

우리나라 기술무역의 산업별 특성에 관한 연구*

: OECD 국가를 대상으로

A Study on Industry Characteristics of Technology Trade in Korea

: evidence from OECD Countries

백은영(Eun-Young Baek)

충남대학교 경영경제연구소 선임연구교수(제1저자)

문희철(Hee-Cheol Moon)

충남대학교 무역학과 교수(제2저자)

목 차

I. 서 론

II. 우리나라 기술무역의 산업별 특성 분석

III. 실증 분석

IV. 결론 및 시사점

참고문헌

Abstract

Abstract

The present study made an empirical analysis for investigating the competitiveness of technology trades in Korea. In particular, the study deduced the correlation between technology export and technology import using the variables of Gross Domestic Expenditure on R&D and Per capita industry value added Productivity and employed fixed effect model in panel linear regression model. It is found that the R&D expenditure of OECD countries made a significant effect on the technology import and the value-added labor productivity made a significant result on both technology export and import.

Therefore, it showed that the technology trade in Korea made a sensitive response to labor productivity in OECD countries. By panel analysis, machine, construction, ICT, and service industry affect most on technology export in Korea for recent 5 years. For technology import, electric-electron, chemical, service, and construction industry have significant effects. This study contributed to understanding of industrial characteristics affecting technology trades in Korea and empirical analysis to show correlation between the factors affecting technology trade.

Key Words : Technology Trade, Industry Characteristics, Gross Domestic Expenditure on R&D, Per capita industry value added Productivity, Panel linear regression, Fixed Effect Model

* 이 논문은 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(한국연구재단-2010-327-B00343).

I. 서론

최근 글로벌 경제침체로 인한 수요의 감소는 기업뿐만 아니라 국가정책에도 많은 변화를 요구하고 있다. 그동안 자원의 편재로 인한 무역의 증가가 전 세계 경제성장을 견인해 왔다면 이제는 편중된 지식 및 정보 또는 상품에 체화된 기술이 기술무역을 통해 효율적으로 확산됨으로써 전 세계 경제성장을 도모해야 한다는 것이다. 다시 말해, 이제 경제발전과 경쟁력은 자원의 풍족함이 아니라 기술혁신의 속도에 의해서 결정된다는 것이다(권용수 외, 2003).¹⁾ 국가경쟁력의 원천이 되는 이러한 기술혁신의 속도는 과거 독립되었던 물리적 국가 중심의 시장 경계를 무력화시킴으로써 기업의 무한 경쟁을 가속화시키고 있으며 기술혁신을 통한 내수성장과 이를 기반으로 한 기술무역을 지속가능한 경제성장을 견인할 주요 변수임이 강조되고 있다.

‘2008 기술 무역 통계 조사’에 의하면, 우리나라 기술무역의 총 규모는 82억 달러로 나타났다(교육과학기술부, 2009).²⁾ 기술 수출은 25억 3천만 달러(전년 대비 16.1% 증가), 기술 도입은 56억 7천만 달러(전년 대비 11.1% 증가)로 기술무역수지는 31억 4,000만 달러의 적자를 기록, 2007년의 29억2500만달러에 비해 2억 달러 이상 늘어나면서 처음으로 30억 달러를 넘어섰다. 반면, 기술수출액 증가율(16.1%)이 기술도입 증가율(11.1%)에 비해 높아짐으로써 기술무역수지비(기술수출액/기술도입액)는 전년도 0.43에서 0.45로 다소 개선된 것으로 나타나고 있다. 이러한 기술무역 수지비는 OECD 국가 중에서는 일본이 3.71로 가장 높은 지수를 보이고 있으나, 기술무역수지를 계상하는 OECD 국가 가운데 우리나라보다 낮은 기술무역 수지비를 보이는 국가로는 멕시코(0.08), 폴란드(0.24)밖에는 없는 실정이다(OECD TBP, 2009).³⁾

한편, 확산되고 있는 국가간 FTA를 통해 무역의 규모가 확대되고 교류의 속도가 빨라지면서 각국의 기술선점 및 기술표준화 작업은 가속화될 것이다. 경제규모가 큰 기술선진국들은 선진국간 기술투자와의 확산으로 더 큰 이익을 얻는 반면, 우리나라와 같은 소규모 경제는 무역에 의한 기술확산에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타나고 있다(Helpman(1997), Frantzen(2007)).⁴⁾ 이렇게 글로벌경제 환경이 급속히 변화되고 있는 상황임에도 불구하고 우리

1) 권용수 외, “우리나라 과학기술의 국제화 추진실태 분석 및 개선과제”, 과학기술정책연구원(STEPI), 2003.

2) 교육과학기술부, 「2009 기술무역통계조사」, 2009. 이 조사는 특허, 상표·실용신안·디자인, 기술 정보, 기술 서비스 등의 국가 간 이전에 따른 대금 지불 정보를 측정·분석한 것이다.

3) OECD, Main Science and Technology Indicators, 2009.

4) Helpman, E., “R&D and Productivity: The International Connection”, NBER WORKING PAPER SERIES, Vol. No.6 101, 1997, all

나라 기술무역의 전반적인 산업별 특성에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 또한 기술도입과 확산에 커다란 영향을 미치는 OECD 국가를 대상으로 기술무역의 대표적인 생산성 변수인 R&D 지출과 각 국별 노동 생산성 등에 대한 국가간 연구 역시 거의 이루어지지 않고 있다. 향후 우리나라의 국가경쟁력과 성장잠재력을 높이기 위해서는 R&D투자와 기술기반 무역의 경쟁력 강화 및 그의 확산방안에 관한 폭넓고 심도 있는 연구가 절실한 시점이다. 이에 본 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 먼저, 우리나라 기술무역의 산업별 교역실태를 파악해 보도록 한다. 특히, OECD 국가를 대상으로 우리나라 기술무역의 산업별 교역 규모를 살펴보고 각 산업별 기술교역 상대국과의 구체적인 교역 실태를 파악한다.

둘째, OECD 국가별 대표적인 R&D 지표인 GDP 대비 R&D 지출규모(Gross Domestic Expenditure on R&D)와 각 산업의 효율성 측정변수이자 노동생산성의 대리변수인 1인당 부가가치 생산액(Per capita industry value added)변수를 panel data로 구축하여 이러한 변수가 우리나라의 산업별 기술교역에 어떠한 영향을 미치는지를 실증분석 하도록 한다.

셋째, 우리나라 기술수출과 기술도입에 영향을 미치는 산업은 무엇인지를 분석하도록 한다. 이를 통해 기술수출과 기술도입을 선도하는 국내 산업은 무엇이며 이에 대한 시사점을 파악하도록 한다. 이를 위해 분석도구로는 STATA 10.0을 활용하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. II장에서 우리나라 산업별 기술무역의 특성을 살펴보고 III장에서는 본 연구에서 활용된 변수와 기존연구에 대한 이론적 논의를 고찰하며, 우리나라 산업별 기술무역에 영향을 미치는 다양한 변수들과의 실증결과를 살펴본다. 마지막으로 IV장에서 본 연구에 대한 결론 및 이에 대한 시사점을 도출하도록 한다.

II. 우리나라 기술무역의 산업별 특성 분석

세계시장에서 후발주자가 취할 수 있는 모방에 의한 추적이 점점 어려워지면서 우리나라의 각 산업들도 새로운 기술발전 전략을 모색해야 할 때이다. 우리나라 기술무역의 패러다임은 이제 모방형에서 창조형 기술로 변하고 있으며, 또한 선진기업 기술에 대한 추격패러다임에서 탈추격 패러다임으로 이행되는 전환기를 맞이하고 있다. 따라서 국가간 기술거래를 측

정하는 지표인 기술교역, 즉, 매매 및 라이선싱, 기술서비스 제공 등을 통해 국가간 거래에서 기술도입과 기술수출의 형태로 나타나는 기술무역에 대한 구체적이고 실질적인 연구가 필요한 시점이다.

이러한 기술무역에 대한 통계는 해당국의 기술 및 산업구조 변화를 측정하는 지표로 활용되고 있다. 개발도상국의 경우에는 선진기술의 도입 및 흡수를 통해 자체 개발 능력을 확보하여 산업구조 고도화를 도모하고, 글로벌 기업의 경우에는 생산 및 판매 거점을 만들면서 본국으로부터 기술 및 노하우의 이전을 실시하는 형태를 보이고 있다. 우리나라 역시 무역을 통해 외국의 기술을 능동적으로 학습·소화·확산하는 활동을 통하여 기술혁신 능력을 배양해 왔다는 점에서 기술무역의 중요성이 더욱 더 강조되고 있다(Westphal et, 1984).⁵⁾ 또한 이러한 기술무역의 수출과 도입통계는 혁신기술이 최종적으로 시장에서 평가된 결과를 반영한다는 점에서 혁신능력을 나타내는 중요한 지표가 되기도 한다.

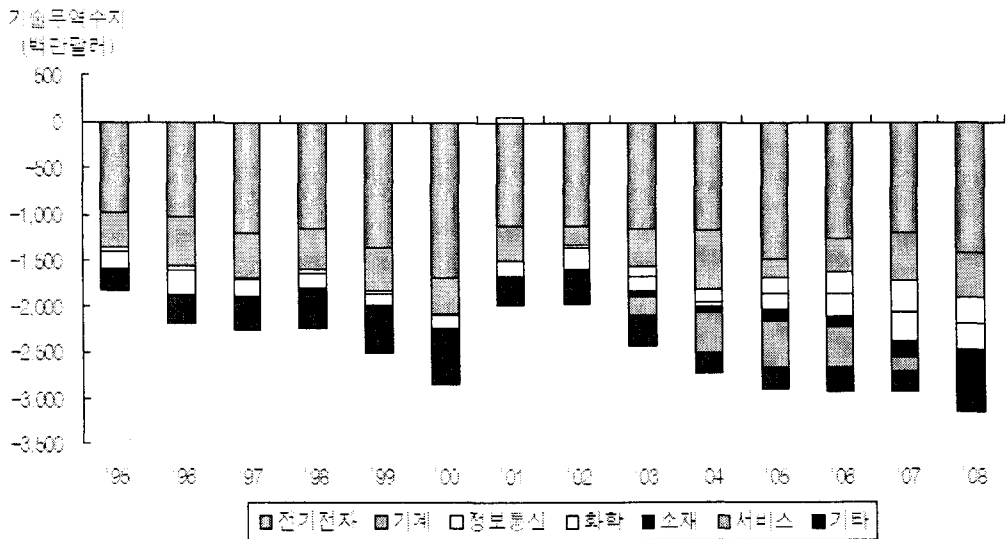
먼저, 한국표준산업분류에 의한 우리나라의 주요 산업별⁶⁾ 기술무역수지를 살펴보면, 전체 9개 산업 중 전기전자 및 기계산업의 기술무역 규모가 크게 나타나고 있는데, 특히, 반도체, 무선통신기기, 자동차 등 우리나라의 주요 수출품목에서 기술수출과 기술 도입이 동시에 많이 이루어지고 있는 것으로 나타나고 있다. 그러나 <그림 1>에서 나타나듯이 2008년 우리나라 기술무역 수지 적자 규모 중 전기전자산업과 기계산업, 정보통신 산업이 차지하는 비중은 70.2%에 달하고 있다. 이렇게 산업활동이 가장 활발하게 이루어지고 있는 분야인 정보통신과 전기전자 산업에서 기술무역수지 적자가 큰 이유는 전체적으로 생산액 규모가 클 뿐만 아니라, 신제품 개발 시 핵심기술을 외국에서 도입⁷⁾하는 비중이 매우 높기 때문인 것으로 알려져 있다(한국산업기술진흥협회, 2009, 이공래 외, 2008).⁸⁾

5) Westphal, L. E., Linsu, K. and Dahlman, C. J., "Reflections on Korea's Acquisition of Technological Capability", Washington, DC: World Bank, 1984.

6) 2009년도 우리나라의 통계산출 관련 주요 변경 사항을 보면, 제9차 한국표준산업분류코드가 적용되면서(제8차→제9차, 2008. 2. 1. 변경) 2007년도와 비교하여 '농업 및 임업', '어업'이 '농업, 임업 및 어업'으로 분류되었고 또한 기타와 서비스업 항목은 모두 기타로 일괄 편입되었다.

7) 한국산업기술진흥협회의 분석에 따르면, 2007년도 기술무역 실적 중 기술료 규모 100만 달러 이상인 품목을 분석한 결과, 상위 5대 품목이 전체 기술도입액의 69.6%, 기술수출은 79.1%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 기술도입 순위별 품목으로는 CDMA가 전체 기술료의 21.4%로 가장 높은 비중을 차지, 소프트웨어(15.6%), PC관련기술(13.9%), LCD 등 광학기술(11.8%), 통신기술(6.9%)의 순으로 나타났다. 또한 기술수출의 경우에는 LCD 등 모니터 관련기술이 전체의 27.0%를 차지, 자동차(21.5%), 핸드폰(12.1%), ODD관련기술(11.6%), PC(6.9%) 등의 순으로 나타났다. 이러한 기술수출의 형태는 국내 모기업과 해외에 진출한 현지 자회사간 기술거래가 주를 이루고 있는 것으로 나타났다. 모니터(LCD) 기술수출액 중 99.7%가 국내 모기업과 현지 법인 간 거래였으며, 핸드폰 관련 기술의 82.2%, ODD관련 기술의 84.3%, PC 관련 기술의 75.3%가 해외의 자회사로 수출된 것으로 나타났다.

8) 이공래 외, "한국 선도산업의 기술혁신경로 창출능력", STEPI, 과학기술정책연구원, 2008-18, PP. 53-58.



자료 : '2009 기술무역통계조사', 교육과학기술부.

주 : 2008년도 통계부터 서비스 산업은 기타 산업에 모두 편입

[그림 1] 산업별 기술무역수지 추이(1996-2008년)

다음으로 최근 더욱 고도화되고 있는 우리나라의 기술무역을 각 산업별, 교역 국가 순위별로 분석하여 보았다. 한국표준산업분류에 의한 2008년 우리나라의 9개 주요 산업별 전체적인 교역규모는 기술수출의 경우, 기술수출 건수로는 일본이 169건으로(42%) 가장 많은 반면, 수출금액으로는 중국이 30.6%(7억 7천만 달러)로 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 그러나 기술도입의 경우에는 도입건수(38.5%)와 금액(60.2%) 모두 미국이 가장 많은 비중을 차지하고 있어 우리나라 기술도입의 대 미국 의존율이 매우 높다는 것을 알 수 있다.

<표 1>에서는 2008년 우리나라 9개 산업별 기술교역 규모를 교역대상국별 1순위부터 3순위 순으로 정리하였다. 표에서도 나타나듯이 우리나라의 산업별 기술무역은 건설산업(44%)을 제외한 모든 산업에서 상위 3개국에 차지하는 비중이 60%를 넘고 있어 우리나라 기술교역의 국가별 집중도가 매우 높다는 것을 알 수 있다.

구체적으로 살펴보면, 먼저 농림수산 및 어업과 섬유산업에서는 기술수출보다 기술도입이 각각 약 20배, 약 200배 정도의 차이를 보이고 있다. 우리나라 농림수산 및 어업의 낮은 기술경쟁력은 이미 체감하고 있으나, 1960-70년대 우리나라 공업화의 근간이었던 섬유산업이 원천기술 없이 미국, 일본, 영국으로부터의 기술도입에 전적으로 의존하고 있다는 것을 단적으로 나타내는 수치임을 알 수 있다. 화학과 소재산업은 미국, 일본, 프랑스로부터 기술을 도

입하여 활용, 기술수출은 주로 중국집중이 높은 것으로 나타나고 있다.

다음으로 기계산업은 우리나라 기술교역 2위에 해당하는 산업으로 미국과 일본으로부터 주로 기술을 도입하고 중국과 인도로 기술을 수출하는 형태를 띠고 있다. 우리나라 최대의 기술교역 품목인 전기전자산업은 미국으로부터의 기술도입이 절대적인 비중을 차지하고 있는 것으로 나타나고 있으며, 2008년에 중국과 특히, 우리나라 자동차 관련 기술과 설계기술 이전으로 슬로바키아에 대한 기술수출이 급증했음을 보여주고 있다. 건설산업에 대한 우리나라의 기술수출은 카자흐스탄과 앙골라 및 중국에 집중되어 있으며, 정보통신 산업의 경우 르완다에 대한 KT의 와이브로망 개통으로 장비와 기술수출이 진행되면서 정보통신산업의 기술수출 1위국가로 등장하고 있다. 전체적으로 우리나라가 기술무역 흑자를 기록한 국가로는 중국(7억7천만 달러), 슬로바키아(2억6천만 달러)인 반면, 적자국은 미국(-34억1천만 달러), 일본(-7억1천만 달러), 영국(-2억3천만 달러) 등으로 나타나고 있다.

<표 1> 2008년 우리나라와 교역국간 산업별 기술무역규모(1~3순위국별)

(단위: 천달러, %)

산 업	수출국가	수출액	비중	수입국가	수입액	비중
농림수산	중국	1,741.34	72.1	미국	47,439.09	91.3
	미국	1,150.00		영국	24,322.23	
	오스트리아	735.61		일본	3,854.10	
섬유	미국	270	100.0	미국	26,170.47	70.5
	인도네시아	150		일본	10,830.88	
	없음	0		영국	8,240.03	
화학	중국	11,160.06	69.5	미국	119,232.41	69.9
	일본	6,554.57		일본	75,284.73	
	오만	6,393.00		프랑스	26,041.06	
소재	중국	4,841.70	78.7	미국	190,293.27	92.2
	미국	1,080.00		일본	60,379.98	
	일본	904.65		프랑스	17,062.23	
기계	중국	232,517.43	78.5	미국	275,470.98	66.3
	프랑스	119,309.00		일본	251,116.28	
	인도	95,956.85		덴마크	166,783.29	

산 업	수출국가	수출액	비중	수입국가	수입액	비중
전기전자	중국	482,790.41	59.7	미국	2,318,402.55	88.3
	슬로바키아	261,297.55		일본	254,274.00	
	미국	237,276.91		스웨덴	142,529.17	
건설	카자흐스탄	5,750.83	44.6	네덜란드	9,085.99	64.0
	앙골라	3,125.00		프랑스	5,527.62	
	중국	2,877.49		미국	4,463.41	
정보통신	르완다	44,440.82	65.8	미국	317,445.86	85.3
	일본	34,299.86		독일	42,403.33	
	미국	31,351.29		영국	36,235.25	
기타*	중국	21,759.80	68.7	미국	114,658.76	64.2
	미국	14,851.74		일본	41,738.10	
	일본	13,499.85		네덜란드	37,533.52	

자료 : OECD, Main Science and Technology Indicators, 2009 및 과학기술통계(교육과학기술부) 2009 통계자료 재정리.

주 : * 기타에 계상되는 세부산업으로는 펄프, 종이제품 제조업, 인쇄 및 복제업, 가구 제조업, 기타 제품 제조업, 금융 및 보험업, 부동산업 및 임대업, 전문, 과학 및 기술 서비스업, 사업시설관리 및 사업지원 서비스업, 공공행정, 국방 및 행정, 교육 서비스업, 보건업 및 사회복지 서비스업, 예술, 스포츠, 수리 및 기타 개인 서비스업, 기타 서비스업 등으로 구분하고 있다.

III. 실증 분석

1. 선행연구와의 비교를 통한 변수의 특성

최근 세계 각국은 한정된 자원의 효율적 배분으로 국가와 미래의 경쟁력을 향상시키기 위해 첨단기술의 개발 및 이의 확산을 위한 노력을 가속화하고 있다. 자국 기술의 개발과 함께 기술확산 즉, 기술무역을 통한 시장에서의 기술지배력을 보유하기 위해서는 먼저, 자국 산업의 기술경쟁력과 기술수준을 파악하는 것이 중요하다. 이러한 기술수준에 대해 Solow(1957)⁹⁾는 투자, 생산, 혁신에 있어 기술지식을 효율적으로 사용하는 능력이라 정의하고 있으며,

9) Robert M. Solow, "Technical Change and the Aggregate Production Function", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 3. 1957, pp. 312-320.

Schmookler(1966)¹⁰⁾는 산업생산과 관련된 기술지식의 축적 정도라고 말하고 있다. 이와 같이 한 국가의 기술경쟁력과 기술수준을 파악하기 위해 그동안 많은 연구에서 활용되어 온 요인이 총요소생산성¹¹⁾이다.

Coe and Helpman(1995)¹²⁾의 연구에서 이들은 연구개발 투자로 인한 이전효과(R&D spillover)에 있어서, 무역의 역할과 무역을 통한 기술이전으로 초래되는 총요소생산성의 변동을 계량적으로 추정하고자 하였다. 21개의 OECD 국가와 이스라엘을 분석대상으로 한 실증 분석을 바탕으로 한 국가의 축적된 지식들이 무역대상국들의 생산성을 높인다는 사실을 발견하였다. 또한 Lichtenberg and Potterie(1998)¹³⁾는 무역의존도가 높은 국가일수록 해외 연구개발 자본에 의한 총요소생산성의 성장이 더욱 커진다는 연구결과를 보고하였다. 신태영(2005)¹⁴⁾은 R&D가 기술진보에 미치는 과급효과를 보이기 위해 CES 생산함수를 이용하여 요소간의 대체율과 기술진보의 성격을 알아보았다. 1970~2004년에 대한 총량경제지표를 이용한 분석을 통해 GDP 대비 R&D 지출비율이 1% 증가하면 TFP(총요소생산성) 1.7% 증가한다고 분석하고 있다. 이상과 같이 이들의 연구결과는 무역을 통한 기술이전이 총요소생산성 증가의 중요한 요인임을 실증적으로 제시하고 있다. 본 연구에서는 총요소생산성을 산출하기 위한 다양한 변수 중 OECD 국가들의 GDP대비 R&D 지출(expenditure)을 활용하였다.

<표 2>에 나타난 바와 같이 우리나라의 GDP 대비 R&D 지출은 OECD 29개국과 비교하여 보았을 때 OECD 평균보다 높은 3.21을 나타내고 있다. 이는 2007년을 기준으로 미국(2.68), 독일(2.53), 영국(1.79), 프랑스(2.08) 보다 높은 수치이며, 우리나라보다 GDP 대비 R&D 지출이 높은 국가는 스웨덴(3.63), 핀란드(3.47), 일본(3.44) 밖에 없는 것으로 나타나고 있다. 따라서 본 연구에서는 첫째, 이러한 각국별 R&D 지출이 R&D와 가장 연관성이 깊은 기술무역, 즉 우리나라의 기술수출과 기술도입에 어떠한 영향을 미쳤는지를 실증분석 하도록 한다.

10) Schmookler, 『Invention & Economic Growth』, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1966.

11) 총요소생산성이란 자본과 노동투입에 의해 설명되지 않는 잔차항, 즉, 연구개발비, 지식축적, 인적자본 축적, 대외개방의 확대, 금융 및 노동의 효율화 등 다양한 요인들의 기여분을 모두 포함하는 것으로 특히 연구개발투자의 효과를 대변한다.

12) Coe, David T. & Helpman, Elhanan, "International R&D spillovers," *European Economic Review*, Elsevier, vol. 39(5), 1995, pp.859-887.

13) Lichtenberg, F. et Van Potelsberghe De La Poterie B., "International R&D spillovers: a comment", *European Economic Review*, 42, 1998, pp. 1483-1491.

14) 신태영, 「기술혁신이 고용 및 성장에 미치는 영향: 요소 대체율과 기술진보율에 대한 실증적 고찰」, 과학기술정책연구원, 2005.

〈표 2〉 GDP 대비 R&D 지출

구분	2002	2003	2004	2005	2006	2007
한국	2.53	2.63	2.85	2.98	3.22	3.21
OECD 평균	1.73	1.75	1.83	1.69	1.84	2.06

자료 : OECD, *Main Science and Technology Indicators*, 2009

다음으로 노동생산성과 관련된 기존연구들을 살펴보면, 먼저, Coe, Helpman and Hoffmeister(1997)¹⁵⁾는 선진국과 개도국간 기술 확산에 관한 연구에서 국제무역을 통해 이루어지는 기술 확산의 가능성 및 생산성 향상에 미치는 영향을 다음과 같이 4가지로 정리하고 있다. 첫째, 고품질의 수입 중간재 및 자본 장비의 생산투입은 여타 생산요소의 생산성 향상에 기여하며, 둘째, 무역당사자간에 이루어지는 정보의 교환은 생산 공정, 디자인, 조직 관련 know-how 및 시장 환경 관련 정보의 습득을 용이하게 하며, 셋째, 수입된 첨단제품의 복사나 개조(remake)함으로써 국내사용 목적 및 국제시장에서의 경쟁상품 개발 목적에 이용할 수 있으며, 넷째, 모방(imitation) 또는 역설계(reverse-engineering) 등의 방법을 통해 첨단 외국제품에 대한 이해와 관련지식을 증대시킴으로써 간접적으로 생산성 향상에 기여할 수 있다고 보고 있다.

김태기·장선미(2000)¹⁶⁾의 연구는 무역이 국가 간 지식확산의 매체가 되어 한국의 산업별 생산성에 미친 영향을 내생적 성장이론에 기반한 모형을 이용하여 실증분석하고 있다. 한국의 산업별 자료를 이용하여 1970-1996의 기간에 대해 한국과 OECD 15국가의 R&D가 한국의 산업별 생산성에 미치는 영향을 분석하고 있다. 실증분석 결과 국내 동종 산업 R&D 스투카 외국R&D 스투카 모두 국내 산업의 생산성 증대에 정(+)의 영향을 미치는데 한국의 경우 국내 R&D 보다 일본을 비롯한 외국의 R&D 의 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 송준기(1994)¹⁷⁾는 한국제조업에 있어서 R&D투자가 생산성에 미치는 영향을 파악하기 위해 1985-1990년 10개 세부산업별로 150개 기업을 대상으로 분석하였다. 특히 그는 R&D 파급변수 즉, 산업내 자산을 제외한 다른 기업의 R&D 활동의 영향력도 모형에 포함시켰으며, R&D 자본의 성장 기여도는 산업별로 0.37%에서 2.16%지 차등적으로 나타남을 보이고 있다.

15) Coe, D.T., E. Helpman, and A.W. Hoffmeister, "North-South R&D Spillovers", *The Economic Journal*, 107, 1997, pp. 134-149.

16) 김태기·장선미, "무역이 한국경제의 성장에 미친 영향", 「경제학연구」, 한국경제학회, 제50집, 제1호, 2002, pp.173-207.

17) 송준기, "R&D 자본과 생산성관계에 관한 실증적 분석." 산업조직연구, no.3, 1994, pp.37-56.

오근엽·김태기(2005)¹⁸⁾는 한국정보통신 산업에서 특허가 생산성 변화에 미치는 영향을 1981년부터 1999년까지의 19년 동안의 ICT 산업의 패널 데이터로 분석하였다. 그 결과 특허는 생산성에 상당한 영향을 미치며 특히 정보통신 산업에서는 그러한 효과가 더 크다는 것을 보여주고 있다.

대개 최첨단의 기술을 보유한 국가들은 기초과학기술지식의 기반이 잘 발달되어 있어 기초분야 연구의 부가가치 노동생산성¹⁹⁾이 매우 높은 편이다. 이러한 사실은 역사적으로 중요한 돌파적 기술혁신(Technological breakthroughs)의 대부분이 소수의 선진국들로 한정되어 있다는 사실과도 관계가 있다. Barro and Sala-i-Martin(1995)²⁰⁾은 이러한 추세가 기존 선진국의 기술적 선도 위치를 강화시키고 나아가 기술추렴국에 의한 추월 가능성을 축소시킨다고 주장하고 있다.

지난 40여년간 급속한 경제성장을 거듭해온 우리나라의 경우에도 그동안 미국과 일본으로부터의 기술도입에 의존해 왔던 것이 사실이다. 또한 이러한 기술도입 및 기술추격(catch-up)은 기술경쟁력 향상을 위한 R&D 투자, 즉 지식으로 축적되어 기술혁신과 점진적인 생산성 향상으로 이어졌으며 이는 곧 우리나라 경제성장의 근간이 되었다.

그러나 이러한 다양한 연구들에서 R&D 투자가 생산성 향상에 유의미한 영향을 미치고 있다고 주장하고 있음에도 불구하고 <표 3>에서도 나타나듯이, 우리나라의 산업생산성, 즉, 부가가치 노동생산성은 OECD 평균보다 매우 낮은 것으로 나타나고 있다. OECD 30개 국가 중 우리나라 노동생산성보다 낮은 국가는 헝가리, 멕시코, 폴란드 등 6개 국가²¹⁾에 불과하다.

<표 3> 부가가치 기준 1인당 노동생산성

구분	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Korea	12,856.51	13,092.52	14,215.76	14,744.82	15,837.85	16,990.46
OECD평균	17,127.89	17,491.93	18,536.72	19,419.88	20,745.14	21,854.59

자료 : OECD, Main Science and Technology Indicators, 2009

18) 오근엽·김태기, “한국 정보통신 산업에서 특허가 생산성에 미친 영향: 산업별 패널데이터 분석”, 정보통신정책연구, 정보통신정책학회, 제12권 제4호, 2005, pp.59-85.

19) 노동생산성은 '1인당 생산액(또는 매출액)'을 활용하거나, '1인당 부가가치'를 활용하여 산출이 가능하다.

-1인당 생산액 또는 매출액 = 해당 연도의 [기업 총매출액/총 고용인원]

-1인당 부가가치 = 해당 연도의 [기업 총부가가치액/총 고용인원]

20) Barro, Robert J, Sala-i-Martin, Xavier, 『Economic Growth』, McGraw-Hill, 1995.

21) OECD 국가 중 우리나라보다 부가가치 기준 노동생산성이 낮은 6개국은 헝가리, 멕시코, 폴란드, 포르투갈, 슬로바키아, 터키 등이다.

국가별 산업의 성장과 생산성은 국가별 산업육성정책의 가장 주요한 성과지표이면서 매우 긴밀하게 연계되어 있다. 국가별 산업의 성장은 생산성의 향상에 기반을 둔 것일 때 가장 견고한 성장세를 나타낸다. 따라서 본 연구에서는 둘째, OECD 각국의 부가가치 노동생산성이 우리나라의 기술수출과 기술도입에 어떠한 영향을 미치는 지를 실증분석 하도록 한다.

이러한 실증연구가 필요한 이유는 그동안 기술무역에 대한 국가간 비교 및 분석이 매우 미흡했기 때문이다. 신태영 외(2007)²²⁾ 역시 국가간 R&D투자에 의한 성과분석은 국가경쟁력 제고를 위한 중요한 시사점을 도출할 수 있음에도 불구하고 이에 대한 연구가 부족했다는 점에서 OECD 주요국들의 R&D투자가 경제성장에 미치는 영향을 분석한 연구의 기여가 강조 될 수 있다고 주장하고 있다. 따라서 본 연구에서는 우리나라의 기술무역에 영향을 미치는 OECD 국가들을 대상으로 각국의 GDP 대비 R&D 지출과 부가가치 기준 노동생산성이 우리나라의 기술수출과 기술도입과의 연관성을 분석해 보고 나아가 우리나라의 각 산업별 교역과 기술무역과의 상관관계를 분석하도록 한다. 본 연구에서 활용된 변수들의 특성은 다음과 같다.

〈표 4〉 변수 설명

변수명	세부 설명	예측부호	출처
add_pro	OECD 각국의 부가가치 노동생산성	+	OECD, Main Science and Technology Indicators, 2009
rnd_ex	OECD 각국의 GDP 대비 R&D Expenditure	+	
agr	agriculture&forestry&fisheries	-	-OECD, Main Science and Technology Indicators, 2009 -과학기술통계서비스(교육과학기술부) 각년도 data
fib	fiber	-	
raw	raw	+	
che	chemistry	-	
mac	machine	+	
ele	electricity & electron	+	
con	construction	+	
inf	information& communication	+	
ser	services	-	

22) 신태영 · 이우성 · 송치웅 · 손수정, 「연구개발 생산성의 국제비교와 시사점」, 과학기술정책 연구원, 2007.

한편, 본 연구에서 활용된 자료의 범위를 살펴보면, 먼저, 그동안 많은 연구에서 기술무역과 관련된 실증분석에서는 주로 OECD 일부국가나(김태기·장선미, 2000) 또는 단일 산업, 특히 IT 산업에만 국한된 실증분석(오근엽 김태기, 2005)이 있었으나 본 연구는 우리나라와 기술교역을 하는 OECD 29개국과 더불어 기술교역의 주요 국가로 알려진 중국과 싱가포르, 러시아 등 총 32개 국가와의 교역 및 부가가치 노동 생산성 자료와 GDP 대비 R&D 지출 데이터를 활용하여 분석을 시도하였다.

둘째, 기술수출과 도입 데이터들은 저장변수가 아닌 유량변수를 이용하였다. 어느 한 시점에 대한 자료인 저장(stock)변수 보다는 일정기간동안 이루어지는 유량(flow)변수를 이용하는 것이 적절하기 때문이다.

셋째, 본 연구의 실증분석에서 활용되는 OECD 국가와의 기술교역 데이터는 OECD, Main Science and Technology Indicators, 2009 자료를 활용하였으며, 2003년부터 2007년까지 5개년도로 한정하였다. 이는 2008년의 데이터의 경우 아직 OECD, Main Science and Technology Indicators에 데이터를 제공하지 않은 국가가 많으며 특히, 우리나라와의 산업별 기술교역 규모에 대한 데이터 수집 및 통계작성이 2003년부터 계상되고 있기 때문이다.

따라서 한정된 데이터에 대한 문제점을 극복하기 위해 본 연구에서는 우리나라와 교역국간 산업별 기술무역 기초데이터와 R&D 지출 및 생산성 데이터를 시계열 자료와 횡단면 자료가 복합된 패널자료를 활용하였다. 일반적인 시계열 횡단면 자료는 검정력이 낮게 반면, 패널데이터를 활용하면 표본수가 늘어나 검정력을 높일 수 있고 설명변수들간 다중공선성(collinearity)을 줄일 수 있기 때문에 모수추정치의 효율성이 향상된다. 이러한 패널자료에 최소자승법(OLS)을 적용하는 경우 설명변수간 자기상관등의 문제점으로 인하여 추정결과에 편의(bias)가 발생한다. 이러한 편의를 제거하기 위해 패널자료를 사용하여 실증 분석을 할 경우에는 고정효과(fixed effect) 모형이나 확률효과(random effect) 모형을 주로 적용하게 된다.

고정효과모형인지 확률효과모형 인지를 판단할 때 중요한 기준은 데이터에서 패널 개체의 특성을 의미하는 u_i 에 대한 추론이다. 패널 개체들이 모집단에서 무작위로 추출된 표본의 개념이라면 오차항 u_i 는 확률분포를 따른다고 가정할 수 있겠지만, 본 연구에서 활용된 데이터처럼 특정 모집단 그 자체라면 오차항 u_i 는 고정효과모형으로 간주하는 것이 더 적절하다(민인식·최필선, 2009).²³⁾

먼저 패널 개체의 특성(Heterogeneity)을 고려한 선형회귀분석 모형은 다음과 같다.

23) 민인식·최필선, 「STATA 패널데이터 분석」, 한국STATA학회, 2009.

$$y_{it} = \alpha + \beta_{it} + u_i + e_{it}, \quad i = 1, 2, \dots, n \text{ 및 } t = 1, 2, \dots, T \dots\dots\dots (1)$$

이러한 패널 선형회귀모형은 시간에 따라 변하지 않는 패널의 개체특성을 나타내는 u_i 와 시간과 패널 개체에 따라 변하는 순수한 오차항인 e_{it} 로 구성되어 있다.

이를 다시 본 연구모형에 적합한 고정효과모형을 적용하면 오차항 u_i 를 추정해야 할 모수(parameter)로 간주하고 또한 데이터간 변동폭을 줄이기 위해 log를 취하게 되면 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\ln y_{it} = \ln(\alpha + u_i) + \beta \ln x_{it} + e_{it} \dots\dots\dots (2)$$

즉, 기울기 모수인 β 는 모든 패널 개체에 대해 서로 동일하지만, 상수항 ($\alpha + u_i$)는 패널 개체별로 달라지게 된다. 여기서 y_{it} 는 t 년도 i 국에 대한 우리나라의 기술무역량을 의미하며, x_{it} 는 R&D 지출과 부가가치 노동생산성, 그리고 각각 우리나라의 산업별 기술무역량을 의미한다.

2. 실증 결과

R&D가 생산성에 미치는 영향에 대해 Griliches(1984)²⁴⁾가 발표한 이후 많은 후속연구가 이루어졌다. 특히 1980년대 이후 R&D에 관한 기업 및 산업 자료의 획득이 용이해지고, Romer(1986)²⁵⁾와 Lucas(1988)²⁶⁾등의 내생적 성장모형에서 지속적 성장의 요인으로 R&D의 중요성이 제기되면서 R&D투자가 생산성에 미치는 영향이 활발히 연구되고 있다. 더불어 국가간 R&D투자에 의한 성과분석에 대한 실증연구가 더욱 요구되는 바, 따라서 본 연구는 기술교역 상대국과의 R&D 지출과 부가가치 노동생산성, 그리고 우리나라 각 산업별 기술교역이 우리나라의 기술무역에 미치는 영향에 대해 패널 선형회귀분석의 고정효과모형을 이용하여 추정하였다.²⁷⁾

24) Griliches, Z., and J. Mairesse (1984), "Productivity and R&D at the Firm Level," In Zvi Griliches, (ed) R&D, patents and productivity, Chicago: Univ. of Chicago Press.339-374.

25) Romer, Paul M., "Endogenous Technological Change", *The Journal of political economy*, v.94 no.5, 1986, pp.1002-1037.

26) Lucas, Jr., "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, 22 (1), July, 1988, pp.3-42.

<표 5>에 나타난 바와 같이 먼저, 우리나라 기술수출에 영향을 미치는 요인 중 부가가치 노동생산성이 1%의 유의수준하에서 매우 유의미하게 나타나고 있다. 이는 우리나라의 기술수출은 기술교역 상대국, 특히 OECD 국가들의 노동생산성이 1% 증가할 때 우리나라의 기술수출이 매우 탄력적으로 반응하면서 증가한다는 것을 의미한다. 다시 말해, 기술교역 상대국의 GDP 대비 R&D 지출보다는 부가가치 노동생산성이 우리나라 기술수출을 견인하고 있다는 것을 말한다. 이는 전술한 <표 2>에서도 나타나듯이 우리나라의 GDP 대비 R&D 지출은 미국이나 독일보다 더 높았지만, 기술무역 적자규모도 갈수록 확대된 것으로 미루어 우리나라의 R&D부문의 비효율성을 짐작케 하고 있다. 박수동·홍순기(2004)²⁸⁾의 연구에서도 OECD 국가간 R&D 효율과 국가경쟁력, 즉, 정부효율과 경제효율을 나누어 측정된 결과 R&D 효율은 정부효율과는 상관관계가 매우 높게 나타나고 있으나 수출확대 등과 같은 경제성과와는 매우 낮은 상관관계를 보인다고 주장하고 있는 것과 뜻을 같이 하고 있다.

다음으로 우리나라 기술도입에 대한 OECD 국가들의 GDP 대비 R&D지출과 부가가치 노동생산성이 각각 1%와 5% 유의수준하에서 매우 유의한 것으로 나타나고 있다. 이는 우리나라와 기술교역국인 OECD 국가들이 R&D 지출비중을 늘리거나 노동생산성이 증가할 때 우리나라의 기술도입 역시 증가한다는 것을 의미한다. 이러한 이유는 우리나라의 산업별 기술도입 중 전기전자와 기계, 정보통신 산업의 비중이 2008년 각각 54.2%, 18.4%, 8.2%를 차지하고 있는데 이들의 주요 기술도입국가가 <표 2>에서와 같이 미, 일, 독, 스웨덴 등 OECD 국가 중 기술선도국가이며 이러한 국가들의 GDP 대비 R&D 지출이 증가할수록 기술관련 산업의 기술경쟁력이 강화되면서 우리나라 역시 이들 국가로부터의 기술도입이 증가하기 때문이다. 또한 주요 기술선도국들의 R&D 지출확대로 인해 자국의 부가가치 노동생산성이 견인되기 때문에 우리나라의 기술도입이 증가한다는 것을 알 수 있다.

이러한 결과로 알 수 있는 것은 우리나라의 기술무역은 R&D 지출과 노동생산성이 높은 OECD 기술선도국으로부터 기술을 도입하여, 우리나라 기술수출의 주요 대상국인 중국 등 노동생산성이 증가하고 있는 국가로 기술을 수출하는 형태로서 기술무역을 통한 전형적인 기술이전을 구현하고 있음을 확인해 주고 있다.

27) 연도별로 missing values들이 많은 unbalanced panel data 이다. 특히 우리나라의 각 산업별 기술수출규모가 많지 않아 결측치가 비교적 많은 편이다.

28) 박수동·홍순기, "R&D 효율성과 생산성의 국제비교 분석", 과학기술정책, 과학기술정책연구원, V.14, no.2, 2004, pp.37-49.

<표 5> GDP 대비 R&D 지출과 부가가치 노동생산성의 기술무역에 대한 고정효과 분석

Dependent Variable	Independent Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
Total Technology Export	per add productivity	2.226536	.075499	29.49***
	R&D Expenditure	.1782202	.120174	1.48
	R2	0.90		
	Number of obs	129		
Total Technology Import	per add productivity	2.316827	.077256	29.99***
	R&D Expenditure	.2357612	.1229691	1.92**
	R2	0.91		
	Number of obs	129		

주: ***, **, * 는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준 하에서 유의함을 의미함.

한편, 우리나라 기술무역은 기술수출도 증가하는 반면, 기술도입의 증가세가 더 가파르게 나타나고 있는데, 이러한 기술수출과 도입에 가장 많은 영향을 미치는 주요 산업을 알아보기 위해 산업별 패널 분석을 시도하였다. 먼저, 기술수출의 경우, 기술수출 규모로는 전기전자와 기계, 정보통신산업 순이었지만 <표 6>의 패널 실증분석에 의하면 최근 5개년간 우리나라 기술수출에 가장 많은 영향을 미치고 있는 산업은 기계산업과 건설, 그리고 정보통신과 기타 서비스산업인 것으로 나타나고 있다.

먼저, 기계산업과 건설산업의 수출 1% 증가는 우리나라 총 기술수출의 각각 2.7% 증가를 유인한다는 것을 각각 1% 유의수준과 10% 유의수준하에서 유의하게 설명되고 있다. 반면, 전체적인 기술수출규모로 가장 많은 규모를 차지하고 있는 전기전자의 경우, 전기전자의 1% 증가는 총 기술수출의 0.6%만이 증가하는 것으로 나타나고 있지만 이는 유의하지 않은 것으로 나타나고 있다.

그밖에 정보통신산업과 기타 서비스 산업에서 이들의 기술수출이 1% 증가할 때, 우리나라 총 기술수출이 각각 2.4%, 2.5%씩 증가하고 있음을 5% 유의수준하에서 매우 의미 있는 것으로 보여주고 있다. 이는 전체적인 기술수출의 규모를 견인하는 전기전자산업보다 기계와 정보통신 및 기타 서비스 산업이 최근 우리나라 기술수출의 실질적인 선도산업임을 미루어 짐작할 수 있게 한다. 한편, 이는 김정우(2005)²⁹⁾의 연구에서 주장한 것처럼 우리나라의 산업별

29) 김정우, "원화강세에 따른 산업별 영향", 삼성경제연구소, 2005, pp. 5-7.

비용수익 구조에서 수출액 중 수입유발액을 제외한 순수출액을 살펴보면, 전기전자산업의 경우 제품 및 기능의 융·복합화의 영향으로 인해 타 산업보다 순수출액이 낮은 수준(43.3%)인 반면, 기계산업의 경우 67%로 가장 높게 나타나는 것으로 설명하고 있는 것과 일치하고 있다.

다음으로 기술도입의 경우, 전기전자, 화학, 기타 서비스, 건설산업 등이 5% 유의수준하에서 매우 유의미하게 나타나고 있다. 전기전자, 화학과 기타 서비스의 기술도입이 1% 증가하면 우리나라 총 기술도입이 각각 2.6%, 2.5%, 2.7%씩 증가하는 것으로 나타나고 있으며 정보통신산업의 경우에도 전체 기술도입의 1.9%를 증가(10% 유의수준)시키는 것으로 나타나고 있다. 기술적자 규모가 가장 큰 전기전자산업의 경우, CDMA가 전체 기술료의 21.4%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 소프트웨어(15.6%), PC관련기술(13.9%), LCD관련 광학기술(11.8%)등 순으로 기술도입이 이루어지고 있다(한국산업기술진흥 협회, 2009).³⁰⁾

이러한 전기전자산업의 기술 도입은 우리나라의 주요 수출품목 생산에 기여하는 바가 크며 따라서 전기전자산업의 기술도입이 전체 기술도입의 대부분을 견인하고 있다는 것을 알 수 있다.

반면, 건설산업의 경우, 건설기술도입 1% 증가는 총 기술도입 1.9%를 감소시키는 것으로 나타나고 있다. 건설산업은 다양한 인프라와 연관된 산업으로 알려져 있으나, 우리나라의 건설 기술력은 선진국의 67%에 불과한 경쟁력을 가진 산업으로, 특히 엔지니어링관련 기술개발에 대한 수요가 많은 것으로 알려져 있다(건설교통부, 2004)³¹⁾. 따라서 이러한 건설산업에 대한 기술도입 후 국내로의 기술확산이 우리나라 기술도입액의 전체적인 감소를 유인하는 것으로 설명할 수 있겠다.

30) 한국산업기술진흥협회, "기술무역 현황 및 정책적 시사점", 조사보고서, 2009. pp.1-13.

31) 「건설 산업의 선진화 전략」, 건설교통부, 2004. p.4

〈표 6〉 산업별 기술수출 & 기술도입에 대한 패널 분석

	Tech-export			Tech-import		
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
agr	-.0054432	.016163	-0.34	-.0086878	.0097612	-0.89
fib	-.0079047	.017243	-0.46	.0110065	.0085767	1.28
raw	.0098488	.0092179	1.07	-.0000327	.0087787	-0.00
che	.0021927	.0105551	0.21	.0254512	.0078402	3.25**
mac	.0278472	.0068298	4.08***	-.002709	.0089759	-0.30
ele	.0069149	.0063177	1.09	.0267535	.0091893	2.91**
con	.0274866	.0143215	1.92*	-.0197468	.0087377	-2.26**
inf	.0243033	.0075554	3.22**	.0193489	.0098409	1.97*
ser	.0250963	.0082379	3.05**	.0270699	.009064	2.99**
R2	0.51			0.38		
Num/obs	110			140		

주: ***, **, * 는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준 하에서 유의함을 의미함.

IV. 결론 및 시사점

우리나라의 향후 미래 전망은 고령화와 출산율감소, 열악한 천연자원 등으로 인해 경제성장의 성장유인이 불투명한 상황이다. 그러나 우수한 인적자원이 풍부한 우리나라의 경우 이러한 인적자원을 기반으로 한 기술경쟁력 및 무역으로 인한 기술확산이 향후 우리나라 경제의 성장동력이 될 것이다. 본 연구는 이러한 우리나라 기술무역의 경쟁력을 파악하기 위해 먼저, OECD 국가를 대상으로 기술경쟁력의 핵심 요인인 GDP 대비 R&D 지출과 생산성의 대표 변수인 부가가치 노동 생산성을 주요 변수로 하여 기술수출과 기술도입에의 상관관계를 패널선형회귀분석의 고정효과 모형을 활용, 실증분석 하였다. 이에 따르면, OECD 국가들의 R&D 지출은 우리나라의 기술도입에 매우 유의미한 영향을 미치는 것으로 파악되었으며, 부가가치 노동 생산성 변수는 기술수출과 도입 모두에 유의한 것으로 나타나고 있어 우리나라 기술교역이 OECD 국가들의 노동생산성 향상에 매우 기민하게 반응하고 있다는 것을 알 수 있다.

한편, 우리나라 기술무역의 산업별 분석에서는 기술수출에 유의미한 영향을 미치는 산업으

로 전체 기술수출 중 가장 많은 비중을 차지하는 전기전자 산업이 아닌 기계, 건설, 정보통신, 그리고 기타 서비스산업 등으로 분석되고 있다. 이들 산업의 기술수출이 1% 증가할 때 우리나라 총 기술수출규모가 각 산업별 평균 2.5%씩 증가하는 것으로 나타나고 있어 기계, 건설, 정보통신 산업들의 기술경쟁력 확보와 여타 국가로의 기술무역을 통한 기술이전에 보다 적극적이어야 한다는 것을 시사하고 있다. 또한 기술도입에 영향을 미치는 산업으로는 전체 기술도입규모 중 비중이 가장 높은 전기전자산업과 정보통신, 그리고 화학산업 등으로 분석되고 있다. 이들 산업에서 대외 기술의존도 비중이 높게 나타나는 것은 휴대폰, 모니터, 컴퓨터 등 우리 기업들이 주력하고 있는 IT산업, 즉 전기전자와 정보통신 산업의 제품제조와 관련된 원천기술의 도입이 많기 때문인 것으로 분석되고 있다(한국산업기술진흥협회, 2009).

본 연구는 기술무역에 영향을 미치는 우리나라의 산업별 특성을 파악하였다는 것과 OECD 국가를 상대로 우리나라 기술무역에 영향을 미치는 주요 변수들과의 연관성을 실증분석 해 보았다는 것에 의미를 두고 있다. 32개국별 다양한 변수를 공통적으로 수집하기 어려운 현실에서 소수의 변수만을 활용할 수밖에 없었다는 점과 좀 더 세분화된 업종별 분석을 하지 못했던 점 등의 한계가 있었으나, 본 연구로 인해 향후 기술무역에 대한 지속적인 학계의 담론화를 기대해 본다.

참 고 문 헌

- 교육과학기술부, 「2009 기술무역통계조사」, 2009.
- 권용수, 배영자, 이명진, 정성철, “우리나라 과학기술의 국제화 추진실태 분석 및 개선과제” 과학기술정책연구원(STEPI), 2003.
- 김정우, “원화강세에 따른 산업별 영향”, 삼성경제연구소, 2005, pp. 5-7.
- 김태기·장선미, “무역이 한국경제의 성장에 미친 영향”, 「경제학연구」, 한국경제학회, 제50집, 제1호, 2002, pp.173-207.
- 민인식·최필선, 「STATA 패널데이터 분석」, 한국STATA학회, 2009.
- 박 준, “우리나라 기술무역수지의 현황과 정책과제”, 한국무역협회 무역진흥본부, 2005, pp.1-13.
- 박수동·홍순기, “R&D 효율성과 생산성의 국제비교 분석”, 「과학기술정책」, 과학기술정책연구원, V.14, no.2, 2004, pp. 37-49.

- 송준기, “R&D 자본과 생산성관계에 관한 실증적 분석.” 산업조직연구, no.3, 1994, pp.37-56.
- 신태영, 「기술혁신이 고용 및 성장에 미치는 영향:요소 대체율과 기술진보율에 대한 실증적 고찰」, 과학기술정책연구원, 2005.
- 신태영 · 이우성 · 송치웅 · 손수정, 「연구개발 생산성의 국제비교와 시사점」, 과학기술정책연구원, 2007.
- 오근엽 · 김태기, “한국 정보통신 산업에서 특허가 생산성에 미친 영향: 산업별 패널데이터 분석”, 정보통신정책연구, 정보통신정책학회, 제12권 제4호, 2005, pp.59-85.
- 이공래 외, “한국 선도산업의 기술혁신경로 창출능력”, STEPI, 과학기술정책연구원, 2008-18, PP. 53-58.
- 한국산업기술진흥협회, 2009, “기술무역 현황 및 정책적 시사점”, 조사보고서, 한국산업기술진흥협회.
- Barro, Robert J, Sala-i-Martin, Xavier , 『Economic Growth』, McGraw-Hill, 1995.
- Coe, D.T., E. Helpman, and A.W. Hoffmeister, “North-South R&D Spillovers”, *The Economic Journal*, 107, 1997, pp. 134-149.
- Coe, David T. & Helpman, Elhanan, “International R&D spillovers,” *European Economic Review*, Elsevier, vol. 39(5), 1995, pp. 859-887.
- Frantzen, D., “Technical Diffusion, Productivity Convergence and Specialization in OECD Manufacturing”, *INTERNATIONAL REVIEW OF APPLIED ECONOMICS*, Vol.21 No.1, 2007, pp. 75-98.
- Griliches, Z., and J. Mairesse, “Productivity and R&D at the Firm Level,” In Zvi Griliches, (ed) R&D, patents and productivity, Chicago: Univ.of Chicago Press. 1984, pp. 339-374.
- Helpman, E., “ R&D and Productivity: The International Connection”, NBER WORKING PAPER SERIES, Vol. No.6 101, 1997, all
- Lichtenberg, F. et Van Potelsberghe De La Poterie B., “International R&D spillovers: a comment”, *European Economic Review*, 42, 1998, pp. 1483-1491.
- Lucas, Jr., “On the Mechanics of Economic Development”, *Journal of Monetary Economics*, 22 (1), July, 1988, pp. 3-42.
- OECD, Main Science and Technology Indicators, 2002-2008.
- Robert M. Solow, “Technical Change and the Aggregate Production Function”, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 3. 1957, pp. 312-320.

Romer, Paul M., "Endogenous Technological Change", *The Journal of political economy* ,v.94 no.5, 1986 , pp. 1002-1037.

Schmookler, 「Invention & Economic Growth」, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1966.

Westphal, L. E., Linsu, K. and Dahlman, C. J., "Reflections on Korea's Acquisition of Technological Capability", Washington, DC: World Bank, 1984.