

한국 R&D투자의 기술수준별 제조업 구분에 따른 경제적 파급효과 분석: 산업연관표 활용

박창대* · 안승구** · 박중구***

<목 차>

- I. 서론
- II. 선행연구 분석
- III. 연구방법론
- IV. 분석결과
- V. 결론

국문초록 : 본 논문은 한국의 연구개발투자가 제조업구분에 따른 파급효과들을 산업연관 분석을 이용하여 분석하고 있다. 연구 방법은 2010~2014년 국내 산업연관표 상에서 연구개발투자 부문을 외생화하고, 경제협력개발기구(OECD)의 기술수준 분류표에 입각하여 기술수준별로 제조업을 분류하여 연구개발투자가 미치는 생산유발효과와 부가가치유발효과를 분석하였다.

분석결과, 연구개발투자의 기술수준별 제조업 구분에 따른 생산유발효과는 중고기술과 중저기술에 속한 제조업에서 높은 것으로 나타났으며, 부가가치유발효과 역시 중고기술 제조업에서 높은 것으로 나타났다. 반면 연구개발투자가 가장 많은 고기술제조업에서 생산유발효과와 부가가치유발효과가 상기 2부문보다 낮은 것으로 분석되었다. 이러한 결과들은 한국 제조업이 연구개발투자를 통해 기술수준의 제고를 달성하고 이를 산업구조의 고도화로 이어간

* 서울과학기술대학교 에너지정책학과 박사과정 (hotputgochu@gmail.com)

** 한국과학기술기획평가원 선임연구위원 (ask@kistep.re.kr)

*** 서울과학기술대학교 에너지정책학과 교수, 교신저자 (jig@seoultech.ac.kr)

다는 품질사다리론과 연계되지 않았음을 의미한다.

이러한 분석결과로부터 한국의 연구개발투자가 고기술제조업의 생산유발과 부가가치효과
의 증대를 위해 구조조정이 필요하다는 시사점을 얻었다. 본 논문은 산업연관표의 구조적 특
성으로 인해 연구개발투자의 시차를 고려하지 못한 한계를 안고 있다.

주제어 : 연구개발투자, 기술수준별 제조업, 경제적 파급효과, 산업연관분석

A Study on the Economic Impacts of Korean R&D Expenditure on the Manufacturing Industry by Technological Levels: Using the Input-Output Table

Chang-Dae Park · Seung-Ku Ahn · Jung-Gu Park

Abstract : This study analyzes the economic impacts of Korean R&D expenditure on the industrial structure by technological levels using 2010~2014 Input-Output table data. The industrial structure is reclassified into 4 manufacturing industries by OECD's Technology Intensity Definition. Then, we analyzes the production-inducing and value added - inducing of those industries.

As the results of the analysis, it is found that the production-inducing effect by the R&D expenditure has been higher in the middle-high and middle-low technology manufacturing and that the value added-inducing effect has been higher in the middle-high technology manufacturing. On the other hand, the production and value added-inducing effects has been lower in the high-tech manufacturing which is highest in the R&D expenditure. The above results indicate that industrial structure has not been linked with the quality ladder that expresses the enhancement of tech level through R&D expenditure.

Based on these results, the policy recommendation implies that R&D expenditure should be concentrated to improve the production- and value-added effects of the high technology manufacturing in order to advance the industrial structure. However, this study has the limitation that the analyses on the dynamic-inducing effects are not carried out due to the lack of fixed capital formation data.

Key Words : Korea's R&D expenditure, Economic impacts, Industrial structure,
Input-Output analysis

I. 서론

국내외 경제환경이 빠르게 변화하고 불확실성이 증가하는 상황에서 경제발전의 동인으로서 노동과 자본의 축적 외에 기술혁신의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 세계 각국들은 기술혁신을 활성화하기 위해 이에 필요한 연구개발(Research & Development, 이하 R&D)의 양적 확대와 질적 제고를 위한 전략적 노력을 강화하고 있다.

2013년 경제협력개발기구(Organisation for Economic Cooperation and Development, 이하 OECD) 회원국들의 총 R&D 실질지출액은 2012년보다 2.7% 증가한 1.1조 달러이었으며, 국내총생산(Gross Domestic Product, 이하 GDP) 대비 R&D투자 비중은 전년과 동일한 2.4%에 달하였다. 미국은 과학적 발견과 기술적 혁신을 경제성장의 중요한 요인으로 설정하고 R&D에 대하여 우선순위를 제시하고 있으며, 유럽연합(European Union)은 경제회복을 위해 'Horizon 2020' 전략을 수립하고 기술혁신에 대한 투자확대 및 혁신정책의 개혁을 추진하고 있다. 중국은 기술혁신으로 지속적인 경제성장을 이끌기 위해 혁신주도형 발전전략의 수립 및 개편을 강조하고 있다(한국개발연구원, 2015).

우리나라도 선진국 기술과 제품을 모방하는 추격형 전략 추진에 이어 2000년대 들어서는 혁신선도형 성장전략을 추진하고 있다. 이에 따라 국가 총 R&D투자는 세계 상위권 수준을 기록하고 있는데 반해 아직 논문 한 편 당 평균피인용횟수나 사업화성과 등 투자에 따른 질적 성과는 부족한 것으로 지적되고 있다.

이같이 R&D의 중요성이 증대되는 가운데 R&D투자가 '지식스톡(knowledge stock)의 증대→기술의 진보와 혁신→모방과 확산'의 과정을 통해 경제성장에 기여한다는 이론을 증명하기 위해 R&D투자, R&D집약도, 연구개발스톡 등을 사용하여 많은 연구들이 이루어졌다(하정훈·이동욱, 2009). 특히 Klette and Griliches(2000)는 Grossman & Helpman(1991)이 제시한 품질사다리이론(Quality Ladders)을 R&D투자와 성장에 적용시킨 결과, R&D집약도와 산업 내 혁신경쟁 간에 양(+의 상관관계가 있음을 증명하였으며, Tsang et al.(2008)은 R&D투자에 따른 기업의 부가가치 차이가 R&D종류와 산업의 기술수준에 기인하고 있다고 주장하고 있다. 그러나 제조업의 경우 지식기반사회로 발전해 나갈수록 산업별 기술차이를 일반적인 산업 구분으로는 설명하기 어려우며(Nootboom, 1999), 세분화된 산업수준에서 R&D집약도에 따른 차이를 관찰할 수 있다(Klette and Griliches, 2000). 그러나 기존의 연구에서 R&D투자를 바탕으로 기술수준별 분류를 함께 고려하여 제조업에 미치는 파급효과를 분석한 연구는 미흡한 것으로 평가된다.

본 논문은 R&D투자에 따른 기술수준의 고도화가 달성되었는지를 분석하기로 한다. 구체적으로, 국공립·비영리·산업·기업 내 R&D를 포괄한 국가 단위의 R&D투자가 제조업, 특히 기술수준별 제조업 군에 미치는 경제적 파급효과를 한국은행에서 발행하는 2010~2014년 동안 5개 연도의 산업연관표(Input-Output Table, 이하 I-O표)를 이용하여 분석하기로 한다. 이는 제조업이 우리나라 총 R&D투자의 50% 이상을 차지하고 있기 때문이며, 지금까지 I-O표를 활용한 대부분의 연구결과에서 경제적 파급효과가 음식료, 부동산 등 R&D투자가 적은 산업군에서 R&D투자가 많은 산업군보다 크게 나타나는 것(정군오 외, 2013; 정군오 외, 2014)을 극복하고자 하기 때문이다. 분석의 범위는 R&D투자가 기술수준별 제조업에 미치는 생산유발효과와 부가가치유발효과를 포함한다.

본 논문의 구성은 1장 서론에 이어, 2장에서는 선행연구를 살펴보기로 한다. 이후 3장에서는 산업연관분석을 통한 방법론을 설정하고, 4장에서는 분석결과를 설명하기로 한다. 마지막으로, 5장에서는 분석결과의 요약과 시사점을 도출하고 연구의 한계점을 제시하기로 한다.

II. 선행연구 분석

1. OECD 기술수준별 산업 분류¹⁾

제조업 내 업종별 R&D투자를 고려하여 산업구조 등에 대한 경제적 파급효과를 분석하기 위해서는 OECD의 기술수준별 산업군에 따라 산업들을 재분류할 필요가 있다. OECD는 생산액 대비 R&D투자가 차지하는 비중인 R&D집약도를 기준으로 4개의 기술수준별 산업군, 즉 고기술, 중고기술, 중저기술, 저기술 산업군을 정의하고²⁾, 국제표준산업분류표에 따라 <표 1>과 같이 22개 제조업을 분류하고 있다. 주경원(2002)은 한국을 대상으로 한 분석에서 우리나라의 1995년 매출액 대비 R&D지출비율과 종업원 천 명당 연구원 수를 바탕으로 OECD와 우리나라 산업 R&D집약도를 비교한 결과 기술수준별 4

-
- 1) 산업연구원에서 운영 중인 ‘산업통계 분석시스템(ISTANS)’은 ‘주제별 통계-산업구조-제조업 내 기술수준 기준’에서 OECD의 기술수준별 분류기준에 따라 우리나라의 각 산업군별 제조업 비중을 제시하고 있다.
 - 2) OECD(2011)의 부속표에서 1991~1999년 자료를 사용한 R&D집약도를 기반으로 하고 있으며, 이후 산업의 변화에 따라 산업의 정의와 분류는 갱신되고 있다.

가지 산업분류가 거의 일치하는 것을 확인하고 있다. 동 분류를 바탕으로 홍지승·홍석일(2008)은 국내 중소기업의 기술혁신 유형화를 분석하면서 시장수요와 공급경쟁 등에 있어서 기술집단 내 공통성과 기술집단 간 차별성을 비교적 잘 나타내고 있다고 제시하고 있다. 따라서 본 연구에서도 동 분류방식을 사용하여 분석하고자 한다.

<표 1> OECD의 R&D집약도에 따른 기술수준별 제조업 분류

| 구분 | 산업군 |
|----------|--|
| 고기술 제조업 | 의약품, 사무/회계 및 컴퓨터 장비, 영상/음향기기 및 통신장비, 의료 및 정밀기기, 항공 및 우주선 |
| 중고기술 제조업 | 화학제품(의약품 제외), 기타기계 및 장비, 전기 기계 및 장치, 자동차 및 트레일러, 철도 및 기타 운송장비 |
| 중저기술 제조업 | 석탄/석유제품 및 핵연료, 고무 및 플라스틱 제품, 비금속 제품, 1차 금속, 금속제품(기계와 장비 제외), 선박 |
| 저기술 제조업 | 음식료품, 담배, 섬유제품, 의복 및 모피, 가죽 및 관련제품, 신발, 목재 및 관련제품, 종이 및 관련제품, 출판 및 인쇄, 기타제조업, 재생용품 |

출처: OECD, 2016.

2. 선행연구

국가단위에서 R&D투자가 경제성장에 미치는 영향을 분석한 해외연구는 다수 존재하였으나, 기술수준을 종합적으로 고려하는 논문은 많지 않은 것으로 조사되었다(<표 2> 참조). Birdsall & Rhee(1993)는 1975~1980년까지 OECD 및 개발도상국의 데이터를 활용하여 R&D지출이 경제성장에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 분석결과, OECD국가에서는 R&D지출이 경제성장에 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 개발도상국에서는 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 일정 수준의 경제성장을 이루지 못한 개발도상국에서 R&D투자의 성과가 나타나기 어렵기 때문에 R&D 직접투자보다 인력에 대한 교육 및 훈련이 더 중요하다고 분석하고 있다. Estrada & Montero(2009)는 1970~2006년까지 미국, 독일, 일본, 영국, 프랑스, 이탈리아, 스페인 등 7개 국가를 대상으로, R&D투자가 장기 경제성장에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과, R&D투자가 경제성장에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다. Wang et al.(2013)은 1991~2006년까지 23개 OECD 국가 및 대만 등에서 고기술 제조업의 R&D지출이 GDP에 영향을 미치는 이종효과(heterogeneous effects)를 분석하였다. 종속변수로는 1인당 GDP, 독립변수로는 기업R&D의 고기술 분야 비중, GDP 대비 기업R&D지출 비중, 고등교육과정 졸업비율,

실업률 등을 사용하여 분석한 결과, 회귀분석(OLS)을 통해서도 고기술 R&D지출이 1인당 GDP에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났으나, 분위수 분석(Quantile regression)을 통해서도 고기술 R&D지출이 95분위에서 1인당 GDP에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 고기술 R&D지출이 1인당 GDP가 높은 국가에서 효과적임을 의미한다. 이와는 별도로, Klette and Griliches(2000)는 R&D투자와 성장의 원동력이 되는 확률적 혁신, 거시성장연구에서 제시된 품질 사다리(Quality ladder) 모형, 기업단위 특허 경쟁 및 제품 차별화에 적용한 동태 모형 등을 적용하여 내재적 기업성장의 부분균형모형을 제시하였다. 이를 통해 R&D투자와 기업규모의 비례성, Gibrat 법칙으로 불리는 기업의 규모와 독립적인 기업의 성장, R&D 집약도와 산업 내 혁신경쟁의 양(+)의 상관관계 등이 이론적으로 설명이 가능하고 실증적으로도 증명된다고 주장하고 있다.

한편, 국내 연구에서도 R&D투자가 산업 또는 경제성장에 미치는 영향에 대한 연구는 활발히 이루어지고 있다. 김요한(2010)은 1995~2003년까지 OECD 패널통계를 활용하여 제조업을 고기술과 저기술 산업군으로 나누어 선진국과 우리나라의 기술수준 격차가 경제성장과 수출성장에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과, ‘선진국의 생산성에 수렴할수록 성장잠재력이 약화될 것이다.’ 라는 따라잡기 가설과 ‘선진국과 R&D투자 격차가 축소될수록 R&D투자의 수출기여도가 감소할 것이다.’ 라는 가설 모두 채택하였다. 특히 고기술 제조업에서 분석결과가 더욱 강하게 나타났다. 이는 우리나라가 투입주도형 발전 전략이나 모방전략에 의한 경제추격은 더 이상 적합하지 않으며 선진국 추격을 위한 혁신의 방법으로 R&D투자의 양적 확대에 한계가 있음을 제시하고 있다. 정군오 외(2014)는 1995년, 2000년, 2005년, 2009년 I-O표를 바탕으로 기업 내 R&D부문의 생산유발효과, 부가가치유발효과, 취업유발효과와 전·후방연쇄효과를 분석하였다. 분석결과, 모든 유발효과가 전 기간에 걸쳐 상승하는 것으로 나타났으며 특히 R&D투자가 집중적으로 이루어지는 전기 및 전자기기 산업부문의 순위가 급상승한 것으로 분석되었다. 하지만 R&D투자가 크지 않은 산업에 해당하는 음식점 및 숙박, 도소매 산업 등이 각 유발효과에서 최상위 권으로 나타났으나, 이에 대한 반증은 제시하지 않고 있다. 정군오 외(2013)는 한국 보건의료산업의 R&D투자가 국가경제에 미치는 영향에 대해서 2009년 I-O표를 사용하여 산업연관분석을 시행하였다. 분석을 위해 의약품, 의료기기, 의료 및 보건 부문을 보건의료산업으로 정의하고 각 부문을 종합하여 별도로 외생화시키고 이를 I-O표의 대분류에 포함시켜 29개로 재구성하였다. 분석결과, 2009년 기준 생산유발효과는 5084.7억 원을 그리고 부가가치유발효과는 2,058.3억 원을 유발하였으며, 부동산 및 사업서비스와 금융 및 보험부문에서 높게 나타났다. 취업유발효과는 3,991.3명을 유발한 것으로 나

타났으며, 도소매서비스부문에서 높게 나타났다. 그러나 본 연구에서 추정된 과급효과는 보건의료산업에 영향을 줄 수 있는 모든 외생 변수들의 수요증가가 유발하는 과급효과를 포함하고 있어 보건의료 국가R&D 지출증가 만의 효과라고 온전히 해석하기엔 무리가 있다고 제시하고 있다. 정기호(2005)는 한국원자력연구소의 R&D투자가 국가경제에 미치는 영향에 대해서 2000년 I-O표를 사용하여 산업연관분석을 시행하였다. 분석을 위해 원자력산업과 관련된 8개 부문을 종합하고 별도로 외생화하여 I-O표의 분류를 36개로 재구성하였다. 분석결과, 생산유발효과는 340,509.7백만 원을 유발하였으며, 부가가치유발효과는 93,733.2백만 원으로 동년도 국내 GDP에 0.0162% 기여한 것으로 나타났다. 박추환·한성수(2010)는 2003~2007년까지 한국전자통신연구원(ETRI)의 R&D투자를 정보통신(이하 IT)산업 내 세부산업별로 나누고 산업연관분석을 시행하였다. 분석결과, 가장 높은 생산유발효과와 부가가치유발효과를 나타낸 부문은 기간통신서비스이며, 취업유발효과가 가장 높은 부문은 소프트웨어 및 컴퓨터관련서비스 부문인 것으로 나타났다. 또한 IT제조업 분야가 IT서비스업에 비해 상대적으로 높은 수입유발효과를 나타냈으며, 그중에서 부품이 가장 큰 것으로 분석되었다.

이와 같은 국내외의 선행연구들을 종합하면, R&D투자가 특정 국가들이나 특정 산업들에 미치는 영향을 살펴보고 있는 반면, 기술수준별 산업의 특성을 고려하는 등의 포괄적인 분석은 하고 있지 않은 것으로 조사되었다. 또한 분석방법론으로서 대부분의 선행연구가 거시계량모형을 활용하여 R&D투자가 국가경제에 미치는 효과를 살펴본 반면, I-O표를 기반으로 전체산업에 대해 미치는 효과를 분석하고 있지는 않은 것으로 조사되었다. 또는 특정 산업이 I-O표 상 타 산업에 미치는 유발효과를 도출한 이후에 동 산업의 총 R&D투자액을 곱하여 이를 R&D투자에 따른 과급효과로 해석하고 있는데, 이를 그대로 해석하기에는 무리가 있다(정기호, 2005; 박추환·한성수, 2010; 정균오 외, 2013; 2014).

이와 같은 선행연구들과 차별화하여, 본 논문은 R&D투자의 경제적 과급효과를 I-O표를 활용하여 OECD의 기술수준별 산업분류에 따른 한국의 제조업 부문에 대해서 산업연관분석을 실시하기로 한다. 또한 R&D투자가 위 분류에 따른 한국의 기술수준별 제조업의 생산, 부가가치 등에 미치는 영향을 2010~2014년까지 분석함으로써 기존 선행연구의 단년도 자료를 바탕으로 이루어지는 정태분석을 뛰어 넘어 그 추세를 분석하기로 한다. 이러한 분석결과에 따라 한국 제조업의 고도화가 이루어져 왔는지를 분석할 수 있을 것으로 기대된다.

<표 2> 선행연구 정리

| 연구자 (분석연도) | 분석대상 (분석기간) | 분석모형 | 분석 방법론 | 분석결과 |
|---------------------------|--|--|---------------------|--|
| Birdsall & Rhee (1993) | OECD & 개발도상국 (1970~1985) | R&D지출 → 경제성장 | Pooled OLS | R&D지출과 경제성장이 OECD국가는 영향을 미치는 것으로 나타났으나 개발도상국은 영향을 미치지 못함 |
| Estrada & Montero (2009) | 미·독·일 등 7개국 (1970~2006) | R&D투자 → (장기) 경제성장 | Structural VAR | R&D는 경제성장에 유의한 영향(+)을 미치는 것으로 나타났으며, 정부R&D가 민간R&D에 대해 구축효과(Crowding-effect)가 나타남 |
| Wang et al. (2013) | OECD국가 (23개) (1991~2006) | 제조업 R&D지출 → 경제성장 | Quantile Regression | 고기술 R&D지출은 95분위에서 1인당 GDP에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 이는 R&D 투자가 1인당 GDP가 높은 국가에서 효과적 |
| Klette & Griliches (2000) | 노르웨이 R&D 기업 (1985, 1987, 1989, 1991, 1993, 1995) | R&D투자 → 기업성장 | Pooled OLS | R&D투자와 성장의 원동력이 되는 확률적 혁신, 거시성장연구에서 제시된 품질 사다리(Quality ladder) 모형, 기업단위 특허 경쟁 및 제품 차별화에 적용한 동태 모형에 대한 내재적 기업성장의 부분균형모형을 제시하였으며, R&D투자와 기업규모의 비례성, Gibrat 법칙의 성립, R&D 집약도 등이 이론 및 실증적으로도 증명된다고 주장 |
| 정기호 (2005) | KAERI R&D투자 (2000) | KAERI R&D투자 → 생산/부가가치 유발효과 및 전·후방연쇄효과 | 산업 연관분석 | 생산유발효과는 340,509.7백만 원으로 KAERI R&D 투자의 약 3배이며, 부가가치유발효과는 93,733.2백만 원으로 GDP 대비 0.0162% 기여 |
| 김요한 (2010) | OECD국가 (1995~2003) | 기술격차 → 경제성장 / R&D투자격차 → 수출성과 | Pooled OLS | ‘선진국 생산성에 수렴할수록 성장잠재력 약화’와 ‘선진국 R&D투자 격차가 축소될수록 수출기여도 감소’ 가설을 입증, 고기술부문에서 효과가 두드러짐 |
| 박추환·박성수 (2010) | ETRI R&D투자 (2007) | ETRI R&D투자 → 생산/부가가치/ 수입유발효과 | 산업 연관분석 | 가장 높은 유발효과를 나타낸 부문은 기간통신서비스(생산 및 부가가치), S/W 및 컴퓨터서비스(취업), 부품(수입)으로 나타남 |
| 정군오 외 (2014) | 기업 내 R&D투자 (1990, 2000, 2005, 2009) | 기업 R&D투자 → 생산/부가가치/ 취업유발효과 | 산업 연관분석 | 모든 유발효과가 시간의 흐름에 따라 증가하였으며, 전기 및 전자기기 부문의 증가폭이 높았음. 단 R&D 투자가 적은 부문에서 유발효과가 크게 나타났음 |
| 정군오 외 (2013) | 보건의료산업 (R&D투자) (2009) | 보건의료산업 → 생산/부가가치/ 취업유발효과 및 전·후방연쇄효과 | 산업 연관분석 | 생산 및 부가가치유발효과는 모두 부동산 및 사업서비스와 금융 및 보험부문이, 취업유발효과는 도소매부문이 높게 나타남. 단 보건산업의 파급효과에 R&D투자액을 반영한 것으로 R&D투자만의 효과로 동일시하기에는 한계 |

III. 연구방법론

본 논문은 R&D투자가 산업별로 미치는 경제적 파급효과를 분석하기 위해 I-O표를 이용하여 산업연관분석(Input-Output Analysis)을 실시하기로 한다. 먼저, I-O표는 일정

기간(보통 1년) 동안의 산업간 거래관계를 일정한 원칙에 따라 행렬형식으로 기록한 통계표(한국은행, 2015)로 국민경제 전체를 포괄하면서 전체와 부분을 유기적으로 결합하고 있다(Ghosh, 1958). 따라서 산업연관분석은 기존의 거시적 분석이 미치지 못하는 산업간 상호연관관계까지도 분석이 가능하여 구체적인 산업구조를 분석하는데 유리하다(한국은행, 2015 ; 강광하, 2000). 또한 산업연관분석은 투입요소의 판매와 구매 사이의 연관관계를 강조하기 때문에 전반적인 경제적 영향을 예측하고 분석하는데 유용한 방법이다(Miller & Blair, 2009). 산업연관모형은 크게 수요측 모형과 공급측 모형으로 나눌 수 있는데, 일반적인 산업연관분석은 수요측 모형을 주로 이용된다. 이는 수요측 모형이 중간재 수요자 입장에서 공급자와의 관계를 분석하며 후방연관효과와 연결되는 반면, 공급측 모형은 중간재 공급자로서 각 상품의 수요자와의 관계를 본다는 면에서 전방연관효과와 연결되어 있기 때문이다(박재민 · 전주용, 2002). 따라서 R&D가 제조업 가치사슬의 특성상 전방에 위치하는 것을 감안하여 수요유도형을 사용하여 분석하도록 한다.

산업연관분석을 이용하여 R&D투자의 경제적 파급효과를 분석하기 위해서는 R&D투자를 외생적으로 취급하여 동 부문이 내생적인 경제부분에 미치는 영향을 평가하는 외생화(exogenous specification) 과정이 필요하다. 이런 외생화 방법을 사용하면, 총수요가 아닌 특정부문의 산출물이 미치는 영향과 그 산출물이 타 산업을 유발시키는 효과를 보다 명확히 알 수 있다(곽승준 외, 2002). 이처럼 산업연관분석은 특정한 관심변수가 산업의 각 부문에 미치는 영향을 파악하는데 유용한 도구로서의 역할을 할 수 있다(최대승 · 이규환, 2014).

1. 수요유도형 모형

본 논문에서 사용되는 수요유도형 모형은 특정 부분의 생산이 타 산업의 생산, 부가가치, 취업 등에 미치는 영향을 분석할 수 있다(한국은행, 2015; 홍준석 외, 2012). 식 (1)은 기본적인 수요유도형 모형이며, 여기서 X 는 총산출벡터, A 는 투입-산출계수행렬, Y 는 각 재화에 대한 최종수요벡터를 의미한다. 이를 바탕으로 R&D투자(R)를 외생화하여 생산유발효과(ΔX^e), 부가가치유발효과(ΔW^e) 모형을 도출하면 식 (2), (3)과 같다.

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

$$\Delta X^e = (I - A^e)^{-1} (A_R^e \Delta X_R) \quad (2)$$

$$\Delta W^e = \widehat{A}_v^e \Delta X^e = \widehat{A}_v^e (I - A^e)^{-1} (A_R^e \Delta X_R) \quad (3)$$

여기서 A^e 는 R&D투자를 외생화하여 도출한 행렬을 의미하며, $(I - A^e)^{-1}$ 은 투입계수행렬에서 R&D투자가 포함된 열과 행을 제외시켜 작성한 레온티에프 역행렬을 나타낸다. A_R^e 은 A 에서 R&D투자를 나타내는 열벡터 중에서 R&D투자를 제외한 열벡터이며, X_R 은 R&D투자의 산출액을 나타낸다. \widehat{A}_v^e 는 부가가치계수의 대각행렬에서 R&D투자의 행과 열을 제외시키고 남은 행렬을 의미한다.

2. 자료

본 연구는 한국은행에서 발표한 2010년 실측 I-O표와 2011~2014년 연장 I-O표를 이용하여 R&D투자의 생산유발효과와 부가가치유발효과를 분석한다. 기본적으로 한국은행의 대분류를 근거로 분석을 하되, R&D부문³⁾이 타 부문에 미치는 영향을 살펴보기 위해 기본부문에서 4개 부문인 ‘연구개발(국공립)’, ‘연구개발(비영리)’, ‘연구개발(산업)’, ‘기업 내 연구개발’ 등을 종합하여 별도로 외생화하였다. 더불어 I-O표에 있는 제조업 군을 OECD 기술수준 분류에 맞게 재분류하였다(<표 3> 참조).

<표 3> OECD 기준에 따라 재분류된 기술수준별 제조업연관부문

| 분류 | ISIC rev.3 | I-O표 분류 [대]{중}(소) |
|-------------|----------------|--|
| 고기술 제조업 | 의약품 | 화학제품[07] - 의약품(20) |
| | 사무/회계 및 컴퓨터 장비 | 전기 및 전자기기[12] - 컴퓨터 및 주변기기(30) |
| | 영상/음향기기 및 통신장비 | 전기 및 전자기기[12] - 통신, 방송 및 영상, 음향기기(39) |
| | 의료 및 정밀기기 | 정밀기기[41] |
| | 항공 및 우주 관련 | 운송장비[14] - 기타 운송장비(44) - 항공기(097) |
| 중고기술 제조업 | 화학제품(의약품 제외) | 화학제품[07] |
| | 기타기계 및 장비 | 기계 및 장비[11] |
| | 전기 기계 및 장치 | 전기 및 전자기기[12] - 전기장비(34), 가정용 전기기기(40) |
| | 자동차 및 트레일러 | 운송장비[14] - 자동차(42) |
| | 철도 및 기타 운송장비 | 운송장비[14] - 기타 운송장비(44) - 철도차량(096), 기타 운송장비(098) |

3) R&D부문의 산출액은 한국과학기술기획평가원(KISTEP)의 연구개발활동조사보고서의 주체별, 재원별 연구개발비 자료를 기초자료로 이용하여 추계되었으며, 수행 주체의 성격에 따라 구분된다(한국은행, 2015).

| | | |
|-------------|---------------------------------|---|
| 중저기술 제조업 | 석탄/석유제품 및 핵연료 | 석탄 및 석유제품[06] |
| | 고무 및 플라스틱 제품 | 화학제품[07] - 플라스틱제품[23], 고무제품[24] |
| | 비금속 제품 | 비금속광물제품[08] |
| | 1차 금속 | 1차 금속제품[09] |
| | 금속제품(기계와 장비 제외) | 금속제품[10] |
| | 선박 | 운송장비[14] - 선박[43] |
| 저기술 제조업 | 음식료품 & 담배 | 음식료품[03] |
| | 섬유제품 & 의복 및 모피 & 가죽 및 관련제품 / 신발 | 섬유 및 가죽제품[04] |
| | 목재 및 종이 관련제품 & 출판 및 인쇄 | 목재 및 종이, 인쇄[05] |
| | 기타제조업 | 기타 제조업 제품 및 임가공[15] |
| | 재생용품 | 수도, 폐기물 및 재활용서비스[17] - 폐기물 및 자원재활용서비스[50] - 자원재활용서비스(107) |

주1) [대]는 대분류 I-O표에서, {중}은 중분류 I-O표에서, (소)는 소분류 I-O표에서의 분류코드를 의미

주2) 중고기술 내 화학제품은 의약품, 고무제품과 플라스틱제품 부문 제외

주3) OECD 기준에 맞춰 산업연관부문을 재분류할 때, 한국은행(2015)에서 제시한 부문별 정의를 참고

상기 분류를 바탕으로 한국의 기술수준별 제조업의 산출액이 제조업 내에서 차지하는 비중을 살펴보면(<표 4> 참조), 2014년 기준 중고기술산업이 32.8%로 가장 높았으며, 다음으로 중저기술(31.5%), 고기술(18.6%), 저기술(17.1%) 순으로 나타났다. 분석대상기간 동안인 2010년 이후 변화를 보면, 2012년 까지 중저기술 제조업의 산출액 비중이 중고기술의 산출액 비중보다 높다가 이후 감소세를 보이며 낮아진 것으로 조사되었다. 다음으로 고기술 제조업의 비중이 세 번째로 높으며, 저기술 제조업의 비중이 가장 낮은 추세를 보여 왔다.

<표 4> 우리나라 기술수준별 제조업 산출액 추이

(단위: 백만 원, %)

| 분류 | 2010년 | | 2011년 | | 2012년 | | 2013년 | | 2014년 | | CAGR |
|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------|
| | 금액 | 비중 | |
| 고기술 | 2,983,710 | 20.1 | 3,384,328 | 19.8 | 3,235,741 | 18.7 | 3,233,022 | 18.9 | 3,183,548 | 18.6 | 1.63 |
| 중고기술 | 4,682,024 | 31.6 | 5,462,032 | 32.0 | 5,638,238 | 32.5 | 5,551,904 | 32.5 | 5,606,616 | 32.8 | 4.61 |
| 중저기술 | 4,762,823 | 32.1 | 5,610,288 | 32.8 | 5,743,603 | 33.1 | 5,482,529 | 32.1 | 5,392,383 | 31.5 | 3.15 |
| 저기술 | 2,408,932 | 16.2 | 2,634,461 | 15.4 | 2,730,209 | 15.7 | 2,837,078 | 16.6 | 2,915,527 | 17.1 | 4.89 |
| 합계 | 14,837,490 | 100 | 17,091,110 | 100 | 17,347,793 | 100 | 17,104,534 | 100 | 17,098,076 | 100 | 3.61 |

출처: 한국은행, 산업연관표, 각 년도(재구성).

다음으로, 한국의 기술수준별 제조업의 R&D투자를 살펴보면(<표 5> 참조), 2014년을 기준으로 고기술 제조업(53.2%)이 가장 높게 나타났으며, 그 뒤로 중고기술(37.6%), 중저기술(6.7%), 저기술(2.6%) 제조업 순으로 이어지고 있다(한국과학기술기획평가원, 2015). 분석대상기간 동안의 추세를 보면, 기술수준별 제조업의 산출액 비중의 변화와는 달리 고기술 제조업의 R&D투자가 제조업 전체의 R&D투자에서 차지하는 비중이 지속적으로 50% 이상을 차지하고 있으며, 다음으로 중고기술 제조업의 동 비중이 약 37% 수준으로 높은 것으로 조사되었다. 중저기술 제조업의 동 비중은 약 7% 수준으로 세 번째를 차지하고 있으며, 저기술 제조업의 동 비중은 약 3% 수준으로 가장 낮은 추세를 보여왔다.

<표 5> 우리나라 기술수준별 제조업 연구개발비 추이

(단위: 백만 원, %)

| 분류 | 2010년 | | 2011년 | | 2012년 | | 2013년 | | 2014년 | | CAGR |
|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------------|------|------|
| | 금액 | 비중 | |
| 고기술 | 15,415,128 | 53.6 | 17,196,306 | 51.4 | 19,836,223 | 52.3 | 23,034,324 | 55.8 | 23,580,958 | 53.2 | 11.2 |
| 중고기술 | 10,509,016 | 36.6 | 12,577,429 | 37.6 | 14,213,044 | 37.4 | 14,157,467 | 34.3 | 16,660,490 | 37.6 | 12.2 |
| 중저기술 | 2,194,865 | 7.6 | 2,705,304 | 8.1 | 2,872,022 | 7.6 | 2,995,946 | 7.3 | 2,958,309 | 6.7 | 7.7 |
| 저기술 | 618,337 | 2.2 | 946,324 | 2.8 | 1,039,124 | 2.7 | 1,066,250 | 2.6 | 1,128,428 | 2.5 | 16.2 |
| 합계 | 28,737,346 | 100 | 33,425,363 | 100 | 37,960,412 | 100 | 41,253,987 | 100 | 44,328,185 | 100 | 11.4 |

출처: 한국과학기술기획평가원, 2015(재구성).

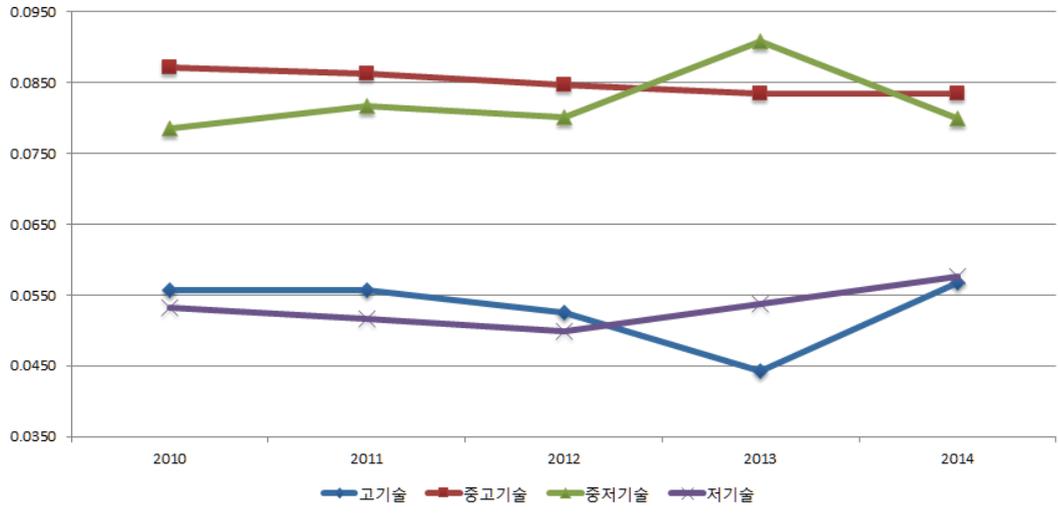
IV. 분석결과

1. R&D투자의 생산유발효과

각 년도 I-O표를 바탕으로 기술수준 별 제조업의 R&D투자의 생산유발효과를 분석한 결과(<표 6> 참조), 2014년 기준 R&D부문의 투자액 1원이 증가하였을 때 타 산업에 대한 생산유발효과는 0.6287원으로 나타났다. R&D투자의 생산유발효과에 있어서 변화추이를 살펴보면, 2010~2012년까지 하락세를 보이다가 이후로 반등하고 있는 것으로 나타났다.

<표 6> 생산유발효과 (2010~2014년)

| 구 분 | 2010년 | 2011년 | 2012년 | 2013년 | 2014년 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 타산업생산유발효과 | 0.5998 | 0.5945 | 0.5840 | 0.5944 | 0.6287 |
| 자기산업생산유발효과 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| 총산업생산유발효과 | 1.5998 | 1.5945 | 1.5840 | 1.5944 | 1.6287 |



<그림 1> 제조업별 생산유발효과

다음으로, R&D투자의 기술수준별 제조업에 대한 생산유발효과를 살펴보면(<그림 1> 참조), 2014년을 기준으로 중고기술 제조업이 가장 높은 것으로 분석되었으며, 그 다음으로 중저기술 제조업, 고기술 제조업, 저기술 제조업 순으로 나타났다.

그리고 위 산업별로 2010~2014년까지 생산유발효과의 변화를 살펴보면, ① R&D투자에 따른 중고기술 제조업의 생산유발효과가 타 기술 제조업의 생산유발효과보다 추세적으로 높게 나타났다. 이는 R&D투자 비중에 있어서는 고기술 제조업의 비중보다 낮지만, 제조업 전체 산출액 중 중고기술 제조업의 비중이 높기 때문인 것으로 추정된다. ② 중저기술 제조업의 R&D투자에 따른 생산유발효과는 중고기술 다음으로 높게 나타났으며, 2013년에는 동 효과가 일시적으로 상승하여 중고기술보다 높게 나타났다. 제조업 내에서 중저기술이 차지하는 비중('14년 기준, 31.5%)을 감안하였을 때 R&D투자에 따른 생산유발효과는 높은 것으로 보인다(<표 4> 참조). ③ 반면, 저기술 제조업의 R&D투자에 따른 생산유발효과는 2010~2012년 동안 하락하다가 이후 증가하였으며, 2012년 이후에는 고기술 제조업에 비해 상대적으로 높아진 것으로 분석되었다. ④ 한편, 고기술 제조업의

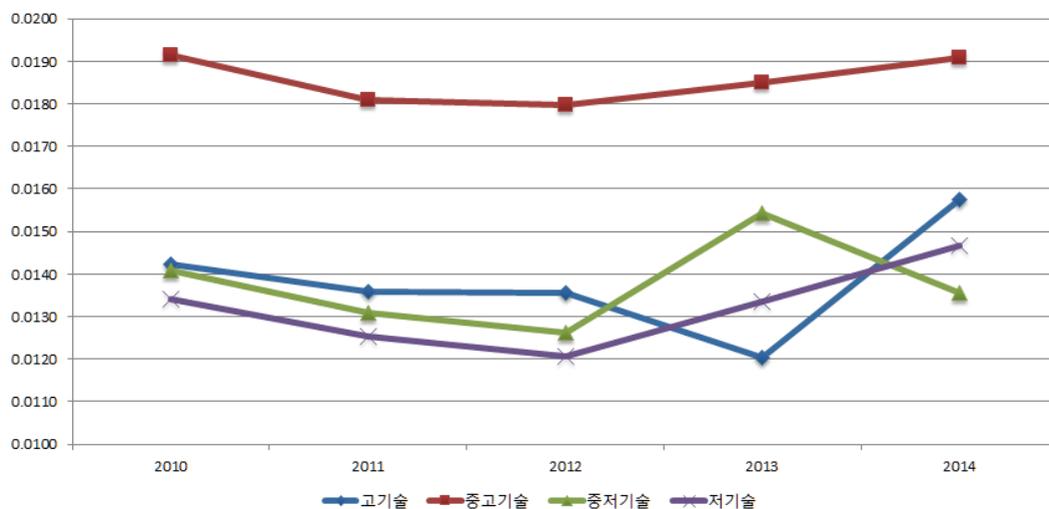
생산유발효과는 2012년까지 저기술 제조업보다 높으나 중고기기술이나 중저기술 제조업보다는 낮은 것으로 나타났으며 이후 지속적으로 하락하여 동년 이후로 다른 기술부문별 제조업에 비해 가장 낮게 나타났다. 이는 제조업 내에서 고기술이 차지하는 비중('14년 기준, 18.6%)과 타기술 대비 높은 R&D투자 규모('14년 기준, 53.2%)를 감안하였을 때 R&D투자에 따른 생산유발효과는 낮은 것으로 보인다(<표 4>, <표 5> 참조).

2. R&D투자의 부가가치유발효과

각 년도 I-O표를 바탕으로 분석한 결과(<표 7> 참조), 2014년 기준 R&D부문의 투자액 1원이 증가하였을 때 타 산업에 대한 부가가치유발효과는 0.2284원으로 나타났다. R&D투자의 부가가치유발효과에 있어서 변화추이를 살펴보면, 2010~2012년까지 하락세를 보이다가 이후로 반등하고 있는 것으로 나타났다.

<표 7> 부가가치유발효과 (2010~2014년)

| 구분 | 2010년 | 2011년 | 2012년 | 2013년 | 2014년 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 타산업부가가치유발효과 | 0.2151 | 0.2046 | 0.1994 | 0.2066 | 0.2284 |
| 자기산업부가가치유발효과 | 0.5791 | 0.5695 | 0.5716 | 0.5745 | 0.5704 |
| 총산업부가가치유발효과 | 0.7942 | 0.7740 | 0.7710 | 0.7810 | 0.7989 |



<그림 2> 제조업별 부가가치유발효과

다음으로, R&D투자의 기술수준별 제조업에 대한 부가가치유발효과를 살펴보면(<그림 2> 참조), 2014년을 기준으로 중고기술이 가장 높은 것으로 분석되었으며, 그 다음으로 고기술, 저기술, 중저기술 순으로 나타났다. 제조업에서 각 기술수준별 제조업이 차지하는 비중을 감안할 때, 중고기술을 제외한 나머지 기술수준 제조업의 R&D투자에 따른 부가가치유발효과는 상대적으로 낮은 것으로 나타났다(<표 4> 참조).

그리고 위 산업별로 2010~2014년까지 부가가치유발계수의 변화를 살펴보면, ① 중고기술 제조업은 타 제조업에 비해 부가가치유발효과가 지속적으로 높은 것으로 분석되었다. ② 고기술 제조업은 2012년까지 중고기술 다음으로 높게 나타나다가 2013년에 다른 기술부문별 제조업에 비해 가장 낮은 것으로 나타났다. 이후 2014년 반등하여 중고기술 제조업보다는 낮지만 저기술 제조업과 중저기술 제조업보다 높은 부가가치유발효과를 나타냈다. 타기술 대비 높은 R&D투자 규모('14년 기준, 53.2%)를 감안하였을 때 고기술 제조업의 부가가치유발효과는 다른 기술수준별 제조업에 비해 낮은 것으로 보인다(<표 5> 참조). ③ 제조업 중에서는 중저기술 제조업의 부가가치 유발효과가 2010~2012년 동안에는 중고기술, 고기술 제조업보다는 낮지만 저기술 제조업보다는 높은 실적을 보이다가 2013년에는 중고기술 제조업보다는 낮지만 고기술 제조업과 저기술 제조업 등보다는 높은 부가가치유발효과를 나타냈다. 그러나 이후 하락하면서 2014년에는 기술부문별 제조업 중 가장 낮은 부가가치유발효과를 기록한 것으로 나타났다. ④ 저기술 제조업은 2012년까지 다른 기술부문별 제조업에 비해 낮은 부가가치유발효과를 보이다가 이후 반등하는 모습을 보이고 있다.

3. 분석결과 종합

상기 분석한 R&D투자의 생산 및 부가가치 유발효과를 종합적으로 살펴보면, 국가적 차원에서 R&D투자에 따른 중고기술 제조업의 생산유발효과와 부가가치유발효과는 모두 다른 산업에 비해 우월한 것으로 나타난 반면, 중저기술 제조업의 생산유발효과는 타 산업에 높게 나타난 것에 비해 부가가치유발효과는 상대적으로 작은 것으로 분석되었다. 이는 중저기술 제조업의 대표적인 산업 중 하나인 조선산업 중 해양플랜트 분야는 기본 설계를 해외에 전적으로 의존하고 있으며, 핵심기자재의 국산화율이 낮은 것에 기인한다(관계부처합동, 2016). 따라서 핵심기자재에 대한 원천기술을 확보하기 위한 기초·응용 연구에 집중하지 못한다면, R&D투자를 통한 부가가치창출이 낮을 것으로 예상된다. 실

제로 조선을 포함하는 중화학공업 기업이 개발연구를 수행한다고 답한 비중이 79.2%에 달하는 것으로 나타나 이를 반증한다(강두용 외, 2016). 고기술 제조업의 생산유발효과는 다른 산업에 비해 낮으며, 부가가치유발효과도 중고기술에 비해서 상대적으로 매우 낮게 나타났다. 이는 고기술 제조업의 대표적인 산업 중 하나인 ICT 제조업의 경우, 핵심기자재의 국산화율이 낮고(이건우, 2015), 개발연구에 집중하고 있는 상황(강두용 외, 2016)에서 조선 산업과 마찬가지로 R&D투자를 통한 부가가치창출은 낮은 것으로 분석된다. 기술효율이 증대될수록 원료, 재료 및 종업원 수의 투입이 감소되기 때문에 생산유발효과가 감소하는데 비해 부가가치유발효과는 증가하여야 함(이성욱 외, 2016)에도 불구하고 그렇지 못하고 있는 것은 산업의 고도화를 이루지 못하고 있음을 보여주는 것이다. 이와 같은 분석의 결과들은 우리나라 대부분의 제조업이 기술 프론티어(기술 경계)를 넘지 못하고 성장률의 둔화, 더딘 혁신과정, 신성장동력 발굴의 어려움을 겪고 있다는 지적과 유사하다(김상윤·이은창, 2015).

V. 결론

본 논문은 2010~2014년 I-O표를 기반으로 R&D투자가 기술수준별 제조업에 미치는 생산유발효과와 부가가치유발효과 등을 분석하였다. 분석의 결과, R&D투자의 생산유발효과는 1원의 투자 증가를 통해 약 1.6원 전후의 생산을 유발한 것으로 나타났으며, 2010년부터 2012년까지 하락하다가 2013년 이후 반등하는 변화의 추이를 나타냈다. 제조업의 R&D투자에 따른 부문별 생산유발효과는 대체적으로 중고기술과 중저기술에 속한 제조업이 높은 것으로 나타났다. R&D투자의 부가가치유발효과는 1원의 투자 증가를 통하여 약 0.8원의 부가가치를 창출한 것으로 나타났으며, 2010년부터 2012년까지 하락하다가 2013년 이후 반등하는 변화의 추이를 확인하였다. 제조업의 R&D투자에 따른 부문별 부가가치유발효과는 대체적으로 중고기술 제조업이 높은 것으로 나타났다. 반면 R&D투자가 가장 많은 고기술 제조업에서 생산유발효과와 부가가치유발효과가 모두 상기 2부문보다 낮은 것으로 분석되었다. 위와 같은 결과들은 R&D투자를 바탕으로 기술수준의 제고를 달성하여 잠재적 진입자와의 직접적인 경쟁을 피하고 산업구조의 고도화를 달성한다는 품질사다리이론(Klette and Griliches, 2000)과 연계되어 있지 않다는 것을 의미한다.

이러한 분석결과로부터 R&D투자의 경제적 파급효과를 증대할 수 있는 정책적 시사점을 살펴보면, 다른 산업에 비해 높은 비중을 차지하는 고기술 제조업의 R&D투자가 높은 생산 및 부가가치유발효과로 이어질 수 있도록 하는 정책 개선이 필요하다. 특히 R&D성파로 인해 제품의 전반적인 기술력은 높아졌으나 핵심 부품·소재 등 수입의존도가 높고 이로 인해 수출의 외화가득률을 떨어뜨린다는 지적이 있으며(안병민·천세봉, 2009), 고기술 군에 속하는 IT 제조업의 R&D가 개발연구(72.5%)에 치중되어 있는 만큼(강두용 외, 2016) 기초연구에 투자를 촉진하여 장기적으로 핵심 소재·부품의 국산화율을 끌어올림으로 부가가치 증대를 이끌어낼 수 있을 것이다.

마지막으로, 본 논문은 I-O표의 부속표로 제공되는 고용표가 기본분류까지 세세하게 작성되어 있지 않아 OECD 기준에 맞게 재분류 과정이 불가능하였으며 이로 인해 고용유발효과를 분석하지 못하였다. 또한 R&D투자가 기술수준별 제조업에 미치는 생산 및 부가가치유발효과를 분석하면서 I-O표의 구조적 한계로 인해 비교정태적 분석에 머물러 있고, R&D의 시차(time lag) 등을 반영하지 못한 한계를 가지고 있어 향후 연구과제로 삼기로 한다. 이와 더불어 국가 간에 R&D투자의 기술수준별 제조업에 미치는 영향을 분석할 필요가 있다. 현재까지 국제 I-O표는 산업분류가 세세화되어 있지 않아 R&D 부문을 외생화하여 분석을 시도할 수 없다. 향후 이를 보완하여 국가 간 비교를 시도한다면 추가적으로 시사점을 도출할 수 있을 것으로 보인다.

참고문헌

(1) 국내문헌

- 강광하 (2000), 『산업연관분석론』, 서울: 연암사.
- 강내영 (2016), “세계 수출시장 1위 품목으로 본 우리 수출 경쟁력”, 『Trade Focus』, 2016년 1호, 서울: 한국무역협회.
- 강두용 외 (2016), 『2015년 한국 제조업의 업종별 기술수준 및 개발 동향』, 정책자료 2016-264, 산업연구원.
- 곽승준 외 (2002), “원자력 발전의 산업과급효과분석: 투여산출분석을 이용하여”, 『경제학연구』, 제50권 제3호, pp. 83-109.
- 관계부처합동 (2016), 『조선산업 경쟁력 강화방안』.
- 국가과학기술심의회 (2016), 『2017년도 정부연구개발 투자방향 및 기준(안)』.
- 김상윤·이은창 (2015), 『한국 제조업 First Mover 전략: 제1부: 한국 제조업 위기의 마지막 Signal』, POSRI 보고서, 포스코경영연구원.
- 김요한 (2010), “경제추격과 R&D투자가 성장과 수출에 미치는 영향 분석”, 『한국경제통상학회』, 제28권 제2호, pp. 1-28.
- 박재민·전주용 (2002), “산업연관모형을 바탕으로 한 우리나라 지식기반서비스업의 기술적 산업연계구조 분석”, 『기술혁신연구』, 제10권 제2호, pp. 1-18.
- 박추환·한성수 (2010), “공공기관의 연구개발(R&D)투자에 대한 경제적 파급효과 분석: ETRI의 경우”, 『산업경제연구』, 제23권 제4호, pp. 2021-2046.
- 안병민·천세봉 (2009), 『국가 R&D의 수출경쟁력 기여 분석과 정책적 시사점』, Issue paper 2009-02, 한국과학기술기획평가원.
- 이건우 (2015), “ICT산업의 산업연관관계 변화와 시사점”, 『e-KIET 산업경제정보』, 제614호, 세종: 산업연구원.
- 이성욱 외 (2016), 『지식재산의 경제적 효과 분석』, 혁신·경제 연구, 한국지식재산연구원.
- 정기호 (2005), “원자력부문 연구개발투자지출의 경제파급효과 산업연관분석”, 『자원·환경경제연구』, 제14권 제4호, pp. 839-866.
- 정군호 외 (2013), “국가 R&D 투자의 경제효과 분석: 보건의료산업을 중심으로”, 『기술혁신연구』, 제21권 제1호, pp. 59-83.
- 정군오 외 (2014), “기업 내 연구개발투자의 경제적 파급효과 분석”, 『한국산학기술학회논문지』, 제15권 제2호, pp. 698-705.
- 주경원 (2002), “기술집약도에 따른 한국제조업의 장기적 수출경쟁력 변화”, 『국제무역연구』, 제8권 제1호, pp. 1-31.

- 최대승·이규환 (2014), 「R&D 투자의 효과분석 모형 수립을 위한 탐색연구」, 연구보고 2015-016, 한국과학기술기획평가원.
- 하정욱·이동욱 (2009), 「우리나라 연구개발투자와 경제성장의 관계 분석」, KISTEP R&D Focus, 2009-13호(통권 제24호), 한국과학기술기획평가원.
- 한국개발연구원 (2015), 「2015~2019 국가재정운용계획: R&D 분야 보고서」.
- 한국과학기술기획평가원 (2015), 「우리나라 민간기업 연구개발활동 현황」, KISTEP 통계브리프 2015-22.
- 한국무역협회 (2014), 「국제비교를 통한 우리나라 서비스산업의 R&D 현황과 과제」, Trade Brief, No. 40.
- 한국은행, 「산업연관표」, 각 년도.
- 한국은행 (2015), 「산업연관분석해설」.
- 현대경제연구원(2016), 「국내 산업 공동화, 어디까지 왔나?」, 경제주평, 통권 699호.
- 홍준석 외 (2012), “한국 기후산업의 경제적 파급효과에 관한 연구: 신재생에너지산업을 중심으로”, 「에너지 공학」, 제21권 제1호, pp. 109-117.
- 홍지승·홍석일(2008), 「중소기업의 기술혁신 유형화와 정책적 시사점」, 연구보고서, 제 540호, 세종: 산업연구원.
- NTIS현황·통계, “GDP대비 연구개발비 비중”, <http://sts.ntis.go.kr/> (2016.06.30.).
- NTIS현황·통계, “총 연구개발비”, <http://sts.ntis.go.kr/> (2016.06.30.).

(2) 국외문헌

- Birdsall N., and C. Rhee (1993), “Does Research and Development Contribute to Economic Growth in Developing Countries?”, *Policy Research Working Paper*, No. 1221, The World Bank, Washington D.C.
- Estrada, A., and J.M. Montero(2009), “R&D Investment and Endogenous Growth: A SVAR Approach, Banco De Espana”, *Working Paper*, No. 0925.
- Grossman G.M., and Helpman E. (1991), “Quality Ladders in the Theory of Growth”, *The Review of Economic Studies*, Vol. 58, No. 1, pp. 43-61.
- Klette T.J., and Griliches Z. (2000), “Empirical Patterns of Firm Growth and R&D Investment: A Quality Ladder Model Interpretation”, *The Economic Journal*, Vol. 110, No. 463, pp. 363-387.
- Miller R.E., and Blair P.D. (2009), *Input-output Analysis: Foundations and Extensions*, Cambridge University Press.
- Nooteboom B. (1999), “Innovation, Learning and Industrial Organization”, *Cambridge Journal of Economy*, Vol. 23, pp. 127-150.

- OECD (2011), “ISIC Rev. 3 Technology Intensity Definition (OECD, online document)”, <http://www.oecd.org/dataoecd/43/41/48350231.pdf> (12 July 2016).
- OECD (2015), Science, Technology and Industry Scoreboard 2015.
- OECD (2016), “What’s New since Old Version of STAN (of November 2005)? (OECD, online document)”, <http://www.oecd.org/industry/ind/41740881.pdf> (29 August 2016).
- Tsang E.W.K., et al. (2008), “The Impact of R&D on Value Added for Domestic and Foreign Firms in a Newly Industrialized Economy”, *International Business Review*, Vol. 30, No. 7, pp. 1079–1090.
- Wang D.H., et al. (2013), “Heterogeneous Effect of High-tech Industrial R&D Spending on Economic Growth”, *Journal of Business Research*, Vol. 66, No. 10, pp. 1990–1993.
- Zastrow M. (2016), “South Korea’s Nobel dream”, *Nature*, Vol. 534, No. 7605, pp. 20–23.

□ 투고일: 2017. 11. 20 / 수정일: 2018. 02. 14 / 게재확정일: 2018. 02. 28