

한국의 경제성장에 있어서 해외도입기술의 영향분석

Analysis of the effect of imported technology on the economic growth of Korea

최은철 (과학기술부 월성주재관실)

Abstract

This paper investigates the effect of imported technology on the economic growth of Korea. To this end, the relationship between input technology and economic growth are suggested in the numerical form and analysed empirically. The rates of return of technology investments, which are divided into the domestic R&D investment and the investment on imported technology, are estimated.

Based on the result of this analysis, the rate of return of the input technology, which includes the domestic R&D investment and the investment on imported technology, are estimated as 31.4%, and this input technology is calculated as to contribute 8.9% on the economic growth rate of Korea. And the domestic R&D investment is turned out to have bigger rate of return than the investment on imported technology during the surveyed period.

However, the rates of return of detailed R&D investments, which can be divided into the investments on commercial R&D and basic science, were not calculated in this paper, because of the lack of data on this in this paper. As well, the time-lag effect, which is naturally believed to exist between the R&D investment and the economic growth, could not be analysed with the same reason. Thus when analysing the relationship between them, this paper tried to minimise the time-lag effect by using the long-term data of twenty-three years.

I. 서론

경제성장에서의 기술의 역할에 대한 계량경제학적 연구에서 기술을 대변하는 지표로 주로 연구개발투자비가 많이 사용되고 있다. 그러나 국가차원에서 볼 때 기술혁신을 일으키는 기술의 범주에는 일반적으로 국내에서 수행된 연구개발에 의해 얻어지는 기술과 함께 해외에서 도입되는 기술도 포함되어야 한다. 따라서 기술이 경제성장에 미치는 영향에 대하여 검토할 때에는 국내에서 개발된 기술뿐만 아니라 해외도입기술도 함께 고려되어야 한다. 이때까지 수행된 많은 연구에서 해외에서 도입된 기술에 대한 고려를 하는 경우는 많지 않았다. 그 이유는 기술의 경제성장에 대한 영향 분석시, 비교적 연구개발에 대한 자료가 충실히 축적되어 있는 미국을 분석대상국가로 선정하였기 때문인데, 미국과 같은 선진국의 경우에는 그 동안 해외도입기술의 양이 적었을 뿐만 아니라, 이들 해외도입기술에 의한 경제적 영향도 크지 않았기 때문이라고 여겨진다.

한국의 경우, 경제성장 초기단계에 자체적인 연구개발투자가 미미하였기 때문에 해외에서 도입된 기술이 그 당시의 경제성장에 중요한 영향을 미쳤을 것으로 판단된다. 따라서 해외도입기술에 의한 영향을 분석해 봄으로써 이들 기술의 경제적 파급효과와 이의 효율적 활용을 위한 정책방향도 제시될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 해외도입기술과 경제성장간의 관계를 파악할 수 있는 계량경제학적 분석틀을 제시하고 우리나라에서 해외도입기술이 국가의 경제성장에의 기여도 등에 대해 분석해 보고자 한다. 제 2 장에서는 일반적인 분석모델을 제시하고 본 논문에서 우리나라의 경우에 적용할 분석모델을 제시하고자 하며 제 3 장에서는 이에 따른 계량경제학적 분석을 시도하고자 한다. 그리고 제 4 장에서는 연구결과에 대한 결론을 내리고자 한다.

II. 분석모델 제시

1. 기본 분석모델 유도

본 연구에서 수행하고자 하는 해외도입기술과 경제성장간의 관계분석을 위해서 거시경제차원에서의 Ordinary Least Square (OLS) 방법이 사용되었으며, 기술에 의해 발생하는 경제성장률을 계량화하기 위하여 전요소생산성(Total Factor Productivity, TFP)의 개념이 사용되었다. 기본적인 수학적 모델은 이러한 분석에 흔히 사용되는 식(1)과 같은 확장형 Cobb-Douglas 함수가 사용되었다. (Cobb and Douglas, 1928 및 Griliches, 1973)

$$Y = A e^{\lambda t} T^{\gamma} K^{\alpha} L^{\beta} \quad (1)$$

여기서 Y 는 경제적 산출, A 는 상수, T 는 투입된 기술량, K 는 투입자본, L 은 투입노동량이며, γ, α, β 는 각각의 투입요소 T, K, L 에 대한 산출탄력계수이다. $e^{\lambda t}$ 항은 T, K, L 과 직접적으로 관련되지 않는 산출을 고려하기 위하여 포함되었다. 본 연구에서는 특정년도의 경제적 산출을 위하여 투입된 기술의 양을 계산하기 어려울 뿐만 아니라, 기술에 대한 감가상각율과 진부화율을 정확히 알 수 없기 때문에 이러한 불확실한 문제들을 피하기 위하여 간접적인 접근법을 채택하였다.(최은철, 2000)

이에 따라 TFP 변화율은 식(1)에서 양변을 $K^{\alpha} L^{\beta}$ 로 나누고, 자연대수를 취하여 이를 시간에 대해 미분하여 얻은 아래의 식(2)에 의하여 계산되었다.

$$\frac{\dot{TFP}}{TFP} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \alpha \frac{\dot{K}}{K} - \beta \frac{\dot{L}}{L} \quad (2)$$

국가차원에서의 투입기술과 TFP 변화율간의 관계는 식(1)에서 식(2)을 얻는

방법과 동일한 방법으로 유도하면 식(3)을 얻을 수 있다.

$$\frac{\dot{TFP}}{TFP} = \lambda + \left(\frac{\partial Y}{\partial T}\right) \frac{\dot{T}}{Y} \equiv \lambda + \rho \frac{t}{Y} \quad (3)$$

여기서 $\rho (= \partial Y / \partial T)$ 는 기술의 생산성으로, 간단히 기술투자에 대한 수익률(rate of return)이라 하며, t 는 당해 연도의 기술투자액이다.

식(3)은 TFP 변화율이 기술강도($=t/Y$)의 함수로 표시된 식이다. 기술강도는 보통 총 산출 중 기술에 지출한 비용의 비로서 표시되는데, 특정산업이나 제품의 기술등급을 표시하는데 사용되는 중요한 지표의 하나이다. 한 국가의 기술강도를 나타내기 위해서는 t 값에 포함시켜야 할 항목에 대해서 검토해 보아야 하는데, 이 t 값에 포함될 수 있는 것은 1) 당해 국가에서 수행된 직접 R&D 투자비, 2) 해외에서 도입한 기술에 대한 비용, 3) 해외에서 구입한 장비에 내재된 기술 등이 있다. 여기서 해외에서 구입한 장비에 내재된 기술이 경제성장에 미치는 영향은 식(1)에서 투입자본 K 에서 이미 고려되고 있다고 보기 때문에, 본 논문에서는 t 값에 해외구입장비에 내재된 기술을 포함시키지 않는다. 따라서 본 논문에서 고려하는 기술강도의 값은 직접 R&D 투자비와 해외에서 도입한 기술에 대한 비용만을 고려해서 구할 수 있다. 따라서 t 값은 다음과 같이 표시된다.

$$t = r + ImT \quad (4)$$

여기서 r 는 국내에서 수행된 R&D 투자비, ImT 는 해외기술도입비를 뜻한다. 따라서 식(4)는 t 가 정부 및 민간에서 투입한 총 국내 R&D 지출액과, 해외기술도입에 소요된 지출액으로 구성되어 있음을 보여준다. 여기서 r 와 ImT 가 각각 다른 stock 과 산출탄력계수를 가지고 있기 때문에 식(4)를 식(1)에, 대입하면 식(5)를 얻을 수 있다.

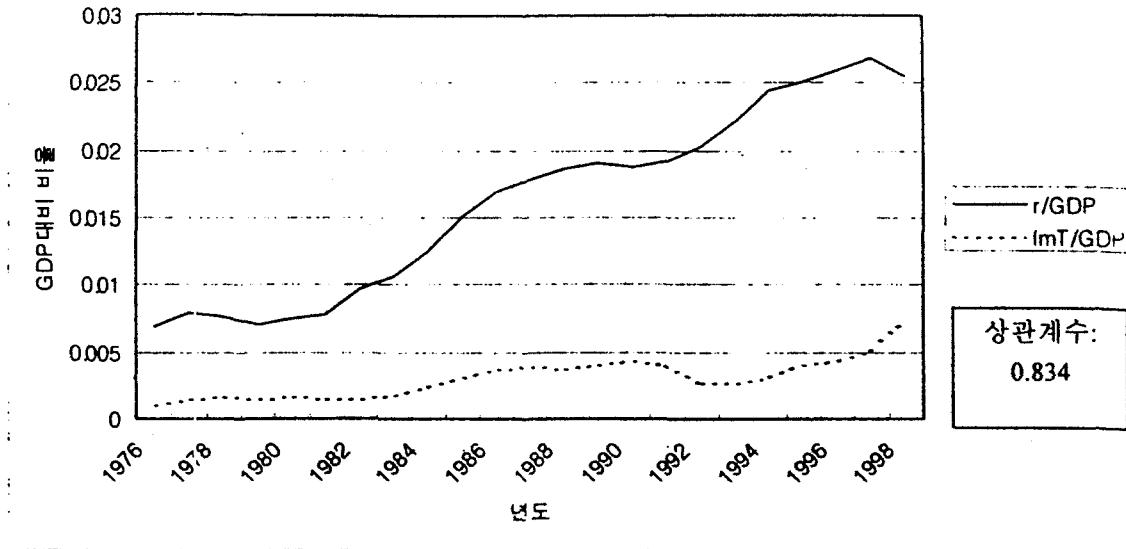
$$\frac{\text{TFP}}{\text{TFP}} = \lambda + \rho_r \frac{r}{Y} + \rho_{\text{ImT}} \frac{\text{ImT}}{Y} \quad (5)$$

여기서 ρ_r 는 r 에 대한 수익률(rate of return)이며, ρ_{ImT} 는 ImT 에 대한 수익률이다. 이 식은 TFP 변화율로부터 국내 R&D 투자비와 해외기술도입에 소요된 투자비에 대한 수익률을 구할 수 있는 기본식이다.

2. 수익률 계산시 고려사항

식(5)을 사용하여 수익률을 계산할 때 고려해야 할 사항이 두 가지가 있다. 그 첫 번째는 식(5)의 양변이 서로 다른 단위 (dimension)을 가지고 있으며, 두 번째로는 비슷한 성격의 설명변수가 2 개 있다는 점이다. 식(5)에서 알 수 있는 바와 같이 종속변수의 단위는 TFP 변화율이고, 설명변수 들의 단위는 산출에 대한 기술투자비율이다. 보통 OLS 방법을 사용하여 계산할 때 적절한 결과를 얻기 위해서는 종속변수와 설명변수 들의 단위가 같고, 설명변수가 2 개 이하이어야 하며, 또한 두 설명변수 간의 상관계수(collinearity)가 크지 않아야 한다. 그러나 종속변수와 설명변수 간의 단위가 다르더라도 두 변수간의 관계를 해석하기 위해서 흔히 OLS 방법이 사용된다. 아직까지 OLS 방법 이외에는 적당한 다른 수학적 방법이 없기 때문이다. 다만 이때 결정계수(R^2)의 값은 기대치 보다 낮아진다는 점을 염두에 두어야 한다. 그러나 두 설명변수 간의 상관계수가 클 경우에는 식(5)의 적용여부에 대하여 심각하게 고려하여야 한다. 따라서 여기서는 먼저 두 설명변수 r/Y 와 ImT/Y 간의 상관관계에 대해 고려해 보고 식(5)의 적용여부에 대해 검토해 보기로 한다. 이들 설명변수 즉 국내 R&D 투자비와 해외기술도입비의 연도별 변화를 그래프로 나타내고 이들 간의 상관계수 계산결과를 나타내면 그림 1 과 같다.

그림1. 연도별 국내 R&D투자비(r) 및 해외기술도입비(imT) 비교



이들 두 값의 상관계수는 0.834 로 상당히 큰 값을 가지고 있는데 상관계수가 크다는 것은 국내 R&D 투자비와 해외기술도입비가 비슷한 용도로 사용되었다는 의미이며, 이 경우 국내 R&D 투자비와 해외기술도입비의 수익률은 서로 다른 고유의 값을 가지고 있겠지만, 두 투자비에 대한 각각의 수익률을 정확하게 분리하여 계산한다는 것은 어렵게 된다. 물론 두 변수의 상관계수가 큰 경우에도 이들 변수들 사이에 미치는 직접 및 간접 영향을 추산해 내어 각각의 수익률을 계산해 내는 방법은 있다. (Gujarati, 1995) 그러나 이 또한 수학적 방법의 하나일 뿐이지, 양 변수의 정확한 수익률인지는 확인할 방법이 없다.

따라서 본 연구에서는 두 변수의 상관계수가 크기 때문에 식(3)을 이용하여 국내에서 수행된 연구개발과 해외에서 도입된 기술에 의한 공통의 수익률을 계산해 냄으로써 이들 변수에 대한 수익률을 추산해 내고, 각각의 투입요소에 대한 수익률을 계산해 내어 이를 비교해 봄으로써 각 변수의 수익률을 상대 비교해 보고자 한다.

Ⅲ. 계량경제학적 분석

본 논문에서 사용된 TFP 변화율은 앞장에서 제시된 식(2)을 사용하여 계산되었으며, 이에 바탕하여 TFP 변화율이 경제성장에서 차지하는 비율이 계산되었다. 또한 식(3)을 이용하여 국내 R&D 투자와 해외도입기술투자에 대한 수익률이 계산되었고, 각각의 투자에 대한 수익률의 상대비교를 위하여 R&D 투자에 의한 수익률과 해외도입 기술에 의한 수익률이 별도로 계산되었다. 본고에서 사용된 국내 R&D 투자비와 해외기술도입비 및 경제관련 데이터는 한국주요경제지표(통계청, 2000)와 산업기술주요통계요람(한국산업기술진흥협회, 2000)에 나타나 있는 1976년부터 1998년간(23년간)의 데이터가 사용되었으며, 계량경제적 분석에는 마이크로소프트사의 엑셀 소프트웨어가 사용되었다.

1. 주요계산결과 및 분석

식(2)에 1976년부터 1998년간의 데이터를 대입하여 TFP 변화율을 계산하고, 이의 계산에 사용된 각 항목별 수치의 평균값과 주요항목의 경제성장률에 대한 비율을 표시하면 표 1 과 같이 된다.

표 1. 식(2)의 값들에 대한 분석대상 기간중의 평균값

항 목	\dot{Y}/Y	\dot{TFP}/TFP	α	\dot{K}/K	β	\dot{L}/L	잔 차
평균값	0.071	0.026	0.322	0.093	0.549	0.024	0.002
비율 (%)	100	37	$\alpha \cdot \dot{K}/K$		$\beta \cdot \dot{L}/L$		2
			42		19		

표 1 에서 알 수 있는 바와 같이 우리나라는 분석 대상기간중 경제가 매년 평균 7.1% 성장하였다. 이 성장률 7.1%에의 기여도를 보면, 투입자본의 증대가 42%, 투입노동의 증대가 19%의 기여를 하였으며, TFP 성장률은 2.6%로 계산되었는데 이는 분석대상기간 중 7.1%의 경제성장률을 얻는데 37%의 기여를 한 것이다. 그러나 여기서 계산된 TFP 성장률의 값은 식(2)에서 알 수 있는 바와 같이 분석대상기간 중 투입된 기술에 의해서만 이루어진 것이 아니다. 본 논문에서 제시된 TFP 성장률은 자본과 노동이라는 2 개의 요소 외의 모든 다른 요소들에 의해 이루어진 것이다. 즉 이에는 기술의 영향과 함께 구조조정, 지하경제, 계산에 포함되지 않은 자영업자 등에 의한 영향 등이 모두 포함되어 있다. 따라서 TFP 성장률만 보고 분석대상 기간 중 기술이 우리나라의 경제성장에 37%의 역할을 담당했다고는 할 수 없다. 경제성장에의 진정한 기술의 기여도는 식(3)을 사용하여 계산한 기술투자액에 대한 수익률 계산 결과를 보면 할 수 있는데 이는 표 2 에 표시되어 있다.

표 2. 항목별 기술투자액(t)에 대한 회귀분석결과

항 목	t=r+ImT 경우	t=r 경우	t=ImT 경우
다중상관계수	0.099	0.113	0.021
λ (상수)	0.021 (1.43)	0.02 (1.37)	0.026 (1.97)
ρ (수익률)	0.314 (0.46)	0.426 (0.52)	0.369 (0.10)

주) () 내는 t-value 값

표 2 는 기술투자액(t)의 값을 $r + ImT$ 로 했을 경우와 t 값을 r 및 ImT 로 분리했을 경우에 대한 각각의 회귀분석결과를 표시하고 있다. 이미 앞장에서 언급했듯이 국내 R&D 투자비와 해외기술도입비 간의 상관계수가 매우 높게 나왔기 때문에 국내 R&D 투자비 및 해외기술도입비에 대한 수익률을 각각 분

리해서 구하기는 매우 어렵다. 첫 번째에 표시된 회귀분석 결과는 t 의 값이 국내 R&D 투자비와 해외기술도입비를 합한 값일 때의 수익률 계산결과를 보여주고 있다. 이 계산 결과에 따르면, 분석대상기간중 한국의 기술투자액에 대한 수익률은 31.4%로 계산되었다. 그리고 국내 R&D 투자비와 해외기술도입비 전체에 의한 경제성장률은 표 2에서 계산해 낸 수익률과 분석대상 기간중의 기술투자강도를 곱한 값($\rho \times t/Y$)인 0.61%로 계산되는데, 이의 경제성장률에 대한 비율을 계산해 보면 $0.0061/0.071=0.086$ 으로 되어, 분석대상기간중 경제성장률 달성에 약 8.6% 기여한 것으로 계산된다. 여기서 알 수 있듯이 한국의 TFP 성장률은 그것이 경제성장률에서 차지하는 비율이 37%로 계산되어 상당히 높은 것으로 나타났으나, 기술적 요인의 기여도는 8.6%로 계산되어 경제성장에서 기술외적 요인에 의한 성장이 상당히 많이 차지했다고 할 수 있다.

표 2의 두 번째 및 세 번째 난에 표시된 것은 t 의 값이 국내 R&D 투자비인 경우와 t 의 값이 해외기술도입비인 경우의 수익률 계산결과이다. 여기서 보여주고 있는 수익률의 값들은 t 의 값을 국내 R&D 투자비와 해외기술도입비로 분리했고, 또한 이들 두 값의 상관계수가 매우 높기 때문에 다소 과대 평가된 값을 보여주고 있다. 따라서 여기서 계산된 수익률의 값은 이들 항목에 대한 진정한 수익률이라고는 할 수 없고 단지 이들 두 항목의 수익률을 단순 비교하는 데만 사용할 수 있는 값이라고 할 수 있다. 이 계산결과에 의하면 한국의 경우 분석대상기간중 국내 R&D 투자에 의한 수익률이 해외도입기술에 의한 수익률보다 다소 높게 나왔다. 그러나 조사대상 기간중 국내 R&D 투자에 의한 수익률이 42.6%, 해외도입기술에 의한 수익률이 36.9%로 계산되어 동 기간중 이룩한 경제성장에서 해외에서 도입한 기술의 역할도 국내의 연구개발에 의한 기술에 뒤지지 않는 역할을 한 것으로 판단된다.

IV. 결론

본 논문의 목적은 우리나라의 경제성장에 있어서 해외도입기술의 영향을 조

사하는 것이다. 이러한 목적을 위해 1) 투입기술과 경제성장 간의 관계가 수식적으로 제시되었으며, 2) 투입기술의 종류에 대해 알아보고, 경제성장과 해외도입기술 간의 관계가 제시되었다. 3) 그리고 제시된 관련식에 대한 우리나라에의 적용가능성이 검토되었고 이에 대한 분석 방안이 제시되었다. 4) 이를 바탕으로 조사대상기간 중 기술투자액이 경제성장에 미친 기여도가 계산되었으며, 국내 R&D 투자비와 해외도입기술에 대한 각각의 수익률이 계산되었다.

이러한 분석을 통하여, 조사대상기간 중 투입기술(국내연구개발+해외도입기술)에 대한 수익률은 31.4%로 계산되었으며, 이들 투입기술이 경제성장률 달성에 8.9% 기여한 것으로 추산되었다. 이는 TFP 성장률이 조사대상기간중의 경제성장을 달성할 위한 기여도가 37%로 계산된 점을 감안하면 28.1%(37% - 8.9%)가 기술 외적인 요인에 의해 달성되었다는 것을 수치적으로 보여 주고 있다. 기술 외적인 요인에는 교육이나 구조조정 등 긍정적인 측면에 의한 요인도 있을 수 있으나, 지하경제나 통계적으로 잡히지 않는 요소에 대한 요인도 있기 때문에 기술외적 요인을 모두 긍정적으로 볼 수만은 없다. 따라서 향후 기술정책수립시 투입되는 국내 R&D 투자액이나 해외도입기술비가 경제성장에 미치는 영향이 극대화될 수 있도록 유도해 나가야 할 것이다.

그리고 국내 R&D 투자비와 해외기술도입비에 대한 각각의 수익률 계산에서 국내 R&D 투자비의 수익률이 해외기술도입비의 수익률보다 크게 나타났다. 해외도입기술의 경우 국내에 도입되는 즉시 생산에 적용될 수 있기 때문에 이에 의한 영향이 국내 R&D에 의한 영향보다 클 수 있으나 해외도입기술의 경우 국내 생산인력의 교육이 제대로 되지 않았거나 해외도입기술을 완전히 활용할 수 있는 기술을 습득하지 못했을 경우에는 이의 생산성이 국내 R&D에 의한 생산성보다 낮아 질 수 있다. 따라서 해외도입기술의 생산성을 극대화하기 위해서는 도입된 기술을 완전히 이해하고 생산현장에서 적극적으로 적용할 수 있도록 생산인력에 대한 교육과 고급 기술인력의 확보에 노력하여야 할 것으로 판단된다. 그리고 국내 R&D의 경우 know-how 뿐만 아니라 know-why까지 습득할 수 있을 뿐만 아니라 고급 기술인력에 대한 교육기능까지 가지고

있어 해외도입기술에 비하여 수익률도 높게 나온 것으로 판단된다.

그러나 본 논문에서는 데이터의 부족으로 국내수행 R&D 를 응용기술과 기초과학 등으로 세분화 하기 못하고 이를 모두 합친 값으로 사용함으로써 기술종류별 수익률과 이들의 경제성장애의 기여도를 계산하지 못하였다. 또한 국내 R&D 와 해외도입기술이 경제성장 사이에 당연히 존재하는 것으로 믿어지는 시간지연효과를 표시할 수 있는 자료의 부족으로 이를 수학적형식으로 표시하지 못하였다. 하지만 이들 사이의 관계분석 시 23 년간이라는 다소 장기간의 자료를 사용함으로써 시간지연효과에 의한 영향을 최소화하도록 노력하였다.

참 고 문 헌

1. 산업기술주요통계요람, 한국산업기술진흥협회, 2000
2. 최은철, "한국의 연구개발투자와 경제성장간의 관계분석", 「2000년 추계학술대회 자료집」, 한국기술혁신학회, 2000.11, pp. 346-356.
3. 최은철, "Analysis of the effect of R&D investments on economic growth", 「기술혁신연구」, 한국기술경영경제학회, 제7권 제2호, 1999.12, pp. 1-20.
4. 한국주요경제지표, 통계청, 2000.3.
5. Cobb, C.W., and Douglas, P.H., "A Theory of Production", *The American Economic Review*, Vol. 18, No. 1, supplement, 1928, pp. 139-165.
6. Duesenberry, J., "Innovation and Growth", *The American Economic Review*, Vol. 46, No. 2, 1956, pp. 135-141.
7. Griliches, Z., "Research expenditures and growth accounting", in Williams, ed., *Science and Technology in Economic Growth*, MacMillan, 1973, pp. 59-81.
8. Gujarati, D., *Basic Econometrics*, 3rd Ed., McGraw Hill, 1995.
9. Levy, D.M., and Terleckyj, N.E., "Effects of Government R&D on Private R&D investment and Productivity; a macroeconomic analysis", *The Bell Journal of Economics*, 1983, pp. 551-561.
10. Lichtenberg, F. R., "The effect of government funding on private industrial research and development; a re-assessment", *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 36, 1987, pp. 97-104.
11. Mansfield, E., "Economic returns from investment in research and training", University of Pennsylvania, 1994.
12. OECD, "The impact of R&D and technology diffusion on productivity growth: Evidence for 10 OECD countries in the 1970s and 1980s", STI Working Papers 1996/2, OECD, 1996