

뉴 노멀 시대하 한국기업의 R&D투자가 산업간 기술파급에 미치는 영향

The Impact of Enterprise R&D Investment on Inter-industry Technology Spillover in Korea under the new Normal Era

김선재*, 이영화**

배재대학교 전자상거래학과*, 선문대학교 영어학과**

Seon Jae Kim(sjkim@pcu.ac.kr)*, Younghwa Lee(yhlee831@sunmoon.ac.kr)**

요약

본 연구는 금융위기 이후 새로운 질서로 부상되고 있는 뉴 노멀 시대하 한국 기업의 R&D투자가 각 산업에 미치는 기술파급효과를 생산유발효과, 전후방연관효과, 기술집약효과, 기술확산효과를 통하여 분석하였다. 분석결과 먼저, 생산유발계수가 높은 부문으로는 전문과학 및 기술서비스, 금속제품, 일반기계 등인 반면 비교적 작은 부문으로는 석유 및 석탄제품, 전력, 가스 및 수도 등으로 나타났다. 또한, 산업간 전·후방연관효과를 나타내는 감응도계수와 영향력계수는 비금속광물제품이나 수송장비 등의 부문에서 비교적 높게 나타나 이들 산업을 중심으로 R&D투자를 통한 기술혁신과 생산성 증대가 이루어진다면 여타 산업에 큰 파급효과를 유발하게 될 것으로 보인다. 기술파급효과인 R&D집약효과와 확산효과에서는 두 효과 모두 비교적 높은 부문은 전기 및 전자기기, 정밀기기, 그리고 전문과학 및 기술서비스부문으로 이들 산업으로부터 많은 기술이 체화되어 이전되고 있음을 알 수 있다. 특이한 사항으로 최근에 각광받고 있는 과학전문 및 기술서비스업은 집약효과 및 확산효과 모두에서 높은 R&D투자효과를 보여주고 있어 앞으로 이들 산업의 육성이 필요시 된다고 하겠다.

■ 중심어 : | 뉴 노멀 | R&D투자 | 생산유발효과 | 전·후방연관효과 | 기술파급효과 |

Abstract

The purpose of this study is to examine the impact of enterprise R&D investment on inter-industry technology spillover in Korea under the new Normal Era. In order to do this, we tested the effect of production inducement, backward and forward linkage effects, and the effect of technology spillover such as technology intensity effects and technology diffusion effects based on an input-output framework. The results show that the high index industries of the production inducement effect were professional, scientific and technical activities, manufacture of metal products, and general machinery. Some manufacturers of other non-metallic mineral products and transport equipment sectors appeared to have the strong effect of forward and backward linkages that were almost equivalent to high-tech manufacturing industries. In particular, the industries of professional, scientific and technical activities appeared to have the strong effect of both forward and backward linkages. Therefore, we need to drive a strong policy support to higher enterprise R&D investment in the those particular industries not only to increase global competitiveness, but also to widen up the technology spillover effect on other industries.

■ keyword : | Now Normal R&D Investment | Production Inducement Effect | Forward and Backward Linkage Effects | Technology Spillover |

I. 서론

2008년 미국발 금융위기 여파로 세계경제는 안전판을 잃고 각 분야에서 불균형이 심화되면서 세계 각국들은 생존을 위한 치열한 각축전을 벌이고 있다. 특히 한국경제는 성장둔화와 함께 고용부진이 일상화되고 사회 각 부문의 양극화 현상이 심화되는 뉴 노멀 현상이 나타나고 있는 가운데 그동안 3~5%대로 평가되었던 평균 잠재성장률이 오는 2015~2025년에는 1~2%대로 뚝 떨어질 것이란 우울한 전망이 나오고 있다[1].

이제 세계경제는 본격적으로 뉴 노멀시대에 진입하고 있다. 뉴 노멀 시대의 진입은 '올드 노멀'의 틀에 근거한 과거의 사고방식이 더 이상 유효하지 않게 된다는 것을 의미한다. 이것은 성장, 소비, 행복 등에 대한 시각의 변화가 경제행위의 변화를 야기하고, 나아가 세계경제는 물론 한국경제의 진로에도 큰 영향을 미치게 되기 때문이다. 뉴 노멀시대의 진입 이후 대부분의 한국 기업들은 지속적인 구조조정과 함께 글로벌 경쟁이 가속화되는 상황 속에서 경쟁기업들의 탈 추격의 요구에 직면하고 있다.

이 같은 결과로 상당수의 대기업집단들은 기술혁신과 창조의 필요성을 깨닫고 R&D투자의 규모와 연구개발의 집약도를 전반적으로 확대해가는 노력을 전개하고 있다. 그 중에서도 특히 R&D투자에 대한 관심이 그 중심이 되고 있다. 뉴 노멀 경제하에는 기술혁신이 기업의 경쟁력은 물론 국가경제를 좌우하는 중요한 요소로 인식되면서 이를 실현하기 위한 기업의 R&D투자가 국내 산업의 생산성 제고에 중요한 역할을 하게 되었다.

본 연구는 2010년 한국은행이 발표한 산업연관표를 사용하여 한국기업들의 R&D투자가 산업 각 부문에 미치는 기술파급효과를 분석하고자 한다. 특히 본 연구는 그동안 범국가적 차원에서 행한 종합적인 R&D투자의 파급효과를 분석한 일반적인 연구와는 달리 오직 민간부분 즉, 기업측면에서 행한 R&D투자가 각 산업 간에 끼친 파급효과를 분석하고자 한다.

II. 뉴 노멀시대의 부상과 기업의 R&D 투자

1. 뉴 노멀시대의 부상

2008년 촉발된 글로벌 금융·경제위기는 경제적 차원의 위기일 뿐만 아니라 자본주의 가치와 윤리의 위기로까지 일궈어지고 있다. 그동안 자본주의체제의 근간이었던 '보이지 않는 손'을 강조한 아담 스미스의 시장경제 시스템은 많은 부문에서 약점이 노출되었다. 또한 세계경제는 제공할 수 있는 능력 이상으로 과도한 소비지출을 하면서 곳곳에 자원부족과 환경문제, 나아가 빈익빈 부익부의 불균형 등을 야기 시켰다.

규제완화와 함께 정보통신기술의 발달은 세계 곳곳에 증권화와 파생상품시장의 확대를 꾀하게 되었으며 그 결과 과도한 금융 산업의 발달과 동시에 위험투자도 함께 증가하였다. 뿐만 아니라, 금융기관은 물론 가계까지도 레버리지를 이용한 고위험자산에 과도한 투자를 하기에 이르렀다. 이 같은 투자확대는 한편으로는 경제성장의 동력으로 작용하는 긍정적인 측면도 있었으나 궁극적으로는 자산가격의 버블이라는 결과를 야기 시키고 말았다. 뿐만 아니라, 이 같은 자산가격의 상승은 미국 등 선진국들의 소비수요를 증대시켜 국가 간 교역을 증대시키는데 기여하기도 하였으나 이 또한 글로벌 불균형의 심화를 초래는 결과를 가져왔다.

한편, 신흥국들의 성장에도 불구하고 여전히 미국 달러화의 단일 기축통화체제와 선진국 중심의 국제협력체제가 세계경제를 지배하면서 글로벌 불균형과 달러화라는 리사이클링을 가능하게 만들었다. 이 같은 결과는 미국의 과잉소비와 금융시장의 과도한 성장, 그리고 글로벌 금융을 지배하는 결과를 초래하였다. 뿐만 아니라, 그동안 아시아를 비롯한 많은 신흥국들의 경제성장에도 불구하고 세계경제의 주요문제는 여전히 미국, EU 등 선진국을 중심으로 논의됨으로서 글로벌 위기를 분산·흡수할 수 있는 완충지대를 상실함으로써 급기야 금융위기를 촉발하는 결과를 가져오게 되었다.

이 같은 문제점과 위기에 대한 반성과 새로운 질서모색으로 뉴 노멀이 등장하게 되었다. 미국의 벤처캐피탈리스트 로저 맥나미(Roger McNamee)는 2004년 그의 저서 『The New Normal』에서 뉴 노멀이란 '올

드 노멀'과 대비되는 '새로운 기준'이 일상화되는 미래의 모습을 전망하며 예전보다 위험은 더 많지만 기회도 훨씬 넓어지는 시대 특성을 그려냈다[2]. 한편, 엘 에리언(E-I Erian)은 뉴 노멀은 2002~2006년의 태평성대를 표현하는 올드 노멀과 대비되는 개념으로 금융위기 이후의 세상이 나아갈 새로운 목적지를 뜻한다[3].

그는 특히, 최근 위기의 진원지가 과거와 달리 경제체제의 중심부라는 점에 주목하며 뉴 노멀이 지배할 세계경제는 미국 일극의 고성장에서 다극체제의 저성장으로의 이행이 불가피함을 지적하고 있다. 최근에는 세계최대 채권펀드사(PIMCO) 최고투자책임자(CIO) 빌 그로스(Bill Gross)는 뉴 노멀은 저성장, 저소비, 고실업률 등이 위기 이후 세계경제의 새로운 기준이 된다는 것으로 특히 저성장과 규제강화를 특징으로 한다고 규정하고 있다[4].

이 같은 뉴 노멀 경제 환경 속에 최근에는 R&D투자가 국내 산업의 기술 확산에 커다란 영향을 미치고 있다는 주장이 제기되고 있어 그 관심이 주목되고 있다. 특히 수출품의 경쟁력 확보와 함께 지속적인 성장세를 유지하려는 한국경제에 있어서 기업의 R&D투자가 기술과급에 미치는 효과에 대한 분석은 매우 의미 있는 일이 아닐 수 없다[5].

2. 뉴 노멀 하 한국기업의 R&D투자 현황

한국의 산업구조는 외환위기 이후 혹독한 구조조정 과정을 거치면서 점차적으로 뉴 노멀 경제에 적응하는 혁신주도형 산업구조로 변해 가고 있다. 이는 과거 노동투입과 자본투입을 중심으로 하는 요소투입형 산업구조가 한계에 이르면서 R&D투자 증대와 함께 기술혁신과 지식집약을 통한 생산성 향상을 추구하는 혁신주도형 산업 구조로 발전해 나가는 과정이라고 할 수 있다.

한국의 R&D투자 수준은 양적인 측면에서 크게 증가하고 있다. 2006년도에는 사상최초로 GDP대비 R&D투자 규모가 3.0%를 넘어섰으며, 뉴 노멀 시대에 진입한 2010년에는 한국의 총 R&D투자비가 43조 8,548억 원으로 40조 원대를 돌파하기에 이르렀다. 이것을 달러로 환산하면 379억3,500만 달러로 절대 액 기준으로는 세계 7위권이며 GDP 대비 R&D투자비 비중은 약 3.74%

로 세계 3위를 나타내고 있다.

재원별 R&D투자비는 정부 공공재원이 12조 4,896억 원으로 전체의 28.0%를 차지하고 있으며 민간재원은 31조 4,896억 원으로 전체의 71.8%를, 그리고 나머지는 외국재원이 차지하고 있다. 특히 우리나라의 공공재원의 R&D투자비 비중은 프랑스(41.8%: 2008년), 영국(36.8%), 미국(32.7%: 2008년) 등에 비해 낮은 수준에 속한다.

한편, 기업체가 사용한 R&D투자비는 2010년 최초로 30조원을 넘어선 32조 8,032억 원으로 전체의 74.8%를 차지하고 있다. 이 같은 비중은 2009년 대비 16.5% 증가한 것으로서 세계에서 일본(75.8%: 2009년) 다음으로 높은 수준을 보여주고 있다.

표 1. 기업의 R&D투자 현황[14]

산업	R&D투자비 (백만 원)	매출액대비 연구비(%)
농림수산업	18,029	6.48
광산물	14,819	0.47
음식료품	282,748	0.71
섬유 및 가죽제품	140,750	1.31
목재 및 종이제품	40,453	1.09
인쇄 및 복제	24,446	2.97
석유 및 석탄제품	194,821	0.17
화학제품	2,519,177	3.12
비금속광물제품	195,858	1.22
제 1차 금속제품	516,565	0.81
금속제품	222,331	1.76
일반기계	2,258,104	2.51
전기 및 전자기기	15,327,603	6.72
정밀기기	544,479	6.85
수송장비	4,284,838	3.14
기타제조업제품	75,560	1.29
전력, 가스 및 수도	230,970	0.37
건설	693,856	1.33
소도매	563,506	1.75
음식 및 숙박	2,570,465	0.52
운수 및 보관	18,408	0.41
통신 및 방송	1,395,555	2.24
금융 및 보험	1,316	3.61
부동산 및 사업서비스	56,179	0.22
전문과학 및 기술서비스	586,256	3.11
교육 및 보건	12,932	12.15
사회 및 기타서비스	13,175	3.27
기타	1	1.53

[표 1]은 2010년도 산업별 기업의 R&D투자 현황을 나타내고 있다. 특히, 기업의 매출액 대비 R&D투자비 비중은 전체적으로 약 2.38%를 차지하고 있으며, 이 중

에 제조업과 서비스 부문은 각각 2.08%, 1.85% 나타나고 있다. 특히 교육 및 보건(12.15%), 정밀기기(6.85%), 전기 및 전자기기(6.72%) 등의 부문에서 매출액 대비 높은 R&D투자 활동이 이루어지고 있다.

[표 2]는 기업의 매출액 대비 중·저기술 산업과 첨단산업의 매출액 대비 R&D투자비용의 국제비교를 보여주고 있다[6]. 두 분야에 있어서 한국기업의 매출액 대비 R&D투자는 선진국과 비슷한 수준을 보여주고 있다. 특히, 첨단기술 분야의 경우 한국(9.3%)은 미국(9.6%)과 일본(9.6%)보다는 다소 낮으나 영국(8.4%)이나 독일(8.1%)보다는 높은 수준을 나타나고 있다. 이 같은 결과는 한국의 R&D투자가 주로 첨단산업을 중심으로 이루어지고 있음을 의미한다고 하겠다.

표 2. 기업의 매출액 대비 R&D투자비용의 국제비교[14]

구분	중·저기술 산업 전체 매출액 대비 R&D(%)	첨단산업 매출액 대비 R&D(%)
한국	0.5	9.3
미국	0.7	9.6
일본	1.3	9.6
독일	0.7	8.1
영국	0.6	8.4

표 3. 한국기업 규모별 R&D투자 현황 (단위: 천억 원) [14][15]

		2008	2009	2010
R&D 투자액 (억 원)	전체	273.4	295.4	328.0
	대기업	204.6	216.2	242.1
	중소기업	68.9	79.2	85.9
점유율 (%)	대기업	74.8	73.2	73.8
	중소기업	25.2	26.8	26.2
성장률 (%)	전체	7.8	8.0	11.0
	대기업	6.3	5.7	12.0
	중소기업	16.9	15.0	8.5
매출액대비R&D투자 (%)	전체	2.24	2.42	2.38
	대기업	2.01	2.18	3.90
	중소기업	3.46	3.43	3.45

한편, 기업유형별 R&D투자비는 [표 3]에서 보는 바와 같이 2010년 전체규모 32.8조 원 중 대기업의 R&D투자 비중은 73.8%인 24.2조원인 반면, 중소기업은 26.2%인 8.5조원에 불과해 대기업 중심으로 R&D투자가 이루어지고 있음을 알 수 있다[6]. 2009년과 2010년

도 R&D투자의 증가율을 살펴보면 전년 대비 각각 8.0%와 11.0%로 나타나 2010년도가 높은 성장률을 보이고 있다.

특히, 중소기업의 투자 증가율은 2008년과 2010년 15.0%와 8.5%로 조사되어 R&D투자에 소극적인 경향을 보이고 있다. 그러나 대기업은 2009년도에 상대적으로 낮은 수치인 5.7%를 기록했다가 2010년에는 12.0%로 증가되어 세계 글로벌기업들의 평균증가율 5%(2009년 기준)를 상회하고 있다. 그러나 매출액 대비 R&D투자비용은 글로벌기업들의 평균인 3.8%에 미치지 못하는 2.4%수준에 불과하여 수출경쟁력 확보를 위해 보다 적극적인 R&D투자가 필요한 것으로 보인다.

III. R&D투자와 기술파급효과: 분석 방법론

1. 이론적 배경

R&D투자의 기술파급 효과란 R&D 투자로 인해 창조된 새로운 기술적 지식이 국가나 기업의 생산성 향상과 혁신능력에 있어서 상호 호혜적인 영향을 끼치는 것을 의미한다. 따라서 이렇게 창출된 기술은 배타적이거나 독점적인 것이 될 수 없으며 한 개인이나 기업이 새로운 기술을 사용한다고 해서 다른 사람에게 그 사용이 결코 제한되어서는 안 된다. 이것은 현존하고 있는 기술사용의 비용은 새롭게 창조되는 것에 비하여 무시할 정도로 적어서 누구나 그 기술을 사용할 수 있다는 것을 의미한다. 따라서 기술적 지식의 모든 혜택은 그것을 창조하고 개발하는 창조자들에게 모두 돌아가는 것은 절절하지 않다.

특히, R&D투자는 독특하게도 사적인 이윤창출 못지 않게 높은 사회적 이윤을 창출한다. 따라서 새로운 기술이란 한번 창조된 이후에는 지속적인 사회적 이윤의 증가와 함께 적은 비용으로 확산되면서 다수에게 사용될 수 있게 된다.

최근, 산업 간의 소득과 성장과의 격차에 관한 연구에서 R&D투자로 창출된 가용한 과학적 기술과 지식이 이들 격차를 결정하는 중요한 요소임을 지적하고 있다 [7][8]. 과학적 지식과 기술혁신은 국가나 산업의 생산

성 향상에 있어서 중요한 핵심요소이다. 특히 R&D투자로 창출된 기술의 파급은 산업의 성장을 촉진시키는 물론 인적, 물적 자본의 투자를 유발하고 나아가 기업의 이윤증대와 함께 국가의 경제성장을 이끌게 된다. 따라서 많은 국가나 기업들은 R&D투자를 통한 새로운 기술개발에 사활을 걸고 있는 이유가 여기에 있기 때문이다.

최근에는 R&D투자로 창출된 새로운 기술의 확산과정이 기업 간에는 물론 국내 산업 간의 발전과 성장을 위한 중요한 관심분야가 되고 있다. 특히 기술적 지식은 그것의 '비경쟁적(non-rival)'이란 특성으로 인하여 생산성을 증대시키기 위해 그것을 창조한 사람들보다는 오히려 생산자들에 의해서 많이 사용되어지고 있다. 따라서 이 기술적 지식은 국가나 기업에 있어서 두 가지 형태의 혜택 즉, 파급효과를 유발하게 된다.

첫째, 새로운 기술적 지식은 국가나 기업들에 의해 고품질의 생산품의 생산을 위해 사용될 수 있다. 따라서 이 같은 파급효과는 그것을 적용하는 국가나 기업들의 생산성을 증대시키게 된다.

둘째, 새로운 기술적 지식은 국가나 기업의 새로운 아이디어의 생산이나 기술개발에 사용될 수 있다. 이것은 이러한 혜택을 받는 국가나 기업들에 있어서 효율적인 R&D투자를 증대시키게 된다.

R&D투자로 창조된 과학적 기술과 지식은 무형의 자산으로서 직접적으로 측정되지 않으며 그 파급효과 또한 직접적으로 계측할 수 없다. 지난 10여 년간 많은 학자들은 R&D투자의 기술파급효과에 관련된 경험적 연구들은 발표를 해오고 있다. Mohnen(1990)과 Nadiri(1993)은 다양한 국가와 기간 등 종합적으로 분석된 여러 연구들을 모아 발표한 바 있다[9][10]. 일반적으로 R&D투자는 기술파급효과에 긍정적이며 중요한 영향을 끼치는 것으로 알려져 있으나 그 크기와 범위에 관해서는 다양한 견해가 있다.

R&D투자의 파급효과 유형은 일반적으로 두 가지로 구분될 수 있는데 그 첫 번째로는 기술집약효과를 들 수 있다. 이것은 R&D투자가 새로운 기술이 결합된 기계나 장비, 그리고 생산요소를 생산과정에 도입함으로써 R&D투자가 재화에 체화되어 이전되는 경우를 말한

다. 두 번째로는 기술확산효과로서 R&D투자가 기계나 장비와 같은 매개체를 거치지 않고 기술 혹은 기술적 전문 지식이 전달되는 경우를 말한다[11]. 다음 절에서는 투입-산출모형을 이용하여 민간기업의 R&D투자가 산업간 기술파급에 미치는 다양한 효과들을 분석하고자 한다.

2. 투입-산출모형

2.1 산업간 연관효과

한 산업에서 생산된 재화와 용역이 타산업의 재화나 용역의 생산을 위한 원재료로 투입됨으로서 각 산업은 직·간접으로 상호 연관관계를 맺고 있다. 이러한 산업과 산업 간의 상호 연관관계를 수량적으로 분석하고자 하는 분석기법이 산업연관효과 분석이다. 이 기법은 지식의 흐름과 산업간 R&D 파급효과를 모형화 하는데 좋은 도구로 널리 알려져 있다. 산업연관모형은 크게 수요측 모형과 공급측 모형으로 나눌 수 있다. 수요측 모형은 중간재 수요자측면에서 공급자와의 관계를 분석한다는 점에서 후방연관효과와 연결되고, 공급측 모형은 중간재 공급자로서 각 상품의 수요자에 대한 관계를 분석한다는 점에서 전방연관효과와 연결된다.

먼저, 수요측 모형은 산업들 간의 중간재거래행렬 Z , 각 재화에 대한 최종수요 벡터 Y , 그리고 총산출 벡터 X 를 사용하여 다음과 같이 정의할 수 있다[11].

$$Zi + Y = X$$

여기서 i 는 원소가 모두 1인 열벡터를 나타낸다. 그리고 투입-산출계수행렬 A 를 이용하여 위의 관계를 $X = AX + Y$ 로 나타내고 이 식을 X 에 대하여 풀면,

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (1)$$

이 되며 이때 $(I - A)^{-1}$ 행렬을 레온티에프 역행렬이라 하며 생산유발계수를 나타낸다. 각 원소는 $a_{ij} = \partial X_i / \partial Y_j$ 로 j 부문 최종수요 한 단위 증가로 인해 직·간접적으로 소요되는 i 부문 산출의 총 변화량을 의미한다. 이러한 수요측 모형을 수요유발모형이라고 한다.

한편 총산출은 투입-산출모형의 행렬뿐만 아니라 열함으로도 구할 수 있다. 산업연관표의 행렬체계를 열로

표시하면 아래와 같은 공급유도형 모형이 된다.

$$X' = i'Z + W' \quad (2)$$

여기서 X는 총산출 벡터, Z는 거래행렬, W는 본원적 생산요소벡터를 각각 나타내고 있다. 그리고 산출계수 행렬 G를 사용하여 총산출과 본원적 생산요소와의 관계를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$X' = W(I-G)^{-1} \quad (3)$$

여기서 $(I-G)^{-1}$ 을 고위 역행렬(Ghosh inverse matrix) 또는 산출역행렬이라 하며 이것의 원소는 $g_{ij} = \partial X_j / \partial W_i$ 로서 여타 조건이 불변일 때 i 부문 기초투입 한 단위 변화에 대한 j 부문 산출의 변화단위를 말한다. 공급형 모형은 고정투입계수 대신에 산출물 배분구조는 안정적이라는 공정배분(혹은 산출)계수를 기본 가정으로 하고 있다. 따라서 식(2)에서처럼 공급형은 오직 기초투입의 변화가 산출물의 변화에 미치는 효과만을 추계할 수 있다는 한계를 내포하고 있다.

이 때, 레온티에프 역행렬의 열합을 각 산업의 영향력계수(후방연관효과)로 정의할 수 있으며, 마찬가지로 고위 역행렬의 행합을 감응도계수(전방연관효과)로 정의할 수 있다.

(1) 영향력계수(후방연관효과)

영향력계수는 어느 한 특정 산업부문의 생산물에 대한 최종수요가 한 단위 변화할 때 전 산업부문에 미치는 영향, 즉 후방연관효과 정도를 전 산업 평균에 대한 상대적 크기로 나타내는 계수이다. 각 산업의 영향력계수(ϕ_i)는 각 산업의 생산유발계수 열(Column)합의 평균치를 전 산업 생산유발계수의 평균으로 나누어 구한다.

$$\phi_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij} / \frac{1}{n^2} \sum_j \sum_i a_{ij} \quad (4)$$

여기서 분자는 생산유발계수 행렬 j 열의 평균 원소값, 분모는 생산유발계수행렬 모든 원소들의 평균값으로서, 이 두 값의 비율인 영향력계수는 해당 산업이 다른 산업으로부터 중간 투입물을 구매하는 정도가 타 산업보다 얼마나 더 큰가 혹은, 작은가를 나타내는 수치이

다. 만약, 이 계수가 1 보다 크면 해당 산업은 다른 산업들로부터 평균적인 산업들보다 높은 파급효과를 전체 경제에 주는 산업으로 간주된다.

(2) 감응도계수(전방연관효과)

감응도계수는 모든 산업부문의 생산물에 대한 최종수요가 한 단위 변화할 때 어떤 산업이 받는 영향 즉, 전방연관효과가 어느 정도인가를 전 산업평균에 대한 상대적 크기로 나타내는 계수이다. i 산업의 감응도계수(ψ_i)는 각 산업의 생산유발계수 행(Row)합의 평균치를 전 산업 생산유발계수의 평균으로 나누어서 구한다.

$$\psi_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} / \frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j a_{ij} \quad (5)$$

여기서 분자는 생산유발계수 행렬 i 행의 평균 원소값, 분모는 생산유발계수행렬 모든 원소들의 평균값으로서, 이 두 값의 비율인 감응도계수는 해당 산업의 제품이 여타 산업의 제품보다 얼마나 많게 혹은 적게 다른 산업들의 중간 투입물로 구매되고 있는 정도를 나타낸다. 만약 1보다 크다면 그 산업의 제품이 평균적인 산업의 제품보다 더 많이 다른 산업들의 중간투입물로 구매되고 있음을 의미하므로 타 내생산업을 보다 평균적으로 더 많은 파급효과를 받는 산업으로 간주된다.

2.2 산업간 기술파급효과

산업간 연관관계는 중간재 수요자 혹은 중간재 공급자의 측면에서 정의할 수 있듯이 산업간 기술적 연관관계도 생산자와 사용자의 입장에서 분석할 수 있다. 본 연구에서는 산업간 기술파급효과를 분석하기 위해 투입산출모형을 수요측 모형에서 기술집약효과로, 공급측 모형에서 기술확산효과로 정의한다.

(1) 기술집약효과

기술집약효과는 기술수요자의 입장에서 본 산업간 기술연관효과로서 기술파급효과와 후방연계를 바탕으로 구한 것이다. 따라서 현시점에서 각 상품에 어느 정도의 기술이 체화되어 있는지를 평가하려면 기술집약효과 분석을 통해 할 수 있다.

먼저, 중간투입재에 체화되어 타 산업으로 이전되는 R&D흐름은 다음과 같이 구할 수 있다. 만약 산업 1이 생산을 위해 산업 2의 생산품을 중간투입재로 사용한다면 이 때 산업 2의 생산품에 체화되어 있는 기술도 함께 이전된다. 이처럼 중간투입재에 체화되어 타 산업으로 이전되는 산업간 R&D흐름(RDS)은 다음과 같다.

$$RDS = [E'(\hat{X})^{-1}](1-A)^{-1} = EI'(1-A)^{-1} \quad (6)$$

여기서, E는 각 산업의 R&D 지출을, EI는 각 산업의 단위당 산출에 대한 R&D지출, 즉 자체 R&D 집약도를 나타낸다. 이렇게 구해진 행렬을 열합하면 최종수요 증가로 인한 각 산업의 R&D 집약효과(RDI)를 구할 수 있다.

$$RDI = i'EI'(1-A)^{-1} = i'EII \quad (7)$$

그러나 레온티에프 역행렬의 각 원소는 최종수요 한 단위 발생할 경우 각 산업에 유발되는 생산을 나타내므로 산업별 생산품에 체화된 기술을 측정하기 위해서는 기존의 연관계수를 수정해서 사용해야 한다[12]. 즉, 다음과 같이 레온티에프 역행렬(1-A)⁻¹의 원소 a_{ij}를 a_{ij}^{*}로 나누어 j 재화 생산 1단위에 따라 유발되는 i 재화 생산량을 나타내는 생산계수 a_{ij}^{*}를 이용한다.

$$a_{ij}^* = a_{ij} / a_{ij}^* = (\Delta X_i / \Delta Y_j) / (\Delta X_j / \Delta Y_j) = \Delta X_i / \Delta X_j \quad (8)$$

이렇게 수정된 레온티에프 역행렬을 가중치로 사용하여 산업간 R&D흐름을 구하면 다음과 같다.

$$RDS^* = EI'(I-A^*)^{-1} \quad (9)$$

이들 R&D흐름의 열합을 구하여 산업의 총 R&D집약도(TRI)를 구할 수 있다.

$$RDI = i'EII^* \quad (10)$$

(2) 기술확산효과

기술확산효과는 기술생산자의 관점에서 전방연계에 근거한 산업간 기술연관관계를 나타낸다. 따라서 현 시

점에서 어떤 산업의 기술혁신효과가 타 산업 혹은 전체 경제에 보다 큰 영향을 미치는지는 기술확산효과 분석을 통해서 할 수 있다.

여기서 공급유도형 모형과 고취 역행렬을 이용하여 기술확산효과를 구할 수 있다. 즉, 고취 역행렬의 원소 g_{ij}를 g_{ij}^{*}로 나누어 구한 새로운 계수 g_{ij}^{*}를 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다. 우선, X' = W(I-G)⁻¹에서 구한 고취 역행렬을 본원적 생산요소-산업산출의 관계가 아닌 산업산출-산업산출의 관계로 수정하면 다음과 같다.

$$g_{ij}^* = g_{ij} / g_{ii} = (\Delta X_j / \Delta W_i) / (\Delta X_i / \Delta W_i) = \Delta X_j / \Delta X_i \quad (11)$$

앞에서와 같은 논리로 기술 생산자의 측면에서 본 산업간 R&D흐름은 다음과 같이 구할 수 있다. 이 때 수정된 고취 역행렬은 산업간 R&D흐름에 대한 가중치로 활용된다.

$$IGM^* = EI'(I-G^*)^{-1} \quad (12)$$

그리고 이들 R&D흐름의 행합을 구하면 산업의 총 R&D확산효과(RDD)를 구할 수 있다.

$$RDD = IGM_i^* \quad (13)$$

IV. 실증분석

1. 자료

분석의 기본 자료가 되는 산업연관표는 한국은행이 작성한 2010년 28부문으로 구성된 산업연관표(연장표)를 이용하였다. 그리고 산업별 총연구개발비는 국가과학기술위원회·한국과학기술기획평가원의 『2010년도 연구개발활동조사보고서』와 한국산업기술진흥협회의 『2011년도 기업의 연구개발투자 및 연구인력 동향과 전망』의 자료를 사용하였다[13-15]. 이 때 산업분류는 연구개발비 산업분류를 산업연관표 28부문 수에 맞추

어 재구성 하였다

2. 분석결과

2.1 생산유발계수, 영향력계수, 감응도계수 분석

산업연관분석에 있어서 장점중의 하나는 생산유발효과 의 계측에 있다. 그러나 기업의 R&D투자와 관련 재화 나 서비스에 대한 최종수요가 발생하였을 때 투입계수를 매개로 하여 무한히 계속되는 생산유발효과를 일일이 계 산한다는 것은 현실적으로 매우 힘든 작업이다.

이러한 문제 해결을 위해 레온티에프 역행렬을 사용 하여 [표 4]에 도출하였다. 생산유발계수는 연립방정식 을 푸는 과정에서 계산된 계수이지만, 최종수요가 한 단위 증가 하였을 때 각 산업에 미치는 직·간접 생산과 급효과를 나타내는 경제적 의미를 지니고 있다.

우선, 생산유발계수가 높은 부문으로는 전문과학 및 기술서비스(2.5491), 금속제품(2.3841), 일반기계(2.3611), 수송장비(2.3115) 등으로 나타났다. 반면 비교적 작은 부 문으로는 석유 및 석탄제품(1.2242), 전력, 가스 및 수도 (1.4773), 부동산 및 사업서비스(1.5731) 등이다. 이들 생 산유발계수가 작은 이유는 중간투입률이 낮아서 즉, 생 산의 우회도가 낮기 때문으로 풀이된다.

도출된 영향력계수와 감응도계수를 부문별로 보면 영향력계수가 비교적 높은 부문은 수송장비(2.2720)나 비금속광물산업(2.1468) 부분이며 상대적으로 낮은 부 문으로서 운수 및 보관(1.4104)과 전력, 가스 및 수도 (1.3624) 등으로 나타나고 있다. 따라서 이들 영향력 계 수가 높은 산업 부문에서 기술혁신을 통한 생산성 증대 가 이루어진다면 여타 산업에 큰 과급효과를 유발하게 될 것이다.

한편, 감응도계수가 높은 부문은 제1차금속산업 (2.9726), 광산업(2.7382), 그리고 비금속광물제품 (2.3718) 등으로 비교적 중간수요율이 높은 부문이며, 낮은 부문으로는 건설(1.0432), 사회 및 기타서비스 (1.3033) 그리고 가구 및 수송장비(1.3593) 등으로 나타 났다.

표 4. 생산유발계수, 영향력계수, 감응도계수

산업	생산유발 계수	영향력 계수	감응도 계수
농림수산업	1.8605	1.6438	2.1155
광산업	1.6841	1.3890	2.7382
음식료품	2.1341	1.9163	1.4741
섬유 및 가죽제품	2.0031	1.8171	1.7556
목재 및 종이제품	1.9770	1.8182	2.3181
인쇄 및 복제	2.0763	1.9625	2.2815
석유 및 석탄제품	1.2242	1.6897	2.2827
화학제품	2.0172	1.9631	2.1064
비금속광물제품	1.9274	2.1468	2.3718
제 1차 금속제품	2.2894	2.0975	2.9726
금속제품	2.3841	2.1321	2.2209
일반기계	2.3611	2.1021	1.9715
전기 및 전자기기	1.9911	1.6789	1.5781
정밀기기	2.0752	1.7120	1.7093
수송장비	2.3115	2.2720	1.3593
기타제조업제품	2.2304	2.0703	1.6627
전력, 가스 및 수도	1.4773	1.3624	1.7225
건설	2.1043	1.8318	1.0432
소도매	1.7223	1.5286	1.8120
음식 및 숙박	2.0603	1.8893	1.7498
운수 및 보관	1.5860	1.4104	1.8308
통신 및 방송	1.8832	1.8278	2.1062
금융 및 보험	1.7072	1.5211	2.0608
부동산 및 사업서비스	1.5731	1.6578	1.8249
전문과학 및 기술서비스	2.5491	1.9573	1.8592
교육 및 보건	1.5932	1.7627	1.4499
사회 및 기타서비스	1.9281	1.8840	1.3033
기타	1.0037	2.0239	2.0904

2.2 산업별 기술집약효과 및 기술확산효과 분석

[표 5]에서 도출된 R&D집약효과와 확산효과를 부문 별로 보면, R&D집약효과가 비교적 높은 부문은 전기 및 전자기기(0.065), 정밀기기(0.0565) 그리고 전문과학 및 기술서비스(0.0427) 부분이며 상대적으로 낮은 부문 으로는 목재 및 종이(0.0015), 광산업(0.0016) 그리고 농 수산업(0.0022) 등으로 나타났다.

한편, R&D확산효과가 높은 부문으로는 역시 전기 및 전자기기(0.0612), 정밀기기(0.0510), 그리고 전문과학 및 기술서비스(0.0429) 등으로 비교적 중간수요율이 높 은 부문이며, 낮은 부문으로는 광산업(0.0014), 목재 및 종이(0.0014), 그리고 농림수산업(0.0026) 등이다.

이상의 결과를 종합해 보면 전기 및 전자기기, 정밀 기기 등 첨단산업 부문에서 R&D집약효과와 확산효과 가 높게 나타나고 있어 이들 산업으로부터 많은 기술이 체화되어 이전되고 있음을 알 수 있다. 여기서 특이한 사항으로 최근에 각광받고 있는 과학전문 및 기술서비

스업은 집약효과 및 확산효과 모두에서 높은 R&D투자 효과를 보여주고 있어 앞으로 이들 산업의 육성이 필요할 것으로 보인다.

반면 중·저기술산업과 서비스부문에서는 R&D투자 효과가 비교적 낮게 나타나고 있어 이들 분야에서의 R&D투자 효과를 제고하는 일이 풀어야 할 과제라고 하겠다.

표 5. R&D투자의 집약효과와 확산효과

산업	R&D집약효과	R&D확산효과
농림수산업	0.0022	0.0026
광산물	0.0016	0.0014
음식료품	0.0067	0.0071
섬유 및 가죽제품	0.0048	0.0038
목재 및 종이제품	0.0015	0.0014
인쇄 및 복제	0.0054	0.0021
석유 및 석탄제품	0.0021	0.0030
화학제품	0.0169	0.0248
비금속광물제품	0.0120	0.0109
제 1차 금속제품	0.0058	0.0062
금속제품	0.0202	0.0265
일반기계	0.0237	0.0222
전기 및 전자기기	0.0659	0.0612
정밀기기	0.0565	0.0510
수송장비	0.0399	0.0313
기타제조업제품	0.0131	0.0032
전력, 가스 및 수도	0.0068	0.0062
건설	0.0276	0.0232
소도매	0.0031	0.0035
음식 및 숙박	0.0039	0.0038
운수 및 보관	0.0025	0.0032
통신 및 방송	0.0258	0.0229
금융 및 보험	0.0035	0.0036
부동산 및 사업서비스	0.0045	0.0074
전문과학 및 기술서비스	0.0427	0.0429
교육 및 보건	0.0087	0.0095
사회 및 기타서비스	0.0068	0.0052
기타	0.0037	0.0045

V. 결론

본 연구는 금융위기 이후 새로운 질서로 부상되고 있는 뉴 노멀 시대 하 2010년 한국은행이 발표한 산업연관표(연장표)를 사용하여 28부문으로 구성된 산업들에 대한 기업의 R&D투자가 각 부문에 미치는 기술과급효과를 생산유발효과, 전후방연관효과, 기술집약효과, 기술확산효과를 통하여 분석하였다.

먼저, 생산유발계수가 높은 부문으로는 전문과학 및

기술서비스, 금속제품, 일반기계 등인 반면 비교적 낮은 부문으로는 석유 및 석탄제품, 전력, 가스 및 수도 등으로 나타났다.

또한, 산업간 전·후방연관효과를 나타내는 감응도계수와 영향력계수는 비금속광물제품이나 수송장비 등의 부문에서 비교적 높게 나타나 이들 산업을 중심으로 R&D투자를 통한 기술혁신과 생산성 증대가 이루어진다면 여타 산업에 큰 파급효과를 유발하게 될 것으로 보인다.

기술과급효과인 R&D집약효과와 확산효과의 분석에서는 두 효과 모두 비교적 높은 부문은 전기 및 전자기기, 정밀기기, 그리고 전문과학 및 기술서비스 등이며 상대적으로 낮은 부문으로서는 목재 및 종이, 광산업, 그리고 농수산업 등으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면 전기 및 전자기기, 정밀기기 등 첨단산업부문에서 R&D 집약효과와 확산효과가 비교적 높게 나타나고 있어 이들 산업으로부터 많은 기술이 체화되어 이전되고 있음을 알 수 있다. 그리고 특이한 사항으로 최근에 각광받고 있는 과학전문 및 기술서비스업은 집약효과 및 확산효과 모두에서 높은 R&D 투자효과를 보여주고 있어 이들 산업의 육성이 필요할 것으로 보인다. 또한 한국기업의 R&D투자의 대부분이 첨단산업 부문에 이루어지고 있는 반면 중·저기술산업과 서비스부문에서는 R&D투자효과가 비교적 낮게 나타나고 있어 이들 분야에서의 R&D투자 효과를 제고하는 일이 풀어야 할 과제라고 하겠다. 특히, 다수의 서비스 관련 산업의 기술과급효과는 상당히 낮게 나타나고 있는데 이것은 이들 산업의 기술확산효과가 여타 산업들의 의존에 의해서 이루어짐을 짐작할 수 있다. 따라서 뉴 노멀 시대하 이들 산업분야의 R&D투자효과를 제고하기 위한 맞춤형 정책들이 고려되어야 할 것으로 본다.

뉴 노멀은 한국경제에 있어서 새로운 성장 동력을 찾아야 한다는 강력한 메시지를 제시하고 있다. 이제 한국경제는 노동이나 자본의 물량투입 위주의 성장전략으로는 한계를 가질 수밖에 없다. 따라서 뉴 노멀 시대하 하락하는 경제의 성장잠재력을 높일 수 있는 유일한 방법은 생산함수 자체를 더 효율적으로 만드는 것이다.

이러한 경제의 효율성은 기술의 진보나 창조로부터 나오고 기술의 진보나 창조는 곧 R&D투자의 결과물임을 부인할 수 없다.

따라서 뉴 노멀 시대 하 기업들의 효율적인 R&D투자를 유도하기 위해서는 기술적 파급효과가 큰 전략산업 분야에 대한 정부의 맞춤형 정책들이 뒤따라야 할 것으로 본다.

참고 문헌

[1] 뉴 노멀이란 ‘새로운 일반화’를 뜻하는 용어로 2005년 미국의 벤처캐피탈리스트 로저 맥나미(R. McNamee)가 처음 사용한 용어.

[2] R. McNamee, *The New Normal: Great Opportunities in a Time of Great Risk. Portfolio*, pp. 135-138, 2004.

[3] M. El-Erian, *A New Normal (Secular Outlook)*, PIMCO. pp.1-8, 2009.

[4] <http://buzz.money.cnn.com/2012/12/04/bill-gross-pimco-investments/>

[5] 김선재, 이영화, 임광혁, “인적자본형성으로서의 교육투자와 경제성장과의 관계: OECD 비영어권 국가들을 중심으로”, 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제3호, pp.315-325, 2010.

[6] 김선재, 이영화, “뉴 노멀 시대하 한국기업의 R&D투자가 무역에 미치는 영향”, 한국콘텐츠학회논문지, 제12권, 제9호, pp.357-368, 2012.

[7] J. Eaton and S. Kortum, “Technology, Geography and Trade,” *Econometrica*, Vol.70, No.5, pp.1741-1779, 2002.

[8] P. Klenow and A. Rodriguez-Clare, “Externalities and Growth,” in *The Handbook of Economic Growth* (Eds), A. Philippe and S. Durlauf, Elsevier, Amsterdam, 2005.

[9] P. Mohnen, “New Technology and Inter-industry Spillovers,” *STI Review*, Vol.7, pp.131-147, 1990.

[10] M. Nadiri, “Innovations and Technological Spillovers,” *NBER Working Paper No.4423*, 1993.

[11] 이공래, 박재민, 황정태, 김은경, *지식집약서비스부문의 혁신특성과 전략*, 과기술정책연구원, 2002.

[12] R. Miller and P. Blair, *Input-Output Analysis: Foundation and Extensions*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1985.

[13] 한국은행, 2010년 산업연관표(연장표).

[14] 국가과학기술위원회 · 한국과학기술기획평가원, *2010년도 연구개발활동조사보고서*, 2011.

[15] 한국산업기술진흥협회, *2010년도 기업의 연구개발 투자 및 연구인력 동향과 전망*, 2010.

저자 소개

김 선 재(Seon Jae Kim)

정회원



- 1976년 2월 : 경희대학교 문리과 대학(이학사)
- 1985년 5월 : University of Colorado at Boulder(경제학 석사)
- 1988년 5월 : University of Colorado at Boulder(경제학 박사)
- 1989년 9월 ~ 현재 : 배재대학교 전자상거래학과 교수 <관심분야> : 디지털경제, 국제경제, 전자상거래

이 영 화(Younghwa Lee)

정회원



- 1985년 2월 : 경북대학교 인문대학 영어영문학과(문학사)
- 1998년 11월 : University of Portsmouth, UK (MA in Applied Linguistics & TEFL)
- 2003년 10월 : Lancaster University, UK(Ph.D in Linguistics)
- 2004년 2월 ~ 2008년 2월 : 침례신학대학교 영어과 전임강사
- 2008년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 영어학과 조교수 <관심분야> : 영작문교육, 작문 피드백, 영어능력과 산업경제