e-Kiet
제218호 (2004-39) 2004. 8. 17
산업경제정보

총요소생산성의 요인 분석과 시사점

< 요 약 >

○ 21세기의 치열한 국제경쟁 속에서 경쟁우위를 확보하여 선진경제로 진입하기 위해서는 무엇보다 혁신주도형 성장전략의 추진이 중요함. 여기에서 가장 중요한 개념은 바로 혁신의 개념을 포함하고 있는 총요소생산성임.

○ 총요소생산성의 결정요인을 분석해 본 결과, 과거 우리 경제의 성장과정에서 '규모의 경제'및 '마크업'의 실현보다는 연구개발스톡 비중의 증가율이 매우 중요한 역할을 수행해 왔음.
- 연구개발스톡 비중 증가율이 1% 포인트 증가하면 총요소생산성 증가율은 0.19% 포인트 증가하는 것으로 나타났고, 연구개발스톡 비중의 기여도(율)는 1970년 이후 0.57%(33.1%)를 나타내고 있음.

○ 1970년 이후 연구개발스톡 증가율은 연평균 13.8%의 높은 수준을 보였으나, 1980년대 18.9%에서 1991~2002년 10.7%로 둔화되고 있으며, 연구개발투자 증가율 역시 1980년대의 27.6%에서 1990년대 이후에는 13.7%로 둔화되고 있음.

○ 연구개발투자스톡의 증가 둔화는, 우리나라가 선진국에 비하여 GDP 대비 연구개발투자의 비중은 높으나, 연구개발투자의 절대규모는 매우 작다는 사실을 감안할 때, 성장잠재력 확충의 차원에서 우려할 만한 현상임.
- 연구개발스톡의 확충을 위하여 총연구개발투자 중 정부의 부담비율을 선진국 수준으로 단계적으로 확대하는 한편, 효율성 제고를 위하여 국가연구개발사업의 사전적 · 사후적 경제성 평가의 강화가 요망됨.

KIET 産業硏究院
www.kiet.re.kr

1. 총요소생산성의 결정요인

○ 21세기의 치열한 국제경쟁 속에서 경쟁우위를 확보하기 위해서는 혁신주도형 경제로의 전환이 필수적이며, 여기에서 가장 중요한 개념이 바로 혁신의 개념을 포함하고 있는 총요소생산성(total factor productivity)임.

○ 일반적으로 총요소생산성은 시장의 완전경쟁(perfect competition)과‘ 규모에 대한 수익불변(constant returns to scale) ’을 가정한 생산함수에서 노동과 자본에 의해 설명되지 않는 부가가치(또는 산출)로 측정됨.

○ 상기의 가정하에서 측정된 총요소생산성에서 가장 중요한 결정요인으로 작용하는 것은 바로 기술혁신임.

- Griliches(1979)[1]에 따르면, 기술혁신의 주요 변수로서 연구개발투자의 누적개념인 연구개발스톡을 고려하고 있음.

○ 둘째, 총요소생산성은 통계자료상의 한계로 인하여 노동강도(labor effort)와 자본활용도(capital utilization) 등 경기적 요인을 포함하고 있음.

- 총요소생산성을 측정하기 위해서는 노동과 자본이 각각 노동의 강도와 자본의 활용도를 포함해야 하나, 현실적으로 데이터의 부재로 인하여 이러한 요인들을 고려하지 못함.

○ 셋째, 노동변수로서 양적 노동(즉, 총취업자의 총근로시간)만을 고려할 경우, 총요소생산성은 노동의 질을 나타내는 인적자본 부분을 포함함.

○ 넷째, 총요소생산성은‘ 규모의 경제(비경제) ’부분을 포함할 수 있음.

1) Griliches, Zvi(1979), “Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth,”The Bell Journal of Economics, Vol. 10, pp. 92~116.

- 실제로‘ 규모의 경제(비경제) ’가 발생함에도 불구하고,‘ 규모에 대한 수익불변 ’을 가정하여 총요소생산성을 측정할 경우, 총요소생산성은‘ 규모의 경제(비경제) ’부분을 포함함.

○ 다섯째, 총요소생산성은‘ 마크업(mark-up) ’부분을 포함할 수 있음.

- 실제로 불완전경쟁으로 인해 독점적 이윤이 발생함에도 불구하고, 완전경쟁을 가정하여 총요소생산성을 측정할 경우, 총요소생산성은 시장가격과 한계생산비용간의 비율로서 측정되는‘ 마크업 ’부분을 포함함.

○ 여섯째, 기술의 산업내 · 산업간 확산(intra & inter-industry spillover)도 총요소생산성의 주요 결정요인임. 이는 산업내 · 산업간 기술연계 정도와 자본재 및 중간재 투입 정도 등에 따라 좌우됨.

○ 일곱째, 기술의 국가간 확산(international spillover)도 총요소생산성의 주요 결정요인이며, 이는 기술습득을 위한 해외직접투자, 외국인직접투자, 국가간 무역거래 정도 등에 의해 좌우됨.

○ 여덟째, 사회간접자본의 확충 정도도 총요소생산성을 결정하는 주요 요인이며, 이는 사회간접자본으로 인한 외부효과(externalities)의 창출이 경제각 부문의 총요소생산성을 증가시키는 요인으로 작용하기 때문임.

○ 끝으로, 경쟁시스템의 도입과 시장진입 · 퇴출의 자유가 총요소생산성의 증대를 유도할 수 있음.

- 자유시장경쟁 체제하에서는 경쟁력을 상실한 기업은 도태되고, 경쟁력 있는 기업만 생존함으로써 고생산성 산업구조로의 전환이 가능하고, 이는 곧 경제 전체의 총요소생산성을 증대시키는 요인으로 작용함.

2. 총요소생산성 증가율의 요인별 분해

鋤 추정식의 도출과 추정결과

○ 본 연구에서는 총요소생산성 증가율을 Kee(2002)[2]의 방식에 따라 ‘규모의 경제 와 ‘마크업’ 부분으로, 그리고 Griliches(1979)에 기초하여 순자본스톡 대비 연구개발스톡 비중[3] 의 증가율 부분으로 각각 구분하였음(이에 기초한 추정식의 도출 및 연구개발스톡의 측정방법은 부록 참조).

- 순자본스톡 대비 연구개발스톡의 비중은 총요소생산성의 결정요인들 중 기술혁신 부분을 나타내고 있으며, 경기변동요인은 추정식에 경기더미변수를 포함함으로써 고려함.

○ 이러한 총요소생산성 증가율의 요인분해에 기초한 추정식을 1970~2002년까지의 연도별 자료를 사용하여 추정한 결과(부록 참조)에 따르면,

- 첫째, 예상과는 달리 우리 경제는 1970년 이후 전체 기간을 대상으로 할 경우‘ 규모의 경제 와‘ 마크업 ’이 존재하였다고 보기는 어려움.

- 둘째, 1970년 이후의 총요소생산성 증가율에 유의적인 영향을 미친 것은 연구개발스톡 비중의 증가율이라고 할 수 있음.

○ 통계적 유의성을 상실한‘ 규모의 경제 와‘ 마크업 ’부분을 제외하여 다시 추정해본 결과, 연구개발스톡 비중 증가율의 1% 포인트 증가는 총요소생

2) Kee, Hiau Looi(2002), “Markups, Returns to Scale, and Productivity: A Case Study of Singapore's Manufacturing Sector,” Policy Research Working Paper 2857, The World Bank, June.

3) Griliches는 (연구개발스톡/순자본스톡) 비중대신에 연구개발스톡을 고려하고있으나, 우리나라의 경우 연구개발스톡의특이한시계열적 특성(즉 증가율자체도 불안정적인(nonstationary) 시계열을 보이고있는 점)을반영하여 본연구에서는 (연구개발스톡/순자본스톡) 비중을사용함.

산성 증가율을 0.19% 포인트 증대시키는 것으로 나타났음.

- 한편, 경기변동요인과 함께 연구개발스톡 비중 증가율은 총요소생산성 증가율을 46%(결정계수인 R^2에 기초)나 설명하는 것으로 나타남.
- 반면에, 나머지 54%는 설명되지 못하고 있다는 점을 감안할 때, 경기변동요인과 연구개발스톡 비중 외에 총요소생산성 증가율을 결정하는 많은 요인들이 있다는 것을 알 수 있음.

钡 요인별 기여도

○ 상기의 두 번째 추정식에 기초하여 총요소생산성 증가율의 요인별 기여도를 살펴보면,

- 1970년 이후 2002년까지의 연평균 총요소생산성 증가율이 1.72%를 나타내고 있는 가운데, 이 중에서 연구개발스톡 비중 증가율의 기여도(율)는 0.57% (33.1%)를, 기타 요인의 기여도(율)는 1.15%(66.9%)를 차지함.

<표 1> 총요소생산성 증가율의 요인별 기여도

단위 : 연평균기준, %

		1971~2002	1971~1980	1981~1990	1991~2002
총요소생산성 증가율(A)		1.72	0.22	3.29	1.64
연구개발스톡 비중 증가율		2.96	-0.32	7.83	1.38
연구개발스톡 비중의 기여도(B)		0.57	-0.06	1.52	0.27
인적자본 기여도(C)		-	-	0.46	0.29
기타 기여도	A-B	1.15	0.28	1.77	1.37
	A-B-C	-	-	1.31	1.08

주 : 인적자본은산업연구원의 “우리나라노동및인적자본의추이와시사점 ”, e-Kiet 산업경제정보제210호, 2004. 7. 13 참조.

○ 총요소생산성 증가율의 요인별 기여도(율)를 기간별로 살펴보면,

- 연구개발스톡 비중 증가율의 기여도(율)는 1970년대 -0.06%(-27.3%)에서 1980년대에는 1.52%(46.2%)로 급상승하였으나, 1991~2002년에는 0.27% (16.4%)로 급격히 둔화되고 있음.

- 이러한 연구개발스톡 비중 증가율의 기여도(율)의 기간별 변화는 연구개발스톡 비중 증가율의 기간별 변화와 그 맥을 같이 하고 있음(1970년대 -0.32% → 1980년대 7.83%→ 1991~2002년 1.38%).

○ 한편, 총요소생산성 증가율에서 인적자본 기여도(율)를 포함할 경우, 연구개발스톡 비중과 인적자본의 기여도(율) 합계는 1980년대 1.98%(60.2%)에서 1991~2002년에는 0.56%(34.1%)로 급격히 둔화되고 있음.

3. 연구개발투자의 추이 분석

○ 앞에서의 실증분석 결과에 기초할 때, 총요소생산성 증가율에 있어 연구개발스톡 비중 증가율이 매우 중요한 역할을 하고 있음.

- 연구개발스톡 비중은 1970년대 1.8% 수준에서 1980년대 3.1%로 급상승하였고, 1991~2002년의 기간에는 4.3%로 증가하였으나, 비중의 증가율은 이전에 비해 크게 둔화되었음.

- 이처럼 연구개발스톡 비중의 증가율이 둔화된 것은 연구개발스톡의 증가율이 1980년대 연평균 18.9%에서 1991~2002년의 기간 동안 10.7%로 둔화된 데 기인함.

○ 연구개발스톡은 과거 연구개발투자의 누적에 의해 계산되므로 1990년대 이후 연구개발스톡 증가율의 둔화는 그 원인을 1980년대 이후 연구개발투

자 증가율의 둔화에서 찾을 수 있음.

- 1970년대 30.0%의 높은 연구개발투자 증가율은 1980년대 18.9%의 높은 연구개발스톡 증가율에 크게 기여하였고, 1980년대부터 둔화되기 시작한 연구개발투자 증가율은 1991~2002년의 연구개발스톡 증가율 둔화에 기여한 것으로 판단됨.

- 특히, 1990년대 들어서도 연구개발투자의 증가율이 1980년대에 비해 둔화되고 있는데, 이는 미래의 연구개발스톡 증가율 둔화로 연결될 수 있는 소지가 많다는 점에 유념할 필요가 있음.

○ 연구개발투자 대비 GDP 비중의 측면에서는 지속적인 상승추세를 보여 1970년대 0.5% 수준에서 1991~2002년에는 2.5%로 상승하였고, 더욱이 2002년에는 2.9%로 확대되어 미국(2.8%)·일본(3.1%) 등의 선진국과 유사한 수준을 보이고 있음.

- 그러나, 연구개발투자 규모의 측면에서는 우리나라는 미국의 1/20, 일본

<표 2> 연구개발투자 관련 지표의 추이

단위 : 연평균기준, %

	1971~2002	1971~1980	1981~1990	1991~2002
연구개발투자 증가율	23.1	30.0	27.6	13.7
연구개발투자/GDP 비중	1.5	0.5	1.5	2.5
연구개발스톡 증가율	13.8	12.3	18.9	10.7
연구개발스톡/순자본스톡 비중	3.2	1.8	3.1	4.3
정부 연구개발투자 증가율	20.1	26.5	18.2	16.2
민간 연구개발투자 증가율	26.0	35.2	32.3	13.0
정부 연구개발투자 비중	35.2	56.4	29.7	22.0

의 1/9 수준에 불과하고, 연구개발스톡의 견지에서는 그 격차는 더욱 확대될 것으로 추정됨.

○ 이러한 상황에서 연구개발투자 및 연구개발스톡 증가율이 또한 둔화되고 있다는 사실은 우려할 만한 사항으로 인식될 필요가 있음.

○ 한편, 1970~2002년의 연도별 자료를 사용하여 정부의 연구개발투자 증가율과 민간의 연구개발투자 증가율간의 관계를 살펴본 결과(부록 참조), 정부 연구개발투자 증가율의 1% 포인트 증가는 민간부문 연구개발투자 증가율을 0.45% 포인트 증가시키는 것으로 나타났음.

- 이는 정부의 연구개발투자가 민간의 연구개발투자를 구축(crowding-out)시키기보다는 오히려 촉진(promotion)시켜 왔음을 의미함.
- 그러나, 그 효과의 통계적 유의성이 매우 높지 않다는 점은 기간에 따라서는 그 효과의 유용성이 다소 가변적일 수 있음을 의미하기도 함.

○ 이러한 분석결과에 기초할 때 민간의 연구개발투자, 더 나아가 우리나라 전체의 연구개발투자에 있어 정부의 역할이 매우 중요함.

- 그런데, 총연구개발투자에 있어 정부부담의 비중은 1970년대 56.4%, 1980년대 29.7%, 1991~2002년 22.0%로 오히려 둔화되고 있음.
- 또한, 2002년 현재 정부의 부담비중은 26%를 보이고 있는데, 이는 일본과 유사한 수준(27%)이나, 미국(34%)·독일(32%)·프랑스(40%)·영국(36%) 등의 선진국에 비해서는 매우 낮은 수준임.

4. 정책시사점

○ 21세기 글로벌 경제에서 경쟁우위를 확보하고 선진경제로 진입하기 위해서는 혁신주도형 성장전략의 추진은 불가피함. 혁신주도경제로의 원활한 이행을 위해서는,

○ 첫째, 연구개발투자의 양적인 확대가 무엇보다 중요함.

- 특히, 민간부문의 연구개발투자를 촉진하기 위한 정부의 역할이 매우 중요시되는 가운데, 총연구개발투자에 있어 정부의 부담비중을 선진국 수준으로 단계별로 확대할 필요가 있음.

○ 둘째, 연구개발투자의 효율성을 제고하는 것이 필요함.

- 특히, 국가연구개발사업의 효율성을 제고하는 노력이 무엇보다 중요함. 이를 위해서는 사전적 평가도 중요하지만 사후적 평가체제의 도입이 시급함. 더욱이, 과제 및 사업평가시 객관적인 경제성 평가체제를 도입할 필요가 있음.

- 또한, 현재 일정금액 이상이 소요되는 대규모 국책사업의 경우, 예비적 타당성을 받도록 되어 있는데, 대규모 국가연구개발사업의 경우에도 이러한 제도의 도입을 검토할 필요가 있음.

○ 끝으로, 혁신시스템의 구축과 과학 및 산업기술인력 등 인적자본의 확충이 필요함.

- 지역별・산업별 특성에 맞는 지역혁신시스템의 구축과 국가혁신시스템 간의 긴밀한 연계가 중요하고, 산・학・연 연계를 통한 기술개발 촉진 및 인력양성에 초점을 맞출 필요가 있음.

<부 록>

○ 연구개발스톡 측정방식:

- $R_t=(1-\delta)*R_{t-1}+RD_t$, 여기에서 R은 불변기준 연구개발스톡, δ는 연구개발스톡의 감가상각률(상각기간을 7년으로 상정, 0.1429 가정), RD는 불변기준 연구개발투자(=경상기준 연구개발투자/GDP디플레이터)
- 상기의 식을 적용하기 위한 초기(1970년) 연구개발스톡: $R_0=RD_0*[(1+g)/(g+\delta)]$, g는 연구개발투자의 평균 증가율임.

○ 추정식의 유도:

- 생산함수: $Y_t=A_t*(u1_t*K_{t-1})^{\alpha}*(u2_t*L_t)^{\beta}*(R_{t-1}/K_{t-1})^{\gamma}$, $\alpha+\beta=s$, Y는 실질 국내총생산, u1은 자본의 활용도, K는 순자본스톡, u2는 노동의 강도, L은 노동, R은 연구개발스톡, A는 기타요인, α와 β는 자본과 노동의 부가가치 탄력성

- $\triangle \ln TFP_t \equiv \triangle \ln(Y_t/K_{t-1}) - \theta*\triangle \ln(L_t/K_{t-1})$

$= c_0+(\mu-1)*\theta*\triangle \ln(L_t/K_{t-1})+(s-1)*\triangle \ln K_{t-1}+\gamma*\triangle \ln(R_{t-1}/K_{t-1})+$

$\alpha*\triangle \ln(u1_t)+\beta*\triangle \ln(u2_t)+e1_t$

$= c_1*D1_t+c_2*D2_t+(\mu-1)*\theta*\triangle \ln(L_t/K_{t-1})+(s-1)*\triangle \ln K_{t-1}+$

$\gamma*\triangle \ln(R_{t-1}/K_{t-1})+e1_t$,

- 여기에서 $\beta=\mu*\theta$(μ는 마크업, θ는 노동소득분배율),

- 노동과 자본의 활용도에 따른 경기변동요인[$\alpha*\triangle\ln(u1_t)+\beta*\triangle\ln(u2_t)$]은 경기의 호·불황을 나타내는 더미변수($c_1*D1_t+ c_2*D2_t$)로 처리, 이는 노동과 자본의 활용에 따른 변수의 제약성뿐만 아니라 대용변수의 사용시 심각한 다중공선성(multi-collinearity) 문제를 회피하기 위함임.

○ 추정결과:

(추정모형) $\triangle\ln TFP_t = c_1*D1_t+c_2*D2_t+(\mu-1)*\theta*\triangle\ln(L_t/K_{t-1})+(s-1)*\triangle\ln K_{t-1}+\gamma*\triangle\ln(R_{t-1}/K_{t-1})+e_t$

c_1	c_2	$\mu-1$	$s-1$	γ	R^2	DW
0.0616** (3.41)	0.0314** (2.27)	0.0839 (0.22)	-0.2830 (-0.88)	0.1531** (2.84)	0.5565	2.61
0.0258** (4.14)	-0.0072 (-1.03)	0.0000	0.0000	0.1941** (2.78)	0.4559	2.34

주 : 1) $\triangle\ln X_t$는 X_t변수의 로그차분(log-differenced) 형태로서 전기대비 증가율 개념임. TFP_t는 현재의 총요소생산성, L_t는 현재의 노동(취업자수*근로시간), K_{t-1}는 전기의 순자본스톡, R_{t-1}은 전기의 연구개발스톡, e_t는오차항, D1(D2)은실질 국내총생산증가율이평균 증가율을상회(하회)하는 기간의더미변수임.

2) μ는 불완전경쟁으로 인한 '마크업'의 정도를 나타내는 계수로서, $\mu>1$인 경우 '마크업'의 존재를 의미함. s는 '규모의 경제'를 나타내는 계수로서, s>1인 경우 '규모의 경제', s<1인 경우 '규모의 비경제'를나타냄. θ은노동소득분배율(Tornqvist방식)을 의미함.

3) R^2는 추정모형의 설명력을 나타내는 결정계수, DW는 오차항의 자기상관(auto-correlation) 여부를나타내는 Durbin-Watson통계치임.

4) 추정을 위해 1970~2002년까지의 연간자료를 사용하였으며, 추정방법은 OLS(ordinary least squares)방식을 사용하면서 오차항의 이분산성(heteroskedasticity)을 해소하기 위해 Newey-West 방식을사용함.

5) **는 5% 수준에서통계적유의성을가짐을 의미함. ( ) 안은 t값을 나타냄.

○ 정부 연구개발투자와 민간 연구개발투자간의 관계

(추정모형) $\triangle \ln PRD_t = a_0 + a_1 * \triangle \ln GRD_t + e_t$

a_0	a_1	R^2	DW
0.1690** (2.44)	0.4526* (1.89)	0.0924	1.86

주 : 1) PRD는민간의연구개발투자, GRD는정부의연구개발투자임.
2) 추정을 위해 1970~2002년까지의 연간자료를 사용하였으며, 추정방법은 OLS방식을 사용하면서 오차항의이분산성을해소하기위해 Newey-West방식을사용함.
3) **(*)는 5%(10%)수준에서통계적유의성을가짐을 의미함. ( )안은 t값을 나타냄.

배 미 경
(부연구위원 · 산업경쟁력실)
mkpai@kiet.re.kr
(02-3299-3083)

김 원 규
(선임연구위원 · 산업경쟁력실)
wkkim@kiet.re.kr
(02-3299-3186)

※ 본 자료는 산업연구원 홈페이지 www.kiet.re.kr을 통하여 항상 보실 수 있습니다.
이미 발간된 산업경제정보 및 더욱 상세한 관련 보고서도 보실 수 있습니다.

産業硏究院
KOREA INSTITUTE FOR INDUSTRIAL ECONOMICS & TRADE
발행인 • 오상봉 편집인 • 윤우진 편집 · 교정 • 조계환 서울특별시 동대문구 청량리동 206-9 (우)130-742 TEL 3299-3114 FAX 963-8540