

內生的 경제성장론에 있어서의 人的資本의 역할：理論과 檢證

韓 武 虎

< 目 次 >

- I. 序論
- II. 理論的 模型 설정
- III. 實證分析
- IV. 結論

I. 序 論

본 연구는 人的資本(human capital)이 한 국가의 경제성장에 미치는 經路를 이론적, 계량적으로 분석하여 개발도상국가간 성장률의 지속적인 隔差를 설명하고, 경제성장이론에 있어서의 정상상태(steady state) 다균형점의 존재를 증명할 수 있는 포괄적인 內生的(endogenous) 경제성장 모형을 구축하는데 그 目的을 두고 있다.

1970년대까지 경제성장론은 Solow(1956)의 外生的(exogenous) 경제성장이론에 바탕을 둔 신고전파적 이론이 主流를 이루어 왔다. 신고전적 경제성장이론은 長期的 경제성장률은 외생변수인 기술수준, 저축비, 인구성장율에 의해 결정된다고 주장한다. 또한 신고전파 모형에 의하면 자본량이 蓄積됨에 따라 자본의 한계 생산성이 遞減하므로 저소득국가는 고소득국가보다 더 빠르게 성장하여 장기적으로 성장률의 격차가 좁혀져 漸近現狀(convergence)이 일어나게 된다. 그러나 실제로 개발도상국들 중에는 한국, 대만, 싱가포르 등과 같

이 빠른 성장률을 기록한 국가들이 있는 반면에 아프리카, 아시아의 많은 나라들은 아직도 거의 제로의 장기적 성장률을 보이고 있다. 또한 Christiano (1989)에 의하면 일본의 실제 경제성장률을 이룩하기 위해서는 신고전파의 假說에 의한 저축비는 NNP의 500%가 되어야 한다고 주장하여 신고전파의 非現實의임을 증명하였다. 또한 신고전파 성장이론은 기술수준을 외생변수로 취급하기 때문에 한 국가의 경제성장의 源泉을 규명하는데는 많은 약점을 가지고 있다.

이러한 신고전파의 缺點을 규명 보완하기 위해 수많은 논문들이 발표되었으며 그중에는 Baumol(1986), De Long(1987), Bernard and Durlauf(1991), Barro(1989), 그리고 Mankiw et. al.(1990)들은 漸近現狀에 대해 연구 분석하였다. 그들의 전반적인 결론은 선진국들 간에는 점근현상이 존재하는 반면에 개발도상국가들 간에는 경제성장에 있어서 현저한 격차를 보여 점근현상이 존재한다고 보기는 어렵다는 것이다. 이에 대해 Lucas(1988), Romer(1990), Becker-Murphy-Tamura(1990) 등은 外生的 기술변화보다는 內生的으로 축적이 가능한 인적자본의 외부성(externalities)과 비경합적(nonrival)이고 부분적으로 배제적(exclusive)인 특성에 의해 한 나라의 경제성장의 과정을 규명하려는 내생적 경제성장이론을 구축하였다. 내생적 경제성장모형의 중요한 특징은 規模에 대한 收穫增加 혹은 收穫不變의 가정이다. 내생적 경제성장이론은 국가간 경제성장률의 격차와 한 국가의 경제성장 과정을 규명하는데 많은 貢獻을 해 왔다. 그러나 대부분의 내생적 경제성장모형들은 경제성장 과정을 규명하는데 소수의 설명변수에 依存하고 있으며, 인구성장률을 외생변수로 취급하여 인구성장률과 모형안의 내생변수간의 관계를 설명하는데 있어서 그리고 전환적 동태학(transitional dynamics)을 다루는데 있어서는 아직 미비한 점을 보이고 있다.

따라서 본 논문은 위에서 언급한 점을 보완한 내생적 성장 모형을 만들기 위해 아래와 같은 가정을 세운다.

- (1) 인구성장률은 모형안에서 결정되는 내생변수이며, 자식들은 내구적 消費財와 같이 정상재로 취급된다.
- (2) 작은 개방경제 체제를 가정하며 실물자본(physical capital)의 자유로운 移動이 허용되는 반면에 노동과 인적자본의 이동은 制限된다. 따라서 생산분야에서 물적자본에 대한 수익(return)은 세계 실물자본 시장에서 결정된다.

- (3) 개인은 오직 한기간 동안만 살기 때문에 순수 노동에 具顯된 인적자본은 그 사람이 사망했을 때 완전히 사라지므로 인적자본의 감각상각율은 100%이다.
- (4) 인적자본 분야에서 투자에 대한 수익성은 現存하는 인적자본 수준의 외부성과 세계 지식의 외부성에 의해 현존 인적자본 수준의 非線形函數이다.

II. 理論的 模型 설정

개인은 소비와 자식들의 숫자와 質로부터 效用을 얻으며, 여기서 자식들의 質이란 그들의 소비와 자식의 숫자에 의해 결정된다. 따라서 효용함수는 아래와 같이 표현될 수 있다.¹⁾

$$U = \sum_{t=0}^{\infty} \rho^t U(c_t, n_t) \quad (1)$$

여기서 ρ 는 할인율, c_t 는 개인의 소비량, n_t 는 자식의 수를 나타내며 $U(c_t, n_t) = \log c_t + \log n_t$ 의 관계식을 갖는다고 가정한다. 이 효용함수는 可分離的이고 可sum的이다. 여기서 注目할 점은 개인은 오직 한기간 동안만 살기 때문에 n_t 는 인구증가율(노동인구 증가율)과 같다.

개인의 생산함수는 아래와 같이 Cobb-Douglas의 형태를 취한다고 가정한다.

$$y_t = A k_t^\alpha h_t^\beta \quad (2)$$

여기서 $y_t = Y_t / L_t$, $k_t = K_t / L_t$, $h_t = H_t / L_t$ 등은 각각 일인당 소득, 일인당 실물자본량, 일인당 인적자본량을 나타낸다.

실물자본(k_t)과 인적자본(h_t)의 蓄積過程은 다음과 같다.

$$n_t k_{t+1} = i_{kt} + (1 - \delta) k_t \quad (3)$$

$$n_t h_{t+1} = \gamma(h_t) i_{ht} \quad (4)$$

1) Romer(1988)는 인구성장을 내생변수로 취급할때 주의해야할 점들을 잘 설명하고 있음.

여기서 i_k 와 i_h 는 각각 실물자본 축적과 인적자본 축적에 투입된 財貨를 나타내며 δ 는 감가상각율을 나타낸다. $\gamma(h_t)/n_t$ 는 인적자본 分野에서 투자의 수익성($\partial h_{t+1}/\partial i_h$)을 나타내며, 生産分野에서의 인적자본의 수익성($\partial y_t/\partial h_t$)과는 다르다는 점을 유의해야 한다.

$\gamma(h_t)$ 는 인적자본 分野에서 투자에 대한 效率性を 나타내며, 투자의 효율성은 內的 외부성(inner externalities)과 外的 외부성(outer externalities)에 의해 영향을 받는다. 여기서 內的 외부성은 현존하는 일인당 인적자본 수준이 후세대를 위한 투자의 효율성에 미치는 영향을 의미하며, 外的 외부성은 세계의 지식이 후세대를 위한 투자의 效率性に 미치는 영향을 의미한다. 한편 두 외부성의 크기는 현존하는 인적자본의 수준에 의해 결정된다. 인적자본 分野에서 수익성은 현존하는 인적자본의 수준이 높아짐에 따라 증가하고, 그 增加率은 현존하는 인적자본이 低水準일때는 외적 외부성이 크기 때문에 증가하나 어느 수준에 到達하면 현존 인적자본의 수준이 세계 지식의 frontier에 접근할수록 감소한다.

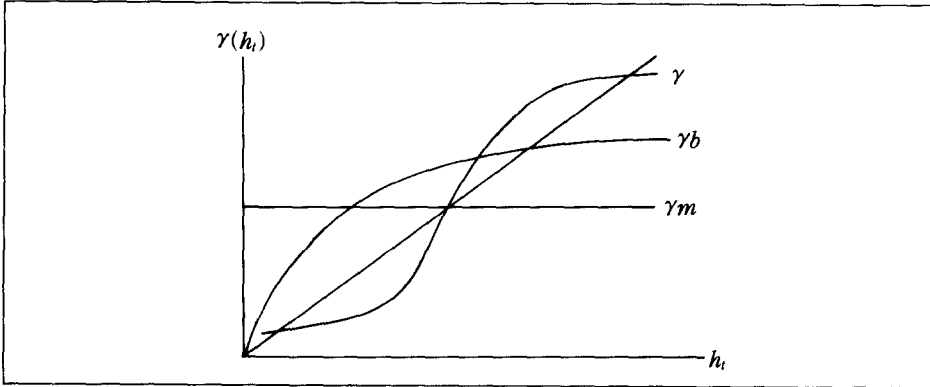
따라서 인적자본 分野에서 수익성은 아래와 같은 관계식을 갖는다고 가정한다.

$$\gamma(h_t) = e^{g(h_t)}, \quad g(h_t) = ah_t^3 + bh_t^2 + ch_t + d, \quad a, c, d > 0, b < 0, b^2 < 3ac \quad (5)$$

여기서 a, b, c, d 는 인적자본 分野에서의 효율모수(parameter)들로 해석할 수 있으며 세계의 貿易環境이나 인터넷과 같은 정보통신 혁명에 의해 좌우된다고 볼 수 있다.

기존의 다른 모형들과 비교해보면 Mankiw et. al.(1990)에서는 Solow의 모형에 인적자본을 더한 다음 실물자본 分野에서의 수익성과 같이 인적자본 分野에서 $\gamma(h_t)=1$ 로서 불변한다고 가정하여, 그들의 모형이 한 국가의 경제성장의 80%를 설명할 수 있다는 것을 보여주어 신고전파의 성장론의 有用性を 증명하였다. 한편 Becker et. al.(1990)에 의하면 $\gamma(h_t)=h_t^v, v < 1$ 라고 가정하여 다균형점의 존재를 증명하였다. 그러나 低水準의 인적자본을 갖고 있는 국가들은 장기적으로 인적자본이 제로 상태에서 貧困의 陷穽에 빠진다고 주장하며 그들의 模型解(solution)는 코너해에 의존하는 비현실적인 점이 있다. 다음의 그림에서 $\gamma, \gamma_m, \gamma_b$ 는 각각 본 논문의 경우, Mankiw et. al.(1990)의 경우,

〈그림 1〉



Becker et. al. (1990)의 경우를 나타낸다.

이 모형에서는 한가지 財貨가 생산되며 실물자본 분야나 인적자본 분야에 같은 재화가 투자된다. 個人은 총소득의 일부는 소비하고, 나머지는 실물자본 분야와 인적자본 분야에 투자한다. 따라서 豫算制約式은 다음과 같이 주어진다.

$$y_t = c_t + i_{kt} + i_{ht} \quad (6)$$

위의 효용극대화 문제는 Present-Value Hamiltonian으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$H(\cdot) = \sum_{t=0}^{\infty} \rho^t [U(c_t, n_t) + \lambda_t \{ y_t - c_t - (n_t k_{t+1} - (1-\delta)k_t) - \frac{n_t}{\gamma(h_t)} h_{t+1} \}] \quad (7)$$

최적화를 위한 c_t , n_t , k_{t+1} , h_{t+1} , 그리고 λ_t 에 관한 1차 조건들은 부록에 첨가된다.²⁾

2) $n_t = L_{t+1} / L_t$. 여기서 L_t 는 t 기간의 노동인구를 나타내며, L_{t+1} 은 n_t 에 의해서 결정된다. 그러나 L_{t+2} 은 n_t 에 의해 아무런 영향을 받지 않는다.

이 모형에서는 정상상태(steady state)란 모든 변수들의 성장률이 不變하는 상태라고 정의한다. 또한 실물자본의 收益性(return)이 불변한다고 가정하기 때문에 정상상태에서 所得에 대한 실물자본과 인적자본 分野에 투입되는 투자의 비율 또한 불변하게 된다.

식 (2)로부터 생산분야에서 실물자본의 수익성을 구하면,

$$R_t = \alpha A k_t^{\alpha-1} h_t^\beta \quad (8)$$

위의 식의 양변에 대수를 취한 다음 시간에 관해 微分하면 정상상태에서 아래와 같은 관계식을 얻게된다.

$$\frac{\dot{k}_t}{k_t} = -\frac{\beta}{(1-\alpha)} \frac{\dot{h}_t}{h_t} \quad (9)$$

따라서 정상상태에서 실물자본의 성장율은 인적자본의 성장율에 比例함을 보여준다.

식 (4)를 h_t 로 나누고 양쪽에 대수를 취한 다음 시간에 관해 微分을 하면 정상상태에서 다음과 같은 관계식을 얻게 되며³⁾,

$$\frac{\gamma'(h_t)}{\gamma(h_t)} \dot{h}_t + \alpha \frac{\dot{k}_t}{k_t} + (\beta-1) \frac{\dot{h}_t}{h_t} = \text{여기서 } \gamma'(h_t) = \frac{\partial \gamma(h_t)}{\partial h_t} \quad (10)$$

또한 위의 두 식을 結合하면 아래와 같은 결과에 도달하게 된다.

$$\frac{\gamma'(h_t)}{\gamma(h_t)} h_t = \frac{1-\alpha-\beta}{1-\alpha} \quad (11)$$

위의 식은 정상상태에서 현존 인적자본 수준에 관한 인적자본 수익성의 彈力性은 불변한다는 것을 보여준다. 그리고 인적자본 수익성의 탄력성은 식 (5)를 이용하여 볼 수 있듯이 現存 인적자본 수준의 3차 함수식이 되므로 정상상

3) 식 (4)를 h_t 로 나누면 $n_t(h_{t+1}/h_t) = \gamma(h_t) s_{ht} A k_t^\alpha h_t^{\beta-1}$ 을 얻게되며, 여기서 $s_{ht} = i_{ht}/y_t$.

대 多均衡占들(multiple steady state equilibria)이 구축된다.

모형해(solution)의 간결성을 위해 모형의 一般性を 상실함이 없이 식 (5)를 $\gamma(h_t) = e^{ah_t^3}$ 라고 가정한 다음, 식 (11)과 부록에 첨부된 최적화 1차 條件들을 이용하여 각 변수들의 정상상태 성장률을 구하면,

$$g_y = g_k = g_c = (R_k + 1 - \delta)^{-\frac{\beta}{\tau}} \left(\frac{\beta}{1 - \rho} \right)^{\frac{\beta}{\tau}} \left(\frac{3ea(1 - \alpha)}{\tau} \right)^{-\frac{\beta}{1 - \alpha}} A^{\frac{\beta}{(1 - \alpha)\tau}} \left(\frac{\alpha}{R_k} \right)^{-\frac{\alpha\beta}{(1 - \alpha)\tau}} \quad (12)$$

$$g_h = (R_k + 1 - \delta)^{-\frac{(1 - \alpha)}{\tau}} \left(\frac{\beta(1 - \alpha)}{\tau(1 - \alpha - \rho\tau)} \right)^{-\frac{\alpha}{\tau}} \left(\frac{3ea(1 - \alpha)}{\tau} \right)^{\frac{1}{3}} A^{\frac{1}{\tau}} \left(\frac{\alpha}{R_k} \right)^{\frac{1}{\tau}} \quad (13)$$

$$n^*_t = \rho(R_k + 1 - \delta)^{-\frac{(1 - \alpha)}{\tau}} \left(\frac{\beta(1 - \alpha)}{\tau(1 - \rho)(1 - \alpha)} \right)^{-\frac{\beta}{\tau}} \left(\frac{3ea(1 - \alpha)}{\tau} \right)^{-\frac{\beta}{3(1 - \alpha)}} A^{\frac{-\beta}{(1 - \alpha)\tau}} \left(\frac{\alpha}{R_k} \right)^{-\frac{\alpha\beta}{(1 - \alpha)\tau}} \quad (14)$$

여기서 $\tau = 1 - \alpha - \beta$ 이며, 이는 생산분야에서 노동의 생산성을 나타낸다. g_y , g_k , g_c , g_h 는 각각 정상상태에서 y_{t+1}/y_t , k_{t+1}/k_t , c_{t+1}/c_t , h_{t+1}/h_t 를 나타낸다.

이 모형은 부록의 식 (7-1)에서 볼 수 있듯이, 정상상태에서 인구성장율은 소득성장율과 既定化된 사실(stylized fact)과 같이 負의 관계를 갖고 있다. 그러나 실물자본의 수익성(return)이 증가함에 따라 장기적 소득 성장률은 감소하는 반면에 인구성장율은 증가함을 보여준다. 이는 신고전과 성장이론에서 주장하는 低所得國家에서는 실물자본의 수익성이 高所得國家보다 높기 때문에 실물자본이 저소득국가로 이동하여 저소득국가의 소득성장율은 고소득국가의 소득성장율보다 높게 된다는 점근현상의 근본 論理에 相反되며, 이는 실제로 논란의 대상이 되어온 국가간의 장기적 소득성장율의 격차현상에 附合한다고 평가할 수 있다.

또 하나의 주목할 점은 Becker-Murphy-Tamura(1990)의 후세대에 대한 할 인율(ρ)은 인구성장율과 逆의 관계를 가진다는 일반적인 假定에 의문점을 제기하는 것이다. 비교정태분석(comparative statics analysis)에 의하면 다음과

같은 식이 성립하며,

$$\frac{\partial n_i^*}{\partial \rho} = m \frac{(1-\alpha)-\rho(\tau-\beta)}{(\tau-\beta)} \quad (15)$$

여기서 m 은 상수이며 양의 수이다. 따라서 $\tau > \beta$, $(\tau + \beta)/(\tau - \beta) < \rho$ 경우에만 인구성장율이 할인율과 逆의 관계를 갖는다. 다시 말하면 τ 는 勞動生産性을 나타내고 β 는 인적자본의 生産性을 나타내기 때문에, ρ 가 부모들의 자식에 대한 犧牲(altruism)의 정도를 나타낸다고 보면 부모의 희생정도가 生産分野에서 노동과 인적자본 생산성의 合에 대한 노동과 인적자본 생산성의 差의 비율보다 클 때 인구성장율과 할인율은 서로 逆의 관계를 갖는다. 이 결과는 한국, 싱가포르, 홍콩, 대만과 같은 나라들은 인구정책을 성공리에 수행한 반면에 다른 개발도상국가들은 人口政策에서 실패한 이유를 설명한다고 볼 수 있다.

다음 <표 1>은 각 국가가 가족계획정책을 實行했던 기간의 평균 중등학교 등록율과 그후 5년간의 평균 인구성장율들을 보여준다. 많은 개발도상국가들이 신고전파의 성장이론에 영향을 받아 인구의 급속한 성장이 경제성장의 주요 장애물이라는 前提아래 家族計劃政策을 실행하였으나 그 결과는 多樣하였다. 한가지 특이한 점은 가족계획정책을 시작할 당시 학교등록율이 상대적으로 상당히 높은 한국, 타이완, 싱가포르, 홍콩 등에서는 가족계획을 성공리에 수행한 반면에 학교등록율이 상대적으로 낮은 파키스탄, 말레이시아, 네팔 등에서는 인구증가율이 오히려 증가했다. 따라서 학교등록율이 後世代에 대한 할인율과 정비례한다고 보면 할인율이 상대적으로 높은 국가들에서 가족계획정책이 成功하였음을 보여준다.

이 논문에서 우리는 생산분야에서 實物資本에 대한 수익성이 세계시장에서 결정되기 때문에 정상상태 다균형점(multiple steady state equilibria)들의 존재는 人的資本 수익성의 현존 인적자본량에 대한 비선형함수에 起因함을 보아왔다. 정상상태의 균형점들은 생산분야에서 실물자본의 한 단위의 투자 收益性과 인적자본의 한 단위의 투자 收益性이 같은 점에서 성립한다.

$$R_k + (1-\delta) = \gamma(h_t) R_{h+1} \quad (16)$$

〈표 1〉 중등학교 登錄率 대비 家族計劃政策의 결과 비교

국가명	가족계획연도	중등학교 등록율	인구성장율	
South Korea	1960-1964	27% (10.8%)	2.8% (1960-1964)	2.0% (1970-1974)
Taiwan	1965-1969	42% (12.4%)	3.1% (1965-1969)	1.97% (1975-1979)
Singapore	1965-1969	39% (12.4%)	1.9% (1965-1969)	1.3% (1975-1979)
Hong Kong	1970-1974	36% (16.3%)	2.04% (1970-1974)	1.6% (1980-1984)
Pakistan	1960-1964	11% (10.8%)	2.7% (1960-1964)	3.23% (1970-1974)
India	1960년 이전	20% (10.8%)	2.31% (1960-1964)	2.3% (1970-1974)
Indonesia	1965-1969	10% (12.4%)	2.1% (1965-1969)	2.27% (1975-1979)
Malaysia	1965-1969	28% (12.4%)	2.65% (1965-1969)	2.34% (1975-1979)
Bangladesh	1970-1974	19% (16.3%)	2.81% (1970-1974)	2.83% (1980-1984)
Nepal	1965-1969	13% (12.4%)	1.8% (1965-1969)	2.66% (1975-1979)
Sri Lanka	1965-1969	20% (12.4%)	2.3% (1965-1969)	1.78% (1975-1979)

** 괄호 안의 숫자 10.8%, 12.4%, 16.3% 는 각각 1960-1964년, 1965-1969년, 1970-1974년
의 중등학교 평균 등록율들이다.

자료: Todaro(1985), World Bank(1991), The Penn World Table-Mark 5, Unesco Sta-
tistical Yearbook(1969).

여기서 R_{t+1} 는 $t+1$ 기간에서 생산분야에서 인적자본의 수익성을 나타낸다.⁴⁾

정상상태 균형점들의 점검하기 위해 $D_t = R_t + (1-\delta) - \gamma(h_t) R_{t+1}$ 라고
정의하고 D_t 의 h_t 에 관해 편미분하면⁵⁾

$$\frac{\partial D_t}{\partial h_t} = -\beta\gamma'(h_t) R_{t+1} \quad (17)$$

4) 본 논문에서는 완전예측을 가정하며, 생산분야에 있어서 인적자본에 대한 수익성은 合成函
數의 法則에 의해 구해진다. $\partial y_{t+1} / \partial i_{ht} = (\partial y_{t+1} / \partial h_{t+1})(\partial h_{t+1} / \partial i_{ht})$.

5) 식 (17)의 도출은 부록을 참조바람.

여기서 $\partial D_i / \partial h_i > 0$ 일때 인적자본 분야에서 투자는 감소하며, $\partial D_i / \partial h_i < 0$ 일때 인적자본 분야에서 투자는 증가한다. 즉 현존 인적자본이 증가함에 따라 인적자본 분야에서 투자를 통한 생산분야에서 수익성이 실물자본의 투자 수익성보다 작으면 投資는 감소하게 된다. 또한 정상상태 균형점들은 $\gamma'(h_i)=0$ 일때 성립된다. $\gamma'(h_i)=0$ 인 경우 식 (11)에서 볼 수 있듯이 이 경우 노동 생산성은 제로가 된다.⁶⁾

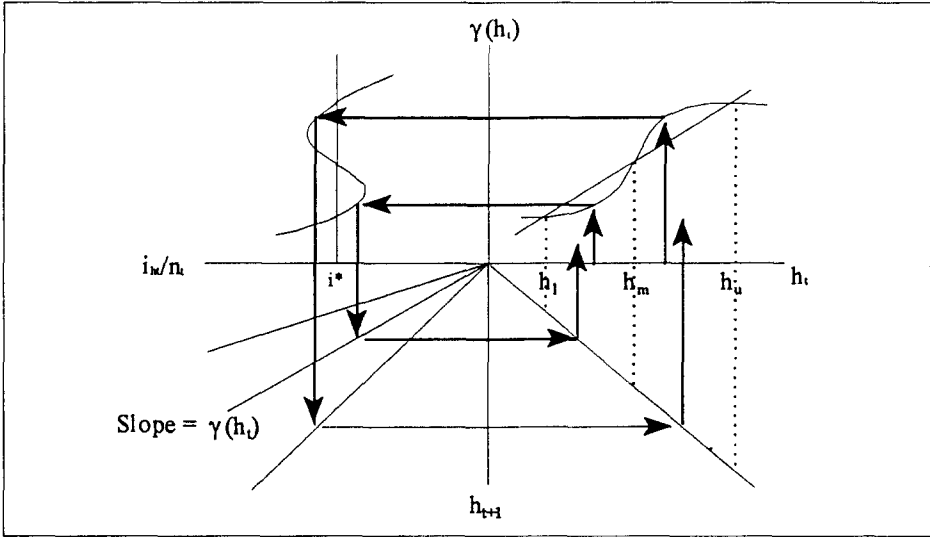
여기서 우리는 두 경우를 고려할 수 있다. 첫째는 개인이 현존 인적자본이 증가할때 隨伴되는 외부성에 의한 間接的인 수익성을 고려하지 않기 때문에 인적분야에서 低投資가 발생하는 경우이다. 이 경우 개인은 생산분야에서의 인적자본에 대한 투자의 수익성만을 고려한다. 따라서 수확체감의 가정하에서 각 균형점들은 안정적이다. 아래의 <그림 2>에서 i^* 는 정상상태에서 자녀 한명당 인적자본 투자를 의미하고, $\gamma'(h_i)=0$ 인 h_i , h_m 에서 정상상태의 균형점들이 구축된다. 균형점을 벗어나 현존 인적자본이 증가하면 인적자본 분야에서의 투자에 대한 수익성이 감소하여 실물자본의 수익성보다 작으므로 인적자본의 투자는 감소하는 반면에 현존 인적자본이 감소하면 반대의 현상이 기대된다.

두번째의 경우는 개인이 인적자본의 외부성을 인식하여 투자 결정에 고려할 경우이다. 이 경우는 $\beta > 0$, $R_{h+i} > 0$ 라고 가정한다면 이 모형에 의하면 아래의 <그림 3>에서 현존하는 인적자본이 h_i 과 h_m 사이에서는 $\gamma'(h_i) > 0$, $\partial D_i / \partial h_i < 0$ 이기 때문에 인적자본의 투자는 증가한다. 따라서 균형점(h_i)은 불안정한 반면에 균형점(h_m)은 안정적이다.

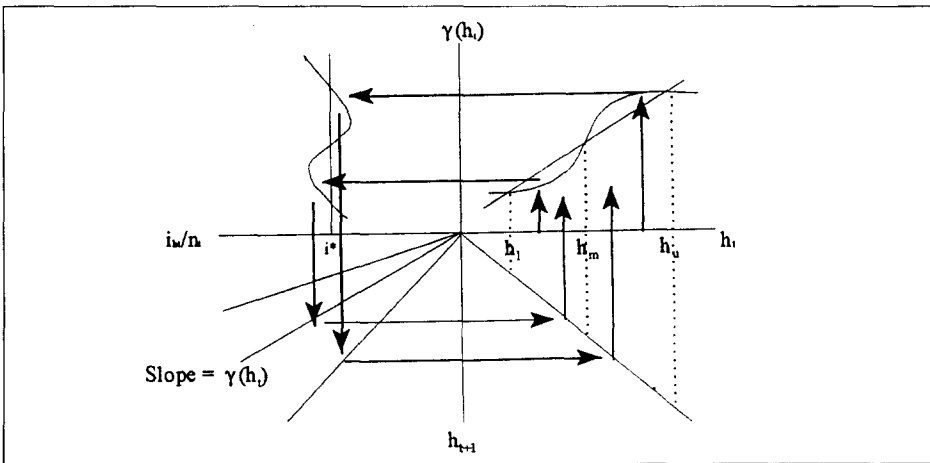
결과적으로 개인이 인적자본 분야에서의 외부성을 내부화(internalize)한다면 h_m 에서 점근현상이 발생하나 그렇지 않을 경우에는 정상상태 다균형점들이 존재한다. 이는 개발도상국가들간 성장률의 지속적인 격차는 인적자본의 외부성을 내부화할 수 있는가에 달려있다고 해석할 수 있다.

6) 이 경우 생산함수는 $y=Ak$ 가되며 여기서 k 는 인적자본을 포함한 넓은 의미의 자본을 의미한다. 따라서 장기적인 측면에서 자본의 지속적인 성장이 가능하며 이 모형에서는 외생적인 교란은 장기적 성장률에 영구적인 영향을 미친다. 자세한 내용은 Rebelo(1991)를 참조 바람.

〈그림 2〉



〈그림 3〉



III. 實證分析

본 논문은 한 국가의 경제성장에 인적자본이 어떠한 影響을 미치는가를 분석하는데 목적이 있으므로, 먼저 VAR 모형을 이용해 각 내생변수간의 因果關

위에서 분석 결과는 教育水準(H)을 종속변수로 놓고 모든 변수들의 시차변수들을 설명변수로 활용하는 추정식과 인구성장률(N)을 종속변수로 놓고 모든 변수들의 시차 변수들을 설명변수로 活用하는 추정식은 설명변수의 포함 여부를 결정하는 F-값들이 모두 有意할 만큼 크게 나타나 의미 있는 추정식이라고 볼 수 있다. H-추정식에서 실물자본 투자율과 일인당 所得의 시차변수 등의 통계값은 유의하나 人口成長率 시차변수의 통계값은 유의하지 않다. Y-추정식에서는 인구성장률의 시차변수의 통계값은 유의하지 않는 반면에 N-추정식에서는 교육수준과 일인당 소득 시차변수의 통계값이 有意함을 보여준다. 따라서 Granger의 因果關係 概念에 의하면 인구성장률이 교육수준이나 소득에 영향을 미친다기보다는 교육수준과 소득이 인구성장률에 영향을 준다고 볼 수 있다.

3. 線形 回歸分析

위의 이론적 모형에서 택한 Cobb-Douglas의 생산함수에 log를 취한 다음, 시간에 관해 微分을 하면 아래와 같은 식을 얻는다.

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha \frac{\dot{k}}{k} + \beta \frac{\dot{h}}{h} \quad (20)$$

여기서 (·)은 시간에 대한 미분을 나타낸다.

위의 生産函數를 추정하기 위해서는 실물자본량과 인적자본에 대한 자료가 필요하나 본인이 아는 바로는 아직까지는 이 변수들에 대한 신뢰할만한 자료가 개발되지 못한 것으로 보인다. 따라서 여기서는 적절한 變數轉換을 통해 위의 함수를 획득 가능한 변수들의 함수로 바꾼다. 먼저 인적자본 축적과정을 고려해 보자. 앞의 이론에서 후세대의 인적자본은 現存하는 인적자본과 세계 知識의 외생효과(externalities)와 인적자본 분야에 대한 투자에 의해 형성된다고 했듯이 인적자본은 다음과 같은 함수식을 갖는다고 가정하자.

$$h_t = e^{n_t} s_t, \text{ 여기서 } s_t = e^{s_t-1} \frac{\dot{h}_t}{n_t} \quad (21)$$

은 방법은 틀리나 동일한 가설을 검정한다는 것을 증명하였다.

따라서 VAR 모형은 다음의 두 回歸方程式을 대칭적으로 상정한다.

$$Y_t = v + \sum_{i=1}^n c_i Y_{t-i} e_t \quad (18)$$

$$X_t = \mu + \sum_{i=1}^n d_i Y_{t-i} w_t \quad (19)$$

여기서 n 은 시차 변수의 시차 길이, e_t 와 w_t 는 서로 상관관계가 없는 誤差항을 각각 나타낸다.

이 分析에서는 일인당 소득(Y), 실물자본 투자율(I), 교육수준(H), 인구성장율(N) 등의 변수간의 인과관계를 조사한다. VAR 모형을 적용하는데 문제점인 시차 길이를 결정하기 위해 Akaike와 Schwarz의 기준설정 方法을 이용한 결과 1기간이 가장 적합한 것으로 나타났으며, 인과관계 검정 결과는 아래의 표에서 살펴 볼 수 있다.

〈표 2〉 RATS에 의한 VAR 추정치

종속변수	I_t	H_t	N_t	Y_t
Constant	0.064* (1.962)	-1.723* (-3.651)	0.006* (4.039)	0.0829* (1.698)
I_{t-1}	0.926* (30.17)	0.946* (2.129)	-0.0018 (-1.299)	0.285* (6.209)
H_{t-1}	0.000094 (0.07)	0.933* (48.16)	-0.0001* (-1.82)	-0.00009 (-0.049)
N_{t-1}	-0.931 (-1.502)	14.11 (1.574)	0.847* (30.1)	-0.0859 (-0.093)
Y_{t-1}	-0.0124 (-1.233)	0.601* (4.121)	-0.0012* (-2.644)	0.975* (64.58)
F-Statistics				
I	910.4*	4.53*	1.688*	38.56*
H	0.005	2319.6*	3.318*	0.0024
N	2.259*	2.479*	905.98*	0.0086
Y	1.52	16.98*	6.99*	4170.29*

주: 괄호 안에 숫자는 t-statistics를 표시한다.

*는 유의수준 10%에서 통계량 값이 유의함을 나타낸다.

係를 검정하고 실증분석에 적합한 모형을 설정한 다음, 각 변수의 時計列 자료를 구하기 어려운 관계로 Pooled Data를 만들어 線形回歸 분석을 통해 경제성장을 설명하는데 있어서 인적자본의 유의성을 조사한 다음 Chow 검정법을 통해 구조적 안정성을 검정한다. 그러나 인적자본을 실증분석에 포함하는데는 인적자본의 자료는 불가시적이라는 점에서 한계점이 있다. 따라서 이 분석에서는 이론부분과 연계가 부족함을 인정하며 종래의 실증분석을 따르나 인적자본에 영향을 미치는 요인을 좀더 세부적으로 다루어 분석하는데 그치며 앞의 이론과 일치하는 실증분석은 다음의 연구과제로 미루고자 한다.

1. 資料

인적자본은 不可視的이기 때문에 정확한 자료를 구하는 것이 불가능하다. 따라서 대부분의 논문들은 代理變數(proxy variable)로서 학교등록율을 사용하여 왔으나 학교등록율은 시계열자료를 구하기 어려울 뿐만 아니라 인적자본을 代辯하기에는 너무 좁은 意味를 갖고 있다는 점이 있어 여기서는 세계 지식 수준이 한 국가의 인적자본에 미치는 외적 외생효과(outer externality)를 반영하기 위해 인적자본을 한 국가의 開放化 程度와 教育水準의 函數로 나타낸다. 이 분석에서는 일인당 소득, 개방화 정도, 일인당 소득에 대한 실물자본 투자율은 Summers and Heston(1991)가 만든 Penn World Table-Mark 5 (PWT5)에 실린 자료를 사용하였으며, 교육수준에 관한 자료로서는 Barro and Lee(1993)가 개발한 International Comparisons of Educational Attainment에 실린 25세 이상의 인구가 학교에 다닌 평균 연도수의 자료를 사용하였다.

2. 因果關係의 검정

인과관계 검정법에 관해서는 아직도 論亂의 여지가 많으나, 여기서는 각 변수의 시계열자료를 구하는데 어려움을 감안하여 여기서는 54개국의 자료와 함께 Sims(1980)의 VAR 검정법을 이용하였다. Sims(1980)에 의해 提案된 Vector Autoregression Model(VAR)은 모든 변수를 내생변수로 취급하여 虛構的 제한현상을 제거한다. Chamberlain(1982)는 Granger와 Sims의 두 검정법

위의 식에서 s_t 는 학교 교육수준을 의미하며 현세대의 교육수준은 부모의 교육수준과 투자에 의해 형성된다고 본다. w_t 는 한 국가의 開放化의 정도를 나타낸다.

이제 우리는 식 (18)을 다음과 같이 變換할 수 있다.

$$\frac{\dot{y}}{y} = \mu_1 + \mu_2 + \frac{\dot{K}}{Y} + \mu_3 \frac{\dot{s}}{y} + \mu_4 \dot{w} + \mu_5 \frac{\dot{L}}{L} \quad (22)$$

여기서 $\mu_1 = -\alpha\delta$, $\mu_2 = \partial Y / \partial K$, $\mu_3 = \tau(\partial y / \partial h)(h/s)^{\tau}$, $\mu_4 = \beta\eta$, $\mu_5 = -\alpha$ 이며 K , Y , y , L 은 각국의 총실물자본량, 총소득, 일인당 소득, 총인구를 나타낸다. 이 모형에서는 식 (21)을 이용하여 인구성장률을 내생적으로 취급하는 데는 신뢰할만한 인적자본의 자료를 얻는데 한계가 있기때문에 이론부분과는 달리 인구성장률이 독립변수로 취급하고 있다.

이제 식 (22)을 추정하기 위해서는 한 국가의 실물자본 투자율, 일인당 소득 대비 교육수준 변화율, 한 국가의 開放化 水準, 인구성장률의 자료를 필요로 하며 이에 대한 신뢰할만한 자료들은 얻기는 容易할 뿐만 아니라 설명변수들이 비율이나 성장률이므로 계수들의 分散을 추정하는데 단위로 인한 문제성을 감소시킬 수 있다. 42개 국가들의 자료를 利用하여 위의 식을 추정해 보자

〈표 3〉에서 총표본과 開發途上國의 자료에 의하면 $R^2=0.663, 0.845$ 로 適合度가 비교적 높게 나타났고, 총실물투자율, 교육수준, 개방화 정도의 t-통계값은 유의한 것으로 판명된 반면에 인구성장률의 t-통계값은 유의하지 않은 것으로 판명되었다. 先進國들의 추정식에서는 총투자율만이 유의한 것으로 나타났다. 선진국의 교육수준 자료는 先進國들은 오래전부터 거의 100%의 중등학교 등록율을 보이기 때문에 등록율이나 학교를 다닌 年度數로는 소득성장률을 설명하기에는 부족한 점이 있고, 오히려 R&D 투자가 인적자본 증가에 큰 영향을 미친다고 생각한다. 총 실물자본의 투자율은 세 추정식 모두에서 有意한 것으로 나타났다. 또한 본 논문에서 가정했듯이 총 실물자본 투자율의 계수값(= 실물자본 투자에 대한 수익성)은 위의 추정식들간에 큰 差異가 없음을 보여준

7) $\beta(\dot{h}_t/h_t) = \beta(\eta\dot{w}_t + \tau(\dot{s}_t/s_t)) = \beta\eta\dot{w}_t + \beta\tau(\dot{s}_t/y_t)(y_t/s_t)$. $\beta = (\partial y_t / \partial h_t)(1 / A k_t^\alpha h_{t\beta-1})$

이기 때문에 $\beta\tau(\dot{s}_t/y_t)(y_t/s_t) = \tau(\dot{s}_t/y_t)(\partial y_t / \partial h_t)(h_t/s_t)$ 가 됨.

다. 한편, Chow 검정의 F-통계값은 12.407로 유의한 것으로 나타나 구조에 안정성이 없는 것으로 평가된다. 이 실증분석의 結果는 개발도상국들이 貧困의 陷穽(poverty trap)을 벗어나기 위해서는 인적자본에 대한 투자 증가와 外向的 정책(outward-looking policies)들이 인구 억제 정책이나 內向的 정책(inward-looking policies)보다 더 유용함을 含蓄한다.

〈표 3〉 식 (21)의 OLS에 의한 추정치

	총표본	개발도상국	선진국
종속변수 : GDG(\dot{y} / y)			
독립변수	n=42	n=27	n=15
constant	-0.835(-.957)	-0.506(-0.523)	0.55(0.901)
INV(\dot{K} / Y)	0.106(3.879)*	0.117(4.278)*	0.101(4.03)*
SGD(\dot{s} / y)	0.375(3.594)*	0.262(2.721)*	-0.091(-0.272)
OPEN(w)	0.443(3.315)*	0.901(6.154)*	-0.090(-1.03)
POPG(\dot{L} / L)	-0.0197(-0.078)	-0.15(1.539)	-0.666(-0.319)
	R ² = 0.663 DW = 1.88	R ² = 0.845 DW = 1.85	R ² = 0.724 DW = 1.84
Chow Test Statistic			
F(3, 32) = 12.407		Significance Level = 0.000015	
괄호 안의 숫자는 t-통계값을 나타내며 *는 t-통계값이 1% 수준에서 유의함을 나타낸다.			

IV. 結 論

최근 개발도상국들간의 경제성장률에 있어서 持續的인 격차는 신고전파의 점근현상이론(convergence theory)에 대해 의문을 제기하게 되고 많은 경제학자들은 경제성장의 要因을 외생적 변수보다는 모형 안에서 결정되는 내생적 변수에서 한 국가의 경제성장 과정을 把握하여 정상상태의 다균형점의 존재를 증명하려는 內生的 경제성장 이론에 관심이 모아져 왔다. 그러나 대부분의 내생적 이론들은 소수의 변수만을 고려하며 인구성장률을 외생적으로 취급하는 경향이 있다. 이와 같은 한계를 극복하기 위해 본 논문은 인구성장을 내생적 변수로 취급하며 경제성장에서의 인적자본의 役割을 분석하여 다음과 같이 몇 가지 결론을 도출하였다. 첫째, Granger의 因果關係 개념에 의하면 인구성장률이 교육수준이나 소득에 영향을 준다고보다는 교육수준과 소득이 인구성장

률에 영향을 준다고 나타났을 뿐만아니라 개인이 효용적정화에 있어서 외부성을 고려하지 않을 경우에는 長期的 측면에서 노동의 생산성($1-\alpha-\beta$)은 零인 것으로 나타났다. 둘째, 개발도상국들이 貧困의 陷穽(poverty trap)을 벗어나기 위해서는 인적자본에 대한 투자 증가와 외향적 정책(outward-looking policies)들이 人口抑制 政策이나 내향적 정책(inward-looking policies)보다 더 效果的이다. 셋째, 정상상태 다균형점들(multiple steady state equilibria)의 존재는 인적자본 분야에서 수익성이 현존 인적자본의 비선형함수에 기인하며, 개인이 인적자본 분야에서 외부성을 고려하지 않을 경우 인적자본 분야에서의 저투자에 의해 발생하는 반면에, 개인의 투자 결정에 있어서 인적자본분야의 외부성을 고려할 경우 점근현상이 발생한다. 넷째, 신고전과 성장이론에서 주장하는 점근현상의 근본 논리와는 달리 실물자본의 수익성(return)과 소득성장률은 서로 逆의 관계를 가지며, 실물자본에 대한 수익성은 본 논문에서 가정했듯이 추정식들간에 큰 차이가 없음을 보여준다.

參 考 文 獻

1. Abramovitz, Mosses (1986), "Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind," *Journal of Economic History*, Vol. 46, No. 2, PP. 385-406.
2. Azariadis, Costas and Drazen, Allen (1990), "Threshold Externalities in Economic Development," *The Quarterly Journal of Economics*, May, PP. 501-526.
3. Barro, Robert J. (1988), "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth," *Working Paper* No. 130, Harvard University.
4. _____ (1989), "A Cross-Country Study of Growth, Saving, and Government," *NBER Working paper*, No. 2855.
5. Baumol, William J. (1986), "Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data Show," *American Economic Review*, December, PP. 1072-1085.
6. _____ (1989), "A Cross-Country Study of Growth, Saving, and Government," *NBER Working*, No. 2855.
7. Barro, Robert J. and Jong-Wha Lee (1993), *International Comparisons*

- of Educational Attainment*, Harvard University.
8. Becker, Gary S., Murphy, Kevin M., and Tamura, Robert (1990), "Human Capital, Fertility, and Economic Growth," *Journal of Political Economics*, Vol. 98, No. 5, pp. S13-S37.
 9. Bernard, Andrew B. and Durlauf, Steven N. (1991). "Convergence of International Output Movements," *NBER Working Paper*, No. 3717.
 10. Chamberlain, G. (1982), "Multivariate Regression Models for Panel Data," *Journal of Econometrics*, Vol. 18, pp. 5-46.
 11. Christiano, Lawrence J. (1989), "Understanding Japan's Saving Rate : The Reconstruction Hypothesis," *Quarterly Review*, Federal Reserve Bank of Minneapolis, pp. 10-25.
 12. Cooley, Thomas F. and LeRoy, Stephen F. (1985), "A Theoretical Macro-Econometrics," *Journal of Monetary Economics*, Vol. 16, pp. 283-308.
 13. De Long B. (1987), "Have Productivity Levels Converged?" *Unpublished Working Paper*, Massachusetts Institute of Technology.
 14. Helliwell, John F. and Chung, Alan (1992), "Convergence and Growth Linkages between North and South," *NBER Working Paper*, No. 3948.
 15. Levine, Ross and Renelt, David (1991). "A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions," *PRE Working Paper*, No. 609, The World Bank.
 16. Lucas, Robert E. Jr. (1988), "On the Mechanics of Economic Development," *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22.
 17. Lui, Francis, and Ehrlich, Issac (1991), "Intergenerational Trade, Longevity, and Economic Growth," *Journal of Political Economics*, Vol. 99, No. 5, pp. 1029-1059.
 18. Razin, Assaf and Ben-Zion, Uri (1975), "An Intergenerational Model of Population Growth," *The American Economic Review*, Vol. 65, No. 5, pp. 923-933.
 19. Rebelo, Sergio (1988), "Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth," *Working Paper*, Univ. Rochester, N. Y.

20. Mankiw, Gregory N., Romer, David., and Weil David. (1990), "A Contribution to the Empirics of Economic Growth," *NBER Working Paper*, No. 3541.
21. Romer, David., Mankiw, Gregory N., and Weil David. (1990), "A Contribution to the Empirics of Economic Growth," *NBER Working Paper*, No. 3541.
22. Romer, Paul M. (1987), "Crazy Explanations for the Productivity Slowdown," in S. Fisher ed. *NBER Macroeconomics Annual*, MIT Press.
23. _____ (1990), "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy*, Vol. 98, PP. S71 S102.
24. _____ (1988), "Capital Accumulation in the Theory of Long-Run Growth, " in *Modern Business Cycle Theory* by Barro, Harvard University Press.
25. Sala-i-Martin, Xavier (1990), "Lecture Notes on Economic Growth (II) : Five Prototype Models of Endogenous Growth," *NBER Working Paper*, No. 3564.
26. Sims, Christopher A. (1972), "Money, Income, and Causality," *The American Economic Review*, Vol. 62, pp. 540-552.
27. _____ (1980), "Macroeconomics and Reality," *Econometrica*, Vol. 48, pp.1-47.
28. Solow, Robert M. (1956), "Contribution to the Theory of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 62, pp. 65-94.

附 錄

1. 효용극대화를 위한 c_t , n_t , k_{t+1} , h_{t+1} 그리고 λ_t 에 관한 1차 조건들 :

$$(7-1) \frac{\partial H}{\partial c_t} = 0 \rightarrow U'(c_t) = \lambda_t$$

$$(7-2) \frac{\partial H}{\partial n_t} = 0 \rightarrow U'(n_t) = \rho \{ U'(c_{t+1})c_{t+1} + U'(n_{t+1})n_{t+1} + \lambda_{t+1} \frac{n_{t+1} h_{t+2} \gamma'(h_{t+1})}{\gamma(h_{t+1}) \gamma(h_{t+1})} h_{t+1} \}$$

$$(7-3) \frac{\partial H}{\partial k_{t+1}} = 0 \rightarrow \lambda_t n_t = \rho \lambda_{t+1} \{ \alpha A k_{t+1}^{\alpha-1} h_{t+1}^{\beta} + (1-\delta) \}$$

$$(7-4) \frac{\partial H}{\partial h_{t+1}} = 0 \rightarrow \lambda_t \frac{n_t}{\gamma(h_t)} = \rho \lambda_{t+1} \{ \beta A k_{t+1}^{\alpha} h_{t+1}^{\beta-1} + \frac{\gamma'(h_{t+1})}{\gamma^2(h_{t+1})} n_{t+1} h_{t+2} \}$$

$$(7-5) \frac{\partial H}{\partial \lambda_t} = 0 \rightarrow y_t = c_t + n_t k_{t+1} - (1-\delta)k_t + \frac{n_t}{\gamma(h_t)} h_{t+1}$$

2. 수식 (7-2)의 도출

$$\begin{aligned} \frac{\partial H}{\partial n_t} = & \left[U'(n_t) - \lambda_t \left\{ k_{t+1} + n_t \frac{\partial k_{t+1}}{\partial n_t} \frac{h_{t+1}}{\gamma(h_t)} + \frac{n_t}{\gamma(h_t)} \frac{\partial h_{t+1}}{\partial n_t} \right\} \right] \\ & + \rho \left[U'(c_{t+1}) \frac{\partial c_{t+1}}{\partial n_t} + U'(n_{t+1}) \frac{\partial n_{t+1}}{\partial n_t} + \lambda_{t+1} \left\{ \frac{\partial y_{t+1}}{\partial n_t} \right. \right. \\ & - \frac{\partial c_{t+1}}{\partial n_t} \left(k_{t+2} \frac{\partial n_{t+1}}{\partial n_t} - (1-\delta) \frac{\partial k_{t+1}}{\partial n_t} \right) - \frac{h_{t+2}}{\gamma(h_{t+1})} \frac{\partial n_{t+1}}{\partial n_t} \\ & \left. \left. + \frac{n_{t+1}}{\gamma^2(h_{t+1})} \frac{\partial \gamma(h_{t+1})}{\partial h_{t+1}} \frac{\partial h_{t+1}}{\partial n_t} \right\} \right] = 0 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial k_{t+1}}{\partial n_t} = -\frac{k_{t+1}}{n_t}, \quad \frac{\partial h_{t+1}}{\partial n_t} = -\frac{h_{t+1}}{\partial n_t}, \quad \frac{\partial c_{t+1}}{\partial n_t} = -\frac{c_{t+1}}{n_t},$$

$$\frac{\partial n_{t+1}}{\partial n_t} = -\frac{n_{t+1}}{n_t}, \quad \frac{\partial y_{t+1}}{\partial n_t} = -\frac{y_{t+1}}{n_t}.$$

3. 수식 (17)의 도출

$$\begin{aligned} \frac{\partial D}{\partial h_t} &= \gamma'(h_t) R_{t+1} + \gamma(h_t) \frac{\partial R_{t+1}}{\partial h_{t+1}} \frac{\partial h_{t+1}}{\partial h_t} \\ &= -(\gamma'(h_t) R_{t+1} + \gamma(h_t) \beta(\beta-1) A k_{t+1}^{\beta} h_{t+1}^{\beta-2} \gamma'(h_t) \frac{\dot{h}_t}{n_t}) \\ &= -(\gamma'(h_t) R_{t+1} + (\beta-1)\gamma'(h_t) R_{t+1}) \\ &= -\beta\gamma'(h_t) R_{t+1} \end{aligned}$$