

로버트 솔로우(Solow, 1956)의 “신고전파 성장이론”에 의해 본격화된 경제성장 이론은 이가 내포하고 있는 다소 부정적인 시사점에 기인하여 차츰 경제학계에서 정체하는 이론영역으로 머무르게 된다. 그 시사점이란 다름아닌 지속적 기술진보(technical progress)만이 지속적인 경제성장을 가져온다는 것이다.

이러한 상황 하에서 로머(P. Romer)가 내놓은 두 편의 논문(1986, 1990)은 경제성장 연구에 대한 폭발적인 증가를 가져오게 되고 그와 이론적 맥락을 같이 하는 연구자들의 이론은 “내생적 성장이론(endogenous growth theory)”의 호칭으로 불리게 되었다.

김과 라우(Kim and Lau, 1994), 영(Young, 1995) 등은 동아시아 국가들의 경제성장에 대한 실증분석을 통해 각국의 실제 성장데이터가 신고전파 성장모형으로 대부분 설명될 수 있다고 주장하였다. 이들이 시사하는 바는 단순한 실증분석 결과에 머무르지 않았다. 즉, 신흥공업국은 GDP 측면에서 5% 이상의 고도성장을 겪었지만 생산성 증가율은 그리 크지 않았으며 경제성장 요인 비중에서도 생산성 증가율의 비중은 선진국과 달리 상당히 낮았다.

이 결과를 두고 크루그만(Krugman, 1994)은 동아시아 NICS 국가들의 높은 경제성장률은 대부분 요소축적으로 설명되어 마지

* 이 글의 제목은 저자가 미 Brown 대학의 P. Howitt교수를 방문했을 때 대화내용 중에서 힌트를 얻어 붙여졌다. 현재 2세대 스펀터적 내생성장모형을 P. Aghion, A. Young 등과 함께 이끌고 있는 그는 크루그만의 종이호랑이 비유에 대해 한국경제에 대해 유머섞인 어조로 “Very Strong (Paper) Tiger!”라고 긍정적인 견해를 보여주었다.

** 기술경제연구센터 부연구위원(e-mail: byungw@stepi.re.kr)

‘중이호랑이’와 같다고 한 바 있다.

이 글에서는 이러한 논란에 대한 대안을 제시한다. 즉, 한국경제 성장이 신고전파 성장모형에 의해 잘 설명되는 것을 인정하면서도 또 다른 내생성장모형의 하나인 존스(C. Jones)의 준내생성장모형을 통해 기술진보가 경제성장에 기여한 바를 추정하여 모형의 설명력을 검증한다. 요약하면, 이 모형은 실제 데이터 패턴을 잘 설명할 뿐만 아니라 초기 내생성장 모형이 설명하지 못하는 한국경제의 안정적인 1인당 소득 증가율에 대한 합리적인 근거를 제공하고 있다.

1. 내생적 성장이론과 한국의 경제성장

솔로우의 신고전파 성장 모형에서는 생산과정에서의 1인당 자본량을 증가시키는 어떠한 변화도 일시적으로만 성장을 가져오게 된다. 지속적인 경제성장을 설명하기 위해 로머 또는 그로스만과 헬프만(Grossman and Helpman)의 제품 다양화 모형(expanding product variety) 등 내생적 성장이론이 대두되었다.

로머 모형은 발명(inventions)으로부터의 이윤 획득을 위해 새로운 지식을 탐색하는 연구자의 행위를 경제 모형에 도입하여 기술진보를 경제의 내생적 결과로 파악하였다. 이 모형은 선진국가들(developed countries)의 경제가 지속적인 성장(sustained growth)을 보이는 근거를 설명하기 위해 만들어졌다. 또한, 신고전파 성장 모형과 달리 기술진보에 작용하는 경제적 요인을 명시적으로 고려하며 이를 중요시한다.

이 같은 R&D 기반 성장 모형에 대해 간단히 살펴보자. 우리 경제의 생산요소는 노동(L)과 자본(K)으로 구성되며 총생산함수(aggregate

production function)는 다음과 같다고 하자.

$$Y = F [K, AL]$$

Y는 경제의 총산출 즉, GDP를 나타내며 AL은 A로 표현되는 유효노동(effective labor; 또는 총요소생산성)의 총고용량을 나타낸다.

여기서 A는 기술수준(state of technology)을 나타낸다. 1990년대 초 Romer(1990) 등에 의해 개발된 내생적 성장이론들에 의하면 경제성장률을 결정하는 생산성 증가율이 R&D 종사자의 수에 비례하는 수준 효과(level effects)가 존재한다.¹⁾ 따라서, R&D 종사자의 수를 늘리는 유인정책을 사용함으로써 장기균형 경제성장률을 높일 수 있다는 정책적 함의가 도출된다.²⁾

이들에 따르면, (총요소)생산성 증가율 g_A 는 R&D 노동투입 L_A 의 증가함수이다.³⁾ 식 (1)을 살펴보면 R&D 노동투입이 일정하더라도 생산성 증가율은 항상 양(+)의 값을 유지할 수 있다.⁴⁾ 이는 상당히 무리한 가정으로서 존스(Jones)에게 선진국 데이터를 통해 비판을 가하게 하는 빌미를 제공하고 있다.

$$g_A = \Delta A/A = \delta L_A^5) \dots \dots \dots (1)$$

$$\Delta A = \delta L_A A \dots \dots \dots (2)$$

한편, Jones(1995) 등은 지식생산함수에 지식특의 규모수익체감 개념을 도입함으로써 준내생적 성장이론(semi-endogenous growth theory)을 개발하였다. 그는 제2차 세계대전 후 미국 등 선진국에서 R&D 종사자의 수가 크게 증가했음에도 불구하고 생산성 증가율은 높아지지 않았음을 지적하였다.

이들은 지식생산함수에서 A의 지수(ϕ)가 1보다 작다고 가정하였으며 이를 현실적으로 뒷받침하는 다수의 실증 데이터를 근거로 제시하였다.

$$\Delta A = \delta L A A^\phi, \phi < 1 \dots \dots \dots (3)$$

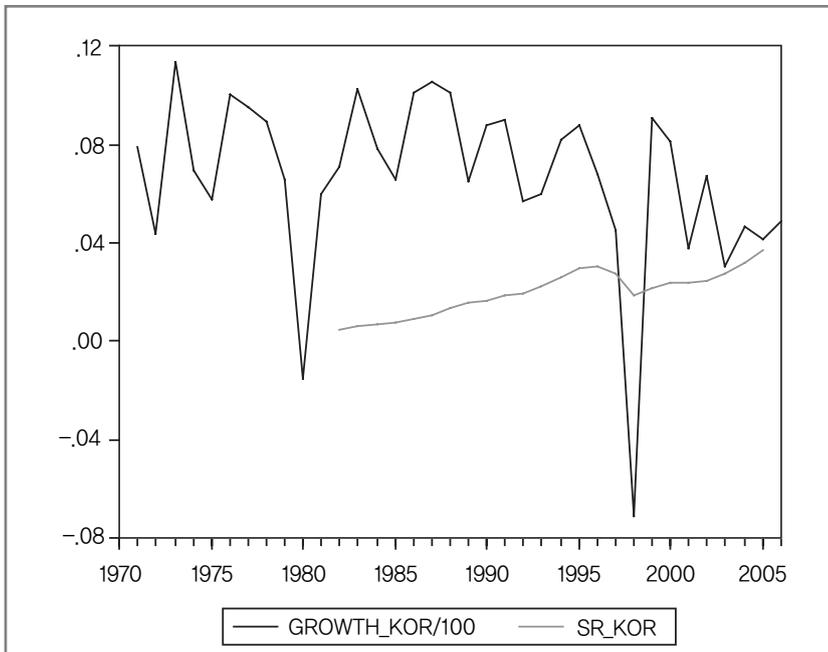
이를 통해 이들은 결국, R&D 종사자 수의 지속적 증가를 뒷받침하는 것은 R&D 종사자 수 증가율을 일정하게 유지시켜 주는 인구증가라는 시사점을 도출하였다.

우리 경제가 1960년대부터 보여 온 성장과정은 선진 국가들의 경제성장에서 나타나는 정형화된 사실을 근사적으로 재현하고 있다.⁶⁾ 실질 GDP를 총인구로 나눈 1인당 GDP의 증가율은 기복은 존재하지만 추세(trend)를 보이지 않고 안정적이다. 그런데 우리 경제의 성장 과정은

크루그만의 지적과 같이 요소축적 즉, 투입 생산요소 증가만으로 모두 다 설명할 수 있는 것은 아니다. 우리 경제는 새로운 상품이나 공정을 창출하기 위해 경제자원을 연구개발 부문 즉, R&D 부문에 투입하고 있다. 2006년 기준으로 현재 우리 경제의 R&D 집약도는 3.22%에 달하고 있다. 이러한 혁신노력이 우리 경제성장에 부분적으로 실질적인 기여를 한 사실은 '종이 호랑이' 논의와 마찬가지로 비중으로 일반에게 받아들여지고 있다.

그러나, 존스(1995)가 분석한 선진국 데이터와 마찬가지로 우리 경제의 성장률과 R&D (종사자수 기준) 집약도간에도 내생적 성장이론이 제시하는 수준효과는 전혀 나타나지 않는다. 즉, R&D 집약도로 표현되는 R&D 노력은 꾸준히 증가함에도 불구하고 성장률의 지속적인 증가는 나타나지 않음을 <그림 1>에서 확인할 수

<그림 1> 한국의 실질 GDP 증가율(GROWTH) 및 R&D 비중(SR) 추이



있다.

그러면, 크루그만의 주장과 같이 우리 경제에는 내생성장이론이 적용되지 않고 외생적 기술진보와 요소증가만으로 성장을 설명하는 신고전파 모형만이 적용된다고 보아야 하는가라는 의문을 제기할 수 있다.⁷⁾

이에 대한 보다 엄밀하고 긍정적인 답은 존스(Jones, 2002)가 제시한 준내생적 성장이론에서 찾을 수 있다.

2. 존스(Jones)의 준내생적 성장이론과 한국의 경제성장

정상상태(steady-state)에서 지식(기술) 수준(A: TFP), 1인당 소득(y), 1인당 자본(k)의 증가율은 다음과 같이 동일하다:

$$g = g_A = g_y = g_k$$

또한 연구인력의 증가율은 인구증가율 n과 같다: $n = \Delta L_A / L_A$

이 경우, 경제의 장기 성장률은 궁극적으로 연구인력 증가율을 결정하는 인구증가율에 의해 결정된다.

$$g_A = [1 / (1 - \phi)] n \dots \dots \dots (4)$$

한편, S_R 을 인력기준으로 표현한 R&D 집약도라 하고 지식생산함수에서 파급효과 정도를 나타내는 파라미터 ϕ 가 $\phi=0$ 의 조건을 만족시킨다고 가정하면 정상상태에서의 1인당 균형소득 수준(수렴대상 장기 균형소득)은 다음과 같이 도출된다.⁸⁾

$$\Delta A = \delta L_A, \phi=0$$

$$\Delta A/A = \delta S_R L_A / A \dots \dots \dots (5)$$

$$y^*(t) = (s/n+g+d)^{\alpha/(1-\alpha)}(1-S_R)(\delta S_R/g_A)L(t)^{\alpha} \dots \dots \dots (6)$$

이 식이 의미하는 바는 정상상태에서 1인당 수준[$y^*(t)$]은 신고전파 모형에서와 같이 지식(기술) 수준 증가율(g_A), 투자율 (s), 인구증가율 (n), 그리고 감가상각률(d) 등에 의해서도 결정되지만 R&D 집약도(S_R) 및 (세계) 경제의 총인구[L(t)]에 의해서도 영향받는다라는 점이다. 즉, 이 모형에서 규모효과(scale effect)가 존재하지만 이는 소득수준(levels)에만 적용되고 성장률(growth effect)에는 해당되지 않는다.¹⁰⁾

만일, 우리 경제의 데이터가 이 모형을 잘 반영한다면 우리 경제는 “하늘에서 떨어지는 만나(manna)”¹¹⁾와 같은 외생적인 기술진보가 아니라 이윤 등을 극대화하는 경제주체의 최적화과정에서 결정되는 R&D 노력에 의해서도 성장해왔음을 시사한다.¹²⁾ 즉, y^* 는 다음과 같이 결정된다고 보는 신고전파 이론과 뚜렷한 대조를 보인다.

$$y^*(t) = (s/n+g+d)^{\alpha/(1-\alpha)}A(t) \dots \dots \dots (6')$$

이는 나아가 우리 경제구조가 기술진보의 동태적 전이과정(transition dynamics)을 통해 장기균형으로 수렴하는 과정에서 또다른 높은 성장을 달성할 수 있다는 시사점을 제공한다.

즉, 경제성장 기여도중 기술진보의 기여도가 낮다는 사실로 양적성장을 통한 지속적 성장의 한계를 지적하는 것은 일리가 있다. 그러나, 기여도의 비중이 낮다는 사실 자체만으로 한국을 포함한 동아시아 경제의 고도성장을 1950년대 동구의 공산주의 체제 성장에 견주는 것은 무리

〈표 1〉 외생성 검정: 한국의 1인당 GDP 및 총요소생산성 증가율(TFP)¹⁴⁾

VEC Granger 인과관계/Block 외생성 Wald 검정			
표본: 1970 2006			
표본수: 32			
종속변수: D(LOG(y))			
제외	Chi-sq	자유도	Prob.
D(TFP)	0.0224	1	0.8809
종속변수: D(TFP)			
제외	Chi-sq	자유도	Prob.
D(LOG(y))	12.949	1	0.0003*

가 있다. 즉, 한국경제는 그 비중이 작음에도 불구하고 R&D 등 기술혁신을 위한 노력이 꾸준히 경제성장을 뒷받침해 온 것이다.

신고전파 성장이론에서 주장하는 기술진보의 외생성 문제를 확인하기 위하여 다음과 같은 간단한 통계분석을 시행할 수 있다.¹³⁾ 특히, 크루그만의 주장은 모형 외부에서 주어지는 한국의 기술진보 증가율이 선진국에 비해 상대적으로 낮다는 것을 강조한다.

분석결과는 한국 경제에서 기술진보가 외생적이지 않음을 단편적으로 보여준다. 생산성(TFP)를 설명하는 관계식에서 1인당 소득(y)변수를 배제(exclude)시킬 수 있다는 귀무가설이 기각되는 것이다. 또한, 역의 관계식에서는 생산성(TFP)의 설명력이 존재하지 않는다.

즉, 거시경제에서 생산성 증가율은 다른 경제변수(1인당 GDP)와 동시에 결정되어 왔으며 나아가, 이윤을 추구하는 혁신가(기업가 또는 R&D 인력)가 독점이윤 획득을 위해 활동하는 가운데 내생적으로 결정되어 왔다고 유추할 수 있다.

3. 실증분석: 성장 회귀방정식(Growth Regression)

신고전파 성장모형이 시사하는 수렴(convergence) 현상을 검정하기 위해 보몰(Baumol, 1986)은 다음과 같은 회귀분석을 시행하였다.

$$[100\text{여년간 } 1\text{인당 소득 증가율}] = a + b [1\text{인당 소득 초기치}]$$

이는 각국의 경제가 자신의 일정 소득수준에 수렴(converge)하는 현상이 존재한다면 b는 음의 값을 가지게 됨을 나타낸다. 이를 응용하면 다음과 같은 회귀분석을 생각할 수 있다.

$$[1\text{인당 소득 증가율}] = a + b [1\text{인당 소득 초기치}] + c [\text{균형성장 경로상 } 1\text{인당 소득수준} = y^*]^{15)}$$

이 식이 의미하는 바는 만일, 조건부 수렴(conditional convergence)이 존재하면, b는

음의 값을 가지게 되고 초기소득치가 균형성장 경로에 가까울수록 소득증가율이 작아지게 된다는 것이다. 또한, 경제가 궁극적으로 수렴하는 타겟(target) 소득수준 즉, 우변의 두 번째 설명변수 y^* 가 증가한다면 이의 계수 c 가 양의 값을 가지게 된다.

크루그만 또는 영 등이 동아시아 성장을 분석할 때 이 타겟소득 수준에 영향을 미치는 요인으로 자본투자율(s), 인구증가율(n) 등만 고려하여 동아시아 국가를 분석한 것으로 볼 수 있다. 실증분석 결과에 따르면, 이 경우 회귀계수가 유의하게 추정된다. 그러나, 존스의 준내생적 성장모형이 시사하는 바대로 R&D집약도(S_R)의 2차함수를 균형 소득수준의 설명변수로 추가하여 사용해도 유의한 결과를 얻을 수 있다.

또한, 추정된 계수의 크기도 신고전파 모형에서의 결정요인의 것과 비교해도 크기가 그리 작지 않음을 확인 할 수 있다. 이는 크루그만의 주장과 달리 한국경제가 "Strong Tiger"가 될 가능성이 높음을 시사한다. 즉, R&D 활동 등 혁신노력의 증가는 우리 경제가 수렴하는 미래의 균형성장경로상 1인당 소득수준(y^*)을 지속적으로 상승시킴으로써 실제 1인당 GDP를 상승시키는 요인으로 작용한다는 것이다.

요약하면, 우리 경제의 성장과정은 기술진보가 외생적으로 주어진다는 신고전파 성장이론 및 존스의 준내생적 성장모형 모두에 잘 적합(fitted) 된다고 볼 수 있다. 이 결과가 시사하는 바는 우리 경제의 성장과정에는 혁신노력도 기여를 하였으며 향후에도 동태적 전이과정을 통해 R&D 활동이 장기균형소득을 상승시킴으로써 1인당 소득의 추가적인 성장을 기대할 수 있다는 점이다.

4. 요약 및 시사점

한국 등 동아시아 경제의 고도성장을 존스의 준내생적 성장모형으로 설명하려는 기존 연구는 거의 없다. 가장 좋은 성장이론은 미시적 기초를 지닌 정합적인 이론임에는 틀림없다. 그러나, 그 이론이 현실에서 관찰하는 데이터의 움직임을 잘 설명하지 못하면 우리는 그 이론에 대한 대안을 시도해야 한다.

존스의 이론은 정부의 S&T 정책 등으로 경제의 장기 균형성장률을 항구적으로(permanently) 변화시키기 어렵다는 측면에서 "내생적" 성장모형을 전적으로 받아들이지 않는다. 그렇다고 해서 2절의 인과관계 검증에서 보듯이 솔로우의 "외생적" 성장모형을 다 수용하지

〈표 2〉 우리나라 1인당 GDP 성장에 대한 R&D 집약도의 설명력 존재 여부

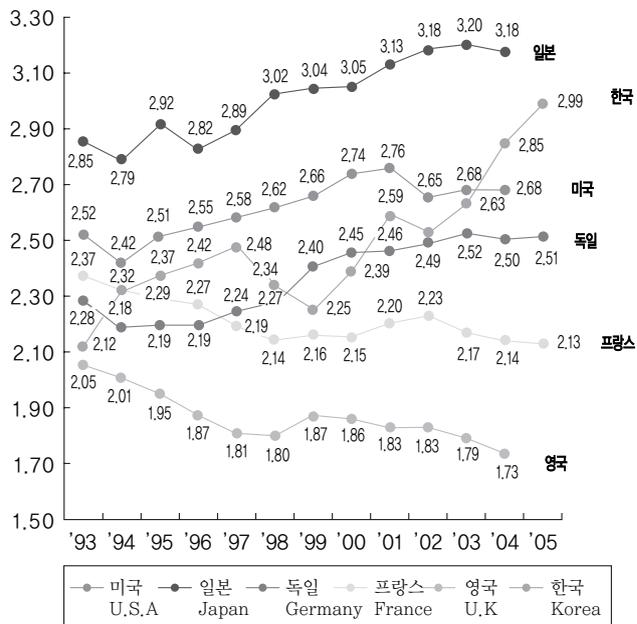
종속변수: LOG (y^*)				
표본: 1971-2006				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG ($y^*(-1)$)	0.891	0.052	16.982	0.000*
LOG ($s/n+g+d$)	0.834	0.386	2.162	0.038*
LOG [$(-S_R^2+S_R)(L)$]	0.534	0.280	1.908	0.065**

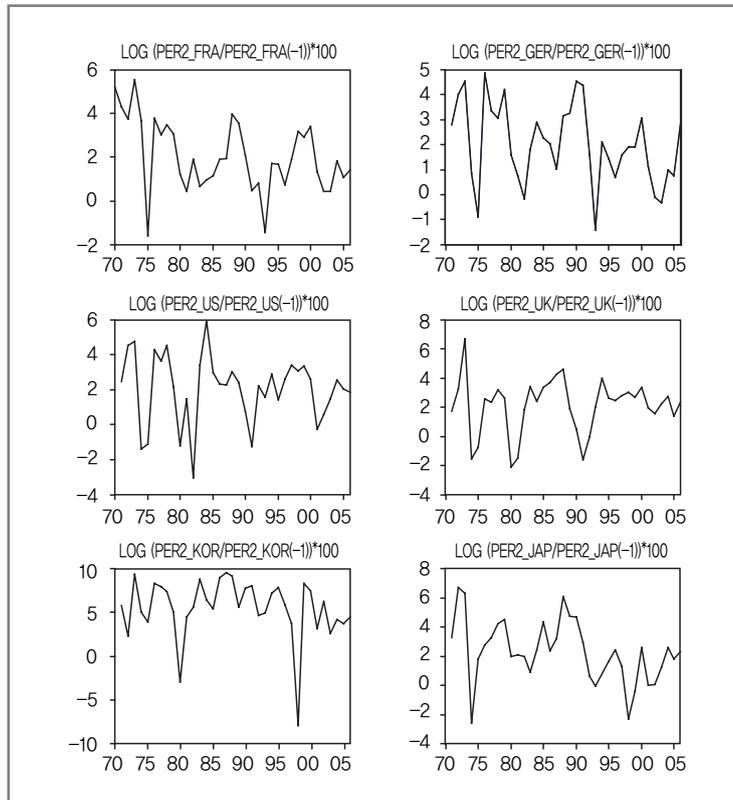
도 않는다. 이 이론의 본질은 경제의 장기 균형 성장률이 R&D 인력의 증가율을 결정하는 인구 증가율(n)에 의해 결정되는데 있으나 성장경로 상에서 장기적 전이동학(transition dynamics)을 인정하고 중요시함으로써 시장경제에서 내생적으로 결정되는 경제성장을 잘 이해할 수 있는 이론 틀을 제시하고 있다.

〈부록〉

존스의 비판(Jones' critique, 1995)에 따르면 선진국 데이터의 경우 선진국의 R&D 집약도와 성장률간 내생적 성장이론이 제시하는 수준효과(scale effect)가 전혀 나타나지 않는다. 즉, R&D 집약도로 표현되는 R&D 노력은 꾸준히 증가함에도 불구하고 1인당 소득 성장률의 지속적인 증가는 나타나지 않는다는 것이다(그림 1)¹⁶⁾.

〈그림 1〉 주요국의 GDP 대비 R&D 비중 추이 및 1인당 GDP 성장률





자료: 산업기술진흥협회, KISTEP, OECD

【주】

- 1) 내생적 성장이론은 기업이 신규제품이나 신공정을 개발하기 위해 자금을 투자하는 요인을 경제성장 모형 내에서 설명하고 있다.
- 2) Romer(1986, 1990)의 성장 모형은 전문화가 진행됨에 따라 경제의 생산성이 증대되는 과정을 경제성장의 원동력으로 간주하였다. 즉, 다양한 상품들이 중간재로 사용될 경우 경제 전체 (또는 최종재 부문)의 생산성이 향상된다고 본다.
- 3) R&D 부문에서 지식(new designs)이 창

- 출되는 정도는 총 R&D 투입과 현존 지식스톡(existing number of designs; A)에 의존한다. 자본 축적을 위해 최종재 중 투자되는 부분이 더 많은 물적 자본을 생산하듯이 R&D 인력의 추가투입은 더 많은 신규 지식을 창출한다.
- 4) 2005년 기준 한국의 R&D인력은 약 22만 명이다. 내생적 성장모형에 따르면 22만 명의 인력만 유지되면 생산성 증가율 나아가, 경제성장률은 항상 양(+)의 값을 유지할 수 있다.
- 5) δ 는 R&D 투입이 지식증가율($\Delta A/A$)에 미치는 일종의 효율성(efficiency) 파라미

- 터이다.
- 6) 칼도(Kaldor, 1961)는 개별 국민경제의 성장과 관련하여 경제이론이 규명해야 할 정형화된 사실들(stylized facts)을 제시하였는데, 그중에는 다음의 실증적 사실이 포함되어 있다. “1인당 소득(Y/L)은 지속적으로 증가하며, 생산성 증가율은 감소하지 않는다…….”
 - 7) 물론, 내생성장모형도 이 비판에 직면하여 이론의 확장을 통한 성장데이터 설명에 집중하였다. 대표적인 예로 영(1998)이 제시한 R&D 투입의 상품다양성으로의 확산효과를 들 수 있다(Ha and Howitt, 2006).
 - 8) 식 (6)에서 균형소득 수준은 R&D 집약도 S_R 의 2차함수로 나타나며 2차항의 계수는 음(-)의 값을 가진다. 이는 한 경제에서 성장률을 극대화하는 최적 집약도가 존재함을 시사한다.
 - 9) α 는 자본소득분배율을 의미한다.
 - 10) 경제성장률을 결정하는 생산성 증가율이 R&D 종사자의 수에 비례하는 수준 효과(level effects)가 적용되지 않고 다만 R&D 종사자의 수가 y^* 에만 영향을 미친다는 의미이다.
 - 11) Jones(2002).
 - 12) 물론, 크루그만의 주장은 이 외생적 부분이 전체 성장분에서 차지하는 비중이 작다는 것을 강조한다. 그러나, 바꾸어 말하면, (단기적으로) 정부의 R&D 정책에 의해 장기성장률보다 높은 성장을 달성할 수 있다는데 존슨의 이론이 가지는 현실 적합성이 있다.
 - 13) 우리 경제의 생산성 증가율에 대해 벡터 오차수정(VEC) 모형을 적용해 인과관계 검정을 실시하였다. 분석결과는 1인당 GDP의 차분변수가 생산성(TFP) 증가율의 차분변수에 대해 설명력이 없다는 귀무가설을 기각함을 나타낸다.
 - 14) 이하 모든 회귀분석 결과에서 5%, 10% 유의수준에서 회귀계수가 통계적으로 유의한 경우 * 및 ** 표시를 p-value에 표기하였다. 분석결과에서 D는 차분(difference)을 의미한다.
 - 15) 실증분석에서는 소득 초기치 대신 전기의 소득 변수를 사용하였다. <표 2>에서 이는 (-1)로 표시되었다.
 - 16) 특히, 영국(UK)의 경우, 집약도가 하락함에도 불구하고 1인당 소득 증가율은 하락하는 추세를 보이지 않는다.
- [참고문헌]
- 신태영(2004), 「연구개발투자의 경제성장에 대한 기여도」, 정책자료 2004-04, 과학기술정책연구원.
- Aghion P. and P. Howitt(1998) Endogenous Growth Theory, MIT Press.
- Ha J. and Howitt P.(2006), "Accounting for Trends in Productivity and R&D: A Schumpeterian Critique of Semi-Endogenous Growth Theory", *Journal of Money, Credit and Banking* 39: pp. 733-774.
- Jones C.(2002), Introduction to

- Economic Growth, 2nd Ed. Norton & Company.
- Kim B.(2008) "The Future of Economic Growth for South Korea" *Asian Economic Journal*, 22., 4. (Forthcoming)
- Krugman P. (1994) "The Myth of Asia's Miracle" *Foreign Affairs*, p. 73.
- Romer P.(1986) "Increasing Returns and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy* 94: pp. 1002-1037.
- Romer P.(1990) "Endogeneous Technological Change", *Journal of Political Economy* 98(5): pp. 71-102.
- Schumpeter J.(1975), *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper & Row Publishers.
- Solow(1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics* 70(Feb.): pp. 65-94.
- Young A.(1995), "The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience", *Quarterly Journal of Economics*, 110: pp. 641-680.
- Young A.(1998), "Growth Without Scale Effects", *Journal of Political Economy* 106(Feb.): pp. 41-63.