
문턱회귀모형(threshold regression)을 활용한 중소기업의 적정 R&D 투자수준 분석*

정의영** · 백철우***

<목 차>

- I. 서론
- II. 문헌정리
- III. 데이터 및 방법론
- IV. 결과
- V. 결론

국문초록 : 본 연구는 한국 제조업 중소기업의 R&D 투자와 성과 간의 관계를 분석하여 비선형 형태를 확인하고, 문턱값인 투자적정수준을 도출하였다. 기존 연구들은 투자와 성과 간 시차를 고려하지 않거나, 투자와 성과 간 회귀모형에서 투자 변수의 1차, 2차 항을 이용한 산술적 계산을 통하여 간접적으로 투자수준을 결정하였는데, 본 연구에서는 이를 극복하기 위해 2년의 시차를 가정한 문턱회귀모형을 사용하였다.

분석결과에 의하면, R&D 집중도 및 연구원비율과 이익률간의 관계는 S곡선 형태를 보였고, 매출액 대비 R&D 투자액 기준으로 6.4%, 종업원수 대비 연구원수 기준으로 13%가 R&D 투자의 적정수준으로 도출되었다. 연구로부터 도출된 투자 및

* 이 논문은 2012년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음 (NRF-2012S1A5A8023469).

** 한국과학기술기획평가원 부연구위원 (jey@kistep.re.kr)

*** 덕성여자대학교 국제통상학과 조교수, 교신저자 (chulwoo100@ds.ac.kr)

성과 간 관계 형태와 문턱값은 향후 기업의 R&D 투자 전략 및 정부 지원 정책의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 : R&D 투자, 문턱회귀모형, 투자적정수준

Analysis on the Adequate Level of R&D Investment in
Small and Medium-sized Enterprises
Using Threshold Regression

Jung, Euy-Young · Baek, Chulwoo

Abstract : This research confirms a non-linear relationship between R&D investment and performance of small and medium-sized enterprises and measures the adequate level as threshold value. Although previous studies did not consider the time lag and estimated indirectly the level using the R&D investment squared term, this study assumes 2 years time lag and uses the threshold estimation model to measure directly.

We find that there is the S-curve relationship between the profit rate as R&D output and R&D intensity and the ratio of researchers to employees as R&D input. Also, we estimate the adequate levels of R&D investment, 6.4% for R&D intensity and 13% for the ratio of researchers to employees. This relationship and measurement of the level can offer basic facts and implications about R&D policy and strategy.

Key Words : R&D investment, Threshold regression, Adequate level

I. 서론

연구개발(R&D) 투자는 기업의 생산성 향상 및 성장에 중요한 역할을 하기 때문에 R&D 투자와 논문 및 특허 등의 성과, 생산성, 이윤, 성장간의 관계에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다. 이들 연구결과에 따르면, R&D 투자는 대체로 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있으나, R&D 투자와 성과 간에 관계가 없거나 부정적인 관계를 보여주는 연구들도 다수 있다(Del Monte and Papagni, 2003). 하지만 상기 연구는 R&D 투자와 성과가 선형적이라는 가정 하에 이뤄진 결과들이다.

Bigwood(2000), Huang and Liu(2005), Coccia(2009), Schilling and Esmundo(2009), Yeh et al.(2012), Kenna and Berche(2011) 등은 R&D 투자와 성과가 비선형적이라는 결과를 보여주었다. Huang and Liu(2005), Coccia(2009), Yeh et al.(2012)는 R&D 투자와 성과 간에 역 U자형의 결과를 도출하였고, 반면에 Bigwood(2000), Schilling and Esmundo(2009), Kenna and Berche(2011) 등은 S곡선의 결과를 도출하였다.

이러한 비선형적인 결과들은 기존의 선형적인 결과들과 비교해 기업의 R&D 투자나 정부의 R&D 투자 지원에 더욱 구체적인 시사점을 줄 수 있다. 형태에 따라 기업의 투자 형태와 정부의 지원 방식 및 대상 등이 달라질 수 있다. 역 U자형을 보이거나 S곡선의 우측 상단부분의 형태(머리)가 나타나면 R&D 투자를 조정하거나 줄이는 방안이 필요하다. 특히 역 U자형의 경우에는 즉각적으로 R&D 투자를 줄일 필요가 있고, S곡선의 경우에는 장기적으로 투자 조정을 고려해 볼 필요도 있다. 또한 S곡선의 좌측 하단부분의 형태(꼬리)가 나타나면 투자를 증대하는 방안이 필요할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 한국 제조업 중소기업의 R&D 투자와 성과 간의 관계를 분석하여 비선형 여부를 확인하고, 문턱값인 투자적정수준을 도출하였다. 기존 연구들은 투자와 성과간 시차를 고려하지 않거나(Yeh et al., 2012), 투자와 성과 간 회귀모형에서 투자 변수의 1차, 2차 항을 이용한 산술적 계산을 통하여 간접적으로 투자수준을 결정하였는데(Huang and Liu, 2005; Coccia, 2009), 본 연구에서는 이를 극복하기 위해 Hansen(2000)이 제안한 문턱회귀모형에 2년간의 시차를 고려하였다. 이를 통해 R&D 집중도 및 연구원비율과 이익률 간의 관계를 도출하고, 개별 R&D 투자의 문턱값을 도출하였다. 또한 이를 기초로 기업의 R&D 투자 전략 및 정부 지원 정책에 대해 논의하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 선행연구 및 이론적 배경을 검토하고, 3장

에서는 연구방법 및 데이터에 대한 설명을 하였다. 4장에서는 분석결과를 제시하였고, 마지막 5장에서는 결론에 대해 언급하였다.

II. 문헌정리

1. R&D 투자와 성과간의 관계

기술혁신은 경제의 성장 및 생존에 필수요소이며, R&D 투자는 이러한 혁신의 가장 중요한 원천이다. 따라서 R&D 투자는 경제의 주체인 기업과 정부 모두에게 있어 매우 중요한 요소이다. 실제로 많은 연구 결과에 따르면, R&D 투자는 논문, 특허, 매출액 증가율, 고용증가율, 생존, 생산성증가율, 이익률 등에 긍정적인 영향을 미친다고 알려져 있다(Del Monte and Papagni, 2003). 박철민(2004)은 R&D 투자와 경상이익 증가율 및 매출액 증가율과의 관계를 살펴보았으며, 3년간 평균 매출액 대비 R&D 투자액 비중이 8% 이상인 기업이 미만인 기업보다 평균 경상이익 증가율과 매출액 증가율이 높았다. 높은 R&D 비율과 경영성파가 양(+)의 관계에 있는 것이다. 김규식(2005)은 연구년도의 주가 초과수익율과 연구년도 이전 5년간의 R&D(연구개발비/매출액)간의 관계를 분석하였으며, R&D 투자는 주가 초과수익율과 양(+)의 관계를 보였다. 조성표·류지호(2006)는 R&D 투자가 매출액대비 조정경상이익에 미치는 영향을 검증하였으며, 분석결과에 의하면, R&D 투자는 기업이익에 양(+)의 영향을 미친다. 김동훈(2006)은 영업이익과 R&D 투자(연구개발비/매출액)간의 관계를 분석하였으며, 영업이익에 대한 R&D 투자의 회귀계수는 양의 부호를 나타낸다. 즉, 전반적으로 R&D가 회계이익에 긍정적인 영향을 미치는 것이다. 정균화 외(2006)에 따르면, R&D 투자(연구개발비/매출액)를 많이 하는 기업의 초과수익률이 더 높게 나타났다. 박경주·양동우(2006)에 따르면, 전년도 R&D 투자(연구개발비)는 IPO 당해년도의 자산 대비 시가총액 비율과 양의 상관관계를 보였다. 김인성·김원배(2013)는 이노비즈기업의 R&D 투자(연구개발비/매출액)가 기업 재무성파(매출액/영업이익/당기순이익 증가, 자금흐름안정 등)에 미치는 영향을 살펴보았으며, R&D 투자가 많은 기업일수록 동종업계평균대비 재무성파에 좋은 영향을 미쳤다.

그러나 R&D 투자와 기업성파는 관계가 없거나 음(-)의 관계에 있다는 연구들도 있다(Del Monte and Papagni, 2003). 권학중·이현철(2004)에 따르면, 연구년도 이전 2년간

의 R&D 투자(연구개발비/매출액)가 토빈 q비율 변화에 미치는 영향을 각각의 산업군별로 조사하였으며, R&D 투자가 기업가치에 직접적인 영향을 미치지 않는다고 밝혔다. 이는 경영환경에 따라 기업가치가 특정 분야가 아닌 전체적인 프로세스에 의해 평가되어지고 있기 때문이다.

또한 적지 않은 수의 연구 결과에 따르면, 투자와 성과 간의 관계는 독립 및 종속변수, 시차 등에 따라 달리 나타난다. 정규언·김선구(2001)는 벤처기업과 비벤처기업의 R&D 지출이 매출액대비 영업이익률에 미치는 영향을 분석하였으며, 결과에 따르면 당기 R&D 투자는 영업이익에 양(+)의 영향을 미치나, 과거 R&D 투자는 영업이익에 유의미한 영향을 미치지 않았다. 이대락·김명환(2002)은 R&D(연구개발비) 증가율과 기업의 성장성에 대한 연구를 진행하였다. R&D의 증가는 기업의 외형적인 총자산증가율과 유형자산증가율에는 영향을 미치지만 기업의 당기순이익증가율 및 매출액증가율, 무형자산증가율에는 영향을 미치지 않는다. 김흥기·송영렬(2004)에 따르면, 당기 R&D 투자는 기업성과와 특별한 관계를 보여주지 못하였으나, 과거 R&D 투자가 많을수록 주식투자 수익률과 총자산순이익률은 높아졌다. 이경민·이근찬(2007)은 제약기업의 R&D 투자(연구개발비/매출액)가 기업의 경상이익률에 미치는 영향을 분석하였다. 결과에 따르면, 전년도 R&D 투자는 당기 경상이익률과 양(+)의 관계를 가지나, 3년 전 R&D 투자는 음(-)의 관계를 가진다. 김선구·연룡모(2007)에 따르면, 당기 R&D 투자는 토빈 q로 측정되는 기업가치와 당기 영업이익에 유의미한 영향을 미치지 못한다. 그러나 전기 및 전전기의 R&D 투자에 양의 영향을 미친다. 송동건·최종서(2008)는 국내 상장기업을 대상으로 R&D 투자(연구개발비/매출액)가 경영성과에 미치는 효과를 분석하였으며, R&D 투자는 소수 기업의 미래 경영성과(매출액 대비 조정경상이익)에 긍정적인 효과를 나타내었으나, 일부 기업에서는 오히려 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 신진교·조정일(2011)은 R&D 인력 및 석박사연구인력과 총자산순이익률 및 매출액성장률과의 관계를 분석하였고, 결과는 성과 및 산업에 따라 다르게 나타났다. 전략산업의 매출액성장률과 R&D 인력 및 석박사연구인력의 관계, 비전략산업의 총자산순이익률과 석박사연구인력의 관계만이 양(+)의 결과를 나타냈었다.

따라서 기존 연구 결과를 정리해보면, R&D 투자는 기업성과에 긍정적인 영향을 미치나, 그 효과가 항상 유의미한 것은 아니며, 일부 경우에는 부정적인 영향을 미치기도 한다. 또한 이러한 결과의 대다수는 R&D 투자와 성과가 선형적인 관계에 있다는 가정 하에서 분석된 것이다.

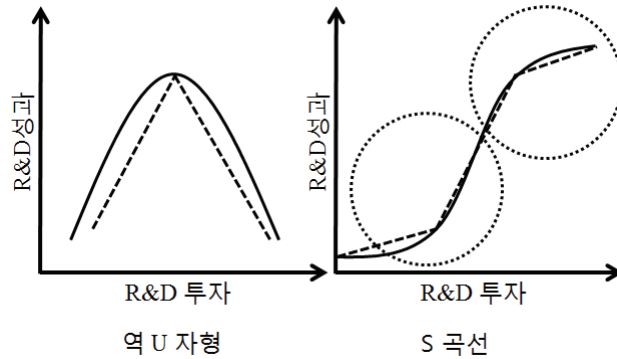
2. R&D 투자와 성과 간의 비선형적 관계

Huang and Liu(2005)는 IT기업의 R&D 투자(연구개발비/매출액)와 기업성과(매출액 대비 이익률, 자산 대비 이익률) 간의 관계를 분석하여 역 U자의 관계가 있음을 보여주었다. 그리고 Coccia(2009)도 R&D 투자와 생산성 증가간에 역 U자의 관계가 있음을 보여주었고, 이를 통해 국가 단위의 R&D 투자 최적수준을 도출하였다. 그러나 두 연구는 투자수준의 직접적인 도출이 아닌 R&D 투자의 제공항을 이용한 간접적인 도출이었다. 한편 Yeh et al.(2012)는 Hansen(2000)의 문턱회귀모형을 이용하여, R&D 투자(연구개발비/매출액)와 기업성과(이익률 및 순이익증가율) 간의 관계를 분석하였고, 당해년도 R&D 투자와 기업성과 간에 역 U자의 관계가 있음을 보여주었으나, 투자와 성과 간에 시차를 고려하지 않았다.

또 한편으로 R&D 투자와 성과와 관련된 대표적인 관계가 S곡선이다. Bigwood(2000)는 화학 및 제약 산업에서 R&D 투자와 특허 출원수 간에 S곡선의 형태가 나타나는 것을 그래프를 통해 보여주었다. Schilling and Esmundo(2009)도 신재생에너지 산업에서 누적 R&D 비용과 전력생산량(R&D 성과) 간에 S곡선이 나타남을 그래프를 통해 보여주었다. 그리고 Kenna and Berche(2011)는 연구진의 규모와 성과 간에 S곡선 형태가 나타남을 보여주었다. 그러나 이러한 S곡선과 관련된 연구들은 그래프를 통해 S곡선을 도출하고 간접적으로 투자 수준을 추정하였을 뿐이다.

기존의 선형적인 관계와 비교해, 이러한 역 U자형 혹은 S곡선형의 비선형적인 관계는 기업의 R&D 투자나 정부의 R&D 투자 지원에 더욱 구체적인 시사점을 줄 수 있다. 형태에 따라 기업의 투자 행태와 정부의 지원 방식 및 대상 등이 달라질 수 있는 것이다. 역 U자형을 보이거나 S곡선의 우측 상단부분의 형태(머리)가 나타나면 R&D 투자를 줄이거나 투자 우선순위를 재검토하는 방안이 필요하고, S곡선의 좌측 하단부분의 형태(꼬리)가 나타나면 투자를 증대하는 방안이 필요할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 기존 연구들의 한계를 보완하고 구체적인 시사점 도출을 위해, 시차를 고려하여 한국 중소기업의 R&D 투자와 성과 간에 관계를 밝히고, 직접적으로 투자 수준도 도출하였다.



<그림 1> R&D 투자 및 성과 간 비선형 형태

Ⅲ. 데이터 및 방법론

1. 데이터

본 연구에 독립변수로 사용된 R&D 투자 변수는 OECD의 Frascati manual 기준에 의해 매년 작성되고 있는 한국과학기술기획평가원(KISTEP)의 ‘연구개발활동조사’ 자료이다. 본 자료는 기업 R&D 투자에 대해 가장 신뢰할 만하고 광범위한 국가승인통계로, 기업 내 연구조직을 가진 기업의 90% 이상을 대상으로 하고 있다. R&D 집중도와 연구원 비율이 R&D 투자 변수로 사용되었으며, R&D 집중도는 매출액 대비 연구개발비 비율, 연구원비율은 전체종업원 대비 연구원비율이다.

종속변수로 사용된 이익률과 통제변수로 사용된 회사크기, 회사연령, 부채비율, 산업 특성은 한국기업데이터(KED)와 NICE신용평가정보의 KISVALUE 자료를 이용하였다. 이익률은 세전이익률을 사용하였으며, 회사크기는 총자산(단위 : 천원)의 상용로그값, 회사연령은 해당년도와 설립년도의 차이의 상용로그값, 부채비율은 총부채를 총자산으로 나눈 값, 산업특성은 산업별 평균 영업이익률(개별 기업의 한국표준산업분류 중분류(2 digit)를 기준으로 산업을 구분하고, 해당 산업에 속해있는 기업들의 평균 영업이익률을 계산)을 사용하였다. 투자와 성과 간에 시차는 2년(윤충한·장화탁, 2000; 이현준 외 2014)¹⁾을 가정하였으며, R&D 투자는 2005년, 성과 및 통제 변수는 2007년의 수치이다.

1) R&D 투자와 성과 간 시차에는 연구결과별, 산업별로 차이가 있으나, 윤충한·장화탁(2000)은 1.

제조업체 중 2005년 기준 300인 미만의 연구개발을 수행하는 중소기업을 대상으로 분석을 진행하였으며, 변수별 이상치를 제외한 총 분석대상 기업 수는 2,548개이다. <표 1>은 분석기업의 기초통계이다. 이익률은 세전이익률을, R&D 집중도는 연구개발을 수행하는 기업을 대상으로 분석을 하였기 때문에, 기존 연구들보다는 높은 평균값을 보이고 있다.

<표 1> 기초통계

변수	평균	표준편차	최소	최대
이익률	0.232	0.147	-0.528	0.993
R&D 집중도	0.064	0.061	0.000	0.300
연구원비율	0.194	0.163	0.005	1.000
회사크기	7.059	0.536	5.359	8.639
회사연령	1.100	0.253	0.477	2.033
부채비율	0.537	0.214	0.014	0.999
산업특성	0.042	0.016	-0.021	0.081

2. 방법론

본 연구에 사용된 Hansen(2000)의 문턱회귀모형(threshold regression)은 회귀방정식이 표본 내의 모든 관측치에 대해서 동일한가 아니면 몇 개의 그룹으로 구분되어 서로 다를 수 있는가에 대해 답을 해주는 방법론이다(유병철 외, 2005; 문광민, 2011). 해당 방법론을 사용하여, 관측치의 비선형성을 검증하고, 그룹들을 분리하는 기준점인 문턱값(threshold)을 추정할 수 있으며, 구간별로 변화하는 종속변수와 독립변수 간 관계를 분석할 수 있다²⁾. 이는 기존의 역U자형 곡선 추정방식이 가지는 좌우대칭형 곡선의 강한 가정을 완화할 수 있으며, 역U자와 S커브 등을 동시에 고려할 수 있다는 장점을 가진다.

$$y_i = \beta x_i + e_i \quad \text{식 (3-1)}$$

5~2년을, 이현준 외(2014)는 1~2년을 시차로 밝히고 있어, 본 연구에서는 2년으로 가정하였다.
 2) Papageorgiou (2002), Chen and Lee (2005) 등의 실증연구에서도 사용되는 일반적인 방법론이나, 다른 변수 계수의 비선형성이 종속변수(R&D 집중도)에 의해 결정된다는 한계가 있다. 즉, “R&D 집중도의 크기”에 따라 R&D 집중도가 이윤율에 미치는 영향이 달라질 뿐만 아니라, “부채비율, 기업크기, 기업연령, 산업특성이 이윤율에 미치는 영향”도 변한다.

회귀 모형을 식 (3-1)과 같이 표현하고, 이 때 y_i 는 개별기업 i 의 종속변수(R&D 성과인 이익률), x_i 는 독립변수(R&D 집중도, 연구원비율) 및 통제변수, e_i 는 오차항을 나타낸다. γ 는 문턱값을 나타내며, 독립변수가 문턱값을 기준으로 두 개의 그룹으로 나누어질 때의 기울기 계수 $\beta = (\beta_1 \beta_2)$ 라고 하면 식 (3-2), (3-3)과 같이 표시된다.

$$y_i = \beta_1 x_i + e_{1i} (q_i \leq \gamma) \quad \text{식 (3-2)}$$

$$y_i = \beta_2 x_i + e_{2i} (q_i > \gamma) \quad \text{식 (3-3)}$$

그리고 $I(\cdot)$ 가 식별 함수(indicator function) 일 때, 원래의 회귀 모형은 식 (3-4)로 변경된다.

$$y_i = \beta_1 x_i I(q_i \leq \gamma) + \beta_2 x_i I(q_i > \gamma) + e_i \quad \text{식 (3-4)}$$

또한 위 모형을 식 (3-5)와 같이 변경할 수 있다.

$$y_i = \beta x_i + \delta x_i(\gamma) + e_i \quad (\beta = \beta_2, \delta = \beta_1 - \beta_2, e_i \sim iid(0, \sigma_i^2)) \quad \text{식 (3-5)}$$

이 모형에서, 잔차자승합(Sum of Squared Error)은

$$S(\gamma) = \hat{e}_i(\gamma)' \hat{e}_i(\gamma) \quad \text{식 (3-6)}$$

식 (3-6)이 되고, 이 때 S 는 기울기 계수 γ 에 의해서 결정된다. 그리고 이 함수 S 를 최소화시키는 γ 를 구하면, 이 값이 추정된 문턱수준이며, 추정치는 일치성(consistency)을 갖게 되고, 최적 문턱값은 식 (3-7)과 같이 표현된다.

$$\hat{\gamma} = \arg \min S(\gamma) \quad \text{식 (3-7)}$$

이 때 그룹을 구분해주는 문턱값이 통계적으로 유의미한지의 여부가 중요하다. 문턱값이 존재하지 않는다는 가설은 식 (3-8)과 같이 표현할 수 있다.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2$$

식 (3-8)

그러나 H_0 하에서는 γ 가 식별되지 않으며, 전통적인 검정방법은 비표준적인 분포(non-standard distributions)를 가지게 되고, 이러한 문제를 일반적으로 ‘Davies Problem’이라고 한다. 이를 해결하고자 Hansen(1996)은 우도비 검정량(likelihood ratio test)의 점근적 분포(asymptotic distribution)를 도출하기 위하여 부트스트랩(bootstrap) 기법을 제안하였다.

우도비 검정은 다음에 기초하여 실시한다.

$$F_1 = (S_0 - S_1(\hat{\gamma})) / \hat{\sigma}^2$$

식 (3-9)

(S_0 : 귀무가설 하의 잔차자승합, $S_1(\hat{\gamma})$: 대립가설 하의 잔차자승합,

$\hat{\sigma}^2$: 문턱값이 존재하는 경우 회귀식 오차항의 분산 추정치)

그러나 F_1 은 귀무가설 하에서 문턱값이 식별되지 않고 통계량이 대표본(large sample)에서도 전통적인 χ^2 분포를 따르지 않으며 비표준적 분포를 가지게 된다. 이를 해결하기 위해 Hansen(1996)은 부트스트랩 기법을 이용하여 F_1 의 점근적 분포(asymptotic distribution)를 구하였으며, 이러한 방법에 의하여 귀무가설 하에서 F_1 의 p값을 구할 수 있고, p값이 임계치보다 작으면 귀무가설을 기각한다(유병철 외, 2005; 문광민, 2011).

문턱값 추정치($\hat{\gamma}$)에 대한 가설 $H_0 : \gamma = \gamma_0$ 에 대한 검정은 다음과 같은 절차에 의해 이뤄진다.

$$LR_1(\gamma) = (S_1(\gamma) - S_1(\hat{\gamma})) / \hat{\sigma}^2$$

식 (3-10)

Hansen(1999)은 점근적 분포가 비표준적 분포임에도 불구하고 모수 γ 에 대한 비기각 구간(no-rejection region)을 설정하여 신뢰구간을 구할 있음을 보였다.

IV. 결과

<표 2>는 문턱값의 존재 여부에 대한 검정을 실시하였다. R&D 집중도와 연구원비율을 각각 F 검정통계량을 근사화하는 방법으로 1,000번 반복의 부트스트랩을 적용하여 p 값을 계산하였다. 두 독립변수 모두 유의수준 1%에서 통계적으로 유의미하다. 그리고 R&D 집중도의 문턱값은 6.4%, 연구원비율은 13%로, R&D 집중도의 경우 6.4%를 기준으로, 연구원비율의 경우 13%를 기준으로 각각의 독립변수가 두 개의 그룹으로 구분됨을 의미한다.

<표 2> 문턱값 검정

R&D 투자변수	R&D 집중도	연구원비율
	모델 1	모델 2
F값	49.88***	32.45***
p값	0.000	0.000
추정된 문턱값(γ)	0.064	0.130
95%신뢰구간	[0.021, 0.083]	[0.053, 0.213]

주: 1) *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 유의함을 나타냄.

2) p 값은 bootstrap의 p값이며, bootstrapping 실시횟수는 1,000회.

<표 3>은 문턱 값을 기준으로 구분된 두 개 그룹의 회귀결과이다. R&D 집중도가 독립변수인 모델 1의 경우, R&D 집중도가 문턱값인 6.4%보다 작을 때, R&D 집중도의 계수는 1.382이고, 6.4%보다 클 때는 0.440로 둘 다 1% 수준에서 유의미하다. 이는 R&D 집중도 6.4%를 기준으로 R&D 투자에 대한 성과가 감소함을 나타낸다. 즉, R&D 집중도가 6.4%보다 작은 기업들에서는 R&D 집중도가 1% 증가할 때, 이익률이 약 1.4%가 증가하는 반면, 6.4%보다 큰 기업들에서는 이익률이 0.4%만 증가하는 것이다.

연구원비율이 독립변수인 모델 2의 경우, 연구원비율이 문턱값인 13%보다 작을 때, 연구원비율의 계수는 0.369이고, 13%보다 클 때는 0.074로, 두 계수 모두 1% 수준에서 유의미하다. 연구원비율 13%를 기준으로, 연구원비율이 13%보다 낮은 기업에서는 연구원비율이 1% 증가하면, 이익률이 0.37% 증가하지만, 높은 기업에서는 0.07%만 증가하는 것이다. 연구원비율이 13%가 넘는 기업에서는 연구원비율이 증가해도 이익률이 거의 증가하지 않는 것이다.

두 개의 독립변수 모두 문턱값을 기준으로 비선형적인 관계를 나타내며, 문턱값을 초과할 때 성과가 감소하는 경향을 보인다. 즉, S곡선의 우측 상단(머리) 형태를 보이고, 문턱값은 R&D 투자의 적정수준이 되는 것이며, 이는 Yeh et al. (2010)의 역 U자와는

다른 결과를 의미한다. 즉 R&D 투자가 문턱값을 초과하더라도 즉각적으로 R&D 투자를 줄일 필요는 없는 것이다.

<표 3> 문턱회귀결과

R&D 투자변수	모델 1 (R&D 집중도)		모델 2 (연구원비율)	
	R&D 집중도 ≤6.4%	R&D 집중도 >6.4%	연구원비율 ≤13%	연구원비율 >13%
R&D 집중도	1.382*** (0.191)	0.440*** (0.090)		
연구원비율			0.369*** (0.125)	0.074*** (0.027)
부채비율	-0.128*** (0.014)	-0.260*** (0.024)	-0.138*** (0.018)	-0.205*** (0.018)
기업크기	-0.009 (0.007)	-0.034*** (0.012)	-0.017* (0.009)	-0.045*** (0.009)
기업연령	0.009 (0.013)	-0.058** (0.028)	0.006 (0.016)	-0.052*** (0.020)
산업특성	-0.469** (0.192)	-0.097 (0.324)	-0.858*** (0.250)	-0.071 (0.246)
상수	0.304*** (0.054)	0.664*** (0.084)	0.399*** (0.071)	0.711*** (0.066)
관측수	1,680	868	1,164	1,384
Adjusted R ²	0.089	0.148	0.065	0.115

주: 1) *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1%에서 유의함을 나타냄.

2) 괄호 안은 표준오차를 의미함.

문턱값을 기준으로 R&D 집중도가 6.4% 미만인 기업은 1,680개로 전체 분석대상 2,548개의 65.9%에 해당하며, 이들의 경우 R&D 집중도를 높인다면, 더 높은 이익률을 기대해 볼 수 있다. 또한 연구원비율이 13% 미만인 기업은 1,164개로 전체 분석대상 2,548개의 45.7%에 해당하며, 연구원비율을 늘려 R&D 투자를 늘린다면, 더 높은 이익률을 기대해 볼 수 있다.

<표 4>와 <표 5>는 문턱값을 기준으로 두 그룹의 기초통계를 비교한 것이다. 문턱값보다 낮은 R&D 집중도를 보이는 기업들은 높은 R&D 집중도를 보이는 기업들과 비교했을 때, 회사의 크기가 크고, 연령이 오래된 기업들이다. 이에 반해 젊고 규모가 작은 기업들은 높은 R&D 투자 비율과 경영성과를 보이고 있다. 그리고 문턱값보다 작은 연구원비율을 보이는 기업들은 회사의 규모가 크고, 연령이 오래된 기업들이다.

<표 4> R&D 집중도 문턱값 기준 기초통계 비교

변수	R&D 집중도 ≤ 6.4% (관측치 : 1,680)		R&D 집중도 > 6.4% (관측치 : 868)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
이익률	0.201	0.127	0.293	0.163
R&D 집중도	0.029	0.017	0.130	0.059
연구원비율	0.134	0.110	0.308	0.186
회사크기	7.222	0.493	6.744	0.472
회사연령	1.162	0.255	0.981	0.201
부채비율	0.535	0.213	0.541	0.217
산업특성	0.044	0.016	0.039	0.016

<표 5> 연구원비율 문턱값 기준 기초통계 비교

변수	연구원비율 ≤ 13% (관측치 : 1,164)		연구원비율 > 13% (관측치 : 1,384)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
이익률	0.194	0.133	0.264	0.150
R&D 집중도	0.032	0.032	0.090	0.066
연구원비율	0.071	0.032	0.296	0.158
회사크기	7.323	0.463	6.837	0.491
회사연령	1.205	0.252	1.012	0.218
부채비율	0.543	0.213	0.532	0.215
산업특성	0.045	0.015	0.040	0.016

R&D 집중도와 연구원비율 두 가지 독립변수에서 작고 젊은 기업들이 크고 오래된 기업들보다 R&D 투자에 적극적이며, 더 높은 경영성과를 보이고 있는 것이다.

한편으로는 문턱값보다 높은 R&D 투자 수준을 보이는 작고 젊은 기업들은 장기적으로 R&D 투자에 대한 합리적인 의사결정이 필요하다. 투자 수준 대비 성과가 문턱값을 기준으로 32%(R&D 집중도, 1.382/0.440), 20%(연구원비율, 0.369/0.074)까지 감소하기 때문이다.

정책측면에서는 문턱값보다 낮은 중소기업에 대한 선별적인 맞춤 지원 및 유인책이 필요하다. 이러한 기업들은 규모가 크고 연령이 오래된 기업들로 R&D 집중도와 연구원 비율을 높인다면, 더 높은 이익률을 기대할 수 있기 때문이다. 특히 최근에 문제가 되고 있는 제조업 위기를 극복하기 위해서, 규모가 크고 연령이 오래된 중소기업들의 R&D 투자를 활성화시킬 수 있는 방안이 시급하다. 그러나 정부투자로 인해 문턱값 이상의 투자가 이뤄지지 않도록 섬세한 정책적 조율이 필요할 것으로 보인다.

V. 결론

본 연구에서는 한국 제조업 중소기업의 R&D 투자와 성과 간의 관계를 분석하여 S곡선의 우측 상단과 같은 형태를 보이는 것을 확인하였고, 또한 문턱값인 투자 적정수준을 도출하였다.

분석된 결과에 의하면, R&D 집중도의 문턱값은 6.4%, 연구원비율의 문턱값은 13%로, R&D 집중도 및 연구원비율과 이익률간의 관계 모두, 문턱값 이상의 투자를 진행하는 기업들의 단위 투자 대비 성과가 문턱값 이하의 투자를 진행하는 기업들에 비해 저하되었다. 즉, 도출된 문턱값은 중소기업의 투자 적정수준으로 간주할 수 있다. 이러한 R&D 투자 적정수준을 초과한 기업의 비율은 R&D 집중도를 기준으로 34.1%, 연구원비율을 기준으로 54.3%이다.

이러한 결과는 정부의 중소기업 R&D 지원정책에도 중요한 시사점을 제공한다. 구체적으로 R&D 집중도와 연구원비율 두 가지 독립변수를 모두 고려하여 기업을 구분하면, <표 6>과 같이 된다.

<표 6> R&D 집중도 및 연구원비율 문턱값 기준 기초통계 비교

		연구원비율≤13%			연구원비율>13%		
		기업수	평균	표준편차	기업수	평균	표준편차
R&D 집중도 ≤6.4%	이익률	그룹 1 1,041 (40.9%)	0.188	0.129	그룹 2 639 (25.1%)	0.221	0.120
	R&D 집중도		0.024	0.016		0.038	0.016
	연구원비율		0.069	0.031		0.241	0.110
	회사크기		7.360	0.451		6.996	0.475
	회사연령		1.219	0.250		1.070	0.236
	부채비율		0.539	0.213		0.530	0.213
	산업특성		0.046	0.015		0.041	0.016
R&D 집중도 >6.4%	이익률	그룹 3 123 (4.8%)	0.244	0.151	그룹 4 745 (29.2%)	0.301	0.163
	R&D 집중도		0.104	0.044		0.135	0.060
	연구원비율		0.092	0.025		0.344	0.176
	회사크기		7.007	0.445		6.701	0.463
	회사연령		1.090	0.237		0.963	0.188
	부채비율		0.580	0.214		0.535	0.216
	산업특성		0.042	0.015		0.039	0.016

R&D 집중도와 연구원비율이 각각의 문턱값인 6.4%와 13%보다 작은 기업의 수는 1,041개로 전체의 40.9%(그룹 1)를 차지하고 있다. 연구원비율이 13%를 초과하나 R&D 집중도가 6.4%이하인 기업은 639개로 전체의 25.1%(그룹 2), 연구원비율이 13%이하고 R&D 집중도가 6.4%초과인 기업은 123개로 전체의 4.8%(그룹 3)를 차지하고 있다. 마지막으로 R&D 집중도와 연구원비율이 각각의 문턱값인 6.4%와 13%보다 큰 중소기업의 수는 1,041개로 전체의 29.2%(그룹 4)를 차지하고 있다.

그룹 1의 평균 이익률, 기업 규모와 연령을 다른 3개의 그룹과 비교해보면, 이익률은 가장 낮으며, 규모는 가장 크고 연령이 오래되었다. 반면에 그룹 4는 수익률도 높으며, 가장 규모가 작고 젊다. 따라서 그룹 1에 대한 최우선적인 지원 정책이 필요한 것으로 보이며, 투자 활성화 유인책뿐만 아니라 연구인력에 대한 지원정책이 필요한 것으로 판단된다.

그룹 2의 경우에는 높은 연구원비율 대비 낮은 R&D 투자가 이뤄지고 있기 때문에, R&D 투자에 대한 지원이 우선적으로 필요할 것으로 보인다. 반면에, R&D 집중도는 높으나 연구원비율이 낮은 그룹 3의 경우에는 R&D를 수행할 연구인력을 늘릴 수 있는 지원 정책이 필요할 것으로 보인다.

마지막으로 그룹 4는 자금 및 인력 측면의 R&D 투자가 활발히 이뤄지고 있으며, 그에 대한 성과도 상당히 양호하다. 그러나 R&D 집중도와 연구원비율이 모두 적정수준을 초과한 상태이기 때문에 합리적인 R&D 투자가 요구되며, 의사 결정시 본 연구결과를 참고할 수 있을 것이다. 또한 정부도 중소기업 지원대상 우선 순위 결정에 본 연구를 참고한다면 효과를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

향후 연구에서는 기업의 산업적 특성을 구체적으로 반영하여, 산업별 형태를 확인하고 문턱값을 도출한다면 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대해 본다. 또한 2개 이상의 문턱값이 존재하는지에 대한 통계적 검정 수행과 더불어 다양한 투입 및 성과 변수 및 시차 고려, 대기업 및 중소기업 비교를 통해 다양한 결과를 도출할 필요가 있다. 그 외에도 종속변수에 의해 종속변수 이외의 변수가 결정된다는 가정을 보완할 수 있는 방안을 강구할 필요도 있다.

참고문헌

(1) 국내문헌

- 권학중·이현철 (2004), “벤처기업의 연구개발비와 기업가치에 관한 실증연구:첨단산업과 비첨단 산업의 비교”, 『세무회계연구』, 제15권, pp. 85-101.
- 김규식 (2005), “연구개발비가 주가에 미치는 영향에 관한 연구”, 『복지행정연구』, 제21집, pp. 457-477.
- 김동훈 (2006), “연구개발비가 기업이익에 미치는 영향”, 『산업과학기술연구소보』, 제14호, pp. 369-380.
- 김선구·연룡모(2007), “연구개발비 투자가 기업성과에 미친 다기간 효과 분석”, 『회계연구』, 제12권 제3호, pp. 1-31.
- 김인성·김원배 (2013), “이노비즈기업의 연구개발투자와 기술혁신능력이 기업성과에 미치는 영향”, 『산업교육연구』, 제27권 제2호, pp. 137-160.
- 김흥기·송영렬 (2004), “연구개발비가 기업성과에 미치는 영향에 관한 연구”, 『세무회계연구』, 제14호, pp. 171-193.
- 문광민 (2011), “중앙정부보조금과 지방정부 효율성: 패널문턱모형에 의한 비단조적 관계 분석”, 『한국행정학회』, 제45권 제4호, pp. 85-117.
- 박경주·양동우 (2006), “연구개발비가 기업경영 성과에 미치는 영향에 관한 연구”, 『기술혁신학회지』, 제9권 제4호, pp. 842-864.
- 박철민 (2004), “중소제조기업 연구개발비 투자가 경영성과에 미치는 영향”, 『기술혁신연구』, 제42권, pp. 101-125.
- 송동건·최중서 (2008), “연구개발지출의 투자효과에 따른 연구개발비 정보의 차별적 가치관련성”, 『대한경영학회지』, 제21권 제5호, pp. 2313-2346.
- 신진교·조정일 (2011), “R&D 혁신역량과 기업성과 간의 관계”, 『경영정보연구』, 제30권 제2호, pp. 211-235.
- 유병철·최두열·박승록 (2005), “자본조달형태와 투자의사 결정: 패널문턱모형에 의한 분석”, 『국제경제연구』, 제11권 제3호, pp. 1-36.
- 윤충한·장화탁 (2000), “정보통신 연구개발투자의 경제적 효과 연구”, 『정보통신연구원 정책연구』, 00-16.
- 이경민·이근찬 (2007), “우리나라 제약산업의 연구개발 투자가 기업성과에 미치는 영향”, 『전문경영인연구』, 제10집 제2호, pp. 81-101.
- 이대락·김명환 (2002), “연구개발비의 증가율이 기업의 성장성에 미치는 영향”, 『세무와회계저널』, 제3권 제1호, pp. 5-31.

- 이헌준·백철우·이정동 (2014), “기업 R&D 투자의 시차효과 분석”, 『기술혁신연구』, 제22권 제1호, pp. 1-22.
- 정규언·김선구 (2001), “기업의 연구개발비 투자가 경영성과에 미치는 영향: 코스닥 등록기업을 대상으로”, 『세무와회계저널』, 제2권 제1호, pp. 93-117.
- 정균화·김영규·정환문 (2006), “연구개발투자에 대한 시장의 가치평가”, 『대한경영학회지』, 제19권 제4호, pp. 1485-1514.
- 조성표·류지호(2006), “브랜드 구축으로 인한 광고 및 연구개발 지출의 이익효과 차이”, 『회계학연구』, 제31권 제4호, pp. 25-52.

(2) 국외문헌

- Bigwood, M.P. (2000), “Applying “Cost of Innovation” to Technology Planning”, *Research-Technology Management*, Vol. 3, pp. 39-46.
- Chen, S. and Lee C. (2005), “Government Size and Economic Growth in Taiwan: A Threshold Regression Approach”, *Journal of Policy Modeling*, Vol. 27, pp. 1051-1066.
- Coccia, M. (2009), “What is the Optimal Rate of R&D Investment to Maximize Productivity Growth?”, *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 76, pp. 433-446.
- Del Monte, A. and Papagni, E. (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
- Hansen, B.E. (1996), “When a Nuisance Parameter is not Identified under the Null Hypothesis”, *Econometrica*, Vol. 64, pp. 413-430.
- Hansen, B.E. (1999), “Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference”, *Journal of Econometrics*, Vol. 93, pp. 345-368.
- Hansen, B.E. (2000), “Sample Splitting and Threshold Estimation”, *Econometrica*, Vol. 68, pp. 575-603.
- Huang, C.J. and Liu, C.J. (2005), “Exploration for the relationship between innovation, IT and performance”, *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 6, No. 2, pp. 237-252.
- Kenna, R. and Berche, B. (2011), “Critical Mass and the Dependency of Research Quality on Group Size”, *Scientometrics*, Vol. 86, pp. 527-540.
- Papageorgiou, C. (2002), “Trade as a Threshold Variable for Multiple Regimes”, *Economic Letters*, Vol. 77, pp. 85-91.
- Schilling, M.A. and Esmundo, M. (2009), “Technology S-Curves in Renewable Energy Alternatives: Analysis and Implications for Industry and Government”, *Energy Policy*, Vol. 37, pp. 1767-1781.
- Yeh, M., Chu, H., Sher, P. and Chiu, Y. (2010), “R&D Intensity, Firm Performance and the

Identification of the Threshold: Fresh Evidence from the Panel Threshold Regression Model”, *Applied Economics*, Vol. 42, pp. 389-401.

□ 투고일: 2014. 10. 26 / 수정일: 2015. 01. 14 / 게재확정일: 2015. 01. 16