

국내 연구개발투자와 경제성장간의 인과관계

오세홍* · 임수진** · 손소영***

〈 목 차 〉

1. 서론
2. 연구개발투자와 경제성장간 인과관계 고찰
3. 자료분석 결과
4. 인과성에 대한 보완적 해석
5. 결론

Summary: This paper inquires into the causal relationship between R&D investment and GDP (Gross Domestic Product) in Korea. We apply the method of unit-root test, co-integration test, and Hsiao version of the Granger causality test to find the evidence of bi-directional causality between R&D and GDP. However, it is interesting to observe no significant directional effect between government funded R&D and GDP while private sector funded R&D turns out to affect GDP significantly. Utilizing the previous study results on bi-directional relationship between government and private sector funded R&D, we draw the following conclusion: In order to increase GDP, government funded R&D needs to induce private sector to fund more R&D in an effective manner. In this way, government is expected to indirectly participate in the development for better economy in Korea.

* 한국과학기술기획평가원 선임연구원 (e-mail: oshok@kistep.re.kr)

** 연세대학교 컴퓨터과학 산업시스템공학과 석사과정 (e-mail: GINNA@shinbiro.com)

*** 연세대학교 컴퓨터과학 산업시스템공학과 교수 (e-mail: sohns@yonsei.ac.kr)

1. 서론

경제성장의 근본 요소인 생산성 향상은 기술진보, 규모의 경제 등에서 기인하며 이중 기술진보의 중요한 요인은 연구·개발이다. R&D투자는 연구개발의 중요한 활동이며 공정혁신과 제품혁신을 초래하여 결과적으로 생산성 향상을 유도한다 (장진규, 1993)¹⁾. 연구·개발 활동의 효과는 직접적으로는 지적 생산물의 획득과 그것에 기초를 둔 새로운 제품 생산방법 등의 기술진보를 통해서 재화·서비스의 질·양·종류의 충실, 생산성의 향상 등의 형태로 구현된다. 한편 경제·사회적으로는 통신·교통의 발달 등에 의한 생활환경개선, 보건·의료 기술의 발달에 의한 국민복지의 향상, 설비기술생산기술의 고도화 등에 의한 국민경제의 발전, 그리고 환경과피 등의 부정적 영향의 해소 등으로 나타난다.

연구개발 투자정책은 투자재원의 효율적인 배분과 밀접한 관계가 있으나, 연구개발투자로 설명할 수 있는 경제성장의 측면은 상당히 제한되어 있다 (성소미, 1995). 연구개발투자로 인한 기술진보의 경제·산업성장으로의 공헌 자체를 정량적으로 파악하는 측정방법으로 성장이론에 의한 생산성의 분석²⁾, 전요소생산성 (TFP)³⁾상승과 연구개발비투과의 상관성 검증 등을 들 수 있는데, 이러한 방법들은 연구개발투자를 독립적인 요소로 취급하거나 연구개발이 경제성장에 유의미한 영향을 미칠 것이라는 것을 전제하고 있다.

연구개발투자와 경제성장간의 관계에 대한 수많은 연구 (Hardy, 1980; Leff, 1984; Wilson & Teske, 1990; Norton, 1992; Saunders, et al., 1994; Edirisuriya, 1995) 들은 연구개발투자와 경제성장간에 강한 양 (+)의 관계가 존재함을 제시하고 있다 (Maddock, 1995). 연구개발과 경제성장 간의 강한 양 (+)의 관계는 연구개발 투자가 경제 성장율의 중요한 결정요인이라는 것을 의미한다. 그러나, Blomstrom et al. (1996)와 Madden & Savage (1998)에 의해 설명된 바와 같이, 투자와 성장사이의 강한 결합관계가 반드시 인과적 관계를 의미하는 것은 아니다. 강한 통계적 관련성이 인과조건을 반영하고 있을 때에도 인과 관계는 역방향 (Y로부터 X)으로 작용할 수 있다. 그러므로 인과관계의 방향에 대한 보

1) 일반적으로 R&D는 제품의 자본, 노동, 그리고 다른 요소의 생산성을 제고한다 (Schwartz, 1990). 제품의 생산성 향상은 공동의 누적된 R&D 활동에 의해 영향을 받는 것으로 이점에 있어서 R&D 활동의 파급효과가 강조되어 왔다.

2) 기술을 자본이나 노동이라고 하는 투입요소의 증대만으로 설명할 수 없는 소득의 증대를 설명하는 요인으로 보는 것으로, 생산함수를 이용한 기술성과 측정방법이다.

3) 소득증대의 성장을 나타내는 척도는 모든 투입요소를 집계한 투입량에 대한 생산효율로 받아들여, 전요소생산성 (TFP)이라고 부른다. TFP의 변화는 종종 생산구조의 변화 즉, 기술진보로 설명된다.

다 심층적인 연구가 필요하며, 이슈의 핵심은 어떤 변수가 다른 변수 보다 선행하여 발생하는가 하는 문제에 있다. 인과관계의 방향이 어느 쪽이더라도 연구개발 투자와 경제성장간 인과 관계의 방향은 중요한 정책적 함의를 가진다.

연구개발 투자에서 경제성장으로의 양의 단방향 인과성이 존재한다면, 연구개발 투자 규모를 늘리는 정책수단을 강구하는 것이 필요하다 (Kim, 2000). 연구개발 투자로부터 경제 성장간에 음의 인과성이 존재할 경우 연구개발투자를 감축하는 대신 다른 정책수단 (예를 들면, 공공부문 투자)을 통해 경제성장을 유인하는 것이 더 효과적일 수 있다. 한편, 연구개발투자 와 경제성장간에 양방향성이 존재한다면, 상호 작용을 높이기 위해 지렛대 영역 (leverage areas)을 발견하고 이를 심화 확대시키는 정책수단을 강구하는 것이 필요하다. 마지막으로 어느 한 방향으로든지 아무런 인과관계가 발견되지 않는 경우 (소위 '중립 가정')에는 연구개발 투자를 늘리는 정책이 경제성장에 아무런 영향을 미치지 못한다는 것을 나타낸다.

본 연구의 목적은 우리나라의 연구개발 투자와 경제 성장간의 인과성을 검토하고 그 결과에 대한 정책적 함의를 제시함으로써 연구개발 정책목표를 보다 명확히 하는데 있다. 특히 총 연구개발투자를 정부연구개발투자와 민간연구개발투자로 나누어 살펴보고, 각각의 인과관계 검정결과가 인과 방향성에 있어 총 연구개발투자와 차이가 있는지를 살펴보고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 연구개발투자와 경제성장간의 인과성 검정의 이론적 배경과 연구방법론에 대해 살펴본다. 3장에서는 단위근 검정과 공적분 검정, 시차선정, 시차반응모형 등과 이들을 바탕으로 우리나라 정부 및 민간 연구개발투자와 경제성장간의 인과관계 검정결과를 살펴본다. 4장에서는 인과관계 검정결과를 연구개발투자추이를 통해 보완적으로 설명하고, 5장에서는 결론 및 정책적 함의를 제시한다.

2. 연구개발투자와 경제성장간 인과관계 고찰

2.1 이론적 배경

경제성장에 관한 기존 연구 중 상당수는 국내총생산 (GDP)과 국민 일인당 국민소득 중 정부지출의 비중 사이에 양의 상관관계가 존재한다고 가정하고 있다. 특히 Wagner (1890)는 경제개발 수준과 공공부문 성장간에 양의 상관관계가 존재한다는 사실을 제시하였으며, GDP에서 정부지출로의 인과관계 방향을 가정했다. 반면 케인즈 학파는 정부지출이 경제성장을 가속화 시킨다는 이론을 정립하였다 (정진현, 1998). 이들 이론들은 정부지출을 총산출물을 변화시키는 외생변수로 가정하고 있다. 그러나, '80년대 중반 이후에 등장한 신성장이

론⁴⁾은 국가간의 1인당 GNP 성장률의 격차를 설명하기 위해 외생적 기술진보를 대신에 자본축적의 차이, 교육수준의 차이 등에 의한 인적자본 축적의 차이, 정부정책의 차이, 연구개발 부문에 투입된 노동력의 차이, 과거로부터 축적된 경험의 차이 등을 이용하여 경제성장의 기본요인인 기술진보를 내생화시키는 노력을 다각도로 기울였다. 즉, 기술발전과 경제성장 자체의 진보는 경제의 내생적인 산출로서 이해하고 있다⁵⁾.

연구개발투자와 경제성장간의 장기관계를 검정하는 대부분의 시계열 연구는 Granger (1969)의 인과관계 개념을 적용하고 있다. 이 접근방법에 따르면 경제성장 (Y)을 설명하는 변수로 경제성장의 과거정보 및 연구개발투자 (X)의 과거정보를 모두 이용하는 것이 예측오차를 더 줄일 수 있는 경우, X가 Y의 원인변수이다. 연구개발과 경제성장간의 인과관계를 살펴본 연구로 Cronin et al. (1991)은 미국의 연구개발 투자량과 경제 활동 수준간에 작용하는 양방향 인과성을 밝혀 냈고, Zhu (1996)은 23개국의 17년간의 데이터를 토대로 통합시계열 분석 (a pooled time series analysis)을 사용하여 연구개발 투자로부터 경제 성장으로의 인과관계를 조사하여, 연구개발 투자가 경제 성장에 상당한 기여를 하고 있다는 것을 밝혀냈다. 우리나라의 경우는 정부연구개발투자와 민간연구개발투자간 인과성 검정을 통해 양방향성을 밝힌 연구 (Kim, 2000)와 정보 통신 인프라와 경제성장간 인과성 검정 (Yoo, 2001) 등이 있다.

그러나, 이러한 연구결과들은 분석자료의 질 그리고 양, 검정방법과 분석기간, 변수들의 집계기간의 선택 (월별, 분기별, 년별), 계량모형설정, 생략된 변수의 영향 등에 의해 결과가 달리 나타날 수 있다. Griliches (1995)가 강조한 것처럼 기술변화에 대한 신뢰할만한 지표를 발견하기 어렵고 비실험적 자료를 통해 추론하기 때문에 기술변화와 경제성장간의 관계는 여전히 문제거리로 남아있다. 과학과 기술이 경제성장에 미치는 영향의 정도를 측정하기란 어렵고 상호관계에 대한 추정과 비경험적 집계 경제자료로부터 인과성을 추론하는 것은 쉽지 않다.

인과관계분석은 시계열적 특성에 초점을 맞춘 분석으로서 특정변수의 과거치가 다른 변수의 현재치를 예측하는데 도움을 주는지의 여부를 살펴보는데 그 목적이 있다. 비록 인과관계라는 이름으로 진행되는 분석이라 할지라도 단순히 변수 X의 시계열적 특성을 고찰하는 것이 변수 Y의 값을 예측하는데 도움을 주는가의 여부를 판정하는 것이므로 철학적인 인과관계와는 개념상 거리가 있다 (박추환·정동헌, 2001). 계량적 분석에서 인과관계를 파악하는데는 여러가지 모형이 제시되어 있으나 본 연구에서는 Granger인과성 검정모형을 적용한다.

4) 신성장이론은 내생적 성장이론 (endogenous growth theory)으로 불리기도 하는데, 이에 따르면 경제가 성장함에 따라 기술진보가 연속적으로 일어나 높은 성장률이 지속될 수 있다는 것이다 (LG경제연구원, 2000).

5) 방석현, 산업정책

Granger의 인과관계검정방법은 논리적인 인과관계를 제시하는 필요조건을 충족시키지 못하는 다는 제약을 받고 있으며, 또한 오차항이 적절한 가정을 충족시키지 못하는 경우 논의에서 제외시켜야 한다. 하지만 다른 대안들도 유사한 문제들을 갖고 있으므로 현재에 이용가능한 자료와 방법 중에서는 적절한 선택인 것으로 판단된다 (주만수, 2000).

2.2 연구방법론

경제변수와 관련된 시계열자료는 대부분 불안정성을 갖고 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 경우에 전통적인 회귀분석을 하게 되면 허구적 인과관계 결과들이 나타날 수 있다 (Granger and Newbold, 1974; Stock and Watson, 1989). 따라서, 인과검정에 앞서 추정 결과에 대한 신뢰도를 높이기 위해서 시계열에 대한 단위근 검정⁶⁾과 공적분 검정⁷⁾, 그리고 객관적 기준에 의한 적정시차를 결정하는 과정이 필요하다. 이러한 방법에 대해 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

2.2.1 데이터의 안정성 (stationarity)과 Granger 인과관계 검정

본 연구모형에서는 연구개발투자와 경제성장간에 어떤 인과성이 존재하는지를 살펴보기 위해 1970년부터 1998년까지의 국내총생산 (GDP)⁸⁾과 연구개발투자의 데이터와 이를 정부와 민간의 연구개발투자로 나눈 데이터를 사용하였다. 연구개발투자와 명목 GDP데이터는 GDP 디플레이터를 (1995년 기준가격 적용) 사용하여 실질 GDP 및 실질 연구개발투자 데이터를 구하였다⁹⁾. 본 연구모형에 사용된 변수들은 실질 국내총생산 (real GDP), 실질연구개발투자 (TERND, real R&D Expenditure), 실질정부연구개발투자 (GERND, real Government Expenditure of R&D), 실질민간연구개발투자 (PERND, real Private Expenditure of R&D)이다.

여기에서 우리나라 연구개발 투자추이를 간단히 살펴보면 다음과 같다 (<그림 1> 참조). 우리나라의 정부 및 민간의 실질 연구개발투자는 '76년까지 정부연구개발투자가 더 높았다.

6) Engle & Granger (1987)에 따라, 먼저 X와 Y의 단위근 (unit roots) 검정하여 각 변수의 안정성을 확보하여야 한다.

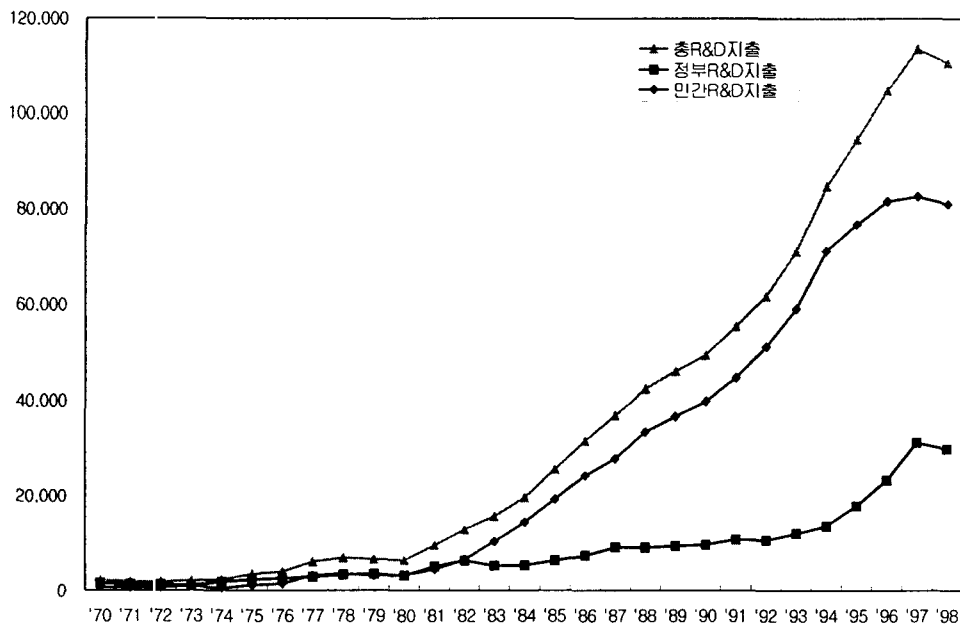
7) Phillips-Perron 검정 (Phillips & Perron, 1988)이 두 변수의 단위근과 안정성 속성을 검토하는데 사용된다. 이 검정법은 연속적 상관성의 다양성과 시간 종속적인 heteroscedasticities에 대해 가장 엄격한 방법으로 알려져 있다.

8) GDP의 개념이 한 국민경제의 일정한 기간 중의 실적을 종합적으로 나타내는 지표라는 견해가 일반적이고 (정창영, 1998), 특히 동아시아의 경우 GDP와 경제성장률간에 뚜렷한 상관관계가 존재한다는 연구결과 (김신행, 1999)에 따라 본 연구에서는 GDP를 경제성장의 척도로 하여 인과관계를 분석하였다.

9) GDP데이터는 한국은행 (2000) 통계, 연구개발투자액은 한국산업기술진흥협회 (2000)가 발행한 [산업기술주요통계요람]에서 획득하였다.

그러나, '77년을 기점으로 해서 변화를 거듭하다가 '83년 부터 민간의 실질 연구개발투자가 정부의 실질 연구개발투자에 비해 대폭적으로 늘어났다. 이는 '70년대 초까지만 해도 정부부 문 및 민간부문이 규모면에서 이렇다 할 연구개발 투자가 이루어지지 않았으나, '76년부터 '81년까지의 조정기를 거친 후 정부가 국가연구개발사업을 착수한 '82년 이후부터 민간의 연구개발투자가 급격하게 늘어난 것을 나타내 주고 있다. 한편, '96년부터 정부의 실질 연구개발지출 비율 (대략 25% 수준)이 다시 급격하게 높아지고 있는 것을 볼 수 있는데, 이는 '97년 4월 '과학기술혁신을 위한 특별법' 을 제정하고 '과학기술혁신5개년 계획'을 수립한 연구개발정책의 결과로 볼 수 있다.

본 연구모형에 사용되는 변수들과 같이 실증에 이용되는 대부분의 시계열 자료들이 안정적이지 못하기 때문에 회귀분석 결과에 대해 근본적인 의문이 제기된다는 것은 잘 알려진 사실이다. 대부분의 많은 거시 시계열 자료들은 단위근 (unit root)을 포함하고 있다. 인과검정에 사용된 시계열의 특성에 대한 규명이 미흡하거나 안정성을 갖기 위한 변수의 전환방법이 적절하지 못하면 검정결과의 신뢰성에 상당한 의문이 제기되므로 단위근 검정이 인과검정에 앞서 선행되어야 한다.



<그림 1> 우리나라 연구개발투자추이 ('70-'98)

시계열이 단위근을 가질 경우 시계열이 확률적 추세를 내포하여 차분에 의해 시계열의 안정성을 회복시켜야 한다. 단위근 검정에서 일반적으로 활용하는 방법은 확장된 Dickey-Fuller의 단위근 검정 (augmented Dickey-Fuller test: ADF검정)인데, 이 방법은 오차항이 독립적이며 동일한 분산을 갖는다는 가정을 필요로 하므로 시차변수 등을 조정하여 이 가정을 충족시켜야 한다. 본 연구에서는 오차항이 약 종속적이거나 이분산을 갖는 것으로 생각되는 경우 사용할 수 있는 Phillips-Perron검정방법을 이용한다¹⁰⁾.

단위근 검정에 의해 시계열자료가 불안정적인 것으로 판별되더라도 허구적 회귀현상이 발생하지 않을 수도 있다. Engle and Granger (1987)에 따르면, 만약 X와 Y가 각각 불안정적이라면, 우리는 X와 Y의 선형 결합이 확률보행 (a random walk)할 것이라는 것을 기대할 수 있다. 그러나, 두 변수간의 특정한 결합 (combination) 형태는 안정적이 되는 속성을 가질 수도 있다. 만약 그러한 속성이 실제로도 그렇게 나타난다면, X와 Y가 공적분 (co-integrated)관계에 있다고 말할 수 있다. 공적분의 개념은 둘 혹은 그 이상의 경제적 변수간에 장기간 동안의 체계적인 상호작용 (co-movement)으로 정의할 수 있다. 이러한 관계가 성립하는 경우 더 이상 허구적 회귀현상이 발생하지 않음으로 각종 검정통계량과 회귀계수는 정규분포 등의 표준적 분포를 따르게 된다.

만약 X와 Y각각이 불안정하고 연속적인 두 변수의 선형 결합형태가 불안정적이라면, 표준 Granger 인과성 검증을 해야 한다 (Toda and Phillips, 1993). 그러나, 만약 X와 Y 각각이 불안정하더라도 두 변수 사이에 공적분관계가 존재한다면, 어떠한 표준 Granger 인과관계 추론도 타당하지 않고, 오차 수정모델에 근거한 더 포괄적인 인과성 검증을 해야 한다 (Engle and Granger, 1987). 그러므로, 표준 Granger인과성 검정을 수행하기 전에 연구개발 투자와 경제 성장에 대한 공적분 속성 검정이 반드시 필요하다.

오차 수정 모델링 절차에 따라, 만약 공적분 회귀에서 나온 X의 시차값에 대한 추정 계수 또는 오차항의 시차값에 대한 추정 계수가 통계적으로 유의하다면, X Granger-인과 Y¹¹⁾이다. 마찬가지로 만약 공적분 회귀에서 나온 Y의 시차값에 대한 추정 계수 또는 오차항의 시차값에 대한 추정 계수가 통계적으로 유의하다면, Y Granger-인과 X가 된다. 오차 수정 모델에서 공적분된 회귀로부터 나온 오차항의 시차값을 포함하게 하면 인과성 효과를 추가적으로 발생시킬 수 있다.

X와 Y에 대한 Granger인과성을 검정하기 위해서는 X와 Y에 대한 이변량모형 (bivariate models)을 설정해야 한다. 만약 두 변수가 불안정하지만 최초 차분 후에 안정적

10) PP검정법은 단위근 검정방법 중 가장 강건한 (robust) 방법으로 알려져 있다.

11) X Granger-인과 Y는 X가 원인이고, Y가 결과라는 의미로 그 방향성을 나타낸 것이다.

이 된다면, Granger 인과성 검정의 표준 형태는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\Delta Y_t = \alpha_{11} + \sum_{i=1}^{L_{11}} \beta_{11i} \Delta Y_{t-i} + u_{11t} \quad (1)$$

$$\Delta Y_t = \alpha_{12} + \sum_{i=1}^{L_{11}} \beta_{11i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{j=1}^{L_{12}} \beta_{12j} \Delta X_{t-j} + u_{12t} \quad (2)$$

$$\Delta X_t = \alpha_{21} + \sum_{i=1}^{L_{21}} \beta_{21i} \Delta X_{t-i} + u_{21t} \quad (3)$$

$$\Delta X_t = \alpha_{22} + \sum_{i=1}^{L_{21}} \beta_{21i} \Delta X_{t-i} + \sum_{j=1}^{L_{22}} \beta_{22j} \Delta Y_{t-j} + u_{22t} \quad (4)$$

여기에서 Δ 는 차분 (difference)의 연산자이고, L 은 시차 수 (time lag)이고, α and β 는 추정되는 모수들이며, u_t 는 오차 (error term)이다.

식 (1) 과 (2) 는 X의 과거 시차의 계수 (coefficient)가 0인지 여부를 파악하기 위해 한 쌍으로 만들어져 있다. 마찬가지로, 식 (3) 과 (4)도 Y의 과거 시차의 계수가 0인지 여부를 파악하기 위해 한 쌍으로 만들어져 있다. 만약 식 (2)에서 X의 시차 값에 대한 추정 계수가 유의하다면, 그것은 Y 그 자체의 시차 값에 의해 설명되지 않는 Y의 분산 중 일부를 설명하는 것을 의미하는 것이다. 이것은 X가 Y에 인과적으로 선행하는 있는 것을 의미하고, Granger-인과 Y라고 말할 수 있는 것이다. 이는 식 (4)의 경우에도 동일하게 적용된다. 그래서 F 통계량을 계산하는데 이는 시차 값의 계수가 0인지 여부를 검정하기 위한 것이다.

2.2.2 Hsiao 방식의 Granger 인과관계 검정방법

Granger 인과검정의 실증적 검정결과는 독립 변수들의 시차 구조에 민감하다. 시차 선택의 자의성은 추정치를 왜곡시킬 수 있고, 인과 추론을 잘 못 이끌어 낼 수 있다. 본 논문은 적절한 시차를 지정하기 위해 Granger 인과성 검정을 이용한 Akaike (1969)의 최종 예측 오차 (FPE) 기준을 접목한 Hsiao (1981) procedure을 사용한다. FPE규칙은 잘 적합하지만 자유도의 손실이라는 반대급부가 있다. Hsiao's procedure는 두 가지 절차로 구성되어 있다. 첫번째 절차는 1부터 L_{11} 까지 시차 순서 (l_{11})를 변하게 하여 잔차의 제곱합을 계산하는 식 (1)을 추정하는 것이다. 시차를 고려한 FPE (l_{11})는 다음과 같이 계산된다.

$$FPE(l_{11}) = \left[\frac{T + l_{11} + 1}{T - l_{11} - 1} \right] \cdot \frac{RSS(l_{11})}{T} \quad (5)$$

여기서 T 는 표본 크기이고, RSS 는 식 (1)에서 나온 잔차의 제곱합이다. 만일 식 (1)에서 L_{11} 이 5로 설정되어 있다면 5 FPEs가 있다고 한다. 최소 FPE (l_{11})가 최적 시차 (l_{11}^*)를 결정한다.

두번째 절차는 식 (2)를 추정하는 것이다. 변수 X 가 추가되면, 1부터 L_{12} 까지의 시차 순서 (l_{12})가 다시 변하게 되고 수정된 2차원 FPE의 계산은 다음과 같다.

$$FPE(l_{11}^*, l_{12}) = \left[\frac{T + l_{11}^* + l_{12} + 1}{T - l_{11}^* - l_{12} - 1} \right] \cdot \frac{RSS(l_{11}^*, l_{12})}{T} \quad (6)$$

또한, 최소 FPE (l_{11}^*, l_{12})는 최적의 시차 (l_{12}^*)를 결정한다. 그러므로, 적절한 시차 (l_{11}^*, l_{12}^*)가 정해진다. 만약 FPE (l_{11}^*, l_{12}^*)가 FPE (l_{11}^*)보다 작다면, 그것은 X Granger-인과 Y 를 의미한다. 부가적으로 식 (3)과 (4)에 대해 동일한 과정을 반복함으로써 Y 로부터 X 로의 인과성을 추정할 수 있다. 그러므로, FPE 기준 (criterion)과 Granger인과관계 정의를 접목한 Hsiao (1981)의 방법은 다른 시차 수를 가진 두개의 변수를 방정식에 집어 넣은 것이다. 그 결과 추정되는 시차 수가 감소한다.

최대 순서 L_{11} , L_{12} , L_{21} 와 L_{22} 는 광범위한 최소 FPE (the global minimum FPE)를 빠뜨리지 않기 위해 충분히 크게 설정할 수 있다. 실제, 연구자들이 최대 시차 길이 순서를 정하는 것은 시계열 자료의 길이와 특성 (년간 또는 분기별) 그리고 식에 들어가는 변수의 수에 영향을 받기 쉽다. 본 연구에서는 사용되는 변수의 연간 시계열 자료가 35년을 넘지 않으므로 최대 순서를 6으로 설정한다.

3. 자료분석 결과¹²⁾

3.1 단위근 및 공적분 검정결과

<표 1>에 나타난 바와 같이 모든 변수의 Phillips-Perron 값이 각각 10%수준 또는 1%수준에서 임계치 (10%=1.313, 1%=2.467) 보다 작으므로 모든 변수의 시계열 자료가 불안정적이다. 그러나, 일차분한 GDP (실질 GDP) 및 연구개발투자규모 (정부연구개발지출, 민간연구개발지출)의 Phillips-Perron 값이 10% 또는 1%수준에서 임계치보다 크므로 불안정

12) 본 연구에서는 시계열 및 통계 분석을 위하여 TSP (Time Series Processor)를 사용하였다.

성을 기각한다. 그러므로 본 연구모형에서는 일차분한 데이터로 인과관계를 추정한다.

<표 1> 단위근 검정결과

Variables	Phillips-Perron Values	
	Test-statistics	First difference
GDP	-0.82 [5]	-10.99 [10]
TERND	-1.09 [10]	- 4.22 [10]
(GERND)	-1.46 [10]	-15.26 [10]
(PERND)	-2.31 [9]	-2.95 [10]

주) Phillips-Perron statistic의 임계치는 10%와 1%수준에서 대략 1.313 과 2.467이며, []안의 수는 시차수 (the number of lags)를 말함

앞서 언급한 바와 같이, 공적분은 두개의 비안정적 시계열 데이터 각각의 선형결합 그 자체가 안정적인지를 검정하는 것이다. <표 2>에 나타난 바와 같이 Engle-Granger값이 10%수준에서 임계치 (-3.24)보다 더 크다. 이러한 결과는 장기에 걸쳐 적분된 변수들이 상호 연관된 변화 (co-movement)를 일관성있게 보이지 않고 있다는 것을 나타내준다. 따라서 연구개발투자 (TERND, GERND, PERND)와 GDP는 공적분 관계가 아니라고 결론지을 수 있다. 만약, 두 변수가 비안정적이고 그들의 선형결합도 비안정적이라면, 오차수정모델 보다는 오히려 표준 Granger 인과성 검정이 더 바람직하다. 그러므로 본 연구모형에서는 표준 Granger causality 모형을 통해 GDP와 R&D (TERND, GERND, PERND)간의 인과성을 검정하는 것이 더 적절하다. 여러 개의 공적분 관계식을 동시에 추정해 낼 수 있는 Johansen (1988) 방법을 사용하여 공적분 검정을 실시한 결과, 수렴하지 않거나 ($r=0$) 기각역을 벗어나 ($r \leq 1$) 공적분이 없는 것으로 나타나 동일한 결과를 얻을 수 있었다.

<표 2> 공적분 검정결과 (Engle-Granger cointegration tests)

Regressions	Engle-Granger values
GDP on TERND	-3.02 [5]
(on GERND)	-2.08 [3]
(on PERND)	-3.06 [3]
TERND on GDP	-3.14 [3]
(GERND)	-2.18 [6]
(PERND)	-2.08 [3]

주) Engle-Granger statistic의 임계치는 10%수준에서 대략 -3.24이고, []안의 수는 시차수임

3.2 Hsiao방식의 Granger 인과성 검정결과

granger 인과관계 검정의 Hsiao's 버전 결과가 <표 3>에 제시되어 있다. 앞서 기술한 바와 같이 만약 $FPE(I_{11}, I_{12})$ 가 $FPE(I_{11})$ 보다 작다면, 그러면 연구개발투자 (총 연구개발지출, 정부연구개발지출, 민간연구개발지출)가 경제성장의 Granger-인과 라고 할 수 있다. <표 3>의 GDP식을 보면 연구개발투자 (TERND)와 경제성장간의 관계가 $3.74 \times 10^9 > 3.04 \times 10^9$ 로 나타나, 연구개발투자가 경제성장의 Granger 인과 라는 것을 알 수 있다. 이것은 GDP 식에 연구개발투자의 과거값을 포함하는 것이 배제한 것보다 현재의 GDP값을 더 좋게 설명할 수 있다는 것을 의미한다. 다시 말해 연구개발투자가 GDP의 증가 또는 감소를 일으키는 원인이라는 것을 의미하지는 않는다. 마찬가지로, R&D expenditure 식에서 경제성장과 연구개발투자 (TERND)간의 관계가 $1.08 \times 10^7 > 9.74 \times 10^6$ 로 나타나 GDP가 연구개발투자의 Granger-인과 임을 알 수 있다. 즉, 연구개발투자식에 GDP의 과거값을 포함하는 것이 배제한 것 보다 현재의 연구개발투자값을 더 좋게 설명할 수 있다. 이에 따라 연구개발투자와 경제성장간에는 양방향의 인과성이 있는 것을 알 수 있다.

한편, 연구개발투자를 정부연구개발투자 (GERND)와 민간연구개발투자 (PERND)로 구분한 다음에 각각의 변수에 대해 경제성장간의 인과관계를 살펴보면, 구체적으로는 정부연구개발투자 (GERND)와 경제성장간에는 상호 Granger 인과 하지 않은 것으로 나타난 반면, 민간연구개발투자 (PERND)와 경제성장간에는 GDP식에서 $3.29 \times 10^9 > 1.94 \times 10^9$ 로 나타나 민간연구개발투자가 경제성장의 Granger 인과 이지만, 그 반대방향은 Granger 인

<표 3> Hsiao방식의 Granger 인과성 검정 결과

[GDP와 TERND]	Regression	FPE
The GDP equation		
	$\Delta GDP_t = \sum_{i=1}^{L_{11}} \beta_{11i} \Delta GDP_{t-i} + u_{11t}$	3×10^9 .74
	$\Delta GDP_t = \sum_{i=1}^{L_{11}} \beta_{11i} \Delta GDP_{t-i} + \sum_{j=1}^{L_{12}} \beta_{12j} \Delta TERND_{t-j} + u_{12t}$	3×10^9 .04
The R&D expenditure equation		
	$\Delta TERND_t = \sum_{i=1}^{L_{21}} \beta_{21i} \Delta TERND_{t-i} + u_{21t}$	1×10^7 .08
	$\Delta TERND_t = \sum_{i=1}^{L_{21}} \beta_{21i} \Delta TERND_{t-i} + \sum_{j=1}^{L_{22}} \beta_{22j} \Delta GDP_{t-j} + u_{22t}$	9×10^6 .74

[GDP와 GERND]

	Regression	FPE
The GDP equation		
$\Delta GDP_t = \sum_{i=1}^{L_{11}} \beta_{11i} \Delta GDP_{t-i} + u_{11t}$		$3 \times 10^{-0.29}$
$\Delta GDP_t = \sum_{i=1}^{L_{11}} \beta_{11i} \Delta GDP_{t-i} + \sum_{j=1}^{L_{12}} \beta_{12j} \Delta GERND_{t-j} + u_{12t}$		$3 \times 10^{-0.35}$
The R&D expenditure equation		
$\Delta GERND_t = \sum_{i=1}^{L_{21}} \beta_{21i} \Delta GERND_{t-i} + u_{21t}$		$3 \times 10^{-0.79}$
$\Delta GERND_t = \sum_{i=1}^{L_{21}} \beta_{21i} \Delta GERND_{t-i} + \sum_{j=1}^{L_{22}} \beta_{22j} \Delta GDP_{t-j} + u_{22t}$		$4 \times 10^{-0.63}$

[GDP와 PERND]

	Regression	FPE
The GDP equation		
$\Delta GDP_t = \sum_{i=1}^{L_{11}} \beta_{11i} \Delta GDP_{t-i} + u_{11t}$		$3 \times 10^{-0.29}$
$\Delta GDP_t = \sum_{i=1}^{L_{11}} \beta_{11i} \Delta GDP_{t-i} + \sum_{j=1}^{L_{12}} \beta_{12j} \Delta PERND_{t-j} + u_{12t}$		$1 \times 10^{-0.94}$
The R&D expenditure equation		
$\Delta PERND_t = \sum_{i=1}^{L_{21}} \beta_{21i} \Delta PERND_{t-i} + u_{21t}$		$3 \times 10^{-0.50}$
$\Delta PERND_t = \sum_{i=1}^{L_{21}} \beta_{21i} \Delta PERND_{t-i} + \sum_{j=1}^{L_{22}} \beta_{22j} \Delta GDP_{t-j} + u_{22t}$		$4 \times 10^{-0.07}$

과 하지 않다는 것을 알 수 있다. 다시 말해 정부연구개발투자와 민간연구개발투자로 구분하여 인과관계를 검정한 결과, 민간연구개발투자로부터 경제성장으로의 단방향만 존재하는 것으로 나타나 총 연구개발투자와 경제성장간의 인과관계와 다른 결과를 보이고 있음을 알 수 있다.

4. 인과성에 대한 보완적 해석

과학기술개발의 영역과 도전기회는 확대되는 반면, 이를 수행하기 위한 연구개발과 기술 혁신에 소요되는 비용은 날로 증가하고 있다. 우리나라 총 연구개발투자는 정부연구개발투

자의 꾸준한 증가와 민간연구개발투자의 급격한 증가에 힘입어 지속적으로 증가할 것으로 전망된다.

앞서의 인과성 검정결과에 따르면 정부연구개발투자와 경제성장간에 인과성이 존재하지 않으나, 민간연구개발투자가 경제성장의 Granger 인과이고, 총 연구개발투자와 경제성장간에는 양방향성이 나타나고 있다. 연구개발투자가 경제성장에 미치는 영향은 연구개발 투자의 규모와 변화 추이, 연구개발정책에 따라 달라질 수 있다. 또한, 연구개발투자와 경제성장간의 인과성은 시기 또는 나라 마다 차이가 있다. 인과성 검정을 통해 나타난 방향성은 연구개발 투자가 얼마나 효율적이나, 경제성장이라는 국가목표에 연구개발 투자방향이 어느 정도 부합되는가 여부에 따라서도 바뀔 수 있다.

우리나라 연구개발투자 추이에서 나타난 바와 같이 '82년 이후부터 민간의 연구개발투자가 급격하게 늘어나고 연구개발활동이 활발해진 것은 정부의 국가연구개발사업에 힘입은 바가 크다. 이는 정부연구개발투자의 대부분을 차지하고 있는 국가연구개발사업이 민간연구개발투자를 유인하는 시드 머니 (Seeds Money)로서 중요한 역할을 했다고 말할 수 있다¹³⁾. 그러나, 이러한 역할을 통해 연구개발활동이 중요하다는 인식을 심어주고, 그래서 민간연구개발투자를 유인하는 간접적인 효과는 가져왔음에도 불구하고 연구개발투자의 효율성이나 연구개발 투자방향의 바람직성을 확보하는 정도에까지는 미치지 못하고 있다. 다시 말해, 다음에 기술하는 바와 같은 연구개발투자의 고비용-저효율 구조 또는 불균형 구조를 개선할 정도의 직접적인 영향을 미치게 될 것이라고 기대하기는 어렵다. 직접적인 영향을 미친다 하더라도 시차발생과 전체 연구개발 투자규모에서 차지하고 있는 비중을 감안한다면, 그 개선 정도가 정부연구개발 투자전략에 의한 것인지 여부를 가늠하기란 쉽지 않다.

우리나라 연구개발투자 내용 및 실적에 대해 다음과 같은 자료를 토대로 고비용-저효율 구조 또는 불균형 구조를 띄고 있는 것으로 지적하고 있다. 반도체, 자동차, 컴퓨터통신기기 등의 분야에 연구개발투자의 4분의 3이 집중되어 있고¹⁴⁾, 정부 및 민간 연구개발 투자규모 ('97년 기준)는 135억 달러로 세계7위 이나 10만명당 특허전수는 141건으로 20위에 머무르고 있다. 또한, 민간기업의 매출액 대비 연구개발투자는 제조업분야 뿐만 아니라 전산업 분야에서 지속적으로 성장하였으나 아직도 선진국에 비해서 낮은 수준이다. 한편, 민간의 연구개발이 대기업 주도로 진행되고 중소기업의 연구개발투자는 매우 저조하다. 상위 20개 기업

13) '92년에 시작되어 2002년에 종료되는 선도기술개발사업 (G7)의 경우 범부처적으로 추진된 대규모 국가연구개발사업이고, 국가연구개발사업의 다원화 및 대형화, 민간 matching fund의 제도화를 기했다는 점에서 연구개발투자정책에 있어서 시기상 중요한 변화가 있었으므로, 우리나라 연구개발투자를 '70년~'82년, '83년~'92년, '93년~'98년으로 구분하여 구간별 인과관계 검정을 시도하여 보다 구체적인 정보를 얻으려고 했으나, 데이터 손실이 많았다.

14) 서중해, 대한매일.

의 연구개발비는 '99년의 경우 전체 투자의 62% ('95년 58%)를 차지하고 있는 것으로 나타나고 있다¹⁵⁾.

여기에서 연구개발투자와 경제성장간의 인과관계 분석에서 가정하고 있는 정책수단의 적용에 있어서 상당한 주의를 기울려야 한다는 것을 알 수 있다. 다시 말해 연구개발투자와 경제성장간의 인과관계 분석결과를 놓고 연구개발투자의 정책결정과정, 연구개발투자 포트폴리오 등 그 전반부에 대한 심층적인 분석을 시도할 필요성이 있다는 것, 심층적 분석과정을 통해 좀 더 실효성 있는 정책대안을 발굴하여야 한다는 것 그리고 경제성장에 따른 연구개발투자 시나리오 설정 논거를 찾는 등 제한적 범위내에서 해석하고 적용하여야 할 것으로 보인다.

5. 결 론

지금까지 살펴본 바와 같이, 본 연구의 목적은 우리나라의 연구개발투자와 경제성장간의 Granger causality를 검정하고 그 정책적 함의를 찾는 것이다. 이와 관련하여 본 연구에서는 최근의 시계열 기법을 사용하여 단위근 검정과 공적분 검정을 실시하고, 이를 바탕으로 Granger causality 검정을 실시하였다. 검정결과 연구개발투자와 경제성장간의 인과방향에 있어서 양방향성이 발견되었다. 그러나 연구개발투자를 정부와 민간으로 구분하여 경제성장과의 인과관계를 검정한 결과, 정부연구개발투자와 경제성장간에는 관계가 없었으나, 민간연구개발투자는 경제성장에 단방향의 인과성을 보이고 있는 것을 알 수 있었다.

여기서 크게 두 가지 흥미로운 사실과 정책적 시사점을 도출할 수 있다. 첫째, 정부연구개발투자와 민간연구개발투자간의 양방향성이 존재한다는 연구결과 (Kim, 2000)와 민간연구개발투자로부터 경제성장으로 단방향의 인과관계가 나타나고 있다는 것을 통해, 정부연구개발투자는 민간연구개발 투자를 유도하고, 그 결과는 2차적으로 GDP의 증가로 나타날 수 있다는 것을 알 수 있다. 연구개발 투자효과는 논문건수, 특허, 실용신안 등으로 측정할 수 있는 직접적 효과 뿐만 아니라 사회경제적으로 나타나는 간접적 효과도 중요하다. 이에 따라 연구개발과 경제성장간의 방향성을 감안한 좀 더 효과적인 연구개발정책을 수립하는 것이 필요하다. 둘째, 연구개발투자와 경제성장간에 양방향성이 존재하므로 연구개발정책은 상호작용을 높이기 위한 다양한 연구개발정책을 수립하는 것이 중요하다는 것을 알 수 있다. 이러한 연구개발정책의 기본방향은 연구개발투자의 효율성 제고가 바람직하며, 정부연구개발

15) 과학기술부, 2000년 연구개발활동조사

투자자와 민간연구개발투자자간의 지렛대 영역 또는 역할분담 영역을 찾음으로써 2차적인 경제 성장 효과를 모색하는 방향으로 추진되어야 한다.

이러한 시사점 외에 연구의 한계 및 향후 연구방향에 대해 언급하면 다음과 같다. 첫째, 한 국가의 기술 및 학습활동을 연구개발투자라는 대용변수로 측정하는 것은 한계를 가질 수밖에 없다. 한 나라의 경제성장에 과학기술력이 미치는 영향을 파악하기 위해서는 광범위한 과학기술서비스에 대한 지출까지도 측정해야 한다 (성소미, 1995). 그러나 이러한 통계들은 이용 가능한 형태로 잘 정리되어 있지 않기 때문에 연구개발투자를 좀 더 세분화하여 구체적으로 살펴보는 데는 한계가 있었다. 둘째, 연구개발투자와 경제성장간의 인과관계의 방향성은 연구개발투자의 형태 및 내용에 따라 바뀔 수 있다는 점이다. 이에 따라, 연구개발투자 정책에 있어서 중요한 변화가 있었던 년도를 기준으로 구간별로 인과관계를 검증하는 것이 필요하나 데이터 손실이 많아 구간간 검증이 어려웠다¹⁶⁾.

연구개발의 기술경제적 성과를 논의함에 있어 국내총생산 (GDP)에 대한 연구개발투자의 비율이 높을수록 기술발전이 가속화 되는 것으로 가정하는 경우를 흔히 볼 수 있다. 그러나 연구개발투자 또는 투자성과를 설명하는데 있어서 GDP의 과거값을 포함하여 설명하는 것이 더 좋으므로, 연구개발 투자모형을 고려할 때 기술수준 등의 기술지표가 GDP 등의 경제지표의 내생변수로 되어 있는가, 연구개발투자의 경제적 의사결정 메커니즘이 조직되어져 있는가, 기술수준이 연구개발투자에 의해서 설명되는가, 의사결정자의 방향이 정책변수로서 반영될 수 있는가 (한국과학기술기획평가원, 2001) 등에 대해서도 중요하게 다루어야 할 것이다.

〈참고문헌〉

- 과학기술부 (2001), 「2000년 연구개발활동조사」.
김신행 (1999), 「경제성장론」, 경문사.
김인수 (2000), “한국의 수출과 성장의 인과관계 분석”, 「산업경제」, 제11집.
대한매일 (2001.6.9), “과기분야 R&D 투자 돈만 쓴다”, 경제면.

16) 본 연구에서는 자료수집의 어려움 때문에 1970년부터 1998년까지 29년간의 시계열자료를 사용하였으나, optimal lag 이 길게 나타나 데이터 손실이 컸다. 이에 따라, 추후 자료가 확보되면 두 기간으로 나누어 비교하는 등 추가적인 분석을 통해 연구를 확장하는 것이 필요하다고 생각된다.

- 박추환, 정동현 (2001), “국내 산업별 성장에 있어서 정보통신자본 및 R&D 스톡 변동이 미치는 영향분석”, 『한국경영과학회/대한산업공학회 춘계공동학술대회』, pp. 240-241.
- 성소미 (1995), “기술혁신의 경제분석: 혁신의 경제성장 제고를 위한 국가전략의 모색”, 『한국개발연구원』.
- LG경제연구원 (2000), 『밀레니엄 리포트』.
- 이경원 (1992), “정부팽창의 인과관계에 관한 시계열 분석: 외생성 검증을 위한 Granger 인과관계”, 『지방행정연구』, 제7권 제4호.
- 장진규 (1993), “국내 제조업 연구개발비의 파급효과 분석”, 『기술경영경제학회지』, 제1권 제1호, pp. 170-185.
- 정진현 (1998), “정부지출과 경제성장간의 인과관계”, 『경제학논집』, 제7권, pp. 303-318.
- 정창영 (1998), 『경제학원론』, 법문사.
- 주만수 (2000), “정부 소비지출 및 투자지출과 국민소득의 인과관계 분석”, 『재정논집』, 제14집 제2호, p. 248.
- 한국과학기술기획평가원 (2001), “기술개발 촉진을 위한 조건 조사: 일본의 연구개발자금 확보에 관한 분석”, 『연구개발의 경제적 효과 (2)』, 2001. 2.
- 허태희 (1995), “아시아의 경제발전과 국제분쟁의 관계: 그랜저 인과관계 분석”, 『국제정치논집』, 제35집 2호.
- 홍순기, 홍사균 (1994), “산업간 기술흐름 구조와 연구개발투자의 파급효과 분석”, 『과학기술정책』, Vol. 16, No 1, p. 3.
- Akaike, H. (1969), “Fitting Autoregressions for Prediction”, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, Vol. 21, pp. 243-247.
- Ammon, J. S. & R. M. Ben (2001), “The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research: A Critical Review”, *Research Policy*, Vol. 30, pp. 509-532.
- Blomstrom, M., R. E. Lipley & M. Zejan (1996) “Is Fixed Investment the Key to Economic Growth?”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 111, pp. 269-276.
- Engle, R. F. & C. W. J. Granger (1987), “Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing”, *Econometrica*, Vol. 55 (March), pp. 251-276.
- Gary, M. & J. S. Scott (1998), “CEE Telecommunication Investment and Economic Growth”, *Information Economics and Policy*, pp. 173-195.
- Granger, C. W. J. (1969), “Investigating Causal Relation by Econometric and Cross-

- sectional Method”, *Econometrica*, Vol. 37 (May), pp. 424-438.
- Griliches, Z. (1993), “R&D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues,” *The Economics of Technical Change*, Oxford: Edward Elgar Publishing Limited.
- Leff, N. H. (1984), “Externalities, Information Costs, and Social Benefit-cost Analysis for Economic Development: An Example from Telecommunications”, *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 32, No. 2, pp. 255-276.
- Maddock, R. (1995), “Telecommunications and Economic Development”, Discussion Papers 95-14, School of Economics and Commerce, Australia: La Trobe University.
- Muhammad, M. & R. Matiur (1995), “Capacity Utilization in the USA and Inflation: Testing for Cointegration and Granger Causality”, *Applied Economics Letters*, Vol. 2, No. 10, pp. 355-358.
- Pantula, S. G., G. Gonzalez-Farias & W. A. Fuller (1994), “A Comparison of Unit-root Test Criteria”, *Journal of Business and Economic Statistics*, pp. 449-459.
- Phillips, P. C. B. & P. Perron (1988), “Testing for a Unit Root in Time Series Regression”, *Biometrika* 75, pp. 335-346.
- Pindyck, R. S. & D. L. Rubinfeld (1997), *Econometric Models and Economic Forecasts*, (4th ed.), Singapore: McGraw-Hill.
- Schwartz, G. G. (1990), “Telecommunications and Economic Development Policy”, *Economic Development Quarterly*, Vol. 4, No. 2, pp. 83-91.
- Thirtle, C. & R. Townsend & J. Zyl (1998), “Testing the Induced Innovation Hypothesis: An Error Correction Model of South African Agriculture”, *Agricultural Economics*, Vol. 19, pp. 145-157.
- Kim, S. G. (2000), “Is Government Investment in R&D and Market Environment Needed for Indigenous Private R&D in Less Developed Countries?: Evidence from Korea”, *Science and Public Policy*, Vol. 26, No. 1, pp. 13-22.

[별첨] 연도별 국내 총생산 및 연구개발투자

(단위: 억원)

연도	GDP	총 R&D지출	정부 R&D지출	민간 R&D지출
'70	567,750	2,188	1,542	646
'71	614,381	1,945	1,327	618
'72	641,784	1,846	1,231	615
'73	717,106	2,080	1,107	973
'74	775,173	2,347	1,816	531
'75	824,846	3,444	2,298	1,145
'76	914,875	3,980	2,562	1,418
'77	1,008,174	6,084	2,882	3,202
'78	1,096,520	6,896	3,335	3,561
'79	1,175,598	6,591	3,458	3,133
'80	1,145,870	6,419	3,196	3,223
'81	1,224,357	9,530	5,101	4,429
'82	1,311,598	12,846	6,345	6,501
'83	1,454,613	15,540	5,239	10,301
'84	1,573,353	19,552	5,278	14,274
'85	1,676,542	25,507	6,287	19,221
'86	1,860,033	31,508	7,316	24,192
'87	2,063,037	36,831	9,078	27,753
'88	2,277,790	42,314	9,010	33,303
'89	2,417,569	45,959	9,362	36,597
'90	2,633,237	49,336	9,576	39,760
'91	2,879,134	55,298	10,751	44,547
'92	3,033,328	61,593	10,579	51,014
'93	3,200,652	70,969	11,984	58,985
'94	3,466,314	84,616	13,507	71,109
'95	3,773,498	94,406	17,809	76,597
'96	4,027,709	104,697	23,208	81,489
'97	4,228,325	113,674	31,161	82,512
'98	4,340,787	110,741	29,811	80,930