

知識生産函數에 관한 實證分析

A Empirical Study on the estimation of Knowledge Production Function in Korea

호서대학교, 조상섭*
정보통신진흥원, 정동진
정보통신진흥원, 이종만

요약:

본 연구는 1982년부터 2002년까지 우리나라 15개 산업부분의 패널자료를 이용하여 지식생산함수추정을 시도하였다. 해당 산업부분의 지식생산활동에서 서로 다른 산업부문간에 상호작용영향이 중요하다는 관점을 고려하여 Mark et al. (2005)이 제시한 DSUR(Dynamic Seemingly Unrelated Regression) 추정량을 이용하여 관련된 지식생산함수의 모수를 추정하였다.

본 연구의 추정결과를 살펴보면, 우리나라 지식생산함수에서 연구원 규모가 지식생산에 기여하는 탄력성정도는 0.25이며, 기존 지식축적량이 기여하는 탄력성정도는 0.353으로 나타났다. 이러한 실증분석 결과는 우리나라의 경우에 기존 지식축적량이 새로운 지식생산에 기여하는 탄력성정도가 1보다 작음을 보여준다. 지식생산함수의 관하여 추정된 계수의 크기가 시사하는 바는 우리나라의 장기적 경제성장률은 제품 및 서비스생산함수에 관련된 탄력성과 인구성장증가율에 따라서 결정되기 때문에 정부의 직접적인 R&D정책개입보다는 지식관리 및 보급 그리고 공유체계정비라는 간접적 R&D정책개입을 통하여 지속적인 경제성장전략을 추진해야한다는 주장을 뒷받침한다고 볼 수 있다.

핵심어: 지식기반성장이론, 지식생산함수, 패널 공적분계수, DSUR, R&D정책

JEL 분류: O31, O41, F31

* 교신저자: 호서대학교 디지털비즈니스학부, choss@office.hose.ac.kr, 041-540-6953.

본 연구의 의견은 정보통신진흥원의 공식의견과 일치하지 않을 수 있으며, 본 연구결과에 모든 오류는 저자들에게 있을 것임.

I. 연구배경 및 필요성

최근 내생적 경제성장모형은 거시적 생산함수에 지식축적량 또는 R&D축적량을 명시적으로 포함하고 있다. 한 예로 Weitzman (1998)은 새로운 지식생산이란 기존 지식으로부터 새로운 조합을 발견함으로써 이루어지며, 이러한 끊임없는 지식생산으로부터 지속적으로 발전하는 경제성장모형을 제시하고 있다. 역시 동일한 측면에서 Jones (2005)는 지식이란 비 경쟁재화이기 때문에 경제성장과정에서 매우 중요한 역할을 수행한다는 주장을 제기하였다. 이 밖에도 Caballero and Jaffe (1993)은 지식생산부분에서 R&D의 중요성을 설명하면서 지식축적의 구조적 형태에 대하여 깊이 있게 논의하였다.

Weitzman (1996, 1998)은 지식생산은 기존 지식축적량에 대하여 규모의 경제임을 가정하였으며, Jones (1995, 2002)와 Kortum (1997)은 규모의 체감현상을 가정하여 경제성장모형을 구축하였다. 역시 Olsson (2000)은 지식생산함수는 지식기회에 대하여 오목함수형태임을 주장함으로써, 기존 지식기회가 새로운 지식생산에 계속적으로 활용되겠지만 궁극적으로 지식기회가 소멸하는 공집합이 될 수 있음을 제기하였다. 따라서 지식기반경제성장모형에서 논의의 중심은 지식축적의 경제성장에 대한 역할의 중요성보다는 지식생산함수의 경제성장 기여정도가 어떤지에 대한 논의가 더 중요한 사항이 되고 있다.

본 연구에서 추정하고자하는 지식생산함수의 모수크기는 내생적 성장이론이 내포하고 있는 장기적 성장가능성에 대한 상반된 관점의 중요한 출발점이 된다. 즉 Romer (1990), Grossman et al. (1991) 그리고 Aghion et al. (1992)의 경우에는 기존 지식이 지식생산의 재 활용요소로서 새로운 지식생산에 기여하는 정도가 규모의 불변으로 작용한다고 가정함으로써, 자신들의 내생적 경제성장모형을 전개하였다. 이러한 내생적 성장이론이 시사하는 바는 지식생산에 종사하는 연구원의 규모가 궁극적으로 경제성장률을 결정하게 되는 규모의 효과(Scale Effect)가 존재하게 된다. 그러나 Jones (1995) 그리고 Kortum (1997)은 기존 지식축적량이 새로운 지식생산에 규모의 체감을 가정함으로써 보다 약한 성격의 내생적 성장모형을 전개하고 있다. 따라서 지식생산에 종사하는 연구원규모의 증가율이 경제성장률을 결정하게 된다[즉 규모의 효과가 없이 장기적 인구성장률이 중요한 요인].

본 연구와 관련하여 우리나라를 대상으로 R&D기반성장이론에 관한 연구로는 이창수 (1999)와 하준경 (2005) 그리고 이원기 등(2003) 등이 있다. 먼저 이창수 (1999)는 경제성장요인을 단기적 영향요인과 장기적 영향요인으로 분해하여 분석한 결과 R&D를 포함한 단기적 요인이 경제성장률에 미치는 영향이 크므로 우리나라 경제성장률은 급격하게 하락하지 않을 것으로 전망하였다. 그러나 하준경(2005)은 R&D집중도를 1%증가시킬 경우 경제성장률은 0.16%증가할 수 있음을 지적하여, 물리적인 R&D투자증가보다는 R&D관리효율성이 중요함을 제시하였다. 이원기와 김봉기 (2003)은 R&D투자의 노동생산성기여도분석을 실시한 결과 전 산업보다 주요한 산업(전기 및 전자 등 High-Tech산업)의 경우가 그 기여도가 크다는 사실을 밝혀냈다.

경제성장이론에서 지식생산함수의 적절한 설정 및 측정이 중요한 연구분야임에도 불구하고, 이에 관련된 실증분석이 어려웠던 이유는 충분한 자료의 부재와 이를 활용하여 지식생산함수를 추정할 수 있는 적절한 계량방법의 부재로 볼 수 있다. 본 연구에서는 1982년부터 2002년까지 우리나라 15개 산업부문의 패널자료를 이용하여 지식생산함수추정을 시도하였다. 또한 한 산업부문의 새로운 지식생산은 서로 다른 산업부문의 기존 지식활용으로부터

이득을 얻는다는 사실을 고려하여 Mark et al. (2005)이 제시한 DSUR(Dynamic Seemingly Unrelated Regression)추정량을 이용하여 지식생산함수에 관련된 모수를 추정하였다.¹⁾

본 연구에서 추정할 지식생산함수의 관련 변수들은 특허등록 수, 연구원 규모, 그리고 지식축적량의 대리변수로 1982년도를 초기년도로 하여 특허등록의 저량을 추정하여 사용하였다. 이들 경제변수를 계량적으로 취급하기 위해서는 비정상적인 패널자료를 통제할 수 있는 계량기법이 필요하다. 비록 Kao et al., (2000)가 먼저 비정상적 패널 자료를 분석하는데 있어서 공적분 관계가 성립할 경우에 다음과 같은 세 가지 패널 추정방법을 사용하여 공적분 계수를 추정할 수 있음을 보였다. 즉 본 연구와 같은 분석대상의 경우에 OLS 편기를 조정 한 패널추정량과 FM-OLS(Fully Modified OLS) 그리고 DOLS(Dynamic OLS)을 사용하여 추정할 수 있음을 보였다. 그러나 Kao et al. 공적분계수추정방법은 횡단면 분석단위사이에서 서로 동기간에 상관관계(Contemporaneous Correlation)가 존재하는 경우에 해당되는 추정모수의 효율성이 떨어지게 된다. 이와 같은 분석상황에서 발생하는 문제점을 회피하는 방법으로 전통적인 패널추정방법론을 이용하는 Zeller (1962)의 SURE방법론의 사용 또는 Hsiao (1986)가 제안하고 있는 횡단면 분석단위를 평균하여 각 관측자료에서 차감하는 방법으로 분석대상 사이에 존재하는 상관관계제거방법을 사용할 수 있었다. 그러나 최근에 Mark et al., (2005)은 기존에 제안한 패널공적분계수를 추정방법보다 효율적인 추정방법론으로 DSUR추정량을 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 기존의 추정량보다 효율적인 추정량인 Mark et al., (2005)의 DSUR을 우리나라 지식생산함수추정에 적용하였다.

본 연구결과는 다음과 같은 관점에서 연구의의를 갖는다. 먼저 최근 논란이 지속되고 있는 경제성장이론의 핵심부분인 지식생산함수를 비교적 장기적이고, 다양한 산업부문의 자료를 이용하여 추정함으로써, 우리나라 지식경제 환경에 알맞은 경제성장이론을 검증하고 선택하는 데 하나의 적합성을 제공하였다. 둘째, 객관적이고 적절한 지식생산함수추정 계수를 제공함으로써, 최근 중요시 되고 있는 R&D정책수립 및 그 효과에 대한 예측을 위한 필요한 정보를 제공하였다.

본 연구는 다음과 같은 순서로 구성되었다. 제 2장에서는 지식생산함수의 중요성에 관련하여 최근 제기되고 있는 경제성장이론과 지식생산함수의 모수가 갖는 경제적 의미를 설명하고, 본 연구에서 추정하고자하는 지식생산함수의 추정에 필요한 계량방법론을 간단하게 서술하였다. 제 3장에서는 실증분석에 사용한 자료의 설명 및 지식생산함수추정결과를 제시하였다. 마지막 장에서는 본 연구결과를 간단하게 요약하고, 실증분석결과를 바탕으로 지속적인 경제성장을 위한 R&D정책적 시사점을 제시하였다.

1) Griliches, (1998)을 비롯한 대부분의 R&D 파급효과에 대한 연구결과는 이러한 산업부문간에 상호작용이 중요하다는 사실을 뒷받침함

II. 지식생산함수추정 방법론

1. 이론적 배경

Jones (1995, 2005)가 제시한 지식기반 성장모형으로부터 한 나라의 경제성장에서 지식생산함수역할과 지식생산함수에 관련된 모수추정의 중요성을 설명하면, 다음과 같다. 먼저 논의를 간단하게 하기 위하여 한 나라의 경제성장은 노동량과 지식축적량에 의하여 결정된다고 하자. 즉

$$Y_t = A^\sigma L_{Yt} \quad (1)$$

여기서 $\sigma > 0$ 이라고 가정한다. 생산요소 중에 노동량은 다음과 같은 결정구조에 의하여 제품생산을 위한 노동량과 지식생산을 위한 노동량으로 나누어진다.

$$L_t = L_0 e^{nt} \quad (2)$$

$$L_t = L_{Yt} + L_{At} \quad (3)$$

주어진 시점에서 다른 생산요소인 지식생산량은 다음과 같이 결정된다.

$$\dot{A}_t = \nu L_{At}^\lambda A_t^\phi \quad (4)$$

여기서 $\nu > 0$ 이며, \dot{A} 는 새롭게 생산되어 추가되는 새로운 지식량을 의미한다. 지식기반 성장모형에서 중요시되는 지식생산함수의 모수는 ϕ 이다. 즉 수식 (4)와 같은 지식생산함수를 가질 경우에 ϕ 에 관련하여 다음과 같은 두 가지 경우를 생각할 수 있다. 먼저 $\phi < 1$ 인 경우를 가정하면, 지식생산량의 증가율은 다음과 같이 결정된다.¹⁾

$$g_A = \frac{\lambda n}{1 - \phi} \quad (5)$$

수식 (5)은 지식생산증가율이 인구증가율과 같은 비례로 성장하게 된다는 사실을 보여준다. 따라서 한 나라의 경제생산수준(Level) 또는 일인당 경제생산수준은 해당 경제의 인구크기(Size)에 따라서 결정된다. 그러나 만일 $\phi = 1$ 인 경우에는 수식 (4)의 지식생산함수를 다음과 같이 간단하게 나타낼 수 있다.

$$\dot{A}_t = \nu L_{At}^\lambda A_t \quad (6)$$

1) 수식 (4)에 대한 도출과정은 Jones (2005)의 1070-1072쪽을 참조할 것.

수식 (6)에 나타난 지식생산량의 증가율은 연구원 수에 일정한 λ 지수로 증가하게 된다. 즉 한 경제성장률(Growth)은 해당 경제가 소유한 인구크기에 따라서 결정됨으로써 상대적으로 규모가 큰 나라는 인구규모가 작은 나라보다 높은 경제성장률을 갖게 된다[규모의 효과, Scale Effect작용].

상기 지식기반성장모형에서 가장 중요하게 작용하는 경제성장의 결정모수는 새로운 지식을 생산하는 데 기존 지식량기여효과를 나타내는 ϕ 의 크기이다. Romer (1990), Grossman et al. (1991) 그리고 Aghion et al. (1992)의 경우에는 $\phi = 1$ 을 가정함으로써, 자신들의 내성적 경제성장모형을 전개하였으며, Jones (1995) 그리고 Kortum (1997)은 $\phi < 1$ 을 가정함으로써 보다 약한 내성적 성장모형을 전개하고 있다. 또한 ϕ 의 크기에 따라서 R&D정책적 시사점이 달라진다. 만일 지식생산함수의 추정모수가 $\phi = 1$ 인 경우에는 지식을 창출하는 연구부문을 장려하는 R&D정책지원으로 인하여 해당 경제성장률을 지속적으로 높일 수 있는 적극적 정책개입의 논리적 근거가 제공되며, $\phi < 1$ 인 경우에는 제품 및 서비스생산함수에 관련 탄력성과 장기적 인구성장증가율에 따라서 경제성장률이 결정되기 때문에 보다 적극적인 R&D정책적 개입에 대한 논리적 근거가 약하게 된다[Jones, 2005, p.1093참조].

본 연구에서는 우리나라 제조업을 15개 산업부문으로 구분하여 특허등록수를 이용하여 지식축적량을 구한 다음에 수식 (4)을 다음 절에서 설명하는 계량방법론을 이용하여 관련 모수를 추정함으로써, 지식생산함수의 모수를 추정하고, 이 추정결과를 이용하여 R&D정책적 시사점을 도출하고자 한다.

우리나라 15개 산업부문의 지식생산함수추정에서 중요하게 고려해야 할 사항은 각 산업부문간에 새로운 지식생산에 있어서 다른 산업부문의 기존 지식을 직접 또는 간접적으로 이용함(Knowledge Spillover)으로써, 산업부문간에 연결된 전달작용이 존재한다는 사실을 고려해야 한다는 관점이다. 따라서 일반적으로 각 산업부문이 독립적으로 새로운 지식을 생산한다는 가정보다는 서로 다른 산업부문간에 지식생산함수에 있어 상호작용을 인정하고, 이 경제적 효과를 적절히 이용할 수 있는 추정방법론을 사용하는 것이 지식생산함수에 관련된 모수추정에서 효율적이라고 볼 수 있다.

2. 분석방법론

본 연구에서 지식생산함수의 모수추정에 사용할 추정량으로 Mark, et al. (2005)가 제시한 DSUR(Dynamic Seemingly Unrelated Regression)을 이용하여 관련된 모수를 추정하였다. DSUR추정량은 설정함수의 잔차항들이 서로 상관관계를 형성하고 있을 때, 해당 추정방정식들을 연립방정식형태로 추정함으로써, 다른 독립적으로 추정하는 패널공적분계수추정량보다 효율적 추정량으로 알려져 있다. 이와 유사한 패널 공적분계수추정량으로 Moon (1999)은 FM(Fully Modified)기반의 SUR추정량을 제시하고 있으나, 유한한 소표본을 대상으로 한 연구에서는 DOLS기반의 SUR가 더 효율적임이 알려져 있다[Kao et al. 2000].¹⁾

본 연구의 분석대상과 같이 15개 산업부문간에 지식생산에서 산업과 산업부문간에 서로 연관관계가 있다고 생각되는 경우에 다중 연립방정식형태의 추정방정식을 이용한 공적분계수를 추정하는 것이 바람직하다. 역시 본 연구의 분석대상은 분석산업의 수와 시계열자료의

1) 대 표본인 경우에는 두 추정량은 동일한 결과를 나타냄

대상연도가 서로 같은 자료수를 갖기 때문에 DSUR을 효과적으로 사용할 수 있다. 이와 관련하여 Mark et al.은 DSUR방법은 분석대상마다 서로 다른 계수를 갖는 경우와 해당 추정방정식들의 잔차항들이 서로 연관관계를 갖는 경우에 단순한 DOLS(Dynamic OLS)보다는 현저하게 효율적임을 보였다.¹⁾

본 연구에서 다음과 같은 지식생산함수를 설정하고, DSUR추정량을 이용하여 해당 모수를 추정하였다. 즉

$$p_{it} = \alpha_i + \lambda_i l_{it} + \phi_i k_{it} + u_{it} \quad (7)$$

단 소문자들은 로그 변환된 변수들이다[예: $k_{it} = \ln(K_{it})$]. 여기서 p 는 해당 산업의 특허등록 수를 의미하며, l 은 연구인력 수, k 는 기존 지식축적량을 말하며, u 는 Saikkonen, (1991)이 제시하고 있는 추정에 필요한 가정을 만족시키는 잔차항을 말한다.²⁾ 이 경우에 해당되는 계수의 DSUR추정량은 다음과 같이 나타난다.

$$\begin{pmatrix} \hat{\beta}_{dsur} \\ \hat{\delta}_{p-dsur} \end{pmatrix} = \left(\sum_{t=p+1}^{T-P} W_t \Omega_{uu} W_t' \right)^{-1} \left(\sum_{t=p+1}^{T-P} W_t \Omega_{uu} p_t \right) \quad (8)$$

수식 (8)에서 $W_t = (X_t', Z_t')$ 을 말하며, $X_t = (l_{it}, k_{it})$ 이고 Z_t 는 두 독립변수의 Lead와 Lag변수를 말한다. 상기 모수추정에서 가장 중요한 추정치인 장기적 공분산 추정량 Ω_{uu} 는 2단계 추정과정을 거쳐서 추정하게 된다[Marke et al, 2005, p.802-803참조]. 특히 상기 DSUR추정량을 이용할 수 있는 경우란 분석하고자하는 대상들이 서로 다른 계수들로 이루어졌을 때 서로 간에 상호작용에 대한 정보를 이용하여 계수를 추정한다는 방법론이므로, DSUR추정량의 효율성의 증가정도는 분석하고자하는 계수들의 차이성이 어느 정도이냐에 따라서 결정된다. 이 경우에 지식생산함수의 해당 계수의 동일성에 대한 검증은 모든 분석대상의 해당 계수가 동일하다는 제한에서 유도된 추정된 Wald통계량이 점근적으로 χ^2 분포를 따르기 때문에 제한된 가설을 적정한 유의수준에서 통계적으로 검증할 수 있다.

본 연구와 관련하여 상기 수식(8)에 나타난 DSUR추정량은 다음과 같은 장점을 나타낸다. 첫째, 각 산업의 지식생산에서 서로 다른 산업의 상호작용이 존재하는 경우에 DSUR추정량은 지식생산함수추정에서 다른 모수추정량보다 효율성이 높게 된다. 둘째, 지식생산함수가 모수적으로 적절하게 설정된 경우에 다른 비모수적 추정량보다 효율적이다. 마지막으로 DSUR추정치는 분석대상산업이 증가하면 할수록 다른 추정방법보다 더 빠르게 모수에 접근하는 일치성을 보이게 된다. 이러한 DSUR추정량의 장점을 활용하여 본 연구에서 1982년부터 2002년 동안에 관련 자료를 이용하여 우리나라 15개 산업을 중심으로 지식생산함수를 추정하였다.

1) 지금까지 패널자료를 대상으로 실증분석한 연구에서 해당 공적분계수를 추정하는 추정량으로 Kao et al, (2000)과 Mark et al. (2003)이 널리 사용되고 있음

2) 해당변수에 대한 자세한 구축과정은 제 3장을 참조바람

III. 실증분석결과

1. 사용자료

본 연구를 위하여 사용한 자료는 1982년부터 2002년까지 15개 산업부문별 특허출원 수, 해당 산업에 종사하는 연구자 규모를 이용하였다. 먼저 각 특허출원 수를 현재까지 지식축적량으로 변환시키기 위하여, 기준년도 접속법을 이용하여 해당 산업부문의 지식자본량을 구하였다. 즉 1982년을 기준연도로 삼고, 초기 지식자본량은 수식 (7)에 기초하여 연차적으로 추계하였다[Hall, et al. 1995, p.270참조].

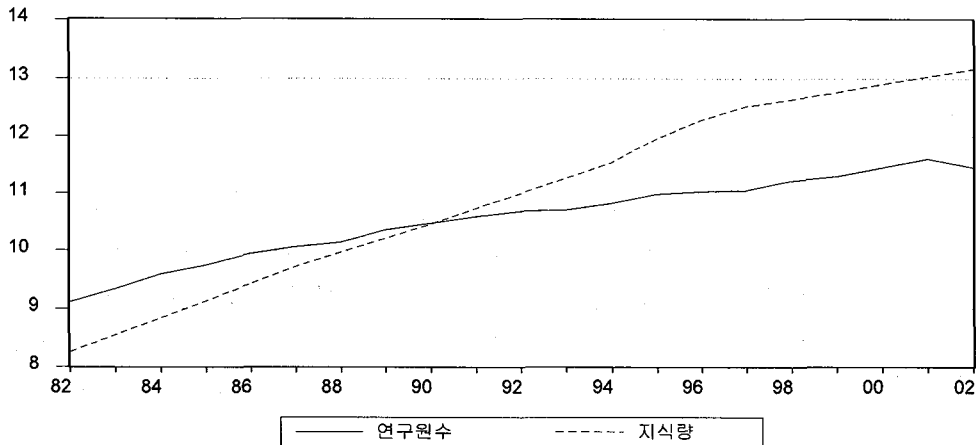
$$K_{i0} = \frac{P_{i,1982}}{g_i^{av} + \delta_i} \quad (7)$$

여기서, $K_{i,0}$ 는 1982년도 산업부문별 지식자본량, $P_{i,1982}$ 는 1982년도 산업부문별 특허출원 수, g_i^{av} 는 지식축적량과 특허출원 수의 성장률이 일정하다는 가정한 다음에 특허출원수의 부문별로 1982-2002 기간동안의 평균변화율을 말하며, δ_i 는 부문별 지식자본의 감가상각율을 각기 의미한다. 여기서 지식축적량의 감가상각율은 특허소멸시효인 20년을 기준으로 매년 5%로 설정하였다. 이렇게 초기 지식자본량을 구한 후에 수식 (8)과 같이 감가상각율과 매년 기초 지식축적량에 당해연도 새로운 지식생산량인 특허등록 수를 더하여 연도별 총 지식자본량을 추계하였다.

$$K_{it} = (1 - \delta_i)K_{it-1} + P_{it} \quad (8)$$

(그림 1)은 우리나라 15개 산업부문을 합한 총 제조업부분의 지식축적량에 관한 추이와 연구원 규모의 추이를 나타낸 것이다. (그림 1)에서 볼 수 있는 특징으로는 우리나라의 경우에 연구자규모와 지식축적량은 지속적으로 증가하였으며, 1990년도 이후부터 연구원규모의 증가율보다 지식축적량의 증가율이 더 높음을 알 수 있다.¹⁾ 이러한 시각적인 관찰을 통하여 본 연구의 목적인 새로운 지식생산에 대한 연구원규모와 기존 지식축적량의 기여도를 알 수 없다. 따라서 장기적 관점에서 새로운 지식을 생산하는 요소인 연구원규모와 기존 지식축적량이 어느 정도 새로운 지식을 창출하는 데 기여하는 지에 대한 정밀한 계량적 추정과정이 필요하다.

1) 지식축적량에 대한 추세를 단순 회귀식으로 추정하면, 시간변수에 대하여 1.847의 계수를 가지며, 통계적으로 유의하게 나타남



(그림 1) 1982년도 이후 지식축적량과 연구원 수에 대한 추세

[표 1]은 15개 산업부문별로 1982년도와 2002년도의 지식축적량과 연구원규모를 나타낸 표이다. 우리나라는 21년 동안에 지식축적이 연평균 28%증가를 나타내고 있으며, 목재 및 나무제품을 제조하는 산업부문을 제외하고 다른 산업부문에서 연구자규모는 연평균 12%증가를 나타냈다. 우리나라 15개 산업부문에 대한 지식축적량을 서로 비교하면, 1982년도에 가장 지식축적이 많은 산업부문은 화학제품부분이었으나, 2002년도에는 일반기계 및 장비부분으로 나타났다. 연구자규모에 있어서는 1982년도에는 화학제품에서 2002년도에는 전기전자산업에서 가장 크게 나타났다. 따라서 지식축적량의 연평균증가율(CAGR)이 가장 높은 산업부문은 연평균 37%증가율을 보인 전기 및 전자산업이며, 연구자규모에 있어서는 연평균 17%를 나타낸 정밀기기산업으로 나타났다.

[표 1] 지식축적량 및 연구자규모의 산업별비교

산업부문	1982		2002		평균 증가율(%)	
	지식축적	연구자수	지식축적	연구자수	지식축적	연구자수
음식료품 및 담배(1)	607	749	843	2,436	15	6
섬유 의복가죽(2)	67	519	155	1,086	19	4
목재 및 나무제품(3)	39	48	53	40	16	-1
펄프, 종이제품, 출판물(4)	112	133	155	472	14	6
코르크스 및 석유제품(5)	3	169	20	741	31	7
화학제품(6)	1,000	1,375	1,505	10,326	19	10
고무 및 플라스틱제품(7)	149	540	270	1,289	22	4
비금속광물제품(8)	441	350	598	835	15	4
금속 1차 제품(9)	107	481	198	762	23	2
조립금속제품(10)	143	186	247	1,021	23	8
일반기계 및 장비(11)	943	746	1,596	6,853	24	11
전기전자(12)	361	2,343	908	51,458	37	16
정밀기기(13)	200	84	419	2,443	32	17
운송장비(14)	90	1,208	174	13,440	28	12
가구 및 기타공산품(15)	213	82	298	704	17	11
총 산업	3,852	9,013	6,876	93,906	26	12

2. 추정결과

본 연구에서 제 2장에서 설명한 모수추정량을 이용하여 1982년부터 2002년 동안 15개 산업부문의 지식생산함수를 추정하였다. 실증분석에 앞서 분석대상인 산업부문간에 어느 정도로 새로운 지식생산에 상관관계를 가지고 있는지를 살펴보았다.¹⁾ 먼저 각 15개 산업부문을 대상으로 단순 DOLS추정량에 의하여 수식 (7)의 지식생산함수를 추정한 다음, 추정계수를 이용하여 해당 산업부문의 잔차항을 구하고, 15개 산업부문의 추정잔차항들의 상관관계를 살펴보았다. [표 2]는 15개 산업부문의 추정잔차항에 대한 상관계수를 나타낸 결과이다. [표 2]에서 보듯이, 각 산업부문간에 상관계수들이 서로 높게 나타나고 있다. 따라서 이러한 상관관계의 정보는 지식생산함수의 관련 계수의 추정과정에서 활용할 때, 보다 효율적인 추정량을 얻을 수 있다. 즉 15개 산업부문을 독립적인 관계에서 추정하기보다는 연립방정식형태로 추정할 경우 더욱 효율적임을 말해준다.

[표 2] 분석대상인 15개 산업부문간에 지식생산에 있어 상관관계

산업부문	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	0.2	0.5	0.6	0	0.1	0.4	-0.1	-0.2	0.2	0.3	-0.1	-0.2	0.4	0.2
2	0.2	1	0.1	0.1	-0.2	-0.2	-0.1	0	-0.2	0.1	0	0.2	-0.3	0	0.5
3	0.5	0.1	1	0	-0.1	-0.3	-0.1	0.2	-0.2	0.4	-0.1	0	-0.1	-0.1	0.4
4	0.6	0.1	0	1	0.1	-0.2	0.4	0.1	0.2	-0.2	0.6	0.1	0.4	0.5	0.1
5	0	-0.2	0.1	0.1	1	0.2	-0.2	-0.2	0.7	-0.2	0.3	0	0.4	0.5	0.2
6	0.1	-0.2	0.3	-0.2	0.2	1	0	-0.6	0	0.2	0.1	-0.2	-0.6	0.1	0.1
7	0.4	-0.1	0.1	0.4	-0.2	0	1	-0.2	0.1	-0.1	-0.3	0.1	0	0.2	-0.2
8	-0.1	0	0.2	0.1	-0.2	-0.6	-0.2	1	-0.1	0.2	0	-0.3	0.2	-0.1	-0.2
9	-0.2	-0.2	0.2	0.2	0.7	0	0.1	-0.1	1	-0.1	0.2	0	0.5	0.5	0.2
10	0.2	0.1	0.4	-0.2	-0.2	0.2	-0.1	0.2	-0.1	1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1	0.4
11	0.3	0	0.1	0.6	0.3	0.1	-0.3	0	0.2	-0.1	1	-0.3	0.1	0.4	0.1
12	-0.1	0.1	0	0.1	0	-0.2	0.1	-0.3	0	-0.2	-0.3	1	0.4	0	0.4
13	-0.2	-0.3	0.1	0.4	0.4	-0.6	0	0.2	0.5	-0.3	0.1	0.4	1	0.3	0
14	0.4	0	0.1	0.5	0.5	0.1	0.2	-0.1	0.5	-0.1	0.4	0	0.3	1	0.1
15	0.2	0.5	0.4	0.1	0.2	0.1	-0.2	-0.2	0.2	0.4	0.1	0.4	0	0.1	1

우리나라 지식생산함수를 추정한 결과를 보면, [표 3]과 같다. 먼저 각 산업부문별로 연립방정식형태의 DSUR로 추정한 결과를 보면, 새로운 지식생산에서 연구원규모의 기여도를 나타내는 추정계수는 음의 기여도에서 1.55까지 나타나고 있다. 역시 지식축적량이 새로운 지식생산에 기여도를 나타내는 계수도 동일한 형태를 보여주고 있다. 다음으로 분석대상인 15개 산업부문의 계수가 동일하다는 가설을 검증한 결과, 동일하다는 귀무가설이 기각되었다.²⁾ 따라서 DSUR로 우리나라 지식생산함수를 추정한 결과를 보면, 연구원규모가 새로운 지식생산에 기여하는 정도는 0.25로 나타났으며, 기존 지식축적이 기여하는 정도는 0.353으로 나타났다.³⁾ 따라서 기존 지식축적량이 1%증가할 때 새로운 지식생산은 0.35%증가한다고

1) 먼저 공적분계수를 추정하기에 앞서서 각 변수들이 비정상상태임을 검증해야함. 본 연구에서는 Maddala-Wu가 제시한 패널 단위근검증을 실시한 결과 해당 변수들이 단위근을 갖는 것으로 나타남. 본 연구 목적은 지식생산함수의 계수를 추정하는 데 있기 때문에 패널 단위근검증결과를 제시하는 것은 생략함.

2) 추정계수가 부분별로 동일하다는 귀무가설은 χ^2 검정량에 의하여 p=0.00으로 기각됨

볼 수 있다.

지식기반 경제성장이론에 입각하여 직접적으로 지식생산함수를 추정한 연구결과는 찾기 힘들지만, R&D축적량과 총 요소생산성과 관계를 분석한 기존 연구결과와 본 연구결과를 비교해보면, 매우 유사한 추정치가 발견된다. 먼저 Griliches (1994)의 연구결과로 R&D자본량이 총 요소생산성증대에 기여한 바를 보면 0.30으로 나타났다. 역시 Scherer (1982)의 연구결과를 보면, R&D자본량이 총 요소생산성증대에 기여하는 바가 0.29로 나타났다. 따라서 본 연구결과를 기존 연구결과에 비교하여 볼 때, 새로운 지식생산에 기여하는 요소인 연구원규모와 기존 지식축적량의 역할이 크게 다르지 않음을 알 수 있다. 그러나 기존 연구와 본 연구의 지식생산함수의 설정방법과 생산요소 그리고 추정하는 방법에서 서로 다르기 때문에 서로 보완적인 성격을 나타내고 있다고 본다.

[표 3] 우리나라 15개 산업부문 지식생산함수추정결과

관련 산업부문	연구원기여도(λ)	표준오차	지식축적기여도(ϕ)	표준오차
1	1.007	0.004	-0.047	0.002
2	-0.196	0.009	0.108	0.002
3	-0.632	0.003	-0.139	0.008
4	-0.466	0.005	0.789	0.002
5	1.557	0.002	-0.73	0.003
6	0.436	0.003	-0.161	0.002
7	-0.846	0.004	0.449	0.006
8	-0.343	0.007	2.388	0.005
9	1.007	0.005	0.293	0.009
10	0.174	0.001	0.31	0.003
11	-0.704	0.008	1.599	0.004
12	-0.166	0.004	0.502	0.003
13	-2.575	0.007	1.863	0.005
14	-0.508	0.009	0.776	0.016
15	1.027	0.006	1.054	0.003
DSUR추정치	0.250	0.0004	0.353	0.0001

본 연구결과가 우리들에게 시사하는 바는 다음과 같이 요약될 수 있다. 먼저 우리나라의 경우에 새로운 지식생산에서 연구원 규모의 증가와 과거에 축적된 기존 지식량이 모두 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 특히 새로운 지식생산에서 관련된 두 생산요소중에서 현재까지 축적된 지식량이 보다 큰 역할을 하는 것으로 나타났다. 이러한 실증분석결과는 새로운 지식창출을 위하여 지금까지 축적된 지식을 효율적으로 관리하고, 해당 지식의 보급뿐만 아니라 다른 산업부문의 지식축적량을 공유할 수 있는 지식관리체계구축이 중요하다는 사실을 보여준다. 둘째, 지식기반성장이론적인 측면에서 볼 때, 우리나라의 경우에 $\phi < 1$ 로 나타났다. 이러한 추정계수가 시사하는 바는 우리나라 경제성장률이 직접적인 제품 및 서비스생산함수에 관련된 탄력성과 인구성장증가율에 따라서 결정되기 때문에 직접적인 R&D정책적 개입보다는 지식관리 및 보급과 공유체계수립이라는 간접적인 R&D정책개입을 통하여 지속적으로 경제성장을 달성해야 한다는 주장을 뒷받침한다고 볼 수 있다. 따라서 경제성장

3) 각 부분의 추정계수가 동일하다는 가정에서 추정된 연구원 및 지식축적관련 계수는 0.39와 0.74로 나타났으며, 시간변수를 설정함수에 고려한 경우에는 0.29와 0.37로 나타남

이론적인 측면에서 Romer (1990), Grossman et al. (1991) 그리고 Aghion et al. (1992)의 $\phi = 1$ 을 가정한 내성적 경제성장모형보다 Jones (1995) 그리고 Kortum (1997)의 $\phi < 1$ 을 가정한 약한 내성적 성장모형의 시사점을 따라서 경제성장전략을 추진해야 함을 보여준다. 마지막으로 본 연구결과로 볼 때, 우리나라 적정성장률로 많이 인용되는 5%를 달성하기 위해서 지식축적량의 기여도는 어느 정도나 되어야 하는가? 본 연구에서 추정된 추정치인 연구원 규모의 기여도가 0.250이며, 우리나라 노동증가율이 1.5%를 가정할 때, 5% 경제성장률을 달성하기 위해서는 지식축적기여도는 최소한 0.75는 되어야한다. 따라서 현재보다는 2배 이상의 지식축적기여도가 높아져야 함을 보여준다. 이러한 지식축적의 지식생산에 대한 높은 탄력성은 현재보다 효율적인 R&D관리체계수립으로 극복될 수 있다.

IV. 결론 및 시사점

본 연구에서는 최근 내생적 경제성장이론의 중요한 구성요소의 한 부분으로 언급되고 있는 지식생산함수를 본 연구상황에 가장 효율적인 추정량을 사용하여 측정하고자 하였다. 이 연구목적을 위하여 1982년부터 2002년까지 우리나라 15개 산업부문자료를 장기적 구축하였으며, Mark et al. (2005)이 제시한 DSUR추정량을 이용하여 기존 지식축적량과 연구원규모가 어느 정도나 새로운 지식생산에 기여하고 있는지를 실증적으로 추정하였다. 본 연구결과는 우리나라 산업에서 연구원규모 1%증가가 새로운 지식생산에 기여하는 정도로 0.250%증가를 그리고 기존 지식축적량 1%증가가 0.353%증가를 유발하고 있음을 보여 주었다.

본 연구 의의는 경제성장에 관한 이론적 측면과 R&D정책수립적 측면에서 중요한 정보를 제공한다. 먼저 경제성장에 대한 이론적 측면에서 볼 때, 본 연구결과는 Jones (2005) 및 Kortum (1997)이 주장하는 내생적 경제성장이론을 실증적으로 뒷받침하는 결과를 보여주었다. 또한 R&D정책수행적 측면에서 볼 때, 우리나라 정부는 지속적인 경제성장을 달성하기 위하여 직접적인 R&D지원보다는 지식관리체계수립 또는 기존 지식의 공유 및 보급이라는 R&D인프라구축이 더 효과적임을 보여준다.

그러나 본 연구에서 가장 중요한 측정변수로 지식을 대표할 수 있는 적절한 변수선정 및 그 정확한 측정에 수반되는 한계와 지식생산함수의 추정수식에 따른 모수추정량의 민감성을 극복할 수 있는 계량방법론의 개발이 미래 중요한 연구분야가 될 수 있다. 그리고 엄밀한 지식생산함수를 추정하기 위해서 동일한 국가간에 산업단위 또는 국가단위를 연구대상으로 넓혀 보다 많은 연구결과를 축적함으로써 지식생산함수에 대한 객관적이고 적절한 정보를 획득하는 것이 미래 연구과제이다.

참고문헌

- 이원기, 김봉기, (2003), “연구개발의 생산성파급효과분석,” 『조사월보』, 한국은행, pp.24-51.
- 이창수, (1999), “수정된 Jones모형을 이용한 한국의 성장요인분해,” 『KDI 정책연구』, 한국개발연구원 105-145.
- 허창수, (2005), “연구개발의 경제성장효과분석,” 경제분석, 제 11권, pp.83-105.
- Aghion, P., Howitt, P., (1992), “A Model of Growth through Creative Destruction”, *Econometrica*, Vol. 60, p.323-351.
- Caballero, R., Jaffe, A., (1993), “How High are the Giants’ Shoulders?” *NBER Macroeconomics Annual*, MIT Press.
- Griliches, Z., (1998), *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, University of Chicago Press
- Grossman G., Helpman, E., (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press.
- Jones, C., (1995), “R&D based Models of Economic Growth”, *Journal of Political Economy*, Vol. 137, p.759-784.
- Jones, C., (2005), “Growth and Ideas,” *Handbook of Economic Growth*, Vol. 1B, p.1064-1111.
- Kao, C., Chiang, M., (2000), “On the estimation and Inference of a Cointegrated Regression in Panel Data”, *Advances in Econometrics*, Vol. 15, p.179-222.
- Kortum, S., (1997), “Research, Patents and Technology Change”, *Econometrica*, Vol. 65, p.1389-1419.
- Maddala, G., Wu, S., (1999), “A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and a New Simple Test”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 61, p.631-652.
- Mark, N., Sul, G., (2003), “Cointegration Vector Estimation by Panel DOLS and Long Run Money Demand”, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 65, p.655-680.
- Mark, M., Ogaki, M., Sul, G., (2005), “Dynamic Seemingly Unrelated Regressions”, *Review of Economic Study*, Vol. 72, p.797-820.
- Moon, R., (1999), “A Note on Fully Modified Estimation of Seemingly Unrelated Regression

Models with Integrated Regressors", *Economics Letters*, Vol. 65, p.25-31.

Olsson, O., (2000), "Knowledge as a Set in Idea Space: An Epistemological View on Growth" *Journal of Evolutionary Growth*, Vol. 5, p.253-275.

Romer, P., (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, Vol. 98, S71-102.

Weitzman, M., (1998), "Recombinant Growth", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 113, p.3331-360.