

DEA모형을 이용한 공공기관 효율성분석에 관한 사례연구: 일선우체국을 중심으로*

김 태 응**

요 약

효율성은 산출물의 가치와 그 산출물을 창출해 내기 위해 생산과정에서 소비한 투입물 가치의 비율로 나타낸다. 투입물이나 산출물의 시장가격이 존재하는 경우 이 값을 가중치로 이용하여 산출물과 투입물의 가치를 계산할 수 있다. 그러나 투입물과 산출물의 종류가 다양한 경우에는 투입물의 가치를 적절히 평가하기가 쉽지 않다. Data Envelopment Analysis(DEA)모형은 효율성을 여러 가지 투입물의 가중평균에 대한 여러 가지 산출요소의 가중평균의 비율로 표시하며, 특정 의사결정단위의 효율성 정도는 유사한 투입·산출구조를 가지는 준거집단과 비교하여 상대적으로 측정하고자 하는 방법이다.

본 논문에서는 DEA모형의 구조와 이론적 근거, 그리고 적용상의 장단점에 대해 알아 본 뒤 국내 일선우체국의 운영자료를 토대로 하여 공공적인 성격을 띠는 기관의 운영효율성 측정의 적용사례를 제시하였다. 투입자료로는 '98년 우정사업 자료를 중심으로 공통영업비, 우편영업비, 금융영업비, 직원수, 관할가구수, 관할면적, 고정자산 등 7개 변수와 우편영업수익, 금융영업수익, 보험수지차, 배달 및 중계 우편물량, 현금출납 취급건수, 연평잔실적의 6개 변수를 각각 투입물과 산출물 변수로 설정하여 모형을 구축하였다. 분석대상으로 삼은 64개 우체국 전체의 효율성 평균은 82.14%으로 나타났으며 DEA모형의 효율성결과와 기존에 이미 발표된 정보통신부 평가결과와의 상관관계는 0.46291로 강하지는 않지만 두 변수간에는 정(正)의 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

* 본 논문은 1997년도 성균관대학교 성균학술연구비의 지원을 받았음.

** 성균관대학교 경영학부 교수

I. 서 론

경영에서 성과측정만큼 중요하면서도 어려운 것은 없다. “측정할 수 없는 것은 관리할 수 없다”라는 말은 이를 잘 대변해 주는 말이다. 경영에 필요한 모든 요소를 객관적으로 측정하는 것이 과연 가능할 지는 의문이다. 기업조직은 오랫동안 성과측정을 자기자본수익률, 총자산수익률, 매출액 대비 영업이익률 등의 비율분석에 의존해 왔으며, 공장이나 영업조직과 같은 기업내의 한 부문은 1인당 생산성 등과 같은 간단한 지표를 이용하여 평가하기도 했다.

이런 비율분석과 같은 기존의 평가방법들에 의한 효율성 측정은 주로 단일투입물에 대한 산출물의 생산성으로 측정되어 왔다. 그러나 이런 지표는 투입물이나 산출물의 종류가 둘 이상인 경우 바로 적용하기가 쉽지 않으며 그 대상이 서비스 기업인 경우에는 생산성 평가 자체가 매우 어렵다. 특히 병원, 레스토랑 체인점, 은행지점 등 비슷한 유형의 투입물과 산출물로 특정지워지는 다수의 평가대상들을 평가하고자 할 때 이런 문제에 부딪친다. 예를 들어 은행지점의 경우 투입물은 지점의 크기, 직원 수, 해당지역의 경쟁은행 지점 수 등을 들 수 있고 산출물로는 은행구좌 수, 예금액, 대출건수 등 매우 다양하다. 레스토랑의 경우도 투입물은 직원 수, 매장의 면적, 해당지역의 유동인구, 경쟁업체의 수 등을 들 수 있고 산출물로는 매출액을 들 수 있다.

이런 조직의 생산성을 상대적으로 평가하고 인센티브를 부여하기 위해서는 평가의 기초가 되는 다수의 투입물과 산출물들을 감안한 종합적인 효율성 지표의 개발이 매우 절실하다. 우체국이나 은행지점처럼 같은 기능을 하는 영업단위가 여러 곳에 산재하고 있는 경우 새로운 영업점의 개설·폐쇄, 인센티브 제도의 도입 등의 전략적 의사결정과정에서 개별 영업단위의 효율성 평가자료가 그 무엇보다 중요하기 때문이다.

기본적으로 효율성(efficiency)은 산출물의 가치와 그 산출물을 창출해내기 위해 생산과정에서 소비한 투입물 가치의 비율로 나타낸다. 투입물이나 산출물의 시장가격이 존재하는 경우 이 값을 가중치로 이용하여 산출물과 투입물의 가치를 계산할 수 있다. 즉 가치가 높은 것은 가중치가 높고 이와 반대로 가치

가 낮은 것은 가중치도 낮게 설정한다. 그러나 산출물의 종류가 다양한 경우에는 투입물의 가치를 적절히 평가하기가 쉽지 않다. 여러 품목들의 생산에 공통적으로 쓰이는 고정비적인 성격을 띠는 투입물의 배분이 어렵기 때문이다. 과거 자료가 충분히 있는 경우에는 단위가격 대신 한계코스트를 이용하여 투입물의 총괄가치를 평가할 수도 있다. 한계코스트는 개별 산출물을 한 단위 더 생산할 때 발생하는 총비용의 증가분이다.

그러나 공공성 짙은 기관이나 부문의 생산성이나 효율성 평가는 쉽지 않다. 단 한가지만을 창출해내는 공공기관은 없으며 교육서비스처럼 산출물을 계량적으로 셀 수 없는 경우도 있으며 산출물의 가치를 시장가격을 이용하여 평가하기 힘든 경우도 있다. 시장가격이라는 가중치를 쓸 수 없는 경우에도 전문가의 의견조사, 고객이나 사용자의 의견조사를 통해 산출물의 가치를 간접적으로 평가해 볼 수는 있으나 객관성을 보장하기는 쉽지 않다. 각 영업점마다 경쟁환경과 인구통계학적인 요소들이 다르기 때문이다. 그렇다고 해서 복잡한 계량경제학적인 분석모형을 토대로 하여 평가하기도 쉽지 않다. 이런 기법들은 대개 미리 생산함수의 형태를 가정해놓고 분석하기 때문에 산출물의 창출과정이 복잡하고 산출물 서로가 혼재되어 있는 경우에는 확실한 함수형태를 알기 힘들어 적용이 어렵다는 한계가 있다.

Charnes, Cooper와 Rhodes(1978)는 바로 이런 상대적 효율성을 결정하는데 필요한 가중치를 구하는 과정상의 어려움을 인식하고, 각 평가대상은 나름대로 각자에게 가장 유리한 가중치를 선택할 수 있도록 해야 한다고 제안하였다. Data Envelopment Analysis(DEA)모형이라고 부르는 이 모형은 효율성을 여러 가지 투입물의 가중평균에 대한 여러 가지 산출요소의 가중평균의 비율로 표시하며, 특정 의사결정단위(예를 들어 영업점, 은행지점, 우체국 등)의 효율성 정도는 유사한 투입·산출구조를 가지는 준거집단(reference set)과 비교하여 상대적으로 측정하고자 하는 방법이다. DEA모형은 생산함수의 형태를 미리 가정하지도 않으며, 가중치 역시 전문가나 평가자의 임의대로 설정하지도 않아 자의적인 평가를 막을 수 있다.

본 논문에서는 DEA모형의 구조와 이론적 근거, 그리고 적용상의 장단점에 대해 알아 본 뒤 국내 일선우체국의 운영자료를 토대로 하여 공공적인 성격을

따는 기관의 운영효율성 측정에의 적용사례를 제시하고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 제II장은 효율성 측정에 쓰일 수 있는 기본적인 방법론과 DEA모형의 이론적 구축과정에 대해 논의하고 있다. 제III장에서는 DEA모형의 국내 우체국 사례에의 적용과정에 대해 설명하고 있으며 제IV장은 모형의 적용과 통계적 분석 결과를 담고 있다. 마지막 제V장에서는 분석결과의 적용가능성과 한계성에 대해 간략히 논의하고 있다.

II. 프런티어함수를 이용한 효율성 측정방법의 구조

1. 생산함수의 형태를 미리 가정한 경우

효율성이란 주어진 투입물로 최대가치를 지니는 산출물을 창출해 내었는지의 정도를 의미하므로 최대생산의 경계인 프런티어(frontier)함수를 구축함으로써 실증적인 측정이 가능해진다. 특히 여러 영업단위를 평가하는 경우 어느 분야에서 어떻게 비효율적인가를 분석해보기 위해서는 프런티어함수가 필수적이다. 프런티어함수를 이용한 효율성 측정방법 중 대표적인 것으로는 모수적 계획모형(parametric programming model)이다. 이 분석방법은 낙농업체의 효율성을 평가한 Forsund와 Hjalmarsson(1979)의 논문에 잘 수록되어 있다. 이 모델은 프런티어함수 형태를 미리 가정하고 선형계획법을 이용하여 프런티어함수의 형태를 결정짓는 모수를 계산한 뒤, 각 영업점의 관측치와 프런티어와의 거리로 비효율성을 측정하는 방법이다. 문제에 따라서는 선형계획법과 같은 확정적 모델 대신에 최소자승법과 같은 통계적인 기법을 이용하여 프런티어 모델의 형태를 추정하기도 한다(Richmond(1974)). 최근에는 프런티어함수와 관측치간의 관측오차를 인정하는 더욱 발전된 모형들이 개발되고 있다 (Kumbhakar(1996)).

이와 같이 투입물과 산출물간의 생산함수를 가정하여 최대의 효율성을 나타내는 프런티어를 도출하는 방법은 매우 합리적이기는 하나, 공공성이 짙은 서비스의 경우에서와 같이 산출물의 창출과정이 매우 복잡하고 산출물 서로가 혼재되어 있어 확실한 함수형태를 가정하기 매우 힘든 경우에는 적용하기가 쉽지

않다. DEA모형의 장점은 아무런 생산함수의 형태를 가정하지 않는다는 데에 있다. 앞에서 논의한 모수적 계획법은 콥-더글라스함수, 초월대수함수 등을 사전적으로 가정하여 분석하며, 대개 산업전체의 평균치에 대한 분석결과를 도출하는데 반해 DEA 모형은 개별 평가단위마다 별도의 효율성 지표를 구하기가 쉽다.

2. DEA모형의 구조와 특징

DEA모형에서는 평가대상이 되는 의사결정단위를 DMU(Decision Making Unit)라 하는데 상대적 평가이기 때문에 각 DMU간에 성격이 유사하여야 하며 적절한 평가를 위해서는 충분한 수의 DMU가 필요하다. 이제 DEA모형의 구조를 살펴보기로 하자.

우선 n 개의 DMU가 주어져 있으며 이중 주된 관심을 가지고 평가하고자 하는 분석대상을 j_0 라 하고 이 DMU의 효율성을 h_0 이라 하자. 효율성은 1 또는 100%를 넘지 못하도록 설정한다. 이 조직에서 생산하는 산출물은 y_{rj_0} , $r = 1, 2, \dots, m$ 으로 나타내며 투입물은 x_{ij_0} , $i = 1, 2, \dots, t$ 로 표시한다. 산출물에 부가하는 가중치는 u_r 로 나타내고 투입물에 부가하는 가중치는 v_i 로 설정한다. ϵ 은 0보다 크면서 매우 작은 값으로 정의할 때 DEA모형은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{Max } h_0 = \frac{\sum_r u_r y_{rj_0}}{\sum_i v_i x_{ij_0}}$$

subject to

$$\frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \leq 100\% , \quad j=1, \dots, n \quad (\text{각 평가대상 } j \text{에 대해})$$

$$u_r, v_i \geq \epsilon$$

이 모형에서 목적함수는 가중치를 고려한 산출물의 합을 가중치를 고려한 투입물의 합으로 나눈 효율성값을 나타내고 있다. 또 각 평가대상별로 하나의 제약식이 설정되어 있는데, 이것은 DMU j_0 가 자신의 효율성을 평가할 때 쓰는 가중치를 다른 모든 평가대상에도 똑같이 적용하며 어떤 경우에도 효율성이

이 모형의 쌍대문제를 구축하면 다음과 같다.

$$\text{Min } 100Z_0 - \epsilon \sum_r s_r^+ - \epsilon \sum_i s_i^-$$

subject to

$$\sum_j \lambda_j x_{ij} = x_{ij} Z_0 - s_i^-, \quad i=1, \dots, m$$

$$\sum_j \lambda_j y_{rj} = y_{r0} + s_r^+, \quad r=1, \dots, t$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0, \quad Z_0 \text{의 값은 제한없음}$$

이 모형에서 쌍대변수인 λ_j 는 원본문제의 각 평가대상별로 설정된 제약식에 대응하는 변수이다. 만약 최적해에서 어떤 제약식 i 가 등식(=)으로 성립한다면, 이에 해당하는 평가단위 i 는 효율성이 100%가 되며 목적함수에 포함된 평가단위의 준거집단(peer group)에 속하게 된다. 준거집단이란 비효율적인 DMU의 운영을 개선하기 위해 벤치마크를 삼을 대상을 의미한다. 그뿐만 아니라 λ_j 값은 목적함수에서 평가하고자 하는 평가단위인 j_0 보다 더 효율적인 복합단위(composite unit)를 구성하는데 쓰일 수 있다.

앞에서 설명한 CCR모형은 규모에 대한 투자효율성이 일정하다는 가정(constant return to scale)을 가정한다. 즉 이 경우는 투입물을 증가할 때 산출물이 일정비율로 증가한다. 규모가 변하여도 효율은 변하지 않음을 의미한다. 이 DEA모형에 다소간의 수정을 가하면 규모에 대한 투자효율성이 변하는 경우(variable return to scale)도 감안할 수 있다. 규모가 변할 때 효율이 증가할 수도 있고 감소할 수도 있는 경우이다. 앞에서 살펴본 DEA모형을 다음과 같이 변형하면 규모에 대한 투자효율성이 변하는 경우를 고려할 수 있다. 이 모형은 Banker, Charnes와 Cooper(1984)가 제시한 것으로 편의상 BCC모형이라 부르게 된다.

$$\text{Max } h_0 = \sum_r u_r y_{r0} - u_0$$

subject to

$$\sum_i v_i x_{i0} = 100\%$$

$$\begin{aligned} \sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} &\leq u_0, & j=1, \dots, n \\ -v_i &\leq -\varepsilon & i=1, 2, \dots, m \\ -u_r &\leq -\varepsilon & r=1, 2, \dots, t \end{aligned}$$

이 모형에서 도출된 μ_0^* 값이 $\mu_0^* = 0$ 이며 규모에 대한 투자효율성 불변, $\mu_0^* < 0$ 이면 규모에 대한 투자효율성 증대, $\mu_0^* > 0$ 이면 규모에 대한 투자효율성 감소로 결론짓는다. 예를 들어 $\mu_0^* < 0$ 이라면 이는 규모를 더 늘림으로써 효율성을 증대할 수 있다는 의미이며, $\mu_0^* > 0$ 이면 산출량을 강제로 축소시키면 이 비율 이상으로 투입량을 절감할 수 있는 경우이다.

CCR모형에서 도출된 효율성은 규모의 효율성을 포함한 전체적인 효율성을 나타내나 BCC모형에서 도출된 값은 규모의 효율성을 배제한 순수한 기술적 효율성이다(Banker, Charnes와 Cooper(1984)). 따라서 CCR모형에서 도출된 효율성값이 BCC모형에서 도출된 값보다 클 수는 없으며, 규모의 효율성은 CCR모형에서 도출된 효율성값을 BCC모형에서 도출된 효율성값으로 나눈 값으로 정의할 수 있다.

DEA기법의 특징을 살펴보면 첫째 평가대상 DMU와 투입 및 산출관계가 다른 효율적인 DMU들이 먼저 선정되고 이들을 준거집단으로 하여 상대평가를 한다는 데에 있다. 비효율적인 DMU의 경우에는 실현가능한 목표치의 선정이 가능해지고 비효율성의 정도와 그 원인을 구체적으로 파악할 수 있게 된다. 또한 준거집단에 자주 나타나게 되는 DMU는 효율적이면서 동시에 다른 조직과의 동질성이 매우 높기 때문에 전체 조직을 대표할 수 있는 모범조직으로 이용할 수 있다. 둘째, DEA에서는 평가대상 DMU의 효율성을 최대로 하는 투입과 산출에 대한 가중치를 직접 추정하기 때문에 평가를 위한 항목별 가중치를 사전에 결정할 필요도 없다.

그러나 DEA는 몇 가지 제약도 가지고 있다. 우선 상대적인 관점에서 비교평가를 하기 때문에 자료간의 동질성이 특히 중요하다. 또한 투입 및 산출변수의 수에 비해 평가대상 DMU의 수가 클 때 효과적으로 이용할 수 있는 기법이므로 투입 및 산출변수의 수를 적절히 조절해야 한다. 또 하나의 문제점으로 등

장할 수 있는 것은 DMU 중 대부분이 효율적인 것으로 판명될 때이다. 이 경우 모델의 해로부터 DMU를 평가하기 힘들다. 이런 경우 투입물이나 산출물에 부과되는 가중치를 어떤 방식으로든 간에 제한함으로써 다소간 문제를 해결할 수 있다. 즉 모든 투입물이나 산출물 요소들을 최소한 $x\%$ 이상 또는 최대 $x\%$ 이하로 제한하는 것이다(Thanassoulis and R. Allen(1998)).

3. DEA모형의 적용사례

이 이론이 처음 소개된 이후 약 20여년 동안 수많은 적용사례가 발표되었다. Charnes, Cooper, Rhodes(1981)는 서로 다른 프로그램을 도입하고 있는 두 그룹에 각각 속해 있는 조직들의 상대적 효율성과 프로그램의 효과에 대한 연구를 발표했다. Banker, Charnes, Cooper(1984)는 4개의 투입변수와 3개의 산출변수를 이용하여 114개의 병원을 대상으로 효율성을 분석한 논문을 발표하였으며, Sherman과 Gold(1985)는 대도시에 소재하는 14개 금융기관 영업점을 대상으로 직원수, 임차료, 물건비를 투입요소로 설정하고 취급하는 거래형태를 자원의 사용정도에 따라 4개 그룹으로 나누고 각 그룹의 거래량을 산출변수로 사용하였다. Shang과 Sueyoshi(1995)는 FMS시스템의 선정과정에 적용하였으며, Sueyoshi(1994)는 OECD에 가입한 24개국의 정보통신회사들의 효율성 평가에 관한 연구를 발표하였으며, 일본 정보통신회사인 NTT의 효율성 분석에도 DEA모형을 적용하였다(Sueyoshi(1996, 1997)).

국내에서는 안태식(1991)이 DEA를 이용하여 금융기관영업점의 상대적 효율성을 계산하였고, DEA결과에서 제공하는 준거집단의 개념을 이용하여 선택된 모범영업집단이 경영자의 의견과 일치함을 보였다. 최태성과 장익환(1992)은 여수산업무를 담당하는 서비스조직인 은행업과 투자금융업 두 금융그룹을 대상으로 각 업종내 단위조직들의 자원 사용의 효율성 정도를 상대적인 관점에서 비교 평가한 결과 두 업종 모두 자원사용의 효율성 정도로 볼 때 경영개선의 여지가 크며 특히 지방은행이나 지방소재 투자금융의 경우 지역경제 규모에 따른 지역간 격차가 있음을 확인하였다. 그외에도 DEA모형은 프로그램의 상업적 평가에도 많이 이용된다. 브리티시항공사, 시티뱅크, 피자헛 등에서는 입지선정

의 보조도구로 사용되었다고 한다(포춘지 94).

그의 DEA모형의 이론적 확장에 대한 논문은 Banker, Charnes와 Cooper (1984)가 효율성을 기술적 효율성과 규모에 대한 효율성으로 분리하여 측정하는 방안에 대해 연구하였으며, Banker(1984)는 가장 생산적인 규모에 관한 이론적 모형을 제시하였으며 Anderson과 Peterson(1993)은 효율적인 DMU들의 순위를 측정하는 방안에 대해 연구하였다. Sueyoshi(1994, 1996)는 효율성의 여러 가지 개념에 대해 이론적인 제시를 하였으며 그의 DEA모형에 대한 기본이론과 적용사례는 Seiford와 Thrall(1990)에 수록되어 있다.

Ⅲ. 분석자료의 선정

1. 평가대상 표본의 선정

현재 일선 우체국의 평가시스템은 계량평가지표와 비계량평가지표를 혼합하여 사용하고 있다. 계량평가는 실제값에 의한 실적률을 계산하며 공통적으로 기대치 대 실적, 전년도 대 당해년도, 목표 대 실적을 백분율로 표시한다. 기대치는 평가대상이 되는 우체국들을 9개의 유사군으로 나눈 뒤 각 유사군에 속하는 우체국들의 성과를 평균낸 값이다. 유사군은 사업환경 및 특성자료를 나타내는 변수를 바탕으로 통계적으로 군집분석한 결과로서, 우편 및 금융부문에 각각 9개의 유사군을 설정해 두고 있다. 한편 비계량평가는 피평가자가 제출한 보고서를 근거로 각 항목에 대해 계획의 우수성, 실행실적의 정도·효과 등의 측면에서 평가하며 별도 작성된 설문조사지를 통한 평가자료를 보완적으로 이용한다. 그외에도 몇가지 가감점 조항이 있다.

평가대상이 되는 일선우체국의 수는 총 228개국이고 우편사업부분 및 금융사업부분으로 분리하여 평가하고 있지만 본 연구에서는 이를 통합하여 평가하였다. 또한 우체국의 지역적 경영환경과 특성에 따라 9개의 유사군을 설정하고 이 유사군별로 평가기준(기대치)과 경영실적을 비교하여 평가하였지만 본 연구에서는 유사군을 통합하여 평가함으로써 유사군 구분의 타당성을 평가하고자

한다. 본 연구에서는 우편1과 금융1군, 우편2군과 금융2군, 그리고 우편3군과 금융3군에 공통적으로 포함되어 있는 64개의 우체국만을 선택하였다.

2. 변수의 선정

본 연구에 사용된 자료는 '98년 우체국 국세자료 중 투입물자료로 공통영업비, 우편영업비, 금융영업비, 직원수, 관할가구수, 관할면적, 고정자산 등 7개 변수를 사용하였고 산출물자료로 우편영업수익, 금융영업수익, 보험수지차, 배달 및 중계 우편물량, 현금출납 취급건수, 연평잔실적 등 6개 변수를 사용하여 총 13개 변수를 사용하였다.

3. 가중치의 한계 설정

각 변수에 가중치를 전혀 주지 않고 DEA모형을 적용할 경우 특정 변수의 영향력이 거의 반영되지 않을 가능성도 있다. 제약조건에서 각 변수에 부가된 가중치는 0보다 크도록 설정했지만 분석결과에서는 거의 0에 가까울 수도 있다. 본 연구에서는 여러 번의 시뮬레이션 결과 끝에 각 변수에 부가된 가중치가 전체 100%에서 차지하는 비중이 최소 2%가 되도록 설정하였다. 각각의 변수에 미리 정해진 최소한의 가중치를 부여하면 DEA분석과정에서 거의 무시될 가능성이 있는 변수가 나타날 여지는 대폭 줄어든다. 물론 이로 인해 나름대로 최적의 가중치를 찾고자 하는 DEA모형 자체의 의의를 다소 희석시킬 수는 있겠지만 현실적으로 그리 큰 값의 가중치 하한을 주지 않았기 때문에 그같은 현상이 발생할 우려는 거의 없다.

IV. DEA모형의 분석결과

1. DEA 효율성값과 준거집단 도출결과

모두 64개 우체국 중 효율성이 100%인 것으로 나타난 25개국을 제외한 39개

국의 효율성수치와 준거집단의 내역을 요약하면 <표 1>과 같다. 64개국 전체의 효율성 평균은 82.14%이다. 이 표에서 준거집단은 비효율적 DMU의 효율비

<표 1> DEA 효율성값 및 준거집단 내역

군	우체국명	효율값	준거집단	군	우체국명	효율값	준거집단
1	관악	96.1	강남(1), 동작(1), 남인천(3), 대전유성(3), 중앙(1)	2	마산합포	61.35	대전유성(3), 광진(1), 북부산(3), 영등포(1), 인천계양(3)
1	충정로	94.51	영등포(1), 남인천(3), 여의도(1), 중앙(1)	2	대전대덕	65.19	대전유성(3), 남인천(3), 강서(1), 인천계양(3), 강남(1)
1	여의도	93.52	광화문(1), 강남(1), 대전유성(3)	2	서대구	63.22	강남(1), 부산영도(2), 남인천(3), 양천(1), 광화문(1), 대전유성(3)
1	서초	93.19	강남(1), 대전유성(3), 중앙(1)	2	남대구	63.2	강서(1), 남부산(3), 부산영도(2), 광진(1), 중앙(1), 대전유성(3), 인천계양(3), 강남(1), 영등포(1)
1	은평	79.76	남인천(3), 강서(1), 강남(1), 남부산(3), 동작(1), 부천중동(3), 영등포(1), 대전유성(3)	2	대구달서	62.01	대전유성(3), 인천계양(3), 광진(1), 영등포(1)
1	구로	79.72	강남(1), 남인천(3), 중앙(1), 동작(1)	2	부산금정	61.65	남인천(3), 대전유성(3), 도봉(1), 영등포(1), 강남(1)
1	용산	78.31	강남(1), 대전유성(3), 중앙(1), 영등포(1)	2	고양덕양	59.52	대전유성(3), 인천계양(3), 영등포(1)
1	강동	76.01	강남(1), 남인천(3), 영등포(1), 중앙(1)	2	동울산	36.24	대전유성(3), 인천계양(3)
1	노원	75.23	남인천(3), 강남(1), 동작(1), 부천중동(3), 부산(3), 영등포(1), 포양(1), 대전유성(3)	2	마산	6.58	광진(1), 영등포(1)
1	서대문	74.31	강남(1), 강서(1), 영등포(1), 도봉(1), 남인천(3)	3	대구수성	93.38	대전유성(3), 강남(1), 영등포(1), 남인천(3)
1	중랑	64.52	남인천(3), 강남(1), 동작(1), 영등포(1), 중앙(1)	3	동래	90.38	부산진(3), 부산영도(2), 강남(1), 중앙(1), 인천계양(3), 남부산(3)
1	동대문	64.51	강남(1), 중앙(1), 남인천(3), 광화문(1), 영등포(1), 광진(1)	3	청주	90.29	대전유성(3), 전주(3), 남인천(3), 영등포(1), 중앙(1)
1	청량	61.34	남인천(3), 광화문(1), 중앙(1)	3	북광주	83.8	대전유성(3), 동수원(2), 강남(1), 인천(3), 남인천(3), 중앙(1), 전주(3)
1	성동	6.76	광진(1)	3	안양평촌	71.16	대전유성(3), 인천계양(3), 남인천(3), 광진(1)
2	고양일산	89.33	광진(1), 대전유성(3), 강남(1)	3	성남	69.89	남인천(3), 대전유성(3), 중앙(1), 인천계양(3), 부산영도(2)
2	성남분당	81.08	광진(1), 대전유성(3), 강남(1)	3	수원	69.58	대전유성(3), 남인천(3), 중앙(1)
2	대구성서	79.08	대전유성(3), 인천계양(3), 영등포(1)	3	포항	61.63	대전유성(3), 인천계양(3), 남인천(3), 영등포(1), 광진(1)
2	대전	74.66	대전유성(3), 중앙(1)	3	서광주	52.49	대전유성(3), 남인천(3), 강남(1), 중앙(1)
2	대구안심	65.94	남인천(3), 대전유성(3), 강남(1), 영등포(1)	3	전주	44.91	대전유성(3), 중앙(1), 인천계양(3), 영등포(1)

(rating)를 계산할 때 직접적으로 비교되는 효율적 DMU의 집단을 의미한다. 준거집단은 투입변수와 산출변수의 배합구조면에서 비효율적 DMU와 가장 비슷하기 때문에 효율적 산출의 예를 제공하는 DMU의 집합을 말한다.

<표 1>에서 준거집단은 DMU당 1개에서 9개까지 다양하게 나타난다. 특기할 만한 점은 총 211회의 준거집단 출현 횟수 중 단 8회만이 2군에 속하는 DMU이며 나머지 203회는 1군과 3군에 속하는 DMU이다. 이는 1군과 3군의 각 군별 DMU간에는 투입 및 산출자료간에 동질성이 높은 반면 2군의 DMU는 투입 및 산출자료간의 동질성이 낮고 오히려 1군과 3군에 속하는 DMU의 투입 및 산출자료와 동질성을 같다는 것을 알 수 있다. 즉 이는 기존의 평가체제에서 분류하고 있는 유사군의 구분기준을 수정해야 할 필요가 있음을 반증하는 결과이다.

DEA모델의 장점 중의 하나는 비효율적으로 판정된 DMU를 유사한 투입 및 산출변수를 가지고도 효율적으로 평가된 준거집단과 직접적인 비교를 통하여 과잉투입된 자원은 무엇이고 얼마나 과잉투입되었는지, 과소산출된 자원은 무엇이고 얼마나 과소산출되었는지를 분석하여 비효율적 DMU가 효율적 DMU가 되기 위한 실천적 방안을 제시해 주는 것이다. 비효율 DMU 중 가장 높은 효율값을 얻은 A우체국을 예로 들면, A우체국의 준거집단은 5개 우체국으로 구성된다.

이 5개 우체국은 투입 및 산출변수의 배합구조상 A우체국과 가장 유사한 우체국을 판명된 것으로서 이들 준거집단은 A우체국에 대한 고유의 λ 값을 가진다. 이 준거집단이 가지고 있는 λ 값에 준거집단의 변수값을 곱하여 더한 값이 바로 목표값이 된다.

A우체국의 경우 공통영업비를 17.84%, 우편영업비를 3.56%, 금융영업비를 6.37% 줄여야 하지만, 우편영업수익은 58.8%, 금융영업수익은 24.11%를 증가시켜야만 최고의 효율성을 낼 수 있다. 다른 수치들도 같은 방식으로 해석할 수 있다. 이 분석결과에는 규모의 효율성이 포함되어 있기 때문에 투입변수에서 면적이 3.12% 증가, 직원수가 0.96% 증가하는 것이 바람직하다는 분석이 도출되었다. 이에 함께 우편배달건수는 2.79% 축소, 금전출납건수는 2.79% 줄일 수 있다면 규모의 경제에 접근할 수 있다고 해석할 수 있다.

〈표 2〉 A우체국의 개선지표 (효율성 = 96.1%)

구분	변수명	현재	목표	잠재적 개선비율
투입 변수	공통영업비(십억)	4.16	3.42	-17.84
	우편영업비(십억)	1.39	1.34	-3.56
	금융영업비(십억)	0.1	0.09	-6.37
	직원수(백명)	1.92	1.94	0.96
	면적(백ha)	0.29	0.3	3.12
	가구수(십만호)	1.87	1.34	-28.43
	고정자산(십억)	12.25	12.42	1.4
산출 변수	우편영업수익(십억)	7.69	12.21	58.8
	금융영업수익(십억)	5.55	6.89	24.11
	보험수지차(십억)	3.07	3.26	6.27
	연평균액(십억)	24.51	34.09	39.1
	우편배달건수(억건)	0.66	0.64	-2.79
	금전출납건수(백만건)	1.28	1.24	-2.79

2. DEA평가결과와 기존 평가결과와의 관계분석

DEA모형의 효율성 평가결과와 기존에 이미 발표된 평가결과와의 상관관계를 알아보기 위하여 DEA모형의 효율성 지수에 순위를 부여한 뒤 기존의 평가 순위와의 스피어만 순위상관계수를 구하였다. 분석대상 64개의 DMU에 대한 DEA순위와 기존평가순위간의 스피어만 서열상관계수(r_R)는 0.46291이고 검정 통계량의 p값이 0.0001으로써 유의수준 0.05보다 상당히 작으므로 두 변수 사이에 상관관계가 없다는 귀무가설은 강하게 기각되면서 강하지는 않지만 두 변수 간에는 正의 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

3. 군별 효율성 차이 분석

정부의 우체국평가에서는 평가대상이 되는 일선우체국들을 지역적 경영환경과 특성에 따라 9개의 유사군을 설정하고 이 유사군별로 평가기준(기대치)과 경영실적을 비교하여 평가하였다고 지적한 바 있다. 다시 말해 같은 군에 속하는 우체국들은 나름대로 매우 유사한 특성을 띠고 있으므로 직접적인 효율성

평가가 가능하다는 의미이다. 만약 이 군들의 분류가 타당성있게 구축되었다면 각 군별 효율성 수치의 평균값에는 큰 차이가 없어야 할 것이다. 군 분류의 타당성을 체크해 보기 위해 군별 효율성평균값의 차이분석을 시도했다.

〈표 3〉 군간 효율성 차이분석

분석대상	군간 효율성 평균값이 같다는 가설에 대한 t값	p값	차이 존재 유무
1군과 2군	2.1558	0.0369	차이 있음
1군과 3군	0.0526	0.9583	차이 없음
2군과 3군	2.2078	0.0337	차이 있음

각 군의 효율성 평균값을 e_1, e_2, e_3 라 할 때 $H_0: e_1 = e_2 = e_3$ 라는 가설은 F값이 3.18이고 p값이 0.0485로 도출되어 유의수준 5%에서 기각할 수 있었다. 각 군별 차이를 알아보면 1군과 3군은 효율성 평균값이 같다는 가설을 기각할 수 없었으나 1군과 2군, 2군과 3군사이의 효율성 평균값 차이는 있는 것으로 나타났다. 이같은 분석은 준거집단의 출현빈도의 분석에서 알 수 있었지만 총 211회의 준거집단 출현 횟수 중 단 8회만이 2군에 속하는 DMU였다. 이 사실은 2군의 평가대상들의 효율성이 1군과 3군에 비해 상대적으로 낮다는 것을 확인해 준다. 이는 기존의 평가체제에서 채택하고 있는 유사군의 구분기준을 수정해야 할 필요가 있음을 반증하는 결과이다.

4. 규모의 효율성 분석

규모에 대한 산출율이 일정하지 않다고 가정한 BCC모형을 적용하면 DMU의 효율성은 당연히 개선된다. BCC모형하에서의 효율성 평균은 88.53%로 CCR모형에서 보다 약 6.4% 높다. 이 차이가 바로 규모의 효율성에 기인한다. 각 우체국의 규모의 효율성을 구해보면 <표 4>와 같다.²⁾ 규모의 효율성이

2) 대전유성, 강남, 부천중동, 부산진, 동수원, 중앙, 부산, 송파, 북부산, 마포, 강서, 동대구, 도봉, 남인천, 양천, 인천, 부산영도, 동작, 광화문, 성북, 인천, 광진, 남부산, 인천계양, 영등포, 목포는 두 모형 모두에서 효율성이 모두 100%임.

100%가 못된다는 것은 현재 운영상의 비효율성에는 규모가 적정이 아니어서 발생하는 부분이 있다는 의미이다. 규모의 효율성이 낮은 우체국들은 인접국과 병합하거나 서비스 구역을 확장함으로써 규모의 경제를 이룩해야 할 필요가 있다.

〈표 4〉 규모의 효율성 분석

DMU	CCR모형하에서의 효율성(%)	BCC모형하에서의 효율성(%)	규모의 효율성	DMU	CCR모형하에서의 효율성(%)	BCC모형하에서의 효율성(%)	규모의 효율성
관 악	96.1	98.18	0.9788	성 남	69.89	71.92	0.9718
충 정 로	94.51	100	0.9451	수 원	69.58	71.57	0.9722
여 의 도	93.52	94.11	0.9937	대구안심	65.94	100	0.6594
대구수성	93.38	95.88	0.9739	대전대덕	65.19	100	0.6519
서 초	93.19	96.22	0.9685	중 량	64.52	69.35	0.9304
동 래	90.38	91.06	0.9925	동 대 문	64.51	67.18	0.9603
청 주	90.29	100	0.9029	서 대 구	63.22	75.00	0.8429
고양일산	89.33	100	0.8933	남 대 구	63.2	71.26	0.8869
북 광 주	83.8	83.87	0.9992	대구달서	62.01	73.86	0.8396
성남분당	81.08	92.94	0.8724	부산금정	61.65	66.67	0.9247
은 평	79.76	82.22	0.9701	포 향	61.65	67.08	0.9191
구 로	79.72	79.96	0.9970	마산합포	61.35	64.22	0.9553
대구성서	79.08	100	0.7908	청 량	61.34	100	0.6134
용 산	78.31	78.33	0.9997	고양덕양	59.52	65.45	0.9094
강 동	76.01	76.07	0.9992	서 광 주	52.49	55.49	0.9459
노 원	75.23	75.79	0.9926	전 주	44.93	45.93	0.9782
대 전	74.66	76.92	0.9706	동 울 산	58.91	100	0.5891
서 대 문	74.31	74.33	0.9997	성 동	6.76	100	0.0676
안양평촌	71.16	77.10	0.9230	마 산	6.58	28.14	0.2338

V. 요약 및 결론

본 논문은 DEA모형의 구조와 이론적 근거에 대해 간략히 알아 본 뒤, 이 모형을 국내 일선우체국의 운영자료에 적용한 결과를 제시하고 있다. '98년 우정

사업 자료 중 공통영업비, 우편영업비, 금융영업비, 직원수, 관할가구수, 관할 면적, 고정자산 등 7개 변수와 우편영업수익, 금융영업수익, 보험수지차, 배달 및 중계 우편물량, 현금출납 취급건수, 연평잔실적의 6개 변수를 각각 투입물과 산출물변수로 설정하여 모형을 구축하였다.

모두 64개 우체국 중 25개국의 효율성이 100%인 것으로 나타났으며 64개국 전체의 효율성 평균은 82.14%으로 나타났다. DEA모형의 효율성 평가결과와 기존에 이미 발표된 평가결과와의 상관관계를 알아보기 위하여 적용한 스피어만 서열관계수값은 0.46291로 강하지는 않지만 두 변수간에는 正의 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 한편 각 군의 효율성 평균값차이는 1군과 3군은 효율성 평균값이 같다는 가설을 기각할 수 없었으나 1군과 2군, 2군과 3군사이의 효율성 평균값 차이는 있는 것으로 나타났다. 이 결과는 기존의 평가체제에서 분류하고 있는 유사군의 구분기준을 수정해야 할 필요가 있음을 반증하는 결과이다. 한편 규모에 대한 효율성을 분석해 보기 위해 적용한 BCC모형하에서의 효율성 평균은 88.53%로 CCR모형에서 보다 약 6.4% 높은 것으로 나타났다.

본 연구의 결과가 기존의 평가시스템을 대체할 수는 없다. 비계량적인 요소도 감안하지 못했고 또 평가대상 역시 전체를 고려한 것이 아니었기 때문에 결과 해석상 상당한 한계가 있을 수 있다. 그러나 본 연구는 다음과 같은 측면에서 나름대로의 적용가능성이 있다고 본다. 첫째 운영의 효율성을 높일 수 있는 투입산출에 대한 가중치를 도출할 수 있으므로 지표위주의 평가방식에서 필요했던 가중치 추정의 필요성을 반감할 수 있다. 둘째 평가대상 우체국의 규모나 환경 등을 감안한 평가방법을 제시함으로써 기존 평가방식을 보완하는 역할을 할 수 있다. 그리고 준거집단에 포함된 우체국의 운영구조를 분석함으로써 군별 표준우체국과 최적 규모의 우체국 사례를 발굴할 수도 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 안태식, “은행영업점의 성과측정방법으로서의 DEA: 테스트와 비교”, 경영학 연구, 제 21 권 제1호, 1991. pp.71-102.
- 정보통신부, 우정사업 경영평가결과, 1998.
- 최태성, 장익환, “DEA를 이용한 금융기관의 운영효율성 평가”, 재무관리연구, 제 9권 제 2호, 1992, pp.77-100.
- Anderson, P., and N.C. Peterson, “A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis,” *Management Science*,30(1993), pp.1261-1264.
- Banker R. D. “Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis,” *European Journal of Operational Research*, Vol.17 (1984), pp.35-44.
- Banker, R.D., A. Charnes, W.W. Cooper, “Some models for Estimating technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis,” *Management Sciences*, Vol.30, No.9(1984), pp.1078-1092.
- Charnes, A., W.W. Cooper, E. Rhodes, “Measuring the efficiency of Decision Making Units,” *European Journal of Operational Research*, Vol.2 (1978), pp.429-444.
- Charnes, A., W.W. Cooper, E. Rhodes, “Evaluating Program and Managerial Efficiency : an application of Data Envelopment Analysis to program Follow Through,” *Management Sciences*, Vol 27, No.6(1981), pp.668-697.
- Forsund, F.R. and L. Hjalmarsson, “Generalized Farrell Measures of Efficiency: An Application to Milk Processing in Swedish Dairy Plants,” *Economic journal*, Vol. 89(1979), pp.294-315
- Kumbhakar, S.C., “Efficiency Measurement with Multiple Outputs and Multiple Inputs,” *The Journal of Productivity Analysis*, Vol. 7(1996), 225-255.
- Norton, R. “Economics for managers: Which Offices or Stores really Perform Best?,” *Fortune*, (December, 31, 1994), pp.38.
- Richmond, J, “Estimating the Efficiency of Production,” *International Economic Review*, Vol. 15(1974), pp.515-521.
- Seiford, L.H. and R.M. Thrall, “Recent Developments in DEA : The Mathematical

- Approach to Frontier Analysis," *Journal of Econometrics*, Vol.46,(1990), pp.7-38.
- Shang, J. and T. Sueyoshi, "A Unified Framework for the Selection of a Flexible Manufacturing System," *European Journal of Operational Research*, Vol. 85(1995), pp.297-315.
- Sherman, H.D., F. Gold, "Bank Branch Operating Efficiency : Evaluation with Data Envelopment Analysis," *Journal of Banking and Finance*, Vol.9, No.2(1985), pp.297-315.
- Sueyoshi, T, "Stochastic Frontier Production Analysis : Measuring Performance of Public Telecommunications in 24 OECD Countries," *European Journal of Operational Research*, Vol.74(1994), pp.466-478.
- Sueyoshi, T, "Divesture of Nippon Telegraph & Telephone," *Management Sciences*, Vol.42(1996), pp.1326-1351.
- Sueyoshi, T, "Measuring Efficiencies and Returns to Scale of Nippon Telegraph & Telephone in Production and Cost Analysis," *Management Sciences*, Vol.43, No.6(1997), pp.779-796.
- Thanassoulis, E. and R. Allen, "Simulating Weights Restrictions in Data Envelopment Analysis by Means of Unobserved DMUs," *Management Sciences*, Vol.44, No.4(1998), pp.585-594.