

## R&D 투자에 의한 생산성 분석 모형에 관한 연구

### A Study on the Productivity Analysis Model by R&D Investment

· 김 만 균\*  
Kim, Man-Kyun  
신 현 수\*\*  
Shin, Heon-Soo  
함 효 준\*\*  
Hahm, Hyo-Joon

### Abstract

The main objective of this study is to analysis the relationship between productivity measurement model which describe and explain R&D(Research & Development) productivity based on production function of Cobb-Douglas and the structure of the R&D investment. The model focuses on the variables related to R&D investment in order to measure the efficiency of R&D largely. So, the proposed model describe the relationship between output(or / input) and factors of production such as capital cost, labor cost and R&D expense, etc. These factors are associated with a signigicant positive correlation between productivity and R&D investment.

### I. 서 론

최근들어 기업은 영속적 성장 발전이라는 기업목표의 달성수단으로 Marketing, 생산, 재무 및 투자전략에 경영력을 집중시키는 한편 기존제품의 공정개선 및 신제품의 공정개발등을 위한 연구개발(R&D : Research & Development) 투자의 필요성이 증가하고 있다. 또한 기업에 있어서의 R&D 투자는 점점 대형화 되고, 상품과 제조공정의 Life Cycle이 단축되어 가고 있어, 기업으로서의 제품개발을 위한 R&D 투자의 증가에 대한 효율의 극대화 문제가 대두되고 있다. 따라서 R&D 투자의 효율성 측정을 위해서 우선적으로 분석되어야 할 것이 투자와 인력 측면에 의한 R&D 생산성이라 하겠다.

더욱이, 80年代 후반에 접어들면서 우리나라 대기업들의 R&D 투자는 급속히 증가되었으며, 과거에는 쉽게 외국으로부터 필요한 기술을 도입하여 사용할 수 있었으나 선진 기술국들의 기술이전 기피 현상과 기술 이전에 따른 제조원가 상승 때문에 기업들은 자체적으로 기술을 개발하여야만 되었다. 이제 R&D 활동에 막대한 투자를 행하여 금후 빠른 시일내에 선진국 대열에 진입을 목표로 하고 있는 우리로서는 R&D 투자에 대한 생산성 분석이 그 어느때 보다도 더욱 절실한 형편으로 제품개발을 위한 R&D 투자가 어떠한 형태로 제조기업의 생산성에 기여하는가를 분석할 필요성이 점점 증가되고 있다.

\* 대우그룹 회장비서실

\*\* 아주대학교 산업공학과

## II. R&D 투자와 생산성과의 관계

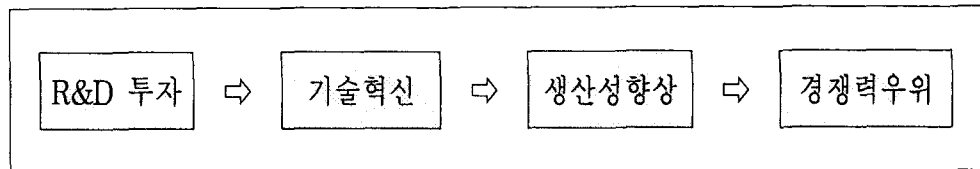
R&D 투자에 대한 기술수준을 나타내는 변수로는 크게 산출요소의 수준으로 측정하는 방법과 투입요소의 수준으로 측정하는 방법이 있다. 전자는 특허등록 건수나 총요소 생산성 증가율 등이며, 후자로는 R&D 개발이나 연구인력등의 변수가 포함될 수 있다. Solow<sup>[19]</sup>는 기술진보를 포함한 생산함수 모형을 사용하여 1909-1949년 기간의 1인당 생산이 1인당 자본장비율 외에 기술변화에 의해 얼마만큼 증가하였는지를 측정하였다. 분석결과는 놀랍게도 1인당 생산은 2배가 증가되었으며, 그중 기술변화에 의한 것이 87.5%인 반면에 자본사용의 증가에 의한 것이 12.5%에 지나지 않는 것으로 나타났다. 그의 연구결과는 그후에 많은 경제학자들이 경제성장 및 생산성과 R&D투자간의 상호관계를 연구하는 계기가 되게 하였다. 맨스필드(Mansfield)<sup>[20]</sup>는 1948~1966년 기간의 20개 제조업과 1960~1979년 기간의 10개 주요 제조 기업을 대상으로 총요소생산성 증가를 기초연구, 응용연구, 노동투입 및 물적 자본투입과 관련시켜 분석하였다. 그 연구결과는 두가지 표본에서 공통적으로 응용연구에 대한 지출만이 아니라 응용연구 투입을 고정시킬 때 기초연구에 대한 투자의 증가도 생산성 증가에 유의적이고 직접적인 영향을 미친다는 것을 밝혔다. 또한 응용 및 기초연구의 지출이 일정할 때 장기적인 R&D지출의 비중이 커짐에 따라서도 생산성이 증가한다고 하였다. 그의 이 연구는 연구 개발 투자가 생산성 증가에 영향을 미친다는 사실뿐만 아니라 처음으로 R&D 투자의 구성도 생산성에 영향을 미친다는 사실을 제기한 것으로서의 의의가 크다. 셰러(Scherer)<sup>[21]</sup>는 생산성 증가가 산업간 기술이동에 의하여 어떤 영향을 받는지에 대하여 연구하였다. R&D는 크게 공정기술 개발과 신제품 개발로 나눌 수 있으며, R&D 투자의 약 75%가 신제품 개발이므로 외부에서 개발된 R&D 투자와의 신제품을 사용함으로써 얻는 생산성 증가 효과는 대단히 중요하다. 산업간 기술이동에 관한 자료는 체계적으로 수집된 것이 없으므로 그는 1974년 연방 무역 위원회가 443개 대기업에 대하여 조사한 자료를 이용하여 R&D 지출과 발명 특허간의 관계를 파악하고, 발명 특허가 공정기술인지, 제품기술인지를 확인하여 공정기술은 자체 산업에서 사용하는 기술로, 제품기술은 기술을 산출하는 사업과 사용하는 산업으로 나누어 R&D 투자를 재 배분하였다. 이를 근거로 하여 각 산업의 R&D 지출의 투입 산출표를 만들고 켄드릭(Kendrick)과 그릴리치(Griliches)의 산업 생산성 지수자료와 노동통계국의 2가지 생산성 지수 자료를 R&D의 사용과 관련시켜 분석하였다. 연구결과 공정기술 R&D와 R&D체화 제품의 사용, 즉 사용된 R&D 투자가 생산성에 큰 영향을 미친다는 것을 밝혔다. 클라크(Clark)와 그릴리치(Griliches)<sup>[13]</sup>는 1970-1980년 기간의 미국제조 기업의 924개 사업과 관련한 PIMS자료를 이용하여 종합생산성 및 노동생산성과 자본, 고용자수, R&D 투자와의 관계를 분석하였다. 이들의 연구는 표본이 기업보다는 보다 세분화된 사업 단위이고 표본수가 크기 때문에 분석결과의 타당성이 높다는 점에서 의의가 있다. 그들은 연구에서는 별로 취급하지 않았던 자본스톡의 신규성, 종업원의 노조 가입비율, 생산설비의 사용률등 세부적인 요인도 독립변인으로 하여 분석하였다. 연구결과는 다른 연구와 대체로 일치하여 R&D 투자는 생산성 증가에 정적 영향을 미친다는 것이고 1970년대에서도 R&D 투자는 생산성 증가에 계속하여 강한 정적 영향을 미쳐 왔다고 결론짓고 있다. 쿠에노(Cueno)와 매레스(Mairesse)<sup>[14]</sup>는 1972-1977년 기간의 182개 프랑스 기업을 대상으로 생산성과 R&D 투자와의 관계를 분석하였다. 그들의 연구는 R&D 투자가 생산성 증가에 강한 정적 영향을 미친다는 결론을 얻어 미국 기업을 대상으로 한 기존의 연구와 일치하였다. 특기할 만한 점은 그들의 분석에서 독립변수를 매출액으로 한 것과 부가가치로 한 것 사이에는 결과에 큰 차이가 없었으며 시간적 차원의 분석에서 보다는 기업간의 횡단적 차원의 분석에서 보다 관계가 유의적이었던 것이다. 그들은 이 연구에서 R&D의 자본, 재료 및 노동의 비용화로 인하여 생기는 문제와 다른 종속변인에 이종으로 계산되는 것을 피하였다. 그릴리치(Griliches)와 매레스(Mairesse)<sup>[15]</sup>의 연구는 1966-1977년 기간 동안의 133개 대기업을 대상으로

생산성 증가와 R&D 투자와의 관계를 분석하였다. 이 연구는 기업 수준에서 시계열 자료를 얻어 시간 차원의 분석을 시도한 점에서 의의가 있다. 연구방법과 연구결과는 기존 연구와 거의 같다. 그들은 횡단적 분석에서는 생산성과 R&D 투자간에 강한 관계가 있으나 시간적 차원의 분석에서는 관계가 거의 없어진다는 것을 밝혔다.

이상의 여러 연구자들의 R&D 지출과 생산성 증가와의 관계에 대한 연구 결과를 종합하면 첫째로, R&D지출에 의한 기술의 생산보다는 타 산업에서 R&D체화된 제품의 구입으로부터 오는 효과를 감안할 때 기술의 사용이 중요하며, 둘째로, 또한 분석상에서 기업간이나 산업간의 횡단적 분석에서는 R&D 투자 효과가 뚜렷이 나타나는 반면에 시간적 차원의 분석에서는 효과가 뚜렷하지 않다는 것이며, R&D 투자와 매출액 성장 및 생산성 증가와의 관계에 대한 기존의 연구 결과들은 모두 정적인 유의적 관계를 갖고 있다는 것이다.

### III. R&D와 생산성 변화

R&D 투자가 경제성장에 미치는 영향을 분석하는 하나의 방법은 역사적인 사례연구를 하는 방법, 또다른 하나의 방법은 R&D 변수를 포함하는 생산함수를 추정함으로써 얻을 수 있다. 기술개발은 반드시 생산성 증가를 통하여 발현되므로 R&D 투자와 기술혁신과의 관계는 R&D 투자와 생산성의 관계로 분석될 수 있다. R&D 투자의 증가는 혁신성(Innovativeness)을 증가시키고 따라서 국제경제에서의 경쟁력을 개선시킨다. 이러한 명제의 배후에 있는 논리는 <그림 1>에서 잘 설명하여 주는 바와 같이 한 기업의 R&D 지출이 그 기업내의 혁신을 가져오고 이것이 생산성 향상을 가져오며 더 나아가서는 시장에서 경쟁우위를 가져온다고 할 수 있다. 즉, <그림 1>에서 보여주는 바와 같이 R&D 투자가 생산성에 미치는 다단계의 과정은 다양한 생산성 효과를 초래한다.

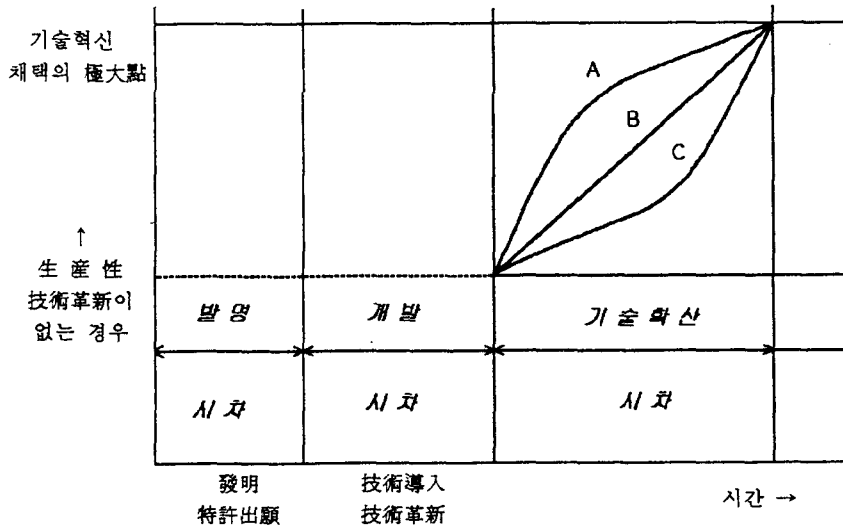


<그림 1> R&D 투자의 효과분석

초기의 탐색과정 또는 새로운 개념의 도입으로 과학적 발명(Invention)이 이루어질 때, 그 이전에 연구가 이루어져야 한다. 즉, 모든 과학적 발명이 전개되는 것은 아니며, 총 R&D 투자의 시간과 비용이 발명단계 이후에 발생된다. 따라서 새로운 제품 또는 공정이 상업적인 목적을 위해 도입되기까지는 시차(Lag)가 존재한다. 상업적 목적을 위해 과학적 발명이 도입되는 시점에서의 신제품 또는 새로운 공정이 기술혁신(Innovation)이라 할 수 있다. 제품 상품화의 목적을 위해 과학적 발명이 도입된 이후에 기술혁신은 산업을 통해 확산되고 결국 기술혁신이 최대로 채택되는 시점에 이른다.

아래 <그림 2>는 3단계의 시간 경과에 다른 기술혁신 과정의 유형을 보여주고 있다. <그림 2>에서 보는 바와 같이 발명과 개발의 시기 동안은 생산성의 증가가 없다. 사실 자원이 개발 과정에 투입되고 초기에 빈약한 연구결과를 가져오면 생산성에 負의 영향을 미치는 경우도 있

다. 따라서 <그림 2>는 기술혁신 기강에 세가지 유형의 생산성 증가 패턴을 동시에 보여주고 있다. 이러한 패턴을 설명하는 모형은 기술정보의 유통이 느리다는데 근거하고 있다. 곡선 A는 기술혁신은 생산성에 대한 기여가 극대화되도록 하는 용도에 우선적으로 도입되는 것을 나타내는 것이다. 또한 일정 시간의 시차 발생후 기술도입 후기에는 수확체감 현상이 발생된다. 곡선 B는 곡선 A와 곡선 C의 중간영역에 위치하는 모형이다.



<그림 2> 기술혁신과정의 유형

R&D 투자가 생산성에 미치는 영향을 유형화하는 위의 A, B, C 곡선의 3가지 모형에서 기술혁신은 그것이 도입되었을 때, 생산성의 향상에 영향을 주며 생산성 증가율은 신기술이 오래된 기술을 대체해 감에 따라 증가한다. C 곡선의 경우 초기에는 생산성에 미치는 효과가 적지만 기술혁신의 속도가 빨라짐에 따라 생산성에 미치는 효과가 증대한다. A 곡선의 경우에 생산성 증가에 미치는 효과는 도입기 이후에 곧바로 최대가 된다.

#### IV. R&D 투자 효과 분석모형

R&D 투자가 생산성 증가에 미치는 영향을 분석하는 일반적인 방법으로는 흔히 생산함수를 이용한 분석 방법을 고려할 수 있다. 이러한 방법으로는 생산함수에 연구자본 스톡을 하나의 생산요소로 도입하여 R&D 투자와 생산성 상승률간의 관계를 분석함으로써 얻을 수 있다. 따라서 본 연구에서 분석을 위하여 이용하는 기본적인 모형은 Terleckyj, Griliches, Mansfield 등이 R&D 투자의 효과를 분석할 때 광범위하게 이용하여온 확장된 콥-더글러스(Cobb-Douglas) 생산함수를 기초로 하여 분석하였다.

##### 1. 노동생산성을 이용한 측정 Model 설정

노동생산성을 이용하여 R&D 투자와 생산성의 관계를 분석할 수 있다. 즉, 이는 R&D 투자가 생산성에 미치는 영향은 물론 R&D 투자의 수익성을 계측할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 일반적인 생산함수에 R&D 자본스톡을 하나의 생산요소로 추가하는 방법을 통해서 R&D 투자가 생산성에 미치는 효과를 추계하는 방법으로 R&D 투자가 생산성에 미치는 영향에 대하여 분석하였다.

$$VA_{it} = Ae^{\lambda t} \cdot K_{it}^{\alpha} \cdot L_{it}^{\beta} \cdot R_{it}^{\gamma} \cdot e^{\epsilon_{it}} \text{ ----- ①}$$

단, A,  $\alpha, \beta, \gamma$  : Constant

$\lambda$  : 외생적 기술진보율

VA : 부가가치

K : 자본투입량

L : 노동투입량

R : 연구개발 자본투입량

식①로부터 노동생산성의 증가율을 나타내는 식을 다음과 같이 산출할 수 있다.  $\alpha + \beta + \gamma = \theta$  라 하면 양변을 각각  $\log$ 을 취하여 노동투입 단위당 산출, 즉 노동 생산성은 다음의 식②와 같이 표현할 수 있다.

$$VA_{it} = A + \lambda t + \alpha k_{it} + \gamma r_{it} + (Q-1)l_{it} + \epsilon_{it} \text{ ----- ②}$$

여기서  $VA_{it}(=\ln Q_{it} - \ln L_{it})$ 는 노동투입 1단위당 산출,  $k_{it}(=\ln K_{it} - \ln L_{it})$ 와  $r_{it}(=\ln R_{it} - \ln L_{it})$ 은 각각 노동투입 1단위당 실물자본과 연구개발 자본을 의미하며  $L_{it}$ 는  $\ln L$ 을 의미하고  $t$ 는 외생적 기술진보율을 의미한다. Q는 규모에 대한 보수(Returns to Scale)를 의미하는 것으로  $(Q-1)=0$ 인 경우 규모에 대한 보수불변,  $(Q-1)<0$ 는 규모에 대한 보수증가 그리고  $(Q-1)>0$ 는 규모에 대한 보수감소를 나타낸다.

2. 총요소생산성(TFP)을 이용한 Model 설정

R&D 투자를 분석하는 모형으로는 위에서와 같이 노동생산성을 이용하는 방법 이외에도 총요소 생산성(Total Factor Productivity)을 이용하여 R&D와 생산성의 관계를 분석할 수 있다. 총요소 생산성을 T로 표시하면 식 ①에 표시된 생산함수의 양변을  $K^{\alpha} \cdot L^{\beta}$ 로 나누면 다음의 식 ③이 도출된다.

$$T = \frac{Q}{K^{\alpha} \cdot L^{\beta}} = Ae^{\lambda t} \cdot R^{\gamma} \text{ ----- ③}$$

의 식으로 산출되며 ③식을  $\log$ 을 취하여 시간에 대해 미분하면, 다음의 ④식을 산출할 수가 있다.

$$\frac{\dot{T}}{T} = \lambda + \gamma \frac{\dot{R}}{R} \text{ ----- ④}$$

단,  $\dot{T} = dT/dt$ ,  $\dot{R} = dR/dt$ ,  $\gamma$ 는 R&D자본의 탄력성을 나타낸다.

여기서 식②는 설명 변수인 R&D 자본의 실제값을 직접 얻기가 곤란하므로 식④로부터 탄력성을 구하는 것이 가능해진다. 이러한 문제점을 해결하기 위해  $r = \frac{\partial Q}{\partial R} \cdot \frac{R}{Q}$ 를 이용하여 식

④를 다시 쓰면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \frac{\dot{T}}{T} &= \lambda + \gamma \frac{\dot{R}}{R} \\ &= \lambda + \frac{\partial Q}{\partial R} \cdot \frac{R}{Q} \cdot \frac{\dot{R}}{R} \end{aligned}$$

$$= \lambda + \frac{\partial Q}{\partial R} \cdot \frac{\dot{R}}{Q} \text{ ----- ⑤}$$

여기서  $\frac{\partial Q}{\partial R}$  은 기술지식 스톡의 한계 생산성 또는 R&D 투자의 한계 수익률을 나타낸다.

### 3. 파라메타 추정

노동생산성에 대한 R&D 투자의 효과를 나타내는 파라메타 추정은 식 ②를 이용하였다. 아래 <표 1>은 식 ②를 이용하여 30대 대기업을 중심으로 '89-'93년간 5년동안 제조업 10개 산업에 대하여 R&D 투자가 생산성에 미치는 영향 분석 결과를 추정한 것이다. 노동생산성의 결정요인을 분석하는데 이용된 부가가치와 노동자료는 「광공업통계조사보고서」에서 추출한 것으로 R&D활동을 하고 있는 조직만을 대상으로한 「과학기술활동조사보고서」에서 추출한 R&D자료와 연구대상은 다소 상이할 수 있다. 본 연구에서 이용한 부가가치와 노동자료는 R&D활동을 하지 않는 기업도 포괄적으로 포함을 하고 있어 자료상의 한계를 가지고 있으며, 이러한 요인은 R&D자본의 회귀계수 유의 수준을 낮게 하는 요인이다. 본 연구의 추정결과는 시계열 자기상관이 존재하는 것으로 나타나 이를 제거하는 분석을 실시하였다.

<표 1> R&D가 생산성에 미치는 영향 분석

CON	KL	TRL 종합 R&D개발	BRL 기초 R&D개발	ARL 응용 R&D개발	EOS	T	R <sup>2</sup>
1.352 (1.37)	0.749*** (9.83)	0.036 (1.28)			-0.115* (-1.91)	0.068** (3.14)	0.94
0.731 (0.55)	0.471*** (3.58)				-0.113 (-1.50)	0.079** (2.22)	0.93
1.27 (1.29)	0.756*** (9.92)				-0.111* (-1.83)	0.072** (2.26)	0.93
1.868 (1.37)	0.696*** (9.15)		0.025* (1.45)		-0.149 (-1.67)	0.049 (1.59)	0.94
1.379 (1.41)	0.751*** (9.92)			0.036** (1.26)	-0.116 (-1.94)	0.068** (2.15)	0.94

(주) : ① ( ) 안 값은 t 값임

② \*\*\*는 1%, \*\* 5%, \*는 10%의 유의수준을 각각 나타냄

③ CON : 상수, KL = lnK - lnL, TRL = lnTRD - lnL, BRL = lnBRD - lnL,

ARL = lnARD - lnL, EOS는 규모의 경제 T는 외생적 기술진보율

모형을 추정한 결과는 자본집약도와 외생적 기술진보율을 나타내는 회귀계수와 R&D 투자 관련 회귀계수의 유의 수준은 비교적 높은 편으로 나타났다. <표 1>에서와 같이 추정 결과에 따르면 R&D 자본의 산출 탄력성은 대략 0.05이며 자본의 산출 탄력성은 0.7정도이다. 따라서 우리나라의 노동생산성 증가는 아직도 R&D 활동보다는 자본 집약도의 증가에 의존하고 있다고 볼 수 있다. 또한 기존 R&D 투자의 생산탄력성은 10% 유의수준에서 통계적으로 유의한 양의 계수를 보이며 회귀계수는 0.025인 것으로 추정되는 반면 응용 R&D 투자가 생산성에 미치는 영향은 5% 유의 수준에서 통계적으로 유의한 양의 계수를 보이며 회귀계수는 0.036으로 나타난다. 외생적 기술진보율의 계수는 5% 유의수준에서 통계적으로 유의하여 0.07의 회귀계수를 보여 주며, R&D 투자가 생산성에 미치는 영향은 양의 부호를 나타내고 있다. 또한 기업의 외생적 기술진보율이 생산성에 미치는 영향은 통계적으로 유의한 양의 계수를 보여주고 있다. 따라서 이상의 분석 결과로부터 알 수 있는 바와 같이 노동생산성의 향상에 있어서 자본

집약도와 외생적 기술진보율의 기여도가 큰 것으로 나타난다.

#### 4. R&D의 수익률 계측

노동생산성을 측정하는 식②로부터 추정된 파라메타를 이용하여 R&D 투자의 수익률을 계측할 수 있다. R&D 투자의 수익률을 추계하는 방법은 R&D 자본의 산출 탄력성  $\gamma$ 를 추정하여 이로부터 수익률을 계산하는 방법이다. R&D 자본의 수익률을  $\rho$ 로 표시하면

$\rho = \frac{\partial Q}{\partial R}$  이고  $\gamma = \frac{\partial Q}{\partial R} \cdot \frac{R}{Q}$  이므로 이것을 R&D 자본의 한계생산성의 형태로 정의하면 식 ⑥과 같다.

$$\rho = \frac{\partial Q}{\partial R} = \gamma \frac{R}{Q} \text{ ----- ⑥}$$

따라서 R&D 자본의 산출 탄력성  $\gamma$ 이 추정된다면 식 ⑥에 의해 부가가치 / R&D 지출의 비율을 곱하여 R&D 자본의 수익률 또는 한계 생산성을 추정할 수 있다.

### V. 결론

R&D 투자에 따른 생산성 변화의 관계를 측정하기 위한 모형과 방법을 분석함으로써 R&D 투자가 제조업의 생산성 증가에 어떻게 영향을 미치는 가를 파악할 수 있다. 본 연구에 의하면 노동생산성 증가는 기술개발보다는 실물 자본의 증가에 더 큰 영향을 받는 것을 알 수 있다. 이는 제조업의 성장이 R&D 투자 증가에 의한 질적인 것이 아니라 자본투입의 증가 등 양적인 요소에 의한 것으로 생산성 향상을 위해서는 R&D에 대한 투자의 확대가 이루어져야 한다는 것을 의미하는 것이다. 따라서 R&D 투자의 효과는 공정혁신(Process innovation)과 제품혁신(Product innovation)으로 발현될 수 있으며, 한 산업의 기본적인 생산의 생산성을 증가시키기 위해 투자되는 요소중의 하나이다. 즉, 기술은 단지 기계나 설비등에 체화되는 것 이상으로 근로자와 경영자, 원재료의 물리적 특성 또는 여러 가지 투입요소가 어떻게 결합되는가를 결정하는 과정이나 조직적 행동으로 구체화된다. 그러므로 생산성의 변화는 이같이 광범위하게 설명되는 "기술변화"로 발생하게 된다. 더욱이 생산은 투입과 산출의 관계로 생산환경(Production environment)내에서 발생하게 되며, 생산환경의 변화는 투입 요소와 산출물의 가격, 수량, 질의 변화를 통해 생산성 성과에 영향을 미치게 된다. R&D 투자가 생산성 증가에 미치는 영향을 분석하는 일반적인 방법으로는 흔히 생산함수를 이용한 분석방법을 고려하였다. 이러한 방법으로는 생산함수에 연구자본 스톡을 하나의 생산요소로 도입하여 R&D 투자와 생산성 상승률간의 관계 모형을 분석한 결과 자본집약도와 외생적 기술진보율을 나타내는 회귀계수와 R&D 투자 관련 회귀계수의 유의수준은 비교적 높으며, 생산성 향상에 R&D 투자가 크게 기여하고 있음을 알 수가 있다.

### 참고문헌

[ 1 ] 科學技術處, "科學技術年監", 各年度.  
 [ 2 ] 科學技術處, "과학기술연구개발활동조사보고", 각년도.  
 [ 3 ] 김기형, 정구현, "기술수입과 기술개발에 관한 비교연구", 산업과경영, 제 17권 2호, 1980  
 [ 4 ] 김적교 · 조병택, "연구개발과 시장구조 및 생산성", 한국개발연구원, 보고서, 89-02, 1989, Sep.

- [ 5] 김정년, "경영요인별 지표에 의한 기업활동과 경영력에 관한 조사연구", 1983.
- [ 6] 대우경제연구소, "대우종합통계", 각년도.
- [ 7] 송준기, "R&D자본과 생산성관계에 관한 실증적 분석", 산업조직연구, 제3집, 1994. Dec. pp. 37-56.
- [ 8] 용세중, "연구개발 투자효과 분석에 대한 문헌적 고찰", 아주대 논문집 제13호, 1991. Feb. pp. 161-183.
- [ 9] 장진규 · 정성철 · 김기국, "연구개발투자의 효과분석과 기술정책의 방향", *Industrial Strategy for Global Competitiveness of Korea Industries*, East-West Center, Yonsei Univ., 1994. Otc.
- [10] 한국산업기술진흥협회, "산업기술백서 · 산업기술주요통계요람", 각년도.
- [11] 홍순기 · 홍사균 · 안두현, "연구개발투자의 산업부문간 흐름과 기간접 생산성 증대 효과분석", 과학기술정책연구소, 1991. Otc.
- [12] Alfred H. Schainblatt, "Measuring the Productivity of Scientist and Engineers in R&D : A State of the Practice Review", The Urban Institute, Washington, D.C., 1981.
- [13] Clark, K. B and Zvi Griliches, "Productivity Growth and R&D at the Business Level ; Results from the PIMS Data Base in R&D", *Patents, and Productivity*, Chap. 19, ed. by Zvi Griliches, The University of Chicago Press, Chicago, 1984.
- [14] Cueno, Philippe and Jacques Mairesse, "Productivity and R&D at the Firm Level in French Manufacturing", *Patents, and Productivity*, ed. by Zvi Griliches, The University of Chicago Press, Chicago, 1984.
- [15] Griliches, Zvi, "Productivity, R&D and Basic Research at the Firm Level in the 1970's", *The American Economic Review*, Vol.76, No.1, Mar., 1986.
- [16] Griliches, Zvi, "R&D and Productivity: Measurement Issues and Econometric Results", *Science*, Vol.237, No.4810, pp.31-35, Jul., 1987.
- [17] Griliches, Zvi, and Jacques Mairesse, "Productivity, R&D, and Basic at the Firm Level in the 1970's", *The American Economic Review*, Vol.76, No.1, Mar., 1986.
- [18] Griliches, Zvi, and Jacques Mairesse, "Productivity and R&D at the Firm Level", *Patents, and Productivity*, ed. by Zvi Griliches, Chap. 17, 1984.
- [19] Solow, R. M., Technical Change and the Aggregate Production Function, *Review of Economic and Statistics*, Aug. 1957.
- [20] Mansfield, E., "Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing", *The American Economic Review*, Vol.70, No.5, Dec., 1980.
- [21] Scherer, F. M., "Corporate Inventive Output, Profits, and Growth", *Journal of Political Economy*, Vol.73, No.3, pp.290-297, 1965.