內生的 成長模型 : 理論的 構造와 含意

柳 潤 河

최근 韓國을 비롯한 東아시아地域 몇 나라들의 성공적인 成長業績에 자극되어 이들 국가들의 성공사례를 模型內에서 이론적으로 설명해 보려는 노력이 활발히 진행되고 있다.

이 글에서는 최근의 이러한 노력의 일환으로 개발되고 있는 '內生的 成長理論'을 개관하고 그 含意와 限界點을 정리해 보았다. 먼저 內生的 成長模型의 비판대상이 되고 있는 新古典派 成長模型의 限界點을 요약하고 代替模型으로 제시되고 있는 몇가지의 대표적인 新成長模型을 그 특성별로 구분하여 정리하였다. 成長의 기본적 動因이라고 할 수 있는 技術進步나 人的資本의 蓄積을 내생화시키고 이를 통해 國家間 成長率 隔差를 模型內에서 설명하려고 시도하는 등 여러가지 새로운 理論的 革新이 이루어지고 있으나, 아직 비현실적인 數學的 가정에 의존하고 있고 模型의 경직성으로 인하여 成長過程의 설명에 필수적인 주요 이슈들이 간과되어 있다는 점 등을 지적하였다.

*

"나는 한국사회의 이같은 持續的인 변화를 기적이라고 부르는 것이, 그리고 같은 용어를 대만, 홍콩, 싱가포르 등지에서 일어나고 있는 거의 비슷한 변화에 적용하는 것이 하등 과장된 것은 아니라고 생각한다. —어떻게 이러한 持續的인 진보가 일어났는가? 그리고 이같은 변화가 왜 韓國과 臺灣에서는 일어난 반면 필리핀에서는 일어나지 않았는가?—그러나 (이제 經濟成長을 원하고 있는 나라들에게) '韓國模型을 따르라'라고 충고하는 것은 농구선수에게 '「마이클 조단」模型을 따르라'고 충고하는 것과 같다. 어떤 일에 있어서나 다른 사람의 성공사례를 이용할 수 있기 위해서는 그 이룩된 전체의 업적을 부분부분으로 분해해서

筆者 : 本院 研究委員

* 草稿를 꼼꼼히 읽고 數式과 編制上의 助言을 해주신 本院의 李弘求, 文亨杓 博士와 번거로운 校正作業에 큰 도움을 준 李鎭勉 主任研究員께 감사드린다.

각 부분이 전체의 성취에 어떻게 기여했으며 어느 부분이 뒤따를 수 있는 것이고 또 모사할 만한 가치가 있는 것인가를 밝혀내지 않으면 안된다. 즉 한마디로 말해서 '理論'이 필요한 것이다."

—Lucas(1993)—

"우리는 베트남정부가 조언을 요청해 온다면 韓國을 모델로 삼지 말라고 충고할 것이다. …韓國政府의 개입은 經濟成長에 꼭 필요하지도 않았을 뿐 아니라 적절하지도 않았기 때문이다."

—Leipziger(1993)—

Ⅰ. 序　　論

왜 어떤 나라들은 빠르게 成長하는데 다른 나라들은 그렇지 못한가. 왜 어떤 나라들은 빈곤의 늪에서 헤어나지 못하는데 거의 비슷해 보이는 다른 나라들은 갑자기 高度成長段階로 도약하는가. 정부의 租稅政策이나 貿易政策이 成長에 영향을 미칠 수 있는가. 政策의 적절한 선택으로 政府가 高速成長軌道로의 진입을 유도할 수 있는가. 成長에 성공한 몇몇 나라들의 실례에서 그같은 성공의 얼마까지가 政府의 政策에 의한 것이었다라고 말할 수 있는가.

이같은 질문들이 최근 새삼스럽게 많은 經濟學者들의 관심을 끌고 있다. 成長과 停滯의 국가별 사례에 관한 연구도 많이 행해지고 있고 각 정부가 채택한 정책들의 효과에 관한 논의들도 많아지고 있다.

물론 한 나라의 經濟的 成長이나 變換過程에 관한 위와 같은 질문이나 논의의 역사는 길다. A. Smith나 Ricardo, Malthus 등의 주된 관심도 일국의 총체적인 富의 蓄積過程을 밝히려는 것이었고, 그후의 많은 經濟學的인 논의가 經濟成長에 관한 관심을 항상 배경에 깔고 행해져 왔다. 그후 비교적 최근이라 할 수 있는 전후 經濟成長에 관한 이론의 발전 과정을 보면 소위 '經濟成長論'과 '經濟發展論'이라는 두 분야로 나뉘어서 전자가 Solow(1956)流의 數學的 成長模型을 이용한 선진국의 長期成長經路 설명 및 最適 資本蓄積經路의 규명을 위한 분야로 자리를 잡고 발전해 온 반면, 후자 즉 후진국의 經濟開發에 관한 문제는 數學的 模型化보다는 經濟成長과 관련되어 있는 제반 經濟變數의 열거와 예시, 사례들의 수집과 기술에 치중하여 발전하여 왔다.

'內生的 經濟成長論' 또는 '新經濟成長論'이라고 불리는 최근의 成長論은 전자의 經濟成長模型을 후진국의 成長問題에 그대로 적용해 보려는 노력의 일환이라고 볼 수 있다. 즉 後進國의 經濟成長이나 發展問題를 다루는 데 있어서도 Solow流의 數學的 접근이 유용할 수 있다는 전제하에 지금까지 선진국의 成長現象을 설명해 오던 방법을 후진국의 經濟成長問題에도 그대로 적용시켜 보려 하고 있는 것이다.

Solow流의 數學的 成長模型을 후진국의 經濟成長問題에 적용해 보려는 이같은 노력이 최근에 와서 크게 유행하게 된 데는 80년대 중반 이후 몇몇 영향력이 큰 학자들이 이 분야에 눈을 돌리기 시작했다는 것이 가장 직접적인 이유가 되겠으나 보다 근본적으로는 아래와 같은 몇가지 요인들이 복합적으로 작용하고 있다고 생각된다. 첫째는 소위 '開發의 60년대'라고 불릴 만큼 크게 유행했던 1960년대 이후의 經濟開發붐의 성과가 30여년이 지난 최근에 이르러 성공과 실패사례의 확연한 구분이 가능할 만큼 드러나고 있다는 점이다. 즉 전후 갑자기 늘어난 많은 新興獨立國家들 사이에 일종의 經濟開發競爭이 치열하게 전개되었고 냉전체제하에서 이러한 개발경쟁이 체제경쟁으로까지 연결되어 진행되어 왔던바, 그중 韓國, 臺灣, 홍콩, 싱가포르 등 東아시아 지역의 일부 국가들은 持續的인 高度成長을 통하여 중진국권에 돌입하거나 이미 선진국과 거의 대등한 所得水準에 달했음에 반하여 인도네시아, 필리핀, 아르헨티나, 인도 등의 나라는 그동안 몇 차례의 부침이 있었지만 전반적으로는 여전히 정체상태에 머물러 있다. 成長業績에 있어서의 이같이 뚜렷한 국가간 차이가 成長問題에 대한 관심을 한층 높이게 된 하나의 계기를 제공하게 되었으리라는 것은 쉽게 짐작해 볼 수 있는 일이다. 또한 그동안 많은 성공과 실패의 사례들이 쌓이게 되었다는 것은 科學的 分析의 대상이 되는 標本數가 그동안 많이 늘어났을 뿐만 아니라 標本의 多樣性이 확보되었다는 것을 의미하는 것이므로 이로 인해 보다 의미있는 분석과 예리한 결론이 가능하게 되었다는 점도 이같은 학문적 유행을 불러일으키는 데 기여하고 있다.

둘째로는 1970년대와 1980년대에 걸쳐서 진행되어 온 方法論上의 진보를 들 수 있다. Romer(1989)는 특히 이 점에 관하여 動態模型에 대한 이해가 經濟學界에 일반화되었다는 것을 들고 있는데, 1970년대만 하더라도 集計消費函數(aggregate consumption function)를 논할 때 「오일러」방정식(Euler equation)을 입에 올리는 것이 격에 맞지 않는 것으로 받아들여졌으나 오늘날에 와서는 이에 대한 언급이 없이는 消費函數에 대한 토의가 이루어질 수 없을 만큼 학계의 분위기가 바뀌었다는 점을 예로 들고 있다. 이러한 動態理論의 진보로 인하여 成長理論도 종래의 추상적인 분석과 논쟁에서 벗어나 보다 실제적인 문제에 대한 분석과 정책제안이 가능해졌다는 것이다.

셋째는 經濟成長過程에 있어서의 政府의 역할에 대한 관심의 증대를 들 수 있다. 이 점에 관해서는 막강한 經濟力을 바탕으로 자유주의 이념의 선봉장 노릇을 해 왔던 美國이 日本, 歐美諸國의 추격에 의해 그 상대적인 위치가 크게 흔들리게 되면서 成長을 가속시킬 수 있는 정부의 전략적 정책수행가능성에 대하여 종전보다 많은 관심을 쏟게 되었다는 점을 지적할 수 있는데, 이로 인하여 종래 이론적으로 자유방임을 지

지하는 버팀목 역할을 해왔던 收穫遞減의 法則이나 規模不變의 經濟 등 經濟學의 전통적 가정에 이의를 제기하는 이론이 각광을 받게 되었다. 自由放任이 비최적(sub-optimal)의 결과를 낳고 따라서 이의 해소를 위한 정책적인 간섭이 유용한 수단으로 쓰일 수 있는 실례들이 최근에 와서 비로소 알려진 것은 아니지만 經濟學者들의 관심이 최근에 이 분야에 보다 많이 쏠리게 되었다는 것은 부인할 수 없는 사실이다. 이같은 관심분야의 변화는 그것이 종래의 이론에서 당연한 것으로 치부되어 왔던 기본적 가정의 制約을 완화해 본다는 학문적 매력도 지니고 있어서 앞으로 한동안은 이같은 추세가 持續될 것으로 보인다.

Solow流의 新古典派的 成長理論을 후진국의 經濟成長問題에 적용하려 할 경우 가장 문제가 되는 것은 국가간 成長率의 격차문제이다. 이는 외생적인 技術進步를 제외할 경우 Solow模型이 모든 經濟의 長期成長率은 人口成長率에 회귀하게 되고 따라서 1인당 산출의 증가율은 궁극적으로 0에 수렴한다는 결론에 이르게 하기 때문이다. 그러나 成長率의 이러한 國際間 收斂化(convergence)현상은 일부 선진국간을 제외하고는 발견되지 않기 때문에 이론적 결론과 관측되는 현실 사이(특히 후진국간 成長率에는 매우 심한 차이가 존재한다)에 괴리가 발생한다. 內生的 成長理論은 따라서 Solow流의 成長模型을 변형하여 제로成長 대신 영속적인 포지티브成長이 가능한 模型을 개발하는 것에 주안점을 두고 있으며, 나아가 그같은 陽의 成長率이 模型內의 다른 파라미터값의 函數로 표현될 수 있도록 하는데 노력을 기울이고 있다. 이 경우 그러한 파라미터값의 일부가 政府의 政策에 의해 변경될 수 있는 것이라면 成長率을 높이기 위한 정부의 정책에 대한 함의가 자연스럽게 도출될 수 있게 된다.

冒頭에 인용한 대로 內生的 成長理論을 개발하려는 經濟學者들 사이에 있어서 韓國은 하나의 대표적인 高度成長의 성공사례로 꼽히고 있다.[1] 첫 인용문은 Lucas의 1993년 논문에서 발췌한 것으로 그는 한국과 필리핀이 1960년에 1인당 GDP 640달러 수준으로 所得水準이 비슷했으며 인구나 진학률, 산업구조 등이 모두 비슷했음에도 불구하고 그후 1988년까지 필리핀은 年平均 1.8%의 成長에 그친 반면 韓國은 6.2%의 成長을 기록, 현재는 韓國의 1인당 GDP가 필리핀의 3배에 이르고 있음을 지적하고 있

1) 흔히 "the Four Dragons", "the Four Tigers", "the Gang of Four", "the Asian Miracles", "the Newly Industrialized Economies(NIE's)" 등의 이름으로 불리는 아시아의 4개 경제권 중 홍콩과 싱가포르는 각각 인구 600만명, 280만명에 면적 1.0km^2, 0.6km^{2}의 조그만 도시국가에 불과하다. Easterly(1993)은 이 점에 관하여 홍콩과 싱가포르의 성공사례는 다른 도시들의 成長實績과 비교해야지 도시와 농촌을 포괄하는 일국 전체의 成長業績들과 비교해서는 안될 것이라고 지적하면서 도시만으로 한정할 경우 '기적적인' 成長事例는 홍콩, 싱가포르 외에도 상당히 많은 수가 존재할 것이라고 말하고 있다.

다. 두번째 인용문은 지난 2년간의 집중적인 연구끝에 최근 『東아시아 開發報告書』를 발표한 세계은행의 經濟學者 Leipziger의 인터뷰내용을 신문[2]에서 재인용한 것이다. 韓國과 같은 政府主導의 成長政策이 이제 經濟開發計劃을 추진하려는 제3세계 국가들에게 좋은 선례가 되지 못할 것이라는 것이지만 지난날 놀라운 成長을 持續해 온 몇몇 나라들의 대표적인 사례로서 韓國을 지목하고 있다는 점에서는 전자와 공통이다.

이 글은 經濟成長에 성공한 韓國을 포함한 동아시아지역의 經濟에 관한 관심이 고조되어 가고 있는 이즈음에 그러한 관심의 큰 부분을 형성하고 있는 '內生的 成長理論'의 이론적 구조와 함의를 요약해 보는 데 그 목적이 있다. "韓國을 배우자"는 움직임이 어느 때보다 많지만 구체적으로 韓國經濟 成長事例의 무엇이 그들에게 도움이 될 수 있을는지에 대한 이해의 폭은 아직 매우 제한적인 형편에 있다. 차제에 그러한 이해의 폭을 넓히기 위한 도구로서 시도되고 있는 이들 새로운 成長理論의 정리가 무의미하지만은 않으리라고 생각된다.

이 글의 구성은 아래와 같다. 먼저 Ⅱ章에서는 內生的 成長理論에 先行하는 新古典派 成長理論을 간단히 槪觀하고 이에 비추어 內生的 成長理論이 이룩하려고 하는 바가 무엇인지를 요약한다. Ⅲ章에서는 內生的 成長理論의 일반적 구조와 특성을 살핀다. 즉 新成長論者들이 의도하는 바를 이루기 위하여 그들이 설정하고 있는 模型의 數學的 구조와 특성이 어떠한 것인가를 정리한다. 이어 Ⅳ章에서는 이들 특성이 각 個別模型에서 어떠한 형식으로 나타나고 있는가를 몇가지 구체적인 模型들을 중심으로 살핀다. 마지막 Ⅴ章에서는 內生的 成長模型의 함의를 요약하고 이에 대한 평가를 정리한다.

Ⅱ. 新古典派 成長理論과 그에 대한 批判

內生的 成長理論은 그에 선행하는 新古典派 成長理論을 발판으로 하여 新古典派 成長模型의 限界點을 일부 극복하려는 데서부터 출발하고 있다. 따라서 內生的 成長理論을 이해하는 데는 먼저 신고전파 成長模型의 이론적 구조와 限界를 살펴보는 것이 도움이 된다.

新古典派 成長模型은 1950년대 말 당시의 선진제국들의 經濟成長過程에서 공통적으로 발견되는 몇가지의 '標準的 現象'(stylized facts)을 數學的인 模型內에서 설명해 보려는 노력의 일환으로 발전되었다. 특히 Kaldor(1961)[3]는 資本主義 經濟의 변화와 발전문제를 다루는 理論模型의 구축에 있어

2) 『中央日報』, 1993년 8월 4일자, 6면.

3) 1961년에 출판된 이 논문은 그 이전에 이미 Working Paper의 형태로 널리 알려져 있었던 것 같다.

서 반드시 고려되어야 할 사항으로서 당시 선진국들의 成長過程에서 거의 규칙적으로 나타나고 있는 다음의 여섯가지의 표준적 현상을 제시하였다.

1) 勞動生産性 增加率의 하락이 없는 總生産 및 1인당 生産의 持續的 成長
2) 1인당 資本量의 持續的 증가
3) 資本에 대한 收益率 불변
4) 資本-産出 比率 불변
5) 勞動과 資本所得의 分配率 불변 및 利潤分配率과 投資率간의 높은 相關關係
6) 국가간 勞動生産性 增加率의 현저한 차이

Kaldor가 여섯가지 현상을 지목하여 열거하였지만 그같은 여섯가지 공통적 현상이 모두 독립적인 것은 아니다. 즉 Y, K, L을 각각 總産出, 資本스톡, 勞動力이라고 하고, 資本收益率을 r이라고 할 때, 만일 Y/L이 持續的으로 증가하고 Y/K는 일정이라고 한다면 K/L은 반드시 증가해야 하므로 두번째 명제는 명제 1과 4로부터 자연스럽게 도출된다. 또 Y/K가 불변이고 rK/Y가 불변이라면 r은 당연히 불변이어야 하므로 명제 4와 5로부터 명제 3이 유도된다. 따라서 실제로는 명제 1, 4, 5, 6에만 집중해도 될 것이다.[4) 5)]

이제 이 여섯가지 명제를 新古典派 成長模型에서 어떻게 이론화하여 설명하고 있는지를 보자. 이를 위해서는 新古典派 成長模型의 대표격인 Solow(1956)模型을 살피는 것이 좋다.[6)]

1. Solow 成長模型

사회내에 한가지 財貨만이 존재한다고 가정하고 그 總産出을 Y로 표기한다. 總産出의 일부는 消費되고, 나머지는 貯蓄-投資된다. 산출 중 貯蓄되는 비율, 즉 貯蓄率은 s로 일정하며 따라서 貯蓄은 sY가 된다. 資本스톡 K는 投資의 蓄積에 의해 이루어지며 편의상 資本의 감가상각이 없다고 할 경우 純投資는 資本스톡의 변화율로 나타나게 된다. 즉 다음과 같은 항등식이 모든 시점

4) 현실적으로 勞動分配率은 완만한 추세를 가지고 증가해 오고 있어서 명제 4는 부인된다. Lucas(1988)는 이 점에 관하여 資本과 勞動간의 대체탄력성이 통상적인 Cobb-Douglas 生産函數와는 달리 1보다 작다는 것을 의미하는 것이라고 해석하고 있다.

5) Romer(1989)는 이외에
7) 平均成長率이 1인당 所得水準과 무관하며
8) 교역량의 증가가 산출의 증가와 相關關係를 지니고 있고
9) 人口成長率이 所得水準과 負의 相關關係를 보이며
10) 요소투입의 成長率이 산출의 成長率을 다 설명해 주지 못하고
11) 숙련·비숙련 勞動力이 모두 高所得國家로 이주하는 경향이 있다는 명제를 제시하고 있다.
이중 7)은 Convergence와 관련되어 있는 것으로 약간 논쟁의 소지가 있으며, 10)도 약간 논쟁의 소지가 있다. 이에 관해서는 뒤에 다시 언급한다.

6) 거의 같은 시기에 Meade(1961)와 Swan(1956)도 각각 독립적으로 비슷한 모형을 개발하였는데 결론은 본질적으로 동일하다. 또 貯蓄率의 최적화를 허용하고 있는 Ramsey-Cass-Koopman 模型도 본질적으로 신고전파 成長模型에 속한다.

에서 성립한다.

$$\dot{K} = sY \quad \cdots\cdots (2.1)$$

總產出은 資本과 勞動(L)의 두가지 生產要素에 의해 生產되며 生產函數를 다음과 같이 표기한다.

$$Y = F(K, L) \quad \cdots\cdots (2.2)$$

이 生產函數는 규모에 대한 수익불변, 즉 1차동차의 특성을 지닌다고 가정한다. 또 각 요소는 生產에 필수적이며 限界生產性은 遞減한다.[7] 식 (2.2)를 (2.1)에 대입하면

$$\dot{K} = sF(K, L) \quad \cdots\cdots (2.3)$$

가 되어 K와 L 두 개의 미지수를 갖는 하나의 방정식이 된다. 模型을 완결시키기 위하여 두 개의 미지수 중 하나인 L이 다음과 같이 外生的으로 주어진 成長率 n을 따라 成長한다고 가정한다.

$$L(t) = L_0 e^{nt} \quad \cdots\cdots (2.4)$$

식 (2.3) 안에 있는 L은 勞動需要를 나타내고, 식 (2.4)의 L은 勞動供給을 나타낸다고 볼 수 있는데 완전고용을 가정하여 식 (2.3)을 고쳐쓰면

$$\dot{K} = sF(K, L_0 e^{nt}) \quad \cdots\cdots (2.5)$$

가 되고 이 식 (2.5)가 資本蓄積의 時間經路를 결정하는 기본방정식이 된다. 즉 일단 이 식으로부터 資本스톡의 時間經路를 구하면 生產函數로부터 總產出의 時間經路를 알 수 있고, 총산출이 얻어지면 이는 다시 貯蓄函數를 통하여 총산출이 消費와 投資로 나뉘게 된다. 따라서 어느 특정 출발점에서의 K와 L의 부존량을 알면 두 生產要素의 時間經路가 결정되고 이에 상응하는 모든 미래의 총산출 및 要素成長經路가 결정된다. 이같은 關係는 生產函數가 어떤 형태를 보이든 모든 경우에 성립하는데 여기에 生產函數가 1차동차라는 성질을 이용하여 資本과 勞動의 두 변수에 대한 函數 대신 1인당 資本裝備를 나타내는 資本/勞動比의 函數로 나타내면 보다 단순한 형태로 축약될 수 있다. 이를 위해 $k = K/L$이라고 정의하고 生產函數를 1인당 산출을 나타내는 식으로 변환하면

$$f(k) = F(k,1) = F(K/L, 1)$$
$$= F(K,L)/L$$

이 된다. 앞서의 生產函數에 대한 가정은

$$f(0) = 0,\ f'(k) > 0,\ f''(k) < 0,$$
$$k \geq 0 \quad \cdots\cdots (2.6)$$

로 나타낼 수 있다. $k = K/L$식을 時間에 대하여 微分하고 關係된 항을 대입하면

$$\dot{k} = (\dot{K}/K - \dot{L}/L)(K/L) = \dot{K}/L - nK$$
$$= sf(k) - nk \quad \cdots\cdots (2.7)$$

가 된다. 이 식은 k 단일변수의 微分方程式

7) 즉 $F(0, L) = F(K, 0) = 0$이며, 모든 양의 K, L값에 대하여 $F_K > 0$, $F_L > 0$, $F_{KK} < 0$, $F_{LL} < 0$이다.

으로서 k의 時間經路를 결정하며 일단 k의 時間經路가 결정되면 나머지 변수들의 값은 위에서 말한 바와 유사한 방법으로 쉽게 도출될 수 있다. 식 (2.7)의 經濟的인 의미를 보면, sf가 投資를 위해 할당된 總產出量을 의미하고, nk는 資本스톡이 勞動力과 같은 率로 成長하기 위해 필요한 投資量을 의미하므로 두 값의 차이는 新規勞動力을 기존의 勞動裝備率이 그대로 유지될 수 있을 만큼 資本을 장착시키고 남는 잉여분을 의미하게 된다. 따라서 식 (2.7)은 새로이 창출되는 貯蓄을 소진하기 위해서는 資本裝備率 k가 新規勞動力에 대한 追加資本의 할당 이후 남는 잉여분에 비례하여 상승해야 한다는 것을 의미하는 것이라고 해석할 수 있다.

이상과 같은 經濟的 關係를 만족시키는 k의 時間經路가 구체적으로 어떻게 나타나는가를 알기 위해서는 식 (2.7)을 k에 대하여 풀어야 하지만 生產函數가 구체적인 函數形態로 주어져 있지 않고 일반적인 函數形態로만 주어져 있어 해를 구하는 것은 불가능하다. 그러나 간단한 그래프를 이용하여 상기식이 의미하는 k의 時間經路에 대하여 질적인 분석을 시도하는 것은 가능한데, 이를 위해 $\dot{k}$를 수직축으로 하고 k를 수평축으로 하는 위상도(phase diagram)를 그려보면 [圖 1a, 1b]와 같다.

먼저 식 (2.7)이 右邊에 두 개의 항을 가지고 있으므로 각각을 개별적인 곡선으로 나타내어 보면 우선 nk는 k의 1次函數이므로 원점을 지나면서 기울기가 n인 직선으로 나타나게 된다(圖 1a). 다음 $sf(k)$항은 (2.6)의 가정하에서 기울기가 점차 감소하는 곡선이 된다. k값이 작은 영역하에서는 資本의 限界生產性[8]이 충분이 크다는 암묵적 가정하에 양곡선을 한 그래프에 그리면 두 곡선은 k^*에서 서로 교차하게 된다. 이제 이 두 곡선을 기초로 해서 위상도를 유도해 보면 우선 각 k 수준에 상응하는 $\dot{k}$값은 두 곡선의 수직거리로 측정되는데, 이를 그래프로 표현한 것이 [圖 1b]이다. [圖 1a]에서 두 곡선이 k^*에서 서로 교차하기 때문에 [圖 1b]에서는 위상곡선이 k^*에서 수평축을 횡단하게 되며 이 k값이 均衡 資本/勞動比率을 나타낸다. 均衡값 k^*에서 위상곡선은 마이너스값의 기울기를 가지며 따라서 이 均衡은 안정적이다. 즉 k가 어떤 양수값에서 출발하든 궁극적으로 均衡値인 k^*에 수렴한다. 한가지 중요한 점은 일단 均衡에 도달하게 되어 k가 時間에 관계없이 일정한 값 k^*을 유지하게 되면 資本은 勞動力의 증가율인 n과 같은 속도로 成長하며 投資도 總產出도 같은 속도로 成長하게 된다는 점이다.[9] 또 총산출이 勞動力 增加率과 같아

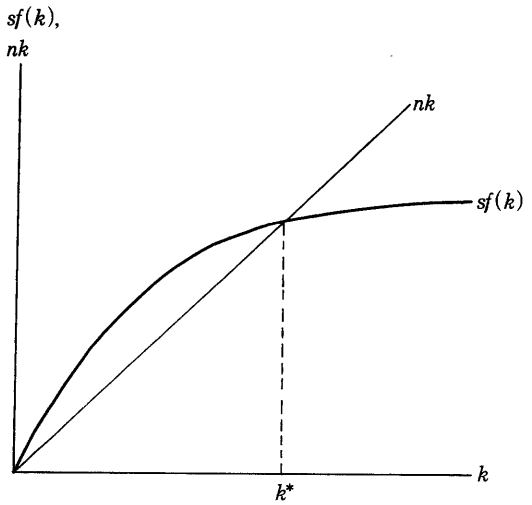
8) 당초의 生產函數에서 資本의 限界生產性을 나타내는 F_K와 1인당 生產函數 $f(k)$의 1次導函數 $f'(k)$는 같다. 즉

$$F_K = \frac{\partial Y}{\partial K} = \frac{\partial}{\partial K}[Lf(k)] = L\frac{\partial f(k)}{\partial K}$$

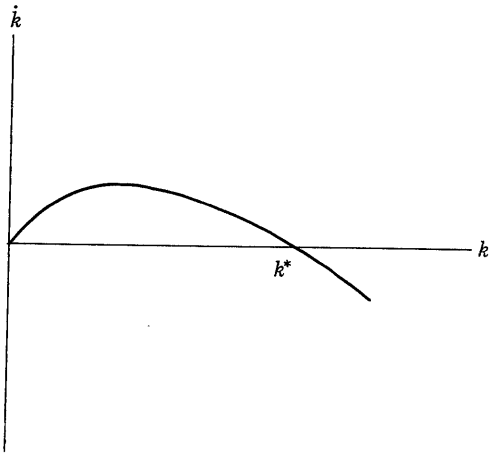
$$= L\frac{df(k)}{dK}\frac{\partial k}{\partial K} = Lf'(k)(\frac{1}{L}) = f'(k)$$

9) k^*에서는 $\dot{k}=0$, 즉 k는 成長하지 않는다. 또 k

[圖 1a]



[圖 1b]



진다는 것은 均衡에서의 1인당 산출은 증가하지 않는다는 것을 의미한다.

위에서는 生産函數가 時間에 대하여 불변인 것으로 가정하였다. 그러나 과학기술이 時間에 따라 진보한다고 하면 生産函數도 바뀌어야 하는데 일례로

$$Y = T(t)\,F(K,L)\ (dT/dt > 0)$$

라고 표현해 볼 수 있을 것이다. 윗식에서 T는 技術水準을 의미하는 것으로서 時間에 대한 增加函數라고 가정한다. 즉 技術進步로 인하여 주어진 K, L이 미래의 보다 진보된 기술수준하에서는 보다 많은 産出物을 生産할 수 있게 되는 것이다. 이 경우 [圖 1a]의 $sf(k)$곡선은 時間이 경과함에 따라 상향으로 회전하게 되고 따라서 보다 큰 k 값에서 nk곡선과 교차하게 된다. 즉 均衡資本스톡量은 時間에 따라 증가하며 總産出은 人口成長率에 技術進步率을 더한 속도로 成長하게 된다.

이상의 결과를 요약해 보면 다음과 같다. 첫째, 技術進步가 없는 한 1인당 산출은 長期均衡에서 전혀 成長하지 않는다. 즉 産出과 勞動力 그리고 資本스톡이 모두 같은 率로 成長하기 때문에 1인당으로 본 산출은 均衡에서 0의 成長을 보이는 것이다. 둘째, 技術進步가 있을 경우에는 그 外生的으로 주어진 技術進步率이 成長率을 일의적으로 규정하게 된다. 貯蓄性向의 높고 낮음은 1인당 産出과 消費의 수준에는 영향을 미치지만 均衡成長率에는 영향을 미치지 못한다.[10] 셋째,

---

$=K/L$ 이고 L은 n의 率로 증가하고 있으므로 K도 n의 率로 증가한다. K가 n의 率로 일정하게 成長하면(즉 $K(t)=Ae^{nt}$이면) 투자도 $\dot{K}=nAe^{nt}$가 되어 같은 率로 成長하게 되며, $Y=Lf(k^*)$에서 $f(k^*)$는 불변이고 L은 n의 率로 成長하므로 Y도 같은 率로 成長하게 된다.

10) 만일 貯蓄率 s가 높아지면 [圖 1a]에서 $sf(k)$곡선이 상향으로 회전하여 원래의 k^*값보다

長期均衡에 이르기까지의 過渡期(transitional periods)에서는 k가 陽의 率로 成長하고 따라서 1인당 산출도 成長을 持續한다. 그러나 이같은 1인당 산출고의 증가율은 k의 감소함수로 나타난다. 즉 時間이 경과함에 따라 k가 커지고 k가 커짐에 따라 산출고의 증가율은 점차 둔화한다.

貯蓄率을 고정시키고 있는 Solow 成長模型의 이같은 결론은 貯蓄率이 模型內에서 內生的으로 결정되도록 허용하고 있는 Ramsey-Cass-Koopman 模型에서도 그대로 유지되는데, 이들 模型은 후술하는 內生的 成長模型과 구조상 매우 흡사하기 때문에 여기에서 별도로 설명하는 것은 생략하기로 한다. 사실상 Solow 模型에서 도출되는 위의 결과들은 模型에서 사용되고 있는 生產函數가 資本에 대하여 收穫遞減을 보인다는 데 연유하는 것으로서 消費와 貯蓄의 결정에 있어서 최적화를 허용하되 여전히 Solow 生產函數를 사용하면 Ramsey-Cass-Koopman 模型이 된다. 바꾸어 말하면 뒤에 설명하는 內生的 成長模型들은 Ramsey-Cass-Koopman 模型의 生產函數를 資本의 限界生產性이 감소하지 않는 生產函數로 대체한 것이라고 할 수 있다.

2. 新古典派 成長模型에 대한 批判

이같은 新古典派 成長理論의 결론에 대하여 內生的 成長論者들이 지적하고 있는 문제점은 우선 이 模型이 成長의 動因을 전적으로 技術進步에 돌리고 있고 그 技術進步는 模型 밖에서 外生的으로 결정되고 있어서 經濟成長을 설명하려는 理論模型으로서의 적합성이 문제된다는 점이다. 즉 經濟成長을 가져오는 가장 중요한 요인이 技術進步라고 판단된다면 그러한 技術進步가 어떠한 동인에 의해 초래되는 것인지가 模型內에서 설명될 수 있어야 한다는 것이다. 이러한 지적은 사실상 內生的 成長理論에 앞서 Kaldor(1961)가 이미 지적하고 있는 것으로서 그는 "經濟理論의 정립을 위한 추상화과정에서, 설명하려고 하는 변수의 움직임에 가장 중요한 영향을 미치는 힘을 제외시켜 버리고 나중에 그 이론으로부터 도출되는 결과가 현실과 부합하지 않을 때 그 이유를 模型에서 제외된 요소들의 움직임에 귀착시키는 것은 바람직한 방법이 아니다. 資本蓄積과 經濟成長을 다루는 데 있어서 특정 기술수준을 가정함으로써 그 수준의 진보가능성이나 불확실성을 模型內에서 제외시키고 이론적인 결론과 현실과의 차이는 이같은 技術進步와 불확성에 기인할 것이다라고 말하는 것에 만족해 버리는 경향이 있는데, 사실상 이러한 종류의 模型은 애당초부터 현실을 설명할 수 있는 능력이 지극히 작다고 보아야 할 것이다"(p.177)라고 말하

높은 k에서 교차하게 된다. 따라서 所得水準은 높아지지만 새로운 k^*값에서 k의 증가율은 여전히 0이 되고, K와 L은 똑같이 n의 率로 成長한다.

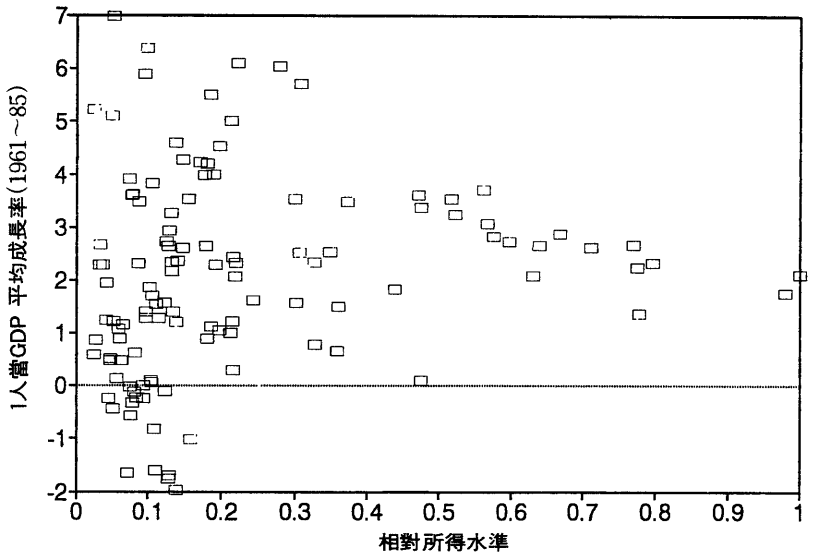
고 있다. 이러한 면에서 內生的 成長模型은 외생적인 요인의 도움이 없이 순수하게 內生的인 힘들의 작용만으로 영속적인 成長이 가능해질 수 있는 模型을 개발하는 데 역점을 두고 있다.

또한 Lucas(1988)는 技術進步의 격차가 成長率의 다양한 격차를 설명할 수 있겠는가에 대하여 강한 의문을 제기하고 있다. 즉 그는 人的 知識(human knowledge)은 문자 그대로 인류전체의 지식이지 일본인이나 중국인 또는 한국인만의 지식이 따로 있는 것은 아니며, 따라서 유용한 지식의 스톡이 국가마다 서로 다른 率로 변화하기란 힘들다고 보고 있다. 그런데 만일 기술수준 변화의 持續的이고도 항구적인 격차가 유지될 가능성을 배제한다면 新古典派 成長模型은 모든 국가들의 1인당 所得成長率이 궁극적으로 공통의 한 값에 수렴할 것이고 따라서 관측되는 成長率 격차는 資本蓄積이 均衡成長經路에서 떠나 있는 과도기적 현상에 불과하다는 결론에 이르게 한다. 그러나 이러한 결론은 아래의 두가지 점에서 부인되거나 중대한 도전에 직면해 있다. 첫째는 현실세계에서 成長率의 국가간 수렴화 경향은 특수한 條件을 갖춘 소규모그룹내에서만 발견될 뿐 일반적으로 성립하지 않는다는 점이다. [圖 2]는 Summers and Heston (1988)이 수집한 115개 나라의 1인당 GDP 平均成長率(1961~85)을 각국의 所得水準(각국의 1960년도 1인당 GDP를 미국의 1인당 GDP에 대한 상대적 크기로 측정)에 대하여 그린 것이다. 만일 국가간 成長率의 수렴화가설이 맞는 것이라면 低所得國의 成長率은 높고 高所得國의 成長率은 상대적으로 낮게 나타나게 될 것이므로 [圖 2]의 scatter plot이 우하향의 모양을 가져야 한다. 그러나 그림에 나타나 있는 바와 같이 각국의 成長率은 所得水準과는 무관하게 광범하게 흩어져 있다.[11] 즉 成長率과 所得水準간에 아무런 체계적인 關係가 발견되지 않고 있는 것이다. 물론 이같은 경향은 相對所得을 시작연도에서 측정하는가 종말연도에서 측정하는가에 따라, 또 標本을 어떻게 선정하는가에 따라 다르게 나타나기도 하는데, 특히 표본을 어느 정도 經濟의 동질성이 인정되는 高所得國만에 한정한다거나 한 국가 안에서의 州 등으로 한정하는 경우에는 所得 및 成長率의 收斂化 경향이 강하게 나타나고 있다. 그러나 표본선정에 사전적인 制約을 가하지 않거나 어느 정도 다양성확보를 위한 조치가 고려된 연구들의 경우 대부분 成長率이 所得水準과는 무관하다는 결론을 보이고 있다.[12] 구체적인 국가간 예로 볼 때도, 1870년대에 세계에서 비교적 부유한 나라에 속했던 아르헨티나가 아직 開途國의 상태에 머물러 있는 반면,

11) 低所得 國家群의 成長率간 분산이 크고 高所得群으로 갈수록 분산이 작아지고 있는 것처럼 나타나고 있는 것은 표본 속에 低所得國家들의 수가 상대적으로 많기 때문이다.

12) 成長率 및 所得水準의 수렴화에 관해서는 Maddison(1982, 1987), Baumol(1986), Barro (1989a,b), Barro and Sala-i-Martin(1992)을 참조.

［圖 2］ 相對所得水準과 經濟成長率



100여년전에 아르헨티나에 비해 훨씬 낮은 所得水準에 있던 서독이 이제는 세계 최고 수준의 번영을 구가하고 있다든지, 1950~80년 사이에 동북아시아지역의 NIEs들이 연평균 6% 이상의 1인당 所得增加를 보인 반면, 여타의 저개발국들은 1.5%에 그치고 있다는 점들이 이를 말해 준다고 하겠다.

둘째, 이러한 所得水準 및 成長率 격차가 과도기적 현상일 가능성도 이론적으로나 실증적으로 희박하다는 점이 지적되고 있다. 우선 실증적인 면에서 成長率의 차이가 과도기적 현상이라면 이는 資本스톡增加率의 차이로 설명될 수 있어야 하는데, 실제로 각국의 成長率에서 資本스톡 기여분을 차감한 나머지 부분이 국가간에 큰 격차를 보이고 있다는 면에서 新古典派 成長模型의 설명력은 크게 약화된다(Lucas(1988)). 또한 전후 日本經濟의 成長過程을 보면 1950년에 미국의 1/5 수준에 불과하던 1인당 산출이 1980년에는 미국의 3/4까지 높아졌는바, 이같은 成長過程이 新古典派 模型의 과도기적 현상으로 설명되기 위해서는 1950년 日本의 實質利子率이 500%에 달했어야 한다는 비현실적인 결론에 이르게 된다는 점이 지적되고 있다(King and Rebelo(1989)).

요약하자면 新古典派 成長模型에 대하여 內生的 成長模型은 成長의 동인이 되는 技術進步나 기타 요인의 움직임이 模型內에서 內生的으로 결정되도록 하고 이를 통하여 국가간 成長率의 持續的인 격차를 설명할 수 있는 模型을 개발하고자 하는 데 역점을 두고 있다. 이하에서는 이같은 목적을 가지고 제시된 몇가지 新成長模型의 이론적 구조에 대하여 살펴보기로 한다.

Ⅲ. 內生的 成長模型理論의 一般的 構造

최근의 成長模型들은 消費者의 효용체계나 기술적인 生産條件에 관한 가정, 그리고 또 사용되고 있는 均衡槪念 등의 차이에 따라 구분해 볼 수 있다. 그러나 가장 큰 차이점은 技術的 生産條件을 나타내는 生産函數에서 나타나고 있으며 이 生産函數가 지니는 특성이 經濟의 持續成長 여부와 成長의 엔진을 가름하는 데 있어서 결정적인 역할을 하고 있다. 즉 추상적인 구조면에서 生産函數의 차이를 제외하면 지금까지 제안된 모든 內生的 成長理論은 동일한 구조를 지니고 있다고 할 수 있다. 따라서 이들 이론을 이해하는 데 있어서는 먼저 그 공통적 구조를 살피고 다음 각각의 이론이 지니고 있는 차이를 生産函數를 중심으로 해서 규명해 나가는 것이 편리할 것이다.

최근의 成長模型은 貯蓄率을 외생으로 가정했던 Solow(1956)나 Swan(1956)에서와는 달리 명시적으로 效用函數를 도입하고 消費經路를 최적화하는 Ramsey(1928)流의 정식화를 따르고 있다. 그러나 앞에서 언급했듯이 貯蓄을 外生으로 취급하느냐 內生으로 취급하느냐 하는 것이 內生的 成長理論의 본질적인 성격을 결정짓는 것은 아니다. 다만 模型의 함의를 좀더 풍부하게 하는 역할을 한다고 말할 수 있을 것이다.

Ramsey流의 최적화 模型을 따를 경우 미래효용을 할인해야 할 것인가를 놓고 과거 약간의 논란이 있었으나 최근에는 할인된 형태를 쓰는 것이 일반적이다. 無限時間(infinite horizon) 模型에서 할인율을 도입하는 것이 적분값의 유한성(boundedness)을 확보하는 데 도움이 될 뿐 아니라 종점값(terminal value)의 橫斷條件(transversality)을 비교적 용이하게 정식화할 수 있는 利點이 있기 때문이다.[13]

消費函數의 형태로는 대부분의 模型이 대체탄력성 불변을 가정하는 아래의 特定函數를 쓰는 경향이 있다. 이것은 서로 다른 두 시점에 있어서의 消費간에 이루어지는 대체성정도를 간단한 파라미터값 하나(σ)로 나타낼 수 있다는 利點이 있어서 數學的 조작이 편리하기 때문이다.

$$U(c)=\left(\frac{c^{1-\sigma}-1}{1-\sigma}\right) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3.1)$$

즉 일반적 效用函數 $U(c)$에 있어서 消費의 순간 대체탄력성은 $-U'(c)/U''(c)c$로 정의되는데, 이 공식에 상기 效用函數의 1次 및 2次導函數를 대입해 보면 대체탄력성

13) Ramey 모형에 있어서의 할인율에 관한 논의와 無限時間에 있어서의 橫斷條件을 둘러싼 성립과 불성립간의 논쟁에 대한 명쾌한 설명과 해석을 위해서는 Chiang(1992) 참조. Blanchard and Fischer(1989)는 Ramsey의 이력에 관한 재미있는 코멘트를 각주에 싣고 있다.

은 $1/\sigma$가 된다.[14]

다음으로 기술적 生産條件에 관해서는 모든 模型이 다음에 열거하는 몇가지 투입요소의 일부 또는 전부에 의존하는 總計生産函數(aggregate production function)의 존재를 가정하고 있다. 즉 實物資本으로부터의 서비스 K, 勞動서비스 L, 人的資本으로부터의 서비스 H, 그리고 技術水準을 나타내는 변수 A가 그것이다.

$$Y = F(K, L, H, A) \cdots\cdots\cdots\cdots (3.2)$$

이 生産函數는 규모의 經濟를 가질 수도 가지지 않을 수도 있는데, 규모의 經濟를 가질 경우에는 限界生産物의 총합이 전체 산출을 초과하게 되므로 각 요소에게 그 限界生産物을 지급하는 競爭市場均衡(competitive market equilibrium)을 이룰 수 없게 된다. 이를 해결하는 방법으로서는 이러한 규모의 經濟가 개별 生産單位 수준에서는 외생적인 것으로 간주되고 전체 經濟에서는 내생화되는 Marshall流의 外部經濟로 다루거나, 완전경쟁이 아닌 독점적 경쟁을 도입하는 방식을 취하고 있다. 또 대부분의 模型이 同次函數를 가정하고 있어서 실제 해를 구하는 데 있어서는 資本(K)과 勞動(L)을 별개로 취급하지 않고 資本裝備率($K/L=k$)로 치환하는 방법을 택하는 것이 일반적이다.

生産函數가 주어졌으니 이제 투입요소의 時間經路를 설정하면 模型을 위한 기본가정은 끝나게 된다. 먼저 資本스톡(K)에 대해서는 아래와 같은 運動方程式을 가정한다.

$$\dot{K} = F(K,\cdots) - C \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3.3)$$

이는 消費되지 않은 産出物은 모두 投資된다는 것을 의미한다. 따라서 貯蓄과 投資간의 갭은 존재하지 않으며 投資란 연기된 消費(deferred consumption) 외에 다른 것이 아니다. 減價償却이 있을 경우에는 상기식의 우변에 $-\delta K$을 추가하거나 또는 아래와 같이 $F(\cdots)$식이 이미 감가상각을 포함하고 있는 것으로 해석하면 된다.

$$F(K,\cdots) = G(K,\cdots) - \delta K$$

연기된 消費를 곧 投資로 간주한다는 것은 消費財를 投資財로 변환하는 별도의 生産過程이 불필요하다는 것을 의미하며 이 경우 식 (3.3)은 資本의 再生産方程式이 된다.[15] 이때 만일 生産函數 $F(K,\cdots)$가 K에 대하여 收穫遞減을 보인다면(흔히 사용되는 生産函數는 대부분 이러한 성격을 지니고 있다) 資本의 成長率이 궁극적으로 0에 접근하게 되어 資本蓄積을 통한 長期 持續成長은 불가능해지게 된다. 사실상 Solow流의 신고전파 成長理論에서 技術進步나 人口成長 등 외생적인 요인이 없을 경우 長期均衡成長率이 0이 되는 이유는 이러한 특성

14) 파라미터 σ는 또한 상대적 위험기피도(relative risk aversion)를 나타내는 계수이기도 하다.

15) 그러나 후술하는 Romer(1990)의 경우에는 資本財 生産에 대한 별도의 生産函數가 암묵적으로 가정되어 있다.

에 기인하는 것으로서 內生的 成長理論이 이룩하려는 持續成長은 生産函數의 이같은 특성을 여러가지 방법으로 변형시킴으로써 만 가능해지게 된다.

다음 勞動投入 또는 人口成長에 대해서는 몇 개의 模型(Barro and Becker(1989) 등)을 제외하고는 모두 외생(실제 제로成長을 가정)으로 취급하고 있다. 마지막으로 人的資本(H)과 技術進步(A)에 관해서는 模型에 따라 달리 취급하고 있는데, 특히 이 두 가지 변수의 처리방법이 각 模型의 본질적 특성을 규정하는 것이므로 이들에 대한 설명은 각 個別模型을 설명하는 데에서 다루기로 한다.

이제 模型의 기본적인 구성요소에 대한 정식화는 모두 이루어진 셈이다. 다음으로 위와 같은 기술적 制約과 각 투입요소의 時間經路를 아는 사회계획자(social planner)가 사회적 효용을 극대화시키려고 한다고 가정해 보자.[16] 이같은 문제를 최적 제어이론(optimal control theory)체계내에서 정식화해 보면 다음과 같은 식으로 표현해 볼 수 있다.[17]

$$\max \int_0^{\infty} e^{-\rho t} U(c)dt \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3.4)$$
$$\text{subject to } \dot{k} = f(k,\cdots) - c \text{ and } k \geq 0$$

이 경우 제어변수(control variable)는 c가 되며, 정세변수(state variable)는 k가 된다. ρ는 經濟主體들의 時間選好率이다. 앞에서 말한 바와 같이 변수 k는 1인당 資本裝備率(K/L)이며, 이에 맞추어 消費(c)도 1인당 消費를 의미하는 것으로 이해하기로 한다. 消費를 이같이 1인당 消費로 정의할 경우 적분기호 안의 效用函數를 $L \cdot U(c)$로 인구수를 곱하여 정의하는 수도 있으나 결론에 질적인 차이는 없으므로 이는 무시하기로 한다. 또 1인당 資本스톡變數 외에 人的資本이나 技術進步變數 등이 별도의 運動方程式을 갖고 움직이는 경우에는 制約式에 이들을 더 추가하면 되는데, 이들에 대한 설명은 그러한 制約이 가해지는 個別模型의 설명시에 별도로 언급하기로 한다.

앞의 최적화 문제에 대한 經常値(current value) Hamiltonian equation은 아래와 같이 정의된다.[18]

$$H(k,\cdots,c,\lambda) = U(c) + \lambda[f(k,\cdots) - c] \cdots (3.5)$$

이 식으로부터 유도되는 一階의 條件(first order conditions)은

16) 외부효과가 있을 경우에는 사회계획자와 개별 경제주체의 행태 사이에 차이가 발생할 수 있으며 사회적 최적화가 이루어지지 않을 수도 있다. 이에 대해서는 뒤에 다시 언급한다.

17) 이와 같은 동태적 최적화문제는 이외에도 변분미적분법(calculus of variations)이나 동태계획이론(dynamic programming)을 이용할 수도 있으나 어느 방법을 이용해도 그 해는 동일하다. Intriligator(1971) 참조.

18) 시점 0에 있어서의 현재치(present value) Hamiltonian equation 대신 경상치 Hamiltonian equation을 이용하는 주된 이유는 이렇게 함으로써 이 모형을 時間獨立的(autonomous)으로 만들고 따라서 분석에 있어서 위상도(phase diagram)를 이용할 수 있기 때문이다.

$$U'(c)=\lambda \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3.6)$$

$$\dot{\lambda}=-\lambda f_k(k,\cdots)+\rho\lambda \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3.7)$$

가 된다. 상기식에서 λ는 k의 증분에 대한 의사가격(shadow price)를 의미하는 것이므로 식 (3.6)은 生産物이 限界的으로 그 두가지 용도, 즉 消費와 資本蓄積에 있어서 동일한 가치를 지녀야 한다는 것을 의미한다. 또 식 (3.7)은 의사가격 λ의 時間變化率을 나타내는 식이 된다. 식 (3.6)에 自然對數를 취하고 時間에 대하여 微分한 다음 식 (3.7)을 이용하면

$$U''(c)c/U'(c)=\dot{\lambda}/\lambda$$
$$=-[f_k(k,\cdots)-\rho]\cdots (3.8)$$

를 얻게 된다. 그런데 이 식을 앞서의 代替彈力性 계수를 이용하여 바꿔 쓰면 아래와 같이 나타나는데, 1인당 消費增加率을 나타내는 이 식 (3.9)가 經濟의 동태적 경로를 결정하는 가장 기본적(fundamental)인 식이 된다.

$$\frac{\dot{c}}{c}=\frac{1}{\sigma}[f_k(k,\cdots)-\rho] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3.9)$$

식 (3.9)가 經濟의 동태적 경로를 결정하는 기본식이 되는 이유는 뒤에 밝혀지듯이(식 (3.13) 참조) 經濟의 長期均衡을 의미하는 定常狀態[19](steady state)에서 윗식이 정의하는 1인당 消費增加率이 1인당 資本의 증가율은 물론 經濟成長率을 일의적으로 규정해 버리기 때문이다. 즉 定常狀態에서 消費增加率이 멈춰지게 되면 實物資本의 증가율과 經濟成長率도 동시에 멈추게 되고 消費增加率이 일정 수준을 유지하게 되면 나머지도 일정 수준의 증가율을 유지하게 된다.

이제 식 (3.9)가 의미하는 바를 살펴보면 우선 1인당 消費의 증가율은 資本의 限界生産性과 時間選好率의 차에 대체탄력성을 곱한 것과 같다는 것이다. 그리고 이러한 關係는 지금까지 우리가 生産函數나 效用函數에 아주 경미한 制約(生産函數의 동차성과 대체탄력성 불변)밖에는 가하지 않았기 때문에 모든 成長模型에서 항상적으로 성립한다. 즉 新古典派 成長模型에서는 물론 후술하는 內生的 成長模型들 모두에서 예외없이 上記關係가 성립하는데, 이러한 점에서 식 (3.9)가 의미하는 바를 좀더 깊이 음미하는 것이 뒤따르는 模型들을 이해하는 데 절대적인 도움이 된다.[20]

19) 定常狀態를 여기서는 내생변수들이 時間의 경과에 관계없이 일정률로 변화하는 상태라고 정의하기로 한다. 定常狀態를 이같이 변화율의 불변상태로 정의하는 것은 종래의 많은 동태분석 문헌들에서 흔히 써오던 정의, 즉 변화율=0라는 정의와는 다른 것이라는 점에 유념할 필요가 있는데 이에 관해서는 뒤에 다시 언급하겠다.

20) 사실상 대체탄력성 불변이나 동차성에 대한 가정은 뒤에 나오는 개별 모형들과의 외견상의 유사성을 가능한 한 유지함으로써 이 글에서 사용하는 부호(notation)의 개수를 최소화하고 설명을 용이케 하기 위한 것일 뿐 질적인 결론을 일정한 방향으로 유도하기 위한 것은 아니다. 대체탄력성 불변의 가정을 완화하게 되면 식 (3.9)에서 σ가 消費水準의 函數인 $\sigma(c)$의 형태로 바뀔 뿐 다른 것은 변하지 않으며, 生産函數의 동차성을 완화하게 되면 소문자 k가 대문자 K로 바뀌고 대신 時間選好率 ρ가 時間選好率과 인구증가율의 합으로 나타나게 될 뿐이다.

윗식에 의하면 消費增加率은 資本의 生産性이 높을수록 그리고 消費者의 時間選好率이 낮을수록 높아진다. 이 模型에서 資本의 生産性이란 한 단위의 消費節減으로 다음기에 얻을 수 있는 산출량의 증분을 의미하므로 資本의 限界生産性이 높을수록 現在消費를 줄여서 未來消費를 그만큼 높이는 것이 전체 효용을 증가시키는 데 도움이 된다. 또 未來消費를 중요하게 여길수록(즉 ρ값이 낮을수록) 未來消費가 상대적으로 높아진다는 결론도 우리의 직관에 합치한다. 식 (3.9)는 또한 消費의 時間간 代替彈力性이 높을수록(σ값이 낮을수록) 消費增加率이 높아지리라는 것을 말하고 있는데, 代替彈力性이란 각 시점의 효용단위로 측정한 現在와 未來消費간 대체의 용이성을 의미하므로 이 결론도 또한 지극히 자연스러운 것이라고 할 수 있다.

이제 식 (3.9)의 보다 본질적인 의미를 살펴보기로 하자. 위에서 消費增加率은 資本의 限界生産性과 時間選好率과의 차에 비례한다고 하였다. 그런데 윗식에서 보면 時間選好率은 포지티브한 값을 갖는 상수인데 반해 資本의 限界生産性은 資本을 포함한 각 독립변수들의 函數이다. 따라서 資本의 限界生産性은 이들 독립변수들의 값에 따라 변하게 되며 이에 따라 1인당 消費增加率도 변하게 된다. 그리고 바로 이 점이 成長模型의 동태적 성격은 生産函數를 어떻게 정식화하느냐에 의존하게 된다는 명제의 이유이다.

이제 가장 간단한 경우로 다음과 같은 1차동차의 Cobb-Douglas 生産函數, $Y=F(K,\ L)=aK^{\alpha}L^{1-\alpha}(0<\alpha<1)$를 보자. 이를 1인당 산출을 나타내는 식으로 바꾸면 $y=f(k)=ak^{\alpha}$가 되고, 限界生産性은 $f_k=\alpha ak^{\alpha-1}$가 된다. 논의를 쉽게 하기 위해 위와 같은 關係를 그림으로 표시해 보면 [圖 3]과 같다.

먼저 ρ는 k와 무관하므로 수평선으로 나타난다. 그리고 資本의 限界生産性은 收穫遞減을 반영하여 k에 대하여 減少函數가 되며 궁극적으로 0에 접근한다. 두 선은 k^*에서 서로 만나게 되는데, 이 값이 長期均衡에서의 資本裝備率이 되며 이때의 1인당 消費增加率은 0이 된다.[21]

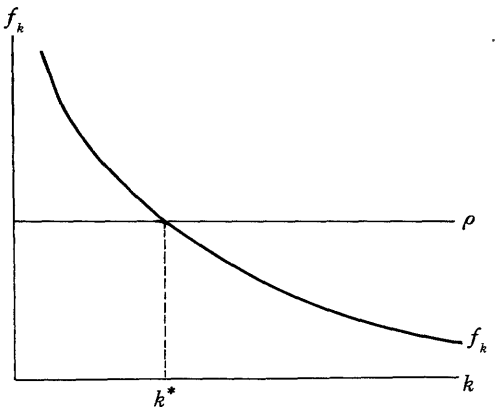
이제 [圖 3]에서 어떠한 이유에서든 資本의 限界生産性이 持續的으로 遞減하지 않고 ρ보다 큰 어떤 값에 수렴한다고 해보자. 이 경우엔 [圖 4]에 나타나 있는 바와 같이 資本의 限界生産性과 時間選好率 사이에 항상 양의 격차가 유지되며 따라서 消費는 끊임없이 영속적으로 증가한다. 이같은 결과를 얻을 수 있는 가장 간단한 예가 위의 生産函數에서 $\alpha<1$ 대신 $\alpha=1$을 가정하는 것인데,[22] 이때는 資本의 限界生産性이 a로서 항상 일정하며 $a>\rho$이면 消費는 감소됨이 없이 일정률로 증가하게 된다.

---

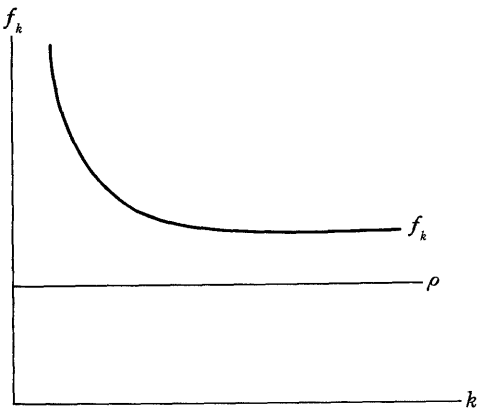
21) 消費增加率은 限界生産性 곡선과 時間選好 수평선과의 수직거리에 대체탄력성 $1/\sigma$를 곱한 것과 같다.

22) 이것이 Rebelo(1990)가 사용하고 있는 내생적 成長模型에 있어서의 生産函數이다.

[圖 3]



[圖 4]



위의 결과를 內生的 成長理論의 특성과 연관지어 보면 전자, 즉 資本의 限界生産性이 持續的으로 遞減하는 경우가 新古典派의 成長理論이 되며, 후자 즉 資本의 限界生産性이 遞減하지 않는 경우(최소한 長期均衡에서는)가 內生的 成長理論이 된다. 물론 개개의 內生的 成長模型에서 資本의 限界生産性이 遞減하지 않고 불변으로 유지되는 이유는 조금씩 다르지만 궁극적으로 資本의 限界生産性이 양수값을 지녀야 한다[23]는 점에서는 공통이며, 이러한 條件이 없이는 消費 및 經濟成長率이 持續的으로 양수값을 유지할 수 없기 때문에 이 條件이 持續成長을 위한 필요불가결한 條件이 된다.[24]

앞에서 식 (3.9)가 항상 성립한다고 말하였다. 그리고 지금까지는 항상 성립한다는 서술의 뜻을 모든 成長模型에서 성립한다는 것으로 해석하였다. 그러나 항상 성립한다는 서술에는 이 밖에 또 하나의 뜻이 담겨 있는데, 그것은 상기식이 모든 時間, 즉 模型의 長期均衡을 나타내는 定常狀態(steady state)에서뿐 아니라 그 定常狀態에 이르기까지의 과도기(transitional period)에서도 동일하게 성립한다는 것이다. 이것은 식 (3.9)를 유도하는 과정에서 定常狀態라는 制約을 한번도 가하지 않았기 때문인데, 이제 定常狀態에서는 消費增加率(이를 상수 γ_c로 표기하자)이 일정해야 한다는 制約을 가하고 식 (3.9)를 변형하면

$$f_k(k,\cdots)=\sigma\gamma_c+\rho \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3.10)$$

가 된다. 즉 定常狀態에서는 資本의 限界生産性은 일정하며 그 값은 $\sigma\gamma_c+\rho$와 같다.

지금까지는 최적화문제의 一階條件에서 유도되는 식 (3.9)가 갖는 成長模型內에서의 의미를 살펴보았다. 그러나 전체 模型의

23) "The marginal product of capital should be bounded below by a sufficiently high positive number." Srinivasan(1993), p. 7.

24) 이러한 이유에서 Jones and Manuelli(1990)은 내생적 成長模型과 외생적 成長模型의 수학적인 차이를 $\lim_{k\to\infty} f_k(k)=0$라는 條件의 성립여부로 정의하고 있다.

해를 구하기 위해서는 여기에 資本蓄積式 (3.3)을 함께 고려해야 하는데, 이하에서는 이 制約式이 갖는 의미를 간단히 살펴보고 본절을 마치기로 한다. 식 (3.3)을 L로 나누어 1인당 표현인 $k=f(k,\cdots)-c$로 바꾼 다음 다시 k로 나누어 k의 成長率을 나타내는 식으로 변형하면

$$\frac{\dot{k}}{k}=\frac{f(k,\cdots)}{k}-\frac{c}{k} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3.11)$$

가 된다. 여기에 모든 成長模型이 Cobb-Douglas流의 彈力性不變 生産函數를 사용하고 있음을 감안하여 그러한 制約을 가하면 상기식의 우변 첫항인 資本의 平均生産性은 限界生産性의 상수배가 된다. 즉 산출의 資本投入에 대한 彈性値를 ξ라고 할 때,

$$\frac{f(k,\cdots)}{k}=\frac{1}{\xi}f_k(k,\cdots) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3.12)$$

이다. 그런데 定常狀態에서는 f_k가 식 (3.10)과 같이 상수로 주어지므로 資本의 平均生産性도 定常狀態에서 불변이다. 이같이 定常狀態에서 일정한 값을 갖는 항들을 한변에 정리하고 自然對數를 취한 다음 時間에 대하여 微分하면(定常狀態에서의 k증가율을 γ_k로 표시한다.)

$$\gamma_c=\gamma_k=\gamma \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3.13)$$

즉 定常狀態에서 1인당 消費增加率과 資本增加率은 같아지게 된다. 우리는 이미 앞에서 消費增加率을 결정하는 식 (3.9)가 模型의 동태경로를 결정하는 근본적인 식이라는 서술을 하였거니와 그 근거의 일부는 상기식 (3.13)에서 얻어진다. 즉 定常狀態에서 消費增加率은 資本의 증가율과 같고 이들은 다시 經濟成長率과 같다.[25] 그리고 뒤에 밝혀지듯이 이 두 개의 成長率이 얻어지면 나머지 변수(人的資本이나 技術스톡 등)들의 변화율은 消費, 資本의 공통증가율과 같거나 동 증가율의 간단한 변형으로 표현된다.

식 (3.12)의 關係를 가정하면 定常狀態下에서의 貯蓄率(또는 投資率)도 쉽게 구할 수 있다. 즉 貯蓄率 s는

$$s=\frac{k}{y}=\frac{\dot{k}}{k}\frac{k}{y}=\frac{\dot{k}}{k}\frac{k}{f(k,\cdots)}=\frac{\gamma\xi}{\sigma\gamma+\rho}\cdots(3.14)$$

로 나타난다. 이에 의하면 貯蓄率은 특히 ρ와 σ의 函數로 나타나는데, 즉 사회구성원의 참을성이 높을수록(ρ값이 낮을수록), 그리고 두 시점간의 消費代替가 용이할수록(σ값이 낮을수록) 貯蓄率이 높다.

지금까지 內生的 成長模型의 일반적인 구조와 특성들을 模型의 일반해를 구하는 순서를 따라 조감하여 보았다. 여러번 강조한 바와 같이 成長模型간의 본질적인 차이는 生産函數를 어떻게 정식화하느냐에, 좀더 구체적으로는 生産函數에서 도출되는 資本의 限界生産性 函數가 定常狀態에서 어떠한 모습을 지니느냐에 달려 있다. 그리고 그

25) 資本의 平均生産性이 불변이라는 것은 $f(k,\cdots)/k$=상수, 즉 $\dot{f}/f-\dot{k}/k=0$라는 것을 의미하므로 定常狀態에서 經濟成長率과 資本의 증가율은 같아진다.

구체적인 결과는 식 (3.9)에 의해 표현되는 消費增加率의 결정식에 나타나게 된다. 따라서 이하 개별 模型을 살피는 데 있어서는 각 模型에서 資本의 限界生産性函數가 어떤 특성을 지니는가에 초점을 맞추면서 서술해 가기로 한다.

Ⅳ. 代表的인 內生的 成長模型

1. Rebelo(1990) 模型

內生的 成長模型 중 가장 간단한 것은 Rebelo(1990) 模型이다. 앞서 잠깐 언급한 바와 같이 이 模型은 生産函數를

$$Y = aK \quad \cdots\cdots(4.1)$$

로 설정하고 있는데, 이 경우 資本의 限界生産性은 a가 되어 時間에 관계없이 항상 일정하다. 따라서 消費[26]는 식 (3.9)에 의해 $\sigma^{-1}(a-\rho)$의 率로 항상 일정하게 成長한다. 資本의 蓄積式은

$$\dot{K} = aK - C \quad \cdots\cdots(4.2)$$

가 되는데 資本의 限界生産과 平均生産이 a로 동일하므로 (3.13)의 결과, 즉 消費增加率과 資本增加率이 같아진다는 결론이 쉽게 유도된다. 또 $Y=aK$에서는 $Y/Y = K/K$가 되므로 經濟成長率은 資本의 成長率과 같다.

이같이 매우 간단한 구조를 지니고 있는 Rebelo 模型이 주목을 받는 이유는 이 모델이 지니고 있는 현실적 적합성보다는 뒤에 설명할 Barro(1990)나 Arrow(1962), Romer(1986) 模型이 궁극적으로 $Y=aK$라는 單純模型으로 환원될 수 있기 때문이다. 즉 이들 模型에서는 人口增加라든가 技術進步 등 외생적인 成長의 엔진을 도입하지 않고도 오직 資本蓄積 하나만에 의해 영속적 成長이 도출되는데 그러한 模型의 공통적인 특성은 生産函數가 資本에 대하여 收穫不變(constant returns)을 가진다는 점이다. 바꾸어 말하면 식 (4.2)로 표현되는 資本의 再生産方程式이 資本스톡에 대하여 線型이라는 특징을 갖는다는 것이다.

이러한 결과는 앞서의 식 (3.9)를 고려할 때 당연한 것이기도 하다. 즉 앞에서 본 Rebelo나 뒤에 설명할 Barro, Arrow-Romer 模型은 生産函數가 궁극적으로 k만의 函數로 환원되는 구조를 가지고 있다. 그리고 永續成長을 위해서는 資本의 限界生産性이 持續的으로 遞減하여 0에 수렴하지 않고 定常狀態에서 양의 값을 가져야 한다. 그런데 이를 만족시키는 하나의 간단한 방법은 k에 대한 線型函數를 가정함으로써 資本의 限界生産性이 항상 0보다 큰 수준에 고정되어 있도록 하는 것이다. 만일 이와 달리 $y=f(k)=k^{\alpha}$이고 $\alpha<1$인 경우에는 資本

26) 生産函數를 K만의 函數로 설정하였기 때문에 L은 사상되어 있으며 따라서 1인당 消費와 全體消費간의 구분이 없다.

의 限界生産性이 $\alpha k^{\alpha-1}=\alpha(1/k)^{1-\alpha}$로 나타나 資本이 커질수록 감소하다가 궁극적으로 0에 접근하게 될 것이다.

이같은 關係는 식 (4.2)를 이용하여 약간 다른 시각에서 해석해 볼 수 있다. 식 (4.2)는 이 模型에서 成長의 엔진으로 사용하고 있는 資本이라는 변수의 蓄積方式을 나타내는 식인데 변수의 時間變化率이 그 변수 수준(level)의 線型函數로 되어있다. 그러나 뒤에 밝혀지듯이 이러한 關係는 永續成長이 人的資本이나 技術進步 등에 의해 초래되는 경우에도 동일하게 성립해야 한다. 즉 內生的 成長模型에서 永續成長이 가능해지기 위해서는 그 成長의 동인이 어디로부터 오든 당해 동인변수의 時間變化率이 그 변수수준의 線型函數만으로 나타나야 한다. 즉 成長動因 변수 자체가 일정률로 成長하는 특성을 지니고 있어야 한다.[27]

이 模型은 그 단순성으로 인해 消費와 資本스톡의 時間經路에 대한 명시적인 解가 가능하다. 먼저 消費는 항상 일정률($\gamma=(a-\rho)/\sigma$)로 成長하므로 $c(t)=c(0)e^{\gamma t}$로 나타낼 수 있다. 다음 資本스톡의 경우에는 위의 消費方程式을 식 (4.2)에 대입하고 적분인자 e^{-at}를 이용하여 적분하면

$$k(t)=(k(0)-\frac{c(0)}{a-\gamma})e^{at}+\frac{c(0)}{a-\gamma}e^{\gamma t}$$
$$=\alpha e^{at}+\beta e^{\gamma t} \quad \cdots\cdots(4.3)$$

가 된다. 이들 변수를 transversality condition에 대입하여 정리하면

$$k(t)U'(c(t))e^{-\rho t}=(\alpha+\beta e^{(\gamma-a)t})c(0)^{-\sigma} \quad \cdots\cdots(4.4)$$

가 되는데 이 값이 時間이 무한대로 갈 때 0이 되기 위해서는 다음의 두가지 條件, 즉 ①$\gamma-a=[a(1-\sigma)-\rho]/\sigma<0$, 즉 $[a(1-\sigma)-\rho]<0$과 ②$\alpha=0$가 성립해야 한다. 그런데 이중 ①은 效用의 有限性(bounded utility)을 확보하기 위한 條件과 일치한다. 이들 條件을 식 (4.3)에 적용하면 $k(t)=[c(0)/(a-\gamma)]e^{\gamma t}$로서 k도 모든 時間 t에서 c와 같은 率로 일정하게 成長한다.

2. Barro(1990) 模型

Barro(1990) 模型은 經濟成長을 정부의 재정활동에 연계시킨 模型이다. 模型의 기본가정은 生産函數가 정부지출(g)과 資本스톡(k)의 각각에 대해서는 收穫遞減을 보이지만 양변수를 함께 고려할 때는 收穫不變을 보인다는 것이다.

$$y=f(k,g)=ak^{1-\alpha}g^{\alpha} \quad \cdots\cdots(4.5)$$

이 간단한 生産函數의 변형이 永續成長을 낳게 되는 것은 政府支出이 단순히 외생적으로 주어지지 않고 전체 所得의 函數로 주

27) 이렇게 볼 경우 내생적 成長模型과 외생적 成長模型과의 구분은 사실상 모호해진다. 왜냐하면 Solow의 成長模型에 있어서도 人口成長이나 技術進步가 일정률로 이루어질 경우 永續成長이 일어나기 때문이다. 이에 대해서는 뒤에 다시 언급하게 될 것이다.

어짐으로써 궁극적으로 生産函數가 k의 線型函數로 바뀌기 때문이다.[28] 즉 財政은 항상 均衡을 유지하며 정부지출은 生産物에 대하여 일정률(τ)로 부과되는 所得稅로 전액 충당된다는 條件이 이 模型의 필수적인 가정이 된다.

$$g=y=ak^{1-\alpha}g^{\alpha} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.6)$$

이 경우 資本蓄積式은, 生産된 것 중 所得稅를 제외한 나머지가 消費와 投資에 배분되므로

$$\dot{k}=(1-\tau)ak^{1-\alpha}g^{\alpha}-c \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4.7)$$

가 된다. 개별 經濟主體들은 動態制約式 (4.7)하에서 그들의 效用을 극대화하기 위한 최적 消費經路를 택하게 되는데, Barro는 여기에서 개별 經濟主體들 각각은 사회의 극히 작은 부분을 점하기 때문에 그들의 消費經路를 선택할 때 정부지출은 주어진 것으로 본다는 가정을 도입하고 있다. 그러나 개별주체들이 生産을 늘릴 때 國民經濟 전체의 所得이 늘고 늘어난 所得은 다시 所得稅를 통하여 정부지출을 증가시킴으로써 所得을 늘리는 등 일종의 외부효과(external economies)를 갖게 되는데, 이같은 외부효과로 인해 競爭市場均衡이 최적이 되지 못하는(suboptimal equilibrium) 결과를 낳는다. 이에 대해서는 뒤에 다시 상술하겠다.

일단 정부지출을 주어진 것으로 간주하고 Hamiltonian equation을 설정하여 一階의 條件을 구한 다음 식 (3.9)와 같은 消費增加率式을 구해 보면

$$\frac{\dot{c}}{c}=\gamma_c=\sigma^{-1}[(1-\tau)a(1-\alpha)(g/k)^{\alpha}-\rho] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4.8)$$

가 된다. 여기에 均衡條件인 정부의 豫算制約式 $g=\tau y$로부터

$$g/k=(a\tau)^{1/(1-\alpha)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4.9)$$

를 구하여 이를 식 (4.8)에 대입하면

$$\frac{\dot{c}}{c}=\gamma_c=\sigma^{-1}[(1-\alpha)(1-\tau)a^{1/(1-\alpha)} \cdot \tau^{\alpha/(1-\alpha)}-\rho] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4.10)$$

이 얻어진다. 예상했던 대로 資本의 限界生産性은 時間에 대해 불변으로 나타나고 있으며 따라서 消費增加率도 일정률을 유지하고 있다. 이 生産函數에서는 資本의 平均生産性이 限界生産性에 비례하므로 資本蓄積式의 양변을 k로 나누고 自然對數를 취한 다음 時間에 대하여 微分하면 資本增加率이 消費增加率과 같아진다는 (3.13)의 결과는 쉽게 얻어진다. 또 定常狀態에 있어서의 貯蓄率은

$$s=\frac{\dot{k}}{k}\frac{k}{k}=\gamma\frac{k}{ak^{1-\alpha}g^{\alpha}}=\frac{\gamma}{a}\left(\frac{k}{g}\right)^{\alpha}=\gamma\tau^{\frac{-\alpha}{1-\alpha}}a^{\frac{-1}{1-\alpha}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4.11)$$

28) 즉 식 (4.6)을 g에 대하여 풀면 $g^{\alpha}=(\tau a)^{\alpha/(1-\alpha)}k^{\alpha}$가 되고 이를 다시 식 (4.5)에 대입하면 $y=ka^{1/(1-\alpha)}\tau^{\alpha/(1-\alpha)}$가 되어 y는 k의 1次函數가 된다.

가 된다. 그리고 통상의 有限 效用條件(bounded utility condition)은

$$\lim_{t\to\infty} e^{-\rho t}c(t)^{1-\sigma} = \lim_{t\to\infty} e^{-\rho t}c(0)e^{\gamma(1-\sigma)t}$$
$$= \lim_{t\to\infty} c(0)e^{[\gamma(1-\sigma)-\rho]t} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4.12)$$

로서 $\rho > \gamma(1-\sigma)$이면 상기 극한값이 0이 되고 따라서 效用函數는 유한하게 된다.

지금까지는 개별 經濟主體가 그들의 生産에 관한 결정이 공공지출의 수준에 영향을 미치지 않으리라는 기대하에 최적 投資決定을 하는 것으로 간주하였다. 그러나 앞서 말한 外部經濟의 效果를 인지하는 사회계획자는 外部經濟效果를 내부화하여 최적 投資決定을 내려야 할 것이므로 豫算制約式(4.6)을 미리 대입한 Hamiltonian으로부터 一階條件을 구해야 한다. 이 경우 새로운 Hamiltonian은

$$H = \left(\frac{c^{1-\sigma}-1}{1-\sigma}\right) + \lambda[(1-\tau)ka^{\frac{1}{1-\alpha}}\tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4.13)$$

가 된다. 앞에서와 동일한 방법으로 一階의 條件을 구하고 대입하는 과정을 거치면 다음과 같은 '計劃經濟下의 成長率'이 구해진다.

$$\frac{\dot{c}}{c} = \gamma_c = \sigma^{-1}[(1-\tau)a^{1/(1-\alpha)}\tau^{\alpha/(1-\alpha)} - \rho \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4.14)$$

상기 결과를 (4.10)과 비교해 보면 $0<\alpha<1$이므로 競爭市場 成長率이 計劃經濟의 成長率보다 낮다는 것이 분명해진다. 즉 消費와 投資에 관한 결정이 개별적으로 이루어지는 經濟에 있어서는 한 經濟主體의 生産이 자기자신은 물론 다른 經濟主體들의 生産을 추가적으로 더 늘릴 수 있게 하는 외부효과가 무시됨으로써 過多消費와 過少貯蓄이 이루어지며 따라서 成長率이 낮아지게 된다.

이 模型에서 經濟의 영속적 成長을 가능케 하는 것은 정부활동이다. 민간 개인이 한 단위의 所得을 貯蓄하여 實物資本을 蓄積할 때마다 정부도 이에 상응하여 추가적인 요소를 生産過程에 투입하게 되고 이것이 資本의 限界生産性이 遞減하는 것을 방지토록 하는 역할을 한다. 따라서 民間經濟 주체들은 投資에 대한 수익률이 遞減하는 것을 염려하지 않고 영구하게 일정한 率로 投資할 수 있게 되는 것이다.

3. 學習效果, 外部經濟 및 規模의 經濟(Arrow(1962), Romer(1986) 模型)

內生的 成長模型의 효시라고 할 수 있는 Romer(1986)는 資本의 限界生産性 遞減의 문제를 Arrow(1962)와 Sheshinski(1967)의 방법을 도입하여 개별기업수준에서는 규모에 대한 收益不變이 적용되지만 經濟全體로서는 규모에 대한 수익이 점증하는 것으로 가정함으로써 해결하고 있다. 즉 규모에 대한 수익이 증가할 경우 앞서 말한 바와 같이 투입요소에 대한 限界生産物의 총화가 전체 生産物을 초과하게 되고, 따라서 이러한 체제하에서는 경쟁적 市場均衡이 성립할

수 없게 된다. 따라서 Arrow-Romer는 규모의 經濟가 기업의 의사결정에 대하여 외부적(external)인 것으로 가정하는 방식을 취하고 있는데, 이같은 방법은 이미 Marshall이 個別企業과 기업의 집합으로 형성되는 産業간의 外部經濟問題를 설명할 때 도입하였던 설명기법이기도 하다.

Arrow는 지식의 습득, 즉 학습과정은 작업과정과 연관되어 있다고 가정한다. 그리고 그는 "새로운 기계가 生産過程에 투입될 때마다 生産이 일어나고 있는 작업환경의 변화가 초래되며 따라서 새로운 학습이 일어난다(p. 157)"고 보아 작업경험이 증가하는 것을 나타내는 지표로 投資를 들었다. 이 경우 경험의 蓄積은 投資의 蓄積分에 비례하게 되고 따라서 蓄積된 경험을 나타내는 지표로서 資本스톡을 이용하는 것이 가능해지게 된다.

좀더 구체적으로 개별 기업 i의 生産函數가 그 기업이 소유하고 있는 資本스톡 $K_i(t)$와 각 시점에서의 기술수준 $A(t)$에 의해 수정된 勞動投入 $L_i(t)$의 函數라고 해보자.[29]

$$Y_i(t)=F(K_i(t),\ A(t)L_i(t)) \quad \cdots\cdots(4.15)$$

다음으로 경험은 모든 기업들의 과거에서 현재까지의 投資의 합, 즉 資本스톡과 같으며

$$G(t)=\int_{-\infty}^{t} I(v)dv=\kappa(t)$$

경험과 기술수준과의 關係는 아래 식과 같은 關係를 갖는다고 가정해 보자.

$$A(t)=\kappa^{\eta},\ (\eta<1)$$

이같은 關係를 반영하여 生産函數를 고쳐쓰면

$$Yi=F(K_i,\ L_i,\ \kappa)=K_i^{\beta}L_i^{1-\beta}\kappa^{\eta}$$

가 되어 κ를 고정시키고 보면 K와 L의 收益不變이 되지만 세가지 투입을 동시에 고려할 때는 收益遞增이 된다. 기업의 수(편의상 인구수와 같다고 가정하자) L은 큰 양의 정수이며 개별 기업은 그들 개별기업이 가지고 있는 資本스톡의 합이 전체 資本스톡이 됨에도($\kappa=Lk$) 실제 意思決定過程에서는 集計資本스톡이 주어진 것으로 본다고 가정한다. 물론 이같은 가정은 Barro 模型에서와 마찬가지로 市場競爭均衡을 최적상태에서 벗어나게(suboptimal) 하는 外部經濟를 일으키며 따라서 計劃經濟의 成長率이 더 높게 되는 결과를 초래할 것이다. 상기 生産函數를 모든 기업들에 대해 합하고 1인당 표현으로 바꾸면

$$y=k^{\beta}\kappa^{\eta} \quad \cdots\cdots(4.16)$$

이 된다. 또 資本制約式은 $\dot{k}=k^{\beta}\kappa^{\eta}-c$가 된다. 따라서 Hamiltonian과 그로부터 도출되는 一階의 條件은

$$H=\left(\frac{c^{1-\sigma}-1}{1-\sigma}\right)+\lambda(k^{\beta}\kappa^{\eta}-c) \quad \cdots\cdots(4.17)$$

$$c^{-\sigma}=\lambda \quad \cdots\cdots(4.18)$$

29) 즉 技術進步는 뒤에 설명하는바 Harrod 중립적인 형태를 취한다.

$$\dot{\lambda} = \rho\lambda - \lambda(\beta k^{(\beta-1)}\kappa^{\eta}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4.19)$$

가 된다. 다시 한번 위에서 여러번 사용해 온 방법에 따라 式 (4.18)과 (4.19)를 변형하고 여기에 資本市場 均衡條件 $\kappa = Lk$를 가하면

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\sigma}(\beta k^{\beta+\eta-1}L^{\eta} - \rho) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4.20)$$

을 얻는다. 이는 앞서 말한 바와 같이 消費增加率은 資本의 限界生産性과 時間選好率의 차에 비례한다는 일반명제의 구체적인 표현에 불과하다. 한가지 재미있는 점은 다른 條件이 동일하다면 인구규모가 큰 나라가 높은 成長率을 보일 것이라는 함의를 지닌다는 점인데, 이같은 '人口規模 效果'(scale effect)는 A. Smith가 말하는 '分業의 범위는 市場規模에 의해 결정된다'는 명제를 반영하는 것으로 해석할 수도 있을 것이다. 그러나 실제 국제비교 자료를 보면 人口規模와 成長率간에는 별 關係가 없는 것으로 나타나고 있어 정당화하기 힘든 함의라고 여겨진다. 數學的으로 보아 이러한 결론이 도출되는 이유는 외부효과가 總資本스톡에 의해 영향을 받는다는 가정 때문인데, 總資本스톡 대신 平均資本스톡을 쓰면 成長率은 $\gamma = (\beta k^{\beta+\eta-1} - \rho)/\sigma$가 되어 인구규모에 의한 영향은 받지 않게 된다.[30]

이제 보다 본질적인 문제로서 이 模型에서 永續成長[31]이 일어날 수 있는 條件에 대해서 살펴보자. 만일 $\beta+\eta<1$이면 이 模型은 Ramsey-Cass-Koopman 模型과 동일한 결과를 갖는다. 즉 資本의 限界生産性은 持續的으로 遞減하며 따라서 成長은 資本의 限界生産性이 割引率과 같아지는 점에서 멎게 된다. 이 결론은 收穫遞增이 반드시 永續成長을 가져오지는 않는다는 것을 의미하는 것으로서 持續的인 成長이 이루어지기 위해서는 $\beta+\eta=1$이 되어야 하며 이 경우에 이 模型은 Rebelo 模型과 같아지게 된다.[32] Romer(1986)는 만일 $\beta+\eta>1$인 경우에는 成長率이 持續的으로 높아지게 된다는 것을 보이고 있다.

Barro 模型에서와 마찬가지로 外部經濟가 있는 이 模型에서는 競爭市場均衡과 사회적 最適均衡 사이에 괴리가 발생한다. 즉 사회계획자는 개별 기업들이 投資를 할 경우 이것이 사회전체의 기술수준을 높여 經濟全體가 보다 높은 효용수준에 도달할 수 있음을 인지하고 있으므로 이에 맞게 사회적 最適投資量을 결정하게 될 것이다. 이 경우에 計劃經濟成長率은 경쟁시장 成長率

30) 그러나 Lucas(1988)가 지적하고 있듯이 외부효과의 범위를 논하는 데 있어서 정치적인 국경개념을 그대로 사용하는 데는 문제가 있을 수 있다. 경제적으로 의미있는 시장규모나 외부경제의 범위는 경제활동의 교호작용이 밀접하게 일어나는 범위에 의해 규정되어야 할 것인바, 이러한 범위가 국경과 반드시 일치하지는 않을 것이다.

31) 이 모형에서 經濟成長率과 消費增加率, 그리고 資本스톡增加率이 서로 같아진다는 것은 간단히 증명할 수 있다.

32) Rebelo 모형의 a를 βL^{η}로 바꾸어 놓은 것과 동일한 결과가 된다.

보다 높은

$$\gamma=\sigma^{-1}[(\beta+\eta)k^{\beta+\eta-1}L^{\eta}-\rho] \quad \cdots\cdots(4.21)$$

가 된다.

지금까지는 持續的 成長이 資本蓄積에 의해 이루어지는 模型을 살펴보았다. 이 경우 成長이 동인이 되는 資本의 동태적 蓄積式은 모두 資本스톡의 시간변화율이 資本스톡 수준에 대하여 線型으로 나타나는 關係를 유지함을, 바꿔 말하면 生産函數가 資本에 대하여 收穫不變의 關係를 가짐을 보았다. 본절의 서두에서 살펴보았듯이 持續的 成長이 이루어지기 위해서는 資本의 限界生産物의 극한값이 0보다 커야 하는데, 이같은 限界生産物 불변을 확보하는 방법으로서 이들 模型은 生産函數가 궁극적으로 資本의 1次函數로 환원되는 模型을 설정하고 있는 것이다. 이하에서는 資本蓄積에 의해서가 아니라 技術進步나 人的資本의 蓄積에 의해 持續成長이 일어나는 模型들을 살펴보기로 한다. 이 경우에는 成長의 동인이 資本으로부터가 아니라 다른 요소들로부터 오기 때문에 生産函數가 資本스톡에 대하여 특정 형태를 가질 필요는 없다. 다만 成長의 엔진으로 작용하게 될 각각의 동인들은 동태적으로 선형의 運動方程式을 가져야 한다는 점에서는 여전히 공통성을 유지하고 있다.

4. 研究開發(R&D)·技術進步 (Romer(1990)模型)

研究開發이나 技術進步로 經濟成長의 동인을 설명하는 문헌은 많고 그 역사도 깊다. 사실상 內生的 成長模型에 선행하는 Solow나 Ramsey-Cass-Koopman 模型에 있어서도 거의 유일한 成長의 엔진은 技術進步에서 찾아지고 있다고 볼 수 있다. 다만 이들 模型에 있어서는 技術進步率이 經濟內部에서 內生的으로 찾아지는 것이 아니라 외생적으로 주어지고 있다는 점에서 최근의 內生的 成長模型과 구별된다고 하겠다. 그러나 技術進步를 內生化하여 模型內에서 설명해 보려는 노력이 전무했던 것은 아닌데, 그 대표적인 것으로는 Shell(1966)을 들 수 있다.[33] 특히 Shell의 模型은, 영속적 成長을 도출해 내기 위해서는 앞서 말한바 成長의 동인이 되는 변수의 運動方程式이 특정 형태를 가져야 한다는 것을 극명하게 보여주는 것으로서 최근의 內生的 成長模型의 특성을 이해하는 데 중요한 基準模型이 될 수 있다. 이하 Shell의 模型을 간단히 살피고 이어서 그 변형이라고 할 수 있는 Romer 模型을 살핀다.

Shell 模型에 있어서 生産函數는

33) 앞에서 Arrow 모형을 資本蓄積에 의해 持續成長이 이루어지는 모형으로 분류했지만 이는 生産函數의 궁극적인 형태를 기준으로 나누었기 때문이다. 모형설정의 당초 동기를 기준으로 보면 이 모형도 技術進步를 내생화하고 있는 모형으로 보아야 할 것이다. 즉 技術進步는 경험의 函數이며, 경험은 蓄積된 투자의 函數가 된다.

$$Y=F(K,L,A)=A(t)\ F(K,L)$$

또는 $y=A\ f(k)=Ak^{\beta}$ ……(4.22)

로 표현될 수 있다.[34] 윗식에서 A는 매시점에서의 기술수준을 의미한다. 이 기술수준의 동태적 運動方程式은

$$\dot{A}=\theta\alpha y=\theta\alpha Ak^{\beta} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4.23)$$

로 주어진다. 즉 技術進步率은 기술개발에 투입되는 最終生産物의 函數이다. θ는 연구활동의 성공률을 나타내며, α는 總産出物 중 연구활동에 투입되는 産出物의 비중을 나타낸다. 뒤에 다시 설명하겠지만 기술스톡의 변화율이 그 스톡수준의 函數가 아니고 最終生産物 y의 函數라는 사실에 유의할 필요가 있다. 왜냐하면 바로 이 가정으로 인해 Shell 模型은 技術進步가 내생화되어 있음에도 불구하고 技術進步가 없는 新古典派 成長模型에서와 같이 定常狀態에서 均衡成長率이 0이 된다는 결과를 낳기 때문이다. 연구활동에 투입되고 남은 産出物은 消費와 投資에 다음과 같이 배분된다.

$$\dot{k}=(1-\alpha)y-c=(1-\alpha)Ak^{\beta}-c \cdots(4.24)$$

앞의 다른 模型에서와 마찬가지로 L은 고정되어 있으며 편의상 1로 가정한다. 이제 이 模型의 Hamiltonian과 一階條件들을 보면

$$H=(\frac{c^{1-\sigma}-1}{1-\sigma})+\lambda[(1-\alpha)Ak^{\beta}-c]$$
$$+\mu[\theta\alpha Ak^{\beta}] \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4.25)$$

$$c^{-\sigma}-\lambda=0 \Rightarrow -\sigma\frac{\dot{c}}{c}=\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} \cdots\cdots\cdots\cdots(4.26)$$

$$-\lambda Ak^{\beta}+\mu\theta Ak^{\beta}=0 \Rightarrow \lambda=\mu\theta \cdots\cdots(4.27)$$

$$\dot{\lambda}=\rho\lambda-\lambda(1-\alpha)\beta Ak^{\beta-1} \cdots\cdots\cdots\cdots(4.28)$$

$$\dot{\mu}=\rho\mu-\lambda(1-\alpha)k^{\beta}-\mu\theta\alpha k^{\beta} \cdots\cdots\cdots(4.29)$$

가 된다. (4.26)과 (4.28)에서

$$\frac{\dot{c}}{c}=\gamma_c=\frac{1}{\sigma}[(1-\alpha)\beta Ak^{\beta-1}-\rho)] \cdots(4.30)$$

라는 이제는 눈에 익은 消費增加率式을 얻고 식 (4.30)을 다시 변형하면

$$\frac{\sigma\gamma+\rho}{(1-\alpha)\beta}=Ak^{\beta-1}=yk^{-1} \cdots\cdots\cdots\cdots(4.31)$$

을 얻는다. 식 (4.31)의 두번째 등식에 自然對數를 취하고 時間에 대하여 微分한 다음 定常狀態에서 消費增加率과 α가 일정이라는 條件을 이용하면 定常狀態에서는 $\gamma_y=\gamma_k$, 즉 成長率과 資本增加率이 같아진다는 결과가 도출되고, 식 (4.31)의 첫번째 등식에 같은 방법을 적용하면

---

34) 사실상 Shell은 生産函數를 $Y=F(K,L,A)$의 일반적인 형태로 표시하고 函數 $F(.)$가 K와 L에 대하여 규모불변을 보이며 資本의 限界生産性이 遞減한다는 일반적인 制約條件만을 가하고 있다. 또한 效用函數에 대해서도 구체적인 函數形態를 가정하고 있지 않은데, 이같은 연고로 그는 명시적인 최종해를 구하지 않고 위상도를 이용하여 균형의 특성만을 밝히고 있다.

이하에서 설명하는 Shell 모형은 당초의 모형을 그대로 재생한 것이 아니고 다른 모형들과의 비교를 용이하게 하기 위해 구체적인 函數形態를 가미하고 당초의 制約條件을 해치지 않는 범위에서 다소 변형한 것이다.

$$\gamma_A = (1-\beta)\gamma_k \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.32)$$

의 關係가 얻어진다. 또 定常狀態에서는 消費增加率과 資本增加率이 같아져야 하는데, 이같은 關係는 지금까지 해왔던 대로 資本制約式 (4.24)를 k로 나누고 여기에 식 (4.31)을 대입한 다음 自然對數, 그리고 時間에 대한 微分의 과정을 밟으면 구해진다.

지금까지는 消費, 資本, 總產出, 技術進步 등 각 변수의 成長率간의 關係式만을 도출했을 뿐 이들 成長率이 어떤 값을 갖게 되는지는 밝히지 않았다. 成長率의 구체적인 크기는 다음과 같이 구할 수 있는데, 먼저 (4.27)은 定常狀態에서 λ와 μ가 같은 率로 변화해야 함을 의미한다.[35] 따라서 $\dot{\lambda}/\lambda$와 $\dot{\mu}/\mu$를 각각 따로 구하여 양자를 等置시키면 γ_k를 구할 수 있게 된다. 먼저 $\dot{\lambda}/\lambda$는 식 (4.26)에서 쉽게 $-\sigma\gamma_c$임이 확인된다. 다음 $\dot{\mu}/\mu$는 식 (4.29)에 식 (4.27)을 대입하고 정리하면

$$\frac{\dot{\mu}}{\mu} = \rho - \theta k^{\beta} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.33)$$

로 단순화된다. 이제 양자를 등식으로 놓고 自然對數, 時間微分의 과정을 적용하면

$$-\sigma\gamma_c = \rho - \theta k^{\beta}$$
$$\beta\gamma_c = 0 \quad \Rightarrow \quad \gamma_k = 0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4.34)$$

즉 成長率은 0이 된다.

技術進步가 내생화되어 있는 Shell 模型에서 長期均衡成長率이 0으로 나타난다는 사실은 당초의 기대에 비추어 매우 놀라운 것이다. 원래 Solow나 Ramsey-Cass-Koopman 模型들에서는 技術進步가 없을 때 成長率이 0에 수렴하였지만 技術進步가 외생적으로 주어질 때는 成長率이 技術進步率과 같아지는 결과를 보였다. 그런데 Shell의 模型에서는 技術進步가 模型內에 내생변수로 도입되었음에도 불구하고 定常狀態에서 여전히 成長率이 0에 귀착해 버리고 마는 것이다.

현실적으로 관측되는 持續的 成長의 예를 Solow流의 新古典派 成長模型에서는 技術進步로 설명해 왔다. 그러나 Shell 模型의 결론에 비추어 볼 때 그러한 설명은 타당성이 없어 보이기도 한다. 技術進步가 持續的 成長을 설명하는 것은 그 技術進步가 외생적으로 이루어지기 때문이며, 일단 技術進步가 내생화되면 持續的 成長의 가능성은 사라지게 된다는 것을 Shell의 模型이 시사하고 있기 때문이다.

Shell 模型에서 長期成長率을 0으로 몰고 가는 주범[36]은 앞에서 잠깐 언급했던 바와 같이 技術進步의 동태적 움직임을 정식화하고 있는 식 (4.23)이다. 즉 기술수준의 시

35) 지금까지 傳家의 寶刀처럼 사용해 온, 自然對數를 취한 다음 時間에 대한 微分을 취하는 방법을 식 (4.27)에 적용하면 양 공동정세변수(co-state variable)의 증가율은 같아져야 한다는 결론이 유도된다.

36) 주범은 資本의 限界生產性이 遞減한다는 성질을 그대로 지니고 있는 生產函數이고 技術進步式은 종범에 불과하다고 하는 편이 더 정확할는지도 모르겠다.

간변화율이 기술스톡의 線型函數가 아니라 總產出物의 函數로 되어 있다는 점이 이같은 결과를 초래하는 것인데, 이 경우 總生產物은 資本의 限界生產性 遞減으로 인하여 資本이 증가함에 따라 그 成長率이 점점 낮아져 가고 이에 따라 技術進步率도 持續的으로 하락하기 때문이다. 사실상 이같은 關係는 위에서와 같은 복잡한 과정을 거침이 없이 식 (4.23)에서 직접 도출될 수도 있다. 즉 식 (4.23)을 A로 나누면

$$\frac{\dot{A}}{A}=\theta\alpha k^{\beta}$$

가 되는데 이 식에 대수를 취하고 時間微分을 하면

$$\beta\gamma_k=0 \quad \Rightarrow \quad \gamma_k=0,$$

즉 定常狀態에서 성립할 수 있는 유일한 資本增加率은 0이 된다는 상기식 (4.34)와 동일한 결론이 유도된다. 그러나 만일 技術進步式을 y의 函數가 아니라 A의 函數로 아래와 같이 정식화하면

$$\dot{A}=\theta\alpha A \text{ 또는 } \frac{\dot{A}}{A}=\theta\alpha$$

가 되어 技術進步率이 0으로 하락하지 않고 영속적으로 유지되는데,[37] 이와 같은 技術進步式을 模型內에 상정하고 있는 模型이 다음에 설명하는 Romer(1990) 模型이다.[38]

Romer 模型에서는 지식을 두가지로 구분한다. 그 하나는 人的資本이라고 불리는 것으로 개별 勞動 속에 체화되어 존재한다. 人的資本은 일단 그것이 한 용도에 투입되면 다른 용도에 동시적으로 쓰일 수 없다는 면에서 '競爭財'(rival good)가 된다. 다른 또 하나는 技術(technology)이라고 불리는 것으로서 모든 사람이 동시에 사용할 수 있다. 기술은 한 용도에의 사용이 다른 용도에의 사용을 배제하지 않는다는 점에서 '非競爭財' 또는 '公共財'(public good)가 된다. 人的資本은 그 경쟁적인 성격으로 인해 人的資本으로부터 발생하는 所得이 人的資本의 蓄積에 投資한 사람에게 귀속되는 반면, 技術은 새로운 발명으로부터 발생하는 수익이 온전히 발명자에게 귀속하지 않고 다른 사람에게까지 흘러 넘칠(spill over)

37) 물론 이 경우 α는 위에서와는 다른 의미를 지녀야 할 것이다.

38) 재미있는 것은 이 경우 技術進步가 여전히 외생적인 성격을 강하게 지닌다는 점이다. 이하 Romer(1990)나 Lucas(1988)에서 발견되는 技術進步(人的資本의 蓄積까지 포함해서)式에서 α는 모형내의 제어변수(control variable)로서 최적화의 직접적인 대상이 되므로 내생변수라고 할 수 있지만 定常狀態에서 α는 일정값을 유지해야 하고 따라서 技術進步가 다른 변수들의 영향을 받지 않고 자체변수만의 힘에 의해 영속적으로 成長해 간다는 특성을 갖는다. 사실상 Lucas(1993)에서는 α를 외생적인 것으로 고정시키고 있는데, 이러한 점에서 외생적 成長模型과 내생적 成長模型의 구분은 매우 모호해진다.

이론적으로는 경제내의 어떠한 변수들이 이같이 거의 외생적인 성격을 가지고 자체적으로 成長해 가며 그 이유는 무엇이고 이러한 成長率에 영향을 미칠 수 있는 정책변수들이 무엇인가를 밝혀내는 일이 중요한 과제가 될 것이다.

수 있다는 특징을 갖는다. 그러나 經濟成長過程을 설명하려는 成長理論의 관점에서 기술이 갖는 무엇보다도 중요한 특징은 기술이 사용으로 인하여 소멸하지 않기 때문에 영구히 持續的으로 成長할 수 있는 특징을 지니고 있다는 점이다.

인적자본도 기술도 모두 經濟主體의 의식적인 노력에 의해 蓄積된다고 할 수 있는데, Romer 模型에서는 편의상 人的資本의 총량이 고정되어 있는 것으로 가정되어 있다. 다만 주어진 人的資本의 각 용도간 배분은 內生的으로 결정된다. 즉 人的資本 總量 h는 最終財 生產에 h_Y만큼이 쓰이고 나머지 h_A만큼이 技術開發을 위해 쓰인다.

$$h = h_Y + h_A \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.35)$$

반면 기술 A는 총량이 고정되어 있지 않고 연구에 투입되는 人的資本 h_A와 기존의 기술 A의 양에 따라 아래와 같은 식으로 증가한다.

$$\dot{A} = \phi h_A A \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.36)$$

윗식에서 ϕ는 연구의 성공률을 나타내는 파라미터이다. 양변을 A로 나누어 증가율식으로 바꿔보면 기술은 ϕh_A율로 持續的으로 증가한다는 것을 알 수 있다. 또 연구활동에 통상의 勞動(L)이나 實物資本(K)은 전혀 투입되지 않고 人的資本과 技術만이 투입된다는 점에 유의할 필요가 있다. 앞의 Shell 模型에서와 같이 만일 기술개발에 實物資本이 투입된다면 資本의 限界生產性 遞減을 적용받게 되어 技術進步率이 0에 수렴하게 되므로 永續成長이 불가능해진다.

最終財 Y의 生產에는 實物資本(K)과 勞動(L), 그리고 人的資本(h_Y), 技術(A)이 모두 투입된다. Y의 生產函數는 아래와 같은 몇 단계를 거쳐 정식화된다. 이하 生產函數의 도출에 있어서는 實物資本, 즉 消費되지 않은 최종재가 生產過程에 직접 투입되지 않고 먼저 기계장치라고 하는 耐久財 生產過程에 투입되고 그곳에서 生產된 기계장치가 최종재의 生產過程에 투입된다고 생각하면 편리하다. 먼저 기계장치는 아직 개발되지 않은 것까지 포함하여 아래와 같이 무한개의 종류가 존재한다.

$$\{x_1,\ x_2,\ x_3, \cdots\}$$

그리고 일정 시점 t에서 아직 개발되지 않은 기계는 0의 값을 갖는다고 가정하면, 즉 $i \geq A(t)$이면 $x_i = 0$라고 하면 $A(t)$는 그 시점에서의 기술수준을 나타내는 지표라고 해석할 수 있다. 다시 말해 일정 시점에서 生產될 수 있는 기계장치의 종류는 그 시점에서의 기술수준에 의해 제한을 받는다. 이같은 x_i들을 이용하여 生產函數를 아래와 같은 Cobb-Douglas 형태로 정식화해 보자.

$$Y = h_Y^{\alpha} L^{\beta} (x_1^{1-\alpha-\beta} + x_2^{1-\alpha-\beta} + \cdots)$$

勞動 L은 편의상 고정되어 있다고 가정한다. x_i를 위와 같이 가법분리형(additively separable)으로 설정하는 것은 다음

의 변형을 용이하게 하기 위함인데, 만일 기계장치의 타입을 나타내는 i를 連續變數(continuous variable)로 변환하면 生産函數는 다음과 같이 표기될 수 있다.

$$Y = h_Y^{\alpha} L^{\beta} \int_0^A x(i)^{1-\alpha-\beta} di$$

다시 단순화를 위해 모든 x_i가 공통적으로 $\bar{x}$ 값을 갖는다고 가정하면

$$Y = h_Y^{\alpha} L^{\beta} A \bar{x}^{\,1-\alpha-\beta}$$

가 된다. 마지막으로 기계장치 한 단위를 生産하는 데는 ξ단위의 資本(消費되지 않은 최종재 K)이 소요된다고 가정하자.

$$K = \xi A \bar{x} \quad \Rightarrow \quad \bar{x} = \frac{K}{\xi A}$$

이를 식 (4.37)에 대입하고 정리하면

$$Y = h_Y^{\alpha} L^{\beta} A \left(\frac{K}{\xi A}\right)^{1-\alpha-\beta}$$

$$= (h_Y A)^{\alpha} (LA)^{\beta} K^{1-\alpha-\beta} \xi^{\alpha+\beta-1}$$

가 된다. 이 최종적인 生産函數에는 네가지 종류의 투입요소, 즉 人的資本, 技術, 勞動, 그리고 資本이 모두 들어 있다. 또 $(h_Y A)$와 (LA)항의 형태로 보아 技術進步가 人的資本 增殖的(human capital augmenting)이며 동시에 勞動增殖的(labor augmenting)인 성격을 띠고 있음을 알 수 있다. 바꿔 말하면 이 生産函數에 있어서 技術進步는 Harrod 中立的[39]이다. 本 模型에서의 技術進步가 Harrod 중립적이라는 것은 종래의 많은 成長模型에서 技術進步를 勞動의 질적 향상으로 처리해 오던 것과 궤를 같이 한다.[40]

마지막으로 資本蓄積式은 통상의 消費되지 않은 것은 投資된다는 關係式에 $h_Y = h - h_A$를 대입하여 다음과 같이 표현된다.

$$\dot{K} = (h - h_Y) A^{\alpha+\beta} L^{\beta} K^{1-\alpha-\beta} \xi^{\alpha+\beta-1} - C \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (4.39)$$

윗식의 우변 첫항은 Y를 풀어 쓴 것에 불과한데, 표기의 간편을 위해 이하에서는 Y를 그대로 쓰기로 한다. 다만 내부의 구성항에 대한 微分값을 구할 때 혼동을 하지 않도록 주의를 기울이면 될 것이다.

이 模型에서도 Shell 模型에서와 마찬가지로 정세변수(state variable)가 두 개이고(A와 K), 제어변수(control variable)도 C와 h_A 두 개이다. 지금까지 줄곧 사용해 온 代替彈力性 불변의 效用函數에 식 (4.36)과 (4.39)의 두 制約式을 포함하는 Hamiltonian을 설정해 보면

$$H = \left(\frac{C^{1-\sigma}-1}{1-\sigma}\right) + \lambda(Y - C) + \mu(\phi h_A A)$$

39) 일반적 生産函數 $Y = F[K, L, A]$에서 (A)가 $Y = A(t)F[K, L]$과 같은 식으로 표현될 수 있으면 Hicks neutral, $Y = F[K, A(t)L]$의 형태로 표현되면 Harrod neutral, 그리고 $Y = F[A(t)K, L]$이면 Solow neutral이라고 한다. 또 Harrod neutral과 Solow neutral은 그 실질적인 효과를 기준으로 해서 각각 勞動增殖的, 資本增殖的이라고 불리기도 한다.

40) 그러나 최근 선진 G-5와 아세안 NICs 4개국의 生産函數를 추정한 Kim and Lau(1992)에 의하면 이들 국가들에 있어서 技術進步는 모두 資本增殖的이었던 것으로 나타나고 있다.

가 되고 一階의 條件은

$$C^{-\sigma}-\lambda=0 \quad \cdots\cdots(4.40)$$
$$-\lambda\alpha(h-h_A)^{-1}Y+\mu\phi A=0 \quad \cdots\cdots(4.41)$$
$$\dot{\lambda}=\rho\lambda-\lambda(1-\alpha-\beta)K^{-1}Y \quad \cdots\cdots(4.42)$$
$$\dot{\mu}=\rho\mu-\mu\phi h_A-\lambda(\alpha+\beta)A^{-1}Y \quad \cdots(4.43)$$

가 된다. 여늬 때와 동일한 방법으로 식 (4.40)과 (4.42)에서

$$\frac{\dot{C}}{C}=\frac{1}{\sigma}[(1-\alpha-\beta)K^{-1}Y-\rho] \quad \cdots(4.44)$$

즉 消費增加率은 資本의 限界生産性과 時間選好率간의 차이에 $1/\sigma$를 곱한 것과 같다는 익숙한 결과가 얻어진다. 또한 이 식에 定常狀態라는 條件을 가하면 資本의 限界生産性이 定常狀態에서 불변이라는 식 (3.10)과 똑같은 결론

$$(1-\alpha-\beta)\,\xi^{\alpha+\beta-1}A^{\alpha+\beta}(h-h_A)^{\alpha}L^{\beta}K^{-(\alpha+\beta)}$$
$$=\sigma\gamma+\rho \quad \cdots\cdots(4.45)$$

가 얻어지고 이어 資本制約式 (4.39)를 K로 나누고 資本의 平均生産性이 限界生産性의 상수배가 된다는 사실을 이용하면 식 (3.13)과 같이 定常狀態에서 消費增加率과 資本의 증가율이 같아진다는 것도 쉽게 증명이 된다. 이같은 消費와 資本의 공통증가율은 또 기술증가율(ϕh_A)과도 같아지는데, 이는 식 (4.45)에 自然對數를 취하고 時間에 대해 微分하면 쉽게 구해진다.[41] 또 식 (4.42)에 비슷한 조작을 가하면 Y와 K의 증가율이 같다는 것도 증명된다.

위의 결과로 볼 때 이 模型에서 成長의 궁극적 동인이 技術進步가 된다는 것은 분명하다. 이같은 결과는 Solow 模型에 있어서 成長의 동인이 기술적 진보였던 것과 동일한 결과이다. 다만 Solow 模型에서는 그 같은 技術進步率이 외생적으로 주어졌던 데 반해, 여기에서는 模型內에서 內生的으로 결정됨으로써 模型의 파라미터값에 의해 영향을 받게 된다는 점이 차이라고 하겠다.

이제 이 模型內에서 가장 기본적인 成長率인 技術進步率 h_A가 模型內 파라미터들의 어떠한 函數로 나타나는지를 보기로 한다. 먼저 식 (4.41)에서

$$Y=\frac{\mu\phi A}{\lambda\alpha}(h-h_A) \quad \cdots\cdots(4.46)$$

를 구한다. 다음 이를 식 (4.43)에 대입하고 양변을 μ로 나누면

$$\frac{\dot{\mu}}{\mu}=\rho-\phi\left(\frac{\alpha+\beta}{\alpha}h-\frac{\beta}{\alpha}h_A\right) \quad \cdots\cdots(4.47)$$

가 된다. 定常狀態에서 $\dot{\mu}/\mu=\dot{\lambda}/\lambda$가 됨을[42] 이용하기 위하여 식 (4.40)에 自然對數를 취하고 時間에 대하여 微分한 다음 消費增加率과 技術進步率이 같음을 이용하면

41) 定常狀態에서는 h_A가 일정이라는 制約을 가한다.

42) 식 (4.46)을 自然對數, 時間에 대하여 微分하고 定常狀態에서 γ_Y가 γ_A와 같아진다는 앞서의 결과를 이용하면 이같은 결과를 얻을 수 있다.

$$\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = -\sigma\phi h_A \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.48)$$

가 된다. 이제 식 (4.47)과 (4.48)을 등식으로 놓고 h_A에 대하여 풀면

$$h_A = \frac{\phi(\alpha+\beta)h - \alpha\rho}{\phi(\beta+\alpha\sigma)} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.49)$$

가 된다. 따라서 經濟成長率은

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{\dot{A}}{A} = \phi h_A = \frac{\phi(\alpha+\beta)h - \alpha\rho}{(\beta+\alpha\sigma)} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.50)$$

가 되어 파라미터들만의 函數로 표현된다. 윗식에 나타나 있듯이 人的資本(h)이 많을수록 硏究成功率(ϕ)이 높을수록 成長率은 높아지며, 割引率(ρ)은 成長에 마이너스의 영향을 미치는데, 각각의 파라미터가 成長率에 미치는 영향은 상기식을 각 파라미터에 대해 편미분함으로써 쉽게 확인해 볼 수 있다.

5. 人的資本(Lucas(1988, 1993) 模型)

과학지식의 진보를 반영하는 대표적인 두 변수, 즉 人的資本의 증가와 純粹技術進步 중 Romer(1990)가 人的資本의 총량을 고정시키고 技術進步에서 成長의 동인을 얻는 模型을 설정한 데 반하여 Lucas(1988,1993)는 成長動因을 人的資本의 증가에서 얻는 模型을 제시하고 있다. 이중 Lucas(1988)에서는 서로 조금씩 다른 두 개의 人的資本模型을 제시하고 이어 Lucas(1993)에서 앞서의 두 模型을 좀더 발전시키고 있는데, 이 글에서는 이들 중 가장 대표적이라고 할 수 있는 1988년 논문의 第1模型에 대하여 살피기로 한다.

먼저 개인이 消費하는 非餘暇時間 중 最終生産物의 生産에 투입하는 비중을 u로 표시하고, 勞動者의 質的水準을 h로, 그리고 勞動者數를 L로 표시한다. 이 경우 uhL은 일종의 有效勞動投入量이라고 할 수 있는데, 여기에서는 이를 人的資本이라고 부르기로 한다. 人的資本과 實物資本을 포함하는 生産函數를 다음과 같이 정의한다.

$$Y = F(K, L) = aK^{\beta}[uhL]^{1-\beta}$$

이 生産函數는 實物資本과 人的資本을 함께 고려할 때는 규모불변의 수익을 보이며 이런 의미에서 광의의 資本에 대해서는 Rebelo 模型의 生産函數와 비슷하다. 이 生産函數는 勞動의 質的成長過程에 관하여 아래에서 주어질 가정하에서 永續成長을 자아내는데, Lucas는 여기에 人的資本의 외부효과를 반영하기 위하여 h_a^{ψ}항을 하나 덧붙이고 있다. h_a는 勞動의 평균 질적수준을 의미하며 勞動의 외부효과가 발생하는 이유로 Lucas는 사람들이 모여 함께 일할 때 生産性이 증가한다는 사실을 지적하고 있다. 따라서 최종적인 生産函數는

$$Y = aK^{\beta}[uhL]^{1-\beta}h_a^{\psi} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4.51)$$

가 된다. 資本蓄積式은 消費되지 않은 것은

投資된다는 앞의 다른 模型들과 동일하고

$$\dot{K}=aK^{\beta}[uhL]^{1-\beta}h_a^{\psi}-c \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(4.52)$$

마지막으로 勞動者의 知識蓄積過程에 관해서는 아래와 같은 關係를 설정하고 있다.

$$\dot{h}=\phi(1-u)h \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4.53)$$

즉 勞動者의 질적인 수준향상은 학습에 투입되는 時間 $(1-u)$에 비례한다. 상수항 ϕ는 학습에 있어서의 효율을 나타낸다. 되풀이되는 감이 있지만 이 模型에서도 h의 시간변화율이 h 수준의 線型函數로 표현된다는 가정은 영속성장을 위한 필수가정이 된다.

이 模型에서 經濟主體는 실물자본과 인적자본에 관한 制約式 (4.52)와 (4.53)하에서 그들의 효용을 극대화하기 위한 消費와 時間配分에 관한 결정을 한다. 편의상 L은 상수라고 가정하고 이를 1로 定規化(normalize)하기로 한다. 경상 Hamiltonian은

$$H=\left(\frac{c^{1-\sigma}-1}{1-\sigma}\right)+\lambda[aK^{\beta}(uh)^{1-\beta}h_a^{\psi}-c]$$
$$+\mu[\phi(1-u)h]$$

가 되고 一階의 條件은

$$c^{-\sigma}=\lambda \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4.54)$$
$$\lambda[aK^{\beta}h^{1-\beta}(1-\beta)u^{-\beta}h_a^{\psi}]-\mu\phi h=0$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots(4.55)$$
$$\dot{\lambda}=\rho\lambda-\lambda[\beta aK^{\beta-1}(uh)^{1-\beta}h_a^{\psi}] \cdots\cdots(4.56)$$
$$\dot{\mu}=\rho\mu-\lambda[(1-\beta)aK^{\beta}u^{1-\beta}h^{-\beta}h_a^{\psi}]$$
$$-\mu\phi(1-u) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4.57)$$

가 된다. 이들 식으로부터 이제는 익숙해진 방법에 따라 ①消費增加率은 資本의 한계생산성과 할인율의 격차에 비례한다 ②定常狀態에서 消費增加率과 資本增加率 그리고 經濟成長率은 같아지게 된다는 것($\gamma_c=\gamma_K=\gamma$)을 쉽게 증명할 수 있다.

人的資本 h의 증가율(γ_h)은 어떠한가? 이 증가율은 定常狀態에서 資本의 限界生産性이 불변이라는 점에 착안하여 상기식 (4.56) 중에서 資本의 限界生産性을 나타내는 표현 $\beta aK^{\beta-1}(uh)^{1-\beta}h_a^{\psi}$를 파라미터만의 函數로 표시한 다음 自然對數를 취하고 時間에 대하여 微分함으로써 아래와 같은 關係式을 얻을 수 있다.

$$\gamma_h=\frac{1-\beta}{1-\beta+\psi}\gamma_K \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4.58)$$

즉 人的資本增加率은 외부효과가 없을 때($\psi=0$)는 資本의 증가율과 동일하고, 외부효과가 있을 때는 資本의 증가율보다 낮아지게 된다. 또 상기식은 定常狀態下에서 物的資本의 增加率(따라서 消費, 所得 등의 증가율도)은 人的資本의 증가율에 의해서 결정된다는 것을 의미하는 것으로 해석할 수도 있는데, 이러한 의미에서 이 模型의 成長動因은 人的資本의 蓄積이 된다.

이제 이 模型의 內生成長率 γ가 模型의 파라미터값들에 의해 어떻게 표현될 수 있는가를 보자. 먼저 (4.55)에서 λ와 μ의 比를 구한 다음 自然對數를 취하고 微分하면

$$\frac{\dot{\lambda}}{\lambda}-\frac{\dot{\mu}}{\mu}= -[\beta\gamma+(\psi-\beta)\gamma_h]\cdots(4.59)$$

가 된다. 이 식에 식 (4.56)에서 $\dot{\lambda}/\lambda$를, 그리고 식 (4.57)에서 $\dot{\mu}/\mu$를 구하여 대입하여 정리하면 內生成長率이 구해지는데, 우선 식 (4.56)은

$$\frac{\dot{\lambda}}{\lambda}= -(\sigma\gamma+\rho) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(4.60)$$

로 환원되고 식 (4.57)에 λ/μ를 대입하여 정리하면

$$\frac{\dot{\mu}}{\mu}= -u\phi-\phi(1-u)= -\phi \cdots\cdots(4.61)$$

와 같은 간단한 표현으로 압축된다. 이 두 식 (4.60)과 (4.61)을 식 (4.59)에 대입하고 γ와 γ_h의 관계식을 이용하여 γ에 대하여 풀면

$$\gamma=\frac{(\rho-\phi)(1+\psi-\beta)}{\psi-\sigma(1+\psi-\beta)} \quad \cdots\cdots\cdots(4.62)$$

가 얻어진다. 이 식에서 만일 외부효과가 없다면($\psi=0$)

$$\gamma=\gamma_h=\frac{\phi-\rho}{\sigma} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4.63)$$

가 되어 앞에서 본 Rebelo 模型의 결과와 매우 비슷해진다. 차이가 있다면 Rebelo 模型에서 자본축적의 효율성을 나타내는 계수 a가 이곳에서는 人的資本의 蓄積式 (4.53)에서 학습의 효율성을 나타내는 지수 ϕ로 바뀌어 있다는 점만이 다를 뿐이다.[43] 이러한 의미에서 이 模型의 본질적인 成長推進力은 人的資本의 蓄積으로부터 온다고 말할 수 있을 것이다.

마지막으로 計劃經濟下의 成長率을 보면 그 해를 구하는 방법은 지금까지 밟아 온 방법과 본질적으로 동일하다. 해법상 유일한 차이는 均衡條件 $h_a=h$를 一階의 條件을 구하기 전에 미리 Hamiltonian equation에 가하는 것인데, 이와 같이하여 구해지는 人的資本의 成長率은

$$\gamma_h=\frac{1}{\sigma}\left[\phi-\frac{(1-\beta)\rho}{1+\psi-\beta}\right] \quad \cdots\cdots\cdots(4.64)$$

가 된다. 이 成長率은 앞의 비슷한 模型에서와 마찬가지로 人的資本에 대한 투자결정시에 당사자의 投資가 여타 經濟主體들의 生産性을 높이는 효과까지 고려하게 된다는 점을 반영하여 경쟁시장균형에서의 그것보다 높아지게 된다.

43) 또 한가지 Rebelo 모형과 비교하여 다른 점은 이 모형으로 표현되는 경제가 Rebelo 모형에서처럼 항상 定常狀態의 成長經路에 놓여 있지 않고 매우 복잡한 동태적 움직임을 보이리라는 점인데, Lucas는 이에 관하여 인적, 물적자본의 초기치값(initial values)에 따라 종국적인 귀착점이 달라지겠지만, 당초에 상대적으로 낮은 수준의 인적·물적 자본에서 출발한 경제는 영구히 상대적으로 낮은 수준에 머물게 될 것이라는 추측을 덧붙이고 있다.

V. 結語 : 內生的 成長模型에 대한 評價

이상에서 대표적인 內生的 成長模型들을 그 주요 특징별로 구분하여 비교적 상세히 살펴보았다. 어느 模型에 있어서나 장기경쟁균형에서 1인당 所得이 영속적으로 成長하고 있고, 資本에 대한 收益率이 資本스톡의 증가와 함께 감소하지 않고 일정률을 유지하고 있으며, 각국간 所得水準과 成長率이 수렴하지 않고 模型內의 파라미터값에 따라 다양한 값을 취하는 등 新古典派 成長模型의 한계점들을 극복하려는 노력이 어느 정도 열매를 거두고 있음을 알 수 있다. 또 成長過程에 있어서 人的資本의 蓄積이나 技術進步의 중요성을 부각시키면서 이들의 蓄積이 模型內에서 內生的으로 이루어질 수 있도록 하고 있어서 經濟成長過程을 설명하는 模型으로서의 자기완결성을 갖추는 데도 어느 정도 성공하고 있다. 그러나 이같은 內生的 成長模型들에 대한 비판도 여러가지가 제시되고 있는데, 이하에서 이들을 중심으로 한 內生的 成長模型의 문제점과 함의 등을 정리해 보고 이 글을 끝맺기로 한다.

먼저, 문제점 중의 하나로서는 內生的 模型이 주된 공격의 대상으로 삼고 있는 新古典派 成長模型의 재활성화 움직임이 최근에 와서 크게 강화되고 있음을 들 수 있다. 앞에서 본 바와 같이 新古典派 模型의 한계점으로 지적되고 있는 것 중의 중요한 하나는 각국의 성장요인을 분석한 그동안의 결과를 볼 때 투입요소의 기여만으로 成長을 설명하기가 어렵다는 점이었다. 즉 종전의 Denison(1961)流의 Growth Accounting 방법에 의한 추계에 의하면 資本과 勞動의 投入量만으로 관측된 成長過程을 설명하기에는 크게 부족하며[44] 결과적으로 많은 잔여분(residual)이 남게 되는바 이 잔여분을 技術進步 등의 외생적 요인에 귀착시키는 것이 模型으로서의 실용성을 크게 저하시킨다는 것이다. 그러나 최근의 일부 연구들은 투입요소를 보다 정밀한 방법으로 측정할 경우 대부분의 成長은 투입요소의 움직임에 의해 설명되며 소위 총요소생산성의 증가분은 극히 미미하다는 결과를 보이고 있다. 일례로 Jorgenson(1990)은 미국의 경우 1947년에서 1985년까지의 年平均 附加價値增加率 3.28% 중 資本投入이 44%, 그리고 勞動投入이 34%를 설명하며 나머지 22%만이 生産性의 증가에 의해 설명된다고 하고 있다. 이 같은 결과는 1인당 총생산 중 요소투입이 12.5%, 그리고 총요소생산성이 87.5%를 설명한다고 하였던 Solow(1957)의 당초 추정이나 대체로 50% 이상을 技術進步에 돌리고 있는 그후의 다른 연구들과 비교하여 엄청난 차이를 보이는 것인데, 이는 주로 Jorgenson이 資本과 勞動의 질적 변화를 보다

44) 선진국의 Growth Accounting결과에 대한 서베이로는 Maddison(1987) 참조.

엄밀하게 추정한 데 기인한다. Jorgenson이 여전히 新古典派的인 生産函數(불변의 規模經濟와 외부효과의 부재 등)를 가정하고 있으면서도 단지 투입요소의 측정방법 변경만으로 美國經濟成長의 대부분을 설명하고 있다는 사실은 굳이 최근의 內生的 成長論과 같은 분석상의 새로운 고안에 의존해야 할 필요가 없다는 것을 의미하는 것이어서 주목된다고 하겠다.

물론 Jorgenson과 같이 新古典派的 假定을 그대로 보존하는 것이 분석상 적합한 것인가의 여부를 결정하는 일은 간단한 일이 아니다. 일례로 Boskin and Lau(1992a)는 전통적인 성장요인분석(growth accounting)법을 광범하게 검토한 후 규모의 經濟效果와 技術進步效果를 기존의 방법론으로 구분해 낸다는 것이 지극히 어려운 것임을 지적하고 있다. 즉 전통적인 방법에 의하면 규모의 經濟 有無를 먼저 가정하고 技術進步나 투입요소의 기여분을 추정하게 되는데, 이 경우 실제로는 규모의 經濟가 존재함에도 규모불변의 經濟를 가정하면 技術進步의 效果가 과다하게 추정되고, 반대로 규모의 經濟가 遞減하고 있을 경우에는 技術進步效果가 과소하게 추정되는 결과를 낳는다는 것이다. 이어 Boskin and Lau(1992b), Kim and Lau(1992)에서는 새로운 분석도구로서 전통적인 가정에 의존하지 않는 메타生産函數(aggregate meta-production function)를 이용하여 규모의 經濟 정도와 技術進步率을 따로 식별하려는 시도를 하고 있는데, 그 결과 중 일부가 內生的 成長理論의 출발근거와는 상치되는 함의를 보이고 있다. 즉 새로운 生産函數를 추정하여 검증한 결과 G-5국가(프랑스, 서독, 일본, 영국, 미국)들의 경우에는 技術進步가 가장 중요한 성장원천(45%)으로 나타나고 있는 반면, 같은 방법을 동아시아의 NICs 4개국에 적용한 경우 이들 나라에서는 技術進步가 거의 존재하지 않으며 成長의 80% 이상이 資本蓄積에 의해 설명되고 있다는 것이다. Lau에 의해 주도되고 있는 일련의 이같은 연구결과들은 선진국의 경우 총요소생산성의 역할을 재확인시키는 것이기는 하지만 정작 그 엄청난 成長業績으로 인하여 內生的 成長理論의 탄생에 촉매역할을 했던 아시아의 NICs들의 경우에는 全體成長 중 技術進步나 生産性增加에 돌릴 만한 것이 없다는 것이어서 흥미롭다.

또 최근 홍콩과 싱가포르 두 도시국가의 1970~90년간 총요소생산성 증가를 추정한 Young(1992)도 홍콩의 경우에는 65%, 그리고 싱가포르의 경우에는 거의 100%가 투입요소의 증가에 기인하고 있다고 보고하고 있다.

지적되고 있는 또 하나의 비판은 永續成長이나 技術進步의 내생화 등 內生的 成長論者들이 주장하고 있는 이론적 혁신은 新古典派的 전통을 따르고 있는 模型에서 이미 지적되고 있거나 시도되어 왔기 때문에 전혀 새로운 것이 아니라는 점이다. Srinivasan(1993)은 이 점에 관하여 永續成長은 資本

의 限界生産性이 충분히 큰 양수값에 의해 한계지어지기만(bounded) 하면 되는데, 이 같은 가능성에 대해서는 이미 Solow(1956) 스스로가 지적한 바이며 Harod-Dormar 模型도 限界資本係數의 불변을 가정하고 있어서 정의상 資本의 限界生産物이 하락하지 않는 模型에 속한다고 말하고 있다. 또 技術進步의 내생화에 있어서도 앞에서 살펴본 바 있는 Arrow(1962)를 비롯하여 Kaldor and Mirrlees(1962), Uzawa(1965), Kennedy (1964), Ahmad(1966), Boserup(1965) 등에 의해 시도되었음을 지적하고 있다. 그러나 Srinivasan의 이같은 지적에도 불구하고, 內生的 成長論者들이 영속적 成長을 가져오기 위한 기본적 條件을 보다 명료화하였으며 다양한 內生的 技術進步의 가능성을 模型化하는 데 기여하고 있다는 점은 부인하기 어렵다고 생각된다. 특히 永續成長 가능성에 관해서는 대부분의 新古典派 模型이 이를 예외적인 상황으로 취급하여 간단한 언급에 그치고 그 이상의 분석을 시도하지 않았던 것이 사실인데, 이는 다음과 같은 분석상의 오랜 습관 때문이었으리라고 여겨진다. 즉 成長理論을 비롯한 종래의 많은 동태분석문헌에서 均衡條件을 해당 변수의 변화율이 0이 되는 것에서 찾던 습관이 그것인데, 이로 인해 Solow(1956)에 있어서도 $\dot{k}=0$를 均衡條件으로 정의한 다음, 分析의 주된 관심은 均衡의 存在與否와 安定性與否를 가리는 데 주어졌던 것이다. 그러나 일단 資本스톡增加率을 0으로 정의하면 永續成長의 가능성은 자동적으로 배제되어 버리는 것이다. 이에 반하여 최근의 內生的 成長模型에서는 均衡條件을 $\dot{k}=c$(c는 0을 포함한 상수)로 정의하고 있는데, 條件 속에 0 외의 다른 상수값도 허용한다는 외견상 사소해 보이는 변경이 실제로는 永續成長 여부를 가름하는 중요한 차이를 낳고 있는 것이다. 또한 이같은 均衡條件 설정의 변경으로 인해 소위 定常狀態(steady state)에 대한 정의도 바뀌어 쓰이고 있다는 점에도 주의를 할 필요가 있는데, 종래의 동태분석에서는 당해 內生變數의 수준이 변하지 않고 영속되는 상태를 定常狀態로 보는 데 반하여, 內生的 成長理論에서는 변수의 變化率이 일정하게 유지되는 상태를 의미하는 것으로 쓰이고 있기 때문이다.[45]

永續成長을 가능케 하려는 數學的 필요성 때문에 기계적인 線型關係가 가정되어 있다는 점도 주요한 결점 중의 하나로 지적되어야 할 것이다. 앞에서 살펴본 모든 內生的 成長模型들에는 어떠한 형식으로든 主要 內

45) 이같은 정의 변경으로 인하여 문헌상 상당한 혼란이 아직 남아있다는 점을 지적할 필요가 있겠다. 우선 내생적 成長理論을 제외한 여타의 동태분석에서는 여전히 변화율이 0인 상태를 定常狀態로 정의하는 것이 일반적이며 이러한 면에서 내생적 成長論에서 사용하고 있는 정의는 예외적인 편에 속한다고 할 수 있다. 또한 成長論에서의 혼란을 보면 Solow (1956)가 永續成長의 가능성에 대해 언급하면서 이를 "定常狀態가 존재하지 않을 수 있다"고 표현하고 있는데, 이는 Solow가 종래의 전통적 정의를 따르고 있기 때문이다. 즉 Solow에 있어서는 永續成長이 定常狀態가 아님에 반하여 내생적 成長模型에서는 永續成長이 定常狀態로 바뀌어 있는 것이다.

生變數의 運動方程式에 線型關係가 포함되어 있다. 즉 Rebelo, Barro 등에서는 生産函數 자체가 資本스톡의 1次函數이며 따라서 資本蓄積式도 자동적으로 1次函數가 된다. 또 資本의 限界生産性 遞減을 허용하고 있는 Lucas, Romer 등의 模型에서는 대신 人的資本의 蓄積이나 技術進步가 선형으로 이루어지도록 설정되어 있다.[46]

주요 內生變數의 蓄積式이 1次函數라는 것은 증가율면에서 당해변수가 거의 자생적으로 스스로 成長해 가는 성질을 지니고 있다는 것을 의미하는 것인데, 이러한 가정이 內生的 成長模型이 永續成長을 낳도록 하는데 결정적인 역할을 하고 있다는 것은 앞에서 이미 살펴본 바와 같다. 그러나 이 명제는 다시 經濟의 永續成長을 위해서는 經濟內에 자생적으로 永續成長하는 요소가 있어야 한다는 것이 되므로 논리적으로 永續成長이 永續成長을 낳는다는 동어반복적(tautological) 構造를 지니게 되는 결점을 가진다. 또한 技術進步와 학습이 거의 自生的인 成長構造를 가진다고 할 때 新古典派 成長模型에서 인구나 技術進步가 외생적으로 증가하는 것과 크게 다를 것이 없다는 반론도 제기될 수 있을 것이다. 즉 內生的 成長模型의 內生性이 대단히 약화되고 있는 것이다.

물론 동어반복적인 논리적 구조나 技術進步의 준외생적 성격 자체가 문제가 되는 것은 아닐 수도 있다. 문제는 經濟內에 그러한 선형적인 속성을 지니는 요소가 과연 존재하는가 그리고 존재한다면 技術進步로부터의 수익률과 공급측 사정 등을 고려한 결과가 왜 線型으로 나타나게 되는가를 밝히는 것이 중요하다고 하겠는데, 지금까지 제시된 內生的 成長模型에는 그러한 구조적 특성에 대한 분석이 결여되어 있는 것이다. 특히 Shell 模型과 Romer 模型의 비교에서 드러나고 있듯이 技術進步에 産出物이 직접 투입될 경우에는 永續成長이 불가능해지고 오직 기술수준의 函數로 주어질 때에만 永續成長이 가능해진다는 결론은 현실적인 타당성보다는 數學的인 필요에 의한 것인 것처럼 보이기 때문에 개선의 여지가 있다고 하겠다. 다만 Romer가 순수지식의 蓄積式을 설정하면서 지식은 사용으로 인해 소모되지 않으며 이로 인해 영속적으로 成長하는 성질을 지니고 있다고 지적하고 있는 것은 진일보한 접근이라고 여겨진다. 물론 이 경우에도 또 技術進步나 학습이 그로부터 얻어지는 收益率의 函數로서 취급되어 있지 않고 기계적인 1次函數로 처리되어 있기 때문에 技術進步가 經濟的 인센티브에 어떻게 대응하고 있는지가 여전히 불분명하다는 限界點은 남는다.

본질적으로 복잡다기한 成長過程을 數學

46) Romer 모형에서 技術進步에 투입되는 人的資本, 그리고 Lucas 모형에서 학습에 투입되는 時間의 기회비용은 공히 消費나 實物資本의 蓄積에 쓰일 수 있는 所得의 포기로 나타나게 되므로 실제로는 實物資本스톡의 限界生産이 遞減하지 않는다는 가정과 동일한 효과를 갖게 된다.

的으로 精緻化된 模型의 테두리내에서 분석하려는 시도로 인하여 종래의 經濟成長論이나 發展論에서 언급되어 왔던 많은 이슈들이 물밑에 잠겨 있다는 점도 언급할 필요가 있을 것이다. 이 점에 관해서는 Easterly (1993)가 최근 동아시아 지역의 성장기여 요인으로 열거하고 있는 주요 항목들만 보더라도 적극적인 정부간섭, 교육, 안정적인 환율정책, 수출주도형 전략, 정치적 안정, 양호한 所得分配狀況, 안정적인 巨視經濟運用, 외국인 直接投資, 유교문화권 등 수많은 이슈들이 거론되고 있음을 알 수 있다.

반드시 數學的 模型의 限界라고 보기는 어렵겠지만 대부분의 成長模型이 암묵적으로 市場經濟를 가정하고 있다는 점도 이들 模型의 중요한 限界點 중 하나라고 할 수 있다. 즉 잘 정의된 私有財産權制度가 있고 사유재산간의 교환이 시장에서의 자발적 합의에 의해 이루어지는 經濟를 암묵적으로 가정하고 있는 것이다. 그러나 많은 후진국, 특히 經濟成長이 부진한 나라들의 경우에는 私的財産權 개념이 모호한 경우가 많고 자원배분이 가격기구에 의해 지시되는 것이 아니라 전통적인 사회 관습과 정치적 세력의 분포에 영향을 받고 있는 경우가 많다. 그리고 이러한 가격기구의 왜곡이나 불확실성, 일부 전통적 권력엘리트들에 의한 자의적 자원선점이나 배분, 불공정한 사회관습 등은 經濟主體들의 經濟하려는 의지를 沮喪시키고 장기적인 계획의 수립과 집행을 저해하여 막대한 자원의 낭비를 불가피하게 한다. 사실상 잠재적인 成長可能性을 가지고 있음에도 불구하고 成長을 이루지 못하고 있는 經濟는 자원을 낭비하고 있는 셈이며, 따라서 후진국의 經濟成長을 위해서는 이러한 낭비를 가져오는 권력구조와 관습의 개편이 무엇보다도 시급할 수가 있는 것이다. 그러함에도 불구하고 모든 資源配分에 있어서 限界生産物 가치에 의한 등가교환이 광범하게 이루어지고 있는 經濟를 가정하고 成長의 요인과 經濟的 낙후성의 원인을 模型內에서 찾으려고 하는 것은 마치 나무에 올라가 물고기를 구하는 것처럼 부질없는 일이 될 수가 있는 것이다.[47]

47) 최근 韓國開發研究院 개원 20주년 기념 세미나에서 발표된 많은 논문들이 成長의 기본여건구비 여부, 즉 Absorption Capacity를 거론하고 있는 것은 이러한 면에서 매우 시사적이다.

최근의 成長文獻 중 일부는 기적적인 成長을 이룩한 네마리의 용이 우연치 않게 동아시아 지역에만 분포하고 있다는 점에 주목하여 소위 成長의 지리적인 연계성을 지적하기도 한다. 成長意志의 인접국가 파급과 집권층에의 압력 등으로 인하여 經濟成長이 전염성을 가진다는 것이다. 그러나 매우 초보적인 단계의 가설이긴 하지만 이들 네 나라가 2차대전 후 급격한 사회적 변동으로 기존의 전통적·특권적 사회구조가 모두 현저하게 와해된 경제라는 데도 주의를 기울여야 하지 않을까 생각된다. 즉 홍콩과 싱가포르, 대만이 모두 2차대전 이후 정치적 격변기에 대규모의 신규 이민유입으로 형성된 나라들이며 한국도 2차대전후 토지개혁과 6·25전쟁 등으로 전통적 특권계층의 와해를 경험한 경제라는 점이다. 네마리의 용 중에 속하지는 않지만 일본의 成長도 군벌해체 등 군정하에서의 대규모적인

애당초 成長問題와 같이 복잡하고 어려운 주제가 간단히 經濟學의 어느 한 분야에서 또는 經濟學만의 테두리내에서 시원스럽게 밝혀질 수 있는 것은 아닐는지도 모른다. 그러나 여러가지 문제점과 한계에도 불구하고 內生的 成長理論이 이 분야에 대한 새로운 학문적 자극을 제공한 것만은 사실이다. 아직은 模型構造가 초보적이고 실증분석이나 깊이 있는 사례분석도 적은 형편이지만 이제 새로이 열린 문을 따라 보다 심도있는 분석이 시도되고 많은 사례가 집적되어 감에 따라 成長過程에 대한 이해의 폭과 깊이는 더욱 넓고 깊어져 갈 것이다.

사회변혁을 통하여 새로운 인센티브구조가 자리잡게 되었기 때문이었다는 Oshima(1982)의 해석도 흥미롭다.

▷ 參 考 文 獻 ◁

Ahmad, S., "On the Theory of Induced Innovation," *Economic Journal*, 76, 1966, pp. 344~357.

Arrow, K. J., "The Economic Implications of Learning by Doing," *Review of Economic Studies*, June 1962, pp. 155~173.

Barro, R. J., "A Cross-Country Study of Growth, Saving and Government," NBER Working Paper No. 2855, February 1989a.

———, "Economic Growth in a Cross Section of Countries," NBER Working Paper No. 3120, September 1989b.

———, "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth," *Journal of Political Economy*, 98, 1990, S103~S125.

Barro, R. J. and X. Sala-i-Martin, "Convergence," *Journal of Political Economy*, 100, 1992, pp. 223~251.

Barro, R. J. and G. Becker, "Fertility Choice in a Model of Economic Growth," *Econometrica*, March 1989.

Baumol, W. J., "Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long Run Data Show," *American Economic Review*, 76, December 1986, pp.1072~1085.

Blanchard, O. J. and S. Fischer, *Lectures on Macroeconomics*, M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1989.

Boserup, E., *The Conditions of Agricultural Growth*, Chicago, Aldine, 1965.

Boskin, M. J. and L. J. Lau, "Capital, Technology, and Economic Growth," in N. Rosenberg, R. Landau, and D. Mowery(eds.), *Technology and Wealth of Nations*, Stanford, Stanford University Press, Chapter 2, 1992a, pp. 17~55.

———, "Post-war Economic Growth in the Group of Five Countries : A New Analysis," Department of Economics, Stanford University, 1992b.

Cass, D., "Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation," *Review of Economic Studies*, 32, July 1965, pp. 233~240.

Chiang, A. C., *Elements of Dynamic Optimization*, McGraw-Hill, 1992.

Denison, E. F., *The Sources of Economic Growth in the United States*, Committee for Economic Development, New York, 1961.

Easterly, W., "Explaining Miracles: Growth Regressions Meet the Gang of Four," NBER 4th Annual East Asian Seminar on Economics, 1993.

Fukuda, Shin-ichi and Hideki Toya, "The Conditional Convergence in East Asian Countries : The Role of Exports for Economic Growth," NBER 4th Annual East Asian Seminar on Economics, 1993.

Helpman, E., "Endogenous Macroeconomic Growth Theory," *European Economic Review*, 36, 1992, pp. 237~267.

Intriligator, M. D., *Mathematical Optimization and Economic Theory*, Prentice Hall, Englewood Cliffs: N. J., 1971.

Jones, L. E. and R. Manuelli, "A Convex Model of Equilibrium Growth: Theory and Policy Implications," *Journal of Political Ecomomy*, 98, 1990, pp.1008~1038.

Jorgenson, D. W., "Productivity and Economic Growth," Chapter 3 in Ernst R. Berndt and Jack E. Triplett(eds.), *Fifty Years of Economic Measurement: The Jubilee of the Conference on Research in Income and Wealth*, Chicago, University of Chicago Press, 1990.

Jorgenson, D. W., F. M. Gollop, and B. M. Fraumeni, *Productivity and U. S. Economic Growth*, Harvard University Press, 1987.

Kaldor, M., "Economic Growth and Capital Accumulation," in F. Lutz and D. C. Hague(eds.), *The Theory of Capital*, London: Macmillan, 1961.

Kaldor, N. and J. Mirrlees, "A New Model of Economic Growth," *Re-*

view of Economic Studies, 29(3), 1962, pp.174~192.

Kennedy, C., "Induced Bias in Innovation and the Theory of Distribution," *Economic Journal*, 74, 1964, pp.541~547.

Kim, J. and L. J. Lau, "The Sources of Economic Growth of the Newly Industrialized Countries on the Pacific Rim," Department of Economics, Stanford University, 1992.

King, R. G. and S. T. Rebelo, "Transitional Dynamics and Economic Growth in the Neoclassical Model," NBER Working Paper No. 3185, November, 1989.

Koopmans, T. C., "On the Concept of Optimal Growth," in *Econometric Approach to Development Planning*, North-Holland, Amsterdam, 1965.

Lau, L. J., "Technology, and Economic Growth," Stanford University, mimeo, 1993.

Lucas, R. E., Jr., "On the Mechanics of Economic Development," *Journal of Monetary Economics*, 22, July 1988, pp.3~42.

———, "Making A Miracle," *Econometrica*, 61, March 1993, pp.251~272.

Maddison, A., *Phases of Capitalist Development*, Oxford : Oxford University Press, 1982.

———, "Growth and Slowdown in Advanced Capitalistic Economies," *Journal of Economic Literature*, No. 25, 1987, pp.647~698.

Meade, J. E., *A Neoclassical Theory of Economic Growth*, London : Allen and Unwin, 1961, pp.1~76.

Oshima, H. T., "Reinterpreting Japan's Postwar Growth," *Development and Cultural Change*, 1982, pp. 1~43.

Ramsey, Frank P., "A Mathematical Theory of Saving," *Economic Journal*, 38, December 1928, pp. 543~559.

Rebelo, S., "Long Run Policy Analysis and Long Run Growth," NBER Working Paper, April 1990.

Romer, P. M., "Increasing Returns and Long Run Growth," *Journal of Political Economy*, 94, October 1986, pp. 1002~1037.

———, "Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization," *American Economic Review, Papers and Proc.*, 77, May 1987, pp. 56~62.

———, "Capital Accumulation in the Theory of Long Run Growth," in Robert J. Barro(ed.), *Modern Business Cycle Theory*, Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1989.

———, "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy*, 98, 1990, S71~S101.

Sala-i-Martin, X., "Lecture Notes on Economic Growth (I): Introduction to the Literature and Neoclassical Models," NBER Working Paper No. 3563, 1990.

———, "Lecture Notes on Economic Growth(II): Five Prototype Models of Endogenous Growth," NBER Working Paper No. 3564, 1990.

Shell, K., "Toward a Theory of Inventive Activity and Capital Accumulation," *American Economic Review, Papers and Proc.*, 56, May 1966, pp. 62~68.

Sheshinski, E., "Optimal Accumulation with Learning by Doing," in Karl Shell(ed.), *Essays on the Theory of Optimal Economic Growth*, M. I. T. Press, 1967.

Solow, R. M., "A Contribution to the Theory of Economic Growth," *Quarterly Journal of Economics*, 70, February 1956, pp.65~94.

———, "Technical Change and the Aggregate Production Function," *Review of Economics and Statistics*, 39, August 1957, pp.312~320.

Srinivasan, T. N., "Long-run Growth Theories and Empirics: Anything New?" NBER 4th Annual East Asian Seminar on Economics, 1993.

Summers, R. and A. Heston, "Improved International Comparisons of Real Product and Its Composition: 1950~1980," *Review of Income and Wealth*, 30, June 1984, pp. 207~262.

———, "A New Set of International Comparisons of Real Product and Prices: Estimates for 130 Countries, 1950~1985," *Review of Income and Wealth*, 34, March 1988, pp. 1~26.

Swan, T. W., "Economic Growth and Capital Accumulation," *Economic Record*, 32, November 1956, pp.334~361.

Uzawa, H., "Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth," *International Economic Review*, 6, 1965, pp.18~31.

Young, A., "A Tale of Two Cities: Factor Accumulation and Technical Change in Hong Kong and Singapore," *NBER Macroeconomics Annual*, 1992.