

거시경제학의 최근 동향 : 내생적 성장이론

조 하 현*

〈 目 次 〉

- I. 서론
- II. 내생적 성장이론의 발전
- III. 결론

I. 서론

최근 ‘新’경제성장론(New Growth Theory) 또는 ‘내생적’ 경제성장이론(Endogenous Growth Theory)에 대한 관심이 고조되는 것은 다음의 두가지 사실을 설명하려는 노력때문이라고 할 수 있다.

첫째, 산업혁명 이후 200여년동안의 기간에 걸쳐 산출량의 증가속도가 인구 증가율을 앞서고 있다. 두번째, 개발도상국가들 중의 일부 국가들은 단기간의 고속성장 또는 ‘압축된’ 성장(condensed growth)을 통해 중진국 수준에 들어선 반면, 다른 많은 국가들은 그렇지 못했다.

첫번째의 문제에 대한 인식은 경제성장론의 기본에 해당하는 것이다. A. Smith가 노동분업과 경제성장의 관계를 밝힌 이후로 경제성장이론은 오랜 역사를 지니면서 발전해 왔다. Malthus의 정채상태모형에서는 소득이 균형수준을 능가할 때 사망율이 저하되고 출산율이 증가된다고 보았다. 이같은 Mal-

* 연세대학교 경제학과 부교수.

thus의 모형은 19세기 경제학자들에게 지대한 영향을 미쳤다. 그러나 실제로 과거 150여년의 자료에 의하면 유럽 등 세계 전반에 걸쳐 소득이 증가함에 따라 출산율이 저하되는 경향을 보여왔다. 신고전학과모형은 이같은 Malthus 모형의 실패를 극복하기 위한 노력으로 인구증가율 변수에 비해 물적자본의 증가율에 분석의 중요성을 부여하였다.

Ramsey(1928)에 의해 동태적 최적화 접근에 의한 근대적 성장이론이 시작되었으며, Harrod(1936)-Domar(1946)이후 Solow(1956)-Swan(1956)에 의해 이른바 신고전학과 성장모형이 대두되었고, Cass(1965)-Koopman(1965)에 의해 일반균형체계하의 분석이 가능해졌다. Arrow(1962) 등에 의해 숙련과정(learning-by-doing)등을 모형화 시킴으로써 외생적 기술변화라는 가정에 의존하던 기존의 신고전학과모형이 변화할 수 있는 계기가 되었다. 그러나 실증분석의 어려움을 넘지 못한 채 후진국 개발이론 이외의 성장모형에 대한 관심을 잃어갔던 것이다.

그런데 1970년대에 이르러 Lucas에 의해 비롯된 합리적 기대혁명은 경제학자들의 관심을 장기성장문제에서 단기적 정책문제로 변화시켰다. 그후 15년 이상은 경기변동이론이 주요한 관심의 대상이 되었으며, 1986년 Baumol에 의해 시작된 점근현상논쟁이 성장이론에 대한 관심을 부활시켰다. 그 이후로 많은 경제학자들이 국가간 성장율이 상이한 이유와 경제성장을 일으키는 근본원인에 대해 대답하려는 노력을 경주하게 되었다.

이른바 점근현상논쟁(convergence controversy)이란 국가간의 성장을 격차가 좁혀질 수 있는가의 여부에 대한 찬반논쟁을 뜻한다. 일본이나 이태리 등과 같이 1870-1979년 사이에 미국이나 캐나다 등의 선진국을 따라잡은 나라도 있는 반면에 아프리카, 아시아의 많은 나라들은 아직도 후진국의 상태를 벗어나지 못하고 있다.

신고전학과 모형에 따르면 저소득 국가의 성장율이 고소득 국가의 성장율보다 높게 되므로 장기적으로 성장을 격차가 없어지게 되어 점근현상(convergence)이 일어나게 된다. 그러나 Lucas(1988), Romer(1986) 등은 실제로 존재하는 국가간 성장을 격차를 설명하기 위해서는 새로운 성장모형의 구축이 필요하다고 주장했다. 특히 Lucas는 외생적 기술변화의 가정을 포기하고 지식이나 기술 등 인적자본(human capital)의 내생적 축적에 의해 경제성장이 촉진된다고 보았다. 이러한 관점에서 '내생적' 성장모형(Endogenous Growth

Model)이라는 이름을 가지게 되었다.

신고전학과 모형에 의하면 국가간 성장을 격차를 좁히는 점근속도(convergence speed)를 나타내는 계수는 자본의 분배 몫(capital share)과 역관계를 갖는다. 따라서 자본의 분배몫이 증가하는 성장모형에서는 '점근현상의 실패'를 설명할 수 있게 된다. 인적자본을 고려하게 되면 일정 부분의 노동은 저기술 노동에 해당하게 되어 노동의 분배몫이 작아지게 되며 상대적으로 자본의 분배 몫이 증가하게 된다. 이런 점에서 인적자본 축적과정이 중요시되는 내생적 성장모형이 현실에 대한 설명력을 가질 수 있다.

만약 '점근현상의 실패'가 사실이라면 그것은 선진국 경제가 '지속적인 성장'(unbounded growth)을 해야함을 의미한다. 전통적인 신고전학과 모형에 의하면 자본이 축적됨에 따라 자본의 한계생산성이 체감하므로 장기에서는 모든 변수들의 성장율이 0으로 되는 이른바 정체상태(stationary state)에 도달하게 된다. 그러나 인적자본은 물질자본과 달리 지속적인 축적이 가능하므로 인적자본을 고려한 내생적 성장모형이 영구적 성장(perpetual growth)을 가능케할 수 있는 것이다.

기술이나 지식은 비경합적(nonrival)이며 부분적으로 배제적(partially excludable)인 특성을 가지는 생산요소이므로 이는 규모에 대한 수확증가(IRS)를 초래하며, 생산집합의 비볼록성(nonconvexity)문제를 야기시킬 수 있게 된다.

이에 대한 해결방향으로서는 다음의 3가지를 들 수 있다. (i) 기술축적을 외부효과(externality)로 간주하거나, (ii) 인적자본을 실물자본과 같이 경합적인 생산요소로 간주하거나, (iii) 새로운 기술발명에 의해 얻어진 재화를 중간재 투입요소(intermediate inputs)로 간주하고, 중간재 시장에서의 독점이윤(monopoly rent)을 인정하는 것이다.

첫번째 방법은 외부효과를 고려함으로써 규모에 대한 수확증가(IRS)문제를 완전경쟁 균형체계로 분석을 할 수 있게 된다. 이것이 내생적 성장이론의 출발점이었다. 두번째 방법은 기술이 비경합적이라는 가정을 포기하고 일반적인 투입요소로 간주하는 것이다. 즉, 생산가능집합을 볼록(convex)하게 해 주는 자본축적과정을 상정하고 일반균형체계 하에서 영구적 성장현상이나 성장과 출생율의 관계를 분석하는 것이다. 세번째 방법은 신기술개발에 대한 독점이윤을 인정함으로써 중간투입물 시장을 독점적 경쟁시장구조로 분석하는 것

이다. 이를 ‘신’슈페터 성장모형(Neo-Schumpeterian Growth Model)이라고 부른다.

이와 같이 다양한 방향으로 전개되고 있는 내생적 성장모형은 이론적 체계 및 정책 시사점에서 상이한 결론을 도출하고 있다. 인적자본을 경합적인 생산요소로 간주하지 않는 모형은 신고전학과모형의 기본적 가정인 자본의 한계생산성체감을 완화하는 모형을 구성하여 내생적 성장이 가능함을 완전경쟁 균형 체계 내에서 보여주고 있다. 반면에 규모에 대한 수확체증 또는 총체적 인적자본의 외부성을 상정하는 모형에 의하면 완전경쟁균형이 사회최적이 되지 못한다. 신기술 개발의 독점이윤을 인정하는 모형은 독점 또는 독점적 경쟁시장체제에서 분석되며 사회최적의 달성을 위해서는 정부의 특허권 설정 및 R&D 투자에 대한 보조금지급 등의 다양한 정책에 대한 시사점을 발견할 수 있다.

내생적 성장모형은 인구의 크기보다 인적자본의 크기가 경제성장의 주요한 원인임을 밝힐 수 있으며, 세계경제의 통합(economic integration)이 각국의 인적자본의 축적에 영향을 미침으로서 경제성장을 촉진시킬 수 있다는 설명을 가능케 해 준다.

본 연구의 목적은 최근의 거시경제이론 및 정책 시사점에 관하여 큰 영향을 미치고 있는 내생적 성장이론의 전개과정과 연구방향을 살펴보는 것이다.

II. 내생적 성장이론의 발전

1. 접근현상논쟁과 내생적 성장모형의 대두

최근의 경제성장이론에서는 과연 국가간의 1인당 소득격차가 좁혀질 수 있는지에 대한 논쟁이 활발하다. 그러나 이같은 국가간 성장을 격차의 존재문제는 이미 Kaldor(1961)에 의해 이른바 ‘6번째의 정형화된 사실’(sixth stylized fact)로서 알려져 있었다. 당시의 경제성장론자들이 이른바 Cambridge-Cambridge논쟁에 빠져 Kaldor의 연구가 빛을 발하지 못했던 것이다. 1970년대에는 Solow가 그의 신고전학과모형이 ‘Kaldor의 정형화된 사실들’ 중에서 6번째인 ‘국가간 성장을 차이’의 문제를 제외한 5가지 사실을 설명할 수 있음을 밝혔다. 1980년대에 이르러 Maddison(1982)과 Heston-Summers(1984) 등에 의해 세계 여러나라들에 대한 장기적인 1인당 국민소득 자료가 제공되어진 것이

국가간 성장을 격차의 지속성 여부에 관한 논쟁을 가능하게 해 준 중요한 계기로 볼 수 있다. Baumol(1986)은 Maddison의 자료를 사용하여 1870-1979년의 기간에 걸쳐서 일본이나 이태리 등과 같이 과거에 빈곤했던 나라들이 미국이나 캐나다 등과 같은 부유한 나라의 수준으로 1인당 소득격차를 줄였다고 밝혔다. 이에 대해 Abramovitz(1986)와 De Long(1988)은 표본추출편기(sample selection bias) 등의 이유를 들어 반박하였다. 그러나 Baumol-Wolff(1988)는 낮은 소득(lower income)그룹에 속하지 않는 나라들 사이에는 점근현상이 분명히 존재한다고 De Long의 연구를 재반박함으로써 이른바 ‘점근현상논쟁’(convergence controversy)이 벌어지게 되었다. 이에 따라 점근현상을 어떻게 정의하느냐?의 문제로 이어져 homogenization, catch-up, absolute convergence, conditional convergence, σ -convergence 등의 다양한 용어를 사용하게 되었다. 그 외에도 공적분(cointegration) 개념과 연결된 stochastic convergence 정의도 있고, 두 나라의 경제변수 이동방향에 따른 bounded convergence 개념도 있다. 본 연구에서는 점근현상의 정의로서 ‘절대적’ 점근현상(absolute convergence)과 ‘조건부’ 점근현상(conditional convergence)을 사용한다.

이와 같은 점근현상논쟁은 1970년대의 합리적 기대혁명에 의해 상대적으로 빛을 잃었던 경제성장 이론에 대한 관심을 다시 불러 일으키게 되었다. 이 과정에서 신고전학과 성장모형에 대한 의문점들이 제기되었고 새로운 성장모형을 구축하려는 시도가 있었다. 특히 Lucas(1988)는 신고전학과 모형으로는 성장을격차 뿐만 아니라 국가간의 이민형태와 임금격차현상을 설명하기 곤란하다고 주장했다. 인적자본은 그것이 부족한 나라에서 풍부한 나라로 이동하게 되며 저소득국가에서 미국으로 이민 온 노동자가 자국에서보다 더욱 높은 임금수준을 받는다는 사실은 신고전학과 모형의 기본가정(즉, 국가간의 생산기술이 동일)하에서는 일어날 수 없는 것이기 때문이다. 이러한 문제의 해결을 위해서 성장모형에 인적자본을 추가적인 변수로 사용하는 모형을 제시하였다.

따라서 Lucas(1988)와 Romer(1986)등에 의해 이른바 ‘내생적’ 성장이론(Endogenous Growth Theory)이 시작되었다. Lucas와 Romer는 국가간 성장을격차의 존재(즉, 점근현상의 실패)라는 사실에 입각해서 지금까지의 신고전학과 가정 가운데에서 다음의 두가지 가정을 포기해야 할 것으로 보았다.

가정 (i) 외생적 기술변화

(ii) 국가간의 동일한 생산기술

가정(i)을 포기하고 경제성장이 내생적인 기술변화에 의해 결정된다는 것이 새로운 성장이론 전개 방향의 초점이라고 할 수 있으며 이를 ‘내생적’ 성장이론이라고 부르는 이유인 것이다.

어떤 나라의 생산함수가 다음과 같이 Cobb-Douglas 형태로 나타난다고 가정하자.

$$Y = A(t) K^{\alpha} L^{1-\alpha} \quad (1)$$

이를 $y = Y/L$, $k = K/L$ 등과 같이 1인당 변수로 나타내면,

$$y = A(t) k^{\alpha} \quad (2)$$

이를 성장율의 관계식으로 변환시키면,

$$\hat{y} = \alpha \hat{k} + \hat{A} \quad (3)$$

인구증가율을 n , 감가상각율을 δ , 저축율을 s 라고 할때 Solow-Swan 모형에 의한 자본량 변화방정식은 다음과 같다.

$$\hat{k} = \frac{\dot{k}}{k} = \frac{s \cdot y}{k} - (n + \delta) \quad (4)$$

위 식 (3)과 (4)를 이용하면 다음과 같다.

$$\hat{y} = \alpha \left[s A^{\frac{1}{\alpha}} y^{\frac{-(1-\alpha)}{\alpha}} - n - \delta \right] \quad (3')$$

기술수준 A 가 동일하다고 가정하고 위 식에 의해 국가간 소득격차를 비교해 보자. 여기서 자본의 분배 몫으로 $\alpha = 1/3$ 을 가정한다. 예를 들어 1960년의

필리핀은 1인당 산출량이 미국의 1/10 정도인데 두나라의 성장율이 동일해지려면 어떤 조건이 필요할까? 위 식에서 y 의 지수는 $-(1-\alpha)/\alpha = -2$ 가 되므로 $0.1^{-2} = 100$ 이다. 따라서 미국의 저축률이 필리핀의 저축률보다 100배나 커야된다는 결과가 되는데 이는 현실성이 부족하다. 만약 $\alpha = 0.4$ 로 증가하면 어떻게 될까? $0.1^{-1.5} = 30$ 이므로 이 경우에는 미국의 저축률이 필리핀의 약 30배가 되며 $\alpha = 1/3$ 의 경우보다는 조금 나아졌지만 역시 현실성이 부족하다. 이 같은 예로서 신고전학과모형이 현존하는 국가간 성장율격차를 설명하기에 미흡함을 알 수 있다.

따라서 논의의 초점은 자본의 분배몫을 높여주는 이론적 모형의 개발임을 알 수 있다. Romer(1986)는 이러한 점에 착안해서 총체적 자본의 외부성(externality)개념을 도입하였다. 즉, 경제적 외부효과(external economy)에 의해 자본의 사적 수익율보다 사회적 수익율이 더욱 높은 경우를 모형에 도입한 것이다.

이제 생산함수의 생산성을 나타내는 $A(t)$ 를 $A(K, L)$ 로 가정하자. 기업 j 의 생산함수는 다음과 같다.

$$Y_j = A(K, L) K_j^r L_j^{1-r}, \quad r > 0 \quad (5)$$

즉, 생산성은 개별기업의 생산요소의 합인 $K = \sum K_j$, $L = \sum L_j$ 에 의해 결정된다.

생산함수를 구하면

$$Y_j = K^{\gamma+\eta} L^{1-(\gamma+\eta)} \quad (6)$$

위 식에 의하면 자본의 수익율은 사적수익율 γ 에다 외부효과 η 를 합해서 사회적 수익율 $\gamma + \eta = \alpha$ 를 얻게됨을 알 수 있다. 따라서 $\eta > 0$ 의 조건이 성립하면 (즉, 경제적 외부효과가 존재한다면) 사회적 수익율 α 이 사적 수익율 γ 보다 크게 나타나게 된다. 또한 신고전학과와 외생적 기술성장과는 달리 $A=A(K, L)$ 로서 내생적인 기술성장이 가능하게 된다.

Lucas(1988)는 구체적인 인적자본 축적과정을 가정함으로써 인적자본을 명시적인 투입요소로 사용하는 모형을 설정하였다. 이같은 방향은 당시 Den-

ison(1985)에 의해 밝혀진 것처럼 미국의 경우 1929-82년 사이의 일인당 국민소득 중에서 약 25%가 교육의 증가에 기인했다는 사실에 부합되는 것이다. 투입요소로 인적자본이 추가되면 상대적으로 노동의 분배 몫은 낮아지고 총체적 자본(즉, 물적자본 + 인적자본)에 대한 분배 몫이 증가하는 결과를 초래한다.

전통적인 신고전학과 성장모형에서는 각 나라의 1인당 소득성장율이 최초시점의 1인당 국민소득수준과 역관계를 가지게 된다. 즉, 상대적으로 가난한 나라의 성장율이 부유한 나라의 경우보다 높은 것이다. 따라서 장기적으로 볼때 각국의 1인당 국민소득수준이 일치하게 된다. 이를 점근현상이라고 부른다. 앞의 식 (4)를 자본량에 대해 미분하면 다음과 같다.

$$\frac{\partial \hat{k}}{\partial k} = \frac{s}{k} \cdot [f'(k) - \frac{f(k)}{k}] < 0 \quad (4')$$

즉, 자본량이 증가할수록 자본의 증가율이 하락하는 것이다. 이것이 점근현상의 근본원인이 되며 이는 생산함수의 오목성(concavity)에 의존하고 있음을 알 수 있다. 만약 두 나라가 동일한 생산함수 $f(\cdot)$ 를 갖고, 경제모수(s, n, δ)도 동일하다면 두 나라는 동일한 정상상태(steady-state) k^* 와 y^* 를 가지게 된다. 이러한 경우 위 식 (4')은 초기수준값 k_0 와 y_0 가 낮은 후진국이 경제성장속도가 빠르게 됨을 보여주고 있다. 이러한 경우를 '절대적' 점근현상(absolute convergence)이라고 부른다. 만약 두 나라간의 경제모수등의 차이가 존재한다면, 각국은 상이한 정상상태를 가지게 된다. 이같이 각 나라의 정상상태로부터 이탈되어진 정도가 클수록 고속성장을 하게 됨을 '조건부' 점근현상(conditional convergence)이라고 부른다.

이러한 문제를 자세히 살펴보기 위해 다음과 같이 고전학과 모형을 설정하기로 하자.

$$\text{생산함수 : } \bar{y} = f(\bar{k}) \quad (7)$$

$$\text{자본축적방정식 : } \bar{\dot{k}} = f(\bar{k}) - \bar{c} - (\delta + x + n)\bar{k} \quad (8)$$

$$\text{효용함수 : } U = \int_0^{\infty} u(c) e^{(\rho - n)t} dt \quad (9)$$

$$u(c) = \frac{c^{(1-\sigma)} - 1}{1-\sigma}, \quad \sigma > 0 \quad (10)$$

여기서 $\tilde{y}, \tilde{k}, \tilde{c}$ 등 \sim 표시가 된 소문자 변수는 산출(Y), 자본(K), 소비(C)를 유효노동 $\tilde{L} = L e^x$ 으로 나누어준 일인당 변수이다. x 는 labor-augmenting 기술 진보율을 의미한다. 또한 c 는 C/L 을 의미한다. n 과 ρ 는 인구증가율과 시간 선호율을 각각 나타낸다. σ 는 상대적 위험기피도를 나타내며 시간에 걸친 대체 탄력성의 역수에 해당한다.

효용극대화를 위한 1차 조건은 다음과 같다.

$$\frac{\dot{\tilde{c}}}{\tilde{c}} = \frac{\dot{c}}{c} - x = \frac{1}{\sigma} [f'(\tilde{k}) - \delta - \rho - \sigma x] \quad (11)$$

정상상태 (steady-state)에 이르면 $\tilde{y}, \tilde{k}, \tilde{c}$ 은 불변이며, y, k, c 는 x 의 비율로 증가하게 된다.

이제 생산함수를 다음과 같이 Cobb-Douglas형태로 가정하자.

$$\tilde{y} = f(\tilde{k}) = A \tilde{k}^\alpha, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (7')$$

식 (8)와 식 (11)를 정상상태 변수값 \tilde{c}^*, y^* 에 대해 대수선형근사화(log-linearization approximation) 하면 다음을 얻게 된다.

$$\log [\tilde{y}_t] = e^{-\beta t} \cdot \log \tilde{y}_0 + (1 - e^{-\beta t}) \cdot \log (y^*) \quad (12)$$

즉, 대수변환된 상태에서 볼 때 t 시점의 일인당 소득이 0시점(즉, 초기시점)과 정상상태의 일인당 소득에 대한 가중평균의 형태로 나타난다.

여기서 β 는 점근속도(convergence speed)를 나타내며, Solow-Swan모형에서와 같이 저축률이 일정한 경우에는 아래와 같이 나타난다.

$$\beta = (1 - \alpha)(x + n + \delta) \quad (13)$$

또한 식 (12)에 의해 시점 $0 \sim T$ 에 대한 일인당 소득의 평균증가율은 다음과 같다.

$$\frac{1}{T} \log \left[\frac{y_T}{y_0} \right] = x + \frac{1-e^{-\beta T}}{T} \log \left[\frac{y^*}{y_0} \right] \quad (14)$$

즉, 일인당 소득의 평균증가율은 정상상태의 소득 y^* 에 대한 초기소득 y_0 의 비율과 역관계를 갖게 된다. 주어진 x 와 y^* 에 대해 y_0 값이 작을수록 성장율이 높게 되므로 앞서 정의한 바와 같이 조건부 점근현상(conditional convergence)에 해당한다.

식 (13)에 따르면 점근속도 β 는 계수 α 값에 의존함을 알 수 있다.

Case(A) if $\alpha < 1$, then $0 < \beta < x+n+\delta$

Case(B) if $\alpha = 1$, then $\beta = 0$

Case(C) if $\alpha > 1$, then $\beta < 0$

여기서 α 는 산출량의 자본에 대한 탄력성 또는 생산에서의 자본에 대한 몫(즉, capital share)이다. 또한 자본의 한계생산성체감의 여부와 규모에 대한 수확의 정도를 결정하는 변수이다.

고전학파모형에서 점근현상이 나타나게되는 가장 중요한 이유는 자본의 한계생산성(MPK)이 체감하기 때문이다. 즉, MPK체감에 의해 $\alpha < 1$ 이 되면 Case(A)에서와 같이 $\beta > 0$ 이 되므로 점근현상이 가능해진다.

내생적 성장모형의 기본모형에서와 같이 생산함수가 $Y=AK$ 로 나타나게 되면 이는 $\alpha=1$ 의 경우가 되므로 Case(B)에서와 같이 $\beta=0$ 으로서 점근현상이 나타나지 않게된다. 만약 $\alpha > 1$ 이라면 Case(C)에서 볼 수 있듯이 국가간 성장율차이는 더욱 크게될 것이다.

Barro-Sala-i-Martin(1992)은 미국의 50여개 주(state)들을 폐쇄경제하의 각 국가에 해당하는 것으로 간주하여 48개주의 소득자료(1880-1988)와 생산자료(GSP : Gross State Product, 1963-1986)를 사용하여 실증분석을 한 결과 점근속도를 나타내는 계수는 $\beta=0.02$ 정도로 나타났다. 또한 1880-1988년의 평균성장율과 $\log(y_{1880})$ 의 상관계수는 -0.93 으로서 역관계가 강하게 나타남을 밝혔다.

이 연구의 문제점 가운데 하나는 기술과 선호를 나타내는 다른 모수들이 적정한 범위에 있을 때 $\alpha = 0.8$ 정도로 나타나는 것이다. 이는 자본에 대한 수확

체감의 정도가 낮은 것을 의미한다.¹⁾ 일반적으로 볼때 미국 등 주요 선진국의 경우 국민계정자료를 사용하면 $\alpha = 0.35$ 정도로 나타남에 비해 추정치 값이 다소 크게 나타난 것이다. 그러나 $\alpha \neq 1$ 이므로 내생적 성장모형에 대한 신고전학파모형의 우월성의 간접적 징표로 볼 수 있다.

Mankiw-Romer-Weil(1992)은 신고전학파모형에 인적자본의 축적과정을 추가시켜 모형을 확대시킴으로써 내생적 성장모형에 비하여 더욱 타당한 실증 분석결과가 얻어짐을 보였다.

이제 생산함수에 인적자본(H)를 다음과 같이 포함시켜 나타내어 본다.

$$Y_t = K_t^\alpha H_t^\lambda \bar{L}_t^{1-\alpha-\lambda}, \quad \alpha + \lambda < 1 \quad (15)$$

여기서 \bar{L}_t 는 유효노동을 의미한다.

실물자본(K)와 인적자본(H)의 축적과정은 다음과 같다.

$$\frac{d\bar{k}_t}{dt} = s_k \bar{y}_t - (n+x+\delta) \bar{k}_t \quad (16)$$

$$\frac{d\bar{h}_t}{dt} = s_h \bar{y}_t - (n+x+\delta) \bar{h}_t \quad (17)$$

여기서 s_k 와 s_h 는 각각 실물자본과 인적자본에 투입되는 산출량의 비율을 나타낸다. 여기서 $\alpha + \lambda < 1$ 의 가정은 총자본(즉, 실물자본과 인적자본)규모에 대한 수확체감(DRTS)을 의미한다.²⁾

식(16)와 식(17)에 의해 정상상태 값 \bar{k}^* , \bar{h}^* 를 구한후 이를 생산함수에 대입하고 대수변환 시키면 1인당 생산량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \log \bar{y}_t = & \text{상수} + x \cdot t - \frac{\alpha + \lambda}{1 - \alpha - \lambda} \log(n+x+\delta) \\ & + \frac{\alpha}{1 - \alpha - \lambda} \log s_k + \frac{\lambda}{1 - \alpha - \lambda} \log s_h \end{aligned} \quad (18)$$

1) 만약 σ 가 10 이상으로 큰 값을 가지고 δ 가 0에 가깝다면, α 를 0.5 정도로 낮출 수 있다.

2) 만약 $\alpha + \lambda = 1$ 이면 재생산가능요소(reproducible factors)의 규모에 대한 수확불변(CRTS)이다. 이 경우가 내생적 성장모형에 해당하며, 정상상태(steady state)가 존재하지 않게 된다.

위 식은 일인당 소득이 물적 및 인적자본의 축적과 인구증가율(n) 그리고 기술진보율(x)에 의해 결정됨을 보여준다. 만약 $\alpha=1/3$ 이라면 λ 는 어느 정도의 크기를 가질 수 있을까? 미국의 경우 최저임금이 제조업 평균임금의 30~50%에 해당한다. 최저임금을 받는 노동력은 인적자본을 거의 보유하지 못하는 경우라고 간주하면 나머지 50~70% 부분이 인적자본 보유에 대한 수입증가분으로 볼 수 있다. 따라서 λ 는 $1/3 \sim 1/2$ 의 값을 가질 수 있게 된다.

위 모형에서 점근속도는 다음과 같이 나타난다.

$$\beta = (1 - \alpha - \lambda)(n + x + \delta) \quad (19)$$

이를 앞의 식(13)과 비교해 보면 의미가 분명해진다. 즉, 식(13)에서는 단순히 자본의 지분인 α 가 고려되고 있지만 식(19)에서는 실물자본과 인적자본에 대한 지분의 합인 $\alpha + \lambda$ 를 포함하고 있다.

Mankiw-Romer-Weil(1992)은 98개국 (1960-85년)의 자료를 사용하여 실증분석을 하였다. 인적자본에 대한 자료는 거의 없으므로 노동가능인구의 중등교육기관(secondary school)에 대한 평균진학률을 대리변수(proxy)로 사용하였다. 그 결과 점근속도계수 β 는 인적자본을 포함하는 경우에는 0.02로서 Barro-Sala-i-Martin(1992)과 유사하게 나타났다. 또한 이 경우의 $\alpha=0.38 \sim 0.48$, $\lambda=0.23$ 으로 나타났다. 이러한 결과에 의해 신고전학파모형이 실패했다는 기존의 주장에 대해 반박할 수 있게 되었다. 즉 Mankiw-Romer-Weil은 $Y = A(t) K^{\frac{1}{3}} H^{\frac{1}{3}} L^{\frac{1}{3}}$ 가 적절한 생산함수의 형태이며, 물적자본에 대한 생산량의 탄력성이 소득에서의 자본지분(즉, 자본의 사회적 수익률)과 상당히 일치하는 것으로 결론을 내렸다. 즉, Romer(1986)가 주장한 물적자본축적에 따른 외부성(externality)이 존재하지 않는다고 비판하였다. 또한, 내생적 성장모형의 전형적인 가정인 ‘재생산 가능한 요소집합’에 대한 비수확체감(nondecreasing returns to the set of reproducible factors of production)이 적절치 않다고 보았다. 즉, 내생적 성장모형은 위 생산함수에서 $\alpha + \lambda = 1$ 의 경우에 해당하는데 이는 실증분석의 결과인 $\alpha + \lambda = 0.61 \sim 0.71$ 과 부합하지 않는다는 것이다. 이러한 연구결과는 전통적인 고전학파모형이 실물자본축적을 강조하는데 비하여 인적자본축적의 중요성을 다시 강조했다는 점에 의의를 찾을 수 있다. 즉, 앞의 식 (18)에서 볼 수 있듯이 국가간의 소득차이는 저축율, 교육기관

진학을 및 인구증가율에 의해 설명이 가능하게 된다. 또한 점근현상에 대한 검증결과가 Solow모형의 적합성의 여부에 대한 판단으로 이어지는 경향에 대해 주의가 요망된다.

Barro(1991)는 Summers-Heston(1988)의 자료와 UN자료 등에 의한 전세계 98개국의 자료를 이용하여 실증분석을 하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

- i) 1960~1985년의 평균 GDP성장율(GR6085)과 초기의 GDP 값(GDP 60)의 상관 계수는 0.09 로서 극히 낮은 값을 가진다.
- ii) 인적자본에 대한 대리변수를 사용한 경우, 변수 GDP 60 에 대한 회귀 계수는 (-)로 나타났으며 유의적이다.

$$\text{GR 6085} = \text{상수} - 0.0075 \text{GDP 60} + 0.0305 \text{SEC 60} + 0.0250 \text{PRIM 60}$$

$$(0.0012) \quad (0.0079) \quad (0.0056)$$

$$R^2 = 0.56$$

또한 이 경우에는 GR6085와 GDP60의 편상관계수(partial correlation coefficient)는 -0.74로 강한 음(-)의 관계를 보였다. 이는 신고전학파모형의 점근현상가설을 뒷받침하는 것이다. 즉, 저소득국가가 인구당 인적자본의 크기가 일인당 소득수준에 비해 높은 경우에는 저소득국가가 고소득국가를 따라잡을 수 있다고 보았다. 또한 인적자본이 많은 국가는 상대적으로 물적자본투자율이 높으며, 출산율이 낮은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Becker-Murphy-Tamura(1990)의 연구를 뒷받침하는 것이다. 즉, Becker-Murphy-Tamura에 의하면 통신기술 등과 같은 인적자본의 수익율은 일정한 범위내에서는 증가할 수 있으며 이는 Lucas(1988) 등이 주장하는 바와 같은 spillover effect에 의한 것이다. 이러한 경우 일인당 인적자본량의 증가는 인적자본과 물적자본을 동시에 증가시키게 되므로 경제성장율이 증가된다. 또한 인적자본의 생산성이 증가되므로 상품생산이나 인적자본의 증대에는 더욱 유리한 반면 출산율은 저하된다는 것이다.

2. 내생적 성장이론의 전개

내생적 성장이론 전개의 첫번째 방향은 Romer(1986)와 Lucas(1988) 등에

서 처럼 인적자본의 외부성(externality)개념을 포함하는 동태적 성장모형을 고려하는 것이다.

대표적 기업 j 의 생산함수를 다음과 같이 나타내기로 한다.

$$f(k_i, K, x_i)$$

여기서 k_i 는 지식 등의 인적자본, x_i 는 실물자본 및 노동 등의 생산요소를 나타낸다. 사회전체의 자본량 K 는 다음과 같이 정의된다

$$K = \sum_{i=1}^N k_i$$

여기서 N 은 기업의 수를 의미한다. 이러한 생산함수는 다음과 같은 2가지의 특성을 가진다.

첫째, K 값이 주어졌을 때 인적자본 k_i 와 기타 생산요소 x_i 에 대해 생산함수 f 가 오목성(concavity)을 가진다는 것이다. 이는 완전경쟁균형의 존재를 위한 조건이다. 또한 주어진 K 값에 대해 생산함수는 k_i 와 x_i 의 1차동차함수이다. 생산함수 f 의 k_i 와 x_i 에 대한 동차성(homogeneity)의 가정과 함수 f 가 총체적 인적자본량 K 에 대해 증가함수라는 사실을 고려하면 경우 생산함수 f 는 수확체증(IRS)을 나타낸다. 이상의 가정을 정리하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$f(\lambda k_i, \lambda K, \lambda x_i) > \lambda \cdot f(k_i, K, x_i) = f(\lambda k_i, K, \lambda x_i)$$

두번째, 주어진 x 에 대해 중앙계획자(central planner)는 k 값을 결정할 수 있게 되므로 생산함수 $f(k, Nk, x)$ 가 k 값에 대해 볼록(convex)한 것으로 간주하게 된다. 그 이유는 사회적 관점에서 볼 때 지식의 한계 생산성이 체증하기 때문이다. 이러한 f 의 볼록성(convexity)은 규모에 대한 수확체증(IRS)의 가정을 더욱 강화시킨 것이다. 이를 규모에 대한 광역적 수확체증(Global IRS)가정이라고 부른다.

이상과 같이 정의된 대표적인 기업의 생산함수에서 x_i 변수를 제외시키고 $f(k, K)$ 로 나타내기로 하자. 여기서의 자본은 실물자본과 인적자본의 결합형태

로서의 재화, 즉 복합자본재(composite capital goods)를 의미한다. 지식수준의 공공재적인 성격을 고려할 때 총자본량 K 는 외부효과를 나타낸다. 완전경쟁하의 대표적 기업은 총체적 자본량 K 는 주어진 것으로 간주하고 이윤극대화를 위한 최적 자본량 k^* 를 결정할 것이다. 또한 소비자는 효용극대화를 통해 최적소비량을 결정하게 된다.

이러한 문제를 보다 상세히 살펴보기 위해 다음과 같이 2기간의 성장모형을 상정해 보자.

$$\begin{aligned} \max \quad & U(c_1) + \beta U(c_2) \\ \text{s. t.} \quad & c_1 + k = e \\ & f(k, K) = c_2 \end{aligned} \quad (20)$$

여기서 e 는 1기의 부존량(endowment)이며, c_1 과 c_2 는 각각 1기와 2기의 소비량을 나타내고 있다.

위 최적화문제는 다음과 같은 라그랑지 함수로 나타낼 수 있다.

$$\mathcal{L} = U(c_1) + \beta U(c_2) + \theta_1 (e - c_1 - k) + \theta_2 [f(k, K) - c_2] \quad (21)$$

완전경쟁균형을 위한 1차 최적 조건(FOC)은 다음과 같다.

$$U'(c_1) = \theta_1 \quad (22)$$

$$\beta U'(c_2) = \theta_2 \quad (23)$$

$$\theta_1 = \theta_2 D_1 f(k, K) \quad (24)$$

여기서 $D_i f(\cdot, \cdot)$ 은 생산함수 f 의 i 번째 변수($i=1, 2$)에 대한 미분값을 나타낸다.

위 1차 조건식을 정리하면,

$$\frac{U'(e-k)}{\beta U[f(k, K)]} = D_1 f(k, K) \quad (25)$$

위 식의 의미는 한계대체율과 한계변환율이 일치(즉, $MRS = MRT$)함을 나타낸다.

이제 균형조건 $K = Nk$ 를 위 식(25)에 대입하면 다음과 같다.

$$\frac{U'(e-k)}{\beta U[f(k, Nk)]} = D_1 f(k, Nk) \quad (26)$$

위 식을 풀어 k^* 를 구한 뒤 제약식에 대입하면 c_1^*, c_2^* 를 구할 수 있고 이를 다시 1차 조건식에 대입하면 shadow price θ_1^*, θ_2^* 를 구할 수 있다.³⁾

그러나 이 같이 구해진 완전 균형의 해 $(k^*, c_1^*, c_2^*, \theta_1^*, \theta_2^*)$ 는 Pareto 최적 해가 되지 못한다. 왜냐하면 실제로는 사회적 최적 개념에서의 한계변환율(MRT)은 $D_1 f(k, Nk) + N D_2 f(k, Nk)$ 이기 때문이다.

지식의 한계생산성을 평가함에 있어서 개별 기업들은 지식의 사적 수익율(private return)인 $D_1 f(k, Nk)$ 만을 인지하면서도 총체적 지식수준의 변화효과인 $N \cdot D_2 f$ 부분을 무시하게 된다. 결과적으로 완전경쟁균형 하에서 소비가 매 시점마다 과대하게 나타나는 반면, 연구투자량이 과소하게 나타나게 된다. 이러한 점에서 외부효과가 있는 경우의 완전경쟁균형은 Pareto sub-optimal이며, 정부가 강제력을 사용하여 개입하는 경우에 파레토 개선(Pareto improvement)이 가능해 진다. 즉, 정부가 정액세(lump-sum tax)와 보조금(subsidy)을 이용하여 완전경쟁균형조건과 파레토 최적조건을 일치시키는 것이다. 예를 들어 생산함수가 $f(k, K) = k^\alpha K^\beta$ 형태를 가진다면 사적 수익율과 사회적 수익율의 비율은 다음과 같이 일정한 값으로 나타난다.

3) 이같은 논의는 2기간 모형에서뿐만 아니라 무한계획기간(infinite horizon)의 모형에서도 성립된다. 그러나 무한계획기간 모형에서는 할인된 효용함수값의 무한성(infinity)의 문제가 있을 수 있으므로 현재소비와 새로운 지식에 대한 투자가 전과 같이 1 : 1의 관계가 될 수는 없다. 따라서 인적자본의 생장과정을 $\dot{k} = G(I, k)$ 로 설정한다. 여기서 I 는 지식투자를 위해 포기한 소비량을 의미하며, 새로운 지식의 생산에 있어서는 한계생산성 체감의 법칙이 성립한다고 가정한다. 사적인 인적자본량이 주어진 상태에서 연구에 대한 추가적인 투자가 행해지는 경우 인적자본투자의 한계생산성이 체감하여 상한(upper bound)을 가지게 된다고 가정한다.

$$\frac{D_1 f}{D_1 f + D_2 f} = \frac{\alpha}{\alpha + \gamma} \quad (27)$$

여기서 지식의 사적 한계생산성이 체증하지 않는다는 사실은 $0 < \alpha \leq 1$ 임을 의미한다. 지식의 사회적 한계생산성이 체증한다는 것은 $\alpha + \gamma > 1$ 임을 의미한다. 이 경우 최적 보조금으로써 $\gamma / (\alpha + \gamma)$ 를 개별 기업에게 제공하게 되면 완전경쟁균형의 해가 파레토 최적조건에 일치하게 된다.

이와 같이 인적자본의 외생성을 고려하여 완전경쟁균형조건과 파레토 최적조건을 비교한 점에서 Romer(1986)의 모형은 Lucas(1988)모형과 유사점이 있다. Lucas가 고려한 효용함수와 생산기술은 다음과 같다.

$$\int_0^x e^{-\rho t} \frac{1}{1-\sigma} [c(t)^{1-\sigma} - 1] N(t) dt \quad (28)$$

$$N(t) c(t) + \dot{K}(t) = A K(t)^\alpha [u(t) h(t) N(t)]^{1-\alpha} h_a(t)^\gamma \quad (29)$$

여기서 h 는 기술수준(즉, 인적자본)을 나타내는 변수이며 u 는 생산에 사용되는 시간비율, $1-u$ 는 인적자본축적에 사용되는 시간비율을 의미한다. $N^e = u h N$ 은 기술수준을 반영한 유효노동(effective labor)이다. 따라서 $N^e = u h N$ 은 인적자본의 내부효과(internal effect), h_a 는 외부효과(external effect)를 의미한다. $h_a(t)$ 는 평균기술수준 또는, 평균인적자본으로서 다음과 같이 정의된다.

$$h_a = \frac{1}{N} \int_0^\gamma h N(h) dh \quad (30)$$

인적자본의 축적과정은 다음과 같이 Uzawa-Rosen형태(즉, linear form)를 가진다고 가정하자.

$$\dot{h}(t) = h(t) \cdot \delta \cdot [1-u(t)] \quad (31)$$

위의 효용극대화 문제는 current-value Hamiltonian으로 다음과 같이 나타

낼 수 있다.

$$H = \frac{N}{1-\sigma} (c^{1-\sigma} - 1) \theta_1 [A k^\alpha (u N h)^{1-\alpha} h^\gamma - N c] + \theta_2 [\delta h (1-u)] \quad (32)$$

최적화를 위한 1차조건 중에서 유의해야할 점은 인적자본 h 에 대한 것이다.

즉, $\dot{\theta}_2 = \rho \theta_2 - \frac{\partial H}{\partial h}$ 이 다음과 같이 두가지 형태로 나타나게 된다.

$$(F1) \quad \dot{\theta}_2 = \rho \theta_2 - \theta_1 (1-\alpha+\gamma) A K^\alpha (u N)^{1-\alpha} h^{-\alpha+\gamma} - \theta_2 \delta (1-u) \quad (33)$$

$$(F2) \quad \dot{\theta}_2 = \rho \theta_2 - \theta_1 (1-\alpha) A K^\alpha (u N)^{1-\alpha} h^{-\alpha} h^\gamma - \theta_2 \delta (1-u) \quad (34)$$

즉, 최적경로를 나타내는 (F1) 식은 $h(t) = h_a(t)$ 조건을 미리 고려해서 1차 조건을 유도한 반면, 균형경로를 나타내는 (F2) 식은 $h_a(t)^\gamma$ 부분을 주어진 것으로 가정하고 1차조건을 유도한 것이다. 이제 시장균형조건 즉, $h(t) = h_a(t)$ 을 (F2)에 대입하면 다음과 같다.

$$(F2') \quad \dot{\theta}_2 = \rho \theta_2 - \theta_1 (1-\alpha) A K^\alpha (u N)^{1-\alpha} h^{-\alpha+\gamma} - \theta_2 \delta (1-u) \quad (35)$$

인적자본의 외생성이 존재하는 한(즉, $\gamma > 0$), 식 (F1)과 (F2')의 결과는 상이하다. Lucas(1988)는 미국의 장기자료(즉, Denison의 연구)를 사용하여 실제로 γ 값을 구해보니 0.417 정도로 나타났다고 했다. 이러한 Lucas의 연구는 인적자본의 외생성효과를 명시적으로 보였다는 점 이외에도 실물자본 $K(t)$ 와 인적자본 $h(t)$ 을 각각의 성장율로 할인한 정규화 변수 $Z_1(t)$ 와 $Z_2(t)$ 의 동태적 시간경로가 안정적임을 보임으로써, 인적자본 및 물적자본이 부족한 후진국이 두가지 자본 모두가 풍부한 선진국을 따라 잡을 수 없음을 보였다는 점에서 중요성을 가진다. 또한 습득효과(learning-by-doing)을 고려하는 모형의 경우에도 국가간의 성장률 차이를 설명할 수 있음을 보이고 있다.

이러한 인적자본의 외생적 효과는 지식을 공공재(public goods)로 간주하는 것이다. 이러한 생각은 Arrow(1962)나 Shell(1966, 67)등에 의해 이미 오래전에 비롯된 것이다. 다만 차이가 있다면 Arrow(1962)는 습득효과를 통해 실물

자본의 증가가 지식축적을 유발시키는 것이라고 가정한 반면, Lucas(1988)는 인적자본축적에 의해 지식 등과 같은 공공재가 생겨나게 된다고 가정한 것이다. 이상과 같은 논의는 지식의 이전효과(spillover)를 통해 설명할 수 있다. 즉, 어떤 기업을 j 라고 했을 때 그 기업 j 의 생산량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{Arrow 모형의 경우 : } Y_j = A(K) F(K_j, L_j)$$

$$\text{Lucas 모형의 경우 : } Y_j = A(H) F(K_j, H_j)$$

즉, 기술수준을 나타내는 A 는 Arrow나 Lucas의 경우 모두 개별기업의 생산요소의 함수가 아니라 국가경제의 생산요소인 총체적 물적자본(K)이나 총체적 인적자본(H)의 함수로 나타나게 된다.

이와 같이 공공재적인 성격을 가지는 인적자본 또는 지식을 민간경제주체가 생산하게 되니 과소투자등의 문제가 발생하고 있다. 더욱 심각한 문제는 지식이 완전히 배타적(nonexcludable)이지 못하다는 것이다. Dasgupta-Stiglitz (1988)는 습득과정을 통해 생성된 비경합적 투입요소(nonrival input)가 완전히 배타적이지 못하고 부분적으로 배타적인 경우에는 완전경쟁균형으로 뒷받침될 수 없음을 보였다.

이미 잘 알려진 바와 같이 공공재의 특성은 비경합성(nonrivalry)과 비배제성(nonexcludability)이다. 실제로 지식은 비경합적이지만 완전히 배타적이지 못한 재화에 해당하므로 최근의 경제성장이론에서 이에 대한 관심이 증가되고 있다.

이해를 돕기위해 사유재의 특성인 경합성과 배제성의 개념을 다시 살펴보자. 경합성은 '기술적'인 개념으로서 한 개인의 재화에 대한 소비가 타인의 소비를 저해하는 것이다. 이에 비해 배제성은 기술적일 뿐 아니라 '법적'인 개념(즉, 소유권)을 지닌다. 예를 들어 복제방지(즉, copy-protection)장치를 한 소프트웨어 프로그램을 생각할 수 있다. 즉, 어떤 재화의 소유주가 다른 사람들로 하여금 사용하지 못하게 할 수 있다면 그 재화는 '배제적'이 되는 것이다. 이같이 경합성과 배제성의 성격을 가지는 재화는 사적으로 공급되고 시장에서 거래된다. 공공재는 배제적이므로 사적으로 공급되거나 시장에서 거래될 수 없다. 경합성과 배제성은 밀접한 관계를 가진다. 왜냐하면 대부분의 경합적 재

화가 배제성을 가지기 때문이다. 그러나 아파트의 주차장과 같이 경합적이면서 소유권을 집행하기 어려운 재화가 존재한다. 이 경우에는 부분적인 배제성(partial excludability)이 있게 될 뿐이다. 그러면 기술이나 지식은 어떠한가? 어떤 기술이나 지식은 비경합적이지만 부분적으로 배제적인 생태에 있게 된다. 기초과학기술은 공공재의 성격을 가진다. 우리 주위의 많은 computer software는 비경합적이다. 그러나 그것에 복제방지장치를 해서 배제성을 가지게 만들 수 있다.

최근의 성장이론에서 관심의 대상이 되고 있는 것은 비경합적이지만 부분적으로 배제적인 재화인 지식 또는 기술이다. 즉, 이와 같이 비경합적이며, 부분적인 배제성을 가지는 생산요소의 축적과정을 통해 경제성장이 달성된다는 것이 내생적 성장이론의 핵심이다. 여기서 경합성과 배제성의 개념을 구분하는 것이 중요하다. 왜냐하면 비경합성은 필연적으로 비볼록성(nonconvexity)과 관련되지만 비배제성은 그렇지 않기 때문이다. 비경합적인 재화는 i) 디자인 등과 같이 여러 사람들이 동시에 사용할 수 있거나 ii) 처음 그 재화를 만들 때에 비해 두번째의 제작비가 거의 0인 상태이다. (즉, 개발비용에 비해 복사비용은 거의 0에 가깝다.) 이 같은 두번째의 경우가 비경합성에 의해 비볼록성이 유도되는 경우를 잘 보여준다.

이제 R 을 경합적 투입요소들의 집합이며, N 을 비경합적 투입요소들의 집합을 의미한다고 하자. 이때의 생산함수 $F(R, N)$ 은 모든 정수 값 λ 에 대해 다음을 만족한다.

$$F(\lambda R, \lambda N) \geq F(\lambda R, N) = \lambda F(R, N) \quad (36)$$

이는 생산요소 전체에 대해 규모의 수확증가(IRS)를 의미하며 생산함수 $F(\cdot)$ 가 오목성(concavity)을 갖지 않음을 나타낸다. 어떤 생산요소가 비경합적일 경우 요소전체에 대하여 생산함수가 규모에 대한 수확불변(CRS)의 성격을 잃어버리게 된다. 이것이 규모에 대한 수확체증(IRS)개념이 도입되는 이유이며, 이와 같은 IRS 생산함수를 완전경쟁 균형체제하에서 분석하는데 외부성개념을 도입하면 기술적으로 편리해진다. 이러한 방식을 따른 것이 앞에서 살펴본 Lucas(1988)와 Romer(1986)의 연구이다. 이에 비해 Romer(1987)는 규모에 대한 수확체증이 지식 이전에 따른 외부성효과에서 비롯된 것

이 아니라 생산의 '특화'(specialization)에 의해 비롯된 것이라는 가정하에서 자본량 증가에 따라 자본 수익율이 감소하지 않는 모형을 제시하고 무한적 경제성장을 설명할 수 있음을 보였다.

이상에서 살펴본 바와 같이 인적자본과 같은 생산요소가 비경합적이라는 가정은 필연적으로 생산집합의 비볼록성(nonconvexity)으로 귀결된다. 따라서 그에 대한 해결은 Jones-Manuelli(1990), Rebelo(1990), Becker-Murphy-Tamura(1990)등의 연구와 같이 생산기술등에 관한 지식이 경합적이라고 가정하고 모형을 구성하는 것이다. 이것이 내생적 성장이론전개의 두번째 방향이라고 볼 수 있다.

지식이 경합적이라면 규모에 대한 수확체증(IRS)에 관한 문제가 없어지고 따라서 모든 문제를 완전경쟁 균형체제하에서 풀 수 있을 것이다. 특히 Jones-Manuelli(1988)는 영구적인 성장을 가능케하기 위해서는 신고전학파의 기본가정인 Inada condition 중에서 $\lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = 0$ 의 가정을 포기해야 한다고 주장했다. 즉, 자본량의 증가에 따라 자본의 한계생산성(MPK)이 계속 감소하는 것이 아니라 일정한 하한(lower limit)을 가지게 된다는 것이다. 즉,

$$\lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = A, \quad (A \neq 0) \quad (37)$$

이를 위해 설정한 생산함수는 다음과 같다.

$$f(k) = Ak + g(k) \quad (38)$$

여기서 $g(k)$ 는 Inada condition을 만족하는 신고전학파 생산함수이다. 즉, $\lim_{k \rightarrow \infty} g'(k) = 0$ 이지만 $\lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = A \neq 0$ 이다. 이와 같은 생산함수가 $\beta(A + 1 - \delta) > 1$ 의 조건을 만족하면 소비의 지속적 증가가 가능하게 된다. 즉, 효용함수가 $u(c) = \frac{c^{1-\sigma}}{1-\sigma}$, ($\sigma > 0$)인 경우 Euler방정식은 다음과 같다.

$$\psi_t = \frac{c_{t+1}}{c_t} = \{ \beta [f'(k_{t+1}) + 1 - \delta] \}^{\frac{1}{\sigma}} \quad (39)$$

여기서 β 는 효용할인 인자(discount factor)를 나타낸다.

우선 MPK체감에 의해 자본량 k_t 가 증가할수록 소비의 증가율은 감소하게 된다.(즉, $\psi_{t+1} < \psi_t$) 그러나 점근적 증가율은 $\psi^* = \beta(A+1-\delta)$ 로서 지속적 성장이 가능하다는 것이다. 따라서 Jones-Manuelli(1990)는 규모에 대한 수확체증(IRS)이 지속적 성장을 위한 필요충분조건이 되지 못한다고 Romer(1986)모형을 비판한다. 이러한 Jones-Manuelli 모형의 가장 중요한 특성은 기술집합이 볼록(convex)하고 외부효과가 없으므로 완전경쟁균형이 파레토 최적인다는 점이다. 따라서 외부성이나 IRS가 존재하는 모형에서는 인적 자본에 대한 보조금 지급이 최적정책이지만 Jones-Manuelli의 볼록성 모형(convex model)에서는 그러한 정책은 준최적(suboptimal)이라는 결론을 도출하게 된다.

Rebelo(1990)도 규모에 대한 수확체증(IRS)이나 외부효과(externality)가 내생적성장을 가능케하는 필요조건이 아니라고 주장하며 Romer(1986)를 반박한다. 생산함수가 자본(K_t), 노동(N_t) 그리고 토지와 같은 '재생산 불가능요소'(nonreproducible input)인 T에 대한 Cobb-Douglas형태를 가진다고 가정하자. 이 경우의 자본축적 방정식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\dot{K}_t = A \cdot K_t^\alpha N_t^\beta T^\gamma - C_t - \delta K_t, \quad (\alpha, \beta, \gamma \geq 0) \quad (40)$$

위 모형에서 만약 (i) N_t 와 T는 생산에 필요한 요소(즉, $\beta > 0, \gamma > 0$)이며, (ii)규모에 대한 수확불변(즉, $\alpha + \beta + \gamma = 1$)의 두가지 가정이 성립된다면 영구적 성장은 불가능하다. 그 이유는 위 식(40)에서 K_t 의 증가율을 구해보면 명확하다.

$$\hat{K}_t = A \cdot K_t^{\alpha-1} N_t^\beta T^\gamma - \frac{C_t}{K_t} - \delta \quad (40')$$

소비를 0으로 하고 모든 가용자원을 자본축적에 사용한다고 해도 유일하게 축적가능한 생산요소 K_t 의 한계생산성체감에 의해 자본의 증가율은 0으로 접근하게 된다.

일반적인 신고전학파의 모형에서는 재생산 불가능요소는 제외하고 규모에

대한 수확불변의 가정을 하므로 $\alpha + \beta = 1$, $\gamma = 0$ 의 경우이다. Lucas(1988)는 앞의 식 (29)에서와 같이 노동 N 대신에 유효노동 N_t (즉, labor augmenting technology)을 사용함으로써 장기균형성장을 도출하였다. 이에 비해 Rebelo모형(1990)에서는 “축적될 수 있는 생산요소에 대한 수확불변”의 가정(즉, $\alpha = 1$, $\beta = \gamma = 0$)만으로도 내생적 성장이 가능하다. 여기서 $\beta = \gamma = 0$ 의 가정은 N 과 T 가 생산에 사용되지 않음을 의미한다. 이러한 가정은 K 를 실물자본과 인적자본의 복합재(composite goods)라고 간주하면 현실성을 잃지 않는다. 따라서 Rebelo는 자본생산에 재생산 불가능한 생산요소가 직접적으로 필요치 않다는 가정이 중요하며, 이 경우 규모에 대한 수확불변(CRTS)인 생산기술로 내생적 성장이 가능하다고 주장했다. 이는 Jones-Manuelli(1990)의 주장과 일맥상통하는 것으로서 Romer(1986)방식의 규모에 대한 수확체증(IRS)의 개념 또는 외부효과의 가정에 대한 비판이다. 즉, 복합자본재 K_t 와 소비재 C_t 의 생산기술을 다음과 같이 설정한다.

$$\dot{K}_t = A \cdot K_t \cdot (1 - \phi_t) - \delta \cdot K_t \quad (41)$$

$$C_t = B \cdot (\phi_t K_t)^\alpha T^{1-\alpha} \quad (42)$$

여기서 ϕ_t 와 $(1 - \phi_t)$ 는 각각 소비재생산 및 자본재생산에 투입되는 자본량의 비율을 의미한다. 따라서 이 경제의 생산함수는 다음과 같이 나타나게 된다.

$$Y_t = A \cdot K_t \cdot (1 - \phi_t) + B \cdot (\phi_t K_t)^\alpha T^{1-\alpha} - \delta \cdot K_t \quad (43)$$

이는 앞에서 살펴본 Jones-Manuelli(1990)의 생산함수, 식 (38)과 매우 유사한 형태(즉, $Y_t = A \cdot K_t + B \cdot K_t^\alpha T^{1-\alpha}$)를 가진다. 즉, Inada condition이 성립하지 않음을 알 수 있다. 따라서 1부문 모형(one-sector model)의 경우 ‘재생산 불가능한 생산요소’가 생산함수에 포함되더라도 Inada condition을 만족하지 않는 형태를 취해야 하며 결국 그러한 요소가 생산에 긴요하지 않은(즉, nonessential to production) 결과를 취해야 한다.

신성장이론의 세번째 방향은 신고전학파의 완전경쟁의 가정을 포기하고 독점이윤을 고려하는 것이다. 즉, 새로운 기술을 개발하는 기업이 어느 정도의

시장 지배력을 가지며 독점적 이윤(monopoly rent)을 향유하는 모형을 구성하는 것이다. 이는 새로운 생산기술등이 비경합성을 가지지만 특허권으로 보장된 일정기간 동안 배제성을 갖게해 줌으로서 지식을 공공재로 보지 않으려는 것이다. 독점이윤을 향유하는 기업이 기술개발을 촉진 시키게 된다는 Schumpeter(1942)의 가설을 부활시켰다는 점에서 이를 '신 슈페터' 성장모형(Neo-Schumpeterian Growth Model)이라고 부른다. 이러한 방향의 연구는 Judd(1985), Romer(1987), Grossman-Helpman(1989)등에 의해 시작되었으며 독점적 경쟁시장하의 경제성장모형을 제시하고 있다. Aghion-Howitt(1992)과 Caballero-Jaffe(1993) 등은 '창조적 파괴'(creative destruction)와 지식이전을 고려한 모형을 제시하였다. Schumpeter의 '창조적 파괴' 개념에 의하면 신기술개발에 대한 독점이윤은 또다른 신기술이 개발될때 까지만 가능하므로 신기술개발에 대한 Poisson확률에 의해 예상독점이윤을 모형화할 수 있고, 이를 통해 시장지배력의 크기(즉, Lerner 지수)등의 함수형태로 연구투자의 변화를 분석하는 것이다. 이같은 '창조적 파괴'는 기존의 기술이나 상품을 일거에 무용지물로 만드는 경우(예: personal computer 출현에 의한 typewriter 산업의 붕괴)도 있으므로 이를 일종의 외부효과로 볼 수 있다.

Romer(1990)는 독점력과 spillover 문제를 결합해서 분석하고 있다. 우선 x_i ($i = 1, 2, \dots, \infty$)를 소비재생산을 위한 내구재 투입요소라고 하자. 그리고 모든 $i > A$ 에 대해 $x_i = 0$ 이 되는 A 값이 존재한다고 가정하자. 즉, 기술수준 A 가 내구 투입요소의 범위를 결정하고 있다는 의미이다. 생산함수와 실물자본 축적 및 기술수준축적 방정식은 아래와 같다.

$$Y = H_Y L^\beta \sum_0^{\infty} x_i^{1-\sigma-\beta} \quad (44)$$

$$\dot{K} = Y - C \quad (45)$$

$$\dot{A} = \delta H_A A \quad (46)$$

$$H = H_A + H_Y \quad (47)$$

여기서 H_Y 와 H_A 는 생산 및 연구투자에 투입된 인적자본량을 각각 의미하며, H 는 일정하다고 가정한다.

한단위의 내구재 x_i 를 만들기 위해 η 단위의 소비를 희생해야 한다면 총실물 자본량은 $K = \eta \sum_{i=1}^A$ 가 된다. 내구재 요소 x_i 를 p_i 의 가격으로 임대하여 소비재를 생산하는 기업가의 이윤극대화 문제는 다음과 같다.

$$\max_x \sum_0^x [H_Y^\alpha L^\beta x_i^{1-\alpha-\beta} - p_i x_i] \quad (48)$$

따라서 x_i 에 대한 역수요함수(inverse demand function)는 다음과 같다.

$$p_i = (1-\alpha-\beta) H_Y^\alpha L^\beta x_i^{-\alpha-\beta} \quad (49)$$

또한 내구재 x_i 를 발명하여 임대해주는 기업가의 이윤극대화 문제는 다음과 같다.

$$\max_x \Pi = \max p_i x_i - \gamma \eta x_i \quad (50)$$

여기서 γ 은 이자율이며 $\gamma \eta$ 은 내구재 x_i 생산의 한계비용이 된다. 독점가격은 한계비용에 대한 mark-up이며, 식 (49)에 의해 수요의 가격탄력성의 역수는 $(\alpha+\beta)$ 임을 알 수 있다. 따라서 독점가격은 $\bar{p} = \frac{\gamma \eta}{(1-\alpha-\beta)}$ 이며, 이때의 수요량은 \bar{x} 가 된다. 또한 이 경우의 총실물 자본량은 $K = \eta A \bar{x}$ 이므로 소비재 생산함수는 다음과 같이 나타나게 된다.

$$\begin{aligned} Y &= H_Y^\alpha L^\beta A \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \\ &= C \cdot (H_Y \cdot A)^\alpha (L \cdot A)^\beta K^{1-\alpha-\beta} \end{aligned} \quad (51)$$

여기서 $C = \eta^{\alpha+\beta-1}$ 이다. 위 생산함수는 인적자본과 노동이 기술수준 A 에 관해 확장(augmenting)되는 형태로서의 신고전학과 생산함수와 유사하게 된다. 특히 실물자본의 수익율은 체감하고 있으며 $A^{\alpha+\beta}$ 부분에 의해 비불록성(non-

convexity)이 나타남에 유의해야 한다.

이러한 모형에서의 경제성장율은 다음과 같다.

$$g = \frac{\delta H - \rho \Lambda}{\rho \Lambda + 1} \quad (52)$$

여기서 $\Lambda = \frac{\alpha}{(1-\alpha-\beta)(\alpha+\beta)}$ 이다. 위 식 (52)로 주어진 균형성장율 g 를 중앙계획자에 의해 도출되는 사회최적성장율 g^* 와 비교하면 독점가격의 mark-up을 나타내는 $(1-\alpha-\beta)$ 부분에 의해 $g < g^*$ 가 됨을 알 수 있다.

이와같은 모형의 중요한 결론 중의 하나는 위 식 (52)에서와 같이 인적자본량이 증가할 수록 경제성장율이 높아진다는 것이다. 즉, 인구총량보다 인적자본의 크기가 경제성장에서의 중요한 요인이 된다. 따라서 80년대 이전의 중국이나 인도와 같이 인구는 많으나 인적자본이 작은 나라가 저성장을 하는 이유를 설명할 수 있으며, 아프리카의 일부 국가들처럼 인적자본이 매우 작은 나라의 경우에 경제성장이 거의 일어나지 못하는 이유를 설명할 수 있다. 또한 이러한 논리에 따르면 아시아의 '4마리의 용'(Four Dragons)이라고 불리우는 한국, 싱가포르, 대만, 홍콩의 급속한 성장도 설명될 수 있다.

Grossman-Helpman(1991)은 “질적 개선의 사다리”(quality ladder)와 불완전경쟁 시장모형으로 내생적 성장이 가능함을 보였다. 여기서 생산요소의 quality ladder는 질적개선의 가능성이 무한한 과정을 가짐을 의미한다. 기업의 R&D 투자에 의해 중간투입요소가 이러한 ‘질적개선의 사다리’를 오르게 만드는 것이다. 어떤 기업이 대량의 R&D 투자에 의해 질이 좋은 중간투입요소(예, high-memory chip)를 만들어 내고, 그것이 특허권제도에 의해 보호된다면 그 기업은 신기술을 배제적으로 이용하는 신상품을 생산, 판매하여 독점이윤을 얻게 된다. 그러한 독점이윤의 상당부분이 다음 단계의 고급기술개발을 위한 R&D 비용으로 충당된다. 따라서 이같은 R&D 수익율(즉, 연구투자이득/연구투자비용)의 크기가 어떤 국가의 중간투입요소가 ‘품질개선의 사다리’를 올라가는 속도를 결정짓게 된다. 중간재의 질적개선이 물적자본의 생산성을 증가시킴으로써 신고전학과 모형에서와 같은 MPK체감을 억제시켜준다. 결국 신기술의 발명(innovation)이 자본축적과 경제성장을 지속시키게 된다. 이같은 모형은 어떤 국가의 노동력 크기보다 인적자본의 크기가 성장율에

더욱 영향을 미친다는 결론에 도달한다.

이상에서 살펴본 모형에서처럼 내생적인 기술발명(endogenous innovation)에 의해 경제가 성장한다면 이는 신고전학과 성장모형하의 정부의 정책과는 다른 시사점을 갖게 된다. 즉, 이 경우 독점의 존재 및 산업기술의 이전에 의해 균형성장경로가 사회최적성을 갖지 못하게 되므로 이에 상응하는 다양한 정책을 고려할 수 있다. 예를 들어 R&D 투자에 대한 보조금 또는 신기술 상품판매에 대한 보조금 등을 고려할 수 있다.

Ⅲ. 결 론

내생적 성장모형에 의하면 자유 국제무역을 통한 경제의 통합이 경제성장을 촉진시킬 수 있음을 설명할 수 있다. 즉, 국가간의 지식이전을 통해 인적자본을 확충시킬 수 있는 것이다. 따라서 폐쇄경제하에서 저성장을 하던 대인구의 국가가 경제를 대외개방한 뒤 경제성장이 촉진되는 현상을 설명할 수 있다. 저임금 노동력에 의해 노동집약적 상품을 수출하는 단계를 거치면서 자체적인 기술숙련(즉, learning-by-doing)이나 선진국으로부터의 기술 및 지식이전을 통해 인적자본이 축적되면서 중급 기술집약적 상품을 생산하고 수출하게 된다. 또한 국제경제의 통합은 R&D의 중복투자문제를 줄일 수 있다. 그리고 Rivera-Batiz-Romer(1991)에서처럼 경제통합에 의해 잠재적 수요가 늘어나는 것이 R&D 투자의 새로운 동기를 유발시킬 수도 있다. 그러나 현실적으로는 기술이전의 비용(즉, royalty)이 제약조건이 된다. 따라서 내생적 성장모형과 기술모방(imitation) 및 특허권(patent)문제는 밀접한 관계를 맺고 있다.

내생적 성장이론의 문제점 가운데 하나는 실증적 분석이 충분하지 못하다는 것이다. 이제까지 살펴본 바와 같이 내생적 성장모형을 직접적으로 검증하는 연구는 거의 없고 단지 신고전학과 모형에 의해 도출되는 점근현상가설을 검증하는 정도이다. 그러나 점근현상가설이 기각된다고 해서 신고전학과모형의 타당성을 부정하거나 내생적 성장모형의 우월성을 주장할 수는 없다. 왜냐하면 국가간 성장율의 차이는 조세 및 관세정책 등의 거시경제정책과 제도의 효율성에도 의존하기 때문이다. Kormendi-Meguire(1985), Barro(1991), Fischer(1993)의 연구에서 볼 수 있듯이 경제왜곡지수(distortion index)나 정치 체제변동에 의한 불확실성지수(uncertainty index)등에 의해 경제성장율의

차이가 발생할 수 있다. 특히 Fischer(1993)는 인플레이션, 대규모의 정부재정 적자 및 왜곡된 외환시장 등이 경제성장과 역관계에 있음을 실증분석을 통해 밝혔다. 예를 들어 Nigeria같은 나라는 1973년과 79년의 석유파동에 의해 큰 이득을 입었음에도 불구하고 현재의 일인당 국민소득이 1973년 당시보다 저하되었다. 또한 1970년대 이후에도 아시아의 신흥공업국가들(NIEs)은 고속 성장을 해 온 반면 남미 제국들은 성장을 둔화를 경험하였다. 이 같은 예는 대외적인 경제정책 뿐 아니라 경제구조의 변화 및 제도변화가 경제성장에 영향을 미친다는 사실을 보여주고 있다. 이러한 점에서 단순히 점근현상가설의 기각 여부만으로 신고전학과 모형과 내생적 성장모형의 상대적 우월성을 판별하는 것은 적절하지 못함에 유의해야 한다.

그리고 Levine-Renelt(1992) 등은 기존의 점근현상가설 검증에 사용된 Summer-Heston(1988)의 자료의 질적인 타당성에 대해 의문을 나타내고 있다. 실제로 각국의 인적자본에 대한 직접적 자료는 거의 없는 상태라해도 과언이 아니다. 그러나 자료의 부족을 탓하기 보다는 더욱 좋은 성장모형을 구축하려는 노력이 요망된다. 이런 점에서 볼때 Romer(1990), Grossman-Helpman(1991), Aghion-Howitt(1992), Stokey(1992), Young(1991, 93), Caballe-Santos(1993), Mulligan-Sala-i-Martin(1993) 등의 이론적 모형들이 앞으로 내생적 성장모형이 나아갈 방향을 제시하고 있다고 보여진다.

‘신’ 성장이론 또는 ‘내생적’ 성장이론은 국제무역뿐 아니라 인플레이션 세금(inflation tax) 등 광범위한 영역으로 확대 발전되고 있다. 현재에도 많은 경제학자들이 새로운 기술의 발견, 기술확산 및 기술진보를 고려하는 내생적 성장모형을 연구하고 있다. 또한 내생적 성장이론에 의해 화폐적 경기변동모형과 실물적 경기변동모형을 재구성하려는 연구도 시도되고 있다. 예를 들어 Stadler(1990)의 연구에 의하면 내생적 기술성장을 고려하는 경우, 화폐충격과 같은 총수요 교란이 노동과 고용량에 영구적인 효과를 가질 수 있다. 이는 앞으로도 화폐의 중립성(neutrality of money)에 관한 논쟁이 계속될 것임을 예고하는 것이다. 이와같이 내생적 성장모형은 장기뿐 아니라 단기적인 거시경제정책의 운용에 대해서도 많은 시사점을 주고 있다. 그 이론이 다루고 있는 범위와 영향력을 감안해 볼때 오래지 않아 ‘내생적 성장혁명’(Endogenous Growth Revolution)이라고 불리우게 될 것이라고 생각된다.

참 고 문 헌

1. Aghion, Philippe, and P. Howitt, "A Model of Growth Through Creative Destruction," *Econometrica*, vol. 60, no. 2, (1992), pp. 323-351.
2. Arrow, Kenneth J., "The Economic Implications of Learning by Doing," *Review of Economic Studies*, 29 (1962), pp. 155-173.
3. Backus, D. K., P. J. Kehoe, and T. J. Kehoe, "In Search of Scale Effects in Trade and Growth," *Journal of Economic Theory* 58 (1992) pp. 377-409.
4. Barro, Robert J., "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth," *Journal of Political Economy*, vol. 98, no. 5, pt. 2, (1990), pp. 101-125.
5. _____, "Economic Growth in a Cross Section of Countries," *Quarterly Journal of Economy*, (1991), pp. 407-443.
6. Barro, Robert J. and X. Sala-i-Martin, "Convergence," *Journal of Political Economy*, vol. 100, no. 2, (1992), pp. 223-251.
7. Baumol, W. J., "Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data Show," *American Economic Review* 76, (Dec, 1986), pp. 1072-1085.
8. Baumol, W. J. and R. R. Nelson, and E. N. Wolff, *Convergence of Productivity*, Oxford Univ. Press, 1994.
9. Baumol, William J. and E. N. Wolff, "Productivity Growth, Convergence, and Welfare: Reply," *American Economic Review*, 78, (1988), pp. 1155-1159.
10. Becker, Gary S. L. M. Murphy, and R. Tamura, "Human Capital, Fertility, and Economic Growth," *Journal of Political Economy*, vol. 98, (1990), pp. 12-37.
11. Bencivenga, V. R. and B. D. Smith, "Financial Intermediation and Endogenous Growth," *Review of Economic Studies*, 58 (1991), pp. 195-209.
12. Ben-David, Dan, and D. H. Papell, "Slowdowns and Meltdowns: Post-

- war Growth Evidence from 74 Countries," *unpublished paper*, Dept. of Economics, University of Huston, (Nov,1994).
13. Caballe, Jordi, and M. S. Sanstos, "On Endogenous Growth with Physical and Human Capital," *Journal of Political Economy*, vol. 101, (1993), pp. 1042-1067.
14. Caballero, R. and A. Jaffe, "How High are the giants Shoulders: An Empirical Assessment of Knowledge Spillovers and Creative Destruction in a Model of Economic Growth," *NBER Macroeconomic annual*, 1993, pp. 15-74.
15. Dasgupta, Partha, and J. Stiglitz, "Learning-By-Doing, Market Structure, and Industrial and Trade Policies," *Oxford Economic Papers* 40 (1988), pp. 246-268.
16. De Long, Bradford J., "Productivity Growth, Convergence, and Welfare : Comment," *American Economic Review*, 78, no. 5, (1988), pp. 1138-1154.
17. De Long, J. Branford and L. H. Summers, "Equipment Investment and Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics*, (1991), pp. 445-502.
18. Dixit, Avinsh, and Joseph E. Stiglitz, "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity," *American Economic Review*, vol. 67, (1977), pp. 297-308.
19. Easterly, William, "How much do Distortions Affect Growth?" *Journal of Monetary Economics*, 32, (1993), pp. 187-212.
20. Fischer, Stanley, "The Role of Macroeconomic Factors in Growth," *Journal of Monetary Economics* 32 (1993), pp. 485-512.
21. Greenwood, J. and B. Jovanovic, "Financial Development, Growth, and the Distribution of Income," *Journal of Political Economy*, vol. 98, (1990), pp. 1076-1107.
22. Gregorio, Jos De, "Inflation, Taxation, and Lon-Run Growth," *Journal of Monetary Economics* 31, (1993), pp. 271-298.
23. Grier, Kevin B, and G. Tullock, "An Empirical Analysis of Cross-Na-

- tional Economic Growth, 1951-80," *Journal of Monetary Economics* 24 (1989), pp. 250-276.
24. Grossman, Gene M, and E. Helpman, "Quality Ladders in the Theory of Growth," *Review of Economic Studies* 58 (1991), pp. 43-61.
25. _____, *Innovation and Growth in the World Economy*. Cambridge: MIT Press, 1991.
26. Helpman, Elhanan, and G. M. Grossman, "Comparative Advantage and Long-Run Growth," *American Economic Review*, vol. 80, no. 4 (1990), pp. 796-815.
27. _____. "Endogenous Innovation in the Theory of Growth," *Journal of Economic Perspectives* 8, no. 1 (1994), pp. 23-44.
28. Jaffe, Adam B., "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firm's Patents, Profits, and Market Value," *American Economic Review*, vol. 76, (1986), pp. 984-1001.
29. Jones, L. and R. Manuelli, "A Convex Model of Equilibrium Growth: Theory and Policy Implications," *Journal of Political Economy* 98, (1990), pp. 1008-1038.
30. Judd, K. L. "On the Performance of Patents," *Econometrica* 53 (1985), pp. 567-585.
31. King, R. G. and S. Rebelo, "Public Policy and Economic Growth: Developing Neoclassical Implications," *Journal of Political Economy* 98, (1990), pp. 126-150.
32. _____, "Transitional Dynamics and Economic Growth in the Neoclassical Model," *American Economic Review* 83 (1993), pp. 908-931.
33. King, R. G. and R. Levine, "Finance, Entrepreneurship, and Growth," *Journal of Monetary Economics* 32, (1993), pp. 513-542.
34. _____, "Finance and Growth: Schumpeter might be Right," *Quarterly Journal of Economics* (1993), pp. 717-737.
35. Kormendi, R. C. and P. G. Meguire, "Macroeconomic Determinants of

- Growth," *Journal of Monetary Economics* 16, (1985), pp. 141-163.
36. Kremer, Michael, "Population Growth and Technological Change: One Million B. C to 1990," *Quarterly Journal of Economics*, (1993), pp. 681-716.
37. Levine, Ross, and D. Renelt, "A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions," *American Economic Review*, vol. 82, (Sep, 1992), pp. 942-963.
38. Lucas, Robert E, Jr., "On the Mechanics of Economic Development," *Journal of Monetary Economics* 22 (1988), pp. 3-42.
39. _____, "Making a Miracle," *Econometrica*, Vol. 61, (1993), pp. 1-22.
40. Mankiw, N. G. and D. Romer, and D. N. Weil, "A Contribution to the Empirics of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics*, (1992), pp. 407-437.
41. Mulligan, C. B. and X. Sala-i-Martin, "Transitional Dynamics in Two-Sector Models of Endogenous Growth," *Quarterly Journal of Economics*, (1993), pp. 739-773.
42. Murphy, K. M. and R. W. Vishny, "The Allocation of Talent: Implications for Growth," *Quarterly Journal of Economics*, (1991), pp. 501-530.
43. Rebelo, Sergio, "Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth" *Journal of Political Economy*, vol. 99, no. 3, (1991), pp. 500-521.
44. Rivera-Batiz, Luis A. and P. M. Romer, "Economic Intergration and Endogenous Growth," *Quarterly Journal of Economics*, (1991), pp. 531-555.
45. Romer, Paul M., "Increasing Returns and Long-Run Growth," *Journal of Political Economy* (1986), pp. 1002-1037.
46. _____, "Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization," *American Economic Review*, vol. 77, no. 2, (1987), pp. 56-62.
47. _____, "Capital Accumulation in the Theory of Long-Run Growth," in *Modern Business Cycle Theory*, edited by Robert J. Bar-

- ro, Cambridge, Mass., Harvard Univ. Press, 1989.
48. _____, "Are Nonconvexities Important for Understanding Growth?" *American Economic Review*, 80, no. 2, (1990), pp. 97-103.
49. _____, "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy* (1990), pp. 71-102.
50. Rustichini, Aldo. and J. A. Schmitz, Jr., "Reserch and Imitation in Long-Run growth," *Journal of Monetary Economics* 27 (1991), pp. 271-292.
51. Schmitz, James A, Jr., "Imitation, Entrepreneurship, and Long-Run Growth," *Journal of Political Economy*, vol. 97, no. 3 (1989) pp. 721-739.
52. Schumpeter, Joseph A., *Capitalism, Socialism, and Democracy*, New York, Harper, 1942.
53. Segerstrom, Paul S., "Innovation, Inflation, and Economic Growth," *Journal of Political Economy*, vol. 99, no. 4, (1991), pp. 807-827.
54. Shell, Karl, "Toward a Theory of Inventive Activity and Capital Accumulation," *American Economic Review*, vol. 56, no. 2 (1966), pp. 62-68.
55. _____, "A Model of Inventive Activity and Capital Accumulation," In Shell, K., eds., *Essays on the Theory of Optimal Economic Growth*. Cambridge:MIT Press, 1967, pp. 67-85.
56. _____, "Inventive Activity, Industrial Organization and Economic Growth," in Mirrles, J. A., and N. Stern, eds., *Models of Economics Growth*. Macmillan: London, 1973, pp. 77-100.
57. Solow, Robert M., "A Contribution to the Theory of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics* 70 (1956), pp. 65-94.
58. _____, "Tchnical Change and the Aggregate Production Function," *Review of Economic and Statistics* 39 (1957), pp. 312-320.
59. _____, "Growth Theory and After," *American Economic Review*, vol. 78 (1988), pp. 307-317.
60. _____, "Perspectives on Growth Theory", *Journal of Econ-*

omic Perspectives 8, no. 1 (1994), pp. 45-54.

61. Stadler, G. W., "Business Cycle Models with Endogenous Technology," *American Economic Review*, vol. 80 (1990), pp. 763-778.
62. Stocky, Nancy L., "Learning by Doing and the Introduction of New goods," *Journal of Political Economy*, vol. 96, no. 4, (1988), pp. 701-717.
63. _____, "Human Capital, Product Quality, and Growth," *Quarterly Journal of Economics*, 106 (1991), pp. 587-616.
64. Uzawa, Hirofumi, "Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic growth," *International Economic Review*, 6 (1965), pp. 18-31.
65. Young, Alwyn, "Learning by Doing and the Dynamic Effects of International Trade," *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, (1991), pp. 369-406.
66. _____, "Invention and Bounded Learning by Doing," *Journal of Political Economy*, vol. 101, no. 3, (1993), pp. 443-472.