



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2016년 8월  
석사학위 논문

전남권 · 충남권 · 경북권  
제조업의 총요소생산성 비교  
- SFA모형을 중심으로 -

조선대학교 대학원  
경제학과  
이 지 후

전남권 · 충남권 · 경북권  
제조업의 총요소생산성 비교

- SFA모형을 중심으로 -

Total Factor Productivity for Manufacturing  
Industries in Jeonnam, Chungnam and Kyungbuk

- focusing on SFA -

2016년 8월 25일

조선대학교 대학원

경제학과

이 지 후

전남권 · 충남권 · 경북권  
제조업의 총요소생산성 비교

- SFA모형을 중심으로 -

지도교수 박 성 훈

이 논문을 경제학석사학위 신청 논문으로 제출함

2016년 4월

조선대학교 대학원

경제학과

이 지 후

## 이지후의 석사학위논문을 인준함

위원장    조선대학교    교수    김 정 식    (인)

위    원    조선대학교    교수    최 종 일    (인)

위    원    조선대학교    교수    박 성 훈    (인)

2016년 5월

조선대학교 대학원

## < 목 차 >

### ABSTRACT

<b>제1장 서 론</b> .....	<b>1</b>
제1절 연구의 배경 및 목적 .....	1
제2절 연구의 범위 및 구성 .....	3
<b>제2장 연구 방법론</b> .....	<b>5</b>
제1절 제조업 현황 .....	5
제2절 생산성의 정의 및 측정 방법 .....	11
제3절 선행연구 검토 .....	16
<b>제3장 분석 모형 및 자료</b> .....	<b>20</b>
제1절 분석 모형 .....	20
제2절 자료 및 변수의 설정 .....	26
<b>제4장 실증분석 결과</b> .....	<b>29</b>
제1절 가설검정 .....	29
제2절 추정 결과 .....	31
<b>제5장 결론 및 요약</b> .....	<b>34</b>
<b>참고문헌</b> .....	<b>37</b>

## <표 목 차>

<표 2-1> 상위 15개국의 제조업 경쟁력 지수 .....	7
<표 2-2> 세계 제조업 경쟁력 상위 20개국 .....	8
<표 2-3> DEA와 SFA비교 .....	15
<표 3-1> 사용 변수들의 산업별 평균과 표준편차 .....	27
<표 4-1> 전남 · 충남 · 경남권 계수 추정 결과 .....	30
<표 4-2> 평균 효율성과 그 변화율 .....	31
<표 4-3> 산출량 탄력성과 규모의 효율성 .....	32
<표 4-4> 기술진보 및 총요소생산성 증가율 .....	33

## <그림 목차>

<그림 1-1> 연구의 흐름 .....	4
<그림 2-1> 국내총생산에서 제조업이 차지하는 비중 .....	5
<그림 2-2> 국내 제조업 출하액 추이 .....	6
<그림 2-3> 국내 제조업 사업체 수 추이 .....	6
<그림 2-4> 국내 권역별 제조업 사업체 수 및 출하액 현황 .....	9
<그림 2-5> 전남·충남·경남권 제조업 출하액 비교 .....	10
<그림 2-6> 전남·충남·경남권 제조업 사업체 수 비교 .....	10



## ABSTRACT

### Total Factor Productivity for Manufacturing Industries in Jeonnam, Chungnam and Kyungbuk - Focusing on Stochastic Frontier Analysis -

Jihoo Lee

Advisor : Prof. Sunghoon Park Ph. D.  
Department of Economics,  
Graduate School of Chosun University

This paper is to estimate total factor productivity(TFP) growth and its contributing factors(technical progress, technical efficiency change, scale efficiency) for manufacturing of Jeonnam, Chungnam and Kyungbuk. For that object, this uses the true fixed-effects stochastic production frontier analysis(SFA) considered of technical inefficiency. The empirical results, based on balanced panel data from 1999~2014 with 23 industries, are as follows. First, technical inefficiency existed in manufacturing of Jeonnam, Chungnam and Kyungbuk. Second, technical progress is non-neutral onward to labor-saving and capital-using in Jeonnam and Chungnam, labor-using and capital-saving in Kyungbuk. Third, in some manufacturing industries, increasing returns to scale can be a significant presence in Jeonnam. Chungnam and Kyungbuk has scale inefficiency. Forth, technical progress shows the most impact on TFP growth. The highest TFP growth is in Kyungbuk, the lowest in Chungnam. Chungnam TFP growth measures lower owing to lower technical efficiency and scale inefficiency. As a result, this paper

shows that technical progress has the key role in productivity improvement, but technical efficiency and scale efficiency also can not be overlooked.

## 제 1장. 서론

### 제 1절. 연구의 배경 및 목적

국내 경제는 급속한 산업화 과정 속에서 경제의 성장부문에만 치중하다 보니 수도권과 일부 지역에 경제성장이 집중되었다. 이는 지역 간의 발전 격차를 나타내며 결국 형평성 측면에서 불균형한 형태를 초래하였다. 한 국가의 경쟁력은 한 지역에 국한해서 성장하는 것이 아니라 각 지역의 균등한 경제 발전이 바탕이 돼서 함께 성장해 나간다. 이는 지역발전균등화가 국가 경쟁력 측면에서도 중요한 역할을 담당하고 있다는 것을 말해준다. 이에 정부는 지역발전균등화를 도모하고자 하는 다양한 정책들을 시행하였지만 아직까지 큰 효과가 없는 것으로 보인다. 특히, 광주·전남지역은 다른 권역에 비해 경제 성장이 낮은 수준에 머물고 있다. 지역 경제의 성장은 경쟁력 있는 산업의 입지 여부와 그 산업의 성장에 의해 주도된다(한광호, 2012). 국내 많은 산업들 중에서 제조업은 국내총생산(GDP)에서 높은 비중을 차지하며(그림 2-1참고) 그 중요성을 인정받고 있다. 특히, 1997년 IMF와 2008년 세계금융 위기를 빠르게 극복하고 지속적인 성장을 할 수 있었던 것도 제조업의 탄탄한 경쟁력이 뒷받침되었기에 가능했다(조윤기·배규한, 2012). 또한, 제조업은 그 특성상 생산과 기술혁신, 고용에 대한 파급효과가 크기 때문에 지역개발과 지역소득 향상 등에 큰 역할을 담당하고 있으며(박호정 외, 2007) 이러한 이유로 예전부터 지역발전균등화를 위한 주요 전략산업으로 인식되어왔다. 따라서 제조업의 성장은 지역 경제 활성화를 위해서도 필요하다. 선행연구들의 결과를 보면 광주·전남지역 제조업의 기술적 효율성이 상대적으로 높은 것을 알 수 있다(임현준·김명식, 2004; 김정홍, 2007; 박호정 외, 2007; 조윤기·배규한, 2012). 이는 광주·전남지역 제조업의 성장 잠재력이 높다는 것을 의미할 수 있다. 즉, 이미 국내 제조업부문에서 괄목할만한 성장을 하고 있는 경기나 경남지역과 같이 광주·전남지역의 제조업부문도 더욱 발전할 가능성이 있다고 해석할 수 있다.

따라서 본 연구는 광주·전남지역 제조업부문의 발전 가능성을 살펴보기

위해 광주·전남지역을 전남권으로 묶어 제조업의 총요소생산성을 추정함에 있어서, 이미 경제적 성장을 이룩한 수도권과 경남권을 제외한 지역들 중 전남권과 경제규모가 비슷하다고 판단된 지역들을 -충남권·경북권<sup>1)</sup>- 분석 대상으로 선정하고, 이 세 지역 제조업부문의 총요소생산성을 추정·비교하고자한다. 이를 위해 각 지역 제조업을 산업별로 분류(KSIC<sup>2)</sup>의 중분류)하고, 기술적 효율성을 고려하여 총요소생산성을 추정한다. 그리고 그 구성요인을 '기술진보, 기술적 효율성, 규모의 효율성'으로 분해하여 상대적 중요도를 알아본다. 이를 통해 각 지역 제조업 생산성의 차이점을 분석하여 지역 경제 발전에 활용될 수 있는 기초자료를 제공할 수 있기를 기대한다.

---

1) 수도권=서울, 인천, 경기; 경남권=부산, 울산, 경남; 전남권=광주, 전남; 충남권=대전, 세종, 충남; 경북권=대구, 경북

2) 한국표준산업분류(Korea Standard Industry Code)

## 제 2절. 연구의 범위 및 구성

본 연구의 주요 목적은 기술적 효율성을 명시적으로 고려하여 전남권과 충남권, 경북권 제조업의 총요소생산성을 추정하고, 이를 비교하여 각 지역 제조업 생산성 향상에 긍정적인 영향을 미치는 생산요소를 분류하는데 있다.

본 연구의 대상이 되는 전남권과 충남권, 경북권에 있는 기업들의 총요소생산성 분석을 위해 통계청의 자료를 바탕으로 한 시계열자료(1999년~2014년)와 횡단면자료를 합친 균형 패널자료(balanced panel data)를 사용하며, 이를 분석할 확률변경생산함수 모형(SFA)에 대한 이해와 그에 따른 투입 요소와 산출요소를 기존 선행연구들을 통해 알아보고 설정한다.

본 연구의 구성은 이러하다. 제 1장에서는 연구의 배경 및 목적과 연구의 범위 및 구성을 제시한다. 제 2장에서는 국내 제조업 현황을 살펴보고, 생산성의 정의 및 측정 방법을 소개하며 그에 따른 선행연구들을 검토한다. 제 3장에서는 본 연구의 분석에 사용될 자료와 확률변경생산함수 모형을 구현한 분석 모형을 제시한다. 제 4장에서는 추정 모형에 의해 나타난 실증분석 결과를 비교·분석하고, 마지막으로 제 5장에서는 본 연구에 대한 연구 결과 요약과 본 연구가 가지는 한계점에 대해 기술한다.

<그림 1-1> 연구의 흐름



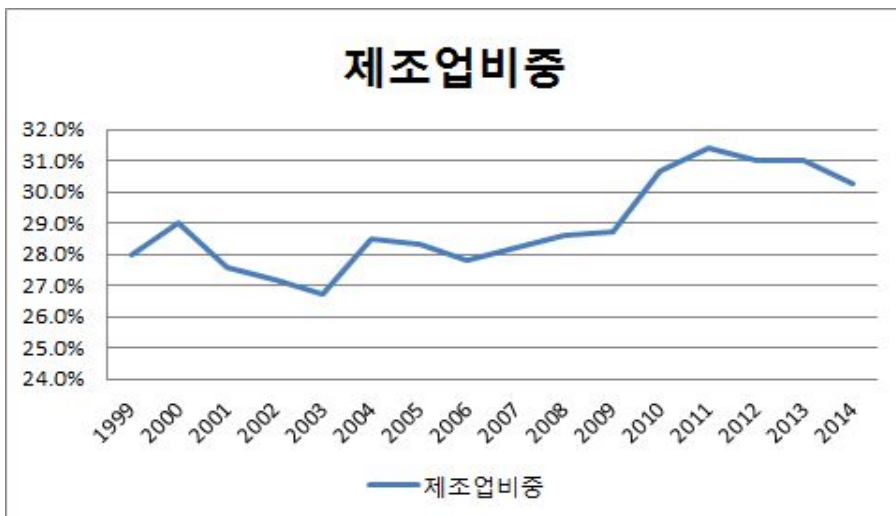
## 제 2장. 연구 방법론

### 제 1절. 제조업 현황

한국 제조업은 국내뿐 아니라 세계시장에서도 큰 역할을 담당하고 있다. 본 절에서는 이를 증명해주는 국내 제조업의 세계 경쟁력과 국내총생산(GDP)에서 제조업이 차지하는 비중과 제조업 출하액 및 사업체 수 현황을 살펴보고, 연구의 분석 대상인 전남권과 충남권, 그리고 경북권 제조업의 현황을 비교해 본다.

<그림 2-1>은 한국은행의 자료를 바탕으로 국내총생산(GDP)에서 제조업이 차지하고 있는 비중을 연도별로 표시한 그래프이다. 국내 제조업은 전 기간에 걸쳐 26% 이상의 높은 비중을 차지하고 있다. 또한 앞서 언급했듯이, 세계금융위기를 겪었던 2008년에도 28.6%를 차지하며 국내 경제를 견인하는 산업임을 입증시켜주었으며, 2010년 이후 그 비중은 30% 이상을 웃돌며 최근까지 높은 비중을 유지하고 있다.

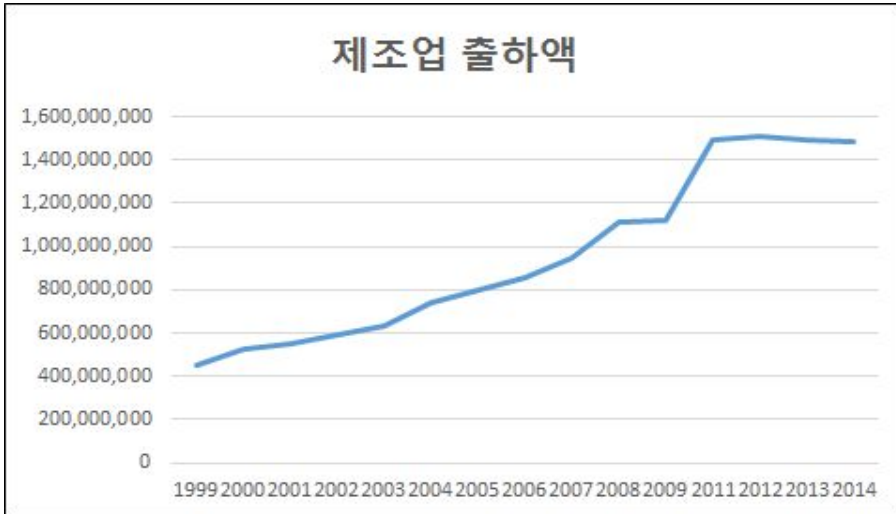
<그림 2-1> 국내총생산(GDP)에서 제조업이 차지하는 비중



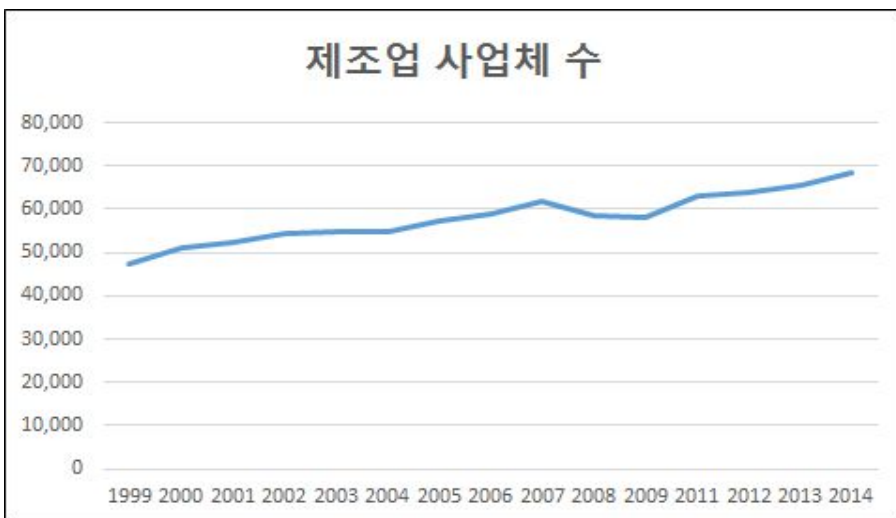
자료: 한국은행 발체 후 가공

다음은 국내 제조업의 출하액과 사업체 수 추이를 나타낸 그래프이다. GDP 대비 제조업의 비중이 높은 수준을 유지하고 있는 것처럼, 제조업의 출하액도 꾸준히 증가하여 2014년도 출하액은 1999년도 대비 3배가 넘는 수치를 나타냈으며, 사업체 수 역시 꾸준한 증가세를 보여주고 있다.

<그림 2-2> 국내 제조업 출하액 추이



<그림 2-3> 국내 제조업 사업체 수 추이



자료: 한국은행 발체 후 가공



<표 2-1>는 UNIDO(United Industrial Development Organization)의 보고서 “Industrial Development Report 2009”에 따른 세계 상위 15개국의 제조업 경쟁력 지수이다. 이에 따르면, 한국의 제조업 경쟁력 지수(Competitive Industrial Performance Index)<sup>3)</sup>는 2000년 0.528에서 2005년 0.575로 8.9%나 증가하였고, 그 순위 또한 12위에서 9위로 3단계 상승하였다.

<표 2-1> 상위 15개국의 제조업 경쟁력지수

순 위		국 가	제조업 경쟁력지수		
2005년	2000년		2005년	2000년	증가율(%)
1	1	싱가폴	0.890	0.887	0.3
2	2	아일랜드	0.689	0.778	-11.4
3	3	일본	0.678	0.694	-2.3
4	4	스위스	0.659	0.653	0.9
5	5	스웨덴	0.603	0.593	1.7
6	6	독일	0.602	0.586	2.7
7	7	핀란드	0.594	0.583	1.9
8	8	벨기에	0.581	0.563	3.2
<b>9</b>	<b>12</b>	<b>한국</b>	<b>0.575</b>	<b>0.528</b>	<b>8.9</b>
10	10	대만	0.555	0.552	0.5
11	9	미국	0.533	0.558	-4.5
12	14	오스트리아	0.528	0.504	4.8
13	11	홍콩	0.500	0.532	-6.0
14	24	슬로베니아	0.486	0.448	8.5
15	16	영국	0.474	0.491	-3.5

자료: UNIDO(2009)/ 산업연구원(2009-22호)

또한, 다음의 <표 2-2>는 Global Deloitte와 미국경쟁력위원회가 공동으로 발표한 ‘세계 제조업 경쟁력 지수(Global Manufacturing Competitiveness

3) 제조업 경쟁력 지수는 122개국을 대상으로 산업 역량(industrial capacity)을 나타내는 인구 1인당 제조업 실질 부가가치, 제조업 수출역량(manufactured export capacity)을 나타내는 인구 1인당 제조업 수출, 산업화 집약도(industrialization intensity)를 나타내는 GDP 대비 제조업 부가가치 비중과 제조업 내 중·고기술 부가가치 비중, 수출의 질적 수준(export quality)을 나타내는 제조업 수출 비중과 제조업 내 중·고기술 제조업 수출 비중 등의 구성지표들을 표준화하여 산출된다. 한편 UNIDO(2009)에서는 제조업을 크게 자원기반제조업, 저기술제조업, 고기술제조업으로 구분하고 있고 여기서의 총수출은 서비스 수출을 제외한 상품(commodity) 수출을 의미한다.(산업연구원 2009-22호)

Index)4) 보고서’에 나온 국가 순위이다. 이 보고서에 따르면 2010년도 한국의 제조업 경쟁력 지수는 중국과 인도의 뒤를 이어 세계 3위를 기록하였으며, 최근 2015년 12월 11일에 발표한 2016년도 예상 순위에서는 세계 5위를 기록할 것이라고 전망하였다. 이는 한국 제조업이 2000년대 이후 기술과 품질 등의 실질적인 경쟁력이 향상되면서 국내에서만 아니라 세계시장에서도 그 중요성을 인정받으며, 제조업 강국으로 도약했다는 것을 말해준다.

<표 2-2> 세계 제조업 경쟁력 상위 20개국

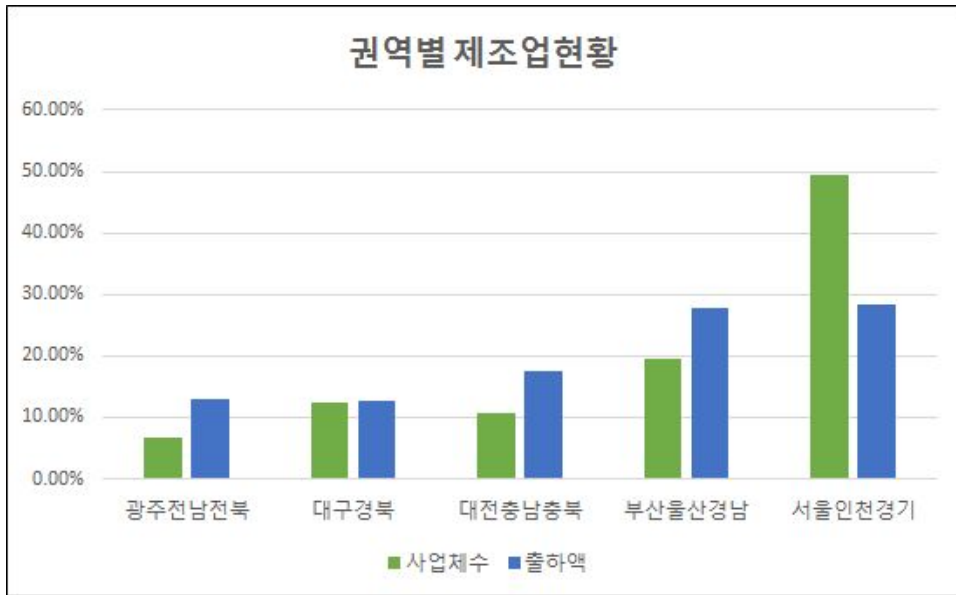
순 위	국 가	
	2010년	2016년
1	중국	중국
2	인도	미국
3	<b>한국</b>	독일
4	미국	일본
5	브라질	<b>한국</b>
6	일본	영국
7	멕시코	대만
8	독일	멕시코
9	싱가폴	캐나다
10	폴란드	싱가폴
11	체코	인도
12	태국	스위스
13	캐나다	스웨덴
14	스위스	태국
15	호주	폴란드
16	네덜란드	터키
17	영국	말레이시아
18	아일랜드	베트남
19	스페인	인도네시아
20	러시아	네덜란드

자료: Deloitte and US Council on Competitiveness-2010 & 2016 Global Manufacturing Competitiveness Index

4) 글로벌 제조업 경쟁력 지수(global manufacturing competitiveness index)는 세계 각국 제조업에 종사하는 최고경영자(CEO)와 고위 임원 500명 이상의 심층조사를 기반으로 한다. 3년에 한 번 조사 결과를 발표하며, 각국 제조업의 경쟁력 수준을 가능하는 척도인 이 지수는 기업들이 정책과 투자전략을 수립하는 자료로 활용한다(한국경제).

아래는 최근 5년간<sup>5)</sup> 국내 각 권역별 제조업 사업체 수와 출하액 현황을 나타낸 그래프이다. 가로축은 지역을, 세로축은 각 지역의 전국 대비 출하액 및 사업체 수를 백분율하여 표시하였다. 수도권과 경남권에 사업체 수와 출하액 비중이 집중되어 있는 것을 볼 수 있으며, 그 외 지역을 살펴보면, 출하액은 충청권이 가장 높고, 전라권의 사업체 수가 가장 낮게 나타났다.

<그림 2-4> 국내 권역별 사업체 수 및 출하액 현황<sup>6)</sup>



자료: 통계청 발체 후 가공

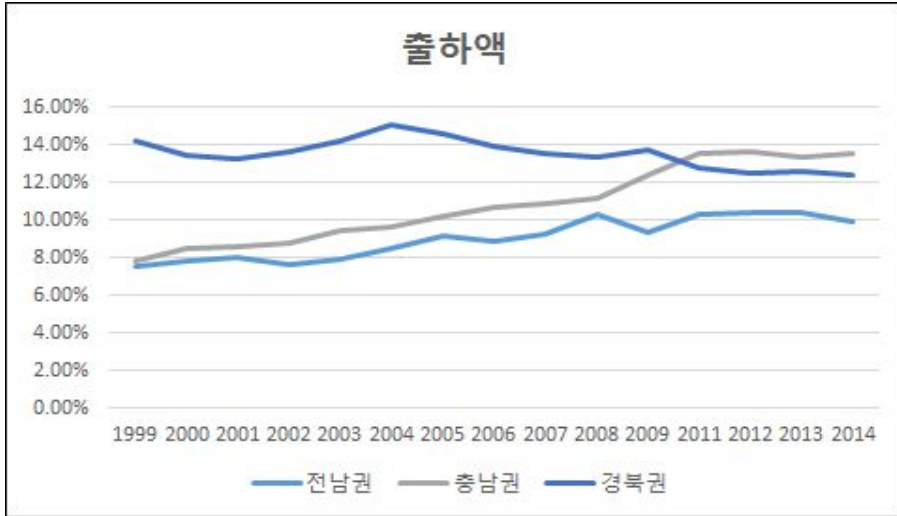
다음은 본 연구의 분석 대상인 전남권과 충남권 그리고 경북권 제조업의 1999년부터 2014년도까지의 출하액 및 사업체 수를 통계청 자료를 토대로 나타낸 그래프이다(그림 2-5과 그림 2-6). 먼저 출하액 부분을 살펴보면, 초기에는 경북권의 비중이 가장 높았으나 갈수록 하락세를 보였다. 반면 전남권과 충남권은 점점 증가하는 추세를 보였고, 그 증가율은 충남권에서 더 높게 나타났다. 사업체 수는 전 기간에 걸쳐 경북권이 월등하게 높았으며, 충남권은 출하액 비중과 같이 점점 상승세를, 전남권은 전 기간에 걸쳐 거의 비슷

5) 2010년 자료는 구할 수가 없어 그 해를 제외한 2009년부터 2014년까지 5년간의 자료를 사용하였다.

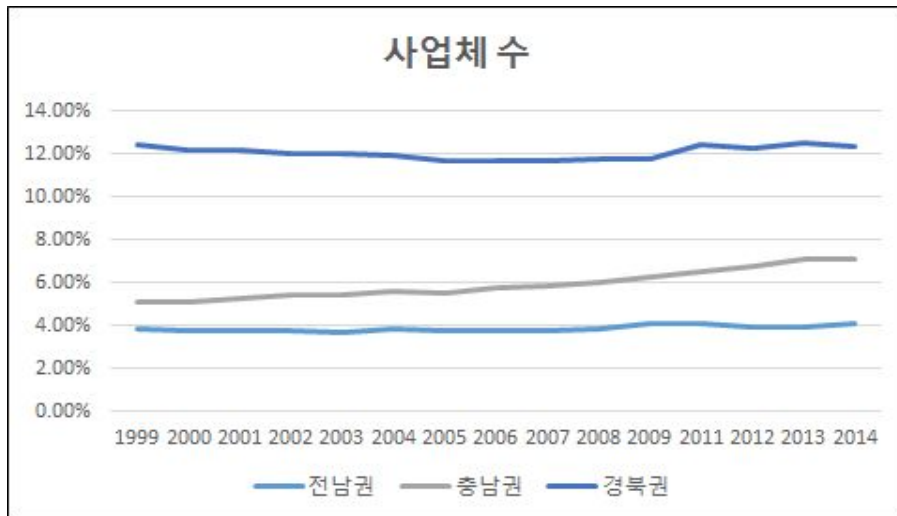
6) 지역의 특성상 강원도와 제주도는 제외시켰다.

한 수준을 유지하고 있었다.

<그림 2-5> 전남·충남·경북권 제조업 출하액 비교



<그림 2-6> 전남·충남·경북권 제조업 사업체 수 비교



자료: 통계청에서 발췌 후 가공

## 제 2절. 생산성의 정의 및 측정 방법

### 1. 생산성의 정의

일반적으로 기업이나 산업들의 경쟁력을 측정하는 방법으로 주로 생산성(productivity)이나 효율성(efficiency)을 사용한다. 생산성은 생산과정에서 투입 요소에 대한 산출물의 양을 나타내는 지표로 투입 요소 대비 산출의 값이 어느 정도인가를 나타낸다. OECD에서는 “생산성 변화”란, 기술 효율성과 배분 효율성의 변화, 비체화 기술의 변화 그리고 규모의 경제 변화가 결합된 효과”라고 정의하였다(김영수, 2012). 효율성은 효과성과 능률성을 합친 복합적인 개념으로 투입 요소로 생산해 낼 수 있는 최대의 산출에 대한 실제로 나타난 산출의 비율로 정해지며, 그 값이 커질수록 효율이 높은 것으로 평가된다. 또한 경제학에서 중요시하는 파레토의 효율(Pareto efficiency)은 한 사람의 후생을 증가시키기 위해서는 다른 사람의 후생을 감소시켜야만 하는 상태를 말한다. 이렇듯 생산성과 효율성은 공통적으로 ‘투입 요소 대비 산출량의 비율’이란 의미를 내포하고 있으며(김영원, 2015), 그 경계가 모호하여 실제 연구에서 두 개념을 혼용하여 사용하는 경우도 많지만 엄밀히 구분하면 다르다.

생산성은 일반적으로 단일요소생산성(partial factor productivity)과 총요소생산성(total factor productivity)으로 구분한다. 단일요소생산성은 오직 하나의 생산요소만을 투입하여 산출물을 얻는 것을 의미한다. 대표적으로 노동생산성과 자본생산성이 있는데 일반적으로 노동( $L$ ) 또는 자본( $K$ ) 투입량에 대한 실질 생산량( $Q$ )의 비율이며, 노동( $L$ ) 또는 자본( $K$ )의 평균생산물  $AP_L, AP_K$ <sup>8)</sup>로 표시한다. 단일요소생산성은 정보가 간단하며 측정이 용이하다는 장점이 있지만, 여러 가지 생산요소들이 투입될 경우 생산요소 간의 대

7) OECD Productivity Manual(2001): Productivity change refers conceptually, the combined effects of changes in technical efficiency, allocative efficiency, disembodied technical change, and economies of scale (김영수, 2012)

8)  $AP_L = Q/L, AP_K = Q/K$

체를 포착할 수 없다는 단점을 가졌다(박성길, 2001). 반면 총요소생산성은 노동과 자본의 투입량뿐 아니라 기술 수준, 근로자의 업무능력, 규모의 효과 등 복합적인 생산요소들을 반영한 것으로 단일요소생산성이 갖는 단점을 보완할 수 있다. 또한, 한광호(2012)는 “총요소생산성은 생산요소 투입량으로 설명할 수 없는 산출량의 변화” 라고 정의하였다. 선행연구들은 이것을 ‘설명되지 않는 잔차(unexplained residual)’ 혹은 ‘기술 또는 지식의 진보’ 등으로 간주하고 있다. 총요소생산성에 의한 생산성의 향상은 생산함수의 상향 이동으로 나타나며, 이러한 이동은 기술진보(technical progress)로 정의된다. 이것은 노동력의 질적 개선, 자본의 질적 개선, 노사관계의 개선, 경영 혁신 등의 광의적인 의미로도 해석할 수 있다. 즉, 총요소생산성의 증가는 생산과정의 전반적인 효율성 향상을 나타낸다고 볼 수 있다(한국생산성본부, 2012). 따라서 본 연구에서는 단일요소생산성이 아닌 총요소생산성의 개념을 따르며, 총요소생산성의 구성요인을 기술진보와 생산효율성(기술적 효율성, 규모의 효율성, 배분적 효율성)으로 구분한다.

## 2. 생산성 측정 방법

생산성이나 효율성을 측정하는 방법에는 여러 가지가 있다. 기존 생산성 분석에 주로 사용되던 전통적인 Solow(1957) 잔차(residual)방식은 투입 요소로 설명이 불가능한 산출부문의 잔차를 기술진보와 동일한 개념으로 간주하였다. 즉, 생산이 전부 효율적으로 생산되고 있다는 것을 전제로 한 것이다. 그러나 이는 현실에서 여러 가지 요인에 의해 발생할 수 있는 기술적 비효율성(technical inefficiency)을 간과하고 있다는 비판이 제기되었고, 최근 생산성 분석에서는 기술적 비효율성을 고려하여 접근하는 방법을 사용하고 있다.

기술적 효율성의 개념과 측정 방법은 Farrell(1957)의 연구로부터 시작되었다. Farrell(1957)은 효율성을 기술적 효율성(technical efficiency)과 배분적 효율성(allocative efficiency)으로 구분하였으며, 이 두 가지 효율성

이 합쳐져서 총 경제적 효율성(total economic efficiency)을 구성한다고 보았다. 기술적 효율성은 주어진 생산기술을 얼마나 효율적으로 활용하는가를 나타내며 생산 가능한 최대의 산출량에 대한 실제 산출량을 의미한다(김지욱, 2005). 즉, 기업이나 산업이 잠재적으로 가진 최대 산출량에 도달하지 못하는 만큼 비효율성을 가졌다고 보는 것이다. 배분적 효율성은 생산요소의 가격이 주어졌을 때, 생산요소를 최적 비율로 사용할 수 있는 기업의 능력을 말하며 최소비용의 개념에 중점을 두고 있다(김보람, 2014). 기술적 효율성을 명시적으로 고려하여 총요소생산성을 추정하는 방법은 Farrell(1957) 이후 많은 연구가 이루어져 왔으며, 대체로 자료포락분석법(Data Envelopment Analysis, DEA)과 같은 비모수적(non-parametric)방법과 확률 변경생산함수(Stochastic Frontier Production Analysis, SFA)와 같은 모수적(parametric) 방법을 주로 사용하고 있다.

#### 1) 자료포락분석법(Data Envelopment Analysis, DEA)

본 연구에서는 총요소생산성을 확률변경생산함수 모델을 이용하여 분석하므로 자료포락분석법에 대하여는 몇몇의 연구를 간략하게 정리하였다. 자료포락분석법(DEA)은 Farrell(1957)의 상대적 효율성 개념에 기초하여 1978년 Charnes et al.에 의해 소개된 방법으로, 의사결정단위(Decision Making Units, DMU)들의 투입과 산출을 활용하여 비교 대상 간 상대적 효율성을 객관적으로 도출하는 분석 기법이다. 이 기법의 방법론적인 특징은 회귀분석법과 달리 모수(parameter)를 추정하는 것이 아니고, 일반적으로 생산 가능 집합에 적용되는 몇 가지의 공준 하에서 평가대상의 경험적인 투입 요소와 산출 요소 간의 자료를 직접적으로 이용하여 경험적으로 효율적인 프론티어와 비교하고 평가대상 간의 상대적 효율성을 측정하는 비모수적 접근 방법(non-parametric method)이라는 것이다(손승태, 1993). 이는 투입물과 산출물 간에 어떤 사전적 함수관계에 대한 가정이 없어도 이를 모형화할 수 있는 장점을 가졌으나, 가설검정과 같은 통계적 추론이 어렵고, 분석 대상이 가지는 절대적인 비효율성이 아닌 상대적인 비효율성의 측정치로만 측정되며, 우

연적 요인 등에 의해 발생된 비효율성을 고려하지 않아 이러한 요인들에 의해 발생된 변동을 모두 기술적 비효율성으로 파악하여 효율성의 값이 과대 혹은 과소 계상될 수 있다는 단점을 가졌다(강전은, 2008).

## 2) 확률변경생산함수(Stochastic Frontier Production Analysis, SFA)

확률변경생산함수 모형은 Aigner et al.(1977)와 Meeusen and van Den Broeck(1977)에 의해 사용되기 시작하였고, 이후 Battese and Coelli(1992, 1995), Coelli(1995), Kumbhakar and Lovell(2000) 등에 의해 생산구조를 분석하는 모형으로 발전해 온 계량경제학적 기법이다. 특히, Kumbhakar(1995)는 확률변경생산함수 모형을 통하여 기술진보(technical progress, TP), 기술적 효율성 변화율(technical efficiency change, TEC), 규모 효율성(scale efficiency, SE), 배분적 효율성(allocative efficiency, AE) 등으로 총요소 생산성을 분해하여 분석함으로써 새로운 분석 기법을 제시하였다고 볼 수 있다(박동규, 2012). 변경생산함수는 기업이나 산업이 생산기술을 효율적으로 사용하고 있지 않다는 인식으로부터 시작하며(한광호, 2012) 효율성의 측정 뿐 아니라 개별 생산 단위의 통제 범위를 벗어나는 임의적인 충격이 산출에 미치는 영향까지 고려하여(김영원, 2015) DEA모형의 단점이었던 오차부문이 확률적인 오차인지 비효율성을 의미하는지를 구분할 수 있다는 장점을 가졌다(김상호, 2001; 김영원, 2015; 한동성, 2009). 아래는 자료포락분석법(DEA)과 확률변경생산함수 모형(SFA)의 특징과 장·단점을 요약한 표이다.



<표 2-3> DEA와 SFA 비교

구분	자료포락분석법(DEA)	확률변경생산함수(SFA)
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 프런티어 추정을 위해 투입 요소와 산출 요소 간의 관계에 대해 명확한 함수 형태를 부여하지 않는 비모수적 방법이며, 수리 계획적 방법임.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 프런티어 추정을 위한 함수 형태를 가지는 모수적 방법이며, 계량경제학적 방법임.</li> <li>· 잔차가 무작위 오차와 비효율성으로 분리됨.</li> </ul>
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 함수 설정이 필요 없음.</li> <li>· 선형계획 형태로 구성되므로 다수의 산출 변수, 투입 변수 가능</li> <li>· 벤치마킹의 대상으로 삼을 수 있는 프런티어선상의 준거집단 제공.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 통계적 유의성 검정으로 모형의 타당성 검정 가능.</li> <li>· 비효율성 부분을 엄밀하게 측정함.</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· outlier에 크게 좌우됨.</li> <li>· 비효율성과 무작위 오차가 분리되지 않고 모두 비효율성에 포함됨.</li> <li>· 모형의 타당성을 검정할 유의성 검정수단의 부재.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 회귀모형이므로 산출 변수가 하나이어야 함.(생산함수의 경우)</li> <li>· 함수식과 분포의 가정 필요.(잘못된 함수 형태 가정 시 측정 오류 초래)</li> </ul>

자료: 한동성(2009)

### 제 3절. 선행연구 검토

국내 경제의 중요한 역할을 담당하고 있는 제조업의 비중이 꾸준히 증가함에 따라 그와 밀접한 관련이 있는 생산성과 효율성에 대한 관심도 커졌고, 이를 분석하는 연구 또한 활발히 진행되고 있다. 생산성을 추정하는 연구는 주로 모수적 방법과 비모수적 방법을 사용하며, 이 두 방법의 차이는 효율성에 대한 분석 가능성과 효율성을 가정한다는 측면에서 구분된다(박승규·김의준, 2009).

먼저, 모수적 방법을 사용한 연구를 살펴보면, 김창범(2014)은 자료포락분석법을 이용하여 1999년부터 2009년까지 11년에 거친 광주·전남지역 제조업의 효율성과 생산성 추이를 분석하였다. 모든 기간에서 순수기술효율성 값이 규모 효율성 값보다 작게 나타나 비효율의 원인이 순수기술효율성에 있음을 나타냈고, 맘퀴스트(Malmquist) 생산성지수 분석 결과 생산성 증감의 가장 중요한 요인이 기술진보임을 보여주었다.

조윤기·배규한(2012)은 자료포락분석법과 맘퀴스트지수를 통해 1999년부터 2009년까지의 국내 지역별 제조업의 효율성과 총요소생산성 변화를 측정하고 총요소생산성 변화를 기술진보와 기술적 효율성, 규모의 효율성 등으로 분해하여 생산성 변화 요인들을 규명하였다. 그 결과 지역별 제조업 효율성의 편차가 크게 존재하였고, 국내 제조업의 총요소생산성 변화는 분석기간 동안 연평균 3.2%의 생산성 증가율을 보였으며, 가장 높은 지역은 울산시로 6.1%, 가장 낮은 지역은 경기도로 1.3%로 나타나 지역 간 격차가 있음을 보여주었다. 또한 총요소생산성 증가에 기술진보가 가장 크게 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

다음으로 본 연구에서 사용한 확률변경생산함수 모형을 통해 추정한 선행연구들을 살펴보자.

김상호(2001)는 확률변경생산함수 모형을 통해 한국 제조업의 효율성과 그 결정요인을 분석하였다. 한국 제조업 6개 산업의 14년간(1980년~1993년)의 불균형 패널자료를 사용하여 분석한 결과, 외부자본비율, 연구개발비지출의 증가 그리고 수출액의 증가가 기술적 효율성에 미치는 효과는 각 산업에서 상이한 역할을 하고 있었으나, 기업 규모의 확대는 모든 산업에서 기술적 효율성에 유의한 긍정적인 영향을 보여주었다.

김지욱(2005)은 18년간(1985년~2002년) 국내 13개 지역에 대한 지역 경제 효율성과 수렴성 여부를 분석하였다. 지역적 비효율성과 이질성을 동시에 허용하는 확률변경생산함수 모형을 이용하였으며, 종속변수로는 지역내총생산(GDP)을 노동변수는 지역별 취업자 수, 자본변수로는 지역별 제조업 유형자산 연말잔액자료를 사용하였다. 그 결과 전국 평균 효율성은 0.537로 나타났으며, 지역 전체 생산함수 변경으로 지역 경제가 수렴하는 것을 보여주었다.

박진석·박성훈(2012)은 12개 산업의 제조업 기업들의 자료를 단순 통합한(2004년~2006년) 개별 사업체의 데이터를 이용하여 시간불변형 확률변경생산함수 모형(time-invariant stochastic frontier production)으로 전국과 광주·전남지역의 산업별 기술적 효율성의 평균을 비교하였다. 그 결과, 국내 제조업의 생산기술에는 기술적 비효율성이 유의적으로 존재하는 것으로 분석되었고, 평균 효율성은 전국이 0.644, 광주·전남권이 0.619로 유사한 수준으로 나타났다. 또한, 광주·전남권에서는 “음식료품”, “의복 및 모피 제품”, “출판, 인쇄 및 기록매체복제업”, “자동차 및 트레일러” 산업에서 기술적 효율성이 유의적으로 존재하였고, “조립금속제품” 산업의 기술적 효율성이 전국에 비해 높게 나타났다.

박호정 외(2007)는 전국을 14개 광역자치단체로 구분하여 19년간(1986년~2004년) 지역 제조업의 기술적 효율성을 추정하고 수렴성을 확인하였다. 이를 위해 확률프론티어기법을 통해 추정하였다. 제조업의 지역별 부가가치를 종속변수로 하고, 지역별 유형고정자산 연말잔액을 자본변수, 지역별 연

말 종사자수를 노동변수로 사용하였다. 그 결과, 2004년을 기준으로 전국의 평균 기술적 효율성은 0.86으로 나타났으며, 전남, 경북과 충북이 0.98로 가장 높았고, 광주가 0.96으로 그 뒤를 따랐다. 기술적 효율성은 지역별로 상이한 결과를 보였으나 지역별 기술적 효율성의 수렴은 통계적으로 유의하였다.

한광호, 김상호(1999)는 국내 제조업을 KSIC의 중분류에 의해 9개 산업으로 분류하고, 상장 제조업 기업들의 15년간(1980년~1994년) 패널자료를 토대로 한국 제조업의 총요소생산성을 기술진보, 기술적 효율성, 규모 요인과 배분적 효율성의 변화로 분석하였다. 이를 위해 확률변경생산함수 모형을 사용하였고, 부가가치를 생산물변수로, 노동변수로는 이사를 제외한 전체 종업원수, 자본변수로는 유형고정자산-건설가계정을 사용하였다. 그 결과, 한국 제조업의 평균 효율성은 0.545로 추정되었고, 중공업(0.630)이 경공업(0.517)보다 더 높게 나타났으며 그 증가율도 중공업에서 더 높게 계측되었다. 기술적 효율성은 모든 산업에서 점진적으로 개선되고 있는 것으로 보였다. 또한 규모 요인과 배분적 효율성이 총요소생산성에 미치는 효과는 극히 작은 반면 기술진보와 기술적 효율성의 개선은 총요소생산성에 큰 영향을 주는 것으로 나타났다.

한광호(2012)는 광주·전남지역 제조업의 패널자료(1999년~2009년)에 지역 생산구조의 이질성을 고려한 고정효과 확률변경생산함수 모형(fixed-effects stochastic frontier production)을 이용하여 총요소생산성을 추정하고, 이를 기술진보요인, 생산효율성(기술 효율성, 규모 효율성, 배분 효율성) 변화요인과 지역특화도변화요인 등으로 분해하였다. 이 연구에 따르면, 표본 기간 동안 광주·전남지역의 평균 기술 효율성은 0.612였으며, 총요소생산성은 기술진보와 기술 효율성의 개선, 규모와 지역특화요인 등에 의해 향상될 수 있다고 나타났다. 이 구성요인들이 총요소생산성에 미치는 영향은 지역과 제조 형태에 따라 상이하게 나타났으나, 대체로 규모와 지역특화요인의 영향은 미미했고 기술진보와 기술 효율성 개선의 효과는 크게 나타났다.

본 연구는 박진석·박성훈(2012) 그리고 한광호(2012)와 유사하게 확률변경생산함수 모형(SFA)을 사용하여 전남권과 충남권 그리고 경북권 제조업의 중요소생산성을 분석한다. 박진석·박성훈(2012)은 지역 산업을 표본으로 단순 통합(pooled)한 개별 산업의 데이터를 사용하였다. 박진석·박성훈(2012)은 단순 통합데이터를 사용함으로써 오차항에 이분산성<sup>9)</sup>이나 자기상관<sup>10)</sup>이 존재할 수 있는 가능성을 고려하지 않았다. 반면 본 연구에서는 균형 패널데이터를 이용하여 이러한 가능성을 고려한다. 또한, 한광호(2012)는 지역적 이질성과 지역특화지수를 고려하여 광주·전남지역의 중요소생산성을 패널자료를 사용하여 추정하였다. 이에 횡단면 자료의 패널개체를 지금까지의 선행 연구들과 유사하게 지역별 자료를 사용한다. 반해, 본 연구에서는 횡단면 부분을 산업별 자료로 한 균형 패널자료를 사용하여 차별화를 두었으며, 확률변경생산함수 모형의 true 고정효과 모형(fixed-effect model)<sup>11)</sup>을 이용하여 전남권과 충남권, 경북권 제조업의 중요소생산성을 추정한다. 고정효과 확률변경생산함수는 산업별로 절편이 상이하다고 간주하기 때문에 이를 추정함에 있어서 적합하다고 판단하였다. 이러한 추정을 통해 각 지역 제조업의 중요소생산성을 비교하여, 향후 각 지역별 제조업부문의 성장과 더불어 지역 경제발전을 위한 기초자료가 될 수 있기를 기대해본다.

9) 설명변수 값이 변화할 때 이에 대응하여 변화하는 종속변수 값의 분산이 상이하거나 어떤 패턴을 가지는 것으로 OLS 적용 시 추정량이 불편성은 유지할 수 있지만 최소 분산을 갖는 효율성은 지니지 못하기 때문에 BLUE가 되지 못한다.

10) 시계열자료나 횡단면자료에서 관찰된 일련의 관측치(observations)들 간의 상관을 의미하며, 관측치 상호 간에 밀접한 상관관계를 갖기 때문에 OLS 추정량과 분산 간에 효율성이 없다.

11) true 고정효과 확률변경생산함수 모형에 대한 자세한 내용은 Greene(2005)을 참고하기 바란다.

## 제 3장. 분석 모형 및 자료

### 제 1절. 분석 모형

총요소생산성(TFP)은 생산요소 투입량으로 설명할 수 없는 산출량의 변화로 정의된다(한광호, 2012). 산출량의 변화는 노동, 자본 등의 투입 요소뿐 아니라 기술 수준, 근로자의 업무능력, 규모의 효과 등의 다양한 요소에 의해 영향을 받기 때문에, 생산의 전반적인 산출량을 측정하기 위해서는 투입 요소 외에 기술진보, 기술적 효율성 등을 고려한 측정이 필요하다. Kumbhakar (1995)는 총요소생산성(TFP)을 확률변경생산함수 모형을 통해 기술진보(TP), 기술적 효율성(TE), 규모 효율성(SE), 배분적 효율성(AE)으로 세분화한 모형을 제시하였다. 이에 본 연구에서는 Kumbhakar (1995)를 따라 확률변경생산함수 모형을 설정하고, 전남권, 충남권, 그리고 경북권 제조업의 총요소생산성을 추정한다.

#### 3.1. 총요소생산성 구성요소<sup>12)</sup>

확률변경생산함수(SFA)의 기본 모형은 다음과 같다.

$$y_{jt} = f(x_{jt}, t) \exp(-u_{jt}) \quad (1)$$

$y_{jt}$  : 생산단위  $j$ 의  $t$ 시점에서의 산출량

$f$  : 변경생산함수(생산요소 투입 시, 생산 가능한 최대 산출량)

$x_{jt}$  : 투입물 벡터

$t$  : 시간 추세

$u_{jt}$  : 생산단위  $j$ 의 내부요인으로 발생하는 오차(기술적 비효율성)

12) 총요소생산성의 구성요소부분은 Kumbhakar (1995)와 Kim and Han(2001)의 연구를 토대로 이론적으로 작성하였다.

위 식에서 기술적 비효율성( $u_{jt}$ )은 산업과 시간에 따라 변화하며, 변경생산함수( $f$ )는 투입량과 시간 변수에 의해 영향을 받는다. 앞의 식(1)를 대수화 시킨 후(식 1-1), 시간( $t$ )에 대해 편미분하면 식(2)를 얻을 수 있다.

$$\ln y_{jt} = \ln f(x_{jt}, t) + (-u_{jt}) \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n \quad , \quad t = 1, \dots, T \quad , \quad u_{jt} \geq 0 \quad (1-1)$$

$$\dot{y} = \frac{d \ln f(x_{jt}, t)}{dt} - \frac{du_{jt}}{dt} \quad (2)$$

식(2)에서 오른쪽 첫 번째 항은 아래와 같이 다시 풀 수 있다.

$$\frac{d \ln f(x_{jt}, t)}{dt} = \frac{\partial \ln f(x_{jt}, t)}{\partial t} + \sum_i \frac{\partial \ln f(x_{jt}, t)}{\partial x_i} \frac{dx_i}{dt} \quad (3)$$

위 식을 살펴보면, 오른쪽 첫 번째 항은 변경생산함수를 시간에 대해 편미분한 것으로 기술진보( $TP$ )에 의한 변화를 나타내며,  $TP$ 가 양(음)의 값을 가질 경우 기술 변화는 생산변경을 상(하)향 이동시킨다. 나머지 항은 생산요소 투입량의 변동에 의한 변화, 즉 요소 투입량의 변화를 의미하며, 이는 생산요소의 산출물탄력성( $\epsilon_i = \frac{\partial \ln f(x_{jt}, t)}{\partial \ln x_i}$ )에 기인하여  $\sum_i \epsilon_i \dot{x}_i$ 로 쓸 수 있다.  $\epsilon_i$ 는 생산요소 산출물탄력성을,  $x_i$ 는 생산요소  $i$ 를 의미하며, 위에 점(dot)은 변수의 변화율을 나타낸다. 이를 식(2)에 적용하면 다음과 같다.

$$\dot{y} = TP + \sum_i \epsilon_i \dot{x}_i - \frac{du_{jt}}{dt} \quad (4)$$

여기서  $-\frac{du_{jt}}{dt}$ 는 생산의 비효율성이 최대 생산량에 접근하는 속도, 즉 기

슬적 효율성의 변화율을 의미하며,  $\dot{TE}$ 로 표기한다. 기술적 효율성( $TE$ )은 생산 가능한 최대의 산출량에 대한 실제 산출량의 비율로 정의되며 다음과 같다.

$$TE_{jt} = \frac{y_{jt}}{f(x_{jt}, t)\exp(-u_{jt})} = \frac{f(x_{jt}, t)\exp(-u_{jt})}{f(x_{jt}, t)} = \exp(-u_{jt}) \quad (5)$$

또한, 총요소생산성( $TFP$ )의 변화율은 생산요소 투입량의 변화로 설명할 수 없는 산출량의 변화로 정의되며 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\dot{TFP} = \dot{y} - \sum_i S_i \dot{x}_i \quad (6)$$

식(4)를 식(6)에 대입하면 식(7)를 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \dot{TFP} &= TP + \dot{TE} + \sum_i (\epsilon_i - S_i) \dot{x}_i \\
 &= TP + \dot{TE} + (RTS - 1) \sum_i \lambda_i \dot{x}_i + \sum_i (\lambda_i - S_i) \dot{x}_i
 \end{aligned} \quad (7)$$

여기서  $S_i$ 는 생산요소  $i$ 에 대한 비용이 총비용에서 차지하는 비중(share)을 의미하고,  $RTS$ 는 규모에 대한 보수(Return To Scale)<sup>13)</sup>를 나타내며,  $\lambda_i$ 는 생산요소  $i$ 의 산출량탄력성이 전체 산출량탄력성에서 차지하는 비중<sup>14)</sup>을 의미한다. 식(7)은 다음 식(8)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\dot{TFP} = TP + \dot{TE} + SE + AE \quad (8)$$

---

13)  $\sum_i \frac{\partial \ln f}{\partial \ln x_i} = \sum_i \epsilon_i$

14)  $\lambda_i = \epsilon_i / \sum_i \epsilon_i = \epsilon_i / RTS$



이렇듯 총요소생산성의 변화율( $\dot{TFP}$ )은 기술진보( $TP$ ), 기술적 효율성 변화율( $\dot{TE}$ ), 규모의 효율성( $SE$ ), 그리고 배분적 효율성( $AE$ )의 합으로 구성되어 있다. 배분적 효율성은 생산에 있어서 생산요소의 투입 조합이 최적의 상태가 아닌 경우 비효율성이 발생한다. 만약 배분적 비효율성이 존재하지 않는다고 가정할 경우( $\lambda_i = S_i$ ) 총요소생산성은 기술진보, 기술적 효율성 변화율, 규모의 효율성 세 가지 요소로 구성된다(Lovell, 1996). 본 연구에서는 생산요소의 비용이 정확하지 않기 때문에 배분적 효율성은 존재하지 않는다고 가정한다.

### 3.2. 실증분석 모형

기술적 효율성을 명시적으로 고려하는 확률변경생산함수 모형을 이용하여 총요소생산성을 분석하기 위해서는 먼저 함수 형태의 가정이 필요하다. 본 연구에서는 다른 함수 형태에 비해 단순하면서 추정이 비교적 용이한 콥-더글라스 생산함수(Cobb Douglas production function)를 가정한다. 다음은 본 연구의 실제 추정 모형을 식(1-1)을 고려하여 콥-더글라스 생산함수로 나타낸 식이다.

$$\ln y_{jt} = \alpha_j + \alpha_1 \ln L_{jt} + \alpha_2 \ln K_{jt} + \alpha_3 t + \alpha_4 t (\ln L_{jt}) + \alpha_5 t (\ln K_{jt}) + v_{jt} - u_{jt} \quad (9)$$

위 식에서  $y$ 는 산출물,  $L$ 과  $K$ 는 각각 투입 요소 노동과 자본을,  $t$ 는 시간 변수를, 하첨자  $j$ 와  $t$ 는 각각 산업( $j=1,2,\dots,n$ )과 시간( $t=1,2,\dots,T$ )을 의미한다.  $v_{jt}$ 와  $u_{jt}$ 는 오차항을 나타내며,  $v_{jt}$ 는 평균이 0, 분산이  $\sigma_v^2$ 인 ( $v_{jt} \sim N(0, \sigma_v^2)$ ) 확률적 오차항이다. Aigner et al.(1997)와 Meeusen and van Den Broeck(1977)에 의하면, 확률적 오차항  $v_{jt}$ 는  $u_{jt}$ 와 상호 독립적이고 동일한 분포의(independently and identically distributed; i.i.d.) 정규무작위변수(normal random variables)이다. 오차항  $u_{jt}$ 는 음(-)이 아닌 항상 양(+의 값을 갖는( $u_{jt} \geq 0$ )) 기술적 비효율성을 뜻하며, 이는 생산 단위  $j$ 의

실제 산출량이 잠재된 최대 산출량보다 부족한 때를 말한다. 기술적 비효율성  $u_{jt}$ 는 평균이 0, 분산이  $\sigma_u^2$ 인( $u_{jt} \sim N(0, \sigma_u^2)$ ) 반정규분포(half-normal distribution)를 갖는다고 가정한다.

식 (9)를 이용하여 앞에서 살펴본 총요소생산성의 구성요소들의 값을 구할 수 있다.<sup>15)</sup> 먼저 기술진보(TP)는 다음과 같다.

$$TP = \frac{\partial \ln Y}{\partial t} = \alpha_3 + \alpha_4 \ln L + \alpha_5 \ln K \quad (10)$$

만약  $\alpha_4$ 이 (+)일 경우 기술진보는 노동사용적, (-)일 경우는 노동절약적, 그리고 그 값이 0일 경우에 기술진보는 중립적이다( $\alpha_5$ (자본)도 이와 같음).

기술적 비효율성은 Battese and Coelli(1992)에 따라서 다음과 같이 정의된다.

$$u_{jt} = u_j \exp[-\eta(t - T)] \quad (11)$$

여기서  $\eta$ 는 추정 모수로 기술적 비효율성의 변화율을 의미하며,  $\eta > 0$  이면, 기술적 비효율성이 시간에 따라 감소함을,  $\eta < 0$  이면, 시간에 따라 증가함을,  $\eta = 0$  이면 시간에 영향을 받지 않고 일정함을 뜻한다. 또한, 식(9)에서  $j$ 산업의  $t$ 시점에서 기술적 효율성( $TE_{jt}$ )은 실제 산출량과 잠재된 최대 산출량 간의 비율로 정의되며, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$TE_{jt} = \exp(-u_{jt}) \quad (12)$$

$TE_{jt}$ 는 0과 1사이의 값을 가지며,  $u_{jt}$ 가 0이 되는 경우  $TE_{jt}$ 는 1로서 가장 효율적인 상태이며,  $TE_{jt}$ 가 0에 가까울수록 비효율적이다. 또한, Battese

<sup>15)</sup>본 논문에서는 배분적효율성은 없다고 가정한다.

and Corra(1997)은 생산함수의 모수를 추정하는데 있어서 최대우도추정법(maximum likelihood estimation)을 사용하였는데, 이때 전체 오차항은 확률적 오차항의 분산과 기술적 비효율성 오차항의 분산의 합( $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ )과 전체 오차항의 분산에 대한 기술적 비효율성 오차항의 분산의 비율( $\gamma = \sigma_u^2 / \sigma_{(v+u)}^2$ )로 정의하였다. 이는 비효율성의 상대적 크기를  $\gamma = \sigma_u^2 / \sigma_{(v+u)}^2$ 으로 추정함으로써 얻을 수 있다는 것이다.  $\gamma = 0$ 이면 전체 오차는 임의 오차에 의해 발생함을 뜻하며,  $\gamma = 1$ 이면 전체 오차는 기술적 비효율성의 오차에 의해 발생함을 의미한다. 즉 기술적 비효율성의 값은  $\gamma$ 값에 영향을 받으며 1에 가까울수록 기술적 비효율성이 증가한다(김형규, 2014). 본 연구에서는 Battese and Corra(1997)와 같이 모수를 추정하는데 있어서 최대우도추정법을 사용한다.

노동( $L$ )과 자본( $K$ )의 산출량 탄력성은 다음과 같다.

$$\epsilon_L = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln L} = \alpha_1 + \alpha_4 t \quad \epsilon_K = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln K} = \alpha_2 + \alpha_5 t \quad (13)$$

규모에 대한 보수( $RTS = \epsilon_L + \epsilon_K$ )는 각각  $\sum_L \epsilon_L$ 과  $\sum_K \epsilon_K$ 로 정의되며,  $RTS > 1$ 이면 규모에 대한 보수는 체증하고, 그와 반대면 체감, 같으면 불변한다. 이 식에 노동과 자본의 증가율을 이용하여 규모의 효율성을 구할 수 있다.

## 제 2절. 자료 및 변수의 설정

본 연구에서는 광주·전남을 전남권, 대전·세종·충남을 충남권, 대구·경북을 경북권으로 묶어, 각 지역 제조업의 1999년부터 2014년까지의 16년간의<sup>16)</sup> 시계열자료와 횡단면자료(산업별)로 이루어진 균형 패널자료(balanced panel data)를 사용한다. 표본 기업들은 통계청의 광업·제조업 통계자료에서 10인 이상 사업체를 기준으로 추출하였으며, 관측치는 16년간 23개 산업으로 전남권은 352개, 충남권은 368개, 경북권은 367개로, 총 관찰치는 1,087개로 구성된다. 지역별 관측치의 차이는 전남권과 경북권의 산업 중 5)가죽, 가방 및 신발, 11)의료용 물질 및 의약품 산업에서 표본 기간 중 그 값을 갖지 않은 일정 기간을 제외했기 때문이다. 또한 제조업의 분류는 한국 표준산업분류(KSIC) 제9차 개정 중분류에 의해 분류된 산업 중 담배 제조업을 제외한 23개 산업<sup>17)</sup>으로 분류하였다.

실증분석에서 사용된 변수의 설정은 다음과 같다. 산출물을 나타내는 종속 변수( $Y$ )로는 부가가치(value added)<sup>18)</sup>를 사용하였고, 노동변수( $L$ )는 연말 기준 종사자수, 그리고 자본변수( $K$ )는 유형자산 연말잔액을 사용하였다. 부가가치와 유형자산 연말잔액은 불변가격기준(2010=100)으로 환산하기 위해 통계청의 생산자물가지수를 디플레이터(deflator)하여 사용하였다.

다음의 표<3-1>은 분석에 사용된 전남권과 충남권 그리고 경북권 제조업의 23개 산업별 변수들의 평균과 표준편차를 나타낸 것이다.

16) 2010년도 자료는 없어 2009년과 2011년도의 값을 산술평균화하여 사용하였다.

17) 1)식료품 2)음료 3)섬유제품 4)의복, 의복악세서리 및 모피제품 5)가죽, 가방 및 신발 6)목재 및 나무 7)펄프, 종이 및 종이제품 8)인쇄 및 기록매체 복제 9)코크스, 연탄 및 석유정제품 10)화학물질 및 화학제품 11)의료용 물질 및 의약품 12)고무제품 및 플라스틱제품 13)비금속 광물제품 14)1차 금속 15)금속가공제품 16)전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 17)의료, 정밀, 광학기기 및 시계 18)전기장비 19)기타 기계 및 장비 20)자동차 및 트레일러 21)기타 운송장비 22)가구 23)기타 제품 제조업

18) 광업·제조업 조사의 부가가치는 국민계정 상의 부가가치와 다른 방법으로 추계되고 있다.

광업·제조업 부가가치=생산액-주요중간투입비(원재료비+전력비+용수비+외주가공비+수선비+연료비)

**<표3-1> 사용 변수들의 산업별 평균과 표준편차**

업종	지역	표본수	평균(표준편차)		
			노동	자본	부가가치
전체	전남권	352	7.918(1.362)	17.147(2.015)	17.045(1.966)
	충남권	368	8.411(1.293)	17.780(1.871)	17.721(1.709)
	경북권	367	8.585(1.618)	17.550(1.936)	17.589(1.884)
식료품	전남권	16	9.334(0.068)	17.977(0.444)	17.965(0.349)
	충남권	16	9.742(0.157)	18.915(0.466)	19.038(0.462)
	경북권	16	9.525(0.118)	18.293(0.328)	18.414(0.438)
음료품	전남권	16	6.961(0.159)	16.944(0.248)	17.047(0.355)
	충남권	16	7.217(0.347)	16.879(0.240)	17.245(0.291)
	경북권	16	7.060(0.137)	16.757(0.294)	16.513(0.236)
성유제품	전남권	16	8.052(0.175)	17.255(0.350)	16.391(0.128)
	충남권	16	8.654(0.353)	17.725(0.254)	17.358(0.184)
	경북권	16	10.619(0.357)	19.572(0.208)	19.313(0.203)
의복 액세서리 및 모피제품	전남권	16	7.010(0.277)	14.436(0.197)	14.891(0.227)
	충남권	16	7.865(0.388)	15.145(0.232)	16.007(0.186)
	경북권	16	8.386(0.153)	16.053(0.275)	16.499(0.287)
가죽, 가방 및 신발	전남권	5	4.899(0.365)	12.038(0.332)	12.034(0.706)
	충남권	16	6.330(0.680)	14.064(0.638)	14.796(0.527)
	경북권	15	5.877(0.678)	13.753(0.678)	14.454(0.815)
목재 및 나무제품 가구제외	전남권	16	6.495(0.163)	15.008(0.636)	14.975(0.360)
	충남권	16	6.592(0.202)	16.036(0.330)	15.535(0.344)
	경북권	16	7.095(0.101)	15.644(0.553)	15.685(0.416)
펄프, 종이 및 종이제품	전남권	16	7.169(0.074)	16.968(0.075)	16.280(0.190)
	충남권	16	8.575(0.063)	18.876(0.155)	18.190(0.276)
	경북권	16	8.656(0.075)	17.958(0.351)	17.698(0.378)
인쇄 및 기록매체 복제업	전남권	16	6.041(0.241)	14.562(0.563)	14.271(0.547)
	충남권	16	6.478(0.256)	15.276(0.438)	15.042(0.519)
	경북권	16	7.089(0.212)	15.789(0.522)	15.615(0.524)
코크스, 연탄 및 석유정제품	전남권	16	7.335(0.148)	19.451(0.755)	19.441(0.971)
	충남권	16	7.122(0.403)	18.994(0.561)	18.262(1.175)
	경북권	16	5.706(0.416)	14.775(0.733)	14.576(0.703)
화학물질 및 화학제품	전남권	16	9.363(0.088)	20.321(0.347)	19.957(0.530)
	충남권	16	9.367(0.218)	20.089(0.302)	19.561(0.561)
	경북권	16	9.239(0.087)	19.313(0.186)	19.972(0.239)
의료용 물질 및 의약품	전남권	11	5.554(0.668)	14.982(1.388)	14.757(1.402)
	충남권	16	8.328(0.166)	17.788(0.524)	18.269(0.588)
	경북권	16	6.037(0.382)	14.984(0.618)	15.543(0.250)
고무제품 및 플라스틱제품	전남권	16	9.294(0.116)	18.552(0.270)	18.390(0.378)
	충남권	16	9.732(0.205)	19.044(0.454)	19.074(0.502)
	경북권	16	9.984(0.233)	18.767(0.565)	18.728(0.598)
비금속 광물제품	전남권	16	8.589(0.180)	17.848(0.227)	17.954(0.220)
	충남권	16	9.168(0.284)	19.064(0.887)	18.885(0.986)
	경북권	16	9.496(0.040)	18.972(0.348)	19.949(0.270)
1차 금속	전남권	16	9.214(0.104)	20.225(0.442)	19.791(0.470)
	충남권	16	8.953(0.493)	19.897(0.893)	18.698(0.752)
	경북권	16	10.209(0.091)	20.628(0.390)	20.253(0.393)

금속가공제품	전남권	16	9.103(0.300)	17.876(0.748)	17.858(0.658)
	충남권	16	9.346(0.278)	18.538(0.650)	18.366(0.659)
	경북권	16	10.331(0.26)	19.254(0.536)	19.174(0.588)
전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비	전남권	16	8.813(0.166)	18.016(0.358)	17.819(0.525)
	충남권	16	10.437(0.370)	20.619(0.815)	20.483(0.984)
	경북권	16	10.956(0.128)	20.375(0.263)	21.167(0.539)
의료, 정밀, 광학기기 및 시계	전남권	16	6.740(0.396)	14.765(0.672)	15.052(0.712)
	충남권	16	8.483(0.338)	17.171(0.755)	17.385(0.652)
	경북권	16	8.647(0.267)	16.873(0.580)	17.257(0.671)
전기 장비	전남권	16	9.129(0.172)	18.246(0.474)	18.327(0.441)
	충남권	16	9.473(0.294)	18.634(0.614)	18.767(0.823)
	경북권	16	9.471(0.154)	18.501(0.582)	18.680(0.385)
기타 기계 및 장비	전남권	16	9.046(0.169)	17.699(0.575)	17.891(0.573)
	충남권	16	9.821(0.301)	18.816(0.604)	18.973(0.601)
	경북권	16	10.047(0.221)	18.877(0.626)	18.920(0.580)
자동차 및 트레일러	전남권	16	9.320(0.273)	18.658(0.395)	18.937(0.792)
	충남권	16	10.131(0.345)	19.603(0.494)	19.716(0.587)
	경북권	16	10.420(0.186)	19.319(0.491)	19.333(0.490)
기타 운송장비	전남권	16	9.334(0.497)	18.762(0.613)	18.212(0.995)
	충남권	16	6.746(0.423)	15.844(0.844)	15.545(0.588)
	경북권	16	7.413(0.331)	16.106(0.876)	16.031(0.644)
가구	전남권	16	6.279(0.214)	15.226(0.711)	15.312(0.706)
	충남권	16	7.739(0.291)	16.640(0.607)	16.674(0.669)
	경북권	16	7.964(0.291)	16.399(0.666)	16.717(0.767)
기타 제품	전남권	16	5.853(0.490)	14.371(0.702)	14.323(0.584)
	충남권	16	7.143(0.163)	15.283(0.358)	15.718(0.325)
	경북권	16	7.066(0.305)	16.457(0.506)	15.863(0.486)

주: 자본, 노동, 부가가치는 로그값 임. 자본과 부가가치 단위는 백만원, 노동의 단위는 명임.

## 제 4장 . 실증분석 결과

### 제 1절 . 가설검정

<표 4-1>은 전남권과 충남권, 경북권 제조업을 식(9) 변경생산함수로 추정  
 한 결과를 나타낸 것이다. 추정 결과의 분석에 앞서 이를 이용하여 기술적  
 비효율성 및 기술진보의 존재 여부와 기술진보 형태에 대한 가설검정을 먼저  
 실시하였다. 첫째, 기술적 비효율성 유무에 대해 살펴보자. 가설검정은 로그  
 우도비 검정(loglikelihood-ratio test: LRT)을 사용하며, 검정통계량은  
 $LRT = -2[L(H_0) - L(H_1)]$  이다.<sup>19)</sup> 만약 귀무가설이 사실이라면  $LRT$ 는 제  
 약식 수를 자유도로 하는  $\chi^2$  분포를 이룬다. 귀무가설 ‘기술적 비효율성이 존  
 재하지 않는다.’ ( $H_0: \lambda = 0$ )에 대한 검정결과는 1% 유의수준에서 기각되었  
 다.<sup>20)</sup> 이것은 전남권과 충남권, 경북권 제조업에서 기술적 비효율성이 유의  
 적으로 존재한다는 것을 의미한다. 더불어 기술적 비효율성을 명시적으로 고  
 려하는 변경생산함수의 사용이 적절하였음을 말해준다.

둘째, 기술진보의 존재 여부를 알아보기 위해 ‘기술진보가 존재하지 않는  
 다’는 귀무가설( $H_0: \alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = 0$ )을 검정하였다. 이 가설의 우도비 검  
 정통계량은 자유도 3의  $\chi^2(3)$  분포를 가지며, 전남권과 충남권, 경북권 모두  
 에서 검정결과 1% 유의수준에서 기각되었다.<sup>21)</sup> 마지막으로 ‘기술진보의 형태  
 가 중립적이다.’라는 귀무가설( $H_0: \alpha_4 = \alpha_5 = 0$ )을 검정하였다. 이 가설의  
 로그우도비 검정통계량은 자유도 2의  $\chi^2(2)$  분포를 가지며, 검정결과 1% 유의

19)  $L(H_0)$ 와  $L(H_1)$ 은 각각 귀무가설이 제약될 때와 제약되지 않을 때의 로그우도 값을 나타낸다. 즉 여기  
 서는 기술적 비효율성이 존재하지 않는 경우  $L(H_0)$ 와 기술적 비효율성이 존재하는 경우  $L(H_1)$ 의 로그우  
 도 값을 의미한다.

20)  $\lambda = \sigma_u / \sigma_v$ 이고 반정규분포(half-normal distribution)를 가정하였으므로,  $\lambda = 0$ 은  $\sigma_u^2 = 0$ 을 의미한다.  
 즉 기술적 비효율성이 존재하지 않는다는 것을 말한다. 귀무가설은 자유도 1에서  $\chi^2$ 의 분포를 이루며 임계  
 값(critical value)은  $p(\chi^2 \geq 6.63) = 0.01$ 이다.

21) 귀무가설은 자유도 3에서  $\chi^2$ 분포를 이루며 임계값은  $p(\chi^2 \geq 11.34) = 0.01$ 이다.

수준에서 기각되었다.<sup>22)</sup> 이는 전남권과 충남권, 경북권 제조업에는 비중립적 기술진보가 존재한다는 것을 의미하며, 그 유형은 전남권과 충남권은  $\alpha_4 < 0$  이고  $\alpha_5 > 0$  으로 노동절약적-자본사용적인 형태이며, 경북권은 이와 반대로 노동사용적-자본절약적인 형태이다. 이것은 기존의 선행연구 한광호(2012)에서 나온 전남권의 기술진보 형태와는 다른 결과를 보여주었다.

이상의 가설검정 결과를 요약하면 다음과 같다; 1)전남권과 충남권, 경북권 제조업에는 기술적 비효율성이 유의적으로 존재한다. 2)전남권과 충남권, 경북권 제조업에는 비중립적 기술진보가 존재하며, 전남권과 충남권은 노동절약적-자본사용적인 형태를 가지며, 경북권은 노동사용적-자본절약적인 형태를 가진다.

<표4-1> 전남 · 충남 · 경북권 계수 추정 결과

	전남권	충남권	경북권
$\ln L$	1.132(0.072)	0.328(0.079)	0.678(0.070)
$\ln K$	0.112(0.047)	0.391(0.058)	0.222(0.054)
$t$	0.072(0.018)	-0.034(0.022)	0.107(0.016)
$t(\ln L)$	-0.018(0.003)	-0.011(0.004)	0.026(0.003)
$t(\ln K)$	0.010(0.002)	0.014(0.003)	-0.020(0.003)
$\sigma_u$	0.188(0.068)	0.376(0.026)	0.189(0.028)
$\sigma_v$	0.191(0.024)	0.093(0.019)	0.144(0.012)
$\lambda$	0.985(0.091)	4.037(0.042)	1.308(0.039)
로그우도값	28.9538	21.7062	111.5910

주: ( )는 표준오차임.

22) 임계값은  $p(x^2 \geq 9.21) = 0.01$ 이다.



## 제 2절. 추정 결과

### 4.1. 기술적 효율성 및 그 변화율

<표 4-2>는 각 지역의 기술적 효율성 평균과 그 변화율(technical efficiency change)을 보여준다. 표본 기간(1999년~2014년) 동안 전남권과 충남권, 경북권 제조업의 기술적 효율성 평균은 각각 0.849와 0.718, 0.853이었으며, 이는 경북권, 전남권 그리고 충남권 순으로 기술적 효율성이 높다는 의미이다. 또한, 각 지역 제조업에서 기술적 비효율성이 존재한다는 것으로, 현재 주어진 생산기술을 효율적으로 활용하고 있지 못하다는 것을 보여준다. 다음으로 동기간 동안 평균 기술적 효율성의 변화율을 살펴보면, 전남권과 충남권, 경북권 각각 0.012와 0.004 그리고 0.026으로 계측되었다. 이는 모든 지역에서 기술적 효율성이 시간이 지남에 따라 점진적으로 개선되고 있음을 의미하며, 그 정도는 경북권에서 가장 빠르게 나타났다.

<표 4-2> 평균 효율성과 그 변화율

	전남권	충남권	경북권
기술적 효율성	0.849	0.718	0.853
효율성 변화율	0.012	0.004	0.026

### 4.2. 규모 보수와 규모의 효율성

<표 4-3>은 전남권과 충남권, 경북권 제조업의 투입 요소인 노동( $L$ )과 자본( $K$ )의 산출량 탄력성( $\epsilon_i$ )과 규모 보수 그리고 규모의 효율성을 나타낸 것이다. 표본 기간 동안 노동탄력성의 평균은 전남권이 0.973, 충남권이 0.228, 경북권이 0.899으로 계측되었다. 자본탄력성은 전남권이 0.205 충남권이 0.512, 경북권이 0.047로 나타났으며, 노동탄력성과 자본탄력성의 합인 규모 보수는 전남권과 충남권, 경북권에서 각각 1.179와 0.741, 0.947로 계측되었다. 이는 전남권의 규모 보수가 높다는 것을 말해준다. 이에 ‘규모

보수가 불변이다' 라는 귀무가설( $H_0 : \epsilon_L + \epsilon_K = 1$ )을 검정하였다. 검정결과 전남권과 충남권에서는 1% 유의수준에서 기각되었고, 경북권에서는 5% 유의수준에서 기각되었다. 이는 경북권 제조업에는 규모의 보수 불변이 어느 정도 존재한다는 것을 의미하지만, 그 정도가 미미한 것으로 판단할 수 있다. 규모의 효율성(SE)은 생산요소 투입량 증가(규모의 확대)에 따른 산출량 증가 비율을 의미하며, 그 값이 0(零)이면 규모 불변, 양(음)일 경우 규모 체증(체감)이다. 전남권은 0.005로 규모의 효율성이 존재하였고, 충남권과 경북권에서는 각각 -0.016과 -0.0008로 나타나 규모의 비효율성이 존재한다고 예측되었으나 경북권의 경우 그 값이 미미하였다.

<표 4-3> 산출량 탄력성과 규모의 효율성

	전남권	충남권	경북권
노동탄력성	0.973	0.228	0.899
자본탄력성	0.205	0.512	0.047
규모보수	1.179	0.741	0.947
규모의 효율성	0.005	-0.016	-0.0008

### 4.3. 기술진보 및 총요소생산성 증가율

<표 4-4>는 전남권과 충남권, 경북권 제조업의 기술진보와 총요소생산성 증가율을 보여준다. 기술진보는 전남권이 0.061, 충남권이 0.053, 경북권이 0.064로 경북권, 전남권, 충남권 순으로 우세한 것을 알 수 있다.

총요소생산성 증가율은 기술진보와 기술적 효율성 변화율을 더하고, 규모의 효율성을 고려하여 계산한다. 전남권의 총요소생산성 증가율은 0.080으로 나타났으며, 충남권은 0.041, 경북권은 0.089로 나타났다. 기술진보가 가장 높았던 경북권의 경우 총요소생산성 증가율 역시 가장 높게 예측되었다. 이는 경북권 제조업이 기술진보뿐 아니라 기술적 효율성과 그 개선의 정도가 다른 지역에 비해 빨랐으며 규모의 비효율성이 존재했으나 그 값이 미미했기 때문이다. 전남권 제조업은 경북권의 기술진보와 큰 차이는 없었지만, 기술적 효율성 개선의 정도가 경북권에 비해 느려 총요소생산성 증가율 또한 경

북권보다 낮게 계측됐다. 충남권의 경우 가장 낮은 총요소생산성 증가율을 보여주었다. 이는 충남권 제조업에서 기술진보와 기술적 효율성과 그 개선의 정도가 가장 느렸으며, 규모의 비효율성(-0.016)까지 존재하여 총요소생산성 증가에 부정적인 영향을 미친 것으로 보인다.

<표 4-4> 기술진보 및 총요소생산성 증가율

	전남권	충남권	경북권
기술진보	0.061	0.053	0.064
총요소생산성증가율	0.080	0.041	0.089

기술진보와 기술적 효율성 개선의 정도가 높게 나온 지역 순으로 총요소생산성 증가율 또한 높게 나왔다. 이는 선행연구들과 마찬가지로 총요소생산성 증가율에 미치는 영향이 기술진보가 가장 크며, 기술적 효율성 변화율 또한 중요한 역할을 한다는 것을 보여준다. 경북권과 전남권의 경우 높은 수준의 기술진보와 함께 기술적 효율성 개선의 정도도 높아, 기술진보를 뒷받침해줌으로써 총요소생산성에 긍정적인 영향을 미쳤다. 반면 가장 낮은 생산성 증가를 보인 충남의 경우 기술진보뿐 아니라 기술적 효율성 증가율이 두 지역에 비해 낮았으며, 규모의 효율성이 가장 크게 감소하여(-0.016) 규모의 비효율성의 존재가 낮은 생산성 증가의 주요 원인으로 보여졌다. 이는 생산성 증가에 있어 규모의 효율성 또한 간과할 수 없다는 것이다. 따라서 총요소생산성의 증가는 기술진보와 그 기술의 활용도를 나타내는 기술적 효율성이 함께 뒷받침되고 적절한 규모의 효율성을 가질 때, 더욱 향상될 수 있음을 알 수 있다.

## 제 5장. 결론 및 요약

본 연구의 목적은 국내 경제의 견인차 역할을 하는 제조업의 지역별<sup>23)</sup> 총요소생산성과 그 구성요인들을 분해하여 상대적 중요도를 규명하고, 이를 비교하여 각 지역 제조업 생산성의 차이점을 살펴보는 것이었다. 이를 통해 향후 각 지역 제조업의 생산성이 향상됨으로써 지역 경제발전과 더불어 국가적 차원에서는 지역발전균등화를 도모할 수 있음을 가정하였다.

이를 위해 산업별로 절편이 상이하다고 간주하는 Greene(2005)이 제안한 고정효과 확률변경생산함수 모형을 사용하여 총요소생산성과 그 구성요인(기술진보, 기술적 효율성, 규모의 효율성)들을 분석하였다. 본 연구에서 사용한 자료는 전남권과 충남권, 경북권 제조업의 1999년부터 2014년까지의 시계열자료와 23개 산업으로 이루어진 횡단면자료로 구성된 균형 패널자료이다.

본 연구에서 얻은 추정 결과는 다음과 같다. 첫째, 전남권과 충남권 그리고 경북권 제조업에는 기술적 비효율성이 유의적으로 존재하며, 표본 기간 동안 기술적 효율성의 평균은 각각 0.849와 0.718, 0.853으로 계측되었고, 기술적 효율성 변화율은 전남권 0.012, 충남권 0.004, 경북권 0.026으로 모든 지역에서 기술적 효율성이 시간이 지남에 따라 점진적으로 개선되고 있음을 나타냈다. 그 정도는 경북권이 가장 컸고, 전남권이 충남권보다 크게 나타났다. 둘째, 모든 지역에서 비중립적 기술진보가 이루어지고 있었으며, 그 형태는 전남권과 충남권은 노동절약적-자본사용적이었고, 경북권은 노동사용적-자본절약적인 형태였다. 표본 기간 동안 각 지역의 기술진보는 전남권과 충남권, 경북권이 각각 0.061과 0.053, 0.064의 수치를 보였으며, 경북권, 전남권, 충남권 순으로 높았다. 이는 기술적 효율성의 순위와 동일하여 한광호(2012)에서 보여준 ‘기술진보가 빠를수록 기업들의 기술 추격이 느려질 수 있다.’ 라는 이론과 달리 기술진보에 맞춰 기술 추격이 어느 정도 상응해 가

23) 국내 주요 지역 중 수도권과 성장의 갭이 큰 지역을 제외하고, 지역 간의 경제 규모가 비슷하다고 판단된 전남권과 충남권 경북권 세 지역을 선정하였다.

고 있음을 보여주었다. 또한 총요소생산성 변화율에 기술진보가 가장 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 셋째, 전남권 제조업에는 규모 수익 체증 산업이 다수 존재할 수 있는 것으로 나타났으며, 충남권과 경북권 제조업에는 규모의 비효율성이 존재하였다. 그 중 경북권은 그 값이 미미했으나, 충남권에서는 규모의 비효율성이 총요소생산성의 증가를 저하시키는 결과를 나타내었다. 넷째, 총요소생산성 증가율은 표본 기간 동안 전남권과 충남권, 경북권 각각 0.080과 0.089 그리고 0.041로 추정되었다. 총요소생산성에 가장 큰 영향을 미치는 기술진보와 기술적 효율성 변화율이 높았던 순으로 총요소생산성 증가율 역시 높게 계측되었다. 이는 생산성 향상에 있어 기술진보도 중요하지만, 그 활용능력인 기술적 효율성과 변화율, 규모의 효율성이 조화를 이룰 때 더 높은 생산성이 나타날 수 있음을 의미한다.

이상의 추정 결과 전남권 제조업은 선행연구에서와 같이 기술적 효율성이 높게 계측되었다. 또한 기술진보와 규모 보수도 높게 나타났다. 하지만 제조업 현황을 살펴봤을 때, 상대적으로 낮은 사업체 수와 출하액을 가지고 있었다. 이는 전남권 제조업부문에 충분한 성장잠재력이 있음에도 불구하고 생산성 향상으로 이어지지 못하고 있는 것으로 보여진다. 이에 전남권 제조업부문에 지속적인 기술혁신과 ‘산업 내 구조 고도화’ 노력이 필요해 보인다. 산업 내 구조 고도화란 동일 산업에 속해있는 다양한 부문에서 보다 기술이 발달된 분야나 부가가치 창출 능력이 높은 분야로 생산자원과 인력을 재배치하고 새로운 수요 패턴의 변화에 대비한 신제품 개발을 위하여 R&D 투자를 확대하는 등과 같은 노력을 통해 산업 내 새로운 업종을 창출하고 새로운 품목을 생산함으로써 지속적인 발전을 이룩해 나가는 것을 말한다(강전은, 2008).

총요소생산성은 생산요소의 투입량뿐 아니라 기술진보와 기술적 효율성의 개선, 규모의 효율성 등에 의해 향상될 수 있다. 총요소생산성에 영향을 미치는 구성요인들 중 기술진보가 가장 주요한 원인으로 나타났으며, 기술진보를 활용하는 능력인 기술적 효율성의 개선과 규모의 효율성 또한 간과할 수

없었다. 이는 제조업부문에 새로운 상품(기계장비)과 첨단 기술의 도입, R&D 투자 등 기술혁신도 중요하지만, 인력구조고도화 즉, 근로자의 기술교육을 통한 인재 양성으로 주어진 기술력의 전파와 기술의 활용도를 높여 기술적 효율성 개선을 향상시키는 것 역시 중요하다고 할 수 있다.

본 연구는 횡단면자료를 산업별로 가정하여 절편이 상이하다고 간주하는 Greene(2005)이 제안한 고정효과 확률변경생산함수 모델을 이용하여 전남권과 충남권, 경북권 제조업의 총요소생산성을 추정하고, 각 지역별 제조업 생산성의 차이점을 살펴봄으로써 생산성 향상에 긍정적인 영향을 미치는 생산요소를 분류하였다. 그러나 연구의 분석 대상이 전남권과 충남권, 경북권에 국한되었고, 생산의 투입 요소를 노동과 자본으로 단순화하였다. 또한 배분적 효율성은 없다고 가정하여 추정 값이 과다(과소)하게 예측될 수 있다는 한계점을 가졌다. 향후 분석 대상을 확대하고 투입 요소와 배분적 효율성에 대한 보다 깊은 연구가 시행된다면 학문적 기여가 더 높은 연구가 될 것이라고 생각한다.

## 참고문헌

### [국내문헌]

- 강전은(2008), “한국과 중국 상장기업의 산업별 생산성 비교분석: 확률프론티어 모형을 이용한 기술적 효율성의 측정,” 연세대학교 석사학위논문
- 김남희·임정덕(2009), “한국의 광역경제권 총요소생산성과 상호관계,” 한국생산성학회 제 23권 제3호, p61~83.
- 김보람(2014), “DEA모형을 활용한 혁신형 중소기업과 일반 중소기업의 효율성 평가에 관한연구,” 한양대학교 석사학위 논문
- 김상호(2001), “한국 제조업의 기술적 비효율성과 그 결정요인: 패널 자료를 사용한 확률적 변경모형의 적용,” 국제경제연구 제7권 제2호, pp199~220.
- 김석중(2009), “한국 프로야구의 기술적 효율성에 관한 연구: 확률적 프론티어 모형을 중심으로,” 단국대학교 석사학위 논문
- 김영수(2012), “한국 제조업의 생산성과 기술변화에 관한 연구,” 성균관대학교 석사학위 논문
- 김영원(2015), “의료자원이용의 효율성과 생산성 변화분석: 지역별 의료기관별 외국인환자를 중심으로,” 부산대학교 석사학위 논문
- 김정홍(2007), “최근 10년간 지역별 요소투입별 산업성과 변화,” e-kiet산업경제정보, 358, p2~8.
- 김지욱(2005), “한국지역경제 수렴성과 효율성에 관한연구,” 서울도시연구 제6권 제4호, p71~80.
- 김창범(2014), “광주전남지역의 효율성과 생산성,” 지역개발연구 제 46권 제 1호, p1~14.
- 곽만순·이영훈(2005), “효율성추정과 확률적 생산변경모형에 대한 문헌연구,” 한국계량경제학회 제16권 제4호, p107-130.
- 박동규(2012), “한국 제조업의 총요소생산성 결정요인 분석,” 충북대학교 석사학위 논문

- 박선구 (2014), “국내 건설업체의 중요소생산성 및 효율성 분석: SFA와 DEA 추정을 중심으로,” 한양대학교 박사학위 논문
- 박성길(2001), “한국정보통신 제조업의 중요소생산성 분석,” 연세대학교 박사학위 논문
- 박성훈(2012), “제조업의 입지유형별 기술적 효율성: 경기도 제조업을 중심으로,” GRI연구논총 제14권 제2호, p139~156.
- 박성훈 · 제상영(2015), “경기도와 충청도 제조업의 기술적 효율성과 집적경제,” 한국자료분석학회 제17권 제6호, pp3141~3154.
- 박승규 · 김의준(2009), “지역별 광공업 중요소생산성 분해,” 지역연구 제25권 제4호, pp23~43.
- 박진석(1996), “한국 제조업의 지역간 효율성 격차 분석,” 산업조직연구 제4권 제1호, p167~180.
- 박진석 · 박성훈(2012), “제조업의 기술적 효율성: 광주 · 전남권을 중심으로,” 산업경제연구 제25권 제4호, pp2607~2625.
- 박호정 · 김태기 · 나주몽(2007), “지역 제조업의 기술적 효율성 차이와 수렴성,” 국토계획, 제42호, p169~182.
- 배세영(2011), “충청남도 시 · 군별 제조업의 효율성 및 생산성 수렴 분석,” 한국지역경제연구 제19집 p3~22.
- 오경숙(1998), “한국 제조업의 지역별 생산효율성 분석,” 한국지역개발학회지 제10권 제2호, p15~23.
- 유승민(1990), “기술적 효율성의 결정요인과 동태적 변화,” 한국개발연구 제12권 제4호, p21~45.
- 임현준 · 김명식(2004), “광주지역 제조업 생산성현황 및 시사점,” 지역개발연구 제 36권 제2호, p149~166.
- 조윤기·배규한(2012), “지역별 제조업 중요소생산성 변화와 요인분석,” GRI 연구논총 제 14권 제1호, p87~107.
- 최홍규(2003), 한국 제조업의 기술적 효율성에 관한 연구: 확률적 프론티어 생산함수 추정을 통한 분석,” 성균관대학교 박사학위 논문
- 한광호(1996), “한미 제조업의 생산효율성과 중요소생산성 비교분석,” 경제



연구, 제26권 제2호, p29~58.

한광호(2005), “한국 제조업의 총요소생산성, 효율성 변화와 기술진보: SFA와 DEA에 의한 추정,” *경제학연구*, 제2권 제2호, p119~146.

한광호(2012), “광주·전남 제조업의 총요소생산성과 구성요인,” *산업경제연구*, 제25권 제5호, pp.3091~3112.

한광호·김상호(1996), “기업의 규모와 생산의 기술적 효율성: 한국 제조업의 확률적 생산변경함수에 의한 추정,” *경제학연구*, 제2권 제2호, p111~129.

한광호·김상호(1997), “한국제조업의 총요소생산성과 기술적 효율성,” *경제학연구*, 제47집, 제4호, pp4~29.

## [국외문헌]

Aigner·Lovell·Schmidt(1997), "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models," North-Holland Publishing Company, *Journal of Econometrics* 6, pp21~37.

Battese, G.E. and Coelli, T.J.(1992), "Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India," *Journal of Productivity Analysis*, p153~169.

Battese, G.E. and Coelli, T.J.(1995), "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Functions for Panel Data," *Empirical Economics*, p325~332.

Belotti, F. and G. Ilardi(2012), "Consistent Estimation of the "True" Fixed-effects Stochastic Frontier Model," *CEIS Research Papers*.

Farrell, M.J.(1957), "The Measurement of Productive Efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society Series A, General*, 120, 253~281.

Greene, W.(2005), "Fixed and Random Effects in a Stochastic Frontier Models", *Journal of Productivity Analysis*, 23, p7~32.

Kim, S. and Han, G.(2001), "A Decomposition of Total Factor

Productivity Growth in Korea Manufacturing Industries: A Stochastic Frontier Approach," *Journal of Productivity Analysis*, 16, p269-281, 2001.

Kumbhakar, S. D.(2000), "Estimation and Decomposition of Prodcutivity Change when Production is not Efficient A Panel Data Approach," *Econometric Reviews* 19, p425-460.

### [자료]

STATA 패널데이터 분석, 한국STATA학회, 민인식 최필선 지음.

통계청, 각 연호, 『광업·제조업통계조사보고서』

한국은행, 각 연호, 『경제통계연보』

한국은행, 각 연호, 『기업경영분석』