

지역별 연구개발투자와 제조업 생산효율성

조윤기* / 권선희**

본고는 확률프런티어 생산함수를 이용하여 2000년부터 2019년까지 우리나라 16개 광역시도의 제조업 생산효율성과 연구개발투자와의 관계를 분석하였다. 그 결과를 살펴보면 제조업생산의 효율성 추이는 출하액과 부가가치 모두 2010년까지 지속적으로 증가하면서 강한 동조현상을 보였으나 2011년 이후 출하액 효율성은 지속적으로 감소한데 반해 부가가치 효율성은 계속 증가하는 상반된 추세를 보였다. 지역별 효율성을 살펴보면 출하액면에서 경기도와 울산이 가장 높은 효율성을 보이고 있으며 부가가치면에서 효율성은 울산, 경북, 충남 순으로 측정되었다. 생산효율성에 영향을 미치는 요인으로는 기업규모와 ICT제조업비중, 그리고 지역의 개방도 등이 생산효율성을 높이는 요인으로 나타났으며, 제조업특화도나 지역의 교육수준은 생산성을 저하시키는 요인으로 분석되었다. 산업구조가 생산성에 미치는 통계적 유의성이 나타나지는 않았지만 자본축적은 부가가치 생산성에 영향을 주지 못하고 출하액 기준으로는 생산성을 낮추는 것으로 나타났다. 민간연구개발투자의 경우는 부가가치면에서는 유의미한 영향을 주지 못하고 있으며 출하액면에서는 오히려 효율성을 감소시키는 것으로 분석되었고 공공연구개발투자는 출하액이나 부가가치면에서 모두 생산효율성을 유의미하게 증가시키는 것으로 나타났다.

주제어 _ 확률프런티어함수, 비효율성모델, 생산효율성, 효율성결정요인, 연구개발투자

* 대전대학교 글로벌경제학과 교수(제1저자)

** 대전대학교 글로벌경제학과 부교수(교신저자)

Regional R&D Investments and Production Efficiency of Manufacturing Industries

Cho, Yun Ki* / Kwon, Sun Hee**

This study investigated the production efficiencies of manufacturing industries in 16 regions and its determinants during the period of 2000-2019 using the stochastic frontier model with inefficiency effects. The principal findings are as follows. The production inefficiency significantly existed and thus regional manufacturing industries was producing less than the achievable potential product. Gyeonggi province has showed the highest efficiency in terms of sales and Ulsan scored the highest in value-added. Production efficiencies in sales and value-added had showed a close relationship till 2010 but since then conflicting trend with efficiency in sales decreasing continuously and that in value-added increasing. Production efficiency is positively associated with the size of firms, ratio of ICT industries, and import and export shares of GRDP. However education level and capital stock per population have negatively affect production efficiency or have no statistically significant effect. While private sector R&D investments negatively affect production efficiency, public sector R&D investment have a positive effect.

Key words _ Stochastic Frontier Function, Inefficiency Model, Production Efficiency, Determinants of Efficiency, R&D Investment

* Professor, Dept, of Global Economics, Daejin University(First Author)

** Associate Professor, Dept, of Global Economics, Daejin University(Corresponding Author)

I. 서론

제조업은 1960년대 이후 수출을 통한 한국경제의 고도성장을 이끌어온 중요한 원동력이었다. 또한 생산, 기술진보 그리고 고용에 대한 파급효과가 크기 때문에 국가의 경제성장 및 경쟁력 강화 뿐 아니라 지역개발과 지역소득 향상 등에도 중요한 역할을 담당해 왔다(박호정의, 2007; 한광호, 2012). 그러나 1990년대 이후 세계화로 인한 글로벌경쟁 격화 속에서 우리 제조업은 중국 등 신흥 제조업 강국과의 기술력 격차가 축소되고 경쟁력이 약화되고 있으며, 나아가 지역기반 주력 제조업의 쇠퇴는 지역경제를 침체시키는 결과를 초래하고 있다. 따라서 우리 경제의 지속적인 경제성장을 위해서는 개도국의 추격이나 선진국들의 제조업지원정책 등 변화하는 대외환경에 대응하면서 기존 제조업의 고부가가치화와 새로운 미래성장동력의 확충을 통한 제조업의 경쟁력 강화가 절실한 상황이다. 또한 경제성장이 둔화되는 가운데 지역간 발전격차가 확대되고 있어 제조업의 경쟁력강화와 함께 지역 간 동반성장 방안을 동시에 모색해야 하는 시점에 있다. 이런 배경하에서 제조업의 생산성 및 경쟁력에 대한 실증적인 검토와 함께 제조업의 지역별 생산성과 성장 원천에 대한 심도있는 분석이 선행될 필요가 있다.¹⁾

한편 지식기반사회로의 이행으로 기술혁신이 경제성장을 견인하고, 국가경쟁력을 강화하는 원동력으로 인식되고 기술혁신을 통한 생산성 증대와 이를 위한 연구개발투자의 중요성이 강조되어 왔다. 또한 빠르게 변화하는 글로벌화에 맞춰 지역경제의 중요성도 부각되면서 내재적 역량 강화가 국가경쟁력과 경쟁우위를 결정하는 핵심요소로 등장하고 있으며, 특히 지역발전의 결정 요인으로 지역의 인적, 물적 자본축적과 함께 지식자본²⁾의 중요성이 부각되면서 연구개발투자를 통한 지역의 혁신역량 강화에 대한 관심이 증대하고 있다.

이와 같은 상황에서 제조업 생산성을 분석하기 위한 연구 역시 지역의 주요 변수들을 고려해야 할 필요성이 제기되고 있다. 지역단위의 분석모형은 국가 단위에서의 분석에서 적용하지 못하는 대내적 요인들을 고려할 수 있다는 점에서 분석결과의 유의성 및 활용성을 높일 수 있으며 특히 제조업 생산성에 영향을 미칠 수 있는 지역의 R&D 투자, 인적, 물적 자본 및 기술 인프라의 측정과 함께 지역특성요인 등을 함께 고려할 경우 제조업성장에 필요한 다양한 정책적 함의의 도출이 가능하기 때문이다(박추환·정영근(2016). 이에 따라 우리나라 지역별, 업종별 제조업 생산성을 측정한 연구들(박승규·김의준,

1) 지역간 경제력격차가 더욱 확대되고 있는 근본 원인은 지역별 제조업의 발전격차에 있다고 분석되고 있다(민경휘, 2002).

2) 지식자본은 지역과 국가 및 기업의 경쟁력을 구성하는 핵심요소로서 지역경제와 관련 새로운 산업과 부의 창출을 증가시키는 능력과 역량으로 여기에는 새로운 아이디어와 사고, 아이디어의 집약과정, 새제품을 창출하고 혁신할 수 있는 능력, 그리고 이들을 경제발전으로 전환할 수 있는 역량 등이 포함된다(김선재, 2018).

2009; 박호정의, 2007; 장영재·노상환, 2018; 조상규·강상목, 2007; 조운기·배규한, 2012; 한광호, 2001; 한광호·김상호, 1996)과 연구개발투자가 경제성장 또는 생산성에 미치는 효과를 분석한 연구들(엄익천·황원식, 2021; 양지청, 2014; 임응순·이종하, 2017)이 지속적으로 이루어져 왔다. 그러나 제조업 생산성을 측정하는 연구들은 대부분 업종별, 지역별 생산성의 측정과 생산성변화의 동태적 요인 분석 등에 초점을 맞추고 있으며 연구개발투자 등 혁신역량과 지역특성이 생산성에 미치는 효과를 분석하고 있지 못하고 있다. 또한 연구개발투자와 경제성장간의 기존 연구들은 대체로 국가 전체의 관점에서 연구개발투자와 경제성장간의 관계를 분석(엄익천·황원식, 2021)하거나 지역의 R&D 투자와 지역경제성장 간의 관계를 실증적으로 분석(양지청, 2014; 임응순·이종하, 2017)한 연구들로 지역별 제조업 생산효율성을 측정하고 제조업 생산효율성을 결정해줄 다양한 지역특성과 함께 연구개발투자가 제조업 생산효율성에 미치는 효과를 종합적으로 분석한 연구는 이루어지지 않고 있다.

이에 본고는 2000년~2019년까지의 기간을 설정하고 16개 광역시·도로 구분하여 각 지역 제조업의 생산효율성을 측정하고 효율성에 미치는 여러 가지 지역 특성들과 함께 연구개발투자를 통한 지역의 혁신역량이 제조업 생산효율성에 미치는 효과를 분석하고자 한다. 지역 제조업의 효율성을 측정하고 연구개발투자를 포함한 다양한 비효율성의 요인을 밝혀냄으로써 지역 제조업발전정책에 필요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

본고에서는 확률프런티어 생산함수모형을 이용하여 분석하고자 한다. 본 모형은 모수적 접근방법으로 각 분석단위의 효율성을 측정할 수 있다는 장점을 가질 뿐만 아니라 비효율성에 영향을 미치는 요인들을 추론할 수 있다. 따라서 본고에서는 지역 제조업의 생산효율성 측정 및 비효율성의 결정요인들을 규명함으로써 각 지역 제조업의 생산성을 향상시키기 위한 정책과제를 도출하고 경쟁력을 강화하기 위한 전략을 수립하는데 기여할 것으로 기대된다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. II장에서는 선행연구 고찰 및 지역 제조업의 효율성 측정, 분석모형을 제시하고 III장에서는 연구자료와 변수 등을 살펴본다. 제 IV장에서는 각 지역 제조업의 생산효율성을 측정하고 연구개발 투자를 포함한 효율성 결정요인 등을 분석한다. V장에서는 분석결과를 요약하고 시사점을 제시한다.

II. 선행연구 및 분석방법

1. 선행연구

1990년대 들어 빠르게 변화하는 경제흐름 속에서 지역경제의 중요성이 대두되면서 지역경제 차원의 생산성에 대한 연구가 다양한 형태로 이루어져 왔다. 먼저 지역경제를 대상으로 성장회계방식(growth accounting method)을 이용하여 총요소생산성을 추정한 연구들로는 박희석(2010), 서혜성의(2017), 이영성(2008) 등을 들 수 있다. 박희석(2010)은 성장회계방식을 이용해 1988년부터 2006년까지 전국 16개 시·도별 총요소생산성을 측정한 결과 대부분의 기간에서 양의 값을 가지나 IMF외환위기를 경험한 직후인 1998년경에는 음의 값을 가지나 생산성이 크게 하락하는 것으로 분석하고 있다. 서혜성의(2017)는 2000년부터 2009년까지 전국 및 7대 도시의 총요소생산성 증가율을 추정한 결과 대부분 음의 값으로 나타나 분석기간 중 총산출의 증가는 총요소생산성보다는 주로 중간재나 자본재 등 요소 투입 증가에 기인한 것으로 분석하고 있다.

그러나 이들 연구들이 사용한 성장회계방식은 생산의 기술적 비효율성의 존재 가능성을 배제하고 관찰된 산출량이 생산 가능한 최대산출량이라는 전제 아래 생산성을 분석한다. 따라서 생산활동에 기술적 비효율성이 존재하게 되면 관찰된 산출량이 최대산출량을 보장하지 못하기 때문에 추정치 자체가 과소 혹은 과대 평가되는 문제를 안고 있다.

이러한 인식하에서 기술적 비효율성을 명시적으로 고려하여 우리나라 제조업의 총요소생산성과 효율성을 측정하고 그 변화요인 등을 분석한 다양한 연구들이 이어져 왔다. 선행연구는 방법에 따라 크게 두 가지로 구분할 수 있는데 하나는 모수적 방법인 확률프론티어 생산함수모형을 이용한 연구이고(한광호·김상호, 1996; 박승규·김의준, 2009; 박호정의, 2007), 다른 하나는 비모수적방법인 자료포락분석과 Malmquist 생산성지수를 활용한 연구이다(장영재·노상환, 2018; 한광호, 2001; 조상규·강상목, 2007; 조운기·배규한, 2012). 확률변경함수모형을 이용한 한광호·김상호(1996)는 1980년부터 1994년까지의 15년간 506개 제조 상장기업을 대상으로 총요소생산성변화를 측정하였다. 그 결과, 총요소생산성증가율은 7.3%로 나타났으며, 4.7%의 평균 기술진보율과 기술효율성의 연평균증가율은 3.3%로 분석하고 있다. 박호정의(2007)는 19년간(1986년~2004년)의 패널자료를 이용하여 14개 시·도별 제조업의 효율성을 분석하고 대도시에서 기술적 효율성이 낮은 것으로 보고하고 있으며, 박승규·김의준(2009)은 194개 지역별 광공업업을 대상으로 총요소생산성 변화를 추정하고 요인을 분석하고 있다.

한편 비모수적 추정방법인 자료포락분석(DEA)과 Malmquist 생산성지수를 활용한 연구로 조상규·

강상목(2007)은 1991년~2003년 기간 동안 한국 제조업의 총요소생산성이 7.0% 성장하였는데 이 중 기술진보는 12.1%, 기술효율성은 -3.9%로 나타나 기술진보의 기여가 있었음을 확인하였다. 조윤기·배규한(2012)은 지역별 제조업의 효율성과 총요소생산성 변화를 측정하기 위해 1999년부터 2009년까지 분석 기간을 설정하였다. 총요소생산성 변화를 분해한 결과 분석기간 동안 총요소생산성은 연평균 3.2%의 성장하였으며, 분석 기간동안 기술진보율은 매년 평균 5.0%로 나타났지만 기술효율성은 1.2%씩 하락하고 있어 기술진보가 총요소생산성 증가에 절대적인 기여를 하고 있다고 보고하고 있다. 이처럼 제조업의 생산성을 분석한 연구결과에서는 총요소생산성의 상승이 이어지는 배경에는 기술진보가 견인차 역할을 했다는 데 공통적인 의견을 보이고 있다. 그러나 자료포락분석(DEA)이나 Malmquist 생산성지수는 비모수적 분석방법으로 단순히 효율적 의사결정단위와 비효율적 의사결정단위를 구분하고 효율성을 측정할 뿐 비효율을 야기하는 요인들을 규명하지 못한다는 단점이 있다. 또한 확률변경함수모형을 이용한 연구들 대부분이 총요소생산성을 추정하고 생산의 기술적 비효율성이 유의적으로 존재하며 생산효율성의 지역간 편차가 크게 나타나고 있음을 보고하고 있으나 어떠한 요인이 이러한 지역간 차이를 가져오는지에 대한 검토까지는 다루지 못하고 있다. 이로 인해 지역 제조업의 생산효율성을 높이기 위한 다양한 정책적 함의를 도출하는데 기여는 제한적이라고 할 수 있다.

한편 기술진보가 경제성장을 견인한다는 솔로우 모형 이래 연구개발 투자는 기술의 진보나 혁신을 통해 경제성장을 이끄는 주요 원동력으로 인식되어 왔다. 특히 과거 요소 투입에 기반한 성장을 추구해 온 우리 경제가 지속적인 경제성장을 유지하기 위해서는 그 어느때 보다 연구개발투자를 통한 기술과 혁신을 기반으로 한 생산성 증대가 요구되는 상황 속에서 연구개발투자와 경제성장간의 관계를 분석한 연구들이 지속적으로 이루어져 왔다. 연구개발투자와 생산성간의 관계를 실증분석한 이원기·김봉기(2004)는 주요 선진국과는 달리 기초연구의 생산성 증대 효과가 응용·개발연구보다 작은 것으로 나타난다고 주장하였다. 엄익천·황원식(2021)은 CGE 모형을 통해 공공 R&D 투자와 민간 R&D 투자의 파급효과를 연구한 결과 공공 R&D 투자는 민간 R&D 투자와 비교 시 국내총생산 증대 효과가 더 큰 것으로 나타났으며, 소득불평등 개선에도 기여를 하고 있다고 보았다. 연구개발투자가 지방경제에 미치는 효과를 분석한 양지청(2014)은 R&D 투자가 고용과 생산활동을 촉진시킴으로써 지역경제활성화에 기여한다는 점을 도출하였고, 상호 밀접한 연관이 있는 지역산업 간의 투자를 활성화시켜 고용과 생산활동을 촉진하는 선순환구조의 구축에 기여한다고 주장하고 있다. 한편 지역의 연구개발투자를 공공과 민간으로 분류하고 지역경제성장에 미치는 효과를 분석한 임응순·이종하(2017)는 우리나라 지역에서 전체 연구개발투자가 지역 경제성장에 미친 영향은 대체로 양(+)의 효과를 미치는 것으로 나타났지만 통계적으로는 큰 의미를 갖지 못하며 연구개발투자를 재원별로 구분하여 분석한 경우 공공 연구개발투자만이 지역 경제성장에 양(+)의 효과를 미치는 것으로 나타났고, 민간 연구개발투자는 대부분의 지역

에서 음(-)의 효과를 미치는 것으로 나타났다고 보고하고 있다.

2. 분석방법

본고에서는 확률프런티어 생산함수모형을 활용하여 우리나라 지역별 제조업의 생산효율성을 측정하고자 하였으며 효율성에 영향을 미치는 요인을 파악하고자 한다. Aigner, Lovell & Schmidt(1977)과 Meeusen & Van den Broeck(1977)에 의해 처음 소개된 확률프런티어 개념을 이용하여 효율성 측정을 위한 계량모형을 제시하였다. 이 모형은 랜덤오차(random error)만을 포함하는 전통적인 생산함수 추정과는 다르게 비효율 오차가 결합된 복합오차(composed error)로 구성되었으며 이러한 모형을 이용하여 효율성을 측정하는 방법을 확률프런티어 방법이라고 한다(지홍민, 2007).

지역 제조업의 생산효율성을 측정하기 위한 프런티어 생산함수는 노동자수와 자본을 투입으로 하고 출하액 또는 부가가치를 산출로 하여 다음과 같이 설정한다.

$$Y_{it} = f(X, \beta) \exp(\epsilon) \quad i = 1, \dots, N, \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

여기서 Y_{it} 는 t 시기 ($t = 1, 2, \dots, T$)에 i 번째 지역 ($i = 1, 2, \dots, N$)의 산출물인 출하액 또는 부가가치를 나타내며 X_{it} 는 투입물로써 벡터로 표시되고, β 는 추정계수 벡터를 나타낸다. 이때 오차항 ϵ_{it} 는 식 (2)로 표현할 수 있다.

$$\epsilon_{it} = V_{it} - U_{it} \quad (2)$$

V_{it} 는 독립적이고 동일하게 $V_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$ 로 정규분포를 따른다고 가정한다. 이때 U_{it} 와는 상호독립적이라고 가정한다. U_{it} 는 기술적 비효율성을 나타내는 오차항을 의미한다. 즉, 평균이 $z_{it}\delta$ 이며 분산이 σ_u^2 인 정규분포에서 0 이상의 값을 갖는 것을 의미한다. 그리고 z_{it} 는 생산효율성에 영향을 미치는 지역의 고유 특성변수를 의미하고, δ 는 추정계수의 벡터를 의미한다. 따라서 생산의 비효율성이 지역의 고유 특성에 의해 영향을 미칠 때 U_{it} 는 Battese & Coelli(1992) 모형과 같이 식 (3)으로 나타낼 수 있다.

$$U_{it} = z_{it}\delta + w_{it} \quad (3)$$

식 (3)에서 확률변수 w_{it} 는 평균이 0, 분산이 σ^2 인 정규분포의 절단(truncation)에 의해 정의된다.³⁾

생산프런티어란 지역별 투입·산출 조합에서 주어진 투입으로 효율성을 만족하는 조직단위의 집합으로 이는 최대의 산출을 만들어내는 가장 효율적인 집합을 의미한다. 프런티어함수는 최소자승법으로 추정된 회귀선을 투입·산출분포도에서 최외각의 지역을 포함하는 프런티어를 구한 뒤 그로부터 떨어진 거리를 추정하여 지역별 효율성을 구하는 것이 확률프런티어분석이다.

확률프런티어함수의 추정방법은 1단계모형(one-step model)과 2단계모형(two-step model)으로 분류할 수 있다(곽만순·이영훈, 2007). 2단계모형은 첫 번째 단계에서 확률프런티어함수와 비효율성을 추정하고 두 번째 단계에서 추정한 기술효율성의 추정치를 종속변수로 설정하고 각 지역의 특성변수를 설명변수로 하여 실증분석하는 것이다. 반면 1단계모형은 식 (3)을 식 (1)에 대입하여 프런티어함수 추정과 동시에 비효율성에 대한 외생변수와의 관계를 실증 분석함으로써 추정이 마무리 된다.

그러나 Wang and Schmidt(2002)의 몬테카를로(Monte Carlo)분석에 따르면 2단계모형의 경우 편의가 존재하는 추정량을 제공하는 것으로 나타나 최근에는 주로 1단계모형이 사용되고 있다(곽만순·이영훈, 2007). 본고에서는 확률프런티어모형과 비효율성모형의 모수를 동시에 추정하는 1단계모형인 Battese and Coelli(1995)모형을 사용하기로 한다. $\sigma_s^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ 과 $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$ 로 정의하면 다음과 같은 로그우도함수를 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Ln}(L) = & -\frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^N T_i \right) (\ln 2\pi + \ln \sigma_s^2) \\ & - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} [(\ln Y_{it} - \ln f(X_{it}, \beta) + z_{it}\delta)^2 / \sigma_s^2] \quad (4) \\ & - \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} [(\ln \Phi(d_{it}) - \ln \Phi(d_{it}^*))] \end{aligned}$$

여기서 T_i 는 i 번째 지역의 관찰치수(number of observations)로 $1 \leq T_i \leq T$ 이며, $d_{it} = z_{it}\delta / (\gamma\sigma_s^2)^{1/2}$, $d_{it}^* = \mu_{it}^* / [\gamma(1-\gamma)\sigma_s^2]^{1/2}$, $\mu_{it}^* = (1-\gamma)z_{it}\delta - \gamma[\ln Y_{it} - \ln f(X_{it}, \beta)]$ 그리고 $\Phi(\cdot)$ 는 표준정규분포의 분포함수를 나타낸다. 위 로그우도함수를 극대화함으로써 σ_s^2 , γ , β , δ 등 모수들의 최우추정치를 구할 수 있다.

본고에서 추정하려는 지역별 제조업의 생산효율성(Technical Efficiency)은 노동과 자본의 투입을 통해 얼마나 많은 산출물이 생산되는가를 나타내며 식 (5)와 같이 최대 산출량과 실제 산출량간의 비율

3) 정규분포의 절단은 확률변수 w 가 취할 수 있는 최소값이 $-z\delta$ 으로 $w \geq -z\delta$ 이 된다. 이런 가정은 U 가 $N(z\delta, \sigma^2)$ 의 분포에서 음이 아닌 영역만을 취한다는 가정과 동일하다.

로 표현할 수 있다.

$$TE_{it} = Y_{it}/f(X_{it},\beta)\exp(V_{it}) = \exp(-U_{it}) = \exp(-z_{it}\delta - w_{it}) \quad (5)$$

따라서 지역 제조업 생산에 비효율성이 존재하지 않는다면 최대산출량과 실제산출량이 일치하여 생산효율성의 값은 1이 된다. 하지만 비효율성이 존재한다면 1보다 작은 값이 나타난다.

한편 식 (1)의 추정을 위해서는 특정한 생산함수 $f(X_{it},\beta)$ 의 형태가 필요한데, 일반적으로 Cobb-Douglas 형태의 총생산함수(Aggregate production function)나 초월대수형 생산함수(Translog production function)가 많이 활용된다. 본고에서는 다음과 같은 초월대수형 생산함수를 이용하여 최우추정법(Maximum Likelihood Estimation)을 통해 모수를 추정하고자 한다.

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & \alpha + \beta_1 \ln L_{it} + \beta_2 \ln K_{it} + \beta_3 (\ln L_{it})^2 + \beta_4 (\ln K_{it})^2 \\ & + \beta_5 (\ln L_{it})(\ln K_{it}) + \beta_6 T + V_{it} - U_{it} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} U_{it} = & \delta_0 + \delta_1 SIZE_{it} + \delta_2 REGULAR_{it} + \delta_3 MANUF_{it} + \delta_4 PERK_{it} + \delta_5 WAGE_{it} \\ & + \delta_6 HH_{it} + \delta_7 EDU_{it} + \delta_8 FOR_{it} + \delta_9 ICT_{it} + \delta_{10} SRD_{it} + \delta_{11} PRD_{it} + \delta_{12} T + w_{it} \end{aligned} \quad (7)$$

여기서 하첨자 t 는 연도, i 는 지역을 의미하며, Y_{it} 는 t 시기의 i 지역의 제조업 출하액 또는 부가가치, L_{it} 와 K_{it} 는 각각 노동자수와 유형고정자산 연말잔액을 나타내며 T 는 추세변수, $SIZE$ 은 제조업체 규모, $REGULAR$ 는 상용직 비중, $MANUF$ 는 제조업특화정도, $PERK$ 는 일인당 자본축적액 그리고 $WAGE$ 는 임금수준을 나타낸다. 나머지 비효율성 함수에 포함되는 변수들은 Ⅲ장에서 설명하고자 한다.

Ⅲ. 자료 및 변수

본 연구에서는 지역별 제조업의 생산효율성을 측정하고 연구개발투자를 비롯한 지역 특성이 생산효율성에 미치는 효과를 분석하기 위해 2000년~2019년 동안의 기간을 설정하여 우리나라 16개 광역시·도의 균형패널자료를 이용한다. 분석에 활용된 자료는 통계청 국가통계포털(KOSIS)을 통해 구성되었

다. 추정을 위한 종속변수로서 산출물은 지역별 제조업 출하액과 부가가치⁴⁾를 사용하였으며 투입변수로는 제조업 노동자수⁵⁾와 유형고정자산 연말잔액⁶⁾ 자료를 사용하였다.

한편 지역의 제조업 생산효율성은 경기적 요인과 함께 제조업 특성이나 지역 특성과 같은 구조적 요인에 의해 영향을 받을 수 있다. 지역 제조업의 효율성을 결정하는 구조적 요인으로는 지역별 제조업의 특성, 업종구성, 산업구조, 지역의 인적, 물적 자본축적 그리고 혁신역량 등이 있다. 본 연구에서 지역별 제조업의 특성을 나타내는 변수로 기업규모와 임금수준, 상용직 비중을 사용하였으며 제조업 중 ICT 제조업이 차지하는 비중을 포함하였다. 그리고 지역의 개방도가 제조업 효율성에 미치는 영향을 살펴보기 위해 GRDP에서 총수출입이 차지하는 비중을 포함하였으며 지역별 산업구조의 차이를 살펴보기 위해 지역별 제조업특화도와 산업집중도를 사용하였다. 제조업특화도는 입지계수(location quotient: LQ)를 이용하였고 산업집중도를 나타내는 변수는 허쉬먼-허핀달지수(Herfindal-Hershman Index)를 이용하였다.⁷⁾ 지역별 인적, 물적 자본 축적을 나타내는 변수는 노동가능인구수를 가중치로 이용한 평균 교육년수⁸⁾와 지역별 1인당 자본축적량을 사용하였다. 또한 본 연구의 주 관심사인 지역의 혁신역량과 제조업 생산효율성과의 관계를 분석하기 위해 GRDP 대비 연구개발투자를 나타내는 연구개발집약도를 사용하였다. 연구개발투자는 수행주체별 연구개발투자의 효과를 규명하기 위해 민간과 공공연구개발투자로 분리하였으며 자본변수와 연구개발투자 변수는 모두 영구재고법을 이용하여 스톡(stock) 변수를 사용하였으며 본고에서는 다음과 같은 추계기법에 따라 자본스톡과 연구개발스톡을 구할 수 있다.

$$K_{i0} = X_{i0}(1 - \delta) + I_{i0}$$

-
- 4) 매출액변수와 함께 부가가치변수를 선정한 이유는 각 업종별로 매출액 대비 부가가치의 비중의 편차가 매우 심하고 산업 내에 고 부가가치 업종이 존재할 수 있기 때문이다.
 - 5) 노동투입변수는 총노동시간(노동자수×노동시간)을 사용하는 것이 바람직하지만, 이들 변수에 대한 자료를 구할 수 없어 노동자수를 사용하였다.
 - 6) 유형고정자산이란 영업활동에 사용할 목적으로 취득한 물리적 자산으로 토지, 건물, 구축물, 기계장치, 선박, 차량용구, 건설기계 등이 포함된다. 이중 건설기계 등이 제외된 유형고정자산연말잔액은 생산활동에 직접 투입되는 생산요소로서 자본스톡 개념과 일치한다고 할 수 있다(김영수, 2003).
 - 7) 입지계수 = $\frac{i\text{지역 제조업종사자수}/i\text{지역 총종사자수}}{\text{전국 제조업종사자수}/\text{전국 총종사자수}}$ 로 전국의 제조업에 대한 i 지역 제조업의 상대적인 중요도를 측정하는 방법으로서 제조업의 상대적인 특화 정도를 나타낸 지수이다. 한편 허쉬먼-허핀달지수는 $H - H = \sum_{i=1}^n S_i^2$, S_i 는 종사자수 기준 i 산업의 점유율, n 은 전체 산업수로 $H - H$ 는 0과 1사이의 값을 나타내는데, 그 값이 1에 가까울수록 산업집중도가 크다는 것을 의미한다.
 - 8) 우리나라의 경우 국도가 좁고 그만큼 지역간 노동이동이 용이하다는 점을 감안한다면 지역별 평균 교육년수는 실제 제조업에 종사하는 노동자들의 교육수준을 직접적으로 대변하기는 어렵다고 할 수 있다. 그러나 지역별 제조업 노동자들의 교육수준에 대한 자료가 없어 전체 노동가능인구를 가중치로 한 평균 교육년수를 사용하였다.

여기서 i 지역의 초기 자본형성은 $x_{i0} = (I_{i0}/(\delta + \eta))$ 이며 I_{i0} 는 초기 투자액이고 δ 와 η 는 각각 감가상각률과 분석기간 중 투자액의 연평균성장률을 나타낸다. 자본스톡 추정을 위한 연도별 각 지역별 투자액 I_t 는 연도별 지역의 투자액으로 GRDP에 대한 지출 중 총자본형성을 이용하였으며 연구개발스톡은 매년 연구개발투자액을 사용하였다. 따라서 초기 자본스톡과 연구개발스톡이 구해지면 시간이 경과함에 따라 전체 표본의 자본스톡과 연구개발스톡은 동일한 방법으로 다음과 같이 순차적으로 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} K_1 &= K_0(1 - \delta) + I_1 \\ K_2 &= K_1(1 - \delta) + I_2 \\ &\vdots \\ K_t &= K_{t-1}(1 - \delta) + I_t \end{aligned}$$

총자본스톡의 추계를 위한 총자본스톡의 감가상각률은 Nehru and Dhareshwar (1993), King and Levine(1994), 서승환(2004), 임응순·이중하(2017) 등이 제시한 0.04로 설정하였다. 한편 연구개발투자의 결과 새로운 R&D지식이 형성되고 R&D스톡에 편입되며 또한 축적된 지식은 일정 비율로 진부화되어 간다고 할 수 있다. 본 연구에서 감가상각률과 동일한 개념인 연구개발스톡의 진부화율은 신태영·박병무(1998), 임응순·이중하(2017), 문광민(2019)의 연구에 따라 0.125로 설정하였다⁹⁾. <표 1>은 변수의 정의 및 기초통계량¹⁰⁾을 보여주고 있으며 출하액과 부가가치, 유형고정자산 연말잔액, 자본스톡, 연구개발스톡 등 모든 변수는 2015년 기준 실질가격을 사용하였다.

<표 1> 변수의 정의 및 기초통계

	변수	측정 방법	평균	표준편차
산출	SALE	출하액(백만원)	76,407,325	73,546,981
	VA	부가가치(백만원)	26,533,282	28,682,195
투입	L	노동자수(명)	163,636	181,063
	K	유형자산 연말잔액(백만원)	27,712,517	28,866,324
지역특성	기업규모(SIZE)	(노동자수/사업체수) (명)	47.36	19.82
	상용직비중(REGULAR)	상용직종사자수/제조업종사자수(%)	93.13	4.35
	제조업특화도(MANUF)	입지계수	0.88	0.25
	일인당 자본(PERK)	자본스톡/인구(백만원)	22,220.52	9,003.12

9) 한편 연구개발투자의 경우 투자가 이루어지는 시점과 투자의 성과가 나타나기까지의 시차(time-lag)가 존재할 수 있다. 그러나 민간투자와 공공투자의 시차가 서로 상이할 수 있고 또 제조업내에서도 업종별로 연구개발투자의 시차는 다양할 수 있다. 따라서 시차결정의 자의성을 배제하기 위해 연구개발투자의 시차는 고려하지 않았다. 실제로 지역별, 국가별 연구개발집약도와 경제성장간의 관계를 분석한 대부분의 연구들(임응순·이중하, 2017; 손동희외, 2015)에서도 시차문제를 고려하고 있지 않다.

10) 기초통계량은 분석기간 동안의 각 변수의 평균과 표준편차이다.

지역특성	임금수준(WAGE)	제조업 월평균 임금(백만원)	2.86	0.69
	산업구조(HH)	종사자 수 기준 허쉬먼-허핀달지수	0.14	0.294
	평균교육년수(EDU)	경제활동인구수 가중평균 교육년수(년)	11.34	0.714
	수출입비중(FOR)	수출입금액/GRDP(%)	62.434	52.554
	ICT비중(ICT)	ICT제조업생산액/제조업생산액(%)	10.87	11.937
	공공R&D집약도(SRD)	공공부문R&D스톡/GRDP(%)	5.04	12.75
	민간R&D집약도(PRD)	민간부문R&D스톡/GRDP(%)	8.55	7.99

〈표 2〉 지역별 주요 통계 요약(2010-2019)

지역	제조업 매출액 (억원)	부가가치 (억원)	기업 규모 (명)	상용직 비율 (%)	수출입 비중 (%)	ICT 비중 (%)	제조업특화도	공공 R&D 집약도 (%)	민간 R&D 집약도 (%)	일인당 자본 (백만원)
서울	330,114	141,918	25.9	87.6	50.0	15.1	0.77	2.02	9.61	15.78
부산	370,546	131,530	34.0	93.0	36.1	3.7	0.99	1.85	3.35	14.38
대구	245,858	89,559	33.0	94.0	21.9	5.1	1.22	2.95	4.10	11.91
인천	593,236	190,074	36.7	94.9	86.1	7.3	1.21	1.18	9.99	19.08
광주	243,778	81,432	54.1	93.4	59.6	7.0	0.71	3.17	5.33	13.27
대전	138,453	62,517	47.3	94.5	21.4	8.5	0.66	48.77	22.54	16.89
울산	1,641,131	395,908	109.8	95.3	207.0	1.7	0.74	0.29	4.22	41.96
경기	2,879,339	1,221,385	37.4	94.1	61.2	33.2	1.30	1.68	26.11	21.87
강원	104,606	43,304	37.5	90.8	9.5	1.2	0.54	1.51	2.08	22.24
충북	543,449	215,639	54.6	95.3	45.8	22.3	0.87	1.48	7.99	24.59
충남	1,338,574	449,013	61.0	95.2	104.3	22.0	0.90	1.31	8.39	37.95
전북	337,615	110,386	49.1	93.7	30.6	3.0	0.76	2.20	4.29	17.32
전남	897,019	230,185	52.0	88.7	103.1	0.5	0.81	0.96	2.11	29.80
경북	1,329,048	465,608	53.0	95.3	78.3	38.5	1.02	1.09	9.09	27.59
경남	1,221,163	412,172	49.6	94.4	81.0	4.9	1.14	2.17	6.77	21.14
제주	11238	4,695	22.7	89.7	2.9	0.0	0.41	2.16	0.97	19.75

자료 : 통계청, KOSIS통계포털

〈표 2〉는 분석기간 동안의 지역별 통계요약을 나타내고 있다. 〈표 2〉를 살펴보면 제조업 출하액이 가장 많은 지역은 경기도이며 그 다음이 울산, 충남, 경북, 경남 순으로 이들 지역이 국내 제조업 총 출하액의 68.7% 이상을 차지하는 것을 알 수 있다. 출하액이 가장 작은 지역은 제주, 강원, 대전 순으로 제주도의 경우 경기도의 0.4%에 불과한 수준이다. 부가가치의 경우는 경기도가 가장 크고 그 다음이 경북, 충남, 경남, 울산 순으로 출하액과는 다소 차이를 보이고 있다. 상용직 비율은 울산, 경북, 충북

이 95.3%로 가장 높고 서울이 87.6%로 가장 낮은 상용직 비중을 보여주고 있다. 입지계수는 경기도가 1.30으로 가장 제조업에 특화된 지역으로 나타나고 있으며 그 다음이 대구(1.22), 인천(1.21)순이며, 일인당 자본축적량은 울산이 41.96(백만원)으로 가장 크고 대구는 11.91로 가장 작게 나타났다. GRDP 대비 연구개발투자 비중을 살펴보면 민간투자는 경기도 26.11%, 대전 22.54%로 높은 비중을 차지하고 있지만 나머지 지역에서는 10%미만을 유지하고 있는 것을 알 수 있다. 특히 제주는 0.97%로 다른 지역과 비교하여 매우 낮은 수준으로 지역적 편차가 매우 큰 것으로 나타났다. 공공연구개발투자는 대전이 48.77%로 다른 지역과 비교하여 압도적으로 높게 나타나고 있으나 나머지 지역은 5%미만으로 지역간 격차가 큰 것을 알 수 있다. 제조업에서 ICT 비중이 가장 높은 지역은 경북이 38.5%, 경기가 33.2%로 압도적으로 높으며 이어 충북(22.3%), 충남(22.0%) 순이며 대부분의 지역은 10%미만으로 나타나고 있다. 또한 지역총생산에서 수출입비중이 차지하는 비중은 울산이 207%, 충남(104.3%), 전남(103.1%) 순으로 나타나고 있으며 제주와 강원은 10% 미만의 비중을 보이고 있다. 기업체규모는 울산이 업체 평균 110명으로 가장 크고 다음은 충남(61명) 충북(54.6명)순이다. 한편 제주(22.7명)를 제외하고는 서울(25.9명)을 비롯한 인천(36.7명), 경기(37.4명) 등 수도권지역의 기업규모가 상대적으로 작은 것으로 나타나고 있는데 이는 수도권 공장총량제에 따른 규제로 인해 업체들이 수도권 인근 충청지역으로 이전한 결과로 해석된다.

IV. 지역별 제조업 생산효율성 및 요인 분석

〈표 3〉은 2000년에서 2019년까지의 분석기간 동안 16개 광역시·도 자료를 활용하여 확률프런티어 함수와 비효율성모형을 추정한 결과이다. 모형1의 경우는 산출변수로 출하액을 그리고 모형2는 부가가치를 사용한 결과이다. 〈표 4〉에서 보여주는 로그우도비검정은 본 연구 모형에 대한 타당성 검정결과로 생산함수의 형태 및 비효율성의 존재여부를 확인할 수 있다¹¹⁾. 가설 (1)은 생산함수가 콥-더글라스 생산함수형태를 갖는다는 귀무가설로 검정결과 두 모형 모두 L-R검정통계량의 값이 1% 유의수준에서

11) L-R검정통계량은 $\lambda = -2[\ln(L(H_0)) - \ln(L(H_1))]$ 로 정의되며 $L(H_0)$ 와 $L(H_1)$ 은 각각 귀무가설과 대립가설의 로그우도 값을 의미하고, 검정통계량은 근사적으로 귀무가설에서 0으로 가정된 모수들의 수만큼의 자유도를 갖는 카이제곱분포를 따른다(조운기·현성민, 2015).

〈표 3〉 확률변경함수 추정결과

확률프러미터함수	모형1(출하액)		모형2(부가가치)	
	계수	t-값	계수	t-값
β_0	2,002	0.529	5,346	3,733***
β_1 (노동자수)	3,771	9.028***	1,996	6.457***
β_2 (연말유형자산)	-1,211	-13.721***	-0.732	-2.025**
β_3	0,258	5.433***	0,232	5.487***
β_4	0,247	6.469***	0,176	6.645***
β_5	-0,571	-9.635***	-0,409	-6.745***
β_6 (추세)	-0,020	-7.098***	-0,023	-4.687***
비효율성효과모형				
δ_0	-0,165	-0,427	-0,185	-0,650
δ_1 (기업규모)	-0,003	-2,756***	-0,003	-4,687***
δ_2 (상용직비중)	0,007	1,932*	0,005	2,565**
δ_3 (제조업특화도)	-0,004	-0,863	0,035	6,771***
δ_4 (자본스톡)	0,001	3,825***	0,001	0,679
δ_5 (임금수준)	-0,005	-2,609***	-0,001	-2,963***
δ_6 (수출입비중)	-0,007	-17,865***	-0,003	-10,218***
δ_7 (산업집중도)	0,001	0,034	-0,009	-0,410
δ_8 (평균교육년수)	0,120	5,239***	0,069	3,079***
δ_9 (공공R&D집약도)	-1,142	-8,898***	-0,848	-6,330***
δ_{10} (민간R&D집약도)	2,202	5,555***	0,249	0,758
δ_{11} (ICT비중)	-0,012	-9,825***	-0,010	-9,966***
δ_{12} (추세)	-0,007	-1,291	-0,039	-6,434***
σ_s^2	0,016	9,264***	0,011	10,397***
γ	0,911	64,120***	0,467	1,886*
log-likelihood	224,661		281,723	
# of iteration	100		64	

주 : ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준에서 유의함을 의미함.

〈표 4〉 모형에 대한 가설검정 결과

귀무가설(H0)	L-R검정통계량		$\chi^2_{0.99}$ 값	검정결과
	모형1	모형2		
(1) $\beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$	114,748	403,162	11,34	기각
(2) $\gamma = \delta_0 = \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \dots = \delta_{12} = 0$	404,164	435,947	29,14	기각
(3) $\gamma = 0$	275,040	316,083	6,63	기각
(4) $\delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \dots = \delta_{12} = 0$	404,268	436,004	26,22	기각

귀무가설을 기각하는 것으로 나타났다. 이는 본고에서 사용된 초월대수형 생산함수가 Cobb-Douglas 생산함수보다 적합하다는 것을 의미한다. 귀무가설 (2)는 비효율성효과가 생산모형에서 나타나고 있지 않는다는 것을 의미하고 귀무가설 (3)은 비효율성효과가 확률적(stochastic)이지 않다는 것을 나타낸다. 검정결과 귀무가설이 기각될 경우 일반적으로 평균생산함수를 이용하여 추정을 하는 것이 바람직하지 않다는 것을 의미하게 된다. 즉 기술적 비효율성이 존재함에도 불구하고 평균생산함수를 사용하여 추정한다면 실제 생산함수를 과소추정하게 되는 오류를 범할 수 있다. 검정결과 모든 모형에서 귀무가설 (2)와 (3)이 1% 유의수준에서 기각되는 것으로 나타나 평균생산함수를 활용하는 방법이 적절하지 않다는 결과를 보여주고 있다. 귀무가설 (4)의 결과도 1% 유의수준에서 모두 귀무가설을 기각하는 것으로 나타났다. 따라서 비효율성효과모형에 포함된 12개의 지역특성변수들의 결합효과가 비효율성에 유의미한 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

〈표 3〉의 추정결과 중 확률프린터 생산함수의 계수값을 살펴보면, 모형1과 모형2의 경우 모두 생산함수에 포함된 자본변수인 유형고정자산 연말잔액변수는 유의미한 음의 값을 보이고 있으나 노동자수는 통계적으로 유의한 양의 값을 보여주고 있다. 이를 통해 제조업의 출하액이나 부가가치를 결정하는데 제조업체의 자본규모보다는 노동투입이 더 크게 작용하고 있다는 것을 알 수 있다¹²⁾. 노동의 제공 변수는 유의미한 음의 부호를 보여주고 있어 노동투입에 대한 보수체감이 나타나고 있음을 확인할 수 있다.

분산파라미터 γ 는 모형1의 경우는 0.911로 1% 유의수준에서 유의하며 모형2의 경우는 10% 유의수준에서 통계적으로 유의하며 0.464의 값을 갖는다. 이는 모형1의 경우 전체 오차 중 91% 이상이 그리고 모형2의 경우는 46% 이상이 기술적 비효율성을 의미하는 것을 알 수 있다.

다음으로 12개 지역특성변수를 통해 비효율성 효과를 살펴보면 다음과 같다. 이때 추정계수의 부호가 양이면 비효율성 잔차인 U_{it} 를 증가시키게 되어 비효율성이 커지는 요인으로 작용하고 반대로 음의 부호를 보이면 비효율성이 작아지는 요인이 된다. 먼저 지역의 제조업체 특성을 보여주는 기업규모와 상용직 비중을 보면 두 모형 모두 기업규모는 유의미한 음의 부호를 보이고 있어 기업규모가 클수록 생산효율성이 향상될 것이라는 이론적 배경과 일치하는 결과이다. 그러나 상용직비중의 추정계수는 유의미한 양의 값을 보여주고 있어 상용직비중이 증가할수록 오히려 생산효율성이 감소하는 모습을 보여주고 있다.

한편 지역의 제조업특화도와 지역내 산업구조를 나타내는 입지계수와 산업집중도를 살펴보면 입지

12) 대부분의 기업투자는 초기투자의 비중이 매우 크다는 점을 감안한다면 시계열적인 모형에서 연말잔액의 변화로 기업의 투자를 모두 설명하는 데는 한계가 있을 수 있다.

계수의 경우 모형1에서는 음의 값을 보이는 것으로 나타났지만 유의성이 없는 것으로 보아 제조업특화 정도가 출하액 기준 생산효율성에 미치는 효과는 발견할 수 없었다. 반면 부가가치의 경우는 1% 수준에서 통계적으로 유의한 양의 부호를 보이고 있어 제조업특화 정도가 높은 지역일수록 부가가치 기준 생산효율성이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 제조업특화도가 높은 지역일수록 여전히 저부가가치의 전통 제조업 비중이 높음을 보여주는 것으로 해석할 수 있다. 반면 산업집중도 변수는 두 모형 모두 통계적 유의성이 없는 것으로 나타나 산업의 집중도가 생산효율성에 미치는 영향은 발견할 수 없다. 그리고 지역별 인적자본을 의미하는 평균교육년수는 두 모형 모두 통계적으로 유의미한 양의 값을 보임으로서 지역의 교육수준이 높을수록 생산효율성이 감소하는 것으로 나타나고 있다. 이는 지역의 교육수준이 높을수록 서비스업의 진전과 함께 오히려 제조업 기피현상이 심해지고 이것이 제조업 생산효율성을 저하시키는 요인이 될 수도 있음을 시사하고 있다. 한편 자본스톡변수는 부가가치면에서 생산효율성에 미치는 유의성은 없는 것으로 나타난 반면에 모형1의 경우는 통계적으로 유의한 양의 부호를 보이고 있어 지역 내 자본스톡이 출하액 기준 제조업 생산효율성을 감소하는 요인으로 나타나고 있다. 이러한 결과는 지역의 자본축적의 파급효과가 제조업에는 미치지 못한 것으로 해석할 수 있으며 나아가 자본의 추가적인 확대를 통한 제조업 생산효율성 증대가 더 이상 작동하기 어렵다는 것을 시사해 주고 있다.

ICT비중 변수는 두 모형 모두 통계적으로 유의미한 음의 값을 나타내고 있어 제조업 중 ICT비중이 높을수록 출하액이나 부가가치면에서 생산의 효율성이 증가하는 것으로 나타나고 있다. 지역의 개방도를 나타내는 수출입비중변수 역시 두 모형 모두 음의 부호를 보이고 있으며 t-값도 크게 나타나 지역 내총생산 중 수출입비중이 높을수록 제조업 생산효율성은 증가하는 것으로 나타나고 있다.

이제 본 연구의 주요 관심사인 지역별 혁신역량이 제조업생산효율성에 미치는 효과를 살펴보자. 지역 내 연구개발투자의 결과를 공공부문투자와 민간부문투자로 나누어 살펴보면, 공공연구개발투자스톡변수는 두 모형에서 유의미한 음의 값이 나타나고 있어 공공연구개발투자스톡이 증가할수록 생산의 효율성도 증가하고 있다는 것을 알 수 있다. 반면 민간연구개발투자스톡은 부가가치면에서 효율성에 미치는 유의미한 효과를 발견할 수 없는 반면 모형1의 경우 유의미한 양의 값이 나타나고 있다. 이는 지역 연구개발투자를 재원별로 나누어 지역경제성장에 미치는 효과를 분석한 결과 공공연구개발투자는 지역경제성장에 양의 영향을 나타낸 반면 민간연구개발투자는 음의 영향을 미치는 것으로 분석한 임응순·이종하(2017)의 연구결과와도 유사한 모습이다¹³⁾. 이는 공공연구개발투자의 경우 산업의 생산성 향상에 미치는 파급효과가 민간연구개발투자보다 크기 때문으로 해석해볼 수 있다. 즉 민간연구개

13) 민간연구개발투자의 효과에 대해서는 선행연구들에서도 유사한 결과들이 도출되고 있는데 이에 대해서는 보다 면밀한 검토가 필요할 것으로 생각된다. 이는 연구개발활동의 성과가 다양한 시차를 두고 나타날 수 있고 또 연구개발투자가 이루어지고 있는 지역과 연구개발의 성과가 구체적으로 발현되는 지역간의 불일치때문에 발생할 수도 있다.

발투자의 경우 주로 고기술산업을 중심으로 이루어지며 연구개발투자를 실시한 해당 업종이나 기업의 생산효율성을 증가시킬 수 있지만 다른 업종이나 기업의 생산효율성에 미치는 영향이 제한적일 수밖에 없다. 반면 공공연구개발투자는 기업의 이윤극대화를 목표로 하는 민간연구개발투자와는 달리, 연구개발투자를 꺼려하는 저기술 산업에도 투자액이 배분되다 보니 산업전반의 생산성 향상을 유발하는 긍정적인 효과를 도출할 수 있기 때문으로 판단된다.¹⁴⁾

〈표 5〉 연도별 지역별 효율성 추정결과(출하액 기준)

지역	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018	2019	평균	연평균 증가율
서울	0.260	0.288	0.257	0.284	0.295	0.262	0.236	0.240	0.270	-0.415
부산	0.221	0.243	0.289	0.313	0.306	0.281	0.245	0.243	0.276	0.502
대구	0.219	0.214	0.245	0.232	0.256	0.232	0.221	0.211	0.233	-0.192
인천	0.348	0.332	0.415	0.379	0.413	0.338	0.331	0.314	0.371	-0.532
광주	0.229	0.240	0.325	0.329	0.364	0.352	0.328	0.323	0.320	1.814
대전	0.225	0.240	0.245	0.256	0.272	0.273	0.230	0.225	0.253	0.002
울산	0.572	0.652	0.915	0.921	0.990	0.757	0.656	0.658	0.807	0.737
경기	0.788	0.743	0.817	0.822	0.955	0.920	0.954	0.910	0.867	0.764
강원	0.157	0.157	0.168	0.186	0.188	0.180	0.179	0.169	0.177	0.377
충북	0.311	0.312	0.349	0.366	0.380	0.383	0.369	0.357	0.355	0.735
충남	0.386	0.431	0.541	0.647	0.661	0.558	0.585	0.571	0.556	2.081
전북	0.256	0.265	0.311	0.331	0.342	0.319	0.293	0.285	0.308	0.570
전남	0.370	0.414	0.554	0.554	0.686	0.425	0.461	0.461	0.508	1.168
경북	0.534	0.606	0.700	0.789	0.788	0.637	0.545	0.531	0.670	-0.030
경남	0.458	0.487	0.564	0.681	0.644	0.524	0.439	0.441	0.552	-0.202
제주	0.177	0.177	0.178	0.192	0.169	0.168	0.151	0.134	0.174	-1.464
전국	0.344	0.362	0.430	0.455	0.482	0.413	0.389	0.380	0.419	0.513

확률프런티어함수의 실증분석 결과를 토대로 출하액 기준과 부가가치 기준으로 나누어 각 지역의 제조업의 생산효율성과 그 변화추이를 측정된 결과가 〈표 5〉와 〈표 6〉에 나타나 있다.¹⁵⁾ 먼저 출하액 기준 생산의 효율성을 살펴보면 분석기간 동안 우리나라 지역 제조업 생산효율성은 2000년 0.344에서 2019년 0.806으로 증가하고 있으며 분석기간 평균 0.419로서 최대 생산량의 42% 정도를 생산하고 있

14) 엄익천·황원식(2021)은 CGE 모형을 활용하여 국내총생산의 증대효과가 공공 R&D투자가 민간 R&D투자보다 3.5배 더 크게 나타난다고 설명하였다. 또한 공공R&D투자의 긍정적인 외부효과로 소득분배의 불평등을 개선하는 데도 기여한다고 보았다.

15) 분석기간 동안 연도별 효율성 추정치는 부록에 제시하였다.

음을 알 수 있다.¹⁶⁾ 분석기간 중 경기도가 0.867로 가장 높은 효율성을 보이는 것으로 나타났으며, 그 다음으로 울산광역시(0.807), 경북(0.670) 순으로 나타나고 있다. 반면에 가장 낮은 효율성을 보여주는 지역은 제주(0.174)와 강원(0.177), 대구(0.233)순으로 나타났다. 높은 효율성을 보이는 지역과 낮은 효율성을 보이는 지역을 비교해보면 각 지역별 편차가 큰 것을 알 수 있다. 분석기간 동안 효율성 증가는 충남이 연평균 2% 이상을 기록하고 있으며 그 다음으로 광주(1.814%), 전남(1.168%)순으로 나타났다. 한편 동 기간동안 서울, 대구, 인천, 제주, 경북, 경남지역은 효율성이 감소하는 것으로 나타나고 있는데 특히 제주는 1.46%의 가장 큰 효율성 감소를 보이고 있다.

〈표 6〉 연도별 지역별 효율성 추정결과(부가가치기준)

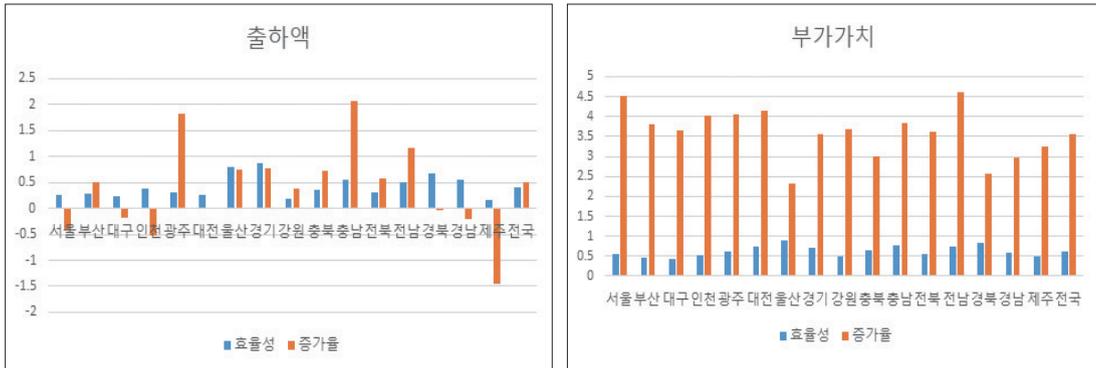
지역	2000	2003	2006	2009	2012	2015	2018	2019	평균	연평균 증가율
서울	0.349	0.423	0.444	0.552	0.657	0.699	0.755	0.809	0.567	4.530
부산	0.297	0.335	0.397	0.476	0.505	0.565	0.584	0.602	0.461	3.794
대구	0.288	0.315	0.374	0.409	0.460	0.494	0.561	0.569	0.420	3.643
인천	0.332	0.369	0.440	0.495	0.584	0.605	0.666	0.705	0.512	4.034
광주	0.388	0.415	0.557	0.566	0.681	0.760	0.796	0.824	0.617	4.042
대전	0.452	0.539	0.606	0.698	0.846	0.955	0.974	0.979	0.741	4.156
울산	0.628	0.736	0.917	0.972	0.990	0.947	0.963	0.973	0.897	2.336
경기	0.506	0.504	0.585	0.684	0.815	0.894	0.980	0.981	0.725	3.545
강원	0.346	0.378	0.424	0.492	0.524	0.597	0.689	0.688	0.503	3.680
충북	0.480	0.505	0.583	0.643	0.710	0.757	0.847	0.843	0.653	3.006
충남	0.476	0.553	0.685	0.851	0.918	0.908	0.972	0.975	0.782	3.842
전북	0.366	0.435	0.486	0.555	0.584	0.653	0.696	0.717	0.548	3.608
전남	0.409	0.487	0.618	0.710	0.927	0.814	0.952	0.960	0.730	4.598
경북	0.565	0.703	0.819	0.931	0.944	0.893	0.900	0.912	0.841	2.557
경남	0.421	0.449	0.509	0.663	0.689	0.654	0.699	0.734	0.598	2.965
제주	0.344	0.361	0.399	0.504	0.515	0.590	0.646	0.633	0.488	3.259
전국	0.415	0.469	0.553	0.637	0.709	0.737	0.793	0.806	0.630	3.553

부가가치를 기준으로 생산의 효율성을 측정한 결과 효율성은 2000년 0.415에서 2019년 0.630으로 증가하고 있다. 가장 높은 효율성을 보이고 있는 지역은 울산광역시로서 전체 분석기간 동안 0.897의 효율성을 보여주고 있으며 경북(0.841), 충남(0.782)이 그 다음 순으로 나타나고 있다. 가장 낮은 효율성을 보이고 있는 지역은 대구(0.420)와 부산(0.461), 제주(0.488)순으로 나타나고 있다. 또한 분석기

16) 효율성 추정치는 0과 1사이의 값을 가지며 1에 가까울수록 효율적이고 0에 가까울수록 비효율적임을 의미한다.

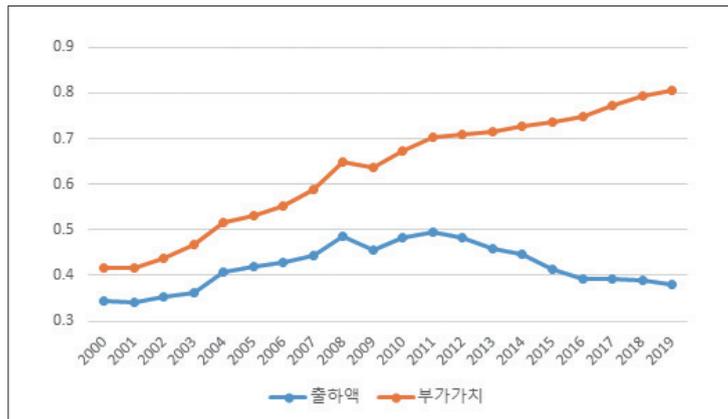
간 동안 모든 지역에서 효율성이 증가한 것으로 나타나고 있으며 효율성 증가는 전남이 연평균 4.6%의 높은 효율성 증가를 보여주고 있으며 그 다음으로 서울(4.530%), 대전(4.156%)순으로 나타났다.

〈그림 1〉 지역별 효율성과 연평균 증가율



〈그림 2〉는 분석기간 동안 출하액과 부가가치로 분류한 제조업 생산의 효율성 추이를 보여주고 있다. 이를 살펴보면 생산효율성은 출하액과 부가가치 모두 2008년 글로벌 금융위기 이후 감소하는 모습을 보이고 있으나 2011년까지는 지속적으로 증가하는 강한 동조현상을 보이고 있다. 그러나 2011년 이후 출하액 효율성은 지속적으로 감소하는데 반해 부가가치 효율성은 계속 증가하는 상반된 추세를 보이고 있다. 이는 글로벌 금융위기 이후 우리나라 제조업이 출하액 중심에서 고부가가치 중심으로 전환되고 있음을 보여주는 모습으로 해석할 수 있다.

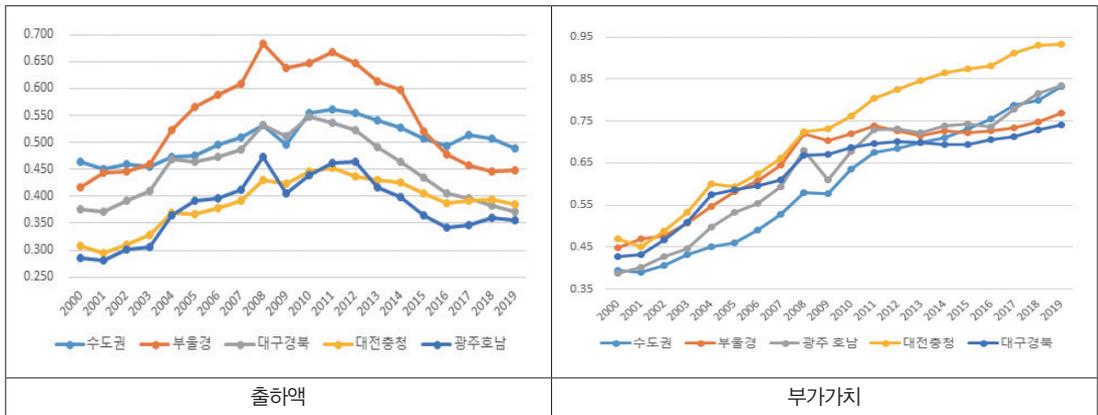
〈그림 2〉 제조업 생산효율성 추이



〈그림 3〉은 분석에 포함된 지역을 광역권으로 분류하여 효율성의 추이를 보여주고 있다.¹⁷⁾ 이를 보면 출하액 효율성은 대부분의 지역에서 2008년 글로벌 금융위기 직후 크게 감소하다가 이후 서서히 회복하는 모습을 보였으나 2011년 이후 지속적으로 감소하는 형태를 보이고 있다. 그러나 효율성의 변화는 지역별로 상이한 모습으로 나타나고 있다. 부산·울산·경남지역의 경우 2015년까지는 가장 높은 효율성을 보이고 있으나 이후 큰 폭의 하락세를 보이며 수도권지역 보다 낮은 효율성을 보이고 있으며 비교적 높은 효율성을 보인 대구·경북지역 역시 2011년 이후 큰 폭의 하락세를 보이며 광주·호남에 이어 가장 낮은 효율성을 보이고 있다. 반면 2004년까지 가장 높은 효율성을 보인 수도권지역의 경우는 분석 기간 동안 상대적으로 가장 작은 하락 폭을 보이면서 2016년 이후 가장 높은 효율성을 보이고 있다.

한편 부가가치의 경우는 대부분의 지역에서 지속적인 증가세를 보이고 있으나 2011년 이후 지역별로 증가폭의 차이를 나타내고 있다. 대전·충청지역은 분석기간 내내 가장 높은 효율성을 보이고 있으며 높은 증가세를 나타내고 있다. 가장 낮은 효율성을 보이던 수도권의 경우 높은 증가세를 보이며 효율성이 크게 증가하는 모습을 보인 반면 대구·경북과 부산·울산·경남지역의 경우 상대적으로 가장 낮은 효율성 증가세를 보이면서 2015년 이후 가장 낮은 효율성을 보이고 있다.

〈그림 3〉 지역별 효율성 추이



이상의 실증분석 결과를 종합하면 우리나라 지역 제조업은 출하액면에서 약 58%, 그리고 부가가치면에서 37%정도의 기술적 비효율성이 존재하는 것으로 나타나고 있다. 이는 다른 여건이 변하지 않더

17) 본고에서는 분석의 편의와 경제적 연계성을 고려하여 우리나라의 지역을 행정구역 기준으로 5개 권역(수도권(서울·인천·경기), 대전·충청권(대전·충남·충북), 광주·호남권(광주·전남·전북), 대구·경북권(대구·경북), 부산울산경남권(부산·울산·경남))으로 나누고 강원도와 제주도는 지역적 특수성을 감안하여 별도로 구분하였다.

라도 제조업의 생산효율성 제고를 통해 산출량 증가 여력이 존재하고 있다는 것을 의미한다. 특히 대표적인 공업지역인 부산·울산·경남, 그리고 대구·경북지역의 경우 출하액면에서 큰 폭의 효율성 감소 추세를 보임과 동시에 부가가치면에서도 가장 낮은 효율성을 보이고 있다는 사실은 이들 지역 제조업체들의 효율성개선 노력과 함께 고부가가치업종으로의 전환이 중요한 과제가 될 것으로 판단된다.

특히 본 연구결과에서 나타난 지역의 교육수준과 제조업특화정도가 높을수록 부가가치면에서 제조업 효율성이 낮아진다는 사실은 아직 우리사회에 제조업 기피현상이 존재하며 우리나라 제조업의 상당 부분이 고기술 분야보다는 저기술 전통제조업 분야에 머무르고 있음을 뒷받침해주고 있다. 또한 자본 축적이 제조업 생산효율성에 유의미한 영향을 주지 못하거나 오히려 음의 영향을 미친 반면 공공연구개발투자스톡의 경우는 출하액이나 부가가치면에서 생산효율성에 유의미한 양의 효과를 보이고 있어 지역 내 단순 물적자본의 축적보다는 그것을 활용하는 지식자본의 역할이 더 중요하다는 것을 확인할 수 있다. 특히 지역경제성장이나 국내총생산 증가면에서 공공연구개발투자의 효과가 민간연구개발투자에 비해 더 크고 지속성이 있다는 기존의 연구결과(임응순·이종하, 2017; 엄익천·황원식, 2021)들을 함께 고려한다면 향후 지방정부 차원에서 적극적으로 R&D투자를 확대하고 민간 기업부문의 고부가가치 상품혁신형 연구개발투자를 유도하는 선제적 연구개발 노력이 지역제조업 생산효율성 나아가 지역경제성장을 위한 중요한 방편이 될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 ICT제조업비중이 높을수록 생산효율성이 증가한다는 분석결과는 지역 제조업발전과 경제성장을 위해 ICT제조업 등 혁신지향적이고 지식집약적인 지식기반산업¹⁸⁾의 유치 및 육성 노력과 함께 이를 지원할 지역의 혁신역량 강화를 위한 지방정부 역할의 중요성을 다시 한번 강조해 주고 있다.

V. 요약 및 결론

본고는 확률프린터 생산함수를 이용하여 2000년부터 2019년까지 우리나라 16개 광역시·도의 제조업 생산효율성을 측정하고 효율성 결정요인들을 규명하고자 하였다. 그간 한국의 제조업 생산성에 대한 기존의 연구들이 주로 업종별, 지역별 생산성측정과 생산성변화요인 분석에 초점을 맞춘 반면 본고는 다양한 지역자료를 이용하여 지역별 제조업 생산효율성 측정과 함께 혁신역량을 비롯한 지역의 특성이 생산효율성에 미치는 효과를 규명하고자 했다. 본 연구결과에 따르면 지역 제조업 생산에는 비

18) 협의적 관점에서의 지식기반산업은 ICT산업 등 기존의 첨단산업(high-tech industry)과 매우 유사한 개념이라 할 수 있다.

효율성이 존재하고 있다는 것과 지역간 효율성의 격차가 존재하고 있다는 것을 발견할 수 있었다. 본 연구의 분석 결과를 요약·정리하면 다음과 같다.

첫째, 모형에 대한 검정결과 지역 제조업의 프린티어 생산함수추정 시 투입요소인 노동과 자본의 증감으로 설명되지 않는 비효율성이 존재하고 있음을 발견하였으며 이를 통해 확률프린티어 생산함수의 설정이 타당함을 확인하였다.

둘째, 확률프린티어 생산함수를 통해 지역별 제조업의 생산효율성을 출하액과 부가가치를 기준으로 나누어 측정된 결과 분석기간 동안 출하액면에서 약 58%, 그리고 부가가치면에서 37%정도의 기술적 비효율성이 존재하는 것으로 나타났다. 또한 분석기간 동안 생산효율성 추이는 출하액과 부가가치 모두 2010년까지 지속적으로 증가하는 강한 동조현상을 보이고 있으나 2011년 이후 출하액 효율성은 지속적으로 감소하는데 반해 부가가치 효율성은 계속 증가하는 상반된 추세를 보임으로서 글로벌 금융위기 이후 우리나라 제조업이 출하액 중심에서 고부가가치 중심으로 전환하는 모습을 확인할 수 있었다.

셋째, 지역별 효율성을 살펴보면 출하액면에서 가장 높은 효율성을 보인 지역은 경기도와 울산으로 전체 분석기간 동안 각각 0.867, 0.807의 높은 효율성을 보이는 프린티어지역으로 나타난 반면 가장 낮은 효율성을 보이고 있는 지역은 제주(0.174)와 강원(0.177) 등으로 지역별 효율성의 편차가 존재하고 있음을 알 수 있다. 분석기간 동안 효율성 증가는 충남이 연평균 2% 이상의 효율성 증가를 보인데 반해 서울, 대구, 인천, 제주, 경북, 경남지역은 효율성이 감소한 것으로 나타났다. 부가가치면에서 효율성은 울산(0.897), 경북(0.841), 충남(0.782) 순이며 분석기간 동안 모든 지역에서 효율성이 증가한 것으로 나타났으며 전남이 4.6%의 가장 높은 효율성 증가를 보였다. 효율성을 광역권으로 나누어 살펴보면 수도권은 경우 출하액면에서 큰 폭의 증감없이 2016년 이후 가장 높은 효율성을 보이고 있으며 부가가치면에서도 높은 증가세를 보이며 효율성이 크게 증가하는 모습을 보이고 있다. 반면 대표적인 공업지역인 부산·울산·경남, 그리고 대구·경북지역의 경우 출하액면에서 큰 폭의 효율성 감소추세를 보임과 동시에 부가가치면에서도 가장 낮은 효율성을 보이고 있어 이들 지역 제조업체들의 효율성개선 노력과 함께 고부가가치업종으로의 전환이 중요한 과제가 될 것으로 판단된다.

넷째, 효율성에 영향을 미치는 지역 제조업특성 요인들을 분석한 결과 기업규모는 출하액과 부가가치면에서 통계적으로 유의한 음의 값을 보여주고 있어 기업규모가 클수록 생산의 효율성은 증가하는 것으로 나타났다. 지역 산업집중도가 효율성에 미치는 효과는 유의성이 없는 것으로 나타났으며 제조업특화도가 높을수록 부가가치면에서 생산효율성이 낮아지고 있어 제조업특화지역이 여전히 저부가가치의 전통 제조업 중심으로 구성되어 있음을 시사해주고 있다. 한편 제조업 중 ICT제조업 비중이 높을수록 그리고 지역의 개방도가 높을수록 생산효율성을 증가하는 것으로 나타나고 있어 생산성을 높이기 위해서는 ICT제조업 등 혁신적이고 지식집약적인 지식기반제조업의 유치 및 육성과 수출지원 등 지

방정부차원의 다양한 정책적 노력이 필요할 것으로 보인다. 지역별 인적자본정도를 나타내는 평균교육년수는 통계적으로 유의미한 양의 값을 보임으로서 지역의 교육수준이 높을수록 제조업기피현상이 심해지고 이것이 생산효율성을 감소시키는 요인으로 작동하는 것으로 유추해볼 수 있다. 자본스톡변수는 부가가치면에서 생산효율성에 미치는 유의한 효과를 발견할 수 없는 반면 출하액의 경우는 통계적으로 유의한 양의 부호를 나타내고 있어 추가적인 자본의 확대를 통한 제조업 생산효율성 증대가 더 이상 작동하기 어렵다는 것을 시사해 주고 있다. 반면 공공연구개발투자는 출하액이나 부가가치면에서 모두 생산효율성을 유의미하게 증가시키는 것으로 나타나 지역의 단순한 물적자본 축적보다는 지식자본의 축적이 생산성 향상에 더 중요하다는 것을 확인할 수 있다.

한편 흥미로운 사실은 공공연구개발투자가 출하액이나 부가가치면에서 생산효율성에 유의한 양의 효과를 보이고 있는데 반해 민간연구개발투자의 경우는 부가가치면에서는 통계적 유의성이 없는 것으로 나타나고 있으며 출하액면에서는 오히려 효율성을 감소시키는 것으로 나타나고 있다는 점이다. 이에 대해서는 유사한 기존 연구결과들이 나오고 있어 향후 보다 면밀한 검토가 필요할 것으로 보이나 공공 R&D투자의 경우 이윤극대화를 추구하는 과정에서 첨단기술 산업 중심으로 R&D 투자를 확대하는 민간 R&D투자와는 달리 확산효과(Spillover Effects)로 인해 경제 전체의 산업생산성을 향상시켜 다양한 산업들이 동시에 혜택을 볼 수 있기 때문으로 해석된다. 따라서 지역의 제조업 생산효율성 나아가 지역경제성장을 위해서는 지방정부 차원에서 R&D투자를 확대하기 위한 적극적인 방안을 마련하고 민간 기업부문의 상품혁신형 연구개발투자를 유도하는 선제적 연구개발 노력이 필요할 것으로 보인다.

마지막으로 보고는 자료의 한계로 실증분석에 다양한 지역특성변수를 충분히 고려하지 못한 점을 들 수 있다. 실제로 지역 제조업의 생산효율성을 결정해 줄 요인들로 제조업 노동자들의 인적자본 및 훈련투자, 공간특성 그리고 교통·통신 인프라 등 다양한 지역특성변수 등을 고려한다면 보다 정확한 효율성 측정이 가능할 뿐만 아니라 지역별 제조업의 생산효율성을 향상시킬 수 있는 정책적 함의를 도출할 수 있을 것으로 보인다. 또한 지역별로 제조업의 업종별 구성이 상이하다는 점을 감안하여 지역별 업종별로 보다 세분화된 생산효율성 변화와 요인을 분석결과를 도출해 낼 수 있을 것이다. 따라서 향후 다양한 자료와 세분화된 분석을 통한 일치된 결과가 도출될 때까지 본 연구의 결과는 신중하게 해석되어야 할 것이다.

■ 참고문헌 ■

- 곽만순·이영훈(2005). “효율성추정과 확률적 생산변경모형에 대한 문헌연구”, 『계량경제학보』, 16(4): 107-130.
- 김선재(2018). “대학의 지식자본이 지역의 기업활동에 미치는 영향”, 『한국콘텐츠학회 논문지』, 18(2): 450-458.
- 김영수(2003). “광역자치단체별 제조업의 중요소생산성과 성장원천 분석”, 한국도시행정학회 학술 발표자료.
- 문광민(2019). “R&D 스톡의 시차와 기간간 연속성을 고려한 정부 R&D 효율성 측정: Dynamic DEA 모형의 적용”, 『사회과학연구』, 30(4): 23-39.
- 민경휘(2002). “경제력의 지역간 불균형 계속 확대”, 『E-KIET산업경제정보』, 103호.
- 박승규·김의준(2009). “지역별 광공업 중요소생산성 분해”, 『지역연구』, 25(4): 23-43.
- 박추환·정영근(2016). “지역간 소득격차 및 인적자본의 축적이 지역내 제조업 중요소 생산성(TFP)에 미치는 영향”, 『경제연구』, 34(1): 51-78.
- 박호정·김기태·나주몽(2007). “지역 제조업의 기술적 효율성 차이와 수렴성”, 『국토계획』, 42(7): 169-182.
- 박희석(2010). “우리나라 주요 시·도의 중요소생산성 추정”, 『서울도시연구』, 11(4): 1-13.
- 서승환(2004). “서울시 경제의 국민경제적 위상에 관한 연구”, 『서울도시연구』, 5(2): 69-89.
- 서혜성·주수현·김영재(2017). “지역발전정책과 주요 대도시 중요소생산성 비교분석”, 『지역산업연구』, 40(3): 25-45.
- 손동희·한응용·전용일(2015). “연구개발투자의 경제성장과 고용효과에 관한 실증연구-OECD 국가를 중심으로-”, 『국제지역연구』, 19(3): 177-194.
- 신태영·박병무(1998). “거시계량모형을 이용한 연구개발투자의 정책효과 분석”, 『정책자료』, 과학기술 정책연구원.
- 양지청(2014). “동태적 Panel 분석을 통한 R&D투자의 지역효과 분석”, 『국제지역연구』, 18(3): 175-201.
- 엄익천·황원식(2021). “공공R&D투자의 사회·경제적 파급효과분석”, 『KISTEP Issue Paper』, 312호, 한국과학기술기획평가원.
- 이영성(2008). “우리나라 광역시·도의 중요소생산성과 결정요인”, 『국토연구』, 58: 39-53.
- 이원기·김봉기(2004). “연구개발투자의 생산성 파급효과 분석”, 『과학기술정책』, 146: 68-82.
- 임응순·이종하(2017). “연구개발투자와 지역경제성장간의 관계분석”, 『산업경제연구』, 30(2): 793-817.
- 장영재·노상환(2018). “한국의 광역지자체 제조업 효율성 및 생산성 변화 비교 분석”, 『지역산업연구』,

- 41(2): 51-7.
- 조상규·강상목(2007). “한국제조업의 총요소생산성 변화와 그 결정요인 분석”, 『국제지역연구』, 11(1): 630-654.
- 조윤기(2020). “지역별 일자리매칭의 효율성과 결정요인분석”, 『GRI연구논총』, 22(2): 77-97.
- 조윤기·배규한(2012). “지역별 제조업 총요소생산성 변화와 요인분석”, 『GRI연구논총』, 14(1): 87-107.
- 조윤기·현성민(2015). “지역경제의 효율성과 지방재정지출”, 『재정정책논집』, 17(3): 73-98.
- 지홍민(2007). “확률적프런티어 방법론을 이용한 손해보험사의 기술효율성 측정”, 『보험개발연구』, 18(2): 3-44
- 한광호(2001). “한국 제조업의 생산성 결정요인: 비모수적 맴퀴스트 생산성 지수에 의한 분석”, 『경제학연구』, 49(4): 37-61.
- 한광호(2012). “광주·전남 제조업의 총요소생산성과 구성요인”, 『산업경제연구』, 25(5): 3019-3112.
- 한광호·김상호(1996). “기업의 규모와 생산의 기술적 효율성: 한국 제조업의 확률적 변경생산함수에 의한 추정”, 『국제경제연구』, 2(2): 111-131.
- Aigner, D., Lovell and P. Schmidt(1977). “Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models”, *Journal of Econometrics*, 6, 21-37.
- Battese, G. E. and T. J .Coelli(1992). “Frontier Production Function, Technical Efficiency and Panel Data: with Application to Paddy Farmers in India”, *Journal of Productivity Analysis*, 3, 136-153.
- Battese, G. E. and T. J .Coelli(1995). “A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data”, *Empirical Economics*, 20, 325-332.
- King, R. G, and R. Levine(1994). “Capital Fundamentalism, Economic Development and Economic Growth”, *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy*, 40, 259-292.
- Meeusen, W. and J. Van den Broeck(1977). “Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Function with Composed Error”, *International Economic Review*, 18, 435-444.
- Nehru, V. and A. Dhareshwar(1993). “A new Database on Physical Capital Stock: sources and Methodology and Results”, *Rivista de Analysis Economic*, 37-59.
- Subal C . Kumbhakar(1990). “Production Frontier, Panel Data, And Time-Varying Technical Inefficiency”, *Journal of Econometrics*, 46(1), 185-200.

Wang and Schmidt(2002). “One-step and Two-step Estimation of the Effects of Exogenous Variables on Technical Efficiency Levels”, *Journal of Productivity Analysis*, 18, 129-144.

원 고 접 수 일 | 2022년 7월 6일

심 사 완 료 일 | 2022년 8월 11일

최종원고채택일 | 2022년 8월 16일

조윤기 ykcho@daejin.ac.kr

1994년 건국대학교에서 경제학박사학위를 받았으며 현재는 대진대학교 글로벌산업통상대학 글로벌경제학과 교수로 재직 중이다. 대진대 교무지원처장, 교양교육원장, 창의미래인재대학장, 대학교육혁신원장, 국제지역학회 이사, 한국동북아경제학회 이사, 부회장을 역임하였다. 주요 논문으로는 지역별 노동시장의 효율성 격차와 요인 분석(2022), 지역별 일자리매칭의 효율성 및 결정요인 분석(2020), 중국 하이테크산업의 R&D투자효율성 및 생산성 분석(2019) 등 다수의 논문이 있다. 주요 관심사는 지역경제, 노동시장, 생산성 분야이다.

권선희 sunnyk@daejin.ac.kr

2013년 건국대학교에서 “환율변화가 제조업의 고용, 생산성 및 수익률에 미치는 영향분석”의 논문으로 경제학박사학위를 받았다. 아시아유럽미래학회 상임이사, 건국대학교 강사를 역임했다. 현재 대진대학교 글로벌경제학과 부교수로 재직중이며, 관심분야는 해외직접투자, 기업투자, 고용 등이다. 주요 논문으로는 해외직접투자가 고용에 미치는 영향(2002), 제조업의 기술적 효율성과 고용탄력성간의 관계에 관한 연구(2022), 기업의 투자결정에 영향을 미치는 요인 분석(2021) 등 다수 발표하였다.

〈부표 1〉 출하액기준 지역별 제조업 생산효율성 추정결과

지역	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
서울	0.260	0.277	0.286	0.288	0.251	0.250	0.257	0.253	0.291	0.284
부산	0.221	0.233	0.239	0.243	0.258	0.272	0.289	0.294	0.349	0.313
대구	0.219	0.208	0.211	0.214	0.228	0.240	0.245	0.248	0.253	0.232
인천	0.348	0.332	0.331	0.332	0.371	0.387	0.415	0.444	0.446	0.379
광주	0.229	0.257	0.262	0.240	0.262	0.320	0.325	0.332	0.335	0.329
대전	0.225	0.230	0.239	0.240	0.265	0.246	0.245	0.249	0.275	0.256
울산	0.572	0.625	0.630	0.652	0.781	0.876	0.915	0.918	0.992	0.921
경기	0.788	0.740	0.762	0.743	0.797	0.792	0.817	0.832	0.855	0.822
강원	0.157	0.160	0.162	0.157	0.171	0.171	0.168	0.187	0.196	0.186
충북	0.311	0.280	0.301	0.312	0.345	0.326	0.349	0.359	0.367	0.366
충남	0.386	0.377	0.394	0.431	0.500	0.529	0.541	0.567	0.650	0.647
전북	0.256	0.234	0.262	0.265	0.299	0.307	0.311	0.333	0.352	0.331
전남	0.370	0.353	0.377	0.414	0.535	0.549	0.554	0.574	0.734	0.554
경북	0.534	0.536	0.571	0.606	0.710	0.690	0.700	0.725	0.812	0.789
경남	0.458	0.472	0.471	0.487	0.531	0.547	0.564	0.617	0.707	0.681
제주	0.177	0.167	0.170	0.177	0.206	0.197	0.178	0.169	0.163	0.192
전국	0.344	0.343	0.354	0.362	0.407	0.419	0.430	0.444	0.486	0.455

〈부표 2〉 출하액기준 지역별 제조업 효율성 추정결과(계속)

지역	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
서울	0.306	0.297	0.295	0.283	0.271	0.262	0.259	0.251	0.236	0.240
부산	0.324	0.327	0.306	0.284	0.277	0.281	0.267	0.258	0.245	0.243
대구	0.257	0.266	0.256	0.248	0.238	0.232	0.222	0.221	0.221	0.211
인천	0.403	0.422	0.413	0.383	0.370	0.338	0.326	0.340	0.331	0.314
광주	0.389	0.399	0.364	0.350	0.351	0.352	0.331	0.318	0.328	0.323
대전	0.267	0.270	0.272	0.268	0.273	0.273	0.265	0.252	0.230	0.225
울산	0.938	0.991	0.990	0.974	0.961	0.757	0.674	0.656	0.656	0.658
경기	0.951	0.962	0.955	0.957	0.940	0.920	0.895	0.954	0.954	0.910
강원	0.180	0.183	0.188	0.188	0.192	0.180	0.179	0.183	0.179	0.169
충북	0.404	0.405	0.380	0.378	0.381	0.383	0.357	0.367	0.369	0.357
충남	0.670	0.686	0.661	0.643	0.626	0.558	0.538	0.554	0.585	0.571
전북	0.345	0.354	0.342	0.339	0.331	0.319	0.299	0.296	0.293	0.285
전남	0.585	0.635	0.686	0.564	0.517	0.425	0.394	0.423	0.461	0.461
경북	0.838	0.808	0.788	0.736	0.690	0.637	0.589	0.569	0.545	0.531
경남	0.679	0.687	0.644	0.583	0.556	0.524	0.490	0.457	0.439	0.441
제주	0.177	0.209	0.169	0.161	0.166	0.168	0.174	0.167	0.151	0.134
전국	0.482	0.494	0.482	0.459	0.446	0.413	0.391	0.392	0.389	0.380

〈부표 3〉 부가가치 기준 지역별 제조업 생산효율성 추정결과

지역	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
서울	0.349	0.365	0.385	0.423	0.405	0.416	0.444	0.481	0.547	0.552
부산	0.297	0.306	0.323	0.335	0.362	0.376	0.397	0.423	0.490	0.476
대구	0.288	0.281	0.294	0.315	0.338	0.356	0.374	0.389	0.405	0.409
인천	0.332	0.332	0.340	0.369	0.394	0.402	0.440	0.476	0.508	0.495
광주	0.388	0.426	0.432	0.415	0.454	0.510	0.557	0.568	0.610	0.566
대전	0.452	0.478	0.503	0.539	0.606	0.588	0.606	0.637	0.707	0.698
울산	0.628	0.675	0.681	0.736	0.794	0.883	0.917	0.956	0.991	0.972
경기	0.506	0.472	0.491	0.504	0.554	0.563	0.585	0.629	0.682	0.684
강원	0.346	0.354	0.362	0.378	0.420	0.427	0.424	0.464	0.490	0.492
충북	0.480	0.433	0.469	0.505	0.567	0.543	0.583	0.603	0.645	0.643
충남	0.476	0.441	0.492	0.553	0.627	0.652	0.685	0.742	0.820	0.851
전북	0.366	0.362	0.398	0.435	0.442	0.465	0.486	0.519	0.560	0.555
전남	0.409	0.414	0.450	0.487	0.600	0.626	0.618	0.693	0.875	0.710
경북	0.565	0.584	0.641	0.703	0.812	0.816	0.819	0.832	0.932	0.931
경남	0.421	0.430	0.428	0.449	0.488	0.490	0.509	0.559	0.675	0.663
제주	0.344	0.325	0.336	0.361	0.406	0.396	0.399	0.460	0.446	0.504
전국	0.415	0.417	0.439	0.469	0.517	0.532	0.553	0.589	0.649	0.637

〈부표 4〉 부가가치 기준 지역별 제조업 효율성 추정결과(계속)

지역	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
서울	0.608	0.644	0.657	0.663	0.678	0.699	0.721	0.741	0.755	0.809
부산	0.504	0.506	0.505	0.504	0.527	0.565	0.565	0.570	0.584	0.602
대구	0.425	0.447	0.460	0.467	0.474	0.494	0.512	0.532	0.561	0.569
인천	0.539	0.582	0.584	0.580	0.591	0.605	0.634	0.658	0.666	0.705
광주	0.661	0.698	0.681	0.711	0.732	0.760	0.761	0.783	0.796	0.824
대전	0.723	0.773	0.846	0.887	0.927	0.955	0.967	0.973	0.974	0.979
울산	0.978	0.991	0.990	0.987	0.987	0.947	0.939	0.948	0.963	0.973
경기	0.763	0.802	0.815	0.854	0.862	0.894	0.907	0.964	0.980	0.981
강원	0.488	0.491	0.524	0.548	0.588	0.597	0.625	0.664	0.689	0.688
충북	0.666	0.710	0.710	0.727	0.752	0.757	0.765	0.813	0.847	0.843
충남	0.899	0.927	0.918	0.925	0.916	0.908	0.915	0.947	0.972	0.975
전북	0.589	0.600	0.584	0.592	0.637	0.653	0.644	0.668	0.696	0.717
전남	0.787	0.886	0.927	0.861	0.849	0.814	0.803	0.885	0.952	0.960
경북	0.950	0.946	0.944	0.931	0.915	0.893	0.902	0.892	0.900	0.912
경남	0.677	0.719	0.689	0.658	0.666	0.654	0.675	0.685	0.699	0.734
제주	0.503	0.518	0.515	0.540	0.550	0.590	0.638	0.654	0.646	0.633
전국	0.672	0.703	0.709	0.715	0.728	0.737	0.748	0.774	0.793	0.806