

고기술산업과 저기술산업의 제품혁신패턴 및 연구개발 결정요인 분석: Hurdle 모형과 Heckman 표본선택모형을 중심으로

이윤하, 강승규, 박재민*
건국대학교 기술경영학과

The Determinants of R&D and Product Innovation Pattern in High-Technology Industry and Low-Technology Industry: A Hurdle Model and Heckman Sample Selection Model Approach

Yunha Lee, Kang, Seung-Gyu, Jaemin Park*
Dept. of Management of Technology, Konkuk University

요약 그간 진화경제학적 관점에서 산업 고유의 특성에 따라 발생하는 기술혁신 패턴을 고찰하고자 하는 시도가 있어왔다. 본 연구는 국내 제조업을 기술집약도에 따라 고기술산업과 저기술산업으로 구분하고 제품혁신 패턴 및 혁신 성과 결정요인의 산업별 차이를 확인하였다. 기존 연구들은 연구개발 수행에 대한 기업의 의사결정 과정에서 연구개발을 수행하도록 만드는 결정요인을 분석에 반영하지 못했다는 지적이 있다. 본 연구에서는 이러한 문제를 극복하기 위해서 Heckman 표본선택모형과 허들모형을 대안으로 제시하고, 「2014년 중소기업기술통계조사」 자료의 1,637개 기업에 대해 분석을 실시했다. 분석 결과 제조업의 중소기업이 수행하는 제품혁신 패턴과 제품혁신 성과에 영향을 미치는 결정요인들에 있어 고기술산업과 저기술산업 간 뚜렷한 차이가 있다는 것을 확인 할 수 있었다. 또한, 기존 연구의 한계점을 극복하기 위해 채택한 연구모형의 확장을 통해서 중소기업 연구개발 수행에 대한 의사결정 과정에서 표본선택편의 문제와 허들로 표현되는 문지방이 있다는 것을 발견할 수 있었다. 본 연구는 산업별 제품혁신 패턴의 특징과 제품혁신 성과 결정요인을 다각적으로 살펴보고, 중소기업의 연구개발 수행에 대한 의사결정 과정을 더 깊이 이해할 수 있었다는 점에서 학술적 의의가 있다.

Abstract There have been many studies to examine the patterns in innovations reflecting industry-specific characteristics from an evolutionary economics perspective. The purpose of this study is to identify industry-specific differences in product innovation patterns and determinants of innovation performance. For this, Korean manufacturing is classified into high-tech industries and low-tech industries according to technology intensity. It is also pointed out that existing research does not reflect the decision-making process of firms' R&D implementations. In order to solve this problem, this study presents a Heckman sample selection model and a double-hurdle model as alternatives, and analyzes data from 1,637 firms in the 2014 Survey on Technology of SMEs. As a result, it was confirmed that the determinants and patterns of manufacturing in small and medium-size enterprise (SME) product innovation are significantly different between high-tech and low-tech industries. Also, through an extended empirical model, we found that there exist a sample selection bias and a hurdle-like threshold in the decision-making process. In this study, the industry-specific features and patterns of product innovation are examined from a multi-sided perspective, and it is meaningful that the decision-making process for manufacturing SMEs' R&D performance can be better understood.

Keywords : Innovation Pattern, Market Compensation Effect, Korean Manufacturing Firm, Product Innovation, Formal R&D

*Corresponding Author : Jaemin Park(Konkuk Univ.)

email: jpark@konkuk.ac.kr

Received July 9, 2019

Accepted October 4, 2019

Revised August 13, 2019

Published October 31, 2019

1. 서론

진화경제학적 관점에서 기술혁신에 대한 정부 역할의 범위는 민간 기업에 대한 연구개발 지원과 같은 단순한 시장실패의 보정 차원을 넘어 산업별 기술적 특성과 혁신전략을 반영하는 영역에 이른다[1].

동적이고 복잡하며 다른 기술과 상호간에 강한 융합성을 가지는 기술의 속성 때문에 협력 전략이 대단히 중요한데, 정부는 대학·공공연구기관을 포함한 혁신시스템을 구축하기 위해 노력하고, 산업 고유 특성을 반영해 혁신 정책을 수립하게 된다[2].

기업은 위치한 산업의 경쟁 환경에 따라 다양한 혁신 전략을 취하며, 기업이 지출한 연구개발비는 기술에 누적(accumulation)되고 산업 내 집약(integration) 되는 데, 이로 인해 산업별 혁신패턴차이가 발생된다.

최근 고기술산업의 매출액 성장률과 고용 성장률 그리고 연구개발 투자비율이 저기술산업에 비해 월등히 높으며, 고기술산업에 속한 기업들이 저기술산업에 속한 기업에 비해 더 혁신적이라는 연구결과가 보고되고 있으나 [3], 한국 제조업에서 저기술산업은 여전히 큰 비중을 차지하고 있으며 고기술 산업국가에서도 고기술 구현을 가능하게 하는 기반으로 저기술산업에 속한 기업의 혁신 능력이 중요하다는 주장이 제기되고 있다[4,5].

그러나 기업의 장기적 생존에 있어서 기술혁신의 중요성과 당위성에도 불구하고, 수반되는 고위험 및 고비용으로 인해 연구개발이 아닌 다른 활동에 집중하기도 하는데, 혁신 성과 창출에 앞서 연구개발 수행에 대한 의사결정 과정이 선행됨에도 불구하고 기존 연구들은 연구개발에 대한 선택과정을 반영하지 못했다는 지적이 있다[6]. 본 연구는 기술집약도에 따라 고기술산업과 저기술산업으로 구분하고, 기존 연구모형의 제약사항을 개선한 확장모형을 사용해 제품혁신 패턴과 혁신성과 결정요인의 산업별 특성을 비교해 볼 것이다. 기술집약도에 따라 분류된 산업수준에 초점을 맞추고 중소기업이 수행하는 제품혁신 패턴의 특징을 면밀히 살펴보는 것은 혁신활동을 촉진하는 정책수립 측면에서도 의의가 있다.

본 연구 결과를 통해 혁신정책 수립 과정에서 세심하게 고려되어야 하는 요인을 제시하고, 차별적 시각에서 정책적 함의를 도출하고자 한다.

2. 이론적 배경 및 연구 문제

2.1 혁신패턴

기술혁신에 관한 연구는 크게 신성장이론과 진화경제학적 접근으로 구분된다. 신성장이론에서는 기술혁신을 선형과정으로 파악한다. 연구개발 부문, 중간재 생산부문, 최종재 생산부문 사이에서 지식 확산이 발생하며, 경제성장과 생산성 증가를 견인하는 연구개발의 선도적인 역할을 강조했다[7]. 그러나 연구개발의 중요성과 기술 파급에 대해 다루었음에도 불구하고, 연구개발 이외의 혁신활동과 지식형성 과정에 대해 주목하지 않았으므로 산업별 차이를 간과하였다. 반면, 진화경제학적 관점에서는 생산된 지식의 상호작용과 혁신 주체 간의 누적적 과정을 통해 기술혁신이 이루어지는 것으로 보았다.

기업의 혁신 활동은 연구개발 뿐만 아니라 혁신 주체 간 협력과 상호작용이 강조되며[8,9], 기술과 지식 간 경로 의존적(path dependence)인 과정은 기업이 속한 산업의 특수성(sectoral specificity)을 형성하며 산업 고유의 기술적 패러다임(technological paradigm)을 만들어낸다. 산업부문은 지식 기반과 혁신 여건, 학습 과정이 상이하며 서로 다른 혁신전략을 채택한다는 점을 강조한 Malerba & Orsenigo[10]와 Pavitt [11]의 연구를 시작으로 산업별 혁신 패턴은 많은 학자들에게 연구 대상이 되고 있다.

Pavitt[11]의 연구는 진화경제학적 접근에 입각해 산업별 혁신패턴을 분석한 선구적인 연구로 손꼽힌다. 그는 기술의 원천(source of technology), 사용자 요구(requirements of the users), 전유체제(appropriability regime) 등 세 가지 기준에 따라 공급자지배형(supplier dominated), 규모집약형(scale intensive), 전문공급업체형(specialized suppliers), 과학기반형(science based) 등 네 개의 유형(taxonomy)으로 제조업을 분류하고, 혁신패턴과 지식 연계의 특성을 밝혔다. 이후 Robson et al. [12]과 Freel[13]에 의해 수행된 후속연구가 Pavitt의 주장을 뒷받침했으며, 연구결과를 통해 밝혀낸 혁신 패턴과 지식 연계의 핵심적인 특성은 다음과 같다.

첫째, 기업이 지닌 산업 특수적인 성격에 따라서 기술 혁신 활동에 영향을 미치는 지식 연계 기관이 상이하다는 점이다. 둘째, 국민경제에서 지식을 생산하는 산업 부문과 이를 활용하는 산업부문이 존재하며 이들 간에 지식의 확산이 발생한다는 것이다.

한편, Malerba & Orsenigo[10]는 기술체제(technological regime) 개념에 주목하였고 산업별 혁신체제론(sectoral innovation system)으로 발전시켰다. 기

술체제란 기술적 기회(technological opportunity), 전유성(appropriability), 혁신의 누적성(cumulativeness), 지식 기반의 특성(knowledge base)에 의해 구성되는 기술적 환경으로, 산업의 혁신 패턴을 결정한다. 이후 수행된 후속 연구들은 전유성과 누적성이 높은 산업에서 혁신집중도가 강하고 연구개발 투자가 활발하다는 결과를 제시해 산업별 혁신체제론을 지지했다[14,15].

2.2 기술집약도에 따른 산업별 혁신패턴

지금까지 수행되었던 혁신에 관한 연구는 산업, 지역, 기업 및 프로젝트 수준에서 진행되어왔다. 본 연구는 기술집약도에 따라 고기술산업과 저기술산업으로 분류된 산업 수준에서 중소제조기업이 수행하는 제품혁신에 초점을 맞추었다.

기술집약도(technological intensity)는 산업의 연구개발집중도와 연구개발 환경을 반영하는 개념이라 할 수 있다. 기술집약도에 따른 산업의 기술적 특성을 분석한 대표적 연구자로 Hatzichronoglou[16]를 들 수 있다. 그는 OECD 10개국의 산업 R&D 및 중간재 거래 행렬을 활용해 제조업 22개 산업의 기술집약도를 측정하였다. 각 산업의 지적 자산 형성은 직접적인 연구개발을 통해 내부에 축적되는 한편, 산업 간 연관관계를 따라 중간재에 체화되어 타 부문으로부터 간접적으로 축적되기도 한다. Hatzichronoglou[16]의 기술집약도는 이 같은 체화된 기술파급(embodied technology spillover) 개념을 기반으로 하며, 직·간접적으로 산업에 축적된 총 연구개발의 효과를 측정하는 것이다. 산업부문의 기술집약도는 (i) 단위당 부가가치 생산에 대한 연구개발 지출, (ii) 단위당 산출에 대한 연구개발 지출, (iii) 단위당 산출에 대한 연구개발 지출 및 타 산업과 수입을 통해 이전된 간접 연구개발 투자 등 세 가지 기준을 이용하여 측정되었다. 기술집약도 차이가 크게 나타나는 구간을 활용하여 고기술산업(high-technology), 중-고기술산업(high-medium technology), 중-저기술산업(medium-low technology), 저기술산업(low-technology)으로 구분하였으며, 기술집약도에 따른 산업 분류는 Table 1에 제시되어 있다.

Robertson & Patell[17]은 현대경제에서 고기술산업과 저기술산업은 그 성과에서 상호의존도가 매우 높으며, 혁신 정책은 지식의 발생과 지식의 확산을 빠른 속도로 촉진시켜 경쟁우위를 유지하도록 수립되어야 한다고 주장했다. 고기술(high technology)은 첨단기술이라 불리며 매우 진보되고 정교한 기술을 의미하는데, 변화율이 빠르고 기술개발에 상당한 자원이 투입된다는 특징이 있

Table 1. Classification of industries based on technology intensity

Taxonomy	dir+ind R&D	R&D Prod	R&D V. A.	ISIC Rev. 2
High-tech Industry	17.30 ~ 9.40	14.98 ~ 8.03	36.25 ~ 18.65	Aerospace(3845), Office & computing equip(3825), Drugs & medicines(3522), Radio, TV & communication equipment(3832)
Medium-high-tech Industry	6.55 ~ 2.58	5.10 ~ 1.74	11.19 ~ 4.58	Scientific instruments(385), Motor vehicles (3843), Electrical machines excl. communication equipment(383-3832), Chemicals excl. drugs(351+352-3522), Other transport(3842+3844+3849), Non-electrical machinery(382-3825)
Medium-low-tech Industry	2.47 ~ 1.10	2.47 ~ 0.64	3.02 ~ 2.48	Rubber & plastic products(355+356) Shipbuilding & repairing(3841), Other manufacturing(39), Non-ferrous metals(372), Non-metallic mineral products(36), Metal products(381), Petroleum refineries & products(353+354), Ferrous metals(371)
Low-tech Industry	0.88 ~ 0.65	0.31 ~ 0.18	0.76 ~ 0.47	Paper, products & printing(34), Textiles, apparel & leather(32), Food, beverages & tobacco(31), Wood products & furniture(33)

다. 첨단기술 시장은 세계 수요의 급성장으로 인해 평균 이상의 높은 무역이익을 제공하며 산업구조 발전에 긍정적인 영향을 미치기 때문에 정책입안자, 학계의 관심을 받고 있다[18]. 일반적으로 고기술산업은 혁신적이며, 산업 내 종사자를 고임금으로 이끄는 지역 발전의 원동력으로 인정되고 있다[19,20]. 고기술기업은 내부 연구개발 활동을 보완하기 위해 외부 혁신의 원천을 활용하며, 외부 지식을 더 잘 평가하고 현재의 지식과 동화시킬 수 있다. 기업 외부에서 획득한 새로운 지식은 기존 기술지식과 결합되고 새로운 제품과 시장에 대한 추가적인 기회와 통찰력을 가져오게 된다[21].

반면, 저기술(low technology)은 변화율이 작으며, 낮은 연구개발 비용을 수반한다. 그러나 기술은 반드시 기업내부에서 개발될 필요가 없으며, 확산과정을 통하거나 다른 기업이나 연구기관으로부터 획득할 수 있다는 점에서 저기술산업의 기업들은 혁신자의 주요 고객이 될 수 있다. Köhler & Schmierl[22]의 주장에 따르면, 저기술기업은 과학지식을 거의 생산하지 못하지만 실용지식의 생산자이다. 이들 기업이 보유한 지식의 원천은 학습 과정(learning-by-doing/ using)으로, 지식수준을 높이고 심화시켜 시장, 고객 및 기타 환경과 관련된 압력에 대응할 수 있게 한다. 저기술기업은 첨단산업기업에 비해 혁신적이지 못함에도 불구하고 새로운 제품과

생산과정에서 종합적 영향을 미치는 생산 공정을 만들어 내며, 혁신활동의 대부분이 공정혁신이더라도 혁신을 수행하는 많은 저기술기업이 존재한다[4].

Joo[23]는 Hatzichronoglou[16]의 산업분류를 기반으로 하여 국내 제조업을 4개 산업군, 23개 세부산업으로 분류해 수출입구조와 수출경쟁력의 변화를 살펴보았다. 1980년대는 저기술산업이 높은 비중을 차지했던 반면, 1994년 이후 중기술 및 고기술 산업의 역할이 크게 증가했다는 연구결과를 보고했다. 또한, OECD 국가의 시장에서 한국 제조업의 고기술산업이 지속적으로 비중을 늘린 반면, 저기술산업과 중저기술산업에 속한 기업들의 경쟁력이 하락했음을 언급하고 있다. Park & Yoo[24]는 우리나라 광역시도별 산업유형과 산업구조를 기술집약도를 활용해 분석했다. 경기·충북·충남의 산업구조는 상대적으로 고기술산업이 발달한 반면, 강원·제주지역은 저기술산업에 특화되어있다고 주장했다. Noh et al. [25]는 기술집약도에 따라 제조업을 고기술산업, 중상기술산업, 중하기술산업, 저기술산업으로 분류하고, χ^2 검증을 통해 제조 기업이 지닌 혁신활동, 기회조건, 전유조건, 기술지식 누적성, 혁신유인이 산업유형별로 평균적인 차이가 존재하는지 확인했다. 분석결과 혁신활동과 전유수단의 활용이 고기술산업에서 더욱 활발히 일어나며, 고기술산업의 기업이 저기술산업의 기업보다 더 많이 경쟁사와의 협력을 추구하는 것으로 나타났다. 기업 특성과 지식재산 보호의 관계를 분석한 Kim[26]과 Kim & Choi[27]는 고기술산업에 속한 기업들이 주로 특허를 활용한 혁신보호 방법을 선호하는 반면, 저기술산업에 속한 기업들은 영업비밀 유지를 통한 혁신보호 방법을 선호하였으며, 위조 및 모방상품 단속의 필요성을 크게 느끼고 있다는 연구결과를 보고했다.

2.3 기술혁신 수행과 성과 결정요인

경영자는 수익성 향상과 기업성장을 목표로 기술혁신 전략을 수립하고 조직이 나아갈 방향을 제시하게 된다. 그러나 전략을 지원할 적합한 신기술을 채택하지 못하거나 기술에 적합한 전략을 만들지 못하면 오히려 성과는 떨어지게 된다. 제품의 수명주기는 점점 짧아지고, 소비자들이 보유한 지식수준은 점점 높아지고 있으므로 기업은 외부 환경의 변화에 따라 변화해야하는 어려움에 직면하게 된다. 기술혁신 수행과 투자에 영향을 미치는 결정요인에 관한 연구에 따르면 기술혁신 수행은 지향하는 시장의 특성과 기업 규모에 비례하여 증가하며, 연구개발 투자는 산업 내 기술적 기회와 수익률이 높아질수록 증

가하게 된다. 혁신의 성과는 기업의 혁신에 대한 노력과 밀접하게 관련이 있으며, 기업 내부 부서뿐만 아니라 기업 외부의 협력파트너와 협력했을 때 성과가 높아지는 것으로 나타났다[28-30]. 혁신성과를 보호하는 법적제도의 존재 여부 또한 혁신 수행에 영향을 미치는 것으로 나타났다[25-27,32,33].

Hashia & Stojčić[29]는 Pavitt[11]의 산업분류에 따라서 제조업 산업을 분류하고 제품혁신 성과에 영향을 미치는 결정요인을 비교했다. 분석 결과에 따르면 기업의 지식창출 능력은 기술혁신 성과에 중요한 영향을 미치며, 지속적인 연구개발에 대한 투자가 전략적 우선과제라 주장했다. 또한, 컨설팅기업, 공공연구기관과의 협력을 통해 획득한 외부지식은 내부지식 자산을 보완하는 맞춤형 정보와 지식에 접근할 수 있도록 돕고, 급진적 혁신을 수행하는 기업의 혁신 실패율을 감소시킨다는 결과를 보고했다.

D'Este et al.[30]이 제조업과 서비스업의 혁신 수행 결정과 투자에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과에 따르면 제조업과 서비스업 모두 기업의 규모가 크고 오래될수록 혁신에 더 많이 투자하는 것으로 나타났다. 기업의 혁신에 대한 노력과 인적자원, 외부 지식, 공급자 또는 고객과의 협력은 혁신 투자를 증가시켰다. 특히, 국제적으로 인정되는 품질 인증을 받은 경우 제조업 기업의 혁신 수행 결정에 큰 영향을 미치지만, 서비스업에서는 미미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 국내 제조업과 서비스업의 혁신 결정요인을 비교한 Sung[3]의 연구결과와 유사하다. 이들은 제조업과 서비스업의 혁신 동인과 성과 결정요인이 매우 이질적이므로 혁신정책은 산업 부문 간 특성을 고려하여 수립되어야 한다고 주장했다.

2.4 연구문제

본 연구의 목적은 중소제조기업이 수행하는 제품혁신 패턴과 제품혁신 수행에 대한 의사결정 그리고 혁신 성과에 영향을 미치는 결정요인의 산업별 차이를 확인하는 것이다.

이를 위해 두 가지 연구문제를 다룬다. 첫째, 고기술산업과 저기술산업의 제품혁신 결정요인이 무엇이며, 제품혁신 결정요인이 산업별 차이가 있는지 확인하는 것이다. 둘째, 연구개발 수행 결정과 연구개발 과제의 성과는 어떠한 요인에 의해 결정되는지 확인하는 것이다. 기업은 지속가능성을 위해 연구개발을 수행하지만, 모든 프로젝트가 성공으로 이어지는 것은 아니다. 경영자는 연구개발 수행에 대한 의사결정 과정에서 혁신으로 인한 이익이

투자 위험과 비용을 상쇄할 수 있다고 판단될 때 선택하게 되며, 연구개발의 성패는 선택의 결과로서 혁신 성과로 보는 것이 바람직하다. 연구개발 수행에 대한 의사결정 과정에서 영향을 미치는 요인과 성공확률에 대한 영향요인은 서로 다를 가능성이 있는데, 이는 '문지방 효과(threshold effect)'에 따른 것으로 연구개발 수행을 유인하기 위해 일정 수준 이상의 다양한 영향요인들을 필요로 하나, 연구개발 수행 결정 이후에는 연구개발의 성공 확률을 높이기 위해 필요한 요인이 달라질 수 있기 때문이다.

3. 연구방법

3.1 분석대상

본 연구의 실증분석에 사용한 『중소기업기술통계조사』 자료는 중소기업청이 주관하고 중소기업중앙회에서 매년 실시하는 국가승인통계이며, 기술개발활동 및 성과, 연구개발 투자, 조직 및 인력현황, 기술수준 및 경쟁력, 기술보호활동, 연구개발 애로요인 등에 관해 조사하고 있다[34].

기술혁신 수행과 투자에 대한 기업의 의사결정은 기술의 전유성을 보장하는 공식적인 법적 제도의 존재 여부와 관련이 깊고[32], 기업이 활용하는 전유수단은 혁신 패턴에 관한 연구에서 중요한 설명변수로 활용된다[33]. 그러나 본 연구의 실증분석에서 사용한 『중소기업기술통계조사』 설문문항 중에서 기업이 활용하는 전유 수단과 관련된 문항은 2015년 이후 수행된 조사에서 제외되었다. 이러한 이유로 인해 최신 자료를 사용하지 못한다는 점에도 불구하고 2014년에 수행된 조사 자료를 실증분석에 활용하였다. 2014년 조사는 중소기업 2,200개사를 대상으로 실시되었으며, 전체 표본에서 제조업 이외 업종과 결측치를 제외한 1,637개를 분석에 사용했다.

3.2 국내 제조업 분류

본 연구는 Hatzichronoglou[16]가 제시한 4개의 산업분류를 국내 제조업의 산업들과 매칭하기 위해 『국제표준산업분류(ISIC, International Standard Industrial Classification)』와 『한국표준산업분류(KSIC, Korean Standard Industrial Classification)』를 활용했다. 한국표준산업분류(KSIC)는 국내 산업을 대분류, 중분류, 소분류, 세분류, 세세분류 수준으로 구분하며, 산업코드

를 각 1자리 수에서 5자리 수로 나타낸다. 세세분류 수준인 5자리 숫자로 구분된 기업의 산업코드를 중분류로 통합하고 필요에 따라 소분류를 적용하였다.

코크스, 연탄 및 석유정제품(19)과 담배제조업(12)은 『중소기업기술통계조사』에서 제외되는 산업으로 Hatzichronoglou[16]가 제시한 산업 분류와 매칭 하는 과정에서 제외 되었으며, 세부적인 산업 분류는 Table 2에 제시 되어 있다. Hatzichronoglou[16]가 제시한 산업분류는 4개 부문으로 분류되나 분석결과 제시의 편의를 위해 기술집약도가 2.5 이상인 산업은 고기술산업으로, 2.5 미만인 산업은 저기술산업으로 분류했다.

전체 표본 1,637개 중에서 고기술산업은 731개(44.7%), 저기술산업은 906개(55.3%)로 분류된다.

Table 2. Classification by Technological Intensity of Korean Manufacturing Industries

Taxonomy	Industry (KSIC code)
High-tech Industry (n=731, 44.7%)	Chemicals(20), Pharmaceuticals(212), Electronics·Computer·Radio·Television and Communication Equipment(26), Watches·Medical·Precision·Optical Instruments(27), Electrical Equipment(28), Other Machinery and Equipment(29), Motor Vehicles and Trailers(30), Other Transport Equipment (except 31, 311-313), Aircrafts·Spacecrafts·Parts(313)
Low-tech Industry (n=906, 55.3%)	Foods(10), Beverages(11), Textiles(13), Apparels·Accessories·Fur(14), Leathers·Luggages·Footwears(15), Woods(16), Pulp and Papers(17), Printing and Reproduction of Recorded Media(18), Cokes·Briquettes·Refined Petroleum(19), Rubber and Plastics(22), Non-metallic Minerals(23), Basic Metal Products(24), Fabricated Metal(25), Ships and Boats(311), Furniture(32), Other Manufacturing(33)

3.3 변수선정 및 연구방법

3.3.1 변수의 조작적 정의

기술혁신의 성과인 연구개발 산출물은 제품혁신 실적, 공정혁신 여부, 혁신성도가 매출액에서 차지하는 비중과 판매액, 특허 출원 및 등록 등을 기술혁신 성과의 대리변수로 측정할 수 있다[35-39]. 본 연구에서는 제품혁신 수행여부와 연구개발 수행결정 및 연구개발과제 성공률을 종속변수로 사용했다. 제조업의 중소기업의 제품혁신 패턴과 연구개발 수행과 성공률에 영향을 미치는 결정요인으로 전유성, 흡수역량, 혁신원천, 연구개발 유형, 기술적 기회, 제품수명주기, 산업유형 터미, 규모, 연구인력집약

도, 업력, 기업성장단계를 설명변수로 사용했다. CEO와 CTO를 포함한 최고경영진의 가시적인 지원은 막대한 자원 투입을 요구하는 연구개발 과제에 정당성을 부여하는 강력한 자원이므로 최고경영진이 주도하는 전사적 혁신 수행 여부를 변수로 사용했다. 기업이 활용하는 전유 수단과 활용도를 측정해 전유성을 연구모형에 반영했다. 특히, 상표권 출원 등 지식재산권을 활용하는 명시적 방법과 기밀유지, 사내보호, 시장선점과 같은 암묵적 방법으로 구분된다[33,40].

Cohen & Levinthal[41]이 제안한 흡수 역량은 유동적인 산업 환경에서 경쟁 우위를 확보하기 위해 조직이 갖춰야 할 동적역량(dynamic capability)으로, 연구개발 성과에 영향을 미치는 중요한 요소이다[42-44]. 기업이 흡수할 수 있는 기술적 정보의 양을 의미하는 흡수 역량은 연구개발 전담조직 운영 여부[30,44]와 연구개발

전담인력이 전체 종사자수에서 차지하는 비중을 나타내는 연구개발인력집약도를 사용하여 측정했다[6,30,44]. 조직의 흡수역량은 개별 구성원의 흡수 역량에 따라 달라지며, 조직의 흡수역량 또한 개인과 마찬가지로 사전 투자를 기반으로 누적적으로 발전하는 경향이 있다[41].

기업의 연구개발 부서가 그들의 방식으로 연구개발을 수행하는 것뿐만 아니라 기업 외부에서 생성된 새로운 지식을 습득하여 평가 또는 학습하고, 보유 중인 기존의 기술지식과 결합하여 혁신 성과로 이어지도록 하려면 흡수역량의 역할이 중요하다. 연구개발 전담부서를 상시 운영하고 있다는 것은 현재 시점의 혁신 활동을 대변하며, 그간 연구개발 활동이 지속적으로 수행되어 왔으므로 보다 높은 기술 역량과 학습 능력을 보유하고 있다고 볼 수 있다[6]. 한편, 중요한 지식은 단순히 실무적이고 기술적인 지식만을 말하는 것이 아니며, 조직 내·외부에서 유용

Table 3. Measurement of Variables and Descriptive Statistics

Variables		Measurement	High-tech Industry(n=731)				Low-tech Industry(n=906)					
			mean	s.d.	min.	max.	mean	s.d.	min.	max.		
Dep. Var.	Product Innovation	New Products or Improvement of Existing Products over the Last 1 Year R&D Investments (Yes=1)	0.69	0.46	0	1	0.61	0.49	0	1		
	R&D Investment	Attempts of R&D Tasks over the Last 1 Year (Yes=1) Ratio of Completed in the Overall R&D Tasks over the Last 1 Year (%)	0.69 44.49	0.46 37.83	0	1 100	0.61 36.44	0.49 35.95	0	1 100		
Indep. Var.	Formal R&D		R&D Activities led by CEO/CTO/Research Director (Yes=1)		0.78	0.41	0	1	0.79	0.41	0	1
	Appropriability	Explicit	Protecting New Tech. using IPR such as Patent (Use=1)		0.17	0.37	0	1	0.12	0.32	0	1
		Implicit	Protecting New Tech. using Strategic Way such as Patent (Use=1)		0.70	0.46	0	1	0.61	0.49	0	1
	Absorptive Capacity	R&D Dept.	Establishment of Firm Research Institute or R&D Department (Est.=1)		0.84	0.37	0	1	0.72	0.45	0	1
		Workforce Intensity	Share of R&D personnel in Total Employees (%)		20.80	15.99	0.37	100	14.70	13.21	0.43	100
	Source of Innovation	Firm Inside	Utilize Information from Inside the Firm (No=0, Use=1-5)		2.42	1.90	0	5	2.01	1.96	0	5
		Industry Field	Utilize Information from Competitors or Suppliers (No=0, Use=1-5)		0.95	1.13	0	5	1.18	1.28	0	5
		Research Institute	Utilize Information from University or Research Institute (No=0, Use=1-5)		0.58	1.27	0	5	0.28	0.84	0	5
	Type of R&D Execution	Internal	Ratio of In-house uses in Overall R&D (%)		86.05	24.31	0	100	86.18	26.87	0	100
		Consign	Ratio of Out-source uses in Overall R&D (%)		1.71	7.99	0	100	1.23	7.47	0	100
		Purchase	Ratio of Domestic Technology Purchasing in Overall R&D(%)		0.77	4.41	0	50	1.01	7.28	0	100
	Tech. Opportunity		Technology fee of Purchasing in Last 1 Year (million won)		11.83	154.06	0	3479	4.79	44.66	0	980
Product Life Cycle		Period from Market Entry to Decline (1=Over 10 year, 2=7-10y, 3=5-7y, 4=3-5y, 5=2-3y, 6=1-2y, 7=Less than 1 year)		3.36	1.65	1	7	3.76	1.79	1	7	
Sector Taxonomy		Sector Taxonomy Dummy var. (1=High-tech, 0=Low-tech)		1	0	1	1	0	0	0	0	
Ctrl. Var.	Firm Size		Number of Regular Workers at the Time of the Survey (persons)		56.14	65.94	5	299	50.38	65.51	5	299
	Firm Age		Period from the Establishment to the Time of the Survey (years)		14.18	10.30	1	72	15.13	10.51	1	56
	Growth Level		Firm Growth Level(1=Decline, 2=Maturity, 3=Growing, 4=Entry)		2.68	0.64	1	4	2.63	0.69	1	4

한 보완적 전문지식이 어디에 존재하는지 인지하는 것도 포함한다. 다양한 지식 구조를 넘어 조직적 흡수력을 높이기 위해 개인이 가져야 할 지식의 종류도 중요하다[41]. 따라서 연구개발 전담인력을 많이 보유하고 있을수록 지식의 종류도 다양해지며, 조직의 흡수역량을 높이는 데 기여한다고 볼 수 있다.

한편, 기업 내·외부 파트너들과의 협력은 혁신을 가속화하고 기술을 용이하게 확보하는데 기여하며[28, 29,45], 동종업계 경쟁사 또는 원재료, 부품, 장비 등 공급업체에서 정보를 획득하거나, 대학, 부설연구소, 국·공립 연구기관을 혁신원천으로 활용할 수 있다. 연구개발을 추진하는데 활용한 방법의 비중은 자체 개발, 외부 위탁개발, 국내 기술 구입 등 세 가지 유형으로 구분하여 측정했다[47,48].

앞서 살펴본 설명변수가 기업이 수행하는 연구개발의 양태를 살펴보기 위한 것이라면, 기술적 기회와 제품수명 주기는 기업이 속한 산업의 환경과 경쟁 특성을 반영하기 위한 것이다. 기술적 기회는 기업의 혁신활동에 영향을 주는 대표적인 산업적 특징이나, 측정하기 어렵다는 단점이 있다. 기술적 기회는 기업이 체감하는 외부기술의 활용 정도로서, 만일 산업 내 외부기술의 유용성이 크고 기술이전이 빈번히 발생한다면 이를 도입할 가능성이 있다. 특히 기업이 속한 산업의 기술적 환경이 내부 연구개발보다 외부기술의 도입이 효율적인 경향이 크다면 기업이 체감하는 기술적 기회가 높다고 볼 수 있으므로 변수로 사용했다. 특히, 외부기술의 도입은 기업의 자체적인 연구개발 노력과는 별개의 것으로서, 산업의 혁신 조건이 기업의 혁신 성과 창출에 영향을 미칠 수 있으며 기술이전 및 도입이 활발한 산업에 속한 기업일수록 혁신 성과 창출에 유리한지 확인하고자 함이다. 상기 변수는 지난 1년간 권리양도 및 매매, 라이선스 등의 방법으로 국내·외로부터 도입한 기술료 금액을 대리변수로 활용했다[34]. 제품수명주기(product life cycle)는 기업이 속한 산업 환경과 경쟁 특성을 반영하며, 기업이 속한 산업의 혁신 속도와 경쟁강도, 진입장벽을 대변한다. 환경 변화의 속도가 빠를수록 기업이 보다 적극적으로 혁신활동을 펼칠 가능성이 있으므로 변수로 사용했다[6]. 제품수명주기는 주력제품이 시장도입에서 쇠퇴하기까지 소요되는 기간으로, 10년 이상에서 1년 미만까지 7점 척도로 측정되었다[34]. 기업의 일반적 특성을 통제하기 위한 변수로 기업규모, 업명, 기업성장단계를 사용했다. 변수들의 세부적인 측정 방법과 기초 통계는 Table 3에 제시되어 있다.

3.3.2 연구모형

본 연구에서 다루고자 하는 연구 문제는 크게 두 가지로 나누어볼 수 있다. 첫째, 제조업의 제품혁신 패턴을 결정하는 요인이 고기술산업과 저기술산업 간에 차이가 있는지 확인하는 것이다. 둘째, 기업의 연구개발 수행에 대한 의사결정과 성과에 영향을 미치는 결정요인이 무엇인지 확인하는 것이다.

첫 번째 분석의 종속변수는 제품혁신 수행 여부로, 제품혁신을 수행했을 경우 1, 수행하지 않았을 경우 0인 이항종속변수의 형태로 모형에 반영되는데, 이항변수가 종속변수로 사용될 경우 널리 적용되는 로지스틱 회귀모형(logistic regression)을 수립했다.

$$y^* = X\beta + e, y = 1[y^* > 0] \quad (1)$$

$$P(y = 1|X) = P(X\beta + e > 0|X), e \sim N(0, \sigma^2) \quad (2)$$

여기서, X 는 독립변수로서 기업의 다양한 고유 특성과 기술혁신 요소를 포함한다. 기업 고유의 특성은 제품혁신 수행에 대한 의사결정에 영향을 미칠 수 있는 기술혁신 요소 이외의 변인들을 통제하기 위한 것으로서 업명, 기업규모 등이 있다. 기술혁신 요소는 확보한 표본의 제품혁신 패턴을 살펴보고 연구문제를 검증하기 위한 항목들로 구성했다. 이 중에서 제품혁신 활동과 관련된 항목은 공식적 연구개발 추진, 전유 수단, 기술도입 여부, 기술개발 활동 유형, 흡수역량 등이며, 산업적 요인과 관련된 변수는 기술적 기회, 주력 제품 수명주기이다.

한편, 앞서 제시한 로지스틱 회귀모형은 연구개발 수행 결정과 연구개발 성과에 미치는 요인이 서로 같다는 가정 하에 제품혁신 결정요인을 분석하며, 연구개발 성과 창출에서 연구개발 과정에서 나타날 수 있는 선택 행동을 고려하지 못한다는 제약이 존재한다.

기업의 연구개발 수행 결정과 연구개발 성과에 미치는 요인이 다르게 나타날 수 있다는 가정 하에 제기된 두 번째 연구문제에 대한 분석과 로지스틱 회귀모형의 한계를 보완하고자 연구모형 확장을 시도했다. 이를 위해 채택한 Heckman 2단계 표본선택모형(heckman 2 stage sample selection model)과 더블허들모형(double hurdle model)은 종속변수에 영향을 미치는 요인들의 영향을 선택(selection)과 성과창출(outcome)로 나누어 살펴보는 2부분(two-part)모형이다. 두 모형은 어떠한 변수를 선택한 표본과 그렇지 않은 표본 간 특성차이를 고려한다는 점에서 유사하나, 이를 모형에 반영하는 과정에서 일부 통계적 차이를 보인다[48]. Heckman 표본선택모

형은 선택과정에서 참여를 결정한 표본과 그렇지 않은 표본 간의 선택편의(selection bias)를 해소하는데 집중하지만, 표본이 선택 또는 참여할 경우 이들의 최적 소비량은 항상 양(+)의 값을 가지는 것으로 가정한다[50]. 즉, 1단계 분석과정에서 0의 값을 갖는 관측치를 ‘미선택자’로 판단해 2단계 분석과정에서 0의 관측치를 일종의 불완전한 표본으로 간주한다. 반면, 더블허들모형은 잠재적 참여자의 존재를 허용해 참여한 표본이 이를 선택하지 않을 가능성을 고려한다[49]. 상당수 표본이 절단분포(censored distribution)를 따르는 자료를 분석할 때, 0의 값을 갖는 표본들을 제외할 경우 표본추출의 무작위성이 훼손되어 표본선택편의(sample selection bias)가 발생한다. Heckman[50]이 제안한 (3)의 2단계 표본선택 모형은 표본선택편의를 해소하는 분석적 대안으로 널리 알려져 있다.

$$Z_i^* = W_i\gamma + \epsilon_i, \quad Z_i = \begin{cases} 1 & \text{if } Z_i^* > 0 \\ 0 & \text{if } Z_i^* \leq 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$Y_i^* = X_i\beta + \mu_i, \quad Y_i = \begin{cases} Y_i^* & \text{if } Z_i^* > 0 \\ 0 & \text{if } Z_i^* \leq 0 \end{cases}$$

$$(\epsilon_i, \mu_i) \sim N_2\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho\sigma \\ \rho\sigma & \sigma^2 \end{bmatrix}\right)$$

여기서, Z_i^* 는 연구개발 시도에 대한 잠재변수(latent variable)이며, Y_i^* 는 연구개발과제 성공률에 관한 잠재변수를 나타낸다. β 와 γ 는 추정해야 할 모수벡터를 나타내며, W_i 와 X_i 는 기업의 연구개발 시도여부 및 성공률을 설명할 변수 벡터를 의미한다. ϵ_i 와 μ_i 는 오차항을 나타낸다. Heckman 표본선택모형의

1단계에서는 연구개발 수행을 선택한 표본에 대한 확률을 추정하며, 2단계에서는 선택된 표본을 대상으로 성과변수 결정요인을 추정한다. 그리고 (3)에서 (4)와 (5)를 추정할 수 있는데, 이것은 각각의 관측치가 표본으로부터 배제될 순간적 확률(위험률)을 나타내는 ‘역 밀의 비율(inverse Mill’s ratio, IMR)’인 λ (lambda)를 구하는 과정이다.

$$E[Y_i|Z_i^* > 0] = X_i\beta + E[\mu_i|\epsilon_i > -W_i\gamma] \quad (4)$$

$$= X_i\beta + \rho\sigma \frac{\phi(-W_i\gamma)}{1 - \Phi(-W_i\gamma)}$$

$$= X_i\beta + \beta_\lambda \lambda(-W_i\gamma) + \nu_i$$

$$Y_i|Z_i^* = E[Y_i|Z_i^* > 0] + \nu_i = X_i\beta + \beta_\lambda \lambda(-W_i\gamma) + \nu_i \quad (5)$$

여기서 $\phi(\cdot)$ 는 표준정규분포의 확률밀도함수를,

$\lambda(-W_i\gamma)$ 는 IMR을 나타낸다. 위험률 $\lambda(-W_i\gamma)$ 는 새로 추가된 하나의 설명변수와 같이 선택편의의 교정항으로 작용하고, $\rho\sigma$ 가 회귀계수(β_λ)의 역할을 한다.

한편, Cragg[51]가 제안한 더블허들 모형은 일반적으로 절단자료(censored data)를 이용해야 하는 경우에 활용되는 제한적 종속변수 수요모형 중 하나이다[49]. 종속변수가 0부터 시작해 양의 분포를 가질 때 관측되는 경우 활용되는 대표적 분석방법으로 Tobin [52]에 의해 개발된 Tobit 모형(censored regression model)이 있으나, Tobit 모형은 선택과 선택 이후의 소비량 결정 과정에 영향을 미치는 요인이 동일하다는 가정 하에 분석을 실시한다는 단점을 지닌다[6].

더블허들모형에서 기업은 먼저 연구개발 수행 여부를 선택하고, 이후 어느 정도 강도로 연구개발 성과를 창출하는지 결정된다. 1단계의 모형(첫 번째 허들)은 기업이 연구개발을 수행할 것인지에 대한 선택에 관해 문지방효과(threshold effect)를 발생시키는 요인을 분석하며, 2단계 모형(두 번째 허들)에서는 기업이 수행한 연구개발과제가 어느 정도 확률로 성공하는지에 대한 성과변수 강도(intensity)를 분석한다. 더블허들모형은 (6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Z_i^* = W_i\alpha + \epsilon \quad (6)$$

$$Z_i = 0 \text{ if } Z_i^* \leq 0$$

$$Z_i = 1 \text{ if } Z_i^* > 0$$

$$P_i^* = X_i\beta + \mu$$

$$P_i = \begin{cases} P_i^*, & \text{if } P_i^* > 0, Z_i^* > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$[\epsilon, \mu] \sim BVN(0, \Sigma), \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma & \sigma_{12} \\ \sigma_{12} & 1 \end{bmatrix}$$

여기서 Z_i^* 는 연구개발 수행 여부를 나타는 이항선택항이다. 그리고 P_i 는 실제로 관측된 기업의 연구개발과제 성공률이며, P_i^* 는 기업의 효율이 극대화 될 때 연구개발과제 성공률을 의미한다. 그리고 W_i 와 X_i 는 기업의 연구개발 수행과 연구개발과제 성공에 영향을 미치는 독립변수들의 벡터이다. 더블허들모형은 이항선택항로지스틱 분포(logistic distribution)를 따른다고 가정하며, (7)과 같은 로그우도를 따르게 된다.

$$\ln L = \sum \ln \left[1 - F\left(\frac{X_i\beta}{\sigma}\right) F(W_i\alpha) \right] \quad (7)$$

$$+ \sum \ln \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}$$

$$+ \sum \ln F(W_i\alpha)$$

$$- \sum \frac{1}{2\sigma^2} (P_i - X_i\beta)^2$$

4. 분석결과

4.1 산업별 제품혁신 패턴

실증분석에 앞서 다중공선성(multicollinearity) 여부를 판단하기 위해 변수들의 분산팽창계수(VIF, Variance Inflation Factor)를 측정했다. 다중공선성을 판단하는 엄격한 통계적 기준 값은 없으나 통상 변수의 VIF값이 10 이상(보수적으로 판단할 경우 4~5)인 경우 의심해볼 수 있는 것으로 알려져 있다. 지면 관계상 제시하지 않았으나, 분석결과 가장 큰 분산팽창계수 값이 1.55로 나타났고, 모든 변수가 2 이하의 값을 가지는 것으로 나타나 다중공선성 문제가 없는 것으로 판단했다.

Table 4에 제시되어 있는 분석결과는 고기술산업과 저기술산업에 고유한 제품혁신 패턴이 존재하는지 확인하기 위해 제기한 첫 번째 연구문제와 관련이 있으며, 크게 세 부분으로 구성되어 있다. 먼저, 제조업 전체산업(Model 1)의 기술혁신 패턴 결정요인을 살펴본 뒤 고기술산업(Model 2)과 저기술산업(Model 3)의 혁신패턴에 대해 분석한다. 각 모형은 두 단계에 걸쳐 위계적인 방법으로 분석했다. 첫 단계에서는 공식적 연구개발, 흡수역량, 혁신원천 활용, 전유성 등의 변수가 중소기업의 제품혁신 수행에 미치는 영향을 살펴보고, 두 번째 단계에서 기술적 기회 및 제품수명주기 변수를 추가해 산업 고유의 특성이 제품혁신 수행 결정에 미치는 영향을 분석했다.

분석 결과에 따르면 기업의 일반적 특성 중 기업규모와 업종의 통계적 유의성은 발견되지 않았으며 이는 기업의 규모가 크고 오래될수록 혁신을 더 많이 수행한다는 선행 연구 결과와 다소 차이가 있었다[3, 28-31]. 기업성장단계는 산업유형을 막론하고 정(+)의 영향을 미치며 제품혁신 수행 결정에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 신생기업에 가까울수록 시장 내에서 고착되지 않고 점유율을 늘려나가기 위해 신제품을 개발해 출시하거나 기존 제품을 지속적으로 개선하는 등 보다 많은 혁신노력을 기울일 필요가 있기 때문으로 해석된다. 공식적 연구개발 변수는 제조업 전반에서 제품혁신 수행에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히, 고기술산업에서 더욱 큰 영향을 미치는 것으로 나타났는데 이는 막대한 자원의 투입이 요구되는 연구개발은 경영자의 지지를 바탕으로 수행되어야 한다는 점을 보여주는 결과라 하겠다. 또한 고기술산업은 특정 부문의 분산적 연구개발보다 각 부문의 유기적 연계와 협업에 기반한 전사적 혁신 수행이 제품혁신 성과를 촉진하는 반면, 저기술산업에서는 이러한 경향이 상대적으로 약하다는 것

을 시사한다.

한편, 제조업 전체 산업과 저기술산업에서 연구개발 전담부서를 운영할 경우 기업의 제품혁신 수행 결정에 대단히 유의하고 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 흡수역량의 경우 개인적 차원의 변수는 유의하지 않았으나, 조직적 차원의 흡수역량이 유의하게 나타났다. 이를 통해 기업의 외부기술을 활용을 위해서는 연구개발 인력이 기업 전반에 산재된 형태보다는 조직적인 체계를 갖추는 것이 유리하다고 볼 수 있다. 더불어 기업의 흡수역량을 대리하는 변수로서 연구전담부서 유무가 더 적절

Table 4. Results of Product Innovation Patterns by Taxonomy

Variables		(Model 1: Overall)	(Model 2: High-tech)	(Model 3: Low-tech)			
		(1-1)	(1-2)	(2-1)	(2-2)	(3-1)	(3-2)
Firm Size		0.00189 (0.00193)	0.00181 (0.00195)	0.000164 (0.00269)	-0.00052 (0.00270)	0.00372 (0.00278)	0.00383 (0.00281)
Firm Age		0.00887 (0.00981)	0.00951 (0.00984)	0.0223 (0.0177)	0.0205 (0.0178)	-0.00062 (0.0120)	-0.00011 (0.0121)
Growth Level		0.406*** (0.136)	0.419*** (0.137)	0.469* (0.245)	0.456* (0.246)	0.365** (0.167)	0.388** (0.168)
Formal R&D		0.595*** (0.191)	0.571*** (0.192)	0.857*** (0.306)	0.858*** (0.308)	0.396 (0.250)	0.357 (0.253)
Appropriability	Explicit	0.189 (0.285)	0.219 (0.286)	0.996* (0.546)	0.996* (0.547)	-0.265 (0.341)	-0.189 (0.343)
	Implicit	0.00424 (0.181)	0.00283 (0.181)	0.175 (0.317)	0.181 (0.317)	-0.0824 (0.222)	-0.0860 (0.223)
Absorptive Capacity	R&D Dept.	0.556*** (0.200)	0.567*** (0.201)	0.346 (0.381)	0.337 (0.382)	0.674*** (0.242)	0.701*** (0.245)
	Workforce	0.00091 (0.00691)	0.00017 (0.00693)	0.00150 (0.0103)	0.00099 (0.0105)	0.00196 (0.00964)	0.00118 (0.00972)
	Intensity	0.0205 (0.0451)	0.0227 (0.0452)	0.0425 (0.0776)	0.0420 (0.0777)	0.00288 (0.0560)	0.0103 (0.0566)
Source of Innovation	Industry	0.0614 (0.0720)	0.0617 (0.0721)	0.165 (0.141)	0.159 (0.141)	0.0224 (0.0851)	0.0238 (0.0855)
	Research Institute	0.0831 (0.0986)	0.0956 (0.0983)	0.0454 (0.126)	0.0365 (0.127)	0.161 (0.160)	0.188 (0.161)
	Internal R&D	0.00224 (0.00352)	0.00200 (0.00352)	0.00483 (0.00604)	0.00495 (0.00608)	0.00146 (0.00447)	0.00079 (0.00450)
Execution	Consign R&D	0.00890 (0.0126)	0.00981 (0.0126)	0.0129 (0.0200)	0.0125 (0.0201)	0.00644 (0.0165)	0.0078 (0.0164)
	Technology Purchasing	-0.00338 (0.0112)	-0.0041 (0.0117)	0.0086 (0.0337)	-0.00729 (0.0407)	-0.00608 (0.0121)	-0.00291 (0.0148)
	Technological Opportunity		0.00029 (0.00130)		0.00985 (0.0177)		-0.00082 (0.00220)
Product Life Cycle			0.104** (0.0496)		-0.0284 (0.0872)		0.166*** (0.0616)
Sector Taxonomy		0.329* (0.186)	0.371** (0.187)				
Sector Dummy Var.		Included	Included	Not included	Not included	Not included	Not included
Constant		-0.391 (0.605)	-0.781 (0.635)	-0.907 (1.054)	-0.738 (1.109)	0.0680 (0.767)	-0.547 (0.801)
Log likelihood		-498.48	-496.23	-184.90	-184.40	-308.81	-304.92
Pseudo R2		0.0405	0.0448	0.0526	0.0552	0.0376	0.0497
LR chi2		42.09 (0.0002)	46.60 (0.0001)	20.53 (0.0114)	21.53 (0.0158)	24.11 (0.0445)	31.90 (0.0103)
observations		1,637	1,637	731	731	906	906

standard errors in parenthesis, ***: p < 0.01, **: p < 0.05, *: p < 0.1

하다고 판단할 수 있겠다. 또한 제조업 전체 산업과 저기술산업에서 연구개발 전담부서를 운영할 경우 기업의 제품혁신 수행 결정에 대단히 유의하고 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 조직은 조직에 참여하는 사람들의 상호작용에 의해 정의되며, 특정한 목적을 이루기 위해 존재하게 된다. 혁신성과 달성이라는 목적은 한 사람이 달성할 수 없으며 사람이 모여야 달성할 수 있다. 특히, 공식적 연구개발 변수가 통계적으로 유의하지 않게 나타났던 저기술산업에서도 연구개발 전담부서를 운영하는 기업이 보다 적극적으로 제품혁신을 수행하는 것으로 나타났다는 점은 눈여겨 볼만하다.

한편, 고기술산업에서 흡수역량 변수가 유의하지 않게 나타난 것에는 집단 내 관측치 분포와 관련이 있는 것으로 보인다. 연구전담부서 변수의 평균 및 표준편차가 고기술산업은 0.84와 0.31이며, 저기술산업의 경우 0.72와 0.45임을 감안할 때, 고기술산업이 평균적으로 연구전담부서를 운영하는 경향이 높고 집단 내 편차가 작음을 알 수 있다. 즉, 고기술산업에 속한 기업은 대체로 연구전담부서를 운영하는 경우가 많고 저기술산업의 경우는 기업의 혁신 지향성에 따라 연구개발 조직을 구성하거나 아닌 경우가 혼재되어 있다는 것이다. 이러한 결과는 고기술산업에서 연구전담부서 운영이 제품혁신에 긍정적이지 않다기보다는, 대다수 기업이 운영함에 따라 혁신성과에 차이를 보이기에 유의성이 충분하지 않다고 해석함이 바람직하겠겠다.

전유성 분석결과 고기술산업에서는 특허와 같은 지식재산권 활용이 제품혁신 수행을 촉진한 반면, 저기술산업에서는 명시적인 방법과 묵시적인 방법 모두 통계적 유의성을 찾을 수 없었다. 산업의 기술적 환경과 혁신 여건을 살펴보고자 추가한 두 변수 중에서는 제품수명주기가 통계적으로 유의했다. 제조업 전반적으로 제품수명주기가 짧을수록 제품혁신을 수행할 확률이 높은 것으로 나타났다. 이는 시장 경쟁강도가 크고 변화 속도가 빠른 환경에 속한 기업이 보다 혁신적이라는 사실을 보여준다. 동적 환경 변화가 기업으로 하여금 생존과 경쟁우위 확보를 위해 보다 많은 혁신노력을 기울일 것을 요구해 제품혁신 수행 노력으로 이어지기 때문으로 해석된다. 주목할 만 한 점은 고기술산업과 저기술산업에서 상이한 영향을 보이고 있다는 점이다. 저기술산업에서 정(+)의 영향을 나타낸 반면, 고기술산업에서 통계적으로 유의하지 않아 예상과 다른 결과를 보였다. 비록 본 분석결과를 일반화할 수는 없겠으나, 몇 가지를 추론해볼 수 있겠다. 본 연구는 중소기업의 기술혁신활동을 대상으로 하며, 중속

변수인 제품혁신의 범위가 신제품 개발뿐만 아니라 단순한 기존 제품의 개선까지 포함하고 있다. 시장을 선도하는 소수 대기업을 제외하면 현실적으로 시장 질서를 파괴시키는 혁신 기술(disruptive technology)을 개발하기는 매우 어려운데, 파괴적이며 급진적(radical)인 혁신 활동은 그만큼 큰 비용과 위험(risk)을 수반하기 때문이다. 그러므로 점진적(incremental)이며 위험이 적은 혁신활동이 보다 빈번하게 일어나기도 한다. 이에 대부분의 중소제조기업은 성장기 또는 동적 변화가 큰 환경에서 과감한 혁신을 시도하기 어려우며, 따라서 기술적 위험이 상대적으로 적은 저기술산업에서 오히려 정(+)의 관계가 나타났다고 추측해 볼 수 있다. 또한, 연구개발집약도가 상대적으로 높은 고기술산업에서는 오히려 대규모 혁신 프로젝트를 위해 직접 제품개발 뿐만 아니라 전략적 제휴(strategic alliance), 개방형 혁신(open innovation), 라이선싱(licensing) 등을 활용할 여지가 보다 많다는 점도 고려해야 하겠다. 그러나 이 같은 추론을 보다 일반화된 사실로 해석하기 위해서는 분석 결과가 안정적으로 해석될 수 있는지에 대한 추가적 연구를 필요로 한다. 제품혁신을 급진적 혁신과 점진적 혁신으로 나누어 살펴보는 한편, 공정혁신에 대해서도 살펴볼 필요가 있다. 또한 시장의 경쟁강도 이외 제품혁신 수행에 영향을 미치는 다른 산업적 요인이 존재하는지 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

4.2 연구개발 수행과 성과 결정요인

아래의 Table 5와 Table 6은 각각 Heckman 표본선택모형과 허들모형을 적용해 기업 연구개발 수행 여부와 연구개발 성공률을 결정하는 과정을 구분하여 분석한 결과를 나타내는 것이다. 이들 모형은 2단계의 추정과정을 거치는데 각각 기업의 연구개발 과제 수행의 선택 여부를 종속변수로 하는 선택방정식과 연구개발과제 성공률을 종속변수로 하는 성과방정식으로 구성된다. 분석 결과를 통해 앞서 제기했던 두 번째 연구문제에 대하여 흥미로운 점을 발견할 수 있었는데, 기업이 채택한 기술혁신전략이 연구개발 수행 여부에 미치는 영향과 성공률에 미치는 영향이 상이했다는 점이다. 먼저, Heckman 표본선택 모형과 허들모형에서 공히 기업 규모가 미치는 영향이 유의하게 나타났다. 제조업 전반과 저기술산업에 대한 계수를 고려했을 때 타 조건이 동일할 경우 저기술산업에서는 규모가 큰 기업이 연구개발에 보다 많이 투자하지만 그 성공률에 있어 규모의 경제성은 작동하지 않는 것으로 판단된다. 기업성장단계는 Table 4의 분석

결과와 달리 기업의 연구개발 수행 결정이나 성공률에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타나, 제조업 전반에서 기업성장단계에 따른 차이가 없다고 보았다.

흡수역량의 경우 연구전담부서의 운영이 제조업 전반적으로 연구개발 투자에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 고기술산업 및 저기술산업에서는 유의한 결과를 보이지 않았으나, Table 4에서의 분석결과와 마찬가지로 흡수역량에 대해 집단 내 유사성이 높은 경향을 띠 수 있다는 점을 감안해야 하겠다.

즉, 개별 집단에 대한 분석보다 상대적으로 집단 내 편차가 큰 전체 집단에 대한 분석에서 변수의 설명력이 크

게 나타날 수 있다. 다만, 기업이 연구개발 활동에 착수한 뒤에는 연구전담부서의 운영이 이후의 성과를 특별히 촉진하지는 않는 것으로 나타났다. 한편, 공식적 연구개발, 명시적 전유수단 활용, 기업내부 혁신원천 역시 연구전담 부서 운영과 마찬가지로 연구개발투자를 실시한 기업과 그렇지 않은 기업 간 차이를 설명하는 ‘문지방(threshold)’ 변수라고 할 수 있다.

이들 변수는 기업이 연구개발 수행을 선택하는데 영향을 미치는 요인으로서, 기술개발을 시도하는 기업들은 연구개발 전담부서를 운영하고 전사적 차원에서 연구개발 활동을 추진하는 한편, 지식재산권을 활용해 혁신결과를

Table 5. Determinants of R&D Selection and Success Rate using Heckman Sample Selection Model

Variables		(Model 4: Overall)		(Model 5: High-tech)		(Model 6: Low-tech)	
		Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2
Firm Size		0.00104 (0.000721)	-0.0334* (0.0180)	0.000092 (0.00102)	-0.0295 (0.0258)	0.00207** (0.00105)	-0.0685** (0.0311)
Firm Age		-0.000935 (0.00391)	-0.139 (0.0966)	-0.000633 (0.00614)	-0.154 (0.155)	-0.000879 (0.00520)	-0.102 (0.127)
Growth Level		-0.0260 (0.0556)	-1.605 (1.481)	-0.0306 (0.0917)	-3.647 (2.414)	-0.00109 (0.0712)	0.0626 (1.888)
Formal R&D		0.171** (0.0838)	1.960 (2.474)	0.153 (0.130)	1.866 (3.538)	0.186* (0.112)	0.387 (3.695)
Appropriability	Explicit	2.354*** (0.353)	11.45 (7.884)	7.126*** (2.145)	15.84 (10.15)	2.140*** (0.378)	-5.466 (13.63)
	Implicit	-0.144* (0.0736)	1.606 (1.958)	-0.0377 (0.121)	1.078 (2.998)	-0.221** (0.0939)	5.432* (3.295)
Absorptive Capacity	R&D Dept.	0.149* (0.0842)	-1.703 (2.704)	0.133 (0.143)	-3.451 (4.401)	0.135 (0.106)	-2.375 (3.443)
	Workforce Intensity	0.00585** (0.00272)	-0.00455 (0.0759)	0.00620 (0.00388)	0.120 (0.107)	0.00538 (0.00390)	-0.200* (0.113)
Source of Innovation	Firm Inside	0.0581*** (0.0181)	0.743 (0.562)	0.0901*** (0.0285)	0.710 (0.987)	0.0318 (0.0238)	0.699 (0.664)
	Industry Field	0.0418 (0.0286)	-0.931 (0.756)	0.00939 (0.0491)	-1.054 (1.222)	0.0606* (0.0357)	-1.718 (1.102)
	Research Institute	0.167*** (0.0410)	3.770*** (1.051)	0.202*** (0.0566)	4.789*** (1.496)	0.101 (0.0640)	2.017 (1.539)
Type of R&D Execution	Internal R&D	0.000976 (0.00149)	-0.0255 (0.0391)	0.000434 (0.00252)	0.0103 (0.0634)	0.000482 (0.00189)	-0.0621 (0.0507)
	Consign R&D	0.00526 (0.00473)	-0.0532 (0.120)	0.00285 (0.00734)	-0.151 (0.188)	0.00606 (0.00631)	-0.0166 (0.160)
	Technology Purchasing	0.000255 (0.00558)	0.0777 (0.170)	-0.00231 (0.0118)	-0.208 (0.356)	-0.00875 (0.00813)	0.371 (0.234)
Technological Opportunity		-0.000074 (0.000502)	-0.00765 (0.00813)	-0.000559 (0.000744)	-0.00720 (0.00945)	0.00432 (0.00301)	-0.0541 (0.0352)
Product Life Cycle		0.00226 (0.0199)	1.205** (0.508)	-0.0373 (0.0325)	0.395 (0.873)	0.0266 (0.0255)	1.480** (0.706)
Sector Taxonomy		0.0892 (0.0724)	5.012*** (1.932)				
Constant		-0.350 (0.268)	50.91*** (13.80)	-0.130 (0.436)	55.04*** (17.80)	-0.421 (0.346)	73.23*** (22.84)
Wald chi2		48.98 (0.0001)	48.98 (0.0001)	22.70 (0.0121)	22.70 (0.0121)	30.72 (0.0146)	30.72 (0.0146)
IMR(λ)			16.95		26.27		-11.59
observations		1.637 (Selected)	1.637 (1.059)	731 (504)	731 (504)	906 (555)	906 (555)
(Nonselected)		(578)	(578)	(227)	(227)	(351)	(351)

standard errors in parenthesis, ***, p < 0.01, **, p < 0.05, *, p < 0.1

Table 6. Determinants of R&D Selection and Success Rate using Double Hurdle Model

Variables		(Model 7: Overall)		(Model 8: High-tech)		(Model 9: Low-tech)	
		Selection	Outcome	Selection	Outcome	Selection	Outcome
Firm Size		0.00104 (0.000735)	-0.0441** (0.0187)	0.000092 (0.00104)	-0.0291 (0.0257)	0.00207** (0.00104)	-0.0660** (0.0272)
Firm Age		-0.000935 (0.00385)	-0.152 (0.110)	-0.000633 (0.00614)	-0.162 (0.172)	-0.00088 (0.00510)	-0.113 (0.146)
Growth Level		-0.0260 (0.0562)	-1.584 (1.540)	-0.0306 (0.0928)	-3.738 (2.331)	-0.0011 (0.0712)	0.0822 (2.048)
Formal R&D		0.171** (0.0840)	0.571 (2.388)	0.153 (0.132)	0.277 (3.440)	0.186* (0.111)	1.752 (3.324)
Appropriability	Explicit	2.354*** (0.349)	1.823 (2.341)	5.761*** (1.279)	1.465 (3.356)	2.140*** (0.381)	1.997 (3.264)
	Implicit	-0.144* (0.0740)	2.715 (1.943)	-0.0377 (0.122)	0.653 (3.019)	-0.221** (0.0935)	4.695* (2.554)
Absorptive Capacity	R&D Dept.	0.149* (0.0840)	-3.591 (2.509)	0.133 (0.142)	-6.101 (3.941)	0.135 (0.105)	-1.546 (3.228)
	Workforce Intensity	0.00585** (0.00276)	-0.0563 (0.0757)	0.00620 (0.00390)	0.0529 (0.0929)	0.00538 (0.00397)	-0.190 (0.127)
Source of Innovation	Firm Inside	0.0581*** (0.0180)	0.361 (0.480)	0.0901*** (0.0285)	-0.282 (0.723)	0.0318 (0.0236)	0.953 (0.641)
	Industry Field	0.0418 (0.0283)	-1.326* (0.750)	0.00939 (0.0483)	-1.192 (1.172)	0.0606* (0.0354)	-1.531 (0.967)
	Research Institute	0.167*** (0.0387)	3.121*** (0.772)	0.202*** (0.0509)	3.404*** (0.917)	0.101 (0.0653)	2.630* (1.429)
Type of R&D Execution	Internal R&D	0.000976 (0.00151)	-0.0293 (0.0416)	0.000434 (0.00254)	0.0178 (0.0625)	0.000482 (0.00193)	-0.0684 (0.0558)
	Consign R&D	0.00526 (0.00466)	-0.0909 (0.124)	0.00285 (0.00700)	-0.185 (0.224)	0.00606 (0.00635)	0.0129 (0.151)
	Technology Purchasing	0.000255 (0.00593)	0.0925 (0.151)	-0.00231 (0.0126)	-0.163 (0.262)	-0.00875 (0.00767)	0.363*** (0.140)
Technological Opportunity		-0.000074 (0.000535)	-0.00829 (0.00582)	-0.000559 (0.000461)	-0.0070** (0.00308)	0.00432 (0.00350)	-0.0472*** (0.0169)
Product Life Cycle		0.00226 (0.0198)	1.306** (0.539)	-0.0373 (0.0328)	0.815 (0.833)	0.0266 (0.0252)	1.817** (0.709)
Sector Taxonomy		0.0892 (0.0731)	4.787** (1.981)				
Constant		-0.350 (0.264)	65.62*** (7.314)	-0.130 (0.428)	76.23*** (10.69)	-0.421 (0.343)	60.69*** (10.05)
Log likelihood		-5904.91	-5904.91	-2758.10	-2758.10	-3130.63	-3130.63
Pseudo R2		0.0263	0.0263	0.0288	0.0288	0.0261	0.0261
Wald chi2		61.32 (0.0000)	61.32 (0.0000)	58.45 (0.0000)	58.45 (0.0000)	42.59 (0.0003)	42.59 (0.0003)
Observations		1.637	1.637	731	731	906	906

standard errors in parenthesis, ***, p < 0.01, **, p < 0.05, *, p < 0.1

전유하거나 기업 내부에서 혁신과 관련된 정보를 획득하는 경향이 있다고 하겠다. 그러나 이들 조건이 충족되고 나면 연구개발 과제의 성공률을 향상 시키는데 크게 기여하지 않는 변수들이라고 해석할 수 있다. 다만 이는 고기술산업과 저기술산업에서 차이가 있는데, 명시적 전유성과 연구개발 전담부서 운영이 제조업 전반에서 긍정적인 영향을 미치는데 비해 내부 혁신원천 활용은 고기술산업에서 특히 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

한편, 기술구매, 기술적 기회, 제품수명주기는 성과방정식에서만 통계적으로 유의했다. 기업이 수행하는 외부 기술의 구매나 기술도입을 위해 지불하는 기술료, 시장 환경 및 경쟁 강도는 기업의 연구개발투자에 대한 선택과정에서는 크게 영향을 미치지 않으나, 일단 연구개발에 착수하는 문지방을 넘고 나면 연구개발 과제의 성공률을 향상 시키는데 긍정적인 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다. 이 변수들은 특히 저기술산업에서 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 상대적으로 연구개발 투자가 적은 만큼 기업 외부로부터 지식과 기술을 차용 혹은 흡수하는 '지식과 정보의 아웃소싱(outsourcing)'이 보다 중요한 영향을 미치는 것이라 해석된다[4,21]. 다만, 국내외 기술도입의 기술료금액이 부(-)의 값으로 나타났는데, 이것은 단순히 높은 비용을 지불하는 것이 부정적으로 기능한다기 보다는 비용 외의 다른 요인들을 고려해 최적화된 전략을 선택하는 것이 효과적인 것이라고 해석함이 바람직하겠다. 제품수명주기는 제조업 전반과 저기술산업에서 유의했는데, 시장 내의 경쟁강도가 높고 주력 제품의 교체 속도가 빠를수록 연구개발 과제를 성공시키기 위해 혁신 노력이 활발해 지는 것으로 해석된다. 그리고 연구개발 과정에서 대학과 공공연구기관과의 협력은 연구개발 수행에 대한 의사결정과 연구개발 과제 성공률에 대단히 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 대학과 공공연구기관은 기술혁신 활동에서 중요한 혁신 원천이자 파트너이며, 이러한 경향은 제조업 전반에 걸쳐 나타날 뿐만 아니라 고기술산업에서 더욱 두드러졌다. 시장의 경쟁이 치열하고 기술혁신에서 첨단기술 및 외부 지식의 활용이 중요해지고 있다는 점에서 대학 및 공공 연구기관과의 협력이 긍정적 기능을 하는 것으로 해석된다[28-31]. 산업계 혁신원천을 활용하는 방식도 선택방정식과 성과방정식에서 차이가 있었다. 제조업 전반에서 혁신에 대한 정보를 기업 내부에서 얻을 경우 제품혁신수행 결정에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히, 저기술산업에서 산업 내부의 거래처, 경쟁자, 고객과 협력할 때 공식적 연구개발 수행에 긍정적인 영향을 미

치는 것으로 나타난 점은 주목할 만한 결과이다. 저기술산업의 제품은 기업이 위치한 산업의 경쟁력에 영향을 받지 않으며, 생산이 고도로 자동화되고 대량 생산이 이루어진다.

그리고 의류와 신발 제조와 같은 전통적인 저기술산업에서는 디자인을 통해 시장의 요구를 반영하는데 초점을 맞추는 경향이 있다. 암묵적이고 체화된 지식 요소를 포함한 디자인은 시장 요구와 밀접한 관련이 없는 혁신 지향 개발보다 오히려 더 큰 상업적 영향을 미칠 수 있다. 이는 저기술산업의 제품혁신에서 시장과 고객의 영향이 매우 중요하고, 긴밀한 문화적 접촉이 지속되어야 한다고 주장한 Hansen & Serin[52]의 연구결과와 유사하다. 또한, 저기술산업의 특징 중 하나는 새로운 것과 고객의 선호도의 변화에 빠르게 적응할 수 있다는 것이다. 따라서 수명주기가 매우 빠른 경우 디자인 변경이나 개선을 위한 연구개발에 대한 투자는 더욱 증가할 수 있으며, 명시적 전유수단을 활용해 시장에서 성공한 제품의 디자인이나 상표를 보호할 경우 저기술산업에서도 공식적 연구개발 수행과 성공률에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 분석 결과를 종합해볼 때 의복, 신발, 식료품과 같이 인간의 기본적인 욕구 충족에 필요한 재화를 생산하는 산업이 다수 포함된 저기술산업에서는 제품의 수명주기가 빠를수록 고객과 지속적이고 긴밀한 문화적 접촉을 통해 고객의 요구를 즉각적으로 반영하여 기존의 제품을 개선한 제품을 즉각적으로 시장에 내놓아 수익을 창출할 가능성이 있다. 또한, 고객이 그 가치를 인식하는 브랜드나 디자인을 명시적 전유수단을 사용하여 보호할 경우 제품혁신에 활발히 투자하는 것으로 보인다. 암묵적 전유수단 활용과 산업계 혁신원천의 활용은 유연하게 해석할 필요가 있다. 암묵적 전유성은 선택 방정식에서 부(-)의 계수를 보였다. 이것은 명시적 전유성과 함께 고려했을 때, 기업의 선택과정에서 전략적 수단보다는 특허와 같은 지식재산권을 활용하는 방식이 선호된다고 하겠다. 다만, 암묵적 전유방식은 저기술산업에서만 연구개발과제 성공률 향상에 기여하는 것으로 볼 수 있다.

5. 결론

본 연구는 중소제조기업의 제품혁신 패턴을 확인하고 혁신 활동에 대한 기업의 선택과 성과의 결정요인이 산업별로 어떠한 차이가 있는지 분석한 것이다. 분석결과, 기업성장단계, 명시적 전유성, 연구개발 전담부서, 제품

수명주기는 제품혁신 패턴에 유의한 영향을 미치는 결정 요인으로 나타났다. 특히, 기업성장단계의 경우 제조업 전반에 걸쳐 유의한 설명력을 갖는 것으로 나타났는데, 진입 또는 성장기에 가까운 기업일수록 제품혁신을 활발히 수행하는 것으로 나타났다. 또한, 통계적으로 유의한 산업유형 더미변수를 통해 고기술산업과 저기술산업 간에 이질적인 혁신패턴이 존재한다는 것을 보여주었다. 특히, 경영진 주도의 전사적 연구개발 활동과 지식재산권을 활용한 전유방법을 고기술산업에 속한 기업에서 활용할 경우 제품혁신을 수행하는데 긍정적으로 기여했다. 반면, 저기술산업에서는 기업부설연구소 또는 연구개발 전담부서를 운영하거나 주력 제품의 수명주기가 짧아 시장의 변화속도가 빠른 환경에서 동태적 기술역량을 확보한 기업이 보다 활발한 제품혁신 성과를 창출하는 경향이 있는 것으로 나타났다.

한편, 시장과 기술의 불확실성으로 인해 경영자들은 기업이 보유한 혁신역량과 기업이 위치한 산업의 환경을 고려해 연구개발을 수행하게 된다. 과거 연구에서는 연구개발투자 수행 여부와 성과 창출에 대해 기업의 선택과정을 분석과정이나 통계적 편익에 대한 깊은 고찰 없이 분석이 이루어져 왔다. 본 연구는 연구모형 확장을 통해 회귀모형 상의 한계와 표본선택편의 문제를 극복하기 위해 Heckman 표본선택모형과 더블허들 모형을 채택했다. 분석 결과에 따르면 전사적인 혁신 수행, 명시적 전유성, 연구개발 전담부서 운영, 기업내부 혁신원천은 기업이 연구개발 수행에 대한 의사결정 과정을 유의하게 설명하는 반면, 연구개발 투자 수행 이후 연구개발 과제의 성공률에 유의한 영향을 미치지 않는 허들변수, 즉 '문지방' 변수로 기능하고 있음을 확인할 수 있었다. 기술구매, 국내외·기술도입, 제품수명주기는 연구개발 투자에 대한 기업의 선택에는 영향을 미치지 않았으나, 연구개발 과제를 성공적으로 수행하는데 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타나 전술한 허들변수와 그 기능을 달리 한다고 보았다.

본 연구는 중소기업의 제품혁신 패턴 외에도 연구개발 수행에 대한 의사결정과 성과창출에 미치는 영향요인을 분석함으로써, 중소기업의 혁신활동을 다각적으로 이해하고자 노력했다. 결과적으로 연구모형의 확장을 통해 기존 연구의 방법론적 제약을 극복하고 추가적 함의를 도출할 수 있었다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 연구 대상이 제조업 중소기업에 한정되었고, 둘째, 설문문항의 제한으로 인해 최신 데이터를 사용하지 못했으며, 셋째, 혁신의

성과가 나타나기까지 일정 기간이 필요함에도 불구하고 시계열 분석을 수행하지 못했다는 점이다. 넷째, 본 연구에서 채택한 산업분류가 전통적 저기술산업의 혁신기술 접목이나 고기술·저기술분야 간 융·복합 현상을 반영하지 못하고 있다는 점이다.

이 같은 한계점과 더불어 몇 가지 의미 있는 후속연구의 필요성을 제안하고자 한다. 기술혁신 수행에 대한 의사결정은 기업 내부의 상황과 밀접한 연관이 있을 것이다. 본 연구에서는 제품혁신에 한정하여 연구를 수행하였으나, 후속 연구에서는 다양한 혁신 유형에 대해 분석하거나 제조업 이외 산업과 비교 역시 의미가 있을 것이다. 또한, 좀 더 다양한 연구 모형과 통계 기법을 적용해보는 것을 고려할만 하다. 마지막으로 최근 빈번히 발생하고 있는 전통적 저기술산업과 첨단기술의 접목 등 산업 간 융·복합 현상을 면밀히 분석할 필요가 있다. 이를 위해 융·복합 경향이 높은 산업을 별도로 분류하기 위한 기준을 마련하고, 본 연구의 방법론을 적용해 융·복합 산업과 그렇지 않은 산업 간 차이를 비교해볼 수 있을 것이다.

References

- [1] J. P. Hong, "Technological Regime, Knowledge Spillover and Innovation", *Journal of Technology Innovation*, Vol.18, No.2, pp. 147-174, 2010.
- [2] F. Castellacci, "Innovation and Competitiveness of Industries: Comparing the Mainstream and Evolutionary Approaches", *Technological Forecasting & Social Change*, Vol.75, No.7, pp. 984-1006, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2007.09.002>
- [3] T. K. Sung, "The Determinants of Firm's Innovative Activity: A Comparison of High Technology Industries and Low Technological Industries", *Journal of Industrial Economics and Business*, Vol.18, No.1, pp. 339-360, 2005.
- [4] N. Tunzelmann and V. Acha, "Innovation in 'Low-Tech' Industries." in J. Fagerberg, D. Mowery, and R. R. Nelson(eds.). *The Oxford Handbook of innovation*, Oxford, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0015>
- [5] M. Heidenreich, "Innovation patterns and location of European low- and medium- technology industries", *Research Policy*, Vol.38, No.3, pp. 483-494, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.10.005>
- [6] 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, 2014.
- [7] P. Romer, "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, Vol.98, No.5, pp. 71-102, 1990. DOI: <https://doi.org/10.3386/w3210>
- [8] R. Nelson and S. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- [9] B. Nooteboom, "Innovation, Learning and Industrial Organization", *Cambridge Journal of Economics*, Vol.23, No.2, pp. 127-150, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1093/cje/23.2.127>
- [10] F. Malerba and L. Orsenigo, "Schumpeterian Patterns of Innovation are Technology Specific", *Research Policy*, Vol.25, No.3, pp. 451-478, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(95\)00840-3](https://doi.org/10.1016/0048-7333(95)00840-3)
- [11] K. Pavitt, "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, Vol.13, No.6, pp. 343-373, 1984. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(84\)90018-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(84)90018-0)
- [12] M. Robson, J. Townsend, K. Pavitt, K. "Sectoral Patterns of Production and Use of Innovations in the UK: 1945 - 1983", *Research Policy*, Vol.17, No.1, pp. 1-14, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(88\)90017-0](https://doi.org/10.1016/0048-7333(88)90017-0)
- [13] M. S. Freel, "Sectoral Patterns of Small Firm Innovation, Networking and Proximity", *Research Policy*, Vol.32, No.5, pp. 751-770, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00084-7](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00084-7)
- [14] S. Breschi, F. Malerba, L. Orsenigo, "Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation", *Economic Journal*, Vol.110, No.463, pp. 388-410, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00530>
- [15] F. Malerba, "Sectoral Systems of Innovation and Production", *Research Policy*, Vol.31, No.2, pp. 247-264, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00139-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00139-1)
- [16] T. Hatzichronoglou, "Revision of the High-Technology Sector and Product Classification", STI Working Paper, No. OECD/GD(97)216, Paris: OECD, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1787/18151965>
- [17] P. L. Robertson and P. R. Patel, "New Wine in Old Bottles: Technological Diffusion in Developed Economies", *Research Policy*, Vol.36, No.5, pp. 708-721, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.008>
- [18] OECD, *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data: the Oslo Manual*, Paris: OECD, 1997.
- [19] F. Block and M. R. Keller, "Where Do Innovation Come From? Transformations in the US Economy, 1970-2006", *Socio-Economic Review*, Vol.7, No.3, pp. 459-483, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1093/ser/mwp013>
- [20] T. Kemeny and T. Osman, "The Wider Impacts of High-Technology Employment: Evidence from U.S. Cities", CGR Working Papers, 89, Queen Mary, University of London, School of Business and Management, Centre for Globalisation Research, 2018.
- [21] A. Escribano, A. Fosfuri and J. A. Tribó, "Managing External Knowledge Flows: The Moderating Role of Absorptive Capacity", *Research Policy*, Vol.38, No.1, pp. 96-105, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.10.022>
- [22] C. Köhler and K. Schmierl, "Diffusion of cim-tech nologies and trends in work organization", *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol.2, No.2, pp. 381-394, 1991. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0954-349X\(05\)80009-8](https://doi.org/10.1016/S0954-349X(05)80009-8)
- [23] K. W. Joo, "The Change in the Long-Term Export Competitiveness of Korean Manufacturing Industries according to Technology Intensity", *Journal of International Trade Studies*, Vol.8, No.1, pp. 1-31, 2002.
- [24] S. I. Park and B. C. Yoo, "Changes in Regional Industrial Structure and Regional Economic Growth: From the Perspective of Science and Technology", *Journal of the Korean Regional Science Association*, Vol.23, No.2, pp. 117-147, 2007.
- [25] J. Y. Noh, M. K. Chung, J. D. Rah, "Analysis on the Patterns of Technological Innovation in Korean Manufacturing Sector in accordance with Technology Intensity", *Journal of Technology Innovation*, Vol.18, No.2, pp. 33-58, 2010.
- [26] S. S. Kim, "Analysis of the Impact of Firm Characteristics on Preference of IP Policy", *The Journal of Intellectual Property*, Vol.11, No.3, pp. 259-290, 2016.
- [27] S. S. Kim and S. J. Choi, "Analysis on Preference of Appropriation Methods in Korean Manufacturing: Focusing on Patents and Trade Secrets", *Journal of Technology Innovation*, Vol.24, No.2, pp. 143-175, 2016.
- [28] H. Lööf and A. Heshmati, "Knowledge Capital and Performance Heterogeneity: A Firm-level Innovation Study", *Production Economics*, Vol.76, pp.61-85, 2002.
- [29] I. Hashia and N. Stojčić, "The Impact of Innovation Activities on Firm Using a Performance Multi-stage Model: Evidence From the Community Innovation Survey 4", *Research Policy*, Vol.42, pp. 353-366, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.09.011>
- [30] P. D'Este, M. Amara and J. Olmos-Peñuela, "Fostering Novelty while Reducing Failure: Balancing the Twin Challenges of Product Innovation", *Technological Forecasting & Social Change*, Vol.113, pp. 280-292, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.08.011>
- [31] D. M. Morris, "Innovation and Productivity among Heterogeneous Firms", *Research policy*, Vol.47, pp. 1918-1932, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.07.003>
- [32] J. Masso and P. Vahter, "Technological Innovation and

- Productivity in Late-transition Estonia: Econometrics Evidence From Innovation Surveys”, *The European Journal of Development Research*, Vol.20, No.2, pp. 240-261, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.1126281>
- [33] A. Leiponen and J. Byma, "If you Cannot Block, You Better Run: Small firms, Cooperative Innovation, and Appropriation Strategies", *Research Policy*, Vol.38, No.9, pp. 1478-1488, 2009.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.06.003>
- [34] The Small and Medium Business Administration: Korea Federation of Small and Medium Business, 2014 Survey on Technology of SMEs, Seoul: Korea Federation of Small and Medium Business, 2014.
- [35] M. S. Freel, "Patterns of Innovation and Skills in Small Firms", *Technovation*, Vol.25, No.2, pp. 123-134, 2005.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(05\)00082-8](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(05)00082-8)
- [36] A. Leiponen, "Skills and Innovation", *International Journal of Industrial Organization*, Vol.23, No.5, pp. 303-323, 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2005.03.005>
- [37] L. Santamaria, M. J. Nieto, A. Barge-Gil, "Beyond Formal R&D: Taking Advantage of Other Sources of Innovation in Low-and Medium-Technology Industries", *Research Policy*, Vol.38, No.3, pp. 507-517, 2009.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.10.004>
- [38] A. Barge-Gil, N. M. Jesus, L. Santamaria, "Hidden Innovators: The Role of Non-R&D Activities", *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol.23, No.4, pp. 415-432, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.1080/09537325.2011.558400>
- [39] J. L. Hervas-Oliver, F. Sempere-Ripoll, C. Boronat-Moll, R. Rojas, "Technological Innovation without R&D: Unfolding the Extra Gains of Management Innovations on Technological Performance", *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol.27, No.1, pp. 19-38, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1080/09537325.2014.944147>
- [40] E. P. Gallié and D. Legros, "French firms' Strategies for Protecting Their Intellectual Property", *Research Policy*, Vol.41, No.4, pp. 780-794, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.12.008>
- [41] W. M. Cohen and D. A. Levinthal, "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation", *Administrative Science Quarterly*, Vol.35, No.1, pp. 128-152, 1990.
DOI: <https://doi.org/10.2307/2393553>
- [42] J. J. J. P. Jansen, F. A. J. Van Den Bosch, H. W. Volberda, "Managing Potential and Realized Absorptive Capacity: How Do Organizational Antecedents Matter?", *Academy of Management Journal*, Vol.48, No.6, pp. 999-1015, 2005.
- [43] P. J. Lane, B. R. Koka, S. Pathak, "The Reification of Absorptive Capacity: A Critical Review and Rejuvenation of the Construct", *Academy Management Review*, Vol.31, No.4, pp. 833-863, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.2307/20159255>
- [44] H. J. Shon and M. S. Park, "Analysis of Corporate R&D Capability with Industrial's Innovation Trend", *The Journal of Information Technology and Architecture*, Vol.10, No.1, pp. 47-62, 2013.
- [45] H. W. Chesbrough, *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Boston: Harvard Business School Press, 2006.
- [46] R. Belderbos, M. Carree, B. Diederer, B. Lokchin, B., R. Veugelers, "Heterogeneity in R&D Cooperation Strategies", *International Journal of Industrial Organization*, Vol.22, No.8-9, pp. 1237-1263, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2004.08.001>
- [47] C. Schmiedeberg, "Complementarities of Innovation Activities: An Empirical Analysis of the German Manufacturing Sector", *Research Policy*, Vol.37, No.9, pp. 1492-1503, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.07.008>
- [48] W. Bonte, "R&D and Productivity: Internal vs External R&D - Evidence from West German Manufacturing Industries", *Economies on Innovation and New Technology*, Vol.12, No.4, pp. 343-360, 2003.
DOI: <https://doi.org/10.1080/10438590290018415>
- [49] B. G. Chun and B. J. Jo, "An Analysis of the Characteristics of Suppliers of Part Time Labor", *Journal of Market Economy*, Vol.43, No.2, pp. 67-99, 2014.
- [50] J. J. Heckman, "Sample Selection Bias as a Specification Error", *Econometrica*, Vol.47, No.1, pp. 153-161, 1971.
DOI: <https://doi.org/10.3386/w0172>
- [51] J. G. Cragg, "Some Statistical Model for Limited Dependent Variables with Application to the Demand for Durable Goods", *Econometrica*, Vol.39, No.5, pp. 829-844, 1971.
DOI: <https://doi.org/10.2307/1909582>
- [52] J. Tobin, "Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables", *Econometrica*, Vol.26, No.1, pp. 24-36, 1958.
DOI: <https://doi.org/10.2307/1907382>
- [53] P. A. Hansen and G. Serin, "Will Low Technology Products Disappear? The Hidden Innovation Processes in Low Technology Industries", *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.55, No.2, pp. 179-191, 1997.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(97\)89490-5](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(97)89490-5)

이 윤 하(Yunha Lee)

[정회원]



- 2016년 2월 : 건국대학교 기술경영학과 (경영학석사)
- 2016년 9월 ~ 현재 : 건국대학교 대학원 기술경영학과 박사수료

<관심분야>

비즈니스경제, 제조업 전분야, 기술가치평가

강 승 규(Kang, Seung-Gyu)

[정회원]



- 2016년 2월 : 건국대학교 기술경영학과 (경영학석사)
- 2016년 3월 ~ 현재 : 건국대학교 대학원 기술경영학과 박사수료
- 2016년 11월 ~ 현재 : 경기도일자리재단 정책연구팀 연구원

<관심분야>

산업혁신, 기술확산, 기술경제, 고용구조, 파급효과분석

박 재 민(Jaemin Park)

[정회원]



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

<관심분야>

성과분석, 경제성분석, 비즈니스경제, 지식경영