

DEA를 활용한 산업단지 관리서비스의 효율성 측정

Measuring the efficiency of management service in industrial complex by using DEA

조영석(한국산업단지공단 연구원)

주요단어 : DEA, DMU, 효율성, 관리서비스

I. 서론

1. 문제제기와 연구목적
2. 연구방법과 범위

II. 공공서비스로서 산업단지 관리서비스의 특징과 중요성

1. 개념과 특징
2. 중요성

III. DEA를 활용한 효율성 측정과 선행연구 검토

1. DEA에서 효율성 측정방법과 모형
2. 선행연구 검토

IV. 산업단지 관리서비스의 효율성 분석

1. 연구설계
2. DEA를 활용한 효율성 분석

V. 결론

I. 서론

1. 문제제기와 연구목적

지방정부가 지역주민들을 위해 사회, 경제, 교육, 문화 등의 여러 분야에서 다양한 공공서비스를 제공하는 것처럼, 산업단지 관리기관도 단지 내 입주업체와 근로자들이 필요로 하는 서비스를 제공한다. 이에 따라 산업단지 관리기관도 지방정부처럼 해당 서비스를 생산하고 제공하는 데 효율성을 제고해야만 한다. 이는 신공공관리(New Public Management)시대 도래 이후 경제성, 능률성, 효과성 등의 성과가 강조되는 행정환경의 변화와 무관하지 않다.

한편 산업단지가 과거 단순 생산기능의 물리적 집적공간에서 현재와 같이 유기적 학습공간으로 변화를 꾀하는 상황에서¹⁾ 앞으로 단지 내 입주업체와 근로자의 서비스의 수요는 더욱 다양하게 전개될 것이다. 이에 따라 관리기관의 역량도 중요하게 부각될 것으로 예상되는데, 이런 맥락에서 산업단지 관리서비스의 효율성 측정은 중요한 의미를 갖는다.

그러나 산업단지 관리서비스와 같은 공공서비스의 효율성 측정은 쉽지 않다. 일반적으로 효율성은 투입 대 산출의 관계로 특징 지워지는데 관리서비스의 경우 서비스 내용을 금액으로 환산하기 어렵고 다수의 투입요소와 산출요소가 복합적으로 관련되어 해당 자료의 분절적 접근이 불가능하기 때문이다.

본 연구는 이와 같은 문제인식을 토대로 산업단지 관리서비스의 효율성을 과학적으로 측정해보고자 한다. 이를 위해 본 연구는 이상적 기준을 설정하여 관리서비스의 절대적 효율성(absolute efficiency)을 측정하기 보다 유사한 조사대상간 비교를 통해 상대적 효율성(relative efficiency)을 측정하는 데 초점을 둔다. 이를 통해 산업단지 관리서비스의 효율성 수준을 측정하고 효율성 판단기준인 준거집단(peer group)을 확인하며 비효율성의 원인 등을 파악하고자 한다. 나아가 이를 토대로 산업단지 관리서비스를 효율화할 수 있는 방안을 모색해보고자 한다.

2. 연구방법과 범위

1) 참여정부는 국가의 균형발전과 지역의 혁신역량을 고려하여 7개 시범단지(반월·시화, 구미, 창원, 울산, 광주, 원주, 군산)를 혁신클러스터 시범단지로 선정하고 생산중심의 산업단지에 R&D 기능을 대폭 확충할 계획이다. 2008년까지 세계적 수준의 클러스터를 2~3개 육성하고 이를 전국단지로 확산하여 지역균형발전은 물론 제2의 경제도약을 이룩할 계획이다(산업자원부, 2004).

본 연구는 비영리부문의 상대적 효율성 측정을 위해 Charnes, Cooper and Rhodes(1978)가 고안한 자료포락분석(Data Envelopment Analysis; DEA)를 활용한다. 자료포락분석(DEA)은 효율성 측정과 관련해 유용성을 인정받은 분석기법으로 오늘날 공공부문뿐 아니라 민간부문까지 적용대상이 확대되고 있다.

본 연구는 12개 주요 국가산업단지를 대상으로 산업단지 관리서비스의 기술적 효율성(Technological Efficiency: TE), 순수 기술적 효율성(Pure Technological Efficiency: PTE), 규모의 효율성(Scale Efficiency: SE)을 자료포락분석(DEA)의 BCC 모형과 CCR 모형에 기반하여 측정한다. BCC 모형은 효율성 규모에 대한 수익불변(Constant Return to Scale: CRS)을 가정하는 반면 CCR 모형은 규모에 대한 수익변화(Various Return to Scale: VRS)를 가정한다.

효율성 측정을 위한 자료 - 투입부문, 산출부문 - 는 2004년 횡단면 자료를 기준으로 사용한다. 다만 본 연구에서는 동 자료에 대한 패널데이터 수집이 불가능해 맘 퀘스트 중요소생산성지수(TFP 지수)를 이용한 다년간 효율성 분석은 진행하지 못함을 밝혀둔다.

II. 공공서비스로서 산업단지 관리서비스의 특징과 중요성

1. 개념과 특징

산업단지는 일군의 기업활동을 목적으로 포괄적 계획에 기초하여 구획 개발된 부지로, 부지 내 기업들에게 용지, 공장, 부대시설 및 각종 서비스를 제공한다(유영휘, 1998). 산업용지, 공장 등의 물리적 시설 외에 단지 내 기업을 위해 제공되는 각종 서비스에는 자금지원, 민원처리, 인력지원, 경영활동지원, 근로자 후생복지지원 등이 있는데, 이와 같은 제반 서비스가 산업단지 관리서비스에 해당된다. 결국 산업단지 관리서비스는 산업단지라는 공간적 범위 내에서 기업의 경쟁력과 제고와 근로자의 복지향상 등을 위해 관리주체가 제공하는 다양한 비물리적 성격의 용역을 의미한다.

이런 점에서 산업단지 관리서비스는 일종의 공공서비스이다. 성격상 단지 내 기업이나 근로자의 생산활동 및 복지향상 등을 위해 생산, 제공, 소비되는 서비스로 공공성의 요소가 내재되어 있기 때문이다.

일반적으로 공공서비스는 공공재로서 비배제성(nonexclusion)과 비경합성(nonrival

consumption)을 특징으로 갖는데²⁾, 치안, 국방 등과 같은 순수공공재가 아니기 때문에 이와 같은 두 가지 특징을 정도를 달리하여 갖고 있다(박경원, 1992). 따라서 공공서비스로서 산업단지 관리서비스는 비사적재(non-private goods) 또는 준공공재(quasi-public goods)라고 할 수 있다. 이와 같은 성격의 서비스는 서비스 수요자가 증가함에 따라 혼잡에 의해 서비스의 양과 질이 감소되는 부분 감소성(partial subtractibility)의 성격을 지니고 있어 어느 정도 선택적 소비와 배제가 가능하다(박수용, 1993). 그러므로 산업단지 관리서비스는 해당 단지의 특수성과 단지 내 구성원(기업, 근로자 등)의 수요를 반영하고 사회적 편익을 극대화하기 위해 중앙정부보다 전문적 역량을 갖춘 자치단체나 준정부기관(quasi-government organization)에 의해 제공되는 것이 바람직할 것이다.

2. 중요성

산업단지 관리서비스는 경제적, 사회복지적 측면에서 중요한 의미를 갖는다.

2002년 말 현재 산업단지 입주업체 수는 총 26,276개사이고 이들 기업의 생산액은 357조원에 이른다. 이와 같은 규모는 국가 전체 제조업의 23.8%, 56.3%를 차지하는 수준이고 그 비중도 지난 10년간 각 10.3%P, 13.4%P씩 증가했다(통계청, 각년도). 국가 경제적 측면에서 볼 때 산업단지 내 입주기업을 위한 관리서비스가 효율적으로 생산되고 소비되면 입주기업의 생산성 향상뿐 아니라 국가 경쟁력 제고에도 많은 기여를 할 것이다.

또한 산업단지에는 많은 근로자들이 종사하고 있다. 2002년 현재 단지 내 근로자 수는 114만명으로 전체 제조업 근로자의 42.4%에 이른다(통계청, 2003). 이들을 위한 다양한 서비스 제공은 단지 내 근로자들의 기본적인 생리적 욕구와 안전의 욕구 등을 충족시켜 근로의욕을 북돋움으로써 작업능률을 향상시키는 데 기여한다.

2) Musgrave & Musgrave(1984)에 의하면, 비배제성 재화의 경우, 시장의 원활한 기능에 필수적인 재산권의 설정이 불가능하다. 이로 인해 누구나 그 재화를 향유할 수 있고 각 개인들은 자신들의 진정한 선호를 숨긴 채 타인에 의해 제공되는 재화를 공짜로 즐기며 고자하는 '무임승차자(free rider)'의 심리를 갖게 된다.

또한 소비의 비경합성은 '배제'를 비효율적인 행위로 만든다. 즉, 소비의 비경합성으로 인해 추가적인 비용없이 여러 사람들이 향유할 수 있는 재화를 몇 사람에게만 한정시키고 다른 사람들에게는 금지시킨다면, 이는 사회적으로 비효율적인 결과를 초래하게 된다(이정전 1986, 56~58 재인용).

III. DEA를 활용한 효율성 측정과 선행연구 검토

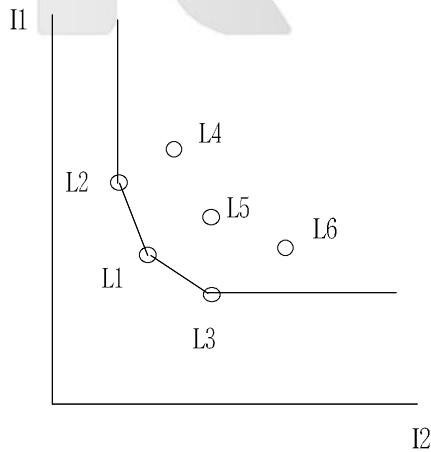
1. DEA의 효율성 측정방법, 모형 및 특성

1) 측정방법

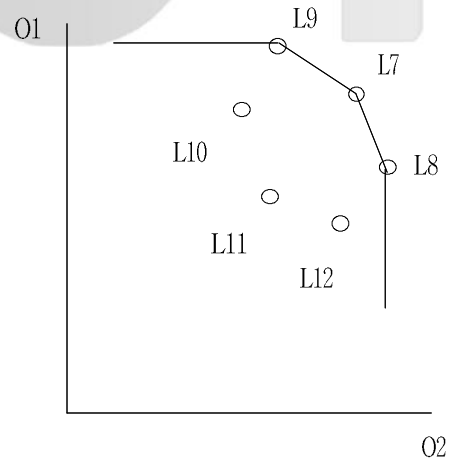
DEA는 동일한 또는 유사한 투입요소를 가지고 동일 또는 유사한 산출물을 생산, 제공하는 조직간 상대적 효율성을 측정하는 기법이다. DEA는 복수의 투입요소와 산출물을 동시에 다룰 수 있고 투입요소 또는 산출물로서 비시장적 재화의 사용이 가능하기 때문에 공공분야의 효율성 측정에 널리 이용되고 있다.³⁾

DEA는 선형계획법을 이용하여 가장 효율적인 의사결정단위(Decision Making Units: DMU)의 프론티어(생산가능곡선)를 구성하는 방법으로 조직의 상대적 효율성을 측정한다.

예를 들어, 투입요소 I1, I2를 가지고 산출물 O1, O2를 생산하는 자치단체를 가정하면 다음 그림과 같은 투입요소 부문과 산출물 부문의 프론티어를 얻을 수 있다. 실제로 각 프론티어는 평가대상들의 관찰치에 의해 측정되기 때문에 곡선이 아닌 분절적 선형의 모양으로 나타나는 경우가 대부분이다.



<그림1> DEA의 Input Frontier



<그림2> DEA의 Output Frontier

위의 <그림 1>는 의사결정단위인 각 자치단체가 동일한 산출량을 생산하기 위해

3) 효율성 분석에 사용되는 분석방법 중 회귀분석은 분석을 통해 얻어진 함수가 최대 또는 최소 어느 수준까지 달성가능한지 제시해주지 못하는 단점을 갖고 있다. 또한 비용편익 분석은 생산 및 투입요소의 비용환산이 가능해야 하는데, 현실적으로 이를 충족시키지 못하는 경우가 빈번하다.

사용할 수 있는 투입요소 양의 조합을 나타낸다. 따라서 동일한 프론티어 상에 있는 자치단체(L1, L2, L3)들은 동일한 양의 산출물을 생산하는데 가장 적은 투입요소 양의 조합을 사용한 상태이다. 따라서 이들은 프론티어 상에 있지 못한 자치단체(L4, L5, L6)보다 상대적으로 효율적인 수준에 있는 것이다.

<그림 2>는 동일한 투입요소의 조합으로 가지고 생산해 낼 수 있는 산출물 양의 조합을 나타낸다. 여기서도 동일한 프론티어 상의 자치단체(L7, L8, L9)는 동일한 투입요소로 가장 많은 산출물을 생산해 내는 상태에 있고 프론티어 상에 있는 못한 자치단체(L10, L11, L12)보다 효율적인 상태에 있다.

2) 모형

DEA 모형은 크게 규모의 수익불변(CRS)을 가정하는 CCR모형과 반대로 규모의 수익변화(VRS)를 다루는 BCC모형으로 나누어진다. 우선 CCR 모형은 원래 분수계획 형태를 선형계획 형태로 변화시키는 과정 속에서 이해할 수 있다(Charnes, Cooper and Rhodes, 1978; Banker, Charnes and Cooper, 1984).

우선 n개의 DMU가 있고 분석대상 DMU j의 효율성을 h라 가정하면 DEA는 다음의 <식1>과 같이 나타낼 수 있다. 즉, DMU j의 효율성은 가중치를 고려한 산출물의 합을 가중치를 고려한 투입요소의 합으로 나눈 값을 나타낸다.

$$\begin{aligned} \text{Max } h &= \frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} && \text{----- 식(1)} \\ \text{s.t } &\frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \leq 100\% \quad j = 0, 1, 2, \dots, n \\ &u_r, v_i > \epsilon \quad (u_r, v_i \text{는 가중치, } \epsilon > 0) \end{aligned}$$

그러나 상기와 같은 분수계획은 비선형성과 비볼록성의 문제로 실제 계산에 사용할 수 없어 다음 <식2>과 같이 선형계획으로 변환해야 한다.

$$\begin{aligned} \text{Max } h &= \sum_r u_r y_{rj} && \text{----- 식(2)} \\ \text{s.t } &&& \text{(쌍대함수)} \\ &\sum_i v_i x_{ij} = 100\% && Z_0 \\ &\sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} \leq 0 \quad (j = 0, 1, 2, \dots, n) && \lambda_j \\ &- u_r \leq -\xi && S_r^+ \end{aligned}$$

$$-v_i \leq -\xi$$

$$S_i^-$$

그러나 <식2>의 함수를 해결하기 위해서는 DMU만큼 제약조건을 충족시켜야 하는 어려움이 있다. 이런 문제를 완화하기 위해 투입 및 산출요소 수만큼 제약조건을 구하는 쌍대문제를 구축하게 되는데, 이는 다음 <식3>과 같다. 여기서 어떤 제약식 i 가 등식으로 성립하면 해당 평가단위(i)의 효율성은 100%가 되어 다른 DMU의 벤치마킹 대상이 되는 준거집단(peer group)에 속하게 된다.

$$\begin{aligned} \text{Min } 100Z_0 - \xi \sum_r S_r^+ - \xi \sum_r S_r^- & \text{----- (식3)} \\ \text{s.t } \sum_j \lambda_j x_{ij} = x_{ij} Z_0 - S_i^- & \quad i = 1, \dots, m \\ \sum_j \lambda_j y_{rj} = y_{rj} Z_0 + S_r^+ & \quad r = 1, \dots, t \\ \lambda_j, S_r^+, S_i^- \geq 0 & \end{aligned}$$

이와 같은 CCR 모형은 규모에 대한 수익불변을 가정하고 있다. 반면 규모에 대한 수익변화를 고려하는 BCC 모형은 앞의 식을 다음과 식(4)와 같이 변형함으로써 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Max } h = \sum_r u_r y_{rj} - u_0 & \text{----- 식(4)} \\ \text{s.t } \sum_i v_i x_{ij} = 100\% & \\ \sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} \leq 0 & \quad (j = 0, 1, 2, \dots, n) \\ -v_i \leq -\xi & \quad (i=1, 2, \dots, t) \\ -u_r \leq -\xi & \quad (i=1, 2, \dots, m) \end{aligned}$$

여기서 도출된 u_0 값이 0 이면 규모에 대한 수익불변, $u_0 < 0$ 으면 수익증대, $u_0 > 0$ 면 수익감소를 의미한다. 이에 따라서 수익증대의 경우는 투입량을 증가시킴으로써 그 이상의 산출을 얻을 수 있고 반대의 경우는 산출량을 축소시킴으로써 그 이상의 투입량을 절감할 수 있다.

일반적으로 CCR 모형에서 효율성은 규모의 효율성을 포함한 전체적인 기술적 효율성이고, BBC 모형에서 효율성은 규모의 효율성을 제외한 순수 기술적 효율성이다. 그리고 규모의 효율성은 CCR 모형의 기술적 효율성에 대한 BCC 모형의 순수 기술적 효율성의 비중으로 구할 수 있다.

3) 특징

DEA 기법은 평가대상 DMU와 투입 및 산출관계가 다른 효율적 DMU를 먼저 선정하고 이를 준거집단으로 하여 해당 DMU를 상대 평가한다. 그러므로 비효율적 DMU는 효율적 DMU와 비교해 실현 가능한 목표치를 선정할 수 있고 비효율성의 정도와 원인도 함께 파악할 수 있다.

둘째, DEA 기법은 측정단위가 다르거나 화폐단위로 환산할 수 없는 다수의 투입 요소와 산출요소를 토대로 하나의 종합지수를 만들기 어려운 경우에 유용하게 사용할 수 있다.

셋째, DEA는 DMU의 효율성을 최대화 하는 투입과 산출의 가중치를 직접 추정하기 때문에 평가와 관련된 항목 가중치를 미리 결정할 필요가 없다.

마지막으로 DEA 기법에서 DMU간 상대적 효율성 측정과 비교평가를 위해 자료간 동질성을 확보하는 것이 매우 중요하다. 아울러 투입이나 산출변수보다 많은 DMU를 확보하는 것이 DEA분석을 효과적으로 활용하는 방법이기도 하다.

2. 선행연구 고찰

산업단지 관리서비스와 같은 공공서비스를 생산, 제공하는 조직단위를 대상으로 효율성을 측정한 선행 연구는 크게 확률모수적 방법을 사용하는 연구와 결정적 비모수적 방법을 사용하는 연구로 나누어 볼 수 있다. 특히 결정적 비모수적 방법인 DEA를 활용하여 공공서비스 분야의 효율성을 분석한 주요 선행연구에는 이혁주·박희봉(1996), 문춘걸(1998), 임동진·김상호(2000) 등이 있다.

이혁주·박희봉(1996)은 68개 시·군급 도시의 행정서비스에 생산특성과 비효율을 분석하기 위해 함수분석과 함께 BCC분석을 적용했는데 투입요소로는 공무원수, 세출규모를 사용했고 산출요소에는 상수도보급률, 건축허가건수, 쓰레기수거량, 지방세징수액, 생활보호대상자수를 포함시켰다.

문춘걸(1998)은 67개 도시의 공공서비스 효율성을 DEA 모형과 가중치제약모형을 적용하여 분석하고 측정된 생산성 지수를 종속변수로 Tobit 분석을 실시함으로써 효율성 결정요인을 함께 분석했다. 이 분석에서 투입요소는 주민1인당 공무원수, 주민1인당 세출액, 공무원1인당 관할면적이었고 산출요소는 상수도, 하수도보급률, 사회복지시설수용인원, 도서관입관자수, 도로율, 공원면적이었다.

임동진·김상호(2000)는 71개 도시를 대상으로 CCR모형과 BCC 모형을 적용시켜

기술적 효율성, 규모의 효율성 등을 분석했는데, 투입요소로는 주민1인당 공무원수, 주민1인당 세출액, 공무원1인당 관할면적을 이용했고 산출요소에는 상수도, 하수도 보급률, 사회복지시설수, 지방세징수액, 도로율, 공원면적, 문화시설수를 포함시켰다.

IV. 산업단지 관리서비스의 효율성 분석

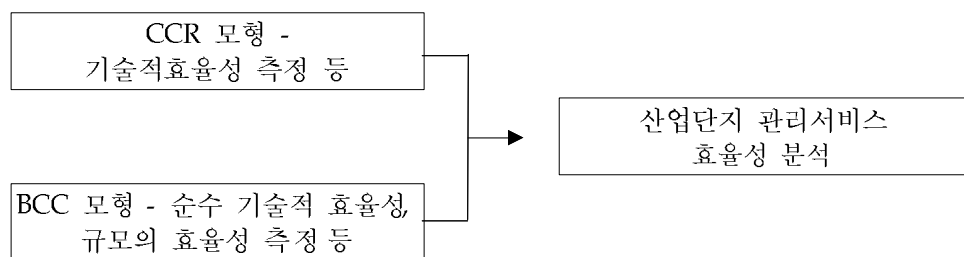
1. 연구설계

1) 효율성 측정모형

DEA를 통한 효율성 측정모형은 투입지향모형과 산출지향모형으로 나누어지는데, 산업단지 관리서비스의 효율성 측정에는 투입지향모형을 이용하는 것이 바람직하다. 왜냐하면 관리서비스를 제공하는 기관은 투입량을 임의적으로 조정할 수는 있으나 산출량 조정에는 제약성을 갖고 있기 때문이다. 또한 공공부문에서는 수익을 위해 산출을 극대화하기 보다 공익을 위해 투입비용을 최소화하는 투입지향모형이 많이 사용되었다.

사실 산업단지 관리서비스에 대한 효율성 측정은 지금까지 거의 이루어지지 못했다. 이런 점에서 본 연구는 산업단지 관리서비스에 대한 상대적 효율성 측정이 단지별로 어떤 결과를 나타낼지에 주목한다. 더불어 단지별로 효율성과 비효율성 수준이 어떠한지에 대해서도 비교 고찰하기로 한다.

본 연구는 상기 내용을 감안하여 효율성 측정모형과 내용을 다음과 <그림3> 같이 설정한다.



<그림3> 산업단지 관리서비스의 효율성 측정모형 및 내용

우선 CCR 모형을 통해 단지별 관리서비스의 기술적 효율성(TE)⁴⁾ 등을 측정한다.

4) 기술적 효율성은 물리적 투입에 대한 물리적 산출의 비율로 측정되는데, 여기서 물리적 의미는 화폐단위로 환산하지 않고 측정단위 그대로 사용함을 뜻한다(Wolf, 1989) 공공부문의 경우 대부분 산출의 화폐단위 환산이 어렵고 서비스의 형태로 이루어지기 때문에

이 과정을 통해 선형계획선상 각 DMU의 효율성 수준, 준거집단, 준거집단의 참조 횡수 등을 파악할 수 있다. 또한 BCC 모형을 통해서는 관리서비스의 순수 기술적 효율성(PTE)⁵⁾과 규모효율성(SE)⁶⁾ 수준 등을 측정하고 규모의 수준을 파악한다. 그리고 CCR 모형과 BCC 모형의 분석내용을 종합해 산업단지 관리서비스의 효율성을 종합적으로 분석한다.

2) 측정변수 및 지표선정

측정변수 선정은 DEA 기법이 설정된 모형에 대한 통계적 유의성 등을 검정하지 않음으로 신중히 이루어져야 한다. 이런 점에서 고려해야 될 사항은 다음과 같다. 첫째, 투입요소는 산출물 생산에 직접 관련되어야 할 뿐 만 아니라 DMU에 의해 통제가 이루어질 수 있어야 한다(손승태, 1995; 김성중, 2000). 둘째, 투입요소와 산출요소의 관찰값은 '0'이 아니어야 한다(윤경준, 1995; 김성중, 2000). 셋째, 측정 결과의 적절한 유의성 확보를 위해 투입요소와 산출요소 수의 3배 이상이 되도록 DMU를 확보해야 한다(곽영진, 1993).

본 연구는 상기 내용을 고려하여 투입변수와 산출변수를 다음 <표1>과 같이 선정했다. 투입변수는 산업단지 관리서비스를 제공하기 위해 필요한 인력을 사용하고 산출변수는 관리서비스의 산물로 각종 민원처리건수와 자금지원규모를 사용한다.⁷⁾ 그리고 이들 변수의 측정지표는 투입변수에 직원1인당 관할면적을, 산출변수에 직원1인당 민원처리건수와 기업체당 자금지원규모를 사용한다. 민원처리건수에는 산업단지 내 입주기업의 입주계약, 공장등록, 제신고 및 제증명처리 건수가 모두 포함되고 자금지원규모는 입주업체에게 제공된 산업단지활성화자금의 지원규모로 산정한다. 이들 산출변수는 투입변수와 직접적이고 기술적인 관련성을 갖고 있을 뿐만 아니라 Hatry & Fisk(1992)의 지적처럼 DMU의 관점에서 수량화할 수 있는 최종 산출물로 산업단지 관리서비스에서 중요한 부분을 차지한다.

기술적 효율성 개념이 이용된다.

- 5) BCC 모형의 순수 기술적 효율성은 규모의 효율성을 차감으로써 얻는 순수한 기술적 효율성 수준이다. 따라서 CCR 모형에 도출된 효율성 값은 BCC 모형에서 도출된 값보다 클 수 없다.
- 6) 규모의 효율성(SE)은 기술적 효율성값(CCR모형)을 순수 기술적 효율성값(BCC모형)으로 나눈 값이다.
- 7) 이외에도 산업인력지원, 기업체 경영활동지원, 지원시설 운영 근로자 복지후생 지원 등이 산출변수로 포함될 수 있다. 그러나 이들 지표의 단지별 패널데이터에 결측값이 상당수 있어 DEA를 활용한 산출변수 적용에 문제가 있는 것으로 나타났다.

<표1> 측정변수 및 지표선정

구분	측정변수	측정치표
투입요소	인력(명)	직원1인당 관할면적(산업단지면적 / 직원수)
산출요소	민원처리건수(건)	직원1인당 민원처리건수 (입주계약, 공장등록,제신고,제증명처리건수/ 담당직원수)
	자금지원규모(백만원)	업체당 자금지원규모 (산업단지활성화자금지원규모/ 기업체수)

자료: 한국산업단지공단, 2004, 사업보고서

선정된 측정지표의 요약통계치를 살펴보면(<표2> 참조), 투입요소인 직원1인당 관할면적은 평균 1.3km²/인이나 표준편차(1.2km²/인)가 크게 나타나 산업단지별로 직원1인당 관할면적에 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 산출요소로서 민원처리건수는 직원1인당 평균 132건이고 자금지원규모는 업체당 평균 14백만원이다.

<표2> 변수별 요약통계치

(단위: 천m²/인, 건/인, 백만원/개사)

구분	직원1인당 관할면적 ^{*)}	직원1인당 민원처리건수	업체당 자금지원액
최고값	3,913.1	555.6	81.2
최저값	101.3	14.0	1.0
평균	1,360.2	132.7	14.9
표준편차	1,275.7	146.0	22.1

*) 직원 1인당 관할면적은 산업단지관리기본계획에 명시된 전체면적(산업시설구역, 지원시설구역, 공공시설구역, 녹지구역)을 사용함.

2. DAE 를 활용한 효율성 분석

1) CCR모형에 의한 기술효율성

CCR 모형에 의한 기술효율성 분석결과 서울디지털단지와 광주첨단단지가 가장 효율적인 것으로 나타났다. 이처럼 효율적 수준으로 평가된 단지 수가 적게 나타난 것은 개별 DMU의 자료 중 극단치의 존재가능성이 낮고 동질성이 높아 상호간 비교가 용이함을 뜻한다. 그러나 전반적인 효율성은 비교적 낮은 수준(35.5%)에 머물고 있었고 평균이하의 효율성 수준을 나타낸 단지도 7개로 전체 DMU의 과반수 이상을 차지하는 것으로 나타났다.

<표3> CCR 모형 분석결과

DMU	효율성	준거집단	참조횟수
1. 서울디지털	100	1	8
2. 남동	48.97	1,10	0
3. 반월	28.09	1,10	0
4. 시화	44.66	1	0
5. 아산	20.48	10	0
6. 구미	22.88	1,10	0
7. 창원	8.49	1,10	0
8. 녹산	40.48	1,10	0
9. 울산	2.51	1,10	0
10. 광주첨단	100	10	9
11. 대불	5.95	1,10	0
12. 여수	4.07	10	0
평 균	35.5	-	-

그러나 효율적인 DMU라 해도 절대적 측면에서 효율적임을 의미하지는 않으며 이는 비효율적인 DMU에도 동일하게 적용된다. 즉, 비효율적인 DMU는 효율성 프론티어 내부에 위치하여 프론티어 선상의 효율적 DMU보다 상대적으로 비효율적임을 뜻한다. 그러므로 서로 다른 효율적 DMU를 준거집단으로 갖는 비효율적 DMU는 상호비교가 불가능하다.

이런 점에서 윤경준(1995)은 준거집단에 대한 분석이 준거집단의 참조횟수와 비효율적 DMU 대한 준거집단의 이해로 이루어질 수 있다고 보았다. 우선 준거집단의 참조횟수는 다른 DMU 평가에 사용된 횟수로 이 수치가 높을수록 다른 DMU 평가에 사용된 빈도가 많음을 뜻한다. 본 연구에서는 효율적 DMU로 측정된 서울디지털단지와 광주첨단단지의 참조횟수가 각 8, 9로 매우 높게 나타났다.

또한 비효율적 DMU에 대한 준거집단의 이해 측면에서 살펴보면, 시화단지는 비교 대상이 되는 서울디지털단지에 비해 비효율적이고 그 정도가 효율적 DMU의 44.66%에 불과한 것으로 분석되었다. 반면 효율성 수준이 낮은 여수단지의 준거집단은 광주첨단단지로 분석되어 다른 비효율적 DMU인 시화단지와 비교대상이 다르게 나타났다. 이는 관리서비스의 효율성 향상을 위해 시화단지는 서울디지털단지를 참조하고 여수단지는 광주첨단단지를 참조하는 것이 좋을 의미를 의미한다.

그렇다면 개별 DMU의 비효율성 수준은 어느 정도인가? 이는 비효율적인 DMU가 효율성 향상을 위해 추구해야 될 내용이 무엇인지 알 수 없으면 효율성 향상을 추구할 수 없음을 뜻한다. 이를 위해 효율적 DMU와의 비교를 통해 비효율적인

DMU가 구체적으로 무엇을 어느 정도 보완해야 하는지를 살펴본다. 이는 비효율적 DMU의 실제 값(Actual)과 효율선상의 값(Target)의 비교하는 과정으로 이루어진다. 실제 CCR 모형 분석결과 비효율적 DMU로 나타난 울산단지는 준거집단과 비교해 투입 변수인 직원 1인당 관할면적을 97.49% 줄이는 것이 나온 것으로 나타났다.

<표4> 비효율적인 울산단지의 CCR 모형 분석결과

Input/Output	Actual	Target	Potential Improvent(%)
직원1인당 관할면적	2886.56	72.34	-97.49
업체당 자금지원	5	5	0
직원1인당 민원처리건	47.69	47.69	0
효율성 점수 = 2.51	준거집단 DMU 1, 10		

2) BCC모형에 의한 기술효율성과 규모효율성

CCR 모형의 분석결과에 따르면, 효율적 DMU는 서울디지털단지와 광주첨단단지이고, 나머지 DMU는 비효율적인 것으로 나타났다. 그렇다면 비효율적 DMU의 원인은 무엇인가? 순수한 기술적 요인 때문인가? 아니면 규모의 요인에 의한 것인가? BCC 모형에 따른 분석은 이에 대한 해답을 제공해 준다.

<표5> BCC 모형 분석결과

DMU	CRS TE	VRS TE	SE	비효율성의 원인		규모의 수익
				VRS TE	SE	
1. 서울디지털	100.0	100.0	100.0			constant
2. 남동	49.0	67.1	72.9	*		increasing
3. 반월	28.1	30.1	93.2	*		increasing
4. 시화	44.7	100.0	44.7		*	constant
5. 아산	20.5	100.0	20.5		*	constant
6. 구미	22.9	59.6	38.4		*	increasing
7. 창원	8.5	14.9	56.9	*		decreasing
8. 녹산	40.5	88.8	45.6		*	increasing
9. 울산	2.5	3.9	64.9	*		decreasing
10. 광주	100.0	100.0	100.0			constant
11. 대불	6.0	8.6	69.3	*		increasing
12. 여수	4.1	11.0	36.9	*		increasing
평균	35.57	57.00	61.94	-	-	-

주) CRS TE: CCR 모형의 기술적 효율성, VRS TE: BCC 모형의 기술적 효율성
SE: 규모의 효율성(CRS TE/VRS TE)

BCC 모형의 분석결과, 효율적 DMU는 모두 4개(서울디지털 시화 아산 광주첨단)이고 순수 기술적 효율성과 규모의 효율성 평균은 각 57.0, 61.94로 나타나 CCR 모형의 기술적 효율성보다 높게 나타났다.

CCR 모형에서는 비효율적이었지만 BCC 모형에서 효율적인 것으로 나타난 DMU는 시화단지, 아산단지이고 그 원인은 규모의 비효율성에 기인하는 것으로 분석되었다. 따라서 효율성 확보차원에서는 관리서비스 규모의 조정도 필요하다고 볼 수 있다.

전체적으로 관리서비스의 비효율성 원인은 순수 기술적 요인에 기인하는 경우(6)가 상대적으로 많아 관련 직원의 교육훈련 강화, 업무처리관행 개선 또는 조직구조 개편 등 다양한 방법을 통해 기술적 비효율성을 줄여나가는 것이 필요할 것으로 판단된다. 일반적으로 공공부문의 비효율성은 인적, 기술적, 조직적 측면의 다양한 요인에 의해 복합적으로 발생하기 때문이다(김성중, 2000).

또한 일부 DMU(반월, 창원, 울산, 대불, 여수)의 효율성은 여전히 낮은 수준에 머물고 있는 것으로 나타났는데, 이는 투입에 비해 산출이 적은 것으로 볼 수 있다. 따라서 이들 DMU는 효율성 개선을 위해 투입자원을 줄이거나 산출량을 늘려야 한다. 특히 규모의 수익체증 구간에 놓여 있는 DMU의 경우(반월, 대불, 여수)는 투입요소인 직원1인당 관할면적의 증가분보다 산출요소인 자금지원이나 각종 민원처리의 증가분이 큼을 염두해 두어야 한다.

<표6> BCC 모형의 준거집단과 참조횟수

DMU	효율성	준거집단	참조횟수
1. 서울디지털	100.0	1	4
2. 남동	67.1	1,4,10	0
3. 반월	30.1	1,4,10	0
4. 시화	100.0	4	5
5. 아산	100.0	5	4
6. 구미	59.6	4,5,10	0
7. 창원	14.9	1,10	0
8. 녹산	88.8	4,5,10	0
9. 울산	3.9	1,10	0
10. 광주	100.0	10	8
11. 대불	8.6	4,5,10	0
12. 여수	11.0	5,10	0
평균	57.0	-	-

BCC 모형에서 준거집단은 모두 4개이고 참조횟수도 각 4회 이상이어서 CCR 모형

에서보다 2개 늘어났다. 구체적으로 살펴보면 반월단지는 준거집단인 서울디지털 시화, 광주첨단단지보다 비효율적인 것으로 나타났다. 따라서 반월단지는 관리서비스의 효율성 증가의 모범단지로 이들 준거집단을 참조할 필요가 있다. CCR 모형의 경우와 비교해 본다면 준거집단으로서 시화단지가 추가되어 BCC 모형의 결과에 차이가 있는 것으로 나타났지만, 규모의 존재를 중시한다면 BCC 모형의 결과를 참조하는 것으로 나올 것으로 여겨진다.

또한 개별 DMU의 비효율성이 어느 정도인지를 살펴보기 위해 CCR 모형에서처럼 투입, 산출의 실제와 목표치를 파악하는 것이 필요하다. BCC 모형에서 가장 비효율적인 분석된 울산단지의 경우 투입요소인 직원1인당 관할면적은 96% 정도 줄이는 것이 좋고, 이 경우 산출요소 중 업체당 자금지원규모는 122% 정도 향상될 잠재적 가능성을 보이는 것으로 나타났다.

<표7> 비효율적인 울산단지의 BCC 모형 분석결과

Input/Output	Actual	Target	Potential Improvement
직원1인당 관할면적	2886.56	111.62	-96.13
업체당 자금지원	5	11.12	122.43
직원1인당 민원처리건	47.69	47.69	0
효율성 점수 3.9	준거집단 DMU 1, 10		

V. 결론

CCR 모형과 BCC 모형의 분석결과를 종합해 보면, 서울디지털단지와 광주첨단단지는 두 모형에서 모두 효율적인 DMU로 나타나 다른 DMU가 관리서비스를 제공함에 있어 참고할 수 있는 대상으로 나타났다. 이에 반해 울산 여수, 대불단지는 두 모형에서 모두 낮은 효율성을 보여 관리서비스에 개선이 필요한 것으로 나타났다.

반면 CCR 모형에서 비효율적이었지만 BCC 모형에서는 효율적인 것으로 나타난 시화단지와 아산단지는 규모의 비효율성이 발생하고 있는 것을 알 수 있다. 따라서 효율성 확보차원에서는 관리서비스 규모의 조정도 필요하다고 볼 수 있다.

그러나 산업단지가 일군의 기업활동을 목적으로 포괄적 계획에 기초하여 구획 개발된 부지로, 부지 내 기업들에게 용지, 공장, 부대시설 및 각종 서비스를 제공하는 점에서 적정한 규모를 확보하는 것이 현실적으로 쉽지 않다. 왜냐하면 산업단지

마다 고유한 공간적 성격과 산업적 특성을 갖고 있기 때문이다.

본 연구는 투입요소와 산출량의 관계를 비교함으로써 DMU간 관리서비스의 상대적 효율성을 측정했고 비효율적 DMU의 경우 비효율성의 원인이 무엇인지를 분석했다. 특히 비효율적인 것으로 분석된 개별 DMU는 관리서비스의 효율성 제고를 위해 직무교육실시, 업무처리절차개선, 조직구조 개편 등이 적절한 조치가 필요할 것이다.

개별 DMU가 투입요소를 변화시킴으로써 기대할 수 있는 잠재적 가능성은 DEA 분석결과 - <부록1>, <부록2> -를 통해 함께 살펴볼 수 있다.

그러나 DEA 분석결과는 이용 변수에 따라 DMU의 상대적 효율성이 달라지고 회귀분석과 같은 통계적 오류가 허용되지 않아 자료에 통계적 오류가 포함되는 경우 결과에 미치는 영향이 큼을 간과해서는 안된다. 또한 유의미한 결과를 얻기 위해 충분한 자료 수를 확보하는 것도 중요하다. 그러므로 이와 같은 점을 고려하여 분석결과의 일방적 해석이나 적용은 경계해야 할 것이다. 이런 견지에서 근로자 복지 후생지원, 입주기업 경영활동 지원 등의 다양한 지표가 관리서비스의 효율성 평가 지표에 포함되어야 할 것이다.

그러나 이들 지표는 현재 개별 DMU에서 결측값으로 나타나는 빈도가 높아 본 연구에 포함되지 못했다. 이들 지표가 본래 정량적 지표이므로 자료포락분석시 변수에 포함하여 분석한다면 현재 보다 양질의 결과를 얻을 수 있을 것으로 여겨진다. 더불어 해당 개별 지표의 시계열 자료를 안정적으로 확보할 수 있다면 다년간 효율성 분석도 진행할 수 있을 것이다. 그러므로 향후 연구에서는 이들 정량적 변수를 포함하여 분석을 시도하는 것이 좋을 것이다.

<부록1> CCR 모형의 분석결과

단지	Input/Output	Actual	Target	Potential Improvemnet
광주	직원1인당 관할면적	101.25	101.25	0
	업체당 자금지원	13.93	13.93	0
	직원1인당 민원처리건	14.04	14.04	0
서울	직원1인당 관할면적	149.08	149.08	0
	업체당 자금지원	0.98	0.98	0
	직원1인당 민원처리건	169.2	169.2	0
남동	직원1인당 관할면적	354.59	173.66	-51.03
	업체당 자금지원	3.56	3.56	0
	직원1인당 민원처리건	178.7	178.7	0
시화	직원1인당 관할면적	1096.2	489.53	-55.34
	업체당 자금지원	1.2	3.22	168.17
	직원1인당 민원처리건	555.6	555.6	0
반월	직원1인당 관할면적	512.47	143.97	-71.91
	업체당 자금지원	3.87	3.87	0
	직원1인당 민원처리건	141.17	141.17	0
녹산	직원1인당 관할면적	580.92	235.16	-59.52
	업체당 자금지원	12.72	12.72	0
	직원1인당 민원처리건	181.92	181.92	0
구미	직원1인당 관할면적	857.04	196.1	-77.12
	업체당 자금지원	19.57	19.57	0
	직원1인당 민원처리건	83.54	83.54	0
아산	직원1인당 관할면적	2881.75	590.13	-79.52
	업체당 자금지원	81.19	81.19	0
	직원1인당 민원처리건	78.5	81.83	4.24
창원	직원1인당 관할면적	790.69	67.16	-91.51
	업체당 자금지원	1.45	1.45	0
	직원1인당 민원처리건	68.56	68.56	0
대불	직원1인당 관할면적	2198.5	130.86	-94.05
	업체당 자금지원	13.42	13.42	0
	직원1인당 민원처리건	53	53	0
여수	직원1인당 관할면적	3913.13	159.33	-95.93
	업체당 자금지원	21.92	21.92	0
	직원1인당 민원처리건	20.88	22.09	5.81
울산	직원1인당 관할면적	2886.56	72.34	-97.49
	업체당 자금지원	5	5	0
	직원1인당 민원처리건	47.69	47.69	0

<부록2> BCC 모형의 분석결과

단지	Input/Output	Actual	Target	Potential Improvement
광주	직원1인당 관할면적	101.25	101.25	0
	업체당 자금지원	13.93	13.93	0
	직원1인당 민원처리건	14.04	14.04	0
서울	직원1인당 관할면적	149.08	149.08	0
	업체당 자금지원	0.98	0.98	0
	직원1인당 민원처리건	169.2	169.2	0
시화	직원1인당 관할면적	1096.2	1096.2	0
	업체당 자금지원	1.2	1.2	0
	직원1인당 민원처리건	555.6	555.6	0
아산	직원1인당 관할면적	2881.75	2881.75	0
	업체당 자금지원	81.19	81.19	0
	직원1인당 민원처리건	78.5	78.5	0
녹산	직원1인당 관할면적	580.92	515.59	-11.25
	업체당 자금지원	12.72	12.72	0
	직원1인당 민원처리건	181.92	181.92	0
남동	직원1인당 관할면적	354.59	238.02	-32.87
	업체당 자금지원	3.56	3.56	0
	직원1인당 민원처리건	178.7	178.7	0
구미	직원1인당 관할면적	857.04	510.48	-40.44
	업체당 자금지원	19.57	19.57	0
	직원1인당 민원처리건	83.54	83.54	0
반월	직원1인당 관할면적	512.47	154.48	-69.86
	업체당 자금지원	3.87	3.87	0
	직원1인당 민원처리건	141.17	141.17	0
창원	직원1인당 관할면적	790.69	118.06	-85.07
	업체당 자금지원	1.45	9.38	546.87
	직원1인당 민원처리건	68.56	68.56	0
여수	직원1인당 관할면적	3913.13	431.55	-88.97
	업체당 자금지원	21.92	21.92	0
	직원1인당 민원처리건	20.88	21.7	3.91
대불	직원1인당 관할면적	2198.5	188.53	-91.42
	업체당 자금지원	13.42	13.42	0
	직원1인당 민원처리건	53	53	0
울산	직원1인당 관할면적	2886.56	111.62	-96.13
	업체당 자금지원	5	11.12	122.43
	직원1인당 민원처리건	47.69	47.69	0

< 참고문헌 >

- 김성중. 2000. "지방공공서비스 공합의 생산효율성 구조 분석". 한국지방자치학회보. 제12권제2호: pp. 47~68.
- 곽영진. 1993. 「자료포락분석(DEA)를 이용한 병원의 효율성 평가에 관한 연구」. 충남대학교 박사학위논문.
- 문춘걸. 1998. 「자료포락분석 및 그 변형기법을 통한 공공부문의 생산성 측정: 한국 중소도시의 생산성 분석」 서울: 한국조세연구원.
- 박경원. 1992. "공공서비스의 성격과 공급유형". 노정현 외 편 「지방자치시대의 공공행정」. 서울 나눔. pp 339~352.
- 박수용. 1993. "도시공공서비스이론에 관한 연구". 경희법학. 제28권제1호.: pp. 239~259.
- 손승태. 1995. 「국내은행의 경영효율성 비교분석」. 서울: 한국개발연구원.
- 이정전. 1986. 「토지경제론」. 서울: 박영사.
- 이혁주·박희봉. 1996. "도시행정서비스의 생산특성과 비효율분석". 한국행정학보 제30권제4호: pp. 121~137.
- 임동진·김상호. 2000. "DEA를 통한 지방정부의 생산성 측정". 한국행정학보. 제34권제4호: pp. 217~234.
- 유영휘. 1998. 「한국의 공업단지」. 국토개발연구원.
- 윤경준. 1995. 「지방정부 서비스의 상대적 효율성 측정에 관한 연구: 대도시 보건소에 대한 자료포락분석을 중심으로」. 연세대학교 박사학위논문.
- 산업자원부. 2004. 산업단지 혁신클러스터화 추진방안 - 제45회 국정과제회의 보고자료.
- 한국산업단지공단. 2004. 「사업보고서」.
- 통계청. 각년도. 「광공업통계조사보고서」.
- Banker, R. D., and A. Charnes and W. Cooper. 1984. "Some models for Estimating Technical and Scale Inefficiency in Data Envelopment Analysis". *Management Science*, 30: 1078~1092.
- Charnes, A., W. Cooper and E. Rhodes. 1978. "Measuring the Efficiency of Decision Making Units". *European Journal of Operational Research*. 2(6): 429 ~ 444.
- _____. 1981. "Evaluation Program and Managerial Efficiency : An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through". *Management Science*. 27(6): 668 ~707.
- Hatry, H. P and D. M. Fisk. 1992. "Measuring Productivity in Public Sector". *PAR*. 38(1): 28 ~33.
- Musgrave, Richard. A. and Peggy B. Musgrave. 1984. *Public Finance in theory and practice*. New York: McGraw-Hill.

Wolf, Charls. Jr. 1989. *Markets and Governments: Choosing Between Imperfect Alternatives*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.

K C I

ABSTRACTS

A Study on Measuring the efficiency of Management Service in Industrial Complex by Using DEA

Cho, Young-Suk

Keywords : DEA, DMU, Efficiency, Management Service

The management service in industrial complex is considered to be one of important factors to raise the competitiveness of industry up and make the welfare of employees better. In this regards, management service can be understood as a special kinds of public service having a characteristics of nonrival consumption and nonexclusion.

This paper aims to measure the efficiency of management service in industrial complex by using DEA. DEA is evaluated to be a relevant analysis tool to measure the efficiency in public service. This paper uses CCR Model and BCC Model in DEA to measure the efficiency of management service in which we can know the technical efficiency level among DMU(Decision Making Unit), pure technical efficiency, scale efficiency and so on.

According to analysis result, the efficiency level marks low in both CCR model and BCC model. In case of CCR model, the efficiency score is 35.5 averagely and In BBC model the score 57.0. And in detail, Seoul Digital and Kwangju are evaluated as effective DMU in both Model. Therefore these effective DMUs can be peer group on which others ineffective DMU can refer in producing the management service. Behind the back, Ulsan, Yeosu, Deabul as ineffective DMU are necessary to be improved in doing management service. And Shiwha and Asan DMU is necessary to rearrange the scale of management service in that these units has scale of inefficiency.

In case of ineffective DMU, we can consider job training, work process improvement, organization structure rearrangement as a relevant way to get the efficiency in management service up.