

總要素生産性の 構造的 變化와 情報通信技術의 役割: 企業의 패널데이터를 이용한 韓國과 美國 間 比較*

張 斗 英**

논문 초록

본고는 총요소생산성(TFP)의 구조적 변동과 정보통신기술(ICT)의 역할을 1990-2005년간 기업의 패널자료를 이용하여 전자는 자료포락분석의 매크스트지수로, 그리고 후자는 회귀분석으로 추정하여 한국과 미국을 비교·분석했다. 우선, TFP는 한국과 미국에서 ICT산업, ICT고이용산업과 ICT저이용산업의 일부 업종들에서 향상되고 ICT고이용산업에서 가장 크게 증가했다. ICT산업의 향상수준은 미국보다 한국에서 다소 높으나 매우 낮았다. 그리고 ICT산업의 TFP는 양국에서 최근에 향상에서 퇴보로 전환되었고, TFP의 향상경향이 ICT고이용산업에서는 양국간에 유사했으나 ICT저이용산업에서는 미국보다 한국에서 광범위했다. 다음으로, 모든 산업의 TFP변동의 핵심적 결정요인은 양국에서 기술변화였다. 이와 같은正的 관계는 기술적 효율성의 변화에 의해서 강화되었으며 TFP향상을 위한 기술변화에 대한 기술적 효율성의 보완성은 한국보다 미국에서 강했다. 마지막으로, ICT산업의 기술변화는 한국과 미국에서 ICT고이용산업 및 일부 ICT저이용업종들의 TFP변동에 유의하게 기여했다. 그 영향은 ICT저이용업종들보다 ICT고이용업종들에서, 그리고 한국보다 미국에서 컸다. 따라서 향후 ICT의 역동성이 회복되고, 그 결과 TFP의 향상경향이 ICT저이용업종들로 더욱 강하게 확산되어야만 ICT가 다목적 기술 또는 경제성장의 엔진이라는 주장이 유효할 것이다. 한국에서 더욱 그렇다.

핵심 주제어: 총요소생산성, 정보통신기술, 매크스트지수

경제학문헌목록 주제분류: O4

투고 일자: 2007. 12. 11. 심사 및 수정 일자: 2008. 3. 19. 게재 확정 일자: 2008. 4. 8.

* 본고는 한국학술진흥재단의 2006년 기초연구과제 지원에 의한 것이며 유익한 논평을 해주신 심사위원들께 감사드립니다.

** 호남대학교 교수, e-mail: changdy@honam.ac.kr

I. 서론

정보통신기술(Information and Communication Technology: ICT)은 제3차 과학기술혁명의 다목적 기술(General Purpose Technologies: GPTs)로서 ICT산업은 물론 그것을 이용하는 업종들의 생산성 향상에도 기여함으로써 국가경제의 성장엔진으로 기능한다.¹⁾ 일반적으로 GPTs는 개선 및 정교함의 광범위성, 다양한 응용성 및 잠재력, 기존 기술과 잠재적 신기술 간 강한 보완성 등의 특성을 내포하고 있기 때문이다. 그러나 이러한 GPTs의 기술적 특성에도 불구하고 ICT는 제도적 프레임워크(Institutional framework)의 구축, 관련 경제상황의 적합성(Adaptation to local circumstances)과 산업 간 연계성(sectoral considerations)과 같은 조건들을 충족할 때만이 성장엔진으로 기능할 수 있다. 이는 ICT의 발전이 성숙단계에 이르면서 그 이용은 국가경제 내 업종들 간에는 물론 국가들 간에도 확산되고 있지만 총요소생산성(Total Factor Productivity: TFP) 변화의 정도 및 확산은 기술 및 기술외적 여건의 구축여부에 따라 상이할 수 있다는 것을 시사한다.

실제로 TFP는 미국경제에서는 ICT의 발전에 힘입어 1990년대 후반에 현저하게 증가한 반면, 영국에서는 그렇지 못했다.²⁾ 이는 TFP 향상이 전자에서는 ICT산업에서 ICT이용업종들로까지 확산되었으며, 특히 ICT의 집약도가 높을수록 TFP가 크게 증가했지만 영국에서 이러한 현상이 일어나지 않았기 때문이다. 이렇듯 미국 경제는 TFP의 전방위적 향상에 힘입어 견고한 경제성장, 저실업과 물가안정을 달성해오고 있다. 그래서 제2차 과학기술혁명시대와는 다른 이러한 새로운 경제현상을 신경제라고 부르고, 미국은 신경제의 전형으로 평가받고 있다.³⁾ 그리고 최근에 이르면서 ICT의 발전에 의한 경제성장추세는 이제 세계적 현상이다.⁴⁾

한편, 한국에서도 ICT산업이 급속하게 발전하여 ICT산업이 산업구조 내에서 차

1) 자세한 내용은 Jorgenson et al. (2006), van der Berg (2006), Jovanovic and Rousseau (2005), Helpman (1998), Bresnahan and Trajtenberg (1995) 등 참조하고 ICT산업의 정의는 3절에서 후술함.

2) 자세한 내용은 Oulton and Srinivasan (2005), Broadberry and O'Mahony (2004), Basu et al. (2003), Stiro (2002) 등 참조.

3) Carlsson (2004), Eichengreen (2004), Laursen (2004), Nordhaus (2001) 등 참조.

4) 자세한 내용은 Anderssen (2006), Seo and Lee (2006), Jorgenson and Vu (2005), Datta and Agarwal (2004) 등 참조.

지하는 비중이 놀라울 정도로 증가했다. ICT산업의 실질 부가가치가 1995-2006년 간에 실질 GDP의 연평균 증가율인 4.5%를 무려 4배 이상 상회하는 19.0%를 기록함으로써 GDP에서 ICT산업 부가가치가 차지하는 비율은 1995년에 3.4%에서 2006년에 14.4%로 경천 뒤였다(한국은행, 2007). 그러나 TFP증가현상이 미국처럼 아직은 모든 산업으로 확산되지 않은 것으로 나타났다. 신관호외 2인(2004)에 의하면 1985-1999년 간에 ICT산업의 TFP는 다른 산업의 약 4배정도 빠른 성장세를 보였고, ICT자본이 ICT산업의 TFP 향상에는 크게 기여했으나 여타 산업에서는 유의한 영향을 주지 못했다. 김현구와 오경훈(2005)도 ICT는 국내 산업 전반에 걸쳐 생산성을 높이는 데 기여할 것이라는 이론적 예측이 크게 벗어났다고 주장했다. 그리고 박종규와 하종림(2005)은 ICT의 이용확대에 따른 TFP증대효과가 전산업에서 본격적으로 나타나고 있다고 할 수 없다는 결론을 내놓았다.

그렇다면 한국에서 업종별 TFP변동이 1990년대는 물론 2000년 이후에 어떻게 전개되고 있는지와 한국과 미국 간에 TFP변동의 구조적 수렴현상이 발생하고 있는지가 중요한 관심사가 아닐 수 없다. 그런데 동일 또는 유사한 원자료를 이용한 한국과 미국 간 비교연구는 아직까지 없고, 기존 국내연구들은 제3차 과학기술혁명기 TFP의 구조적 변화를 분석하기에는 대상기간이 매우 짧거나 분석방법의 특성상 최근 기간을 포함하기 어려운 단점을 갖고 있다. 이 연구들은 관련 변수의 추정치 또는 투입산출분석방법을 이용하기 때문에 분석대상기간이 단속적이거나 일정기간 구조가 불변이거나 안정적이라고 전제하고 있다. 그리고 기존 연구들은 산업별 성장회계방식에 의한 생산함수를 추정함으로써 TFP를 측정하고 있다. 생산함수에 의한 TFP의 추정은 기술적 효율성이 항상 달성되고 산업별 생산함수가 동일하다고 가정한다. 그런데 실제로는 산업의 기본 구성단위인 기업들은 다양한 경영여건에 직면하고, 그 결과 천차만별의 기술적 비효율성을 경험하고 있는 것이 일반적이다. 게다가 생산함수를 추정할 때 투입자료의 일관성 및 가용성의 확보가 어렵다는 한계도 갖고 있다.

따라서 한국은 ICT의 발전을 기반으로 신경제를 실현함으로써 선진국 반열에 진입하기 위한 제2도약을 모색하고 있다는 점에서 ICT가 GPTs로 기능하고 있는지를 판단하기 위해서 장기적이고 체계적인 비모수적 변경 및 기업단위접근방법(Non-parametric Frontier and Bottom-up Approach)에 의한 국제 비교연구가 필요하다고 할 수 있다. 비모수적 변경 및 기업단위접근방법은 TFP의 추정을 위한 자

료생성의 문제점을 극복할 수 있고 기술의 파급효과를 흡수하여 생산성의 향상으로 소화하는 경제주체는 기업이고 이러한 기업의 힘이 산업이고 국가경제의 생산주체라는 점에서 기업의 TFP를 추정하고 그 결정요인을 분해하는 데 적합하기 때문이다. 그리고 분석대상기간의 장기성은 TFP의 업종별 구조가 신경제현상이 본격화된 시기와 그 이전시기 간 비교는 물론, 그 현상이 일시적인지 아니면 추세적이고 안정적인지를 평가하기 위해서이고, 국제비교 연구는 생성방법이 동일한 자료를 기반으로 추정한 기준국가의 분석결과를 통해서 비교대상국의 것에 대한 객관성 확보를 위해서다.

이러한 맥락에서 본고는 1990-2005년간 기업의 재무분석관련 패널자료를 기초로 한국 및 미국의 업종별 TFP의 변동과 그 결정요인, 그리고 ICT이용산업의 TFP변동에 대한 ICT의 영향 등을 추정함으로써 TFP향상의 확산과 그 과정에서 ICT의 역할을 한국과 미국 간에 비교·분석한다. 이를 위해서 2절은 TFP를 추정하고 그 결정요인을 분해하기 위한 비모수적 분석방법, 그리고 ICT이용업종들의 TFP변동에 대한 ICT의 영향을 측정하기 위한 회귀방정식을 다룬다. 3절에서는 한국 및 미국의 표본업종 및 기업들의 선정, TFP의 변화와 그 결정요인의 분석을 위한 투입 및 산출물관련 변수, 그리고 회귀방정식 관련 설명 및 종속변수 등이 설명된다. 4절에서는 ICT산업 및 이용산업의 TFP 변화의 추이와 그 결정요인, 그리고 ICT의 역할에 대한 추정결과가 분석된다. 마지막으로 요약 및 결론과 향후 연구과제가 제시된다.

II. 분석방법

본절은 TFP의 변화를 측정하고 결정요인을 분해하기 위한, 규모에 대한 보수가 가변적인 기술을 가정한 맴퀴스트 총요소생산성지수(Malmquist Total Factor Productivity Index: 이하에서는 맴퀴스트지수)와 그 추정방법들을, 그리고 TFP의 구조적 변화에서 ICT의 역할을 측정하기 위한 회귀방정식을 설명한다.

1. 총요소생산성의 변화와 그 결정요인의 추정방법

TFP를 계측하는 방법으로는 맴퀴스트지수가 사용된다. 맴퀴스트지수는 기술적

비효율성을 생산변경을 기준으로 명시적으로 고려하고 있고, 그 결과 TFP변동은 기술진보와 기술적 효율성의 변화로 분해될 수 있기 때문이다. 게다가 후술하는 ICT이용업종들의 TFP변동에서 ICT의 역할을 측정하는 데 ICT산업의 기술변화관련 지수는 ICT이용업종의 TFP변화의 설명변수로 대용될 수 있기 때문이다.

맬퀴스트지수는 Caves et al. (1982)가 생산성을 측정할 때 맬퀴스트의 스케일링 방법을 모수적 프레임워크에 적용함으로써 명명되었다. 그 이후 Färe et al. (1994a)가 맬퀴스트지수를 규모에 대한 보수가 불변(Constant Returns to Scale: CRS)인 기술을 가정하여 비모수적 프레임워크에 확장했다. 그런데 이러한 CRS 맬퀴스트지수는 생산과정에서 규모에 대한 보수가 체감하면 TFP가 과대평가되는 반면, 규모에 대한 보수 체증이 발생하면 TFP가 과소평가된다는 단점을 갖고 있다.

따라서 규모에 대한 보수가 가변적일 때 발생할 수 있는 CRS 맬퀴스트지수의 부정확성 문제를 극복하기 위한 범용(Generalized) 맬퀴스트지수가 Färe et al. (1994b)에 의해서 제안되었다. 맬퀴스트지수는 각 기업 및 기간에 대해서 기준 시기 't'에서 생산기술이 주어지면 생산요소 벡터 X^t 를 투입하여 산출물벡터 Y^t 를 창출할 수 있는 최대 가능성 집합인 생산변경 산출물 집합, 즉 $S^t(X^t)$

$$S^t(X^t) = \{Y^t : X^t \text{ can produce } Y^t\}$$

가 존재하는 것으로 가정한다.

이는 어느 시기에나 기업은 최대 생산가능성 변경 위에 있을 수 있으나, 경우에 따라 변경 내에 위치할 수도 있다는 것을 의미한다. 산출물 집합은 단혀 있고, 제한적이고, 볼록한 것으로 가정하며 투입물 및 산출물의 강 처분(Strong disposability)을 충족한다.

투입물을 산출물로 전환시킬 수 있는 투입-산출 관계를 (X^t, Y^t) 라면 주어진 기술 하에서 기준 시기 't' 산출물 거리함수(Output distance function), 즉 $D^t(X^t, Y^t)$ 는

$$D^t(X^t, Y^t) = \min \{\theta : Y^t/\theta \in P^t(X^t)\}$$

로 정의될 수 있다.

여기에서 기준 시기 't' 산출물 거리함수는 기준 시기 't'의 투입물로 생산가능한 최대 산출물과 실제 산출물 간의 비(Ratio)며 기술적 효율성의 측정치다. θ 가 최소 일 때 Y^t/θ 가 최대가 되며 거리함수는 항상 '1'보다 작거나 같다. 동일한 방법으로 비교 시기 't+1'에 주어진 기술 하에서 거리함수, 즉 $D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})$ 도 정의될 수 있다.⁵⁾

이와 같은 거리함수를 이용하여 Färe et al. (1994b)은 분석기간의 매크스트 지수를 기준 시기 't'의 CRS 매크스트 지수, 즉 $M^t = D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})/M^t = D^t(X^t, Y^t)$ 와 비교 시기 t+1의 CRS 매크스트지수, 즉 $M^{t+1} = D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})/M^{t+1} = D^t(X^t, Y^t)$ 의 기하평균, 즉

$$M(t, t+1) = \left[\frac{D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)} \times \frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^{t+1}(X^t, Y^t)} \right]^{1/2}$$

으로 정의한다.⁶⁾

이 매크스트지수는 TFP변화의 결정요인을 관찰하기 위하여 다음과 같이 변형될 수 있다.

$$M(t, t+1) = \frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)} \left[\frac{D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \times \frac{D^t(X^t, Y^t)}{D^{t+1}(X^t, Y^t)} \right]^{1/2}$$

상기 식에서 $\frac{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^t(X^t, Y^t)}$ 는 분석기간 거리함수의 비로서 기준 시기와 비교 시기 간 기술적 효율성의 변화(the change in technical efficiency)를 나타낸다. 이를

5) $D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})$ 는 기준 시기 't' 기술로 비교 시기 't+1'의 투입-산출물 관계를, $D^{t+1}(X^t, Y^t)$ 는 비교 시기 't+1' 기술로 기준 시기 't' 투입-산출물관계를 평가하는 거리함수다.

6) 이는 기준 시기 't'와 비교 시기 't+1'의 CRS 매크스트지수는 투입물과 산출물이 각각 하나일 경우 동일하지만 다수의 투입물과 규모에 대한 보수가 가변적일 경우 동일하지 않을 수 있기 때문에 기준을 선택하는 데 임의성을 배제하기 위한 것이다.

테면 거리함수는 각 산업 내에서 가장 효율적인 기업을 '1'로 가정하고 산출한 산업 내에서의 상대적 효율성을 나타낸다. 이 값이 '1'에 접근할수록 그 기업의 효율성은 생산변경의 근처에 진입하고 있음을 의미한다. 그리고 $\left[\frac{D^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \times \frac{D^t(X^t, Y^t)}{D^{t+1}(X^t, Y^t)} \right]^{1/2}$ 는 X^t 와 X^{t+1} 에서 평가한 변경산출량의 변화들의 기하평균을 나타내므로 분석기간의 생산기술변화(the shift in production technologies)를 나타낸다.

이상을 종합해보면 매킨스트지수는 기술변화요인과 기술적 효율성요인의 곱과 같다. 이는 TFP의 변화는 기술수준이 크게 변화하거나 그 기술의 효율적 사용여부에 의해서 결정된다는 것을 의미한다. 그래서 매킨스트지수는 업종에 따라 TFP의 변화를 결정하는 핵심 요인이 무엇인가를 규명하고 나아가 정책적 시사점을 도출하는 데 유의한 지표다. 그리고 TFP지수는 물론 그 결정요인들도 모두 지수로 산출되고 '1'의 기준치를 갖는다. 다시 말하면, 각 지수는 '1'보다 크거나 작거나 그리고 동일할 수도 있다. 분석기간에 각 지수가 '1'보다 크다면 관련 기업 또는 업종의 경제적 성과가 향상되었다는 것을, 만약 각 지수가 '1'보다 작다면 경제적 성과가 퇴보되었다는 것을, 그리고 각 지수가 '1'이라면 분석기간에 경제적 성과가 변동하지 않았다는 것을 의미한다.

이러한 매킨스트지수 및 그 결정요인의 변화지수들을 산출하는 데는 비모수적 변경접근방법인 자료포락분석(Data Envelopment Analysis: DEA)이 적합하다. DEA는 기술적 비효율성을 가정하고 있고 동일시기 두 기업 또는 다른 시기에 한 기업에 대한 생산기술이 상이할 수 있다는 것을 배제하지 않기 때문이다. 게다가 한 기업의 성과는 다양한 지표로 측정되고, 그 지표들은 생산성을 측정하는 대표성에서 각각 장·단점을 갖고 있다는 점에서 DEA는 더욱 적합하다. DEA는 생산함수를 정의하지 않고 다수의 투입물을 다수의 산출물로 변화시켜 TFP를 측정하기 때문이다. 본고는 TFP를 산출할 때 기업의 패널자료를 이용하고 Färe et al. (1994b)가 매킨스트 DEA를 패널자료에 응용한 점을 고려하여 규모에 대한 보수가 가변(Variable Returns to Scale: VRS)인 기술을 가정한 매킨스트지수, 즉 VRS매킨스트지수를 산출하기 위해서 호주 Queen대학교 CEPA가 제공하는 Coelli의 DEAP(2007)를 사용했다.⁷⁾

2. ICT이용업종의 TFP변동에 대한 ICT의 영향의 추정방법

ICT이용산업의 TFP가 변동하는 과정에서 ICT가 미친 영향을 측정하는 것은 ICT의 발전은 ICT산업은 물론 ICT이용산업의 TFP의 향상에 기여한다는 GPTs가 설을 검증하는 것과 맥을 같이 한다. 이를 위해서 ICT이용산업에서의 ICT의 변화를 측정하는 방법, ICT와 ICT이용산업의 TFP 간의 관계, 그리고 회귀분석에서 사용될 기술변화 이외에 다른 주요 설명변수를 규정하는 것이 필요하다.

우선, ICT이용산업에서의 ICT의 변화를 측정하기 위해서 자주 사용되는 지표가 ICT이용산업의 ICT관련 투자이다. 그런데 ICT투자는 관련 산업의 TFP변동에 대한 ICT의 영향을 효과적으로 측정하는 데 한계를 내포하고 있다. ICT투자는 ICT이용산업의 TFP변동에서 관련 경제주체(기업 또는 산업)가 투입하는 중간재에 체화되어 있는, 즉 공급자와 구매자 간의 관계를 통한 파급효과(spillover)만을 반영할 수 있다는 점에서 그렇다. 실제로 ICT이용산업의 TFP변동은 관련 경제주체가 공급자와 구매자 간의 관계이외에도 산업 내 및 산업 간 관계, 지리적 입지 등 다양한 경로들을 통해서 직·간접적으로 획득하게 되는 ICT의 변화와 밀접하게 관련되어 있다. 그래서 ICT의 변화를 어떻게 측정하느냐가 관건이다.

일반적으로 당해 경제주체의 기술변화에 대한 우량 측정치(good measure)는 경제주체가 제반 혁신활동을 통해서 획득하게 되는 혁신적 결과물(innovative output)을 포함해야 한다. 이러한 혁신적 결과물에 대한 지표로서 애용되는 대표적인 것들이 ICT관련 특허, 과학기술인력과 R&D지출이다. 그러나 이러한 지표들은 기술혁신에 따른 전반적인 결과물을 반영하는 데 한계를 가지고 있다.⁸⁾ 이러한 한계를 극복할 수 있는 길을 열어준 것이 기술변화의 우량 측정치는 제반 혁신활동을 도모한 경제주체에게 이용이 가능한 기술의 실질적 개선을 반영해야한다는 Griliches

7) DEA는 Charnes, et al. (1978)에 의해서 명명되었으며 여기에서는 CRS가 가정되었고, Banker, et al. (1984)가 VRS DEA모형을 제안했다. 이러한 표준형 CRS 및 VRS DEA 모형들에 대해서는 Färe et al(1994a) 참조

8) 특허는 관련 경제주체가 전개한 혁신의 중요한 부분이 특허로 현시화 또는 공개되지 않음으로써 혁신적 결과물이 과소평가될 수 있다는 점에서, 그리고 과학기술인력과 R&D지출은 경제주체에 따라 혁신능력이 상이하고 다양한 비효율성이 상존함으로써 경제주체들이 동일한 R&D지출로부터 또는 동일한 과학기술인력을 보유하고도 창출한 실제적 혁신적 결과물이 상이할 수밖에 없음에도 불구하고 동일한 과학기술인력 및 R&D지출은 곧 동일한 혁신적 결과물로 등치시킨 점에서 그렇다.

(1979)의 제안이다. Griliches의 제안은 혁신적 결과물은 경제주체의 기술을 개선하기 위한 제반 혁신활동에 의해서 실현되기 때문에 이러한 혁신활동이 생산현장에서 응용되면 그 경제주체는 正의 기술변화(positive technical change)를 경험할 것이고, 그렇게 되면 주어진 생산요소로 산출물을 증대할 수 있다는 것을 내포한다. 이러한 관점에서 매크로지수의 결정요인들 중의 하나인 ICT산업의 기술변화지수가 제반 혁신활동을 통해서 경제주체가 경험한 고유한 기술변화에 대한 우량 측정치의 대용변수가 될 수 있다(Sena, 2004).

다음으로, ICT산업과 ICT를 당해 산업에 응용하는 산업의 경제적 성과 간의 관계는 앞에서 정의한 고유한 기술변화의 대용변수인 ICT산업의 기술변화지수와 ICT이용산업의 TFP변화 간의 상관관계로부터 규정될 수 있다. 그런데 본고는 ICT의 발전이 그것을 이용하는 업종들의 TFP를 향상시킨다고 가정한다.⁹⁾ ICT에 대한 ICT이용산업의 수요의 증가가 ICT의 발전을 도모하는 것이 아니라는 것이다. 이는 ICT는 GPTs라는 전제에서 근거한다. 말하자면, ICT는 ICT이용산업의 수요의 유무와는 별개로 자생적으로 발전하여 非ICT산업의 수요를 창출하고 나아가 관련 산업의 TFP를 향상시키고, ICT에 대한 ICT이용산업의 수요 증대는 ICT의 기술적 발전보다는 단지 ICT산업의 성장(또는 확대)에 기여한다는 것이다.

마지막으로, 본고는 ICT이용산업의 TFP변화를 설명하는 변수로서 ICT산업의 기술변화지수이외에 ICT이용산업의 총투자율(gross investment rate: IR)이 사용된다. 총투자율은 관련 기업(또는 업종)의 생산성 변화에 대한 자본축적의 기여를 측정하기 위해서다. ICT이용산업의 TFP는 ICT변화의 파급효과와 함께 총자본규모는 물론 신규투자에 의해서 결정될 수 있기 때문이다¹⁰⁾. 총투자율은 총자본스톡에 대한 총투자지출의 비로 정의된다. 그리고 독립변수와 설명변수들 간의 시차는 없는 것으로 가정한다(Sena, 2004; Nadiri, 1993).¹¹⁾

9) Sena(2004)는 실증분석을 통해서 첨단기술을 흡수하는 기업의 TFP변동과 그 첨단 기술의 변화 간의 상관관계에서는 첨단기술의 변화가 그 기술을 흡수하는 기업의 TFP를 변화시킨다는 관계가 유효하며 TFP가 DEA에 의해서 추정될 경우 회귀분석에서는 내생성문제가 발생하지 않는다는 것을 보여준다.

10) Hay and Liu(1997)는 기술흡수기업의 생산성은 관련 기업의 투자에 의해서 영향을 받고, Gordon(2000, 2003)은 미국의 TFP의 증가는 ICT에 기초한 기술혁신에 의해서라기보다는 1990년대에는 자본축적에, 그리고 2000년 이후에는 비용절감에서 비롯되었다고 주장하며 1990년대 중반 이후 미국에서 TFP의 증가추세에 대한 ICT의 핵심적 역할에 이의를 제기한다.

이러한 관점에서 본고는 ICT이용기업(또는 업종)의 총요소생산성의 변화($TFPCH_j$)를 ICT산업의 총요소생산성의 결정요인 중 기술변화($TEPCHCH_i$)와 ICT이용기업(또는 업종)의 총투자율(IR_j)에 대해서 회귀분석한다. 즉, 회귀방정식은 다음과 같이 정의된다.

$$TFPCH_j = f(TECHCH_i, IR_j) + \mu_j$$

III. 자 료

본절은 TFP의 변화 및 결정요인의 분해를 위한 DEA의 투입 및 산출물과 ICT이용산업들의 TFP변동에 대한 ICT의 역할을 분석하기 위한 회귀분석관련 독립 및 설명변수, 분석대상기간, 그리고 표본의 구성 등을 설명한다.

1. DEA 및 회귀분석을 위한 변수

DEA는 2절에서 설명한 것처럼 생산함수를 정의하지 않고 다수의 투입물을 다수의 산출물로 변화시켜 TFP를 측정한다. 이러한 DEA의 특성에 따라 ICT산업과 ICT이용산업들의 TFP를 추정하는 데 사용될 투입물관련 변수는 유형고정자산, 종업원 수, 매출원가, 일반경상비와 연구개발비 등 5개이며, 산출물관련 변수는 시가총액, 매출액과 세전소득 등 3개다. 단, 증권업은 원자료의 특성상 투입물관련 변수는 종업원 수, 유형고정자산 총자산과 영업비용 등 4개이고, 산출물관련 변수는 시가총액, 영업수익, 세전소득 등 3개이다.

우선, 유형고정자산은 물적 자본의 대용변수로 사용된다. 유형고정자산과 같은 자본저량은 물론 자본유량도 기업의 경영성과를 결정하는 중요한 요소다. 그러나 본고는 자본유량의 대용변수인 투자지출은 제외한다. 미국과는 달리 한국기업의 재무분석관련 원자료는 자본유량에 해당하는 투자지출을 명시적으로 포함하고 있지 않을 뿐만 아니라 이론적 정의식으로 추산한 투자지출이 부정확하기 때문이다.¹²⁾

11) 실증분석에서 1년 또는 2년의 시차를 둔 회귀분석에서 그 결과는 관련 계수의 크기 및 부호와 결정계수에서 큰 변화가 없었으며 오히려 계수의 부호가 시차가 없는 경우와는 반대인 경우도 있었다.

둘째, 판매원가는 가격경쟁력이 신기술의 생산 및 이용이 일반화되는 과정에서 기업성장에 중요한 영향을 미친다는 점을 고려하여 사용된다. 셋째, 일반경상비는 신기술의 상품화를 촉진시키기 위한 지출은 기업성과의 중요한 결정요인이라는 점에서 투입물로 선택되었다. 마지막으로 매출액은 기업의 경쟁력을 평가하는 중요한 지표들 중 하나인 시장점유율의 산출기준이고 생산성의 추정에서는 총산출물이 부가가치보다 우위에 있다는 점에서, 시가총액은 기업의 성과 및 성장성을 시장을 통해서 평가되는 지표라는 점에서, 그리고 세전소득은 많은 연구들이 생산성의 산출을 위한 기준으로 사용해오고 있다는 점에서 각각 산출물의 대용변수로 사용된다.¹³⁾

투입 및 산출물관련 원자료는 한국의 경우 한국신용평가정보의 데이터베이스인 Kis-value에서, 그리고 미국의 경우 Wharton School이 제공하는 Standard & Poors의 데이터베이스인 Compustat의 Industrial Annual에서 추출한 것이다. 그런데 Kis-value에서는 지명도가 있는 일부 대기업들에 대해서도 연구개발비가 연구대상 전 기간 또는 일부 기간에서 0으로 나타나거나 공란이었다. 따라서 연구개발비는 한국상장회사협의회에 기업웨어하우스가 제공하는 연구개발비와 비교하여 부분적으로 보완하여 사용되었다.

한편, ICT이용업종들의 TFP변동에 대한 ICT의 역할을 분석하기 위한 회귀분석 관련 독립 및 설명변수는 다음과 같이 생성된다. 독립변수인 ICT이용업종들의 TFP변동은 DEA로 산출한 ICT이용업종들의 연도별 매크로스트지수가 사용된다. 설명변수들 중 기술변화는 DEA에 의해서 추정된 ICT산업의 기술변화지수가, 그리고 총투자율은 유형고정자산에 대한 투지지출의 비가 사용된다. 업종별 유형고정자산은 표본기업들의 유형고정자산을 합산한 것이고, 업종별 투지지출은 미국의 경우 기업별 투자를, 그리고 한국의 경우 기업별 유형고정자산의 연간 증가액을 합한 것이다.

12) Thore et al. (1994)는 1980년대 미국 컴퓨터 및 관련 산업의 TFP를 측정할 때 자본저량은 물론 자본유량도 사용했고, 미국기업의 재무분석에는 두 변수와 관련된 지표로 유형고정자산과 투지지출이 동시에 제시되어 있다. 물론 투지지출은 당해년 유형고정자산에서 전년 유형고정자산을 뺀 것으로 정의할 수 있다. 그런데 이와 같은 정의를 기초로 산출한 투지지출은 표본기업들 중 일부에 대해 다른 자료에서 획득한 투지지출과 비교해볼 때 절대치와 추세에서 일치하지 않을 뿐만 아니라 경우에 따라 절대적으로 감소한 것으로 나타나기도 했다.

13) Basu and Fernald (1997)는 부가가치는 생산파라미터에 대해서 편미추정량과 부정확한 추론을 야기하기 때문에 총산출물이 부가가치보다 생산성의 추정에서 우위에 있다고 주장한다.

2. 분석기간

분석기간은 1990-2005년으로 하고, 전 기간은 TFP변동의 구조적 변화가 분석될 수 있도록 다시 1990-1995년, 1995-2000년과 2000-2005년으로 세분된다.¹⁴⁾ 본고는 TFP향상의 지속성여부를 분석함으로써 GPTs로서 ICT의 역할을 판단하고자 하기 때문이다. 이러한 시기구분은 한국과 미국 간 국제비교이기 때문에 양국에 동일하게 한다. 이러한 관점에서 시기는 TFP향상이 본격적으로 나타나기 시작한 최초 시기와 기존 연구들이 다룬 가장 최근 시기가 언제인지를 기준으로 구분된다.

미국의 경우 서론에서 기술된 바처럼 대부분의 기존 연구들이 미국경제의 TFP가 1995년을 전후하여 큰 변화를 경험한 것으로 분석하고 2000년 이전을 주로 다루고 있기 때문이다. 그리고 미국의 생산성 논의에서 TFP가 1990년대 중반 이후 본격적으로 증대하는 시기로 분석하고, Dot. Com의 거품이 2000년에 붕괴되어 지금에 이르고 있기 때문이다.

한국의 경우도 기존 연구들이 서론에서 기술한 바와 같이 미국처럼 TFP가 1990년대 중반부터 본격적으로 증가한 것으로 분석하고 있을 뿐만 아니라 대부분 분석기간이 2000년 전후를 포함하고 있기 때문이다. 그리고 1997년 외환위기와 그 위기를 극복하기 위한 구조조정이 TFP에 미친 영향은 2000년 이후 TFP의 변동에 반영될 것이기 때문이다.

3. 표본의 구성

DEA는 제품이 경쟁관계에 있는 모든 기업을 대상으로 하는 것이 바람직할 것이다. DEA는 산업 내 모든 기업들의 상대성을 중요시하기 때문이다. 이러한 맥락에서 경쟁기업들을 확인하는 최선의 방법이 이론적으로는 수요의 교차 가격탄력성을 산출하는 것이다. 그런데 방대한 양의 기업들에 대해서 수요의 교차 가격탄력성을 직접 측정하는 것이 현실적으로 어렵고 본고의 연구범위를 벗어난다.

따라서 본고는 통계청의 표준산업분류를 이용하여 동일한 산업에 속하는 기업들을 확인하는 방법을 선택했다. 동일한 업종에 포함된 표본의 기업들이 엄밀한 의미

14) Oliner et al. (2007)는 노동생산성의 추이와 정보기술의 역할을 분석하기 위하여 본고의 기준과 유사한 논리로 본고와 동일한 시기구분을 했다.

에서 경쟁관계이기 위해서는 표준산업분류를 가능한 세분하는 것이 바람직하나 패널자료를 생성할 때 관련 업종들의 표본규모에 문제가 있어 두 자릿수 산업으로 한다. 분석대상업종들은 ICT산업, ICT고이용산업과 ICT저이용산업으로 분류되었다. ICT가 ICT이용산업에 미치는 영향과 ICT이용정도가 TFP변동의 정도 및 추이에 미치는 영향을 관찰하기 위해서다. 말하자면, GPTs로서 ICT의 확산이 ICT이용정도에 의해서 결정되는 지를 관찰하자는 것이다. 이와 같은 산업분류는 박정규와 하종림(2005)의 분류방법에 의거한다¹⁵⁾. 단, 1990-2005년간 패널자료의 조건을 충족하는 표본기업들이 5개 이상인 업종만을 분석대상으로 하고, ICT생산업종에 해당하는 컴퓨터 및 사용기기제조업과 전자부품, 영상, 음향 및 통신장비를 통합하여 ICT산업으로 한다. ICT이용업종들의 TFP변동에 대한 ICT의 영향을 분석할 때 사용될 ICT산업의 기술변화관련 변수가 단일화되어야 하기 때문이다. <표 1>은 분석대상의 업종과 그 표본규모이다.

<표 1> 한국 및 미국의 분석업종 및 표본규모

		표준산업 분류번호	표 본 규 모	
			한 국	미 국
ICT산업	컴퓨터 및 사용기기	30	28	114
	전자부품, 영상, 음향, 및 통신장비	32		
ICT고이용산업	코크스, 석유정제품 및 핵연료	23	5	16
	화합물 및 화학제품	24	72	93
	기타 기계 및 장비	29	15	66
ICT저이용산업	증권업	65	16	10
	음식료품	15	29	40
	섬유제품	17	12	11
	펄프, 종이 및 종이제품	21	14	22
	고무 및 플라스틱	25	9	30
	비금속광물	26	17	12
	조립금속제품	28	6	29
	도·소매업	50, 52	29	63

15) ICT산업은 컴퓨터 및 사용기기(30), 통신서비스(64), 영화, 방송 및 공연(87)과 전자부품, 영상, 음향 및 통신장비(32)을 포함하고, 2000년기준 산업연관표상의 산업별 총고정자본형성액 대비 정보통신 고정자본형성액 비중과 종사자 1인당 정보통신고정자본형성액이 상위 10위 이내인 업종은 ICT고이용산업, 그리고 하위 10위 이내인 업종은 ICT저이용산업으로 분류되었다(자세한 내용은 박정규와 하종림(2005) 참조).

IV. 추정결과

본절은 1990-2005년 전 기간과 5년 단위 소 기간별 평균 TFP변동지수가 어떻게 변했는지와 업종별 특성을 검토하는 한편, TFP변동의 증감요인이 기간 및 업종별로 어떻게 작용했는지를 기술변화와 기술적 효율성으로 분해하여 분석한다.

1. 총요소생산성의 구조적 변화

TFP가 1990-2005년간에 한국과 미국 모두에서 ICT산업, ICT고이용산업과 일부 ICT저이용업종들에서는 향상되었다. TFP가 ICT고이용산업에서 가장 크게 증가하고, ICT산업에서 그 향상수준은 미국보다 한국에서 다소 높으나 전반적으로 매우 낮았다. 동일 기간에 양국에서 TFP가 가장 크게 향상된 업종은 ICT고이용산업의 증권업이고 그 반대 업종은 ICT저이용산업의 펄프·종이·종이제품제조업이었다. 그리고 TFP가 한국과 미국에서 ICT산업에서는 2000-2005년간에 그 이전 시기의 향상에서 퇴보로 전환된 가운데, TFP의 향상경향이 ICT고이용산업의 경우 양국에서 유사했으나 ICT저이용산업에서는 미국보다 한국에서 광범위했다. 이와 같은 TFP의 구조적 변화의 핵심적 動因은 양국에서 기술변화이고 두 변수 간의 정비례 관계는 기술적 효율성의 변화에 의해서 강화되었다. ICT이용산업의 TFP향상을 위한 기술변화에 대한 기술적 효율성의 보완성은 미국보다 한국에서 약했다.

〈표 2〉는 한국 및 미국의 업종별 TFP 변동과 그 결정요인을 기간평균으로 나타낸 것이다. TFP가 1990-2005년간에 ICT산업과 ICT고이용산업에서는 상승했으나 ICT저이용산업에서는 한국의 경우 펄프·종이·종이제품제조업, 비금속광물제조업과 조립금속제품제조업에서, 그리고 미국의 경우 섬유제품제조업, 펄프·종이·종이제품제조업과 조립금속제품제조업에서 감소했다. TFP가 향상된 모든 업종들에서 TFP의 상승폭은 기대와는 달리 크지 않았으며, 특히 ICT산업의 TFP변동지수는 미국보다 한국에서 컸지만 한국에서는 1.006, 그리고 미국에서는 1.002에 불과했다. TFP가 크게 상승한 상위 3대 업종은 한국에서는 증권업(1.054), 코크스·석유정제품·핵연료제조업(1.045)과 섬유제품제조업(1.030), 그리고 미국에서는 증권업(1.074), 코크스·석유정제품·핵연료제조업(1.040)과 음식료품제조업(1.010) 순이었다.

〈표 2〉 한국 및 미국의 업종별 총요소생산성 변동과 그 결정요인

		한 국			미 국			
		TFPCH	TECHCH	TEFFCH	TFPCH	TECHCH	TEFFCH	
ICT산업	1990-2005	1.006	1.009	0.996	1.002	1.005	0.997	
	(1990-1995)	(1.030)	(1.032)	(0.999)	(1.013)	(1.027)	(0.986)	
	(1995-2000)	(1.052)	(1.050)	(1.001)	(1.003)	(1.003)	(1.000)	
	(2000-2005)	(0.939)	(0.949)	(0.989)	(0.990)	(0.987)	(1.003)	
ICT고이용산업	코크스, 석유정제품 및 핵연료	1990-2005	1.045	1.045	0.999	1.040	1.041	0.999
	(1990-1995)	(1.027)	(1.028)	(0.999)	(1.003)	(1.005)	(0.998)	
	(1995-2000)	(1.015)	(1.016)	(0.999)	(1.070)	(1.071)	(0.999)	
	(2000-2005)	(1.094)	(1.094)	(1.000)	(1.047)	(1.046)	(1.000)	
화학물 및 화학제품	1990-2005	1.010	1.010	0.999	1.001	1.000	1.002	
(1990-1995)	(0.978)	(0.981)	(0.998)	(1.018)	(1.016)	(1.001)		
(1995-2000)	(0.980)	(0.984)	(0.996)	(0.993)	(0.990)	(1.003)		
(2000-2005)	(1.073)	(1.068)	(1.004)	(0.993)	(0.993)	(1.000)		
기타 기계 및 장비	1990-2005	1.020	1.021	0.999	1.001	0.998	1.003	
(1990-1995)	(1.008)	(1.008)	(1.001)	(0.997)	(0.989)	(1.008)		
(1995-2000)	(0.980)	(0.998)	(0.982)	(0.998)	(0.996)	(1.002)		
(2000-2005)	(1.073)	(1.057)	(1.015)	(1.008)	(1.009)	(0.999)		
증 권	1990-2005	1.054	1.066	0.988	1.074	1.074	1.000	
(1990-1995)	(0.917)	(0.913)	(1.004)	(1.097)	(1.102)	(0.995)		
(1995-2000)	(1.373)	(1.400)	(0.981)	(1.042)	(1.032)	(1.009)		
(2000-2005)	(0.929)	(0.948)	(0.980)	(1.087)	(1.087)	(0.996)		
ICT저이용산업	음식료품	1990-2005	1.026	1.026	1.000	1.010	1.011	0.999
	(1990-1995)	(1.007)	(1.009)	(0.997)	(1.002)	(1.000)	(1.002)	
	(1995-2000)	(1.055)	(1.068)	(0.988)	(1.013)	(1.021)	(0.993)	
	(2000-2005)	(1.016)	(1.003)	(1.014)	(1.015)	(1.013)	(1.002)	
섬유제품	1990-2005	1.030	1.035	0.996	0.996	0.994	1.002	
(1990-1995)	(1.003)	(1.006)	(0.997)	(0.988)	(0.986)	(1.002)		
(1995-2000)	(0.990)	(0.992)	(0.998)	(0.969)	(0.966)	(1.003)		
(2000-2005)	(1.099)	(1.107)	(0.993)	(1.032)	(1.031)	(1.000)		
펄프, 종이 및 종이제품	1990-2005	0.970	0.980	0.998	0.995	0.993	1.002	
(1990-1995)	(1.017)	(1.016)	(1.001)	(1.015)	(1.012)	(1.002)		
(1995-2000)	(0.934)	(0.940)	(0.994)	(0.987)	(0.985)	(1.002)		
(2000-2005)	(0.983)	(0.984)	(0.999)	(0.985)	(0.983)	(1.002)		
고무 및 플라스틱	1990-2005	1.013	1.013	1.000	1.007	1.005	1.002	
(1990-1995)	(1.015)	(1.023)	(0.992)	(0.994)	(0.989)	(1.005)		
(1995-2000)	(1.002)	(0.996)	(1.005)	(1.040)	(1.049)	(0.992)		
(2000-2005)	(1.023)	(1.021)	(1.002)	(0.988)	(0.980)	(1.008)		
비금속 광물	1990-2005	0.982	0.983	1.000	1.017	1.018	0.999	
(1990-1995)	(0.957)	(0.957)	(1.000)	(1.007)	(1.009)	(0.999)		
(1995-2000)	(0.993)	(0.995)	(0.998)	(1.015)	(1.012)	(1.003)		
(2000-2005)	(1.000)	(0.997)	(1.002)	(1.029)	(1.003)	(0.996)		
조립금속 제품	1990-2005	0.996	0.996	1.000	0.996	0.997	0.999	
(1990-1995)	(0.993)	(0.993)	(1.000)	(0.995)	(0.997)	(0.997)		
(1995-2000)	(1.018)	(1.018)	(1.000)	(0.987)	(0.982)	(1.005)		
(2000-2005)	(1.096)	(1.096)	(1.000)	(1.007)	(1.012)	(0.995)		
도·소매	1990-2005	1.010	1.006	1.004	1.007	1.006	1.001	
(1990-1995)	(1.001)	(0.992)	(1.008)	(1.029)	(1.029)	(0.999)		
(1995-2000)	(1.044)	(1.045)	(0.999)	(1.003)	(1.000)	(1.003)		
(2000-2005)	(1.012)	(1.010)	(1.003)	(0.989)	(0.989)	(1.000)		

주 : TFPCH는 총요소생산성변동을, TECHCH는 기술변화를, 그리고 TEFFCH는 기술적 효율성변화를 나타내는 지수임.

이렇게 상위 3대 업종들이 ICT고이용산업에 속할 정도로 ICT고이용산업의 모든 업종들에서 TFP가 향상되었으며 그 정도도 ICT저이용업종들보다 컸다. 그러나 ICT저이용산업에서는 그렇지 못했다. 한국과 미국 모두에서 TFP가 향상된 업종들은 음식료품제조업, 고무 및 플라스틱제조업과 도·소매업이고, 그 반대의 업종은 조립금속제품제조업과 펄프 및 종이제품제조업이었다.

한편, TFP의 추세적 변화는 ICT생산 및 이용정도와 국가에 따라 업종들 간에 상이한 특성을 보였다. TFP변동이 ICT산업과 ICT고이용산업의 경우 한국과 미국 모두에서 최근에 유사한 경향을 보인 반면, ICT저이용업종들에서는 상이한 모습을 연출했다. 우선, ICT산업의 TFP는 한국에서는 1990년대에 상승을 추세적으로 유지하다가 2000년 이후에 감소로, 그리고 미국에서는 1990년대 중반이후 그 상승세가 둔화되다가 2000년에 들어와서는 감소로 바뀌었다. TFP의 변동이 이렇게 양국에서 1990년대에는 상이한 경향을 나타냈으나, 2000년 이후에는 퇴보를 경험했다. 그리고 TFP가 향상될 때에는 물론 퇴보할 때에도 그 정도가 미국보다 한국에서 컸다.

다음으로, ICT고이용업종들의 TFP는 양국에서 1990-2005년간에 평균상승률 상위 3대 업종이 바로 ICT고이용산업이라는 점에서 확인할 수 있듯이 다른 업종들보다 높은 증가율을 시현했다. ICT고이용업종들 중 양국에서 분석기간 내내 높은 상승세를 실현한 업종은 코크스·석유정제품·핵연료제조업이었다. TFP의 추세적 변화가 양국 간에 대조적인 업종은 화합물 및 화학제품제조업이었다. TFP가 한국에서는 1990년대 하강세에서 2000년 이후 향상으로 전환된 반면, 미국에서는 1990년대 전반에 향상에서 그 이후에 감소세를 면하지 못했다. 전 기간 TFP의 평균 상승률이 양국에서 가장 높은 증권업의 TFP의 추세적 변화는 양국에서 상이했다. 기간별 TFP변동지수가 미국에서는 1990-1995년에 1.097, 1995-2000년에 1.042, 그리고 2000-2005년에 1.087를 기록하며 기간 내내 안정적인 높은 증가세를 시현한 반면, 한국에서는 1990년대 전반에 0.917의 큰 감소에서 1990년대 후반에 무려 1.377의 큰 향상으로 전환되었다가 2000년 이후에는 다시 0.929의 큰 퇴보로 되돌아가는 등 매우 불안정했다.

마지막으로, ICT저이용산업의 경우 TFP의 향상이 2000년 이후에 한국에서는 대부분의 업종들로 확산되는 경향을 보인 반면, 미국에서는 변화가 없었다. 한국에서는 1995-2000년간에 퇴보를 보였던 섬유제품 및 비금속광물제조업에서 TFP가

2000년 이후에 향상으로 전환되었으나, 펄프·종이·종이제품제조업에서만 그 감소가 여전히 지속되었다. 반면, 미국에서는 한국처럼 2000년 이후에도 TFP가 펄프·종이·종이제품제조업에서 감소세를 극복하지 못하고 있는 가운데 섬유제품업 및 조립금속제품제조업에서는 그 이전시기의 퇴보에서 향상으로 바뀌고, 고무·플라스틱제조업 및 도·소매업에서는 그 반대현상이 일어났다. 그 결과 분석대상업종들에서 TFP가 증가하거나 감소한 업종들의 비율이 기간별 TFP의 향상과 퇴보가 일부 업종들 간에 교대로 발생함으로써 일정했다.

이와 같은 한국 및 미국의 TFP의 구조적 변화는 기술변화에서 기인한 것으로 나타났다. 전반적으로 업종의 전 기간 및 소 기간별 TFP변동지수는 기술변화지수와 동일한 방향으로 움직였다. 기술변화지수가 상승하면 TFP변동지수가 항상 향상되고, 전자가 감소하면 후자가 오히려 퇴보한 것이다. 이러한 기술변화지수와 TFP변동지수 간의 상관관계는 기술적 효율성의 변화에 의해서 강화되었다. 기술적 효율성 지수가 기술변화지수와 같은 방향으로 움직이면 TFP의 향상이 더욱 가속되거나 TFP의 퇴보가 더욱 촉진된 것이다. 이러한 현상은 미국보다는 한국에서 더욱 빈번했다. 소 기간기준으로 전자는 미국보다 한국에서 2배 이상 많았고, 후자는 조립금속제품제조업의 1990-1995년간 한 경우뿐인 미국보다 한국에서 8경우나 발생하여 압도적으로 많았다.

그러나 극히 제한적인 경우에서 기술변화지수가 감소함에도 불구하고 TFP가 향상되었다. TFP변동에 대한 기술적 효율성의 정의 영향이 기술변화의 정의 영향을 상쇄할 만큼 크기 때문이다. 소 기간기준으로 이러한 현상은 한국에서만 발생했다. 도·소매업의 1990-1995년간, 고무 및 플라스틱제조업의 1995-2000년간과 비금속광물제조업의 2000-2005년간이 그러한 경우들이다.

이렇듯 ICT산업의 역동성이 2000년 이후에 한국과 미국 모두에서 약화되고 있는 가운데 ICT이용산업의 TFP향상은 ICT이용의 정도에 비례하고 불안정하게 확산되고 있다. 그런데 그 양상은 한국과 미국에서 다르게 나타났다. TFP의 상승경향이 고이용업종들에서는 양국에서 강하게 확산된 반면, 한국의 저이용업종에서는 고이용업종과 같은 경향이 일어났으나 미국의 저이용업종에서 그렇지 않았다. 이러한 TFP의 구조적 변화는 기본적으로 기술변화에서 비롯되었다. 그러나 기술적 효율성도 TFP향상에서 중요하게 기능했다. 일반적으로 TFP의 상승세는 기술변화와 기술적 효율성이 동시에 실현될 때 더욱 강화되고, 기술변화가 TFP의 감소요인으로 기

능하더라도 기술적 효율성이 그 보다 강력한 상승요인으로 작용할 경우 TFP는 향상되거나 그 감소세가 약화되었다. 기술적 효율성도 이렇게 TFP향상에서 기술변화를 보완하는 기능을 하고, 그 보완성은 한국보다 미국에서 강했다. 따라서 그 보완성은 ICT산업의 역동성이 약화될 때 더욱 긴요하고, 그 중요성은 한국에서 더욱 크다.

2. 정보통신기술의 변화와 정보통신기술이용산업의 총요소생산성 간의 관계

ICT산업의 기술변화는 한국과 미국 모두에서 1990-2005년간에 ICT고이용산업에서 모든 업종들에서, 그리고 ICT저이용산업에서는 일부 업종들에서만 TFP변동에 유의한 영향을 미쳤으며 그 영향은 전반적으로 ICT저이용업종들보다 ICT고이용업종들에서, 그리고 한국보다 미국에서 컸다. ICT이용산업의 TFP변동에 대한 ICT산업의 기술변화 및 ICT이용산업의 총 투자율의 설명력도 ICT저이용산업보다 ICT고이용산업에서, 그리고 한국보다 미국에서 모든 ICT이용산업에서 전반적으로 양호했다.

〈표 3〉은 ICT산업의 기술변화가 ICT이용업종들의 TFP변동에 대해서 미친 영향을 회귀분석한 결과이다.¹⁶⁾ 우선, ICT산업의 기술변화는 1990-2005년간에 ICT고이용업종들의 TFP변동에 기여했으며 그 기여도는 한국보다 미국에서 훨씬 큰 것으로 나타났다. ICT산업의 기술변화가 TFP변동에 가장 큰 영향을 미친 업종은 한국과 미국 양국에서 증권업이다. 이는 ICT저이용업종을 포함한 ICT이용산업에서 가장 높은 것이다. 그리고 그 영향은 한국보다 미국에서 훨씬 강력했다. 미국증권업의 관련 계수는 한국의 1.853보다 약 1.0포인트가 높은 2.817이었다. 이와 같은 현상은 다른 ICT고이용업종들에서도 유사했다. 화합물·화학제품제조업 및 코스·석유정제품·핵연료제조업의 관련 계수가 각각 한국에서는 0.164과 0.985인

16) 회귀분석결과는 기존 연구에 비해서 전반적으로 만족스럽지 못했다. TFP변동에 대한 ICT산업의 기술변화의 영향이 미국의 일부업종들에서, 그리고 투자율의 영향이 미국의 일부 업종들과 한국의 많은 업종들에서 부의 계수로, 그리고 미국의 증권업과 한국의 도·소매업을 제외한 대부분의 업종들에서 기술변화의 계수가 투자율의 계수보다 작은 것이다. Sena(2004)는 본고와 동일한 방법을 이용하여 1989-1994년간 이탈리아 화합물 및 화학제품업에 대해서 회귀분석했는데 비첨단기술 기업의 TFP변동에 대해서 두 변수는 유의한 영향을 미쳤을 뿐만 아니라 기술변화의 계수가 투자율의 계수보다 훨씬 강력한 영향을 미쳤다는 결과를 얻었다.

반면, 미국에서 1.853과 1.560인 것으로 나타났다.

〈표 3〉 ICT이용산업의 TFP변동과 ICT산업의 기술변화 간 관계: 회귀분석 결과

		한 국				미 국			
		ICT산업의 기술변화 지수	ICT이용 산업의 총 투자율	상 수	결정 계수	ICT산업의 기술변화 지수	ICT이용 산업의 총 투자율	상 수	결정 계수
I C T 고 이 용 산 업	코크스, 석유정제품 및 해연료	0.985 (58.738)	0.011 (0.714)	0.041 (0.170)	0.997	1.560 (1.891)	0.127 (0.592)	-0.537 (-0.637)	0.491
	화합물 및 화학제품	0.164 (1.222)	-0.204 (-0.645)	0.878 (5.678)	0.398	1.853 (2.982)	6.161 (2.396)	-0.272 (-0.466)	0.673
	기타기계 및 장비	0.515 (1.224)	-0.031 (-0.044)	0.519 (1.073)	0.358	0.520 (1.903)	-0.695 (-0.945)	0.547 (1.785)	0.589
	증권	1.375 (2.177)	1.958 (1.442)	-0.060 (-0.089)	0.595	2.817 (2.193)	2.467 (1.851)	-1.440 (-1.090)	0.656
I C T 저 이 용 산 업	음식료품	0.338 (3.003)	0.127 (0.143)	0.698 (5.626)	0.707	0.293 (1.559)	-0.441 (-0.995)	0.758 (4.503)	0.427
	섬유제품	0.106 (0.197)	-0.790 (-0.747)	1.009 (1.870)	0.214	0.061 (0.118)	1.008 (1.697)	1.018 (2.064)	0.499
	펄프, 종이 및 종이제품	0.397 (1.707)	-0.116 (-0.451)	0.570 (2.477)	0.453	-1.407 (-0.972)	6.993 (2.035)	1.843 (1.312)	0.513
	고무 및 플라스틱	0.201 (1.314)	0.436 (1.615)	0.729 (4.387)	0.550	-0.023 (-0.008)	1.496 (1.765)	1.113 (4.312)	0.475
	비금속광물	0.440 (1.664)	0.649 (1.504)	0.630 (2.252)	0.552	1.299 (2.215)	27.268 (2.323)	-1.278 (-1.734)	0.693
	조립금속제품	0.223 (0.638)	-0.463 (-0.810)	0.857 (2.272)	0.500	0.431 (0.997)	0.590 (0.091)	0.573 (1.056)	0.335
	도·소매	0.202 (1.762)	0.003 (0.011)	0.806 (6.473)	0.454	0.406 (3.304)	0.657 (1.801)	0.520 (3.939)	0.734

주: ()은 t-통계량임

다음으로, ICT저이용산업에서는 미국 및 한국의 일부 업종들에서만 ICT산업의 기술변화가 TFP변동에 기여했으며, 그 영향의 정도는 ICT고이용업종들에서보다 약하고, 미국보다 한국에서 낮은 것으로 나타났다. 분석 대상인 ICT저이용산업에서 ICT산업의 기술변화가 음식료품제조업, 비금속광물제조업과 도·소매업의 경우 양국에서, 그리고 펄프·종이·종이제품제조업과 고무·플라스틱제조업의 경우 한국에서만 관련 업종의 TFP를 향상시키는 데 기여했다. 이 업종들에서는 그 영향이

ICT고이용산업에서처럼 한국보다 미국에서 훨씬 강력했다. 미국 비금속광물제조업의 관련 계수는 한국의 0.440보다 약 3배정도 높은 1.299이고, 미국 도·소매업의 관련 계수는 한국의 0.202의 두 배 가까운 0.406인 것으로 추정되었다. 한편, ICT산업의 기술변화가 섬유제품제조업과 조립금속제품제조업의 경우 양국에서 관련 업종의 TFP의 증가에 正의 영향을, 그리고 미국의 펄프·종이·종이제품제조업 및 고무·플라스틱제조업에서는 否의 영향을 미쳤지만, 통계적으로 유의하지 못했다. 그렇지만 전반적으로 ICT저이용산업의 TFP변동에 대한 ICT산업의 기술변화와 ICT저이용산업의 총 투자율의 설명력은 전반적으로 ICT고이용산업보다 약하고, 업종별 편차는 미국에서 ICT고이용산업에서보다 다소 증가했지만 여전히 미국보다 한국에서 상당한 정도로 컸다.

이렇듯 ICT산업의 기술변화는 ICT이용업종들의 TFP향상의 핵심 결정요인이다. ICT의 파급효과는 ICT집약도에 비례하고 한국보다 미국에서 컸다. 그 영향은 한국과 미국에서 ICT저이용산업보다는 고이용산업에서 크고 광범위했으며 한국보다 미국에서 ICT의 이용정도와 무관하게 강력했다. ICT이용산업에서 ICT변화의 영향이 ICT집약도 및 국가에 따라 상이하게 나타난 것은 ICT이용산업에서 TFP향상의 정도 및 확산은 기술 및 기술외적 여건의 구축에 따라 결정되기 때문이다. 이는 한국의 경제주체들은 관련 기업 및 업종에서 ICT의 파급효과를 극대화하기 위해서는 ICT투자는 물론 산업 내 및 산업간 관계를 고려한 클러스트화할 수 있도록 전략적으로 접근해야 한다는 것을 시사한다.

결론적으로 ICT가 GPTs 또는 경제성장의 엔진이라는 주장이 미국과 한국 양국에서 조건부적으로 유효하다. 향후 ICT의 역동성이 회복되고 그 결과 TFP의 향상 경향이 ICT이용업종들로 더욱 강하게 확산되는 것이 그 조건이다. 미국보다 한국에서 더욱 그렇다. ICT이용산업의 TFP향상에 대한 ICT의 영향이 업종 및 국가 간에 확산되고 있지만 ICT산업 및 이용산업의 TFP향상을 결정하는 핵심요인인 ICT의 역동성이 약화되고 있고 그 효과는 ICT집약도가 높을수록, 그리고 한국보다 미국에서 크고 안정적이기 때문이다. 한편, TFP향상을 지속적으로 도모하기 위해서는 기술적 효율성의 제고를 위한 전략도 필요하다. 이러한 전략의 중요성은 미국보다 한국에서 더욱 크다. 양국에서 ICT의 역동성이 약화되고 있지만 기술변화와 기술적 효율성 간 보완성이 미국보다 한국에서 불안정하기 때문이다.

V. 요약 및 결론

본고는 TFP변동 및 그 결정요인, 그리고 ICT이용산업의 TFP변동에 대한 ICT의 영향 등을 1990-2005년간 기업의 패널자료를 이용하여 한국과 미국을 비교·분석했다. 이를 위하여 분석대상산업은 ICT산업과 ICT이용산업으로 구분되고 ICT이용산업은 ICT이용산업의 TFP변동에 대한 ICT의 역할이 ICT집약도에 따라 상이한지를 분석하기 위해서 ICT高이용산업과 ICT低이용산업으로, 그리고 분석기간도 추세적 변화를 분석하기 위해서 1990-1995년, 1995-2000년과 2000-2005년으로 구분되었다. TFP변동 및 결정요인은 규모에 대한 보수의 가변적 기술을 가정한 자료포락분석의 맴퀴스트지수에 의해서, 그리고 ICT이용산업의 TFP변동에 대한 ICT의 영향은 ICT이용업종의 TFP변동지수를 독립변수로 하고 ICT산업의 기술변화와 ICT이용산업의 총투자율을 설명변수로 하는 회귀방정식에 의해서 추정되었다.

우선, TFP가 1990-2005년간에 한국과 미국 모두에서 ICT산업, ICT고이용산업과 일부 ICT저이용업종들에서 향상되고 ICT고이용산업에서 가장 크게 증가했다. ICT산업의 TFP의 향상수준은 미국보다 한국에서 높으나 매우 낮았다. 양국에서 TFP가 가장 크게 향상된 업종은 ICT고이용산업의 증권업이고 그 반대 업종은 ICT저이용산업의 펄프·종이·종이제품제조업이었다. 그리고 TFP가 한국 및 미국의 ICT산업에서는 2000-2005년간에 그 이전 시기의 향상에서 퇴보로 전환된 가운데 TFP의 향상경향이 ICT고이용산업의 경우 양국에서 유사했으나 ICT저이용산업에서는 미국보다 한국에서 광범위했다.

다음으로, TFP의 구조적 변화의 핵심적 動因은 한국과 미국 모두에서 기술변화였다. 전반적으로 업종의 전 기간 및 소 기간별 TFP 변동지수는 기술변화지수와 동일한 방향으로 움직였다. 이러한 기술변화지수와 TFP변동지수 간의 정관계는 기술적 효율성의 변화에 의해서 강화되었으며 극히 제한적인 경우에서 기술변화지수가 감소함에도 불구하고 TFP가 향상되기도 했다. 그러나 TFP향상을 위한 기술변화에 대한 기술적 효율성의 보완성은 한국보다 미국에서 강하고 안정적이었다.

마지막으로, ICT산업의 기술변화는 TFP향상의 핵심적 결정요인이고 그 파급효과는 ICT집약도에 비례하나 미국보다 한국에서 작았다. ICT산업의 기술변화는 한국과 미국 모두에서 1990-2005년간에 ICT고이용산업에서는 모든 업종들에서, 그리고 ICT저이용산업에서는 일부 업종들에서만 TFP변동에 유의한 영향을 미쳤으며

그 영향은 전반적으로 ICT저이용업종들에서보다 ICT고이용업종들에서, 그리고 한국에서보다 미국에서 컸다. ICT이용산업의 TFP변동에 대한 ICT산업의 기술변화 및 ICT이용산업의 총투자율의 설명력도 ICT저이용산업에서보다 ICT고이용산업에서, 그리고 한국에서보다 미국에서 전반적으로 양호했다.

결론적으로 향후 ICT의 역동성이 회복되고 그 결과 TFP의 향상경향이 ICT저이용업종들로 더욱 강하게 확산되어야만 ICT가 다목적 기술 또는 경제성장의 엔진이라는 주장이 유효할 것이다. 미국에서보다 한국에서 더욱 그렇다. 이러한 상황에서는 기술변화의 역동성의 약화를 보완 할 수 있는 기술적 효율성의 제고도 향후 TFP의 향상을 지속시키고 확산시키기 위한 중요한 전략일 것이다. 그 중요성은 미국에서보다 한국에서 더욱 크다.

이와 같은 추정결과는 TFP의 향상이 2000년 이전까지는 ICT이용업종에서는 일반화되지 않았고 TFP변동은 ICT의 발전에 크게 의존한다는 점에서 기존 연구들의 분석결과와 유사하다. 그러나 다음과 같은 두 가지 점들은 기존 연구들의 결과와 상이했다. 그 하나는 ICT산업의 TFP변동이 한국과 미국 모두에서 그 이전의 시기의 향상에서 퇴보로 전환되었고 TFP의 변동성이 미국보다 한국에서 다소 크다는 것이다. ICT산업 TFP의 향상수준이 ICT고이용업종들은 물론 일부 ICT저이용업종들의 것보다 낮고, ICT저이용산업에서 TFP향상현상이 미국에서보다 한국에서 광범위하다는 것이 다른 하나다. 이러한 현상은 패널자료의 생산과정에서 1990년 이후에 창업되고, ICT산업을 주도한 경쟁력이 있는 신생기업들이 제외되고, 이런 기업들이 ICT이용업종들에서보다는 신산업인 ICT산업에서, 그리고 한국에서보다는 미국에서 많다는 점에 기인할 수 있다.

따라서, 본고는 향후 추정결과를 기업들의 전략 및 산업정책의 가이드라인으로 활용하기 위해서는 연구결과가 다음과 같은 연구과제들에 의해서 보완되어야 할 것이다. 첫 번째는 다른 선진국들과 신흥공업국들에서도 TFP변동의 수준이 업종별 총합자료를 사용할 경우보다 기업의 패널자료를 이용할 경우 낮게 나오는지를 확인하기 위한 국제비교연구이다. 다음은 분석대상기간에 창업한 모든 기업들이 분석대상에 포함되는 자료와 패널자료 간 비교연구이다. 마지막은 TFP의 순수한 추세를 추정하기 위해서는 경기변동, 불규칙변동, 물가변동 등을 반영한 이른바 조정 또는 실효 맴퀴스트지수를 추산하는 연구이다.

■ 참고 문헌

1. 김현구 · 오정훈, “국내 IT산업의 긍정적 평가에 대한 재고,” 『정보통신정책연구』, 제12권 제2호, 2005, pp.1-17.
2. 신관호 · 이영수 · 이종화, “한국의 산업별 정보통신기술투자의 생산성과급효과 분석,” 『국제경제연구』, 제10권 제2호, 2004, pp.127-156.
3. 박정규 · 하종립, “정보통신기술 이용 확대와 총요소생산성 증대효과 분석,” 『Monthly Bulletin』, July, 2005, pp.23-54.
4. 한국은행, eco.bok.or.kr, 2007.
5. Anderssen, H., “ICT and Australia’s Productivity Growth: Understanding the Relationship,” *Prometheus*, Vol. 24, No. 2, 2006, pp.189-212.
6. Banker, R. D., Charnes, A. and W.W. Cooper, “Some Models for Estimating technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis,” *Management Science*, Vol. 30, No. 9, 1984, pp.1078-1092.
7. Basu, S., Fernald, J.G., Oulton, N. and S.C. Srinivasan, “The Case of the Missing Productivity Growth, or Does Information Technology Explain Why Productivity Accelerated in the United States but Not in the United Kingdom?,” *Macroeconomics Annual*, Vol. 18, No. 1, National Bureau of Economic Research, 2003.
8. Basu, S. and J.G. Fernald, “Returns to Scale in U.S. Productions: Estimates and Implications,” *Journal of Political Economy*, Vol. 105, No. 2, 1997, pp.249-283.
9. Bresnahan, T. and M. Trajtenberg, “General Purpose Technologies: Engine of Growth?,” *Journal of Econometrics* 65, 1998, pp.83-108.
10. Broadberry, S. and M. O’Mahony, “Britain’s Productivity Gap with the United States and Europe: A Historical Perspective,” *National Institute Economic Review*, No. 189, 2004, pp.72-85.
11. Carlsson, B., “The Digital Economy : What is New and What is not?,” *Structural Change and Economic Dynamics* 15, 2004, pp.245-264.
12. Caves, D., Christesen, L. and W.E. Diewert, “The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity,” *Econometrica*, Vol. 50, No. 6, 1982, pp.1393-1414.
13. Charnes, A, Cooper, W.W. and E. Rhodes, “Measuring the Efficiency of Decision Making Units,” *European Journal of Operations Research* 2, 1978, pp.429-444.
14. Coelli, T.J., www.qu..ac.au/cepa, 2007.
15. Datta, A. and S. Agarwal, “Telecommunication and Economic Growth : A Panel Data Approach,” *Applied Economics* 36, 2004, pp.1649-1654.
16. Eichengreen, B., “Productivity Growth, the New Economy, and Catching Up,” *Review of International Economics*, Vol. 12, No.2, 2004, pp.243-245.
17. Färe, R., Grosskopf. S. and Lovell, C.A.K., *Production Frontiers*, Cambridge University Press, 1994a.
18. Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M. and Z. Zang, “Productivity Growth, Technical

- Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries,” *The American Economic Review*, Vol. 84, No. 1, 1994b, pp.66-83.
19. Gordon, R., “Exploding Productivity Growth: Context, Causes, and Implications,” *Brookings Papers on Economic Activity* 2, 2003, pp.207-298.
 20. _____, “Does the New Economy Measure Up To the Great Inventions of the Past?,” *Journal of Economic Perspective*, Vol. 14, No. 4, 2000, pp.49-74.
 21. Griliches, Z., “Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth,” *Bell Journal of Economics*, Vol. 10, No. 1, 1979, pp.92-116.
 22. Hay, D.A. and G.S. Liu, “The Efficiency of Firms: What Differences does Competition Make?,” *Economic Journal* 107, 1997, pp.597-617.
 23. Helpman, E., *General Purpose Technologies and Economic Growth*, Cambridge, MA, MIT Press, 1998.
 24. Jorgenson, D.W., Ho, M.-S. and K.J. Stiroh, “Potential Growth of the U.S. Economy: Will the Productivity Resurgence Continue?,” *Business Economics*, Vol. 11, No. 1, 2006, pp.7-16.
 25. Jasen, D.W., *The New Economy and Beyond: Past, Present and Future*, Elgar, 2006.
 26. Jorgenson, D.W. and K. Vu, “Information Technology and the World Economy,” *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 107, No. 4, 2005, pp.631-650.
 27. Jovanovic, B. and P.L. Rousseau, *General Purposes Technologies*, National Bureau of Economic Research Working Papers No. 11093, 2005.
 28. Laursen, K., “New and Old Economy: the Role of ICT in Structural Change and Economic Dynamics,” *Structural Change and Economic Dynamics* 15, 2004, pp.241-243.
 29. Nadiri, I.M., *Innovation and Technological Spillovers*, NBER Working Paper, No. 4423, 1993.
 30. Nordhaus, W.D., “Productivity Growth and the New Economy,” *Brookings Papers on Economic Activity* 2, 2002, pp.211-244.
 31. Oliner, S.D., Sichel, D.E. and K.J. Stiroh, “Explaining a Productive Decade,” *Brookings Papers on Economic Activity* 1, 2007, pp.81-137.
 32. Oulton, N. and S. Srinivasan, *Productivity Growth in UK Industries 1970-2000: Structural Change and the Role of ICT*, Working Paper, No. 259, Bank of England, 2005.
 33. Sena, V., “Total Factor Productivity and the Spillover Hypothesis: Some New Evidence,” *International Journal of Production Economics* 92, 2004, pp.31-42.
 34. Seo, H.-J. and Y.-S. Lee, “Contribution of Information and Communication Technology to Total Factor Productivity and Externalities Effects,” *Information Technology for Development*, Vol. 12, No. 2, 2006, pp.159-173.
 35. Stiroh, K.J., “Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What do the Industry Data Say?,” *The American Economic Review*, Vol. 92, No. 5, 2002, pp.1559-1576.
 36. Thore, S. Kozmetsky, G. and F. Phillips, “DEA of Financial Statements Data: the U.S. Computer Industry,” *The Journal of Productivity Analysis*, Vol. 5, No. 3, 1994, pp.229-248.

Structural Change in Total Factor Productivity and Role of Information and Communication Technology: A Comparison between Korea and the U.S. using the Panel Data of Firms

Dooyung Chang*

Abstract

This paper compared Korea's structural change in total factor productivity (TFP) and the role of information and communication technology (ICT) with the U.S.'s, estimating TFP through Malmquist index of data envelopment analysis and the impact of ICT on TFP of ICT-using industries through regression analysis based on the panel data of firms.

First of all, TFP improved in ICT industry, ICT highly intensive industry and some categories of ICT lowly intensive industry in Korea and the U.S., and most in ICT highly intensive industry. TFP of ICT industry increased more moderately than that of ICT-using industries, and more highly in Korea than in the U.S.. TFP of ICT industry worsened recently after improving previously in both countries. The tendency to improve in TFP of ICT highly intensive industry was analogous in both countries, but that of ICT lowly intensive industry was more widespread in Korea than in the U.S.. Next, the technical change was key determinant of TFP of all industries in two countries. This positive relationship between technical change and TFP was strengthened, positively or negatively, by the change in technical efficiency, and the complementarity of technical efficiency to technical change for an increase in TFP was weaker in Korea than in the U.S.. Finally, ICT contributed significantly to improving TFP of both ICT highly intensive industry and some categories of ICT lowly intensive industry in two countries. The impact was stronger in the former than in the latter, and in the U.S. than in Korea.

Therefore, only if the dynamics of ICT revitalizes in future, and consequently the tendency to improve in TFP spreads more strongly in ICT lowly intensive industry, the theory that ICT is a general purpose technology or an engine of economic growth will continue to hold. It is all the more so for Korea.

Key Words: total factor productivity, information and communication technology, Malmquist index

* Professor, Department of Economics, Honam University