

한국 제조기업의 기술혁신, 고용, 기업성과 간 관계에 대한 3SLS 분석: 고용의 양적·질적 특성 관점에서*

임동근** · 정진화***

<목 차>

- I. 서 론
- II. 선행연구
- III. 분석방법 및 분석자료
- IV. 분석결과
- V. 결 론

국문초록 : 본 연구는 기업의 기술혁신이 고용과 기업성과에 미치는 영향을 변수 간 양방향 인과관계를 고려하여 분석하였다. 기술혁신의 대리변수는 기업의 특허출원 수이며, 분석대상은 100인 이상 규모의 국내 제조업체이다. 실증분석의 경우 기술혁신(특허출원), 고용(근로자 수, 숙련 근로자 비중), 기업성과(근로자 1인당 매출액)가 종속변수인 연립방정식 모형을 3단계 최소자승추정법(3SLS)으로 추정하였다. 외생변수로 기업의 경영상 특성과 일반적 특성을 통제하였고, 각 방정식의 식별변수로 R&D집약도, 근로자 1인당 노동비용(또는 기업부설연구소 보유 여부), 교육훈련투자를 사용하였다. 분석자료는 인적자본기업패널(HCCP)의 1차년도(2005년)~7차년도(2017년) 자료이며, 이를 NICE신용평가정보(주)의 기업 재무자료 및 한국 특허청의 특허정보와 병합하여 사용하였다. 분석결과에 의하면, 기업의 특허출원이 활발할수록 근로자 수, 숙련 근로자 비중, 근로자 1인당 매출액이 모두 증가하였고, 반대 방향의 인과관계도 모두 유의하였다. 따라서 기업의 기술혁신은 고용의 확대 및 질적 제고뿐 아니라 기업의 지속적인 성장에도 기여하는 것으로 확인된다.

주제어 : 기술혁신, 특허출원, 고용, 기업성과, 3단계 최소자승추정법

* 본 논문은 임동근(2022)의 박사학위논문 중 일부를 수정·보완한 연구임.

** 한반도미래연구원 연구위원(dolim@kppif.org)

*** 서울대학교 농경제사회학부 교수 / 농업생명과학연구원 겸임연구원, 교신저자(jhjung@snu.ac.kr)

3SLS Analysis of Technology Innovation, Employment, and Corporate Performance of South Korean Manufacturing Firms: A Quantity and Quality of Employment Perspective

Dong-Geon Lim · Jin Hwa Jung

Abstract : This study analyzes the effects of firms' technology innovation(patent applications) on employment(number of workers and proportion of high-skilled workers) and corporate performance(sales per worker), while considering the two-way causal relationships between these variables. We used the three-stage least squares(3SLS) estimation to examine system of equations in which the dependent variables affect each other with a two-year lag wherever relevant, and applied it to firm-level panel data of Korean manufacturers with 100 or more workers. Our data covered the period of 2005-2017. Exogenous variables, such as firms' managerial and other characteristics, were controlled as explanatory variables. The identification variables for each equation included firms' R&D intensity, labor cost per worker(or operation of firms' own R&D center), and investment on worker training. We find that firms' patent applications increased number of workers, proportion of high-skilled workers, and sales per worker; the causal relationships in the opposite direction were also significant. Evidently, firms' technology innovation is critical to the growth and quality improvement of employment as well as sustainable corporate growth.

Key Words : Technology innovation, Patent application, Employment,
Corporate performance, Three-stage least squares

I. 서론

기술혁신은 기업의 경쟁우위 확보를 위한 전략이자 생존력을 높이는 중요한 수단이다. 그러나 자동화기술이 제조업 생산라인에 확대 적용되고 서비스업의 디지털화까지 진행되면서, 기업성과에 대한 논의와 별개로 기술혁신이 과도한 고용감소를 가져오는 것은 아닌지에 대한 우려가 존재한다. 이러한 우려는 자칫 기업 기술혁신의 저해 요인으로 작용할 수 있으므로, 기술혁신이 고용에 미치는 영향을 지속적으로 검토할 필요가 있다.

기술혁신이 고용에 미치는 영향을 분석하는 과정에는 기술혁신의 내생성이 고려되어야 하며, 기존 연구들도 실증분석에 기술혁신의 내생성을 통제하고 있다. 그러나 다음 두 가지에 대해서는 논의된 바가 적다. 첫째, 고용이 반대로 기술혁신에 영향을 주는 상황이다. 고용규모의 증가는 노동절약적 기술혁신을 촉진하며(Jung and Lim, 2020), 기업 인력구조나 노동시장 상황도 기술혁신의 결정요인들이다(Piva and Vivarelli, 2009; Faem and Subramanian, 2013; 정찬식 외, 2022). 둘째, 기업성과도 기술혁신 및 고용과 영향을 주고받으며 기술혁신의 내생성을 강화할 수 있다. 예컨대 기업성과의 증대는 기술투자과 신제품개발을 용이하게 하며(Falk, 2006), 기업성과가 높아짐에 따라 고용도 자연스럽게 증가하는 경향이 있다.

위 논의를 바탕으로 본 연구는 기술혁신, 고용, 기업성과가 종속변수인 연립방정식 모형을 사용하여 세 변수의 내생적 관계를 분석하였다. 특히 고용변수로 고용규모(근로자 수)와 고용구조(숙련 근로자 비중)를 각각 사용하여 기술혁신이 고용의 양적·질적 측면에 미치는 영향을 모두 고려하였다. 모형의 추정에는 3단계 최소자승추정법(Three-Stage Least Squares: 3SLS)을 적용하였다. 분석대상은 근로자 100인 이상 제조업체이며, 고용은 정규직 근로자를 대상으로 하였다. 기술혁신의 대리변수(proxy variable)는 기업의 특허출원을 사용하였다. 외생변수는 기업의 경영상 특성과 일반적 특성이며, 식별변수로 R&D집약도, 근로자 1인당 노동비용, 교육훈련투자 등을 사용하였다. 분석자료는 한국직업능력개발원의 인적자본기업패널(HCCP) 1차년도(2005년)~7차년도(2017년) 자료이며, 이를 NICE신용평가(주)의 기업 재무자료와 한국 특허청의 특허자료와 병합하여 분석자료를 구성하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. II장에서는 기술혁신, 고용, 기업성과의 관계를 다룬 선행연구들을 검토한다. III장에서는 본 연구의 분석자료와 분석방법을 소개하며, IV장에서는 고용의 규모와 구조를 각각 고려한 모형의 추정결과를 살펴본다. 마지막으로 V장에서 연구의 결론을 제시한다.

II. 선행연구

1. 기술혁신과 고용규모

기술혁신은 자본의 상대가격을 하락시키면서 다음 두 채널을 통해 고용에 영향을 미친다(Novella et al., 2023). 첫째, 기업은 낮아진 자본가격에 대응해 노동을 자본으로 대체한다. 둘째, 자본가격 하락으로 제품가격이 낮아지면 제품의 시장수요가 확대되며, 이는 파생수요인 노동수요를 증가시킨다. 장기적 관점에서 보면, 기술혁신에 의한 제품수요 증가가 근로자 소득을 높여 나머지 제품에 대한 시장수요와 고용을 증가시키기도 한다(Autor and Salomons, 2018). 따라서 기술혁신이 고용에 미치는 순효과는 이러한 채널들 간의 상대적 크기에 따라 다르다. 일반적으로 생산효율성과 관련되는 공정혁신은 고용을 대체하는 경향이 있고 신제품개발 및 제품개선의 제품혁신은 고용증가와 관련되는 경우가 많다.

공정혁신을 보면, Antonucci and Pianta(2002)는 생산설비 비중이 높은 제조업에서 공정혁신이 주로 발생하며, 이러한 특성이 고용을 감소시킨다고 주장하였다. Piva and Vivarelli(2018)도 산업 자본스톡을 공정혁신의 한 형태로 정의할 때 자본스톡 증가가 고용에 음(-)의 영향을 미친다고 하였다. 다만 최근 연구들은 제품가격 하락에 따른 규모효과가 대체효과를 상쇄하여 공정혁신이 고용에 유의하지 않거나 오히려 고용을 증가시키는 것으로 보고하고 있다(Calvino and Virgillito, 2018; 이준원, 2019). 제품혁신의 경우, Brouwer et al.(1993)은 R&D투자 대비 신제품개발 투자 비중이 증가할 때 기업 고용증가율이 높아진다고 했으며, Falk and Hagsten(2018)도 신제품 출시가 많은 기업에서 자본 대비 노동수요가 높다는 것을 밝혔다. Piva and Vivarelli(2018)는 제품혁신의 고용증대 효과가 산업 기술수준별로 차이가 있다고 보았다. 이 연구에 의하면, 제품혁신의 고용증대 효과는 중위기술 이하 산업에서 유의하지 않았으며 첨단산업에 속하는 기업들에서만 나타났다.

고용규모도 반대로 기술혁신에 영향을 미친다. Cho and Kim(2018)은 우리나라 제조업체에서 근로자 수 증가가 로봇화(robotization)를 가속한다고 하였다. 해당 연구는 그 이유를 반복업무가 많은 제조업에서 로봇이 근로자를 보완하기 때문으로 해석하였다. 산업용 로봇 도입의 결정요인을 분석한 Jung and Lim(2020)도 유사한 결과를 제시하였으나, 이 연구는 근로자 수 증가에 따른 전체 고용비용 증가가 산업용 로봇 확대의 주요 원인인 것으로 해석했다.

고용특성도 기술혁신에 영향을 미친다. OECD국가를 분석한 Bassanini and Ernst(2002)에 의하면, 노사관계가 협력적이고 고용보장성이 강한 국가에서 R&D집약도가 높는데 그러한 국가일수록 노동의 지식베이스(cumulative knowledge base)를 효과적으로 활용하기 때문이다. 우리나라에서는 노동자조직의 존재가 기술혁신에 부정적인 것으로 분석되고 있다. 이상민(2004)은 노동조합과 노사협의회가 각각 기업 제품혁신에 미치는 영향을 분석하였다. 우리나라 285개 사업장을 분석한 결과에 의하면, 협의권 행사가 가능한 노사협의회 존재는 제품혁신을 촉진시키지만 노동조합의 존재는 제품혁신을 저해했다. 노조교섭력을 나타내는 노조조직률도 기술혁신에 부정적인 것으로 보고된다. 이인재·김동배(2009)는 우리나라 제조업체를 분석하여 노동조합이 존재하거나 노조조직률이 높을 때 특허출원이 감소한다는 분석결과를 제시하였다. 유사한 연구로 우리나라 상장기업을 분석한 서대석·신홍권(2012)도 노동조합의 존재가 종업원 수 대비 특허출원으로 정의된 기술혁신에 부정적 영향을 미친다는 것을 확인하였고, 이러한 영향은 노동조합 변수를 노조조직률 변수로 대체했을 때도 동일했다.

2. 기술혁신과 숙련고용

산업혁명 이래로 기술혁신은 대부분 숙련고용에 유리하게 작용하였다(Katz and Margo, 2012). 특히 2000년 이후 IT기술의 기업 도입이 가속화되면서 기업 단위에서 숙련편향적 기술변화(Skill-Biased Technological Change: SBTC) 가설을 검증하려는 시도들이 있었다. 대표적 연구인 Bresnahan et al.(2002)는 300개 미국 기업을 분석하여 IT기술 도입이 기존 숙련고용 규모에 관계없이 사무직(white-collar)의 수요를 높인다는 사실을 밝혔다. 이 연구는 해당 결과를 IT기술이 근로자 자율성을 높여 관리인력의 중요성이 높아지기 때문으로 해석하였다. 또한 Aboushady and Zaki(2021)는 기술혁신(제품혁신 및 공정혁신)이 사무직(white-collar)과 생산직(blue-collar) 모두에서 전문고용(professionals whose tasks requires technical knowledge) 비중을 높인다는 분석결과를 제시하였다. SBTC가설은 자동화에 있어서도 여전히 유효하다. Frey and Osborne(2017)은 데이터마이닝으로 미국 내 약 700개 직업에 대한 자동화 대체가능성을 분석하였다. 분석결과에 의하면, 전체 직업 중 47%가 대체위험에 직면하며, 대체위험 직종에는 유통(logistics), 생산(production), 경영지원(administrative support) 등 단순반복적 업무와 관련된 직업이 주로 포함되었다. 유사한 관점에서 Jung and Lim(2020)도 제조업 내 산업용 로봇 도입이 고용규모는 감소시키지만 숙련 근로자 비중을 높인다는 결과를 제시하였다.

반대로 숙련 인력의 증가도 기술혁신의 주요한 결정요인이다. 숙련 인력은 정보해석(signal-extraction) 능력을 바탕으로 신기술을 쉽게 활용할 수 있기 때문이다(Bartel and Lichtenberg, 1987). 이탈리아 215개 제조업체를 분석한 Piva and Vivarelli(2009)는 기업 내 사무직 비중이 높을수록 R&D투자가 증가한다고 하였다. Faem and Subramanian(2013)도 938개 싱가포르 기업에서 R&D인력 증가가 기업의 특허출원을 확대한다는 결과를 제시하였다. 4만여 개 스페인 기업을 분석한 D'este et al.(2014)는 기술혁신 장애요인을 ‘혁신도입 장애요인(detering barriers)’과 ‘혁신과정 장애요인(revealed barriers)’으로 분류하였는데, 고학력 인력의 증가가 장애요인 중 전자를 해소하나 후자에는 유의하지 않다는 결과를 보였다. 국내 연구인 정찬식 외(2022)는 우리나라 430개 중소기업을 분석하여 기업 내 지식재산 기획·활용 인력이 많거나 박사급 인력비중이 높을수록 특허출원이 활발하다는 결과를 제시하였다.

3. 기술혁신과 기업성과

기존 연구들은 R&D와 특허를 변수로 사용하여 기술혁신과 기업성과의 관계를 분석해 왔다. Del Monte and Papagni(2003)는 이탈리아 제조업체를 분석하여 R&D집약도 증가가 매출액증가율을 높인다고 하였다. García-manjón and Romero-Merino(2012)도 유럽 기업들에서 높은 R&D집약도가 순수익 증가와 관련되며, 이러한 효과는 일반산업보다 첨단산업에서 크다고 분석하였다. Demirel and Mazzucato(2012)는 미국 제약회사들에서 R&D투자가 매출액을 높이며, 해당 효과는 특허생산이 활발한 기업에서 크다는 점을 밝혔다.

특허를 사용한 연구를 보면, Ernst(2001)는 독일 기계 제조업체에서 특허출원이 매출액을 높이며 그 시차는 3년인 것으로 보고하였다. Bloom and Van Reenen(2002)도 인용 값으로 가중된 특허출원 수가 기업 총요소생산성을 약 3% 높인다는 분석결과를 제시하였다. Kim et al.(2016)은 기술다양성(technological diversification)을 특허가 얼마나 다양한 분야에 출원되는지로 정의한 후, 기술다양성이 기업성과에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과에 의하면, 기술다양성과 매출액 증가율 간 역U자 형태의 관계가 존재하며, 따라서 적정 수준의 기술다양성이 기업성과 증대에 중요했다.

국내 연구들도 R&D투자와 특허생산이 기업성과를 높이는 것으로 보고하고 있다. R&D연구소를 보유한 우리나라 기업 118개를 조사한 이성화·조근태(2012)는 R&D집약도의 증가가 매출액증가율 및 영업이익증가율을 높이며, 해당 효과에 기술전략기획 등

기술사업화 능력이 매개변수로 작용함을 보였다. 박선영 외(2006)는 우리나라 기술집약 기업에서 특허등록의 효과를 분석하였는데, 특허등록은 근로자 1인당 순이익을 높였으며 이 효과는 특허를 많이 보유한 기업에서 컸다. 임동근·정진화(2017)는 특허생산에 따른 신제품개발이 단기 성과인 기업 매출액을 높이며, 장기적 측면에서는 유동비율을 높이고 부채비율을 낮추는 것을 확인하였다. 한지연 외(2020)는 우리나라 상장 기업 1,880개를 대상으로 혁신효율성의 영향을 분석하였다. 해당 연구는 R&D투자 대비 특허생산으로 정의되는 혁신효율성이 영업이익률과 영업현금흐름비율을 높인다는 분석결과를 제시하였다.

반대로, 기술혁신을 위해 기업성고가 필요하다는 연구도 있다. 예를 들어 기존 연구들은 기업규모(Tsai, 2005; Cho and Kim, 2018), 매출액(Becker and Pain, 2008; Coad and Rao, 2010; 봉강호·박재민, 2018), 기업의 시장가치(Johnson and Pazderka, 1993; Moltchanski et al., 2010) 등의 증가가 기업의 기술혁신을 촉진한다고 보고하고 있다.

4. 숙련고용과 기업성과

기업 내 숙련 인력 증가는 투입요소의 질을 높여 생산가능경계(production frontier)를 높이고 투입요소를 효율적으로 배분하여 기술효율성(technical efficiency)을 개선한다(Pedersen et al., 2022). 숙련 인력이 기업성과에 양(+)의 영향을 미친다는 기존 연구는 상당수 존재한다. 국내로 한정하여 관련 연구를 살펴보면, 이용탁(2005)은 우리나라 2,275개 기업을 분석하여 핵심인재 육성계획을 실시하는 기업에서 매출이익 및 당기순이익이 높다는 것을 보였다. 한가록 외(2022)는 전남지역 중소기업 150개를 설문하여 회화능력, 마케팅능력, 기술능력을 갖춘 수출전문인력 보유가 수출성과에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과에 의하면 수출전문인력 보유도(5점 척도)가 높을수록 수출성과(5점 척도)가 증가했다. 한편 R&D인력은 기업의 기술역량을 높여 성과증대에 기여한다. 김윤정 외(2018)는 우리나라 1,800여개 벤처기업에서 R&D인력 비중이 높을 때 매출액 증가율이 높아진다는 것을 확인하였다. 특히 정부가 R&D자금을 지원할 때 이러한 효과가 강화되었다. 우중현·홍아름(2020)도 우리나라 3,800개 중소기업을 분석하여 R&D인력이 많아질 때 매출액이 증가하는 것을 보였다. 이 외에도 회계인력, 디자인 인력 등이 기업성과를 높인다는 연구는 다수 존재한다.

기업성과가 높아질 때 역으로 숙련고용 수요가 증가할 수 있다. 기업이 성장하여 시장이

세분화(market segmentation)될수록 생산관리 인력이 더 많이 필요하기 때문이다(Mintzberg et al., 1995). 또한 경영환경이 복잡해지면서 경영인의 전문성을 보완하는 숙련 인력 수요가 증가할 수 있다(Kotey and Sheridan, 2004). 다만 기존 연구들은 숙련 인력 수요의 결정요인 분석에 기업성과(매출액, 순이익 등)를 통제변수로 사용하는 경우가 많다. 이 연구들은 기업성과가 대체로 숙련 인력 수요에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 보고하고 있으나(Hakkala et al., 2014), 그 영향이 유의하지 않거나 음(-)의 영향도 발견된다(Holm et al., 2020).

Ⅲ. 분석방법 및 분석자료

1. 종속변수

특허는 기술혁신 성과를 반영하는 지표다(Sirilli, 1998). 특허는 신제품개발로 이어져 기업성과를 높이기도 하고(이주관·정진화, 2014), 그 자체로 거래되어 기술혁신의 최종 성과가 되기도 한다(이병호·이상원, 2017). 또한 특허는 R&D와 중요소생산성 등 여타 기술혁신 지표들과 양(+)의 상관성을 가지므로 기술혁신 변수로서의 유용성도 높다(Griliches, 1998; 정성철 외, 2004). 무엇보다 우리나라 기업의 특허 활용률이 80%에 달한다는 점에서(특허청, 2021), 국내 연구들도 기술혁신 지표로 특허를 많이 활용하고 있는 상황이다. 이러한 점을 고려하여 본 연구는 특허출원을 기술혁신의 대리변수로 사용하였다.¹⁾

기업성과에는 매출액, 순이익, 영업이익 등 손익계산서 지표와 유동비율과 부채비율 등 대차대조표 지표들이 다양하게 활용된다. 연구목적에 따라 성과지표가 선택되는데, 일반적으로 손익계산서 지표는 단기성과를 반영하며 대차대조표 지표는 장기성과와 관련된다. 본 연구의 분석기간은 2005년~2017년으로 시차나 변수 활용성을 고려하면 비교적 단기에 해당되는 것으로 판단된다. 이에 본 연구는 단기에 초점을 맞추어 기업성과로 1인당 매출액을 사용하였다.²⁾ 고용변수는 근로자 수와 숙련 근로자 비중이며 정규직이 대상이다.³⁾ 숙련 근로자는 연구개발 인력, 생산제조기술 인력, 핵심전문직 인력이며, 비숙련 근로자는 영업 및 서비스 인력, 경영지원 인력, 생산기능직 인력으로 구성된다.⁴⁾

- 1) 등록과 출원 중 어떤 기준이 특허변수로 적합할지는 논쟁의 여지가 있다. 등록기준의 경우 실제 등록된 기술을 다룬다는 장점이 있지만, 특허등록 정책 변화에 민감할 수 있다. 반면 출원기준은 해당 시점의 기술혁신을 즉각 반영하나 등록되지 않는 특허를 반영하기 어렵다. 그러나 우리나라의 경우 출원특허의 등록비율이 60%~70%로 대체로 일정하다는 점에서(특허청, 2021), 본 연구는 정책변화에 덜 의존적인 출원기준을 사용하였다.
- 2) 손익계산서 지표 중 순이익 및 영업이익을 기업성과 지표로 활용할 경우 음(-)의 값으로 인해 로그변환 시 자료절단 문제가 발생할 수 있다.
- 3) 본 연구의 분석자료에서는 정규직 근로자 비중이 94.8%로 높았다. 이에 고용특성이 다른 비정규직을 제외하고 정규직 근로자만을 분석에 사용하였다.
- 4) HCCP자료는 직업을 6개 분류로 제공하는데 국제노동기구(ILO)의 숙련도별 직업분류와 유사하다. 따라서 본 연구는 ILO분류를 이용하여 근로자를 숙련과 비숙련으로 구분하였으며, 이는 한국 표준직업분류(KSCO)를 숙련도별로 정리한 김남주(2015)와도 크게 다르지 않다. 그러나 김남주(2015)에서의 저숙련직업은 간병인과 같이 개인사업 성격이 강한 직업들이 포함되어 있기 때문에 본 연구의 저숙련 근로자는 오히려 김남주(2015)의 중숙련 근로자와 매칭되는 것으로 보인다. 구체적 분류내용은 <부표 1>에 수록하였다.

2. 외생변수 및 식별변수

외생변수는 기업의 경영상 특성과 일반적 특성으로 구분된다. 경영상 특성은 기업 운영의 기본 방향을 나타내므로 기술혁신, 고용, 기업성과에 모두 영향을 미칠 수 있다. 경영상 특성의 첫 번째 변수는 전문경영 여부이다. 전문경영인의 역할은 기술지식 경영을 통해 기술혁신을 촉진하는 주요 요인이며(황수정·신진교, 2009; 박재민·김효영, 2011), 성과보상 채널을 통해 재무성과와 고용성과에 영향을 미친다. 두 번째 경영상 특성 변수는 기능적 유연성을 나타내는 직무전환이다. 직무전환은 기업 내 지식을 확산시켜 기술혁신을 촉진하며, 새로운 지식과 기술습득을 용이하게 하여 근로자의 인적자본을 축적시킨다(노세리·이상민, 2018). 이에 HCCP자료에서 제공하는 ‘부서 및 조직의 변화 정도’를 경영상 특성 변수로 활용하였다. 세 번째 경영상 특성 변수는 기업의 해외진출 여부이다. 해외진출은 수출전략과 달리 새로운 시장전략을 요구하며, 국제적 경쟁환경은 기업이 생존을 위해 기술혁신을 확대하게 한다.⁵⁾ 마지막으로 기업 내 노동조합 유무⁶⁾를 경영상 특성 변수로 사용하였다. 노동조합의 존재는 노동대체나 임금조정 등과 관련되어 기업 기술혁신에 영향을 미친다. 그 외에도 기업의 일반적 특성으로 기업연령, 기업규모, 코스피·코스닥 상장 여부를 종합적으로 사용하여 기업 간 이질적 특성을 최대한 통제하고자 하였다.

연립방정식 내 각 방정식이 서로에게 종속되지 않기 위해서는 식별변수(identification variables)들이 필요하다. 먼저, 특허출원의 식별변수로 R&D집약도를 사용하였다. R&D투자는 기술혁신의 투입지표로 기술혁신 성과인 특허생산에 선행되는 요인이다(이주관·정진화, 2014; Bronzini and Piselli, 2016). R&D변수로 R&D투자액을 사용하기도 하지만, 본 연구는 기업성과 규모를 통제하기 위해 R&D집약도⁷⁾를 사용하였다.⁸⁾ 근로자 수와 숙련 근로자 비중에는 각각 1인당 노동비용과 기업의 부설연구소 보유 여부를 식별변수로 사용하였다. 전자는 노동비용 증가에 따른 노동수요량 감소를 포착하며, 후자는 기업연구소의 R&D인력 및 신기술 활용인력에 대한 수요 증가를 반영한다. 근로자 1인당

5) 기술혁신이 기업의 해외사업 확장에 영향을 줄 수도 있으며(Kyläheiko et al., 2011; Chung and Yoon, 2020), 전문경영 여부도 반대로 기술혁신에 영향을 받을 수 있다(Lin and Hu, 2007). 그러나 두 변수의 시차를 고려하여 모형을 추정해도 분석결과에는 큰 차이가 나타나지 않았다.

6) HCCP자료는 노동조합을 단위노동조합, 노동조합지부, 노동조합지회, 노사협의회의 4개 형태로 구분하고 있다. 다만 노조유무에 관계없이 기업의 90% 이상은 노사협의회를 자체 보유하므로(『사업체패널조사』, 2019), 본 연구의 노동조합 유무 변수에는 노사협의회가 제외되었다.

7) R&D집약도는 기업의 총 R&D투자액을 매출액으로 나눈 값이다.

8) 본 연구는 분석모형에서 고용규모를 통제하고 있지만 범주값이라는 한계가 있다. 따라서 R&D 투자액을 사용하기보다 기업성과 규모가 통제된 R&D집약도를 사용하였다.

매출액의 식별변수는 기업의 교육훈련투자이다. 기업의 교육훈련투자는 근로자의 노동생산성을 높이는 효과 외에도 이직률을 낮추거나(Kwon and Rupp, 2013) 직무이해도를 촉진하여(Kehoe and wright, 2013) 기업성장에 기여한다. 이론상 각 식별변수는 나머지 종속변수에 통계적 영향을 직접 주지 않아야 한다. 이러한 조건을 검정한 결과에 따르면, 본 연구의 식별변수들은 연립방정식 내에서 적절하게 사용된 것으로 평가되었다.⁹⁾

3. 분석방법

기술혁신이 고용에 미치는 영향에는 기업성고가 매개요인으로 작용하며, 기술혁신, 기업성과, 고용도 서로에게 영향을 준다. 따라서 본 연구는 식 (1)과 같이 특허출원(*Patent*), 근로자 수(*Emp*), 근로자 1인당 매출액(*Sales*)이 종속변수인 연립방정식을 설정하였다. 종속변수는 자연로그값이며, 서로에게 1개 조사년도(2년)의 시차를 갖는다. 단, 기업활동에는 누적된 기술지식이 활용될 것이므로, 특허변수가 독립변수로 사용될 경우 직전 5년의 특허출원 합으로 정의된 특허스톡(*Patent_stock*)을 사용하였다.¹⁰⁾ 경영상 특성(*Manage*)은 전문경영 여부, 부서·조직변화 정도, 해외진출 여부, 노조 유무를 포함한다. 일반적 특성(*Char*)은 기업연령, 기업규모, 코스피·코스닥 등록 여부이다. 하첨자 *i*와 *t*는 각각 개별 제조업체와 조사년도를 나타낸다.

$$\begin{aligned}
 (1) \ln(Patent_{i,t}) &= \alpha_0 + \alpha_1 \ln(Emp_{i,t-1}) + \alpha_2 \ln(Sales_{i,t-1}) + \alpha_3' Manage_{i,t} \\
 &\quad + \alpha_4' Char_{i,t} + \alpha_5 R\&D_{i,t} + \sum \alpha_j Ind_{j,t} + \sum \alpha_t Year_t + \varepsilon_{i,t} \\
 \ln(Emp_{i,t}) &= \beta_0 + \beta_1 \ln(Patent_stock_{i,t}) + \beta_2 \ln(Sales_{i,t-1}) + \beta_3' Manage_{i,t} \\
 &\quad + \beta_4' Char_{i,t} + \beta_5 Laborcost_{i,t} + \sum \beta_j Ind_{j,t} + \sum \beta_t Year_t + \mu_{i,t} \\
 \ln(Sales_{i,t}) &= \gamma_0 + \gamma_1 \ln(Patent_stock_{i,t}) + \gamma_2 \ln(Emp_{i,t-1}) + \gamma_3' Manage_{i,t} \\
 &\quad + \gamma_4' Char_{i,t} + \gamma_5 Edu_{i,t} + \sum \gamma_j Ind_{j,t} + \sum \gamma_t Year_t + v_{i,t}
 \end{aligned}$$

식 (1)은 한 방정식에 나머지 방정식의 종속변수가 포함된 연립방정식이므로, 각 방정식에

9) 식별변수 검정은 각 방정식을 2SLS로 추정된 후 수행하였다. 각 방정식에는 나머지 종속변수 시차항을 하나씩 포함시켰다. 검정 결과에 의하면, 1단계 추정식에서 F통계량이 10 이상의 값을 가져 weakness의 문제가 없는 것으로 판단된다.

10) 특허스톡은 영구재고법으로 추정하였고, 김광두·홍운선(2011)의 논의를 따라 매년 15%의 감가상각률을 적용하였다.

대한 식별문제가 고려되어야 한다. 특허출원의 식별변수는 R&D집약도($R\&D$)이며, 근로자 수와 근로자 1인당 매출액의 식별변수는 각각 근로자 1인당 노동비용($Laborcost$)과 기업 교육훈련투자(Edu)이다. 산업더미(Ind)는 음식료품, 석유 및 화학, 금속 및 기계장비, 컴퓨터 및 전기전자, 기타 제조업의 5개 산업을 나타내며, 음식료품이 준거집단(reference group)이다. 연도더미($Year$)는 2005년~2017년을 2년 단위로 나타내며, 2005년이 준거집단이다. ε , μ , v 은 모형의 오차항이다.

고용규모와 별도로 기술혁신과 고용구조 간의 관계를 살펴보기 위해 식 (1)의 근로자 수를 전체 근로자에서 숙련 근로자가 차지하는 비중($Highskilled$)으로 대체하고, 식 (2)를 연립방정식에 추가하였다. 숙련 근로자 비중의 식별변수는 기업부설연구소 보유 여부($R\&DLab$)이다.

$$(2) \text{Highskilled}_{i,t} = \delta_0 + \delta_1 \ln(\text{Patent_stock}_{i,t}) + \delta_2 \ln(\text{Sales}_{i,t-1}) + \delta_3' \text{Manage}_{i,t} + \delta_4' \text{Char}_{i,t} + \delta_5 \text{R\&DLab}_{i,t} + \sum \delta_j \text{Ind}_{j,t} + \sum \delta_t \text{Year}_t + u_{i,t}$$

식 (1)과 식 (2)의 각 방정식을 개별 추정할 수도 있겠으나, 경기순환 등 모형 외부의 충격은 기술혁신, 기업성과, 고용 모두에 영향을 미칠 수 있다. 이 경우 각 방정식의 오차항은 서로 상관되어 오차항 간 공분산이 0의 값을 가지지 않는다.¹¹⁾ 따라서 본 연구는 Zellner and Theil(1962)이 제안한 3단계 최소자승추정법(3SLS)으로 연립방정식을 추정하였다.¹²⁾

11) 오차항 간 공분산이 0이 아니라는 것은 관측치 i 에 대한 오차가 방정식 j 와 j' 간에 상관되는 것을 의미한다. 즉, 방정식 j 의 오차항을 u_j 라 할 때, $E(u_{ij}u_{ij'} | X) = \sigma_{jj'} \neq 0$ 이다. 그러나 고전적 회귀 가정에 의해 관측치 i 와 i' 간의 오차는 상관되지 않는다. 즉, $E(u_{ij}u_{i'j'}) = 0$ 이다.

12) 내생변수와 식별변수 수가 동일해 연립방정식 모형이 정확식별(just-identified) 조건을 만족할 경우 3SLS와 2SLS의 추정치는 일치한다(Zellner and Theil, 1962). 그러나 본 연구가 설정한 실증모형에서는 각 방정식의 종속변수가 시차를 가지고 나머지 방정식의 독립변수로 사용된다. 즉, 동일한 변수가 중복 사용되지 않기 때문에 본 연구의 실증모형은 연립방정식의 특징을 가지면서 외관상무관회귀(SUR)모형인 특별한 경우이다. 이 때 2SLS로 방정식 간 교차추정을 적용하는 것은 적절하지 않다. 따라서 모형추정에 3SLS를 적용하여 2SLS보다 점근적으로 효율적인 추정치를 도출하고자 하였다.

4. 분석자료

특허출원은 한국 특허청 자료이며, 기업 재무자료는 NICE신용평가(주) 자료이다. 근로자 수와 외생변수는 2년 단위로 조사되는 「인적자본기업패널(HCCP)」의 1차년도(2005년)부터 7차년도(2017년) 자료에서 확보하였고,¹³⁾ 이를 기업 재무자료 및 특허자료와 병합하였다.

<표 1>은 합동(pooled)자료의 기초통계이다. 기업의 연간 특허출원은 평균 14.2건이고 직전 5년간 특허출원스톡은 48.1건이다. 그러나 특허생산의 기업별 편차는 매우 크다. 기업의 평균 근로자 수는 622명이며, 연구개발 인력과 생산·제조기술 인력을 숙련 근로자라고 정의하면¹⁴⁾ 전체 근로자 중 19.2%가 숙련 근로자이다. 기업성과인 근로자 1인당 매출액은 평균 6억 783만 원이다.

경영상 특성을 보면, 관측치의 절반 정도가 전문경영인 체제이며, 60%는 부서 및 조직의 변화가 많았다고 응답하였다. 해외로 진출한 경우는 71%였고, 기업 내 노동조합이 존재하는 경우가 절반 정도로 높은 수준이었다.¹⁵⁾ 일반적 특성의 경우 기업연령은 평균 34.3년이었으며, 기업규모는 300인 이상이 절반 정도를 차지하고 있다.¹⁶⁾ 코스피나 코스닥에 상장된 경우는 64% 수준이었다. 식별변수의 경우 R&D집약도는 약 1.35%이며, 평균 이상의 R&D집약도를 보인 제조업체는 의약, 반도체, 통신장비 등이다. 기업의 연간 교육훈련투자는 근로자 1인당 약 26만 원 수준이었다. 근로자 1인당 노동비용은 평균 1,887만 원이며, 부설연구소 보유 비율은 75%로 높았다.

13) HCCP자료의 조사 모집단은 근로자 100인 이상 기업이며 인적자본 축적이 크게 의미없거나 대표성이 없는 산업은 포함되지 않는다. 또한 HCCP자료는 2019년부터 조사설계가 일부 수정된 새로운 패널로 제공되고 있다. 따라서 본 연구는 자료 간 연계성을 고려하여 해당 자료의 7차년도 자료까지만 사용하였다.

14) HCCP자료는 ‘생산·제조기술 인력’을 ‘생산·기능직 인력’과 구분하고 있다. 전자에는 생산관리, 생산기술, 품질관리 인력이 포함되며, 후자는 환경안전, 품질검사, 생산제조인력 등 상대적으로 숙련도가 낮은 인력으로 구성된다.

15) 노동조합이 있는 기업이 다수 포함된 것은 본 연구가 100인 이상 제조업체를 분석했기 때문이다. 근로자 30인 이상 사업체가 대상인 「사업체패널조사」를 보면, 2019년 기준 비정규직 비중은 20.2%이고 노동조합이 존재하는 경우는 19.4%이다.

16) HCCP자료는 기업규모를 네 개 범주값으로 제공한다. 전체 관측치에서 300인 미만은 48.5%, 300인~999인은 38.0%, 1,000인~1,999인은 7.3%, 2,000인 이상은 6.2%를 각각 차지한다.

〈표 1〉 기초통계량

변 수	측 정 방 법	단 위	평균	표준편차
종속변수				
당해 특허출원	당해 특허출원 건수	건	14.21	621.95
특허출원스톡	직전 5년간 특허출원의 누적합	건	48.10	239.56
근로자 수	정규직 근로자 수	명	621.95	1,276.39
숙련 근로자 비중	(숙련 근로자 수÷근로자 수)×100	%	19.22	13.61
1인당 매출액	매출액÷근로자 수	천 원	607,830	832,053
경영상 특성				
전문경영	전문경영인 경영=1, 오너경영=0	더미변수	0.52	0.50
부서·조직변화	변화 많음=1, 거의 변화없음=0	더미변수	0.60	0.50
해외진출	진출=1, 미진출=0	더미변수	0.71	0.45
노조유무	노조 있음=1, 없음=0	더미변수	0.56	0.50
일반적 특성				
기업연령	조사년도-기업 설립년도	년	34.33	17.23
기업규모	종업원 300인 이상=1, 미만=0	더미변수	0.52	0.50
코스피·코스닥	등록=1, 미등록=0	더미변수	0.64	0.48
식별변수				
R&D집약도	(R&D투자액÷매출액)×100	%	1.35	2.87
1인당 노동비용	근로자보수÷근로자 수	천 원	18,867	13,555
부설연구소 ¹⁾	부설연구소 있음=1, 없음=0	더미변수	0.75	0.43
교육훈련투자	교육훈련투자액	천 원	263.52	621.36
N			2,247	

주: 1) 부설연구소의 경우 HCCP자료의 1차년도와 2차년도에서 조사되지 않아, 해당 변수가 식별변수인 숙련 근로자 비중 방정식은 1,691개의 관측치를 가짐

IV. 분석결과

1. 기술혁신, 고용규모, 기업성과

<표 2>는 특허출원, 근로자 수, 근로자 1인당 매출액을 종속변수로 하는 연립방정식 모형을 3SLS로 추정한 결과이다.¹⁷⁾ 산업 및 연도 더미변수의 추정결과는 해당 표에서 생략하였다.¹⁸⁾

분석결과에 의하면, 특허출원과 고용규모는 서로 양(+)의 관계를 갖는다. 특허스톡의 증가는 근로자 수를 증가시켰는데, 해당 결과는 다음과 같은 요인들에 기인할 수 있다. 첫째, 특허에 제품혁신 기술이 많이 포함되어 있다면, 고용에 대한 기술혁신의 순효과에 양(+)의 방향이 지배적으로 나타났을 수 있다.¹⁹⁾ 둘째, 국내 연구(이준원, 2019)의 보고와 같이, 특허에 공정기술이 포함되더라도 제품가격 하락에 따른 보상효과(compensation effect)가 고용을 증가시켰을 수 있다. 셋째, 본 연구가 정규직 근로자를 대상으로 했기 때문에 기술혁신의 노동 대체성이 작았을 수 있다. 한편 근로자 수의 증가도 특허출원을 증가시켰다. 이러한 결과는 고용과 기술혁신의 강한 보완성에 따른 것으로 볼 수 있다(Cho and Kim, 2018). 다른 해석으로는, 임금의 하방경직성으로 전체 고용비용이 상승한 것에 기업이 기술혁신으로 대응한 것으로 볼 수도 있다. 또한 기술혁신 공급 측면에서 R&D인력 등 숙련 인력 투입이 기술혁신을 촉진한 것으로 볼 수도 있겠으나, 이는 기업의 기술수준별로 다를 것으로 보인다.

특허출원과 기업성과의 관계를 보면, 특허스톡은 근로자 1인당 매출액을 높임으로써 기업성과 증대에 기여한다. 역으로 근로자 1인당 매출액의 증가도 특허출원을 촉진하였다. 즉, 기술혁신과 기업성과는 상호 보완되며, 따라서 적극적인 기술혁신 투자를 통해

17) 등록 기준으로 특허변수를 사용하더라도 분석결과에 유의한 차이는 발견되지 않았다. 또한 각 방정식을 패널고정효과로 추정했을 때도 추정결과는 유사했다.

18) 음식료품을 준거집단으로 하는 산업 더미의 추정결과를 보면, 음식료품에 비해 나머지 모든 산업에서 특허출원이 많고 근로자 수는 적었다. 근로자 1인당 매출액은 석유 및 화학의 경우 음식료품과 차이를 보이지 않았으나, 나머지 산업의 경우에는 음식료품보다 유의하게 높았다. 연도 더미의 경우, 최근으로 올수록 특허출원과 근로자 1인당 매출액이 모두 많아지나 근로자 수는 감소하였다.

19) 특허의 고용효과는 기술혁신의 성격이 제품혁신인지 공정혁신인지에 따라 다를 수 있다. 그러나 본 연구의 분석자료에는 특허 서지정보가 포함되어 있지 않아 특허를 제품혁신과 공정혁신으로 구분하지 못하였다.

기술혁신과 기업성장이 서로 촉진되는 선순환구조를 구축하는 것이 중요하다. 기업성과와 고용규모 간 관계의 경우 근로자 1인당 매출액의 증가는 근로자 수를 증가시켜 기업성과가 고용증대로 이어졌다. 반대로 근로자 수의 증가도 1인당 매출액을 유의하게 높였다.

〈표 2〉 3SLS 추정결과: 특허출원-근로자 수-근로자 1인당 매출액

변수 구분	당해 특허출원	근로자 수	1인당 매출액
시차변수			
특허스톡		0.368 *** (0.010)	0.035 ** (0.014)
L1. 근로자 수	1.047 *** (0.042)		0.071 ** (0.035)
L1. 1인당 매출액	0.207 *** (0.036)	0.139 *** (0.024)	
경영상 특성			
전문경영	-0.030 (0.058)	0.192 *** (0.037)	0.131 *** (0.042)
부서·조직변화	0.153 *** (0.056)	0.028 (0.037)	0.031 (0.041)
해외진출	0.169 ** (0.065)	0.055 (0.042)	0.149 *** (0.046)
노동조합 유무	-0.332 *** (0.063)	0.397 *** (0.040)	0.149 *** (0.046)
일반적 특성			
기업연령	-0.244 *** (0.059)	0.130 *** (0.038)	0.008 (0.043)
기업규모	0.057 (0.074)		-0.027 (0.058)
코스피·코스닥	0.238 *** (0.061)	-0.087 ** (0.040)	0.077 * (0.045)
식별변수			
R&D집약도	5.049 *** (0.880)		
1인당 노동비용		-0.255 *** (0.026)	
교육훈련투자			0.024 *** (0.005)
상수항	-8.138 *** (0.531)	5.879 *** (0.349)	11.752 *** (0.256)
산업 및 연도 더미변수	YES	YES	YES
R-squared	0.3331	0.4396	0.1038
Chi2	1697.72 ***	2110.91 ***	210.28 ***
N		1,724	

주: 1) 기업규모가 근로자 수 기준이므로 근로자 수의 설명변수에서 기업규모는 제외됨
 2) () 안은 표준오차임
 3) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

경영상 특성의 경우, 특허출원에 대한 전문경영의 영향은 유의하지 않았으나, 전문경영 기업에서 근로자 수가 많고 근로자 1인당 매출액이 높았다. 그러나 전문경영의 효과는 분석모형에 따라 다를 것으로 판단된다.²⁰⁾ 기능적 유연성 측면에서 부서 및 조직변화가 활발하면 특허출원이 많았다. 노동조합은 특허출원에 부정적이었지만²¹⁾ 근로자 수와 1인당 매출액에는 긍정적인 영향을 미쳤다.

기업의 일반적 특성을 보면, 기업규모는 특허출원과 근로자 1인당 매출액에 유의한 영향을 미치지 않았다. 반면 기업연령이 높을수록 특허출원이 적고 근로자 수는 많은 경향을 보였다. 코스피·코스닥 상장기업의 경우 비상장기업에 비해 특허출원과 근로자 1인당 매출액이 높았으며 근로자 수는 적었다. 식별변수의 영향은 모두 예상과 같은 방향으로 유의했다. R&D집약도가 높을수록 특허출원이 많았으며, 근로자 1인당 노동비용이 높을 때 근로자 수는 감소하였다. 또한 기업의 교육훈련투자는 근로자 1인당 매출액의 증가로 이어졌다.

2. 기술혁신과 고용구조

<표 3>은 특허출원, 숙련 근로자 비중, 근로자 1인당 매출액을 종속변수로 하는 연립방정식 모형의 3SLS 추정결과이다. 추정결과에 의하면, 특허소득의 증가가 숙련 근로자 비중을 높이는 것으로 나타나 기술혁신의 숙련편향성이 확인되었다. 한편 기술혁신과 기업성과는 여전히 보완적인 관계를 가졌다.

20) 숙련 근로자 비중을 반영할 경우 전문경영에서 특허출원이 많은 것으로 나타난다(<표 3>). 전문경영은 혁신성과를 확대하기도 하나 주인-대리인 문제(principal-agent)로 인해 혁신성과에 부정적일 수도 있다. 또한 전문경영인의 연령이나 경력, 재임기간 등에 따라 기업혁신에 미치는 영향에는 차이가 존재할 수 있다(이은화·유재욱, 2020).

21) 노동조합이 존재하더라도 노조교섭력에 따라 기술혁신에 미치는 영향은 다를 수 있다(이인재·김동배, 2009; 서대석·신흥권 2012). 또한 협의권 등 노조의 법적 권한도 기술혁신에 영향을 미친다(이상민, 2004). 그러나 자료 확보의 문제로 본 연구는 해당 논의를 모형에 반영하지 못했다. 따라서 노동조합 영향을 해석하는 데는 주의가 필요하다.

〈표 3〉 3SLS 추정결과: 특허출원-숙련 근로자 비중-근로자 1인당 매출액

변수 구분	당해 특허출원	숙련 근로자 비중	1인당 매출액
시차변수			
특허스톡		2.658 *** (0.209)	0.066 *** (0.015)
L1. 숙련 근로자 비중	0.029 *** (0.003)		-0.000 (0.002)
L1. 1인당 매출액	0.285 *** (0.041)	0.320 (0.404)	
경영상 특성			
전문경영	0.302 *** (0.065)	-0.724 (0.659)	0.145 *** (0.047)
부서·조직변화	0.188 *** (0.065)	3.024 *** (0.644)	0.019 (0.046)
해외진출	0.322 *** (0.076)	0.080 (0.775)	-0.052 (0.054)
노동조합 유무	0.169 ** (0.072)	-3.817 *** (0.711)	0.157 *** (0.051)
일반적 특성			
기업연령	-0.282 *** (0.070)	1.100 (0.703)	0.045 (0.050)
기업규모	0.879 *** (0.067)	-5.492 *** (0.712)	-0.008 (0.051)
코스피·코스닥	0.182 *** (0.069)	-0.603 (0.696)	0.073 (0.049)
식별변수			
R&D집약도	4.771 *** (1.059)		
부설연구소		0.021 *** (0.006)	
교육훈련투자			3.427 *** (0.826)
상수항	-3.631 *** (0.565)	1.420 (5.664)	12.294 *** (0.201)
산업 및 연도 더미변수	YES	YES	YES
R-squared	0.2971	0.2051	0.0865
Chi2	728.74 ***	516.47 ***	154.15 ***
N		1,482	

주: 1) () 안은 표준오차임

2) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

그러나 기술혁신이 전체 고용을 증가시키고 있기 때문에(<표 2>), 해당 결과를 기술혁신이 반드시 저숙련 근로자를 대체하는 것으로 해석하기는 어렵다. 기업은 자동화로 저숙련 근로자를 줄일 수 있겠지만, 검수 등 다른 업무로 이들을 재배치하기도 한다. 또한 기술혁신의 고용대체 정도는 교육훈련투자나 직무전환시스템에 따라 다를 수 있다. 한편, 숙련 근로자 비중이 높을수록 특허출원이 많았는데, 이는 기술혁신에 숙련 인력 투입이 중요하다는 것을 의미한다.

특허출원과 근로자 1인당 매출액에 대한 외생변수들의 영향은 이전 결과(<표 2>)와 유사하다. 단, 특허출원에 유의하지 않았던 전문경영과 기업규모가 특허출원에 양(+)²²⁾의 영향을 미쳤다는 것에 차이가 있다. 또한 1인당 매출액을 높였던 해외진출 여부가 <표 3>에서는 유의하지 않았다. 이러한 차이는 특허 생산함수 형태나 관측치 수 차이에 의한 것으로 보인다.²²⁾

숙련 근로자 비중에 대한 외생변수의 영향을 보면, 숙련 근로자 비중은 부서 및 조직변화가 활발한 경우 높았으며 노조가 존재하고 기업규모가 클 경우 낮았다.²³⁾ 그러나 전문경영, 해외진출, 기업연령, 코스피·코스닥 상장 여부는 유의하지 않았다. 식별변수의 경우, 기업이 부설연구소를 보유한 경우 그렇지 않은 경우에 비해 숙련 근로자 비중이 높았다.

3. 산업 기술수준별 비교

<표 4>와 <표 5>는 고용변수로 근로자 수와 숙련 근로자 비중을 반영한 추정결과를 기술집약산업과 일반산업으로 각각 나누어 보여준다.²⁴⁾

기술혁신은 기술집약산업의 고용을 높일 것으로 예상해볼 수 있다. 그러나 <표 4>는 특허소득이 산업 기술수준에 관계없이 근로자를 증가시킨다는 것을 보여준다. 즉, 기술혁신은 기술집약산업에서만 근로자에 유리하게 작용하지 않는다. 그러나 특허의 기술수준은 산업별로 상이하므로 그 차이에 따라 기술혁신이 고용증가를 초래하는 세부

22) 숙련 근로자 비중이 사용된 모형의 관측치는 1,482개로 근로자 수를 사용한 모형의 관측치 1,724개보다 적다. 이러한 차이는 숙련 근로자 비중의 식별변수인 기업부설연구소 보유 변수가 HCCP자료의 2005년과 2007년 조사에서 제외되었기 때문이다.

23) 고용규모가 큰 대기업에서 숙련 인력 수요가 높을 수 있다. 그러나 숙련 인력 수요를 비중값으로 볼 경우 산업 및 기업별로 기업규모가 숙련 인력 비중에 미치는 영향이 다를 것으로 판단된다.

24) 기술수준은 OECD(2016)의 기술집약산업(high R&D intensity industries) 분류를 참조하여, 산업소분류별 R&D집약도를 기준으로 분류하였다. 해당 분류의 결과는 <부표 2>에 수록하였다.

원인은 다를 수 있다. 이러한 채널의 특성 차이를 밝히기 위해서는 특허의 질적 분석이 필요하며 이는 후속 과제로 남는다.

<표 4> 산업 기술수준별 비교: 근로자 수

변수 구분	기술집약산업			일반산업		
	당해 특허출원	근로자 수	1인당 매출액	당해 특허출원	근로자 수	1인당 매출액
특허소득		0.035 *** (0.014)	0.036 ** (0.018)		0.423 *** (0.015)	0.122 ** (0.022)
L.1.근로자 수	0.903 *** (0.071)		0.096 ** (0.048)	1.147 *** (0.052)		0.071 (0.064)
L.1.1인당 매출액	0.242 *** (0.062)	0.163 *** (0.036)		0.357 *** (0.044)	-0.008 (0.034)	
경영상 일반적 특성	YES			YES		
식별변수&상수항	YES			YES		
연도더미	YES			YES		
R-squared	0.2655	0.3489	0.1061	0.3721	0.4547	0.0897
Chi2	599.12***	725.99***	111.07***	1102.09***	1229.79***	113.04***
N	823			901		

주: 1) () 안은 표준오차임

2) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

근로자 수를 숙련 근로자 비중으로 대체한 <표 5>의 추정결과를 보면, 특허소득의 증가는 기술집약산업과 일반산업 모두에서 숙련 근로자 비중을 확대했다. 즉, 산업 기술수준에 관계없이 기술혁신의 숙련편향적 특성이 관찰된다. 다만 숙련편향성은 기술집약산업에서는 고용의 전반적인 질적 상승을 의미하겠으나, 저숙련 근로자 비중이 높은 일반산업에서는 기술혁신으로 인한 고용양극화 등의 문제가 커질 수 있다. 반대로 숙련 근로자 비중의 증가도 두 산업 기술수준 모두에서 당해 특허출원을 증가시키는 효과가 있었다.

1인당 매출액의 증가는 기술집약산업과 일반산업 모두에서 숙련 근로자 비중을 높이는 것으로 나타나, 산업 기술수준에 관계없이 기업성과가 높을 때 숙련 인력이 더 많이 고용된다는 사실이 확인된다. 흥미로운 점은 숙련 근로자 비중의 증가가 기술집약산업이 아닌 일반산업에서 근로자 1인당 매출액을 높였다는 것이다. 이는 숙련 인력 한 명을 고용할 때의 한계효과가 산업별로 다르기 때문으로 보인다.²⁵⁾ 예를 들어, 숙련 인력 확보는

25) 고숙련 근로자 비중은 기술집약산업에서 23.7%였고 일반산업에서는 15.0%이다.

기술집약산업에 속한 모든 기업에 필수적인 전략이지만, 일반산업에서는 시장 선점을 위한 차별적 수단이 될 수 있다. 즉, 기술혁신 창출을 위한 숙련 인력 확보는 특히 일반산업에서 경쟁업체 대비 경쟁우위를 가져오는 유효한 수단이 될 수 있다.

근로자 수나 숙련 근로자 비중 중 어떤 것을 모형에 고려하더라도, 기술집약산업과 일반산업 모두에서 특허출원과 근로자 1인당 매출액은 상호 보완관계를 나타냈다. 기술집약산업에서 기술혁신은 생존전략이므로 특허소득이 1인당 매출액을 높이는 것은 자연스럽다고 할 수 있다. 그러나 본 연구의 분석결과는 일반산업에서도 기술혁신의 유용성이 존재하는 것을 보여주며, 따라서 기술혁신 전략은 기술집약산업과 일반산업 모두에서 중요하다고 평가된다.

〈표 5〉 산업 기술수준별 비교: 숙련 근로자 비중

변수 구분	기술집약산업			일반산업		
	당해 특허출원	숙련 근로자 비중	1인당 매출액	당해 특허출원	숙련 근로자 비중	1인당 매출액
특허소득		3.359 *** (0.363)	0.063 *** (0.019)		1.759 *** (0.219)	0.086 *** (0.021)
L1.숙련 근로자 비중	0.029 *** (0.003)		0.002 (0.002)	0.032 *** (0.004)		0.013 *** (0.003)
L1.1인당 매출액	0.304 *** (0.069)	2.830 *** (0.806)		0.285 *** (0.053)	1.476 *** (0.403)	
경영상·일반적 특성	YES			YES		
식별변수&상수항	YES			YES		
연도더미	YES			YES		
R-squared1)	0.2975	0.1601	0.1017	0.2867	0.1280	0.0844
Chi21)	343.44***	203.07***	84.14***	361.04***	167.87***	89.83***
N1)	686			796		

주: 1) () 안은 표준오차임

2) *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

이상과 같이 기술혁신과 기업성과 및 고용의 양방향 인과관계는 기업성과에 대한 숙련 근로자 비중의 영향을 제외하면 대체로 산업 기술수준과 관계없이 일관되게 나타난다. 단, 본 연구가 R&D집약도로 기술집약산업과 일반산업을 구분하고 있으므로, 다른 기준으로 산업을 분류하거나 세분화할 경우 분석결과가 달라질 수 있다는 것에는 유의가 필요하다.

V. 결 론

본 연구는 우리나라 제조업체에서 기술혁신이 고용에 미치는 영향을 분석하였다. 특히 기술혁신, 고용, 기업성과의 양방향 관계를 고려하여 기술혁신의 내생성 논의를 강화했으며, 분석결과는 관련 국외 연구와의 비교분석에도 활용도가 높을 것으로 기대된다.

분석방법의 경우 특허출원, 고용(근로자 수, 숙련 근로자 비중), 근로자 1인당 매출액이 종속변수인 연립방정식 모형을 3단계 최소자승추정법으로 추정하였다. 분석자료는 인적자본기업패널의 1차년도(2005년)~7차년도(2017년) 자료를 NICE신용평가(주)의 기업 재무자료 및 한국 특허청의 특허자료와 병합한 자료이다.

주요 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 기술혁신은 고용규모 증대와 숙련 근로자 비중의 확대를 가져온다. 둘째, 고용규모가 크거나 숙련 근로자 비중이 높을 때 기술혁신이 촉진된다. 고용규모의 영향은 전체 노동비용 증가에 기업이 기술혁신으로 대응한 것으로 보이며, 숙련 근로자 비중의 영향은 인적자원 투입이 기술혁신에 필요하다는 점을 시사한다. 셋째, 기술혁신과 기업성과는 상호 보완관계에 있다. 넷째, 기업을 기술수준별로 나누어 보면, 기술혁신은 기술수준에 관계없이 고용규모 및 기업성과와 양(+)의 영향을 주고받는다. 또한 고용구조 측면에서 기술혁신은 두 산업 모두의 숙련 근로자 비중을 확대시켰다. 그러나 숙련 근로자 비중의 확대는 일반산업에서만 기업성과를 직접 높였다.

분석결과를 종합하면, 기술혁신의 내생성을 고려하더라도 우리나라 제조업에서 기술혁신은 산업 기술수준에 관계없이 노동을 대체하기보다는 고용의 양적 확대와 질적 상승으로 이어진다. 따라서 숙련편향적 특성에도 불구하고 기술혁신은 우리나라 고용문제를 개선하는 데 기여할 수 있다. 단, 기술혁신의 숙련편향성에 따른 고용양극화에 대한 별도의 대응은 필요하다. 특히 일반산업의 경우 기업성과를 높이기 위해 기술혁신과 숙련 인력이 모두 중요하다. 최근 산업유형을 망라하고 자동화 및 인공지능 활용도가 크게 높아진 것을 볼 때 더욱 그렇다. 따라서 일반산업에서는 지속적인 기술혁신과 함께 인적자원투자 및 업무전환 등으로 인력구조를 지금보다 고도화하는 것이 성장에 유리하다.

한편 기업의 지속 성장을 위해서는 기술혁신과 기업성과의 선순환 관계를 구축하는 것이 중요하다. 따라서 장기 안목에 기반한 기술혁신 투자가 필요하다. 예컨대 기업의 기술혁신 지향성을 강화하는 것은 이러한 투자전략에 도움이 될 수 있다.

본 연구가 근로자 100인 이상 제조업체를 대상으로 했다는 점에서, 분석결과를 모든 기업에 일반화하기에는 한계가 있다. 또한, 최근 4차 산업혁명 논의에서처럼 앞으로의

기술혁신이 기존과 뚜렷한 특성 차이를 보인다면, 고용에 대한 기술혁신의 영향도 달라질 수 있다. 이런 측면에서, 기술적 특성이 다른 산업 간의 비교분석이나 기간별 분석이 요구된다. 특히 본 연구는 자료의 한계로 특허의 양적 측면만을 다루었으나, 추후 특허의 기술특성별로 정밀한 분석이 이루어질 필요가 있다.

참고문헌

(1) 국내문헌

- 김광두·홍운선(2011), “혁신활동이 기업의 경영성과에 미치는 영향”, 『기술혁신학회지』, 제14권 제2호, pp. 373-404.
- 김남주(2015), “중숙련(middle-skill) 일자리의 감소가 고용 없는 경기회복에 미치는 영향에 관한 연구”, 『노동경제논집』, 제38권 제3호, pp. 53-95.
- 김윤정·서운교·홍정임(2018), “벤처기업의 내부역량과 성장단계가 경영성과에 미치는 영향”, 『기술혁신학회지』, 제21권 제2호, pp. 636-662.
- 노세리·이상민(2018), “직무순환과 기술혁신 간의 관계: 조직 학습지원의 조절된 매개효과를 중심으로”, 『경영경제연구』, 제40권 제1호, pp. 136-164.
- 박선영·박현우·조만형(2006), “특허분석을 통한 기술혁신과 기업성과의 관계분석”, 『기술혁신학회지』, 제9권 제1호, pp. 1-25.
- 박재민·김효영(2011), “기술혁신 성과와 경영자 특성에 관한 연구: IT벤처기업을 중심으로”, 『디지털융복합연구』, 제9권 제6호, pp. 173-186.
- 봉강호·박재민(2018), “프로세스 관점에서의 기술혁신 및 고용성과에 관한 연구”, 『기술혁신학회지』, 제21권 제4호, pp. 1508-1535.
- 서대석·신흥권(2012), “노동조합이 기업의 기술혁신활동에 미치는 영향”, 『경영연구』, 제27권 제3호, pp. 87-114.
- 우종현·홍아름(2020), “중소기업의 연구개발 조직 및 투자가 기업성과에 미치는 영향 연구”, 『한국혁신학회지』, 제15권 제1호, pp. 197-229.
- 이병호·이상원(2017), “글로벌 제약·바이오 기업의 개방형 혁신 특허가 기업 성과에 미치는 영향”, 『한국산학기술학회논문지』, 제18권 제9호, 356-365.
- 이성화·조근태(2012), “R&D투자가 경영성과에 미치는 영향: 기술사업화 능력의 매효과를 중심으로”, 『기술혁신연구』, 제20권 제1호, pp. 263-294.
- 이용탁(2005), “전략적 인적자원관리와 성과간의 관련성 연구”, 『인적자원관리연구』, 제12권 제3호, pp. 49-68.
- 이은화·유재욱(2020), “전문경영인의 특성과 수요자 혁신활동 간의 관계분석: 전문경영인 지분율의 조절효과를 중심으로”, 『경영과 정보연구』, 제39권 제4호, pp. 17-34.
- 이상민(2004), “노사협의회와 노동조합의 법적 권한이 기술혁신에 미치는 영향”, 『노동정책연구』, 제4권 제1호, pp. 89-110.
- 이용탁(2005), “전략적 인적자원관리와 성과간의 관련성에 관한 연구”, 『인적자원관리연구』, 제12권 제3호, pp. 49-67.

- 이인재·김동배(2009), “노동조합이 기술혁신에 미치는 영향”, 『산업관계연구』, 제19권 제4호, pp. 71-98.
- 이주관·정진화(2014), “특허생산과 기술성과: 기업 혁신전략의 역할”, 『기술혁신연구』, 제22권 제1호, pp. 149-175.
- 이준원(2019), “혁신 및 기술경영 역량에 따른 중소기업의 고용효과 비교분석”, 『지식재산연구』, 제14권 제3호, pp. 233-260.
- 임동근·정진화(2017), “제품혁신이 기업의 수익 및 재무안정성에 미치는 영향”, 『기술혁신연구』, 제25권 제4호, pp. 239-261.
- 정성철·윤문섭·장진규(2004), “특허와 기술혁신 및 경제발전의 상관관계”, 『정책연구』, pp. 1-114.
- 정찬식·고유흠·김혜정·강경남(2022), “지식재산 경영인력이 기업 특허성과에 미치는 영향”, 『한국 혁신학회지』, 제17권 제3호, pp. 199-215.
- 특허청(2021), 『2021년도 지식재산활동조사』, 한국지식재산연구원(KIIP).
- 한가록·최순규·이재은(2022), “수출전문인력 보유도가 중소기업의 수출성과에 미치는 영향: 네트워크 중심성과 수출시장다변화의 조절효과를 중심으로”, 『산업경제연구』, 제35권 제2호, pp. 399-420.
- 한지연·하석태·조성표(2020), “혁신효율성이 기업의 수익성에 미치는 영향”, 『기술혁신연구』, 제28권 제3호, pp. 1-28.
- 황수정·신진교(2009), “최고경영자특성, 조직구조, 시장경쟁, 기술혁신 및 재무성과 사이의 관계에 관한 실증연구”, 『대한경영학회지』, 제22권 제2호, pp. 987-1011.

(2) 국외문헌

- Aboushady, N. and C. Zaki (2021), “Do Exports and Innovation Matter for the Demand of Skilled Labor?”, *International Review of Applied Economics*, Vol. 35, No. 1, pp. 25-44.
- Antonucci, T. and M. Pianta (2002), “Employment Effects of Product and Process Innovation in Europe”, *International Review of Applied Economics*, Vol. 16, No. 3, pp. 295-307.
- Autor, D. and A. Salomons (2018), “Is Automation Labor-Displacing? Productivity Growth, Employment, and the Labor Share”, National Bureau of Economic Research. Working Paper Series No. w24871.
- Bartel, A. P. and F. R. Lichtenberg (1987), “The Comparative Advantage of Educated Workers in Implementing New Technology”, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 69, No. 1, pp. 1-11.
- Bassanini, A. and E. Ernst (2002), “Labour Market Regulation, Industrial Relations and Technological Regimes: A Tale of Comparative Advantage”, *Industrial and Corporate Change*, Vol. 11, No. 3, pp. 391-426.

- Becker, B. and N. Pain (2008), “What Determines Industrial R&D Expenditure in the UK?”, *Manchester School*, Vol. 76, No. 1, pp. 66-87.
- Bresnahan, T. F., E. Brynjolfsson and L. M. Hitt (2002), “Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 117, No. 1, pp. 339-376.
- Bronzini, R. and P. Piselli (2016), “The Impact of R&D Subsidies on Firm Innovation”, *Research Policy*, Vol. 45, No. 2, pp. 442-457.
- Brouwer, E., A. Kleinknecht and J. O. N. Reijnen (1993), “Employment Growth and Innovation at the Firm Level”, *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 3, No. 2, pp. 153-159.
- Bloom, N. and J. Van Reenen (2002), “Patents, Real Options and Firm Performance”, *Economic Journal*, Vol. 112, No. 478, pp. C97-C116.
- Calvino F. and M. E. Virgillito (2018), “The Innovation-Employment Nexus: A Critical Survey of Theory and Empirics”, *Journal of Economic Surveys*, Vol. 32, No. 1, pp. 83-117.
- Cho, J. and J. Kim (2018), “Identifying Factors Reinforcing Robotization: Interactive Forces of Employment, Working Hour and Wage”, *Sustainability*, Vol. 10, No. 2, p. 490.
- Chung, J. Y. and W. Yoon (2020), “Technological Capabilities and Internationalization of High-tech Ventures: The Moderating Role of Strategic Orientation”, *Managerial and Decision Economics*, Vol. 41, No. 8, pp. 1462-1472.
- Coad, A. and R. Rao (2010), “Firm Growth and R&D Expenditure”, *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 19, No. 2, pp. 127-145.
- Del Monte, A. and E. Papagni (2003), “R&D and the Growth of Firms: Empirical Analysis of a Panel of Italian Firms”, *Research Policy*, Vol. 32, No. 6, pp. 1003-1014.
- Demirel, P. and M. Mazzucato (2012), “Innovation and Firm Growth: Is R&D Worth It?”, *Industry and Innovation*, Vol. 19, No. 1, pp. 45-62.
- D’este, P., F. Rentocchini and J. V. Jurado (2014), “The Role of Human Capital in Lowering the Barriers to Engaging in Innovation: Evidence from the Spanish Innovation Survey”, *Industry and Innovation*, Vol. 21, No. 1, pp. 1-19.
- Ernst, H. (2001), “Patent Applications and Subsequent Changes of Performance: Evidence from Time-series Cross-Section Analyses on the Firm Level”, *Research Policy*, Vol. 30, No. 1, pp. 143-157.
- Faem, D. and A. M. Subramanian (2013), “R&D Manpower and Technological Performance: The Impact of Demographic and Task-related Diversity”, *Research Policy*, Vol. 42, No. 9, pp. 1624-1633.

- Falk, M. (2006), “What Drives Business Research and Development (R&D) Intensity across Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Countries?”, *Applied Economics*, Vol. 38, No. 5, pp. 533-547.
- Falk, M. and E. Hagsten (2018), “Employment Impacts of Market Novelty Sales: Evidence for Nine European Countries”, *Eurasian Business Review*, Vol. 8, No. 2, pp. 119-137.
- Frey, C. B. and M. A. Osborne (2017), “The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 114, pp. 254-280.
- García-Manjón, J. V. and M. E. Romero-Merino (2012), “Research, Development, and Firm Growth. Empirical Evidence from European Top R&D Spending Firms”, *Research Policy*, Vol. 41, No. 6, pp. 1084-1092.
- Griliches, Z. (1998), “Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey”, *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, University of Chicago Press: Chicago, pp. 287-343.
- Hakkala, K. N. and F. Heyman and F. Sjöholm (2014), “Multinational Firms, Acquisitions and Job Tasks”, *European Economic Review*, Vol. 66, pp. 248-265.
- Holm, J. R., E. Lorenz and P. Nielsen (2020), “Work Organization and Job Polarization”, *Research Policy*, Vol. 49, No. 8, 104015.
- Johnson, L. D. and B. Pazderka (1993), “Firm Value and Investment in R&D”, *Managerial and Decision Economics*, Vol. 14, No. 1, pp. 15-24.
- Jung, J. H. and D. G. Lim (2020), “Industrial Robots, Employment Growth, and Labor Cost: A Simultaneous Equation Analysis”, *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 159, 120202.
- Katz, L. F. and R. A. Margo (2012), “Technical Change and the Relative Demand for Skilled Labor: The United States in Historical Perspective”, *Human Capital in History: The American Record*, University of Chicago Press: Chicago, pp. 15-57.
- Kehoe, R. R. and P. M. Wright (2013), “The Impact of High-Performance Human Resource Practices on Employees’ Attitudes and Behaviors”, *Journal of Management*, Vol. 39, No. 2, pp. 366-391.
- Kim, J., C. Y. Lee and Y. Cho (2016), “Technological Diversification, Core-Technology Competence, and Firm Growth”, *Research Policy*, Vol. 45, No. 1, pp. 113-124.
- Kotey, B. and A. Sheridan (2004), “Changing HRM Practices with Firm Growth”, *Journal of Small Business and Enterprise Development*, Vol. 11, No. 4, pp. 474-485.

- Kwon, K. and D. E. Rupp (2013), “High-Performer Turnover and Firm Performance: The Moderating Role of Human Capital Investment and Firm Reputation”, *Journal of Organizational Behavior*, Vol. 34, No. 1, pp. 129-150.
- Kyläheiko, K., A. Jantunen, K. Puimalainen, S. Saarenketo and A. Tuppurä (2011), “Innovation and Internationalization as Growth Strategies: The Role of Technological Capabilities and Appropriability”, *International Business Review*, Vol. 20, No. 5, pp. 508-520.
- Lin, S. H. and S. Y. Hu (2007), “A Family Member or Professional Management? The Choice of a CEO and Its Impact on Performance”, *Corporate Governance: An International Review*, Vol. 15, No. 6, pp. 1348-1362.
- Mintzberg, H., J. Quinn and J. Voyer (1995), *The Strategy Process*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs: New Jersey.
- Moltchanski, K., F. Nagm and R. Powell (2010), “Does the Market Value Innovative Investments?”, *A Comparison of CAPEX with Investment in R&D and IT*, July 30, 2010.
- Novella, R., D. Rosas-Shady and A. Alvarado (2023), “Are We Nearly There Yet? New Technology Adoption and Labor Demand in Peru”, *Science and Public Policy*, scad007.
- OECD (2016), “OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity”, OECD STI Working Paper (2016/4).
- Pedersen, T., A. Scedrova and A. Grecu (2022), “The Effects of IT Investments and Skilled Labor on Firm’s Value Added”, *Technovation*, Vol. 116, 102479.
- Piva, M. and M. Vivarelli (2009), “The Role of Skills as a Major Driver of Corporate R&D”, *International Journal of Manpower*, Vol. 30, No. 8, pp. 835-852.
- Piva, M. and M. Vivarelli (2018), “Technological Change and Employment: Is Europe Ready for the Challenge?”, *Eurasian Business Review*, Vol. 8, No. 1, pp. 13-32.
- Sirilli, G. (1998), *Conceptualizing and Measuring Technological Innovation*, IDEA Report 1:3.
- Tsai, K. H. (2005), “R&D Productivity and Firm Size: A Nonlinear Examination”, *Technovation*, Vol. 25, No. 7, pp. 795-803.
- Zellner, A. and H. Theil (1962), “Three-Stage Least Squares: Simultaneous Estimation of Simultaneous Equations”, *Econometrica*, Vol. 30, No. 1, pp. 54-78.

□ 투고일: 2023.03.14. / 수정일: 2023.06.30. / 게재확정일: 2023.08.18.

〈부표 1〉 근로자의 숙련도별 분류

ILO(ISCO-08) ¹⁾	김남주(2015) ²⁾	본 연구(HCCP)
Skill levels 3 & 4	고숙련 근로자	고숙련 근로자
Manager	관리자, 전문가,	연구개발인력
Professionals	시험원·기사, 기술자	핵심전문직인력
Technicians and associate professionals	전문직 판매원	생산제조인력
Skill level 2	중숙련 근로자	저숙련 근로자
Clerical support workers	사무행정원, 생산공,	경영지원인력
Service and sales workers	기능공, 수리공, 조작용,	영업 및 서비스인력
Plant and machine operators, and assemblers	조립공, 단순노무자	생산기능직 인력
Skilled agricultural, forestry and fishery workers		
Craft and related trade workers		
Skill level 1	저숙련 근로자	-
Elementary occupations	경비원, 음식준비원, 청소원, 개인서비스원, 간병인, 비전문판매원, 저임금 단순노무자	

주: 1) 국제노동기구(ILO) 2008년 국제직업표준분류(ISCO-08)

(<https://ilostat.ilo.org/resources/concepts-and-definitions/description-labour-force-statistics>)

2) 김남주(2015), p. 92

〈부표 2〉 기술수준별 산업 분류

구분	산 업 명	R&D 집약도(%)	N
기술 집약 산업	핵연료 가공업	1.71	21
	기타 화학제품 제조업	2.28	59
	기초 의약품 및 생물학적 제제 제조업	16.97	5
	의약품 제조업	4.12	67
	의료용품 및 기타 의약관련 제품 제조업	13.75	2
	반도체 및 기타 전자부품 제조업	1.21	54
	자동차 차체 및 트레일러 제조업	2.97	1
	반도체 제조업	1.90	42
	전자부품 제조업	1.15	131
	컴퓨터 및 사무용 기기 제조업	1.70	61
	통신 및 방송장비 제조업	3.27	61
	영상 및 음향기기 제조업	3.20	33
	측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀기기 제조업	6.26	16
	안경, 사진장비 및 기타 광학기계 제조업	6.52	9
	전기공급 및 전기제어장치 제조업	1.97	8
	전동기, 발전기 및 전기변환·공급·제어장치 제조업	2.68	68
	일반 목적용 기계 제조업	1.00	113
	특수 목적용 기계 제조업	2.41	94
	자동차 부품 제조업	1.49	237
	항공기, 우주선 및 부품 제조업	2.18	2
	평균/소계	2.14	1,084
일반 산업	고기, 과일, 채소 및 유지 가공업	0.04	8
	도축, 육류 가공 및 저장 처리업	0.13	9
	수산물 가공 및 저장 처리업	0.00	5
	낙농제품 및 식용빙과류 제조업	0.30	25
	곡물가공품, 전분 및 사료 제조업	0.42	13
	기타 식품 제조업	0.59	54
	동물용 사료 및 조제식품 제조업	0.16	12
	음료 제조업	0.09	10
	알콜음료 제조업	0.12	18
	비알콜음료 및 얼음 제조업	0.13	29
	담배 제조업	0.00	1
	모피가공 및 모피제품 제조업	0.74	2
	방직 및 가공사 제조업	0.12	29
	직물직조 및 식물제품 제조업	0.04	33
편조원단 및 편조제품 제조업	2.76	2	

구분	산 업 명	R&D 집약도(%)	N
일반 산업	섬유제품 염색, 정리 및 마무리 가공업	0.17	9
	기타 섬유제품 제조업	2.79	9
	봉제의복 제조업	0.02	16
	가죽, 가방 및 유사제품 제조업	0.37	19
	제재 및 목재 가공업	0.00	4
	나무제품 제조업	0.03	8
	펄프, 종이 및 판지 제조업	0.13	14
	골판지, 종이상자 및 종이용기 제조업	0.00	1
	기타 종이 및 판지제품 제조업	0.59	5
	인쇄 및 인쇄관련 산업	0.14	16
	석유정제품 제조업	0.06	10
	기초화학물 제조업	0.60	64
	비료 및 질소 화합물 제조업	0.43	8
	합성고무 및 플라스틱 물질 제조업	0.91	15
	화학섬유 제조업	1.34	5
	고무제품 제조업	0.40	41
	플라스틱제품 제조업	1.10	72
	유리 및 유리제품 제조업	0.50	20
	도자기 및 기타 요업제품 제조업	0.40	26
	시멘트, 석회, 플라스터 및 그 제품 제조업	0.22	24
	기타 비금속 광물제품 제조업	2.37	6
	1차 철강 제조업	0.23	155
	1차 비철금속 제조업	0.21	37
	금속주조업	0.35	5
	구조용 금속제품, 탱크 및 증기발생기 제조업	0.60	35
	기타 조립금속제품 제조 및 금속처리업	0.38	12
	무기 및 총포탄 제조업	1.97	45
	기타 금속가공제품 제조업	1.36	42
	일차전지 및 축전지 제조업	0.46	14
	절연선 및 케이블 제조업	0.66	14
	전구 및 조명장치 제조업	3.71	5
	기타 전기장비 제조업	0.22	5
	가공 공작기계 제조업	0.36	2
	기타 가정용 기구 제조업	0.44	6
	가정용 기기 제조업	0.84	20
	자동차용 엔진 및 자동차 제조업	0.01	4
	선박 및 보트 건조업	0.75	76
	그 외 기타 운송장비 제조업	0.59	13
	가구 제조업	0.45	11
	악기 제조업	2.14	10
	인형, 장난감 및 오락용품 제조업	0.18	5
그 외 기타제품 제조업	0.00	5	
평균/소계		0.62	1,163
평균/총계(전 산업)		1.35	2,247

주: 해당 산업분류는 10차 한국표준산업분류(KSIC) 소분류를 기준으로 함