

기업의 R&D 구조변화와 정부정책 방향에 대한 소고

송종국* · 서환주**

〈 목 차 〉

1. 문제의 제기
2. 기업의 R&D 지출 구조의 변화
3. R&D 투자정책의 검증
4. 결론 및 정책 시사점

Summary: R&D expenditure of Korean firms has been increasing drastically since 1980 and occupied 84% of total R&D expenditure in 1994. After 1994, however, the growth rate of industry R&D expenditure has dropped below single digit. R&D concentration rate of upper 20 companies declined from 61.9% in 1999 to 49.8% in 2001. The technology trade balance has diverged by 2.8 billion dollars in 2000 compared to around 0.3 billion dollars in 1985.

We find several reasons on declining the industry R&D growth rate in Korea. First, we carefully say there might be an crowding out effect in increasing government R&D investment from Granger causality test between industry R&D and government R&D. Second, the decreasing benefit of tax credit since 1992 on industry R&D expenditure has caused the decrease of industry R&D growth rate. Third, the type of R&D cost becomes to similar to matured countries type of cost, which means the portion of capital expenditure has been decreased since late of 1980s. Therefore, industry R&D growth rate gets to saturation point.

We draw several policy implications from the changing structure of business R&D of Korean company. Firstly, to stimulate industry R&D investment Korean government needs

* 과학기술정책연구원 연구위원 (e-mail: jksong@stepi.re.kr)

** 상지대학교 경제학과 교수 (e-mail: seohwan@mail.sangji.ac.kr)

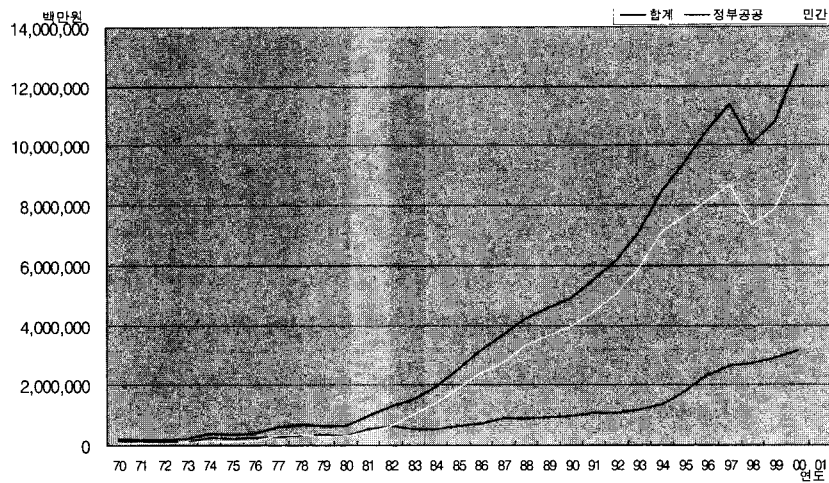
to strengthen tax credit policy. Secondly, to induce foreign direct investment Korean government needs to establish technology infrastructures and high quality of manpower. To utilize foreign technology resources Korean government need to introduce global R&D program executed by foreign scientist as an Project Leader.

키워드 : 기술혁신 정책, 밀어내기 효과, 대체 효과, 보완 효과, R&D 지출 구조의 변화

1. 문제의 제기

최근 연구개발을 통한 기술혁신이 기업의 경쟁력과 성장의 핵심요소라는 데 이론의 여지가 없는 것 같다. 우리 경제의 발전과 산업구조의 변화는 기업의 R&D 지출구조에 큰 변화를 가져 왔다. 기업 R&D의 역동적 변화에 따라 정부의 기술혁신 정책의 방향과 그 내용이 변화해 왔다. 본 연구에서는 기업 R&D의 역동적 변화를 정부의 정책이 과연 반영하고 있는지 또한, 정책의 유효성이 확보되고 있는지를 논의해 보기로 한다. 특히 최근에 민간기업의 R&D지출 증가율이 크게 둔화되고 있어, 정부의 기술혁신 정책의 유효성과 방향에 대한 점검이 요구되고 있다. 본 연구는 우리의 R&D지출 구조의 변화와 계량경제학적 분석기법을 응용하여 정부 정책의 유효성에 대한 평가를 하고, 기술도입과 자체연구(in house R&D)간의 상호관계 분석을 통해 민간기업의 기술혁신 정책의 유효성을 점검해 보기로 한다. 또한 기술집약적 기업에 대한 설문조사를 통해 정부의 정책에 대한 유효성을 검증해 보기로 한다.

최근 10여 년 간 OECD국가들의 기술혁신과 관련한 가장 큰 특징의 하나는 민간기업의 연구개발비의 지속적인 증가 추세이다. 우리 기업의 경우 1981년부터 연구개발비 지출이 급속히 증가하기 시작하여, 1997년 외환위기로 잠시 감소한 것을 제외하고는 꾸준한 성장을 보이고 있다. 즉, 정부와 민간의 R&D 지출 구성비를 보면 1980년도까지 정부의 연구개발비 지출이 절반 이상을 차지하였지만, 그 후 민간부문이 급속히 팽창하면서 1994년도엔 민간기업의 연구개발비 지출이 84%를 차지하여 정점을 이루었다. 그런데 1980년대 이후 실질 증가율이 전년대비 20% 이상의 고성장을 해 오던 민간기업의 연구개발비가 1996년도부터 2000년도까지 실질증가율이 5.1% 대로 떨어졌다. 외환위기 직후 감소를 보였던 기업 R&D 지출이 1999년부터 증가세로 반전하였고, 2000년에는 실질 증가율이 20.6%에 이르고 있지만 민간연구개발비의 성장 둔화는 뚜렷이 나타나고 있다. 따라서 1990년대 초부터 나타난 기업의 연구개발비 증가율 둔화 현상을 어떻게 설명할 수 있으며, 과연 정부의 R&D관련 정책의 효과는 유효한지를 점검해 볼 필요가 있다. 먼저 다음 장에서는 우리기업의 R&D지출 구조의 변화를 살펴보기로 한다.

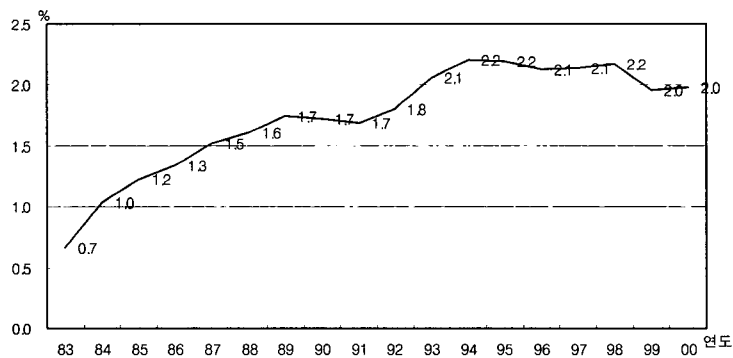


자료 : 과학기술부, 『과학기술연구활동조사보고』, 각년도

<그림 1> 민간기업의 연구개발비 지출 추이

2. 기업의 R&D 지출 구조의 변화

우리 기업 R&D지출구조의 특성의 하나로 매출액 대비 R&D지출 집약도를 보면 1995년 2.2%에서 최근 2001년도에는 2.0%로 줄어들어, R&D지출이 매출액의 증가율을 따라가지 못하는 실정이다. 비록 민간부문의 연구개발비가 계속 늘어나고 있지만, 일부 첨단 성장산업에 편중이 심한 것을 알 수 있다. 산업별 연구개발비의 집약도를 살펴보면 2000년도 기준으로 항공산업이 매출액대비 9.7%로 가장 높고, 연구개발산업 6.1%, 전자부품(반도체포함)산업 5.3%, 의료·정밀·광학기계산업 5.1%의 순서로 집약도가 높다.



자료 : 과학기술부, 『과학기술연구활동조사보고』, 각년도

<그림 2> 민간기업의 연구개발비 집약도 추이

OECD 선진국 기업들의 1994년에서 2000년 사이의 연구개발비 지출 증가의 70% 이상이 정보통신, 제약산업 등의 첨단기술제조업과 서비스산업의 연구개발비 증가에서 기인하는 것으로 나타났는데, 우리나라의 경우도 제약산업을 제외하고는 이와 유사한 패턴을 보이고 있다. 연도에 따라 산업별 연구개발비의 집약도 정도가 다르지만, 성장산업의 연구개발비의 집약도는 최근까지 높아지는 추세를 보이고 있다. 연구개발 집약도와 우리 기업의 산업별 성장을 비교해 보면, 연구개발이 기업의 경쟁력과 성장에 크게 기여하였음을 유추해 볼 수 있다¹⁾.

<표 1> 산업별 연구개발비 집약도(2000)

산업	구분	총 계			
		자체부담 연구개발비(B)	외부로 지출한 연구개발비	매출액(D)	B/D (%)
항공		109,990	109,210	1,130,271	9.7
연구 및 개발업		24,906	3,949	411,179	6.1
전자부품(반도체 포함)		3,002,961	270,939	56,734,450	5.3
의료, 정밀, 광학기기 및 시계		95,989	13,904	1,885,834	5.1
영상, 음향 및 통신장비		903,689	68,627	23,227,702	3.9
기타 공공, 사회 및 개인서비스업		2,104	375	54,619	3.9
정보처리 및 기타 컴퓨터 운용 관련업		380,730	35,207	11,050,767	3.4
재생재료 가공 처리업		1,204	116	36,956	3.3
사무, 계산 및 회계용 기계		721,111	15,301	22,184,013	3.3
출판, 인쇄 및 기록매체 복제		26,831	1,016	830,190	3.2
부동산 및 임대업		59,551	436	1,938,795	3.1
전기통신업		392,660	80,926	14,086,458	2.8
의약품		145,910	29,810	5,319,468	2.7
자동차		1,546,304	125,240	57,540,069	2.7

자료 : 과학기술부, 『과학기술연구활동조사보고』, 각년도

기업의 비목별 연구개발비 지출의 추이를 보면 흥미로운 사실을 발견할 수 있다. 1980년 중반까지 인건비와 재료비 및 시약비가 차지하는 경상비용 지출과 기계, 기구, 장치 및 토지, 건물비가 차지하는 고정비용 지출이 비슷한 수준이었다. 그런데 1980년 중반 이후 재료비 및 시약비의 지출은 급격히 증가하고 토지 및 건물비용은 급격히 하락하는 대조적인 모습이 다. 여기서 최근 기업 R&D지출의 증가율이 둔화되는 현상의 일부를 설명할 수 있다. 본격적인 연구개발투자를 시작한 1980년대에는 초기 고정비용에 대한 지출이 높았으나, 1990년대에 들면서 단위당 지출규모가 큰 고정비용에 대한 투자가 감소하였기 때문에 기업의

1) "R&D Scoreboard 개발을 통한 연구개발투자와 성과의 연관관계분석"(조성표, 2002)에서도 R&D지출이 큰 기업이 성장률이 높다는 분석 결과를 보여줌.

R&D지출 증가가 둔화되고 있다고 볼 수 있다. 아직 선진국에 비해 우리는 고정비용에 대한 연구비지출이 상대적으로 높은 편이므로 앞으로 우리기업의 연구비 증가율이 계속 둔화될 우려가 있다. 1990년대 이후 인건비 지출의 비중은 연구비의 1/3 수준을 계속 유지하고 있어 선진국(일본의 경우 1999년에 약 44%)에 비해 상대적으로 그 비중이 낮은 편이다. 따라서 연구개발비의 일정비율을 연구 인력의 고용을 늘리거나, 연구자들에 지급하는 인건비를 인상하는 방향으로 사용하여 연구현장의 분위기를 바꿀 필요가 있다고 본다.

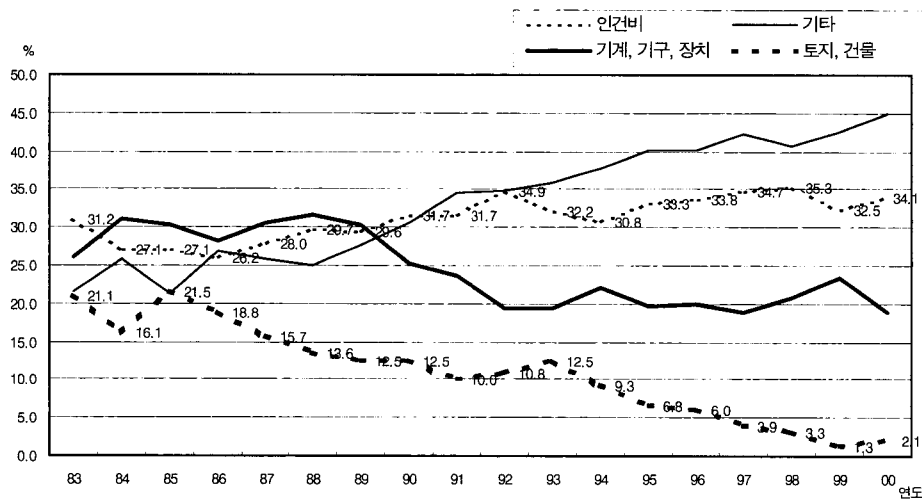
<표 2> 자본적 지출 비율 국제비교

(단위 : %)

구 분	한국(2001)	미국('95)	일본('99)	독일('99)	프랑스('98)
자본적 지출비율	17.8	3.4	12.4	9.9	10.0

자료 : OECD, *Basic Science and Technology Statistics*, 2001.

용도별 연구개발비의 지출 추이를 보면 1990년 초에는 상품개발을 위한 연구비 지출이 73%, 공정혁신을 위한 연구비 지출이 27%이었는데, 점차 상품을 개발하기 위한 비율이 증가하여 최근 2000년도에는 상품개발을 위한 연구비 지출이 81.5%, 공정혁신을 위한 연구비 지출이 18.5%로, 우리 기업이 상품을 개발하기 위한 연구개발에 더 역점을 두고 있음을 알 수 있다.

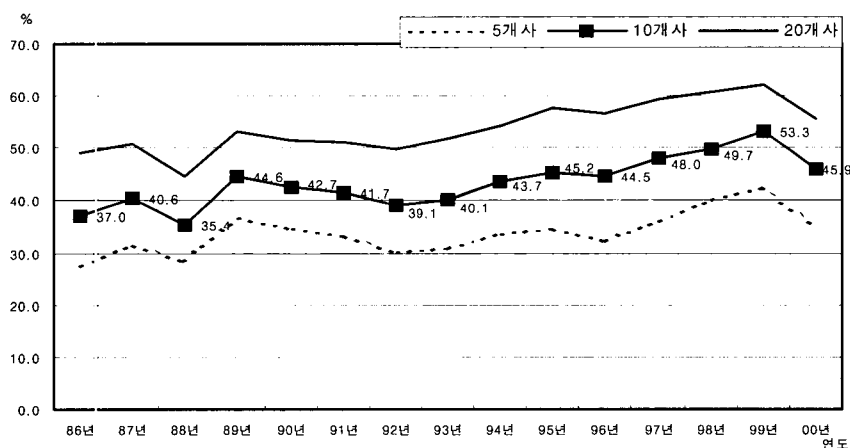


자료 : 과학기술부, 『과학기술연구활동조사보고』, 각년도.

<그림 3> 비목별 연구개발비 추이

일부 기업에 대한 R&D 집중도는 1990년대에 들어와서 심화되는 경향을 보이다가, 1999년 상위 20개 기업의 연구개발 집중도가 61.9%로 정점에 도달한 후 2001년에는 49.8%까지 떨어지는 것으로 나타났다. 그 이유는 1997년도 외환위기로 대기업들이 구조조정으로 퇴출당하거나 M&A 되고, 반면에 벤처기업 육성정책으로 중소기업의 연구개발이 늘어남과 동시에 연구개발의 중요도가 인식되면서 기업의 저변이 확대되고 있는 것으로 볼 수 있다.

이상 우리기업의 R&D지출 구조의 분석을 통해서 볼 때 선진국 패턴으로 변화되고 있음을 알 수 있다. 우선 기업의 매출액 대비 R&D지출 집약도가 일부 성장산업에 편중되어 있는 현상은 그동안 정부의 R&D사업이 전략기술 분야에 대한 선택과 집중을 통한 지원도 큰 영향을 주었다고 본다. 산업이 고도화되고 우리 기업이 세계적인 선도기업(leading edge company)의 위치에 설 경우도 과연 정부의 전략적 기술개발정책이 유효할지 의문시된다. 또한 비목별 R&D지출구조가 자본재 및 건물에 지출되는 고정비용의 비중이 줄어들고 경상비의 비중이 늘고 있음을 알 수 있다. 그런데 민간기업의 기술개발에 대한 정부의 조세유인정책은 인건비 등 경상비용에 대한 감면은 오히려 약화시켜 왔고, 고정비용에 대한 조세감면은 지속적으로 유지해 왔다. 이는 기업의 R&D를 촉진하기 위한 조세유인정책의 목적에 역행하는 것으로 보인다. 기업의 용도별 R&D지출 구조가 공정혁신에서 상품혁신으로 이행되고 있음은 우리 기업의 수준과 경쟁력이 높아지고 있음을 간접적으로 시사해 주고 있다. 기업 R&D의 집중도가 최근 떨어지고 있는 것은 정부의 벤처기업 활성화 정책과 밀접한 관련이 있다. 결론적으로 기업의 R&D지출구조의 선진화는 정부의 연구개발사업과 조세 등 기술촉진정책의 방향과 내용도 달라져야 함을 시사한다. 다음에는 정부의 연구개발투자가 민간의 R&D지출에 어떻게 영향을 주는지를 그랜저인과분석(Granger Causality Analysis)으로 살펴보기로 한다.



자료 : 과학기술부, 『과학기술연구활동조사보고』, 각년도.

<그림 4> 민간기업 연구개발 집중도 추이

3. R&D 투자정책의 검증

가. 정부 R&D투자와 민간 R&D투자의 관계

분석의 이론적 배경

OECD국가들의 기술환경 변화에서 중요한 현상 중에 하나가 민간기업의 R&D지출이 지속적으로 증대해 총 R&D지출에서 차지하는 비중이 커지고 있다는 것이다. 이처럼 민간 R&D의 중요성이 부각되고 있는데 과연 우리 정부정책은 민간기업 R&D지출을 촉진하는지 오히려 구축하는지를 점검해 볼 필요가 있다. 최근 Guellec Dominique and Pottelsberghe Van(2000)는 17개국 OECD국의 패널자료를 이용하여 정부의 R&D정책의 효과를 분석하였는데, 정부의 직접 R&D보조금과 조세인센티브정책이 민간기업의 R&D지출에 포지티브한 영향을 준다는 것을 보여주고 있다²⁾. 본 장에서는 우선 정부의 정책을 평가하기 위해 기술관련 변수와 정책간의 상호 인과관계를 분석하였다. 경제정책 전문가들이 가장 관심을 가지는 정부의 R&D지출이 민간기업의 R&D지출을 대체하는 밀어내기효과(crowding out effect)를 주는지 혹은 정부의 R&D지출이 민간기업의 R&D지출을 유인하는 보완효과(complementary effect)를 주는지를 알아보기 위해서 그랜저 인과검정(Granger causality test)³⁾을 사용해 보았다.

두 번째로 과연 기술도입이 국내 기업의 연구개발에 대체효과(substitution effect)가 있는지 혹은 보완효과(complementary effect)가 있는지, 역으로 국내 연구개발투자가 기술도입에 어떤 영향을 미치는지를 동일한 그랜저 인과검정 방법으로 분석해 보았다. 왜냐하면 정부의 연구개발비 지출이 민간의 연구개발 지출을 구축한다면 정부의 연구개발투자 확대정책을 재고해 보아야 할 것이며, 기술도입이 국내 기업의 연구개발을 대체한다면 기술도입과 관련한 각종 지원정책을 재고해야 할 것이기 때문이다.

2) 그러나 정부의 R&D지출의 민간부문 R&D지출에 대한 밀어내기효과의 존재 여부는 많은 논문에서 서로 다른 실증분석 결과를 보여 주고 있음(Guellec Dominique and Pottelsberghe Van(2000), David, P.A. and B.H. Hall (1999) 참조).

3) 그랜저 인과관계란 시계열 Y를 예측하는 데 있어 X의 시차변수를 제외한 Y의 시차변수만으로 예측하는 것보다는 Y 및 X의 시차변수를 동시에 이용하였을 때 Y를 보다 정확하게 예측할 수 있다면 X는 Y를 그랜저 기인한다고 한다.

추정모형

본 연구에서 정부 연구개발비⁴⁾와 민간 연구개발비에 대한 데이터는 3개 산업으로 대분류를 한 횡단면자료(cross section data)⁵⁾와 1983년부터 2000년 사이의 시계열자료(time series data)를 결합한 패널데이터의 실질치(real value)를 사용하여 분석을 실시하였다. 그리고 계량분석의 방법은 변수간의 인과관계를 분석하는데 유용한 그랜저 인과검정 방법을 사용하였다.

패널자료를 이용하여 분석한 이유는 개별 횡단면자료의 특성과 시계열자료의 특성을 모두 고려하기 위해서이다. 일반적으로 패널자료는 상대적으로 많은 관측치를 가지고 있기 때문에 신뢰할만한 추정결과와 함께 제약이 적은 가정 하에서 모형설계가 가능하다. 또한 시계열과 횡단면이 결합되어 있기 때문에 다중공선성(multicollinearity)의 문제를 완화시켜주며, 순수한 시계열 및 횡단면 자료로는 쉽게 얻을 수 없는 효과(개별효과, 시간효과)들이 추정 가능하다. 마지막으로 패널자료는 추정편의를 제거하거나 완화시키는 장점이 있다. 예를 들어 고정효과모형의 경우 관측되지 않은 변수들을 통제해줌으로써 생략변수로 인한 모형식별 오차(model specification error) 문제를 줄일 수 있다(Hsiao, C., 1985).

$$GRND_{i,t} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^m \alpha_j \cdot GRND_{i,t-j} + \sum_{j=1}^m \sigma_j \cdot PRND_{i,t-j} + u_{i,t} \dots\dots\dots ①$$

$$PRND_{i,t} = \beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \cdot PRND_{i,t-j} + \sum_{j=1}^m \gamma_j \cdot GRND_{i,t-j} + \epsilon_{i,t} \dots\dots\dots ②$$

여기에서 $i = 1 \dots N$; $t = 1 \dots T$ 이고 i 는 산업 그리고 t 는 기간

* GRND는 정부R&D투자, PRND는 민간R&D투자

** 추정식에서 lag 즉 m 은 3이다.

구조변환 검증

식 ①의 경우 F 값이 0.24로 1983-1992년 기간과 1993-2000년 기간사이에 구조적 변화가 없다는 귀무가설을 채택하고 있다. 식 ②의 경우도 F값이 0.07로 1983-1992년 기간과 1993-2000년 기간사이에 구조적 변화가 없다는 귀무가설을 채택한다. 따라서 두 기간 사이

4) 정부연구개발비는 민간부문으로 지출하는 비용만을 대상으로 하였음

5) 농수산+광업, 제조업, 서비스업으로 구분함. 왜냐하면 민간에 지출한 정부연구개발비의 금액이 없는 경우가 많아서 통계처리가 어려웠기 때문에 큰 산업분류로 통합한 데이터를 사용함. 데이터의 부족으로 산업간의 특성 분석은 용이하지 않음.

에 구조적 변화가 없음을 확인할 수 있었다.

인과관계 검정과 정책 시사점

정부 연구개발투자와 민간기업 연구개발투자의 1983년에서 2000년 사이에 구조변환이 없는 것으로 확인되어 전 기간에 걸쳐 상호 인과관계를 검정해 보았다. 분석 전 기간(1983-2000년)에 걸쳐 정부 R&D와 민간 R&D가 상호 인과관계가 있는 것으로 나타났는데, 정부 R&D 지출은 민간 R&D 지출을 구축하는 효과가 있는 것으로 검정되었고, 반면 민간 R&D지출은 정부 R&D지출과 보완관계를 형성하는 것으로 나타났다.

<표 3-4> 그랜저 인과관계

귀무가설	최적시차	F 통계량	검정결과
1983년 - 2000년			
GRND ≠> PRND	8	2.58 기각(대체)	
PRND ≠> GRND	3	8.27 기각(보완)	

<표 3-5>의 추정결과를 해석해 보면 정부 연구개발투자에 대한 민간기업의 연구개발투자의 인과관계에서는 3년 전의 기업의 연구개발투자 1원의 증가가 현재의 정부 연구개발투자를 약 0.7원 정도 증가시키는 효과가 있다는 의미이다. 또한 1년 전 정부 연구개발투자 1원의 증가는 현재 정부 연구개발투자를 0.56원정도 증가시키고, 반면에 2년 전 정부 연구개발투자 1원의 증가는 현재의 연구개발투자 증가를 오히려 감소시키는 효과가 있음을 의미한다.

민간기업의 연구개발투자에 대한 정부 연구개발투자의 인과관계는 1년 전과 3년 전의 정부 연구개발투자 1원이 민간기업의 연구개발투자를 각각 0.34, 0.29만큼 감소시키는 효과가 있음을 보여 준다. 그러나, 여기서 신중히 판단해야 할 부분은 본 연구에서는 가용 데이터의 한계상 정부부문의 총 연구개발투자를 사용한 것이 아니라, 민간에 지출되는 부분만을 3개 산업으로 분류하여 사용하였다는 점에서 분석의 한계가 있다. 또한 시계열 자료를 통한 CUSUM test에서는 정부부문의 연구개발투자가 민간부문에 영향을 미치는 방식(구조변환)이 1988년을 기준으로 달라진 것으로 나오는데⁶⁾, 본 패널 데이터 분석에서는 두 변수 관계

6) 1988년을 전후로 하여 구조변환이 있었는지를 Chow Test를 통해 다시 확인한 결과 구조변환이 있었음을 확인할 수 있었다.

F-statistic	14.36920	Probability	0.000056
Log likelihood ratio	22.46981	Probability	0.000013

에 구조변환이 없는 것으로 나왔다. 따라서 본 연구에서 사용한 데이터의 한계가 정부의 연구개발투자와 민간 연구개발투자간의 그랜저 인과검정 결과에 영향을 줄 수 있다는 것을 고려해서, 본 연구결과의 해석과 정책 시사점의 도출에 주의를 해야 할 것이다.

<표 3> 그랜저 인과관계 추정결과

1983년 - 2000년		1983년 - 2000년	
종속변수(GRND)		종속변수(PRND)	
독립변수		독립변수	
GRND_1	.5502153994***	GRND_1	-.3377196487***
PRND_1	-.2066104664	PRND_1	.1670385986
GRND_2	-.4744997508***	GRND_2	.07003236039
PRND_2	.1496584518	PRND_2	-.07564616756
GRND_3	.6529545964E-01	GRND_3	-.2938427822**
PRND_3	.6965813073***	PRND_3	.1120158414
Constant	110.2098726***	GRND_4	-.2093694153
		PRND_4	.06787173928
R ² = 0.967, Obs = 54		GRND_5	-.02668743169
		PRND_5	.1835898724
		GRND_6	-.1035823437
		PRND_6	.2348013694
		GRND_7	-.09688663288
		PRND_7	.1116806288
		GRND_8	.1040330625
		PRND_8	.1652573517
		Constant	146.4898022***
		R ² = 0.994, Obs = 54	

나. 기술도입과 국내 연구개발의 관계

기술무역의 추이

기술무역의 추이를 선진국과 비교해 보면 우리 기업의 기술수준을 가늠할 수 있다. 물론 최근에는 기업 내부의 연구개발보다 아웃소싱을 통한 기술의 확보전략이 많이 활용되고 있지만, 궁극적으로 한 기업의 기술 경쟁력은 자체 연구개발을 통한 기술의 확보에 있다고 말할 수 있다. 1985년 기술도입에 2억 9,500만 달러를 지출했던 우리 기업은 최근 2000년도에 30억 달러를 넘게 기술도입에 지출하고 있다. 기술수출액도 1985년도에 1,100만 달러에서

2000년에는 2억 달러를 넘어섰지만 기술도입액에 비하면 1/15에 불과하다. 기술수출을 가장 많이 하는 미국은 1999년도에 약 360억 달러를, 영국은 1998년도에 161억 달러를 기술수출로 벌어들였다. 일본의 경우도 1995년도부터는 기술무역수지 흑자국가로 전환되어 약 7억 달러정도의 기술수출을 하고 있다. 프랑스와 독일의 경우 기술무역수지가 아직 적자이지만 1990년대에 들어오면서 꾸준히 적자폭을 줄이고 있다.

<표 4> 국가별 기술무역 추이 (단위 : 백만 \$)

국가	구분	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000
미국	기술도입액(a)	891	2,644	6,919	7,837	9,614	11,713	13,275	-
	기술수출액(b)	5,995	15,291	30,289	32,470	33,639	36,197	36,467	-
	기술수지비(b/a)	6.73	5.78	4.38	4.14	3.50	3.09	2.75	-
독일	기술도입액(a)	995	2,935	13,338	14,307	14,801	15,653	16,226	-
	기술수출액(b)	546	1,507	10,681	10,811	12,370	13,251	12,519	-
	기술수지비(b/a)	0.55	0.51	0.80	0.76	0.84	0.85	0.77	-
일본	기술도입액(a)	2,364	6,039	4,165	4,148	3,623	3,285	-	-
	기술수출액(b)	723	2,479	5,976	6,463	6,873	6,998	-	-
	기술수지비(b/a)	0.31	0.41	1.43	1.56	1.90	2.13	-	-
영국	기술도입액(a)	932	2,741	3,530	7,842	8,395	8,923	-	-
	기술수출액(b)	1,049	2,074	4,218	12,564	14,404	16,096	-	-
	기술수지비(b/a)	1.13	0.76	1.19	1.60	1.72	1.80	-	-
프랑스	기술도입액(a)	979	2,069	2,988	3,151	2,991	-	-	-
	기술수출액(b)	509	1,377	2,170	2,388	2,166	-	-	-
	기술수지비(b/a)	0.52	0.67	0.73	0.76	0.72	-	-	-
스위스	기술도입액(a)	-	-	1,262	1,430	1,145	1,338	1,938	-
	기술수출액(b)	-	-	2,778	2,703	2,806	2,985	1,521	-
	기술수지비(b/a)	-	-	2.20	1.89	2.45	2.23	0.78	-
한국	기술도입액(a)	296	1,087	1,947	2,297	2,415	2,387	2,686	3,063
	기술수출액(b)	11	22	112	109	163	141	193	201
	기술수지비(b/a)	0.04	0.02	0.06	0.05	0.07	0.06	0.07	0.07
대만	기술도입액(a)	-	-	689	-	1,129	-	-	-
	기술수출액(b)	-	-	28	-	56	-	-	-
	기술수지비(b/a)	-	-	0.04	-	0.05	-	-	-

자료 : 과학기술부, 『과학기술연구활동조사보고』, 2001년.

최근 우리 기업이 세계시장에서 경쟁력을 가지는 반도체, 이동통신 단말기, LCD 모니터, HDTV, 자동차 등의 제품을 많이 수출하지만, 매출액의 일정비율이나 이에 상응하는 로열티를 외국기업에 지불하기 때문에 순수익은 낮아질 수밖에 없다. 우리 기업이 원천기술이나 크로스 라이선싱을 할 수 있는 기술을 보유하지 못하면 불리한 조건에서 외국기업과 기술개발이나 전략적 제휴 등을 할 수밖에 없다는 사실을 우리 기업과 정부가 깊이 인식해야 할 것이다.

추정모형

기술도입과 국내 연구개발투자간의 인과관계 및 상관관계를 분석하기 위하여 횡단면자료와 시계열자료를 결합한 패널자료를 사용하여 다음의 방정식 모형을 설정하였다.

$$y_{it} = \alpha + X_{it} \beta + u_{it} \dots\dots\dots ③$$

여기서, y_{it} 와 X_{it} 는 각각 N 개의 횡단면자료와 T개의 시계열자료가 결합된 종속변수와 설명변수를 의미한다. X_{it} 는 K개의 설명변수이며, 따라서 β 는 $(K \times 1)$ 의 벡터이다. 잔차항은 $u_{it} = \mu_j + v_{it}$ 로 설정되는데, 여기서 $v_{it} \sim IID(0, \sigma_v)$ 이다.⁷⁾ 본 연구의 실증분석에서 사용된 모형은 다음과 같다.

$$DRND_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_i + \gamma_t + \sum_{j=1}^m \alpha_j \cdot DRND_{i,t-j} + \sum_{j=1}^m \sigma_j \cdot TIMP_{i,t-j} + u_{i,t} \dots\dots\dots ④$$

$$TIMP_{i,t} = \alpha'_0 + \alpha'_i + \gamma'_t + \sum_{j=1}^m \alpha'_j \cdot TIMP_{i,t-j} + \sum_{j=1}^m \sigma'_j \cdot DRND_{i,t-j} + u'_{i,t} \dots\dots\dots ⑤$$

여기서, $i : 1 \dots N$ 이고 i 는 산업을 나타내며 13개 산업임
 $t : 1 \dots T$ 이고 t 는 시간을 나타내며 1983년 ~2000년임
 DRND : 국내 연구개발투자
 TIMP : 외국기술도입액
 α_i 와 α'_i : 개별효과(개별산업의 특성)
 γ_t 와 γ'_t : 시간효과(연도별 특성)

7) μ_j 가 $\bar{\mu}_j$ 로서 횡단면 자료마다 상이한 고정된 모수(fixed parameter)인가 혹은 $IID(0, \sigma_\mu)$ 의 분포를 갖는 임의변수(random variable)인가에 따라 고정효과모형(fixed effect model)과 임의효과모형(random effect model)으로 구분하여 분석할 수 있다. 구체적인 모형에 대한 설명은 Baltagi(1995)를 참조

실증연구에서는 연구개발과 기술도입에 대한 13개 산업의 횡단면자료⁸⁾와 1983-2000년의 시계열자료를 결합한 패널데이터를 사용하여 분석을 실시하였다. 연구개발투자에 대해서는 과학기술부에서 발표하는 「과학기술연구활동조사보고」를, 기술도입에 대해서는 산기협이 「기술도입연차보고」와 「기술도입수출현황자료집」을 각각 참조하였다. 또한 자료는 GDP 디플레이터를 이용하여 실질치로 환산하였다.

본 실증연구에서는 패널분석 모형 중 고정효과모형(Two Way Fixed Effect Model)을 사용하여 분석하였다. 임의효과모형(Random Effect Model)이 아닌 고정효과모형(Fixed Effect Model)을 사용한 이유는 표본이 임의 추출된 것이 아니라 거의 전 산업을 포괄하고 있기 때문이다.

구조변환 검정

본 연구에서는 국내 연구개발 투자와 외국기술 도입간의 인과관계에 관한 추정을 하기에 앞서 1983-2000년 동안 이들 변수간의 관계에 있어서 구조적인 변화가 있었는지를 살펴보았다. 시계열을 달리하여 추정식 ④와 추정식 ⑤를 초우검정(Chow test)한 결과 두 식 모두 1983년~1992년과 1993년~2000년 사이에 구조변화가 있었음을 알 수 있었다. 즉, 초우검정 결과 1% 유의수준에서 계수벡터들이 두 기간 동안에 동일하다는 귀무가설을 기각하였다⁹⁾. 따라서 국내 연구개발 투자와 외국기술 도입간의 인과관계 및 상관관계가 1983년~1992년과 1993년~2000년 기간사이에 다르다는 것을 알 수 있었다¹⁰⁾.

8) 13개 산업은 농축수산업, 음식료품 및 담배, 목재종이제품출판업, 섬유 의복가죽제품, 비금속광물제품(광업포함), 화학제품, 1차 금속산업+조립금속, 기계장비제조업+의료정밀광학기기+운송장비+기타제조업, 전기전자기기제조업, 건설업, 전기가스수도, 운수창고통신, 기술사업서비스업+기타산업업

9) 초우검정 결과(F 값)

추정식 ④	추정식 ⑤
2.27***	2.57***

주 : ***는 1% 유의수준에서 계수벡터들이 두 기간 동안에 동일하다는 귀무가설을 기각

10) 추정식 1의 Chow Test 결과

$$F = \frac{S_5/k}{S_4/(N_1 + N_2 - 2k)} = \frac{8.8834/37}{16.9558/(104 + 130 - 74)} = 2.27$$

추정식 2의 Chow Test 결과

$$F = \frac{S_5/k}{S_4/(N_1 + N_2 - 2k)} = \frac{23.8114/37}{40.0615/(104 + 130 - 74)} = 2.57$$

단, S_4 = 1983-1992모형의 잔차항의 합 + 1993-2000모형의 잔차항의 합

S_5 = 전체기간모형의 잔차항의 합 - S_4

N_1 = 1983-1992모형의 관측치수

N_2 = 1993-2000모형의 관측치수

최적시차 결정

우선 인과관계 검정에 앞서 각 모형에서 최적시차를 선정하기 위하여 축차적으로 시차변수를 추가하여 추가된 시차변수에 대해 설명력이 유의한가를 F-검정을 통하여 살펴보았다¹¹⁾. 그 결과 <표 3-6>과 같이 1983년~1992년 기간에 기술도입이 국내 연구개발에 그랜저 인과가 없다는 가설과 국내 연구개발이 기술도입에 그랜저 인과가 없다는 가설은 기각되어 인과관계가 있음을 보여준다. 또한 최적시차가 각각의 경우 6년, 1년으로 나왔다. 반면 1993년~2000년 기간의 경우 기술도입이 국내 연구개발에 그랜저 인과관계가 없다는 가설은 채택이 되었으며, 국내 연구개발이 기술도입에 그랜저 인과가 없다는 가설은 기각이 되었는데 최적 시차는 4년으로 나타났다.

<표 5> 최적시차 및 인과관계 검증결과

귀무가설	최적시차		F통계량검정결과	
	1983년~1992년			
TIMP↔DRND	6		5.30***	기각(보완)
DRND↔TIMP	1	5.68***		기각(대체)
1993년 ~ 2000년				
TIMP↔DRND	1		0.67***	채택
DRND↔TIMP	4		5.58***	기각(보완)

주 : ***는 유의수준 1%에서 귀무가설이 기각됨을 나타냄

인과관계 검정과 정책 시사점

구조변환검정 결과 1993년을 기점으로 구조적 변화가 있었음을 확인할 수 있어서, 1983년~1992년의 기간과 1993년~2000년의 기간으로 구분하여 그랜저 인과검정을 실시하였다. <표 3-6>과 <표 3-7>에 나타난 추정결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 1983년~1992년의 기간에는 기술도입과 국내 연구개발투자간에 상호 인과관계가 있는 것으로 나타났다. 즉, 기술도입이 국내연구개발투자를 촉진하는 것으로 나타났고, 국내 연구개발투자의 증대는 기술도입을 감소시키는 것으로 나타났다. 1983년~1992년의 기간에

$k =$ 모수의 수

11) 최적시차 결정을 위한 F검정식

$$F = \frac{(RSSR - RSSUR)/m}{(RSSUR)/(N-k)}$$

RSSR : 제약조건이 없는 모형의 잔차제곱합, RSSUR : 제약하의 모형의 잔차제곱합

N : 관측치 수, k : 제약되지 않은 회귀방정식에서의 모수의 수, m : 제약조건의 수

는 기술도입은 국내 연구개발투자를 촉진시키지만, 국내 연구개발투자는 오히려 기술도입을 감소시키는 작용을 해 왔음을 의미한다. 이와는 달리 1993년~2000년의 기간에는 국내 연구개발투자가 기술도입에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 국내 연구개발투자가 기술도입을 촉진하는 것으로 나타났으나, 기술도입은 국내 연구개발투자에 인과관계를 가지지 않는 것으로 나타났다. 이러한 현상이 최근 기술도입의 급격한 증가에도 불구하고 기업의 연구개발비 증가를 둔화시키는 요인으로 작용한 것으로 보인다.

<표 6> 기술도입과 국내연구개발투자간의 인과관계

1983년 - 1992년	
종속변수 DRND	종속변수 TIMP
독립변수 DRND_1 .1646881299** TIMP_1 .3960846702E-02 DRND_2 -.8141481675E-02 TIMP_2 -.5576698739E-01 DRND_3 .7089563734E-01 TIMP_3 -.4837611938E-01 DRND_4 -.9081099095E-01 TIMP_4 .9416401266E-01 DRND_5 -.6353147390E-02 TIMP_5 .1834381429E-01 DRND_6 -.2417300608*** TIMP_6 .1811448382*** Constant -12.09126269 R ² = 0.964, Obs = 130	독립변수 DRND_1 -.2343021756** TIMP_1 .2861177983 *** Constant 10.29029667 R ² = 0.939, Obs = 130
1993년 - 2000년	
종속변수 DRND	종속변수 TIMP
독립변수 DRND_1 .4403391042*** TIMP_1 .4542036086E-01 Constant 4.034380545*** R ² = 0.976, Obs = 104	독립변수 DRND_1 -.9138959064E-01 TIMP_1 .31702066828*** DRND_2 -.1813044260 TIMP_2 -.7338030722E-02 DRND_3 .5218132439** TIMP_3 .1379750725 DRND_4 .4179664746** TIMP_4 -.1136324725 Constant -.9456721017 R ² = 0.950, Obs= 104

주 : ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10%수준에서 통계적으로 유의미함을 나타냄

둘째, 변수간의 효과 정도를 살펴보면 1983년~1992년의 기간에서는 기술도입 증대가 국내 연구개발투자에 영향을 미치는데는 6년의 시차가 있었음을 확인할 수 있었고, 종속변수를 국내연구개발투자(DRND)로 놓고 추정한 결과 6년 전의 기술도입 1원이 국내연구개발투자를 0.18원 감소시키는 것으로 나타났다. 그러나 1983년~1992년의 종속변수를 기술도입(TIMPT)으로 놓고 추정한 결과 1년 전의 국내 연구개발 투자 1원이 현재의 기술도입을 0.234원 만큼 감소시켰던 것으로 나타났다. 즉, 1983년~1992년에는 국내 연구개발투자가 기술도입에 미치는 영향이 1년이라는 단기간에 이루어졌음을 의미하는 것이다.

셋째, 1993년~2000년 기간에는 3년 전 국내 연구개발투자 1원이 현재의 기술도입을 약 0.52원, 4년 전의 국내 연구개발투자 1원이 현재의 기술도입을 약 0.42원 증가시키는데 영향을 준 것으로 설명할 수 있다. 1993년~2000년 기간에는 1년 전 기술도입의 자체변수 1원이 현재의 기술도입을 0.32원 증가시키는 것으로 나타난 것에 비하면 국내 민간연구개발이 기술도입을 더 유인하는 것으로 나타났다. 마지막으로 <표 3-7>의 추정결과를 살펴보면 횡단면 자료와 시계열자료가 결합된 패널자료 임에도 불구하고 R^2 가 0.94~0.98로 나타나 모형의 설명력이 높음을 확인할 수 있었다.

4. 결론 및 정책 시사점

앞에서 1981년~1995년까지 약 24.7%의 고성장을 해 오던 민간기업의 연구개발비가 1996년~2000년 사이에는 5.1% 대로 떨어졌음을 보았다. 외환위기 직후인 1998년에 마이너스 성장을 한 것도 원인이 되겠지만 기업의 연구개발비의 성장 둔화가 뚜렷한 현상으로 나타나고 있다. 기업 연구개발비의 성장 둔화에는 몇 가지 원인이 있음을 알 수 있다. 우선 연구비의 비목 구성에서 많은 비용이 드는 고정비용의 비율이 점차 줄고 있다는 것과, 대기업의 비중이 줄어들고 벤처를 포함한 중소기업의 연구개발비 비중이 늘어나는 현상, 조세감면 혜택의 감소를 그 원인으로 들 수 있다. 또한 계량 분석 결과 정부의 연구개발지출이 민간부문을 밀어내는 효과도 일부 나타나고 있다. 끝으로 1992년까지는 기술도입과 국내 연구비 지출 사이에 상호 유인하는 효과가 있었으나, 최근 1993년부터는 국내 연구비의 증가가 기술도입을 유인하는 효과만 있어 기술도입의 증가가 국내 기업의 연구개발비 증가를 유인하지 않기 때문에 성장세를 둔화시키는 것으로 보인다.

이러한 민간기업의 연구개발투자 변화에 따른 정부정책의 시사점을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 정부의 R&D투자는 민간기업을 직접 지원하는 기술분야보다는 익출효과(spillover effect)가 크고, 민간이 하기 힘든 기초연구나 고가의 연구장비와 시설에 대한 투자 및 우수

과학기술 인력의 육성 등 연구의 인프라에 대한 투자를 늘려나가는 것이 바람직하다. 1980년대 초부터 정부의 연구개발투자가 민간의 연구개발투자를 밀어내는 효과를 보이는 것으로 나타났다. 물론 본 연구의 분석이 계량모형이나 데이터에 있어서 완벽한 것으로 볼 수는 없지만 1990년대에 들어와서 정부R&D투자의 증가율은 높아졌는데, 기업R&D투자의 증가율은 크게 둔화되는 경향이 뚜렷하기 때문에 이를 시정할 필요가 있다고 판단된다.

둘째, 기술도입에 대한 정부의 인센티브 제도를 민간기업의 국내 연구개발투자에 대한 인센티브제도 강화로 대체해야 할 것이다. 왜냐하면 1993년 이후 기업의 국내 연구개발투자가 기술도입을 유인하는 효과를 보임에 따라 상호보완작용을 하는 것으로 나타났다. 즉 민간기업의 연구개발투자가 늘어나면 기술도입도 따라서 늘어나는 보완관계가 1993년 이후에 나타나고 있기 때문에 기술도입에 대한 인센티브는 특별히 지원하지 않아도 국내 기업R&D 지출이 늘면 기술도입도 증가할 것으로 판단된다.

끝으로 기업의 R&D에 대한 조세인센티브를 강화시켜 둔화되고 있는 기업의 R&D지출을 적극적으로 유인할 필요가 있다. OECD 선진국들은 민간기업의 R&D투자가 지속적으로 확대되어 1993년에서 1998년 사이에 실질 R&D의 증가가 25%나 되며, 전체 연구개발비에서 차지하는 비중도 1990년에 58%에서 1998년에는 63%로 늘어났다. 반면에 우리나라의 경우 1995년 이후 기업의 연구개발투자 성장이 둔화되고 있는데, 정부부문의 연구개발투자는 급증하여 상대적 비중이 높아지고 있다. 1981년-1990년 사이에는 정부 R&D투자의 전년대비 실질증가율은 평균 12.7%인데, 민간 R&D투자의 전년대비 실질증가율은 평균 30.0%로 크게 증가하였다. 그러나 1991년-2000년의 최근 10년 간에는 정부 R&D투자의 실질증가율은 평균 13.1%로 다소 늘었는데, 민간 R&D투자의 실질증가율은 평균은 9.6%로 급격히 둔화되고 있음을 알 수 있다.

<표 7>를 보면 민간부문의 연구개발투자의 성장이 둔화되고 있는 것은 정부의 각종 조세·금융인센티브의 감소 때문이 아닌가 판단된다. 연구·인력개발비에 대한 조세감면제도를 보면 1991년에 기업R&D 지출액의 10%와 전년대비 기업 R&D 지출 증가의 10%(중소기업은 15%, 10%)를 합한 만큼 감면해 주었다. 그런데 1992년에는 5%와 25%(중소기업)로, 1993년에는 R&D지출액의 5%(중소기업 15%) 혹은 증가 지출액의 50% 중에 선택으로, 1998년도에는 과거 2년 간 평균지출액의 초과금액의 50% 감면에서 과거 4년 간 50%로, 2000년도에 와서는 대기업은 R&D 증가지출액에 대한 감면을 받도록 되어 있다. 즉, 기업의 R&D 지출액에 대한 정부의 조세 인센티브는 1991년 이후 매우 약화된 것을 알 수 있다. 미국의 경우 1996년과 1997년에 기업 R&D에 대한 조세감면의 혜택이 연방정부 R&D예산의 각각 1.8%와 1.9%에 불과했으나, 민간기업의 R&D지출의 중요성을 인식하여 R&D지출에 대한 조세감면을 강화하여 1998년부터 2000년에는 3.4%에서 4.5%로 그 혜택이 높아졌음을

유의할 필요가 있다.

<표 7> 연구·인력개발비 세액공제 개정내용

연도	개 정 내 용
1981	○ 공제액 : 지출액의 10% ○ 대상산업 : 제조업, 광업, 건설업, 기술용역사업, 전자계산조직의 이용기술개발 및 정보처리업, 방위산업
1986	○ 공제액 : 지출액의 10% + 직전 2년간 평균지출액 초과분의 10% ○ 이월기간 : 세액공제 합계액이 조세지원의 종합한도(산출세액의 30%)를 초과하더라도 초과분에 대한 세액공제는 4년간 이월
1988	○ 이월기간 : 세액공제 합계액이 법인세 산출세액을 초과하더라도 초과분에 대한 세액공제는 4년 간 이월
1990	○ 공제액 : 사내직업훈련비에 한해 지출액의 15%
1991	○ 공제액 : 지출액의 10% + 초과분의 10%(대기업) 지출액의 15% + 초과분의 10%(중소기업)
1992	○ 공제액 : 지출액의 5% + 초과분의 25%(대기업) 지출액의 10% + 초과분의 25%(중소기업) ○ 이월기간 : 5년으로 연장
1993	○ 공제액 : 지출액의 5%(중소기업은 15%) 또는 증가 지출분의 50% 선택 적용
1995. 12.29	○ 공 제 액 : 지출액의 5%(중소기업 15%, 중소기업 외 10%) 또는 증가 지출분의 50% 선택 적용 ○ 대상산업 : 방송업, 물류산업 추가
1996	○ 공 제 액 : 다음의 방법 중 하나를 선택 적용 - 2년 간 초과금액의 50% 공제 - 중소기업 지출금액 15%, 중소기업 외 5%(다만, 중소기업에 지출한 기술·인력개발비의 경우, 10%) ○ 이월기간 : 자본재산업은 7년, 기타산업은 5년 ○ 대상산업 : 금융·보험업 제외, 공업디자인서비스업 추가 ○ 이월기간 : 7년으로 단일화
1998. 12.28	○ 공제액 : 과거 2년간 초과금액 50% 공제 → 과거 4년간 초과금액 50% 공제
2000. 12.29	○ 공제액 : 초과금액 50% 또는 지출액의 15% 선택 적용(중소기업이 아닌 자는 50% 증가 법만 적용 가능)

자료 : 법제처, 대한민국법령 연혁집.

〈참 고 문 헌〉

- 과학기술부, 「과학기술연구개발활동조사보고」, 각년도.
- 김성태, 배 형, 홍병수 (1992), “외국기술 도입과 국내기술개발 사이의 대체 및 보완효과와 대외기술 의존도에 대한 영향”, 「계량경제학보」, 제3권, pp. 61-83.
- 송종국의 (1995), 「신국제무역질서와 기술개발지원제도」, 과학기술정책연구원.
- 송종국의 (2003), 「기업의 기술전략 변화와 정책 시사점」, 연구보고 2003-15, 과학기술정책연구원.
- 조성표 (2002), “R&D Scoreboard 개발을 통한 연구개발투자와 성과의 연관관계분석, STEPI 포럼.
- 한국산업기술진흥협회 (2001), 「산업기술개발주요통계요람」.
- 한국산업기술진흥협회, 「산업기술백서」, 각년도.
- David, P.A. and B.H. Hall (1999), “Heart of Darkness: Public-private Interactions inside the R&D Black Box”, *Economic Discussion Paper, No. 1999-W16, Nuffield College Oxford.*
- Guellec Dominique and Pottelsberghe Van (2000), “The Impact of Public R&D Expenditure on Business R&D”, *STI Working Papers, OECD.*
- Hall, Bronwyn H. (1993), “R&D Tax Policy During The Eighties: Success or Failure?”, *National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 4240, 1992, in Working Group on Innovation and Technology Policy, Paris: OECD.*
- Hsiao, C. (1985), “Benefits and Limitations of Panel Data”, *Econometric Review, 4(1), pp. 121-174.*
- Levy, David M. and Nestor E. Terleckyi (1983), “Effects of Government R&D on Private R&D Investment and Productivity : A Macroeconomics analysis”, *The Bell Journal of Economics, 14, pp. 551-561.*
- Levy, David M. (1990), “Estimating the Impact of Government R&D”, *Economics Letters, 32, pp. 169-173.*
- Lichtenberg, Frank R. (1987), “The Effect of Government Funding on Private Industrial Research and Development : A Re-assessment”, *The Journal of Industrial of Economics, September, pp. 97-104.*