

기계산업의 제품혁신 성과 및 결정요인에 관한 연구

봉강호¹, 박준영², 박재민^{1*}
¹건국대학교 기술경영학과, ²(주)한성정공

The Study on the Performance and Determinants of Product Innovation in Machinery Industry

Kang Ho Bong¹, June Young Park², Jaemin Park^{1*}

¹Department of Management of Technology, Konkuk University

²Hansung Precision Co., Ltd.

요약 Pavitt(1984)과 Malerbar(2002)의 지적과 같이 혁신은 산업의 특성에 따라 다른 면모를 갖는다. 이 같은 관점에서 기계산업의 혁신을 다룬 기존 연구들은 주로 전체 제조업과 비교한 산업간 차이를 규명하는 데 초점을 두었다. 기계산업과 같은 기술-숙련집약적 산업에서의 혁신은 특히 다른 산업의 혁신과 상이한 특성과 메커니즘을 가질 것으로 예상되는 반면, 논의는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 기계산업의 제품혁신이 어떠한 요인들에 의해 결정되는지를 다룸에 있어 제품 혁신의 성과를 양적 측면과 질적 측면으로 구분해 접근하였고, 특히 Heckman 2단계 모형과 허들음이항 모형을 적용해 기업의 혁신활동에 수반되는 단계적 선택과정을 명시적으로 분석에 반영하였다. 분석 결과, 기계산업의 제품혁신에 있어 제품의 품질 및 성능향상 및 특허에 영향을 미치는 요인은 서로 상이하였으며, 문지방효과와 혁신의 강도 역시 구분되는 것으로 나타났다. 이는 결과적으로 기계산업은 연구개발 역량을 일정 수준 이상 축적하고 외부의 혁신을 효과적으로 조직 내 체화하고, 조직 구성원들에 대한 동기부여가 성과 향상에 중요한 역할을 수행한다고 하겠다.

Abstract As noted by Pavitt (1984) and Malerbar (2002), previous studies have focused on identifying differences in industry characteristics between the machinery industry and other manufacturing industries. This study considered quantitative and qualitative aspects of performance of product innovation in analyzing what factors determine those outcomes. In particular, this study examined stepwise selection processes embedded in innovation activities by applying a hurdle negative binomial model as well as the Heckman two-step selection model. Results show that factors affecting performance improvement and patents differ, and the threshold effect and the intensity effect of innovation were also distinguished. These results imply that the R&D capability should be enhanced and external innovation is required to be effectively embodied in the organization. Furthermore, motivating employees plays a pivotal role in this technology and skill-intensive sector.

Keywords : Machinery Industry, Product Innovation, Determinant, Innovation Performance, Technological Innovation

1. 서론

제조업 혁신은 글로벌 저성장 기조에서 미래 경쟁력 확보를 위한 원동력으로 인식되고 있다. 대표적인 사례로 독일의 'Industry 4.0', 미국의 'Making in America',

일본의 '일본재흥전략', 중국의 '중국제조 2025' 등은 제조업 경쟁력이 국가 차원에서 가지는 중요성을 보여준다. 우리나라의 경우에도 2016년 7월 '제조업 혁신 3.0 전략'을 수립하면서 제조업의 글로벌 경쟁력을 갖추는 목표를 겨냥하는 정책들을 추진하고 있다.

*Corresponding Author : Jaemin Park(Konkuk Univ.)

Tel: +82-2-450-3589 email: jpark@konkuk.ac.kr

Received July 9, 2018

Accepted September 7, 2018

Revised (1st August 3, 2018, 2nd August 28, 2018)

Published September 30, 2018

한편, 기계산업은 전체 제조업에서 큰 비중을 차지하는 산업 중 하나이다. 뿐만 아니라 기계산업이 가지는 중요성은 다양하게 설명될 수 있는데, 먼저 기계산업은 국가주력산업 제품의 양산수준을 결정하며 경제적 과급효과가 큰 산업이다[1]. 특히 기계산업에서 생산된 기계설비는 대부분의 기업들에게 판매되고, 이를 구입한 기업들은 근로자를 고용하여 최종 소비자에게 전달되는 제품을 생산하거나 서비스를 창출한다[2]. 따라서 최종 소비자에게 근접해있지는 않지만, 기계산업은 각종 제품 또는 서비스를 생산하는 데 필수적인 요소의 출발점이라 할 수 있다. 둘째, 기계산업은 한 국가의 경제 내에서 나타나는 기술혁신의 기폭점이며 확산의 매체이다[2]. 즉 기술혁신이 대개 기계설비에 체화(embodied)되어 각 산업 부문에서 활용된다는 관점에서 기계산업은 기술이 확산되는 과정에서 매개적 역할을 담당한다는 것이다. 셋째, 기계산업은 여기서 생산된 기계설비를 이용하는 산업과 달리 상대적으로 기술-숙련집약적인 특성을 포함하고 있다. 그리고 일반 서비스업에 비해 고숙련 기술인력의 비중이 월등히 높다. 이에 기계산업의 경쟁력은 종종 국가 제조업 경쟁력을 가늠하는 척도로도 이용된다.

그간 기계산업과 같은 기술-숙련집약적 산업에서의 혁신에 대한 이론적 고찰은 그 중요성에 비해 충분이 이루어지지 않았다. 혁신은 특히 산업의 특성에 따라 다르게 나타난다는 점에서 기계산업의 혁신은 다른 산업의 혁신과 상이한 특성과 메커니즘을 가질 것으로 예상되는 반면[2]-[4], 논의는 부족한 실정이다[5][6]. 즉, [3]과 [4]가 주장한 바와 같이, 기술혁신이 기업의 내부역량에 좌우되는 산업이 있는 반면, 외부의 기술진보로부터 혁신 기회를 제공받는 산업도 있다[6]. 또 혁신이 다양한 원천들로부터 발생할 수 있다는 점에서 산업의 기술숙련 정도의 차이에서 기인한 기술의 획득·변화·진보·확산 등의 과정은 크게 상이하다는 것이다[7].

이에 본 연구에서는 기계산업의 특성을 이론적 검토와 함께 살펴보고, 실증연구를 통해 기계산업의 제품혁신이 어떠한 요인들에 의해 결정되는 지, 특히 제품혁신 결정과 제품혁신 정도의 결정은 각각 어떠한 요인에 의해 나타나는 지 확인하고자 한다. 아울러 제품혁신의 성과를 살펴봄에 있어 양적 측면뿐만 아니라 질적 측면 또한 고려함으로써 제품혁신 성과에 대해 종합적으로 접근하고자 한다. 마지막으로 이론 검토 및 실증분석 결과를 바탕으로 이론적·실무적 시사점 도출을 목적으로 한다.

2. 이론적 배경

2.1 기술혁신

기술혁신(technological innovation)은 기업들이 경쟁에서 성공하도록 이끄는 중요한 동인이다[7]. 이는 다양한 원천으로부터 복잡한 과정을 통해 발생하며, 일정한 기준과 관점에 따라 묘사되고 있다.

대표적으로 OECD와 Eurostat이 발표한 ‘Oslo Manual’에서는 혁신을 기술혁신과 경영혁신으로 구분하고 있으며, 특히 기술혁신을 제품혁신(product innovation)과 공정혁신으로 구분하여 설명하였다[8]. 이에 따르면, 제품혁신은 제품의 특성, 용도와 관련하여 새롭거나 현저히 개선된 상품 또는 서비스의 도입, 사용자의 편의 또는 기타 기능 측면에서 현저한 개선 등을 의미한다. 공정혁신은 새롭고 현저히 개선된 생산 또는 전달 방식을 의미하며, 장비 및 소프트웨어 상의 변화를 포함한다.

또한 [9]에서도 기술혁신의 유형이 제품혁신과 공정혁신으로 구분된다고 주장하였다. 이에 따르면, 유동기(fluid phase), 변화기(transitional phase), 그리고 특정기(specific phase) 등의 단계를 거치게 되며, 각 단계별로 특징을 가지는 동태적 형태로 나타난다고도 하였다. 즉, 제품의 성과 및 새로운 특징을 제거하는 제품혁신이 선행되고, 제품의 원가를 저감하고 향상된 품질을 보장하는 공정혁신이 뒤따르는 형태로 나타난다는 것이다. 이러한 주장은 제품혁신과 공정혁신이 연결되어 나타난다는 점, 그리고 기업들이 변화하는 경쟁 환경에 대응하여 제품 및 공정기술에 대한 전략을 어떻게 개발하고 전개해 나가야하는 가에 초점을 두고 있다.

2.2 기계산업의 혁신

역사적인 관점에서 기계산업의 혁신은 과거 일정한 주기를 가지고 나타났지만, 20세기 후반에 급진적(radical)으로 일어난 것으로 인식되고 있다. 20세기 중반부터 기계기술에 전자기술이 응용된 수치제어기술(numerical control, NC)이 실용화되면서 기계산업은 급속한 발전을 이루었다[2].

기술체제(technological regime)의 관점에서 기계산업은 기술적 기회가 낮고, 점진적으로 혁신이 일어나는 특성을 가지고 있으며, 이로 인해 혁신의 가시성(visibility)이 낮은 특성을 가지고 있다[10]. 반면 혁신의 전유성(appropriability)이 높고, 기술 진보가 제품보다는 기술

자에 축적되기 때문에 조직역량이 강조된다[3][10]. 특히 최근 기계산업의 발전과정에서 외부에서 발생한 혁신을 응용하는 학습능력의 중요성이 강조되고 있다.

기계산업의 혁신과정에서 나타나는 주요한 특징은 제품혁신과 공정혁신은 상호 보완적 관계를 갖는다는 점이다. 기계산업에서는 종종 자체생산한 기계장비가 다시 자신의 공정에 투입되어 생산설비로 사용되기 때문에 양자는 서로 밀접한 보완 관계를 갖는다[2]. 특히 고숙련 기술인력을 보유하고 있다는 점에서 기업들은 기계장비에 대한 사용경험을 통해 기업 내부에서 아이디어를 얻고 혁신을 시도한다. 따라서 기계산업은 기술·숙련집약적인 반면, 자체적인 혁신노력이 성과를 창출하는 데 효과적일 수 있다.

기계산업의 혁신에 대한 기존연구는 주로 산업차원에서 수행되어져 왔다. 대표적으로 [2]는 문헌연구를 통해 기계산업의 기술혁신 패턴에 관해 논의하였으며, [11]은 산업연관분석을 통해 기계산업의 경제적 파급효과가 우리나라 경제성장에 큰 영향을 미친다고 보고하였다. 특히 [12]에 따르면 전반적인 감소에도 불구하고 기계산업과 ICT 융합을 통한 부가가치 유발효과는 대단히 넓은 범위로 확산됨과 더불어 기계산업의 ICT 융합기술 개발이 가지는 중요성이 크다고 강조하였다.

기업차원의 연구로는 기계산업의 제품혁신 결정요인을 논의한 [13]이 있다. [13]은 로짓(logit) 모형과 토빗(tobit) 모형분석을 통해 각각 제품혁신 결정요인과 제품혁신 정도의 결정요인을 규명하고자 하였다. 이에 따르면 제품혁신 결정에는 기업규모와 R&D 투자규모가 긍정적 영향을 미치며, 제품혁신 정도의 경우 R&D 투자규모만 긍정적인 것으로 나타났다.

2.3 연구문제 설정

기술혁신은 기업 경쟁력을 높이는 핵심요소로 인식되고 있으며, 이 같은 이유로 기술혁신 성과를 창출하기 위한 기업의 노력들이 가지는 효과에 대한 다수의 연구들이 이루어졌다[14][15]. 그러나 기술혁신은 내·외부의 환경적 요인[16], 기업이 속한 산업의 특성 등에 의해 그 양태가 다르게 나타나는 큰 불확실성을 가진다[3][4][7]. 특히 산업별로 다양하게 나타나는 혁신패턴에 대한 이해를 바탕으로 산업의 고유한 혁신패턴을 고려하여야 한다[5][6].

기계산업은 제조업에서 차지하는 비중과 경제적 파급

효과가 큼에도 그 기술혁신 과정에 대한 연구는 부족하며, 특히 기업차원의 실증연구는 찾아보기 어려운 실정이다. 단지 [9]가 제시한 동적기술혁신모델에 따르면, 제품의 성과 및 새로운 특징을 제고하는 제품혁신을 제품의 원가를 저감하고 향상된 품질을 보장하는 공정혁신이 뒤따른다고 하였다. 또한 전술한 바와 같이 기계산업의 주요한 특징 중 하나는 바로 자체생산한 기계장비가 다시 자신의 공정에 투입되어 생산설비로 사용된다는 점에서 제품혁신과 공정혁신이 서로 밀접한 상관관계와 더불어 보완 관계를 갖는다는 점이다. 이에 본 연구에서는 국내 중소기업 데이터를 활용하여 기계산업을 대상으로 기술혁신의 선행과정인 제품혁신에 초점을 두고, 그 결정요인을 확인하고자 한다. 이는 특히 OECD의 Oslo Manual 4차 개정에서 기술혁신을 기존 제품혁신과 공정혁신으로 구분한 유형을 통합하여 제품혁신의 포괄적 개념으로 정의하는 것으로 예정되었다는 점에서 혁신에 대한 최근 논의의 흐름과 궤를 같이한다고 볼 수 있다[17].

<연구문제 1> 기계산업의 제품혁신은 어떠한 요인들에 의해 결정되는가?

기존의 혁신연구들은 기술혁신이 발생할 확률 또는 혁신성과의 증감에 영향을 미치는 요인들을 공시적 관점에서 찾아내는 것에 관심을 두어왔다. 하지만 이들 연구를 통해 혁신 결정과 혁신의 정도를 결정하는 요인이 다를 수 있음이 제기되었다[18]. 이러한 관점에서 기계산업 또한 제품혁신 결정요인들이 일정 수준에 도달하였을 때 발생하는, 이른바 문지방효과(threshold effect)가 존재할 수 있으며, 이에 영향을 미치는 요인들은 혁신의 강도효과(intensity)에 유의한 영향을 미치는 요인은 상이할 수 있다.

<연구문제 2> 기계산업의 제품혁신 결정과 제품혁신 정도의 결정은 각각 어떠한 요인에 의해 나타나는가?

3. 연구방법

3.1 연구자료

본 논문의 연구문제에 관한 실증분석을 위해 중소벤처기업부·중소기업중앙회에서 발표한 「2017년 중소기업

업기술통계조사」 데이터를 활용한다. 동 조사는 「중소기업기술혁신촉진법」과 「통계법」에 근거하여 작성된 국가승인통계이다. 이는 국내 중소기업의 기술개발에 관련한 실태를 종합적으로 파악하고, 중소기업 기술지원정책을 수립·추진하는 과정에 기초자료로 활용할 목적으로 조사되고 있다. 본 연구에서는 조사데이터의 표본기업 중 한국표준산업분류(KSIC)를 기준으로 기계산업에 해당하는 890개 중소기업을 분석 대상으로 한다. 특히 [19]에 따르면 기계산업은 그 범위가 광범위하지만, 일반적으로 제10차 한국표준산업분류 기준 ‘금속 가공제품 제조업(C25)’, ‘의료, 정밀, 광학 기기 및 시계 제조업(C27)’, ‘전기장비 제조업(C28)’, ‘기타 기계 및 장비 제조업(C29)’, ‘자동차 및 트레일러 제조업(C30)’, 및 ‘기타 운송장비 제조업(C31)’ 등을 기계산업으로 간주하고 있다.

실증분석에서 활용하는 변수들의 기초통계량은 <Table 1>과 같다. 본 연구에서 성과요인으로 고려하는 제품혁신은 다양한 지표들에 의해 측정될 수 있으며, 이 중 대표적으로 활용되고 있는 방법은 특허출원(Patent) 건수를 성과지표로 활용하는 것이다[18]. 그러나 이 같은 방법은 정량적 성과만을 나타내는 한계가 존재하기 때문에 혁신성과의 정성적 특성을 함께 고려하는 분석이 필요하다[20]. 이에 제품의 품질 및 성능향상 성과의 정도를 측정할 변수(Prod Inno)를 정성적 성과변수로 활용한다.

한편, 대기업은 자원이 풍부하고 필요한 대부분의 역량을 보유한 반면, 중소기업의 경우 상대적으로 혁신역량이 미흡함과 더불어 투자자원이 제한적인 만큼 혁신에 있어서 기업의 기술역량이 강조된다. 이에 성과에 영향을 미칠 수 있는 기업의 업력(Age), 인력규모(Size), 매출액 규모(Size), 연구소 보유여부(LAB), 보상제도 활용여부(Reward Prog) 등 기업의 일반적 특성과 함께 R&D 투자규모(R&D Exp), 연구개발 인력비중(Researcher) 등을 기업의 혁신특성 변수를 독립변수로 고려하였다.

또한 기술개발에 대한 정부의 지원제도는 주로 중소기업들을 대상으로 하고 있다는 점에서 기계산업의 경우에는 정책적 지원이 기술혁신에 기여하는 지 살펴볼 필요가 있다. 그간 혁신에 대한 다수의 연구들은 기업의 R&D 투자금액에 세금을 감면해주는 세제지원과 보조금을 지원하는 방법으로 대표되는 정부지원의 긍정적 효과와[21]-[23], 지원방식에 따라 그 효과가 상이하게 나타

나는 것으로 보고하였다[24][25]. 이에 본 연구에서도 기계산업에서의 정부지원 효과를 살펴보기 위해 정부의 보조금 규모(Gov Grant)와 세제지원 활용여부(Tax Incentive)를 측정할 변수를 투입한다. 이외에도 일부 지역의 환경적 요인에 의해 발생할 수 있는 특성들을 통제하기 위해 12개 지역으로 구분되는 지역더미(region)를 반영하였으나, 각 지역별 추정치는 제시하지 않는다.

Table 1. Basic Statistics

Variable	N	Mean	Std.D	Min	Max
Age	890	15.69	9.43	2	67
Size	890	3.34	1.10	.69	6.22
Sales	890	8.75	1.39	6.22	12.11
LAB	890	.61	.49	0	1
Reward Prog	890	.13	.34	0	1
R&D Exp	890	5.06	1.55	.69	9.11
Researcher	890	.15	.12	.00	.73
Gov Grant	890	.63	1.71	0	8.39
Tax Incentive	890	.28	.45	0	1
Patent	890	4.78	13.61	0	240
Prod Inno	890	3.01	1.85	0	5
Region	890	-	-	0	1

3.2 연구모형 설정

[13]에 따르면 기계산업에서 기술혁신 결정과 혁신성과의 정도에 영향을 미치는 요인은 서로 다르다게 나타난다고 하였다. 그러나 [13]은 기술혁신이 발생하는 과정에서 나타날 수 있는 선택행동을 고려하지 않고 있다. 즉 기술혁신 결정과 혁신성과의 정도가 서로 공시적이라고 가정하는 분석적 제약이 존재한다는 것이다[25].

이에 본 연구에서는 이러한 제약을 극복하기 위해 Heckman 2단계 모형과 [18]이 제안한 허들음이항 모형(binomial negative hurdle model)을 활용하여 기술혁신 결정과 혁신성과의 정도에 유의한 영향을 미치는 요인들을 동시에 규명하고자 한다. 통계적으로 이들은 모두 기술혁신 결정과 기술혁신의 정도가 서로 독립적이라고 가정함으로써 유연성 및 계산상의 단순함을 확보하는 2-부분(two-part) 모형이다. 이러한 2-부분 모형의 장점은 동일한 데이터의 생성절차로부터 0과 양수들이 생성된다는 가정을 완화하여 2단계의 의사결정 절차를 반영한다는 것이다. 0들은 확률밀도 $f_1(\cdot)$ 에 의해 결정되기 때문에 $\Pr(y=0) = f_1(0)$ 과 $\Pr(y>0) = 1 - f_1(0)$ 이

성립하게 된다. 양의 값들의 경우 절단된 확률밀도 $f_2(y|y > 0) = f_2(y) / \{1 - f_2(0)\}$ 으로부터 생성된다. 또한 모든 확률의 합이 1이 되기 위해서 이 값에 $\Pr(y > 0)$ 을 곱한다[26]. 이를 간략하게 표현하면 아래 식 (1)과 같다.

$$f(y) = \begin{cases} f_1(0) & \text{if } y = 0 \\ \frac{1 - f_1(0)}{1 - f_2(0)} f_2(y) & \text{if } y \geq 1 \end{cases} \quad (1)$$

이러한 2부분 모형에서 선택(selection) 방정식은 제품혁신을 결정하는 요인들이 일정 수준에 도달하였을 때 발생하는, 이른바 문지방효과(threshold effect)를 발생시키는 요인들을 나타내고, 성과(outcome) 방정식의 경우 혁신의 강도효과(intensity)에 영향을 미치는 요인들을 나타내는 것이다. Heckman 2단계 모형은 범주형(categorical)의 종속변수인 경우 적용가능한 표본선택모형(sample-selection model)이며, 허들음이항 모형은 종속변수가 가산형 자료(countable)일 때 적합한 분석방법이다[18]. 실증분석에서는 제품혁신의 정량적 성과지표인 특허출원 건수가 결과변수인 경우 허들음이항 모형을, 리커트 척도로 측정된 정성적 성과변수가 결과변수인 경우 Heckman 2단계 모형을 적용하여 분석한다.

4. 연구결과

앞서 설정한 연구문제와 같이 기계산업의 제품혁신의 결정요인 및 제품혁신 정도의 결정요인을 확인하기 위해 Heckman 2단계 모형과 허들음이항 모형을 적용한 실증 분석을 실시하였으며, 그 결과는 <Table 2>와 같다.

분석결과에 따르면, 먼저 기계산업에서 연구소 보유 및 R&D 투자규모의 증대는 정량적 및 정성적 제품혁신 결정에 모두 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 기계산업은 기술경쟁력을 단기간에 확보하기 어려운 숙련-기술집약적 산업이라는 관점에서 이 같은 연구개발 능력이 일정 수준 이상 축적되어야 한다는 것이다. 특히 최근 기계기술의 혁신이 다양한 기술융합에 의해 출현하고 있다는 점에서 자체적인 제품개발과 외부로부터 도입한 기술을 응용하는 연구전담 조직은 기계산업의 제품혁신 결정에 있어서 중요한 역할을 수행한다고 하겠다.

Table 2. Results of Estimation

	Hurdle		Heckman	
	Selection	Outcome	Selection	Outcome
Age	.030*** (.010)	.013* (.007)	.009 (.006)	.005 (.004)
Size	-.202 (.178)	.217 (.148)	-.118 (.109)	-.038 (.068)
Sales	.283** (.124)	.106 (.106)	-.011 (.081)	.029 (.044)
LAB	.570*** (.205)	.376** (.162)	.376*** (.132)	.157 (.112)
Reward Prog	.037 (.286)	.046 (.188)	.221 (.177)	.198** (.100)
R&D Exp	.313*** (.089)	.164** (.067)	.123** (.055)	-.047 (.039)
Researcher	.345 (.949)	3.031*** (.756)	-.194 (.609)	-.099 (.312)
Gov Grant	.128** (.057)	.040 (.033)	-.013 (.033)	.005 (.017)
Tax Incentive	.435** (.199)	-.090 (.136)	.128 (.130)	-.003 (.068)
Region	Included			
Log likelihood	-463.820	-1429.080	-	
rho	-	-	.701	
sigma	-	-	.738	

Note: Standard errors in parentheses. *, **, and *** indicate significance at the 10%, 5%, and 1% levels, respectively.

둘째, 기업의 업력, 매출액 규모, 정부의 보조금 및 세제지원의 경우, 허들모형으로 측정된 제품혁신의 정량적 성과결정에만 유의하게 관측되었다. 기계산업은 제조업 중에 특히 연구개발과 혁신에 많은 시간과 비용이 소요되는 기술집약적 특성을 가지고 있다. 또한 자금을 투자한다고 해도 급진적 혁신이 창출되기 어려운 조건을 갖고 있다는 점에서, 이 같은 결과는 기계산업의 특성과 잘 부합되는 결과로 볼 수 있다.

셋째, 제품혁신의 정량적 성과 정도는 기업의 업력, 연구소 보유, R&D 투자규모, 연구개발 인력비중 등의 요인에 의해 결정되는 것으로 나타났다. 앞서 기술한 바와 같이 기계산업은 축적형 기술이 필요한 산업이기 때문에 기업의 업력이 길수록 장기간에 걸쳐 체화된 기술을 기반으로 하여 특허와 같은 정량적 성과를 도출하는데 유리하다[27]. 이런 체화과정 탓에 기계산업은 기술모방이 어렵고 혁신의 전유성이 높은 대신, 외부로부터 발생한 혁신을 조직 내부로 들여와 이를 흡수·체화하는데 높은 학습역량이 강조된다. 이에 기업들은 연구개발

전담조직, 연구개발 인력 및 R&D 투자 등 혁신을 유발하는 요인들을 적극 확보하는 노력이 필요하다고 하겠다.

넷째, 제품혁신의 정성적 성과 정도 결정에 있어서는 보상제도의 활용이 유일하게 긍정적 효과가 존재하는 요인인 것으로 나타났다. 기계산업의 경우 생산에 관한 주요 지식이 암묵지적 특성을 가진다는 점에서 상대적으로 기술자의 역량이 생산설비보다 강조된다[28]. 성과에 기반한 보상이 가지는 긍정적 효과는 이미 잘 알려져 있으나[7], 특히 인적 숙련이 강조되는 기계산업에서는 조직 구성원들로 하여금 혁신에 몰입하도록 동기부여 하는 것이 그 성과에 대단히 효과적임을 보여주는 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 실증분석 방법을 통해 기계산업의 제품혁신이 어떠한 요인들에 의해 결정되는 지, 특히 제품혁신 결정과 제품혁신 정도의 결정은 각각 어떠한 요인에 의해 나타나는 지 확인하고자 하였다. 아울러 제품혁신의 성과를 양적 측면뿐만 아니라 질적 측면 또한 고려함으로써 제품혁신 성과에 대해 종합적으로 접근하였다.

분석결과에 따르면, 기계산업의 제품혁신은 다양한 요인들에 의해 결정되는 것으로 나타났다. 정량적 성과를 결정하는 요인 중 업력, 매출액 규모, 정부지원 등은 주로 산업특성으로부터 비롯된 영향인 것으로 판단된다. 또한 연구소 보유 및 연구개발 투자가 정량적, 정성적 성과 결정에 모두 긍정적인 것으로 나타났는데, 기계산업이 기술경쟁력을 단기간에 확보하기 어려운 기술집약적 산업이라는 관점에서 이러한 자체 연구개발 노력을 축적하는 과정이 중요하다는 점을 알 수 있다. 특히 이들 변수들이 기업의 흡수역량(absorptive capacity)을 대리하는 만큼 기업의 입장에서 학습능력이 강조되며[29], 정책적으로는 기업의 R&D 활동 및 기업부설연구소 설립에 대한 정부 지원제도가 여전히 유효하지 않은가 판단된다.

또한 이처럼 기계산업의 제품혁신을 결정하는 요인들이 일정 수준에 도달하였을 때 발생하는, 이른바 문지방효과(threshold effect)를 발생시키는 요인들이 있는 반면, 혁신의 강도효과(intensity)에 영향을 미치는 요인은 이들과 상이한 것을 확인하였다. 먼저, 정량적 성과 정도

를 결정하는 요인으로는 업력, 연구소 유무, R&D 투자 규모, 그리고 연구개발 인력비중 등이 유의한 것으로 관측되었다. 기계산업은 체화된 기술을 기반으로 하는 특성을 가졌기 때문에 기업의 업력이 길수록 성과를 창출하는 데 유리하고, 연구개발 전담조직, 연구개발 인력, R&D 투자와 같은 혁신노력들은 특히 외부로부터 발생하는 혁신을 효과적으로 활용하고 조직 내부로 체화시키는 학습역량이 중요함을 시사한다. 둘째로 정성적 성과 정도는 유일하게 보상제도 활용에 의해 결정되는 것으로 나타났다. 이 같은 결과에 따르면, 인적자원의 기술적 역량이 강조되는 기계산업에서 조직 구성원들에 대한 동기부여가 제품혁신 성과에 대해 대단히 중요한 역할을 수행한다고 볼 수 있다. 셋째, 이처럼 문지방효과(threshold effect)를 발생시키는 요인과 혁신의 강도효과(intensity)에 영향을 미치는 요인이 상이하게 나타난 결과는 혁신 연구에 있어서 기업의 선택을 분석모형에 명시적으로 반영할 필요가 있음을 시사한다고 하겠다.

본 연구는 분석 대상을 단지 기계산업의 중소기업들로 한정하고 있다는 점에서 추후 분석대상을 대기업과 중견기업으로 확대한다면 연구의 함의를 보다 일반화할 수 있을 것이다.

References

- [1] S. K. Lee, K. C. Lim, J. G. Seo, "An Analysis on Competitiveness of Machinery in Daegu Metropolitan City", *Journal of Industrial Economics and Business*, Vol.29, No.4, pp. 1345-1365, Aug., 2016.
- [2] K. R. Lee, "The Patterns of Technological Innovation in Korean Machinery Industry", *Science and Technology Policy*, Vol.63, pp. 4-19, Jun, 1994.
- [3] K. Pavitt, "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory", *Research Policy*, Vol.13, No.6, pp. 343-373, Dec., 1984.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(84\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0)
- [4] F. Malerba, "Sectoral Systems of Innovation and Production", *Research Policy*, Vol.31, No.2, pp. 247-264, Feb., 2002.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00139-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00139-1)
- [5] M. S. Freel, "Sectoral Patterns of Small Firm Innovation, Networking and Proximity", *Research Policy*, Vol.32, No.5, pp. 751-770, May, 2003.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00084-7](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00084-7)
- [6] J. P. Hong, E. Y. Kim, "Sectoral Patterns of Technological Innovation in Korean Manufacturing Sector", *Journal of Technology Innovation*, Vol.17, No.2, pp. 25-53, Dec., 2009.

- [7] M. A. Schilling, *Strategic Management of Technological Innovation*, 5th ed., New York: McGraw-Hill Education, 2016.
- [8] OECD, Eurostat, *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd ed., Paris: OECD Publishing, Nov, 2005. Available From: <https://doi.org/10.1787/9789264013100-en>. (accessed Jul., 04, 2018).
- [9] J. M. Utterback, W. J. Abernathy, "A Dynamic Model of Process and Product Innovation", *Omega*, Vol.3, No.6, pp. 639-656, Dec, 1975.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(75\)90068-7](https://doi.org/10.1016/0305-0483(75)90068-7)
- [10] A. Tylecote, F. Visintin, *Corporate Governance, Finance and the Technological Advantage of Nations*, London: Routledge, 2008.
- [11] K. Kwak, J. Park, "Analysis of the Korean Machinery Industry Using Korea's Input-Output Analysis", *Journal of Industrial Economics and Business*, Vol.22, No.1, pp. 179-199, Feb., 2009.
- [12] J. Y. Song, K. H. Kwak, "Mechinery Industry ICT Convergence and Value Added Effect", *Journal of the KSME*, Vol.52, No.11, pp. 37-42, Nov., 2012.
- [13] D. I. Jang, "The Gaps in technology, innovation and R&D cooperation between Large and small and medium sized enterprises in Korean Machinery Industry", *Journal of Industrial Innovation*, Vol.27, No.1, pp. 27-56, Mar., 2011.
- [14] T. K. Sung, "The Determinants of Firm's Innovative Activity: A Comparison of Manufacturing and Service Firms in Korea", *Journal of Business Research*, Vol.21, No.4, pp. 283-304, Dec., 2006.
- [15] J. Park, J. Lee, "How Do Firms' Innovation Behaviors Affect their Outputs in Korea?", *Journal of the Korea Contents Association*, Vol.11, No.3, pp. 339-350, Mar., 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5392/JKCA.2011.11.3.339>
- [16] H. C. Kim, K. H. Bong, J. Park, "A Study on the Effects of SMEs' Open Innovation by Moderating Effects of Environmental Dynamism", *The Journal of Korean Institute of Information Technology*, Vol.16, No.4, pp. 95-107, Apr., 2018.
DOI: <http://doi.org/10.14801/jkiit.2018.16.4.95>
- [17] S. Kim, Y. R. Cho, H. J. Kang, S. Sohn, E. Mok, W. Koo, S. Kim, WK Oh, 2017 Guidelines of the Korean Innovation Survey: Recent Developments and Applications, Sejong: Science and Technology Policy Institute(STEPI), Available From: http://www.stepi.re.kr/kis/service/sub03_study.do. (accessed Apr., 01, 2018)
- [18] J. Park, "The Selection and Decision in R&D and Patents: A Hurdle Negative Binomial Approach", *Journal of Korea Technology Innovation Society*, Vol.17, No.3, pp. 449-466, Sep., 2014.
- [19] J. H. Kim, "Technology in Korean Machinery Industry", *Journal of Korea Technology Innovation Society*, Vol.2, No.1, pp.118-134, May., 1999.
- [20] J. K. Lee, J. H. Jung, "Patent Production and Technological Performance of Korean Firms: The Role of Corporate Innovation Strategies", *Journal of Technology Innovation*, Vol.22, No.1, pp. 149-175, Feb., 2014.
DOI: <http://doi.org/10.14383/SIME.2014.22.1.006>
- [21] M. Almus, D. Czarnitzki, "The Effects of Public R&D Subsidies on Firms' Innovation Activities: the Case of Eastern Germany", *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol.21, No.2, pp. 226-236, Apr., 2003.
DOI: <https://doi.org/10.1198/073500103288618918>
- [22] R. Veugelers, "Which Policy Instruments to Induce Clean Innovating?", *Research Policy*, Vol.41, No.10, pp. 1770-1778, Dec., 2012.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.06.012>
- [23] B. Becker, "Public R&D Policies and Private R&D Investment: A Survey of the Empirical Evidence", *Journal of Economic Surveys*, Vol.29, No.5, pp. 917-942, Dec., 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1111/joes.12074>
- [24] H. S. Lee, J. S. Lee, J. Park, "Technological Performance Analyses of SMEs Based on Type of Government R&D Support", *Journal of Korea Technology Innovation Society*, Vol.18, No.1, pp. 73-97, Mar., 2015.
- [25] S. G. Kang, S. Y. Hwang, J. Park, "An Empirical Study on the Use of Innovation Source and Government Support Programs in Technology Innovation Performance based on A Structural Equation Model(SEM)", *Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, Vol.19, No.5, pp. 373-388, 2018.
DOI: <http://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.5.373>
- [26] A. C. Cameron, P. K. Trivedi, *Microeconometrics Using Stata*, Revised Edition, College Station: Stata Press, 2010.
- [27] K. H. Lee, B. S. Yoon, "The Effects of Patents on Firm Value: Venture vs. non-Venture", *Journal of Technology Innovation*, Vol.14, No.1, pp. 67-99, Jun., 2006.
- [28] Y. J. Kim, "The 'Middle-Income Country Trap' and Technological Catch-up: The Case of the Machine Tools Industry in Korea", *Journal of Technology Innovation*, Vol.14, No.1, pp. 147-175, Jun., 2006.
- [29] W. M. Cohen, D. A. Levinthal, "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, No.1, pp. 128-152, Mar., 1990.
DOI: <http://doi.org/10.2307/2393553>

봉 강 호(Kang Ho Bong)

[정회원]



- 2017년 2월 : 건국대학교 경영대학 경영학과 (경영학사, 문학사)
- 2017년 3월 ~ 현재: 건국대학교 일반대학원 기술경영학과 석사과정
- 2017년 9월 ~ 현재: 건국대학교 기술혁신연구소 연구원

<관심분야>

기술혁신, 혁신전략, 중소기업

박 준 영(June Young Park)

[정회원]



- 1986년 2월 : 전북대학교 공과대학 정밀기계공학과 (공학사)
- 2018년 2월 : 건국대학교 일반대학원 기술경영학과 석사과정 수료
- 2007년 3월 ~ 현재 : (주)한성정공 상무

<관심분야>

기계산업, 기술경영, 기술혁신

박 재 민(Jaemin Park)

[정회원]



- 1997년 6월 : 미 오하이오주립대학교 대학원 기술경제학 (경제학석사)
- 1999년 9월 : 미 오하이오주립대학교 대학원 기술경제학 (경제학박사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 건국대학교 기술경영학과 교수
- 2016년 6월 ~ 현재 : 건국대학교 기술혁신연구소 소장

<관심분야>

성과분석, 경제성분석, 비즈니스경제, 지식경영