

# 자료포락분석(DEA)를 이용한 우리나라 서비스산업의 효율성과 결정요인 분석

배세영  
건양대학교 금융학과 교수

## A Study on the Efficiency and Its Determinants in Korea's Service Sectors Using DEA

Se-Young Bae  
Professor, Department of Finance, Konyang University

요 약 본 연구의 목적은 2010년부터 2019년까지 우리나라 10개의 서비스산업을 중심으로 자료포락분석(DEA)을 이용하여 생산효율성을 측정하고 단절토빗회귀모형과 중도절단토빗회귀모형을 이용하여 그 결정요인을 분석하는 것이다. 분석결과, 첫째, 추정된 서비스산업의 효율성은 대체적으로 매우 낮았고 양극화되어 있었으며, '하수·폐기물 처리, 원료재생업'의 경우 기술적 비효율성이 규모의 비효율성에 기인하는 것을 알 수 있었다. 둘째, 결정요인 분석에서는 투자와 연구개발비는 기술효율성에 정(+ )의 관계에 있고, 해외직접투자와 접대비는 부(-)의 영향을 주는 것으로 측정되었다. 또한, 규모가 큰 산업일수록 효율성도 높은 것으로 나타났다. 따라서, 우리나라 미래의 산업인 서비스산업의 발전을 위한 정부의 경제정책은 투자와 연구개발활동을 통한 거시정책과 해외직접투자와 인적자본의 융합 등 미시적인 부문이 동시에 고려되는 보다 융합적 정책이 필요하다.

주제어 : 서비스산업 효율성, 자료포락분석(DEA), 단절토빗회귀모형, 중도절단토빗회귀모형, 효율적 최저임금, 융합적 경제정책

Abstract This paper aims to analyze the production efficiency in Korea's ten service sectors using DEA and its determinants utilizing a truncated-Tobit regression model and a censored-Tobit regression model in 2010-2019. This paper found: First, the Korean service sector's production efficiency in general has been significantly low and polarized. Especially, the inefficiency resulted from the scale inefficiency in the 'sewerage waste management industry.' Second, in the determinants analysis, the results show the positive effect of the investment and R&D expenses on technical efficiency, while FDI and lobbying expenses illustrate the negative impact. Moreover, it seems that the larger the industry, the higher the efficiency. Thus, the future Korean government's economic policy for the service sectors requires a mixed and integrated policy of the macroeconomic aspect such as active investment and R&D activities with microeconomic aspect including a convergence of FDI and human capital.

Key Words : Data Envelopment Analysis (DEA), service sector's production efficiency, truncated-Tobit regression model, censored-Tobit regression model, efficient minimum wage, integrated economic policy

\*Corresponding Author : Se-Young Bae(sybae@konyang.ac.kr)

Received July 13, 2021  
Accepted October 20, 2021

Revised August 13, 2021  
Published October 28, 2021

## 1. 서론

21세기는 ‘탈공업화의 시대’라고 한다. 미국과 유럽 등의 선진국 경제는 이미 총 국내생산(GDP)의 2/3 이상이 서비스업에 기인하며 서비스업의 고용도 점차 늘어나고 있다. 경제발전의 단계에 따라 서비스산업의 비중이 커지고 있는 것이다. 예를 들면, 가장 최근의 자료를 이용하면 (CIA, World Factbook 2020), 영국의 서비스업 생산량의 전체 비율은 79.2%이고, 서비스업 고용이 전체에서 차지하는 비율은 83.5%였다. 제조업 강국인 독일도 각각 68.6%와 74.3%이다. 이웃나라 일본 역시 68.7%와 70.9%로 ‘서비스산업형’ 경제로 진입하였다.

한편, 우리나라의 경우는 이 비율이 2018년에 각각 58.3%와 70.6%로 서비스산업의 총 고용은 70.6%나 되는데 생산은 반이 조금 넘는 형태가 되어 서비스산업의 적절한 진화의 단계가 늦고 또한, 이 산업의 노동생산성이 매우 낮아 문제가 되고 있다. 즉, 서비스산업의 일인당 GDP는 전체 1인당 GDP의 82.6% 밖에 되지 않아 동아시아 15개국 중 서비스산업의 노동생산성이 가장 낮은 것으로 평가되었다.<sup>1)</sup>

서비스산업 또는 제3차산업은<sup>2)</sup> 서비스를 제공하는 산업을 일컫는데 교통, 상업, 국제무역, 관광업 등이 여기에 속하며, 운수, 의료, 보건, 대학, 통신, 금융, 보험, 유통 등을 포함한다. 지난 20년 동안의 서비스산업을 중심으로 한 효율성(efficiency) 및 생산성의 연구는 국내·외적으로 많이 진행되었다. 사용된 방법론으로는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis: DEA)과 확률프런티어 분석(Stochastic Frontier Analysis: SFA)이 있는데 DEA에 의한 연구가 양적으로 압도적이라고 볼 수 있다. 그 이유는 DEA는 여러 형태의 투입과 산출변수를 동시에 사용할 수 있으며, SFA처럼 구체적이며 비현실적인 함수를 상정하지 않아도 되는 장점이 있기 때문이다. 또한, 대부분의 연구들은 위에서 언급된 금융, 보험, 의료, 관광업의 개별 분석이라서 ‘서비스 분야의 일반적인 효율성’을 논하기에 적절치 않다.

따라서, 본 논문의 목적은 1단계로, 우리나라 10개의 한국표준산업분류(KSIC) 분류 서비스 산업의 자료가 가

능한 2010~2019년까지의 투입과 산출에 대한 자료를 한국은행과 통계청 등에서 발췌하여 각 서비스 산업의 효율성을 DEA를 이용하여 측정한다. 2단계에서는 이 효율성을 결정짓는 여러 결정요인(determinants)을 단절토빗회귀모형(truncated-Tobit regression model)과 중도절단토빗회귀모형(censored-Tobit regression model)에 의해 비교·분석한다. 이러한 효율성의 측정과 효율성에 영향을 미치는 요인분석은 향후 서비스산업의 발전에 있어서 정부의 올바른 정책을 유도할 수 있다.

2장에서는 DEA의 기초 이론인 CCR과 BCC 모형에 대하여 설명한다. 3장에서는 우리나라 서비스 산업의 효율성과 결정요소 관련 기존 논문들을 분석하며, 4장에서는 DEA를 이용하여 효율성을 측정하고, 측정된 10개 서비스산업의 효율성을 결정하는 결정요인을 위에서 논의한 두 모형에 의해 추정하고 각 산업을 비교·분석한다. 5장에서는 결어가 있을 예정이며, 서비스산업의 올바른 정책적 시사점이 논의된다.

## 2. DEA-CCR과 BCC 모형

기업이나 여러 종류의 기관, 산업 및 나라 등 의사결정 단위(Decision Making Unit: DMU)에 대한 효율성과 생산성을 분석하는 기법으로는 DEA와 SFA가 있는데, DEA는 비모수(non-parametric) 측정 방법이며 경제학, 기업의 경영, 운영연구(operations research) 등에 있어서 생산과 비용의 프런티어를 측정하며, SFA는 모수(parametric) 측정방법이며 확률적 부문을 포함시켜 경제모형을 분석하는 방법이다. DEA는 SFA와 비교하여 구체적인 수학적 함수의 상정이 불필요하며, 다수의 투입과 산출 사용 가능하고, 기수 및 서수와 관계없는 수치의 사용이 가능하고, 비효율성의 원인과 상대적 비효율성 측정이 가능한 장점이 있다. 그러나, 결과가 어떤 투입과 산출 변수를 사용하느냐에 대한 기준과 통계적 이상치(outlier) 등에 매우 민감한 단점도 존재한다.

DEA는 Charnes & Cooper & Rhodes (1978, CCR 모형)[1]에 의해 시작되었으며, Banker & Charnes & Cooper (1984)[2]의 의해 BCC모형이 개발되었다. Cooper & Seiford & Tone (2007)[3]에 따르면, CCR 모형은 다음과 같다. 주어진 자료에서 각 DMU의 효율성은 다음과 같이 측정한다. 여기서  $DMU_j$ 의 측정치를  $DMU_o$  ( $o = 1, 2, \dots, n$ )라고 하자. 그리고 아래의 선형 프로그램(LP<sub>o</sub>)에서 식(2) ~ 식(5)의 조건식을 이용

1) 저자 계산 (CIA, World Factbook)

2) 서비스산업은 ‘유형의 물건이 아닌 용역을 창출해 경제의 한 부분을 이루는 산업’을 의미하며 3차산업은 서비스산업을 포함한 (우리나라의 경우 서비스업은 3차산업의 약 65% 정도) 보다 더 광범위한 개념이며 사회간접자본도 포함하고 있다. 그러나, 일반적으로 두 개념이 유사하게 사용되고 있다.

하여  $\theta$  값을 극대화하는 문제를 푸는 것으로 시작해보자.

$$(LP_o) \quad \max_{u,v} \theta = u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so} \tag{1}$$

subject to,

$$v_1 x_{1o} + \dots + v_m x_{mo} = 1 \tag{2}$$

$$u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj} \leq v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj} \tag{3}$$

$$(j=1, \dots, n) \tag{3}$$

$$v_1, v_2, \dots, v_s \geq 0 \tag{4}$$

$$u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0 \tag{5}$$

조건식들은 각각 가상의 (virtual) 산출과 가상의 투입의 비율이 1을 넘지 못한다는 의미를 포함하고 있고, 목적함수는  $DMU_o$  ( $o=1, 2, \dots, n$ )를 극대화하는 양의 숫자인  $v_i$ 와  $u_r$ 를 구하는 것이다. 이 조건들로 인해 최적의  $\theta$  값 ( $\theta^*$ )은 최대 1의 값을 갖는다.

여기서 구한  $\theta^*$  (추정치)의 값이 1이 되면  $DMU_o$ 는 CCR-효율적 (CCR-efficient, 또는 Farrell Efficient)이라고 하며, 1보다 작은 경우는 CCR-비효율적이다. 이것은 방사적(radial) 효율성 또는 기술적 효율성 (Technical Efficiency: TE)이라고도 불리운다.<sup>3)</sup>

BCC 모형은 다음의 식(6)의 생산가능세트  $P_B$ 로부터 시작한다.

$$P_B = \{(x,y)|x \geq X\lambda, y \leq Y\lambda, e\lambda = 1, \lambda \geq 0\} \tag{6}$$

여기서  $X=(x_j) \in R^{m \times n}$  이고  $Y=(y_j) \in R^{s \times n}$ 이며,  $\lambda \in R^n$ 과  $e$ 는 모든 요소가 1인 행(row) 벡터이다. 그리고 CCR 모형과는 달리 볼록(convexity)조건

$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ 을 포함한다. 즉, 아래의 선형프로그램

( $BCC_o$ )의 형태는 다음과 같다.

$$\max_{v,u,u_0} z = u y_0 - u_0 \tag{7}$$

$$v x_o = 1 \tag{8}$$

$$-vX + uY - u_0 e \leq 0 \tag{9}$$

$$v \geq 0, u \geq 0, u_0 \text{ free} \in \text{sign} \tag{10}$$

즉, BCC 모형은 위에서 언급된 강효율성의 개념이며, CCR 모형과 BCC 모형의 차이는 식(10)에서 자유변수 (free variable)  $u_0$ 의 활용이다. 또한, CCR의 추정치는 글로벌(global) TE (Technical Efficiency)인데 반하여 BCC의 추정치는 로컬(local) 순수기술적 효율성 (PTE: Pure Technical Efficiency)를 나타내므로, 아래 식(11)이 성립된다.

$$\frac{CCR(\theta^*)}{BCC(\theta^*)} = SE < 1 \tag{11}$$

여기서 SE는 규모의 효율성 (scale efficiency)을 나타내는데 이는 BCC 모형에서 생산 스케일 규모의 효율성을 나타낸다. 따라서, 산업의 비효율성은 규모의 효율성에 기인할 수도 있다.

### 3. 기존 논문의 분석

DEA에 의한 국내의 서비스업 관련 연구논문은 매우 많이 존재하는데, 금융산업을 예로 들면, 국내에선 Bae & Kim (2020[4], 2017[5], 2013[6]), Baek (2011)[7], Kang (2015)[8] 등이 있고, 해외는 일본 관련은 (Fukuyama (2012) [9]와 Ohsato & Takahashi (2015)[10], 말레이시아는 Othman et al. (2014)[11], 영국관련은 McKillop et al. (2002)[12], 그리고 McKillop & Quinn (2009)[13]는 아일랜드 관련, 그리스 금융기관 관련 연구는 Pasiouras & Zopounidas (2011)[14] 등이 있다. 또한 부트스트랩-DEA를 측정한 Kim & Cho & Park (2014)[15]과 Park (2015) [16] 등이 있다.

앞서 논의된 금융산업 외에도 서비스 산업에 대한 효율성과 생산성의 연구는 국내호텔 (Bae & Lee & Kim (2010)[17], Bae & Kim & Lee (2010)[18], Kim &

3) ( $\theta^* = 1$ (i)과 all slacks are zero (ii) 조건을 모두 갖춘 경우에 이를 강효율성(strong efficiency) 또는 Pareto-Koopmans 효율성이라고 하며, 이 조건 중 첫 번째만 충족하는 경우를 약효율성(weak efficiency)이라고 한다.) DEA에서 여유(slacks)는 같은 투입으로 증가시킬 수 있는 산출 및 같은 산출로 감소시킬 수 있는 투입의 여유분을 의미한다.

Bae & Lee (2008)[19]), 국내 치킨 프랜차이즈 (Kim & Bae (2019)[20]), 국내 대학병원 (Bae et al. (2009)[21]) 등이 있다. 그리고, 서비스 산업 전체 또는 KSCI 두 자리 코드분류에 의한 연구는 Lee & KcKibbin (2018)[22] 등이 있다.

또한, 서비스산업이 제조업이나 타산업과는 다른 특징을 가지고 있기 때문에 효율성이나 생산성의 측정에 있어서 오류가 많은데, Järvinen et al. (1996)[23], Avkiran (2009)[24], Li & Prescott (2009)[25] 등이 '서비스 산업에 있어서의 생산성의 개념'을 정리하였다. 이들은 서비스 산업에 있어서의 생산성은 아래의 식(12)와 같이 양적인 면과 질적인 면이 있는데 제조업에 있어서는 양적인 면이 강한 반면 서비스 산업에 있어서는 질적인 면이 중요시 되어야 한다고 주장한다. 예를 들어, 서비스 산업에 있어서 산출과 투입은 제조업에 있어서처럼 단순한 산출량과 같은 숫자가 아닌 부가가치 (value-added)의 개념이 되어야 하며, 제조업에서처럼 단순히 증가 추세의 개념에서 탈피해야 한다고 한다. 따라서, Li & Prescott (2009)[25]은 서비스 기업의 생산성은 '기업의 효과성 (effectiveness)'의 개념<sup>4)</sup>이어야 한다고 주장한다. Vrat & Sardana & Sahay (1998)[26] 역시 이러한 부가가치의 개념의 산출은 기업 내의 고용인들의 노력이 감안된 효과성을 관측하는 지수(index)이기 때문에 더 올바른 변수라고 한다. 즉, 서비스 산업의 '질'적인 측면은 인간과 관련되거나 (humanistic) 기술적인 측면에서 (technical) 바라봐야 한다는 것이다.

$$\text{서비스 산업의 생산성} = \frac{\text{산출의 양과 질}}{\text{투입의 양과 질}} \quad (12)$$

효율성에 영향을 미치는 요인들을 분석하기 위해서는 대부분의 선행연구들에서는 중도절단회귀모형(censored regression model) 또는 토빗회귀모형(Tobit regression model)을 사용하였다. 그러나, Simar & Wilson(2007)[27]에 의한 최근 연구에서는 효율성의 영향요인을 분석하는 데 중도절단회귀모형을 사용하는 것이 타당하지 않으며, 대신에 단절토빗회귀모형 (truncated-Tobit regression model)으로 추정해야 한다는 것을 몬테칼로실험을 통해 입증하였다. Brida & Detotto & Pulina (2011)[28] 등이 2000~2004년에 이탈리아 서비스산업의 효율성을 이중부트스트랩트 (double-

bootstrap) 모형과 단절토빗회귀모형으로 분석하였다.

단절토빗모형은 종속변수나 독립변수가 모집단에서 제한된(restricted) 경우, 즉 변수의 범위가 제한된 경우 정규분포를 가정하고 있는 OLS (Ordinary Least Squares) 회귀방식은 편의 (biase)된다.<sup>5)</sup> 단절된 부분은 실질적으로는 변수들에 있어서 분포의 특징이다. 만일  $x$  변수가 평균  $\mu$ 와 표준편차  $\sigma$ 를 갖는 정규분포일 때, 절단정규분포의 밀도(함수)는 아래의 식(13)으로 표현된다.

$$\begin{aligned} f(x|a < x < b) &= \frac{f(x)}{\Phi\left(\frac{b-\mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{a-\mu}{\sigma}\right)} \\ &= \frac{\frac{1}{\sigma}\theta\left(\frac{x-\mu}{\theta}\right)}{\Phi\left(\frac{b-\mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{a-\mu}{\sigma}\right)} \quad (13) \end{aligned}$$

여기서  $\phi$ 와  $\Phi$ 는 각각 정상적인 정규분포의 밀도함수와 분포함수를 나타낸다. 단절되지 않은 변수의 평균과 비교하면 절단된 부분이 아래 부분이라면 절단된 변수의 평균은 크며, 그 반대의 경우는 평균이 작아진다. 더욱이 절단과정은 절단되지 않은 경우와 비교하여 분산을 작게 만든다.

본 논문에서는 이 두 모형을 모두 이용하여 결정요인을 비교·분석한다.

## 4. 실증분석

### 4.1 사용된 자료와 기초 통계

본 실증분석에서 사용된 자료 중 산출로 사용된 부가가치산출과 투입으로 사용된 총고정자산 및 요인분석에 사용된 R&D(경상개발비·연구비), 집대비 및 총매출액은 한국은행에서 발간된 '기업경영분석' (2011~2020)에서 발췌되었고, 명목변수들은 '도매물가지수'에 의해 조정되었다. 그리고, GDP와 또 하나의 투입변수인 노동자의 수는 국가 통계포털 (KOSIS)에서, 최저임금과 평균임금은 최저임금위원회에서, 외국인 직접투자(FDI)와 개방성을 측정하기 위한 연도별 수출입액은 한국무역협회에서 발췌되었다.

Table 1 에서는 본 논문에서 사용된 한국산업분류

4) Effectiveness implies an ability to state desired goals and ability to achieve desired goals, while efficiency relates to the benefits realized or resources used. (Cooper & Seiford & Tone, 2007, p. 66.)

5) Stata.com에서 rtrunreg.pdf. (Truncated Regression) 참고.

(KSIC)에 의한 코드와 산업명을 보여주고 있다.

Table 1. KSIC

Code	Name of Industry
C	manufacturing
E37-39	sewerage, waste mgt, materials recovery
G45-47	wholesale and retail trade
H49-52	transportation and storage
I55-58	accommodation and food service
J58-63	information and communication
L68	real estate
M71-73	professional, scientific and tech. activities
N74-76	business facilities mgt & bus. support
R90-91	arts, sports and recreation
S96	other personal services & activities

아래 Table 2는 사용된 각 변수들의 기초통계치, 즉 평균, 표준편차, 최고 및 최저 통계치를 보여주고 있다.

#### 4.2 효율성의 측정

산출위주의 (output-oriented) 가변적 수익규모 (variable returns to scale: VRS)를 가정하여 DEA를 이용하여 측정된 우리나라 10개 서비스산업의

2010~2019년도 기술적 효율성(TE) 수치는 아래의 Table 3과 같다.

Table 3에서는 각 서비스산업의 2010~2019년까지의 CCR 효율성을 나타내고 있는데 평균적으로 G45-47 (도매 및 소매) 산업의 효율성이 가장 높았고 (0.903), N74-73 (사업시설관리, 사업지원 및 임대서비스업) (0.705)과 J58-63 (정보통신업) (0.689)이 그 뒤를 이었다. 그러나, 이 이외의 산업들의 효율성은 대체적으로 낮았고 (평균효율성은 0.447), 특히 I55-56 산업 (숙박 및 음식점업) (0.083), R90-91 산업 (예술, 스포츠 및 여가관련) (0.135)과 S96 산업 (기타 개인 서비스업) (0.085)의 효율성은 매우 낮아서 효율성의 양극화 현상도 볼 수 있었다. 여기서 눈여겨 볼 또 하나의 관점은 이 효율성의 수치가 증가하고 있는 산업은 G45-47 (도매 및 소매), H49-52 (운수 및 창고업), J58-63 (정보통신업), L68 (부동산업) 등 뿐이었다. 나머지 산업은 효율성의 수치가 시간이 갈수록 하락 내지 낮게 유지되어 미래에도 개선의 여지가 없음을 보였다.

Table 4에서는 DEA를 이용한 BCC 효율성을 측정하였는데 앞서 논의된 CCR 효율성과 크게 다르지 않다. 그러나, E37-39 (하수·폐기물 처리, 원료재생업)의 경우 CCR 효율성 보다 훨씬 큰 평균치가 추정되었다. (평균

Table 2. Basic Statistics

Variables	Average	St. Deviation	Max	Min
Total Value-added (VA)	53,593,674	91,042,388	39,6267,399	700,316
Number of Labors (LABOR)	413,232	282,672	1,114,191	49,435
Total Fixed Assets (TFA)	52,414,555	51,298,406	188,007,500	2,673,920
Wage Rate (MWAW)	0.410	0.124	0.739	0.211
Investment (INV)	29,515,278	37,461,765	156,082,330	594,198
Foreign Direct Inv. (FDI)	1,044,220	1,625,558	9,410,655	1,813
Openness (OPEN)	0.193	0.405	1.491	0.002
R&D Expenses (R&D)	352,494	598,784	2,496,953	378
Lobbying Expenses (LOB)	384,665	514,982	2,080,068	14,379

Table 3. Estimated TE-CCR Efficiency

Industry	Av.	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
E37-39	0.490	0.625	0.498	0.519	0.437	0.427	0.449	0.442	0.509	0.502	0.492
G45-47	0.903	0.408	1.000	0.976	0.909	0.927	0.921	0.908	0.978	1.000	1.000
H49-52	0.283	0.164	0.245	0.257	0.264	0.266	0.313	0.289	0.337	0.338	0.359
I55-56	0.083	0.007	0.068	0.079	0.082	0.088	0.088	0.096	0.098	0.105	0.114
J58-63	0.689	0.516	0.601	0.667	0.704	0.690	0.689	0.702	0.772	0.742	0.788
L68	0.555	0.041	0.349	0.361	0.441	0.542	0.655	0.861	0.836	0.779	0.686
M71-73	0.584	0.687	0.558	0.552	0.525	0.619	0.596	0.576	0.599	0.560	0.564
N74-76	0.705	1.000	0.676	0.711	0.719	0.698	0.689	0.699	0.591	0.633	0.630
R90-91	0.135	0.026	0.126	0.126	0.115	0.152	0.148	0.154	0.154	0.154	0.158
S96	0.085	0.068	0.066	0.075	0.057	0.085	0.092	0.103	0.092	0.094	0.115

Table 4. Estimated BCC Efficiency

Industry	Av.	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
E37-39	0.845	1.000	0.753	0.779	0.716	0.808	0.799	0.877	0.870	0.921	0.923
G45-47	0.910	0.408	1.000	0.982	0.909	0.942	0.932	0.912	0.986	1.000	1.000
H49-52	0.293	0.166	0.248	0.260	0.267	0.268	0.317	0.292	0.341	0.342	0.363
I55-56	0.093	0.008	0.070	0.081	0.083	0.089	0.091	0.102	0.132	0.108	0.117
J58-63	0.715	0.532	0.619	0.686	0.725	0.710	0.707	0.739	0.792	0.760	0.806
L68	0.588	0.043	0.366	0.378	0.464	0.569	0.687	0.902	0.871	0.812	0.714
M71-73	0.633	0.770	0.609	0.596	0.575	0.666	0.634	0.612	0.637	0.605	0.608
N74-76	0.732	1.000	0.684	0.715	0.745	0.709	0.714	0.736	0.615	0.668	0.673
R90-91	0.144	0.027	0.133	0.133	0.153	0.161	0.156	0.170	0.163	0.162	0.165
S96	0.092	0.077	0.076	0.087	0.064	0.094	0.099	0.109	0.097	0.099	0.119

Table 5. Estimated Scale Efficiency

Industry	Av.	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
E37-39	0.580	0.625	0.661	0.666	0.610	0.528	0.562	0.504	0.585	0.545	0.533
G45-47	0.992	1.000	1.000	0.994	1.000	0.984	0.988	0.996	0.992	1.000	1.000
H49-52	0.966	0.988	0.988	0.988	0.989	0.993	0.987	0.990	0.988	0.988	0.989
I55-56	0.892	0.875	0.971	0.975	0.988	0.989	0.967	0.941	0.742	0.972	0.974
J58-63	0.964	0.970	0.971	0.972	0.971	0.972	0.975	0.950	0.975	0.976	0.978
L68	0.944	0.953	0.954	0.955	0.950	0.953	0.953	0.955	0.960	0.959	0.961
M71-73	0.923	0.892	0.916	0.926	0.913	0.929	0.940	0.941	0.940	0.926	0.928
N74-76	0.963	1.000	0.988	0.994	0.965	0.984	0.965	0.950	0.961	0.948	0.936
R90-91	0.938	0.963	0.947	0.947	0.752	0.944	0.949	0.906	0.945	0.951	0.958
S96	0.924	0.883	0.868	0.862	0.891	0.904	0.929	0.945	0.948	0.949	0.966

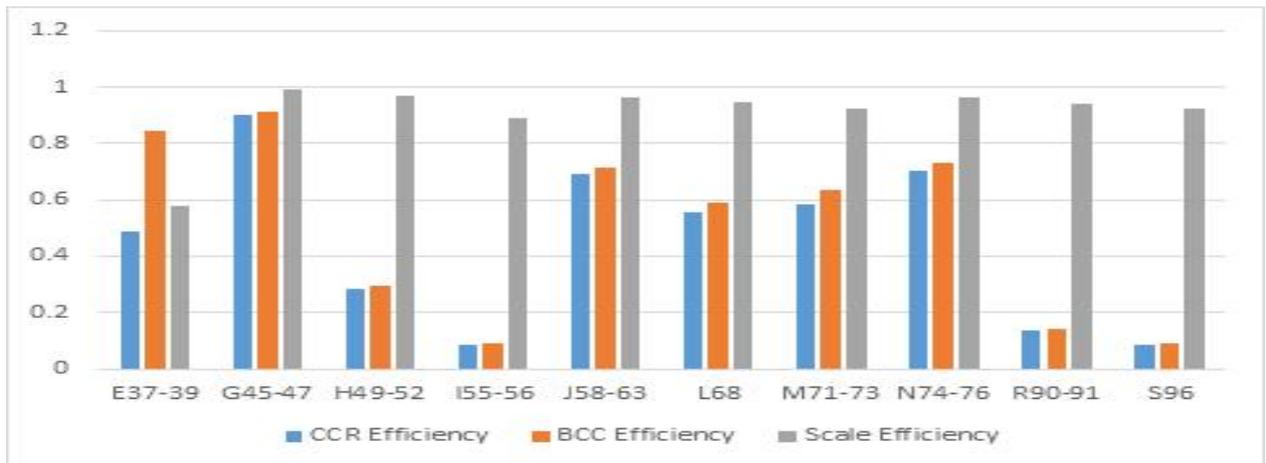


Fig. 1. CCR, BCC, and Scale Efficiencies

0.845) 효율성에 추이에 있어서도 BCC 효율성은 CCR 효율성의 경우와 흡사하였다. 또한, 본 논문에 사용된 10개 서비스산업의 BCC 효율성 평균이 0.467로 매우 낮았다.

Table 5에서는 BCC-효율성과 CCR-효율성의 비율인 규모의 효율성(SE)을 보여주고 있다. 이 표에서는 대부분의 규모의 효율성 수치가 0.9를 상회하지만, E37-39

(하수-폐기물 처리, 원료재생업)의 경우 SE가 0.580으로 TE의 비효율성이 규모의 비효율성에 기인하는 것을 알 수 있다. 추이에 있어서는 E37-39 산업(하수-폐기물 처리, 원료재생업)의 경우 감소하였고, S96 산업(기타 개인 서비스업)은 증가하였다.

Fig 1에서는 위에서 논의된 각 산업에서 CCR 효율성

(막대그래프 중 좌측), BCC 효율성 (가운데) 및 SE (우측)를 비교·정리하였다.

### 4.3 결정요인 분석

본 논문에서 측정하고자 하는 선형화된 결정요인 방정식은 아래의 식(14)와 같다.

$$\theta_{it} = \alpha_0 + \beta_1 MWA W_{it} + \beta_2 \ln \in V_{it} + \beta_3 \ln FDI_{it} + \beta_4 OPEN_{it} + \beta_5 \ln RND_{it} + \beta_6 \ln LOB_{it} + \beta_7 \ln SIZE_{it} + \epsilon_{it} \quad (14)$$

여기서,  $i = 1, \dots, 10, t = 1, \dots, 10$  ( $i$ 는 각 산업,  $t$ 는 시간)을 의미한다. 또한,  $\alpha_0$ 와  $\beta$ 는 각각 상수와 계수를 나타낸다. 그리고, 사용된 각 변수 들은 다음과 같다.

$\theta_{it}$  = DEA에 의해 측정된 각 산업의 각 연도 효율성 수치

$MWAW$  = 최저임금(Minimum Wage)과 산업의 평균 임금(Average Wage) 비율

$\in V$  = 총 투자액(Investment)

$FDI$  = 해외직접투자액(Foreign Direct Investment)

$OPEN$  = 개방도 ( $\frac{\text{총수출액} + \text{총수입액}}{GDP}$ )

$RND$  = 연구개발비(R&D)

$LOB$  = 접대비의 총 비용 비율

$SIZE$  = 규모(총 매출액)

$\epsilon_{it}$  = 통계적 백색잡음 (white-noise)

그리고 소수점의 비율을 나타내는 변수 외에는 자연로그(ln)를 취하였다.

Karim et al. (2016)[29]은 선진국과 개도국의 생산 효율성을 구하여 토빗회귀모형을 이용하여 최저임금, FDI, 투자, 개방도, 정부지출이 효율성에 미치는 영향을 분석하였다. 여기에, 본 논문에서는 관심의 대상이 되는 연구개발비(R&D)와 접대비(Lobbying Expenses) 및 산업의 규모를 의미하는 총 매출액(SIZE)을 추가하였다. 접대비의 경우는 비생산적인 면을 고려하여 총 비용에서 차지하는 비율로 환산을 하였다. (Bae (1995)[30] 참조) 사용된 최저임금변수는 Karim et al. (2016)[29]에서는 최저임금액 자체를 사용하였지만, 본 논문에서는 효율적(efficient) 최저임금인 Joe & Moon (2020)[31] 참조) 최저임금/평균임금을 사용하였다. 한국의 경우, 산업 모두 같은 최저임금이지만 평균임금은 다르기 때문에 더 효율적인 변수가 된다.

아래의 Table 6에서 모형1은 단절토빗회귀모형을 나타내고 모형2는 중도절단토빗회귀모형을 나타내고 있고, 각 모형은 종속변수를 CCR 효율성, BCC 효율성, 규모의 효율성으로 설정하고 회귀분석을 실시한 결과를 보여주고 있다.

Table 6의 모형1에서는 투자 (INV)와 연구개발비(R&D)가 통계적으로  $\alpha = 1\%$ 에서 효율성에 정(+ )의 영향을 주었고, 접대비가 총비용에서 차지하는 비율(LOB)은 부(-)의 영향을 준 것으로 나타났다. BCC

Table 6. Results of the Regressions

Variables/Models	Model 1 CCR	Model 1 BCC	Model 1 SE	Model 2 CCR	Model 2 BCC	Model 2 SE
c (constant)	-1.632 (-3.411)***	-1.767 (-2.662)***	0.714 (0.523)	-1.632 (-3.411)***	-2.779 (-3.871)***	0.5664 (2.091)**
MWAW	0.225 (0.981)	0.391 (1.279)	-0.235 (-0.36)	-0.341 (-1.221)	-0.276 (-0.931)	-0.032 (-0.281)
INV	0.126 (4.093)***	0.155 (3.697)***	0.071 (0.834)	-0.001 (-0.051)	-0.019 (-0.701)	0.020 (1.883)*
FDI	-0.058 (-1.229)	-0.092 (-4.660)***	-0.627 (-3.194)***	0.005 (0.443)	0.012 (0.774)	-0.001 (-0.191)
OPEN	0.001 (1.228)	0.001 (0.692)	0.002 (1.865)*	-0.001 (0.723)	-0.001 (0.783)	-0.001 (0.300)
R&D	0.103 (5.484)***	0.116 (4.684)***	0.067 (1.107)	0.0132 (0.436)	-0.036 (-1.051)	-0.003 (-0.301)
LOB	-0.981 (-2.109)**	-0.232 (-3.654)***	-0.670 (-3.191)***	-0.447 (-2.911)***	-0.932 (-1.923)**	-0.227 (-0.731)
SIZE	-0.037 (-0.63)	-0.047 (-0.73)	-0.078 (-0.499)	0.179 (2.764)***	0.227 (3.451)***	0.025 (1.894)*
log-likelihood	52.313	32.973	179.042	73.395	68.459	162.759

주: \*\*\*, \*\*, \*는 각각 통계적으로  $\alpha = 1\%, 5\%, 10\%$ 에서  $z$ 값의 유의함을 의미한다.

효율성을 종속변수로 하는 회귀분석에서도 CCR 효율성을 종속변수로 하는 첫 번째와 동일한 결과를 보여주었는데, 이것은 총비용에서 비생산적인 측면인 접대비의 비율이 높아질수록 효율성이 낮아지는 것으로 판단된다. 또한, 해외직접투자(FDI) 변수가 효율성에 부(-)의 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 투자, 연구개발비에 대한 결론은 다른 연구에서도 발견된 결과와 유사하지만 FDI의 경우는 조금 다르다.

즉, FDI가 효율성에 부의 영향을 주는 것으로 나타난 것은 Karim et al. (2016) [29] 등의 결과와 상반되어 타당성 있는 설명이 필요하다. 즉, 서비스산업에서 FDI 유입이 증가하는 것이 산출(output)에는 정의 영향을 줄 수 있으나, 산출의 질적인 면을 고려한 부가가치(value-added)에는 반대급부의 영향을 줄 수 있기 때문이다. 이런 결과는 중국의 문제를 다룬 Feng(2011)[32]에서도 나타나고 있다. 즉, 중국의 서비스산업에서도 FDI의 유입은 산업의 발전에 정의 영향을 주지 못하였다. 왜냐하면, FDI 유입이 경제성장을 유도하려면 FDI 자체의 규모도 중요하지만 이보다 더 중요한 것은 FDI와 인적자본의 수준, R&D 능력 및 정부의 개방정책과의 융합적인 체계(메카니즘)가 조화를 이루어야 하는데 중국의 서비스산업은 아직 발전단계의 낮은 수준에 있기 때문이다. 앞서 논의한 바와 같이 서비스산업의 평균 효율성이 낮고 양극화가 되어 있는 우리나라의 경우도 예외가 아닌 듯 보인다.

규모효율성을 종속변수로 하는 모형 1의 세 번째 회귀분석의 결과에서도 FDI와 접대비가 음의 영향을 주는 것을 볼 수 있었다. 특이한 것은 개방성(OPEN) 변수는 규모의 효율성에 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 효율적 최저임금(MWAW)이나 개방정도를 나타내는 개방성(OPEN)과 산업의 크기를 나타내는 규모(SIZE)의 경우에는 단절토빗회귀분석모형에서는 효율성에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 마지막으로, 개방의 정도를 나타내는 개방성 변수가 규모효율성에 있어서 통계적으로  $\alpha=10\%$ 의 낮은 수준에서 정(+)의 영향을 주는 것으로 추정되었다.

중도절단 모형인 모형 2에서는, 접대비(LOB) 변수는 CCR과 BCC 효율성 모형에서 부(-)의 영향을, 규모(SIZE) 변수는 CCR, BCC 및 SE 효율성 회귀분석 모두에서 정(+)의 영향을 주는 변수로 나타나서 두 회귀모형의 결과의 차이를 보여주고 있다.

## 5. 결론

본 논문에서는 자료수집이 가능한 우리나라 10개 서비스산업의 효율성과 그 효율성에 미치는 미시·거시적 변수들의 영향을 분석하기 위해 1단계로 CCR, BCC 및 SE 효율성을 측정하고, 2단계로 단절토빗회귀모형과 중도절단토빗회귀모형을 이용하여 결정요인에 대한 회귀분석을 실시하였다.

본 연구의 실증분석에서 발견된 것은 다음과 같다. 효율성 분석에 있어서 첫째, 우리나라 서비스산업의 평균 효율성은 0.447 (CCR), 0.467 (BCC)로 매우 낮다는 것이다. 이것은 서비스산업의 고용비율이 70%가 넘는 우리나라에서는 심각하게 재고해야 할 문제이다. 또한, 우리나라 서비스산업의 효율성은 매우 양극화되어 있는 것을 볼 수 있다. 즉, CCR 및 BCC 효율성 측정의 결과, G45-47 (도매 및 소매) 산업과 같이 효율성이 매우 높은 (0.903) 산업이 있는 반면, I55-56 (숙박 및 음식점업), (0.083), R90-91 (예술, 스포츠 및 여가관련 서비스업) (0.135)과 S96 (기타 개인 서비스업) (0.085)의 효율성은 매우 낮아 심각한 양극화 현상을 보이고 있다. 더욱이 효율성이 낮은 산업은 효율성이 지난 10년 동안 개선되지 않고 있다는 것도 문제점으로 보인다. 둘째, E37-39 (하수·폐기물 처리, 원료재생업)의 경우 기술적 효율성(TE)의 비효율성이 규모의 비효율성에 기인하는 것을 알 수 있다.

또한, 본 연구의 결정요인 분석에서 발견된 것은 첫째, 투자와 R&D 변수는 CCR과 BCC 효율성에 (단절토빗회귀모형) 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났고 접대비와 FDI는 부(-)의 영향을 주는 것으로 나타났다. FDI가 효율성에 부(-)의 영향을 주는 것으로 나타난 결론은 다른 연구들과는 다른데, 그 이유는 우리나라의 서비스산업의 발전단계가 낮은 수준에 있어서 FDI에 대한 여러 형태의 관리 및 융합적인 체계의 부조화로 인한 것으로 설명된다. 그리고 FDI는 총 매출액의 산출량에는 정(+)의 역할을 할 수는 있지만, 부가가치를 활용한 산출 면에서는 정교한 연구가 필요하다. 또한, 규모의 효율성을 종속변수로 하는 회귀식에서는 서비스 산업의 개방의 정도를 나타내는 개방성 변수가 통계적으로  $\alpha=10\%$ 의 낮은 수준에서 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 중도절단 토빗모형에서도 접대비는 효율성에 부(-)의 영향을 주나, 산업의 규모는 효율성에 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났다.

따라서, 우리나라 서비스산업의 발전을 위한 정부의

경제정책은 산업의 규모를 늘리는 것 외에도, 투자와 연구개발과 같은 거시적인 정책과 FDI와 인적자본의 융합 등 미시적인 부문이 동시에 고려되어야 최적의 효과를 발휘할 수 있다고 판단된다.

본 연구의 한계를 극복하기 위해 다음의 연구는 첫째, 금융 및 보험 등의 중요한 서비스산업의 추가가 필요하고, 둘째로 통계적 추정 가능한 DEA 방법의 대체 및 DEA와 보완관계에 있는 SFA에 의한 효율성을 측정·비교하는 분석이 필요하다. 또한, 세분화된 서비스산업 효율성의 국제비교 역시 우리나라 서비스산업의 발전을 위한 시사성을 제공할 수 있다고 판단된다.

## REFERENCES

- [1] A. Charnes & W. Cooper & E. Rhodes (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- [2] R. Banker & A. Charnes & W. Cooper (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- [3] William W. Cooper & Lawrence M., Seiford & Kaoru Tone (2007), *Data Envelopment Analysis*, Second Edition, Springer.
- [4] Se-Young Bae & H. C. Kim (2020). An Analysis on the Efficiency and Productivity for Major Mutual Financing Cooperatives in Korea. *Journal of Digital Convergence*, 18(2), 1-13.  
<https://doi.org/10.14400/JDC.2020.18.2.235>
- [5] \_\_\_\_\_ (2017), An Efficiency Analysis of Life Insurance Companies in Korea with the Dynamic-Network DEA Model. *Korean Insurance Journal*, 109, 103-138,  
<http://dx.doi.org/10.17342/KIJ.2017.109.4>
- [6] \_\_\_\_\_ (2013), An Analysis of Measuring & Explaining Efficiencies of Korean Savings Banks By Using Network DEA Model. *Journal of Industrial Economics and Business*, 26(5), 2167-2190.
- [7] J. U Baek (2011). An Efficiency Analysis of Korean Thrift Institutions through DEA. *Journal of Industrial Economics and Business*, 24(3), 1363-1378.
- [8] E. K. Kang (2015). A Measurement of Credit Union Efficiency by Slack-based Measure. *Journal of Business Research*, 30(4), 1-26.
- [9] H. Fukuyama (2012). Estimating Two-stage Network Technology Inefficiency, An Application to Cooperative Shinkin Banks in Japan. *International Journal of Operations Research and Information Systems*, 3(2), 1-23.  
DOI:10.4018/joris.2012040101
- [10] S. Ohsato & M. Takahashi (2015). Management efficiency in Japanese regional banks: a network DEA. *Social and Behavioral Sciences*, 172,511-518.  
DOI:10.1016/j.sbspro.2015.01.394
- [11] A. Othman, & N. Mansor & F. Kari (2014). Assessing the Performance of Co-operatives in Malaysia: An Analysis of Co-operative Groups Using A Data Envelopment Analysis Approach. *Asia Pacific Business Review*, 20(3), 484-505.
- [12] D. McKillop & J. Glass & C. Ferguson (2002). Investigating the Cost Performance of UK Credit Unions Using Radial and Non-radial Efficiency Measures. *Journal of Banking & Finance*, 26(8),1563-1591.
- [13] D. McKillop, B. Quinn (2009). Cost performance of Irish credit unions. *Journal of Co-operative Studies*, 42(1), 23-36.
- [14] Pasiouras, F., and C. Zopounidas (2011). The Cost Efficiency of Greek Cooperative Banks: An Application of Two-stage Data Envelopment Analysis. *International Journal of Financial Services Management*, 5(1), 34-47.
- [15] J. D. Kim & Y. S. Cho & S. C. Park (2014). Managerial Efficiency of Local Credit Unions Using Bootstrap DEA. *Korean Journal of Financial Engineering*, 13(1), 101-127.
- [16] M. H. Park (2015). An Efficiency Analysis of Public Enterprises Using Bootstrap DEA. *Journal of Korean Contents*, 15(5), 475-487.
- [17] Se-Young Bae (2010). & Y. W. Lee, & Y. H. Kim (2009). An Analysis On Convergence of the Efficiency and Productivity Change in Korean University Hospitals. *Journal of Korea Service Management Society*, 10(3), 53-95.
- [18] \_\_\_\_\_ & H. C. Kim & Y. W. Lee (2010). An Efficiency Analysis of Korean Hotels Measured by Dynamic DEA. *Journal of Hospitality & Tourism Studies*, 12(3), 20-38.
- [19] G. J. Kim, Se-Young Bae, Y. W. Lee (2008). An Analysis of Efficiency and Productivity for Various Groups of Korean Hotels Using Data Envelopment Analysis. *Korean Journal of Hospitality Administration*, 17(3), 37-51.
- [20] H. C. Kim & Se-Young Bae (2019). An Efficiency Analysis of Chicken Franchise Brands in Korea. *FoodService Industry Journal*, 15(4), 73-86.
- [21] Se-Young Bae & Y. W. Lee & Y. H. Kim (2009). An Analysis on Convergence of the Efficiency and Productivity Change in Korean University Hospitals. *Journal of Korea Service Management Society*, 10(3), 53-95.
- [22] Jong-Wha Lee & Warwick J. KcKibbin (2018). Service Sector Productivity and Economic Growth in Asia. *Economic Modelling*, 74, 247-263.

<https://doi.org/10.1016/1.econmod.2018.05.018>

· E-Mail : sybae@konyang.ac.kr

- [23] R. Järvinen & U. Lehtinen & I. Vuorinen (1996). The Change Process of Industrialisation, Electronising Service Channels and Redesigning Organization in the Financial Sector from the Productivity Viewpoint. Paper Presented at the 2nd International Research Workshop on Service Productivity, Madrid.
- [24] Necmi K. Avkiran (2006). *Productivity Analysis in the Service Sector with Data Envelopment Analysis*. Elsevier.
- [25] Xiaofeng Li & David M. Prescott (2009). Measuring Productivity in the Service Sector. *University of Guelph Working Paper*, Canadian Tourism Hunam Resource Council.
- [26] P. Vrat & G. D. Sardana & B. S. Sahay (1998), *Productivity Management: A System Approach*, Narosa Publishing, New Delhi.
- [27] L. Simar & P. Wilson (2007). Estimation and Inference in Two-stage, Semi-parametric Models of Production Processes. *Journal of Econometrics*, 136, 31-64. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.07.009>
- [28] Juan Brida & Claudio Detotto & Manuela Pulina (2011). How Efficiency is the Italian Hospitality Sector? A Window DEA and Truncated-Tobit Analysis. *CRENoS Working Paper* (Feb.).
- [29] M. Karim & S. Chan & S. Hassan (2016). Minimum Wage Policy and Country's Technical Efficiency. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 6(4), 1729-1735.
- [30] Se-Young Bae (1995). R&D and Lobbying Activities: Some Evidence from Korean Firms. Anthology, *Atlantic Journal of Economics*, 23(1), 82.
- [31] D. H. Joe & S. Moon (2020). Minimum Wage and Wage Inequality in the OECD Countries. *East Asian Economic Review*, 24(3), 253-273. <https://dx.doi.org/10.11644/KIEP.EAER.2020.24.3.379>
- [32] Yin Feng (2011). Foreign Direct Investment in China's Service Industry: Effects and Determinants. *China: An International Journal*, 9(1), 144-163.

배 세 영 (Se-Young Bae)

[정회원]



- 1985년 1월 : George Washington University (경제학학사)
- 1987년 5월 : Catholic University of America (경제학석사)
- 1993년 5월 : Catholic University of America (경제학박사)
- 1993년 3월 ~ 현재 : 건양대학교 금융

학과 교수

- 관심분야 : 경제성장, 거시경제, DEA와 SFA에 의한 효율성 및 생산성 측정