



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

人的資本의 生産要素別 經濟成長效果 分析



濟州大學校 大學院

經濟學科

河 泰 憲

2011年 2月

人的資本의 生産要素別 經濟成長效果 分析

指導教授 金 珍 玉

河 泰 憲

이 論文을 經濟學 碩士學位 論文으로 提出함

2011年 2月

河泰憲의 經濟學 碩士學位 論文을 認准함

審査委員長 _____

委 員 _____

委 員 _____

Ⓜ

Ⓜ

Ⓜ

濟州大學校 大學院

2011年 2月

The Effects of Human Resources to Economic Growth in South Korea

Tae-Heorn Ha
(Supervised by professor Jin-Ock Kim)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement
for the degree of Master Course of Economics

2011. 2.

This thesis has been examined and approved.

Department of Economics

GRADUATE SCHOOL

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

<제목 차례>

I. 서론	6
1. 연구의 배경 및 필요성	6
2. 연구의 목적	7
3. 연구계획과 범위	8
II. 인적자본과 경제성장 과정	9
1. 이론고찰과 실증 연구	9
2. 내생성장이론과 인적자본의 역할	9
(1) 경제성장과 인적자본의 역할	9
(2) 인적자본의 성장기여도 분석	10
3. 선행 연구	11
III. 내생성장이론 및 모형 연구	17
1. 경제성장의 정의 및 요소	17
2. 신고전과 성장모형	18
3. 솔로우 성장모형	24
(1) 솔로우 기본모형	24
(2) 솔로우 확장모형	26
4. 로머 성장모형	28
(1) 로머 모형의 개요	28
(2) 로머 모형 분석	29
(3) 로머 내생성장모형	32

IV. 내생성장모형과 실증 분석	35
1. 내생성장모형의 개요	35
2. 생산함수의 균형방정식	36
3. 생산함수의 추정	38
4. 인과관계와 동시성 분석	41
5. 내생성장모형의 추정	42
(1) 자료의 정의 및 출처	42
(2) 자료 분석	42
6. 모형 설정	47
(1) 변수 설계	47
(2) 생산함수의 형태	47
(3) 다중회귀방식과 추정 방식	49
V. 실증 분석 및 결과 해석	57
1. 추정 및 모형 분석	57
(1) 자료 및 변수 설명	57
(2) 추정 절차	58
(3) 추정 결과	60
(4) 성장모형 분석	62
2. 생산요소별 성장 역할 분석	65
(1) 추정계수의 의미	65
(2) 직접기여 및 역할 분석	68
(3) 간접기여 및 역할 분석	69
3. 내생성장의 추정 결과 분석	77
(1) 추정결과의 배경	77
(2) 인적자본의 추정 변화	77
(3) 지적자본의 추정 변화	78

- ▶ Abstract / 82
- ▶ 부 표 / 84
- ▶ 부 록 / 95
- ▶ References & Resources / 100



<표 차례>

<표 1> 한국의 상대성장 기여도	11
<표 2> 선행연구의 검토	13
<표 3> 연립방정식모형	41
<표 4> 변수의 특성	46
<표 5> 실질GDP 증가율과 통계량	47
<표 6> 성장모형의 생산요소별 기여도 추정	64
<표 7> 성장모형의 투자요소별 기여도 추정	65
<표 8> 요소별 직접기여도 추정	68
<표 9> 상관계수	70
<표 10> 3SLS모형 및 추정 결과	72
<표 11> 경제성장예 대한 실제기여도 추정	73
<표 12> 생산요소별 성장기여도 분석	74
<표 13> 투자요소별 성장기여도 분석	76

<그림 차례>

<그림 1> 1인당 총생산함수	21
<그림 2> 솔로우 모형과 기술진보	23
<그림 3> 솔로우 모형	30
<그림 4> 내생성장모형	31
<그림 5> 생산함수모형	35
<그림 6> 실질GDP 성장률과 1인당 실질GDP 성장률	43
<그림 7> 교육부문별 등록률 학령기 인구수, 학생수 및 GDP대비 정부부문 교육비 지출 비율	44
<그림 8> 교육부문별 등록률, 학령기 인구수, 학생수 및 GDP대비 정부부문 교육비 지출비용 변화율	45
<그림 9> 가설검정(F-검정법)	50
<그림 10> 이분산 추정	50
<그림 11> RGDP의 단위근 검정 결과	56
<그림 12> 추정모형의 회귀분석 결과	60
<그림 13> 추정회귀식	61

人的資本의 生産要素別 經濟成長 效果 分析*

河 泰 憲**

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 필요성

본 연구에서는 한국의 경제성장 에 대한 인적자본인 교육투자와 지적자본인 R&D투자의 관계에 대하여 설명하고 있으며 장기거시경제 모형이 교육투자에 의한 인적자본과 R&D투자의 지적자본에 대한 변수를 포함하고 있다. 따라서 본 연구에서 사용된 모형은 물적자본과 노동력 외에 인적자본, 지적자본 등의 생산요소를 추가한 총자본 모형이다.

최근까지는 공급부문 정책은 민간기업의 물적자본 투자를 중요하게 다뤘으나 교육부문 투자와 새로운 지식과 기술개발을 위한 투자는 정책적으로 중요하게 다뤄지지 않았다고 볼 수 있다. 한국의 경제성장은 각 생산요소의 불균형을 감소시켜 가면서 국민소득을 성장시켜 왔다. 따라서 이를 바탕으로 인적자본을 포함한 인적 자원 부문의 장기경제성장에 있어서의 효과를 실증적으로 추정한다면 효율적인 정책수립도 가능할 수 있을 것이다.

그리고 고등교육은 개인소득의 향상을 가져오기는 하지만 장기경제성장에 대한 기여도는 체감해 갈 것으로 보인다. 고등교육의 과도한 유효성이 세대 간의 소득분배를 이동시키고 저축률을 감소시켜 경기후퇴를 가져올지도 모르기 때문

* 원고접수: 2010. 10. 4. 심사시작: 2010. 10. 21. 심사완료: 2010. 12. 1.

** 제주대학교 경상대학 경제학과 석사과정, hun2254@jejunu.ac.kr

에 생산성과 경제성장의 결과가 항상 긍정적이지는 않다는 것이다. 따라서 교육의 기회균등과 양적팽창이 장기경제성장 과정에서 모든 사람의 소득향상을 가져오는지를 확인할 것이다. 이는 현재 한국의 경우처럼 지식의 전환이 고등교육에 크게 의존하는 국가들에서 높은 관련성을 나타낸다.

특히 정부가 고등교육의 양적팽창을 제한할 수 있다면 이에 대한 정당한 근거와 가능성은 있는가? 이에 대하여 첫째 정부는 교육수준별 인원수를 조정할 수 있는 충분한 근거를 갖고 있지 않다는 것이다. 둘째 정부가 정확하게 교육수준별 인원수 조정을 고려할 때, 정부의 고등교육에 대한 현세대의 효용의 비중을 후세대의 비중보다 더 크게 두기 때문에 이러한 조정과정은 후세대의 과제로 남겨둘지도 모른다는 것이다. 셋째 교육수준별 양적 제한이 인적자본 축적의 속도가 지나치게 진행되지 않도록 하는데 효과적일지도 모른다. 그것이 장기적으로 지속적인 경제성장에 기여하면서 인적자본의 과잉투자를 줄일 수 있다는 것이다.

2. 연구의 목적

최근 인적자본이 경제성장에 미친 영향에 대한 연구는 주로 내생적 경제성장 모형을 이용한 추정으로 이루어져 왔다. 따라서 본 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째 한국의 인적자본 변수 중 장기경제성장 과정에서의 교육수준별 생산요소의 경제성장 효과를 추정하여 내생적 모형을 제시하는 데 있다. 이를 위하여 Cobb-Douglas의 생산함수에서 물적자본, 노동(고용)자본 외에 인적자본(초등, 중등, 고등교육), 지적자본(R&D) 변수를 확장하여 모형을 구축하는 데 있다.

둘째 시계열자료와 생산함수로부터 장기경제성장 과정에서 인적자본 변수인 교육수준별 한계생산성을 도출하여 각 요소별 직접 기여도를 추정하는데 있다.

셋째 추정된 각 생산요소의 직접기여도와 연립방정식모형으로부터 상관도가 높은 변수간의 간접기여도를 추정하고 경제성장의 직접기여도를 보정하여 실제적인 총기여도를 제시하는데 있다.

넷째 장기경제성장과정에 있어서의 교육수준별 한계생산성을 바탕으로 교육수

준별 양적인 최적수준을 유지하고 과도한 유효성을 최소화하여 인적자본의 질적 수준을 향상시키고 산업부문간 노동력의 불균형을 해소하는 정책수립의 근거를 제시하는데 있다.

다섯째 인적자본의 질적 수준과 노동생산성의 향상을 위하여 교육수준별 교육투자의 수익률을 추정하고 정부부문의 교육수준별 지출비율의 근간을 제시하는데 있다.

3. 연구계획과 범위

본 연구는 내생적 성장이론과 인적자본의 수익률을 분석한 선행연구를 고찰하여 성장모형의 발전과정을 살펴본다. 그리고 최근에 많이 연구되고 있는 내생성장모형을 활용한 인적자본과 경제성장과의 관계를 한국의 1970~2007년간 시계열자료를 구축하고 이로부터 실증·분석한다.

분석을 위한 연구의 주요 범위는 다음과 같다.

첫째 제2장에서 인적자본의 경제성장 기여에 대한 근거를 조사하고, 그리고 선행연구로 1960~1985년간, 1965~1989년간 인적자본이 포함된 생산요소별 경제성장 기여도를 실증·분석한다.

둘째 제3장에서 최근의 내생성장이론과 경제성장이론의 모형연구를 소개한다.

셋째 제4장에서 본 연구를 위한 인적자본과 R&D 등이 포함된 총자본모형 이론인 내생성장모형과 추정방식을 제시한다.

넷째 제5장에서 실증분석을 위한 자료수집과 가공 및 연구방법을 설명하고, 추정기간 중 내생성장모형을 이용한 생산요소별 성장기여도를 추정한 실증분석과 추정결과의 의미를 해석한다.

다섯째 제6장은 결론부분으로 추정기간 중 실증분석 결과와 선행연구와의 비교분석을 통하여 추정결과가 주는 시사점을 제시하는 것으로 구성하였다.

II. 人的資本과 經濟成長 過程

1. 이론고찰과 실증 연구

내생성장모형인 Solow의 성장모형으로 설명하기 어려운 문제점 중 하나는 주로 신고전파 모형에서 사용되고 있는 물적자본의 수익률이 감소함에도 불구하고 지속적인 성장을 하는 이유가 분명하지 않다는 것이다. 또한 새로운 경제성장 이론에서 제기되는 문제점들은 경제성장 과정에서 나타나는 기술진보의 외생성, 동기유발, 수렴 등의 문제로 요약된다.

초기의 내생성장론자인 Romer(1990), Lucas(1988) 그리고 Barro(1990) 등은 다양한 성장요소간의 영향으로 교육투자가 확대되면 인적자본이 증가되고 기술진보가 이루어지며, 이로 인하여 생산성은 향상되어 경제성장에 기여하는 것으로 내생 성장을 설명한다. 왜냐하면 교육투자의 확대에 증가된 인적자본이 작업과정에서 새로운 기술을 습득하거나, 효율적인 기술채택(adoption)이나 기술이전(spillover)이나, 정부부문의 지출증가로 파생하는 생산을 위한 인적자본의 외부효과 등도 성장의 주요한 원인이 되고 있기 때문이다.

2. 내생성장이론과 인적자본의 역할

(1) 경제성장과 인적자본의 역할

내생적 성장이론은 외생적인 기술진보 없이 경제 내에서 기술진보를 이룩하는 메커니즘이 있어서 지속적인 경제성장을 달성할 수 있다고 한다. 이 이론에서는 자본축적보다는 생산성 향상을 경제성장의 중요한 결정요인으로 파악하여 기

술투자, 지식축적 및 기술 확산 등을 통하여 한 경제 내에서 내생적인 기술진보가 지속적으로 이루어지는 가능성을 보여준다. 내생적 성장이론에서는 지속적인 성장의 가능성을 보이기 위하여 두 가지 경로를 제시한다.

첫째 자본에 대한 수확체감이 발생하지 않는 생산함수를 도출하여 외생적인 기술진보 없이도 지속적인 성장의 가능성을 보이기 위하여 인적자본과 자본의 외부효과 개념을 도입하였다. 물적자본만으로는 수확체감의 법칙이 적용되더라도 인적자본을 고려하면 자본에 대한 수확체감은 발생하지 않으며, 자본축적에 상관없이 장기에 있어서도 경제성장을 달성할 수 있다는 것이다.

둘째 내생성장이론에서는 생산요소의 축적보다는 생산성의 증가를 가져오는 요인들이 경제성장의 원천이며, 경제 내에는 생산성 증가를 유도하는 기술진보를 가져오는 메커니즘이 있다는 것이다. 특히 기술진보를 가져오는 R&D의 역할을 강조하며 기술채택이나 기술이전 등도 성장의 중요한 요인이라고 한다.

먼저 Benhabib & Spiegel의 실증분석을 이용한 인적자본의 역할을 살펴보고자 Cobb-Douglas의 생산함수를 다음과 같이 상정한다.

$$Y(t) = A(t)K(t)^\alpha L(t)^\beta H(t)^\gamma \epsilon(t) \quad (1)$$

Y는 실질GDP, L은 노동인구, K는 자본스톡의 추정치, H는 인적자본을 나타낸다. 일반적으로 식(1)과 같이 생산이나 소득의 성장률과 각 요소의 성장률 사이의 관계식을 도출하는 방식을 성장회계(growth account)라고 한다.

(2) 인적자본의 성장기여도 분석

<표 1>에서 1960~1985년까지 성장요소별 기여율은 평균 5.89%의 실제성장을 하였는데, 모형에서 추정된 성장률은 3.69%를 보여준다. 동 기간의 예측성장 중 물적자본(I6085)은 37.94%의 높은 기여를 하였으나 단순노동증가율(POP6085)은 5.42%의 낮은 기여를 한 것으로 나타났다. 교육부문의 성장관계를 살펴보면, 1960년의 초등교육등록률(PRI60)이 67.21%, 중등교육등록률(SEC60)은 19.24%로

추정되었으며 이것은 한국의 경제성장이 초등교육과 물적자본에 집중되었다는 증거이다. 인적자본의 교육부문 증가에 의한 기여는 86.45%를 보였다.¹⁾

<표 1>에서 실질소득(RGDP60) 변수는 성장의 10.84%의 기여를 하는 것으로 나타나 수렴(convergence)의 증거를 보여주고 있다.²⁾

<표 1> 한국의 상대성장기여도(1960~1985)

Variables	Contribution to per Capita Growth(%)	Total Predicted Growth(%)
Intercept	-0.70	-18.97
I6085	1.40	37.94
POP6085	.20	5.42
PRI60	2.48	67.21
SEC60	.71	19.24
RGDP60	-0.40	-10.84
Predicted Growth(A)	3.69	
Actual Growth(B)	5.89	
Percent Actual Growth Predicted(A/B)	62.65	

주) 변수 I6085는 1960~1985년간 물적자본, POP6085는 1960~1985년간 단순노동증가율, PRI60는 1960년의 초등교육등록률 그리고 SEC60은 1960년 중등교육등록률을 각각 나타낸다.

* Source: The World Bank, The East Asian Miracle, 1993

3. 선행 연구

(1) 선행연구의 시사점

지금까지의 경제 분석 자료에서는 일정한 기술수준에서 자본과 노동의 생산요소 증가가 경제성장에 기여해 온 것으로 분석하였으나, 21세기의 지식·정보화

1) 인적자본의 기여 크기가 예측성장률 86.45%(PRI60+SEC60)로 높게 나타나는 것은 내생성장모형에서 주로 나타나는 초기기술수준과 R&D에서의 음(-)의 기여로 흡수되었기 때문이다.

2) 수렴능력(capacity of return to converge)이나 추격능력(catch-up)은 부분적으로 교육에 기인하며 기술이 진능력이 가능함을 의미한다.

사회에서의 국부를 창출하는 경제성장은 생산요소인 인적자본(지식)의 성장에 대한 기여도가 여타 생산요소에 비하여 훨씬 크다는 데 동의하고 있다.

이는 경제성장을 위해서는 지식³⁾을 창조적으로 증가시키고 잘 활용할 수 있도록 시장경제질서와 이의 확산을 위한 인프라를 구축하고 인력을 재정비시켜야 하는 것을 의미한다.

인적자본이 경제성장에 미치는 영향은 R&D나 생산성의 향상을 가져오는 창조적 역할과 물적자본(physical capital)과 같이 축적되는 생산요소의 역할이다. 전자의 경우 Benhabib & Spiegel(1994)은 인적자본 스톡의 증가율이 경제성장률에 도움이 되지 못한다는 것을 보인 바 있다. 대신 기술진보가 경제성장을 이끄는 모형을 제시하고 인적자본의 수준이 경제성장률과 밀접한 관련이 있음을 보임으로써 단순한 생산요소가 아니라 다른 경로를 통해 경제성장에 기여함을 밝혔으며 내생적 성장이론의 실증적 바탕이 된다.

후자의 경우 Mankiw, Romer and Weil(1992, MRW)의 연구는 인적자본을 물적자본이나 노동과 같은 생산요소로 간주하여 중등교육등록률을 인적자본에 대한투자의 대리변수로 이용하고 Cobb-Douglas 함수를 이용한 실증분석을 통해 인적자본이 GDP에서 차지하는 비율이 1/3정도가 됨을 보였으며 신고전파 성장 모형의 바탕이다.

최근에는 Benhabib & Spiegel(1994, BS)의 연구결과를 이용하여 미시적 연구 결과와 거시적 실증결과들의 조화를 추구하는 Kreuger & Lindahl(2000)의 연구가 있다. 그리고 Mincer의 방정식에 의하면 교육의 투자수익률은 국가마다 차이는 있으나 통계적으로 유의미한 양의 값을 갖는다. 그러나 실증분석에서 총체적인 교육수준의 증가는 경제성장에 중요한 역할을 하지 못하는 것으로 나타나고 있다. 이는 미시적 자료에서 얻어진 교육의 수익률과 총체적 수준에서 추정되는 교육의 거시적, 사회적 수익률의 차이에 대해 교육수준 및 물적자본에 대한 측정 오차, 선형성의 가정, 국가별 격차에 대한 충분하지 않은 고려 등으로 보고 있다.

Barro(2002)의 국가 간 비교연구에서는 100개 국가를 대상으로 교육과 경제성장의 관계를 분석하였다. 종속변수는 경제성장을 반영하는 GDP 성장률을 사용하였고 독립변수로는 개별국가의 평균교육년수, 시장개방, 출산율, 인플레이션,

3) 지식은 노동력에 체화된 과학적 지식, 특수 상황적 지식, 일반적 지식을 포함하는 의미로 사용된다.

GDP 중 정부투자비율 등을 포함시켜 회귀분석을 하였다. 연구 결과 평균교육 기간이 1년 증가했을 때 경제성장률이 0.44% 증가함으로써 교육이 경제성장에 긍정적인 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 그러나 Barro의 연구는 개별 국가의 특성을 고정하고 관측할 수 없는 개체효과를 통제하기보다는 경제성장에 영향을 미치는 여러 통제변수들을 통하여 교육의 효과성 검증을 시도하였다.

Klasen(2002)은 109개 국가를 대상으로 교육수준, 투자비율, 시장개방, 인구증가, 경제활동인구 등을 독립변수에 포함시켜 회귀분석을 시도한 결과, 저개발국가에서 교육이 경제성장에 미치는 영향력이 높게 나타났으며 여성교육의 기회확대될수록 경제성장률 증가에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 저개발국가간 비교연구에서 Stevens & Weale(2003)은 1인당 GDP와 각급학교 진학률 그리고 기술력과의 관계를 분석한 결과 변수간의 정(+)의 상관관계가 존재한다고 보고하였다.

이러한 선행연구의 결과들을 고려하여 내생적 성장이론을 인적자본의 역할에 중점을 두고 검토하기로 한다. 구체적으로 Romer의 내생성장모형을 이용하여 인적자본의 축적 가능한 생산요소의 역할과, 기술진보나 기술채택을 가능하게 하는 생산성 향상의 역할에 대해 시계열 자료를 검토하는 방식으로 진행한다.

한편 인적자본이 경제성장률에 미치는 효과에 대한 국내 선행연구를 살펴보면 다음과 같다.

<표 2> 선행연구의 검토

연구자	연구 모형	변수 설정	분석 결과
곽소희 김호범 (2007)	$G_Y = \alpha G_K + \beta G_L + \epsilon$ $dln Y = \alpha dln K + \beta dln L + \epsilon$ Denison Model	실질국민소득, 자본 및 노동력의 증가분, 국민소득자본분배율, 잔여성장률	교육이 취업자 1인당 노동생산성 향상, GDP성장에 대한 기여율 추정, 지속적 경제성장은 교육에 의한 인적자본의 생산성에 기인
김중섭 (2003)	$grp_{i,t} = \alpha_1 lab_{i,t} + \beta_1 cap_{i,t} + \gamma_1 his_{i,t} + \delta_1 inf_{i,t} + \theta_1 s_t$ OLS, Fixed effect model	1인당지역총생산, 유형자산, 지역별고등교육자수, 예대율, 주거인프라, 패널자료(1970~2000)	지역성장은 물적자본축적, 인적자본 및 기술혁신, 지역내 하부구조의 개선이 성장을 주도함
김진영 (2003)	$Y = AK^\alpha H^\beta$, 여기서 $H = e^{\phi(s)}L$	실질GDP, 노동인구수, 자본소득, 인적자본	물적자본의 상대적 중요성의 증가
김홍기 (2003)	$Y_{i,t} = K_{i,t}^\alpha H_{i,t}^\beta (E_{i,t} L_{i,t})^{1-\alpha-\beta}$ LLC, IPS, FMOLS, DOLS	1인당 지역내 총생산, 평균교육년수, 패널자료	패널공적분 검정결과 고정효과와 인적자본 통제

		(1970~2000)	의 경우 수렴, 인적자본이 지역간 소득격차 중요요소
김홍배 김대욱 (2000)	$Y_{i,t} = A_{i,t} K_{i,t}^\alpha L_{i,t}^\beta H_{i,t}^\gamma$ OLS, GLS, FGLS	GRDP, 자본소득, 노동소득, 총교육투자액, 패널자료	지역별성장요소로 인적자본의 역할 중요하나 자본스톡이 주도함
백일우 임정준 (2007)	$GDP_{i,t} = \alpha + \beta_1 COMP_{i,t} + \beta_2 OPEN_{i,t} + \beta_3 INV_{i,t} + \beta_4 LF_{i,t} + \beta_5 POP_{i,t} + \epsilon_{i,t}$	GDP, 경제활동참가, 자본투자, 시장개방, 인구증가율	교육과 함께 노동력의 질적 향상 및 양적증가가 경제성장에 직접적 영향
심재희 (1999)	$Y_{i,t} = S_i K_{i,t}^\alpha L_{i,t}^\beta H_{i,t}^\gamma$ OLS, Fixed effect model	GRDP, 자본스톡, 공공투자액, 지역별총인구, 지역별교육투자액	인적자본이 OLS모형에서 음(-), 고정효과모형에서 인적자본변수 개선 효과
장수명 이변송 (2001)	$y_{i,j} = \alpha + x_{i,j}\beta + z_j\gamma + \lambda f s_i + \sum \pi_k Ind + \mu_j + \epsilon_{i,j}$ GLS	시간당임금, 평균교육년수, 평균연령, 평균대학교육년수, 평균전공년수	평균교육년수가 증가할수록 노동자의 임금 증가함
장창원 (2007)	$y - n = r_K \frac{I_K}{Y} + r_{HP} \frac{I_{HP}}{Y} + r_{HS} \frac{I_{HS}}{Y} + r_{HE} \frac{I_{HE}}{Y} + r_A \frac{I_A}{Y} + \alpha_0 n + \alpha_1 \left(\frac{Y}{N}\right)_0 + \alpha_2 \mu$	1인당GDP, GDP대비실물투자, 교육별 등록률, 정부교육비지출, R&D투자, 고용증가율, 초기GDP, 더미변수	GDP대비 실물자본투자 비율이 10% 증가할 때 성장률은 1.25% 증가 추정
전상준 (2000)	$Y_{i,t} = K_{i,t}^\alpha (A_{i,t} L_{i,t})^{1-\alpha}$ 확률적 Solow model	실질1인당 GRDP, 지역별 등록률, 패널자료 (1970~1998)	인적자본을 고려한 경우 수렴속도, 기술성장률 추가 상승효과
한무호 (1998)	$y_t = A k_t^\alpha h_t^\beta$ $y_t = Y_t/L_t, k_t = K_t/L_t, h_t = H_t/L_t$	1인당 소득, 1인당 실물자본량, 1인당 인적자본량	실물자본의 수익성과 소득성장률은 서로 역의 관계, 실물자본에 대한 수익성은 추정식간에 큰 차이 없음

곽소희·김호범(2007)은 Denison 모형을 사용하여 분석 결과 경제성장에서 교육에 의한 남자의 기여율이 높았다. 또한 교육을 통한 노동생산성의 향상이 있었고 노동력의 질적 향상이 전체 3.03%, 남자만 측정하였을 때 5.19%로 남자의 경제성장 기여율이 높았던 반면, 경제성장에 대한 교육의 기여율을 산출하는 과정에서 교육에 의해 노동생산성이 반영되는 가중치를 수정임금 산출시 3/5의 가중치를 사용하였다.

김종섭(2003)은 지역성장과 관련된 변수에 대한 수렴현상과 지역성장 요인을 분석한 결과 수렴속도는 최저 2.4~4.7%수준으로 나타났고 지역성장 요인으로는 자본생산성이 노동생산성보다 큰 것으로 나타났다.

김진영(2003)은 지난 30년간 세계경제의 구조는 생산수단의 축적보다 인적요소의 중요성이 증가하는 방향으로 변해왔으며, 따라서 향후 경제발전의 중요한 관건은 국가의 인적요소의 활용을 극대화하는데 있다. 노동과 인적자본의 두 요소

가 단순노동과 교육으로 대변되는 인적자본으로 생산에서 차지하는 비중이 80년대 들어 크게 증가하였으며, 앞으로도 고부가가치산업은 인적자본이 집중 투입되는 산업으로 변화해 갈 것이라고 예측하였다.

김흥기(2003)는 인적자본을 평균교육연수의 대리변수로 사용하여 1인당 인적자본을 추정하여 지역별 1인당 총생산물의 수렴성을 검토 분석하였다. 분석 결과 고정효과를 통제하는 경우 조건부 수렴성이 발생하지 않으나 고정효과와 인적자본이 동시에 통제되는 경우 지역별 1인당 총생산은 수렴하고 인적자본의 축적은 1인당 지역내 총생산을 크게 증가시키는 것으로 나타났다.

김홍배·김대욱(2000)은 총교육투자액을 인적자본으로 사용하여 지역별 FE-GLS모형의 생산함수를 추정하였다. 분석 결과 성장률 자료를 이용한 GLS 모형과 FE-GLS모형에서는 인적자본이 유의적이 아닌 것으로 나타났으나 스톡 자료를 이용한 모형에서는 인적자본이 지역경제성장에 기여한 것으로 나타났다.

백일우·임정준(2007)은 교육발전지표를 반영하는 복합지수가 횡단자료에서 계산된 값보다 감소하였다. 그러나 고정효과모형과 임의효과모형 모두 복합지수의 계수가 유의한 양의 값으로 나타나 교육과 경제성장간에 상관관계가 높을 뿐만 아니라 교육이 경제성장에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다.

Klasen(2002)의 연구모형의 변수처럼 경제활동참가, 자본투자, 시장개방, 인구증가 등이 개별국가의 경제성장을 설명하는 유의미한 변수임이 입증되었다. 무엇보다 교육과 경제활동참가는 노동의 질과 양을 반영하는 대리변수로서 경제성장과 밀접한 관련성이 있음을 시사해주고 있다.

심재희(1999)는 학생 1인당 공교육비 자료와 사교육비를 구축한 후 인적자본 자료를 Barro(1991) 모형에 적용하여 지역경제 성장요인을 분석하였다. 분석 결과 OLS모형에서는 인적자본투자가 부(-)의 성장효과를 보였으나, 고정효과모형에서는 정(+)의 부호를 나타냈다.

장수명·이번송(2001)은 인구·주택총조사와 한국노동패널자료를 이용하여 인적자본의 도시별·산업별 분포와 인적자본의 지역집중으로 인한 외부효과를 검토하였다. 개인의 특성, 기업규모, 지역특성, 산업을 통제한 후 분석 결과 도시의 평균교육 연수가 1년 증가함에 따라 해당 도시의 노동자 임금이 3% 증가하고 산업의 평균 교육연수가 1년 증가함에 따라 해당 산업노동자의 임금이 5~7% 증

가하는 것으로 나타났다.

장창원(2007)은 동아시아의 성장과정에서 추정기간(1975~2004)동안 각 요소의 직접역할에서 동 아시아 각국의 실물, 인적자본(교육), R&D 투자와 단순고용증가율, 초기소득수준 등 각 변수의 1인당 성장에 대한 기여분과 이들 변수들로 추정된 성장률과 실제성장률 사이의 비율을 보여 주고 있다. 초등교육은 6.6%, 대학교육은 -52.9%, 실물자본 투자는 39.6%, 단순노동력은 -1.4% 기여하는 것으로 추정되었다. 초기소득인 GDP75는 성장에 -3%, R&D투자는 24.1%를 기여하는 것으로 나타났다.

전상준(2000)은 지역 내 총생산자료(1970~1998)를 사용하여 국내 지역별 기술성장률의 이질성을 고려한 성장모형에서 인적자본의 중요성에 대한 실증분석을 위하여 학교등록률을 인적자본의 대리변수로 사용한 결과 지역경제가 안정 상태로 수렴하고 인적자본을 모형에 포함했을 경우 수렴속도뿐만 아니라 기술성장률도 높아지는 것으로 나타났다.

한무호(1998)는 인적자본의 역할은 Granger의 인과관계 개념에서처럼 인구성장률이 교육수준이나 소득에 영향을 주기보다는 교육수준과 소득이 인구성장률에 영향을 준다고 나타났을 뿐만 아니라 개인이 효용적정화에 있어서 외부성을 고려하지 않을 경우 장기적 측면에서 노동의 생산성($1-\alpha-\beta$)은 0으로 나타났다. 그리고 개발도상국들이 빈곤의 함정(poverty trap)에서 벗어나기 위해서는 인적자본에 대한 투자증가와 외향적 정책(outward-looking policies)들이 내향적 정책(inward-looking policies)보다 더 효과적인 것으로 나타났다. 또한 정상상태의 다 균형점들(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 투자결정에 있어서 인적자본 분야의 외부성을 고려할 경우 점근현상이 발생한다. 마지막으로 신고전과 성장이론에서 주장하는 점근현상의 근본논리와는 달리 실물자본의 수익성과 소득성장률은 서로 역의 관계를 가지며 실물자본에 대한 수익성은 추정식간에 큰 차이가 없음을 보여주었다.

Ⅲ. 내생성장이론과 모형 연구

1. 경제성장의 정의 및 요소

(1) 경제성장의 정의

경제성장(economic growth)은 한 나라의 생산요소와 기술수준의 잠재적 산출량(potential output)인 잠재적 GDP의 변화를 말한다. 따라서 잠재적 산출량(잠재적 GDP)의 변화는 일반적으로 장기적인 관점에서 실질 GDP의 성장률을 의미하며 이는 실제산출량의 추정치에 의해 결정이 된다. 또한 경제성장이란 단순히 1인당 산출량의 증가 없이 인구의 증가에 의해 총 산출량이 증가할 수도 있기 때문에 한 나라의 국민생활수준이 향상되는 것을 의미하는 1인당(per capita) 산출량의 증가를 말한다. 1인당 산출량은 노동생산성(labor productivity) 또는 평균 노동생산성(average labor productivity)을 의미한다.

(2) 경제성장의 요소

경제성장은 주어진 기간 동안 국민 한 사람 또는 한 나라가 생산할 수 있는 재화나 용역의 생산량이 다르기 때문에 현실적으로 나라마다 국민의 생활수준이나 성장률은 다르게 나타난다. 따라서 생산성이 높다는 것은 생산이 효율적으로 이루어져 1인당 산출량이 증가하는 것이므로 소득이 늘어나고, 생활수준이 향상된다는 것을 의미한다. 이러한 생산성을 증가시키는 요인은 나라마다 다소 차이는 있으나 공통적인 요소로는 인력자원(human resources), 자연자원(natural resources), 자본량(capital formation) 및 지적자본(technological knowledge)으로 요약할 수 있다.

첫째 인력자본(human resources) 또는 인적자본(human capital)은 단순노동량

과 노동자들이 교육과 훈련 등을 통하여 습득한 지식과 기능 등의 노동의 질적 수준을 포함한다.

둘째 자본량(capital formation) 또는 물적자본(physical capital)은 재화나 용역의 생산을 위하여 사용되는 구조물이나 설비의 총스톡을 의미한다. 이를 사회간접자본(SOC) 또는 사회적 자본(social capital)이라고도 하는데 이러한 자본의 축적은 지금의 소비대신 저축을 통하여 이것이 투자로 전환함으로써 자본이 축적되는 것이다.

셋째 자연자원(natural resources)이란 자연에서 얻은 생산물을 의미하지만 자연자원이 생산성을 향상시키고 지속적인 성장을 결정하는 중요한 요소는 아니다.

넷째 지적자본(technological knowledge)은 성장을 결정하고 생산성을 향상시키는 기술진보이며 이는 새로운 생산물을 개발하거나 생산하는 지식체계를 말한다. 이러한 기술변화는 지속적인 기술의 개선으로 나타나기도 하지만 매우 현저하게 나타나는 경우도 있다. 그런데 지적자본과 인적자본은 매우 밀접한 연관성을 갖고는 있으나, 지적자본은 경제 내에서 생산물을 보다 효율적으로 생산해낼 수 있는 능력인 노동생산성을 말하고, 인적자본은 이러한 능력의 노동량과 이를 노동력에 이전시키기 위해 사용된 시간을 말한다.

2. 신고전파 성장 모형

신고전파 성장모형인 솔로우 모형의 문제점은 지속적인 경제성장의 요인과 국가 간의 성장률의 차이를 잘 설명하지 못한다는 것이다. 이는 경제성장의 원동력인 기술진보의 외생성과 한계수확체감의 법칙 때문이다. 따라서 솔로우 모형의 문제점을 극복하기 위한 방안은 첫째 한계수확체감의 법칙을 인정하면서 기술진보가 내생적이고 지속적으로 유도되는 모형을 만드는 것이다. 둘째 경제성장의 원동력인 자본축적을 인정하면서 균형상태에서 한계수확체감이 발생하지 않도록 하는 것이다. 이 방법에서는 전통적인 자본의 개념인 기계설비 등과 같은 물적자본과 구별되는 지적자본(knowledge capital)과 인적자본(human capital)⁴⁾의 개념

을 도입하여 가능하게 된다.

(1) 신고전과 성장모형의 한계

19세기 이후 역사적으로 경제성장의 주요한 요소는 자본축적과 기술진보였으며, 이러한 사실을 이론화 한 것이 솔로우(R. Solow)의 신고전과 성장모형(neoclassical growth model)이다. 따라서 여기에서는 모형의 새로운 요소가 자본축적과 기술진보이며 이러한 두 생산요소가 자본축적모형에서 총생산함수에 미치는 영향과 한계점이 무엇인지 알아보려고 한다.

① 기술진보가 없는 경우

먼저 자본축적모형은 산출량이 두 가지 생산요소(자본과 노동)에 의해 생산되는 경제를 가정하고 있다. 여기서는 인구와 노동이 사회적 조건에 의해서 변화하지만 경제적 요인에 의해서는 변화하지 않는 비경제적 변수로 취급하므로 노동증가는 외생적으로 주어진다. 그리고 자본량과 기술수준은 중요한 경제변수이며 기술수준은 일정하다고 가정한다.

고전과 이론에서는 토지에 비하여 노동이 빠르게 증가하나 신고전과 모형에서는 노동에 비하여 자본(실물자본)이 상대적으로 더 빨리 증가하였다. 자본이 노동에 비하여 상대적으로 빠르게 증가하는 자본심화(capital deepening)가 있을 때⁵⁾ 1인당 생산량은 토지가 일정할 때 노동이 증가하는 것과 같다. 다만 여기서는 노동이 일정한데 자본이 증가하는 경우가 된다. 따라서 이러한 자본심화의 경우에는 자본이 노동보다 더 빠르게 증가하므로 기술혁신이 없으면 수확체감의 법칙(law of diminishing return)이 작용하게 된다.

이러한 자본심화의 영향으로 i) 자본심화가 있으면 산출량은 증가하나 자본량

4) 인적자본은 기계설비나 건축물과 같은 물적자본과 구별하여 교육, 기능훈련 등에 의해 습득되어 인간에 체화되어 있는 자본을 말한다. 당초 습득된 지식과 기능이 직업의 패턴과 소득 등을 통하여 노동시장에 미치는 영향을 설명하기 위하여 도입된 개념이다.

5) 자본심화는 1인당 자본량이 증가하는 것을 말하며 1인당 자본량(K/L)을 자본계수 또는 자본-노동비율(capital-labor ratio)이라고도 한다.

과 비례하여 증가하지는 않는다. ii) 자본심화에 따라 자본수익률은 하락한다. iii) 자본심화가 일어나면 노동자는 더 많은 자본을 가지고 일할 수 있기 때문에 한계생산물은 증가하게 되고 노동자들의 실질 임금률은 상승한다. iv) 자본증가와 비례하여 산출량이 증가하지 못하므로 기술변화가 없는 경우 자본-산출량비율 (K/L : 자본계수)은 상승한다.

모형의 장기균형 상태에서는 실질 임금률과 자본수익률이 더 이상 변화하지 않으며 일정한 균형상태가 됨을 의미한다.

이러한 자본축적의 영향을 이론화한 대표적인 모형이 솔로우(R. Solow)의 신고전파 성장모형이다. 이 모형에서는 산출량(Y)이 두 개의 생산요소인 노동(L)과 자본(K)에 의해 생산되며 총생산함수는 다음과 같다.

$$Y = F(K, L) \quad (2)$$

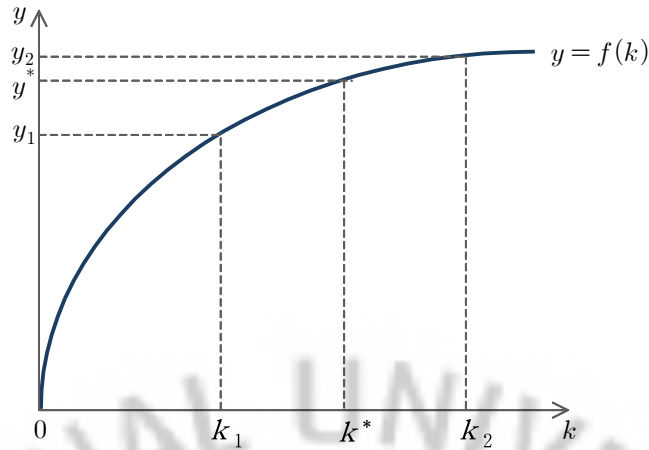
이 생산함수는 한계수확체감의 법칙과 규모에 대한 수익불변(constant returns to scale: CRS)의 성질을 갖고 있다고 가정한다. 이 경우 산출량과 생산요소를 노동량(L)으로 나누어 주면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y/L = F(K/L) \quad (3)$$

1인당 산출량(Y/L)을 y , 1인당 자본량(K/L)을 k 라고 하면 식(3)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$y = f(k) \quad (4)$$

식(4)을 1인당 총생산함수(Aggregate Production Function: APF)라고 하며 이를 그림으로 나타내면 <그림 1>의 $y = f(k)$ 이다.



<그림 1> 1인당 총생산함수

<그림 1>에서 보면 자본계수인 $k(K/L)$ 가 증가함에 따라 1인당 산출량(y)도 증가한다. k_1 의 경우 1인당 산출량은 y_1 이며 k 가 k_2 로 증가하면 y 는 y_2 로 증가하므로 자본의 한계생산물은 감소한다. 따라서 자본수익률은 감소하며, 노동의 한계생산물은 증가하므로 실질 임금률은 상승한다. 반대로 1인당자본량(k)이 감소하면 1인당 산출량(y)인 노동생산성은 감소하게 된다. 따라서 생활수준은 하락하고 자본수익률은 상승하며 실질 임금률은 하락하게 된다.

장기적으로 기술진보가 없는 경우, 장기균형 상태에서는 결국 자본-노동비율(k)의 자본심화가 멈추게 되고, 1인당산출량(y), 실질임금률 및 자본수익률도 일정상태의 장기정상상태(long run steady state)에 도달하게 될 것이다.

이러한 장기정상상태에서의 솔로우 모형의 균형은 자본-노동비율(k)의 변동과 저축에 의해 도출된다. 즉 자본증가율($k = K/L$)은 다음과 같다.

$$\Delta k/k = \Delta K/K - \Delta L/L \quad (5)$$

자본량의 변화는 투자와 같고($\Delta K = D$), $K = kL$, 균형에서 투자는 저축과 같으므로 $\Delta K = S = sY$ 가 된다. (단, s 는 저축률이고 솔로우 모형에서는 저축률(s)과 인구증가율($n = \Delta L/L$)이 모두 일정하다고 가정한다.) 이를 식(5)에 대입하고 양변을 k 로 곱하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta k = sY/L - k(\Delta L/L) = sy - kn \quad (6)$$

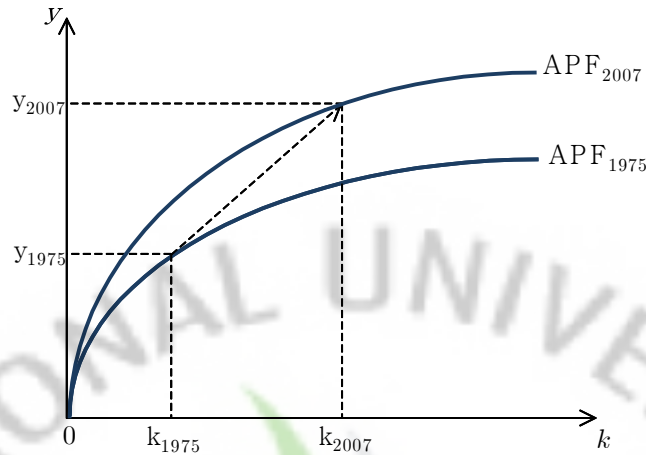
식(6)에서 우변의 sy 항은 노동자 1인당 투자액이고 kn 항은 자본-노동비율(k)의 유지를 위해 필요한 노동자당 투자액이다. 따라서 실제투자액과 필요투자액이 같을 때, 즉 $\Delta k=0$ 일 때 1인당 자본증가율(k)은 변화하지 않고 균형상태가 된다. 즉 $\Delta k=0$ 일 때 완전고용과 균형성장을 동시에 달성하는 균형상태 $k(k^* = sy/n)$ 가 된다. 이 정상상태에서는 실제의 k 가 균형상태 $k(k^*)$ 보다 크거나 작은 경우 k^* 로 수렴하고 y 도 y^* 에서 일정한 상태가 된다. 그리고 k 와 y 는 인구증가율(n)과 저축률(s)에 영향을 받는다.

기술진보가 없는 경우의 솔로우 성장모형에서는 1인당 산출량은 실물자본이나 인적자본 등의 자본의 증가와 더불어 증가하나 자본의 증가는 성장률을 지속적으로 증가시키지는 않는다. 기술진보가 없는 경우에는 결국 소득과 임금은 정체된다. 이것은 경제성장이 자본축적만으로 이루어진다면 생활수준은 결국 정체하게 될 것이라는 것을 보여준다. <그림 1>에서 현재의 k 에서 k^* 로의 변화를 성장이라고 하면 시간의 경과에 따라 자본심화가 일어나고 성장률은 낮아지게 되므로 각국의 성장률은 현재의 위치에 따라 서로 다르게 나타난다. 현재 k_1 에 있는 나라는 k_2 에 있는 나라보다 더 빠른 성장률을 나타나게 되므로 초기에는 각국의 산출량이 다르게 나타나지만 궁극적으로는 동일한 수준으로 수렴하게 된다는 것을 의미한다(소득수렴의 가설). 그러나 1인당 총생산함수가 동일해도 저축률(s)과 인구증가율(n)에 따라 각국의 수렴하는 1인당자본(k)과 1인당산출량(y)은 달라진다. 따라서 저축률과 인구증가율이 다르면 두 나라가 같은 소득수준으로 수렴하지 않는다.

② 기술진보가 있는 경우

위에서 언급한 소득수렴의 가설은 현실적, 실증적으로 부적합하며 임금과 자본수익률이 일정하게 유지된다는 자본축적모형의 견해와도 부합되는 사실은 거의 찾아볼 수 없다. 그 이유는 발명이나 기술적 지식의 확대에 의하여 생산요

소의 단위당 생산성(productivity)을 향상시키는 기술진보(technological progress)에 있다.



<그림 2> 솔로우 모형에서의 기술진보

이러한 기술진보가 있으면 <그림 2>에서 보는 것처럼 총생산함수(APF)를 상향으로 이동시킨다. 기술진보에 의한 자본심화(k)가 있을 때 정상상태로부터 1인당 산출량(y), 임금을, 이윤을 및 생활수준이 상승하게 되므로 소득수렴의 가설은 현실적으로 실현가능성이 없다. k 가 k_{1975} 로부터 k_{2007} 로 증가함에 따라 1인당 산출량이 y_{2007} 으로 상승하게 된다.

솔로우 모형에서는 장기적인 경제성장률(y 의 증가율)은 기술과 같은 외생적인 요인에 의하여 결정된다는 것이며, 모든 시장경제가 같은 기술진보율을 갖게 되면 결국 동일한 성장률에 도달하게 된다는 것이다.⁶⁾ 또한 저축률의 증가는 자본축적에 의한 노동생산성과 산출량수준을 일시적으로 증가시키지만 장기성장률에는 영향을 미치지 않는다는 것이며 장기성장률은 정책입안자의 고려대상이 아니라는 것을 가정하고 있다.

이러한 중요한 역할을 하는 기술변화를 외생적으로 취급하는 것이 솔로우의 신고전과 성장모형의 한계이다. 이 모형에서는 기술진보가 외생적인 요소이기 때문에 기술변화가 노동과 자본생산성에 미치는 영향을 고려하지 못한다는 약점과

6) 총생산량은 인구증가율과 기술진보율의 합의 비율로 증가한다. 그러나 1인당 산출량(y)은 기술진보율의 비율로 증가한다.

한계를 가지고 있다. 따라서 이러한 기술변화의 외생성을 극복하고 이를 내생화한 것이 바로 내생적 성장모형이다.

3. 솔로우 성장모형

(1) 솔로우 기본모형

솔로우의 기본모형을 이용하면 다음과 같다.

$$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t))^{1-\alpha} \quad (7)$$

위 식은 총생산함수이며 생산(Y)은 자본(K)과 노동(L)의 투입으로 이루어진다. 그리고 A는 기술수준이고 t는 시간의 경과를 나타낸다. 신고전파와 외생적 성장모형은 A가 시간함수이면서 모형 외부의 효과로 개선되고 있음을 가정한다.

$$L(t) = L(0)e^{nt} \quad (8)$$

$$A(t) = A(0)e^{gt} \quad (9)$$

n과 g는 노동과 기술의 증가율을 나타낸다. 자본축적은 외생적으로 주어진 저축률(s)에 의해서 결정이 된다.

$$\dot{k}(t) = sy(t) - (n+g+\delta)k(t) \quad (10)$$

$y = \frac{Y}{AL}$, $k = \frac{K}{AL}$, δ 는 감가상각률을 나타내므로 식(10)에서 정상상태에서 k는 다음과 같다.

$$k = \left(\frac{s}{n+g+\delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (11)$$

식(11)을 식(7)에 대입한 후 양변에 로그를 취하면 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$\ln\left(\frac{Y(t)}{L(t)}\right) = \ln A(0) + gt - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n+g+\delta) + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s) \quad (12)$$

솔로우 성장모형이 타당하다면 실증분석의 결과는 $\ln(n+g+\delta)$ 의 계수는 음(-), $\ln(s)$ 의 계수는 양(+)이 되어야 하며, 또한 $\ln(n+g+\delta)$, $\ln(s)$ 의 계수 합은 통계적으로 0이 되어야 한다. 7)

계수에 대한 제약조건을 이용하면 식(12)은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\ln\left(\frac{Y(t)}{L(t)}\right) = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} (\ln(s) - \ln(n+g+\delta)) \quad (13)$$

자본비용의 총비용에 대한 비율은 1/3 정도이다. 따라서 Mankiw, Romer and Weil(1992, MRW)는 α 는 Cobb-Douglas 생산함수와 완전시장이라는 가정 하에 1/3이 되어야 하며 $\ln(s) - \ln(n+g+\delta)$ 의 계수도 통계적으로 .5가 되어야 한다.

MRW는 회귀분석을 위해서 $g+\delta=.05$ 라고 했으나 초기 기술수준은 국가마다 다르고 s 와 n 의 움직임은 ϵ 와는 독립적이라고 가정한다. $\ln A(0) = a + \epsilon$ 이라고 하면 식(13)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\ln\left(\frac{Y(t)}{L(t)}\right) = a + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} (\ln(s) - \ln(n+g+\delta)) + \epsilon \quad (14)$$

a 는 공통된 기술수준을 나타내는 상수이며 ϵ 는 국가별 차이로 해석할 수 있다. MRW 통계자료에서 현재시점(t)은 1975년이고 n 은 추정기간(1975~2007) 중 노

7) N. Gregory Mankiw, David Romer and David N. Weil (1992), "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, No. 2 (May, 1992), pp. 407~437

동가능인구(15~64세)의 평균증가율이다. s 는 실질투자의 실질GDP에 대한 평균 비율, $\frac{Y(t)}{L(t)}$ 는 실질GDP를 노동가능인구로 나눈 1인당 실질GDP를 나타낸다.

한편 MRW에 의하면 솔로우 기본모형에서 각국이 정상상태(steady state)임을 가정하지 않고 다음의 식을 도출할 수 있다.

$$\ln Y(t) - \ln y(0) = (1 - e^{-\lambda t}) \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln(s) - (1 - e^{-\lambda t}) \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln(n + g + \delta) - (1 - e^{-\lambda t}) \ln y(0) \quad (15)$$

$\lambda = (n + g + \delta)(1 - \alpha)$ 이고 수렴률(convergence rate)로 해석을 하고 있다. 그리고 $y(0)$ 는 초기년도인 1975년의 y 이다. 정상상태를 가정했을 때와 마찬가지로 솔로우 성장모형이 타당하다면 식(15)을 실증 분석할 때 $\ln(n + g + \delta)$ 의 계수는 음(-), $\ln(s)$ 의 계수는 양(+), 이어야 한다. $\ln(n + g + \delta)$ 의 계수와 $\ln(s)$ 의 계수 합이 통계적으로 0이 되어야 한다.

회귀분석 시 계수에 대한 제약조건을 이용한다면 식(15)은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\ln Y(t) - \ln y(0) = (1 - e^{-\lambda t}) \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln(s) - (1 - e^{-\lambda t}) \frac{\alpha}{1 - \alpha} \ln(n + g + \delta) - (1 - e^{-\lambda t}) \ln y(0) \quad (16)$$

앞의 지적대로 솔로우 기본모형이 타당하다면 식(16)의 추정된 α 는 1/3에 가까워야 한다.

(2) 솔로우 확장모형

솔로우의 기본모형에 인적자본과 지적자본(R&D)이 생산함수에서 추가될 때 A 는 식(17)에서 각각 인적자본 H 와 지적자본 R 로 각각 대체된다.

$$Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta (A(t)L(t))^{1 - \alpha - \beta} \quad (17)$$

여기서 $H(t)$ 는 기술 확산에 필수적인 초등교육, 중등교육 및 고등교육의 투자로 형성된 인적자본을 나타낸다. 그리고 물적자본과 인적자본의 축적은 다음의 식에서 외생적으로 주어진 저축률에 의해서 결정된다.

$$\dot{k}(t) = s_k y(t) - (n + g + \delta)k(t) \quad (18)$$

$$\dot{h}(t) = s_h y(t) - (n + g + \delta)h(t) \quad (19)$$

s_k, s_h 는 외생적으로 주어진 물적자본과 인적자본에 대한 저축률이며 $h = \frac{H}{AL}$ 이다. 여기에서는 물적자본과 인적자본에 대한 감가상각률은 동일하다고 가정한다.⁸⁾ 그리고 위의 식(18)과 식(19)으로부터 정상상태에서의 k 와 h 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$k^* = \left(\frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{n + g + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad (20)$$

$$h^* = \left(\frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{n + g + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \quad (21)$$

식(20)과 식(21)을 식(17)에 대입하여 정리하고 양변에 로그를 취하면 다음의 식을 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{Y(t)}{L(t)}\right) &= \ln A(0) + gt - \frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_h) \\ &= \ln A(0) + gt - \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} (\ln(s_k) - \ln(n + g + \delta)) + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} (\ln(s_h) - \ln(n + g + \delta)) \end{aligned} \quad (22)$$

8) 이는 Mankiw, Romer & Weil(1992)의 가정을 따른 것이며 MRW는 확장모형의 경제가 사실상 하나의 재화를 가정하는 경제(one good economy)이기 때문에 동일한 재화에 대해 다른 감가상각률을 설정하지 않은 것으로 보인다.

식(22)에서 확장모형이 타당하다면 실증 분석의 결과는 $\ln(n+g+\delta)$ 의 계수는 음(-), $\ln(s_k)$, $\ln(s_h)$ 의 계수는 양(+)이 되어야 하며, 또한 $\ln(n+g+\delta)$, $\ln(s_k)$, $\ln(s_h)$ 의 계수의 합은 통계적으로 0이 되어야 한다. 그리고 이 식에서도 기본모형과 마찬가지로 자본비용이 총비용에서 차지하는 비율이 1/3정도이기 때문에 Cobb-Douglas 생산함수와 완전시장 가정 하에서 1/3이 되어야 한다. 다만 인적 자본이 포함되었기 때문에 $\ln(s_k) - \ln(n+g+\delta)$ 와 $\ln(s_h) - \ln(n+g+\delta)$ 의 계수는 .5가 안될 수 있다. 만약 α 와 β 가 각각 1/3이라면 MRW는 $\ln(s_k) - \ln(n+g+\delta)$ 와 $\ln(s_h) - \ln(n+g+\delta)$ 의 계수 값이 1이 되어야 한다고 지적한다.

한편 식(22)의 회귀분석을 하기 위해서는 s_h 의 값을 알아야 한다. MRW의 경우 이를 직접 측정하는 것이 불가능하기 때문에 노동가능인구 중 중등교육에 참가한 사람의 비율을 s_h 의 대용변수로 사용한다.

4. 로머 성장모형

(1) 로머 모형의 개요

내생적 성장이론은 현실세계에 대해 두 가지 중요한 예측을 하고 있다. 첫째 국가간 저축률의 차이가 성장률의 차이를 설명한다는 것이다. 생산함수와 감가상각률이 국가 간에 차이가 없다고 하여도 저축률이 높은 나라는 낮은 나라보다 더 높은 성장률을 가지게 될 것임을 보여준다. 둘째 국가 간 소득의 격차와 자본수익률의 격차는 아무런 상관관계를 갖고 있지 않다는 것이다. 신고전적 생산함수에서는 한계생산물이 체감하기 때문에 소득이 높을수록 자본수익률은 떨어지게 된다. 그러나 로머 모형에서의 자본수익률은 언제나 A로 일정하다. 이는 국가 간 소득의 격차가 있다고 해도 자본이동이 발생하지 않는다는 것을 의미한다.

(2) 로머 모형 분석

Romer는 경제성장은 내생적으로 도출된 기술변화에 의하여 이루어진다고 설명한다. 이러한 기술변화는 교육부문의 투자를 통한 인적자본 형성으로 가능하며, 직업훈련 등 기술진보에 영향을 미치는 요소로 보고 있다. 로머 모형은 경제성장의 원동력으로 자본축적을 인정하면서 균형 상태에서의 한계수확체감의 법칙이 발생하지 않게 하는 것이다.⁹⁾ 전통적인 자본개념인 물적자본과 구별되는 지적자본과 인적자본 등의 개념을 도입함으로써 솔로우 모형의 한계를 극복하고 경제가 장기적인 균형 상태에 있더라도 지속적인 성장이 가능하다는 것이다.

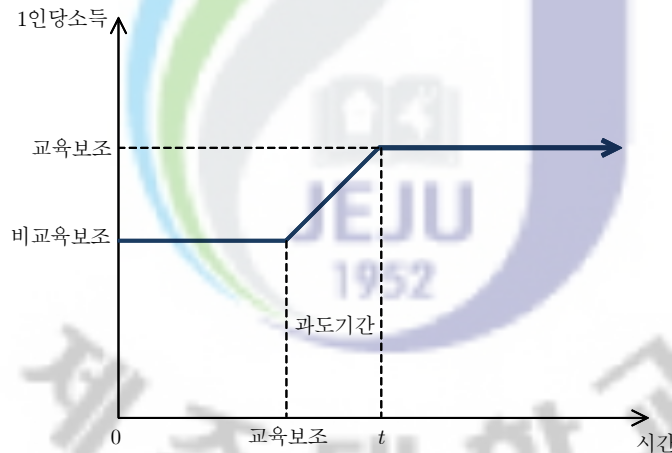
로머의 내생적 성장모형(endogenous growth model)에 따르면 전통적인 성장모형은 장기적으로 볼 때 각국의 성장률은 가속화되고 나라사이의 성장률은 상당한 차이를 보여 왔다는 실증적 관측을 설명하지 못하고 있다는 것이다. 로머 모형을 비롯한 내생적 성장이론은 장기적 성장이 외생적 요인이 아니라 경제적 유인에 의해 내생적으로 결정된다는 관점에 근거하고 있다. 따라서 이들 이론에서는 기술혁신율과 장기성장률의 결정은 교육받은 노동력이 중요한 역할을 수행한다. 즉 내생적 성장이론에서는 경제가 장기균형 상태인 성숙단계에 진입한다고 해도 지속적인 성장이 가능하다는 것이고 생산성의 증가가 자연의 외생적인 요인의 관련보다는 그 나라의 경제구조와 경제정책에 관련될 수 있다는 것이다.

이들 모형에서는 축적된 인간지식수준이 높을수록 기술진보가 빠른 이유는 인간지식수준이 증가함에 따라 혁신의 비용이 떨어지기 때문이라고 설명하고 있다. 솔로우 모형과는 달리 다른 생산요소가 주어져 있을 때 자본의 한계수확체감 현상이 없으므로 자본수준이 증가하면 지속적으로 성장률의 증가를 유발할 수 있게 된다. 따라서 상대적으로 자본량과 교육받은 인구가 더 많고 인간지식의 축적에 유리한 경제적 여건을 가진 나라에서 소득성장률이 항상 빠른 경향이 있게 된다는 것이다. 그러나 현실경제에서 기술진보와 장기적인 경제성장의 결정요인이 내생적 성장모형과 같이 움직이는지 또는 솔로우 성장모형과 같이 움직이는

9) 로머의 생산함수는 $Y=AK$ 의 함수 형태를 가지며 이 생산함수는 자본의 한계생산물이 체감하지 않는다. 이러한 현상은 자본의 외부경제성이 존재할 때 나타나며 지적자본이 존재하는 경우 경제 전체의 생산함수 $y=f(k)=Ak^{\alpha+\beta}$ 에서 $\alpha+\beta=1$ 의 경우에 해당된다.

지를 결정하기에는 장기간의 관측 시간이 필요하기 때문에 어려운 문제이다.

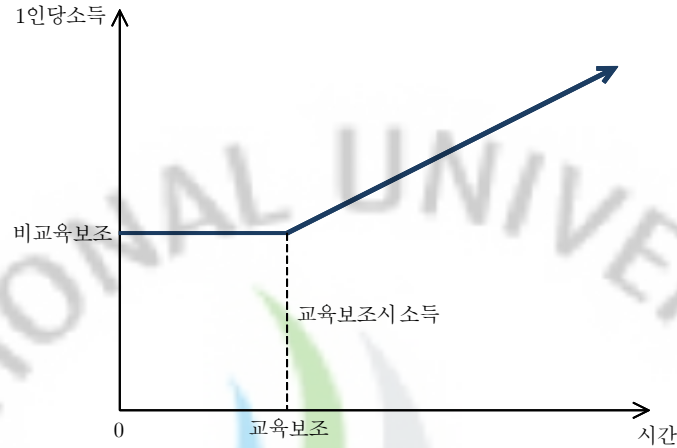
정부에서 대학등록금을 없애는 대신 대학교육에 보조금을 지급하기로 결정하였다고 가정을 하자. 만약 솔로우 모형이 현실을 제대로 반영한다면 우리나라는 인적자본의 축적에 의한 투자의 증가로 소득수준의 향상과 성장률이 증가하나 소득의 성장이 지속되지는 않을 것이다. 반면 내생적 성장모형이 현실을 더 잘 반영한다면 인적자본의 축적의 증가로 더 높은 소득뿐 아니라 성장률도 지속적으로 증가될 것이다. <그림 3>과 <그림 4>은 두 모형의 경우를 보여주고 있으나 단기에서는 어느 모형이 더 적합한 것인지를 구분하기 어렵다. 두 모형은 모두 고등교육이 성장률을 증가시킬 것이라는 똑같은 단기적 전망을 하고 있다. 그러나 두 모형 간의 구별은 장기에서만 가능하다. 솔로우 모형에서는 장기에서는 성장이 없고 내생적 성장모형에서는 장기에서도 성장이 지속된다. <그림 3>의 솔로우 모형에서는 t 기에서 정상상태가 되면 성장은 정체되고 그 상태가 지속적으로 유지된다. 그러나 장기적인 현상의 관측이 쉽지 않기 때문에 어느 모형이 현실적인지 판단하기는 어렵다.



<그림 3> 솔로우 모형(교육보조시 소득)

내생적 성장모형의 연구는 인적자본(human capital)의 축적에 초점을 맞추고 있으나 생산에 대한 투입물로서의 인적자본은 솔로우 모형에서도 중요하게 다루고 있다. 그러나 성장의 요소에는 인적자본뿐만 아니라 그 나라의 경제 환경인

경쟁구조, 대외개방도, 정치적 안정성, 그리고 정부의 효율성도 혁신적 활동과 경제성장에 영향을 미칠 수 있다. 내생적 성장모형에서 인적자본 이외의 요소가 성장에 영향을 주는 경우는 다음과 같다.



<그림 4> 내생성장모형(교육보조시 소득)

① 교육받은 인구의 비중이 경제성장에 핵심이라는 실증분석들은 많이 있다. 더 많이 교육받은 노동력이 있으면 더 빠른 기술진보가 가능하고 생산능력이 추가되기 때문에 성장률은 높아진다.

② 평균수명이 높을수록 경제성장률은 높은 것으로 나타난다. 평균수명은 노동인력의 건강상태와 관계가 있고 축적된 경험은 인적자본의 질을 높여주기 때문이다. 또한 출생률이 낮을 때 경제성장률이 높은 것으로 분석되었다. 높은 출생률로 인구가 증가할 때, 추가되는 투자는 1인당 자본량을 증가시키는 것보다 감소시키는 경우가 많기 때문이다.

③ 정치적 환경과 성장과의 관계를 보면 정치적으로 안정된 국가보다는 불안정한 정부는 미래에 대한 불안정을 유발할 것이며 미래발전을 위한 투자유인을 감소시킬 것이다. 배로(R. Barro)교수는 교육, 소득, 그리고 정부소비수준을 일정하게 둘 때 정치적 불안정이 1인당 GDP성장을 감소시킨다고 추정하고 있다.

④ 정부의 크기와 성장과의 관계는 전체 GDP에서 차지하는 정부지출(국방과 교육비는 제외)의 비중이 클수록 성장과 투자는 더 낮게 되며 또한 정부투자

가 경제성장에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않는다는 것을 배로 교수는 보이고 있다. 정부는 정부지출을 통하여 민간의 생산성을 증가시키려고 시도하지만 실증적 근거에 의하면 그러한 효과는 없으며 때로는 성장을 감소시키기도 한다는 것이다. 높은 정부지출은 민간저축을 감소시키고 조세와 정부지출사업에 의해 왜곡현상을 가져오기 때문에 높은 정부지출에 의해 성장이 하락하는 것으로 보인다.

⑤ 경제의 개방성과 성장과의 관계는 실증적 자료에 의하면 국제무역에 개방되어 있는 나라는 더 빠른 기술진보와 경제성장을 경험하고 있다. 왜냐하면 무역은 다양한 재화와 기술을 이용가능하게 하고 새로운 기술개발 비용은 이에 따라 하락하기 때문에 성장을 증가시킨다.

⑥ 드롱(J. De Long)과 서머스(L. Summers)는 설비투자가 경제성장에 잠재적인 영향을 미치며, 신기술이 새로운 형태의 기계로 구현되는 경향이 있다고 설명한다. 인적자본 또는 실물자본을 증가시키는 요소들은 경제성장과 기술진보를 높이는 경향이 있으며, 투자유인을 감소시키는 요인과 시장의 기능을 저해하는 요인(정부지출확대, 정치적 불안정, 보호무역, 사회주의 등)은 성장을 감소시키는 경향이 있다고 한다.

(3) 로머 내생성장모형

로머의 내생성장모형(endogenous growth model)에서 물적자본(physical capital), 인적자본(human capital) 및 R&D자본 증가의 동태과정으로써 시간경과를 포함한 함수관계는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y(t) = F(K(t), H(t), R(t)) \quad (23)$$

$Y(t)$ 는 산출량, $K(t)$ 는 물적자본, $H(t)$ 는 인적자본(또는 노동력)으로 단순노동 투입량과 노동자들의 교육, 훈련 및 경험을 통하여 얻은 지식과 기능 등 노동의 질적인 것을 포함하는 개념이다. 그리고 $R(t)$ 는 R&D자본인 지적자본을 나타낸다.

생산함수 $F(K(t), H(t), R(t))$ 에서 양 변을 노동량 $L(t)$ 로 나누면 식(23)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.¹⁰⁾

$$\frac{Y(t)}{L(t)} = F\left(\frac{K(t)}{L(t)}, \frac{H(t)}{L(t)}, \frac{R(t)}{L(t)}\right) \quad (24)$$

1인당 산출량($y(t) = Y(t)/L(t)$)은 노동의 생산성을 나타내고 1인당 자본량($k(t) = K(t)/L(t)$)은 자본-노동비율을 나타내며 노동자 1인당 인적자본의 크기($h(t) = H(t)/L(t)$)는 노동자들의 노동의 질을 나타낸다. 그리고 $R(t)/L(t)$ 은 1인당 R&D 자본량을 나타낸다. 인적자본의 변수인 $H(t) = h(t)L(t)$ 을 식(40)에 대입하여 정리하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta R(t)^\gamma = K(t)^\alpha h(t)^\beta L(t)^\beta R(t)^\gamma \quad (25)$$

식(25)의 생산함수는 지수함수(exponential function)의 형태가 되어 선형함수형태로 바꾸기 위해서는 양변에 로그를 취하면 된다. 그리고 인적자본의 변수는 $h(t) = H(t)/L(t)$ 에서 지수함수형태인 $h(t) = (h_1(t)^{\beta_1} h_2(t)^{\beta_2} h_3(t)^{\beta_3})^{\frac{1}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3}}$ 와 같이 나타낼 수 있다. 이를 식(25)에 대입하여 로그를 취하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \ln Y(t) &= \alpha \ln K(t) + \beta \ln h(t) + \beta \ln L(t) + \gamma \ln R(t) \\ &= \alpha \ln K(t) + \frac{\beta}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \ln(h_1(t)^{\beta_1} h_2(t)^{\beta_2} h_3(t)^{\beta_3}) + \beta \ln L(t) + \gamma \ln R(t) \\ &= \alpha \ln K(t) + \frac{\beta \beta_1}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \ln h_1(t) + \frac{\beta \beta_2}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \ln h_2(t) + \frac{\beta \beta_3}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \ln h_3(t) \\ &\quad + \beta \ln L(t) + \gamma \ln R(t) \end{aligned} \quad (26)$$

동태과정의 시간경과를 포함한 총자본효과를 찾기 위해 식(26)을 미분하면 식(27)을 얻는다.

10) 총생산함수를 산출량과 노동량간의 관계로 나타내는 경우 K, H, R의 증가는 생산함수를 상향으로 이동시키고 총생산함수에서는 일반적으로 한계생산물이 양의 값을 가지며 수확체감의 법칙(law of diminishing return)이 적용이 된다. 또한 규모에 대한 수익불변(constant returns to scale: CRS)의 성질을 가지므로 이는 모든 생산요소를 각각 X배 또는 1/X배하면 산출량도 X배 또는 1/X배가 된다는 것을 의미한다.

$$\frac{\Delta Y(t)}{Y(t)} = \alpha \frac{\Delta K(t)}{K(t)} + \frac{\beta\beta_1}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \frac{\Delta h_1(t)}{h_1(t)} + \frac{\beta\beta_2}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \frac{\Delta h_2(t)}{h_2(t)} + \frac{\beta\beta_3}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \frac{\Delta h_3(t)}{h_3(t)} + \beta \frac{\Delta L(t)}{L(t)} + \gamma \frac{\Delta R(t)}{R(t)} \quad (27)$$

여기서

$$\alpha = \frac{\partial \frac{\Delta Y(t)}{Y(t)}}{\partial \frac{\Delta K(t)}{K(t)}} \Rightarrow \text{물적자본 증가율에 대한 GDP 탄력성}$$

$$\frac{\beta\beta_1}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} = \frac{\partial \frac{\Delta Y(t)}{Y(t)}}{\partial \frac{\Delta h_1(t)}{h_1(t)}} \Rightarrow \text{초등교육지출비용에 대한 GDP 탄력성}$$

$$\frac{\beta\beta_2}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} = \frac{\partial \frac{\Delta Y(t)}{Y(t)}}{\partial \frac{\Delta h_2(t)}{h_2(t)}} \Rightarrow \text{중등교육지출비용에 대한 GDP 탄력성}$$

$$\frac{\beta\beta_3}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} = \frac{\partial \frac{\Delta Y(t)}{Y(t)}}{\partial \frac{\Delta h_3(t)}{h_3(t)}} \Rightarrow \text{고등교육지출비용에 대한 GDP 탄력성}$$

$$\beta = \frac{\partial \frac{\Delta Y(t)}{Y(t)}}{\partial \frac{\Delta L(t)}{L(t)}} \Rightarrow \text{노동증가율에 대한 GDP 탄력성}$$

$$\gamma = \frac{\partial \frac{\Delta Y(t)}{Y(t)}}{\partial \frac{\Delta R(t)}{R(t)}} \Rightarrow \text{정부와 기업의 R\&D투자에 대한 GDP 탄력성을 각각 나}$$

타낸다.

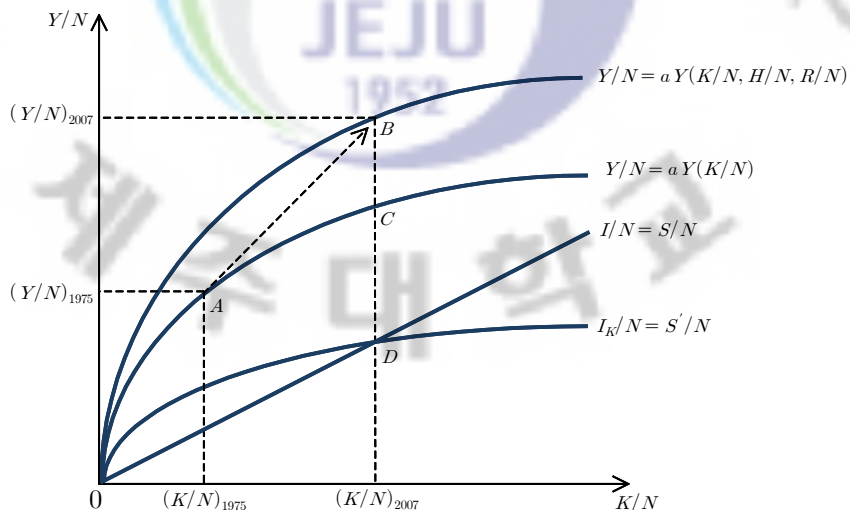
IV. 내생성장모형과 실증 분석

1. 내생성장모형의 개요

본 연구는 신고전학파의 솔로우(Solow)의 이론을 확장하고 물적자본, 인적자본, 지적자본의 효과에 초점을 맞추어 내생성장모형을 구축하고 진행하였다.

앞 절에서 식(7)의 생산함수는 물적자본과 교육수준이 고려되지 않은 단순노동력만 표시되었으며 외부기술효과와 규모에 대한 수확체증의 모형만으로 제시된 것이기 때문에 규모에 대한 수확체증이 적용된 기업의 경우, 규모가 지속적으로 증가한다면 독점화될 것이다.

<그림 5>에서 점 A에서 점 C로의 이동은 노동자당 물적자본만 존재할 때 수확체감을 표시하고 있다. 그리고 점 A에서 B로의 이동은 인적자본의 증가($\Delta H/N$)와 지적자본(R&D)의 증가($\Delta R/N$)가 수확체감의 효과를 상쇄시키고 장기적으로 1인당 소득($\Delta Y/N$)의 지속적인 증가를 보여준다. S' 는 개인저축을 나타낸다.



<그림 5> 생산함수모형

생산함수에서 보여준 총자본의 증가는 물적자본에 대한 수확체감의 결과를 상쇄시키고 내생적인 총투자(I/M)와 총저축(S/M)에 의해서 점 A로부터 B로의 수확체증이 가능한 것이다.

2. 생산함수의 균형방정식

(1) 생산함수의 공급방정식

<그림 5>의 생산함수는 물적자본, 인적자본, 지적자본의 효과에 초점을 맞추고 있으며 점 A에서 점 C로의 이동 대신에 점 B로의 이동은 규모에 대한 수확불변이나 수확체증을 보여주고 있다.

단순한 Cobb-Douglas 생산함수의 형태를 가정하면 다음과 같다.

$$Y = AN^{\beta_1}K^{\beta_2} \quad (28)$$

Y 는 실질 GDP, K 는 물적자본, N 은 총노동량, A 는 기술수준을 나타낸다. 신고전파와 외생성장모형은 A 가 시간경과를 포함한 함수로 모형 외부의 영향에 의하여 개선되고 있음을 가정한다. 따라서 수확체증은 인적자본을 포함하지 않은 형태의 생산함수를 설명하고 있으며 수확체증(수확체감)에 영향을 주는 A 를 설명할 수 없는 외생적인 요인으로 보기 때문에 설명력에 한계가 있다. 그러나 인적자본(H)과 지적자본(R)이 식(28)의 생산함수에 추가될 때 A 는 인적자본인 H 와 지적자본인 R 로 대체되어 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y = aN^{\beta_1}K^{\beta_2}H^{\beta_3}R^{\beta_4} \quad (29)$$

식(29)에서 a 는 경제적 유인에 대한 반응을 개선하는 경제성장정책을 포함하는 새로운 항이고, H 는 초등, 중등, 고등교육의 투자로 형성된 인적자본을 나타내며,

외생적인 R 은 연구·개발($R\&D$)의 내생적 투자로 형성된 지적자본의 스톡을 나타낸다.

한편 생산에 사용된 총자본의 스톡들은 다음 방정식에 따라 축적이 된다.

$$K(t) = K(t-1) + I_K - \delta_K K(t-1) \quad (30)$$

$$H(t) = H(t-1) + I_H - \delta_H H(t-1) \quad (31)$$

$$R(t) = R(t-1) + I_R - \delta_R R(t-1) \quad (32)$$

여기서 δ 는 감가상각률을 표시하고 있으며 I_K , I_H 및 I_R 의 자본형태들은 모두 내생적이기 때문에 내생변수이다.

(2) 생산함수의 수요방정식

개인과 기업이 생산량의 일정비율을 저축한다고 가정할 때 폐쇄경제하에서는 s 는 총투자 비율을 나타낸다. 따라서 경기변동이 없을 때 sY 는 장기에서 자본스톡의 성장률을 의미하므로 다음의 항등식(총투자=총지출=소비+총저축)과 같이 정의할 수 있다.

$$C + I_K + I_H + I_R + G = Y = C + sY + T \quad (33)$$

식(33)의 항등식에서 C 는 소비, Y 는 총지출, I_K 는 물적자본투자, I_H 는 전체교육투자, I_R 는 지적자본투자, 그리고 G 는 정부지출, sY 는 총저축, T 는 개인 및 기업에 대한 정부의 조세수입을 나타내고 있다. 그리고 I_H 는 초등교육투자(I_{h_1}), 중등교육투자(I_{h_2}), 고등교육투자(I_{h_3})으로 분리될 수 있으며 I_H 와 전체 교육수준별 학생수(SM)의 관계는 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$I_{h_1} = p_1 * SM1 \quad (34)$$

$$I_{h_2} = p_2 * SM2 \quad (35)$$

$$Ih_3 = p_3 * SN3 \quad (36)$$

$$SN = SER * SA \quad (37)$$

Ih_1 , Ih_2 , Ih_3 는 정부부문의 각 교육수준별 교육비 지출(교육투자), p 는 1인당 공교육비 지출, SN는 전체교육수준별 학생수(노동력), SER(school enrollment rate)는 총교육별 등록률 그리고 SA(school-age population)는 학령인구¹¹⁾를 나타낸다. 따라서 $I_H = p * SN$ 는 교육수준별 총교육비지출, $SN = SER * SA$ 는 노동력을 의미한다.

식(33)에서 각 생산요소들은 식(30)~(32)의 총스톡(K, H, R)에 대응해서 자본증가가 실현될 수 있다. 그리고 총투자(I)는 $I_K + I_H + I_R$, 총저축(S)은 sY 을 의미한다.

3. 생산함수의 추정

<그림 5>의 생산함수모형에서 점 D는 성장의 정상상태의 투자와 저축함수의 교차점을 나타낸다. 그리고 점 A에서 점 B에 이르는 총자본증가는 물적자본의 규모에 대한 수익감소를 상쇄시키고 수익증가로 이어질 수 있다.

위의 각 부문별 구조식에서 선형을 가정하여 추정방정식의 추정치를 찾는 것은 수익감소나 생산요소간의 대체가 불가능하다는 것을 의미하기 때문에 그 추정결과가 합리적이지 못하게 된다.

물적자본, 인적자본, 지적자본의 증가($\Delta K/N$, $\Delta H/N$, $\Delta R/N$)가 총자본증가에

11) 학령인구(school-age population, SA)는 교육인구 규모를 가늠할 수 있는 일차적 요인으로서 한 국가의 교육 제도와 밀접한 관련이 있다. 우리나라의 학령인구는 교육법에 의해 정의된 바와 같이 만 6세 이상부터 만 21세 인구를 말한다. 즉 6~11세는 초등학교에 해당하는 인구이고 12~17세는 중등학교, 18~21세는 고등교육인구에 해당된다. 그리고 등록률(school enrollment ratio, SER) 또는 취학률은 학령인구(취학적령인구) 가운데 각급학교에 재학 중인 학생 비율을, 진학률은 전체 졸업자 중 상급교육기관으로의 진학자 비율을 나타내는 것으로 국민의 교육기회 수준을 대표하는 지표이다. 등록률(취학률)의 경우, 수치가 높을수록 많은 인구가 교육을 받고 있는 것을 의미하며, 재학생 중 조기 입학자나 과령아로 인하여 수치가 100%가 넘는 경우도 있다. 여기에서 취학률은 OECD에서 다루고 있는 '전체 교육단계에 재학 중인 특정 연령층의 학생수를 해당 연령층의 전체인구수로 나눈 값'이므로 우리나라 통계청의 취학률과는 의미가 약간 상이하다(자료: OECD(2008), Education at a Glance한국, 미국, 일본, 프랑스, 영국, OECD평균의 연령별 취학률 비교취학률 개념 및 의의 참조)

영향을 미칠 때 정상상태의 점 D점을 지나 점 B로의 증가로 이어진다. 이는 장기경제성장 과정에서도 동일한 관련성을 갖게 되므로 총자본 효과를 고려한 생산함수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y = F(K, L, H, R, GDP_P(-1), DUM) \quad (38)$$

식(38)에서 Y는 산출량, K는 자본량, L은 노동량, H는 인적자본, R은 지적자본인 R&D 자본을 표시한다. 그리고 $GDP_P(-1)$ 는 상수항으로 1인당 GDP로 측정되며 DUM은 석유과동이나 외환위기의 경제외부의 충격 등에 의한 더미(dummy)변수를 나타낸다.

일반적으로 총자본의 증가는 R&D자본으로 창출되는 신기술을 포함하는 인적자본의 증가를 의미하며 이는 1인당 노동력의 증가된 교육수준과 교육투자결과로 나타난다.

한편 <그림 5>에서 동태과정의 시간경과를 포함한 총자본 효과를 찾기 위해 식(38)을 전미분하고 실질생산량(Y)으로 나누면 좌변의 경제성장률 $(\frac{\partial Y}{\partial t} \frac{1}{Y} = \frac{\Delta Y(t)}{Y(t)})$ 은 시간경과에 따른 변화율로 전환할 수 있다.¹²⁾ 그리고 우변은 식(27)을 대입하여 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y}{\partial t} \frac{1}{Y} (= \frac{\Delta Y(t)}{Y(t)}) &= \alpha \frac{\Delta K(t)}{K(t)} + \frac{\beta_1}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \frac{\Delta h_1(t)}{h_1(t)} + \frac{\beta_2}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \frac{\Delta h_2(t)}{h_2(t)} \\ &+ \frac{\beta_3}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \frac{\Delta h_3(t)}{h_3(t)} + \beta \frac{\Delta L(t)}{L(t)} + \gamma \frac{\Delta R(t)}{R(t)} + \frac{\partial Y(t)}{\partial DUM(t)} \frac{\partial DUM(t)}{\partial t} \frac{1}{Y} \end{aligned} \quad (39)$$

한편 자본스톡($\frac{\Delta K(t)}{K(t)} = \frac{\partial K}{\partial t}$)의 변화는 순투자(I_K)가 되므로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

12) <그림 5>에서 동태과정의 시간경과를 포함한 총자본효과를 찾기 위해 식(38)을 전미분하고 실질생산량(Y)으로 나누어 주면 좌변의 성장률의 방정식은 $\frac{\partial Y}{\partial t} \frac{1}{Y} = (\frac{\partial Y}{\partial K} \frac{\partial K}{\partial t} \frac{1}{Y} + \frac{\partial Y}{\partial L} \frac{\partial L}{\partial t} \frac{1}{Y} + \frac{\partial Y}{\partial H} \frac{\partial H}{\partial t} \frac{1}{Y} + \frac{\partial Y}{\partial R} \frac{\partial R}{\partial t} \frac{1}{Y}) + \frac{\partial Y}{\partial DUM} \frac{\partial DUM}{\partial t} \frac{1}{Y}$ 이 된다. 이 식에서 앞의 식(27)을 괄호()에 대입하여 정리하면 식(39)이 된다.

$$\frac{\Delta K(t)}{K(t)} = I_K, \frac{\Delta H(t)}{H(t)} = I_H, \frac{\Delta R(t)}{R(t)} = I_R \quad (40)$$

시간경과에 대한 자본스톡 각 유형의 변화량인 $\frac{\Delta K(t)}{K(t)}, \frac{\Delta H(t)}{H(t)}, \frac{\Delta R(t)}{R(t)}$ 등에 각각의 한계생산성을 곱해주면 생산량의 증가 중 총자본증가에 의해 생산에 기여된 부분을 나타낸다. 그리고 (I_K, I_H, I_R) 는 총투자를 나타내고, 이는 식(41)을 포함한다. 식(42)은 각 투입요소의 한계실물생산을 나타낸다.

$$\delta_K K(t-1), \delta_H H(t-1), \delta_R R(t-1) \quad (41)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = MPP_K, \frac{\partial Y}{\partial H} = MPP_H, \frac{\partial Y}{\partial R} = MPP_R \quad (42)$$

이와 같은 결과는 식(39)에서 시간변화에 따른 변화율을 의미하는 소문자를 사용하여 다음과 같이 간단히 표시할 수 있다.

$$y(t) = \frac{\Delta Y(t)}{Y(t)}, l(t) = \frac{\Delta L(t)}{L(t)}, \alpha_0 = \frac{\Delta Y(t)}{DUM(t)} \quad (43)$$

식(40)에서 $I_H \cong \frac{\partial H}{\partial t}$ 와 같이 나타낼 수 있고, 식(42)~식(43)에서의 정의대로 식(39)은 식(44)과 같이 나타낼 수 있다.

$$y(t) = MPP_K I_K + MPP_H I_H + MPP_{L^*} l + MPP_R I_R + \alpha_0 \frac{\partial DUM}{\partial t} + \alpha_1 GDP_P(-1) \quad (44)$$

1인당 실질 GDP와 생산성 증가에 대한 교란항인 더미변수를 고정시켰을 때 실질생산의 변화량 $y(t)$ 는 물적자본, 인적자본 및 지적자본(R&D) 각각의 한계생산성으로 가중된 투자율과 단순노동력의 한계생산력으로 가중된 고용성장률로 이루어진 기여분으로 설명될 수 있다.

그리고 실질경제성장은 식(44)의 양변에서 인구증가율(n)을 감(-)하여 구할 수 있으며 우변의 증가율변수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$y^{-n} = \frac{\partial Y}{\partial t} \frac{1}{Y} - \frac{\partial N}{\partial t} \frac{1}{N} = (MPP_L^* \frac{\partial L}{\partial t} \frac{1}{L} - \frac{\partial N}{\partial t} \frac{1}{N}) = MPP_L^* l^{-n} \quad (45)$$

위에서 $l=n$ 일 때 음(-)의 값을 가지고, $n>l$ 이면, 실질경제성장은 저해될 수 있으며 $n<l$ 일 때는 높은 노동흡수력으로 성장은 보다 빨라질 수 있다.

그리고 n 과 l 이 모두 작으면 인구증가율과 단순노동력 증가의 성장효과는 아주 작거나 무시될 수 있다. 따라서 자본량의 증가 없는 단순노동력만으로는 성장효과가 없음을 의미한다. 여기서 인구(N)와 고용(L)은 모두 내생성이기 때문에 내생변수이다. 13)

4. 인과관계와 동시성 분석

정부의 교육부문 재정지출이 성장에 기여하는 인적자본의 형성에 확대 투자되고 교육에 의한 인적자본의 질적 개선이 추가적으로 이루어질 때 성장효과가 나타난다. <표 3>의 식(46)은 결합된 종속변수의 일부이며 연립방정식으로 추정된다. 식(47)~(51)에서 물적자본, 정부부문의 교육수준별(초등교육, 중등교육, 고등교육) 지출비율(lh_1, lh_2, lh_3)인 교육(인적)자본 투자 및 지적자본(R&D자본) 투자의 방정식들은 각 항이 내생적인 관계로 모든 변수가 내생변수이며 내생적으로 결정되며 5년 시차를 고려한다.

<표 3> 연립방정식모형(구조방정식모형)

$$y = MPP_K I_K + MPP_{h_1} lh_1 + MPP_{h_2} lh_2 + MPP_{h_3} lh_3 + MPP_{L^*} l + MPP_R I_R + \alpha_0 DUM + \alpha_1 GDP_P(-1) \quad (46)$$

$$I_K = \beta_1 y + \beta_2 lh_2 + \beta_3 lh_3 + \beta_4 I_R + \beta_5 DUM + \beta_6 GDP_P(-1) \quad (47)$$

$$lh_1 = \gamma_1 y + \gamma_2 DUM \quad (48)$$

$$lh_2 = \delta_1 y + \delta_2 lh_1 + \delta_3 lh_3 + \delta_4 I_R + \delta_5 DUM + \delta_6 GDP_P(-1) \quad (49)$$

13) 통계자료에서 현재시점(t)은 1975년이며 n은 분석기간(1975~2007) 중 노동가능인구(15세에서 64세)의 평균증가율이다. Y(t)/L(t)는 실질GDP를 노동가능인구로 나눈 값이다.

$$Ih_3 = \epsilon_1 y + \epsilon_2 Ih_1 + \epsilon_3 Ih_2 + \epsilon_4 I_R + \epsilon_5 DUM + \epsilon_6 GDP_P(-1) \quad (50)$$

$$I_R = \eta_1 y + \eta_2 Ih_2 + \eta_3 Ih_3 + \eta_4 I_K + \eta_5 DUM + \eta_6 GDP_P(-1) \quad (51)$$

* $GDP_P(-1)$ 은 1기전 1인당 GDP가 경제성장에 어떤 영향을 미치는지를 설명하는 설명변수이다.

5. 내생성장모형의 추정

(1) 자료 정의 및 출처

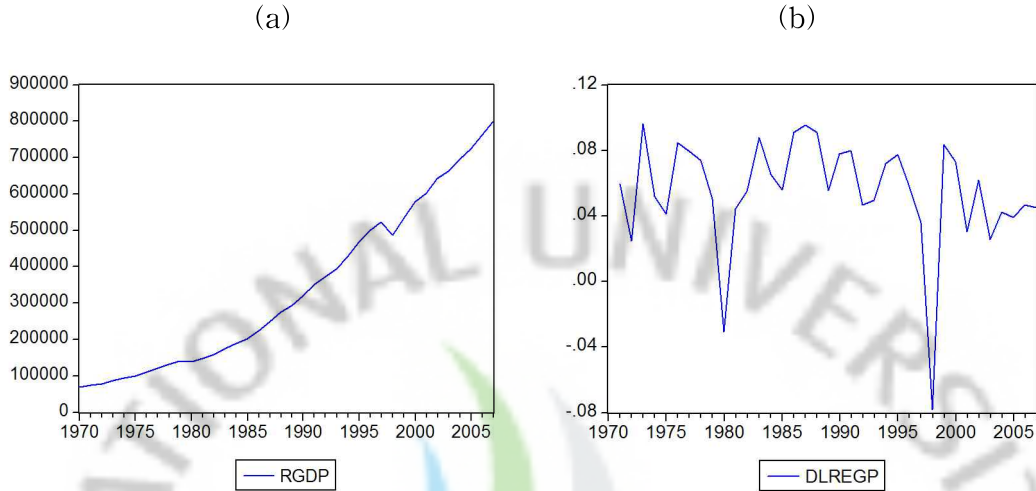
추정에 필요한 자료 중 실질 1인당 GDP 성장률의 평균증가는 한국의 1970~2007년간의 조사된 시계열자료를 근거하여 추정하였다.

실질국내총생산과 인구의 통계자료뿐만 아니라 R&D 투자금액, 교육수준별 등록률(교육수준별 교육투자는 정부부문투자에 대한 GDP의 비율의 대리변수) 등의 자료는 통계청과 UNESCO의 통계연감(Statistical Yearbook)으로부터 얻었으며, 실물자본투자는 순투자보다는 총투자로 조사되었으며 IMF의 국제금융통계(International Financial Statistics, IFS)로부터 얻었다. 여기서 추정과정에 사용된 투자변수들은 GDP비율로 표시되었고, 환율사용의 필요가 제거되었기 때문에 불변가격으로 표시된 자국화폐단위를 사용하였다.

(2) 자료 분석

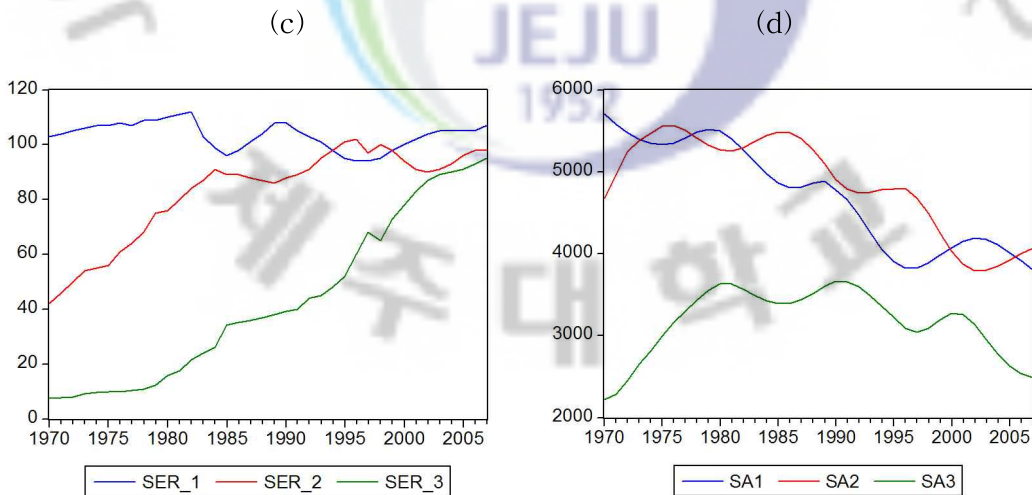
추정기간 전반기에는 1차, 2차 유가파동에도 불구하고 한국은 1차 유가파동 이후인 1975~1979년간 연평균 경제성장률은 7.5%의 비교적 높은 성장을 보였다. 1980~1984년에는 2차 유가파동 등으로 인하여 6.5%로 떨어졌고, 1985년 이후 3고 현상(원화가치, 금리, 유가의 동반 상승)과 1987년 이후의 제도적 요인과 노동시장의 개편과 더불어 중·저성장기조를 유지하였으나 1997년 IMF 외환위기의 충격으로 인하여 1995~1999년은 2.59%로 떨어져 1975~2004년간 연평균 성장률은 6%를 보여주고 있으며 모든 투입요소의 증가율은 단순노동력에 비해 높

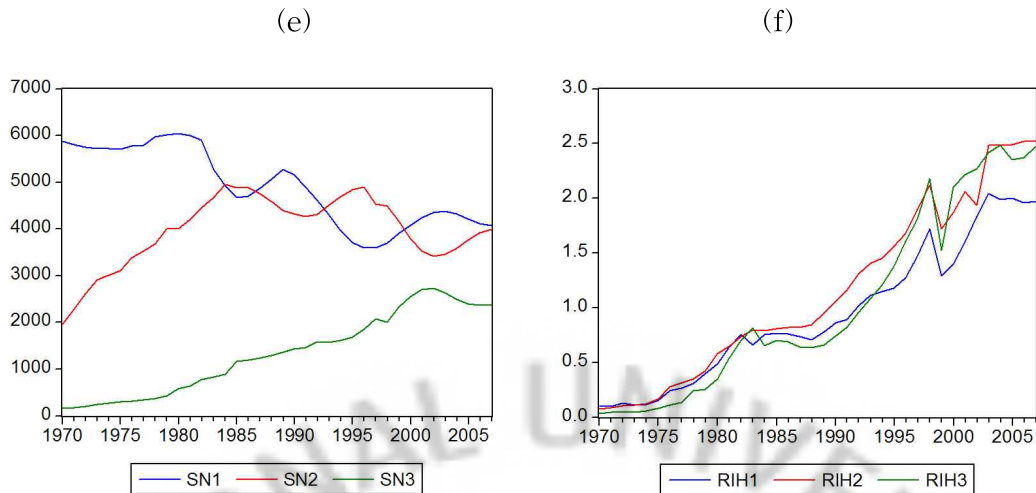
은 것으로 나타났다. 1996년 이후 환율의 영향, 실물자본의 투자 감소, 국내소비 부진 등으로 2007년 추정기간의 후기까지 경제성장의 정체상태를 보이고 있다.



<그림 6> 실질GDP 성장률과 1인당 실질GDP 성장률(log, 차분)

<그림 6>은 실질GDP 성장률(a)과 구별되는 1인당 실질GDP 성장률(log)(b)을 보이고 있는데, 1980년 초기 2차 유가파동과 1997년 IMF 외환위기 때 급격한 감소를 보이고 있으며 이후 서서히 감소하는 추세이다.

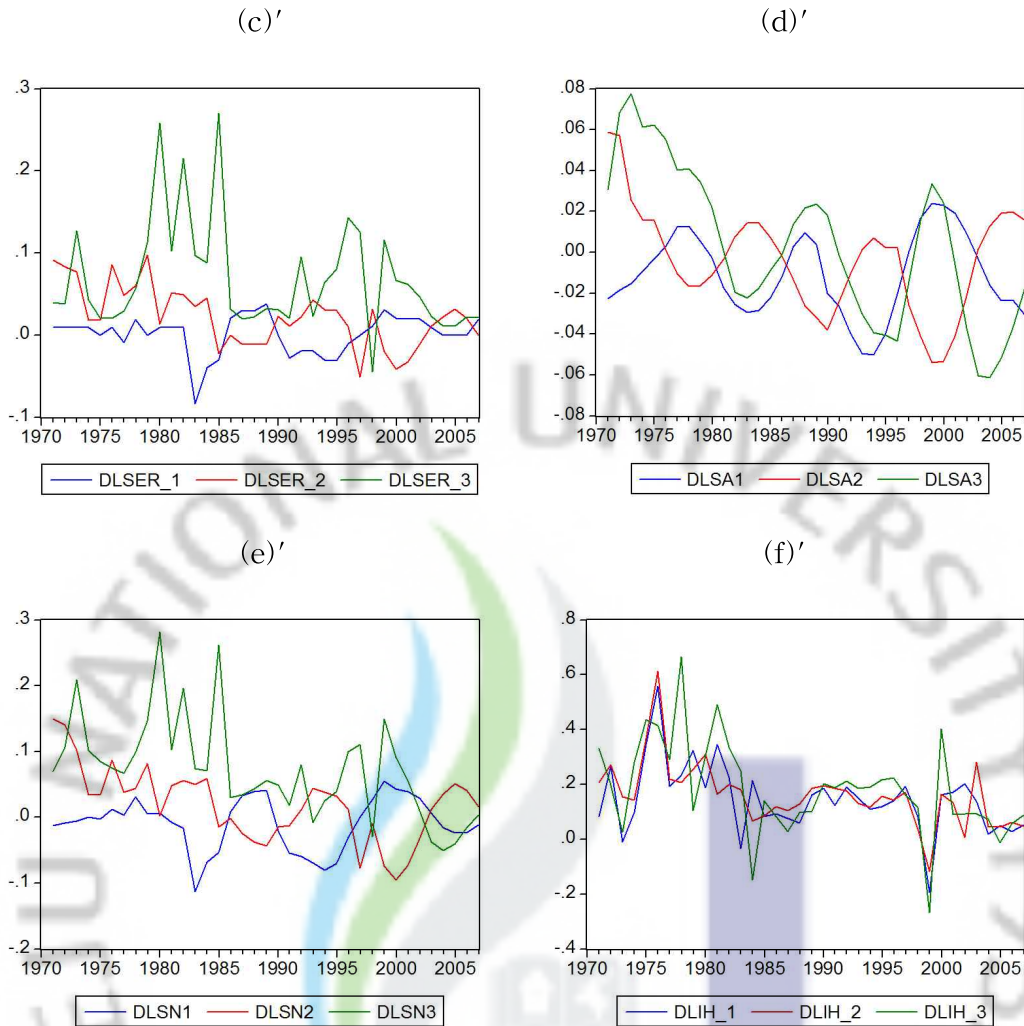




<그림 7> 교육부문별 등록률(c), 학령기 인구수(d), 학생수(e) 및 GDP대비 정부부문 교육비 지출비율(f)

<그림 7>은 교육부문별 등록률과 각 연도별 학령기 인구수, 등록률과 학령기 인구수로 추정된 연도별 학생수, 그리고 GDP대비 정부부문 교육비 지출비용을 나타낸 그래프이다. 교육부문별 등록률은 초등교육의 경우, 추정초기와 비교하여 보면 거의 변화가 없는 반면에 중등, 고등교육의 경우에는 2007년 이후부터 감소하고 있음을 볼 수 있다. 그리고 학령기 인구수는 초등, 중등교육은 감소하고 있으나 고등교육의 학령기 인구수는 1980년 이전까지는 증가하다가 그 이후부터 서서히 감소하는 경향을 보이고 있다. 또한 그림(e)에서처럼 실제 학생수를 비교하여 보면, 초등교육의 경우에는 출산율의 감소로 인하여 급감하고 있으나 중등교육의 학생수는 1984년까지 증가하다가 1985년 이후부터 서서히 감소하고 있다. 그리고 고등교육의 학생수는 2002년까지는 증가하다가 그 이후부터 감소하는 추세를 보이고 있다.

한편 GDP대비 정부부문 교육비 지출비용은 그림(f)에서처럼 1979년 이후부터 중등교육이 초등교육을 상회하고 있음을 알 수 있다. 그리고 고등교육의 경우에는 1980년대 이후부터 학생수의 급증과 더불어 정부부문 지출비용이 타 교육부문에 비하여 상대적으로 낮은 비율을 보여주고 있으나 1993년 이후부터 꾸준한 증가세를 나타내고 있다.



<그림 8> 교육부문별 등록률(c)', 학령기 인구수(d)', 학생수(e)'
 및 GDP대비 정부부문 교육비 지출비용(f)' 변화율 (log, 차분)

<그림 8>은 교육투자의 시차(lag)인 사후적인 경제성장을 고려하여 <그림 7>의 교육부문별 등록률(c), 학령기 인구수(d), 학생수(e) 및 GDP대비 정부부문 교육비 지출비용(f) 변수에 자연대수를 취한 그래프이다. 초, 중등교육의 등록률의 변화는 감소하는 추세를 보이고 있으나(그림(c)'), 고등교육의 경우 자연대수를 취한 실질변화율은 1998년까지는 증가하다가 이후 다시 감소하는 추세를 보이고 있다. 특히 고등교육 학생수의 급격한 증가에 비하여(그림 e) 정부부문의 지출비용(그림(f))은 학생수의 변화(그림(e))와 비슷하게 증감하는 양상을 보이고 있으나 지출비용(교육투자)은 그에 미치지 못하고 오히려 감소하고 있음을 알 수 있다.

<표 4>에는 이러한 변수들에 대한 기초통계량이 계산되어 있다. 관측치는 37이다. 실질 GDP성장률의 변동률은 평균이 .0661, 표준편차는 .0346이며, 최소값은 -.0710, 최대값은 .1136이다. 왜도(skewness)는 -1.8968로 왼쪽으로 약간 기울어진 모양이며 초과첨도(kurtosis)는 8.2465로 첨예분포를 나타내고 있다.

<표 4> 변수의 특성

	DLRGDP	DLIK	DLIH1	DLIH2	DLIH3	DLI_RD	DLEMP	GDP_P	DUM
Mean	.0661	.0693	.1467	.1610	.1825	.1894	.0237	6301.81	.2631
Median	.0676	.0676	.1411	.1580	.1858	.1607	.0250	4926.50	.0000
Maximum	.1136	.2459	.5586	.6133	.6656	.6396	.0595	20045.0	1.0000
Minimum	-.0710	-.2322	-.1945	-.1182	-.2687	.0945	-.0541	254.00	.0000
Std. Dev.	.0346	.0937	.1270	.1188	.1733	.1034	.0201	5611.07	.4462
Skewness	-1.8968	-.5965	.5153	1.2452	.2194	2.3775	-1.3689	.7214	1.0757
Kurtosis	8.2465	4.5303	5.3947	7.4721	4.1499	10.7887	7.3735	2.5077	2.1571
Jarque-Bera	64.6237	5.8046	10.4795	40.3967	2.3354	128.382	41.0442	3.6800	8.4533
Probability	.0000	.0548	.0053	.0000	.3110	.0000	.0000	.1588	.0146
Sum	2.4474	2.5651	5.4280	5.9580	6.7535	7.0097	.8773	239469	10.000
Sum Sq. Dev.	.0432	.3162	.5810	.5086	1.0820	.3854	.0145	1.16E+09	7.3684
Observations	37	37	37	37	37	37	37	38	38

주) 첨도(kurtosis)는 이론적 첨도 값인 3을 초과한 숫자를 초과첨도라고 하며, 정규분포의 경우 초과첨도는 0이며 0보다 크면 첨예분포를 갖게 된다.

<표 5>은 실질 GDP(RGDP), 물적투자(IK), 고용(EMP), 인구(POP) 등 1975~2007년의 추정기간 동안 생산요소의 연평균 성장률을 나타낸다. 그리고 R&D(IRD) 투자는 시차(5년 시차)를 고려하여 1970~2002년간의 연평균 성장률을 나타내고 있다. 그리고 교육수준별 등록률(SER1, SER2, SER3)은 교육투자의 시차(5년 시차)를 고려하여 실제 모형 추정을 위해 초기년도인 1970년의 자료를 보여주고 있다. 1975~2007년간 한국의 연평균 경제성장률은 6.77%를 나타내고 있으며 물적(실물)투자, 교육투자, R&D투자 비율의 지속적인 증가에 비하여 단순노동력인 인구증가율(n)은 1.019% 증가한 것으로 나타났다.

<표 5> 실질GDP 증가율과 통계량

(단위: %, US\$)

변수	RGDP 실질G DP성 장률, 75~07	IK GDP 대비 물적자 본비율, 75~07	SER1 초등교 육등록 률, 70	SER2 중등교 육등록 률, 70	SER3 고등교 육등록 률, 70	h_1 GDP대 비초등 교육지 출비율, 70	h_2 GDP대 비중등 교육지 출비율, 70	h_3 GDP대 비고등 교육지 출비율, 70	IRD GDP 대비 R&D 비율, 70~02	EMP 평균중 가율, 75~07	POP(n) 평균중 가율, 75~07	GDP_P 1인당 경상 GDP, 75
통계량	6.77	31.39	103.0	42.0	7.5	.0999	.0751	.0339	1.404	2.092	1.019	602

주) 1인당 국민소득(GDP_P)은 실질GDP를 인구수로 나눈 1인당 GDP에 1기전 시차를 고려하여 GDP_P(-1)로 나타낸다.

6. 모형 설정

(1) 변수 설계

본 연구를 위한 생산함수는 변수의 성격과 자료이용의 가능성에 따라 1975~2007년을 기본추정기간으로 정하고 독립변수는 내생성장모형의 변수의 특성에 따라 기본추정기간만의 자료를 이용하여 추정하였다. 종속변수는 실질경제성장률인 GDP의 연간변화율을 계산하여 측정한 실질경제성장률을 사용했으며 교육투자변수와 R&D변수는 시차를 고려하여 서로 비교할 수 있도록 자료를 구축하였다.

이와 같이 설계한 각 변수의 데이터는 공급측면으로부터 기본교육부문과 고등교육부문, 그리고 R&D의 투자비율에 대한 효과가 경제성장에 미치는 변화를 보여주며 추정과정에서의 기간에 대한 동일한 교정방법으로 이분산과 시간에 따른 잔차항의 자기상관을 교정하여 추정하였다.

(2) 생산함수의 형태

생산성 회귀분석은 성장회계(growth accounting)를 기본으로 하고 있으며 성장회계의 논리를 단순화시켜 제시하면 다음과 같다. 먼저 특정 시간 t 에 대하여 K_t, H_t, R_t 을 각각 물적자본과 인적자본 및 연구개발 스톡이라 하고 Y_t 을 부가가치(GDP)라고 하면, 이들 변수간의 관계는 앞에서 살펴본 바와 같이

Cobb-Douglas 생산함수로부터 시작하여 시간 t 에 대하여 로그미분하면 경제성장모형으로 변환이 가능하다¹⁴⁾.

식(44)로부터 경제성장률을 설명하는 생산함수는 물적자본, 인적자본, 노동력(인구) 및 지적자본($R\&D$) 그리고 외환위기를 고려한 더미변수(DUM)와 1기전 1인당국민소득(GDP_P_{t-1})으로 교란항을 통제하는 데 필요한 변수들로 구성된다. 한편 식(52)의 추정계수는 추정기간의 변화율을 나타내고 있다.

그리고 노동의 질적 변수(emp_t)는 단순노동력의 양적 변수인 인구증가율(n)을 대신 사용할 수도 있다. 앞의 변수들을 기초로 하여 최소자승법(OLS)으로 회귀식을 추정하면 다음과 같다.

$$y_t = \delta_1 + \delta_2 dk_t + \delta_3 dl(h_1)_{t-5} + \delta_4 dl(h_2)_{t-5} + \delta_5 dl(h_3)_{t-5} + \delta_6 dlemp_t + \delta_7 dli_rd_{t-5} + \delta_8 dum_t + \delta_9 gdp_p_{t-1} + \epsilon_t \quad (52)$$

y_t : 종속변수, 실질 GDP의 연간변화율로 측정된 실질 GDP성장률¹⁵⁾

δ_1 : 상수(Constant)

$\delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5, \delta_7$: 각 변수의 계수로 투자에 대한 사회적 수익률을 의미함

k_t : 물적투자로 연간 국내민간총고정자본형성을 10억 단위로 표시함

실물자본증가율에 대한 GDP성장률.

h_1 : 초등교육등록률(SER1)과 정부부문 초등교육투자에 대한 GDP성장률

h_2 : 중등교육등록률(SER2)과 정부부문 중등교육투자에 대한 GDP성장률

h_3 : 고등교육등록률(SER3)과 정부부문 고등교육투자에 대한 GDP성장률

14) 기본모형인 Cobb-Douglas 생산함수에서 독립변수와 종속변수 모두를 로그(log)를 취한 후 이를 다시 미분(로그미분)을 하면 $y_t = AK_t^\alpha H_t^\beta R_t^\gamma e_t^{\epsilon_t} \Rightarrow \frac{dy}{dt} = \alpha \frac{dK}{dt} + \beta \frac{dH}{dt} + \gamma \frac{dR}{dt} + \epsilon$ 이 된다. 이 식은 GDP 증가($\frac{dy}{dt}$)가 본원적 투입요소 증가($\alpha \frac{dK}{dt} + \beta \frac{dH}{dt}$)와 생산성 증가($\epsilon + \gamma \frac{dR}{dt}$)로 분해될 수 있음을 보여준다. 이 식에 의하면 연구개발이 생산성에 기여하게 되고, 생산성 기여가 GDP에 기여하게 되므로 각 계수에 대한 추정결과가 도출되면 연구개발이 경제성장인 GDP성장에 기여하는 정도를 정량적으로 추정할 수 있다.

15) 실질GDP성장률과 비교되는 1인당 실질GDP성장률은 GDP Y 의 증가율 $\rightarrow y$, 인구 N 의 증가율 $\rightarrow n$ 일 때, 1인당 GDP(REGP)는 GDP를 인구(N)로 나누어서 얻어지며 1인당 $GDP(REGP) = \frac{Y}{N}$ 이다. 양변에 (자연)로그를 취하면 $\ln REGP = \ln Y - \ln N$ 가 되고 따라서 1인당 GDP의 증가율은 이를 미분하면 $r_{REGP} = \frac{d}{dt} \ln REGP = \frac{d}{dt} (\ln Y - \ln N) = \frac{d}{dt} \ln Y - \frac{d}{dt} \ln N = y - n$ 이 된다.

emp: 노동증가율에 대한 GDP성장률

i_rd: 기업과 정부의 R&D 투자에 대한 GDP성장률

dum: 더미(Dummy)변수인 상수항으로 유가파동, 외환위기, 기타 충격의 더미변수(유가파동, 외환위기=1, 기타=0)

gdp_p(-1): 생산함수 모형에서 1기전 1인당 GDP가 경제성장에 어떤 영향을 미치는지 설명하는 설명변수

그리고 식(34)~(37)에서 각 교육부문별 등록률(SER1, SER2, SER3)과 GDP 중 정부부문교육비지출(h_1, h_2, h_3)에 대한 GDP성장률을 식(52)의 생산함수와 각 변수와의 추정방정식에서 비교 검토하게 될 것이다.

(3) 다중회귀분석과 추정 방식

다중회귀분석(multiple regression analysis)은 두 개 이상의 독립변수들과 하나의 종속변수의 관계를 분석하는 방법이다. 다중회귀식을 추정하는 방식에는 모든 독립변수들을 포함하여 분석하는 동시입력방식(enter)과 다른 변수들이 회귀식에 존재할 때 종속변수에 영향력이 있는 변수들을 설명력이 있는 높은 변수의 순서로 회귀식에 포함하는 단계입력방식(stepwise)이 있다. 이 방식은 종속변수를 설명하는 데 있어서 설명력이 있는 변수들만으로 구성된 회귀식을 추정하는데 유용하다. 본고에서는 전자의 동시입력방식에 따라 분석하기로 한다.

① 모형예측 및 검정

<그림 9>에 따르면, 회귀식에 의해 설명되는 분산(SSR)과 설명되지 않는 분산(SSE)의 이 값들을 자유도로 나눈 값이 평균제곱(MS)이다. 두 평균제곱 값들의 비율(MSR/MSE)은 F-value로서 13.5422이고 F-value에 대한 p-value(유의 확률)는 .0000이다. 이는 8과 23의 자유도를 갖는 F-분포에서의 5% 임계치인 2.37보다 크므로 회귀식의 설명력(R^2)이 0이라는 귀무가설($H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_K = 0$)

은 기각된다(F-통계치=13.5422>F-분포표(5% 유의수준), F(8, 23)=2.37).¹⁶⁾ 또한 식(52)의 추정(72)'에서도 유의확률 값 .0000으로부터 동일한 판정을 도출할 수 있다. 따라서 추정회귀식이 종속변수를 설명하는데 유용하다고 할 수 있다.

<그림 9>에 의하면 8개의 독립변수 (상수항 C 제외)들이 투입된 결과, 결정계수 R^2 가 .8248로 종속변수 (RGDP)를 82.48% 설명하고 있으며 자유도를 반영한 $\overline{R^2}$ 는 76.39%로 나타났다¹⁷⁾.

<그림 9> 가설검정(F-검정법)

(72)' Hypothesis Test				
Dependent Variable: DLRGDP Method: Least Squares Date: 11/28/10 Time: 15:58 Sample (adjusted): 1976 2007 Included observations: 32 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.030050	0.018916	1.588570	0.1258
DLIK	0.215482	0.055863	3.857344	0.0008
DLIH1(-5)	0.001547	0.040950	0.037784	0.9702
DLIH2(-5)	-0.019126	0.055936	-0.341928	0.7355
DLIH3(-5)	0.027955	0.022991	1.215938	0.2363
DLI_RD(-5)	-0.019934	0.045302	-0.440024	0.6640
DLEMP	0.941891	0.265716	3.544726	0.0017
DUM	0.013533	0.009107	1.485993	0.1509
GDP_P(-1)	-3.42E-07	1.09E-06	-0.314420	0.7560
R-squared	0.824879	Mean dependent var	0.065116	
Adjusted R-squared	0.763968	S.D. dependent var	0.036002	
S.E. of regression	0.017491	Akaike info criterion	-5.022034	
Sum squared resid	0.007036	Schwarz criterion	-4.609795	
Log likelihood	89.35254	F-statistic	13.54224	
Durbin-Watson stat	2.417411	Prob(F-statistic)	0.000000	

<그림 10> 이분산 추정

(68) 이분산 추정				
Dependent Variable: DLRGDP Method: Least Squares Date: 11/28/10 Time: 16:26 Sample (adjusted): 1976 2007 Included observations: 28 after adjustments Weighting series: 1/SQR(SIG_SQF)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.017854	0.036394	-0.490584	0.6284
DLIK	0.329656	0.052590	6.268373	0.0000
SER(-5)	0.000364	0.000191	1.909176	0.0688
DUM	0.013873	0.004706	2.947544	0.0072
GDP_P(-1)	-2.91E-06	1.20E-06	-2.431548	0.0232
Weighted Statistics				
R-squared	0.808089	Mean dependent var	0.060239	
Adjusted R-squared	0.774713	S.D. dependent var	0.058373	
S.E. of regression	0.012775	Akaike criterion	-5.722173	
Sum squared resid	0.003754	Schwarz criterion	-5.484279	
Log likelihood	85.11042	F-statistic	24.21181	
Durbin-Watson stat	2.375454	Prob(F-statistic)	0.000000	
Unweighted Statistics				
R-squared	0.707665	Mean dependent var	0.063308	
Adjusted R-squared	0.656824	S.D. dependent var	0.037247	
S.E. of regression	0.021820	Sum squared resid	0.010950	
Durbin-Watson stat	2.356760			

16) 모형의 적합도에 대한 가설검정은 $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \epsilon_i$ 의 모형에서 상수항(C)을 제외한 모든 독립변수가 종속변수에 영향을 미치는지를 검정하는 것이다. 따라서 이는 R^2 의 유의성인 $H_0: R^2 = 0$ 을 검정하는 것과 같으며, 이러한 가설검정에는 F-통계치가 사용된다. 귀무가설 하에서 $F = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 / (k-1)}{\sum_{i=1}^n e_i^2 / (n-k)} = \frac{R^2 / (k-1)}{(1-R^2) / (n-k)} \sim F(k-1, n-k)$ 의 분포를 이루므로 $(k-1)$ 과 $(n-k)$ 의 자유도를 갖는 F-분포의 일정한 유의수준 α 에서 $F \geq F(k-1, n-k; \alpha)$ 이면 귀무가설을 기각하므로 독립변수 전체가 종속변수의 설명에 유의적이며, $F < F(k-1, n-k; \alpha)$ 이면 귀무가설을 기각하지 못하여 독립변수 전체가 종속변수의 설명에 유의적이지 못하다.

17) 결정계수(coefficient of determination) R^2 는 종속변수의 분산 중 독립변수들(또는 회귀식)에 의하여 설명되는 비율을 나타내며 0과 1사이의 값을 가진다. 일반적으로 R^2 가 클수록 그 회귀식은 높은 설명력을 갖지만, 약간의 R^2 을 증가시키기 위하여 독립변수가 추가되는 것은 낭비인 점을 고려한 것으로 R^2 을 독립변수의 수와 표본의 크기로써 조정한 것이며, R^2 보다 작다. 이는 R^2 이 $\overline{R^2}$ 에 비해 표본회귀공간의 설명력을 다소 과대평가하고 있음을 의미한다. 다중회귀분석의 분산분석(ANOVA) 결과표로부터 R^2 과 $\overline{R^2}$ 을 구할 수 있으며 $R^2 = \frac{SSR}{TSS} = \frac{SSR}{SSR+SSE}$ 이고, $\overline{R^2} = 1 - (1-R^2) \frac{n-1}{n-k-1}$ 로 구해진다.

② 이분산 검정

회귀분석의 기본적인 가정 중의 하나는 오차항 u_i 의 평균은 0이고 분산은 항상 모든 X_i 에 대하여 고정된 값 σ^2 으로 동일하며 독립적인 분포를 하는 확률 변수라는 것이다¹⁸⁾. 회귀모형의 오차항에 이분산이 나타나는 경우, 잔차들의 퍼짐이 증가 또는 감소 추세를 나타나게 된다. 이분산이 존재해도 최소자승추정량은 여전히 불편추정량이지만 회귀계수 추정량의 분산이 커지게 되어 BLUE가 되지 못하며, 추정계수의 표준오차를 이용한 검정법에서 잘못된 판정이 나올 수 있다. 일반적으로 이분산의 검정은 White 검정법¹⁹⁾이 유용하다.

이분산의 해결 방법은 이분산의 구조에 따라 달라지므로 이분산의 특징에 대한 분석이 선행되어야 하며, 이를 토대로 주어진 회귀모형의 조건을 만족시키도록 원래의 자료를 변환하여 이분산이 없는 모형으로 도출할 수 있다. 이러한 방법을 통해 원래의 회귀모수에 대한 BLUE를 구할 수 있으며, 이에 대한 표준오차 및 t -통계량 등도 올바르게 구할 수 있다. 따라서 일반적인 오차항의 분산구조를 갖는 경우 적용할 수 있는 최소자승법이라는 의미로 일반최소자승법(GLS: Generalized Least Squares)이라고 한다.

식(64)의 추정식에서 White의 이분산 검정법을 적용한 결과, 검정통계량 $nR^2 = 21.2905$, 유의확률 Probability = .0114이 도출되어 1%의 유의수준에서 위 모형에 이분산이 없다는 귀무가설을 기각하였다. 따라서 이분산이 존재한다고 판단할 수 있으므로 이분산 추정에서 이를 교정하였다.

식(68)의 회귀식을 대상으로 White의 이분산 검정²⁰⁾을 적용해 본 결과, 검정통

18) 분산이 동일하다는 것은 설명변수 X 의 모든 값에 대하여 오차항 u_i 는 평균 0을 중심으로 동일한 분산을 가지며 따라서 u_i 는 X 에 관계없이 일정한 범위 내의 값을 취한다는 것이다. 이것을 오차 항에 대한 동분산(homoscedasticity)의 가정이라 한다. 그러나 Y_i 의 조건부 분산이 X 가 증가함에 따라 동일하지 않고 커지고 있을 때, 이는 이분산(heteroscedasticity)의 존재를 나타내는 것으로 $E(u_i^2) = \sigma_i^2$ 와 같이 표시한다. 이는 동분산의 가정인 $E(u_i^2) = \sigma^2$ 과 다르게 표시하여 u_i 의 조건부 분산이 동일하지 않음을 나타내는 것이다.

19) 이분산을 검정하는 방법 중에 White 검정법은 오차항의 분산과 모형에 포함된 설명변수 뿐만 아니라 이 변수들의 2차항 사이에 상관관계가 나타나는지를 검정하는 방법으로 OLS 추정법을 이용하여 간단히 이용할 수 있어 일반적으로 널리 사용되고 있는 방법이다.

20) White 검정법은 오차항의 분산과 모형에 포함된 설명변수 뿐만 아니라 이 변수들의 2차항 사이에 상관관계가 나타나는지를 점검하는 방법으로 이분산의 성격을 분석하고, 이러한 이분산의 특징을 이용하여 효율적인 추정치를 도출하는데 유용하다(<부록 1> (68) 이분산 검정 참조).

계량 $nR^2=20.648(p\text{-value}=.0818)$ 이 임계치 $\chi^2(13, 0.10)=19.812$ 보다 크므로 이 모형에 이분산이 없다는 귀무가설 ($H_0: \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_{10} = 0$)은 기각된다. 이분산의 검정 결과 이분산이 존재하는 것으로 확인된 모형(68)의 경우, 이분산의 추정 결과는 위의 <그림 10>과 같다.

③ 자기상관 검정

자기상관(autocorrelation)은 시계열 자료가 가지는 관성 또는 느린 조정과정(sluggishness)이나 모형설정의 오류에서 발생하며, 자기상관이 존재하는 경우 잔차들 간에도 어떤 함수관계가 성립하게 되어 오차항 u_i 가 서로 상관되지 않는다는 가정이 위배되어 $Cov(u_i, u_j) = E(u_i, u_j) \neq 0 (i \neq j)$ 인 경우 자기상관이 서로 존재하게 된다. 이 경우 OLS 추정량의 불편성과 일치성은 유지되나 효율적인 추정량이 될 수 없다.

그리고 추정계수의 표준오차를 바르게 구할 수가 없게 되어 t -검정법이나 F -검정법을 적용시킬 수가 없다. 자기상관을 검정하기 위해서는 더빈-왓슨(Durbin-Watson, DW)의 d 통계량을 사용할 수 있다.²¹⁾

아래 식(65)의 이분산 검정 결과에서 Durbin-Watson 값인 d -통계치는 2.6145이다. 상수항을 제외한 설명변수가 3개이고, 관찰치는 33개이므로 Durbin-Watson(5% 유의수준) 표에서 이에 대응하는 임계치 $d_V^*=1.651$ 와 비교해보면 DW통계량의 값이 $d_V^* < d < 4-d_V^*$ 의 관계를 나타내므로 결정규칙에 따라 자기상관이 없다는 귀무가설($H_0: \rho = 0$)을 기각하지 못한다. 따라서 식(65)의 오차항에 대한 양의 자기상관은 존재하지 않는다고 판단할 수 있다.

오차항의 자기상관이 1계 자기회귀모형을 따른다는 가정 하에 식(65)을 추정하면 다음과 같다.

21) 더빈-왓슨의 d 통계량은 $d = \frac{\sum_{i=2}^n (u_i - u_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n u_i^2}$ 와 같이 정의된다. 더빈-왓슨 통계표로부터 임계값 d_L 과 d_U 를 구해 이 검정통계량과 비교하여 자기상관의 여부를 결정할 수 있다.

$$\ln Y(t) = \beta_1 + \beta_2 K(t) + \beta_3 SER2(t) + \beta_4 GDP_P(t) + \epsilon(t) \quad (53)$$

$$\epsilon(t) = \rho\epsilon(t-1) + u(t) \quad (\rho \neq 0)$$

식(53)의 1기 이전 식의 양변에 자기회귀계수 ρ 을 곱하여 식(53)으로부터 차분을 하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln Y(t) - \rho \ln Y(t-1) &= \beta_1(1-\rho) + \beta_2(\ln K(t) - \rho \ln K(t-1)) + \beta_3(SER2(t) \\ &\quad - \rho SER2(t-1)) + \beta_4(GDP_P(t) - \rho GDP_P(t-1)) \\ &\quad + (\epsilon(t) - \rho\epsilon(t-1)) \end{aligned} \quad (54)$$

식(54)을 정리하면 다음과 같다.

$$Y(t)^* = \beta_1^* + \beta_2^* K(t)^* + \beta_3^* SER2(t)^* + \beta_4^* GDP_P(t)^* + u(t) \quad (55)$$

단, $\beta_1^* = \beta_1(1-\rho)$ ($t = 2, 3, 4, \dots, n$)

여기서 $\epsilon(t) - \rho\epsilon(t-1) = u(t)$ 이고 $u(t)$ 는 자기상관이 없는 오차항이 된다. 위에서 추정된 식(65)에 대하여 다중회귀분석의 추정결과를 식(65)'과 같다.

(65) 이분산 검정				
White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	5.059160	Prob. F(9,23)	0.000800	
Obs*R-squared	21.92495	Prob. Chi-Square(9)	0.009120	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID*2				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 20:15				
Sample: 1975 2007				
Included observations: 33				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002496	0.002413	1.034348	0.3117
DLIK	-0.015178	0.006966	-2.179042	0.0398
DLIK*2	0.026868	0.007196	3.733737	0.0011
DLIK*SER2(-5)	0.000128	0.000139	0.923800	0.3652
DLIK*GDP_P(-1)	1.95E-07	6.87E-07	0.283430	0.7794
SER2(-5)	-3.48E-05	8.36E-05	-0.416366	0.6810
SER2(-5)*2	1.28E-07	7.00E-07	0.183294	0.8562
SER2(-5)*GDP_P(-1)	1.67E-09	4.92E-09	0.339669	0.7370
GDP_P(-1)	-2.06E-07	3.83E-07	-0.537121	0.5963
GDP_P(-1)*2	1.92E-12	5.57E-12	0.343943	0.7340
R-squared	0.664393	Mean dependent var	0.000368	
Adjusted R-squared	0.533068	S.D. dependent var	0.000518	
S.E. of regression	0.000354	Akaike info criterion	-12.81112	
Sum squared resid	2.88E-06	Schwarz criterion	-12.35763	
Log likelihood	221.3835	F-statistic	5.059160	
Durbin-Watson stat	2.614592	Prob(F-statistic)	0.000800	

(65)' OLS 추정				
Dependent Variable: DLRGDP				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 16:30				
Sample (adjusted): 1976 2007				
Included observations: 28 after adjustments				
Weighting series: 1/SQR(SIG_SQF)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.024702	0.024314	1.015962	0.3198
DLIK	0.305862	0.055103	5.550705	0.0000
SER2(-5)	0.000424	0.000323	1.313316	0.2015
GDP_P(-1)	-1.41E-06	9.26E-07	-1.520526	0.1414
Weighted Statistics				
R-squared	0.747707	Mean dependent var	0.060239	
Adjusted R-squared	0.716171	S.D. dependent var	0.058373	
S.E. of regression	0.014339	Akaike info criterion	-5.520044	
Sum squared resid	0.004935	Schwarz criterion	-5.329729	
Log likelihood	81.28061	F-statistic	23.70921	
Durbin-Watson stat	2.314073	Prob(F-statistic)	0.000000	
Unweighted Statistics				
R-squared	0.690522	Mean dependent var	0.063308	
Adjusted R-squared	0.651837	S.D. dependent var	0.037247	
S.E. of regression	0.021978	Sum squared resid	0.011592	
Durbin-Watson stat	2.299299			

$$\widehat{DLRGDP}(t)^* = .0247 + .3058DLIK(t)^* + .000424SER2(t)^* - .00000141GDP_P(t)^*$$

(1.0159) (5.5507) (1.3133) (- 1.5205)

$$R^2 = .7477 \quad \bar{R}^2 = .7161 \quad DW = 2.3140 \quad (56)$$

또한 식(68)의 자기상관 검정에 의하면 DW-통계량은 $d=2.1973$ 로 추정되었다. 이를 상수항을 제외한 설명변수의 수 $k'=4$ 및 자료의 수 $n=33$ 에 대응하는 임계치 $d_U^*=1.730$ 과 비교해 보면 $d_U^* < d < 4-d_U^*$ 의 관계를 나타내므로 자기상관이 없다는 귀무가설을 기각하지 못한다.

(65) 자기상관 LM검정				
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
F-statistic	0.341608	Prob. F(1,28)	0.563583	
Obs*R-squared	0.397756	Prob. Chi-Square(1)	0.528250	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 21:41				
Sample: 1975 2007				
Included observations: 33				
Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000262	0.021303	-0.012285	0.9903
DLIK	0.003154	0.044242	0.071289	0.9437
SER2(-5)	-2.78E-06	0.000325	-0.008539	0.9932
GDP_P(-1)	3.70E-08	1.17E-06	0.031714	0.9749
RESID(-1)	-0.111055	0.190009	-0.584472	0.5636
R-squared	0.012053	Mean dependent var	-3.00E-18	
Adjusted R-squared	-0.129082	S. D. dependent var	0.019478	
S. E. of regression	0.020697	Akaike info criterion	-4.778914	
Sum squared resid	0.011994	Schwarz criterion	-4.552171	
Log likelihood	83.85209	F-statistic	0.085402	
Durbin-Watson stat	1.980966	Prob(F-statistic)	0.986256	

(68) 자기상관 검정				
Dependent Variable: DLRGDP				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 20:25				
Sample (adjusted): 1975 2007				
Included observations: 33 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.014212	0.048997	-0.290053	0.7739
DLIK	0.307289	0.047613	6.453867	0.0000
SER(-5)	0.000367	0.000277	1.324823	0.1959
DUM	0.004717	0.008628	0.546699	0.5889
GDP_P(-1)	-3.52E-06	2.04E-06	-1.728040	0.0950
R-squared	0.712346	Mean dependent var	0.064894	
Adjusted R-squared	0.671252	S. D. dependent var	0.035458	
S. E. of regression	0.020330	Akaike info criterion	-4.814691	
Sum squared resid	0.011573	Schwarz criterion	-4.587947	
Log likelihood	84.44240	F-statistic	17.33477	
Durbin-Watson stat	2.197338	Prob(F-statistic)	0.000000	

그리고 전체 모형에 대한 이분산 검정 및 자기상관 여부는 위에서의 검정절차에 따라 시행하였으며 이분산 및 자기상관이 확인된 모형에 대해서는 교정하여 모형을 추정하였다.

④ ADF(Augmented Dickey-Fuller) 검정

Dicky-Fuller 접근법에 시차변수를 추가한 모형을 이용하여 단위근의 존재

여부를 검정하는 방법을 ADF(Augmented DF) 검정법이라고 하는데, 자기회귀모형 $Y(t) = \alpha Y(t-1) + \epsilon(t)$ 에서 $\alpha = 1 (H_0 : \alpha = 1, \gamma = 0 \text{ (nonstationary)})$ 이면 불안정한 시계열자료이므로 일반적인 OLS 적용을 못하게 되고, $|\alpha| < 1 (H_1 : \alpha < 1, \gamma < 0 \text{ (stationary)})$ 인 경우에는 회귀분석이론을 적용할 수 있다.

이의 검정을 위해서는 다음과 같은 방정식의 모형을 사용한다.

$$\begin{aligned} Y(t) &= \alpha Y(t-1) + \epsilon(t) \rightarrow Y(t) - Y(t-1) = (\alpha - 1)Y(t-1) + \epsilon(t) \\ &\rightarrow \Delta Y(t) = \gamma Y(t-1) + \epsilon(t) \quad (\text{단, } \gamma = \alpha - 1) \end{aligned} \quad (57)$$

가설검정의 절차는 다음과 같다.

- i) $\Delta Y(t)$ 을 $Y(t-1)$ 에 대하여 회귀 분석하여 t -통계량을 구한다.
- ii) Dicky-Fuller(1979) t -검정치 분포 표를 이용하여 임계치를 구한다.
- iii) $t\text{-ratio} < \hat{\tau}$ 이면 안정적인 시계열자료($\alpha < 1, \gamma < 0$)이므로 t -통계치의 값은 작게 나타나며 귀무가설은 기각하게 된다. 일반적으로 $t\text{-ratio} > \hat{\tau}$ 인 경우 $\alpha < 1, \gamma < 0$ 의 값을 가지게 되며, 확률보행의 경우 $\alpha = 1 (\gamma = 0)$ 이 되어 t -통계치의 절대값은 0에 가깝게 나타나므로 귀무가설을 채택하게 된다.

식(57)의 회귀식에서 상수항과 추세 이외의 4개의 시차변수를 포함한 모형의 추정 결과 <그림 11>에서와 같이 t -통계량의 값이 -1.37로 도출되었다.²²⁾ 이는 5% 유의수준에서 RGDP(-1)의 계수에 대한 t -통계량의 값(-1.37) > 임계치($\hat{\tau}_\tau = -3.55$)이므로 유의적이 아니며, 단위근이 있다는 귀무가설은 기각되지 못한다. 따라서 RGDP(실질국내총생산)는 단위근을 갖는 불안정한 자료로 분석된다.²³⁾

식(65)의 이분산 검정에서 검정통계량 $LM = nR^2 = 21.92495$ 은 임계치 $\chi^2(9, .05) = 16.919$ 보다 크므로 귀무가설의 기각역에 속하게 되어 귀무가설 ($H_0 : \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_{10} = 0$)을 기각하게 된다. 또한 식(65)의 회귀식을 대상으로

22) Dicky-Fuller 검정법에서 상수항과 추세가 포함되어 있는 모형($\Delta Y(t) = \mu + \alpha t + \gamma Y(t-1) + \epsilon(t)$)의 추정은 분포표의 $\hat{\tau}_\tau$ 이용한다.

23) 불안정 시계열자료(nonstationary)의 경우 확률보행 과정을 따르는 시계열자료의 분산이 일정하지 않아 OLS에 대한 Gauss-Markov정리 조건이 성립하지 않기 때문에 1차 차분으로 자료를 변환시켜야 회귀분석이론을 적용할 수 있으므로 각각의 모형에서 종속변수인 Y_t 을 로그차분하여 단위근 문제를 해결하였다.

자기상관의 LM 검정법을 적용해 본 결과, 검정통계량 $LM = nR^2 = .3977$ (p -value = .5282)이 임계치 $\chi^2(2, .05) = 5.991$ 보다 작으므로 귀무가설의 채택역에 속하게 되어 5% 유의수준에서 자기상관이 없다는 귀무가설($H_0: \rho = 0$)을 기각하지 못한다. 따라서 자기상관이 없는 것으로 분석되어 DW-검정법의 결과와 일치하는 것으로 나타났다.

<그림 11> RGDP의 단위근 검정결과

RGDP의 단위근 검정결과				
Null Hypothesis: RGDP has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 4 (Fixed)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic -1.376671 0.6492				
Test critical values:				
	1% level		-4.262735	
	5% level		-3.552973	
	10% level		-3.209642	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(RGDP) Method: Least Squares Date: 11/28/10 Time: 16:42 Sample (adjusted): 1975 2007 Included observations: 33 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RGDP(-1)	-0.087811	0.063785	-1.376671	0.1804
D(RGDP(-1))	-0.156680	0.184155	-0.850804	0.4026
D(RGDP(-2))	-0.307193	0.184501	-1.665000	0.1079
D(RGDP(-3))	-0.156562	0.184420	-0.848943	0.4037
D(RGDP(-4))	-0.253851	0.183606	-1.382585	0.1786
C	-3416.446	8247.160	-0.414257	0.6821
@TREND(1970)	3468.091	1421.140	2.440359	0.0218
R-squared	0.418369	Mean dependent var	21342.48	
Adjusted R-squared	0.284146	S.D. dependent var	15833.48	
S.E. of regression	13396.41	Akaike info criterion	22.02919	
Sum squared resid	4.67E+09	Schwarz criterion	22.34663	
Log likelihood	-356.4817	F-statistic	3.116975	
Durbin-Watson stat	1.946058	Prob(F-statistic)	0.019500	

V. 실증 분석 및 결과 해석

1. 추정 및 모형 분석

(1) 자료 및 변수 설명

본 연구에서는 Romer의 내생성장모형을 바탕으로 한국의 시계열자료의 분석을 시도한다. 분석기간은 1970~2007년까지 연도별 데이터를 사용한다. 자료 및 변수에 대한 설명은 다음과 같다.

먼저 종속변수 $y(t)$ 는 경제성장률을 나타내며 경제성장률은 실질 GDP를 인수로 나눈 1인당 GDP의 성장률을 의미한다. 실물자본투자와 고용 및 인구통계 자료는 IMF의 국제재정통계(International Financial Statistics)자료에서 얻었으며, 정부부문의 교육수준별 교육투자와 R&D투자에 대한 자료는 통계청과 한국교육개발원(KEDI) 및 유네스코 통계연감(Statistical Yearbook)으로부터 구하였다. 통계자료는 국내 GDP디플레이터(2000년 기준)를 적용하여 환율 사용의 필요성을 제거한 불변가격으로 표시된 자국화폐단위를 사용하였으며, 설명변수로는 다음과 같다.

① $k(t)$: 물적자본의 변수로 연간 국내민간총고정자본형성을 10억 단위로 표시하고 t 기에서의 실물자본증가율에 대한 GDP성장률을 나타내는 설명변수이다.

② $h_1(t)$: 교육투자변수 중 초등교육투자 변수로 t 기에 있어서 정부부문의 초등교육투자비율을 나타내는 변수이다. 성장모형의 요소별 기여추정에서 설명변수인 초등교육등록률(SER1)과 정부부문의 초등교육투자비율(lh_1)의 추정계수를 서로 비교하게 될 것이다.²⁴⁾

③ $h_2(t)$: 교육투자변수 중 중등교육투자 변수로 t 기에 있어서 정부부문의

24) 교육수준별 등록 수는 $SN = SER * SA$, 정부부문의 교육투자비율은 $lh = p * SN$ 이므로 $lh = p * SER * SA$ 로 나타낼 수 있다. 여기서 p 은 1인당 교육수준별교육비 지출, SER 은 교육수준별 등록률, SA 는 교육수준별 학령인구를 의미한다.

중등교육투자비율을 나타내는 설명변수로 중등교육등록률(SER2)과 정부부문의 중등교육투자비율(Ih_2)의 추정계수를 서로 비교하게 될 것이다.

④ $h_3(t)$: 교육투자변수 중 고등교육투자 변수로 t 기에 있어서 정부부문의 고등교육투자비율을 나타내는 변수이며 고등교육등록률(SER3)과 정부부문의 고등교육투자비율(Ih_3)의 추정계수를 서로 비교하게 될 것이다.

⑤ $l(t)$: 노동(취업)인구의 증가율에 대한 GDP성장률을 나타내는 설명변수이며, $l(t)$ 대신에 단순노동력인 인구증가율(n)을 설명변수로 사용할 수도 있다.

⑥ $r(t)$: 기업과 정부의 R&D 투자 합에 대한 GDP성장률을 나타내는 변수이다.

⑦ $dum(t)$: Dummy 변수인 상수항으로 유가파동, 외환위기, 기타 충격의 더미변수(유가파동, 외환위기=1, 기타=0)를 나타낸다.

⑧ $gdp_p(-1)$: 생산함수모형 체계에서 $GDP_P(-1)$ 은 1기전 1인당 GDP가 경제성장에 어떤 영향을 미치는지 설명하는 설명변수이다.

(2) 추정 절차

경제성장의 생산요소별 성장 효과 및 기여도를 측정하기 위해서는 교육수준별 등록률(SER1, SER2, SER3)과 교육투자(Ih_1, Ih_2, Ih_3) 변수 및 R&D자본의 투자는 각 투자의 시차를 5년 레그(lag)하여 추정기간은 1975~2007년이지만 1970~2002년의 자료를 사용하여 추정한다. 그리고 설명변수들 중에서 1인당 국민소득을 나타내는 1인당 실질GDP는 추정기간(1975~2007년) 중 1기전 1인당 국민소득이 성장에 미치는 영향을 추정하기 위한 변수로 실질 1인당 GDP(REGP)에 1기전 시차를 고려하여 추정한다.

한편 생산함수 $Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta R(t)^\gamma$ 에서 t 기의 생산함수 양변에 로그를 취하면 다음과 같다.

$$\ln Y(t) = \alpha \ln K(t) + \beta \ln H(t) + \gamma \ln R(t) \quad (58)$$

($t-1$)기의 생산함수 양변에 로그를 취하면 또한 다음과 같이 된다.

$$\ln Y(t-1) = \alpha \ln K(t-1) + \beta \ln H(t-1) + \gamma \ln R(t-1) \quad (59)$$

식(58)에서 식(59)을 차분하여 정리하면 다음과 같다.

$$\ln Y(t) - \ln Y(t-1) = \alpha (\ln K(t) - \ln K(t-1)) + \beta (\ln H(t) - \ln H(t-1)) + \gamma (\ln R(t) - \ln R(t-1)) \quad (60)$$

식(60)의 좌변인 산출량의 변화량은 $\Delta Y(t) = Y(t) - Y(t-1)$ 이고, 따라서 $Y(t) = \Delta Y(t) + Y(t-1)$ 으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln Y(t) - \ln Y(t-1) &= \ln\left(\frac{Y(t)}{Y(t-1)}\right) = \ln\left(\frac{\Delta Y(t) + Y(t-1)}{Y(t-1)}\right) \\ &= \ln\left(1 + \frac{\Delta Y(t)}{Y(t-1)}\right) \end{aligned} \quad (61)$$

식(61)에서 $\frac{\Delta Y(t)}{Y(t-1)}$ 이 작은 값을 가지는 경우, $\ln\left(1 + \frac{\Delta Y(t)}{Y(t-1)}\right) \doteq \frac{\Delta Y(t)}{Y(t-1)}$ 의 관계를 이용하여 로그차분으로 증가율을 도출한다. 같은 방법으로 식(60)을 시간에 대하여 미분하면 좌변의 경우와 같이 우변의 각 변수의 증가율은 $\alpha \frac{\Delta K(t)}{K(t-1)}$, $\beta \frac{\Delta H(t)}{H(t-1)}$ 및 $\gamma \frac{\Delta R(t)}{R(t-1)}$ 이 도출된다. 식(42)에서처럼 각 변수의 증가율을 다시 표현하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \frac{\Delta Y(t)}{Y(t-1)} &= \alpha \frac{\Delta K(t)}{K(t-1)} + \frac{\beta \beta_1}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \frac{\Delta h_1(t)}{h_1(t-1)} + \frac{\beta \beta_2}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \frac{\Delta h_2(t)}{h_2(t-1)} \\ &\quad + \frac{\beta \beta_3}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \frac{\Delta h_3(t)}{h_3(t-1)} + \beta \frac{\Delta L(t)}{L(t-1)} + \gamma \frac{\Delta R(t)}{R(t-1)} \end{aligned} \quad (62)$$

Cobb-Douglas 생산함수인 $Y(t) = AK(t)^\alpha H(t)^\beta R(t)^\gamma e(t)^{\epsilon t}$ 에서 인적자본의 변수인 $H(t) = h(t)L(t)$, $h(t) = (h_1(t)^{\beta_1} h_2(t)^{\beta_2} h_3(t)^{\beta_3})^{\frac{1}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3}}$ 을 대입하고, 양변을 로그미분하면 다음의 식이 도출된다(식(26)~(27)참조).

$$\begin{aligned} \frac{dY}{dt} &= \alpha \frac{dK}{dt} + \beta \frac{dH}{dt} + \beta \frac{dL}{dt} + \gamma \frac{dR}{dt} + \epsilon \\ &= \alpha \frac{dK}{dt} + \frac{\beta\beta_1}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \frac{dh_1}{dt} + \frac{\beta\beta_2}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \frac{dh_2}{dt} + \frac{\beta\beta_3}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3} \frac{dh_3}{dt} + \beta \frac{dL}{dt} + \gamma \frac{dR}{dt} + \epsilon \end{aligned} \quad (63)$$

(3) 추정 결과

<그림 12>의 식(67)' 은 식(67)의 추정결과이고, 식(52)의 추정회귀식을 회귀분석한 결과는 식(72)' 과 같다. 이와의 비교 검토를 위한 식(72)' 은 식(72)의 추정결과를 보여준다.

<그림 12> 추정모형의 회귀분석 결과

(67)' 추정 결과(1)					(72)' 추정 결과(2)				
Dependent Variable: DLRGDP Method: Least Squares Date: 11/30/10 Time: 19:04 Sample (adjusted): 1976 2007 Included observations: 32 after adjustments					Dependent Variable: DLRGDP Method: Least Squares Date: 11/28/10 Time: 15:58 Sample (adjusted): 1976 2007 Included observations: 32 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.367552	0.135843	-2.705703	0.0126	C	0.030050	0.018916	1.588570	0.1258
DLIK	0.245032	0.043824	5.591265	0.0000	DLIK	0.215482	0.055863	3.857344	0.0008
SER1(-5)	0.002776	0.000969	2.864752	0.0088	DLIH1(-5)	0.001547	0.040950	0.037784	0.9702
SER2(-5)	0.000961	0.000428	2.244302	0.0347	DLIH2(-5)	-0.019126	0.055936	-0.341928	0.7355
SER3(-5)	0.001144	0.000583	1.960988	0.0621	DLIH3(-5)	0.027955	0.022991	1.215938	0.2363
DLI_RD(-5)	0.117430	0.062692	1.873139	0.0738	DLI_RD(-5)	-0.019934	0.045302	-0.440024	0.6640
DLEMP	0.648101	0.232775	2.784240	0.0105	DLEMP	0.941891	0.265716	3.544726	0.0017
DUM	0.017089	0.008262	2.068333	0.0500	DUM	0.013533	0.009107	1.485993	0.1509
GDP_P(-1)	-4.89E-06	2.45E-06	-1.997201	0.0578	GDP_P(-1)	-3.42E-07	1.09E-06	-0.314420	0.7560
R-squared	0.866158	Mean dependent var	0.065116		R-squared	0.824879	Mean dependent var	0.065116	
Adjusted R-squared	0.819605	S.D. dependent var	0.036002		Adjusted R-squared	0.763968	S.D. dependent var	0.036002	
S.E. of regression	0.015291	Akaike info criterion	-5.290851		S.E. of regression	0.017491	Akaike info criterion	-5.022034	
Sum squared resid	0.005378	Schwarz criterion	-4.878612		Sum squared resid	0.007036	Schwarz criterion	-4.609795	
Log likelihood	93.65361	F-statistic	18.60558		Log likelihood	89.35254	F-statistic	13.54224	
Durbin-Watson stat	3.014910	Prob(F-statistic)	0.000000		Durbin-Watson stat	2.417411	Prob(F-statistic)	0.000000	

<그림 12>의 식(67)' 의 추정결과를 보면, 물적자본 투자의 비율이 10% 상승

함에 따라 성장률은 2.45% 증가하는 것으로 추정되었다. 또한 물적자본투자비율(I_K), 초등교육등록률(SER1), 중등교육등록률(SER2), 노동(고용)증가율 $l(t)$ 에 대한 영향도는 t -값의 절대치가 2이상으로 나타나 2- t 실용기준과 유의확률에 따른 검정 결과 유의적인 것으로 판명되었다. 그리고 식(67)에 대한 성장률의 추정 결과는 결정계수의 값으로부터 설명변수들의 설명력(R^2)은 86.61%이다.

<그림 13> 추정회귀식

(67) 추정회귀식(1)				
Estimation Equation:				
DLRGDP=C(1)+C(2)*DLIK+C(3)*SER1(-5)+C(4)*SER2(-5)+C(5)*SER3(-5)+C(6)*DLI_RD(-5)+C(7)*DLEMP+C(8)*DUM+(9)*GDP_P(-1)				
Substituted Coefficients:				
DLRGDP=	- .3675	+ .2450*DLIK	+ .0027*SER1(-5)	+ .00096*SER2(-5)
	(-2.7057)	(5.5912)	(2.8647)	(2.2443)
				+ .001144*SER3(-5)
				(1.9609)
				+ .1174*DLI_RD(-5)
				+ .6481*DLEMP
				+ .0170*DUM
				- .00000489*GDP_P(-1)
	(1.8731)	(2.7842)	(2.0683)	(-1.9972)
				$R^2=.8661$, ()안은 t -값
				DW=3.0149
(72) 추정회귀식(2)				
Estimation Equation:				
DLRGDP=C(1)+C(2)*DLIK+C(3)*DLIH1(-5)+C(4)*DLIH2(-5)+C(5)*DLIH3(-5)+C(6)*DLI_RD(-5)+C(7)*DLEMP +C(8)*DUM+C(9)*GDP_P(-1)				
Substituted Coefficients:				
DLRGDP=	.0300	+ .2154*DLIK	+ .0015*DLIH1(-5)	- .0191*DLIH2(-5)
	(1.5885)	(3.8573)	(.0377)	(-.3419)
				+ .0279*DLIH3(-5)
				(1.2159)
				- .0199*DLI_RD(-5)
				+ .9418*DLEMP
				+ .0135*DUM
				- .000000342*GDP_P(-1)
	(-.4400)	(3.5447)	(1.4859)	(-.3144)
				$R^2=.8248$, ()안은 t -값
				DW=2.4174

또한, 비교 검토를 위한 식(72) '의 추정결과에서는 물적자본 투자의 비율이 10% 상승함에 따라 성장률은 2.154% 증가하는 것으로 추정되었다. 물적자본투자비율(I_K), 노동증가율 $l(t)$ 에 대한 영향도는 t -값의 절대치가 2이상으로 나타나 2- t 실용기준과 유의확률에 따른 검정결과 유의적인 것으로 판명되었다. 그리고 결정계수의 값으로부터 설명변수들의 설명력(R^2)은 82.48%임을 나타내고 있다.

(4) 성장모형 분석

표준성장률의 측정은 식(52)의 실질소득성장률을 성장요소들로 회귀분석하여 추정한다. 왜냐하면 총생산함수의 추정은 실증결과추정에서 실물자본과 교육자본이 오차항(ϵ)과 상관되어 있어서 편의추정의 가능성이 있기 때문이다.

① 변수 추정

회귀계수는 실질 국민소득 성장률과 GDP대비 물적(실물)투자, 5년 시차를 고려한 교육수준별 등록률, GDP대비 정부부문 교육비지출(투자), GDP대비 R&D 투자와 노동력(취업증가율), 1기전 1인당 국민소득인 GDP_P(-1), 교란항 그리고 더미변수(DUM)간의 관계로 추정되었다. 더미변수는 2차 유가파동(1980~1984), IMF외환위기(1995~1999)의 동기간=1, 여타기간=0으로 나타내고, 교육부문별 등록률과 GDP대비 정부부문 교육비지출은 교육수준별(초등교육, 중등교육, 고등교육)로 나누어서 추정하였다.

② 성장모형의 추정 결과

앞에서의 변수들을 기초로 하여 최소자승법(OLS)으로 회귀식을 추정한다. 그 추정식은 다음과 같다.

$y_t = \beta_1 + \beta_2 dkk_t + \beta_3 ser1_{t-5} + \beta_4 gdp_{-p_{t-1}} + \epsilon_t$	(64)
$y_t = \beta_1 + \beta_2 dkk_t + \beta_3 ser2_{t-5} + \beta_4 gdp_{-p_{t-1}} + \epsilon_t$	(65)
$y_t = \beta_1 + \beta_2 dkk_t + \beta_3 ser3_{t-5} + \beta_4 gdp_{-p_{t-1}} + \epsilon_t$	(66)
$y_t = \beta_1 + \beta_2 dkk_t + \beta_3 ser1_{t-5} + \beta_4 ser2_{t-5} + \beta_5 ser3_{t-5} + \beta_6 dlemp_t + \beta_7 dli_{-rd_{t-5}} + \beta_8 dum_t + \beta_9 gdp_{-p_{t-1}} + \epsilon_t$	(67)
$y_t = \beta_1 + \beta_2 dkk_t + \beta_3 ser_{t-5} + \beta_4 dum_t + \beta_5 gdp_{-p_{t-1}} + \epsilon_t$	(68)
$y_t = \beta_1 + \beta_2 dkk_t + \beta_3 ih1_{t-5} + \beta_4 gdp_{-p_{t-1}} + \epsilon_t$	(69)
$y_t = \beta_1 + \beta_2 dkk_t + \beta_3 ih2_{t-5} + \beta_4 gdp_{-p_{t-1}} + \epsilon_t$	(70)
$y_t = \beta_1 + \beta_2 dkk_t + \beta_3 ih3_{t-5} + \beta_4 gdp_{-p_{t-1}} + \epsilon_t$	(71)

$y_t = \beta_1 + \beta_2 dlk_t + \beta_3 dlh_{1,t-5} + \beta_4 dlh_{2,t-5} + \beta_5 dlh_{3,t-5} + \beta_6 dlemp_t + \beta_7 dli_rd_{t-5} + \beta_8 dum_t + \beta_9 gdp_p_{t-1} + \epsilon_t$	(72)
$y_t = \beta_1 + \beta_2 dlk_t + \beta_3 dlh_{t-5} + \beta_4 dum_t + \beta_5 gdp_p_{t-1} + \epsilon_t$	(73)

식(64)~(66)은 교육수준별 등록률(SER1, SER2, SER3), GDP대비 실물자본투자 비율(I_K), 1기전 1인당 국민소득이 경제성장에 어떤 영향을 미치는가를 설명하는 설명변수인 GDP_P(-1)를 사용한 회귀식이다. 다음으로 식(67), 식(72)은 전체적인 변수들을 사용한 추정식이다. 식(67)은 종속변수로 경제성장률(y_t), 설명변수로 GDP대비 실물자본투자 비율(I_K), 교육수준별 등록률(SER1, SER2, SER3), 노동력(인구) 및 지적자본(R&D), 외환위기를 고려한 더미변수(DUM)와 1기전 1인당 국민소득이 경제성장에 어떤 영향을 미치는가를 설명하는 설명변수인 GDP_P(-1)으로 교란항을 통제하는 데 필요한 변수들을 사용한 회귀식이다. 식(72)은 식(67)과 비교를 위해 교육수준별 등록률(SER1, SER2, SER3)대신 정부부문의 교육수준별 교육비 지출(I_{h_1} , I_{h_2} , I_{h_3})을 사용한 추정식이다. 한편 식(73)은 식(68)과의 비교를 위하여 교육수준별 등록률의 합(SER=SER1+SER2+SER3) 대신에 정부부문의 교육비지출의 합($I_h = I_{h_1} + I_{h_2} + I_{h_3}$), 외환위기를 고려한 더미변수(DUM)와 1기전 1인당 국민소득이 경제성장에 어떤 영향을 미치는가를 설명하는 설명변수인 GDP_P(-1)을 사용한 추정식이다.

<표 6>과 <표 7>는 체계적인 추정을 위한 식(64)~(73)의 추정 결과를 보여 주고 있다. <표 9>에서 GDP_P와 SER1의 다중공선성 관계는 $\rho = -.3019$ 로 추정되었고, GDP_P와 SER2의 $\rho = .7312$, GDP_P와 SER3의 $\rho = .9452$, 그리고 식(69)'~(71)'에서는 GDP_P와 I_{h_1} 의 $\rho = -.3758$, GDP_P와 I_{h_2} 의 $\rho = -.4825$, GDP_P와 I_{h_3} 의 $\rho = -.3837$ 등 다중공선성 관계를 보여 주고 있다.

한편 성장모형의 요소별 기여도를 추정한 <표 6>에서 실질경제성장률과 각 요소와의 유의성을 살펴보면 다음과 같다.

i) (64)' 과 비교하기 위한 식(69)' 의 결과를 보면, 정부부문 초등교육비 지출(I_{h_1})에 대한 GDP와의 관계는 $\rho = .0205(.7180)$ 로 나타나, 초등교육 부문에 대한 정부교육비지출과 GDP와의 유의성이 거의 없음을 보여주고 있다.

ii) 식(66) '의 결과에서, 고등교육등록률인 SER3과 GDP성장률과의 관계는 $\rho = -3.99E-06(-.0148)$ 로 나타나, 유의성이 거의 없음을 보여주고 있다.

iii) 식(68) '과 비교하기 위한 식(73) '의 결과에서는 교육별 투자변수를 합한 교육수준별 등록률의 합($SER = SER1 + SER2 + SER3$)과 정부부문의 교육비지출의 합($Ih = Ih_1 + Ih_2 + Ih_3$)을 사용하여 실질경제성장에 미친 총교육자본변수의 역할을 추정하였다. 식(73) '에서 추정된 총교육자본의 효과는 추정기간의 GDP 성장률이 그 이전보다 증가한 것을 보여주었다.

<표 6> 성장모형의 생산요소별 기여도 추정

	(64) '	(65) '	(66) '	(67) '	(68) '
DLRGDP					
Constant	-.0684 (-.9535)	.0247 (1.0159)	.0546 (6.1931)	-.3675 (-3.9606)	-.0178 (-.4905)
DLIK	.3213 (5.7136)***	.3058 (5.5507)***	.3228 (5.3339)***	.2450 (7.066)***	.3296 (6.2683)***
SER1(-5)	-.00013 (-.1934)			.002776 (4.1870)***	
SER2(-5)		.000424 (1.3133)		.000961 (3.1204)**	
SER3(-5)			-3.99E-06 (-.0148)	.001144 (2.7001)**	
SER(-5)					.000364 (1.9091)*
DLI_RD(-5)				.1174 (3.1138)***	
DLEMP				.6481 (2.7866)**	
DLPOP(n)					
DUM				.0170 (2.0327)*	.01387 (2.9475)***
GDP_P(-1)	-7.02E-07 (-.8934)	-1.41E-06 (-1.5205)	-6.74E-07 (-.5643)	-4.89E-06 (-2.8767)***	-2.91E-06 (-2.4315)**
R2	.7299	.7477	.7295	.8661	.8080
DW	2.2343	2.3140	2.2427	3.0149	2.3754

주) 1. *: $p < .10$, **: $p < .05$, ***: $p < .01$ 2. ()안은 t-값

<표 7> 성장모형의 투자요소별 기여도 추정

	(69)'	(70)'	(71)'	(72)'	(73)'
DLRGDP					
Constant	.0502 (4.7692)	.0421 (2.9633)	.0452 (4.1881)	.0300 (1.5885)	.0499 (4.1551)
DLIK	.3414 (5.6546)***	.3607 (5.6372)***	.3540 (6.1357)***	.2154 (3.8573)***	.3604 (6.1451)***
DLIH1(-5)	.0205 (.7180)			.00154 (.0377)	
DLIH2(-5)		.0409 (1.0950)		-.0191 (-.3419)	
DLIH3(-5)			.0317 (1.3896)	.0279 (1.2159)	
DLIH(-5)					.000336 (.009014)
DLLRD(-5)				-.0199 (-.4400)	
DLEMP				.9418 (3.5447)***	
DLPOP(n)					
DUM				.0135 (1.4859)	.0104 (1.8141)*
GDP_P(-1)	-5.89E-07 (-.7797)	-1.63E-07 (-.1882)	-3.74E-07 (-.4946)	-3.42E-07 (-.3144)	-1.01E-06 (-1.2111)
R2	.7352	.7424	.7497	.8248	.7776
DW	2.2121	(2.1407)	2.3360	2.4174	2.3046

주) 1. *: $p < .10$, **: $p < .05$, ***: $p < .01$ 2. ()안은 t -값

2. 생산요소별 성장 역할 분석

(1) 추정계수의 의미

<표 6>에서 식(67)'의 추정결과를 보면, 경제성장에 대한 동 모형의 추정결과는 설명력($R^2=.8661$)을 보여주고 있다. 그리고 GDP대비 물적자본의 투자 비율이 10% 증가할 때 경제성장률은 2.45% 증가하는 것으로 추정되었다.

초등교육, 중등교육 및 고등교육등록률이 10% 증가하면 각각 .2776%, .0961% 및 .1144%씩 성장에 기여하는 것으로 추정되었다. <부표 8>의 교육수준별 등록

률을 보면, 초등교육등록률은 1970대 초기부터 이미 100%를 넘어 더 이상의 증가가 불가능한 단계에 이르렀으며, 중등교육 또한 46%포인트에서 1995년 이후로 100%에 이르렀고, 고등교육등록률도 52%를 상회하여 거의 같은 수준에 이르고 있는 것으로 나타났다. 그러나 <표 7>에서 고등교육투자와 경제성장은 양(+)의 관계를 보여주고 있다. 반대로 계수가 음이 되는 것은 기술추격효과로 이는 외생적인 성장의 지식수준이 아니라 선진국으로부터의 기술습득으로 설명하고 있다.²⁵⁾ 즉 기술진보 수준은 낮으나 노동력의 교육수준이 높은 저개발 국가에서는 기술수준이 높은 선진국으로부터 기술습득률을 높일 수 있기 때문에 선진국보다 더 높은 성장을 할 수 있는 반면, 노동력의 교육수준이 낮은 국가에서는 기술추격효과가 낮아서 기술선진국보다 더 낮은 성장을 하는 것이 일반적인 현상이다.²⁶⁾ 즉 노동력의 교육수준이 높은 저개발 국가들은 기술선진국으로부터 기술습득률을 높이고 폭넓게 사용할 수 있기 때문에 경제성장이 빨라진다. 한국의 경제개발과정에서 성장률이 높게 나타나는 것도 기본적인 교육수준과 고등교육의 양적·질적 수준이 높기 때문에 선진국의 경제수준과 같아지는 수렴도가 나타난다고 볼 수 있다.²⁷⁾

<표 9>은 이와 같은 효과를 보여주고 있는 데, 중등교육과 1인당 소득인 GDP_P 사이의 다중공선성이 -0.4825 이고 중등교육과 고등교육의 그것이 0.6181 임을 고려할 때 성장에 기여하는 고등교육의 직접효과 관측이 어려워짐을 알 수 있다. 왜냐하면 이는 기술습득과 확산을 주목적으로 하는 교육투자의 증가가 생산에 영향을 미치는 시간보다도 R&D투자 증가에 대한 회수시간이 상대적으로 훨씬 더 길기 때문이다.²⁸⁾

본 연구의 추정결과를 상기 이론에 근거하여 설명하면 종속변수가 실질 경제

25) 일반적으로 저개발국가의 경제성장 회귀분석에서는 고등교육투자와 성장률이 음의 관계로 나타나고 있다. 이러한 결과는 축적된 생산요소로 성장의 회귀모형 추정을 할 때 나타날 수 있는 편의의 가능성이 높기 때문인 것으로 판단되고 있다(Benhabib Spiegel, 1993).

26) 기술추격(catch-up)효과는 경제성장이론에서 Rosenberg(1976) 효과로 알려져 있으며, 경제성장의 수렴설과 관련이 있다. Jess Benhabib & Mark M. Spiegel(1993) 참조.

27) Solow 모델은 기술력이 외생적으로 주어진다고 가정하므로 모든 국가가 일정 시간이 지나면 비슷한 기술수준을 유지하게 되어 결국 국민 1인당 소득수준도 비슷하게 수렴한다고 주장한다(수렴효과).

28) McMahon(1984)은 새로운 연구 개발은 비용이 많이 들거나 실패할 수 있기 때문에 R&D투자 수익률이 감소하게 되며, 자본이 풍부한 선진국에서 새로운 연구나 기술개발이 활발하다고 하여 후진국에서 R&D효과를 찾기는 어렵다는 것이다. 따라서 R&D투자를 하기보다는 투자에 대한 회수시간이 상대적으로 짧은 교육투자의 증가를 가져오는 Rosenberg(1976)효과를 들고 있다.

성장률이기 때문에 중등교육의 효과에 기술변화가 흡수되었을 것으로 추정하고 있다. 또한 <표 9>의 다중공선성 검정에서 SER2와 R&D 사이의 상관계수는 -.8192을 보여주고 있다.

노동력의 투입증가는 경제성장과 깊은 관련성이 있으므로 식(67)'에서 보면 단순노동력의 증가는 .6481의 계수 값으로 성장에 양의 기여를 보여주고 있다. 그리고 노동력 변수는 인구증가율(n)과 경제활동 참가율 또는 취업률(l) 관계에서 살펴볼 수 있다. 식(45)에서 $l=n$ 이면, 이 변수는 상수항($MPP \cdot l - 1$)이 되어 음수 값을 갖게 되고, $n > l$ 이면 성장률이 감소하게 되고, $n < l$ 이면 성장률은 높은 취업률에 의하여 성장률은 증가하게 된다. n 과 l 이 작은 값을 가질 때는 낮은 인구증가율과 단순노동증가율은 작은 양의 값을 가지게 된다. n 은 연간 인구증가율이기 때문에 다른 형태의 자본투입이 결합되지 않는 단순노동력의 증가만으로는 성장률을 증가(감소)시키지 못한다는 것을 의미한다. 따라서 식(67)'에서 단순노동력이 10% 증가했을 때 경제성장에 6.481%의 기여를 하는 것으로 추정할 수 있다.

<표 7>에서 식(72)'은 식(52)과 같은 정의식으로, 교육변수를 등록률(SER) 대신 GDP대비 정부의 교육비 지출을 사용하여 추정된 것이 식(67)'과 다르다. 동 모형의 추정 결과 GDP대비 중등교육과 고등교육을 위한 정부지출 투자는 경제성장에 기여할 것으로 예상했던 가정대로 나타났으며 높은 설명력($R^2=.8248$)을 보여주고 있다. 물적자본투자, 고용인구증가율을 제외하고는 통계적으로 매우 낮은 유의수준을 보여주고 있다. 식(72)'에서 GDP대비 중등교육을 위한 정부투자(I_{h_2})와 GDP대비 고등교육을 위한 정부투자(I_{h_3})의 계수는 중등교육 및 고등교육의 민간부문 지출이 포함되지 않아서 과 추정되었을 것으로 추정되며 중등교육 등록률(SER2)과 고등교육등록률(SER3)의 계수와는 다르다. <표 7>의 식(72)'에서 GDP대비 중등교육을 위한 정부투자(I_{h_2})의 계수는 -.0191(-.3419), 고등교육을 위한 정부투자(I_{h_3})의 계수는 .0279(1.2159)로 추정되었다.

식(72)'에서 5년의 시차를 가지고 사용된 R&D계수(-.0199)는 통계적으로 매우 낮은 유의수준과 음(-)의 부호로 나타났다.²⁹⁾ 그리고 <표 9>의 다중공선성

29) 각주 25) 참조

검정에서 H_2 과 H_3 의 $\rho=.6181$ 이고 종속변수가 GDP성장률이므로 고등교육투자 변수의 경제성장 효과는 R&D투자 변수에 일정한 부분이 전가되어 나타날 것으로 추정된다.

(2) 직접기여 및 역할 분석

경제성장 과정 중 각 생산요소의 역할은 <표 6>의 식(67)'에서 추정계수를 곱한 값으로 구한다. 그리고 예측성장률은 모든 생산요소의 역할을 합하여 구하게 된다. 또한 경제성장 모형을 시계열 방법으로 구한 모수추정치들은 각 요소의 성장에 대한 직접역할을 쉽게 계산해 주기 때문에 한국의 경제성장 과정에서 추정결과의 의미는 추정계수의 의미를 파악하면 쉽게 알 수 있다.

<표 8>은 추정기간 중 물적자본, 인적자본(교육), R&D투자와 노동(고용)증가율, 1인당 소득수준 등 각 변수의 경제성장에 대한 기여분과 이들 변수들로 추정된 예측성장률과 실제성장률 사이의 비율을 보여 주고 있으며, 실제성장률의 138.3097%가 모형으로부터 추정된 것으로 나타났다.

요소별로는 경제성장 총 추정치 9.5434% 중 실물투자가 80.59% 경제성장에게 가장 크게 기여하는 투자변수로 나타나 성장의 중요 요소임이 재확인되었고, 노동력(고용)(EMP)은 14.207%, R&D(LRD)투자는 1.727% 성장에 기여하고 있음을 보여주고 있다. 한편 1인당 GDP성장은 -.0284%로 성장기여도가 낮은 것으로 나타났다. 그리고 정부의 교육수준별 등록률로 중등교육과 고등교육의 성장 기여율은 각각 .4229%와 .0899%로 추정되었다.

<표 8> 요소별 직접기여도 추정

투입요소		추정모수		직접기여도	
요소	통계량	추정계수	표준편차(σ)	추정성장률	기여율(%)
IK75-07	31.39	.2450	(.034677)	7.69055	80.5853
SER1_70	103.00	.002776	(.000663)	.28593	2.9961
SER2_70	42.00	.000961	(.000308)	.04036	.4229
SER3_70	7.50	.001144	(.000424)	.00858	.0899
L_RD70-02	1.404	.1174	(.037712)	.16483	1.7272

EMP75-07	2.092	.6481	(.23257)	1.35583	14.2070
GDP_P(-1)	554	-4.89E-06	(1.70E-06)	-.00271	-.0284
예측성장률(B)				9.54337	100.0000
실질성장률(A)				6.9000	
(B/A)*100(%)				138.3097	

주) 1. <표 5>의 통계량을 <표 6>의 식(67)'에 대입하여 산출함.

2. 추정성장률(%)은 각 변수의 통계량(%)에 식(67)'에서 추정계수를 곱하여 얻는다.
3. 요소별 기여율(%)은 예측성장률(B)에 대한 각 요소별 추정성장률의 비율(%)로 나타낸다.
4. IK75-07은 1975~2007년간의 GDP대비 평균물적자본 비율을 나타내고, GDP_P(-1)는 추정기간(1975~2007) 중 1기전 1인당 국민소득이 성장에 미치는 영향을 추정하기 위한 변수로 실질 1인당 GDP(REGP)에 시차 1기를 고려한다.
5. 교육수준별 등록률(SER1, SER2, SER3)인 교육자본 투자는 5년 시차를 고려하여 추정기간은 1970~2002년까지이며 SER1, 2, 3_70은 추정초기의 교육수준별 등록률을 나타낸다.

(3) 간접기여 및 역할 분석

내생성장모형에서는 노동자의 교육과 훈련 등을 통한 신기술의 습득이 생산성을 증가시키는 것으로 설명하고 있다. 이러한 효과는 습득행위효과인 외부능력(external efficiency)을 의미하며 교육을 통한 신기술의 습득과 기술효과로 생산성이 향상되고 결국 소득증가에 기여하게 된다.³⁰⁾ 본 논문에서는 경제성장 과정에서 각 변수인 고등교육과 중등교육, 그리고 R&D변수의 정확한 기여도를 측정하기 위해 추정된 변수간의 상관분석을 통해 그 영향력을 추정한다.

① 상관계수 추정

<표 9>에는 식(52)에서 각 변수들인 중등교육과 R&D자본, 고등교육과 R&D자본 및 중등교육과 고등교육 등의 상관관계(ρ)를 나타내고 있다. 중등교육과 R&D자본은 $\rho=-.8192$, 고등교육과 R&D자본은 $\rho=-.7237$ 그리고 중등교육과 고등교육은 $\rho=.7607$ 의 값을 보여주고 있다.

30) Lucas(1988) "On the mechanics of economic development.", *Journal of Economics*, Vol. 22.

<표 9> 상관계수(ρ)

Correlation Matrix

	DLRGDP	SER1	SER2	SER3	DLIH1	DLIH2	DLIH3	DLI_RD	DUM
DLRGDP	1								
SER1	.0731	1							
SER2	-.2081	-.5297	1						
SER3	-.3242	-.3656	.7607	1					
DLIH1	-.0416	.3796	-.3762	-.4231	1				
DLIH2	.0869	.4273	-.5703	-.5573	.7749	1			
DLIH3	.0409	.3912	-.4414	-.4732	.5930	.6181	1		
DLI_RD	.3093	.1984	-.8192	-.7237	.1599	.3786	.3233	1	
DUM	-.2586	-.2942	.3073	-.0271	-.0911	-.1552	-.0499	-.1855	1
GDP_P	-.2698	-.3019	.7312	.9452	-.3758	-.4825	-.3837	-.6837	-.0373

② 연립방정식모형과 추정 방법

앞에서 살펴 본 단일방정식모형에서는 한 개의 종속변수 Y와 여러 개의 설명변수 X가 고정되어 있다는 전제하에서 X가 Y에 미치는 조건부평균값을 추정하는 것이므로 원인과 결과가 일정방향만을 가정한 것이다. 이러한 일정방향만을 분석하는 단일방정식모형에서는 대부분의 경제변수들이 상호의존관계에 있어서 Y가 X변수에 의해 결정이 되거나 X변수 중에는 Y변수에 의해 결정되는 경우도 있으므로 이러한 실물경제를 분석하는 데 한계가 있다. 따라서 일정 변수들이 다른 변수들에 의해서 동시에 결정될 수 있는 모형이 필요하게 되는데 이를 연립방정식모형(simultaneous-equation models)이라고 한다. 연립방정식모형의 변수는 내생변수(endogenous variables)와 선결변수(predetermined variables)로 구분하고, 선결변수는 내생시차변수(lagged endogenous variables)와 외생변수(exogenous variables)로 구분을 한다.

연립방정식모형에서는 설명변수와 교란항이 상관되어야 하므로 일반적인 단일방정식의 추정에 이용되는 OLS방법으로는 모수를 추정할 수가 없다. 따라서 이러한 간접효과를 추정하기 위한 방정식체계는 실증적인 가설검정의 수행이 가능한 3SLS(3단계최소자승법)를 사용하고 있으며, 일반적으로 3SLS에 의해 추정된

모수는 완전정보가 활용된 최우추정법의 추정치이다.

③ 추정 절차

Zellner와 Theil³¹⁾에 의해 개발된 3단계최소자승법(three-stage least squares)은 모형에 포함된 선결변수들의 정보를 이용해서 구조방정식들을 동시에 추정한다. 이는 등식의 우측 변수들이 오차 항들과 상관되어 있고, 이분산성과 잔차들의 동시적인 상관성이 존재하는 경우에 적합하며 3단계 과정을 거쳐 추정하는 방법으로 2SLS와 GLS추정방법을 결합한 추정법이라 할 수 있다.

또한 3SLS 추정 방법에서는 2SLS과정에서 무시되었던 구조방정식 상호간의 연관성을 교란항간의 상관관계를 통하여 파악하게 되며, 따라서 모든 구조방정식을 동시에 추정하게 되며, 그 추정 절차는 다음과 같다.

<1단계> 각각의 구조방정식에 선결변수를 곱한 후 방정식을 추정하는데, 구조방정식모형에 대응하는 유도방정식을 구성한 후 이 방정식에 OLS를 적용하여 각 내생변수에 대한 추정치를 구한다.

<2단계> 1단계의 2SLS로부터 도출된 추정치를 각 내생설명변수들의 원래 관측치들과 대체시킨 다음 OLS를 적용하여 잔차(e_i^2)를 구하여 잔차항들로 오차항에 대한 분산·공분산행렬을 작성한다.

<3단계> 2단계에서 도출된 오차항의 분산·공분산행렬을 이용하여 연립방정식 모형의 이분산 문제를 해결하고 가중회귀방법(weighted LS/TSLS)을 응용하는 일반최소자승법(generalized least squares)을 적용함으로써 최종적으로 추정치를 구한다.

<표 10>에서는 추정방정식으로부터 얻어진 <표 8>과 <표 10>의 결과를 이용하여 성장에 대한 세 변수의 직접역할과 간접역할을 찾기 위한 추정과정과 직접역할과 간접역할을 합한 전체 효과를 보여주고 있다. <표 8>의 추정결과를 보면 중등교육(SER2), 고등교육(SER3), 그리고 R&D(IRD)의 계수는 각각 (.04036), (.00858), (.16483)로 경제성장에 대한 직접기여도를 보여준다.

31) A. Zellner and H. Theil, "Three-Stage Least Squares : Simultaneous Estimation of Simultaneous Equations", *Econometrica*, vol. 30. January 1962, pp. 54~78.

고등교육의 간접역할은 중등교육과 R&D투자의 간접효과를 계산하여 얻는다. 먼저 중등교육의 직접효과(.04036)에 <표 10>의 3SLS 추정식 결과로 얻은 고등교육의 투자증가가 중등교육에 미친 효과(.0609)와 <표 5>의 고등교육의 연평균 증가율(.075)을 곱한 값(.0184%)을 구한다.

<표 10> 3SLS 모형 및 추정 결과

<3SLS 모형>			
<i>OLS</i>	$y = \alpha_1 I_K + \alpha_2 SER1(-5) + \alpha_3 SER2(-5) + \alpha_4 SER3(-5) + \alpha_5 I_R(-5) + \alpha_6 EMP$	(74)	
	$+ \alpha_7 DUM + \alpha_8 GDP_P(-1)$		
<i>OLS</i>	$I_K = \beta_1 y + \beta_2 SER2(-5) + \beta_3 SER3(-5) + \beta_4 I_R(-5) + \beta_5 EMP$	(75)	
	$+ \beta_6 DUM + \beta_7 GDP_P(-1)$		
<i>OLS</i>	$SER1(-5) = \gamma_1 y + \gamma_2 DUM$	(76)	
<i>OLS</i>	$SER2(-5) = \sigma_1 y + \sigma_2 SER1(-5) + \sigma_3 SER3(-5) + \sigma_4 I_R(-5)$	(77)	
<i>OLS</i>	$SER3(-5) = \epsilon_1 y + \epsilon_2 SER1(-5) + \epsilon_3 SER2(-5) + \epsilon_4 I_R(-5)$	(78)	
<i>OLS</i>	$I_R(-5) = \eta_1 y + \eta_2 SER2(-5) + \eta_3 SER3(-5) + \eta_4 GDP_P(-1)$	(79)	
<추정 결과>			
	$SER2(-5) = 45.832y - 1.07017SER1(-5) + .0609SER3(-5) - 104.1597I_R(-5)$		
	(1.1990) (-3.5749)*** (.5959) (-4.8939)***		
		$R^2 = .8339$	SE=4.9083 DW= .4730
	$SER3(-5) = -60.2977y - 1.6314SER1(-5) + .2498SER2(-5) - 109.5621I_R(-5)$		
	(-.7651) (-2.4154)** (.5959) (-1.9155)*		
		$R^2 = .7191$	SE=9.9417 DW= .4059
	$I_R(-5) = .3011y - .00355SER2(-5) - (7.80E-05)SER3(-5) - (3.62E-06)GDP_P(-1)$		
	(.7972) (-3.1304)*** (-.0921) (-1.1855)		
		$R^2 = .6986$	SE= .0398 DW= .8826

주) 1. ()는 *t*-통계치를 나타내며 간접기여도 추정은 연립방정식모형인 3SLS방법으로 추정함.

2. * : $p < .10$, ** : $p < .05$, *** : $p < .01$

다음은 <표 8>의 R&D의 직접효과(.16483)에 <표 10>의 결과로 얻은 고등교육의 투자증가가 R&D에 미친 효과(-.000078)와 <표 5>의 고등교육의 증가율(.075)을 곱한 값(-.000964%)을 얻는다. 그리고 고등교육의 간접역할은 두 결과의 합(.01744%)을 얻게 된다. 그리고 고등교육의 직접효과와 간접효과를 합한 전체 효과가 경제성장에 대한 고등교육의 실제역할이 된다. <표 6>의 식(67)', <표 8> 및 <표 10>로부터 중등교육을 경유한 고등교육의 성장에 대한 간접역할은 식(80)과 같이 쓸 수 있다.

$$MPP_{HS} * SER2 * \left(\frac{\partial SER2}{\partial SER3}\right) * SER3 \quad (80)$$

$$(.000961)(.42)(.0609)(.075) = .000184\%$$

R&D투자를 경유한 고등교육의 간접역할은 식(81)과 같다.

$$MPP_R * IRD * \left(\frac{\partial IRD}{\partial SER3}\right) * SER3 \quad (81)$$

$$(.1174)(1.404)(-.000078)(.075) = -.0000964\%$$

고등교육의 성장에 대한 간접역할은 식(80)과 식(81)을 합하여 구할 수 있다 (8.76-05E). 그 다음 직접역할과 간접역할로부터 고등교육의 전체효과를 얻게 된다. 중등교육과 R&D 투자의 간접역할도 고등교육의 전체효과를 얻는 방법과 동일한 추정과정을 통하여 얻는다.

<표 11>에서 보면 고등교육의 경우 경제성장에 대한 직접역할이 .00858%, 간접역할이 .0000876%로 추정되어 실제역할은 .008668%로 증가하였고, R&D는 직접역할이 16.483%, 간접역할이 -7.2223%로 추정되어 실제역할은 9.2607%로 증가했다. 그리고 중등교육은 직접역할이 .04036%, 간접역할이 -.02368%로 추정되어 실제역할은 .01669%로 증가하였음을 보여준다.

<표 11> 경제성장에 대한 실제기여도 추정

	직접기여도(1)	간접기여도(2)	실제기여도(1+2)
고등교육 (중등교육, R&D경유)	$MPP_{HE} * SER3$ (.001144)(.075)=.00858(%)	$MPP_{HS} * SER2 * \left(\frac{\partial SER2}{\partial SER3}\right) * SER3$ (.000961)(.42)(.0609)(.075)=.000184 $MPP_R * IRD * \left(\frac{\partial IRD}{\partial SER3}\right) * SER3$ (.1174)(1.404)(-.000078)(.075)=-.0000964 Total=.0000876(%)	.008668(%)
R&D투자 (중등교육, 고등교육경유)	$MPP_R * I_R$ (.1174)(1.404)=16.483(%)	$MPP_{HS} * SER2 * \left(\frac{\partial SER2}{\partial I_R}\right) * I_R$ (.000961)(.42)(-104.1597)(1.404)=-5.9025 $MPP_{HE} * SER3 * \left(\frac{\partial SER3}{\partial I_R}\right) * I_R$	9.2607(%)

		(.001144)(.075)(-109.5621)(1.404)=-1.3198 Total=-7.2223(%)	
중등교육 (고등교육, R&D경유)	$MPP_{HS} * SER2$ (.000961)(.42)=.04036(%)	$MPP_{HE} * SER3 * (\frac{\partial SER3}{\partial SER2}) * SER2$ (.001144)(.075)(.2498)(.42)=.0009002 $MPP_R * I_R * (\frac{\partial I_R}{\partial SER2}) * SER2$ (.1174)(1.404)(-.00355)(.42)=-.024576 Total=-.02368(%)	.01669(%)

주) 직접기여도는 <표 8>, 간접기여도는 <표 8>, <표 10>로부터 도출함.

④ 인적자본의 실제 역할

인적자본의 실제 역할은 <표 6>에서 각 변수들을 추가해 가며 성장모형의 생산요소별 기여도를 추정하였다. <표 11>에는 세 변수인 중등교육, 고등교육, R&D자본의 경제성장에 대한 실제역할이 <표 8>에서 나타난 직접역할에 간접역할이 추가되어 증가했음을 보여준다.

<표 11>에서 경제성장에 대한 각 생산요소인 고등교육, R&D투자, 중등교육의 실제기여도는 각각 .008668%, 9.2607%, .01669%로 추정되어 경제성장에 기여하는 변수로 확인되었다.

<표 12> 생산요소별 성장기여도 분석

요소	투입요소		직접기여도		총기여도(+간접기여도)	
	통계량	추정계수	추정성장률	기여율(%)	추정성장률	기여율(%)
dLIK	31.39	.2450	7.69055	80.5853	7.6906	41.3123
SER1	103.00	.002776	.28593	2.9961	.28593	1.5360
SER2	42.00	.000961	.04036	.4229	.01669	.0897
SER3	7.50	.001144	.00858	.0899	.008668	.0466
dII_RD	1.404	.1174	.16483	1.7262	9.2607	49.7468
dIEMP	2.092	.6481	1.35583	14.2070	1.3558	7.2833
GDP_P(-1)	554	-4.89E-06	-.00271	-.0284	-.00271	-.01455
		예측성장률(B)	9.5434	100.0000	18.6157	100.0000
		실질성장률(A)	6.9000		6.9000	
		(B/A)*100(%)	138.3101		269.7928	

주)1. <표 8>, <표 10>, <표 11>로부터 계산.

2. 총기여도에는 중등교육, 고등교육, R&D 사이의 간접기여도를 포함한다.

3. SER(등록률) 및 R&D자본은 5년 시차를 고려하여 추정한다.

<표 12>에서는 중등교육, 고등교육 및 R&D 자본의 경제성장에 대한 실제역할은 직접역할에 간접역할이 추가되어 <표 8>에서의 직접역할과 비교하여 보면 크게 변화했음을 알 수 있다. 성장에 대한 생산요소별 직접기여도는 <표 12>에서 물적자본 변수 이외 생산요소들의 직접기여도는 초등교육(2.9944%), R&D투자(1.7262%), 중등교육(.4227%), 고등교육(.0899%)의 순서로 각각의 생산요소가 경제성장에 기여하는 변수로 확인되었으며, 간접기여도를 추가한 총기여도는 R&D투자(49.747%), 초등교육(1.5360%), 중등교육(.0897%), 고등교육(.0466%)의 순으로 성장기여도를 나타내고 있다. 그리고 1기전 1인당 국민소득 GDP_P(-1)는 직접기여도가 -.0284%, 총기여도는 -.0146%로 성장기여도가 음(-)의 부호를 나타내어 매우 낮은 기여를 보여주고 있다.

⑤ 교육투자의 실제 역할

정부부문의 교육수준별 교육투자의 실제 역할은 <표 7>에서 각 변수들을 추가해 가며 성장모형의 생산요소별 기여도를 추정하였다. <표 13>에는 세 변수인 중등교육 투자, 고등교육 투자 및 R&D자본 투자의 경제성장에 대한 실제역할은 직접역할에 간접역할이 추가되어 추정치가 증가하였음을 보여준다.

<표 13>에서 정부부문의 교육투자에 대한 각 생산요소인 고등교육 투자³²⁾, R&D자본 투자 및 중등교육 투자의 기여도는 각각 .01087%, -.32103%, -.01648%로 추정되어 R&D자본 및 중등교육 투자요소의 성장에 대한 기여율이 음(-)의 경제성장 기여를 하는 것으로 확인되었다.³³⁾

32) 한국은 인적자본에 대한 투자가 물적자본에 대한 투자와 비교하여 OECD 등 선진국의 최적 수준보다 작은 것으로 나타났다. 우리나라의 인적투자가 여타국가와 비교할 때 사적부문은 상당히 크고 공적부문은 상대적으로 작으며 특히 고등교육은 사교육의 비중이 크다는 점에 비추어 앞으로는 교육투자의 공적부문을 중심으로 인적투자를 증대할 필요가 있다고 판단된다.

33) 중등교육투자와 R&D투자가 경제성장에 음(-)의 기여를 하고 있는 것은 변수의 투자회수 기간이 다른 변수와 비교하여 상대적으로 길어서 그 효과가 간접적으로 기여하고 있는 것으로 보인다.

<표 13> 투자요소별 성장기여도 분석

투입요소		추정보수		전체추정(직접기여도)	
요소	통계량	추정계수	표준편차(σ)	추정성장률	기여율(%)
dIIK	31.39	.2154	(.0558)	6.7614	77.6888
dIIH1	.0999	.00154	(.0409)	.0001538	.001768
dIIH2	.0751	-.0191	(.0559)	-.001434	-.01648
dIIH3	.0339	.0279	(.0229)	.000946	.01087
dIIRD	1.404	-.0199	(.0453)	-.02794	-.32103
dIEMP	2.092	.9418	(.2657)	1.9702	22.6382
GDP_P(-1)	554	-3.42E-07	(1.09E-06)	-.000189	-.002177
예측성장률(B)				8.703137	100.0000
실질성장률(A)				6.9000	
(B/A)*100(%)				126.1324	

- 주) 1. <표 5>의 통계량을 <표 7>의 식(72)'에 대입하여 산출함.
 2. 추정성장률(%)은 각 변수의 통계량(%)에 추정식(72)'의 추정계수를 곱하여 얻는다.
 3. 요소별 기여율(%)은 예측성장률(B)에 대한 각 요소별 추정성장률의 비율(%)로 나타낸다.
 4. IK는 1976~2007년간의 GDP대비 평균 물적자본 비율을 나타내고, GDP_P(-1)는 추정기간(1976~2007) 중 1기전 1인당 국민소득이 성장에 미치는 영향을 추정하기 위한 변수로 실질 1인당 GDP(REGP)에 시차 1기를 고려한다.
 5. R&D자본 투자 및 정부부문의 교육수준별 지출비율(h_1, h_2, h_3)인 교육자본 투자는 5년 시차를 고려하여 추정기간은 1970~2002년까지이며, 통계량은 추정초기(1970)의 실질GDP에 대한 정부부문의 각 교육수준별지출비율을 나타낸다.

⑥ 요소축적과 경제성장률

경제성장률은 설명변수들 중에서 실물투자, 교육투자, R&D투자, 초기 소득 등의 변수로 추정했을 때 한국은 동 기간 중 고도성장을 해왔다고 볼 수 있으나 실제성장률과 비교해 보면 예측성장률과는 차이가 있다. 한국의 고도성장은 주로 초기의 저소득 수준에 기인한 것으로 판단되며, 1970년대 초기 중등교육과 고등교육의 평균등록률과, 추정기간(1976~2007) 중 물적자본 투자는 비교적 높은 반면에 R&D자본 투자, 중등교육 및 고등교육투자 등의 이른바 요소축적은 OECD 회원국과 고소득의 선진국과 비교해 보면 여전히 낮은 수준임을 알 수 있으며, 저성장의 원인이 되고 있다. 따라서 이러한 결과는 고등교육투자와 R&D투자를 늘려서 경제성장 기여를 크게 증가시켜야 함을 보여준다.

3. 내생성장의 추정 결과 분석

(1) 추정결과의 배경

추정기간 중 경제성장의 외적 변화는 다음의 몇 가지로 요약할 수 있다. 첫째 지식·정보화 기술의 획기적인 발달로 인하여 노동력의 질적, 양적 변화를 가져오게 되어 이른바 고용 없는 성장으로 변화한 점이다. 둘째 IMF외환위기의 영향으로 성장이 정체되거나 저성장을 보인 점이다. 셋째 1970년대 초기부터 초등교육은 이미 100%에 이르렀고, 중등교육등록률은 1995년부터 100%를 넘었으며, 특히 고등교육등록률은 급성장을 하여 2001년에는 80%를 넘어 2007년에는 95%의 한계에 이르고 있다는 점이다. 넷째 정부와 기업이 생산요소 축적과 시장경쟁력의 확보를 위해서 노동시장을 재편성하는 과정에서 추정기간 동안 초저성장을 보임으로써 고성장국가에서 저성장국가로 변화한 점이다.

<표 12>에서 경제성장에 기여한 요소 중 직접기여도와 간접기여도를 추가한 총기여도를 비교해 보면, 물적투자가 80.58%에서 41.31%로 추정되어 여전히 가장 큰 기여요소임을 보여주었다. 다음은 R&D투자로 1.73%에서 49.75%의 괄목할 만한 급격한 성장을 보였으며, 초등교육은 2.996%에서 1.536%, 중등교육은 .4229%에서 .0897%를, 고등교육은 .0899%에서 .0466%, 노동(고용)력은 14.207%에서 7.283%의 경제성장에 기여를 하는 것으로 나타났다. 한편 고등교육의 성장 기여는 .0899%에서 .0466%로 감소한 것으로 나타났으며 다른 교육수준과 비교해 보면 낮은 수준이어서, 노동시장에서 고등교육의 양적 확대에서 질적인 공급의 확대로 경제성장 기여도를 크게 증가시켜야 할 필요가 있음을 보여주고 있다. 그러나 1기전 1인당 국민소득은 -.0284%에서 -.01455%로 경제성장에 여전히 음(-)의 관계로 나타나 성장기여에는 긍정적 효과가 없음을 보여준다.

(2) 인적자본의 추정 변화

경제성장과정에서 인적자본의 변화는 인적자본의 교육수준별 경제성장에 대한 기여도가 변하고 있다는 점이다. 한국의 경제개발 초기에는 초등교육이 경제 성장에 대한 기여도가 가장 높았다.³⁴⁾

1970~80년대 경제성장과정에서는 중등교육이 경제성장에 가장 크게 기여한 것으로 추정되었다. 1965~1989년의 추정 기간 중등교육은 65.4%, 초등 36.2% 고등교육은 4.73% 기여하는 것으로 추정하였다.³⁵⁾ 그러나 80년대 이후 한국의 교육수준별 경제성장 기여도는 선진국에서처럼 더 이상의 성장에 대한 기여율을 보여주지 못하고 있다. <표 6>의 식(67)'에서 나타난 바와 같이 초등교육 및 중등교육등록률이 10% 증가하면 각각 .02776%, .00961% 경제성장률이 증가하는 것으로 나타났다. 특히 고등교육의 기여율은 .01144%로 나타나는 것은 1980년대 이후 노동시장에서 고등교육의 양적 팽창에 따른 고등교육 실업자의 증가와 상대적인 경제활동 참여 기회의 부족으로 인하여 고등교육의 성장기여도가 낮게 나타나는 것으로 보인다. 그리고 1995년 이후 IMF외환위기로 경기가 침체되고, 지식·정보화 산업과 산업자동화의 급속한 진행으로 산업의 구조조정이 가속화되어 이른바 고용 없는 성장을 가져오게 되었다. 그리고 저 출산과 인구고령화로 인한 경제활동인구의 감소는 저성장의 원인이 되고 있다.

(3) 지적자본의 추정 변화

R&D자본의 경제성장에 대한 기여도는 세계은행 자료에서 1965~1989년간 27.6%의 음(-)의 기여를 하는 것으로 추정되었으나 1975~2004년간의 경제성장 기여도는 24.1%를 추정하였다. 이는 고등교육의 기여율이 R&D자본을 경유하여 나타나는 것으로 보아지며 지식·정보화 산업에서 R&D자본의 투자로 형성된 새로운 지식과 기술이 경제성장의 중요한 요소임을 확인할 수 있다.

그러나 본 연구에서는 <표 6>의 식(67)'에서 추정기간(1975~2007) 동안 R&D 투자비율이 10% 증가할 때 성장에 대한 직접기여도는 1.174% 증가하는 것으로 추정되었고, 또한 <표 12>에서 보면 R&D 투자의 경제성장에 대한 총기여도는 물적투자(41.31%) 다음의 높은 기여도(49.75%)를 보여 주었다.

34) 세계은행의 연구결과는 1960~1970년대 한국은 초등교육이 67%, 중등교육은 19%를 기여하는 것으로 추정하였다.

35) 장창원(1995)은 “한국의 교육수준별 경제성장에 미친 영향 분석”에서 내생성장모형과 1975~2004년간 동 아시아 7개국 자료를 이용하여 추정기간(1965~1989) 중 교육수준별 경제성장에 대한 기여도를 이와 같이 추정하였다.

VI. 결 론

본 연구의 주요 내용은 경제성장에 대한 생산요소의 교육수준별 기여도와 역할을 분석하는 데 있다. 즉 교육투자를 통하여 새로운 지식과 생산기술에 의한 노동생산성의 향상을 제고하기 위하여 내생성장모형을 이용한 생산요소별 경제성장에 대한 기여도를 추정하는 것이다. 따라서 교육과 경제발전의 상관관계를 분석하기 위해 한국의 시계열자료를 구축하고 교육투자가 경제성장에 미치는 효과를 분석하였다.

모형은 신고전학과 Solow이론을 확장한 내생적 생산함수 모형을 설정하고 시계열분석의 추정을 위해 다음의 과정으로 진행하였다. 1975~2007년의 추정기간 동안 시계열자료를 실증적으로 분석했으며 모형은 물적자본 외 인적자본과 R&D자본을 포함시켜 기술혁신에 대한 효과를 고려하였다. 성장요소 중 추정초기의 기술수준인 초기 GDP변수와 경제상황의 더미변수를 포함시켰다.

교육투자와 R&D투자의 투자회수기간은 다른 변수에 비해 길어서 그 효과가 중등교육 등을 경유하여 간접적으로 기여하는 것으로 판단되어 경제성장에 대한 각 요소의 간접역할을 연립방정식모형을 이용하여 계수를 추정하고 각 변수들의 실제역할을 도출하였다.

또한 교육발전이 개별국가의 경제성장에 미치는 순수한 영향을 설명하기 위해 교육 이외의 경제성장에 영향을 미치는 독립변수를 회귀식에 투입하여 분석하였다. 선행연구에서는 경제활동참가, 자본투자, 인구증가 등이 개별 국가의 경제성장을 설명하는 주요 변수임이 입증되었으며 그 중에서 교육과 경제활동참가는 노동의 질과 양을 반영하는 변수로써 경제성장과 깊은 관련성을 보여주고 있다.

초기의 한국경제는 우수한 인적자본과 이의 빠른 향상으로 실현된 기술수준의 향상 및 정부의 적극적인 개발정책과 무역자유화 정책의 확대 등에 의해 발전해 온 것으로 볼 수 있다. 따라서 한국경제 성장의 근본원인이 내생적 성장모형에 기초하여 추정한 결과 기술과 인적자본의 내생적 발전에 의한 것이라는 점과 부합된 것이라 할 수 있다.

내생성장가설의 경제성장모형에서 실증적인 추정을 통해 밝혀진 내용을 요약하면 다음과 같다.

첫째 기존의 연구에서는 초등교육이 경제성장에 큰 기여를 한 것으로 나타났으나 본 연구에서는 투자변수 중 물적투자가 경제성장에 가장 큰 기여를 보여주었고 다음으로 R&D투자, 고등교육의 순으로 기여율이 높게 나타났다. 초등교육 변수는 <표 6>와 <표 7>의 식(67)' 과 식(72)' 에서 등록률과 교육투자 비율이 10% 증가함에 따라 성장기여도는 각각 .02776%와 .0154%로 추정되었으며, 중등교육은 각각 .00961%와 -.191%의 성장기여도를 보이고 있다.

둘째 한국의 경제성장의 요소 중 특히 고등교육, 중등교육 및 R&D변수는 예상한대로 간접적인 효과를 통하여 경제성장에 기여하는 것으로 나타났다. <표 6>의 식(67)' 에서 성장률의 추정치를 보면 고등교육(.001144)과 R&D(.1174) 변수를 중등교육(.000961)의 추정치와 비교하여 보면 중등교육보다 오히려 높게 나타나 Gemmell(1996)의 연구 결과와 같이 선진국에서 나타나는 고등교육의 긍정적인 효과를 반영하고 있다고 판단된다.³⁶⁾ 본 연구에서도 <표 12>의 생산요소별 성장기여도 추정에서 나타난 바와 같이 이와 동일한 긍정적인 효과를 보여주고 있다.

셋째 시계열자료의 분석 결과, 교육과 경제성장간에 상관관계가 높을 뿐만 아니라 교육이 경제성장에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 시계열자료는 특징표본이 시간의 흐름에 따른 변화를 보여 주는 특성을 갖고 있다. 따라서 시계열자료는 변화가 크지 않는 개별 국가의 특성을 고정하고 관측할 수 없는 개체효과를 통제함으로써 시간의 변화에 따른 지표들의 동태적 변화를 설명할 수 있다.

넷째 추정기간 중 교육수준별 한계생산성은 <표 6>와 <표 7>의 식(67)' 과 식(72)' 에서 나타난 것과 같이 인적자본의 저장변수들이 경제성장을 설명하는 회귀식에서 높은 설명력을 갖지 못하거나 오히려 경제성장률과 음(-)의 상관관계로 나타나 통계적으로 유의하지 못한 결과를 보이고 있다. 이는 과도한 인적자본의

36) Gemmell의 연구는 개발도상국에서는 초·중등학교 교육이 경제성장에 중요한 역할을 하는 반면, OECD 국가 등 선진국에서는 다른 요소들이 동일할 때 고등교육이 경제성장에 긍정적인 영향을 미친다고 설명한다(Gemmell(1996) 참조).

양적 팽창이 성장에는 더 이상의 긍정적 효과가 없으며 따라서 인적자본의 생산성 향상을 위하여 정부부문의 고등교육투자가 늘어나야 함을 보여주고 있다.

다섯째 인적자본의 질적 수준과 노동생산성의 향상을 위하여 추정된 교육수준별 투자수익률을 근간으로 정부부문의 교육수준별 지출비율을 늘리고, <표 12>에서 투자요소별 성장기여도 중 물적자본 다음으로 높은 성장기여도를 보이는 R&D(49.75%)투자를 장기적이고 지속적인 경제성장을 위하여 중점적으로 지원하고 개선해야 할 필요가 있다고 판단된다.



The Effects of Human Resources to Economic Growth in South Korea

Tae-Heorn Ha*

[Abstract]

The main purpose of this study is to analyze the level of educational contribution and role to economic growth. In order to improve labor productivity through new knowledge and technologies, the contribution to production factors on economic growth can be estimated using endogenous growth model by investment in education. therefore, to analyze the correlation between education and economic development, we build korea's time series data and analyze how investment in education effects economic growth.

During the period between 1970~2007, time series data were analyzed positively and the effects of technological innovation were considered by including physical capital and human capital and R&D capital. Compared to the other variables, Investment in education and R&D investment payback period are longer. considering that, it was found that its effects via secondary education indirectly contribute to economic growth. so the indirect role of each element to economic growth was estimated in order to find the coefficients and the actual role of each variable were derived using equations. South Korea's initial economy seemed to have developed rapidly by the high quality of human resources and improvement on technology, the government's aggressive policies to development, expansion of trade liberalization. therefore, based on the endogenous growth model, the root cause of economic growth in South Korea was made by the endogenous development of technology and

* Master Course of Economics, Graduate School, Jeju National University, <hun2254@jejunu.ac.kr>

human capital.

The endogenous production function model was set up by substituting the neoclassical theory of Solow model and make progress in next steps to estimate the time series analysis.

First, the endogenous growth model is presented to estimate the role of production factors on economic growth using expended Cobb–Douglas production function, Solow growth model theory.

Second, elements in economic growth such as physical capital, human capital, R&D capital and the growth of simple labor to the contribution for economic growth are estimated by substituting the endogenous growth model.

Third, the simultaneous equations model was set to estimate indirect contribution by interaction on each production factor (secondary education, higher education and R&D capital) and the result was revised by re-estimating the influence between each element.

During Korea's economic growth period, results were showing that estimation of the simplicity of the labor force and higher education which gave indirect contributions to the secondary education and R&D capital using the simultaneous equations model and how much those elements such physical capital, human capital and R&D capital gave direct contributions to Korea's economic growth.

[key words] economic growth, endogenous economic growth, physical capital, human capital, R&D capital, educational enrollment rate, marginal productivity, social efficiency.

<부표 1> 실질GDP 성장률과 통계량

(단위: 천명, 10억원)

Year	실질GDP 성장률 (y)	인구 성장률 POP(n)	실질1인당 GDP성장률 REGP (y-n)	실질GDP (RGDP)	물적자본 (IK, Gross fixed capital formation)	초등교육 등록률 (SER1)	초등교육 학령인구 수(SA1) (6~11)	초등교육 학생수 (SN1=SE R1*SA1)	정부부문 초등교육 투자액 (Ih_1)	중등교육 등록률 (SER2)	중등교육 학령인구 수(SN2) (12~17)	중등교육 학생수 (SN2=SE R2*SA2)	정부부문 중등교육 투자액 (Ih_2)	고등교육 등록률 (SER3)	고등교육 학령인구 수(SN3) (18~21)	고등교육 학생수 (SN3=SE R3*SA3)	정부부문 고등교육 투자액 (Ih_3)	연구개발 비(IRD)	인구수 (POP)	취업활동 인구 (EMP)	경상GDP per capita (Y/N)
1970				69046.1	17676	103	5711	5882	69	42	4675	1964	52	7.5	166	166	23	259	32241	9745	254
1971	10.2	1.99	8.2	74737.4	17190	104	5583	5806	75	46	4958	2281	64	7.8	178	178	32	232	32883	10066	290
1972	6.4	1.89	4.5	78076.7	16552	105	5481	5755	98	50	5249	2625	84	8.1	198	198	39	222	33505	10559	320
1973	13.8	1.78	12.0	87472.7	21168	106	5398	5722	97	54	5384	2907	98	9.2	244	244	40	251	34103	11139	401
1974	8.9	1.73	7.2	93755.1	25408	107	5348	5722	107	55	5470	3009	113	9.6	270	270	53	278	34692	11586	554
1975	7.6	1.70	5.9	99331.3	26720	107	5331	5704	151	56	5557	3112	163	9.8	294	294	82	412	35281	11830	602
1976	12.2	1.61	10.6	109833.0	28007	108	5346	5774	264	61	5564	3394	301	10.0	317	317	124	471	35849	12556	818
1977	11.6	1.57	10.0	120810.0	34431	107	5413	5792	320	64	5506	3524	375	10.3	339	339	166	718	36412	12929	1034
1978	10.8	1.53	9.3	132040.0	43177	109	5483	5976	404	68	5416	3683	461	10.9	374	374	323	816	36969	13490	1431
1979	8.3	1.53	6.8	140996.0	47798	109	5513	6009	558	75	5329	3997	595	12.2	433	433	359	778	37534	13664	1676
1980	0.1	1.57	-1.5	138898.0	44725	110	5499	6049	673	76	5270	4005	811	15.8	574	574	487	771	38124	13683	1645
1981	7.8	1.57	6.2	147458.2	41436	111	5405	6000	950	80	5252	4202	955	17.5	636	636	795	910	38723	14023	1800
1982	8.9	1.56	7.3	158259.7	45262	112	5268	5900	1191	84	5293	4446	1167	21.7	774	774	1113	1331	39326	14379	1893
1983	12.3	1.49	10.8	175312.0	51717	103	5116	5269	1151	87	5370	4672	1399	23.9	833	833	1430	1985	39910	14505	2076
1984	9.3	1.24	8.1	189516.2	55339	99	4973	4923	1427	91	5448	4958	1496	26.1	894	894	1233	2293	40406	14429	2257
1985	7.8	0.99	6.8	202408.0	58294	96	4863	4668	1549	89	5489	4885	1630	34.2	1161	1161	1420	2975	40806	14970	2309
1986	11.6	1.00	10.6	223901.5	63588	98	4804	4708	1699	89	5480	4877	1836	35.3	1197	1197	1544	3672	41214	15505	2643
1987	12.1	0.99	11.1	248763.9	73137	101	4818	4866	1834	88	5407	4758	2036	36.0	1238	1238	1590	4279	41622	16354	3321
1988	11.6	0.98	10.6	275235.3	82295	104	4865	5060	1948	87	5268	4583	2316	36.8	1293	1293	1753	4927	42031	16870	4435
1989	7.7	0.99	6.7	293798.5	94603	108	4883	5274	2289	86	5102	4388	2790	38.0	1367	1367	1942	5347	42449	17560	5418
1990	10.2	0.99	9.2	320696.4	118978	108	4786	5169	2757	88	4912	4323	3388	39.2	1436	1436	2378	5740	42869	18085	6147
1991	10.4	0.99	9.4	350819.9	136469	105	4663	4896	3120	89	4794	4267	4075	40.0	1463	1463	2871	6455	43296	18677	7105
1992	6.9	1.04	5.9	371433.0	137059	103	4482	4616	3777	91	4743	4316	4855	44.0	1584	1584	3549	7206	43748	19033	7527
1993	7.1	1.02	6.1	394215.8	143100	101	4266	4309	4390	95	4749	4512	5532	45.0	1572	1572	4274	8357	44195	19328	8177
1994	9.5	1.01	8.5	427868.2	155744	98	4058	3977	4902	98	4782	4686	6215	48.0	1612	1612	5174	9927	44642	19905	9459
1995	10.2	1.01	9.2	467099.2	174228	95	3901	3706	5515	101	4792	4840	7279	52.0	1677	1677	6422	11070	45093	20432	11432
1996	8.0	0.96	7.0	499789.8	187421	94	3822	3593	6351	102	4802	4898	8391	60.0	1853	1853	8036	12095	45525	20817	12197
1997	5.6	0.94	4.7	523034.7	186200	94	3823	3594	7696	97	4679	4534	9951	68.0	2070	2070	9453	12971	45954	21106	11176
1998	-6.2	0.72	-6.9	487183.5	147617	95	3887	3693	8370	100	4492	4492	10323	65.0	2009	2009	10629	11400	46287	19994	7355
1999	10.2	0.71	9.5	533399.3	158420	95	3981	3901	6890	100	4256	4171	9172	66.0	2333	2333	8124	12001	46617	20281	9438
2000	9.3	0.84	8.5	578664.5	179965	98	4073	4073	8107	98	4035	3793	10815	73.0	2555	2555	12165	13830	47008	21156	10841
2001	4.5	0.74	3.8	600865.9	177255	100	4152	4235	9634	94	3874	3525	12370	78.0	2702	2702	13318	15562	47357	21572	10159
2002	7.6	0.56	7.0	642748.1	187040	102	4191	4359	11801	91	3792	3413	12445	83.0	2729	2729	14603	16262	47622	22169	11497
2003	3.6	0.50	3.1	662654.8	198134	104	4178	4387	13541	90	3798	3456	16474	87.0	2628	2628	16021	17428	47859	22139	12717
2004	5.1	0.38	4.7	693995.5	204729	105	4112	4318	13784	91	3847	3578	17230	89.0	2499	2499	17244	19779	48039	22557	14206
2005	4.4	0.21	4.2	723126.8	211876	105	4016	4217	14486	93	3922	3765	18012	90.0	2400	2400	17026	21549	48138	22856	16413
2006	5.4	0.33	5.1	760251.2	220473	105	3923	4119	14908	96	4001	3921	19167	91.0	2363	2363	18039	24556	48297	23151	18401
2007	5.3	0.33	5.0	798057.0	229840	105	3806	4072	15712	98	4066	3985	20116	93.0	2370	2370	19713	27693	48456	23433	20045

* Source: International Financial Statistics, IMF, UNESCO Yearbook(per year)

<부표 2> 성장요소별 통계량

(단위: %)

Year	REGP (y-n)	IKR (IK/R GDP)	SER1	SER2	SER3	RIH1 (IH1/RG DP)	RIH2 (IH1/RG DP)	RIH3 (IH1/RG DP)	IRDR (IRD/RG DP)	EMPR	POPR(n)	GDP_P (US\$)	DUM
1970		25.6	103	42	7.5	.09992	.07511	.03387				254	0
1971	8.2	23.0	104	46	7.8	.10102	.08580	.04289	.311	3.19	1.99	290	0
1972	4.5	21.2	105	50	8.1	.12576	.10715	.05054	.284	4.67	1.89	320	0
1973	12.0	24.2	106	54	9.2	.11063	.11177	.04551	.287	5.21	1.78	401	0
1974	7.2	27.1	107	55	9.6	.11387	.12033	.05668	.296	3.86	1.73	554	0
1975	5.9	26.9	107	56	9.8	.15219	.16415	.08301	.415	2.06	1.70	602	0
1976	10.6	25.5	108	61	10.0	.24053	.27444	.11289	.429	5.78	1.61	818	0
1977	10.0	28.5	107	64	10.3	.26474	.31044	.13700	.594	2.88	1.57	1034	0
1978	9.3	32.7	109	68	10.9	.30560	.34911	.24436	.618	4.16	1.53	1431	0
1979	6.8	33.9	109	75	12.2	.39606	.42232	.25472	.552	1.27	1.53	1676	0
1980	-1.5	32.2	110	76	15.8	.48475	.58391	.35051	.555	0.14	1.57	1645	1
1981	6.2	28.1	111	80	17.5	.64405	.64771	.53918	.617	2.42	1.57	1800	1
1982	7.3	28.6	112	84	21.7	.75283	.73727	.70321	.841	2.48	1.56	1893	1
1983	10.8	29.5	103	87	23.9	.65673	.79790	.81560	1.132	0.87	1.49	2076	1
1984	8.1	29.2	99	91	26.1	.75275	.78959	.65084	1.216	-0.53	1.24	2257	1
1985	6.8	28.8	96	89	34.2	.76544	.80553	.70167	1.408	3.61	.99	2309	0
1986	10.6	28.4	98	89	35.3	.75864	.81999	.68978	1.587	3.45	1.00	2643	0
1987	11.1	29.4	101	88	36.0	.73739	.81851	.63929	1.652	5.19	.99	3321	0
1988	10.6	29.9	104	87	36.8	.70765	.84159	.63697	1.724	3.06	.98	4435	0
1989	6.7	32.2	108	86	38.0	.77899	.94946	.66092	1.752	3.93	.99	5418	0
1990	9.2	37.1	108	88	39.2	.85976	1.05651	.74164	1.721	2.90	.99	6147	0
1991	9.4	38.9	105	89	40.0	.88929	1.16156	.81828	1.840	3.17	.99	7105	0
1992	5.9	36.9	103	91	44.0	1.01697	1.30706	.95552	1.937	1.87	1.04	7527	0
1993	6.1	36.3	101	95	45.0	1.11373	1.40333	1.08418	2.117	1.53	1.02	8177	0
1994	8.5	36.4	98	98	48.0	1.14577	1.45247	1.20926	2.321	2.90	1.01	9459	0
1995	9.2	37.3	95	101	52.0	1.18064	1.55825	1.37481	2.367	2.58	1.01	11432	1
1996	7.0	37.5	94	102	60.0	1.27081	1.67884	1.60797	2.425	1.85	.96	12197	1
1997	4.7	35.6	94	97	68.0	1.47145	1.90254	1.80729	2.481	1.37	.94	11176	1
1998	-6.9	30.3	95	100	65.0	1.71801	2.11888	2.18168	2.342	-5.56	.72	7355	1
1999	9.5	29.7	95	100	66.0	1.29168	1.71963	1.52305	2.252	1.42	.71	9438	1
2000	8.5	31.1	98	98	73.0	1.40097	1.86893	2.10222	2.390	4.14	.84	10841	0
2001	3.8	29.5	100	94	78.0	1.60335	2.05867	2.21640	2.590	1.93	.74	10159	0
2002	7.0	29.1	102	91	83.0	1.83596	1.93615	2.27192	2.530	2.69	.56	11497	0
2003	3.1	29.9	104	90	87.0	2.04338	2.48608	2.41763	2.630	-0.14	.50	12717	0
2004	4.7	29.5	105	91	89.0	1.98618	2.48272	2.48478	2.850	1.85	.38	14206	0
2005	4.2	29.3	105	93	90.0	2.00328	2.49090	2.35451	2.980	1.31	.21	16413	0
2006	5.1	29.0	105	96	91.0	1.96093	2.52116	2.37282	3.230	1.27	.33	18401	0
2007	5.0	28.8	105	98	93.0	1.96872	2.52068	2.47007	3.470	1.20	.33	20045	0

* Source: UNESCO Statistical Yearbook(per year)

<부표 3> 물적자본 비율(Gross fixed capital formation)

(단위: %, 10억원)

Year	As a percentage of GDP	Gross fixed capital
1970	25.6	10963.6
1971	23.0	11669.3
1972	21.2	11944.1
1973	24.2	15080.7
1974	27.1	17163.9
1975	26.9	18786.8
1976	25.5	23570.9
1977	28.5	31249.7
1978	32.7	42227.1
1979	33.9	46299.8
1980	32.2	40764.5
1981	28.1	39591.8
1982	28.6	43678.2
1983	29.5	50822.5
1984	29.2	56675.0
1985	28.8	59713.3
1986	28.4	67726.4
1987	29.4	80244.6
1988	29.9	91127.2
1989	32.2	106514.6
1990	37.1	132843.5
1991	38.9	151760.5
1992	36.9	153118.9
1993	36.3	165003.2
1994	36.4	186062.0
1995	37.3	210943.9
1996	37.5	228179.8
1997	35.6	224734.2
1998	30.3	175391.8
1999	29.7	190571.5
2000	31.1	214017.8
2001	29.5	214742.4
2002	29.1	229919.2
2003	29.9	239976.8
2004	29.5	245029.5
2005	29.3	249689.7
2006	29.0	258198.6
2007	28.8	269079.9

* Source: OECD Factbook 2008: Economic, Environmental and Social Statistics Macroeconomic trends
-Economic growth-Investment rates-Gross fixed capital formation

<부표 4> 생산가능인구 및 학령인구

(단위: 천명)

연도	생산가능인구				학령인구				
	전체15~64	15~24	25~49	50~64	전체6~21	초6~11	중12~14	고15~17	대18~21
1960	13,698	4,741	6,964	1,993	8,552	3,629	1,566	1,417	1,941
1961	13,950	4,750	7,171	2,028	8,862	3,881	1,629	1,407	1,944
1962	14,258	4,804	7,389	2,065	9,193	4,161	1,631	1,459	1,942
1963	14,595	4,872	7,621	2,102	9,532	4,442	1,637	1,551	1,900
1964	14,923	4,930	7,848	2,145	9,925	4,731	1,715	1,615	1,865
1965	15,246	4,984	8,066	2,196	10,403	5,057	1,815	1,618	1,913
1966	15,593	5,043	8,298	2,252	10,906	5,336	1,954	1,625	1,991
1967	16,004	5,150	8,543	2,310	11,394	5,501	2,126	1,703	2,064
1968	16,446	5,301	8,774	2,372	11,861	5,632	2,304	1,802	2,123
1969	16,957	5,519	8,995	2,444	12,264	5,720	2,453	1,933	2,159
1970	17,540	5,838	9,179	2,522	12,604	5,711	2,574	2,101	2,218
1971	18,064	6,141	9,323	2,600	12,829	5,583	2,683	2,275	2,287
1972	18,602	6,453	9,516	2,634	13,179	5,481	2,827	2,422	2,449
1973	19,177	6,740	9,741	2,695	13,429	5,398	2,865	2,519	2,647
1974	19,782	7,049	9,975	2,758	13,633	5,348	2,842	2,628	2,814
1975	20,449	7,409	10,209	2,831	13,883	5,331	2,819	2,738	2,995
1976	21,152	7,792	10,439	2,921	14,076	5,346	2,765	2,799	3,165
1977	21,829	8,091	10,728	3,010	14,214	5,413	2,698	2,808	3,295
1978	22,496	8,348	11,046	3,102	14,331	5,483	2,631	2,785	3,432
1979	23,124	8,524	11,402	3,198	14,394	5,513	2,592	2,737	3,553
1980	23,717	8,613	11,812	3,292	14,401	5,499	2,599	2,671	3,632
1981	24,300	8,676	12,243	3,381	14,293	5,405	2,657	2,595	3,636
1982	24,880	8,701	12,682	3,496	14,127	5,268	2,728	2,565	3,566
1983	25,495	8,698	13,161	3,635	13,973	5,116	2,785	2,585	3,487
1984	26,141	8,687	13,661	3,793	13,847	4,973	2,806	2,642	3,426
1985	26,759	8,682	14,122	3,956	13,747	4,863	2,780	2,709	3,395
1986	27,383	8,728	14,542	4,114	13,674	4,804	2,714	2,766	3,391
1987	27,999	8,758	14,962	4,279	13,662	4,818	2,624	2,783	3,438
1988	28,582	8,759	15,374	4,449	13,646	4,865	2,509	2,759	3,513
1989	29,135	8,759	15,753	4,623	13,582	4,883	2,394	2,708	3,597
1990	29,701	8,784	16,148	4,768	13,361	4,786	2,317	2,595	3,663
1991	30,171	8,726	16,498	4,947	13,115	4,663	2,313	2,481	3,658
1992	30,611	8,643	16,840	5,128	12,825	4,482	2,364	2,379	3,600
1993	31,023	8,528	17,216	5,279	12,508	4,266	2,438	2,311	3,493
1994	31,446	8,401	17,647	5,398	12,198	4,058	2,480	2,302	3,358
1995	31,900	8,289	18,104	5,507	11,918	3,901	2,443	2,349	3,225
1996	32,327	8,201	18,502	5,624	11,712	3,822	2,343	2,459	3,088
1997	32,791	8,109	18,908	5,774	11,546	3,823	2,179	2,500	3,044
1998	33,126	7,999	19,200	5,927	11,470	3,887	2,033	2,459	3,091
1999	33,420	7,853	19,501	6,066	11,433	3,981	1,926	2,330	3,196
2000	33,702	7,697	19,816	6,189	11,383	4,073	1,869	2,166	3,275
2001	33,925	7,547	20,084	6,294	11,281	4,152	1,855	2,019	3,255
2002	34,103	7,397	20,257	6,448	11,120	4,191	1,873	1,919	3,137
2003	34,285	7,254	20,424	6,608	10,929	4,178	1,925	1,873	2,953
2004	34,428	7,073	20,549	6,806	10,736	4,112	1,995	1,852	2,777
2005	34,530	6,879	20,587	7,064	10,575	4,016	2,058	1,864	2,637
2006	34,715	6,710	20,648	7,358	10,465	3,923	2,093	1,908	2,541
2007	34,912	6,583	20,660	7,669	10,368	3,806	2,095	1,971	2,495

* 자료: 통계청

<부표 5> 총인구, 성장률, 합계출산률

(단위: 천명, %)

연도	총인구	남자(M)	여자(F)	인구성장률	조출생률	조사망률	합계출산율
1970	32,241			2.21			4.53
1971	32,883			1.99			4.54
1972	33,505			1.89			4.14
1973	34,103			1.78			4.10
1974	34,692			1.73			3.81
1975	35,281			1.70			3.47
1976	35,849			1.61			3.05
1977	36,412			1.57			3.02
1978	36,969			1.53			2.65
1979	37,534			1.53			2.90
1980	38,124			1.57			2.83
1981	38,723			1.57			2.66
1982	39,326			1.56			2.42
1983	39,910	20129.00	19781.00	1.49	19.50	6.60	2.08
1984	40,406	20375.00	20031.00	1.24	16.90	6.00	1.76
1985	40,806	20576.00	20230.00	.99	16.20	6.00	1.67
1986	41,214	20772.00	20442.00	1.00	15.60	5.90	1.60
1987	41,622	20960.00	20662.00	.99	15.10	6.00	1.55
1988	42,031	21155.00	20876.00	.98	15.20	5.70	1.56
1989	42,449	21357.00	21092.00	.99	15.20	5.70	1.58
1990	42,869	21568.00	21301.00	.99	15.40	5.80	1.59
1991	43,296	21784.00	21512.00	.99	16.60	5.80	1.74
1992	43,748	22014.00	21734.00	1.04	16.90	5.60	1.78
1993	44,195	22243.00	21952.00	1.02	16.40	5.40	1.67
1994	44,642	22472.00	22169.00	1.01	16.30	5.50	1.67
1995	45,093	22705.00	22388.00	1.01	16.00	5.40	1.65
1996	45,525	22925.00	22600.00	.96	15.30	5.30	1.58
1997	45,954	23148.00	22805.00	.94	14.80	5.30	1.54
1998	46,287	23296.00	22991.00	.72	13.80	5.30	1.47
1999	46,617	23458.00	23159.00	.71	13.20	5.20	1.42
2000	47,008	23667.00	23341.00	.84	13.40	5.20	1.47
2001	47,357	23843.00	23514.00	.74	11.60	5.10	1.30
2002	47,622	23970.00	23652.00	.56	10.30	5.10	1.17
2003	47,859	24090.00	23770.00	.50	10.20	5.10	1.19
2004	48,039	24165.00	23874.00	.38	9.80	5.10	1.16
2005	48,138	24191.00	23947.00	.21	9.00	5.00	1.08
2006	48,297	24268.00	24030.00	.33	9.20	5.00	1.13
2007	48,456	24344.00	24112.00	.33	10.22	-	1.26

* Source: OECD Factbook 2008: Economic, Environmental and Social Statistics, Population and migration-Total population-Evolution of the population

<부표 6> GDP대비 R&D 투자비율

(단위: 10억원, %)

Year	Number of R&D Performing (In establishment)	Research institutes	Colleges, universities	Companies	R&D personnel (In persons)	(Gross domestic expenditure on R&D)	R&D(As a percentage of GDP)
1970							.375
1971							.311
1972							.284
1973							.287
1974							.296
1975							.415
1976							.429
1977							.594
1978							.618
1979							.552
1980							.555
1981							.617
1982							.841
1983							1.132
1984	1143	123	218	782	37103	907	1.210
1985	1291	119	217	928	41473	1237	1.470
1986	1682	120	214	1321	47042	1607	1.640
1987	1864	164	222	1478	52783	1985	1.720
1988	2018	163	222	1633	56545	2454	1.790
1989	2077	168	220	1689	66220	2817	1.820
1990	2105	167	220	1718	70503	3350	1.790
1991	2351	187	221	1943	76252	4158	1.840
1992	3106	212	237	2657	88764	4989	1.940
1993	3318	210	244	2864	98764	6153	2.120
1994	2640	217	244	2179	117446	7895	2.320
1995	2587	178	257	2152	128315	9441	2.370
1996	2856	163	258	2435	132023	10878	2.420
1997	2962	184	271	2507	138438	12186	2.480
1998	2869	183	267	2419	129767	11337	2.340
1999	3059	169	285	2605	134568	11922	2.250
2000	4635	173	268	4194	159973	13849	2.390
2001	6801	188	276	6337	178937	16111	2.590
2002	7210	163	304	6743	189888	17325	2.530
2003	7127	169	310	6648	198171	19069	2.630
2004	7254	159	293	6802	209979	22185	2.850
2005	7761	137	256	7368	234702	24185	2.980
2006	9443	139	268	9036	256598	27346	3.230
2007	11200	188	322	10690	289098	31301	3.470

* Source: OECD Factbook 2008: Economic, Environmental and Social Statistics-Science and technology-Research and Development (R&D)-Expenditure on R&D

<부표 7> 취업자 및 고용률 추이

(단위: 천명, %)

연도	취업자 수	고용증가율
1970	9,745	
1971	10,066	3.29
1972	10,559	4.90
1973	11,139	5.49
1974	11,586	4.01
1975	11,830	2.11
1976	12,556	6.14
1977	12,929	2.97
1978	13,490	4.34
1979	13,664	1.29
1980	13,683	.14
1981	14,023	2.48
1982	14,379	2.54
1983	14,505	.88
1984	14,429	.52
1985	14,970	3.75
1986	15,505	3.57
1987	16,354	5.48
1988	16,870	3.16
1989	17,560	4.09
1990	18,085	2.99
1991	18,677	3.27
1992	19,033	1.91
1993	19,328	1.55
1994	19,905	2.99
1995	20,432	2.65
1996	20,817	1.88
1997	21,106	1.39
1998	19,994	5.27
1999	20,281	1.44
2000	21,156	4.31
2001	21,572	1.97
2002	22,169	2.77
2003	22,139	.14
2004	22,557	1.89
2005	22,856	1.33
2006	23,151	1.29
2007	23,433	1.22
2008	23,577	.61

* 자료: 통계청, 「지난 30년간 고용사정의 변화」(1994)

<부표 8> 등록률(school enrollment rate)

(단위: %)

Year	Elementary school	Middle & High school	Higher education ¹⁾
1970	103	42	7.5
1971	104	46	7.8
1972	105	50	8.1
1973	106	54	9.2
1974	107	55	9.6
1975	107	56	9.8
1976	108	61	10.0
1977	107	64	10.3
1978	109	68	10.9
1979	109	75	12.2
1980	110	76	15.8
1981	111	80	17.5
1982	112	84	21.7
1983	103	87	23.9
1984	99	91	26.1
1985	96	89	34.2
1986	98	89	35.3
1987	101	88	36.0
1988	104	87	36.8
1989	108	86	38.0
1990	108	88	39.2
1991	105	89	40.0
1992	103	91	44.0
1993	101	95	45.0
1994	98	98	48.0
1995	95	101	52.0
1996	94	102	60.0
1997	94	97	68.0
1998	95	100	65.0
1999	95	100	66.0
2000	98	98	73.0
2001	100	94	78.0
2002	102	91	83.0
2003	104	90	87.0
2004	105	91	89.0
2005	105	93	90.0
2006	105	96	91.0
2007	105	98	93.0

주) 1. 등록률=(취학적령재적학생수/취학적령인구)×100

2. 취학적령은 유치원 3~5세, 초등학교 6~11세, 중학교 12~14세, 고등학교 15~17세, 고등교육기관 18~21세

3. 고등교육기관은 전문대학, 교육대학, 대학, 방송통신대학, 산업대학, 기술대학, 원격대학, 사내대학, 대학원이 포함됨.

* Source: UNESCO Statistical Yearbook(per year)

<부표 9> 국민총소득 및 총 소비지출

(단위: 10억)

연도	국민총소득		1인당국민총소득		민간최종 소비지출		1인당 최종소비지출액	
	명목	명목(US\$)	명목	명목(US\$)	명목	명목(US\$)	명목	명목(US\$)
1970	2763.9	82	90	254	2059	58	66	186
1971	3419.9	95	100	290	2580	75	75	218
1972	4217.9	107	130	320	3099	76	95	234
1973	5453.6	137	160	401	3759	94	111	278
1974	7777.7	192	220	554	5356	135	152	383
1975	10386.1	212	290	602	7164	149	202	419
1976	14304.5	293	400	818	9127	187	257	526
1977	18356.4	377	500	1034	11102	230	305	631
1978	24744.7	529	670	1431	14653	313	398	850
1979	31731.9	629	840	1676	18912	377	504	1006
1980	38774.9	627	1000	1645	24251	399	636	1046
1981	48672.7	697	1230	1800	30235	439	781	1134
1982	55721.7	744	1380	1893	34157	469	869	1191
1983	65559.0	828	1610	2076	38460	496	964	1243
1984	75126.3	912	1820	2257	42894	532	1062	1317
1985	84061.0	942	2010	2309	47600	547	1166	1340
1986	98110.2	1089	2330	2643	52555	596	1275	1447
1987	115164.3	1382	2730	3321	58705	714	1410	1716
1988	137111.5	1864	3240	4435	67472	924	1605	2197
1989	154753.4	2300	3640	5418	79045	1177	1862	2772
1990	186690.9	2635	4350	6147	94968	1342	2215	3130
1991	226007.6	3076	5210	7105	114757	1565	2651	3615
1992	257525.4	3293	5880	7527	131979	1689	3017	3862
1993	290675.6	3614	6560	8177	149686	1866	3387	4222
1994	340208.3	4223	7600	9459	177904	2214	3985	4960
1995	398837.7	5155	8810	11432	208462	2705	4623	5999
1996	448596.4	5553	9820	12197	236194	2934	5188	6444
1997	491134.8	5136	10630	11176	258636	2719	5628	5917
1998	484102.8	3404	10290	7355	238811	1707	5159	3688
1999	529499.7	4400	11230	9438	274934	2311	5898	4957
2000	578664.5	5096	12260	10841	312301	2762	6644	5875
2001	622122.6	4811	13110	10159	343417	2661	7252	5620
2002	684263.5	5475	14390	11497	381063	3045	8002	6393
2003	724675.0	6086	15160	12717	389177	3265	8132	6822
2004	779380.5	6824	16260	14206	401469	3508	8357	7301
2005	810515.9	7901	16810	16413	426691	4166	8821	8613
2006	848044.6	8887	17580	18401	454956	4762	9419	9859
2007	901188.6	9713	18630	20045	487407	5244	10061	10825

Note: Based on 2000 year,

* Source: The Bank of Korea

<부표 10> 정부예산 대비 공교육비 지출

(단위: 10억원)

연도	초등교육 공교육비		중등교육 공교육비		고등교육 공교육비		정부예산	교과부예산	공교육비	
	primary school public educational expenditure	per person (In 1,000 won)	middle & high school public educational expenditure	per person(In 1,000 won)	higher education public educational expenditure	per person(In 1,000 won)			government budget	ministry of education science & technology budget
1970	69	12	52	27	23	122	446	78	144	.21
1971	75	13	64	29	32	156	555	100	172	.23
1972	98	17	84	35	39	181	709	120	221	.28
1973	97	17	98	37	40	167	659	118	234	.27
1974	107	19	113	39	53	205	1038	154	273	.29
1975	151	27	163	52	82	294	1587	228	397	.40
1976	264	48	301	89	124	403	2259	358	690	.63
1977	320	58	375	106	166	479	2870	488	860	.71
1978	404	72	461	123	323	813	3517	616	1187	.90
1979	558	99	595	150	359	748	5213	885	1513	1.07
1980	673	119	811	195	487	843	5804	1099	1971	1.42
1981	950	170	955	217	795	1066	7851	1465	2700	1.83
1982	1191	218	1167	258	1113	1250	9314	1916	3471	2.19
1983	1151	219	1399	299	1430	1425	10417	2175	3980	2.27
1984	1427	283	1496	310	1233	1106	11173	2275	4156	2.19
1985	1549	319	1630	330	1420	1191	12532	2492	4600	2.27
1986	1699	354	1836	365	1544	1243	13801	2769	5079	2.27
1987	1834	386	2036	416	1590	1252	15560	3124	5461	2.20
1988	1948	405	2316	480	1753	1360	17464	3611	6052	2.19
1989	2289	469	2790	594	1942	1461	19228	4059	7020	2.39
1990	2757	566	3388	743	2378	1724	22689	5062	8524	2.66
1991	3120	658	4075	917	2871	2011	28973	6598	10065	2.87
1992	3777	831	4855	1088	3549	2379	36224	8206	12181	3.28
1993	4390	1016	5532	1235	4274	2730	41936	9831	14197	3.60
1994	4902	1200	6215	1360	5174	3122	47594	10879	16291	3.81
1995	5515	1417	7279	1569	6422	3613	54845	12496	19215	4.11
1996	6351	1677	8391	1815	8036	4164	64927	15565	22708	4.56
1997	7696	2041	9951	2203	9453	4471	76639	18288	27100	5.18
1998	8370	2190	10323	2379	10629	4620	77738	18128	27813	6.02
1999	6890	1756	9172	2211	8124	3291	88302	17456	28075	4.54
2000	8107	2023	10815	2750	12165	4680	93937	19172	31087	5.37
2001	9634	2362	12370	3305	13318	4926	102529	20034	35321	5.88
2002	11801	2859	12445	3422	14603	5294	113899	22278	38830	6.05
2003	13541	3243	16474	4549	16021	5809	120478	24404	46035	6.95
2004	13784	3349	17230	4681	17244	6253	126992	26400	48258	6.95
2005	14486	3603	18012	4773	17026	6219	134370	27982	49525	6.85
2006	14908	3798	19167	4977	18039	6602	144808	29127	52115	6.86
2007	15712	4101	20116	5153	19713	7192	156518	31045	55541	6.96

- 주) 1. 실질 학생 1인당 교육예산은 통계청자료인 소비자물가지수 환산임(기준년도: 2000년).
 2. 공교육비는 총교육비에서 학부모가 학교 외 교육(사교육)에 지출하는 비용을 제외한 비용으로 주로 정부나 민간이 공교육 내에서 이루어지는 모든 교육 및 관련 행정지원을 위해 지출하는 비용임. 따라서 OECD에서 산출한 한국의 공교육비는 국·공·사립학교와 시도교육청, 교육부 직속기관에 대한 정부예산과 등록금을 통한 학부모 투자, 재단 전입금 등을 포괄하는 것으로서 앞의 지표(① 연도별 학생 1인당 공교육비)에서 산출한 공교육비와는 차이가 있음.
 3. 연간 공교육비로 예산기준임.

* 자료: 교육과학기술부·한국교육개발원 「교육통계분석자료집」(각연도), 교육통계연보.

<부표 11> 관찰자료

obs	n_gdp	gdp_def	rgdp	regp	y	y_n	ik	ikr	ser1	ser2	ser3	ser	sa1	sa2	sa3	sa	sn1	sn2	sn3	sn	ih1	ih2	ih3	ih	rih1	rih2	rih3	rih	ird	i_rd	irdr	emp	empr	pop	n	gdp_p	dum
1970	2763.9	4.0	69046	2.142		-2.21	17676	25.60	103.0	42.0	7.5	152.5	5711	4675	2218	12604	5882	1964	166	8012	69	52	23	144	.09992	.07511	.03387	.20891	259	259	.375	9745		32241	2.210	254	0
1971	3419.9	4.6	74737	2.273	8.24	6.25	17190	23.00	104.0	46.0	7.8	157.8	5583	4958	2287	12828	5806	2281	178	8265	75	64	32	172	.10102	.08580	.04289	.22971	232	491	.311	10066	3.19	32883	1.991	290	0
1972	4217.9	5.4	78077	2.330	4.47	2.58	16552	21.20	105.0	50.0	8.1	163.1	5481	5249	2449	13179	5755	2625	198	8578	98	84	39	221	.12576	.10715	.05054	.28345	222	713	.284	10559	4.67	33505	1.894	320	0
1973	5453.6	6.2	87473	2.565	12.03	10.25	21168	24.20	106.0	54.0	9.2	169.2	5398	5384	2647	13429	5722	2907	244	8873	97	98	40	234	.11063	.11177	.04551	.26790	251	964	.287	11139	5.21	34103	1.784	401	0
1974	7777.7	8.3	93755	2.702	7.18	5.45	25408	27.10	107.0	55.0	9.6	171.6	5348	5470	2814	13632	5722	3009	270	9001	107	113	53	273	.11387	.12033	.05668	.29087	278	1242	.296	11586	3.86	34692	1.727	554	0
1975	10386.1	10.5	99331	2.815	5.95	4.25	26720	26.90	107.0	56.0	9.8	172.8	5331	5557	2995	13883	5704	3112	294	9110	151	163	82	397	.15219	.16415	.08301	.39935	412	1654	.415	11830	2.06	35281	1.696	602	0
1976	14304.5	13.0	109833	3.064	10.57	8.96	28007	25.50	108.0	61.0	10.0	179.0	5346	5564	3165	14075	5774	3394	317	9484	264	301	124	690	.24053	.27444	.11289	.62786	471	2125	.429	12556	5.78	35849	1.609	818	0
1977	18356.4	15.2	120810	3.318	9.99	8.42	34431	28.50	107.0	64.0	10.3	181.3	5413	5506	3295	14214	5792	3524	339	9655	320	375	166	860	.26474	.31044	.13700	.71219	718	2843	.594	12929	2.88	36412	1.571	1034	0
1978	24744.7	18.7	132040	3.572	9.30	7.77	43177	32.70	109.0	68.0	10.9	187.9	5483	5416	3432	14331	5976	3683	374	10033	404	461	323	1187	.30560	.34911	.24436	.89907	816	3659	.618	13490	4.16	36969	1.531	1431	0
1979	31731.9	22.5	140996	3.756	6.78	5.25	47798	33.90	109.0	75.0	12.2	196.2	5513	5329	3553	14395	6009	3997	433	10439	558	595	359	1513	.39606	.42232	.25472	1.07310	778	4437	.552	13664	1.27	37534	1.528	1676	0
1980	38774.9	27.9	138898	3.643	-1.49	-3.06	44725	32.20	110.0	76.0	15.8	201.8	5499	5270	3632	14401	6049	4005	574	10628	673	811	487	1971	.48475	.58391	.35051	1.41917	771	5208	.555	13683	.14	38124	1.571	1645	1
1981	48672.7	33.0	147458	3.808	6.16	4.59	41436	28.10	111.0	80.0	17.5	208.5	5405	5252	3636	14293	6000	4202	636	10837	950	955	795	2700	.64405	.64771	.53918	1.83094	910	6118	.617	14023	2.42	38723	1.572	1800	1
1982	55721.7	35.2	158260	4.024	7.33	5.77	45262	28.60	112.0	84.0	21.7	217.7	5268	5293	3566	14127	5900	4446	774	11120	1191	1167	1113	3471	.75283	.73727	.70321	2.19331	1331	7449	.841	14379	2.48	39326	1.557	1893	1
1983	65559.0	37.4	175312	4.393	10.77	9.28	51717	29.50	103.0	87.0	23.9	213.9	5116	5370	3487	13973	5269	4672	833	10775	1151	1399	1430	3980	.65673	.79790	.81560	2.27022	1985	9433	1.132	14505	.87	39910	1.485	2076	1
1984	75126.3	39.6	189516	4.690	8.10	6.86	55339	29.20	99.0	91.0	26.1	216.1	4973	5448	3426	13847	4923	4958	894	10775	1427	1496	1233	4156	.75275	.78959	.65084	2.19318	2293	11726	1.210	14429	-.53	40406	1.242	2257	1
1985	84061.0	41.5	202408	4.960	6.80	5.81	58294	28.80	96.0	89.0	34.2	219.2	4863	5489	3395	13747	4668	4885	1161	10715	1549	1630	1420	4600	.76544	.80553	.70167	2.27264	2975	14702	1.470	14970	3.61	40806	.989	2309	0
1986	98110.2	43.8	223902	5.433	10.62	9.62	63588	28.40	98.0	89.0	35.3	223.3	4804	5480	3391	13675	4708	4877	1197	10782	1699	1836	1544	5079	.75864	.81999	.68978	2.26841	3672	18374	1.640	15505	3.45	41214	1.000	2643	0
1987	115164.3	46.3	248764	5.977	11.10	10.11	73137	29.40	101.0	88.0	36.0	225.0	4818	5407	3438	13663	4866	4758	1238	10862	1834	2036	1590	5461	.73739	.81851	.63929	2.19519	4279	22653	1.720	16354	5.19	41622	.990	3321	0
1988	137111.5	49.8	275235	6.548	10.64	9.66	82295	29.90	104.0	87.0	36.8	227.8	4865	5268	3513	13646	5060	4583	1293	10936	1948	2316	1753	6017	.70765	.84159	.63697	2.18620	4927	27579	1.790	16870	3.06	42031	.984	4435	0
1989	154753.4	52.7	293799	6.921	6.74	5.75	94603	32.20	108.0	86.0	38.0	232.0	4883	5102	3597	13582	5274	4388	1367	11028	2289	2790	1942	7020	.77899	.94946	.66092	2.38938	5347	32926	1.820	17560	3.93	42449	.994	5418	0
1990	186690.9	58.2	320696	7.481	9.16	8.17	118978	37.10	108.0	88.0	39.2	235.2	4786	4912	3663	13361	5169	4323	1436	10927	2757	3388	2378	8524	.85976	1.05651	.74164	2.65791	5740	38667	1.790	18085	2.90	42869	.990	6147	0
1991	226007.6	64.4	350820	8.103	9.39	8.40	136469	38.90	105.0	89.0	40.0	234.0	4663	4794	3658	13115	4896	4267	1463	10626	3120	4075	2871	10065	.88929	1.16156	.81828	2.86912	6455	45122	1.840	18677	3.17	43296	.995	7105	0
1992	257525.4	69.3	371433	8.490	5.88	4.84	137059	36.90	103.0	91.0	44.0	238.0	4482	4743	3600	12825	4616	4316	1584	10517	3777	4855	3549	12181	1.01697	1.30706	.95552	3.27956	7206	52328	1.940	19033	1.87	43748	1.045	7527	0
1993	290675.6	73.7	394216	8.920	6.13	5.11	143100	36.30	101.0	95.0	45.0	241.0	4266	4749	3493	12508	4309	4512	1572	10392	4390	5532	4274	14197	1.11373	1.40333	1.08418	3.60124	8357	60685	2.120	19328	1.53	44195	1.021	8177	0
1994	340208.3	79.5	427868	9.585	8.54	7.53	155744	36.40	98.0	98.0	48.0	244.0	4058	4782	3358	12198	3977	4686	1612	10275	4902	6215	5174	16291	1.14577	1.45247	1.20926	3.80750	9927	70612	2.320	19905	2.90	44642	1.011	9459	0
1995	398837.7	85.4	467099	10.359	9.17	8.16	174228	37.30	95.0	101.0	52.0	248.0	3901	4792	3225	11918	3706	4840	1677	10223	5515	7279	6422	19215	1.18064	1.55825	1.37481	4.11370	11070	81682	2.370	20432	2.58	45093	1.011	11432	1
1996	448596.4	89.8	499790	10.978	7.00	6.04	187421	37.50	94.0	102.0	60.0	256.0	3822	4802	3088	11712	3593	4898	1853	10344	6351	8391	8036	22779	1.27081	1.67884	1.60797	4.55762	12095	93777	2.420	20817	1.85	45525	.957	12197	1
1997	491134.8	93.9	523035	11.382	4.65	3.71	186200	35.60	94.0	96.9	68.0	258.9	3823	4679	3044	11546	3594	4534	2070	10197	7696	9951	9453	27100	1.47145	1.90254	1.80729	5.18128	12971	106748	2.480	21106	1.37	45954	.942	11176	1
1998	484102.8	99.4	487184	10.525	-6.85	-7.57	147617	30.30	95.0	100.0	65.0	260.0	3887	4492	3091	11470	3693	4492	2009	10194	8370	10323	10629	29321	1.71801	2.11888	2.18168	6.01857	11400	118148	2.340	19994	-5.56	46287	.724	7355	1
1999	529499.7	99.3	533399	11.442	9.49	8.78	158420	29.70	98.0	98.0	73.0	269.0	3981	4256	3196	11433	3901	4171	2333	10405	6890	9172	8124	24186	1.29168	1.71963	1.52305	4.53436	12001	130150	2.250	20281	1.42	46617	.713	9438	1
2000	578664.5	100.0	578665	12.310	8.49	7.65	179965	31.10	100.0	94.0	78.0	272.0	4073	4035	3275	11383	4073	3793	2555	10420	8107	10815	12165	31087	1.40097	1.86893	2.10222	5.37212	13830	143980	2.390	21156	4.14	47008	.840	10841	0
2001	622122.6	103.5	600866	12.688	3.84	3.10	177255	29.50	102.0	91.0	83.0	276.0	4152	3874	3255	11281	4235	3525	2702	10462	9634	12370	13318	35321	1.60335	2.05867	2.21640	5.87842	15562	159542	2.590	21572	1.93	47357	.743	10159	0
2002	684263.5	106.5	642748	13.497	6.97	6.41	187040	29.10	104.0	90.0	87.0	281.0	4191	3792	3137	11120	4359	3413	2729	10501	11801	12445	14603	38848	1.83596	1.93615	2.27192	6.04403	16262	175804	2.530	22169					

<부록 1> 회귀모형의 추정 결과

(64) 자기상관 검정				
Dependent Variable: DLRGDP Method: Least Squares Date: 11/28/10 Time: 20:02 Sample (adjusted): 1975 2007 Included observations: 33 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.070582	0.085181	-0.828606	0.4141
DLIK	0.316299	0.042202	7.494884	0.0000
SER1(-5)	0.001138	0.000792	1.437005	0.1614
GDP_P(-1)	-4.57E-07	8.46E-07	-0.541018	0.5926
R-squared	0.713450	Mean dependent var	0.064894	
Adjusted R-squared	0.683807	S.D. dependent var	0.035458	
S.E. of regression	0.019938	Akaike info criterion	-4.879142	
Sum squared resid	0.011528	Schwarz criterion	-4.697748	
Log likelihood	84.50585	F-statistic	24.06797	
Durbin-Watson stat	2.298118	Prob(F-statistic)	0.000000	

(64) 이분산 검정				
White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	4.646629	Prob. F(9,23)	0.001387	
Obs*R-squared	21.29059	Prob. Chi-Square(9)	0.011421	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID*2 Method: Least Squares Date: 11/28/10 Time: 20:08 Sample: 1975 2007 Included observations: 33				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.047711	0.051180	-0.932216	0.3609
DLIK	-0.061775	0.037719	-1.637747	0.1151
DLIK*2	0.031743	0.009329	3.402649	0.0024
DLIK*SER1(-5)	0.000489	0.000340	1.437213	0.1641
DLIK*GDP_P(-1)	1.21E-06	4.86E-07	2.491236	0.0204
SER1(-5)	0.001000	0.000958	1.043259	0.3077
SER1(-5)*2	-5.08E-06	4.50E-06	-1.130151	0.2701
SER1(-5)*GDP_P(-1)	-3.46E-09	7.02E-09	-0.492331	0.6272
GDP_P(-1)	1.67E-07	7.52E-07	0.222183	0.8261
GDP_P(-1)*2	4.95E-12	3.35E-12	1.477550	0.1531
R-squared	0.645169	Mean dependent var	0.000349	
Adjusted R-squared	0.506323	S.D. dependent var	0.000501	
S.E. of regression	0.000352	Akaike info criterion	-12.82215	
Sum squared resid	2.85E-06	Schwarz criterion	-12.36867	
Log likelihood	221.5655	F-statistic	4.646629	
Durbin-Watson stat	2.488183	Prob(F-statistic)	0.001387	

(64) 이분산 추정				
Dependent Variable: DLRGDP Method: Least Squares Date: 11/28/10 Time: 20:10 Sample (adjusted): 1976 2007 Included observations: 28 after adjustments Weighting series: 1/SQR(SIG_SQF)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.068448	0.071784	0.953524	0.3498
DLIK	0.321312	0.056236	5.713630	0.0000
SER1(-5)	-0.000130	0.000671	-0.193464	0.8482
GDP_P(-1)	-7.02E-07	7.85E-07	-0.893486	0.3805
Weighted Statistics				
R-squared	0.729997	Mean dependent var	0.060239	
Adjusted R-squared	0.696247	S.D. dependent var	0.058373	
S.E. of regression	0.014834	Akaike info criterion	-5.452200	
Sum squared resid	0.005281	Schwarz criterion	-5.261885	
Log likelihood	80.33081	F-statistic	21.62931	
Durbin-Watson stat	2.234398	Prob(F-statistic)	0.000001	
Unweighted Statistics				
R-squared	0.681561	Mean dependent var	0.063308	
Adjusted R-squared	0.641756	S.D. dependent var	0.037247	
S.E. of regression	0.022294	Sum squared resid	0.011928	
Durbin-Watson stat	2.204114			

(65) 자기상관 LM검정				
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
F-statistic	0.341608	Prob. F(1,28)	0.563583	
Obs*R-squared	0.397756	Prob. Chi-Square(1)	0.528250	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID Method: Least Squares Date: 11/28/10 Time: 21:41 Sample: 1975 2007 Included observations: 33 Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000262	0.021303	-0.012285	0.9903
DLIK	0.003154	0.044242	0.071289	0.9437
SER2(-5)	-2.78E-06	0.000325	-0.008539	0.9932
GDP_P(-1)	3.70E-08	1.17E-06	0.031714	0.9749
RESID(-1)	-0.111055	0.190009	-0.584472	0.5636
R-squared	0.012053	Mean dependent var	-3.00E-18	
Adjusted R-squared	-0.129082	S.D. dependent var	0.019478	
S.E. of regression	0.020697	Akaike info criterion	-4.778914	
Sum squared resid	0.011994	Schwarz criterion	-4.552171	
Log likelihood	83.85209	F-statistic	0.085402	
Durbin-Watson stat	1.980966	Prob(F-statistic)	0.986256	

(65) 이분산 검정				
White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	5.059160	Prob. F(9,23)	0.000800	
Obs*R-squared	21.92495	Prob. Chi-Square(9)	0.009120	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID*2 Method: Least Squares Date: 11/28/10 Time: 20:15 Sample: 1975 2007 Included observations: 33				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002496	0.002413	1.034348	0.3117
DLIK	-0.015178	0.006966	-2.179042	0.0398
DLIK*2	0.026868	0.007196	3.733737	0.0011
DLIK*SER2(-5)	0.000128	0.000139	0.923800	0.3652
DLIK*GDP_P(-1)	1.95E-07	6.87E-07	0.283430	0.7794
SER2(-5)	-3.48E-05	8.36E-05	-0.416366	0.6810
SER2(-5)*2	1.28E-07	7.00E-07	0.183294	0.8562
SER2(-5)*GDP_P(-1)	1.67E-09	4.92E-09	0.339869	0.7370
GDP_P(-1)	-2.06E-07	3.83E-07	-0.537121	0.5963
GDP_P(-1)*2	1.92E-12	5.57E-12	0.343943	0.7340
R-squared	0.664393	Mean dependent var	0.000368	
Adjusted R-squared	0.533068	S.D. dependent var	0.000518	
S.E. of regression	0.000354	Akaike info criterion	-12.81112	
Sum squared resid	2.88E-06	Schwarz criterion	-12.35763	
Log likelihood	221.3835	F-statistic	5.059160	
Durbin-Watson stat	2.614592	Prob(F-statistic)	0.000800	

(65) 이분산 추정				
Dependent Variable: DLRGDP Method: Least Squares Date: 11/28/10 Time: 20:14 Sample (adjusted): 1976 2007 Included observations: 28 after adjustments Weighting series: 1/SQR(SIG_SQF)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.024702	0.024314	1.015962	0.3198
DLIK	0.305862	0.055103	5.550705	0.0000
SER2(-5)	0.000424	0.000323	1.313316	0.2015
GDP_P(-1)	-1.41E-06	9.26E-07	-1.520526	0.1414
Weighted Statistics				
R-squared	0.747707	Mean dependent var	0.060239	
Adjusted R-squared	0.716171	S.D. dependent var	0.058373	
S.E. of regression	0.014339	Akaike info criterion	-5.520044	
Sum squared resid	0.004935	Schwarz criterion	-5.329729	
Log likelihood	81.28061	F-statistic	23.70921	
Durbin-Watson stat	2.314073	Prob(F-statistic)	0.000000	
Unweighted Statistics				
R-squared	0.690522	Mean dependent var	0.063308	
Adjusted R-squared	0.651837	S.D. dependent var	0.037247	
S.E. of regression	0.021978	Sum squared resid	0.011592	
Durbin-Watson stat	2.299299			

(66) 자기상관 검정				
Dependent Variable: DLRGDP Method: Least Squares Date: 11/28/10 Time: 20:17 Sample (adjusted): 1975 2007 Included observations: 33 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.050940	0.007538	6.758066	0.0000
DLIK	0.304937	0.044836	6.801148	0.0000
SER3(-5)	0.000176	0.000542	0.325496	0.7471
GDP_P(-1)	-1.91E-06	2.67E-06	-0.714890	0.4804
R-squared	0.694163	Mean dependent var	0.064894	
Adjusted R-squared	0.662525	S.D. dependent var	0.035458	
S.E. of regression	0.020598	Akaike info criterion	-4.814004	
Sum squared resid	0.012304	Schwarz criterion	-4.632609	
Log likelihood	83.43106	F-statistic	21.94058	
Durbin-Watson stat	2.150438	Prob(F-statistic)	0.000000	

(66) 이분산 검정				
White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	4.683402	Prob. F(9,23)	0.001319	
Obs*R-squared	21.35007	Prob. Chi-Square(9)	0.011184	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 20:19				
Sample: 1975 2007				
Included observations: 33				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000811	0.000300	2.699182	0.0128
DLIK	-0.008646	0.001874	-4.613167	0.0001
DLIK^2	0.031837	0.009264	3.436500	0.0023
DLIK*SER3(-5)	-0.000123	0.000270	-0.453810	0.6542
DLIK*GDP_P(-1)	1.30E-06	1.24E-06	1.048907	0.3051
SER3(-5)	3.52E-05	6.36E-05	0.553528	0.5852
SER3(-5)^2	5.08E-07	9.84E-07	0.516019	0.6108
SER3(-5)*GDP_P(-1)	-7.13E-09	9.04E-09	-0.789387	0.4379
GDP_P(-1)	-2.86E-07	2.70E-07	-1.058364	0.3009
GDP_P(-1)^2	2.61E-11	2.69E-11	0.971291	0.3415
R-squared	0.646972	Mean dependent var	0.000373	
Adjusted R-squared	0.508830	S.D. dependent var	0.000490	
S.E. of regression	0.000343	Akaike info criterion	-12.87170	
Sum squared resid	2.71E-06	Schwarz criterion	-12.41821	
Log likelihood	222.3831	F-statistic	4.683402	
Durbin-Watson stat	2.602185	Prob(F-statistic)	0.001319	

(66) 이분산 추정				
Dependent Variable: DLRGDP Method: Least Squares Date: 11/28/10 Time: 20:20 Sample (adjusted): 1976 2007 Included observations: 28 after adjustments Weighting series: 1/SQR(SIG_SQF)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.054641	0.008823	6.193178	0.0000
DLIK	0.322888	0.060535	5.333923	0.0000
SER3(-5)	3.99E-06	0.000268	0.014897	0.9882
GDP_P(-1)	-6.74E-07	1.19E-06	-0.564303	0.5778
Weighted Statistics				
R-squared	0.729579	Mean dependent var	0.060239	
Adjusted R-squared	0.695776	S.D. dependent var	0.058373	
S.E. of regression	0.014846	Akaike info criterion	-5.450651	
Sum squared resid	0.005289	Schwarz criterion	-5.260336	
Log likelihood	80.30912	F-statistic	21.58345	
Durbin-Watson stat	2.242724	Prob(F-statistic)	0.000001	
Unweighted Statistics				
R-squared	0.684064	Mean dependent var	0.063308	
Adjusted R-squared	0.644572	S.D. dependent var	0.037247	
S.E. of regression	0.022206	Sum squared resid	0.011834	
Durbin-Watson stat	2.212962			

(67) (자기상관+이분산) 검정				
Dependent Variable: DLRGDP Method: Least Squares Date: 11/30/10 Time: 19:04 Sample (adjusted): 1976 2007 Included observations: 32 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.367552	0.135843	-2.705703	0.0126
DLIK	0.245032	0.043824	5.591265	0.0000
SER1(-5)	0.002776	0.000969	2.864752	0.0088
SER2(-5)	0.000961	0.000428	2.244302	0.0347
SER3(-5)	0.001144	0.000583	1.960988	0.0621
DLI_RD(-5)	0.117430	0.062692	1.873139	0.0738
DLEMP	0.648101	0.232775	2.784240	0.0105
DUM	0.017089	0.008262	2.068333	0.0500
GDP_P(-1)	-4.89E-06	2.45E-06	-1.997201	0.0578
R-squared	0.866158	Mean dependent var	0.065116	
Adjusted R-squared	0.819605	S.D. dependent var	0.036002	
S.E. of regression	0.015291	Akaike info criterion	-5.290851	
Sum squared resid	0.005378	Schwarz criterion	-4.878612	
Log likelihood	93.65361	F-statistic	18.60558	
Durbin-Watson stat	3.014910	Prob(F-statistic)	0.000000	

(68) 자기상관 검정				
Dependent Variable: DLRGDP Method: Least Squares Date: 11/28/10 Time: 20:25 Sample (adjusted): 1975 2007 Included observations: 33 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.014212	0.048997	-0.290053	0.7739
DLIK	0.307289	0.047613	6.453867	0.0000
SER(-5)	0.000367	0.000277	1.324823	0.1959
DUM	0.004717	0.008628	0.546699	0.5889
GDP_P(-1)	-3.52E-06	2.04E-06	-1.728040	0.0950
R-squared	0.712346	Mean dependent var	0.064894	
Adjusted R-squared	0.671252	S.D. dependent var	0.035458	
S.E. of regression	0.020330	Akaike info criterion	-4.814891	
Sum squared resid	0.011573	Schwarz criterion	-4.587947	
Log likelihood	84.44240	F-statistic	17.33477	
Durbin-Watson stat	2.197338	Prob(F-statistic)	0.000000	

(68) 이분산 검정				
White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	2.443252	Prob. F(13,19)	0.037563	
Obs*R-squared	20.64631	Prob. Chi-Square(13)	0.060182	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 20:28				
Sample: 1975 2007				
Included observations: 33				
Collinear test regressors dropped from specification				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.012561	0.024288	-0.517168	0.6110
DLIK	-0.040029	0.024217	-1.652925	0.1148
DLIK^2	0.017793	0.017617	1.009947	0.3252
DLIK*SER(-5)	0.000195	0.000148	1.316906	0.2035
DLIK*DUM	-0.000984	0.004801	-0.205036	0.8397
DLIK*GDP_P(-1)	-6.88E-07	1.24E-06	-0.554420	0.5858
SER(-5)	0.000185	0.000267	0.645690	0.5262
SER(-5)^2	-6.11E-07	8.38E-07	-0.729081	0.4748
SER(-5)*DUM	-1.92E-06	1.84E-05	-0.104338	0.9180
SER(-5)*GDP_P(-1)	1.12E-08	1.25E-08	0.899036	0.3799
DUM	-7.07E-05	0.003176	-0.022248	0.9625
DUM*GDP_P(-1)	8.68E-08	1.53E-07	0.568439	0.5764
GDP_P(-1)	-2.00E-06	2.25E-06	-0.890165	0.3845
GDP_P(-1)^2	-3.71E-11	4.07E-11	-0.911492	0.3735
R-squared	0.625706	Mean dependent var	0.000351	
Adjusted R-squared	0.369611	S.D. dependent var	0.000543	
S.E. of regression	0.000431	Akaike info criterion	-12.36393	
Sum squared resid	3.63E-06	Schwarz criterion	-11.72905	
Log likelihood	218.0049	F-statistic	2.443252	
Durbin-Watson stat	2.792410	Prob(F-statistic)	0.037563	

(68) 이분산 추정				
Dependent Variable: DLRGDP				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 16:29				
Sample (adjusted): 1976 2007				
Included observations: 28 after adjustments				
Weighting series: 1/SQR(SIG_SQF)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.017854	0.036394	-0.490584	0.6284
DLIK	0.329656	0.052590	6.268373	0.0000
SER(-5)	0.000364	0.000191	1.909176	0.0688
DUM	0.013873	0.004706	2.947544	0.0072
GDP_P(-1)	-2.91E-06	1.20E-06	-2.431548	0.0232
Weighted Statistics				
R-squared	0.808089	Mean dependent var	0.060239	
Adjusted R-squared	0.774713	S.D. dependent var	0.058373	
S.E. of regression	0.012775	Akaike info criterion	-5.722173	
Sum squared resid	0.003754	Schwarz criterion	-5.484279	
Log likelihood	85.11042	F-statistic	24.21181	
Durbin-Watson stat	2.375454	Prob(F-statistic)	0.000000	
Unweighted Statistics				
R-squared	0.707665	Mean dependent var	0.063308	
Adjusted R-squared	0.656824	S.D. dependent var	0.037247	
S.E. of regression	0.021820	Sum squared resid	0.010950	
Durbin-Watson stat	2.356760			

(69) 자기상관 검정				
Dependent Variable: DLRGDP				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 20:32				
Sample (adjusted): 1976 2007				
Included observations: 32 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.044505	0.011431	3.893276	0.0006
DLIK	0.322273	0.046651	6.908206	0.0000
DLIH(-5)	0.029470	0.031702	0.929597	0.3605
GDP_P(-1)	-8.52E-07	8.40E-07	-1.014399	0.3191
R-squared	0.703785	Mean dependent var	0.065116	
Adjusted R-squared	0.672048	S.D. dependent var	0.036002	
S.E. of regression	0.020617	Akaike info criterion	-4.808924	
Sum squared resid	0.011902	Schwarz criterion	-4.625707	
Log likelihood	80.94279	F-statistic	22.17533	
Durbin-Watson stat	2.088399	Prob(F-statistic)	0.000000	

(69) 이분산 검정				
White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	4.049815	Prob. F(9,22)	0.003554	
Obs*R-squared	19.95517	Prob. Chi-Square(9)	0.018191	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 20:35				
Sample: 1976 2007				
Included observations: 32				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001638	0.000681	2.405909	0.0250
DLIK	-0.011658	0.005303	-2.198393	0.0387
DLIK^2	0.029749	0.009326	3.190013	0.0042
DLIK*DLIH(-5)	0.000696	0.014253	0.048815	0.9615
DLIK*GDP_P(-1)	1.07E-06	4.28E-07	2.501213	0.0203
DLIH(-5)	0.000150	0.004403	0.033969	0.9732
DLIH(-5)^2	-0.004397	0.006456	-0.681031	0.5030
DLIH(-5)*GDP_P(-1)	-5.15E-08	3.29E-07	-0.156655	0.8769
GDP_P(-1)	-2.24E-07	8.34E-08	-2.690407	0.0134
GDP_P(-1)^2	7.65E-12	3.40E-12	2.246614	0.0350
R-squared	0.623599	Mean dependent var	0.000372	
Adjusted R-squared	0.469617	S.D. dependent var	0.000512	
S.E. of regression	0.000373	Akaike info criterion	-12.63964	
Sum squared resid	3.06E-06	Schwarz criterion	-12.24160	
Log likelihood	213.1943	F-statistic	4.049815	
Durbin-Watson stat	2.129049	Prob(F-statistic)	0.003554	

(69) 이분산 추정				
Dependent Variable: DLRGDP				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 20:36				
Sample (adjusted): 1976 2007				
Included observations: 28 after adjustments				
Weighting series: 1/SQR(SIG_SQF)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.050296	0.010546	4.769253	0.0001
DLIK	0.341483	0.060390	5.654665	0.0000
DLIH(-5)	0.020518	0.028576	0.718006	0.4797
GDP_P(-1)	-5.89E-07	7.55E-07	-0.779733	0.4432
Weighted Statistics				
R-squared	0.735263	Mean dependent var	0.060239	
Adjusted R-squared	0.702171	S.D. dependent var	0.058373	
S.E. of regression	0.014689	Akaike info criterion	-5.471895	
Sum squared resid	0.005178	Schwarz criterion	-5.281580	
Log likelihood	80.60653	F-statistic	22.21864	
Durbin-Watson stat	2.212155	Prob(F-statistic)	0.000000	
Unweighted Statistics				
R-squared	0.686478	Mean dependent var	0.063308	
Adjusted R-squared	0.647268	S.D. dependent var	0.037247	
S.E. of regression	0.022121	Sum squared resid	0.011744	
Durbin-Watson stat	2.183803			

(70) 자기상관 검정				
Dependent Variable: DLRGDP				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 23:46				
Sample (adjusted): 1976 2007				
Included observations: 32 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.033646	0.014771	2.277778	0.0306
DLIK	0.339132	0.047946	7.073234	0.0000
DLIH2(-5)	0.059378	0.040319	1.472698	0.1520
GDP_P(-1)	-2.21E-07	9.88E-07	-0.223217	0.8250
R-squared	0.716595	Mean dependent var	0.065116	
Adjusted R-squared	0.686231	S.D. dependent var	0.036002	
S.E. of regression	0.020166	Akaike info criterion	-4.853134	
Sum squared resid	0.011387	Schwarz criterion	-4.669917	
Log likelihood	81.65014	F-statistic	23.59955	
Durbin-Watson stat	2.045347	Prob(F-statistic)	0.000000	

(70) 이분산 검정				
White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	3.810269	Prob. F(9,22)	0.005009	
Obs*R-squared	19.49388	Prob. Chi-Square(9)	0.021306	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID*2				
Method: Least Squares				
Date: 11/30/10 Time: 18:46				
Sample: 1976 2007				
Included observations: 32				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001143	0.001338	0.854824	0.4019
DLIK	-0.007986	0.007248	-1.101749	0.2825
DLIK*2	0.024625	0.009918	2.482986	0.0211
DLIK*DLIH2(-5)	-0.013044	0.018961	-0.687921	0.4987
DLIK*GDP_P(-1)	8.99E-07	5.63E-07	1.596124	0.1247
DLIH2(-5)	0.003973	0.006640	0.598270	0.5558
DLIH2(-5)*2	-0.010414	0.008058	-1.292385	0.2096
DLIH2(-5)*GDP_P(-1)	-2.54E-07	4.37E-07	-0.581979	0.5665
GDP_P(-1)	-1.67E-07	1.81E-07	-0.921272	0.3669
GDP_P(-1)*2	5.74E-12	5.74E-12	1.000528	0.3279
R-squared	0.609184	Mean dependent var	0.000356	
Adjusted R-squared	0.449304	S.D. dependent var	0.000509	
S.E. of regression	0.000377	Akaike info criterion	-12.67633	
Sum squared resid	3.13E-06	Schwarz criterion	-12.21828	
Log likelihood	212.8212	F-statistic	3.810269	
Durbin-Watson stat	1.785304	Prob(F-statistic)	0.005009	

(70) 이분산 추정				
Dependent Variable: DLRGDP				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 23:46				
Sample (adjusted): 1976 2007				
Included observations: 28 after adjustments				
Weighting series: 1/SQR(SIG_SQF)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.042165	0.014229	2.963324	0.0068
DLIK	0.360798	0.064002	5.637256	0.0000
DLIH2(-5)	0.040987	0.037430	1.095052	0.2844
GDP_P(-1)	-1.63E-07	8.66E-07	-0.188272	0.8522
Weighted Statistics				
R-squared	0.742445	Mean dependent var	0.060239	
Adjusted R-squared	0.710250	S.D. dependent var	0.058373	
S.E. of regression	0.014488	Akaike info criterion	-5.499398	
Sum squared resid	0.005038	Schwarz criterion	-5.309083	
Log likelihood	80.99157	F-statistic	23.06127	
Durbin-Watson stat	2.140757	Prob(F-statistic)	0.000000	
Unweighted Statistics				
R-squared	0.709182	Mean dependent var	0.063308	
Adjusted R-squared	0.672829	S.D. dependent var	0.037247	
S.E. of regression	0.021305	Sum squared resid	0.010893	
Durbin-Watson stat	2.110373			

(71) 자기상관 검정				
Dependent Variable: DLRGDP				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 20:38				
Sample (adjusted): 1976 2007				
Included observations: 32 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.040747	0.010947	3.722031	0.0009
DLIK	0.323852	0.044194	7.327961	0.0000
DLIH3(-5)	0.033314	0.022755	1.464010	0.1543
GDP_P(-1)	-6.07E-07	8.46E-07	-0.717851	0.4788
R-squared	0.716355	Mean dependent var	0.065116	
Adjusted R-squared	0.685965	S.D. dependent var	0.036002	
S.E. of regression	0.020175	Akaike info criterion	-4.852288	
Sum squared resid	0.011397	Schwarz criterion	-4.669071	
Log likelihood	81.63660	F-statistic	23.57170	
Durbin-Watson stat	2.218680	Prob(F-statistic)	0.000000	

(71) 이분산 검정				
White Heteroskedasticity Test:				
F-statistic	5.089057	Prob. F(9,22)	0.000885	
Obs*R-squared	21.61675	Prob. Chi-Square(9)	0.010176	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID*2				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 20:39				
Sample: 1976 2007				
Included observations: 32				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000230	0.000728	0.316776	0.7544
DLIK	-0.002530	0.004959	-0.510254	0.6150
DLIK*2	0.017210	0.008110	2.122150	0.0453
DLIK*DLIH3(-5)	-0.014572	0.009734	-1.497094	0.1486
DLIK*GDP_P(-1)	3.70E-07	3.92E-07	0.943390	0.3558
DLIH3(-5)	0.002131	0.002092	1.018494	0.3195
DLIH3(-5)*2	-0.000314	0.001475	-0.212918	0.8334
DLIH3(-5)*GDP_P(-1)	-1.23E-07	1.46E-07	-0.832728	0.4139
GDP_P(-1)	-2.93E-08	1.04E-07	-0.280832	0.7815
GDP_P(-1)*2	8.52E-13	3.70E-12	0.230195	0.8201
R-squared	0.675523	Mean dependent var	0.000356	
Adjusted R-squared	0.542789	S.D. dependent var	0.000498	
S.E. of regression	0.000336	Akaike info criterion	-12.90618	
Sum squared resid	2.49E-06	Schwarz criterion	-12.44814	
Log likelihood	216.4989	F-statistic	5.089057	
Durbin-Watson stat	2.171375	Prob(F-statistic)	0.000885	

(71) 이분산 추정				
Dependent Variable: DLRGDP				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 20:40				
Sample (adjusted): 1976 2007				
Included observations: 28 after adjustments				
Weighting series: 1/SQR(SIG_SQF)				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.045205	0.010794	4.188123	0.0003
DLIK	0.354057	0.057704	6.135774	0.0000
DLIH3(-5)	0.031770	0.022863	1.389518	0.1774
GDP_P(-1)	-3.74E-07	7.56E-07	-0.494665	0.6253
Weighted Statistics				
R-squared	0.749714	Mean dependent var	0.060239	
Adjusted R-squared	0.718428	S.D. dependent var	0.058373	
S.E. of regression	0.014282	Akaike info criterion	-5.528029	
Sum squared resid	0.004896	Schwarz criterion	-5.337714	
Log likelihood	81.39240	F-statistic	23.96343	
Durbin-Watson stat	2.336047	Prob(F-statistic)	0.000000	
Unweighted Statistics				
R-squared	0.705585	Mean dependent var	0.063308	
Adjusted R-squared	0.668783	S.D. dependent var	0.037247	
S.E. of regression	0.021436	Sum squared resid	0.011028	
Durbin-Watson stat	2.244184			

(72) 자기상관 검정				
Dependent Variable: DLRGDP				
Method: Least Squares				
Date: 11/28/10 Time: 15:58				
Sample (adjusted): 1976 2007				
Included observations: 32 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.030050	0.018916	1.588570	0.1258
DLIK	0.215482	0.055863	3.857344	0.0008
DLIH1(-5)	0.001547	0.040950	0.037784	0.9702
DLIH2(-5)	-0.019126	0.055936	-0.341928	0.7355
DLIH3(-5)	0.027955	0.022991	1.215938	0.2363
DLI_RD(-5)	-0.019934	0.045302	-0.440024	0.6640
DLEMP	0.941891	0.265716	3.544726	0.0017
DUM	0.013533	0.009107	1.485993	0.1509
GDP_P(-1)	-3.42E-07	1.09E-06	-0.314420	0.7560
R-squared	0.824879	Mean dependent var	0.065116	
Adjusted R-squared	0.763968	S.D. dependent var	0.036002	
S.E. of regression	0.017491	Akaike info criterion	-5.022034	
Sum squared resid	0.007036	Schwarz criterion	-4.609795	
Log likelihood	89.35254	F-statistic	13.54224	
Durbin-Watson stat	2.417411	Prob(F-statistic)	0.000000	

(73) 자기상관 검정

Dependent Variable: DLRGDP
Method: Least Squares
Date: 11/28/10 Time: 20:43
Sample (adjusted): 1976 2007
Included observations: 32 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.036182	0.013552	2.669970	0.0127
DLIK	0.332442	0.050023	6.645741	0.0000
DLIH(-5)	0.057857	0.038208	1.514291	0.1416
DUM	-0.002239	0.009261	-0.241702	0.8108
GDP_P(-1)	-4.18E-07	9.14E-07	-0.457579	0.6509

R-squared 0.719229 Mean dependent var 0.065116
Adjusted R-squared 0.677634 S.D. dependent var 0.036002
S.E. of regression 0.020441 Akaike info criterion -4.799971
Sum squared resid 0.011281 Schwarz criterion -4.570950
Log likelihood 81.79954 F-statistic 17.29098
Durbin-Watson stat 2.158565 Prob(F-statistic) 0.000000

(73) 이분산 검정

White Heteroskedasticity Test:

F-statistic 1.821654 Prob. F(13,18) 0.118147
Obs*R-squared 18.18092 Prob. Chi-Square(13) 0.150770

Test Equation:
Dependent Variable: RESID*2
Method: Least Squares
Date: 11/28/10 Time: 20:45
Sample: 1976 2007
Included observations: 32
Collinear test regressors dropped from specification

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002163	0.001230	1.758318	0.0957
DLIK	-0.012298	0.007478	-1.644540	0.1174
DLIK*2	0.022416	0.015793	1.419382	0.1729
DLIK*DLIH(-5)	0.006838	0.020935	0.326631	0.7477
DLIK*DUM	-0.002744	0.005270	-0.520671	0.6089
DLIK*GDP_P(-1)	1.26E-06	5.77E-07	2.177001	0.0430
DLIH(-5)	-0.003175	0.006267	-0.506543	0.6186
DLIH(-5)*2	0.000274	0.007812	0.035036	0.9724
DLIH(-5)*DUM	-0.001499	0.004049	-0.370194	0.7156
DLIH(-5)*GDP_P(-1)	1.78E-07	4.41E-07	0.404419	0.6907
DUM	0.000577	0.001154	0.499604	0.6234
DUM*GDP_P(-1)	-7.80E-09	5.91E-08	-0.131995	0.8965
GDP_P(-1)	-2.94E-07	1.66E-07	-1.776188	0.0926
GDP_P(-1)*2	8.83E-12	5.01E-12	1.763161	0.0948

R-squared 0.568154 Mean dependent var 0.000353
Adjusted R-squared 0.256265 S.D. dependent var 0.000499
S.E. of regression 0.000431 Akaike info criterion -12.36275
Sum squared resid 3.34E-06 Schwarz criterion -11.72149
Log likelihood 211.8040 F-statistic 1.821654
Durbin-Watson stat 2.336361 Prob(F-statistic) 0.118147

(73) 이분산 추정

Dependent Variable: DLRGDP
Method: Least Squares
Date: 11/28/10 Time: 20:46
Sample (adjusted): 1976 2007
Included observations: 28 after adjustments
Weighting series: 1/SQR(SIG_SQF)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.049962	0.012024	4.155131	0.0004
DLIK	0.350477	0.058661	6.145144	0.0000
DLIH(-5)	0.000336	0.037315	0.009014	0.9929
DUM	0.010416	0.005742	1.814141	0.0827
GDP_P(-1)	-1.01E-06	8.33E-07	-1.211168	0.2381

Weighted Statistics

R-squared 0.777676 Mean dependent var 0.060239
Adjusted R-squared 0.739012 S.D. dependent var 0.058373
S.E. of regression 0.013750 Akaike info criterion -5.575071
Sum squared resid 0.004349 Schwarz criterion -5.337177
Log likelihood 83.05099 F-statistic 20.11321
Durbin-Watson stat 2.304662 Prob(F-statistic) 0.000000

Unweighted Statistics

R-squared 0.688117 Mean dependent var 0.063308
Adjusted R-squared 0.633876 S.D. dependent var 0.037247
S.E. of regression 0.022537 Sum squared resid 0.011682
Durbin-Watson stat 2.240394

<부록 2> 3SLS에 의한 추정 결과

3SLS 추정결과 1

Dependent Variable: SER2(-5)
Method: Two-Stage Least Squares
Date: 11/28/10 Time: 14:02
Sample (adjusted): 1976 2007
Included observations: 28 after adjustments
Weighting series: 1/SQR(SIG_SQF)
Instrument list: DLRGDP SER1(-5) SER3(-5) DLI_RD(-5)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	211.3882	35.37909	5.974946	0.0000
DLRGDP	45.83204	38.22477	1.199014	0.2427
SER1(-5)	-1.070170	0.299354	-3.574928	0.0016
SER3(-5)	0.060881	0.102162	0.595931	0.5570
DLI_RD(-5)	-104.1597	21.28346	-4.893930	0.0001

Weighted Statistics

R-squared 0.833899 Mean dependent var 85.90253
Adjusted R-squared 0.805012 S.D. dependent var 104.2866
S.E. of regression 4.908373 Sum squared resid 554.1188
Durbin-Watson stat 0.473096 Second-stage SSR 554.1188

Unweighted Statistics

R-squared 0.776044 Mean dependent var 80.56786
Adjusted R-squared 0.739443 S.D. dependent var 16.85623
S.E. of regression 8.604235 Sum squared resid 1702.756
Durbin-Watson stat 0.555973

3SLS 추정결과 2

Dependent Variable: SER3(-5)
Method: Least Squares
Date: 11/28/10 Time: 15:20
Sample (adjusted): 1976 2007
Included observations: 28 after adjustments
Weighting series: 1/SQR(SIG_SQF)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	208.6959	105.8850	1.970968	0.0609
DLRGDP	-60.29766	78.80871	-0.765114	0.4520
SER1(-5)	-1.631409	0.675420	-2.415400	0.0241
SER2(-5)	0.249762	0.419112	0.595931	0.5570
DLI_RD(-5)	-109.5621	57.19782	-1.915495	0.0679

Weighted Statistics

R-squared 0.719142 Mean dependent var 39.79278
Adjusted R-squared 0.670298 S.D. dependent var 53.42066
S.E. of regression 9.941659 Akaike info criterion 7.591777
Sum squared resid 2273.241 Schwarz criterion 7.829671
Log likelihood -101.2849 F-statistic 14.72301
Durbin-Watson stat 0.405881 Prob(F-statistic) 0.000004

Unweighted Statistics

R-squared 0.688527 Mean dependent var 34.77500
Adjusted R-squared 0.634358 S.D. dependent var 24.31547
S.E. of regression 14.70316 Sum squared resid 4972.206
Durbin-Watson stat 0.427456

3SLS 추정결과 3

Dependent Variable: DLI_RD(-5)
Method: Least Squares
Date: 11/28/10 Time: 15:40
Sample (adjusted): 1976 2007
Included observations: 28 after adjustments
Weighting series: 1/SQR(SIG_SQF)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.505112	0.079423	6.359737	0.0000
DLRGDP	0.301097	0.377702	0.797180	0.4336
SER2(-5)	-0.003550	0.001134	-3.130389	0.0047
SER3(-5)	-7.80E-05	0.000847	-0.092099	0.9274
GDP_P(-1)	-3.62E-06	3.05E-06	-1.185544	0.2479

Weighted Statistics

R-squared 0.698623 Mean dependent var 0.183429
Adjusted R-squared 0.646209 S.D. dependent var 0.189055
S.E. of regression 0.039754 Akaike info criterion -3.451762
Sum squared resid 0.036349 Schwarz criterion -3.213869
Log likelihood 53.32467 F-statistic 13.32909
Durbin-Watson stat 0.882632 Prob(F-statistic) 0.000009

Unweighted Statistics

R-squared 0.671439 Mean dependent var 0.210231
Adjusted R-squared 0.614298 S.D. dependent var 0.108784
S.E. of regression 0.067560 Sum squared resid 0.104980
Durbin-Watson stat 0.969821

<References & Resources>

- 곽소희, 김호범 (2007), 노동력 공급 감소와 질적 향상이 경제성장에 미치는 효과, 『산업경제연구』, 제20권 제1호, pp. 73~95.
- 김종구 (2007), 우리나라 지역 인적자본 추정과 지역경제 성장요인 분석, 『경제연구』 제25권 제4호, pp. 1~29.
- 김진영 (2003), 국제자료를 통해 본 인적자본과 경제성장, 무역학회지, 제28권 제5호, pp. 103~127
- 박성욱 (2008), 물적·인적자본의 한계생산성 분석, 『한국은행 금융경제연구원』, 제317호.
- 백일우·임정준 (2007), 국가단위 패널자료를 이용한 교육의 경제성장 기여도 분석, *The Journal of Economics and Finance of Education* Vol. 16, No. 2, pp. 53~72
- 장창원 (1995), 한국의 교육수준별로 경제성장에 미친 영향 분석, 『한국직업능력개발원』.
- _____, (2007), 인적자본과 경제성장, 『한국직업능력개발원』.
- 한무호 (1998), 내생적(內生的) 경제성장론에 있어서의 인적자본의 역할, 경제연구 제44집 제2호
- Akiomi Kitagawa, Koichi Futagawa, 2005. Availability Of Higher Education And Long-Term Economic Growth.
- Barro, R. J. & Sala-i-Martin, Xavier, 1995. Economic Growth, McGRAW-HILL.
- _____, R. J. 2001. "Human Capital and Growth", *American Economic Review* 91(2): pp. 12~7.
- _____, R. J. 2002. Education as a Determinant of Economic Growth, Edward P. Lazear (ed.) Education in the Twenty-first Century, The Hoover Institution, pp. 9~24.
- Benhabib, Jess, and Mark M. Spiegel. 2005. "Human Capital and Technology

- Diffusion”, In Philippe Aghion and Steven N. Durlauf, eds., *Handbook of Economic Growth*. Amsterdam: North Holland.
- Caselli, Francesco, 2004. “Accounting for Cross-Country Income Differences”, Working Paper.
- Denison, Edward F. 1979. *Accounting for Slower Economic Growth*, Washington, The Brookings Institution.
- Education at a Glance-OECD, (Various Year), *Growth Effects of Education and social capital in the OECD countries*.
- Education at a Glance-OECD, 2009 Edition. *Education at a Glance-OECD Indicators*.
- Gemmel, N. 1996. *Evaluating the Impacts of Human Capital Stocks and Accumulation on Economic Growth: Some New Evidence*. Oxford Bulletin of Economics and Statistics 58: pp. 9~28.
- Lucas, Robert E. 1988. “On the Mechanisms of Economic Development”, *Journal of Monetary Economics* 22: pp. 3~42.
- Mankiw, N. Gregory, David Romer, and David Weil. 1990. “A Contribution to the Empirics of Economic Growth”, NBER Working Paper No. 3541.
- _____, 1992. “A Contribution to the Empirics of Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics* 107(2): pp. 407~37.
- McMahon, Walter W, 1990. “The Contribution of Higher Education to R&D and Productivity Growth”, BEBR, University of Illinois Urbana-Champaign.
- Mincer, Jacob, 1984. “Human Capital and Economic Growth”, *Economics of Education Review* 3(3): pp. 195~205.
- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development). 2004. *Learning for Tomorrow’s World: First Results from PISA 2003*. Paris: OECD
- Romer, Paul, 1989. “Capital Accumulation in the Theory of Long Run Growth”, *Modern Business Cycle Theory*, Robert J. Barro, ed.

- Cambridge, MA: Harvard University Press pp. 51 ~127.
- _____, 1989. “Human Capital and Growth: Theory and Evidence”, NBER Working Paper No 3173.
- _____, 1990. “Endogenous Technological Change”, *Journal of Political Economy* 99(5): S71~102.
- Shultz, T. W. 1961. “Investment in Human Capital”, *American Economic Review* 51: pp. 1~17.
- Solow, R. M. 1956. “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics* 70.
- _____, 1956. “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics* Vol 70(1): pp. 65~94.
- World Bank(Various Year), World Development Report, Washington D. C.: World Bank Publications.
- World Bank Independent Evaluation Group. 2006. From Schooling Access to Learning Outcomes: An Unfinished Agenda. Washington, D. C.: World Bank.

◎ Relevant Websites(Statistical Sources)

Economics of education:

<http://www.worldbank.org/education/economicssed/index.htm>.

In particular the section on public expenditures analysis:

http://www.worldbank.org/education/economicssed/finance/public/public_index.htm.

Education at a Glance 2008: <http://www.oecd.org/dataoecd/32/24/41277858.pdf>.

e-Kiet 산업경제정보 제473호:

http://www.kiet.re.kr/kiet/newsbriefs/news_briefs_bbs.jsp?serial=533&viewmode=read

통계청: http://www.kosis.kr/themes/themes_02List.jsp

한국은행경제통계시스템: <http://ecos.bok.or.kr/>