96

DMU	MI (T1 TO 2)	MI (T2 TO 3)	MI (T3 TO 4)	MI (4 TO 5)	MI (5 TO 6)	기하평균
인천서구	0.58	1.02	0.75	0.66	0.75	0.74
인천연수	0.51	1.81	0.63	1.23	1.09	0.95
인천중구	0.41	1.29	1.28	0.9	1.17	0.94
기하평균	0.61	1.32	0.77	1.22	0.95	0.94

〈표 2〉 Malmquist Index와 그 구성요소 변화율

DMU	MI	EC	TC	PEC	SC
광주광산	0.93	1.21	1.27	0.77	0.95
광주남구	0.88	1.01	1.12	0.87	0.9
광주동구	0.92	1	1.10	0.92	0.91
광주북구	0.88	1.08	1.27	0.81	0.85
광주서구	0.91	0.98	1.08	0.93	0.91
대구남구	1.06	1.18	1.20	0.9	0.98
대구달서	0.93	1.08	1.11	0.86	0.97
대구동구	0.87	1	1.11	0.87	0.9
대구북구	0.96	1.1	1.15	0.87	0.96
대구서구	1.06	1.12	1.20	0.95	0.93
대구수성	0.88	1.01	1.09	0.87	0.93
대구중구	0.81	1.02	1.24	0.8	0.82
대전대덕	0.93	1.08	1.17	0.86	0.92
대전동구	0.95	1.02	1.11	0.93	0.92
대전서구	0.96	1.02	1.06	0.94	0.96
대전유성	0.93	1.03	1.11	0.9	0.93
대전중구	0.95	1.01	1.06	0.94	0.95
부산강서	0.7	0.85	1.29	0.82	0.66
부산금정	0.92	1.01	1.07	0.91	0.94
부산남구	0.91	1.06	1.08	0.86	0.98
부산동구	0.88	0.98	1.02	0.9	0.96
부산동래	0.8	0.99	1.16	0.81	0.85
부산북구	0.9	1	1.08	0.9	0.93
부산사상	0.89	0.99	1.05	0.9	0.94
부산사하	0.91	0.94	0.97	0.97	0.97
부산서구	0.81	0.96	1.19	0.84	0.81

DMU	MI	EC	TC	PEC	SC
부산수영	0.94	1.09	1.08	0.86	1.01
부산연제	0.87	0.99	1.11	0.88	0.89
부산영도	0.84	0.91	1.03	0.92	0.88
부산중구	1.03	1.13	1.14	0.91	0.99
부산진구	0.87	0.99	1.08	0.87	0.92
부산해운대	0.98	1.07	1.07	0.91	1
서울강남	0.82	1	1.27	0.82	0.79
서울강동	1.05	1.24	1.38	0.84	0.9
서울강북	1.02	1.1	1.11	0.93	0.99
서울강서	0.86	0.93	1.08	0.92	0.86
서울관악	1.21	0.97	0.97	1.24	1
서울광진	1	1.02	1.15	0.98	0.89
서울구로	0.91	0.96	1.09	0.95	0.88
서울금천	0.92	1.07	1.15	0.86	0.93
서울노원	0.92	0.96	1.00	0.96	0.96
서울도봉	1.02	1.09	1.10	0.94	0.99
서울동대문	0.95	1.02	1.06	0.92	0.96
서울동작	0.86	1	1.12	0.86	0.89
서울마포	0.98	1.03	1.11	0.95	0.93
서울서대문	0.96	1	1.08	0.96	0.93
서울서초	0.9	0.98	1.14	0.92	0.86
서울성동	0.83	0.89	0.96	0.94	0.93
서울성북	1.21	1.08	1.16	1.11	0.93
서울송파	1.2	1.06	1.15	1.13	0.92
서울양천	1.14	1.03	1.03	1.11	1
서울영등포	0.99	1.06	1.15	0.93	0.92
서울용산	1.2	1.06	1.00	1.13	1.06
서울은평	1.15	1.05	1.18	1.1	0.89
서울중로	1.12	1.08	1.06	1.03	1.02
서울중구	0.95	0.99	1.02	0.96	0.97
서울중랑	0.88	0.91	1.03	0.97	0.88
울산남구	0.86	0.95	1.02	0.91	0.93
울산동구	0.89	0.97	0.97	0.91	1
울산북구	0.84	0.88	1.05	0.95	0.84
울산중구	0.9	0.97	0.95	0.93	1.02
인천계양	0.97	1.1	1.17	0.88	0.94

DMU	MI	EC	TC	PEC	SC
인천남동	0.96	1.13	1.14	0.85	0.99
인천동구	1.05	1.11	1.14	0.94	0.97
인천미추홀	0.92	1.01	1.06	0.92	0.95
인천부평	0.96	1.06	1.22	0.91	0.87
인천서구	0.74	0.9	1.08	0.82	0.83
인천연수	0.95	1.05	1.09	0.9	0.96
인천중구	0.94	1.02	1.10	0.92	0.93
기하평균	0.94	1.02	1.11	0.92	0.92