

IMF전후의 중소기업의 경영효율성 분석*

이 참 수

강릉대학교 회계학과 교수

.....
효율성 측정은 일반적으로 상장기업을 중심으로 이루어지고 있으며, 중소기업을 중심으로 한 효율성 연구는 미비하다. 따라서 중소기업의 경쟁력을 강화하기 위해서는 우선 중소기업의 현실을 파악할 필요가 있으며, 이를 위해 본 연구에서는 중소기업의 효율성을 측정하여 경쟁력 강화의 기본 자료로 이용되기를 바라는 측면에서 연구되었다.

효율성 측정은 비율분석이나 회귀분석을 통하여 일반적으로 이루어지고 있으나, 본 연구에서는 이러한 분석방법을 이용하지 않고 DEA(data envelopment analysis)모형이라는 새로운 측정수단을 이용하여 효율성을 측정하였다.

국내 상장 중소기업업을 중심으로 1996년부터 1999년까지의 패널자료를 이용하여 IMF전후의 비효율성을 측정하였다.

연구결과에 의하면 상대적 평균효율치는 도매 및 상품중개업이 68.99%, 영상·음향 및 통신장비 제조업이 60.58%, 음식료품제조업이 91.05%, 자동차 및 트레일러제조업이 85.80%, 제1차금속산업이 88.96%, 펄프·종이 및 종이제품제조업이 96.53%, 화합물 및 화학제품제조업이 78.67%로 나타났다.

DEA모형은 서비스 및 비영리단체에서 주로 사용되어 온 효율성 평가방법이나 이를 중소기업에 처음 적용해 보았으며, 추가적으로 IMF 이전과 이후시점의 효율성을 수치적으로 비교하여 우리나라 중소기업의 경영효율성을 파악하게 해주었다.

I. 서 론

국가경쟁력의 기반산업이라고 할 수 있는 제조업은 IMF의 구제금융시기를 거치면서 정부의 국내산업 보호완화조치와 함께 기술 개발을 통한 경쟁력 확보를 위한 노력을 경주하고 있다. 이제는 세계화된 환경하에서 국내 경쟁관계에 있는 기업들과의 제한된

경쟁은 낙오될 수밖에 없다. 그러므로, 보다 경쟁력 있는 초일류 기업으로 생존하기 위해서는 기술개발과 합리적인 경영의사결정이 이루어 져야 하며, 기업의 가치를 증대시킬 수 있는 기업내의 비능률을 제거하는 것이 중요하게 되었다.

스위스의 IMD보고서에 의하면 1999년 현재 우리나라의 국가경쟁력은 세계 47개국중

※ 이 논문은 2000년도 강릉대학교 교수연구년연구 지원에 의하여 수행되었음.

38위 수준에 머무르고 있다. 이러한 수준은 태국, 중국, 필리핀 등 아시아 제국가들보다 뒤떨어진 수준이다. 국가경쟁력 추이 부문에서도 95년 26위에서 99년 38위 수준으로의 하락해 새로운 국가경쟁력 강화가 필요하다는 것을 제시해 주고 있다. 특히 기업 경영부문에서의 경쟁력은 47개국중 42위를 차지하고 있어 제조업의 경영효율성 제고의 필요성은 더욱 강조되고 있다.

IMF 구제금융의 시기를 거치면서 기업의 경쟁력을 강화하기 위한 많은 노력을 기울여 왔으며, 이러한 노력의 결과는 기업의 경쟁력을 강화시켜 초일류기업으로 성장하기 위한 기틀을 마련했다고 볼 수 있다. 이에 본 연구에서는 IMF 구제금융 전후의 경영효율성 정도를 수치적으로 측정하여 현재 우리나라 중소기업의 현실을 파악하고 기업의 경쟁력을 강화하는데 필요한 기초자료로 제공하고자 하였다.

경영효율성에 대한 기존 연구들은 주로 단일 측정치를 이용하여 효율성을 분석하였는데 본 연구는 종합측정치로서 경영효율성을 분석하고자 한다. 즉, 현행 제조업에 대한 경영효율성 측정방법에는 비율분석법, 회귀분석법 등이 있으나, 이들은 기업의 효율성을 평가하는데 있어서 단일변수간의 상호관계만을 부분적으로 반영할 뿐이다. 따라서 본 연구는 중소기업의 효율성을 이들과는 다른 종합적 측정치를 이용해 측정한다는 점에 있다.

본 연구는 중소기업의 경영비효율성을

측정하고, 그 결과로써 중소기업의 경쟁력을 강화하기 위한 기초자료를 제공하는데 있다. 이에 따른 중소기업의 비효율성을 1996~1999년간 중소기업의 재무변수를 이용해 비모수적 접근방법인 DEA(data envelopment analysis)접근법을 이용하여 측정한다.

II. 이론적 배경

1. 경영효율성의 현황

과거 계획경제에서 오늘날 IMF 구제금융에 이르기까지 우리나라 제조업은 외형위주의 성장전략을 추구하여 경영효율성에 있어서는 선진국에 비하여 크게 낙후되어 있다. 우리나라 대부분의 기업들은 그동안 정부로부터 정책금융을 통해 재정적 혜택을 받음으로써 기술개발을 통한 고부가가치 창출활동과 경영효율성의 향상을 통한 경쟁력 제고의 필요성을 소홀히 하였다. 이러한 경영효율성의 상대적 낙후는 국가별 산업생산지수에서 찾아 볼 수 있다.

<표 2-1>에 의하면, 우리나라의 평균생산지수는 95.02로써 대만의 117.08보다 낮게 나타나고 있다. 아시아의 주요 경쟁 상대국인 대만의 경우보다 산업생산지수가 낮다는 것은 기업의 경쟁력이 매우 낙후되어 있음을 보여준다.

<표 2-2>의 제조업의 주요 경영지표 추이에서 나타나듯이, 6년간 평균 노동생산성

〈표 2-1〉 주요 국가별 산업생산지수(제조업)

(단위 : %)

연도 \ 국가	한국	미국	영국	일본	캐나다	프랑스	독일	대만
1992	77.1	101.1	97	95.6	96.9	97.6	98.6	104.5
1993	80.5	104.6	99.1	91.2	101.3	93.9	92.1	108.3
1994	89.3	110.3	104.5	91.8	107.8	97.4	95.9	115.6
1995	100	115.7	106.7	94.9	112.8	99	96.6	120.5
1996	108.7	119.8	107.9	97.7	114.3	100	96.2	122.3
1997	114.5	125.7	109.4	101.9	120.3	103	98.9	131.3
평균생산지수	95.02	112.87	104.10	95.52	108.90	98.48	96.38	117.08

자료 : 산업생산통계(통계청, 1998년)

상회하지 못하는 것은 고부가가치 창출활동을 통한 경영효율성을 개선시키지 못했기 때문이다.

<표 2-3>은 <표 2-2>의 내용을 포함하고 있다. 즉, 인적자원 부문에서 보다 기업 경영 부문에서 경쟁력이 더 떨어지고 있다.

증가율이 12.24%인데 반하여 평균 부가가치증가율은 11.09%가 증가했다. 따라서 노동생산성이 상대적으로 많이 증가했음에도 불구하고 부가가치증가율이 노동생산성을 기업경영 부문별로 살펴보면, 경영관리자들의 혁신기업가정신이 세계 47개국중 46

〈표 2-2〉 제조업 주요 경영지표 추이

(단위 : %)

경영지표 \ 연도	1992	1993	1994	1995	1996	1997	평균
노동생산성증가율	18.41	11.76	10.66	20.04	6.02	6.54	12.24
부가가치증가율	13.5	9.14	17.51	20.26	5.15	0.99	11.09

자료 : 재무분석(한국산업은행, 1998년)

〈표 2-3〉 IMD보고서의 기업경영 및 인적자원부문 변화추이

(단위 : 순위)

구분 \ 연도	1995	1996	1997	1998	1999
기업경영	27	28	26	34	42
인적자원	21	21	22	22	31

주 : 47개국을 기준으로 함.

위, 국내경영진의 국제업무경영진보다 업무 능력 평가에서도 46위, 노사관계 대립적인 측면에서도 46위를 차지하고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 우리나라 제조업은 선진국뿐 아니라 경쟁 상대국에 비해서도 산업생산능력이 떨어져 있으며, IMD보고서의 기업경영 부문에서도 경쟁력이 낙후되어 있다는 것이 판명되었다. 이러한 경쟁력의 낙후성은 복합적인 원인에 기인하지만 경영효율성과는 무관하지 않음을 알 수 있다. 이러한 원인은 이윤중심의 기업목표보다 외형위주의 성장전략을 목표로 하여 기업경영을 하였다는 의미이기도 하다. 따라서 기업의 경쟁력을 제고하고 외형 성장보다 질적성장 중심의 경영이 시도될 때 기업의 경쟁력은 강화되며 기업의 효율성도 제고될 수 있을 것이다.

2. 경영효율성 측정방법

경영효율성을 측정하는 방법에는 모수적 방법과 비모수적 방법이 있다. 모수적 방법은 일정한 함수의 형태를 가정하며, 비모수적 방법은 함수의 형태를 가정하지 않는다. 비모수적 방법의 대표적인 측정방법이 DEA (data envelopment analysis) 모형이며, 모수적인 측정방법은 EFA(econometric frontier analysis) 모형, DFA(distribution-free analysis) 모형, TFA(thick frontier analysis) 모형 등이 있다. 이들 접근법에 대한 내용을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, DEA 접근법은 모든 잔차가 비효율성이라고 간주하고 임의 오차(random error)

가 전혀 없다고 가정하는 방법이다. 선형계획법(linear programming)을 이용하여 최소 선형경계에 있는 기업들을 효율적인 기업으로 추정하고, 다른 비효율적인 기업들의 경계와 비교하여 X-비효율성을 측정하는 방법이다. DEA 접근법은 Rangan, Grabowski와 Pasurka(1988), Aly, Grabowski, Pasurka와 Rangan(1990), Ferrier, Grosskopf, Hayes와 Yaisawarng(1991) 등에 의해 적용되었다.

둘째, TFA 접근법은 표본기업들을 최저사분면(하위 25%)과 최고사분면(상위 25%)으로 나누고 최저 또는 최고사분면의 예측비용으로부터 벗어나는 편차를 임의의 오차로 나타내고, 사분면간 예측비용의 최고와 최저의 차이를 비효율성 잔차로 간주한다. TFA 접근법은 Berger와 Humphrey(1991) 등에 의해 적용되었다.

셋째, EFA 접근법은 비효율성은 효율적인 비용표면과 비대칭적인 반정규분포를 따르고 임의의 오차는 대칭적인 정규분포를 따른다고 가정하고 잔차를 분석하는 방법이다. EFA 접근법은 Ferrier and Lovel(1990), Timme와 Yang(1991) 등에 의해 적용되었다.

넷째, DFA 접근법은 시간이 경과함에 따라 비효율성은 일정하게 존재하는 반면에 임의의 오차는 장기간에 걸쳐 평균적으로 0에 수렴한다는 가정하에 비효율성을 측정하는 방법이다. DFA 접근법은 Berger(1991, 1993), Bauer et al.(1993) 등에 의해 적용되었다.

본 연구에서는 이중 DEA 모형을 이용하여 경영효율성을 측정하고자 한다.

3. DEA모형

(1) DEA 모형의 정의

기존의 기업의 효율성을 측정하는 것으로 비율분석·회귀분석 등이 있다. 그러나 비율분석은 분석자의 경험에 의존하고, 단기적인 단일지표를 이용하여 기업을 평가하므로 객관성이 결여되고, 보다 장기적인 기업의 사결정에 큰 도움을 주지 못했으며, 회귀분석은 관측치들의 평균 회귀식을 도출하여 기업을 평가하였으나 개별기업에 대한 비효율성을 정확히 구분해 내지 못하였다.

따라서 비율분석과 회귀분석에 의한 기업의 효율성측정의 단점을 보완하고자 하는 모형이 DEA(data envelopment analysis)이다. DEA는 단일투입물과 단일산출물에 관한 전통적인 공학과학적 비율접근법(classical engineering-science ratio approach)를 다수투입물과 다수산출물로 일반화한 것으로 이는 Farrell(1957)의 분석방법을 응용한 생산기술이다.(Charnes, Cooper, Rhodes, 1978a, 1979).

DEA는 투입과 산출에 관련된 모든 요소를 동시에 고려하여 투입요소들에 대하여 최대산출물을 생산하는 집단과 비교하여 그 외 집단의 효율성을 상대적으로 측정하는 방법이다(Charnes, Cooper, Huang, Sun, 1990).¹⁾ 모수적 접근법과는 달리 DEA는 투입과 산출물간의 함수적 형태에 대하여 어떠한 가정도 요구하지 않으며 단지 생산가능집합(production possibility set)의 볼록성

(convexity)만 가정할 뿐이다(Banker, Conrad, Strauss, 1986).²⁾

모든 DMU(decision making unit)가 효율적 경계면(efficiency frontier)의 위나 아래에 존재한다는 제약조건하에서 특정한 DMU의 효율성은 다른 모든 DMU와 비교한 상대적인 크기로 나타난다. 그러므로 DEA는 회귀분석법의 중앙집중성(central tendency) 보다는 경계면(frontier)에 직접적으로 관련되어 있다(Seiford, Thrall, 1990).³⁾

예를 들어, <그림 1>에서와 같이 단일투입물과 단일산출물을 가진 3개의 DMU가 있다고 하자. P₁과 P₂의 DMU는 주어진 투입물에서 최대의 산출물을 달성하는 반면 P₃는 X₃ 투입물에서 얻을 수 있는 산출물수준보다 낮은 산출물을 갖는다. P₁의 효율성을 평가하기 위한 식은 다음과 같다.

$$\text{Max. } h_0 = \frac{U \cdot Y_1}{V \cdot X_1}$$

s.t.

$$U \cdot Y_1 / V \cdot X_1 \leq 1$$

$$U \cdot Y_2 / V \cdot X_2 \leq 1$$

$$U \cdot Y_3 / V \cdot X_3 \leq 1$$

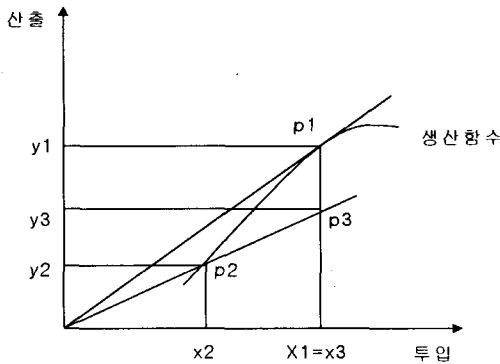
$$U, V > 0$$

2) Banker, R.D., R.F. Conrad, R.P. Strauss, A Comparative Application of Data Envelopment Analysis and Translog Method: An Illustrative Study of Hospital Production, Management Science Vol. 32(1), 1986, pp. 30-1.

3) Seiford, L.M., R.M. Thrall, Recent Development in DEA, The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis, Journal of Econometrics Vol. 46, 1990, p.8.

1) Charnes, A., W.W. Cooper, Z.M. Hung, D.B. Sun, Polyhedral Cone-Ratio DEA Models with An Illustrative Application to Large Commercial Banks, Journal of Econometrics Vol.46. 1990, pp. 73-4.

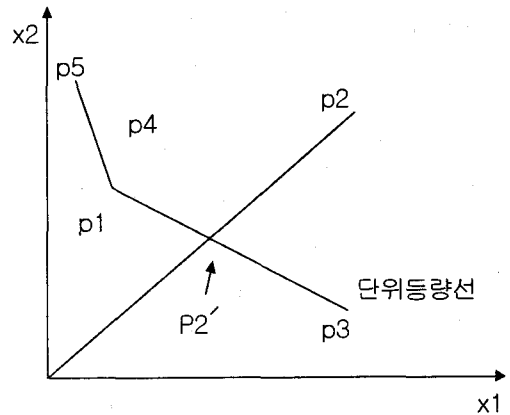
원점에서 P_1 에 그은 선은 P_2 와 P_3 를 통과하는 선보다 위에 있는데 이것이 바로 P_1 의 DMU가 효율적이고 P_2 와 P_3 의 DMU는 비효율적이라는 것을 의미한다(Banker, Charnes, Cooper, 1984).



〈그림 1〉 생산함수와 효율성

위의 결과는 P_2 와 P_3 의 DMU가 똑같이 비효율적이라는 점을 보여주며 이것이 바로 DEA의 독특한 특성을 의미한다. DEA는 효율적인 DMU의 구분적(piecewise)인 선3형결합으로 효율적인 DMU와 비효율적인 DMU를 결정하는데 <그림 2>는 DEA모형에서 효율성을 판단하는 근거를 잘 보여주고 있다(Charnes, Cooper, Rhodes, 1981).⁴⁾ 산출물 한 단위를 생산하는 두 가지 투입물(X_1 , X_2)의 5가지 조합이 있다고 가정하자. <그림 2>에서 굵은 선은 단위등량선(unit

isoquant)을 의미한다. P_1 , P_3 , P_5 는 단위등량선상의 점이고 효율적인 값을 갖는다는 것을 의미한다. P_2 , P_4 는 단위등량선밖에 위치하고 있는데 이 점은 P_1 , P_3 보다 비효율적임을 보여준다. P_2 가 효율적인 값을 갖기 위하여 P_2' 점으로 이동하면 된다.



〈그림 2〉 등량선과 효율성

(2) DEA모형의 특성

모범 사례 프론티어(best-practice frontier)나 개별 DMU의 최적성을 도출하는 DEA의 출현은 자료의 분석과 조직화에 새로운 방법을 제공하였다.

첫째, 모집단 평균이 아니라 개별적인 관찰치에 초점을 맞추고 있다.

둘째, 개별 DMU에 대해서 통합된 하나의 측정치를 나타낸다. 즉, 투입된 요소를 활용하여 이상적인 산출물을 생산한다.

셋째, 측정 단위가 다른 다수의 투입과 산출에 대해서도 동시에 활용이 가능하다.

넷째, 외생 변수에 대해서도 조정할 수 있다.

4) Charnes A., W.W.Cooper, E.Rhodes, Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through, Management Science Vol. 27(6), 1981, pp.671-5.

다섯째, 범주형 변수도 함께 적용할 수 있다.

여섯째, 가치를 고려하지 않으므로(value free) 투입 및 산출물의 가격이나 가중치에 대한 사전적인 지식을 요구하지 않는다.

일곱째, 생산관계의 함수형태에 대해서 특별한 제약을 가지지 않는다.

여덟째, 필요하다면 판단을 고려할 수 있다.

아홉째, 효율적 프론티어 아래에 있는 DMUs들을 효율적 프론티어 상에 나타나게 하는데 있어서 투입과 산출량을 적절하게 조절하기 위한 특정 추정치를 계산할 수 있다.

열째, 파레토 효율적이다.

열한째, 프론티어의 중심극한 이론보다는 모범사례 프론티어(revealed best-practice frontiers)에 초점을 맞추고 있다.

열둘째, 개별 DMU에 대한 상대적인 평가에서 엄격한 공평성 기준을 만족한다.

(3) DEA모형

일반적으로 DEA 모형은 CCR모형, BCC 모형, 가산모형, 승수모형으로 구분할 수 있다. 이를 자세히 설명하면 아래와 같다.

1) CCR모형(1978)

Farrell(1957)의 분석방법을 응용하여 다수투입물과 다수산출물로 일반화한 모형으로 이 모형은 실제열량과 최대발생가능열량의 비율로 표시되는 효율성 지표로부터 유도되는데 부분계획법을 선형모형으로 변형하면 CCR모형을 유도할 수 있다. Charnes, Cooper, Rhodes (1978a, 1979)에 의해 유도된 CCR모형은 부분선형계획법(fractional

linear programming)을 이용하여 효율성을 측정하고 있으며, 효율성의 조건은 $\theta=1$ 이고 모든 여유변수의 값이 0임을 가정한다.

평가대상 DMU0의 최대값을 h_0 라 하면, 다음 식(1)과 같이 표시된다.

$$Max. h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{r0}}{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{i0}} \quad (1)$$

s.t.

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{ij}} \leq 1, \text{ for } j=1,2,\dots,n,$$

$$U_r \geq 0, \text{ for } r=1,2,\dots,s,$$

$$V_i \geq 0, \text{ for } i=1,2,\dots,m.$$

여기서, h_0 : DMU0의 효율성 값

X_{ij} : j번째 DMU가 사용한 i번째 투입물의 양(관찰값)

Y_{rj} : j번째 DMU가 생산한 r번째 산출물의 양(관찰값)

U_r, V_i : 참조집합에 의한 산출물과 투입물의 가중치

DEA모형은 선형함수를 가정하고 있으므로 식(1)의 비선형(non-linear)·비볼록(nonconvex)을 선형으로 변환하여야 한다. 변환식은 CCR(1978)이 이용한 부분계획법(fractional programming)을 이용하여 선형 계획문제로 변환할 수 있다.

우선, 식(1)의 투입물 가중합이 1이 되게 제약하고, 산출물의 합이 최대가 되게 한다.

$$Max. h_0 = \sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{r0} \quad (2)$$

s.t.

$$\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{ij} \leq 0, \text{ for } j=1,2,\dots,n,$$

$$\sum_{i=1}^m V_i \cdot Y_{i0} = 1$$

$$U_r \geq 0, \text{ for } r=1,2,\dots,s,$$

$$V_i \geq 0, \text{ for } i=1,2,\dots,m.$$

다음으로, 산출물의 가중합이 1이 되게 제약하고, 투입물을 최소화되게 한다.

$$Min. f_0 = \sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{i0} \quad (3)$$

s.t.

$$- \sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{rj} + \sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{ij} \geq 0, \text{ for } j=1,2,\dots,n,$$

$$\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{r0} = 1$$

$$U_r \geq 0, \text{ for } r=1,2,\dots,s,$$

$$V_i \geq 0, \text{ for } i=1,2,\dots,m.$$

식(3)은 전형적인 선형문제이므로 이를 이용하여 쌍대성(duality)을 갖는 식으로 전환하면 식(4)와 같다.

$$Min. h_0 = \theta - \varepsilon \left[\sum_{i=1}^m S_i^- - \sum_{r=1}^s S_r^+ \right] \quad (4)$$

s.t.

$$\theta X_{j0} - S_i^- - \sum_{j=1}^n X_{ij} \cdot \lambda_j = 0, \text{ for } j=1,2,\dots,n,$$

$$- S_r^+ + \sum_{j=1}^n Y_{rj} \cdot \lambda_j = Y_{r0}, \text{ for } r=1,2,\dots,s,$$

$$S_i^-, S_r^+, \lambda_j \geq 0, \text{ for } i=1,2,\dots,s.$$

식(4)의 ε 는 Non-Archimedean 상수로 본 논문에서는 10^{-7} 을 이용하였다.

2) BCC모형(1984)

CCR(1978)모형에서는 방사규모의 경제(ray scale economies)를 배제했으나, Banker, Charnes, Cooper의 모형(이하, BCC모형)에서는 방사규모의 경제를 고려하고 있다. 이 모형은 $\sum \lambda_j = 1$ 이라는 조건만 첨가된 모형으로 이 조건은 피평가단위는 실제의 관측치와 그들에 의해서 구성이 되는 블록결합에 의해서만 평가되어야 한다는 것을 암시한다. 따라서 블록집합을 벗어난 점은 비교대상에서 제외된다.⁵⁾ 최적성 조건은 $\theta=1$ 이고 모든 여유변수의 값=0이다. 이 모형에서의 θ 의 값은 측정단위에 따라서 그 크기가 변동하므로 규모의 경제(비경제)에 대한 절대액은 말할 수 없고 단지 규모의 경제(비경제)여부에 대해서만 언급할 수 있다. 따라서 방사규모의 경제를 나타내는 식은 다음의 식(5)와 같다.

$$Max. h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{r0} - U_0}{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{i0}} \quad (5)$$

s.t.

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{rj} - U_0}{\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{ij}} \leq 1, \text{ } j=1,2,\dots,n,$$

$$U_r \geq 0, \text{ } r=1,2,\dots,s,$$

$$V_i \geq 0, \text{ } i=1,2,\dots,m.$$

U_0 : 규모에 대한 수확체감지표

식(5)를 선형계획법으로 변환하면 식(6)과 같다.

5) 경험적 생산가능집합상에서만 효율성을 측정하고자 하는 모형임.

$$Max. h_0 = \sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{r0} - U_0 \quad (6)$$

s.t.

$$\sum_{r=1}^s U_r \cdot Y_{r0} - \sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{i0} - U_0 \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^m V_i \cdot X_{i0} = 1$$

$$U_r \geq 0, r=1, 2, \dots, s,$$

$$V_i \geq 0, i=1, 2, \dots, m.$$

식(6)을 이용하여 쌍대성(duality)을 갖는 식으로 전환하면 식(7)과 같다.

$$Min. h_0 = \theta - \varepsilon \left[\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right] \quad (7)$$

s.t.

$$\theta X_{i0} - S_i^- - \sum_{j=1}^n X_{ij} \cdot \lambda_j = 0$$

$$-S_r^+ + \sum_{j=1}^n Y_{rj} \cdot \lambda_j = Y_{r0}$$

$$S_i^-, S_r^+, \lambda_j \geq 0$$

3) 가산모형(1985)

Charnes, Cooper, Golany, Seiford, Stutz가 제시한 모형으로 식(8)과 같다.

$$Max \left[\sum_{i=1}^m S_{i0} / X_{i0} + \sum_{r=1}^s S_{r0} / Y_{r0} \right] \quad (8)$$

s.t.

$$X_{i0} = \sum_{j=1}^n X_{ij} \cdot \lambda_j + S_i^-$$

$$Y_{r0} = \sum_{j=1}^n Y_{rj} \cdot \lambda_j - S_r^+$$

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

$$(단, i=1, 2, \dots, m, r=1, 2, \dots, s, \lambda_j \geq 0, S_r \geq 0, s_i \geq 0)$$

이 모형에서는 ε 값 등이 도입되지 않고 s.t.

최적화의 조건은 여유변수 합이 최대치가 0이 되는 것이다. 원점으로부터 특정단위에 이르는 거리의 비에 의해서가 아니라 특정의 피평가 단위로부터 효율적인 곡면에 이르는 거리를 최소화해주는 거리의 합에 의해서 효율적으로 측정된다. 이 모형은 흔히 여유변수의 값을 각 투입·산출물의 절대값으로 나누어 단위에 무관(unit invariant)한 효율성 지표를 구하는 식이다.

4) 승수모형(1983)

구분적 선형포락(piecewise linear envelopment)이 대부분의 DEA 모형 등에 의해서 제공되었던 것과는 대조적으로 승수 DEA 모형은 구분적 로그선형 또는 콥-더글러스 포락(Cobb-Douglas envelopment) 발전에 도움을 주었다. 계량경제학의 단순하고 일반적인 함수형태의 확장과 관련되었을 뿐 아니라 그 결과인 효율성에 대한 승수측정은 승수 산출과 투입의 자연적 전개와 관계되어 있다.

아래에 주어진 산식에서 쉽게 증명되듯이, Charnes, Cooper, Seiford 그리고 Stutz (1983)에 의한 단위불변 승수모형은 가산모형을 원시자료가치의 대수로 응용한 결과이다. 따라서 앞에서 언급되었던 모든 해석과 조건들이 다시 적용될 수 있다. 하지만 변화된 $(\log(X), \log(Y))$ 에서 가능하다.

(Invariant Multiplicative Primal)

$$\min_{\lambda, s^+, s^-} z_0 = -1s^+ - 1s^- \quad (9)$$

$$\text{Log}(Y)\lambda - s^+ = \text{Log}(Y_0)$$

(Variant Multiplicative Primal)

$$\text{Log}(X)\lambda + s^- = \text{Log}(X_0)$$

$$1\lambda = 1$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

$$\min. \quad z_0 = -1s^+ - 1s^- \quad (11)$$

s.t.

$$\text{Log}(Y)\lambda - s^+ = \text{Log}(Y_0)$$

$$\text{Log}(X)\lambda + s^- = \text{Log}(X_0)$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

(Invariant Multiplicative Dual)

$$\max. \quad \omega_0 = \mu^T \text{Log}(Y_0) - \nu^T \text{Log}(X_0) + \nu_0 \quad (10)$$

s.t.

$$\mu^T \text{Log}(Y) - \nu^T \text{Log}(X) + \nu_0 \leq 0$$

$$-\mu^T \leq -1$$

$$-\nu^T \leq -1$$

$$\mu_0 \text{ free}$$

(Variant Multiplicative Dual)

$$\max. \quad \omega_0 = \mu^T \text{Log}(Y_0) - \nu^T \text{Log}(X_0) + \nu_0 \quad (12)$$

s.t.

$$\mu^T \text{Log}(Y) - \nu^T \text{Log}(X) \leq 0$$

$$-\mu^T \leq -1$$

$$-\nu^T \leq -1$$

그렇지만 다음의 두 가지 관측된 부분에서 가치가 있는 일이다. 우선 첫 번째로 변환된(log(X), log(Y))에 타당한 가산모형의 전환불변성은 규모불변이란 측면에서 원래 자료인 (X,Y)와 동등하다. 두 번째로 전환된 공간에서의 가산모형의 구분적 선형포락은 원시자료 공간에 대한 관측에서 구분적 콥-더글러스 포락면을 도출하였다. 예를 들어 전환된 공간에서 DMU_1, DMU_2 를 결합하는 식은 다음과 같다.

$$\alpha(\log(2), \log(2)) + (1-\alpha)(\log(3), \log(5)), \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

$$(2^\alpha 3^{1-\alpha}, 2^\alpha 5^{1-\alpha}), \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

승수모형은 불록성제약의 제거를 통해서 얻어진다. Charnes, Cooper, Seiford 그리고 Stutz(1982)에 의해 제시된 이러한 승수모형은 다음과 같은 쌍대선형 프로그램이다.

위의 식은 앞선 불변 승수모형에서 불록성제약($1\lambda=1$)을 제외한 것과 동일하다는 점에 주목하라. 이러한 수정의 효과는 쌍대면(dual side)에서 쉽게 찾아볼 수 있다. μ_0 의 부재는 지원초과면(supporting hyperplanes)이 원점을 통과하게 한다. 결과적으로 효율적인 DMU의 수와 포락면의 수가 줄어들었다. 불록성 제약, 지원초과면과 규모에 대한 보수간의 연결은 앞으로 더욱 논의되어야 할 부분이다.

4. 국내외 연구동향

국내의 경영효율성 진단에 관한 연구들은 주로 단일 지표를 사용한 연구에 집중되어 있고, 종합적 측정치를 사용한 연구에는 소

홀했다. 이에 반해 국외의 연구 동향은 특별히 언급할 필요가 없을 정도로 활발히 진행되어 왔다.

본 연구는 중소기업의 IMF전후의 경영비효율성을 측정하고, 그 결과로써 중소기업의 경쟁력을 강화하기 위한 기초자료를 제공하는데 있다.

DEA 모형에 관한 연구는 제조업에서 시작하여 비영리 및 서비스기업에까지 경영효율성을 측정하는 영역이 확대되고 있다.

Banker(1986)는 병원을 중심으로 DEA 모형과 트랜스로그합수를 이용하여 1978회계년도의 North Carolina의 114개 병원의 기술적 효율성을 측정하였다. 투입요소로서 간호서비스, 부수(ancillary)적 서비스, 행정 일반 서비스, 자본을 이용하였으며, 산출물로는 14세이하의 입원환자의 입원일수, 14세와 65세사이의 입원환자의 입원일수, 65세이상의 입원환자의 입원일수를 이용하였다. 측정결과 두 모형은 모두 어린이를 위한 병원 간호가 어른이나 노인을 위한 병원 간호보다는 조금 더 자원 집약적이어야 한다는 점에서 일치함을 보여주었다.

Lee & Tyler(1978)의 브라질 제조산업에서 62.5%, Tyler & Lee(1979) 콜롬비아의 의류 및 신발산업에서 55%, Pitt & Lee(1981)의 인도네시아 가발산업에서 62%-68%, Meeusen & van den Breock(1977a)은 열 개의 프랑스 제조산업에서 71%-94%의 효율성을 측정하였다.

우리나라에서는 공병오(1993)의 자동차제조업의 효율성 연구에서 일본의 자동차제조업과 비교를 통하여 분석한 결과 1개사를

제외한 대부분의 기업이 일본의 제조업보다 효율적으로 나타났음을 제시하고 있다. 그러나 이러한 연구결과는 국가간 기업환경을 고려하지 않고 있기 때문에 신뢰할만한 연구로 보기는 어렵다. DEA 모형을 이용한 제조업 이외의 연구에서는 안태식(1992, 1993)의 은행산업에 대한 연구가 있다.

III. 실증분석결과

1. 변수의 정의 및 자료수집

(1) 변수의 정의

중소기업의 효율성을 측정하기 위해서는 먼저 변수에 대한 개념적 정의를 내려야 한다. 본 논문에서는 기업이 투입요소인 노동·자본·중간재를 투입하여 얻어지는 산출물로 매출액이 결정된다고 보았다.

투입요소의 결합에 의하여 산출물이 결정되면 산출물 수준에 의하여 기업의 효율성을 측정할 수 있으며 효율성의 향상을 통하여 기업가치를 극대화 할 수 있을 것이다. 따라서 기업가치는 산출물 수준인 매출액에 의해 결정될 수 있다. 여기서 투입 변수들과 산출물 변수들에 대한 정의는 다음과 같다.

중소기업의 비효율성을 측정하기 위해서는 투입요소를 선정하여야 한다. 투입 변수로는 생산요소와 제조업의 특성상 중간재를 사용한다. 생산요소인 노동은 임원 및 상시종업원수 등을 종업원수로 정의한 것이다. 투입요소인 노동은 종업원수로 측정한다. 노동의 대리변수를 인건비로 측정할 수도 있으나 종업원수로 사용한 것은 실물단

위를 사용함으로써 비효율성을 적절하게 측정할 수 있기 때문이다. 생산요소인 자본은 고정자산의 순액으로 측정한다. 투입요소인 고정자산은 토지, 건물, 구축물, 기계장치, 차량운반구 등이 포함된다. 생산요소의 중간재는 원재료비로 정한다. 투입요소인 중간재는 원재료 구입수량으로 측정하여야 하나, 자료이용의 제약으로 화폐액인 원재료비로 측정하였다.

산출변수로는 매출액으로 한정하였다. 기업의 생산활동의 결과인 생산량으로 효율성을 측정하여야 하나, 자료사용의 제약으로 화폐액으로 측정한 매출액을 대응변수로 측정하였다. 한편, 매출액은 기업의 성장성을 나타내는 대응변수이기도 하므로 성장성의 결과가 효율성에 미치는 영향을 고려해보는 것은 중요하다. 이상의 내용을 정리하면 <표 3-1>과 같이 변수집합이 사용된다.

(2) 자료수집

중소제조업의 비효율성을 측정하기 위해 분석에 이용된 산업은 총 7개의 산업을 이용하였다. 실증분석을 위한 자료수집은 한국신용평가(주)의 상장기업 데이터베이스(KIS-FAS, KIS-SMAT)에서 2000년말 현재 상장되어 있는 기업을 대상으로 1996년

부터 1999년까지의 자료를 이용하였다. 산업별 효율성을 측정하고 벤치마킹하기 위하여 University of Warwick에서 개발한 Window DEA 패키지를 이용하였다.

2. 실증분석결과

(1) 기술통계치

분석에 사용된 도매 및 상품중개업, 영상·음향·통신장비제조업, 음식료품제조업, 자동차 및 트레일러제조업, 제1차금속산업, 펄프종이 및 종이제품 제조업, 화학물 및 화학제품 제조업의 투입 및 산출물의 기술통계량은 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2>의 기술통계치에서 표준편차는 평균에 비하여 별로 큰 값을 나타내고 있지 않으므로 7개의 제조업은 평균을 중심으로 균형적으로 분포되어 있음을 알 수 있다.

(2) DEA 모형의 분석결과

1) 평균효율치

투입요소 및 산출물의 변수조합을 이용하여 상대적 효율성을 측정한 DEA 효율치 분석결과는 <표 3-3>, <표 3-4>와 같다. DEA 효율치의 측정결과는 0에서 1사이의 값을 취할 수 있으며 기업의 효율성 정도에

<표 3-1> DEA 모형의 변수 집합

분석모형 \ 구분	투입요소	산 출 물
DEA모형	중업원수 고정자산 원재료비	매 출 액

〈표 3-2〉 산업별 기술통계량

(단위 : 백만원, 명)

산업구분		투입요소			산출물
		고정자산	원재료비	종업원수	매출액
도매및상품중개업	평균	52,595,996	26,287,413	92	98,558,021
	표준편차	51,082,212	17,333,681	24	67,195,879
	최대값	179,533,555	61,370,342	132	205,551,624
	최소값	6,020,396	5,050,702	61	14,699,106
영상,음향및 통신장비 제조업	평균	25,012,164	17,273,777	219	100,603,612
	표준편차	20,550,690	8,589,854	54	78,709,676
	최대값	76,558,461	38,002,657	298	241,133,191
	최소값	1,898,544	7,958,051	132	20,067,569
음식료품제조업	평균	47,241,554	49,430,184	241	118,667,352
	표준편차	30,756,679	27,402,930	36	43,745,132
	최대값	119,127,526	86,442,715	283	180,960,746
	최소값	19,379,535	18,345,527	193	65,233,020
자동차및트레일러 제조업	평균	26,608,816	14,493,821	226	36,036,278
	표준편차	11,633,847	5,568,190	42	14,405,684
	최대값	53,792,878	24,363,456	275	60,585,970
	최소값	12,648,057	4,993,378	166	8,883,458
제1차금속산업	평균	29,191,049	47,870,584	158	88,540,181
	표준편차	16,485,189	13,948,075	40	17,403,384
	최대값	52,886,361	83,225,753	218	108,036,557
	최소값	10,285,289	28,055,524	88	62,191,175
펄프,종이및종이제품 제조업	평균	52,091,153	32,784,103	216	72,197,299
	표준편차	24,579,566	11,010,736	38	18,953,304
	최대값	98,905,696	49,921,278	280	103,500,281
	최소값	25,727,204	18,886,521	179	47,576,143
화합물및화학제품 제조업	평균	29,474,516	28,482,005	222	54,737,006
	표준편차	18,810,956	35,274,815	51	43,129,308
	최대값	81,144,656	145,762,236	292	193,797,189
	최소값	3,188,204	3,732,469	121	10,129,858

〈표 3-3〉 평균효율치

(단위 : %)

	도매및 상품 중개업	영상,음향및 통신장비 제조업	음식료품 제조업	자동차 및 트레일러 제조업	제1차 금속산업	펄프종이 및 종이제품 제조업	화합물및 화학제품 제조업
평균 효율치	68.99	60.58	91.05	85.80	88.96	96.53	78.67

따라 측정치의 값들에서 차이가 발생한다. DEA 효율치의 분석과정은 4개년의 시계열 자료를 추가시킨 패널자료를 사용한다. 패널자료는 매년도 상이한 기업을 동일하게 하여 분석하는 과정뿐 아니라 적은 수의 분석대상을 용이하게 하는 이점이 있기 때문이다. <표 3-3>은 4개년의 효율치를 각각 평균한 값이다.

<표 3-3>에 나타나 있는 바와 같이, 상대적 평균효율치는 도매 및 상품중개업이 68.99%, 영상·음향 및 통신장비제조업이 60.58%, 음식료품제조업이 91.05%, 자동차 및 트레일러제조업이 85.80%, 제1차금속산업이 88.96%, 펄프·종이 및 종이제품제조업이 96.53%, 화합물 및 화학제품제조업이 78.67%로서 이러한 결과들은 Lee & Tyler(1978)의 브라질 제조산업에서 62.5%,

Tyler & Lee(1979)의 콜롬비아의 의류 및 신발산업에서 55%, Pitt & Lee(1981)의 인도네시아 가발산업에서 62%~68%, Meeusen & van den Broeck(1977a)의 프랑스 제조산업에서 71%~94%의 효율성을 측정하였는데 대부분의 국가보다 효율성이 높은 것으로 측정되었다.

<표 3-4>는 IMF이전시점과 이후시점의 경영효율성을 각각 분석하였다.

<표 3-4>에서의 IMF 이전시점과 이후시점의 효율치의 변화를 살펴보면, 도매 및 상품중개업이 76.89%와 75.33%, 영상·음향 및 통신장비제조업이 62.85%와 64.01%, 음식료품제조업이 98.59%와 87.63%, 자동차 및 트레일러제조업이 98.92%와 84.14%, 제1차금속산업이 87.44%와 92.90%, 펄프·종이 및 종이제품제조업이 97.65%와 97.03%, 화

〈표 3-4〉 IMF전후의 평균효율치

(단위 : %)

	도매및 상품 중개업	영상,음향및 통신장비 제조업	음식료품 제조업	자동차 및 트레일러 제조업	제1차 금속산업	펄프종이 및 종이제품 제조업	화합물및 화학제품 제조업
IMF전	76.89	62.85	98.59	98.92	87.44	97.65	80.29
IMF후	75.33	64.01	87.63	84.14	92.90	97.03	84.07

<표 3-5> 산업별 상대적 효율성 달성정도

(()는 %임)

	도매및 상품 중개업	영상,음향및 통신장비 제조업	음식료품 제조업	자동차 및 트레일러 제조업	제1차 금속산업	펄프종이 및 종이제품 제조업	화합물및 화학제품 제조업
1	3(15.0)	5(33.3)	6(60.0)	6(46.2)	5(42.0)	6(50.0)	9(16.7)
0.99~0.80	3(15.0)	1(6.7)	2(20.0)	3(23.1)	4(33.0)	5(41.7)	19(35.2)
0.79~0.60	2(13.3)	2(13.3)	1(10.0)	3(23.1)	3(25.0)	1(8.3)	16(29.6)
0.59미만	7(46.7)	7(46.7)	1(10.0)	1(7.6)	0(0.0)	0(0.0)	10(18.5)

합물 및 화학제품제조업이 80.29%와 84.07%로서 대체적으로 IMF 이전시점과 IMF 이후시점의 효율성 변화는 안정적인 것으로 측정되었다.

2) 상대적 효율성 달성정도

효율치의 달성수준범위를 통하여 산업별로 효율성 달성정도를 측정할 수 있는데, 이는 <표 3-5>와 같다.

평균적 개념 즉, 60%이상 효율적인 산업은 도매 및 상품중개업을 제외한 모든 산업

에서 효율적인 것으로 나타나고 있다.

3) 상대적 효율적 기업의 잠재가격 사용빈도 분석

비효율적 기업의 비효율성을 개선시키고자 할 때 투입요소 및 산출물 배합이 유사한 효율적 기업(peer group)을 선택하여 평가하게 된다. <표 3-6>은 상대적 효율적 기업의 잠재가격을 이용하여 비효율적 기업을 개선시키기 위한 효율적 기업의 사용빈도를 측정한 것이다. DEA 모형에서는 효율

<표 3-6> 잠재가격 사용빈도 분석

	도매및 상품 중개업	영상,음향및 통신장비 제조업	음식료품 제조업	자동차 및 트레일러 제조업	제1차 금속산업	펄프종이 및 종이제품 제조업	화합물및 화학제품 제조업
#1	8	17	5	7	12	3	28
#2	18	2	8	10	5	7	46
#3	0	12	0	1	0	9	27
#4	0	0	0	0	0	0	6
#5	0	0	0	0	0	0	29

* #1~5 : 모범사례기업

적 기업과 비효율적 기업의 구분만이 가능하였으나 잠재가격에 대한 사용빈도를 분석하면 효율적 기업중에서도 가장 효율적인 모범사례(best practices) 기업을 선정할 수 있어 비효율적 기업의 경영비효율성을 개선시키는데 벤치마크가 가능하게 된다.

예를 들어, 화합물 및 화학제품제조업에서 #2가 46회, #5가 29회, #1이 28회가 이용되었는데 이는 다른 동일기업에서 비효율성을 제거하는데 이용된 횟수를 의미한다. 따라서 잠재가격 사용빈도를 이용하면 가장 우수한 기업을 선정할 수 있으며, 이를 통하여 벤치마크가 가능하다.

IV. 결 론

IMF 구제금융의 어려운 시기를 겪었던 한국경제는 기업의 대외경쟁력을 높이는 계기가 되었다. IMF 이전의 기업의 대외경쟁력은 경쟁 상대국에 비하여 떨어졌고, 후발 국가의 강력한 도전에 직면하고 있었다.

본 연구에서는 IMF 구제금융 전후의 경영효율성 정도를 수치적으로 측정하여 현재 우리나라 중소기업의 현실을 파악하고 기업의 경쟁력을 강화하는데 필요한 기초자료로 제공하고자 하였다.

DEA 모형을 이용하여 계산된 DEA 효율치를 살펴보면 IMF 이후시점의 상대적 평균효율치는 도매 및 상품중개업이 75.33%, 영상·음향 및 통신장비제조업이 64.01%, 음식료품제조업이 87.63%, 자동차 및 트레일러제조업이 84.14%, 제1차금속산업이 92.90%,

펄프·종이 및 종이제품제조업이 97.03%, 화합물 및 화학제품제조업이 84.07%로 경영효율성이 측정되어 IMF 이전시점과 큰 변화가 없다.

이러한 결과들은 Lee & Tyler(1978)의 브라질 제조산업에서 62.5%, Tyler & Lee(1979)의 콜롬비아의 의류 및 신발산업에서 55%, Pitt & Lee(1981)의 인도네시아 가발산업에서 62%-68%, Meeusen & van den Broeck(1977a)의 프랑스 제조산업에서 71%-94%의 효율성을 측정하였는데 대부분의 국가와 비슷한 수준의 효율성을 나타내고 있다.

둘째, 산업별로 효율적 기업의 사용빈도를 측정하여 비효율적 기업을 개선시키고자 하였다. 이는 추정된 램다값으로 가장 효율적인 기업의 사용빈도를 통해 가장 우수한 기업을 선정할 수 있으며, 이를 통하여 벤치마크가 가능하다는 것이다.

이러한 연구결과는 다음과 같은 대안 제시가 가능하다.

첫째, 중소기업의 경영비효율성을 개선할 수 있다. 상대적으로 낙후되어 있는 기업은 효율적인 기업을 벤치마크하여 비효율성을 개선시킬 수 있다. 즉, 효율적인 기업의 효율요인을 측정하고 이것을 기준으로 하여 비효율적인 기업의 비효율성의 원인이 무엇인지 파악하여 개선책을 제시한다.

둘째, 제조업의 효율화를 위한 자가진단 기능 강화할 수 있다. 상대적 기업과의 비교를 통해 문제점을 발견하고 그에 대한 개선책을 스스로 강구하게 할 수 있다.

셋째, IMF 구제금융의 시기에 기업의 경

쟁력 강화를 위한 노력의 결과가 DEA 모형에 의해 잘 측정되고 있으므로 기업의 경영효율성 측정에 DEA 모형의 적용이 가능하다는 시사점을 제시한다.

따라서 본 연구는 단순히 학술적인 차원에서의 기대효과 뿐만 아니라, 실무에서도 활용되어 경영관리의 개선에 기여할 것이다.

참 고 문 헌

- 공병호 외, 1993, “한국·일본 자동차 생산 기업의 효율성 연구”, 경제학연구, 제 41집 1호.
- Banker, R.D., and A. Charnes, and W.W. Cooper, 1984, “Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis,” *Management Science* 30 (September): 1078-92.
- Banker, R. D., 1984, “Estimating most productive scale size using data envelopment analysis,” *European Journal of Operational Research* 17(1): 35-44.
- Banker, R. D. and R. C. Morey, 1986, “Efficiency analysis for exogeneously fixed inputs and outputs,” *Operations Research* 34(4): 513-21.
- Banker, R.D., R.F. Conrad, R.P. Strauss, 1986, “A Comparative Application of Data Envelopment Analysis and Translog Method: An Illustrative Study of Hospital Production,” *Management Science* Vol. 32(1), pp. 30-1.
- Banker, R. D. and R. M. Thrall, 1992, “Estimation of returns to scale using data envelopment analysis,” *European Journal of Operational Research* 62(1): 74-84.
- Banker, R.D., and A. Charnes, 1986b, “Data Envelopment Analysis with Categorical Inputs and Outputs,” *Management Science* forthcoming.
- Banker, R.D., Maindiratta, A., 1988, “Nonparametric Analysis of Technical and Allocative Efficiencies in Production,” *Econometrica* 56(6): 1315-32.
- Charnes, A., and W.W. Cooper, and E. Rhodes, 1978, “Measuring the Efficiency of Decision Making Units,” *European Journal of Operational Research* 3: 429-44.
- Charnes, A., and W.W. Cooper, and E. Rhodes, 1979, “Short Communication Measuring the Efficiency of Decision Making Units,” *European Journal of Operational Research* 3: 339.
- Charnes A., W.W.Cooper, E.Rhodes, 1981, “Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through,” *Management Science* Vol. 27(6), pp.671-5.

- Charnes, A., W.W. Cooper, Seiford, L., Stutz, J., 1983, "Invariant Multiplicative Efficiency and Piecewise Cobb-Douglas Envelopment," *Operations Research Letter* 2(3): 101-103.
- Charnes, A., and W.W. Cooper, and B. Golany, L. Seiford, 1985, "Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions," *Journal of Econometrics* 30: 91-107.
- Charnes, A., and W.W. Cooper, and Z.M. Hung, D.B. Sun, 1990, "Polyhedral Cone-Ratio DEA Models with an Illustrative Application to Large Commercial Banks," *Journal of Econometrics* Vol.46. pp.73-4.
- Charnes, A., and W.W. Cooper, and A.Y. Lewin, L.M. Seiford, 1994, *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application*, Kluwer Academic Publishers.
- Charnes, A., W. W. Cooper, et al., 1989, "Cone ratio data envelopment analysis and multi-objective programming," *International Journal of Systems Science* 20(7): 1099-1118.
- Colwell, R. J. and E. P. Davis, 1992, "Output and productivity in banking," *Scandinavian Journal of Economics* 94: 111-129.
- Fare, R., and C.A.K. Lovell, 1978, "Measuring the Technical Efficiency of Production," *Journal of Economics Theory*: 150-62.
- Farrell, M.J., 1957, "The Measurement of Productive Efficiency," *Journal of Royal Statistics* 120: 253-90.
- Leibenstein, H, 1966, "Allocative Efficiency vs. 'X-Efficiency'," *The Amer. Econ. Rev.* 62 (June): 392-415.
- Seiford, L.M., R.M. Thrall, 1990, "Recent Development in DEA, The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis," *Journal of Econometrics* Vol. 46, p.8.
- Zieschang, K.D., 1983, "A Note on the Decomposition of Cost Efficiency into Technical and Allocative Components," *Journal of Econometrics* 23: 401-5.

An Analysis on the efficiency of Small Manufacturing Industry – before and after IMF –

Lee, Cham Soo

Abstract

In the recent efficiency study became accomplished generally a listed company, the efficiency study of small manufacturing industry is deficient.

The purpose of this study analysis efficiency of small manufacturing industry by using the DEA model. DEA model is non-financial approach method to measure relative efficiency by input factors and output. The panel data from 1996 to 1999 are used for the analysis.

The relative mean-efficiency can be summarized as follows. The wholesale trade and commission trade manufacturing industry 68.99%, communication equipment manufacturing industry 60.58%, food products and beverages manufacturing industry 91.05%, motor vehicles, trailers and semitrailers manufacturing industry 85.80%, basic metals manufacturing industry 88.96%, pulp, paper and paper products manufacturing industry 96.53%, chemical and chemical products manufacturing industry appeared with 78.67%.

The results is expected to provide the empirical evidence useful to enhancing the competitiveness of manufacturing industry in Korea.