

한국 대학의 비용 효율성 계측

박수남* · 박혜란** · 강상목***

본 연구의 목적은 한국 대학산업의 비용 효율성을 측정하고 그 결정요인을 파악하는 것이다. 이를 위해 비용함수를 초월대수 비용함수(translog cost function) 형태로 설정하고 비용 효율성의 결정요인으로 대학의 교육 여건, 학생의 역량, 교원의 역량, 대학의 국제화를 반영한 비례조정특성(scaling property)을 모형화한 후 확률적 변경 접근법으로 추정하되 두 모형을 결합하여 one-step 방식으로 추정하였다. 추정결과 대학의 위치가 서울이든 지방이든 비용 효율성 수준의 차이가 없었으나 전임교원 비율이 높을수록 비용 효율성이 높게 나타나는 반면, 전임교원 확보율이 법정 정원기준에 근접할수록 비용 효율성이 낮아져 대학에 부담으로 작용하였다. 교원의 역량은 대학의 비용 효율성을 증가시켰고 국공립대학이 사립대학보다, 대규모 대학이 소규모 대학보다 비용 효율성이 높았다.

핵심주제어: 비용 효율성, 대학 효율성, 확률적 변경 분석, 초월대수 비용함수, 비례조정특성

경제학문헌목록 주제분류: C29, D24, I23

I. 서 론

본 연구의 목적은 한국에서 개별 대학의 비용 효율성을 측정하여 그 결정요인을 파악하는 것이다. 한국의 정부는 향후 예상되는 대학입학자원의 감소에 대비하여 2000년대부터 대학 간 통합을 추진하였으며, 2000년대 후반부터 재정 지원제한대학 지정 및 부실대학 퇴출 등 고등교육기관의 구조조정을 추진하여 왔다. 최근 들어 정부는 그 동안 대학 구조조정정책의 실효성이 낮았음을 인식하여 대학의 평가기준을 정비하고, 이에 기반하여 대학을 3~5등급으로 평가한 후 최하위권 대학의 퇴출을 유도할 방안을 마련하고 있다. 반면에 한국의 대학

* 제1저자, 부산대학교 경제학부 BK21 Plus 박사후연구원, 전화: (051) 510-3998, E-mail: snpark@pusan.ac.kr

** 심양농업대학교 경제경영대학 전임강사, E-mail: piaohuilan@naver.com

*** 교신저자, 부산대학교 경제학부 교수, 전화: (051) 510-2586, E-mail: smkang@pusan.ac.kr
논문투고일: 2013. 11. 19 수정일: 2014. 1. 16 게재확정일: 2014. 3. 12

들은 국가의 고등교육 재정이 매우 적다고 주장해 왔으며, 또한 최근의 반값등록금 논쟁에서 나타난 바와 같이 고등교육의 수요자들은 이른바 대학의 서열뿐만 아니라 대학교육의 경제성을 중요한 수요결정 요인으로 채택하기 시작하였다.

한편, 2000년대 이후 한국의 대학들은 교육이라는 단일품목에서 점차 교육과 연구라는 다품종 생산기관으로 진화하고 있다. 정부 역시 소규모 연구개발사업과 자유연구과제의 연구 기능을 대학에 부여하려는 여러 정책들을 시행하고 있다. 오늘날 한국의 대학들은 교육과 연구의 질적 수준 향상과 동시에 경제적인 측면에서 대학 경영의 효율성을 달성해야 하는 두 가지 난관에 직면해 있는 것이다.

우리는 교육뿐만 아니라 연구 업적을 대학의 중요한 생산물로 도입하고 비용함수의 확률적 변형을 추정하여 대학의 비용 효율성을 측정함으로써 대학당국이 교육재정의 확대를 요구하기 전에 자신의 경영 효율성을 파악하게 하고, 정책당국과 고등교육의 수요자가 대학의 명성과는 무관하게 대학 간 효율성의 차이를 알 수 있게 하고자 한다. 향후 예상되는 대학산업의 구조조정과 고등교육 수요자들의 경제적 요구, 그리고 대학에 요구되는 다양한 기능을 만족하면서 경영의 효율성을 달성해야 하는 시대적 상황에 따라 대학의 비용 효율성을 평가하려는 본 연구는 중요한 기여를 하게 될 것이다.

본 연구는 2009~2010년 161개 대학을 대상으로 대학의 생산물로서 학부 교육, 대학원 교육, 연구 업적을 채택하고 요소투입 가격으로 노동의 가격, 물적 자본의 가격, 무형 자본의 가격을 도입한 비용함수를 초월대수 비용함수로 설정하여 확률적 변형 분석법(stochastic frontier analysis: SFA, 이하 SF)을 통해 비용의 측면에서 비효율 오차를 추정하며, 일반에서 중요시하는 대학의 교육 여건, 학생의 역량, 교원의 역량, 대학의 국제화가 경제적인 측면에서 효율성에 영향을 미치는지 분석함으로써 대학당국과 정책당국의 대학정책에 중요한 정보를 제공하고자 한다.

이에 따라 본 연구는 다음과 같은 점에 기여하고 있다. 첫째, 우리는 확률적 변형 분석법(SFA)을 이용하여 개별 대학의 경제적 효율성을 측정함으로써 한국에서 어떤 대학들이 상대적으로 효율적인 경영을 하고 있는지에 관한 정보를 독자들에게 제공한다. 둘째, 특히 한국에서 대학의 명성에 독특한 영향력을 발휘하고 있는 대학의 위치라는 특성 등 대학의 교육 여건, 학부 신입생의 경쟁력이라는 학생의 역량, 대학의 교육 및 연구 역량을 나타내는 교원의 역량, 대학의 국제화 등이 대학의 경제적 효율성의 결정요인이 되는지를 파악한다. 셋

제, 본 연구는 161개 대학 322개 관측치를 표본으로 하고 있어 국내의 연구뿐만 아니라 국제적인 수준에서도 대학 효율성을 측정하려는 연구 중 최대 규모의 연구이므로, 본 연구의 변수 측정, 모형설정 및 연구 방법 등이 후속 연구의 중요한 사례로 기여할 것이다.

II. 선행 연구 검토

대학의 효율성 측정에 관한 기존 연구로서 Tomkins and Green(1988)은 영국의 대학을 대상으로 전임교원 수, 직원 수, 교원 인건비, 직원 인건비를 투입요소로 하고, 생산물로 재학생 수, 대학원생 수, 연구논문 및 저서 수, 연구비 수혜액을 채택하여 효율성을 측정하였다. Johnes and Johnes(1993, 1995)는 각각 1984~1988년과 1989년 동안 36개 영국 대학의 연구 성과를 측정하였다. 사용한 변수는 강의 및 연구교수와 연구전담교수, 1인당 연구비 수혜, 학부 학생 수를 투입요소로, 교원의 논문·저서 등을 생산물로 채택하였다. Athanassopoulos and Shale(1997)는 영국 대학의 효율성 측정에서 학부생 수, 대학원생 수, 전임교원 수, 학생의 최근 3년간 A레벨 통과점수, 연구비, 도서관 컴퓨터 서비스 비용을 투입요소로 사용하였고, 생산물로 졸업생 수, 학위수여자 수, 대학의 연구 순위를 사용하였다. Madden *et al.*(1997)은 호주 대학의 경제학과 효율성을 측정하였다. 연구 분야에서 투입요소는 직원 수, 생산물은 게재논문과 기타 연구물을 사용하였고, 교육 분야에서는 학부 학생 수와 대학원생 수를 사용하였다. Abbott and Doucouliagos(2003)는 36개 호주 국립대학의 효율성을 기술효율과 규모효율로 나누어 측정하였다. 투입요소로는 전임교원 수, 직원 수, 인건비를 제외한 총지출액, 대학 주식자본이고, 생산물로는 연구 수혜비와 전일제 학생 수, 학위수여자 수를 포함시켰다. Flegg *et al.*(2004)은 1980~1993년간 45개 영국 대학을 대상으로 기술효율을 측정하였고 이를 내부적으로 순수기술효율, 혼합효율, 규모효율로 분해하였다. 사용한 투입요소는 직원 수, 학부 학생 수, 대학원 학생 수, 총예산지출액 등이고 생산물은 연구 수혜액, 학부 졸업생 수, 대학원 졸업생 수 등이다. McMillan and Chan(2006)은 1992~1993년간 45개 캐나다 대학을 대상으로 효율성을 분석하였다. 투입요소는 총운영지출액을 사용하였고, 생산물은 학부 재학생 수, 석사 및 박사과정 재학생 수, 총연구비 수혜액, 교수의 평균 임금수준 등을 포함시켰다. 이들 연구의 대부분은 비모수적 방법

에 기초하여 효율성의 측정을 시도하고 있는데, Stevens(2005)는 80개 영국 대학의 1995~1998년간 자료를 대상으로 초월대수 비용함수 모형을 설정한 후 확률적 변경 분석법(SFA)으로 비용의 비효율 오차를 추정하면서 비효율성의 결정요인을 모형화하고 있다. Johnes and Johnes(2009)는 2000~2001년간 121개 영국 대학을 대상으로 SFA를 사용하여 효율성을 추정하였다. 사용한 변수로는 예산지출액, 학부 학생 수, 대학원 학생 수, 연구비 수혜액 등을 포함한다.

국내에서 대학의 효율성 측정을 시도한 연구가 존재하는데, 나민주(2004)는 2001년을 기준으로 국내 대학 중 국립대학 13개와 16개 사립대를 중심으로 대학 재정운영의 효율성을 측정하였다. 사용한 변수는 투입요소로 교수 1인당 학생 수, 직원 1인당 학생 수, 대학원생 비율, 학생 1인당 세출총액, 세출 중 인건비, 장학금 비중을 사용하였고, 생산물로는 학부 졸업생 취업률, 학부생 학업지속률, 교수 1인당 논문 수, 교수 1인당 외부 연구비 등을 사용하였다. 나민주·김민희(2005)는 2000년과 2002년을 기준으로 OECD 15개 국가의 대학 교육 효율성을 비교하였다. 투입요소는 학생 100명당 교수 수, 공립학교 비중, 학생 1인당 교육비, GDP 대비 공교육비, 교직원 인건비 비중, 교수 1인당 연구비를 포함한다. 생산물로는 대졸자 취업률, 고등교육 이수율, 대학교육 만족도, 교수 1인당 SCI 논문 수, 논문 1편당 피인용 횟수를 사용하였다.

본 연구는 확률적 변경 분석법에 따라 한국 대학의 비용함수를 분석한 최초 시도이며, 대학의 교육 여건, 학생의 역량, 교원의 역량, 대학의 국제화가 경제적인 측면에서 효율성에 영향을 미치는지 분석한다. 대학의 생산물로서 학부 교육, 대학원 교육 생산량뿐만 아니라 연구 업적 생산량을 채택하였고, 요소투입 가격으로 노동 가격과 물적 자본 가격뿐만 아니라 무형 자본의 가격을 도입한다. 또한 본 연구는 161개 대학 322개 관측치를 표본으로 하고 있어, 국내 연구뿐만 아니라 국제적인 수준에서도 대학 효율성을 측정하려는 연구 중 최대 규모의 연구이다.

III. 모 형

비용함수의 일반적인 형태는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$C=C(Q, W) \quad (1)$$

여기서, C 는 총비용, Q 는 생산물 벡터, W 는 투입요소 가격벡터이다. 식 (1)과 같은 비용함수를 구체적으로 설정하기 위해서는 대학의 생산물과 투입요소를 먼저 식별해야 한다. 우리는 비용함수에 도입할 대학의 생산물로 학부 교육 생산량 $Q_{(1)}$, 대학원 교육 생산량 $Q_{(2)}$, 연구 업적 생산량 $Q_{(3)}$ 을 채택하였다. 그리고 대학의 생산에 투입되는 요소는 우선 교직원과 같은 노동력을 들 수 있는데, 현실적으로 대학의 정보공시로부터 교원의 투입에 따른 노동비용과 직원의 투입에 대한 노동비용을 구분해서 식별하기 어려워 교원과 직원을 통합하여 교직원 1인당 투입비용 $W_{(4)}$ 를 노동의 가격으로 설정하였다. 그리고 물적 자본과 무형 자본을 여타의 투입요소로 파악하여 물적 자본의 투입가격 $W_{(5)}$ 와 무형 자본의 투입가격 $W_{(6)}$ 을 요소가격으로 채택하였다. 본고에서 물적 자본은 물리적인 자본을 의미하며, 무형 자본은 노동과 물적 자본 외에 생산과정에서 투입비용을 요구하는 요소를 의미한다.

비용의 측면에서 대학의 효율성을 측정하기 위해 식 (1)과 같은 비용함수의 구체적인 형태로서, 우리는 일반적으로 많이 사용되는 초월대수 비용함수(translog cost function)를 채택하였다.

$$\begin{aligned} \ln C_{it} = & \alpha_{(1)} + \sum_{j=1}^3 \beta_{(j)} \ln Q_{(j)it} + \sum_{k=4}^6 \beta_{(k)it} \ln W_{(k)it} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^3 \sum_{l=1}^3 \beta_{(jl)} + \ln Q_{(j)it} \ln Q_{(l)it} \\ & + \frac{1}{2} \sum_{k=4}^6 \sum_{m=4}^6 \beta_{(km)} \ln W_{(k)it} \ln W_{(m)it} + \sum_{j=1}^3 \sum_{k=4}^6 \beta_{(jk)} \ln Q_{(j)it} \ln W_{(k)it} \\ & + D_{(1)it} \left[\alpha_{(2)} + \sum_{k=4}^6 \gamma_{(k)} \ln W_{(k)it} + \frac{1}{2} \sum_{k=4}^6 \sum_{m=4}^6 \gamma_{(km)} \ln W_{(k)it} \ln W_{(m)it} \right. \\ & \left. + \sum_{j=1}^3 \sum_{k=4}^6 \gamma_{(jk)} \ln Q_{(j)it} \ln W_{(k)it} \right] + \alpha_{(3)} t_{(1)t} + v_{it} + u_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

식 (2)에서 $D_{(1)it}$ 는 국공립대학을 지시하는 가변수이다. 한국에서는 국공립대학과 사립대학 간의 회계처리 기준이 달라 총비용과 요소투입비용들은 국공립대학과 사립대학 간에 상이한 방식으로 측정될 것이다. 따라서 식 (2)의 절편과 요소가격 관련 항들에 국공립대학 가변수를 도입하여 대학의 설립 형태에 따른 비용함수 계수들 간 차이를 반영하였다. 그러나 생산량에만 관련된 항들에는 국공립대학 가변수를 도입하지 않기로 한다. 비용함수의 절편에 가변수를 도입하여 국립-사립 간 비용 측정의 차이를 반영하였고, 교육과 연구의 속성에는 국립과 사립 간에 차이가 있다고 볼 수 없어 생산물들은 동질적이므로 국립-사

립 간 베타계수들이 다르리라고 볼 수 없기 때문이다.

식 (2)에서 비용의 연도별 효과를 포착하기 위해 본 연구의 표본기간 2개년 중 첫 해인 2009년을 지시하는 가변수 $t_{(1)t}$ 를 도입하였다. 또한 식 (2)에서 $v_{it} \sim iid.N(0, \sigma_v^2)$ 이고 u_{it} 와도 독립이며, u_{it} 는 경제적 비효율성을 나타낸다.

일반적으로 식 (2)와 같은 비용함수를 추정하기 위해 대칭성 제약을 부과하여 추정한다. 대칭성 제약은 예컨대, $\beta_{(km)} = \beta_{(mk)}$ 라는 것인데 직관적으로도 아주 자연스런 제약이므로 본 연구에서도 대칭성 제약을 부과할 것이다.

본 연구는 비용의 결정요인인 생산량과 요소가격 이외에 대학의 질적 특성들이 경제적 비효율성 u_{it} 에 어떠한 영향을 미치는지 분석하고자 한다. 확률적 변경 분석(SFA)에서 비효율성의 결정요인을 모형화한 연구로는 Reifschneider and Stevenson(1991), Caudill and Ford(1993), 그리고 Caudill, Ford, and Gropper (1995)를 들 수 있는데, 이들은 비효율 오차의 분포로 절반정규분포(half-normal)를 사용하면서 분포의 척도모수가 비효율효과함수에 의해 조정되도록 하고 있다. 한편, Kumbhakar, Ghosh, and McGuckin(1991), Huang and Liu(1994), 그리고 Battese and Coelli(1995)에서는 비효율 오차의 분포로 절단정규분포(truncated normal)를 사용하면서 분포의 위치모수가 비효율효과함수에 의해 조정된다. 또한 비용함수의 비효율성을 모형화한 연구로는 Bhattacharyya, Kumbhakar, and Bhattacharyya(1995)를 들 수 있는데, 대부분의 비효율 효과 모형들은 결정요인에 대한 비효율 오차의 선형함수로 설정되고 있다.

본 연구에서는 비효율 오차 u_{it} 의 결정요인을 모형화하기 위해 Wang and Schmidt(2002)를 따라

$$u_{it} = h(\cdot)u_{it}^* = \exp(\delta' x_{it})u_{it}^* \quad (3)$$

와 같은 모형을 설정하였다. 여기서 x_{it} 는 비효율성의 설명변수들이고 δ 는 설명 변수들의 계수벡터이다. u_{it}^* 는 x_{it} 를 포함하지 않는 여타의 요인을 대변하는 비효율의 확률변수로서 절단정규분포 $N^+(\mu, \sigma_u^2)$ 를 가정한다. 따라서 비효율 오차의 분포는

$$u_{it} = |U_{it}|, U_{it} \sim N(\exp(\delta' x_{it})\mu, [\exp(\delta' x_{it})\sigma_u]^2)$$

와 같게 된다. Alvarez *et al.*(2006)이 설명하고 있듯이, 이와 같이 비효율 오차

가 비례조정함수(scaling function) $h(\cdot)$ 에 의해 비효율 확률변수 u_{it}^* 로부터 비례적으로 조정되는 특성을 갖도록 하는 모형은, 관측단위들 간 비효율 오차 분포의 모수는 다르더라도 분포의 형태는 같게 되어 우리의 직관에 부합한다. 그리고 Wang and Schmidt(2002)가 지적한 바와 같이 비례조정특성(scaling property) 모형은 비효율 오차의 분포와는 무관하게 δ 를 해석할 수 있어 모형설정과 해석이 쉽다는 장점도 있다.

패널자료를 이용하는 경우 의사결정단위 고유의 비효율성을 측정하기 위해 많은 연구들에서 추세 모형 등을 이용하여 비효율 오차의 시간 흐름에 대한 체계성을 포착한다. 그러나 우리의 패널자료는 표본기간이 2년밖에 되지 않아 2년의 관측치로 시간의 체계성을 추정해도 그 추정치가 신뢰할만하다고 할 수 없다. 또한 u_{it}^* 를 추정한 후 이를 2개년에 대해 평균해서 \bar{u}_i^* 를 측정하여 의사결정단위 i 고유의 비효율성을 대변할 수도 있다. 따라서 우리는 식 (3)에서 u_{it}^* 의 시간가변성을 허용하되, 식 (2)의 모형에 시간효과를 담당하는 가변수를 도입하여 시간 체계성의 대안으로 삼고 패널자료를 풀링(pooling)하여 횡단면 자료처럼 취급하는 접근법을 채택하고자 한다.

본고에서는 식 (3)에서 대학의 비용 비효율성 결정요인으로 대학의 교육 여건, 학생의 역량, 교원의 역량, 대학의 국제화를 나타내는 변수들을 도입한다. 우선, 대학의 교육 여건을 나타내는 지표로서 대학의 위치를 도입하였는데 일반적으로 대학 서비스의 공급자인 교원이든 수요자인 학생이든, 실제 대학의 질적 수준에 일치하든 안하든지 간에, 서울권 대학을 선호하므로 이를 가변수 $D_{(2)}$ 로 도입하였다. 한편, 현실적으로 한국의 대학들에서 비전임교원의 수가 상당하기 때문에 식 (2)에서 노동의 가격 $W_{(4)}$ 를 측정하기 위해 노동투입량을 측정할 때 비전임교원을 포함한 전체 교원 수와 직원 수를 포함하는 것이 타당하지만, 일반적으로 전임교원과 비전임교원 간에는 고용비용뿐만 아니라 교육과 연구 역량 등 여러 가지 면에서 차이가 있기 때문에, 한국의 대학산업에서 나타나는 독특한 특성인 교원의 구성을 대학의 교육 여건으로 모형에 도입해 불필요가 있다. 따라서 우리는 전임교원 비율 $F_{(1)}$ 을 교원의 구성을 대변하는 변수로 도입하였다. 본고는 대학의 교육 여건을 나타내는 세 번째 속성으로 교육의 질을 대변하기 위해 전임교원 1인당 학생 수 $F_{(2)}$ 를 채택하였다. 일반적으로 전임교원 1인당 학생 수가 적을수록 교육의 질이 좋을 것으로 기대된다.

학생의 역량을 대변하는 변수로는 학부 신입생 모집 경쟁률 $S_{(1)}$ 을 채택하였다. 한국에서는 일반적으로 수능시험 성적이 학생의 역량을 가장 잘 나타낸다

고 할 수 있지만, 대학별로 공시되는 입시결과를 보면 대학별 수능시험 점수 반영방법이 상이하고 자료의 이용에도 제한이 있어 신입생의 경쟁력을 나타내는 신입생 모집 경쟁률이나 졸업생의 경쟁력을 나타내는 졸업생 취업률 지표가 차선의 대안으로서 적절하다고 판단한다. 단, 본 연구의 표본기간인 2009년과 2010년도 대학별 취업률 자료의 획득이 제한적이므로 본고에서는 신입생 모집 경쟁률만으로 학생의 역량을 대변하고자 한다.

일반적으로 전임교원 1인당 연구 실적이 교원의 역량을 나타낸다고 볼 수 있지만, 식 (2)에서 연구 업적을 대학의 생산물로 채택하고 있으므로 비례조정특성으로 전임교원 1인당 연구 실적을 도입한다면 교원의 역량보다는 생산성을 대변하게 된다. 따라서 교원의 역량을 나타낼 대안적 지표가 필요하게 되는데, 일반적으로 교원의 연구 역량이 우수할수록 연구비를 많이 수주하므로 우리는 교원의 역량을 대변할 지표로 전임교원 1인당 교외 연구비 수주액 $F_{(3)}$ 을 채택하고자 한다.

마지막으로, 대학의 국제화를 대변하는 변수로서 학부 교육의 국제화, 대학원 교육의 국제화, 교원 구성의 국제화를 도입하였다. 학부 교육의 국제화는 학부 외국인 학생 비율 $S_{(2)}$ 로, 대학원 교육의 국제화는 대학원 외국인 학생 비율 $S_{(3)}$ 로, 교원 구성의 국제화는 외국인 전임교원 비율 $F_{(4)}$ 로 측정하였다.

종합하면, 대학의 비용 비효율성 효과 모형의 설명변수 벡터는 결국 다음과 같이 구성된다.

$$x = (D_{(2)}, S_{(1)}, S_{(2)}, S_{(3)}, F_{(1)}, F_{(2)}, F_{(3)}, F_{(4)})$$

IV. 방 법 론

1. 추정방법

우리는 연구 모형의 추정을 위해 다음 세 가지 사항을 고려하여 추정방법을 선택하고자 한다.

첫째, 본 연구에서는 비용 비효율 오차를 추정해야 하는데 이것은 생산자인 대학의 최적화 행위에 기초한 비용함수상에서 측정되므로 비용의 변경(frontier)을 추정해야 한다. 따라서 식 (2)의 비용함수 모형을 확률적 변경 분석법(SFA)

으로 추정한다.

둘째, 우리는 비효율성의 결정요인을 모형화하고 있는 바, 확률적 변경모형 식 (2)와 비효율성 효과 모형 식 (3)을 동시에 추정하는 one-step 추정법을 적용하고자 한다. 실제의 추정에서 식 (2) 및 식 (3)과 같은 복잡한 모형을 추정하는 경우 최우 추정 프로시저가 대수우도함수를 수렴시키지 못하여 추정에 실패하는 경우가 많아 Battese and Coelli(1995)처럼 식 (2)를 추정하여 비효율 오차를 얻은 후 비효율성 효과 모형을 추정하는 two-step 추정법이 합리적이라고 할 수 있다. 사실상 two-step 추정법의 결과가 one-step 추정법과 그리 차이가 없으리라고 예상되기 때문이다. 그러나 two-step 추정법의 경우 식 (2)를 추정할 때는 비효율 오차가 동일하게(identically) 분포한다고 가정하고서는 비효율 오차가 동일하게 분포하지 않는다는 가정에 기초한 비효율성 효과 모형을 다시 추정하는 이론상의 모순을 지니므로, 우리는 one-step 추정법을 시도하고자 한다.

마지막으로, 본 연구에서 패널자료를 이용하고 있으나 관측시기를 나타내는 가변수를 통해 기간 간 비용의 차이를 반영하고 있으므로, Battese and Coelli (1995)처럼 패널자료를 풀링(pooling)하여 횡단면 자료처럼 취급하여 최우추정법으로 모형을 추정한다.

모형의 추정 시에 최우 추정을 위한 대수우도함수는 관측단위에 대한 대수밀도함수의 총합이다. 즉,

$$\ln \mathcal{L} = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \ln f_{it}$$

Stevenson(1980)에 의하면 비용함수의 대수밀도함수는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \ln f_{it} = & -\frac{1}{2} \left[\ln 2\pi + \ln(\sigma_{uit}^2 + \sigma_v^2) + \frac{(\epsilon_{it} - \mu_{it})^2}{\sigma_{uit}^2 + \sigma_v^2} \right] - \ln \Phi \left(\frac{\mu_{it}}{\sigma_{uit}} \right) \\ & + \ln \Phi \left(\frac{\mu_{it}\sigma_v}{\sigma_{uit}\sqrt{\sigma_{uit}^2 + \sigma_v^2}} + \frac{\epsilon_{it}\sigma_{uit}}{\sigma_v\sqrt{\sigma_{uit}^2 + \sigma_v^2}} \right) \end{aligned} \quad (4)$$

여기서, $\epsilon_{it} = v_{it} + u_{it}$, $\mu_{it} = \exp(\delta' x_{it})\mu$, $\sigma_{uit} = \exp(\delta' x_{it})\sigma_u$, 그리고 $\sigma_{it} = \sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_{uit}^2}$ 이며 $\Phi(\cdot)$ 는 표준정규분포의 누적분포함수이다.

2. 효율성 측정

Greene(2008)이 제시한 절단정규분포를 이용한 생산함수의 비효율 오차 조건 부기대치를 참조하면 비용함수의 비효율 오차 조건부기대치는 다음과 같을 것이다.

$$E(u_{it}|\epsilon_{it}) = \frac{\sigma_{uit}\sigma_v}{\sqrt{\sigma_{uit}^2 + \sigma_v^2}} \left[\frac{\phi\{\mu_{it}\sigma_{uit}^2/(\sigma_{uit}^2 + \sigma_v^2) + \epsilon_{it}\sigma_{uit}/(\sigma_v\sqrt{\sigma_{uit}^2 + \sigma_v^2})\}}{\Phi\{\mu_{it}\sigma_{uit}^2/(\sigma_{uit}^2 + \sigma_v^2) + \epsilon_{it}\sigma_{uit}/(\sigma_v\sqrt{\sigma_{uit}^2 + \sigma_v^2})\}} \right. \\ \left. + \frac{\mu_{it}\sigma_{uit}^2}{\sigma_{uit}^2 + \sigma_v^2} + \frac{\epsilon_{it}\sigma_{uit}}{\sigma_v\sqrt{\sigma_{uit}^2 + \sigma_v^2}} \right] \quad (5)$$

비용 효율성 지표 CE_{it} 를 측정하기 위해 $\exp[-E(u_{it}|\epsilon_{it})]$ 를 추정하는 방법과 $E[\exp(-u_{it})|\epsilon_{it}]$ 를 추정하는 방법이 있는데, 본 연구에서는 $\exp[-E(u_{it}|\epsilon_{it})]$ 의 추정치로서 식 (5)에 기초하여 얻은 비효율 잔차 \hat{u}_{it} 를 이용하여

$$CE_{it} = \exp(-\hat{u}_{it}) \quad (6)$$

와 같이 비용 효율성 지표를 측정하기로 한다. 따라서 식 (6)의 비용 효율성 지표가 1에 가까울수록 관측단위 it 의 실제 비용이 극소화된 비용의 변경에 가까워 it 가 효율적임을 나타내며, 비용 효율성 지표가 0에 가까울수록 실제 비용이 극소비용보다 커서 it 가 비효율적임을 의미한다.

비례조정특성을 조정한 비용 효율성 지표는 $\hat{u}_{it}^* = \hat{u}_{it}/\hat{h}(\cdot)$ 를 이용하여 측정한다. 따라서 \hat{u}_{it}^* 는 비효율 잔차 \hat{u}_{it} 을 대학의 질적 특성을 대변하는 $\hat{h}(\cdot)$ 로 조정하여 측정한 것이므로 대학 경영 고유의 비효율 잔차라고 할 수 있다. 본고에서는 \hat{u}_{it}^* 를 이용한 비용 효율성 지표를

$$CE_{it}^* = \exp(\hat{u}_{min}^* - \hat{u}_{it}^*) \quad (7)$$

와 같이 측정하기로 한다.¹⁾ 식 (7)에서 \hat{u}_{min}^* 는 추정된 \hat{u}_{it}^* 중 최소값을 나타내

1) 본 연구에서는 다음과 같이 표현한다. 즉,

$$h = \exp(\delta'x) \geq 0, \quad u^* = u/h, \quad CE^* = \exp(u_{min}^* - u^*)$$

이고 $u \geq 0$ 이므로 $u^* \geq u_{min}^* \geq 0$ 이다. 이러한 조건 하에서 조정된 비용 효율성 지표가 가질

므로 식 (7)의 비용 효율성 지표 CE_{it}^* 는 관측단위 it 가 표본 내에서 가장 효율적인 대학에 얼마만큼 가까운지를 나타내는 대학 경영 고유의 효율성 상대적 측도가 된다. 즉, $\hat{u}_{it}^* = \hat{u}_{min}^*$ 이면 $CE_{it}^* = 1$ 이 되어 it 는 가장 효율적임을 나타내며 \hat{u}_{it}^* 가 클수록 CE_{it}^* 는 0에 가까워지므로 it 가 비효율적임을 나타내게 된다.

V. 자 료

본 연구에서는 전문대학, 사이버대학, 대학원대학을 제외한 4년제 대학에 대한 기초 데이터를 대학알리미 사이트(www.academyinfor.go.kr)의 대학정보공시 자료로부터 수집하여 표본을 구성하였다. 다만 국립대 법인인 서울대학교와 울산과학기술대학교, 특별법 법인인 한국과학기술원, 광주과학기술원, 대구경북과학기술원은 표본에서 제외하였고, 여러 개의 캠퍼스를 운영하는 대학의 경우에도 회계는 통합되어 공시되므로 캠퍼스별 자료를 통합해서 한 개 대학으로 취급하였다. 또한 표본에서 대학원 교육 생산량이 0인 8개 대학은 $\ln Q_{(2)}$ 가 음(-)의 무한대로 발산하게 되므로 제외하였다. 따라서 표본에는 국공립대학 38개, 사립대학 123개가 포함되었고, 161개 대학의 2009년, 2010년 2개년에 대한 자료로 표본이 구성되어 총관측 수는 322개이다.

식 (2)의 비용함수 모형과 식 (3)의 비효율성 효과 모형을 추정하기 위해서는 먼저 비용·생산량·요소가격 등 변수들을 정의하고 측정해야 하는데, <표 1>과 같이 대학의 총비용은 노동비용, 물질 자본비용, 무형 자본비용으로 구성되는 것으로 정의하였다. 특히, 한국의 대학 부문은 설립 형태에 따라 회계처리 방식이 국공립대와 사립대 간에 차이가 있어 비용변수의 측정에 어려움을 유발한다. 노동비용은 국공립대의 경우 일반회계, 기성회계 인건비 세출과 산학협력단 운영지출에서 직원 인건비 부분을 합계하여 측정하였고, 사립대는 교비회계의 보수에 산학협력단 운영지출에서 직원 인건비 부분을 합계하여 측정하였다. 다

수 있는 값들은 다음과 같다.

첫째, $\delta'x \rightarrow +\infty$ 이면, $h \rightarrow +\infty$ 이고 $u^* \rightarrow 0$. $\therefore CE^* = \exp(u_{min}^* - 0) = \exp(u_{min}^*) = \exp(0) = 1$.

$\therefore u^* \geq u_{min}^* \geq 0$ 이므로 $u^* = 0$ 이면 $u^* = u_{min}^* = 0$ 을 의미한다.

둘째, $\delta'x = 0$ 이면, $h = 1$ 이고 $u^* = u$. $\therefore CE^* = \exp(u_{min}^* - u) \geq 0$.

셋째, $\delta'x \rightarrow -\infty$ 이면, $h \rightarrow 0$ 이고 $u^* \rightarrow +\infty$. $\therefore CE^* = \exp(u_{min}^* - \infty) = \exp(-\infty) = 0$.

즉, 표본 내에서 가장 효율적인 관측단위(u_{min}^*)는 1점 만점을 받게 되고 조정된 비효율성(u^*)이 클수록 CE^* 가 0에 접근하여 조정된 비용 효율성 지표로서 적절한 속성을 갖게 된다.

〈표 1〉 변수의 측정

변수	측정
<p>C = 총비용 = 노동비용 + 물적 자본비용 + 무형 자본비용</p> <p>※ 국공립대</p> <ul style="list-style-type: none"> · 노동비용 = 일반회계 인건비 세출 + 기성회계 인건비 세출 + 산학협력단 운영지출 × 0.02 · 물적 자본비용 = 일반회계 자산취득 세출 + 기성회계 자본지출경비 세출 + 발전기금 기본재산증자비 세출 + 산학협력단 자산부채지출 · 무형 자본비용 = 일반회계 세출 합계 - 인건비 - 자산취득 + 기성회계 세출 합계 - 인건비 - 자본지출경비 + 발전기금 세출 계 - 기본재산증자비 - 차기이월금 + 산학협력단 운영지출 × 0.98 <p>※ 사립대</p> <ul style="list-style-type: none"> · 노동비용 = 교비회계 보수 + 산학협력단 운영지출 × 0.02 · 물적 자본비용 = 교비회계 자산 및 부채지출 + 산학협력단 자산부채지출 · 무형 자본비용 = 교비회계 운영지출 - 보수 + 산학협력단 운영지출 × 0.98 	
<p>$Q_{(1)}$ = 학부 교육 생산량 = 학부 재학생 수</p> <p>$Q_{(2)}$ = 대학원 교육 생산량 = 대학원 재학생 수 = \sum[대학원별 석사과정 + 박사과정 + 석·박사통합과정 재학생]</p> <p>$Q_{(3)}$ = 연구 업적 생산량 = 국내외 학술지 게재논문 실적 = 연구재단 등재지(후보 포함) 게재 실적 + SCI급/SCOPUS급 학술지 게재 실적 × 2</p> <p>$W_{(4)}$ = 노동의 가격 = 노동비용 ÷ 노동투입량</p> <ul style="list-style-type: none"> · 노동투입량 = 교원 수 + 직원 수 + 산학협력단 자체 임용직원 수 <p>$W_{(5)}$ = 물적 자본의 가격 = 물적 자본비용 ÷ 물적 자본량</p> <ul style="list-style-type: none"> · 물적 자본량 = 교사시설 보유면적 = 기본시설 + 지원시설 + 연구시설 + 부속시설 + 기타 시설 <p>$W_{(6)}$ = 무형 자본의 가격 = 무형 자본비용 ÷ 무형 자본량</p> <ul style="list-style-type: none"> · 무형 자본량 = 대학의 모든 구성원 수 = 교원 수 + 직원 수 + 산학협력단 자체 임용직원 수 + 학부 재학생 수 + 대학원 재학생 수 	
<p>$D_{(1)}$ = 국공립대학 가변수(국공립 = 1, 사립 = 0)</p> <p>$D_{(2)}$ = 서울권 대학 가변수(서울 = 1, 기타 = 0)</p> <p>$S_{(1)}$ = 학부 신입생 모집 경쟁률 = 지원자(정원 내) ÷ 모집인원(정원 내)</p> <p>$S_{(2)}$ = 학부 외국인 학생 비율 = 학부 외국인 학생 수 ÷ 학부 재학생 수 × 100</p> <p>$S_{(3)}$ = 대학원 외국인 학생 비율 = 대학원 외국인 학생 수 ÷ 대학원 재학생 수 × 100</p> <ul style="list-style-type: none"> · 대학원 외국인 학생 수 = \sum[대학원별 외국인 학생 수] <p>$F_{(1)}$ = 전임교원 비율 = 전임교원 수 ÷ 교원 수 × 100</p> <p>$F_{(2)}$ = 전임교원 1인당 학생 수 = [학부 재학생 수 + 대학원 재학생 수] ÷ 전임교원 수</p> <p>$F_{(3)}$ = 전임교원 1인당 연구비 = 연구비(교외) ÷ 전임교원 수</p> <p>$F_{(4)}$ = 외국인 전임교원 비율 = 외국인 전임교원 수 ÷ 전임교원 수 × 100</p> <p>$t_{(1)}$ = 연도 가변수(2009년 = 1, 2010년 = 0)</p>	

만, 대학정보공시 자료에는 산학협력단 운영지출에서 직원 인건비 항목까지 상세히 공시되지 않아 대학 홈페이지에 비교적 상세하게 산학협력단 회계를 공시한 몇 개 대학의 사례를 참조하여, 일률적으로 산학협력단 운영지출의 2% 만 큼을 산학협력단 자체 직원 인건비로 추정하여 노동비용의 측정에 적용하였다. 물적 자본비용은 국공립대의 일반회계 자산취득, 기성회계 자본지출경비, 발전기금회계 기본재산증자비 세출에 산학협력단 자산부채지출을 합계하였고, 사립대의 경우 교비회계의 자산 및 부채지출에 산학협력단 자산부채지출을 합계하여 구하였다.

한편, 총비용을 구성하는 각종 비용을 총합하면 총비용과 같아져야 할 것인 바, 우리는 노동비용과 물적 자본비용에 포함되지 않는 비용으로서 무형 자본비용의 개념을 도입하였다. 국립대의 경우 무형 자본비용은 일반회계, 기성회계, 발전기금회계 세출 합계에서 노동비용 및 물적 자본비용에 계상된 금액과 차기이월금을 차감하고 산학협력단 운영지출의 98%를 합계하여 측정하였고, 사립대의 경우 교비회계에서 보수를 차감하고 산학협력단 운영지출의 98%를 합계하여 측정하였다. 따라서 본고에서는 간접 경비와 학생의 장학금 등 대학의 운영비용이 무형 자본비용으로 취급된다.

학부 교육 생산량을 대변하기 위해 학부 재학생 수를 적용하였고, 대학원 교육 생산량은 각 대학의 대학원별 석사과정, 박사과정, 석·박사통합과정을 단순 합계한 대학원 재학생 수를 적용하였다. 연구 업적 생산량은 대학별 국내외 학술지 게재논문 실적으로 측정하였는데, 여기에는 SCI급 및 SCOPUS급 학술지 게재 실적을 2배로 환산하여 한국연구재단의 등재 및 등재후보지 게재 실적과 합계하였다. 각 투입요소의 가격은 요소비용에서 요소투입량을 나눈 것이므로 이 개념을 적용하여 노동의 가격은 노동비용에서 노동투입량을 나누어서 구하 되 노동투입량은 각 대학의 모든 교원과 직원 수를 단순 합계하여 측정하였다. 따라서 노동의 가격은 대학의 종사자 1인당 평균 투입비용이 된다. 물적 자본의 가격은 물적 자본비용을 물적 자본량으로 나눈 것인데, 각 대학의 물적 자본량은 교사시설 보유면적을 대응변수로 채택하였다. 따라서 본 연구에서 물적 자본의 가격은 교사시설 보유면적 1m²당 물적 자본비용이 된다.

무형 자본의 가격은 무형 자본비용을 무형 자본량으로 나누어야 할 것인 바, 무형 자본비용이 노동비용과 물적 자본비용에 포함되지 않는 비용으로 정의되었으므로 무형 자본의 실체가 포착되지 않아 그에 대응하는 무형 자본량을 측정하는 것이 곤란하게 된다. 현실적으로는 무형 자본비용과 관련성이 높은 양

적 변수를 찾아내어 무형 자본량의 대응변수로 사용해야 할 것인데, 무형 자본 비용은 대학의 운영비용으로서 대학의 간접 경비, 각종 사업경비, 학생의 장학금, 연구비와 교직원이 아닌 연구보조원의 인건비 등으로 분배되므로 결국 대부분은 대학의 구성원들이 사용하는 것이다. 따라서 우리는 교직원 및 학부와 대학원 재학생 등 대학의 모든 구성원 수를 무형 자본량의 대응변수로 측정하여 무형 자본의 가격은 대학 구성원 1인당 노동비용과 물적 자본비용을 제외한 비용으로 정의하고자 한다. 본고의 부록에 제시된 <부표 1>의 예비적 회귀결과를 보면 본고의 무형 자본량(대학의 모든 구성원 수)에 대한 무형 자본비용의 탄력성이 1.068이고, Wald 검정은 탄력성이 1과 같다는 귀무가설을 기각하지 못함으로써 탄력성이 1과 같음을 지시하고 있다. 이러한 예비적 회귀결과는 대학의 구성원이 증감하는 비율만큼 무형 자본비용이 증감한다는 것을 의미하므로, 대학의 구성원 수가 무형 자본비용에 단위탄력적으로 대응되어 대학의 구성원 수가 본고의 무형 자본량의 대응변수로서 적절함을 알 수 있다.

비효율성 효과 모형에 도입할 변수인 학부 신입생 모집 경쟁률은 전술한 바와 같이 여러 개의 캠퍼스를 운영하는 대학의 경우에도, 캠퍼스별 자료를 통합해서 한 개 대학으로 취급해야 하므로 대학정보공시 자료를 곧바로 이용할 수 없어 각 캠퍼스별 정원 내 지원자와 모집인원을 합계하여 지원자가 모집인원의 몇 배인지를 측정하였다. 학부 외국인 학생 비율은 학부 재학생 수에서 외국인 학생이 점하는 비중을 백분율로 측정하였고, 대학원 외국인 학생 비율도 같은 방식으로 측정하였다. 전임교원 비율은 전체 교원 수 대비 전임교원의 비중을 백분율로 측정하였고, 전임교원 1인당 학생 수는 학부와 대학원 전체 재학생 수를 단순 합계하여 측정하였다. 전임교원 1인당 연구비는 교내 연구비를 제외한 교외 연구비 수주액을 적용하였고, 외국인 전임교원 비율은 백분율로 측정하였다. 마지막으로, 국공립대학 가변수는 국공립을 1로, 서울권 대학 가변수는 대학본부의 위치가 서울인 경우를 1로, 연도 가변수는 2009년 관측치를 1로 두었다.

<표 2>는 이상과 같이 측정한 변수들의 요약통계량을 보여준다. 대학의 1년간 총비용은 평균적으로 1,727억 7,112만 원이고 노동비용이 813억 7,309만 6,000원으로서 비용의 많은 비중을 차지한다. 또한 노동비용과 물적 자본비용의 평균은 사립대학이 크지만 무형 자본비용은 국공립대학이 다소 더 크다는 사실이 발견된다. 비용변수들의 표준편차를 보면 총비용과 노동비용, 물적 자본비용, 무형 자본비용 모두 사립대학의 표준편차가 상대적으로 더 크므로 국공립

〈표 2〉 자료의 요약통계량

	평균	중앙값	최대값	최소값	표준편차	관측 수
C(천 원)	172,771,120	115,663,775	1,337,990,324	5,725,887	182,450,279	322
국공립	131,648,866	94,924,005	433,726,153	15,463,388	117,940,098	76
사립	185,475,557	120,441,208	1,337,990,324	5,725,887	196,645,515	246
노동비용	81,373,096	54,507,397	655,714,181	3,510,294	86,930,054	322
국공립	44,224,211	32,903,853	135,994,886	7,391,242	38,061,875	76
사립	92,849,988	60,420,542	655,714,181	3,510,294	94,324,774	246
물적 자본비용	28,062,718	19,830,703	196,667,950	267,883	28,804,014	322
국공립	24,303,478	18,988,775	90,293,520	2,098,564	21,022,271	76
사립	29,224,110	20,072,619	196,667,950	267,883	30,757,341	246
무형 자본비용	63,335,306	37,307,283	520,216,981	1,779,109	74,261,667	322
국공립	63,121,177	44,291,497	218,891,599	4,434,270	60,469,999	76
사립	63,401,460	36,697,078	520,216,981	1,779,109	78,141,633	246
$Q_{(1)}$ (명)	12,736	10,735	39,109	448	9,764	322
$Q_{(2)}$ (명)	1,498	711	11,645	14	1,912	322
$Q_{(3)}$ (편)	363	164	3,183	0	502	322
$W_{(4)}$ (천 원/명)	66,083	65,249	172,776	23,524	25,858	322
$W_{(5)}$ (천 원/m ²)	160	134	716	11	105	322
$W_{(6)}$ (천 원/명)	3,934	3,132	49,717	1,349	3,935	322
$D_{(1)}$ (-)	0.236	0.000	1.000	0.000	0.425	322
$D_{(2)}$ (-)	0.258	0.000	1.000	0.000	0.438	322
$S_{(1)}$ (배)	7.28	5.70	25.30	1.00	4.49	322
$S_{(2)}$ (%)	1.92	0.95	63.57	0.00	5.04	322
$S_{(3)}$ (%)	5.69	4.37	48.13	0.00	6.30	322
$F_{(1)}$ (%)	37.76	35.26	100.00	8.31	14.55	322
$F_{(2)}$ (명/명)	33	34	55	4	9	322
$F_{(3)}$ (천 원/명)	35,745	21,452	576,147	0	53,132	322
$F_{(4)}$ (%)	6.84	4.87	56.76	0.00	8.75	322

대학보다 사립대학 간 비용의 변동이 더 심하다고 할 수 있다.

학부 재학생 수인 $Q_{(1)}$ 의 평균은 1만 2,736명이고 대학원 재학생 수인 $Q_{(2)}$ 는 1,498명이므로 한국의 대학들은 평균적으로 학부의 규모가 크고 대학원은 상대적으로 열악함을 알 수 있다. 대학의 연구 업적 $Q_{(3)}$ 의 평균은 363편이고 최대 값은 3,183편으로 대학 간 연구 업적의 편차가 크게 나타났다. 대학 종사자에게 지급되는 노동의 가격 $W_{(4)}$ 는 평균 6,608만 3,000원이고 물적 자본의 가격 $W_{(5)}$ 는 교사시설 제공미터당 16만 원이며, 무형 자본의 가격 $W_{(6)}$ 는 평균적으로 대

학 구성원 1인당 393만 4,000원이다.

국공립대학 가변수인 $D_{(1)}$ 의 평균 0.236은 표본에서 국공립대학의 수가 23.6%의 비중을 차지함을 나타내며, 서울권 대학 가변수인 $D_{(2)}$ 의 평균은 서울권 대학의 수가 전체의 25.8%를 차지하여 한국에서 대학의 서울권 편중현상이 심함을 지시하고 있다. 학부 신입생 모집 경쟁률인 $S_{(1)}$ 은 평균적으로 입학지원자가 모집인원의 7.28배이고 최대 25.30배에 달하여, 대학 입학의 경쟁이 치열함을 보여주고 있다. 학부 외국인 학생 비율인 $S_{(2)}$ 와 대학원 외국인 학생 비율인 $S_{(3)}$ 은 평균이 각각 1.92%와 5.69%로서 대학의 국제화가 아직 미미함을 나타내고 있다. 전임교원 비율 $F_{(1)}$ 은 평균이 37.76%로서 한국의 대학들은 전임교원의 비중이 매우 낮음을 보여주고 있으며, 전임교원 1인당 학생 수 $F_{(2)}$ 는 평균이 33명이고 중앙값은 34명, 최대값은 55명에 달하였다. 전임교원 1인당 교외 연구비 수주액 $F_{(3)}$ 은 평균이 3,574만 5,000원이고 최대 5억 7,614만 7,000원으로서 표준편차가 5,313만 2,000원에 달하여 연구비 수혜의 편차가 매우 크다고 할 수 있다. 외국인 전임교원 비율 $F_{(4)}$ 는 6.84%로서 역시 대학의 국제화가 낮은 수준임을 보여준다.

VI. 분석결과

본 절에서는 제V절의 표본자료를 이용하여 제III절의 연구 모형을 제IV절의 추정방법에 따라 확률적 변경 분석법(SFA)으로 추정하고 분석결과를 해석하고자 한다. 우리는 비용함수 모형만을 SFA로 추정한 결과(WITHOUT scaling property)와 식 (3)의 비례조정특성을 반영한 추정(WITH scaling property)을 모두 <표 3>에 제시하였는데, WITH 추정에서는 식 (2)와 식 (3)을 동시에 추정하는 one-step 추정법을 사용하였다. <표 3> 하단의 우도비 검정(LR test) 결과는 WITH 추정의 δ 가 0이라는 귀무가설을 강하게 기각하므로, 본 연구의 비용함수와 비례조정함수를 결합한 모형이 비효율 오차의 결정요인을 적절하게 설명하고 있음을 보여준다. <표 3>에서 p -값(Prob.)들을 보면 통계적 유의성을 확보한 비용함수의 모수 추정치와 확보하지 못한 추정치가 있으나, 본 연구에서 비용함수 모형의 추정결과 자체는 별다른 경제적 의미를 지니지 않으므로 경제적 해석은 생략하고자 한다.

〈표 3〉 비응함수 추정결과

	WITHOUT Scaling Property			WITH Scaling Property		
	Coeff.	z-Stat.	Prob.	Coeff.	z-Stat.	Prob.
$\alpha(1)$	4.7562	0.463	0.644	3.6647	0.446	0.656
$\beta(1)$	0.4127	0.438	0.661	0.2456	0.256	0.798
$\beta(2)$	0.3473	0.639	0.523	0.5689	1.220	0.223
$\beta(3)$	0.3720	0.645	0.519	0.3194	0.510	0.610
$\beta(4)$	0.2169	0.131	0.896	0.2913	0.207	0.836
$\beta(5)$	0.2865	0.554	0.579	0.5831	1.294	0.196
$\beta(6)$	0.2340	0.217	0.828	0.0310	0.027	0.978
$\beta(11)$	0.1239	2.511	0.012	0.1801	3.283	0.001
$\beta(12)$	-0.0420	-1.950	0.051	-0.0774	-3.820	0.000
$\beta(13)$	-0.0468	-1.832	0.067	-0.0597	-2.082	0.037
$\beta(22)$	0.0613	5.128	0.000	0.0701	6.443	0.000
$\beta(23)$	-0.0129	-0.855	0.393	0.0054	0.378	0.706
$\beta(33)$	0.0587	3.503	0.001	0.0475	2.541	0.011
$\beta(44)$	-0.0071	-0.043	0.966	0.0251	0.155	0.877
$\beta(45)$	-0.0232	-0.524	0.600	-0.0747	-1.883	0.060
$\beta(46)$	0.0041	0.047	0.963	0.0250	0.260	0.795
$\beta(55)$	0.1211	6.808	0.000	0.1190	7.220	0.000
$\beta(56)$	-0.0084	-0.222	0.824	0.0171	0.466	0.642
$\beta(66)$	0.0755	0.801	0.423	0.0251	0.239	0.811
$\beta(14)$	0.0122	0.179	0.858	-0.0010	-0.016	0.987
$\beta(15)$	-0.0524	-1.794	0.073	-0.0331	-1.165	0.244
$\beta(16)$	-0.0219	-0.379	0.705	-0.0180	-0.296	0.767
$\beta(24)$	0.0075	0.164	0.869	0.0072	0.183	0.855
$\beta(25)$	-0.0088	-0.670	0.503	-0.0253	-2.030	0.042
$\beta(26)$	-0.0292	-0.765	0.444	-0.0219	-0.660	0.509
$\beta(34)$	-0.0303	-0.790	0.430	-0.0454	-1.181	0.238
$\beta(35)$	0.0219	1.298	0.194	0.0270	1.562	0.118
$\beta(36)$	0.0209	0.625	0.532	0.0471	1.310	0.190
$\alpha(2)$	0.3052	0.006	0.995	2.6738	0.063	0.950
$\gamma(4)$	-0.0332	-0.004	0.997	-0.0774	-0.011	0.991
$\gamma(5)$	0.3024	0.063	0.950	0.5360	0.133	0.895

〈표 3〉 계 속

	WITHOUT Scaling Property			WITH Scaling Property		
	Coeff.	z-Stat.	Prob.	Coeff.	z-Stat.	Prob.
$\gamma(6)$	-0.2000	-0.033	0.974	-0.8305	-0.146	0.884
$\gamma(44)$	-0.0419	-0.063	0.950	-0.0925	-0.132	0.895
$\gamma(45)$	0.1228	0.400	0.689	0.1521	0.510	0.610
$\gamma(46)$	-0.0333	-0.082	0.935	-0.0412	-0.088	0.930
$\gamma(55)$	-0.2270	-0.820	0.413	-0.2269	-1.260	0.208
$\gamma(56)$	-0.0203	-0.065	0.948	-0.1065	-0.369	0.712
$\gamma(66)$	0.0875	0.128	0.898	0.3179	0.555	0.579
$\gamma(14)$	0.0569	0.272	0.786	0.0889	0.501	0.616
$\gamma(15)$	-0.0384	-0.177	0.859	-0.0202	-0.110	0.913
$\gamma(16)$	-0.0609	-0.208	0.835	-0.1113	-0.436	0.663
$\gamma(24)$	-0.0120	-0.069	0.945	0.0432	0.306	0.760
$\gamma(25)$	-0.0276	-0.153	0.879	-0.0417	-0.399	0.690
$\gamma(26)$	0.0358	0.152	0.879	-0.0326	-0.165	0.869
$\gamma(34)$	-0.0417	-0.156	0.876	-0.0786	-0.361	0.718
$\gamma(35)$	0.0354	0.122	0.903	0.0487	0.220	0.826
$\gamma(36)$	0.0325	0.087	0.931	0.0752	0.229	0.819
$\alpha(2)$	-0.0131	-1.409	0.159	-0.0039	-0.468	0.640
$\delta(1)(D(2):$ 서울권 대학 가변수)	-	-	-	0.1156	1.071	0.284
$\delta(2)(S(1):$ 학부 신입생 모집 경쟁률)	-	-	-	-0.0043	-0.356	0.722
$\delta(3)(S(2):$ 학부 외국인 학생 비율)	-	-	-	-0.0000	-0.001	0.999
$\delta(4)(S(3):$ 대학원 외국인 학생 비율)	-	-	-	-0.0009	-0.152	0.879
$\delta(5)(F(1):$ 전임교원 비율)	-	-	-	-0.0305	-3.106	0.002
$\delta(6)(F(2):$ 전임교원 1인당 학생 수)	-	-	-	-0.0578	-3.419	0.001
$\delta(7)(F(3):$ 전임교원 1인당 연구비)	-	-	-	-0.0000	-1.835	0.067
$\delta(8)(F(4):$ 외국인 전임교원 비율)	-	-	-	0.0036	1.047	0.295
μ	-3.6252	-0.142	0.887	3.3225	1.415	0.157
$\sigma(u)$	0.4638	0.301	0.764	0.6818	1.342	0.180
$\sigma(v)$	0.0599	8.485	0.000	0.0583	9.815	0.000
$\gamma = \sigma^2(u)/[\sigma^2(u) + \sigma^2(v)]$	0.9836			0.9927		
Log likelihood	354.9			419.6		
LR test:	$H: \delta(1) = \dots = \delta(8) = 0$			$\chi^2(8) = 129.3$	0.000	

〈표 3〉의 WITH 추정에서 비효율성 효과 모형인 비례조정함수의 추정결과를 해석하는데 있어서는 추정치의 부호에 주의해야 한다. 식 (3)에서 u_{it} 는 관측단위 it 의 비효율 오차이므로 δ 계수가 양(+)의 값을 지니면 비용 효율성을 감소시키고 음(-)의 값을 지니면 비용 효율성을 증가시킨다. 모수추정치 중 먼저 대학의 교육 여건을 대변하는 변수들의 계수추정치를 살펴보면, 대학의 위치를 나타내는 $D_{(2)}$ 의 계수인 $\delta_{(1)}$ 의 추정치가 0.1156으로서 양수이지만 p -값이 0.284로서 통계적 유의성을 확보하지 못하므로, 서울에 위치한 대학의 비용 효율성이 낮다고 보기는 어렵다. 전임교원 비율 $F_{(1)}$ 의 계수는 -0.0305로서 음수이고 통계적 유의성을 확보하므로 교원의 구성에서 전임교원이 많을수록 비용 효율성이 높다는 사실이 발견된다. 전임교원 1인당 학생 수 $F_{(2)}$ 의 계수 역시 음(-)이면서 통계적으로 유의하여 비용 효율성을 증가시킨다. 따라서 대학의 교육 여건은 대학의 경제적 효율성에도 영향을 미치는데, 교육 여건의 지표별로 그 영향은 상이하게 나타난다. 대학의 위치가 서울에 위치하든 지방에 위치하든 대학의 비용 효율성과는 무관하고 전임교원은 비전임교원에 비해 교육과 연구의 생산성이 높아 인건비의 격차를 상쇄하여 대학의 비용 효율성을 증가시키는 반면, 전임교원 1인당 학생 수가 적어 전임교원 확보율이 법정 정원기준에 근접할수록 비용 효율성이 낮아져 대학에 부담으로 작용하므로, 대학의 경제적 효율성을 달성하기 위해서는 교육과 연구의 생산성이 높은 전임교원을 확보하는 것이 중요함을 시사한다.

〈표 3〉에서 학부 신입생 모집 경쟁률인 $S_{(1)}$ 의 계수는 통계적 유의성이 없어 학생의 역량은 대학의 경제적 효율성에는 별다른 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 그러나 전임교원 1인당 연구비인 $F_{(3)}$ 의 계수는 음(-)이면서 5% 유의수준에서 통계적 유의성을 확보하지 못하지만, 10% 유의수준에서는 통계적으로 유의하므로 교원의 역량은 대학의 비용 효율성을 다소 증가시킨다는 사실이 발견된다. 따라서 연구 업적 생산성이 높은 교원을 확보하는 것이 경제적인 측면에서도 대학에 기여한다는 추론이 가능하다. 학부와 대학원 외국인 학생 비율인 $S_{(2)}$ 와 $S_{(3)}$ 의 계수는 통계적 유의성을 확보하지 못하였으며, 마찬가지로 외국인 전임교원 비율인 $F_{(4)}$ 의 계수도 통계적 유의성이 없었다. 따라서 대학의 국제화는 비용 효율성에 영향을 주지 않는다고 할 수 있다.

한편, 비례조정특성을 포함하지 않은 WITHOUT 추정, 그리고 비례조정특성을 포함한 WITH 추정에서 비례조정특성을 조정하지 않은(non-adjusted) 비용 효율성 지표인 식 (6)의 CE_i 와 비례조정특성을 조정한(adjusted) 비용 효율성

〈표 4〉 비용 효율성 지표들 간 스피어만 순위상관

		WITHOUT		WITH(Non-adj.)		WITH(adjusted)	
		2009년	2010년	2009년	2010년	2009년	2010년
WITHOUT	2009년	1.0000					
	2010년	0.7532	1.0000				
WITH(Non-adj.)	2009년	0.4716	0.3385	1.0000			
	2010년	0.4143	0.4864	0.8268	1.0000		
WITH(adjusted)	2009년	0.7314	0.5485	0.8953	0.7779	1.0000	
	2010년	0.5732	0.7431	0.7054	0.9072	0.7855	1.0000

지표인 식 (7)의 CE_i^* 를 대학별로 측정된 결과는 지면의 제약으로 인해 부록의 〈부표 2〉에 제시하였다. 〈부표 2〉에서 비용 효율성 지표는 대학별로 2009년과 2010년, 그리고 2개년의 평균(mean)이 제시되어 있다. 〈표 4〉에서 연도별 비용 효율성 지표들 간 순위상관계수를 측정된 결과를 보면, WITHOUT 추정에서 2009년과 2010년의 순위상관계수는 0.7532로 나타났으며, WITH 추정에서 CE_i 의 경우 2009년과 2010년의 순위상관계수가 0.8268로서 높게 나타났다. CE_i^* 의 경우에도 순위상관계수가 0.7855로 높게 나타나 두 연도 간 지표의 상관성이 높으므로 2개년의 대표값인 평균을 개별 대학의 비용 효율성 지표로 취급해도 무리가 없음을 알 수 있다.

〈표 5〉에서 비용 효율성 지표들의 요약통계량을 보면, WITHOUT 추정에서 CE_i 의 2개년 평균인 \overline{CE}_i 의 평균이 0.978, 중앙값이 0.982, WITH 추정에서 \overline{CE}_i 의 평균이 0.956, 중앙값이 0.973으로 나타나 비용 효율성 지표들이 1에 매우

〈표 5〉 비용 효율성 요약통계량

	WITHOUT Scaling Property			WITH(Non-adjusted)			WITH(adjusted)		
	2009년	2010년	평균	2009년	2010년	평균	2009년	2010년	평균
평균	0.977	0.979	0.978	0.957	0.955	0.956	0.705	0.677	0.691
중앙값	0.982	0.983	0.982	0.973	0.970	0.973	0.765	0.731	0.744
최대값	0.991	0.991	0.991	0.999	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000
최소값	0.679	0.891	0.786	0.430	0.668	0.549	0.035	0.072	0.061
표준편차	0.026	0.013	0.018	0.059	0.051	0.053	0.206	0.196	0.193
관측 수	161	161	161	161	161	161	161	161	161

가까우므로 전반적으로 한국의 대학들은 비용 효율성이 매우 높게 운영되고 있다고 할 수 있다. 그리고 상대적 측도로 측정한 대학 경영 고유의 효율성 지표인 CE_i^* 는 2009년과 2010년의 최대값이 1이고 최소값은 2009년 0.035, 2010년 0.072, \overline{CE}_i 의 최소값은 0.061로 나타나며, 표준편차는 각각 0.206, 0.196, 0.193으로서 CE_i 에 비해 CE_i^* 가 넓게 분포되어 표본 내에서 대학 간 질적 특성을 조정한 고유의 효율성 편차가 심하게 나타났다.

〈부표 2〉의 WITH 추정에서 비례조정특성을 조정하지 않은(non-adjusted) 비용 효율성인 CE_i 는 비효율 오차의 비례조정함수 $h(\cdot)$ 를 포함하므로 개별 대학의 전반적인 비용 효율성을 대변하며, 비례조정특성을 조정한(adjusted) 비용 효율성인 CE_i^* 는 교육 여건, 학생의 역량, 교원의 역량, 대학의 국제화라는 비례조정 효과를 조정한 후의 비용 효율성이므로 대학 경영 고유의 비용 효율성 지표가 된다. 따라서 우리는 CE_i^* 의 2개 연도 평균(mean) \overline{CE}_i^* 를 개별 대학 경영 고유의 비용 효율성 점수로 취급할 수 있다. 따라서 다른 대학에 비해 \overline{CE}_i 의 순위로부터 \overline{CE}_i^* 의 순위가 상승한다면 교육 여건, 학생의 역량, 교원의 역량, 대학의 국제화라는 비례조정특성보다 대학 경영의 효율성이 더 높다고 할 수 있다. 부록의 〈부표 2〉를 면밀히 살펴볼 때 161개 대학 중 78개 대학이 이러한 대학의 범주에 포함되었다. 또한 앞의 〈표 4〉에서 비용 효율성 지표들 간 순위 상관을 살펴보면, WITH 추정에서 CE_i 와 CE_i^* 의 순위상관이 2009년의 경우 0.8953, 2010년은 0.9072로 높게 나타나 강한 양의 상관을 보여주는데, 이것은 비례조정함수 $h(\cdot)$ 에 대학의 질적 특성을 모두 담아내지 못했기 때문이거나 대학 경영 고유의 비용 효율성으로 나타나는 대학의 경영역량이 대학의 전반적인 비용 효율성에 매우 큰 영향을 미치기 때문일 수 있을 것이다.

한편, 대학명이 변경되었거나 폐교되었거나 본교가 아닌 분교 캠퍼스 등의 이유로 본 연구의 표본에 포함되지 못한 대학을 제외하고, 본 연구의 표본에 포함된 161개 대학 중 정부가 발표한 2012년도 재정지원제한대학과 2013년도 재정지원제한대학에 한 번이라도 포함된 대학은 33개로서 약 20.5%였는데, 본 연구에서 \overline{CE}_i^* 의 순위가 하위 15%에 해당하는 24개 대학 중 한 번이라도 재정지원제한대학에 포함된 대학은 6개로서 25%였다. 즉, 본 연구의 대학 경영의 비용 비효율성이 정부의 재정지원제한과 유사하다고 보기에 무리가 있었다.

마지막으로 〈표 6〉에서 비용 효율성 \overline{CE}_i 와 \overline{CE}_i^* 를 설립 형태별, 위치별, 그리고 학부 재학생 규모별로 구분하여 요약·비교해 보았다. 설립 형태별 효율성 지표를 보면 국공립대학의 대학 경영 고유의 비용 효율성 지표인 \overline{CE}_i^* 의 평

〈표 6〉 비용 효율성의 요약 비교

	설립 형태			위치			학부 재학생		
	국공립	사립	Equality	서울	비서울	Equality	1만 이상	1만 미만	Equality
WITHOUT Scaling Property									
평균	0.982	0.977	1.351	0.977	0.978	0.294	0.980	0.976	1.717*
중앙값	0.983	0.982	0.615	0.982	0.983	0.375	0.982	0.982	0.795
표준편차	0.004	0.020	21.047***	0.013	0.020	2.380***	0.007	0.025	11.779***
최대값	0.987	0.991		0.991	0.991		0.991	0.991	
최소값	0.964	0.786		0.928	0.786		0.950	0.786	
WITH Scaling Property(Non-adjusted)									
평균	0.971	0.952	1.918*	0.949	0.959	0.964	0.970	0.940	3.612***
중앙값	0.978	0.970	2.144**	0.967	0.974	1.573	0.976	0.965	3.095***
표준편차	0.021	0.059	8.225***	0.051	0.054	1.135	0.019	0.073	14.208***
최대값	0.991	0.999		0.999	0.994		0.994	0.999	
최소값	0.893	0.549		0.740	0.549		0.901	0.549	
WITH Scaling Property(adjusted)									
평균	0.745	0.674	1.981**	0.657	0.703	1.340	0.736	0.638	3.328***
중앙값	0.773	0.730	1.714*	0.730	0.745	0.903	0.768	0.691	2.664***
표준편차	0.126	0.207	2.696***	0.225	0.180	1.549	0.147	0.226	2.382***
최대값	0.918	1.000		1.000	0.965		1.000	0.961	
최소값	0.382	0.061		0.095	0.061		0.327	0.061	
관측수	38	123		42	119		87	74	

주: 1) 'Equality'는 평균, 중앙값, 그리고 분산에 대한 동일성 검정통계량을 의미함.
 2) 평균의 동일성 검정은 *t*-검정, 중앙값의 동일성 검정은 Wilcoxon/Mann-Whitney 검정, 분산의 동일성 검정은 *F*-검정을 적용함.
 3) *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 유의수준에서 귀무가설을 기각함을 나타냄.

균이 0.745, 중앙값이 0.773이고 사립대학은 평균이 0.674, 중앙값이 0.730이므로 전반적으로 국공립대학의 비용 효율성이 사립대학보다 높게 나타났다. 위치별 효율성 점수는 WITHOUT 추정치의 \overline{CE}_i 에 대한 서울권 대학과 비서울권 대학 간 분산이 상이함을 보여주지만, 서울권 대학과 비서울권 대학 간 평균과 중앙값에는 별다른 차이가 없어 대학의 위치에 따른 경제적 효율성의 차이는 없는 것으로 파악된다. 학부 재학생 1만 명 이상 규모의 대학은 WITH 추정에

서 비용 효율성 점수 \overline{CE}_i 의 평균이 0.970이고 중앙값이 0.976으로서 1만 명 미만 대학의 평균 0.940, 중앙값 0.965보다 높아 전반적으로 대규모 대학의 비용 효율성이 높다는 사실을 지시하고 있으며, 대학의 질적 특성인 비례조정특성을 조정한 효율성 점수 \overline{CE}_i^* 도 1만 명 이상 대학이 1만 명 미만 대학보다 높아 대학 경영 고유의 효율성 역시 대규모 대학의 효율성이 높다는 사실을 지시하고 있다.

VII. 결 론

본 연구에서는 한국 대학산업의 효율성을 측정하여 그 결정요인을 파악하였다. 이를 위해 비용함수를 초월대수 비용함수(translog cost function) 형태로 설정하고 비용 효율성의 결정요인으로 대학의 교육 여건, 학생의 역량, 교원의 역량, 대학의 국제화를 반영한 비례조정특성(scaling property)을 모형화한 후 확률적 변경 접근법으로 추정하되 두 모형을 결합하여 one-step 방식으로 추정하였다.

본고에서 발견된 중요한 시사점만 간추리면 다음과 같다. 첫째, 대학의 교육 여건은 대학의 비용 효율성에도 영향을 미치는데 대학의 위치가 서울이든 지방이든 비용 효율성 수준의 차이가 없었다. 둘째, 교원의 구성에서 전임교원 비율이 높을수록 비용 효율성이 높게 나타나는 반면, 전임교원 확보율이 법정 정원 기준에 근접할수록 비용 효율성이 낮아져 대학에 부담으로 작용하였다. 셋째, 학생의 역량과 대학의 국제화는 경제적 효율성과는 무관하였으나 교원의 역량은 대학의 비용 효율성을 증가시킬 수 있음을 보여주었다. 넷째, 비용 효율성 점수가 평균적으로 1에 매우 가까워 전반적으로 한국의 대학들은 비용 효율성이 매우 높게 운영되고 있었다. 다섯째, 본 연구에서 대학 경영의 비용 비효율성이 재정지원제한 등 정부의 정책적 판단과 유사하다고 보기에 는 무리가 있었다. 여섯째, 국공립대학이 사립대학보다 대규모 대학이 소규모 대학보다 대학 경영 고유의 효율성이 높게 나타났다.

한국에서는 설립 형태에 따라 회계처리 기준이 국공립대와 사립대 간에 차이가 있어 비용변수의 일관된 측정에 한계가 있었다. 그리고 여러 개의 캠퍼스를 운영하는 대학의 경우 캠퍼스별 자료를 통합해서 한 개 대학으로 취급함으로써, 결국 해당 대학의 규모를 증폭시켜 본 연구의 분석에 다소 왜곡을 가져왔으리라 추측된다. 사실 대학 부문은 제조업과 달리 물리적인 생산물이 없고 비

영리 부문에 속하므로 변수의 측정과 경제적 분석에 일정한 한계가 있을 수밖에 없다. 또한 학생의 역량을 대변할 취업률 자료 등 적절한 데이터의 반영에도 한계가 있었으므로 보다 방대한 데이터의 축적과 세밀한 분석은 후속 연구의 과제로 남기고자 한다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 경제적인 관점에서 개별 대학의 비용 효율성 점수를 측정하여 제공했다는 점, 교육 여건 등 대학의 질적 속성을 대변하는 변수들을 도입하여 비용 효율성에의 영향을 추정했다는 점에서, 대학당국과 정책당국의 대학정책에 참고할만한 정보를 제공했다고 판단한다. 특히, 전임교원 비율이 높을수록 비용 효율성이 높게 나타나는 반면, 전임교원 확보율이 법정 정원기준에 근접할수록 비용 효율성이 낮아져 대학에 부담으로 작용한다는 사실과 전임교원 1인당 교외 연구비 수주액이 많을수록 비용 효율성의 증가가 가능하다는 사실은, 대학의 경제적 효율성을 달성하기 위해서는 교육과 연구의 생산성이 높은 전임교원을 확보하는 것이 중요함을 시사한다.

부 록

〈부표 1〉 ln(무형 자본비용)에 대한 예비적 회귀

Variable	Coeff.	t-Stat.	Prob.
상수항	7.504	16.064	0.000
ln(무형 자본량)	1.068	21.895	0.000
R-squared = 0.844			
Null	Wald	df.	Prob.
Coeff.(2)=1	1.948	1	0.163

〈부표 2〉 대학별 비용 효율성

대학명	WITHOUT Scaling Property			WITH(Non-adjusted)			WITH(adjusted)		
	2009년	2010년	평균	2009년	2010년	평균	2009년	2010년	평균
서울과학기술대학교	0.985	0.980	0.982	0.985	0.976	0.981	0.854	0.755	0.805
서울교육대학교	0.983	0.983	0.983	0.903	0.883	0.893	0.408	0.392	0.400
서울시립대학교	0.987	0.985	0.986	0.983	0.977	0.980	0.917	0.808	0.863
한국체육대학교	0.980	0.982	0.981	0.942	0.934	0.938	0.565	0.526	0.546
강릉원주대학교	0.961	0.967	0.964	0.943	0.940	0.942	0.472	0.459	0.465
강원대학교	0.982	0.983	0.982	0.973	0.974	0.973	0.771	0.766	0.768
경남과학기술대학교	0.985	0.983	0.984	0.980	0.979	0.979	0.856	0.850	0.853
경북대학교	0.983	0.984	0.983	0.979	0.980	0.980	0.824	0.803	0.813
경상대학교	0.982	0.979	0.980	0.981	0.974	0.978	0.826	0.724	0.775
경인교육대학교	0.986	0.986	0.986	0.997	0.980	0.989	0.931	0.848	0.890
공주교육대학교	0.965	0.977	0.971	0.899	0.930	0.914	0.304	0.460	0.382
공주대학교	0.984	0.982	0.983	0.985	0.981	0.983	0.855	0.768	0.812
광주교육대학교	0.981	0.987	0.984	0.966	0.978	0.972	0.686	0.855	0.770
군산대학교	0.983	0.984	0.984	0.974	0.975	0.974	0.779	0.777	0.778
금오공과대학교	0.987	0.988	0.987	0.991	0.992	0.991	0.921	0.916	0.918
대구교육대학교	0.979	0.987	0.983	0.962	0.968	0.965	0.666	0.799	0.733
목포대학교	0.982	0.983	0.983	0.986	0.986	0.986	0.831	0.822	0.827
목포해양대학교	0.976	0.983	0.980	0.984	0.987	0.986	0.778	0.857	0.818
부경대학교	0.984	0.984	0.984	0.988	0.987	0.988	0.895	0.863	0.879
부산교육대학교	0.985	0.981	0.983	0.997	0.958	0.978	0.924	0.560	0.742
부산대학교	0.982	0.985	0.983	0.978	0.980	0.979	0.789	0.822	0.806
순천대학교	0.985	0.983	0.984	0.981	0.979	0.980	0.855	0.775	0.815

102 한국 대학의 비용 효율성 계측

〈부표 2〉 계 속

대학명	WITHOUT Scaling Property			WITH(Non-adjusted)			WITH(adjusted)		
	2009년	2010년	평균	2009년	2010년	평균	2009년	2010년	평균
안동대학교	0.984	0.983	0.983	0.971	0.969	0.970	0.796	0.743	0.769
인천대학교	0.982	0.978	0.980	0.958	0.915	0.937	0.630	0.430	0.530
전남대학교	0.978	0.976	0.977	0.980	0.978	0.979	0.764	0.725	0.744
전북대학교	0.983	0.983	0.983	0.984	0.981	0.982	0.853	0.810	0.832
전주교육대학교	0.981	0.983	0.982	0.967	0.952	0.959	0.695	0.588	0.641
제주대학교	0.980	0.974	0.977	0.993	0.961	0.977	0.886	0.620	0.753
진주교육대학교	0.982	0.986	0.984	0.973	0.968	0.970	0.708	0.750	0.729
창원대학교	0.986	0.983	0.985	0.975	0.970	0.972	0.792	0.681	0.736
청주교육대학교	0.980	0.987	0.983	0.952	0.968	0.960	0.581	0.774	0.678
춘천교육대학교	0.977	0.985	0.981	0.971	0.955	0.963	0.674	0.743	0.709
충남대학교	0.981	0.983	0.982	0.971	0.976	0.973	0.701	0.760	0.731
충북대학교	0.985	0.986	0.986	0.977	0.977	0.977	0.833	0.835	0.834
한경대학교	0.985	0.976	0.980	0.985	0.979	0.982	0.864	0.693	0.779
한국교원대학교	0.974	0.970	0.972	0.985	0.980	0.983	0.804	0.702	0.753
한국해양대학교	0.982	0.979	0.981	0.986	0.986	0.986	0.843	0.810	0.826
한밭대학교	0.985	0.978	0.981	0.983	0.978	0.981	0.865	0.738	0.802
가톨릭대학교	0.976	0.982	0.979	0.908	0.915	0.912	0.389	0.444	0.417
건국대학교	0.990	0.982	0.986	0.976	0.967	0.972	0.925	0.705	0.815
경희대학교	0.989	0.979	0.984	0.976	0.965	0.971	0.912	0.665	0.789
고려대학교	0.981	0.978	0.979	0.972	0.974	0.973	0.786	0.745	0.765
광운대학교	0.991	0.991	0.991	0.992	0.992	0.992	1.000	1.000	1.000
국민대학교	0.982	0.981	0.982	0.984	0.982	0.983	0.821	0.743	0.782
그리스도대학교	0.986	0.990	0.988	0.947	0.957	0.952	0.680	0.878	0.779
남서울대학교	0.977	0.980	0.979	0.972	0.960	0.966	0.731	0.671	0.701
덕성여자대학교	0.965	0.973	0.969	0.930	0.924	0.927	0.367	0.364	0.366
동국대학교	0.988	0.982	0.985	0.967	0.954	0.961	0.783	0.632	0.707
동덕여자대학교	0.973	0.976	0.975	0.947	0.947	0.947	0.524	0.545	0.535
명지대학교	0.987	0.986	0.986	0.995	0.984	0.990	0.933	0.841	0.887
백석대학교	0.985	0.987	0.986	0.981	0.982	0.982	0.885	0.892	0.889
삼육대학교	0.972	0.976	0.974	0.950	0.939	0.945	0.532	0.480	0.506
상명대학교	0.965	0.974	0.970	0.954	0.961	0.958	0.467	0.521	0.494
서강대학교	0.982	0.986	0.984	0.988	0.990	0.989	0.860	0.897	0.879
서경대학교	0.942	0.960	0.951	0.912	0.898	0.905	0.260	0.279	0.270
서울기독대학교	0.983	0.981	0.982	0.835	0.892	0.863	0.274	0.317	0.295
서울신학대학교	0.986	0.986	0.986	0.983	0.970	0.977	0.873	0.755	0.814

〈부표 2〉 계 속

대학명	WITHOUT Scaling Property			WITH(Non-adjusted)			WITH(adjusted)		
	2009년	2010년	평균	2009년	2010년	평균	2009년	2010년	평균
서울여자대학교	0.966	0.976	0.971	0.945	0.956	0.951	0.444	0.526	0.485
서울장신대학교	0.984	0.960	0.972	0.862	0.737	0.799	0.249	0.103	0.176
성공회대학교	0.989	0.988	0.989	0.969	0.965	0.967	0.945	0.802	0.873
성균관대학교	0.983	0.981	0.982	0.984	0.964	0.974	0.799	0.664	0.732
성신여자대학교	0.980	0.969	0.975	0.997	0.915	0.956	0.915	0.356	0.636
세종대학교	0.987	0.989	0.988	0.983	0.985	0.984	0.899	0.914	0.906
수원대학교	0.980	0.978	0.979	0.982	0.977	0.979	0.770	0.706	0.738
숙명여자대학교	0.964	0.969	0.966	0.921	0.924	0.923	0.392	0.427	0.410
승실대학교	0.988	0.988	0.988	0.985	0.985	0.985	0.954	0.926	0.940
연세대학교	0.973	0.962	0.967	0.980	0.981	0.980	0.748	0.709	0.729
이화여자대학교	0.939	0.961	0.950	0.938	0.946	0.942	0.376	0.462	0.419
중앙대학교	0.982	0.984	0.983	0.969	0.964	0.967	0.749	0.742	0.745
충신대학교	0.954	0.950	0.952	0.983	0.972	0.978	0.765	0.604	0.684
추계예술대학교	0.965	0.891	0.928	0.771	0.709	0.740	0.117	0.072	0.095
포항공과대학교	0.988	0.985	0.986	0.999	0.999	0.999	0.929	0.908	0.919
한국성서대학교	0.987	0.986	0.987	0.974	0.965	0.970	0.836	0.754	0.795
한국의국어대학교	0.983	0.979	0.981	0.912	0.890	0.901	0.574	0.470	0.522
한성대학교	0.985	0.985	0.985	0.975	0.972	0.974	0.859	0.822	0.840
홍익대학교	0.974	0.976	0.975	0.952	0.952	0.952	0.651	0.619	0.635
가야대학교	0.978	0.978	0.978	0.988	0.985	0.987	0.857	0.774	0.815
강남대학교	0.963	0.972	0.967	0.991	0.990	0.990	0.813	0.794	0.803
건양대학교	0.979	0.971	0.975	0.977	0.960	0.968	0.741	0.572	0.657
경기대학교	0.984	0.983	0.983	0.976	0.973	0.975	0.764	0.709	0.736
경남대학교	0.988	0.988	0.988	0.990	0.988	0.989	0.947	0.930	0.939
경성대학교	0.983	0.984	0.984	0.978	0.979	0.979	0.760	0.770	0.765
경운대학교	0.987	0.986	0.986	0.967	0.966	0.967	0.801	0.755	0.778
경일대학교	0.963	0.973	0.968	0.900	0.942	0.921	0.359	0.534	0.446
경주대학교	0.986	0.986	0.986	0.980	0.985	0.982	0.896	0.924	0.910
계명대학교	0.975	0.980	0.977	0.980	0.978	0.979	0.737	0.753	0.745
고신대학교	0.972	0.979	0.975	0.877	0.899	0.888	0.311	0.389	0.350
관동대학교	0.961	0.968	0.965	0.939	0.946	0.943	0.471	0.502	0.486
광주대학교	0.975	0.985	0.980	0.936	0.969	0.952	0.516	0.783	0.649
광주여자대학교	0.984	0.985	0.985	0.972	0.966	0.969	0.730	0.705	0.718
극동대학교	0.985	0.986	0.986	0.988	0.987	0.988	0.903	0.875	0.889
금강대학교	0.978	0.977	0.977	0.767	0.705	0.736	0.100	0.086	0.093

〈부표 2〉 계 속

대학명	WITHOUT Scaling Property			WITH(Non-adjusted)			WITH(adjusted)		
	2009년	2010년	평균	2009년	2010년	평균	2009년	2010년	평균
나사렛대학교	0.976	0.974	0.975	0.927	0.925	0.926	0.477	0.429	0.453
남부대학교	0.987	0.985	0.986	0.945	0.928	0.937	0.654	0.536	0.595
단국대학교	0.976	0.976	0.976	0.970	0.964	0.967	0.660	0.600	0.630
대구가톨릭대학교	0.971	0.976	0.973	0.955	0.964	0.959	0.539	0.613	0.576
대구대학교	0.982	0.982	0.982	0.964	0.988	0.976	0.801	0.834	0.817
대구한의대학교	0.987	0.985	0.986	0.983	0.977	0.980	0.878	0.808	0.843
대전대학교	0.987	0.987	0.987	0.982	0.976	0.979	0.885	0.829	0.857
대진대학교	0.958	0.941	0.950	0.929	0.924	0.926	0.357	0.298	0.327
동명대학교	0.971	0.984	0.977	0.936	0.961	0.948	0.484	0.677	0.580
동서대학교	0.981	0.982	0.981	0.977	0.977	0.977	0.799	0.774	0.787
동신대학교	0.984	0.982	0.983	0.959	0.964	0.961	0.732	0.665	0.698
동아대학교	0.985	0.984	0.984	0.982	0.980	0.981	0.833	0.791	0.812
동양대학교	0.981	0.983	0.982	0.981	0.982	0.981	0.830	0.868	0.849
동의대학교	0.985	0.985	0.985	0.976	0.972	0.974	0.755	0.713	0.734
루터대학교	0.987	0.980	0.984	0.928	0.825	0.877	0.635	0.204	0.419
목원대학교	0.972	0.972	0.972	0.941	0.956	0.949	0.504	0.520	0.512
배재대학교	0.976	0.980	0.978	0.941	0.945	0.943	0.490	0.550	0.520
부산가톨릭대학교	0.976	0.980	0.978	0.971	0.970	0.970	0.623	0.625	0.624
부산외국어대학교	0.987	0.988	0.987	0.986	0.986	0.986	0.931	0.937	0.934
상지대학교	0.988	0.987	0.988	0.982	0.980	0.981	0.920	0.863	0.892
서남대학교	0.971	0.983	0.977	0.970	0.982	0.976	0.622	0.802	0.712
서원대학교	0.975	0.972	0.974	0.962	0.957	0.960	0.618	0.549	0.584
선문대학교	0.976	0.980	0.978	0.976	0.972	0.974	0.716	0.697	0.706
성결대학교	0.983	0.988	0.985	0.972	0.994	0.983	0.796	0.964	0.880
세명대학교	0.983	0.981	0.982	0.982	0.978	0.980	0.844	0.755	0.799
순천향대학교	0.979	0.982	0.981	0.934	0.937	0.936	0.536	0.579	0.557
신라대학교	0.986	0.986	0.986	0.973	0.967	0.970	0.823	0.747	0.785
아세아연합신학대학교	0.987	0.986	0.986	0.971	0.979	0.975	0.802	0.897	0.849
아주대학교	0.979	0.980	0.980	0.986	0.986	0.986	0.852	0.824	0.838
안양대학교	0.983	0.984	0.983	0.966	0.960	0.963	0.781	0.735	0.758
영남대학교	0.984	0.983	0.983	0.987	0.983	0.985	0.858	0.815	0.837
영동대학교	0.983	0.984	0.984	0.942	0.942	0.942	0.702	0.650	0.676
영산대학교	0.943	0.966	0.955	0.790	0.865	0.828	0.178	0.265	0.222
예원예술대학교	0.987	0.986	0.986	0.769	0.784	0.776	0.248	0.290	0.269
용인대학교	0.977	0.971	0.974	0.978	0.967	0.973	0.740	0.596	0.668

〈부표 2〉 계 속

대학명	WITHOUT Scaling Property			WITH(Non-adjusted)			WITH(adjusted)		
	2009년	2010년	평균	2009년	2010년	평균	2009년	2010년	평균
우석대학교	0.977	0.980	0.979	0.965	0.964	0.964	0.637	0.617	0.627
우송대학교	0.679	0.892	0.786	0.430	0.668	0.549	0.035	0.087	0.061
울산대학교	0.985	0.985	0.985	0.963	0.959	0.961	0.773	0.730	0.751
원광대학교	0.976	0.979	0.977	0.930	0.931	0.930	0.503	0.525	0.514
위덕대학교	0.986	0.986	0.986	0.982	0.982	0.982	0.927	0.912	0.920
을지대학교	0.934	0.952	0.943	0.805	0.843	0.824	0.122	0.192	0.157
인제대학교	0.973	0.968	0.971	0.918	0.920	0.919	0.381	0.345	0.363
인하대학교	0.986	0.988	0.987	0.987	0.988	0.987	0.909	0.919	0.914
진주대학교	0.985	0.982	0.984	0.989	0.971	0.980	0.893	0.690	0.792
조선대학교	0.984	0.984	0.984	0.977	0.980	0.978	0.794	0.794	0.794
중부대학교	0.988	0.989	0.989	0.987	0.986	0.986	0.973	0.957	0.965
차의과학대학교	0.955	0.977	0.966	0.952	0.965	0.958	0.523	0.702	0.612
청운대학교	0.987	0.988	0.988	0.982	0.983	0.982	0.898	0.915	0.907
청주대학교	0.979	0.979	0.979	0.980	0.980	0.980	0.754	0.749	0.752
초당대학교	0.974	0.919	0.946	0.985	0.955	0.970	0.755	0.378	0.567
평택대학교	0.982	0.983	0.982	0.964	0.966	0.965	0.700	0.713	0.706
한국국제대학교	0.984	0.983	0.983	0.950	0.944	0.947	0.643	0.560	0.602
한국기술교육대학교	0.981	0.983	0.982	0.984	0.988	0.986	0.791	0.854	0.822
한국산업기술대학교	0.986	0.986	0.986	0.994	0.994	0.994	0.917	0.901	0.909
한국항공대학교	0.991	0.990	0.991	0.993	0.994	0.994	0.972	0.949	0.961
한남대학교	0.976	0.979	0.977	0.970	0.972	0.971	0.648	0.668	0.658
한동대학교	0.971	0.970	0.970	0.977	0.980	0.979	0.726	0.733	0.730
한라대학교	0.987	0.988	0.987	0.976	0.980	0.978	0.858	0.892	0.875
한려대학교	0.982	0.969	0.975	0.993	0.989	0.991	0.909	0.815	0.862
한림대학교	0.984	0.984	0.984	0.956	0.959	0.957	0.607	0.695	0.651
한서대학교	0.982	0.983	0.982	0.973	0.973	0.973	0.752	0.728	0.740
한세대학교	0.981	0.981	0.981	0.937	0.946	0.942	0.546	0.543	0.545
한신대학교	0.983	0.984	0.983	0.972	0.971	0.972	0.753	0.738	0.745
한양대학교	0.983	0.983	0.983	0.976	0.977	0.977	0.768	0.750	0.759
한일장신대학교	0.983	0.983	0.983	0.941	0.942	0.942	0.488	0.525	0.507
한중대학교	0.988	0.982	0.985	0.970	0.954	0.962	0.771	0.581	0.676
협성대학교	0.982	0.984	0.983	0.969	0.952	0.960	0.686	0.648	0.667
호남대학교	0.976	0.981	0.978	0.963	0.973	0.968	0.628	0.731	0.679
호서대학교	0.985	0.985	0.985	0.977	0.974	0.976	0.831	0.787	0.809

참 고 문 헌

- 나민주, “국립대 재정운영의 효율성 평가,” 『교육재정연구』 제13권 제2호, 2004, 149~174.
- 나민주·김민희, “DEA를 활용한 대학교육의 효율성 국제 비교,” 『교육재정연구』 제14권 제2호, 2005, 205~238.
- Abbott, M. and C. Doucouliagos, “The Efficiency of Australian Universities: A Data Envelopment Analysis,” *Economics of Education Review* 22(1), 2003, 89~97.
- Alvarez, A., C. Amisier, L. Orea, and P. Schmidt, “Interpreting and Testing the Scaling Property in Models Where Inefficiency Depends on Firm Characteristics,” *Journal of Productivity Analysis* 25, 2006, 201~212.
- Athanassopoulos, A. D. and E. Shale, “Assessing the Comparative Efficiency of Higher Education Institutions in the UK by the Means of Data Envelopment Analysis,” *Education Economics* 5(2), 1997, 117~134.
- Battese, G. E. and T. J. Coelli, “A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data,” *Empirical Economics* 20, 1995, 325~332.
- Bhattacharyya, A., S. C. Kumbhakar, and A. Bhattacharyya, “Ownership Structure and Cost Efficiency: A Study of Publicly Owned Passenger-bus Transportation Companies in India,” *Journal of Productivity Analysis* 6, 1995, 47~61.
- Caudill, S. B. and J. M. Ford, “Biases in Frontier Estimation Due to Heteroskedasticity,” *Economics Letters* 41, 1993, 17~20.
- Caudill, S. B., J. M. Ford, and D. M. Gropper, “Frontier Estimation and Firm-specific Inefficiency Measures in the Presence of Heteroskedasticity,” *Journal of Business and Economic Statistics* 13, 1995, 105~111.
- Flegg, A. T., D. O. Allen, K. Field, and T. W. Thurlow, “Measuring the Efficiency of British Universities: A Multi-period Data Envelopment Analysis,” *Education Economics* 12(3), 2004, 231~249.
- Greene, W. H., “The Econometric Approach to Efficiency Analysis,” Chapter 2 in H. O. Fried, C. A. K. Lovell, and S. S. Schmidt(eds.), *The Measurement of Productive Efficiency and Productivity Growth*, USA: Oxford Univ. Press,

2008, 92~250.

- Huang, C.J. and J.-T. Liu, "Estimation of a Non-neutral Stochastic Frontier Production Function," *Journal of Productivity Analysis* 5, 1994, 171~180.
- Johnes, G. and J. Johnes, "Higher Education Institutions and Efficiency: Taking the Decomposition a Further Step," *Economics of Education Review* 28, 2009, 107~113.
- Kumbhakar, S.C., S. Ghosh, and J.T. McGuckin, "A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in US Dairy Farms," *Journal of Business and Economic Statistics* 9, 1991, 279~286.
- Madden, G., S. Savage, and S. Kemp, "Measuring Public Sector Efficiency: A Study of Economics Departments at Australian Universities," *Education Economics* 5 (2), 1997, 153~168.
- McMillan, M.L. and W.H. Chan, "University Efficiency: A Comparison and Consolidation of Results from Stochastic and Non-stochastic Methods," *Education Economics* 14(1), 2006, 1~30.
- Reifchneider, D. and R. Stevenson, "Systematic Departures from the Frontier: A Framework for the Analysis of firm Inefficiency," *International Economic Review* 32, 1991, 715~723.
- Stevens, P.A., "A Stochastic Frontier Analysis of English and Welsh Universities," *Education Economics* 13(4), 2005, 355~374.
- Stevenson, R., "Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation," *Journal of Econometrics* 13, 1980, 57~66.
- Tomkins, C. and R. Green, "An Experiment in the Use of Data Envelopment Analysis for Evaluating the Efficiency of UK University Departments of Accounting," *Financial Accountability and Management* 4(2), 1988, 147~164.
- Wang, H.-J. and P. Schmidt, "One-step and Two-step Estimation of the Effects of Exogenous Variables on Technical Efficiency Levels," *Journal of Productivity Analysis* 18, 2002, 129~144.

[Abstract]

Measuring Cost-Efficiency of Korean Universities

Soo Nam Park* · Hui-Lan Piao** · Sangmok Kang***

The purpose of this paper is to measure the cost-efficiency of Korean universities and find its determinants. We specify the translog cost function and the scaling property which reflects educational conditions, capability of students and faculties, and internationalization of the university. The specified two models are jointly estimated by stochastic frontier approach. The location of the university did not affect the cost-efficiency, but the higher proportion of regular faculties increases the cost-efficiency while students per regular faculty decreases the cost-efficiency. The capability of faculty increases the cost-efficiency. The cost-efficiency of public universities is higher than that of private universities and large size universities reported higher cost efficiencies than small size universities.

Keywords: cost-efficiency, efficiency of university, stochastic frontier analysis, translog cost function, scaling property

JEL Classification: C29, D24, I23

* First Author, Postdoctoral Researcher, BK21 Plus Project in Economics, Pusan National University, Tel: +82-51-510-3998, E-mail: snpark@pusan.ac.kr

** Lecturer, College of Economics and Business, Shenyang Agricultural University, E-mail: piao-huilan@naver.com

*** Corresponding Author, Professor, Department of Economics, Pusan National University, Tel: +82-51-510-2586, E-mail: smkang@pusan.ac.kr