

# 외생변수의 존재와 공공서비스 제공의 효율성 평가: 두 모형의 적용을 통한 비교분석

강 은 숙\*·김 중 석\*\*

〈目 次〉

- I. 서 론
- II. 이론적 논의
- III. 두 가지 모형의 실제 사례 적용을 통한 분석결과 비교
- IV. 요약 및 결론

〈요 약〉

지방정부가 제공하는 공공서비스의 상대적 효율성을 평가하기 위해 일반적으로 단순 DEA 접근방법이 사용되어 왔다. 그러나 투입변수와 산출변수간 기술적 효율성에 영향을 미치는 외생변수가 존재할 경우, 단순 DEA모형을 적용한 분석결과는 오류를 범할 수 있다. 이러한 문제의식 하에 이 논문에서는 3단계 DEA 접근방법을 개발하여 단순 DEA 접근방법이 지닌 한계를 다루고자 하였다. 이를 위해 지방자치제의 시행이후 지방정부의 생활폐기물처리서비스 제공에 있어서 효율성이 어떻게 변화하고 있는지를 각각의 접근방법을 통해 분석한 후 그 결과를 비교해서 보여주고 있다. 단순 DEA모형의 적용결과 지방자치제와 효율성간에는 긍정적 관계가 있는 것으로 나타났고, 3단계 DEA 접근방법을 통해 분석한 결과는 그렇지 않은 것으로 나타났다. 이를 통해 지방정부의 효율성을 평가하는데 있어서 외생변수의 영향을 고려하지 않고 단순 DEA를 수행하여 얻은 결과를 가지고 논의하는 것의 위험성을 확인할 수 있었다.

【주제어: 3단계 DEA모형, 효율성평가, 지방자치, 외생변수, 지방정부】

## I. 서 론

자료포락분석(DEA: Data Envelopment Analysis)은 지방정부의 공공서비스 제

\* 제1저자, 한국해양대학교 통상행정학부 조교수(eskang@hhu.ac.kr).

\*\* 교신저자, 한국해양대학교 국제무역경제학부 부교수(kimjjs@hhu.ac.kr)

논문접수일(2009.1.22), 수정일(2009.3.9), 게재확정일(2009.3.13)

공에 따른 효율성의 차이를 밝히기 위한 주요한 분석도구로 사용되어 왔다. 자료포락분석은 공공서비스 제공에 따른 지방정부별 투입-산출 데이터를 가장 잘 포락하는 직선방정식을 투입물-산출물 공간에서 구한다. 그리고 나서 직선 방정식상에 투입-산출 데이터를 위치시킨 지방정부를 효율적이라 하고 이를 기준으로 투입-산출 데이터가 직선방정식의 밑에 위치한 비효율적 지방정부의 비효율성 정도를 다양한 지표를 이용하여 측정한다.

그러나 이와 같은 접근방법은 다음 몇 가지 측면에서 비판을 받을 수 있다. 첫째, 투입-산출 데이터를 포락하는 식이 직선일 필요가 있는가? 즉 직선이외의 다른 곡선 형태로 자료를 포락하는 것이 타당한 것이 아닐까? 둘째, 만일 투입물과 산출물간의 기술적 관계가 지방정부의 의사와 관련 없는 다른 외적 요인들에 의해 영향을 받는다고 할 때 이를 무시하고 투입-산출 데이터만을 이용한 자료포락분석을 단순하게 적용하는 것이 과연 타당한가? 이러한 비판에 따라 DEA 방법론을 변화시키거나 새로운 방법론을 고안할 필요가 있다.

본 연구에서는 위에서 제기된 비판 가운데 두 번째 문제를 중심으로 논의하되, 투입-산출 데이터를 직선으로 포락하는 방법이 범할 수 있는 효율성평가의 문제점을 살펴본 후 이를 극복하기 위해 고안된 새로운 DEA기법을 소개하고 이것에 의한 효율성평가를 기존의 단순 DEA적용 결과와 비교하여 어떤 차이가 있는지를 살펴본다.

지방정부가 제공하는 공공서비스의 투입-산출의 기술적 관계는 정부가 통제할 수 없는 별도의 외생변수에 의해 영향을 받는다. 예를 들어 본 논문에서 다룰 생활폐기물처리서비스의 경우 지방정부가 관할하는 관리면적의 크기에 따라 동일한 폐기물량을 처리하는 데 드는 비용(인력, 예산, 장비 등)이 변화한다. 다시 말해 관리면적이 넓어질수록 동일한 폐기물량을 처리하는데 드는 투입물의 양이 상대적으로 증가하게 마련이다. 이와 같은 사실을 무시하고 투입-산출 데이터 상에서 단순하게 DEA를 수행하였을 경우 (다른 모든 조건이 동일하더라도) 관리면적이 넓은 지방정부의 효율성이 떨어지는 것으로 나타난다. 또한 관리면적이 동일하더라도 인구밀도가 높을수록 폐기물이 공간적으로 집중되어 이를 처리하는데 드는 비용은 인구밀도가 낮은 경우에 비해 낮아질 가능성이 크다. 다시 말해 이와 같은 외생변수들이 투입물과 산출물에 미치는 영향을 고려해야만 지방정부간 (기술적) 효율성의 차이를 올바르게 파악할 수 있다.

이와 같은 인식 하에 본 논문은 생활폐기물처리에 있어서 지방정부간 상대적 효율성을 평가하는 두 가지 방법, 즉 단순 DEA모형의 적용과 “새로운 3단계 DEA모형”으로 제시될 새로운 방법론의 적용을 시도하여 그에 따른 분석결과를 비교함으로써 단순 DEA의 위험성을 지적하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제2장에서는 선행연구를 검토한 후, 투입-

산출 간에 단순 DEA기법을 적용하는 방법과 외생변수의 효과를 통제 한 후 DEA를 적용하는 새로운 3단계 DEA기법을 소개한다. 3장에서는 각 방법론을 적용하기 위해 생활폐기물처리서비스에 대해 어떤 투입물과 산출물, 외생변수를 사용하는지 소개하고, 각 방법론에 따른 평가결과를 지방정부의 성과 중 하나인 공공서비스공급에 있어서의 효율성과 관련하여 분석할 때 그 결과가 어떻게 상이하게 나올 수 있는지를 밝힌다. 제4장에서는 요약 및 결론으로 글을 맺는다.

## II. 이론적 논의

### 1. 선행연구 검토

지방정부간의 상대적 효율성을 측정하기 위해 이들 정부가 제공하는 공공서비스를 대상으로 DEA기법을 이용한 연구는 제법 많은 편이다. 행정서비스 전반을 대상으로 혹은 특정 서비스를 대상으로 특정 연도의 지방자치단체간 상대적 효율성을 비교한 논문(이혁주·박희봉, 1996; 이상섭·김규덕, 1998; 김성중, 2000; 임동진·김상호, 2000; 임동진, 2001; 김성중·고승희, 2001; 김성중, 2002; 송건섭·이근수, 2004)과 시계열 자료나 패널 자료를 이용해 지방자치단체간 행정전반 혹은 특정행정서비스의 상대적 효율성을 비교분석한 연구(이혁주, 1997; 김재홍, 2000; 이상섭·김규덕, 1998; 남기범, 2001; 김성중·고승희, 2001; 김건위, 2005; 고승희, 2007), 공기업, 국가간 국제행정, 소속기관, 개별사업을 대상으로 효율성을 측정 한 연구(유금록, 2002, 2003a, 2003b, 2005a, 2005b) 등이 있다. 그러나 위의 논문에서는 외생변수의 영향을 고려하여 그 영향의 정도를 통제 한 후 DEA를 수행한 연구는 찾아볼 수 없었다.

방법론적인 측면에서 외생변수의 존재가 투입-산출간 단순 DEA의 적용과 그에 따른 기술적 효율성의 측정에 왜곡을 가져온다는 사실과 그에 따라 이를 적절히 통제하여 효율성 측정에 반영한 논문들로서는 Fried 외(1999), Fried 외(2002), 이영범(2003) 등을 들 수 있다.

Fried 외(1999)의 논문에서는 2단계 DEA 접근방법과 4단계 DEA 접근방법이 소개되고 있다. 2단계 DEA모형은 1단계로 투입물-산출물간에 DEA를 적용하여 상대적 효율성 값을 얻는다. 2단계에서는 1단계에서 계산된 효율성 점수나 산출물 슬랙 혹은 투입물 슬랙을 외생변수에 대해 Tobit<sup>1)</sup>이나 COLS<sup>2)</sup> 등의 회귀분

1) 효율성 점수는 0과 1사이의 값만 취할 수 있는데 외생변수간의 일반적 선형회귀분석방법의 적용을 통해 얻는 추정값은 [0, 1]의 범주를 벗어날 수 있다. 이와 같은 단점을 극복하고 추정된 효율성 점수값이 적법한 구간에 놓이도록 한 회귀분석기법 중의 하나가 Tobit 모형이라 할 수 있다. 구체적 방법론에 대해서는 Maddala(2001) 등을 참조하기 바란다.

석기법을 이용하여 외생변수의 효과를 통제하고 남은 결과를 순수한 투입물-산출물간 상대적 효율성 점수로 본다. 이와 같은 2단계 DEA기법의 활용은 외생변수의 효과를 통제하기 위한 방법으로서 우선적으로 떠오르는 방법이다. 그러나 1단계에서 추정된 투입물과 산출물의 계수값들은 외생변수 뿐만 아니라 투입물과 산출물의 크기에 의해서도 영향을 받기 때문에 단순히 외생변수값을 설명변수로 한 선형회귀분석만으로는 효율성 크기의 측정에 있어 여전히 왜곡을 남긴다는 단점을 지닌다. 효율성 점수를 외생변수에 대해 회귀분석하는 경우 발생할 오류에 대해 살펴보자. 효율성 점수는 실제산출물과 최대 잠재산출물간의 비율 (= 실제산출량/최대산출가능량)이다. 여기에서 최대잠재산출물의 크기는 투입물과 외생변수의 크기에 의해 그 크기가 결정된다. 한편 실제산출량의 크기는 최대잠재산출량에서 기술적 비효율성 정도<sup>3)</sup>을 제외한 값이다. 따라서 효율성 점수란 투입물의 규모와 외생변수의 크기, 지방정부의 비효율성의 크기에 의해 그 값이 결정된다고 볼 수 있다. 따라서 효율성 점수를 외생변수만의 함수로 추정하게 되면 “실종된 변수”의 문제를 일으켜 추정된 계수값에 필연적으로 오류를 가져온다.

4단계 DEA모형은 1단계로 투입물-산출물간에 우선적으로 DEA를 수행한다. 2단계에서는 그로부터 나온 투입물 슬랙을 종속변수로 하여 외생변수에 대해 회귀분석을 수행한다. 3단계에서는 회귀분석을 통해 얻은 값으로 외생변수의 효과를 통제한 조정된 투입물벡터를 얻는다. 최종적으로 4단계에서는 조정된 투입물과 산출물을 이용하여 다시 DEA기법을 적용한다.

그러나 이러한 4단계 DEA 접근방법도 2단계 DEA 접근방법과 유사한 한계를 지닌다. 즉, 4단계 DEA 접근방법은 1단계에서 DMU(Decision Making Units)<sup>4)</sup>별 비효율성의 정도(투입물 슬랙, 산출물 슬랙 등)에 대한 정보를 얻은 후 이를 외생변수만의 함수로 회귀분석을 수행하기 때문에 실제 비효율성에 영향을 미치는 변수들 중 외생변수를 제외하고는 모두 생략되어 있다. 이 경우 추정된 계수값은 외생변수의 비효율성에 미치는 효과를 왜곡시킨다. 산출물 슬랙의 경우를 예

2) COLS는 기본적 회귀분석방법인 정규최소자승법(OLS)을 수정하여 만들어진 기법이다. 투입물 혹은 산출물 슬랙은 항상 “영(0)”보다 크지 않은 값을 취하므로 이를 외생변수에 대해 회귀분석할 때 추정된 슬랙의 크기가 “0”보다 크지 않은 값을 유지하도록 기존의 OLS기법을 변형한 것이다. COLS에 대한 보다 자세한 내용은 Aigner & Chu. (1968: 826-839)의 논문을 참조하기 바란다.

3) 투입을 통해 얻을 수 있는 산출량만큼 얻지 못하거나 현재의 산출물을 얻는데 투입물을 줄일 수 있다면 (기술적) 비효율성이 존재한다고 본다.

4) DMU는 투입요소를 결합하여 산출물을 만들어내는 과정에서 독자적인 의사결정능력을 갖는 식별 가능한 조직의 단위를 의미하며 DEA분석에서 효율성 평가의 기본단위를 지칭한다. 이 논문에서의 DMU는 각년도 개별 기초자치단체를 의미한다.

로 들어보자. 산출물 슬랙은 주어진 투입량에서 얻을 수 있었던 최대산출량과 실제산출량간의 차이로 정의된다. 여기에서 최대산출량은 투입물의 규모와 외생 변수에 의해 영향을 받는다. 또한 실제산출량은 두 가지 변수이외에 지방정부의 비효율도에 의해서도 추가적으로 영향을 받는다. 따라서 산출물 슬랙을 단순히 외생변수에 대해서만 회귀분석할 경우 사라진 변수(missing variables)의 존재로 인해 외생변수의 추정계수값이 왜곡되며 심지어는 그 부호까지 실제와 반대로 나타날 수 있다. 이러한 왜곡은 투입 슬랙의 경우도 마찬가지이다. 2단계 추정 모형식에 오류가 발생하므로 3, 4단계에서는 앞 단계의 왜곡된 결과를 이용하여 지방정부의 상대적 효율성을 측정하게 된다. 지금까지의 논의는 DEA가 풀고 있는 선형계획의 내용과 연관되어 있다. 선형계획문제는 궁극적으로 투입물과 산출물의 계수값을 구해되 구해진 계수값을 이용한 투입물의 가중합이 산출물의 가중합보다 작지 않다는 조건 하에서 구하는 것이다<sup>5)</sup>. 이와 같이 구해진 계수값 들은 효율성 점수나 투입물 슬랙 혹은 산출물 슬랙을 구하기 위하여 사용된다. 이 과정에서 구해진 효율성지표들은 모두 1단계에서의 DEA결과 얻어진 투입물 과 산출물의 계수값에 의해 영향을 받는다. 선형계획법의 성격상 투입-산출자료 전체가 그 계수값의 결정에 영향을 미치게 된다. 다시 말해 효율성 점수, 투입물 슬랙, 산출물 슬랙은 모두 투입물과 산출물에 의해 영향을 받을 수밖에 없다. 따라서 4단계 DEA 접근방법의 2번째 단계에서 처리되는 투입물 슬랙의 외생변수 에 대한 회귀분석은 그 계수값추정에 있어서 오류를 초래하게 된다.

요약하면, DEA를 먼저 시행한 후 이후 단계에서 효율성값을 조정하는 2단계 나 4단계 접근방법은 외생변수의 계수값 추정과 효율성 점수의 조정에 있어서 완벽한 접근방법이 될 수 없다.

한편 Fried 외(2002)의 논문에서는 3단계 DEA 접근방법이 소개되고 있다. 이 들은 1999년에 발표한 4단계 DEA 접근방법 중에서 두 번째 단계의 외생변수효 과통제방법을 쇄신한 3단계 접근방법을 제시하고 있다.

3단계 DEA 접근방법은 우선, 첫 번째 단계에서 투입-산출간에 DEA를 수행 한 후 투입물 혹은 산출물 슬랙을 계산한다. 두 번째 단계에서는 이 슬랙을 외 생변수에 대해 회귀분석을 시행하되 확률적 프론티어 분석(SFA: Stochastic Frontier Analysis)에서와 마찬가지로 두 개의 독립적인 교란항이 외생변수와 더

5) 이를 수식으로 표현하면 다음 문제 (M)과 같다.

(M)  $Max_{\alpha', \beta'} \alpha' y_0'$  subject to  $\beta x_0 = 1, \alpha' y_k - \beta x_k \leq 0, k = (1, 2, \dots, K)$  여기에서  $y_0$ 는 효 율적 정부 0의 산출물 벡터,  $y_k$ 는 지방정부  $k$ 의 산출물 벡터,  $x_0$ 는 효율적 정부 0의 투입물 벡터,  $x_k$ 는 지방정부  $k$ 의 투입물 벡터를 각기 의미한다. 또한  $\alpha', \beta$  은 는 상수로서 "0"보다 큰 값을 지니며, (M)을 풀어 그 해를  $(\hat{\alpha}, \hat{\beta})$  이라고 하면 이 는 비효율성을 개선하기 위한 기본 값으로 간주할 수 있다.

붙여 부가된다. 하나는 비효율성을 나타내는 항이며, 다른 하나는 일반적 교란 항이다. 이로부터 우도함수를 형성하여 필요한 계수들을 추정한 후 외생변수와 순수교란항이 미친 효과를 투입물이나 산출물 변수들로부터 제거한다. 마지막 세 번째 단계에서 새로운 투입물과 산출물간에 DEA를 수행한다.

이 방법은 자료의 순수한 오류 등의 존재를 염두에 두고 그 효과까지 제거하는데 있어 큰 기여를 하고 있다. 그러나 이와 같은 장점에도 불구하고 1단계에서 수행된 DEA의 결과 계수값들이 원래의 투입물 및 산출물 벡터의 크기에 의해 영향을 받는다는 점에서 2단계와 4단계 DEA 접근방법과 동일한 한계를 지닌다. 투입물 슬랙의 크기가 전체 DMU들의 투입물과 산출물 벡터의 크기에 의해 영향을 받는다는 것이 한 예가 될 수 있다. 따라서 2단계에서 시행하는 SFA적 기법이 보다 의미있게 사용되기 위해서는 외생변수뿐만 아니라 효율적 DMU의 투입물 벡터와 산출물 벡터가 설명변수로 부가되어야 한다.<sup>6)</sup>

위의 내용을 간략히 요약하면, 지금까지 개발된 2단계, 3단계, 4단계의 DEA를 이용한 방법들은 원래 주어진 투입-산출벡터들에 의존하며 DEA를 우선적으로 시행한다는 점에서 한계를 지닌다. 추정된 계수값은 주어진 투입-산출벡터에 의해 영향을 받는다. 효율성 점수와 투입물·산출물 슬랙의 계산에 있어서도 그와 같은 영향은 여전하다. 2단계에서 SFA기법의 사용여부와 관계없이 설명변수의 일부(투입-산출벡터)가 포함되어 있지 않다. 따라서 두 번째 단계에서 추정상의 오류가 발생하며 이 오류는 마지막 단계까지 연결된다.

## 2. 단순 DEA모형과 새로운 3단계 DEA모형

본 절에서는 지방정부의 상대적 효율성평가에 있어 사용할 두 가지 방법론을 소개하고자 한다. 비교대상이 되는 지방정부는  $N$ 개 존재한다고 가정한다. 지방정부  $k$ 는 투입물  $x_k$ 를 이용하여 산출물  $y_k$ 를 공공서비스로서 지역주민에게 제공한다. 공공서비스의 제공에 있어서 지방정부  $k$ 가 통제할 수 없는 외생변수  $z_k$ 가 존재한다고 가정하자.

### 1) 단순 DEA모형

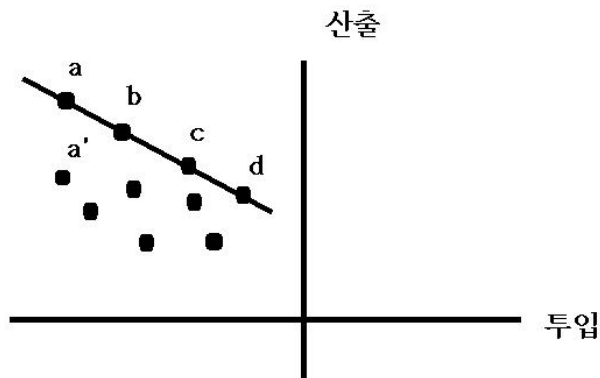
단순 DEA를 통한 상대적 효율성 평가기법을 공간적으로 소개하면 다음과 같다. 우선 투입물과 산출물  $(x_k, y_k)$ 를 지방정부별로 투입-산출 공간상에서 한 점으로 표현한다. 그런 다음 투입-산출 공간상에 표시된  $N$ 개의 점을 포락하는 직선을 다음의 두 가지 방법으로 찾아낸다.

6) 박재완·문춘걸(2006)은 Fried 외(2002)의 3단계 DEA기법을 이용하여 에너지관리공단의 지부별 효율성을 평가하고 있다.

단순 DEA모형 중 CRS방법은 투입-산출 공간상에서 원점을 통과하는 직선으로서 자료를 가장 근접하게 포락하는 직선을 찾아내는 것이다. 이에 반해 VRS 방법은 원점을 통과하지 않는 직선(즉 산출량의 값이 양이나 음이 되는 직선 포함) 가운데서 자료를 가장 근접하게 포락하는 직선을 찾아낸다.

이와 같이 하여 포락직선이 구해지면 지방정부의 데이터를 포락하는 직선상에 위치하는 것과 그렇지 않은 것으로 분류한다. 직선상에 위치하는 지방정부는 투입물을 이용하여 산출물을 생산하는 기술적 관계에 있어 효율적인 정부이다. 그에 반해 포락하는 직선 아래에 위치하는 정부는 효율적인 정부와 비교하여 그 효율성의 크기가 다양한 지표로 계산된다.

<그림 1> 포락하는 직선, 효율적 정부와 비효율적 정부



<그림 1>은 지금까지 설명한 투입·산출공간과 각 지방정부들의 투입-산출데이터집합, 이것을 포락하는 직선을 보여준다. 여기에서 포락 직선상의 a, b, c, d 점에 해당하는 지방정부들은 효율적인 정부이다. 반면 포락직선의 아래에 위치하는 지방정부들은 비효율적인 정부로 분류된다.

이제 외생변수가 존재하여 그것이 각 지방정부의 생산성 혹은 주어진 투입물에 대한 산출물의 크기에 영향을 미친다고 하자. 예를 들어, 다른 모든 조건이 동일할 때 관리면적이 넓은 지방정부의 폐기물처리서비스량은 동일한 인력, 예산의 투입물이 주어지더라도 관리면적이 좁은 지방정부에 비해 폐기물처리량이 작아질 수밖에 없다. 왜냐하면 관리면적이 증가할수록 쓰레기는 좁은 관리면적에 비해 산재할 가능성이 높고 동일한 폐기물을 처리할 때 보다 많은 인력, 장비, 예산 등이 투입되어야 한다. 다시 말해 기술적 효율성이 동일함에도 불구하고 동일한 투입물로서 상이한 양의 산출물을 생산하는 지방정부의 경우 관리면적의 크기차이라는 외생변수의 차이로 인해 마치 기술적 생산성에도 차이가 있

는 것처럼 보인다. 앞에서 설명한 단순 DEA방법을 적용해서는 이와 같은 외생 변수의 존재를 고려하여 지방정부간 기술적 효율성의 차이를 설명할 수 없다. 즉 단순 DEA기법은 효율성의 측정에 있어 왜곡된 결과를 초래할 수 있다.

<그림 1>로 돌아가 단순 DEA가 가져올 수 있는 왜곡현상을 설명해보자. 지방정부 a는 지방정부 a'에 비해 효율적인 것으로 보인다. 왜냐하면 동일한 투입물의 사용에도 불구하고 a의 산출량이 a'의 산출량보다 크기 때문이다. 그러나 외생변수가 존재하여 그것이 산출물의 양에 영향을 미친다면 이러한 결과는 뒤집힐 수도 있다. 예를 들어 지방정부 a'의 폐기물처리를 위한 관리면적이 a에 비해 넓으며, 관리면적이 증가함에 따라 동일한 투입물로 처리할 수 있는 폐기물의 양이 감소한다면 지방정부 a'가 실제적으로는 지방정부 a보다 기술적으로 더 효율적임에도 불구하고 관리면적의 차이로 인해 보다 작은 산출량밖에 생산하지 못할 수도 있다. 단순 DEA기법으로는 이와 같은 외생변수의 효과를 통제할 수 없다. 따라서 이러한 기법에 의한 상대적 효율성의 측정은 왜곡을 불러올 수밖에 없다.

보다 구체적으로 이와 같은 오류의 가능성을 살펴보자.

지방정부별로 산출물과 투입물, 외생변수, 비효율성이 다음과 같은 식으로 주어진다고 하자.

$$(1) y_k = x_k + 0.5z_k + \epsilon_k, \quad k \in N$$

여기에서  $y_k$ 는 지방정부  $k$ 의 산출물,  $x_k$ 는 지방정부  $k$ 의 투입물,  $z_k$ 는 지방정부  $k$ 의 외생변수,  $\epsilon_k$ 는 지방정부  $k$ 의 비효율의 크기를 각기 의미한다. 그림의 점 a 및 점 a'에 해당하는 지방정부를 각각 1과 2라고 하자. 또한  $x_1 = x_2 = 10$ ,  $\epsilon_1 = -2$ ,  $\epsilon_2 = -1$ 로서 투입물의 규모가 동일할 때 지방정부 1의 효율성 정도가 지방정부 2에 비해 떨어진다. 그러나 외생변수의 값  $z_1 = 6$ ,  $z_2 = 2$ 라고 하면 지방정부 1과 2의 산출량은 각기 11과 10으로서 지방정부 1의 비효율성이 지방정부 2에 비해 큼에도 불구하고 외생변수의 존재로 인해 지방정부 1의 산출량이 보다 큰 것으로 나타난다. 즉 그림의 두 점 a와 a'는 그와 같은 현상을 반영하고 있는 자료라고 볼 수 있다.

## 2) 3단계 DEA모형

본 논문에서 단순 DEA기법을 적용하여 지방정부의 상대적 효율성을 측정된 결과가 어떤 오류를 가져오는가를 살펴보기 위해 3단계 DEA모형을 개발하였다. 이 모형은 개별 산출물로부터 외생변수의 효과를 제거한 후, 산출물의 크기를



재조정된 다음 이러한 과정을 통해 얻어진 조정된 산출물과 투입물자료를 가지고 DEA기법을 적용한다.

3단계 DEA모형의 논리적 구조는 다음과 같다. 우선, 첫 번째 단계에서 개별 산출물에 외생변수가 미치는 효과를 측정하기 위해 투입물과 외생변수를 설명 변수로, 개별산출물을 종속변수로 하여 회귀분석을 시행한다<sup>7)</sup>. 이러한 내용을 선형회귀방정식으로 표현하면 다음과 같다.

$$(2) \quad y_k^i = \alpha + \sum_j \beta_j x_k^j + \sum_l \gamma_l z_k^l + \epsilon_k, \quad k \in N$$

식 (2)에서  $y_k^i$ 는 지방정부  $k$ 의  $i$  번째 산출물의 크기,  $x_k^j$ 는 지방정부  $k$ 의  $j$  번째 투입물의 크기,  $z_k^l$ 은 지방정부  $k$ 의  $l$  번째 외생변수의 크기,  $\epsilon_k$ 는 지방정부  $k$ 의 비효율의 크기를 각기 의미한다. 또한  $\alpha, \beta_j, \gamma_l$ 은 추정해야 할 계수이다.

첫 번째 단계의 회귀방정식 추정에 있어서 주의해야 할 점은 이와 같은 추정을 지방정부가 생산하는 모든 산출물에 대해 수행한다는 것이다. 식 (2)의 추정에 있어서 주의해야 할 점은 회귀방정식의 오차항으로 설정된  $\epsilon_k$ 가 추정을 위한 오차항의 기능뿐 아니라 지방정부  $k$ 의 비효율성의 크기를 직접적으로 나타내는 것으로서 그 최대값이 “0”보다 클 수 없다. 비효율성이 “0”인 지방정부가 가장 효율적이기 때문이며 비효율적 지방정부의  $\epsilon_k$  값은 모두 음(-)의 값을 지닌다. 따라서 회귀분석시 수정된 최소자승법(COLS: Corrected Ordinary Least Squares) 등을 적용한다.

두 번째 단계는 주어진 산출량  $y_k^i$ 로부터 첫 번째 단계에서 추정된 외생변수의 효과를 제거함으로써 외생변수의 효과가 배제된 순수 산출물의 크기를 결정하는 단계이다.  $\hat{\alpha}, \hat{\beta}_j, \hat{\gamma}_l$ 이 1단계에서 추정된 계수값이라고 하자. 이 때 외생변수의 효과를 배제한 산출물은 다음과 같이 계산된다.

$$(3) \quad \tilde{y}_k^i = y_k^i - \hat{\alpha} - \sum_l \hat{\gamma}_l z_k^l$$

식 (3)에 의해 얻어진 지방정부  $k$ 의  $i$  번째 산출물  $\tilde{y}_k^i$ 는 산출물  $y_k^i$ 로부터 추정된 외생변수의 효과를 제거한 순수산출물이다. 이 순수산출물  $\tilde{y}_k^i$ 에는 투입물

---

7) 산출물은 투입물의 크기뿐만 아니라 외생변수의 크기에 의해서도 영향을 받으므로 이와 같은 설명변수의 도입은 근거를 지닌다.

과 비효율의 효과만 남아있다. 다시

$$(4) \tilde{y}_k^i = \sum_j \hat{\beta}_j x_k^j + e_k^i$$

여기에서  $e_k^i$ 는 지방정부  $k$ 의  $i$ 번째 산출물의 공급에 있어 발생한 비효율성의 크기로서 그 크기는 1단계에 적용한 COLS방법론에 의해 “0”보다 클 수 없는 값이다. 즉,

$$(5) e_k^i = y_k^i - \hat{\alpha} - \sum_j \hat{\beta}_j x_k^j - \sum_l \hat{\gamma}_l z_k^l$$

세 번째 단계에서는 이와 같이 하여 얻어진 지방정부별 순수산출물  $\{\tilde{y}_k^i\}$ 와 투입물  $\{x_k^j\}$ 간에 DEA를 수행하여 외생변수의 효과가 제거된 순수비효율성을 효율성 점수나 투입물 슬랙 혹은 산출물 잉여의 형식으로 계산하는 단계이다.

지금까지 소개한 3단계 DEA모형을 간략하게 요약하면 다음과 같다.

- 1단계: 개별산출물을 투입물과 외생변수에 대해 오차항이 “0”보다 작다는 가정하에 선형회귀분석을 수행한다.
- 2단계: 개별산출물로부터 외생변수의 효과를 제거하여 조정된 산출물을 구한다.
- 3단계: 조정된 산출물과 원래의 투입물 자료를 가지고 DEA를 수행한다.

이와 같이 새로운 3단계 DEA모형을 이용함으로써 산출물에 미치는 외생변수의 효과를 통제할 수 있고, DEA를 통해 추정된 지방정부별 비효율성의 측정에 있어 개별 지방정부의 순수한 기술적 비효율성만을 구하는 것이 가능하다. 이와 같은 접근방법은 투입-산출 데이터를 이용해 단순 DEA모형을 적용한 결과가 외생변수의 효과를 그대로 담고 있는 것에 비해 순수한 기술적 비효율성을 추정할 수 있는 보다 우수한 방법이 될 수 있다<sup>8)</sup>.

8) 이에 대한 보다 자세한 설명은 단순 DEA모형이 갖는 오류를 구체적 예를 통해 보여주고 있는 선행연구(강은숙, 김종석: 2008)를 참조하기 바란다. 다만, 3단계 접근방법이 지니는 가장 큰 한계는 아마도 산출물과 외생변수의 관계를 표현하는 진정한 방정식의 형태가 본 논문에서 설정한대로 선형인가와 관련된 측면이라고 할 수 있다. 즉 보다 일반적인 비선형 형태가 외생변수와 산출물간의 관계에 대한 진실일 경우 발생하는 문제이며 차후의 연구에서는 보다 일반화된 비선형추정모형이나 각 외생변수의

### Ⅲ. 두 가지 모형의 실제 사례 적용을 통한 분석결과 비교

이 장에서는 1996년 이후부터 2006년에 걸친 생활폐기물관련 자료를 수집하여<sup>9)</sup> 광역자치단체 내 65개 자치구<sup>10)</sup>를 대상으로 DEA기법을 활용해 상대적 효율성이 어떻게 변화해왔는가를 위에서 제시한 두 가지 접근방법을 통해 살펴보고, 접근방법이 달라짐에 따라 그 결과가 얼마나 달라질 수 있는지는 보여주고자 한다. 먼저, 이 연구에서 사용된 투입요소, 산출요소, 외생변수에 대해 소개하고, 이어서 이러한 관련 자료를 이용해 얻은 실증분석결과를 비교하여 제시한다.

#### 1. 투입변수, 산출변수, 외생변수

##### 1) 투입변수

지방자치단체의 생활폐기물처리서비스와 관련한 투입요소로는 담당인력, 장비(차량, 손수레, 중장비), 예산을 사용하였다. 인력은 생활폐기물 관리인원 중 자가처리업체의 인력을 제외한 지방자치단체 및 처리업체<sup>11)</sup>의 인력을 사용하였다. 장비의 경우 차량, 손수레, 중장비의 용도가 각각 다르며 지역의 특성이 고려되어 필요장비의 유형이 달라진다고 생각되므로 항목을 나누어 모두 투입요소로 고려하였다. 예산은 각년도 생활폐기물 관리예산 집행액 중 처리비만을 사용하였다. 생활폐기물예산은 ‘시설설치비’와 ‘수집·운반 등 처리비’<sup>12)</sup>로 이루어지는데 시설설치비의 경우 매립 및 소각 등의 시설설치를 위한 예산이 특정 연

다차항을 설명변수로 사용하는 방법(연속적이고 미분가능한 일반적인 비선형함수의 경우)을 고려해야 할 것이다.

- 9) 1995년 폐기물 분류체계가 바뀐에 따라 동일한 기준에 따른 데이터를 가지고 분석하기 위해 1996년 이후부터의 자료를 활용하였다. 지방자치체 시행이후 생활폐기물처리 서비스에 있어서 상대적 효율성이 어떻게 변화해왔는가를 살펴보는 것이기 때문에 본격적으로 지방자치체가 시행된 1995년 이후 1년이 경과한 시점부터 살펴보다도 큰 무리가 없을 것이라 생각한다.
- 10) 광역자치단체에 소속되어 있는 74개 기초자치단체(서울특별시 25개구, 부산광역시 15개구·1개군, 대구광역시 7개구·1개군, 대전광역시 5개구, 인천광역시 8개구·2개군, 광주광역시 5개구, 울산광역시 4개구·1개군) 중 지역특성이 상이한 군지역 4개와 울산광역시 소속 기초자치단체 5개를 제외한 65개의 자치구가 연구대상이다. DEA의 경우 DMU간 유사성이 중요한데, 광역자치단체에 소속되어 있더라도 군지역은 농촌사회의 특성이 강하기 때문에 DMU간 유사성을 확보하는 데 한계가 있다고 판단되었고, 울산광역시의 경우는 비교연도의 출발인 1996년에는 광역자치단체로 승격(1997년 7월)되기 전이기 때문에 수평적 비교가 불가능하여 제외하였다.
- 11) 위탁처리업체의 경우 지방자치단체와 계약을 체결해 생활폐기물처리서비스를 수행하지만, 최종적인 관리·감독권은 지방자치단체에 있기 때문에 지방정부의 효율성을 측정하는데 있어서 투입요소로 고려하는 것이 타당하다고 판단하였다.

도에 집중적으로 집행되더라도 그러한 시설의 사용은 그 이후에 지속적으로 이루어기 때문에 매년 비용으로 고려하여야 함에도 불구하고 특정연도에만 투입으로 고려된다. 따라서 시설설치비가 집행된 해의 경우 투입이 과대계상되어 효율성이 왜곡될 수 있으므로 투입요소에서 제외하였다. 또한 예산의 경우 시간의 변화에 따른 물가상승분을 고려하여 각년도 명목예산을 2000년을 기준으로 GRDP 디플레이터로 나누어 얻은 실질예산으로 변경하여 사용하였다.

## 2) 산출변수

생활폐기물처리서비스의 산출지표로는 전체 생활폐기물처리량을 매립·소각량과 재활용량으로 구분하여 살펴보았다. 매립·소각량은 자가처리업체를 제외한 자치단체 및 처리업체의 생활폐기물 매립·소각 발생량 및 처리량으로 보고 하루에 처리되는 양(톤/일)으로 표시하였다. 재활용량은 지방자치단체에서 수거해서 처리하는 양만을 고려하였다. 생활폐기물처리량에는 생활폐기물, 사업장 생활계폐기물이 포함되었다.

## 3) 외생변수

지방자치단체의 생활폐기물처리서비스는 지방정부의 투입요소와 산출요소 외에 여타의 외생변수에 의해 그 효율성이 왜곡될 수 있다. 예를 들어 동일한 수준의 효율성을 가진 지방정부임도 불구하고 생활폐기물 관리구역이 넓은 경우, 좁은 지역에 비해 효율성이 더 낮게 나올 수 있다. 또한 관리구역 내 인구규모나 1인당 지역 내 총생산량(GRDP/n)이 지방정부의 산출에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 외생요인으로 인한 영향으로 인해 설명되는 부분을 제외한 후 순수하게 투입요소 및 산출요소를 가지고 측정해야 진정한 의미에서의 지방정부의 효율성이라 할 수 있다. 여기서는 외생변수로 생활폐기물 관리구역 면적, 관리구역의 인구밀도, 1인당 GRDP<sup>13)</sup>, 생활폐기물 관리구역 내의 인구규모를 사용하였다.

## 2. 실증분석 결과의 비교

이 절에서는 앞 절에서 소개한 두 가지 접근방법을 실제사례에 적용해서 살펴본다. 구체적으로 생활폐기물처리서비스<sup>14)</sup>를 대상으로 지방자치제의 시행 이후 지방정부의 공공서비스공급에 있어서 상대적 효율성에 어떤 변화가 일어나

12) 수집·운반 등 처리비는 인건비, 차량운반비, 장비구입비, 위탁처리비, 관리운영비, 기타의 항목으로 구성되어 있다.

13) GRDP가 광역자치단체(시·도)별로는 나와 있으나 자치구별 데이터는 없기 때문에 자치구별로 지방세수입이 차지하는 비중을 가지고 자치구별 지역총생산을 추정해낸 후 자치구별 인구수로 나누어 1인당 GRDP로 사용하였다.

고 있는가<sup>15)</sup>를 두 가지 접근방법을 통해 분석한 후 그 결과를 비교하고자 한다. 이를 통해 방법론이 잘못되어 있을 경우 전혀 엉뚱한 분석결과를 얻게 되고 그에 따라 실제와 전혀 다른 해석을 하게 될 수 있음을 보여주고자 한다.

1) 효율성값의 비교

먼저, 단순 DEA와 3단계 DEA를 수행했을 경우 얻게 되는 효율성값의 차이를 보면 다음 <표 1>, <표 2>와 같다(투입지향적 VRS). <표 1>은 단순 DEA를 수행한 결과 나타난 연도별 지방자치단체의 효율성값을 보여주고 있고, <표 2>는 3단계 DEA 접근방법을 통해 분석한 결과를 보여주고 있다. 이를 통해 외생변수를 고려할 경우 효율성값이 변화할 뿐만 아니라 효율적인 지방정부도 달라지고 그 수도 달라질 수 있음을 알 수 있다. 즉 단순 DEA를 수행했을 경우에는 효율적인 지방정부가 56개, 3단계DEA를 수행했을 경우에는 54개로 각각 나타났다.

<표 1> 투입지향적 VRS 결과(단순 DEA)

DMU	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
서울시 종로구	0.34138	0.34533	0.42712	0.44239	0.39728	0.62046	0.39938	0.42160	0.53048	0.94642	0.57204
서울시 중구	0.67553	0.56525	0.47197	0.83415	0.46771	0.67336	0.58929	0.59934	0.53063	0.76732	0.73984
서울시 용산구	0.31528	0.29567	0.23890	0.36878	0.45470	0.34298	0.39285	0.42972	0.46770	0.40590	0.50324
서울시 성동구	0.45811	0.26202	0.27501	0.31073	0.30825	0.34198	0.39265	0.44226	0.37457	0.38916	0.45752
서울시 광진구	0.32957	0.37040	0.33655	0.45089	0.59598	0.58520	0.66913	0.82819	0.78616	0.85508	0.88805
서울시 동대문	0.41249	0.51727	0.47012	0.40175	0.36541	0.36929	0.40279	0.46429	0.54923	0.74643	0.79087
서울시 중랑구	0.36109	0.42236	0.34093	0.31839	0.39370	0.35479	0.44378	0.48954	0.53949	0.64874	0.48929
서울시 성북구	0.68530	0.58888	0.47098	0.51024	0.45333	0.46191	0.48144	0.41424	0.42210	0.43863	0.42406
서울시 강북구	0.28782	0.35759	0.45851	0.40948	0.65642	0.81947	0.69637	0.58880	0.53297	0.68820	0.78025
서울시 도봉구	0.61259	0.60695	0.56627	0.65081	0.99305	0.87674	0.40100	0.61714	0.59961	0.65065	1.00000
서울시 노원구	0.42840	0.44959	0.51273	0.55439	0.63176	0.59940	0.71677	0.64640	0.61187	0.63313	0.62293
서울시 은평구	0.26235	0.31978	0.27274	0.29076	0.37572	0.63930	0.58881	0.48231	0.37545	0.40681	0.37983
서울시 서대문	0.27078	0.29172	0.25243	0.30392	0.41151	0.40413	0.44631	0.49220	0.48462	0.50456	0.47975
서울시 마포구	0.51631	0.49376	0.35310	0.43636	0.45336	0.42031	0.53495	0.80096	0.54254	0.76094	0.70451
서울시 양천구	0.62882	0.65842	0.51057	0.72505	1.00000	1.00000	0.97556	0.84789	0.80369	0.78481	0.97853
서울시 강서구	0.65579	0.61855	0.50188	0.68398	0.63945	0.80875	0.85628	0.94131	0.79296	0.89454	0.68469
서울시 구로구	0.40043	0.33743	0.40904	0.44160	0.41599	0.52970	0.50411	0.53732	0.49498	0.56191	0.81197
서울시 금천구	0.47483	0.43131	0.37351	1.00000	0.98517	0.89484	0.74164	0.70365	0.59385	0.63456	0.63672

14) 생활폐기물처리와 관련한 투입-산출 데이터는 지방정부의 다른 공공서비스 분야에 비해 구축된 자료의 범위와 질이 상대적으로 우수하다. 또한 주민밀착형 공공서비스로서 지방자치제 시행 이후 효율성의 증진을 기대할 수 있는 분야이다.

15) 단순 DEA방법을 적용할 경우 발생하는 오류를 3단계 접근법과 비교하여 제시하기 위해 설정된 문제는 다음과 같다. 과연 1995년 지방자치가 본격적으로 시행된 이후 지방정부의 효율성은 점차 증가하고 있는가? 또한 지방정부간 상대적 효율성의 격차는 점차 감소하고 있는가? 동시에 과연 효율적이라고 판단되는 지방자치단체는 어디인가?

서울시 영등포	0.92826	1.00000	0.51802	0.55199	0.71660	0.50873	1.00000	0.77076	0.73316	0.62053	0.67824
서울시 동작구	0.29196	0.30697	0.36715	0.40105	0.44952	0.50986	0.59347	0.52767	0.46124	0.48360	0.69552
서울시 관악구	0.43033	0.28817	0.35312	0.42358	0.38978	0.55251	0.50645	0.60354	0.77927	0.78030	0.73578
서울시 서초구	0.60164	0.58892	0.39358	0.45486	0.58711	0.55960	0.61468	0.47957	0.48591	0.42852	0.70116
서울시 강남구	0.92319	0.90460	0.93165	1.00000	0.90549	1.00000	1.00000	1.00000	0.99689	0.98684	0.89404
서울시 송파구	1.00000	1.00000	0.78854	1.00000	0.86456	1.00000	0.81518	1.00000	0.98481	1.00000	1.00000
서울시 강동구	0.39479	0.48432	0.36729	0.44114	0.70754	1.00000	0.67784	0.60525	0.61664	0.99103	0.66666
부산시 중구	0.69830	0.58443	0.73474	0.81872	0.74173	0.86080	0.65135	0.59487	0.56362	0.93750	0.93750
부산시 서구	0.68175	0.59659	0.65773	0.64803	0.65753	0.71432	0.54770	0.50487	0.52368	0.88164	0.78546
부산시 동구	0.67252	0.57660	0.62935	0.72120	0.80283	0.77591	0.63586	0.44753	0.49118	0.46070	0.43752
부산시 영도구	0.76598	0.60151	0.67346	1.00000	1.00000	1.00000	0.77090	0.63122	0.66896	0.61817	0.78066
부산시 부산진	1.00000	1.00000	0.67031	0.66995	0.86832	0.66163	0.71109	0.68470	0.62697	0.69357	0.62286
부산시 동래구	0.66702	0.65231	0.89378	1.00000	0.79242	1.00000	0.78787	0.68709	0.68161	0.60899	0.59091
부산시 남구	0.93948	0.97536	0.97073	1.00000	1.00000	0.99935	0.93757	0.69391	0.62170	0.64976	0.65809
부산시 북구	0.70926	0.47932	0.43764	0.73477	0.45522	0.52955	0.55068	0.53754	0.64597	0.71244	0.77464
부산시 해운대	0.69606	0.61233	0.44889	0.48670	0.63073	0.68870	0.84570	0.85402	0.86740	0.81633	0.66042
부산시 시하구	0.50965	0.42662	0.45169	0.58096	0.59458	0.58413	0.56781	0.55312	0.57467	0.56684	0.67829
부산시 금정구	0.97422	1.00000	0.71324	0.66035	0.73343	0.80446	0.87445	0.76452	0.71157	0.70385	0.73243
부산시 강서구	0.85582	0.99224	1.00000	1.00000	1.00000	0.95089	0.95679	0.95211	0.78386	0.77417	0.93364
부산시 연제구	0.80485	0.73857	0.81594	0.94154	1.00000	0.83832	0.72344	0.67092	0.52998	0.59364	0.57775
부산시 수영구	0.65949	0.51053	0.40093	0.48776	0.53299	0.64824	0.92674	0.61718	0.65857	0.70529	0.66496
부산시 사상구	1.00000	0.87070	0.99738	0.88116	0.93550	0.91558	0.85596	0.77379	0.79279	0.81316	0.78056
대구시 중구	0.49776	0.45063	0.44556	0.32323	0.42560	0.57202	0.53316	0.51293	0.48959	0.48871	0.46254
대구시 동구	0.43136	0.54074	0.45064	0.29335	0.28082	0.43072	0.41700	0.37202	0.31150	0.45239	0.46191
대구시 서구	0.55465	0.39378	0.67317	0.44695	0.48085	0.68401	0.67623	0.72152	0.78089	0.75078	1.00000
대구시 남구	0.50198	0.41736	0.61648	0.35249	0.49352	0.46255	0.56666	0.54830	0.99125	1.00000	0.73271
대구시 북구	0.80166	1.00000	0.79988	0.80035	0.74262	0.59955	0.45428	0.89374	0.58301	0.54313	1.00000
대구시 수성구	0.39530	0.57801	0.53392	0.51261	0.49209	0.52254	0.62545	0.98495	0.65961	0.62724	0.48846
대구시 달서구	0.57831	0.57814	0.49331	0.39408	0.44686	0.57510	0.50219	0.87854	1.00000	0.80103	0.67314
인천시 중구	0.74183	0.64868	1.00000	1.00000	1.00000	0.39360	0.50573	0.49908	0.49474	0.45314	0.43532
인천시 동구	0.56219	0.67198	0.85366	0.66491	0.69689	0.76127	0.65944	0.64703	1.00000	1.00000	1.00000
인천시 남구	0.37228	0.28713	0.35291	0.36253	0.39431	0.38577	0.39272	0.46855	0.36940	0.28960	0.40673
인천시 연수구	0.57679	0.40647	0.62190	0.43200	0.46661	0.47884	0.43908	0.46013	0.37768	0.56780	0.35262
인천시 남동구	0.40740	0.32116	0.48141	0.60777	0.47135	0.26530	0.32112	0.34984	0.55085	0.39913	0.34036
인천시 부평구	0.33131	0.24047	0.27897	0.35973	0.40051	0.46502	0.40437	0.33456	0.68922	0.55500	0.45482
인천시 계양구	0.51361	0.42537	0.56638	0.44426	0.66462	0.55839	0.68407	0.75951	0.52307	0.70425	0.51283
인천시 서구	0.27349	0.28804	0.29336	0.44272	0.34171	0.31284	1.00000	0.40186	0.40096	0.76331	0.38656
광주시 동구	0.51865	0.50451	0.52093	0.54118	0.52173	1.00000	0.47747	0.48319	0.45517	0.51077	0.67677
광주시 서구	0.54823	0.62393	0.58127	0.58430	0.65550	0.68207	0.57993	0.53214	0.56971	0.79038	0.86215
광주시 남구	0.62194	0.56991	0.65597	0.59270	0.60221	0.60043	0.54947	0.50211	0.50922	0.58788	0.59172
광주시 북구	0.87778	0.89094	0.82223	0.62235	0.81010	0.86013	0.54072	0.59424	0.56218	0.82643	0.79468
광주시 광산구	0.71396	0.75767	0.79966	0.86264	0.71217	0.64381	0.58647	0.52857	0.59348	0.61329	0.69203
대전시 동구	0.87719	0.34780	0.40791	0.47400	0.51558	0.51657	0.49017	0.54581	0.45073	0.44703	0.44884
대전시 중구	0.73411	0.46191	0.73028	0.66206	0.90748	1.00000	0.58598	0.44695	0.39256	0.81836	1.00000
대전시 서구	1.00000	1.00000	0.61981	0.61464	1.00000	0.84434	1.00000	0.71059	0.60211	1.00000	0.93954
대전시 유성구	1.00000	0.93208	0.79713	0.74442	0.74936	1.00000	0.91528	0.84481	0.74147	0.83828	0.92167
대전시 대덕구	1.00000	0.90708	0.76925	0.81315	0.67893	0.94925	0.73148	0.72783	0.57231	0.70641	0.64984
연 평균	0.61159	0.57486	0.56344	0.59978	0.63563	0.66784	0.63728	0.62231	0.60775	0.67814	0.68025

<표 2> 투입지향적 VRS 결과(3단계 DEA)

DMU 이름	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
서울시 종로구	0.32020	0.27472	0.42455	0.40448	0.37908	0.52351	0.26912	0.37330	0.53236	1.00000	0.56859
서울시 중구	0.57294	0.42183	0.25137	0.63569	0.31428	0.36105	0.33390	0.31117	0.31186	0.41007	0.39408
서울시 용산구	0.31600	0.24102	0.19503	0.32440	0.43970	0.27923	0.31856	0.36757	0.36787	0.31830	0.40551
서울시 성동구	0.67430	0.24532	0.22531	0.26668	0.24370	0.23742	0.29540	0.39279	0.29032	0.27013	0.35571
서울시 관진구	0.32360	0.30602	0.27587	0.37441	0.47903	0.49304	0.59735	0.84907	0.81966	0.93717	1.00000
서울시 동대문	0.49958	0.56953	0.57762	0.30608	0.29031	0.33485	0.28470	0.43646	0.74097	0.89546	0.78947
서울시 중랑구	0.31187	0.31750	0.27766	0.25923	0.28199	0.26888	0.30151	0.34533	0.33700	0.39239	0.26588
서울시 성북구	0.60924	0.58064	0.33856	0.33917	0.24264	0.35952	0.39067	0.23015	0.25591	0.27122	0.28044
서울시 강북구	0.29950	0.33588	0.40038	0.30273	0.68096	0.82434	0.65560	0.46935	0.43235	0.69186	0.75786
서울시 도봉구	0.50541	0.61829	0.48109	0.48600	0.82739	0.69213	0.37283	0.54360	0.52493	0.57210	1.00000
서울시 노원구	0.29781	0.27544	0.28639	0.29280	0.29829	0.24253	0.31484	0.33857	0.28452	0.26466	0.28013
서울시 은평구	0.23022	0.25256	0.21786	0.24178	0.25982	0.47673	0.43535	0.35402	0.25402	0.20414	0.20316
서울시 서대문	0.25154	0.27108	0.20932	0.23312	0.29051	0.32589	0.36716	0.39433	0.37611	0.39983	0.37921
서울시 마포구	0.55388	0.47836	0.30606	0.29445	0.34870	0.33384	0.42582	0.64935	0.47342	0.82851	0.58449
서울시 양천구	0.61123	0.63777	0.43896	0.55223	0.73423	1.00000	0.70154	0.56269	0.59725	0.54453	0.85248
서울시 강서구	0.43606	0.36900	0.31560	0.40670	0.38986	0.57261	0.65363	0.78813	0.46215	0.54359	0.32647
서울시 구로구	0.30487	0.23323	0.26611	0.30117	0.25866	0.39775	0.41288	0.46355	0.35027	0.43165	0.59796
서울시 금천구	0.50161	0.46711	0.37673	1.00000	1.00000	0.97211	0.85610	0.84521	0.64801	0.67317	0.63909
서울시 영등포	0.95433	1.00000	0.37066	0.37398	0.49249	0.39151	1.00000	0.72104	0.72510	0.56831	0.65946
서울시 동작구	0.27057	0.26928	0.29581	0.30232	0.32337	0.35714	0.44788	0.37247	0.32967	0.34237	0.51287
서울시 관악구	0.30150	0.21798	0.27793	0.33390	0.26478	0.39739	0.32267	0.46749	0.67177	0.69106	0.65551
서울시 서초구	0.38697	0.40363	0.28630	0.29371	0.33617	0.32305	0.28784	0.27715	0.27883	0.21709	0.51348
서울시 강남구	0.82557	0.76220	0.51512	0.50812	0.42163	1.00000	1.00000	1.00000	0.89273	0.78987	0.63399
서울시 송파구	1.00000	1.00000	0.54845	1.00000	0.67373	1.00000	0.63368	1.00000	0.96740	1.00000	1.00000
서울시 강동구	0.25879	0.32690	0.22741	0.24211	0.62002	0.89731	0.46752	0.28473	0.35227	0.55955	0.45564
부산시 중구	0.85712	0.67997	0.86072	0.94608	0.86125	0.96448	0.72232	0.65289	0.61227	0.93750	0.93750
부산시 서구	0.71860	0.63990	0.69006	0.67602	0.66748	0.67351	0.52527	0.52906	0.50900	0.92466	0.82762
부산시 동구	0.74728	0.54577	0.64582	0.80258	0.91071	0.87002	0.63645	0.43935	0.43583	0.36247	0.36687
부산시 영도구	0.68513	0.63438	0.60091	1.00000	1.00000	1.00000	0.68914	0.55839	0.59295	0.53614	0.85720
부산시 부산진	0.86101	0.90805	0.51059	0.48325	0.78393	0.63355	0.62287	0.65519	0.58889	0.66505	0.57395
부산시 동래구	0.61076	0.61240	0.82438	0.90342	0.64819	1.00000	0.77677	0.72730	0.68647	0.57711	0.48399
부산시 남구	0.78197	0.77889	0.45435	0.90012	1.00000	0.99065	0.84503	0.56471	0.45833	0.49263	0.49898
부산시 북구	0.68283	0.40799	0.35729	0.67321	0.36215	0.34790	0.36165	0.32024	0.34321	0.57691	0.70085
부산시 해운대	0.50804	0.37602	0.26504	0.24583	0.34021	0.46517	0.71170	0.76681	0.81571	0.78559	0.48012
부산시 사하구	0.41172	0.31495	0.26086	0.32735	0.33524	0.35354	0.34521	0.34365	0.36149	0.38658	0.50201
부산시 금정구	0.91589	1.00000	0.52272	0.46721	0.55891	0.72897	0.83039	0.66271	0.61435	0.61440	0.70172
부산시 강서구	1.00000	0.93224	1.00000	1.00000	1.00000	0.94723	0.93441	0.94853	0.78386	0.77417	0.93253
부산시 연제구	0.80495	0.76056	0.82170	0.94919	1.00000	0.73404	0.60307	0.54711	0.44146	0.51762	0.50496
부산시 수영구	0.70982	0.49562	0.38141	0.46073	0.48929	0.63116	0.92584	0.55741	0.52457	0.59757	0.60594
부산시 사상구	1.00000	0.98971	1.00000	0.94073	1.00000	1.00000	0.91329	0.78804	0.89070	0.87281	0.91684
대구시 중구	0.54039	0.48009	0.46972	0.32188	0.42425	0.58233	0.52160	0.50188	0.44494	0.48002	0.47493
대구시 동구	0.37114	0.45867	0.35567	0.24494	0.24488	0.38539	0.37165	0.29289	0.27463	0.46617	0.41651
대구시 서구	0.56887	0.39181	0.64505	0.34602	0.45928	0.62925	0.62508	0.86693	0.94363	0.81453	1.00000
대구시 남구	0.51342	0.42065	0.62180	0.35591	0.49707	0.42993	0.57249	0.54969	1.00000	1.00000	0.84149

대구시 북구	0.78850	1.00000	0.71688	0.76854	0.54839	0.50409	0.36558	0.71809	0.43253	0.49849	1.00000
대구시 수성구	0.32955	0.47435	0.38520	0.35108	0.27983	0.32692	0.46078	0.57670	0.38173	0.36507	0.29132
대구시 달서구	0.44086	0.42379	0.37264	0.26795	0.27098	0.24617	0.26918	0.48776	0.81678	0.32564	0.29934
인천시 중구	0.68279	0.59061	1.00000	0.97985	1.00000	0.38053	0.41480	0.39973	0.39607	0.39787	0.38133
인천시 동구	0.65310	0.74766	0.90960	0.72049	0.73048	0.80556	0.65944	0.68793	1.00000	1.00000	1.00000
인천시 남구	0.33618	0.25862	0.31789	0.27679	0.35273	0.25497	0.20932	0.39054	0.24002	0.23337	0.24073
인천시 연수구	0.57298	0.39840	0.54388	0.41701	0.43311	0.45750	0.39821	0.41472	0.31459	0.38973	0.33927
인천시 남동구	0.34830	0.27752	0.32244	0.43418	0.28317	0.22915	0.27806	0.20590	0.49569	0.27240	0.17959
인천시 부평구	0.25273	0.20780	0.23995	0.30714	0.29700	0.24425	0.21836	0.22187	0.30591	0.27194	0.20558
인천시 계양구	0.48452	0.38586	0.50260	0.35045	0.46410	0.40296	0.62008	0.72088	0.36454	0.54321	0.46996
인천시 서구	0.24793	0.25052	0.25995	0.28813	0.27337	0.25399	1.00000	0.33367	0.26078	0.51902	0.28852
광주시 동구	0.50113	0.48990	0.56054	0.51555	0.53182	1.00000	0.47470	0.44653	0.44863	0.55683	0.77502
광주시 서구	0.51556	0.57374	0.53112	0.46080	0.49291	0.47030	0.43712	0.43331	0.44813	0.64315	0.65902
광주시 남구	0.56433	0.54479	0.58116	0.52262	0.54152	0.51285	0.49159	0.46610	0.47704	0.53576	0.56360
광주시 북구	0.56336	0.55127	0.49460	0.43179	0.57039	0.57393	0.37615	0.37808	0.39208	0.90720	0.74607
광주시 광산구	0.83403	0.88781	0.99020	0.98569	0.95269	0.59687	0.63544	0.53144	0.64558	0.72973	0.85368
대전시 동구	0.82799	0.29268	0.32656	0.44020	0.49248	0.52813	0.55968	0.62861	0.48545	0.51590	0.57429
대전시 중구	1.00000	0.41714	0.63042	0.55601	0.76836	1.00000	0.53293	0.43616	0.36478	0.77583	1.00000
대전시 서구	1.00000	0.78739	0.41246	0.40087	0.76961	0.50414	0.64302	0.47398	0.39786	0.92334	0.66989
대전시 유성구	1.00000	0.94353	0.76233	0.71682	0.70241	1.00000	0.82444	0.86984	0.66208	0.83111	0.74031
대전시 대덕구	1.00000	1.00000	1.00000	0.78712	0.62520	1.00000	0.75648	0.73231	0.49648	0.71228	0.73589
연 평균	0.58231	0.52717	0.48217	0.50921	0.53623	0.58033	0.54317	0.53330	0.51424	0.58687	0.59614

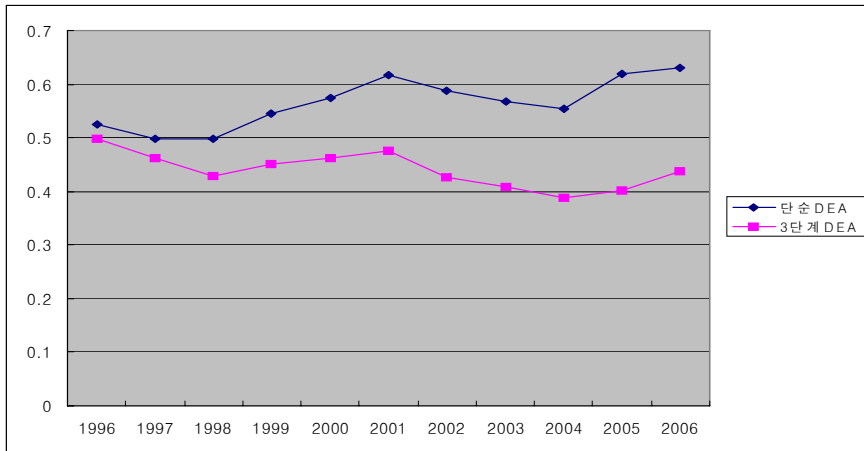
2) 지방자치제 시행 이후 효율성정도의 변화 비교

위에서 얻은 연도별 효율성값의 평균이 시간의 흐름에 따라 어떻게 변하고 있는지를 살펴보았다. 이를 위해 효율성값을 시간변수에 회귀분석한 결과 단순 DEA접근방법과 3단계 DEA접근방법은 전혀 다른 결과가 나올 수 있음을 확인하였다. 단순 DEA접근방법의 경우에는 CRS, VRS 모두 지방자치제의 시행기간이 길어질수록 효율성이 증가하는 것으로 나타났다( $P < 0.01$ ,  $R^2 = 0.64$ ;  $P < 0.05$ ,  $R^2 = 0.52$ ). 그러나 3단계 DEA접근방법에서는 CRS모형의 경우, 시간의 변화에 따라 효율성값이 떨어지는 것으로 나타났다( $P < 0.01$ ,  $R^2 = 0.54$ ), VRS모형의 경우에는 시간의 변화에 따른 효율성값의 변화가 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타나 지방자치제의 시행 이후 효율성이 증가하고 있다고 말할 수 없는 것으로 나타났다. 3단계 DEA접근방법으로 분석하게 되면 기초자치단체의 규모를 고려하든 고려하지 않든 지방자치제의 시행이 생활폐기물처리서비스의 효율성을 증진시키지는 못한다는 것을 알 수 있다<sup>16)</sup>. 이러한 차이를 다음의 <그림 1>, <그림 2> 를 통해 확인할 수 있다.

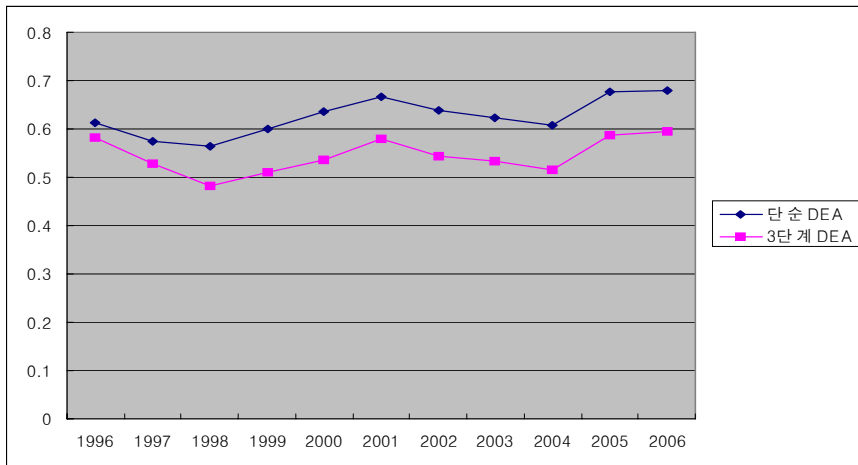
16) 이러한 결과는 투입변수로 선정된 예산(이 논문에서는 수집·운반 등 처리비로 한정하였음)을 시설설치비를 포함한 전체예산으로 바꾸어 분석한 경우에도 동일하게 나타났다.



<그림 1> 연도별 효율성 값의 평균 추이 비교(CRS)



<그림 2> 연도별 효율성 값의 평균 추이 비교(VRS)



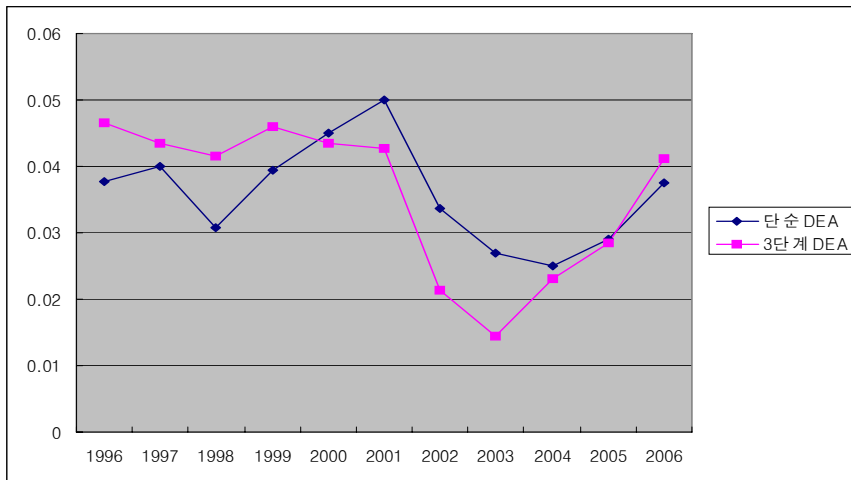
### 3) 지자체간 효율성 격차의 변화 비교

지방자치제의 시행기간이 길어질수록 지방정부 간 상대적 효율성의 차이는 감소될 것으로 기대해 볼 수 있다. 다시 말해, 지방자치제의 시행기간이 길어짐에 따라 지방정부는 지역주민의 욕구를 보다 낮은 비용으로 보다 높은 수준에서 충족시키기 위해 좀더 효율적인 타 지방정부나 선진국 지방정부의 공공서비스 공급방식을 벤치마킹하고 이를 자신이 제공하는 공공서비스 분야에 적용하기 위해 노력할 것으로 기대할 수 있다. 이러한 문제의식 하에 연도별 효율성값

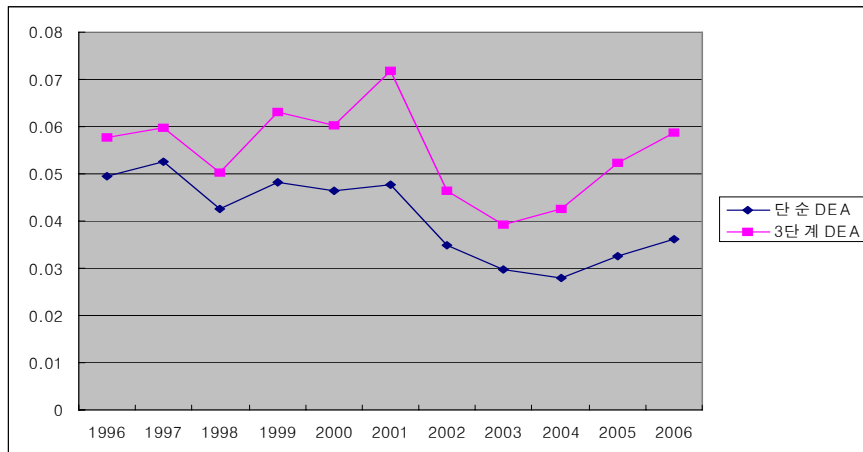
의 분산이 어떻게 변화하는지를 확인하였다.

이를 위해 매년도 분산값을 시간의 흐름에 대해 회귀분석하였다. 분석결과 단순 DEA접근방법에서는 CRS모형의 경우 통계적 유의미성이 확인되지 않았지만, VRS모형에서는 시간이 지남에 따라 지방정부간 효율성의 격차가 줄어드는 것으로 나타났다( $P < 0.01$ ,  $R^2 = 0.68$ ). 그러나 3단계 DEA접근방법의 경우에는 CRS모형이든 VRS모형이든 시간의 흐름에 따른 효율성 격차의 변화가 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 확인되었다.

<그림 3> 연도별 효율성 값의 분산 추이 비교(CRS)



<그림 4> 연도별 효율성 값의 분산 추이 비교(VRS)



두 모형의 분석결과를 표로 정리하면 다음과 같다.

〈표 3〉 단순 DEA와 3단계 DEA 분석결과

		단순 DEA 접근방법	3단계 DEA 접근방법
CRS	효율적 지방정부 수	26개	19개
	효율성값 변화	증가	감소
	분산의 변화	통계적으로 유의미하지 않음	통계적으로 유의미하지 않음
VRS	효율적 지방정부 수	56개	54개
	효율성값의 변화	증가	통계적으로 유의미하지 않음
	분산의 변화	분산이 줄어듦	통계적으로 유의미하지 않음

#### IV. 요약 및 결론

자료포락분석(DEA) 기법은 투입물-산출물간 일정한 기술구조 하에서 지방정부가 시간의 변화에 따라서 혹은 지방정부간에 횡단면적으로 상대적 효율성의 차이가 있는지를 분석할 수 있는 접근방법이다. 그러나 외생변수가 존재할 경우 이를 무시하거나 제대로 반영하지 않은 투입물-산출물간 단순 DEA모형의 적용은 우려할만한 오류를 초래할 수 있다.

이 논문에서는 이와 같은 왜곡이 나타날 수 있음을 지방자치제의 시행 이후 생활폐기물처리서비스의 상대적 효율성값의 변화를 통해 살펴보았다. 즉 지방자치제의 시행이후 공공서비스의 제공에 있어서 효율성이 증진되었는가를 살펴본 결과 어떤 방법론을 적용하는가에 따라 그 결과가 전혀 다르게 나타날 수 있음을 확인하였다. 투입물-산출물간 단순 DEA모형을 적용한 결과, 1995년 이후 지방자치제가 정착되고 심화됨에 따라 지방정부의 기술적 효율성은 점차 증가하고 있으며(CRS, VRS 모두) 상대적 효율성의 격차도 줄어드는 등(VRS) 지방자치제의 도입이 효율성의 측면에서 긍정적인 결과를 가져오는 것으로 나타나고 있다.

그러나 외생변수의 효과를 통제된 이후 조정된 투입물과 산출물간의 기술적 관계를 분석한 3단계 DEA모형을 적용할 경우, 분석결과는 사뭇 다른 것으로 나타났다. 즉 지방자치제가 시행된 이후 오히려 생활폐기물처리서비스에 있어서 효율성이 감소하거나(CRS), 통계적으로 유의미성이 나타나고 있지 않아 효율성이 향상되고 있다고 말할 수 없는 것으로 나타났다(VRS). 지방정부간 상대적 효율성의 격차에 있어서도 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타나 그 격차가 감소하고 있다고 말할 수 없는 것으로 나타났다.

이와 같이 어떤 모형을 적용하는가에 따라 연구결과가 상반되게 나오는 것을

볼 때, 지방정부의 효율성을 단순 DEA에 의해 추정하고 그 결과를 바로 지방정부에 대한 평가를 위한 자료로 인용하고 정책적 시사점을 도출하기 위한 수단으로 사용하는 것은 대단히 위험한 일임을 알 수 있다. 특히 지방정부가 제공하는 공공서비스는 일반행정서비스를 제외하고는 대부분이 외생변수에 의해 투입-산출관계가 영향을 받을 수 있다는 점을 감안한다면 외생변수를 제대로 찾아내고 이에 따른 외생변수 효과를 통제한 이후 효율성을 평가하는 3단계 DEA 접근방법이 적극적으로 활용될 필요가 있을 것이라 생각된다.

첨언한다면, DEA기법 혹은 그 변형된 기법의 적용은 상대적으로 효율적인 지방정부의 확인에는 도움을 주지만 상대적으로 효율적인 지방정부가 진정으로 효율적인지는 알려주지 않는다. 또한 상대적으로 비효율적인 지방정부의 투입물과 산출물의 조정량을 총량적으로는 알려주지만 특정 정부가 특정 서비스 분야에서 비효율적인 원인을 찾아내기 위해서는 그 지방정부의 서비스 제공방법을 현장에서 직접 관찰하는 미시적 접근방법이 추가적으로 요구된다. DEA분석결과만으로는 왜 특정 지방정부는 효율적인 반면 다른 지방정부는 그렇지 않은지 그 원인을 알 수 없기 때문이다.

본 연구의 한계와 그로부터 도출되는 차후 연구과제를 제시하면 다음과 같다.<sup>17)</sup> 첫째, 본 논문의 식 (2)는 산출물에 미치는 외생변수의 효과를 제거하기 위한 과정에서 비효율성을 나타내는 오차항만을 포함하고 있다. 그러나 일반적으로 대부분의 회귀분석이 오류가 있는 자료에 기초하거나 생략된 변수 등의 문제를 지닌 채 수행된다. 따라서 식 (2)의 경우에도 비효율성을 나타내는 오차항 이외에 이와 독립적인 별도의 무작위 오차항을 추가하여 적당한 방법으로 계수를 추정하는 확률적 프론티어 모형(SFM: Stochastic Frontier Model)의 아이디어를 활용하는 것이 보다 현실적인 방법일 가능성이 높다.<sup>18)</sup> 둘째, 본 논문에서는 산출물에 미친 외생변수의 효과를 제거한 후 각 지방정부는 자신의 투입물에 대해 영향력을 행사할 수 있다는 측면에서 투입지향적 DEA방법을 마지막 단계에서 채택한다. 그러나 산출물의 크기를 조정했을 경우에는 산출지향적 DEA모형을 적용하는 것이 보다 타당한 접근방법이 아닐까하는 지적이 있을 수 있다. 이 점과 관련해서는 앞으로 여기에 대한 보다 엄밀한 이론적인 검토가 수행된 후에 어떤 모형을 선택할 것인지를 결정해야 할 것으로 보인다. 마지막으로, 식 (2)의 회귀분석식은 개별산출물이 투입물벡터와 외생변수벡터에 의해 영향을 받는 것으로 표현되어 있다. 그러나 DEA가 적용되는 다수 산출물-다수 투입물

17) 이 논문의 한계와 앞으로의 연구과제에 대한 논의는 심사과정에서 심사위원 한 분이 제기한 본 논문의 문제점과 그에 대한 저자들의 답변에 기초하고 있다. 심사과정에서 날카로운 지적을 해준 익명의 심사위원께 감사의 뜻을 전한다.

18) Fried 외(2002)는 자신의 3단계 DEA방법 두 번째 단계에서 이와 같은 접근방법을 사용하고 있다.

구조에서는 개별산출물과 투입물벡터의 관계를 명시적으로 다루고 있지 않기 때문에 과연 이와 같은 식 자체가 논리적으로 성립할 수 있는가하는 의문이 제기될 수 있다. 이는 물론 외생변수의 효과를 통제하려는 모든 DEA모형이 공통적으로 안고 있는 문제이다. 따라서 차후 연구에서는 다수 산출물-다수 투입물의 구조를 그대로 계승하면서 외생변수의 효과를 논리적으로 제거하는 방법론에 대해 충분한 이론적 검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

연구를 수행하면서 절감한 것 중의 하나는 우수한 연구성과를 얻기 위해서는 제대로 된 데이터의 구축 및 관리가 상시적으로 이루어져야 한다는 점이다. 의미있는 항목의 선결과 항목별로 동일한 근거에 기초한 자료의 입력 및 관리, 일원화된 통계시스템의 구축은 지방정부의 전체 공공서비스분야에 대한 평가와 관련하여 매우 중요한 작업이라고 할 수 있다. 제대로 된 분석기법의 개발도 중요하지만 그러한 분석기법이 적용될 자료집합(data set)의 개선은 좋은 연구를 위한 필요충분조건이기 때문이다.

## 참고문헌

- 김건위. (2005). 기초자치단체 정보화의 효율성 측정에 관한 연구. 『정책분석평가학회보』, 15(1): 29-56.
- 김건위·최호진. (2005). DEA기법 적용상의 유의점에 관한 연구: 지방행정분야를 중심으로. 『지방행정연구』, 19(3): 213-244.
- 김성중. (2000). 지방공공서비스의 생산효율성 구조분석. 『한국지방자치학회보』, 12(2): 47-65.
- 김성중·고승희. (2001). 지방공공서비스의 생산효율성 분석: 생활폐기물처리업무에 대한 DEA기법의 적용. 『한국공공정책연구』, 10: 3-26.
- \_\_\_\_\_. (2002). 지방정부 지출효율성에 미치는 영향요인 분석: 사회개발비 지출을 중심으로. 『한국행정논집』, 14(3): 699-718.
- 김재홍. (2000). 도농통합 행정구역 개편이 지방정부의 효율성 변화에 미친 영향 연구. 『한국정책학회보』, 9(2): 48-66.
- 남기범. (2001). 지방자치제 실시에 따른 행정서비스 효율성의 변화: 쓰레기수거서비스에 대한 DEA를 중심으로. 『한국행정연구』, 10(4): 211-236.
- 문신용·윤기찬. (2004). 사회복지서비스 생산성에 관한 통합적 분석: 자료포락분석(DEA)과 SERVQUAL 기법을 중심으로. 『한국행정학보』, 38(6): 201-224.
- 박기관. (2007). 행정구역개편에 따른 도·농 통합의 성과와 결정요인 분석: DEA의 효율성 측정을 중심으로. 『지방행정연구』, 21(2): 65-93.

- 박재완·문춘걸. (2006). DEA 기법을 활용한 공공부문 성과 측정: 에너지관리공단  
 의 경우. 『재정논집』, 21(1): 69-96.
- 송건섭·이곤수. (2004). 광역자치단체의 성과평가: DEA와 SURVEY방법론 적용. 『한  
 국행정학보』, 38(6): 179-200.
- 신영진. (2005). 광역자치단체의 전자지방정부구현과정의 효율성 평가: 자료포락분석과  
 SWOT분석을 중심으로. 『한국행정논집』, 17(3): 811-832.
- \_\_\_\_\_. (2006). 공공기관의 개인정보보호에 관한 효율성 분석. 『한국지방자치학회보』,  
 18(1): 87-106.
- 유금록. (2002). 외환위기 이후 지방상수도사업의 생산성변화 분석. 『한국행정학보』,  
 36(4): 281-301.
- \_\_\_\_\_. (2003a). 한국과 일본의 국세행정의 효율성 비교. 『한국행정학보』, 37(1): 95-  
 118.
- \_\_\_\_\_. (2003b). 보건소의 생산성 측정: 전라북도를 중심으로. 『한국행정학보』, 37(4):  
 261-280.
- \_\_\_\_\_. (2005a). 지방공영개발사업의 생산성 평가. 『행정논총』, 43(2): 231-265.
- \_\_\_\_\_. (2005b). 공공부문의 생산성 측정을 위한 비방사적 맘퀴스트 생산성지수의 측  
 정방법과 적용. 『정책분석평가학회보』, 15(2): 99-125.
- \_\_\_\_\_. (2006). 공공부문의 효율성 평가를 위한 자료포락분석(DEA)에 있어서 효율적  
 의사결정단위들의 순위분석. 『행정논총』, 44(1): 155-185.
- 윤기찬. (2005). 사회복지서비스 능률성에 관한 비교·평가. 『한국행정논집』, 17(1):  
 187-214.
- 이상섭·김규덕. (1998). 자료포락분석(DEA)에 의한 지방정부 공공서비스의 상대적 효  
 율성 측정: 쓰레기수거서비스를 중심으로. 『한국지방자치학회보』, 10(2): 169-  
 187.
- 이영범. (2003). A Method of Adjusting Differential Operating Conditions in  
 Measuring Organizational Efficiency Using DEA. 『한국정책학회보』12(3):  
 191-142.
- 이혁주·박희봉. (1996). 도시행정서비스의 생산특성과 비효율 분석. 『한국행정학보』,  
 30(4): 89-105.
- \_\_\_\_\_. (1997). 지방자치시대에 있어 내무부 정원관리방식의 대안탐색. 『한국행정학보  
 』, 31(3): 89-105.
- 임동진·김상호. (2000). DEA를 통한 지방정부의 생산성 측정: 인력·재정과 공공서비  
 스관계를 중심으로. 『한국행정학보』, 34(4): 217-255.
- \_\_\_\_\_. (2001). 지방재정 효율화를 위한 지방공공서비스의 생산성 측정과 준거집단  
 분석. 『지방정부연구』, 5(1): 49-70.

- 조형석·문상호. (2007). 지방하수도사업의 효율성 평가: DEA와 Tier분석을 중심으로. 『지방행정연구』, 21(1): 123-151.
- 환경부 국립환경과학원. 각년도. 『OOOO 전국 폐기물 발생 및 처리현황』.
- 환경부 국립환경과학원. (2007). 『제3차(2006~2007년) 전국폐기물통계조사』.
- Aigner, D. J., & S. Chu. (1968). "On estimating the industry production function". *American Economic Review*, 58: 826-839
- Banker, RAjiv D. & Richard C. Morey. (1986). "Efficiency Analysis for Exogenously fixed Inputs and Outputs". *Operations Research*. 34(4): 513- 521.
- Farrell, M. J. (1957), "The Measurement of Productive Efficiency". *Journal of the Royal Statistical society*. Series A (General). 120(.3): 253-290.
- Fried, Harold O., Shelton S. Schmidt & Suthathip Yaisawarng. (1999). "Incorporating the Operating Environment Into a Nonparametric Measure of Technical Efficiency". *Journal of Productivity Analysis*. 12: 249-267.
- Fried, Harold O., C. A. K. Lovell, S. S. Schmidt & S. Yaisawarng. (2002). "Accounting for Environmental Effects and Statistical Noise in Data Envelopment Analysis". *Journal of Productivity Analysis*. 17: 157-174.
- Kuosmanen, T. & A. L. Johnson. (2008). "Data Envelopment Analysis as Nonparametric Least Squares Regression". Working Paper, SSRN.
- Maddala, G. S. (2001). *Introduction to Econometrics*(3rd). Wiley.

## Abstract

### The Existence of Exogenous Variables and the Efficiency Evaluations of Local Public Services: A Comparative Analysis of Two Models

Eunsook Kang·Jongseok Kim

The simple DEA is the usual analytical tool for the evaluation of the technical performance of local government. It only utilizes the information about inputs and outputs. If exogenous variables affecting the technical relationship between the two exist, the results of the analysis must be misleading. In this paper, a new three-stage DEA model is developed that can handle the problem of the simple DEA. In the first stage, the effect of exogenous variables is regressed out. In the second stage, the output amount is adjusted, and, in the final stage, the DEA is conducted between the original inputs and the adjusted outputs. The two methods, the simple DEA and the new three-stage model, are applied to the waste disposal service in order to see whether the institution of local autonomy favors the improvement in technical efficiency of local governments. Surprisingly enough, but not unexpectedly, the simple DEA answers in the affirmative, contrary to the three-stage model, which answers in the negative. This means that we have to check prior to the simple DEA whether a set of exogenous variables intervening in the technical relationship between inputs and outputs exists, especially in the performance evaluation of local public services.

【Key words: three-stage DEA, comparative performance evaluations, local autonomy, exogenous variables】