

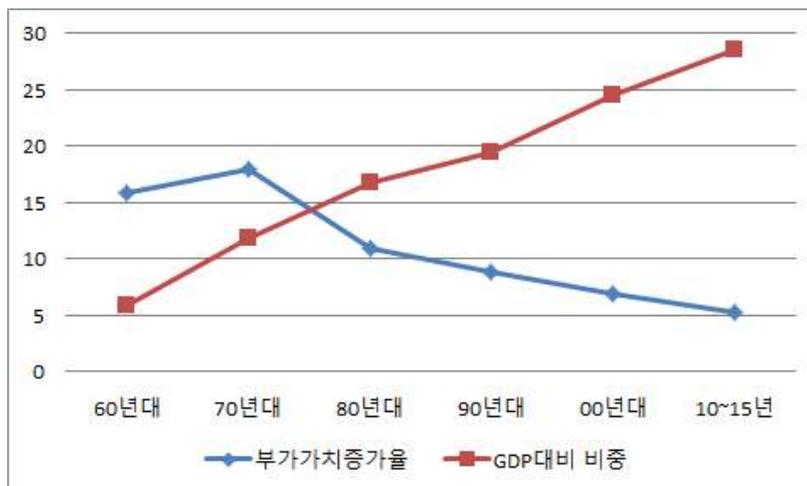
# 국내 제조업의 생산성과 기술변화가 경제 성장에 미치는 영향에 관한 연구

나영식\*, 조재혁\*\*

## I. 서론

### 1. 연구배경 및 목적

제조업은 우리나라의 급속한 경제성장을 이뤘던 주역이었으며 현재에도 여전히 성장을 견인하는 역할을 담당하고 있다. 우리나라 전체 산업에서 제조업이 차지하는 GDP 비율을 살펴보면, 1970년대의 약 10%에서 2010년대에는 28.5%로 증가하였다. 이는 10년마다 약 4.8%p씩 증가한 수치이다.



\*자료: 한국은행, 현대경제연구원

(그림 1) 제조업의 GDP 비중 및 부가가치 증가율 추이

또한, 최근 4차 산업혁명으로 인하여 제조업의 경쟁력향상을 통한 성장동력의 확충이 더욱 요구되고 있다(표학길·전현배·이근희, 2015)

한편, 기술 변화는 국가나 기업이 막대한 R&D 지출을 통하여 신기술을 개발하고 이에

\* 나영식, 한국과학기술기획평가원 연구원, 02-589-2810, ysna@kistep.re.kr

\*\* 조재혁, 한국과학기술기획평가원 연구위원, 02-589-2959, cool@kistep.re.kr

따라 혁신적인 생산성 향상이 국가의 산출량을 증대시켜 국가의 경제를 성장시키는 원동력으로 인식되었고 결과적으로 경제성장의 핵심 원천이라는 인식이 지배적이다(송준기, 1994; 김태기·장선미, 2003).

본 연구의 목적은 경제 성장을 견인하는 중추적인 역할을 담당하고 있는 국내 제조업을 대상으로 총요소생산성과 성장 요인을 측정하고, 이를 통해 제조업의 기술변화가 경제 성장에 어느 정도 기여하는지를 분석하는데 의미를 둔다.

본 연구는 먼저 생산성 측정에 대한 이론적 고찰을 통해 생산성 분석에 사용할 모형을 제시한다. 그리고 제조업의 투입과 산출에 대한 데이터를 수집·측정하여 생산성과 경제성장 요인을 도출하고자 한다.

## II. 이론적 고찰

### 1. 생산성 측정의 유형

생산성의 측정유형에는 여러 가지가 있다. 그 중에서 어떤 방법을 선택하느냐 하는 것은 생산성 측정목적에 따라 결정되며 많은 경우에는 자료의 이용가능성에도 달려 있다. 생산성 측정방법은 투입물 측정형태에 따라 단일요소생산성 측정(하나의 투입요소에 대한 산출량)과 총요소생산성 측정(두 개 이상의 투입요소에 대한 산출량)으로 구분될 수 있다. 단일요소생산성은 측정이 용이하다는 장점이 있으나 「산출/투입」의 비율이 어느 한 생산요소의 생산성뿐만 아니라 다른 요소의 투입량 변화 등에서도 영향을 받게 된다는 점에서 단일생산요소의 능률을 제대로 반영하지 못한다는 문제점을 갖고 있다. 예를 들어 노동이나 자본의 효율이 높아지지 않더라도 노동생산성이나 자본생산성이 증가할 수 있다. 즉, 노동투입량이 동일하더라도 자본설비의 현대화로 생산이 증대되는 경우 노동생산성이 증가할 수 있다. 반대로 자본투입이 동일한 상태에서도 노동의 질적변화에 기인하여 생산이 늘어났다면, 자본생산성이 증가할 수 있다(이정훈, 1997: 표학길, 전현배, 이근희, 2015).

총요소생산성(total factor productivity or multifactor productivity)이란 노동과 자본 등 총요소투입 단위당 산출량을 의미하며, 이것은 산출증가율을 요소투입에 의한 기여분과 총요소생산성 증가에 의한 기여분으로 분해하는 방법에 의해 측정되며, 구체적인 분해방법은 생산함수와 시장조건에 관한 가정여하에 따라 달라진다.

많은 경우 생산성 측정을 위해 총요소생산성보다는 측정의 용이성으로 인해 노동생산성 또는 자본생산성 등 단일요소생산성(partial factor productivity)이 이용되는데, 이것은 산출을 노동투입 또는 자본투입으로 나눈 노동생산성과 자본생산성의 개념이다. 그러나 이러한 단일요소생산성은 생산과정에서 발생하는 전반적인 효율성향상을 측정하는 데는 한계가 있다. 생산요소를 자본과 노동투입만을 고려한다면 생산은 노동과 자본 등 단일투입요소의 상호작용에 의해 결정되기 때문이다. 다시 말해 노동생산성의 경우 노동투입 뿐만 아니라 자본투입에 의한 기술변화에도 영향을 받게 된다. 근로자 수나 근로시간 등 노동투입에 변화가 없다고 할지라도 기계설비 및 장치의 증가 또는 개선이 발생하게 되면 산출증가가 발생하며 노동생산성이 증가한다. 자본생산성의 경우도 마찬가지로 자본투입의 변화가 없더라도 노동투입의 증가에 의해 자본생산성이 증가할 수 있게 된다. 따라서 이러한 단일요소생산성

으로서는 생산과정 전체의 효율성을 측정하는 데 한계가 존재할 수밖에 없다. 다만 이들 생산성의 경우는 단기일 경우 다른 조건이 일정하다고 가정할 때 노동투입 또는 자본투입의 한 측면에서 측정한 생산성을 의미한다(OECD Manual, 2001; 한국은행 경제통계국, 2002).

중요소생산성의 향상은 생산함수의 이동(shift)으로 나타나게 되는 데 이러한 이동은 일반적으로 기술진보(technological progress)로 나타내며, 이보다 넓은 의미로도 해석될 수 있다. 즉 기계설비의 개선, 노동력의 질적 개선, 노사관계의 개선, 경영혁신 등의 효과를 반영한다고 볼 수 있는 것이다. 따라서 중요소생산성의 증가는 생산과정의 전반적인 효율성향상을 나타낸다고 볼 수 있는 것이다(홍순기·홍사균·안두현, 1991).

중요소생산성이 하나의 실용적인 개념으로 정립되고 여러 나라에서 측정되기 시작한 것은 Solow(1957), Kendrick(1961)의 논문 및 저서가 발표된 이후다. 1960년대에 들어서 Denison(1962, 1967)은 그의 독창적인 방법을 개발하여 미국과 일본, 캐나다의 중요소생산성을 측정한 바 있으며, 다른 각도에서 중요소생산성 측정방법의 개선과 실제적 응용 면에서 많은 공헌을 하였다.

1) 단일요소생산성은 산출을 하나의 생산요소로 나눈 값이다. 생산물과 자본, 노동, 원재료, 에너지 등 어느 요소와의 관계를 고려하느냐에 따라 자본생산성, 노동생산성, 원재료 생산성, 에너지생산성 등으로 구분된다. 본 연구에서는 생산을 위한 투입요소로서 자본과 노동을 고려하며 자본생산성과 노동생산성을 다음과 같이 수식 (1)과 수식 (2)로 정의한다.

$$t\text{기간의 자본생산성} = \frac{Q_t}{K_t} \dots\dots\dots(\text{수식 } 1)$$

$$t\text{기간의 노동생산성} = \frac{Q_t}{L_t} \dots\dots\dots(\text{수식 } 2)$$

$Q_t$ : t기간의 산출량,  $K_t$ : t기간의 자본투입량,  $L_t$ : t기간의 노동투입량

위 수식으로부터 단일요소생산성은 한 가지 생산요소의 투입에 대한 산출물의 양으로 이해할 수 있다. 하지만 생산은 한 가지 생산요소만으로 이루어지지 않고 다양한 생산요소를 결합하여 이루어지는 것이 일반적이므로 단일요소생산성의 변화가 생산요소 사용의 효율성과 반드시 연결되는 것은 아니다. 따라서 단일요소생산성을 측정하고 분석함에 있어 산출물의 증감, 생산요소별 투입량의 증감, 각 단일요소생산성의 증감을 종합적으로 고려하여 생산성 변화의 원인을 분석하는 것이 생산성 관리 측면에서 더 효과적일 것이다.

## 2) 중요소생산성 및 기술변화

생산은 복수의 생산요소를 결합함으로써 이루어지는데 산출과 생산요소의 관계를 정의하는 생산함수의 형태에 따라 생산성은 서로 다르게 측정될 수 있다. 산출량과 투입량의 관계를 정의하는 모형은 여러 가지가 있으나 본 연구는 가장 대표적인 생산성분석모형인 Kendrick 모형과 Solow 모형을 적용하여 중요소생산성을 분석한다.

### (1) Kendrick 모형

Kendrick 모형은 총요소생산성을 생산요소의 총투입량에 대한 산출량의 비율로써 (수식 3)과 같이 측정하였다(Kendrick, 1961).

$$A_t = \frac{Q_t}{\alpha K_t + \beta L_t} \dots\dots\dots(\text{수식 3})$$

$A_t$ :  $t$ 기간의 총요소생산성,  $Q_t$ :  $t$ 기간의 산출량  
 $\alpha$ : 자본소득분배율,  $K_t$ :  $t$ 기간의 자본투입량  
 $\beta$ : 노동소득분배율,  $L_t$ :  $t$ 기간의 노동투입량

Kendrick은 하나의 동질적 산출물을 가정하였으며 생산요소로는 자본과 노동을 가정하였다. 자본과 노동 투입량의 합으로 총 투입량을 결정하기 위하여 자본소득분배율과 노동소득분배율을 가중치로 하는 자본과 노동의 가중합을 사용하였다. Kendrick 모형은 선형적인 생산함수를 적용한 것인데 이는 규모에 대한 수확의 불변, 완전경쟁시장, 요소가격은 한계생산으로 주어진다라는 것을 가정한 것으로 이해할 수 있다. Kendrick 모형의 총요소생산성은 실제 산출량( $Q_t$ )과 기술의 변화가 없음을 가정했을 때의 산출량( $\alpha L_t + \beta K_t$ )의 비율로 이해할 수 있다. 총요소생산성의 변화는 기간  $t$ 동안 산출량에 영향을 미친 생산기술의 변화를 측정한다는 의미로 해석할 수 있다. Kendrick 모형은 계산이 용이하고 이해하기 쉽다는 장점이 있는 반면, 요소의 한계생산이 감소하는 경우에 대해서는 이를 제대로 반영하기 힘들다는 단점을 가지고 있다.

(2) Solow 모형

Solow 모형은 먼저 (수식 5)의 Cobb-Douglas 생산함수를 가정하였다(Solow, 1957).

$$Q_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta \dots\dots\dots(\text{수식 5})$$

$A_t$ :  $t$ 기간의 기술수준  
 $\alpha$ : 자본의 산출에 대한 탄성치  
 $\beta$ : 노동의 산출에 대한 탄성치

여기서  $\alpha$ 와  $\beta$ 는 각각 자본과 노동의 산출에 대한 탄성치를 뜻하는데 이는 자본의 투입량이 1% 증가할 경우 산출량은  $\alpha\%$ 가 증가한다는 의미를 갖는다. Solow 모형은 다음의 사항들을 가정하여 총요소생산성을 도출하기 위한 식을 전개하였다.

<Solow 모형의 가정 사항>

- 외생적: 기술변화는 외생적으로 발생한다.
- 독립적: 기술변화는 자본 및 노동과 독립적인 관계를 갖는다.

Session 4 [기술경제 I]

- 중립적: 기술변화로 인한 자본노동비율에 변화를 가져오지 않는다.
- 비체화: 기술변화는 자본이나 노동에 체화되지 않는다.
- 규모에 대한 수익불변: 총투입의 변화율과 총산출의 변화율은 항상 같다.
- 생산요소의 가격은 생산요소의 한계생산으로 결정된다.

Cobb-Douglas 생산함수의 양변에 자연로그를 취하고 시간에 대하여 미분하여 연속적인 시간  $t$ 를 이산적인 단위기간으로 가정하면 다음 (수식 6)로 정리할 수 있다(Charles W. Cobb, and Paul H. Douglas, 1928).

$$Q^* = A^* + \alpha K^* + \beta L^* \dots\dots\dots(\text{수식 6})$$

\*: proportional rate of change(growth rate)

여기서 총산출량의 변화율( $Q^*$ )은 생산기술의 변화율에 노동과 자본의 변화율을 더한 것과 같다는 의미이다. 여기서  $A$ 를 중요소생산성으로 정의한다면  $A^*$ 는 중요소생산성의 변화율을 의미하게 되며 다음과 같이 (수식 8)로 구해진다.

$$A^* = Q^* - \alpha K^* - \beta L^* \dots\dots\dots(\text{수식 8})$$

그런데 Solow 모형은 규모에 대한 수익불변을 가정하였으므로  $\alpha + \beta = 1$ 의 조건이 주어진다. 따라서 (수식 9)로 사용이 가능하다.

$$A^* = Q^* - \alpha K^* - (1 - \alpha)L^* \dots\dots\dots(\text{수식 9})$$

위와 같은 정의에 따라 중요소생산성의 증가율은 산출량 증가율에서 노동 및 자본투입증가율을 각각의 소득분배율로 가중합산한 값을 차감함으로써 구해지는데 이를 Solow 잔차라 한다. 따라서 중요소생산성은 산출량 증가분 중 노동이나 자본의 투입의 증가만으로 설명되지 않는 부분이라고 할 수 있는데 생산요소의 투입증가 이외에 산출에 영향을 주는 기술변화와 같은 요소를 포함한다고 할 수 있다. 여기서 산출량을 증가시키는 기술변화를 독립적인 변수로 나타낼 수 있다. 매년 기술변화에 의한 산출량의 변화가 일정하다고 가정하면 (수식 5)는 다음과 같이 (수식 10)으로 쓸 수 있다.

$$Q_t = A e^{rt} K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \dots\dots\dots(\text{수식 10})$$

(수식 10)을 시간에 대하여 미분하고 정리하면 다음의 식을 구할 수 있다.

$$Q^* = r + \alpha K^* + (1 - \alpha)L^* \dots\dots\dots(\text{수식 12})$$

여기서 \*는 매우 짧은 기간 동안의 변화율을 의미하지만 어느 정도의 오차를 감수하고 이를 일정기간동안의 변화율로 적용하여 사용하기도 한다. (수식 12)의 양변을  $L$ 로 나누고 정리하면 다음과 같다.

$$(Q/L)^* = r + \alpha(K/L)^* \dots\dots\dots(수식 13)$$

$Q/L$ 은 노동생산성을 의미하고  $K/L$ 은 단위 노동력에 분배된 자본의 크기인 노동장비율을 의미한다고 할 수 있으므로 노동생산성과 노동장비율의 변화율은 (수식 13)과 같이 선형적인 관계를 갖는 것으로 해석할 수 있다.

### III. 실증분석

#### 1. 제조업의 투입요소와 산출의 측정

생산성을 분석하고 의미 있는 결과를 도출하기 위해서는 먼저 산출량과 투입량에 대한 신뢰성 있는 자료를 확보해야 한다. 본 연구는 국내 제조업의 단일요소 생산성과 총요소생산성 그리고 기술의 변화를 측정하기 위해 한국은행, 통계청, 고용노동부, 한국생산성본부로부터 산출량, 자본투입량, 노동투입량과 관계된 자료를 수집하였다. 자료의 가용성과 정합성을 고려하여 자료를 수집하였으며 분석기간은 1990년부터 2014년까지이다.

##### 1) 자본투입의 측정

자본의 투입량은 생산에 투입되는 고정자산의 가치로 이해 할 수 있다. 이를 대표할 수 있는 개념으로는 자본스톡이 있는데 자본스톡은 경제성장의 가능성을 유지하고 높이는데 중요한 역할을 한다. 본 연구는 한국은행(한국은행, 2016)에서 제공하는 제조업 실질자본스톡을 이용하였으며, 다음 <표 1>과 같다.

<표 1> 제조업의 자본투입

연도	지수 (2010=100)	전년대비 증가율(%)	연도	지수 (2010=100)	전년대비 증가율(%)
1990	29.0		2003	68.7	4.0
1991	33.7	16.2	2004	74.0	7.8
1992	36.3	7.6	2005	77.5	4.7
1993	38.4	5.8	2006	82.3	6.2
1994	43.9	14.4	2007	87.2	6.0
1995	50.0	13.9	2008	88.5	1.5
1996	55.0	10.1	2009	87.3	-1.3
1997	58.7	6.7	2010	100.0	14.5
1998	49.8	-15.1	2011	106.1	6.1
1999	57.0	14.4	2012	108.8	2.6
2000	61.5	7.9	2013	110.8	1.8
2001	60.8	-1.2	2014	115.2	3.9
2002	66.0	8.6			

1990년~1996년까지 제조업의 자본스톡은 꾸준히 증가하였다. 하지만 전년대비 증가율은 1997년 외환위기, 2000년 세계경제침체 및 911테러, IT버블붕괴 등, 2008년 미국 금융위기에 감소하기 시작하여, 2014년의 경우 3.9%에 그쳤다.

## 2) 노동투입의 측정

노동투입의 변화는 노동투입의 양적 변화를 통하여 주로 이루어지나 질적 변화에 대한 고려도 필요한 것이 사실이다. 하지만 노동의 질적 변화를 반영할 수 있는 통계자료는 구축되기 힘든 것이 현실이다. 따라서 본 연구는 노동투입의 양적 변화만을 고려하여 측정하였으며, 그 결과는 <표 2>와 같다. 노동의 투입량을 측정하기 위하여 제조업의 연평균 종사자수와 월평균근로일수를 이용하였다. 연평균 종사자수는 통계청의 광업·제조업조사 결과를 사용하였으며, 월평균근로일수는 고용노동부의 노동통계(고용노동부, 2016) 결과를 사용하였다. 고용노동부의 노동통계는 1993년의 자료부터 제공되고 있어 1990년부터 1992년까지의 월평균근로일수는 추정이 필요하다. 따라서, 월평균근로일수를 26.1일\*로 가정하고 1990년에서 1993년까지의 근로일수는 선형보간법으로 추정된 값을 사용한다. 연간 노동투입량의 단위는 연간총인일(man-day)이며 종사자수(인)×월평균근로일수(일/월)×12(월/년)으로 계산하였다.

<표 2> 제조업의 노동투입

연도	지수 (2010=100)	전년대비 증가율(%)	연도	지수 (2010=100)	전년대비 증가율(%)
1990	135.1	-	2003	130.6	-3.4
1991	140.5	4.0	2004	123.2	-5.7
1992	134.4	-4.3	2005	123.0	-0.2
1993	127.4	-5.2	2006	122.1	-0.7
1994	128.5	0.8	2007	118.5	-2.9
1995	131.3	2.2	2008	111.5	-5.9
1996	126.4	-3.8	2009	95.8	-14.1
1997	120.2	-4.9	2010	100.0	4.4
1998	99.8	-17.0	2011	100.5	0.5
1999	110.8	11.0	2012	98.3	-2.3
2000	116.5	5.1	2013	99.6	1.4
2001	130.7	12.2	2014	103.1	3.5
2002	135.3	3.5			

## 3) 산출의 측정

산출의 측정단위를 물량으로 하느냐 화폐가치로 하느냐에 따라 물적생산성과 가치생산성으로 나눌 수 있으며, 산출의 기준을 총산출(gross output) 또는 부가가치(value-added) 중 어느 것으로 측정하느냐에 따라 생산성 측정방법을 구분할 수 있다(윤영희, 2010). 본 연

\* 매주 6일을 근무하는 것으로 가정하였다(365×6÷7÷12=26.1).

구에서 산출량의 추정은 화폐가치를 기준으로하고 산출의 기준은 제조업의 연도별 총산출로 한다. 제조업 총산출은 한국은행 경제통계시스템의 자료를 사용한다. 제조업 총산출은 실질가치를 기준으로 하고 제조업 실질자본스톡과 같이 2010년을 기준으로 한다. 그런데 한국은행이 제공하는 제조업 총산출은 2005년을 기준으로 작성된 자료이므로 이를 보완하기 위하여 제조업 총생산 디플레이터의 2005년 대비 2010년의 비율을 적용하여 보정하였으며, 그 결과는 <표 3>과 같다.

<표 3> 제조업의 총산출

연도	지수 (2010=100)	전년대비 증가율(%)	연도	지수 (2010=100)	전년대비 증가율(%)
1990	22.2	-	2003	62.8	5.0
1991	24.9	12.3	2004	68.9	9.7
1992	26.4	6.0	2005	73.0	5.8
1993	28.2	6.9	2006	78.6	7.7
1994	31.5	11.5	2007	85.3	8.4
1995	35.5	12.9	2008	88.4	3.7
1996	38.5	8.4	2009	88.0	-0.5
1997	40.7	5.6	2010	100.0	13.7
1998	37.6	-7.5	2011	106.5	6.5
1999	45.6	21.2	2012	109.1	2.4
2000	53.1	16.4	2013	113.0	3.6
2001	54.8	3.3	2014	117.0	3.5
2002	59.9	9.3			

## 2. 제조업의 생산성과 성장요인 분석

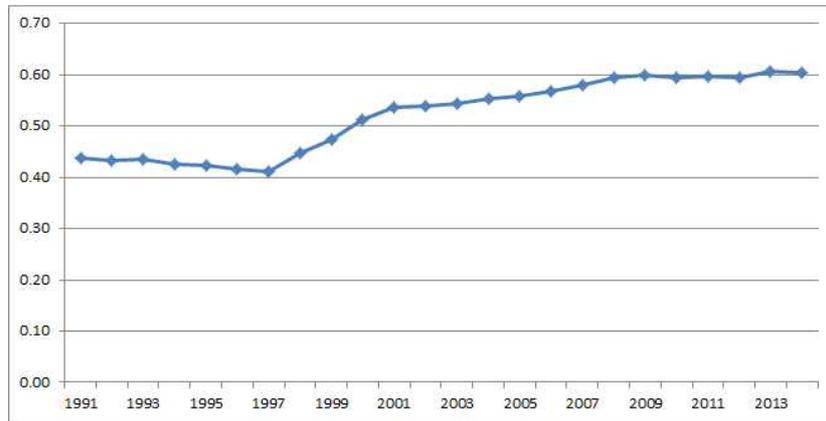
본 연구에서 제조업의 생산성을 분석하는 목적은 크게 두 가지이다. 먼저, 투입과 산출을 분석하여 생산의 효율성을 파악하기 위함이다. 효율성이란 같은 생산기술을 가정할 때 투입량 대비 가능한 더 많은 산출량을 달성하는 것을 의미하는데 제조업의 내외부적인 환경은 끊임없이 변화하고 있으므로 생산의 효율성을 정확히 파악하기는 쉽지 않다. 따라서 생산성의 변화를 분석함에 있어 제조업의 환경적 변화를 함께 고려해야 할 것이다. 다음으로 제조업의 성장 동력을 분석하기 위함이다. 제조업은 우리경제를 견인하는 역할을 해왔고 앞으로도 견인차로서의 역할을 할 것으로 기대되나 제조업의 성장 동력은 점차 변화하고 있는 것으로 판단된다.

1) 단일요소생산성 분석

본 연구는 제조업의 투입요소로서 자본과 노동을 고려한다. 따라서 단일요소생산성은 자본생산성과 노동생산성이 있으며 (수식 1)과 (수식 2)를 이용하여 측정한다.

(1) 자본생산성

자본생산성은 (그림 2)와 같이 1997년까지 점차 하락하였지만 1990년대 후반부터 최근에 이르기까지는 다시 상승하는 추세에 있다. 1997년 외환위기를 전후로 산출의 감소로 인해 자본생산성도 감소하였으나 그 이후 예전 수준을 되찾았고 대폭 상승하는 추세로 돌아섰다.



(그림 2) 제조업 자본생산성의 변화

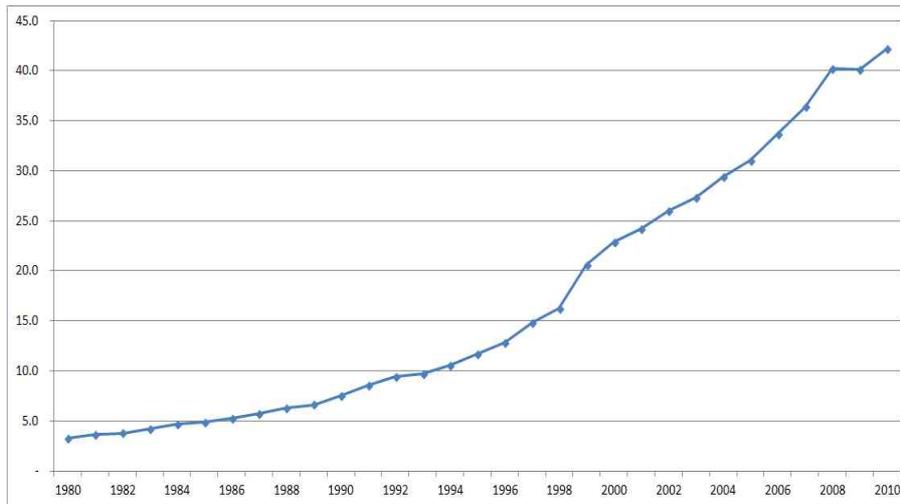
1990년대 초·중반의 자본생산성 감소는 적극적인 자본투입으로 인한 경제성장 효과가 감소하기 시작했기 때문으로 판단된다. 1990년대 제조업은 두 자릿수의 높은 총산출증가율을 보였지만 이 시기부터 자본의 산출증가에 대한 효과는 저하되기 시작한 것으로 보인다.

우리나라는 1970~80년 고속성장시기에 자본의 투입을 빠르게 확대함으로써 성장을 도모하는 정책을 펴 큰 효과를 거두었다. 그러나 1990년대에는 이러한 기조에 변화가 생기기 시작했으며 1997년 외환위기 이후에는 이러한 기조에서 완전히 벗어난 것으로 보인다. 제조업의 자본투입증가율은 <표 1>과 같이 외환위기를 기점으로 크게 줄었으며 최근까지도 계속 감소하는 추세에 있다. 하지만 (그림 2)와 같이 외환위기 이후 2000년대에 들어서도 자본생산성은 꾸준히 증가하고 있는 것이 특징이다. 이는 고정자산에 대한 투자확대 보다는 투자에 대한 효율과 기술력을 중시하는 시대가 조성되었으며 그로 인한 효과가 나타나고 있음을 의미한다.

(2) 노동생산성

노동생산성은 노동이 산출에 얼마나 효율적으로 사용되었는지를 보여준다. 하지만 노동생산성은 노동의 투입량에 영향을 미치는 노동인력의 역량, 노력정도, 조직구성 등에 영향을 받음은 물론이고 산출량에 영향을 미치는 다양한 요인들에 의해서도 영향을 받는다. 따라서 노동생산성은 노동의 효율성을 부분적으로 밖에는 반영하지 못한다고 할 수 있다. 다음 (그림

3)은 우리나라 제조업의 노동생산성을 나타낸 것이다. 제조업의 노동생산성은 지속적인 증가 추세를 보이고 있다. 하지만 이는 노동의 양적인 또는 질적인 향상보다는 산출량증가로 인한 영향이 큰 것으로 보인다.



\* 지수(2010=100)

(그림 3) 제조업의 연도별 노동생산성

## 2) 중요소생산성 분석

### (1) 규모에 대한 수익불변의 가정

중요소생산성을 측정하기 위해서는 자본소득분배율( $\alpha$ )과 노동소득분배율( $\beta$ )에 대한 측정이 이루어져야 한다. 소득분배율은 규모에 대한 수익(return to scale)과 관계가 깊은데 자본소득분배율과 노동소득분배율의 합을 어떻게 정하느냐에 따라 규모에 대한 수익은 다음 세 가지 중 하나로 결정된다.

$\alpha + \beta < 1$  : 규모에 대한 수익감소

$\alpha + \beta = 1$  : 규모에 대한 수익불변

$\alpha + \beta > 1$  : 규모에 대한 수익증가

규모에 대한 수익은 다양한 요인에 의해 영향을 받는다. 대량생산에 따른 전문화와 효율 증대, 기업의 대규모화에 따른 경쟁력 확보 등은 규모에 대한 수익을 증가시키는 요인이지만 대규모 생산시스템의 기술혁신에 대한 대응능력 감소와 관리상의 어려움 등은 규모에 대한 수익을 감소시키는 요인으로 작용한다.

본 연구는 제조업의 투입과 산출의 관계를 대등하게 설정하기 위하여 규모에 대한 수익 불변을 가정하는 것으로 한다.

노동소득분배율은 생산으로 창출된 부가가치 중 노동자에게 배분된 몫의 비율을 뜻한다. 제조업 비용자보수와 국내총부가가치는 한국은행의 발표 자료를 사용한다. 자본소득분배율은 규모에 대한 수익불변의 가정에 따라 1에서 노동소득분배율을 뺀 값으로 하였으며, 그 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> 제조업의 자본소득배분율( $\alpha$ ) 및 노동소득배분율( $\beta$ )

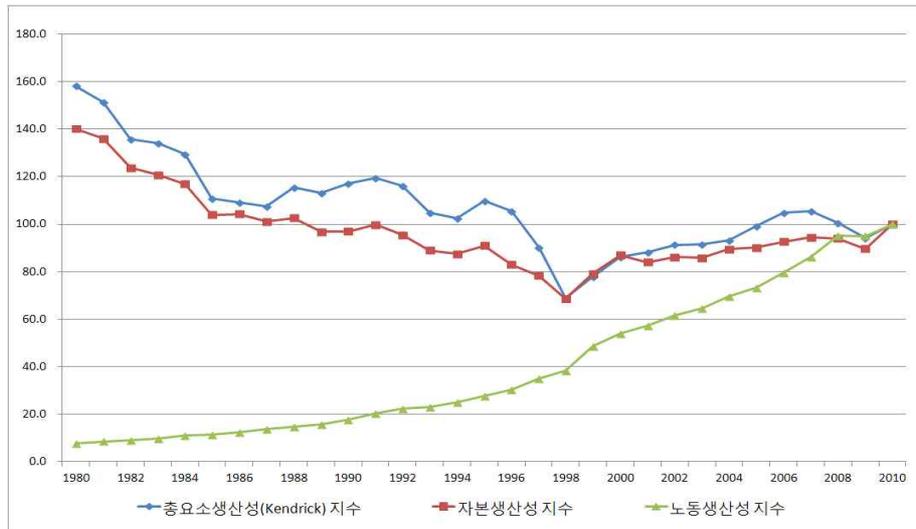
연도	제조업 국내총부가가치 (십억원, 명목)	제조업 피용자보수 (십억원)	자본소득 배분율 ( $\alpha$ )	노동소득 배분율 ( $\beta$ )	연도	제조업 국내총부 가가치 (십억원, 명목)	제조업 피용자보 수 (십억원)	자본소득 배분율 ( $\alpha$ )	노동소득 배분율 ( $\beta$ )
1990	48,641	25,677	0.47	0.53	2002	184,578	81,747	0.56	0.44
1991	58,993	31,115	0.47	0.53	2003	193,549	86,090	0.56	0.44
1992	65,327	34,681	0.47	0.53	2004	225,328	97,875	0.57	0.43
1993	74,736	38,539	0.48	0.52	2005	234,697	107,928	0.54	0.46
1994	90,665	45,513	0.50	0.50	2006	242,292	114,433	0.53	0.47
1995	108,165	55,571	0.49	0.51	2007	265,627	122,980	0.54	0.46
1996	116,289	62,433	0.46	0.54	2008	284,940	124,828	0.56	0.44
1997	127,868	62,236	0.51	0.49	2009	300,037	126,722	0.58	0.42
1998	131,167	56,786	0.57	0.43	2010	351,771	142,024	0.60	0.40
1999	145,413	61,185	0.58	0.42	2011	379,521	154,527	0.59	0.41
2000	165,229	69,702	0.58	0.42	2012	388,010	164,560	0.58	0.42
2001	169,740	74,514	0.56	0.44	2013	403,657	172,879	0.57	0.43

우리나라는 중화학공업을 중심으로 제조업에 집중적인 투자를 함으로서 빠른 경제성장을 이루었다. 이는 제조업의 산출증가에 대한 투자의 기여도를 측정함으로서 확인할 수 있다. Kendrick 모형으로 계산한 총요소생산성은 (수식 3)을 이용하여 분석하였으며, 그 결과는 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> 제조업의 총요소생산성(Kendrick 모형)

연도	지수 (2010=100)	증가율(%)	연도	지수 (2010=100)	증가율(%)
1990	158.1	-	2003	104.7	-9.8
1991	151.2	-4.4	2004	102.5	-2.2
1992	135.7	-10.2	2005	109.9	7.3
1993	134.1	-1.2	2006	105.5	-4.1
1994	129.4	-3.5	2007	90.3	-14.4
1995	110.8	-14.4	2008	69.0	-23.5
1996	109.1	-1.5	2009	77.8	12.7
1997	107.4	-1.5	2010	86.3	11.0
1998	115.4	7.4	2011	88.2	2.2
1999	113.3	-1.9	2012	91.4	3.6
2000	117.2	3.5	2013	91.6	0.3
2001	119.6	2.0	2014	93.1	1.6
2002	116.1	-2.9			

(그림 4)는 중요소생산성과 앞서 제시한 단일요소생산성을 지수(2010=100)로 함께 나타낸 결과이다.



\* 지수(2010=100)

(그림 4) 제조업의 단일요소생산성과 중요소생산성(Kendrick 모형)

우리나라 제조업의 중요소생산성의 추이는 자본생산성과 유사한 형태를 가지고 있음을 알 수 있다. 노동생산성은 꾸준히 증가해 온 반면, 중요소생산성과 자본생산성은 서로 비슷한 구간에서 상승과 하락을 보이고 있어 두 생산성이 보다 밀접하게 관련되어 있음을 알 수 있다. 중요소생산성의 변화는 생산기술의 진보와 같이 단순히 자본투입이나 노동투입의 변화로 설명할 수 없는 산출의 변화를 의미하는데, 자본생산성과 중요소생산성이 서로 비슷하게 변화해 온 것은 생산기술의 진보가 자본투자의 증대가 있어야 가능하다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

## 2) 기술 변화 측정

본 연구는 생산요소로서 자본과 노동을 가정하였으나 실제로 생산은 생산기술, 원재료, 에너지 등 다양한 요소들의 결합으로 이루어진다. 따라서 자본과 노동 이외의 요소들에 대한 고려가 필요한데 이러한 요소들이 매년 일정한 비율로 생산에 영향을 미치고 있는 것으로 가정할 수 있다. 기술변화를 예로 들 수 있는데 기술변화는 생산성을 증대하므로 투입을 증가시키지 않아도 생산을 증가시킨다. 이는 Solow 모형에서  $e^{rt}$  항에 반영된다.

$$\text{Solow 모형} : Q = Ae^{rt} K^\alpha L^\beta$$

Solow 모형은 각 기간(t)에 대하여 다음과 같이 쓸 수 있으며 양변에 로그를 취하면 회귀 분석이 가능한 형태로 나타 낼 수 있다.

$$Q_t = A e^{rt} K_t^{1-\beta_t} L_t^{\beta_t}$$

$$\Leftrightarrow \ln \frac{Q_t}{K_t^{1-\beta_t} L_t^{\beta_t}} = \ln A + rt$$

다음 <표 6>은 회귀분석을 수행한 결과이다.

<표 6> 회귀분석을 이용한 계수 추정 결과

	계수	T-통계량	p-value
절편	-69.547	-10.086	0.00
$t$	0.0324	9.3774	0.00
$R^2$	0.7520		

결정계수( $R^2$ )는 0.7520으로 분석되었고 추정된 절편값과 계수에 대한 p-value가 1% 미만으로 통계적으로 매우 유의하다.  $t$ 의 계수  $r$ 의 추정값은 0.0324로 분석기간 동안에 평균적으로 기술변화로 인해 매년 약 3.3%\*의 산출증가가 있었음을 알 수 있다. 하지만 이는 매년 산출이 3.3% 증가하는 것을 의미하는 것은 아니며 자본과 노동의 투입으로는 설명되지 않는 기술변화 등의 요인이 매년 평균적으로 산출을 3.3% 증가시키는 수준으로 작용해 왔음을 의미한다. 여기에는 기술변화 이외에도 국제경기, 원자재가격, 경쟁국 제조업의 역량 등 제조업에 영향을 미치는 다양한 요소들이 모두 함축되어 있다. 이러한 요소들은 분석기간 동안 상당한 변화가 있었을 것이므로 회귀분석의 결정계수가 높지 않은 이유를 여기서 찾을 수 있을 것이다.

또한 3.3%는 규모에 대한 수익증가 또는 규모에 대한 수익감소까지 포함하는 수치라고 할 수 있다. 본 연구는 제조업이 매년 규모에 대한 수익불변의 성격을 갖는 것으로 가정하였으나 실제로 우리 제조업은 대규모 설비투자과 생산자동화를 통한 규모에 대한 수익증가 효과를 누렸을 것으로 추측 할 수 있으며, 외환위기 등 총체적으로 어려운 환경에 놓인 시기에는 규모에 대한 수익감소가 있었을 수 있다. 따라서 3.3%의 산출증가는 이러한 요인들을 종합적으로 표현하는 수치이며 더 세부적인 분석을 위해서는 자본과 노동 이외에 더 많은 요소를 고려해야 할 것이다.

(1) 경제성장에 대한 자본의 기여

Solow 모형을 이용하면 생산요소가 경제성장에 어느 정도 기여 했는지를 측정할 수 있다. Solow 모형에서 산출량의 변화율은 (수식 8)과 같이 총요소생산성과 생산요소들의 변화율로 설명할 수 있는데 이를 다시 정리하면 다음과 같이 산출량증가율에 대한 자본의 기여도를 측정할 수 있다.

다음 <표 7>은 우리나라 제조업의 경제성장에 대한 자본의 기여도를 6년 단위로 구분하

\*  $\exp(0.0324)=1.0329$

여 계산한 것이다. 자본소득배분율은 각 기간 동안의 산술평균값을 사용하였다.

<표 7> 제조업 경제성장에 대한 자본의 기여도

	'90~95	'95~00	'00~05	'05~10	'10~14
산출량증가에 대한 자본의 기여도(%)	88.7	55.8	53.9	55.9	44.5

1990년대의 우리나라는 급속한 경제성장을 이루었고 제조업이 가장 큰 역할을 하였는데 이는 설비에 대한 집중적인 투자를 통해 달성된 것이었다. 따라서 해당시기에는 경제성장에 대한 자본의 기여도가 상당히 높았지만 최근에 들어서는 성장률이 줄어들고 투자의 증가율도 낮아지는 등 자본의 기여도가 상대적으로 작아지고 있음을 알 수 있다.

(2) 경제성장에 대한 기술변화의 기여

과거 투자가 제조업의 산출증가를 창출해온 동력이었다면 최근에 들어서는 투자의 역할은 감소되고 기술변화의 역할은 증대되고 있는 것으로 파악된다. Solow 모델에서 자본과 노동 외의 모든 요소를 기술변화로 이해하는 것으로 가정한다면 기술변화의 산출증가에 대한 기여도는 다음 <표 8>과 같이 구할 수 있다.

<표 8> 제조업 산출증가에 대한 기술변화의 기여도

	'90~95	'95~00	'00~05	'05~10	'10~14
산출량증가에 대한 기술진보의 기여도(%)	-1.8	32.4	51.6	66.2	54.1

산출증가에 대한 기술변화의 기여도는 90년대 까지 투자의 기여도보다 낮았으나 2000년대 부터는 투자의 기여도 보다 높아졌으며 50%이상의 비중을 차지하고 있어 현재에 이르기 까지 기술변화가 산출증가에 가장 중요한 역할을 담당하고 있음을 보여준다.

기술변화의 기여도는 높아지고 있는 추세인데 이는 제조업분야의 기업들이 여러 가지 혁신기술을 도입함으로써 생산성을 향상시키는 노력을 지속적으로 기울여온 결과로 생각된다. 특히 90년대 후반부터 급격히 보급된 정보통신기술과 관계된 기술혁신은 제조업분야에서 생산성을 향상시키는데 큰 역할을 했을 것으로 생각된다.

## VI. 결론 및 시사점

본 연구는 우리나라 제조업의 투입과 산출을 분석함으로써 의미 있는 결론을 도출하고자 하였다. 1990년부터 2014년까지의 투입과 산출 데이터를 측정하여, 생산성 및 기술변화를 분석하기 위해 규모에 대한 수익불변을 가정하였고 Kendrick 모형과 Solow 모형을 적용하였다.

분석기간 동안 제조업의 자본투입량과 산출량은 꾸준히 증가하고 있는 반면 노동투입량은 증가하지 않았다. 이는 제조업이 성숙단계에 진입함에 따라 인력의 추가투입보다는 생산의 효율화와 자동화를 통해 산출의 증대를 이뤄왔기 때문으로 보인다. 자본투입과 산출의 증가를 비교해보면 1990년대 초반에는 자본투입이 더 빠르게 증가한 반면 1990년대 후반부터는 산출의 증가가 더 빠르게 일어났다. 이는 적극적인 투자로 성장을 도모하던 시대에서 기술혁신과 효율성을 더 중요시하는 시대로 바뀌었음을 의미한다. 이러한 현상은 자본생산성의 변화추이에서 확인할 수 있었는데 정보통신 기술 등 각종 혁신기술이 도입되기 시작한 1990년대 후반부터는 산출의 증가와 함께 자본생산성이 증가하는 모습을 보였다.

중요소생산성을 분석한 결과 분석기간 동안 제조업의 총산출은 기술진보로 인해 매년 3.3%씩 성장 해온 것으로 나타났다. 하지만 이는 단지 기술진보만의 영향은 아니며 생산과 관련된 다양한 요인들이 결합된 결과이다. 산출증가에 대한 기여도는 1990대의 경우 자본이 가장 높았으나 2000년대에는 자본의 기여도는 점차 작아지는 추세를 보였다. 반면 기술변화의 기여도 점차 높아지고 있어 2010년대 제조업의 성장동력이 자본에서 기술변화로 이전되었으며, 그 역할은 점차 커지고 있는 것으로 분석되었다.

IT, BT 산업 등 신경제의 기반을 조성하는 기술혁신적 산업의 출현이 지속되는 현실을 감안할 때, 핵심 원동력인 제조업의 중요소생산성 및 기술 변화의 경제 성장 기여도 분석은 매우 의미가 크다고 할 수 있다. 향후, 중요소생산성 및 기술 변화와 같은 잠재성장률 제고를 위해서는 타 산업의 기술파급효과에 대한 추가 연구를 토대로, 지속적인 기술혁신활동을 확대하는 것이 필요하다. 단일요소생산성

## 참고 문헌

1. 표학길·전현배·이근희(2015), 「중요소생산성 국제비교」, 한국생산성본부
2. 김태기·장선미(2003), “기업의 R&D투자와 생산성 변화 : 한국 기업자료를 이용한 실증분석”, 「한국경제연구」, 제11권, 한국경제연구학회, pp. 45-70.
4. 송준기(1994), “R&D자본과 생산성 관계에 관한 실증 분석”, 「산업조직연구」, 제3집, 한국산업조직학회, pp. 37-56.
5. 이정훈(1997), 「생산성 개념체계에 관한 연구」, 한국생산성본부.
6. 한국은행 경제통계국(2002), 「OECD 생산성 측정매뉴얼」, 10, p.16~p.22
7. OECD Manual(2001), Measuring Productivity, OECD Publication.
8. 한국은행 경제통계국, (2012). 우리나라의 분기 국민계정, 한국은행
9. 홍순기·홍사균·안두현(1991), “연구개발투자의 산업부문간 흐름과 직·간접 생산성 증대효과 분석에 관한 연구”, 과학기술정책연구원
10. 한국은행(2016), “국민계정 통계”,(2016.09.25.).
11. 노동통계청(2016), “노동 통계”, (2016. 09. 28).
12. 윤영희, 김현경, (2010), 광업·제조업 생산성 분석, 통계청 하반기 연구보고서 제Ⅲ권, 통계청, pp194-201
13. Kendrick, J.W(1961), 「Productivity Trends In The United States」, NBER.
14. Robert M. Solow(1957). "Technical change and the aggregate production function", The Review of Economics and Statistics, Vol. 39, No. 3, pp. 312-320.
15. Denison, E. F. (1962), 「Sources of economic growth in the United States and the alternatives before us」.
16. Denison, E. F. (1967), 「European Economic Growth and the US Postwar Record: Highlights of Why Growth Rates Differ: Postwar Experience in Nine Western Countries. Ed. Jean-Pierre Poullier」, Brookings Institution, 1967.
17. Charles W. Cobb, and Paul H. Douglas (1928). "A theory of production", The American Economic Review, Vol. 18, No. 1, Supplement. Papers and Proceedings of the Fortieth Annual Meeting of the American Economic Association, pp. 139-165.