

제조기업의 경영효율성 분석에 관한 연구

- 자동차 부품산업 중심으로 -

박정현* · 김원중**

*아주대학교 산업공학과 석사과정 · **아주대학교 기계 및 산업공학부

A Study on the Management Efficiency Analysis of Manufacturing Industry.

Jung-Hyun Park* · Won-Joong Kim**

* Dept. of Industrial Engineering, Graduate School, Ajou Univ

** Division of Mechanical & Industrial Engineering, Ajou Univ

Our study emphasizes the importance of the review of the manufacturing industry in order help them make right decision and despite many previous methods for analyzing productivity, we were coming to analyze the efficiency of the industry with Date Envelopment Analysis(DEA). Conclusively, only 4 companies is found to manage their companies effectively among 20 top-ranking companies and there was no any correlation and through the result we could realize that the result analyzed by "DEA" don't exactly match financial rates which means that corporation's management is inefficient. We are quite sure that our study can be approved materials for Benchmarking and Management establishing strategic plan.

Keywords : DEA(Data Envelopment Analysis), Efficiency, Manufacturing industry

1. 서 론

IMF이후 우리는 기업 경영의 효율성에 대한 중요성을 보아왔으며 세계화와 완전개방이라는 치열한 경쟁압력은 기업과 정부로 하여금 효율적인 기업경영을 유도하고 있다. 이러한 새로운 경제환경의 대두로 기업의 사고방식은 경영혁신을 통한 경쟁력 확보로 전환되었으며, 기업 효율성이 이를 잘 나타내주고 있기 때문에 밀접한 관계가 있음을 의미한다.

지금까지는 산업별로 혹은 업종별로 그 효율성평가를 해왔었다. 물론 거시적인 측면에선 필요한 분

석이지만 좀 더 구체적인, 즉 개개기업에 대한 효율성평가를 한다는 것은 그다지 흔치 않다[2]. 지금까지의 개별기업의 효율성을 측정하는 방법으로

단순히 노동자 1인당 부가가치가 사용되는 것이 보통이었다. 이런 현실을 고려할 때 개별기업의 효율성을 측

정하는 연구는 기업의 경영혁신이나 정부의 산업정책 수립차원에서 더욱 활성화될 필요성이 있다. 본 논문은 개별기업의 효율성 연구에 대한 필요성에서 출발하게 되었다.

우리나라의 수출기반은 여전히 제조업에 있다고 해도 과언은 아니다. 즉 국가경쟁력의 기반산업이 제조업이라는 말과 통한다. 그러한 제조업 분야가 이제 국내산업 보호완화조치와 함께 기술개발을 통한 경쟁력 확보를 위해 끊임없는 노력을 하고 있다. 그러므로 보다 경쟁력 있고, 치열한 경쟁 속에서 생존하기 위해서는 끊임없는 기술개발과 합리적인 경영의사결정이 이루어져야 하며, 기업의 가치를 증대시킬 수 있는 요인이 무엇인지를 빨리, 정확히 측정하여 효율적인(Efficient) 기업으로 운영되고 있는지 평가하고, 그 결과에 대하여 분석하고 가장 효율적인 기업으로 나아가야 할 방향을 지향해야 할 것이다.

스위스의 국제경영개발원(IMD)에 의하면 우리나라 국가경쟁력(정부의 효율성, 경제활동 성취도, 기업경영 효율성, 사회인프라)은 '98년도에 36위, '99년도에 41위, '01년도엔 28위, '02년에는 27위로 대만(24위), 이스라엘(25위), 말레이시아(26위)등 이들 나라보다 뒤떨어지는 수준이다.

각 부문별로 볼 때 정부 효율성은 전년의 31위에서 25위로 올랐고 기업경영 효율성은 31위에서 27위로, 사회인프라는 34위에서 28위로 각각 개선됐다. 그러나 경제활동 성취도는 19위에서 24위로 오히려 더 떨어지는 현상을 보였으며, 기업경영 효율성을 약간의 상승으로 국가경쟁력에 큰 걸림돌이 되고 있는 사실이다. 이를 통해서 보더라도 제조업의 경영효율성 제고의 필요성은 강조되고 있다.

이에 연구의 필요성을 느꼈으며 기존의 생산효율성 측정방법인 비율분석법이나 회귀분석법은 기업의 효율성을 평가하는데 있어서 단일변수간의 상호관계만을 부분적으로 반영한다는 단점을 보완하고자 DEA(Data Envelopment Analysis)라는 분석방법을 도입하게 되었다.

본 연구의 목적은 효율성분석 결과와 재무비율이 우량한 기업간의 상관관계분석을 통해 관계가 어느 정도 인지 밝히고, 비효율적인 기업의 투입요소와 산출물에 대한 투입치 자료를 구하여 효율성이 높은 기업에 대한 벤치마킹을 유도할 수 있도록 하였다. 그리고 이러한 분석을 토대로 자동차 부품 제조산업의 경쟁력 강화를 위해 필수적인 기업내부의 비능률을 제거하고 대안을 제시하기 위한 수단으로 DEA의 방법이 이용될 수 있다는 데 그 의의를 두고자 한다.

2. 생산효율성 측정방법

2.1 생산성 정보의 역할

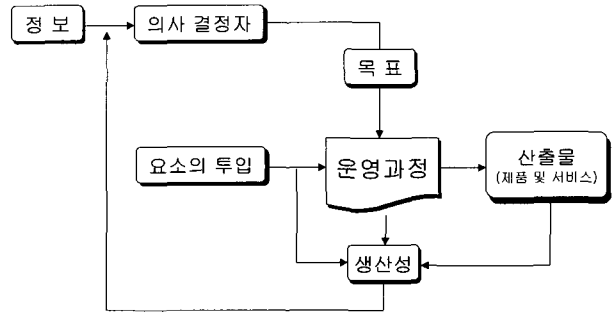
조직의 통제를 위한 성과평가의 방법으로 생산성을 측정한다는 것은 통제역할을 수행할 수 있을 뿐만 아니라 관리적으로도 유용하게 활용될 수 있다[7].

<그림1>은 생산성 정보의 역할을 설명하고 있다.

즉 요소의 투입은 운영과정을 거쳐 부가가치된 제품 및 서비스로 산출된다.

운영과정은 미리 설정된 목표에 의하여 수행되며, 이때의 운영과정은 생산성 측정의 범위와 근거가 되고, 측정된 생산성은 기업의 목표수립을 위한 정보로서 활용되어 의사결정자의 의사결정에 피드백 되어 다시 운영과정에 영향을 미치게 된다. 즉 생산성에 대한 측정이 이루어지지 않는다면 이러한 과정을 반복할 수 없게 되

어 기업의 목표는 왜곡될 수 있다. 따라서 조직의 운영과정에 대한 평가는 생산성 기준에 의해 수행되어야 하며 조직의 성과평가에 반드시 반영되어야 한다.



<그림 1> 생산성 정보의 흐름[7]

2.2 생산효율성 측정방법

기업과 관련된 효율성 또는 생산성 측정방법은 기존의 연구를 통하여 볼 때 크게 비율분석법, 생산성지수법, 회귀분석법, 그리고 모수적·비모수적 접근법으로 구분할 수 있는데 다음 <표1>은 생산성 측정의 기법모형을 분류시킨 것이다[8].

<표1> 생산효율성 측정의 기법

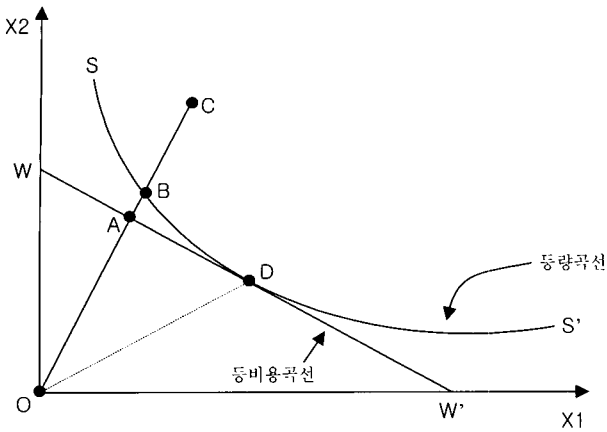
기 법	모 형
생산성 측정을 위한 계량경제 기법	단일 함수 횡단면 모형 다함수 횡단면 모형 패널 자료 모형
수리계획기법	DEA 모형 경제적 생산성 측정을 위한 DEA 모형 스토캐스틱 DEA
기 타 기 법	목표계획법 Non프론티어 생산성 측정 방법

본 논문에서 이용하려는 측정방법은 비모수적인 DEA 모형을 이용하여 효율성을 평가하고자 한다.

3. DEA의 이론적 고찰

3.1 Farrell의 효율성 개념

DEA모형을 이용한 효율성 측정의 기본 논리는 Farrell (1957)이 제시한 효율성 경계를 기준으로 측정되는 기술 효율성(technical efficiency)과 배분효율성(allocative efficiency)에서 찾을 수 있다[3].



<그림2> Farrell의 효율성 개념

Farrell은 두 가지 투입요소 \$X_1, X_2\$와 하나의 산출물을 생산하는 규모수익불변(CRS : Constant Returns to Scale)의 조건에 있는 기업을 예로 들어 <그림2>을 통해 효율성 개념을 설명하였다. 효율적으로 운영되는 기업은 등량곡선(isoquant) \$SS'\$상에 위치하므로 이를 기준으로 상대적 효율성을 측정할 수 있다[5].

기업 \$C\$는 등량곡선 \$S'S'\$상에 있는 기업 \$B\$와 동일한 비율로 투입요소 \$X_1, X_2\$를 결합하여 한 단위의 산출물을 생산한다. 이때 기업 \$B\$는 기업 \$C\$와 비교하여 \$\overline{BC}\$의 거리만큼 투입요소의 사용비율을 \$\overline{BC}\$의 거리만큼 덜 사용하면서도 동일한 산출이 가능하며, 이때 \$\overline{BC}\$의 거리는 기업 \$C\$의 비효율성을 나타낸다.

기업 \$C\$의 기술효율성(technical efficiency)은 \$\frac{OB}{OC}\$로 표현되고 기술적 비효율성은 \$1 - \frac{OB}{OC}\$이다. 이렇게 측정되는 기술효율성은 0과 1사이의 값을 취하게 되며, 등량곡선상에 있는 기업 \$B\$의 효율성은 1이 된다.

만일 등비용곡선(iso-cost curve)이 <그림2>의 \$WW'\$라면 기술효율성과 함께 배분효율성(allocative efficiency)도 측정할 수 있다. <그림 2>에서 기업 \$B\$와 기업 \$D\$는 모두 같은 기술효율성을 갖고 있지만 등량곡선과 등비용곡선이 접하는 점에서 생산하는 기업 \$D\$만이 기술효율성과 배분효율성을 동시에 달성하고 있으며, 기업 \$B\$의 배분적 비효율성은 거리 \$\overline{AB}\$로 측정된다. 이때 기업 \$C\$의 비용 효율성(cost efficiency) 혹은 전체효율성(overall efficiency)은 기술효율성과 배분효율성의 곱으로 나타난다.

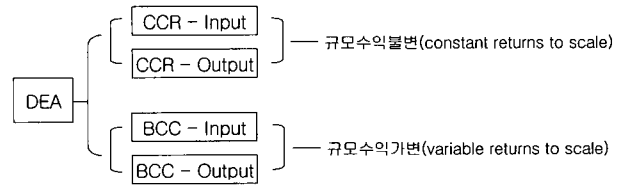
따라서 기업 \$C\$의 효율성은 아래와 같다.

- 기술효율성(technical efficiency) = $\frac{OB}{OC}$

- 배분효율성(allocative efficiency) = $\frac{OA}{OB}$
- 전체효율성(overall efficiency) = 기술효율성 × 배분효율성 = $\frac{OA}{OC}$

3.2 DEA 분류모형

DEA의 분류는 크게 두 가지로 나누어 진다. 규모수익불변(constant returns to scale)하의 CCR모형과 규모수익가변(variable returns to scale)하의 BCC모형으로 나눌 수 있다. CCR모형은 다수의 투입요소와 다수의 산출물 상황에서 기술효율성과 규모효율성을 측정하는 모형이다. 이는 산출극대화 형태를 위해 목적함수의 분모인 투입요소의 가중합을 1로 고정시키는 투입지향 CCR모형과 투입극소화 형태를 위해 목적함수의 분모인 산출요소의 가중합을 1로 고정시키는 산출지향 CCR모형으로 나눌 수 있다.



<그림3> DEA의 측정모형분류

BCC모형은 CCR모형에서 가진 4가지 가정(볼록성, 비효율성, 방사무한성, 최소보외성)중에서 규모수익불변(CRS)을 나타내는 방사무한성의 가정이 규모수익가변(VRS)으로 바뀐다는 것 이외는 같게 표현된다. BCC모형도 마찬가지로, CCR모형에서처럼 똑같은 투입지향 BCC모형과 산출지향 BCC모형으로 나눌 수 있다.

3.3 적용수식모형

본 논문에 사용될 모형은 투입요소의 통제가 가능한 규모수익가변(VRS)하의 투입지향 BCC모형을 적용하고자 하고, 관련된 함수식은 아래와 같다[4].

$$\text{Max. } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{r0} - u_0}{\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{i0}} \quad (\text{식1})$$

subject to.

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{rj} + u_0}{\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij}} \leq 1$$

$$u_r, v_i \geq \epsilon > 0$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

위 (식1)은 투입지향 BCC모형의 최초형태이며, (식2)는 (식1)을 산출극대화 형태로 분모의 투입요소의 가중합을 1로 고정시킨 선형계획모형으로 변환한 식이다.

Max. $\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{r0} - u_0$ (식2)

subject to.

$$\sum_{r=1}^s u_r \cdot y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{ij} + u_0 \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m v_i \cdot x_{j0} = 1$$

$$u_r, v_i \geq \epsilon > 0$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

u_0 는 부호제약을 받지 않는 규모지수를 추가하여 (식3)과 같이 쌍대문제로 전환할 수 있다. 즉, $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ 이라는 제약조건을 통해서 규모효율적인 점을 확장하거나 축소하는 것이 불가능해지고 우리는 (식3)을 통해서 순수기술효율성을 얻을 수 있다.

Min. $h_0 \cdot \theta - \epsilon [\sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^-]$ (식3)

subject to.

$$\theta x_{j0} - s_i^- - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = 0$$

$$- s_r^+ + \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j = y_{r0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$s_i^+, s_i^-, \lambda_j \geq 0$$

- h_0 : DMU₀의 효율치
- x_{ij} : j번째 DMU_j의 i번째 투입요소의 양
- y_{rj} : j번째 DMU_j의 r번째 산출물의 양
- v_i : i번째의 투입요소에 대한 가중치
- u_r : r번째의 산출물에 대한 가중치
- ϵ : non-Archimedean 상수로 0보다 크지만 어떤 양의 수보다 작은 무한수

4. 실증분석

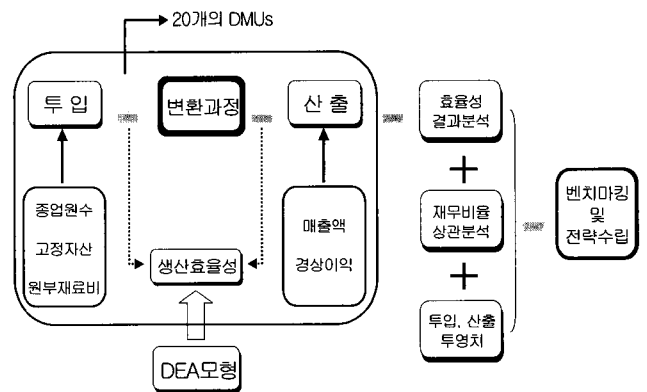
본 논문에서 사용될 투입요소와 산출요소에 대한 정의 및 신뢰성을 검증하고 DEA모형을 적용하여 기업효율성을 분석하며, 분석결과와 재무비율이 우량한 기업간의 상관관계분석을 실시, 상대적인 효율적 기업을 벤치마킹 할 수 있도록 비효율적 기업에 대한 투입요소와 산출물에 대한 투영치 자료를 제시하였다.

평가대상 기업은 제조업을 대표하는 기계조립·운송장비 산업 중 자동차 부품 업체로 선정을 하였으며, 이 중 1998년~2001년도의 평균 재무우량도가 우수한 업체를 (식4)의 공식을 통해 20개로 정하였다[6]. 단, 종업원의 수는 100명에서 1000명사이의 기업들을 선정하였다. DEA를 분석해온 선행연구자들의 경험과 실증분석을 통해 얻어진 (식4)에 의해 DMU의 숫자는 충분하다고 보며, 기업의 외형을 나타내주는 재무비율의 우량도에 따라 효율성도 비례하는지 알기 위해서이다.

DMU의 수 ≥ 2 (투입요소의 수 + 산출요소의 수)(식4)

이러한 결과를 통해 동일한 산업내에서 효율적기업을 통한 벤치마킹이 가능하며 기업간의 경영비효율성의 정도를 파악할 수 있다.

효율성에 대한 측정모형은 투입요소의 통제가 가능한 규모수익가변(VRS)하의 투입지향인 BCC-I 모형을 적용하였다. 자료분석을 위한 Software는 Excel 매크로를 이용한 DEA-Solver라는 프로그램을 사용하였고, 재무우량도와 DEA의 결과의 상관관계 분석을 위해 Minitab Release 13을 이용하였다. 다음 <그림4>은 본 논문의 개념도를 나타낸 그림이다.



<그림4> 연구의 흐름도

4.1 변수의 정의 및 자료수집

제조업의 효율성을 측정하기 위해서 먼저 투입과 산출에 대한 변수를 정의할 필요가 있다. 본 논문에서는 기업이 기본적인 투입요소인 노동·자본·원자재를 투입하여 일정한 Process를 거쳐 매출액이라는 산출물로 결정된다고 정의한다. <그림5> 즉 투입요소의 결합에 의하여 산출물이 결정되면 산출물 수준에 의하여 기업의 효율성을 측정할 수 있으며 효율성의 향상을 통하여 기업가치를 극대화 할 수 있을 것이다.



<그림5> 변수의 정의

먼저 투입요소로는 생산요소인 노동은 임원 및 상시 종업원수 등을 종업원수로 정의하였다. 노동을 인건비로 측정할 수도 있으나 실물단위의 사용이 효율성측정에 더 이상적이라고 판단하였다. 다른 생산요소인 자본은 고정자산의 순액으로 측정하였다. 여기에는 유·무형자산과 투자자산으로 이루어진 고정자산을 고려하였으며, 원자재는 원·부자재의 구입수량으로 측정하여야 하나, 자료이용의 제약상 화폐액인 원·부재료비로 측정하였다[1].

산출변수로는 매출액과 경상이익을 정하였다. 매출액은 기업의 성장성을 나타내는 대용변수이기도 하므로 성장성의 결과가 효율성에 미치는 중요한 변수가 될 것이다. 또한 경상이익은 수익성의 대용변수로 사용하여 수익성의 결과가 효율성에 미치는 영향이 적지 않기 때문에 고려되었다.

위 투입요소와 산출물에 대한 자료수집은 <http://www.bizpark.co.kr>에서 (비)상장 & 코스닥 기업을 참고로 하였으며 1998년~2001년까지 4년 간의 기업현황지표와 재무우량도 지표, 손익계산서 등의 자료를 이용하였으며, 한국자동차공업협동조합 홈페이지(<http://www.kaica.or.kr>)도 참고하였다.

재무우량도 선정기준은 <http://www.bizpark.co.kr>에서 참조를 하였으며, 1998년에서 2001년 사이에 기업이 도산되거나 신생한 기업은 배제하였다. 이를 4년간 평균하여 재무우량도 지표가 우수한 기업의 서열($DMU_1(A)$, $DMU_2(B)$, ..., $DMU_{20}(T)$)로 의사결정단위를 구분하였다.

4.2 DEA를 이용한 효율성 분석결과

효율성에 관한 분석결과 1998년도에는 효율적인 업체는 11개로 나타났으며, 1999년도에는 10개로 분석결과가 나왔다. 효율성의 값이 1이면 효율적이며 참조집합은 그 자신이란 소리이고, 1미만이면 비효율적이라는 이야기이다. 예를 들어 설명하면 1998년도에 DMU_1 의 효율성 값은 0.38이며 참조집합은 DMU_2 , DMU_{16} , DMU_{17} 이며, 이 세 개의 DMU는 투입요소 및 산출물의 배합에 있어 동질성이 크다는 것을 의미한다.

결과적으로 동질적인 배합구조를 갖는 비효율적 DMU의 벤치마킹에 신뢰할 수 있는 목표치를 제공해 줄 수 있다.

또한 효율성 분석을 통해 알 수 있는 사항은 효율성 개선을 위한 대상의 비중을 쉽게 알 수 있다는 장점이 있다. 예를 들어 2001년도 분석결과를 토대로 살펴보면, DMU_8 의 효율성 값은 0.76이다. 이는 참조집합인 DMU_2 , DMU_9 와 비교해 볼 때 종합적으로 76%가 효율적임을 의미하고, 각각 61.21% 와 38.79%의 비중을 알 수가 있으며, 이 잠재가는 각 DMU가 비효율적인 DMU의 효율화에 어느 정도 영향을 미치는지에 대한 구체적인 가중치이다. 이처럼 DMU_8 이 투입요소와 산출물의 배합구조가 유사한 참조집합의 DMU와 비교하여 동일한 효율성을 갖기 위해서는 산출물의 양을 늘리거나 투입요소의 양을 줄여야 한다.

다음 <표2>는 DEA로 분석한 년도별 효율치에 대한 평균값, <표3>은 2001년도에 대한 효율치 자료그리고 <표4>는 년도별 참조집합을 요약하였다.

<표4>의 결과에서 알 수 있듯이 1998년엔 11개의 효율적인 업체가 나타났으나 2000년도엔 6개로 거의 절반 이상이 줄어들었다. 또한 DMU_1 (A업체)의 경우에는 재무우량도가 가장 우수하지만 DEA분석결과에 의하면 효율값들이 30~40% 밖에 되지 않음을 알 수 있고, 그만큼 불필요한 투입을 계속하고 있다는 결론이며, DMU_{17} (Q업체)의 경우에는 1998~1999년엔 효율적인 기업이었지만 2000년도 들어와서 갑자기 효율성이 뚝 떨어지는 현상이 나타남을 알 수 있다.

<표2> 년도별 효율성 평균값

년 도	1998	1999	2000	2001
평균효율성 값	0.82	0.81	0.75	0.72

<표3> 효율성 분석결과(2001)

구분	효율성 값	잠재가
DMU ₁	0.34	$\lambda_2=0.7702, \lambda_6=0.0127, \lambda_{15}=0.2171$
DMU ₂	1.00	$\lambda_2=1$
DMU ₃	0.34	$\lambda_2=0.5128, \lambda_6=0.1293, \lambda_{15}=0.3579$
DMU ₄	1.00	$\lambda_4=1$
DMU ₅	0.63	$\lambda_2=0.5055, \lambda_{11}=0.4955$
DMU ₆	1.00	$\lambda_6=1$
DMU ₇	1.00	$\lambda_7=1$
DMU ₈	0.76	$\lambda_2=0.6121, \lambda_9=0.3879$
DMU ₉	1.00	$\lambda_9=1$
DMU ₁₀	0.27	$\lambda_2=0.7896, \lambda_6=0.1485, \lambda_{15}=0.0619$
DMU ₁₁	1.00	$\lambda_{11}=1$
DMU ₁₂	0.44	$\lambda_2=0.7483, \lambda_6=0.0606, \lambda_{15}=0.1911$
DMU ₁₃	0.71	$\lambda_2=0.5733, \lambda_6=0.0276, \lambda_{15}=0.3991$
DMU ₁₄	0.71	$\lambda_2=0.4621, \lambda_{15}=0.5379$
DMU ₁₅	1.00	$\lambda_{15}=1$
DMU ₁₆	0.98	$\lambda_2=0.2490, \lambda_6=0.1903, \lambda_{15}=0.5607$
DMU ₁₇	0.45	$\lambda_2=0.7067, \lambda_6=0.1176, \lambda_{15}=0.1757$
DMU ₁₈	0.86	$\lambda_2=0.8669, \lambda_6=0.0240, \lambda_{15}=0.1091$
DMU ₁₉	0.58	$\lambda_2=0.9456, \lambda_9=0.0544$
DMU ₂₀	0.39	$\lambda_2=0.8034, \lambda_6=0.1966$

결과에서 보듯이 4년 동안 계속 효율적인 업체로 지정된 곳은 4개업체 즉 DMU₂(B업체), DMU₆(F업체), DMU₇(G업체), DMU₁₁(K업체)만이 유일할 뿐이었다. 그 중에서도 다른업체에 참조된 횟수가 가장 많은 B, F 업체가 벤치마킹의 대상이 될 것이다. 다음 <표5>는 참조된 집합의 횟수를 요약한 표이다.

<표5> 참조집합 횟수

참조된업체	B	F	I	K	D	O	Q	G	C,D	E,R,D
참조 횟수	47	27	16	14	13	10	6	5	4	1

4.3 재무우량도와 DEA결과의 상관관계

본 절은 현재 기업의 외형적으로 대표할만한 재무우량도 수준과 투입지향 BCC모형으로 분석한 결과가 얼마나 관계가 있는지 알아보기 위해 분석하고자 한다. 두 변수간의 관계를 분석하기 위해 귀무가설을 『재무우량도가 우수한 업체는 효율성도 좋을 것이다.』라는 가설을 세워 비모수적인 방법인 순위 상관계수인 스피어맨 순위상관계수를 이용하여 매년도 상관과 평균을 했을

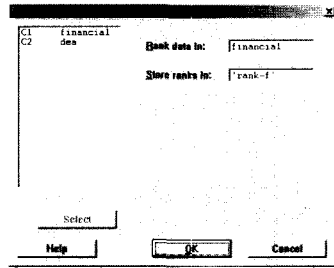
<표4> 년도별 참조집합 요약

업체	1998		1999		2000		2001	
	효율치	참조집합	효율치	참조집합	효율치	참조집합	효율치	참조집합
A	0.38	B,P,Q	0.40	B,F,K,Q	0.32	B,P	0.34	B,F,O
B	1	B	1	B	1	B	1	B
C	1	C	1	C	0.41	B,F,G	0.34	B,F,O
D	1	D	1	D	0.94	B	1	D
E	1	E	0.70	D,F,K	0.90	B,F,K	0.63	B,K
F	1	F	1	F	1	F	1	F
G	1	G	1	G	1	G	1	G
H	0.74	B,I	0.72	B,I	0.75	B,I	0.76	B,I
I	1	I	1	I	1	I	1	I
J	0.53	B,C,F	0.57	F,K,Q	0.44	B,FK	0.27	B,F,O
K	1	K	1	K	1	K	1	K
L	0.33	B,F,P	0.46	B,F,R	0.39	B,F,P	0.44	B,F,O
M	0.61	B,P	0.55	B,P	0.60	B,P	0.71	B,F,O
N	0.59	B,I	0.60	B,I	0.65	B,F,P	0.71	B,F,O
O	0.76	B,I	0.76	B,I	0.88	B,P	1	O
P	1	P	1	P	1	P	0.98	B,F,O
Q	1	Q	1	Q	0.58	B,F,K	0.45	B,F,O
R	0.86	B,C,R	1	R	0.83	B,P	0.86	B,F,O
S	0.55	B,I	0.55	B,I	0.55	B,I	0.58	B,I
T	1	T	0.95	F,K,Q	0.68	B,F,K	0.39	B,F

때의 상관정도를 알아보자. 통계분석 과정은 Minitab Release 13을 이용하여, 유의수준은 5%에서 귀무가설을 검증하였다. 다음은 한 과정의 예와 결과표들이다.

1998년도		
업 체	재무우량도 점 수	DEA 효율값
DMU ₁	83.7	0.38
DMU ₂	87.1	1.00
DMU ₃	83.1	1.00
DMU ₄	89.7	1.00
DMU ₅	78	1.00
DMU ₆	79.2	1.00
DMU ₇	77.6	1.00
DMU ₈	81.5	0.74
DMU ₉	76.7	1.00
DMU ₁₀	70.5	0.53
DMU ₁₁	69.8	1.00
DMU ₁₂	67.5	0.33
DMU ₁₃	63.9	0.61
DMU ₁₄	78.6	0.59
DMU ₁₅	81.7	0.76
DMU ₁₆	59.3	1.00
DMU ₁₇	67.3	1.00
DMU ₁₈	62.7	0.86
DMU ₁₉	68.1	0.55
DMU ₂₀	67.5	1.00

순위화



<표6> 상관계수의 검정결과

년 도	순위 상관계수 검정 결과
1998	Pearson correlation of 재무우량도순위 and DEA순위 = 0.079 P-Value = 0.740
1999	Pearson correlation of 재무우량도순위 and DEA순위 = -0.020 P-Value = 0.934
2000	Pearson correlation of 재무우량도순위 and DEA순위 = 0.130 P-Value = 0.586
2001	Pearson correlation of 재무우량도순위 and DEA순위 = 0.209 P-Value = 0.376
평 균	Pearson correlation of 재무우량도순위 and DEA순위 = 0.142 P-Value = 0.551

단, 순위화시 점수와 효율치가 높은 업체에 높은 순위를 주었다. 단, 부호는 양, 음의 관계로 기울기방향만 나타낼 뿐이다.

결과를 해석하면 1998년도의 경우 표본상관계수 $r=0.079$ 라는 것은 재무우량도순위와 DEA결과순위간에 선형관계의 정도가 약 7.9%정도라는 것을 의미하며, 모 상관계수 검정통계량의 확률값은 0.740으로 유의수준인 0.05보다 매우 높은 수치이므로 『재무우량도가 우수한 업체는 효율성도 좋을 것이다.』 라는 귀무가설은 기각되어 재무우량도가 우수하다고해서 효율성도 좋다고 할 수 없다는 결론을 말하고 있다. 2001년도 자료에서도 마찬가지로의 결론을 얻을 수 있으며, 단지 약 21%정도로 상관관계가 높아졌다는 사실만 알 수 있을 뿐이다.

4.4 투입, 산출의 투영치분석

비효율적인 DMU는 투입요소, 산출물과 관련된 여유

<그림6> 미니탭으로 순위화 과정

<표7> 투입요소에 대한 초과분(2001)

구 분	종업원수 (명)			고정자산(백만)			원,부재료비(백만)		
	Score data	Projection	Difference	Score data	Projection	Difference	Score data	Projection	Difference
DMU ₁	372	125.43	-246.57	34220	7307.37	-26912.63	2733	921.47	-1811.53
DMU ₃	600	203.90	-396.10	45946	12696.48	-33249.52	4432	1506.16	-2925.84
DMU ₅	230	114.96	-115.04	12104	7589.62	-4514.38	203	127.29	-75.71
DMU ₈	140	106.12	-33.88	20179	6125.77	-14053.23	877	183.43	-693.57
DMU ₁₀	777	205.95	-571.05	90064	12278.68	-77785.32	1876	497.25	-1378.75
DMU ₁₂	355	154.81	-200.19	28540	9178.64	-19361.36	1998	871.31	-1126.69
DMU ₁₃	200	141.03	-58.97	12600	8665.97	-3934.03	2218	1564.03	-653.97
DMU ₁₄	180	128.29	-51.71	13430	8092.15	-5337.85	7248	2021.60	-5226.40
DMU ₁₆	255	249.33	-5.67	45693	16041.96	-29651.04	2311	2259.57	-51.43
DMU ₁₇	420	190.30	-229.70	60868	11468.09	-49399.91	1910	865.40	-1044.60
DMU ₁₈	150	128.88	-21.12	14206	7331.88	-6874.12	648	556.77	-91.23
DMU ₁₉	190	109.46	-80.54	10289	5927.35	-4361.65	1617	162.43	-1454.57
DMU ₂₀	700	234.28	-465.72	101759	14013.70	-87745.30	835	323.00	-512.00

단, Score data : 투입요소의 원본데이터.

Difference : 음의 부호는 감소시켜야할 투입요소의 초과분이다.

변수 및 참조집합이 제공하는 가중치의 결합을 통해 비효율성의 정도를 투영(projection)할 수 있으며, 효율적인 DMU로 개선하기 위해서 감소시켜야할 투입요소의 초과분 <표7>과 증가시켜야할 산출물의 부족분은 <표8>과 같다. 지면 제약상 2011년도에 대한 자료만 제시하였다.

<표7>에 의하면 DMU_{10} 의 경우에 총 종업원 수의 73.49%인 571명 정도, 고정자산의 83.67%인 77,785백만원, 원·부재료비의 73.49%인 1,379백만원 만큼씩 이업의 경영자원이 초과투입 되었다는 사실을 알 수 있다. 특히 다른 업체들과 비교하였을 때는 투입자원 모든 부문에서 과잉투입이 심각하다는 것을 알 수 있다.

<표8>에서는 산출물에 대한 부족량을 나타내고 있는데 경상이익에서 347.33%인 11,354백만원이 과소산출되고 있음을 알 수 있다. 한편 DMU_5 , DMU_{19} 는 매출액에서 각각 0.41%, 57.02%가 과소산출에 문제가 있음을 파악할 수 있다.

따라서 이러한 투입과 산출에 대한 투영치 분석은 이며 DEA 결과에서 나타나는 자료를 좀더 구체적으로 수치화 함으로써 목표설정에 유익한 정보를 제공하는데 그 의의가 있다고 하겠다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 제조업을 대표하는 기계조립·운송장비산업 중 자동차 부품업체를 중심으로 연구를 진행하였고, 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 기존의 효율성분석방법과는 다른 DEA모형을 이

용해서 제조기업의 경영효율성을 측정하였다. 참조집합이란 개념을 통해 상대적인 대상을 선정하고 비효율적인 경영을 벤치마킹 할 수 있다.

둘째, 1998년부터 2001년도까지 재무우량도가 우수한 20개의 업체를 선발하여 분석을 실시하여 단기간이 아닌 다년간 시계열 자료지표를 제공함으로써 분석결과에 대한 공정성과 형평성을 주었다.

셋째, 재무우량도가 높다고 하여 모두 효율적이지 않음을 밝혔고, DEA결과치와의 Spearman 순위상관관계 검증은 거쳐 확인하였다.

넷째, 비효율적인 기업들이 경영자원을 어떻게 배분하고 조정해야 하는지에 관한 구체적인 방안을 제시하였다. DEA모형에서 산출한 효율치와 투영치를 통해 비효율성 정도를 구체적으로 파악한 후 해당 자원이 초과투입되었는지, 부족한지를 확인하여 효율적인 자원관리의 기업의 경영효율화에 도움을 줄 수 있다.

제조기업의 경영효율성 평가에 DEA방법을 응용하여 꼭 재무우량도가 높다고 효율적인 경영을 하고 있지 않다는 것을 밝혔으며, 모든 산업의 기업들이 이런 비능률을 제거하고 그 재무비율에 맞는 기업을 갖출 때 경쟁력을 갖추게 될 것이며, 본 연구가 각 기업들이 벤치마킹과 경영전략수립에 있어 실증적인 좋은 자료가 될 것으로 생각된다.

본 연구의 한계점은 DMU들간의 상대적인 효율성을 측정하고 이를 평가하는 모형이므로 개선의 여지가 없는 절대적 효율성으로 간주해서는 안 된다는 점과 DEA 특성상 투입요소와 산출물의 변수선정에 그 결과가 많이 좌우된다. 그러므로 여러 가지 변수들을 고려하여 다르게 분석하는 것도 필요하다.

<표8> 산출물에 대한 부족분(2001)

구 분	매 출 액 (백만)			경 상 이 익 (백만)		
	Score data	Projection	Difference	Score data	Projection	Difference
DMU_1	57059	57059	0	11854	14945.14	3091.14
DMU_3	106521	106521	0	13457	15149.24	1692.24
DMU_5	28888	29007.67	119.67	4717	8139.86	3422.86
DMU_8	33794	33794	0	9193	9374.08	181.08
DMU_{10}	106120	106120	0	3269	14623.10	11354.10
DMU_{12}	75136	75136	0	6831	14881.92	8050.92
DMU_{13}	67764	67764	0	2116	15258.83	13142.83
DMU_{14}	60645	60645	0	5052	15512.40	10460.40
DMU_{16}	135835	135835	0	9764	15482.72	5718.72
DMU_{17}	97055	97055	0	13648	14833.95	1185.95
DMU_{18}	58593	58593	0	2546	14751.52	12205.52
DMU_{19}	28352	44518.61	16166.61	1344	13840.81	12496.81
DMU_{20}	123336	123336	0	11012	14496.83	3484.83

추후 연구과제는 기존의 측정방법과의 연대 모색을 통해 서로 비교분석하며 종합적으로 기업에서 의사결정에 사용할 방법은 없는지를 연구할 필요가 있으며, 기업 특색이나 문화, 기술력등 정성적인 부분에 대해서는 평가하기가 곤란하였는데 이를 정량화하는 방법을 연구하여 투입과 산출자료의 지표로 이용해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 송동섭, 김재준, “DEA모형을 이용한 제조업의 효율성 분석에 관한 연구”, 한국회계정보학회, pp.127~152, 2000.
- [2] 유승민, 이인찬, “한국제조업의 기술적 효율성 : 산업별 기술적 효율성”, 한국개발연구원, 1990.
- [3] 임동진, 김상호, “DEA를 통한 지방정부의 생산성 측정-인력·재정과 공공서비스관계를 중심으로-”, 한국행정학회, 한국행정학보, 34(4), pp.217~234, 2000.
- [4] Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W., “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in DEA”, *Management Science*,30(9), pp.1078~1092, 1984.
- [5] Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E., “Measuring the efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, pp.429~444, 1978.
- [6] Fitzsimmons, J.A., Fitzsimmons, M.J., “Service Management : Operations, Strategy and Information Technology, 2nd edition”, *International Journal of Service Industry Management*, 10(2), 1999.
- [7] Kurosawa, K., “Productivity Measurement & Management at the Company Level, The Japanese Experience”, *Elsevier*, pp.495, 1991.
- [8] Lovell, C.A. Knox, “Production Frontiers and Productive Efficiency”, Oxford University Press, pp.3~67, 1993.