

## 기업의 R&D 투자 결정요인 분석 - 준모수적 추정법을 적용하여 -

### Analysing the Determinants of Company R&D Investment Using a Semi-parametric Estimation Method

유 승 훈\*  
(Seung-Hoon Yoo)

<목 차>

I. 서론	IV. 분석결과
II. 선행연구에 대한 고찰	V. 결론
III. 자료, 모형 및 추정법	

<Abstract>

The purpose of this paper is to analyze the determinants of company R&D investment with zero observations by using the data of R&D Scoreboard published by Ministry of Science and Technology(2002). Conventional parametric approach to dealing with zero investments is not robust to heteroscedastic and/or non-normal error structure. Thus, this study applies symmetrically trimmed least squares(STLS) estimation as a semi-parametric approach to dealing with zero R&D investments. The result of specification test indicates the semi-parametric approach outperforms the parametric approach significantly. Moreover, the results of the study provide various implications as summarized below. The R&D investment of IT company is larger than that of non-IT company. The R&D investment has a positive relation to foreigners' investment ratio. The higher degree of financial self-reliance is, the larger the R&D investment is. Firm size variables such as sales amount and the number of workers are positively related to R&D investment. The sales elasticity of R&D investment is larger than one. However, the workers elasticity of R&D investment is smaller than one.

Key Words : R&D investment, determinants, Tobit model, semi-parametric estimation

주제어 : R&D 투자, 결정요인, 토빗 모형, 준모수적 추정

\* 호서대학교 경상학부 교수, E-mail: shyoo@office.hoseo.ac.kr

## I. 서론

최근 세계경제가 지식과 정보에 기초하여 고부가 가치를 창출하는 지식기반 경제 및 산업구조로 전환되면서 정보통신과 인터넷을 매개로 한 기술력이 곧 국가경쟁력인 시대가 급속도로 가시화되고 있다. 아울러 지난 IMF 경제체제 이후로 기업들은 자금난과 시장침체 등에 따라 구조조정을 실시하는 과정에서 기술개발환경이 급속도로 악화되었다. 국내외 경제여건과 경기상황에 따라 기업활동 중 가장 민감하게 반응하는 부문이 R&D 투자로 대표되는 기술개발활동이다. 하지만 기업의 지속적인 R&D 투자와 기술혁신은 분명 경제성장에 있어서 중요한 원천임에 틀림없다(Lichtenberg, 1993; Nonneman and Vanhoudt, 1996).

이러한 가운데, 기업의 R&D 투자 결정요인이 관심을 끌고 있기에 본 연구에서는 기업의 R&D 투자 결정요인을 분석하고자 한다. 이를 위해 과학기술부(2002)에서 발표한 R&D Scoreboard에 포함된 190개 기업 자료를 이용한다. 이 자료는 기업의 재무제표를 이용한 기술혁신활동 조사를 위해 처음으로 구성된 것으로서, 2002년을 시작으로 매년 공포될 예정이다. III장에서 보다 자세하게 설명되겠지만, 본 연구에서는 R&D 투자의 결정요인을 분석하는 데 있어서 크게 3가지 식을 다루고자 한다.

첫째, 절대적 수준 변수로서 R&D 투자 자체의 결정요인을 분석한다. 아울러 R&D 투자의 매출액 탄

력성과 종업원수 탄력성도 도출한다. 하지만 R&D 투자액 자체를 종속변수로 다루게 되면, 통상 매출액 및 종업원수와 같이 기업규모를 나타내는 변수의 값이 클수록 R&D 투자액도 커지게 되므로 R&D 투자의 결정요인을 분석하는 데 있어서 기업규모의 효과가 지배적이게 된다. 따라서 기업규모의 효과를 어느 정도 제거한 후에, 다른 변수들의 영향을 살펴보는 것도 필요하다. 즉 절대적인 수준 변수뿐만 아니라 상대적인 수준 변수의 고려도 요구된다. 이를 위해, 상대적 수준 변수로서 매출액 1원당 R&D 투자액 변수를 도입한 후 이의 결정요인을 분석한다. 이 변수는 흔히 R&D 집약도(intensity)라 불린다. 셋째, 마찬가지로 다른 상대적 수준 변수로서 종업원 1인당 R&D 투자의 결정요인도 분석한다.

그런데 이러한 분석에 있어서 한 가지 고려해야 하는 사실은 적지 않은 기업들이 R&D 투자를 하지 않는다는 점이다.<sup>1)</sup> 즉, R&D 투자에 관한 자료에서 여러 기업들이 영의 응답을 제공한다는 것이다. 미시경제학적 관점에서 살펴볼 때, 어떤 투입요소에 대한 영의 지출은 그 재화가 해당기업의 이윤에 전혀 기여하지 못하거나 혹은 기업이 해당 투입요소에 대해 완전히 무관심할 때, 이윤극대화 문제의 모서리해로서 발생할 수 있다. R&D 투자도 일종의 투입요소로 볼 수 있으므로 이윤극대화 문제의 모서리해로서 영의 R&D 투자가 발생할 수 있다. III장에서 설명되겠지만, 연구대상 기업의 약 6.3%는 R&D 지출이 없었다. 만약 이 6.3%의 자료를 제외하고 분석을 하게 되면, 무응답편의(non-response bias) 혹은 표본선택편의(sample selection bias)로 알려진 문제를

1) 예를 들어, 2000년 기준 통계청 광공업 통계조사보고서 상의 총 사업체는 91,156개인데 R&D활동을 하는 것으로 집계된 사업체는 9,625개(10.6%)에 불과하다.

견을 수 있다(유승훈·문혜선, 2002). 영의 관측치를 가진 R&D 투자 자료를 통해 기업의 행동을 모형화하여 R&D 투자의 결정요인을 분석하는 데 있어서, 최소자승법을 적용하여 구해진 추정치는 비일치적(inconsistent)이므로 제한종속변수(limited dependent variable) 모형의 한 형태인 토빗(Tobit) 모형을 이용해야 한다(Tobin, 1958; Amemiya, 1985).

토빗 모형의 추정치를 얻기 위해서는 통상 최우(ML, Maximum likelihood) 추정법을 적용한다. 그런데 ML 추정법을 적용하기 위해서는 오차항의 분포에 대해 강한 가정을 해야 한다. 다시 말해서 ML 추정법에 근거한 토빗 모형은 오차항의 동분산(homoscedasticity)과 정규성(normality)을 가정한다. 만약 이 두 가지 가정이 만족되지 않으면, ML 추정치는 마찬가지로 일치 추정량이 되지 못한다(Abramowitz and Schmidt, 1981, 1982). 일반적으로 경제이론은 오차항의 분포나 분산의 구조에 대해 별다른 정보를 제시하지 못하기 때문에, 우도함수에 대한 가정은 대단히 민감한 문제일 수 있다. III장에서 제시되었지만, 동분산 및 정규성 가정은 모두 유의수준 1%에서 기각되었다. 따라서 모수적 토빗 모형을 적용하는 것은 바람직하지 않다.

따라서 본 논문에서는 기존의 모수적 토빗 모형을 이용하기보다는 계량경제학적으로 강건하고(robust) 일치적인 추정치를 구할 수 있는 준모수적 추정법인 대칭질삭 최소자승법(STLS, symmetrically-trimmed least squares)의 적용을 고려한다. 이것은 보다 엄밀하고 타당한 분석결과를 도출하기 위해서이다. 요컨대, 본 논문은 R&D Scoreboard(과학기술부, 2002)에 포함된 기업들을 대상으로, 준모수적 추정법인 STLS 추정법을 적용하여 R&D 투자의 결정요인,

R&D 집약도의 결정요인, 종업원 1인당 R&D 투자의 결정요인이라는 3가지 과제를 분석하고 이로부터 몇 가지 시사점을 도출하고자 한다. 특히 결정요인과 관련된 5가지 가설을 제기하고 검정한다.

본 논문의 이후 구성은 다음과 같다. 먼저 II장에서는 R&D 투자의 결정요인 분석과 관련된 여러 선행연구들에 대해 살펴보면서, 본 연구가 선행연구와 다른 점을 제시한다. 다음으로 III장에서는 본 연구에서 사용하는 자료의 성격에 대해 논의하면서 검정하고자 하는 가설을 제시한 후, 분석모형 및 추정법에 대해 정리한다. IV장에서는 연구결과를 제시하고 이에 대해 논의한다. 마지막 V장은 결론으로 할애한다.

## II. 선행연구에 대한 검토

### 1. 기업규모와 R&D 투자

기업규모와 R&D 투자에 대해 분석한 연구는 제법 많은 편이다. 기업규모와 R&D 투자의 실증적 관계를 살펴보면 대체로 기업규모가 커질수록 기업의 R&D 투자는 활발해지는 것으로 나타나고 있다(김승문, 1992; 김종일 1995). 이러한 결과는 Nahm(1996)의 연구와 같이 비모수적인 추정법을 적용할 때도 마찬가지이다. 2000년도 과학기술연구활동조사에 포함된 4,155개 기업자료를 대상으로 한 연구(유승훈·문혜선, 2002)에서도 마찬가지로 결론을 얻었다. 한편 기업규모와 R&D 투자에 대해서는 실증적 연구뿐만 아니라 이론적 연구도 수행되었다. 예를 들어, Cohen and Klepper(1996)은 R&D의 비용

분담이론을 바탕으로 하여 기업규모와 R&D 투자의 연관관계를 규명하였으며, 양준모 등(1998)은 기업의 내생적 선택이론을 바탕으로 이를 다루고 있다.

## 2. 벤처기업과 R&D 투자

R&D 투자와 관련하여 벤처기업과 일반기업은 구조적으로 다를 것이라 예상할 수 있다. 한국산업기술평가원(1999)과 과학기술부(2002)는 벤처기업과 일반기업과의 차이에 대해 살펴본 바 있으나, 엄밀한 통계적 검정을 통해 논의하기보다는 그래프 등을 이용한 단순한 논의에 머물렀다. 한편 유승훈·정군오(2003)은 보다 체계적인 통계적 절차를 따라 이 문제를 다룬 바 있다. 보다 구체적으로는 R&D 집약도와 종업원 1인당 R&D 투자액에 있어서 벤처기업과 일반기업이 체계적으로 다른지를 검정한 후, 상수항과 매출액을 독립변수로 하고 R&D 투자액을 종속변수로 하는 R&D 지출함수를 벤처기업과 일반기업 각각에 대해 추정하여 두 추정식 사이에 구조적인 차이점이 있는 지 여부를 검정하였다. 분석결과, 벤처기업의 R&D 집약도 및 종업원 1인당 R&D 투자액은 일반기업에 비해 더 높거나 많았다. 또한 벤처기업에 있어서 매출액이라는 기업규모변수가 R&D 투자액 결정에 미치는 영향은 일반기업과 구조적으로 달랐다.

## 3. 기타 결정요인과 R&D 투자

아울러 1990년대 후반 이후로 성장의 동력으로 받아들여지고 있는 IT 기업의 R&D 투자구조와 비IT 기업의 R&D 투자구조가 다를 수 있다. 즉 IT 기업

여부가 기업 R&D 투자의 중요한 결정요소가 될 수 있는 것이다. Lee and Hwang(2003)는 이 주제를 다루고 있으며, 벤처기업을 대상으로 한 연구(유승훈·정군오, 2003)에서도 IT 기업이 다른 기업에 비해 R&D 집약도가 더 높음을 발견하였다. 또한 외국인 지분비율이 높을수록 기술혁신에 보다 적극적인 것이라 예상할 수 있으므로, 외국인 지분비율도 R&D 투자의 결정요인일 수 있다(허영도, 1996). 유승훈·정군오(2003)의 연구에서는 외국인 지분비율과 R&D 집약도 사이에 높은 상관관계가 존재함을 밝혔다. 마지막으로 금융자립도도 마찬가지로 R&D 투자에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다. 제조업을 대상으로 한 성태경(2003)의 연구에서 이 점이 확인되었다.

## 4. 주요 연구에 대한 검토

이종욱(1992)은 전자산업에 대한 25개 기업 사례 자료를 이용하여 기업의 R&D 투자 결정요인을 분석하였다. 주요 결정요인으로서는 매출액, 세전이윤, R&D 자금 내부조달의 사내유보, 기업의 당기순이익, R&D 투자 외부조달의 재정 및 정책금융자금, 외부조달의 간접금융 및 직접금융을 고려하였다. 연구 결과는 네 가지로 요약된다. 첫째, 사내유보가 기업의 R&D 투자를 결정하는 가장 중요한 요인이다. R&D 투자의 효과는 사내유보가 매출액의 61.6배, 사전이윤의 1.16배에 이른다. 둘째, 매출액은 연구개발비의 크기를 결정하는 데 중요한 역할을 한다. 셋째, 세전이윤이 기업의 R&D 투자를 결정하는 중요한 요인으로 그 효과의 크기는 사내유보 다음으로 크다. 넷째, 정부의 R&D 정책금융은 기업의 R&D

투자를 위축시킨다.

이병기(1996)는 제조업 중 1990~95년 기간에 일관성 있게 R&D 투자가 이루어진 204개 상장기업을 대상으로 기업의 R&D 투자 결정요인을 분석하였다. 주요 분석결과는 다음과 같다. 기업규모 변수의 추정계수가 1보다 작은 것으로 나타나, 기업규모가 커짐에 따라 R&D 투자는 증가하나 그 증가율은 둔화되는 것으로 볼 수 있다. 또한 기업의 내부금융 변수도 기업의 R&D 투자에 영향을 주는 주요한 요인이며, 부채비율은 음의 영향을 주었다. 감가상각 변수는 R&D 투자에 양의 영향을 미치는데, 독립기업보다는 계열기업의 R&D 투자에 더 큰 영향을 주는 것으로 분석되었다. 아울러 R&D 투자자금을 조달하는데 있어서 계열기업은 부채에, 독립기업은 자기자본에 의존하였다.

최정호(1997)는 1991년부터 1992년까지 230개 상장 제조업 기업 대상으로 하여 R&D 지출과 관련된 재무적 요인에 대해 분석하였다. 주요 결론은 다음과 같이 요약된다. 첫째, R&D 지출액은 과거 1년 및 2년전의 R&D 지출액과 양의 상관관계가 있어 과거 연도의 지출액에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다. 둘째, 토빈 q-비율도 R&D 지출액과 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났는데, 이는 미래의 성장기회를 얻었을 때 이를 실천하기 위해 R&D 투자를 적극적으로 증대함을 의미한다. 셋째, 기업의 내부자금수준을 나타내는 당좌자산비율은 투자지출과 정반대의 관계가 있어 유동성수준이 높을수록 R&D 지출을 축소한다. 넷째, 부채비율과 내부자금의 정도가 R&D 지출에 미치는 영향은 대기업과 중소기업의 두 집단에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 다섯째, 첨단산업과 비첨단산업 간에 있어서 R&D 지출

의 재무적 요인이 유의한 차이를 보이지 않았다.

황재식(1998)은 1994년부터 1996년까지 3년에 대해 화학업종 20개, 의약업종 21개, 전자통신업종 19개의 총 60개 기업을 대상으로 R&D 투자에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 분석결과, 전년도 R&D 지출비율은 당해연도의 R&D 지출액비율을 설명하는데 유의하였다. 토빈 q-비율이 R&D 지출비율과 상당히 높은 양의 유의한 관계를 보여 미래의 성장기회가 예상되면 R&D 투자를 증대하는 것으로 볼 수 있다. 기업규모, 부채비율 및 유동비율도 대체로 양의 유의한 관계를 보였으나 영업활동으로부터의 현금흐름비율과 순운전자본 증가율은 영향이 적은 것으로 나타났다. 따라서 R&D 투자는 현금으로 지출됨에도 불구하고 내부적인 직접 현금흐름 요인보다는 다른 요인에 의해 더욱 영향을 받는다고 할 수 있었다.

성태경(2003)은 제조업에 속한 상장사 337개 기업에 대한 1999년 자료를 사용하여 기업규모와 기술혁신활동의 관계를 실증적으로 분석하였다. 기술혁신활동을 나타내는 변수로 R&D 지출액을 잡았으며, R&D 지출액의 결정요인으로 총자산에서 자본금이 차지하는 백분율 비율로 정의되는 금융자립도, 전체인원 중에서 R&D 관련 인력이 차지하는 백분율 비율이 2%이면 1 아니면 0으로 정의되는 인적자원 더미변수, 주주 1인의 소유비중이 25% 이상이면 1 아니면 0으로 정의되는 소유구조 더미변수, 음식료, 섬유, 의복, 화학, 금속, 기계, 전기전자로 산업을 구분하는 산업별 특성 더미변수를 상정하였다. 분석결과 기업규모는 R&D 투자에 양의 유의한 영향을 미치는 것으로 판단되지만, 다른 변수의 영향은 종속변수의 선택과 함수형태에 따라 다른 결과를 보였다.

## 5. 선행연구와의 차별성

본 연구는 다음과 같은 몇 가지 점에 있어서 선행 연구와 차별성을 갖는다. 첫째, 선행연구들에서는 주로 R&D 활동을 하는 기업의 자료만을 대상으로 분석하거나 R&D 활동을 하지 않는 기업의 자료를 포함한다 하더라도 일반화된 최소자승법을 적용하여 분석한 반면에, 본 연구에서는 R&D 활동을 하지 않는 기업의 자료까지도 명시적으로 포함하여 분석할 수 있는 토빗모형을 적용한다. R&D 투자의 결정요인을 분석하는 데 있어서, R&D 투자가 없는 기업을 제외하거나 영의 R&D 투자를 포함한 자료에 최소자승법을 적용하게 되면 분석결과는 일치성을 담보하지 못해 왜곡된 결과가 초래될 수 있다. 따라서 토빗모형을 사용하여 R&D 투자의 결정요인을 분석하는 것이 요구된다.

둘째, 모수적 토빗모형을 적용하는 데 있어서 요구되는 정규성 및 동분산이란 가정이 성립되지 않을 수 있는 상황에서, 보다 강건한 준모수적 토빗모형을 적용함으로써 연구결과의 일치성을 확보하고자 한다. 더군다나 본 연구에서 적용하는 STLS 추정법은 비특이치(outliers)가 존재하는 상황에서도 강건한 추정치를 얻을 수 있는 유용성을 갖고 있다. 이 추정법에 대한 인식 부족 혹은 추정의 어려움 때문에 지금까지 널리 적용되지 않았지만, R&D 투자의 결정요인을 분석하는 데 있어서 실용적이고 어렵지 않게 적용될 수 있다.

셋째, 비교적 최근의 자료를 이용하여 선행연구들에서 잘 다뤄지지 않았던 IT 기업 여부, 벤처기업 여부가 R&D 투자에 미치는 영향을 명시적으로 살펴본다. IT 기업이 비IT 기업에 비해 그리고 벤처기업

이 일반기업에 비해 기술혁신 활동에 보다 적극적일 것이라고 많은 사람들이 믿고 있는 상황에서 이것이 실제로 나타나는 현상인 지 여부를 검정해 보는 것은 의미가 있을 것이다.

넷째, R&D 투자의 결정요인 분석결과를 활용하여 기업규모가 R&D 투자에 미치는 영향의 상대적 크기, 즉 R&D 투자의 기업규모 탄력성을 추정한다. 물론 이 탄력성을 구한 선행연구들이 있었지만, 본 연구에서는 강건한 STLS 추정법을 적용한 결과를 이용하여 탄력성을 구한다는 측면에서 의의가 있다고 판단된다. 왜냐하면, 추정결과가 일치적이지 않으면 그 추정결과를 이용하여 계산된 탄력성도 일치적이지 않기 때문이다. 탄력성 정보는 정책적 시사점을 가지면서 정책적 판단 혹은 처방의 근거자료로 활용될 수 있으므로 보다 엄밀하게 도출될 필요가 있다.

## III. 자료, 모형 및 추정법

### 1. 자료

현재 영국, 호주 등에서는 R&D 투자활동과 경제적 성과간의 관계를 밝히기 위해서 연간보고서로 R&D Scoreboard를 작성하여 공포하고 있다(조성표 등, 2002). 이러한 점을 반영하여 과학기술부(2002)에서는 2002년 5월에 한국판 R&D Scoreboard을 최초로 작성하여 공포하였다. 종전의 R&D 투자 통계는 R&D 투자를 중심으로 한 투입중심의 통계인 반면, 이 R&D Scoreboard는 매출성장, 종업원 1인당 매출액 등 기업가치에 대한 R&D 투자의 영향을 분석

함으로써 R&D의 성과를 측정하므로, 기업의 재무제표를 중심으로 한 기업단위의 미시적 접근을 가능하게 하고, 기업의 미래성과와 R&D 투자간의 양의 상관관계를 인식시켜 R&D 투자와 기업성장간의 선순환 형성에 기여할 수 있다.

R&D Scoreboard에 포함된 기업은 크게 4개의 기업군으로 구분된다. 첫째, 한국증권거래소(KSE, Korea Stock Exchange)에 상장된 대기업 중 유통업, 운송업 등을 제외한 제조기업, 통신업, 종합건설업, 전기·가스 및 중기업 중에서 2000년 매출액을 기준으로 한 상위 100개 기업이 선정되었다. 둘째, 유통업, 운송업 등을 제외한 종업원 300명 이하의 중소기업 중에서 2000년 매출액을 기준으로 상위 30개 기업이 선정되었다. 마지막으로, 유통업, 운송업 등을 제외한 제조기업 중에서 2000년 매출액을 기준으로 한 상위 30개 벤처기업과 상위 30개 비벤처 일반기업이 각각 선정되었다.

<표 1>은 본 연구에서 사용할 주요 변수들에 대한 정의와 표본 기초통계량이 제시되어 있다. 특히

R&D 투자자료는 표준편차가 평균보다 큰 값을 가진 데다가 최대값과 최소값 사이의 편차가 큰 것으로 보아 기업간에 격차가 상당히 큰 것으로 판단된다. 100개의 상장 대기업 중 4개의 기업이, 30개의 상장 중소기업 중 7개의 기업이, 30개의 코스닥 일반기업 중 1개의 기업이 R&D 투자가 없는 것으로 보고하였다. 반면에 코스닥 벤처기업 30개는 모두 R&D 투자가 있었다. 따라서 190개의 기업 중에서 12개의 기업이 R&D 투자가 없으며, 이는 전체의 6.3%에 해당된다.

## 2. 분석모형

### 1) 변수 및 가설

R&D 투자의 결정요인을 분석하는 데 있어서 상수항을 제외한 독립변수로 다음과 같이 5가지 변수를 사용한다. 이 변수들은 앞서 언급한 여러 선행연구와 과학기술부(2002)에 포함된 변수집합을 참고하여 결정되었다. 첫째, 벤처기업 여부를 나타내는 더

<표 1> 주요 변수들의 정의 및 표본 기초통계량

변수명	정의	평균	표준편차	최대	최소
<i>RDE</i>	R&D 투자액(단위 : 천만원)	3.434	17.001	0.000	201.936
<i>RDI</i>	R&D 집약도(단위 : 십만원)	1.562	3.574	0.000	41.488
<i>RDP</i>	종업원 1인당 R&D 투자액(단위 : 만원/명)	0.726	1.420	0.000	11.995
<i>Venture</i>	코스닥 벤처기업 여부(0=No; 1=Yes)	0.316	0.466	0.000	1.000
<i>IT</i>	IT 기업 여부(0=No; 1=Yes)	0.274	0.447	0.000	1.000
<i>Foreign</i>	외국인 지분비율(단위 : %)	9.534	15.118	0.000	85.950
<i>Finance</i>	금융자립도(=자본금/총자산)	0.415	0.208	-0.717	0.880
<i>Csale</i>	당해년도 매출액(단위 : 억원)	16.084	37.460	0.538	342.838
<i>Labor</i>	종업원수(단위 : 백명)	31.409	74.484	0.640	495.170

미변수를 사용한다. 이는 벤처기업이 다른 일반기업에 비해 R&D 활동에 보다 적극적일 것으로 예상되기 때문이다. 둘째, IT 기업이 비IT 기업에 비해 기술혁신 활동이 더 왕성할 것으로 예상되기에, IT 기업여부를 나타내는 더미변수를 R&D 투자의 결정요인으로 이용한다. 셋째, 외국인 지분비율이 높은 기업일수록 장기적이고 안정적인 이윤창출을 위한 R&D 활동에 더 적극적일 것이라고 예상할 수 있으므로, 외국인 지분의 백분율 비율을 또 하나의 독립변수로 상정한다.<sup>2)</sup> 넷째, 총자산에서 차지하는 자본금의 백분율 비율로 정의될 수 있는 금융자립도도 R&D 투자의 결정요인으로 고려한다. 기업의 금융능력은 R&D 투자에 영향을 미치는 하나의 중요한 요소이기 때문이다. 다섯째, 기업규모 변수를 R&D 투자의 결정요인으로 다룬다. 기업규모 변수로는 매출액 및 종업원수의 2가지 변수를 함께 고려한다.

요컨대, 본 연구의 주된 목적은 기업의 R&D 투자 결정요인을 분석하는 것이며, 이를 위해 R&D 투자의 결정요인을 5가지로 결정하고 R&D 투자 결정요인 함수식을 추정할 것이다. 이 추정결과를 이용하면 다음과 같은 5가지의 가설에 대해서도 검증할 수 있으며 이로부터 다양한 시사점의 도출이 가능하다.<sup>3)</sup>

가설 1 : 벤처기업은 비벤처기업에 비해 R&D 활동이 더 왕성하다.

가설 2 : IT 기업이 비IT 기업보다 R&D 활동이 더 왕성하다.

가설 3 : 외국인 지분비율이 높은 기업일수록 R&D 활동이 더 왕성하다.

가설 4 : 금융자립도가 높은 기업일수록 R&D 활동이 더 왕성하다.

가설 5 : 기업규모가 큰 기업일수록 R&D 활동이 더 왕성하다.

## 2) 분석모형

각 기업의 최적 R&D 투자는 이윤극대화 문제의 틀 내에서 유도될 수 있다.  $i$ 기업에 유도된 R&D 투자의 결정요인들을  $x_i$ 라 하고 R&D 투자와 이의 결정요인의 관계를 선형이라 가정하면, 각 기업  $i=1, \dots, T$ 에 대해 최적 R&D 투자  $y_i^*$ 는 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$y_i^* = x_i' \beta + u_i \quad (1)$$

여기서  $\beta$ 는 추정해야 할 모수벡터이며  $u_i$ 는 오차항이다. 식 (1)은 잠재적인(latent) R&D 투자를 나타낸다. 그런데 일부 기업은 R&D 투자를 하지 않을 수 있으므로 영의 값이 관측되며, 이 경우 토빗 모형을 적용할 수 있다. 영의 지출을 포함하여 관측된 R&D 투자를  $y_i$ , 잠재적인 R&D 투자를  $y_i^*$ 라 하면

2) 외국인 지분비율과 R&D 투자액의 관계에 대한 이론적인 논의를 위해서는 Braga and Wilmore(1991)를 참고할 수 있으며, 국내에서는 허영도(1996) 및 조성표 등(2002)의 연구에서 실증적으로 이 문제를 검토하였다. 전자의 연구에서는 외국인이 본국의 R&D 활동에 집중하여 한국에서의 R&D 활동은 취약하다고 주장한 반면에 후자의 연구에서는 외국인 지분비율이 높은 기업일수록 R&D 집약도가 더 크다고 주장하였다.

3) 후술되겠지만, R&D 활동의 왕성함을 검증하기 위한 대리변수로서 절대적인 R&D 투자액, 매출액 대비 R&D 투자액, 종업원수 대비 R&D 투자액의 3가지 기준을 사용한다. 따라서 절대적인 관점에서뿐만 아니라 상대적인 관점에서도 R&D 활동의 왕성함을 살펴본다.



토빗 모형은 다음과 같이 표현된다.

$$y_i = \max\{y_i^*, 0\} = \max\{x_i'\beta + u_i, 0\} \quad (2)$$

여기서  $u_i$ 는 평균이 0이고 표준편차가  $\sigma$ 인 정규 분포를 따른다. 식 (1)로 표현되는 R&D 투자의 결정 요인 식을 분석하면서 앞서 언급한 가설을 검정할 수 있는 3가지 분석모형을 보다 구체적으로 제시하면 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$RDE_i = a_0 + a_1 Venture_i + a_2 IT_i + a_3 Foreign_i + a_4 Finance_i + a_5 Csale_i + a_6 Labor_i + u_{1i} \quad (3)$$

$$RDI_i = b_0 + b_1 Venture_i + b_2 IT_i + b_3 Foreign_i + b_4 Finance_i + b_5 Csale_i + b_6 Labor_i + u_{2i} \quad (4)$$

$$RDP_i = c_0 + c_1 Venture_i + c_2 IT_i + c_3 Foreign_i + c_4 Finance_i + c_5 Csale_i + c_6 Labor_i + u_{3i} \quad (5)$$

여기서  $a, b, c$ 는 추정해야 할 계수들을 나타내며,  $u_1, u_2, u_3$ 는 각 식의 오차항이고, 각 변수들은 <표 1>에 정의되어 있다. 각 추정계수의 부호와 통계적 유의도에 따라 각 가설의 성립 여부에 대해 판단할 수 있다.

### 3. 추정법

#### 1) 동분산과 정규성에 대한 검정<sup>4)</sup>

서론에서 논의했던 것처럼, 토빗 MLE는 오차항에 대한 가정에 민감하다. 특히, 오차항에 이분산이 존

재하거나 정규성 가정이 위배되면 추정치는 일치추정량이 되지 못한다. 이 문제를 검토하기 위해 본 소절에서는 오차항의 이분산과 비정규성을 검정한다. 우선 토빗 MLE 추정결과부터 오차항이 동분산을 가진다는 귀무가설을 검정하기 위해 Breusch and Pagan(1980)의 라그랑지 승수(LM, Lagrangian multiplier) 검정을 이용한다. LM-통계량은 토빗 모형의 추정계수로부터 쉽게 계산할 수 있으며 귀무가설 하에서 점근적으로 자유도 6의  $\chi^2$  분포를 따른다. 본 연구에서 계산된 LM-통계량은 식 (3), (4), (5)에 대해 각각 160.36, 4484.89, 221.48로 유의수준 1%에서 임계치 16.81보다 크므로 동분산의 귀무가설은 기각된다.

다음으로 오차항의 정규성 여부를 검정한다. 한 가지 유용한 방법은 다른 분포에 정규분포를 포함시킨 후에 정규성 여부에 대해 검정하는 것이다. 이를 위해 Ruud(1986)는 정규 누적분포함수를 약간 개조할 것을 제안하였고, Chesher and Irish(1987)는 이를 이용하여 토빗 모형의 정규성을 검정할 수 있는 LM-검정법을 개발하였다. 이 때 LM-통계량은 오차항이 정규분포를 따른다는 귀무가설 하에서 자유도 2의  $\chi^2$ -분포를 따른다. 본 연구에서 계산된 LM-통계량은 식 (3), (4), (5)에 대해 각각 4484.89, 8491.31, 518.36인 반면 유의수준 1%에서의 임계치는 9.21로 정규성의 귀무가설도 마찬가지로 기각된다. Nelson(1981)이 지적한 바와 같이 비일치성의 원천을 밝히는 것은 쉽지 않지만, 이상의 검정결과로부터 토빗 MLE는 비일치성이란 문제에 대해 두 가지 원인을 가지고 있다는 점은 분명해 보인다.<sup>5)</sup>

4) 자세한 검정절차는 지면의 절약을 위해 생략한다. 하지만 필요시 저자에게 요청할 수 있다.

## 2) 준모수적 추정법의 필요성

현재 R&D 투자의 결정요인을 분석하기 위해 토빗 MLE 모형을 적용하는 데 있어서 이분산과 비정규성이란 두 가지 어려움에 직면해 있다. 먼저 이분산에 대해 생각해 보면, 이분산을 반영한 이분산 토빗 모형의 추정을 생각해 볼 수 있다. 실제로 이분산이 독립변수의 여러 가능한 집합에 의존하는 이분산 토빗 모형을 추정하였다. 그러나 결과는 선택된 독립변수 집합에 따라 변했으며, 일부 계수는 사전적인 기대와 달리 통계적으로 유의하지 못했다. 또한 이분산의 문제를 고려하기 위해 임의로 선택된 변수들은 추가적인 문제를 일으킬 수 있다. 따라서 이분산 토빗 모형을 추정하는 것보다는 보다 적은 가정을 요구하는 강건한 방법을 적용하는 것이 보다 적절할 것이다.

두 번째로, 비정규성 문제를 해결하는 하나의 방법으로 정규분포가 아닌 다른 분포의 사용을 고려해 볼 수 있다. 하지만 다른 특정 분포를 가정하는 것이 반드시 이 문제를 해결한다는 보장은 없으며 경우에 따라서는 문제를 더욱 복잡하게 만들 수 있다. 따라서 보다 적은 수의 가정을 요구하는 방법이 더 설득력이 있을 것이며, 이러한 점에 있어서 바람직한 대안은 이분산과 비정규성의 가정에 대해 강건한 새로운 준모수적 추정법을 사용하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 토빗 ML 추정법에 대한 대안으로서 Powell(1986)이 제안한 STLS 추정법을 적용한다. 이 추정법으로부터 얻을 수 있는 추정량은 미지의 이분산과 다양한 종류의 오차항의 분포에 대해 일치적이

며 점근적으로 정규분포를 따른다.

## 3) STLS 추정법

본 연구에서 사용하는 STLS 추정량( $\hat{\beta}_{STLS}$ )은 표본크기  $T$ 에 대해 다음과 같이 정의된다.

$$\hat{\beta}_{STLS} = \arg \min_{\beta \in B} \sum_1^T I(x_i' \beta > 0) [\min(v_i, 2x_i' \beta - x_i' \beta)^2] \quad (6)$$

여기서  $B$ 는  $\beta$ 에 대한 모수공간(parameter space)으로  $\beta$ 가 가질 수 있는 값들의 집합이며,  $I(\cdot)$ 는 괄호 안의 식이 참이면 1의 값을 가지고 그렇지 않으면 0의 값을 가지는 인디케이터 함수(indicator function)이다. 이 추정량은 종속변수를 절삭함으로써 구해지므로 잔차는  $(-x_i' \beta, x_i' \beta)$  상에서 분포하게 된다.  $\hat{\beta}_{STLS}$ 의 일치성과 점근적 정규성의 증명에 대해서는 Powell(1986)을 참고할 수 있다.

STLS 추정량( $\hat{\beta}_{STLS}$ )은 Powell(1986)가 제안한 반복적인 과정을 통해 구한다. 두 번의 연속된 반복단계에서 제외된 관측치의 집합이 같을 때 수렴은 달성된다. 실제 추정에 있어서는 두 번의 연속된 반복단계에서의 추정치 차이의 절대값이 어느 기준치 이하이면 수렴을 달성하는 것으로 한다. STLS 추정량을 얻기 위해 두 번의 연속적인 반복단계에서 모든 모수의 추정치 차이의 절대값이  $10^{-6}$  이하가 되면 수렴하는 것으로 하였다.<sup>6)</sup>  $\hat{\beta}_{STLS}$  및  $Var(\hat{\beta}_{STLS})$ 의 구체적인 계산절차를 알기 위해서는 Yoo et

5) 물론 익명의 심사위원이 지적한대로 박스-콕스 변환(Box-Cox transformation) 기법 등을 이용하여 변수를 변환시킨 다음에 토빗 ML 모형을 적용하면 동분산과 정규성의 가정이 만족될 수도 있다.

6) 이 수렴기준은 실제 추정치의 크기를 감안하면서 선행연구(Yoo et al., 2001; Yoo, 2004)를 참고하여 결정하였다.

al.(2001)을 참고할 수 있다.

## IV. 분석결과 및 이에 대한 논의

### 1. 추정결과

<표 2>는 R&D 투자액(RDE)의 결정요인 추정결과를, <표 3>은 R&D 집약도(RDI)의 결정요인 추정결과를, <표 4>는 종업원 1인당 R&D 투자액(RDP)의 결정요인 추정결과를 제시하고 있다. ML 추정법 및 STLS 추정법을 적용한 결과를 모두 제시하였다. 모든 추정계수가 0이라는, 즉 추정식이 무의미하다는 귀무가설 하에서 계산된 Wald-통계량에 대한  $p$ -값으로 판단하건대 모든 추정식은 통계적으로 유의미하다.

먼저 ML 추정계수의 크기와 STLS 추정계수의 크기에 대해 살펴본다. <표 2>에 있어서 전자의 추정

계수의 절대값은 후자의 추정계수의 절대값보다 모두 작다. 따라서 ML 추정결과는 STLS 추정결과에 비해 개별 변수들이 R&D 투자에 미치는 영향을 상대적으로 더 작게 평가함을 알 수 있다. <표 3>에서도 마찬가지로의 유형이 관측된다. 반면에 <표 4>에서는 일관된 결론을 내릴 수 없다.

다음으로, 표준오차의 크기의 대해 살펴본다. <표 2> 및 <표 3>에 제시된 결과를 살펴보면 ML 추정치의 표준오차가 STLS의 추정치의 표준오차보다 항상 작다. <표 4>의 추정결과에서는 *Csale*과 *Labor* 변수를 제외한 나머지 변수의 표준오차는 ML의 경우가 STLS의 경우보다 작다. 이것은 일반적으로 모수적 추정치가 준모수적 추정치보다 효율적임을 감안할 때 어느 정도 예상했던 것이다. 앞에서 논의했듯이 본 연구에서 사용된 자료의 경우, ML 추정결과에서 동분산과 정규성 가정이 모두 만족되지 않았다. 즉 ML 추정결과의 효율성은 동분산과 정규성이란 적절하지 못한 제약적 가정을 하여 일치성을 잃게 됨

<표 2> R&D 투자액의 결정요인 추정결과

변 수	ML 추정결과		STLS 추정결과	
	추정계수	$t$ -통계량	추정계수	$t$ -통계량
<i>Constant</i>	-6.3575	-3.84**	-112.5276	-2.18**
<i>Venture</i>	0.7835	0.36	22.8154	0.91
<i>IT</i>	5.1015	3.06**	52.2238	5.93**
<i>Foreign</i>	-0.0179	-0.34	1.1753	3.21**
<i>Finance</i>	4.0017	1.06	7.1785	0.07
<i>Csale</i>	0.3610	9.90**	0.4275	7.04**
<i>Labor</i>	0.0128	0.72	0.0961	2.61**
$\Omega$	9.3176	18.95**		
$p$ -값(Wald-통계량)	0.000		0.000	
로그-우도값	-656.24			
관측치의 개수	190		190	

주) 변수는 <표 1>에 정의되어 있다. \*\*은 유의수준 5%에서 통계적으로 유의함을 의미한다.  $p$ -값은 모든 추정계수가 0이라는, 즉 추정식이 무의미하다는 귀무가설 하에서 계산된 Wald-통계량에 대한 것이다.

<표 3> R&D 집약도의 결정요인 추정결과

변 수	ML 추정결과		STLS 추정결과	
	추정계수	t-통계량	추정계수	t-통계량
<i>Constant</i>	-1.1174	-1.93*	-69.6982	-1.63
<i>Venture</i>	2.0829	2.74**	48.6988	1.46
<i>IT</i>	2.2229	3.82**	3.8938	1.86*
<i>Foreign</i>	-0.0006	-0.03	0.1041	1.66*
<i>Finance</i>	3.3676	2.55**	32.3634	2.41**
<i>Csale</i>	-0.0003	-0.02	-0.0174	-1.81*
<i>Labor</i>	0.0060	0.96	0.1195	1.60
<b>D</b>	3.2559	18.84**		
<i>p-값(Wald-통계량)</i>	0.000		0.000	
로그-우도값	-471.09			
관측치의 개수	190		190	

주) 변수는 <표 1>에 정의되어 있다. \* 및 \*\*은 각각 유의수준 10% 및 5%에서 통계적으로 유의함을 의미한다. p-값은 모든 추정계수가 0이라는, 즉 추정식이 무의미하다는 귀무가설 하에서 계산된 Wald-통계량에 대한 것이다.

으로써 얻게 되는 반대급부일 수 있다. 물론 STLS 추정은 동분산과 정규성이란 제약적인 가정을 하지 않아 일치성을 얻음으로써 효율성을 희생하게 된다. 이렇게 효율성과 일치성은 일종의 상충(trade-off) 관계에 있다. 따라서 모수적 ML 추정과 준모수적 STLS 추정 중에서 어느 것을 선택할 것인가의 문제는 이 상충관계를 고려하여 다루는 것이 바람직할 것이다. 다음 소절에서는 이 검정방법과 그 결과에 대해 논의한다.

## 2. 모형에 대한 정형검정

모수적 모형과 준모수적 모형에 대한 보다 일반적이고 엄밀한 비교를 위해, 본 연구에서는 Melenberg and van Soest(1996), Yoo et al.(2001) 등에서 응용된 Hausman 정형검정(specification test)을 수행한다. 이

검정은 귀무가설 하에서는 일치적이고 효율적이지만 대립가설 하에서는 비일치적인 추정량과 귀무가설과 대립가설 하에서는 일치적이지만 귀무가설 하에서는 비효율적인 추정량을 필요로 한다. 여기서 전자는 ML 추정량, 후자는 STLS 추정량에 해당된다. 따라서 귀무가설은 ‘모수적 ML 추정치는 일치적이다’가 된다. 반면에 대립가설은 ‘준모수적 STLS 추정결과가 적절하다’에 해당한다. 식 (3), (4), (5)의 추정결과에 대한 검정통계량은 각각 221.48, 27.81, 120.83을 계산되었는데 유의수준 1%에서의 임계치는 18.48이므로, ‘모수적 모형이 적절하다’라는 귀무가설은 유의수준 1%에서 모두 여유있게 기각된다.<sup>7)</sup> 즉, 정형검정의 결과는 ML 추정결과가 STLS 추정결과와는 유의하게 다르며 ML 추정치가 통계학적으로 일치추정치가 되지 못한다는 점을 보여주는 것으로 ML 추정법보다는 STLS 추정법을 이용하는 것

7) 자세한 검정절차는 지면의 절약을 위해 생략한다. 하지만 필요시 저자에게 요청할 수 있다.

<표 4> 종업원 1인당 R&D 투자액의 결정요인 추정결과

변 수	ML 추정결과		STLS 추정결과	
	추정계수	t-통계량	추정계수	t-통계량
Constant	-0.2593	-1.09	-1.5847	-3.04**
Venture	0.2850	0.91	0.7343	2.28**
IT	0.9343	3.91**	1.7041	3.84**
Foreign	-0.0002	-0.03	0.0198	2.35**
Finance	1.2608	2.35**	0.6457	0.66
Csale	0.0126	2.41**	0.0115	6.37**
Labor	-0.0033	-1.30	-0.0016	-1.29
D	1.3356	18.82**		
p-값(Wald-통계량)	0.000		0.000	
로그-우도값	-471.09			
관측치의 개수	190		190	

주) 변수는 <표 1>에 정의되어 있다. \*\*은 유의수준 5%에서 통계적으로 유의함을 의미한다. p-값은 모든 추정계수가 0이라는, 즉 추정식이 무의미하다는 귀무가설 하에서 계산된 Wald-통계량에 대한 것이다.

이 적절함을 시사한다. 따라서 이후의 논의는 STLS 추정결과를 위주로 한다.

### 3. 추정계수에 대한 논의

추정결과를 이용하여 개별 독립변수들이 R&D 투자와 관련된 종속변수에 미치는 영향에 대해 살펴볼 수 있다. <표 2>에서 Venture 변수의 추정계수가 양수인 것으로 보아, 벤처기업은 다른 기업에 비해 R&D 투자액이 더 많음을 알 수 있다. 하지만 유의수준 10%에서 통계적으로 유의하지는 않다. <표 3>에서 R&D 집약도의 경우도 STLS의 추정결과는 유의수준 10%에서 통계적으로 유의하지 않다. 반면에 <표 4>의 STLS 추정결과에서는 Venture 변수의 추정계수가 양수이면서 유의수준 5%에서 통계적으로 유의하다. 따라서 일관된 결론을 내리기는 어렵지만, <표 4>에 따라 벤처기업은 다른 기업에 비해 R&D 지출이 더 많은 것으로 볼 수 있으며, 특히 종

업원 1인당 R&D 투자액을 종속변수로 사용한 경우에는 통계적 유의성도 확보된다. 따라서 가설 1은 성립한다. 벤처기업의 기술혁신활동이 다른 기업의 그것보다 더 적극적인 것은 흥미로운 부분으로서, 벤처기업의 역할과 관련된 일반적인 기대와 부합하는 결과이다.

<표 2>, <표 3>, <표 4>의 모든 경우에 있어서, IT 변수의 추정계수는 양수이면서 유의수준 5%에서 통계적으로 유의하다. 따라서 IT 기업은 비IT 기업에 비해 R&D 활동이 더 왕성하다는 결론을 내릴 수 있다. 즉, 가설 2도 성립한다. 이것은 IT라고 하는 기술 혹은 재화의 성격에 기인하는 측면이 크다고 판단된다. IT는 다른 기술이나 재화에 비해 훨씬 더 지식집약적이다 보니 지식의 생산 및 이용과 관련된 R&D 활동이 적극적인 것은 자연스러워 보인다.

외국인 지분비율을 나타내는 Foreign 변수의 추정계수는 3가지 모든 경우에 있어서 유의수준 5%에서 통계적으로 유의하며 모두 양수이다. 따라서 외국인

지분비율이 높은 기업일수록 기술혁신활동이 보다 적극적이라고 결론을 내릴 수 있다. 가설 3도 성립하는 것이다. 외국인 지분비율이 높은 기업일수록 장기적이고 안정적인 이윤창출을 담보할 수 있는 신 기술을 개발하는 중에 보다 적극적으로 투자를 하고 있다는 해석이 가능해 보인다. 한편 3가지 ML 추정 결과 모두에 있어서 사전적인 기대와는 달리 추정계수가 음의 값을 가지는 반면에, STLS 추정결과에서는 추정계수가 양의 값으로 제대로 도출되었다. 이 점은 ML 추정법의 부적절성과 STLS 추정법의 적절성을 보여주는 한 가지 흥미로운 부분이다.

재정자립도를 의미하는 *Finance* 변수의 추정계수는 모두 양수로 추정되어 사전적인 기대에 부합한다. 통계적 유의도가 <표 2> 및 <표 4>에서는 확보되지 않지만, <표 3>에서는 확보된다. 따라서 일관된 결론을 내리기에 어려움이 있지만 <표 3>의 결과에 근거하여, 재정자립도가 높은 기업일수록 R&D 투자 활동도 왕성하다고 판단할 수 있으며, 특히 종업원 1인당 R&D 투자액을 종속변수로 사용한 경우에는 통계적 유의성도 확보하였다. 따라서 가설 4도 성립된다. 이것은 기업 내부의 금융변수도 R&D 투자를 결정짓는 중요한 요소 중에 하나라는 점을 보여주고 있다.

마지막으로 기업규모 변수의 영향에 대해 검토한

다. <표 2>에서 보면 매출액(*Csale*)과 종업원수(*Labor*)의 추정계수는 모두 양수로 추정되었으며, 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하다. 즉 기업규모 변수는 R&D 투자액과 강한 양의 상관관계를 갖는다. 따라서 가설 5도 성립한다. 한편 <표 3>에서는 종속변수로 R&D 집약도가 사용되었는데, 매출액 변수의 추정계수는 음수인 반면에, 종업원수 변수의 추정계수는 양수이다. 이는 매출액 자체가 R&D 집약도에 음의 영향을 미침을 의미하는 것으로, 매출액이 작은 기업일수록 R&D 집약도가 더 큼을 시사한다. 반면에 종업원수가 많은 기업일수록 R&D 집약도는 더 커진다. <표 4>에서도 유사한 결론이 도출된다. 종업원수가 많은 기업일수록 종업원 1인당 R&D 투자액은 감소하지만, 매출액이 많은 기업일수록 종업원 1인당 R&D 투자액은 증가한다. 요컨대, 기업규모 변수는 절대적인 수준을 나타내는 R&D 투자액과는 양의 상관관계를 가지고 있지만, 상대적인 수준을 나타내는 R&D 집약도 혹은 종업원 1인당 R&D 투자액과는 양 또는 음의 상관관계를 가진다.

#### 4. 탄력성의 추정

이제 마지막 단계로 R&D 지출의 매출액 탄력성( $\eta_1$ ) 및 종업원수 탄력성( $\eta_2$ )을 구한다. 이 탄력성들

<표 5> R&D 지출의 매출액 탄력성 추정결과

구 분	모든 관측치에 대해 계산	양의 지출 관측치에 대해 계산
대기업	1.9330	1.9152
중소기업	8.2897	6.5921
코스닥 벤처기업	1.1230	1.1230
코스닥 일반기업	4.2899	4.2498
전 체	2.0026	1.9754

<표 6> R&D 지출의 종업원수 탄력성 추정결과

구 분	모든 관측치에 대해 계산	양의 지출 관측치에 대해 계산
대기업	0.8502	0.8334
중소기업	1.8633	1.4585
코스닥 벤처기업	0.9307	0.9307
코스닥 일반기업	1.9533	1.9251
전 체	0.8790	0.8601

은 다음과 같이 정의된다.

$$\eta_1 = \frac{Csale}{RDE} \frac{\partial RDE}{\partial Csale} \quad (7)$$

$$\eta_2 = \frac{Labor}{RDE} \frac{\partial RDE}{\partial Labor} \quad (8)$$

여기서 *Csale*, *Labor*, *RDE*는 전술하였듯이 각각 기업의 매출액, 종업원수, R&D 지출액이다.  $\partial RDE/\partial Csale$ 와  $\partial RDE/\partial Labor$ 는 <표 2>의 추정결과에서 구할 수 있으며, *Csale* 및 *Labor*의 값은 표본의 평균을 실제 대입할 수 있다. 따라서 계산된 소득탄력성은 대표적 기업에 대해 계산된 것으로, 조건부 평균값이라 할 수 있다. R&D 지출의 매출액 탄력성 추정결과는 <표 5>에, R&D 지출의 종업원수 탄력성 추정결과는 <표 6>에 제시되어 있다. 이 값들은 전부 STLS 추정결과만을 이용하여 계산되었으며, 전체 기업에 대한 값뿐만 아니라 각 기업군별 탄력성도 계산하여 제시하였다.

추정된 모든 탄력성은 양의 부호를 가지는데, 이는 기업규모가 커질수록 R&D 투자도 늘어남을 의미한다. 모든 관측치에 대해 계산된 값은 양의 지출 관측치에 대해 계산된 값보다 일관되게 크다. 대규

모의 외부효과를 강조하는 신습페터적 가설에 따라 R&D 투자의 기업규모 탄력성의 크기도 중요한 연구주제가 되고 있다(이종욱, 1992). 즉, 탄력성의 값이 1보다 큰지 작은지가 관심의 대상이다. 전체기업에 대해 두 탄력성 값을 비교해보면, R&D 지출의 매출액 탄력성은 1보다 커서 탄력적이라고 할 수 있다. 즉 매출액이 증가함에 따라 R&D 투자는 증가하는데, 매출액이 증가하는 속도보다 R&D 투자가 증가하는 속도가 더 빠르다. 반면에, R&D 지출의 종업원수 탄력성은 1보다 작은 값을 가진다. 즉 종업원수가 증가함에 따라 R&D 투자는 증가하는데, 종업원수가 증가하는 속도보다 R&D 투자가 증가하는 속도가 더 느리다. 기업규모가 R&D 투자에 미치는 영향에 있어 매출액의 영향력이 종업원수의 영향력보다 더 큰 것이다.

R&D 투자의 매출액 탄력성 값을 대기업과 중소기업별로 구분하여 살펴보면, 중소기업의 값이 더 크다. 이는 매출액의 증가에 따른 R&D 투자액의 속도가 대기업보다는 중소기업에 있어서 더 빠름을 의미한다. 이는 중소기업의 기술혁신활동이 대기업의 그것보다 더 적극적임을 시사한다.<sup>8)</sup> 반면에 코스닥 기업들을 비교해보면 일반기업에 대한 탄력성이 벤

8) 물론 익명의 심사위원 한 명이 지적한 대로, 일정한 유효수준에 이르기까지 R&D 투자규모는 기업규모에 비해 클 수밖에 없다.

처기업에 대한 탄력성보다 더 크다. 이러한 패턴은 R&D 투자의 종업원수 탄력성에서도 유사하게 나타난다.

## V. 결론

IMF 경제체제 이후에 급변한 경제상황 속에서, 성장동력으로서의 기업의 R&D 투자의 기능 및 역할은 더욱더 강조되고 있다. 이러한 배경 하에서, 본 연구는 R&D Scoreboard에 포함된 자료를 대상으로 하여 R&D 투자의 결정요인에 대해 분석하고자 하였다. 이러한 연구는 정책적인 측면뿐만 아니라 방법론적 측면에서도 몇 가지 시사점을 가진다고 판단된다.

먼저 정책적인 측면에 있어서, 본 연구에서는 총 5개의 가설을 검정하고 검정결과와 의미에 대해 논의하였다. 검정결과 대체적으로 5개의 가설은 모두 성립하는 것으로 결론을 내릴 수 있었다. 패널자료가 아닌 2000년을 대상으로 한 횡단면 자료를 다룬다는 점에 있어서 그리고 자료의 수가 190개로 그다지 많지 않다는 점에 있어서, 본 연구의 결과를 일반화시키는 데에는 주의가 요망되지만 상장기업들의 R&D 투자와 관련된 다양한 시사점들을 밝혀낼 수 있다. 주요 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 벤처기업은 비벤처기업에 비해 R&D 투자가 더 많은 것으로 분석되었다. 둘째, IT 기업은 비IT 기업에 비해 R&D 활동이 보다 적극적이었다. 셋째, 외국인 지분비율이 높은 기업일수록 R&D 활동이 더 왕성하였다. 넷째, 금융자립도가 높은 기업일수록 R&D 투자가 더 많았다. 다섯째, 매출액과 종업원

수와 같은 기업규모 변수의 값이 큰 기업은 그렇지 않은 기업에 비해 더 많은 R&D 투자를 하였다. 특히 매출액의 증가에 대해 매출액이 늘어나는 속도보다는 R&D 투자가 늘어나는 속도가 더 빠른 것으로 분석되었다. 하지만 R&D 투자의 증가율이 종업원수의 증가율보다 빠르지는 않았다.

본 연구에서는 분석을 위한 방법론적인 측면에 있어서도 세심한 주의를 기울였다. 기업의 R&D 투자 결정요인을 분석하는 작업은 표본 내에 포함된 영의 투자 자료 때문에 어려움이 있다. 이 경우 통상 토빗 모형이 적용되며 이 모형의 추정을 위해서는 ML 추정법과 같은 모수적 추정기법을 적용하는데, 오차항이 이분산을 가지거나 정규분포를 따르지 않을 때에는 이로부터 얻어지는 추정량이 일치적이지 못하게 된다. 이러한 문제는 본 연구에서 사용된 자료에서도 발견되었다. 따라서 이에 근거하여 여러 가지 추론을 하거나 관련된 시사점을 내오는 것은 바람직하지 않게 된다.

이러한 어려움을 극복하기 위해 본 논문에서는 Powell(1986)이 제안한 STLS 추정기법을 적용했다. 이 기법은 오차항의 이분산과 비정규성이란 부담에 대해 대단히 강건하다. 아울러 불필요한 특이치의 영향을 줄여줄 수 있는 추정법으로 알려져 있다. 실증연구결과, 준모수적 STLS 추정은 모수적 ML 추정에 결부된 암묵적 제약을 완화시키면서도 정형검정을 유의수준 1%에서 통과하였다. 즉 동분산과 정규성이 위배되는 상황에서 토빗 ML 추정법을 적용하면 동분산과 정규성 가정을 하지 않는 준모수적 STLS 추정법을 적용할 때와 유의하게 다른 결과를 가져온다.

향후 기업의 R&D 활동과 관련된 자료가 추가적



으로 확보된다면 보다 폭넓은 분석과 이에 근거한 시사점 도출이 가능할 것이라 생각된다. 예를 들어, 기업의 R&D 활동은 단기적 관점이 아닌 장기적 관점에서 이루어져야 하는 바, 2002년 한해의 기업 R&D 투자를 가지고 결론을 내리기보다는 여러 연도의 자료를 확보하여 패널분석을 한다면 보다 강건하고 다양한 시사점들을 도출할 수 있을 것이다.

그밖에도 190개 자료에 포함되지 않은 기업들도 포함한 분석, 기업들을 매출액 규모별로 군집화한 분석, 기업들을 업종별로 군집화한 분석 및 시사점 도출, 기업의 R&D 활동이 기업가치에 미치는 영향에 대한 평가, 주요 선진국 자료와의 비교분석, 기업의 R&D 활동이 경제성장에 미치는 영향에 대한 거시적 관점에서의 분석, 기업의 R&D 스톡 추계 등이 유익한 향후 연구주제가 될 수 있을 것이다. 또한 기술수명이 다한 경우, 단순한 기술수입에의 의존성, 시장상황 혹은 자료기록의 자의성 등 R&D 투자가 영의 값을 가지는 이유를 조사하여 이를 독립변수로 반영하는 등의 추가적인 분석을 하는 것도 꼭 필요한 추가적 연구의 하나라고 판단된다. 앞으로 기업 R&D 활동의 분석과 관련하여 많은 유용한 추가연구가 수행되기를 기대한다.

### 참고문헌

과학기술부(2002), 'KOREA R&D Scoreboard 개발',  
 김승문(1992), “기술개발 및 기술도입과 기업규모의 관계에 관한 실증적 연구-한국 원료합성평 산업을 중심으로”, '산업조직연구', 제1집, pp. 85-104.

김종일(1995), “총요소생산성 추정에 있어서의 문제점과 제 추정방법”, '계량경제학보', 제6권, pp. 207-232.  
 성태경(2003), “기업규모와 기술혁신활동의 연관성 : 우리나라 제조업에 대한 실증적 연구”, '중소기업연구', 제25권, 제2호, pp. 305-325.  
 양준모 · 유승훈 · 이대식 · 지성권(1998), “기업규모와 연구개발투자에 관한 연구”, '경제학연구', 제46권, 제2호, pp. 223-245.  
 유승훈 · 문혜선(2002), “과학기술연구개발활동조사의 개선방안 - 기업부문을 중심으로”, '기술혁신학회지', 제5권, 제2호, pp. 228-244.  
 유승훈 · 정군오(2003), “코스닥 벤처기업의 R&D 투자에 관한 분석”, '벤처경영연구', 제6권, 제3호, 인쇄중.  
 이병기(1996), '한국기업의 연구개발투자 결정요인과 기술정책', 연구보고서, 한국경제연구원.  
 이종욱(1992), “R&D 결정요인과 거시경제정책 : 한국전자산업을 중심으로”, '경제학연구', 제40권, 제1호, pp. 51-74.  
 조성표 · 이연희 · 박선영 · 배정희(2002), “R&D Scoreboard에 의한 연구개발투자의 성과의 연관성 분석”, '기술혁신연구', 제10권, 제1호, pp. 98-123.  
 최정호(1997), “연구개발비 투자지출의 재무적 결정요인”, '회계학연구', 제22권 제3호, pp. 23-49.  
 한국산업기술평가원(1999), '기업 R&D 실태조사 · 분석', ITEP 연구보고.  
 허영도(1996), “해외 기술도입과 자체 연구개발의 관계 및 결정요인에 관한 연구”, '경영학연구', 제25권, 제3호, pp. 83-110.

- 황재식(1998), “연구개발비 지출에 영향을 미치는 요인”, '회계정보연구', 제10권, pp. 129-142.
- Abrazamar, A. and P. Schmidt (1981), “Further Evidence of the Robustness of the Tobit Estimator to Heteroscedasticity”, *Journal of Econometrics*, Vol. 17, 1981, pp. 253-258.
- Abrazamar, A. and P. Schmidt (1982), “An Investigation of the Robustness of the Tobit Estimator to Non-Normality,” *Econometrica*, Vol. 50, pp.1055-1063.
- Amemiya, T. (1985), *Advanced Econometrics*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Braga, N and L. Wilmore (1991), “Technological Imports and Technological Effort: An Analysis of Their Determinants in Brazilian Firms,” *Journal of Industrial Economics*, Vol. 40, pp. 421-432
- Breusch, T. and A. Pagan (1980), “The LM Test and Its Applications to Model Specifications in Econometrics,” *Review of Economic Studies*, Vol. 47, pp. 239-254.
- Chesher, A. and Irish, M. (1987), “Residual analysis in the grouped data and censored normal linear model”, *Journal of Econometrics*, Vol. 34, pp. 33-62.
- Cohen, W. M. and Klepper, S.(1996), “A Reprise of Size and R&D”, *The Economic Journal*, Vol. 106, pp. 925-951.
- Lee, M. -H. and Hwang, I. -J.(2003), “Determinants of Corporate R&D Investment: An Empirical Study Comparing Korea's IT Industry with Its Non-IT Industry”, *ETRI Journal*, Vol. 25, pp. 258-265.
- Lichtenberg, F. R., 1993, R&D investment and international productivity differences, in *Economic Growth in the World Economy* (Ed.) H. Siebert, J.C.B. Mohr, Tübingen, pp. 89-110.
- Melenberg, B. and A. van Soest (1996), “Parametric and Semi-parametric Modeling of Vacation Expenditures,” *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 11, pp. 59-76.
- Nahm, J. -W.(1996), “R&D Expenditures and Sales”, *Journal of Economic Theory and Econometrics*, Vol. 2, pp. 103-124.
- Nelson, F. (1981), “A Test for Misspecification in the Censored Normal Model,” *Econometrica*, Vol. 49, pp.1317-1329.
- Nonneman, W. and Vanhoudt, P., 1996, "A further augmentation of the Solow model and the empirics of economic growth for OECD countries", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 110, 943-953.
- Powell, J. L. (1986), “Symmetrically Trimmed Least Squares Estimation for Tobit Models,” *Econometrica*, Vol. 54, pp. 1435-1460.
- Ruud, P. (1986), “Consistent Estimation of Limited Dependent Variable Models Despite Misspecification of the Distribution,” *Journal of Econometrics*, Vol. 32, pp. 157-187.
- Tobin, J. (1958), “Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables”, *Econometrica*, Vol. 26, pp.24-36.
- Yoo, S. -H. (2004), “A Robust Approach to Dealing with Zero Expenditures on Mobile Communications”, *Applied Economics Letters*, Vol. 10, pp. 757-760.

Yoo, S. -H., Kim T. -Y. and Lee J. -K. (2001),  
“Modeling Zero Response Data from Willingness to

Pay Surveys: A Semi-parametric Estimation”,  
*Economics Letters*, Vol. 71, pp. 191-196.